



I.I.S. ELECTRONICA BUCUREȘTI
SERVICE

BULETIN TEHNIC Nr. 8

introducere în TV color

- COLORIMETRIE
- SISTEME DE TV COLOR
- TUBUL CINESCOP COLOR

1980



I.I.S. ELECTRONICA BUCUREȘTI
SERVICE

BULETIN TEHNIC Nr. 8

introducere în TV color

- COLORIMETRIE
- SISTEME DE TV COLOR
- TUBUL CINESCOP COLOR

*"Pre. toate le ști
practic — nu pregeta și
învată și aceste chestiuni
teoretice"*

Cu respectată considerație

— 1980 —

Ing. Hudec

Ian. 27-07-81

Notă :

Pentru o mai ușoară înțelegere, figurile 8.3 ; 8.4 ; 8.6 ; 8.7 ; 8.9 ; 8.12 ; 8.20 ; 8.24 ; 8.25 ; 8.27 ; 8.29 ; 8.36 ; 8.37 ; executate în cele 3 culori primare din TV color se află la sfârșitul buletinului tehnic nr. 8. În text, la capitolul 8 se face de fiecare dată trimitere la figura color respectivă.

Autor : Ing. GÜNTHER PFLANZER

Tiparul executat la TIPOGRAFIA Dava

INTRODUCERE

Aveți acum în mână Buletinul tehnic nr. 8 care prezintă într-un mod foarte accesibil o parte din datele televiziunii în culori, de fapt introducerea în TV color așa cum o spune și titlul. Este un manual de nivel mediu de calitate excepțională scris anume pentru tehnicienii de Service.

La prima vedere lucrarea pare pur teoretică și de fapt așa și este. Dar înțelegerea televiziunii în culori este o problemă teoretică și nu practică. Chiar principiile de bază ale TVC sînt destul de complexe și pentru a fi înțelese este nevoie de mai multă sîrguință, de citirea și repetarea unor pasaje de 2, 3 sau poate de 4 ori. Efortul ce trebuie depus pentru apropierea de această nouă tehnică este însemnat dar indispensabil în sensul cel mai exact al cuvîntului.

Nu se poate reține aproape nimic pe baza de memorare, deoarece memoria este eficientă numai dacă se sprijină pe cunoașterea proceselor fundamentale ale TVC începînd cu colorimetria. Fără cunoașterea teoriei culorilor nu se poate trece la explicarea semnalului complex de TVC. La teoria culorilor se folosește un minimum de matematică, reprezentările grafice și ceva vectori în spațiul tridimensional al celor 3 culori de bază R, G, B, (roșu, verde și albastru) pentru a găsi un mod de a „exprima” electric orice culoare cu nuanța, saturația și strălucirea sa. Semnalul Y numit semnal de luminanță este asemănător cu semnalul video din televiziunea alb-negru ; în TVC mai apar însă semnalele diferență de culoare R—Y și B—Y care complică puțin semnalele video, dar asigură compatibilitatea (posibilitatea de a recepționa în alb-negru emi-

siunile color, cu un TV—AN). Cele trei sisteme de televiziune în culori NTSC, PAL, SECAM, sînt apoi prezentate pe numai 35—40 pagini într-un fel care ușurează înțelegerea, insistîndu-se mai mult asupra sistemului SECAM adoptat în R.S.R. De fapt introducerea în TV color ocupă cam 70 pagini, foarte puțin și totuși foarte complet, dîndu-se toate noțiunile fundamentale necesare înțelegerii televizorului color. Fără cunoașterea problemelor de colorimetrie și sisteme de TVC nu se poate concepe în nici un fel primul contact cu televiziunea în culori.

Caracterul eminamente teoretic al primei jumătăți a buletinului nu poate fi evitat și acest lucru nici nu este de mirare, chiar dacă acesta este primul contact al D-vs cu TVC, un contact ușor și... atractiv, în care nu întîlniți încă — în mod intenționat — exemple de circuite. Adevăratul contact, mai dur și dificil va fi televizorul color unde se întîlnesc vrînd-nevrînd lucruri mai grele; circuite electrice noi cu fiziologie complicată și care totuși vor trebui măsurate, reparate și corect reglate atît la fabricație cît mai ales în Service.

Pentru televizorul color se vor elabora și publica la timpul potrivit probabil două buletine tehnice, axate strict pe aparatul care va fi fabricat la Electronica. Este posibil ca după BT 8 să fie necesar un buletin care să cuprindă circuite electronice elementare folosite în TV—AN și în TVC, pentru a reaminti unele elemente de bază în tehnica televiziunii și pentru a deprinde pe depanatori cu unele circuite nefolosite în TV—AN.

Sînt convinși că o parte din actualii depanatori vor reuși să-și însușească treptat cunoștințele necesare pentru TV Color, desigur nu toți. Dar cei care vor să pună mîna pe carte în mod conștient și serios, știind că altfel se autoelimină din această branșă. Am în vedere că cei care vor să învețe bine meseria au posibilitatea să o facă, fapt dovedit cu prisosință în cursul testării profesionale ediția 1979. Pentru a da numai un exemplu, voi menționa că un depanator (bun) a uimit comisia de testare explicînd în mod magistral o problemă teoretică mai „subțire” (mai greu de înțeles): „procesele electronice din tranzistorul final de linii BU205”.

La testarea următoare (1980) materialul de studiu vor fi BT 6, BT 7, BT 8 și BT 9, în special BT 8 cu care se va face

trierea candidaților pentru „DEPANATORI DE TV ÎN CULORI”.

În partea a doua a buletinului, practică și extrem de atrăgătoare inginerul Pflanzner a realizat o sinteză deosebit de bogată, completă și „up to date” (adusă la zi) privind cinescoapele color. Acest capitol este o simbioză necesară între tehnică și istorie. Evoluția rapidă a cinescopului color — dacă luăm ca start anul 1967 — în ultimii 12 ani a fost dinamizată de mai mulți factori:

- creșterea permanentă a calității imaginii;
- reducerea costurilor de fabricație a cinescopului;
- Concurența dură între marile companii occidentale.

Cinescopul color este piesa cea mai scumpă din tot televizorul, cu o pondere de 35—40% în prețul de cost al aparatului. Dar mai presus de toate este piesa care are cea mai mare influență asupra calității imaginii color, imaginea așa cum o vede spectatorul. Procesul de perfecționare a făcut ca în 10 ani să se ajungă la următoarea situație reală:

„Imaginea la un cinescop color din seria 30AX (Philips—1978) total nereglat este mai bună decît la un cinescop color de tip Delta cu mască perforată (RCA—1968) perfect reglat în laborator”.

Multe probleme din capitolul rezervat cinescopului color sînt elemente de cultură generală tehnică; multe însă trebuie bine studiate și aprofundate serios pentru a cunoaște bine cinescopul, în fapt inima televizorului color care are o influență hotărîtoare asupra calității imaginii.

Legat de relația calitatea imaginii = calitatea cinescopului, se pare că impresia nesatisfăcătoare privind calitatea imaginii color din unele țări vecine care au adoptat sistemul SECAM este explicabilă mai mult prin calitatea modestă a cinescoapelor folosite („Delta cu unele carențe de fabricație și adesea prost reglate) decît prin calitatea sistemului.

O comparație mai corectă privind sistemele PAL și SECAM este posibilă de exemplu la Timișoara cu un televizor bistandard PAL—SECAM cu comutare automată și aceasta numai dacă s-ar recepționa acelaș program, emis de un singur emițător. Cum această situație nu se prea poate realiza, părările privind calitățile și slăbiciunile celor două sisteme europene de TVC sînt împărțite și chiar subiective.

Totuși, autorul acestor rinduri se simte îndreptățit să spună următoarele: Am făcut observații practice pe teren în vestul țării unde se recepționează posturi de TVC din Ungaria, Cehoslovacia și U.R.S.S. (toate SECAM) precum și din Iugoslavia (PAL). În aceste zone semnalul de TVC este foarte diferit, dar în general cîmpul este slab, atît la emisiunile SECAM cît și la emițătoarele PAL. Recepția celor, cu televizoare fabricate în Ungaria, U.R.S.S. (SECAM) este în general nesatisfăcătoare la distanțele mai mari de 70—80 km de emițător. Mi-am format părerea că în condiții de semnal slab, la recepția SECAM calitatea imaginii este inacceptabilă sub aspectul culorii; apare un efect cunoscut sub denumirea „peștișorii de argint”, în fapt o perturbație neplăcută sub formă de dungi orizontale zdrențuite și mișcătoare cu amestec de culori (linii și puncte colorate) care deranjează imaginea în așa măsură încît emisia nu mai poate fi urmărită. Același efect se observă și la București, la recepția emisiunilor bulgare cu televizoare SECAM bine reglate și verificate în laborator. Fenomenul supărător este — după părerea mea — favorizat și de preacentrarea de IF care reduce nivelul semnalelor de cromaticitate la emisie (curba de atenuare anticlopot). Știu că semnalele de cromaticitate plasate în jurul lui 4,3 MHz în spectrul „video” (vezi cap. 7.4 ; 7.5 ; 7.6 ; 7.7) care pe de o parte se află deja pe panta scăzătoare a caracteristicii de FI—VS iar pe de altă parte nivelul subpurătoarelor de cromaticitate este atenuat de curba anticlopot (vezi fig. 7.5). La semnal slab, semnalele de cromaticitate F_{DR} și F_{DB} nu vor fi mai limitate de amplificatorul de cromaticitate care precede linia de întârziere și demodulatoarele. Ori, se știe că limitarea nu este numai de dorit ci o condiție esențială a funcționării normale a oricărui demodulator de semnale modulate în frecvență (ca de exemplu la FI—MF de 10,7 MHz sau 6,5 MHz din RR și TV, unde dacă semnalul este mai slab și demodulatorul lucrează cu semnal nelimitat, recepția sunetului MF este mai proastă decît recepția sunetului provenit dintr-o emisie cu semnal MA).

Semnalele de cromaticitate (MF) nefiind limitate din cauza semnalului slab la intrarea TV, pe semnalul MF sînt prezente „vîrfuri” nelimitate de zgomot, un spectru parazit de zgomot, care după demodulare, dă naștere la un zgomot pronunțat care se suprapune peste semnalele de cromaticitate (care și așa

sînt mici) și, de care nu se mai poate scăpa cu nici un fel de mijloace. Efectul de „peștișorii de argint”, apare — după părerea mea — din momentul în care raportul semnal/zgomot, scade la sub 30dB (normal este 40—50dB). Ori la recepția TV — alb negru un raport S/Z de 26dB asigură încă o recepție acceptabilă (bunișoară), în timp ce la TV color SECAM culoare „iese” prin nefuncționarea normală a demodulatoarelor de cromaticitate.

Dimpotrivă, la recepția PAL, în situația de semnal slab apar ca și la TV—AN „pureci” (granulație), purecii sînt colorați întîmplător și nu prea deranjează fondul de culori a imaginii. La scăderea și mai mare a semnalului (deci a raportului S/Z) la recepția PAL începe să scadă saturația culorilor, imaginea se păstrează dar este mai „spălăcită”, practic exact ca și la TV—AN.

În cazul SECAM deci, este esențial ca semnalul de TV să fie mare pentru a se asigura o recepție „fidelă” sub raportul culorilor transmise. Știind că emisiunile color se vor face în UIF (pe canalele 21—60) intervine o situație fundamental dificilă deoarece pe UIF din cauze cunoscute, pentru o recepție bună chiar în AN este necesar un cîmp de TV de 2—3 mV/m în timp ce pe canalele mici (1—12 din FIF) acelaș lucru se obține cu un cîmp de numai 0,7—1,2 mV/m. Pentru aceste probleme tehnicienii noștri sînt rugați să citească Capitolul 1 din vol. 1.a lucrării „Recepția emisiunilor de televiziune în U.R.S.S.” Editura Tehnică 1972. În acest capitol se tratează problemele de propagare a undelor decimetrice, cîmpul necesar pentru recepția UIF iar apoi în vol. 2 deasemenea în capitolul 1 cele necesare pentru cunoașterea aspectelor practice legate de raportul S/Z și sensibilitatea reală a TV (de ex. tabelul 1.1. de la pag. 12 și tabelul 1.2 de la pag. 13).

După înțelegerea problemelor privind semnalul de TV necesar în TV—AN, va fi clar că mai ales în condițiile de relief din țara noastră și posibilitățile oricum limitate de a instala un număr mare de emițătoare de TV color într-un răstimp scurt (1981—1985), vom avea mari greutăți în asigurarea unei recepții color de bună calitate folosind sistemul SECAM. Dealtfel, din experiența celorlalte țări socialiste care folosesc sistemul SECAM se poate observa că în Ungaria unde relieful este „plat” în general, recepția color este substanțial mai bună

decît de exemplu în Cehoslovacia (relief muntos) și sudul Poloniei; în U.R.S.S. distanțele mari — teritoriul întins — fac multe probleme și aduc în permanență pe ecran „peștișorii de argint”. Dimpotrivă, în Iugoslavia o țară cu un relief muntos recepția în PAL este mult mai bună, practic incomparabilă cu calitatea imaginii în SECAM. Pentru a compensa parțial această deficiență fundamentală a sistemului SECAM, va fi necesar ca tehnicienii de Service și posesorii de TV color să se ocupe serios de instalarea unor antene bune cu câștig mare, chiar amplificatoare individuale sau colective mici (pentru 6—10 abonați), instalații de antenă colectivă tranzistorizate de calitate deosebită pe care Electronica le-a elaborat și le fabrică cu rezultate foarte bune. Se vor fabrica în anii viitori și amplificatoare de antenă mici care vor trebui folosite împreună cu antene de tip industrial (din comerț) pentru UIF, antene cu 15,25 sau chiar 40 elemente și câștig de 10—16dB.

Continuînd paralela între cele două sisteme folosite în Europa, mai trebuie spus că argumentul progresului tehnic pentru viitor este se pare în favoarea sistemului PAL care fiind folosit în țări cu nivel mai înalt de dezvoltare unde firme cu specialiști numeroși angrenați în TV color și cu resurse materiale imense afectate cercetării și tehnologiei, perfecționează dinamic și rapid televizoarele color. Progresul tehnologic al industriei de TV color are ca scop esențial economisirea soluțiilor în scopul reducerii costurilor de fabricație și de întreținere și nu în ultima analiză consumul de energie al televizoarelor. Productivitatea muncii în producerea TVC și mai ales productivitatea în depanare — Service este de asemenea, un factor hotărîtor al succesului TV color. Dacă facem acum o comparație între 10 TVC SECAM produse la vecinii noștri și 10 TVC PAL fabricate în Vest, vom trage concluzii net dezavantajoase pentru SECAM; dar aici nu este vorba despre sistem ci despre televizor.

Nu se poate astăzi admite ca un TVC să consume de la rețea 400 W ci cel mult 150 W; tot așa nu putem considera tehnică avansată cînd „mașinăria” unui TV color cîntărește 21 kg fără cinescop, folosind 3,5 kg de cupru!

Să luăm doar problema consumului: la nivelul anului 1990 vom avea probabil în folosință 2 milioane de TV color, care dacă ar consuma 400 W ar necesita o putere instalată

de 800 MW pentru a alimenta doar televizoarele color în timpul orelor de vîrf care în mod inerent coincide cu timpul obișnuit de folosire a TV. Cei 800 MW (800 000 KW) înseamnă practic puterea medie a hidrocentralei de la Porțile de Fier, sau suma hidrocentralelor Bicaz — Bistrița + Argeș + Lotru. A produce TVC cu consum de 150 W, este practic a economisi la scara economiei naționale o putere instalată de cel puțin 500 000 kW sau o cantitate de energie de cca. 1 miliard Kwh anual. Referindu-ne și la cele cca. 6 milioane de TV—AN ce vor funcționa în anul 1990 (acum sînt în exploatare 4 milioane TV—AN), nu este tot una ca la acea vreme un TV—AN să consume 50 W în loc de actualii 90 W la TV cu CI fabricate după 1977 sau cca. 150—200 W la cele peste 3 milioane de TV—AN fabricate înainte de 1 Iulie 1977 și aflate în plină exploatare. Și aici „suportăm” un consum de energie electrică suplimentar de cca. 0,6 miliarde KWh care „ocupă” o putere instalată de 500 000 KWh la nivelul anului 1979.

În încheiere, dorim cu toții ca specialiștii noștri să se „conecteze” la nivelul tehnic (construcție, circuite și tehnologie) cel mai înalt în scopul de a fabrica televizoare color bune, fiabile, simple și economic avantajoase pentru producător și pentru cumpărător în egală măsură. Sperăm ca sub aspectul mentenanței televizorul color ce se va fabrica la Electronica să fie simplu, fără complicații generate de standarde sau norme interne, cu o deservire simplă și întreținere ușoară, accesibil pentru depanatori și teoretic și ergonomic. Fiabilitatea TVC care se concepe acum în Uzină trebuie să fie obiectivul principal al muncii de elaborare, fiabilitate obținabilă pe mai multe căi. Așteptăm ca fiabilitatea să fie asigurată nu prin supradimensionarea circuitelor și componentelor, nu prin circuite sofisticate de protecție și de reacție ci prin adoptarea unor soluții electrice și constructive simple, cu componente cît mai puține știind că „piesa care nu este în aparat nu se strică”.

Nu vrem să dăm sfaturi proiectanților pentru că ei se află desigur la un nivel de pregătire și informare mai ridicată decît oamenii din Service; sugerăm însă ca de la început să se adopte o atitudine fermă în fața acelor factori care negîndindu-se la efectele economice ulterioare pornesc cu pretenții deosebite și inutile privind parametrii electrice și solicită MICROVOLȚI ȘI DECIBELI de dragul fotogeniei Normei In-

terne sau a Standardului, uitînd să estimeze PREȚUL CU CARE SE VOR REALIZA ACEȘTI PARAMETRI, preț care afectează direct, puternic și în totdeauna nefavorabil eficiența economică a fabricației și apoi fiabilitatea în exploatare. Sub acest aspect, consider cu toată răspunderea că în actuala fabricație de TV—AN, Standardul 7712 departe de a mai fi un promotor al calității și economicității, este o frînă în acțiunea conștientă și de importanță fundamentală care caracterizează colectivul Uzinei : de a produce aparate mai simple, mai bune pentru posesor, mai fiabile și totodată mai ieftine. Dar prescripțiile tehnice actuale, care impun clase și serii interminabile de parametri, parametri în proporție de 40% neesențiali în practica recepției, impun complicarea circuitelor și încărcarea televizoarelor cu 25—30% în plus la capitolul componentelor și reglajelor. Sintem convinși că se consumă încă mai multă energie nervoasă și mai mult timp pentru procesul de omologare al unui televizor decît pentru observarea și stăpînirea fabricației, decît pentru perfecționarea treptată, pas cu pas a televizorului aflat în producție de serie. Banda de fabricație este locul unde se hotărăște calitatea televizorului și nu biroul în care se poartă grelele și interminabile ședințe de omologare. „Energia de omologare” trebuie transferată în „energie” de supraveghere a calității fabricației, în energia necesară pentru a simți acea neliniște continuă și creatoare care trebuie să-l stăpînească pe proiectant după ce produsul creat de el a intrat pe linia de asamblare și reglaj, neliniște care duce la îmbunătățirea aparatului nou născut prin vindecarea inerentelor maladii infantile.

Sperăm ca aceste griji să devină firul roșu călăuzitor în activitatea de asimilare a televizoarelor color. Vrem ca televizorul color ce va fi fabricat de Electronica să devină un bun și credincios tovarăș de muncă al tehnicianului din Service ; să-i asigurăm însă pe proiectanți că personalul de Service va face tot ceea ce trebuie pentru a învăța din timp această tehnică nouă cu simțămîntul că numai așa va putea face față cerințelor care i se pun într-un deceniu de vijelioasă pătrundere a noului în activitatea noastră, nou ce înfrumusețează în fiecare zi munca și viața tuturor.

Brașov — 30 Noiembrie 1979

E. STATNIC

1. NOȚIUNI DE COLORIMETRIE

1.1. Generalități

Televiziunea în culori are ca scop transmiterea la distanță a unui complex de informații legate atît de forma și strălucirea, cît și de culoarea obiectelor care fac parte din scena transmisă. Este evident că senzația de culoare nu poate fi transmisă ca atare, ci doar cu ajutorul unor semnale electrice care sînt proporționale cu anumite caracteristici bine precizate ale culorilor captate.

Colorimetria se ocupă de teoria și măsurarea parametrilor culorilor.

1.2. Caracteristicile luminii.

Se știe că lumina emisă de o sursă oarecare, de un corp încălzit sau incandescent este formată dintr-o sumă de unde electromagnetice sinusoidale. Acestea au aceeași natură ca și undele radio, x, etc. Toate aceste radiații se deosebesc doar prin lungimea lor de undă (λ), adică prin domeniul de frecvență acoperit de fiecare tip de radiație.

Lumina percepută de ochiul uman cuprinde gama 380—780 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Culoarea luminii este dependentă de lungimea de undă cuprinsă în domeniul de mai sus, 380 nm corespunde violetului, 780 nm corespunde roșului. Toate celelalte culori monocromatice (spectrale) corespund unei singure lungimi de undă, intermediare.

Comisia Internațională C.I.E. a stabilit următoarele trei culori primare : roșu (R) : = 700 nm ; verde (G) : = 546,1

nm; albastru (B): = 435,8 nm. Rațiunea care a stat la baza alegerii acestor culori primare este faptul că ele adunate, produc lumina albă.

1.3. Culorile corpurilor din natură.

Culorile care sînt percepute în mod uzual sînt determinate de lumina reflectată de obiectul respectiv. Dacă de ex. un obiect este verde, aceasta înseamnă că el reflectă doar această culoare, restul radiațiilor din spectrul vizibil fiind absorbite. De obicei, culorile obiectelor nu sînt culori spectrale pure, deoarece lumina reflectată este un amestec din mai multe lungimi de undă.

Dacă obiectul respectiv reflectă doar radiații aparținînd unui interval foarte îngust de lungimi de undă, culoarea lui va fi saturată. Dacă anumite lungimi de undă sînt favorizate în mai mică măsură, corpul respectiv reflectînd și restul spectrului, se va constata că culoarea corespunzătoare acestor lungimi de undă va fi mai puțin saturată. Dacă corpul reflectă radiații aparținînd la două sau mai multe intervale de lungimi de undă, senzația rezultantă a ochiului uman va fi cea a unei culori unice, rezultată din combinația culorilor corespunzătoare lungimilor de undă care fac parte din radiație. Un corp care reflectă în egală măsură toate culorile va fi alb, gri, sau la limită negru.

Amestecul culorilor se realizează prin scădere sau adunare.

Exemplul clasic pentru amestecul prin scădere este cel al filtrului selectiv, care absoarbe toate culorile cu excepția culorii sale proprii. Amestecul prin adunare se realizează prin suprapunerea unui anumit număr de radiații luminoase care vor produce o culoare rezultantă. Prin amestecul culorilor roșu, verde și albastru se pot forma practic toate culorile existente în natură.

1.4. Parametrii necesari pentru caracterizarea culorilor.

Orice culoare se determină cu ajutorul parametrilor strălucire, nuanță și saturație. Aceste mărimi subiective pen-

tru aprecierea cantitativă și calitativă a culorilor necesită și corespondenți obiectivi, măsurabili prin metode date de colorimetrie.

● **Strălucirea unei radiații luminoase este determinată de mărimea senzației de lumină a ochiului uman.**

Correspondentul obiectiv al strălucirii este luminanța. Ea caracterizează intensitatea, pe unitatea de suprafață normală pe această direcție.

Din punct de vedere teoretic există o deosebire esențială între strălucire și luminanță. Orice sursă de lumină are o anumită luminanță bine determinată și măsurabilă. **Ochiul percepe luminanța ca strălucire, aceasta fiind o interpretare subiectivă a realității.**

Strălucirea astfel percepută depinde în mare măsură de luminozitatea mediului ambiant. Exemplul cel mai convingător este cel al stelelor; ele au întotdeauna aceeași „luminanță”, nu strălucesc însă deloc ziua și foarte puternic noaptea.

● **Saturația unei culori este determinată de lipsa contribuției albului la formarea acesteia.** Ea este mai mare în cazul „diluării” reduse a acestei culori cu lumina albă și mai scăzută în cazul diluării puternice cu alb. **Saturația exprimă intensitatea senzației de culoare, correspondentul ei obiectiv fiind factorul de puritate a culorii.**

Acesta este un coeficient numeric cuprins între 0 și 1 și exprimă raportul dintre luminanța culorii și cea a culorii obiectului.

● **Nuanța culorii exprimă deosebirea culorii percepute în comparație cu albul.** Ea depinde de lungimile de undă ale radiației luminoase care vor produce senzația de culoare.

Parametrul obiectiv corespunzător este „lungimea de undă dominantă”. Pentru cazul în care culoarea este formată dintr-un amestec, se poate constata că există întotdeauna o lungime de undă dominantă.

1.5. Perceperea culorilor de către ochiul uman.

Ochiul uman are atât capacitatea de a proiecta cu ajutorul lentilei sale imaginea percepută pe retină, cît și de a rea-

liza funcționarea de traductor, adică de transformare a imaginii percepute într-un complex de semnale, care transmise mai departe la creier vor da naștere senzației de culoare.

Celulele fotosensibile de pe retină vor traduce imaginea luminoasă în două informații distincte: informația de strălucire și informația de culoare (saturație + nuanță). Perceperea strălucirii se realizează cu ajutorul „bastonașelor”, dispuse la marginea retinei. Activitatea lor este foarte pronunțată în cazul imaginilor întunecate. Perceperea culorii este asigurată de prezența „conurilor”, dispuse în centrul retinei. Eficiența lor este mai ridicată în cazul imaginilor luminoase.

Faptul că unele conuri au sensibilitatea maximă la roșu, altele la verde și altele la albastru a devenit o ipoteză confirmată. Se poate dovedi că așa cum toate culorile existente în natură pot fi reproduse prin amestecul celor trei culori primare R, G, B, și orice senzație de culoare este compusă din cele trei senzații primare. Orice culoare poate fi caracterizată de trei coeficienți tricromatici, coeficienți care exprimă proporția cu care contribuie cele trei senzații primare la crearea senzației rezultante.

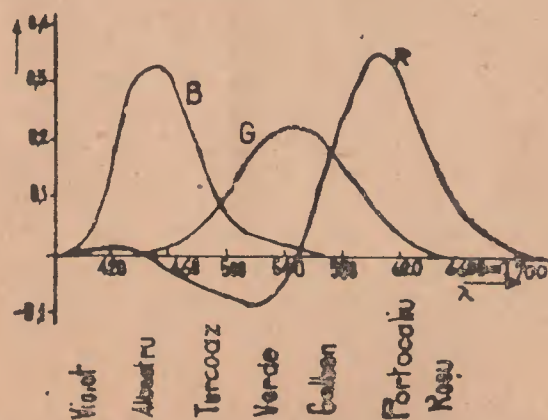


Fig. 1.1 COEFICIENȚI TRICROMATICI AI CULORILOR SPECTRALE
PTR R = 700 nm, G = 546.1 nm, B = 435.8 nm.

Menționăm că curba din fig. 1.1. reprezintă coeficienții unor surse de radiații luminoase etalonate în vederea obținerii „albului de egală energie”. Aceasta conține toate culorile spectrale cu aceeași energie de radiație. Sensibilitatea ochiului uman la culorile monocromatice ale spectrului luminos este constantă. Ochiul este foarte sensibil la culorile din mijlocul spectrului și mai insensibil la cele din extremități. Caracteristica vizibilității relative, în funcție de lungimea de undă este reprezentată în fig. 1.2. Ea indică strălucirea percepută de ochiul uman pentru diferite lungimi de undă, în ipoteza că energia de radiație rămâne constantă.

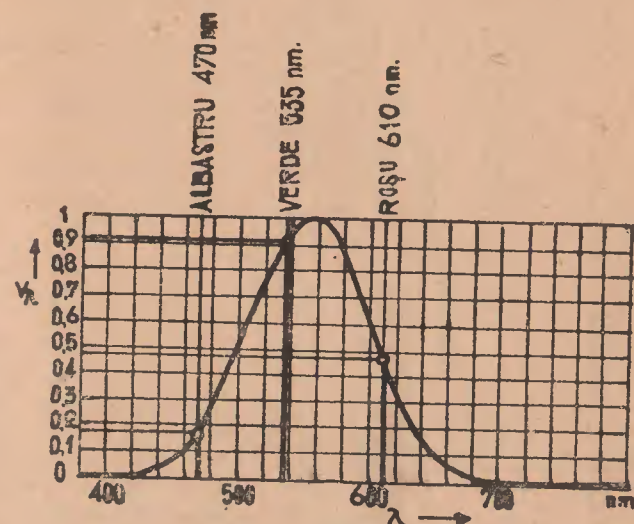


FIG. 1.2 CARACTERISTICA VIZIBILITĂȚII RELATIVE A CULORILOR SPECTRALE

Din cauza sensibilității mai reduse a ochiului uman la lumină roșie, precum și din cauza dificultății realizării luminorilor tubului cinescop color, culorile primare în televiziunea în culori sînt roșu, cu $\lambda = 610$ nm; verde, cu $\lambda = 537$ nm și albastru, cu $\lambda = 472$ nm.

1.6. Reprezentarea grafică a culorilor. Triunghiul culorilor.

Din cele arătate la 1.5. rezultă că orice culoare poate fi exprimată cu ajutorul **vectorului senzației de culoare**, vector care are forma :

$$\bar{A} = R\bar{R} + G\bar{G} + B\bar{B} \quad [\text{„vectorul senzației de culoare”}]$$

unde \bar{R} , \bar{G} și \bar{B} sînt senzațiile primare de culoare, iar R , G și B coeficienții tricromatici.

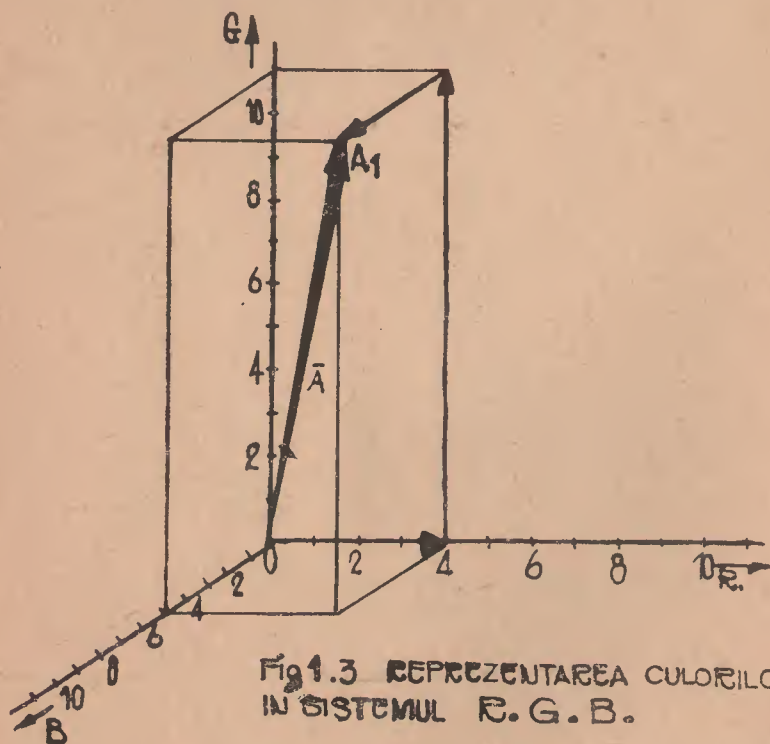


Fig. 1.3 REPREZENTAREA CULORILOR ÎN SISTEMUL R. G. B.

Rezultă prin urmare posibilitatea reprezentării culorilor într-un sistem de coordonate cu axele R , G și B .

Coordonatele punctului reprezentativ sînt coeficienții tricromatici; vectorul de culoare are originea tocmai în originea sistemului de coordonate și vîrfurile în punctul cu coordonatele R , G și B .

Punctul corespunzător albului are coordonatele $R = G = B = 1$.

De asemenea, se poate afirma că **lungimea vectorului corespunde strălucirii**, în timp ce **direcția acestuia depinde de saturația și nuanța culorii redată**.

Deoarece în practică este mult mai utilă reprezentarea culorilor într-un sistem de coordonate în care punctele rezultă în mod direct din saturația, nuanța și strălucirea culorii, se va căuta un alt sistem pentru reprezentarea grafică a culorilor.

Un sistem care are posibilitatea separării nete a informației de strălucire și de culoare, utilizînd coordonate care exprimă doar conținutul de culoare al imaginii redată este sistemul (r, g, b) .

$$r = \frac{R}{R + G + B}; \quad g = \frac{G}{R + G + B}; \quad b = \frac{B}{R + G + B}$$

Se constată că modificarea strălucirii (care determină înmulțirea coeficienților tricromatici cu același factor) nu influențează coordonatele r , g și b . De asemenea r și g vor determina în mod univoc și valoarea lui b .

Planul (r, g) are dezavantajul că nu toate punctele reprezentative pentru culorile existente în natură se află în cadranul I.

Coordonata r va avea și valori negative.

Utilizînd o transformare liniară, coordonatele sistemului (R, G, B) vor trece în sistemul (X, Y, Z) . Aceste culori primare sînt fictive, ele nu reprezintă o realitate fizică și nu corespund nici unei radiații monocromatice existente în natură.

Coeficienții tricromatici normați în sistemul culorilor fictive vor deveni:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}; \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}; \quad z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

Acești coeficienți sînt independenți de strălucirea imaginii redată; deoarece z rezultă din x și y se va renunța la această coordonată.

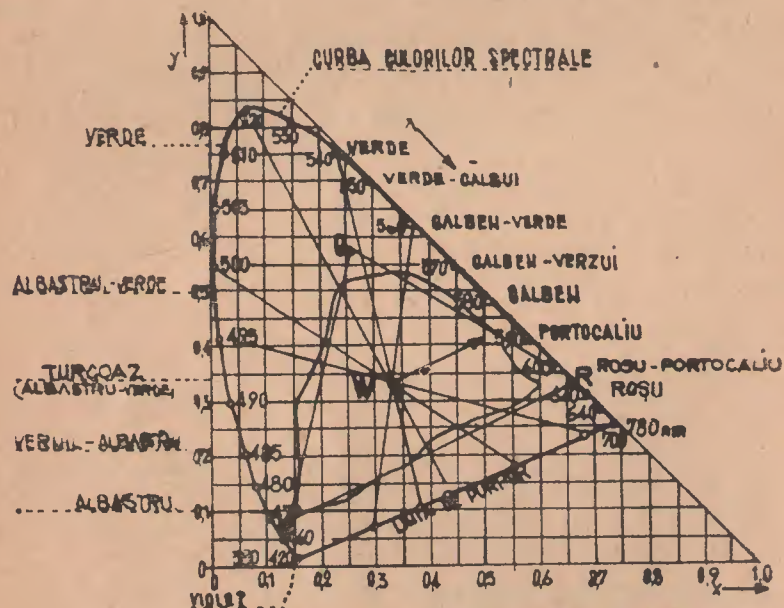


FIG. 1.4.2. TRIUNGIUL CULORILOR ÎN SISTEMUL DE COORDONATE X, Y. CU DELIMITAREA CULORILOR EXISTENTE ÎN NATURĂ - RESPECTIV A CELOR REPRODUSE ÎN T.V. COLOR.

Constatăm deci că prin transformări succesive s-a realizat trecerea de la sistemul (R, G, B) la planul (x, y), în care fiecare pereche de valori va corespunde unei saturații și nuanțe bine definite, fără ca strălucirea imaginii să influențeze poziția punctului reprezentat în plan.

Pentru culorile existente în natură rezultă suprafața delimitată de linia spectrală precum și de linia purpurilor nespectrale saturate. Cele trei culori primare modificate, utilizate în tehnica televiziunii în culori vor fi colțurile triunghiului care delimitează culorile care pot fi reproduse în TV color (fig. 1.4.a).

„Albul de egală energie” este reprezentat în punctul W cu coordonatele $x_w = 0,33$ și $y_w = 0,33$ și se află în centrul de greutate al triunghiului. În TV color se utilizează un alb puțin modificat avînd coordonatele $x_c = 0,310$ și $y_c = 0,316$ denumit albul de referință C. În comparație cu albul W, albul C are o nuanță albastruie.

În jurul punctului alb, culorile vor fi foarte desaturate; pe măsură ce ne apropiem de linia spectrală, culorile vor fi din ce în ce mai saturate. Între saturația culorii redată și lungimea vectorului cu originea în punctul W și vîrf în punctul reprezentativ al culorii există o corespondență bi-univocă. Dacă păstrăm constantă distanța între culoare și punctul alb, deci menținem saturația constantă, în funcție de unghiul format de vector cu sistemul de coordonate se va modifica nuanța culorii redată.

Din cele arătate rezultă posibilitatea definirii grafice a parametrilor obiectivi ai culorilor: factorul de puritate și lungimea de undă dominantă. Dacă prelungim vectorul WD (D fiind punctul reprezentativ al culorii în sistemul x, y) pînă la intersecția lui cu curba culorilor spectrale (punctul de intersecție fiind D'), factorul de puritate al culorii poate fi exprimat:

$$p = \frac{WD}{WD'} \cdot 100\%$$

Lungimea de undă a culorii spectrale corespunzătoare punctului de intersecție D' va fi lungimea de undă dominantă a culorii punctului D:

Aceasta se modifică în cazul rotirii vectorului WD în jurul originii W.

Completarea sistemului de coordonate polare sus menționat cu axa corespunzătoare luminanței, perpendiculară pe planul triunghiului va realiza sistemul de reprezentare spațială denumit „prisma culorilor”. Axa prisme este perpendiculară pe punctul de saturație nulă a triunghiului de bază și cuprinde toate punctele incolore, corespunzătoare gradațiilor de gri cuprinse între alb și negru. Culorile cele mai saturate se vor afla pe suprafața exterioară a prisme.

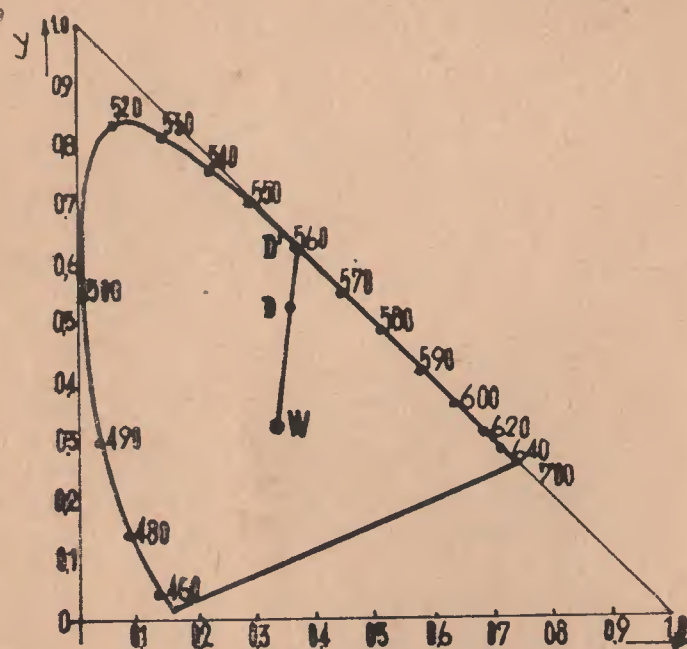


Fig. 1.4b TRIUNGHUL CULORILOR - DEFINITIA GRAFICĂ A SATURATIEI ȘI A LUNGIMII DE UNDA DOMINANTĂ

Pentru a amplifica reprezentarea grafică utilizată, triunghiul poate fi transformat în cercul culorilor (fig. 1.5). Centrul cercului este punctul „W”; semnificația valorii absolute

și a unghiului vectorului cu sistemul de axe sînt aceleași ca și în cazul triunghiului culorilor.

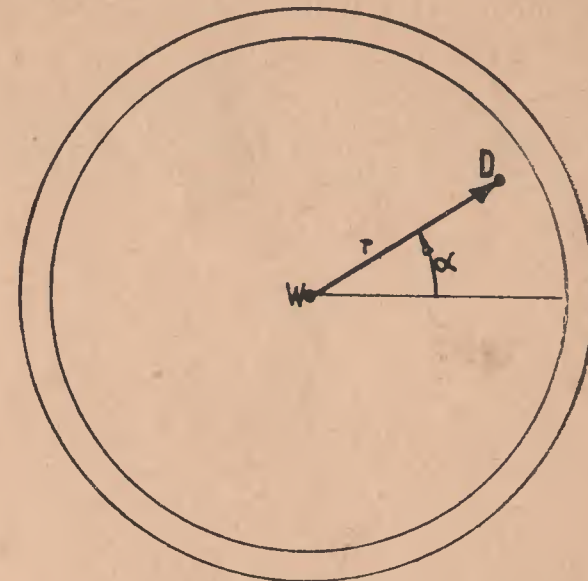


FIG. 1.5. REPREZENTAREA GRAFICĂ A CULORILOR CU AJUTORUL „CERCIULUI CULORILOR”.

1.7. Concluzii.

Problema transmisiunii la distanță a culorilor este condiționată de găsirea unor echivalenți electrici pentru punctele din interiorul „prisme culorilor” care dă posibilitatea reproducerii cît mai exacte a scenei captate, în partea de recepție.

Vizibilitatea relativă a celor trei culori primare este 0,92 pentru verde; 0,46 pentru roșu; 0,17 pentru albastru.

Această concluzie este foarte importantă pentru formarea semnalului de luminanță, compatibil cu semnalul de televiziune alb negru.

Această problemă va fi tratată în capitolele următoare.

● Ochiul este foarte sensibil la detaliile fine ale strălucirii imaginii și mai puțin sensibil la detaliile nuanței și saturației culorilor transmise. Acest fapt va determina modul de formare a semnalelor care vor intra în componența semnalului complex de televiziune în culori.

★

2. COMPATIBILITATEA ȘI RECOMPATIBILITATEA SISTEMELOR MODERNE DE TV COLOR.

Condițiile principale pe care trebuie să le satisfacă orice emisiune de televiziune în culori este compatibilitatea și recompatibilitatea. Aceste emisiuni trebuie să fie astfel realizate din punct de vedere tehnic încât orice receptor de TV alb-negru să aibă posibilitatea de a recepționa și prelucra semnale de TV color, imaginile reproduse pe ecran fiind evident, în alb-negru, dar de bună calitate.

De asemenea, orice receptor de TV color va putea reproduce în cazul semnalelor alb negru imagini (în alb-negru) calitativ corespunzătoare.

● Ideea care se desprinde din aceste condiții este transmiterea separată a informației de luminanță și a celei de culoare cu ajutorul unor semnale separate: semnalul de luminanță, purtător al informației de strălucire a imaginilor redade, compatibil cu semnalul de video-frecvență cunoscut din tehnica televiziunii alb-negru și utilizat pentru redarea imaginilor pe televizoarele alb-negru și semnalele de crominanță care reprezintă transpunerea electrică a saturației și nuanței culorilor redade. Aceste semnale fac posibilă reproducerea corectă a imaginilor color pe ecranul receptorului. Ele sînt inutilizabile pentru receptorul de TV alb-negru; efectul lor perturbator trebuie să fie cît mai mic posibil. Condiția compatibilității include și necesitatea ca și în cazul te-

leviziunii color, semnalele care transmit informațiile necesare redării oricărei imagini captate să se limiteze la domeniul de frecvență stabilit pentru semnalele de TV alb-negru. Întrucât banda de frecvență necesară a semnalelor de culoare coincide cu domeniul în care semnalul de luminanță are un spectru energetic foarte dens va fi necesară transpunerea informației de culoare într-o porțiune a spectrului care permite suprapunerea acestuia cu semnalul de luminanță.

● În interesul compatibilității și recompatibilității este necesar ca impulsurile de sincronizare linii și cadre cunoscute din tehnica televiziunii alb-negru să fie preluate și în cazul televiziunii color.

Pentru a asigura compatibilitatea, în vederea obținerii unor imagini bune pe televizoarele alb-negru care recepționează emisiuni color este necesar ca **suprimarea subpurtoarelor de culoare la emisie** (problemă care se va trata pe larg la descrierea sistemelor de TV color) să fie **suficient de pronunțată**. Astfel se va evita apariția unui „moire” supărător pe ecran.

☆

3. SEMNALELE UTILIZATE ÎN TV COLOR.

3.1. Semnalele primare de culoare

Camera de luat vederi utilizată în TV color (respectiv analizorul de film) conține trei tuburi videocaptoare care furnizează pentru orice scenă captată semnalele corespunzătoare conținutului de roșu, verde și albastru. Culoarea fundamentală roșu ($\lambda = 610 \text{ nm}$); îi corespunde semnalul primar necorectat U_{Rn} , verdelui ($\lambda = 537 \text{ nm}$) corespunde U_{Gn} și albastrului ($\lambda = 472 \text{ nm}$) U_{Bn} . Reglajul camerei de luat vederi se efectuează în așa fel încât în cazul unor scene albe cele trei semnale primare vor deveni egale cu unitatea. De asemenea, în vederea compensării neliniarității caracteristicii $I_a = f(U_g)$ a tubului cinescop color, cele trei semnale primare vor fi supuse unei „predistorsiuni gama”.

În cele ce urmează vom presupune că semnalele primare sînt normate și predistorsionate. Ele sînt acum notate simplu cu R, G, B. Valoarea lor instantanee este cuprinsă între 0 și 1. În cazul scenelor incolore, $R = G = B$.

3.2. Semnalul de luminanță.

Pentru a asigura compatibilitatea între televiziunea alb-negru și color este necesară formarea unui **semnal care nu transmite decît informația de luminanță**. Acesta este compus din anumite proporții ale semnalelor primare. Dacă notăm Y

semnalul de luminanță, acesta va avea expresia: $Y = aR + bG + cB$, unde pentru $R = G = B = 1$ trebuie să rezulte $Y = 1$. Prin urmare rezultă $a + b + c = 1$.

Factorii a , b și c exprimă vizibilitatea relativă diferită a ochiului uman pentru cele trei culori primare, întrucât raportul acestora ($V_R : V_G : V_B$) este 0,46; 0,92; 0,17 rezultă dintr-un calcul simplu $a = 0,3$; $b = 0,59$; $c = 0,11$ și prin urmare expresia semnalului de luminanță este următoarea:

$$Y = 0,3R + 0,59G + 0,11B$$

Se constată că semnalul primar de culoare G va avea o contribuție mult mai însemnată la formarea semnalului de luminanță decât semnalul B (deoarece ochiul este mai sensibil la verde decât la albastru). Deoarece ochiul uman distinge foarte bine detaliile fine de strălucire ale imaginii este neapărat necesar ca acest semnal să fie transmis cu aceeași bandă de frecvență ca semnalul de videofrecvență din televiziunea alb-negru.

3.3. Semnalele diferență de culoare.

Conform celor arătate la cap. 1 se impune necesitatea transmiterii în televiziunea în culori a trei semnale distincte. La 3.1. s-a expus ideea formării acestor semnale, care pe de o parte transmit informația de luminanță și pe de altă parte informația de culoare.

Din motive de compatibilitate este foarte important ca cele două semnale de culoare să fie nule în cazul transmisiunii unor imagini alb-negru. Aceasta ne dă și posibilitatea de a reduce în mod substanțial banda de frecvență a acestor semnale, deoarece ochiul este mai puțin sensibil la exactitatea salturilor de culoare decât la salturile de strălucire.

Semnalele care satisfac cel mai bine condițiile de mai sus sînt cele care rezultă din scăderea luminanței din cele trei semnale primare. Rezultă **semnalele diferență de culoare** $R-Y$, $G-Y$ și $B-Y$. Din aceste trei semnale se rețin spre a fi transmise $R-Y$ și $B-Y$ deoarece ele au amplitudinea mai mică decât $G-Y$. Acesta din urmă se va reface în receptorul de TV color printr-o simplă operație algebrică.

Pentru a obține în receptor din nou cele trei semnale primare R , G și B este necesar ca semnalele diferență de culoare să fie adunate cu semnalul de luminanță Y .

Formele de undă ale semnalelor primare de culoare, R , G , B ale semnalului de luminanță Y precum și ale semnalelor diferență de culoare ($R-Y$) și ($B-Y$) corespunzătoare unei succesiuni de bare normale saturate 100% sînt reprezentate în fig. 3.1. Valorile numerice sînt cuprinse în tabelul 3.1.

Menționăm că barele normale color corespund succesiunii culorilor alb, galben, turcoaz, verde, magenta (violet), roșu, albastru și negru.

Se constată că luminanța descrește de la 1 la 0. În consecință, în afara albului și negrului, barele color conțin cele trei culori primare roșu, verde și albastru și complementarii acestora: turcoaz, magenta și galben (orice culoare adunată cu culoarea ei complementară va produce lumina albă).

NEGRU	INTERVAL	STINGEREH	ALB	GAUREN	TURCOAZ	VERDE	VIOLET	ROȘU	ALBAȘTRU	NEGRU	INTERVAL	STINGEREH	STRUCTURAREA	BARCELOR	COLOR
-------	----------	-----------	-----	--------	---------	-------	--------	------	----------	-------	----------	-----------	--------------	----------	-------

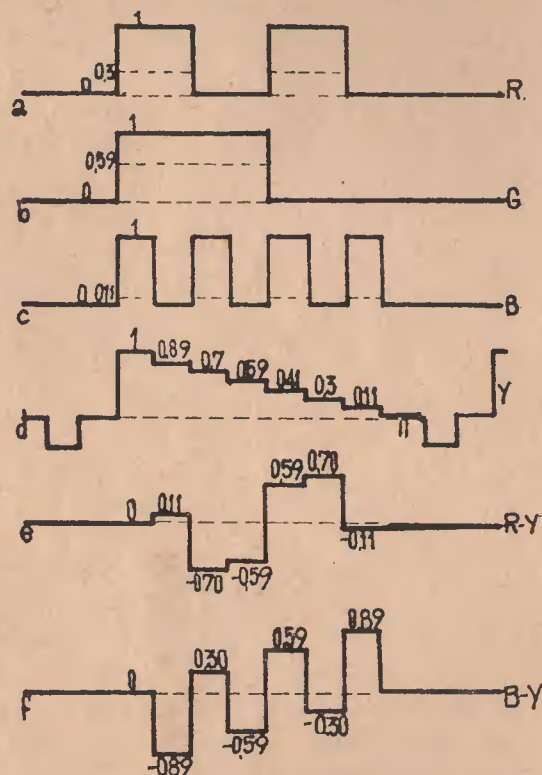


FIG. 3.1. SEMNALELE UTILIZATE IN T.V. COLOR CORESPUNZATOARE UNEI
SUCESIUNI DE BARE NORMALE DE SATURATIE 100%.

- Semnalul primar de culoare R.
- Semnalul primar de culoare G.
- Semnalul primar de culoare B.
- Semnal de luminanță Y.
- Semnalul diferență de culoare R-Y.
- Semnalul diferență de culoare B-Y.

CULOAREA	Semnale primare de culoare			Semnal Y	Semnale diferență de culoare	
	R	G	B		R-Y	B-Y
ALB	1	1	1	1	0	0
GAUREN	1	1	0	0,89	0,11	-0,89
TURCOAZ	0	1	1	0,70	-0,70	0,30
VERDE	0	1	0	0,59	-0,59	-0,59
VIOLET	1	0	1	0,41	0,59	0,59
ROȘU	1	0	0	0,30	0,70	-0,30
ALBAȘTRU	0	0	1	0,11	-0,11	0,89
NEGRU	0	0	0	0	0	0

Tabelul 3.1 Valoarea numerică de semnalelor
utilizate în TV în culori corespunzătoare
barelor normale saturate 100%

Se precizează că aceste semnale corespund unor culori foarte saturate, care nu se întâlnesc niciodată în natură. Studiul experimental al sistemelor de televiziune în culori a dovedit faptul că este indicat să se utilizeze semnalele corespunzătoare unor bare normale saturate 75%. În acest caz se utilizează R, G și B cu amplitudinea relativă egală cu unitatea numai pentru determinarea semnalului de luminanță Y corespunzător albului ($Y = 1$). În cazul calculului semnalelor $R-Y$, $B-Y$ pentru celelalte bare (barele de culoare propriu zise) se vor considera semnale primare de culoare R, G, B cu amplitudinea redusă la 75 %.

3.2. Valorile numerice corespunzătoare sînt date în tabelul

CULOAREA	Semnale primare de culoare			Semnal Y	Semnale diferență de culoare	
	R	G	B		R-Y	B-Y
ALB	1	1	1	1	0	0
SAIBEN	0,75	0,75	0	0,67	+0,08	-0,67
TURCOAZ	0	0,75	0,75	0,53	-0,53	+0,23
VERDE	0	0,75	0	0,44	-0,44	-0,44
MOV	0,75	0	0,75	0,30	0,44	0,44
ROSU -	0,75	0	0	0,23	0,53	-0,23
ALBASTRU	0	0	0,75	0,08	-0,08	+0,67
NEGRU	0	0	0	0	0	0

Tabelul 32 Valorile numerice ale semnalelor utilizate în TV în culori corespunzătoare barelor normale saturate 75%

4. SISTEME MODERNE DE TV COLOR. ISTORICUL ACESTOR SISTEME.

Primul sistem de televiziune în culori compatibil este sistemul NTSC, dezvoltat în S.U.A. între 1950—1952 și pus în exploatare în 1953.

Astăzi sistemul mai este utilizat în S.U.A. și Japonia. El poate fi considerat părintele celorlalte sisteme moderne de TV color. Nu se poate trece însă cu vederea existența unor neajunsuri tehnice care în anumite condiții pot influența în mod negativ calitatea imaginilor redată.

Eforturile cercetătorilor europeni de a dezvolta un alt sistem de TV color care să păstreze calitățile sistemului NTSC (în principal compatibilitatea și recompatibilitatea) dar să înlăture dezavantajele acestuia s-au concretizat prin punerea la punct în anul 1958 în Franța a sistemului de TV color SECAM.

Preluând semnale Y, R—Y și B—Y cunoscute de la NTSC, dar schimbînd felul în care se realizează semnalul complex de TV color s-a realizat un nou sistem care poate fi considerat ca fiind calitativ superior NTSC-ului.

Sistemul de TV color PAL, dezvoltat în R.F. Germania și prezentat în 1962 păstrează practic toată baza teoretică a NTSC-ului, modificările se reduc doar la ceea ce este strict legat de neajunsurile acestuia. Sistemul PAL este o variantă perfecționată a sistemului NTSC.

Cu toate eforturile depuse de comisia C.C.I.R., special înstituită cu problema stabilirii unui sistem de TV color unic pentru toată Europa, la conferința de la Oslo din iulie 1960 s-a acceptat coexistența celor două sisteme SECAM și PAL. Prin urmare, atît din considerente cronologice, cît și tehnice, vom începe cu tratarea sistemului NTSC.

5. SISTEMUL DE TV COLOR NTSC

5.1. Caracteristici generale.

Acest sistem este compatibil cu norma de TV alb-negru FCC care are următoarele caracteristici :

- lărgimea canalului de 6 MHz, cu un ecart de 4,5 MHz între purtătoarea de imagine și de sunet ;

- modulație negativă, în amplitudine, a purtătoarei de imagine ;

- modulație în frecvență a purtătoarei de sunet ;

- frecvența liniilor de 15750 Hz, cu 525 de linii pe imagine.

Semnalele primare de culoare corectate gama R, G, B vor forma semnalul de luminanță Y și semnalele diferență de culoare R—Y și B—Y.

Pentru a transmite simultan Y ; R—Y și B—Y, rămânând de asemenea în limitele benzii de videofrecvență prescrise de norma FCC, singura soluție este suprapunerea spectrelor semnalelor de mai sus.

Așa cum s-a arătat și la Cap. 2, semnalele diferență de culoare nu pot fi suprapuse direct peste semnalul de luminanță. Ele vor fi transpuse prin modulație în partea superioară a benzii semnalului de luminanță, realizându-se o intercalare a spectrelor acestor semnale.

În cazul sistemelor de TV color NTSC se utilizează modulație în amplitudine cu purtătoare suprimată.

5.2. Formarea semnalelor diferență de culoare pentru modulație.

Din tabelul 3.1. rezultă că semnalele diferență de culoare B—Y și R—Y nu pot fi direct utilizate pentru formarea semnalelor de crominanță modulate deoarece — în mod special în cazul redării unor culori foarte saturate — semnalul complex de videofrecvență NTSC poate depăși nivelul albului (la culorile galben și turcoaz) și nivelul negrului (la culorile roșu și albastru). Pentru a evita eventualele distorsiuni de culoare, brumul de intercarrier respectiv desincronizările care pot să apară în acest caz, se vor utiliza semnalele diferență de culoare reduse U și V care au expresiile :

$$U = 0,493 (B-Y)$$

$$V = 0,877 (R-Y)$$

Dacă reprezentăm într-un sistem de axe rectangulare pe abscisă semnalul diferență de culoare redus U și pe ordonată semnalul diferență de culoare redus V corespunzător aceleiași culori vom obține pentru fiecare culoare un punct reprezentativ care poate fi caracterizat ori cu ajutorul coordonatelor (U, V) ori prin distanța măsurată între originea sistemului de axe și punctul respectiv și unghiul format de vectorul de origine — punct și axa U.

Din cauza dificultăților ridicate de transmisiunea simultană a celor trei semnale Y, U și V având la dispoziție o bandă de frecvență relativ redusă sistemul de TV color NTSC exploatează la maxim posibilitatea reducerii benzii de frecvență a semnalelor diferență de culoare.

În urma multor cercetări s-a constatat că ochiul distinge cel mai puțin detaliile fine de culoare din domeniul verde respectiv magenta. Semnalul diferență de culoare redus U va fi rotit cu 33° în sens trigonometric, obținându-se axa Q.

Semnalul Q va fi transmis cu o bandă de frecvență redusă la 0,5 MHz (6 dB). Axa perpendiculară pe Q este axa I corespunzătoare rezoluției maxime a ochiului, pentru culorile galben-turcoaz. Semnalul I va fi transmis cu o bandă de 1,3 MHz (-2 dB).

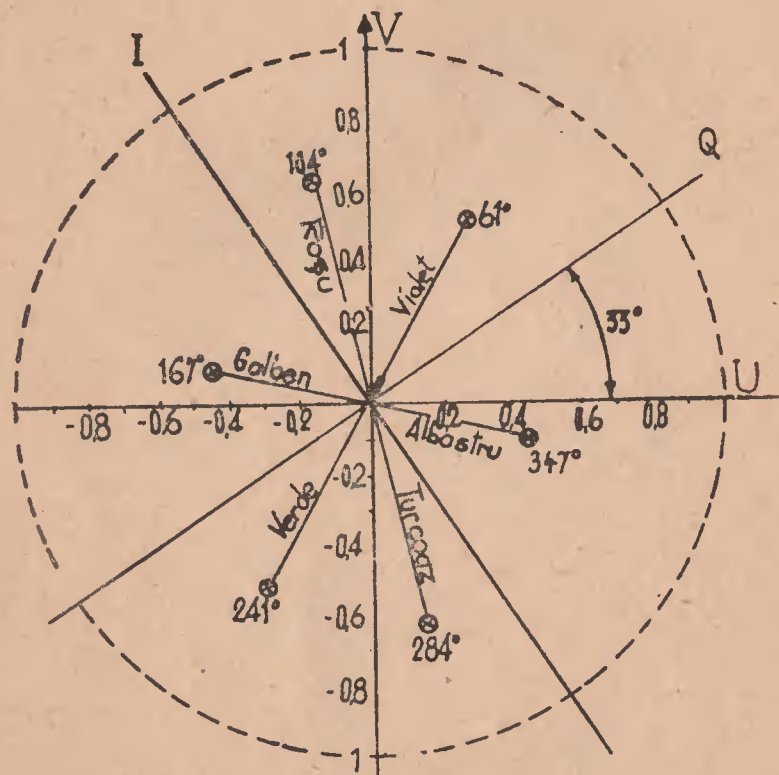


FIG. 5.1. DIAGRAMA VECTORIALĂ CORESPUNZĂTOARE CULORILOR APARTININD BARELOR NORMALE SATURATE 100% ÎN SISTEMUL DE AXE V; U;

Fig. 5.1. reprezintă vectorii corespunzători culorilor primare și ale complementarilor acestora (culorile aparținând

barelor normale) în sistemul (U, V) respectiv (Q, I). Întrucât valoarea absolută a vectorului corespunde saturației iar unghiul de fază al acestuia nuanței culorii redade, caracterizarea punctelor din acest plan cu ajutorul coordonatelor polare S și Φ va avea un sens fizic bine determinat.

Relațiile între (U, V) respectiv (I, Q) și (S, Φ) sînt următoarele:

$$S = \sqrt{U^2 + V^2} = \sqrt{I^2 + Q^2}$$

$$\Phi = \text{tg} \frac{V}{U} = \Phi_1 + 33^\circ = \text{arc tg} \left(\frac{I}{Q} \right) + 33^\circ.$$

Valorile (U, V) și (Q, I) respectiv (S, Φ) sînt date în tabelul 5.1.

Culoarea	Semnal y	Semnale dif de culoare reduse		Semnale dif de culoare rolite		Satur. rata S	Unghiul de fază	
		V	U	I	Q		Φ	Φ_1
AB	1	0	0	0	0	0	—	—
Galben	0,89	0,10	0,44	0,32	-0,31	0,45	167°	134°
Turcoaz	0,70	-0,62	0,15	-0,60	-0,21	0,63	284°	251°
Verde	0,59	0,52	0,29	-0,28	-0,52	0,59	241°	208°
Violet	0,41	0,52	0,29	0,28	0,52	0,59	61°	28°
Roșu	0,30	0,62	0,15	0,60	0,21	0,63	104°	71°
Albăstru	0,11	-0,10	0,44	-0,32	0,31	0,45	347°	314°

Tabelul 5.1. Valorile numerice ale semnalelor utilizate în TV color - sistem NTSC, corespunzătoare barelor normale saturate 100%.

5.3. Modulația subpurătoarei de cromaticitate.

Așa cum s-a arătat și la 5.1. în cazul sistemului de TV color NTSC se aplică modulația în amplitudine cu purătoare suprimată pentru ambele semnale de culori. Modulația realizată este în cuadratură avându-se în vedere că diferența între fazele subpurătoarelor de culoare pentru semnalele Q și I este de 90° .

Acest tip de modulație este cel mai adecvat pentru satisfacerea condițiilor de compatibilitate. În cazul în care Q și I sînt nule (cînd se transmit imagini incolore), semnalele de cromaticitate modulate F_Q și F_I vor fi și ele egale cu zero. Pentru a plasa liniile spectrale ale semnalelor modulate F_Q și F_I la mijlocul intervalelor între spectrele aparținînd semnalului de lumină (dispuse practic la intervale egale cu frecvența liniilor) stabilim subpurătoarea de cromaticitate conform expresiei :

$$f_0 = (2n + 1) \frac{f_H}{2}$$

Dacă alegem $n = 227$ rezultă :

$$f_0 = \frac{455}{2} \cdot 15,750 \text{ kHz} = 3579,545 \text{ kHz} = 3,579545 \text{ MHz}$$

Conform principiilor generale ale modulației în amplitudine, spectrul de frecvență ocupat de semnalele modulate F_Q și F_I va fi cuprins între $f_0 - B_Q$ și $f_0 + B_Q$, respectiv între $f_0 - B_I$ și $f_0 + B_I$, unde B_Q și B_I sînt benzile semnalelor video Q și I.

Avînd în vedere că în cazul normei FCC, ecartul între purătoarea de imagine și cea de sunet este de 4,5 MHz, doar semnalul F_Q va fi transmis cu ambele benzi laterale; F_I va fi transmis cu banda superioară parțial suprimată. Benzile de frecvență corespunzătoare semnalelor Y, F_Q și F_I sînt reprezentate în fig. 5.2.

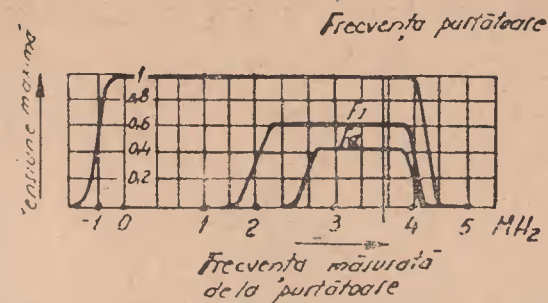


Fig 5.2. Benzile de frecvență corespunzătoare semnalului de luminanță precum și ale semnalelor de cromaticitate F_I și F_Q .

Dacă reprezentăm semnalele de cromaticitate modulate F_Q și F_I vom constata că în mod formal această reprezentare este identică cu cea a vectorului din planul semnalelor diferență de culoare reduse și rotite Q și I.

Cu toate că sensul fizic al acestor semnale diferă, interpretarea practică a valorii absolute precum și a fazei vectorului prezentat este aceeași.

Păstrînd notațiile S și Φ_1 pentru valoarea absolută, respectiv faza vectorului sumă al celor două semnale de cromaticitate F_Q și F_I (adică a vectorului semnalului de cromaticitate compus $F_Q + F_I = F_{QI}$) rezultă că valoarea absolută a vectorului \bar{F}_{QI} corespunde saturației, faza acestui vector corespunde nuanței culorii redată.

5.4. Semnalul de sincronizare de culoare „burst”

Demodularea celor două semnale de cromaticitate în receptor în vederea recuperării celor două semnale video Q și I se face cu ajutorul unor circuite a căror funcționare cere și prezența subpurătoarelor respective, sincrone în frecvență

și fază cu subpurătoarea utilizată pentru modularea semnalelor la emisie.

Deoarece această frecvență (3,58 MHz) este însă suprimată la emisie-modulația realizându-se cu purătoare suprimată — se impune necesitatea transmisiunii unor semnale de sincronizare suplimentare sub forma unor trenuri de sinusoide, numite „salve de sincronizare” sau „burst”. Burst-ul este transmis în timpul unei părți a flancului posterior al intervalului de stingere linii, cuprinde aproximativ 10 sinusoide și are un defazaj de 180° față de faza de referință (Fig. 5.3).

5.5. Semnalul complex de TV color NTSC.

Semnalul acesta este format din :

- Semnalul de luminanță Y (0... 4,5 MHz).
- Semnalul de crominanță F_I (3,58 MHz — 1,3 MHz și + 0,6 MHz).
- Semnalul de crominanță F_Q (3,58 MHz \pm 0,5 MHz).
- Impulsuri de sincronizare linii, în spațiul stingerii linii: 15750 Hz.
- Impulsuri de sincronizare cadre, în spațiul stingerii cadre : 60 Hz.
- Semnalul de sincronizare a culorii burst (3,58 MHz).
- Semnalul complex de TV color modulează în amplitudine purătoarea de radiofrecvență corespunzătoare canalului TV emis. Semnalul de sunet este de tipul MF, cu purătoarea la 4,5 MHz.

Pentru sistemul de bare normale color, oscilograma semnalului complex de TV color NTSC (bazându-se pe datele din tabelul nr. 5.1.) este dată în fig. 5.3.

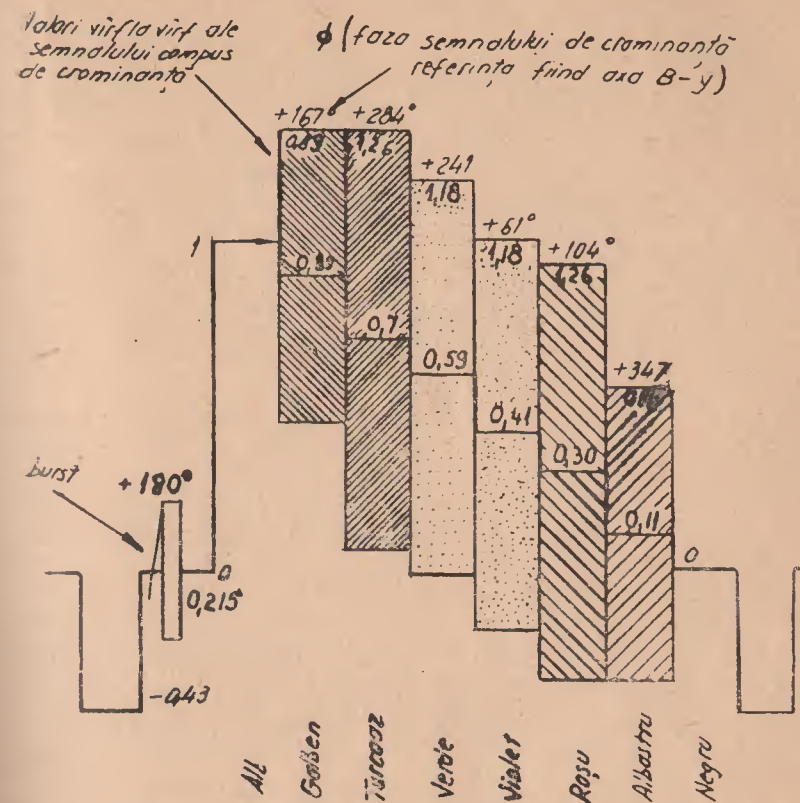


Fig. 5.3 Semnalul complex de TV color în sistemul NTSC corespunzător barelor normale saturate 100%

5.6. Dispozitivul de codare NTSC.

Transformarea celor trei semnale primare R, G, B, în semnalul complex de TV color se realizează cu dispozitivul de codare sau „coder”.

Schema bloc a acestuia este dată în fig. 5.4.

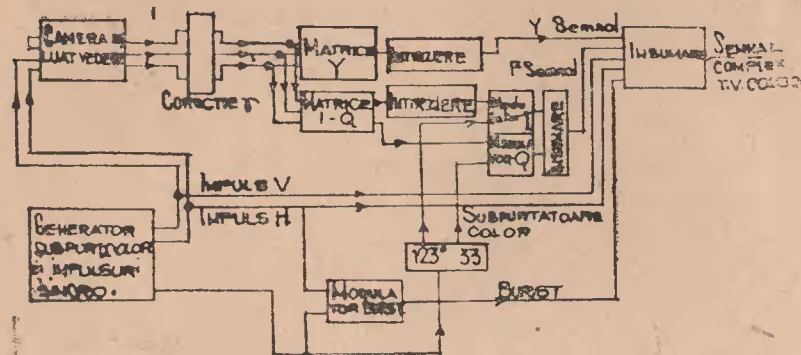


Fig. 5.4 Schema bloc a dispozitivului de codare N.T.S.C.

Funcționarea etajelor din schemă corespunde procedurii de formare a semnalului complex de TV color descris la 5.1. — 5.6.

Deoarece semnalele Y, I și Q se transmit cu lățimi de bandă diferite, timpul de întârziere al acestor semnale la trecerea lor prin circuite va fi diferit. Compensarea se realizează cu ajutorul unor linii de întârziere, restabilindu-se coincidența trecerilor de alb-negru și de culoare pe imaginea redată.

5.7. Critici aduse sistemului NTSC ; concluzii.

Conform celor arătate mai sus faza semnalului rezultat de crominanță, F_{QI} , rezultat în urma transmisiunii simultane a semnalelor modulate F_Q și F_I este un parametru hotărâtor pentru refacerea corectă a nuanței culorilor reproduse. Din această cauză, orice eroare de fază (care poate să fie provocată de emițător, propagare, receptor, înregistrări pe magnetoscop, etc.) va putea modifica nuanța culorilor redade. Acest dezavantaj, al sistemului de TV color NTSC va fi înlăturat prin introducerea în Europa a sistemelor de TV color SECAM și PAL.

6. SISTEMUL DE TV PAL.

6.1. Generalități.

Acest sistem este utilizat atât în țări care utilizează norma CCIR, cit și în țări care utilizează norma FCC sau norma OIRT.

Denumirea „PAL” este o prescurtare pentru „Phase Alternation Line”. Aceasta înseamnă în traducere liberă „comutarea fazei de la linie la alta”. Și în cazul sistemului PAL, ca și la sistemul NTSC se utilizează modulația în cuadratură cu purtătoare suprimată. Faza semnalului complex de crominanță este determinată de nuanță iar valoarea absolută este determinată de saturația culorilor aparținând imaginii transmise.

Așa cum s-a arătat la 5.7., o modificare a fazei semnalului de crominanță — luând faza burst-ului ca referință, poate modifica nuanța imaginii redade. Eroarea de fază care apare în general depinde de semnalul de luminanță peste care se suprapune semnalul de crominanță și are o varietate rapidă care nu poate fi compensată decât printr-un procedeu special, cel utilizat în cazul sistemului PAL.

6.2. Ideea de bază a sistemului PAL.

Mai întâi se vor stabili două ipoteze, valabile în practică:

- eroarea de fază nu se modifică prea mult de la o linie la alta;
- semnalul de crominanță nu se modifică în mod esențial de la o linie la alta.

În acest caz se constată că se poate compensa abaterea fazei unui vector reprezentativ pentru semnalul complex de crominanță de la valoarea lui inițială prin adunarea unui al

doilea vector cu aceeași valoare absolută dar cu abatere de fază în sens invers.

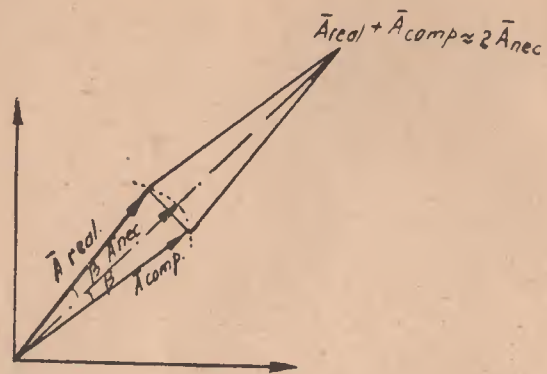


Fig. 6.1 Principiul compensării erorilor de fază la sistemul PAL.

Vectorul \bar{A}_{real} se deosebește de vectorul \bar{A}_{nec} cu abaterea de fază β . \bar{A}_{comp} este utilizat pentru compensarea erorii.

$\bar{A}_{real} + \bar{A}_{comp}$ au faza necesară și amplitudinea ceva mai mică decât $2\bar{A}_{nec}$.

În cazul sistemului PAL nu este necesară rotirea semnalelor de crominanță în vederea obținerii semnalelor de crominanță modulate F_I și F_Q . Prin urmare se utilizează semnalele diferență de culoare reduse U și V.

Pentru a realiza compensarea descrisă mai sus se comută secvențial (de la o linie la alta) faza subpurătoare modulate de semnalul V cu 180° , în timp ce cealaltă subpurătoare își păstrează faza constantă. Astfel se obțin pe liniile impare (sau pare) semnalele de crominanță $+F_u$ și $+F_v$, iar pe cele pare (sau impare) semnalele de crominanță $+F_u$ și $-F_v$.

6.3. Modulația subpurătoare de crominanță.

Pe baza ipotezelor de la 6.2. se poate realiza compensarea din fig. 6.1. prin „reflectarea” vectorului după direcția axei V.

Vom nota semnalul complex de crominanță transmis cu F_{uv} și cu F_{uv}^* semnalul complex de crominanță „reflectat” în receptor.

În cazul în care aceste semnale nu diferă de cele necesare este evident că prin dubla comutare a subpurătoare semnalului diferență de culoare V (în codor și în receptor) se vor obține semnalele corecte, existente înainte de modulare pe baza relației:

$$F_{uv \text{ nec.}} = F_{uv1} = \frac{F_{uv1 \text{ nec.}} + F_{uv2 \text{ nec.}}}{2}$$

$$\overline{OC} = \frac{\overline{OC} + \overline{OD}^*}{2}$$

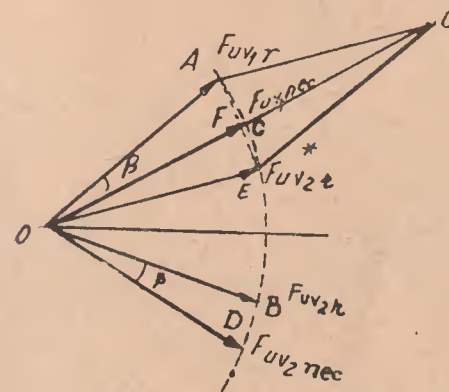


Fig. 6.2 Compensarea erorii de fază în cazul sistemului PAL.

Dacă apare o eroare de fază β , semnalele transmise fiind F_{uv1r} și F_{uv2r} diferite de $F_{uv1nec.}$ și $F_{uv2nec.}$ din receptor:

$$F_{uv1nec.} \approx F_{uv1} = \frac{F_{uv1r} + F_{uv2r}}{2}$$

$$\overline{OC} \approx \overline{OF} = \frac{\overline{OA} + \overline{OB}}{2} = \frac{\overline{OA} + \overline{OE}}{2}$$

Se constată că pentru compensarea descrisă se necesită atât semnalul de cromaticitate de pe linia de televiziune transmisă în momentul respectiv, cât și cel transmis pe linia anterioară, condiție ce se va îndeplini în receptorul de TV în culori utilizând o linie de întârziere.

Modulația realizată este, ca și în cazul sistemului NTSC, în cuadratură, cu purtătoare suprimată.

Având în vedere cele de mai sus, diagramele vectoriale ale culorilor care corespund barelor normale saturate 75% și 100% sînt cele din fig. 6.3.

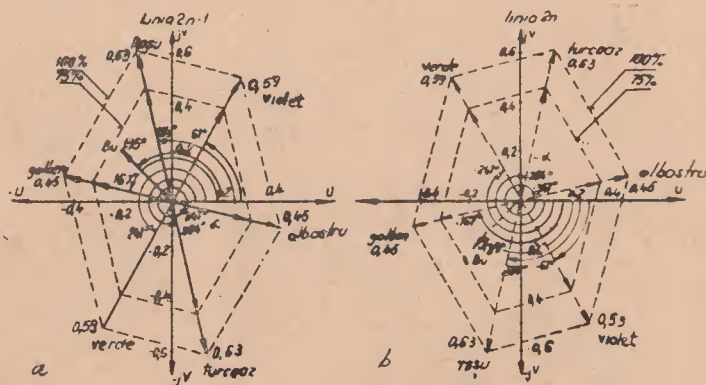


Fig. 6.3

Diagrama vectorială corespunzătoare culorilor aparținând barelor normale saturate 100% și 75% în sistemul de axe V, U

- a) pentru liniile cu transmisie obișnuită a semnalelor de cromaticitate
b) pentru liniile pe care s-a transmis semnalul de cromaticitate V cu subpurtoarea comutată cu 180°

a) pentru liniile de transmisie obișnuită a semnalelor de cromaticitate;

b) pentru liniile la care s-a transmis semnalul de cromaticitate V cu subpurtoarea comutată cu 180°.

În cazul sistemului PAL vectorul reprezentativ al culorii transmise, caracterizate prin U și V este definit prin:

$$S = \sqrt{U^2 + V^2}$$

$$\Phi = \arctg \left(\pm \frac{V}{U} \right)$$

Subpurtoarea de culoare utilizată în cazul sistemului PAL se stabilește după relația:

$$f_o = \left(n - \frac{1}{4} \right) f_H + f_v$$

Dacă alegem $n = 284$ rezultă:

$$f_o = \left(284 - \frac{1}{4} \right) 15625 + 25 = 4,43361875 \text{ MHz.}$$

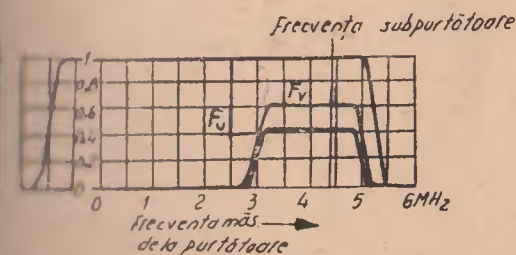


Fig. 6.4. Benzile de frecvență corespunzătoare semnalului de luminanță precum și ale semnalelor de cromaticitate F_U și F_V

Modificarea purtătoarei față de sistemul NTSC a fost necesară din cauza necesității de a reduce la minim vizibilitatea subpurtoarei de cromaticitate pe ecranul unui televizor alb-negru pe care se urmărește programul color.

Din cauza alegerii semnalelor diferență de culoare reduse pentru modulația în cuadratură la sistemul PAL, spectrele semnalelor de cromaticitate vor fi transmise cu aceeași bandă de frecvență (Fig. 6.4).

6.4. Semnalul de sincronizare de culoare „burst”.

În cazul sistemului PAL, „burst”-ul are două funcții importante. Pe lângă cea cunoscută — restabilirea fazei corecte a subpurătoarei din televizorul color — acesta îndeplinește și rolul de sincronizare a comutării subpurătoarei din televizor cu comutarea care s-a efectuat la transmisie.

În acest scop se transmite, suplimentar cu componenta orientată în sensul ($-U$) și o a doua componentă a „burst-ului”, a cărei fază este comutată de la $+90^\circ$ la -90° față de faza primei componente, sincron cu comutarea subpurătoarei. Se obține un semnal de sincronizare de culoare conform fig. 6.5.

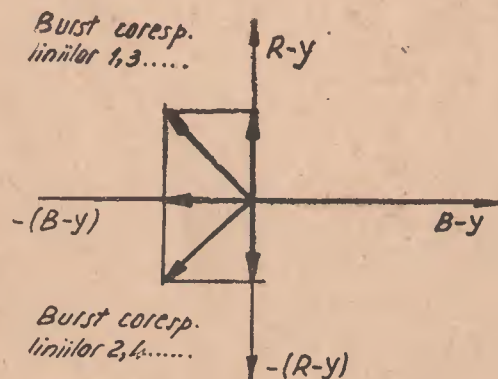


Fig. 6.5

Burst-ul alternativ utilizat în sistemul PAL.

Alternarea componentei după axa V poate fi utilizată pentru asigurarea comutării corecte a subpurătoarei din receptor.

6.5. Semnalul complex de televiziune în culori PAL.

Pentru norma CCIR, acest semnal este format din:

- Semnalul de luminanță Y (0... 5,5 MHz).
- Semnalul de cromaticitate F_u (4,43 MHz — 1,3 MHz și + 0,57 MHz).
- Semnalul de cromaticitate F_v (la fel ca F_u).
- Impulsuri de sincronizare linii, în spațiul stingerii linii: 15625 Hz.
- Impulsuri de sincronizare cadre, în spațiul stingerii cadre: 50 Hz.
- Semnalul de sincronizare a culorii: burst alternativ (4,43 MHz).

Suma acestor semnale modulează în amplitudine purtătoarea de radiofrecvență care se transmite inclusiv purtătoarea de sunet modulată în frecvență (la 5,5 MHz de purtătoarea de imagine).

Oscilograma unui semnal complex de TV color PAL indică nivelele semnalelor enumerate (fig. 6.6).

Culoarea	Semnal Y	Semnal diferență cromaticitate V	Semnal diferență cromaticitate U	Val. saturare $S = \sqrt{V^2 + U^2}$	Fază ϕ
Alb	1	0	0	0	—
Gălbui	0,67	+0,07	-0,33	0,34	$\pm 167^\circ$
Verde	0,53	-0,46	+0,11	0,48	$\pm 284^\circ$
Violet	0,44	-0,39	-0,22	0,44	$\pm 241^\circ$
Violet	0,30	+0,39	+0,22	0,44	$\pm 51^\circ$
Rău	0,23	+0,46	-0,11	0,48	$\pm 104^\circ$
Albastru	0,08	+0,07	+0,33	0,34	$\pm 347^\circ$
Negru	0	0	0	0	—

Fig. 6.6 a Valori pentru amplitudinile și fazele semnalelor utilizate în sistemul PAL, saturare 75% (coresp. tab. 3.2)

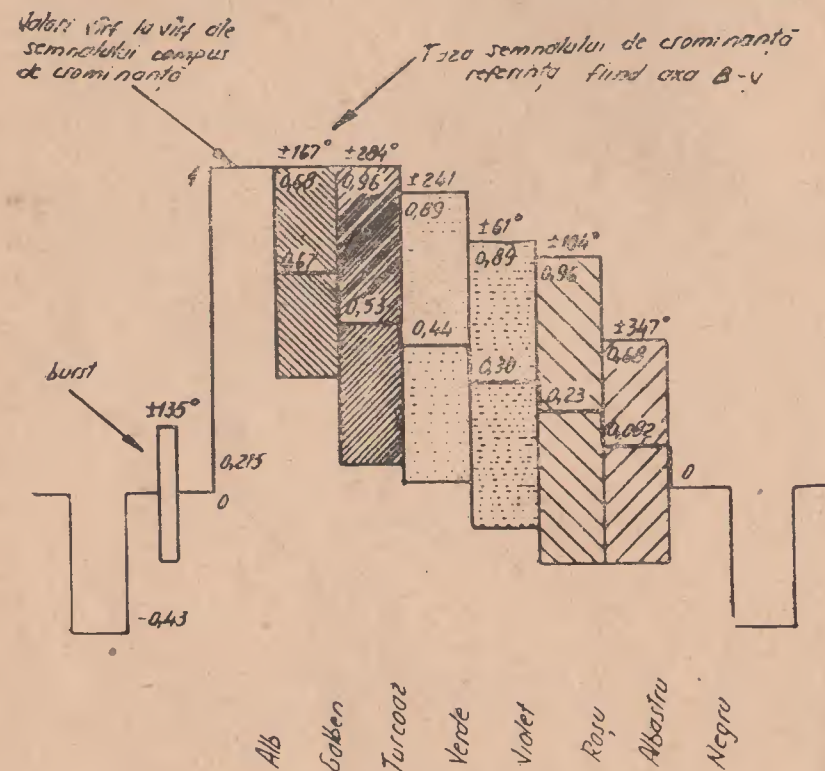


Fig. 6.6 b Semnalul complex de TV Color în Sistemul PAL
corespunzător barelor normale saturate 75%.

6.6. Dispozitivul de codare PAL.

Din principiul de transmisiune a semnalului de televiziune în culori PAL se desprinde și schema bloc a „coderului” PAL (fig. 6.7).

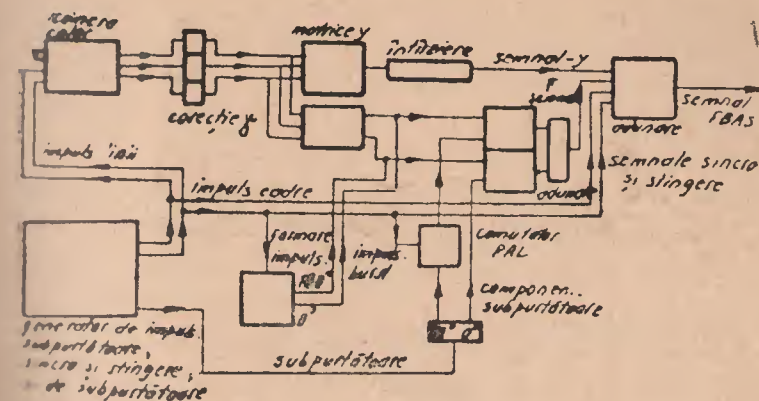


Fig. 6.7. Schema bloc a dispozitivului de
codare PAL.

Deosebirea esențială față de coderul NTSC este existența comutatorului PAL și a circuitului pentru formarea burst-ului alternativ.

Se constată că în afara liniei de întârziere de cromaticitate în dispozitivul de codare PAL nu se utilizează decât o singură linie de întârziere — cea de luminanță — deoarece întârzierile pe cele două căi de culoare sînt egale.

☆

7. SISTEMUL DE TV COLOR SECAM.

7.1. Generalități.

„SECAM” este prescurtarea expresiei „séquentielle à mémoire” ceea ce exprimă ideea de bază a sistemului SECAM: o transmisiune secvențială, cu memorie.

Scopul acestui sistem este — ca și în cazul sistemului PAL — eliminarea variațiilor nuanței culorii redată în cazul în care apar erori de fază în transmisiunea semnalelor de cromatică.

Sistemul este utilizat în țări care au adoptat norma de televiziune OIRT, CCIR sau „norma franceză”.

7.2. Ideea de bază a sistemului SECAM.

Sistemul SECAM se bazează pe faptul că o capacitate redusă a ochiului uman de a percepe detalii fine de culoare permite să se reducă definiția pe verticală a conținutului de culoare fără să se reducă simțitor calitatea imaginii.

De asemenea, se presupune că în practică conținutul de culoare diferă foarte puțin de la o linie la linia următoare.

Din cele explicate rezultă că pentru transmiterea informației de culoare sînt necesare două componente, ca de ex. cele două semnale diferențe de culoare. Acestea nu vor mai fi transmise simultan, ci secvențial, adică unul după celălalt, pe două linii alăturate. Refacerea informației complete de

culoare se face utilizînd în receptor o linie de întîrziere care „memorează” semnalul de cromatică, punîndu-l la dispoziție pentru utilizarea cu durată unei linii mai tîrziu decît acesta a fost transmis.

Astfel, în orice moment se transmite doar una singură din cele două informații de culoare. Avantajele care rezultă sînt în consecință următoarele:

— se elimină orice risc de interferențe între semnalele de cromatică modulate;

— se crează posibilitatea de a înlocui modulația de amplitudine cu purtătoare suprimată prin modulația de frecvență.

7.3. Formarea semnalelor diferență de culoare D_R și D_B .

Pentru semnalele diferență $R-Y$ și $B-Y$ corespunzătoare mrei de bare normale de TV color vor rezulta valori diferite, corespunzătoare culorilor redată (Tab. 3.2). Astfel, pentru bare saturate 75% semnalul diferență de culoare $R-Y$ atinge valorile maxime de $\pm 0,53$ și semnalul diferență de culoare $B-Y$ valorile $\pm 0,67$. Așa cum se va vedea mai tîrziu este foarte important ca ambele semnale să fie transmise cu același nivel maxim. Din această cauză se aleg factori de corecție pentru aceste două semnale pentru ca acestea să aibă în cele din urmă valori cuprinse între ± 1 . Se utilizează prin urmare:

$$D_R = -1,9 (R-Y)$$

$$D_B = +1,5 (B-Y)$$

Valorile acestor semnale pentru mira de bare saturate sînt date în tabelul următor:

CULOAREA	Semnale primare de culoare			Semnal Y	Semnale diferite	
	R	G	B		DR	DB
ALB	1	1	1	1	0	0
GALBEN	0,75	0	0	0,67	-0,16	-1
TURCOAZ	0	0,75	0,75	0,53	+1	+0,34
VERDE	0	0,75	0	0,44	+0,84	-0,66
VIOLET	0,75	0	0,75	0,30	-0,84	+0,66
ROȘU	0,75	0	0	0,23	-1	-0,34
ALBASTRU	0	0	0,75	0,08	+0,16	+1
NEGRU	0	0	0	0	0	0

Tabelul 7.1. Semnalele diferență de culoare ponderate utilizate în sistemul SECAM corespunzătoare mării de bore normale saturate 75%.

Forma semnalelor este dată în fig. 7.1.a.

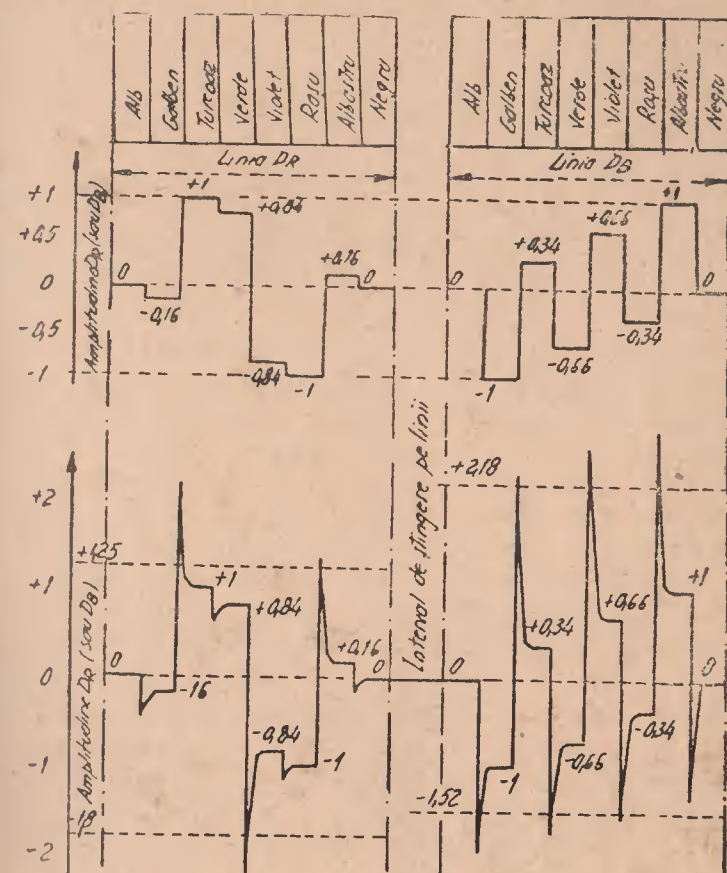


Fig. 7.1. Semnalele diferență de culoare ponderate
a) Înainte de preaccentuare video.
b) După preaccentuarea video.

7.4. Preaccentuarea de videofrecvență.

Se știe din tehnica radiodifuziunii pe UUS că în urma modulației în frecvență apar două benzi laterale a căror e-

nergie scade pentru frecvențele de modulație mai înalte. Aceasta înseamnă că trecerile de culoare, care corespund — așa cum se va arăta mai târziu — unor frecvențe de modulație înalte și unor linii spectrale mai îndepărtate de purtătoare — se vor transmite la un raport semnal/zgomot mai scăzut. Din această cauză este indicat ca pe lângă limitarea benzii semnalelor diferență de culoare ponderate la c.a. 1,5 MHz (operațiune motivată deja în cazul sistemelor NTSC și PAL) să se efectueze o preaccentuare a componentelor de frecvență superioară din aceste semnale. Deoarece această operațiune se face asupra semnalelor D_R și D_B , încă nemodulate se folosește denumirea de „preaccentuare de video-frecvență”. În fig 7.2. se indică forma caracteristicii filtrului cu care se realizează modificarea spectrului semnalelor D_R și D_B .

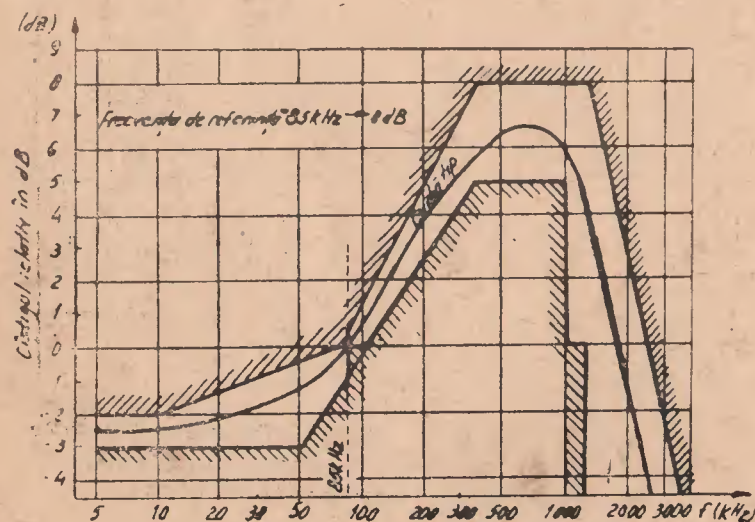


Fig 7.2

Caracteristica filtrului trece jos a preaccentuării video.

Preaccentuarea îmbunătățește raportul semnal/zgomot al componentelor de frecvență superioară din spectrul semnalelor D_R și D_B .

De asemenea se știe că ridicarea componentelor de frecvență înaltă va duce la apariția unor „ciocuri” în dreptul salturilor de amplitudine. Semnalele diferență de culoare ponderate D_R și D_B vor avea acum forma din fig. 7.1.b.

Se constată că amplitudinea „ciocurilor” este destul de mare, fapt care va atrage după sine unele probleme deosebite pentru modulația de frecvență descrisă în cele ce urmează.

7.5. Stabilirea subpurtătoarelor de cromaticitate.

În cazul modulației în frecvență nu se suprimă frecvențele purtătoare. Pentru a asigura o redare optimă a trecerilor de culoare, respectând și condițiile pentru un raport semnal/zgomot și o compatibilitate bună se aleg cele două frecvențe purtătoare diferite pentru semnalele D_R și D_B .

Pentru a avea posibilitatea reducerii suplimentare a vizibilității subpurtătoarelor modulate pe ecranele TV alb-negru se aleg cele două frecvențe purtătoare f_{OR} și f_{OB} egale cu multipli întregi ai frecvenței liniilor.

În cele ce urmează, se reamintește condiția — valabilă de fapt și la NTSC și PAL — ca semnalele de cromaticitate să ocupe în banda de semnal transmisă o porțiune unde densitatea semnalului de luminanță să fie deja scăzută.

Deci, se alege :

$$f_{OR} = 282 f_H = 4,40625 \text{ MHz}$$

$$f_{OB} = 272 f_H = 4,2500 \text{ MHz}$$

Faptul că f_{OR} și f_{OB} sînt multipli ai frecvenței liniilor va atrage după sine faptul că structura restului purtătoarelor modulate, vizibilă pe ecranele de TV alb-negru va fi fixă, mai puțin supărătoare pentru telespectator.

7.6. Modularea în frecvență a subpurătoarelor de crominanță

Principiul de bază al acestui procedeu de modulație este transformarea amplitudinii instantanee a semnalelor de modulație într-o modificare a frecvenței purtătoarei de culoare cu o valoare egală cu Δf , denumită deviația de frecvență.

În cazul absenței semnalelor de modulație, frecvențele semnalelor de crominanță transmise vor fi pur și simplu f_{OR} și f_{OB} . Pe baza compromisului între transmisiunea optimă a trecerilor de culoare, raportul semnal/zgomot precum și compatibilitate este necesar să se stabilească deviațiile nominale de frecvență pentru semnalele diferență de culoare ponderate D_B și D_R , considerate egale cu unitatea, în cazul unui semnal corespunzător barelor normale color saturate 75%:

$$\Delta f_{D_R N} = |f_{OR} - f_R|_{N = \pm 280 \text{ kHz}}$$

$$\Delta f_{D_B N} = |f_{OB} - f_B|_{N = \pm 230 \text{ kHz}}$$

În cazul modulării în frecvență a purtătoarelor f_{OR} și f_{OB} cu semnalele D_R și D_B preaccentuate, a căror amplitudine raportată depășește unitatea este necesar să se utilizeze deviații de frecvență mai mari decât $\Delta f_{D_R N}$ și $\Delta f_{D_B N}$.

Se face din nou un compromis între necesitatea de a transmite corect toate semnalele D_R și D_B posibile, precum și limitarea deviațiilor de frecvență în scopul evitării „întinderii” spectrului semnalelor de crominanță în zona semnalului de luminanță.

Se stabilește:

$$\Delta f_{D_R \max.} = \begin{aligned} &+ 350 \text{ kHz pentru } D_R \text{ pozitiv} \\ &- 506 \text{ kHz pentru } D_R \text{ negativ} \end{aligned}$$

$$\Delta f_{D_B \max.} = \begin{aligned} &+ 506 \text{ kHz pentru } D_B \text{ pozitiv} \\ &- 350 \text{ kHz pentru } D_B \text{ negativ} \end{aligned}$$

Așadar, reluînd reprezentarea din fig. 7.1. se reprezintă acum deviațiile de frecvență corespunzătoare în fig. 7.3.

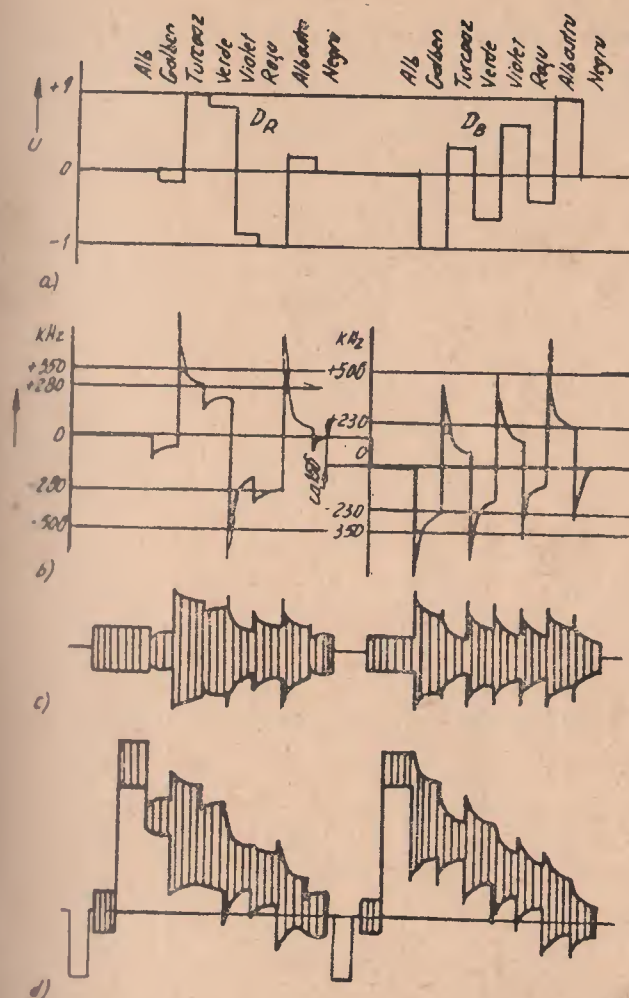


Fig. 7.3 Semnale pentru mira de bare normale saturate 75%, în cazul sistemului SECAM.
a) Semnale diferență de culoare
b) Semnale de modulație incluzând preaccentuarea video și limitarea deviației de frecvență.
c) Semnalul de crominanță.
d) Semnalul complet „FBAS” (crominanță + luminanță + impulsuri de sincronizare)

Limitarea deviațiilor va avea drept consecință limitarea „ciocurilor” semnalelor preaccentuate. Valorile pentru deviațiile nominale și maxime s-au ales însă în așa fel încît inexactitățile în transmiterea semnalelor D_R și D_B apar decît la culori foarte saturate și treceri abrupte de la o culoare la alta.

Dacă ne propunem să aflăm valorile maxime ale semnalelor D_R și D_B care pot fi transmise se poate scrie :

pentru $\Delta f_{D_R} = \Delta f_{D_R N} = \pm 230 \text{ kHz}$... corespunde... $D_R = 1$

pentru $\Delta f_{D_R} = \Delta f_{D_R \max.} = +330 \text{ kHz}$ corespunde $D_R = D_{R \max.}$
 -506 kHz

Rezultă $D_{R \max.} = +1,25$, deci se constată că pentru trece-

	R	G	B	$\Delta f_{D_R} \text{ (kHz)}$	$\Delta f_{D_B} \text{ (kHz)}$
ALB	1	1	1	0	0
GALBEN	0,75	0,75	0	-45	-230
TURCUAZ	0	0,75	0,75	+280	+78
VERDE	0	0,75	0	+235	-152
VIOLET	0,75	0	0,75	-235	+152
ROȘU	0,75	0	0	-280	-78
ALBASTRU	0	0	0,75	+45	+230
NEGRU	0	0	0	0	0

Tabelul 7.2 Valorile deviațiilor de frecvență corespunzătoare transmiterii semnalelor D_R și D_B pentru bare color, saturate 75%.

rele critice de culoare galben-turcoaz, verde-violet și roșu-albastru nu se poate transmite toată amplitudinea D_R , rezultată în urma preaccentuării. Această problemă este însă mai mult teoretică, deoarece în practică apar foarte rar asemenea treceri rapide între culori foarte saturate.

Similar se pot calcula amplitudinile maxime care pot fi transmise pentru D_B . Rezultă :

$$D_{B \max.} = \begin{matrix} + 2,18 \\ - 1,52 \end{matrix}$$

Trecerile critice de culoare pentru D_B sînt alb-galben, turcoaz-verde, verde-violet și roșu-albastru (fig. 7.3).

Tabelul 7.2. cuprinde deviațiile de frecvență utilizate pentru semnalele corespunzătoare unei mire de bare saturate 75%.

7.7. Succesiunea semnalelor modulate F_{DR} și F_{DB} .

S-a precizat la 7.2. că semnalele de cromaticitate nu se transmit în cazul sistemului SECAM simultan, ci secvențial

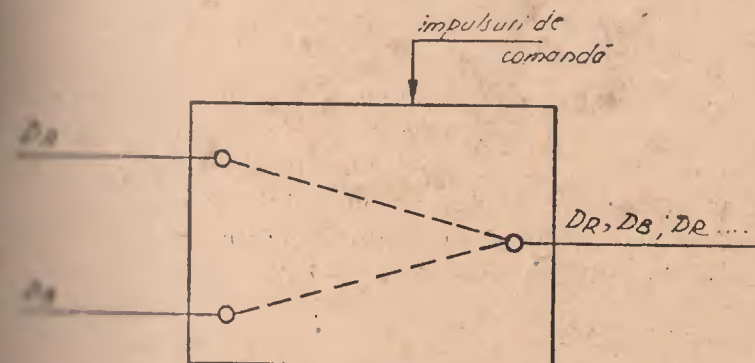


Fig. 7.4 Comutatorul pentru semnale de culoare

cu frecvența liniilor. Comutarea corespunzătoare se face atât la emisie, cât la recepție. Pentru a asigura ca F_{DB} să ajungă în receptor în canalul B—Y și componenta F_{DR} în canalul R—Y și nu viceversa se transmit împreună cu semnalele de culoare și semnale speciale de sincronizare a comutării care se numesc semnale de identificare.

7.8. Corectarea caracteristicii de frecvență a semnalelor F_{DB} și F_{DR} în scopul îmbunătățirii compatibilității sistemului SECAM.

Spre deosebire de NTSC și PAL, la SECAM se transmit semnale de crominanță modulate fără ca purătoarele să fie suprimate. Aceasta ar avea un efect negativ asupra compatibilității (pe ecranele TV alb-negru pe care s-ar urmări programe emise color s-ar vedea moar-ul supărător al subpurtătoarelor).

Semnalele de crominanță au deviații de frecvență în general mici; de asemenea, se constată că perturbația supărătoare cauzată de subpurtătoare este vizibilă mai mult pe suprafețe mari. Este deci suficient dacă se reduce acea parte a spectrului semnalelor de crominanță F_{DR} și F_{DB} care se află în jurul subpurtătoarelor f_{OR} și f_{OB} .

Din motive practice s-a stabilit ca atenuarea semnalelor de crominanță modulate să se realizeze conform unei curbe care se numește „anti-clopot” (anti-cloche), deoarece compensarea acestei modificări a spectrului semnalelor de crominanță se va efectua în receptor conform curbei „clopot”. Frecvența de mijloc a acestei curbe este:

$$f_c = 4,286 \text{ MHz}$$

● Accentuarea frecvențelor înalte se realizează după modulare și nu trebuie să fie confundată cu preaccentuarea

semnalelor diferență de culoare ponderate înainte de modulare.

Caracteristica este dată în fig. 7.5.

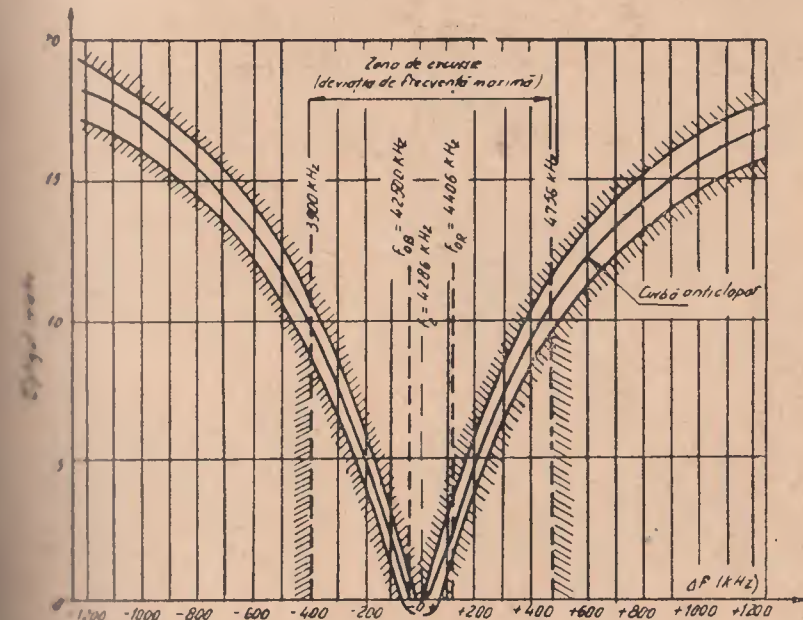


Fig. 7.5

Curba anti-clopot, de accentuare a frecvențelor înalte

Deoarece diferitele frecvențe pe axa orizontală a curbei din figura de mai sus exprimă de fapt culorile corespunzătoare din alăcătuirea barelor normale aceasta va avea drept consecință faptul că „pachetele” de subpurtătoare corespunzătoare ale acestor bare să nu se deosebească numai în frecvență, ci și în amplitudine.

Tranzițiile de culoare corespund celor mai mari deviații de frecvență, deci aceste porțiuni vor suferi „accentuarea” cea mai pronunțată. Rezultă semnalele F_{DR} și F_{DB} înainte și după accentuare.

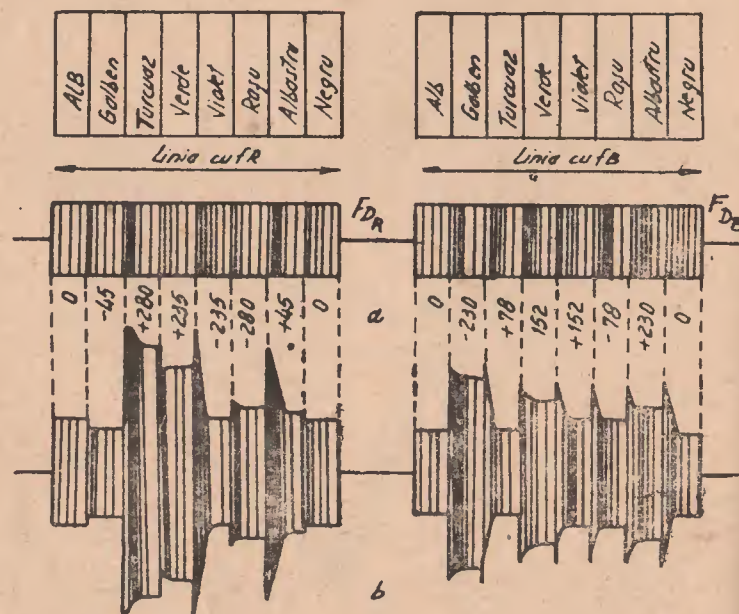


Fig. 7-6 Semnalele F_{DR} și F_{DB} înainte (a) și după accentuarea IF (b).
Cifrele exprima deviațiile de frecvență pentru fiecare bară.
Frecvențele de referință sunt f_{DR} respectiv f_{DB} .

Cifrele înscrise pe desen indică deviația de frecvență corespunzătoare, față de f_{OR} și f_{OB} .

Această modificare a amplitudinilor semnalelor F_{DR} și F_{DB} în funcție de frecvența acestora se mai numește „preaccentuare de înaltă frecvență (IF)”. Alegerea frecvenței f_c diferită de mijlocul între f_{OR} și f_{OB} va asigura reducerea optimă a vizibilității subpurtătoarelor modulate pe ecran.

7.9. Optimizări în SECAM.

În cele ce urmează se vor da unele explicații referitoare la :

- alegerea unor valori diferite pentru purtătoarele de culoare f_{OR} și f_{OB} ;
- valori diferite pentru deviații nominale și maxime de frecvență ;
- dimensionarea preaccentuării video și preaccentuării IF ;
- nesimetria curbei anticlopot față de f_{OR} și f_{OB} .

De asemenea, se va arăta cum s-a găsit compromisul cel mai bun pentru soluționarea problemei zgomotului, a compatibilității precum și a transmisiunii întregii informații de culoare.

Primul compromis se referă la alegerea benzii de frecvență pentru semnalele diferență de culoare. Dacă această bandă s-ar alege prea mare, ar suferi compatibilitatea ; dacă s-ar alege prea mică, nu s-ar mai asigura definiția necesară pe conținutul de culoare al imaginii. Din această cauză F_{DR} și F_{DB} se limitează la benzi de videofrecvență de max. 2 MHz. (atenuare minimă 20 dB).

— Al doilea compromis se referă la alegerea deviației maxime de frecvență. Valorile alese (350 kHz și 506 kHz) nu pot fi luate mai mari deoarece s-ar înrăutăți compatibilitatea.

— Alți parametri care trebuie aleși în mod corespunzător sunt deviațiile normale de frecvență și factorul de preaccentuare. Dacă se alege deviații de frecvență nominale mari, factorul de preaccentuare trebuie să rămână mic pentru a nu se depăși deviația maximă. Ar rezulta un factor de zgomot mic. Dacă s-ar alege și un factor de preaccentuare mare, factorul de zgomot ar fi bun dar, conform celor explicate la

pct. 7.6. nu s-ar mai transmite corect vîrfurile de preaccentuare video.

Dacă alegem deviația nominală mică, factorul de preaccentuare poate fi ales mare fără a tăia prea mult din vîrfurile de preaccentuare. S-ar înrăutăți însă din nou factorul de zgomot.

Practic s-a constatat că ochiul este mai puțin sensibil la eventuale imperfecțiuni ale trecerilor de culoare dacă acestea se află într-o zonă a imaginii cu luminanță mare. Vîrfurile de preaccentuare din zona galben-turcoaz-verde vor fi mai mult tăiate decît cele din zona violet-roșu-albastru.

Din fig. 7.1. se constată deci că este indicat ca deviația maximă să fie mai mare pentru D_R la valori negative și pentru D_B să fie mai mare la valori pozitive.

În cap. 7.4. s-a arătat că deviațiile nominale de frecvență, $\Delta f_{D_R N}$ și $\Delta f_{D_B N}$ nu se aleg egale. Și această problemă are o explicație practică. Ochiul este mai sensibil la zgomotul pe porțiunile roșii ale imaginii. Prin urmare s-a ales pentru D_R o deviație de frecvență mai mare.

Modul cum s-au ales deviațiile maxime și deviațiile nominale ar influența banda de frecvență a semnalelor de cromaticitate. Pentru a asigura o plasare egală a celor două semnale de cromaticitate modulate în frecvență se procedează la alegerea unor valori diferite pentru f_{OR} și f_{OB} , decalajul fiind tocmai:

$f_{OR} - f_{OB} = \Delta f_{D_B max.} - \Delta f_{D_R max.}$, deviațiile fiind cele alese pentru semnalele D_R și D_B pozitive.

Rezultă:

$$f_{OR} = f_{OB} = 506 \text{ kHz} - 350 \text{ kHz} = 156 \text{ kHz}$$

În fig. 7.7. se reprezintă limitele deviațiilor de frecvență nominale și maxime pentru D_R și D_B .

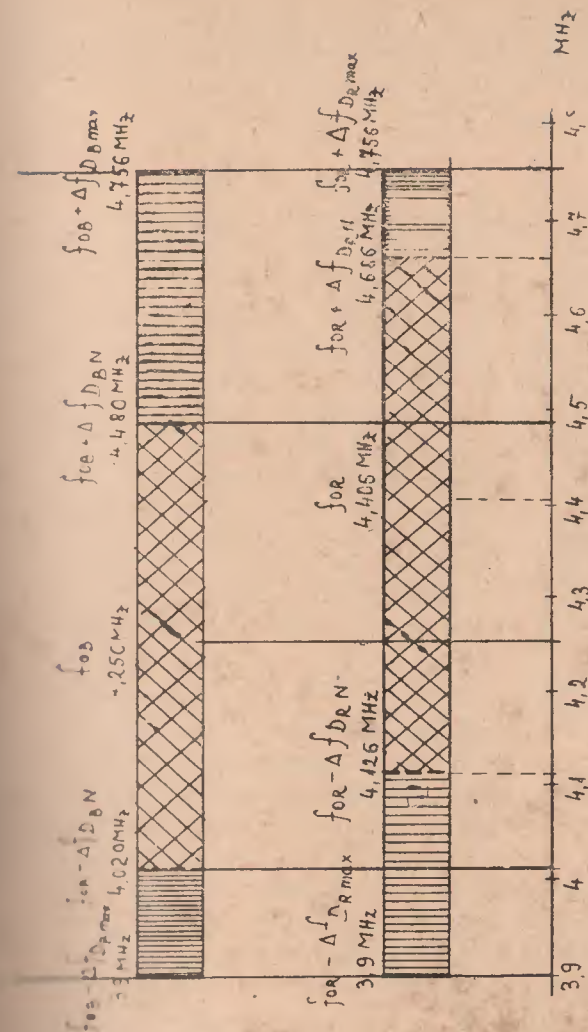


Fig. 7.7. Distribuția în domeniul frecvență a deviațiilor nominale și maxime pentru cele două semnale de cromaticitate transmise.
Obs. Deviațiile maxime au valori diferite cînd acestea sînt adunate sau scăzute de la purtătoare (vezi p. 7.6)

Necesitatea preaccentuării IF pentru îmbunătățirea compresibilității a fost explicată la Cap. 7.8. Trebuie însă arătat că o preaccentuare IF prea puternică va înrăutăți factorul de zgomot al semnalelor. Tot pentru a favoriza semnalul D_R

față de D_B în această privință s-a ales frecvența centrală f_c a curbei anticlopot mai apropiată de f_{OB} . Un al doilea motiv este și faptul că practic apar mai des culori care au nivele mici pentru semnalul D_R decât pentru D_B .

7.10. Comutarea fazei semnalelor de crominanță.

S-a arătat la Cap. 7.5. că f_{OR} și f_{OB} sînt multipli ai frecvenței de linii f_H . De asemenea, purtătoarea nemodulată are la începutul fiecărei linii (pe care este transmis semnalul corespunzător) aceeași fază. Din cauza faptului că suprafețele colorate uniform sînt în general mari s-ar forma o structură de dungi fine, verticale pe televizorul alb-negru.

Pentru a reduce vizibilitatea acestei perturbații pe ecranul televizorului alb-negru se transmite pe fiecare a treia linie semnalul de crominanță cu faza modificată cu 180° (față de semnalul care s-ar transmite în mod normal pe această linie). De asemenea, se efectuează o comutare suplimentară a fazei semnalelor de crominanță la începutul fiecărui semicadru.

Pe semicadrul considerat primul s-ar transmite pe linia 1 semnalul D_B . Transmiterea semnalelor de crominanță va începe însă doar la a doua jumătate a liniei 23 deoarece de la jumătatea liniei 623 a semicadrului precedent și jumătatea liniei 23 se efectuează stingerea pe cadre care durează 25 linii plus 12 μsec . Apoi urmează transmiterea secvențială a cîte unuia din semnalele de crominanță, faza acestora fiind comutate așa cum s-a precizat mai sus.

Această comutare a fazei nu are nici o influență asupra decodării corecte a semnalelor în cazul recepției, ci doar asupra compatibilității.

Se constată de exemplu că — din cauza întreteserii liniilor — lângă linia nr. 24 (D_R , cu faza 180°) se va afla linia 336 (D_B cu faza 0°) din semicadrul următor, iar pe lângă linia nr. 25 (D_B cu faza 0°) se va afla linia 337 (D_B cu faza 180°) din semicadrul următor. Practic s-a constatat că ochiul este

mai puțin influențat de perturbațiile produse de aceste semnale de crominanță care se compensează reciproc.

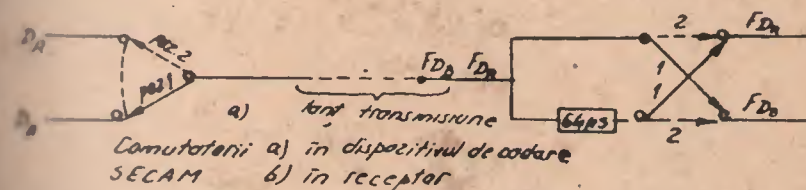
Se parcurge astfel un ciclu complet de 12 semicadre pînă se ajunge la situația inițială.

7.11. Semnale de identificare.

În scopul sincronizării comutatorului pentru semnale de crominanță din receptor cu comutarea secvențială din dispozitivul de transmisie a acestor semnale este necesar să se transmită împreună cu semnalele de crominanță și semnale speciale care conțin informația necesară pentru această sincronizare.

Deoarece comutarea propriu zisă este realizată cu ajutorul impulsurilor de frecvența liniilor, existente (și sincrone) atât în studioul cît și în receptor, este suficient ca semnalul care va asigura comutarea sincronă să fie transmis doar pe cîteva linii ale fiecărui semicadru, din timpul stingerii cadre.

Dacă pe o linie oarecare s-a transmis de exemplu D_B , pe canalul acestui semnal va intra D_B „direct”, iar D_R transmis cu o linie înainte, întîrziat cu durata unei linii va fi aplicat pe canalul D_R . Pe linia următoare se transmite D_R , acest semnal va intra direct pe calea D_R , pe calea D_B se va utiliza de data aceasta semnalul întîrziat. Comutatorul din dispozitivul de codare precum și cel din receptor sînt reprezentați în fig. 7.8.



Dacă comutatorul din fig. 7.8.a este în poz. 1 și cel din 7.8.b trebuie să fie în poz. 1. Dacă primul trece în poziția 2 și al doilea va trece în poziția 2.

Semnalele de identificare sînt o succesiune de 9 semnale de cromaticitate modulate F_{DB} și F_{DR} , transmise pe liniile 7—15 respectiv 320—328 pe care s-ar transmite tocmai D_B și D_R dacă nu s-ar efectua stingerea pe cadre.

Semnalele de identificare au rezultat în urma modulării unor impulsuri în dinte de fierăstrău, cu limitarea deviației de frecvență. D_B se transmite la $4,25 - 0,35 = 3,9$ MHz, D_R la $4,406 + 0,35 = 4,756$ MHz. Forma impulsurilor care vor produce aceste semnale, forma semnalelor modulate precum și amplasarea acestor semnale pe durata stingerii pe cadre este dată în fig. 7.9.

De asemenea, se precizează că pe două semicadre succesive semnalele de identificare încep cu un semnal F_{DB} (pe liniile 320 și 7), urmînd ca în următoarele două semicadre să se înceapă (pe liniile 320 și 7) cu F_{DR} .

Amplitudinea diferită a semnalelor de identificare rezultă în urma preaccentuării de înaltă frecvență. Pe curba din fig. 7.5. se constată că frecvența 3,9 MHz este mai mult atenuată decît frecvența 4,756 MHz.

Modul cum aceste semnale pot fi folosite pentru sincronizarea celor două comutatoare se va explica în capitolul referitor la decodorul SECAM.

7.12. Transmiterea subpurtătoarei pe palierul posterior al impulsului de stingere linii.

Din tehnica sistemelor NTSC și PAL a rezultat necesitatea transmiterii semnalelor de sincronizare de culoare pe palierul posterior al stingerii linii. Cu toate că la SECAM problema acestei sincronizări nu există, nu este adecvat ca pe această porțiune să lipsească purtătoarea. Motivele sînt următoarele :

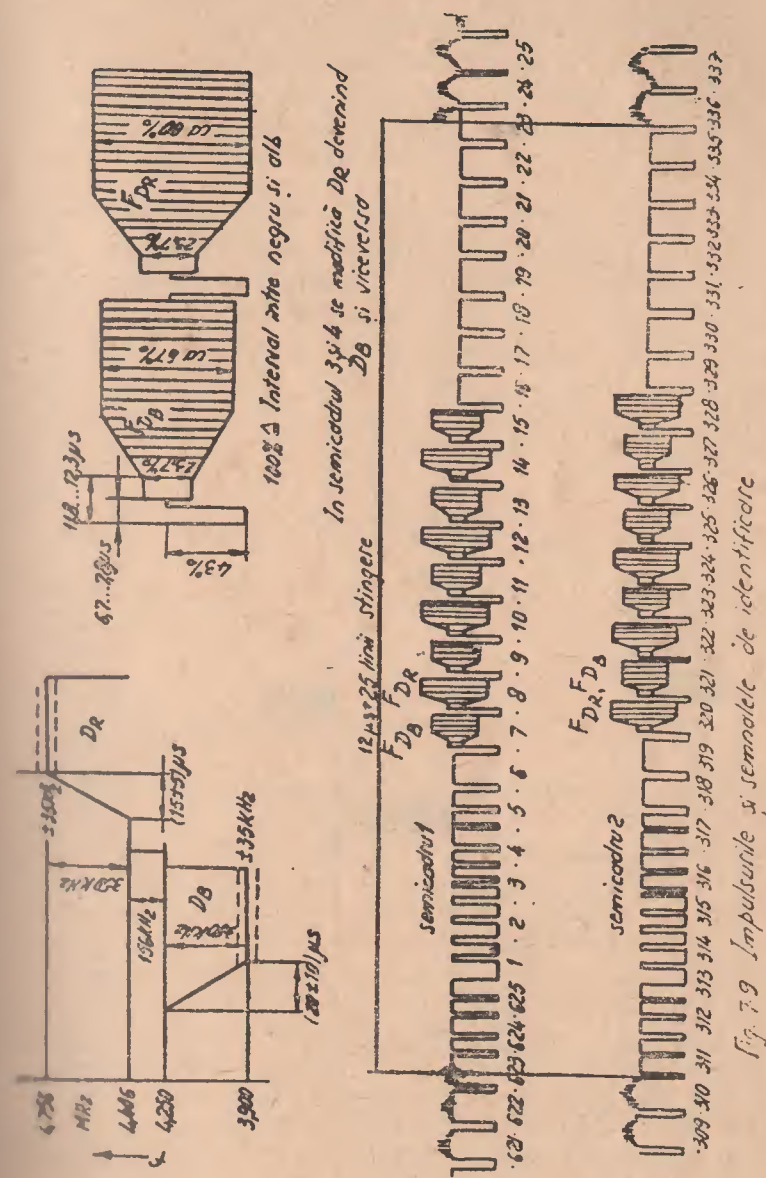


Fig. 7.9 Impulsurile și semnalele de identificare

— În cazul absenței acestei purtătoare apare un zgomot specific recepției MF în absența purtătoarei.

— Dacă purtătoarea nu ar începe decît la începutul porțiunii active a liniei s-ar situa regimul tranzitoriu de intrare în funcțiune a discriminatoarelor din receptor în partea vizibilă a imaginii.

— Transmiterea subpurtătoarei pe palierul posterior al stingerii linii face posibilă refacerea unei valori de referință pentru semnalele diferență de culoare din receptor. Axarea acestor semnale se va efectua tocmai considerînd ca nivel de referință, nivelul de pe flancul posterior al stingerii.

În SECAM se prevede prin urmare un spațiu de stingere linii alcătuit în felul următor :

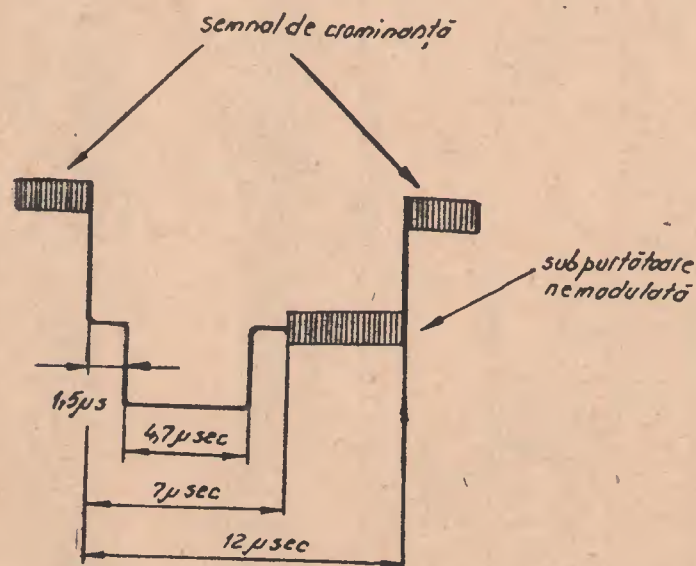


Fig. 7.10 Intervalul de stingere linii în cazul sistemului SECAM.

7.13. Semnalul complex de TV în culori SECAM.

În cazul normei CCIR (de ex. norma B—FIF și G sau I—UIF) sau al normei OIRT (D în FIF și K în UIF) semnalul este alcătuit din :

— Semnalul de luminanță Y : 0 5—6 MHz

— Semnale de crominanță F_{DR} și F_{DB} rezultate din

modularea subpurtătoarelor f_{OR} și f_{OB} cu D_R și D_B .

Banda ocupată este : $4,29 \pm 1,4$ MHz.

— Impuls de sincronizare linii, inclus în durata stingerii pe linii ; $f_H = 15625$ Hz.

— Impuls de sincronizare cadre, inclus în durata stingerii pe cadre ; $f_v = 50$ Hz.

— Semnale de identificare a culorii : 9 „salve” de semnale F_{DR} și F_{DB} pe liniile 7—15 și 320—328 ale stingerii cadre.

— Subpurtătoarea nemodulată pe palierul posterior al stingerii pe linii.

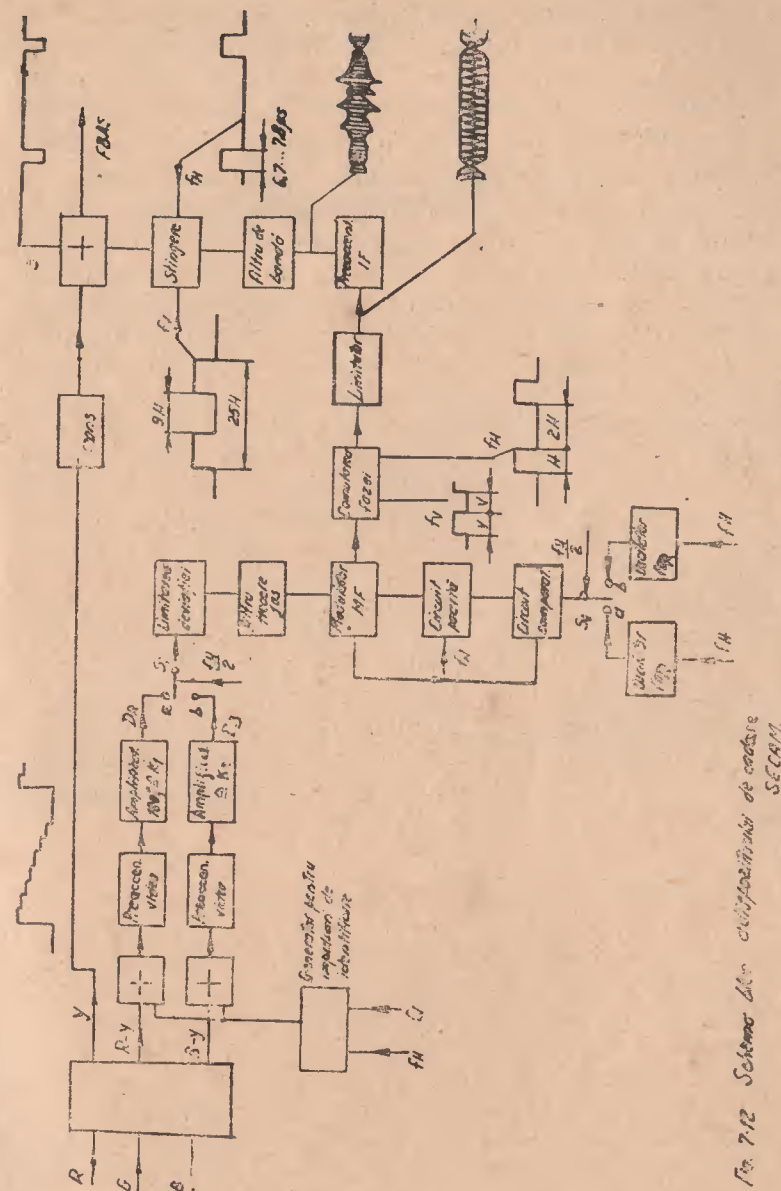
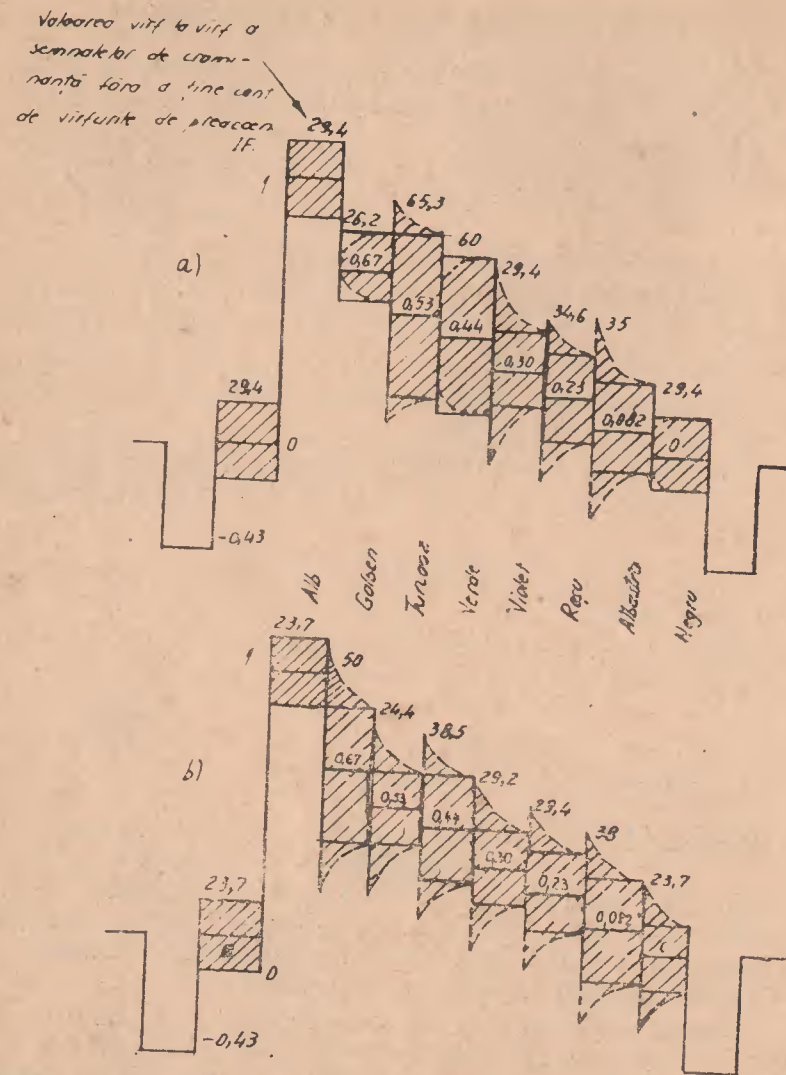
Pentru un semnal corespunzător barelor normale rezultă oscilograma din fig. 7.11.

7.14. Dispozitivul de codare SECAM.

Schema bloc a dispozitivului de codare este dată în fig. 7.12.

Cele trei semnale primare de culoare furnizate de camera de luat vederi sînt supuse corecției care are ca scop compensarea distorsiunilor nelineare care apar în camera de luat vederi precum și în tubul cinescop.

Urmează matricea în care se realizează semnalul de luminanță Y precum și cele două semnale diferență de culoare R—Y și B—Y. Apoi urmează etaje de adunare pentru impulsuri de identificare, de aceeași amplitudine (care vor deveni după modulare semnalele de identificare). Semnalele adunate vor fi supuse preaccentuării video. După amplificarea ponderată a celor două semnale diferență de culoare



și schimbarea sensului semnalului de pe canalul D_R , cele două semnale ajung la comutatorul electronic comandat la frecvență $f_H/2$ și la etajul de limitare a deviației de frecvență.

Modulatorul va funcționa pe liniile pe care se transmite D_R cu purtătoarea f_{OR} iar pe liniile cu D_B cu purtătoarea pe frecvența f_{OB} . După modulare, semnalul ajunge la comutarea fazei semnalelor de crominanță modulate. Așa cum s-a arătat și la pct. 7.10. acest proces este comandat atât pe frecvența liniilor cât și pe frecvența semicadrelor. După un etaj de limitare se efectuează preaccentuarea IF conform unei caracteristici ca cea din fig. 7.5. Urmează un filtru trece bandă care limitează spectrul semnalelor de crominanță la max. 3 MHz. În etajul de suprimare a subpurtătoarelor acestea vor fi anulate doar pe timpul impulsului de sincronizare linii; se păstrează însă subpurtătoarea pe palierul posterior al stingerii pe linii din motivele enumerate la pct. 7.12.

Semnalele de crominanță inclusiv semnalele de identificare vor fi adunate cu semnalul de luminanță Y și se va obține semnalul complex de TV color SECAM.

Pentru a compensa diferența între timpii de trecere ai semnalului de luminanță și de crominanță prin circuitele din coderul SECAM se intercalează pe canalul de luminanță o linie de întârziere de cca. 120 nanosecunde.

Semnalul complex de la ieșirea din coder poate fi transmis spre emițătorul TV unde se va modula o purtătoare de radiofrecvență cu acest semnal complex de televiziune în culori.



8. TUBUL CINESCOP COLOR.

8.1. Generalități.

Atât televizorul alb-negru cât și televizorul color sînt destinate să funcționeze în cele mai diferite condiții de spațiu și luminozitate a mediului ambiant. Din această cauză s-a pus de la început problema realizării unui dispozitiv video-reproducător care furnizează o imagine color strălucitoare, contrastată și clară, indiferent de aceste condiții.

Oricare ar fi tipul tubului cinescop tricrom utilizat, acesta este destinat transformării semnalelor „primare” de culoare R, G, B, în energie luminoasă, în scopul redării imaginii care se află în fața dispozitivului videocaptor.

● Practic toate tipurile de tuburi cinescop color utilizate astăzi funcționează după principiul redării simultane a culorilor primare pe ecranul cinescopului în vederea obținerii culorilor dorite.

8.2. Tubul cinescop tricrom cu mască perforată.

Redarea culorilor pe ecranul acestui tub cinescop se face după principiul amestecului aditiv. Toate culorile necesare se vor obține prin amestecul luminii roșii, verzi și albastre. În acest scop se realizează pe ecran trei rastre de luminofori care vor emite lumina roșie, verde, respectiv albastră. Excitarea luminoforilor se face cu trei fascicule de electroni, cu baleiaj corespunzător pe orizontală și verticală. Prin realizarea unor străluciri ponderate a celor trei rastre de lumi-

noferi ochiul va percepe amestecul acestor componente, adică culorile similare cu cele de pe scena transmisă din studiou, transmise prin intermediul celor trei semnale primare de culoare. Dacă se excită cele trei tipuri de luminofori într-o anumită proporție, ochiul va avea senzația corespunzătoare albului sau gri-ului.

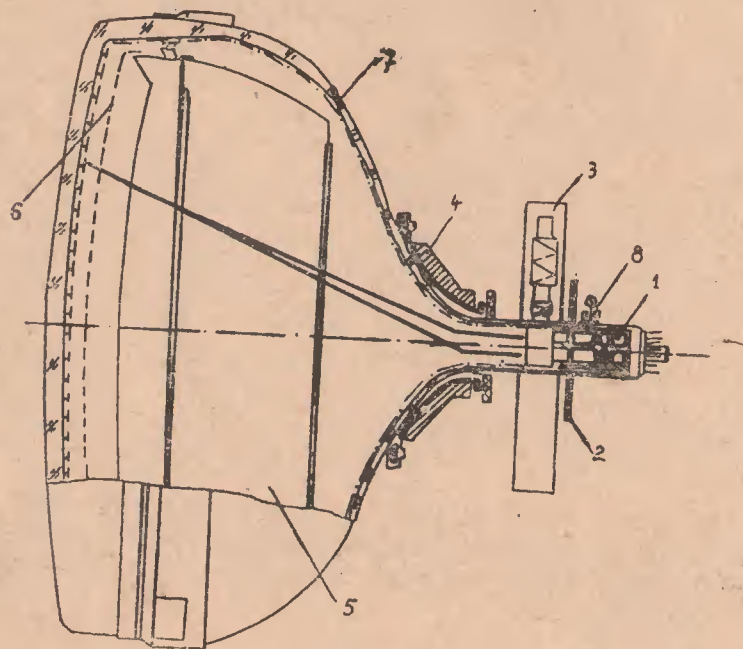


Fig 8.1 Secțiunea prin tubul cinescop cu mască perforată, luminoforii dispuși în delta, inclusiv elementele auxiliare situate pe gîtul tubului

Cele trei raste de luminofori sînt realizate prin gruparea „cite trei” a unui număr foarte mare de „puncte” (1,2 milioane) sau „benzi” colorate, realizîndu-se de fapt un rastru unitar de triade.

Un rol important în asigurarea traiectoriei corecte a fasciculelor de electroni îl are masca perforată, care se află a-

proape de ecranul cu luminofori. Masca conține un număr foarte mare de găuri, fiecare corespunde unui „triplet” de luminofori pentru culori primare. Fasciculele necesare pentru luminoforii aceluiasi triplet vor trece prin aceeași gaură a măștii perforate.

8.2.1. Forma constructivă a tubului cinescop tricrom cu mască perforată, cu luminofori dispuși în delta.

O secțiune longitudinală prin acest tub cinescop este reprezentată fig. 8.1.

În figură se reprezintă următoarele părți componente principale:

1. Sistemul tînurilor electronice care produc fasciculele de electroni.
2. Magneți pentru reglarea purității culorilor.
3. Bobine de convergență.
4. Unitate de bobine de deflexie.
5. Ecran magnetic.
6. Masca perforată.
7. Borna anodului.
8. Sistem de convergență laterală.

8.2.2. Tunurile electronice.

Cele trei tunuri electronice sînt identice. Ele sînt plasate la 120° în jurul axului gîtului tubului cinescop. Condiția ca cele trei fascicule să se întîlnească, în absența deflexiei, la mijlocul ecranului tubului cinescop color impune ca axele tunurilor să fie ușor înclinate față de axa gîtului tubului.

Elementele componente ale tunului sînt reprezentate în figura următoare.

Cele mai importante părți componente ale sistemului de producere a fasciculelor de electroni sînt filamentul, catodul, grila 1, grila 2, electrodul de focalizare și anodul.

Fascicolul de electroni emis de catod este comandat de grila 1 care se află foarte aproape de catod. Grila 1 și grila 2 au o construcție în formă de oală, cu o gaură axială prin care trece fascicolul. Acesta are în dreptul grilei 2 secțiunea cea mai mică.



Fig. 8.2 Elementele componente ale tubului de electroni al unui tub „delta”

- 1 - Grila de comandă G_1 (cilindru Wehnelt)
- 2 - Grila ecran G_2
- 3 - Electroda de focalizare G_3
- 4 - Anodul
- 5 - Oasa de susținere
- 6 - Ecranul
- 7 - Catodul

Focalizarea electrostatică se realizează cu ajutorul electrozodelui de focalizare tip lentilă. Urmează apoi anodul care încheie sistemul de producere a fascicolului.

Valori tipice pentru regimul de funcționare a tubului (considerând că tensiunea pe catod ar fi nulă) sînt:

Grila 1 (electrodul de comandă) U_{g1}	(tensiunea de tăiere, la care $I_a = 0$)
	cca. — 105 V
Grila 2 (electrodul grilei ecran) U_{g2}	cca. 300 V
Grila 3 (electrodul de focalizare) U_{g3}	cca. 4500 V
Anodul U_{g4}	cca. 25 kV

8.2.3. Masca perforată.

Tubul cinescop color „delta” are masca perforată cu găuri circulare, de forma unor pîlnii. Masca realizată din tablă de oțel, laminată de grosime 0,1—0,15 mm și cuprinde c.a. 400 000 de găuri, fiecare avînd diametrul de cca. 0,3 mm. Distanța între găuri este de 0,6 mm.

Modul cum trec fasciculele de electroni prin găurile măștii este reprezentat în fig. 8.3. (Vezi fig. 8.3. de la fine).

Găurirea măștii se face printr-un procedeu fotochimic.

Prin „tragere” se dă măștii o formă ușor bombată, sferică. Apoi se sudează masca pe o ramă foarte rigidă care reduce dilatarea nedorită din cauza căldurii. Masca și cadrul sînt vopsite în negru pentru a îmbunătăți disiparea căldurii. Pentru a compensa deplasarea nedorită a măștii din cauza căldurii se realizează suspendarea acestuia cu benzi din bimetal.

Pentru a asigura în orice condiții o incidență corectă a fasciculelor pe luminoforii corespunzători și în porțiunile spre marginea ecranului, găurile măștii au un diametru continuu descrescător spre margine.

Problema va fi reluată la tratarea purității culorilor.

O consecință a acestei variațiuni a transparenței măștii este scăderea luminozității ecranului la margine. Această scădere este păstrată în limite suportabile pentru ochiul telespectatorului.

Transparența măștii este scăzută. Doar cca. 15—17% din energia fasciculelor de electroni va trece spre ecran, urmînd ca aprox. 83—85% din energie să fie disipată de mască. La o tensiune înaltă de 25 kV și un curent de fascicol de 1000 μ A masca va trebuie să disipe o putere de cca. 20 W.

8.2.4. Ecranul cu luminofori.

Pentru a asigura redarea continuă a porțiunilor colorate pe ecran fără a reduce claritatea imaginii este necesar ca numărul tripleților R, G, B să fie foarte mare și aceștia să fie foarte apropiați.

Ecranul este format din 400 000 tripleți deci 1,2 milioane de puncte de luminofori, cu un diametru de 0,4 mm.

Pentru a ușura incidența corectă a fascicolului de electroni numai pe luminoforul pentru care este destinat, ansamblul mască-ecran este astfel conceput încît diametrul porțiunii de incidență a fascicolului de electroni să fie cu cel puțin 0,06 mm mai mic decît diametrul total al luminoforului.

Rastrul de luminofori se realizează de asemenea printr-un procedeu fotochimic. În acest scop se utilizează chiar masca asociată acestui ecran pentru a asigura o coincidență perfectă între găurile măștii și tripleții de luminofor.

Pe substratul ecranului se depun luminoforii verzi, roșii și albaștri. Urmează lăcuirea care va consolida tripleții, grafitarea care asigură legătura spre borna FIT, iar apoi aluminizarea care are ca scop colectarea electronilor de emisie secundară. (Vezi fig. 8.4 de la finele buletinului).

Asamblarea finală a ecranului cu masca perforată se face cu o precizie care este de cca. $\frac{1}{100}$ mm. Asamblarea ecranului (inclusiv a măștii) cu conul tubului este de asemenea foarte dificilă și cere o precizie deosebită.

Randamentul luminoforilor, adică raportul între puterea radiației luminoase și puterea de excitație (puterea fascicolului de electroni) diferă de la un luminofor la altul. Proporția relativă a curenților de fascicol depinde atît de coordonatele colorimetrice ale celor trei tipuri de luminofori utilizați cît și de coordonatele „albului” pentru care se optează.

În cazul tubului A63 — 11X luminoforii au coordonatele:

roșu	$x = 0,650$	$y = 0,590$
verde	$x = 0,275$	$y = 0,070$
albastru	$x = 0,152$	$y = 0,311$

Se indică utilizarea unui punct de alb cu coordonatele:

$$x = 0,281 \quad y = 0,311$$

În acest caz proporțiile între curenți vor fi:

$$I_{KR} : I_{KG} : I_{KB} = 42\% : 30\% : 28\%$$

8.2.5. Părțile din sticlă.

Se distinge partea frontală, conul și gîtul tubului. Cea mai importantă parte este cea frontală. Aceasta este realizată prin presare într-o matriță. Suprafața exterioară este perfect netedă iar cea interioară este prevăzută cu rugozități, în scopul măririi contrastului imaginii. Factorul de formă al ecranului este 4 : 3.

Pentru a îmbunătăți contrastul se utilizează o sticlă a cărei transparență este de numai 52%. Această valoare este un compromis între condițiile ca lumina emisă de ecran să fie cît mai puțin atenuată, în schimb lumina mediului ambiant transmisă prin sticlă spre ecranul de luminofori, reflectată și apoi din nou transmisă spre exterior să fie redusă în proporție cît mai mare.

O altă cerință pentru sticla frontală este absorbția razelor x emise de tub. Această cerință se realizează prin adăugarea la sticlă a unor oxizi de metale.

8.2.6. Deflexia fasciculelor de electroni.

Similar cu cele cunoscute din tehnica televiziunii alb-negru, deflexia fasciculelor de electroni se realizează în tuburile cinescop color prin două cîmpuri magnetice distincte.

Liniiile de forță ale celor două cîmpuri sînt perpendiculare între ele, asigurînd baleerea cît mai completă a ecranului cu fasciculele de electroni corespunzătoare celor trei culori primare.

Din tehnica tubului cinescop alb-negru se știe că secțiunea unui fascicol de electroni care trece prin cîmpul de deflexie nu rămîne circulară decît dacă cîmpul este omogen și fascicolul

intră în câmpul magnetic urmînd axa de revoluție a cinescopului. În caz contrar, fascicolul va fi afectat de astigmatism, care se manifestă prin deformarea secțiunii, aceasta devenind eliptică.

În cazul deflexiei din tubul cinescop color se formează un fascicol sub forma unui con. Câmpul de deflexie fiind de asemenea astigmatic nu se mai realizează convergența într-un singur punct, ci pe două linii focale.

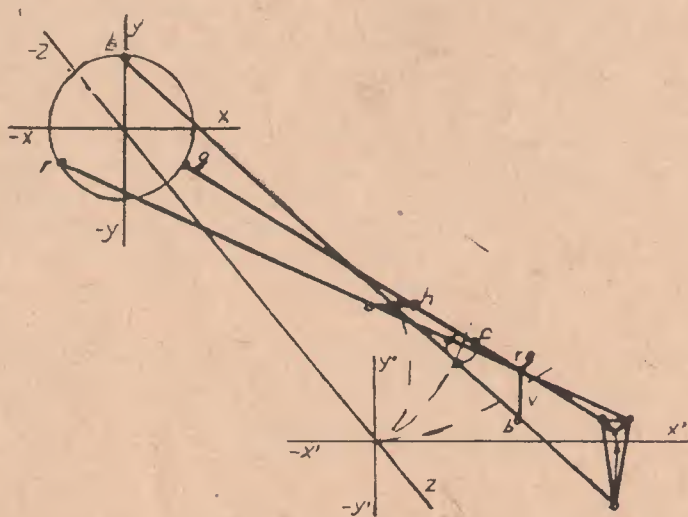


Fig 85 Fasciculele de electroni în câmpul astigmatic al tubului cinescop color

În fig. 8.5. se arată cum se comportă fasciculele de electroni în câmpul astigmatic creat de bobinele de deflexie ale cinescopului color.

Se constată că pe lângă deformarea suprafeței de impact a fiecărui fascicol de electroni cu ecranul (fenomen existent și la tuburile alb-negru), astigmatismul va deforma și triunghiul de incidență a fasciculelor. (Vezi fig. 8.6).

Astigmatismul este în esență cauzat de deosebirile care există între unghiurile de incidență ale fasciculelor de electroni în câmpul de deflexie (cînd se schimbă unghiul de deflexie a fascicolului) precum și ale fasciculelor care corespund aceluiași triplet.

O altă problemă care există și la tuburile alb-negru, dar capătă o importanță deosebită în cazul tubului cinescop color este cea a distorsiunilor datorate planeității ecranului.

În fig. 8.5. se constată că „locul de cea mai bună apropiere”, „c”, a fasciculelor de roșu, verde și albastru nu se află în nici un caz pe masca perforată, ci pe o suprafață imaginară, aproape sferică în interiorul tubului. În cele ce urmează se va arăta cum se procedează pentru a corecta traiectoria fasciculelor de electroni și incidența lor pe masca perforată și pe ecran.

8.2.7. Convergența fasciculelor de electroni.

Cele trei rastre rezultate în urma incidenței celor trei fascicule care baleiază ecranul trebuie să se „suprapună” corect pe întregul ecran.

În acest sens, o condiție esențială este ca cele trei fascicule să se întâlnească întotdeauna în mijlocul găurii din mască, în „punctul de convergență”. (Vezi fig. 8.7).

Convergența la mijlocul ecranului este denumită „convergența statică”, în timp ce convergența pe restul ecranului este „convergența dinamică”.

Din punct de vedere principial, corecțiile de convergență necesare se realizează cu ajutorul unor câmpuri magnetice corectoare care acționează asupra fasciculelor între ieșirea acestora din tunul de electroni și intrarea în „planul” de deflexie. Astfel se va putea modifica atît punctul de plecare cît și unghiul de incidență a fascicolului corectat în ve-

derea apropierei acestuia în măsură cât mai mare de „punctul de convergență”.

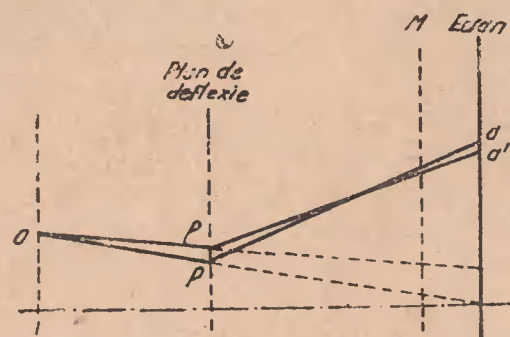


Fig. 8.8 Principiul compensării erorilor de convergență prin modificarea unghiului de intrare a fasciculului în planul de deflexie

● Convergența statică.

În mod teoretic, tubul cinescop tricrom cu mască perforată nu ar avea erori de convergență statică. Cele trei tunuri de electroni sînt dispuse la 120° între ele sînt înclinate cu 1° față de axa gîtului tubului.

Aceste erori apar însă din cauza unor toleranțe de fabricație. Reglarea se face cu ajutorul unor magneți permanenți care sînt fixați în sistemele de convergență și se pot roti pentru a se schimba direcția și intensitatea cîmpului magnetic corector. Efectul va fi modificarea traiectoriei celor trei fascicule în direcție radială.

Pentru a compensa o eventuală poziție incorectă laterală a fasciculului de albastru s-a mai prevăzut o posibilitate suplimentară de deplasare orizontală a acestui fascicol cu ajutorul a două table polarizate între care se află doi magneți permanenți, cilindrici, care se pot roti în jurul axei proprii. (Vezi fig. 8.9).

Elementele menționate mai sus, utilizate pentru realizarea convergenței statice fac parte din sistemele de convergență radială și de corecție laterală de albastru (fig. 8.10. și 8.11).

● Convergența dinamică.

S-a arătat că problema convergenței fasciculelor de electroni este dependentă de unghiul de deflexie instantaneu în direcția orizontală și verticală.

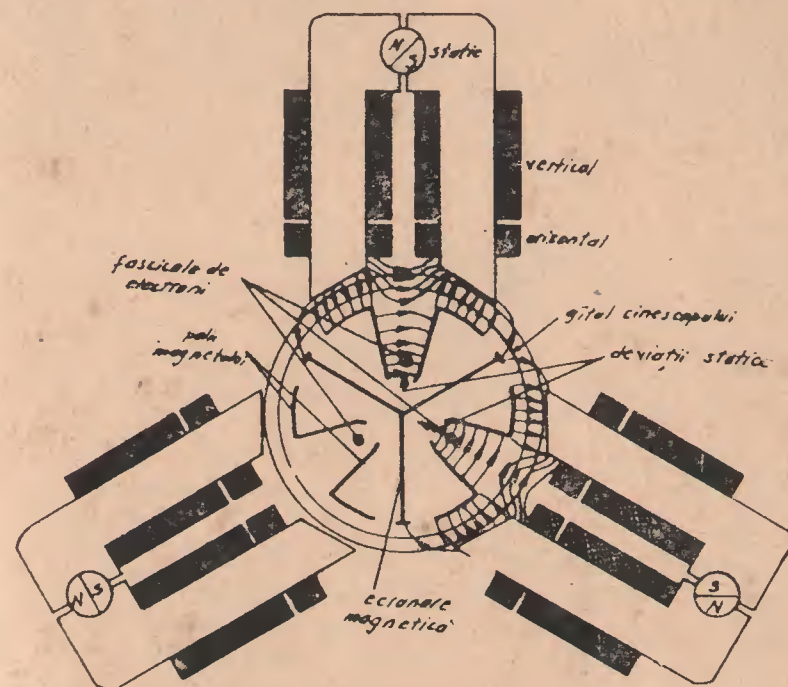


Fig. 8.10

Sistemul de convergență radială

Avînd în vedere cauzele principale ale erorilor de convergență dinamică se impune necesitatea creerii unor cîmpuri corectoare care să asigure :

— acționarea individuală asupra fiecărui fascicol în parte;

— modificarea direcției și intensității câmpului magnetic corector, în funcție de poziția punctului corespunzător pe ecran.

Prin urmare este posibil ca erorile de convergență dinamică să fie corectate cu ajutorul unor câmpuri magnetice a căror intensitate și direcție să nu fie constante, ci variabile cu frecvența liniilor și cadrelor. Cu ajutorul tensiunilor de baleiaj pe orizontală și verticală se vor forma curenți de corecție care se aplică sistemului de convergență dinamică.

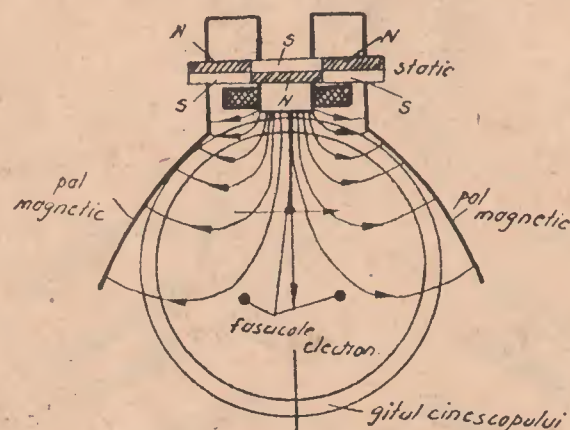


Fig 8.11

Sistemul de corecție laterală de albastru.

Sistemul de convergență radial este format din trei unități egale, situate la 120° , pe gâtul tubului conoscop. Fiecare unitate cuprinde magnetul permanent necesar pentru ajustarea convergenței statice și un miez în formă de U, magnetizat cu ajutorul unor înfășurări prin care circulă curenții de corecție a convergenței dinamice.

Pe fiecare miez se află două înfășurări separate (pentru corecția de convergență pe orizontală și pe verticală).

În afară de sistemul de corecție radială se utilizează și sistemul de convergență laterală de albastru care cuprinde magnetul permanent pentru corecția statică și bobina de corecție pentru corecția dinamică.

Se constată că sistemele de corecție astfel concepute pot corecta atât erorile cauzate de astigmatism (prin deplasare diferită a fasciculelor) cât și cele datorate planeității ecranului (care implică necesitatea deplasării comune a celor trei fascicule).

Convergența pe orizontală se referă la fasciculele de electroni în porțiunea orizontală, mijlocie a imaginii în timp ce convergența pe verticală exprimă această însușire pentru fasciculele situate pe o porțiune verticală, la mijlocul ecranului.

O bună convergență la colțuri este rezultatul corecției de convergență pe orizontală și pe verticală.

8.2.8. Puritatea culorilor.

Pentru o redare corectă a culorilor pe ecran, convergența este necesară dar nu suficientă. Este necesar ca fiecare fascicol de electroni să cadă numai pe luminoforul corespunzător și nu pe spațiile existente între luminofori sau pe luminoforul corespunzător unui alt fascicol. Această calitate este exprimată de puritatea culorilor.

În mod teoretic, orice tub cu convergență bine reglată ar trebui să aibă și puritatea perfectă. Din cauza unor toleranțe inerente la fabricația în serie a tubului cinescop precum și din cauza unor influențe nedorite ale unor câmpuri magnetice pot apare erori de puritate a culorilor. (V. fig. 8.12).

Corecția necesară de puritate se realizează printr-o deplasare identică a celor trei fascicule, perpendiculară pe direcția lor de deplasare și reglabilă ca intensitate.

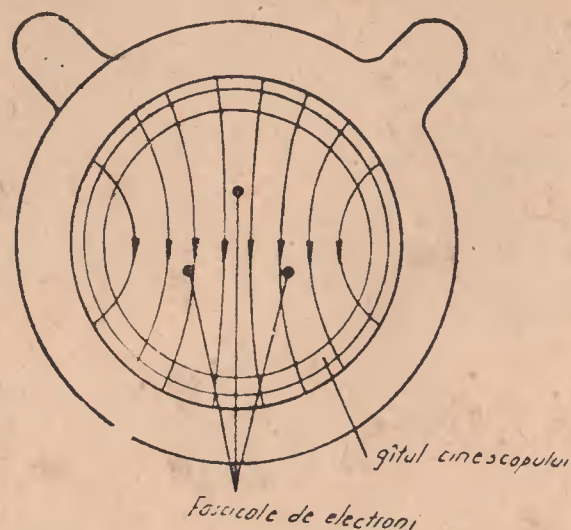


Fig. 8.13

Magneți permanenți de puritate a culorii

Dispozitivul de reglaj al purității crează un câmp radial reglabil și este format dintr-o pereche de magneți permanenți ce pot fi roțiți atât împreună cât și separat. Ambii sînt fixați pe gîtul tubului cinescop în ansamblul din care fac parte și unitatea de bobine de deflexie și sistemul de convergență radială. Se poate regla atât direcția cât și intensitatea cîmpului magnetic corector.

O problemă importantă pentru puritatea culorii unui tub cinescop color este regimul termic al măștii perforate. Deoarece eventualele deformări ale măștii influențează mai mult incidența la marginea ecranului decît la mijloc nu se vor realiza găuri cu diametre egale pe toată masca. Din cauza faptului că găurile măștii sînt mai mici spre margine se asigură o bună incidență a fasciculelor pe luminofori, chiar dacă masca va suferi deformări.

8.2.9. Centrarea imaginii.

În cazul tubului cinescop color nu este posibil să se utilizeze în acest scop magneți permanenți inelari. Centrarea imaginii se realizează cu ajutorul unor curenți continui suplimentari, reglabili, care circulă prin bobinele de deflexie linii și cadre.

8.2.10. Distorsiunile rastrului și corectarea acestora.

— Distorsiunea de pernă.

Similar ca în cazul tubului cinescop alb-negru apare și în cazul cinescopului color această distorsiune, cauzată de faptul că raza de curbura a ecranului nu coincide cu raza de deflexie a fasciculelor de electroni. Rezultatul va fi o lățime mai mică a imaginii la mijloc și mai mare la margine.

Din cauza faptului că centrele de deflexie pentru cele trei fascicule sînt diferite, cele trei rastre vor fi și deplasate între ele.

Corecția cunoscută din tehnica televizoarelor alb-negru, realizată cu ajutorul unor magneți permanenți nu este posibilă deoarece s-ar deteriora puritatea culorii. Corecția distorsiunilor de pernă se face cu ajutorul unui circuit special prin care se modifică curenții de baleiaj linii și cadre în sensul compensării distorsiunilor apărute. Corecția de pernă cuprinde corecția est-vest (E—W) și nord-sud (N—S).

Corecția de pernă E—W va modifica curentul de baleiaj linii pe durata unui semicadru. De obicei acesta va deveni mai mare pentru liniile la mijlocul ecranului.

Corecția de pernă N—S se efectuează prin suprapunerea curentului de baleiaj pe verticală cu un curent de frecvența liniilor.

— Distorsiunea de trapez.

Acest fenomen este cauzat de faptul că cele trei tunuri electronice au axe înclinate cu cca. 1° față de axa gîtului tubului. Corecția corespunzătoare se realizează prin forma

corespunzătoare a cîmpului de deflexie, a cărui intensitate va fi mai mare în partea în care se află latura îngustă a trapezului.

8.2.11. Influența cîmpurilor magnetice perturbatoare.

Cîmpurile magnetice perturbatoare au o influență mult mai supărătoare asupra tuburilor cinescop color, decît asupra tuburilor cinescop alb-negru. Aceasta se datorează faptului că aceste cîmpuri pot deteriora incidența fasciculelor de electroni pe luminofori, deci puritatea culorilor.

În televizorul color se utilizează magneti permanenți, transformatoare, bobine, etc., care produc cîmpuri magnetice de scăpări. Acestea se pot închide cîteodată prin masca perforată, o magnetizează și dau naștere la un cîmp magnetic secundar, perturbator. Constructorii de televizoare evită prin urmare amplasarea oricăror piese magnetice în aceste zone critice.

Cîteodată se întîmplă totuși ca masca perforată să fie magnetizată din cauza unor cîmpuri magnetice exterioare. Remanența magnetizării trebuie să fie înlăturată printr-un proces de demagnetizare.

Un cîmp magnetic continuu este cîmpul magnetic terestru. Efectul perturbator al acestui cîmp ar putea fi compensat efectuînd un reglaj special de puritate după fiecare modificare a poziției a aparatului. Această situație ar fi destul de incomodă pentru telespectator.

În cele ce urmează se va arăta importanța realizării unui blindaj magnetic al cinescopului tricrom. Acest ecran se realizează din tablă de oțel laminată la rece cu grosimea de cca. 0,5 mm. Spațiul între blindaj și banda metalică de protecție la implozie este de maximum 10 mm. Blindajul este legat electric de stratul conductor exterior al tubului și pus la masă. Blindaj magnetic necesită numai tuburile de 90°. Cele de 110° sînt prevăzute cu o ecranare interioară.

Componenta orizontală a cîmpului magnetic va magnetiza masca, banda de protecție și blindajul magnetic care

„îmbracă” conul cinescopului. Cîmpul magnetic terestru orizontal ($B_{Hor} = 0,2$ Gauss) este redus în spațiul interior al tubului, datorită ecranării, la 0,1 G.

O demagnetizare realizată cu un cîmp magnetic alternativ se efectuează supunînd masca, banda și blindajul la cicluri succesive care încep cu o valoare foarte mare și ajung în cele din urmă la zero. Parcurgerea acestor cicluri este foarte importantă pentru a se ajunge la permeabilitatea maximă a blindajului. În acest caz, cîmpul creat va compensa în mare măsură cîmpul perturbator, cîmpul rezidual fiind de cca. 0,04 Gs.

Dacă se modifică acum poziția aparatului, sau se magnetizează din greșeală masca prin apropierea unui magnet, compensarea nu va mai avea loc, cîmpul perturbator poate deveni 0,12 G. Echilibrul se va restabili după un alt proces de demagnetizare.

Se constată că este deosebit de avantajos ca demagnetizarea să se realizeze automat, la fiecare punere în funcțiune a televizorului.

Pe conul tubului cinescop se fixează două bobine de demagnetizare care vor crea cîmpul alternativ, descrescător.

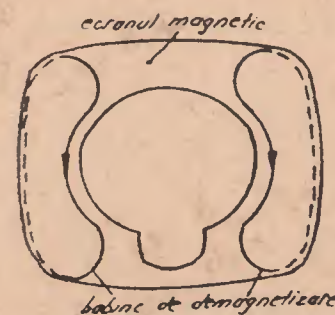


Fig 8.14. Dispunerea bobinelor de demagnetizare

Circuitul de alimentare a acestor bobine cuprinde în esență un dispozitiv „PTC”, care va asigura imediat la por-

nire un câmp magnetic de 700—1400 As (la tuburile de 110° câmpul necesar este mai mare, decât la cele de 90°). După parcurgerea numărului necesar de cicluri, curentul prin bobine va scădea foarte mult.

În timp ce saltul inițial de curent a depășit 4 A, curentul final, de regim, devine cca. 2,5 mA.

8.2.12. Comanda tubului cinescop color.

Cele trei tunuri electronice vor fi excitate în așa fel încât raportul între luminozitățile celor trei rastre să producă exact culorile care trebuie să fie reproduse pe ecran. Din această cauză este necesar ca cele trei semnale care excită tunurile să fie perfect reglate și ponderate.

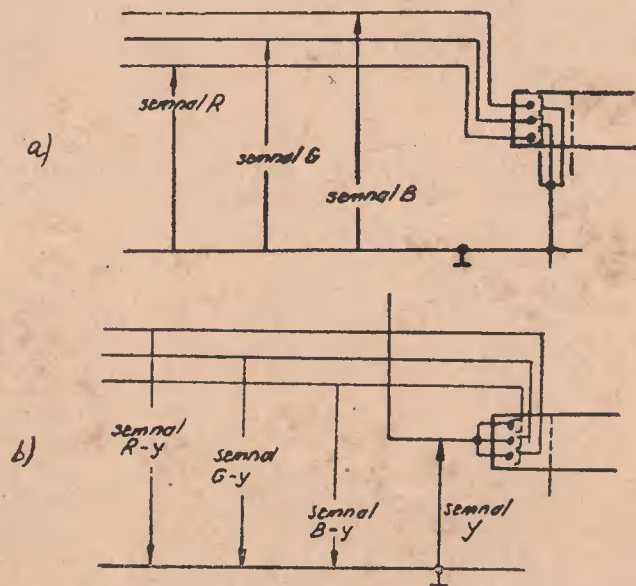


Fig. 8.15 Reprezentare schematică a conexiilor tubului cinescop
a) varianta RGB
b) varianta cu semnale diferențiale de comandă.

În cazul sistemelor compatibile de televiziune în culori se transmite semnalul de lumananță și două semnale de cromaticitate. În receptor se reface mai întâi cel de-al treilea semnal de diferență de culoare.

Există două posibilități de comandă a tubului cinescop:

— Comanda cu semnale diferență de culoare pe grilele de comandă și cu semnale de lumananță pe catodi.

— Comanda cu semnale R, G, B pe catodii cinescopului.

În cazul în care este necesară redarea unei imagini albe, semnalele transmise sînt $R = G = B = 1$. Randamentele diferite ale luminoforilor vor determina proporțiile necesare între curenții catodici: $I_{KR} : I_{KG} : I_{KB} := 42\% : 30\% : 28\%$. Dacă se presupune de exemplu că $I_{K tot max} = 7,5$ mA rezultă $I_{KR} : I_{KG} : I_{KB} = 3,15 : 2,25 : 2,1$ mA.

Stabilirea tensiunii necesare de comandă.

Din caracteristica $I_K = f(U_{F-g1})$ se va stabili amplitudinea semnalului de comandă pentru a asigura pentru fiecare tun variația curentului între 0 și $I_{K max}$. Caracteristicile menționate au ca parametru U_{g1t} , adică tensiunea minimă la care va circula curent catodic.

U_{g1t} depinde de tensiunea pe grila 2. U_{g2} nu trebuie să fie prea mare (în acest caz tensiunea de comandă este mai mare) dar nici prea mică (pentru a nu se intra în regim de curenți de grilă cînd curentul catodic este maxim). Să presupunem că pentru tubul utilizat s-a ales $U_{g2} = 300$ V.

În acest caz rezultă o tensiune de tăiere — $U_{g1} = 105$ V. Din caracteristica 8.16.b rezultă valorile tensiunilor de comandă: 95 V pentru catodul de roșu, 90 V pentru catodul de verde și 87 V pentru catodul de albastru.

Din cauza toleranțelor destul de mari ale eficacităților luminoforilor este necesar ca tensiunile de comandă ale celor trei catodi să fie reglabile în limitele 70...100 V. Ajustarea valorilor acestor semnale pentru ca o porțiune cu semnale de culoare egale cu zero să fie într-adevăr albă se numește „reglajul punctului de alb”.

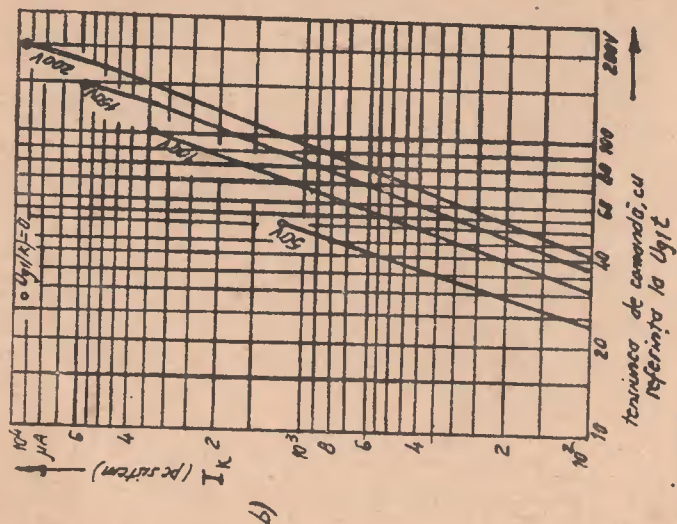
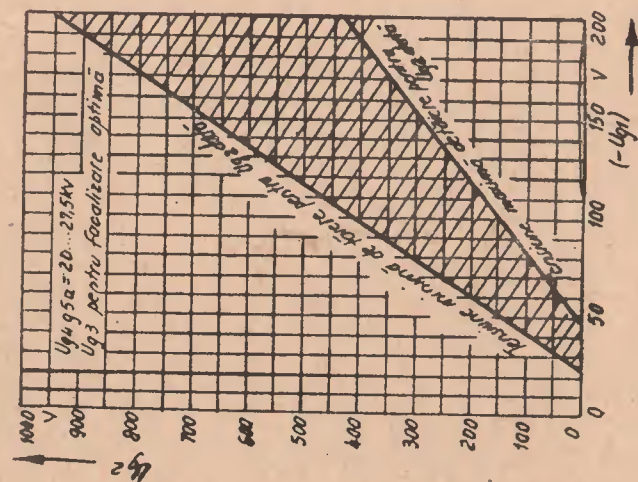


Fig. 8.16 Caracteristica de tubului cinescop
(exemplificat cu A63-11X)
a) U_{g1} minimă și maximă în funcție de U_{g2} dată.
b) I_{k1} în funcție de tensiunea de comandă

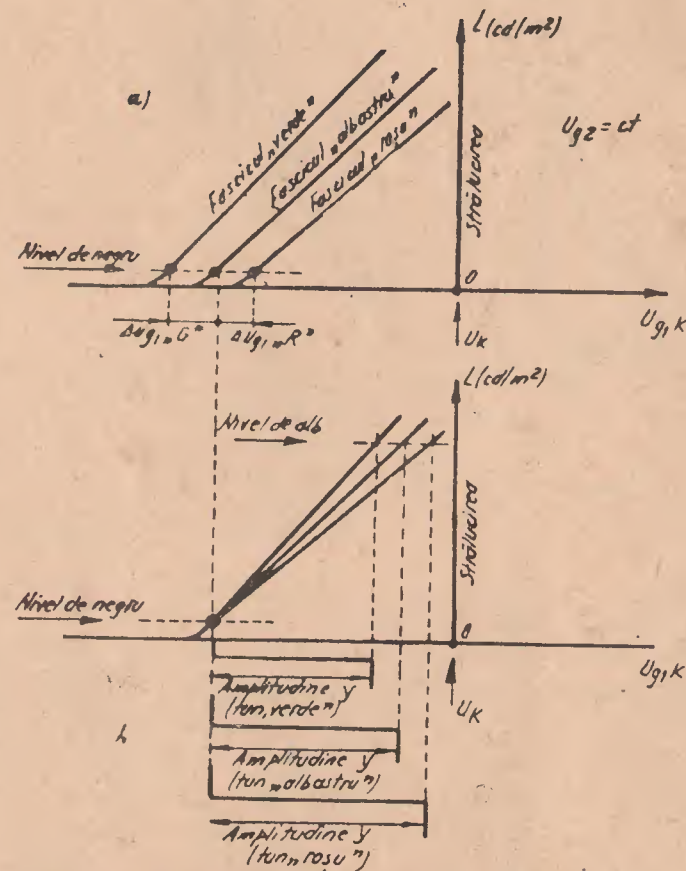


Fig. 8.17 Caracteristica luminanței tubului cinescop color în funcție de tensiunea grilei catod.
a) Înainte de reglarea punctului de negru
b) După reglarea punctului de negru. Albul corect se realizează aplicând amplitudinii diferite de semnale de luminanță pe cele trei tunuri.

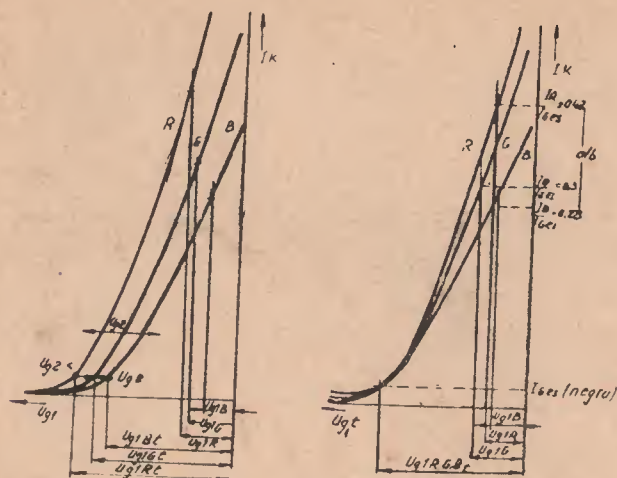


Fig. 8.18 a) Caracteristicile celor trei sisteme de generare a fasciculelor (se constată panta diferită)
b) Caracteristici care au un punct de negru comun din cauza modificărilor tensiunilor U_{G2} .
Prin atacul cu valori diferite de U_{G1} se efectuează reglarea albului. Tensiunea de referință este U_k .

O altă condiție pentru redarea corectă a imaginii compatibile în alb-negru este redarea gri-ului și pe porțiuni foarte înclină (incolore) ale ecranului. Aceasta înseamnă că cele trei tunuri trebuie să se blocheze simultan. Prin urmare, este important ca începuturile caracteristicilor care exprimă luminanța în funcție de tensiunea grilă catod $L = f(U_{G1-K})$ să coincidă, iar punctele care dau strălucirea maximă pe fiecare culoare (corespunzătoare semnalelor maxime pe fiecare catod) să fie situate pe aceeași dreaptă.

Practic ajustarea tensiunilor de tăiere pentru cele trei tunuri se face cu ajutorul tensiunilor U_{G2} . Dacă presupunem că U_{G1} este cca. 30 V pentru toate cele trei tunurile și tensiunile de tăiere U_{G1} au fost ajustate la -105 V se poate utiliza următoarea reprezentare:

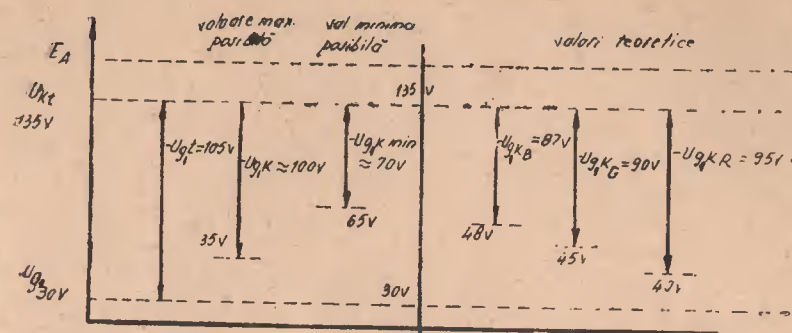


Fig. 8.19 Nivelele semnalelor de comandă de catozii cinescopului color

Cîteodată nu se practică compensarea diferențelor între tensiunile de tăiere ale celor trei fascicule prin modificarea relativă a celor trei tensiuni U_{G2} . În cazul în care grilele ecran sînt comune, procedeul nici nu este posibil.

Din caracteristica din fig. 8.16.a. se constată însă că pentru $U_{G2} = \text{const.} = 300$ V, $(-U_{G1})$ poate să varieze între 80 V și 150 V.

În acest caz, condiția ca unor semnale fără conținut de culoare și corespunzînd unei luminanțe foarte mici să le corespundă și pe ecranul televizorului o imagine incoloră se realizează modificînd chiar nivelele de negru ale semnalelor de videofrecvență aplicate catozilor.

Apoi se va putea regla și punctul de alb prin reglarea curenților de fascicol corespunzător albului, modificînd în mod corespunzător valorile „vîrf la vîrf” ale tensiunilor de comandă.

8.3. Tuburi cinescop autoconvergente cu luminoforii dispuși în linie.

Dezavantajul principal al tubului cinescop cu mască perforată, cu luminoforii dispuși în delta este reglajul foarte dificil al convergenței.

În cazul tuburilor cu luminoforii în linie cunoscute sub denumirea de tuburi cinescop color „In—Line” acestea formează împreună cu bobinele de deflexie un sistem autoconvergent, o importanță deosebită avînd în acest sens cîmpul de deflexie realizat în scopul utilizării astigmatismului pentru compensarea erorilor de convergență.

Un alt avantaj al acestor tuburi cinescop este înlocuirea triadelor de luminofori în delta cu benzi paralele, verticale de luminofori. Din această cauză nu mai apar erori de incidență a fasciculelor de electroni în direcția verticală, corectarea purității culorilor efectuîndu-se doar în direcția orizontală. (Vezi fig. 8.20 de la finele buletinului).

O consecință a acestei noutăți este transformarea găurilor circulare ale măștii în fante verticale. În fiecare fantă se vor întîlni, în cazul baleerii locului corespunzător de pe ecran, cele trei fascicule de electroni ale căror suprafețe de incidență se află pe benzi de luminofor alăturate.

Se va prezenta și un tip de tub cinescop color în cazul căruia se utilizează o mască cu spații continue de trecere pentru electroni; această mască devine o grilă realizată cu benzi metalice continue.

Sistemele de generare pentru cele trei fascicule de electroni sînt de asemenea coplanare.

Precizia întregului sistem este superioară celei de la tubul cu luminoforii în delta.

Premizele pentru apariția sistemelor In—Line au fost toleranțele din ce în ce mai strînse obținute la realizarea tuburilor de electroni ale tuburilor delta, o serie de îmbunătățiri aduse măștii perforate precum și utilizarea unor tehnici de bobinaj care dau posibilitatea realizării unor cîmpuri de deflexie speciale, foarte precise.

Principiul autoconvergenței se bazează pe utilizarea deflexiei parastigmatice, o tehnică în cazul căreia astigmatismul cîmpurilor de deflexie orizontale și verticale este utilizat în scopul realizării autoconvergenței celor trei fascicule de electroni.

Fig. 8.21. Arată modul în care converg cele trei fascicule de electroni în tubul cu luminoforii dispuși în linie.

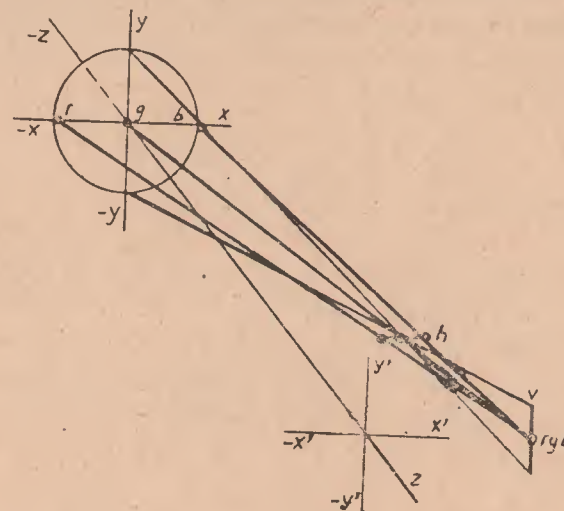


Fig. 8-21. Traiectoria fasciculelor de electroni în tubul „In-Line”

Din cauza faptului că fasciculele sînt coplanare, linia focală verticală se va reduce la un singur punct.

Cîmpul de deflexie orizontal va fi realizat în așa fel încît aceste puncte se află pentru orice unghi de deflexie pe mască.

Spre deosebire de tubul cinescop color „delta” astigmatismul nu va fi diminuat, ci mărit. Pentru deflexia verticală astigmatismul trebuie să fie de sens contrar, deoarece direcția de deflexie și planul de deflexie sînt perpendiculare între ele.

În cazul acestor sisteme autoconvergente nu se mai utilizează unități de convergență radială sau laterală.

Compensarea micilor toleranțe inerente se va efectua cu ajutorul unor dispozitive speciale.

Avantajul sistemelor „In—Line” se referă atât la ușurința efectuării reglajelor aferente tubului cinescop cât și la calitatea îmbunătățită a imaginii.

8.4. Sistemul 20 AX.

Acest sistem autoconvergent a fost dezvoltat în laboratoarele firmei Valvo-Philips. Diagonala tubului este de 47, 56, 66 cm; unghiul de deflexie este de 110° .

În cele ce urmează se vor descrie particularitățile esențiale ale tubului cinescop, ale unității de deflexie și ale celorlalte componente aferente.

8.4.1. Ecranul cu luminofori este format din benzi paralele; într-un tub de 66 cm distanța între aceste benzi este de 0,265 mm. Distanța între centrele a două triade este de 0,795 mm.

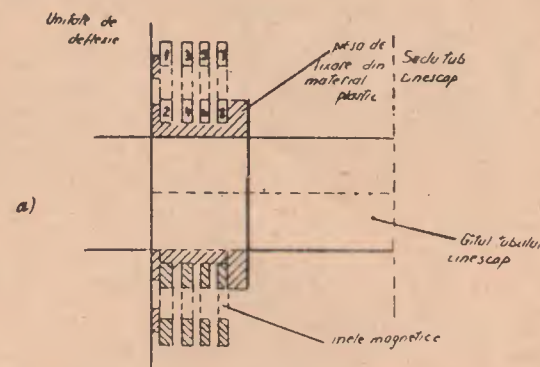
Deplasarea maximă necesară a fascicolului în vederea realizării purității culorilor este de 0,045 mm.

8.4.2. Masca perforată.

În cazul utilizării unui ecran cu luminofori în benzi continue se putea realiza o mască tot cu „fante continue”. Din motive de stabilitate, precum și în scopul de a putea realiza forma sferică a ecranului se folosește însă o mască cu fante discrete. Masca cu fante este fixată printr-un sistem de compensare termică pentru a diminua influența temperaturii asupra calității purității culorilor.

8.4.3. Tunurile de electroni.

În cazul sistemului de față s-a păstrat gîtul de tub de 36,5 mm diametru. Astfel există posibilitatea ca lentilele electrostatice ale sistemului fasciculelor de electroni să aibă un diametru relativ mare; se crează premisele realizării unei focalizări bune.



b)

Inele magnetice	Tipul cîmpului reglat	Ce se reglează	Scopul reglajului
1,2	hexaza	- Intensitatea cîmpului prin rîle în sens centror - Direcția cîmpului prin rîle în sens comun	convergența statică
3,4	dioa	- Intensitatea cîmpului prin rîle numai în sens centror	puritatea culorilor
5,6	cuadrupol	- Intensitatea cîmpului prin rîle în sens centror - Direcția cîmpului prin rîle în sens comun	convergența dinamică
7,8	dioa	- Intensitatea cîmpului prin rîle numai în sens centror	poziția corectă a liniei orizontale la mijloc

Fig. 8.22
a) Unitatea multipol a tubului 20 AX 15. June
b) Reglaje efectuate cu unitatea multipol

Din cauza distanței mai mari între cele trei tunuri electronice va rezulta un unghi de incidență relativ mare. Precizăm că unghiul de incidență este unghiul la care se intersectează cele trei fascicule de electroni la nivelul măștii perforate. Dacă acest unghi este mai mare se realizează mai ușor puritatea culorilor.

În cazul tuburilor cinescop color „20AX” se utilizează catozi cu încălzire rapidă. De fapt, după echiparea completă a televizoarelor color cu dispozitive semiconductoare, utilizarea încălzirii rapide s-a extins practic asupra tuturor tipurilor noi de tuburi cinescop color.

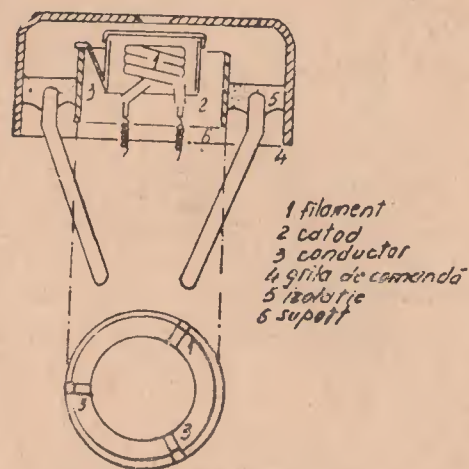


Fig. 8.23 Catodul cu încălzire rapidă
utilizat la tuburile cinescop color 20AX

8.4.4. Componente pentru deflexia fasciculelor și corecția autoconvergenței.

Sistemul 20AX nu necesită decât unitatea de bobine de deflexie și elementele de ajustaj statice. Bobinele de deflexie pe orizontală și verticală sînt bobine în șa, realizate în tehnica bobinajului fascicular. Pentru compensarea unor toleranțe în fabricarea tubului și a unității de deflexie se utilizează o bobină toroidală cuadripol ce se află de asemenea pe miezul unității de deflexie.

Miezul de ferită al bobinelor de deflexie este de tipul „feroxcub”. Liniile de cîmp nu se vor închide decît prin miez și gîtul tubului cinescop, cîmpul de dispersie fiind relativ redus.

8.4.5. Corecții statice.

În acest scop există pe gîtul cinescopului unitatea multipol. Aceasta este alcătuită din 4 perechi de inele permanent magnetizate care au ca scop corectarea simetriei rastrului, a purității culorii precum și a convergenței statice. (Vezi figura 8.22 din pagina 101).

8.4.6. Corecții dinamice.

În cazul deflexiei parastigmatice se utilizează totuși și cîteva corecții dinamice care sînt în medie nule. Corecțiile se realizează cu ajutorul a două cîmpuri magnetice dintre care unul este creat de curentul care circulă prin bobina cuadripol, celălalt fiind rezultatul modificării distribuției curenților din cele două jumătăți ale bobinei de deflexie.

8.4.7. Corecția de rastru.

Spre deosebire de tuburile cinescop color „delta” nu mai este necesară corecția nord-sud.

Corecția est-vest necesară este însă mai pronunțată. Se utilizează un grad de modulajie a curentului de baleiaj pe orizontală cu 13%, spre deosebire de 6% la tubul cinescop delta A66—410X.

8.4.8. Consumul de energie este ceva mai mare decît în cazul tuburilor „delta” cu aceeași diagonală și același unghi de deflexie. Energia necesară pentru deflexia linii este de

5,67 mJ comparativ cu 5,14 mJ la tubul similar „delta” (ambele 110°, 66 cm) (mJ = mili-Joule). Această energie a fost calculată conform formulei:

$$E_H = \frac{1}{8} L_H I_{Hvv}^2$$

unde: L_H = inductivitatea bobinei de deflexie linii.

I_{Hvv} = valoarea vîrf la vîrf a curentului de deflexie linii.

Puterea consumată pe bobina de deflexie cadre este de 2,9 W. Formula de calcul este:

$$P_v = \frac{1}{12} R_v I_{v-vv}^2$$

unde:

R_v = rezistența proprie a bobinei de deflexie cadre.

I_{v-vv} = valoarea de vîrf la vîrf a curentului de deflexie cadre.

8.4.9. Demagnetizarea tubului.

Din cauza măștii cu fante utilizate, incidența fasciculelor poate fi influențată în mod negativ doar de cîmpuri magnetice perturbatoare verticale. Demagnetizarea se realizează cu ajutorul unui cîmp de orientare verticală care este generat cu mai puține amperspire decît la tubul „delta”: 300 A_{sp} față de min. 500 A_{sp} la tubul „delta”.

Bobinele de demagnetizare au o poziție diferită față de cele de la tubul delta. Consumul de cupru este cu 60% mai redus.

8.4.10. Procedee pentru creșterea strălucirii: Tehnica Hi—Bri și tehnica „Heliochrom”.

Tubul cinescop aparținînd sistemului 20AX a fost îmbunătățit, realizîndu-se tipuri de tuburi cu strălucire sporită, fără a înrăutăți ceilalți parametri. Astfel, din 1977 se produce tubul „Heliochrom” de tipul A66—501X și tubul „Hi—Bri” — A66—510X.

Scopul principal care a fost urmărit la realizarea acestui tub a fost o strălucire cu cca. 70% mai mare, fără a pierde din contrast, puritatea culorilor, uniformitatea albului, comportarea termică, definiția, constanța strălucirii pe tot ecranul precum și precizia redării culorilor.

Căile de creștere a strălucirii.

Correspondentul obiectiv al strălucirii, luminanța, este egală cu intensitatea radiației luminoase raportată la suprafață:

$$L = \frac{I}{S} \text{ și se măsoară în } \frac{C_d}{m^2} \text{ (candele pe metru pătrat).}$$

Se pune deci problema găsirii unor posibilități de creștere pentru intensitatea radiației luminoase.

În expresia:

$$I = T_s \cdot a \cdot T_M \cdot I_f$$

T_s — exprimă transparența sticlei.

a — exprimă randamentul transformării energiei fascicolului de electroni în energia radiației luminoase.

T_M — exprimă transparența măștii perforate.

I_f — este curentul de fascicol.

Creșterea transparenței măștii, deci realizarea unei măști cu fante mai mari va avea drept consecință excitarea unor

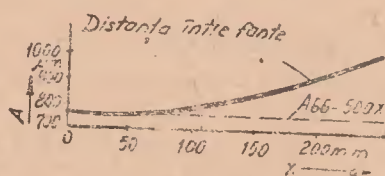
suprafețe mai mari ale luminoforilor. Acest procedeu va avea însă și alte consecințe asupra problemei incidenței fasciculelor.

Distanța pe ecran cu care se poate deplasa spotul de electroni pe luminofor fără a influența calitatea culorilor redate se numește rezervă de incidență. (Vezi fig. 8.24).

La modificările care s-au efectuat asupra măștii s-a avut în vedere faptul că pozițiile de incidență ale fascicolului depind de poziția fantelor în mască. Rezerva de incidență este influențată și de deplasarea fantelor, cauzată de dilatarea termică a măștii.

În figura 8.25. se reprezintă simplificat modul în care au fost mărite fantele măștii și benzile de luminofor, comparativ cu tubul 20AX obișnuit (A66—500X). (Fig. 8.25 la fine).

Măsurile luate sînt neproblematic pentru porțiunile din centrul ecranului, unde unghiul de deflexie este mic și efectele dilatărilor termice sînt neglijabile. Altfel se petrec lucrurile spre partea periferică a ecranului. Acolo rezerva de incidență trebuie să fie suficient de mare pentru a asigura o puritate a culorilor neafectată de dilatarea termică și alte toleranțe. Această cerință se realizează prin mărirea distanței între benzile de luminofor în această zonă. (Vezi fig. 8.27).



Distanța între fantele măștii din tubul Heliochrom în funcție de distanța față de mijlocul tubului

Fig. 8.26

La mijlocul tubului distanța între fante este de 0,76 mm, la fel ca la A66—500X.

În cazul tubului Heliochrom A66—501X această distanță crește spre margine cu 35%.

În tubul cu distanță constantă între fantele măștii se rezolvă problemele necesității creșterii rezervei de incidență mai mari spre margine prin micșorarea lărimii fantelor spre exterior.

Luminanța va scădea spre exterior cu 30% în timp ce rezerva de incidență crește cu 32%.

La tubul Heliochrom A66—501X luminanțitatea este cu 70% mai mare. Dacă s-ar realiza distanțe egale între fante ar apare în zonele critice o reducere a rezervei de incidență cu factorul 0,8. Această reducere poate fi evitată prin introducerea diviziunii progresive a măștii realizându-se fante a căror distanță crește spre margine.

Eficiența luminoforilor.

Eficiența luminoforilor din tubul 20AX tip A66—500X se află deja foarte aproape de maximul teoretic. Factorul „a” a fost majorat cu 10% prin utilizarea unor luminofori îmbunătățiți și aplicarea unei tehnologii avansate de realizare a ecranului. Nu au fost modificate caracteristicile cromatice ale luminoforilor.

Transmisiunea sticlei.

Comparativ cu A66—500X, tubul A66—501X are o transmisiune a sticlei mărită cu 31% (de la 0,52 la 0,68). Din această cauză a fost necesar să se găsească metode de menținere a contrastului la valoarea lui inițială.

Contrastul este raportul între luminanța unei porțiuni excitate și a uneia neexcitate a ecranului. Tubul a fost astfel realizat încît scăderea de contrast cauzată de transparența crescută a sticlei Heliochrom a fost compensată de transparența mărită a măștii și eficiența îmbunătățită a luminoforilor. Reflexia stratului de fosfor a rămas constantă, egală cu cca. 0,8.

În cazul tubului Heliochrom nu se utilizează tensiuni anodice sau curenți de fascicol mai mari decât la tubul 20AX.

În primul caz s-ar depăși radiația X maxim admisibilă, iar în al doilea caz s-ar mări diametrul fascicolului de electroni ceea ce ar însemna o reducere a definiției.

Din cauza rezervelor mari de luminozitate ale acestor tuburi se poate reduce de obicei curentul de fascicol cu 40 % (de exemplu seara, când lumina mediului ambiant este scăzută). Atunci diametrul spotului va fi mai mic și definiția imaginii mai bună.

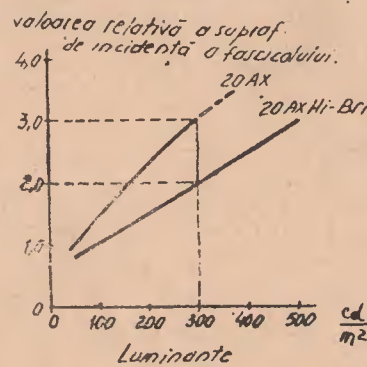


Fig. 8.28 Diametrul suprafeței de incidență a fascicolului de electroni în funcție de luminanță

Din punct de vedere al sistemului de deflexie, al corecțiilor statice și dinamice A66—500X, A66—501X și A66—510 sînt identice.

8.4.11. Problema descărcărilor. Tehnologia „Soft flash”.

Descărcările electrice din tuburile cinescop color sînt fenomene aleatorii. Pentru a reduce efectul acestora asupra bunei funcționări a aparatului, atît proiectanții de tuburi cinescop cît și cei de televizoare au introdus o serie de noutăți tehnice.

Tehnologia utilizată în cazul tuburilor „20AX” este cunoscută sub denumirea de „soft flash”. Procedul se bazează în esență pe introducerea unei rezistențe interne care reduce curentul de descărcare la a zecea parte din valoarea lui normală. Simultan, timpii de cădere ai curentului de descărcare cresc cu cca. un ordin de mărime.

Sursa principală a energiei descărcărilor este sarcina stocată în capacitatea formată de straturile conductoare care se află în interiorul și exteriorul conului de sticlă.

Într-un tub obișnuit rezistența serie între stratul interior și anod (care este în cazul unei descărcări singura rezistență de descărcare) este de cca. 40 ohmi, curentul de descărcare este de 500—1000 A, panta creșterii curentului depășește 10^{10} A/sec. Un asemenea curent poate induce în anumite trasee de circuit imprimat (care sînt cuplate cu calea de descărcare cu o inductivitate mutuală de 100 nH sau mai mult) o tensiune de peste 20 V, suficient de mare să distrugă circuitele integrate.

Într-un tub cu „soft flash” rezistența de descărcare este de 400 ohmi, curentul de descărcare scade la cca. 60 A și timpul de cădere crește de la 0,1 la 2 μ sec.

Se poate afirma că tehnologia „soft flash” asigură dispariția energiei de descărcare în interiorul tubului și nu în exterior, în circuite.

8.5. Sistemul 30AX.

Acest sistem de tub cinescop color și bobină de deflexie aferentă reprezintă o perfecționare a sistemului 20AX.

Tuburile cinescop sînt realizate în variantele cu diagonală 47 cm, 56 cm, 66 cm. Particularitățile principale sînt următoarele:

- asamblare extrem de ușoară;
- nu sînt necesare reglaje de convergență și puritate;
- nu sînt necesare ajustări mecanice;
- nu se utilizează unitate multipol;
- consum redus de energie.

Tubul 30AX păstrează îmbunătățirile aduse tubului 20AX:

- focalizare bună;
- luminozitate mărită (Hi—Bri);
- Soft flash.

Sistemul asigură o calitate foarte bună a imaginii și o serie de avantaje pentru producătorul de televizoare. În acest sens se remarcă faptul că sistemul nu necesită nici un fel de ajustări, chiar și la împerecherea unui tub cinescop cu o bobină de deflexie luată la întâmplare. Această condiție este asigurată prin toleranțe extrem de strânse ale unor parametri specifici și ale poziției relative a tubului și a unității de deflexie după montare.

În acest scop se urmăresc în timpul fabricației:

- minimalizarea toleranțelor mecanice;
 - ajustarea individuală a fiecărui tub și a fiecărei unități de deflexie prin control instantaneu al parame-
- trilor, în timpul procesului de fabricație;
- utilizarea unui nou sistem de referință.

Toleranțele strânse au fost realizate păstrându-se diametrul gîtului tubului ca la tuburile 20AX (36,5 mm), unghiul de incidență relativ mare precum și tehnica fasciculară de bobinaj a unității de deflexie dublu șa.

Fixarea unității de deflexie pe tub se face cu ajutorul a trei locașuri de aretaj care asigură contactul perfect între cele două părți. Acest mod de asamblare a determinat ca sistemul de referință a tubului să nu mai fie ca la 20AX inelul de centraj din conul tubului ci planul care trece prin cele trei puncte de aretaj.

La 30AX nu este necesară operațiunea de centrare a imaginii. După montarea unității de deflexie, centrul de deflexie coincide cu mijlocul ecranului.

Micile corecții de convergență statică și de puritate nu se mai efectuează cu o unitate multipol. În acest scop se utilizează un „inel magnetic intern”, adică un inel din sîrmă subțire care este introdus în gîtul tubului și care este magnetizat pentru a crea un cîmp magnetic similar cu cel al unității multipol de la 20AX.

Unitatea de deflexie este astfel concepută încît influența ei asupra convergenței statice este neglijabilă. Toleranțele parametrilor ei mecanici pot influența convergența dinamică. La 30AX nu se mai utilizează nici un fel de compensare a acestor abateri.

Nesimetria între cele două jumătăți ale bobinei de deflexie se compensează cu un potențiomtru ajustat încă din timpul fabricației bobinei de deflexie.

Corecția de rastu necesară în direcția E—W este de cca. 8%.

S-a îmbunătățit sensibilitatea unității de deflexie. Energia din bobina de deflexie pe orizontală este de 4,7 mJ în timp ce puterea consumată pe bobina de deflexie cadre este de 1,8 W. Consumul de cupru necesar pentru realizarea bobinelor de deflexie este însă mai mare decît la bobinele pentru 20AX.

Claritatea imaginii este îmbunătățită prin eliminarea erorilor de „coma”, adică eventualelor erori de convergență a fasciculului mijlociu (verde) față de fasciculele laterale (roșu, albastru). În acest scop se utilizează mici magneți „formatori de cîmp fixați în unitatea de deflexie. O eventuală defocalizare asimetrică a fasciculelor exterioare este eliminată prin realizarea unor cîmpuri de deflexie perfect egale pentru cele trei fascicule de electroni.

Efectul aberațiilor sferice este diminuat prin reducerea factorului de mărire a „lentilei” de focalizare. În acest scop se utilizează o tensiune de focalizare mai mare (cca. 7 kV) și un tun electronic cu 10 mm mai lung.

O altă noutate este înlocuirea punctului de încrucișare a traiectoriilor fasciculelor de electroni (în zona grilelor 1 și 2) cu două „linii de încrucișare”. Din cauza densității mai mici a electronilor în aceste zone de încrucișare respingerea reciprocă va fi mai redusă, ceea ce va determina în cele din urmă un fascicol mai focalizat cu o suprafață de incidență mai mică pe ecran. (Vezi fig. 8.29 de la înțele buletinului).

Focalizarea realizată în cazul tubului 30AX este „bipotențială”.

Toate aceste îmbunătățiri au putut fi realizate prin rezolvarea unor probleme tehnologice de mare dificultate și punerea la punct a unui proces de producție foarte complex.

8.6. Sistemul „Precision — In—Line” (PIL).

În cazul sistemului „PIL”, elaborat mai întâi de specialiștii din laboratoarele RCA, s-a trecut la modificarea diametrului gâtului tubului cinescop la 29 mm. De asemenea, bobinele de deflexie în șa au fost înlocuite de bobine toroidale.

Primele tuburi cinescop „PIL” au avut diagonala 37—51 cm și unghiul de deflexie 90°. Au fost primele tuburi cinescop autoconvergente. Ulterior s-a trecut și la tuburi de 110°, cu diagonala până la 67 cm.

8.6.1. **Tunul de electroni** este realizat în construcție unitară, compactă. Catozii sînt separați din punct de vedere electric. Precizia necesară la păstrarea distanței între cele trei axe este mai mică decît $+ 0,25\%$.

Din studiile efectuate de proiectanții acestui tub rezultă că un diametru mai mic al gâtului și distanțe mai mici între axele sistemelor de generare a fasciculelor de electroni vor reduce influența toleranțelor inerente ale sistemului asupra autoconvergenței care este de realizat.

În cazurile tuburilor „PIL” aceste distanțe sînt de 4 mm (spre deosebire de 7,5 mm la 20AX).

8.6.2. Ecranul este realizat cu benzi de luminofor.

Lățimea unei benzi este practic egală cu cea de la tubul 20AX și este de cca. 0,270 mm (inclusiv banda care desparte luminoforul respectiv de la cel învecinat).

Masca perforată este prevăzută cu fante de aceeași dimensiune ca cele ale măștii tubului 20AX.

8.6.3. **Bobina de deflexie** este toroidală pe linii și cadre sau în șa pe linii și toroidală pe cadre.

Și în cazul sistemului „PIL”, cîmpuri de deflexie neuniforme compensează erorile de convergență. Bobinele de deflexie orizontală generează un cîmp în formă de „pernă”, bobinele de deflexie pe verticală generează un cîmp în formă de „butoi”.

Se crează o divergență a fasciculelor în planul de deflexie și o convergență a acestora pe mască.

8.6.4. Dispozitive de corecție, dispuse pe gîtul tubului cinescop.

Centrarea imaginii, convergența statică și puritatea culorilor se reglează cu ajutorul unității multipol, fixată de asemenea pe gîtul tubului. Cele două reglaje aferente bobinei cuadripol înglobate în unitatea de deflexie dau posibilitatea compensării micilor abateri ale convergenței dinamice.

Spre deosebire de tubul 20AX, toate aceste ajustări se efectuează încă din fabrica de tuburi.

În acest scop se utilizează utilajul automat denumit „YAM” („Yok adjusting machine” — mașina de ajustat unitatea de deflexie). În final se fixează definitiv (se lipește) bobina de tub și se sigilează toate celelalte reglaje. Din acest moment tubul și unitatea de deflexie formează un ansamblu care numai poate fi separat.

Corecția de pernă necesară este de cca. 8,5% nord-sud și 9% est-vest.

8.6.5. Regimul energetic.

Sistemul prezentat se caracterizează printr-un regim energetic mai economic decît cel cunoscut de la tuburile „delta”.

Gîtul subțire și modul de realizare al bobinei de deflexie toroidale pentru tuburi cinescop PIL atrag după sine pe de o parte un consum de sîrmă de cupru redus pentru realizarea bobinelor de deflexie precum și o energie normală pe

bobina de deflexie linii, aceasta fiind de 5,1 mJ. Puterea consumată pe bobina de deflexie cadre este de cca. 3,3 W (ceva mai mare).

Demagnetizarea este similară cu cea utilizată la tubul 20AX.

În continuare se vor prezenta unele îmbunătățiri aduse sistemului „Precision — In—Line”.

8.6.6. Masca de tipul „SAM” (super arched mask).

Stabilitatea termică a măștii perforate este una din cele mai importante probleme a unui tub cinescop, deoarece influențează direct puritatea culorilor rediate. De asemenea, o mască mai stabilă oferă mai multe posibilități pentru realizarea unui tub cu luminozitate mai mare, ceea ce este astăzi una din cerințele principale.

Masca este de obicei fixată cu ajutorul unui cadru de bimetal care compensează dilatarea termică a măștii în scopul menținerii incidenței corecte a fasciculelor. O altă problemă de stabilitate termică este legată de regimul tranzitoriu de încălzire a măștii la pornire. Temperatura măștii crește mai repede decât cea a cadrului. Masca se va „bomba”, va căpăta o curbura mai mare, se va apropia de ecran și va deplasa incidența fascicolului pe ecran.

Problema expusă se rezolvă în două feluri. În primul rând se iau unele măsuri pentru a coborî temperatura măștii. Se înnește masca pentru a mări căldura cedată prin radiație precum și „spatele” ecranului pentru a-i mări capacitatea de absorbție calorică.

A doua îmbunătățire este utilizarea măștii, „SAM”, (prescurtarea pentru „super arched mask” — mască super-bombată). S-a constatat că regimul termic tranzitoriu de încălzire a măștii afectează mai ales zone ale ecranului care nu se află nici la mijloc, nici la margine, deoarece la mijloc unghiul de deflexie este mic, iar la margine masca este „întinută” de cadru.

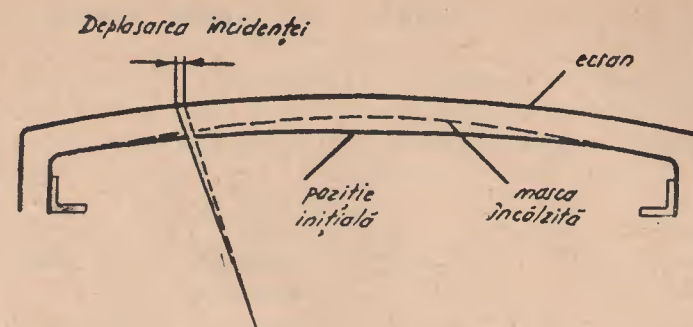


Fig. 8-30 Influența dilatării termice a măștii asupra incidenței fasciculelor.

Minimalizând efectul dilatării termice a măștii în aceste zone critice s-a constatat că este mai avantajos ca masca să fie de la început mai bombată.

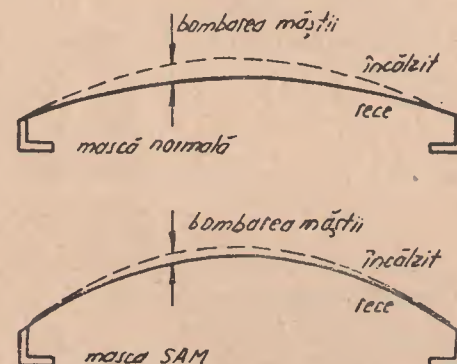


Fig. 8-31 Comparativ între dilatarea termică a unei măști „clasice” și a unei măști „SAM”.

Curbura măștii nu a fost stabilită în mod arbitrar. Ea este în concordanță cu modul de așezare a luminoforilor pe ecran.

8.6.7. Pigmentarea fosforilor (luminoforii cu filtru).

Procedeele de creștere a luminozității tubului PIL ar avea ca efect nefavorabil reducerea contrastului dacă nu s-ar lua alte măsuri speciale. Utilizarea particulelor de „luminofor cu filtru” este un procedeu care contribuie la îmbunătățirea contrastului prin reducerea reflexiilor ecranului în timp ce factorul de reflexie a ecranului la tubul PIL „Clasic” (de referință) A67—610X este 0,67, tuburile îmbunătățite se caracterizează printr-un factor de reflexie de 0,53.

Procedeele constă în acoperirea fiecărei particule de luminofor cu un filtru care lasă să treacă lumina emisă, absoarbe însă lumina incidentă, albă. Procedeele se aplică numai la luminoforii de roșu și albastru, deoarece luminoforul verde este de la început tot verde.

O problemă care apare în cazul acestui procedeu este cea a coordonatelor cromatice ale culorilor primare redată, care trebuie să rămână identice cu cele cunoscute de la tuburile „clasice”. Este necesar ca particulele de bază ale luminoforilor să capete coordonate cromatice ușor modificate („deplasate”), urmînd ca cele corespunzătoare luminoforilor prevăzuți cu filtru, în starea lor finală, să fie cele necesare.

8.6.8. Creșterea strălucirii. Tubul „Sunshine—High—Bright”.

Realizarea tuburilor cinescop color „PIL” cu strălucire mai mare s-a efectuat în două etape.

În prima etapă s-a realizat tubul A67—611X. Transparența sticlei frontale a fost mărită de la 52% la 70%. Contrastul este însă invers proporțional cu acest factor de transmisie. Pentru a nu pierde din contrast se utilizează ecranul realizat cu fosfori pigmentați, descris la p. 8.6.7. Deoarece contrastul este invers proporțional și cu factorul de reflexie al ecranului, luminoforii prevăzuți cu „filtru” vor compensa pierderea de contrast, acesta rămînînd practic constant. Cîștigul în luminozitate este de 30%.

În etapa a doua s-a realizat tubul A67—615X. Au fost păstrate toate modificările efectuate în etapa anterioară. Suplimentar s-a mărit transparența măștii de la 16% la 19,5%. Luminația este cu 70% mai mare decît la A67—610X. Un alt avantaj este acela că prin această metodă a crescut și contrastul.

Tipul tubului	T_m	T_s	Luminofor	Eficiența raportată a luminoforului	Factor de reflexie al ecranului	Luminația raportată	Contrastul raportat
A67-610X (referință)	16%	52%	normal	1	0,67	1	1
A67-611X	16%	70%	fosfori pigmentați	0,97	0,53	1,30	0,91
A67-615X Ecran „Sunshine”	19,5%	70%	fosfori pigmentați	0,97	0,53	1,70	1,19

Tabelul 81 Luminația maximă raportată și contrastul raportat al diferitelor tipuri de tuburi cinescop PIL

Transparența măștii se îmbunătățește prin realizarea unor fante mai late. De asemenea se realizează distanțe mai mari între fantele la marginea măștii, ceea ce determină toleranțe admisibile mai mari pentru dilatarea termică în zona critică. Utilizarea măștii „SAM” descrise la 8.6.6. se dovedește deosebit de avantajoasă.

8.6.9. Tehnica „Soft Arc”.

Și tuburile cinescop „PIL”, utilizate ca și celelalte tipuri de tuburi cinescop moderne în televizoare echipate cu circuite integrate, sensibile la descărcări, au fost îmbunătățite în vederea reducerii efectului descărcărilor tensiunii înalte asupra circuitelor periferice. Principiul este similar cu cel utilizat în cazul tuburilor 20AX. Se utilizează straturi speciale de grafit „Soft Arc” în vederea reducerii vîrfurilor curenților de descărcare.

8.7. Tubul cinescop color PIL—S4.

Această nouă etapă în realizarea tuburilor cinescop „PIL” păstrează pe de o parte toate îmbunătățirile aduse tuburilor „PIL” și introduce, pe de altă parte, unele noutăți care se referă la îmbunătățirea focalizării, la modificarea unității de deflexie și la reducerea consumului de energie.

8.7.1. Tunul de electroni.

Noul tun de electroni „HIPI” (High focus voltage Precision Inline) se caracterizează în esență printr-o grilă de ecran (G_2) mai groasă și o lentilă electrostatică bipotențială de tensiune mare. Aceste noutăți vor asigura o definiție foarte bună a imaginii redată.

Diametrul fascicolului de electroni incident pe ecran va avea dimensiuni care sînt determinate atît de factorul de mărire al lentilei electrostatice, cît și de aberația sferică din tub.

În cazul tubului „PIL—S4” se utilizează o grilă ecran care este de 4 ori mai groasă decît la tubul PIL „clasic”.

În fig. 8.32.b. se constată cum apare un efect de divergență în partea îndreptată spre G_1 și un efect de convergență a fascicolului în partea G_3 . (Fig. 8.32 este la finele BT8).

O altă problemă importantă la realizarea tunului de electroni este distanța între G_2 și G_3 . Această dimensiune este rezultatul optimizării efectuate între intensitatea necesară a cîmpului și dimensiunea cît mai redusă a secțiunii fascicolului.

În consecință va rezulta un fascicol foarte dens care va intra în zona lentilei bipotențiale. Electrocul de focalizare a fost modificat, lungimea lui a devenit 23,5 mm (comparativ cu 14,1 mm la tubul PIL clasic). Tensiunea de focalizare a fost ridicată la 28% din tensiunea anodică, comparativ cu 20% la tubul PIL „clasic”. Rezultatul va fi atît un factor de mărire mai mic cît și o aberație sferică mai redusă. Spotul

rezultat va avea dimensiunea redusă: la un curent de fascicol de 1 mA spotul va avea un diametru de cca. 20% mai mic decît la vechiul tub „PIL”.

8.7.2. Unitatea de deflexie șa—tor.

Noua unitate de deflexie este formată dintr-o pereche de bobine de deflexie tip „șă” pentru deflexia pe orizontală și o pereche de bobine de deflexie toroidale pentru deflexia pe verticală.

Parametrii acestor bobine (inductanța și rezistența proprie) sînt astfel modificate încît circuitele de baleiaj linii și cadre aferente pot fi realizate economic și simplu.

Bobinele șa—tor au cîteodată toleranțe relativ mari. În cazul sistemului PIL—S4 s-a pus la punct un proces de fabricație controlat de calculator, toleranțele fiind păstrate în limite strînse. Distorsiunea de rastu N/S a rămas de cca. 8%.

Sistemul nu necesită corecții dinamice de convergență. Corecțiile de convergență statică și de puritate, precum și centrarea imaginii se efectuează, similar ca la tipurile anterioare cu ajutorul unității multipol. Fixarea unității de deflexie și a unității multipol de gîtul tubului precum și reglajele necesare se efectuează și se definitivează (se fixează) la fabrica de tuburi.

8.7.3. Regimul energetic.

Reproiectarea tubului și în mod special a bobinelor de deflexie a avut consecințe foarte avantajoase și asupra regimului energetic.

Energia înmagazinată în bobinele de deflexie linii a fost redusă la 4,1 mJ, iar puterea consumată pe bobina de deflexie cadre la numai 1,10 W, (ambele foarte economice).

8.8. Tubul cinescop color „Trinitron“.

Acest tip de tub cinescop color reprezintă o noutate deosebită în tehnica cinescoapelor.

În anul 1972 firma japoneză Sony — în laboratoarele căreia a fost conceput acest tub — a prezentat un televizor color portabil echipat cu un tub de 33 cm diagonală și unghi de deflexie de 90°, echipat cu un cinescop Trinitron.

În 1973 a apărut apoi tubul cu diagonală de 45,7 cm, cu unghi de deflexie de 114°. A urmat o perioadă când se credea că nu va fi posibilă realizarea tuburilor trinitron de dimensiuni mai mari. În 1976 a apărut însă trinitronul de 68 cm, iar apoi și o variantă cu diagonală de 81,7 cm. Cel mai mic tub cinescop trinitron are diagonală de 15 cm.

Calitățile esențiale ale tubului cinescop trinitron sînt următoarele:

- definiție și strălucire foarte bună;
- focalizare foarte bună;
- aberații geometrice reduse;
- puritatea culorii și convergentă (prereglate), foarte bune.

8.8.1. Masca și luminoforii.

Din punct de vedere constructiv, atît masca cît și luminoforii acestui tub au structura unor „benzi” continue, verticale.

Masca se numește „aperture grill” deci „grilă de apertură” și este formată dintr-un număr foarte mare de benzi metalice care sînt întinse cu ajutorul unei rame.

În cazul unor tuburi cinescop color trinitron de dimensiuni mici (pînă la cca. 50 cm diagonală) această soluție constructivă este neproblematică. În cazul tuburilor mari pot să apară vibrații parazite ale măștii. Din cauza aceasta se impun precauții pentru o mai bună stabilitate. Fiecare „bandă metalică” a măștii va fi supusă unei tensiuni mecanice care este de 1200 gf ($11,8 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$) pentru tubul cu diagonală de 68

cm. Această tensiune mare se realizează prin comprimarea ramei înainte de sudura măștii de ramă. Dacă se înlătură comprimarea, benzile vor rămîne tensionate. Frecvența de rezonanță mecanică de 165 Hz ar putea provoca vibrații rezonante. Acestea sînt înlăturate cu ajutorul unor sîrme foarte subțiri de wolfram.

Pentru a evita efecte termice nedorite se realizează rama măștii dintr-un aliaj de fier — crom. De asemenea se utilizează la tuburile cu unghi de deflexie de 114° o noutate pentru rezolvarea acestei probleme, și anume „controlul electronic de temperatură”. Cu ajutorul unor bobine care se află pe partea stîngă și pe partea dreaptă a tubului cinescop se creează două cîmpuri magnetice. Intensitatea acestor cîmpuri este comandată de temperatura mediului ambiant cu ajutorul unui circuit special de reglaj care se află sub șasiu. Dacă crește temperatura va crește și intensitatea cîmpului magnetic în partea dreaptă și în partea stîngă a tubului color.

8.8.2. Tunul de electroni.

Tunul de electroni este comun pentru cele trei fascicule. Diametrul electrodului de focalizare este relativ mare ceea ce influențează pozitiv focalizarea și strălucirea.

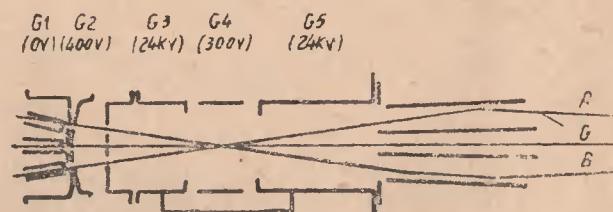


Fig. 8-33

Secțiune prin tunul de electroni al trinitronului cu diagonală de 48 cm, unghi de deflexie 114°

Tubul trinitron are „gîtul subțire” (28,6 mm diametru).

Tunul de electroni este mai lung în cazul tubului cu unghi de deflexie de 90° și mai scurt la 114° . Ecranul se „apropie” de sistemul de deflexie, spotul are un diametru mai mic. Factorul de reducere a diametrului spotului de la tubul de 114° la cel de 90° este de cca. 0,77.

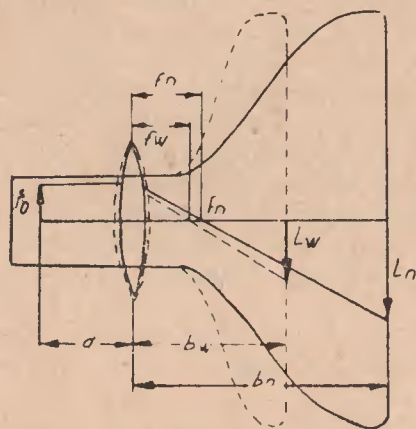


Fig. 8.34

Secțiune printr-un tub cinescop color trinitron de 90° , comparativ corecțiunea prin tubul de 114°

De asemenea, aberațiile sferice ale tubului cinescop trinitron sînt mai reduse în cazul variantei cu unghi de deflexie de 114° .

Respingerea reciprocă a electronilor care fac parte din același fascicol este un fenomen nefavorabil care este mai puțin deranjant la tuburile cu unghi de deflexie de 114° .

Din cauza densității curentului de fascicol foarte bune ($0,45 \frac{\text{mA}}{\text{mm}^2}$ în comparație cu $0,23 \frac{\text{mA}}{\text{mm}^2}$ la tuburi „delta” din

producția europeană), curentul de fascicol poate fi mărit. Strălucirea imaginii va fi foarte bună.

8.8.3. Sistemul de deflexie cuprinde o bobină de deflexie toroidală pentru cîmpul de deflexie pe verticală și o bobină de deflexie în șa pentru cîmpul pe orizontală. Cîmpul orizontal are formă de pernă în timp ce cîmpul vertical are formă de butoi. Astfel se asigură convergența fasciculelor în orice loc de pe ecran.

Corecția de convergență dinamică necesară este redusă și se definitivează încă din fabrica de tuburi.

Forma specială a acestor cîmpuri poate să producă însă deformarea secțiunii fascicolului de electroni prin astigmatism. Pentru compensare se suprapune peste cîmpul electric al electrodului de focalizare un cîmp magnetic tip „cuadripol”.

În sistemul de generare a fasciculelor din tubul trinitron se întîlnesc fasciculele într-un singur punct în interiorul electrodului de focalizare. Procedul focalizării poate fi comparat cu cel cunoscut de la tuburile cu un singur fascicol. Cîmpul cuadripol va acționa chiar în punctul de intersecție a celor trei fascicule. Cîmpul se produce în afara gîtului tubului cinescop. Intensitatea lui este comandată de un curent sincronizat cu frecvența liniilor. Se menționează că și tensiunea de focalizare are o alură specială, periodică (cu frecvența liniilor). Astfel se poate realiza un spot de secțiune circulară pe tot ecranul. Din punct de vedere principal, cîmpul cuadripol ar putea fi și de natură electrostatică. Cîmpul magnetic crează însă și posibilitatea utilizării unei alte îmbunătățiri aduse calității imaginii: modularea vitezei de deflexie a fascicolului.

Acest procedeu îmbunătățește definiția imaginii pe orizontală. Viteza de deflexie a fascicolului pe orizontală este modulată cu semnalul de videofrecvență. Crește strălucirea în zonele de trecere bruscă de la alb la negru și se accentuează contururile imaginii redată. Modularea menționată mai sus se realizează tot în interiorul electrodului de focalizare, în punctul de încrucișare a fasciculelor. Electrodele de foca-

lizare va fi împărțit în 2 părți. Prin aplicarea unor tensiuni adecvate se vor influența simultan toate cele trei fascicule.

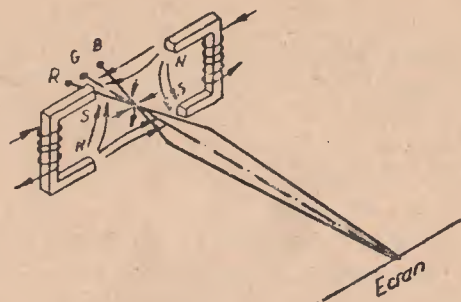


Fig. 8.35

Acțiunea câmpului cuadripol asupra fasciculelor de electroni din tubul trinitron.

Problema regimului termic al grilei de apertură aduce cu sine unele complicații suplimentare, în mod special la tuburile de dimensiuni mai mari.

Un dezavantaj al trinitronului este greutatea mare. Trinitronul de 68 cm are 31 kg, cu cca. 11 kg mai mult decât tuburile cu mască cu fantă; alt dezavantaj este răspîndirea limitată a acestui tub deoarece firma Sony nu livrează nimănui cinescoape Trinitron și nici nu cedează licența de fabricație.

8.9. Tubul cinescop color „Blackstripe”.

Acest tub cinescop a fost pus la punct de firma Toshiba din Japonia.

Aceste tuburi autoconvergente, cu masca cu fantă și luminoforii în benzi verticale se bazează pe un principiu cu-

noscut încă de la tuburile „delta” de tipul „black matrix”: dacă spațiile existente între luminofori sînt ocupate de „zone negre”, reflexiile ecranului vor fi mai reduse, rezerva de contrast va fi mare, ceea ce crează posibilitatea creșterii simultane atât a strălucirii, cît și a contrastului.

8.9.1. Ecranul este realizat cu benzi negre absorbante dispuse vertical, intercalate între benzile verticale de luminofori.

Suprafețele de incidență a fasciculelor de electroni care trec prin fantele măștii sînt pe direcția orizontală mai late decît banda corespunzătoare de fosfor. Din cauza faptului că benzile de fosfor sînt continue, pe o singură bandă se succed suprafețele de incidență conform figurii 8.36 (Vezi figurile color la finele BT8).

8.9.2. Tunul de electroni al tubului „Blackstripe” este de tipul „QPF” (Quadra Potential Focus).

Comparativ cu tunurile „clasice”, tunul „OPF” asigură un diametru mai mic al fascicolului de electroni din cauza unor aberații sferice mai mici. (Vezi fig. 8.37).

8.9.3. „Blackstripe Phase II” reprezintă o etapă mai avansată a tubului prezentat. Realizarea principală este creșterea strălucirii printr-o transparență mai bună a sticlei (cca. 35%), reflexii reduse ale ecranului și eficiența mărită a luminoforilor prin utilizarea fosforilor și pigmentilor.

De asemenea s-a mărit transmisiunea benzilor negre, fără a modifica capacitatea lor de absorbție a luminii incidente din mediul ambiant.

8.9.4. Unitatea de deflexie cuprinde bobine șă/tor (cu șă pe linii, toroidale pe cadre).

Pe gîtul tubului se fixează în afară de unitatea de deflexie dispozitivele cuadripol sau hexapol, destinate corecției

de convergență statică. Corecția purității culorilor se realizează cu un magnet dipol. Toate dispozitivele de pe gîtul tubului sînt fixate și definitiv reglate încă din fabrica de cinescoape.

O idee interesantă utilizată la acest tub este cea a „controlului de cîmp”. Acest dispozitiv se află la ieșirea din tunul electronic și este realizat dintr-un material cu permeabilitate magnetică foarte bună.

Scopul utilizării controlului de cîmp este modificarea fluxului magnetic creat de bobinele de deflexie, compensarea diferenței între sensibilitatea fascicolului de electroni din mijloc și cea a fasciculelor exterioare, asigurîndu-se astfel coincidența mărimii celor trei rastre.

8.9.5. Tuburile cinescop color „Blackstripe” au fost realizate încă de la început în două variante :

— tubul „SSI” (Simplified dynamic convergence, Slotted mask, In—Line Gun), indicîndu-se prescurtat simplitatea (sau chiar lipsa) reglajelor de convergență dinamică, modul de realizare a măștii (cu fante) și tipul tunului de electroni (cu catodii în linie).

— tubul „RIS” („Rectangular Cone, In—Line gun, Slotted mask), caracterizat prin existența unui con și a unei bobine de deflexie de formă rectangulară, a unei măști cu fante și a tunului de electroni cu catodii în linie.

Tubul cinescop color „Blackstripe” de tipul SSI—Mark II 90°.

Tipul de origine al acestor tuburi este cel de 35 cm, cu unghi de deflexie de 90°, cu gît subțire (29 mm), cu 2 reglaje de convergență dinamică. Această tehnică a fost extinsă pentru gama 26 cm — 51 cm.

Generația următoare a acestor tuburi (cu denumirea SSI—Mark II) a început cu eliminarea celor 2 reglaje de convergență dinamică. S-a trecut la un tun de electroni mai mare în scopul unei mai bune focalizări. Bobinele de deflexie sînt realizate în scopul unui compromis optim între convergență și distorsiuni de rastru.

Tubul cinescop „Super SSI—90° este o ultimă etapă în realizarea acestor tuburi. Deosebirea față de tipurile anterioare din familia SSI—Mark II—90° este faptul că nu se mai necesită nici un fel de circuite de corecție a rastrului.

Un astfel de tub cinescop color „SSI” care nu necesită nici un fel de circuite de corecție rastru este și cel realizat cu un unghi de deflexie de 100° și o diagonală de 56 cm sau 67 cm.

Tubul cinescop color „Blackstripe” de tipul RIS—Mark II 110°.

Conul și bobina de deflexie de formă rectangulară realizează o deflexie deosebit de eficientă.

La tuburile cu diagonală de 46 și 51 cm se utilizează gîtul subțire (29,1 mm) în timp ce la tuburile mari (56 cm și 67 cm) se utilizează gîtul gros (36,5 mm). Astfel se asigură o imagine cu focalizarea optimă.

Distorsiunile de rastru sînt de cca. 8% în direcția E/W și de 3% în direcția N/S.

8.9.6. Bilanțul energetic al tubului RIS—Mark II 110°.

Deoarece aprecierile de la celelalte tipuri de tuburi cinescop color s-au făcut pentru exemplarele cu diagonală de 66—67 cm se va lua în considerare un tub RIS—Mark II 110° de tipul 670 ASB22.

Energia din bobinele de deflexie pe orizontală se ridică la 4,9 mJ, în timp ce puterea necesară, consumată pe bobinele de deflexie pe verticală este de 1,21 W.

În cele ce urmează se menționează că un dezavantaj al familiei tuburilor „Blackstripe” este faptul că lățimea „benzilor negre” este extrem de critică. Abateri locale ale acestei lățimi pot influența nefavorabil puritatea culorilor, unul din parametrii deficitari ai acestor tuburi.

8.10. Date tehnice și parametri ai tuburilor cinescop color.

Cu toate că modul și ordinea de prezentare a datelor tehnice diferă de la un producător la altul, se utilizează de obicei următoarea sistematizare:

— Prezentarea sumară a tubului.

Înainte enumerării propriu zise a datelor tehnice se indică tipul tubului de electroni, modul de realizare a măștii, a ecranului cu luminofori și tipul bobinelor de deflexie utilizate. De asemenea se precizează care procedee speciale pentru reducerea efectului descărcărilor, pentru mărirea strălucirii și pentru realizarea convergenței și purității culorilor se utilizează în cazul tubului prezentat.

— Date electrice.

— Date optice.

Aici are o importanță deosebită luminanța tubului. Aceasta depinde în ultima instanță de curentul de fascicol, de tensiunea înaltă cât și de randamentul transformării energiei fascicolului în energie luminoasă.

Luminanța este intensitatea luminoasă raportată la arie, se notează cu L sau B și se măsoară în $\frac{\text{Cd}}{\text{m}^2}$.

În cazul în care se precizează luminanța tubului cinescop se va indica și curentul de fascicol și tensiunea înaltă corespunzătoare.

— Date mecanice.

— protecția la implozie.

— Valori limită.

— Regim tipic de funcționare. Valori pentru proiectare.

— Caracteristici.

— Curbe de variație a parametrilor.

— Indicații referitoare la montarea tubului.

— Indicații referitoare la realizarea unor circuite aferente (de ex. demagnetizarea automată).

Datele tehnice referitoare la unitatea de deflexie, dispozitive pentru reglarea convergenței, a purității culorilor, etc. pot fi incluse în datele tubului respectiv sau pot fi prezentate separat. Se indică parametrii electrici, modul de montare și de ajustare.

Ca o exemplificare a celor descrise mai sus se indică (parțial) datele tehnice ale unor tuburi cinescop color care se află la ultimul nivel al tehnicii mondiale, precum și ale unităților de deflexie aferente.

A66—540X produs de Philips — Valvo (sistem 30AX).

A67—701X produs de RCA—Videocolor (sistem PIL—S4).

670ASB22 produs de Toshiba (sistem RIS Mark II Black-stripe).



PARAMETRII CELOR MAI BUNE CINESCOAPE COLOR MODERNE

DATE TEHNICE	Unitatea de măsură	A66—540X	A67—701X	670ASB22
Sisteme	—	30AX	PIL—S4	RIS MARK II BLACK STRIPE
DATE ELECTRICE	V mA	6,3 720	6,3 700	6,3 730
— modul de focalizare	—	electrostatic bipotențial magnetică	electrostatic bipotențial magnetică	electrostatic quadro-potențial magnetică
— lentila electrostatică	—	inel magnetic	unitate multipol prereglată	unitate multipol prereglată
— deflexia	—	în globat în cinescop	„	„
— convergența	—	„	„	„
— puritatea	—	„	„	„
UNGHI DE DEFLEXIE	grade	110	110	110
● pe diagonală	„	97	97	97
● pe orizontală	„	77	77	77
● pe verticală	„	77	77	77
CAPACITĂȚI ÎNTRE ELECTROZI	pF	min. 1500 pF max. 2000 pF	min. 2000 pF max. 2500 pF	min. 2000 pF max. 2500 pF
● Capacitatea între anod și strățul conducător exterior.				

DATE TEHNICE	Unitatea de măsură	A66—540X	A67—701X	670ASB22
● Capacitatea între anod și banda metalică de protecție și fixare.	pF	300	400	—
● Capacitatea între oricare din grile de comandă și ceilalți electrozi ai tunului corsepunzător.	pF	7	11,4	6
● Capacitatea între electrodul de focalizare și toți ceilalți electrozi	pF	7	4,5	6,5
DATE OPTICE	%	68	71	84,5
— Transparența sticlei frontale				
— Ecranul		benzi verticale	benzi verticale cu absorbție selectivă prin pigmentare.	benzi verticale, cu pigmentare, cu benzi negre intercalate.
● tipul fosforilor				
● Distanța între două benzi egale de fosfor.	mm	0,8	0,82	0,795

DATE TEHNICE	Unitatea de măsură	A66—540X	A67—701X	670ASB22
— Coordonatele colorimetrice pentru :	—			
● albul recomandat : D		x=0,313 y=0,329	x=0,313 y=0,329	x=0,313 y=0,329
● luminozorul roșu	x=0,630 y=0,340		
● luminozorul verde	x=0,315 y=0,600		
● luminozorul albastru	x=0,150 y=0,065		
— Proporția între curenții de fascicol.	41,20%, 32,20%, 26,60%	36%, 37%, 26%	38%, 40%, 22%
IKR: IKG: IKB (pentru producerea albului D, cu x=0,313; y=0,329).				
IKR: IKB (tipic)	1,55	1,38	1,70
IKR: IKB (tipic)	1,30	0,98	0,95
IKB: IKG (tipic)	0,84	0,71	0,56

DATE TEHNICE	Unitatea de măsură	A66—540X	A67—701X	670ASB22
— Luminanța la mijlocul ecranului (imaginea de alb) D (x=0,313, y=0,329) densitate de curent 0,4 μ A/cm ² .	cd m ²	170	—	171,6
DATE MECANICE				
— Lungimea totală	mm	421,6 \pm 6	433,5 \pm 6,4	432,5 \pm 9,5
— Diametrul gîtului.	mm	36,5 \pm 1,6 —0	29,5	36,5
— Dimens. utile ale ecranului (minim)	mm	618	626,3	626,3
● diagonală	mm	518	527,7	527,7
● axa orizontală	mm	390	395,8	395,8
● axa verticală	mm	20	20,5 Kg	23,0
— Masa.	Kg.			
PROTECȚIA LA ÎMPLOZIE	—			
VALORI MAXIME ADMISIBILE				
ȘI MINIM ADMISIBILE :				
— Tensiunea anodică.				
● Tensiunea anodică maximă	kV	27,5	27,5	27,5
		banda de protecție	banda de protecție	banda de protecție

DATE TEHNICE	Unitatea de măsură	A66—540X	A67—701X	670ASB22
● Tensiunea anodică min. Curent de fascicol I_f , total	kV	22,5	20	20
● maxim în regim de funcționare	μA	1000	1000	1000
● maxim în regim funcționare dacă ex. circuit de limitare	μA	1500	—	—
— Tensiunea de focalizare (U_{g3}) max.	kV	8,5	12	6
— Tensiunea pe grila ecran (U_{g2}) max.	V	1000	1500	1000
— Tensiunea pe catod, maximă.	V	400	400	400
● tensiune pozitivă	V	0	0	0
● negativă	V	2	2	2
● negativă de virf	V	300	200	200
— Tensiunea între filament și catod, virf., maximă.	V			
REGIM TIPIC DE FUNCȚIONARE NARE VALORI PENTRU PROIECTARE.				
— Tensiunea anodică	kV	25	25	25
— Tensiunea de focalizare — din tensiunea anodică	%	25...29,8%	26,6%...29,8%	16,8...20,0%

DATE TEHNICE	Unitatea de măsură	A66—540X	A67—701X	670ASB22
— — valoare	kV	6,5...7,45	6,65...7,45	4,2...5
— Tensiunea pe grila ecran (U_{g2}) necesară pentru stingerea spotului.	V		345...680	
● la $U_{catod} = 125$ V	V		420...820	
● la $U_{catod} = 150$ V	V		495...960	
● la $U_{catod} = 175$ V	V			
— Raportul $U_{g2 max.} / U_{g2 min.}$, la $U_{g1t} = -100$ V.	V			1,86
— Raportul între tensiunea maximă și minimă de tăiere, pe grila G_1 U_{g1t}	V	1,25	1,35	
— Curenți reziduali:	μA			
● pe grila G_3	μA	± 5	± 10	± 15
● pe grila G_2	μA	± 5	± 5	± 5
● pe grila G_1	μA	± 5	± 5	± 5
— Descentrarea maximă a rastrului.	mm			
● pe verticală	mm		± 5	$\pm 9,0$
● pe orizontală	mm		± 5	$\pm 6,0$

DATE TEHNICE	Unitatea de măsură	A66—540X	A67—701X	670ASB22
— Forță magnetomotoare de demagnetizare.	Asp.	2x300	2x100	
DATE REF. LA UNITATEA DE DEFLEXIE. (Tipul blocului)		AT1270		670ASB22-TC01
— Bobina de deflexie pe orizontală				
● tipul de bobină	—	în șa	în șa	în șa
● inductivitatea	mH	$1,5 \pm 40\%$	$1,5 \pm 50\%$	$4,7 \pm 50\%$
● rezistență la 25 °C	ohmi	$1,3 \pm 100\%$	$1,33 \pm 70\%$	
● curent de deflexie	Avv	5,0	4,62	2,9
● energia necesară	mJ	4,7	4,1	4,9
— Bobina de deflexie pe verticală.				
● tipul de bobină	—	în șa	toroidal	toroidal
● inductivitatea	mH	$10,0 \pm 100\%$	$26,6 \pm 50\%$ (conex. serie)	$10,0 \pm 100\%$
● rezistență la 25 °C	ohmi	$5,9 \pm 70\%$	$9,6 \pm 70\%$ (conex. serie)	11
● curent de deflexie	Avv	1,95	1,17	1,2
● puterea necesară	W	1,87	1,10	1,21

DATE TEHNICE	Unitatea de măsură	A66—540X	A67—701X	670ASB22
— Distorsiunea rastrului.				
● E/W	0/0		8	8
● N/S	0/0		—1	3

POST SCRIPTUM

Acest buletin tehnic trebuie să fie difuzat tuturor electro-
niștilor din Service și din benzile de fabricație (reglorilor, con-
trollorilor și depanatorilor).

Materialul conținut în BT8 nu este exhaustiv și va fi ur-
mat de o serie de probleme privind TV color în următoarele
buletine tehnice, începând cu BT9.

Recomandăm cititorilor să studieze în ordine următoarele
cărți care au ca subiect televiziunea în culori :

1. ALB-NEGRU ȘI CULOARE ÎN TELEVIZIUNE, de VA-
SILE VĂCARU. Colecția CRISTAL. Editura ALBATROS, apă-
rută în 1975.

2. TELEVIZIUNEA ÎN CULORI. Întrebări și răspunsuri. de
T.A. Reddihugh (traducere din limba engleză). Colecția radio
și televiziune, Nr. 131. Editura TEHNICĂ, apărută în 1977.

3. TEHNICA TELEVIZIUNII ÎN CULORI, de G. RAYMOND
(traducere din limba franceză). Seria „Practica”. Editura teh-
nică, apărută în 1971, carte de o valoare excepțională, scrisă
într-un mod deosebit chiar pentru cadre tehnice fără pregătire
superioară.

E. STATNIC

CUPRINSUL

	pag.
Introducere	3
Cap. 1. NOȚIUNI DE COLORIMETRIE	11
1.2. Caracteristicile luminii	11
1.3. Culorile corpurilor în natură	12
1.4. Parametrii necesari pentru caracterizarea culorilor	12
1.5. Perceperea culorilor de către ochiul uman	13
1.6. Reprezentarea grafică a culorilor. Triunghiul culorilor	16
17.. Concluzii	
Cap. 2 COMPATIBILITATEA ȘI RECOMPATIBILITATEA SISTEMELOR MODERNE DE TV COLOR	23
Cap. 3. SEMNALELE UTILIZATE ÎN TV COLOR	25
3.1. Semnalele primare de culoare	25
3.2. Semnalul de luminanță	25
3.3. Semnalele diferență de culoare	26
Cap. 4. SISTEME MODERNE DE TV COLOR. ISTORICUL ACESTOR SISTEME	31
Cap. 5. SISTEMUL DE TV COLOR NTSC	32
5.1. Caracteristici generale	32
5.2. Formarea semnalelor diferență de culoare pentru modulație	33
5.3. Modulația subpurătoarei de cromaticitate	36
5.4. Semnalul de sincronizare de culoare „burst“	37
5.5. Semnalul complex de TV color NTSC	38

	pag-
5.6. Dispozitivul de codare NTSC	39
5.7. Critici aduse sistemului NTSC; concluzii:	40
Cap. 6. SISTEMUL DE TV COLOR PAL	41
6.1. Generalități	41
6.2. Ideea de bază a sistemului PAL	41
6.3. Modulația subpurtătoarei de cromaticitate	43
6.4. Semnalul de sincronizare de culoare „burst“	46
6.5. Semnalul complex de TV color în PAL	47
6.6. Dispozitivul de codare PAL	48
Cap. 7. SISTEMUL DE TV COLOR SECAM	50
7.1. Generalități	50
7.2. Ideea de bază a sistemului SECAM	50
7.3. Formarea semnalelor diferență de culoare DR și DB	51
7.4. Preaccentuarea de videofrecvență	53
7.5. Stabilirea subpurtătoarelor de cromaticitate	55
7.6. Modularea în frecvență a subpurtătoarelor de cromaticitate	56
7.7. Succesiunea semnalelor modulate FDR și FDB	59
7.8. Corectarea caracteristicii de frecvență	60
7.9. Optimizări în SECAM	63
7.10. Comutarea fazei semnalelor de cromaticitate	66
7.11. Semnale de identificare	67
7.12. Transmiterea subpurtătoarei pe palierul posterior al impulsului de stingere lunii	68
7.13. Semnalul complex de TV color SECAM	71
7.14. Dispozitivul de codare SECAM	71
Cap. 8. TUBUL CINESCOP COLOR	75
8.1. Generalități	75
8.2. Tubul cinescop tricrom cu mască perforată	75
8.2.1. Forma constructivă a cinescopului tricrom cu mască perforată, cu luminofori dispuși în delta	77
8.2.2. Tunurile electronice	77
8.2.3. Masca perforată	79
8.2.4. Teranul cu luminofori	79
8.2.5. Părțile de sticlă	81

	pag-
8.2.6. Deflexia fasciculelor de electroni	81
8.2.7. Convergența fasciculelor de electroni	83
— Convergența statică	84
— Convergența dinamică	85
8.2.8. Puritatea culorilor	87
8.2.9. Centrarea imaginii	89
8.2.10. Distorsiunile rastrului și corectarea acestora	89
— Distorsiunea de pernă	89
— Distorsiunea de trapez	89
8.2.11. Influența cîmpurilor magnetice perturbatoare	90
8.2.12. Comanda tubului cinescop	92
— Stabilirea tensiunii necesare de comandă	93
8.3. Tuburi cinescop autoconvergente cu luminoforii dispuși în linie	97
8.4. Sistemul 20 AX	100
8.4.1. Ecranul cu luminofori	101
8.4.2. Masca perforată	101
8.4.3. Tunurile electronice	101
8.4.4. Componente de deflexia fasciculelor și corecția autoconvergenței	102
8.4.5. Corecții statice	103
8.4.6. Corecții dinamice	103
8.4.7. Corecția de rastu	103
8.4.8. Consumul de energie	103
8.4.9. Demagnetizarea tubului	104
8.4.10. Procedee pentru creșterea strălucirii; tehnica Ili—Bri și tehnica Heliocrom	105
— Căile de creștere a strălucirii	105
— Creșterea transparenței măștii	105
— Eficiența luminoforilor	107
— Transmisiunea sticlei	107
8.4.11. Problema descărcărilor. Tehnologia „soft—flash“	008
8.5. Sistemul de cinescop color 30 AX—Philips	109
— Claritatea imaginii	111
8.6. Cinescoape „Precision—In—Line“ (PIL)	112
8.6.1. Tunul de electroni	112
8.6.2. Ecranul	112
8.6.3. Bobina de deflexie	113

	pag.
8.6.4. Dispozitive de corecție	113
8.6.5. Regimul energetic	113
8.6.6. Masca de tipul SAM	114
8.6.7. Pigmentarea fosforilor (luminoforii cu film)	116
8.6.8. Creșterea strălucirii. Tubul Sunshire—Hi—Bri	116
8.6.9. Tehnica „Soft—Arc”	117
8.7. Tubul cinescop PIL—S4 (RCA—Videocolor)	118
8.7.1. Tunul electronic	118
8.7.2. Pnitatea de deflexie	119
8.7.3. Regimul energetic	119
8.8. Cinescopul color de tip „Trinitron” (SONY)	120
8.8.1. Masca și luminoforii	120
8.8.2. Tunul de electroni	121
8.8.3. Sistemul de deflexie	123
8.9. Tubul cinescop color „Blackstripe”	124
8.9.1. Ecranul	125
8.9.2. Tunul de electroni	125
8.9.3. Blackstripe perfecționat (Phase II)	125
8.9.4. Unitatea de deflexie	125
8.9.5. Tuburi Blackstripe SSI și RIS	126
8.9.6. Bilanțul energetic al tubului RIS—MARK II 110°	127
8.10. Date tehnice și parametri ai tuburilor cinescop color (comparație)	128
— Parametrii celor mai moderne cinescoape color	130
POSTSCRIPTUM	139

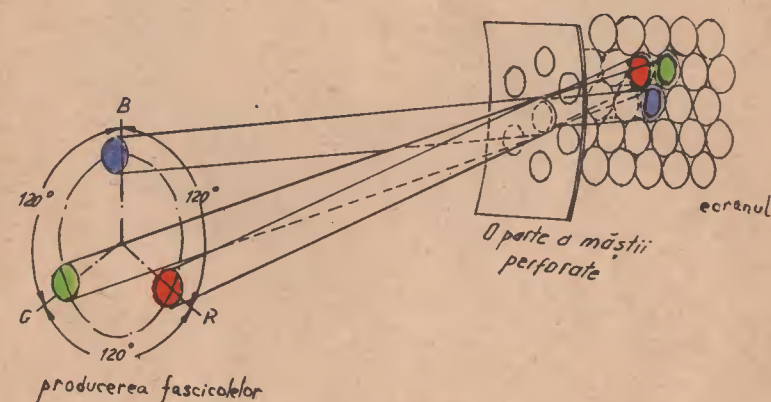


Fig. 8-3
 Reprezentarea principală a celor trei fascicule de
 electroni într-un tub cinescop tricrom „delta”

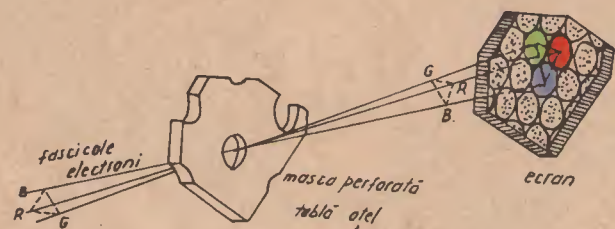


Fig. 8.7

Reprezentarea principală a întreruperii celor trei fascicule de electroni în planul măștii perforate, în cazul reglării corecte a convergenței și parității culorilor.

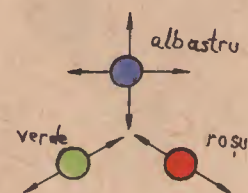


Fig. 8.9. Reprezentarea schematică a deplasării radiale a celor trei fascicule precum și a deplasării laterale a fasciculului de albastru.

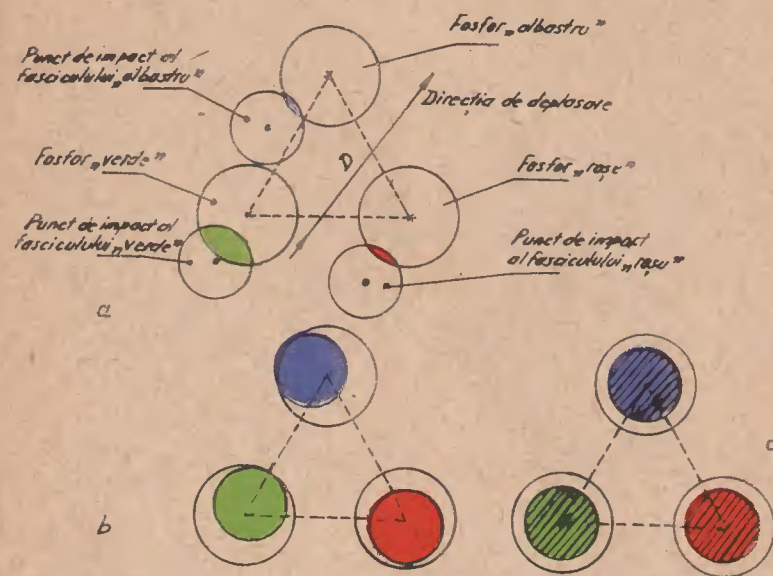


Fig. 8-12

Diferite cazuri în problema purității culorii

- a) inacceptabil
- b) acceptabil
- c) ideal

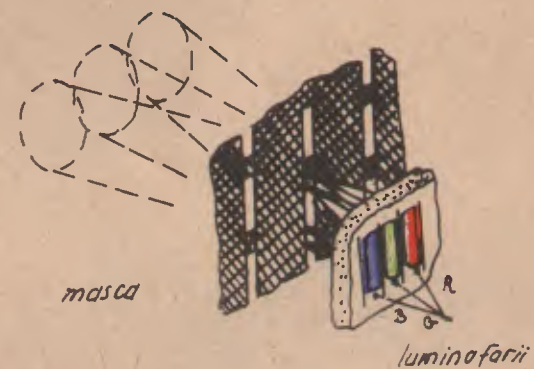
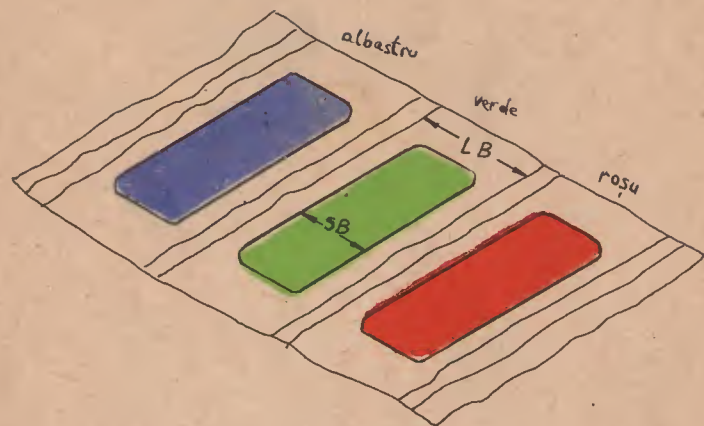


Fig. 8-20 Masca și ecranul tubului cinescop color (detaliu) "In-Line"



LB = lățimea benzi de luminofor
SB = lățimea suprafeței de incidență

$$R = LB - SB$$

Fig. 8-24. Rezerva de incidență

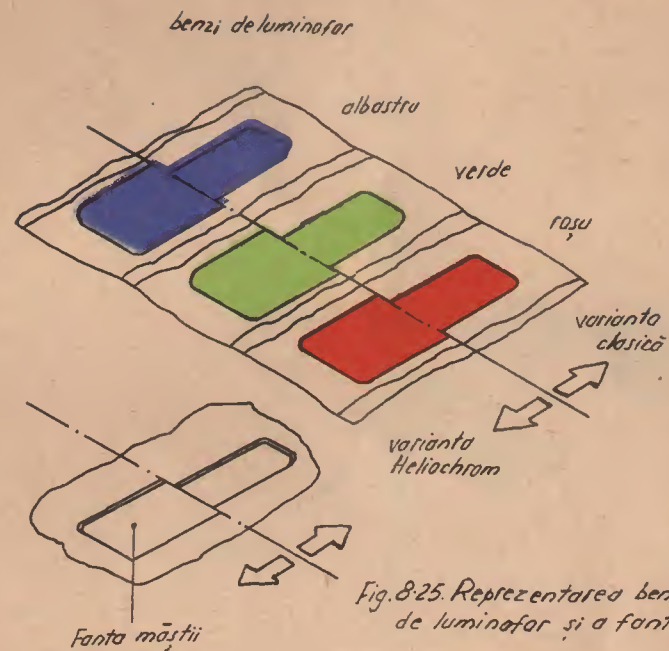


Fig. 8-25. Reprezentarea benzilor de luminofor și a fantelor măștii.

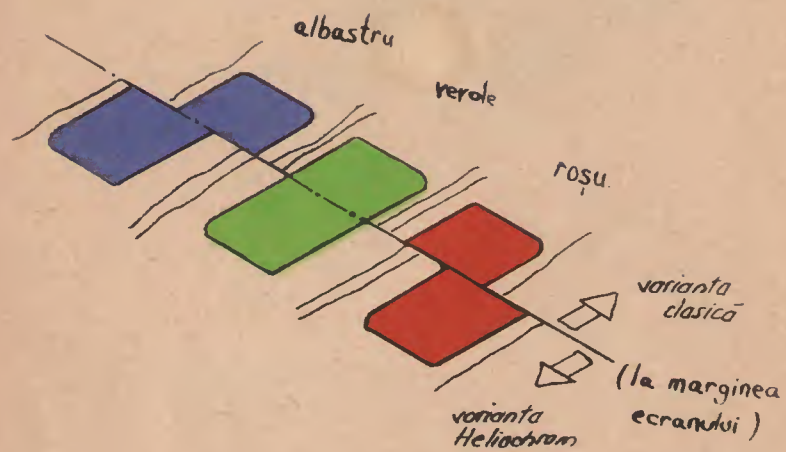


Fig. 8-27 Distanțele între benzile de luminofor

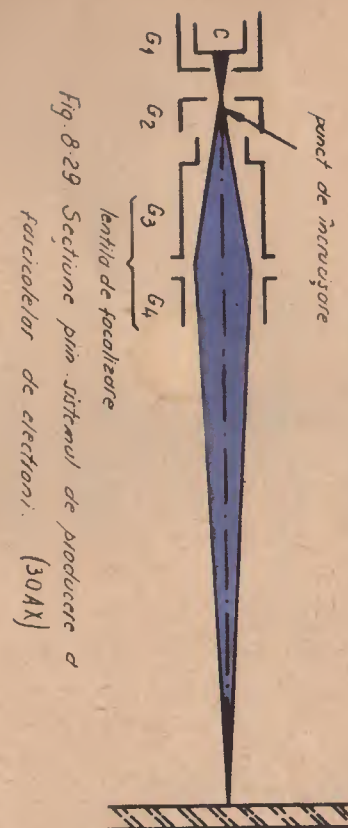


Fig. 8-29 Secțiune prin sistemul de producere a fasciulelor de electroni. (30AX)

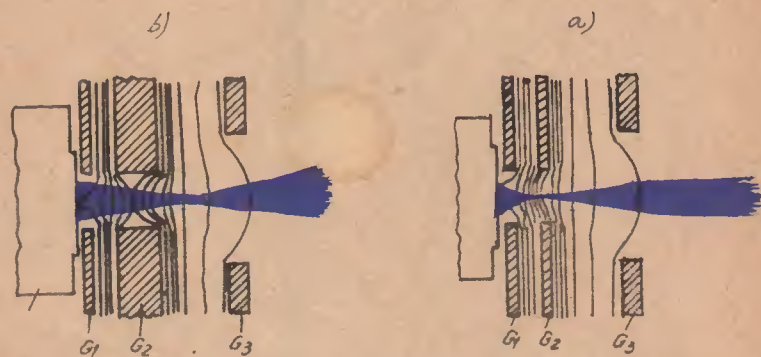


Fig. 8-32 Formarea fasciculului de electroni
 a) în cazul unui tub PIL „clasic”
 b) în cazul unui tub „PIL-S4”

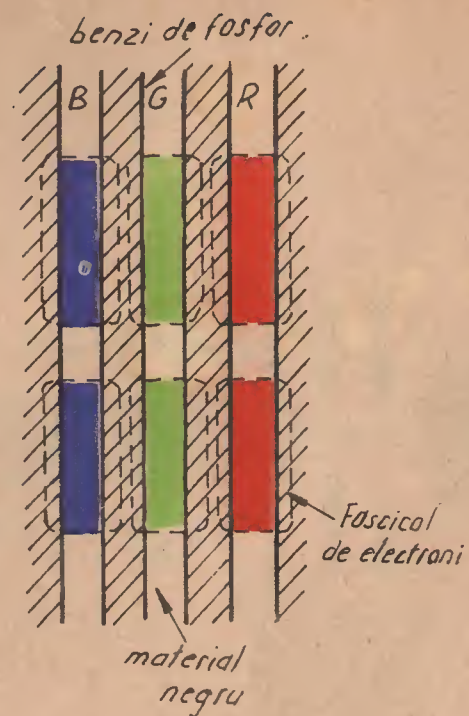


Fig. 8-36 Ecranul tubului Blackstripe și
 incidența fasciculelor.

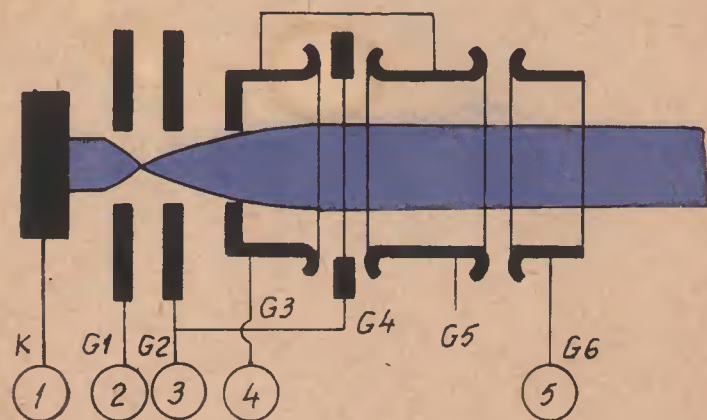


Fig. 8-37 Tunul de electroni tip QPF al
tuburilor „Blockstripe”