



1

CORSO DI TELEVISIONE A COLORI

**NTSC
PAL
SECAM**



COORDINATO DA ALESSANDRO BANFI

**CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI
IN 8 VOLUMI**

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

Coordinato da Alessandro Banfi

CON LA COLLABORAZIONE DI

ANTONIO NICOLICH

NATALE STUCCHI

HENRY SALAN

DONALD S. FLEMING



EDITRICE

MILANO

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

TUTTI I DIRITTI RISERVATI
ALLA EDITRICE IL ROSTRO

©

PRESENTAZIONE

Nel 1950 la nostra Casa Editrice ha lanciato il «1° Corso Nazionale di Televisione» per corrispondenza, che ha contribuito alla formazione di migliaia di tecnici specialisti nella televisione allora poco conosciuta nell'ambiente dei radiotecnici. E tale corso di specializzazione si rivolgeva appunto ai radiotecnici già esperti, desiderosi di allargare la loro attività professionale.

Un'analoga situazione si sta presentando ora, con l'avvento della TV a colori.

Il presente «Corso Integrale di TV a colori» è rivolto a tutti quei tecnici già specializzati nella TV in bianco-nero, desiderosi di inquadrarsi in una nuova attività di progettisti, collaudatori, riparatori di televisori a colori.

La tecnica della TV a colori, pur basandosi fundamentalmente sulla già nota tecnica della TV monocroma, esige però una profonda conoscenza di nuovi vasti settori di fisica e fisiologia, riguardanti l'esatta percezione e l'accoglimento del colore da parte dei nostri organi sensori.

La tecnica del colore partecipa sia dei fenomeni fisici astratti ben determinati, sia dei fenomeni puramente fisiologici derivanti dalle reazioni dell'organismo umano. I primi capitoli di questo corso sono appunto dedicati a questi argomenti importanti e fondamentali per la comprensione della TV a colori e della tecnica colorimetrica.

I successivi capitoli sono dedicati allo studio di un televisore a colori, prendendo come campione l'unico televisore oggi prodotto commercialmente in serie, quello americano della R.C.A.

Poichè tale televisore è basato sul sistema NTSC ufficialmente adottato negli U.S.A. da oltre una dozzina di anni, e d'altronde in Europa sono in concorrenza altri due sistemi di TV a colori, il PAL ed il SECAM, nei capitoli successivi sono ampiamente e dettagliatamente trattati questi due sistemi, ed è anche illustrata la realizzazione dei rispettivi televisori.

È comunque da considerare che il sistema NTSC largamente trattato nei primi capitoli costituisce la base fondamentale degli altri due sistemi concor-

renzi. È da zepersi inoltre presente che più dell'80% della tecnologia di un televisore a colori è praticamente indipendente dal sistema adottato.

Per la vastità di argomenti trattati, e la precisa e dettagliata documentazione tecnica, il presente Corso di TV a colori può ritenersi unico nel suo genere anche in campo internazionale ed è tale da giustificare l'attributo di « integrale » nel suo titolo.

Fuori testo sono allegati vari schemi circuitati quotati di televisori a colori e diverse tavole a colori a complemento degli argomenti trattati.

Milano, Aprile 1966.

BIBLIOGRAFIA

Dati, informazioni e notizie riportati in questo Corso sono stati estratti dalle seguenti opere:

- DONALD G. FINK, *Color Television Standards*, McGraw-Hill Book Co., New York.
DONALD G. FINK, *Television Engineering*, McGraw - Hill Book Co., New York.
JOHN W. WENTWORTH, *Color Television Engineering*, McGraw-Hill Book Co., New York.
CHARLES E. DEAN, *Color Television Receiver Practice*, John F. Rider Publisher Inc., New York.
MILTON S. KIVER, *Color Television Fundamentals*, McGraw-Hill Book Co., New York.
WILLIAM F. BOYCE, *Fundamentals of Color Television*, Howard W. Sams Co. Inc., Indianapolis.
BOUMA P. J., *Physical Aspects of Colour*, Philips Technical Library, Eindhoven.
HAZELTINE STAFF, *Principles of Color Television*, John Wiley Co., New York.
JUDD D. B., *Color Business, Science and Industry*, John Wiley Co, New York.
CARNT P. S. e TOWNSEND G. B., *Colour Television*, Iliffe Books Ltd., London.
MEAGHER J. R., *Color TV Troubleshooting Pict-O-Guide*, Radio Corporation of America.
Practical Color Television, Radio Corporation of America.
Color Television Home Study Course, Radio Corporation of America.

Fascicoli tecnici informativi editi dalle Ditte: Philips - Telefunken - Compagnie Française de Télévision - R.C.A. - Graetz - Körting.

Riviste tecniche periodiche:

- « Wireless World », Iliffe Books, London.
« Electronics Weekly », Heywood Publications Ltd, London.
« Television », Société Editions Radio, Paris.
« Electronics », McGraw-Hill Book Co., New York.

INDICE

Presentazione

Bibliografia

CAPITOLO 1

Aspetti fisici della luce e del colore	1
L'occhio	2
La retina	6
Acuità visiva	9

CAPITOLO 2

L'aspetto fisico della luce	13
Caratteristiche fisiche del colore	15
Unità di misura fotometriche	17
Luminosità ed altre quantità fotometriche	18

CAPITOLO 3

Colorimetria	23
Il colorimetro	25
Diagramma spaziale dei colori	32
La teoria colorimetrica	39
Diagramma di cromaticità	45
Contributo alla luminosità da parte dei primari	51
La bicromia semplice e la bicromia di Land	58

CAPITOLO 4

I precedenti dell'attuale TV a colori	61
Fondamenti tecnici dei sistemi attuali di televisione a colori	62
Costituzione schematica di un sistema TV a colori	64
Correzione di gamma	78
Nuova telecamera a colori a 4 canali	80

CAPITOLO 1

Aspetti fisici della luce e del colore

Il colore è il necessario complemento di un'immagine in bianco-nero riprodotte una scena naturale.

L'immagine in bianco-nero è irrealistica e fittizia: il mondo intorno a noi è un mondo di colori. L'immagine televisiva a colori affatica molto meno la vista di quella in bianco-nero: il colore, oltre ad accrescere i dettagli, aggiunge alle scene riprodotte vita e rilievo.

La visione a colori è visione naturale. Le immagini appaiono ai nostri occhi nei loro pieni colori. D'altronde la percezione dei colori è un fenomeno che interessa unicamente l'occhio ed il relativo sistema nervoso. Accade anche che talune persone siano « cieche » per certi colori e ne percepiscano uno per l'altro (daltonismo): in luogo dei colori esse percepiscono varie tonalità di grigio.

In termini televisivi tali anomalie corrispondono ad una visione fornita da una telecamera in bianco-nero, mentre una telecamera a colori fornirà la visione naturale come viene percepita dall'occhio normale. Per una corretta comprensione della televisione a colori è indispensabile accostarsi alla teoria del colore o *colorimetria*, in relazione alle reazioni fisiologiche dell'occhio.

In particolare gli studi e le ricerche relativamente recenti sulla TV a colori hanno portato a stabilire delle variazioni di *luminosità* o *brillanza* e variazioni di *colore*, quali caratteristiche separate ed indipendenti di un'immagine.

Tale impostazione tecnica della visione di un'immagine offre un duplice vantaggio.

Anzitutto, considerando che unicamente le informazioni indispensabili devono essere trasmesse, si sfruttano in modo particolare certe caratteristiche dell'occhio umano.

Sotto tale profilo, le esigenze dell'occhio non sono le stesse rispetto alle variazioni di *luminosità* e alle variazioni di *colore*: pertanto i procedimenti di trasmissione tengono conto di queste distinte esigenze.

In secondo luogo, si perviene a soddisfare il tanto desiderato requisito della « compatibilità », cioè la possibilità di ricevere in bianco-nero coi normali televisori le trasmissioni di TV a colori.

È ovvio, infatti, che le variazioni di luminosità possono essere riferite ad analoghe ed univoche variazioni di un segnale elettrico.

Di conseguenza, nella televisione in bianco-nero o nelle telefoto, un dispositivo fotoelettrico traduce in un segnale elettrico le variazioni di luminosità rilevate da un'immagine dal processo di scansione.

Il colore, invece, è una caratteristica della luce molto più complessa e tale comunque da non permettere un'analogia semplice e diretta correlazione con il segnale elettrico derivante.

Per comprendere pertanto il procedimento di trasmissione e ricezione dell'informazione cromatica, occorre anzitutto considerare il colore in termini di quantità misurabili, ed in qual modo la sensazione del colore può essere riprodotta, essendo note tali quantità. Saranno comunque sempre queste quantità misurabili ad essere tradotte in segnale elettrico, e non il colore in se stesso.

La scienza della misura e della valutazione dei colori è chiamata *colorimetria* e ci proponiamo di esaminarne gli aspetti essenziali, che ogni tecnico della TV a colori deve assolutamente conoscere.

Ma prima di entrare nei dettagli della colorimetria, sarà opportuna qualche considerazione sulla percezione sensoria del colore.

Noi tecnici siamo solitamente avvezzi a ragionare su basi ed entità precise e ben determinate, ma quando si tratta del colore (rosso, giallo, verde, blu e così via), tutto è subordinato alla reazione fisiologica del nostro occhio, che può essere normale, ma anche anormale o difettoso.

È ben vero che fisicamente ogni colore può essere determinato da una precisa lunghezza d'onda entro lo spettro luminoso, ma ciò non ci esime dal considerare che il traguardo finale del colore rimane sempre la nostra percezione visiva: il colore è uno degli aspetti della luce che penetra nei nostri occhi.

L'occhio

Per comprendere il colore è necessario pertanto conoscere bene l'occhio umano ed il suo comportamento. L'occhio è di per sè un

organo che l'uomo non è sinora riuscito, neppure approssimativamente, ad imitare nelle sue telecamere (anche se come vedremo innanzi è affetto da qualche manchevolezza).

L'occhio cerca e focalizza spontaneamente sulla retina l'immagine dell'oggetto che interessa, adattandosi istintivamente alla sua luminosità entro vasti limiti, trasformandola da immagine ottica in un complesso di reazioni nervose, trasmesse al cervello per mezzo di un vero e proprio cavo multiplo (nervo ottico).

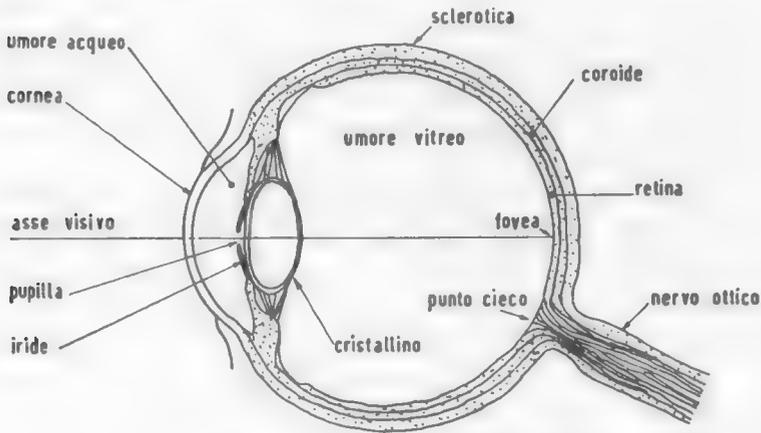


FIG. 1. Sezione dell'occhio umano.

La figura 1 mostra una sezione dell'occhio. La sua forma, pressochè sferica, è determinata dalla sclerotica, sufficientemente rigida ed opaca alla luce, che costituisce la camera oscura di una sorta di apparecchio fotografico al quale può essere paragonato il nostro occhio.

Il globo oculare è interamente riempito da mezzi rifrangenti liquidi e solidi, analogamente all'apparecchio fotografico, che è costituito da un obiettivo di cristallo a contatto dell'aria da entrambe le parti.

I raggi luminosi, penetrando nell'occhio, subiscono una forte rifrazione a causa della notevole differenza fra gli *indici* relativi alla cornea ed all'aria esterna: rifrazione analoga a quella che si verifica sulla prima superficie di un sistema ottico composto. In seguito, tali raggi, nel loro cammino attraverso l'occhio, non sono sottoposti che alle rifrazioni causate dai diversi « indici » dei mezzi incontrati lungo il percorso.

A partire dalla superficie della cornea trasparente (fig. 1) sino alla retina i raggi luminosi attraversano una serie di mezzi più o meno rifrangenti; cornea, umore acqueo, cristallino, umore vitreo. La cornea, l'umore acqueo ed il cristallino costituiscono l'obiettivo composto del nostro occhio.

Si è visto che la cavità interna dell'occhio è riempita da un liquido detto umore vitreo, che ha anche la funzione di mantenere la sua forma sferica, e quindi invariata la distanza della retina dal cristallino.

Sulla parete interna contrapposta al sistema ottico si nota l'entrata del nervo ottico, che si dirama in numerose terminazioni distribuite sulla superficie della retina.

L'involucro che racchiude il globo oculare è costituito da tre membrane sovrapposte. La sclerotica protettiva, la coroide nera ed opaca alla luce, ed infine la retina che riveste una parte della parete interna dell'occhio.

La forma concava, a superficie pressochè sferica della retina, permette una messa a fuoco soddisfacente entro tutta l'estensione del campo visivo, che è considerevole: quasi 180° in senso orizzontale.

La precisa messa a fuoco dell'immagine sulla retina viene ottenuta mediante variazioni della forma (spessore e curvatura) del cristallino, unico elemento deformabile del sistema ottico.

Fra l'umore acqueo ed il cristallino è interposto, a contatto di quest'ultimo, un diaframma circolare opaco, l'iride, avente un foro (pupilla) al centro, che può restringersi o allargarsi (sino ad 8 mm circa di diametro) in relazione alla luminosità dell'oggetto osservato, regolando in tal modo ad un valore ottimo la luce entrante nell'occhio.

L'effetto della pupilla, oltre che sulla quantità di luce che entra nell'occhio, si manifesta altresì sulla nitidezza e qualità dell'immagine visiva, inquantochè, contraendosi la pupilla e riducendo pertanto il diametro del foro, viene interessata otticamente una limitata porzione centrale della lente cristallina, con riduzione dell'aberrazione sferica ed aumento della profondità focale. Con un'immagine più luminosa, la qualità della visione pertanto migliora.

Le variazioni di diametro del foro pupillare dell'iride, come pure la contemporanea deformazione del cristallino per la precisa messa a fuoco dell'immagine sulla retina, sono effettuate da fascetti di muscoli eccitati direttamente dai centri sensori cerebrali.

Il complesso occhio-nervo ottico-cervello, costituisce un perfetto, incomparabile sistema di servomeccanismo ad azione riflessa ultrarapida.

Il sistema ottico cornea-umore acqueo-cristallino - umore vitreo - retina costituisce anch'esso un perfetto obiettivo composto, del tipo a immersione, a progressione continua degli indici di rifrazione dei vari mezzi e minima riflessione fra le loro superfici di separazione, con un rendimento luminoso elevatissimo. È inoltre da rilevare che la variazione del diametro pupillare dal minimo al massimo corrisponde solo in piccola parte alla facoltà di adattamento dell'occhio ad una vastissima estensione di illuminazione. Infatti, mentre la variazione di luce incidente sulla retina per azione della variabilità del diametro pupillare corrisponde ad una estensione di circa 20 a 1, l'occhio è in grado di adattarsi a variazioni di luce dell'ordine di 10 milioni a 1.

Tale facoltà di adattamento è dovuta principalmente a reazioni fisiologiche della retina-cervello, che intervengono altresì nella percezione dei colori.

Nella figura 2 è rappresentato il complesso sistema visivo umano, comprendente oltre al cervello, l'occhio ed il sistema nervoso e muscolare per il suo orientamento asservito alla visione.

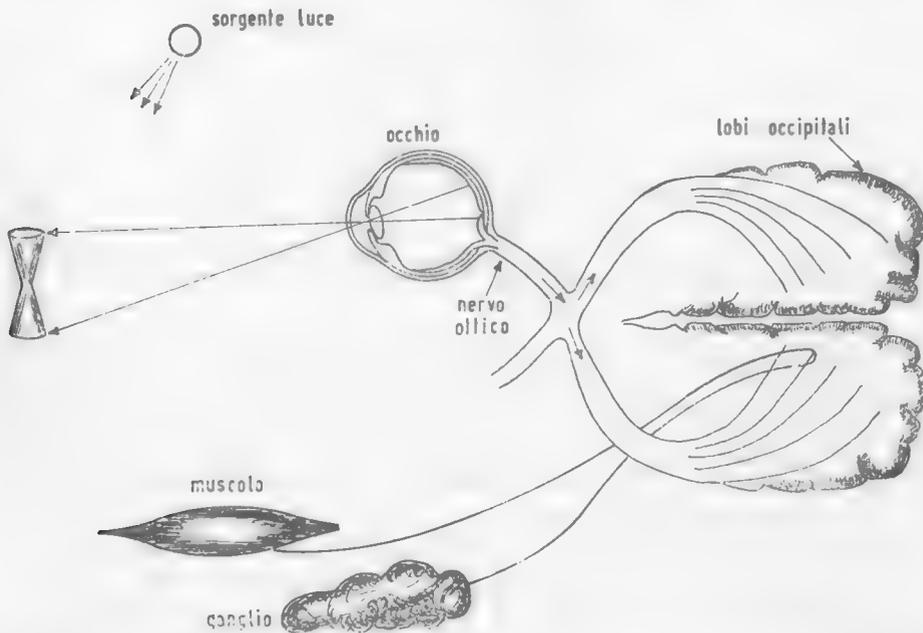


FIG. 2. Rappresentazione schematica del sistema fisiologico della visione umana. Si noti come i collegamenti occhio-cervello sono incrociati. Per chiarezza è stato rappresentato solamente un occhio.

La retina

La conoscenza della struttura della retina, oltre a quella del suo comportamento funzionale, è essenziale per la comprensione del meccanismo della visione umana, in correlazione con la TV a colori.

La retina costituisce l'organo fotosensibile dell'occhio ed è composta da un fitto mosaico di cellule di due tipi: *coni* e *bastoncini*.

Sono in numero di 6 o 7 milioni per ciascun occhio; il loro diametro è piccolissimo, all'incirca 500 millimicron, mentre la loro lunghezza è di circa 5 centesimi di millimetro.

Sembra che i *bastoncini* siano più sensibili a bassi livelli di illuminazione; comunque sono i soli responsabili della visione notturna.

Inoltre i bastoncini, pur essendo sensibilissimi, non contribui-

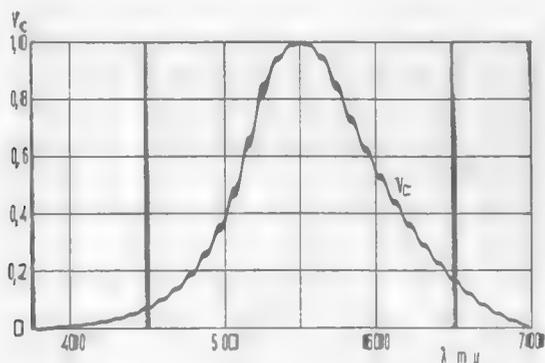


FIG. 3. Curva di sensibilità cromatica del nostro occhio. La massima sensibilità risiede nella regione di colore giallo-verde (circa 550 millimicron).

scono alla visione colorata e sono distribuiti sulla retina in modo tale da non permettere immagini di elevata finezza di dettaglio con deboli illuminazioni.

Per contro i *coni* entrano in funzione solo al disopra di un certo livello di illuminazione, e sono responsabili di tutta la visione ad illuminazione normale (visione colorata). Sebbene chirurghi e fisiologi non abbiano sinora trovato sostanziali differenze fra i *coni*, tuttavia tutte le interpretazioni della visione colorata ammettono l'esistenza di almeno tre tipi distinti di coni dotati di curve di sensibilità cromatica non coincidenti (figg. 3 e 4). La distribuzione dei bastoncini e dei coni sulla superficie della retina non è uniforme. Vi è una totale assenza di ba-

stoncini e coni nel punto di entrata nell'occhio del nervo ottico, comprendente oltre 1 milione di fibrille nervose che vanno a terminare sulla retina. Questo punto è il cosiddetto «punto cieco» o «macchia di Mariotte» e si trova generalmente spostato dall'asse visivo centrale.

Un altro punto caratteristico della retina è una piccolissima area di circa 2 mm di diametro, di colore giallo (*macula lutea*) centrata sull'asse ottico, ed avente al centro una minuscola depressione (circa 0,5 mm di diametro) chiamata *fovea centralis*. Nella *macula lutea* i bastoncini sono totalmente assenti, mentre i coni sono addensatissimi: si è potuto anzi stimare che nella *fovea centralis* i coni possono essere anche più di 30.000.

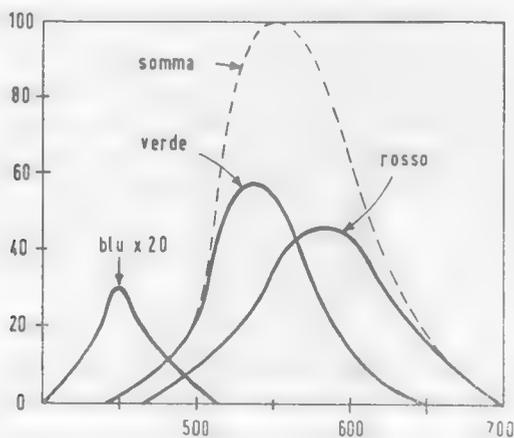


FIG. 4. Ipotetica distribuzione della sensibilità cromatica in vari tipi di coni della retina.

È questa l'unica parte della retina ove è possibile risolvere i massimi dettagli dell'immagine.

I muscoli che muovono il globo oculare agiscono inconsciamente, in modo da portare sulla *fovea* quella parte di immagine che ci interessa particolarmente.

L'assenza di bastoncini nella *fovea* provoca una certa difficoltà nell'osservazione di oggetti scarsamente illuminati.

Nella visione notturna è sovente impossibile discernere un piccolo oggetto fissandolo direttamente: esso diviene però visibile appena si dirige l'occhio da un lato, interessando l'area retinica provvista di bastoncini, maggiormente sensibile.

Anche nelle zone circostanti la *macula lutea* i coni tendono a concentrarsi verso il centro della retina: nella zona periferica sono presenti solamente bastoncini.

Le aree periferiche del campo visivo sono principalmente utili alla sensazione del moto, mentre l'area centrale serve massimamente per la percezione dei dettagli e del colore.

Non si conosce molto sul comportamento del cervello sotto gli impulsi provenienti dagli elementi fotosensibili della retina, mentre si sono potuti accertare vari particolari circa il modo con cui tali elementi sono collegati al cervello stesso. Di fronte ai 6 o 7 milioni di elementi fotosensibili sulla retina, c'è solamente un milione di fibrille nervose contenute nel nervo ottico.

Mentre ogni elemento (coni), nella *fovea* e zone adiacenti, fa capo ad una singola fibrilla nervosa separata, nelle zone periferiche della retina un certo numero di elementi (bastoncini) fa capo ad una stessa fibrilla. Ciò spiegherebbe la minore risoluzione, ma la maggiore sensibilità delle zone retiniche periferiche. Sembra inoltre accertato che specifiche aree della retina facciano capo a specifiche zone del cervello.

La retina non è, come si credeva un tempo, trasparente ed incolore, bensì intensamente colorata in rosso porpora, a causa della presenza in superficie della *porpora retinica*.

Il fatto che questa colorazione si estingua molto rapidamente e con una certa proporzionalità rispetto all'intensità della luce ha fatto sì che la sua esistenza passasse inosservata per lungo tempo. Essa agisce pertanto quasi come la gelatina sensibile di una lastra fotografica. È l'importanza della *porpora retinica* si è andata riconoscendo ed affermando sempre più nel fenomeno generale della vista ed in particolare della sensibilità ai vari colori, per la quale agisce quasi da filtro cromatico compensatore.

Secondo una recente teoria fisiologica, sembra che il meccanismo fondamentale della nostra vista sia legato alla scomposizione per azione della luce di una proteina (rodopsina), presente nelle cellule che sono nel nostro occhio, in retinene (che è poi un derivato della vitamina A) e in un'altra proteina (opsina). All'oscuro il retinene si ricombina con l'opsina riformando rodopsina.

La retina dell'occhio funzionerebbe quindi come una lastra fotografica.

Dal comportamento della *porpora retinica* dipendono i fenomeni della persistenza delle immagini sulla retina e la sensazione del cosiddetto *flücker* o sfarfallio.

Questi due fenomeni tipici della nostra vista sono già ben conosciuti dai tecnici che si occupano di televisione in bianco e nero e non staremo pertanto a ricordarli oltre, mentre è molto importante esaminare qualitativamente e quantitativamente la sensibilità e la reazione ai vari colori del nostro occhio.

Acuità visiva

La facoltà dell'occhio di risolvere i più minuti dettagli di un'immagine è legata a due fattori concomitanti. Un primo fattore è di natura geometrica e corrisponde alla distanza di osservazione alla quale due piccole aree contigue non possono più venire separate visualmente.

L'acuità visiva viene espressa in questo caso dall'angolo sotteso dai centri delle due aree al limite della loro risoluzione.

Ciò coinvolge anche la distanza di due elementi retinici sensibili contigui (coni o bastoncini), dato che il vertice dell'angolo visuale sotteso risiede nel foro pupillare.

Sono stati rilevati sperimentalmente dei valori che vanno da 0,25 minuti d'arco, per individui con ottima vista, a 5 minuti d'arco per individui dalla vista piuttosto mediocre.

Un minuto d'arco può essere considerato come una buona media di acuità visiva.

Ciò corrisponde alla risoluzione di due punti distanti 0,3 mm posti ad una distanza dall'occhio di 1 metro.

Il secondo fattore è di natura fisiologica, in dipendenza dal complesso, reciproco comportamento dei vari organi costituenti l'occhio, ed in modo particolare della retina.

L'esatta valutazione dell'acuità visiva media del nostro occhio, assume un'enorme importanza per la televisione ed in particolare per la televisione a colori.

Occorre infatti adeguare l'entità dell'informazione televisiva all'effettivo potere di accoglimento di essa da parte dell'occhio.

L'acuità visiva sopra citata di circa 1 minuto d'arco, valida per oggetti ben illuminati e contrastanti in bianco-nero, diminuisce molto (circa 1/5) per la risoluzione di piccole aree colorate. È questo il motivo per il quale nella televisione a colori l'informazione cromatica viene trasmessa con una banda video piuttosto ridotta (1,5 MHz per il rosso e 0,5 MHz per il blu).

Un altro importante fattore che interviene nell'acuità visiva (risoluzione) relativa alle immagini a colori risiede nel fatto che il nostro occhio apprezza prevalentemente differenze di brillantezza (luminosità), piuttosto che differenze di colore.

Tale constatazione ha portato alla realizzazione del procedimento cosiddetto «mixed-highs», per opera del Bedford (R.C.A.) e successivamente del Dome (G.E.), che è la base fondamentale comune ai tre sistemi attuali di TV a colori, NTSC, SECAM e PAL: la suddivisione, cioè, dell'informazione TV nei due canali distinti, di luminanza e cromaticità.

Non va comunque confusa l'acuità visiva dell'occhio per vari colori (strettamente collegata con la brillantezza dell'oggetto osservato) con l'incapacità di distinguere l'esatto colore di una piccola area.

Il potere risolutivo dell'occhio permette di distinguere i vari oggetti, le varie aree colorate fino a certe minime dimensioni di queste. Tale potere è limitato dalla dimensione e dalla distanza reciproca delle cellule ricettrici nell'interno dell'occhio.

Il potere risolutivo dell'occhio non diminuisce del medesimo valore per tutti i colori; ma è in relazione al colore delle aree ed oggetti osservati.

Per esempio, osservando oggetti di dimensioni tali che sottendano un angolo di 10'-15' si distinguono solo i colori rosso-arancio ed i blu-verde; per dimensioni inferiori di tali oggetti l'occhio distingue solo i verdi-blu fino a che, per dimensioni ancora inferiori, l'occhio nota solo dei grigi e le relative variazioni di luminosità.

Il potere risolutivo si manifesta anche riguardo alla possibilità di distinguere le minime variazioni di colore, cioè di apprezzare le variazioni di lunghezza d'onda dello stimolo che colpisce l'occhio fino ad un certo minimo « $\Delta\lambda$ ». A parità di sensazione visiva il « $\Delta\lambda$ » risulta minimo per i colori rosso-arancio e blu-verde e massimo per i colori verdi e per i blu.

Un fenomeno legato a questo potere risolutivo si osserva comunemente quando, ad esempio in uno stadio, si guarda la folla che si trova sugli spalti al lato opposto del campo. Le persone sembrano vestite unicamente di grigio con tutte le varie tonalità, si vedono le variazioni di luminosità dei vari vestiti, ma si apprezzano poco i colori. Osservando invece con un binocolo la stessa scena, si ha come risultato l'osservazione di aree più estese e quindi l'occhio apprezza bene anche i colori di queste aree.

I limiti del potere risolutivo dell'occhio hanno influenzato la scelta

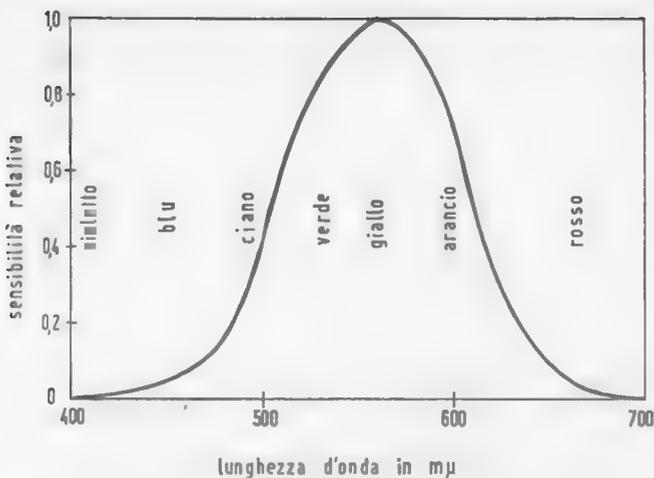


FIG. 5. Sensibilità spettrale della visione umana.

della larghezza di banda dei segnali elettrici della TV bianco-nero e la variazione di tale potere risolutivo riguardo i colori condizionerà la scelta della larghezza di banda dei segnali elettrici inerenti le informazioni dei colori stessi.

Le reazioni dell'occhio alla visione cromatica possono venire spiegate supponendo l'esistenza di tre distinti tipi di coni nella retina. Questa supposizione, per quanto molto plausibile, non è stata però mai confermata da constatazioni pratiche nel senso che non si sono mai potuti isolare i diversi tipi di coni.

Pertanto, pur mancando la conferma dell'esattezza di questa teoria della visione cromatica, si può pensare che i tre tipi di coni posseggano delle curve di sensibilità ricoprentesi in parte (fig. 4), in modo che la loro somma coincida con la curva di sensibilità luminosa dell'occhio entro la gamma spettrale della luce.

L'occhio presenta infatti differenti sensazioni per i vari colori dello spettro solare. La curva di figura 5 rappresenta i valori relativi di sensazione (a parità di energia ricevuta), in funzione della lunghezza d'onda dei vari colori dello spettro.

Il massimo di tale curva corrisponde a $\lambda = 0,55$ micron. L'occhio ha quindi il suo massimo di sensibilità per un colore situato all'incirca tra il verde ed il giallo.

La sensibilità dell'occhio diviene nulla sotto $\lambda = 0,39$ micron (inizio dell'ultravioletto) ed oltre $\lambda = 0,80$ micron (inizio dell'infrarosso).

CAPITOLO 2

L'aspetto fisico della luce

È noto che l'energia elettromagnetica è distribuita entro un vastissimo spettro di frequenze che alle attuali nostre conoscenze ha come limite inferiore un valore di 10^{-11} Hz (cicli cosmici) e come limite superiore 10^{22} Hz (raggi cosmici).

Si è già visto che la porzione di tale spettro, relativa ai fenomeni luminosi percepiti dal nostro occhio, è compresa fra l'infrarosso e l'ultravioletto (all'incirca fra 400 e 700 millimicron di lunghezza d'onda).

Entro questo spettro sono distribuiti i colori cosiddetti prismatici o puri (i 7 colori dell'iride: rosso, arancione, giallo, verde, turchino, indaco e violetto), tali cioè che ognuno di essi sia caratterizzato da una singola determinata frequenza (fig. 6).

Ad esempio il verde è prodotto da energia elettromagnetica alla frequenza di $5,2 \times 10^{14}$ Hz e non contiene nessun'altra energia a frequenza diversa. I colori prismatici sono relativamente pochi, mentre in pratica percepiamo decine di migliaia di colori differenti.

Come può avvenire ciò? La risposta è data dalla stessa costituzione della luce bianca, che non è altro che una miscela di colori.

Ed infatti l'azione di scomposizione di un raggio solare mediante un prisma ottico nella gamma dei colori dell'iride è senz'altro reversibile: è possibile cioè miscelare tali colori ottenendo luce bianca.

È evidente pertanto che si potranno ottenere innumerevoli colori diversi, miscelando opportunamente fra di loro alcuni colori puri: un semplice calcolo di previsione mostra che si possono ottenere oltre 40.000 colori diversi con tali miscele.

A questo punto è necessario prendere in considerazione la differenza che esiste fra la luce diretta proveniente da una sorgente luminosa e la luce riflessa da una superficie.

Quando osserviamo direttamente una sorgente di luce, l'energia luminosa entrante nel nostro occhio provoca la sensazione risultante di tutte le frequenze o colori presenti nella sorgente, esattamente come si verifica nel caso della luce bianca.

Se un vetro rosso viene frapposto fra l'occhio e la sorgente, questa appare rossa perché lascia passare unicamente la luce rossa, respingendo ogni altra luce di diverso colore.

Tale filtro luminoso si comporta esattamente come un filtro di banda in un radiocircuito.

Consideriamo ora il caso di un oggetto di colore rosso, illuminato da luce bianca solare. Se la sua superficie assorbisse la luce rossa, come avveniva per il filtro ottico del caso precedente, nessuna luce rossa verrebbe riflessa verso l'occhio e l'oggetto non apparirebbe affatto rosso. Se ne deduce che il processo fisico che si verifica non è identico a quello del filtro rosso.

La superficie colpita dalla luce bianca assorbe tutte le frequenze spettrali componenti, ad eccezione di quella corrispondente alla luce rossa che viene respinta o riflessa.

L'entità fisica presente nella superficie che provoca questa reiezione di colore è nota sotto la denominazione di *pigmento*.

Tali pigmenti costituiscono la base cromatica della pittura e della stampa.

È possibile infatti impiegando unicamente tre pigmenti di colore ben determinato, e miscelati opportunamente, ottenere praticamente qualsiasi colore dell'intera gamma cromatica.

L'impiego di questi tre pigmenti, noti come *colori primari sottrattivi* o riflettenti, è regolato da particolari norme fisiche della colorimetria.

Opportunamente miscelati in adatte proporzioni possono dare il bianco. I colori primari sottrattivi sono quelli più noti e familiari nella pratica corrente (pittura e stampa), rosso, giallo e blu.

Essi però non interessano la televisione a colori, che si avvale invece dei *colori primari addittivi* nella miscela di sorgenti luminose.

Con i colori primari sottrattivi solamente la luce respinta dalla superficie riflettente entra nell'occhio, mentre coi colori primari addittivi tutte le frequenze presenti nella sorgente luminosa entrano nell'occhio e non si verifica reiezione alcuna.

Si è visto infatti che i colori prismatici derivanti dalla scomposizione della luce solare possono venire ricombinati per dare luce bianca. Ma

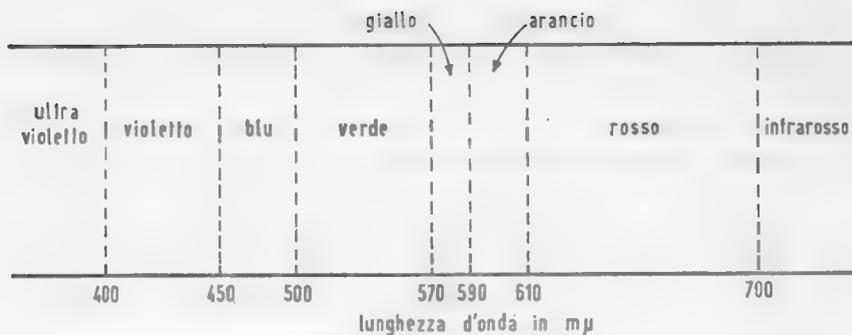


FIG. 6. Spettro cromatico della luce.

si è altresì constatato e confermato in accurate prove sperimentali soggettive che il bianco, come pure qualsiasi altro colore entro lo spettro visibile, si poteva ottenere da una appropriata combinazione di tre colori primari di frequenza ben determinata.

Questi tre colori, esattamente definiti in termini del diagramma di cromaticità del C.I.E. (Commission Internationale de l'Éclairage), che esamineremo più innanzi ⁽¹⁾, hanno con molta approssimazione le seguenti lunghezze d'onda: *rosso* 610 millimicron, *verde* 540 millimicron e *blu* 470 millimicron.

Tali sorgenti luminose, costituiscono i tre colori primari addittivi impiegati nella TV; con essi è possibile riprodurre praticamente qualsiasi colore in natura.

E tale processo cromatico addittivo della TV, consente di ottenere una gamma di colori naturali ancor più ampia del miglior procedimento sottrattivo di stampa.

Caratteristiche fisiche del colore

Un colore possiede tre caratteristiche: *luminosità*, *tinta* (hue) e *saturazione*.

⁽¹⁾ L'organizzazione internazionale per la tecnica dell'illuminazione, creata nel 1924, assume le seguenti denominazioni presso vari Paesi: Francia, Inghilterra, Italia, Olanda: C.I.E. (Commission Internationale de l'Éclairage); Germania: I.B.K. (Internationale Beleuchtungs Kommission); Stati Uniti d'America: I.C.I. (International Commission of Illumination).

Nelle trasmissioni di televisione in bianco-nero viene unicamente utilizzata la *luminosità*. *Tinta* e *saturazione* assieme costituiscono la cromaticità di un colore.

La *tinta* è la sensazione per la quale l'occhio avverte differenze fra luci di diverse lunghezze d'onda (colori).

La *saturazione* è la misura dell'«intensità» del colore, cioè la differenza fra un dato «colore» ed il bianco (colore diluito dal bianco). Rosso e rosa, ad esempio, hanno la stessa predominante lunghezza d'onda e perciò la stessa *tinta*; ma il rosso possiede una maggiore saturazione del rosa.

Con espressione più tecnica si può dire che la *tinta* corrisponde all'aspetto fisico di «frequenza» e la *luminosità* o *brillanza* corrisponde all'aspetto fisico di «ampiezza».

Ma ciò che rende ancor più complessi i problemi del colore è il comportamento dell'occhio riguardo agli stimoli cromatici. Sotto questo profilo, infatti, (e lo si è già visto nel Capitolo I), alcuni colori appaiono più luminosi di altri anche se proiettati con uguale energia. Pertanto, ogni riproduzione cromatica deve tenere nel dovuto conto questa caratteristica dell'occhio.

L'occhio non riesce a distinguere fra una luce di una determinata lunghezza d'onda ed una miscela di luci di diverse lunghezze d'onda.

Pertanto una miscela di luce verde e luce rossa non può essere distinta dal giallo (derivante da tale miscela) nello spettro della luce bianca.

Un'altra importante differenziazione nella teoria dei colori risiede nel fatto, già considerato sopra, che mentre per la luce i tre colori «primari» sono verde, rosso e blu, per i pigmenti i colori «primari» sono giallo, rosso e blu.

Ciò, perchè, come si è visto, la luce forma delle miscele *addittive*, mentre i pigmenti (vernici, inchiostri) formano delle miscele *sostrattive*.

Se due luci di diverso colore vengono proiettate insieme su uno schermo bianco, ne risulta un colore dato dalla loro somma. Ad esempio, luce rossa più luce verde formano il giallo.

Teoricamente, un pigmento dovrebbe riflettere un solo colore ed assorbire tutti gli altri. In pratica i pigmenti commerciali riflettono la luce in una gamma più ampia del colore nominale. Se si mescolano tra loro ad esempio i pigmenti giallo e blu, il colore risultante è verde che è comune ad entrambi. Se tali pigmenti fossero assolutamente puri, la miscela dei due apparirebbe nera.

Unità di misura fotometriche

Prima di entrare nei dettagli della teoria colorimetrica, sarà opportuno richiamare i concetti fondamentali della fotometria.

La sorgente luminosa può essere puntiforme od a superficie finita.

Nel primo caso occorre introdurre il concetto di *intensità di radiazione*, che viene misurata in termini di *Watt per steradian* (unità di angolo solido-*str*).

Trattandosi di una sorgente puntiforme che irradia un flusso lu-

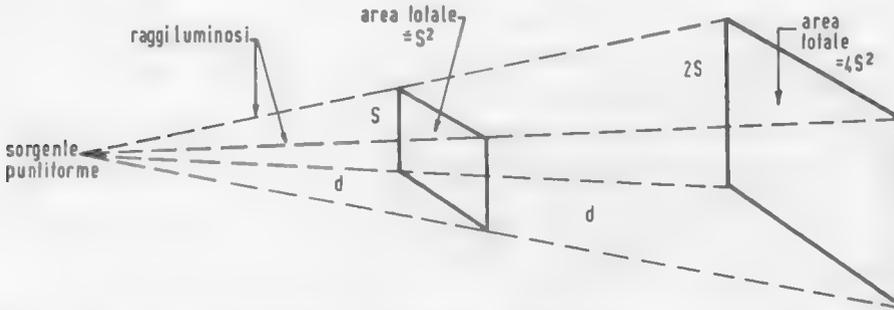


FIG. 7. Nel caso di una sorgente puntiforme l'illuminazione di una superficie varia inversamente al quadrato della distanza.

minoso uniforme in tutte le direzioni, per produrre un'intensità di $1 \text{ Watt per steradian}$, dato che in una sfera vi sono 4π steradian, è necessaria una potenza totale emessa di $4\pi \text{ Watt}$.

Nel caso di una sorgente luminosa o superficie riflettente di area finita, sarà invece conveniente riferirsi alla *densità di flusso* radiante, misurata in Watt per cm^2 (o $\text{Watt per square foot}$ per gli anglosassoni).

L'intensità di una sorgente ad area finita è, in generale, dipendente dalla direzione di osservazione, ed è determinata dal suo diagramma di radiazione.

Gran parte delle sorgenti luminose ad area finita e molte superfici riflettenti hanno diagrammi di radiazione o di riflessione molto vicini alla cosiddetta *radiazione a legge cosinoidale*. Ciò significa che la radiazione in qualsiasi direzione è proporzionale al coseno dell'angolo fra la direzione in questione e la normale alla superficie (legge di Lambert).

Il diagramma di radiazione di tali superfici è una sfera tangente alla superficie; la massima radiazione si verifica in direzione normale alla superficie e vi è radiazione nulla parallelamente ad essa.

Ritornando per un momento al caso teorico della sorgente puntiforme isolata nello spazio, occorre ricordare che l'illuminazione di una data superficie varia inversamente al quadrato della distanza dalla sorgente stessa (fig. 7).

Naturalmente questo caso teorico non si verifica mai in pratica; però nel caso di una sorgente ad area finita, ogni punto della sua superficie può considerarsi come una sorgente puntiforme separata.

In quest'ultimo caso, l'illuminazione decresce con la distanza dalla sorgente, in minore proporzione che non secondo la legge quadratica. Se poi la sorgente luminosa ha un'area infinitamente estesa, l'illuminazione di ogni determinata superficie è indipendente dalla distanza dalla sorgente stessa. Lo stesso si verifica se i raggi luminosi che colpiscono la superficie sono essenzialmente paralleli.

Un'illuminazione a raggi praticamente paralleli può essere ottenuta dal sole o da una piccola sorgente collocata nel punto focale di una lente o di uno specchio parabolico.

Il flusso luminoso, cioè la quantità di luce emessa da una sorgente nell'unità di tempo, viene misurata in *lumen*.

Se si considera una sorgente puntiforme al centro di una sfera suddivisa in 4π angoli solidi unitari o steradian (misurati dal rapporto fra l'area della superficie sferica sottesa ed il quadrato del raggio), il *lumen* è il flusso luminoso compreso entro un angolo solido unitario.

Una superficie luminosa è caratterizzata dalla sua *brillanza* o *luminosità*. Tre coefficienti intervengono a definire la *brillanza*: il genere di superficie, la sua area e la quantità di luce emessa.

Il *foot-lambert* è l'unità di luminosità e viene definito come la luminosità di una superficie perfettamente diffondente che emette un lumen per piede quadrato (*square-foot*).

Una superficie *perfettamente diffondente* è quella che appare di uguale luminosità da qualsiasi angolo venga osservata.

La maggior parte degli schermi TV a visione diretta (tubi catodici) soddisfano a tale requisito; la massima luminosità di uno schermo TV di questo genere varia generalmente da 50 a 80 *foot-lambert*.

Luminosità ed altre quantità fotometriche

Riepilogando, possiamo pertanto ritenere che la *luminosità* di una determinata sorgente di luce è proporzionale alla potenza irradiata per cm^2 di superficie (nella direzione dell'osservatore).

Per paragonare diverse sorgenti luminose viene impiegato il diagramma di luminosità relativa V_c (fig. 3) inteso come V_λ , i cui valori numerici sono riportati nella tabella A nella colonna $\bar{Y} = V_\lambda$.

Al diagramma V_λ (fig. 8) si riferiscono tutte le considerazioni relative alla luminosità e relative unità fotometriche.

La definizione matematica della luminosità B , è la seguente:

$$B = M \Sigma V_\lambda E_\lambda$$

ove la sommatoria deve essere estesa a tutte le lunghezze d'onda del campo visivo interessante la sorgente, mentre V_λ e E_λ rappresentano

TABELLA A. Sistema X-Y-Z-CIE - 1931. Valori di tristimolo a parità di energia.

λ	\bar{X}	$\bar{Y} = V_\lambda$	Z	λ	\bar{X}	$\bar{Y} = V_\lambda$	Z	λ	\bar{X}	$\bar{Y} = V_\lambda$	Z
380	0.0014	0.0000	0.0065	525	0.1096	0.7932	0.0573	675	0.0636	0.0232	
385	0.0022	0.0001	0.0105	530	0.1655	0.8620	0.0422	680	0.0468	0.0170	
390	0.0042	0.0001	0.0201	535	0.2257	0.9149	0.0298	685	0.0329	0.0119	
395	0.0076	0.0002	0.0362	540	0.2904	0.9540	0.0206	690	0.0227	0.0082	
				545	0.3597	0.9803	0.0134	695	0.0158	0.0057	
400	0.0143	0.0004	0.0679	550	0.4334	0.9950	0.0087	700	0.0114	0.0041	
405	0.0232	0.0006	0.1102	555	0.5121	1.0002	0.0057	705	0.0081	0.0029	
410	0.0435	0.0012	0.2074	560	0.5945	0.9950	0.0039	710	0.0058	0.0021	
415	0.0776	0.0022	0.3713	565	0.6784	0.9786	0.0027	715	0.0041	0.0015	
420	0.1344	0.0040	0.6459	570	0.7621	0.9520	0.0021	720	0.0029	0.0010	
425	0.2148	0.0073	1.0391	575	0.8425	0.9154	0.0018	725	0.0020	0.0007	
430	0.2839	0.0116	1.3856	580	0.9163	0.8700	0.0017	730	0.0014	0.0005	
435	0.3285	0.0168	1.6230	585	0.9786	0.8163	0.0014	735	0.0010	0.0004	
440	0.3483	0.0230	1.7471	590	1.0263	0.7570	0.0011	740	0.0007	0.0003	
445	0.3481	0.0298	1.7826	595	1.0567	0.6949	0.0010	745	0.0005	0.0002	
450	0.3362	0.0380	1.7721	600	1.0622	0.6310	0.0008	750	0.0003	0.0001	
455	0.3187	0.0480	1.7441	605	1.0456	0.5668	0.0006	755	0.0002	0.0001	
460	0.2908	0.0600	1.6692	610	1.0026	0.5030	0.0003	760	0.0002	0.0001	
465	0.2511	0.0739	1.5281	615	0.9384	0.4412	0.0002	765	0.0001	0.0000	
470	0.1954	0.0910	1.2876	620	0.8544	0.3810	0.0002	770	0.0001	0.0000	
475	0.1421	0.1126	1.0419	625	0.7514	0.3210	0.0001	775	0.0000	0.0000	0.0000
480	0.0956	0.1390	0.8130	630	0.6424	0.2650	0.0000				
485	0.0580	0.1693	0.6162	635	0.5419	0.2170	0.0000				
490	0.0320	0.2080	0.4652	640	0.4479	0.1750	0.0000				
495	0.0147	0.2586	0.3533	645	0.3608	0.1382	0.0000				
500	0.0049	0.3230	0.2720	650	0.2835	0.1070	0.0000				
505	0.0024	0.4073	0.2123	655	0.2187	0.0816					
510	0.0093	0.5030	0.1582	660	0.1649	0.0610					
515	0.0291	0.6082	0.1117	665	0.1212	0.0446					
520	0.0633	0.7100	0.0782	670	0.0874	0.0320					

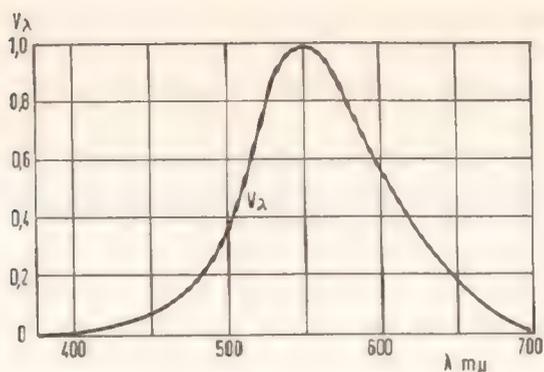


FIG. 8. Diagramma internazionale di luminosità relativa. (Vedi tabella A).

rispettivamente il diagramma internazionale di luminosità relativa (fig. 8) e la potenza.

La costante M (equivalente meccanico della luce) è convenzionalmente fissata in base ad un determinato valore relativo ad una sorgente tipica ben definita.

Se E_λ viene espresso in Watt per cm^2 , il valore di M è circa 660. L'unità fotometrica così corrispondente a B è chiamata *stilb*.

L'intensità luminosa di un oggetto (sorgente luminosa o superficie illuminata) in una data direzione viene ottenuta moltiplicando la luminosità verso quella direzione per l'area vista da tale direzione. L'intensità luminosa è pertanto la misura della quantità di luce irradiata per secondo in una data direzione.

L'unità di intensità luminosa, che è tuttora indicata col vecchio termine di « candela », viene definita come l'intensità di $1\ cm^2$ di superficie che possiede la luminosità di 1 stilb, ciò che equivale a dire che la superficie irradia 1 candela per cm^2 . Pertanto si può dire che:

$$1\ stilb = 1\ candela/cm^2.$$

L'illuminamento di una superficie è la quantità di luce che la superficie riceve per m^2 in 1 secondo.

L'unità d'illuminamento è il *lux*, che è l'illuminazione che riceverebbe una piccola superficie da una sorgente luminosa distante 1 metro e avente un'intensità luminosa, nella direzione della superficie stessa, di 1 candela.

Il flusso luminoso è la totale quantità di luce irradiata da una sorgente luminosa, ovvero ricevuta da una superficie per secondo.



Spettro luminoso



Filtro rosso



Filtro verde



Filtro blu

TAVOLA A - Lo spettro luminoso ed i filtri dei tre colori primari delle telecamere.

L'unità corrispondente è il *lumen*, che è il flusso luminoso ricevuto da una superficie per m^2 , sotto un illuminamento di 1 lux.

Ne consegue che:

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen}/m^2.$$

Prendiamo ora una sorgente di luce avente un'intensità luminosa di 1 candela in tutte le direzioni. Tale sorgente posta al centro di una sfera immaginaria di 1 metro di raggio, la colpisce con un illuminamento di 1 lux.

Ma la superficie della sfera è 4π metri quadrati: perciò la sfera riceve un flusso luminoso di 4π lumen.

Per una sorgente luminosa che irradia una uguale quantità di luce in tutte le direzioni, il flusso luminoso (in lumen) è dato dal prodotto dell'intensità (in candele) per il fattore 4π . Se l'irradiazione non è uguale in tutte le direzioni, il flusso totale è allora dato da 4π volte l'intensità luminosa media.

Riassumendo le definizioni di unità fotometriche, avremo pertanto:

Flusso: Lumen.

Quantità di luce: Lumen/secondo.

Intensità luminosa: Candela internazionale: Lumen/str.

Illuminamento: Lux: Lumen/ m^2 : 0,0929 Foot-Candle.

Luminosità: Nit: Lumen- m^2 /str: Candle/ m^2 : π Apostilb: 0,0929 Candle/Sq. Ft.: π . 0,0929 Foot-Lambert.

Corrispondenza fra i valori delle unità di luminosità.

Unità	Nit	Apostilb	Candle Square-Foot	Foot Lambert
Nit	1	π	0,0929	0,2919
Apostilb	0,3183	1	0,02957	0,0929
Candle Sq-Ft	10,764	33,82	1	3,142
Foot Lambert	3,426	10,764	0,3183	1

CAPITOLO 3

Colorimetria

Si sa che ogni pittore riproduce sulla tela una vasta gamma di tinte pur avendo a disposizione non certo un numero di tubetti di colore identico al numero di tinte che appaiono sulla tela. Questo può essere fatto dall'artista perchè lo studio, la pratica ed il senso artistico l'hanno portato a conoscere le caratteristiche principali inerenti i miscugli, le combinazioni dei colori fondamentali. L'esempio dello studio delle caratteristiche e delle possibilità di comparazione di colori tanto necessario all'artista diventa indispensabile su un altro piano per la comprensione di tutti i problemi inerenti la produzione, la ripresa, la trasmissione e la riformazione sul televisore dell'immagine a colori.

Ricordiamo che le più importanti caratteristiche del colore sono: la *tinta*, la *luminosità* o *brillanza*, e la *saturazione*.

La *tinta* è quella caratteristica fisiologica per cui si distingue il Rosso dal Verde, dal Giallo, ecc. In termini fisici e ritornando alla figura 6 si nota che la tinta è la caratteristica del colore che viene determinata dalla lunghezza di onda dell'energia luminosa.

La *luminosità* è fisiologicamente l'ammontare dello stimolo che riceve l'occhio e che fa porre il colore in una gamma che va dal Bianco al Nero attraverso tutta una sequenza di luminosità intermedie. Fisicamente questa caratteristica è determinata dalla quantità di energia luminosa irradiata e, a parità di questa, dalla frequenza di questa energia (in considerazione delle varie sensibilità dell'occhio alle varie lunghezze di onda) fig. 8.

La *saturazione* è considerata fisiologicamente come la purezza del colore, cioè la maggiore o minore quantità di bianco presente nel colore in esame.

Uno stesso colore, per questa caratteristica, può apparire più o

meno intenso, o più o meno pallido. Fisicamente ciò dipende dalla larghezza di banda della radiazione considerata; la figura 9 mostra appunto le variazioni di saturazione di un Giallo.

Queste tre caratteristiche le ritroveremo poi nelle descrizioni dei sistemi di TV a colori perchè si presenteranno come tre informazioni elettriche da inserire nel segnale video.

Per la identificazione pratica dei colori esistono dei « cataloghi » e delle « raccolte » di campioni cromatici quali riferimenti visivi corrispondenti a determinate sigle cifrate.

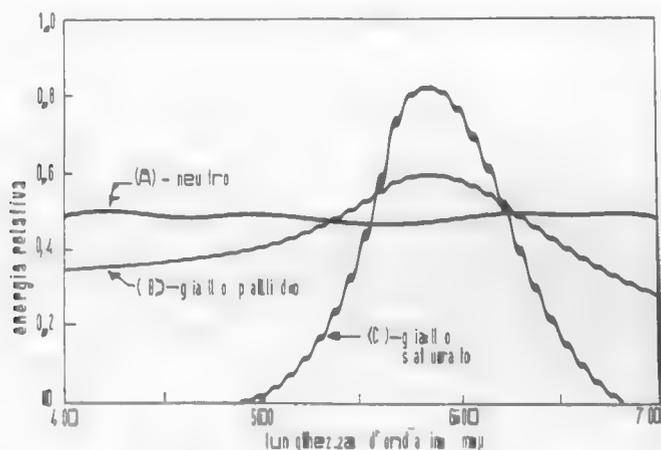


FIG. 9. Variazioni di saturazione del colore giallo.

Sotto questo aspetto è molto noto ed usato il sistema di identificazione cromatica di Munsell (fig. 10). In esso le tinte sono ripartite in 10 settori di un cerchio, una accanto all'altra, nella stessa progressione dello spettro solare in modo che i settori opposti siano complementari.

Ciascun settore è suddiviso in 10 parti uguali. La saturazione o *croma* è data dalla distanza dal centro. Per introdurre il fattore *luminanza*, il cerchio si è trasformato nel cilindro di Munsell, il cui asse è stato suddiviso in 10 parti uguali, dal « nero » al « bianco » (100% riflettente.) (Fig. 11). Con questo sistema ogni colore è identificato con una notazione tipica: ad es. 7GY 5/8 si riferisce ad un colore di luminanza 5, di tinta verde-giallo (GY) nella 7ª parte del settore corrispondente e la cui saturazione corrisponde a 8 divisioni dal centro in fuori.

Vi sono dei cataloghi Munsell di colori standard con sigle di identificazione del tipo ora citato; tali cataloghi, detti anche *colori Munsell*, sono riprodotti sia con superfici lucide che opache onde aderire alle più svariate esigenze cromatiche della pratica corrente. Un altro campionario tipico di colori, molto noto ed impiegato in pratica, è quello *Wratten*, particolarmente usato sotto forma di filtri cromatici.

Il colorimetro

Esaminiamo ora la possibilità di conoscere la composizione di tutti i colori presenti in natura in rapporto ai tre colori primari *Rosso-Verde-Blu* considerati analizzando le caratteristiche dell'occhio, per arrivare alla riproduzione di tutti i colori con il « miscuglio » degli stessi primari.

Lo strumento usato a questo scopo è il *colorimetro* (vedi fig. 12a). È composto da uno schermo opportunamente sagomato; un lato di tale schermo viene illuminato dalla luce che deve essere analizzata e l'altro lato viene illuminato contemporaneamente da tre sorgenti di luce rispettivamente di tinta *Rossa-Verde-Blu* (primari). L'intensità luminosa di ognuna di queste tre sorgenti è regolata con appositi attenuatori. Si agisce su questi fino ad arrivare a produrre sulla metà dello schermo illuminato dai primari un colore identico (a giudizio dell'osservatore) a quello incognito proiettato sull'altra metà dello schermo. A questo punto si può scrivere l'uguaglianza matematica:

$$C_1 = mR + nV + pB$$

dove:

C_1 = luce incognita;

R, V, B = unità dei primari;

m, n, p = quantità di unità dei primari.

Prima di proseguire in questa ricerca è bene chiarire cosa si intende con la parola *unità* usata nella spiegazione della formula. Tali *unità* si possono esprimere e misurare in diversi modi, per esempio:

A) Si possono usare delle unità di misura fisiche, ad esempio i Watt/superficie unitaria e stabilire la quantità di queste unità di misura necessaria per riprodurre sullo schermo del colorimetro una luce identica in tinta, luminosità e saturazione, alla luce incognita da esaminare. Per uguagliare 1 Watt di radiazione luminosa per ogni lunghezza d'onda dello spettro occorre un certo numero di Watt per ogni primario in funzione della lunghezza d'onda di tale radiazione (fig. 13).

Come si vede i rapporti di potenza tra le varie sorgenti luminose possono stare in rapporto da 1 a 100.

B) I Watt, valori fisici, possono essere « pesati » secondo la luminosità dei singoli primari, cioè secondo la sensibilità dell'occhio ed ottenere quindi delle unità fisiologiche; le curve di figura 14 *lumens per Watt*⁽¹⁾ indicano appunto i valori di figura 13 « pesati ». Anche in questi casi i valori delle unità dei primari sono molto dissimili.

C) Per evitare le complicazioni dovute ai forti divari dei valori fisici ($W \times W$) e fisiologici ($Watt \times Lumen$) dei singoli primari, divari che porterebbero alla costruzione di diagrammi non certo unidimensionali, è stato deciso internazionalmente di accettare come unità di misura le *unità dei primari*. Con questo si intende la « quantità »⁽²⁾ dei singoli primari necessaria per uguagliare sullo schermo del colorimetro il Bianco C stabilito dalla C.I.E. con una luminosità di 1 foot-lambert (fig. 15).

Le sorgenti naturali di luce non sono monocromatiche, ma comprendono spettri continui di molte frequenze di radiazioni luminose. Quando lo spettro abbraccia tutto il campo visibile, la luce appare bianca. Teoricamente la luce bianca può definirsi quella corrispondente ad una distribuzione costante di energia entro tutto lo spettro luminoso: è questo il « bianco di uguale energia », che viene sovente adottato come campione teorico di riferimento in colorimetria.

In sede pratica, sono stati normalizzati dei campioni con la denominazione di « bianco » o « illuminante » A, B, C, il cui spettro luminoso è riprodotto nella fig. 16.

Il « bianco A » è generato da una lampada al tungsteno a 2854

(1) Una sorgente di luce avente una distribuzione spettrale identica alla curva di sensibilità dell'occhio, per emettere un Lumen deve irradiare 0,00147 Watt. Da questo si ha:

$$1 \text{ Watt} = 680 \text{ Lumen}$$

(2) La parola « quantità » in questo caso non ha un significato paragonabile a un tremine di misura; ma vuole solo significare l'esistenza di una certa energia dei singoli primari. È importante che quelle certe quantità dei singoli primari (m, r, p , che poi per altri scopi potranno essere misurate in Watt o in Lumen) vengano assunti come valore unitario perchè il loro miscuglio produce il Bianco C con luminosità già descritta. La necessità di avere un Bianco standard è evidente perchè ogni osservatore ed ogni bianco osservato sono estremamente influenzati dalla luce ambiente, dai paragoni, e dai contrasti.

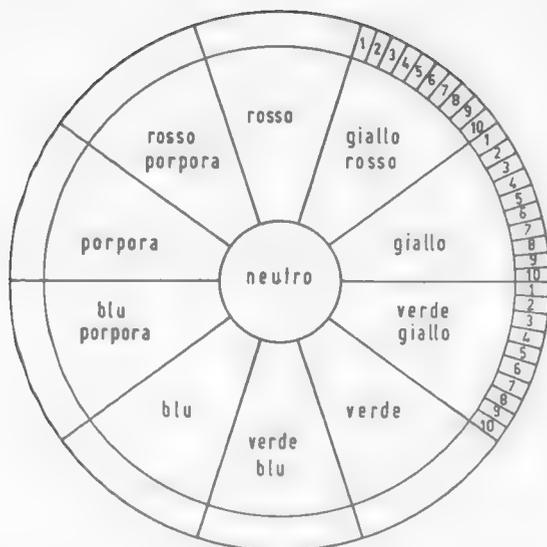


Fig. 10. Sistema di identificazione cromatica di Munsell. Cerchio di Munsell.

gradi Kelvin. Gli altri due « bianchi » sono derivati dal bianco *A* attraverso filtri con particolari caratteristiche di assorbimento.

Il bianco *B* si approssima alla luce solare a mezzogiorno e corrisponde all'incirca al colore del cosiddetto « corpo nero » portato alla temperatura di 4800 K°.

Il bianco *C* (simile al colore bianco-azzurro di molti schermi di cinescopi in bianco-nero) si avvicina alla luce del giorno (luce solare più luce riflessa dal cielo).

Il bianco *C* è stato adottato come bianco di riferimento per la televisione a colori.

Il suddetto « bianco di uguale energia » risulta compreso fra il « bianco *B* » ed il « bianco *C* ».

Si tenga comunque presente che la definizione del bianco non dipende dalla intensità di radiazione, ma dipende unicamente dalla distribuzione dell'energia spettrale.

Con tale criterio quindi, una stessa superficie bianca può apparire luminosissima od appena visibile, in completa indipendenza dalla sua luminosità.

La colorimetria è la tecnica che si occupa della definizione e della misura dei colori in termini numerici. In altre parole, mediante la

tecnica colorimetrica è possibile definire col solo impiego di numeri, l'equivalente di un dato colore.

La tecnica colorimetrica è fondata sulle premesse già illustrate sia per quanto riguarda le caratteristiche fisiche del colore, sia per quanto riguarda la riproduzione dei colori dello spettro mediante i tre colori primari.

Per la riproduzione dei colori secondo il principio della *trivromia*, la C.I.E. ha precisato i valori dei tre colori primari, denominandoli *R*, *V* e *B*:

per il rosso (*R*) = 610 m μ ;
 per il verde (*V*) = 510 m μ ;
 per il blu (*B*) = 470 m μ .

Le proporzioni secondo le quali si devono mescolare i tre colori *R*, *V*, e *B*, per riprodurre un colore *C*, risultano dall'espressione:

$$C \equiv r(R) + v(V) + b(B) \quad (1)$$

astrazione fatta dalla luminanza del colore. Ciò significa che il colore risultante *C* è cromaticamente uguale a *r* volte l'unità di *R*, più *v* volte l'unità di *V*, più *b* volte l'unità di *B*. In questa espressione, i coefficienti *r*, *v* e *b* sono chiamati coordinate tricromatiche del colore *C*.

Scrivendo l'espressione ora accennata, ci siamo riferiti unicamente alla tinta del colore *C*. È noto però che per definire un colore, è indispensabile precisare anche la sua brillantezza o luminanza.

Mescolare dei colori non significa praticamente nulla, se non si precisa la luminanza dei componenti interessati nella miscela.

È per questo motivo che la C.I.E., allo scopo di fissare un valore di luminanza a ciascuna delle unità di colore *R*, *V*, e *B*, ha stabilito la seguente norma: la miscela delle tre unità deve essere cromaticamente equivalente ad un bianco di uguale energia luminosa entro tutta la gamma dello spettro visibile.

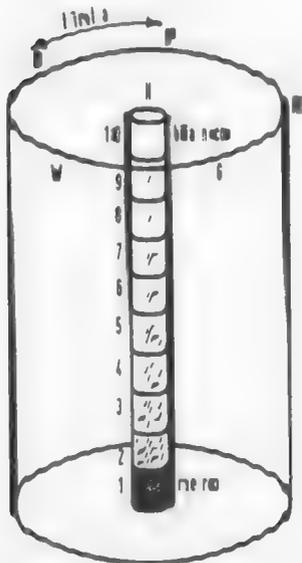
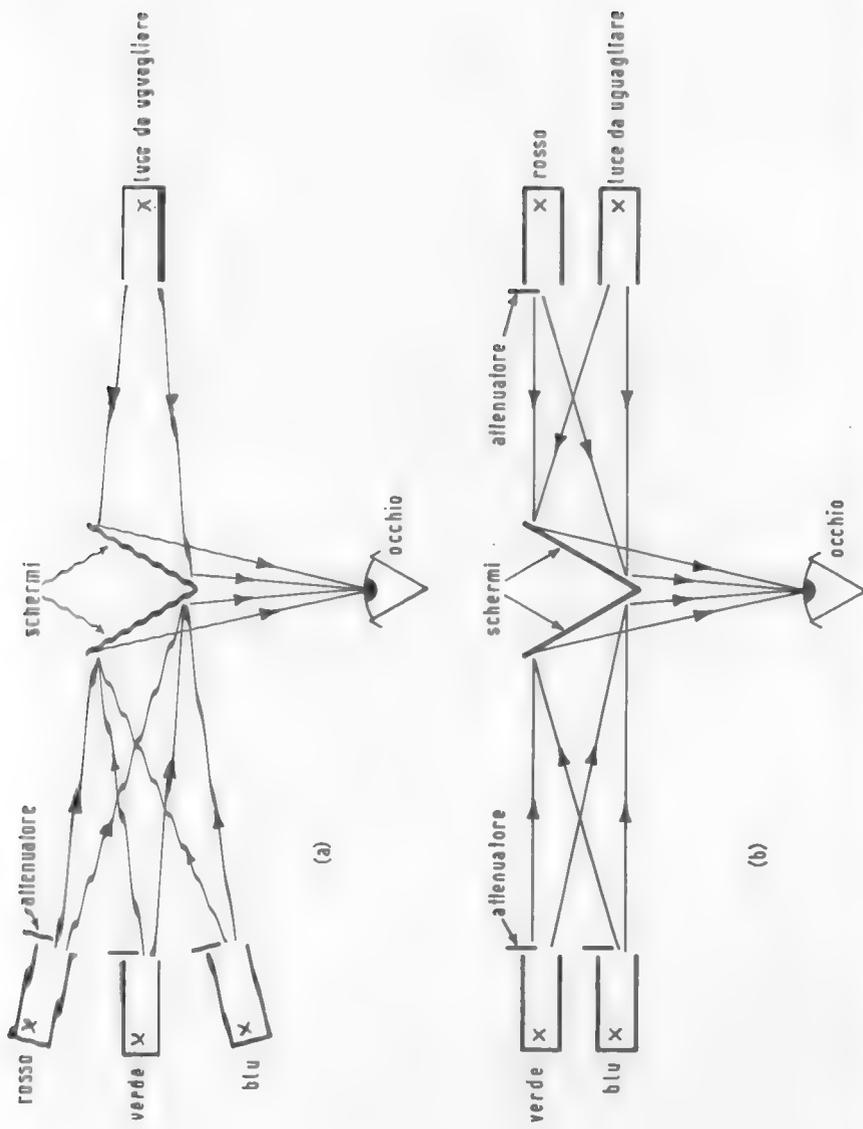


FIG. 11. Cilindro di Munsell per l'identificazione della luminosità (luminanza).



(a)

(b)

Fig. 12. Rappresentazione schematica di due tipi di colorimetri. a) Confronto fra somma dei tre primari e colore incognito. b) Trasferimento di un primario col colore incognito.

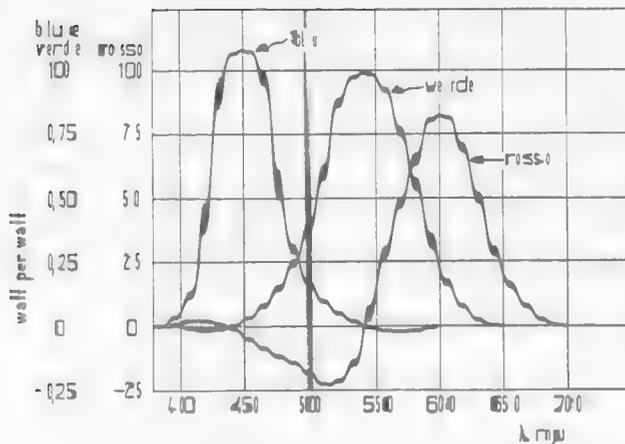


FIG. 13. Diagramma delle radiazioni luminose dei colori primari ragguagliate in Watt per 1 Watt di radiazione per ogni lunghezza d'onda.

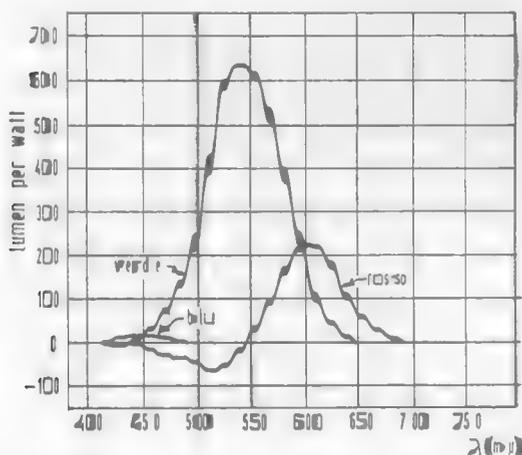


FIG. 14. Valori dei Lumen necessari per uguagliare 1 Watt di radiazione per ogni lunghezza d'onda.

Vale a dire: $(R) + (V) + (B) = (E)_\lambda$ (2)
 assumendo $(E)_\lambda = \text{costante}$, per qualsiasi lunghezza d'onda considerata.

A seguito di accurate misure colorimetriche la C.I.E. ha fissato i valori che consentono di realizzare le condizioni definite dall'espressione ora accennata.

Tali valori espressi in lumen sono:
 per l'unità (R) 1 lumen;

per l'unità (V) 4,59 lumen;
 per l'unità (B) 0,06 lumen.

Questi valori sono denominati *fattori di luminanza*. Una volta definita la luminanza di ciascuna sorgente, si è cercato di fissare, per ogni emissione monocromatica di radianza uguale all'unità, le nuove coordinate tricromatiche per l'osservatore normale.

Tali coordinate sono rappresentate per ogni λ , dalle quantità \bar{r} , per l'unità del rosso, \bar{v} per l'unità del verde, \bar{b} per l'unità del blu, che occorre miscelare nel colorimetro, al fine di riprodurre la radiazione analizzata, la cui radianza è uguale all'unità.

Ne deriva pertanto: $\bar{r} + \bar{v} + \bar{b} = 1$ (3)

Ritornando alla riproduzione colorimetrica di un colore incognito, si rileva che in pratica può essere necessario, per ottenere « l'uguaglianza », trasferire uno dei primari in modo che venga sommato al colore incognito (fig. 12b).

L'uguaglianza è data da: $C_2 + mR = nV + pB$
 oppure: $C_2 = nV + pB - mR$.

In quest'ultima equazione compare un segno negativo davanti all'unità di un primario; naturalmente non esistono quantità negative di colori, perciò si deve concludere che in realtà non tutti i colori si possono riprodurre con la semplice somma dei tre primari. La conferma di questa necessità teorica di quantità « negative » viene dalla osservazione delle figure 13, 14 e 15. I lobi delle curve che stanno sotto lo zero indicano appunto che la riproduzione delle tinte comprese in quelle zone richiederebbe il miscuglio con delle quantità negative di colori primari.

Analogamente l'espressione (1) diviene ad esempio:

$$C_1 \equiv v_1(V) + b_1(B) - r_1(R) \quad (4)$$

ed il coefficiente di colore aggiunto al colore sotto analisi viene considerato negativo. Naturalmente questo colore negativo non esiste e l'espressione (4) indica solo, lo ripetiamo, che di alcuni colori non si può ottenere il perfetto equivalente mediante i tre colori primari, se non si trasferisce uno dei colori primari dalla parte del colore incognito.

Cioè l'espressione (4) assume l'aspetto di:

$$C_1 + r_1(R) \equiv v_1(V) + b_1(B)$$

già considerato.

L'espressione (1) è conosciuta sotto il nome di equazione del *tristimolo*: i coefficienti r , v e b , detti valori di tristimolo, indicano l'esistenza di tre componenti associati per stimolare la sensazione del colore nell'occhio.

Diagramma spaziale dei colori

La rappresentazione spaziale delle tre caratteristiche del colore descritta dal cilindro di Munsell (fig. 11) è una rappresentazione unicamente informativa; le dimensioni del cilindro non sono legate da alcuna unità fisica. Ora invece, con tre elementi variabili rappresentati dalle unità primarie, indicando ogni primario con un vettore, si può costruire un solido del colore, con dimensioni che sono correlate con le unità primarie. I tre vettori dei (tre) primari, posti nello spazio a 90° tra loro (potrebbe valere qualunque posizione reciproca), comprendono nell'ottante da loro delimitato tutti i colori, rappresentabili da vettori partenti dal punto di unione dei tre vettori primari e che sono funzioni lineari delle unità primarie. Se si prendono i tre vettori di uguale lunghezza (cioè $m = n = p = 1$) e si stabilisce che tale lunghezza è proporzionale a 1 unità primaria, si può costruire il « cubo unitario » (fig. 17). Il vertice dal quale iniziano i tre vettori unitari corrisponde al nero ed il vertice opposto corrisponde al bianco che in ragione dell'entità dei primari scelti può essere il bianco unitario (come nel nostro caso, perchè $= 1R + 1V + 1B$). La diagonale del cubo rappresenta tutti i colori neutri, cioè le variazioni dal nero al bianco.

Il cubo unitario include i punti corrispondenti ai colori che si possono riprodurre con il miscuglio di unità positive dei primari; la fun-

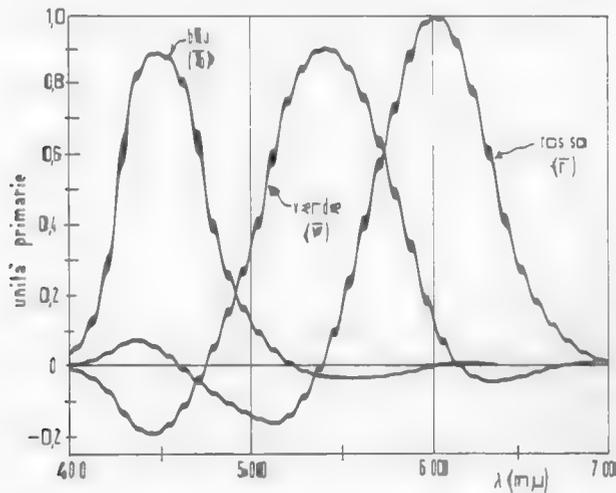


FIG. 15. Diagramma internazionale in unità primarie CIE, necessario per uguagliare l'unità radiante per ogni lunghezza d'onda.

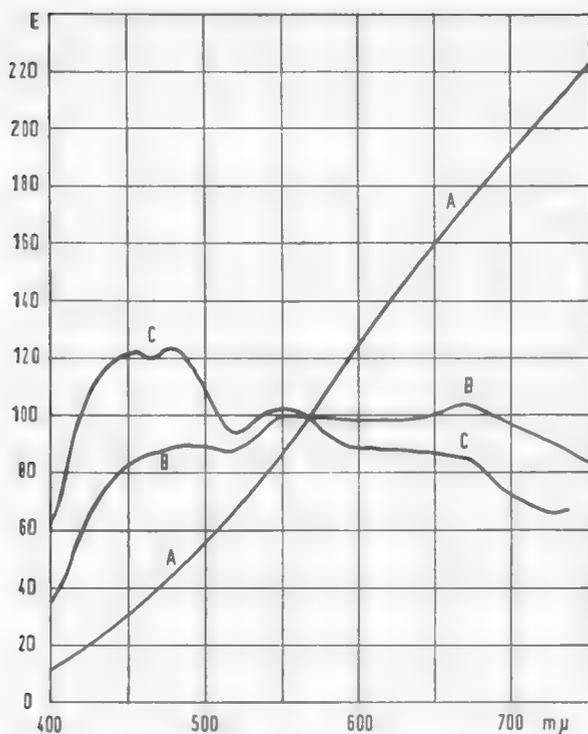


FIG. 16. Distribuzione spettrale nei campioni normalizzati di luce bianca. Bianco A, Bianco B, Bianco C. Il Bianco C è stato adottato come riferimento nella TV a colori.

zione del cubo unitario come elemento di studio si completa riportando in tale cubo i valori delle unità per ogni lunghezza d'onda dei primari RVB di figura 15.

In altre parole un colore può essere specificato come già visto:

$$C = mR + nV + pB$$

Quando

$$m = n = p = 1$$

si ha il bianco unitario; per tutti gli altri valori di m , n , p , si avranno, come risultato del miscuglio, infinite altre tinte.

Per esempio per la tinta di $500\text{ m}\mu$ si ha (da fig. 15):

$$C = -0,17R + 0,35V + 0,13B$$

Tenendo presente che i vettori originali sono di valore 1 e ripor-

tando i dati trovati (che diventano le coordinate della tinta di 500 m μ) nello spazio, si trova il punto di termine del vettore (che rappresenta la tinta a 500 m μ) partente dal vertice di inizio dei vettori primari (v. fig. 18).

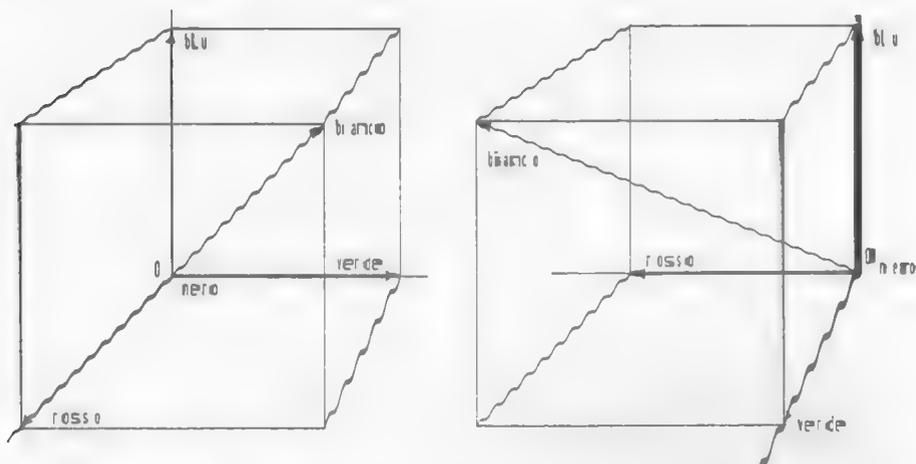


FIG. 17. Rappresentazione dei colori nello spazio. Cubo unitario.

Analogamente si possono disegnare tutti gli altri vettori, cioè tradurre in rappresentazione spaziale le curve di fig. 15.

In questa rappresentazione spaziale esiste un piano particolare che è il luogo di tutti i colori aventi coefficienti primari la cui somma è 1 (cioè $\bar{r} + \bar{g} + \bar{b} = 1$). Tale piano (piano unitario) interseca il cubo come è mostrato in figura 19. I vettori delle singole tinte (considerando anche i colori nella cui composizione entrano quantità negative) incontrano tale piano originando la curva illustrata in figura 20. Il piano unitario, delimitato da questa curva, forma con la parte rimanente del cubo, il cono dei colori spettrali, cioè compresi in tutto lo spettro di frequenza di fig. 16. Si possono fare le seguenti considerazioni.

a) Nel cono dei colori realizzabili la direzione dei vettori è in relazione alla tinta dei colori rappresentati mentre la lunghezza dei vettori è in relazione alla loro luminanza.

b) Le caratteristiche del colore che interessano dal punto di vista colorimetrico sono unicamente quelle cromatiche, cioè la tinta e la saturazione dei colori in esame; la terza caratteristica, la luminanza, è legata unicamente al livello di illuminazione, cioè alla potenza delle

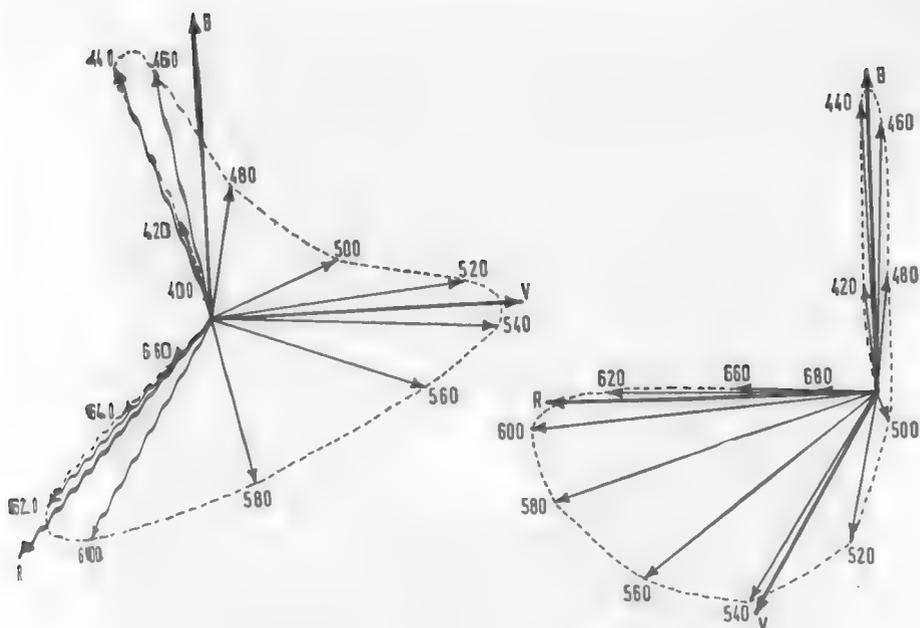


FIG. 18. Rappresentazione vettoriale delle tinte spettrali nello spazio.

so **rgenti** luminose e, da un punto di vista teorico (che si avvicina molto anche alla pratica), non influisce sulle prime due. Facendo un paragone radiotecnico, sarebbe come considerare solo la frequenza e la larghezza di banda di un'emissione di un trasmettitore senza occuparsi della potenza in gioco.

È chiaro pertanto che la crominanza di un colore può essere legata alla direzione di un vettore rappresentativo: la luminanza dello stesso colore sarà espressa dall'intensità del vettore, cioè dalla sua lunghezza.

Possiamo perciò passare dallo spazio tridimensionale ad una superficie bidimensionale per una rappresentazione più semplice e più facile dei colori, se ci accontentiamo di rappresentare solo la tinta e la saturazione, trascurando la luminanza.

In altre parole rappresentando il colore solo con la sua cromaticità e trascurando la luminanza, si otterranno dei diagrammi di cromaticità con informazioni complete sulla tinta e sulla saturazione, ma nessuna informazione sulla luminosità.

Questa semplificazione è però lecita, poiché l'equivalenza fra i tre colori primari componenti ed il colore risultante viene conservata qua-

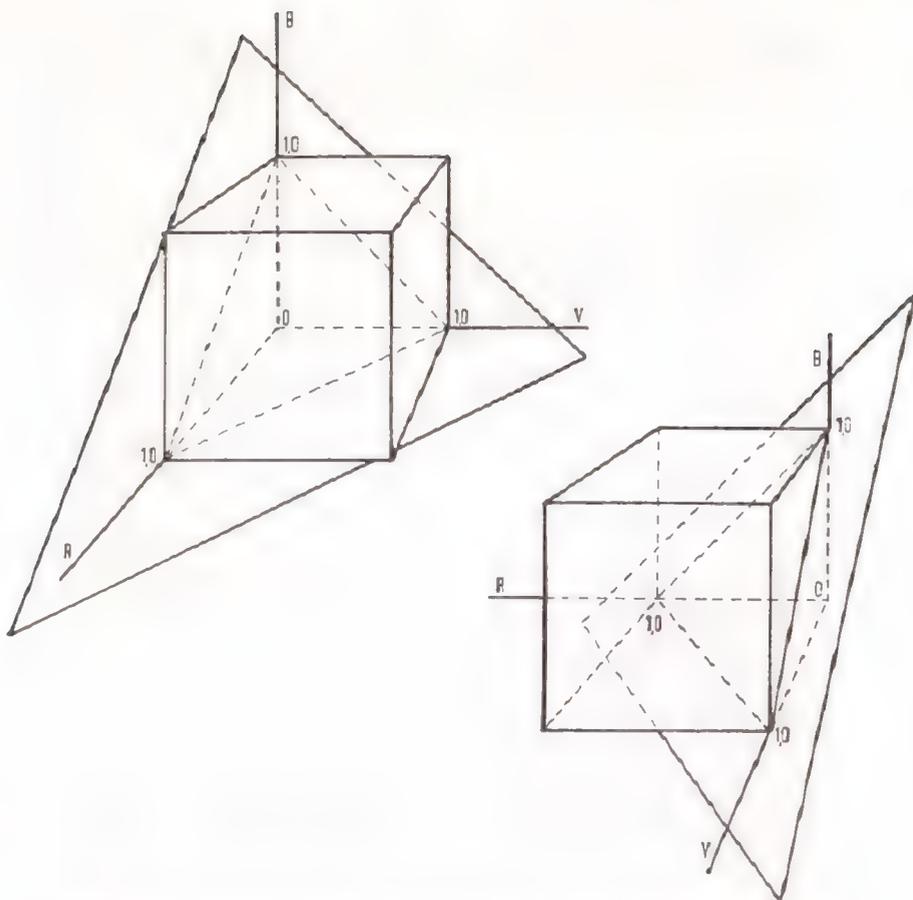


FIG. 19. Intersezione del cubo unitario da parte del piano unitario.

lora si moltiplichino la luminanza di ciascun colore per uno stesso coefficiente.

Accettato che la caratteristica « luminanza » non è determinante ai fini che ci siamo proposti e ricordando quanto detto al punto a), ne segue che la lunghezza dei vettori del cono dei colori è un elemento che non interessa al nostro studio; da questo si deduce che possiamo interessarci solo della posizione dei vettori, posizione che può essere determinata su un piano e non più nello spazio.

Il piano sul quale vengono considerate le posizioni dei vettori è il piano unitario già visto (figg. 19-20); come già detto, ogni punto di



TAVOLA B - a) Il procedimento di sintesi tricromatica addittiva. La somma dei tre colori dà il bianco (televisione). — b) Il procedimento di sintesi tricromatica sottrattiva. La somma dei tre colori dà il nero (stampa).

questo piano corrisponde alla direzione di un vettore nello spazio e quindi è in relazione alle caratteristiche cromatiche del colore rappresentato.

Il piano viene preferibilmente tracciato come se fosse visto da un osservatore posto sul prolungamento dell'asse B (fig. 21): il triangolo RVB che risulta è evidentemente rettangolo.

Ogni colore può essere individuato su questo piano (diagramma di cromaticità) senza ricorrere alla costruzione spaziale. Questo si ottiene mantenendo l'ammontare delle unità dei primari del colore al valore 1 (secondo quanto già detto sul piano unitario).

Quindi un colore è così specificato:

$$C = mR + nV + pB.$$

Tale colore può essere portato sul piano unitario moltiplicando i coefficienti per un identico valore in modo da avere:

$$km + kn + kp = 1.$$

Il valore di k è $1/(m + n + p)$. Il colore kC risultante è un colore con le stesse caratteristiche cromatiche di C , ma con una luminosità tale per cui viene a giacere sul piano unitario. I coefficienti km , kn , kp daranno le coordinate per segnare il punto corrispondente al colore

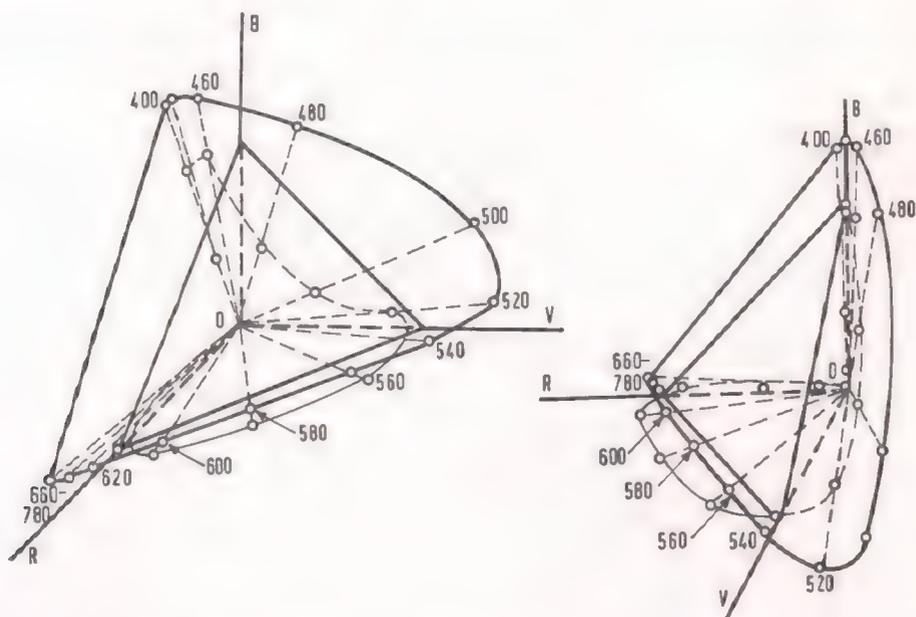


FIG. 20. Intersezione dei singoli vettori col piano unitario.

kC sul piano unitario; essendo però $km + kn + kp = 1$ saranno sufficienti solo due di questi coefficienti per individuare il punto sul piano. Tali coefficienti (di un certo colore) sono denominati *coordinate di cromaticità* del colore, e sono indicate dalle lettere piccole r, v, b . Essendo: $k = 1/(m + n + p)$ si ha:

$$\begin{aligned} km &= m/(m + n + p) = r \\ kn &= n/(m + n + p) = v \\ kp &= p/(m + n + p) = b. \end{aligned}$$

Il diagramma di cromaticità di figura 21 viene costruito (eliminando il passaggio attraverso la rappresentazione spaziale) inserendo i valori di r, v, b in un diagramma di coordinate cartesiane (fig. 19). Si può usare qualunque coppia di coordinate dei colori; ma normalmente vengono usate le coordinate r e v . I punti spettrali, cioè i punti riguardanti tutte le frequenze (tinte), vengono segnati su tale diagramma, calcolando le coordinate per ogni singola lunghezza d'onda in base ai valori delle curve di figura 15.

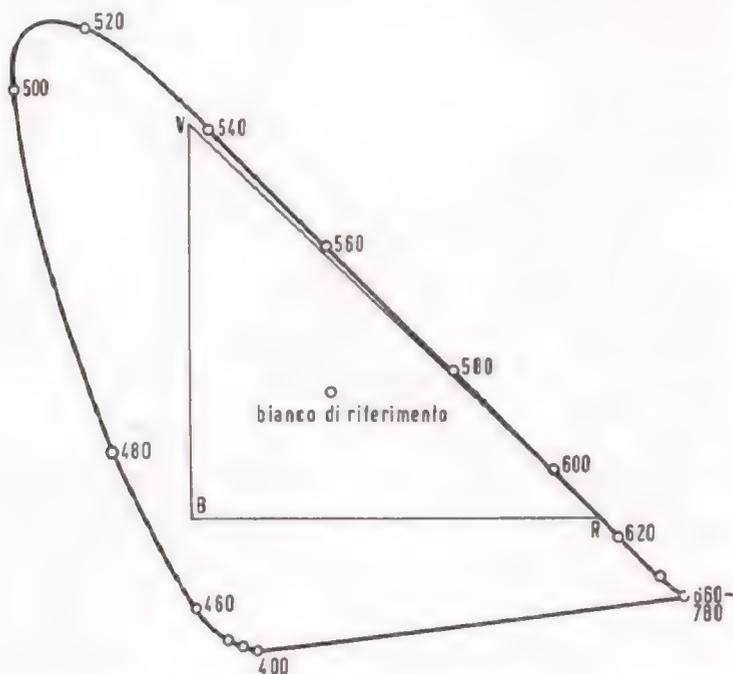


FIG. 21. Piano unitario e triangolo RVB . Diagramma di cromaticità.

La teoria colorimetrica

Sulla base di quanto premesso circa la sintesi tricromatica del colore, ed a seguito di studi e ricerche sperimentali di vari scienziati fra cui Chevreuil, Grassmann e Maxwell, si è pervenuti a stabilire un particolare diagramma a due dimensioni a coordinate trilineari.

I tre assi di coordinate sono scelti in modo da formare un triangolo equilatero, noto sotto il nome di triangolo di Maxwell.

I tre colori primari R , V e B sono posti ai vertici del triangolo in base alla espressione sopraccennata (1) ove

$$\bar{r} + \bar{v} + \bar{b} = 1 \quad (5)$$

In tale triangolo (fig. 22) la cromaticità di un colore C è data dalla lunghezza delle perpendicolari t , p , n , condotte dal punto c ai lati del triangolo stesso.

Dalla geometria elementare sappiamo che

$$p + t + n = \text{costante}$$

e per un triangolo di altezza unitaria tale costante è parimenti unitaria. Ne deriva che $t = v$, $p = b$, $n = r$, si identificano con le coordinate di cromaticità, portanti le informazioni cromatiche.

Risulta altresì evidente, che per l'espressione (5) ora accennata, due sole coordinate di cromaticità sono sufficienti per definire la cromaticità.

Per il punto di riferimento del bianco, che si trova al baricentro del triangolo, sussiste la relazione

$$a = d = c = 0,333.$$

Nel triangolo di Maxwell quindi, la cromaticità di un colore C , è data dalla lunghezza dei segmenti delle tre perpendicolari ai lati del triangolo, uscenti dal punto C .

Il triangolo di Maxwell non comprende però tutti i colori dello spettro luminoso, per i quali la C.I.E. ha elaborato il più completo *diagramma di cromaticità*.

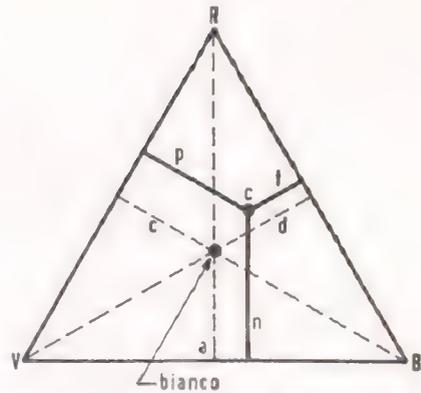


FIG. 22. Triangolo di Maxwell.

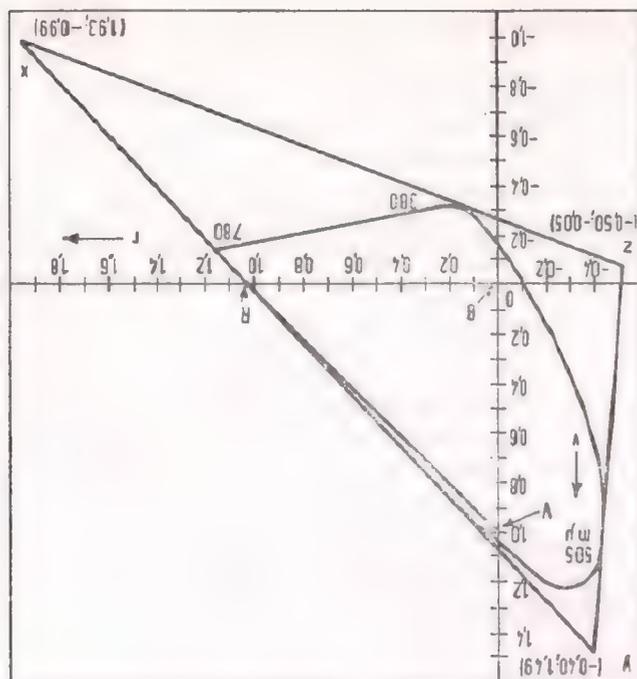


FIG. 23. Coordinate R, V , del triangolo degli stimoli $X-Y-Z$.

La terna dei primari usati finora (triangolo RVB) è compresa nel diagramma di cromaticità, mentre, per non avere coordinate negative, si dovrebbe avere quest'ultimo compreso nel triangolo delimitato dai tre primari.

Per soddisfare questa condizione bisogna scegliere tre primari diversi dai precedenti, primari che devono trovarsi fuori della curva dei punti dei colori spettrali e che perciò devono essere dei colori fittizi.

La C.I.E. ha scelto tre primari denominati $X Y Z$ che hanno le coordinate RVB mostrate in figura 23. Il fatto che appunto tali primari cadano fuori dal luogo dei colori spettrali indica che sono colori fittizi, meglio denominati « stimoli ». I valori di tali stimoli nello spettro della luce sono indicati dalle curve dei valori « tristimolo » di figura 24.

Tralasciando per il momento queste curve, osserviamo il triangolo XYZ di figura 23. Perché questo triangolo possa essere facilmente usato deve essere portato ad assumere una forma rettangolare.

A questo risultato si perviene attraverso le vie già seguite per ottenere il triangolo RVB .

Ponendo XYZ nello spazio su tre assi perpendicolari tra loro, tutti i colori spettrali saranno compresi in un ottante positivo; in questo spazio si stabiliscono le posizioni dei vettori rappresentanti i colori spettrali, prendendone i valori dalle curve RVB di figura 15 e considerando le seguenti relazioni.

Specchio I

	X	Y	Z
r	1,93	-0,398	-0,501
v	-0,989	1,485	-0,050
z	0,059	-0,50	1,550

Specchio II

$$\begin{aligned} R &= 0,606 X + 0,298 Y + 0 Z \\ V &= 0,147 X + 0,587 Y + 0,066 Z \\ B &= 0,201 X + 0,115 Y + 1,102 Z \end{aligned}$$

Ogni colore generico

$$C = mR + nV + pB$$

può essere specificato anche come segue:

$$C = iX + jY + bZ$$

tenendo presenti le relazioni descritte nello specchio III.

Specchio III

$$\begin{aligned} i &= 0,606 m + 0,174 n + 0,201 p \\ j &= 0,298 m + 0,587 n + 0,115 p \\ b &= 0 m + 0,066 n + 1,120 p \end{aligned}$$

Questo colore generico ($iX + jY + bZ$) viene portato sul piano unitario XYZ con lo stesso sistema usato per il piano unitario RVB ; gli incontri dei vettori dei colori spettrali con tale piano unitario XZY danno origine alla curva che delimita il luogo dei colori spettrali (fig. 25) ed è contenuta nel triangolo XYZ . Questa curva, vista sul pro-

lungamento dell'asse Z , è mostrata in fig. 26; essa rappresenta appunto il diagramma di cromaticità $X-Y$.

Questo diagramma di cromaticità può essere costruito anche con un secondo metodo, come fatto per il diagramma $R-V$.

Ogni colore $C = iX + jY + bZ$ può essere portato sul piano unitario moltiplicando i suoi addendi per un medesimo fattore k , tale che

$$ki + kj + kb = 1$$

da cui

$$k = 1/(i + j + b)$$

Da questo si ha:

$$ki = i/(i + j + b) = x$$

$$kj = j/(i + j + b) = y$$

$$kb = b/(i + j + b) = z$$

I fattori i, j, b rappresentano l'ammontare delle unità di XYZ che sulle curve tristimolo di fig. 24 sono indicate rispettivamente con $\bar{x}\bar{y}\bar{z}$.

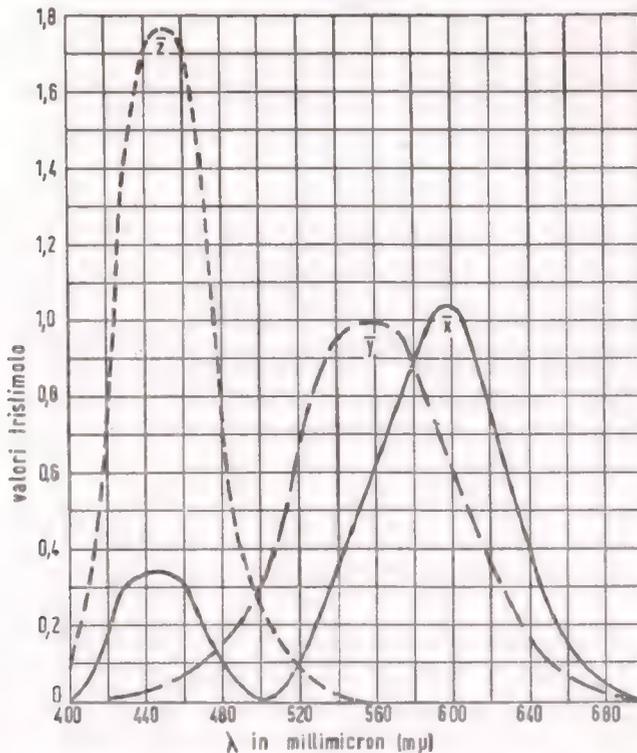


FIG. 24. Curve dei valori degli stimoli $X-Y-Z$.

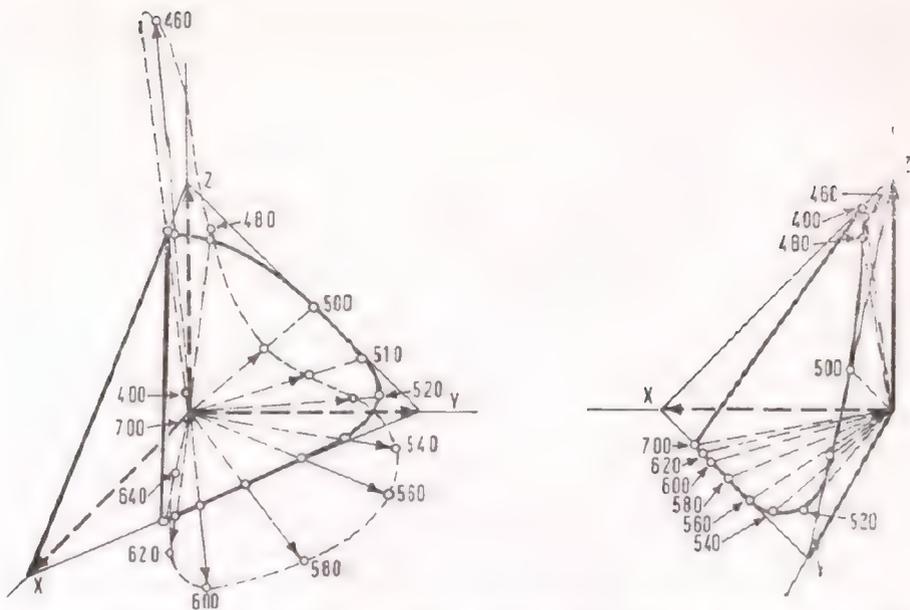


FIG. 25. Intersezione dei singoli vettori, ricavati dalle curve di fig. 24, col piano unitario X-Y-Z.

Riportando i valori delle curve di figura 24, per ogni lunghezza d'onda, nelle formule che danno $x \cdot y \cdot z$, si ottengono le coordinate per la costruzione del diagramma di cromaticità di figura 26.

Si fa ora un esempio pratico: leggendo i valori di \bar{x} e di \bar{y} sulle curve tristimolo di figura 24 in corrispondenza di $550 \text{ m}\mu$ si ha:

$$x = 0,43 / (0,43 + 1 + 0) = 0,43 / 1,43 = 0,3$$

$$y = 1 / (0,43 + 1 + 0) = 1 / 1,43 = 0,7.$$

Questi valori di coordinate, riportati sul diagramma di cromaticità, si incrociano appunto in corrispondenza della lunghezza d'onda di $550 \text{ m}\mu$.

La proprietà e le possibilità d'uso di questo diagramma saranno descritte più avanti.

Ora si pongono a confronto le figure 23 e 24 per poter meglio capire ambedue i diagrammi rappresentati.

A) La linea XY di figura 23 è tangente alla parte della curva dei colori spettrali aventi lunghezza d'onda da circa $550 \text{ m}\mu$ a $780 \text{ m}\mu$. Da una delle proprietà del diagramma di cromaticità (che come già

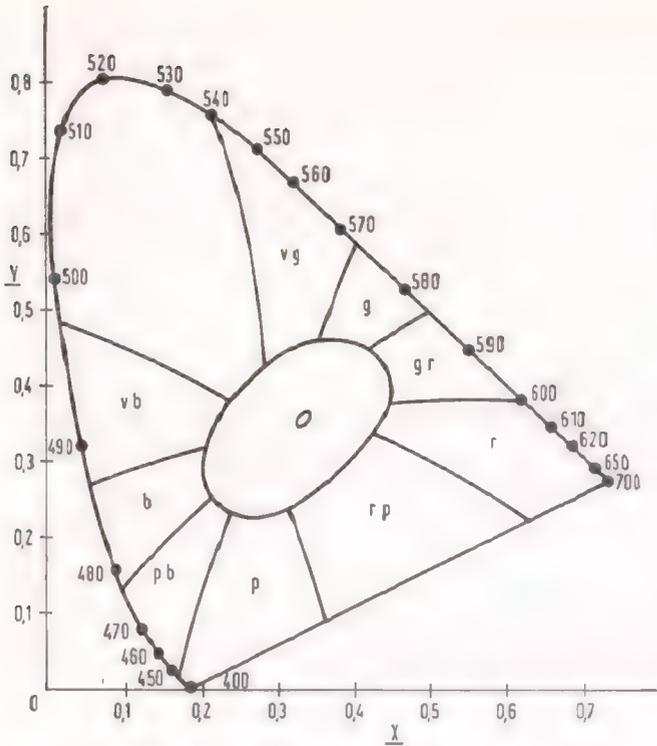


FIG. 26. Diagramma di cromaticità X-Y.

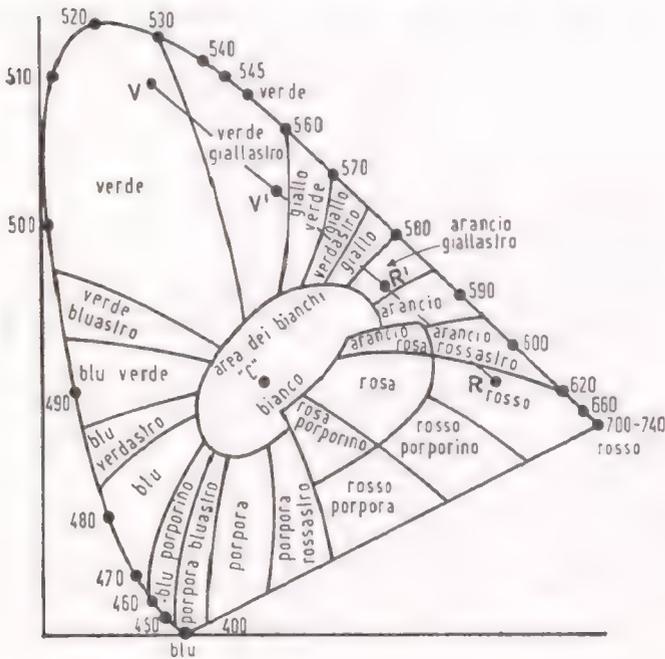


FIG. 27. Diagramma di cromaticità. La linea R-V attraversa i colori ottenibili con la miscela dei primari R e V.

detto saranno descritte più avanti) si deduce che i colori compresi in questa banda si riproducono col miscuglio dei soli Y e X ; questo spiega il motivo del valore nullo di Z (curve di figura 24) in questa banda.

B) La linea YZ di figura 23 tocca la curva in corrispondenza di $505 \text{ m}\mu$; il colore avente tale lunghezza d'onda è quindi riproducibile col miscuglio dei soli Y e Z , di conseguenza il valore di \bar{x} sulle curve tristimolo di figura 24 in corrispondenza di $505 \text{ m}\mu$ è zero.

C) La curva \bar{y} di figura 24 ha lo stesso andamento della curva di sensibilità dell'occhio perchè i due stimoli X e Z sono considerati di luminosità nulla e la luminosità del miscuglio è dovuta unicamente allo stimolo Y .

Nella costruzione del cubo XYZ il segmento che unisce X e Z viene a giacere sulla retta formata dall'incontro del piano unitario RVB con il piano a luminosità zero; anche l'inclinazione della retta XZ di figura 23 è determinata da questa condizione.

Diagramma di cromaticità

Si considerano ora alcune proprietà ed applicazioni del diagramma di cromaticità (figg. 25, 26, 27). In queste figure le tinte principali sono distinte; i colori saturi si trovano alla periferia della figura lungo la curva che la delimita; man mano che si considerano i colori sempre più vicini al centro, questi sono di saturazione sempre inferiore (per es.: si passa dal verde intenso al verde pastello, al verde pallido). L'area centrale comprende i colori con bassissima saturazione, cioè i colori pallidi che possono considerarsi come bianchi.

I numeri (da 400 a 740), segnati nella curva delimitante il diagramma, indicano le rispettive lunghezze d'onda dei colori in millimicron ($1 \text{ m}\mu = 10^{-9} \text{ m}$) dal viola-blu al rosso.

La linea retta che chiude la base rappresenta la gamma dei porpora, e non è segnata da alcuna lunghezza d'onda perchè non rappresenta colori spettrali, ma solo colori reali, riproducibili con miscuglio di rosso e di viola.

Si fanno ora alcune considerazioni sull'uso del diagramma:

A) Un segmento di retta che congiunge due punti corrispondenti a due colori (fig. 27) indica che tutti i colori attraversati da tale segmento

sono riproducibili con il miscuglio dei due colori di origine del segmento stesso (nella fig. 27, *V* e *R*).

Tale miscuglio, nel nostro caso, a seconda dei rapporti in cui vengono sommati i due colori d'origine, può essere giallo-verde, giallo-arancio, arancio-rosso, ecc.

B) Un segmento di retta che parte dal punto *C* (fig. 28) e si congiunge ad un colore saturo indica, lungo il suo percorso, le variazioni della quantità di bianco presente nei colori rappresentati dai punti che tocca; in altre parole indica la saturazione di questi colori da bianco a verde saturo (*A*) attraverso il verde pallido, pastello, intenso, (saturo).

C) Ancora un segmento di retta che congiunge due punti corrispondenti a due colori, passando dal punto *C* (v. fig. 29, *F* e *G*)

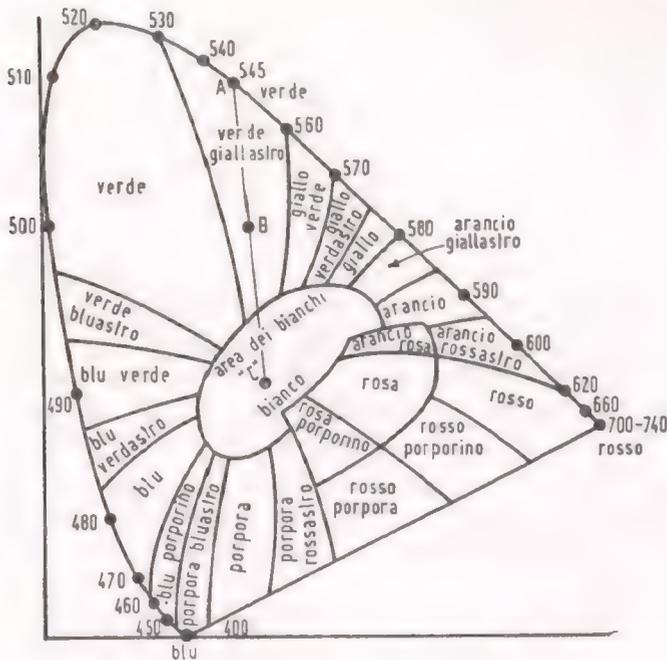


FIG. 28. Diagramma di cromaticità. La linea indica la saturazione del verde, dalla saturazione massima (punto *A*) alla saturazione zero (punto *C*).

indica che un miscuglio di questi due colori (fatto nel rapporto in cui stanno i due segmenti $C-F$ e $C-G$) dà come risultato il bianco; questi due colori sono « complementari ». Sono tali tutti i colori che sommati danno appunto il bianco; sul diagramma di cromaticità si notano perchè possono essere congiunti con una linea retta che passa per il punto C .

D) Il potere risolutivo dell'occhio in merito alle minime variazioni di tinta si può constatare sul diagramma di cromaticità di fig. 30. Tali limiti sono stati definiti sperimentalmente e, applicati al diagramma di cromaticità, hanno dato come risultato le ellissi di fig. 30. La distanza tra il puntino centrale e la periferia di ogni ellisse rappresenta circa cento volte la distanza corrispondente ad una minima percezione di variazione di tinta; ciò vale a dire che l'occhio, passando dall'osservazione della tinta corrispondente al punto centrale ad una tinta in

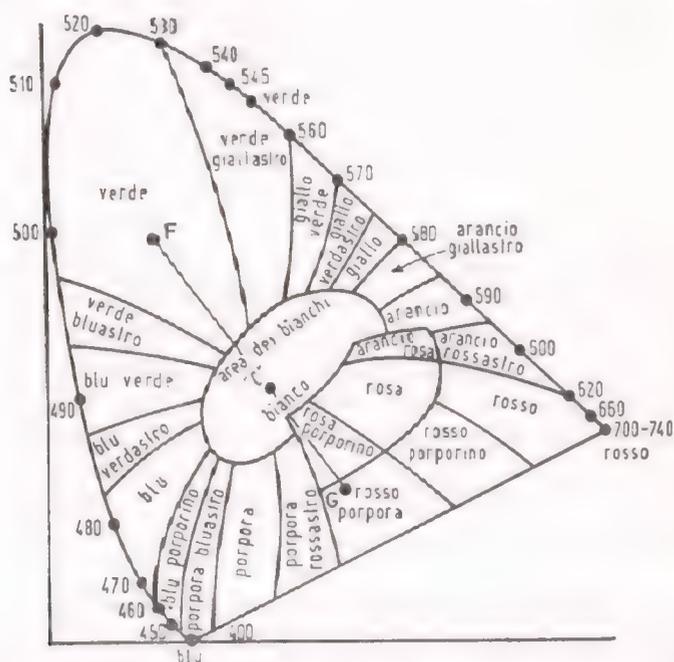


FIG. 29. Diagramma di cromaticità. La linea indica i colori ottenibili con la miscela dei colori F e G . Questi colori si dicono complementari perchè la loro miscela può dare come risultato il bianco (punto C).

corrispondenza di un punto sul perimetro di un'ellisse, può notare 100 variazioni di tinta.

Il fatto che le ellissi abbiano l'asse maggiore orientato nel senso della congiungente i verdi e i blu e l'asse minore orientato nel senso della congiungente i rosso-arancione e i blu-verde indica che l'occhio percepisce variazioni più piccole delle tinte che si trovano lungo quest'ultimo asse.

Questa caratteristica sarà poi richiamata in causa quando si dovranno descrivere le larghezze di banda delle informazioni del colore.

E) I colori primari scelti dalla C.I.E. sono il rosso di 700 $m\mu$, il verde di 541,1 $m\mu$, il blu di 435 $m\mu$ che sistemati sul diagramma di cromaticità formano il triangolo *RVB* (fig. 21) che copre circa $2/3$ dell'area racchiusa dai punti spettrali.

I colori non compresi in questo triangolo non possono essere riprodotti dalla combinazione addittiva dei tre primari standard. L'area fuori triangolo include i verdi e i blu saturati; però questi colori difficilmente si trovano in natura e quindi la loro assenza dallo schermo del ricevitore televisivo non pregiudica la naturalezza delle scene.

Se si fossero scelti altri tre primari di lunghezza d'onda 700, 500 e 460 $m\mu$ (fig. 32), molti dei blu saturati sarebbero stati riprodotti, ma il triangolo formato da questi primari non avrebbe incluso le tinte arancio, giallo e rosso saturate che sono molto spesso presenti in natura.

F) I primari C.I.E. (blu 435,8 $m\mu$ - verde 546,1 $m\mu$ - rosso 700 $m\mu$) che sono stati considerati finora riescono a coprire un'estesa superficie del diagramma, però presentano il difetto di avere il rosso ed il blu poco luminosi. Infatti trovandosi questi molto lontani dalla zona di massima sensibilità dell'occhio (fig. 3) danno un minimo contributo alla luminosità dei colori riprodotti. Si è quindi preferito sacrificare una piccola parte dell'area coperta dal triangolo *RVB* ed avere dei primari blu e verdi più luminosi. Questo si è ottenuto adottando i primari proposti dalla F.C.C. (Federal Communication Commission): rosso di lunghezza d'onda di 610 $m\mu$, blu di 472 $m\mu$ e verde di 520 $m\mu$.

Il cambiamento della lunghezza d'onda dei primari ha portato la luminosità del rosso da 0,01 a 0,51 e quella del blu da 0,02 a 0,11 (vedi la curva di luminosità relativa all'occhio di fig. 3). In conseguenza a questo spostamento pure le coordinate dei tre primari sul diagramma di cromaticità si spostano.

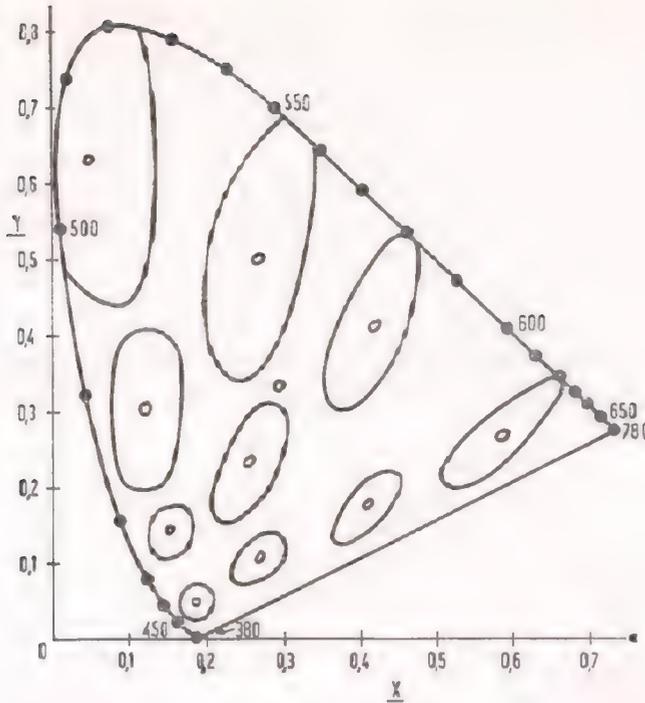


FIG. 30. Comportamento della sensibilità dell'occhio alle variazioni di colore.

Ecco ora le coordinate dei tre primari nei due sistemi (fig. 33).

Primari	C.I.E.		F.C.C.	
	X	Y	X	Y
Rosso	0,735	0,265	0,670	0,33
Verde	0,274	0,717	0,210	0,710
Blu	0,167	0,0089	0,140	0,080

Tenendo presenti le precedenti proprietà del diagramma di cromaticità, noi siamo ora in condizione di localizzare tutti i colori primari scelti per qualunque sistema di riproduzione di colore e l'area che detti primari possono racchiudere e quindi sapere quali sono i colori riproducibili. Le figg. 34 e 35 mostrano dei tipici esempi. Nella fig. 34

sono mostrati i primari C.I.E. e quelli proposti per alcuni sistemi di TV a colori; i punti $R_1 V_1 B_1$ sono standardizzati per il sistema a colori CBS (campo sequenziale); $R_2 V_2 B_2$ sono quelli proposti per il sistema RCA. La figura 35 mostra la quantità dei colori ottenibili da due altri sistemi di riproduzione: stampa a colori e fotografia a colori (Eastman-Kodak). Vogliamo notare che il triangolo RVB (F.C.C.) proposto per l'uso televisivo copre una zona del diagramma considerevolmente più larga che non quella occupata dalla stampa a colori e dalla fotografia a colori.

Questo indica che il rendimento di un sistema di televisione a colori, dal punto di vista gamma di colori, è più completo dei sistemi di stampa.

I tre primari F.C.C. con una posizione ben definita sul diagramma

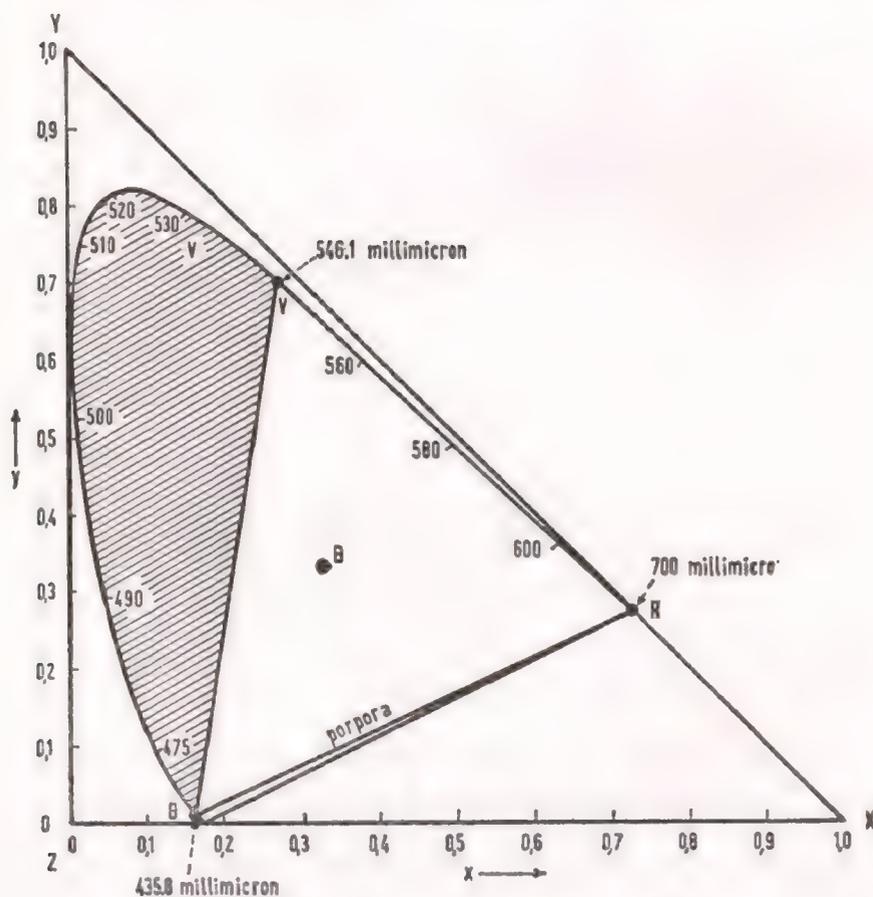


FIG. 31. Area dei colori riproducibili con i primari CIE.

di cromaticità, stabiliscono anche la tinta dei colori a cui i tubi di ripresa debbono essere sensibili mediante appositi filtri, ed il tipo di fosforo che deve essere usato nella costruzione dei tubi riceventi affinché i tre primari abbiano caratteristiche costanti in tutti gli equipaggiamenti ripresa-visione e quindi i colori riprodotti sul tubo ricevente debbano essere esattamente quelli compresi nel triangolo RVB di fig. 34.

Contributo alla luminosità da parte dei primari

È importante sapere il contributo che i singoli primari danno alla luminosità del bianco standard perchè questi contributi saranno pres;

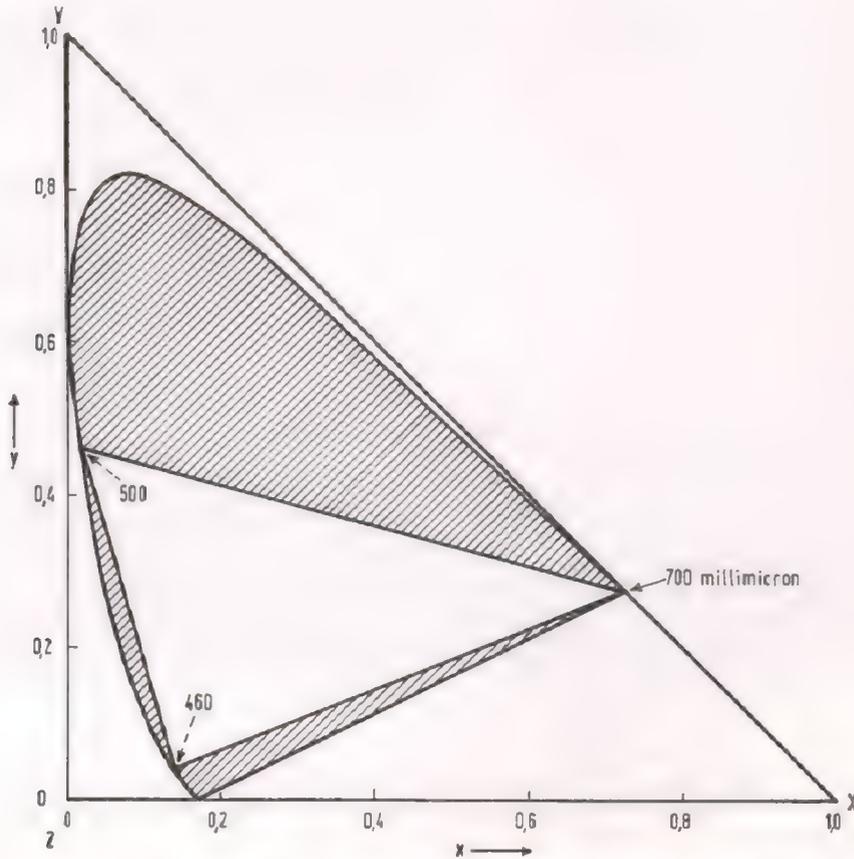


FIG. 32. Area dei colori riproducibili con tre primari qualsiasi, diversi da quelli CIE.

poi in considerazione e determineranno i valori dei segnali elettrici inerenti ai tre primari necessari per formare il segnale elettrico della luminosità. Naturalmente quest'ultimo argomento sarà trattato molto più estesamente quando si descriveranno i sistemi di TV a colori.

Il contributo è proporzionale alle luminosità dei singoli primari; queste luminosità possono essere rilevate mediante un fotometro a *flicker*, oppure calcolate matematicamente in base alle curve dei primari *RVB* ed alla curva di sensibilità dell'occhio, od anche calcolate graficamente dal diagramma di cromaticità.

Il fotometro a *flicker* dà l'indicazione di luminosità di una sorgente luminosa rispetto ad una luminosità nota confrontando l'effetto di *flicker* che due sorgenti anche di tinta diversa producono sull'occhio dell'osservatore medio.

Si illustra ora il metodo grafico. Per sviluppare questo metodo grafico si fa riferimento alla figura 36.

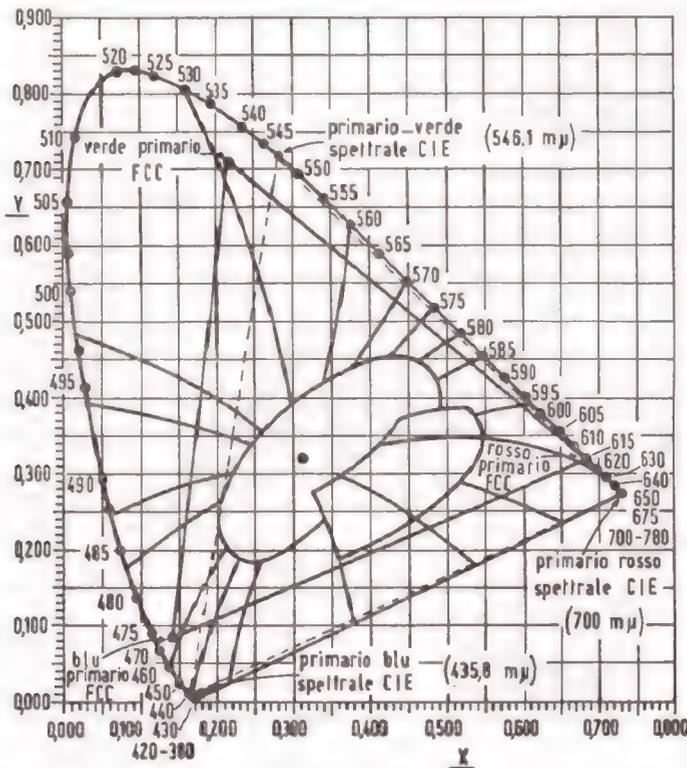


FIG. 33. Confronto fra le posizioni dei due triangoli *RVB* della CIE e della FCC.

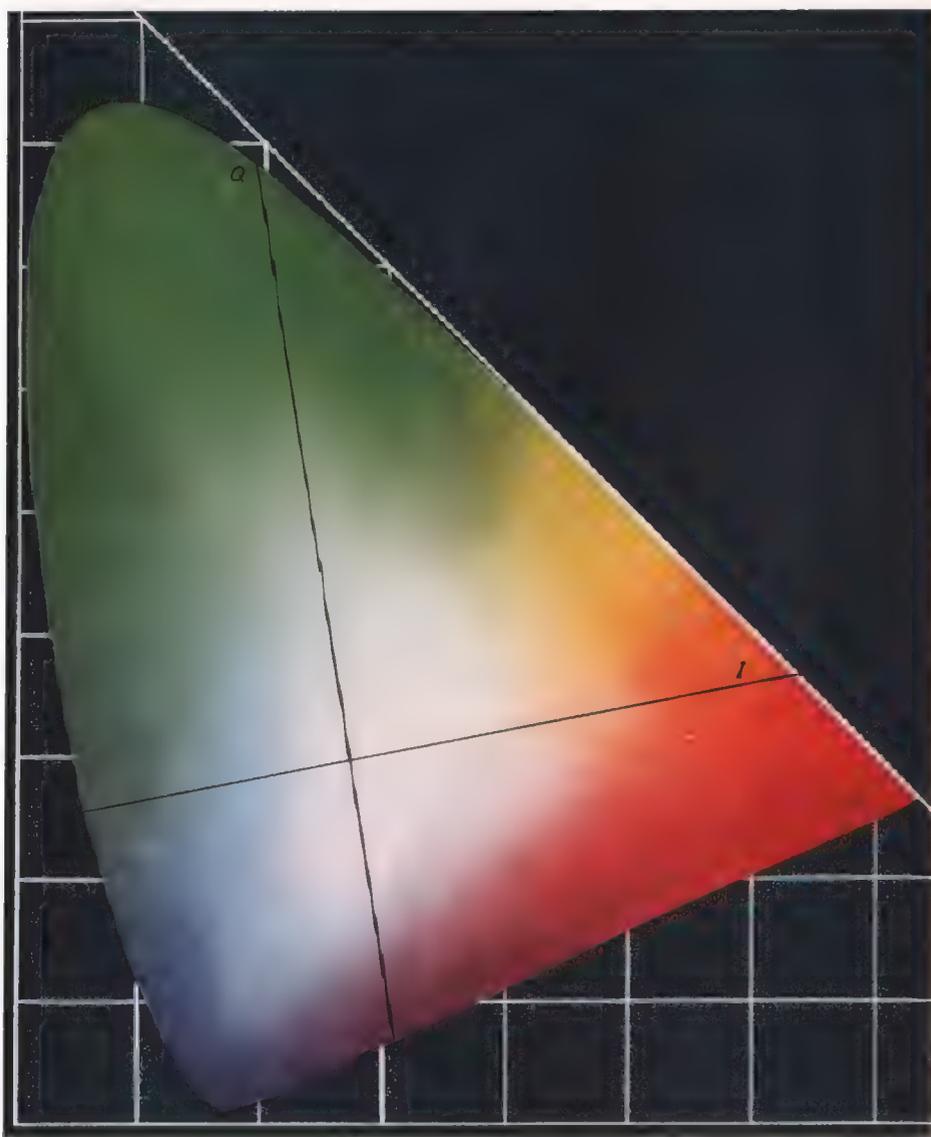


TAVOLA C - Il triangolo tricromatico della Commission Internationale Eclairage (C.I.E.)
con gli assi cromatici I e Q .

In questa figura i tre primari F.C.C. sono denominati: $A_1 - A_2 - A_3$ ed il bianco è denominato A_{123} .

Le coordinate di cromaticità sono le seguenti:

	x	y
Bianco (sorgente standard C.I.E.)	0,310	0,316
Rosso	0,670	0,330
Verde	0,210	0,710
Blu	0,140	0,080

Con questo metodo si ottiene quanto prefissato, « pesando » i valori tristimoli di $A_1 A_2 A_3$ (che rappresentano i tre primari RVB) a seconda delle distanze di tali primari da A_{123} (Bianco).

Si nota che A_{123} è posto sulla congiungente A_{12} ed A_3 . A_{12} riceve un certo contributo da A_1 a A_2 ; calcoliamo ora questo contributo:

$$1) y_1 = \text{coordinata } y \text{ di } A_1 = \frac{Y_1}{X_1 + Y_1 + Z_1} = \frac{Y_1}{D_1};$$

$$2) y_2 = \text{coordinata } y \text{ di } A_2 = \frac{Y_2}{X_2 + Y_2 + Z_2} = \frac{Y_2}{D_2};$$

D_1 e D_2 rappresentano una semplificazione, quindi si ha:

$$3) \quad D_1 = Y_1/y_1 \quad D_2 = Y_2/y_2.$$

Ricordando che i valori tristimoli di ogni colore sono uguali alla somma vettoriale dei valori tristimolo dei colori che lo compongono si ha:

$$4) y_{12} = \frac{Y_1}{X_1 + Y_1 + Z_1} + \frac{Y_2}{X_2 + Y_2 + Z_2} = (\text{somma vettoriale})$$

$$5) y_{12} = \frac{Y_1 + Y_2}{X_1 + Y_1 + Z_1 + X_2 + Y_2 + Z_2} = \frac{Y_1 + Y_2}{D_1 + D_2}$$

$$y_{12} = \frac{Y_1/y_1 + Y_2/y_2}{(Y_1/y_1) + (Y_2/y_2)}$$

da cui:

$$6) (Y_1/y_1)(y_{12} - y_1) = (Y_2/y_2)(y_2 - y_{12}).$$

Tenendo presente che nel triangolo rettangolo l'ipotenusa è proporzionale alla lunghezza dei cateti si ha:

$$\frac{Y_1 j_1}{Y_2 j_2} = \frac{j_1 - j_2}{j_2 - j_1} = \frac{A_1 - A_{12}}{A_{12} - A_1}$$

dove $A_2 - A_{12}$ e $A_{12} - A_1$ rappresentano le distanze tra i punti A_2 , A_{12} e A_{11} , A_1 ; distanze che si possono facilmente misurare in figura 36.

In modo analogo, considerando A_{12} inserito tra A_2 ed A_{13} si calcola il contributo di A_1 ed A_3 verso A_{12} ; si ha:

$$7) \frac{Y_1 j_1}{Y_3 j_3} = \frac{A_2 - A_{12}}{A_{12} - A_1}$$

Si hanno ora i rapporti $Y_2 j_2$ e $Y_3 j_3$ in termini misurabili come semplici distanze sul diagramma di cromaticità, ed in termini di $Y_1 j_1$. Si ha dunque:

$$8) \frac{Y_1 j_1}{Y_2 j_2} = \frac{38,5}{35} = 1,1; \quad \frac{Y_1 j_1}{Y_3 j_3} = \frac{28}{44} = 0,630$$

da cui:

$$9) \begin{aligned} Y_2 j_2 &= Y_1 j_1 \cdot 1,1 \\ Y_3 j_3 &= Y_1 j_1 \cdot 0,63 \end{aligned}$$

Da queste si ricava Y_2

$$10) Y_2 = Y_1 \left(\frac{j_1}{j_2} \right) 1,1$$

$$Y_3 = Y_1 \left(\frac{j_1}{j_3} \right) 0,630$$

Inserendo i noti valori di $j_1 - j_2 - j_3$ (vedi coordinate) si ha:

$$11) Y_2 = Y_1 \frac{0,330}{0,710} \cdot 1,1 = 0,50 Y_1$$

$$Y_3 = Y_1 \frac{0,330}{0,080} \cdot 0,630 = 2,58 Y_1$$

Dando a Y_1 un valore arbitrario di 1, dipendendo gli altri due valori da Y_1 , si ha:

$$Y_1 = 1$$

$$Y_2 = \frac{1}{0,5} = 2$$

$$Y_3 = \frac{1}{2,58} = 0,388$$

per cui sommando Y_1 , Y_2 e Y_3 si ottiene:

$$Y_{123} = 3,400 \text{ (circa)}$$

I rispettivi contributi sono quindi:

$$12) \quad Y_1/Y_{123} = \frac{1}{3,400} \cdot 100 = \text{(circa) } 29\%$$

$$Y_2/Y_{123} = \frac{8}{3,4} \cdot 100 = \text{(circa) } 59\%$$

$$Y_3/Y_{123} = \frac{0,388}{3,4} \cdot 100 = \text{(circa) } 11\%$$

Questo vuol dire che la luminosità del bianco standard è dovuta per il 29% al primario Rosso, per il 59% al primario Verde e per l'11% al primario Blu (primari F.C.C.).

Da tutto quanto precede possiamo riassumere quanto segue.

I colori spettrali puri, definiti teoricamente dalle loro lunghezze d'onda, sono distribuiti lungo una curva chiamata *spectrum loci* cioè il luogo dello spettro visibile.

Tale curva passa evidentemente per i punti R , V e B già citati, relativi ai tre colori primari.

Qualsiasi colore può essere rappresentato nel diagramma, mediante coordinate cartesiane.

L'area interna del diagramma può essere suddivisa in zone cromatiche derivanti dalle miscele dei vari colori tra loro e col bianco, rispettando pertanto anche il concetto di saturazione del colore.

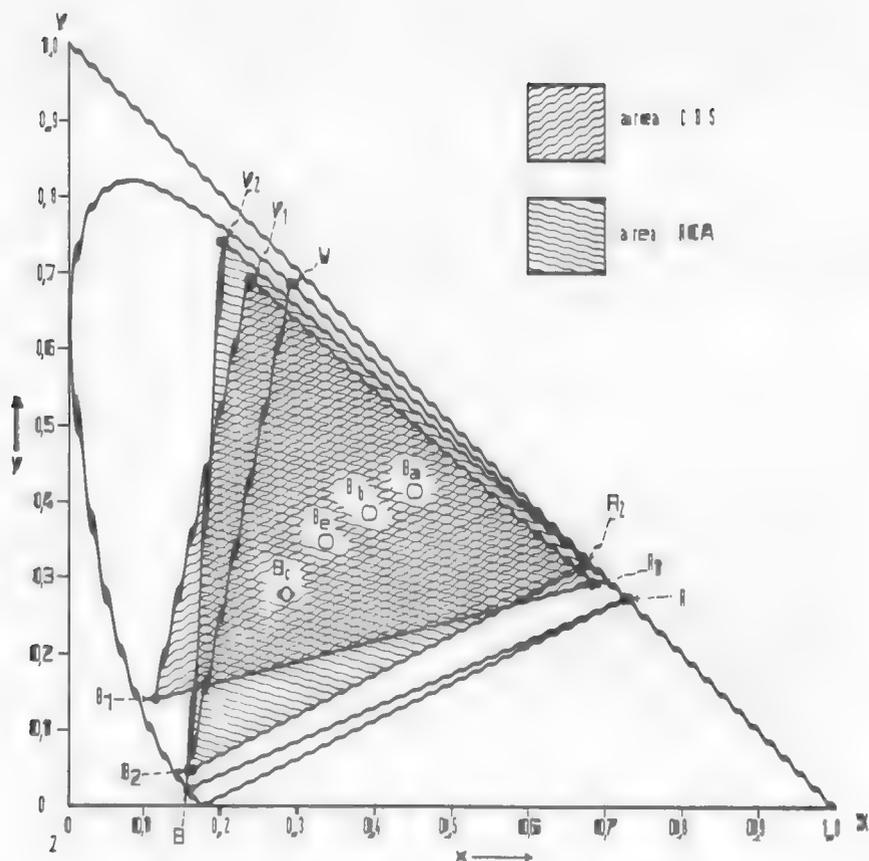


FIG. 34. Aree occupate da vari sistemi di TV a colori.

La zona centrale tende verso il bianco: il punto C rappresenta il bianco puro.

Qualsiasi retta tracciata sul diagramma e passante per C , incontra la curva delimitante il diagramma (spectrum loci) in due punti opposti corrispondenti a colori complementari, due colori, cioè, che mescolati tra loro formano il bianco.

Se su tale diagramma fissiamo tre punti corrispondenti ai tre colori primari adottati nella TV a colori, questi delimitano un triangolo (vedi fig. 37). Qualsiasi colore giacente all'interno di tale triangolo può essere riprodotto con gli attuali sistemi di televisione tricromatici.

Non vi è comunque da preoccuparsi per la mancata riproduzione

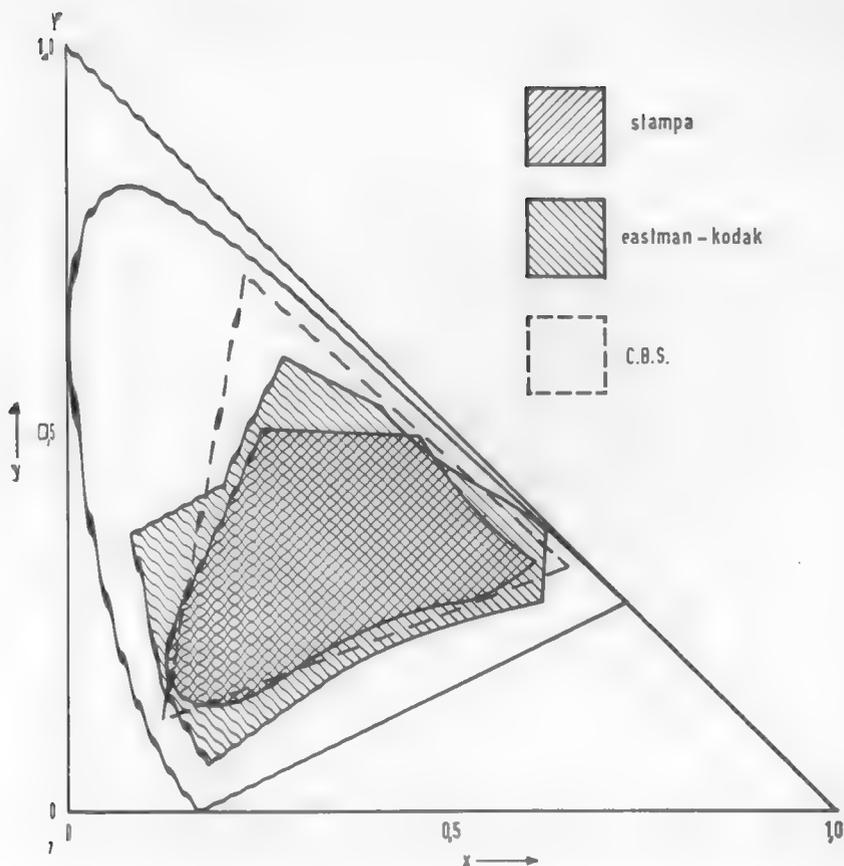


FIG. 35. Aree occupate da diversi sistemi di riproduzione di colori.

dei colori del diagramma, esterni al triangolo. In pratica è più importante che un'immagine a colori sia « gradevole », anziché strettamente fedele all'originale.

Per altro la gamma di colori riproducibili dalla stampa (inchiostri) è ancor più limitata: la zona a linea sinuosa internamente al triangolo (fig. 37) della TV, ne delimita infatti l'estensione: eppure noi tutti sappiamo quali ottime e piacevoli riproduzioni a stampa si possano ottenere.

Per stampe a colori di estrema accuratezza, si fa comunque talvolta ricorso all'adozione di 4 colori, tre colori più il nero, come correttivo della riproduzione cromatica complessiva.

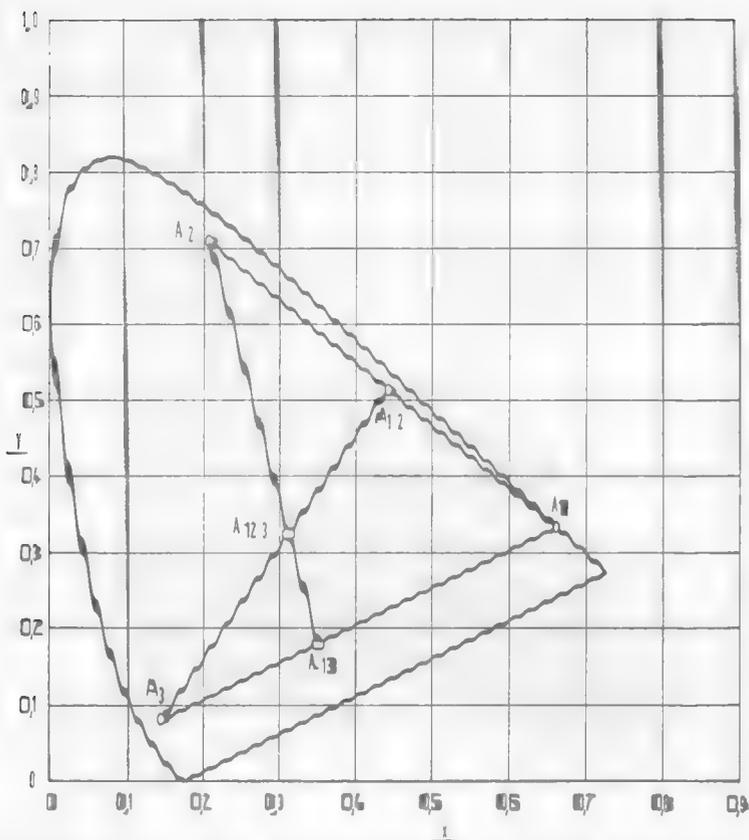


FIG. 36. Grafico per il calcolo del contributo alla luminosità da parte dei tre colori primari.

Occorre infine considerare che il diagramma di cromaticità è costruito su colori virtuali, teorici, molti dei quali (ad esempio i verdi ed i blu molto saturati) raramente si incontrano in pratica.

La bicromia semplice e la bicromia di Land

Sfruttando le facoltà di adattamento e di percezione cromatica del nostro ancora parzialmente misterioso senso della vista, e restringendo entro limiti accettabili o tollerabili le esigenze di fedeltà della riproduzione cromatica, è possibile ottenere delle immagini a colori, impiegando solamente due colori primari: la cosiddetta *bicromia*.

Impiegando infatti un'adatta miscela di due colori opportunamente scelti (colori complementari) si possono ottenere delle riproduzioni sufficientemente accettabili, facendo qualche strappo alla fedeltà dei colori originali.

I due colori impiegati sono generalmente il *ciano* (verde-blu) ed il *magenta* (rosso-porpora). Comunque la tecnica della bicromia sottrattiva viene impiegata solo per riproduzioni a stampa di mediocre qualità.

Un'altra tecnica, simile alla bicromia ora accennata, ma fondata su concetti totalmente differenti dalla classica teoria dei colori primari (enunciata prima da Newton e confermata poi da Maxwell), è stata recentemente presentata e sperimentata: il cosiddetto colore di Land. Trattasi di un processo additivo, già preconizzato da Fox e Hickey nel 1914, ripreso da Bernardi nel 1929 e riscoperto da Edwin Land (l'inventore del processo fotografico Polaroid) nel 1955, secondo il quale

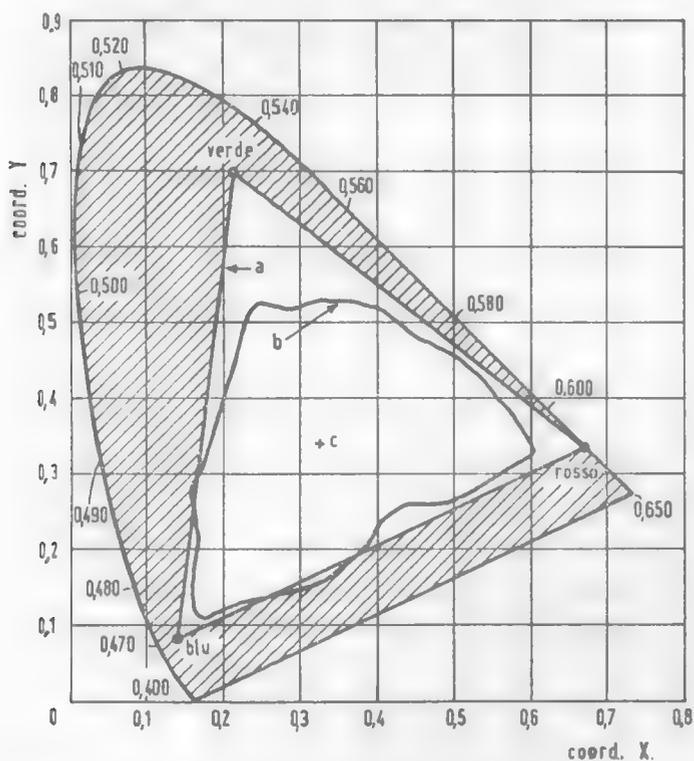


FIG. 37. Diagrammi di cromaticità della TV a colori (a) e della stampa a colori (b).

con la miscela di due soli colori (ed anche con la miscela di un solo colore col bianco) è possibile ottenere delle buone riproduzioni entro tutta la gamma dei colori visibili.

Ottimi e sorprendenti risultati sperimentali sono stati ottenuti secondo questo nuovo ed insolito procedimento, limitatamente però a proiezioni di due immagini variamente filtrate, sovrapposte su uno schermo di visione.

Varie ipotesi interpretative di tali risultati sono state avanzate; tutte però basate su presupposte reazioni fisiologiche del complesso occhio-cervello, assolutamente indipendenti dalla classica teoria del tristimolo accennata in precedenza. Il colore del Land però, pur avendo appassionato in molteplici discussioni tecnici e fisici, non ha trovato sinora applicazioni pratiche nella TV a colori.

CAPITOLO 4

I precedenti dell'attuale TV a colori

Sin dall'inizio dei primi esperimenti di televisione in bianco-nero, si pensò alla possibilità del colore. E sulla base dei concetti della colorimetria e sintesi tricromatica, esposti nei precedenti capitoli, vennero escogitati vari sistemi di trasmissione.

Anzitutto, un primo sistema apparentemente ovvio, ma estremamente complesso e praticamente inattuabile, sarebbe quello di impiegare tre distinti canali di trasmissione, uno per ciascuno dei tre colori primari, scomponendo in essi l'immagine da trasmettere alla ripresa e ricomponendoli nell'immagine in ricezione. Ciò evidentemente oltre alla complicazione dei mezzi impiegati, porta all'occupazione di una gamma di frequenze trasmesse tripla di quella del bianco-nero.

Una prima semplificazione di tale sistema fu di trasmettere sequenzialmente, una dietro l'altra sullo stesso canale, le tre immagini, rossa, verde, blu, sfruttando la persistenza retinea del nostro occhio. A parte alcune serie difficoltà di realizzazione pratica di televisori adatti, questo sistema richiedeva un notevole allargamento della banda video dato che in 1/25 di secondo si dovevano trasmettere 3 immagini, anziché 2 interlacciate, come si verifica nelle normali trasmissioni in bianco-nero.

Comunque questo sistema a sequenza di quadri venne sperimentato dalla C.B.S. negli U.S.A. intorno al 1950 con scarso successo, anche perchè non rispondeva al requisito della « compatibilità ».

Nel corso di tre anni di ricerche (1950-1953) un Comitato di esperti americani, appartenenti ai laboratori industriali più qualificati nel campo TV, elaborò un sistema di televisione a colori simultaneo compatibile, che prese il nome di NTSC (National Television System Committee).

Nel gennaio 1954 il massimo organismo U.S.A. per le telecomunicazioni, la F.C.C. (Federal Communication Commission), approvò ed adottò ufficialmente lo standard NTSC per la televisione a colori.

A questo punto è opportuno accennare alla relativamente recente comparsa di due nuovi sistemi di TV a colori, il sistema francese SECAM ed il sistema tedesco PAL, i quali, basati sui medesimi concetti fondamentali del sistema americano NTSC (luminanza costante-crominanza) se ne differenziano però in alcuni particolari di trasmissione del segnale di crominanza.

Fondamenti tecnici dei sistemi attuali di televisione a colori

Applicando razionalmente i vari concetti basilari che caratterizzano la funzionalità della nostra sensazione visiva (miscela delle alte frequenze *mixed-highs*, e scarsa risoluzione delle piccole aree di colore), negli attuali sistemi di TV a colori (NTSC - SECAM - PAL), la trasmissione di un'immagine colorata viene realizzata secondo due distinti canali: un canale di luminanza e un canale di crominanza. Quest'ultimo poi viene ulteriormente suddiviso nelle due componenti di cromaticità (rosso-blu) che vengono trasmesse simultaneamente.

Si è convenuto di denominare con Y la componente di luminanza (¹), con R la componente rossa e con B la componente blu.

La componente di luminanza Y ha la stessa larghezza di banda video (5 MHz) delle normali trasmissioni TV monocromatiche (C.C.I.R.).

La componente di cromaticità R ha una larghezza di banda di 1,5 MHz.

La componente di cromaticità B ha una larghezza di banda di 0,5 MHz.

Ma la caratteristica di maggiore peculiarità, che ha dato origine al sistema NTSC, è quella di essere riusciti a contenere le tre informazioni ora accennate (ciascuna con una propria larghezza di banda), entro la banda di frequenza video di 5 MHz dello standard della normale TV monocroma, senza sacrificio apprezzabile della qualità dell'immagine trasmessa, ed assicurando contemporaneamente la completa compatibilità dei televisori in bianco-nero.

(¹) Nuovo simbolo usato per distinguere questo segnale: pur essendo uguale al simbolo di uno dei tre stimoli X , Y , Z non ha riferimento con questi; Y identifica in questo caso una tensione.

Tale brillante risultato è stato ottenuto adottando il principio dell'interlacciamento di bande di frequenze (interleaving), interpolando gli spettri di frequenze delle due componenti cromatiche (I e Q) nello spettro di frequenze della luminanza (Y), che si presenta discontinuo (Mertz e Gray).

Analizzando lo spettro di frequenza di un segnale TV monocromo (segnale di luminanza, nel nostro caso) si è constatato che esso è costituito da gruppi di armoniche della frequenza di riga (15625 Hz) associate a bande laterali.

Ciascun gruppo occupa solo una limitata porzione dello spettro dell'intera banda di frequenze video (5 MHz) lasciando fra l'uno e l'altro degli intervalli non utilizzati e quindi praticamente disponibili per inserirvi i segnali di cromaticità (fig. 38).

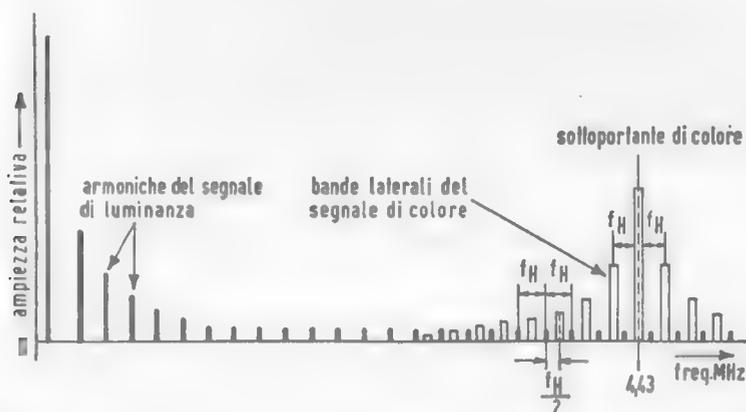


FIG. 38. Spettro di frequenze di un segnale TV in bianco-nero (luminanza).

Per esaminare più da vicino tale questione, sarà opportuno riferirsi alla metà della frequenza di riga (7812,5) anziché a quella di 15625 Hz.

Sotto questo profilo, si può operare in modo che lo spettro di un'immagine normale in bianco nero sia costituito da gruppi di armoniche localizzate attorno a *multipli pari* di metà frequenza di riga, mentre l'informazione cromatica da aggiungersi sia costituita da gruppi di armoniche attorno a *multipli dispari* di metà frequenza di riga.

Per soddisfare a questo requisito si fa in modo che la frequenza di

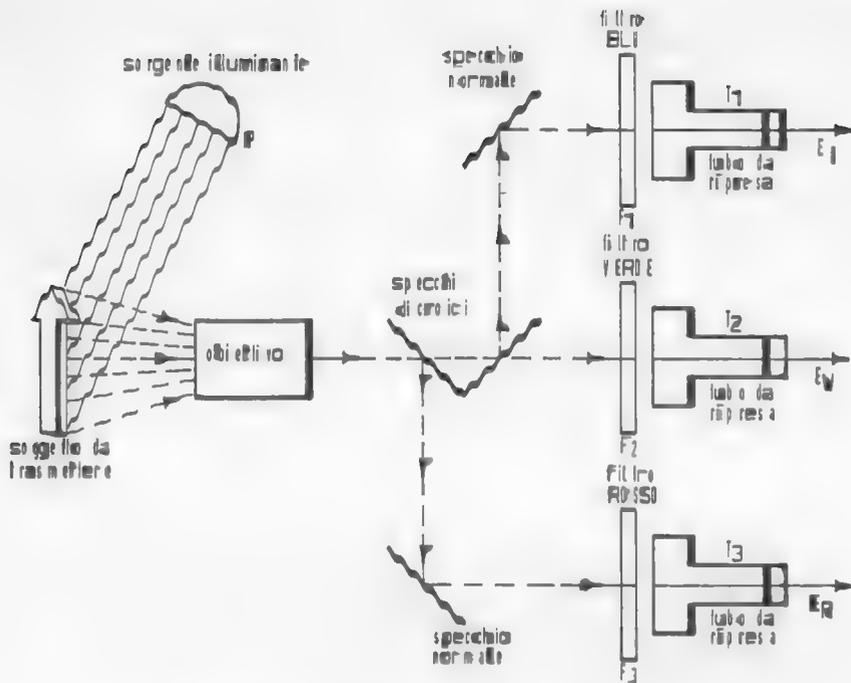


FIG. 39. Costituzione schematica di una telecamera a colori.

una certa « sottoportante di colore » della quale accenneremo fra breve, venga ad essere un *multiplo dispari* di metà frequenza di riga. Ritourneremo comunque più innanzi con maggiori dettagli su tale questione.

Costituzione schematica di un sistema TV a colori

Ricordiamo ancora che una trasmissione di TV a colori sarà caratterizzata dall'esistenza di due distinti canali: il canale di luminanza che assicura l'aspetto di brillantezza e risoluzione geometrica generale dell'immagine, ed il canale di cromaticità (tinta e saturazione) che ne assicura l'aspetto cromatico (colore).

Ne consegue che il segnale video, normalmente usato per la trasmissione in bianco-nero, viene chiamato segnale di luminanza nella TV a colori, mentre un segnale aggiuntivo per la trasmissione dell'informazione dei colori, viene chiamato segnale di cromaticità. In altre parole,

l'immagine a colori è costituita da un'immagine normale in bianco nero, sulla quale vengono applicate le necessarie « pennellate » di colore.

La TV a colori conserva quindi tutte le funzioni basiche e circuitali della normale TV in bianco-nero con l'aggiunta dei circuiti dei segnali di crominanza, di sincronizzazione di tali segnali, e cosa principale, del tubo catodico speciale (cinescopio) a 3 colori. Il tubo catodico d'immagine a colori, che viene illustrato più avanti, è pertanto l'organo che provvede a realizzare la miscela addittiva dei tre colori primari, secondo i processi colorimetrici esaminati nei precedenti capitoli.

Nel dispositivo di ripresa televisiva, nella telecamera cioè, occorre però realizzare le funzioni che assicurino la triplice esigenza della luminanza, della tinta e della saturazione.

La fig. 39 rappresenta la costituzione schematica di una telecamera a colori.

È da notare anzitutto che in essa vi sono 3 tubi da ripresa, anziché l'unico tubo esistente nelle normali telecamere in bianco-nero.

In relazione a quanto già accennato precedentemente, un raggio luminoso può essere scisso nei suoi tre componenti primari addittivi, in modo tale che quando tali colori primari vengano di nuovo miscelati, si riproduca il colore originale.

Nella telecamera a colori, i tre tubi da ripresa sono integrati da un sistema ottico di filtri cromatici e specchi dicroici, in modo che la luce entrante nell'obiettivo (fig. 39) viene suddivisa in tali colori primari, ciascuno dei quali agisce sul corrispondente tubo. Ciascun tubo per-

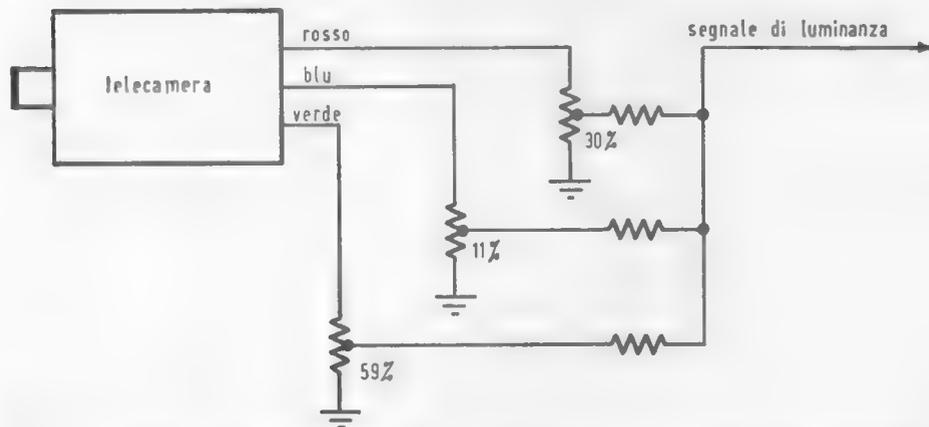


FIG. 40. Dosaggio elettrico dei tre segnali cromatici R , V , B costituenti il segnale di luminanza Y .

tanto reagisce unicamente alla luminanza relativa di ciascun colore, le cui frequenze sono determinate dalla banda passante dei rispettivi filtri ottici. Naturalmente le bande passanti di tali filtri corrispondono ai 3 colori primari addittivi, secondo il diagramma di cromaticità esaminato precedentemente, in accordo coi tre corrispondenti colori primari riprodotti nel cinescopio del ricevitore.

Quest'ultima esigenza dovuta, principalmente alla resa cromatica dei fosfori impiegati nella costruzione dei cinescopi a colori, vincola praticamente la scelta dei tre colori primari selezionati dai filtri ottici nella telecamera, colori che nel diagramma di cromaticità C.I.E. sono individuati dalle coordinate cartesiane:

	X	Y
R	0,67	0,33
V	0,21	0,71
B	0,14	0,08

Vediamo ora come funziona una telecamera a colori. L'oggetto da riprendere (fig. 39), illuminato da luce bianca del proiettore P , riflette parte di tale luce divenendo a sua volta una sorgente luminosa. La luce così riflessa attraversa l'obiettivo O e viene ripartita in tre canali con un adatto sistema di specchi normali e semitrasparenti (specchi dicroici). Ciascun canale di luce attraversa poi un filtro ottico F_1, F_2, F_3 (rosso, verde, blu), prima di agire sui corrispondenti tubi analizzatori da ripresa T_1, T_2, T_3 .

La telecamera genera pertanto tre segnali elettrici le cui ampiezze corrispondono alla luminanza dei tre colori primari nei quali è stata suddivisa la luce proveniente dal soggetto da trasmettere.

Questi tre segnali elettrici devono essere proporzionati in modo tale che la miscela possa ricomporre la luce bianca secondo i loro relativi contributi alla luminanza. Tali contributi sono nel rapporto 30%, 59% e 11%, rispettivamente per rosso, verde e blu, per ottenere una luminanza del 100% (fig. 40). Il segnale Y , detto di luminanza costante, è quindi espresso da:

$$* Y = 0,30 R + 0,59 V + 0,11 B *$$

Questo segnale, costituito sommando i segnali rosso, verde e blu in proporzioni tali da produrre un segnale rappresentante la luminanza del soggetto da trasmettere, è il primo dei segnali componenti il canale di trasmissione della TV a colori: il segnale di luminanza.

La figura 41 indica le proporzioni di rosso, verde e blu in corrispondenza della curva di sensibilità dell'occhio.

I tre segnali elettrici recanti le informazioni di luminanza delle componenti rossa, verde e blu del soggetto da trasmettere, all'uscita della telecamera, vengono indicati con:

$$E_R \quad E_V \quad E_B$$

Secondo quanto esposto nel capitolo 2, sussiste inoltre la relazione: $E_R = E_V = E_B$, in corrispondenza al bianco C , individuato dalle coordinate cromatiche C.I.E.: $X = + 0,310$; $Y = 0,316$.

Per limitare a due sole le informazioni cromatiche da trasmettere, poichè il segnale di luminanza contiene già mescolate le tre compo-

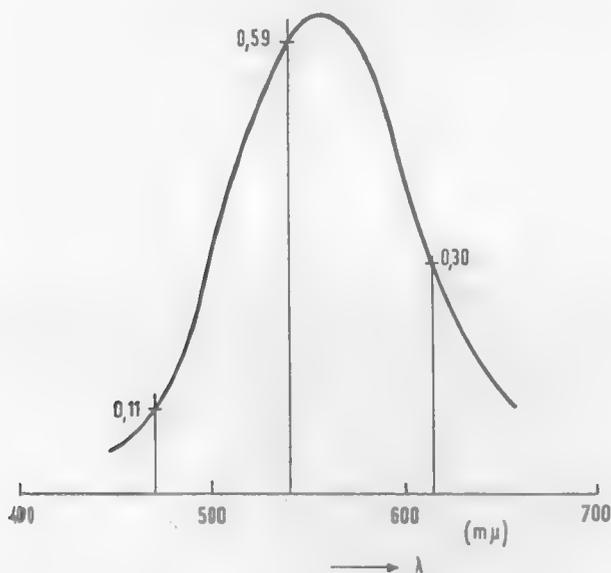


FIG. 41. Dosaggio fisiologico dei tre colori primari costituenti il segnale di luminanza, in corrispondenza alla curva di sensibilità cromatica dell'occhio.

menti di cromaticità, il segnale di luminanza viene sottratto da ciascuno dei tre segnali cromatici, rosso, verde e blu. (fig. 42).

Si ottengono così tre segnali rappresentanti: rosso meno luminanza ($R - Y$), verde meno luminanza ($V - Y$) e blu meno luminanza ($B - Y$).

Non è però necessario trasmettere quattro informazioni e cioè Y , $R - Y$, $V - Y$, $B - Y$: ne bastano evidentemente tre.

Si è convenuto di trasmettere i segnali R , $R - Y$, $B - Y$: il segnale verde si può ottenere infatti sottraendo la somma dei segnali rosso e blu, dal segnale di luminanza.

Questa operazione è detta «matrizzazione».

Riepilogando, quindi: in una normale ripresa bianco-nero il tubo della telecamera ha una curva di sensibilità che si avvicina a quella dell'occhio; all'uscita della telecamera perciò si ha un segnale elettrico di ampiezza proporzionale alla luminosità della scena ripresa.

Applicando questo segnale al cinescopio dei ricevitori bianco-nero si ha la riproduzione della scena ripresa con tutte le variazioni di luminosità proporzionali all'intensità dell'illuminazione di tale scena e in relazione alla particolare sensibilità della telecamera alle varie tinte. Dalla colorimetria si è visto che la luminosità (di un colore) è dovuta per il 30% al rosso, per il 59% al verde e per l'11% al blu; da questo si deduce che il segnale uscente da una telecamera TV bianco-nero può essere sostituito da un segnale composto dalle uscite delle tre telecamere colore (equivalenti alla telecamera tripla già accennata) sensibili rispettivamente al rosso, al verde ed al blu, sommati nelle proporzioni già accennate. Considerando di valore 1 l'uscita da ogni telecamera, si ha:

$$\text{Segnali di Luminanza} = 0,30 R + 0,59 V + 0,11 B = Y.$$

Eccitando in modo identico tre cinescopi cromatici di un ricevitore a colori col segnale di luminanza si ha che la somma delle luci ir-

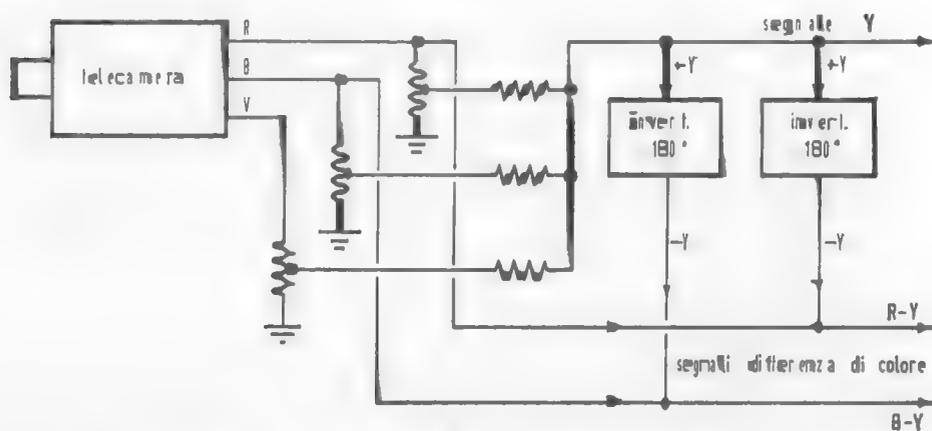


FIG. 42. Principio del circuito elettrico di sottrazione del segnale Y , per l'ottenimento dei segnali cromatici $R - Y$ e $B - Y$ (matrizzazione).

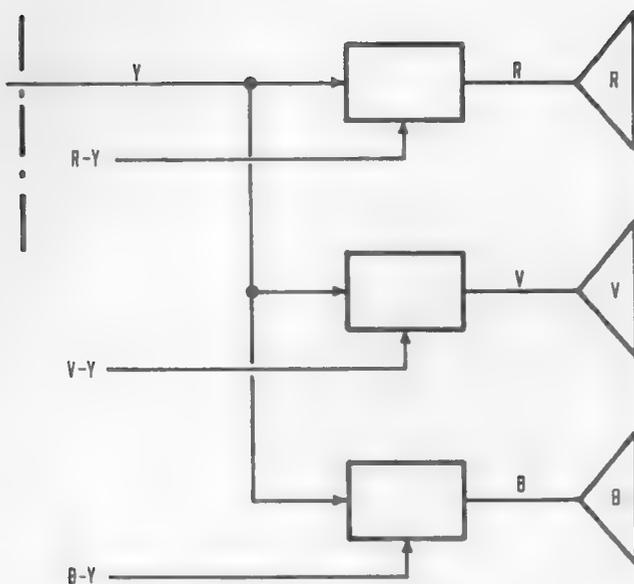


FIG. 43. Principio di formazione dell'immagine TV a colori

radiate dai cinescopi origina il bianco con le possibili variazioni di luminosità in relazione al valore dell'eccitazione.

Questo fatto già notato in colorimetria si può spiegare praticamente anche nel modo seguente: ammettendo di esplorare con le tre telecamere RVB una scena bianca di luminosità pari a 1, i guadagni delle tre telecamere prive di filtri sono regolati per avere in uscita tre tensioni uguali: 1,1,1.

Inviando queste tre tensioni ai tre tubi riceventi, RVB , questi, pur essendo eccitati con identiche tensioni (1,1,1), non danno singolarmente un'intensità luminosa pari a 1; bensì lo schermo rosso darà 0,30, quello verde darà 0,59 e quello blu darà 0,11 per avere quindi in totale il bianco di luminosità pari a 1.

Se vengono applicati i filtri ottici alle telecamere, le rispettive uscite saranno 0,30, 0,59, 0,11; riportando però ogni uscita al valore 1,1,1, come effettivamente si deve fare, si ricade nel caso precedente.

Ora, sommando a queste tre tensioni eccitatrici proporzionali alla luminosità altre tre informazioni-colore si annullerà l'uguaglianza delle tre tensioni applicate ai tubi e quindi la somma delle luci irradiate dai tre cinescopi darà come risultato la scena a colori con le dovute tinte, saturazioni e luminosità (fig. 43).

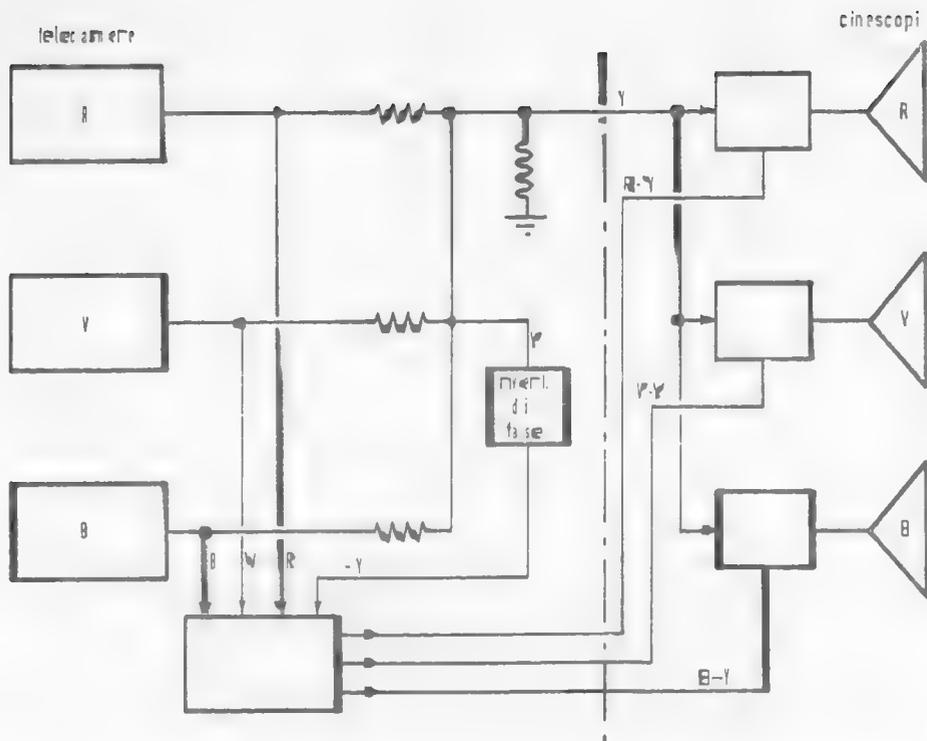


FIG. 44. Formazione dei segnali cromatici nella TV a colori (differenza di colore).

Ricordando che il segnale di luminosità può essere ottenuto dalla somma in dovute proporzioni dei segnali uscenti dalle telecamere RVB si può completare il sistema di ripresa come mostrato in figura 42.

I valori dei simboli usati in questa figura sono :

$$\begin{aligned}
 Y &= 0,30 R + 0,59 V + 0,11 B \\
 R - Y &= 0,70 R - 0,59 V - 0,11 B \\
 V - Y &= 0,30 R + 0,41 V - 0,11 B \\
 B - Y &= -0,30 R - 0,59 V + 0,89 B
 \end{aligned}$$

Il problema della trasmissione delle informazioni viene ulteriormente semplificato, constatando che il segnale di luminanza Y contiene le informazioni dei tre colori primari. L'informazione inerente uno di questi colori può quindi essere omessa ed essere poi ricavata in ricezione.

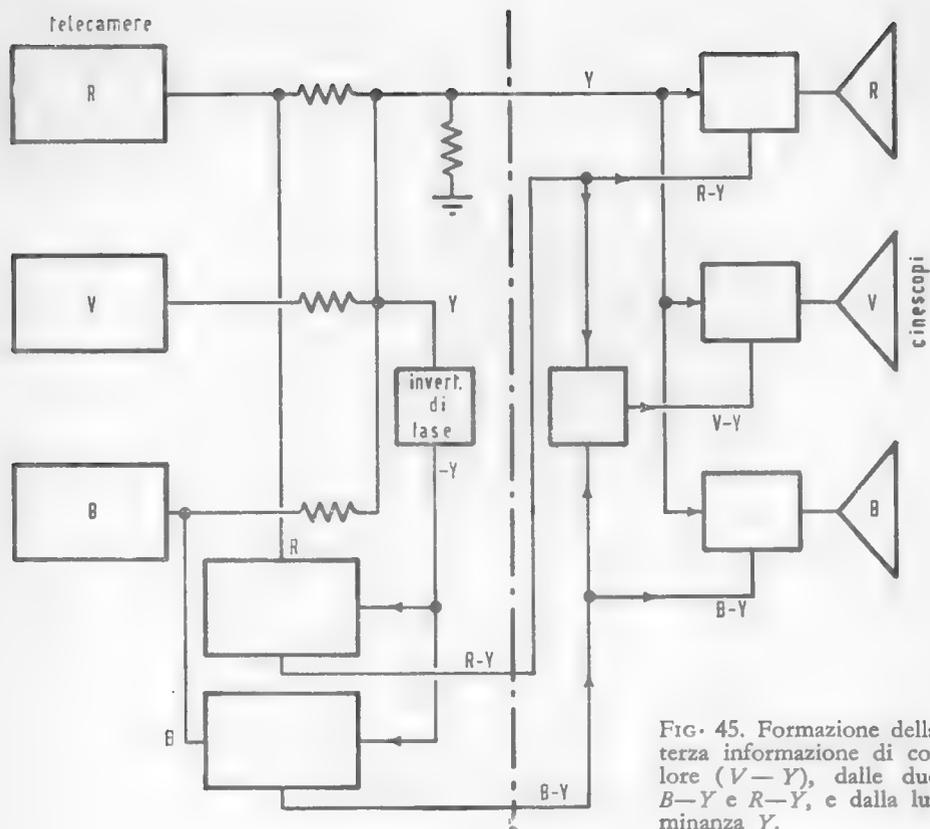


FIG. 45. Formazione della terza informazione di colore ($V-Y$), dalle due $B-Y$ e $R-Y$, e dalla luminanza Y .

La figura 45 illustra questo nuovo sistema; dai valori di $R-Y$ e di $B-Y$ si ricava:

$$V-Y = -0,51(R-Y) - 0,19(B-Y)$$

Esaminando il sistema schematizzato in figura 45 si possono fare le seguenti constatazioni:

A) il sistema di ripresa deve dare le informazioni relative ai tre colori primari e l'informazione relativa alla luminanza; queste quattro informazioni sono contenute in tre tensioni, di cui una contiene l'informazione della luminanza e le altre due contengono le informazioni di tinta e di saturazione dei colori.

B) In ricezione, la tensione contenente l'informazione di luminanza governa contemporaneamente le luminosità dei tre tubi RVB ; dalle altre due tensioni vengono ricavate le informazioni dei tre colori primari, ognuno dei quali pilota separatamente il proprio tubo.

C) Se il complesso di ripresa fosse composto da una telecamera per TV bianco-nero, l'uscita da detta telecamera sarebbe una tensione contenente solo l'informazione di luminanza. Applicando questa tensione ai tre tubi del ricevitore a colori si avrebbe la riproduzione in bianco-nero. Da questo si deduce che i programmi video in bianco-nero possono essere visti su un televisore a colori appunto in bianco-nero.

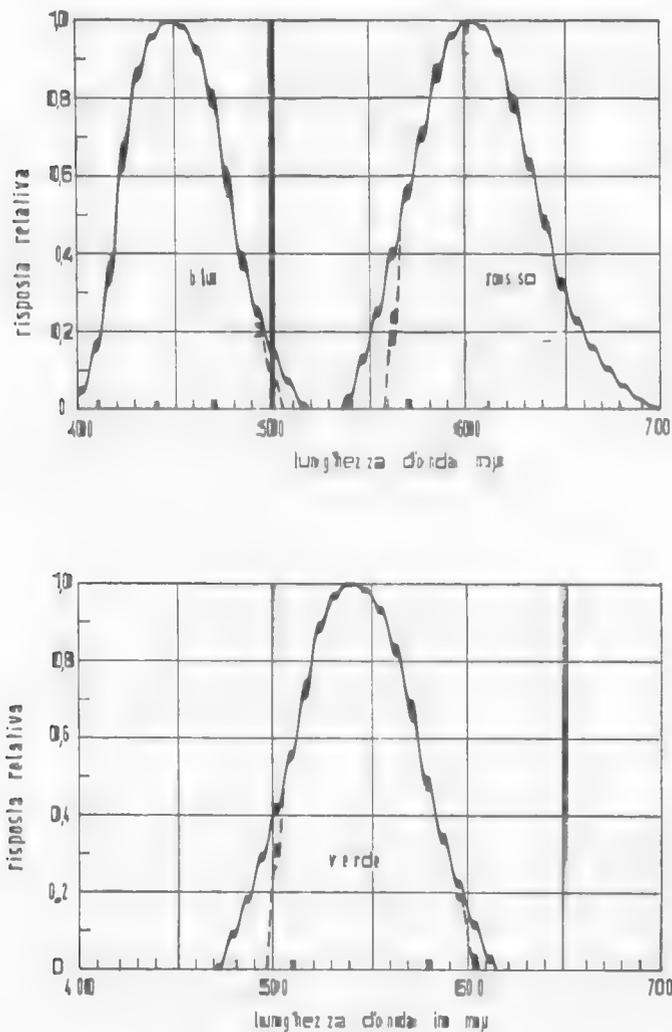


FIG. 46. Curve di risposta dei filtri ottici usati nelle telecamere a colori.

D) Se viceversa la parte ricevente fosse un semplice televisore per TV bianco-nero, un'emissione TV colore arriverebbe solo come segnale di luminosità al cinescopio, mentre le informazioni del colore non sarebbero sviluppate, mancando appunto i circuiti interessati.

L'immagine sarebbe quindi riprodotta in bianco-nero.

E) I filtri ottici inseriti davanti agli obiettivi delle telecamere (che poi in pratica consistono in una telecamera con tre sistemi di ripresa) devono avere la curva di selettività identica alle curve delle unità dei primari di figura 15.

In pratica le curve di tali filtri hanno l'andamento indicato in figura 46. I lobi negativi delle curve di figura 15 conducono alla correzione dell'andamento delle curve di selettività dei filtri ottici, come mostrano le curve tratteggiate di figura 46.

F) Le tinte primarie prodotte dai tre tubi riceventi (che praticamente si riducono ad un unico tubo tricromico) devono essere tali da dare dei primari che abbiano le coordinate di cromaticità corrispondenti a quanto prescritto dalla F.C.C. Le tinte risultanti dal miscuglio saranno quindi tali da essere comprese nel triangolo *RVB* del diagramma di cromaticità.

Le curve di emissione dei fosfori sono indicate in figura 47.

Il tubo tricromico riunisce in sé i tre fosfori, i tre cannoni ed i tre sistemi di deflessione.

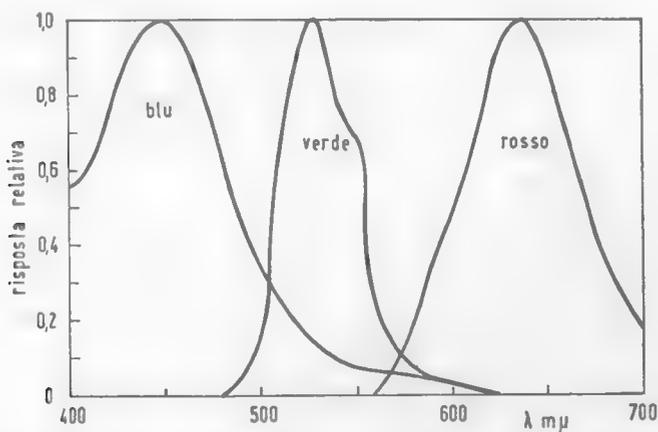


FIG. 47. Curve di emissione dei tre fosfori usati per lo schermo fluorescente di cinescopi tricromatici.

G) Ricordando quanto detto circa i limiti del potere risolutivo e della visione tricromatica dell'occhio, si è potuto diminuire la larghezza di banda dell'informazione colore, senza per questo peggiorare le prestazioni del sistema di riproduzione. Infatti la banda dell'informazione colore viene limitata ad una larghezza massima di 1,5 MHz.

H) Questa banda di frequenza che deve essere trasmessa assieme a quella del segnale di luminanza Y (banda di 5,5 MHz) ha creato un certo numero di difficoltà, perchè uno dei presupposti per la compatibilità del sistema (ed anche per la non eccessiva disponibilità di bande libere) è la condizione che la larghezza di banda non deve essere maggiore di quella occupata dai sistemi TV bianco-nero ed ancora che la banda occupata dall'informazione luminanza (Y) non deve essere più stretta di 5,5 MHz.

A prima vista questa somma di condizioni fa sembrare insolubile il problema; però in realtà il problema è stato risolto ed ogni condizione è stata rispettata con l'artificio dell'«interleaving» già sommariamente accennato in precedenza.

Quando si dice che un segnale televisivo si estende da 0 a 5,5 MHz, non si deve pensare che questo occupi ogni ciclo di tutto lo spettro; in altre parole l'energia non è distribuita con continuità da un estremo all'altro della banda, ma è esistente sotto forma di pacchetti di energia, ognuno distanziato dal pacchetto vicino di 15,625 kHz (vedi fig. 48).

I raggruppamenti attorno ad ogni armonica di 15,625 kHz sono costituiti da un certo numero di bande laterali dovute alla scansione di quadro dell'immagine.

Queste bande laterali sono molto concentrate attorno alle portanti (armoniche di 15,625 kHz) e lo spazio dello spettro tra queste portanti è quasi completamente libero. Se in questi spazi viene inserita un'altra informazione, purchè sia sincrona con la frequenza di ripetizione della prima, i due segnali vengono ad occupare solo la banda primitiva senza influenzarsi a vicenda.

Nel caso della TV a colori le informazioni $R - Y$ e $B - Y$ sono affidate ad una portante la cui frequenza è la 567a armonica della frequenza di 1/2 riga.

Tale frequenza è esattamente di 4,4296875 MHz, infatti:

$$15,625 : 2 \times 567 = 4,4296875 \text{ MHz}$$

Il numero qui riportato è valido per il sistema NTSC europeo, ma non per gli altri sistemi (PAL e SECAM) e viene a capitare tra la 566a e la 568a armonica di 1/2 riga e cioè tra la 283a e la 284a armonica della frequenza di riga.

Tenendo presente che anche il segnale colore ha come frequenza fondamentale la stessa frequenza di riga è chiaro che tutte le armoniche e le relative bande laterali vengono a trovarsi distanti 15,625 kHz dalla sottoportante cioè dalla 567a armonica di 1/2 riga e quindi l'informazione di colore si viene a trovare tra i pacchetti di energia del segnale televisivo bianco-nero.

D) La scelta della frequenza della sottoportante colore di 4,43 MHz (nel sistema TV americano a 525 righe è di 3,58 MHz) è il risultato di compromessi tra varie necessità. Ne riportiamo alcune come esempio:

— rapporto tra la frequenza della portante colore e la larghezza di banda dei canali di cromaticità;

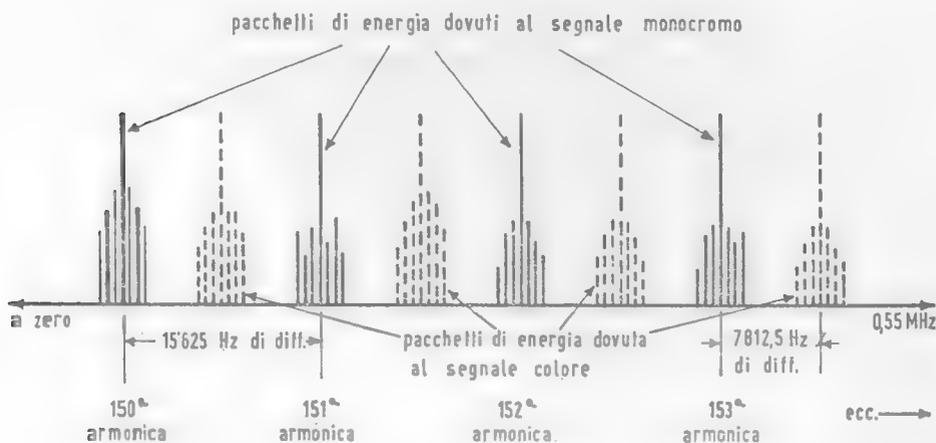


FIG. 48. Procedimento « interleaving ». L'informazione del colore viene inserita negli spazi esistenti fra l'informazione monocromatica di luminanza.

— valore della frequenza portante colore in rapporto alla banda di 5,5 MHz in cui è inserita, questo in considerazione della risposta in frequenza ed alla esistenza delle bande laterali dei segnali colore;

— valore della frequenza sottoportante in relazione alla visibilità del disturbo che si nota sul tubo ricevente, sia a colori che bianco-nero, perchè questa sottoportante si presenta sullo schermo come una interferenza, anche se l'effetto viene ad autocancellarsi ad ogni riga dello schermo.

Come semplice prova di questa autocancellazione consideriamo

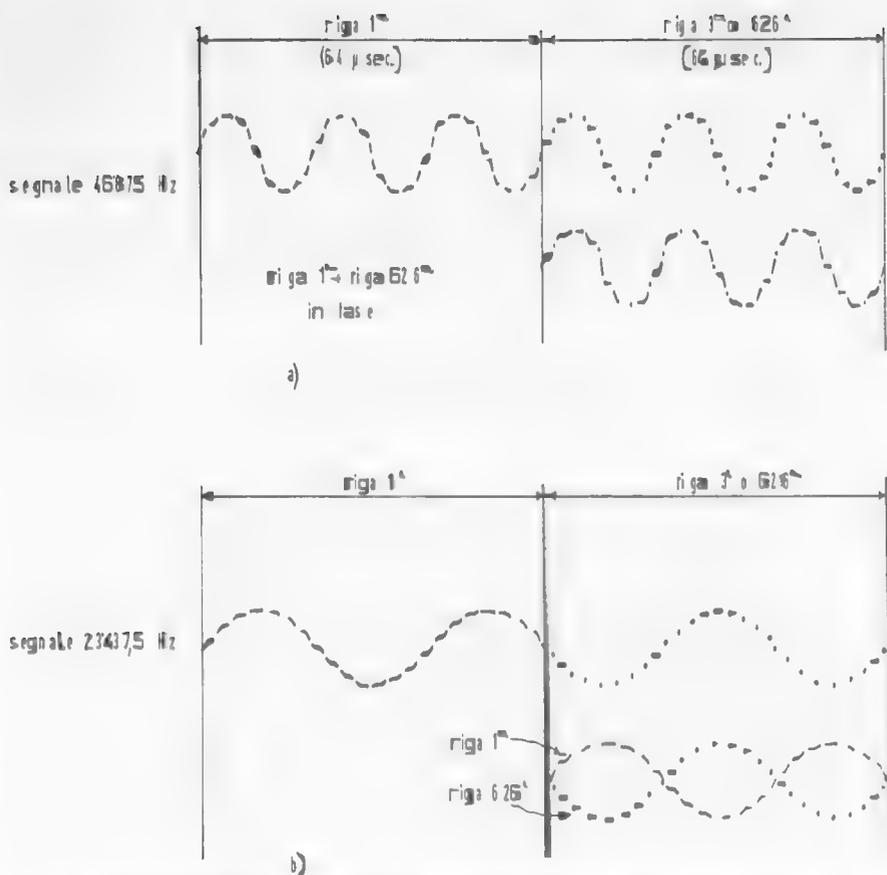


FIG. 49. Cancellazione dell'interferenza dell'informazione colore. a) Armoniche pari di mezza frequenza di riga rinforzano l'immagine prodotta dalla prima riga. b) Armoniche dispari si cancellano a vicenda.

un segnale video, per esempio una sinusoidale, la cui frequenza sia pari alla terza armonica di 15,625 cioè 46,875 kHz.

Durante la scansione della prima riga del tubo del ricevitore vengono applicati tre completi cicli alla griglia del tubo stesso. Ogni mezzo ciclo negativo produce un'area scura ed ogni mezzo ciclo positivo una area chiara; ogni riga contiene gli stessi tre cicli e, dopo il primo semiquadro, il secondo semiquadro non fa altro che rinforzare l'immagine formatasi durante il primo. Infatti si vede dalla figura 49, che il diagramma tracciato dalla riga successiva alla prima (la terza) o dalla 626a è identico a quello della prima riga.

Consideriamo invece ora un segnale video la cui frequenza sia un multiplo dispari di mezza frequenza di riga (23,4375 kHz); durante la scansione della prima riga viene presentato alla griglia un ciclo e mezzo, durante la riga successiva (la terza) la stessa tensione è presentata sfasata di 180° , alla quinta riga il segnale ritorna in fase con quello della prima riga ed alla settima in fase con quello della terza, ecc.. Così ad ogni riga si inverte la fase del segnale.

Essendo la sottoportante colore di frequenza multipla di mezza frequenza di riga, si avrà l'autoannullamento della interferenza come mostrato nell'esempio.

Durante la 626a riga viene presentato un segnale di fase opposto a quello applicato alla prima riga e quindi gli effetti dei due segnali tendono ad annullarsi. In questo modo le variazioni di luminosità tendono ad annullarsi ad ogni riga ed a ogni semiquadro.

In pratica tale autoannullamento non avviene completamente come nell'esempio fatto perchè i segnali non sono sinusoidali e della medesima ampiezza per ogni riga, per cui l'interferenza della sottoportante sullo

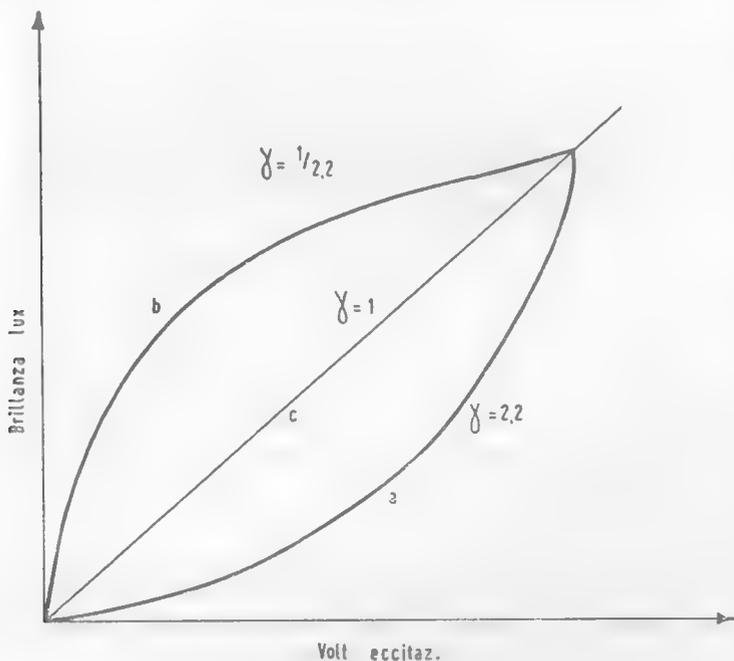


FIG. 50. Curve del « gamma»: a) « gamma » del cinescopio; b) « gamma » di correzione in trasmissione; c) « gamma » lineare risultante.

schermo dei ricevitori ci sarà, anche se di basso valore. Un altro fattore che contribuisce a diminuire l'interferenza sullo schermo dei ricevitori è il fatto che la sottoportante (come si vedrà meglio in seguito) viene eliminata nello stesso processo di modulazione e vengono trasmesse solo le bande laterali (sistemi NTSC e PAL). La soppressione della portante colore serve anche a fare in modo che non venga trasmesso alcun segnale di sottoportante quando non c'è informazione colore, come nel caso di una ripresa bianco-nero.

Un'altra ragione per cui non viene trasmessa la sottoportante è che questa darebbe origine ad un'interferenza di 1,07 MHz, battendo alla rivelazione video con la portante suono di 5,5 MHz. Si avrebbe esattamente:

$$5,5 - 4,4296875 = 1,0703125 \text{ MHz}$$

È vero che la frequenza di 5,5 batte ugualmente con i prodotti di modulazione; ma questi sono di entità inferiore e quindi l'interferenza prodotta è più tollerata; inoltre essa è un multiplo dispari di mezza frequenza di riga (infatti:

$$1,0703125 / 0,0078125 = 137)$$

e quindi ci ritroviamo in un caso di *interleaving*, per cui teoricamente non dovrebbe essere visibile o per lo meno apparire ferma sullo schermo del tubo ricevente.

In pratica, a causa delle tolleranze entro cui può variare la frequenza di 5,5 MHz, l'interferenza non è sempre *interleaving* e quindi bisogna ricorrere a particolari demodulatori nei ricevitori.

Correzioni di gamma

Tutte le considerazioni fatte sinora, presuppongono una perfetta linearità del cinescopio ricevente, nel senso che a determinate variazioni delle tensioni di eccitazione (sia monocrome che cromatiche) corrispondano proporzionali variazioni di brillantezza dello schermo luminescente.

In pratica, però, ciò non si verifica, in quanto la luminosità del cinescopio non è direttamente proporzionale alle tensioni modulanti la griglia o il catodo. È noto che tale non linearità influisce dannosamente sulla scala dei mezzi toni (grigi) nelle immagini dei televisori in bianco-nero, in modo da rendere necessaria una predistorsione in senso opposto alla trasmissione.

Questo comportamento è definito dalla relazione:

$$L = K(V)^\gamma \quad (2)$$

ove L è la luminosità, K è una costante, V è la tensione modulante e γ è un esponente il cui valore normale è intorno a 2,5.

In pratica si usa dire che il « gamma » (γ) del cinescopio è 2,5.

Tradotta in diagramma la relazione (2) assume l'aspetto della figura 50a.

Per correggere tale mancanza di linearità si usa introdurre in trasmissione una "non linearità" di senso opposto (fig. 50b), in modo che la composizione delle due curve dia una risultante praticamente rettilinea ($\gamma = 1$) (fig. 50c).

Questa operazione, chiamata « correzione di gamma », è correntemente applicata nella TV monocroma, ma assume particolare importanza nella TV a colori, dato che la non linearità del cinescopio altera sostanzialmente la cromaticità dei colori.

Pertanto, nella TV a colori è necessario avere una correzione di gamma molto più accurata di quella della TV in bianco-nero, per il fatto che può venire compromessa non solo la luminanza, ma anche la crominanza.

La correzione di gamma viene generalmente effettuata separatamente sui tre segnali elettrici cromatici all'uscita della telecamera.

Pertanto dai segnali suaccennati E_R , E_V , E_B dopo la correzione di gamma ($\gamma = 2,2$), derivano i nuovi segnali corretti:

$$\begin{aligned} E'_R &= E_R^{1/\gamma} \\ E'_V &= E_V^{1/\gamma} \\ E'_B &= E_B^{1/\gamma}. \end{aligned}$$

La « matricizzazione » sopraccennata viene effettuata sui segnali E'_R , E'_V , E'_B realizzando tre combinazioni lineari: una di *luminanza* e due di *crominanza*, costituenti il segnale televisivo a colori.

La componente di luminanza è pertanto:

$$E_Y = 0,3 E'_R + 0,59 E'_V + 0,11 E'_B$$

e rappresenta il segnale compatibile in bianco-nero. Circa le componenti di crominanza ricordiamo che esse si possono identificare sia coi due segnali di cromaticità I e Q (di diversa larghezza di banda) che giacciono lungo due assi perpendicolari del diagramma di cromaticità C.I.E., arancio-verde blu (I) e porpora-verde giallo (Q), sia coi segnali differenza di colore $R - Y$ e $B - Y$.

Per maggiore chiarezza in termini di cromaticità, sarà inoltre opportuno ricordare che le relazioni fra i coefficienti R , V , B (C.I.E.) ed i segnali differenza di colore sono:

$$\begin{aligned} R - Y &= 0,70 R - 0,59 V - 0,11 B \\ B - Y &= -0,30 R - 0,59 V + 0,89 B \\ V - Y &= -0,30 R + 0,41 V = 0,11 B \end{aligned}$$

$R - Y$, $B - Y$, $V - Y$ verranno in seguito indicati rispettivamente con $E'_R - E'_Y$, $E'_B - E'_Y$, $E'_V - E'_Y$ per indicare i segnali elettrici di colore, con la correzione di gamma, come sopra accennato.

Nuova telecamera a colori a 4 canali.

Recenti sviluppi tecnici hanno portato alla realizzazione di un nuovo tipo di telecamera a colori che, pur aderendo sempre al principio fondamentale di « canale di luminanza » e « canale di cromaticità », si differenzia in pratica dal tipo originale illustrato in questo capitolo. Ecco di che si tratta.

Anzichè affidare al contributo dosato dei tre tubi da ripresa rosso, verde e blu la formazione del canale di luminanza, è stato introdotto un quarto tubo da ripresa esclusivamente dedicato al canale di luminanza. Ovviamente tale nuovo tubo fornisce un'immagine esattamente simile a quella di una normale telecamera in bianco-nero, col vantaggio di migliorare la compatibilità nei comuni televisori, e di migliorare la qualità e la definizione delle immagini a colori grazie all'indipendenza dell'immagine base di luminanza dalla registrazione ed accurata sovrapposizione delle tre immagini cromatiche.

Nella nuova telecamera quindi, un tubo da ripresa fornisce il segnale di luminanza indipendente, mentre gli altri tre tubi provvedono ai tre segnali cromatici R , V , B , che opportunamente matricizzati col segnale di luminanza forniscono i due segnali modulanti di cromaticità.

In questo tipo di telecamera vengono usati dei nuovi tubi da ripresa noti sotto il nome di Plumbicon o Selenicon.

PROBLEMI CON SOLUZIONE A QUIZ.

Ciascuna delle domande formulate qui di seguito comporta quattro distinte risposte, una sola delle quali è quella esatta. Dopo aver considerato attentamente tutte e quattro le risposte riportate, selezionate quella che vi sembra giusta, tracciando un trattino sulla lettera corrispondente.

Le soluzioni dei quiz sono riportate nel volume successivo.

Esempio:

Un metro è suddiviso in: *a*) 5 decimetri; *b*) 10 decimetri; *c*) 20 decimetri; *d*) 10 centimetri.

a ~~*b*~~ *c* *d*

Domanda

Risposta

1) Un raggio di luce solare che attraversa un prisma ottico si scompone in: *a*) 5 colori principali e 2 secondari; *b*) 7 colori puri; *c*) 8 colori principali; *d*) 4 colori puri e 3 colori composti.

a *b* *c* *d*

2) Un millimicron è: *a*) un centomillesimo di mm; *b*) un decimilionesimo di mm; *c*) un milionesimo di mm; *d*) un miliardesimo di mm.

a *b* *c* *d*

3) Per la riproduzione di tutti i colori naturali sono sufficienti: *a*) 3 colori primari più 2 colori secondari; *b*) 3 colori primari più un colore ausiliario; *c*) 3 colori primari; *d*) 4 colori primari.

a *b* *c* *d*

4) Se una sorgente luminosa emette un raggio di luce concentrata in lunghezze d'onda prossime ai 450 millimicron, tale luce sarà: *a*) luce rossa; *b*) luce verde; *c*) luce blu; *d*) luce gialla.

a *b* *c* *d*

5) Le espressioni « rosa », « rosso vivo », « rosso pallido » significano: *a*) luce rossa a differenti livelli di

luminosità; *b*) luce rossa a diverse lunghezze d'onda componenti; *c*) luce rossa a diversi gradi di saturazione; *d*) diverse tonalità di colore.

a b c d

6) In un processo di sintesi sottrattiva, la miscela dei tre colori primari dà luogo al: *a*) bianco; *b*) nero; *c*) ciano; *d*) magenta.

a b c d

7) Nel processo di sintesi sottrattiva i 3 colori primari sono: *a*) rosso, giallo, blu; *b*) rosso, verde, blu; *c*) rosso, magenta, ciano; *d*) giallo, verde, blu.

a b c d

8) In un processo di sintesi addittiva, la miscela dei 3 colori primari dà luogo al: *a*) bianco; *b*) nero; *c*) magenta; *d*) ciano.

a b c d

9) Nel processo di sintesi addittiva i 3 colori primari sono: *a*) rosso, giallo, blu; *b*) rosso, giallo, verde; *c*) rosso, verde, blu; *d*) giallo, verde, blu.

a b c d

10) Tre raggi di luce rossa, verde e blu sono proiettati sovrapposti su uno schermo in proporzioni tali da ottenere un'area bianca. Per rendere grigia tale area bianca occorre: *a*) modificare diversamente l'intensità dei tre raggi; *b*) ridurre ugualmente l'intensità dei tre raggi; *c*) ridurre l'intensità dei raggi luminosi nelle seguenti proporzioni: 30% rosso, 59% verde, 11% blu; *d*) inserire dei filtri colorati.

a b c d

11) Tre raggi di luce rossa, verde e blu sono proiettati su uno schermo in proporzioni tali da ottenere un'area bianca. Se quest'area diviene gialla si può ripristinare il bianco accrescendo l'intensità del: *a*) raggio rosso; *b*) raggio verde; *c*) raggio blu; *d*) entrambi i raggi rosso e blu.

a b c d

12) Il nostro occhio è più sensibile alla: *a*) luce rossa; *b*) luce blu; *c*) luce gialla; *d*) luce verde.

a b c d

13) La risoluzione geometrica (possibilità di distinguere i minimi dettagli di un'immagine) del nostro occhio è rappresentata dall'angolo visuale di circa: *a)* 10 minuti primi; *b)* 1 minuto primo; *c)* 5 minuti primi; *d)* $\frac{1}{2}$ minuto primo.

a b c d

14) Le terminazioni sensibili alla luce del nervo ottico facente capo al nostro occhio sono ripartite sulla retina: *a)* nella zona centrale i «coni»; *b)* nella zona centrale i «bastoncini»; *c)* uniformemente distribuite; *d)* nella zona periferica in prevalenza «coni».

a b c d

15) Il nostro occhio percepisce tutti i colori: *a)* nelle piccolissime aree; *b)* nelle grandi aree; *c)* in aree di medie dimensioni con colori miscelati; *d)* solo se i colori sono saturi.

a b c d

16) La saturazione di un colore è data: *a)* dalla sua intensità; *b)* dalla sfumatura della sua tinta; *c)* dalla miscela con un colore complementare; *d)* dalla sua diluizione con la luce bianca.

a b c d

17) Il segnale *Y* presente nelle trasmissioni di TV a colori: *a)* non viene usato nei televisori a colori; *b)* è praticamente identico a quello delle trasmissioni in bianco-nero; *c)* provvede alla cromaticità delle aree grandi dell'immagine; *d)* contiene unicamente i segnali sincronizzanti.

a b c d

18) L'informazione cromatica completa di un'immagine TV a colori, basata sui tre colori primari, può essere trasmessa con: *a)* tre segnali di differenza di colore; *b)* segnali cromatici arancio e ciano; *c)* due segnali di differenza di colore; *d)* segnale *Y* più due segnali di differenza di colore.

a b c d

19) L'ampiezza del segnale di crominanza è determinata da: *a)* tinta dell'oggetto ripreso; *b)* saturazione del colore dell'oggetto ripreso; *c)* luminosità dell'oggetto

ripreso; δ) ampiezza della sottoportante a 4,43 MHz applicata al modulatore.

a b c d

20) Durante la trasmissione di un'area bianca, il segnale: a) Y è zero; b) di crominanza è zero; c) « burst » è in fase con la sottoportante a 4,43 MHz; d) la sottoportante a 4,43 MHz ha la massima ampiezza.

a b c d



EDITRICE IL ROSTRO VIA MONTE GENEROSO 6/A MILANO



3

CORSO DI TELEVISIONE A COLORI

**NTSC
PAL
SECAM**



COORDINATO DA ALESSANDRO BANFI

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

IN 8 VOLUMI

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

Coordinato da Alessandro Banfi

CON LA COLLABORAZIONE DI

ANTONIO NICOLICH

NATALE STUCCHI

HENRY SALAN

DONALD S. FLEMING



EDITRICE

MILANO

CORSO INTEGRALE

VI

TELEVISIONE A COLORI

TUTTI I DIRITTI RISERVATI
ALLA EDITRICE IL ROSTRO

©

INDICE

CAPITOLO 8

Il televisore a colori (parte prima)	171
Amplificatore a frequenza intermedia	174
Amplificatore video	176
Controllo del contrasto	179
Circuiti sincro e C.A.G.	179

CAPITOLO 9

Il televisore a colori (parte seconda)	189
Caratteristica di modulazione dei segnali di crominanza	189
Circuiti di crominanza	190
La demodulazione ($R - Y$) e ($B - Y$)	196
I nuovi assi di demodulazione X e Z	199
La componente continua	203
La sincronizzazione del colore	204
L'oscillatore di sottoportante	206
Il tubo a reattanza	207
Il discriminatore di fase	207
L'amplificatore del burst	209
Regolazione del colore	210
Soppressione del colore	211
Soppressione del burst	214

CAPITOLO 10

Il televisore a colori CTC15 della R.C.A.	215
Analisi dei circuiti	216
Gruppo ad alta frequenza (tuner)	216
Amplificatore a frequenza intermedia	216
Frequenza intermedia audio e canale audio	220
Canale di luminanza	220
Canale di crominanza	224
Demodulatori e amplificatori matriciali	226
Restituzione della sottoportante	230

Color killer	232
Sincronizzazione e soppressione dei disturbi	234
Controllo automatico di guadagno (C.A.G.)	237
Deflessione orizzontale	238
Alta Tensione (E.A.T.)	242
Centratura	243
Focalizzazione	245
Deflessione verticale	246
Circuiti di alimentazione	248
Convergenza	249
Purezza	253
Scala dei grigi	256

CAPITOLO 8

Il televisore a colori (parte prima)

Sotto l'aspetto più generale, un televisore a colori può essere paragonato ad un normale televisore in bianco-nero, integrato con l'aggiunta di organi e circuiti relativi alle funzioni cromatiche illustrate in precedenza, nonché con la modifica o sostituzione di organi e circuiti di corrente impiego nelle ricezioni monocromatiche.

Per quanto riguarda la differenziazione dei televisori a seconda del sistema di trasmissione adottato, ricordiamo che i sistemi NTSC e PAL richiedono circuiti cromatici non molto dissimili, mentre col sistema SECAM la parte cromatica è sostanzialmente diversa.

Inizieremo pertanto con la trattazione più generale di un televisore a colori di tipo americano secondo il sistema NTSC, descrivendo in seguito dettagliatamente uno dei più recenti circuiti R.C.A., il CTC15 del 1963.

Daremo altresì, in altrettante tavole fuori testo, alcuni circuiti recentissimi: il CTC17-R.C.A. non molto dissimile dal CTC15, il CTC19 - R.C.A., il 25CM30 della Zenith, ed il Philips prototipo sperimentale. Nella fig. 116 sono rappresentati gli schemi a blocchi di un normale televisore in bianco-nero e di un televisore a colori secondo il sistema NTSC.

Si rileva che il televisore a colori differisce da quello in bianco-nero per l'aggiunta di tre nuove sezioni denominate: sincronizzazione del colore, sezione di demodulazione cromatica e sezione matriciale.

Il canale di luminanza corrisponde virtualmente al normale canale video del televisore in bianco-nero. La funzione del canale di luminanza è quella di amplificare l'informazione di luminanza presente al rivelatore video fino a raggiungere un valore sufficiente per alimentare i circuiti matriciali (mescolazione con la crominanza).

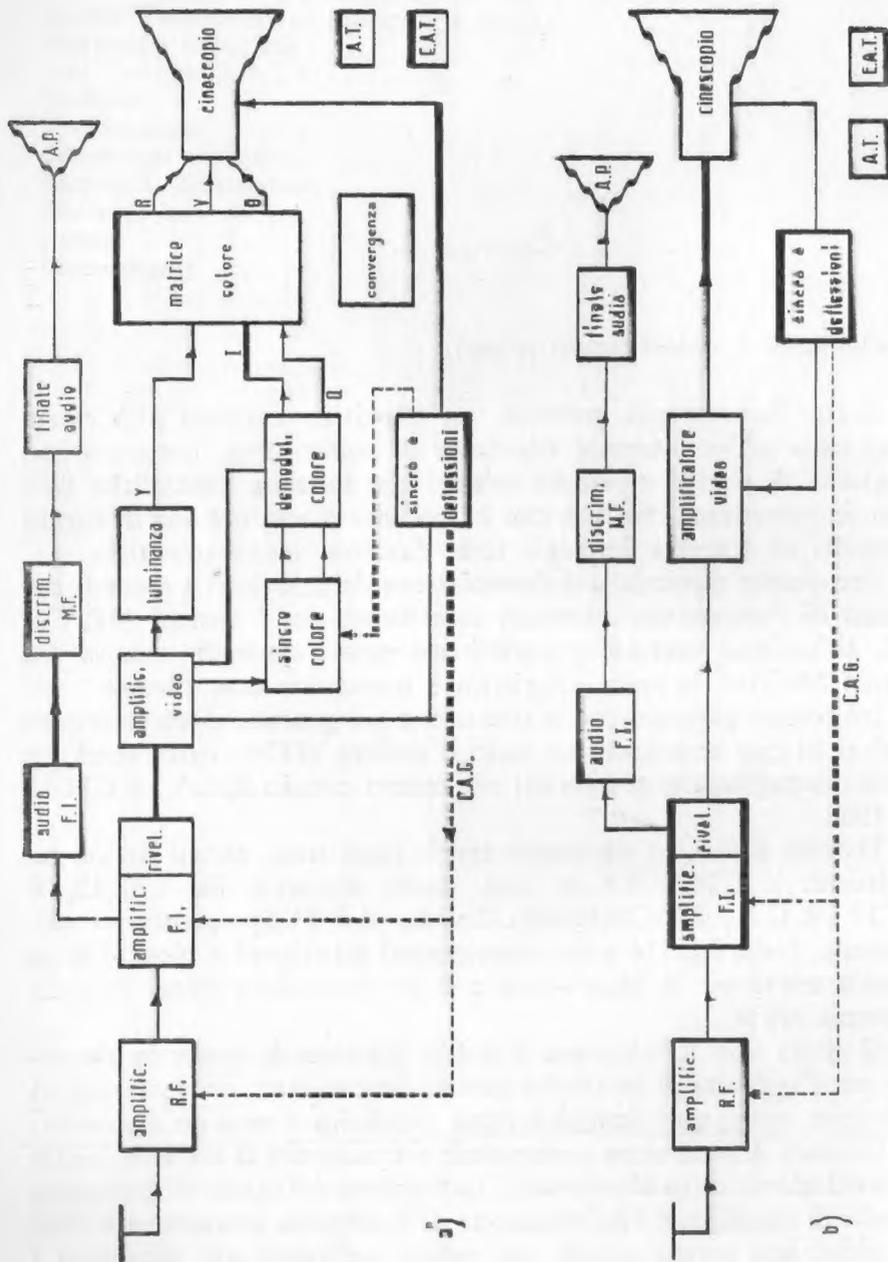


Fig. 116. Schemi di principio di un televisore a colori (a), e di un televisore in bianco-nero (b).

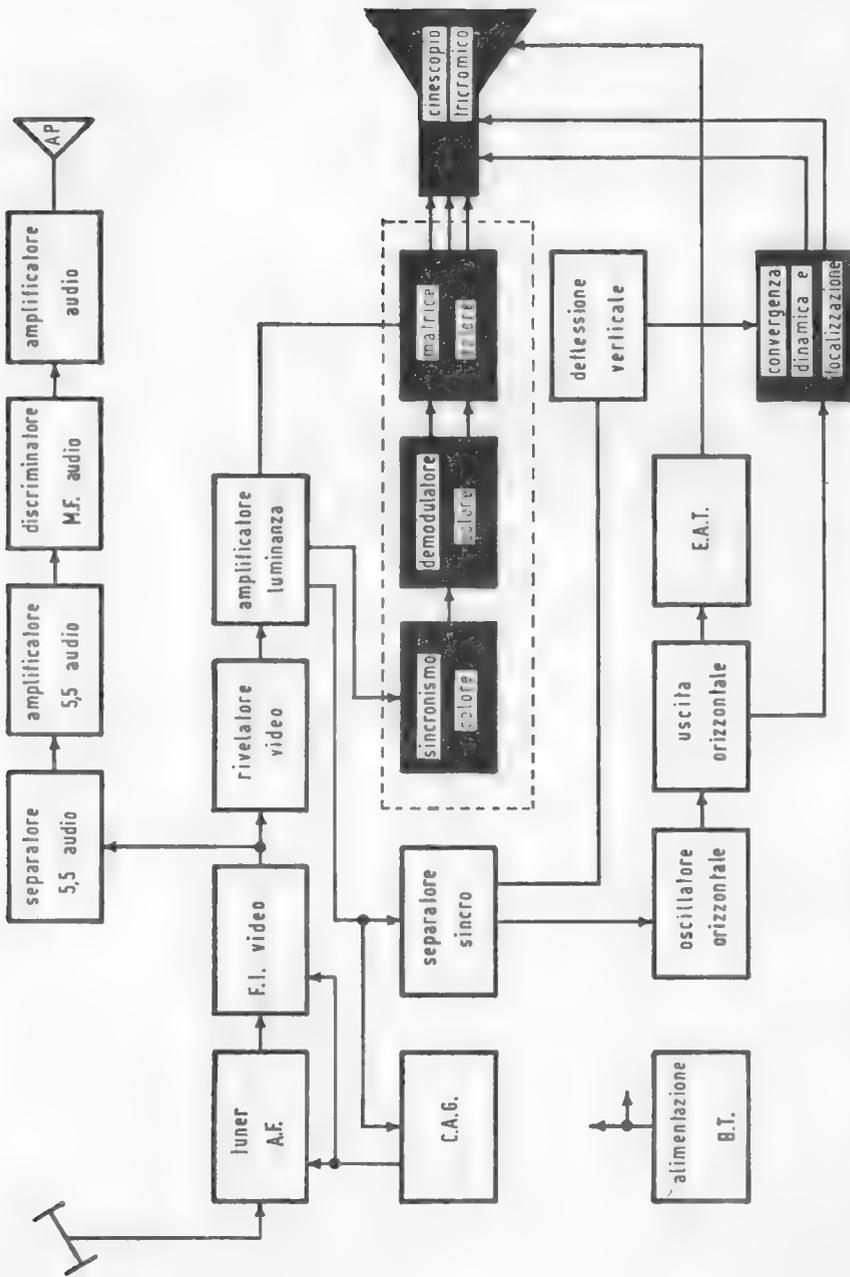


Fig. 117. Schema di principio di un televisore a colori NTSC. I blocchi in nero si riferiscono alla parte tipica del colore

Il canale di crominanza ha il compito di demodulare l'informazione di colore dalle bande laterali di crominanza ricevute.

In realtà, un televisore a colori munito di cinescopio a 3 cannoni comprende anche una sezione di convergenza che, sebbene non abbia correlazione con i circuiti cromatici, è strettamente indispensabile per il corretto funzionamento del cinescopio stesso.

Lo schema a blocchi di fig. 117 si riferisce ad un normale televisore a colori NTSC.

L'esperienza continua, suffragata da misure scientifiche, ci indica che l'occhio è molto più sensibile alle variazioni di luminanza che alle variazioni di tinta o saturazione. Analogamente si è potuto osservare che nelle ricezioni di TV a colori i disturbi hanno un effetto molto maggiore sulla luminanza di un'immagine che sulla sua cromaticità.

Tutti i moderni sistemi di TV a colori sono basati su questo presupposto, effettuando variazioni di colore secondo l'operazione di scansione, ma mantenendo la luminanza costante.

Se pertanto uno dei tre segnali cromatici è funzione della luminanza (come si verifica generalmente con i segnali cosiddetti di differenza di colore), il ricevitore dovrà obbedire al principio della luminanza costante.

Si è già visto che la banda passante di un televisore a colori è praticamente identica a quella di un televisore in bianco-nero. Pertanto le sezioni circuitali dell'amplificatore a radiofrequenza e conversione (tuner), e dell'amplificatore a frequenza intermedia non differiscono in linea di principio da quelle già note per i televisori in bianco-nero.

Amplificatore a frequenza intermedia

Molta cura deve essere rivolta alla taratura e all'allineamento dell'amplificatore a frequenza intermedia, in modo che la caratteristica di responso sia praticamente orizzontale sino a 5 MHz, onde evitare ogni discriminazione nelle due bande laterali di crominanza di 0,5 MHz d'ampiezza, intorno alla sottoportante di colore a 4,43 MHz.

L'unica differenza circuitale, riguardo ad un amplificatore a frequenza intermedia di un normale televisore in bianco-nero, è che l'estrazione della portante a 5,5 MHz del suono (nel sistema *intercarrier*) deve essere fatta prima della rivelazione video (fig. 118).

Ciò si rende indispensabile perchè la portante audio a 5,5 MHz

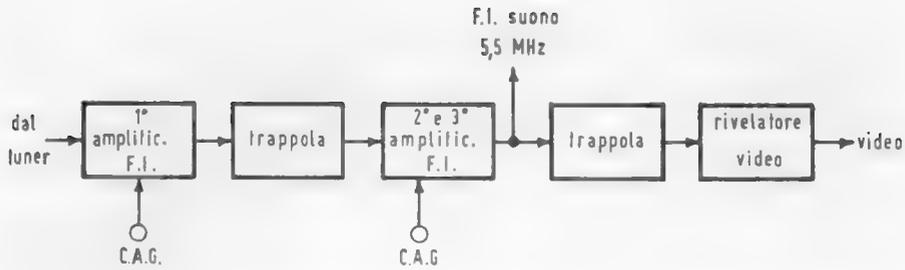


FIG. 118. Gli stadi a radiofrequenza di un televisore a colori. L'estrazione della portante audio a 5,5 MHz dall'amplificatore F.I. intercarrier viene effettuata prima della rivelazione video.

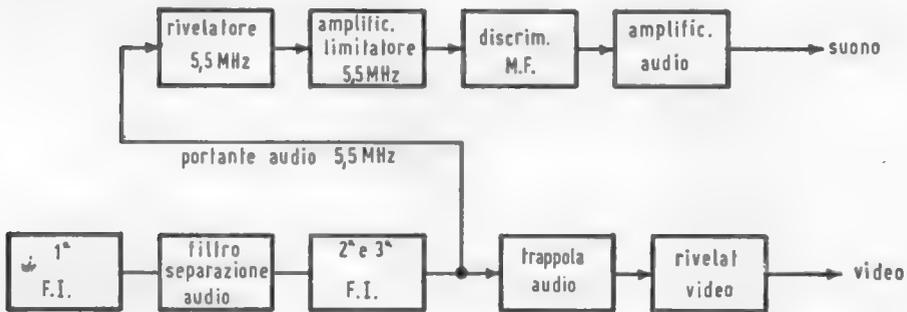


FIG. 119. Sezione audio e F. I. intercarrier di un televisore a colori.

non deve giungere al rivelatore video per evitare la produzione di un battimento fra la stessa portante e la sottoportante di colore a 4,43 MHz.

Perciò all'ingresso dello stadio rivelatore video viene sistemato un filtro-trappola sulla frequenza di 5,5 MHz (figg. 118 e 119), mentre la portante audio a 5,5 MHz viene derivata prima di tale filtro. La portante a 5,5 MHz, dopo aver subito la necessaria rivelazione-rettificazione, passa attraverso un amplificatore-limitatore, per venire rivelata mediante un discriminatore M.F. e successivamente amplificata ad audio frequenza (fig. 119).

In aderenza al criterio di ridurre al minimo il battimento a 1070 kHz, fra la portante F.I. audio (5,5 MHz) e la sottoportante di colore (4,43 MHz), tutti i televisori a colori vanno sintonizzati per il minimo di visibilità o scomparsa totale dall'immagine delle bande orizzontali di tale battimento.

Inoltre, sempre nell'intento di ridurre al massimo ogni interazione della portante audio principale sulle frequenze estreme della banda video, viene sovente inserito, dopo il primo stadio di amplificazione a frequenza intermedia, un filtro-trappola tendente a far cadere rapidamente la curva di risposta video fra 5 e 5,2 MHz, isolando così la portante audio (fig. 119).

Anche la sezione di rivelazione è praticamente simile a quella dei normali televisori in bianco-nero.

Amplificatore video

Il segnale TV completo, all'uscita dello stadio rivelatore, viene applicato al primo stadio amplificatore video. Tale segnale contiene:

- a) il segnale di luminanza;
- b) gli impulsi sincro e di soppressione;
- c) il segnale di cromaticanza a 4,43 MHz;
- d) il segnale sincro di colore (burst).

Il primo stadio amplificatore video, oltre a provvedere ad una parte dell'amplificazione video complessiva, necessaria per alimentare il tubo catodico tricromatico, ha generalmente anche la funzione di smistare i vari segnali ora elencati (fig. 120).

Si noti incidentalmente che, come è d'altronde pratica comune

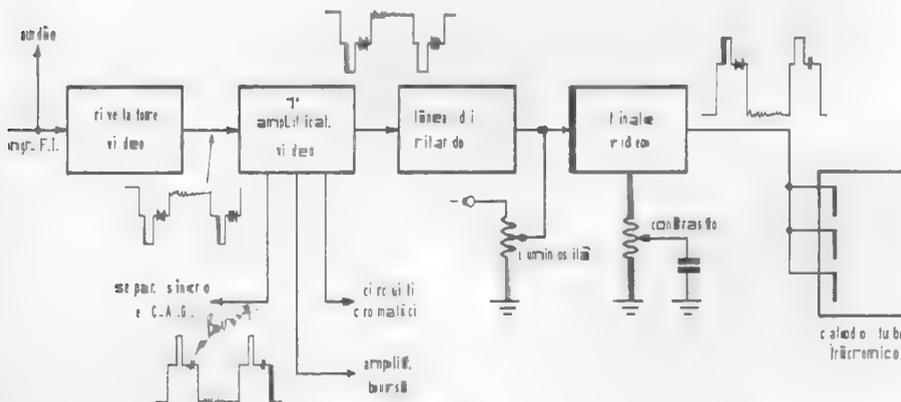


FIG. 120. Gli stadi video-luminanza di un televisore a colori. Il primo stadio amplificatore video ha funzioni multiple ed è seguito da una linea di ritardo di circa 0,6 microsecondi

in tutti i televisori in bianco-nero, nel segnale in uscita dal rivelatore video, gli impulsi sincro e di soppressione hanno direzione negativa. Ciò allo scopo di ridurre in una certa misura gli effetti dei disturbi, in quanto questi tendono a portare all'interdizione l'amplificatore video.

Il primo stadio video alimenta pertanto gli stadi di separazione sincro, del controllo automatico di guadagno e del sincro colore; da esso escono inoltre separatamente il segnale video in bianco-nero (luminanza) ed il segnale video cromatico (crominanza) (fig. 120).

La separazione dei due segnali di luminanza e di crominanza viene effettuata mediante filtri adatti, nel modo che illustreremo fra poco. Ma ciò che desideriamo porre subito in rilievo è la necessità di introdurre nel canale di luminanza, all'ingresso del secondo stadio video in bianco-nero, una linea di ritardo di circa 0,6 microsecondi (fig. 120).



FIG. 121. Necessità della presenza di una linea di ritardo sui segnali di luminanza per farli coincidere sullo schermo d'immagine con quelli di crominanza.

Tale linea di ritardo è necessaria affinché i due segnali di luminanza e crominanza si trovino esattamente in fase e siano sovrapponibili l'un l'altro (fig. 121). Infatti il segnale di crominanza, dopo essere passato attraverso filtri di separazione a banda molto ridotta, viene ritardato in una certa misura: un identico ritardo deve quindi introdursi nel segnale di luminanza prima del circuito di matricizzazione o mixaggio finale dei due.

Per esempio, se un circuito di crominanza comprende un filtro passabanda di 0,5 MHz di ampiezza di banda, è necessario ritardare il segnale di luminanza Y di circa 1 microsecondo, che corrisponde ad una distanza orizzontale di circa 10 mm su uno schermo d'immagine di 21 pollici.

La ragione del ritardo di trasmissione nei circuiti di crominanza a banda stretta (0,5 MHz) può venire spiegata come segue.

Si immagina una sorgente di impulsi rettangolari che alimenti due diramazioni in parallelo (fig. 122), una delle quali comprende un circuito resistivo a larga banda, mentre l'altra comprende un circuito filtro RC passa-basso.

L'uscita dal divisore resistivo (*A*) è l'esatta replica del segnale d'ingresso. Per la presenza della capacità nel circuito filtro, il fronte di salita dell'impulso in uscita tende ad assumere la classica forma esponenziale (*B*).

Analogamente, alla fine dell'impulso l'uscita in *A* cade immediatamente a zero, mentre l'uscita in *B* cade secondo una curva esponenziale simile a quella d'inizio.

È facile rilevare che i fronti d'entrata e d'uscita dell'impulso

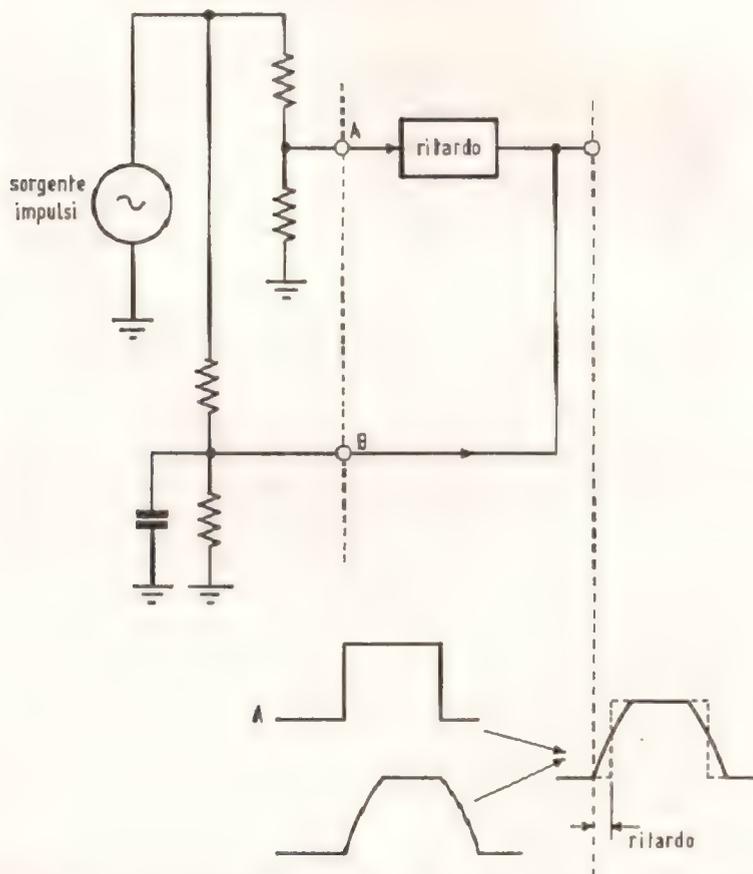


FIG. 122. Dimostrazione della necessità della linea di ritardo di luminanza.

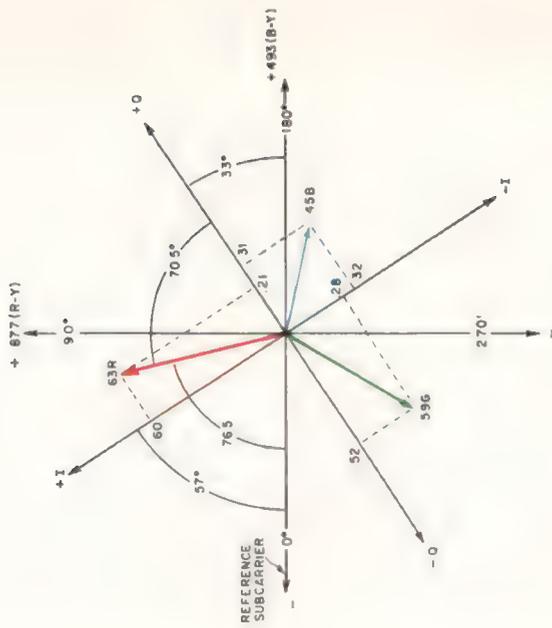
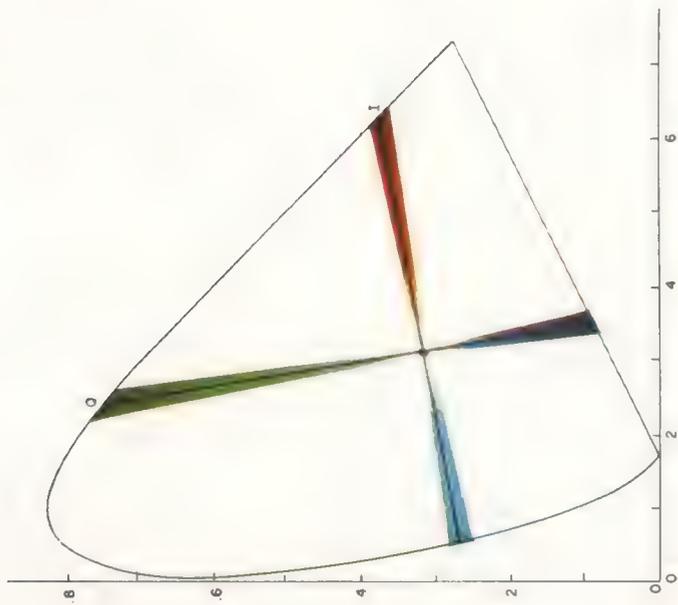


TAVOLA L - Localizzazione degli assi cromatici I e Q , sul triangolo di cromaticità e sul diagramma vettoriale.

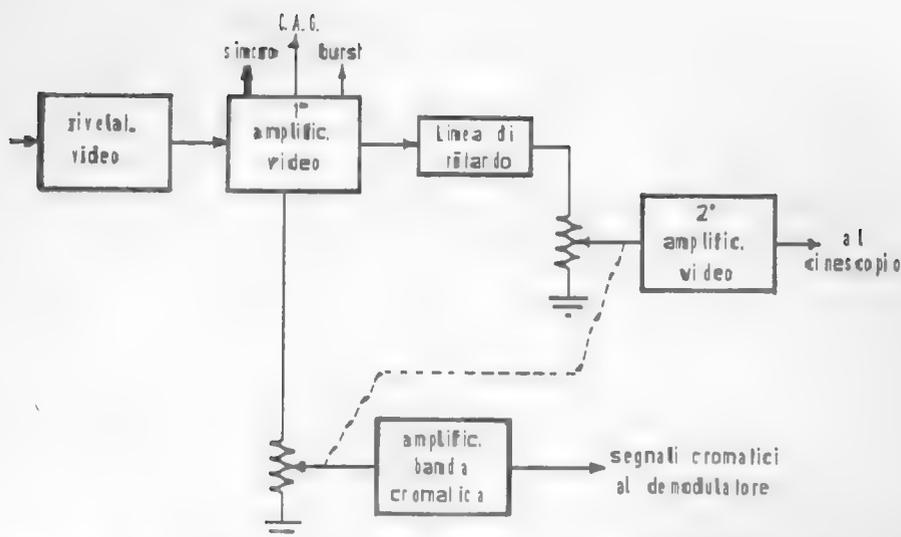


Fig. 123. Abbinamento dei controlli di contrasto luminanza-crominanza.

dei tre cannoni nel collo molto largo del tubo catodico. Inoltre devono alimentare i circuiti di convergenza dinamica e di soppressione. Un cenno particolare merita lo stadio finale orizzontale che esegue parecchie funzioni diverse.

Infatti tale stadio deve fornire, oltre che una maggiore alta tensione anodica per il tubo tricromico, anche la tensione focalizzatrice di questo ultimo.

La E.A.T. deve inoltre essere stabilizzata elettronicamente con conseguente dispendio di potenza. Sono richiesti altri vari impulsi di controllo e di soppressione.

Il circuito di deflessione orizzontale consiste pertanto (fig. 124) di un oscillatore a 15625 Hz controllato da un C.A.F.F. (controllo automatico di frequenza e fase), che pilota uno stadio di potenza di concezione fondamentalmente normale, utilizzando per l'E.A.T. i guizzi di ritorno rapido delle correnti di deflessione a dente di sega, con relativo smorzamento e ricupero d'energia mediante diodo (*booster*).

Gli impulsi E.A.T. a tensione piuttosto alta per l'esigenza del tubo tricromico shadow mask (25÷27 kV), provenienti da un trasformatore di costruzione molto accurata, sono applicati a due diodi raddrizzatori ad alto vuoto (24 kV) per la tensione anodica E.A.T., e per la tensione focalizzatrice (4,5 kV).

Si tenga inoltre presente che la E.A.T. deve fornire la corrente anodica dei tre pennelli elettronici del tubo tricromico (anzichè per un unico pennello come si verifica nei televisori in bianco-nero).

Occorre infine considerare che l'E.A.T. deve essere accuratamente stabilizzato, in quanto focalizzazione e convergenza dei pennelli elettronici sono strettamente legate a tensioni acceleratrici ben fisse e stabili.

Il circuito E.A.T. comprende pertanto un dispositivo di regolazione dell'alta tensione tale da mantenerla costantemente ad un determinato valore, nonostante le variazioni di carico provenienti dai tre pennelli elettronici.

L'alta tensione è controllata mediante un triodo regolatore inserito in parallelo sul carico, in modo da mantenere praticamente costante la corrente erogata dal circuito E.A.T.

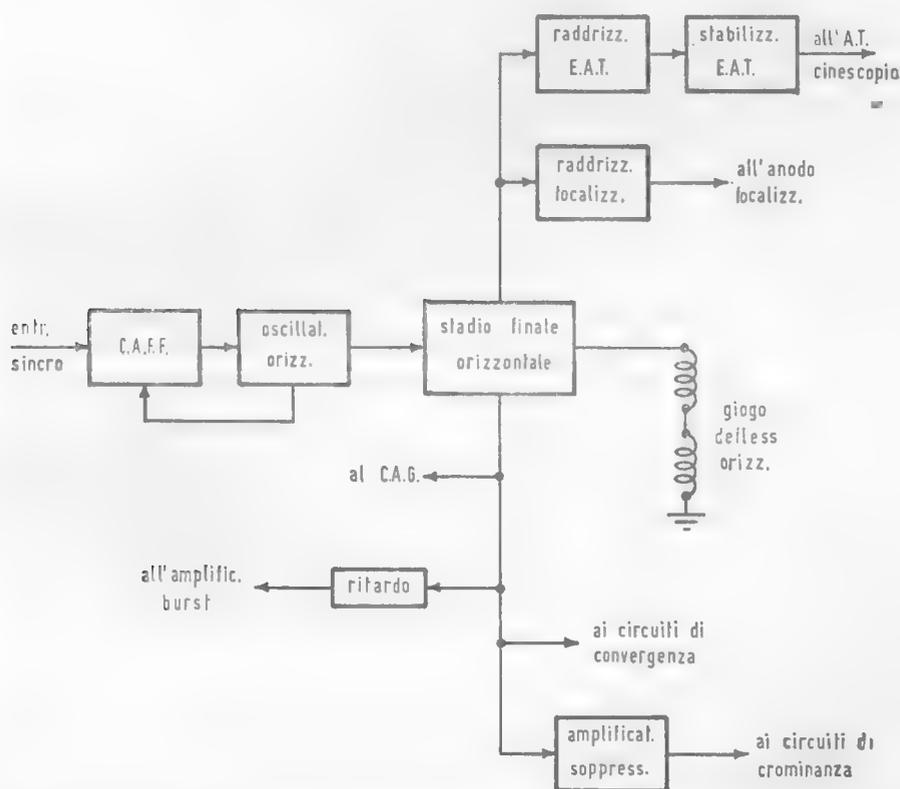


FIG. 124. Gli stadi di deflessione orizzontale ed alta tensione di un televisore a colori.

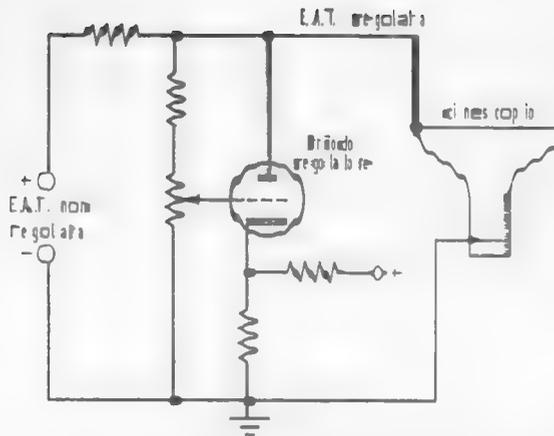


FIG. 125. Circuito regolatore elettronico dell'alta tensione del cinescopio tricromatico.

La fig. 125 dà lo schema di principio di questo dispositivo regolatore di tensione. Si noti che la potenza assorbita dallo speciale triodo regolatore non è indifferente (una trentina di Watt); tale potenza deve essere ovviamente fornita dallo stadio finale orizzontale opportunamente dimensionato.

Il funzionamento del regolatore elettronico di fig. 125 è molto semplice. Mediante un divisore di tensione, parte dell'E.A.T. è applicata alla griglia del triodo regolatore, il cui catodo è mantenuto ad una determinata tensione di riferimento mediante un altro divisore.

Se l'E.A.T. tende ad aumentare a causa di una diminuzione della corrente dei pennelli del cinescopio, la tensione al potenziometro del divisore che alimenta la griglia del triodo aumenta in proporzione.

Ciò provoca un aumento di conduzione del triodo in modo da mantenere praticamente costante il carico sul circuito E.A.T.

Oltre a fornire la tensione anodica al cinescopio, lo stadio finale orizzontale deve fornire la tensione di focalizzazione ed una tensione anodica sopraelevata per vari circuiti inerenti al cinescopio stesso e relative deflessioni.

Gli impulsi di ritorno sono utilizzati nel circuito del C.A.G., dell'amplificatore del burst (ritardati opportunamente) e per varie soppressioni nei circuiti di cromaticanza (fig. 124).

Infine impulsi con determinate forme d'onda vengono utilizzati nei circuiti di convergenza dinamica.

Centratura. — La centratura del quadro nei televisori a colori non può effettuarsi coi sistemi solitamente usati (magnetini mobili sul collo del cinescopio), che ovviamente disturberebbero l'assetto di convergenza statica (purezza di colore, soprattutto) dei tre pennelli elettronici.

Un sistema molto usato di centratura del quadro di televisori a colori è quello di far scorrere nelle bobine del giogo di deflessione (sia verticali che orizzontali) una corrente continua regolabile in intensità e direzione.

Lo schema di fig. 126 illustra un sistema del genere, relativo alla centratura verticale: in modo analogo viene effettuata la centratura orizzontale.

Si noti che ogni circuito di centratura necessita di uno speciale avvolgimento secondario bifilare, nei rispettivi trasformatori d'uscita verticale ed orizzontale. La fig. 127 dà una versione semplificata di tale circuito di centratura verticale, mettendone in evidenza la disposizione a ponte. È facile notare infatti che un lato del ponte è costituito dal potenziometro P , mentre l'altro lato è costituito dagli avvolgimenti

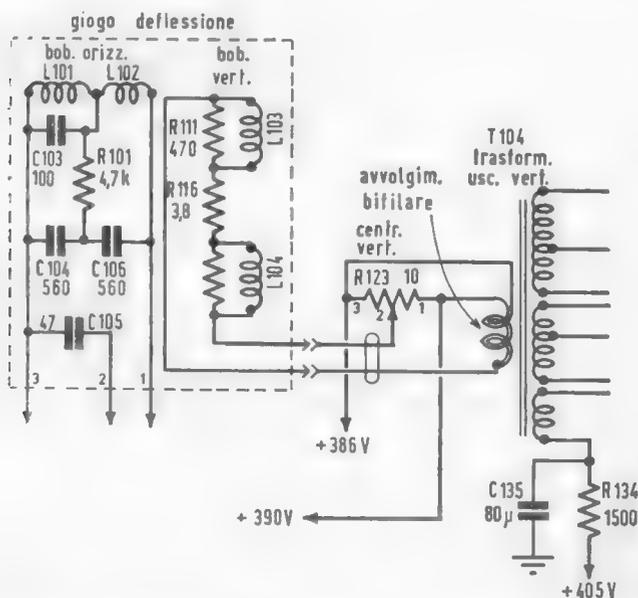


FIG. 126. Circuito di centraggio verticale in un televisore a colori (R.C.A.).

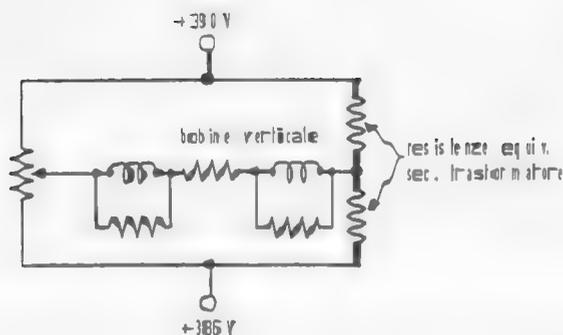


FIG. 127. Schema semplificato del circuito di centraggio verticale di fig. 126.

del secondario bifilare del trasformatore d'uscita. Quando il cursore del potenziometro si trova in una determinata posizione intermedia, il ponte risulta in equilibrio e nessuna corrente continua circola nelle bobine di deflessione.

Tale corrente continua si può far circolare con maggiore o minore intensità, in un senso o nell'altro, spostando opportunamente il cursore del potenziometro *P*.

Viene usato un secondario bifilare allo scopo di neutralizzare la magnetizzazione del nucleo del trasformatore d'uscita con conseguente saturazione.

Convergenza dinamica. — Si è già visto che il funzionamento corretto del cinescopio shadow mask a tre cannoni esige un'operazione di convergenza dinamica verso i bordi del quadro. Tale trattamento di correzione della convergenza dei tre pennelli viene effettuato variando l'intensità dei campi magnetici di convergenza in relazione a quelli di deflessione.

Si è anche visto che ciò richiede la circolazione di correnti di forma particolare (parabolica e dente di sega) nei magnetini di convergenza dinamica.

Tali correnti vengono derivate dai circuiti di deflessione secondo lo schema di fig. 128, relativo in questo caso alla deflessione verticale. Una forma d'onda parabolica, sincronizzata con la frequenza di deflessione verticale, viene ottenuta dal catodo della valvola finale d'uscita. La forma parabolica deriva dall'integrazione del dente di sega che percorre la resistenza catodica, operata dal condensatore di *by-pass*.

L'ampiezza dell'impulso parabolico viene regolata mediante un potenziometro (P_1 - fig. 128). A tale impulso viene miscelato un ulteriore impulso di correzione a dente di sega, introdotto in senso positivo o negativo, mediante un altro controllo potenziometrico (P_2 - fig. 128); col potenziometro nella posizione intermedia, nessun impulso di correzione viene introdotto. Nella fig. 129 viene mostrato l'effetto di tale correzione. Sono necessari tre circuiti di questo tipo, uno per ciascun cannone.

Si presentano pertanto sei regolazioni da effettuarsi per la convergenza verticale.

Circa gli impulsi di correzione della convergenza dinamica orizzontale, accenneremo ad un circuito frequentemente usato nei recenti televisori a colori.

In esso (fig. 130), un impulso prelevato da un avvolgimento ausiliario nel trasformatore E.A.T. viene applicato attraverso un condensatore C , ad un circuito risonante $C_1 - L_1$, destinato ad ottenere la forma d'onda desiderata. Data la predominante impedenza della bobina L_1 , questa determina in prevalenza il flusso della corrente di correzione.

Quando una forma d'onda rettangolare viene applicata ad un circuito induttivo, ne deriva una corrente a dente di sega. Pertanto la corrente I_r uscente dalla bobina L_1 ha la forma indicata in fig. 130.

Esaminando il comportamento del circuito, in termini di corrente anzichè di tensione, osserviamo tre rami in parallelo, ciascuno dei quali contribuisce al flusso della corrente totale I_r . Conoscendo le correnti I_1 e I_2 potremo dedurre la corrente I_3 , che percorre la bobina di convergenza, sottraendole dalla corrente totale I_r .

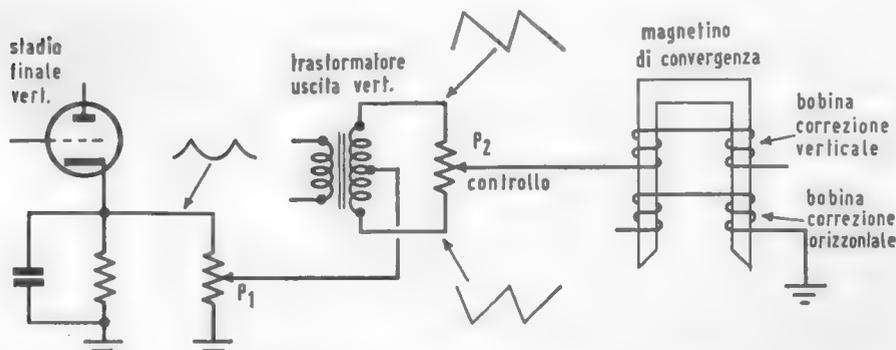


FIG. 128. Circuito di convergenza dinamica verticale.

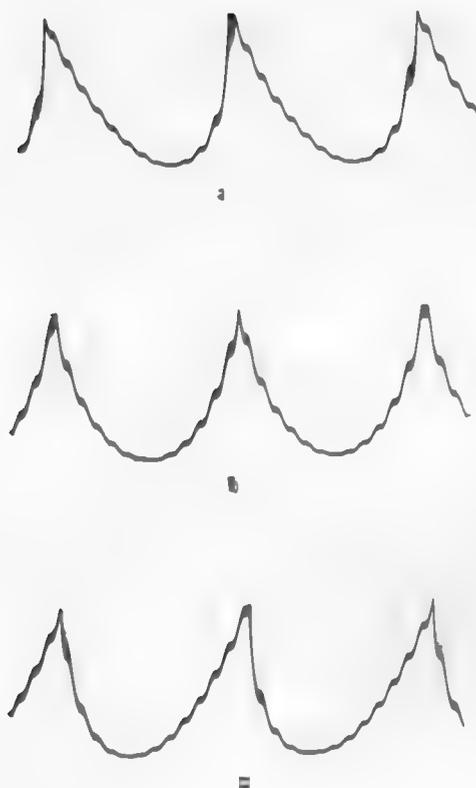


FIG. 129. Forme d'onda per le correnti di correzione della convergenza dinamica verticale: a) parabolica meno dente di sega; b) parabolica; c) parabolica più dente di sega.

La corrente nel ramo 1 ha la forma indicata con I_1 nella fig. 130, a causa dell'effetto integratore del condensatore C_1 ; la resistenza variabile R_1 controlla l'intensità della corrente attraverso il ramo 1.

Il diodo D_1 raddrizza la forma d'onda a dente di sega e conduce solo quando tale pulsazione ha direzione positiva rispetto allo zero.

Per determinare la corrente risultante I_3 , occorre invertire le correnti I_1 e I_2 , e sommarle a I_r (sottrazione).

La forma d'onda risultante, che alimenta le bobine di convergenza dinamica è una parabola (I_3 - fig. 130). È da osservare che tale corrente è interamente negativa nella sua forma d'onda e tocca lo zero unicamente al centro della scansione.

Quest'ultima caratteristica è vantaggiosa, in quanto la convergenza

non viene alterata al centro del quadro. In altre parole, ciò sta a significare che le regolazioni della convergenza statica non interferiscono con quelle della convergenza dinamica. Inoltre l'effetto di controllo di R_1 è molto più sentito sul lato sinistro del quadro che su quello destro.

Ciò facilita le regolazioni di convergenza, poichè si fa agire il controllo d'ampiezza totale L_1 prevalentemente sul lato destro del quadro, mentre con R_1 si regola il lato sinistro.

Analogamente alla convergenza dinamica verticale, anche qui occorrono tre circuiti (uno per ogni cannone) del tipo ora illustrato.

Si è già visto che la convergenza statica viene effettuata mediante piccoli magneti permanenti applicati ai magnetini di convergenza attorno al collo del cinescopio.

In taluni televisori a colori la convergenza statica viene effettuata facendo circolare una corrente continua regolabile nelle bobine di convergenza dinamica. Bisogna però notare che l'impiego dei magneti permanenti presenta su quest'ultimo sistema il vantaggio di essere immune da ogni variazione di tensione della rete d'alimentazione.

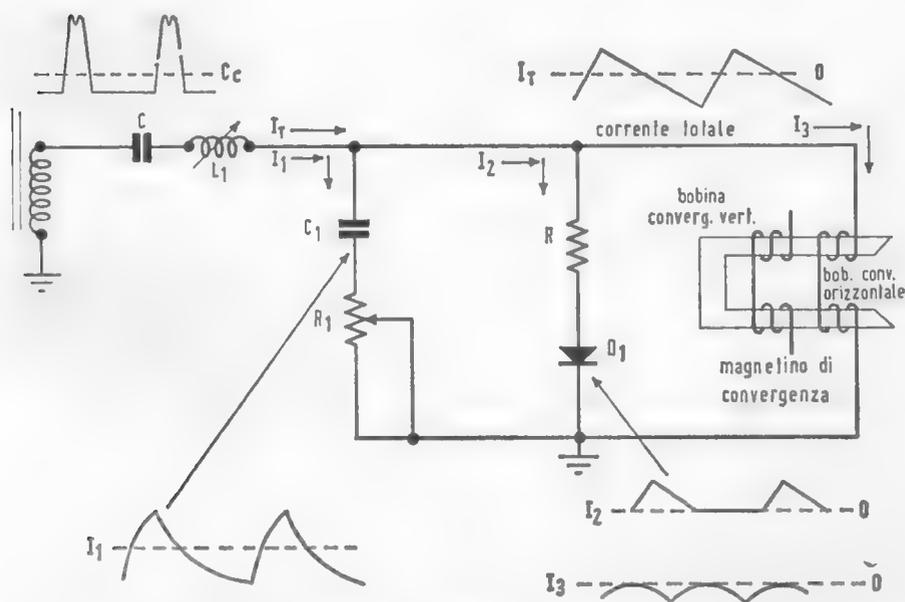


FIG. 130. Circuito di convergenza dinamica orizzontale.



CAPITOLO 9

Il televisore a colori

(Parte seconda)

Caratteristica di modulazione dei segnali di cromaticità.

Si è visto che nel sistema NTSC la modulazione della sottoportante di colore genera, come in ogni processo di modulazione d'ampiezza, delle bande laterali simmetriche. Però si è anche visto che solamente un'ampiezza di banda di 0,5 MHz è disponibile nello spettro superiore delle video frequenze (da 4,43 MHz in su): ne consegue che quando la sottoportante viene modulata da segnali di cromaticità con frequenze superiori a 0,5 MHz, la banda di modulazione superiore a tale limite verrà soppressa.

È importante, ora, sapere che quando viene a mancare una delle due bande laterali nella modulazione bifase, la fase della risultante delle bande laterali cambia. Tale errore di fase genera dei segnali spuri all'uscita dei demodulatori, provocando un'intermodulazione fra i due segnali di cromaticità.

Riferendoci alla fig. 131, se la sottoportante di colore viene modulata da segnali di cromaticità non eccedenti gli 0,5 MHz, le bande laterali saranno complete e simmetriche (zona *a-b*) per entrambi i segnali *I* e *Q*, e pertanto nessuna distorsione di fase sarà presente.

Se però ora aumentiamo la banda di frequenze modulanti sino a 1,5 MHz, si formeranno le corrispondenti bande laterali estendentisi per 1,5 MHz da ogni lato della sottoportante: la banda inferiore, estendentisi sino a *C* nella figura 131, sarà normale, mentre la banda

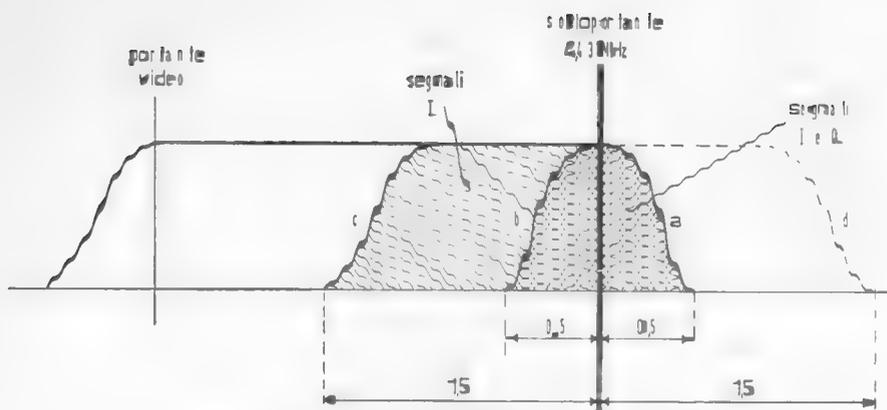


FIG. 131. Spettro di frequenze trasmesse per i segnali cromatici.

superiore, estendentesi sino a *d*, sarà tagliata da 0,5 MHz in su (curva tratteggiata).

In quest'ultima banda di frequenze, (zona *b-c*) si manifesterà una distorsione di fase con non corretta riproduzione dei colori.

L'errore di fase viene evitato limitando la larghezza di banda di uno dei due segnali di crominanza a 0,5 MHz (fig. 131). Il segnale scelto per tale limitazione di banda è il segnale *Q*, mentre il segnale *I* viene trasmesso con una larghezza di banda di 1,5 MHz. Pertanto nella zona *b-c* (fig. 131), è presente solo il segnale *I*: in queste condizioni (assenza del segnale *Q*), non sarebbe però possibile riprodurre fedelmente i colori originali.

Si è allora costretti a modificare le proporzioni delle tensioni E_R , E_V , E_B formanti il segnale *I*, in modo che, quando esso viene trasmesso isolatamente nella banda da 0,5 a 1,5 MHz, i colori corrispondenti alle piccole aree relative a tale banda di frequenze siano riportati ad un soddisfacente gradimento dell'occhio.

In altre parole, il segnale *I* viene condizionato in modo da riprodurre soddisfacentemente da solo tutti i colori derivanti da miscele di arancio-ciano, che sono quelli che il nostro occhio tende a vedere nelle aree colorate di piccole dimensioni.

Circuiti di crominanza

Tre sono le funzioni della sezione di crominanza di un televisore a colori (fig. 132). Anzitutto quella di estrarre le bande laterali di mo-

dulazione della sottoportante di colore; secondariamente quella di attenuare fortemente ogni altro segnale residuo; ed infine quella di demodulare i segnali cromatici in modo da riprodurre i valori originali delle tensioni di intelligenza dei colori.

Esaminiamo ora una sezione di crominanza secondo gli assi I e Q già considerati in precedenza.

Una parte del segnale video totale è derivata dal catodo del primo amplificatore video per essere inviata in un amplificatore passabanda, comprendente un filtro di banda che permette il passaggio di una banda da circa 2,1 a 5 MHz (fig. 133); cioè quella dell'informazione del colore, eliminando ogni segnale video in bianco-nero sotto i 2,1 MHz.

L'amplificatore passabanda viene però eccitato anche da altri impulsi ausiliari.

La griglia schermo del tubo amplificatore riceve per esempio un impulso negativo dal trasformatore di deflessione orizzontale, allo

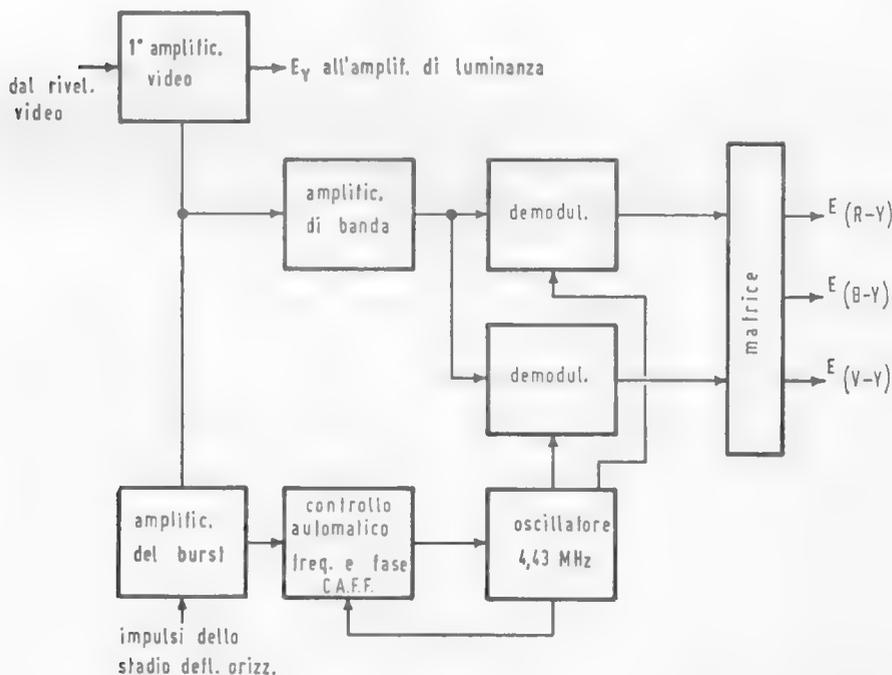


FIG. 132. Circuiti di crominanza in un televisore a colori.

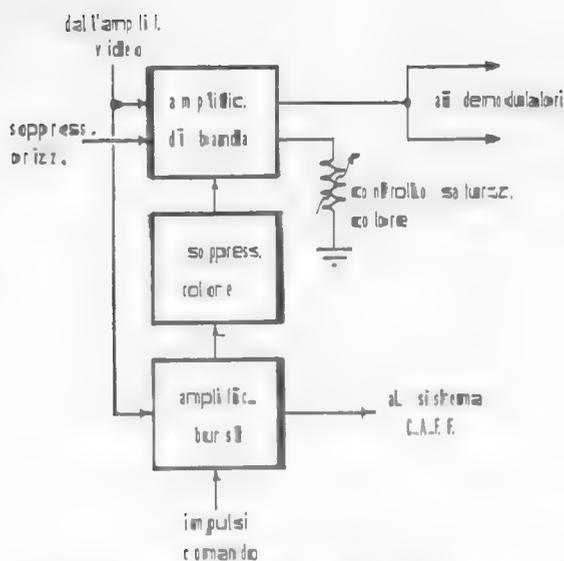


FIG. 133. L'amplificatore passa-banda e circuiti associati.

scopo di bloccarne il funzionamento quando è presente il burst portato dall'impulso di sincronismo orizzontale. Questa funzione è necessaria per impedire che il burst raggiunga i demodulatori, producendo una colorazione giallastra sull'immagine: il burst serve unicamente alla sincronizzazione dei segnali di colore.

La griglia di controllo dello stesso tubo amplificatore viene eccitata anche da un segnale proveniente da un circuito di soppressione del colore (*color killer*).

Un tubo elettronico facente parte di quest'ultimo circuito provoca la polarizzazione all'interdizione dell'amplificatore passabanda, quando viene ricevuto il solo segnale video in bianco-nero (luminanza). Quando sopraggiunge però il segnale cromatico, il burst provoca l'interdizione del tubo color killer che a sua volta libera l'amplificatore passabanda, permettendo così al segnale di cromatico di entrare nei demodulatori del colore.

L'uscita del filtro di banda è terminata con un potenziometro, che controlla l'ampiezza del segnale cromatico, regolando così la saturazione dei colori sullo schermo di visione (fig. 133).

Oltre il filtro passabanda, il segnale cromatico alimenta in uguale

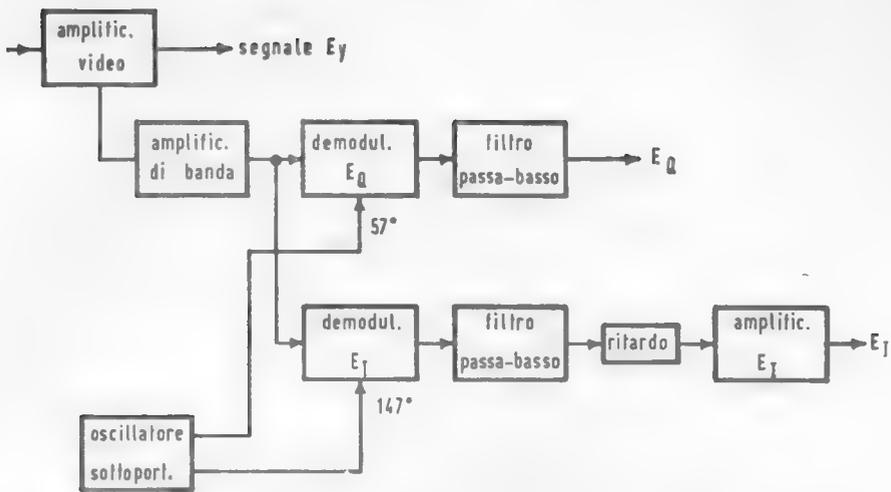


FIG. 134. Schema di principio di un demodulatore secondo gli assi I e Q .

misura i due demodulatori (rivelatori), indicati come « demodulatore Q » e « demodulatore I ».

Tale segnale eccita le griglie di controllo dei tubi (pentodi) dei due demodulatori, mentre le griglie di soppressione degli stessi tubi sono alimentate dalle sottoportanti a 4,43 MHz, generate localmente da un oscillatore stabilizzato a quarzo. Entrambe le sottoportanti hanno quindi la stessa frequenza, ma sono sfasate di 90° l'una dall'altra mediante un apposito circuito sfasatore.

I battimenti prodotti fra le sottoportanti così inserite e le bande laterali dei segnali I e Q ricreano i segnali cromatici originali all'uscita dei demodulatori. Tali segnali cromatici attraversano poi dei filtri passabasso di caratteristiche tali da rimuovere la sottoportante di colore (4,43 MHz) nonchè le bande laterali relative e da limitare la larghezza di banda dei segnali I e Q ai valori assegnati all'origine della trasmissione.

Pertanto il filtro in uscita del demodulatore Q avrà una larghezza di banda da « zero » a 0,5 MHz, mentre quello in uscita dal demodulatore I avrà un passa banda da « zero » a 1,5 MHz.

Entrambi i segnali I e Q sono amplificati attraverso amplificatori adatti: il segnale I passa però anche attraverso uno speciale circuito sfasatore.

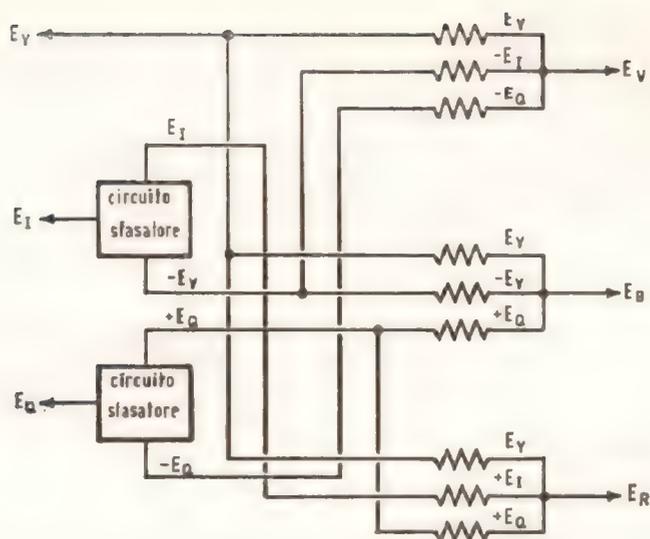


FIG. 135. Circuito matriciale relativo alla demodulazione secondo gli assi I e Q .

A questo punto le « tensioni » I e Q , in opportuna ampiezza e polarità (fase), vengono combinate attraverso un adatto circuito resistivo (matrice), con la « tensione » di luminanza, producendo così le richieste « tensioni » dei segnali *rosso*, *verde* e *blu* da applicare alle griglie di controllo del cinescopio tricromatico, dopo una necessaria amplificazione, dosaggio e restituzione della componente continua (come nel bianco-nero). La fig. 134 dà lo schema di principio di un circuito demodulatore secondo gli assi I e Q .

Come si giunge alla produzione delle tre tensioni *rosso*, *verde* e *blu*, attraverso il mixaggio matriciale ora accennato?

Ecco: il segnale I , secondo le norme NTSC, è definito come:

$$I = -0,27(B - Y) + 0,74(R - Y)$$

ove B è il segnale *blu*, R è il segnale *rosso*, ed Y è il segnale monocromo di luminanza.

Analogamente il segnale Q è:

$$Q = 0,41(B - Y) + 0,48(R - Y)$$

Queste due relazioni costituiscono un sistema di equazioni risolvibile rispetto ai termini $(B - Y)$ e $(R - Y)$.

Con un semplice procedimento matematico (moltiplicazione reci-

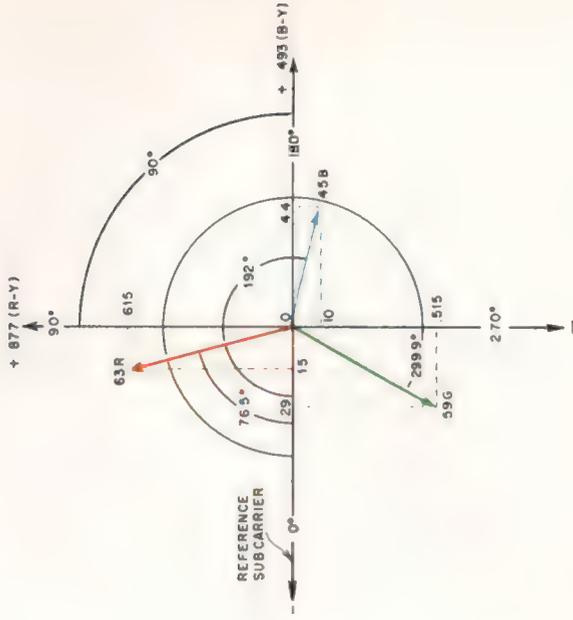
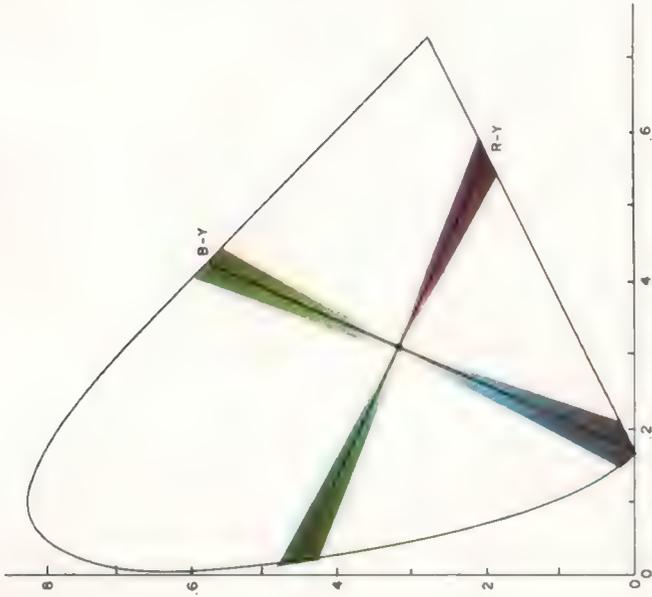


TAVOLA M - Localizzazione degli assi cromatici R-Y e B-Y sul triangolo di cromaticità e sul diagramma vettoriale.

proca per i coefficienti 0,27 e 0,41 e sommatoria successiva), si giunge alle espressioni:

$$(1) \quad R - Y = 0,62 Q + 0,96 I$$

$$(2) \quad B - Y = -1,1 I + 1,7 Q$$

Per ottenere la corrispondente espressione $V - Y$, ricordiamo che:

$$V - Y = -0,51 (R - Y) - 0,19 (B - Y)$$

ove sostituendo i suddetti valori di $(R - Y)$ e $(B - Y)$, abbiamo:

$$(3) \quad V - Y = -0,64 Q - 0,28 I$$

Aggiungendo ora il segnale di luminanza Y a ciascuna delle tre relazioni 1), 2) e 3) attraverso il circuito resistivo matriciale, otterremo i 3 segnali richiesti R , B e V derivati dai segnali demodulati I e Q . La fig. 135 dà il circuito resistivo matriciale, ora descritto.

Giunti a questo punto, sarà bene chiarire che nella tecnica costruttiva dei televisori a colori possono venire usati direttamente sia i parametri I e Q , sia i parametri $(B - Y)$ e $(R - Y)$, e ciò per motivi di restrizione di banda passante cromatica con una corrispondente economia di produzione tecnologica.

È opportuno pertanto esaminare la differenziazione teorico-matematica di queste due versioni.

Si è visto che il segnale cromatico complessivo NTSC è rappresentato da:

$$(4) \quad E_{tot} = E_Y + E_Q \sin(\omega t + 33^\circ) + E_I \cos(\omega t + 33^\circ)$$

ove E_Y , E_Q , E_I sono le tensioni elettriche corrispondenti ai segnali Y , I e Q .

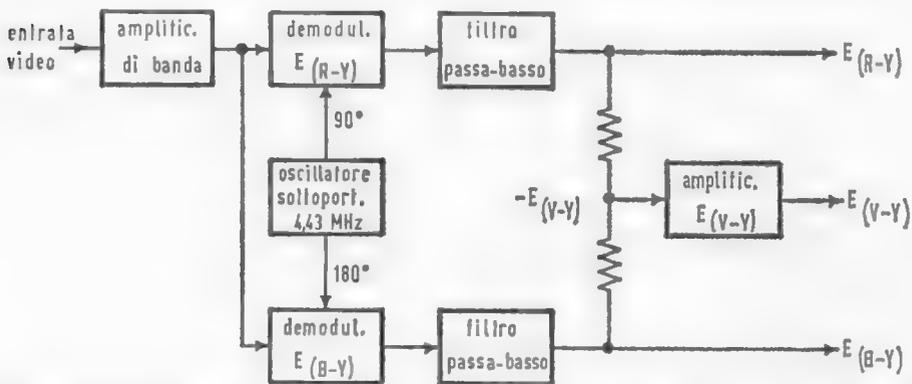


FIG. 136. Schema di principio di un demodulatore secondo gli assi $(R - Y)$ e $(B - Y)$.

La versione corrispondente ai segnali $(R - Y)$ e $(B - Y)$ in luogo di I e Q è data dalla relazione:

$$(5) \quad E_{i,cz} = E_Y + 0,492(E_B - E_Y) \sin \omega t + 0,877(E_R - E_Y) \cos \omega t$$

Appare evidente che i vettori $(E_B - E_Y)$ e $(E_R - E_Y)$ sono spostati di 33° rispetto a E_Q e E_Y .

Se quindi abbiamo due segnali in arrivo nella versione I e Q ed inseriamo nei demodulatori le sottoportanti sfasate di 33° dal burst di riferimento (pur essendo sempre a 90° fra loro), otterremo all'uscita dai demodulatori stessi i segnali $(E_R - E_Y)$ e $(E_B - E_Y)$.

La demodulazione $(R - Y)$, $(B - Y)$

Spostando di 33° la fase della sottoportante a 4,43 MHz, applicata ai demodulatori secondo gli assi I e Q di fig. 134, è possibile demodulare direttamente i segnali $E_{-(R-Y)}$ e $E_{-(B-Y)}$.

La figura 136 dà lo schema a blocchi di un demodulatore secondo gli assi $(R - Y)$ e $(B - Y)$; la fig. 137 ne dà il diagramma vettoriale. Filtri di banda identici seguono le uscite dei due demodulatori, con una larghezza da 0 a 600 kHz. Le distorsioni di fase che si verificano alle frequenze superiori ai 600 kHz sono pertanto limitate dalla banda ristretta con qualche lieve sacrificio della risoluzione cromatica.

Queste considerazioni sono pertanto valide per qualche versione di televisore a colori a circuiti cromatici semplificati e quindi di costo minore, il cui schema indicativo a blocchi è presentato in fig. 138.

In esso, il segnale video completo entra nel primo amplificatore passabanda che provvede altresì a separare il burst amplificato; segue poi un secondo amplificatore passabanda, controllato dal soppressore di colore (color killer), e da un regolatore manuale della saturazione.

Il complesso dei due amplificatori passabanda limita la banda passante del segnale di cromaticità da 3,8 a 5 MHz, attenuando con ciò fortemente ogni segnale monocromo sotto i 3,8 MHz. Viene inoltre grandemente ridotta l'ampiezza del segnale a 5,5 MHz che potrebbe inquinare gli stadi di cromaticità.

È interessante notare come in questo circuito cromatico semplificato vengano ottenute le tre tensioni di colore $(B - Y)$, $(R - Y)$ e $(V - Y)$.

L'uscita del secondo amplificatore passabanda viene applicata ai due demodulatori $(B - Y)$ e $(R - Y)$, che ricevono pure contemporaneamente le due sottoportanti sfasate, a 4,43 MHz. All'uscita dei

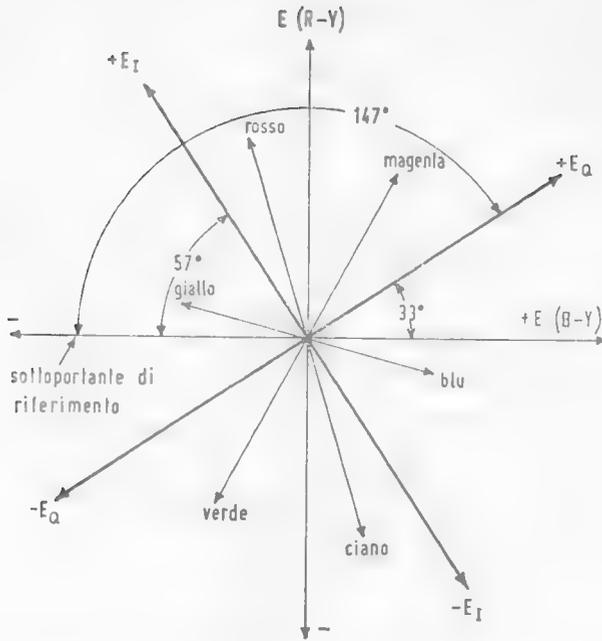


FIG. 137. Diagramma vettoriale relativo agli assi E_Q , E_I e $E_{(R-Y)}$, $E_{(B-Y)}$.

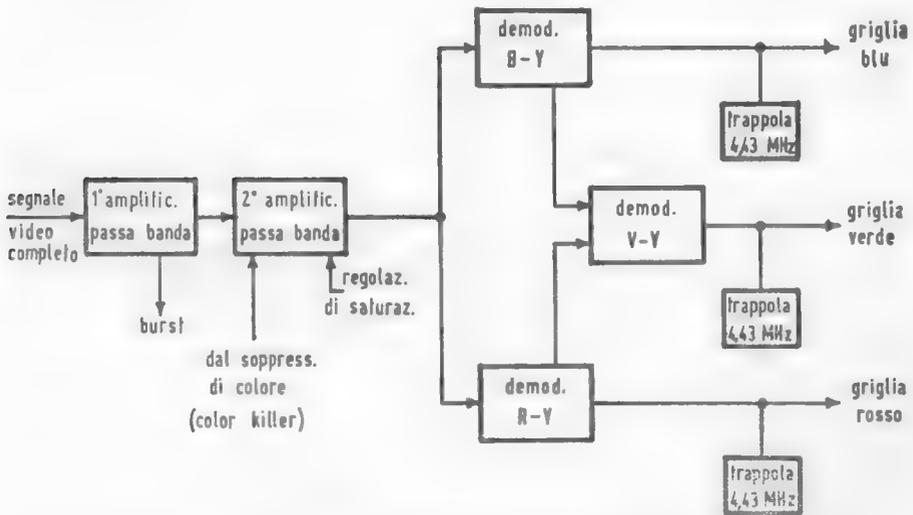


FIG. 138. Schema di principio di un circuito demodulatore semplificato.

due demodulatori sono presenti la tensione $B-Y$, che viene applicata alla griglia blu del cinescopio e la tensione $R-Y$, che viene applicata alla griglia rossa del cinescopio.

Una tensione $V-Y$ viene ottenuta da un'opportuna combina-

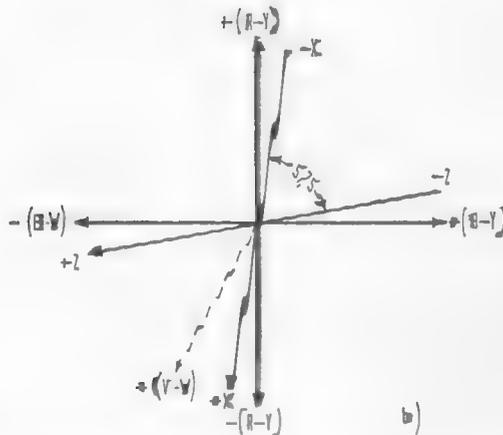
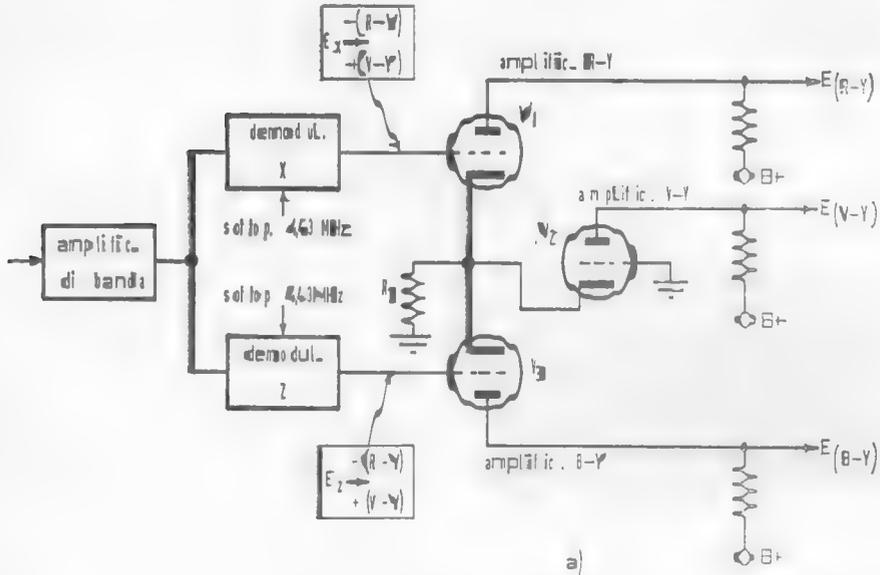


FIG. 139. Circuito di demodulazione secondo gli assi cromatici X e Z (a), e posizione angolare dei relativi vettori (b).

zione dei segnali $B - Y$ e $R - Y$, tenendo presente, come già si visto, che:

$$V - Y = -0,51(R - Y) - 0,19(B - Y)$$

Il successivo mixaggio matriciale dei segnali differenza di colore col segnale di luminanza Y avviene automaticamente in questo procedimento semplificato nello stesso tubo tricromico.

Il segnale Y di luminanza con 5 MHz d'ampiezza di banda è presente sui 3 catodi del tubo d'immagine (cinescopio), mentre i segnali cromatici con una banda passante di 1 MHz sono presenti sulle 3 griglie del tubo stesso.

A causa dello sfasamento di 180° fra griglia e catodo i segnali Y sotto 1 MHz vengono automaticamente cancellati per opposizione. Pertanto nella regione spettrale sotto 1 MHz l'informazione video è fornita dai segnali cromatici R , V , B , mentre tale informazione oltre 1 MHz viene assicurata dal segnale di luminanza Y .

Per facilitare questo processo di matricizzazione automatica, si usa collegare ad ognuna delle 3 griglie di controllo del cinescopio una trappola in derivazione, tarata su 4,43 MHz, in modo da deviare quanto possibile verso massa tale oscillazione disturbante.

I nuovi assi di demodulazione X e Z

A scopo di semplificazioni circuitali la R.C.A. ha recentemente introdotto un sistema di demodulazione cromatica intorno a due nuovi assi, denominati X e Z . Per ottenere tale coppia di assi X e Z occorre che le due sottoportanti a 4,43 MHz reinserite al ricevitore, anziché essere sfasate di 90° — come si richiede per gli assi $(R - Y)$ e $(B - Y)$ — siano sfasate di $57^\circ 5'$.

Secondo questo sistema di demodulazione, il demodulatore X alimenta un amplificatore che viene chiamato $R - Y$, ed il demodulatore Z alimenta un amplificatore chiamato $B - Y$: tali denominazioni sono giustificate dal fatto che all'uscita di questi due amplificatori si ottengono due segnali che sono effettivamente $(R - Y)$ e $(B - Y)$. Occorre tener presente che i segnali all'ingresso di tali amplificatori non sono dei puri $(R - Y)$ e $(B - Y)$, ma contengono le informazioni $(R - Y)$ e $(B - Y)$ mescolate ad altre tensioni video-cromatiche.

Lo schema elettrico di un demodulatore X e Z è rappresentato in fig. 139a.

I due tubi amplificatori $(B - Y)$ e $(R - Y)$, V_1 e V_3 , hanno un

resistore catodico comune, R_1 . Un terzo tubo V_3 , denominato amplificatore $(V - Y)$, sfrutta lo stesso resistore catodico R_1 ; la griglia di questo tubo è posta a massa, in modo che l'unico segnale video da esso ricevuto proviene dal resistore R_1 .

In altre parole, i segnali video cromatici, percorrenti V_1 e V_3 , generano ai capi di R_1 tensioni atte a produrre nel tubo V_2 un segnale $(V - Y)$. Si noti a questo punto che a causa del resistore comune R_1 , una componente $(V - Y)$ viene introdotta anche nei tubi V_1 e V_3 . Pertanto i segnali video provenienti rispettivamente dai demodulatori X e Z , e percorrenti gli amplificatori V_1 e V_3 , vengono combinati col segnale $(V - Y)$ proveniente dal catodo comune R_1 , col risultato di divenire all'uscita di placca di V_1 e V_3 degli autentici segnali $(R - Y)$ e $(B - Y)$.

È questo il motivo per cui viene adottato nel demodulatore X, Z uno sfasamento fra le sottoportanti di $57^{\circ}57'$ anziché 90° (fig. 139b).

Se si fosse mantenuto lo sfasamento di 90° , all'uscita dei due demodulatori si avrebbero già degli autentici segnali $(B - Y)$ e $(R - Y)$, ed all'uscita dei tre amplificatori matriciali V_1, V_2 e V_3 si sarebbero ottenute delle tensioni di colore contaminate. Con la demodulazione ad assi X e Z , si ha il vantaggio di poter usare un amplificatore matriciale molto semplice e di facile costruzione.

All'uscita dei tre amplificatori di differenza di colore, V_1, V_2 e V_3 , compaiono pertanto le tensioni corrispondenti a $(R - Y)$, $(V - Y)$ e $(B - Y)$, che vengono applicate alle 3 griglie di controllo del cinescopio tricromatico. Il segnale di luminanza Y viene invece applicato ai 3 catodi dello stesso cinescopio, col risultato seguente:

$$(R - Y) - (-Y) = R$$

$$(B - Y) - (-Y) = B$$

$$(V - Y) - (-Y) = V$$

cioè riproduzione dei tre colori rosso, blu e verde, intesi come tensioni opportune alle griglie del cinescopio.

A questo punto occorre porre in rilievo un ulteriore vantaggio, ai fini della semplicità costruttiva dei televisori, della demodulazione secondo le tensioni di differenza di colore $(R - Y)$, $(B - Y)$, $(V - Y)$ rispetto a quella secondo gli assi P e Q , vantaggio rappresentato dalla possibilità di effettuare il mixaggio (matricizzazione) col segnale di luminanza Y internamente allo stesso cinescopio, come si è visto precedentemente.

Nella demodulazione I e Q tale matricizzazione non può essere effettuata direttamente nel cinescopio a causa del modo con cui i segnali I e Q si presentano con polarità positive e negative: è pertanto necessaria la presenza di un apposito circuito matriciale per produrre le tensioni utili R , V , e B (fig. 135).

Nei televisori che adottano gli assi di cromaticità X e Z , il segnale di luminanza non viene inviato con uguale intensità ai tre catodi del cinescopio a colori, e ciò per compensare la diversa efficienza luminosa dei tre fosfori. Le note che seguono si riferiscono al cinescopio 21FJP22 da 21 pollici con 70° di deflessione, a schermo circolare con maschera limitatrice; il nuovo tipo di cinescopio da 25 pollici con schermo rettangolare e 90° di deflessione adotta un nuovo fosforo rosso con efficienza migliorata e pertanto le considerazioni qui esposte non sono più valide per esso.

Il segnale di luminanza viene in questo caso applicato ai catodi nelle proporzioni: 1,25 per il rosso; 1,00 per il verde e 0,75 per il blu.

In pratica pertanto i valori di cresta del segnale di luminanza ai catodi saranno di 125 V al catodo rosso, 100 V al catodo verde e 75 V al catodo blu.

I segnali di differenza di colore dovranno essere corretti corrispondentemente, per applicare $+1,25 (R - Y)$ alla griglia rossa, $+1,00 (V - Y)$ alla griglia verde e $+0,75 (B - Y)$ alla griglia blu (fig. 140).

Tutti e tre gli amplificatori matriciali hanno uguale guadagno: perciò le proporzioni delle ampiezze dei segnali d'entrata saranno identiche a quelle dei segnali d'uscita, ma di fase opposta a causa dell'inversione di fase negli amplificatori.

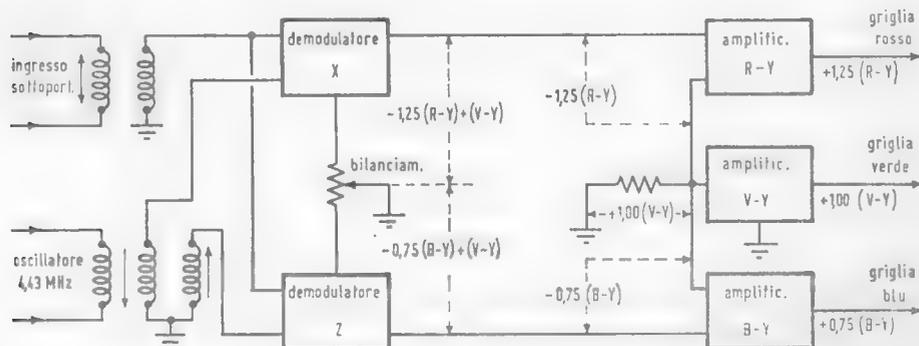


FIG. 140. Circuito di demodulazione X e Z con i valori proporzionali dei relativi segnali cromatici, in connessione con un cinescopio tricromatico 21FJP22.

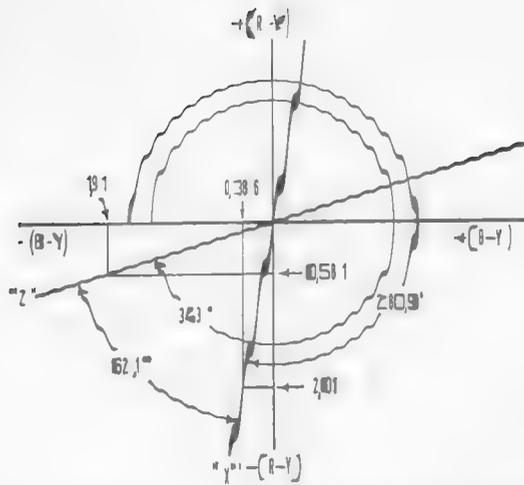


FIG. 141. Diagramma vettoriale corrispondente al circuito di demodulazione di fig. 140.

Le proporzioni dei segnali griglia-catodo saranno pertanto: $-1,25$ per $R - Y$; $-0,75$ per $B - Y$ e $+1,0$ per $V - Y$, misurate ai capi della resistenza di catodo.

Avremo allora per X l'equivalenza di $-1,25 (R - Y) + (V - Y)$.

Sostituendo $(V - Y)$ con $-0,51 (R - Y) - 0,19 (B - Y)$ si avrà:

$$\bar{X} = -1,25 (R - Y) + [-0,51 (R - Y) - 0,19 (B - Y)] = -1,76 (R - Y) - 0,19 (B - Y)$$

Tenendo conto che il segnale trasmesso è costituito da $0,493 (B - Y)$ e $0,877 (R - Y)$, cioè con riduzioni rispetto al valore teorico unitario per prevenire dannose super-ampiezze di cresta nel segnale video composito, l'espressione di \bar{X} ora citata va moltiplicata per la reciproca di tali riduzioni, e cioè:

$$X = -1,76 (R - Y) \frac{1}{0,877} - 0,19 (B - Y) \frac{1}{0,493}$$

da cui: $X = -2,01 (R - Y) - 0,386 (B - Y)$

Dalla fig. 141 risultano i corrispondenti angoli di fase.

In modo analogo avremo per Z :

$$Z = -0,75 (B - Y) + (V - Y)$$

e sostituendo $(V - Y)$

$$Z = -0,75(B - Y) + [-0,51(R - Y) - 0,19(B - Y)] = \\ = -0,94(B - Y) - 0,51(R - Y).$$

Con l'introduzione della correzione in trasmissione:

$$Z = -94(B - Y) \frac{1}{0,493} - 0,50(R - Y) \frac{1}{0,877}$$

da cui:

$$Z = -1,91(B - Y) - 0,581(R - Y)$$

Dal diagramma angolare di fig. 141 si rileva che l'angolo di fase dell'asse X è di $280^{\circ}9'$ dal burst in senso orario, mentre l'angolo di Z è di 343° dal burst in senso orario: inoltre gli assi X e Z sono sfasati di $62^{\circ}1'$, anzichè di $57^{\circ}5'$.

La componente continua

Nei primi modelli di televisori in bianco-nero (1950) veniva attribuita molta importanza alla cosiddetta componente continua del segnale video applicato al catodo o alla griglia del tubo catodico.

Riferendoci alla tecnica corrente delle trasmissioni televisive, ricordiamo che la luminosità media di un'immagine dipende dalla distanza dell'asse medio delle variazioni del video segnale (componente alternativa) dal livello del nero (soppressione), distanza che si conviene chiamare componente continua (c.c.).

Tale componente continua che viene soppressa attraverso gli accoppiamenti a resistenza-capacità degli stadi amplificatori video (e che può venire regolata manualmente mediante il controllo di luminosità) può essere automaticamente ricostituita sia attraverso un adatto dispositivo circuitale, noto come reinseritore di c.c., sia mediante l'impiego di amplificatori ad accoppiamento diretto.

Senza alcun dubbio la restituzione della c.c. migliora la qualità dell'immagine mantenendo un giusto contrasto fra toni neri, grigi e bianchi con l'effettiva luminosità media della scena trasmessa: inoltre l'allineamento di tutti i cosiddetti piedestalli al livello nero assicura l'estinzione di tutte le tracce di ritorno della scansione.

Per ragioni di semplicità ed economia costruttiva, si è però quasi universalmente trascurata la reinserzione della c.c., contando sulla

tolleranza del telespettatore alle variazioni della luminosità media dell'immagine ed assicurando la soppressione dei ritorni con speciali impulsi facilmente derivabili dai circuiti di deflessione.

Nei televisori a colori, la forma e la funzione del restitutore di c.c. rimangono le stesse, ma le conseguenze sulla qualità dell'immagine sono molto più importanti.

Ciò deriva dal fatto che la luminanza (luminosità) contribuisce, come si è visto, a determinare il colore con la tinta e la saturazione.

Se facciamo in modo di mantenere costanti la tinta e la saturazione, ma disponiamo di una luminanza inferiore al suo corretto valore, ne consegue una deviazione (tinta e saturazione) dal colore originale. Lo stesso si verificerebbe se la luminanza fosse in eccesso.

Pertanto ogni differenza del livello di luminanza dal suo corretto valore provoca un'alterazione dei colori riprodotti.

L'importanza della componente continua di luminanza nel segnale di TV a colori è confermata nelle norme americane della F.C.C.

Tali norme stabiliscono che il livello nero di riferimento deve essere separato dal livello di soppressione da un intervallo pari al 7,5% dell'escursione video modulante compresa fra detto livello di soppressione ed il livello di riferimento bianco. Ciò significa che la luminosità viene riferita ad un livello prefissato.

Occorre comunque tener presente che il circuito di restituzione della c.c. in un televisore a colori non venga influenzato dal burst della sottoportante cromatica, molto prossimo agli impulsi sincro orizzontali. Ciò è particolarmente critico per il segnale blu che è frequentemente vicino al livello nero; ne consegue che ogni variazione della tensione c.c. può avere un più sensibile effetto sul segnale blu che sugli altri colori.

La sincronizzazione del colore

I demodulatori di crominanza esaminati poco fa generano una coppia di segnali video-colore, mediante il processo di rivelazione sincrona, ove l'informazione contenuta nelle bande laterali della sottoportante a 4,43 MHz (soppressa in trasmissione) viene combinata con due sottoportanti locali reinserite con sfasamento opportuno.

Tali sottoportanti locali vengono generate da un oscillatore controllato da cristallo di quarzo e mantenuto alla corretta frequenza e

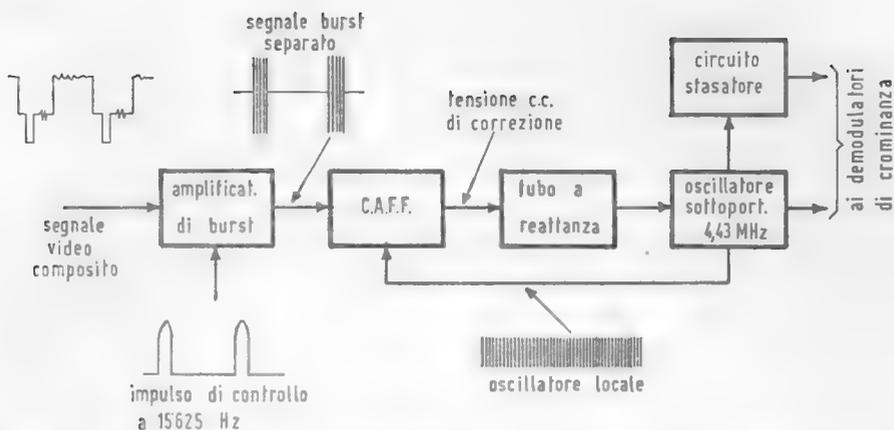


FIG. 142. Schema di principio di un circuito per il controllo automatico di frequenza e fase (C.A.F.F.) dell'oscillatore per la sottoportante locale a 4,43 MHz.

fase rispetto al segnale di riferimento (burst) trasmesso, mediante un appropriato dispositivo circuitale. Lo schema dimostrativo della fig. 142 mostra tale dispositivo elettronico, che assomiglia molto al circuito, noto nella tecnica della TV in bianco-nero sotto il nome di « controllo automatico di frequenza e fase » (C.A.F.F.), adottato nella sincronizzazione orizzontale.

Una campionatura dell'oscillazione a 4,43 MHz generata dall'oscillatore locale è riportata ad un discriminatore di fase a 2 diodi, che la confronta col segnale sincronizzante di colore (burst) in arrivo. Qualsiasi errore di fase fra i due segnali provoca nel discriminatore la produzione di una tensione continua la cui polarità dipende dalla direzione dell'errore, e la cui ampiezza dipende dall'entità dell'errore di fase stesso.

Questa tensione c.c. di correzione, prodotta dal discriminatore, viene applicata al circuito di un « tubo a reattanza », la cui reattanza, posta in parallelo al circuito oscillante dell'oscillatore, varia la frequenza di quest'ultimo, nel senso di ridurne l'errore nei confronti del segnale di riferimento (burst) in arrivo.

Quando tale errore è ridotto a « zero », anche la tensione c.c. di correzione uscente dal discriminatore si annulla.

Il segnale di riferimento in arrivo viene fornito dall'amplificatore di burst che provvede anche a separarlo dal segnale video composto nel modo che esamineremo fra poco.

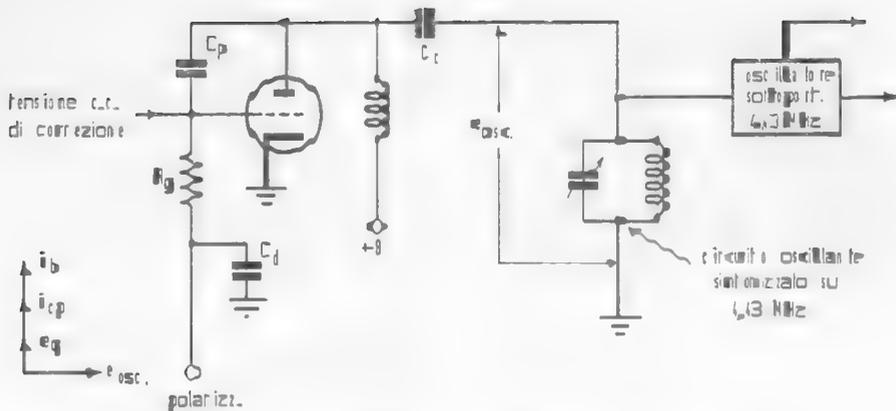


Fig. 143. Schema di principio del circuito del tubo a reattanza.

L'oscillatore di sottoportante

L'oscillatore locale che genera la sottoportante a 4,43 MHz è costituito da un tubo controllato da cristallo di quarzo, il quale, agendo come circuito risonante ad alto Q , assicura una buona stabilità della frequenza generata, pur consentendone una piccola variazione entro una stretta banda, mediante una reattanza variabile in parallelo col circuito oscillante principale.

La sottoportante locale così generata alimenta direttamente uno dei due demodulatori (fig. 142).

L'altro demodulatore viene alimentato attraverso un circuito sfasatore che assicura la corretta differenza di fase richiesta dagli assi di demodulazione adottati.

Infatti in molti casi l'asse di demodulazione alimentato direttamente dall'oscillatore non deve avere la stessa fase di riferimento del burst.

Ad esempio, quando gli assi di demodulazione sono I e Q ovvero X e Z , l'oscillatore non deve essere in fase col segnale — $(B - Y)$; ciò significa che deve esistere una certa differenza di fase fra il burst e la sottoportante locale, regolata da un comando manuale del colore.

Il dispositivo C.A.F.F. già citato agisce in modo da mantenere inalterata tale differenza di fase fra burst e oscillazione locale, per assicurare la stabilità delle tinte dell'immagine.

Il tubo a reattanza

Il circuito di carico del tubo a reattanza viene, come si è già detto, a trovarsi in parallelo sul circuito oscillante dell'oscillatore locale (fig. 143).

Questo tubo si comporta come una reattanza variabile in funzione della polarizzazione applicata alla sua griglia.

Dallo schema di principio di fig. 143, è facile rilevare che essendo la capacità C_p e la resistenza R_g di valore molto piccolo, la loro influenza sul circuito oscillante inserito come carico anodico è trascurabile.

Pure trascurabile è l'influenza di C_c e C_a , a causa dei loro valori molto elevati (e quindi impedenza molto bassa), sul circuito oscillante a 4,43 MHz. Pertanto il tubo viene a trovarsi effettivamente in parallelo col circuito risonante dell'oscillatore, mentre la resistenza di griglia R_g si trova a potenziale di massa.

La funzione di C_p e R_g è quella di introdurre l'oscillazione locale nel circuito di griglia del tubo a reattanza.

Poichè l'impedenza di C_p è grande in paragone ad R_g il circuito è prevalentemente capacitivo e la corrente oscillante si trova in anticipo di circa 90° sulla tensione.

La caduta di tensione lungo R_g si trova inoltre in fase con detta corrente e pertanto la tensione di griglia trovasi pure in anticipo di 90° sulla tensione oscillante.

Quindi, poichè la corrente anodica si trova in fase con la tensione di griglia, il tubo fornisce una corrente in anticipo di 90° sulla tensione del circuito risonante dell'oscillatore.

Ciò equivale a dire che il tubo si comporta come una capacità.

Se il guadagno del tubo aumenta, circola una maggiore corrente capacitiva ed il tubo provoca lo stesso effetto di un aumento di capacità. Per contro una diminuzione di guadagno del tubo provoca l'effetto di una riduzione della capacità nel circuito oscillante.

È pertanto possibile sintonizzare l'oscillatore, mediante variazioni della polarizzazione di griglia del tubo a reattanza.

Il discriminatore di fase

La fig. 144 dà lo schema di principio di un discriminatore di fase. Il segnale di riferimento (burst) è applicato al circuito mediante un

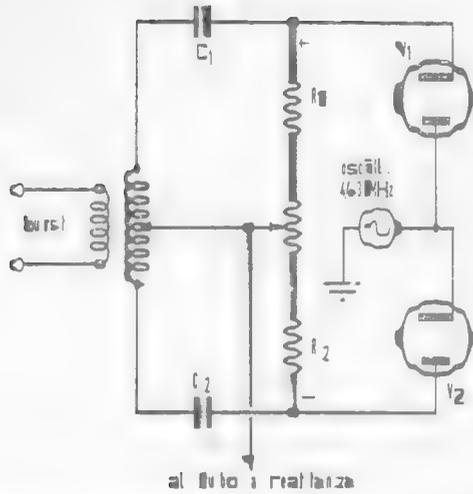


FIG. 144. Schema di principio di un discriminatore di fase.

trasformatore con secondario a presa centrale, che alimenta pertanto in uguale misura, ma con opposte polarità, i due diodi V_1 e V_2 .

Contemporaneamente la sottoportante a 4,43 MHz generata localmente eccita gli stessi diodi, cosicché la tensione applicata a ciascun diodo è la somma vettoriale della tensione del burst e della tensione oscillante a 4,43 MHz.

Dal diagramma di fig. 145 appare chiaramente che solo quando i due vettori, quello del burst e quello della sottoportante a 4,43 MHz, si trovano in quadratura (90° di sfasamento) le tensioni ai capi dei due diodi sono uguali (fig. 145a).

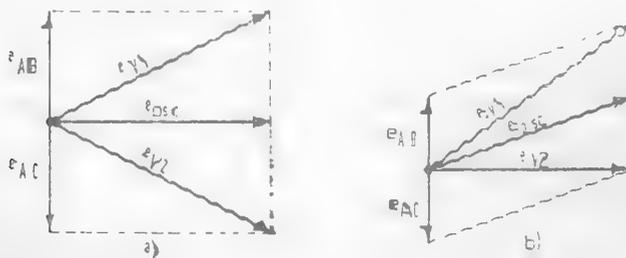


FIG. 145. Diagrammi vettoriali relativi alle tensioni in gioco nel discriminatore di fase.

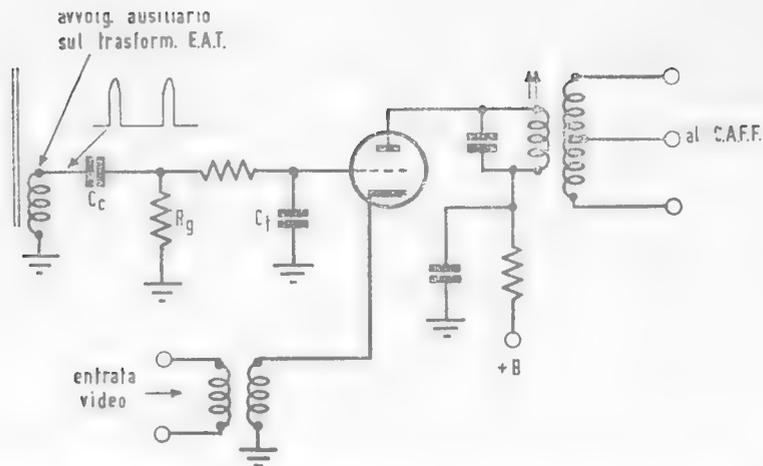


Fig. 146. Schema di principio di un amplificatore del burst, controllato (keyed).

Se la sottoportante si viene a spostare di fase rispetto al burst, si provoca una disuguaglianza nelle tensioni applicate ai diodi con conseguente disparità delle correnti che li percorrono.

Pertanto i due diodi V_1 e V_2 (fig. 144) in condizione di equilibrio conducono ugualmente provocando nelle resistenze R_1 e R_2 uguali cadute di tensione, ma di opposta polarità. La tensione continua risultante al centro del complesso $R_1 R_2$ risulta nulla.

Consideriamo ora il caso in cui l'oscillatore-sottoportante si sposti di fase. Se ad esempio la fase dell'oscillatore rispetto al burst si sposta come indicato in fig. 145b, la tensione ai capi del diodo V_1 diverrà maggiore di quella ai capi di V_2 . In tal caso non vi sarà più equilibrio ed una tensione c.c. negativa si manifesterà al centro del complesso $R_1 R_2$. L'inserzione circuitale dei diodi è tale che la polarità della tensione c.c. di correzione (da applicarsi alla griglia del tubo a reattanza) tende a riportare la fase dell'oscillatore nelle condizioni iniziali di quadratura (fig. 145a).

L'amplificatore del burst

Questo amplificatore provvede alla separazione del segnale di riferimento (burst) dal segnale video composto ed alla sua amplificazione al livello richiesto dal discriminatore di fase.

Tale amplificatore è molto simile ad un amplificatore a frequenza intermedia a banda piuttosto stretta, per funzionamento su frequenza di 4,43 MHz.

La banda stretta è ottenuta mediante l'adozione di circuiti d'accoppiamento a sintonia unica, ed il funzionamento dell'amplificatore viene effettuato a controllo ritmico (keying) solo durante i periodi in cui è presente il burst nel segnale video composto: altrimenti l'amplificatore rimane interdetto.

La fig. 146 mostra uno schema di principio di tale amplificatore, che impiega un triodo con griglia a massa. Il segnale video composto viene applicato al catodo a bassa impedenza.

I segnali di controllo d'interdizione (keying) vengono applicati alla griglia, messa praticamente a terra dal condensatore C_T a larga capacità.

Un impulso positivo, il cui fronte anteriore coincide col fronte anteriore del segnale sincronizzante orizzontale, viene ottenuto da un avvolgimento ausiliario sul trasformatore d'uscita orizzontale (E.A.T.). Tale impulso applicato tramite un accoppiamento RC (vedi fig. 146) porta il triodo in conduzione, provocando corrente di griglia nei picchi di tensione con conseguente carica del condensatore d'accoppiamento C_c .

Durante gli intervalli fra gli impulsi di controllo (keying), la capacità C_c si scarica attraverso R_p , generando una tensione di polarizzazione del triodo. A causa della costante di tempo piuttosto ampia di $R_p - C_c$, la capacità C_c perde pochissimo della sua carica durante gli intervalli fra gli impulsi, in modo che il triodo, rimanendo quasi sempre polarizzato all'interdizione, passa in conduzione solo in corrispondenza dei picchi degli impulsi di controllo.

Il comportamento circuitale è tale da ritardare lievemente i picchi degli impulsi rispetto al fronte anteriore del segnale sincronizzante di riga, in modo che i picchi stessi giungano un po' dopo gli impulsi sincronizzanti, in coincidenza quindi con la posizione del burst.

Regolazione del colore

Nei televisori a colori N.T.S.C. vi sono due manopole di controllo del colore: una per la « tinta » ed una per la « saturazione ».

La regolazione della « tinta » è inserita nel circuito di sincronizzazione e la sua funzione è di spostare la fase dell'oscillazione locale a 4,43 MHz all'ingresso del discriminatore di fase, in modo che gli assi

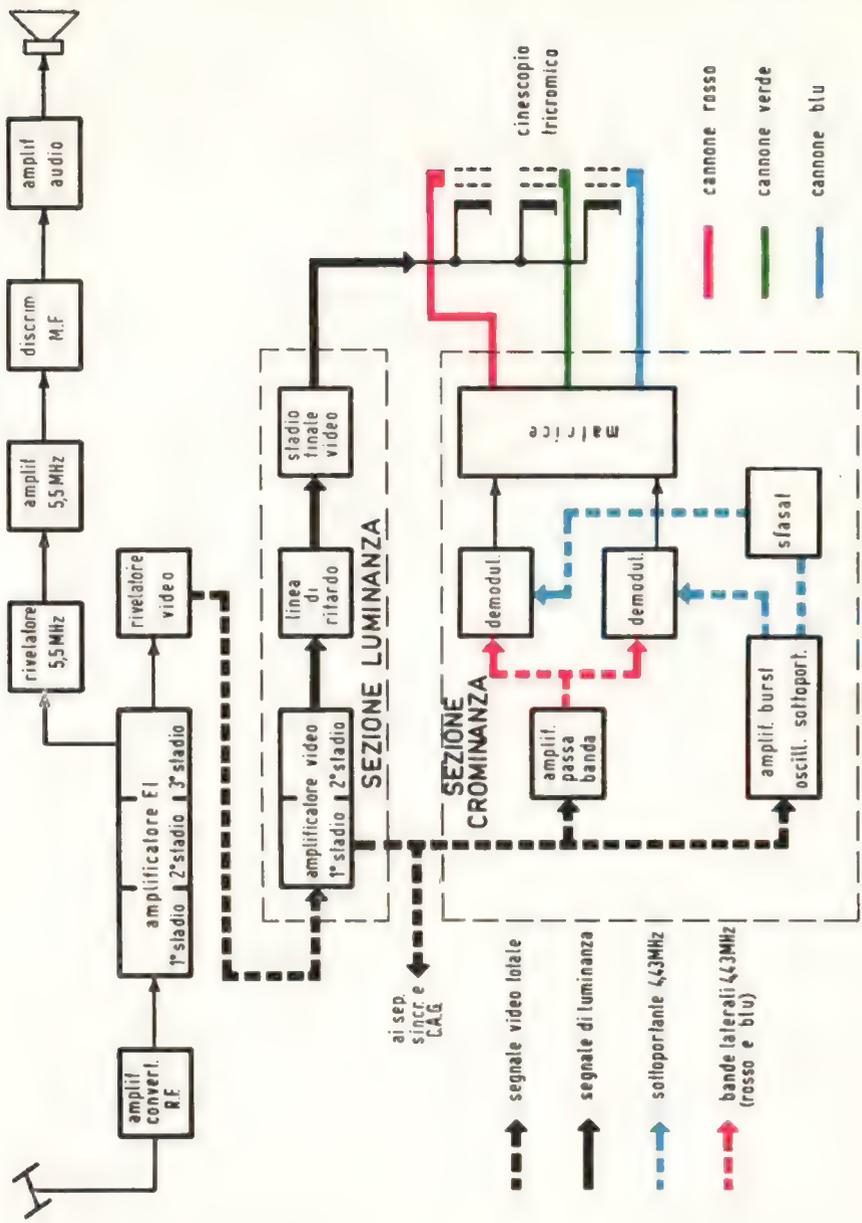


TAVOLA N - Rappresentazione sintetica dei circuiti di un televisore a colori.

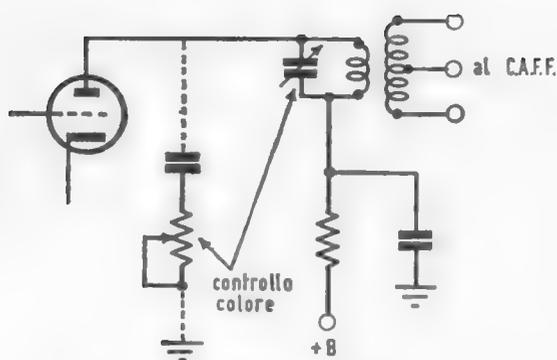


FIG. 147. Schema di principio di un amplificatore di burst con controllo del colore (sfasamenti di sintonia).

di demodulazione vengano ad assumere il corretto sfasamento col burst di riferimento.

Il controllo della tinta può anche farsi controllando la fase del burst nel relativo amplificatore. In fig. 147 è illustrato quest'ultimo metodo, ove il circuito risonante anodico dell'amplificatore di burst viene utilizzato come sfasatore. Infatti se tale circuito è esattamente sintonizzato su 4,43 MHz, non vi è nessuno spostamento di fase. Per contro la fase del burst può essere avanzata o ritardata spostando la risonanza del circuito avanti o indietro dalla posizione di sintonia su 4,43 MHz.

La sintonia può essere effettuata mediante una capacità variabile facente parte del circuito risonante, ovvero mediante una resistenza variabile in serie con la capacità di accordo (fig. 147).

Soppressione del colore

Scopo del soppressore di colore (color killer) è di escludere la sezione circuitale di crominanza durante le trasmissioni in bianco-nero. Infatti in queste condizioni, i segnali video intorno alla frequenza di 4,43 MHz eccitano indiscriminatamente il circuito di crominanza, generando sullo schermo di visione delle pallide colorazioni fluttuanti che disturbano l'immagine monocroma: tale effetto viene sovente prodotto anche da disturbi *parassitari* (piccole macchie colorate).

Il soppressore di colore provoca una tensione di polarizzazione

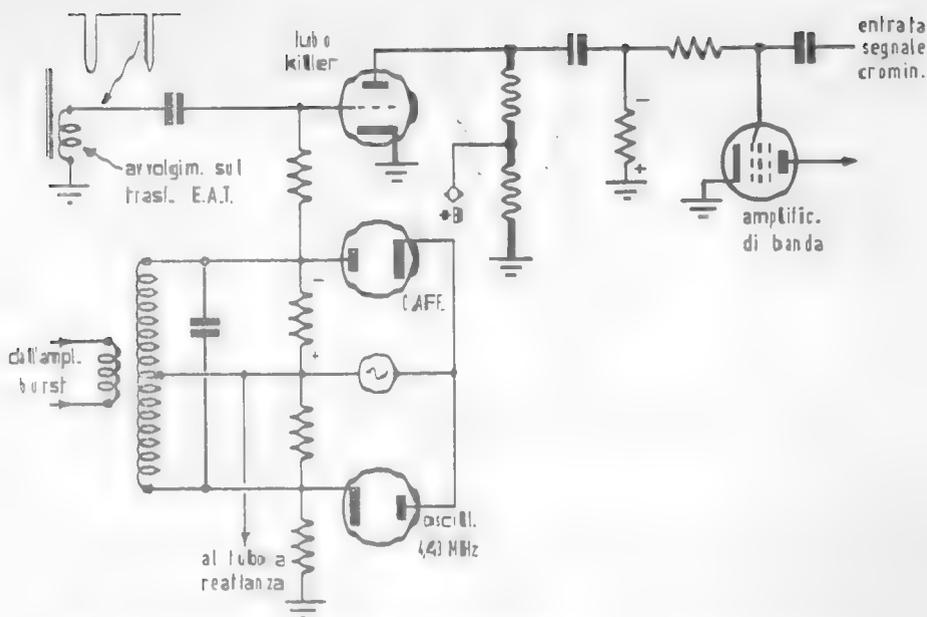


FIG. 148. Schema di principio di un circuito soppressore di colore (color killer).

che porta all'interdizione l'amplificatore passabanda dei segnali di crominanza, durante le trasmissioni in bianco-nero. Tale polarizzazione viene a cessare in presenza di trasmissioni a colori.

Il circuito del soppressore (killer), deve essere pertanto in grado di selezionare la presenza o l'assenza dei segnali cromatici.

Ciò viene ottenuto dal segnale di burst già separato dal segnale video composito, presente nel circuito C.A.F.F. già esaminato.

In tale circuito (fig. 144) si è visto che la tensione c.c. da applicarsi al tubo di reattanza era nulla, quando la sottoportante a 4,43 MHz generata localmente era perfettamente corretta di frequenza e fase.

Ciò a causa dell'uguaglianza delle tensioni di opposta polarità, che si generano ai capi di R_1 e R_2 , quando il segnale di burst viene ricevuto.

In assenza del burst, tali tensioni cadono al valore corrispondente alla sola presenza dell'oscillazione locale a 4,43 MHz.

Alcuni soppressori di colore impiegano appunto per il loro funzionamento la tensione c.c. ai capi di una delle resistenze R_1 o R_2 , come è indicato in fig. 148.

Alla griglia del tubo soppressore (killer) vengono applicati gli impulsi negativi provenienti dal circuito di deflessione orizzontale (trasformatore E.A.T.). In assenza di segnali burst la tensione c.c. negativa fornita dal C.A.F.F. e quindi la polarizzazione del tubo killer è piuttosto bassa, in modo che gli impulsi negativi vengono amplificati. Gli impulsi positivi raccolti in placca del killer sono applicati, attraverso un'adatta resistenza di carico, al circuito di griglia dell'amplificatore di banda, provocando in esso corrente di griglia. A causa della costante di tempo piuttosto lunga del circuito d'accoppiamento, la polarizzazione del tubo amplificatore di banda viene conservata all'interdizione anche negli intervalli fra gli impulsi.

In presenza delle trasmissioni di colore, il burst provoca tramite il C.A.F.F. una forte tensione c.c. negativa di polarizzazione del killer, portandolo all'interdizione.

In tali condizioni viene a mancare la polarizzazione di interdizione dell'amplificatore di banda ed il circuito di crominanza funziona regolarmente.

Alcuni circuiti di soppressione presentano un funzionamento incerto nel caso di segnali deboli, ove forti impulsi di disturbo transitano per l'amplificatore di banda e lo stesso segnale disturbante può provocare l'intervento non voluto del killer, polarizzandolo saltuariamente all'interdizione.

Circuiti di soppressione più elaborati sono in grado di discriminare i disturbi dal burst.

La fig. 149 rappresenta uno di tali circuiti (R.C.A.). In esso è previsto un « rivelatore di killer » per la polarizzazione del tubo killer. Questo rivelatore di killer è molto simile al discriminatore di fase nel C.A.F.F. con la differenza però che la fase dell'oscillazione locale a 4,43 MHz è spostata di 90° circa.

Pertanto, quando l'oscillatore funziona correttamente in frequenza e fase, i segnali applicati al rivelatore di killer hanno relazioni di fase tali che il segnale burst applicato ad uno dei diodi si trova in fase con l'oscillazione locale, producendo così la massima polarizzazione nel tubo killer.

Quando invece l'oscillatore non funziona con la corretta frequenza e fase, le tensioni c.c. ai capi delle resistenze di carico sono uguali e la tensione c.c. all'uscita del rivelatore di killer è nulla.

Quindi, il rivelatore di killer non solo rivela la presenza del burst, ma determina altresì il corretto funzionamento del C.A.F.F.

Poichè il C.A.F.F. non può funzionare correttamente quando i

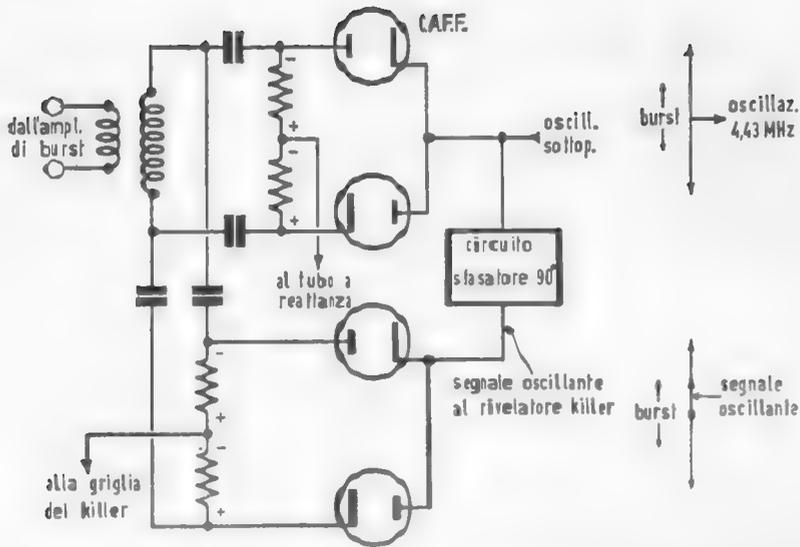


FIG. 149. Schema di principio del soppressore di colore (killer) della R.C.A.

segnali disturbanti predominano all'uscita dell'amplificatore di burst, il circuito di killer ignora gli effetti dei disturbi nei segnali deboli.

Soppressione del burst

È molto importante che i segnali di burst non raggiungano i demodulatori di crominanza.

Se infatti i segnali di burst fossero presenti sulle griglie dei tubi demodulatori, anche nella loro uscita anodica demodolata sarebbero presenti, producendo dei colori spuri che apparirebbero durante i ritorni orizzontali della scansione. Per prevenire gli effetti dei segnali burst demodolati, l'amplificatore di banda viene interdetto durante gli intervalli di soppressione orizzontale. Ciò viene effettuato da un impulso di soppressione ottenuto dal circuito di deflessione orizzontale.

In taluni televisori viene aggiunto uno stadio soppressore supplementare per alimentare alcuni circuiti che necessitano di impulsi orizzontali di soppressione. Tale stadio soppressore funziona come stadio isolatore, per evitare un carico eccessivo del circuito di deflessione orizzontale.

CAPITOLO 10

Il televisore a colori CTC15 della R.C.A.

Fra i vari televisori a colori oggi prodotti dall'industria mondiale, possiamo con competente fondatezza ritenere che il tipo CTC15, (con le successive versioni similari CTC17 e CTC19), ultimo elaborato dalla Radio Corporation of America, rappresenta la più efficiente versione commerciale, sia come realizzazione tecnologica, sia come bontà di risultati raggiunti, anche sotto l'aspetto del minimo costo di produzione.

Il televisore a colori R.C.A. CTC15 può dare immagini sia a colori che in bianco-nero nello schermo di un cinescopio tricolore 21FJP22.

Tale cinescopio con schermo rotondo munito di maschera limitatrice esterna (a 21") ha una deviazione elettronica di 70°; è stato recentemente messo in commercio un nuovo cinescopio a schermo rettangolare da 25", con deviazione di 90° e quindi sensibilmente più corto.

L'uso di tale nuovo cinescopio comporta ovviamente alcune modifiche non essenziali a qualche circuito del televisore CTC15; il nuovo televisore, così modificato, assume la denominazione di CTC17 e CTC19.

Il complesso circuitale del CTC15 comprende cinque pannelli di circuiti stampati, ciascuno dei quali relativo a particolari funzioni, coi suoi componenti montati in posizioni facilmente accessibili per una facile assistenza tecnica.

Tutta la sua realizzazione circuitale su uno chassis orizzontale rispecchia la più aggiornata e perfezionata tecnica costruttiva in fatto di televisori, anche nei riguardi della riduzione al minimo delle filature di interconnessione e dei tempi di montaggio. La figura 150 mostra il circuito a blocchi del televisore CTC15.

Gli schemi completi dei circuiti CTC15, CTC17 e CTC19 sono riprodotti in altrettante tavole fuori testo allegate.

Analisi dei circuiti

Gruppo ad alta frequenza (tuner)

Poichè le trasmissioni TV a colori europee interesseranno solo le bande IV e V UHF, viene impiegato un normale gruppo sintonizzatore UHF (sia a valvole, che a transistori) avente gli stessi requisiti e caratteristiche di quelli usati nei normali televisori in bianco-nero.

La banda video passante dovrà essere accuratamente rispettata nella sua larghezza di 5 MHz. Sarà inoltre talvolta conveniente introdurre un circuito di sintonia automatica comprendente un diodo a capacità variabile (varicap), agente sull'oscillatore locale. Comunque quest'ultima è una tecnica corrente nei televisori in bianco-nero.

Amplificatore a frequenza intermedia

Il canale a media frequenza è progettato per una portante video di 45,75 MHz, una sottoportante di colore di 41,32 MHz ed una portante audio di 40,25 MHz.

L'amplificatore è a tre stadi: nel primo stadio viene impiegata una valvola 6JH6, nel secondo una 6GM6 e nel terzo una 6EJ7.

Tutto il complesso circuitale, compreso il rivelatore ed il primo stadio video, è montato su un pannello a circuito stampato, provvisto di schermature superiori ed inferiori di tutti i componenti, onde prevenire interaccoppiamenti e irradiazioni di armoniche.

Il circuito d'entrata è un filtro passabanda. Un accoppiamento capacitivo a bassa impedenza, fra la bobina di placca del tubo miscelatore (tuner) e la griglia del primo tubo a media frequenza, riduce al minimo le eventuali irradiazioni dell'oscillatore.

Il circuito elettrico coi valori dei componenti è dato in fig. 151.

Un trasformatore bifilare provvede all'accoppiamento con la griglia del primo tubo a media frequenza ed all'inserimento di un circuito trappola per l'attenuazione ad un minimo di 45 dB del canale audio adiacente. Il sistema di filtro accoppiato al trasformatore bifilare è stato adottato per la sua assenza di distorsioni di ampiezza e fase in prossimità della portante video, pur assicurando una forte attenuazione senza effetti di risonanza spuria intorno alla frequenza da sopprimere. Tutti i componenti sono a Q elevato e compensati di temperatura.

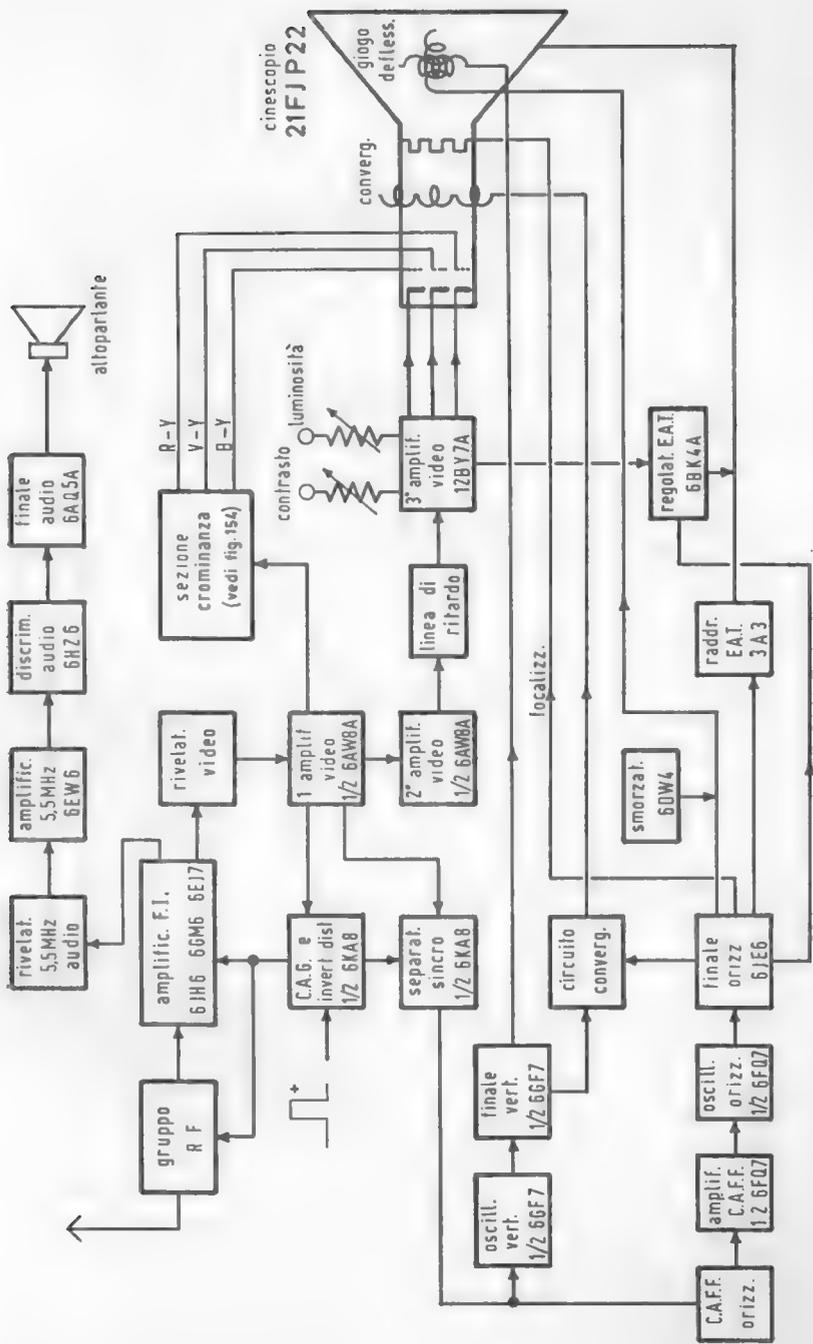


Fig. 150. Schema di principio del televisore R.C.A.-CTC15.

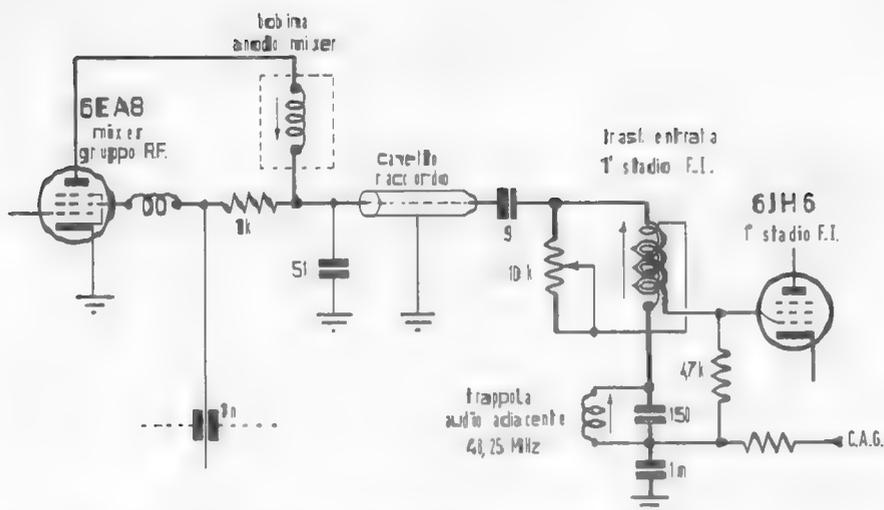


FIG. 151. Circuito di entrata all'amplificatore a frequenza intermedia (R.C.A.-CTC15).

I tre stadi a media frequenza sono accoppiati mediante trasformatori in discesa, che col trasformatore d'uscita sul rivelatore realizzano una sintonia sfalsata tripla dei tre primari: il primo trasformatore è sintonizzato su 45,75 MHz, il secondo su 41,8 MHz ed il terzo (d'uscita sul rivelatore) su 43,4 MHz.

Il trasformatore d'uscita è sul picco centrale della tripla sintonia sfalsata, e viene usato per controllare la forma delle caratteristica complessiva di responso dell'amplificatore a frequenza intermedia.

In questi trasformatori ad accoppiamento stretto, il secondario è munito di una presa onde ridurre gli effetti di carico smorzante del rivelatore.

È molto importante nel progetto dell'amplificatore a F.I. dei televisori a colori la prevenzione dell'intermodulazione della portante video da parte della frequenza a circa 1000 kHz, differenza fra la portante audio (5,5 MHz) e la sottoportante di colore (4,43 MHz).

Molte precauzioni sono state adottate per ridurre al minimo tale intermodulazione. Anzitutto la portante audio viene attenuata dall'effetto selettivo del filtro di banda che segue immediatamente il mescolatore nel tuner. A questo punto i canali adiacenti delle portanti video ed audio sono fortemente attenuati.

L'intermodulazione è un effetto diretto della derivata seconda

della caratteristica $gm - eg$ della valvola. Il primo stadio di F.I., impiega un pentodo 6JH6 ad interdizione semi-remota che presenta un'ottima linearità $gm - eg$ nella regione funzionale.

Sintonizzando il primo trasformatore interstadio F.I. sulla frequenza della portante video, l'ampiezza della portante audio viene mantenuta esigua nel secondo stadio F.I. controllato dal C.A.G.

Infine una valvola *frame-grid* tipo 6EJ7 viene impiegata come finale F.I. per l'eccitazione del rivelatore, ottenendo un elevato guadagno con bassa distorsione.

La portante audio è attenuata di circa 20 dB, nella curva di risposta F.I. nell'ultimo circuito anodico dell'amplificatore F.I.

Se non venissero usate particolari precauzioni, una notevole intermodulazione si manifesterebbe anche nel circuito rivelatore. È per questa ragione che sono stati impiegati due rivelatori separati per il video e l'audio.

L'audio viene prelevato dal circuito anodico della 6EJ7. Il trasformatore che alimenta il rivelatore video è del tipo a ponte (vedi fig. 152): esso fornisce un elevato guadagno con assenza di oscillazioni secondarie ritardate.

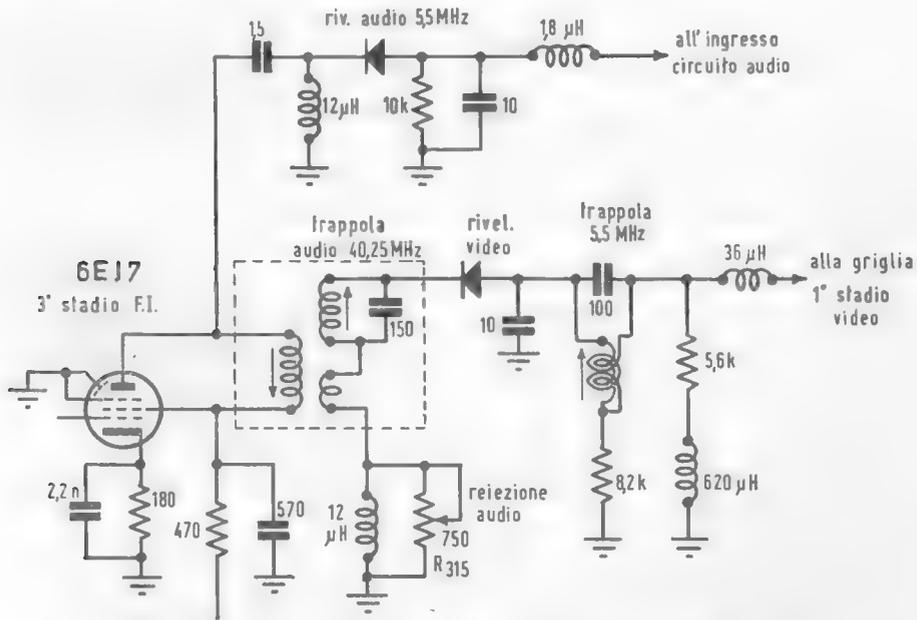


FIG. 152. Circuiti di rivelazione audio e video (R.C.A.-CTC15).

L'elemento *trappola* del circuito è accordato in modo da tagliare la portante audio (40,25 MHz).

Il potenziometro R_{115} da 750 Ω è regolato per la massima reiezione dell'audio.

La sensibilità complessiva del canale video, per 1 V al disopra del livello di disturbo, è di 10 μ V.

Il livello d'uscita del rivelatore è di circa 3 V picco.

Frequenza intermedia audio e canale audio

Il canale audio complessivo comprende uno stadio amplificatore della media frequenza intercarrier (5,5 MHz) con valvola 6EW6, un discriminatore del tipo ad oscillatore in quadratura controllato (valvola 6HZ6) ed un amplificatore di uscita audio (6AQ5A).

La sensibilità complessiva del canale audio è di circa 33 μ V nella banda IV UHF.

La misura viene effettuata con uguali valori di portanti video ed audio, per un'intensità di 5 V audio al massimo del regolatore di volume. L'uscita audio è di 1,5 V con meno del 10% di distorsione.

Canale di luminanza

Il canale di luminanza comprende tre stadi amplificatori video, dei quali i primi due ($V_{304A, B}$, 6AW8A) sono montati sul pannello stampato della F. I., mentre il terzo (V_{703} , 12BY7), collegato al secondo attraverso una linea di ritardo, è montato sul pannello stampato di cromaticità (fig. 153).

Il primo amplificatore video svolge la funzione essenziale di centro distributore per tutte le funzioni circuitali del televisore. L'informazione di luminanza, sincronizzazione, C.A.G., e le informazioni di cromaticità sono tutte distribuite dal circuito anodico di questo stadio alle varie sezioni del televisore predisposto per ricevere questi segnali.

Il guadagno di questo primo stadio video, alle frequenze basse, è di 50, ed un segnale di 150 V picco è disponibile sull'anodo per la sincronizzazione e il C.A.G.

Alla frequenza di 4,43 MHz il guadagno scende a 15, ma il livello del segnale di cromaticità è sufficientemente alto perchè un solo stadio successivo d'amplificazione sia necessario per alimentare i due demodulatori sincroni del colore.

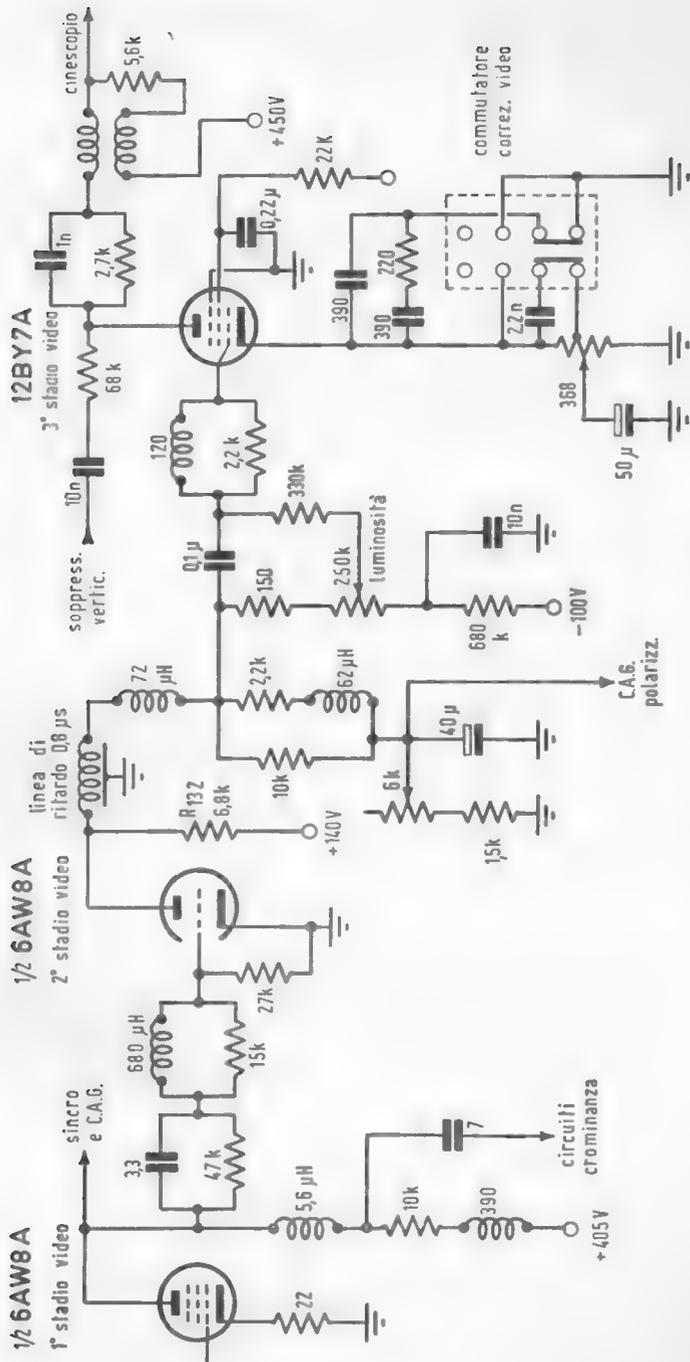


FIG. 153. Circuito dell'amplificatore video luminanza (R.C.A.-CTC15).

Il segnale di luminanza è accoppiato direttamente in c.c. dalla placca del primo stadio video alla griglia del secondo stadio, tramite un attenuatore, compensato di frequenza in modo da assicurare un responso di luminanza corretto.

Dalla griglia del primo stadio alla griglia del secondo stadio vi è un guadagno di 0,7 (cioè una perdita di 3 dB), ma si ha l'inversione del segnale ed il circuito attenuatore fra placca e griglia fornisce ampie possibilità di modificare la forma della curva di risposta. Il secondo stadio funziona con la griglia positiva, cosa insolita ma che presenta diversi vantaggi in questo caso.

Operando nella caratteristica di griglia positiva, la valvola può fornire l'escursione richiesta di corrente anodica con tensione di placca ridotta e pertanto con bassa dissipazione; permette inoltre l'accoppiamento alla griglia dello stadio successivo con bassa attenuazione della componente continua.

Inoltre la resistenza anodica interna della valvola è molto bassa, in modo da ridurre il disadattamento all'ingresso della linea di ritardo.

Non occorrono componenti per la polarizzazione catodica, risparmiando così nel costo ed evitando problemi di c.c. e risposta alle basse frequenze. Il circuito è immune da sovraccarichi o bloccaggi derivanti da impulsi positivi occasionali in griglia.

Il triodo funziona con un carico anodico molto basso, costituito dal resistore R_{132} in parallelo con la bassa impedenza necessaria per un buon adattamento con l'uscita della linea di ritardo. Il carico anodico totale è di circa 1400 Ω , ed in queste condizioni il triodo ha un guadagno di 5, su una tensione in uscita di 10 V picco, con buona linearità.

La linea di ritardo di luminanza, connessa fra il secondo ed il terzo stadio, dà un ritardo di 0,8 microsecondi.

Il terminale d'uscita di tale linea si trova in parallelo con la capacità d'ingresso dell'amplificatore finale video, ed il circuito di terminazione (R_{733} , R_{745} , L_{708} , L_{709}) fornisce con la sua capacità un'impedenza costante di 1800 Ω , entro la banda di frequenza da « zero » a 4 MHz.

Lo stadio d'uscita video-luminanza (V_{708} , 12BY7) può fornire un segnale di 150 V picco su un carico anodico di circa 3400 Ω , costituito da R_{149} in parallelo coi controlli del verde e del blu.

In condizioni normali il segnale in griglia di questo stadio è di 10 V picco; pertanto il guadagno richiesto è circa 15.

Il guadagno dello stadio finale video può essere regolato dal

controllo di contrasto inserito nel circuito catodico, che consente una variazione da 4 a 1.

Al massimo contrasto il guadagno è 25, mentre la posizione di normale funzionamento per la piena eccitazione del cinescopio è circa $2/3$ del massimo.

La correzione di *peaking* sul catodo è prevista in modo da fornire la risposta ottima per questa posizione del controllo di contrasto; l'inseritore di correzione video consente comunque di correggere la risposta in corrispondenza a minori o maggiori regolazioni di contrasto.

Inoltre con la regolazione del contrasto, varia il rapporto c.c. a c.a., da 0,2 al massimo contrasto a 0,8 al minimo contrasto.

La riduzione del rapporto c.c./c.a. in posizione di elevato contrasto si rende necessaria per ridurre le possibilità di sovraccarico dell'alimentazione ad alta tensione.

La luminosità viene controllata variando la polarizzazione di griglia del tubo finale video; si varia in tal modo la tensione all'anodo, variando di conseguenza il punto di lavoro del cinescopio.

L'estensione di questo controllo di luminosità è piccola e comunque tale da correggere variazioni normali di illuminazione ambiente e rendere l'immagine gradevole e brillante; maggiori variazioni di luminosità possono però ottenersi regolando opportunamente la polarizzazione di griglia del cinescopio, mediante un controllo separato previsto nel circuito.

Nel circuito anodico dello stadio finale video, si trova inserito uno speciale circuito di correzione della risposta frequenza-guadagno, nel quale c'è un accoppiamento mutuo negativo fra le bobine di *peaking* serie e parallelo.

Tale circuito consente di ottenere un aumento del 30% nel guadagno verso l'ampiezza di banda, confronto alla normale correzione di *peaking* serie-parallelo. Il segnale video viene applicato direttamente senza attenuazione alcuna al catodo del cannone rosso, mentre viene attenuato attraverso i controlli previsti (*drive controls*) ai cannoni verde e blu.

Un resistore da 2700 Ω è connesso in serie col catodo, rosso, allo scopo di limitare la dimensione dello *spot* rosso nei picchi video: serve inoltre per equalizzare la risposta video nei tre cannoni.

Un resistore da 2700 Ω , shuntato da un condensatore da 1000 pF, è inserito nel circuito anodico del finale video in modo da ridurre la dissipazione di placca; la risposta non viene alterata a causa del condensatore in parallelo.

Al segnale video viene aggiunto sull'anodo del tubo finale l'impulso di soppressione del ritorno della deflessione verticale, prelevato dall'anodo della valvola finale verticale.

Canale di cromaticità

Il canale di cromaticità, che contiene l'informazione cromatica della sottoportante di colore con le relative bande laterali, comprende un amplificatore passabanda ($V_{01.A}$, 6GH8A sezione pentodo), due demodulatori a basso livello (V_{701} , V_{749} , 6GY6) funzionanti lungo gli assi X e Z, e tre triodi come amplificatori matriciali ($V_{706.A,B}$ e $V_{707.A}$, 6GU7). Inoltre questa sezione comprende l'amplificatore per l'equilibrio del livello e degli impulsi di soppressione, l'oscillatore della sottoportante di riferimento con i relativi circuiti del sincronismo di colore, ed i circuiti della soppressione del colore (color killer).

Lo schema a blocchi di fig. 154*a* illustra tale complesso di cromaticità, che è montato sul pannello stampato PW700 (vedi fig. 154*b* alla fine del volume).

L'amplificatore passabanda è ad un solo stadio. Il segnale è prelevato dall'anodo del primo stadio video mediante la bobina di cromaticità ed applicato alla griglia dell'amplificatore.

Nel circuito anodico di tale amplificatore un trasformatore passabanda sovraccoppiato trasferisce il segnale alle griglie dei demodulatori. Il trasformatore ha un secondario a bassa impedenza per permettere l'inserzione ad una certa distanza (sul fronte del televisore) del controllo saturazione che controlla il segnale alle griglie dei demodulatori.

Poiché il livello della sottoportante di colore si trova a -6 dB sul fianco della curva di risposta dell'amplificatore a F.L., si rende necessaria una compensazione nell'amplificatore di cromaticità così da ottenere una risposta del segnale di cromaticità praticamente piatta.

Tale compensazione della pendenza del fianco della curva di responso F. L. viene ottenuta mediante l'accordo della accennata bobina di cromaticità d'accoppiamento, che è provvista di uno smorzamento-serie ($R_{7.2}$) in modo da ottenere un Q di circa 5, essendo sintonizzata su circa 5,2 MHz.

La messa a punto precisa della bobina d'accoppiamento viene effettuata osservando la curva del responso complessivo di cromaticità.

Il funzionamento corretto del circuito di restituzione c.c. ad impulsi negli amplificatori matriciali richiede che durante gli intervalli di sop-

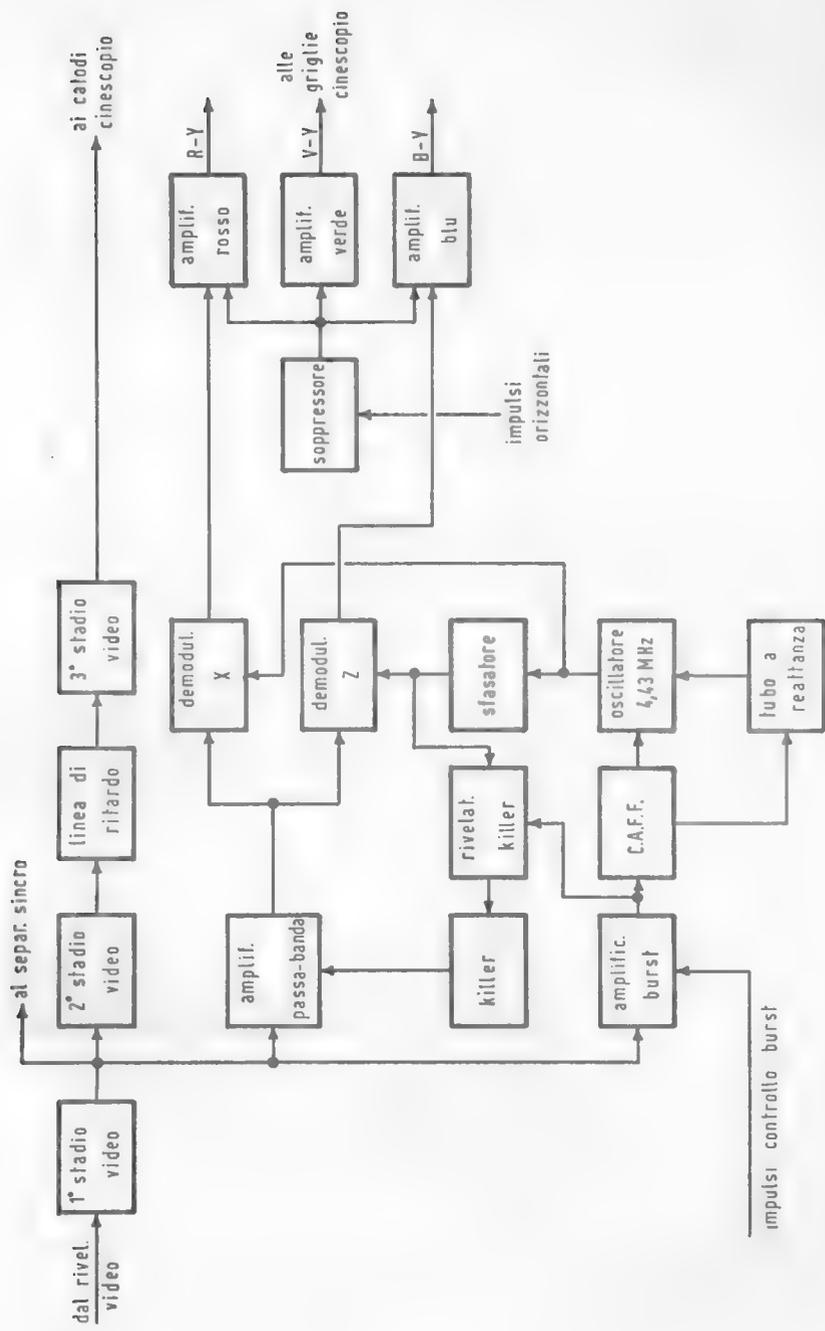


FIG. 154 a. Schema di principio circuiti di cromaticanza (R.C.A. CTC15).

pressione verticale il segnale abbia un livello di riferimento privo di burst e disturbi.

Per ottenere questo livello di riferimento privo di disturbi, l'amplificatore passabanda viene interdetto, durante i periodi di soppressione, da un impulso positivo applicato al suo catodo, proveniente dal catodo dell'amplificatore di soppressione (V_{707B} , 6GU7).

Il circuito di griglia dell'amplificatore passabanda è collegato al soppressore di colore (color killer), che eroga una tensione « zero » durante l'informazione cromatica, ma fornisce una polarizzazione di -8 V che interdice il canale di crominanza, durante la ricezione in bianco-nero.

Demodulatori ed amplificatori matriciali.

I due demodulatori di crominanza, indicati con X e Z , sono dei rivelatori sincroni, funzionanti lungo assi di demodulazione posizionati, rispetto all'asse di riferimento del sincronismo di colore (burst), a -81° e -6° rispettivamente (nominali).

L'angolo fra questi due assi è fisso di 75° , ma gli assi possono essere ruotati assieme regolando il controllo di tinta (hue).

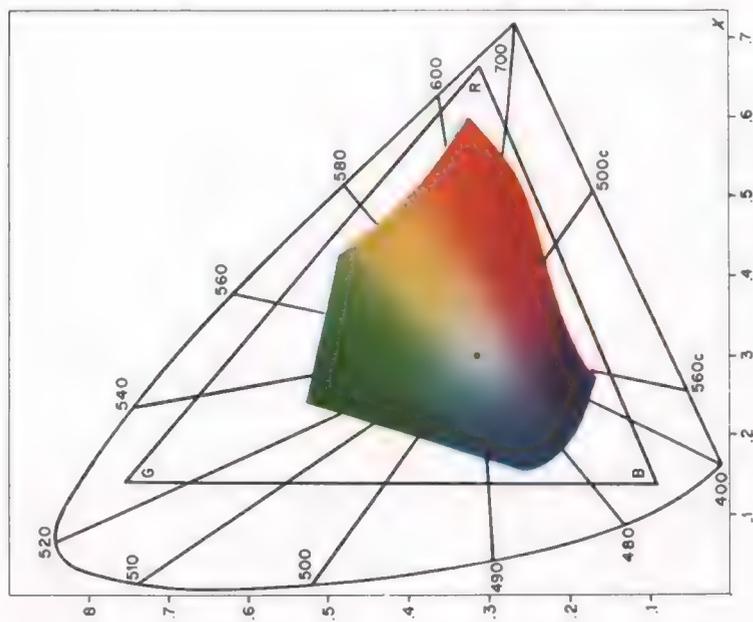
La sottoportante modulata viene applicata alla griglia n. 1 di ciascuno dei tubi demodulatori (pentodi 6GY6) al livello di 1 V picco, per una posizione normale media del controllo di saturazione, mentre l'oscillazione sinusoidale di riferimento (4,43 MHz) secondo gli angoli di fase X e Z sopraindicati, ad un livello di 25 V picco, viene applicata alla terza griglia.

Queste due uscite forniscono l'informazione necessaria per determinare sia l'ampiezza, che la fase del segnale ricevuto.

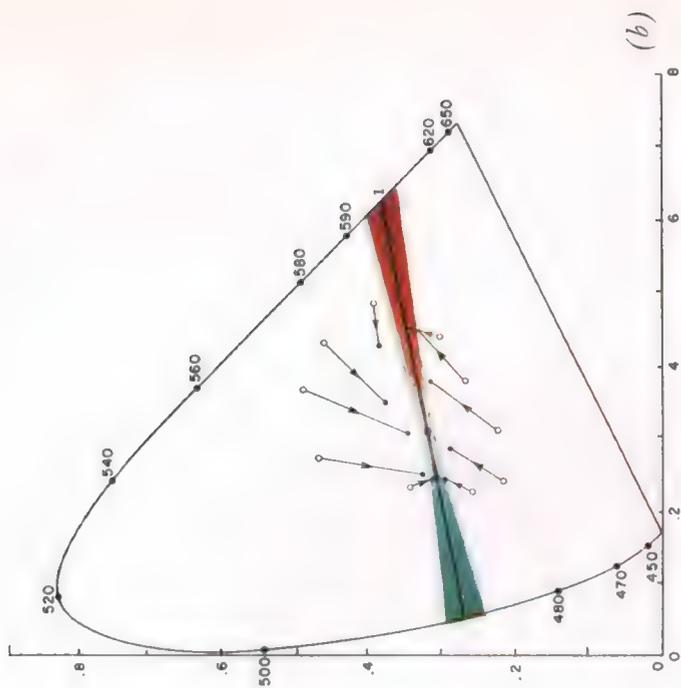
Gli amplificatori matriciali realizzano questa operazione, combinando E_X e E_Z in modo che i segnali di differenza di colore in uscita siano esattamente proporzionali ai segnali originali di differenza di colore che modulano la sottoportante.

I due demodulatori hanno un'uguale larghezza di banda di 500 kHz e sono accoppiati agli amplificatori matriciali tramite filtri passabasso, aventi caratteristiche tali da attenuare le componenti residue della sottoportante nel segnale in uscita.

Nei rivelatori di questo tipo, la corrente anodica in ogni istante è proporzionale al prodotto delle tensioni istantanee presenti sulle griglie n. 1 e n. 3.



(a)



(b)

TAVOLA O - a) Area nel triangolo di cromaticità interessante la stampa a colori (l'area della TV a colori è quella del triangolo R, G, B). — b) L'asse cromatico interessante la visione a banda limitata (asse arancio-ciano).



Se un segnale di ampiezza E viene applicato alla griglia n. 1, la corrente anodica, e di conseguenza la tensione di uscita, è proporzionale a $E \cos \varphi$ ove φ è l'angolo di fase fra il segnale in griglia e l'onda sinusoidale di riferimento sulla griglia n. 3.

Pertanto se, per un dato segnale in entrata, l'uscita del demodulatore X è $E_x = E \cos \varphi$, l'uscita del demodulatore Z sarà $E_z = E \cos(\varphi - 75^\circ)$.

I guadagni approssimativi dei demodulatori X e Z sono rispettivamente di 5 e 6, quando la fase dei segnali coincide con gli assi di demodulazione (fase dell'oscillazione di riferimento), ove il guadagno è il rapporto fra l'uscita demodulata ed il picco della sottoportante in entrata.

È possibile usare diverse coppie di assi di demodulazione, e con opportune operazioni matriciali ottenere i corretti segnali di differenza di colore. Sotto questo ultimo profilo sarà vantaggioso scegliere gli assi in modo che la matricizzazione sia più semplice e stabile possibile.

Per questo motivo sono stati scelti gli assi X e Z che consentono di ridurre la sezione matriciale ad una realizzazione circuitale simmetrica costituita da tre triodi amplificatori con un resistore catodico comune e circuiti anodici identici.

Tale matrice simmetrica possiede un grande vantaggio: le eventuali variazioni dell'equilibrio dei colori dovute a fluttuazioni della tensione di rete, ovvero ad esaurimento dei tubi elettronici, sono ridotte a minime proporzioni, senza dover ricorrere a speciali circuiti di stabilizzazione.

Il funzionamento di questa matrice a tre triodi è il seguente (fig. 155).

Il segnale in uscita dal demodulatore X (V_{704}) viene applicato alla griglia dell'amplificatore ($R - Y$) V_{706A} , mentre quello uscente dal demodulatore Z (V_{709}) viene applicato alla griglia dell'amplificatore ($B - Y$) V_{706B} . La griglia dell'amplificatore ($V - Y$) V_{707A} trovasi invece al potenziale di massa (trascurando il piccolissimo segnale trasmesso da V_{706A} ($R - Y$)).

I tre triodi ($V_{706A,B}$ e V_{707A}) hanno i catodi connessi assieme ed il segnale che si manifesta ai capi del comune resistore catodico è pertanto proporzionale alla somma dei segnali applicati alle tre griglie (a condizione che i tre triodi abbiano identiche caratteristiche) cioè:

$$V_K = -a(X + Z + 0)$$

Allora l'uscita dell'amplificatore ($V - Y$) è proporzionale a $-a(X + Z)$, l'uscita di ($R - Y$) è proporzionale a $[X - a(X + Z)]$ e l'uscita di ($B - Y$) è proporzionale a $[Z - a(X + Z)]$.

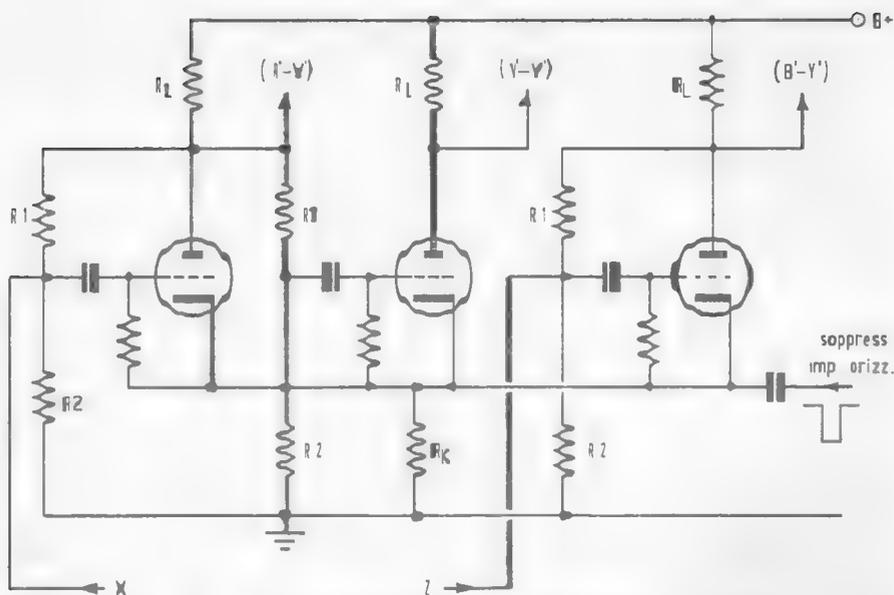


FIG. 155. Circuito dell'amplificatore matriciale (R.C.A.-CTC15).

Pertanto le uscite dei tre triodi sono: $(R - Y)$, $b(B - Y)$ e $g(V - Y)$ ove b e g sono fattori che tengono conto della differente efficienza dei fosfori dello schermo del cinescopio tricolore.

Mediante una conveniente scelta degli assi di demodulazione per i segnali $-X$ e $-Z$, si riesce a soddisfare con buona approssimazione alle suaccennate condizioni.

Benchè alcuni errori residui nel processo di matricizzazione possano essere corretti regolando i guadagni dei tre triodi, è però preferibile conservare la simmetria del circuito, che assicura la stabilità dell'equilibrio dei colori.

L'errore residuo è ridotto a proporzioni trascurabili mediante la controreazione di una piccola frazione dell'uscita $R - Y$, verso la griglia dell'amplificatore $(V - Y)$, correggendo così la fase del segnale $(V - Y)$.

Il diagramma vettoriale dell'accennato processo matriciale è rappresentato in fig. 156.

In esso si è tenuto conto dell'azione di controreazione con la quale si ottiene una matricizzazione perfettamente corretta.

Da tale diagramma appare che le uscite dei tre amplificatori matri-

ciali corrispondono ai segnali che si sarebbero ottenuti da una demodulazione diretta lungo gli assi dei segnali differenza di colore: sono inoltre nei corretti rapporti d'ampiezza richiesti per l'eccitazione delle griglie del cinescopio.

Tali rapporti di ampiezza sono: 1,0; 0,65; 0,7 rispettivamente per i cannoni rosso, verde e blu; e poichè alla trasmissione i segnali differenza di colore sono attenuati nei rapporti: 1,0; 0,64; 1,78 (R, V, B), prima della modulazione i guadagni relativi dei canali differenza di colore devono essere 1,0; $0,65 \times 0,64$; $0,7 \times 1,78$ (cioè 1,0; 0,4; 1,25), che sono le condizioni riportate nel diagramma di fig. 156.

Il segnale differenza verde risulta dalla somma del segnale al catodo $-a(X + Z)$ colla frazione di controreazione del segnale differenza rosso, essendo queste rispettivamente le tensioni di catodo e di griglia dell'amplificatore matriciale verde.

Il segnale differenza rosso risulta dalla somma della tensione di

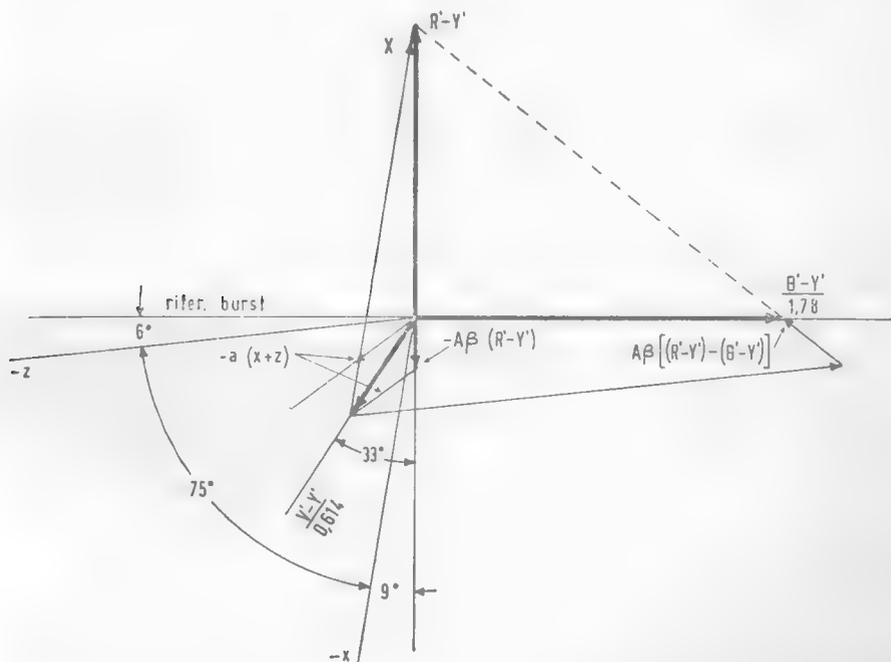


FIG. 156. Diagramma vettoriale relativo al demodulatore e matrice, secondo gli assi X e Z . (R.C.A.-CTC15).

catodo $-a(X+Z)$ col segnale X , più il segnale negativo di controreazione di differenza rosso.

Ciò risulta nel diagramma come la somma della differenza verde col segnale X . Il segnale differenza blu risulta dalla somma della tensione di catodo $-a(X+Z)$ col segnale Z , più il segnale negativo di controreazione di differenza blu; e ciò appare nel diagramma come la somma dei segnali differenza verde e Z , con un'aliquota di correzione di controreazione.

Tutte le ampiezze dei segnali sono riferite agli ingressi degli amplificatori matriciali, mentre le polarità delle tensioni sono riferite alle uscite, in modo da tener conto dell'inversione di fase dalla griglia alla placca degli amplificatori matriciali.

È molto importante che la componente continua dei segnali di differenza di colore sia conservata alle griglie del cinescopio, per evitare spiacevoli effetti di diluizione dei colori.

La restituzione della c.c. è ottenuta mediante un'azione di *clamping* alle griglie degli amplificatori matriciali, durante i periodi di soppressione orizzontale.

A questo scopo, un impulso negativo di soppressione orizzontale viene applicato ai catodi in comune degli amplificatori matriciali, provocando così un richiamo di corrente dalle griglie con relativo aggancio al livello di riferimento (*clamping*).

Poichè l'amplificatore passabanda di crominanza si trova all'interdizione durante questo periodo, a causa di un impulso positivo applicato al suo catodo dal catodo del tubo di soppressione (V_{707B}), il livello di riferimento è rappresentato da un'uscita « zero » dai demodulatori.

Il segnale in arrivo è quindi agganciato (*clamped*) a questo livello, in modo che la componente continua viene effettivamente reinserita e nel contempo i punti di lavoro degli amplificatori matriciali sono ristabiliti all'inizio di ogni riga; ciò contribuisce ulteriormente alla stabilità di funzionamento.

Restituzione della sottoportante

Per rivelare l'informazione cromatica in un segnale del tipo NTSC è necessario rigenerare nel ricevitore una sottoportante di appropriata frequenza e fase.

A questo scopo, viene trasmessa come componente del segnale

composito di TV a colori un'informazione di riferimento di fase e frequenza della sottoportante. Si è già visto che tale informazione di sincronizzazione di colore viene trasmessa mediante il burst.

Nel ricevitore CTC15 la sottoportante è generata da un oscillatore quarzato (V_{703B}) che è agganciato al segnale di riferimento (burst) mediante un controllo automatico di frequenza e fase costituito da un discriminatore di fase (C.A.F.F., V_{705A}) e da un tubo a reattanza (V_{703A}) (fig. 157).

Il segnale burst viene separato dal segnale di crominanza da un amplificatore (V_{702}), che riceve il segnale completo dalla bobina di prelievo della crominanza, ma conduce solamente durante i periodi di soppressione orizzontale nei quali un impulso positivo proveniente dal trasformatore d'uscita orizzontale viene applicato alla sua griglia.

Il segnale sinoidale burst così separato è applicato mediante un trasformatore accordato (T_{702}) ad un discriminatore di fase che confronta la fase di tale segnale con l'oscillazione sinoidale proveniente dall'oscillatore a cristallo.

Il discriminatore di fase si trova in una posizione di equilibrio, per la quale la sua uscita in c.c. è zero, quando il burst e l'oscillazione locale sono in quadratura.

Poichè l'oscillazione locale è in anticipo di fase di circa 90° a causa del circuito C_{722} , R_{748} , inserito fra la placca dell'oscillatore ed il discriminatore, quando quest'ultimo è bilanciato il segnale in placca dell'oscillatore si troverà approssimativamente in fase col segnale sincronizzante (burst).

Il segnale di crominanza, dopo la separazione dal burst subisce un ulteriore sfasamento di 90° a causa del trasformatore passabanda T_{701} ; in conseguenza di ciò, ai demodulatori c'è uno sfasamento di 90° fra la fase dell'oscillazione locale e quella del burst del segnale di crominanza.

Questa situazione è approssimativamente corretta per l'asse X di demodulazione e per tale ragione il demodulatore X viene alimentato direttamente dall'oscillazione locale di riferimento tramite il secondario del trasformatore di placca dell'oscillatore.

Il ritardo di fase di 75° fra gli assi X e Z viene realizzato facendo passare l'oscillazione locale attraverso un filtro passabasso (L_{703} , C_{778} , R_{725}) per il quale vengono impiegati componenti con tolleranza massima del 5%.

La fase esatta dell'oscillazione di riferimento viene regolata disaccordando il trasformatore T_{702} . Questo sposta la fase del segnale

sincronizzante burst applicato al discriminatore di fase e di conseguenza l'oscillatore segue tale spostamento di fase. Il controllo della «tinta» agisce nello stesso modo, dissintonizzando e sbilanciando il trasformatore T_{702} , fornendo così un campo di regolazione di fase non inferiore a $\pm 30^\circ$.

Il circuito C.A.F.F. (controllo automatico di frequenza e fase) deve avere un campo di cattura (pull-in) sufficiente per coprire lo slittamento di frequenza dell'oscillatore locale di riferimento, pur essendo poco sensibile ai disturbi ed a errori di fase statici.

L'impiego di un oscillatore a cristallo riduce evidentemente le esigenze d'ampiezza del campo d'azione del discriminatore; perciò una soddisfacente immunità dai disturbi viene così ottenuta dal semplice circuito discriminatore.

L'errore massimo di frequenza del cristallo è inferiore a ± 150 periodi, con una variazione massima di 100 periodi, dovuta alle variazioni di temperatura in funzionamento.

L'errore iniziale di frequenza del cristallo è compensato mediante la regolazione della bobina di reattanza L_{702} , ed il campo d'azione del cristallo che è in media di ± 300 periodi assicura un largo margine per gli slittamenti di frequenza durante il funzionamento.

L'errore statico di fase è di 4° per un errore di frequenza di 100 periodi.

Color killer

Il circuito di soppressione del colore si rende necessario per distinguere le trasmissioni in bianco-nero da quelle in colore.

Nel caso di trasmissioni in bianco-nero si deve interdire il canale di cromaticanza onde prevenire la comparsa di effetti cromatici spuri sull'immagine.

Sebbene l'assenza del segnale sincronizzante di colore (burst) sia il mezzo di identificazione di una trasmissione in bianco-nero, pure un sistema di soppressione del colore azionato direttamente dal burst potrebbe essere incapace di distinguere un disturbo dal burst, e non provvedere a sopprimere il canale di cromaticanza, quando venga ricevuto un debole segnale in bianco-nero con conseguenti effetti di colori spuri.

Nel televisore CTC15 viene impiegato un tipo di soppressore di colore (color killer) poco influenzato dai disturbi la cui azione è subordinata alla sincronizzazione effettiva dell'oscillatore di riferimento.

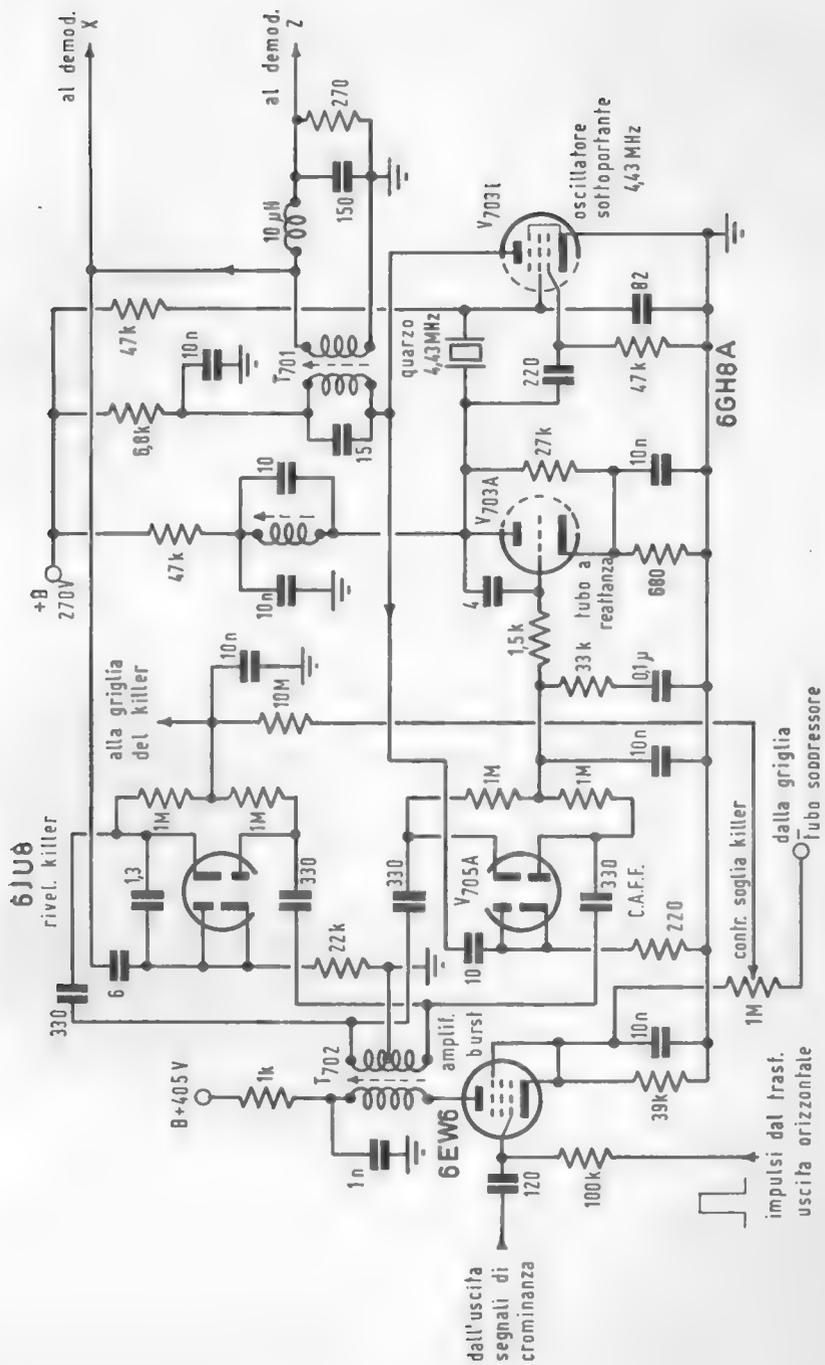


Fig. 157. Circuito dell'oscillatore di sottoportante e sincronizzazione del colore (R.C.A.-CTC15).

A questo scopo viene usato uno speciale discriminatore di fase, costituito da un doppio diodo V_{705B} e relativi componenti necessari (fig. 158).

Questo discriminatore di fase riceve gli stessi segnali di sincronismo di colore (burst) che alimentano il C.A.F.F. già citato (V_{705A}), ma riceve anche (in confronto) un segnale dell'oscillatore di riferimento, già sincronizzato in fase col burst.

Conseguentemente il discriminatore di fase fornisce una tensione continua che è all'incirca uguale al valore di cresta del segnale di riferimento.

Quando, per l'assenza del burst o per altri motivi, l'oscillatore non è sincronizzato, l'uscita dal discriminatore di fase del soppressore di colore (killer) è nulla; e poiché i disturbi influenzano il discriminatore in modo simmetrico non vi può essere neppure una tensione c.c. spuria.

L'uscita c.c. dal discriminatore del soppressore di colore polarizza il triodo raddrizzatore d'impulsi V_{701B} , mantenendo questo tubo all'interdizione durante la ricezione dei segnali di crominanza: non vi è pertanto rettificazione e la tensione anodica media del tubo è zero. La tensione di griglia dell'amplificatore passabanda di crominanza è pertanto anch'essa zero, permettendo un funzionamento normale dell'amplificatore stesso.

Quando l'uscita c.c. del discriminatore di soppressione di colore è zero, V_{701B} passa in conduzione, producendo una tensione negativa di -8 V alla sua placca, la quale polarizza all'interdizione l'amplificatore passabanda, annullando il canale di crominanza.

Il controllo di soglia del soppressore di colore (color killer) consente di regolare la polarizzazione del raddrizzatore d'impulsi in modo che con un'uscita nulla dal discriminatore venga riprodotta una tensione negativa sufficiente per interdire con precisione l'amplificatore passabanda di crominanza.

Sincronizzazione e soppressione dei disturbi

Il triodo-pentodo 6KA8 (V_{701}) ha la triplice funzione di separatore dei segnali sincronizzanti, di soppressore dei disturbi e di controllo automatico del guadagno (C.A.G.).

La sezione triodo riceve un segnale video di ampiezza costante dalla placca del primo amplificatore video e funziona come un separa-

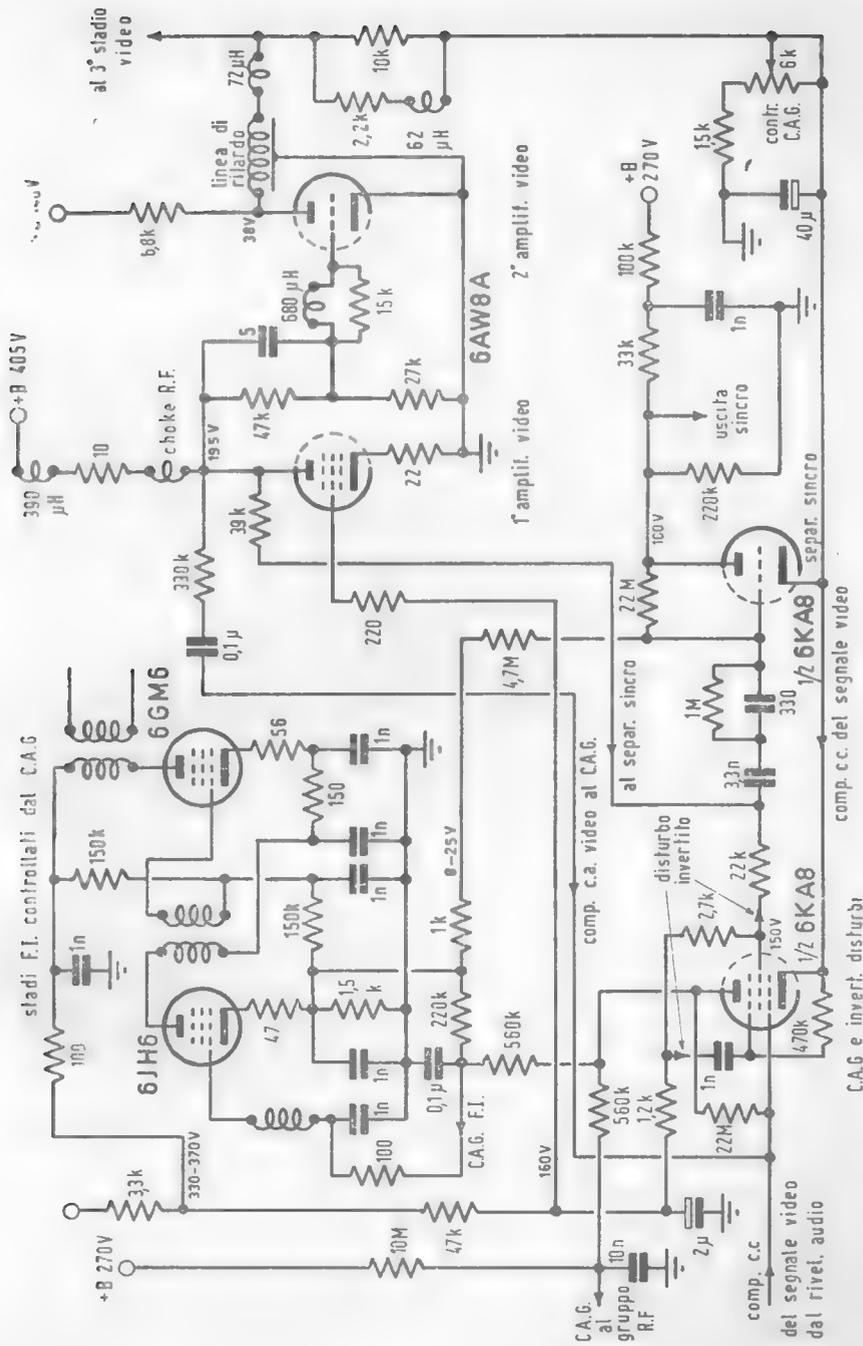


Fig. 158. Circuiti del C.A.G., separazione sincronismi e antidisturbi (R.C.A. - CTC15).

tore convenzionale polarizzato per corrente di griglia. La sezione pentodo funziona come C.A.G. dosato (keyed) e come invertitore dei disturbi.

Essa riceve un segnale video, tramite un accoppiamento c.a. del primo amplificatore video con la componente continua dal diodo rivelatore audio (CR_{01}) e dal secondo stadio video (fig. 158).

L'accorgimento di ottenere la c.c. dal diodo audio offre la possibilità di evitare il bloccaggio del circuito C.A.G. a causa di un sovraccarico dell'amplificatore video.

Impulsi di disturbi presenti nel segnale in griglia del tubo del C.A.G. sono di polarità positiva e perciò tali da produrre un aumento della corrente catodica.

Se l'impulso di disturbo (noise) si verifica durante il periodo di controllo (*keying pulses*) quando la tensione di placca è negativa, allora la corrente catodica dovuta all'impulso di disturbo scorre nella griglia schermo ed un cospicuo impulso negativo appare su questo elettrodo.

Se invece l'impulso di disturbo capita nel periodo dell'impulso attivo di placca, solamente una parte della corrente catodica dovuta all'impulso di disturbo scorre nella griglia-schermo: questo piccolo impulso negativo è però accoppiato, tramite un condensatore da 1 nF, alla griglia G_3 che tende a ridurre la corrente anodica ed accrescere la corrente di griglia-schermo.

Tale azione è rigenerativa e ne risulta l'interdizione della corrente anodica durante gli impulsi di disturbo in modo che praticamente la totalità della corrente catodica scorre ancora nella griglia-schermo provocando un ampio impulso di disturbo.

Gli impulsi di disturbo invertiti, provenienti dalla griglia-schermo della sezione pentodo del tubo 6KA8, vengono aggiunti al segnale video sulla griglia della sezione triodo, provvedendo così alla protezione contro il blocco di griglia del separatore dei segnali sincronizzanti.

Al fine di migliorare l'operazione di separazione dei sincronismi sono stati introdotti due accorgimenti.

Il resistore di griglia ($R_{342} - 4,7 \text{ M}\Omega$) è collegato ad un punto del circuito dell'amplificatore F.I. ove la tensione di controllo del C.A.G. ha senso positivo quando il segnale s'indebolisce: ciò migliora la separazione dei sincronismi con segnali disturbati.

Inoltre la componente c.c. video viene applicata alla comune connessione di catodo in modo da spostare la polarizzazione del separatore nel senso opportuno e da favorire la conservazione di livello co-

stante di limitazione (*clipping*) durante le variazioni del segnale video d'immagine.

Con questi accorgimenti il semplice ed economico separatore a triodo assicura un funzionamento equivalente a quello di un tubo più complesso.

I segnali sincronizzanti all'uscita della placca del triodo hanno un'ampiezza di 60 V picco e sono inviati rispettivamente al discriminatore di fase (C.A.F.F.) del circuito di deflessione orizzontale e ai circuiti integratori della deflessione verticale.

Controllo automatico di guadagno (C.A.G.)

La sezione pentodo del tubo 6KA8, in funzione di C.A.G., ha una particolare caratteristica della griglia G_3 , tale da favorire l'azione di inversione dei disturbi durante gli impulsi in placca come è stato detto sopra.

Contemporaneamente viene migliorato il comportamento di anti-disturbo del circuito C.A.G., poichè la corrente anodica viene interdetta durante gli impulsi di disturbo, prevenendo così l'aumento della polarizzazione C.A.G. causato dai disturbi.

L'accoppiamento fra G_2 e G_3 può provocare difficoltà nell'applicazione istantanea di un forte segnale, poichè ciò può produrre un transitorio negativo su G_2 , accoppiato a G_3 , sopprimendo così la corrente anodica, infirmando la corretta azione di C.A.G. e bloccando il circuito in condizioni di sovraccarico.

Per impedire tutto ciò, si è fatto in modo di interconnettere i circuiti di G_2 del tubo 6KA8 col primo stadio video (fig. 158).

In tal caso, qualora si verificasse un sovraccarico, lo stadio video sposta la tensione comune di G_2 verso valori positivi, incrementando la corrente anodica di 6KA8 e riportando alla normalità l'azione del C.A.G.

I tre stadi dell'amplificatore F.I. sono controllati dal C.A.G.: il primo stadio (6JH6) ha un'adatta caratteristica di controllo *gm - eg*.

Secondo la prassi normale, un controllo C.A.G. ritardato viene applicato anche allo stadio a radio-frequenza (tuner).

Il circuito di C.A.G. possiede eccellenti proprietà di elevato guadagno ed ottimo comportamento di intermodulazione, che sono di particolare importanza in un televisore a colori.

Deflessione orizzontale

La sincronizzazione della deflessione orizzontale viene ottenuta mediante un discriminatore di fase convenzionale (C.A.F.E.).

Gli impulsi sincronizzanti orizzontali provenienti dal separatore già esaminato sono inviati ai resistori CR_{501} e CR_{501B} attraverso il divisore capacitivo C_{501} , C_{503} .

L'ampiezza di tali impulsi sincto, a questo punto, è di 20 V picco nominali.

Il segnale di confronto a dente di sega è fornito dall'oscillatore orizzontale.

Inoltre viene aggiunta una campionatura del segnale di ritorno presa dal trasformatore ad alta tensione, attraverso il divisore capacitivo C_{502} , C_{518} .

Questo segnale consente la correzione della fase dell'oscillatore in modo da posizionare esattamente sul quadro l'informazione dell'immagine, e da posizionare pure esattamente, rispetto al segnale sincro, i vari impulsi di controllo (gating) derivati dall'uscita orizzontale.

Qualsiasi segnale erroneo uscente dal discriminatore di fase passa, attraverso un circuito integratore, all'amplificatore V_{502} , la cui uscita fornisce una polarizzazione correttiva dell'oscillatore orizzontale stabilizzato.

Il campo di cattura (pull-in) è di circa ± 150 periodi-sec.

L'uscita dell'oscillatore è parzialmente differenziata dal circuito formatore $C_{523} - R_{530}$, in modo da dare 250 V picco di segnale utile con un rapido ritorno di interdizione al tubo d'uscita V_{105} (fig. 159).

La capacità di blocco C_{521} alla griglia dell'oscillatore è un condensatore ceramico ad alta qualità a causa della rilevante tensione degli impulsi in questo punto, e per il fatto che qualsiasi dispersione di corrente provocherebbe uno slittamento della frequenza dell'oscillatore.

Il tubo d'uscita è un tipo Novar 6J26: esso è montato sul telaio in modo da essere fortemente raffreddato da una spontanea convezione d'aria.

Per motivi di sicurezza è stato introdotto un collegamento fra la griglia del tubo d'uscita (ad alta impedenza), attraverso il resistore R_{170} , e il circuito di soppressione.

Nel caso che il dispositivo di alta tensione rimanesse privo di carico (ad esempio per un guasto al regolatore derivato), la tensione ano-

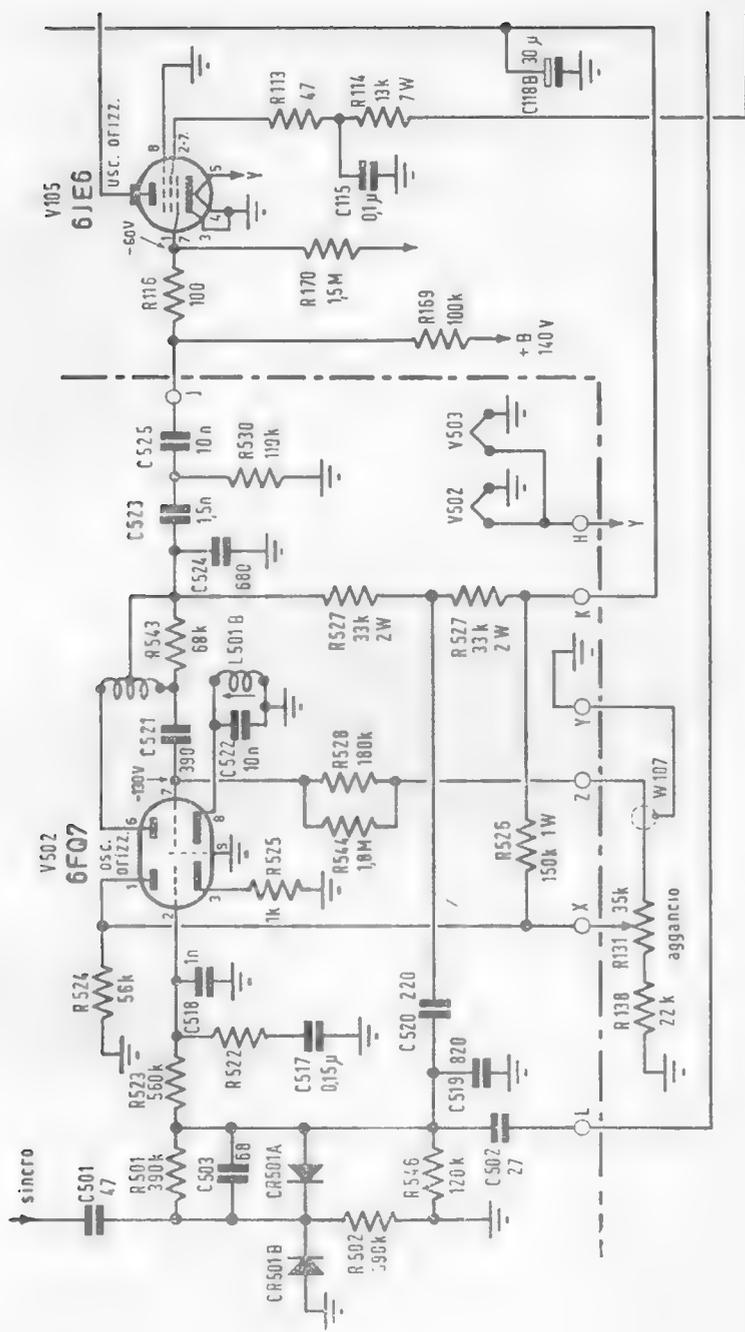


Fig. 159. Circuito di deflessione orizzontale (R.C.A.-CTC15).

dica del cinescopio potrebbe raggiungere un valore pericoloso in corrispondenza di un'immagine nera.

Pertanto la polarizzazione di soppressione che è proporzionale all'ampiezza degli impulsi di ritorno agisce in modo che qualsiasi variazione di essa provoca uno spostamento del punto di lavoro del tubo d'uscita orizzontale, realizzando così un certo grado di regolazione.

La tensione massima raggiungibile in condizioni difettose è di 32 kV mentre il valore di normale funzionamento è di 24 kV.

Allo scopo di ottenere la massima linearità della corrente di deflessione, è stata inserita una speciale bobina di « accordo orizzontale » nel collegamento comune al tubo d'uscita 6JE6 e al tubo smorzatore (damper) 6DW3 (fig. 159).

Tale bobina viene regolata in condizioni di minima corrente anodica del tubo d'uscita, corrispondente alla massima efficienza e linearità di funzionamento.

I valori dei componenti $C_{109,1}$ e $C_{109,2}$, in unione alla capacità di ricupero (boost), sono scelti in modo da riportare la corrente del tubo d'uscita e del damper per il miglior funzionamento complessivo del circuito. La tensione anodica di questo stadio è di 405 V con 200 mA, e la tensione rialzata (boost) è di 750 V.

Inoltre viene ottenuto un ulteriore rialzo (boosted-boost) di tensione, raddrizzando una frazione dell'impulso di ritorno attraverso CR_{101} .

L'uscita in c.c. viene aggiunta alla normale tensione rialzata (boost) in modo da ottenere 1200 V per il circuito di ricarica dell'oscillatore verticale e, dopo conveniente filtraggio, 100 V per le griglie schermo del cinescopio.

Il giogo di deflessione ha un'induttanza delle bobine orizzontali di 11,8 mH. Con un angolo di deflessione di 70 gradi ed una tensione anodica di 24 kV, la corrente circolante è di 1,6 A picco.

L'effetto di ringing è molto più critico che nei televisori in bianco-nero, poichè a causa della distanza dei tre pennelli l'azione delle bobine di deflessione non è uguale su di essi.

Inoltre le barre di ringing appaiono colorate e quindi maggiormente visibili.

Gli effetti ringing vengono neutralizzati da un circuito smorzatore C_{101} , R_{101} connesso ai capi delle bobine ed alle capacità di correzione C_{102} e C_{104} .

Il tempo di ritorno del dispositivo di deflessione orizzontale è di 12,5 μ sec.

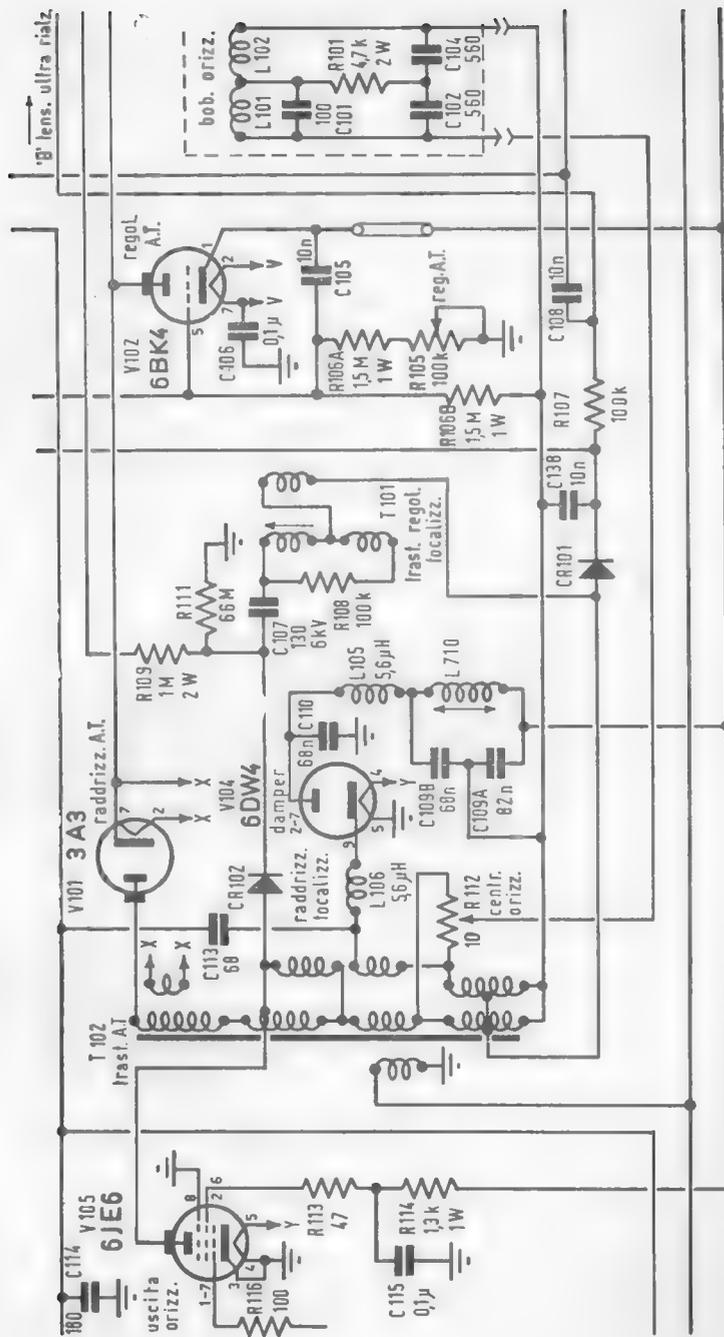


Fig. 160. Circuiti deflessione orizzontale e E.A.T. (R.C.A.-CTC15).

Il trasformatore E.A.T. è provvisto di avvolgimenti bifilari per quelli del giogo, del damper e del primario di eccitazione.

L'avvolgimento bifilare permette un facile centraggio del quadro (nel modo che verrà descritto più avanti) oltre che migliorare il rendimento del trasformatore.

Il rapporto delle spire tubo finale-uscita giogo è di 1,5 : 1.

L'avvolgimento per l'alta tensione è avvolto a strati ed impregnato di materiale incombustibile.

Inoltre l'avvolgimento ad alta tensione è protetto da un rivestimento di gomma al silicone e tutto il complesso è racchiuso in un comparto metallico.

Alta Tensione (E.A.T.)

L'avvolgimento ad alta tensione del trasformatore E.A.T. fornisce una tensione pulsante a 24 kV all'anodo del diodo raddrizzatore 3A3.

Le spire per l'accensione del filamento di tale diodo sono disposte in modo da evitare la necessità di resistenze di caduta nel circuito.

In funzionamento normale l'E.A.T. fornisce 24 kV con 1,5 mA.

La stabilizzazione dell'alta tensione è ottenuta mediante il tubo regolatore 6BK4, collegato ai capi del diodo raddrizzatore A.T. (fig. 160).

Questo tubo regolatore funziona quale dispositivo a tensione costante.

Il catodo trovasi ad una tensione di + 410 V rispetto alla massa e la griglia è collegata al cursore di un potenziometro derivato ai capi della tensione rialzata (boost).

Variazioni di contrasto provocano variazioni di corrente dei pennelli elettronici del cinescopio, che provocano a loro volta variazioni della tensione rialzata (boost). Queste variazioni di tensione controllano le caratteristiche di conduzione del tubo regolatore 6BK4.

La sua corrente anodica viene fatta pertanto variare in modo da derivare più o meno corrente, mantenendo praticamente costante a 24 kV la tensione anodica che alimenta il cinescopio.

Nell'intento di migliorare ulteriormente tale stabilizzazione dell'anodica del cinescopio, è stata collegata la griglia del tubo regolatore alla placca del tubo finale video, attraverso un resistore da 12 M Ω R_{139} .

In tali condizioni, durante le vaste aree luminose dell'immagine,

viene applicata al tubo regolatore una polarizzazione addizionale che riduce il carico sull'alta tensione.

La lunga costante di tempo costituita dal resistore di 12 M Ω con una capacit  di 0,01 μ F nel circuito di griglia del tubo regolatore assicura che solo lente variazioni video influiscono sul regolatore stesso. Entro variazioni della corrente elettronica dei pennelli del cinescopio fra 300 μ A e 1,5 mA, la stabilizzazione   del 4%.

Il tubo regolatore 6BK4   racchiuso in un comparto ventilato sopra la scatola totalmente chiusa, contenente il trasformatore E.A.T.

Alla tensione di 24 kV non vi   emissione di raggi X, ma a tensioni di 27 kV o pi , in condizioni di funzionamento anormale, potrebbero generarsi raggi X nel tubo regolatore ed irradiarsi intorno ad esso.

Le aperture di ventilazione nel comparto racchiudente il tubo sono disposte in modo da costituire un efficace schermo ai raggi X, pur assicurando un conveniente raffreddamento.

Centratura

Per ottenere la massima purezza di colore sullo schermo del cinescopio tricolore, occorre provvedere alla centratura del quadro d'immagine, nelle due direzioni, orizzontale e verticale, agendo presso il centro di deflessione.

A tale scopo viene impiegato un circuito di centratura orizzontale, comprendente un avvolgimento bifilare sul trasformatore E.A.T. ed un potenziometro a carbone.

Tale circuito fornisce una tensione c.c. di centratura, disponibile ai capi di un circuito a ponte, costituito dalla resistenza dei due avvolgimenti e dal potenziometro (fig. 161).

Le bobine del giogo sono connesse fra il cursore del potenziometro ed il capo inferiore (freddo) dell'avvolgimento del trasformatore di deflessione orizzontale.

Col cursore del potenziometro al centro, il ponte   bilanciato, riguardo alla circolazione di c.c. nelle bobine di deflessione.

Ogni spostamento del cursore viene ad alterare l'equilibrio del ponte, introducendo una componente c.c. nelle bobine di deflessione.

Entro variazioni massime di ± 100 mA della corrente di centratura, si possono ottenere spostamenti del quadro d'immagine di ± 25 mm.

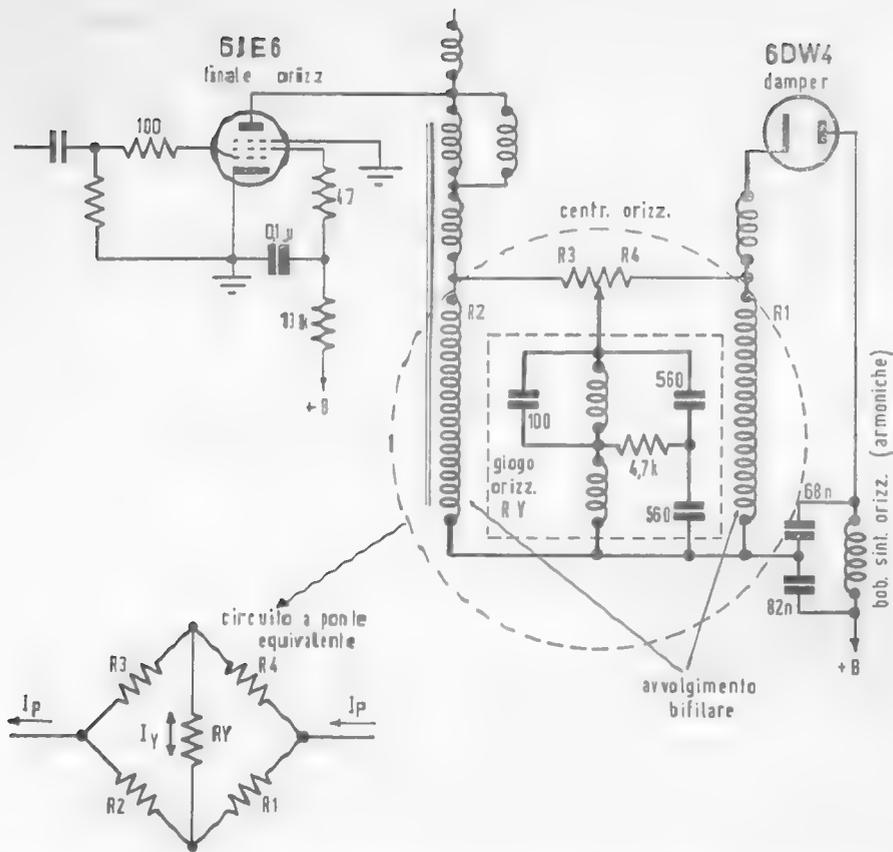


FIG. 161. Circuito per la centratura orizzontale del quadro immagine (R.C.A.-CTC15).

Il centraggio verticale è ottenuto in modo simile. Un avvolgimento secondario bifilare, associato ad un potenziometro da 10 Ω di centratura verticale, forma un circuito a ponte (fig. 162).

Derivando la corrente d'alimentazione del circuito di deflessione orizzontale, attraverso quest'ultimo circuito di centratura verticale si ottiene una tensione c.c. di centratura di circa 3 V.

Anche in questo caso, il centro elettrico del potenziometro corrisponde all'equilibrio del ponte.

Sbilanciando il cursore del potenziometro in entrambe le direzioni, si ottiene uno spostamento verticale del quadro d'immagine di ± 25 mm.

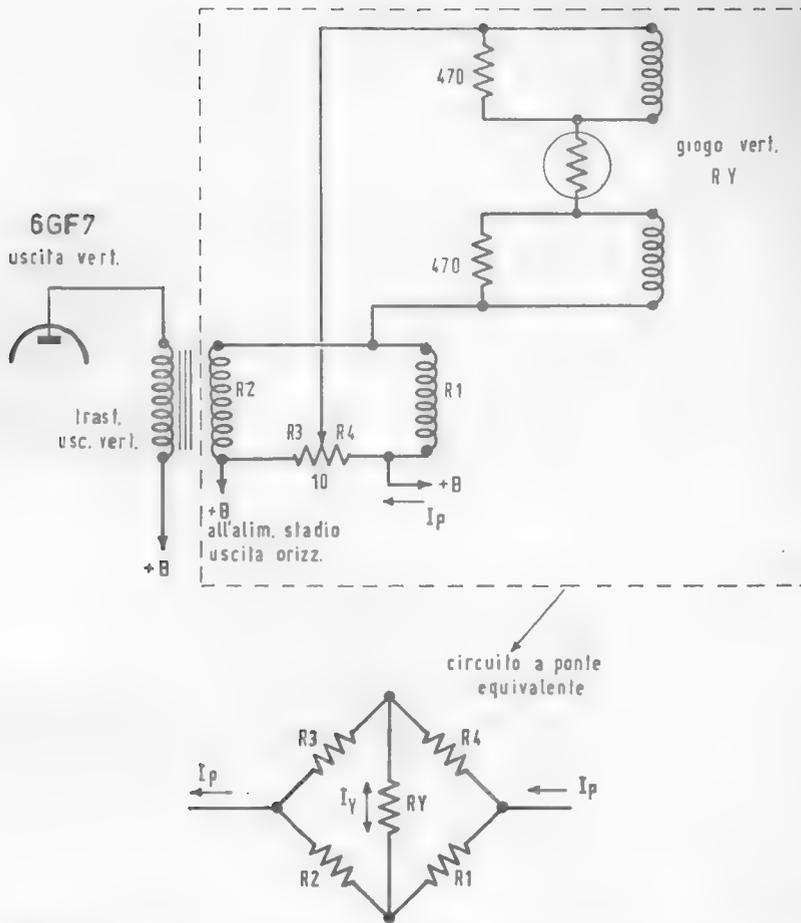


FIG. 162. Circuito per la centratura verticale del quadro immagine (R.C.A.-CTC15).

Focalizzazione

La tensione di focalizzazione del cinescopio tricolore 21FJP22, funzionante a 24 kV di anodo, varia da 4000 a 4800 V c.c.

L'impedenza dinamica del complesso elettrodi del cannone è di circa 2,5 MΩ.

Tali requisiti si ottengono mediante un circuito che varia gli impulsi di tensione a.c. applicati ad un complesso raddrizzatore al selenio CR_{102} .

All'anodo del raddrizzatore viene applicato un impulso di 5,5 kV dal trasformatore di deflessione orizzontale, mentre al catodo viene accoppiato capacitivamente un impulso che può essere variato da più a meno 450 V. Ciò è ottenuto in uno speciale trasformatore T_{101} portante un primario diviso in due avvolgimenti uguali, uno di senso opposto all'altro.

Il secondario può essere accoppiato più o meno strettamente ad entrambi gli avvolgimenti del primario, regolando un nucleo di ferrite in modo da ottenere un impulso della desiderata ampiezza e polarità.

Collegando l'uscita del trasformatore T_{101} al lato catodo di CR_{102} attraverso una capacità C_{107} , il trasformatore di focalizzazione non viene a subire alte tensioni c.c.

Il circuito d'uscita consiste di un resistore da 66 Ω e di un filtro comprendente un resistore da 1 Ω , R_{109} e la capacità d'entrata del cinescopio.

Deflessione verticale

Il circuito di deflessione verticale impiega un doppio triodo Novar 6GF7 (fig. 163).

Questo tubo ha due sezioni dissimili: un triodo d'uscita con un μ di 5,4 ed un triodo ad alto μ con un coefficiente di amplificazione di 64.

Il tubo 6GF7 ed i suoi componenti associati sono montati sul pannellino stampato PW500.

Il controllo verticale è riportato sul fronte del televisore.

I controlli di ampiezza e linearità sono montati sulla parte posteriore del telaio del televisore.

Il circuito di deflessione comprende un multivibratore ad accoppiamento anodico.

Il triodo d'uscita è pilotato da un segnale a dente di sega generato nel circuito di carica R_{511} , C_{506} e C_{531} (fig. 163).

Il triodo ad alto μ funziona da interruttore per scaricare le capacità temporizzanti durante i ritorni.

Il condensatore C_{531} è compensato di temperatura. Il circuito di carica è alimentato a 1200 V dal circuito anodico ultrarialzato (boosted boost) attraverso il controllo di linearità R_{134} .

Il controllo di linearità consente una variazione della tensione di carica da 405 a 1200 V, in modo da dare il richiesto grado di compensazione della curvatura della forma d'onda eccitante, necessario per una buona linearità.

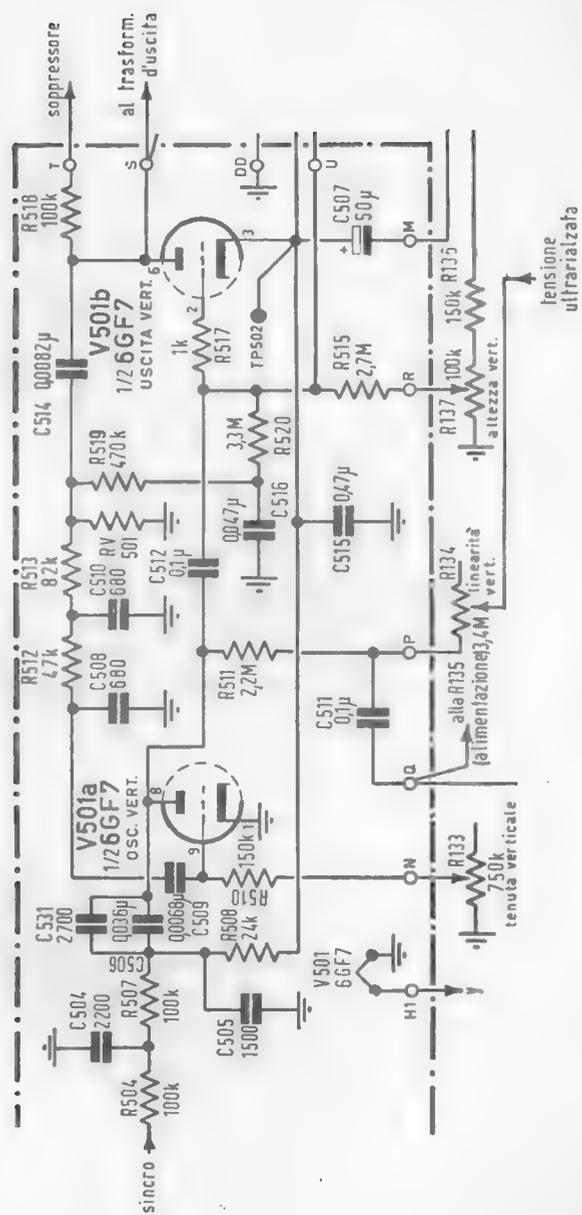


Fig. 163. Circuito di deflessione verticale (R.C.A.-CTC15).

L'ampiezza verticale è controllata regolando la polarizzazione del triodo finale.

Nel circuito anodico del triodo finale è inserito un resistore VDR (voltage dependent resistor), RV_{501} , che fornisce una polarizzazione negativa proporzionale all'ampiezza dell'impulso verticale di ritorno. Tale polarizzazione viene applicata alla griglia, attraverso un circuito potenziometrico.

La tensione così riportata in griglia è scelta in modo che l'ampiezza verticale rimanga praticamente costante con le variazioni della tensione di rete.

Ai capi del primario del trasformatore d'uscita verticale si crea una tensione a dente di sega di 250 V picco, con un guizzo di 700 V picco del ritorno verticale.

Il trasformatore ha un rapporto spire di 12 a 1 con un'uscita sul secondario di una corrente a dente di sega di circa 0,8 A picco per l'alimentazione delle bobine di deflessione verticale.

Tali bobine hanno una resistenza complessiva (compresi i resistori di smorzamento e la compensazione di temperatura) di 25 Ω , con una induttanza di 45 mH.

Gli impulsi di tensione, occorrenti per i controlli della convergenza dinamica verticale, sono presi da due avvolgimenti ausiliari con presa centrale sul trasformatore d'uscita.

La tensione principale di convergenza viene presa dal catodo del triodo finale verticale: è a dente di sega con valore di 12 V picco.

Per ovviare a distorsioni degenerative in questo circuito catodico, la tensione a dente di sega è controeazionata sul circuito d'eccitazione attraverso il resistore R_{508} .

Il circuito di carica dell'oscillatore verticale è alimentato dagli impulsi sincronizzanti in senso negativo, con ampiezza di circa 3 V.

L'impulso sincro è amplificato dal triodo d'uscita e compare come impulso positivo sulla griglia del triodo di scarica. La capacità di cattura (*pull-in range*) così ottenuta è da 12 a 14 periodi.

Con una tensione anodo-catodo di 250 V al tubo d'uscita, la potenza erogata nel circuito di deflessione è di 13 W.

Circuiti di alimentazione

Tutte le alimentazioni a bassa tensione sono fornite dal trasformatore T_{105} .

Due raddrizzatori al silicio in circuito duplicatore provvedono alla tensione anodica principale a 405 V con 450 mA.

Una rete di resistori potenziometrici fornisce le tensioni c.c. più basse, di 270 e 140 V.

Il filtraggio e livellamento dell'anodica è ottenuto con un ingresso capacitivo ed un filtro $L - C$.

Sull'uscita c.c. a 405 V, il *ripple* è di 1 V_{eff}.

Un'ulteriore filtraggio viene effettuato con maglie $R - C$, per le tensioni anodiche più basse.

Il trasformatore principale ha due avvolgimenti di filamento a 6,3 V.

Un avvolgimento separato è previsto per i filamenti del cinescopio e del tubo regolatore di tensione E.A.T.

Poichè questi tubi hanno sul catodo la piena tensione anodica di 405 V, quest'ultimo avvolgimento si viene a trovare a 200 V sopra la massa in modo da ridurre la differenza di tensione fra riscaldatore e catodo.

Un interruttore di sovraccarico è previsto a protezione di eventuali cortocircuiti o funzionamenti anormali.

La potenza totale assorbita dal televisore è di 330 W.

Convergenza

Si è visto che nel cinescopio tricolore tipo shadow mask è indispensabile una perfetta convergenza dei tre pennelli (in corrispondenza dei fori della maschera) in ogni posizione di deflessione.

Però, a causa di un comune giogo di deflessione per i tre cannoni situati ad una certa distanza fra loro, occorre introdurre una correzione all'azione di deflessione, su ciascun cannone.

Tale correzione statica viene effettuata mediante un campo magnetico costante.

Un secondo genere di correzione, dinamica, viene effettuato da campi magnetici variabili, sincronizzati coi segnali di deflessione. Tali campi magnetici variabili sono applicati ai pennelli elettronici mediante bobinette a nucleo pure magnetico, collocate attorno al collo del cinescopio, immediatamente dietro il giogo di deflessione.

I tre cannoni sono già montati inizialmente in modo da convergere correttamente i pennelli non deflessi, al centro dello schermo.

A causa però delle inevitabili imprecisioni costruttive, si rende

necessaria una certa correzione statica, mediante magnetini spostabili producenti un campo magnetico fra le espansioni polari delle bobinette sopra citate.

Mediante questa azione i tre pennelli possono venire spostati radialmente; inoltre un pennello (il blu) può venire spostato anche lateralmente (mediante un apposito magnetino separato), onde perfezionare l'operazione di convergenza statica.

L'azione di spostamento dei tre pennelli equidistanti dal centro elettrico di deflessione provoca la formazione di tre *raster* separati, non coincidenti.

Un'opportuna forma d'onda delle correnti eccitanti le bobinette di correzione dinamica delle convergenze annulla le differenti deflessioni dei pennelli, in funzione dell'ampiezza della deflessione stessa. Tale forma d'onda è essenzialmente parabolica.

Normalmente, il grado di correzione sarà diverso, dal centro ai margini del quadro, e ciò viene raggiunto aggiungendo un'opportuna componente deviatrice alla corrente parabolica.

Il complesso di correzione magnetica consiste in tre circuiti magnetici identici, montati su una piastra isolante circolare, disposti a 120° attorno al collo del cinescopio, in immediata corrispondenza dei tre cannoni.

Il circuito magnetico è completato attraverso le espansioni polari interne al collo del cinescopio. L'influenza reciproca tra i due avvolgimenti di correzione verticale ed orizzontale, che si trovano sullo stesso nucleo magnetico delle tre bobine di correzione, è praticamente trascurabile.

Un circuito semplificato del complesso di convergenza dinamica verticale è mostrato in fig. 164.

Le correnti di convergenza sono derivate dal catodo del tubo di uscita verticale (6GF7) e da un avvolgimento ausiliario del trasformatore d'uscita verticale.

Dal circuito catodico di 6GF7 si ottengono circa 12 V picco di tensione a dente di sega.

Le caratteristiche di L ed R delle bobine magnetiche di convergenza sono tali da provocare una integrazione diretta, convertendo in forma parabolica la corrente circolante nelle bobine stesse.

A tale corrente ne viene aggiunta un'altra a dente di sega (pure trasformata in parabolica per le stesse ragioni) proveniente dall'avvolgimento ausiliario del trasformatore di uscita verticale: tale impulso a dente di sega è disponibile con polarità positiva o negativa.

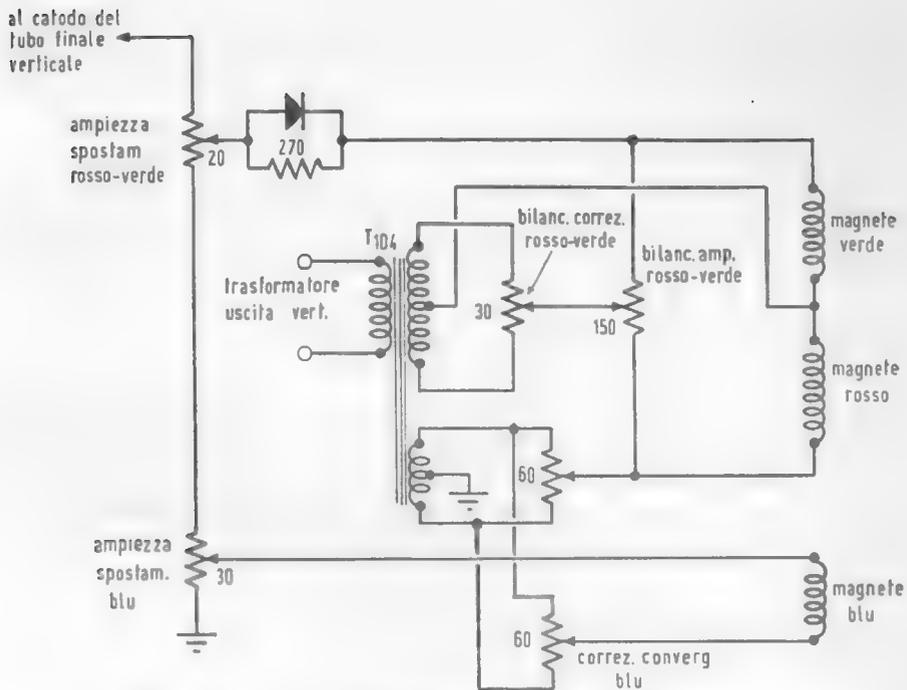


FIG. 164. Circuito per la convergenza dinamica verticale (R.C.A.-CTC15).

L'impulso complessivo di convergenza dinamica è applicato direttamente al magnetino di convergenza blu.

Per motivi di posizione geometrica simile dei cannoni *rosso* e *verde*, gli impulsi di convergenza da applicarsi ai corrispondenti magnetini devono essere uguali e regolabili simultaneamente.

Queste condizioni sono praticamente ottenibili collegando in serie fra di loro i magnetini del *rosso* e del *verde*. Il controllo delle correnti nei singoli magnetini è ottenuto applicando al loro punto di giunzione circuitale gli impulsi ausiliari opportunamente dosati.

Un'ulteriore regolazione della forma d'onda dell'impulso di convergenza rosso-verde può essere ottenuta mediante un adatto circuito a diodo e resistore, a seguito del controllo di ampiezza.

La convergenza dinamica orizzontale è mostrata nel circuito semplificato di fig. 165.

Anche in questo caso il circuito di convergenza blu è alimentato direttamente da un impulso positivo ottenuto da un avvolgimento

ausiliario sul trasformatore E.A.T., applicato alla bobina d'ampiezza del blu T_{801} , attraverso una capacità d'accoppiamento.

L'impedenza di T_{801} è elevata in paragone all'impedenza del magnetino di convergenza blu, coi vari componenti derivati (controllo di forma e diodo).

In tali condizioni il circuito ha un effetto integrativo sugli impulsi applicati convertendoli dalla forma a dente di sega in quella parabolica; ciò in virtù dell'elevato rapporto L/R del magnetino di convergenza.

Il controllo di forma dell'impulso di convergenza è ottenuto variando il carico integrativo in modo da sfasare la componente fondamentale dell'impulso stesso (fig. 166a, b).

Poiché l'impulso di convergenza dinamica è accoppiato capacitivamente (a.c.), la corrente parabolica si riduce a zero nei due punti della scansione prossimi ai bordi del quadro (fig. 166c).

È però desiderabile che il campo della convergenza dinamica divenga zero al centro del quadro, ove agisce già correttamente la convergenza statica.

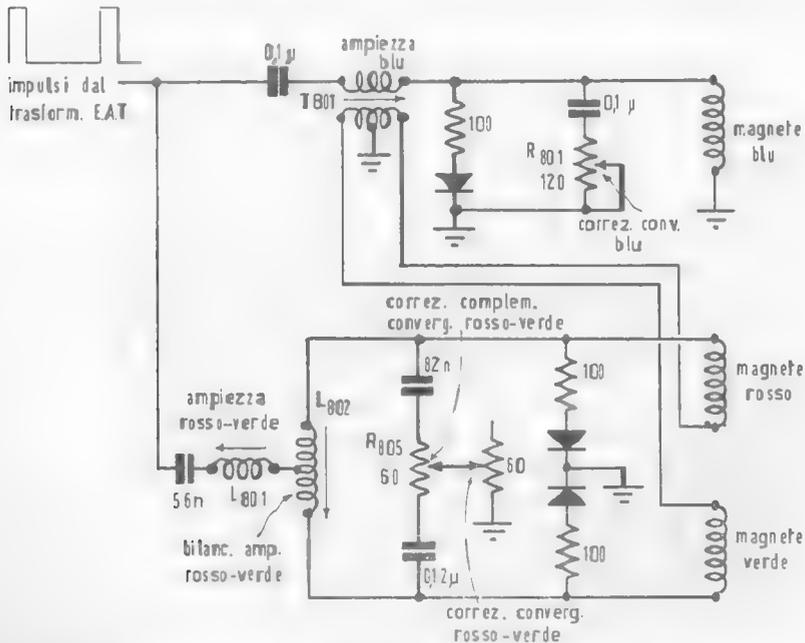


FIG. 165. Circuito per la convergenza dinamica orizzontale (R.C.A.-CTC15).

A tale scopo sono inseriti dei diodi di posizione (*clamp*), in modo da assicurare il necessario spostamento in c.c. onde mantenere a zero le correnti di convergenza al centro dello schermo.

Come nei circuiti verticali, le correnti di correzione del rosso e del verde sono pilotate dai controlli d'ampiezza e differenziali.

Il controllo d'ampiezza principale è L_{801} (fig. 165). Esso regola la corrente totale circolante nelle bobinette di convergenza del rosso e del verde.

La bobina L_{802} provvede alla regolazione differenziale. La posizione del suo nucleo determina l'impedenza relativa in serie con le bobinette del rosso e del verde.

Gli avvolgimenti delle bobinette rosso-verde vanno poi a massa attraverso il secondario con presa centrale del trasformatore T_{801} .

Con tale dispositivo viene immessa una corrente addizionale a dente di sega permanente nelle bobinette rosso-verde. E poichè viene usato un avvolgimento a presa centrale le correnti a dente di sega aggiunte saranno di fase opposta.

Lo scopo di questa corrente supplementare è quello di ottenere una forma d'onda di correzione in accordo con l'azione del giogo di deflessione e le espansioni polari di convergenza.

Purezza

Qualsiasi campo magnetico disturbante, quale ad esempio il campo terrestre, modifica le traiettorie prefissate degli elettroni dei 3 pennelli del cinescopio.

Tale effetto è di trascurabile importanza in un televisore in bianco-nero (leggero decentramento di posizione del quadro); e comunque viene corretto mediante magnetini di centraggio.

Il cinescopio tricromatico viene invece influenzato molto più gravemente.

Oltre allo spostamento del quadro, il campo terrestre può provocare mutamenti di colore, qualora il televisore venga ruotato intorno ad un'asse verticale, a causa della mancata corretta convergenza dei pennelli sui rispettivi elementi fosforici tricromatici.

Tale effetto è generalmente chiamato deriva di purezza (*purity shift*).

Se si vuole ottenere un raster rosso puro, il pennello elettronico

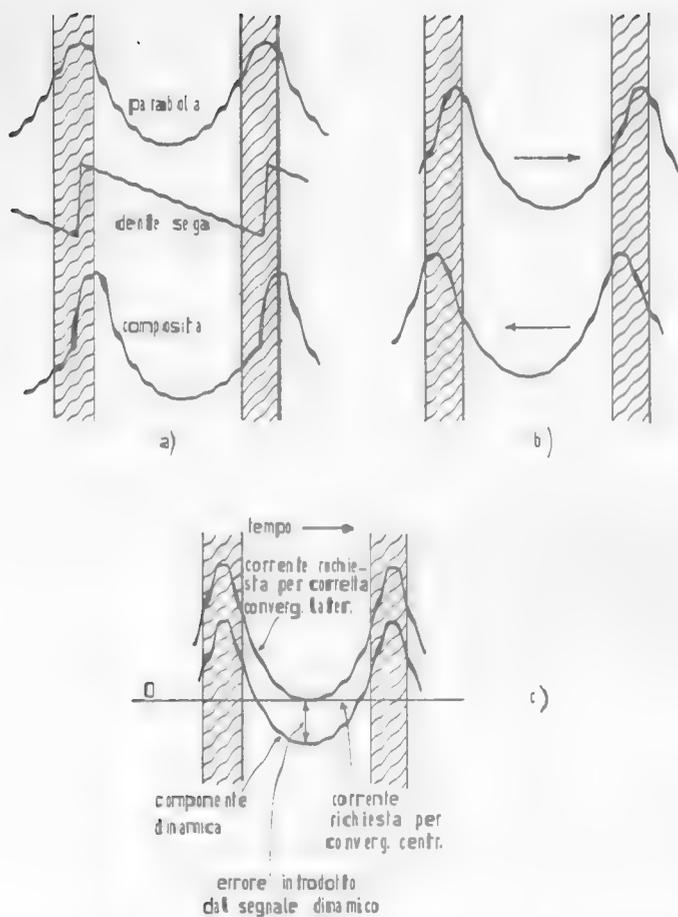


FIG. 166. Forme d'onda delle correnti di convergenza dinamica (R.C.A.-CTC15). a) Forme d'onda con correzione D.S. b) Correzione ottenuta per sfasamento. c) Effetto dell'introduzione del segnale dinamico.

rosso dovrà colpire unicamente gli elementi rossi delle terne di fosfori dello schermo.

Questo requisito si ottiene solo a condizione che gli elettroni attraversino i fori della maschera schermante (shadow mask) secondo la corretta angolazione.

Nell'intento di accordare una certa tolleranza a questa angolazione, il pennello viene ridotto, attraverso il foro della maschera, ad un diametro inferiore a quello del punto fosforico da colpire.

Per questa ragione, il diametro dei fori della maschera varia verso i bordi (diametro minore), in modo da ottenere una maggior tolleranza rispetto alla zona centrale.

Il cinescopio è costruito in modo che una retta tracciata dal centro di ogni elemento fosforico attraverso il foro corrispondente della maschera passi in un punto centrale del piano di deflessione (centro cromatico).

Vi sono tre centri cromatici del piano di deflessione: uno per ogni colore primario.

Ne consegue che un elettrone uscito dal cannone deve passare attraverso il suo centro cromatico: per ottenere ciò, la posizione del giogo di deflessione deve essere tale che il piano di deflessione coincida col piano contenente i tre centri cromatici.

In tali condizioni la traiettoria dell'elettrone passerà attraverso i fori della maschera sotto angoli corretti. L'azione disturbante del campo terrestre, modificando l'angolo d'incontro del pennello con la maschera, provoca uno spostamento del punto di collisione coll'elemento fosforico corrispondente, con un debordamento su elementi adiacenti di colore diverso e contaminazione della purezza del colore voluto.

Si è già visto che il campo terrestre può considerarsi in termini delle sue componenti verticale e orizzontale.

L'intensità della componente verticale è essenzialmente costante entro tutto il territorio nazionale ed una certa correzione fissa può prevedersi in sede costruttiva.

La componente orizzontale invece provocherà degli errori nell'angolo d'incidenza del pennello in relazione all'angolo esistente fra l'asse del cinescopio e la direzione del campo terrestre orizzontale.

Tale errore può essere corretto mediante il magnetino di purezza montato sul collo del cinescopio e mediante la smagnetizzazione (de-gaussing).

Il magnete di purezza produce un campo trasversale in un piano perpendicolare all'asse del cinescopio, piegando i pennelli elettronici in modo da farli passare attraverso i loro centri cromatici.

Tale campo è regolabile sia in intensità che in direzione, e le regolazioni devono essere fatte con le esistenti posizioni relative del televisore col campo terrestre.

L'azione del magnete di purezza corregge anche lievi errori di allineamento costruttivo dei tre cannoni.

Una parziale correzione degli effetti del campo terrestre si può

ottenere anche eliminando il magnetismo indotto nei componenti ferrosi del cinescopio, dei suoi supporti e del telaio circuitale.

Come già considerato in precedenza, ciò si ottiene con l'operazione di smagnetizzazione (degaussing), che consiste nell'applicazione di un forte campo magnetico in c.a. mediante una bobina priva di nucleo magnetico e rimuovendo lentamente e gradualmente tale campo.

Al termine di questa operazione gli organi ferrosi del televisore e del cinescopio restano magnetizzati con una polarità che tende a cancellare l'effetto del campo terrestre.

Scala dei grigi

Per ottenere una buona immagine a colori o in bianco-nero, il televisore deve avere un ottimo comportamento nella scala dei grigi.

Questo requisito si può ottenere a condizione che i rapporti di emissione luminosa fra il rosso, il verde ed il blu si mantengano costanti a tutti i livelli di luminosità.

Per ogni singolo cinescopio, il rapporto necessario fra le correnti dei tre pennelli per ottenere il bianco deve rimanere costante per tutte le posizioni del controllo di brillantezza.

Nello chassis CTC15 il sistema adottato per ottenere tale equilibrio dei colori permette una facile messa a punto e regolazione.

Anzitutto è possibile regolare i tre pennelli all'interdizione, alla medesima tensione di polarizzazione.

Nello schema di fig. 167 è illustrato il circuito per l'ottenimento del bianco mediante il bilanciamento dei tre pennelli cromatici. Un interruttore ausiliario di servizio, collocato nella parte posteriore del telaio, permette la regolazione della interdizione del cinescopio.

Nella posizione « servizio » viene rimossa l'eccitazione video dei 3 cannoni, e poichè in queste condizioni nessuna corrente circola attraverso i potenziometri di regolazione del blu e del verde, non vi è di conseguenza alcuna tensione ai capi di tali potenziometri.

D'altronde i 3 catodi del cinescopio hanno lo stesso potenziometro c.c. di riferimento, corrispondente al livello nero.

La polarizzazione delle 3 griglie di controllo dipende dalle rispettive correnti anodiche degli amplificatori di differenza di colore.

In assenza di eccitazione cromatica, le tre tensioni di griglia saranno praticamente le stesse, dato che i tre amplificatori usano tubi dello stesso tipo, nelle stesse condizioni di alimentazione c.c.

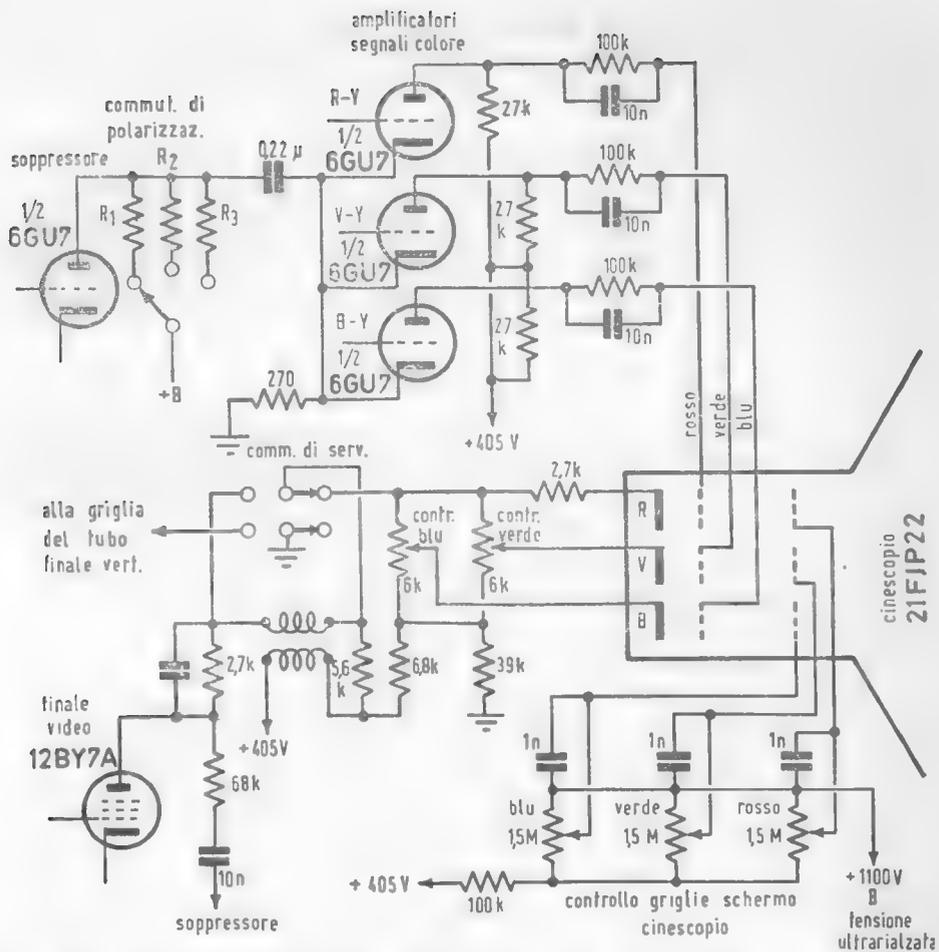


FIG. 167. Circuiti per il controllo e bilanciamento dei colori (bianco) sullo schermo del cinescopio (R.C.A.-CTC15).

Durante gli intervalli di ritorno, viene applicato un impulso di soppressione al collegamento comune ai 3 catodi dei tubi degli amplificatori di differenza di colore. Ne deriva una corrente di griglia che provoca una polarizzazione c.c. nel circuito R-C interessato, avente una lunga costante di tempo.

L'entità della tensione di polarizzazione così generata dipende dall'ampiezza dell'impulso di soppressione.

Regolando il carico anodico del tubo di soppressione è perciò possibile controllare la polarizzazione dei tre amplificatori di differenza di colore e di conseguenza la polarizzazione delle griglie di controllo del cinescopio.

L'interruttore di polarizzazione consente di portare il funzionamento del cinescopio vicino all'interdizione.

La conduttanza mutua dei 3 cannoni nel cinescopio 21FJP22 può essere variata regolando le tensioni alle griglie n. 2. Tali tensioni possono essere variate fra 405 e 1100 V, mediante i tre controlli di schermo (fig. 167).

Questi controlli devono essere regolati in modo da spegnere il pennello elettronico nei tre cannoni.

Per rendere facile constatare questa condizione di interdizione incipiente, una seconda sezione dell'interruttore di servizio mette a massa la griglia del tubo finale verticale. Ciò riduce il « raster » ad un'unica riga orizzontale che rimane appena visibile quando la corrente dei pennelli è prossima all'interdizione.

Effettuata questa regolazione i 3 cannoni del cinescopio avranno praticamente le stesse caratteristiche di lavoro.

A questo punto, l'interruttore di servizio viene riportato nella posizione « normale » ed i controlli del blu e del verde verranno regolati per la migliore immagine bianca. Al catodo rosso viene applicata la massima eccitazione.

Il bianco dovrebbe essere regolato per una temperatura di colore di 9300° Kelvin.

Regolati così i rapporti di colore, essi rimarranno costanti, sia con bassa che con forte luminanza e tale equilibrio non cambierà con la regolazione del controllo di luminosità.

PROBLEMI CON SOLUZIONE A QUIZ.

Ciascuna delle domande formulate qui di seguito comporta quattro distinte risposte, una sola delle quali è quella esatta. Dopo aver considerato attentamente tutte e quattro le risposte riportate, selezionate quella che vi sembra giusta, tracciando un trattino sulla lettera corrispondente.

Le soluzioni dei quiz sono riportate nel volume successivo.

Esempio:

Un metro è suddiviso in: *a*) 5 decimetri; *b*) 10 decimetri; *c*) 20 decimetri; *d*) 10 centimetri.

a *c* *d*

Domanda

Risposta

1) Il diagramma triangolare di cromaticità serve a:
a) operare una selezione di colori; *b*) coordinare la posizione dei vari colori in modo da predeterminare la miscela dei colori stessi; *c*) mostrare la varietà dei colori possibili; *d*) completare la gamma dei colori primari.

a *b* *c* *d*

2) Nel procedimento corrente di televisione a colori viene adottato il processo: *a*) sottrattivo; *b*) sequenziale di quadro; *c*) sequenziale di riga; *d*) addittivo.

a *b* *c* *d*

3) Nel procedimento corrente di televisione a colori, è possibile trasmettere tutta l'informazione cromatica entro la stessa larghezza di banda video del bianco-nero perchè: *a*) la banda cromatica è più ristretta; *b*) la banda cromatica è interposta nella banda di luminanza entro gli spazi fra le armoniche della frequenza di riga; *c*) le bande laterali della sottoportante di colore sono simmetriche; *d*) la sottoportante di colore ha una frequenza inferiore ai 5 MHz.

a *b* *c* *d*

4) L'informazione cromatica di un'immagine a colori viene trasmessa: *a*) sovrapponendo i tre segnali rosso, verde, blu; *b*) mescolando elettricamente il segnale di luminanza con uno dei tre segnali di cromaticanza; *c*) modulando una sottoportante la cui frequenza è interposta nello spettro di luminanza; *d*) modulando una sottoportante di colore la cui frequenza dista 5 MHz dalla portante video principale.

a b c d

5) La frequenza della sottoportante di colore è:
a) 3,5 MHz; *b*) 4,5 MHz; *c*) 5 MHz; *d*) 4,43 MHz.

a b c d

6) Nella trasmissione della televisione a colori è sufficiente trasmettere le informazioni $(B - Y)$ e $(R - Y)$ perchè: *a*) la terza informazione è automaticamente inclusa nel segnale di luminanza Y ; *b*) la terza informazione $(V - Y)$ è cromaticamente superflua; *c*) la demodulazione fornisce la terza informazione $(V - Y)$; *d*) i colori dell'immagine possono essere riprodotti coi due soli primari.

a b c d

7) Il segnale di luminanza Y è composto dalla miscela dei tre colori primari nelle proporzioni: *a*) 10% rosso; 30% verde; 60% blu; *b*) 30% rosso; 50% verde; 20% blu; *c*) 30% rosso; 59% verde; 11% blu; *d*) 20% rosso; 59% verde; 21% blu.

a b c d

8) Il segnale di luminanza Y serve: *a*) unicamente a trasmettere l'immagine compatibile in bianco-nero; *b*) a trasmettere anche una parte dell'informazione di cromaticanza; *c*) a provvedere al contrasto dei colori; *d*) a conferire brillantezza all'immagine.

a b c d

9) L'informazione di cromaticanza contenuta nel segnale video composto viene trasmessa: *a*) nella banda di frequenze alte dello spettro video $0 \div 5$ MHz; *b*) nella banda di frequenze video $0 \div 600$ kHz; *c*) nella banda video parzialmente soppressa (vestigiale); *d*) mediante il burst.

a b c d

10) Il segnale burst viene usato per: *a*) pilotare i demodulatori di crominanza nel ricevitore; *b*) controllare la frequenza e la fase dell'oscillatore a 4,43 MHz del ricevitore; *c*) sincronizzare l'oscillatore orizzontale a 15625 Hz; *d*) separare i segnali di crominanza a 4,43 MHz dal segnale di luminanza.

a b c d

11) Nel sistema NTSC, basato sulla trasmissione dei tre colori primari, la totale riproduzione dei colori viene effettuata nelle aree dell'immagine corrispondenti a segnali video: *a*) compresi fra 0 e 600 kHz; *b*) compresi fra 0 e 1,5 MHz; *c*) compresi fra 0 e 5 MHz; *d*) a 4,43 MHz \pm 600 kHz.

a b c d

12) La diminuzione della frequenza della sottoportante di colore (4,43 MHz) porterebbe a: *a*) un aumento della risoluzione cromatica, ma con un aumento della visibilità del battimento della sottoportante stessa; *b*) un aumento della risoluzione cromatica, ma con una diminuzione del battimento sottoportante; *c*) una diminuzione della risoluzione cromatica; *d*) un aumento d'interferenza col segnale audio.

a b c d

13) Durante la trasmissione di un segnale di crominanza giallo totalmente saturato, il segnale E_B sulla griglia blu del cinescopio tricromatico è: *a*) al livello di soppressione; *b*) al massimo livello; *c*) all'11% del picco del segnale bianco; *d*) all'89% del picco del segnale bianco.

a b c d

14) Gli assi di demodulazione usati nei televisori NTSC: *a*) devono essere in quadratura fra di loro; *b*) devono avere la stessa fase rispetto al burst dei segnali I e Q ; *c*) devono essere in fase coi segnali $B - Y$ e $R - Y$; *d*) non sono necessariamente in quadratura di fase.

a b c d

15) Il segnale di crominanza, sotto forma di bande laterali della sottoportante di colore, viene separato dal

segnale video composito: *a*) nel secondo amplificatore di luminanza; *b*) nell'amplificatore del burst; *c*) nell'amplificatore passabanda; *d*) nel separatore di sincro.

a b c d

16) In un televisore a colori, durante la ricezione di un programma normale in bianco-nero: *a*) l'immagine in bianco-nero viene completata attraverso il circuito di crominanza; *b*) il circuito di crominanza viene bloccato; *c*) l'oscillatore di sottoportante viene bloccato; *d*) l'amplificatore del burst viene interdetto.

a b c d

17) In un televisore a colori la funzione del soppressore di colore (color killer) è: *a*) di sopprimere il colore durante forti disturbi; *b*) di sopprimere il colore quando si preferisce un'immagine in bianco-nero; *c*) di bloccare i circuiti di crominanza durante le trasmissioni in bianco-nero; *d*) di bloccare i circuiti di crominanza quando i colori sono errati.

a b c d

18) In un televisore a colori NTSC esiste una « linea di ritardo », la quale è inserita: *a*) nel circuito video di luminanza; *b*) nel circuito video di crominanza; *c*) nell'amplificatore del burst; *d*) nell'amplificatore passabanda.

a b c d

19) La « linea di ritardo » esistente in un televisore a colori NTSC introduce un ritardo di: *a*) 56 microsecondi; *b*) 64 microsecondi; *c*) 6 microsecondi; *d*) 18 microsecondi.

a b c d

20) In un televisore a colori, la componente continua viene mantenuta o reinserita: *a*) nella sola sezione di luminanza; *b*) nella sola sezione di crominanza; *c*) in nessuna delle sezioni di luminanza e crominanza; *d*) in entrambe le sezioni di luminanza e crominanza.

a b c d

Soluzione dei quiz del 2^o gruppo di lezioni

Numero della domanda	Risposta esatta	Numero della domanda	Risposta esatta
1	<i>c</i>	11	<i>c</i>
2	<i>b</i>	12	<i>c</i>
3	<i>c</i>	13	<i>c</i>
4	<i>a</i>	14	<i>a</i>
5	<i>b</i>	15	<i>b</i>
6	<i>d</i>	16	<i>c</i>
7	<i>b</i>	17	<i>d</i>
8	<i>a</i>	18	<i>a</i>
9	<i>d</i>	19	<i>d</i>
10	<i>b</i>	20	<i>b</i>

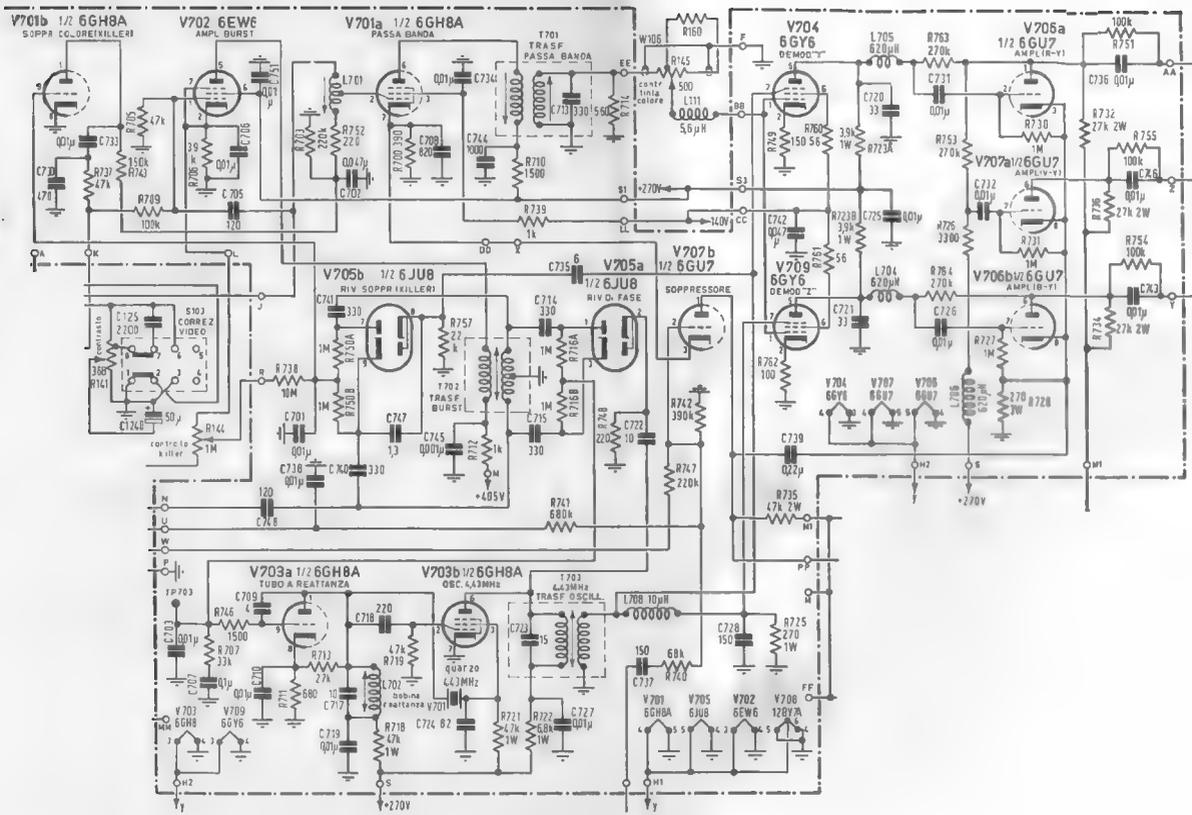
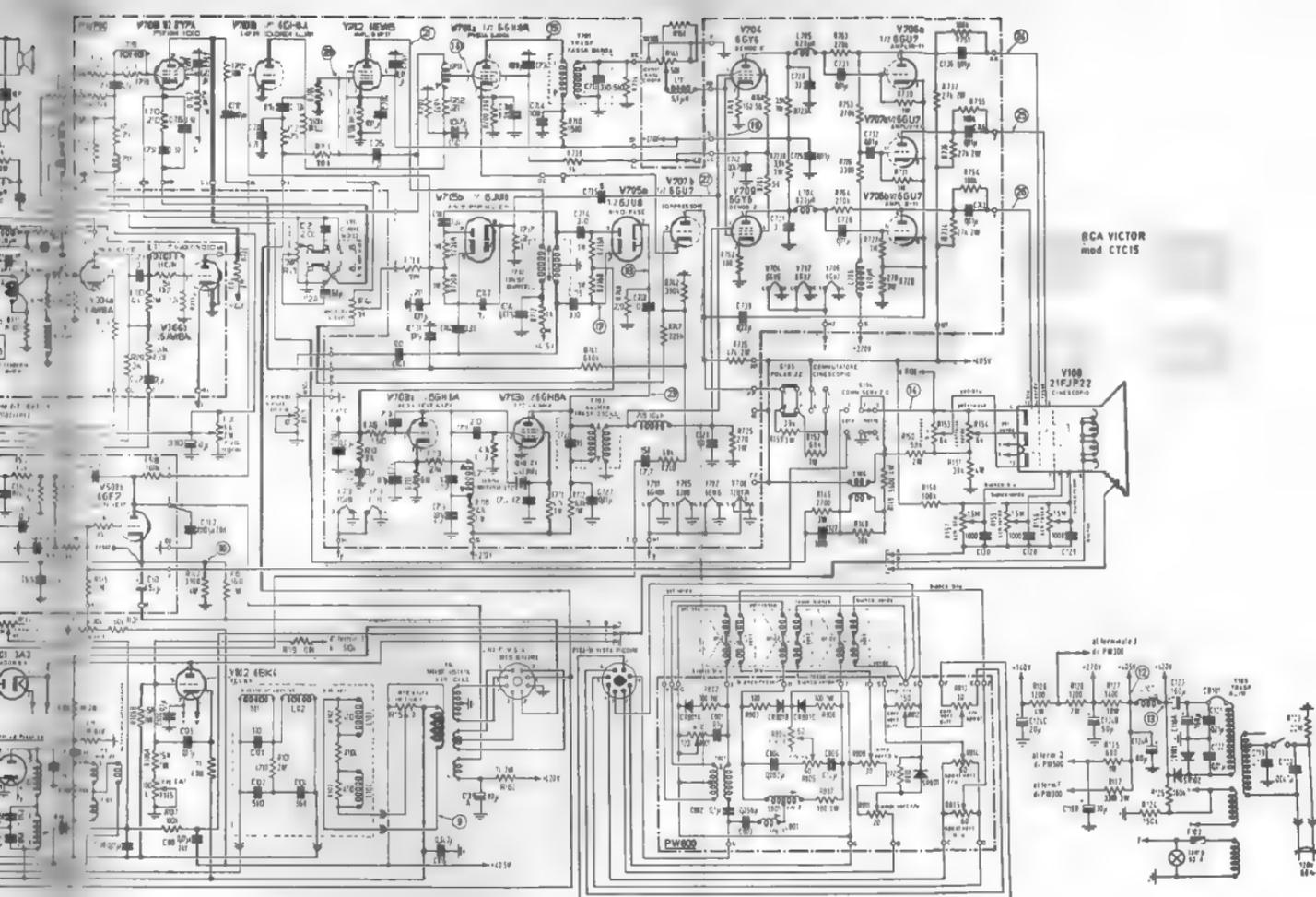
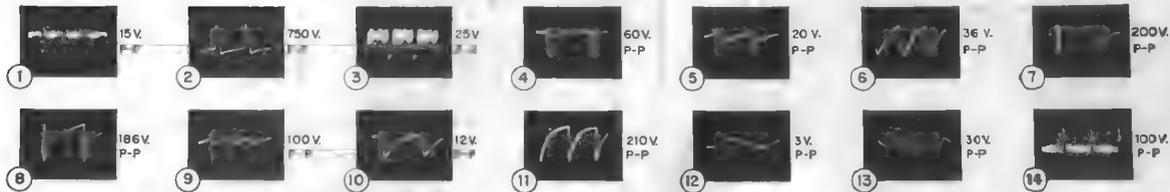


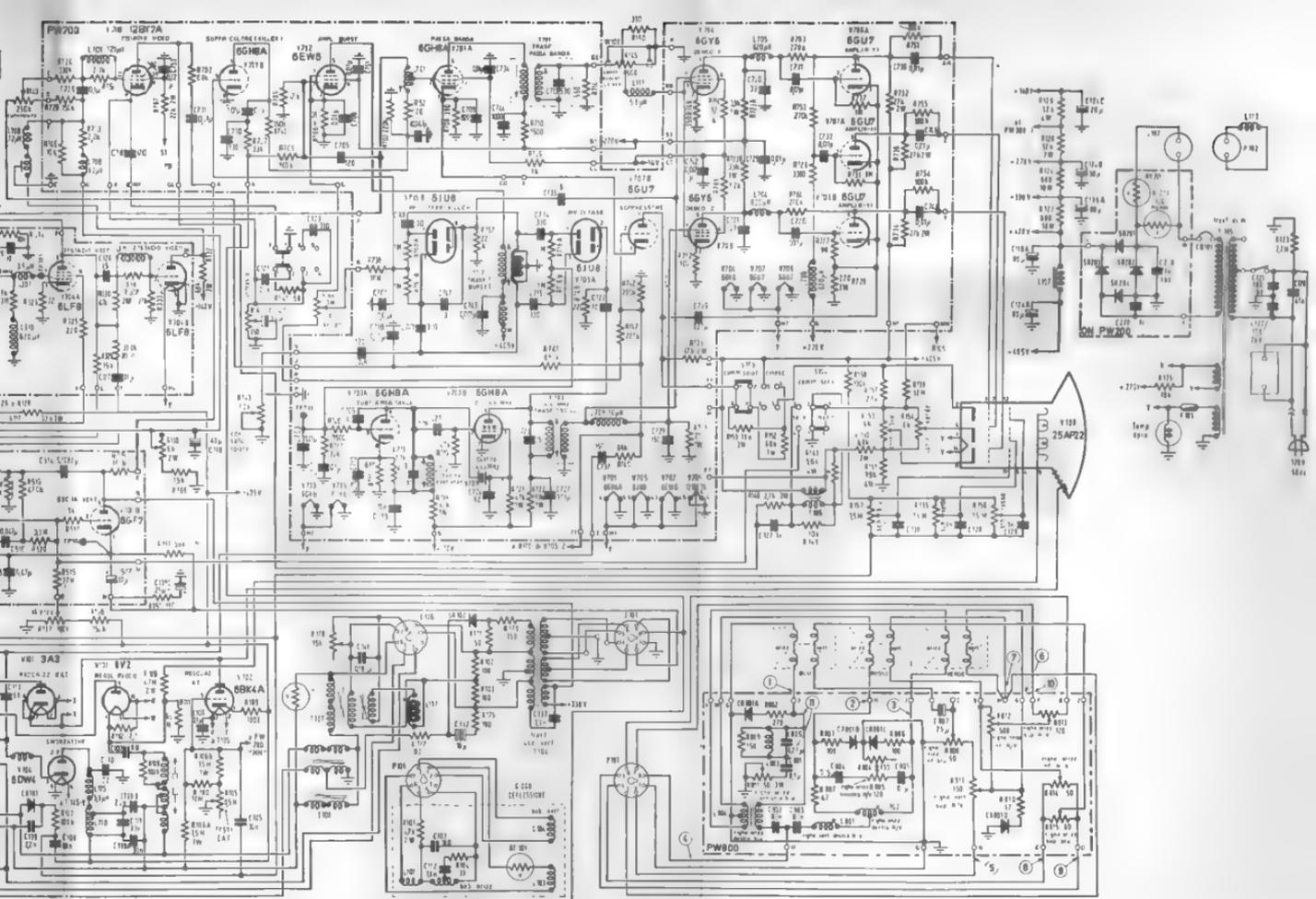
Fig. 154 b. Circuito del demodulatore di crominanza (PW700 R.C.A. - CTC15).



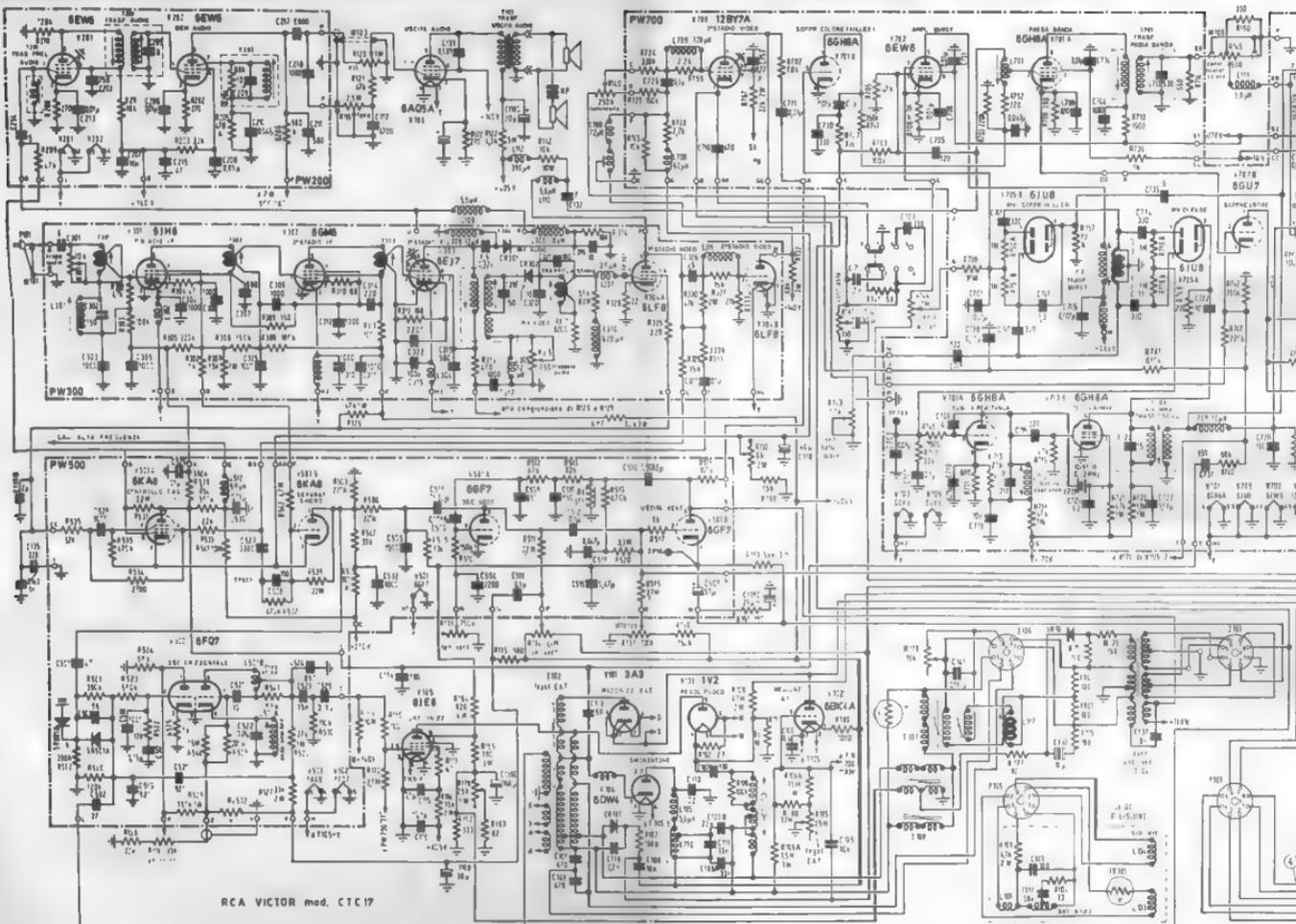
RCA VICTOR
mod CTC15

Schema circuitale del televisore a colori R.C.A. CTC15





Schema circuitale del televisore a colori R.C.A. CTC17



RCA VICTOR mod. CTC17

Schema circuitale del televisore a colori R.C.A. CTC17



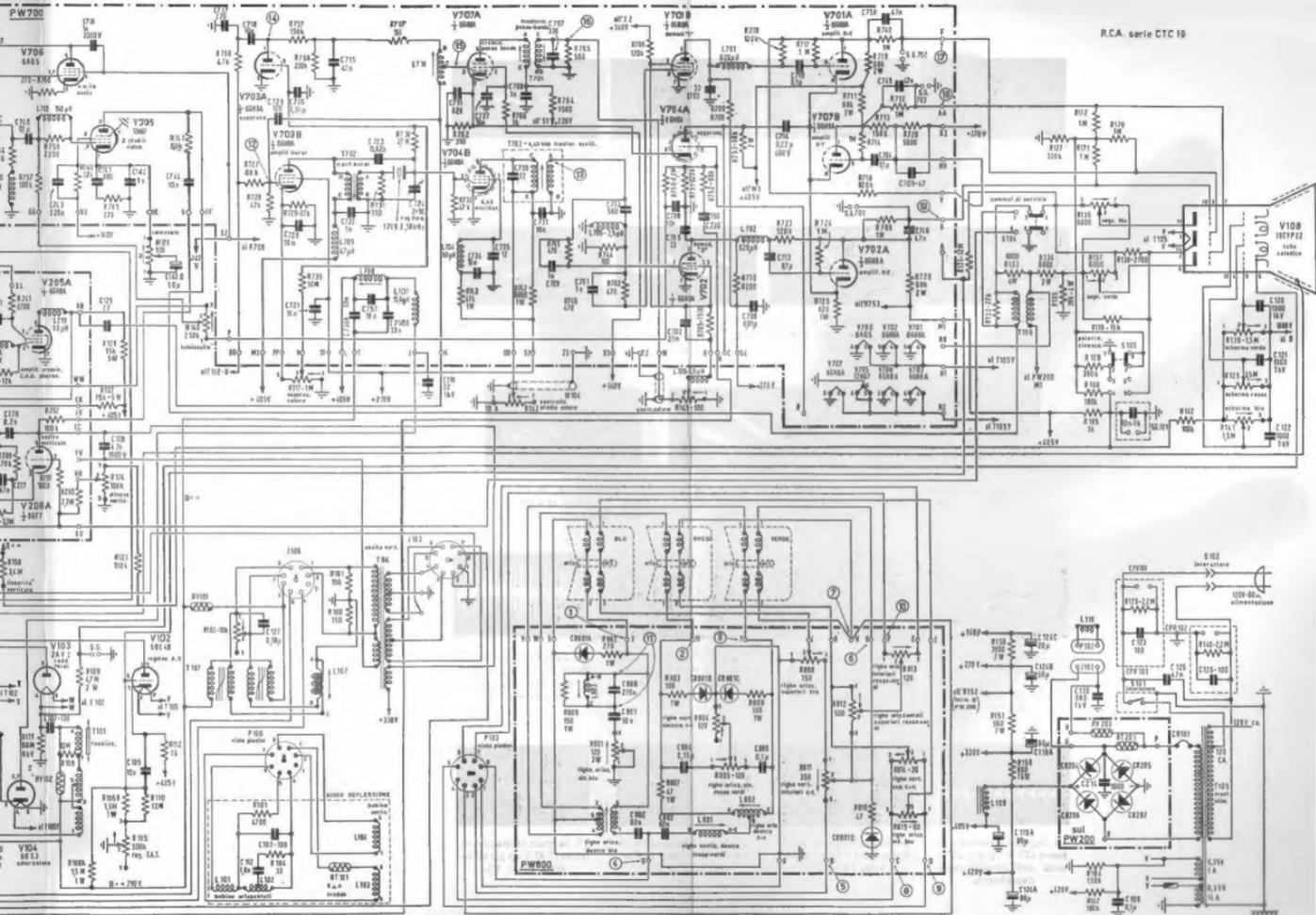
1. Terminale 3. 45 V - p.p. 2. Terminale 11. 18 V - p.p. 3. Terminale 7. 15 V - p.p. 4. Terminale U. 235 V - p.p.
 Onda di tensione orizzontale blu. Onda di tensione orizzontale rossa. Onda di tensione orizzontale verde. Onda di tensione di entrata orizzontale.



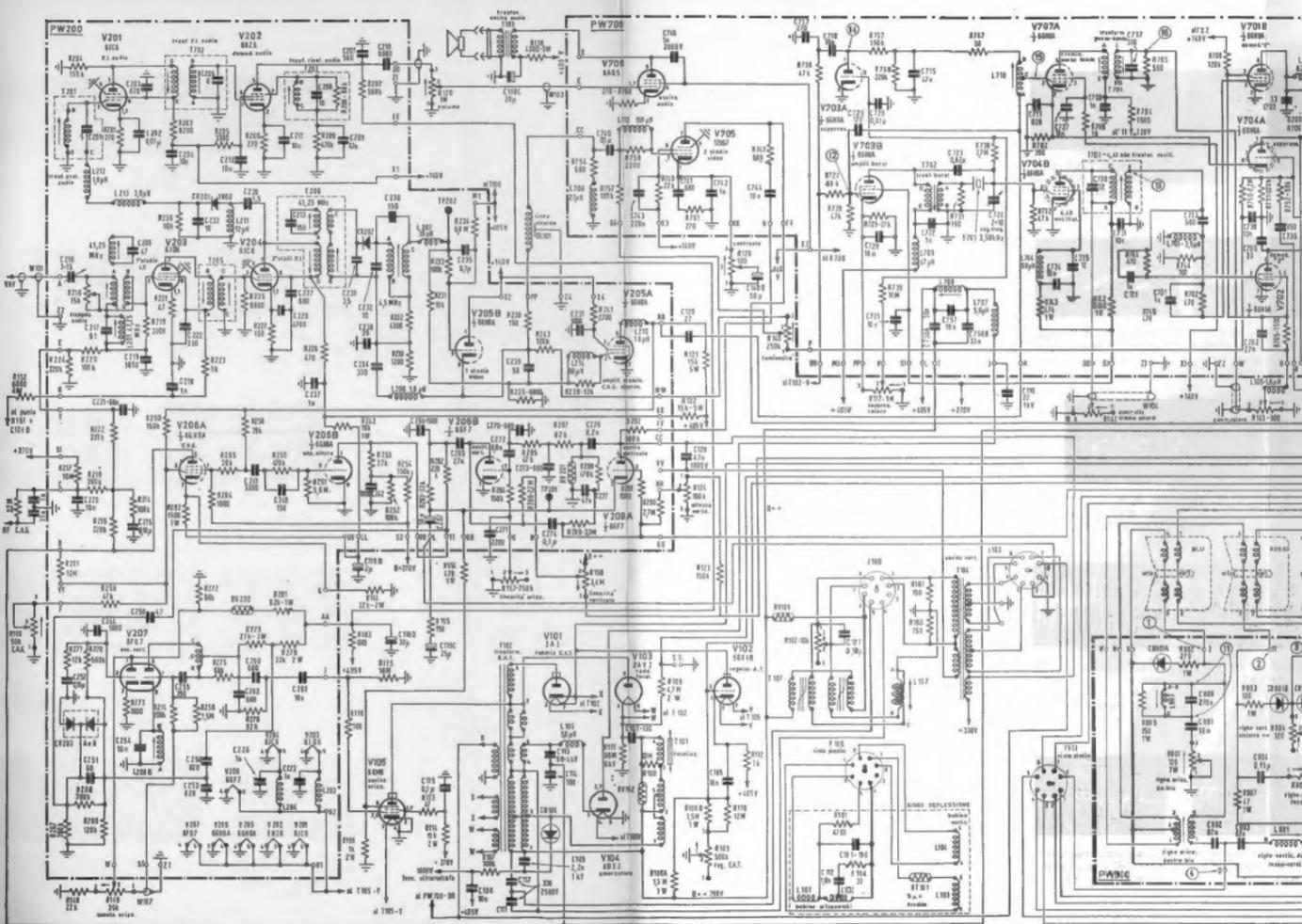
5. Terminale B. 8 V - p.p. 6. Terminale 6. 6 V - p.p. 7. Terminale H. 4 V - p.p. 8. Terminale C. 10 V - p.p.
 Onda di tensione di entrata verticale. Onda di tensione verticale verde. Onda di tensione verticale rosso. Deformazione verticale positiva.



9. Terminale D. 8 V - p.p. Deformazione verticale negativa. 10. Terminale F. 10V - p.p. Onda di tensione verticale verde. 11. Terminale A, B, C. 15 V - p.p. Tensione ai capi della bobina "orizzontale blu" L₈₀₃.



Schema circuitale del televisore a colori R.C.A. CTC19



Schema circuitale del televisore a colori R.C.A. CTC19



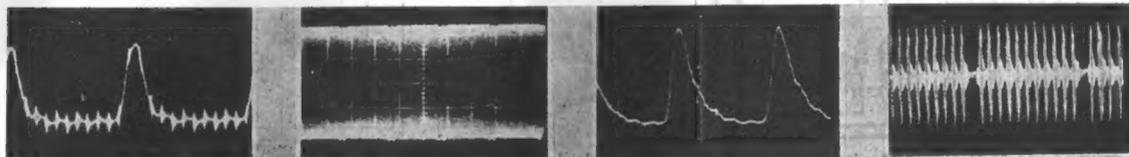
1. Terminale 3. 45 V - p.p. 2. Terminale 11. 18 V - p.p. 3. Terminale 7. 15 V - p.p. 4. Terminale U. 235 V - p.p.
Onda di tensione orizzontale blu. Onda di tensione orizzontale rossa. Onda di tensione orizzontale verde. Onda di tensione di entrata orizzontale.



5. Terminale B. 8 V - p.p. 6. Terminale 6. 6 V - p.p. 7. Terminale H. 4 V - p.p. 8. Terminale C. 10 V - p.p.
Onda di tensione di entrata verticale. Onda di tensione verticale verde. Onda di tensione verticale rosso. Deformazione verticale positiva.



9. Terminale D. 8 V - p.p. Deformazione verticale negativa. 10. Terminale F. 10V - p.p. Onda di tensione verticale verde. 11. Terminale A, B, C. 15 V - p.p. Tensione ai capi della bobina "orizzontale blu" I₈₀₃.

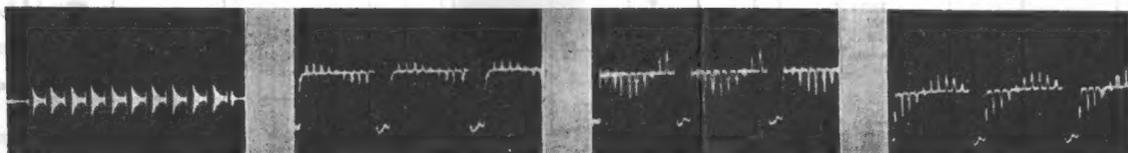


12. Impulsi di controllo ed informazione cromatica (65 V - p.p.) sulla griglia dell'amplificatore del burst.

13. Segnale a 4,43 MHz (15 V - p.p.) all'uscita dell'oscillatore di sottoportante.

14. Impulsi di controllo (80 V - p.p.) a 15625 Hz sull'anodo del killer.

15. Segnale cromatico di barre (9 V - p.p.) sulla griglia dell'amplificatore passabanda.



16. Segnale cromatico di barre (25 V - p.p.) all'uscita dell'amplificatore passabanda.

17. Segnale cromatico di barre (100 V - p.p.) all'uscita (R - Y).

18. Segnale cromatico di barre (40 V - p.p.) all'uscita (V - Y).

19. Segnale cromatico di barre (100 V - p.p.) all'uscita (B - Y).

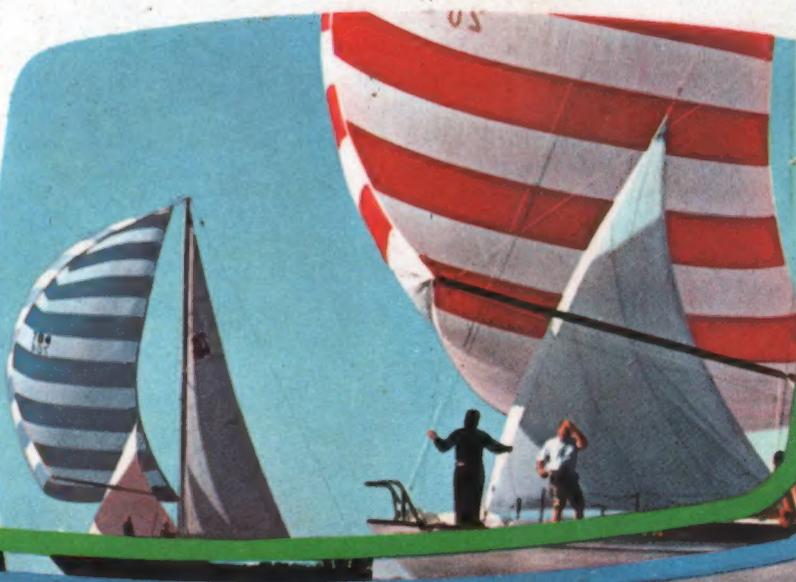
EDITRICE IL ROSTRO VIA MONTE GENEROSO 6/A MILANO



4

CORSO DI TELEVISIONE A COLORI

NTSC
PAL
SECAM



COORDINATO DA ALESSANDRO BANFI

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

IN 8 VOLUMI

THE HISTORY OF
THE
REPUBLIC OF
THE UNITED STATES
OF AMERICA

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

Coordinato da Alessandro Banfi

CON LA COLLABORAZIONE DI

ANTONIO NICOLICH

NATALE STUCCHI

HENRY SALAN

DONALD S. FLEMING



EDITRICE

MILANO

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

Quarta edizione

**TUTTI I DIRITTI RISERVATI
ALLA EDITRICE IL ROSTRO**

©

Autore
Editore
Tutti i diritti riservati
1975



INDICE

CAPITOLO 11

Allineamento di un televisore a colori RCA CTC15	265
Considerazioni preliminari	265
Requisiti dell'apparecchiatura	267
Esempio di specifiche di taratura di un ricevitore di TV a colori (NTSC- Italia)	282
Regolazioni di servizio tecnico	283
Apparecchiature di prova	294
Istruzioni generali per l'allineamento	296
Allineamento della FI audio, del demodulatore del suono e del filtro a 5,5 MHz	298
Regolazione dei trasformatori FI video e delle trappole	298
Allineamento col vobulatore della FI Video	300
Allineamento della deviazione orizzontale	300
Allineamento dei circuiti passa-banda di cromaticità	302
Allineamento del CAFF del colore (procedimento di laboratorio) . . .	304
Allineamento del CAFF del colore (procedimento da eseguire sul posto)	304

CAPITOLO 12

Strumenti di misura per il controllo dei ricevitori di TV a colori . .	323
Costituzione del banco di prova	324
Apparecchiatura di prova usata nel servizio tecnico di TV a colori . .	325
Generazione dei segnali colorati di prova	335
Rilievo vettoriale dei segnali di cromaticità	340

Avvertenza importante

Tutte le operazioni di regolazione, taratura e messa a punto di un televisore a colori che vengono illustrate nel presente capitolo, nonché quelle della ricerca guasti ed assistenza tecnica, si riferiscono ovviamente all'unico tipo di televisore a colori oggi in commercio, cioè quello di tipo americano sul sistema NTSC, munito di tubo tricromatico « shadow mask ».

In capitoli successivi verranno illustrate dettagliatamente le caratteristiche tecniche degli altri due sistemi PAL e SECAM.

Si tenga comunque presente che tutte le accennate operazioni relative al televisore sistema NTSC, sono senz'altro valide all'80% anche per i futuri televisori con sistema PAL e SECAM.

CAPITOLO 11

Allineamento di un televisore a colori RCA-CTC15

Introduzione alle operazioni di taratura. — La parola *allineamento*, nella sua accezione nel servizio tecnico di TV, si riferisce al procedimento generale per regolare i circuiti accordati del ricevitore, in modo che la risposta globale del ricevitore presenti le caratteristiche originali delle prescrizioni di collaudo in fabbrica. Generalmente, il tecnico addetto al servizio, esegue un modesto allineamento, salvo che per le regolazioni a lui familiari del passo dell'oscillatore nel sintonizzatore. Altri circuiti accordati, come quelli degli stadi di FI e video, non si spostano di solito dalla loro condizione originale. Tuttavia, possono presentarsi casi nei quali diviene necessario effettuare controlli particolareggiati della taratura e delle regolazioni. Per es., la sezione FI video può richiedere un nuovo allineamento in seguito alla sostituzione di elementi difettosi in essa compresi. I controlli di allineamento possono far risparmiare tempo, quando occorre valutare il funzionamento delle sezioni più importanti del ricevitore per localizzare la causa di un inconveniente « scorbutico ».

Perciò, sebbene un lavoro di taratura generale sia raramente necessario, il tecnico di professione del servizio deve essere preparato per eseguirlo, qualora si presenti la necessità.

Scopo di questo capitolo del nostro corso è di presentare i principi di allineamento dei ricevitori di TV a colori e di aiutare il principiante ad evitare alcuni errori comuni.

Considerazioni preliminari

Quali circuiti richiedono l'allineamento? — Come nei ricevitori di TV in bianco e nero, i circuiti che riguardano i segnali RF e FI possono

richiedere l'allineamento. Le sezioni interessate sono il sintonizzatore, l'amplificatore FI video (immagine) e l'amplificatore FI accordato a 5,5 MHz del suono intercarrier. Raramente è necessario controllare la risposta dell'amplificatore video nei ricevitori di TV bianco-nero. La risposta dell'amplificatore video del ricevitore di TV a colori è molto critica e nei circuiti a videofrequenza sono impiegati circuiti trappola assai elaborati per eliminare il segnale a 5,5 MHz. La regolazione di questi circuiti assorbitori nella sezione video costituisce una parte importante del procedimento di taratura.

L'amplificatore passabanda del colore è molto simile ad un amplificatore FI a larga banda. Le regolazioni di taratura da farsi in questo stadio sono simili a quelle da fare negli amplificatori FI video.

L'allineamento della sezione di sincronizzazione del colore (C.A.F.F.) assomiglia alquanto a quello della sezione audio. La sezione del C.A.F.F. contiene un amplificatore a banda stretta, l'amplificatore del burst e un discriminatore di fase. Inoltre, l'oscillatore locale a 4,43 MHz deve essere regolato in modo da oscillare alla giusta frequenza ed essere tenuto in passo dal sistema di C.A.F.F. Le regolazioni da fare per questo lavoro sono analoghe a quelle che si fanno nei circuiti del C.A.F.F., che controlla l'oscillatore di deviazione orizzontale.

Un'altra parte del ricevitore che richiede regolazione è la sezione comprendente l'alta tensione e l'uscita orizzontale. Questo pilastro del ricevitore del colore deve essere regolato in modo da assicurare che il complesso presenti i requisiti di potenza e tensione del cinescopio tricromatico, senza superare i limiti di potenza del tubo di uscita orizzontale. Queste regolazioni non sono precisamente operazioni di allineamento, poichè non si deve effettuare alcuna sintonizzazione. Però le regolazioni dei circuiti di deviazione orizzontale rientrano nel quadro generale dei lavori di « banco » e di « laboratorio », quindi si tratterà anche di esse. Infine può essere necessario l'allineamento dei circuiti accordati nel sistema di telecomando. I sistemi di telecomando nei ricevitori di TV a colori sono studiati per eseguire una più grande quantità di funzioni di regolazione rispetto ai ricevitori di bianco e nero, perciò impiegano un maggior numero di frequenze ultrasoniche di controllo.

Quando è necessario l'allineamento? — Perfezionamenti di progetto dei ricevitori e restrizioni delle tolleranze dei tubi elettronici hanno ridotto al minimo la possibilità di deriva dei circuiti accordati in seguito a sostituzione dei tubi e all'alterazione dei componenti. L'allineamento

può essere necessario nel caso di guasto improvviso di un componente, o durante una riparazione generale nei circuiti accordati. Una bobina FI che sia stata danneggiata nel manovrare il telaio sul banco, o in carro di trasporto, è un esempio tipico di questa situazione. Ma forse l'impiego più importante dei procedimenti di taratura sta nell'esecuzione dei controlli di allineamento per giudicare la funzionalità di particolari sezioni dell'apparecchio. Inconvenienti che esorbitano dalle ordinarie tecniche di ricerca guasti possono spesso essere localizzati, accertando che il sintonizzatore, le sezioni FI e gli amplificatori video siano regolarmente funzionanti. I controlli di allineamento consentono al tecnico di controllare individualmente queste sezioni. 

Che cosa si può fare in casa? — La maggior parte dei lavori di allineamento sono « lavori da banco ». Tuttavia molte operazioni utili possono essere fatte in casa con un minimo di strumenti di prova.

Le regolazioni del passo nel sintonizzatore, della sezione del suono intercarrier, del C.A.F.F. e qualche altra relativa alla sezione di uscita della deviazione orizzontale e di alta tensione possono essere fatte in casa.

Requisiti dell'apparecchiatura

Gli strumenti fondamentali per il lavoro di allineamento sono l'oscilloscopio, il generatore vobulato, il generatore marcatore e il voltmetro elettronico. Il pezzo aggiuntivo più importante per lavorare col colore è il generatore di punti e barre colorati. Occorrono inoltre accessori, come vari adattatori, alimentatori di polarizzazione, sonde rivelatrici e altri aggeggi. Un elemento che non deve essere trascurato è l'opuscolo delle *note di servizio o manuale di servizio* per ogni particolare ricevitore da controllare. Per alcuni lavori è indispensabile la conoscenza delle prescrizioni di allineamento diverse per ogni modello.

Perciò in questo capitolo si danno prima consigli orientativi, poi si illustrano in dettaglio le operazioni di allineamento di un telaio della serie CTC15 della R.C.A. servendosi delle specifiche di allineamento fornite dalla R.C.A. stessa.

Oscilloscopio. — Il requisito fondamentale per le operazioni di allineamento è la sensibilità di deviazione. Un oscillografo a raggi catodici di alto guadagno è necessario per amplificare e riprodurre i

segnali di bassa tensione, che forniscono le curve di risposta dei sintonizzatori VHF e UHF. Generalmente si richiede la sensibilità di 18 millivolt efficaci per pollice. Mentre la larga banda è indispensabile per la ricerca guasti nei ricevitori di TV a colori, non è necessaria per i lavori di allineamento. Quasi tutti i generatori vobulati lavorano con la frequenza di rete (50 Hz in Europa) come frequenza di vobulazione. Ciò significa che i segnali video rivelati e riprodotti dall'oscilloscopio variano in ampiezza alla velocità di 50 volte al secondo. Occorre qui che l'oscillografo faccia passare solo una stretta banda di frequenze da circa 10 a 600 Hz per riprodurre correttamente le curve di risposta.

Una caratteristica molto utile di alcuni oscilloscopi studiati per impiego in TV è di possedere una deviazione interna orizzontale a 50 Hz. Poichè quasi tutti i generatori vobulati usano un segnale modulante sinusoidale a 50 Hz, il segnale di deviazione orizzontale richiesto per l'oscilloscopio è un'onda sinusoidale a 50 Hz e può essere ottenuto direttamente dalla linea della rete di alimentazione. Un controllo di fase è incorporato negli oscillografi provvisti di detta caratteristica, tale da permettere il controllo della fase del segnale fornito alle placche di deviazione orizzontale. Controllando la fase del segnale di deviazione è possibile far iniziare la scansione orizzontale dell'oscilloscopio nello stesso istante che il vobulatore modulato in frequenza inizia il suo ciclo nel generatore vobulato.

Generatore vobulato. — È un generatore di segnali, la cui frequenza di uscita si sposta entro un predeterminato campo di frequenze. Nella maggior parte dei generatori vobulati di servizio, l'azione di esplorazione si ripete 50 volte al secondo. Durante un ciclo il generatore passeggia sopra e sotto attraverso il campo di frequenze prefissato. Generalmente la scansione di ritorno è cancellata disinnescando l'oscillatore per un mezzo periodo. Ciò evita il formarsi di una doppia risposta, e fornisce un riferimento zero orizzontale, o linea di base per la curva di risposta.

Il requisito principale di un generatore vobulato è che la sua tensione di uscita rimanga costante a tutte le frequenze nel campo prescelto. Punte e scavallamenti nell'uscita del generatore alle varie frequenze producono picchi e buchi falsi nella curva di risposta dell'apparecchio in prova. Per impiego nei lavori sui televisori a colori il generatore vobulato deve avere un campo di vobulazione continuamente variabile, o larghezza di vobulazione, da 0 a 12 MHz. Il campo di frequenza dello strumento dovrebbe essere tale che questo campo di

0 ÷ 12 MHz possa essere adattato dalla frequenza 0 per lavori sul video, a circa 50 MHz per l'allineamento FI.

Il generatore vobulato deve essere corredato da un attenuatore di uscita « piatto ». Ciò vuol dire che la tensione di uscita è mantenuta uniforme nel campo di vobulazione per tutte le posizioni dell'attenuatore di uscita. Alcuni generatori vobulati, ad es. il mod. WR-69A della R.C.A., possiedono una o due tensioni di polarizzazione variabili con continuità, eliminando così la necessità di pile separate o di raddrizzatori che forniscano le polarizzazioni necessarie per le prove da eseguire sul ricevitore.

Generatore di marche o marcatore. — È detto anche taratore o calibratore ed è semplicemente un generatore di segnali di precisione. Si usa per disporre marche di riferimento di frequenza o « guizzi » sulle curve di risposta. Lo si usa pure nell'allineamento dell'amplificatore FI video e audio. Nell'allineamento il marcatore fornisce un segnale di entrata all'amplificatore in prova, e si usa un voltmetro elettronico per indicare l'uscita rivelata. Si dispone il generatore di marche alla frequenza prescritta per una particolare bobina (o trappola) e la bobina (o trappola) viene accordata per il massimo (o il minimo) di uscita. Questo tipo di taratura si effettua frequentemente quando si deve fare un lavoro completo di allineamento. La taratura dei massimi è molto utile quando il ricevitore è completamente disallineato. Un generatore marcatore separato è più vantaggioso dei generatori di marche incorporati in certi generatori vobulati. Col generatore di marche separato è possibile fornire a circuiti diversi le entrate vobulata e marcatrice. Per es., quando si allinea l'amplificatore FI è talvolta preferibile applicare l'uscita RF del generatore vobulato ai terminali di antenna ed applicare i segnali del marcatore all'amplificatore FI. Con ciò è possibile marcare la curva di risposta FI alle frequenze della FI indipendentemente dal canale sul quale sono disposti il generatore vobulato e il sintonizzatore. Il principale requisito di un generatore marcatore è la *precisione* in frequenza. I generatori marcatori di classe forniscono frequenze di controllo controllate a quarzo, a regolari intervalli di frequenza entro il campo di frequenze interessato. Il campo dello strumento deve comprendere le frequenze della FI e le frequenze dell'oscillatore locale per tutti i canali VHF (approssimativamente da 30 a 260 MHz). Inoltre il generatore marcatore deve fornire un preciso segnale a 5,5 MHz coi mezzi per modulare in ampiezza questo segnale.

Un'utile caratteristica del generatore di marche è la possibilità

di usarlo come un frequenziometro eterodina. Ciò richiede un rivelatore incorporato, un amplificatore audio e un altoparlante o una cuffia.

Per usare il frequenziometro eterodina, il segnale la cui frequenza deve essere determinata viene applicato a un terminale di entrata sullo strumento.

L'oscillatore variabile del marcatore viene accordato in modo da annullare il battimento, per indicare che l'oscillatore del marcatore ed il segnale incognito hanno la stessa frequenza. La frequenza del segnale incognito si legge allora sul quadrante del marcatore. Il sistema eterodina è estremamente utile per fare la regolazione dell'oscillatore locale nel sintonizzatore.

Tutte queste prerogative sono presentate dal mod. WR-99A della R.C.A.: questo generatore fornisce punti di taratura a cristallo a intervalli di controllo di 10 MHz e di 1 MHz entro il campo di frequenze dello strumento.

Apparecchiatura speciale per il colore. — Qui si fa cenno al generatore di punti e barre colorati, sebbene esso debba essere classificato come apparecchio di laboratorio, piuttosto che come apparecchio di taratura.

Il generatore di barre colorate è usato nell'allineamento del sistema di C.A.F.F. Di esso si tratterà dettagliatamente nel capitolo dedicato agli strumenti di misura per il colore.

Scatola di marche video. — Nelle operazioni di allineamento dei ricevitori di colore è talvolta necessario disporre marche di frequenza nella banda passante video. I generatori di marche non servono a questo scopo. Nel campo video si usa un marcatore ad assorbimento, come ad es. il mod. WR-295B della R.C.A.; esso viene posto in serie col cavo di uscita del generatore vobulato e fornisce marche di frequenza producendo stretti avvallamenti o punti di assorbimento (guizzi negativi) a determinate frequenze fisse nel campo video.

Alimentatori di polarizzazione. — Le sezioni RF e FI del ricevitore vengono allineate con tensioni di polarizzazione fisse; il sistema di C.A.G. viene effettivamente reso inoperativo. L'alimentatore di polarizzazione deve fornire tre tensioni c.c. variabili con continuità.

Il campo di tensione a ciascuna uscita deve essere almeno di 15 V. Questi alimentatori possono essere costruiti dal tecnico partendo da una scatola di componenti. Lo schema di un semplice alimentatore di polarizzazione è dato in fig. 168. Alcuni generatori vobulati, come

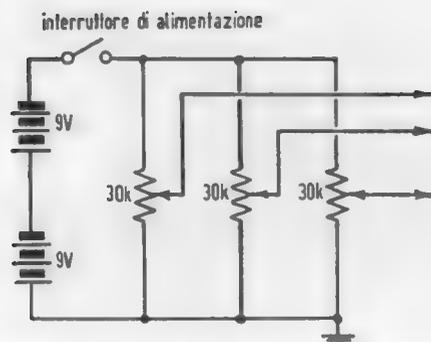


FIG. 168. Un alimentatore di polarizzazione alimentato da pile.

ad es. il mod. WR-69A della R.C.A., forniscono tensioni di polarizzazione variabili.

Modulatore RF. — Il modulatore RF è un componente dell'attrezzatura di prova che normalmente non fa parte dell'apparecchiatura di allineamento dei ricevitori di TV in bianco e nero. Esso è impiegato con un sistema di modulazione vobulata video (VSM = video sweep modulation) usato per controllare le risposte globali RF, FI e video di un ricevitore di colore. Un esempio di modulatore RF usato nel complesso VSM è il mod. WG-304B della R.C.A.

Altri accessori. — Ci sono molti altri accessori da ricordare, come i complementi di linea di adattamento, i rivelatori, i gruppi di carico ecc.

La maggior parte di questi elementi viene messa insieme dal tecnico quando se ne presenta la necessità. I singoli accessori verranno indicati nella descrizione delle operazioni di allineamento, man mano che se ne presenterà l'occasione, nei prossimi paragrafi.

Rassegna delle operazioni fondamentali. — Prima di descrivere le operazioni di allineamento fatte sul ricevitore di colore, rivediamo brevemente alcune considerazioni fondamentali pratiche necessarie per il lavoro di taratura. Come esempio pratico daremo uno sguardo alle connessioni e alle condizioni di controllo delle apparecchiature, che vengono fatte nell'allineamento col vobulatore di un amplificatore FI video. In quanto segue le considerazioni sono svolte con riferimento alla fig. 169.

Collegamento dell'oscilloscopio. — Nell'allineamento col vobulatore di un amplificatore FI video, il segnale applicato all'amplificatore RF (mescolatore) varia fra 40 e 47 MHz. L'oscilloscopio deve essere collegato all'uscita del rivelatore per riprodurre la curva di risposta generale dell'amplificatore FI. In questo caso la tensione di uscita è una tensione continua, la cui ampiezza è determinata dal guadagno dell'amplificatore FI in ogni punto del campo di frequenza sotto esplorazione. Poiché il generatore vobulato copre il campo di vobulazione alla velocità di 50 Hz, il segnale rivelato applicato all'oscilloscopio è un segnale a 50 Hz. Perciò l'oscilloscopio può essere, anzi deve essere, un oscilloscopio a banda stretta.

L'oscilloscopio deve essere collegato alla resistenza di carico del rivelatore come indicato in fig. 169. Evitare la connessione al reoforo di uscita del condensatore di accoppiamento, perché la capacità può introdurre una rotazione di fase nel segnale di bassa frequenza (50 Hz).

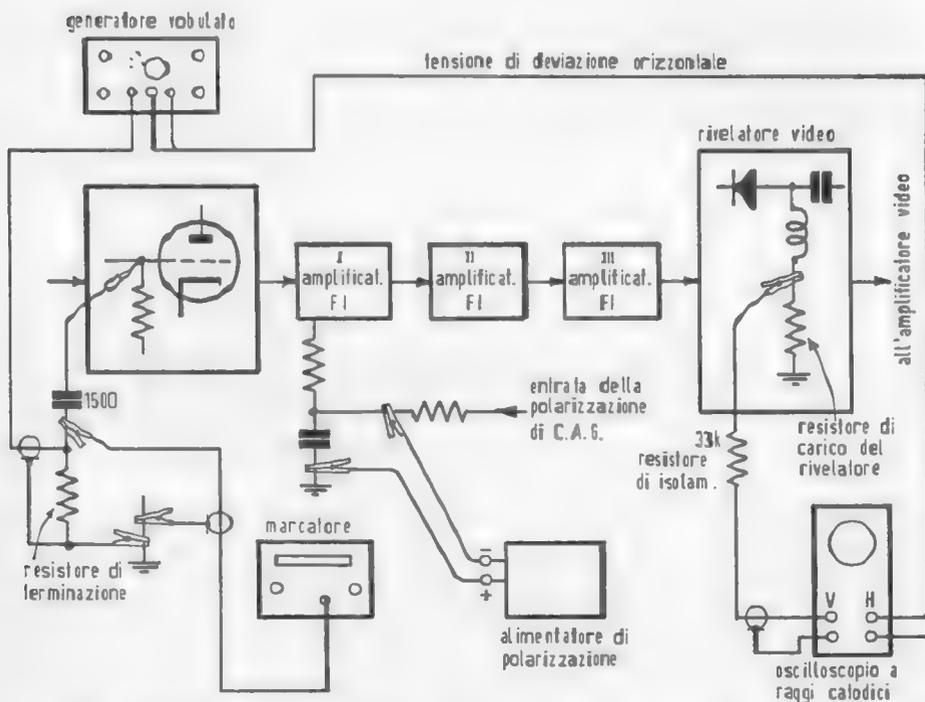


FIG. 169. Collegamenti dell'apparecchiatura per l'allineamento con vobulatore dell'amplificatore FI video.



FIG. 170. a) Aspetto del segnale di marcatura sopra un oscilloscopio a larga banda;
b) aspetto dello stesso segnale sopra un oscilloscopio a banda stretta.

Il collegamento deve essere fatto al lato «freddo» (terminale inferiore in fig. 169) della bobina di compensazione, perchè qui interessano le componenti di bassa frequenza del segnale. Non è opportuno avere segnali di alta frequenza (FI) applicati ai cavetti dell'oscilloscopio, poichè può verificarsi radiazione del segnale FI e provocare non lievi difficoltà. Il resistore di isolamento isola ulteriormente i collegamenti dell'oscilloscopio e costituisce un semplice filtro passabasso con la capacità del cavo dell'oscilloscopio. È utile restringere la larghezza di banda in questo modo, perchè così facendo le marche di frequenza appaiono più strette e più distinte sulla curva di risposta.

Ricordare che il guizzo di marca è sempre dovuto al battimento zero fra la frequenza del marcatore e quella del vobulatore. Col restringimento della larghezza di banda dell'oscillografo, si vedono solamente i segnali del battimento di bassa frequenza, che stanno intorno al punto di battimento zero. Se si usasse un oscillografo a larga banda, gli impulsi di marca potrebbero dilatarsi sopra una notevole parte della curva di risposta come in fig. 170a. In certi casi si mette in parallelo ai terminali dell'oscilloscopio un condensatore di $0,01 \mu\text{F}$ per ridurre la risposta in frequenza; ciò porta ad un guizzo chiaro e stretto di marca, come indica la fig. 170b. La deviazione orizzontale occorrente all'oscilloscopio è il segnale modulante applicato al modulatore MF nel generatore vobulato. È un'onda sinusoidale a 50 Hz. Se l'oscilloscopio non è fornito di deviazione interna a 50 Hz *con controllo di fase*, il segnale di deviazione si ricava dal generatore vobulato. Questo segnale viene applicato ai terminali di entrata orizzontale dell'oscilloscopio. Il commutatore selettore di vobulazione proprio dell'oscilloscopio deve essere portato in posizione di amplificatore, per cui il generatore dell'asse dei tempi interno risulta fuori servizio.

Se l'oscilloscopio è fornito di un segnale di deviazione a 50 Hz di fase variabile, il selettore di vobulazione deve essere semplicemente

disposto in posizione « linea ». Converrà ricordare brevemente le regolazioni di fase.

È consigliabile tarare l'oscillografo quando si deve eseguire l'allineamento, in modo da leggere le tensioni punta-punta. Controllando la tensione di uscita dell'amplificatore in prova, è possibile evitare difficoltà dovute al sovraccarico. Per es., allineando un amplificatore FI, possiamo stare certi che non si sovraccarica l'amplificatore se la tensione punta-punta di uscita è mantenuta sotto 0,5 V all'incirca. I manuali di servizio spesso indicano la tensione di uscita per questa ragione. Il sovraccarico è uno dei più comuni errori che fanno i tecnici poco esperti durante le operazioni di allineamento. Vedremo in seguito altri modi per evitare il sovraccarico.

Polarizzazione. — Consultare le note di servizio per le indicazioni delle giuste connessioni e dei valori raccomandati delle polarizzazioni. Le tensioni di polarizzazione vengono generalmente applicate ai circuiti di disaccoppiamento relativi alla polarizzazione di C.A.G. agli stadi controllati come in fig. 169. Spesso, quando si effettua l'allineamento dell'amplificatore FI, l'amplificatore RF viene portato all'interdizione. Ciò impedisce ai segnali in antenna di interferire col lavoro di taratura.

Collegamento del generatore vobulato. — Nella connessione del generatore vobulato all'amplificatore si devono considerare molti fattori.

Anzitutto il cavo del generatore vobulato deve terminare con la corretta impedenza; altrimenti il cavo introduce effetti reattivi per conto suo e rende priva di significato la curva di risposta. In secondo luogo, l'impedenza di uscita del generatore vobulato non deve portare confusione nei particolari dei circuiti accordati, che generano la curva di risposta che si desidera osservare. Per es., non si può collegare il generatore vobulato alla griglia del 1° stadio amplificatore FI in figura 169; se così si facesse, la resistenza di terminazione del cavo del generatore vobulato cortocircuiterebbe il circuito accordato in griglia di quello stadio. Poichè il circuito di accoppiamento fra il mescolatore e il 1° stadio amplificatore FI forma parte integrante dell'amplificatore FI complessivo, il generatore vobulato deve essere collegato ad un punto prima del mescolatore. Nella maggior parte dei casi il collegamento viene fatto direttamente alla griglia del mescolatore. Si usa un condensatore di blocco in serie col cavo del vobulatore, in modo che la resistenza di terminazione non alteri la polarizzazione applicata

allo stadio mescolatore. Alcuni punti di prova sul mescolatore (non sempre) si usano per l'iniezione dei segnali di allineamento. Generalmente questi punti sonda servono per la misura della tensione di iniezione ed hanno una resistenza in serie di isolamento e non servono come punti ai quali convenga collegare il generatore vobulato.

Le note di servizio generalmente indicano quali sono i punti migliori per collegare il generatore vobulato.

Quando si predispongono i controlli del generatore vobulato, conviene cominciare con l'attenuatore di uscita disposto per la minima uscita. Regolare il controllo di frequenza per disporre la frequenza di centro nel campo desiderato. Disporre il controllo di ampiezza della vobulazione in modo da coprire il campo desiderato di frequenze. Per es., per vobulare l'amplificatore FI, disporre il controllo principale di frequenza, o i controlli, ad una frequenza centrale di 44 MHz e il controllo di larghezza di vobulazione per esplorare un campo di circa 7 MHz. Il generatore allora fornisce un'uscita di $44 \pm 3,5$ MHz ossia da 40,5 a 47,5 MHz.

Ruotare la manopola dell'attenuatore di uscita sul generatore vobulato fino a ottenere una curva di risposta. Se l'oscilloscopio non è stato tarato, disporlo per il massimo guadagno verticale. Le regolazioni di fase devono essere fatte a questo punto.

Regolazione della fase. — Il controllo di fase regola la fase del segnale di deviazione orizzontale nell'oscilloscopio, in modo che la vobulazione di frequenza e la scansione orizzontale comincino nello stesso istante. Per fare questa regolazione il commutatore di cancellazione deve essere portato in posizione di non cancellazione (*blanking-off*).

Si possono vedere due curve di risposta, una corrispondente alla vobulazione di frequenza sulla banda, l'altra corrispondente alla vobulazione sotto la banda; come in fig. 171*a*. Il regolatore di fase sull'unità, che fornisce il segnale di deviazione, deve ora essere disposto in modo da sovrapporre le due curve di risposta, come indicato in fig. 171*b*. Quando si sia fatta questa regolazione, l'inizio e la fine della vobulazione di frequenza coincidono rispettivamente con l'inizio e la fine della scansione orizzontale sull'oscilloscopio.

Il commutatore di cancellazione sul generatore vobulato viene ora portato in posizione di cancellazione (*blanking-on*). Ciò comporta che l'oscillatore di vobulazione venga escluso durante un semiciclo del segnale modulante a 50 Hz. Perciò non c'è uscita dal generatore

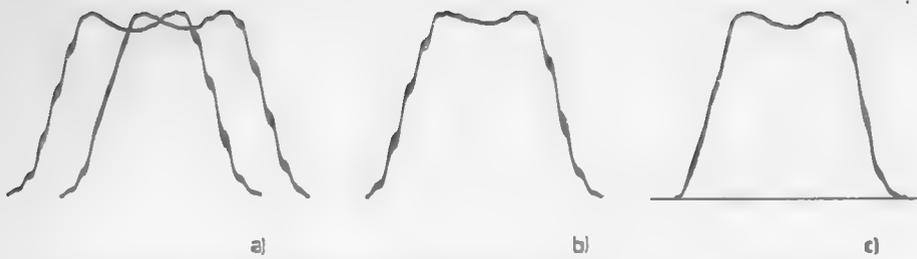


FIG. 171. Regolazioni della fase: a) regolazione errata della fase; cancellazione esclusa — b) regolazione corretta della fase; cancellazione esclusa — c) cancellazione attiva.

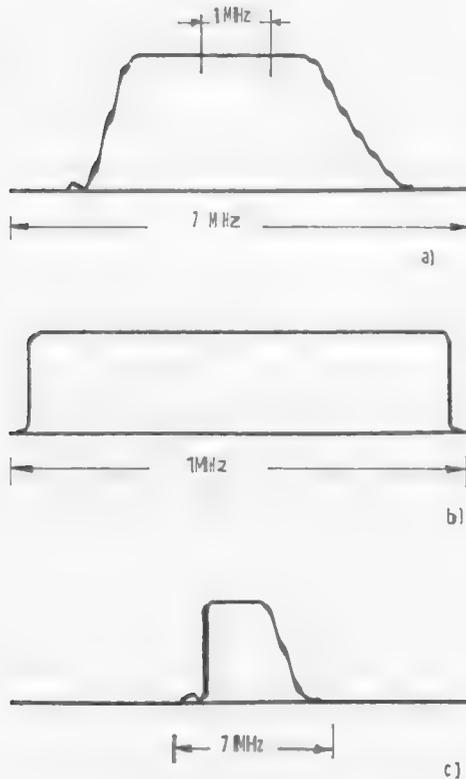


FIG. 172. Regolazione del controllo di larghezza della modulazione: a) larghezza di modulazione corretta per la curva di risposta — b) larghezza di modulazione troppo stretta — c) larghezza di modulazione troppo ampia.

vobulato durante questo intervallo, la vobulazione di frequenza di ritorno viene soppressa, e viene riprodotta una sola curva di risposta. La traccia di ritorno, che si verifica durante il tempo in cui l'oscillatore vobulatore è interdetto, fornisce una linea di base zero per la curva di risposta, come indicato in fig. 171c.

Controllo della larghezza della vobulazione. — Una causa frequente di falsa curva di risposta è dovuta a errata regolazione del controllo della larghezza di vobulazione. Bisogna imparare a riconoscere i sintomi che si manifestano in seguito a cattiva regolazione del controllo di ampiezza della vobulazione. Si ricordi che il segnale di deviazione orizzontale fornito dall'oscilloscopio non è influenzato dal controllo di larghezza di esplorazione; quest'ultimo controlla solo la larghezza della banda di frequenze che è sotto esplorazione. Si consideri la curva di risposta di fig. 172a; in questo caso la larghezza della vobulazione è sufficiente ad esplorare l'intera banda passante FI. Se si riduce a 1 MHz la larghezza di vobulazione, verrà vobulata solo una piccola porzione della banda passante vicino alla frequenza di centro del generatore. Poichè la curva di risposta è piatta in questa regione, la tensione di uscita raddrizzata si mantiene costante. La curva di risposta appare come in fig. 172b. Se si regola la larghezza di vobulazione per coprire una larghezza di banda più vasta del necessario, l'intera curva di risposta occupa solo una frazione della scansione orizzontale, come si vede in fig. 172c.

Controllo del sovraccarico. — Per assicurarsi che la curva di risposta non sia distorta a motivo del sovraccarico di qualche stadio dell'amplificatore FI, si devono fare le seguenti verifiche. Disporre il guadagno dell'oscilloscopio (amplificatore verticale) al massimo. Disporre l'attenuatore del generatore vobulato per dare la minima uscita. Poi, aumentare lentamente l'uscita del generatore vobulato fino ad ottenere una curva di risposta. Continuare ad aumentare lentamente l'uscita finchè la curva cambia forma; essa può tendere a quadrare in alto. Ciò indica sovraccarico. Notare l'ampiezza verticale della curva all'istante in cui si può constatare il primo segno di sovraccarico. Ridurre l'uscita del generatore finché la curva risulti di altezza pari almeno a metà dell'altezza per cui si era constatato il sovraccarico, e lavorare mantenendo questo livello. N.B.: un eccessivo disturbo (effetto « erba ») o serpeggiamento della linea di base, che è imputabile ad eccessiva captazione di rumore di fondo, può essere segno di guadagno troppo

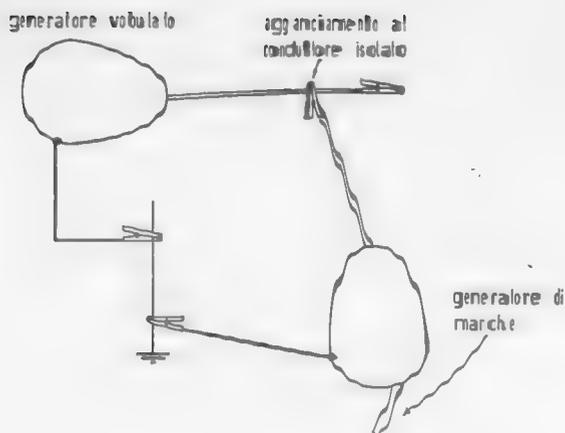


FIG. 173. Modo di accoppiare il generatore di marche al circuito.

spinto dell'oscilloscopio. Ridurre il guadagno dell'oscilloscopio e ripetere la regolazione dell'attenuatore del generatore vobulato discussa qui sopra.

Disposizione del marcatore di frequenza. — Le marche di frequenza vengono inserite nella curva di risposta accoppiando il generatore marcatore all'amplificatore in prova. L'accoppiamento deve essere il più lasco possibile per evitare la dissintonia dei circuiti FI e la distorsione della curva di risposta. Per evitare inconvenienti, disporre il generatore vobulato e l'oscilloscopio per generare la curva di risposta prima di accoppiare il generatore marcatore al complesso di misura. In questo modo si può vedere se l'accoppiamento del marcatore altera la forma della curva. Se ciò avviene, significa che bisogna trovare un altro accoppiamento.

In certi casi i generatori vobulato e marcatore possono essere accoppiati ad un punto comune del circuito. In questi casi si può trovare il giusto accoppiamento ancorando il conduttore « caldo » del cavo del generatore di marche intorno alla parte isolata del conduttore caldo o di quello di massa del generatore vobulato, come indicato in fig. 173.

Quando si rileva la curva di risposta complessiva dell'insieme sintonizzatore-FI, il generatore vobulato viene connesso ai terminali di antenna, ma il generatore marcatore dà ancora le marche all'amplificatore FI. Per assicurarsi che l'accoppiamento sia lasco, il conduttore

caldo del generatore di marche può venire collegato a un piedino a massa dello zoccolo del tubo del 1° stadio amplificatore FI, o al corpo isolato di una resistenza di griglia o a una paglietta di massa vicina al 1° stadio FI. Sono necessari alcuni tentativi per reperire un punto che fornisca un grigio di marca visibile, ma che non provochi alterazione della curva di risposta.

Sonde demodulatrici. — Talvolta è necessario controllare o regolare l'allineamento col vobulatore di uno o due stadi a sè stanti. Per es., talvolta occorre regolare col vobulatore il circuito di accoppiamento fra il mescolatore e il 1° stadio FI video. Per fare ciò, il rivelatore deve essere riportato al 1° stadio FI. Una sonda di demodolazione è un tipo di rivelatore portatile, che permette di inserire il rivelatore dove si desidera. Se si desidera controllare il circuito di accoppiamento fra il mescolatore e il 1° stadio FI, si deve connettere il generatore vobulato alla griglia del mescolatore (agli stessi terminali di entrata che si usano quando si analizza l'intero amplificatore FI). Per evitare di caricare il circuito di accoppiamento con la sonda rivelatrice, il rivelatore viene posto nel circuito di placca del 1° stadio, come indica la fig. 174.

Un resistore di basso valore ($180 \div 300 \Omega$) si deriva sul circuito accordato nella placca del 1° stadio amplificatore. L'effetto di carico

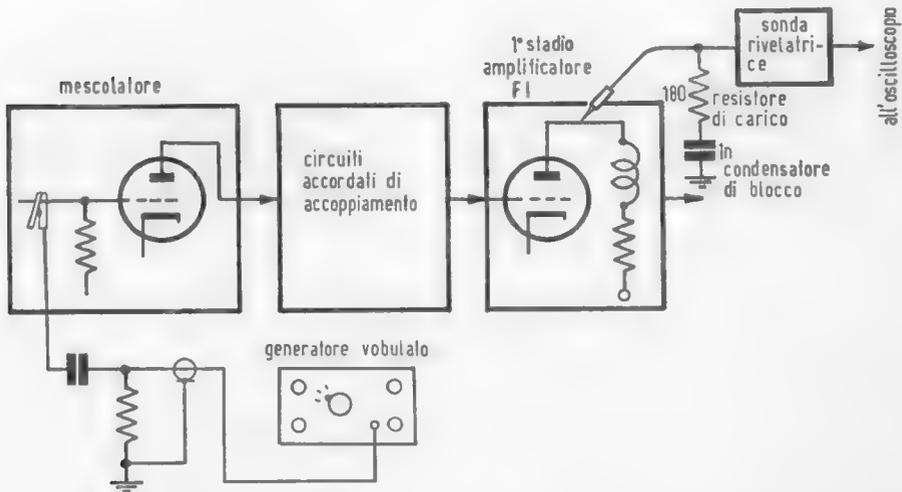


FIG. 174. Uso dei resistori di carico e dei rivelatori per controllare la risposta del circuito di accoppiamento fra il mescolatore e il 1° stadio FI.

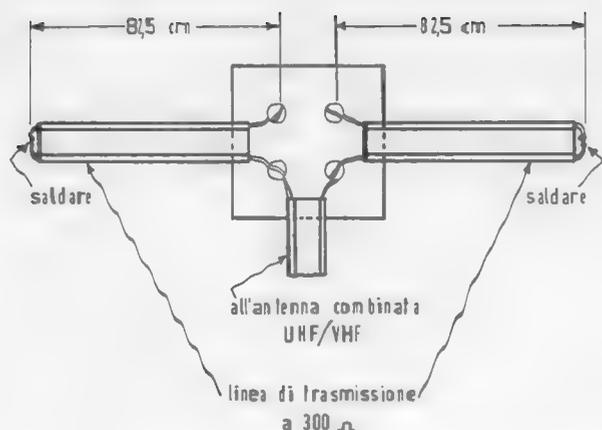


Fig. 175. Adattatore di antenna combinata UHF/VHF.

della bassa resistenza annulla la selettività del circuito anodico accordato e rende il 1° stadio FI analogo ad uno stadio amplificatore separatore a larga banda. Il circuito anodico del 2° stadio FI può venire caricato in modo analogo per evitare effetti di reazione. Questo sistema viene usato nell'allineamento di vecchi modelli di ricevitori. Attualmente si usano speciali scatole di carico consistenti in un rivelatore e in resistori di carico.

Interdizione dei circuiti di deviazione orizzontale. — Il complesso di deviazione orizzontale spesso interferisce con le operazioni di allineamento col volubatore, poichè forti impulsi di ritorno pervengono all'oscilloscopio ed ai circuiti in prova. Ne risulta un gruppo di guizzi strettamente affiancati, che si propagano sulla curva di risposta. Queste irregolarità rendono difficile l'osservazione della curva di risposta e possono mascherare gli impulsi delle marche. Per questa ragione i tecnici praticano l'interdizione del sistema di deviazione orizzontale. Il modo più comune per fare ciò è di togliere il tubo finale di riga, o di aprirne il circuito di catodo. L'aver bloccato il tubo di uscita orizzontale elimina gran parte del carico totale dell'alimentatore (200 mA o giù di lì) e quindi tutte le tensioni di alimentazione divengono anormalmente alte.

Per evitare ciò, si inserisce una resistenza di carico fittizio al posto dello stadio di uscita orizzontale. Il resistore è di 2.000 Ω , 100 W.

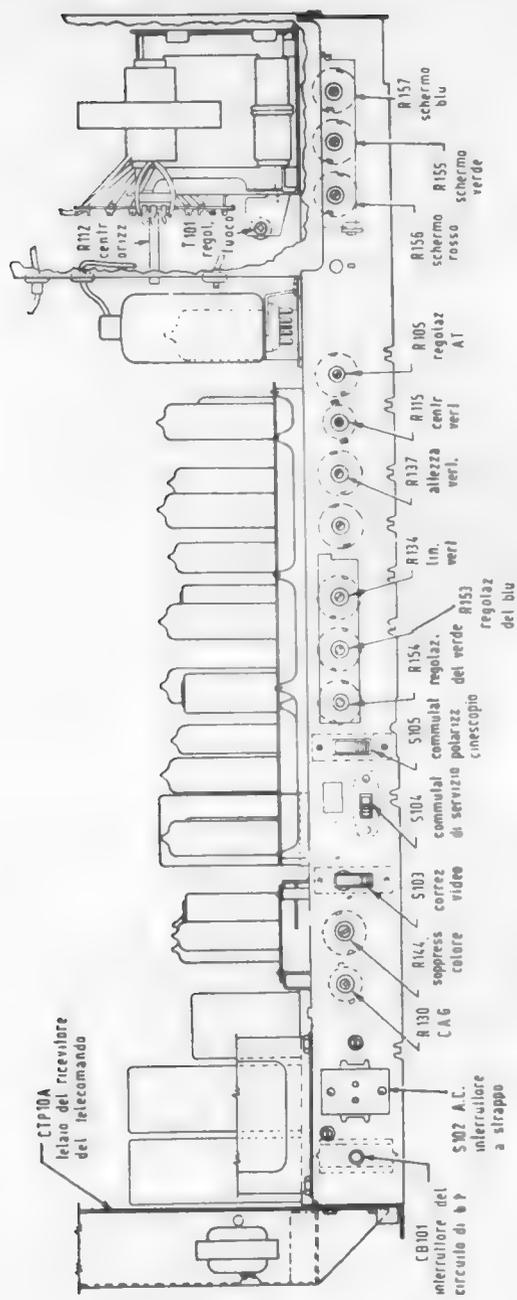


FIG. 176. Regolazioni disposte sul lato posteriore del telaio.

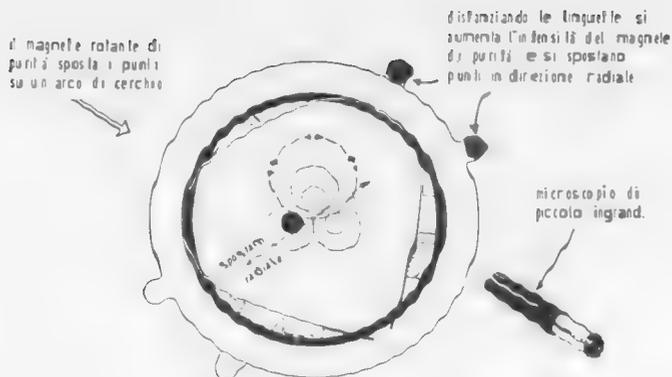


FIG. 177. Regolazioni del posizionamento centrale.

Esempio di specifiche di taratura di un ricevitore di TV a colori (NTSC-Italia)

Riportiamo qui le istruzioni per l'allineamento, la taratura e la messa a punto del ricevitore di TV a colori, della serie CTC15, preparato dalla R.C.A. inglese per il sistema NTSC adattato allo standard italiano a 625 righe.

(Per cortesia della R.C.A. Great Britain Ltd—Simbury-on-Thames, Middlesex).

Standard

N. righe di immagine	625
Frequenza di riga	15625 Hz
Frequenza di trama	50 Hz
Distanza fra le portanti video e audio	5,5 MHz
Subportante di colore	4,4296875 MHz
Deviazione della frequenza portante audio	± 50 kHz
Preaccentuazione del suono	50 μ sec
Larghezza del canale	8 e 9 MHz

Caratteristiche

Entrata ai morsetti di antenna	300 Ω bilanciati (o cavo coassiale 75 Ω)
FI video	45,75 MHz
Subportante di colore FI	41,32 MHz

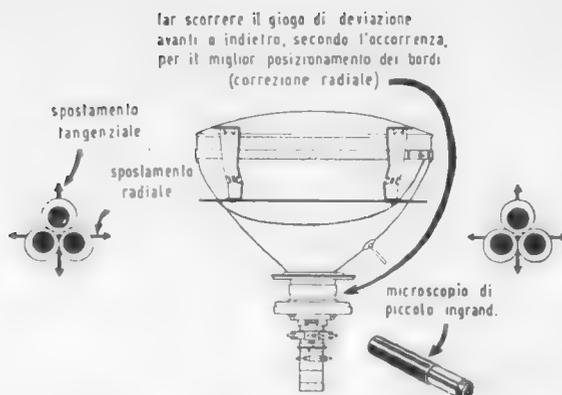


FIG. 178. Regolazioni del posizionamento ai bordi.

FI audio (1)	40,25 MHz
FI audio (2)	5,5 MHz
Regolazione della reiezione del suono (suono + 8 MHz)	48,25 MHz
Convergenza e deviazione	magnetiche
Focalizzazione	elettrostatica
Alimentazione	200 ÷ 250 V; 50 Hz; 330 W (ca.)

Canali

Banda I canale B portante video 62,25 MHz – portante audio 67,75 MHz

Banda III canale G portante video 201,25 MHz – portante audio
206,75 MHz

Banda IV tutti i canali

N.B. – posizione n. 3 = canale B; posizione n. 11 = canale G (o ca-
nale secondo specificazione).

Regolazioni di servizio tecnico

Connessioni delle antenne esterne. — Disponendo di una sola antenna UHF e VHF, o di entrambe, connettere la linea (o le linee) di trasmissione ai corrispondenti terminali di antenna posti dietro al ricevitore.

Se si dispone di un'antenna UHF-VHF con un unico cavo di discesa è necessaria una sezione di adattamento come in fig. 175 (o la sua equivalente a 75 Ω).

Installazione di nuovi ricevitori di TV a colori. — Regolare il ricevitore per un'immagine in bianco e nero. Controllare la regolazione dell'oscillatore orizzontale, il fuoco, l'altezza, la linearità verticale, la larghezza ed il centraggio elettrico. Osservare l'immagine e controllare che vi sia una buona riproduzione sull'intera superficie dello schermo. Non vi deve essere alcuna ombreggiatura disturbante del colore; se vi sono ombre evidenti, smagnetizzare l'apparecchio.

Raramente occorre eseguire l'intero processo di taratura quando si installa un nuovo ricevitore a colori. Nella maggioranza dei casi il tecnico deve solo smagnetizzare la superficie del tubo di immagine e ritoccare la convergenza statica.

I ricevitori di TV a colori emessi dalla fabbrica sono regolati da esperti specializzati nella messa a punto dei ricevitori di colore. Non c'è motivo che la temperatura del tubo tricromico e anche la convergenza dinamica si spostino durante l'installazione. Poichè un ricevitore, o parte di esso, può magnetizzarsi durante il trasporto da un luogo all'altro, occorre smagnetizzare la superficie anteriore del cinescopio, una volta che il ricevitore sia stato collocato nella sua posizione finale di funzionamento. Per usare la bobina smagnetizzante si deve muoverla lentamente intorno alla faccia anteriore del tubo e intorno ai fianchi e alla parte anteriore del ricevitore; poi ritirare lentamente la bobina fino alla distanza di almeno 2 metri dal ricevitore, prima di staccare la tensione c.a. di alimentazione.

Regolazione del sincronismo orizzontale. — Se vi è difficoltà ad ottenere il sincronismo orizzontale entro il campo del controllo di sincronismo orizzontale ($R_{1,11}$), controllare la regolazione della bobina orizzontale L_{501B} (circuito CTC15).

Protezione del circuito di bassa tensione. — Un sistema di ripristino dell'interruttore del circuito è contenuto nell'alimentatore di bassa tensione. L'interruttore in oggetto è montato sul lato posteriore del telaio (v. fig. 176). Per rimettere a posto l'interruttore, quando sia scattato, premere il pulsante rosso a fondo in dentro e poi abbandonarlo. L'interruttore si sistema quando il pulsante raggiunge la posizione esterna.

Regolazione della centratura. — Il centraggio si ottiene regolando i due controlli di centratura elettrica collocati posteriormente al telaio (v. fig. 176). N.B. Il centraggio influenza la convergenza.

Regolare il controllo di centratura verticale e il controllo di cen-

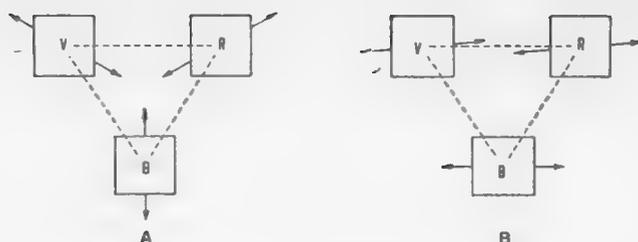


FIG. 179. Figure dello spostamento dei punti colorati.

tratura orizzontale per centrare l'immagine entro la maschera del cine-scopio. Se l'immagine non copre completamente l'area della maschera del tubo tricromico, regolare il posizionatore fino ad ottenere una distribuzione uniforme dell'area mascherata in alto, in basso e in ciascun lato, e controllare la tensione di linea di ingresso.

Regolazioni dell'altezza e della linearità verticale. — Regolare il controllo di altezza (R_{137}) e il controllo di linearità verticale (R_{134}) finché l'immagine o la figura di prova sia disposta simmetricamente dall'alto al basso. Eseguire la regolazione finale per riempire esattamente la maschera sia in alto, sia in basso. Ricontrollare i centraggi orizzontale e verticale per la correzione della posizione dell'immagine rispetto alla maschera.

Focalizzazione. — Regolare il «FUOCO» (T_{101}) posteriormente alla scatola dell'alta tensione, per la massima definizione generale dei dettagli dell'immagine.

Regolazione del C.A.G. — Ruotare il controllo del C.A.G. in senso orario finché l'immagine cominci a piegarsi o a distorcere in vari modi, poi ritardare il controllo leggermente sotto il punto in cui si elimina la distorsione. Cambiare i canali e controllare il funzionamento del C.A.G. su una trasmittente locale forte. Ritardare il controllo del C.A.G. di nuovo, se l'immagine non riappare immediatamente quando si cambiano i canali. Per una regolazione precisa del C.A.G., collegare la sonda dell'oscillografo all'uscita del rivelatore video (punto di analisi TP_{301} sul PW300) e regolare fino a ottenere 3 V picco-picco, quando si sintonizza sopra una emittente locale forte. Vedi fig. 201 per la posizione del TP_{301} .

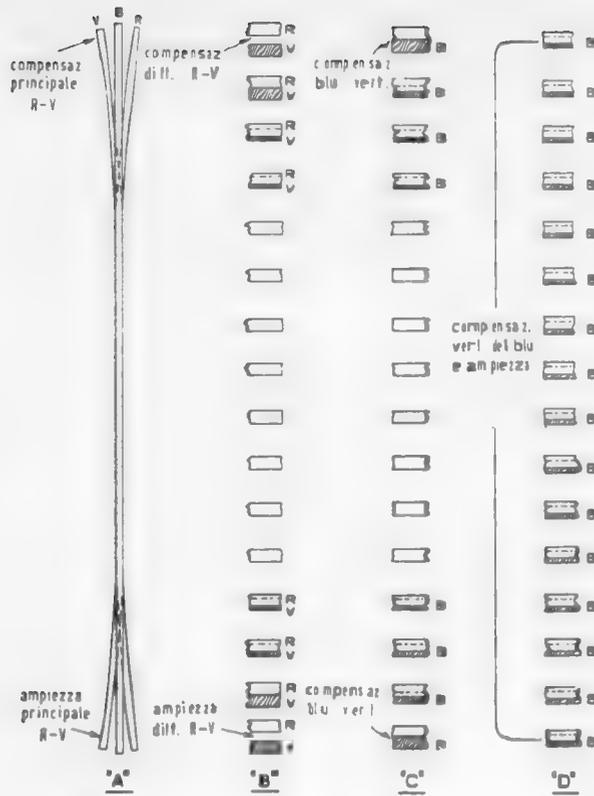


FIG. 180. Figure di convergenza verticale.

Regolazioni della larghezza e dell'efficienza orizzontale. — La regolazione della bobina di efficienza orizzontale influenza il funzionamento della sezione di alta tensione del ricevitore e deve essere fatta solo seguendo il procedimento indicato al paragrafo «Allineamento della deviazione orizzontale» (fig. 192).

Se l'immagine non riempie la maschera orizzontalmente, controllare se la tensione della rete di alimentazione è giusta.

Controllo delle regolazioni dell'oscillatore RF in VHF. — Sintonizzare su tutte le stazioni disponibili e constatare che l'oscillatore RF del ricevitore sia regolato alla giusta frequenza su tutti i canali. Tutti i modelli R.C.A. contengono un mezzo per ottenere la sintonia fine regolabile sia manualmente, sia con telecomando.

Regolazioni della smagnetizzazione e della purezza. — N.B. La degaussizzazione o smagnetizzazione della superficie di un tubo d'immagine è un'operazione importante nella messa a punto strumentale di un ricevitore di TV a colori e nella successiva manutenzione. La necessità di una nuova smagnetizzazione verrà segnalata occasionalmente durante le trasmissioni in colore, nel momento in cui le immagini risultano alterate nelle tinte in una particolare regione dello schermo del tubo di immagine. A causa delle possibili perdite di purezza durante gli spostamenti dell'apparecchio, il mobile deve essere collocato nella sua posizione finale prima di effettuare la smagnetizzazione. Le regolazioni della purezza risultano più precise osservando un solo colore (preferibilmente il rosso). Per ottenere ciò, bisogna collegare a massa le uscite verde (PW700, terminale Z) e blu (PW700, terminale Y) mediante un cavallotto. A questo scopo sul pannello PW700 sono montati i resistori di isolamento R_{754} e R_{755} . Svincolare il morsetto del giogo e far scorrere il giogo all'indietro verso il complesso dei magnetini di convergenza. Muovere il magnete anulare di purezza intorno al collo del tubo tricromatico e/o spostare i singoli terminali degli anelli come indicato in fig. 177 e regolare fino ad ottenere una zona uniformemente rossa in vicinanza del centro dello schermo. La fig. 177 mostra le regolazioni da fare e l'effetto ottenuto sulla forma della traccia del fascio. Spostare il giogo in avanti osservando l'intero schermo e posizionare il giogo per il miglior rosso generale dello schermo. Riferirsi alle « regolazioni di posizionamento ai bordi » di fig. 178 e alle « regolazioni di posizionamento centrale » di fig. 177, usando un microscopio di piccolo potere di ingrandimento, se si desidera, per la regolazione ottima della positura del fascio. Togliere i ponticelli a massa del blu e del verde e osservare tutti e tre i colori. Gli aggiustaggi della smagnetizzazione e della purezza devono essere fatti durante i normali 5 minuti del periodo di riscaldamento. I risultati più soddisfacenti si ottengono collocando l'apparecchio dove dovrà funzionare, prima di fare le regolazioni della smagnetizzazione e della purezza.

Regolazioni della temperatura del colore. — Predisporre i seguenti comandi: i regolatori di luminosità e contrasto circa a metà corsa; i regolatori blu, rosso e verde girati completamente in senso antiorario; il commutatore « Normale-Servizio » (S_{104}) in posizione « Servizio » e il commutatore a 3 posizioni della polarizzazione del cinescopio in posizione più alta (polarizzazione massima). Avanzare i controlli di schermo in modo che ciascun controllo produca con precisione (co-

minci a produrre) una linea sullo schermo di visione. Per facilitare questa osservazione, si deve spostare leggermente il magnete laterale in modo da vedere individualmente ogni linea. (N.B. Se uno o più controlli non riescono a produrre una linea, portare il commutatore di polarizzazione nella posizione centrale o, se possibile, all'ultima posizione (la più bassa) e ricominciare di nuovo le operazioni).

Riportare il commutatore « Normale-Servizio » in posizione « Normale » e regolare i controlli video del blu e del verde per un reti-

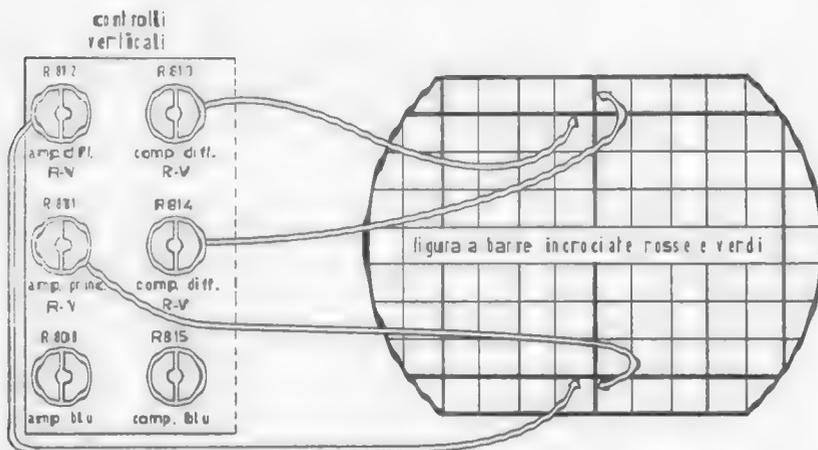


FIG. 181. Uso dei regolatori principali e differenziali verticali.

colo grigio (9300° Kelvin). Controllare l'immagine ai livelli alto e basso di luminosità, regolando i controlli di pilotaggio video, se necessario, per mantenere il reticolo grigio entro tutto il campo di variabilità utile di luminosità. In alternativa, il procedimento può essere un poco modificato come segue: dopo che si è fatto avanzare ciascun controllo di schermo fino a produrre una linea, lo stesso controllo può essere riportato indietro fino al punto di estinzione della linea. È necessario eccitare i fosfori rosso, blu e verde egualmente con la regolazione dei corrispondenti controlli di schermo; i due metodi, che danno il risultato desiderato, sono entrambi accettabili.

Regolazione generale della convergenza. — Regolare il ricevitore per un'immagine bianco-nera. Il ricevitore deve essere collocato nel luogo e nella posizione nelle quali dovrà funzionare. Smagnetizzare e regolare

la purezza se necessario. Controllare l'oscillatore orizzontale e le regolazioni convenzionali di altezza, linearità verticale, fuoco e centraggio elettrico. Eseguire regolazioni, quando occorre, per evitare inter-azione con la convergenza.

Si deve collegare al ricevitore un generatore di segnali a punti per formare una figura punteggiata sul cinescopio e fare le regolazioni della convergenza. Coi generatori richiedenti sincronizzazione esterna verticale e orizzontale, collegare il « conduttore orizzontale »

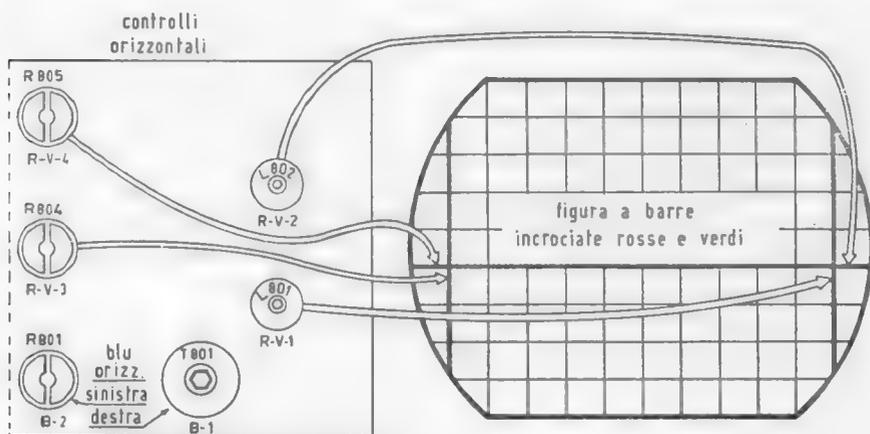


FIG. 182. Uso dei regolatori di convergenza orizzontali R/V.

sul generatore di punti alla calza isolante del conduttore rosso del giogo di deviazione. Collegare il « conduttore verticale » sul generatore di punti al terminale « D » del PW800, sul pannello della convergenza. Con generatori aventi sincronizzazione interna, queste connessioni non sono da fare. Collegare il conduttore di massa al telaio del ricevitore e l'« uscita video » al terminale « GG » del PW700 (gruppo del pannello di cromaticità, v. fig. 199, in fondo al volume). *Attenzione:* il terminale « GG » del PW700 è al potenziale del B+. Disporre il ricevitore per ricevere un segnale da un certo canale, e ruotare il controllo di contrasto al massimo in senso antiorario. Ciò fornisce la sincronizzazione per i circuiti di deviazione del ricevitore. Dopo aver fatto la regolazione della convergenza, commutare momentaneamente il generatore dei punti in posizione « riserva » per assicurarsi che il segnale trasmesso sia in sincronismo.

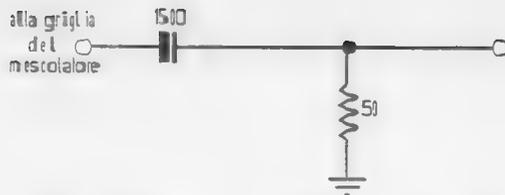


FIG. 183. Adattatore per la griglia del mescolatore.

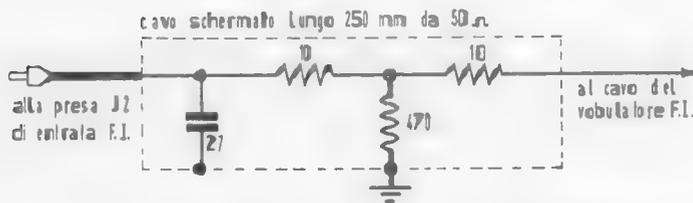


FIG. 184. Testina di entrata FI del selettore di canali.

N.B. I generatori di punti, che forniscono un segnale RF all'uscita possono essere collegati ai terminali di antenna del ricevitore. Mettere a fuoco il ricevitore e girare il controllo di luminosità non più di quanto sia necessario per ottenere un'immagine chiara di punti.

Regolare i magneti rosso, verde e blu e il magnete laterale per conseguire la convergenza dei punti al centro dello schermo del cinescopio. La direzione dello spostamento dei punti, quando si regolano i magneti, è indicata in fig. 179a. Il movimento laterale dei punti si ottiene agendo sul magnete laterale (v. fig. 179b). Il moto del rosso e del verde ha senso opposto a quello del blu, e i punti si spostano come in fig. 179b. Si possono invertire i magneti per ottenere un campo più vasto di regolazione.

Regolazione della convergenza verticale. — N.B. Il generatore di punti e barre incrociate rimane collegato all'entrata video o RF come disposto al paragrafo « Procedimento di convergenza generale ». Le regolazioni verticali della convergenza devono essere fatte prima delle regolazioni orizzontali della convergenza. Quando si effettuano le regolazioni generali, o quelle dinamiche, verticali ed orizzontali di convergenza, è necessaria la presenza di un segnale radiotrasmesso, che dia gli impulsi di sincronismo.

Convergenza verticale. — Il segnale teletrasceso deve essere applicato al ricevitore con un accoppiamento lasco del segnale di entrata stesso ai terminali di antenna, in modo che esso non sovrasti la figura dovuta al generatore di punti e grate. Durante il processo di allineamento il generatore deve essere disposto in posizione « riserva » momentaneamente per verificare che il segnale teletrasceso sia sempre in sincronismo.

Disporre il generatore in posizione « barre verticali » (o in « figura a griglie », se si desidera). Mettere a massa la griglia blu del cinescopio attraverso la resistenza di 0,1 M Ω (terminale X del PW700 - v. fig. 199). Il pannello del gruppo di convergenza è fatto in modo da consentire le regolazioni dalla parte anteriore del ricevitore.

Con riferimento alla barra verticale al centro dello schermo, regolare il controllo di ampiezza principale $R - V$ (rosso e verde) verticale per far convergere la barra centrale in basso, v. fig. 180a e fig. 181. Regolare il controllo principale di compensazione verticale $R - V$ per far convergere la barra centrale nellapartealta dello schermo. Ritoccare i 2 regolatori per la miglior convergenza lungo l'intera barra centrale verticale. Disporre il generatore a barre orizzontali (se non si usano le barre incrociate). Con riferimento alla zona centrale dello schermo far convergere la barra orizzontale in basso sullo schermo col controllo di ampiezza differenziale $R - V$ verticale. Regolare il controllo di compensazione differenziale ($R - V$) per far convergere al centro dello schermo la barra orizzontale in alto, v. fig. 180b e fig. 181. Ritoccare entrambi i regolatori per la miglior convergenza di tutte le barre alla linea centrale verticale dello schermo. Disporre il generatore

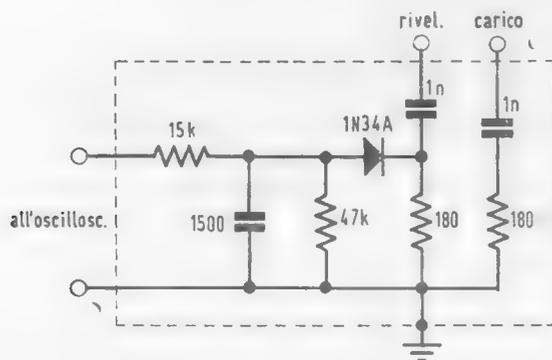


FIG. 185. Gruppo di prova FI.

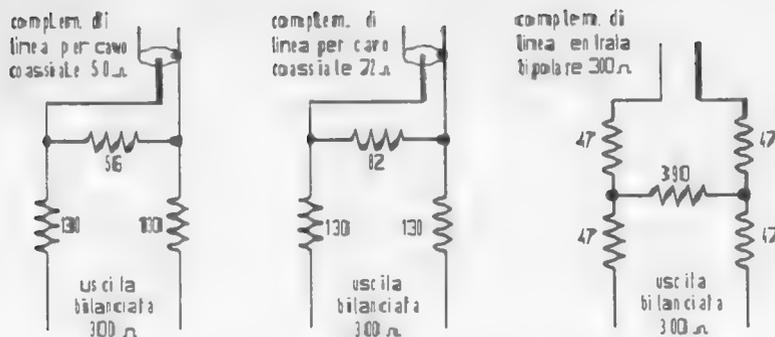


FIG. 186. Attenuatori fissi di modulazione.

a punti o grate e ottenere la convergenza nell'area centrale dello schermo coi magneti di convergenza posti sul collo del tubo d'immagine. Riportare il generatore in posizione di barre orizzontali; togliere il cavallotto dalla griglia blu del cinescopio. Ruotare in avanti il controllo di ampiezza blu verticale per provocare spostamento delle barre in alto e in basso dello schermo verso la linea centrale. Regolare il controllo di compensazione blu verticale per provocare un eguale spostamento delle barre sia in alto, sia in basso dello schermo verso la linea centrale, v. fig. 180c. Regolare i controlli di ampiezza e di compensazione blu verticali fino a produrre eguali spostamenti di tutte le barre dall'alto al basso dello schermo lungo la linea centrale, v. fig. 180d. Disporre il generatore a barre incrociate e ottenere nuovamente la convergenza al centro dello schermo. Ritoccare i regolatori di compensazione e di ampiezza blu verticali per la miglior convergenza lungo la verticale centrale dello schermo.

Regolazioni della convergenza orizzontale. — Regolare il generatore per la produzione di figure a barre incrociate. Ricontrollare la bontà della convergenza al centro e regolare di nuovo i magneti di convergenza centrale, se necessario (v. fig. 182).

Regolare la bobina B - 1 per rendere retta la linea blu dal centro a destra del tubo.

Regolare il controllo B - 2 fino a ottenere una linea blu retta dal centro al lato sinistro del cinescopio.

N.B. Per facilitare la regolazione della convergenza orizzontale del rosso e del verde, si raccomanda che la griglia blu del tubo tricolore sia cortocircuitata (terminale Y sul PW700, a massa).

Regolare la bobina *RV*-1 per far convergere le linee al lato destro. Regolare la bobina *RV*-2 per far convergere le linee rosse e verdi al lato destro. Regolare di nuovo la bobina *B*-1 (dopo aver eliminato il corto circuito del blu) per far sovrapporre al punto centrale a destra la linea blu alle linee rosse e verdi ivi convergenti. Ritoccare *RV*-1 per la convergenza delle linee verticali al lato destro.

Rimettere il corto circuito sul blu e regolare il controllo *RV*-3 per far convergere le linee verticali al lato sinistro.

Regolare il controllo *RV*-4 per far convergere le linee rosse e verdi orizzontali al lato sinistro del cinescopio.

Dopo aver regolato *RV*-4 ripetere la regolazione di *RV*-3 per compensare eventuali interazioni. Regolare di nuovo il controllo *B*-2 (dopo aver eliminato il corto circuito del blu) per far sovrapporre la linea blu al punto centrale a sinistra alle linee rossa e verde ivi convergenti. L'immagine deve ora presentare una buona convergenza in tutte le zone dello schermo. Dopo aver completato le regolazioni della convergenza verticale ed orizzontale, controllare, e se è necessario ripetere, le « regolazioni di temperatura del colore ».

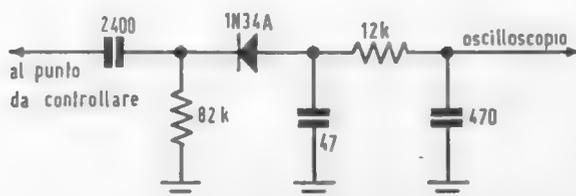


FIG. 187. Gruppo di prova rivelatore video.

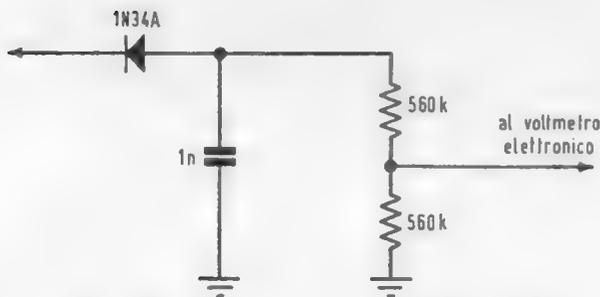


FIG. 188. Gruppo di prova rivelatore audio.

Apparecchiature di prova

Dopo quanto detto nei precedenti paragrafi relativi agli strumenti di misura per la taratura e la messa a punto dei ricevitori di TV a colori, riassumiamo qui gli strumenti e gli accessori necessari per assicurare la miglior prestazione del ricevitore.

— *Marcatore video tipo ad assorbimento*, che possa dare le seguenti frequenze: 3,13 MHz; 3,63 MHz; 3,93 MHz; 4,43 MHz; 4,93 MHz; 5,23 MHz; 5,73 MHz; per es. R.C.A. WG-L295C.

— *Alimentatore - sorgente di polarizzazioni* per fornire tre uscite variabili fra 0 e 15 volt c.c. Per es. R.C.A. WG-307A.

— *Generatore di barre, punti e griglie colorati*. Per es. R.C.A. WA-L64A

— *Bobina di smagnetizzazione* - per 200÷250 V c.a., 50 Hz, circa 1000 spire filo calibro 21 swg; bobina di diametro 12 pollici (30 cm circa)

— *Voltmetro elettronico* - occorre un voltmetro con scala 1,5 V c.c. Per es. il « VoltOhmyst » Senior o Master R.C.A. con le relative sonde (sonda a bassa capacità, sonda a diodo e sonda di alta tensione).

— *Gruppo rivelatore e di carico FI* - vedi procedimento di allineamento.

— *Attenuatori adattatori* - vedi figure da 183 a 188.

— *Microscopio* - microscopio da circa 12 ingrandimenti per l'osservazione dei punti dei fosfori.

— *Volt-ohm-milliamperometro* (per es. R.C.A. WV38A o equivalente) necessario per la taratura della deflessione orizzontale.

— *Oscilloscopio* - a larga banda - R.C.A. WO-91A o equivalente.

— *Modulatore RF* - R.C.A. WG-304B o equivalente.

— *Rivelatore audio* - rivelatore a diodo indicato in fig. 188.

— *Generatore modulato VHF* - deve presentare i seguenti requisiti:

- a) Campi di frequenza 0÷7 MHz di modulazione video;
35÷90 MHz con larghezza di modulazione da 1 a 12 MHz;
170÷225 MHz con larghezza di modulazione 12 MHz.

- b) Uscita regolabile con almeno 0,1 V_{max};
R.C.A. WR-69A o equivalente.

— *Generatore marcatore tarato a cristallo*, che fornisca le seguenti frequenze con la precisione dei cristalli:

- a) frequenze intermedie 5,5 MHz; 40÷60 MHz;
- b) radiofrequenze

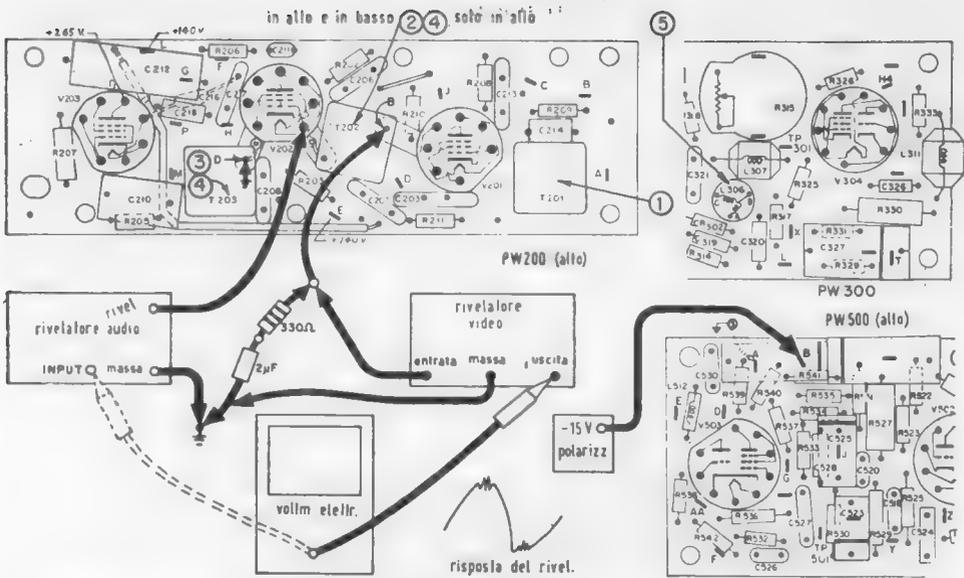


FIG. 189. Allineamento della FI audio, del demodulatore audio e del circuito trappola 5,5 MHz.

Canale N.	Portante video MHz	Portante audio MHz	Oscillatore del ricevitore MHz
B	62,25	67,75	108
G	201,25	206,75	247

c) l'uscita di questi campi deve essere regolabile e almeno $0,1 V_{max}$ (R.C.A. WR-99A calibratore a cristallo, o equivalente).

— *Frequenzimetro eterodina VHF* con calibratore a cristallo, se il generatore di segnali non è controllato a cristallo.

— *Generatore vobulatore UHF* con campo di frequenza da 470 MHz a 890 MHz – Modelli R.C.A. WR-40A; WR-41A; WR-86A o loro equivalenti.

— *Generatore di segnali UHF*, che fornisca le frequenze della banda IV e V con la precisione dei cristalli, se si usano i mod. R.C.A. WR-41A o WR-86A.

Istruzioni generali per l'allineamento

Apparecchiatura. — Si richiede la strumentazione specificata al paragrafo precedente, o equivalente, per eseguire con precisione i procedimenti di allineamento, che sono illustrati nelle pagine che seguono. L'uso di apparati che non possiedono questi requisiti può portare all'impossibilità di allineare correttamente il ricevitore.

Si deve ammettere un periodo di riscaldamento di almeno quindici minuti per la conveniente stabilizzazione di strumenti come i generatori di segnali e volubati.

È essenziale che si adottino i giusti valori di polarizzazione specificati e che siano mantenuti costanti durante l'allineamento per assicurare risultati corretti.

Terminazioni dell'apparecchiatura. — Gli adattatori di allineamento e le testine di entrata sono previsti per correggere l'adattamento dell'apparecchiatura ai circuiti interessati alle prove. Se non si realizza il giusto adattamento si arriva a risposte che non possono essere considerate come rappresentative del vero funzionamento del ricevitore. Gli adattatori devono essere costruiti nel modo più compatto possibile e tutti i conduttori schermati alle estremità dei cavi dell'apparecchiatura di prova devono essere più brevi possibile, preferibilmente di lunghezza non superiore a 2,5 cm. In molti casi un piccolo condensatore ceramico di circa 1000 pF, collegato fra la sonda dell'oscilloscopio e la massa, elimina la captazione di segnali indesiderati. Se lo si usa, assicurarsi che questa capacità non influenzi la forma della risposta da rilevare.

Interferenza orizzontale. — Interferenza dovuta ai circuiti di deviazione orizzontale del ricevitore può apparire sulla risposta rilevata, rendendo difficile l'osservazione di una traccia chiaramente definita. Per evitare tale interferenza è importante che i circuiti di deviazione orizzontale siano messi fuori uso durante l'allineamento delle sezioni FI, RF e video del ricevitore.

I circuiti orizzontali in questi ricevitori devono essere interdetti nel seguente modo: aprire il ponticello che mette a massa il catodo del tubo di uscita orizzontale V_{105} . Disporre un resistore da 2 k Ω , 100 W, fra il punto + 405 V e la massa, per caricare il B+ di alimentazione con una grandezza equivalente al carico del circuito orizzontale.

Se si verifica interferenza dai circuiti di deviazione verticale du-

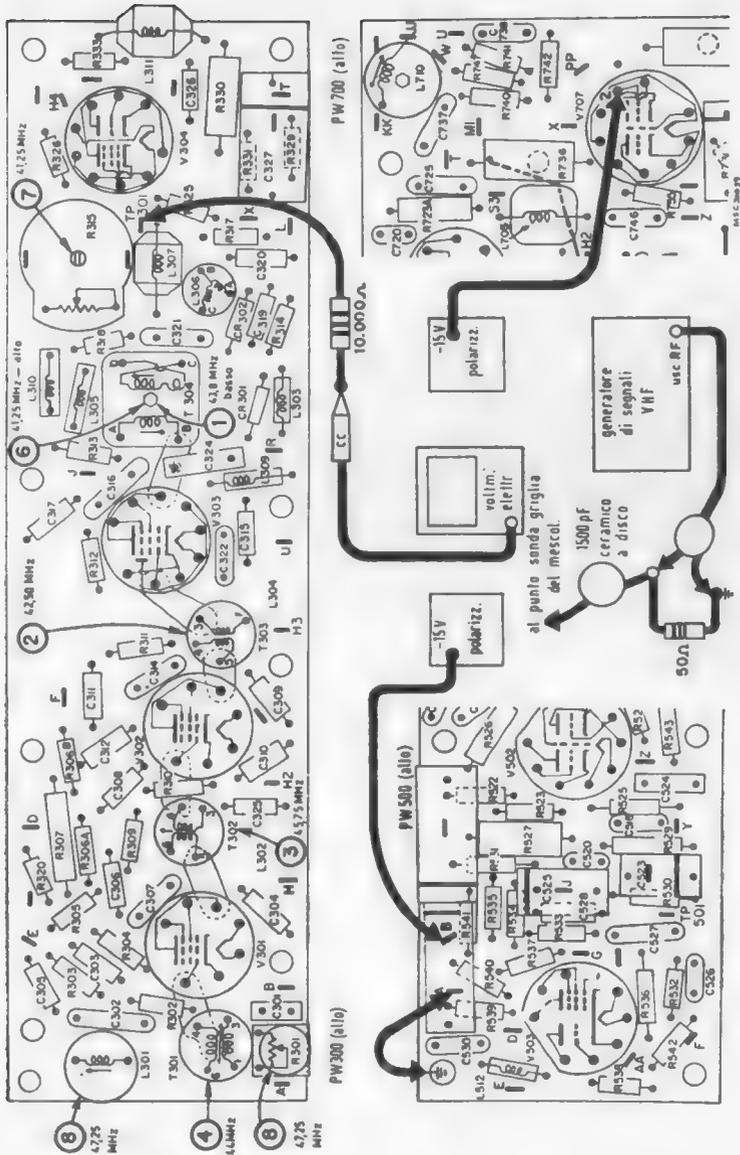


Fig. 190. Regolazioni dei trasformatori e delle trappole FI video.

rante l'allineamento, portare il commutatore « Normale-Servizio », sul retro del telaio, in posizione « servizio ».

Sovraccarico del segnale. — L'impiego di un segnale eccessivamente intenso prelevato dal generatore vobulato, può provocare sovraccarico dei circuiti del ricevitore. Per fare in modo che questa situazione non si verifichi e che la curva di risposta sia quella vera, portare a zero l'uscita del generatore vobulato e poi aumentare gradualmente l'uscita finchè si ottiene la risposta. Un ulteriore aumento dell'uscita vobulata non deve variare la forma della risposta, salvo in ampiezza. Se la curva di risposta varia di forma, presentando appiattimento in alto, o abbassamento sotto la linea di base in basso, diminuire l'uscita del vobulatore per ristabilire la giusta configurazione. Il guadagno dell'oscilloscopio deve essere tenuto il più alto possibile per mantenere una figura utile coi valori punta-punta specificati; in tal modo occorre una minore uscita del generatore vobulato e c'è meno pericolo di sovraccarico.

L'inserzione di « marche » dal generatore di segnali non deve provocare distorsione della curva di risposta. Le marche devono essere tenute più piccole possibile e rimanere tuttavia ancora ben visibili.

Allineamento della FI audio, del demodulatore del suono e del filtro a 5,5 MHz (Tabella 1)

Disposizione dell'apparecchiatura di prova (v. tabella a pag. 307).

— *Generalità:* connettere un resistore di 330 Ω in serie con un condensatore di 2 μF dal piedino 5 di V_{201} a massa. Collegare il gruppo di prova del rivelatore audio (fig. 188) come indicato in fig. 189 al piedino 1 di V_{202} . Mettere a terra il terminale « D » di T_{203} con un breve cavallotto. Usare un segnale « vivo » ricavato da una stazione TV locale, per sorgente di segnale.

— *Alimentazione della polarizzazione:* applicare una tensione di — 15 V al PW500-B.

— *Voltmetro elettronico:* collegare all'uscita del gruppo di prova (fig. 187) del rivelatore video, come indicato in fig. 189.

Regolazione dei trasformatori FI video e delle trappole (Tabella 2)

Disposizione dell'apparecchiatura di prova.

— *Generalità:* disporre il selettore di canali sul canale 3. Lo scher-

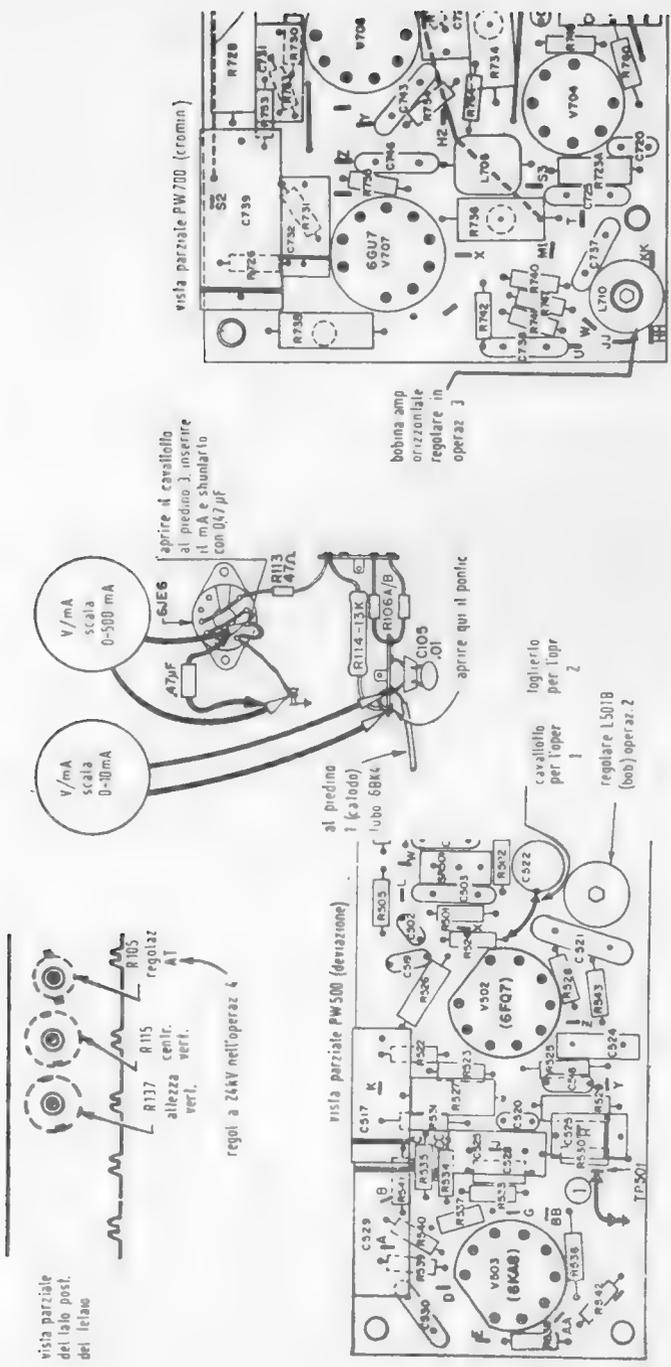


FIG. 192. Allineamento della deviazione orizzontale.

mo della FI video deve essere in posto. Mettere fuori uso la sezione di deviazione orizzontale del ricevitore (v. « Istruzioni generali di allineamento »).

— *Alimentazione della polarizzazione*: cortocircuitare il terminale « A » di PW500 a massa. Applicare una polarizzazione RF di — 15 V di C.A.G. a PW500. Applicare — 15 V al piedino 2 di V_{707} .

— *Generatore di segnali*: collegare in serie coll'adattatore indicato in fig. 183, alla griglia del mescolatore, come illustrato in fig. 190.

— *Voltmetro elettronico*: collegare in serie con 10 k Ω all'uscita del 2° rivelatore alla sonda TP_{301} sul PW300. Usare il tastatore diretto (v. tabella a pag. 308).

Allineamento col vobulatore della FI video (Tabella 3)

Disposizione dell'apparecchiatura di prova.

— *Generalità*: gli schermi su PW300, sul telaietto FI video, devono essere in posto durante l'allineamento. Mettere fuori uso la sezione di deviazione orizzontale del ricevitore (v. « Istruzioni generali di allineamento »).

— *Alimentazione della polarizzazione*: mettere a massa il terminale « A » di PW500. Applicare — 15 V al C.A.G. del sintonizzatore (PW500B). Applicare — 15 V al piedino 2 del soppressore V_{707} .

— *Oscilloscopio*: collegare al piedino 5 di V_{301} usando il gruppo di prova di fig. 185. Caricare la placca del 2° stadio FI video, piedino 5 di V_{302} , collegandolo a « load » (carico) del gruppo di prova FI.

— *Generatore vobulato*: collegare in serie coll'adattatore di fig. 183, alla griglia del mescolatore, punto di prova sul sintonizzatore.

— *Generatore di segnali*: accoppiare lascamente al cavo di uscita del generatore vobulato per ottenere le marche.

— *Voltmetro elettronico*: collegare a PW500B. (V. tabella a pag. 309-310).

Allineamento della deviazione orizzontale (Tabella 4)

Disposizione dell'apparecchiatura di prova.

— *Generalità*: sintonizzare il ricevitore su un segnale e sincronizzare l'immagine.

— *Milliamperometro*: aprire il cortocircuito e inserire un milliamperometro di portata 500 mA fra il piedino 3 (catodo) di V_{105} (uscita

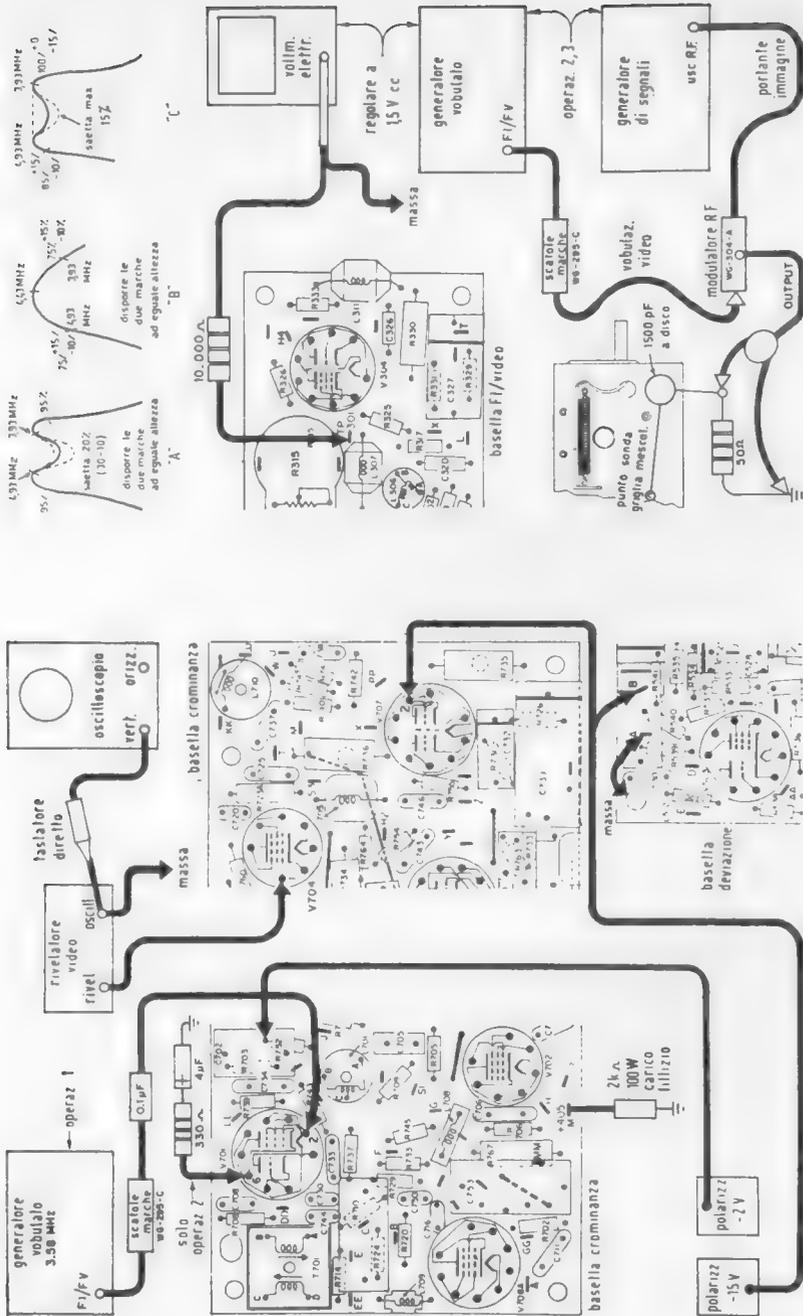


Fig. 193. Allineamento del passabanda di crominanza.

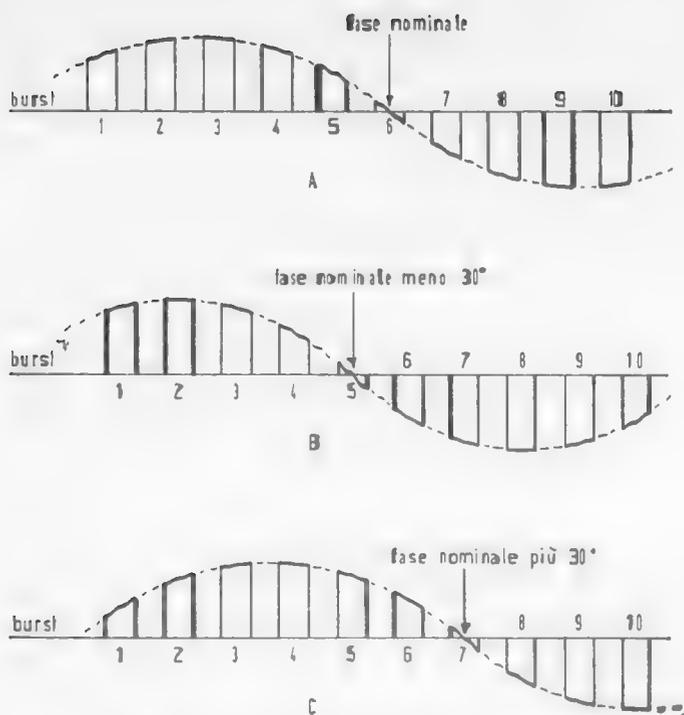


FIG. 194. Forme d'onda all'uscita «R - Y».

orizzontale) e massa. Mettere in parallelo allo strumento una capacità di $0,47 \mu\text{F}$.

— *Microamperometro*: collegare un microamperometro di portata $1500 \mu\text{A}$ in serie col conduttore di catodo di V_{102} , aprendo il ponticello regolatore in derivazione fra C_{105} e R_{114} sulla basetta dei terminali come indicato in fig. 192.

— *Voltmetro elettronico*: collegare al conduttore dell'anodo di alta tensione attraverso la sonda per alta tensione al cinescopio (v. tabella a pag. 311).

Allineamento dei circuiti passa-banda di cromaticità (Tabella 5)

Disposizione dell'apparecchiatura di prova (v. fig. 201).

— *Generalità*: mettere fuori uso la sezione di deviazione del ricevitore (v. «Istruzioni generali di allineamento»).

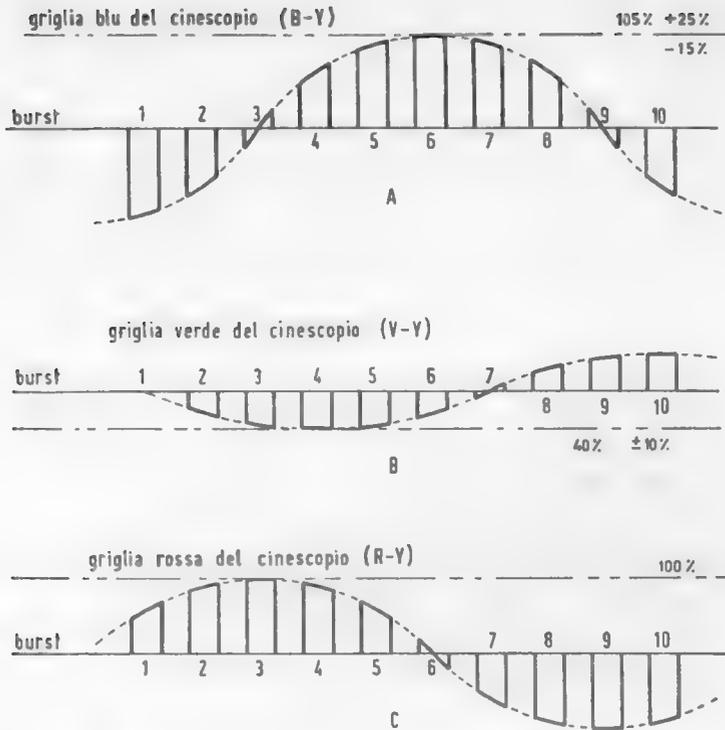


FIG. 195. Forme d'onda alle griglie del cinescopio.

— *Alimentazione della polarizzazione*: applicare una polarizzazione di -2 V al nodo di R_{703} con R_{752} . Applicare -15 V a PW700B. Mettere a massa il terminale « A » di PW500 (v. fig. 191 in fondo al volume).

— *Oscilloscopio*: collegare alle griglie del demodulatore usando il gruppo del rivelatore video (fig. 187).

— *Modulatore RF*: collegare come indicato in fig. 193 per le operazioni 2 e 3.

— *Generatore di segnali*: collegare come indicato in fig. 193 per le operazioni 2 e 3.

— *Generatore vobulato*: collegare in serie con il generatore di marche di assorbimento e con una capacità di $0,1 \mu\text{F}$ al piedino 2 di V_{701} . Disporre il generatore per la vobulazione video.

— *Voltmetro elettronico*: collegare attraverso una resistenza di $10 \text{ k}\Omega$ al TP_{301} (v. tabella a pag. 312).

Allineamento del CAFF del colore (procedimento di laboratorio) Tabella 6

Disposizione dell'apparecchiatura di prova.

— *Generalità*: disporre il controllo di colorazione al centro della sua corsa e girare il controllo di soglia del soppressore R_{144} completamente in senso antiorario. Assicurarsi che i circuiti di deviazione orizzontale siano funzionanti e che il controllo del C.A.G. sia convenientemente regolato.

— *Generatore di barre colorate*: collegare ai terminali di antenna del ricevitore. Regolare il ricevitore per la normale ricezione del colore.

— *Oscilloscopio*: collegare come prescritto.

— *Voltmetro elettronico*: collegare in serie con un resistore di $0,47\text{ M}\Omega$ al piedino 1 del rivelatore di fase V_{705} (v. tabella a pag. 313).

Allineamento del CAFF del colore (procedimento da eseguire sul posto) Tabella 7

Per controllare la regolazione della fase del demodulatore del colore sul posto, collegare un generatore di barre colorate (per es. WR-L64A) ai terminali di antenna del ricevitore e regolare per ottenere una figura normale a barre sullo schermo del tubo d'immagine. Poi procedere come indicato nella tabella a pag. 314.

Le figure da 198 a 201 rappresentano le viste « fantasma » degli assieme dei circuiti stampati completamente montati, con riferimento allo schema generale del ricevitore R.C.A. CTC15, e precisamente: la fig. 198 è relativa alla sezione del suono PW200; la fig. 199 (in fondo al volume) è relativa alla sezione di crominanza PW700; la fig. 200⁽¹⁾ è relativa alla sezione di deviazione PW500; la fig. 201 è relativa alla sezione FI immagine PW300.

A titolo di conclusione delle operazioni di allineamento del televisore a colori R.C.A. CTC15 per l'Italia e centro Europa riportiamo le curve rilevate, seguendo le istruzioni sopra indicate, sopra un esemplare di ricevitore.

La fig. 202 rappresenta la risposta del circuito di entrata FI in funzione della frequenza misurata alla placca del 1° stadio FI video, con l'ingresso alla griglia del mescolatore.

(¹) Le figg. 200÷209 si trovano in fondo al capitolo.

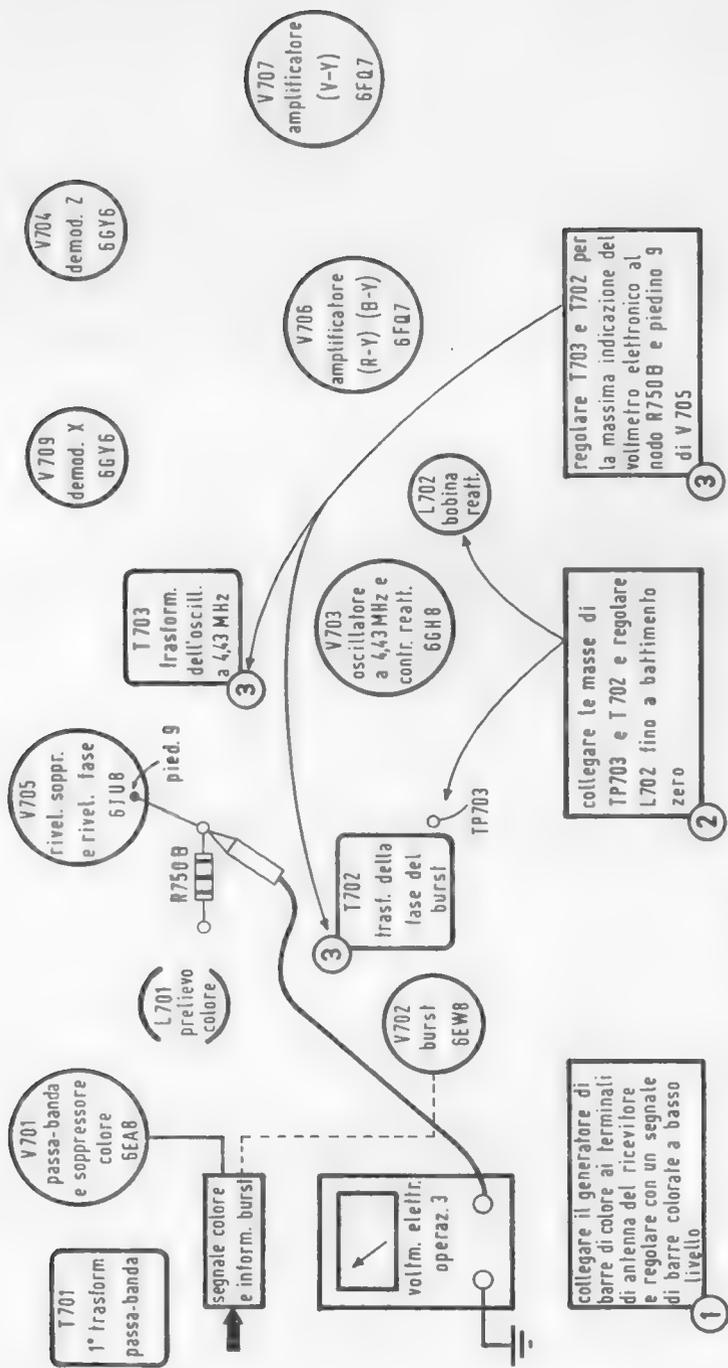


Fig. 196. Regolazione sul posto del C.A.F.F. del colore.

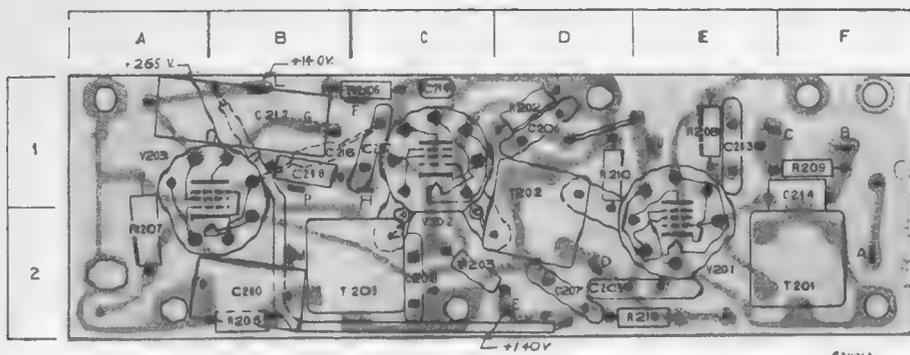


FIG. 198. Insieme dei circuiti completi della sezione PW200 del suono.

La fig. 203 rappresenta la risposta del 3° stadio FI video in funzione della frequenza, misurata al punto sonda TP_{302} , con l'ingresso alla griglia del 3° stadio FI video.

La fig. 204 rappresenta la risposta globale RF + FI in funzione della frequenza, misurata al punto sonda TP_{301} , con l'ingresso ai terminali di antenna.

La fig. 205 rappresenta la risposta dell'amplificatore video in funzione della videofrequenza, misurata sul catodo rosso del cinescopio, con l'ingresso al punto sonda TP_{301} .

La fig. 206 rappresenta la risposta globale del canale di luminanza in funzione della videofrequenza, misurata sul catodo rosso del cinescopio, con l'ingresso alla griglia del mescolatore.

La fig. 207 rappresenta la risposta dei circuiti passabanda di cromaticità in funzione della videofrequenza, misurata alle griglie dei demodulatori, con l'ingresso alla griglia di V_{701A} .

La fig. 208 rappresenta la risposta del circuito di prelievo della cromaticità in funzione della videofrequenza, misurata alla placca di V_{701A} , con l'ingresso alla griglia del mescolatore.

La fig. 209 rappresenta la risposta globale dei circuiti di cromaticità in funzione della videofrequenza, misurata alle griglie dei demodulatori, con l'ingresso alla griglia del mescolatore.

TAB. 1 - PROCEDIMENTO DI ALLINEAMENTO DELLA FI AUDIO, DEL DEMODULATORE DEL SUONO E DEL FILTRO A 5,5 MHz

(v. « Istruzioni generali di allineamento » prima di iniziare la taratura)

		O S S E R V A Z I O N I	
OPERAZIONE	ORGANO DA REGOLARE		
1	Regolare il trasformatore di prelievo del suono	T_{201}	Regolare T_{201} per la massima c.c. sul misuratore. Regolare la polarizzazione RF al terminale del C.A.G. del sintonizzatore in modo da avere 0,5 V sul misuratore quando si sia fatta la taratura finale. (Nucleo disposto sul massimo all'estremità alta della bobina). N.B. Se la polarizzazione RF non riduce la tensione a 0,5 V sul misuratore in seguito a un segnale forte, polarizzare la sezione FI del ricevitore mettendo a massa il terminale « A » del PW500.
Togliere il gruppo di prova del rivelatore video, la capacità 2 μ F, e il carico di 330 Ω dal piedino 5 di V_{201} . Collegare il misuratore all'uscita del gruppo di prova del rivelatore audio come mostrato in fig. 189.			
2	Regolare primario e secondario del trasformatore pilota	T_{202} (sopra e sotto)	Regolare sopra e sotto T_{202} per la massima deviazione sul misuratore. Regolare la polarizzazione RF del C.A.G. in modo da leggere 1 V sul misuratore a taratura ultimata. Portare i nuclei all'estremità aperta delle bobine. (Può occorrere la polarizzazione FI come detto all'operazione 1 se non si può ottenere 1 V con la regolazione della polarizzazione RF).
Ripetere le operazioni 1 e 2 se necessario per ottenere l'indicazione massima sul misuratore, conservando 0,5 V nell'operazione 1 e 1 V nell'operazione 2.			
3			Togliere il gruppo di prova del rivelatore audio e il cavallotto dal terminale « D » di T_{203} . Variare l'alimentazione della polarizzazione RF per 0 V al terminale del sintonizzatore. Regolare il controllo di volume per il livello normale di volume. Girare il nucleo di T_{203} fino a coincidere coll'alto del supporto della bobina. Togliere la massa dal terminale « A » di PW500, se lo si era usato per le operazioni 1 e 2.
4	Regolare il trasformatore del demodulatore del suono		Ascoltando all'uscita audio, regolare T_{203} in senso orario a un picco. Continuare in senso orario fino a un 2° picco più intenso e regolare T_{203} per un massimo su questo 2° picco. Diminuire il segnale di entrata, aumentando la polarizzazione RF del C.A.G. (e la polarizzazione FI cortocircuitando il terminale « A » di PW500 a massa, se necessario), finché il segnale distorce. Regolare T_{202} (sopra) per un segnale chiaro senza distorsione. Continuare a ridurre il segnale di entrata e a regolare T_{202} (sopra) fino a ottenere un punto molto netto, dove il segnale è chiaro, con la distorsione che appare quando si regola T_{202} (sopra) della quantità più piccola nei due sensi. (N.B. Nelle zone di segnale estremamente forte, le polarizzazioni RF e FI possono anche non produrre un segnale abbastanza debole per rendere distorto il segnale. Se ciò avviene, un'ulteriore riduzione del segnale si può ottenere accoppiando lascamente l'antenna al ricevitore o usando un adattatore attenuatore nel conduttore di antenna).
Togliere la polarizzazione RF e il cavallotto di messa a massa del terminale « A » di PW500. Disporre la sintonia fine in modo da produrre un battimento a 5,5 MHz sul cinescopio.			
5	Regolare il filtro a 5,5 MHz	L_{306}	Regolare L_{306} per la minima visibilità del 5,5 MHz sul cinescopio.

TAB. 2 - PROCEDIMENTO DI ALLINEAMENTO DEI TRASFORMATORI FI VIDEO E DELLE TRAPPOLE
(v. « Istruzioni generali di allineamento » prima di iniziare l'operazione)

				OSSERVAZIONI	
	OPERAZIONE	GENERATORE DI SEGNALI	ORGANO DA REGOLARE		
1	Tarare il 3° trasformatore FI video	43,4 MHz	T_{304} (nucleo di sotto)	Tarare T_{304} (dal basso). T_{304} e T_{305} alle loro rispettive frequenze per la massima deviazione sul misuratore. Evitare un segnale di entrata eccessivo. Fare la taratura col nucleo prossimo alla bassetta stampata degli avvolgimenti su T_{304} . Ripetere le operazioni 1, 2 e 3 usando l'uscita del generatore di segnali in modo da avere — 4,5 V sul misuratore.	
2	Tarare il 2° trasformatore FI video	41,8 MHz	T_{303}		
3	Tarare il 1° trasformatore FI video di placca	45,75 MHz	T_{308}		
4	Tarare il 1° trasformatore FI video di griglia	43,6 MHz	T_{301}	Tarare T_{301} (nucleo all'estremità in alto della bobina).	
5	Tarare la bobina di placca del mescolatore	43,6 MHz	L_{11}	Tarare L_{11} (nucleo all'estremità bassa della bobina). Tarare approssimativamente a — 1,5 V.	
6	Regolare la trap-pola sonora del 3° stadio FI video	40,25 MHz	T_{304} (nucleo in alto)	Regolare T_{304} (di sopra) e R_{315} contemporaneamente per la minima deviazione sul misuratore. Ridurre la polarizzazione FI di quanto occorre per avere una sufficiente indicazione. Regolare L_{301} e R_{301} per la minima deviazione sul misuratore. Portare i nuclei di T_{304} e L_{301} all'estremità degli avvolgimenti lontani dalla bassetta.	
7	Regolare il controllo di reiezione del suono	40,25 MHz	R_{315}		
8	Regolare le trappole sonore dei canali adiacenti	48,25 MHz	L_{301} e R_{301}		

TAB. 3 - PROCEDIMENTO DI ALLINEAMENTO COL VOBULATORE DELLA FI VIDEO

(v. « Istruzioni generali di allineamento » prima di iniziare l'operazione)

	OPERAZIONE	GENERATORE VOBULATO	GENERATORE DI SEGNALI	ORGANO DA REGOLARE	OSSERVAZIONI
Disporre il selettore di canali sul canale 3					
1	Regolare il trasformatore di placca del mescolatore	40 ÷ 50 MHz (FI)	41,32 MHz 45,75 MHz	L ₁₁	Disporre il vobulatore per 0,1 V _{pp} sull'oscilloscopio. Regolare per il max guadagno e per la curva di risposta « A » di fig. 191. Ridurre la polarizzazione FI, se occorre, collegando un resistore di 6,8 kΩ dal terminale « A » di PW500 a massa, al posto del cavallotto.
2	Regolare il trasformatore di griglia del 1° stadio FI video	40 ÷ 50 MHz (FI)	41,32 MHz 45,75 MHz	T ₃₀₁	
3	Regolare le trappole sintonizzatrici dei canali adiacenti	40 ÷ 50 MHz (FI)	48,25 MHz	L ₃₀₁ e R ₃₀₁	
4	Ricontrollare la regolazione di L ₁₁ e di T ₃₀₁ , in modo che dia la risposta corretta di fig. 191 "A". Ripetere le operazioni 1, 2 e 3 se occorre. Togliere il corto circuito fra « A » e « F » di PW500.				
Escludere il gruppo di prova FI dalla placca del 1° stadio FI video e il carico dalla placca del 2° stadio FI video. Tarare l'oscilloscopio per 3 V _{pp} e collegarlo a TP ₃₀₁ in serie con un resistore da 10 kΩ. Togliere il resistore da 6,8 kΩ dal terminale « A » di PW500 se lo si è usato nelle operazioni 1 e 2 e rimettere in posto il cavallotto dal terminale « A » alla massa di PW500.					

(segue Tab. 3)

5	Allineare il trasformatore del 3° stadio FI video	40 ÷ 50 MHz (FI)	40,72 MHz 41,32 MHz 42,00 MHz 44,80 MHz 45,75 MHz	T_{304} (di sotto)	Allineare T_{304} (compensa la curva), T_{303} (influenza il fianco del 41,32 MHz) e T_{302} (influenza il fianco del 45,75 MHz) alternativamente fino ad ottenere la curva di risposta indicata in « B » di fig. 191. Lavorare con 3 Vpp sull'oscilloscopio.
6	Allineare il trasformatore del 2° stadio FI video	40 ÷ 50 MHz (FI)	45,75 MHz	T_{303}	
7	Allineare il trasformatore del 1° stadio FI video	40 ÷ 50 MHz (FI)		T_{302}	
8	Controllare l'attenuazione del suono al 3° stadio FI video	40 ÷ 50 MHz	Forte marca a 40,25 MHz	T_{304} (di sopra) e R_{315}	

Collegare il generatore vobulato FI ai terminali di antenna VHF usando l'adattatore di fig. 186. Diminuire la polarizzazione RF del C.A.G. a — 3 V (v. fig. 191).

9	Controllare RF/FI globalmente in VHF:	Canali VHF	Controllare se la risposta è uguale alla curva « B ». Se è errata, regolare nuovamente il sintonizzatore VHF.
---	---------------------------------------	------------	---

Solo per i ricevitori UHF e VHF.

Collegare il generatore vobulato UHF ai terminali di antenna UHF come indicato in fig. 191.

10	Controllare globalmente RF/FI in UHF	Sintonizzare l'intera gamma UHF	marca dei canali	L_{41}	Ritoccare leggermente per correggere eventuali irregolarità. Non ritoccare le regolazioni FI quando si controlla la risposta globale in UHF.
----	--------------------------------------	---------------------------------	------------------	----------	--

TAB. 4 - PROCEDIMENTO DI ALLINEAMENTO DELLA DEVIAZIONE ORIZZONTALE

	OPERAZIONE	ORGANO DA REGOLARE	OSSERVAZIONI
1	Regolare il controllo di sincronismo orizzontale	R_{131}	Mettere un cavalletto di corto circuito fra TP_{501} e massa. Ponticello di corto circuito ai capi di C_{522} . Regolare il controllo di sincronismo orizzontale per rendere verticali i lati dell'immagine.
2	Regolare la bobina orizzontale (bobina seno)	L_{501B}	Togliere il ponticello da C_{522} e regolare il nucleo di L_{501B} per portare alla verticalità i lati dell'immagine, poi togliere il cavalletto di TP_{501} .
3	Regolare la resa orizzontale	L_{710}	Regolare L_{710} (bobina di efficienza orizzontale) per la minima corrente indicata dal milliamperometro. La corrente non deve superare 210 mA. Girare il nucleo 1/4 di giro verso l'alto della bobina.
4*	Regolare l'alta tensione	R_{105}	Regolare per 24 kV con R_{105} . Controllare la corrente sul microamperometro. La corrente non deve essere minore di 850 μA con la luminosità al minimo. Se è sotto gli 850 μA , ruotare L_{710} di 1/2 giro in senso orario, sempre verificando che la corrente del tubo di uscita orizzontale non superi 210 mA. La lettura ideale di corrente sarebbe da 1000 a 1400 μA .
5	Ricontrollare la condizione di rendimento orizzontale	L_{710}	Se avviene un sovraripiegamento dopo la regolazione di R_{105} , regolare di nuovo L_{710} (bobina di efficienza orizzontale) in senso orario per eliminare il ripiegamento superiore dell'immagine. Assicurarsi che la corrente sul milliamperometro non superi 210 mA. Regolare di nuovo la focalizzazione, l'altezza e la linearità verticale coi rispettivi controlli, fino ad ottenere una giusta focalizzazione e la corretta dimensione verticale.

Fare attenzione a rimettere a posto i ponticelli quando si tolgono i misuratori di corrente.

* Con quei telai che hanno un resistore da 1000 Ω al posto del ponticello regolatore in derivazione, leggere la caduta di tensione ai capi della resistenza sulla scala voltmetrica bassa, regolando fino ad avere da 1 a 1,4 V; la tensione minima ivi accettabile non deve essere minore di 0,85 V.

TAB. 5 - PROCEDIMENTO DI ALLINEAMENTO DEL CIRCUITO PASSA-BANDA DI CROMATICITÀ

Disporre il controllo del colore completamente girato in senso orario

	OPERAZIONE	GENERATORE VOBULATO	GENERATORE DI SEGNALI	ORGANO DA REGOLARE	OSSERVAZIONI
1	Allineare il trasformatore passa banda del colore	Larghezza della vobulazione 3 ÷ 6 MHz alla frequenza di centro 4,43 MHz	—	T ₇₀₁ (nuclei superiore e inferiore)	Regolare T ₇₀₁ (nuclei sopra e sotto) per ottenere la curva di risposta «A» mostrata in fig. 193. Mantenere le marche di uguale altezza.
<p>Ruotare i controlli di luminosità e contrasto completamente in senso antiorario. Collegare un resistore di 330 Ω e un condensatore di 4 μF in serie dalla placca del 1° amplificatore passa banda a massa, piedino 6 di V₇₀₁ (v. fig. 193). Mettere il gruppo rivelatore video di prova al piedino 6 di V₇₀₁. Collegare il generatore vobulato, il generatore di segnali, il generatore di marche e il modulatore RF alla griglia del mescolatore, usando l'adattatore di entrata di fig. 183. Riferirsi alla fig. 193 per le varie connessioni. Regolare le uscite del vobulatore fino ad ottenere 1,5 V c.c. al 2° rivelatore video (V_{P301}).</p>					
2	Allineare la bobina di prelievo del colore	0 ÷ 6 MHz (FI)	45,75 MHz	L ₇₀₁	Regolare L ₇₀₁ per ottenere la curva di risposta «B» di fig. 193. (Regolare col nucleo all'estremità della bobina sul telaio).
<p>Togliere la resistenza di 330 Ω e il condensatore di 4 μF dal piedino 6 di V₇₀₁. Riportare il gruppo del rivelatore video di prova e l'oscilloscopio alle griglie dei demodulatori, piedino 1 di V₇₀₄ (o di V₇₀₉).</p>					
3	Controllare la risposta generale di cromaticità	0 ÷ 6 MHz (FI)	45,75 MHz	T ₇₀₁ (nucleo di sopra)	Controllare che la curva di risposta corrisponda alla curva «C» di fig. 193. Se necessario ritoccare T ₇₀₁ (di sopra) per ottenere una curva di risposta piatta.

TAB. 6 - PROCEDIMENTO DI ALLINEAMENTO DEL CAFF DEL COLORE (PROCEDIMENTO DI LABORATORIO)

		O S S E R V A Z I O N I	
	OPERAZIONE	ORGANO DA REGOLARE	
1	Tarare il trasformatore dell'oscillatore a 4,43 MHz (cavalotto di V_{703-1} a massa)	T_{703} (di sotto)	Regolare T_{703} per la massima lettura c.c. sul voltmetro elettronico. Se l'oscillatore a 4,43 MHz non innesca, non si avrà indicazione sul misuratore. Se necessario, regolare la bobina di placca del tubo a reattanza L_{703} fino a far innescare l'oscillatore. <i>Dopo aver fatto la regolazione, togliere il cavallo da V_{703}, piedino 1.</i>
2	Tarare il trasformatore del rivelatore di fase	T_{703}	Regolare T_{703} per la massima lettura c.c. sul voltmetro elettronico. Assicurarsi che l'oscillatore a 4,43 MHz sia innescato e tenuto in passo.
Mettere a massa l'entrata del tubo a reattanza. Ciò si può fare facilmente mettendo a massa il filo nudo (TP_{703}) sporgente dal pannello di cromaticità PW700. Togliere il voltmetro elettronico dal rivelatore di fase V_{703} .			
3	Regolare la bobina di placca del tubo a reattanza per annullare il battimento dell'oscillatore a 4,43 MHz	L_{703}	Osservare il cinescopio e regolare L_{703} fino ad annullare il battimento (le barre di colore persistono ferme sullo schermo, o si muovono leggermente).
Togliere il cavallo, che mette a terra l'entrata del tubo a reattanza a TP_{703} . Ripetere l'operazione 3 usando un segnale di colore a basso livello. Regolare per battimento zero e per la miglior tenuta.			
4	Regolare il trasformatore del rivelatore di fase	T_{703}	Collegare l'oscillografo all'uscita $R - Y$ di PW700AA (v. fig. 196 e, in fondo al volume, la fig. 197) e osservare la figura a barre. Controllare che il colore di tinta (ruotandolo da un estremo all'altro) produca uno spostamento minimo di $\pm 30^\circ$ rispetto alla fase nominale. Riferirsi alle figg. 196 e 197. Se necessario, regolare T_{703} per ottenere questa condizione.
Dopo aver completato la regolazione della fase dei demodulatori, riportare il controllo di tinta circa al centro della sua corsa (posizione della fase nominale). La 6ª barra (onda $R - Y$) risulta cancellata come indica la fig. 194-a.			
<i>Controlli della fase dei demodulatori:</i> controllare le 3 uscite di colore alle griglie del cinescopio, che assicurino il corretto funzionamento della matrice. Le forme d'onda e le ampiezze devono conformarsi alla fig. 195. a) controllare la forma d'onda $R - Y$ a PW700AA; b) controllare la forma d'onda $V - Y$ a PW700Z; c) controllare la forma d'onda $B - Y$ a PW700Y (la fase deve essere giusta entro $\pm 1/2$ barra).			
5	Regolare la soglia del soppressore di colore.	R_{144}	Regolare con un reticolo che presenti effetto neve. Regolare R_{144} in modo che la neve dei colori scompaia. Controllare con un segnale di colore per assicurarsi che la disposizione delle regolazioni non distrugga il colore.

TAB. 7 - ALLINEAMENTO DEL CAFF DEL COLORE (PROCEDIMENTO DA ESEGUIRE SUL POSTO)

OPERAZIONE	OSSERVAZIONI
1	<p>Disporre il controllo di tinta al centro della sua corsa e girare il controllo del soppressore completamente in senso antiorario. Deviare a massa le griglie verde e blu del cinescopio attraverso resistori di 0,1 MΩ a PW700Z e a PW700Y (v. fig. 199).</p>
2	<p>Osservare la figura a barre sul cinescopio. Col controllo di tinta al centro della sua escursione, regolare T_{702} in modo che la 6^a barra abbia all'incirca la stessa luminosità del sottofondo.</p>
3	<p>Ruotare il controllo di tinta da un estremo all'altro. Ad un estremo la 5^a barra deve assumere all'incirca la stessa luminosità del fondo. All'altro estremo la 7^a barra deve essere circa della stessa luminosità del fondo. Ripetere la regolazione di T_{702} fino ad ottenere le suddette condizioni agli estremi, o in prossimità di essi del campo del controllo di tinta. Dopo la regolazione, riportare il controllo di tinta al suo punto centrale, per il quale la 6^a barra ha la stessa luminosità del fondo.</p> <p>(N.B. - Questa regolazione è identica all'operazione 4 della tabella precedente; inoltre, si usa la figura a barre sul cinescopio invece di usare una rappresentazione di barre sull'oscilloscopio).</p>
4	<p>Spostare il resistore in derivazione 0,1 MΩ da PW700Y a PW700AA e osservare la figura a barre sul cinescopio per assicurarsi che l'uscita B—Y sia corretta (le barre 3^a e 9^a devono avere la stessa luminosità del fondo).</p>
5	<p>Spostare il resistore in derivazione 0,1 MΩ da PW700Z a PW700Y e controllare che l'uscita V—Y sia corretta. Le barre 1^a e 7^a devono avere la stessa luminosità del fondo. Regolare di nuovo il controllo del soppressore del colore, sfruttando l'effetto neve del colore, in modo che il colore stia per scomparire dal reticolo. Eseguire un controllo col segnale di colore per assicurarsi che l'attuale disposizione dei comandi non distrugga il colore.</p>

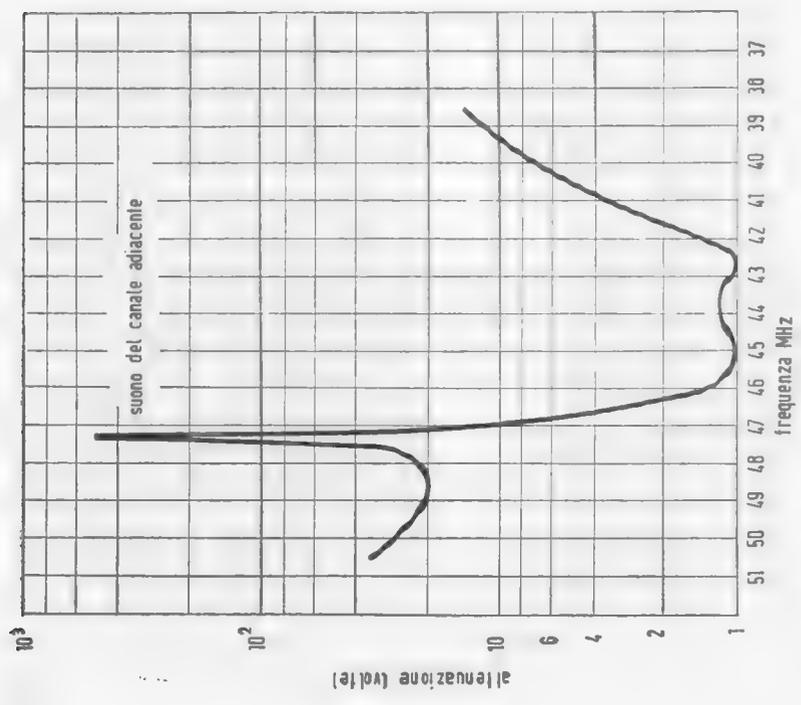


FIG. 202. Risposta del circuito di ingresso FI. Entrata alla griglia del mescolatore; rivelatore alla placca del 1° stadio FI video.

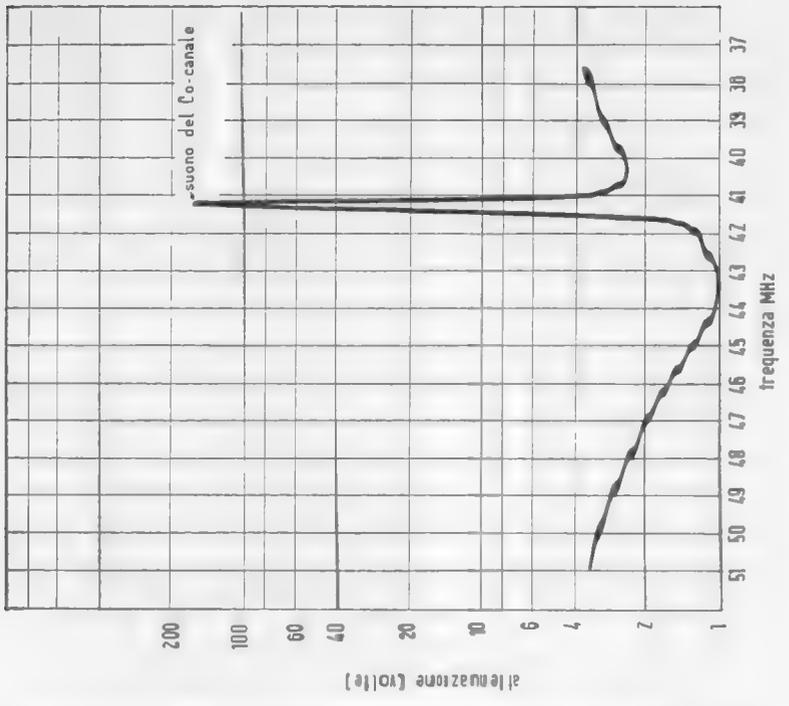


FIG. 203. Risposta del 3° stadio FI video. Entrata alla griglia del 3° stadio FI video; rivelatore al punto sonda TP₃₀₁.

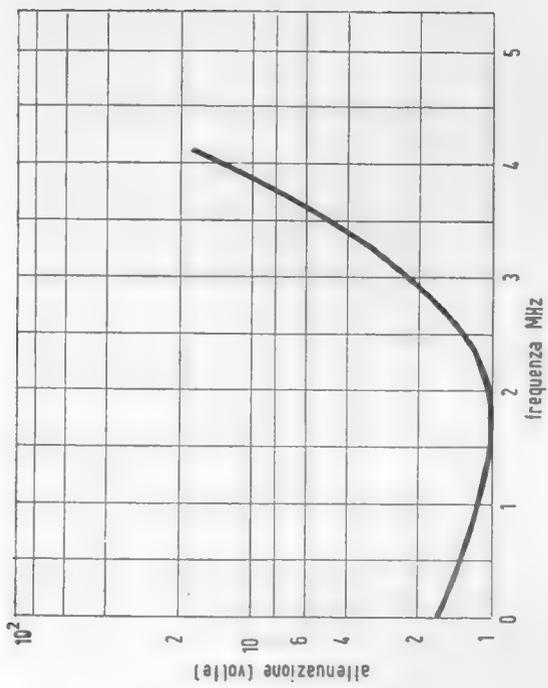


FIG. 204. (a sinistra) Risposta complessiva degli stadi RF + FI. Entrata ai terminali di antenna; rivelatore al punto sonda TP_{301} .

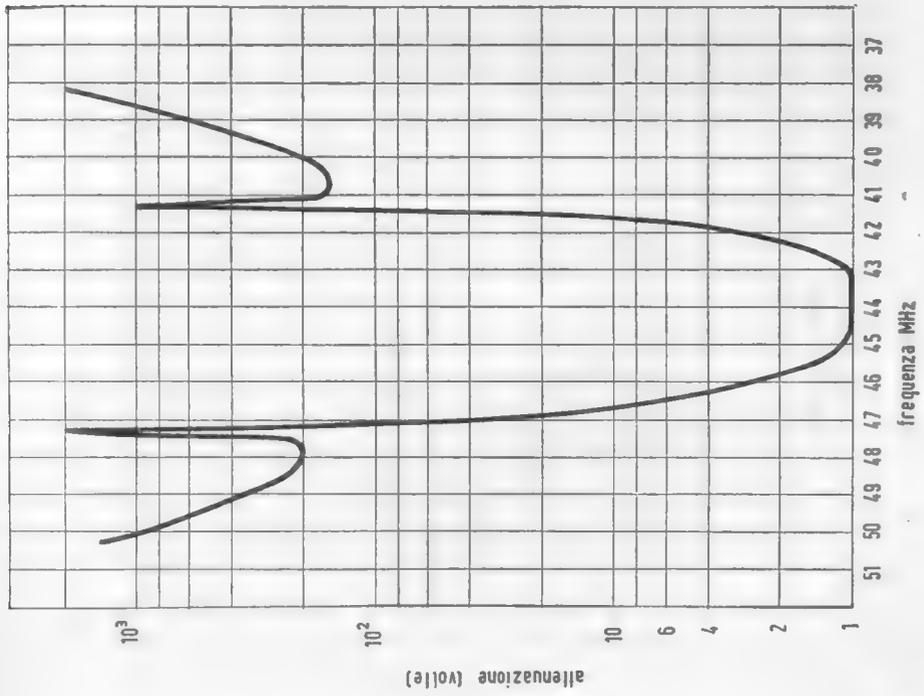


FIG. 205. (in alto) Risposta dell'amplificatore video. Entrata al punto sonda TP_{301} ; rivelatore al catodo rosso del cinescopio.

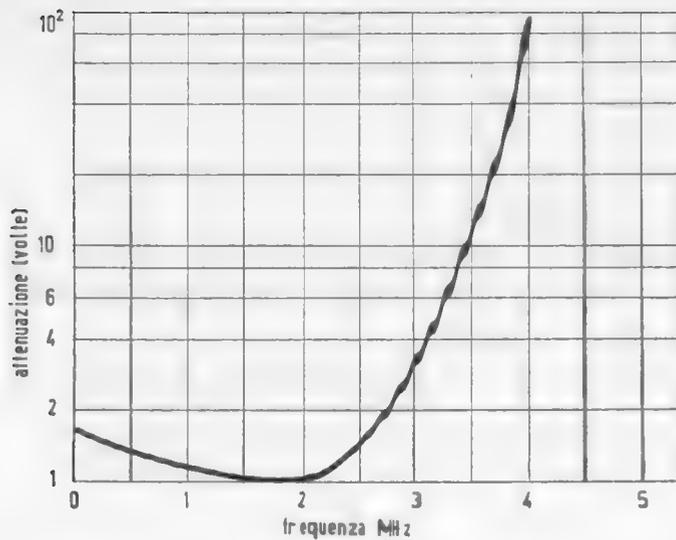


FIG. 206. Risposta complessiva del canale di luminanza. Entrata alla griglia del mescolatore; rivelatore al catodo rosso del cinescopio.

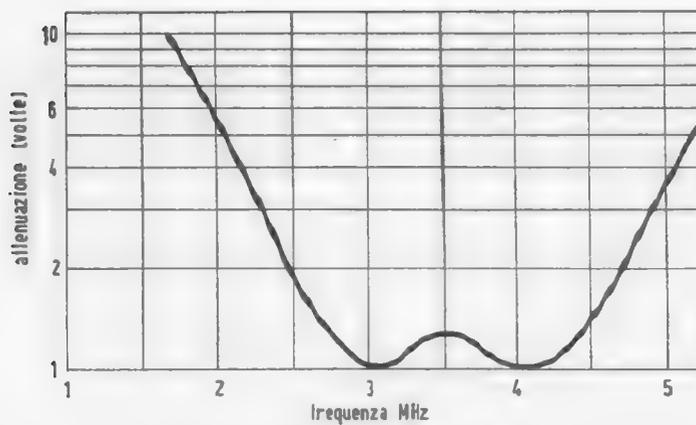


FIG. 207. Risposta dei circuiti passabanda di cromaticità. Entrata alla griglia di V_{701A} ; rivelatore alle griglie dei demodulatori.

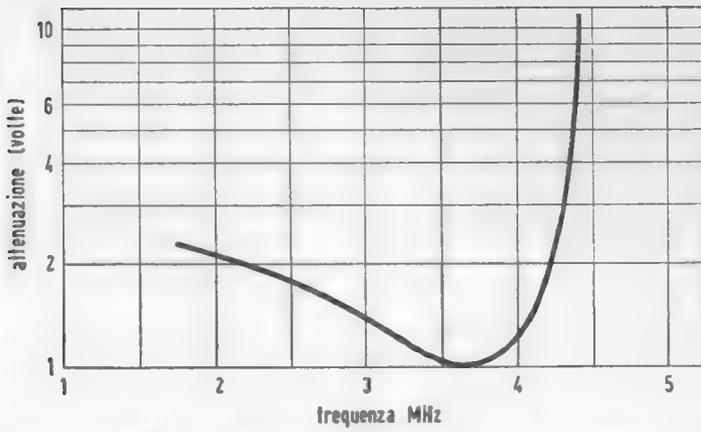


FIG. 208. Risposta della bobina di prelievo del colore. Entrata alla griglia del mescolatore; rivelatore alla placca di V_{701A} .

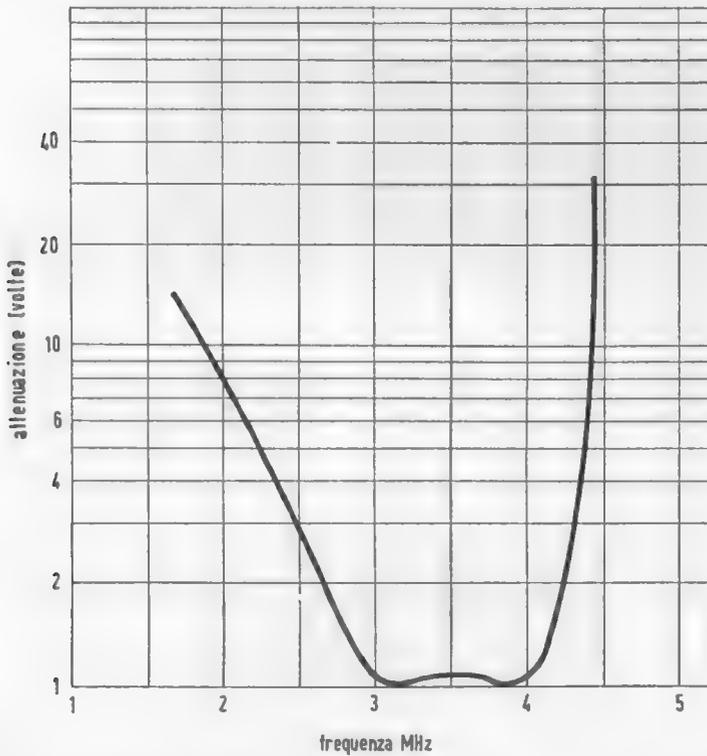


FIG. 209. Risposta complessiva del canale di cromaticità. Entrata alla griglia del mescolatore; rivelatore alle griglie dei demodulatori.

N.B. - Lo schema elettrico generale (v. volume 3) è relativo al ricevitore di colore R.C.A. CTC15 per lo standard americano; per adattarlo allo standard italiano a 625 righe, FI video 45,75 MHz, FI 2° audio 5,5 MHz sono necessarie le seguenti varianti ai valori dei componenti sotto specificati:

RIFERIMENTO	VALORE ORIGINARIO	POSIZIONE	VARIAZIONE
R_6	2,2 k Ω	Sintonizzatore	diventa 680 Ω
C_{17}	51 pF	Sintonizzatore	diventa $5 \pm 0,1$ pF cer.
C_{302}	9 pF	PW300	diventa 12,3 pF
R_{302}	4,7 k Ω	PW300	diventa 2,2 nF, 10%
T_{302}	—	PW300	} aggiungere una resistenza in parallelo al primario di T_{302} , T_{303} , T_{304} , da 8,2 k Ω a 22 k Ω da stabilirsi durante l'allineamento
T_{303}	—	PW300	
T_{304}	—	PW300	
C_{311}	100 pF	PW300	diventa 56 pF cer.
C_{310}	150 pF	PW300	diventa 250 pF
R_{320}	22 Ω	PW300	aggiungere 3 nF, 10%, cer. in parallelo
L_{311}	620 μ H	PW300	diventa 210 μ H (LA1)
R_{317}	15 k Ω	PW300	diventa 22 k, 10%
DL_{101}	—	PW300	diventa 24,2 cm di cavo coassiale ritardatore tipo HH1600 Hakethal
—	—	PW700	aggiungere un'induttanza 72 μ H fra DL_{101} e il punto M (PW300)
L_{100}	72 μ H	PW700	diventa una resistenza di 1,6 k Ω , 5%
L_{700}	62 μ H	PW700	diventa 33 μ H (LA4)
R_{702}	2,2 k Ω	PW700	diventa 1,6 k Ω
C_{311}	560 pF	PW700	diventa 390 pF, 10%, cer.

C_{750} R_{720} L_{704} L_{705} C_{720}	390 pF 220 Ω 620 μ H 620 μ H 33 pF	PW700 PW700 PW700 PW700 PW700	eliminato eliminato diventa 1 mH (LA2) diventa 1 mH (LA3) diventa 66 pF
C_{721} — —	33 pF — —	PW700 PW700 PW700	diventa 66 pF aggiungere un'induttanza di 620 μ H fra R_{723A} (terminale A.T.) e il punto S_3 aggiungere un'induttanza di 620 μ H fra R_{723B} (terminale A.T.) e il punto S_3
R_{749} R_{763} C_{724} C_{717} C_{728}	150 Ω 100 Ω 82 pF 10 pF 150 pF	PW700 PW700 PW700 PW700 PW700	aggiungere in parallelo 3,3 nF, 10%, cer. aggiungere in parallelo 4,7 nF, 10%, cer. diventa 68 pF, 10%, cer. diventa 6,8 pF, 10%, cer. diventa 100 pF, 1%, cer.
R_{148} C_{723} — C_{511} — — —	18 k Ω 15 pF — 0,1 μ F — — —	PW700 PW700 PW500 PW500 PW500 PW500 PW500	cortocircuitare diventa 10 pF, 10%, cer. il conduttore al punto P (dal potenziometro di linearità verticale) deve essere trasferito al punto Q . eliminato aggiungere un condensatore 0,25 μ F, 1 kV, a carta, fra il punto P (PW500) e il telaio trasformatore di rete 117 V, 60 Hz diventa un'unità per 200/250 V, 50 Hz aggiungere un resistore di 0,47 M Ω fra il punto P e il punto Q

CAPITOLO 12

Strumenti di misura per il controllo dei ricevitori di TV a colori

La produzione, l'installazione e la manutenzione dei ricevitori di TV a colori ha creato la necessità di nuovi apparecchi di prova ed ha imposto particolari requisiti per le apparecchiature preesistenti.

Essenzialmente si richiedono due nuovi strumenti per l'apparecchiatura di prova, per il controllo ed il servizio tecnico dei ricevitori di TV a colori: il generatore di barre colorate e il generatore di punti (o tracce) e di barre incrociate di colore. Il primo viene usato per controllare il funzionamento dei circuiti di cromaticanza, per la ricerca guasti e per regolare i circuiti delle matrici e dei demodulatori. Il generatore di punti (o tracce) e reticoli colorati viene usato per la regolazione della convergenza.

Elementi opportuni supplementari, da considerare quando si studia la costituzione del banco di prova, sono una maschera di controllo del colore (cinescopio di colore), un commutatore a griglia in derivazione e un gruppo di cavi di collegamento a varie distanze. Infine, per l'installazione, si richiede una bobina di smagnetizzazione.

Poichè la maschera di prova dei colori, che consiste in un tubo d'immagine a colori e nei suoi componenti associati, montati in un mobile, non è una parte permanente del banco di prova, ma viene usata solo secondo l'eventualità, si può prevedere uno spazio di riserva sul banco solo per il generatore di barre colorate e per il generatore di punti e griglie colorati. Alcuni accessori come l'alimentatore di polarizzazione dei televisori, la sonda di alta tensione, la sonda a diodo a cristallo ed il marcatore si dimostrano pure utili per il servizio dei ricevitori sia a colori, sia in bianco e nero.

Costituzione del banco di prova

L'introduzione del colore e dei suoi strumenti di misura non richiede nessuna grande modifica nell'impianto di un efficiente banco per ricevitori in bianco e nero. La maggior parte dei fabbricanti di apparecchiature di controllo del colore incorporano in un'unica unità gli elementi del generatore di barre di colore e del generatore di punti e reticoli colorati; con questi strumenti concentrati si riduce alquanto lo spazio necessario del banco. Una composizione efficiente di banco per ricevitori in bianco e nero presenta facilmente lo spazio addizionale richiesto per il servizio tecnico del colore. Con l'aggiunta dei due generatori di barre colorate e di punti e reticoli colorati sopra menzionati, lo stesso complesso di apparecchiature di prova adatto alla manutenzione dei ricevitori in bianco e nero si può usare per l'installazione ed il servizio dei ricevitori di TV a colori.

La solita installazione per il bianco-nero comprende un generatore vobulato, un oscilloscopio, un generatore marcatore ed un voltmetro elettronico.

Non è conveniente in pratica raccomandare una specifica costituzione di banco, che risulterà ottima in qualsiasi caso. Ciascuna installazione di laboratorio ha esigenze particolari basate sul genere di lavoro da eseguire e sullo spazio a disposizione. Ci sono però alcuni elementi che possono aiutare nel progetto di un ambiente di lavoro. Dove lo spazio lo permette, ciascun tecnico può avere il suo proprio spazio sul banco, il suo proprio corredo di utensili manuali fondamentali, ed avere, se possibile, il suo voltmetro elettronico ed il suo oscilloscopio.

Altri strumenti, come p. es. il generatore vobulato, il generatore marcatore, i generatori di barre, punti e reticoli colorati possono essere collocati nello spazio riservato alle operazioni di allineamento, o possono essere posti sopra un tavolo a ruote per consentire di spostarli nella posizione desiderata. Tutti gli strumenti devono essere collocati in modo che tutti i regolatori di funzionamento siano facilmente accessibili e tutti i cavi di collegamento siano identificabili. Un magazzino di componenti è molto utile quando sia posto in una zona centrale. La giusta organizzazione dell'inventario, con specifiche posizioni assegnate a ciascun tipo di componente, è estremamente importante. La corretta organizzazione delle parti permette di aggiornare l'inventario, fornisce un mezzo per ritenere solo quelle parti, che sono usate più spesso con conseguente risparmio di tempo.

Apparecchiatura di prova usata nel servizio tecnico di TV a colori

a) *Necessità di un generatore di punti (o tracce) e barre incrociate colorati.* — Questo generatore è uno strumento per il controllo e la regolazione della convergenza nei ricevitori di colore. Inoltre questo strumento è utilissimo per controllare la linearità orizzontale e verticale e la scansione nei ricevitori sia di colore, sia di bianco e nero.

Scopo della convergenza è di fornire un'immagine con la minima dispersione dei colori sull'intera area del cinescopio. La convergenza si ottiene quando i tre fasci elettronici incidono direttamente sullo stesso punto della maschera d'ombra. Questa condizione di convergenza deve essere mantenuta anche quando i tre pennelli vengono deviati entro la maschera d'ombra. Nel ricevitore a colori sono previsti controlli statici e dinamici per posizionare i fasci in modo che convergano sulla maschera d'ombra e incidano sui relativi punti dei fosfori colorati.

In un ricevitore a colori, la dispersione del colore può essere osservata sia sull'immagine colorata, sia su quella in bianco-nero. Per determinare se un ricevitore ha corretta convergenza, il tecnico deve semplicemente osservare se vi è una dispersione di colore disturbante in un'immagine in bianco-nero, alla normale distanza di visione. Infatti è assai più difficile rilevare una deregistrazione sopra un'immagine colorata.

Un tecnico esperto può fare regolazioni grossolane della convergenza statica osservando gli effetti al centro di un'immagine in bianco-nero, ma non è pratico, se non impossibile, regolare la convergenza dinamica senza l'aiuto di un adatto generatore di punti e reticoli. Si possono usare sia i punti, sia i reticoli per fare regolazioni della convergenza. Dettagliati procedimenti di regolazione della convergenza sono dati nelle note di servizio dei fabbricanti per ogni tipo di ricevitore. Poichè i ricevitori sono diversi l'uno dall'altro, si devono seguire le specifiche istruzioni date dal fabbricante. Dopo aver acquisito sufficiente esperienza, sarà possibile al tecnico analizzare la convergenza con una figura a punti o a barre incrociate e poi fare solo quelle regolazioni che sono necessarie, invece di ripetere l'intera procedura di convergenza.

Il generatore di punti e grate è anche un eccellente strumento per controllare la linearità di scansione verticale e orizzontale e la sovra-scansione nei ricevitori sia a colori, sia in bianco-nero. Ancora, la qualità generale dell'allineamento del ricevitore può essere apprezzata

osservando i fronti iniziale e finale del punto. La figura a barre orizzontali si usa per controllare la linearità verticale e la figura a barre verticali si usa per controllare la linearità orizzontale. Naturalmente la figura a barre incrociate permette la riproduzione simultanea di barre orizzontali e verticali. Il tecnico, al quale sono familiari i problemi di linearità nei ricevitori in bianco-nero, apprezzerà facilmente questo metodo conveniente per eseguire le giuste regolazioni di linearità. Le figure di reticoli forniscono anche un mezzo conveniente per regolare la sovrascansione del ricevitore per assicurare che la propria porzione del reticolo sia estesa oltre il bordo della maschera del ricevitore. Le note di servizio dei ricevitori a colori generalmente specificano l'entità raccomandata di sovrascansione sul tubo d'immagine.

Requisiti di un generatore di punti (o tracce) e di barre incrociate a colori. — Il generatore in oggetto per riuscire pienamente utile deve possedere quelle caratteristiche che permetteranno al tecnico di ottenere la convergenza e di regolare la linearità e la sovrascansione in un minimo di tempo.

I generatori di punti e griglie forniscono una struttura a punti bianchi sopra un fondo decisamente nero ed una serie di barre verticali e orizzontali, che possono essere combinate per formare una figura reticolare. Ci sono due tipi fondamentali di strumenti per produrre queste figure. Uno genera un segnale video; l'altro genera un segnale RF. Mentre entrambi i tipi di generatori sono molto utili per fare la regolazione della convergenza e della linearità, ognuno ha i suoi propri pregi. Alcuni generatori di segnali video a punti sono previsti per produrre segnali ad alto livello, altri per produrre segnali a basso livello.

Un generatore di segnali video come l'R.C.A. WR-64A può essere collegato direttamente al tubo d'immagine. Un generatore di segnali video a basso livello viene generalmente collegato all'entrata del primo stadio amplificatore video. Alcuni generatori, che hanno lo scopo di iniettare segnali video nel ricevitore di TV a colori, devono essere alimentati da segnali di sincronismo. Gli impulsi sincronizzanti sono necessari per sincronizzare gli oscillatori nei generatori di punti e grate, che generano le barre verticali e orizzontali. Per sincronizzare questi oscillatori, il ricevitore viene dapprima regolato per produrre un'immagine normale usando i segnali emessi da una trasmittente televisiva; i segnali di sincronismo vengono poi applicati dal ricevitore al generatore di punti e griglie. Ciò si effettua con tutta facilità. I segnali di sincronizzazione orizzontale si ricavano connettendo il morsetto di

sincronizzazione orizzontale del generatore al punto « caldo » isolato delle bobine di deviazione orizzontale. In questo modo si applica un sufficiente impulso di ritorno al generatore per sincronizzare l'oscillatore di barre verticali. I segnali di sincronismo verticali, per l'oscillatore di barre orizzontali, possono essere ricavati dalla rete di alimentazione a 50 (o 60) Hz, o possono essere ottenuti connettendo il conduttore per la sincronizzazione verticale al punto « caldo » delle bobine di deviazione orizzontale. Si noti che in tal modo, tanto il ricevitore, quanto il generatore di punti e barre incrociate, vengono sincronizzati dai segnali di sincronismo provenienti dalla stazione emittente TV. I segnali video del generatore sono semplicemente sostituiti al normale video della stazione per produrre le figure a punti e a barre incrociate sullo schermo di visione.

Il tipo a RF di generatore di punti viene collegato direttamente ai terminali di antenna di entrata del ricevitore e non richiede una sorgente esterna di sincronizzazione. Questo tipo di generatore è di uso molto conveniente, poichè tutti i segnali necessari sono generati dallo strumento stesso e non si richiedono altre connessioni al ricevitore oltre all'applicazione della RF ai suoi terminali di antenna. L'impiego di un segnale a RF offre pure un utile mezzo per stimare la risposta generale RF-FI del ricevitore, come si dirà in seguito.

Le forme d'onda prodotte dal generatore di punti e grate devono avere fianchi nitidi. In altre parole, ci deve essere una transizione brusca dal livello nero al bianco e viceversa. Bordi netti si ottengono quando gli impulsi di segnali, che formano i punti e le barre hanno tempi di salita e di discesa molto piccoli. Inoltre, è essenziale che i segnali del generatore di impulsi conservino ampiezza costante ed abbiano eccellente stabilità di frequenza. Per presentare questi requisiti, gli strumenti di tipo RF, come il WR-64 della R.C.A., impiegano circuiti di oscillatori controllati a cristallo e circuiti di impulsi a larga banda. Quando si usa un generatore di questo tipo, eventuali perdite di nitidezza ai confini dei punti o delle barre verticali possono essere attribuite a disallineamento o a insufficiente guadagno nei circuiti RF o FI del ricevitore.

Lo strumento deve fornire barre verticali e orizzontali di uguale luminosità, quando le figure vengono riprodotte sopra un cinescopio. Gli impulsi costituenti le barre orizzontali e verticali vengono impiegati per modulare la portante a RF applicata al ricevitore. Le barre verticali rappresentano l'informazione video di alta frequenza, mentre le barre orizzontali rappresentano l'informazione video di bassa frequenza.

La risposta generale del ricevitore, che dipende dall'accordo, e le risposte degli amplificatori a RF, a FI e video determinano pure l'ampiezza relativa degli impulsi orizzontali e verticali. Se gli impulsi di alta e di bassa frequenza forniti dal generatore sono di ampiezza disuguale, ci si può aspettare che le barre verticali ed orizzontali mostrino differenze di luminosità sul tubo di visione. Un ricevitore che funzioni correttamente produce barre verticali e orizzontali di uguale luminosità.

È importante che il generatore di punti e griglie conservi le precise frequenze di sincronismo orizzontale e verticale. Piccoli errori nelle frequenze di sincronismo possono passare inosservati, poichè i circuiti del ricevitore possono mantenere una condizione di sincronizzazione e produrre figure stabili. Però, le regolazioni di convergenza dinamica, effettuate quando i circuiti di deviazione lavorano con frequenze sbagliate, non producono le convenienti correzioni dinamiche, quando il ricevitore è riportato al normale funzionamento usando i segnali di sincronizzazione di una stazione TV.

I ricevitori moderni con la loro elevata sensibilità e coi loro stadi ad alto guadagno possono captare segnali trasmessi anche se i conduttori di antenna sono staccati dall'entrata. Tali segnali possono mascherare coi segnali dello strumento a fare battimenti con essi e rendere difficile la messa a punto del ricevitore. Il generatore dovrà essere in grado di accordare i circuiti RF di più di un singolo canale. Questa caratteristica permette la regolazione del ricevitore alla frequenza di un canale, che non è sfruttato nella zona locale in cui si trova il ricevitore.

b) *Generatore di barre colorate.* — Questo generatore si usa per controllare, regolare i ricevitori di colore e per la ricerca dei loro guasti. In assenza di trasmissione di un programma colorato, questo strumento è necessario nell'installazione per controllare il funzionamento del ricevitore coi segnali di colore. Il generatore di barre colorate è necessario per la regolazione delle fasi e delle matrici e per la ricerca guasti; è un mezzo sempre pronto per produrre figure colorate di caratteristiche note. Il tecnico esperto può ricavare una grande quantità di informazioni circa i guasti dall'aspetto delle immagini teletrasmesse, ma il modo più diretto, e che può essere usato in ogni caso, per ottenere lo stesso risultato, è di riprodurre il segnale generato da un generatore di colori.

Tipi di generatori di figure a colori. — Ci sono tre tipi fondamentali di generatori: il tipo di arcobaleno predisposto, il tipo di arcobaleno diffuso e il tipo a segnale saturato o tipo NTSC.

Il generatore di arcobaleno predisposto produce 10 barre di colore di diverse tinte. Queste barre corrispondono a specifici angoli di fase del demodulatore, angoli che possono facilmente essere identificati. I segnali prodotti da questo generatore coprono una gamma completa di angoli di fase richiesta per la messa a punto e la riparazione dei ricevitori di colore. Detti generatori sono controllati a cristallo e generalmente comprendono mezzi per produrre impulsi di sincronismo orizzontale ed una portante audio RF non modulata. Il preciso sblocco dei segnali di uscita del generatore rende possibile la regolazione della fase del demodulatore senza l'ausilio di un oscilloscopio.

Il generatore di colori dell'arcobaleno diffuso produce approssimativamente la stessa gamma di tinte del generatore di arcobaleno comandato, ma non ha in sé il mezzo per separare i colori in barre. I colori prodotti da questo tipo di generatore si mascherano fra loro; di conseguenza non c'è un punto di riferimento facilmente a disposizione per la localizzazione di uno specifico angolo di fase. Il segnale sottoportante generato da questo strumento è generalmente controllato a cristallo, secondo il progetto del generatore stesso. Mentre il generatore di colori diffusi è utile per determinare se i circuiti di colore del ricevitore sono funzionanti, esso è meno adatto per l'allineamento e la riparazione, rispetto al tipo predisposto. Si richiede un oscilloscopio per le regolazioni del demodulatore.

Il segnale saturato prodotto dal tipo di generatore NTSC produce una figura di barre colorate di colori primari e complementari saturati. A seconda dello schema dello strumento, questi colori possono apparire come una rappresentazione di barre (verde, giallo, rosso, magenta, bianco, ciano e blu), oppure i singoli colori possono essere riprodotti uno alla volta. Inoltre, i segnali a frequenza sottoportante, senza piedistallo di luminosità, possono essere ricavati da questo strumento, per alcuni o per tutti gli angoli di demodulazione $R-Y$, $B-Y$, $V-Y$, I e Q . Anche questo tipo di generatore è controllato a cristallo.

Mentre il segnale saturato può essere usato per regolazioni e ricerca guasti, non c'è regolazione nel ricevitore che richieda l'uso di questo tipo di segnale. Il controllo di « colore » e il controllo di contrasto del ricevitore di TV a colori vengono usati per stabilire un livello relativo dei segnali di crominanza e di luminanza. Poichè questi controlli sono regolati dall'utente, non c'è necessità di usare segnali saturati nella regolazione del ricevitore a colori. Sta di fatto che non vi è un punto nei moderni ricevitori a colori, in cui i segnali di luminanza e di crominanza demodulata possano essere contemporaneamente os-

servati con un oscilloscopio. Questi segnali passano attraverso canali completamente separati e arrivano individualmente al tubo d'immagine.

Requisiti di un generatore di barre colorate. — Gli stadi di cromaticità del ricevitore richiedono un preciso allineamento per assicurare una buona immagine colorata; ciò è necessario perchè essi contengono circuiti sensibili alla fase. Perciò è importante che l'oscillatore della subportante di colore del generatore sia controllato a cristallo. Il generatore dovrebbe produrre anche una portante audio RF non modulata, che è necessaria per regolare il controllo di sintonia fine del ricevitore prima di iniziare l'allineamento o la riparazione. Anche questo segnale deve avere la precisione di un cristallo.

L'uscita di un segnale RF è conveniente per fare misure di campo, poichè il segnale può essere applicato direttamente ai terminali di antenna del ricevitore. Inoltre, l'uso di un segnale RF permette l'osservazione degli effetti che il sintonizzatore, gli stadi FI e gli stadi di cromaticità hanno sul segnale. L'uscita video del generatore di figure colorate consente di applicare il segnale direttamente allo stadio video, ed offre un mezzo di isolare un inconveniente negli stadi video, o in uno stadio RF o FI. La stessa tecnica può essere usata con generatori, che producono solo un segnale RF in uscita. In questo caso si deve usare un oscilloscopio per controllare la presenza del segnale all'uscita del rivelatore video. Se il corretto segnale è presente, gli stadi RF e FI possono essere esclusi, perchè equivalgono a una sorgente di disturbi.

Per semplificare la regolazione del campo e per ridurre il numero degli strumenti dell'apparecchiatura che il riparatore deve prendersi in casa, il generatore deve produrre una subportante di colore, che fornisca il tipo di segnale richiesto per controllare e mettere a punto la fase del demodulatore, senza l'uso di un oscilloscopio.

Lo strumento deve pure fornire la sincronizzazione orizzontale. In un generatore di barre colorate impiegante il metodo del segnale *off-set* (generatori di arcobaleno comandato o no) il segnale di sincronismo deve essere forzato al giusto sottomultiplo della frequenza di barra. Non è necessario fornire il sincronismo verticale, perchè le immagini colorate appaiono come barre verticali. Si può evitare che eventuali ombre dovute a ronzio residuo, che possono apparire sullo schermo, scorrano, regolando il controllo di frequenza verticale del ricevitore. Lo strumento deve essere provvisto di un controllo che possa essere usato per variare l'ampiezza del segnale burst di sincronismo del colore. Questa caratteristica permette di controllare la sen-

sibilità del sistema di sincronizzazione della subportante nel ricevitore.

Per maggior flessibilità questo regolatore deve avere un campo che possa produrre una variazione di ampiezza del burst di sincronizzazione del colore sia sopra, sia sotto il livello normale. Questo campo di regolazione può essere molto utile nei casi in cui la risposta degli stadi amplificatori RF e FI può essere bassa, o quando l'azione della sincronizzazione non è normale.

Altre desiderabili caratteristiche delle quali possa essere fornito un generatore di barre colorate sono: mezzi per controllare caratteristiche di amplificatori non lineari del ricevitore; mezzi di controllo per constatare se i tempi di ritardo della luminanza e della cromaticanza siano tra loro adattati. La correttezza dei ritardi viene messa in evidenza quando le barre di colore si dispongono sopra ai guizzi monocromatici o coincidono con essi sullo schermo del cinescopio.

Le apparecchiature di prova descritte in questo capitolo sono tipiche e rappresentative dei tipi di strumenti che sono reperibili in commercio. Ciascuno strumento è stato scelto per illustrare un modo diverso di produrre i segnali usati per regolare e riparare i ricevitori di TV a colori. Alcuni fabbricanti costruiscono una quantità di generatori di figure colorate; certuni hanno strumenti che sono posti in vendita come scatole di montaggio. Queste offrono la possibilità di acquistare apparecchi a basso costo, ma non si devono sfruttare fintanto che il montatore non abbia acquisito una certa esperienza con altre scatole di montaggio. Per l'allineamento di uno strumento montato da una scatola, è normalmente necessario un oscilloscopio a larga banda.

Come si fa quando si sceglie qualsiasi strumento di prova, bisogna qui controllare quelle caratteristiche che sono essenziali per l'uso pratico. Non ha senso spendere un capitale per una caratteristica che verrà sfruttata solo eccezionalmente. Se è possibile, si tenti di provare in funzione l'apparecchiatura prima di sceglierla definitivamente, cioè prima di acquistarla. Per ottenere la massima prestazione da uno strumento, si raccomanda di leggere l'opuscolo di istruzioni e di seguire il procedimento d'uso indicato dal fabbricante.

c) *Esempi di generatori di punti e grate.* — La fig. 210 rappresenta il generatore R.C.A. WR-64A di barre, punti e grate colorati. Questo strumento fornisce tutte le possibilità di prova richieste per regolare i circuiti di convergenza nei ricevitori di TV a colori e per effettuare regolazioni di linearità e di sovrascansione nei ricevitori in bianco-nero



FIG. 210. Generatore di barre, punti e grate colorati, mod. WR-64A, R.C.A.

o a colori. I segnali di barre colorate prodotti da questo generatore forniscono il tipo di figura che consente la riparazione e la messa a punto dei circuiti di fase del colore, senza l'ausilio di un oscilloscopio.

Il funzionamento coi punti fornisce circa 150 punti bianchi su fondo nero. Questi punti si formano dalle intersezioni di 10 linee verticali con 15 linee orizzontali, che vengono pure usate per la formazione delle griglie. Sia i punti che le grate possono essere usati per la regolazione della convergenza. Poichè il numero delle linee nelle immagini è fisso, l'unità fornisce un mezzo per regolare l'entità della sovrascansione del ricevitore.

L'uscita RF di questo strumento può essere predisposta sopra un canale desiderato, a richiesta. La portante video ha la tensione di uscita massima di 50 mV. L'impedenza di uscita dello strumento è 300 Ω bilanciati.

Gli impulsi di sincronismo orizzontali e verticali, e i segnali per le linee verticali e orizzontali, sono prodotti da un oscillatore principale controllato a cristallo, la cui frequenza di uscita viene divisa da stadi di oscillatori a bloccaggio. La fig. 211 illustra il generatore Mod. 850, B e K Color Analyst, che genera figure a punti, grate, linee verticali e linee orizzontali. Queste figure possono essere usate per regola-

zioni della convergenza statica e dinamica, della linearità e della sovrascansione. Produce anche un segnale di colore saturato, di 11 colori, apparenti uno alla volta, con la sequenza determinata dalle posizioni di commutatori di funzioni.

Un quadrante, che è meccanicamente accoppiato ai commutatori selettori, mostra la figura generata dallo strumento, in una piccola finestra al centro del pannello frontale.

Il mod. 850 produce una figura di circa 140 punti che si formano dall'intersezione di 10 linee verticali e di 14 orizzontali. In un ricevitore che abbia la giusta convergenza essi appaiono come punti bianchi rettangolari su fondo nero. L'uscita RF può essere accordata su diversi canali mediante un commutatore di canali. Da una boccola posta sul pannello frontale si può prelevare un segnale video a bassa impedenza e di basso livello. Questo segnale non può essere usato per fare regolazioni sul demodulatore, perchè non può generare la tinta corretta e può contenere un segnale di battimento. Il segnale video di uscita si usa solo per controllare se un particolare stadio lascia passare il segnale. Un oscillatore controllato a cristallo tiene in passo i circuiti del multivibratore e dell'oscillatore bloccato per generare le linee verticali ed orizzontali, nonchè gli impulsi di sincronismo verticali e orizzontali. Un altro oscillatore controllato a cristallo genera un segnale alla frequenza portante audio. Il Mod. 850 comprende un circuito sop-



FIG. 211. Analizzatore di colori B e K mod. 850 (riprodotto con l'autorizzazione della B e K manufacturing Co., divisione della Dynascan Corp.).

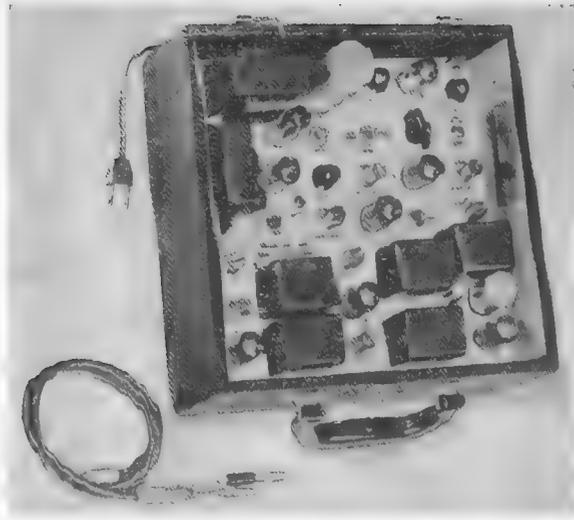


FIG. 212. Generatore di colori con punti bianchi e barre colorate mod. 660 Hickok (per cortesia della Hickok Electrical Instruments Co.).

pressore di proiettori, che consente di bloccare uno o più cannoni nel cinescopio, ed un complesso di *deconvergenza* che si può usare quando si fanno le regolazioni di convergenza dinamica per separare i punti e le linee nei loro componenti rosso, blu e verde.

La fig. 212 rappresenta il Mod. 660 del generatore di barre, punti e grate colorati della Hickok. Esso genera una figura a punti e una a barre incrociate che possono essere usate per regolazioni statiche e dinamiche della convergenza.

Lo strumento produce anche una figura a colori del tipo «arcobaleno». Sia i punti che le griglie e l'uscita del colore sono disponibili o come RF, o come segnali video.

Questo strumento produce circa 300 punti bianchi che sono formati dall'intersezione di 20 linee verticali e di 15 orizzontali. La frequenza dell'uscita RF è regolabile su diversi canali per mezzo di un commutatore selettore. L'uscita a video frequenza è regolabile da 0 a 3 volt punta-punta e il segnale è disponibile in polarità positiva e negativa. Gli impulsi di sincronizzazione orizzontali e verticali sono generati per divisione della frequenza del segnale di un oscillatore controllato a cristallo. Gli impulsi di sincronismo sono applicati al segnale composto solo nei casi dei punti bianchi e delle barre incrociate.

Generazione dei segnali colorati di prova

Il segnale trasmesso da un'emittente a colori contiene informazioni, che producono un'immagine colorata sul tubo tricromico di un ricevitore di TV a colori convenientemente messo a punto. Le tensioni che producono i colori sono naturalmente le tensioni di uscita dei demodulatori. Se un generatore deve essere utile per controllare i circuiti di crominanza, deve avere lo stesso effetto sul demodulatore, del segnale trasmesso. Per produrre varie tinte ci deve essere uno sfasamento variabile (angolo di fase) fra la sottoportante di colore trasmessa (4,43 MHz) e l'oscillatore locale a 4,43 MHz, che viene usato come riferimento. La tinta dipende dalla relazione di fase esistente fra questi segnali, e un dato angolo di fase produrrà sempre lo stesso colore ogni volta che esso è avvertito dal demodulatore. I colori prodotti dai singoli angoli di fase sono mostrati in fig. 213. Se un segnale ha un angolo di fase di 90° , si produce un rosso brillante; un angolo di fase di 180° produce il blu; un angolo di fase di 300° produce il verde, e così via. Angoli di fase intermedi producono colori che sono una miscela di questi 3 colori. Allora un generatore di segnali colorati produce una figura a colori fornendo un segnale che ha una differenza di fase variabile rispetto all'oscillatore locale del ricevitore. Ci sono due metodi comunemente usati per generare lo sfasamento richiesto, ed entrambi vengono impiegati negli strumenti reperibili in commercio.

Uno di questi metodi introduce una differenza di fase rispetto all'oscillatore di riferimento a 4,43 MHz, per mezzo di linee di ritardo; l'altro metodo ottiene lo stesso risultato mediante una *differenza di frequenza* fra il segnale fornito dal generatore e la frequenza 4,43 MHz dell'oscillatore di riferimento nel ricevitore; quest'ultimo metodo è detto «metodo della portante sfalsata» (= offset-carrier method).

a) *Metodo delle linee di ritardo.* — Le linee di ritardo possono essere fatte di spezzoni di cavi coassiali o di circuiti a costanti concentrate disposte in modo da simulare una linea di trasmissione. Il loro scopo è di introdurre un ritardo di tempo fra due punti in un circuito. Nei generatori di segnali a colori, che sfruttano linee di ritardo per produrre il segnale di colore, si introduce un particolare ritardo al segnale a 4,43 MHz, che è generato da un oscillatore controllato a cristallo nel generatore. Il ritardo viene misurato con riferimento alla subportante generata nel ricevitore ed i colori prodotti dipendono dalla variazione della fase provocata dalle linee di ritardo. I ritardi sono normalmente

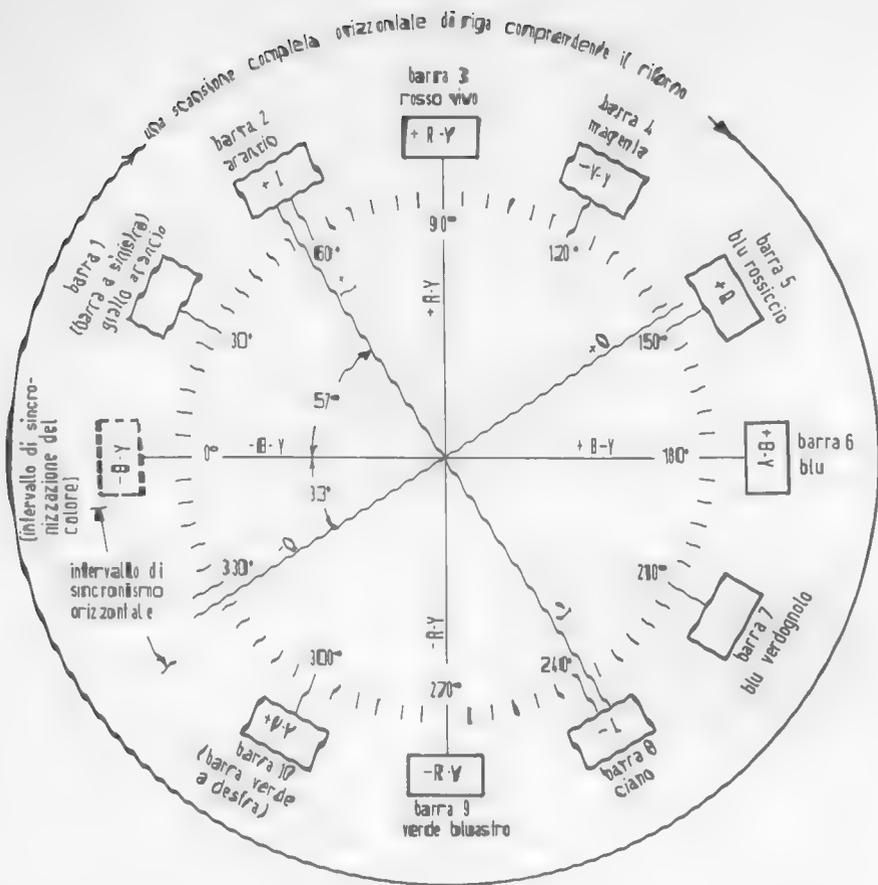


FIG. 213. Diagramma vettoriale indicante le tinte rappresentate con incrementi di 30° di fase, fra 0 e 360°.

definiti nei termini degli angoli di fase da 0 a 360 gradi. Con un angolo di fase di 0° non si ha nessun ritardo. Un segnale che comincia dopo che il segnale di riferimento ha compiuto un quarto di periodo, si dice che ha un angolo di fase di 90°. Il segnale ritardato viene combinato con gli impulsi di sincronizzazione per formare un segnale composto che può essere usato come video segnale. I segnali di luminosità possono pure essere aggiunti al segnale composto per ogni tinta generata. Questo segnale composto può venir usato per modulare un segnale a RF e fornire un'uscita che può essere applicata direttamente ai terminali di antenna del ricevitore. Nel segnale composto deve esserci un

segnale burst di riferimento per controllare la fase dell'oscillatore della sottoportante nel ricevitore.

Una rappresentazione semplificata del metodo delle linee di ritardo è data nella fig. 214. La durata di un singolo ciclo del segnale subportante è di circa $0,23 \mu s$ per l'Europa; $0,28 \mu s$ per l'America. Se il segnale è ritardato di $1/12$ di tale intervallo di tempo, cioè di circa $0,018 \mu sec$, ($0,023 \mu s$ per l'America), il segnale risulta sfasato di circa 30° . Allora, se ogni sezione della linea di ritardo mostrata nella figura 214 introduce un ritardo di circa $0,018 \mu sec$, il segnale risulterà spostato in fase rispetto al burst iniziale a scatti di 30° , e si otterranno in corrispondenza delle posizioni del commutatore i segnali rappresentativi delle varie tinte.

b) *Metodo della portante sfalsata (offset)*. — Questo sistema fornisce un segnale subportante la cui fase si sposta continuamente rispetto al segnale portante di riferimento. Quando la fase relativa del segnale sottoportante si sposta da 0 a 360° , la tinta varia dal giallo, all'arancio, al rosso, al magenta, al blu, al ciano, al verde e a tutte le tinte intermedie. Se questo sfasamento di 360° può essere effettuato nel tempo occorrente per una scansione orizzontale (periodo di riga) e può essere ripetuto per l'analisi di ciascuna riga, si forma sullo schermo una figura completa dello spettro dei colori (arcobaleno). Le tinte risultano disposte a bande verticali che si fondono una nell'altra. (Si noti che una piccola frazione dello spettro si perde durante i ritorni di riga).

Il principio della portante offset realizza lo sfasamento di 360° durante il periodo di analisi orizzontale, rendendo la frequenza del segnale subportante più alta o più bassa della frequenza della sottoportante di riferimento di una quantità pari alla frequenza di riga (15625 Hz per l'Europa e 15750 Hz per l'America).

Facendo il battimento, cioè la frequenza differenza, risultano 15625 Hz , allora il segnale differenza completa un ciclo o 360° in un periodo di riga orizzontale. I demodulatori nel ricevitore sono sensibili allo sfasamento del nuovo segnale subportante sfasato rispetto all'oscillatore di riferimento durante ogni scansione orizzontale. Il risultato è un arcobaleno continuo o spettro di colori sullo schermo, salvo piccole frazioni perse durante i ritorni orizzontali di riga. Ogni tinta appare come una banda verticale di colore che si miscela gradualmente nella tinta adiacente. La frequenza del generatore del segnale subportante del colore può venire sfalsata sia sopra che sotto l'oscillatore di riferimento nel ricevitore. Se essa è 15625 Hz più bassa dell'oscillatore

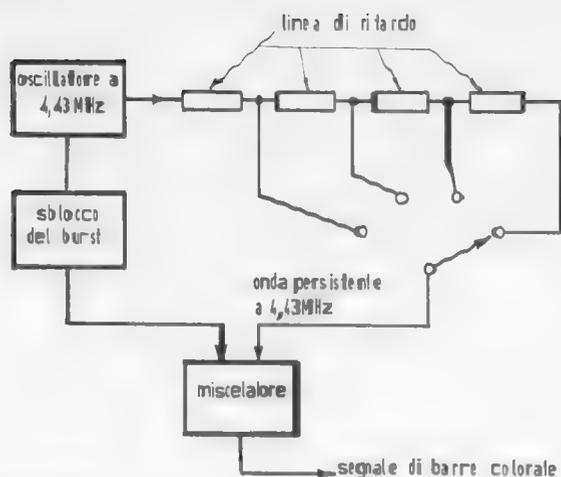


FIG. 214. Semplice modo per generare uno sfasamento tarato mediante l'uso di linee di ritardo.

di riferimento, i colori cominciano con l'arancio a sinistra (guardando lo schermo di visione) e variano gradualmente fino al verde a destra. Se la frequenza sottoportante del generatore è 15625 Hz più alta dell'oscillatore di riferimento, i colori risultano invertiti sullo schermo. Negli strumenti reperibili in commercio, la portante sfalsata è generalmente a frequenza più bassa.

Il segnale spostato può essere combinato con gli impulsi di sincronizzazione orizzontale per ricavare un segnale video composto. Si può usare il segnale sfalsato o il segnale composto per modulare una portante RF alla frequenza del canale televisivo desiderato, ottenendo così un segnale, che può essere applicato direttamente ai terminali di antenna del ricevitore. Se il generatore non fornisce gli impulsi di sincronismo, bisogna ricavarli dal ricevitore. Il circuito C.A.F.F. nel ricevitore fissa il funzionamento sulla fase media della portante sfalsata durante il periodo riservato alla sincronizzazione per mezzo del burst.

Uno spettro di colori continuo ha scarso valore per la pratica messa a punto dei circuiti colorati. Un tipo più pratico di figura è quello che fornisce punti di riferimento nella forma di angoli di fase facilmente identificabili. Questi angoli di fase possono comprendere i segnali I , Q , $R-Y$, $B-Y$ e $V-Y$.

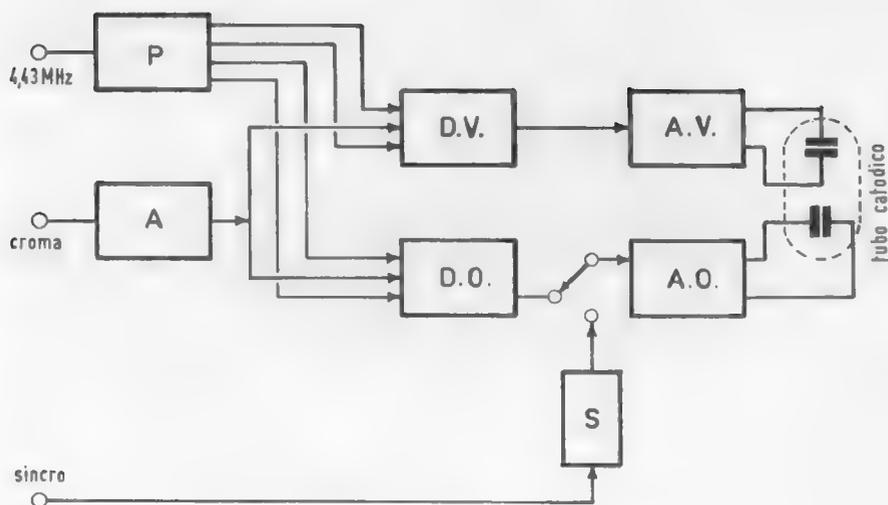


FIG. 215. Schema di principio del vettoscopio.

Per poter dare questi punti di riferimento, il generatore di spettro o di barre colorate contiene un segnale chiave, che include ed esclude il segnale subportante 4,4140125 MHz (3,563795 MHz per l'America) per generare barre distinte di colori. La velocità di manipolazione dipende dal numero di barre desiderato. Poiché i più importanti angoli di fase di riferimento sono distanziati di 30° (v. fig. 213), una decisione logica è quella di scegliere una barra ad ogni angolo di 30° . (Si noti che gli assi dei segnali I e Q sono a 33° o a 57° rispettivamente dagli assi $R - Y$ e $B - Y$; questa differenza di 3° , da 30° e da 60° rispettivamente, può essere trascurata, perchè può essere compensata con una piccola regolazione del controllo di tinta). Si perviene così a 12 barre, che possono essere identificate dai colori, ciascun colore rappresentando una variazione di 30° dell'angolo di fase rispetto al colore precedente.

Per fornire 12 barre in un sistema che abbia la frequenza di riga orizzontale di 15625 Hz, la frequenza di comando deve essere $15625 \times 12 = 181500$ Hz.

Generalmente sullo schermo del cinescopio appaiono solo 10 barre. Una barra viene eliminata dall'impulso di sincronismo orizzontale. L'altra barra, che segue immediatamente l'impulso di sincronismo orizzontale, serve come burst di sincronizzazione del colore.

Poichè il burst di sincronismo del colore si verifica durante il ritorno orizzontale, questa barra non può apparire sullo schermo di visione.

La relazione fra le barre colorate e i diagrammi vettoriali dei colori è indicata in fig. 213.

Rilievo vettoriale dei segnali di cromaticanza

L'osservazione dei segnali di cromaticanza nella loro posizione vettoriale (ampiezza e fase) rispetto al vettore di riferimento (burst) sullo schermo di un tubo oscillografico, è possibile mediante lo strumento denominato *Vectorscope*.

Questo strumento utilizza un normale tubo oscillografico a due coppie di piastrine deflettenti disposte a 90° ed è fondato sul noto fenomeno della composizione a coordinate polari di due moti rettilinei in quadratura fra di essi. È il classico caso delle cosiddette « figure di Lissajous » ove se i due spostamenti a 90° non sono uguali d'ampiezza si genera un'ellisse sullo schermo fluorescente del tubo, ellisse che si tramuta in un cerchio se l'ampiezza delle due deflessioni è identica.

Tale ultima circostanza viene anzi utilizzata per la taratura dello strumento onde assicurarsi dell'uguaglianza dell'amplificazione delle due deflessioni orizzontale e verticale. Lo strumento comprende oltre al tubo oscillografico e la sua alimentazione, un complesso di circuiti, tale da provvedere alla demodulazione sincrona del segnale di cromaticanza in esame, secondo lo schema a blocchi della fig. 215.

In essa, nel dispositivo indicato con *P* vengono preparate due coppie di sottoportante a 4,43 MHz (una con fase « zero » ed una con fase 90°), che alimentano i dispositivi di demodulazione verticale (*DV*) e demodulazione orizzontale (*DO*), contemporaneamente alimentati dal segnale cromatico convenientemente amplificato dall'amplificatore *A*.

Un dispositivo sfasatore regolabile fra « zero » e 90° (non rappresentato nella fig. 215) consente di far ruotare tutto il diagramma vettoriale, controllando la fase dell'oscillazione di riferimento.

È possibile utilizzare il tubo oscillografico anche per una normale rappresentazione ad assi cartesiani del segnale cromatico. In tal caso è prevista la sincronizzazione di riga della deflessione orizzontale attraverso un amplificatore (*S*) ed un commutatore.

PROBLEMI CON SOLUZIONE A QUIZ.

Ciascuna delle domande formulate qui di seguito comporta quattro distinte risposte, una sola delle quali è quella esatta. Dopo aver considerato attentamente tutte e quattro le risposte riportate, selezionate quella che vi sembra giusta, tracciando un trattino sulla lettera corrispondente.

Le soluzioni dei quiz sono riportate nel volume successivo.

Esempio:

Un metro è suddiviso in: *a*) 5 decimetri; *b*) 10 decimetri; *c*) 20 decimetri; *d*) 10 centimetri.

a ~~X~~ *c* *d*

Domanda

Risposta

1) In un televisore a colori è sufficiente demodulare due soli segnali cromatici perchè: *a*) le trasmissioni di TV a colori sono in bicromia; *b*) il terzo segnale cromatico viene fornito dal burst; *c*) il terzo segnale cromatico viene ottenuto dalla matricizzazione col segnale di luminanza; *d*) i segnali *I* e *Q* vengono applicati direttamente al cinescopio.

a *b* *c* *d*

2) In un televisore a colori, sistema NTSC, la manopola di controllo della tinta (hue) agisce su: *a*) l'intensità del segnale di cromaticità; *b*) l'ampiezza del segnale burst; *c*) l'ampiezza dei segnali *R*, *V*, *B* in griglia del cinescopio; *d*) la fase della sottoportante di riferimento (sintonizzazione amplificatore del burst).

a *b* *c* *d*

3) In un televisore a colori, sistema NTSC, la manopola di controllo della saturazione (intensità) dei colori agisce su: *a*) l'amplificatore a frequenza intermedia; *b*) il primo amplificatore video; *c*) l'amplificatore passabanda

del segnale di cromaticità prima dei demodulatori; *d*) la sezione di matricizzazione dei segnali cromatici *R*, *V*, *B*.

a b c d

4) Il segnale sincronizzante del colore (burst) viene separato dal segnale video composito da: *a*) l'amplificatore passabanda; *b*) l'amplificatore del burst; *c*) il separatore dei sincronismi; *d*) il primo amplificatore video.

a b c d

5) Gli impulsi usati per la convergenza dinamica in un televisore a colori sono ottenuti: *a*) dai segnali sincronizzanti; *b*) dal separatore dei sincronismi; *c*) dall'amplificatore video; *d*) dai circuiti di deflessione verticale e orizzontale.

a b c d

6) Per «convergenza statica» si intende: *a*) la convergenza dei tre pennelli in uno dei fori della maschera (shadow mask) in assenza di deflessione; *b*) la convergenza predisposta dei tre cannoni verso un punto centrale dello schermo; *c*) la convergenza dei tre pennelli su alcuni punti fosforici dello schermo; *d*) la convergenza dei tre pennelli sullo schermo in concomitanza del campo magnetico terrestre.

a b c d

7) In un televisore a colori la funzione del soppressore di colore (color killer) è di: *a*) limitare la saturazione dei colori sullo schermo; *b*) eliminare gli effetti di una misconvergenza nelle trasmissioni in bianco-nero; *c*) bloccare l'amplificatore passabanda di cromaticità durante le trasmissioni in bianco-nero; *d*) bloccare l'oscillatore della sottoportante locale durante le trasmissioni in bianco-nero.

a b c d

8) Nei televisori a colori viene generalmente usato un rivelatore separato dal canale audio a 5,5 MHz perchè: *a*) si ottiene un minore ronzio (buzz) nei confronti di quello del rivelatore video; *b*) non vi è battimento a 5,5 MHz fra le portanti audio e video nei televisori a colori; *c*) un rivelatore separato del battimento a 5,5 MHz

produce un maggior guadagno nel canale audio; *d*) la presenza della portante audio nel rivelatore video produce dei battimenti con la sottoportante di crominanza. *a b c d*

9) La linea di ritardo in un televisore a colori NTSC: *a*) ritarda il fronte anteriore degli impulsi sincronizzanti; *b*) ritarda entrambi i segnali di luminanza e crominanza; *c*) ritarda il solo segnale di luminanza; *d*) ritarda il solo segnale di crominanza. *a b c d*

10) La forma delle correnti di correzione della convergenza dinamica è prevalentemente: *a*) rettangolare; *b*) parabolica; *c*) sinoidale; *d*) a dente di sega. *a b c d*

Soluzione dei quiz del 3^o gruppo di lezioni

Numero della domanda	Risposta esatta	Numero della domanda	Risposta esatta
1	<i>b</i>	11	<i>a</i>
2	<i>d</i>	12	<i>a</i>
3	<i>b</i>	13	<i>a</i>
4	<i>c</i>	14	<i>d</i>
5	<i>d</i>	15	<i>c</i>
6	<i>a</i>	16	<i>b</i>
7	<i>c</i>	17	<i>c</i>
8	<i>b</i>	18	<i>a</i>
9	<i>a</i>	19	<i>c</i>
10	<i>b</i>	20	<i>d</i>

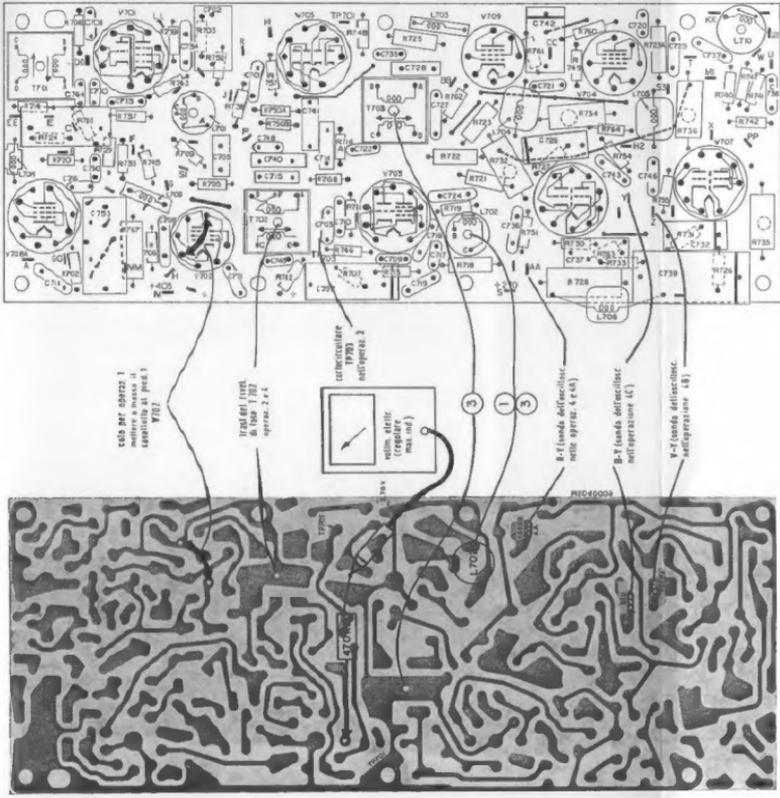


Fig. 197. Allineamento del C.A.F.F. del colore.

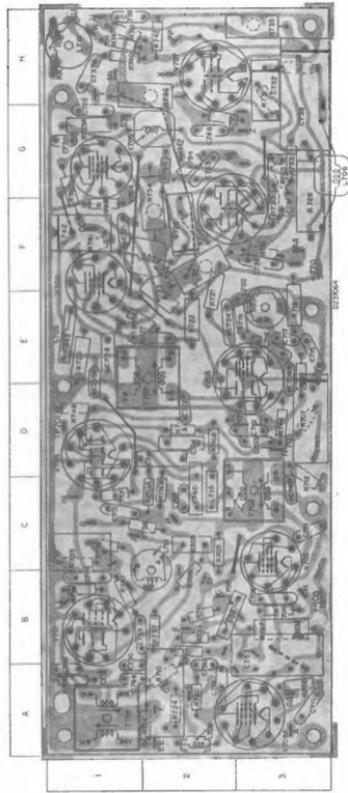


Fig. 199. Asieme dei circuiti completi della sezione PW.700 di crominanza.

EDITRICE IL ROSTRO VIA MONTE GENEROSO 6/A MILANO



5

CORSO DI TELEVISIONE A COLORI

**NTSC
PAL
SECAM**



COORDINATO DA ALESSANDRO BANFI

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

IN 8 VOLUMI

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

Coordinato da Alessandro Banfi

CON LA COLLABORAZIONE DI

ANTONIO NICOLICH

NATALE STUCCHI

HENRY SALAN

DONALD S. FLEMING

EDITRICE



MILANO

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

TUTTI I DIRITTI RISERVATI
ALLA EDITRICE IL ROSTRO

©

INDICE

CAPITOLO 13

Tecnica della ricerca guasti e della riparazione	345
Separazione dei guasti della parte monocroma e della parte cromatica . . .	345
Guasti nelle sezioni monocromatiche del ricevitore	351
Colore nell'immagine monocromatica	367
Perdite di colore	375
Perdita del sincronismo di colore	379
Riproduzione errata dei colori	385
Effetti di interferenze	392

CAPITOLO 14

Considerazioni sulle distorsioni del segnale video colore	395
Distorsioni differenziali	396
Misura delle distorsioni differenziali	397
Correzione automatica di distorsione dei segnali NTSC	402
Cenni di ricapitolazione riassuntiva sul funzionamento del televisore a colori	404
Demodulazione	405
Ampiezza del segnale cromatico	406
Larghezza di banda dei segnali di crominanza e posizione degli assi o vettori di modulazione	407

CAPITOLO 13

Tecnica della ricerca guasti e della riparazione

In questo capitolo si studia la tecnica del servizio e manutenzione dei ricevitori di TV a colori. L'obiettivo principale è di aiutare il principiante ad interpretare i sintomi dei guasti e a istituire prove per individuarne le cause. Dove sarà possibile si esamineranno i problemi che si presentano in questo campo e si indicheranno i metodi di servizio usati normalmente, nonché la diagnosi passo per passo. Si suggeriranno inoltre alcuni artifici di servizio e di rapida ricerca per individuare lo stadio difettoso e le parti guaste.

Se non diversamente specificato, in questo capitolo si fa riferimento allo schema del ricevitore CTC15 R.C.A., funzionante secondo il sistema NTSC americano.

Separazione dei guasti della parte monocroma e della parte cromatica

a) *Introduzione generale al servizio tecnico dei ricevitori a colori.* — I metodi del servizio tecnico dei ricevitori di TV a colori sono essenzialmente gli stessi usati in qualsiasi apparato elettronico. Il tecnico incaricato del servizio deve, attraverso l'analisi dei sintomi che si manifestano, restringere successivamente il problema prima alla sezione difettosa, poi allo stadio e infine ai componenti singoli in esso compresi.

Per la manutenzione del ricevitore a colori, il tecnico dovrà scindere il problema e determinare a quale delle tre categorie generali appartiene il guasto; esse sono: la sezione dell'immagine in bianco e nero, la taratura e messa a punto del ricevitore e la sezione cromatica dell'immagine.

Un breve richiamo dell'elaborazione del segnale di colore aiuterà a capire come sia possibile fare ciò.

Nella maggior parte dei ricevitori, il segnale di crominanza viene demodulato secondo gli assi $R - Y$ e $B - Y$, o talvolta secondo gli assi X e Z . Questi metodi consentono una semplificazione dei circuiti delle matrici. Il segnale Y di luminanza, o parte bianco-nera del segnale globale colorato, viene applicato direttamente ai catodi del tubo d'immagine. I segnali differenza di colore $R - Y$, $B - Y$ e $V - Y$ vengono applicati alle loro rispettive griglie controllo del cinescopio. La combinazione dei due tipi di segnali nel tubo di visione produce l'immagine colorata. La corretta riproduzione dei colori richiede che i segnali di crominanza e di luminanza siano indistorti. Qualsiasi difetto che alteri l'equilibrio del colore nell'immagine bianco-nera influenza anche la riproduzione del colore. Una buona immagine monocromatica è dunque un requisito di partenza per una buona riproduzione dei colori. Il tecnico deve riconoscere i difetti provocati da una cattiva messa a punto del ricevitore, come impurità, convergenza errata e scarso allineamento della scala dei grigi. Quando un ricevitore correttamente predisposto produce una buona immagine bianco-nera, si può essere sicuri che qualsiasi difetto nella riproduzione dei colori è imputabile a inconvenienti nel canale di crominanza del ricevitore. La fig. 216 rappresenta lo schema a blocchi del ricevitore di colore secondo il sistema NTSC; questo schema è assai utile per la ricerca guasti, perchè indica il cammino dei seguenti segnali:

- 1) segnale Y di luminanza (bianco-nero);
- 2) segnale di crominanza (informazione del colore);
- 3) segnale burst (segnale di sincronizzazione del colore).

In quanto segue si fa riferimento a questo schema.

b) *Problemi di identificazione nei circuiti monocromatici o di colore.* — Si comincia con l'accordare il ricevitore su un canale che trasmetta un'immagine bianco-nera e si osserva la qualità generale dell'immagine ricevuta. Particolare attenzione deve essere rivolta ai dettagli talvolta trascurati nei ricevitori in bianco-nero. Fra questi elementi si possono annoverare la risposta in frequenza, il grado di allineamento, la focalizzazione e le dimensioni fisiche dell'immagine (altezza, larghezza e linearità). Alcuni difetti, tollerabili nei ricevitori in bianco-nero, possono provocare grave deteriorazione del colore nei ricevitori a colori. Guasti del tipo assenza d'immagine, assenza di suono, perdita di sincronismo

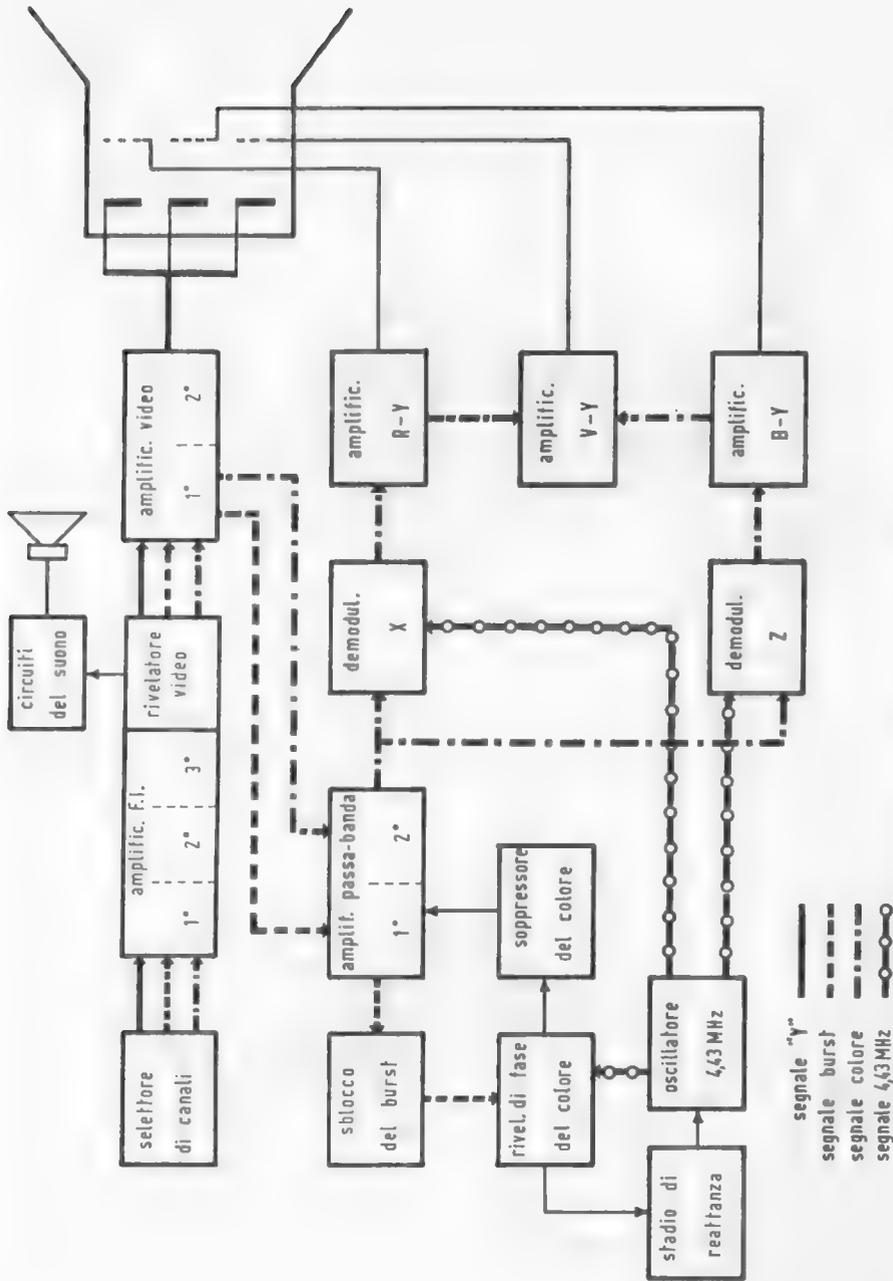


Fig. 216. Schema a blocchi di un ricevitore a colori, con l'indicazione dei percorsi dei segnali.

ecc., devono essere trattati secondo la pratica dei televisori in bianco-nero.

La taratura del ricevitore è importante e determina in gran parte la qualità finale dell'immagine monocroma. Il tecnico deve essere capace di distinguere un ricevitore veramente guasto da un ricevitore che funziona male per sregolazione. La taratura e la messa a punto devono far sì che vi siano:

1) *buona parità*. — I reticoli rosso, verde e blu devono essere esenti da qualsiasi adulterazione di colore. Per generare un reticolo bianco nitido si richiedono buoni reticoli singoli colorati;

2) *convergenza accettabile*. — Ciò significa ottenere il miglior allineamento possibile dei tre pennelli elettronici sull'intera superficie del tubo di visione. La convergenza è divisa in due parti: convergenza statica, che riguarda l'area centrale dello schermo del cinescopio, e convergenza dinamica che riguarda tutte le altre zone dello schermo;

3) *allineamento bianco-nero*. — Queste regolazioni forniscono una scala dei grigi costante sia ad alti, sia a bassi livelli di illuminazione. L'immagine deve essere esente da alterazioni di colore entro tutto il campo utile del regolatore di luminosità;

4) *funzionamento regolare dell'alimentatore stabilizzato in tensione*. — La regolazione dell'alta tensione è necessaria per minimizzare le variazioni di dimensioni, convergenza e focalizzazione dell'immagine, imputabili alla variabilità del carico presentato dal cinescopio.

Se si è constatato che l'immagine bianco-nera è normale, un inconveniente nella riproduzione dei colori deve essere attribuito a guasti nella sezione di cromaticità. Gli inconvenienti in questa parte del ricevitore generalmente si manifestano sotto la forma dei seguenti difetti:

— *assenza di colore o colori deboli*. — Il ricevitore deve essere capace di produrre colori fortemente saturati col controllo di colore ruotato al massimo in senso orario;

— *colori cattivi o perdita di tinte*. — L'impossibilità di ottenere toni giusti e vivi regolando il controllo di tinta è indice di questo inconveniente;

— *assenza di sincronizzazione del colore o scarsa sincronizzazione del colore*. — Questo tipo di difetto si riconosce da un particolare effetto, che si manifesta con barre rosse, verdi e blu mobili orizzontalmente e verticalmente. La scarsità della sincronizzazione del colore può essere rivelata dalla criticità della regolazione della sintonia fine, quando si ricerca la sincronizzazione del colore.

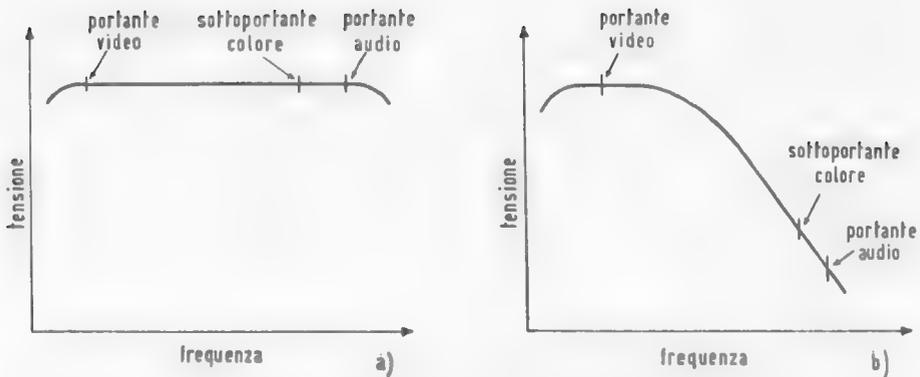


FIG. 217. Curve di risposta in frequenza dell'antenna.

c) *Effetti di antenna sul segnale di cromaticità.* — La cosa più importante nella scelta di un'antenna da usarsi con un ricevitore a colori è la risposta in frequenza. L'antenna deve presentare una risposta uniforme in frequenza sui canali che trasmettono i segnali colorati come in fig. 217a. Nella scelta dell'antenna bisogna considerare tutte le condizioni locali. Nelle zone dove sia possibile la ricezione anche per onde riflesse, o dove il segnale sia debole, bisogna valutare il guadagno e le proprietà direzionali dell'antenna da adottare. Vi sono sul mercato vari tipi di antenne appositamente progettati per la ricezione della TV a colori.

Se non si tratta di installazioni difettose di antenna, come linea di discesa staccata o rotta, elementi d'antenna in dispersione, e così via, la maggior parte delle preesistenti installazioni di antenna, che forniscono buone immagini in bianco e nero, può dare risultati soddisfacenti anche per la ricezione del colore. Vi è la tendenza da parte dell'incaricato del servizio tecnico agli inizi del suo lavoro in TV a colori, a valutare l'efficienza dell'antenna osservando un'immagine in bianco e nero, e ritenere che essa funzioni altrettanto bene per il colore. Questa ipotesi non conviene e può far perdere molto tempo. È possibile che una particolare installazione di antenna produca una buona immagine bianco-nera, e non riceva il colore in modo accettabile. Se la curva di risposta in frequenza dell'impianto di antenna è molto pendente verso il lato della subportante, come indica la fig. 217b, può accadere che i colori siano sbiaditi o non ci siano del tutto. Poiché la sottoportante di colore è molto vicina alla portante audio, una forte

inclinazione della curva verso il lato della subportante comporta una possibile deteriorazione dei colori.

Se il colore è assente o è debole e si sospetta l'antenna, si può ricorrere al seguente procedimento per individuare la causa:

1) regolare il controllo di soglia del soppressore del colore portandolo alla posizione minima; ciò esclude i circuiti di detto soppressore e consente che l'amplificatore passabanda sia sempre in funzione;

2) sostituire l'impianto di antenna esistente con un'antenna interna del tipo a V, se le condizioni di ricezione lo permettono. Oppure, un altro modo di prova è di staccare un conduttore della linea di trasmissione dell'antenna connessa ai terminali di entrata del ricevitore.

Se con questi due tentativi il livello della colorazione aumenta notevolmente, si è certi che vi è un guasto nell'impianto d'antenna.

Diversi inconvenienti nell'impianto di antenna possono influenzare la ricezione del colore. Ecco i principali:

1) errato adattatore dell'attenuazione. Si devono usare complementi di linea di attenuazione di valore adatto di tipo *H* (per linea a 300 Ω) e di tipo *T* (per cavo coassiale);

2) dispositivi multipli di accoppiamento non ben progettati, che non presentano la necessaria risposta in frequenza e sufficiente separazione fra i ricevitori;

3) la corrosione degli scaricatori può provocare un « risucchio » nel canale cromatico;

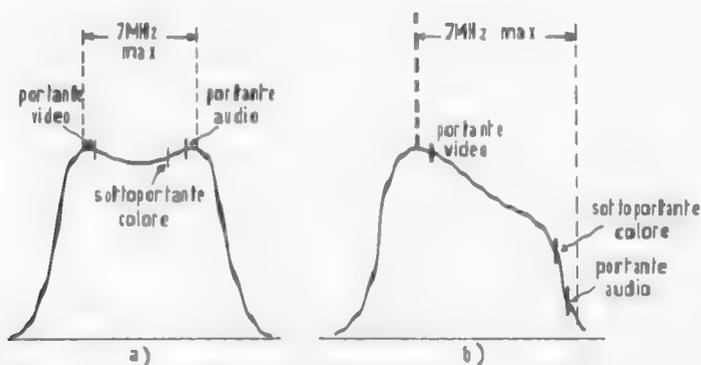


FIG. 218. Curve di risposta dell'amplificatore RF.

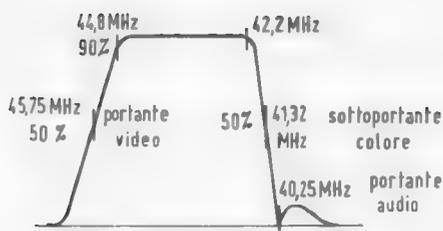


FIG. 219. Risposta totale a FI video.

4) amplificatori pilota di distribuzione dell'antenna scarsamente allineati;

5) amplificatori pilota della distribuzione di antenna sovrappilotati. Se questi amplificatori vengono sovralimentati e fatti lavorare in regime non lineare da un segnale forte, può risultare impossibile eliminare il battimento a 1,07 MHz del suono, col controllo di sintonia fine;

6) orientazione errata dell'antenna, particolarmente nelle zone dove il colore è trasmesso da più di una stazione;

7) tronchi di linea costituenti trappole a RF;

8) terminazione errata della linea di entrata. Se si usa il cavo coassiale si deve installare un conveniente simmetrizzatore o trasformatore di adattamento.

Guasti nelle sezioni monocromatiche del ricevitore

a) *Guasti nelle sezioni RF e FI.* — La sezione RF di un ricevitore di TV a colori è uguale a quella di un ricevitore di TV in bianco e nero, ma la natura più complessa del segnale colorato impone tolleranze più strette. Bisogna curare particolarmente la larghezza di banda e l'uniformità della risposta. Conviene impiegare triodi a basso rumore, che però richiedono la neutralizzazione per evitare oscillazioni nello stadio RF, imputabili alle forti capacità interelettrodiche e all'effetto Miller. Si è ovviato in parte a questo inconveniente col circuito cascode, che nel secondo stadio non richiede neutralizzazione, perchè ha la griglia a massa.

Quando si ripara un amplificatore RF bisogna controllare la neutralizzazione; generalmente ciò non è necessario quando si sostituisce

il tubo amplificatore, specialmente coi sintonizzatori equipaggiati con nuvistori, perchè la produzione di questi tubi assicura caratteristiche molto costanti.

È essenziale che la caratteristica di risposta in frequenza sia la più uniforme possibile, come indica la fig. 218a. Poichè è possibile che un'inclinazione della curva come in fig. 218b venga compensata negli stadi FI, conviene allineare per conto suo l'amplificatore RF; tutti i canali di colore devono essere allineati allo stesso modo.

Un inconveniente dell'amplificatore RF è la scarsa amplificazione, che si manifesta anche nell'immagine bianco-nera e che è imputabile a un tubo difettoso o a contatti incerti nel selettore di canali.

L'oscillatore RF e il mescolatore sono spesso in serie tra loro o accoppiati attraverso il + A.T. dell'alimentatore.

Si ricordi che un guasto in uno di questi stadi provoca una variazione di tensione dell'altro.

Il funzionamento dell'oscillatore locale RF si controlla misurando la tensione di iniezione dell'oscillatore alla griglia del mescolatore. Nel ricevitore a colori lo spostamento di frequenza dell'oscillatore locale è ancora più grave che nel caso del bianco e nero; infatti la deriva di frequenza può provocare la comparsa del battimento a 1,07 MHz fra la subportante di colore e la portante audio, con conseguente perdita intermittente di colore. Questo inconveniente può essere provocato da contatti sporchi e incerti sulle sezioni del commutatore RF dell'oscillatore e del mescolatore, oppure da capacità difettose.

b) *Guasti nella sezione FI.* — Nella sezione FI del ricevitore a colori si deve raggiungere il rapporto di 2000 a 1 fra le portanti video e audio, per evitare la formazione del battimento a 1070 kHz nell'immagine. Il suono intercarrier a 5,5 MHz è prodotto da un apposito rivelatore del suono nell'ultimo stadio FI. Nel circuito del rivelatore video è inserita una trappola addittiva per eliminare le componenti di segnale alla frequenza portante audio.

La portante video è a 45,75 MHz, la portante audio è a 40,25 MHz e la sottoportante di colore è a 41,32 MHz (v. fig. 219). Salvo quanto detto prima, la sezione FI è un convenzionale amplificatore a tre stadi a sintonia sfalsata, del tipo usato in molti ricevitori in bianco-nero. Perciò il servizio tecnico può svolgersi nello stesso modo adottato per questi ultimi.

c) *Guasti dell'amplificatore a video frequenza.* — L'amplificatore video assolve tre funzioni; infatti esso effettua la distribuzione dei

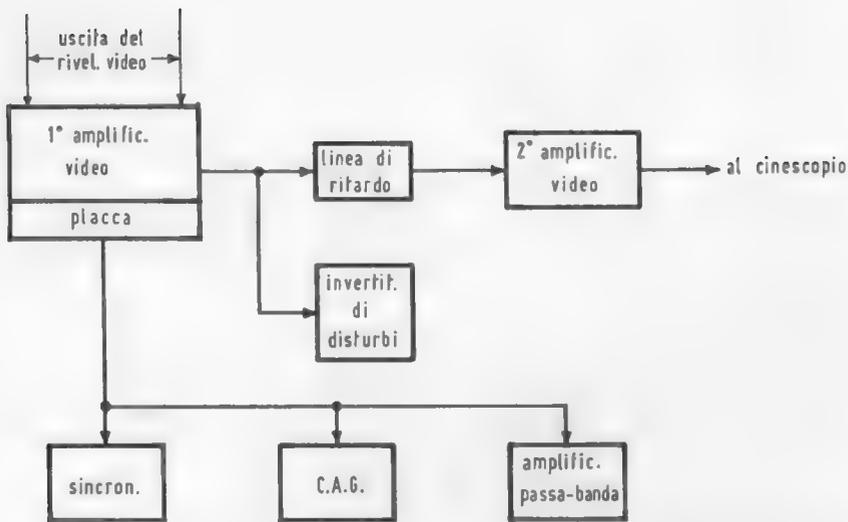


FIG. 220. Schema a blocchi con l'indicazione della distribuzione dei segnali uscenti dall'amplificatore video.

segnali di crominanza, del C.A.G. e di sincronismo. Fornisce un'ampiezza di segnale video sufficiente a pilotare il cinescopio e introduce il necessario ritardo nel canale di luminanza. La fig. 220 illustra la distribuzione dei segnali degli amplificatori video.

Circa il « tempo di ritardo » nei ricevitori a colori, si ricordi che quando i segnali di luminanza e di crominanza arrivano insieme al cinescopio, l'informazione del colore è correttamente « sovrapposta » al segnale di luminanza; ma se il ritardo non fosse stato introdotto nell'amplificatore video, l'informazione di luminanza arriverebbe al tubo catodico prima del segnale di crominanza, che risulterebbe spostato a destra del segnale di luminanza nell'immagine riprodotta. Il ritardo di una frazione di microsecondo si ottiene con l'uso di una linea di ritardo introdotta fra il primo e il secondo stadio amplificatore video. L'impedenza caratteristica della linea di ritardo è 1200Ω . L'amplificatore video deve essere progettato in modo da presentare questa impedenza ad entrambi i terminali della linea di ritardo. Queste linee sono molto robuste e difficilmente si guastano, salvo il caso di interruzione per maltrattamento, che si manifesta con la perdita del video e con scarsa o nulla luminosità. La resistenza c.c. della linea è circa 200Ω . Nell'eseguire questa misura si osservi che, come appare dalla fig. 221,

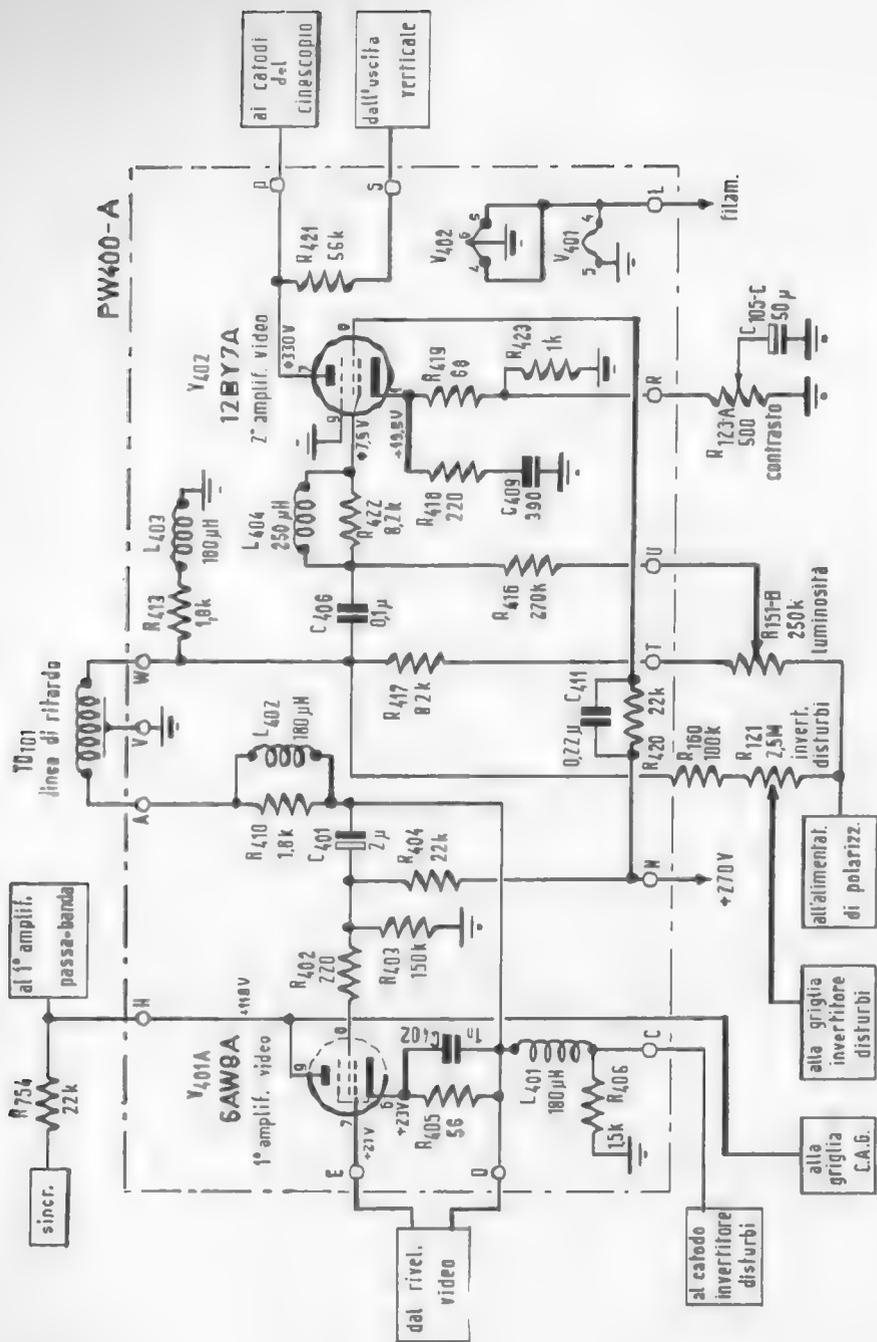


Fig. 221. Circuito di amplificatore video con l'indicazione della distribuzione dei segnali.

vi è una « via contorta » che deriva sulla linea una resistenza di circa 3300 Ω ; può anche verificarsi che la linea sia parzialmente cortocircuitata. Questo stato di cose si può rilevare da oscillazioni del video e dalla comparsa di immagini fantasma multiple molto avvicinate. In tal caso bisogna sostituire la linea di ritardo.

Ritornando alla fig. 221, relativa ad un amplificatore video a due stadi, si vede che i segnali di crominanza, di sincronismo e di C.A.G. sono presenti nel circuito anodico del primo stadio amplificatore. Il segnale di luminanza *Y* è applicato al secondo stadio amplificatore video attraverso la linea di ritardo, quindi, dopo amplificazione, arriva direttamente ai catodi del cinescopio. I controlli di contrasto e luminosità sono posti entrambi nel circuito del secondo stadio. Il regolatore di luminosità varia la polarizzazione della griglia controllo, e perciò fa variare la tensione anodica dello stadio; ciò fa variare, a sua volta, la tensione dei catodi del cinescopio. La variazione di contrasto si ottiene controllando l'entità della controeazione del circuito di catodo. Altra soluzione spesso adottata è quella dell'amplificatore video a tre stadi, come in fig. 222. Tutte le uscite sono prelevate dal circuito anodico del primo stadio. Questo fornisce un guadagno sufficiente per i segnali video, per i sincronismi, per la crominanza e per il C.A.G. Poichè il segnale video è ricavato dalla placca del primo stadio ampli-

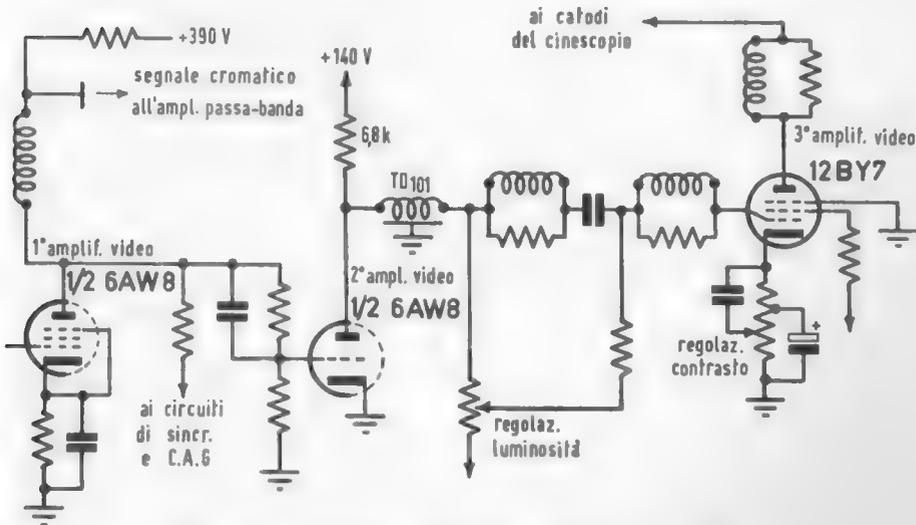


FIG. 222. Schema di amplificatore video a tre stadi.

catore video, il videosegnale è invertito in fase. Il secondo amplificatore video sposta la fase di altri 180° , fornendo così la giusta polarità del video segnale alla griglia dello stadio di uscita. La tensione c.c. sull'anodo del secondo stadio consente l'accoppiamento diretto attraverso la linea di ritardo all'entrata del terzo stadio. La bassa impedenza nel circuito anodico del secondo stadio realizza un buon adattamento alla linea di ritardo. Il terzo stadio amplificatore video è molto simile, per costituzione e funzionamento, al secondo stadio di uscita del precedente amplificatore video a due stadi. Poichè la sezione video usa due o tre stadi ad accoppiamento diretto, mentre nei ricevitori in bianco nero si preferisce generalmente l'accoppiamento a R.C. con ricompositore della componente continua, si introducono inconvenienti che si manifestano con sintomi nuovi. Segue l'esempio di una tipica richiesta di riparazione, che illustra alcuni problemi e la loro soluzione. In quanto segue qui si fa riferimento alla fig. 223.

Le condizioni rilevate siano:

- 1) assenza di immagine per i primi 20 minuti;
- 2) suono normale;
- 3) quando si forma l'immagine, i colori sono sbiaditi.

Poichè il primo guasto è riferito al tempo, il tecnico deve organizzare la sua ricerca prima che l'apparecchio si sia messo a funzionare. Anche in questo caso bisogna ricordarsi che una buona immagine bianco-nera è una premessa indispensabile, prima di esaminare il funzionamento in colore.

Per determinare se l'assenza del reticolo sia dovuta a mancanza dell'alta tensione al cinescopio, il tecnico può, senza strumenti di misura, battere leggermente sul tubo; se l'alta tensione è presente (24 kV circa), egli udirà un suono simile a una scarica, provocato dalla ionizzazione dell'aria immediatamente intorno al tubo. Se il risultato è positivo, si può pensare che il cinescopio sia all'interdizione. Quindi il tecnico deve misurare la polarizzazione di griglia. Non occorre controllare la polarizzazione dei tre proiettori elettronici, perchè se anche ne funzionasse uno solo, il reticolo si formerebbe di un solo colore (rosso, o verde o blu). Si devono trovare circa 185 V di polarizzazione sui proiettori. I catodi si trovano al + A.T. rispetto a massa. Esaminando lo schema si vede che la tensione di catodo è determinata dalla corrente anodica dello stadio di uscita video; se questo non conduce per una qualsiasi ragione, sui catodi del cinescopio appare la tensione + A.T. Per controllare se le cose stanno così, basta togliere il tubo amplifi-

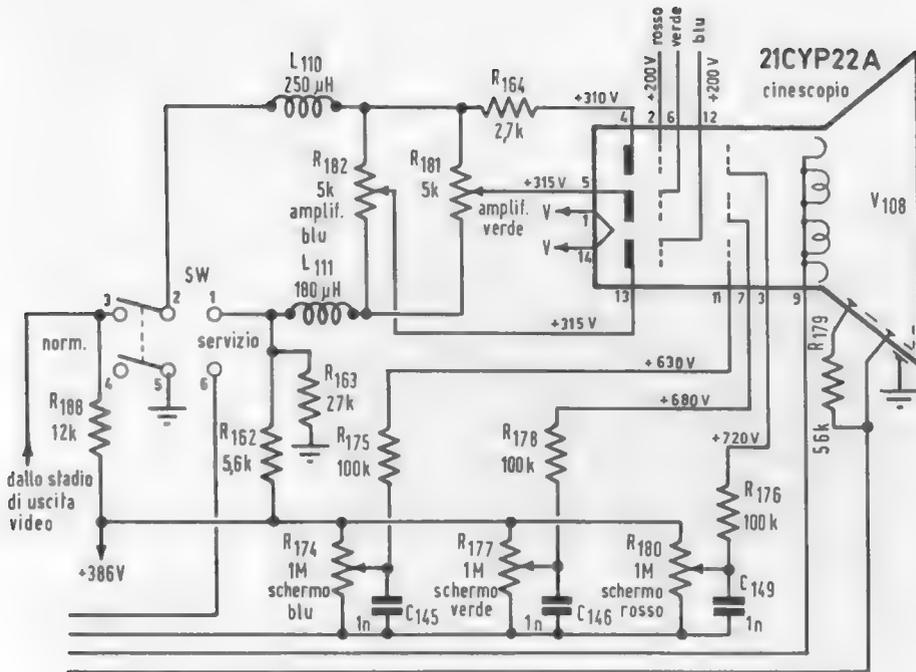


FIG. 223. Circuiti relativi all'esempio di ricerca guasti riportato nel testo.

catore video e vedere se vi è variazione di tensione sui catodi del cinescopio. Bisogna ora trovare la causa dell'interdizione dello stadio video. Spesso la polarizzazione di questo stadio è derivata dal controllo di luminosità. Riferendoci alla fig. 224 si vede che il — A.T. applicato al controllo di luminosità è ricavato per filtraggio della tensione di polarizzazione per falla di griglia dello stadio soppressore; questa tensione è formata dagli impulsi di alta tensione applicati alla griglia di detto stadio. Due tubi regolatori al neon (NF-2) mantengono la necessaria tensione costante. Quando le lampade al neon sono spente la tensione è circa — 220 V, mentre si abbassa a circa — 140 quando sono accese. Perciò se questi tubi non sono illuminati, il negativo si alza fino a interdire lo stadio video, e in conseguenza, il cinescopio. Un rapido controllo dei bulbi al neon può farsi cortocircuitandoli uno per volta; infatti cortocircuitando il tubo interrotto (ma solo per un istante!), l'altro si illumina e sul tubo catodico compare il reticolo. Nei ricevitori R.C.A. più recenti i due bulbi sono stati eliminati e la polarizzazione del tubo soppressore è di — 100 V.

Ora si può controllare il funzionamento cromatico. Poniamo che l'inconveniente consista in un insufficiente livello col regolatore di saturazione del colore portato al massimo. Dapprima si esclude che lo scarso colore sia dovuto a un tubo elettronico difettoso, poi si controlla la tensione di polarizzazione dell'amplificatore passa banda; essa è automatica e formata dal passaggio della corrente anodica attraverso la resistenza di catodo (comune allo stadio cancellatore); se si trova che questa tensione è superiore ai 2 V, lo stadio passabanda è troppo polarizzato e il suo guadagno diminuisce.

Questa situazione non produce un effetto apprezzabile sull'immagine bianco-nera, poiché un leggero incremento sul controllo di luminosità comporta una compensazione del piccolo aumento della tensione di polarizzazione.

d) *Guasti nella sezione di sincronizzazione.* — I circuiti di sincronizzazione nei ricevitori di TV a colori fanno la stessa funzione che assolvono nei ricevitori di TV in bianco-nero. La maggior parte dei ricevitori a colori impiega un circuito di cancellazione in unione con gli stadi di sincronizzazione, per conservare il sincronismo dell'immagine anche in presenza di interferenze disturbanti.

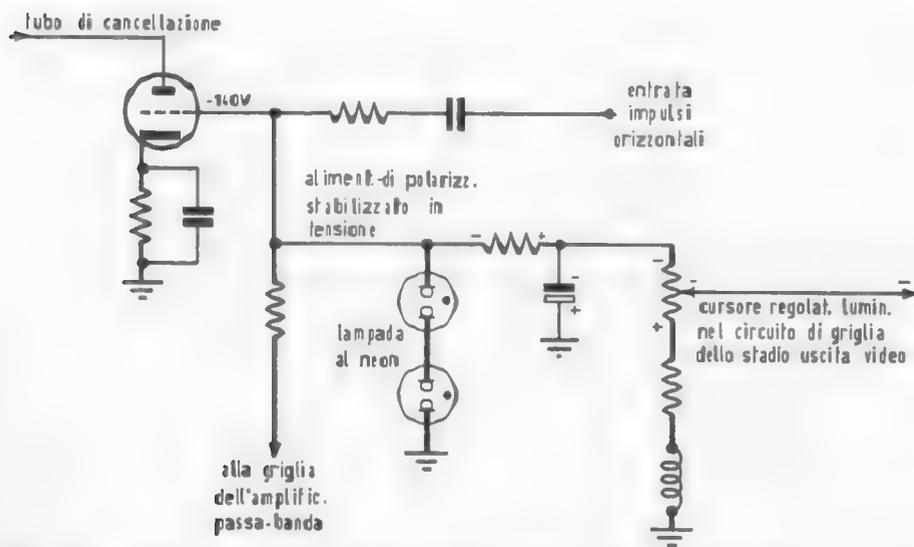


FIG. 224. Circuito semplificato di controllo di luminosità del ricevitore R.C.A. CTC10.

Dato che i circuiti del gruppo di sintesi sono gli stessi per i ricevitori a colori e per quelli in bianco-nero, per la ricerca guasti relativa a questa sezione vale la medesima tecnica normalmente usata per questi ultimi. Tuttavia un richiamo dei concetti fondamentali circa la riparazione della sezione di sintesi può essere utile.

La perdita di sincronismo verticale e/o orizzontale si manifesta con uno spostamento nelle due direzioni dell'immagine. La prima cosa da fare per localizzare l'inconveniente è di osservare se il guasto sta negli oscillatori di deviazione, o nei circuiti di separazione del segnale sincro. Se manovrando i controlli di frequenza orizzontale e verticale si può ottenere un'unica immagine, significa che gli oscillatori di deviazione sono capaci di generare le giuste frequenze, quindi il guasto va ricercato fra l'antenna e i circuiti di sincronismo. I regolatori di tenuta, che richiedono una regolazione critica per mantenere una immagine permanente, sono indice di debole sincronismo. Lo straramento e lo stracciamento dell'immagine è indizio di perdita intermittente di sincronismo o di qualche segnale estraneo, che attraverso i separatori di sincronismo, riesce a raggiungere gli oscillatori locali di deviazione. Se gli oscillatori di deviazione funzionano alle corrette frequenze (riconoscibili dall'ottenimento, sia pure istantaneo, di una sola immagine fissa), si può localizzare la perdita, o l'attenuazione, di sincronismo nelle sezioni video, o dei circuiti di sincronizzazione. Poichè le creste degli impulsi sincronizzanti rappresentano la massima modulazione al trasmettitore, gli impulsi stessi si trovano alla sommità dei segnali negli stadi RF e FI. Se uno stadio FI è sovrapiilotato (portato cioè o all'interdizione o al punto in cui inizia la corrente di griglia) il segnale sincro risulta attenuato. Conviene controllare se i segnali di sincronismo esistono ancora attraverso le sezioni RF e FI del ricevitore, facendo scorrere l'immagine e arrestandola quando al centro dello schermo si localizza una barra di soppressione verticale ed aumentando la luminosità. Se la figura a testa di martello, rappresentante gli impulsi di sincronismo verticale ed equalizzatori, è più nera della barra di soppressione, significa che i segnali di sincronismo non sono stati tagliati nelle sezioni FI o video. Un segnale sincro gravemente tagliato nella sezione FI video dà luogo ad una solida barra scura di spegnimento, nella quale si vede poco o nulla dei segnali di sincronismo verticale. Se il sincro appare normale, dopo aver eseguito il controllo suddetto, l'inconveniente si deve ricercare in qualche punto fra l'amplificatore video e gli oscillatori di deviazione. È consigliabile controllare il C.A.G. e la soglia dei disturbi, prima di procedere.

I circuiti di sincronismo possono essere controllati effettuando misure di tensione e di resistenze. Se queste misure non approdano a nulla, allora il tecnico deve ricorrere all'oscilloscopio per il rilievo delle forme d'onda relative alla sezione di sincronismo. La maggior parte dei costruttori riporta sugli schemi, o nelle note di servizio, le forme d'onda dei segnali ai vari punti chiave della parte dei circuiti di sincro. Si noti che per il rilievo degli impulsi di sincronismo alle entrate degli oscillatori di deviazione, è necessario mettere fuori servizio i generatori stessi. Normalmente l'impulso di sincronismo è molto piccolo rispetto al segnale di deviazione, sia all'entrata dell'oscillatore verticale, sia a quella del circuito di C.A.F.F.

e) *Guasti nella sezione di deviazione.* — Oltre ai normali requisiti del ricevitore in bianco e nero, i circuiti di deviazione di un ricevitore a colori devono presentare questi altri requisiti:

- 1) tensione di convergenza verticale;
- 2) tensione di convergenza orizzontale;
- 3) segnali a impulsi per l'amplificatore del burst;
- 4) segnali a impulsi per l'amplificatore di cancellazione;
- 5) alta tensione regolata (24 kV);
- 6) segnali a impulsi per il soppressore di colore;
- 7) tensione di focalizzazione elettrostatica.

Il circuito dell'oscillatore di riga adottato nel ricevitore CTC15 è una versione modificata del circuito «synchroguide» R.C.A.; la sua stabilità e la sua immunità dai disturbi lo rendono molto adatto ai ricevitori a colori.

I problemi che generalmente si incontrano nel circuito del generatore di riga sorgono in una delle tre categorie seguenti:

1) la bobina stabilizzatrice (bobina dell'onda sinoidale) è statata, il che provoca lo stracciamento dell'immagine per oscillazioni parassite. Queste ultime producono un bloccaggio ritmico dell'oscillatore orizzontale. L'immagine appare fuori sincronismo in senso orizzontale, il reticolo risulta disturbato e la deviazione orizzontale s'interrompe ritmicamente. Questo inconveniente è spesso accompagnato da un suono stridente;

2) insufficiente campo di regolazione della frequenza orizzontale (il regolatore è a portata di mano del telespettatore);

3) insufficiente segnale pilota all'entrata dello stadio finale di uscita orizzontale.

La staratura della bobina dell'onda sinoidale (stabilizzatrice) produce un inconveniente di tipo intermittente. Occorre familiarizzarsi coi sintomi per riconoscere con facilità questo caso. L'utente spesso lamenta che l'immagine si straccia riducendosi a linee spezzate dopo che l'apparecchio è acceso da un po' di tempo. L'intervallo può essere 10 minuti o 2 ore. L'allineamento della bobina sinoidale può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

1) *In laboratorio.* - Collegare il cavo dell'oscilloscopio attraverso una sonda a bassa capacità ai capi della bobina dell'onda sinoidale L_{501B} (generatore di riga sul telaio PW500), regolare il nucleo di questa bobina fino a ottenere la forma d'onda di fig. 225a; le figg. 225b e 225c rappresentano casi nei quali la bobina L_{501B} è erroneamente tarata;

2) *A domicilio del cliente.* - Regolare il controllo di frequenza orizzontale R_{131} in modo da spostare l'immagine a destra, finché il quadro perde il sincronismo e le righe obliquano verso l'angolo superiore a destra del cinescopio. La bobina sinoidale L_{501B} è correttamente tarata quando si riesce a ottenere tre barre e mezza prima che l'oscillatore entri in oscillazione parassita. Ne segue che se si passa direttamente da un'immagine sincronizzata allo stato di oscillazione parassita, o se si ottengono meno o più di tre barre e mezza prima di cadere nello stato parassita, si può essere sicuri che la bobina sinoidale è starata. Allora bisogna regolare tale bobina fino a ottenere la corretta condizione.

Il procedimento di taratura può variare a seconda del tipo di ricevitore, perciò bisogna sempre consultare le note di servizio; per es. alcuni recenti ricevitori fanno uso della bobina seno come regolatore della frequenza orizzontale.

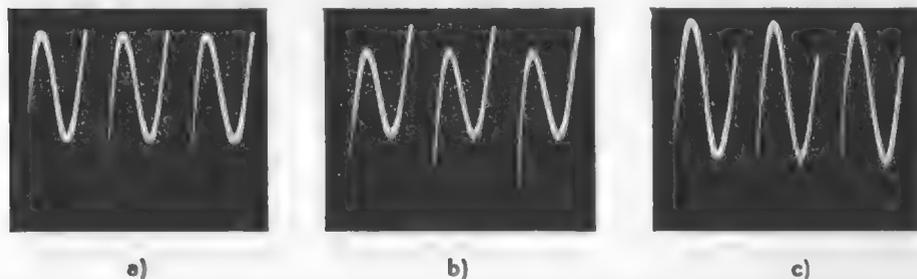


FIG. 225. a) Forma d'onda corretta in seguito alla giusta regolazione della bobina dell'onda sinoidale; b) e c) forme d'onda errate per cattiva regolazione della bobina dell'onda sinoidale.

Pur essendovi varie cause particolari di insufficiente campo del regolatore della frequenza di riga, tale inconveniente è generalmente dovuto a cattivo funzionamento dello stadio di controllo dell'oscillatore.

La mancanza di segnale di entrata al tubo di uscita orizzontale provoca l'arrossamento della placca. Il funzionamento dell'oscillatore può essere controllato misurando la tensione di griglia. Una lettura di un'alta tensione negativa alla griglia indica che lo stadio è in oscillazione. Si può controllare se il segnale di deviazione sia stato applicato al tubo finale di riga verificando la polarizzazione di griglia di quel tubo. Esso sfrutta la polarizzazione per falla di griglia; in funzionamento totale detta polarizzazione è di circa -60 V. Un basso valore negativo o, peggio, leggermente positivo è indizio di dispersione nel condensatore di accoppiamento C_{523} (v. schema generale CTC15). Il regolatore in derivazione dell'alta tensione (24 kV) nello stadio di uscita mantiene questa tensione ad un valore costante al variare del carico. La regolazione si ottiene adottando come polarizzazione per il tubo 6BK4 la differenza di tensione fra il + A.T. (applicato al catodo attraverso il trasformatore di uscita verticale) e la tensione incrementata (applicata alla griglia). All'aumentare dell'alta tensione, aumenta anche la tensione incrementata; di conseguenza, la polarizzazione del tubo 6BK4 diminuisce, provocando un aumento della conduzione dello stadio e l'abbassamento dell'alta tensione. Si tenga presente che qui con l'espressione « alta tensione » si intende l'extra alta tensione, cioè l'alimentazione del 2° anodo del tubo di visione, quella tensione cioè che nella pratica della TV in bianco-nero si suole indicare con la sigla EAT (EHT in inglese; THT in francese). La regolazione dell'alta tensione (nel circuito di griglia del tubo 6BK4) stabilisce la polarizzazione e il campo di funzionamento del tubo regolatore.

Quando si riparano i circuiti dell'alta tensione, si deve fare estrema attenzione. La perdita di regolazione può essere rivelata da uno dei seguenti indizi (o da entrambi):

1) eccessiva variazione di altezza e di larghezza del quadro al variare del controllo di luminosità;

2) scariche per effetto corona o per formazione di arco provocate da eccessiva alta tensione. In assenza di regolazione, l'alta tensione aumenta a circa 27 kV (col cinescopio polarizzato all'interdizione). Le scariche sono più nutrite in ambiente di forte umidità.

Le cause principali di mancata regolazione sono: tubo 6BK4 di-

fettoso (emissione nulla o scarsa); una resistenza interrotta nel circuito di griglia. Un elemento in cortocircuito (catodo al filamento, o griglia al catodo) o il condensatore C_{105} in corto provocano effluvi luminosi e abbassano l'alta tensione. La corrente di catodo del regolatore può essere controllata per identificare un funzionamento anormale del circuito stabilizzatore. Se la corrente è bassa, la regolazione è scarsa o nulla; una corrente eccessiva provoca sovraregolazione con conseguente diminuzione dell'alta tensione. Occorre consultare il manuale di servizio per conoscere la giusta corrente del regolatore e la raccomandata alta tensione. Per il CTC15 il valore della corrente di catodo del tubo 6BK4 non deve essere minore di 850 microampere a 24 kV. Se detta corrente non raggiunge gli 850 μA , bisogna regolare L_{710} di mezza spira in senso orario, controllando insieme che la corrente del tubo di uscita orizzontale non superi 210 mA; il valore ideale della corrente di catodo del tubo 6BK4 è compreso fra 1 e 1,4 mA.

Un avvolgimento con molte prese del trasformatore di uscita orizzontale fornisce i segnali necessari per la convergenza orizzontale, il C.A.G., il soppressore del colore, lo spegnimento orizzontale e per i circuiti dell'amplificatore del burst. Se questi circuiti non funzionano bene, bisogna controllare le forme d'onda alle prese del trasformatore di uscita.

La tensione di focalizzazione si ottiene rettificando e filtrando un impulso ricavato da un'apposita presa sul trasformatore di uscita di riga. Il regolatore del fuoco varia l'ampiezza dell'impulso. Poiché l'anodo focalizzatore del cinescopio funziona anche da anodo acceleratore, la perdita della tensione di focalizzazione provoca la scomparsa del reticolo.

Alcuni ricevitori impiegano un potenziometro per controllare il fuoco. A motivo delle altissime tensioni in gioco, il potenziometro tende a deteriorarsi; un regolatore deteriorato può dar luogo ad una focalizzazione scarsa, intermittente o variabile. Un regolatore del fuoco gravemente rovinato può portare alla scomparsa della luminosità. Se il regolatore del fuoco si guasta ripetutamente, significa che nel circuito avvengono cortocircuiti intermittenti, che provocano un passaggio di corrente eccessiva attraverso il potenziometro danneggiandolo a poco a poco. In questo caso si deve verificare il condensatore disposto tra il catodo del diodo rettificatore per il fuoco e massa. Si raccomanda l'immediata sostituzione del potenziometro difettoso (s'intende nei ricevitori che ne sono provvisti; il CTC15 ne è invece privo), perchè la pulitura e la lubrificazione non possono che differire di poco

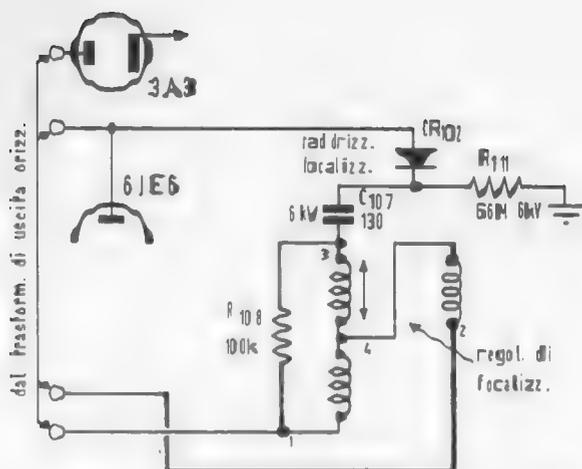


FIG. 226. Circuito di focalizzazione del mod. CTC15.

la riparazione effettiva che consiste nel sostituire il pezzo difettoso con uno nuovo.

I telai più recenti impiegano un nuovo tipo di regolatore del fuoco. Il circuito di fig. 226 (relativo al CTC15) fa uso di una bobina per regolare la focalizzazione. La variazione della tensione di concentrazione si ottiene aumentando o diminuendo l'ampiezza degli impulsi, che caricano C_{102} . Poiché questo circuito assorbe ben poca potenza, i guasti al regolatore del fuoco sono praticamente eliminati.

f) *Deviazione verticale.* — Questa parte del ricevitore impiega un circuito oscillatore verticale a due stadi, il secondo dei quali funge anche da stadio di uscita di potenza. Questo tipo di circuito è usato in molti ricevitori in bianco-nero ed è facilmente riconoscibile per l'assenza di un trasformatore, che di solito si impiega nello stadio oscillatore verticale di tipo a bloccaggio. I metodi di riparazione da impiegarsi sono esattamente gli stessi adottati per i ricevitori in bianco e nero.

In un ricevitore a colori, il circuito di deviazione verticale deve fornire i segnali di convergenza verticale. Questi segnali si ricavano da appositi avvolgimenti del trasformatore di uscita verticale e dal circuito di catodo dello stadio finale. I segnali in oggetto vengono applicati, attraverso uno zoccolo octal, al gruppo di regolazione della convergenza. Quando si esamina il ricevitore col gruppo di convergenza non innestato nello zoccolo, i piedini 1 e 2 di $J_{103}F$ de-

vono essere collegati tra loro con un cavallotto; così facendo si chiude a massa il circuito di catodo del tubo di uscita, rendendo possibile la deviazione verticale. Il problema della regolazione della convergenza è già stato trattato nei capitoli relativi al cinescopio a tre proiettori e all'allineamento e taratura del ricevitore a colori.

g) *Guasti nel circuito di C.A.G.* — Il funzionamento del circuito di C.A.G. è molto simile a quello dei circuiti di C.A.G. agganciati dei ricevitori in bianco-nero. Un forte impulso positivo ricavato da un avvolgimento del trasformatore di uscita di riga viene applicato alla placca del tubo del C.A.G. Quando questo impulso sulla placca coincide, cioè si verifica insieme con gli impulsi sincronizzanti positivi applicati alla griglia, sblocca il triodo, che va in conduzione; ciò genera una tensione negativa rettificata sulla placca; la tensione negativa viene filtrata e usata come polarizzazione degli stadi RF e FI, controllando così il guadagno dei detti stadi. Il regolatore di C.A.G. (R_{130}) determina il livello del segnale al quale l'amplificatore del C.A.G. comincia a entrare in funzione, cioè agisce da regolatore del ritardo al C.A.G.

L'entità della polarizzazione degli stadi RF e FI varia in proporzione diretta all'ampiezza degli impulsi di sincronismo. Quando il livello del sincro aumenta, aumenta anche la polarizzazione degli stadi RF e FI, diminuendo così il guadagno degli amplificatori RF e FI. Quando il livello del sincro diminuisce, l'amplificatore del C.A.G. assorbe minor corrente, la polarizzazione degli stadi controllati diminuisce e il guadagno degli stadi aumenta. L'azione fondamentale del circuito di C.A.G. è quella di mantenere un livello costante dei segnali video all'uscita del rivelatore video. Questo livello è stabilito dal regolatore del C.A.G.

Gli inconvenienti, che si verificano nel circuito del C.A.G., rientrano generalmente in una delle seguenti quattro categorie:

1) assenza di immagine o di suono; ciò è provocato da una polarizzazione eccessiva degli stadi controllati RF e FI;

2) immagine debole; ciò è provocato da una polarizzazione più alta della normale, degli stadi RF o FI, la quale abbassa il guadagno di questi stadi;

3) immagine in sovraccarico con un forte ronzio nel suono; ciò è provocato da insufficiente polarizzazione degli stadi controllati RF e FI;

4) effetto «tenda veneziana»; strisce orizzontali multiple sovrapposte all'immagine, o curvatura dell'immagine possono essere provocate da insufficiente filtraggio della tensione C.A.G. di polarizzazione; le linee orizzontali sono prodotte da oscillazioni nel circuito del C.A.G. Poichè è possibile, in seguito a un difetto nei circuiti RF, FI o video, dare la colpa ingiustamente all'amplificatore del C.A.G., dobbiamo eliminare questi stadi, nel senso di assicurarci che non siano fonte di inconvenienti, nell'espletamento della ricerca guasti. Ciò si può fare sostituendo una polarizzazione esterna al posto di quella fornita dal C.A.G. La fig. 227 indica il modo di applicare la polarizzazione esterna agli stadi RF e FI. Si devono regolare i controlli delle polarizzazioni fino a ottenere un'immagine normale. Se l'immagine non si altera girando i regolatori di polarizzazione, bisogna controllare le tensioni alle griglie degli stadi RF e FI per assicurarsi che le linee di distribuzione della polarizzazione non siano in corto circuito. L'impossibilità di ottenere un'immagine normale regolando le polarizzazioni è indice che il guasto, che si riteneva imputabile al circuito di C.A.G., ha invece sede nelle sezioni RF, FI o video, che risultano difettose.

Successivamente, escluso che il guasto sia imputabile agli ultimi

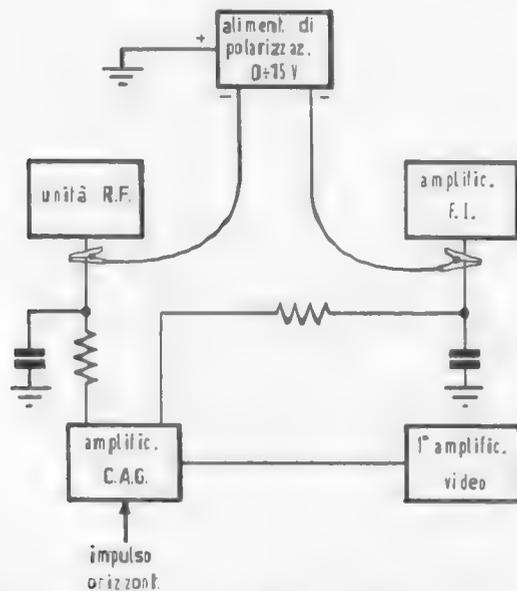


FIG. 227. Schema a blocchi del C.A.G. con l'indicazione delle polarizzazioni esterne da usare per il servizio tecnico.

circuiti nominati, bisogna verificare la presenza degli impulsi orizzontali della voluta ampiezza sull'anodo del tubo amplificatore del C.A.G. La tolleranza ammessa per detta ampiezza è del 10% del valore prescritto per il corretto funzionamento del circuito del C.A.G. Se si trova un inconveniente nei circuiti di deviazione orizzontale che sono implicati nel guasto del C.A.G., bisogna dapprima riparare il guaio della scansione.

Il disturbo nella deviazione di riga può far sì che l'impulso per il C.A.G. sia di ampiezza insufficiente. Un controllo delle tensioni di lavoro e della polarizzazione (regolazione del controllo del C.A.G.) dello stadio C.A.G. indicherà l'esistenza e l'ubicazione dell'inconveniente in questo stadio. Se si sospetta che il filtraggio delle polarizzazioni degli stadi RF e FI sia insufficiente, si devono controllare i condensatori di filtro delle linee di polarizzazione, sostituendoli con altri nuovi. Una disfunzione del circuito di C.A.G. o un controllo di C.A.G. non correttamente regolato possono provocare una deteriorazione dei colori.

Colore nell'immagine monocromatica

In questo paragrafo si trattano i guasti che provocano aberrazione cromatica delle immagini in bianco e nero. Poichè molti telespettatori desidereranno probabilmente tanto programmi in colore, quanto in bianco e nero, una buona messa a punto di quest'ultima immagine è di grande importanza. Si tenga inoltre presente che qualunque colorazione indesiderata dell'immagine in bianco e nero si manifesta anche nell'immagine a colori.

Perciò se l'apparecchio non è stato ben messo a punto per la ricezione monocroma, è quasi certo che il telespettatore richiederà una visita tecnica per riparazione.

È necessario che il riparatore conosca perfettamente i principi e il modo di esecuzione della messa a punto di un ricevitore a colori, per la qual cosa si rimanda al Capitolo 11 dedicato a questo argomento. Qui ci si limita a ricordare i punti essenziali relativi al colore.

a) *Purità e ombreggio.* — La purità, che si determina in modo molto semplice, si ottiene quando tutti gli elettroni dei fasci rosso verde e blu, colpiscono solo il rispettivo fosforo (cioè pennello rosso sul fosforo rosso, ecc.). I singoli campi puri vengono combinati nella

giusta proporzione per produrre un reticolo bianco netto, esente da contaminazione di colore. La valutazione definitiva della purità si deve fare nelle normali condizioni di visione. La regolazione della purità è un'operazione da eseguire all'inizio della messa a punto e il tecnico del servizio deve essere completamente a conoscenza delle cause che provocano una cattiva purità o le sue variazioni. Le regolazioni della purità (magnete di purità, giogo di deviazione) una volta correttamente eseguite, sono raramente motivo di disturbi successivi della purità. Questi provengono invece generalmente dalla formazione di un campo magnetico sulla maschera metallica d'ombra (apertura), o da un forte campo magnetico variabile esterno. Per analizzare la purità è conveniente l'uso di un microscopio a piccolo potere d'ingrandimento. Osservando dove il fascetto elettronico incontra i singoli punti del fosforo, si può stabilire se si tratta del magnete sregolato di purità o del giogo sregolato di deviazione. Per controllare la regolazione del magnete di purità si deve esaminare l'incidenza del pennello catodico al centro dello schermo di visione, mentre per controllare la regolazione del giogo si deve esaminare l'incidenza ai bordi dello schermo. Così, se l'incidenza del fascio è centrata sui punti di fosforo al centro dello schermo, ma è spostata ai bordi, non si deve ritoccare il magnete di purità, bensì si deve spostare il giogo, che è collocato troppo vicino allo schermo. Se il normale procedimento di taratura non basta a produrre una buona purità, ciò può essere dovuto a:

1) insufficiente smagnetizzazione (degaussing) del cinescopio, particolarmente se questo è metallico o se il mobile è di lamiera di ferro;

2) un forte errore di convergenza può rendere difficile, o in alcuni ricevitori addirittura impossibile, ottenere la purità. Prima della regolazione finale della purità bisogna dunque effettuare quella della convergenza sia dinamica, sia centrale. Siccome il magnete di purità influenza la convergenza al centro, bisogna regolare alternativamente e diverse volte questi due elementi. Se si usa una figura a punti ravvicinati, è possibile sbagliarsi di un punto. Controllando la convergenza con una normale immagine bianco-nera si può rivelare questa condizione;

3) se il ricevitore ha i magneti al contorno, questi devono essere messi nella posizione per cui il loro effetto risulta minimo. I magneti a piedini capillari devono essere sovrapposti l'uno sull'altro, mentre i magneti marginali devono essere ritirati nei loro schermi magnetici, quando si iniziano le regolazioni della purità;

4) il disallineamento dei pennelli elettronici può provocare in-

convenienti. Generalmente questo difetto comporta due campi singoli buoni, mentre il terzo campo (fucile ripiegato) rende inaccettabile la purità;

5) una maschera d'ombra difettosa o una lamina libera dietro al fosforo possono rendere impossibile l'ottenimento di un singolo campo puro. Questo genere di difetto produce grandi macchie di colore sul quadro. La mancata purità per i motivi indicati ai punti 4) e 5) è rara;

6) la contaminazione di colore avviene talvolta nel reticolo bianco, anche se i singoli campi appaiono puri.

Un piccolo errore nell'incidenza del fascio può provocare colorazione del reticolo bianco. Ciò si può manifestare se l'errore di incidenza è tale che il pennello fallisce in parte il punto di fosforo che gli era destinato, anche se l'errore non è abbastanza grande da far sì che il pennello incida un punto di fosforo non suo. I singoli campi in tal caso non presentano impurità, ma alcune aree non hanno sufficiente luminosità. Questa condizione è molto visibile sopra un reticolo bianco. Per es. se un reticolo ha un'area blu scarsamente luminosa, quell'area appare gialla, mentre il rimanente del reticolo è bianco. Bisogna allora ripetere il procedimento normale di regolazione fino a raggiungere la condizione esatta. È di aiuto il microscopio.

Un'altra causa di contaminazione di colore in un quadro bianco è l'ombreggio generato da segnali estranei, che trovano un passaggio in uno o in più canali di cromaticità.

b) *Difetti di convergenza.* — La convergenza difettosa si manifesta con una bordatura colorata degli oggetti rappresentati. La posizione dell'irregolarità del colore denuncia che la convergenza è difettosa e richiede regolazione. Per es. un'area senza convergenza al centro del cinescopio è indice di difetto nel sistema di convergenza statico, mentre zone esterne con cattiva convergenza sono indice di difetto nei circuiti di convergenza dinamica. Quest'ultimo può essere rilevato osservando le posizioni esatte degli errori e i colori interessati. Il tecnico addetto al servizio deve essere capace di distinguere fra un ricevitore che necessita di regolazione ed uno che ha un difetto nei circuiti di convergenza e deve anche saper ritrovare una convergenza accettabile. La convergenza è raggiunta quando tutti e tre i fasci elettronici entrano nello stesso gruppo di buchi nella maschera d'ombra, sull'intera superficie del cinescopio. La convergenza al centro dello schermo si ottiene con l'uso di magnetini permanenti, montati in guide di nylon o con correnti continue controllate inviate negli elettromagneti di convergen-

za. Questa si ottiene variando la vicinanza fisica del magnete al proiettore elettronico. Il movimento laterale del pennello si ottiene rotando il magnete nel contenitore del gruppo di posizionamento laterale del fascio. L'entità normale del movimento del fascio con la regolazione dei magnetini è circa $18 \div 38$ mm. Uno spostamento insufficiente del pennello può essere dovuto a limitazione fisica del moto della guida. La direzione dello spostamento del fascetto può essere variata ruotando la guida di 180° nel contenitore. La guida è quasi quadrata, perciò è possibile montarla nella scatola in una qualsiasi delle 4 posizioni possibili, due sole delle quali sono corrette. Se, per errore, la guida è girata di un quarto di giro dalla posizione corretta, il campo risulta limitato e il percorso del movimento del pennello risulta anormale. Ruotando la guida di 90° si può ristabilire, in questo caso, il normale funzionamento. Se la rotazione della guida produce una piccola variazione, o non ne produce affatto, può darsi che il magnete stesso non sia montato correttamente nella guida. Una scarsa entità, o la direzione sbagliata del moto del fascio blu durante la regolazione del magnete laterale, può produrre un posizionamento errato del gruppo dei magneti di spostamento laterale del pennello. Nei tipi più recenti la guida è a forma di I e la configurazione del contenitore è tale che la guida può essere inserita in modo unico.

Nei circuiti di convergenza dinamica appaiono difetti sotto l'aspetto di colorazione in un'immagine bianco-nera, in aree non centrali dello schermo. Il tecnico deve dapprima tentare di eliminare la cattiva convergenza regolando i controlli dinamici. Se la colorazione proviene da un difetto anziché da una staratura, non si riesce a correggere l'errore di convergenza. Si può allora individuare quali controlli hanno scarso o nullo effetto. Analizzando l'effetto dei regolatori interessati e il colore dei contorni, il difetto può essere localizzato nei circuiti orizzontale o verticale. Se il difetto influenza la convergenza di tutti e tre i colori nelle zone orizzontali o verticali, si deve esaminare il circuito dell'onda di controllo (orizzontale o verticale). La cattiva convergenza delle zone verticali e orizzontali è indice di un difetto comune, come un ritorno di massa interrotto. Controlli delle forme d'onda eseguiti con l'oscillografo aiutano a localizzare rapidamente i guasti nei circuiti di convergenza. Molti difetti di componenti in tali circuiti possono essere individuati con semplici controlli di resistenze. In alcuni casi l'inconveniente di un campo limitato di azione di un funzionamento insoddisfacente del controllo dinamico di convergenza è provocato da errata posizione del giogo di deviazione.

c) *Messa a punto del bianco-nero.* — Un requisito importante del ricevitore a colori è che esso fornisca un'immagine monocromatica di una scala dei grigi neutra, senza colorazioni, entro l'intero campo utile di azione del regolatore di luminosità. Poichè i fosfori colorati non emettono la stessa quantità di luce a parità di intensità del pennello catodico, si usano regolatori separati per ciascun fascetto elettronico per ottenere il giusto equilibrio dei colori. Questi controlli servono a determinare l'intensità dei fascetti necessaria a ciascun proiettore elettronico per produrre un bianco accettabile. I fosfori usati per i cinescopi 21FBP22 e 21FJP22 hanno un rendimento più uniforme e una maggior luminosità rispetto ai tipi precedenti. Ciò semplifica la messa a punto del bianco-nero nei ricevitori più recenti che sfruttano i nuovi cinescopi. La perfetta conoscenza dei metodi di regolazione del bianco e nero aiuta il tecnico del servizio a scoprire i guasti.

Nelle note di servizio si fa spesso uso dell'espressione « campo utile del controllo di luminosità », per indicare l'intervallo di regolazione dall'interdizione del cinescopio (schermo non illuminato) al punto per il quale l'immagine è massimamente luminosa. Un'errata regolazione dei controlli degli schermi può dar luogo ad un'eccessiva brillantezza e all'impossibilità di interdire il tubo. Basse regolazioni delle tensioni degli schermi portano a insufficiente luminosità. Se si verifica l'una o l'altra di queste condizioni, il tecnico deve ritoccare il ricevitore (aumentare o diminuire le alimentazioni degli schermi) per riportarlo alle primitive condizioni di corretta luminosità. I controlli degli schermi stabiliscono il livello d'interdizione dei rispettivi cannoni elettronici. Nell'eseguire la messa a punto del ricevitore il tecnico deve cercare di ottenere una luce che sia ragionevolmente simile alla luce bianca prodotta dai tubi in bianco-nero. Il « giusto bianco » per il cinescopio a colori è specificato corrispondente all'incirca a 9300° Kelvin. Ciò significa che la luce prodotta dal cinescopio deve eguagliare la luce prodotta dal « corpo nero » riscaldato a 9300° della scala di Kelvin. Non esiste una norma ad uso del tecnico per produrre questo particolare « bianco ». Il tecnico di TV può allora solo tentare di eguagliare la luce prodotta dai moderni cinescopi in bianco e nero. È naturalmente compito dell'addetto al servizio tecnico fornire al telespettatore il giusto « bianco ». Non si dimentichi che la corretta riproduzione dei colori dipende da un'immagine corretta in bianco e nero. Forti variazioni nella gradazione luminosa dell'immagine monocroma vengono interpretate come difetti dell'immagine a colori. Si può individuare la fonte dell'inconveniente misurando le

tensioni allo zoccolo del cinescopio. Piccole variazioni sono generalmente imputabili ai tubi degli amplificatori di $R - Y$, $V - Y$ e $B - Y$, o al cinescopio. Le regolazioni da eseguire sono le seguenti (telaio CTC15):

1) portare il commutatore « Normale-Servizio » in posizione « Servizio »;

2) disporre il controllo di polarizzazione del cinescopio e tutti gli schermi al minimo (in senso antiorario);

3) regolare gli schermi rosso, verde e blu al punto per il quale i pennelli si interdicono. - N.B. Aumentare la polarizzazione del cinescopio solo di quanto è necessario per poter eseguire la minima regolazione degli schermi;

4) riportare il commutatore in posizione « Normale »;

5) regolare le ampiezze del verde e del blu fino a ottenere un'immagine bianco-nera.

d) *Difetti del cinescopio.* — L'immagine monocroma nel ricevitore a colori consta di tre singoli reticoli: rosso, verde e blu; perciò il cinescopio a colori equivale a tre tubi di immagine riuniti in un solo bulbo, con tre proiettori elettronici e tre separati, ma sovrapposti schermi. Il tecnico può analizzare a vista ciascuno schermo, uno alla volta, senza disturbare la taratura generale, collegando le griglie controllo dei proiettori indesiderati a massa attraverso resistenze da 100 k Ω , 1 W. Con ciò si aumentano le polarizzazioni abbastanza per interdire i proiettori e permettere la valutazione di ciascun « cinescopio » componente, separatamente. Con i cinescopi tricromici, il tecnico si trova dapprima davanti a difficoltà e a sintomi che non gli sono familiari; poi troverà che i difetti del cinescopio a colori sono provocati dalle stesse cause che si trovano nei tubi di immagine in bianco-nero. I difetti dei cinescopi a colori possono generalmente essere classificati in tre categorie:

1) cattivo agganciamento o equilibrio dei colori; questo tipo di inconveniente è generalmente indice di guasto in un singolo proiettore elettronico;

2) cattiva luminosità; la luminosità è scarsa o nulla quando i tre proiettori sono parimenti soggetti a cause di disfunzione. Un controllo delle tensioni degli elementi comuni a tutti e tre i canali del cinescopio, come l'anodo a E.A.T. (ultor), le griglie di focalizzazione e i catodi, deve rivelare la fonte del difetto. I proiettori vanno all'interdizione con

polarizzazioni comprese fra -70 e -100 V; alla massima luminosità la polarizzazione diminuisce fin quasi a zero;

3) difetti dello schermo a fosfori e della maschera d'ombra; questi difetti generalmente portano all'impossibilità di ottenere una buona purità. Un foro ostruito nella maschera produce l'estinzione di un triolo dei fosfori.

I difetti dei cinescopi a colori possono essere localizzati considerando quanto segue:

1) il regolatore di luminosità (commutatore S_{105} nel CTC15) varia la polarizzazione di tutti e tre i proiettori elettronici simultaneamente. Perciò se un proiettore non reagisce alle variazioni del controllo di luminosità, significa che detto proiettore o il suo circuito è difettoso;

2) il reticolo bianco si produce combinando i tre colori primari rosso, verde e blu. I colori complementari magenta, ciano e giallo si formano quando manca un colore primario. Per es.: bianco — rosso = ciano (blu e verde); bianco — blu = giallo (rosso e verde); bianco — verde = magenta (rosso e blu). Perciò il colore che manca identifica il proiettore difettoso non conduttivo o i circuiti difettosi associati. Se uno dei colori primari predomina, lo si deve ad eccessiva conduzione (polarizzazione bassa o nulla in seguito a fughe tra griglia e catodo) del corrispondente proiettore elettronico.

Riportiamo ora alcune note su alcuni difetti comuni del cinescopio a colori e i metodi per localizzare tali difetti. Si ammette qui che vi sia un solo inconveniente per volta e che, prima del guasto, vi fosse una normale immagine in bianco e nero.

1° caso. — Fuga di bassa resistenza fra griglia e catodo nel proiettore rosso. Ciò riduce la tensione di polarizzazione di questo fucile elettronico, che pertanto diviene fortemente conduttivo e lo schermo risulta prevalentemente rosso. Il controllo di luminosità non riesce a interdire il proiettore rosso, mentre i proiettori blu e verde risultano interdetti. Il sintomo denuncia un difetto nel rosso (infatti l'immagine è rossa, e questo colore non può essere estinto); bisogna quindi controllare la polarizzazione del relativo proiettore con un voltmetro disposto tra catodo e griglia; quindi si deve estrarre lo zoccolo del cinescopio; se la tensione aumenta è segno che il cinescopio è difettoso, perchè presenta corrente di griglia.

2° caso. — Scarsa emissione nel proiettore verde. Lo schermo appare color magenta, denunciando la mancanza del verde. Inoltre lo schermo non segue convenientemente le variazioni del controllo di

luminosità. Questi sintomi sono più evidenti quando si accende il ricevitore che quando è già in funzione. Bisogna interdire i fasci rosso e blu mediante resistenze da 100 k Ω . Osservare l'immagine verde (in presenza del video) e ruotare il controllo di luminosità. Se il cinescopio è difettoso, appare un «effetto argento» alla massima luminosità. Questa condizione è dovuta a saturazione del cannone elettronico durante le escursioni dei segnali luminosi. La causa del disturbo in questo caso è una perdita di emissione del proiettore verde.

e) *Variazioni di allineamento.* — Tutti gli inconvenienti di squilibrio dei colori danno luogo a una variazione di tensione a uno degli elementi del cinescopio. Una mancanza o un'esaltazione dei colori primari denuncia un guasto ai proiettori. Analizzando con giudizio le variazioni dei colori e le tensioni del proiettore interessato, il tecnico può localizzare il circuito difettoso. Supponiamo, per es., che ci sia eccessivo rosso in un'immagine monocroma. Essendo probabile che vi sia un solo guasto, pensiamo che il difetto stia nel proiettore rosso. Eccessivo rosso potrebbe essere causato da una simultanea diminuzione del blu e del verde; ma ciò fa pensare a due guasti nello stesso tempo, condizione improbabile. Il controllo delle tensioni rivela una bassa polarizzazione del proiettore rosso. Misurando le tensioni di griglia e di catodo rispetto a massa, si trova che la tensione di griglia è alta. Si sa ora che il difetto sta nell'amplificatore $R - Y$ o nei circuiti della griglia rossa del cinescopio. Una tensione eccessiva all'anodo dell'amplificatore $R - Y$ indica che lo stadio non è conduttivo; allora il rosso eccessivo può essere provocato da un tubo difettoso dell'amplificatore $R - Y$.

Consideriamo un'immagine monocroma gialla. Lo schermo giallo assicura che i circuiti rosso e verde funzionano regolarmente. Allora il guaio è localizzato nel blu. Una polarizzazione più alta del normale del proiettore blu è causa di scarsa intensità del pennello blu. Il controllo della tensione della griglia controllo blu del cinescopio rispetto a massa rivela una tensione bassa. Il controllo della tensione dell'amplificatore $B - Y$ denuncia che la tensione anodica è bassa, a causa di una tensione troppo positiva sulla griglia controllo. La causa va ricercata in un condensatore in dispersione o in un tubo cortocircuitato.

Poiché ciascun guasto ha un proprio distinto effetto sull'immagine monocroma, conviene considerare i difetti dell'immagine bianco-nera.

Un riscaldamento non uniforme dei proiettori elettronici porta a variazioni dell'equilibrio dei colori. Si deve accordare un minimo di

3 minuti (meglio 5) al riscaldamento, prima di valutare o regolare la messa a punto del ricevitore sull'immagine in bianco e nero.

f) *Difetti del circuito soppressore del colore.* — Un circuito soppressore del colore difettoso (killer) può produrre effetti indesiderabili sull'immagine bianco-nera. Se lo stadio soppressore è tenuto continuamente interdetto, o per cattiva regolazione del controllo di soglia del soppressore stesso, o in seguito a un difetto del circuito del medesimo, disturbi e segnali spuri vengono amplificati dai circuiti di crominanza e appaiono alle griglie del cinescopio. L'entità del disturbo di colore che appare nell'immagine monocroma dipende dalla regolazione del controllo di saturazione del colore. Se la regolazione del controllo di soglia del soppressore non riesce a eliminare il disturbo colorato, è chiaro che il circuito del soppressore è difettoso. Il funzionamento del circuito soppressore del colore è stato descritto in altra parte del presente corso.

Perdite di colore

In questo paragrafo si espongono i problemi di crominanza e si danno consigli per l'espletamento del servizio tecnico.

Il tecnico addetto al servizio deve provvedersi di un generatore di barre colorate. I circuiti relativi al colore del ricevitore possono essere divisi in tre categorie al fine di localizzare i guasti:

1) circuiti di crominanza; in questa parte del televisore si stabilisce il livello di tutti i colori simultaneamente. I guasti comportano colori sbiaditi o la scomparsa dei colori;

2) sincronizzazione del colore; la sezione di sincronismo mantiene stabile il colore. La perdita del sincronismo di colore fa sì che gli oggetti colorati cambino tinta e vengano divisi verticalmente in bande policrome;

3) matrice dei demodulatori; in questa parte avviene la miscelazione del segnale di riferimento a 4,43 MHz e dell'informazione di crominanza per formare i segnali differenza di colore. Difetti in questa sezione del ricevitore possono falsare le tinte, indebolire e mescolare i singoli colori.

a) *Cause di assenza del colore.* — Nella condizione di colori deboli o di mancanza di colore, l'incaricato del servizio deve localizzare la

zona del difetto ricercando nel gruppo di antenna, nei circuiti del bianco e nero (RF, FI, rivelatore e amplificatore video) o nella sezione di cromaticità del ricevitore. Il seguente procedimento è un valido aiuto per localizzare i difetti:

1) regolare il controllo di saturazione del colore al massimo;
2) regolare il controllo di soglia del soppressore fino a interdire lo stadio soppressore stesso (ruotare al massimo in senso antiorario, per la maggior parte dei ricevitori);

3) ruotare il regolatore di sintonia fine entro la sua totale escursione. L'estensione del controllo deve presentare la possibilità di spostare la portante FI audio fino a farla entrare nella risposta del video. Ciò è messo in evidenza dall'apparire del battimento a 1070 kHz.

In queste condizioni, la presenza di un effetto neve intensamente colorato in un canale non usato dimostra che l'amplificatore passabanda trasmette il colore. Perciò l'inconveniente può essere contenuto negli stadi RF, FI, rivelatore video o nei primi stadi dell'amplificatore video. Se non si riesce a ottenere la neve colorata, il difetto è nei circuiti di cromaticità. Poiché può darsi che il sistema di antenna provochi colori deboli o la mancanza di colore, bisogna accertarsi con un generatore di barre colorate, che il difetto abbia o no sede nel ricevitore.

Supponiamo che non si possa ottenere la neve colorata; bisogna concludere che i circuiti di cromaticità sono difettosi e il guasto può essere nell'amplificatore passabanda, nel condizionatore del burst, nel soppressore del colore, nel rivelatore di fase, o nel circuito dell'oscillatore a 4,43 MHz. Il segnale di cromaticità passa solo attraverso l'amplificatore passabanda e questo funziona solo quando il soppressore di colore è all'interdizione. Quest'ultimo è mantenuto interdetto da un segnale del burst che deve passare attraverso l'agganciato del burst e lo stadio rivelatore di fase. Un guasto in tutti questi stadi può portare ad un peggioramento dei colori. Per escludere che questi stadi siano causa del cattivo colore o della sua scomparsa, basta cortocircuitare a massa la linea del soppressore. Se si può così ripristinare il normale funzionamento, il problema è localizzato nel soppressore o nei suoi circuiti associati. Se l'oscillatore a 4,43 MHz di riferimento non funziona, anche i demodulatori non possono funzionare, quindi non sarà possibile la formazione di colori.

Gli stadi passabanda funzionano analogamente ad un normale amplificatore video. Però la larghezza di banda dell'amplificatore (o degli amplificatori) passabanda è solo 1 MHz circa e la sua risposta è

regolabile. La risposta dell'amplificatore passabanda deve essere complementare alla curva di risposta FI, col risultato che la curva di risposta totale sia piana da entrambi i lati della subportante a 4,43 MHz.

Inconvenienti come colori sporchi, cattiva riproduzione dei singoli colori ed errori di fase, che non possono essere corretti con la taratura del C.A.F.F., possono trovare la loro origine nel cattivo allineamento del passabanda. La maggior parte dei problemi relativi agli amplificatori passabanda è provocata da tubi difettosi o da deteriorazione di componenti, che possono essere localizzati da misure di tensione o di resistenze.

Se la « neve colorata » sopra menzionata dimostra che vi sono guasti nelle sezioni RF, FI o video, l'allineamento visivo o col vobulatore rappresenta il mezzo più preciso per valutare il funzionamento di tali sezioni. Si può sfruttare la curva di risposta globale per vedere se vi sia una caduta della risposta nella zona che reca il segnale di crominanza. Esaminando la risposta del selettore di canali RF, del mescolatore, dell'accoppiamento fra questo e gli stadi FI, dell'amplificatore FI separatamente, si può individuare la parte difettosa. Il funzionamento dei circuiti passabanda può pure essere esaminato visivamente usando il metodo di allineamento col vobulatore. Il tecnico del servizio deve familiarizzarsi completamente coi procedimenti di taratura con un normale ricevitore funzionante.

b) *Rilevamento del segnale di colore.* — Il generatore di barre colorate consente al tecnico di riprodurre le forme dei segnali presenti nei circuiti di colore. Ci sono due metodi per fare ciò, entrambi impiegano un generatore di barre colorate come sorgente di segnali. Un voltmetro elettronico munito di sonda rivelatrice RF può essere usato per rilevare il segnale nei vari punti del circuito. Per ottenere una precisa indicazione di tensione del segnale di colore, il tecnico deve fare due letture. La prima si esegue col generatore in funzione; la seconda col generatore spento. La differenza fra le due letture indica l'entità del segnale di colore presente al punto di misura. Il metodo di laboratorio usa un oscilloscopio a larga banda (5,5 MHz) con una sonda a bassa capacità. Questo metodo consente il controllo del guadagno di ciascuno stadio, confrontando la tensione punta-punta dell'onda all'entrata e all'uscita di ogni stadio. Gli oscillogrammi 15 e 16 rappresentano le forme d'onda in placca e in griglia del tubo V_{701A} amplificatore passabanda del mod. CTC15 (v. retro dello schema). Convieni che l'aspirante tecnico acquisti esperienza per il rilievo

dei segnali di colore, esercitandosi con un ricevitore che si sappia essere funzionante normalmente. Si devono osservare alcune precauzioni. La sonda da usare con l'oscillografo deve essere a bassa capacità per evitare di dissintonizzare i circuiti di cromaticanza, quando si applica la sonda (o tastatore). Ma anche sonde a bassa capacità possono alterare alcuni circuiti. Per es., se la sonda è applicata all'oscillatore a 4,43 MHz in certi punti critici, l'oscillatore può venire disaccordato e può addirittura bloccarsi.

Alcune stazioni, che irradiano programmi a colori, trasmettono una striscia colorata durante le emissioni in bianco e nero. La striscia di colori consente al tecnico di determinare se l'impianto di antenna e l'unità RF del ricevitore fanno passare il colore emesso da ogni particolare stazione.

I segnali di prova usati in America comportano due strisce verticali di segnale subportante di colore (entrambe hanno la stessa fase), che vengono aggiunte in trasmissione al segnale normale bianco e nero. Le strisce sono posizionate immediatamente prima e dopo della soppressione orizzontale, come indica la fig. 228. Un ricevitore regolato esattamente non riproduce colori nelle aree delle strisce, poichè il normale segnale del burst non è trasmesso da un'emittente in bianco-nero; perciò lo stadio soppressore del colore interdice l'amplificatore passabanda. Però l'impulso di sincronismo può essere modificato in modo da spostare la fase dell'impulso di sblocco abbastanza da far accettare la striscia di sinistra come un segnale burst. In tal caso la striscia di destra viene riprodotta dal ricevitore come se fosse un segnale di cromaticanza.

Ci sono due metodi da usare per osservare le strisce di colore:

1) *controllo rapido:*

- a) regolare la sintonia fine del canale da controllare;
- b) ruotare al massimo in senso antiorario il controllo della soglia del soppressore di colore (interdire, cioè, il soppressore);
- c) disporre il controllo del colore al massimo e il controllo di tinta al centro della sua corsa. La striscia risulta visibile, ma senza sincronismo (effetto « barber-pole »);

d) regolare il controllo di frequenza orizzontale fino a produrre due barre e mezza fisse inclinate dal basso a sinistra verso destra in alto dello schermo (perdita della condizione di sincronizzazione orizzontale). La striscia appare ora come una barra vivamente colorata, che risponde ai regolatori di colore e di tinta;



FIG. 228. Posizione dei segnali delle strisce colorate nel videosegnale composto.

2) procedimento normale:

- a) procedere analogamente al punto a) del controllo rapido;
- b) connettere un condensatore da $0,005 \mu\text{F}$ fra l'uscita dell'amplificatore del sincro e massa;
- c) regolare il controllo di frequenza di riga per mantenere la sincronizzazione dell'immagine. Ora si può vedere la striscia.

Usando l'uno o l'altro di questi due metodi, col ricevitore correttamente regolato (sintonia fine, controllo del colore quasi al massimo, controllo di tinta disposto a metà corsa), la striscia deve apparire verde-gialla. Se non compare il colore, o si osservano tinte brutte, il ricevitore deve essere esaminato con un generatore di barre colorate. Se un ricevitore lavora normalmente col generatore di barre colorate, ma non riproduce la striscia colorata di prova trasmessa, significa che vi è un difetto nell'impianto di antenna. Può verificarsi una condizione particolare, nelle zone dove il colore viene trasmesso su vari canali, in cui il colore può essere normale per un canale, ma debole o assente per un altro. Questo stato di cose è indice di guasto nel sistema di antenna o di disallineamento della sezione RF del selettore di canali. Prima di intraprendere il lavoro di riparazione delle varie sezioni, bisogna regolare il controllo di soglia del soppressore disponendo la ricezione sul canale che produce il colore insufficiente. È possibile che il controllo di soglia sia stato disposto troppo alto e il soppressore interdice solo con segnali burst molto forti.

Perdita del sincronismo di colore

Il segnale burst unitamente allo sblocco dell'amplificatore realizza anche la sincronizzazione del colore. È ben noto che il burst consiste

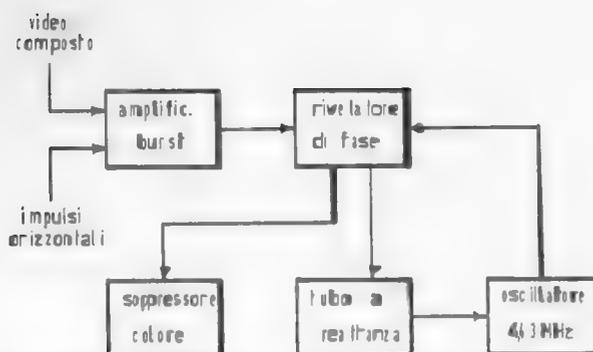


FIG. 229. Schema a blocchi dei circuiti di sincronizzazione del colore.

in almeno 8 cicli della subportante a 4,43 MHz, e viene trasmesso durante la cancellazione posteriore orizzontale. Il burst si usa nel ricevitore per agganciare l'oscillatore locale di riferimento a 4,43 MHz, sia in frequenza, sia in fase, alla sottoportante di colore della stazione trasmittente. Poiché l'informazione del colore è un segnale « separato », la perdita del sincronismo del colore non influenza l'immagine bianco-nera. I metodi usati nella ricerca guasti nei circuiti di sincronizzazione del colore sono simili a quelli impiegati per la riparazione dei circuiti di sincronismo orizzontale.

a) *Cause di sincronizzazione difettosa.* — La fig. 229 è uno schema a blocchi di un tipico circuito di sincronizzazione del colore. Una disfunzione in uno qualunque dei circuiti parziali può provocare difficoltà di sincronizzazione del colore. Quando il soppressore di colore è regolarmente funzionante, la perdita del burst nel suo amplificatore o nel rivelatore di fase può dar luogo alla completa perdita del colore. Perciò è importante ricordare che la tensione di polarizzazione del soppressore deve essere esclusa (controllo del soppressore girato al massimo in senso antiorario, o per i vecchi ricevitori questa tensione deve essere eliminata interrompendone la linea), prima di iniziare l'indagine dei circuiti di colore.

L'amplificatore del burst, che normalmente è interdetto, viene portato in conduzione solo durante il tempo del burst, mediante un impulso ritardato ricavato dal trasformatore dell'EAT. Così solo i segnali burst vengono amplificati da questo stadio. La perdita dell'impulso di agganciamento porta all'esclusione dell'amplificazione del burst.

Una diminuzione del guadagno dell'amplificatore del burst provoca un sincronismo instabile del colore, mentre l'amplificazione zero causa la completa distruzione del sincronismo. L'allineamento del trasformatore di fase del burst, collocato nel circuito anodico dell'amplificatore del burst, fa parte della taratura del C.A.F.F. e verrà discusso nei paragrafi seguenti.

Il rivelatore di fase confronta la fase del burst entrante con l'uscita dell'oscillatore locale a 4,43 MHz. Se vi è errore di fase o di frequenza dell'oscillatore locale a 4,43 MHz, il rivelatore di fase genera una tensione di correzione che viene applicata alla griglia controllo del tubo a reattanza. Quando il burst entrante e l'oscillatore locale a 4,43 MHz hanno la stessa fase, non si sviluppa nessuna tensione di correzione, perchè non vi è niente da correggere. Lo stadio rivelatore di fase forma un circuito a ponte, come indica lo schema semplificato di fig. 230. Un guasto in uno qualunque dei due diodi nel circuito a ponte rende inattivo il rivelatore. Le resistenze R_1 e R_2 sono una coppia selezionata. Una variazione di valore ohmico di R_1 o di R_2 squilibra il ponte e produce una tensione sbagliata permanente di correzione.

La presenza di detta tensione alla griglia del tubo a reattanza conduce ad un sincronismo instabile del colore, o alla sua perdita totale, a seconda dell'entità della variazione del valore della resistenza.

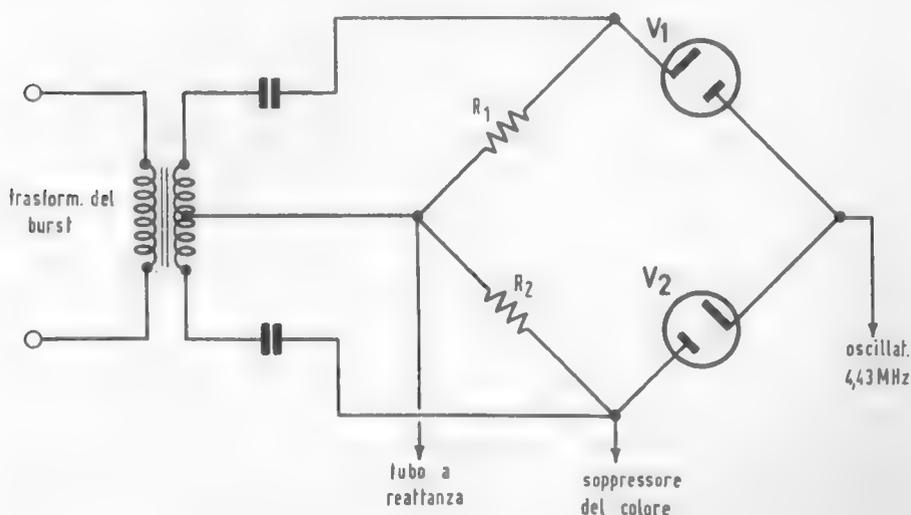


FIG. 230. Circuito semplificato del rivelatore di fase.

Il tubo a reattanza si comporta come una capacità reale in parallelo al cristallo dell'oscillatore. Il valore attuale della capacità varia con la polarizzazione dello stadio e fa variare la frequenza del cristallo dell'oscillatore a 4,43 MHz. I valori dei componenti sono scelti in modo che in assenza della tensione di correzione sulla griglia, lo stadio lavora al centro del suo campo di frequenza. Se il circuito a reattanza è difettoso l'oscillatore a 4,43 MHz non viene controllato.

L'oscillatore a 4,43 MHz è controllato a quarzo in libera oscillazione. A questo punto bisogna ricordare che l'assenza di oscillazione provoca la totale perdita del colore. Se l'oscillatore funziona su una frequenza errata, oltre il campo di correzione del tubo a reattanza e dei circuiti del rivelatore di fase, la sincronizzazione del colore risulta impossibile. Si può stimare quanto l'oscillatore sia fuori frequenza, nello stesso modo con cui giudichiamo l'errore di frequenza dell'oscillatore orizzontale. Se l'oscillatore a 4,43 MHz è molto vicino alla frequenza corretta, l'intera immagine varia lentamente di colore. Se l'errore aumenta, i colori si risolvono in bande orizzontali (è questo l'effetto « barber-pole »). Grandi errori di frequenza comportano un maggior numero di bande orizzontali più strette.

b) *Ricerca dei guasti nei circuiti di C.A.F.F. (= controllo automatico di frequenza e fase).* — Si fa ancora riferimento allo schema generale del telaio CTC15. I guasti relativi ai circuiti del C.A.F.F. possono essere localizzati rilevando le forme d'onda, impiegando un generatore di barre colorate ed un oscilloscopio a larga banda. Le forme d'onda tipiche per i circuiti di C.A.F.F. sono indicate dalle figure contrassegnate dai numeri cerchiati 17, 18, 20, 21, 22 e 23 (v. retro dello schema). Esse permettono di riscontrare la presenza, o meno, dei segnali di onda continua e del burst nei punti chiave del circuito.

Mentre il rilievo delle forme dei segnali è di grande aiuto per stabilire le cause dei guasti nei circuiti di C.A.F.F., il più potente mezzo di ricerca guasti è però forse il corretto impiego del procedimento di allineamento del C.A.F.F. Seguendo le varie operazioni di allineamento, si può controllare il funzionamento di ciascun circuito e le combinazioni dei circuiti, quando lavorano insieme. I circuiti inattivi, che non rispondono all'allineamento, vengono presto individuati. Nei seguenti paragrafi si illustra l'uso del procedimento di allineamento come mezzo di ricerca guasti. Si impiega un generatore di barre colorate come sorgente di segnali, perchè esso fornisce un segnale stabile di caratteristiche note e di uscita costante.

c) *Allineamento del C.A.F.F.* — Collegare il generatore di barre colorate (uscita RF) ai terminali di antenna. Disporre il controllo della tinta al centro della sua corsa. Disporre il controllo del colore al massimo e ruotare il controllo di soglia del soppressore di colore completamente in senso antiorario. Girare il selettore di canali per la ricezione di un'emittente di TV a colori e regolare la sintonia fine fino ad ottenere il minimo battimento audio, usando la portante sonora presente all'uscita del generatore. Si devono eseguire tre regolazioni nell'allineamento del C.A.F.F. Esse sono:

- 1) trasformatore dell'oscillatore a 4,43 MHz, T_{703} ;
- 2) trasformatore di fase del burst, T_{702} ;
- 3) bobina di rettanza, L_{702} .

Operazione N. 1. — Collegare la testina sonda di un voltmetro elettronico (in posizione Volt c.c.) attraverso 0,47 M Ω al piedino 3 del rivelatore di fase $V_{705.A}$. Regolare il trasformatore T_{703} dell'oscillatore a 4,43 MHz, per la massima uscita, che viene indicata da un massimo di deviazione dell'indice del voltmetro. Poichè qui si desidera leggere solo la tensione di uscita dell'oscillatore, bisogna eliminare il segnale burst mettendo a massa la griglia dell'amplificatore del burst. La tensione a 4,43 MHz può essere misurata al piedino 3 del rivelatore di fase. Una bassa tensione, o l'assenza di tensione, in questo punto indica che l'oscillatore o il rivelatore di fase sono difettosi. Quando al rivelatore di fase viene applicata la normale tensione dell'oscillatore, si sviluppano circa 45 V al piedino 3 di $V_{705.A}$ (al piedino 1 si sviluppano circa — 45 V). Se non si trova tensione, la causa del guasto può essere il disinnescamento dell'oscillatore. Ci si può assicurare se l'oscillatore oscilla o no, misurando la sua polarizzazione. La tensione al piedino 2 di $V_{703.B}$ è normalmente di circa — 6 V.

Operazione N. 2. — Eliminare il corto circuito dell'amplificatore del burst. Regolare T_{702} per la massima tensione al piedino 3 del rivelatore di fase. Se, dopo aver tolto il cortocircuito ora menzionato, la tensione indicata dal voltmetro aumenta, significa che l'amplificatore del burst è funzionante. Se invece non si riscontra alcun aumento dell'indicazione del voltmetro, o se non si ha variazione quando si regola T_{702} , vuol dire che l'amplificatore del burst è difettoso. Controllare che siano presenti gli impulsi orizzontali al piedino 1 (griglia controllo) di V_{702} .

Operazione N. 3. — Connettere a massa il punto di prova TP_{701} e regolare L_{702} fino a ottenere il sincronismo dell'immagine (battimento zero); le barre di colore presentano colori vivi (senza effetto barber-pole), che variano lentamente. Mettendo a massa la sonda TP_{701} , si toglie la tensione di correzione al rivelatore di fase e si realizza la condizione di tensione zero di controllo. La possibilità di ottenere le barre colorate con battimento zero indica che l'oscillatore a 4,43 MHz è capace di lavorare alla giusta frequenza, anche in assenza della tensione di correzione. Se si perde il sincronismo del colore, quando si toglie il corto circuito da TP_{701} , significa che c'è un difetto nel rivelatore di fase. Per es., un forte squilibrio del rivelatore di fase comporta una falsa tensione permanente di correzione. Questa falsa tensione di correzione agisce nel senso di spostare la frequenza dell'oscillatore e portarla lontano dalla condizione di battimento zero che si è stabilita nel corso dell'operazione N. 3. Per controllare lo sbilanciamento del rivelatore di fase, si deve misurare la tensione di correzione al punto di prova TP_{701} , con la griglia dell'amplificatore del burst cortocircuitata a massa. Questa tensione deve essere zero; diversamente ci deve essere un guasto, che ha fatto sì che il rivelatore si sia squilibrato. Un avvolgimento interrotto di T_{702} , un diodo difettoso, o una variazione in una delle resistenze di carico del rivelatore possono essere la causa dell'inconveniente. Queste considerazioni generali possono essere applicate a tutti i ricevitori a colori.

d) *Controlli a domicilio del cliente.* — Due delle tre operazioni di allineamento del C.A.F.F. possono essere fatte rapidamente sul posto, osservando una trasmissione a colori.

Operazione N. 1. — Accordare il trasformatore della fase del burst, T_{702} :

- a) disporre il regolatore al centro della sua corsa;
- b) regolare T_{702} in modo da ottenere toni saturati.

Il trasformatore di fase del burst richiede regolazione quando il controllo di tinta produce toni saturati solo a un estremo della sua escursione, oppure quando esso ha un campo di regolazione insufficiente.

Operazione N. 2. — Accordare la bobina di reattanza L_{702} :

- a) cortocircuitare a massa il punto TP_{703} ;
- b) regolare L_{702} (bobina di reattanza) per battimento di colore

zero. Il battimento zero si ottiene quando un oggetto colorato è di tinta solida e varia leggermente attraverso il rosso, il verde e il blu.

La stabilità del sincronismo del colore può essere determinata osservando l'effetto e il campo di regolazione della bobina di reattanza (togliere il corto circuito da TP_{703}). Per un ricevitore funzionante normalmente, la regolazione da fare con la bobina di reattanza è di circa $3 \div 6$ giri del nucleo; questo è il numero di giri occorrente per svincolare il sincronismo del colore a destra e a sinistra della giusta posizione (battimento zero). Se il sincronismo di colore è scarso, il campo di regolazione deve essere ridotto a 2 o 3 giri. Ogni volta che il tubo a reattanza dell'oscillatore viene sostituito, bisogna regolare di nuovo la bobina di reattanza per il battimento zero (operazione N. 2).

Riproduzione errata dei colori

La riproduzione dei colori interessa tinta, saturazione e luminosità. Un difetto che riguardi una qualsiasi di queste grandezze porta ad un'errata riproduzione dei colori. In questo stesso capitolo abbiamo già affermato che è necessaria una buona riproduzione di immagini in bianco-nero, prima di avventurarsi a controllare o a riparare le sezioni di crominanza del ricevitore. Una buona ricezione in bianco e nero garantisce che il segnale Y di luminosità è normale. Nella radiodiffusione di immagini colorate il canale di luminanza fornisce la componente Y di luminosità. Le corrette caratteristiche di tinta e saturazione vengono determinate nelle sezioni di crominanza del ricevitore. La tinta del colore è il risultato di una relazione di fase fra l'oscillatore di riferimento e i segnali di crominanza. Quando tutte le tinte sono presenti, ma sono in posizioni errate (toni saturati rosa o verde), la fase fra il burst e l'oscillatore a 4,43 MHz è errata. Questo genere di guasto è generalmente imputabile a un difetto di staratura nei circuiti di C.A.F.F.

I difetti di saturazione generalmente riscontrati sono: colori sbiaditi, mancanza di colori, eccessiva colorazione, impossibilità di regolare i colori. Quando i sintomi si manifestano su tutti i colori contemporaneamente (supposto che gli stadi RF, FI e i primi video siano correttamente funzionanti), bisogna controllare per primo l'amplificatore passabanda. Anche le polarizzazioni del soppressore e del C.A.G. influenzano la saturazione.

I guasti che si verificano nei circuiti dei demodulatori e negli amplificatori sommatori ($R - Y$; $B - Y$; $V - Y$) generalmente influen-

zano un colore solo. Alcuni generi di guasti in questi circuiti variano la temperatura di colore bianco-nero e vengono perciò riparati come un difetto monocromico. Può inoltre avvenire che abbia luogo una leggera variazione di allineamento e sia interpretata erroneamente come una forma di deriva per l'invecchiamento del tubo. Se, dopo aver riallineato il ricevitore per una buona immagine in bianco e nero, la riproduzione corretta dei colori non può essere ripristinata, l'analisi di una figura prodotta da un generatore di barre rivelerà la causa di errore del colore.

a) *Uso delle figure di barre colorate.* — Per la costituzione di queste figure e per i segnali ideali prodotti da esse alle griglie del cinescopio rimandiamo al Capitolo 12 relativo agli strumenti di misura e al Capitolo 11 relativo alla messa a punto del ricevitore a colori.

Quando si usa il generatore di colori, bisogna assicurarsi che il controllo di saturazione del ricevitore non sia troppo avanzato. La posizione di massimo di questo regolatore provoca distorsione delle barre colorate.

I difetti che influenzano le tinte vengono generalmente prodotti da sfasamenti errati dei demodulatori di colori o da cattivo funzionamento degli amplificatori $R - Y$, $B - Y$ o $V - Y$. Poichè il generatore fornisce un'uscita nota (la tinta di ciascuna barra), qualsiasi modifica delle figure individua il circuito sede del guasto. Altri impieghi del generatore di barre colorate sono discussi nei paragrafi seguenti.

b) *Guasti dei demodulatori di colori.* — Per la corretta demodulazione del colore si richiedono due segnali di entrata. Essi sono:

1) un segnale a onda continua a 4,43 MHz di ampiezza costante e di fase conveniente;

2) i segnali amplificati delle bande laterali di crominanza.

La presenza di questi due tipi di segnali può essere stabilita esaminando le forme d'onda con un oscilloscopio o con un voltmetro elettronico equipaggiato con una testina sonda per RF. L'assenza dell'onda continua a 4,43 MHz indica che l'oscillatore a 4,43 MHz è difettoso. In alcuni ricevitori la perdita della sottoportante a 4,43 MHz provoca gravi variazioni dell'allineamento in bianco e nero, oltre alla perdita della riproduzione dei colori (la figura delle barre colorate appare formata da tutte le barre color magenta). La mancanza del segnale video di colore alla griglia dei demodulatori conduce alla riproduzione senza colori. In fig. 231 sono rappresentati in forma semplificata i demodula-

tori e le loro forme d'onda di entrata (si usi come sorgente di segnali un generatore di barre colorate).

La maggior parte dei ricevitori di vecchio tipo effettua la demodulazione a basso livello e demodula secondo gli assi X e Z .

Nei più recenti ricevitori R.C.A. si fa solo una regolazione di fase. Si regola il trasformatore del burst in modo da realizzare le prescrizioni di fase necessarie, al cinescopio. La fig. 232 mostra come si può giudicare se la fase è corretta, sia con l'esame delle forme d'onda, sia osservando lo schermo del cinescopio con proiettori elettronici polarizzati all'interdizione ciclicamente. In questi ricevitori si usa una rete fissa di sfasamento per determinare la differenza di fase fra i due assi di demodulazione. Non è necessaria alcuna regolazione. La fase del burst viene regolata in modo da generare un'uscita corretta dal demodulatore X (v. fig. 231). Se l'uscita del demodulatore Z è sbagliata dopo che si sia fatta la regolazione di fase, significa che c'è un guasto nel circuito sfasatore fisso.

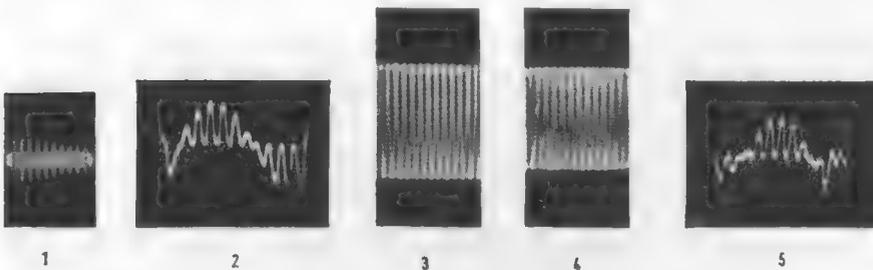
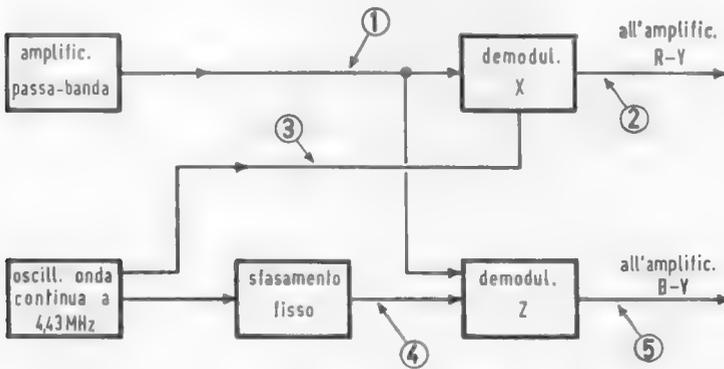


FIG. 231. Forme d'onda ai punti chiave nei circuiti di crominanza.

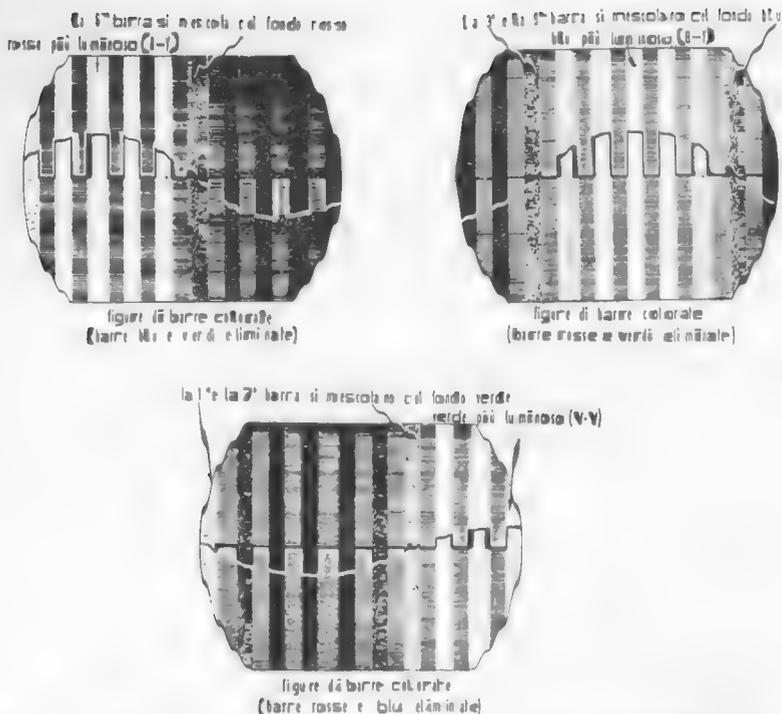


FIG. 232. Corretta fase rilevata dall'osservazione dei segnali alle griglie del cinescopio e dello schermo di visione.

Nei vecchi ricevitori la differenza di fase fra gli assi di demodulazione è regolabile. In tal caso si regola la fase del burst fino a ottenere il corretto segnale di uscita dal demodulatore, che è alimentato direttamente dall'oscillatore o ad onda continua. Il circuito di sfasamento viene allora regolato per assicurare la giusta uscita dall'altro demodulatore. Bisogna consultare le note di servizio tecnico per sapere quali siano le giuste forme d'onda.

c) *Guasti delle matrici.* — Si faccia riferimento alla sezione dello schema del CTC15 relativa ai demodulatori e alle matrici, o sommatore e amplificatori, e alle inerenti forme d'onda (contrassegnate coi numeri cerchiati 19, 22, 24, 25 e 26). Difetti del tipo condensatori di accoppiamento difettosi negli amplificatori delle matrici danno generalmente luogo a spostamenti nell'allineamento in bianco e nero. L'attento esame delle figure a barre colorate insieme con le informazioni dedotte dal-

l'analisi della variazione di taratura (sia per eccesso, sia per scarsità di colori primari) aiutano il tecnico a scoprire lo stadio difettoso.

Il giusto guadagno degli amplificatori delle matrici è essenziale per la buona fedeltà dei colori. Il corretto funzionamento delle matrici può essere controllato esaminando le ampiezze di picco delle forme d'onda delle barre colorate alle griglie del cinescopio; per questo controllo si rimanda al Capitolo 11 relativo all'allineamento del ricevitore a colori. Diciamo qui che per eseguirlo, conviene riprodurre sull'oscilloscopio il segnale $R - Y$ e disporre il guadagno dell'oscilloscopio in modo da riempire per es. 10 divisioni del reticolo, da assumere come deviazione di riferimento per rappresentare il 100%; si confrontino poi le ampiezze di $B - Y$ e $V - Y$ con questo riferimento. Per es., se si è posto, come si è detto, $R - Y$ uguale a 10 unità, il segnale $V - Y$ deve occuparne circa 4. - N.B. Quando si fanno questi controlli, non bisogna considerare gli impulsi di sincronismo; riferirsi solo alla tensione punta-punta delle parti corrispondenti alle barre colorate delle forme d'onda. Per conoscere i giusti valori relativi di $R - Y$, $B - Y$ e $V - Y$, occorre leggere le note di servizio per ogni ricevitore.

d) *Localizzazione dei disturbi provocanti ronzio.* — Il ronzio prodotto dalle fughe dal filamento al catodo nei demodulatori e negli amplificatori delle matrici provoca ronzio a 50 Hz nelle immagini sia monocrome, sia colorate. Lo stadio difettoso può essere facilmente localizzato polarizzando all'interdizione alternativamente le griglie controllo del cinescopio. Quando lo stadio difettoso (rosso, verde, blu) è interdetto, gran parte del ronzio sparisce. Il ronzio originato nell'amplificatore passabanda appare solo nelle immagini colorate e scompare quando il controllo del colore è in posizione di minimo.

e) *Guasti del cancellatore.* — Lo stadio cancellatore (V_{707B}) ha due funzioni:

1) interdice l'amplificatore passabanda durante il tempo di ritorno orizzontale. Ciò si fa allo scopo di evitare che il segnale del burst venga demodolato ed appaia sul cinescopio come una striscia gialla sul lato sinistro dello schermo di visione. Si noti che il prelievo del burst si effettua di solito nel circuito di griglia. In certi ricevitori il burst viene prelevato sull'anodo del primo amplificatore passabanda. In questo caso la cancellazione si effettua nel secondo amplificatore passabanda;

2) il cancellatore dà luogo a quell'impulso che ristabilisce la componente continua del segnale all'entrata degli amplificatori sommatore. Ciò si ottiene applicando un impulso negativo al circuito comune dei catodi degli amplificatori sommatore, provocando una diminuzione della tensione anodica degli stadi. Poichè questi sono accoppiati in c.c. alle griglie del cinescopio, la polarizzazione di ciascun proiettore risulta aumentata e il tubo si interdice.

I sintomi presentati da difetti dello stadio di cancellazione variano da modello a modello. Il seguente elenco degli indizi aiuterà a riconoscere i difetti del cancellatore:

- 1) tracce di ritorno visibili per $1/3$ in alto dell'immagine;
- 2) striscia gialla sul bordo sinistro dell'immagine;
- 3) controllo insufficiente o nullo del colore;
- 4) luminosità insufficiente o nulla (dipende dalla messa a punto).

f) *Guasti del controllo di tinta (sfasamento).* — Un campo troppo limitato o eccessivo di regolazione della tinta è indice di staratura dei circuiti di C.A.F.F. La maggior parte dei ricevitori richiede un minimo di sfasamento di $+ 30^\circ$ rispetto alla posizione della fase nominale. Ciò equivale al campo di controllo totale di 60° . Sebbene non sia specificato lo sfasamento massimo se non raramente, lo spostamento totale di fase di 90° è ritenuto eccessivo. Un campo eccessivo del controllo di tinta si manifesta quando la regolazione dei controlli di sintonia fine o della crominanza provoca una variazione di fase e quindi di tinta. L'entità dello sfasamento può essere determinata osservando le figure delle barre colorate e ruotando il controllo di tinta. Si sa che ogni posizione successiva delle barre rappresenta una variazione di fase di 30° . Perciò, se si conta il numero delle posizioni delle barre attraverso le quali si sposta una tinta particolare, si può calcolare lo sfasamento in gradi (uno spostamento di due barre vale $2 \times 30 = 60^\circ$). Per es., se un normale ricevitore produce la tinta magenta nella posizione della 4ª barra, col controllo di tinta al centro della sua corsa, e se si gira il controllo di tinta completamente in senso orario e il color magenta si sposta nella 5ª barra, significa che si è operato uno sfasamento di $+ 30^\circ$. Se invece si porta il controllo di tinta all'estremo in senso antiorario e il magenta si dispone nella posizione della 3ª barra, significa che si è operato uno sfasamento di $- 30^\circ$ rispetto alla fase normale (regolatore al centro della sua corsa). Disponendo un oscilloscopio sull'uscita R — Y (griglia rossa del cinescopio) si può « vedere » lo sfasamento, come indica la fig. 233.

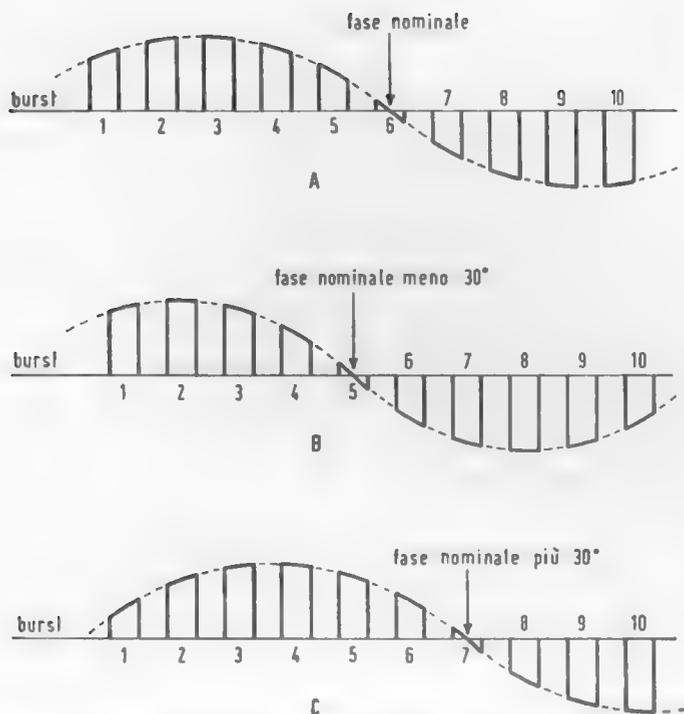


FIG. 233. Effetto del regolatore di tinta alla griglia rossa del cinescopio.

g) *Controlli eseguibili sul posto.* — È improbabile che l'addetto al servizio porti a casa del cliente il generatore di barre colorate e l'oscilloscopio. Ma la regolazione precisa della fase e i controlli delle matrici possono effettuarsi usando il generatore di barre colorate e le figure che esso produce sul cinescopio, anche senza l'oscilloscopio. Quindi il tecnico deve portare con sé il generatore di barre colorate, per la conoscenza del quale si rimanda al Capitolo 12 relativo agli strumenti di misura.

Si devono tener presenti i seguenti punti quando si osserva una figura completa di barre di colore sullo schermo:

- 1) il segnale $B - Y$ ha la massima ampiezza. La 6^a barra presenta il blu più luminoso;
- 2) il segnale $R - Y$ ha ampiezza media (minore di $B - Y$). La 3^a barra presenta il rosso più intenso;
- 3) il segnale $V - Y$ ha l'ampiezza più bassa. La 10^a barra presenta il massimo verde.

Per regolare la fase, girare il controllo di tinta in modo da collocare la barra blu più luminosa nella posizione 6^a. Un controllo grossolano della sezione delle matrici può essere fatto abbassando la luminosità e contemporaneamente girando indietro il controllo di saturazione del colore. Le barre verdi saranno le prime a scomparire, quelle rosse saranno le seconde e le barre blu saranno le ultime.

Controlli di fase più precisi possono essere fatti osservando i singoli campi rosso, verde o blu. La fase principale viene generalmente regolata guardando il campo associato al demodulatore, che è direttamente alimentato dall'oscillatore a 4,43 MHz. Per es., nel CTC15 R.C.A., l'oscillatore a 4,43 MHz alimenta direttamente il demodulatore X, che produce il segnale R — Y. Per controllare la fase, si polarizzano all'interdizione i proiettori blu e verde e si osserva il campo rosso da solo. Si regola allora la fase fino a rendere la terza barra la più brillante. Poiché può essere difficile stimare con precisione la massima brillantezza, si devono sfruttare alcune altre parti del segnale come riferimento; per es. il centro della 6^a barra deve passare attraverso il livello di segnale zero. Perciò la 6^a barra deve avere la stessa brillantezza presentata dagli spazi fra le barre, quando la fase è correttamente regolata.

La fase può essere regolata anche finché le barre 5^a e 7^a presentano eguale brillantezza. Nei vecchi ricevitori, la rete sfasatrice, che pilota l'altro demodulatore, viene regolata dopo. Il proiettore elettronico associato con questa demodulazione viene messo in funzione, e si regola il circuito sfasatore secondo la giusta prescrizione. (Bisogna consultare il manuale di servizio per vedere quale colore sia associato con ciascuno dei demodulatori.)

Effetti di interferenze

Nel progettare un ricevitore a colori si sono prese precauzioni per garantire che i circuiti aggiunti per il colore non introducano effetti interferenziali. La grande cura assunta nel progetto e nella costruzione dei ricevitori di TV a colori li rende assai meno soggetti a essere disturbati dalle comuni forme di interferenza.

a) *Effetti del cocanale (canale comune a due emittenti).* — L'interferenza del cocanale si manifesta quando due stazioni emittenti sulla stessa frequenza portante vengono ricevute contemporaneamente.

L'interferenza si manifesta con barre orizzontali (effetto «tenda veneziana») coprenti l'intero schermo. Durante la telediffusione a colori, le barre si colorano come l'arcobaleno. Orientando opportunamente l'antenna, si può ridurre l'ampiezza del segnale interferente.

b) *Battimento a 1070 kHz*. — Questa interferenza è il risultato del battimento fra la sottoportante di colore e la portante sonora ($41,32 - 40,25 = 1,07$ MHz; $5,5 - 4,43 = 1,07$ MHz). Il battimento a 1070 kHz può essere facilmente riconosciuto. Appare solo con la trasmissione televisiva a colori e assomiglia ad una figura di battimento a 5,5 MHz più grossolana, essendo la frequenza più bassa. Il battimento è notevolmente disturbante nelle aree dell'immagine, che presentano colori fortemente saturati. In un ricevitore che funziona in modo normale, il battimento a 1,07 MHz si elimina ritoccando la sintonia fine. Se con tale mezzo il battimento permane, bisogna controllare accuratamente l'allineamento del ricevitore. Nei ricevitori più recenti si elimina virtualmente il problema del battimento separando il suono nel circuito anodico del 3° stadio amplificatore FI video ed inserendo un circuito trappola molto efficiente a 40,25 MHz nel circuito rivelatore d'immagine.

L'interferenza produce talvolta bande o strisce colorate nell'immagine. Ciò può accadere se il segnale di battimento prodotto dal segnale interferente è vicino alla frequenza della subportante di colore. Il colore si produce in questo caso, perchè il ricevitore elabora il segnale di battimento come se fosse un segnale di colore. I sintomi sono barre policrome o arcobaleni. Possono apparire sia con immagini trasmesse a colori, sia in bianco e nero. La colorazione può prodursi, perchè il soppressore del colore può sbagliare e scambiare il segnale di battimento interferente per il segnale burst. Si ricordi che i segnali di battimento interferenti si presentano tanto negli intervalli di cancellazione, quanto durante le parti visibili dell'immagine. Cioè si verificano quando l'amplificatore del burst è reso attivo. In alcuni casi il segnale interferente può condizionare l'oscillatore a 4,43 MHz. Ciò può risultare se la frequenza di battimento è un multiplo di 15625 Hz sopra o sotto la frequenza della subportante. I sintomi si manifestano sotto forma di figure ad arcobaleno, verticali e permanenti. Si noti che il generatore di barre colorate è una conseguenza (o meglio, un'applicazione) di questa forma di interferenza; qui, infatti, il segnale di crominanza è fornito da un oscillatore a cristallo che lavora a 15625 Hz sotto la frequenza subportante di colore; il risultato è un segnale di

battimento, che esegue un ciclo completo in un tempo pari al periodo di scansione orizzontale ($64 \mu\text{sec}$).

Quando si riscontra la presenza di interferenze nell'immagine ricevuta, bisogna controllare i seguenti elementi:

- 1) schermi staccati o liberamente applicati;
- 2) schermi dei tubi elettronici non collegati a massa;
- 3) cavetto del ponte RF-FI non ben collegato a massa;
- 4) ritorni a massa mal fatti negli stadi RF.

CAPITOLO 14

Considerazioni sulle distorsioni del segnale video colore

Il segnale video ottenuto dalle telecamere deve passare attraverso numerosi circuiti (amplificatori, distributori, modulatori, ponti radio, cavi coassiali, trasmettitori) prima di arrivare ai televisori degli utenti e quindi al tubo di riproduzione; ed è inevitabile che tale segnale video nei passaggi attraverso i vari quadripoli subisca qualche distorsione.

Le caratteristiche di responso che influiscono sul segnale video sono le seguenti:

- curva livello-frequenza;
- curva ritardo di gruppo-frequenza;
- risposta differenziale d'ampiezza (guadagno differenziale);
- risposta differenziale di fase (fase differenziale);
- rapporto segnale disturbo.

L'importanza delle caratteristiche livello-frequenza e ritardo di gruppo-frequenza è già nota nel campo della TV bianco-nero per cui non è necessario dilungarci su questo punto; in merito si può solo aggiungere che le tolleranze richieste a tali caratteristiche sono più critiche in considerazione della posizione dell'informazione colore nella banda video.

Le attenuazioni delle frequenze alte della banda video portano ad una riduzione dell'ampiezza dell'informazione colore rispetto al segnale di luminosità (la cui frequenza fondamentale è la frequenza della scansione di riga) e quindi ad una dissaturazione dei vari colori.

Una notevole pendenza della curva ritardo di gruppo-frequenza ha come conseguenza il fatto che l'informazione colore non viene più a trovarsi in fase con la corrispondente informazione di luminosità. Bisogna infatti tenere presente che il segnale di luminosità può contenere delle informazioni con frequenza fondamentale molto bassa rispetto alla frequenza dell'informazione colore.

Sono pure note le influenze che i disturbi ricorrenti o caotici hanno sul segnale video bianco-nero: queste influenze sono più sentite dal segnale TV a colori perchè l'informazione del colore è di livello inferiore al segnale video di luminosità con conseguente peggioramento del rapporto segnale disturbo sul canale di cromaticità dei ricevitori.

Distorsioni differenziali

Si è visto che il segnale complessivo di televisione a colori è composto dalla componente di *luminanza* (video monocroma compatibile) alla quale è sovrapposta una *sottoportante* modulata in ampiezza e fase (segnale di cromaticità). La modulazione d'ampiezza controlla la saturazione dei colori riprodotti, mentre la modulazione di fase ne controlla la tinta.

E poichè la sottoportante di colore viene trasmessa in combinazione con la componente di luminanza, ne consegue che il livello di luminosità dell'immagine determina l'asse alternativo (componente AC) della sottoportante stessa (componente di cromaticità).

Per assicurare l'indipendenza di queste due componenti (luminanza e cromaticità) è evidente che la componente di cromaticità non deve essere influenzata da variazioni della luminosità.

In altre parole, è necessario che, lungo la catena di trasmissione, sia l'ampiezza (saturazione) sia la fase (tinta) della sottoportante non vengano alterate in funzione della luminanza.

Sotto tale profilo, lungo la catena di trasmissione possono verificarsi due caratteristici errori o distorsioni:

1) *Distorsioni di fase differenziale*, derivanti da una variazione della fase della sottoportante, in funzione del livello del segnale di luminanza. Ciò provoca nel sistema NTSC un'alterazione della tinta di un determinato colore.

2) *Distorsioni di guadagno differenziale*, derivanti da una variazione di amplificazione (guadagno), in funzione del livello del segnale di luminanza. La compressione o l'espansione dell'ampiezza della sottoportante provoca un cambiamento di saturazione di un determinato colore.

Questi tipi di distorsione appaiono piuttosto nuovi nella tecnica dei segnali TV ed assumono una fondamentale importanza nel nuovo campo della TV a colori.

Le norme americane IRE (Institute of Radio Engineers) definiscono così il guadagno e la fase differenziale: in un sistema di trasmissione televisiva si chiama guadagno differenziale il complemento a 1 (in valore assoluto) del rapporto tra le ampiezze in uscita di un piccolo segnale sinusoidale ad alta frequenza a due livelli stabiliti di un segnale a bassa frequenza sul quale esso è sovrapposto:

$$G_d = \frac{A_1}{A_2} - 1.$$

Il guadagno differenziale può anche essere espresso:

a) in %

$$G_d = \left(\frac{A_1}{A_2} - 1 \right) \cdot 100$$

b) in decibel

$$G_d = 20 \log_{10} \frac{A_1}{A_2} \text{ dB.}$$

In un sistema di trasmissione televisivo si chiama fase differenziale la differenza tra le fasi all'uscita di un piccolo segnale sinusoidale ad alta frequenza a due livelli stabiliti di un segnale a bassa frequenza su cui esso è sovrapposto.

E si è visto inoltre che queste variazioni differenziali di fase e di ampiezza si traducono rispettivamente in variazioni di tinta e di saturazione dei colori originali.

Le variazioni o distorsioni differenziali si misurano generalmente prendendo come riferimenti la fase e l'ampiezza del burst in considerazione della nota funzione di questo nei ricevitori televisivi.

Misura delle distorsioni differenziali

Metodo di misura — Per controllare la linearità della fase a guadagno differenziale si ricorre ad un segnale video di prova ove una sottoportante di ampiezza e fase costante si sposta entro i limiti di variazione d'ampiezza del sistema sotto misura.

Se tale sistema è esente dalle distorsioni suaccennate, la fase e

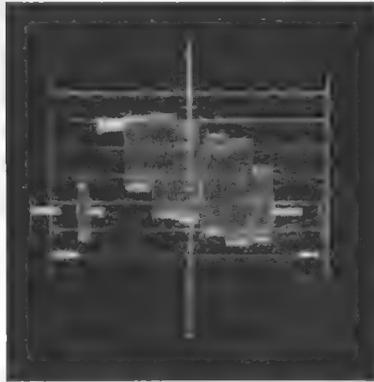


FIG. 234. Oscillogramma del segnale barre di colore NTSC con luminanza al 75%.

L'ampiezza della sottoportante di prova, osservate ad un adatto oscillografio, rimarranno costanti.

Normalmente per il controllo degli apparati si sostituisce il segnale barre di colori (fig. 234) con un semplice segnale a dente di sega o a gradini a cui viene sovrapposta una frequenza di 4,43 MHz che simula la portante colore. Questi segnali video sono in genere più facilmente disponibili e le misure che si effettuano con tali segnali corrispondono quasi perfettamente a quelle effettuate con le barre di colore. La fig. 235a, b rappresenta i segnali normalmente usati per il controllo delle distorsioni differenziali. Illustreremo ora i principali sistemi per misurare le distorsioni differenziali.

Guadagno differenziale — Le differenze di ampiezza della frequenza 4,43 MHz si possono notare direttamente sullo schermo di un oscillografo a larga banda; per rendere più sensibile il sistema di misura viene eliminato il segnale di luminanza con un filtro passa alto o passa banda e regolando opportunamente l'amplificazione dell'oscillografo, sullo schermo apparirà solo la frequenza di 4,43 MHz con le variazioni differenziali di ampiezza subite. Le due differenti ampiezze (fig. 236) si inseriscono nelle formule già viste.

Fase differenziale — I sistemi di misura sono basati sulla possibilità di confronto, attraverso demodulatori sincroni, tra la frequenza 4,43 che ha subito eventuali distorsioni passando attraverso un circuito e la stessa frequenza presa prima del circuito in esame; oppure generando nello stesso sistema di misura una frequenza a 4,43 sincrona ed in fase con il burst e quindi confrontando questa con la sottoportante distorta (1).

Dal confronto si trae una tensione proporzionale allo sfasamento che, portata all'asse verticale di un oscillografo, e sincronizzando opportunamente l'asse orizzontale di tale strumento, riproduce come variazioni di ampiezza l'andamento della fase della sottoportante dal livello del nero al livello del bianco. Esistono strumenti misuratori di guadagno e fase differenziale tipico: comunque è il vettroscopio della Tektronix. Quest'ultimo strumento ha delle prestazioni particolari per cui è possibile creare un sistema di scansione polare: sullo schermo si vedrà la traccia rappresentante il vettore a 4,43 MHz con i relativi spostamenti di fase (spostamenti angolari) e di ampiezza (spostamenti radiali). Questo tipo di presentazione del segnale sotto misura è adatto specialmente per il controllo del segnale a barre di colore perchè sulla mascherina dello schermo (fig. 237) sono già segnate le posizioni teoriche, con i limiti di tolleranza dei singoli vettori-colore; si possono quindi apprezzare contemporaneamente le due distorsioni differenziali.

Si presentano ora alcuni esempi di misure di distorsioni differenziali effettuate col metodo illustrato in fig. 236 e col vettroscopio; i segnale di prova è il segnale a gradini di fig. 235*b* applicato ad un colle

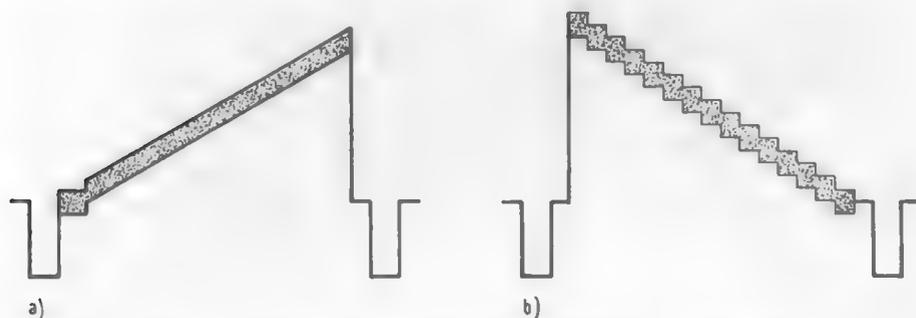


FIG. 235. *a*) Segnale di misura a dente di sega, con sovrapposta la frequenza di 4,43 MHz; *b*) segnale di misura a gradini con sovrapposta la frequenza di 4,43 MHz.

(¹) La prima possibilità di confronto si ha durante misure « locali », cioè misure effettuate vicino al generatore di segnali di prova (es.: misure su amplificatori o ricevitori con ritorno del segnale). La seconda possibilità di confronto si ha durante misure « distanti », cioè misure effettuate in un punto di ricezione del segnale che non sia vicino al punto di generazione del segnale di prova (es.: misure su collegamenti in un'unica direzione).

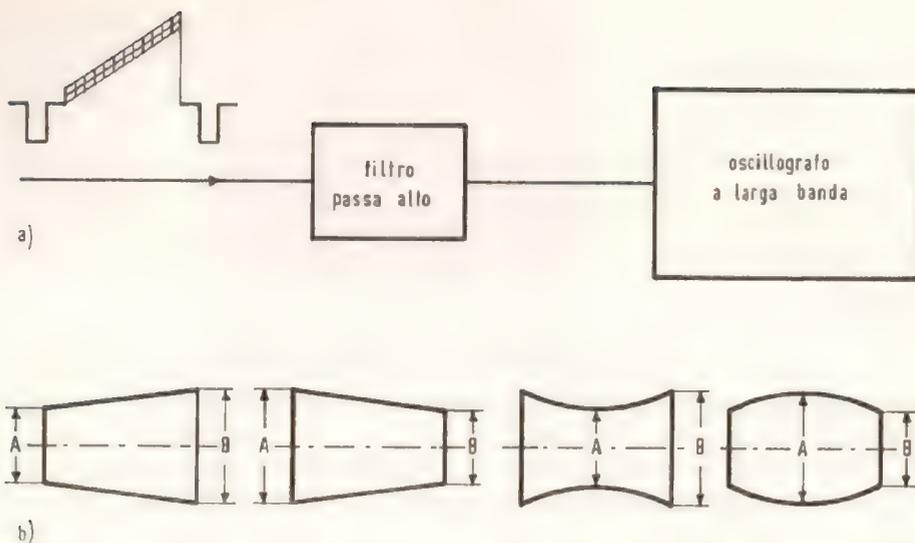


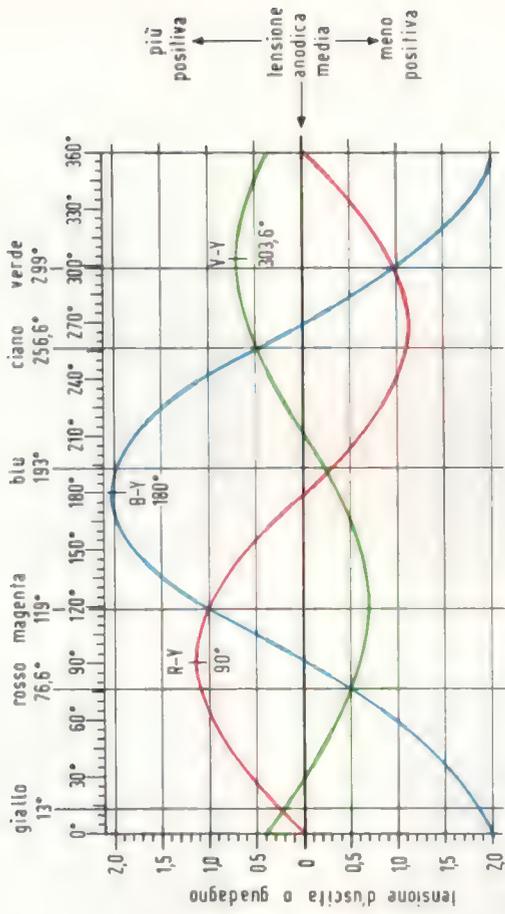
FIG. 236. Misura del guadagno differenziale (a) e vari aspetti dei diagrammi oscillografici (b).

gamento in ponte radio appositamente sovramodulato per rendere più evidenti le distorsioni differenziali. La forma del segnale all'uscita del collegamento è mostrata in fig. 238. La fig. 239 mette in evidenza l'andamento del guadagno; la forma d'onda (a) è ottenuta col metodo illustrato in fig. 239 e la forma d'onda (b) è ottenuta direttamente dal vettroscoipo ponendo il commutatore *subcarrier selector* in posizione *free running oscillator* (vedi manuale d'istruzioni). Ambedue le figure mostrano l'esistenza di un guadagno differenziale di circa 60%.

La fig. 240 mostra l'andamento della fase differenziale; la rappresentazione è ottenuta dal vettroscoipo, ponendo il commutatore *display selector* in posizione *line sweep*. In questo caso, agendo sulla linea di ritardo dello strumento, si sono misurati circa 21° ⁽¹⁾.

La fig. 241 mostra contemporaneamente l'andamento delle due distorsioni differenziali (rappresentazione in diagramma polare); le variazioni di ampiezza della sottoportante si traducono in spostamenti

(1) Bisogna tenere presente che la eventuale necessità di calibrare in gradi l'asse verticale dello schermo è legata alla costanza del livello della sottoportante all'ingresso dello strumento perchè l'ampiezza verticale del segnale dipende oltre che dalla fase anche dall'ampiezza del segnale a 4,43 MHz.



fase della sottoportante di colore

TAVOLA P - Ampiezze dei tre segnali cromatici demodulati, secondo la fase della sottoportante.



radiali della traccia, mentre le variazioni di fase si traducono in spostamenti angolari della traccia stessa.

La fig. 241 ci conferma appunto che il collegamento introduce un guadagno differenziale di circa 60% e una fase differenziale di circa 21°.

Quest'ultimo tipo di misura non è adatto per apprezzare le distorsioni di piccola entità, perchè la sensibilità del sistema è ridotta; mentre maggior sensibilità presentano i sistemi che danno i risultati indicati in fig. 239 e 240.

Come si è già detto, l'uso del vettroscopio con presentazione polare dei vettori si presta invece molto bene per il controllo del segnale TV a barre di colore.



FIG. 237. Mascherina per schermo oscillografico del vettroscopio.

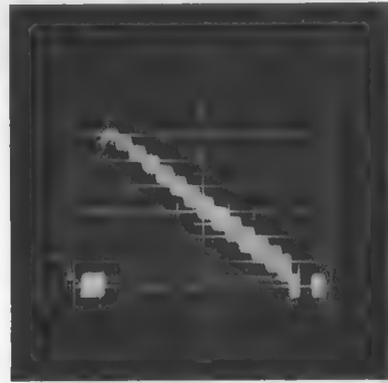


FIG. 238. Segnale di prova distorto.

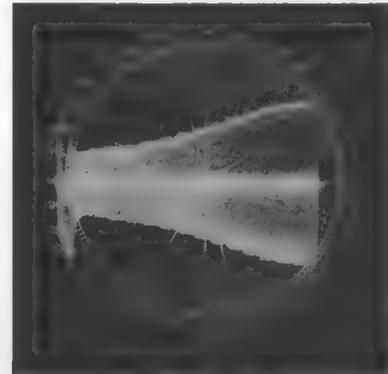
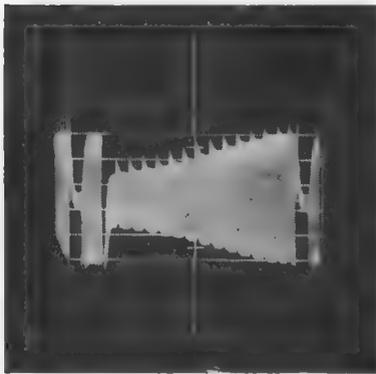


FIG. 239. a) Diagramma oscillografico del guadagno differenziale visto dopo il filtro pass-alto; b) andamento del guadagno differenziale visto al vettroscopio.

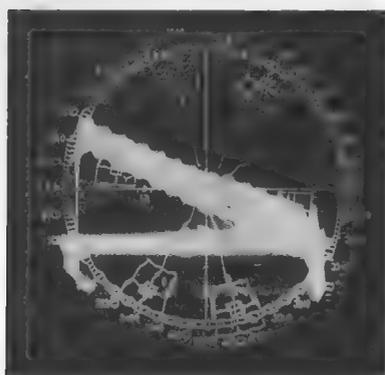


FIG. 240. Andamento della fase differenziale visto al vettroscopio (line sweep).

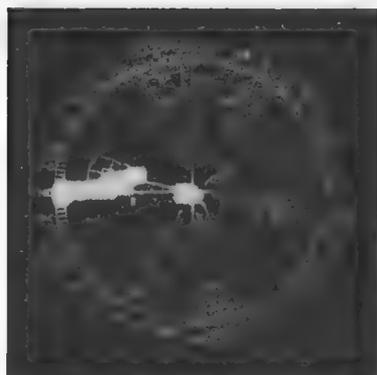


FIG. 241. Fase e guadagno differenziali visti al vettroscopio.

Questo segnale inserito nel collegamento usato per le misure precedenti subirebbe delle distorsioni tali per cui la tinta gialla sarebbe dissaturata del 50%. (L'informazione di tale tinta si troverebbe all'incirca dove si trova il terzo gradino del segnale di prova). Dissaturazioni sempre minori subirebbero le tinte le cui informazioni passano dal livello del giallo a quello del blu.

Il vettore della tinta gialla verrebbe anche spostato di circa 180° verso la posizione della tinta rossa, quindi il giallo apparirebbe come arancione. Gli altri vettori subirebbero spostamenti di fase sempre minori (nel nostro caso sempre in ritardo), man mano che si considerano vettori di tinte che passano dal livello del giallo a quello del blu.

Correzione automatica di distorsione dei segnali NTSC

Si è visto che nel sistema NTSC mentre l'informazione di luminanza viene trasmessa con un segnale avente una larghezza di banda identica a quella della TV monocroma (bianco-nero), l'informazione di cromaticità viene trasmessa sotto forma di modulazione di fase e d'ampiezza di una sottoportante a 4,43 MHz. E precisamente la « saturazione » determina l'ampiezza della sottoportante, mentre la « tinta » controlla la fase della sottoportante riferita ad un burst sincronizzante trasmesso all'inizio di ogni riga di scansione.

È noto, altresì, che il segnale video cromatico totale è particolar-

mente sensibile agli effetti della distorsione di non linearità; variazioni del segnale di luminanza provocano cambiamenti nell'ampiezza e fase della sottoportante di colore.

Si è già visto anche che tali distorsioni sono generalmente note come « guadagno differenziale » e « fase differenziale »: esse si presentano particolarmente nelle catene di collegamenti su lunghe distanze, sulla trasmissione dei programmi di TV a colori.

Una correzione fissa non è possibile, in quanto le distorsioni di guadagno differenziale e fase differenziale variano col segnale trasmesso l'aliquota di componente continua e la risposta globale di ciascuna maglia della catena di trasmissione.

È stato escogitato recentemente da parte del « Post Office » inglese un tipo di correttore automatico di entrambe le distorsioni di guadagno e fase differenziali, che ha risolto quasi totalmente gli inconvenienti di trasmissione di segnali NTSC attraverso catene di trasmissione di notevole lunghezza.

Questo dispositivo fa uso di un secondo burst, chiamato « burst pilota », inserito nel segnale video durante i tempi di soppressione orizzontale, in due livelli che si alternano ogni due righe di scansione:

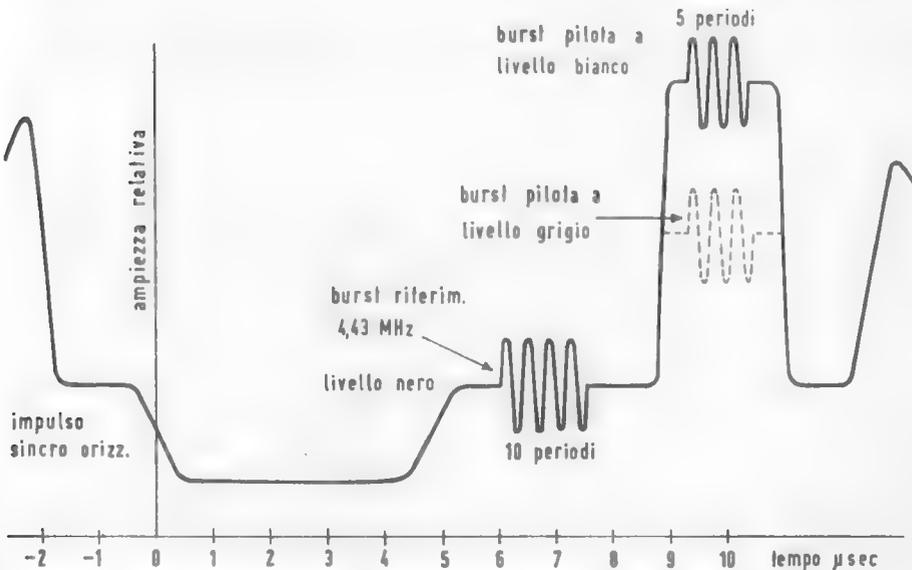


FIG. 242. Inserimento del burst pilota nel segnale video trasmesso.

precisamente 2 righe a livello del bianco e 2 righe a livello del grigio (intermedio fra i livelli del nero e del bianco).

Il nuovo dispositivo consente pertanto di determinare in rapida successione i valori di distorsione di fase e guadagno differenziale, in corrispondenza di due livelli di luminanza. Tale informazione, estratta in modo opportuno, viene poi utilizzata per controllare un dispositivo di correzione, tale da contenere entro limiti tollerabili le distorsioni complessive di tutta la catena di trasmissione.

La fig. 242 indica come viene inserito il «burst pilota» nel segnale video trasmesso, mentre la fig. 243 mostra lo schema a blocchi del correttore automatico inserito al termine della catena di trasmissione.

Cenni di ricapitolazione riassuntiva sul funzionamento del televisore a colori

Si è visto che un televisore a colori differisce da un televisore monocromatico (bianco-nero) essenzialmente per la parte circuitale di cromaticanza. Ciò prescindendo dalla presenza del tubo catodico tricromico e dai relativi circuiti di alimentazione e convergenza.

Riassumeremo ora, per comodità di chi segue questo corso, le principali caratteristiche di cromaticanza, quali la demodulazione e la posizione ed ampiezza degli assi cromatici, mettendone in particolare rilievo alcuni aspetti funzionali ai fini della miglior resa dei colori.

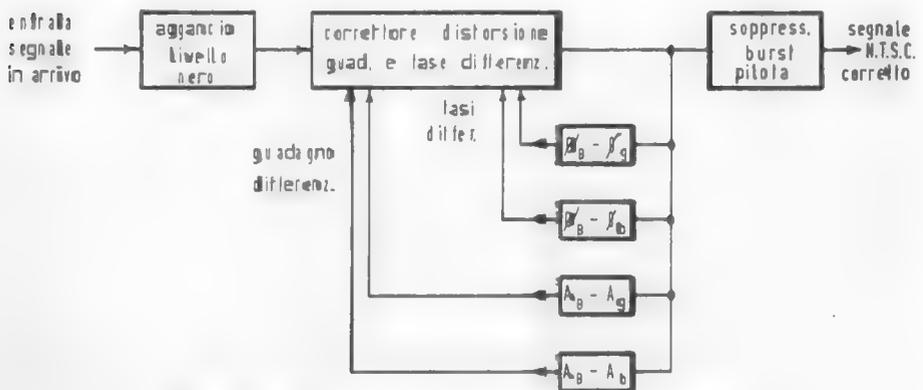


FIG. 243. Schema a blocchi del correttore automatico.

Demodulazione

Si è visto che l'informazione cromatica (segnali di differenza di colore) viene trasmessa sotto forma di bande laterali di modulazione d'ampiezza e fase, di una sottoportante a 4,43 MHz soppressa.

Nel ricevitore viene rigenerata la sottoportante che, reinserita nelle bande laterali trasmesse, consente il processo di demodulazione.

L'informazione così demodulata viene trattata in modo da ottenere i tre segnali di differenza di colore (matrizzazione).

L'oscillatore locale che rigenera la sottoportante a 4,43 MHz viene mantenuto in fase con la corrispondente sottoportante alla trasmissione (soppressa nel processo di modulazione) mediante un segnale burst di sincronizzazione del colore. Pertanto a ciascuno dei due demodulatori cromatici del ricevitore, sono applicati due segnali:

- a) la sottoportante rigenerata localmente, a 4,43 MHz;
- b) il segnale di crominanza.

La tensione anodica a.c., o tensione d'uscita, di un demodulatore dipende dalla fase del segnale in arrivo nei confronti della fase dell'oscillazione locale, oltre che dalla sua ampiezza.

Nei circuiti di demodulazione più comuni, la tensione d'uscita aumenta quando i due segnali suddetti sono in fase, e precisamente:

1) *Assenza di segnale cromatico*: quando l'ampiezza di tale segnale è zero, la tensione d'uscita del demodulatore ha un valore determinato (per esempio 200 V).

2) *Segnale cromatico d'ampiezza normale*: quando l'ampiezza di tale segnale viene aumentata da « zero » ad un certo valore, la tensione d'uscita del demodulatore aumenta, diminuisce o rimane inalterata, in dipendenza dalla fase con l'oscillazione locale.

3) *In fase*: se il segnale cromatico è in fase con l'oscillazione locale a 4,43 MHz, la tensione d'uscita del demodulatore aumenta (per esempio a 220 V).

4) *Fuori fase*: se il segnale cromatico è sfasato di 180° con l'oscillazione locale, la tensione d'uscita diminuisce (per esempio a 180 V).

5) *Sfasamenti di 90° o 270°* : in corrispondenza di questi sfasamenti, la tensione d'uscita rimane inalterata (per esempio 200 V).

6) Se pertanto la fase del segnale di crominanza viene variata con continuità da « zero » a 360° nei confronti della sottoportante rige-

nerata localmente, la tensione d'uscita del demodulatore varia come segue:

Fase	Variatione tensione d'uscita
0°	+ 20 V
90°	0
180°	- 20 V
270°	0
360°	+ 20 V

Tali variazioni sono quindi da + 20 V a - 20 V, con andamento sinoidale.

Ampiezza del segnale cromatico

La tensione d'uscita del demodulatore dipende altresì dall'ampiezza del segnale cromatico.

Se nell'esempio citato l'ampiezza del segnale cromatico viene raddoppiata, la tensione d'uscita del demodulatore varia (nel ciclo da 0° a 360°) da + 40 V a - 40 V.

Se invece tale ampiezza viene dimezzata, la tensione d'uscita varierà da + 10 V a - 10 V.

È da notarsi che in corrispondenza delle fasi di 90° e 270°, la tensione d'uscita del demodulatore rimane invariata ed indipendente dall'ampiezza del segnale cromatico.

La fase dell'oscillatore locale di sottoportante determina l'« angolo operativo » dei vettori del demodulatore.

Si è visto che si possono adottare i vettori I (57°) e Q (147°), ovvero $R - Y$ (90°) e $B - Y$ (180°) od anche X (280°9') e Z (343°), semplicemente regolando l'angolo di fase (riferito al « burst ») della sottoportante locale.

La regolazione di tale angolo di fase si ottiene sintonizzando il trasformatore di accoppiamento della sottoportante locale, sopra o sotto la posizione di risonanza (eventualmente invertendo di 180°).

Non si dimentichi comunque che, come già è stato accennato, le ampiezze relative dei segnali cromatici di differenza di colore vengono opportunamente alterate in trasmissione onde evitare delle sovramodulazioni e precisamente:

$B - Y$ viene ridotto al 49%
 $R - Y$ viene ridotto all'87,7%
 $V - Y$ viene aumentato al 142,3%

In ricezione, vengono poi ristabilite le ampiezze originali, dando ai tre canali cromatici dei guadagni differenti e precisamente:

$B - Y$ guadagno 2,03
 $R - Y$ guadagno 1,14
 $V - Y$ guadagno 0,70

Dal diagramma rappresentato nella Tav. P appare come varia l'ampiezza dei tre segnali cromatici demodulati, quando la sottoportante locale, ad ampiezza costante, viene fatta ruotare di fase da 0° a 360° . Le tre curve del blu, rosso e verde hanno le ampiezze più corrette secondo i guadagni già citati di 2,03; 1,14; 0,70.

Larghezza di banda dei segnali di cromaticità e posizione degli assi o vettori di modulazione

Si è visto che, dei due segnali di cromaticità trasmessi, uno presenta una larghezza di banda di 0,6 MHz, il che consente la trasmissione integrale simmetrica delle due bande laterali di modulazione intorno alla sottoportante a 4,43 MHz, mentre l'altro con una larghezza di banda di 1,5 MHz viene trasmesso con una banda laterale soppressa oltre 0,6 MHz, dando così luogo ad inevitabili distorsioni di fase.

Quest'ultimo inconveniente è stato però praticamente minimizzato tenendo conto di alcune caratteristiche fisiologiche della risoluzione cromatica dell'occhio umano.

Ecco di che si tratta. Osservando una immagine televisiva a colori con dettagli geometrici corrispondenti a segnali video con frequenze superiori a 1,5 MHz, il nostro occhio non è in grado di percepire alcuna sensazione di colore: vediamo solo dettagli con variazioni di contrasto in grigio. Se i dettagli dell'immagine divengono meno « fini », con segnali video compresi fra 0,6 e 1,5 MHz, vedremo tutti i colori unicamente sotto forma di combinazione dei due colori complementari arancio-ciano, sotto vari gradi di saturazione.

Se poi i dettagli dell'immagine diventano ancora più grossolani, con segnali video non superiori a 0,6 MHz di banda, riusciremo finalmente

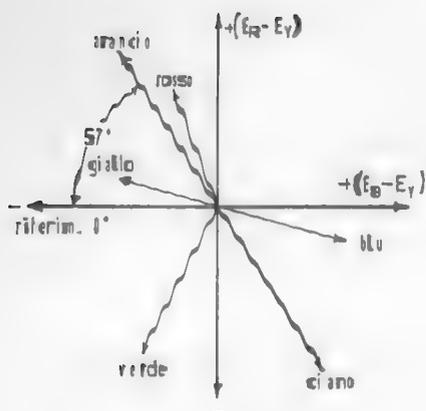


FIG. 244. Diagramma assi di modulazione di compresso (arancio-ciano).

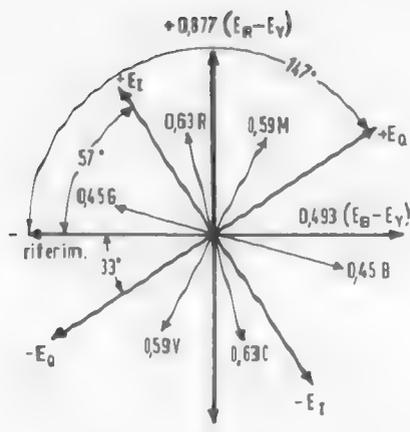


FIG. 245. Diagramma vettoriale con assi $(E_R - E_Y)$ e $(E_B - E_Y)$.

a vedere tutti i colori variamente saturati: pertanto solo entro la banda di trasmissione di 0,6 MHz sono necessari i tre colori primari.

E sfruttando razionalmente queste reazioni fisiologiche è possibile minimizzare le distorsioni, pur conservando la massima risoluzione dell'immagine.

Come già è stato illustrato, nel sistema NTSC, ogni colore può essere rappresentato dalla posizione angolare di un vettore in un ben noto diagramma vettoriale. Se in tale diagramma (fig. 244) ove sono indicati i vettori corrispondenti al Rosso, al Giallo, al Verde ed al Blu, tracciamo sperimentalmente un vettore che nella regione positiva sia compreso fra i vettori Rosso e Giallo e nella regione negativa sia compreso fra i vettori Blu e Verde, avremo individuato l'asse di modulazione Arancio-Ciano poco fa accennato, avente un'angolo di fase di 57° col vettore di riferimento 0° (burst).

Una tensione con quest'angolo di fase produrrà nel cinescopio una combinazione di colori arancio-ciano.

Si vede pertanto che con opportuni valori di $E_{(R-Y)}$ e $E_{(B-Y)}$ sarà possibile ottenere un nuovo segnale corrispondente ai colori di combinazione arancio-ciano.

Si è visto anzi che questo nuovo segnale, chiamato segnale I , viene usato per modulare uno dei due modulatori bifasi bilanciati, stabilendo un nuovo asse di modulazione chiamato E_I (fig. 245).

Un secondo asse, sfasato di 90° da quest'ultimo, e chiamato asse

E_Q , può essere analogamente stabilito prendendo le corrette proporzioni dei segnali $E_{(R-Y)}$ e $E_{(B-Y)}$. E su quest'asse giace il segnale Q .

Accurate ricerche sperimentali hanno potuto stabilire che la migliore riproduzione cromatica viene ottenuta quando le proporzioni di $E_{(R-Y)}$ e $E_{(B-Y)}$ sono tali da sfasare gli assi di 57° . E su queste norme è basato l'attuale standard dei segnali cromatici.

È interessante notare come mediante la rotazione degli assi di modulazione, ruotando cioè la fase dell'oscillazione rigenerata localmente (sottoportante) di 57° si può passare da una demodulazione E_I , E_Q , ad una demodulazione $E_{(R-Y)}$, $E_{(B-Y)}$, e viceversa.

In pratica, la demodulazione secondo gli assi I e Q , che teoricamente si presenta la migliore sia per definizione cromatica che per limitazione degli errori di fase dovuti alla banda cromatica asimmetrica 0 - 1,5 MHz, viene raramente adottata a causa della maggiore complicazione dei circuiti passa banda e matriciali necessari.

La conversione dei segnali E_I , E_Q nei componenti di $E_{(R-Y)}$, $E_{(B-Y)}$ è possibile attraverso semplici relazioni trigonometriche applicate al diagramma vettoriale di fig. 245. Come pure si possono matematicamente derivare i segnali E_I e E_Q , dai segnali cromatici diretti, in uscita dalla telecamera E_R , E_Y , E_B . Ed ecco come.

Consideriamo il diagramma indicato in fig. 246, ove viene assunto un determinato colore P :

- la componente $(E_R - E_Y)$ di P è $OB = AP = 0,877 (E_R - E_Y)$;
- la componente $(E_B - E_Y)$ di P è $OA = BP = 0,493 (E_B - E_Y)$;
- la componente E_I di P è $OC = DP$;
- la componente E_Q di P è OD .

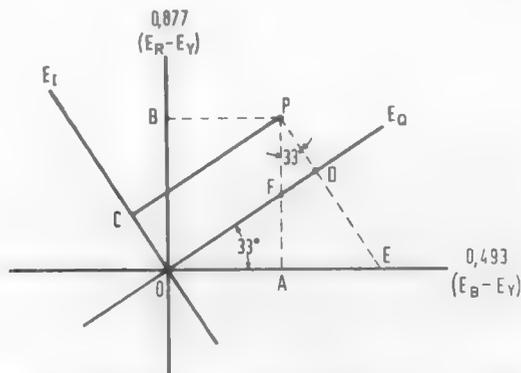


FIG. 246. Diagramma di composizione di un colore P .

Allora:

$$\begin{aligned}
 E_I &= DP = PF \cos 33^\circ; \quad PF = AP - AF = AP - OA \operatorname{tg} 33^\circ \\
 DP &= (AP - OA \operatorname{tg} 33^\circ) \cos 33^\circ = AP \cos 33^\circ - OA \operatorname{sen} 33^\circ \\
 &= 0,877 (E_R - E_Y) \cos 33^\circ - 0,493 (E_R - E_Y) \operatorname{sen} 33^\circ \\
 &= 0,74 (E_R - E_Y) - 0,27 (E_R - E_Y) \\
 E_Q &= OD = OE \cos 33^\circ; \quad OE = OA + AE; \quad AE = AP \operatorname{tg} 33^\circ \\
 OD &= (OA + AP \operatorname{tg} 33^\circ) \cos 33^\circ \\
 &= 0,493 (E_R - E_Y) \cos 33^\circ + 0,877 (E_R - E_Y) \operatorname{sen} 33^\circ \\
 &= 0,48 (E_R - E_Y) + 0,41 (E_R - E_Y)
 \end{aligned}$$

Analogamente si possono avere $(E_R - E_Y)$ e $(E_R - E_Y)$ in funzione di E_I e E_Q , cioè:

$$\begin{aligned}
 0,877 (E_R - E_Y) &= E_I \cos 33^\circ + E_Q \operatorname{sen} 33^\circ; \\
 (E_R - E_Y) &= 0,96 E_I + 0,62 E_Q \\
 0,493 (E_R - E_Y) &= -E_I \operatorname{sen} 33^\circ + E_Q \cos 33^\circ; \\
 (E_R - E_Y) &= -1,01 E_I + 1,70 E_Q
 \end{aligned}$$

PROBLEMI CON SOLUZIONE A QUIZ.

Ciascuna delle domande formulate qui di seguito comporta quattro distinte risposte, una sola delle quali è quella esatta. Dopo aver considerato attentamente tutte e quattro le risposte riportate, selezionate quella che vi sembra giusta, tracciando un trattino sulla lettera corrispondente.

Le soluzioni dei quiz sono riportate nel volume successivo.

Esempio:

Un metro è suddiviso in: *a*) 5 decimetri; *b*) 10 decimetri; *c*) 20 decimetri; *d*) 10 centimetri.

a *c* *d*

Domanda

Risposta

1) I due segnali di sottoportante reinseriti ai due demodulatori di crominanza in un televisore NTSC sono sfasati di 90° perchè: *a*) si devono ottenere i segnali $E_{(B-Y)}$ e $E_{(R-Y)}$; *b*) si devono ottenere i segnali X e Z ; *c*) si devono ottenere i segnali $E_{(R-Y)}$ e $E_{(V-Y)}$; *d*) si devono ottenere i segnali $E_{(B-Y)}$ e Q .

a *b* *c* *d*

2) Il valore istantaneo in uscita da uno dei due demodulatori di crominanza (NTSC) è zero, quando lo sfasamento fra il segnale di crominanza in entrata e la sottoportante locale reinserita è: *a*) 0° ; *b*) 90° ; *c*) 180° ; *d*) 57° .

a *b* *c* *d*

3) Il valore istantaneo in uscita da uno dei due demodulatori di crominanza è massimo quando: *a*) il segnale di crominanza ha la stessa fase del segnale burst; *b*) il segnale di crominanza è al suo massimo livello d'ampiezza; *c*) il segnale di crominanza in entrata e la sottoportante locale reinserita hanno la stessa fase; *d*) il segnale di crominanza e la sottoportante reinserita sono sfasati di 90° .

a *b* *c* *d*

4) In un televisore a colori il circuito che richiede neutralizzazione è: *a)* l'amplificatore del burst; *b)* l'amplificatore a radio frequenza; *c)* l'oscillatore a 4,43 MHz; *d)* l'amplificatore passabanda.

a b c d

5) Durante l'allineamento dell'amplificatore passabanda: *a)* l'oscillatore a 4,43 MHz deve essere bloccato; *b)* l'amplificatore F. I. deve essere interdetto; *c)* il circuito « killer » deve essere interdetto; *d)* i demodulatori devono essere bloccati.

a b c d

6) L'operazione manuale di smagnetizzazione (degaussing) deve: *a)* essere ripetuta ogni qualvolta si cambi di posto al televisore; *b)* essere ripetuta dopo ogni messa a punto della convergenza; *c)* essere ripetuta dopo la sostituzione di una o più valvole elettroniche del circuito; *d)* ripetersi sistematicamente all'incirca ogni mese.

a b c d

7) Per un'antenna ricevente collegata ad un televisore a colori è sufficiente una larghezza di banda passante di: *a)* 1,5 MHz; *b)* 0,5 MHz; *c)* 5 MHz; *d)* 4,43 MHz.

a b c d

8) La stabilizzazione dell'alta tensione anodica del tubo tricromatico è necessaria per: *a)* assicurare la massima luminosità dell'immagine; *b)* mantenere inalterata la convergenza; *c)* la corretta tinta dei vari colori; *d)* la regolare emissione elettronica dei catodi.

a b c d

9) In un televisore a colori, l'amplificatore F.I. del circuito di luminanza deve avere una larghezza di banda passante di: *a)* 2,5 MHz; *b)* 5 MHz; *c)* 0,5 MHz; *d)* 7 MHz.

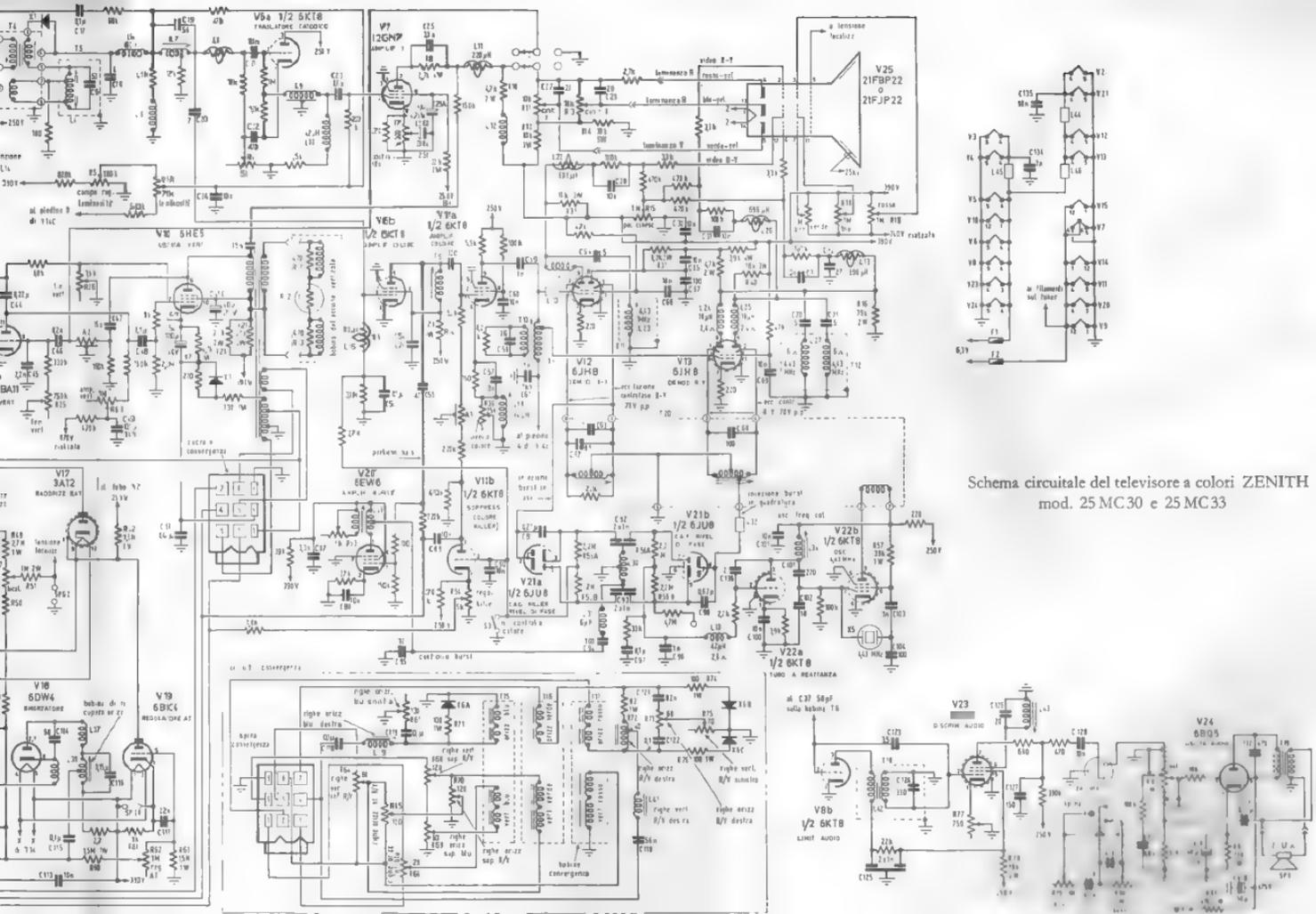
a b c d

10) Nel tubo tricromatico « shadow mask » la purezza dei colori dipende: *a)* dalla tensione focalizzatrice; *b)* dalla tensione d'interdizione delle griglie dei 3 cannoni; *c)* dalla posizione d'impatto dei tre pennelli sui corrispondenti punti fosforici; *d)* dalla tensione anodica EAT.

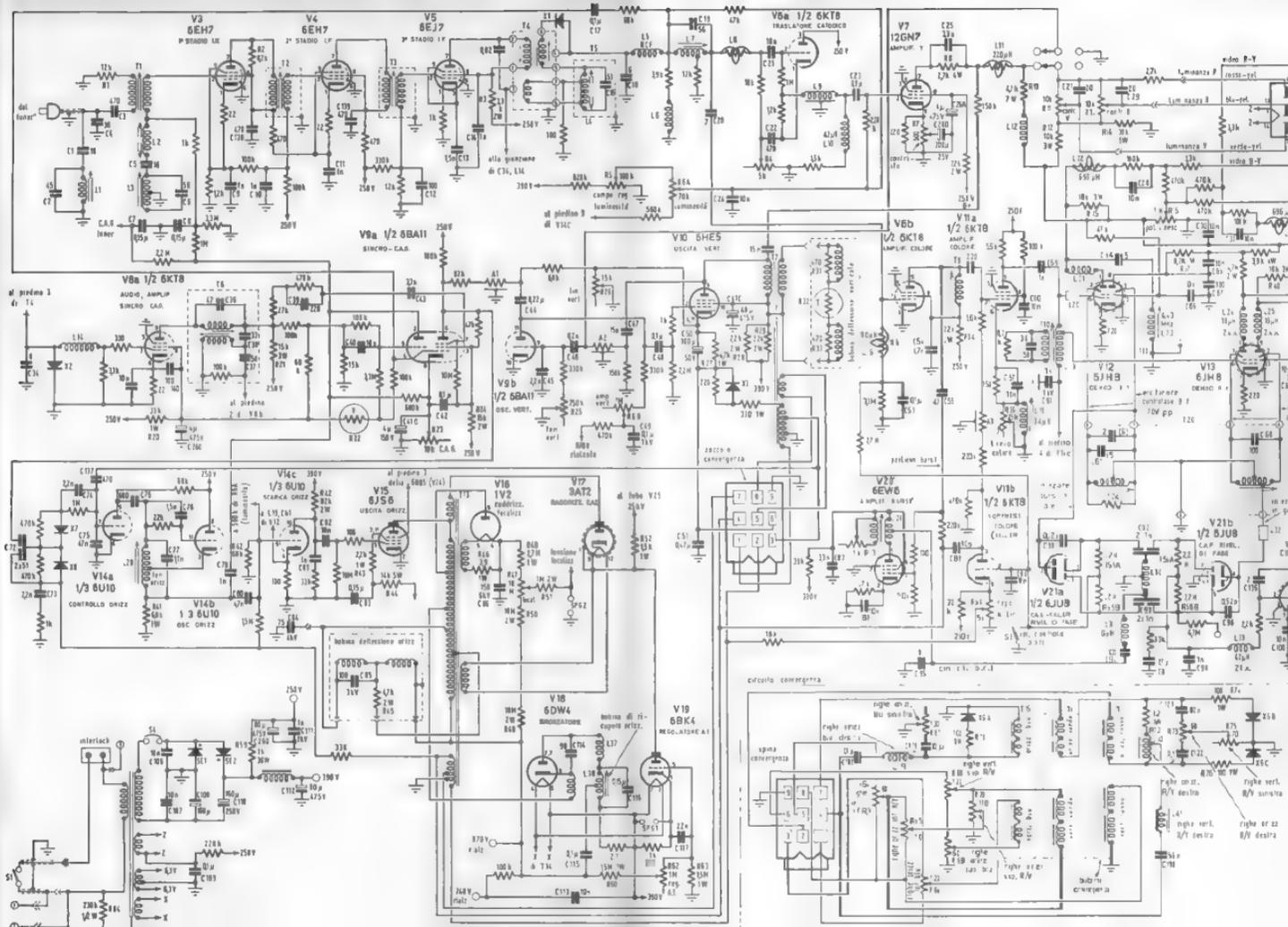
a b c d

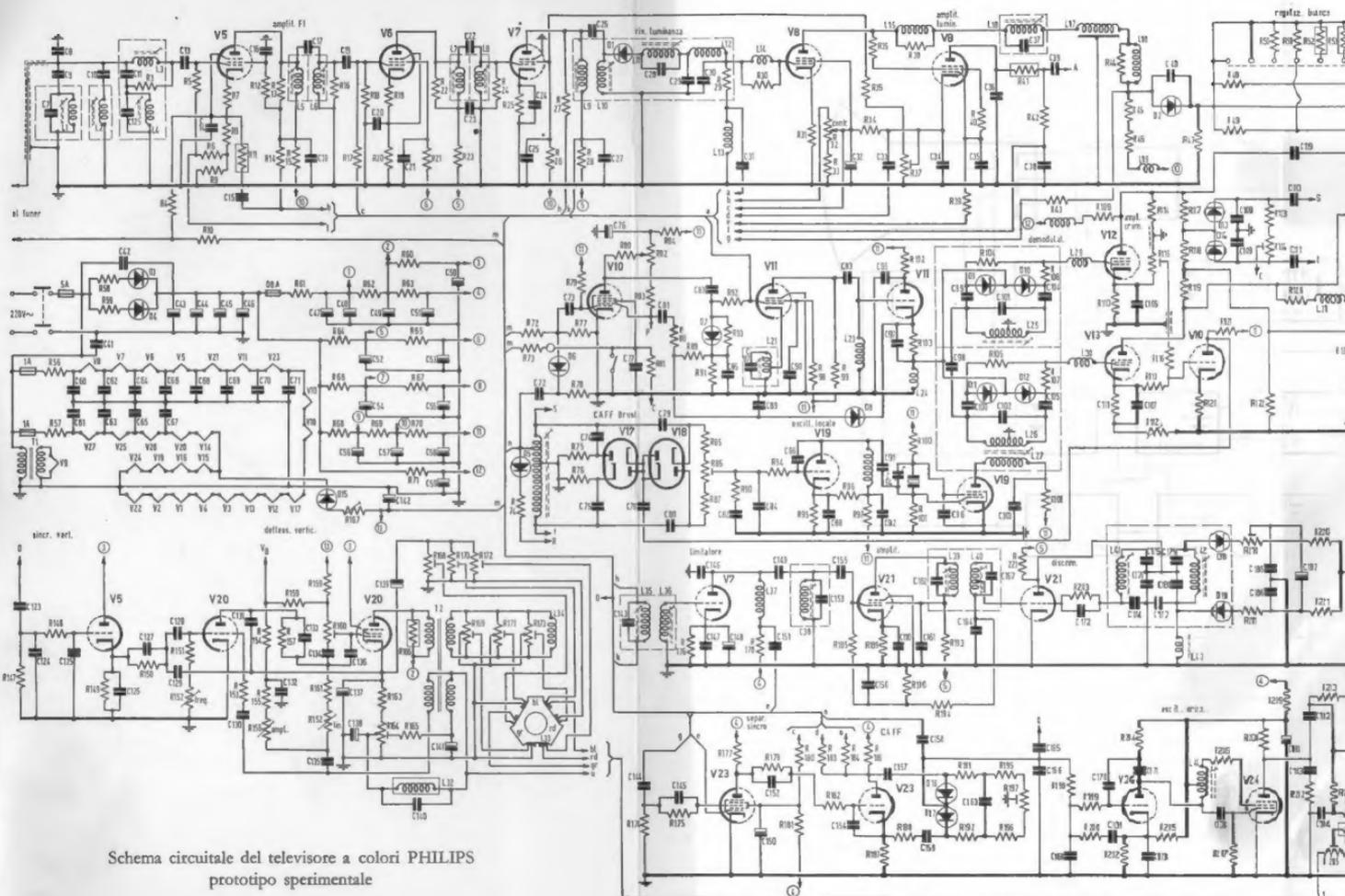
Soluzione dei quiz del 4^o gruppo di lezioni

Numero della domanda	Risposta esatta	Numero della domanda	Risposta esatta
1	<i>c</i>	6	<i>a</i>
2	<i>d</i>	7	<i>c</i>
3	<i>c</i>	8	<i>d</i>
4	<i>b</i>	9	<i>c</i>
5	<i>d</i>	10	<i>b</i>

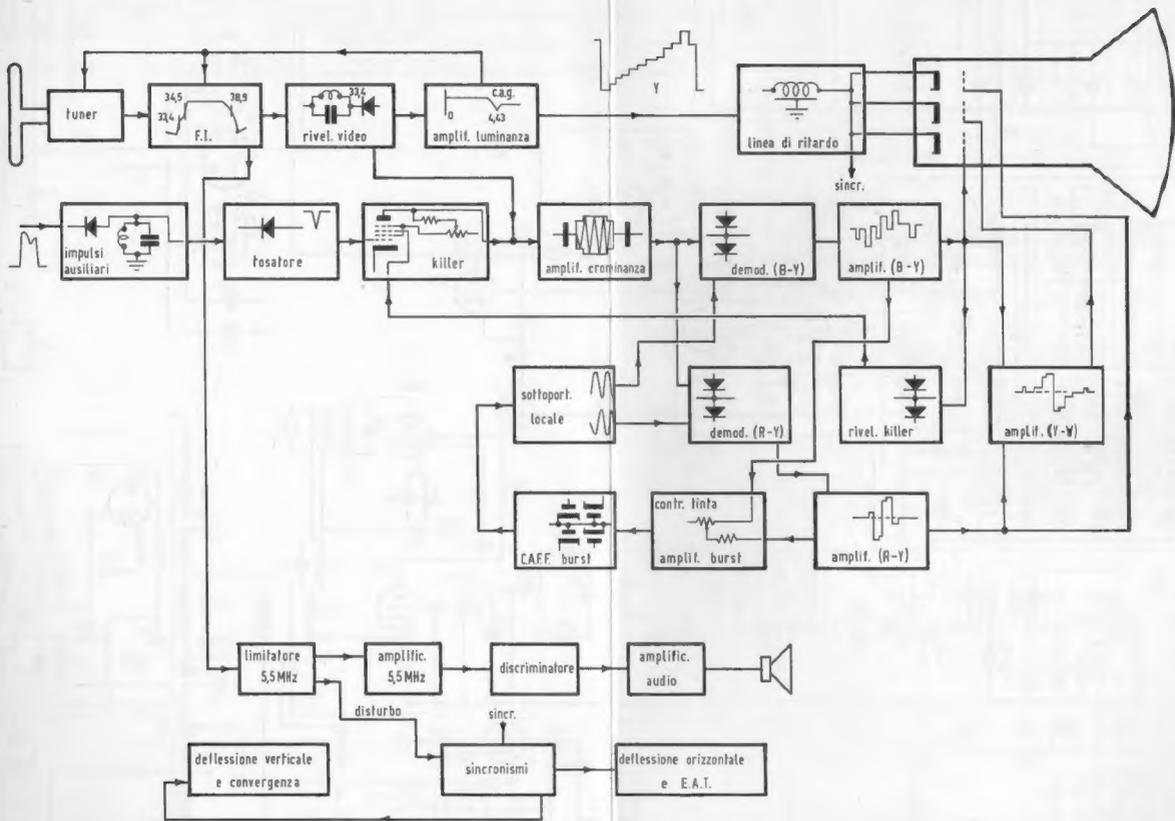


Schema circuitale del televisore a colori ZENITH mod. 25 MC.30 e 25 MC.33





Schema circuitale del televisore a colori PHILIPS
prototipo sperimentale



Schema a blocchi del televisore a colori PHILIPS prototipo sperimentale

EDITRICE IL ROSTRO VIA MONTE GENEROSO 6/A MILANO

CORSO DI TELEVISIONE A COLORI

NTSC
PAL
SECAM



COORDINATO DA ALESSANDRO BANFI

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

IN 8 VOLUMI

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

Coordinato da Alessandro Banfi

CON LA COLLABORAZIONE DI

ANTONIO NICOLICH

NATALE STUCCHI

HENRY SALAN

DONALD S. FLEMING



EDITRICE

MILANO

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

TUTTI I DIRITTI RISERVATI
ALLA EDITRICE IL ROSTRO

©

INDICE

CAPITOLO 16

Il sistema SECAM di TV a colori	545
Il metodo di decodificazione	550
Pregi e difetti del sistema SECAM	552
Preaccentuazione della caratteristica di frequenza per il segnale di colore (curva anticloche) e successiva deaccentuazione nel ricevitore (curva cloche)	553
Modulazione di ampiezza supplementare della portante di colore (correzione del cross color)	553
Riassunto del principio del sistema SECAM	555
Generalità sui regolatori del ricevitore	558
Regolazione del contrasto.	562
Fedeltà dei colori	566
Stabilità dell'accordo del discriminatore	567
Prestazioni	569
Conclusione relativa al mod. RS15.	570
Il meccanismo delle inversioni e del sincronismo di colore nel sistema SECAM	570
Descrizione del ricevitore RS15 di TV a colori	574
Descrizione tecnica	575
Amplificatore FI del canale audio - Circuito di C.A.F.	580
Amplificatore video	580
Principio di funzionamento	589
Amplificatore del canale audio	592
Circuiti di deviazione	593
Circuiti di estinzione (sezione deviazione ed E.A.T. 23 kV)	597
Alimentazione	597
Linea di ritardo CSF in acciaio per TV a colori SECAM	597
Descrizione	599
Un nuovo circuito di cromaticanza-luminanza per televisori SECAM	599
Recenti perfezionamenti apportati al sistema di TV a colori SECAM	601
Vecchi parametri di trasmissione	601
Preaccentuazione	603
Messa in forma del segnale per la trasmissione	604
Risultati	605
Il SECAM definitivo - Introduzione	605
Caratteristiche conseguenti alle modifiche apportate	610
Specificazioni del segnale di TV a colori SECAM III radiodiffuso secondo la norma L	613

Segnali elementari	614
Codificazione della crominanza	614
Formazione del segnale video composto	618
Allegato A	620
Allegato B	621
Prescrizioni per i ricevitori di TV a colori secondo il sistema SECAM III	621
Specificazioni relative ai circuiti di decodificazione dei ricevitori SECAM	623

CAPITOLO 16

Il sistema SECAM di TV a colori.

Nel 1958 Henry de France propose in un articolo apparso sulla rivista francese *l'Onde Électrique* Vol. 38, N. 375, pag. 479-483, intitolato « Il sistema di televisione a colori sequenziale-simultaneo », un nuovo sistema le cui caratteristiche essenziali sono sintetizzate nel suo nome: SECAM = *sequentiel à mémoire*. Il sistema è naturalmente fondato sugli stessi principi del sistema NTSC per quanto riguarda l'impiego dei segnali di luminanza e dei segnali differenza di colore, ma si diversifica per le modalità di trasmissione di questi ultimi.

Anche col SECAM i tre colori primari rosso, verde e blu vengono mescolati per formare il normale segnale bianco e nero chiamato segnale Y di luminanza, che assicura la compatibilità del sistema, nel senso di permettere la ricezione in bianco-nero delle emissioni in colore, da parte dei ricevitori per TV monocromatica. Insieme col segnale Y vengono trasmessi altri due segnali, detti di crominanza: $R - Y$ e $B - Y$, ricavati dal rosso e dal blu oltre che dall' Y . Nel ricevitore si possono ricostituire, sfruttando questi tre segnali ed elaborandoli nell'unità decodificatrice, i tre colori primari rosso, verde e blu, in modo da riprodurre l'immagine colorata sullo schermo del tubo catodico tricromatico. E fin qui nulla di nuovo rispetto al sistema NTSC. La novità del processo SECAM risulta dal fatto che i segnali $R - Y$ e $B - Y$ non sono trasmessi simultaneamente, ciò che garantisce che essi non si mescolino sconvenientemente, e la resa dei colori risulta pienamente fedele. Non essendo i segnali di crominanza trasmessi simultaneamente, viene assicurata l'indipendenza del sistema dalla variabilità delle condizioni di trasmissione mediante l'impiego della modulazione di frequenza (MF), che non sarebbe possibile se $R - Y$ e $B - Y$ fossero trasmessi simultaneamente.

Allora le funzioni dell'unità di decodificazione sono:

1) rendere simultanei i tre segnali sequenziali Y , $R - Y$ e $B - Y$, perchè questa è la condizione necessaria per ricostruire i tre colori primari rosso, verde e blu;

2) demodulare i segnali di crominanza; il segnale Y di luminanza viene demodulato col normale processo impiegato nella TV in bianco e nero.

Per svolgere questa duplice funzione, l'unità di decodificazione (decoder) comprende essenzialmente una « memoria » e due discriminatori di frequenza. L'esperienza ha dimostrato che durante l'analisi di un'immagine televisiva l'occhio è incapace di discernere se $R - Y$ o $B - Y$ variano da una riga alla successiva. Allora si possono sfruttare indifferentemente $R - Y$ o $B - Y$ per due righe adiacenti. La fig. 337 dimostra come la memoria, consistente in una linea di ritardo, possa ricostituire i segnali simultanei, a partire dai segnali trasmessi sequenzialmente una riga dopo l'altra. A motivo di questa ripetizione dei segnali trasmessi, i colori vengono naturalmente diffusi in senso verticale. Da un grande numero di esperimenti fatti allo scopo di indagare questo effetto, è risultato che tale approssimazione è perfettamente valida.

L'errore risultante è visibile solo in casi molto particolari e assai raramente in scene naturali.

Il commutatore doppio, che trasmette i segnali cromatici diretto

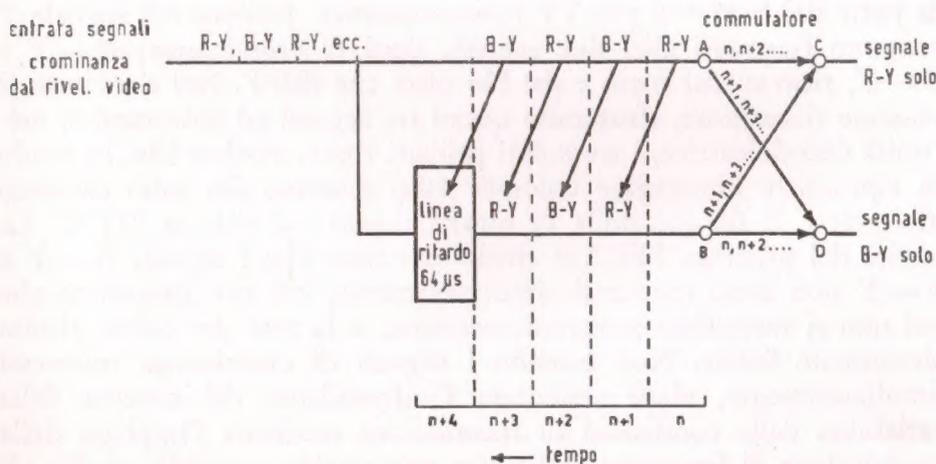


Fig. 337. Trasformazione dei segnali sequenziali in simultanei.

e ritardato all'uscita $R - Y$ e $B - Y$, è azionato a frequenza di riga da un flip-flop bistabile, non mostrato in figura.

La seconda funzione di demodulazione è svolta per ciascun canale, $R - Y$ e $B - Y$, da un discriminatore limitatore, il cui circuito di principio è mostrato in fig. 338. Come avviene normalmente per la modulazione di frequenza, questo dispositivo assicura un livello altamente costante del segnale demodolato di uscita, ed è indipendente, entro vasti limiti, dal livello della sottoportante di colore applicata al punto C .

Il livello della subportante al punto A è costante e può essere modificato semplicemente variando la tensione di polarizzazione dei diodi (punto B). Questa caratteristica comporta una differenza essenziale rispetto ai sistemi a modulazione di ampiezza e conferisce un fattore di stabilità e di automaticità alla ricezione dei segnali cromatici.

Si è detto che col SECAM la trasmissione dei segnali differenza di colore (generalmente designati coi simboli D_R e D_B) avviene alternativamente con eguale ampiezza corrispondente al valore massimo, cioè D_R e D_B vengono trasmessi uno dopo l'altro nel tempo, ciascuno per la durata di una riga (64 μ sec).

Il sistema si basa su questo concetto: il sistema di trasmissione NTSC impiega, per la trasmissione dell'informazione cromatica, larghezze di banda relativamente strette; con un ricevitore equibanda si adottano infatti bande di solo 0,7 ÷ 1 MHz per i segnali I' e Q' . La ristrettezza della larghezza di banda significa che la risoluzione trasmis-

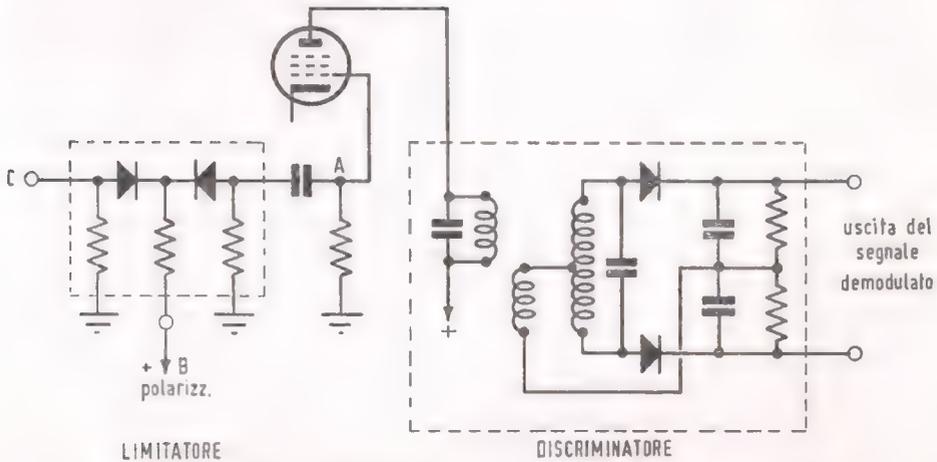


FIG. 338. Circuito di demodulazione di ciascun canale di cromaticità.

sibile, specialmente per le transizioni di colore in senso orizzontale, risulta diminuita. Ora è noto che per la trasmissione di linee di contorno che sono poco inclinate rispetto all'orizzontale, occorre una banda di frequenze più piccola di quella necessaria per la trasmissione di profili verticali. La risoluzione trasmissibile per linee oblique è perciò maggiore che per le linee verticali, e precisamente tanto più grande quanto maggiore è l'angolo di inclinazione rispetto alla verticale. Essa viene limitata solo dall'elettronottica, per linee poco inclinate rispetto all'orizzontale (per es. 10°). È importante adattare tra loro, la risoluzione orizzontale e quella verticale, ciò che si effettua come si dirà un po' più avanti. Supponiamo che durante l'analisi della prima riga della prima trama venga trasmesso dal trasmettitore il segnale $R' - Y' = D'_{R'}$. Durante l'analisi della seconda riga della prima trama o, ciò che fa lo stesso, della terza riga dell'immagine completa, viene trasmesso il segnale $B' - Y' = D'_{B'}$. I segnali differenza di colore, mediante un commutatore elettronico, che viene azionato durante l'intervallo di cancellazione del video segnale dopo ciascuna riga, vengono applicati a un filtro passa basso. La larghezza di banda del filtro passa basso deve essere 0,7 MHz. Originariamente per la trasmissione si utilizzò la modulazione di ampiezza di una portante di crominanza, la cui frequenza era un multiplo dispari della metà della frequenza di riga. Poiché però la modulazione di ampiezza da un lato è soggetta a disturbi, e dall'altro, con la sua adozione, distorsioni non lineari nel canale di trasmissione possono condurre a false tinte, al posto della modulazione di ampiezza si impiegò la modulazione di frequenza. Per una saturazione dei colori massima del 75% si scelse la deviazione di frequenza di $\pm 0,75$ MHz. Quando i segnali differenza di colore sono nulli, viene irradiata una portante ausiliaria, la cui frequenza, come nel sistema NTSC, è un multiplo dispari della metà della frequenza di riga. In tal modo è assicurato che nelle superfici non colorate nelle immagini compatibili bianco-nera, riguardo alla visibilità della sottoportante ausiliaria di colore, si verifichino gli stessi rapporti come nel sistema NTSC quando si trasmettono superfici colorate. Quando però i segnali differenza di colore non siano uguali a zero, cioè quando si trasmettono superfici colorate, la portante di colore può assumere qualsiasi frequenza entro l'intervallo di deviazione. Essa è determinata dall'ampiezza dei segnali differenza di colore. L'oscillazione portante può divenire disturbante nell'immagine. Per mantenere piccolo il disturbo, si stabilì in principio di adottare un'ampiezza della subportante uguale al 16% dell'ampiezza del segnale di luminanza.

Per il segnale che viene applicato al trasmettitore per la modulazione valgono le seguenti relazioni:

$$e = E'_Y + A \cos \varphi(t) \quad (1)$$

$$\varphi(t) = \int 2\pi (f_0 + E'_F f_{max}) dt \quad (2)$$

qui f_0 è la frequenza della portante di crominanza e

$$E'_F = 1,12 D'_B \quad \text{ovvero} \quad 1,41 D'_R \quad (3)$$

Il segnale di informazione del colore E'_F si alterna con la metà della frequenza di riga.

La fig. 339 mostra lo schema di principio del codificatore (coder). I segnali E'_R , E'_B e E'_V vengono applicati ad una matrice per la formazione dei segnali differenza di colore. I segnali D'_R e D'_B vengono entrambi adottati, per mezzo di un commutatore elettronico, alternativamente ad un filtro passa basso, per effettuare la limitazione della larghezza di banda per es. fra 0,7 e 1 MHz. Seguono una preaccentuazione in funzione della frequenza, come si dirà più sotto, il modulatore di frequenza con un limitatore, un filtro e un modulatore di ampiezza, le funzioni dei quali verranno pure spiegate un po' più avanti. Il segnale di luminanza arriva, attraverso una compensazione di ritardo per l'adeguamento del suo tempo di transito al ritardo di tempo condi-

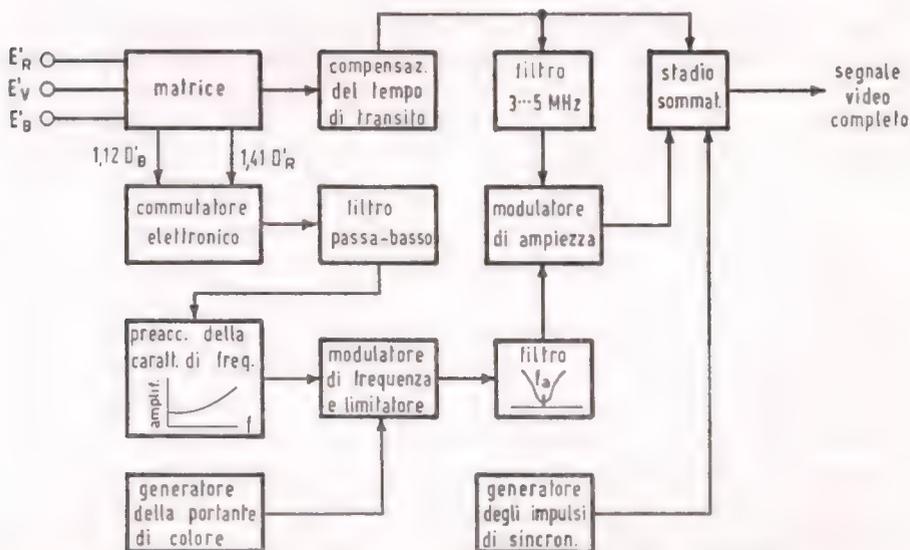


FIG. 339. Schema a blocchi di un codificatore per il sistema di trasmissione SECAM.

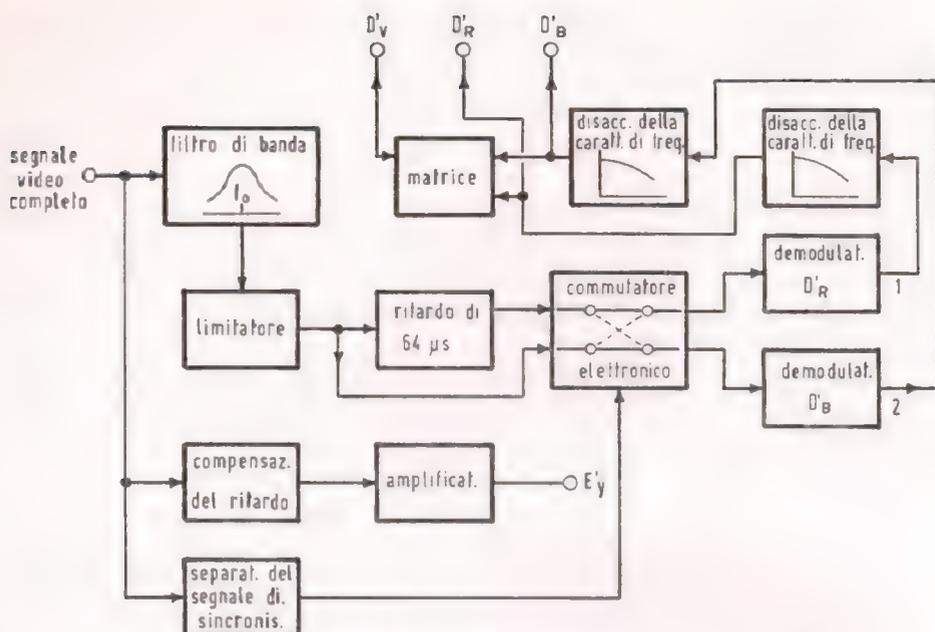


FIG. 340. Schema a blocchi di un decodificatore per il sistema SECAM.

zionato dalla limitata larghezza di banda dei segnali differenza di colore, ad uno stadio sommatore, in cui il segnale di sincronismo e i segnali differenza di colore a frequenza portante vengono sommati insieme.

Il metodo di decodificazione

La fig. 340 mostra lo schema a blocchi del decodificatore (decoder). Dal segnale video completo ricavato dal rivelatore video nel ricevitore, il segnale di luminanza viene estratto dopo conveniente attenuazione della portante di colore e, dopo il necessario ritardo per la compensazione del tempo di transito a motivo delle diverse larghezze di banda fra questo e i segnali differenza di colore, viene inviato immediatamente al cinescopio, come è anche il caso col sistema NTSC nei ricevitori domestici. L'informazione del colore, ricavata dal segnale video completo, attraverso un filtro di banda ed un limitatore, viene addotta da una parte direttamente, da un'altra parte attraverso una linea di ritardo, ad un commutatore elettronico, che estrae i segnali a frequenza portante

D'_R e D'_B . Per la dilazione temporale di 64 μ sec viene utilizzata una linea di ritardo a ultrasuoni. Per ottenere in riproduzione la completa formazione dell'immagine colorata, i due segnali differenza di colore devono essere simultaneamente presenti. Ciò viene ottenuto nel modo seguente.

Il commutatore elettronico invia il segnale ritardato e quello non ritardato di riga in riga alternativamente a due vie, che conducono alla matrice. La via 1 si trova, con ciò, per la durata di una riga alternativamente all'uscita della linea di ritardo e per la riga successiva all'uscita diretta. Per la via 2 la sequenza temporale è invertita. Se per es. si trasmette diciamo D'_R , questo D'_R arriva sulla via 1 direttamente alla matrice. Per la durata della riga precedente il segnale D'_B era stato inviato al ritardatore, così che durante l'analisi della riga considerata per prima, il segnale D'_B della riga precedentemente analizzata viene contemporaneamente applicato alla matrice sulla via 2. Se ora al lato trasmittente il commutatore elettronico agisce su D'_B , durante la trasmissione di questa riga, il segnale ritardato D'_R è presente simultaneamente all'uscita del ritardatore provenendo dalla riga precedente. Poichè nello stesso istante anche il commutatore elettronico al lato ricevente agisce, D'_R ritorna sulla via 1. I segnali differenza di colore D'_R e D'_B presenti simultaneamente vengono prelevati tutti e due nell'analisi delle righe successive adiacenti. Queste sono per es. le righe 1 e 3 di una trama. Ne consegue che si origina, guardando nel senso verticale dell'immagine completa, un'integrazione dell'informazione di colore attraverso la spaziatura fra la prima e la terza riga e quindi una corrispondente riduzione della definizione trasmissibile. La riduzione corrisponde all'incirca alla riduzione della ripidità del fianco dell'impulso per il segnale I' nel sistema NTSC. La risoluzione verticale trasmissibile è con ciò ancora pienamente sufficiente. Dai segnali così resi disponibili contemporaneamente E'_Y , D'_R e D'_B si ricavano in una matrice, come nel sistema NTSC, i segnali di pilotaggio per il tubo catodico. Ora, affinché sempre il giusto segnale differenza di colore sia commutato sulla giusta via verso la matrice, il commutatore elettronico deve avere una determinata fase relativamente a due righe successive, per es. la 1 e la 3.

Il pilotaggio del commutatore elettronico è ottenuto, attraverso un multivibratore bistabile, direttamente dagli impulsi orizzontali di sincronismo. Questo da solo non è sufficiente ad assicurare che la fase del commutatore elettronico al lato ricevente sia corretta rispetto a quella del commutatore al lato trasmittente.

Il commutatore del ricevitore può essere in fase o in opposizione. Per garantire la corretta fase, originariamente si trasmetteva un impulso ogni due righe, che determinava univocamente la relazione di fase. Recentemente si sono adottati solo impulsi di controllo in ogni seconda riga per la durata di 4 righe nel tempo della soppressione verticale. Il controllo della correttezza di fase avviene quindi ancora solo di trama in trama. Ciò ha l'inconveniente che il commutatore può funzionare quasi per un'intera trama con fase errata, quando per es. esso sia stato azionato una volta da un impulso disturbante, sostitutosi a quello di sincronismo, all'inizio della trama. Fase errata significa colori sbagliati. La sincronizzazione nella giusta fase del commutatore elettronico del ricevitore avviene nel seguente modo: durante la soppressione verticale viene trasmessa per la durata di quattro righe, con interruzioni per la soppressione orizzontale, un'oscillazione portante di colore, la cui ampiezza è uguale a quella del segnale di sincronizzazione del colore. La sua fase è uguale a quella del vettore $+ E_I \cos(\omega t + 33^\circ)$.

La sequenza delle righe durante quattro trame è:

- 1^a trama: 7, 9, 11, 13
- 2^a trama: 319, 321, 323, 325
- 3^a trama: 8, 10, 12, 14
- 4^a trama: 320, 322, 324, 326.

Le oscillazioni vengono separate dal segnale completo per mezzo di un impulso di ritorno verticale e controllano la polarità del commutatore di fase funzionante in sincroriga per il segnale I' .

Pregi e difetti del sistema SECAM

Il vantaggio più importante del sistema SECAM rispetto al sistema NTSC è la sua insensibilità agli spostamenti di fase dipendenti dall'ampiezza. La tinta nell'immagine è invero determinata da due valori di frequenza distanziati nel tempo tra loro di $64 \mu\text{sec}$, cioè dalle deviazioni di frequenza rispetto ad una condizione di riposo della frequenza f_0 , che esprime l'assenza di colore. I valori di frequenza non possono essere influenzati dalle caratteristiche del canale di trasmissione.

Nella primitiva esecuzione con semplice modulazione di frequenza si manifestarono alcuni inconvenienti per l'immagine compatibile in bianco-nero. La portante di colore non è più vincolata alla frequenza di scansione orizzontale e diviene perciò più fortemente visibile. La

sua ampiezza per il nero o il bianco non è uguale a zero, come col sistema NTSC. Un altro inconveniente inoltre è che l'ampiezza della portante di colore è relativamente piccola, ciò che ha per conseguenza una maggiore sensibilità ai disturbi. Inoltre, in seguito alla somma del segnale di colore e delle alte frequenze video, si genera modulazione incrociata fra luminanza e segnale di crominanza. Si è cercato negli ultimi anni di evitare questi inconvenienti e si sono potute ottenere, mediante speciali precauzioni, all'incirca le proprietà del sistema NTSC.

Preaccentuazione della caratteristica di frequenza per il segnale di colore (curva anticloche) e successiva deaccentuazione nel ricevitore (curva cloche)

Queste misure speciali sono note nella radiotrasmissione a o.u.c. e riguardano il miglioramento del rapporto segnale-disturbo per le alte frequenze rispetto alle basse frequenze. Si raggiunge un miglioramento del rapporto segnale-disturbo di 2-3 dB ed una corrispondente diminuzione delle distorsioni non lineari provocate dalla caratteristica di pilotaggio. Il rapporto dell'ampiezza minima a quella massima è 11,5 dB. In seguito all'uso dell'accentuazione delle alte frequenze, la deviazione di frequenza per le frequenze basse può essere ridotta a 350 kHz. Con questa diminuzione della deviazione, il guadagno del rapporto segnale-disturbo viene quasi esattamente compensato dalla sopraelevazione delle alte frequenze. L'essenziale di questa misura precauzionale è che la struttura dovuta al disturbo della portante di colore presente nell'immagine compatibile diviene meno visibile. Al lato ricezione, la compensazione dell'accentuazione della caratteristica di frequenza viene ottenuta con un semplice dispositivo composto di resistenze e di una capacità, che sono poco critiche (curva cloche).

Modulazione di ampiezza supplementare della portante di colore (correzione del cross color)

Una seconda misura adottata è una modulazione di ampiezza della portante di crominanza. In origine l'ampiezza della portante di colore era il 16% dell'ampiezza del bianco-nero. Se si abbassa la portante di crominanza al 10%, per la frequenza della portante di colore adottata di 4,43 MHz, il disturbo dovuto alla portante di colore viene ulteriormen-

te diminuito nell'immagine compatibile per aree non colorate. Per la massima deviazione di frequenza di 0,35 MHz, l'ampiezza cresce di 6 dB. La modulazione di ampiezza può essere ottenuta con un circuito risonante, che per es. si trovi nel circuito anodico del tubo elettronico, alla cui griglia viene applicato il segnale modulato in frequenza. Dunque, relativamente alle frequenze delle bande laterali, quando viene trasmesso un impulso, le ampiezze delle oscillazioni delle bande laterali vengono sopraelevate, mentre l'ampiezza della portante viene corrispondentemente attenuata. L'effetto è uguale a quello che viene ottenuto mediante l'accentuazione della caratteristica di ampiezza-frequenza al crescere della frequenza per il segnale differenza di colore a videofrequenza. Nel ricevitore questa distorsione viene effettuata di nuovo ma in senso opposto, per ricavare il segnale originale. Con questo dispositivo il rapporto segnale-disturbo viene ulteriormente migliorato. Il miglioramento si aggira sui 5 dB. Si può obiettare contro il sistema che per grande deviazione di frequenza l'ampiezza relativa a 4,43 MHz viene aumentata di 6 dB e che con ciò interviene un peggioramento nell'immagine compatibile della visibilità della portante di colore. Questo peggioramento non ha in pratica alcun effetto, perchè con la maggior parte delle immagini la saturazione dei colori rimane relativamente piccola e si raggiunge una grande deviazione di frequenza solo con colori fortemente saturati.

Un secondo motivo per un'ulteriore modulazione di ampiezza supplementare è la modulazione incrociata fra il segnale di colore e le oscillazioni di alta frequenza nel segnale di luminanza. Queste oscillazioni si sommano semplicemente al segnale di colore e influenzano statisticamente i suoi valori di frequenza e quindi i colori nell'immagine ricevuta. L'influenza è tanto più forte, quanto maggiore è il rapporto della tensione di disturbo generata dal segnale di luminanza al segnale utile (segnale di crominanza a frequenza portante). L'importanza della modulazione incrociata dipende in gran parte dal contenuto dell'immagine trasmessa ed ha un effetto specialmente nella trasmissione dei contorni o di dettagli fini dell'immagine, per es. di reticoli lineari. Per la diminuzione della modulazione incrociata è previsto nel codificatore un modulatore di ampiezza, col quale la portante di colore viene modulata con le frequenze che sono contenute nel segnale di luminanza nell'ambito della larghezza di banda da 3 a 5 MHz. Esso amplifica la tensione di uscita del segnale di colore, quando intervengono le frequenze entro la banda suddetta nel segnale di luminanza. A questo modo viene diminuita l'entità del disturbo del colore.

Nelle fig. 339 e 340 sono indicati i dispositivi descritti in questo paragrafo.

Riassunto del principio del sistema SECAM

L'informazione del colore viene trasmessa modulando in frequenza una sottoportante alternativamente coi segnali differenza di colore D'_R e D'_B rispettivamente proporzionali a $E'_R - E'_Y$ e a $E'_B - E'_Y$; il passaggio dall'uno all'altro segnale si effettua per ogni trama alla fine delle righe; in altri termini si può dire che in una trama di analisi televisiva le righe successive vengono utilizzate per trasmettere esclusivamente, ma alternativamente, il segnale di luminanza e il segnale D'_R da una parte, il segnale di luminanza e il segnale D'_B dall'altra parte.

La portante di crominanza viene modulata in frequenza durante ciascuna riga dunque solo da un segnale differenza di colore. Con ciò si è ottenuta per i colori una forma di trasmissione esente dagli errori della trasmissione stessa. Con la modulazione di frequenza però la portante, diversamente dal sistema NTSC, sarebbe presente sempre con la piena ampiezza anche con colori poco saturati e in conseguenza ancora sensibilmente visibili. Con una serie di misure supplementari si è riusciti a mantenere la visibilità della portante del colore nel ricevitore per bianco-nero piccola come nel sistema NTSC. Una riduzione dell'ampiezza della portante di colore, corrispondente alla riduzione della saturazione dei colori, è stata ottenuta con una sorta di modulazione di ampiezza supplementare. Un circuito di assorbimento accordato alla frequenza centrale della portante modulata in frequenza dà al segnale, per il relativo campo di frequenze, quando la saturazione è piccola, una ridotta ampiezza della portante. È però certo che questa portante, in contrasto col sistema NTSC, non si annulla con immagini non colorate; tuttavia l'inconveniente è stato così minimizzato, che la compatibilità è all'incirca uguale a quella del sistema NTSC.

Una predistorsione funzione della frequenza dei segnali modulanti in trasmissione e la deaccentuazione opposta, pure dipendente dalla frequenza, dopo la demodulazione nel ricevitore, aiutano a migliorare le caratteristiche del sistema. È importante per la buona compatibilità la sincronizzazione della portante di colore alla frequenza di riga; occorre inoltre un certo tasso di controreazione per l'eliminazione dell'interferenza nel canale cromatico dal canale di luminanza.

Furono sperimentate alcune varianti del sistema SECAM; sono così

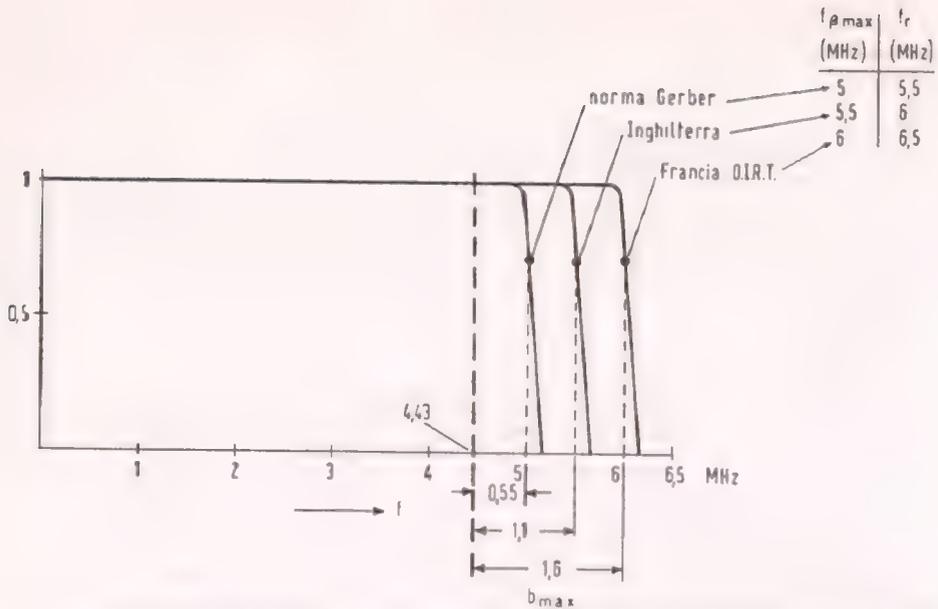


FIG. 341. Larghezza della banda video nei tre sistemi normalizzati europei a 625 righe.

sorti i sistemi SECAM-NTSC (dove non si usa la modulazione in quadratura e si richiede un solo modulatore) e il FAM (con un canale a MF e l'altro a MA); ma il sistema di maggior interesse è il SECAM-MF originale proposto da Henry de France, con tutti i suoi recenti perfezionamenti. Col SECAM-MF entrambi i segnali vengono trasmessi con eguale larghezza di banda, circa 1,3 MHz, corrispondente alla larghezza della banda del segnale I del sistema NTSC; così nel ricevitore occorre una sola matrice molto semplice (senza l'equalizzazione supplementare occorrente col sistema NTSC- $I'-Q'$)⁽¹⁾; il ricevitore ha una linea di ritardo a ultrasuoni, analoga a quella che viene impiegata col PAL.

Con la modulazione di ampiezza (MA) con portante soppressa basta essenzialmente una banda laterale per una trasmissione inappuntabile. Le cosiddette distorsioni di quadratura, che possono sorgere con la trasmissione monobanda, possono essere mantenute sufficientemente basse, quando nel ricevitore si sommi la portante di riferimento con

⁽¹⁾ Su questo punto si vedano le varianti apportate successivamente col Secam III.

sufficiente ampiezza; con questo artificio dette distorsioni non riescono a provocare interferenze nel colore. È senz'altro possibile tagliare la banda video al di sopra dei 4,43 MHz. Un filtro passa basso avente attenuazione 6 dB a 4,43 MHz inserito nel canale di trasmissione non modifica apprezzabilmente l'informazione del colore, salvo un lieve peggioramento del rapporto segnale-disturbo nel canale del colore.

La TV a colori europea assume il numero di righe nominali 625, ma la larghezza della banda video utilizzabile può differire da quella competente a tale numero. La fig. 341 dà un'idea chiara di questa situazione. Un sistema di TV a colori in Europa dovrebbe consentire un taglio differito all'estremo superiore del campo video, per permettere ai paesi (come la Francia, patria del SECAM) che hanno adottato una banda video più larga anche per la TV in bianco-nero una modulazione di colore a più vasta larghezza di banda. Nell'ambito delle norme Gerber (Italia, Austria, Olanda, Germania orientale, Repubblica Federale Tedesca e Paesi Scandinavi) è disponibile la banda video minima di 5 MHz, assicurando la compatibilità.

Il sistema SECAM-MF consente una simile limitazione di banda;

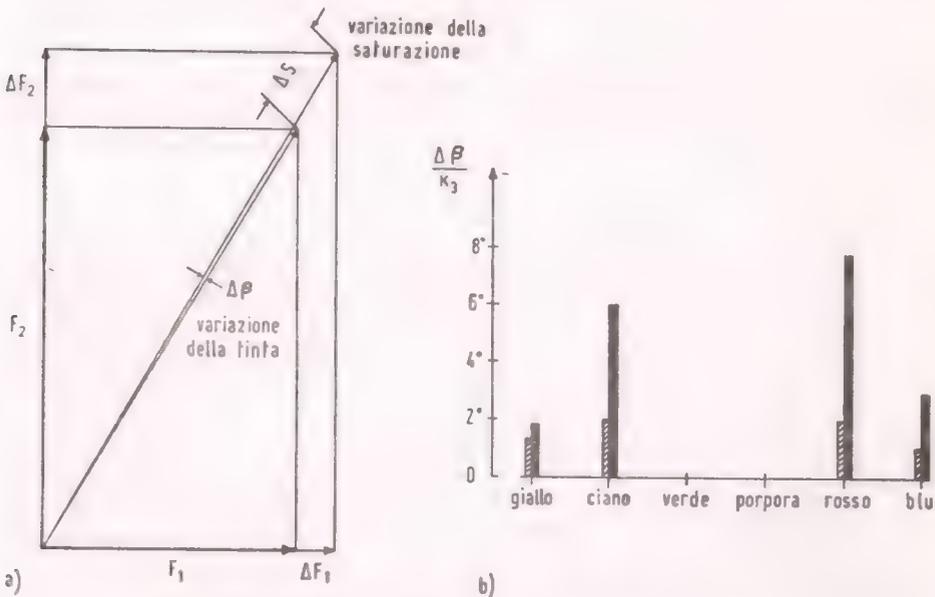


FIG. 342. Influenza delle distorsioni di ampiezza differenziale sulla risposta al colore dei sistemi SECAM-MA. a) Diagramma vettoriale; b) variazione relativa $\Delta\beta/k_3$ con l'adozione di distorsione cubica per normale MA e per MA con portante soppressa (zone tratteggiate).

con la predistorsione di fase in trasmissione la tinta non subisce variazioni. Una distorsione di ampiezza col SECAM-MA (guadagno differenziale) genera una variazione di tinta; le ampiezze di due righe adiacenti analizzate non sono in generale ugualmente grandi, perciò la predistorsione di ampiezza è diversa per le due righe. La fig. 342a mette in evidenza come qui si generi non solo una variazione ΔS di saturazione, ma anche una variazione $\Delta\beta$ di fase e cioè di tinta.

Per valutare l'entità di questa variazione $\Delta\beta$ di tinta si è stabilita una predistorsione cubica $F + K_3 F^3$ per l'ampiezza della portante di colore. Nel caso della normale modulazione di ampiezza i vettori di colore di due righe successive si possono scrivere:

$$F_1 = K_1 (1 + D'_B); \quad F_2 = K_1 (1 + D'_R)$$

e per il caso con portante soppressa:

$$F_1 = K_2 D'_B; \quad F_2 = K_2 D'_R$$

con questa formulazione è stata calcolata la predistorsione $\Delta\beta/K_3$ per barre di colore. I coefficienti K_1 e K_2 vengono scelti in modo che vi sia uguale profondità di modulazione nei due casi. La fig. 342b indica i risultati del calcolo: mentre con la normale modulazione di ampiezza le variazioni sono inaccettabilmente grandi, esse sono abbastanza piccole con la MA a portante soppressa, sebbene non si annullino.

Generalità sui regolatori del ricevitore

Nella TV a colori la ricomposizione dell'immagine da tre segnali indipendenti richiede un controllo molto accurato dell'equivalente di trasmissione di tre canali che forniscono ciascuna informazione. In genere errori di luminosità, saturazione e ombre possono essere provocati da scorretta regolazione del guadagno di uno qualsiasi dei tre canali. Con riferimento alla fig. 343, che mostra la scomposizione vettoriale del punto luminoso P nei suoi componenti primari, un errore di uno dei primari sposta il punto P in P' in riproduzione; ciò comporta una variazione di Y , $R - Y$ e $B - Y$, cioè della luminosità e della cromaticità. L'uso del principio della luminosità costante e di un'unica sottoportante di cromaticità, cioè della trasmissione di Y , $R - Y$ e $B - Y$, semplifica in modo notevole le difficoltà, mentre non risolve completamente il problema; in questo caso la corretta riproduzione

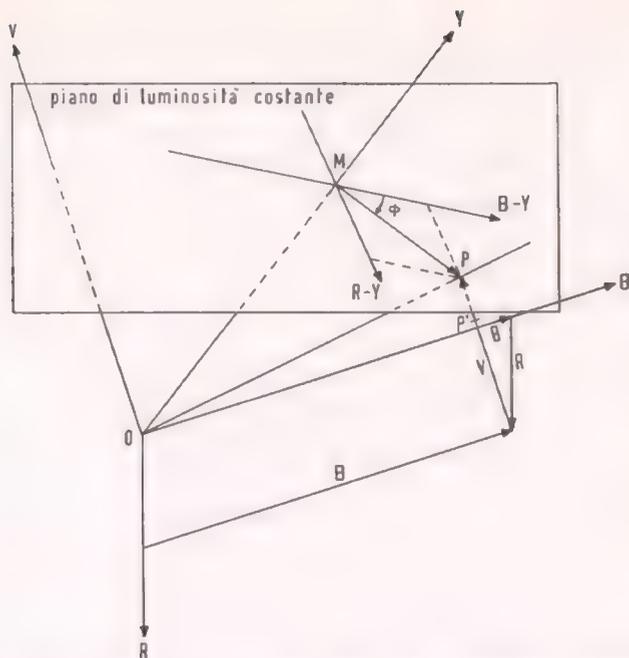


FIG. 343. Rappresentazione vettoriale dello spazio cromatico.

dell'immagine comporta la regolazione del guadagno del canale di luminanza, come nel bianco-nero, ed anche la regolazione del canale di crominanza, allo scopo di assicurare il necessario rapporto Y /crominanza che definisce la saturazione.

Riferendoci ancora alla fig. 343, se si trasmette $Y = \overline{OM}$ da un lato e l'ampiezza del vettore \overline{MP} dall'altro, come nel caso NTSC, l'errore del guadagno nel canale Y provoca un errore di luminosità con corrispondente variazione della saturazione, e un errore del guadagno del canale di crominanza produce un errore di saturazione solamente.

Tuttavia non ci sarà errore di saturazione se il rapporto luminanza-crominanza $\overline{OM}/\overline{MP}$ è mantenuto corretto. La tinta, caratterizzata dall'angolo Φ del vettore \overline{MP} con un vettore di riferimento ($B-Y$ in fig. 343), non sarà influenzata dagli errori di guadagno, quando l'angolo Φ sia mantenuto ed il vettore \overline{MP} non sia decomposto nei suoi due componenti $R-Y$ e $B-Y$. Il vantaggio del principio della « luminosità costante » in questo caso sta nell'introduzione di due gradi di libertà, che vengono agevolmente differenziati dagli osservatori

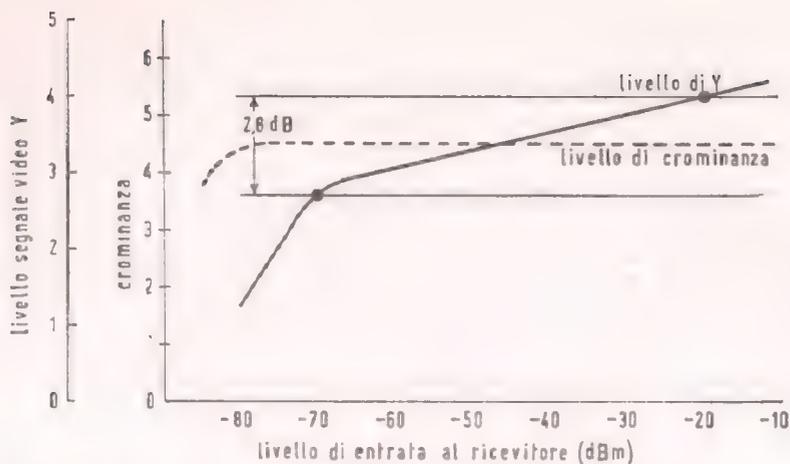


FIG. 344. Caratteristiche tipiche dei livelli di luminanza e crominanza.

esperti in materia di luminosità e di saturazione. Inoltre queste due variabili possiedono ciascuna un vasto campo di regolazioni accettabili per un osservatore normale, dato che la bellezza della riproduzione richiede solo alta precisione nella relazione di proporzionalità.

Normalmente almeno due parametri concorrono alla determinazione delle giuste condizioni di funzionamento del ricevitore: la distanza fra il punto di ricezione e il trasmettitore, la quale definisce il livello di segnale disponibile ai terminali di antenna, e l'illuminazione generale dell'ambiente in cui è situato il ricevitore e che deve essere presa in considerazione quando si regola il contrasto.

Le varie condizioni imposte in pratica, relativamente a questi due parametri, richiedono un campo di variazioni delle regolazioni sostanzialmente diverso, spesso fino a 50 dB per il primo e solo pochi dB per l'ultimo. È come dire che generalmente si richiedono mezzi diversi per il controllo dei corrispondenti guadagni. Il controllo automatico di sensibilità nell'amplificatore a FI, universalmente introdotto nei ricevitori per bianco-nero, viene pure usato nella ricezione del colore per ottenere un segnale video rivelato costante entro il campo dei normali livelli del segnale di ingresso in antenna. La legge di variazione del segnale rivelato in funzione del livello è per esempio quella indicata in fig. 344, che è caratteristica dei ricevitori SECAM (RS15).

A partire da un certo livello (— 70 dB in questo caso, riferiti a 1 mW), il livello del segnale rivelato aumenta molto lentamente col

segnale di entrata, e poiché la sua variazione non supera 2 o 3 dB, la regolazione del guadagno di luminanza non deve essere alterata. Riguardo all'amplificazione dei segnali cromatici, che modulano la sottoportante di colore situata nelle frequenze più alte del canale di luminanza, si deve fare una distinzione relativamente al tipo di modulazione. Se si usa la modulazione di ampiezza, il livello della sottoportante presente al rivelatore video e il guadagno degli amplificatori successivi influiscono entrambi sulla definizione del rapporto Y /crominanza dell'immagine riprodotta. Sebbene sia stato stabilito un livello nominale di trasmissione per la sottoportante di colore, una quantità di fattori generati dalle condizioni di trasmissione fra il punto di produzione e il trasmettitore, o dalle condizioni di propagazione fra il trasmettitore e il ricevitore (oppure entro il ricevitore) può influenzare quel livello, rendendo così incerta l'ampiezza della sottoportante al rivelatore del ricevitore. Così è necessario fornire il ricevitore di una speciale, e generalmente indipendente, regolazione per il guadagno dei canali di crominanza ad uso dell'utente, per tener conto di queste varie condizioni. Tale regolazione è il controllo della saturazione.

L'uso della modulazione di frequenza per trasmettere il colore, d'altro canto, risulta notevolmente indipendente da questi fattori di variazione della saturazione.

Il ricevitore è capace di funzionare anche con grandi deviazioni (± 6 dB) nel livello della sottoportante di colore, per mezzo dei suoi limitatori di ampiezza inseriti davanti ai discriminatori. Questi ultimi forniscono segnali demodulati di ampiezza costante, indipendentemente dal livello del segnale ricevuto (curva tratteggiata in fig. 344), o delle variazioni ricordate sopra. Allora, tutto quello che è necessario fare è disporre, una volta per sempre, il livello nominale di rivelazione del ricevitore, cioè con riferimento al bianco, 3,3 volt nel caso della fig. 344, corrispondente ad un livello di ingresso di -45 dBm, e regolare i guadagni del canale di luminanza e dei circuiti video per ottenere il livello appropriato al tubo riproduttore. Una volta stabilito, questo rapporto è valido per tutti i livelli di ricezione da -20 a -70 dBm e per tutte le condizioni di trasmissione o di ricezione. In questo campo di variazione il segnale di crominanza conserva certamente un'ampiezza perfettamente costante, mentre il segnale di luminanza varia, nel caso della fig. 344, di ± 14 dB. Questa variazione di saturazione apparente dell'immagine non è generalmente rilevabile, ritenendosi di solito che le variazioni di $\pm 2,5$ dB siano accettabili. E così il guadagno dei canali di crominanza deve essere stabilito una volta per tutte, indipen-

dentemente dal livello di ingresso al ricevitore e senza dover provvedere ad una speciale regolazione della saturazione, o almeno senza doverla mettere a disposizione dell'osservatore.

Regolazione del contrasto

In dipendenza dalle condizioni di visione e dal gusto personale dell'osservatore, la regolazione del contrasto richiede una variazione di livello di circa 8 dB. Questa variazione deve naturalmente essere applicata simultaneamente ai componenti di luminanza e di crominanza, per assicurare la corretta alterazione di scala ai vettori della fig. 343, senza alterare i rapporti stabiliti. Ciò avviene automaticamente se i segnali vengono trasmessi con modulazione di ampiezza; il sistema di regolazione del guadagno sarà capace, come nel bianco e nero, di modificare l'amplificazione dell'amplificatore FI o quella dell'amplificatore video prima della separazione dei canali di luminanza e crominanza. In modulazione di frequenza, le variazioni della subportante di colore non vengono normalmente trasferite dopo la demodulazione, in modo che sono necessari diversi dispositivi. Si possono adottare molte soluzioni, ma qui si descrivono solo due metodi usati normalmente.

Il primo impiega due potenziometri accoppiati tra loro ed agenti uno sulla luminanza e l'altro sulla polarizzazione del limitatore di crominanza. Il modo di applicare questa soluzione, usato nel ricevitore RS15-SECAM, è indicato in fig. 345, che illustra i limitatori dei due canali, $R - Y$ e $B - Y$, come pure gli stadi discriminatori da un lato, e il trasferitore catodico del canale di luminanza dall'altro, per ottenere il telecomando del contrasto, consistente in due potenziometri accoppiati RV_1 e RV_2 , situati sul davanti del ricevitore. Il potenziometro RV_3 provvede alla regolazione in funzionamento del rapporto luminanza-crominanza, regolando la polarizzazione media del limitatore al valore adatto per fornire la saturazione corrispondente al guadagno dell'amplificatore di luminanza.

Si osserva che la subportante per alimentare il canale di crominanza può essere estratta prima o dopo dal potenziometro RV_1 , la sola differenza essendo una variazione dell'entità della limitazione in funzione della regolazione del contrasto nel secondo caso. Sarà necessario tener conto di ciò, quando si regola l'amplificazione del canale della subportante prima della limitazione, per non abbassare la sua efficacia di una quantità troppo grande. La fig. 346 mostra le curve correlative della

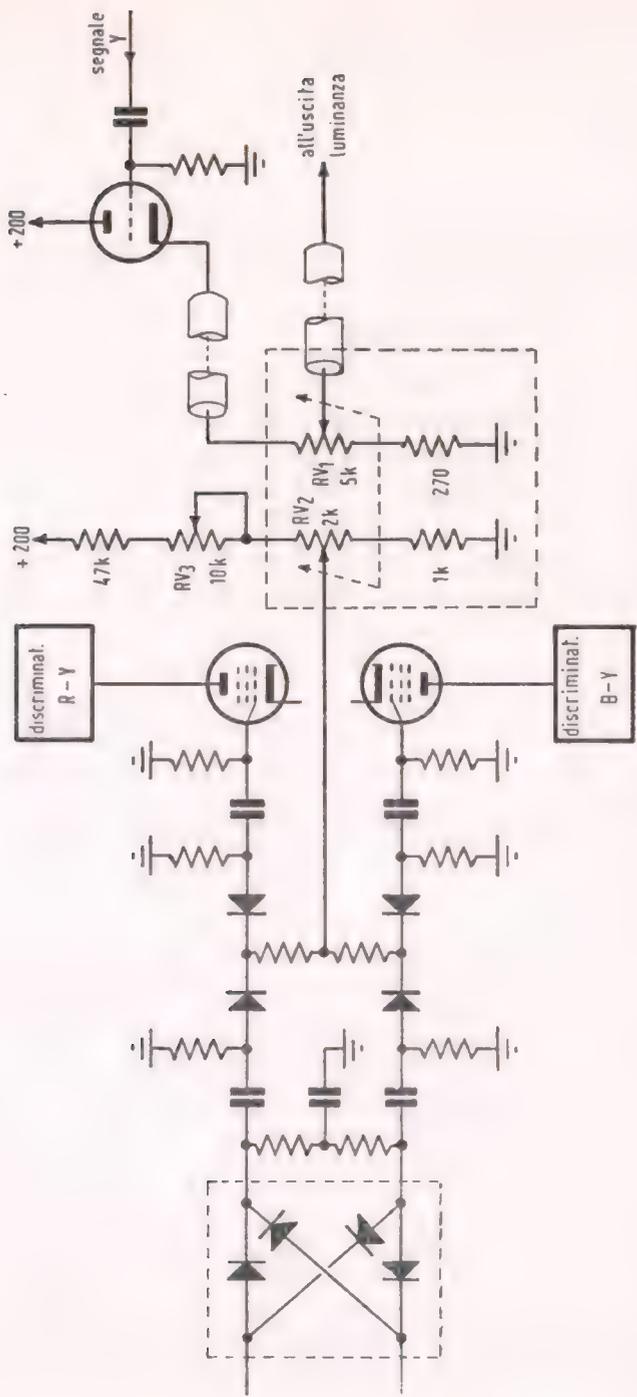


FIG. 345. Circuito del controllo di contrasto.

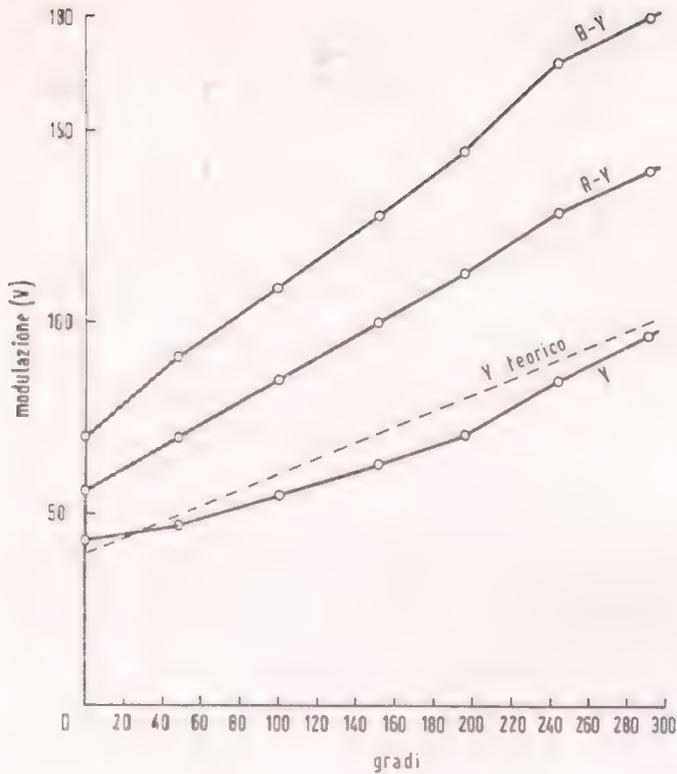


FIG. 346. Variazioni dei segnali di luminanza e di cromaticità in funzione della posizione del regolatore di contrasto.

variazione dei segnali di luminanza e di cromaticità ottenute con un circuito come quello in oggetto, in funzione della posizione del regolatore di contrasto. La legge di proporzionalità è mantenuta entro un intervallo di 8 dB con la precisione di circa il 10%.

Il secondo e più diretto metodo è basato sull'uso della tensione di controllo di guadagno dell'amplificatore FI del ricevitore. Almeno nel caso di dispositivi indipendenti dal contenuto dell'immagine, cioè misurando l'ampiezza delle portanti video durante l'intervallo di soppressione di riga, questa tensione è proporzionale all'ampiezza del segnale di luminanza, perciò al contrasto dell'immagine. Oltre al suo uso normale come controllo di guadagno dell'amplificatore FI è possibile dedurre da essa il valore della polarizzazione per i limitatori dei canali di cromaticità, che stabiliscono il guadagno corrispondente. In queste

condizioni, la regolazione del contrasto è fornita da un singolo potenziometro, che determina la tensione continua sovrapposta alla tensione di controllo del guadagno. La legge di variazione in funzione di questa tensione è molto vicina alla legge di proporzionalità, sia per l'amplificatore, sia per i limitatori. Così, allo scopo di « allineare » i guadagni di luminanza e di crominanza, tutto quello che si richiede è di applicare questa tensione nel rapporto dei coefficienti di proporzionalità.

Gli altri controlli del ricevitore sono simili a quelli del ricevitore in bianco-nero e sono studiati nel modo convenzionale. La luminosità viene regolata variando la tensione di riferimento di ricomposizione della componente continua sulla griglia del tubo di uscita di luminanza. Il volume del suono viene regolato da un potenziometro, che varia il livello del segnale applicato all'amplificatore di audio frequenza (a.f.) e l'accordo si effettua variando le capacità del circuito UHF.

In questo punto c'è una sostanziale differenza fra i ricevitori SECAM e NTSC riguardo alla dissintonia. Quando la portante video è spostata lungo la curva di Nyquist, la profondità apparente della modulazione delle frequenze più alte trasmesse a banda laterale unica varia, e con essa varia anche il livello della subportante di colore presente all'uscita del rivelatore video. Con la modulazione di ampiezza l'effetto principale è una variazione del rapporto luminanza-crominanza e si può interpretare come una sregolazione del controllo di saturazione. Con la pendenza del fianco di Nyquist dal 23 al 34% al MHz usata negli standard *I* ed *L*, un disaccordo di 500 kHz provoca una variazione di saturazione di circa 3 dB e questo errore può anche essere maggiorato se la portante di colore è situata in una zona non uniforme della curva di risposta dell'amplificatore FI. Ciò significa che si deve fare una regolazione per tentativi e con errore, oppure applicare le soluzioni più costose della sintonia automatica.

Questa interazione fra le due regolazioni sparisce completamente se la subportante di colore è modulata in frequenza; in tal caso l'effetto della dissintonia si riduce puramente ad una perdita di risoluzione, o, alla peggio, alla presenza del suono nell'immagine, come per la TV in bianco-nero.

Così si è completato l'esame dei controlli a disposizione dell'utente e si noti che non si è fatto nulla per la regolazione della tinta in seguito all'uso del principio sequenziale. I due segnali cromatici, che fanno uso dello stesso canale reciprocamente, vengono assoggettati allo stesso trattamento dalla trasmissione fino al discriminatore nel ricevitore. In questo modo si mantiene inalterata la loro ampiezza relativa, e la mo-

dulazione di frequenza assicura che la loro ampiezza assoluta non varia mai. Così la distorsione di tinta può essere provocata solo dai demodulatori e dagli amplificatori successivi. Ora si devono esaminare le condizioni richieste per la fedeltà.

Fedeltà dei colori

Tre parametri riguardano essenzialmente la qualità colorimetrica di riproduzione: 1) il rapporto dei guadagni video dei vari canali; 2) la linearità; 3) la stabilità della componente continua.

Gli stadi video di uscita che interessano l'amplificazione e l'alimentazione della matrice dei segnali modulanti sul tubo di immagine comportano problemi molto simili nei vari sistemi. Ma i demodulatori di frequenza nel sistema SECAM introducono differenze rispetto alla rivelazione sincrona; i risultati ottenuti vengono dati qui appresso.

a) *Sensibilità.* — Dall'amplificatore video di colore si può ottenere un guadagno di tensione di 25. Dati i livelli di segnale necessari per pilotare il cinescopio, la tensione all'uscita dei discriminatori deve essere almeno 5 V e la sensibilità risulta di circa 11 V/MHz (cioè con 5 MHz di videosegnale occorrono circa 55 V). Ciò determina il livello della subportante necessario all'uscita del limitatore, che viene facilmente controllato regolando la tensione di polarizzazione continua.

b) *Linearità.* — Per conservare la definizione dell'immagine cromatica, la banda passante definita dalla zona lineare del discriminatore non deve essere minore di ± 500 kHz. Nella parte dello spettro corrispondente alla deviazione di frequenza, la linearità entro ± 230 kHz può essere ottenuta molto soddisfacentemente.

c) *Componente continua.* — La componente continua deve essere accuratamente demodulata e deve essere uguale alla tensione (spesso anche uguale a zero) fornita dal discriminatore non pilotato. In altri termini, la tensione continua richiesta, alla frequenza di 4,43 MHz e per il normale livello di sottoportante fornito dai limitatori, deve essere uguale a quello che si ha quando la subportante è soppressa. Questa è la soluzione che è stata presa per il ricevitore RS15 SECAM per evitare di dover ricostituire la componente continua.

d) *Stabilità.* — Per l'accertamento degli errori accettabili riguardo alle componenti continue della cromaticità, si è ricorso all'esperienza soggettiva. Si determina convenientemente questa stabilità misurando

con un'attrezzatura di prova la variazione da dare alla frequenza sottoportante generata per provocare una certa entità di peggioramento. Misure di questo genere effettuate dal gruppo U.E.R. interessato alla TV a colori hanno condotto alla conclusione che è necessaria la stabilità di ± 14 kHz.

Prove precedenti avevano indicato che variazioni di 600 Hz per grado di temperatura si verificavano frequentemente nei circuiti usati fino a quel tempo.

Questo primo risultato assicurava un funzionamento soddisfacente entro un campo di soli 20° C. Inoltre si doveva esaminare più dettagliatamente il comportamento dei circuiti in condizioni di umidità e in relazione agli agenti atmosferici.

Indagini più complete hanno fornito una definizione migliore dei suddetti parametri ed hanno dato risultati molto soddisfacenti.

Stabilità dell'accordo del discriminatore

La frequenza alla quale la tensione di uscita è zero è determinata, nei discriminatori a sfasamento, dall'accordo del circuito secondario, o da un dato rapporto della dissintonia fra due circuiti nel caso di discriminatori a sintonia sfalsata. Allora non c'è a priori un tipo preferibile di discriminatore, poichè la componente continua è in entrambi i casi determinata dalla frequenza di accordo di circuiti oscillatori.

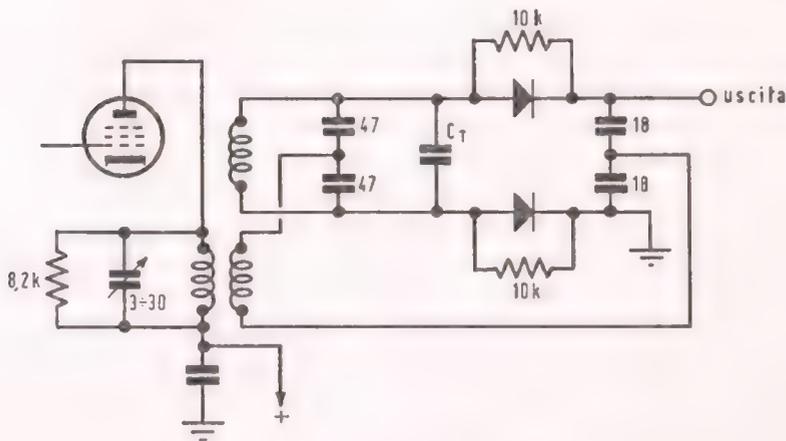


FIG. 347. Discriminatore a sfasamento.

Le prove eseguite in questo campo hanno finalmente condotto all'uso di un discriminatore a sfasamento (fig. 347), a motivo dei suoi vantaggi pratici: dimensioni minori, realizzazione meno costosa, regolazioni più facili.

Le principali cause di instabilità che si devono considerare sono le condizioni ambientali (temperatura e umidità) e il tempo (agenti atmosferici), dato che i componenti circuitali oggi a disposizione consentono la realizzazione di bobine e di circuiti stabili rispetto agli sforzi meccanici normalmente applicati a un ricevitore domestico.

Una prova di temperatura rapida, effettuata ponendo gli avvolgimenti per 12 ore in un forno mantenuto a 80°C è un trattamento generalmente sufficiente per stabilizzarli, ammesso di non farli essiccare al di fuori o che non intervenga una leggera polimerizzazione delle vernici; anzi a questo riguardo è preferibile limitare il deposito di vernice ai punti assolutamente essenziali per assicurare i fili.

L'umidità influenza la frequenza di accordo, particolarmente a causa della capacità distribuita degli avvolgimenti. È bene usare materiale non igroscopico per i supporti e, contrariamente alla tecnica normalmente impiegata nella fabbricazione di discriminatori a sfasamento, non si devono usare conduttori bifilari per gli avvolgimenti secondari; ancora, a causa dell'alta sensibilità e della grande larghezza di banda richieste, i valori delle induttanze sono necessariamente alti e la capacità distribuita degli avvolgimenti bifilari costituirebbe da sola il 50% della capacità totale di accordo del secondario. Sarebbe allora necessaria una perfetta impregnazione, necessariamente costosa, per evitare gli effetti dell'umidità sulla frequenza di accordo.

Gli aumenti di temperatura dilatano gli avvolgimenti e variano la permeabilità del circuito magnetico. Si deve evitare una capacità distribuita troppo alta fra l'avvolgimento secondario e il nucleo magnetico, poichè le variazioni di capacità con la temperatura non sono propriamente reversibili e sono soggette all'isteresi.

Con questa precauzione è possibile ottenere un discriminatore con un coefficiente positivo di temperatura, reversibile e costante nel tempo; è allora facile, se necessario, correggere la variazione dovuta alla temperatura usando un coefficiente negativo di capacità.

La curva *A* di fig. 348 mostra lo spostamento di frequenza in funzione della temperatura misurato in assenza di elementi correttori. Questa curva è una caratteristica media, il probabile scostamento intorno a questa media è circa $\pm 1\text{ kHz}$ a 60°C (supponendo che i discriminatori siano regolati in modo da assicurare che lo zero sia corretto a 30°C .)

Così, nonostante l'assenza di correzioni, le condizioni richieste per la stabilità sono soddisfatte.

La curva *B* mostra l'effetto della correzione consistente in un piccolo condensatore C_r a coefficiente negativo di temperatura disposto in parallelo ai condensatori di accordo del secondario. Lo scostamento probabile che può verificarsi a causa delle dispersioni dei condensatori è circa $\pm 2,5$ kHz a 60° C. In fig. 348 la capacità di correzione della temperatura è di 2,7 pF e il suo coefficiente di temperatura è $-2200 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$. Questo discriminatore si tara in modo semplice e rapido: l'unico nucleo di ferrite, che accorda il secondario e allo stesso tempo serve a realizzare l'accoppiamento magnetico degli avvolgimenti, permette di porre molto facilmente lo zero alla frequenza di 4,43 MHz; poi si regola la capacità di accordo del primario in modo da assicurare la miglior linearità della caratteristica; questa seconda regolazione non ha effetto sulla prima.

Prestazioni

La stabilità alla temperatura è già stata discussa e illustrata in fig. 348. Si è ottenuta la sensibilità di 12 V/MHz pilotando il discriminatore con la sezione pentodica di un tubo ECF200 e con un segnale di $0,4 V_{eff}$ sulla griglia.

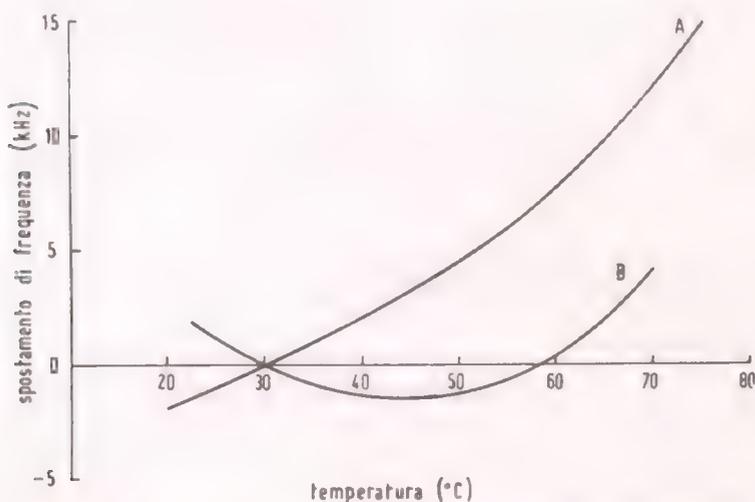


FIG. 348. Spostamento di frequenza in funzione della temperatura.

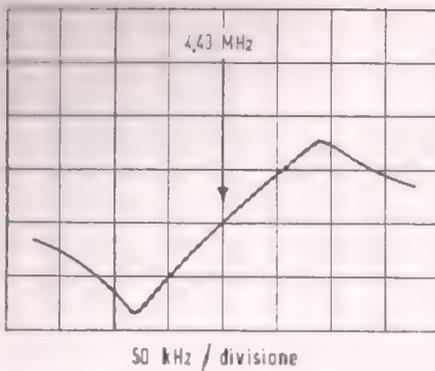


FIG. 349. Caratteristica ampiezza-frequenza.

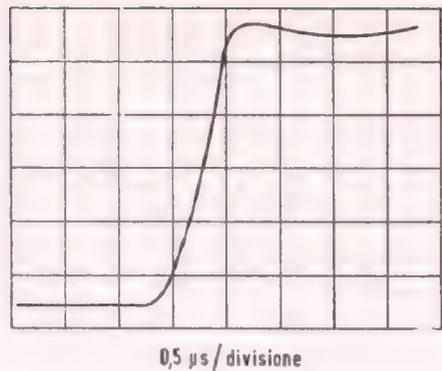


FIG. 350. Risposta ai transitori.

La fig. 349 mostra la caratteristica ampiezza-frequenza e la fig. 350 la risposta ai transitori per una variazione di 60 kHz della frequenza della subportante.

Conclusione relativa al mod. RS15

Il ricevitore SECAM-RS15 segna un nuovo progresso nell'evoluzione verso la costruzione semplificata per la produzione di massa.

Il suo costo, che è il fattore principale dal lato economico, favorevolmente paragonabile a quello dei ricevitori del sistema NTSC, senza che questo risultato sia stato assicurato a spese della qualità o della semplicità del funzionamento. Le semplici soluzioni in esso adottate e l'impiego perfettamente soddisfacente di linee di ritardo in acciaio sono garanzia di sicurezza e di uniformità per la produzione di massa.

Il meccanismo delle inversioni e del sincronismo di colore nel sistema SECAM

È necessario ricordare qui alcune caratteristiche fondamentali proprie del SECAM, che consentono di ben comprendere come venga realizzato il principio del SECAM esposto nei precedenti paragrafi di questo stesso Capitolo.

- 1) Chiamasi *intervallo di protezione* l'intervallo di tempo fra l'istante

dell'inserzione della sottoportante ed il fronte posteriore del segnale di cancellazione di riga. La subportante di colore viene soppressa per il tempo intercorrente fra il fronte anteriore del segnale di cancellazione di riga e $5,7 \pm 0,2 \mu\text{sec}$ dopo il fronte anteriore del segnale di sincronismo di riga, dopo il quale la subportante viene inserita e preaccenuata con una rete di $1,3 \mu\text{sec}$ di costante di tempo; la preaccenuazione fornisce un segnale di picco massimo uguale a 0,23.

2) La frequenza della subportante di crominanza vale $f_s = 4,437500 \text{ MHz} \pm 2 \text{ kHz}$.

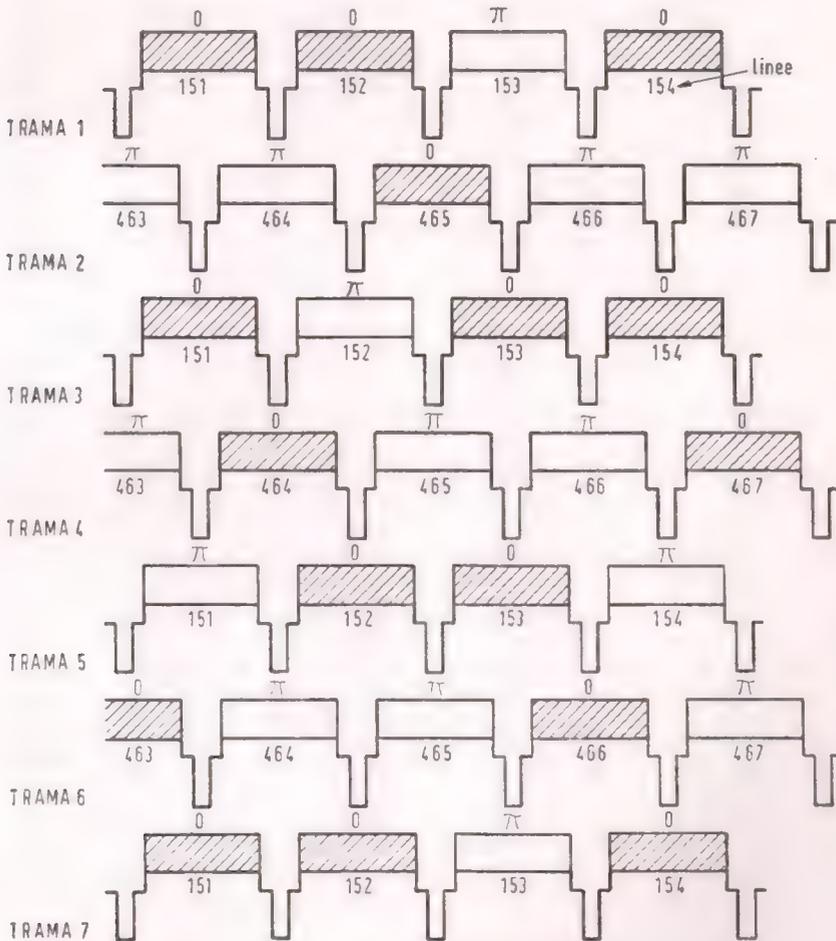


FIG. 351. Inversione della fase della subportante di colore.

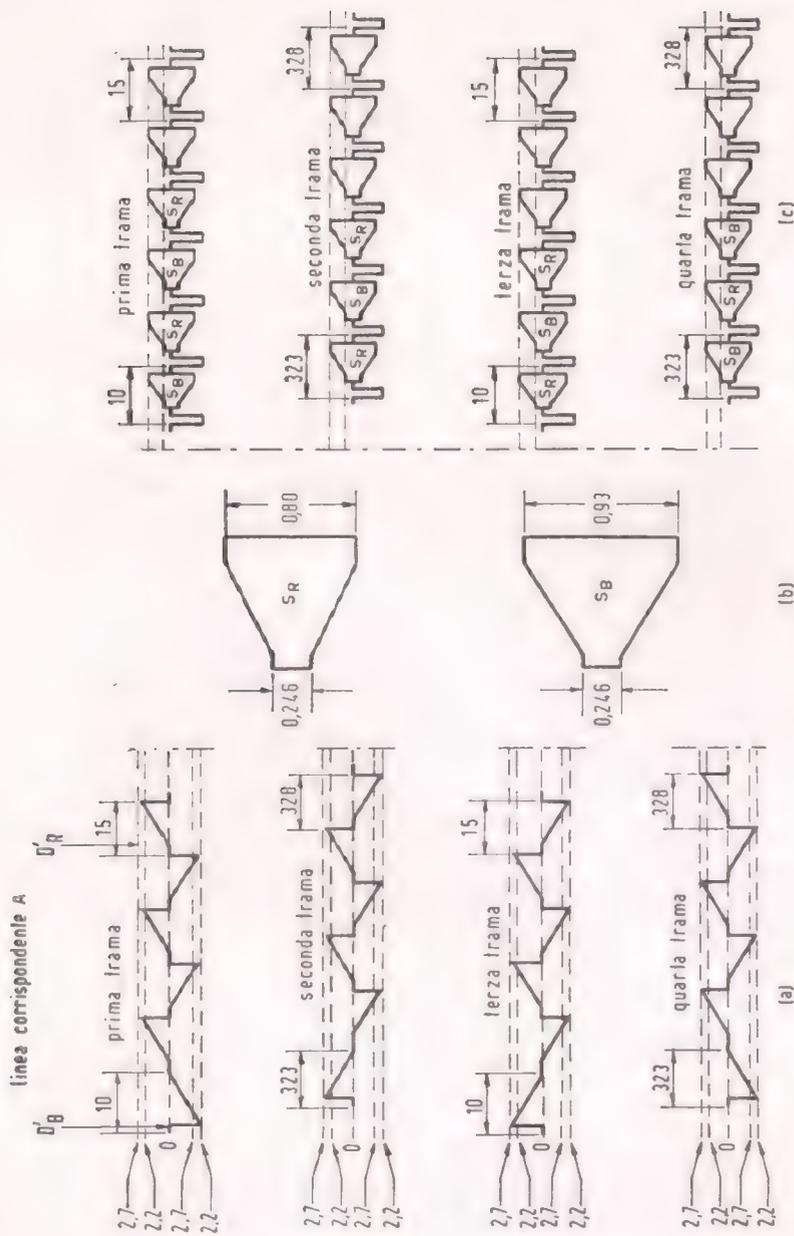


FIG. 352. Segnali di sincronizzazione del colore nel sistema SECAM: a) segnali modulanti per l'identificazione dei segnali D'_R e D'_B ; b) segnali modulati S_R e S_B ; c) segnali di sincronismo di colore completi.

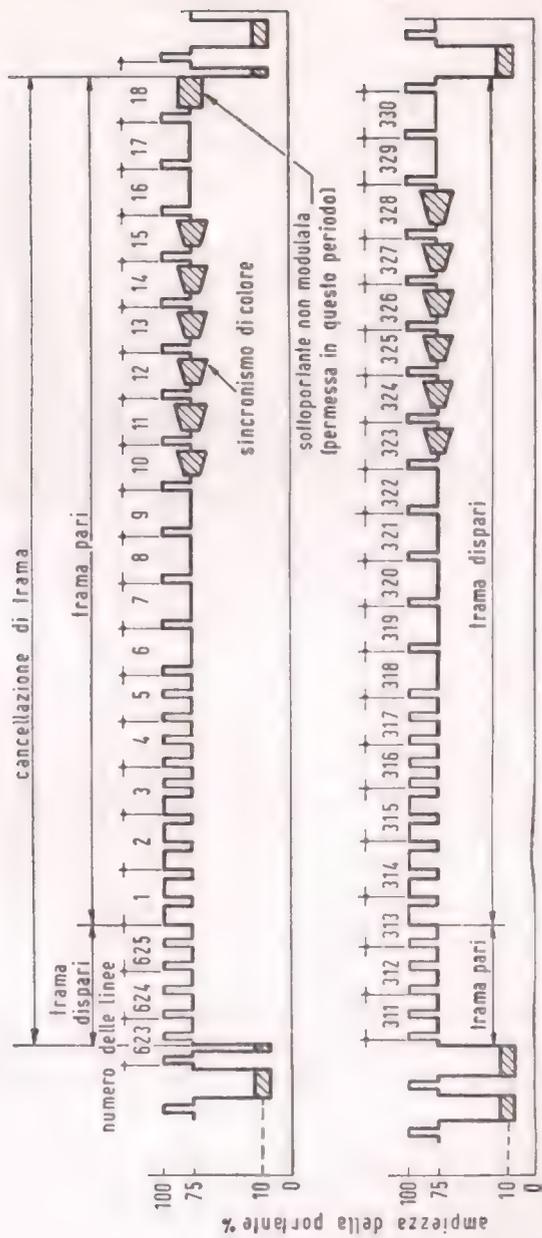


Fig. 353. Onde sincronizzanti complete del segnale video durante la soppressione verticale, alla fine di una trama dispari e di una pari.

3) La fase della sottoportante viene invertita a sequenza di riga e di trama secondo la fig. 351.

4) *Sincronizzazione del colore.* — Il segnale sincronizzante di colore è sinusoidale alla frequenza della subportante, modulato in ampiezza da un'onda a dente di sega alla frequenza di riga. Esso dura 6 righe. Il segnale modulante varia in ampiezza linearmente da zero a + 2,7 per l'identificazione delle righe corrispondenti a D'_R , e varia con la stessa legge da zero a - 2,7 per l'identificazione delle righe corrispondenti a D'_B come indica la fig. 352a.

Sorgono così i segnali modulati S_R e S_B , le forme e ampiezze dei quali sono rappresentate nelle figg. 352b e c.

L'onda sincronizzante completa con l'allocazione dei segnali S_R e S_B è rappresentata in figg. 353.

5) La *correzione dell'interferenza della luminanza sulla cromaticità* (cross color), si ottiene alterando l'ampiezza del segnale uscente dal limitatore con legge lineare mediante il segnale di luminanza presente ai capi di un circuito accordato alla frequenza della subportante ed avente il coefficiente di risonanza uguale a 16.

6) L'*operazione di « mise en forme »* (modulazione di ampiezza complementare) cioè di preaccentuazione in alta frequenza, si effettua alterando in funzione della frequenza l'ampiezza dello spettro del segnale corretto per il cross color (v. punto 5), secondo la caratteristica ampiezza-frequenza di una rete a minima fase con riferimento alla frequenza f_S .

7) L'ampiezza della subportante di colore in corrispondenza del bianco è $A = 0,123$, senza tener conto dell'eventuale correzione della colorazione incrociata.

Descrizione del ricevitore RS15 di TV a colori

Dopo aver acquisito le nozioni fondamentali del sistema SECAM esposte nei paragrafi precedenti, descriviamo lo schema elettrico e le caratteristiche del ricevitore RS15 prodotto dalla Compagnie Française de Télévision (CFT).

Il ricevitore RS15 è stato studiato per captare le trasmissioni di segnali televisivi in colore elaborati secondo il sistema SECAM e trasmessi con lo standard di analisi europeo a 625 righe per quadro, 25 immagini per secondo in 50 trame interlacciate. Esso può pure ricevere trasmissioni di TV monocroma emesse con le stesse norme.

Descrizione tecnica

Le principali funzioni svolte dall'RS15 sono indicate nello schema a blocchi di fig. 354.

Il segnale applicato all'entrata viene amplificato e convertito nelle frequenze intermedie. L'amplificatore-convertitore per lo standard G è un selettore UHF: FI video 38,9 MHz; FI audio 33,4 MHz; scarto di frequenza tra le portanti 5,5 MHz.

Il segnale d'immagine viene amplificato dal rispettivo amplificatore a FI e rivelato prima di essere utilizzato dai circuiti video (luminanza e crominanza) e di deflessione.

Amplificatore-convertitore. (fig. 355) — Comprende uno stadio amplificatore UHF a transistori, seguito da uno stadio oscillatore e convertitore pure a transistori. Il transistor amplificatore (GMO290 o AF139) T_{121} è montato con base comune. Il segnale UHF proveniente dall'antenna è applicato all'emettitore del transistor T_{121} . L'impedenza di entrata del ricevitore è 75 Ω ; il ricevitore è previsto per essere connesso all'antenna con un cavo coassiale di impedenza 75 Ω . Un filtro di banda a 2 cavit  caricate coi condensatori di accordo trasmette il

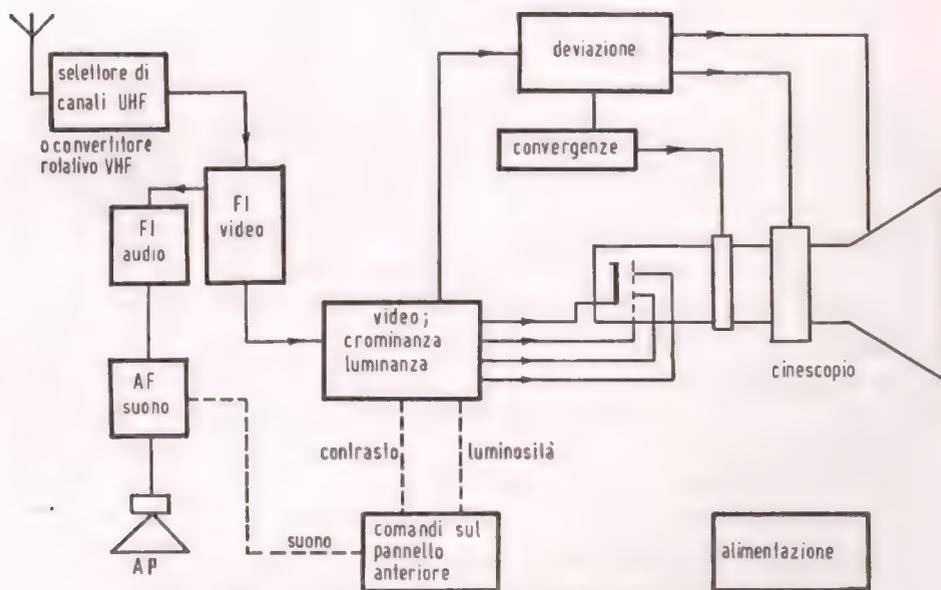


FIG. 354. Schema a blocchi di principio del ricevitore RS15.

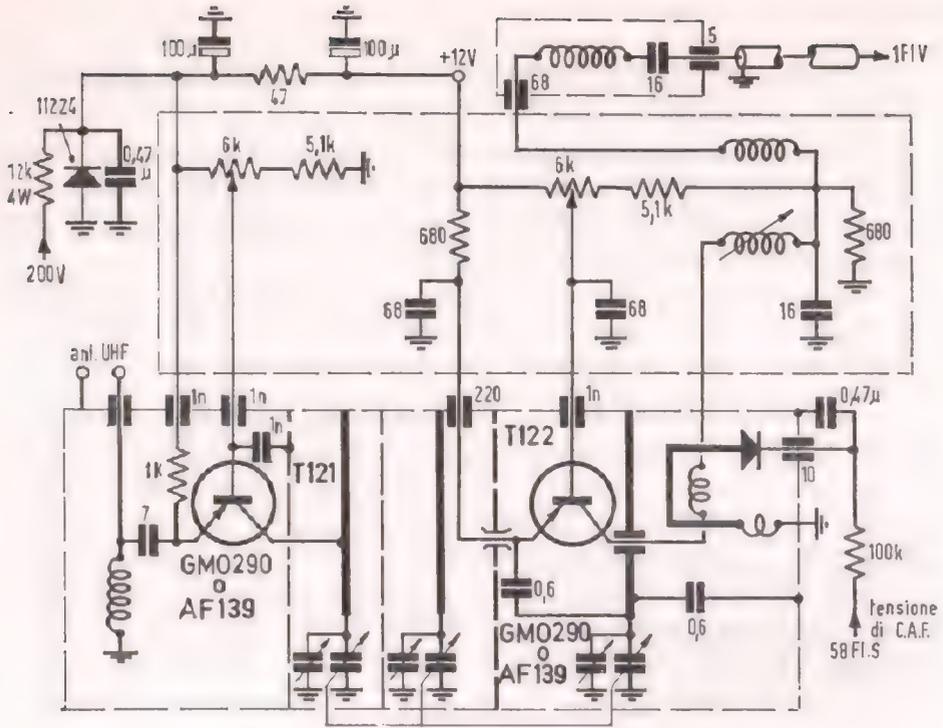


FIG. 355. Selettore di canali UHF (standard G).

segnale UHF amplificato all'emettitore del transistor oscillatore convertitore T_{121} . Il circuito oscillatore è costituito da una cavità caricata dal condensatore di accordo. Il mantenimento delle oscillazioni è assicurato dalla reazione fra il collettore e l'emettitore attraverso una piccola capacità. I valori dei condensatori di sintonia delle 3 cavità sono solidali e mossi da un unico asse. Il segnale FI risultante dalla conversione viene prelevato sul collettore di T_{122} . Un filtro multiplo adatta l'alta impedenza di uscita del collettore all'impedenza di uscita desiderata di 75 Ω , per inviare il segnale verso l'amplificatore FI. Questo filtro ha anche la funzione di impedire che il segnale UHF dell'oscillatore locale venga inviato all'amplificatore FI riducendo così l'irradiazione parassita.

Un circuito di controllo automatico di frequenza (CAF) ricentra la frequenza dell'oscillatore locale RF, in modo che lo spettro del segnale si trovi sempre correttamente centrato nella banda passante degli am-

plicatori a FI. La correzione si effettua per mezzo di un diodo a capacità variabile (varicap) accoppiato alla linea dell'oscillatore locale. La tensione di correzione è fornita al diodo dal discriminatore dell'amplificatore FI audio.

Amplificatore FI « video » (v. fig. 356 in fondo al volume). — Su questo telaio si trovano l'amplificatore a FI e il circuito di comando automatico del guadagno.

Amplificatore FI. — Un circuito accordato sulla frequenza portante audio è disposto all'entrata del telaio di FI (L_{203}). Esso è immediatamente seguito da un filtro reiettore bifilare accordato a questa stessa frequenza portante (T_{201} ; L_{251} ; L_{252}). Questo circuito permette di prelevare la portante suono, di inviarla all'amplificatore FI audio e di eliminarla dal canale video, riducendo così al massimo le intermodulazioni fra le portanti immagine e suono, che possono prodursi nell'amplificatore FI video. La larghezza della banda della trappola di reiezione viene regolata per mezzo del complesso di due circuiti accoppiati (T_{201} ; L_{251} ; L_{252}). Un ultimo circuito permette infine di migliorare la protezione contro l'interferenza del canale adiacente inferiore (L_{212}).

L'amplificatore FI video può poi essere realizzato molto semplicemente con un amplificatore a circuiti a sintonia sfalsata; un cambiamento di standard richiede soltanto la regolazione dell'accordo del filtro.

Si noti che non è stata presa alcuna precauzione speciale riguardo alle distorsioni di ritardo di gruppo dei componenti del segnale; il segnale viene trattato come se fosse in bianco e nero; ciò permette una massima utilizzazione della banda passante, che per lo standard G si estende fino a 5 MHz.

L'amplificatore propriamente detto comporta 4 stadi di amplificazione a pentodi V_{201} , V_{202} (tubi EF183 a pendenza variabile), V_{203} , V_{204} (tubi EF184) seguiti da uno stadio rivelatore doppio. La pendenza di V_{201} e V_{202} è controllata dalla tensione di C.A.G.

L'impedenza di entrata è 75 Ω . L'accoppiamento fra gli stadi è ottenuto con circuiti a trasformatore a sintonia sfalsata.

Lo schema a caselle di fig. 357 indica le frequenze di accordo.

L'accoppiamento tra il quarto stadio e il rivelatore è ottenuto con un filtro a T il cui secondario alimenta due diodi rivelatori.

La curva di risposta dell'amplificatore FI video è data in fig. 358.

Il segnale raccolto all'uscita del primo rivelatore viene utilizzato per i circuiti di luminanza, cromaticità e sincronizzazione.

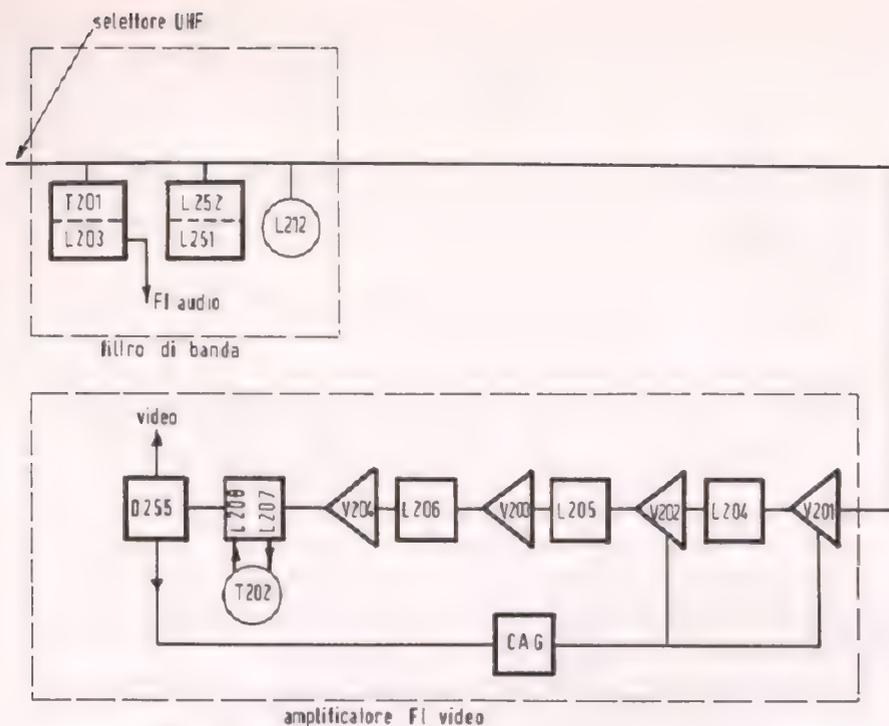


FIG. 357. Schema a blocchi dell'amplificatore FI video.

Il segnale fornito dal secondo rivelatore viene inviato al circuito di controllo automatico del guadagno (C.A.G.).

Controllo automatico di guadagno. — Il circuito di C.A.G. comprende un triodo-pentodo ECF82 (V_{206} in fig. 356).

La sezione pentodica funge da amplificatore, la sezione triodica fornisce i segnali di controllo.

Stadio amplificatore. — L'anodo del pentodo ECF82 (V_{206}) è collegato, attraverso un circuito di filtro che trasmette la componente continua, alle griglie dei tubi V_{201} e V_{202} a pendenza variabile dell'amplificatore FI. La tensione di comando è ottenuta per campionatura periodica a frequenza di riga; il tubo V_{206} è alimentato solo durante un impulso di $2,5 \mu\text{sec}$ di larghezza, che è posto al livello del nero dopo l'impulso di sincronismo orizzontale.

Vi è un potenziometro a disposizione dei tecnici per poter regolare

il livello medio della rivelazione secondo la potenza del segnale in ricezione.

Segnali di controllo. — La griglia della sezione triodica dell'ECF82 (V_{206}) riceve un impulso a frequenza di riga prelevato sul catodo del multivibratore di riga. Questo impulso eccita il circuito oscillatorio posto nel circuito anodico; le alternanze negative vengono eliminate dal diodo D_{201} ; rimane così solo un impulso positivo situato al livello del nero dopo l'impulso di sincronismo. Questo impulso porta in conduzione il diodo OA85 (D_{202}) attraverso la rete R.C. (4,7 M Ω ; 4,7 nF). Questo diodo D_{202} conducente permette di rivelare mediante D_{203} il segnale RF proveniente dall'amplificatore FI attraverso il condensatore di 3,3 pF. Questa tensione rivelata viene filtrata dalla resistenza di 10 k Ω e applicata alla griglia del pentodo amplificatore. La tensione di comando applicata alle griglie degli amplificatori FI è perciò indipendente dal contenuto dell'immagine: essa rappresenta l'ampiezza di cresta dell'impulso sincrono.

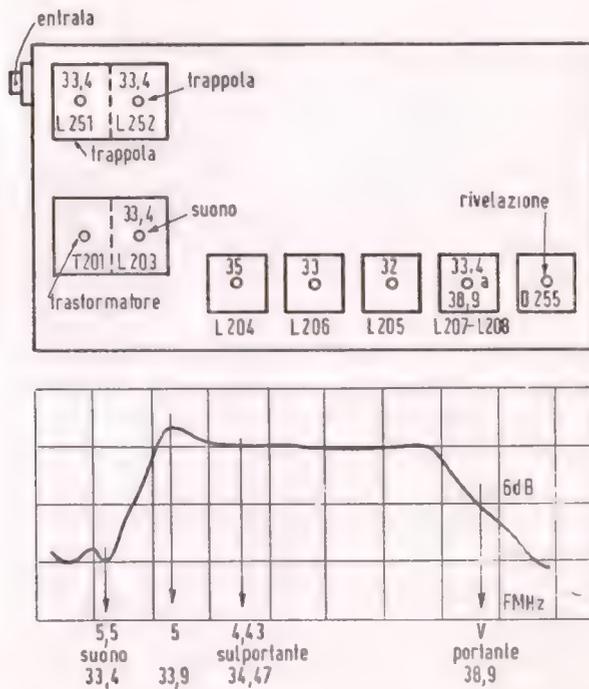


FIG. 358. Schema di principio e curve di risposta dell'amplificatore FI video.

Amplificatore FI del canale audio. — Circuito di C.A.F. —

Lo schema di principio dell'amplificatore è rappresentato in fig. 359. Un'uscita supplementare del discriminatore di frequenza è riservata alla polarizzazione della capacità varicap posta nel selettore UHF. In tal modo la deriva della frequenza portante audio viene rivelata come una tensione di errore positiva o negativa rispetto alla tensione di riposo secondo il senso di detta deriva. La tensione di errore applicata al varicap riconduce la frequenza dell'oscillatore locale RF di cambiamento della frequenza del selettore UHF al valore corretto.

La frequenza portante audio è prelevata da un circuito accordato dell'amplificatore FI video, posto prima dei filtri di banda (reiettori).

Il segnale di bassa frequenza uscente dal discriminatore viene inviato al potenziometro di comando della potenza sonora, il cui cursore alimenta l'amplificatore di bassa frequenza.

Amplificatore video

Le funzioni svolte dai circuiti di questo telaio (fig. 360) sono:

- amplificazione video di luminanza;
- amplificazione video di crominanza;
- separazione dei segnali di sincronizzazione.

Amplificazione video di luminanza. — L'amplificatore video di luminanza assicura il collegamento fra il rivelatore e i catodi del tubo tricromico; la tensione rivelata viene così portata da 4 Vc.c. al livello 100 Vc.c. dai tubi $V_{501.A}$ (sezione pentodica L di EFL200), $V_{503.A}$ (1/2 ECC82) e $V_{502.A}$ (sezione pentodica L di EFL200).

Inoltre l'amplificatore comprende una linea di ritardo che permette di assicurare il sincronismo tra il segnale di luminanza e il segnale di crominanza: infatti, dato che l'amplificazione video di crominanza necessita solo di una banda passante ridotta, crea un ritardo del segnale di crominanza rispetto al segnale di luminanza, che bisogna perciò rimettere in fase.

Uno stadio a uscita catodica ($V_{503.A}$) posto all'uscita della linea di ritardo consente il distanziamento elettrico (di circa 25 cm max) del comando di contrasto. D'altra parte, il segnale di crominanza viene separato dal segnale di luminanza da un circuito accordato a 4,43 MHz posto all'uscita catodica dello stadio precedente la linea di ritardo. Così si realizza in modo semplicissimo la disaccentuazione RF (cloche

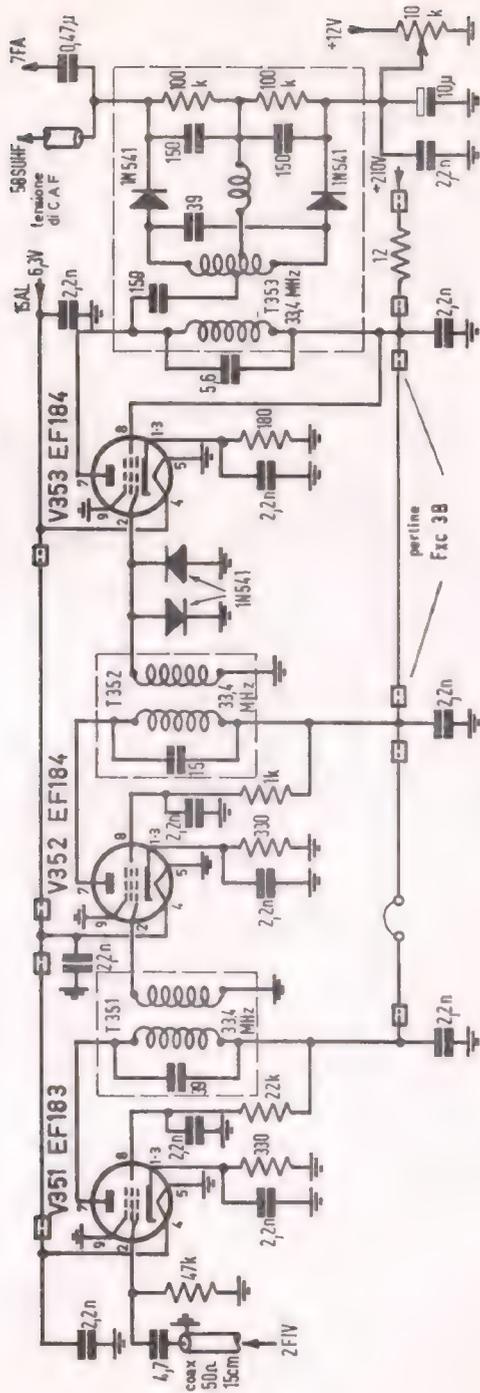


Fig. 359. Schema elettrico dell'amplificatore FI del canale audio.

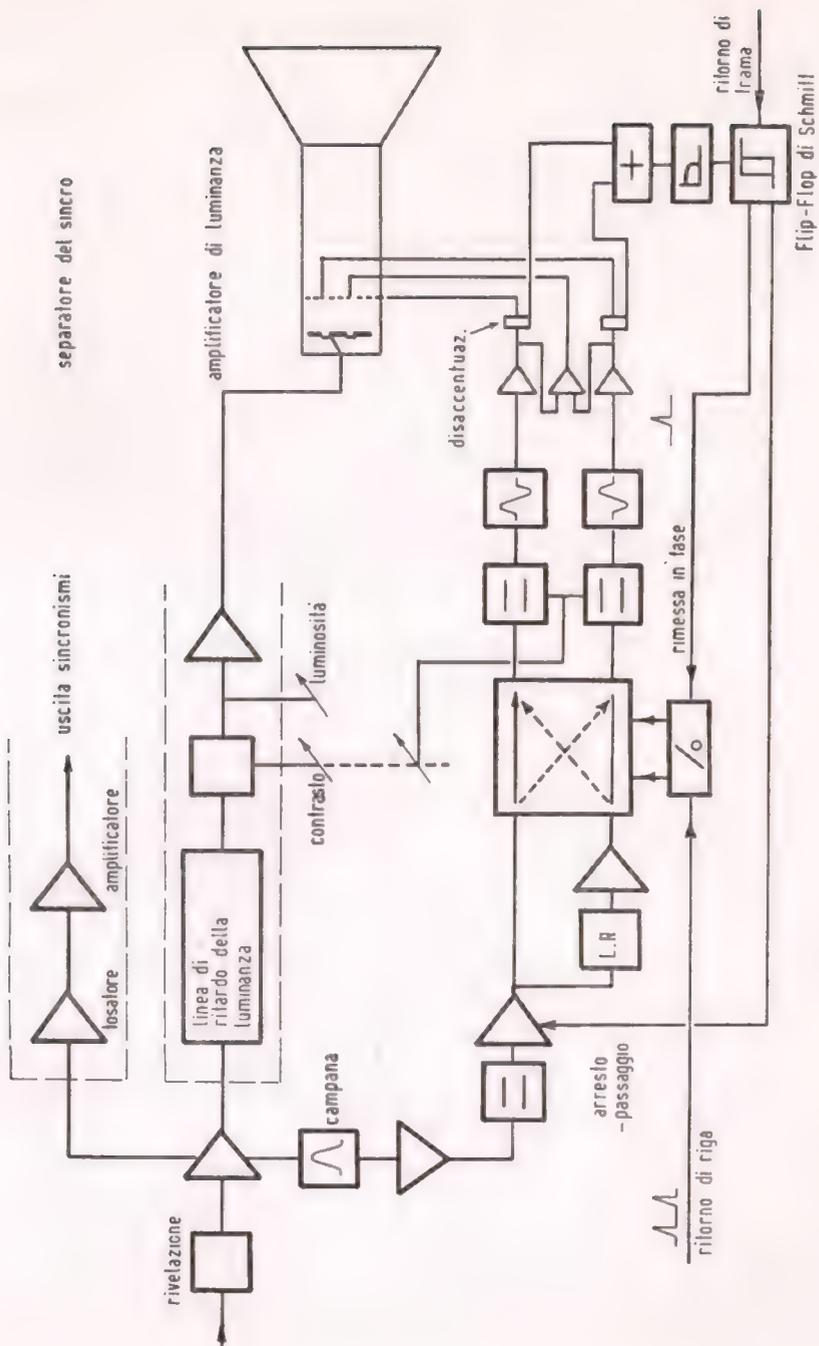


Fig. 361. Schema a blocchi del complesso video.

= campana) per mezzo di questo solo circuito accordato, che, posto nel catodo del tubo, non viene perturbato dagli eventuali disadattamenti della linea di ritardo.

Due circuiti accoppiati posti nel circuito catodico del tubo finale permettono di attenuare l'ampiezza della subportante di crominanza, riducendo così la sua visibilità sullo schermo.

La conservazione della tinta media del segnale è data da un diodo di « restituzione », posto nel circuito di griglia del tubo finale, la cui polarizzazione variabile assicura la regolazione della luminosità (v. anche fig. 361, che è lo schema di principio a caselle del complesso video). La fig. 362 rappresenta lo schema di impianto dei circuiti video.

Separatore dei segnali di sincronizzazione (v. fig. 360). — Questo stadio comprende una sezione triodica del tubo V_{503B} tipo ECC82, che amplifica e inverte il segnale per applicarlo con polarità negativa alla griglia del tubo V_{502B} (sezione F del doppio pentodo EFL200). Questo pentodo, avendo polarizzazione nulla, tosa i segnali di luminanza. Solo i segnali di sincronizzazione vengono trasmessi al carico anodico. Questi segnali vengono inviati ai circuiti di deviazione orizzontale e verticale.

Amplificatore video di crominanza (v. fig. 363, in fondo al volume). — Le tre funzioni principali della demodulazione del segnale di crominanza si ottengono nell'amplificatore video di crominanza. Cioè:

— trasformazione dei segnali sequenziali in segnali simultanei con l'ausilio di una linea di ritardo passiva associata ad un permutatore di vie (commutatore elettronico);

— demodulazione propriamente detta dei segnali modulati in frequenza grazie a discriminatori di frequenza associati a limitatori di ampiezza;

— controllo della fase di commutazione del permutatore e identificazione dei segnali di colore SECAM.

A queste tre funzioni principali bisogna aggiungere le disaccentuazioni a R.F. (cloche = campana) e video, come pure l'amplificazione propriamente detta dei segnali e la matriciazione dei segnali $R - Y$ e $B - Y$ per ottenere $V - Y$.

Disaccentuazione R.F. — Il segnale di crominanza, il cui spettro di frequenza è centrato intorno a 4,43 MHz, viene filtrato dal circuito di disaccentuazione a R.F. (campana) costituito da un semplice circuito accordato (v. *Amplificazione video di luminanza*); il segnale subisce dunque una disaccentuazione R.F. complementare della preaccentuazione R. F. che ha subito nel codificatore in trasmissione. Ci si può

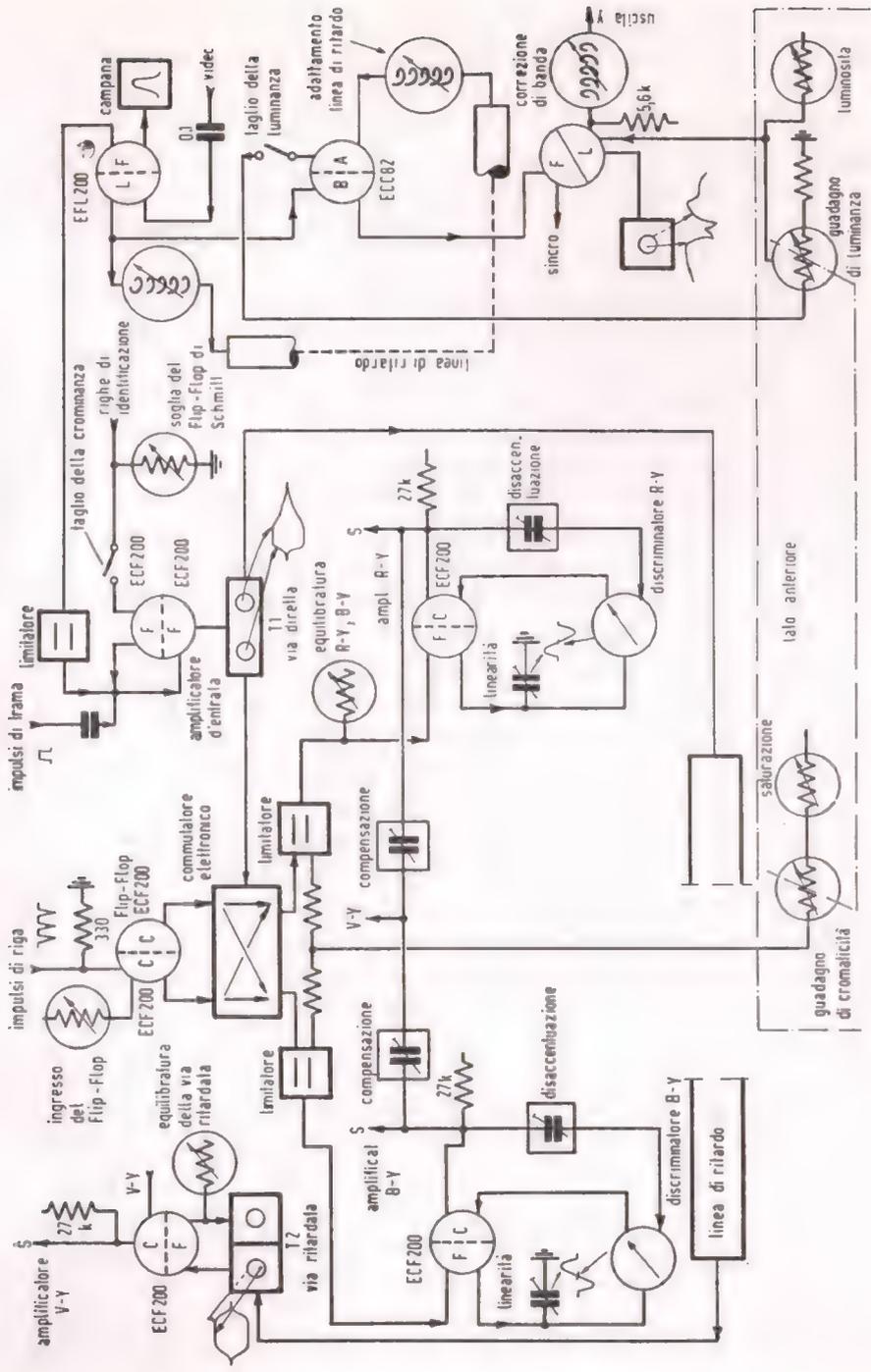


FIG. 362. Connessioni funzionali dei componenti del complesso vidéc

assicurare in modo semplicissimo della complementarità di queste due operazioni, verificando che il segnale modulato non presenti più variazioni di ampiezza, per es. con un segnale di mira elettronica di barre.

Una cattiva regolazione della campana (*cloche*) provoca una diminuzione di protezione del segnale contro il rumore durante la trasmissione di certi colori, come anche durante la transizione fra zone di colori diversi. Il segnale di crominanza così disaccentuato viene amplificato, poi limitato in un primo limitatore a diodi.

Trasformazione dei segnali sequenziali in segnali simultanei. — È noto che i segnali di crominanza $R - Y$ e $B - Y$ vengono trasmessi sequenzialmente col ritmo delle righe di analisi, allo scopo di far sì che i difetti di trasmissione non possano provocare mescolazioni intempestive di questi due segnali. È però necessario disporre nello stesso tempo di $R - Y$ e $B - Y$ e di Y per poter ricostituire i tre colori primari. La trasformazione dei segnali sequenziali in simultanei è realizzata per mezzo di una linea di ritardo usata come indicato in fig. 364. Ai punti A e B si trovano in ogni istante un segnale $Y - B$ e un segnale $R - Y$ ritardato, poi, durante la riga di analisi successiva, $R - Y$ diretto e $Y - B$ ritardato, e così via.

Il permutatore, le cui entrate sono A e B e le uscite sono C e D , devia i segnali $R - Y$ sulla via C e i segnali $Y - B$ sulla via D . È sufficiente che all'inizio di ogni riga di analisi, durante la soppressione di riga, ci sia passaggio da collegamenti diretti a incrociati, e viceversa, tra le entrate e le uscite del permutatore.

In pratica il circuito comprende uno stadio amplificatore (V_{602} - ECF200) caricato dal trasformatore T_{601} (v. fig. 363-PVL1A), una uscita del quale alimenta direttamente una prima entrata del permutatore, l'altra, usata a bassa impedenza, alimenta la linea di ritardo. All'uscita della linea è disposto un trasformatore elevatore d'impedenza, T_{602} , seguito da un amplificatore ($V_{603,4}$, ECF200) il cui guadagno è ugua-

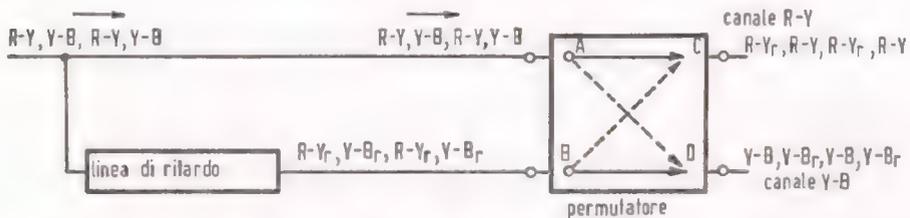


FIG. 364. Utilizzazione della linea di ritardo per la trasformazione dei segnali sequenziali in segnali simultanei.

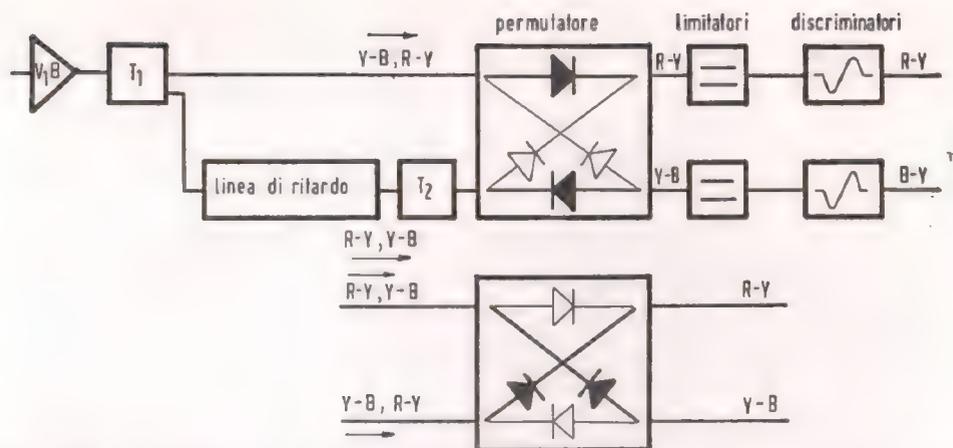


FIG. 365. Trasformazione dei segnali differenza di colore in simultanei, permutatore, limitatori e demodulazione dei segnali $R-Y$ e $B-Y$.

le alla perdita di inserzione della linea (15 dB circa). La banda passante del trasformatore permette di ottenere una banda passante globale (linea di ritardo-amplificatore) di ± 1 MHz.

Il permutatore di vie è costituito da due coppie di diodi, che sono alternativamente conduttrici o interdette secondo la polarità della loro tensione di controllo. Questa tensione è fornita da un flip-flop bistabile V_{601B} e V_{602B} , ECF200, esso stesso sbloccato dagli impulsi di ritorno di riga dei circuiti di deviazione. Una seconda entrata è prevista per l'impulso supplementare di cambiamento di fase del permutatore.

Demodulazione (v. fig. 365). — Ciascuna delle due uscite del permutatore alimenta una via di demodulazione. Queste due vie sono simili; vi si trova all'inizio un limitatore a diodi collegati in serie. Al loro punto comune è applicata una tensione di polarizzazione la cui regolazione permette di far variare l'ampiezza del segnale di uscita del limitatore. Questo segnale è poi applicato all'entrata del discriminatore, che comprende un tubo amplificatore caricato da un complesso di circuiti accoppiati, accordati sulla frequenza di riposo 4,43 MHz. Il doppio secondario è accoppiato elettricamente e magneticamente secondo il principio del discriminatore a sfasamento, ad un avvolgimento primario. Ciascuno dei secondari possiede un circuito di rivelazione. Le due tensioni così rivelate si bilanciano in modo tale che quando la frequenza del segnale di crominanza è 4,43 MHz, la tensione rivelata globale risulta nulla. Per ogni spostamento di frequenza la tensione

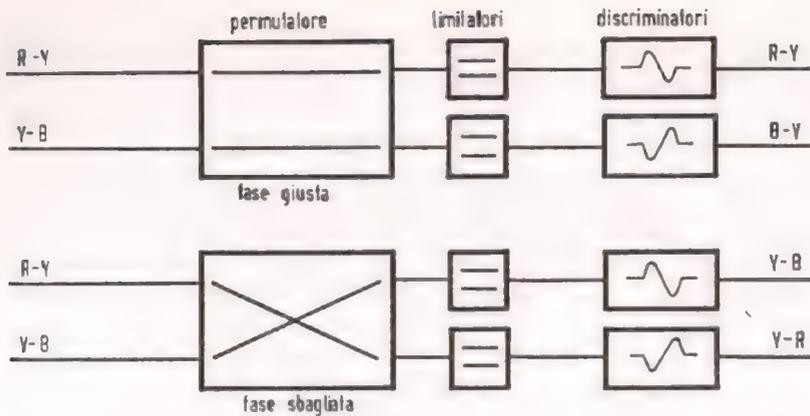


FIG. 366. Polarità delle righe di identificazione per fase corretta e per fase errata.

rivelata è positiva o negativa secondo il senso di detto spostamento ed ha un'ampiezza proporzionale al valore dello sfalsamento.

Il senso dei diodi del discriminatore $B - Y$ è invertito rispetto a quello dei diodi del discriminatore $R - Y$, in modo che i segnali video forniti dai due discriminatori siano veramente $R - Y$ e $B - Y$ e non $R - Y$ e $Y - B$. Si noti che in caso di errata fase di commutazione del permutatore i segnali video diventerebbero $Y - R$ e $Y - B$ e ci sarebbe perciò inversione delle polarità dei segnali video.

Identificazione e controllo della fase di commutazione. — In caso di errata commutazione da parte del permutatore, i segnali video $-(R - Y)$ e $-(B - Y)$ apparirebbero all'uscita dei discriminatori invece e al posto di $B - Y$ e $R - Y$. I colori sarebbero perciò falsati.

Ecco perchè è importante controllare e correggere, se necessario, la fase di commutazione del permutatore relativamente a quella del commutatore $B - Y$ e $R - Y$ del codificatore in trasmissione.

Ancora, fintanto che persistesse un errore, si interdirebbe il passaggio dei segnali di crominanza e l'immagine presentata sul tubo tricromatico ridiventerebbe semplicemente un'immagine in « nero e bianco ».

Queste operazioni di controllo, di correzione e d'interdizione vengono effettuate semplicemente per mezzo di una bascula (flip-flop) di Schmitt, che sfrutta le righe di identificazione presenti in una frazione dell'intervallo di cancellazione di trama.

Solamente la rivelazione delle righe di identificazione permetterà il passaggio dei segnali di crominanza; ci sarà quindi estinzione auto-

matica nella ricezione di un segnale diverso da quello SECAM o nel caso di ricezione difettosa.

Principio di funzionamento

Identificazione. — Le righe di identificazione trasmesse durante una frazione dell'intervallo di soppressione di trama possiedono, in video, una polarità determinata. In caso di errato smistamento esse presentano la polarità opposta. Basta dunque integrarle e «sentire» la loro polarità. La fig. 366 indica la polarità delle righe di identificazione a seconda che la fase del sistema di smistamento è corretta o sbagliata.

Rimessa in fase. — Per cambiare la fase di commutazione del permutatore, basta applicare un impulso di comando supplementare al flip-flop (v. fig. 367).

Estinzione. — L'estinzione è provocata dal bloccaggio dello stadio amplificatore V_{602A} (ECF200), che segue il limitatore di entrata.

Realizzazione pratica. — La funzione di identificazione e di controllo della fase di commutazione è basata sull'impiego di una bascula di Schmitt, che possiede due stati stabili: uno di essi caratterizza il passaggio, l'altro il bloccaggio dei segnali di crominanza. Il transito da uno stato all'altro si effettua secondo un ciclo d'isteresi; l'impulso supple-

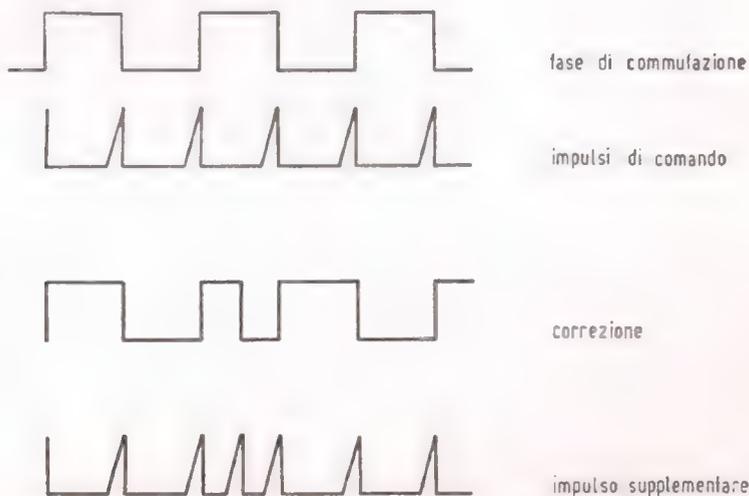


FIG. 367. — Correzione di fase per mezzo di un impulso supplementare.

mentare di cambiamento di fase viene provocato dalla transizione dall'interdizione al passaggio. All'entrata del flip-flop di Schmitt sono applicati da una parte le righe di identificazione integrate e dall'altra due impulsi A e B (v. fig. 368) forniti dal ricevitore. L'impulso A assicura il posizionamento nello stato « passaggio », qualunque possa esser stata la condizione precedente della bascula, che è normalmente polarizzata alla tensione V_0 .

L'impulso B provoca la transizione allo stato di « interdizione », salvo quando le righe di identificazione hanno la polarità corretta e sono ben posizionate (fig. 369). Il generatore bascula resta allora nello stato di « passaggio » e l'impulso A della trama successiva non provocherà commutazione. Fintanto che la ricezione si conserva corretta, il sistema rimane inattivo.

Se le righe di identificazione sono di polarità errata, l'impulso B provoca il bloccaggio fino a che l'impulso A della trama seguente produce la commutazione nel senso « bloccaggio-passaggio » creatore dell'impulso supplementare di rimessa in fase. Le righe di identificazione avranno allora la polarità buona quando arriva l'impulso B e si ricade nel caso precedente. Se le righe di identificazione sono male posizionate (ricevitore non sincronizzato) o non esistono affatto (ricezione di un segnale bianco-nero) l'impulso B bloccherà sempre il passaggio dei segnali di crominanza.

In pratica il generatore di Schmitt comprende uno stadio amplificatore a pentodo $V_{602.A}$ (ECF200) e uno stadio a pentodo $V_{601.A}$

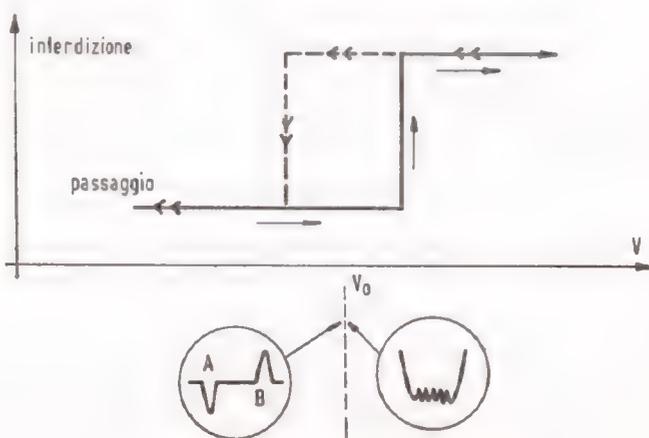


FIG. 368. Stati della bascula di Schmitt.

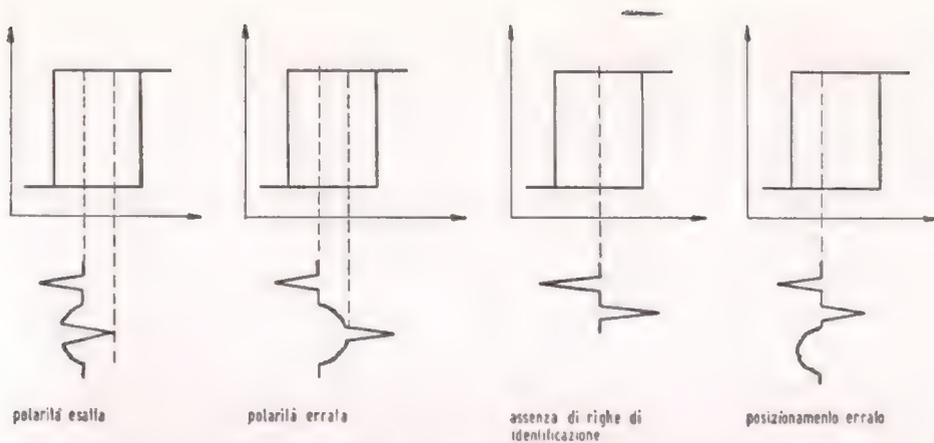


FIG. 369. Effetto delle righe di identificazione.

(ECF200); la parte pentodo serve ad un tempo al funzionamento della bascula propriamente detta e all'amplificazione del segnale di crominanza centrato su 4,43 MHz. Il generatore è connesso alle uscite degli amplificatori video $R - Y$ e $B - Y$ attraverso un circuito integratore, seguito da un circuito differenziatore. Il primo serve a estrarre le righe di identificazione dal segnale di uscita e dai componenti dei disturbi parassiti, il secondo sopprime il contenuto medio dell'immagine, che potrebbe modificare il punto di polarizzazione della bascula. Una seconda entrata di questo generatore di Schmitt è prevista per gli impulsi di ritorno dello spot col ritmo di trama. I fronti anteriore e posteriore di questi impulsi vengono differenziati per generare gli impulsi A e B .

La bascula di Schmitt può essere polarizzata in modo permanente nella posizione di bloccaggio del colore, variando la sua polarizzazione: due morsetti, che in tal caso basta mettere in cortocircuito, sono previsti a questo scopo.

Amplificatore di uscita. — Tra l'uscita dei discriminatori e le entrate degli amplificatori video $R - Y$ e $B - Y$ sono collocati due circuiti reiettori della sottoportante accordati a 4,43 MHz.

La disaccentuazione video complementare della preaccentuazione video effettuata nel codificatore trasmittente viene ottenuta per mezzo di una rete di controreazione interposta fra l'uscita e l'entrata dello stadio.

L'amplificatore video $V - Y$ è alimentato da una miscela dei segnali di $R - Y$ e $B - Y$ nelle proporzioni 0,30 ($R - Y$) e 0,11 ($B - Y$).

Il telaio video comprende i seguenti comandi:

A) *Comando del contrasto.* — Questo controllo agisce insieme sul guadagno dell'amplificatore video di luminanza e sull'ampiezza dei segnali di cromaticanza.

Il potenziometro del guadagno di luminanza è posto nello stadio ad uscita catodica precedente lo stadio finale.

Il potenziometro del guadagno di cromaticanza accoppiato meccanicamente al potenziometro del guadagno di luminanza comanda simultaneamente le correnti di polarizzazione dei diodi di ciascun limitatore.

La saturazione dei colori resta perciò costante quando si agisce sul comando di contrasto posto sul pannello anteriore.

Si noti che un potenziometro che permette di variare la saturazione dei colori è riservato ai tecnici; questo potenziometro è posto dietro al pannello dei comandi. Esso permette di rinforzare o di diminuire il guadagno di cromaticanza in certe condizioni di ricezione particolari: limite di portata, illuminazione dell'ambiente, ecc.

B) *Comando di luminosità.* — Questo controllo agisce sul livello di restituzione della componente continua del segnale di luminanza; esso è identico a quello che si trova abitualmente nei ricevitori per bianco e nero.

Amplificatore del canale audio

Questo amplificatore (fig. 370) riceve il segnale di bassa frequenza (A.F.) audio proveniente dal telaio di demodulazione del suono attraverso il potenziometro di comando del pannello anteriore.

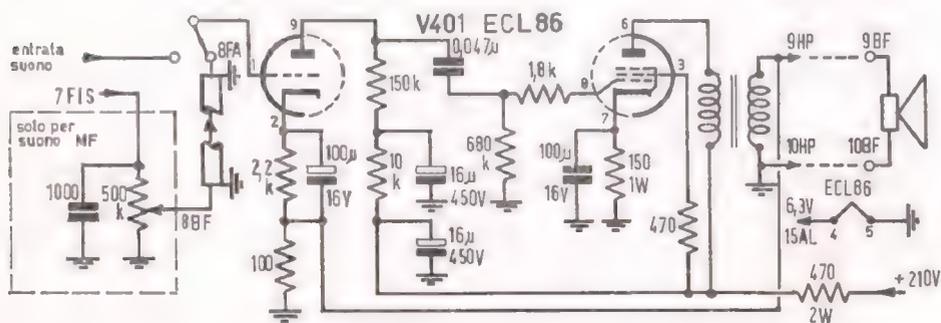


FIG. 370. Amplificatore di bassa frequenza del suono.

Esso comprende uno stadio preamplificatore di tensione ed uno stadio amplificatore di potenza (ECL86) alimentante l'altoparlante mediante un trasformatore adattatore di impedenze.

Una controreazione è stabilita fra l'altoparlante e il catodo del triodo preamplificatore. Il regolatore della potenza sonora è posto sul pannello di controllo del ricevitore.

Circuiti di deviazione

Vedere gli schemi di figg. 371 (in fondo al volume), 372 e 374.

Oscillatore di deviazione e circuiti di convergenza verticale. — L'oscillatore di deviazione verticale è del tipo oscillatore bloccato. È costituito dalla sezione triodica di V_{702} (ECL85), dal trasformatore T_{701} e dai componenti associati. Il segnale a dente di sega è generato nel circuito anodico del tubo elettronico. Questo segnale viene trasmesso alla sezione pentodo di potenza di V_{702} (ECL85), la cui placca alimenta il primario del trasformatore di deviazione. La sincronizzazione in frequenza dell'oscillatore è assicurata dal tubo V_{701} (12AT7), la cui griglia riceve il segnale di sincronizzazione verticale. Gli elementi R e C associati assicurano l'eliminazione dei segnali a frequenza di riga. Il trasformatore di uscita possiede tre avvolgimenti secondari: uno alimenta le bobine di deviazione verticale, gli altri due alimentano i circuiti di convergenza. Il primo di questi secondari è costruito bifilare. I due avvolgimenti costituiscono i due bracci di un ponte, gli altri due bracci sono costituiti da un potenziometro. Le bobine di deviazione sono disposte in una diagonale del ponte, l'altra diagonale è alimentata in tensione continua. Ogni squilibrio del ponte provocato dallo spostamento del cursore del potenziometro dalla sua posizione di equilibrio fa passare nelle bobine una corrente continua, il che provoca uno spostamento verticale dell'immagine verso l'alto o il basso secondo il senso dello spostamento. La corrente continua che circola in questo ponte è la corrente dell'amplificatore di potenza di deviazione orizzontale (v. fig. 373). Questi circuiti sono alimentati dalle tensioni + 390 V e 800 V. La tensione 800 V è fornita dalla sezione di deviazione orizzontale (tensione incrementata).

Circuiti di deviazione e di convergenza orizzontali. — Questo complesso comprende un oscillatore asservito alla frequenza di riga, seguito da uno stadio di potenza che fornisce anche l'E.A.T. (23 kV) per lo schermo del tubo tricromatico.

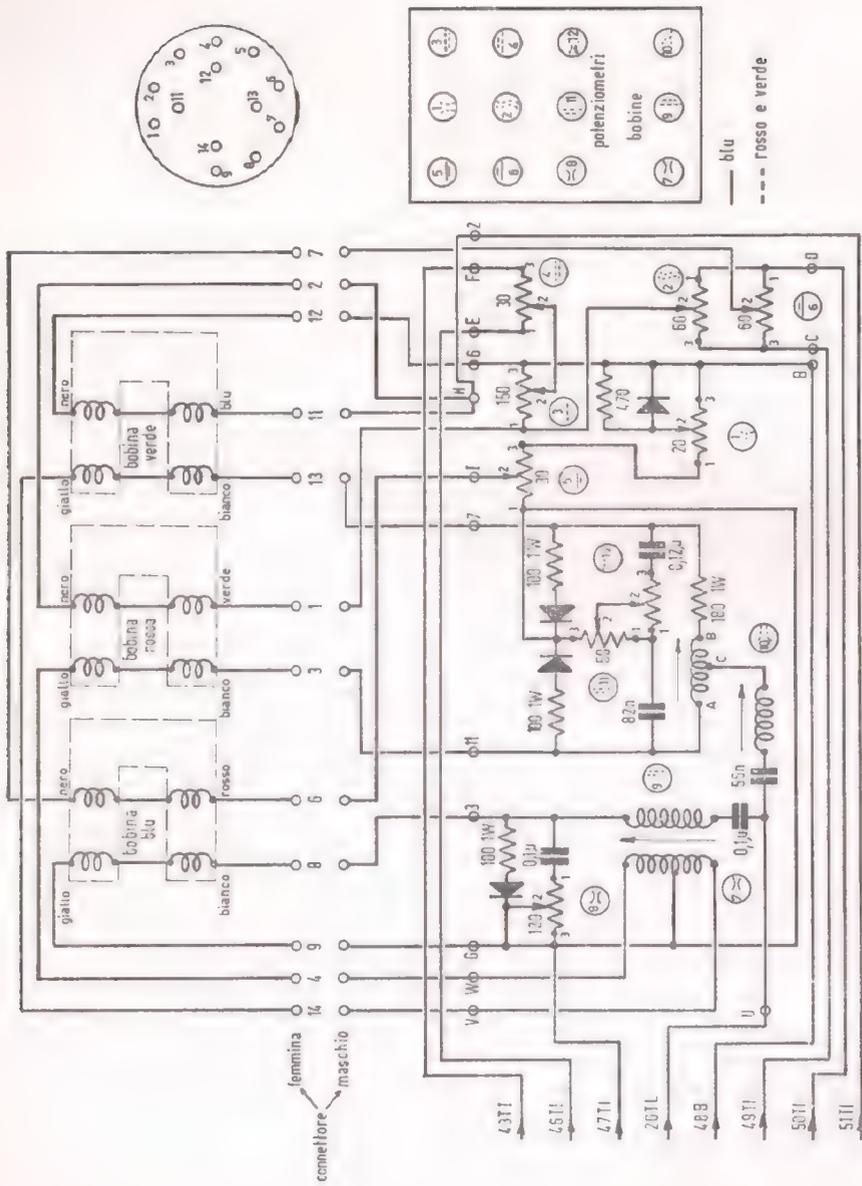


Fig. 372. Schema elettrico delle convergenze.

Oscillatore. — L'oscillatore asservito comprende un doppio triodo V_{703} o 12AW7 e il triodo V_{701A} (12AT7). V_{703} è montato come oscillatore multivibratore libero; uno degli accoppiamenti è costituito dal circuito catodico comune; un circuito risonante mantiene la frequenza naturale dell'oscillatore in prossimità della frequenza di riga. Con le tensioni di griglia si può variare la frequenza e questa proprietà è sfruttata per asservire la frequenza dell'oscillatore alla frequenza degli impulsi di sincronizzazione (asservimento di fase). Questi impulsi sono applicati al diodo virtuale formato dal catodo e dalla griglia di V_{701A} (12AT7), la cui placca è alimentata dal segnale di ritorno orizzontale. La tensione continua prodotta dalla coincidenza sulla griglia di V_{701A} è proporzionale allo scarto delle frequenze dell'oscillatore e del segnale di sincronizzazione. Essa è applicata a una delle griglie dell'oscillatore con un senso tale che tende ad annullare questo scarto, cioè a mantenere la frequenza dell'oscillatore in sincronismo con quella degli impulsi (C.A.F.F.). Il potenziometro « frequenza di riga », che agisce sulla seconda griglia dell'oscillatore, permette di portare la frequenza dell'oscillatore nel campo di sincronizzazione. Il segnale di uscita viene applicato alla griglia dello stadio di potenza e prelevato per destinarlo alla sezione di crominanza per comandare il generatore di alternativa.

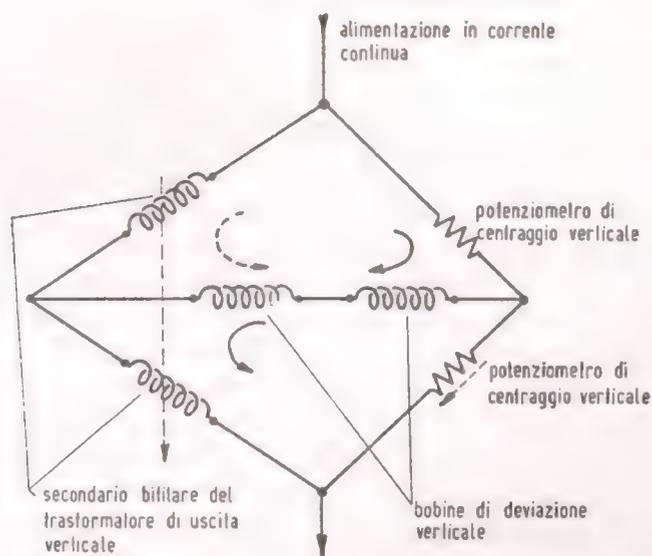


FIG. 373. Ponte per il centraggio verticale.

Circuiti di estinzione (sezione deviazione ed E.A.T. 23 kV).

Un doppio triodo V_{752} - ECC85 è usato per la soppressione dei ritorni. I segnali di deviazione verticale vengono amplificati dal primo triodo. Essi vengono mescolati ai segnali di deviazione orizzontale sulla griglia del secondo triodo. Il segnale di uscita è applicato ai tre elettrodi G_2 di accelerazione del tubo tricromatico (v. fig. 374).

Alimentazione

Un trasformatore (v. fig. 375) fornisce direttamente o dopo raddrizzamento le seguenti tensioni:

- 1) 6,3 V c.a. per l'accensione dei filamenti dei tubi;
- 2) 6,3 V c.a. per l'accensione dei filamenti del tubo tricromatico e del tubo regolatore dell'E.A.T. 6BK4;
- 3) + 390 V c.c. dal raddrizzatore di entrambe le semionde per l'alimentazione dei circuiti di deviazione e degli stadi di uscita video;
- 4) + 210 V c.c. dal raddrizzatore di entrambe le semionde per i circuiti di deviazione e per gli amplificatori video. Una sorgente di + 12 V c.c. stabilizzata da un diodo Zener, ottenuta a partire dal + 210 V, alimenta il selettore UHF;
- 5) - 220 V c.c. dal raddrizzatore di una semionda per la polarizzazione degli stadi video.

Linea di ritardo CSF in acciaio per TV a colori SECAM

Il sistema di TV a colori SECAM, come si è visto, si distingue dagli altri sistemi per il fatto che i due segnali di crominanza sono trasmessi non simultaneamente, ma sequenzialmente, riga per riga. Ciò implica, tanto in trasmissione, quanto in ricezione, l'immagazzinamento in una linea di ritardo dell'informazione di crominanza per la durata della scansione di una riga, cioè circa 64 μ sec in Europa.

Rispetto a certi materiali, correntemente usati per la costruzione di queste linee a ultrasuoni di ritardo, quali il vetro e la silice fusa, l'acciaio presenta il vantaggio di una fragilità molto minore, una lavorazione più semplice e soprattutto un più basso costo.

Questi sono i motivi che hanno indotto la CSF (Compagnie générale de télégraphie Sans Fil) a studiare linee a ultrasuoni a base di acciaio.

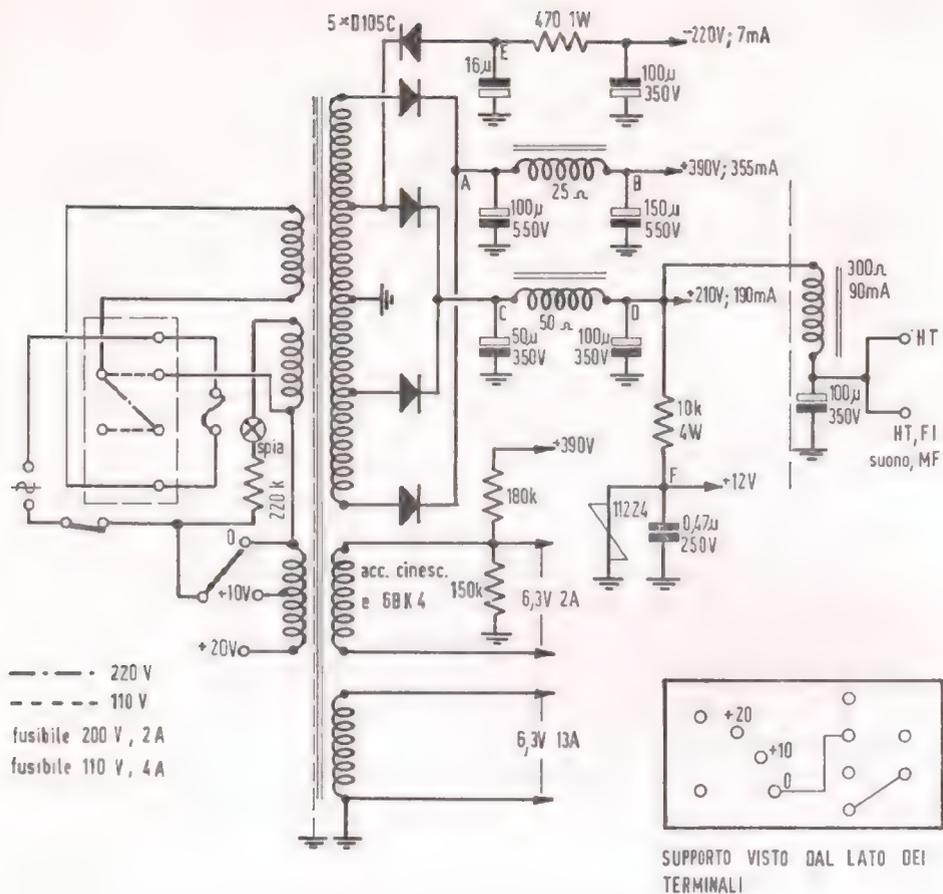


FIG. 375. Schema elettrico dell'alimentatore.

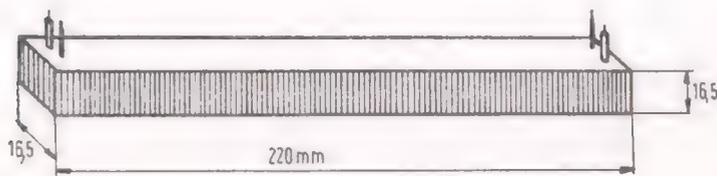


FIG. 376. Linea di ritardo CSF ad ultrasuoni.

Descrizione

La linea di ritardo CSF è costituita da una barra a ultrasuoni in acciaio di sezione quadrata. Alle due estremità di questa barra sono fissati due trasduttori piezoelettrici in ceramica: uno trasmettitore e uno ricevitore. Un segnale modulato in frequenza centrato su 4,43 MHz viene trasformato in onde ultrasonore dal trasduttore di entrata, ritardato di 63,8 μ sec nella linea di acciaio e infine riconvertito dal trasduttore di uscita in un segnale elettrico utilizzabile, attenuato di circa una ventina di dB. L'insieme è rivestito con un poliestere polimerizzato, di colore verde, che dà alla linea l'aspetto di un parallelepipedo di lunghezza 220 mm e di sezione $16,5 \times 16,5$ mm. I due morsetti di entrata e i due morsetti di uscita sono posti sopra una stessa faccia alle due estremità della linea e in piani normali all'asse longitudinale del parallelepipedo. Le connessioni di massa sono collegate elettricamente alla guida di acciaio; si riconoscono perchè sono lasciate nude, mentre gli altri morsetti di entrata e di uscita sono inguainati con materiale isolante (v. fig. 376).

Un nuovo circuito di cromaticanza - luminanza per televisori SECAM

La C.F.T., creatrice del SECAM, ha recentemente realizzato un circuito semplificato e quindi di costruzione meno costosa, che riassume le funzioni di luminanza e cromaticanza nei televisori a colori SECAM. Questo nuovo circuito denominato PVL2 (fig. 377 in fondo al volume) può pertanto sostituire il corrispondente circuito PVL1 già descritto nel televisore RS15.

Dallo schema elettrico del PVL2 si può rilevare che l'amplificazione video-luminanza comporta un solo stadio (tubo EL183 a forte pendenza), ad accoppiamento diretto coi catodi del cinescopio, ciò che garantisce la trasmissione della componente continua.

Il filtro F inserito nel circuito anodico dello stadio amplificatore video ha lo scopo di attenuare di circa 15 dB la sottoportante di colore nel segnale video-luminanza; serve inoltre al prelievamento di tale sottoportante che viene trasmessa al circuito di demodulazione cromatica, mediante il trasformatore T_{r_1} , ad un forte livello (15 V-picco, su 1000 Ω d'impedenza). Il filtro F serve inoltre all'introduzione della deaccentuazione (cloche) nella modulazione di frequenza della sotto-

portante. I segnali di soppressione sono applicati sia all'uscita dal tubo V_1 (ritorni quadro) sia ai catodi del cinescopio (ritorni riga).

La sottoportante di colore, in uscita dal trasformatore Tr_1 , passa dapprima attraverso un limitatore d'ampiezza composto da due diodi al germanio, in modo da rendere costante l'ampiezza del segnale applicato alla griglia del tubo V_2 .

Ciò, come è noto, annulla praticamente le distorsioni di guadagno differenziale, caratteristica fondamentale del sistema SECAM.

Nel circuito anodico di V_2 , è inserito un filtro passabanda (Tr_2) centrato su 4,43 MHz, che provvede all'adattamento d'impedenza con la linea di ritardo di 64 μ sec. Tale linea di ritardo introduce una perdita di circa 20 dB, compensata all'uscita dal trasformatore elevatore Tr_3 : si noti inoltre che i due trasformatori Tr_2 e Tr_3 hanno anche la funzione di correttori della banda passante.

Il potenziometro da 500 Ω , connesso in parallelo al secondario di Tr_2 , permette di regolare l'ampiezza dei segnali trasmessi direttamente all'inversore elettronico. Il bilanciamento dei due segnali, diretto e ritardato, può essere ottenuto con una tolleranza di 2 dB.

I secondari dei due trasformatori Tr_2 e Tr_3 fanno capo ad un circuito ispirato al classico *transitron*, utilizzando però un tubo esodo, anzichè l'abituale pentodo. È opportuno ricordare che in tale circuito viene introdotta una reazione fra la griglia schermo ed il soppressore, mediante un accoppiamento capacitivo esterno: la funzione del soppressore è in tal caso molto importante poichè viene così a controllare la corrente di schermo e di conseguenza la corrente anodica.

Si viene con tale circuito a realizzare un commutatore, economico e semplice, comandato dagli impulsi di ritorno di riga, che controlla l'inversore elettronico a quattro diodi.

I circuiti di crominanza che seguono sono identici a quelli già descritti per il televisore RS15 (PVL1), salvo l'amplificatore dei segnali del verde costituito dal tubo ECH200 (V_3).

Oltre alla funzione amplificatrice della sottoportante, il pentodo V_2 è utilizzato per la sincronizzazione e la soppressione colore (*killer*), in cooperazione con la sezione triodica dello stesso V_2 .

Triodo e pentodo di V_2 costituiscono un commutatore bistabile comandato dagli impulsi di quadro che eccitano la griglia del triodo. In assenza del segnale di crominanza, o comunque quando la sua polarità non è corretta, il pentodo è interdetto; quando il segnale di sincronizzazione colore è presente con la corretta polarità, il pentodo viene sbloccato.

Questo commutatore verifica ad ogni termine di quadro la presenza e la polarità dei segnali di sincronizzazione colore.

Quando tali segnali sono di polarità non corretta, il pentodo viene bloccato per tutta la durata di un quadro, alla fine del quale il commutatore riprende il suo stato di conduzione creando un impulso che pone l'inversore elettronico nella corretta posizione.

Recenti perfezionamenti apportati al sistema di TV a colori SECAM

Il sistema SECAM ha subito varie modifiche, che, senza mutare le caratteristiche di base, hanno permesso di apportare notevoli miglioramenti riguardanti la protezione contro il rumore e la visibilità della subportante nel caso della ricezione compatibile in bianco e nero. Riassumiamo e completiamo qui le notizie già introdotte nei paragrafi precedenti e relative alle modifiche in oggetto.

Vecchi parametri di trasmissione

Per comodità del lettore si riassumono qui brevemente i valori dei parametri, che sono stati usati in precedenza, negli esperimenti effettuati in Francia e nei diversi paesi europei.

Il segnale di luminanza, costituito in modo identico a quello del sistema NTSC, ha per equazione:

$$E'_y = 0,59 E'_v + 0,30 E'_r + 0,11 E'_b$$

e viene trasmesso con una larghezza di banda di 5 MHz, per il sistema a 625 righe con scarto di frequenza di 5,5 MHz fra le portanti video e audio.

I segnali cromatici trasmessi sequenzialmente in modulazione di frequenza della sottoportante erano:

$$E'_r - E'_y = 0,70 E'_r - 0,59 E'_v - 0,11 E'_b$$

$$E'_b - E'_y = 0,89 E'_b - 0,59 E'_v - 0,30 E'_r$$

la frequenza della sottoportante per il bianco di riferimento era 4,43 MHz e l'ampiezza nominale di trasmissione, costante a motivo della

modulazione di frequenza, era $A = 0,16$ rispetto alla distanza bianco-nero del segnale di luminanza, assunta come unità.

In queste condizioni le varie equazioni del segnale composto sono:

$$E_t = E'_v + \rho \cos \varphi(t)$$

con

$$\frac{d\varphi}{dt} = 2\pi (f_0 + E_c \Delta f)$$

dove $E_c = 1,12 (E_b' - E_v')$ ovvero $1,41 (E_r' - E_v')$ alternativamente a mezza frequenza di riga.

Conviene precisare inoltre che il valore massimo dell'escursione di frequenza previsto per la trasmissione di colori di saturazione massima 75% dell'ampiezza, era ± 750 kHz.

Da diverse prove comparative è risultato che in presenza di disturbi questo segnale consentiva una ricezione di buona qualità e che inoltre si beneficiava di una protezione molto superiore rispetto ad altre perturbazioni di trasmissione come le interferenze « co-canale », le distorsioni non lineari (guadagno e fasi differenziali), le variazioni dell'equivalente di trasmissione. La modulazione di frequenza della sottoportante di colore e la trasmissione di due segnali simultanei invece di tre, assicurano al segnale SECAM una solidità superiore, grazie a una densità d'informazione minore di quella del segnale del sistema NTSC.

Sotto questa forma tuttavia, il segnale SECAM presentava un inconveniente, che si traduceva, durante la ricezione compatibile in bianco e nero, in una maggior visibilità della sottoportante di colore.

Mentre nel sistema NTSC l'ampiezza della sottoportante, grosso modo, è proporzionale alla saturazione dei colori e si annulla, in particolare per i bianchi e i grigi dell'immagine, il segnale SECAM conserva un'ampiezza costante, che, per il valore scelto del 16% dell'ampiezza di luminanza, introduce una punteggiatura permanente più disturbante. Bisognava, in media, ridurre l'ampiezza di 5 dB circa per ottenere sulle immagini comuni l'equivalenza col sistema NTSC.

Si noti, tuttavia, che l'ampiezza non è il solo valore che interviene nella visibilità di questa punteggiatura dovuta alla sottoportante, ma anche le relazioni di frequenza e di fase con le ricorrenze di deviazioni di riga e di trama dell'analisi. Di questo fatto si approfitta nel sistema NTSC con la scelta della frequenza multiplo dispari intero della semi-frequenza di riga, e nel SECAM con un'inversione periodica della fase della sottoportante, inversione che stabilisce una compensazione delle

strutture a punti. L'entità di questa compensazione diminuisce però rapidamente quando si aumenta l'escursione di frequenza, come si avrà occasione di precisare in seguito.

Il principale ostacolo alla riduzione di ampiezza necessaria per assicurare una migliore compatibilità risiede nella degradazione proporzionale del rapporto segnale/disturbo.

Da questo punto di vista, il compromesso del sistema NTSC sembra soddisfacente, poichè permette ai trasmettitori di segnali colorati di coprire un'area all'incirca equivalente a quella dei trasmettitori in bianco e nero, dato il livello nominale elevato di trasmissione della subportante di colore. Nel SECAM, la modulazione di frequenza fornisce un guadagno sensibile di protezione, che ammette una riduzione di questo livello nominale, ma, come si è visto, insufficiente se si tiene conto del criterio di compatibilità.

Un altro difetto si manifesta anche quando la subportante viene trasmessa a basso livello. È l'intermodulazione, detta « cross color » nella letteratura, e dovuta alle componenti di luminanza sovrapposte al segnale cromatico nell'intervallo di frequenze fra 3 e 5 MHz. Il segnale di luminanza si comporta, rispetto alla subportante, come un'interferenza il cui livello relativo deve essere mantenuto ad un valore abbastanza basso per non risultare disturbante. Tenuto conto di queste varie limitazioni, si sono studiate modifiche del segnale SECAM, che permettono, conservando completamente i vantaggi segnalati sopra, di abbassare la visibilità della sottoportante per soddisfare completamente al criterio di compatibilità senza, per altro, introdurre una sensibile complicazione nel ricevitore.

Preaccentuazione

La preaccentuazione delle alte frequenze, usata correntemente nella pratica della radiodiffusione a modulazione di frequenza, presenta il vantaggio di una notevole riduzione delle componenti di rumore di frequenze alte. Essa viene utilizzata sistematicamente nelle trasmissioni di TV attraverso ponti radio, dove apporta solo un miglioramento modesto al rapporto segnale/disturbo (da 2 a 3 dB), ma riduce considerevolmente le distorsioni di non linearità.

Nel caso del segnale cromatico SECAM, lo scopo perseguito era diverso e si tendeva semplicemente a mantenere lo stesso rapporto segnale/disturbo, quando si diminuiva l'indice di modulazione delle

basse frequenze. Si è potuto ottenere ciò sfruttando una conveniente curva di preaccentuazione.

La riduzione dell'indice di modulazione dei bassi, imposta dalla scarsa larghezza del canale di trasmissione (± 1 MHz nello standard a 625 righe C.C.I.R.), diminuisce corrispondentemente il guadagno di protezione dovuto alla preaccentuazione. Il risultato globale è tuttavia favorevole, perchè la diminuzione dell'escursione per le basse frequenze, cioè delle larghe zone dell'immagine, migliora la struttura a punti dell'immagine compatibile. Essendo più ridotti gli scarti di frequenza fra le diverse aree e fra le righe successive dell'immagine, modulate da due segnali indipendenti, la compensazione sopra segnalata guadagna in efficienza.

Alla ricezione, la disaccentuazione del segnale si effettua con un classico circuito a resistenza e capacità, i cui elementi sono poco critici; gli eventuali errori influenzano solo i transistori.

Messa in forma del segnale per la trasmissione

Una seconda via di perfezionamento si appoggia sulla possibilità di introdurre una variazione giudiziosa di ampiezza della subportante, prima della trasmissione, che permetta di alimentare l'organo ricevitore nelle condizioni ottime del rapporto segnale/disturbo.

Poichè la frequenza istantanea dell'onda portante è solo caratteristica dell'informazione trasmessa, simili variazioni di ampiezza non introducono alcuna distorsione del segnale, con la riserva che la linearità e la larghezza di banda del canale siano sufficienti. Fra i vari mezzi per realizzare tali variazioni di ampiezza, converrà distinguere quelli che conservano i rapporti delle diverse componenti del segnale modulato in frequenza (modulazione di ampiezza per esempio), e potranno perciò essere ignorati dal ricevitore, da quelli che modificano questi rapporti e per i quali si deve prevedere una compensazione nel ricevitore. I due metodi sono stati sfruttati insieme per ottenere il miglior risultato.

Un secondo dispositivo di modulazione di ampiezza è pure previsto in trasmissione per assicurare una maggior protezione in particolare contro l'intermodulazione dei componenti di luminanza già discussa. L'entità di questo difetto, evidentemente è largamente funzione del contenuto dell'immagine trasmessa e non si manifesta che in caso di transizioni rapide o nella trasmissione di dettagli fini e contrastati (mire di risoluzione per esempio).

Sembra desiderabile, per il fatto che il carattere di questa intermodulazione è istantaneo e fuggevole, e per la previsione possibile del suo verificarsi, concepire all'emissione un dispositivo di connessione comandato dal segnale perturbatore. Qui si tratta di un vero modulatore d'ampiezza, la cui azione viene totalmente eliminata dai limitatori del ricevitore. Esso aumenta semplicemente il livello della subportante proporzionalmente a quello delle componenti del segnale di luminanza, che vi possono essere nell'intervallo da 3 a 5 MHz, durante la mescolazione. Si può così mantenere il tasso d'intermodulazione ad un valore abbastanza basso, conservando mediamente un livello di trasmissione ridotto.

Risultati

La verifica sperimentale delle prestazioni ottenute con l'insieme dei dispositivi descritti ha portato a misure comparative, fra il sistema NTSC e il SECAM, di soglia di visibilità e di tollerabilità del rumore, nonché della compatibilità.

Col livello della sottoportante ridotto al 10% dell'ampiezza del segnale di luminanza, la soglia di visibilità e la tollerabilità sono pressoché uguali nei due sistemi. Per contro, in molti casi che dipendono in gran parte dal contenuto dell'immagine, il disturbo generato dalla subportante del SECAM appare inferiore a quello del sistema NTSC, senza dubbio per il fatto della maggior riduzione dell'ampiezza nelle zone saturate.

Il SECAM definitivo — Introduzione

La Compagnie Française de Télévision (C.F.T.), creatrice del sistema SECAM di televisione a colori, ne ha recentemente lanciato una nuova versione perfezionata e migliorata nelle sue prestazioni.

È infatti da porre in rilievo che mentre il sistema americano NTSC ha dietro di sé una dozzina di anni di esperienza e di continui affinamenti, il SECAM, che è di creazione molto recente, si sta ora assestando e perfezionando, sulla base dei risultati raccolti in un paio d'anni di trasmissioni sperimentali sistematiche.

Ed è precisamente l'insieme di tali risultati, unitamente ad innumerevoli osservazioni in sede teorico-pratica, che ha permesso di por-

tare a termine un accurato e profondo lavoro di sintesi e revisione delle caratteristiche tecniche del sistema SECAM originale, per dargli l'attuale struttura definitiva, notevolmente migliorata.

I parametri di trasmissione delle informazioni di cromaticità sono stati riconsiderati tenendo conto di taluni fattori psico-fisiologici, ed ottenendo così un aumento di protezione del canale colore contro i disturbi, contemporaneamente ad una diminuzione della visibilità della sottoportante nelle immagini compatibili in bianco-nero.

In altre parole, sono stati praticamente annullati i due principali difetti che si potevano ascrivere al SECAM originale.

La sensibilità ai disturbi degli attuali sistemi di televisione a colori è caratterizzata da una ripartizione non uniforme dell'effetto di percezione visiva del disturbo stesso, secondo i diversi colori riprodotti; le aree rosse, ad esempio, sono molto più sensibili, subito seguite dalle aree blu e violette.

Si presenta pertanto una possibilità di miglioramento, cercando di realizzare una ripartizione più omogenea degli effetti dei disturbi.

L'impostazione di tale problema, pur essendo di palese evidenza, non consente però facili e soprattutto semplici soluzioni nei due sistemi di TV a colori NTSC e PAL con trasmissione simultanea delle due componenti di cromaticità.

Alcune soluzioni possibili non si sono infatti dimostrate convenienti a causa della complessità dei conseguenti circuiti di matricizzazione necessari nel ricevitore. Ben diversamente si presentano invece le possibilità di soluzione in tal senso col sistema SECAM, a causa delle sue particolari caratteristiche di trasmissione sequenziale a MF.

La ricerca delle migliori condizioni tecniche per realizzare la più vantaggiosa ripartizione dei disturbi nelle aree cromatiche è stata effettuata tenendo conto di vari fattori fisici opportunamente dosati e particolarmente della ben nota legge psico-fisica di Fechner. Secondo tale legge, una determinata eccitazione o « stimolo » provoca una « sensazione » inversamente proporzionale al valore assoluto dell'eccitazione stessa.

Nel nostro caso, l'eccitazione da considerarsi è la luminanza. Ed infatti, il disturbo nella cromaticità è principalmente avvertito per il fatto che le condizioni di « luminanza costante », presupposto fondamentale degli attuali sistemi di trasmissione di TV a colori, non sono rigorosamente osservate alla ricezione.

Ciò è facile constatare nella ricezione di immagini di prova a barre cromatiche verticali ove le zone d'entrata a sinistra con maggiore lu-

minanza sono meno affette dai disturbi, molto più visibili nelle zone d'uscita a destra, a luminanza minore. Tutto ciò porta ad accentuare la protezione della luminanza per i colori aventi dei bassi valori di luminanza relativa.

Ed un efficace mezzo di protezione di tal genere è possibile col sistema SECAM agendo sulla posizione sintonica del circuito « formatore » (*mise en forme o cloche*), unitamente ad un'opportuna scelta del senso di modulazione.

È noto infatti che la cromaticanza di due colori complementari è della medesima ampiezza ma di senso opposto. Tale circostanza permette pertanto di agire sulla polarità dei segnali cromatici per dosare l'effetto di protezione derivante dall'azione del circuito formatore.

I segnali cromatici trasmessi secondo le norme SECAM hanno i valori:

$$M_B = -1,5 (E'_B - E'_Y)$$

$$M_R = -1,9 (E'_R - E'_Y)$$

Pertanto il senso di modulazione del segnale $E'_R - E'_Y$ è tale che per le aree rosse la deviazione è negativa, mentre per le aree blu

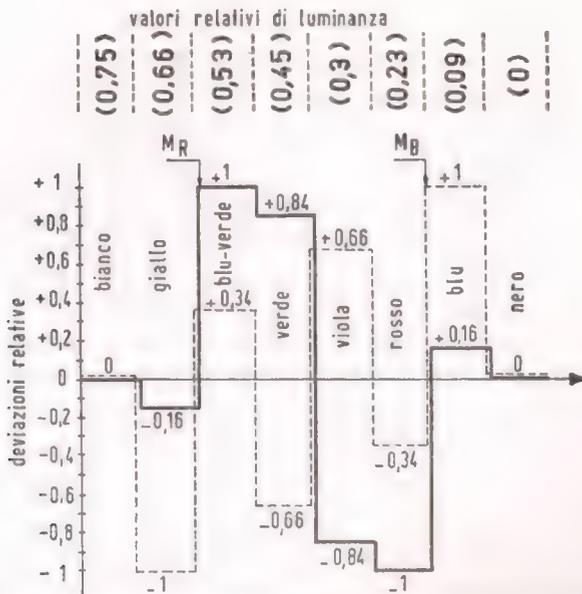


FIG. 378. Distribuzione dei segnali cromatici entro la banda di modulazione di frequenza della sottoportante, in corrispondenza delle intensità relative di luminanza.

il senso di modulazione è positivo; ciò rispetto alla posizione sintonica del circuito « cloche ». Per dosare la più conveniente ampiezza di questi due segnali a basso valore di luminanza, si fa in modo di spostare la frequenza di riposo del circuito formatore di preaccentuazione (cloche) in una posizione tale da ottenere sperimentalmente il miglior risultato: ridurre il disturbo visibile per trasferirlo in altre aree ad elevato valore di luminanza.

Il diagramma di fig. 378 mostra i valori delle deviazioni relative ai vari colori trasmessi.

Appare inoltre dallo stesso diagramma come i valori relativi della luminanza decrescano dal bianco verso il nero, secondo le varie zone cromatiche.

È noto che le caratteristiche funzionali del sistema SECAM, già descritte in precedenza, comprendono l'azione di un particolare circuito « formatore » (*mise en forme*) alla trasmissione, integrato da un corrispondente circuito complementare (*cloche*) alla ricezione.

Tale azione si traduce in un effetto importante di protezione contro i disturbi, effetto però variabile con la frequenza di modulazione della sottoportante, e più efficace in corrispondenza della frequenza centrale della sottoportante stessa (4,43 MHz), presso la quale si trovano sintonizzati i circuiti di *mise en forme* e di *cloche*.

Considerando ora che le tre zone cromatiche (rosso, blu, violetto) che necessitano di maggiore protezione contro i disturbi sono, come abbiamo visto (fig. 378), raggruppate verso le frequenze di modulazione inferiori, ne deriva come logica conseguenza che occorre spostare la sintonia dei predetti circuiti verso tali frequenze.

Pertanto nel SECAM III l'accordo dei circuiti di *mise en forme* e di *cloche* è stato spostato di 109,5 kHz, dalla posizione originale di 4,43 MHz, verso le frequenze più basse, in modo da collocarlo all'incirca al centro della zona cromatica da proteggere (fig. 379).

Così facendo si è ottenuto il risultato di accrescere la protezione verso i disturbi, nelle aree cromatiche rosso, blu, violetto, ovviamente a scapito delle aree verde e giallo ove però, in aderenza alla legge di Fechner, l'effetto dei disturbi sulla « sensazione » è ridotto proporzionalmente al valore assoluto della luminanza, che è massima per questi ultimi colori.

I risultati sperimentali hanno confermato queste previsioni teoriche con il raggiungimento di una sensibile riduzione complessiva dei disturbi visibili nell'immagine, derivante da una ripartizione più uniforme del disturbo nelle diverse aree cromatiche.

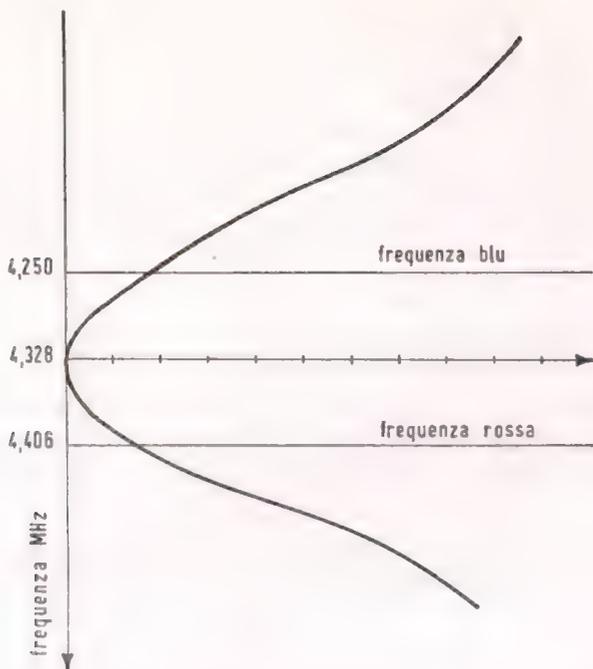


FIG. 379. Spostamento della posizione sintonica del circuito di correzione (cloche) nel nuovo sistema SECAM.

Questa nuova posizione dei circuiti di protezione con le relative conseguenze nelle ampiezze di modulazione dei segnali cromatici ha inoltre permesso un sensibile aumento dell'ampiezza della sottoportante e delle sue deviazioni di frequenza in modulazione con ulteriore evidente beneficio nella protezione contro i disturbi ed allargamento dell'area di servizio delle emissioni.

È da notare che tale accresciuto livello della sottoportante non ha conseguenze dannose sulla compatibilità, e ciò in virtù, anche in questo caso, della legge di Fechner.

Il decentramento dei circuiti di protezione e l'aumento complessivo del livello della sottoportante (da 140 mV a 160 mV) contribuiscono entrambi ad incrementare il livello di sottoportante nelle aree cromatiche poco saturate, con sensibile miglioramento della qualità dell'immagine.

Poichè, come è noto, nel sistema SECAM la sottoportante di colore viene modulata di frequenza, tutti gli interventi correttivi normali nella MF sono stati adottati. In modo particolare la preaccentuazione video, il cui effetto ben noto sul segnale modulante è un distanziamento

dei limiti d'escursione con accentuazione delle componenti di frequenza superiore, che a sua volta provoca delle creste d'ampiezza in corrispondenza di brusche variazioni di livello.

E poichè tali creste non possono superare un determinato valore, che provocherebbe una sovr modulazione dannosa, si ricorre solitamente ad un dispositivo limitatore controllato dal tasso di modulazione limite ammesso: e ciò anche in considerazione della banda di frequenza trasmessa.

Ne deriva però che l'intervento del limitatore, anche se poco frequente nel corso di trasmissioni normali, provoca delle distorsioni che si traducono in un effetto di « trascinamento » simile ad un taglio di banda, particolarmente avvertibile nei transitori di notevole ampiezza.

Per ovviare a tali inconvenienti, anche se lievi e poco appariscenti, nel SECAM III sono stati adottati nuovi parametri di modulazione e precisamente:

- 1) il tasso limite di modulazione è stato ridotto da 5,6 a 3;
- 2) la frequenza di riferimento « zero » per la curva di preaccentuazione è stata portata da 70 kHz a 85 kHz (fig. 380);
- 3) i limiti di escursione sono stati portati da (— 550 kHz; + 500 kHz) a (— 450 kHz; + 350 kHz), con una deviazione nominale di 280 kHz in luogo della precedente di 230 kHz.

Il circuito di preaccentuazione è centrato su 4,29 MHz.

Le verifiche sperimentali di queste modificazioni hanno confermato in pieno tutte le previsioni, migliorando in modo sensibile le prestazioni generali della trasmissione col sistema SECAM, pur senza introdurre complicazioni nel ricevitore che conserva la sua originale semplicità.

Caratteristiche conseguenti alle modifiche apportate

Questo ritocco alle norme comporta le seguenti conseguenze sui fattori caratteristici del SECAM:

Disturbo. — Convieni distinguere tre tipi di disturbo:

a) disturbo forte. — È caratterizzato dalla soglia di comparsa dei « pesci ». È evidente che questa soglia viene allontanata di 1,2 dB in seguito all'aumento del livello della subportante;

b) disturbo normale di trasmissione. — Si manifesta a livelli relativi inferiori alla soglia indicata precedentemente. L'aumento del livello della subportante e della deviazione nominale di frequenza

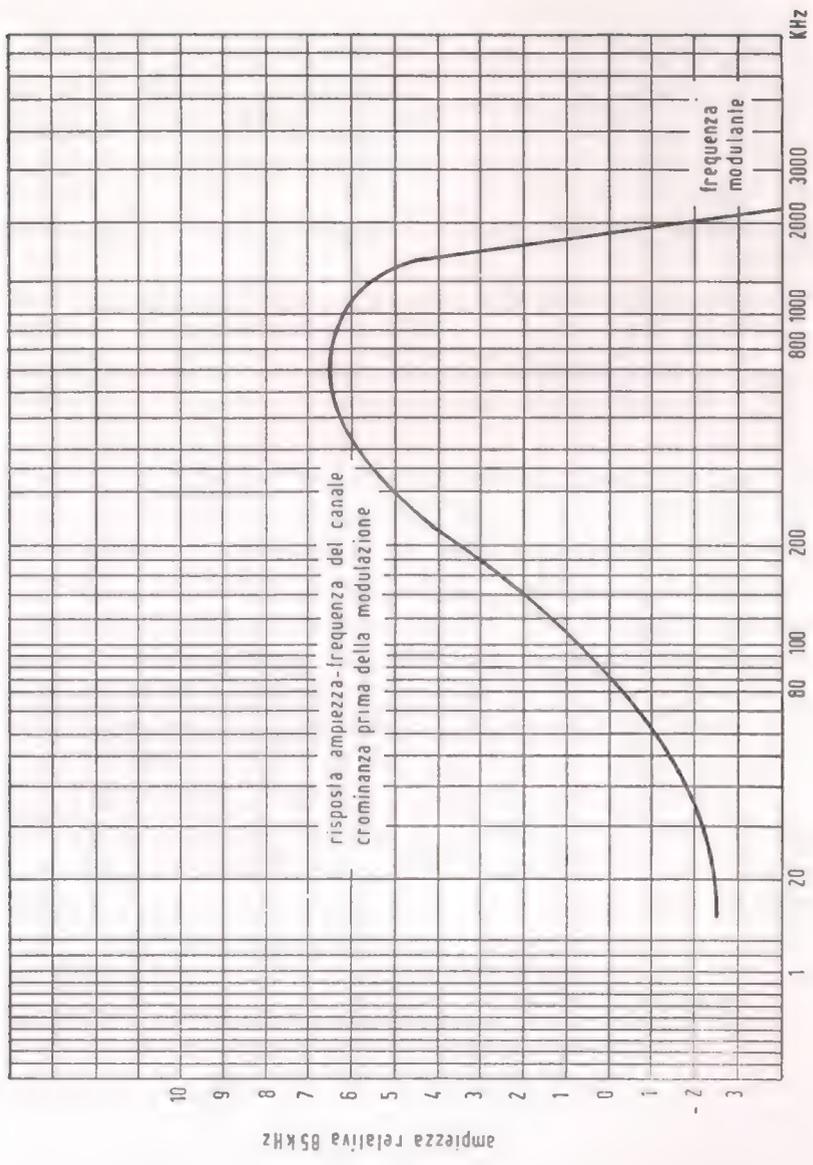


Fig. 380. Curva di risposta ampiezza-frequenza (preaccettuazione) del canale di crominanza, prima della modulazione.

comporta un guadagno di protezione di 3 dB. A questo effetto direttamente calcolabile, si aggiunge il guadagno della decentrata e si compensa la perdita dovuta alla riduzione della preaccentuazione. Il primo è dell'ordine di 1 dB e il secondo dell'ordine di 2 dB. Numerose verifiche sperimentali hanno dimostrato effettivamente che in totale si ottiene un guadagno di 2 dB rispetto al SECAM III;

c) disturbo di sorgente. — Il disturbo di sorgente si manifesta, in particolare, con le interferenze prodotte nel canale cromatico dal disturbo di analisi, che influenza il segnale di luminanza. Si beneficia in questo caso degli stessi vantaggi menzionati per il disturbo normale di trasmissione.

Compatibilità. — Quando si studia la compatibilità del SECAM si devono considerare tre punti:

- le zone grigie o debolmente saturate;
- le zone fortemente saturate;
- le transizioni.

Le osservazioni formulate per il SECAM III si riferiscono specialmente a questo terzo punto. È sulle transizioni corrispondenti in particolare ai contorni delle zone rosse che la struttura parassita prodotta dalla subportante è più visibile. È proprio in questi contorni che la subportante raggiunge il suo valore massimo a motivo dell'azione combinata della preaccentuazione video e della messa in forma.

Con le nuove norme il livello sulle zone rossa e blu non è superiore a quello del SECAM prima delle modifiche, mentre invece quello che viene raggiunto durante le transizioni in questione viene ridotto.

Molte prove comparative fra le due varianti del SECAM sono state effettuate con osservatori non informati e il miglioramento di compatibilità è stato avvertito ogni volta che l'immagine comportava zone abbastanza saturate.

Transitori. — L'osservazione dell'immagine della mira di barre al 75% mette in evidenza un miglioramento delle transizioni. L'esame oscillografico della risposta ai transienti dimostra una riduzione del trascinarsi, il che spiega questo miglioramento.

Effetto dei tagli di banda. — L'effetto dei tagli di banda si manifesta col SECAM III, quando, oltre a questa distorsione, la trasmissione introduce un forte livello di disturbo. Si constata allora una maggior sensibilità ai disturbi e in particolare per certe zone corrispondenti a frequenze alte della subportante, la soglia di apparizione dei « pesci » diminuisce.

Questo effetto viene efficacemente attenuato con le norme modificate, poichè, da una parte, la soglia generale di comparsa dei « pesci » è differita e, d'altra parte, l'escursione verso le frequenze alte è fortemente ridotta.

Registrazione magnetica. — Le prove dimostrano una riduzione del disturbo sulle zone rosse e blu fortemente saturate. Tale riduzione è, senza alcun dubbio, dovuta al miglioramento generale della protezione dei segnali cromatici.

Specificazioni del segnale di TV a colori SECAM III radiodiffuso secondo la norma L

Dopo quanto è stato detto nei paragrafi precedenti sul sistema SECAM III siamo in grado di ben comprendere le norme ufficiali relative a questo sistema, secondo le quali la O.R.T.F. effettuerà le trasmissioni di TV a colori in Francia. L'adozione dello standard *L* (modulazione video positiva; suono modulato in frequenza; spaziatura fra le portanti video e audio 6,5 MHz; portante video irradiata a frequenza superiore rispetto alla portante audio) non modifica la sezione di crominanza del ricevitore, quindi ciò che si dirà qui sotto relativamente a questa sezione è valido anche per la TV a colori secondo lo standard *G*, che interessa l'Europa (esclusa la Francia) e in particolare l'Italia. Si ricorda che la descrizione del ricevitore RS15 riportata precedentemente riguarda la variante secondo la norma *G* adatta per l'Italia.

Ecco dunque le specificazioni del sistema SECAM III.

a) Il sistema SECAM di codificazione della crominanza è compatibile coi sistemi in bianco-nero a 625 righe e in particolare con le norme *L* di radiodiffusione (specificazione O.R.T.F. SN041E, settembre 1963).

b) Le coordinate dei colori primari del ricevitore nel sistema della C.I.E. sono:

Rosso (<i>R</i>)	$x = 0,67;$	$y = 0,33$
Blu (<i>B</i>)	$x = 0,14;$	$y = 0,08$
Verde (<i>V</i>)	$x = 0,21;$	$y = 0,71$

I segnali generati dall'analizzatore sono E_R, E_B, E_V , che assumono il valore massimo unità per il bianco di riferimento.

Questi segnali subiscono una correzione del gamma per dare i segnali primari.

$$E'_R = E_R^{1/\gamma}; \quad E'_B = E_B^{1/\gamma}; \quad E'_V = E_V^{1/\gamma}$$

γ è dell'ordine di 2,2.

c) Il bianco dell'immagine di TV per segnali primari uguali, detto « bianco di riferimento », è il bianco C della C.I.E., le cui coordinate sono:

$$x = 0,310; \quad y = 0,316$$

Segnali elementari

a) Partendo dai segnali primari E'_R, E'_B, E'_V corretti in gamma, si ottiene il segnale di luminanza con la combinazione:

$$E'_Y = 0,59 E'_V + 0,30 E'_R + 0,11 E'_B$$

I segnali di crominanza usati sono i segnali differenza di colore:

$$D'_R = -1,9 (E'_R - E'_Y)^{(1)}; \quad D'_B = -1,5 (E'_B - E'_Y)^{(1)}$$

b) Larghezza di banda del segnale di luminanza; la risposta alla transizione del canale di luminanza per un salto dal nero al bianco è conforme alla fig. 381.

c) Larghezza di banda dei segnali di crominanza; è limitata a 1,5 MHz da un filtro, che dà l'attenuazione di 6 dB a questa frequenza.

Codificazione della crominanza

I segnali di crominanza sono trasmessi sequenzialmente riga per riga con una sottoportante modulata in frequenza.

a) Frequenza della sottoportante di crominanza: durante il periodo attivo delle righe la « frequenza di riposo » F_0 della sottoportante, cioè la frequenza corrispondente a un segnale modulante nullo, emesso sulle zone grige dell'immagine, è:

$$F_0 = F_R \pm 2 \text{ kHz}$$

dove F_R è la frequenza di un oscillatore di riferimento, il cui valore è:

$$F_R = 284^{(2)} F_h, \quad \text{ossia} \quad 4,4375 \text{ MHz}$$

F_h è la frequenza di riga.

Nell'intervallo di soppressione orizzontale, la sottoportante forzata in fase o in opposizione di fase rispetto all'oscillatore di riferimento.

⁽¹⁾ Questi valori sono stati modificati ulteriormente.

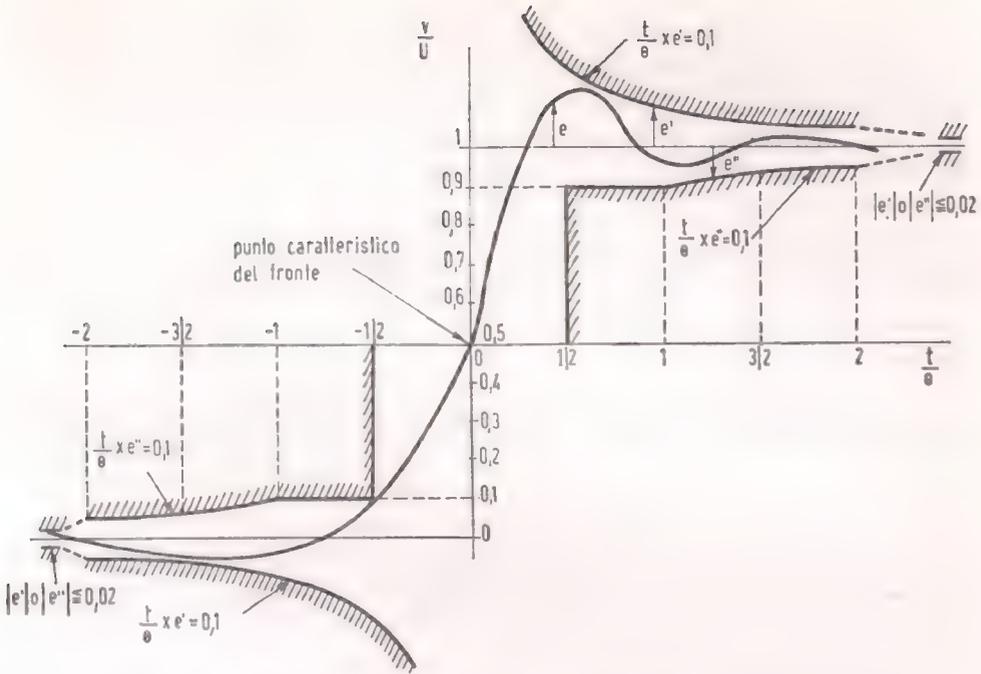


FIG. 381. Profilo di risposta transitoria di luminanza, $\Theta = 130$ nsec.

b) Preaccentuazione video: il segnale, che modula in frequenza la subportante di cromaticità è costituito dalla componente di cromaticità trasmessa (D'_R o D''_R) preaccentuata da una rete a minima fase, il cui guadagno, espresso in dB, in funzione della frequenza, è:

$$G = 10 \log \frac{1 + (f/f_1)^2}{1 + (f/3f_1)^2}$$

con $f_1 = 85$ kHz. La tolleranza globale sulla caratteristica ampiezza-frequenza dei segnali applicati al modulatore di frequenza è indicata dai profili della fig. 379.

(*) La frequenza di riferimento F_R è un multiplo pari della metà della frequenza di riga, invece di un multiplo dispari nel caso del sistema NTSC. Occorre infatti asservire, ad ogni riga di analisi durante la soppressione, l'oscillatore modulato all'oscillatore di riferimento per definire con grande precisione la sua frequenza e la sua fase. Il dispositivo di asservimento risulta semplificato se l'oscillatore di riferimento genera una frequenza multipla della frequenza di riga.

$$E'_R = E_R^{1/\gamma}; \quad E'_B = E_B^{1/\gamma}; \quad E'_V = E_V^{1/\gamma}$$

γ è dell'ordine di 2,2.

c) Il bianco dell'immagine di TV per segnali primari uguali, detto « bianco di riferimento », è il bianco C della C.I.E., le cui coordinate sono:

$$x = 0,310; \quad y = 0,316$$

Segnali elementari

a) Partendo dai segnali primari E'_R, E'_B, E'_V corretti in gamma, si ottiene il segnale di luminanza con la combinazione:

$$E'_Y = 0,59 E'_V + 0,30 E'_R + 0,11 E'_B$$

I segnali di cromaticanza usati sono i segnali differenza di colore:

$$D'_R = -1,9 (E'_R - E'_Y)^{(1)}; \quad D'_B = -1,5 (E'_B - E'_Y)^{(1)}$$

b) Larghezza di banda del segnale di luminanza; la risposta alla transizione del canale di luminanza per un salto dal nero al bianco è conforme alla fig. 381.

c) Larghezza di banda dei segnali di cromaticanza; è limitata a 1,5 MHz da un filtro, che dà l'attenuazione di 6 dB a questa frequenza.

Codificazione della cromaticanza

I segnali di cromaticanza sono trasmessi sequenzialmente riga per riga con una sottoportante modulata in frequenza.

a) Frequenza della sottoportante di cromaticanza: durante il periodo attivo delle righe la « frequenza di riposo » F_0 della sottoportante, cioè la frequenza corrispondente a un segnale modulante nullo, emesso sulle zone grigie dell'immagine, è:

$$F_0 = F_R \pm 2 \text{ kHz}$$

dove F_R è la frequenza di un oscillatore di riferimento, il cui valore è:

$$F_R = 284^{(2)} F_h, \quad \text{ossia} \quad 4,4375 \text{ MHz}$$

F_h è la frequenza di riga.

Nell'intervallo di soppressione orizzontale, la sottoportante forzata in fase o in opposizione di fase rispetto all'oscillatore di riferimento.

(1) Questi valori sono stati modificati ulteriormente.

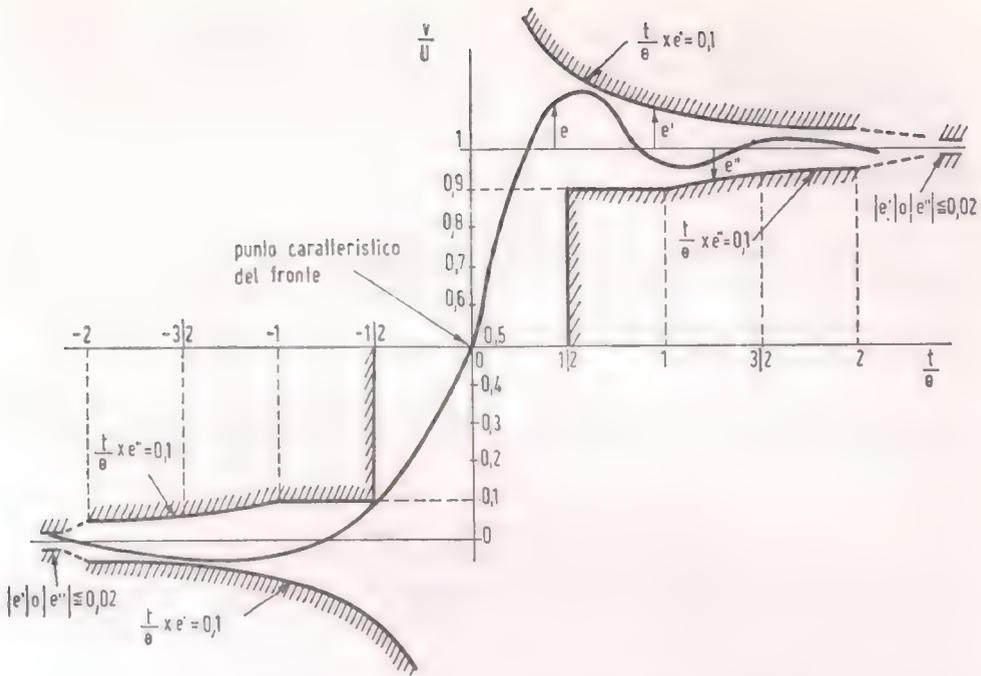


FIG. 381. Profilo di risposta transitoria di luminanza, $\Theta = 130$ nsec.

b) Preaccentuazione video: il segnale, che modula in frequenza la subportante di cromaticità è costituito dalla componente di cromaticità trasmessa (D'_R o D''_R) preaccentuata da una rete a minima fase, il cui guadagno, espresso in dB, in funzione della frequenza, è:

$$G = 10 \log \frac{1 + (f/f_1)^2}{1 + (f/3f_1)^2}$$

con $f_1 = 85$ kHz. La tolleranza globale sulla caratteristica ampiezza-frequenza dei segnali applicati al modulatore di frequenza è indicata dai profili della fig. 379.

(²) La frequenza di riferimento F_R è un multiplo pari della metà della frequenza di riga, invece di un multiplo dispari nel caso del sistema NTSC. Occorre infatti asservire, ad ogni riga di analisi durante la soppressione, l'oscillatore modulato all'oscillatore di riferimento per definire con grande precisione la sua frequenza e la sua fase. Il dispositivo di asservimento risulta semplificato se l'oscillatore di riferimento genera una frequenza multipla della frequenza di riga.

Questa preaccentuazione video permette, aumentando il tasso di modulazione delle alte frequenze, un miglioramento del rapporto segnale-disturbo.

c) Deviazione di frequenza: la deviazione nominale, ottenuta dal valore unità del segnale modulante, è:

$$\Delta f = 280 \text{ kHz}$$

Il valore massimo dell'escursione (raggiunta durante le punte di preaccentuazione) è limitato a $-500 \pm 50 \text{ kHz}$ e a $+350 \pm 35 \text{ kHz}$.

Le tolleranze sul valore esatto della deviazione sono indicate dai profili della fig. 382.

d) Sottoportante durante il tempo di soppressione: la sottoportante di crominanza è soppressa durante un intervallo che comincia

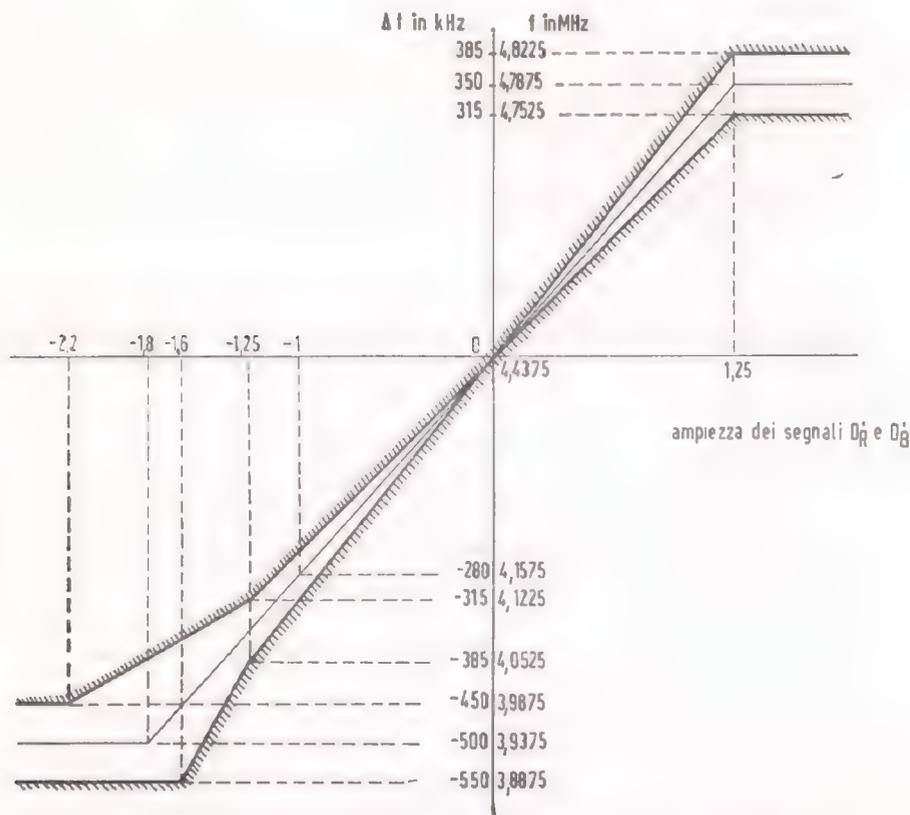


FIG. 382. Profilo della caratteristica di modulazione di frequenza dei segnali D'_R , D'_B . Questo profilo non è valido per i segnali di sincronizzazione del colore.

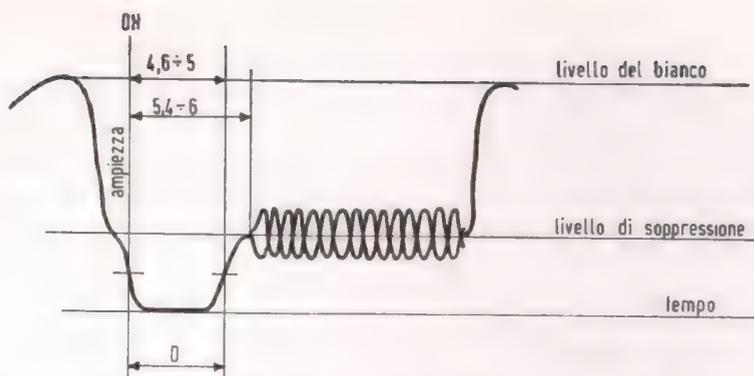


FIG. 383. Particolare della posizione del fronte di inserimento della sottoportante.

all'inizio del segnale di soppressione di riga e termina $5,7 + 0,3 \mu\text{sec}$ dopo il fronte anteriore del segnale di sincronizzazione conformemente al profilo di fig. 383.

e) Segnale di sincronizzazione dei colori: la sincronizzazione della commutazione del modulatore, che permette l'identificazione delle righe che trasmettono D'_R o D'_B , si effettua con un segnale di sincronizzazione dei colori trasmessi durante nove righe della soppressione di trama, precisamente sulle righe da 7 a 15 (trame pari) e da 320 a 528 (trame dispari).

Queste righe di identificazione sono costituite dalla sottoportante di crominanza modulata in frequenza, secondo la stessa legge usata per D'_R e D'_B , da un segnale a dente di sega, la cui forma esatta è precisata dalla fig. 384.

f) Inversione di fase della sottoportante: all'inizio di ogni riga, durante l'intervallo di controllo della sottoportante di colore, la sottoportante stessa non modulata è alternativamente in fase e in opposizione di fase con l'oscillatore di riferimento a frequenza F_R .

Si designerà con « polarità positiva » il fatto relativo al segnale di crominanza non modulato di essere in fase con l'oscillatore di riferimento, e con « polarità negativa » il fatto relativo a questo stesso segnale di essere in opposizione di fase con lo stesso oscillatore.

La polarità viene invertita da una parte a ogni trama e dall'altra parte una riga su tre. La polarità globale del segnale risulta da questa combinazione (v. fig. 385).

Queste inversioni di polarità del segnale di colore hanno per og-

getto di migliorare la compatibilità riducendo l'effetto dell'interferenza prodotta dal segnale di colore sul segnale di luminanza.

g) Messa in forma: prima della somma alla luminanza, il segnale di crominanza, costituito dalla sottoportante modulata, subisce una messa in forma (o preaccentuazione RF) consistente in un filtraggio per mezzo di una rete a minima fase la cui caratteristica di guadagno (espresso in dB) in funzione della frequenza è:

$$10 \log |G(F)|^2$$

dove:

$$|G(F)|^2 = \frac{1 + 256 x^2}{1 + 1,6 x^2}; \quad x = \frac{F}{F_0} - \frac{F_0}{F}; \quad F_0 = F_R - 80 \text{ kHz}$$

Questa caratteristica è rappresentata in fig. 379.

L'introduzione di questa messa in forma è destinata da una parte a ridurre la visibilità della sottoportante nell'immagine compatibile per i colori debolmente saturati, e dall'altra, a migliorare il rapporto segnale/disturbo.

b) Modulazione di ampiezza complementare eventuale: la sottoportante di crominanza può subire una modulazione di ampiezza legata al livello delle componenti di luminanza situate nello spettro occupato dalla crominanza, se queste componenti non siano state in precedenza intenzionalmente attenuate (v. paragrafo seguente).

Formazione del segnale video composto

Il segnale video composto è formato con l'aggiunta del segnale di luminanza, dalla sottoportante di crominanza e dai segnali di sincronismo; l'informazione di luminanza è ritardata di 120 nsec rispetto a quella di crominanza. L'allegato A descrive un metodo per la regolazione del ritardo.

La sottoportante di crominanza è sommata algebricamente al segnale di luminanza con un'ampiezza punta-punta, per la frequenza F_0 , uguale al 23% dell'intervallo nero-bianco, cioè, per un intervallo di luminanza di 700 mV, un'ampiezza di 160 mV punta-punta. Questa ampiezza viene modificata in funzione della modulazione di crominanza a motivo della messa in forma e dell'eventuale modulazione di ampiezza complementare vista al paragrafo b), nelle condizioni qui sotto definite:

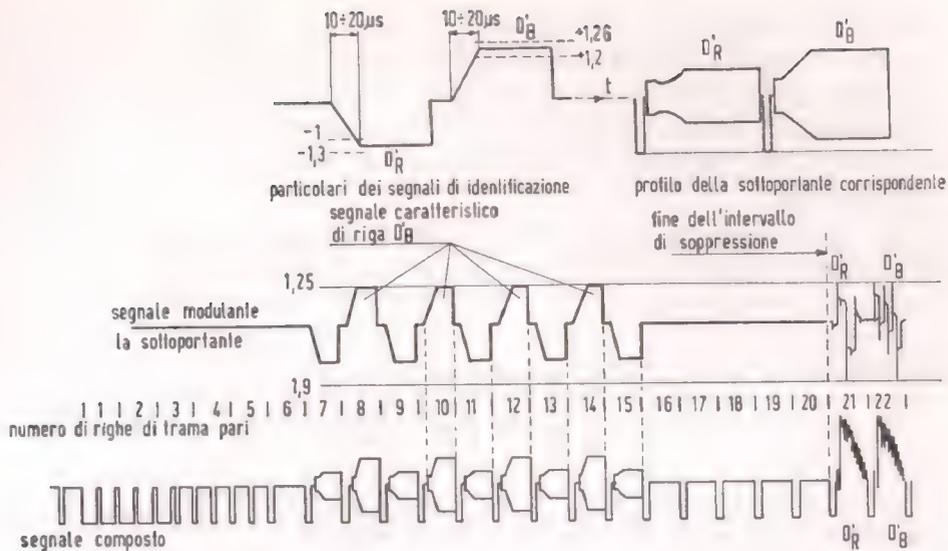


FIG. 384. Esempio di posizionamento delle righe di identificazione.

riga n°	trama n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
n		R-Y 0		B-Y 0		R-Y π		B-Y 0		R-Y 0		B-Y π		R-Y 0
n + 1			B-Y π		R-Y 0		B-Y π		R-Y π		B-Y 0		R-Y π	
n + 2		B-Y 0		R-Y π		B-Y 0		R-Y 0		B-Y π		R-Y 0		B-Y 0
n + 3			R-Y 0		B-Y π		R-Y π		B-Y 0		R-Y π		B-Y π	
n + 4		R-Y π		B-Y 0		R-Y 0		B-Y π		R-Y 0		B-Y 0		R-Y π
n + 5			B-Y π		R-Y π		B-Y 0		R-Y π		B-Y π		R-Y 0	
n + 6		B-Y 0		R-Y 0		B-Y π		R-Y 0		B-Y 0		R-Y π		B-Y π
n + 7			R-Y π		B-Y 0		R-Y π		B-Y π		R-Y 0		B-Y π	
n + 8		R-Y 0		B-Y π		R-Y 0		B-Y 0		R-Y π		B-Y 0		R-Y 0
n + 9			B-Y 0		R-Y π		B-Y π		R-Y 0		B-Y π		R-Y π	
n + 10		B-Y π		R-Y 0		B-Y 0		R-Y π		B-Y 0		R-Y 0		B-Y π
n + 11			R-Y π		B-Y π		R-Y 0		B-Y π		R-Y π		B-Y 0	
n + 12		R-Y 0		B-Y 0		R-Y π		B-Y 0		R-Y 0		B-Y π		R-Y 0

FIG. 385. Tabella indicante la periodicità della sequenza del segnale modulante e dei cambiamenti di fase della sottoportante di crominanza (si noti l'identità delle trame 1 e 13). Le indicazioni che figurano in ogni colonna indicano da una parte a sinistra il segnale cromatico modulante la sottoportante, dall'altra parte a destra la fase relativa a questa sottoportante, durante la soppressione, rispetto all'oscillatore di riferimento.

quando l'ampiezza delle componenti di luminanza situate nel canale di crominanza superano il 70% dell'ampiezza nominale della sottoportante, l'ampiezza di questa sottoportante viene temporaneamente aumentata per evitare che vi sia in ricezione, nel canale di crominanza dei ricevitori, un effetto di captazione della sottoportante da parte di dette componenti di luminanza.

Le condizioni di questa modulazione di ampiezza sono precisate nell'allegato B.

Allegato A

Metodo di regolazione del ritardo della luminanza rispetto alla sottoportante modulata.

Si applica al codificatore di un segnale di prova costituito da una transizione verde-violetto al 75% di ampiezza.

Si osserva in uscita:

a) da una parte il segnale di luminanza, con la sottoportante soppressa. Questo segnale è un passaggio tra i livelli 0,51 e 0,49;

b) dall'altra parte il profilo della sottoportante modulata dal segnale D'_R , con la via di luminanza interrotta e con la preaccentuazione video soppressa. Questo segnale è un'oscillazione la cui frequenza varia da $4,4375 - 0,235$ a $4,4375 + 0,235$ MHz, e la cui ampiezza modulata dal circuito di messa in forma presenta un minimo.

Si ammette che le informazioni di luminanza e di crominanza vengano trasmesse simultaneamente quando il punto caratteristico della transizione di luminanza coincide nel tempo con la minima ampiezza della sottoportante.

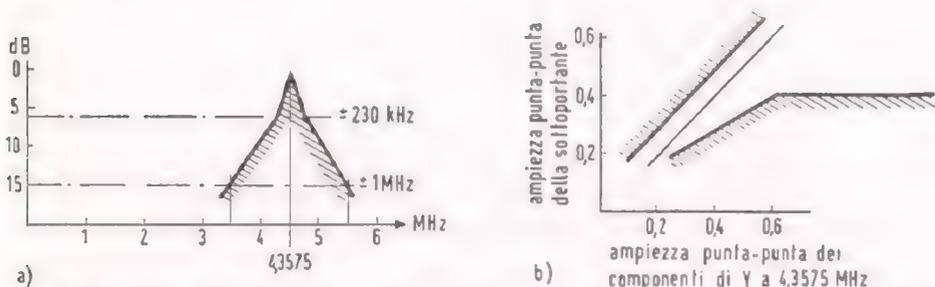


FIG. 386. a) Canale passabanda per l'estrazione delle componenti di Y vicine a 4,43 MHz; b) profilo di tolleranza del guadagno del modulatore di ampiezza (ampiezze normalizzate rispetto al salto nero-bianco).

Si regola in seguito il ritardo relativo dei due segnali per ottenere, rispetto a questa coincidenza, un ritardo di 120 nsec della luminanza.

Allegato B

Modulazione di ampiezza complementare eventuale. 

Si misura l'ampiezza delle componenti di luminanza prelevate da un amplificatore passa banda avente la caratteristica della figura 386a. Il segnale rivelato corrispondente è applicato al modulatore con un guadagno conveniente per imporre una legge di variazione inscritta nei profili di fig. 386b.

Prescrizioni per i ricevitori di TV a colori secondo il sistema SECAM III

Le presenti prescrizioni riguardano i ricevitori conformi al SECAM III usati dalla O.R.T.F. a scopi dimostrativi, per le emissioni secondo la norma L. Lo schema del ricevitore modificato rispetto al tipo RS15, precedentemente descritto in questo capitolo, è quello di fig. 387 in fondo al volume.

Le specifiche qui riportate sono un emendamento della specificazione SCART102 relativa al sistema SECAM emessa prima delle modifiche che hanno condotto al SECAM III. Le presenti modifiche alla specifica SCART102 hanno per oggetto definitivo di indicare le varianti delle prescrizioni relative ai ricevitori precedenti, per renderle conformi al SECAM III. Si limitano alle caratteristiche dei circuiti RF e FI, che trasmettono e amplificano il segnale composto di luminanza e di cromaticanza, e a quelle dei circuiti video di luminanza.

Fanno seguito ulteriori informazioni:

Curva di risposta ampiezza-frequenza dell'insieme dei circuiti RF + FI: viene modificata nella regione superiore delle alte frequenze; il profilo è formato da un'orizzontale che segna il livello 100% e da un'altra orizzontale al livello 85%, la quale si arresta alla frequenza di 5 MHz.

Sensibilità del canale video.

La sensibilità del canale video si misurerà nelle seguenti condizioni: si applica al ricevitore il segnale di un generatore UHF modulato dal segnale della mira di barre colorate, a luminanza decrescente, col bian-

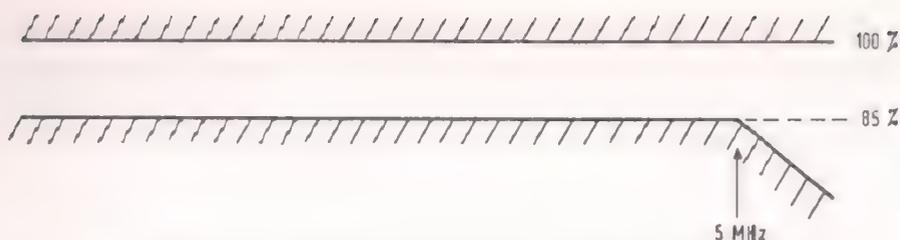


FIG. 388. Curva di risposta ampiezza-frequenza dei circuiti RF + FI.

co al 100%. Fra il catodo del cinescopio e la massa si connette l'oscilloscopio, col quale si misura:

— l'ampiezza A del segnale di luminanza (esclusi i segnali di sincronizzazione) corrispondente alla barra bianca della mira (a sinistra dell'immagine);

— l'ampiezza B del disturbo quasi cresta - cresta, osservato negli intervalli di cancellazione anteriore e posteriore, che non comportano la subportante di colore durante la durata della soppressione di trama.

Si regola poi il livello di entrata e il guadagno del ricevitore per ottenere contemporaneamente il valore di 70 V per A e un rapporto A/B superiore o uguale a 14 dB.

In queste condizioni, il livello del segnale all'entrata deve essere minore di 60 dB (mW) (equivalenti alla tensione efficace di 274 μ V ai capi di 75 Ω).

Livello di entrata massimo e regolatore automatico di sensibilità.

Il livello di entrata massimo sarà di — 20 dB (mW), corrispondente alla tensione efficace di 27,4 mV ai capi di una resistenza di 75 Ω .

Se si diminuisce questo livello, l'azione del regolatore automatico di sensibilità manterrà in un intervallo massimo di 3 dB l'ampiezza del segnale di uscita di luminanza, finchè il livello di entrata sia diminuito a — 60 dB (mW).

Al disotto di questo livello, il regolatore può cessare di agire. Le curve di risposta ampiezza-frequenza e di risposta alle transizioni dovranno restare entro i loro profili rispettivi per tutti i livelli di entrata che fanno intervenire l'azione del regolatore.

Tutte le misure previste in questo paragrafo saranno fatte con un segnale di entrata avente la forma descritta al paragrafo sopra riportato « Sensibilità del canale video ».

Rapporto delle ampiezze di uscita luminanza-crominanza.

In tutte le zone di azione del regolatore, per qualunque forma del segnale di entrata, il rapporto delle ampiezze di uscita luminanza-crominanza sarà mantenuto nell'intervallo $+1, -3$ dB.

Il valore 0 dB corrisponde a un rapporto $1/1,32$ fra l'ampiezza di luminanza e l'ampiezza del segnale corrispondente alla barra blu della mira di barre.

Specificazioni relative ai circuiti di decodificazione dei ricevitori SECAM

Misure in regime transitorio.

Mira di barre a due livelli di ampiezza — Le misure in regime transitorio devono essere fatte per mezzo di una mira di barre, i cui colori abbiano il 75% di ampiezza nella metà superiore e il 25% nella metà inferiore.

In queste condizioni, la transizione verde-violetto del segnale $R - Y$ corrisponde a un salto di frequenza di ± 235 kHz per l'ampiezza 75% e di ± 78 kHz per l'ampiezza 25%.

Tempo di salita — Il tempo di salita deve essere misurato sull'elettrodo di controllo del cinescopio.

Le risposte transitorie corrispondenti alla transizione verde-violetto, devono essere iscritte entro i profili rappresentati rispettivamente in fig. 389 per l'ampiezza 25% e in fig. 390 per l'ampiezza 75%.

Discriminatore.

Linearità e simmetria — La tolleranza sulla linearità della curva del discriminatore deve essere $\pm 5\%$ fino a 280 kHz; questa tolleranza si allarga progressivamente in seguito per raggiungere $\pm 15\%$ a 350 kHz.

Il profilo corrispondente è rappresentato in fig. 391.

Il massimo e il minimo della curva del discriminatore devono essere esterni all'intervallo $-500, +350$ kHz.

Si verifichi la simmetria dei riferimenti della mira di barre due a due (tolleranza ammessa 10%) e specialmente i riferimenti verde e violetto per il canale $R - Y$ e i riferimenti giallo e blu per il canale $B - Y$.

Regolazione e stabilità — Lo scarto dello zero del discriminatore rispetto alla sua posizione teorica non deve superare ± 14 kHz, te-

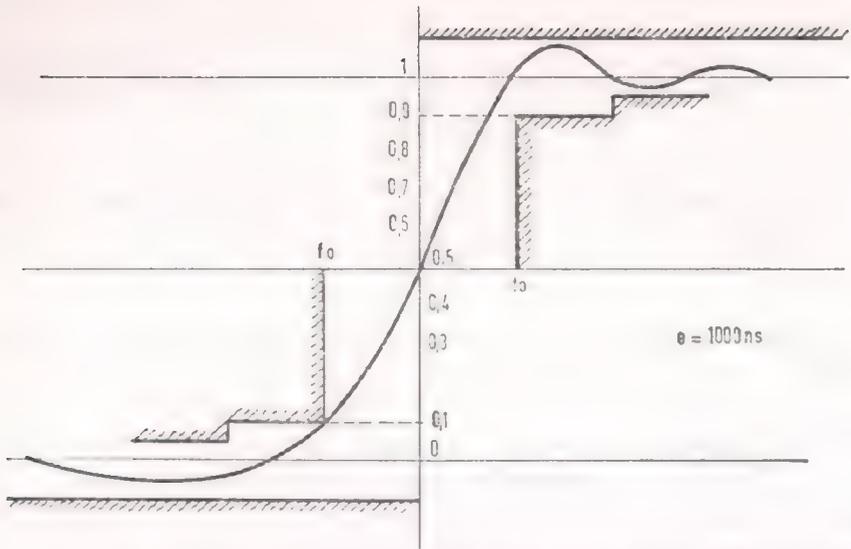


FIG. 389. Transizione verde-magenta (barre di colore di 25% di ampiezza).

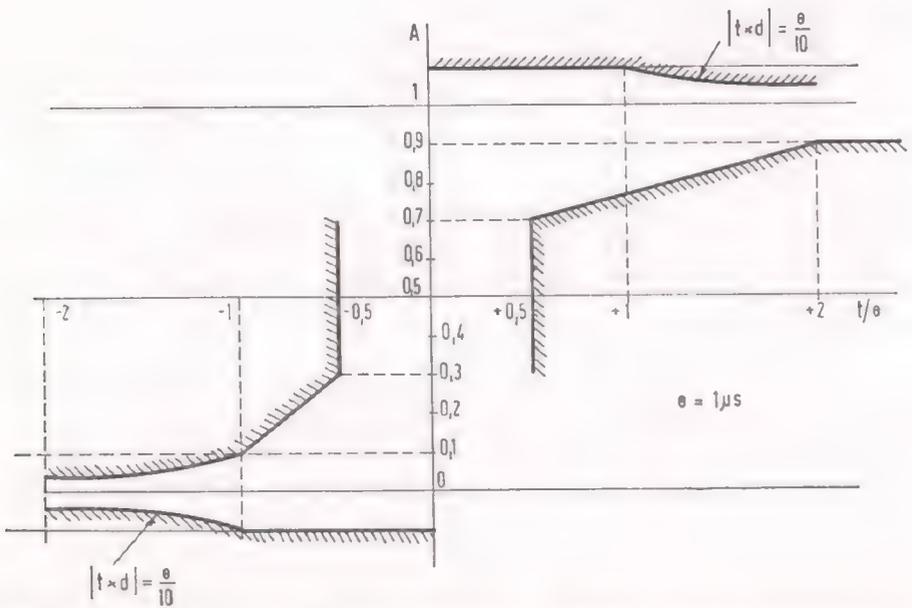


FIG. 390. Profili di transizione cromatica verde-violetto. Mira di barre a 75% di ampiezza

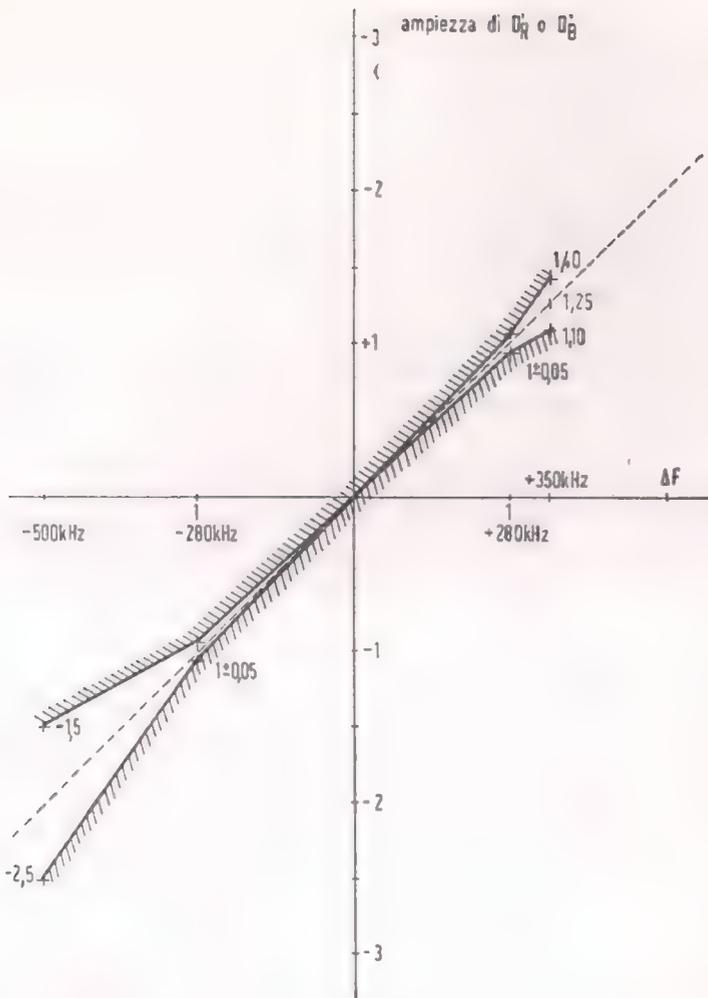


FIG. 391. Tolleranza sulla linearità della curva del discriminatore.

nendo conto insieme delle tolleranze di regolazione e della deriva globale; questo scarto corrisponde ad una qualità d'immagine compresa tra buona e abbastanza buona. Questa tolleranza è accettabile con la riserva che gli amplificatori introducano solo una deriva trascurabile.

- Le cause principali della deriva totale sono essenzialmente:
- le variazioni della rete di alimentazione;
 - le variazioni di temperatura;

- le variazioni del tasso di umidità;
- gli urti e le vibrazioni;
- la stabilità dei componenti nel tempo.

Si misurerà la deriva provocata simultaneamente dalle variazioni di temperatura e da quelle di rete nelle seguenti condizioni:

- si applica al discriminatore, col livello conveniente, una tensione la cui frequenza è quella dell'oscillatore di riferimento F_R ;
- si applica la tensione di rete mantenuta al suo valore nominale;
- due minuti dopo, si comincia a registrare il valore e il senso della tensione continua apparente ai capi del carico del discriminatore;
- due ore dopo si introducono variazioni del $\pm 10\%$ della tensione di rete, e si apprezza la misura della deriva ogni 10 minuti dopo ogni variazione;
- la durata totale della prova è limitata a 3 ore.

Queste condizioni si intendono per un ricevitore, che sia rimasto precedentemente almeno 3 ore a riposo nell'ambiente dove si effettuano le misure. La temperatura ambiente della sala deve essere compresa fra $+15$ e $+35^\circ \text{C}$.

Tasso di limitazione.

Il tasso di limitazione è definito come il rapporto tra la tensione nominale di funzionamento all'entrata del complesso di decodificazione, e la tensione corrispondente ad una diminuzione del 10% dell'ampiezza del segnale modulato.

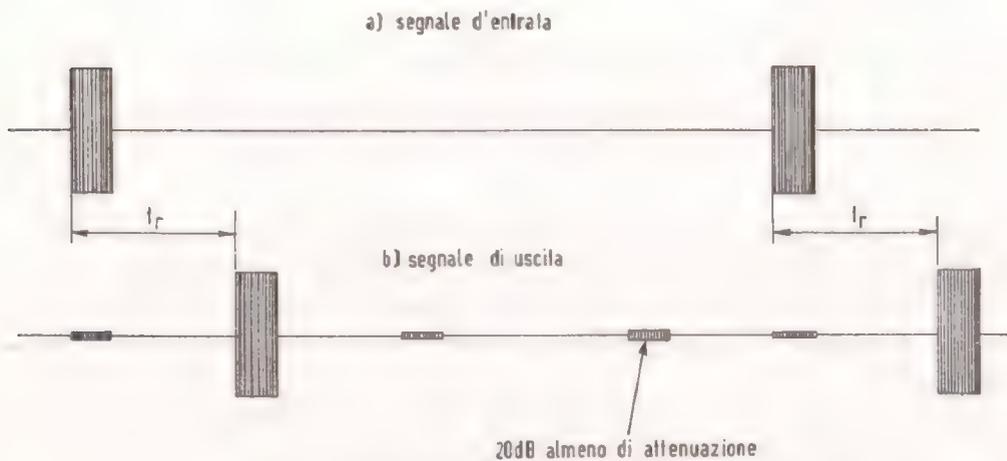


FIG. 392. Echi parassiti della linea di ritardo di crominanza.

Questo tasso sarà superiore o uguale a 20 dB entro tutto il campo di azione del regolatore automatico di sensibilità (in corrispondenza, la potenza di entrata al ricevitore varia da -60 dB, mW a -20 dB mW).

Livello normale di uscita per Y.

Questo livello deve essere 70 V di luminanza, ossia 100 V punta-punta coi segnali di sincronizzazione, nel caso in cui si usi un tubo d'immagine di tipo shadow mask.

Banda passante delle vie diretta e ritardata.

È fissata a ± 750 kHz a -3 dB, supposto che la linea di ritardo non presenti, in questa banda, ondulazioni superiori a $\pm 1,5$ dB.

Accoppiamenti parassiti fra le due vie R e B.

Qualunque sia l'origine di questi accoppiamenti, il rapporto dell'ampiezza dei segnali parassiti a quella del segnale demodulato corrispondente ad una unità di modulazione, che provoca una deviazione di frequenza di 280 kHz, deve restare superiore a 100 (40 dB).

Coincidenza delle informazioni di luminanza e cromaticità.

A motivo principalmente della differenza di banda fra i canali di luminanza e di cromaticità, si origina una differenza fra i tempi di trasmissione dei segnali su questi due canali. Per riportare in coincidenza i segnali all'entrata del tubo d'immagine, bisogna inserire nel canale di luminanza una linea di ritardo. La durata del ritardo necessario è dell'ordine del microsecondo, il valore preciso dipende dai circuiti usati. La tolleranza ammessa è di ± 60 nsec.

Componenti continue dei segnali applicati al cinescopio.

Le componenti continue dei segnali di luminanza e di cromaticità devono essere trasmesse o reinserite per venire applicate al tubo d'immagine.

Specificazioni provvisorie della linea di ritardo nella via di cromaticità.

Tempo di ritardo — Il valore nominale del tempo di ritardo della linea coi suoi circuiti di accoppiamento è 64 μ sec.

La tolleranza ammissibile per conservare una qualità d'immagine compresa tra buona e abbastanza buona è di $\pm 0,17$ μ sec. Essa tiene conto insieme della precisione di fabbricazione della linea oltre che delle derive termiche.

Curva di risposta — Riferirsi al paragrafo « Banda passante delle vie diretta e ritardata » sopra riportato.

Attenuazione — L'attenuazione della linea di ritardo interviene nei valori di accoppiamenti parassiti tra le vie diretta e ritardata, perciò torna a tutto vantaggio disporre di linee di attenuazione più bassa possibile, che permettano in ogni caso di rispettare le disposizioni del paragrafo « Accoppiamenti parassiti fra le due vie *R* e *B* » sopra riportato. Si ottengono correntemente attenuazioni da 15 a 20 dB e danno funzionamento soddisfacente.

Echi parassiti — L'ampiezza di un'eco qualunque, quando si applica un treno d'onde di durata vicina a 10 μ sec e di frequenza compresa fra 3,4 e 5,4 MHz, ripetuto a ogni 200 μ sec circa, non deve superare un'ampiezza minore di 20 dB rispetto al segnale desiderato (v. fig. 392).

Attenuazione della sottoportante di cromaticanza nel canale di luminanza.

Molte soluzioni permettono di ottenere questa attenuazione rispondendo perfettamente alle esigenze della definizione del ricevitore normalizzato.

Si ricorda che la risposta ai transitori di questo ricevitore, per i trasmettitori di qualità 1, ha un tempo di salita inferiore o uguale a 130 nsec.

Le varie soluzioni consistono sia nella trasmissione di una banda larga con l'introduzione di un circuito reiettore della sottoportante, sia nella trasmissione di una banda ridotta corrispondente ad una legge di attenuazione progressiva presentante un'attenuazione sufficiente, dell'ordine di 8÷10 dB a 4,43 MHz.

La seconda soluzione permette una realizzazione economica, mentre la prima consente la ricezione delle emissioni in bianco e nero con la risoluzione massima con l'ausilio del circuito reiettore.

Curva a campana.

La tolleranza raccomandata per il disaccordo del circuito campana è: ± 40 kHz. Questa tolleranza permette di ottenere la protezione ottima contro il fruscio di trasmissione.

Nel caso in cui il rapporto segnale/disturbo del canale di cromaticanza sia sufficiente, questa tolleranza può essere allargata fino a un massimo di ± 80 kHz, senza peggioramento della qualità delle transizioni cromatiche.

PROBLEMI CON SOLUZIONE A QUIZ.

Ciascuna delle domande formulate qui di seguito comporta quattro distinte risposte, una sola delle quali è quella esatta. Dopo aver considerato attentamente tutte e quattro le risposte riportate, selezionate quella che vi sembra giusta, tracciando un trattino sulla lettera corrispondente.

Le soluzioni dei quiz sono riportate nel volume successivo.

Esempio:

Un metro è suddiviso in: *a*) 5 decimetri; *b*) 10 decimetri; *c*) 20 decimetri; *d*) 10 centimetri.

a ~~*X*~~ *c* *d*

Domanda

Risposta

1) Il sistema SECAM di TV a colori: *a*) è una modesta variante del sistema NTSC; *b*) è un sistema completamente nuovo basato su principi del tutto diversi rispetto ai sistemi NTSC e PAL; *c*) pur basandosi sugli stessi principi del sistema NTSC, si scosta da esso più profondamente del sistema PAL; *d*) è stato studiato e realizzato in Germania.

a *b* *c* *d*

2) Il sistema SECAM è un sistema: *a*) simultaneo; *b*) sequenziale; *c*) nè sequenziale, nè simultaneo; *d*) sequenziale-simultaneo.

a *b* *c* *d*

3) Nel sistema SECAM la sottoportante di crominanza è modulata in: *a*) frequenza; *b*) ampiezza a doppia banda; *c*) ampiezza monobanda; *d*) ampiezza con portante soppressa.

a *b* *c* *d*

4) Un inconveniente della modulazione di frequenza della subportante di colore consiste: *a*) nella eccessiva larghezza di banda; *b*) nella presenza costante della

subportante anche con colori poco saturati; *c*) nelle complicazioni circuitali; *d*) nella difficoltà dell'interleaving. *a b c d*

5) Nel sistema SECAM è necessaria una « memoria »: *a*) per comandare il commutatore elettronico; *b*) per invertire la fase di uno dei due vettori $R - Y$ e $B - Y$; *c*) per rendere simultanei i due segnali $R - Y$ e $B - Y$ trasmessi sequenzialmente; *d*) per compensare il ritardo del segnale di luminanza. *a b c d*

6) La « memoria » consiste in: *a*) un nastro magnetico; *b*) una scheda perforata; *c*) un film a registrazione ottica; *d*) una linea di ritardo in ferrite. *a b c d*

7) La risoluzione trasmissibile per linee oblique è: *a*) minore che per le linee verticali; *b*) tanto maggiore quanto più le linee si avvicinano all'orizzontale; *c*) uguale a quella per le linee verticali; *d*) maggiore o minore rispetto alle linee verticali, secondo i casi.

8) In ricezione il pilotaggio del commutatore elettronico è ottenuto: *a*) per mezzo di un multivibratore bistabile direttamente dagli impulsi orizzontali di sincronismo; *b*) direttamente dalla subportante di cromaticanza; *c*) senza particolari circuiti, non essendo necessario sincronizzare il commutatore elettronico; *d*) per mezzo del video segnale completo. *a b c d*

9) La fase corretta del commutatore elettronico del ricevitore è assicurata: *a*) da speciali impulsi di identificazione per la durata di 4 righe durante la soppressione verticale; *b*) da un extraimpulso ad ogni inizio di riga; *c*) dal fatto che la frequenza della sottoportante è un multiplo pari della semifrequenza di riga; *d*) dal fatto che la frequenza della sottoportante è un multiplo dispari della semifrequenza di riga. *a b c d*

10) L'effetto di un errore di fase comporta: *a*) la perdita del sincronismo; *b*) la desaturazione dei colori; *c*) errori di tinta; *d*) formazione di immagini multiple o fantasmi. *a b c d*

11) Il principale vantaggio del sistema SECAM rispetto al sistema NTSC consiste: *a)* nell'insensibilità agli spostamenti di fase dipendenti dall'ampiezza; *b)* nella maggior larghezza di banda che consente una più alta definizione cromatica; *c)* nel non essere soggetto ai brevetti americani di TVC; *d)* nell'invisibilità del battimento fra la portante del suono e la sottoportante di colore.

a b c d

12) L'insensibilità del SECAM alle variazioni di fase è dovuta: *a)* a un rigido controllo della fase in trasmissione; *b)* alla preaccentuazione delle alte frequenze; *c)* al commutatore elettronico; *d)* alla modulazione di frequenza i cui valori non sono influenzati dalle caratteristiche del canale di trasmissione.

a b c d

13) La preaccentuazione della caratteristica di frequenza per il segnale di colore (anticloche) conduce: *a)* a segnali colorati più intensamente; *b)* ad una maggior stabilità di ricezione; *c)* a una minor visibilità del disturbo dovuto alla sottoportante di colore nell'immagine compatibile in bianco e nero; *d)* all'eliminazione del crosscolor (interferenza del colore nel canale di luminanza).

a b c d

14) In ricezione la compensazione della preaccentuazione del segnale di colore si ottiene: *a)* con un'ulteriore accentuazione di uguale caratteristica di quella eseguita in trasmissione; *b)* mediante disaccentuazione delle alte frequenze con un circuito a R. C. avente caratteristica speculare rispetto a quella del circuito di preaccentuazione (curva a cloche); *c)* non si effettua, non essendo necessaria; *d)* mediante la « mise en forme ».

a b c d

15) La « mise en forme » è: *a)* un'attenuazione delle alte frequenze; *b)* una modulazione di ampiezza supplementare sovrapposta alla modulazione di frequenza, cioè è una preaccentuazione a radio frequenza; *c)* una ricostituzione della forma dei segnali deformati nel percorso di trasmissione, mediante un apposito amplificatore (stabilizing amplifier); *d)* la messa in onda del videosegnale di colore.

a b c d

16) Per « cross color » si intende: *a*) l'interferenza della luminanza nel canale cromatico e viceversa (modulazione incrociata); *b*) l'interferenza di un colore nell'altro; *c*) l'interferenza del suono nel colore; *d*) il battimento fra la sottoportante di colore e la portante audio.

a b c d

17) L'effetto più dannoso della modulazione incrociata si manifesta: *a*) al centro dell'immagine; *b*) nei contorni e nei dettagli più fini dell'immagine; *c*) con barre colorate inclinate o incrociate; *d*) con la sparizione del colore.

a b c d

18) L'entità della modulazione incrociata dipende: *a*) dalla potenza del segnale trasmesso; *b*) dall'intensità di campo all'antenna ricevente; *c*) dalle dimensioni del cinescopio; *d*) dal contenuto dell'immagine.

a b c d

19) La modulazione incrociata viene diminuita: *a*) con un modulatore di ampiezza nel codificatore, che amplifica la portante con le frequenze da 3 a 5 MHz; *b*) attenuando la subportante di colore; *c*) attenuando il segnale di luminanza; *d*) filtrando il segnale di colore con un filtro passa basso.

a b c d

20) I segnali colorati D_R e D_B vengono trasmessi con larghezza di banda: *a*) disuguale; *b*) maggiore per D_R ; *c*) maggiore per D_B ; *d*) uguale a circa 1,3 MHz.

a b c d

21) Qualè il valore della sottoportante di colore in Europa?: *a*) 3,58 MHz; *b*) 4,43 MHz; *c*) dipende dal canale di trasmissione; *d*) un multiplo dispari della semi-frequenza di riga.

a b c d

22) Per conservare la definizione dell'immagine cromatica, la banda passante definita dalla zona lineare del discriminatore deve essere: *a*) 5 MHz; *b*) minore di 500 kHz; *c*) la massima possibile; *d*) maggiore o uguale a ± 500 kHz.

a b c d

23) Per intervallo di protezione si intende: *a*) l'intervallo di tempo fra l'istante dell'inserzione della sottopor-

tante e il fronte posteriore del segnale di cancellazione orizzontale; *b*) la durata della soppressione di riga; *c*) la durata dell'impulso di sincro riga; *d*) la durata del burst.

a b c d

24) La subportante di colore viene inserita: *a*) alla fine di ciascuna trama; *b*) alla fine di ciascuna riga per tutte le righe; *c*) $5,7 \pm 0,2 \mu\text{sec}$ dopo il fronte anteriore dell'impulso di sincronismo di riga durante la soppressione verticale; *d*) all'inizio della soppressione verticale.

a b c d

25) Il segnale sincronizzante del colore nel SECAM è: *a*) rettangolare a frequenza di riga; *b*) sinoidale a frequenza di riga; *c*) sinoidale a frequenza subportante modulato da un'onda a dente di sega a frequenza di riga; *d*) un segnale a punta di forma speciale.

a b c d

26) Il segnale sincronizzante di colore del SECAM interessa: *a*) 6 o 9 righe durante la soppressione verticale; *b*) una riga ad ogni trama; *c*) 4 righe nelle trame dispari; *d*) 4 righe nelle trame pari.

a b c d

27) Per l'identificazione delle righe corrispondenti a D'_R e a D'_B occorre: *a*) un unico segnale S ; *b*) un segnale S_R e un segnale S_B rispettivamente; *c*) un segnale S che cambia polarità ad ogni riga; *d*) gli stessi segnali D'_R e D'_B .

a b c d

28) L'operazione di « mise en forme » si effettua: *a*) con la modulazione di frequenza; *b*) modulando in ampiezza i segnali di colore in bassa frequenza; *c*) spostando l'asse della cloche rispetto a 4,43 MHz; *d*) alterando in funzione della frequenza l'ampiezza dello spettro del segnale corretto per il cross color, secondo la caratteristica ampiezza-frequenza di una rete a minima fase con riferimento alla frequenza della subportante.

a b c d

29) La linea di ritardo dei ricevitori SECAM ha le dimensioni: *a*) $220 \times 16,5 \times 16,5$ mm; *b*) è cubica con lato 16,5 mm; *c*) è lineare in filo lungo 220 mm; *d*) è toroidale.

a b c d

30) I trasduttori della linea di ritardo SECAM sono:
a) al titanato di bario; *b)* in ferroxcube; *c)* in ferroxdure;
d) piezoelettrici in ceramica.

a b c d

31) La funzione dei trasduttori della linea di ritardo è di: *a)* trasformare le onde a radiofrequenza del video segnale colorato in onde a ultrasuoni e viceversa; *b)* ritardare il segnale di colore; *c)* effettuare una sorta di modulazione di ampiezza; *d)* mescolare il segnale di crominanza con quello di luminanza.

a b c d

32) Nel SECAM III l'accordo dei circuiti anticloche e cloche è: *a)* centrato a 4,43 MHz; *b)* spostato di 80 kHz in più; *c)* spostato di 109,5 kHz in meno, cioè è centrato su 4,328 MHz; *d)* il 1° è spostato in più, il 2° in meno rispetto a 4,43 MHz.

a b c d

33) Perché i circuiti di « mise en forme » non sono accordati alla frequenza della subportante?: *a)* per allargare la banda; *b)* per accrescere la protezione contro i disturbi nelle aree rosse, blu e violette; *c)* per migliorare la compatibilità; *d)* per esaltare le frequenze più alte del videosegnale.

a b c d

34) La deviazione nominale della frequenza sottoportante ottenuta dal valore unità del segnale modulante è: *a)* 4,43 MHz; *b)* 1,5 MHz; *c)* 5,5 MHz; *d)* ± 280 kHz.

a b c d

35) Qual è l'ampiezza punta-punta, definitivamente adottata nel SECAM III, della sottoportante sommata al segnale di luminanza?: *a)* 100%; *b)* 50%; *c)* 23%; *d)* 11%.

a b c d

Soluzione dei quiz del 6^o gruppo di lezioni

Numero della domanda	Risposta esatta	Numero della domanda	Risposta esatta
1	<i>c</i>	16	<i>a</i>
2	<i>a</i>	17	<i>b</i>
3	<i>a</i>	18	<i>d</i>
4	<i>c</i>	19	<i>b</i>
5	<i>d</i>	20	<i>a</i>
6	<i>d</i>	21	<i>c</i>
7	<i>b</i>	22	<i>c</i>
8	<i>a</i>	23	<i>a</i>
9	<i>b</i>	24	<i>b</i>
10	<i>d</i>	25	<i>d</i>
11	<i>a</i>	26	<i>c</i>
12	<i>c</i>	27	<i>a</i>
13	<i>a</i>	28	<i>b</i>
14	<i>d</i>	29	<i>a</i>
15	<i>c</i>	30	<i>d</i>

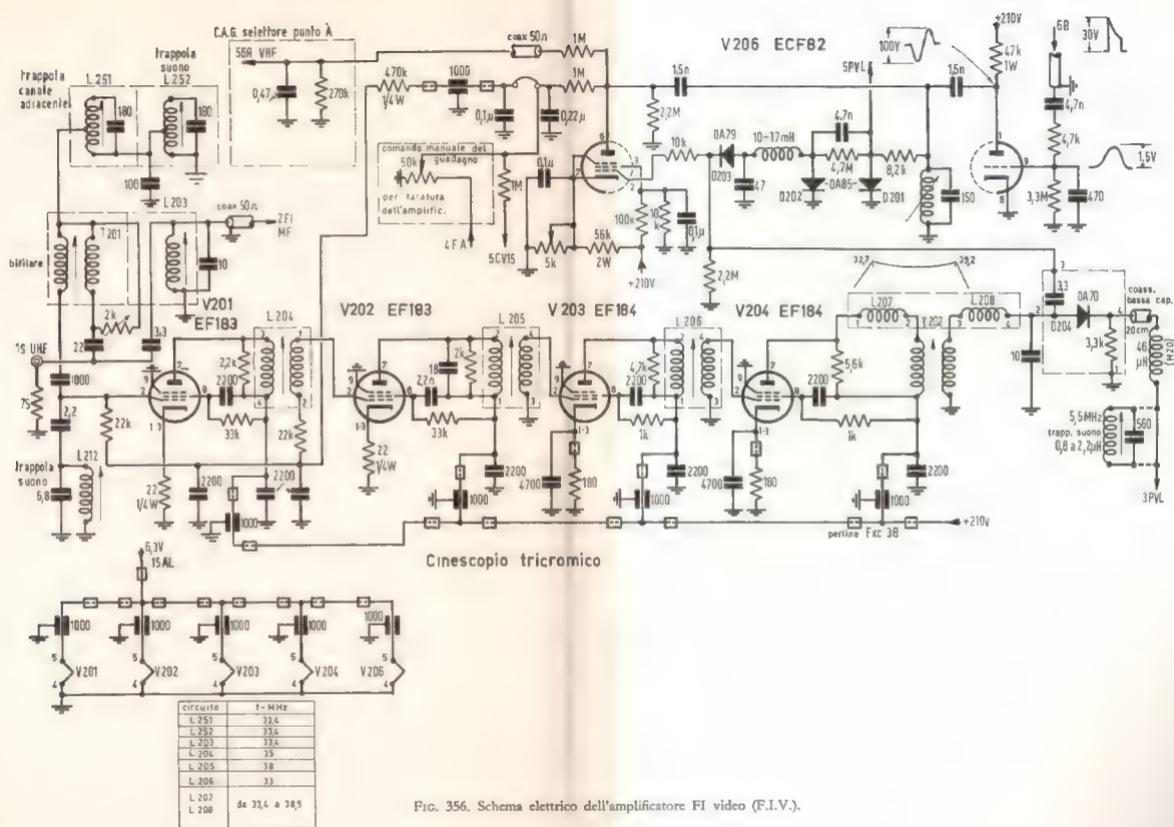


FIG. 356. Schema elettrico dell'amplificatore FI video (F.I.V.).

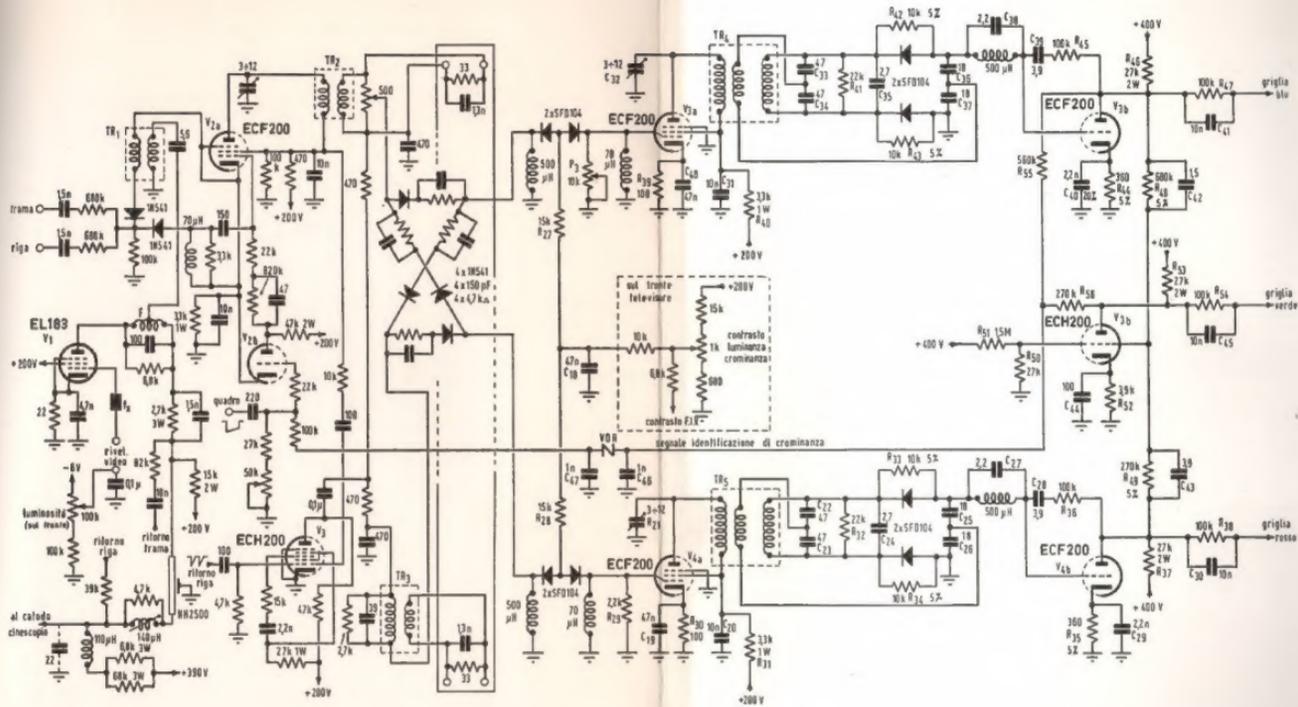


FIG. 377. Schema elettrico del PVL2, parte di crominanza.

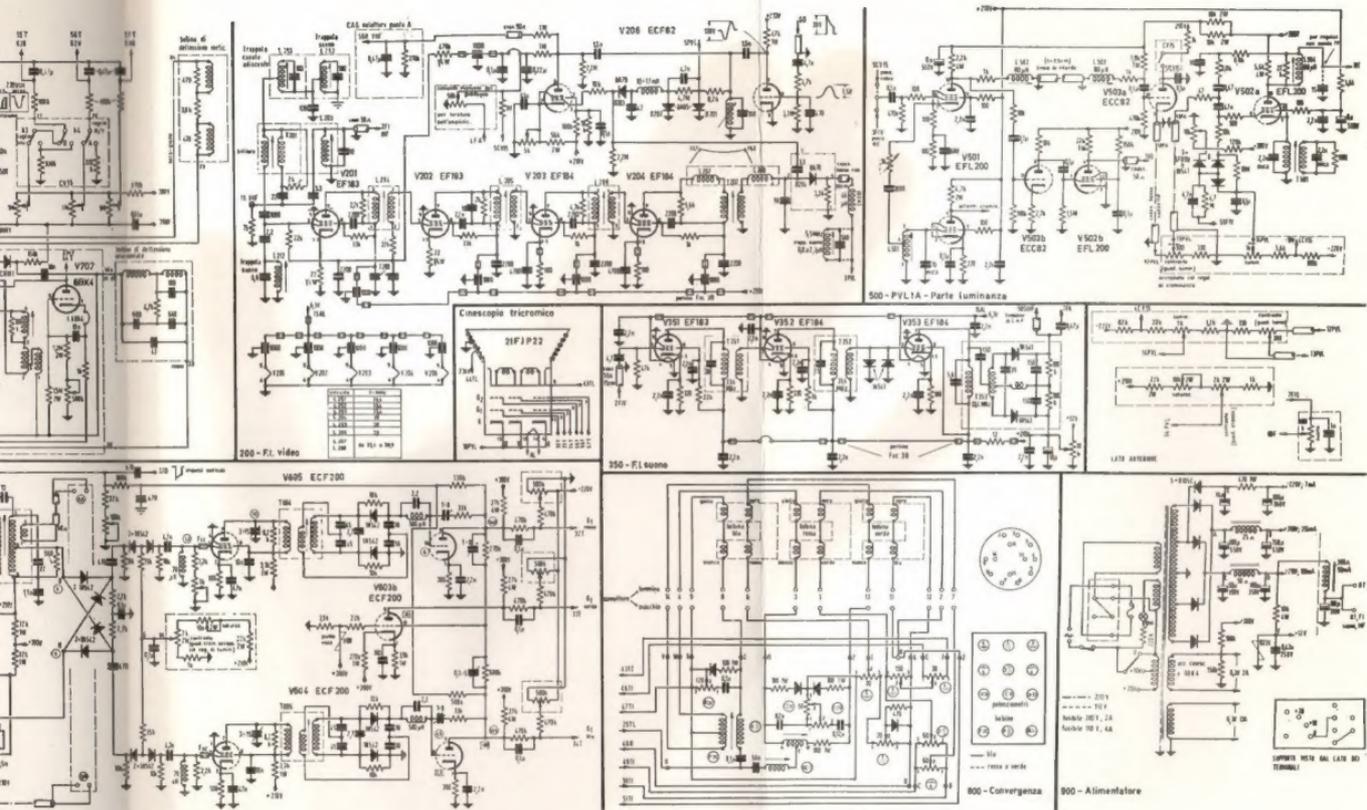


FIG. 387. Schema elettrico del ricevitore di TV a colori SECAM modello RS15 modificato.

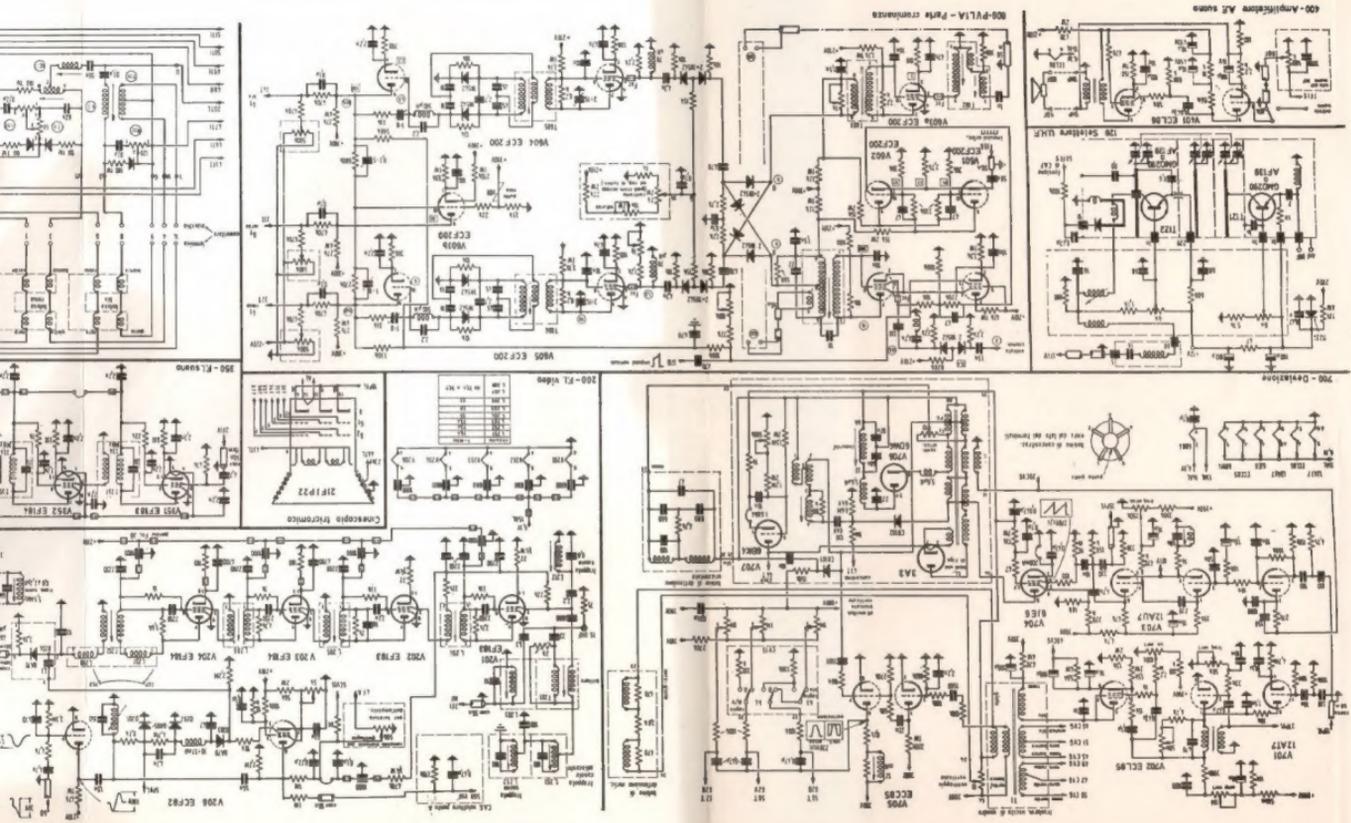


Fig. 397. Schema elettrico del ricevitore di TV a colori SECAM modello RS15 modificato.

EDITRICE IL ROSTRO VIA MONTE GENEROSO 6/A MILANO



8

CORSO DI TELEVISIONE A COLORI

**NTSC
PAL
SECAM**



COORDINATO DA ALESSANDRO BANFI

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

IN 8 VOLUMI

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

Coordinato da Alessandro Banfi

CON LA COLLABORAZIONE DI

ANTONIO NICOLICH

NATALE STUCCHI

HENRY SALAN

DONALD S. FLEMING



EDITRICE

MILANO

CORSO INTEGRALE
DI
TELEVISIONE A COLORI

TUTTI I DIRITTI RISERVATI
ALLA EDITRICE IL ROSTRO

©

IN TUTTA LA NOSTRA

REDAZIONE

TELEVISIONE

TELEVISIONE

TELEVISIONE

INDICE

APPENDICE 1. Il televisore a colori in sintesi	639
APPENDICE 2. Considerazioni sul progetto di un televisore a colori	645
Altro tipo di decodificatore	652
APPENDICE 3. Realizzazione pratica di un televisore a colori secondo il sistema PAL	655
Circuito di cromaticanza PAL	658
Analisi del circuito	661
Taratura del circuito	677
APPENDICE 4. La frequenza della sottoportante di colore nel sistema PAL . .	679
APPENDICE 5. La ricezione a colori mediante il sistema PAL semplice	685
APPENDICE 6. Il sistema di TV a colori NIR proposto dall'URSS	689
APPENDICE 7. Un nuovo sistema di matricizzazione nei televisori a colori con tubo tricromatico shadow mask	695
APPENDICE 8. L'installazione del televisore a colori	705
Posizione del televisore	707
Regolazioni iniziali	708
Piccola enciclopedia terminologica della TV a colori	711
Terminologia ricorrente nella TV a colori (in 4 lingue)	725
Fonti di riferimento	727

INDICE GENERALE DEL CORSO

VOLUME 1

Capitolo 1 - Aspetti fisici della luce - L'occhio umano	1
Capitolo 2 - Luce e colore - Unità fotometriche	13
Capitolo 3 - Colorimetria	23
Capitolo 4 - Fondamenti della TV a colori	61

VOLUME 2

Capitolo 5 - I cinescopi tricromici	85
Capitolo 6 - Il sistema fondamentale NTSC	101
Capitolo 7 - Il cinescopio tricromico shadow-mask - Sua costituzione ed impiego	135

VOLUME 3

Capitolo 8 - Il televisore a colori - Parte prima	171
Capitolo 9 - Il televisore a colori - Parte seconda	189
Capitolo 10 - Il televisore a colori CT15 della RCA	215

VOLUME 4

Capitolo 11 - Allineamento e taratura di un televisore RCA-CTC15	265
Capitolo 12 - Strumenti di misura per il controllo dei televisori a colori	323

VOLUME 5

Capitolo 13 - Ricerca guasti e riparazioni in un televisore a colori	345
Capitolo 14 - Considerazioni particolari sulla tecnica del segnale video-colore - Distorsioni - Assi cromatici - Demodulazione	395

VOLUME 6

Capitolo 15 - Il sistema di televisione a colori PAL	415
--	-----

VOLUME 7

Capitolo 16 - Il sistema di televisione a colori SECAM 545

VOLUME 8

Riepilogo riassuntivo della tecnica della TV a colori - 8 Appendici complementari relative a problemi particolari della TV a colori - Piccola enciclopedia terminologica 639

Quest'ultimo volume del presente Corso è dedicato principalmente ad un utile e necessario riepilogo delle più importanti questioni esaminate nei capitoli precedenti.

Ci si è inoltre soffermati su alcune particolari circostanze tecniche che, per amore di chiarezza espositiva, si erano dovute sorvolare nel testo precedente.

Non si deve dimenticare che le tecnologie circuitali della televisione a colori, pur partendo dalle basi fondamentali esposte in questo Corso, che devono venire gradualmente assimilate da chi si accinge a divenire un buon tecnico della TV a colori, sono in costante evoluzione col diffondersi e col perfezionarsi della pratica costruttiva.

Ma l'aggiornamento necessario per seguire tale inevitabile evoluzione sarà grandemente facilitato se si saranno ben comprese ed assimilate tutte le nozioni di tecnica colorimetrica illustrate in questo Corso.

La tecnologia costruttiva dei televisori a colori si è andata recentemente evolvendo in modo molto rapido, particolarmente negli Stati Uniti dove vi è grande richiesta.

Mentre nel terzo volume abbiamo dato un'esauriente descrizione circuitale del televisore RCA-CTC 15, che può essere considerato un modello basilare nel suo genere, diamo ora qui in una tavola fuori testo lo schema circuitale di uno dei più recenti tipi di televisori RCA, il modello CTC 25.

APPENDICE 1

Il televisore a colori in sintesi

Il segnale cromatico viene trasmesso sullo stesso canale del segnale in bianco-nero.

Il segnale in bianco-nero, o segnale di «luminanza», viene adibito alla luminosità dell'immagine, mentre il segnale di «crominanza» viene impiegato per colorare la stessa immagine.

Il segnale di luminanza che è applicato ai catodi del cinescopio tricromatico fornisce una tensione di controllo comune ai tre pennelli elettronici.

Il segnale di crominanza, che è applicato alle griglie di controllo del cinescopio, dopo essere stato frazionato nei tre componenti rosso,

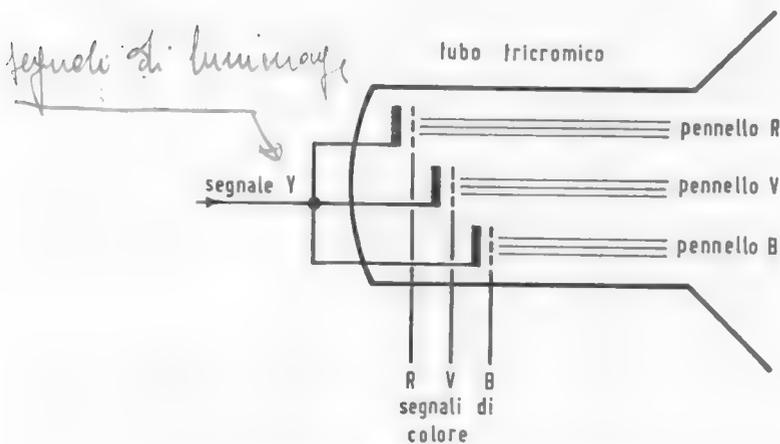


FIG. 393. Eccitazione del cinescopio tricromatico shadow mask.

verde e blu, blocca (interdice) i pennelli non utili agli effetti del colore desiderato (fig. 393).

L'assenza dei segnali cromatici di bloccaggio dei pennelli consente la formazione di un'immagine in bianco-nero, poichè le tensioni di controllo per i tre pennelli sono fornite (nelle dovute proporzioni) dal segnale di luminanza. In altre parole, le griglie di controllo, in assenza dei segnali di cromaticità, non possono agire sui pennelli, che vengono unicamente controllati dal segnale di luminanza, generando così un'immagine in bianco-nero.

Il segnale di luminanza, chiamato segnale Y , provoca la formazione di tre pennelli elettronici di intensità proporzionata. Il segnale cromatico può unicamente permettere il passaggio o l'arresto dei pennelli, senza variarne le caratteristiche. Pertanto il solo segnale cromatico costituisce la pura informazione di colore, senza il segnale di luminanza Y .

Questo concetto è contenuto nelle espressioni:

$(R - Y)$ per il segnale rosso senza il segnale di luminanza;

$(B - Y)$ per il segnale blu senza il segnale di luminanza;

$(V - Y)$ per il segnale verde senza il segnale di luminanza.

Le tensioni del segnale di luminanza Y provocano variazioni

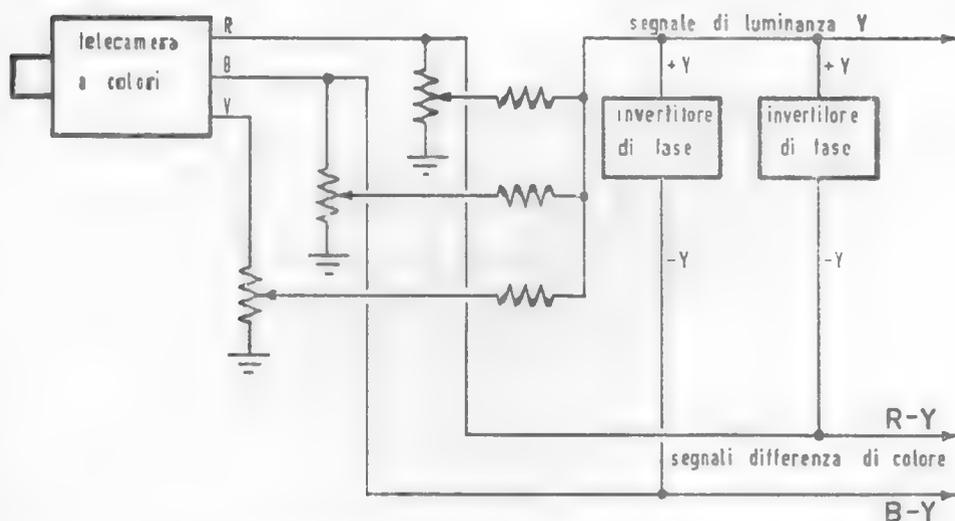


FIG. 394. Formazione del segnale composto di televisione a colori.

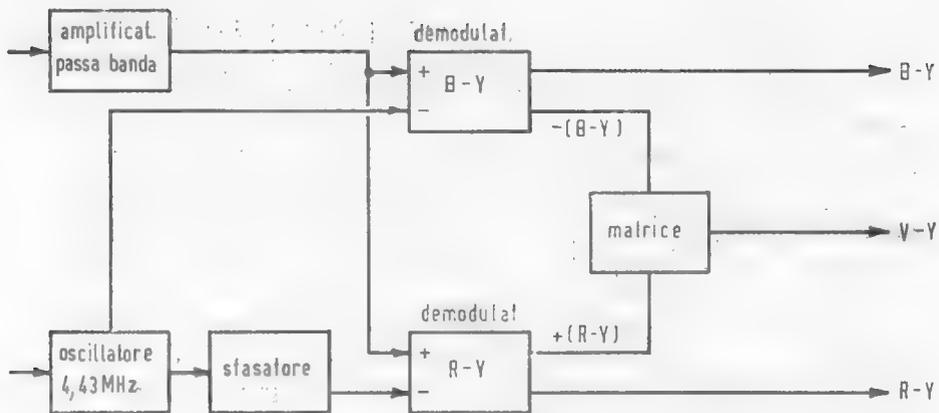


FIG. 395. Schema di principio della demodulazione secondo gli assi originali ($B-Y$) e ($R-Y$).

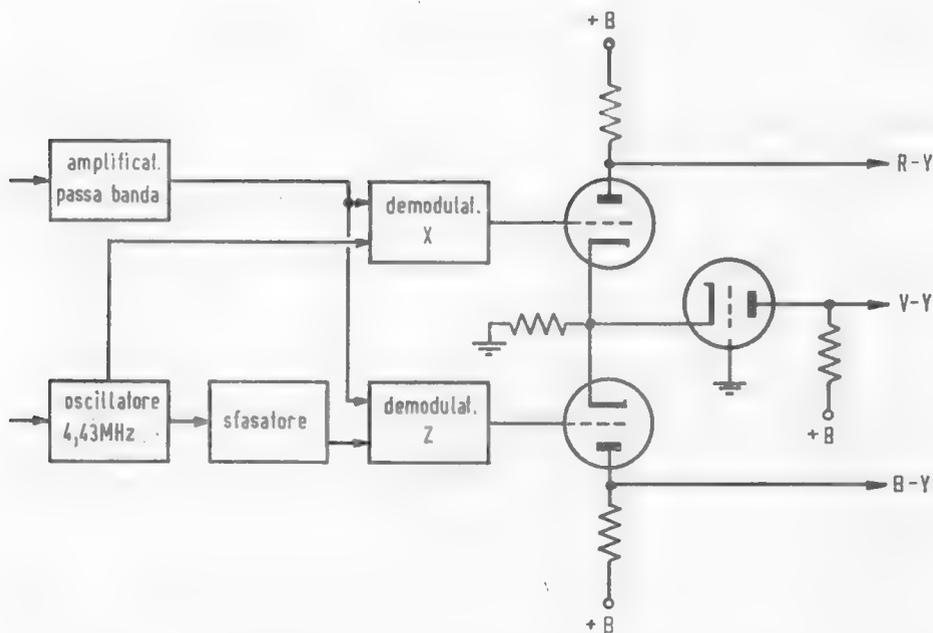


FIG. 396. Schema di principio della demodulazione secondo gli assi X e Z .

	rosso	blu	verde	R+B magenta	B+V ciano	R+V giallo	
segnale Y							+
al catodo	30%	11%	59%	41%	70%	89%	0
griglia rosso	70%			59%		11%	+
(R-Y)		11%	59%		70%		0
griglia blu		89%		59%	30%		+
(B-Y)	30%		59%			89%	0
griglia verde			41%		30%	11%	+
(V-Y)	30%	11%		41%			0
							-

tensioni (volt)

FIG. 397. Diagramma delle varie tensioni (in percentuale) dei segnali cromatici e di luminanza.

dell'intensità dei tre pennelli elettronici, mentre i segnali cromatici bloccano i pennelli dei colori primari non desiderati.

Questa versione circuitale del televisore a colori, che potremo chiamare « tradizionale », ha trovato recentemente una interessante variante illustrata più innanzi nell'Appendice 7.

Per quanto riguarda l'equilibrio elettrico (e quindi il loro dosaggio reciproco) dei segnali di crominanza ($R - Y$) e ($B - Y$) rispetto al segnale di luminanza Y , rammenteremo che ciò deriva dalla relazione

$$Y = 0,30 R + 0,59 V + 0,11 B$$

materializzata nello schema di principio di fig. 394, relativo alla produzione pratica in trasmissione di un segnale di TV a colori.

Il segnale Y pertanto è formato da una corretta miscela dei tre segnali primari R , V , B , a due dei quali, solitamente R e B , viene sottratto elettricamente Y (invertendone la fase di 180°), formando così i due segnali differenziali ($R - Y$) e ($B - Y$).

Per quanto riguarda la formazione dei tre segnali ($R - Y$), ($V - Y$) e ($B - Y$) da inviare alle griglie di controllo dei tre cannoni del cinescopio tricromatico, rammenteremo che la « tinta » dei vari colori dipende (nei sistemi NTSC e PAL) dall'angolo vettoriale di fase, rispet-

to al vettore di riferimento « burst », secondo lo specchietto qui riprodotto.

Colore	Fase della sottoportante riferita al burst
Rosso	77°
Giallo	13°
Verde	299°
Ciano	257°
Blu	193°
Magenta	119°

All'uscita dei due demodulatori sincroni si presentano generalmente due alternative entrambe correntemente adottate dai vari costruttori.

La prima consiste nella demodulazione classica in $(B - Y)$ e $(R - Y)$ da cui si ricava mediante una matricizzazione resistiva fra $-(B - Y)$ e $+(R - Y)$, il terzo segnale cromatico $(V - Y)$ (fig. 395).

La seconda alternativa consiste nella demodulazione secondo gli assi X e Z (già illustrata trattando del sistema NTSC); l'uscita dei due demodulatori (fig. 396) alimenta uno speciale circuito matricizzatore a tre triodi (vedi televisore RCA - CTC15) che fornisce direttamente i tre segnali cromatici $(R - Y)$, $(V - Y)$ e $(B - Y)$.

APPENDICE 2

Considerazioni sul progetto di un televisore a colori

Abbiamo già esaminato (volume III) quali siano le basi tecniche di funzionamento di un televisore a colori NTSC.

Poichè per l'Europa il sistema NTSC è stato praticamente sostituito dal sistema PAL, che può considerarsi come una variante del primo, con l'introduzione di particolari accorgimenti (per la verità già proposti negli U.S.A. sin dal 1950) tendenti a compensare e correggere gli eventuali errori di fase durante la trasmissione dei segnali di crominanza, riassumeremo qui di seguito i concetti fondamentali che dovranno ispirare il progetto di un televisore PAL (fig. 398).

Si è visto che la fondamentale differenza fra un televisore monocromo (bianco-nero) ed un televisore a colori è data dalla presenza dei circuiti di crominanza, per la demodulazione dell'informazione di « differenza di colore » ($R - Y$; $B - Y$), portata dalla sottoportante a 4,43 MHz.

E poichè tale sottoportante viene modulata in due distinti modi contemporanei, sono necessari due distinti demodulatori. Ciascun modulatore deve pertanto estrarre la modulazione relativa ad una specifica fase della sottoportante (ad es. Θ^0) ed escludere la modulazione relativa alla fase della sottoportante in quadratura ($\Theta^0 \pm 90^0$).

I demodulatori che funzionano in tali condizioni vengono chiamati, come si è già visto, « demodulatori sincroni », poichè devono essere sincronizzati in fase con la sottoportante.

A tale scopo, essi devono essere eccitati da uno speciale segnale sinusoidale di riferimento continuo, tale da consentire la discriminazione della fase del segnale di sottoportante in arrivo. Questo segnale di riferimento deve avere l'identica frequenza e fase del corrispondente

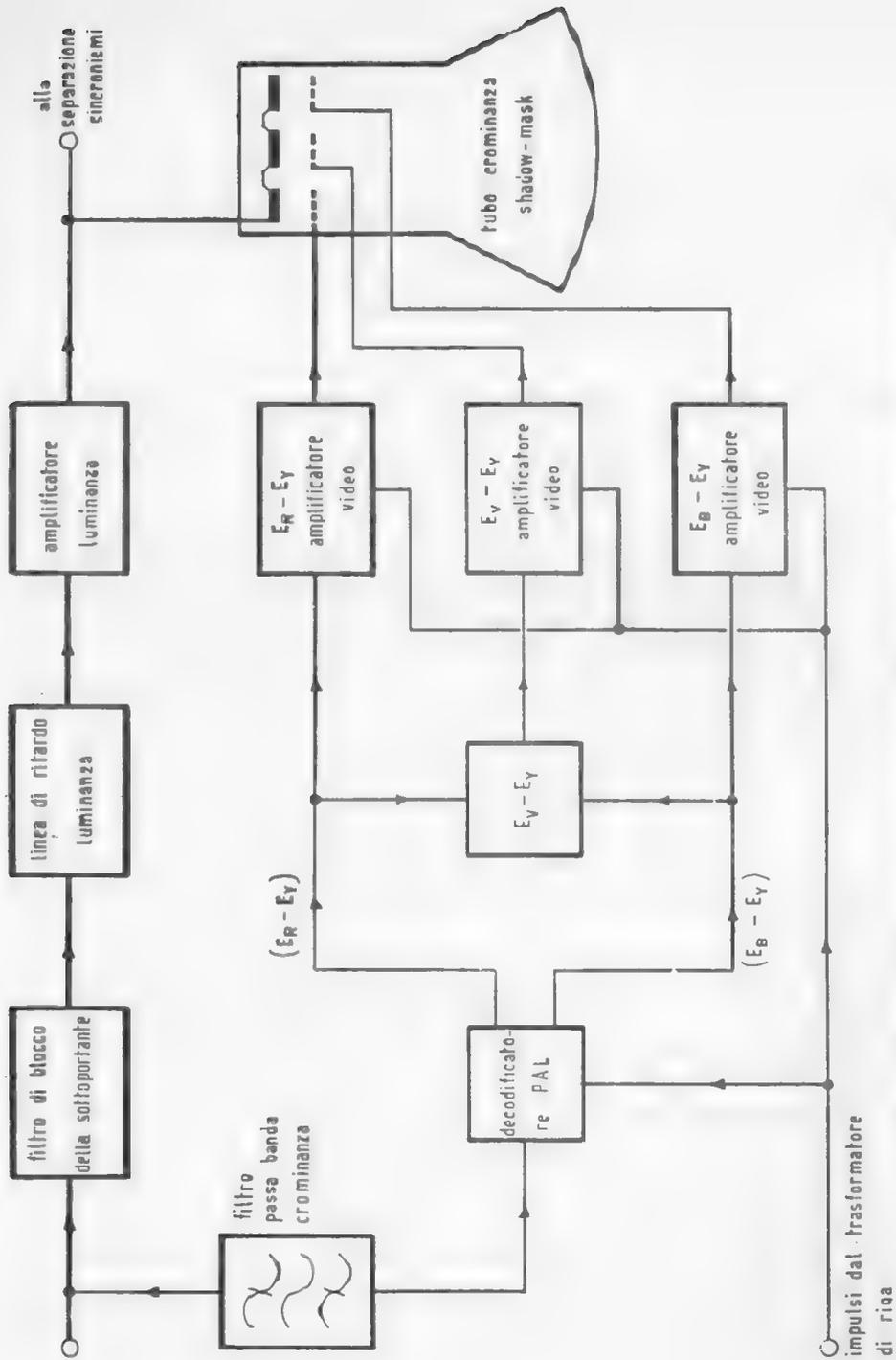


Fig. 398. Schema a blocchi delle sezioni video e crominanza di un televisore sistema PAL.

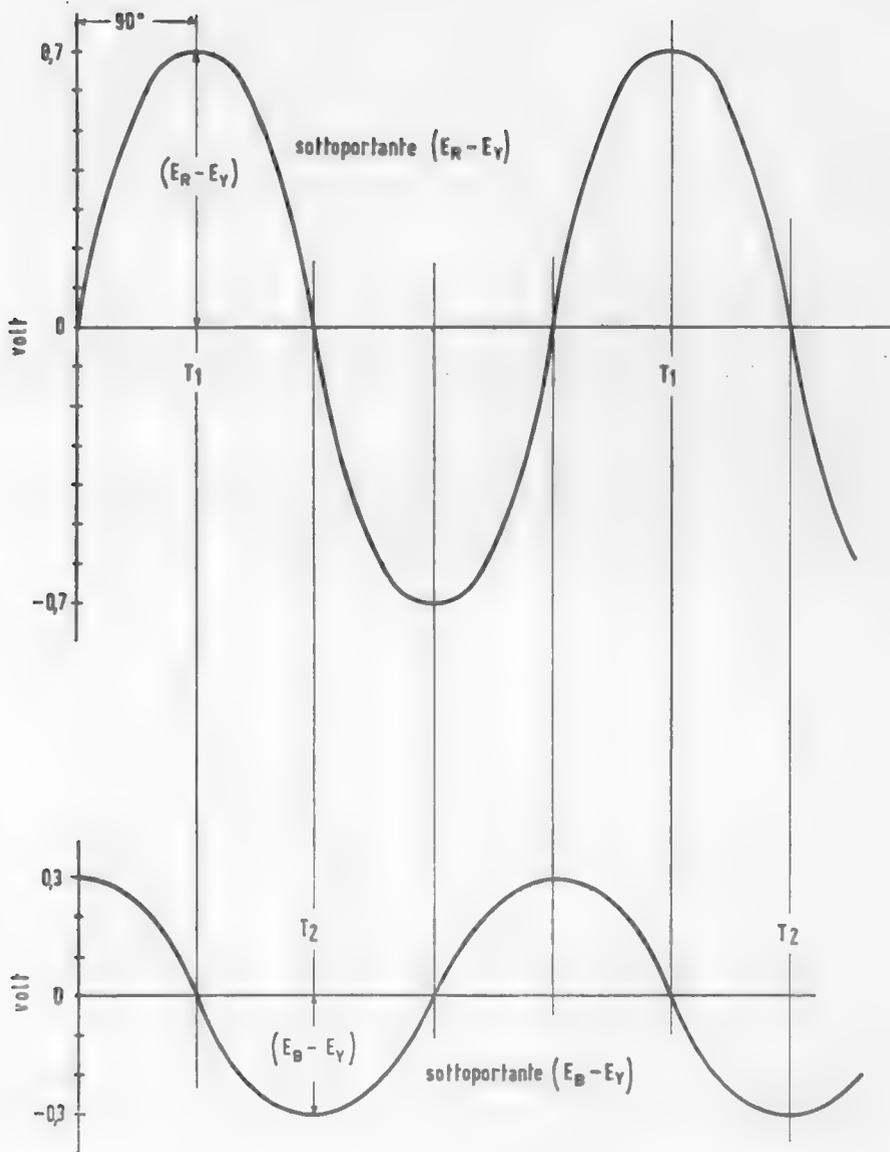


FIG. 399. Rappresentazione grafica delle due sottoportanti di colore sfasate di 90°, modulate rispettivamente da $(E_R - E_Y)$ e da $(E_B - E_Y)$.

segnale di riferimento usato alla trasmissione per la codificazione del segnale di cromaticità.

Già sappiamo che tale requisito viene assicurato dal segnale burst destinato a sincronizzare il « generatore di riferimento ».

Il segnale di cromaticità viene estratto dal segnale video composto all'uscita del rivelatore video, attraverso un adatto filtro passa-banda che consente il passaggio della sottoportante con le sue bande laterali di modulazione, mentre esclude i segnali di luminanza a frequenze inferiori.

Il segnale di cromaticità viene poi inviato a ciascuno dei rivelatori (demodulatori) sincroni.

I segnali cromatici in uscita dipendono dalle fasi secondo le quali avviene la demodulazione; comunque essi sono fondamentalmente, come si è già visto, un segnale I per un rivelatore ed un segnale Q per l'altro rivelatore.

Si è anche notato che i due segnali I e Q hanno differenti larghezze di banda e cioè il segnale I ha una larghezza di circa 1 MHz mentre il segnale Q ha una larghezza di circa 0,5 MHz.

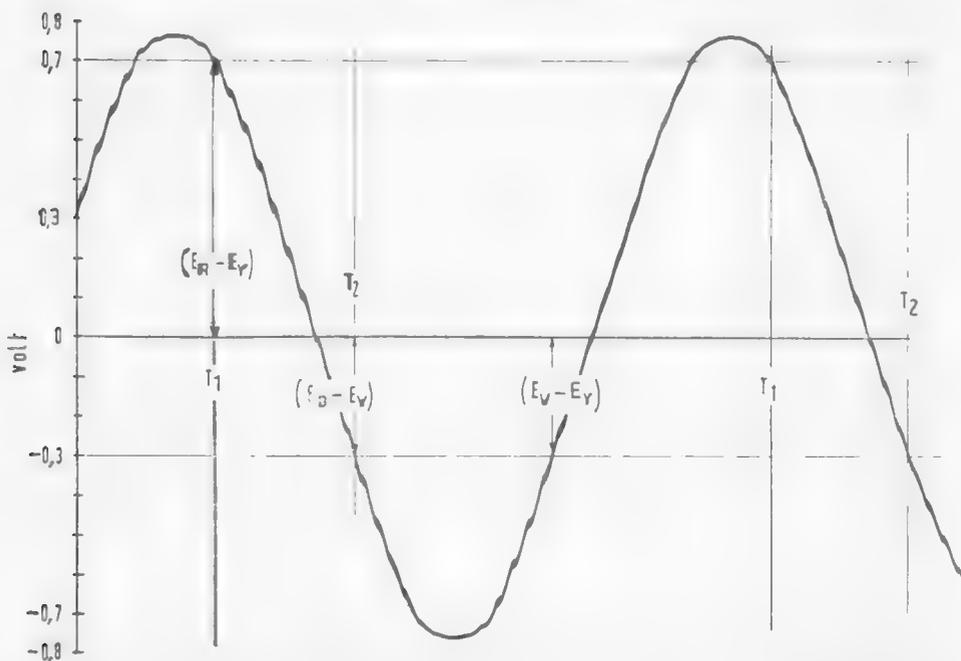


FIG. 400. Combinazione delle due sottoportanti di fig. 399, con riferimento ai tempi T_1 e T_2 per l'estrazione dei segnali di cromaticità.

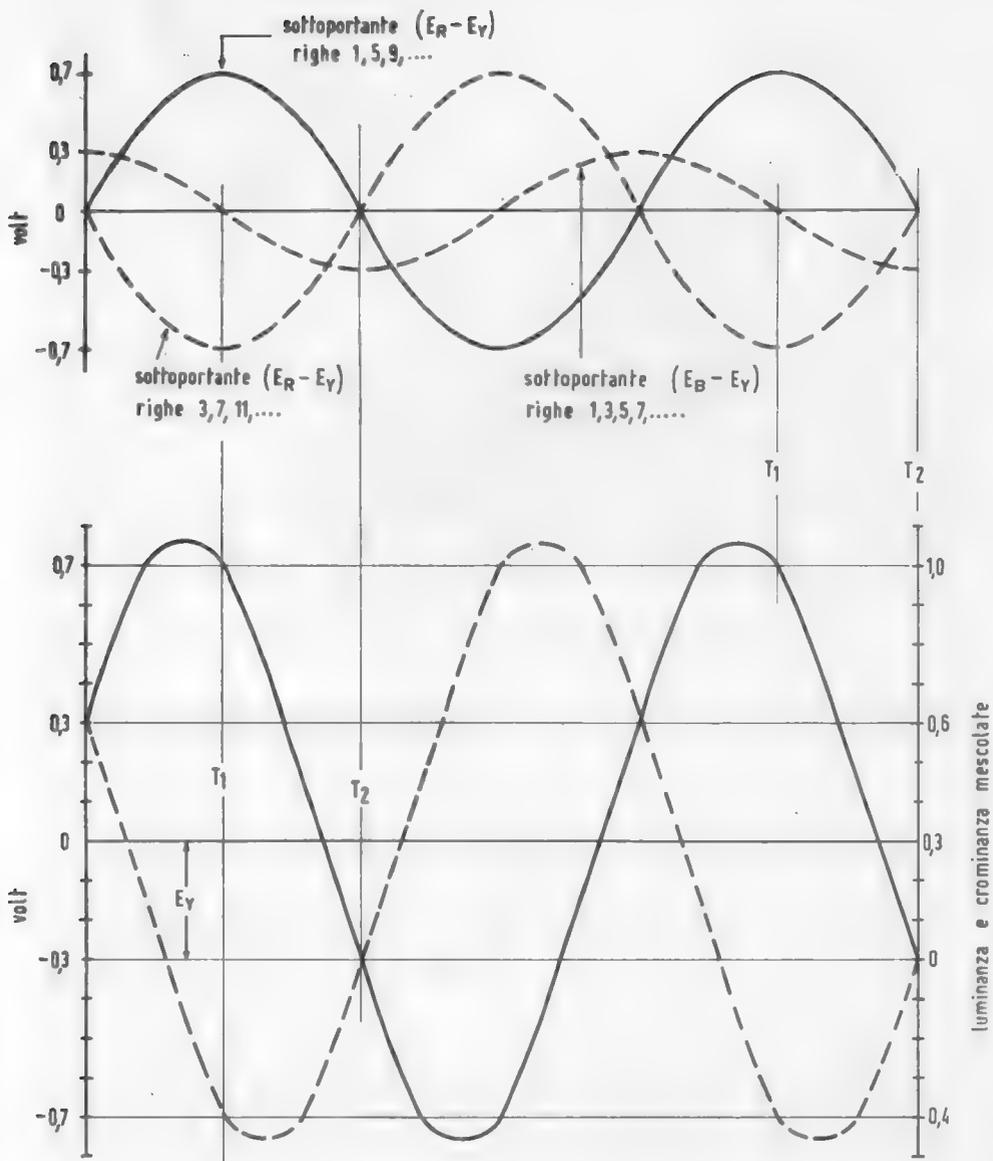


FIG. 401. a) Figurazione grafica del procedimento PAL con inversione sequenziale di riga di 180° . — b) Mescolazione dei due segnali di luminanza e crominanza.

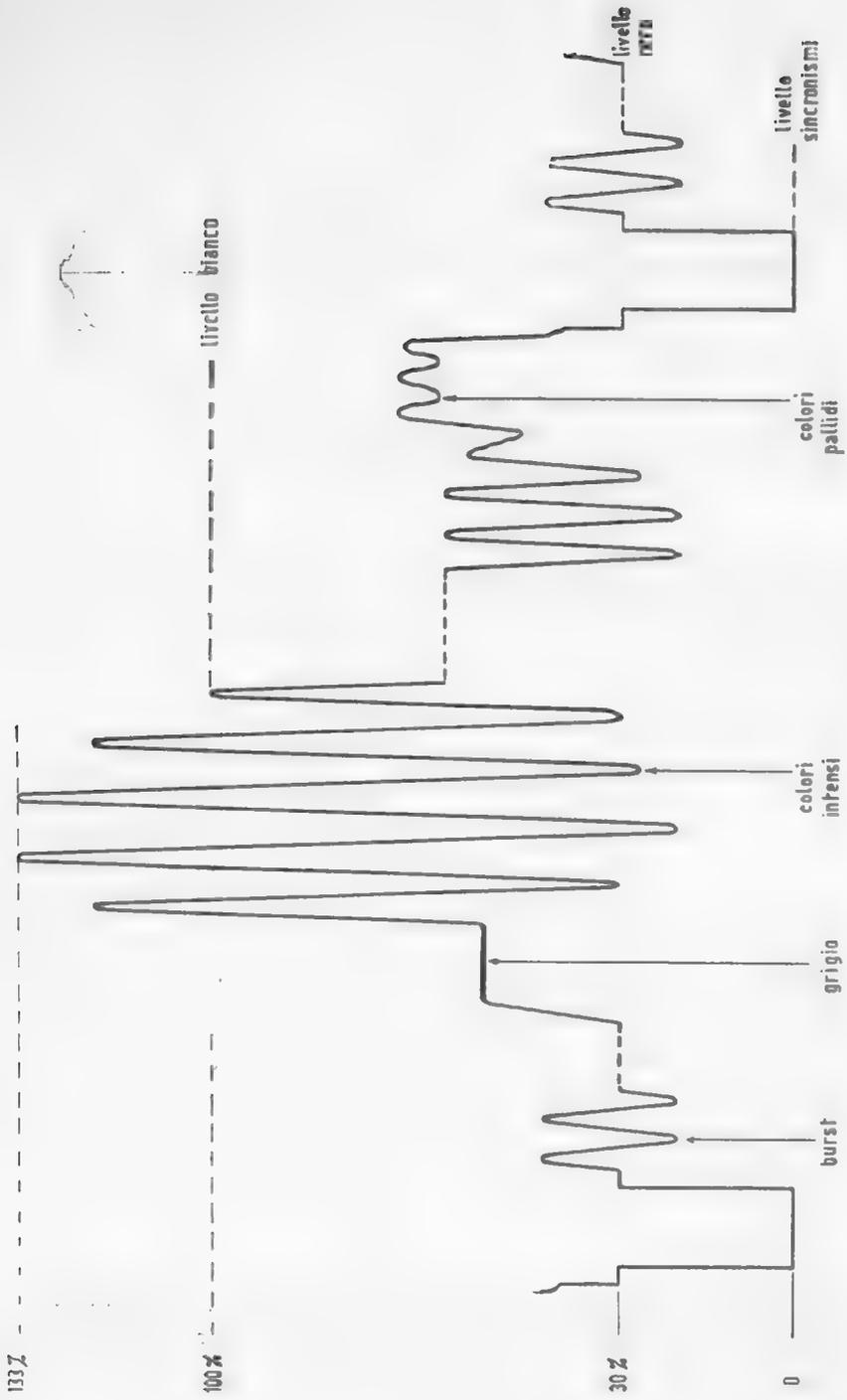


Fig. 402. Il segnale composto video-colore. Il « burst » è rappresentato per chiarezza con soli due periodi: in pratica ne comprende circa 10.

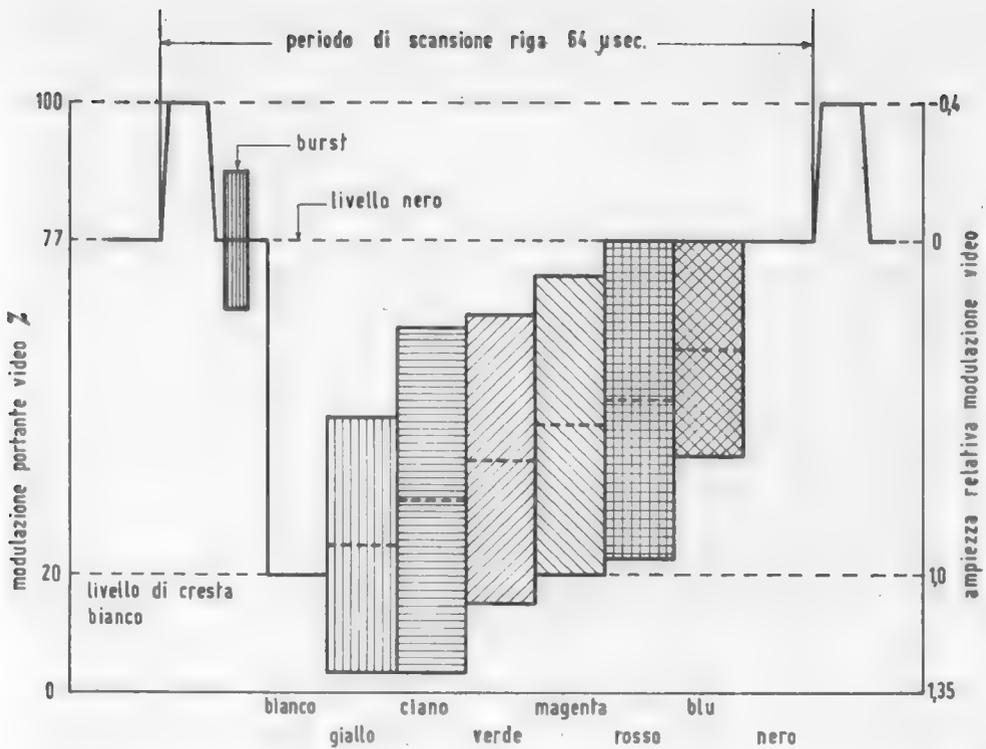


FIG. 403. Diagramma di modulazione del segnale cromatico di barre di colore.

Vi è una categoria di televisori che adotta rigidamente quest'ultima norma: tali ricevitori, che vengono chiamati *ricevitori ad ampia banda di cromaticanza*, sono però attualmente poco diffusi a causa del loro costo superiore dovuto alla complessità dei circuiti di matricizzazione e correzione delle distorsioni derivanti dalla condizione di *vestigial side band* del segnale *I*.

Molto più seguita è invece la norma di limitare la larghezza della banda inferiore del segnale *I* a circa 0,5 MHz, conferendo pertanto ad entrambi i segnali *I* e *Q* una uguale larghezza di banda: tali televisori che vengono chiamati «*equibanda*» presentano l'inconveniente di una minore risoluzione cromatica (d'altronde scarsamente avvertibile) che è però largamente compensata da una tecnologia circuitale più semplice e quindi meno costosa.

Inoltre nei televisori «*equibanda*» non vi è pericolo di intermodulazione fra i segnali *I* e *Q*, dovuta alla distorsione delle bande laterali

vestigiali; e per tale motivo la demodulazione sincrona può effettuarsi secondo qualsiasi asse conveniente.

In tal caso, una scelta comunemente adottata è quella degli assi $(R - Y)$ e $(B - Y)$.

È però da ricordarsi che tali assi devono considerarsi in realtà $(R - Y)/1,14$ e $(B - Y)/2,03$ per le ragioni già esposte nei primi capitoli relativi alla tecnica colorimetrica, e tale condizione deve essere rispettata nel progetto dei successivi circuiti matriciali.

Si ricordi inoltre che dai segnali $(R - Y)$ e $(B - Y)$, il terzo segnale $(V - Y)$ può essere derivato facilmente, poichè

$$Y = 0,30 R + 0,59 V + 0,11 B$$

ove sottraendo Y si ha:

$$0 = 0,30 (R - Y) + 0,59 (V - Y) + 0,11 (B - Y)$$

da cui:

$$(V - Y) = -\frac{0,30}{0,59} (R - Y) - \frac{0,11}{0,59} (B - Y).$$

Dalla semplice somma, poi, del segnale Y ai tre segnali « differenza di colore » $(R - Y)$, $(B - Y)$ e $(V - Y)$, si ottengono i tre segnali cromatici R , V , B , necessari per l'eccitazione del tubo catodico tricromico.

In via alternativa, si può anche realizzare tale addizione di segnali, nello stesso tubo tricromico, eccitandone i tre catodi in parallelo col segnale Y reso opportunamente negativo, e le tre griglie direttamente coi segnali « differenza di colore ».

Altro tipo di decodificatore

Oltre ai vari tipi di decodificatori PAL descritti nel presente corso, diamo qui lo schema a blocchi di un altro decodificatore di recentissima realizzazione pratica, totalmente transistorizzato e montato su un pannellino a circuiti stampati.

Riferendoci allo schema di fig. 404, il segnale video composito, estratto dal rivelatore video all'uscita dell'amplificatore a frequenza intermedia, viene inviato all'ingresso dell'amplificatore di cromaticanza comprendente il necessario filtro passa-banda (3,8 — 5,00 MHz).

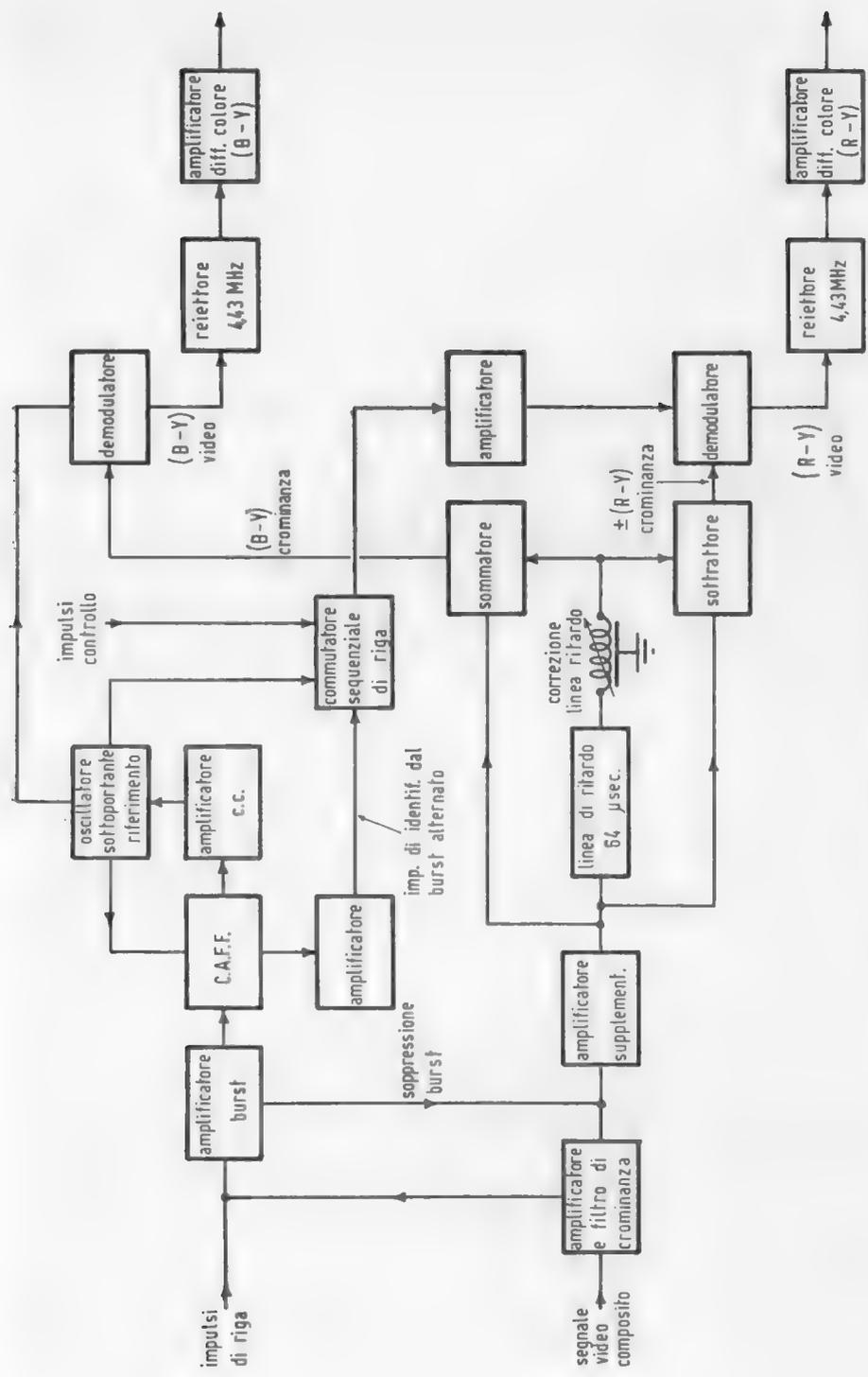


Fig. 404. Schema a blocchi di un decodificatore PAL.

L'uscita di questo amplificatore viene inviata ad uno stadio amplificatore supplementare per il raccordo con la linea di ritardo di 64 microsecondi, e ad un amplificatore controllato (gated) che diviene attivo solo durante il periodo del burst in conseguenza di opportuni impulsi a frequenza di riga.

L'oscillatore di riferimento della sottoportante (4,43 MHz), necessario per la demodulazione in $(R - Y)$ e $(B - Y)$, è controllato da cristallo di quarzo e sincronizzato dal burst in arrivo. Ciò si ottiene mediante un dispositivo C.A.F.F. che, confrontando l'oscillazione locale con quella in arrivo, genera una tensione c.c. che amplificata viene applicata ad un diodo « varicap » inserito nel circuito accordato dell'oscillatore, con l'effetto di riportarne la frequenza al corretto valore del burst.

Una parte dell'uscita dell'oscillatore di riferimento viene applicata al demodulatore $(B - Y)$ eccitato dal corrispondente segnale di crominanza proveniente dal circuito sommatore all'uscita della linea di ritardo. Il risultante segnale video $(B - Y)$ all'uscita del demodulatore viene poi inviato, attraverso un filtro reiettore della frequenza sottoportante 4,43 MHz, ad un amplificatore del segnale di differenza di colore $(B - Y)$ che alimenta la corrispondente griglia del tubo tricromatico shadow-mask.

Un'altra uscita dell'oscillatore di sottoportante di riferimento viene inviata, dopo aver attraversato un adatto circuito sfasatore, ad un commutatore elettronico che provvede ad invertire sequenzialmente di 180° la fase in corrispondenza di righe alternate.

L'uscita di tale commutatore, dopo una opportuna amplificazione, viene inviata al demodulatore $(R - Y)$ che agisce sul segnale di crominanza $\pm (R - Y)$ proveniente da un circuito sottrattore alimentato dalla linea di ritardo di 64 μ sec.

Il commutatore sequenziale viene controllato da impulsi di soppressione provenienti dal trasformatore di deflessione orizzontale.

Per assicurare l'inizio corretto della commutazione sequenziale vengono utilizzati degli impulsi supplementari derivati dal « burst » alternativo ed ottenuti dal discriminatore di fase (C.A.F.F.).

Ovviamente, l'uscita del demodulatore $(R - Y)$ viene opportunamente amplificata prima di applicarla alla corrispondente griglia del tubo tricromatico.

APPENDICE 3

Realizzazione pratica di un televisore a colori secondo il sistema PAL

Nel volume VI del presente Corso, è stato ampiamente trattato nel suo aspetto teorico generale il sistema PAL.

Diamo ora alcune informazioni complementari relative a questioni specifiche che si presentano nella pratica applicazione di questo sistema.

Situazione dello standard TV italiano. — Per una migliore trasmissione della TV a colori, molte nazioni hanno adottato uno « standard » differente da quello inizialmente usato per la TV in bianco-nero, soprattutto riguardo ad una maggiore larghezza della banda video e quindi con una maggiore distanza fra le portanti video ed audio.

Sono sorti pertanto i vari « standard » riportati nella tabella a pagina seguente.

Da parte italiana si è mantenuto inalterato lo standard normalmente adottato per la TV in bianco-nero, denominato « Standard G » nella tabella citata.

Ciò, se da un lato semplifica e facilita molti problemi costruttivi per la produzione corrente dei televisori sia in bianco-nero sia a colori, garantendone una perfetta compatibilità, solleva viceversa dei problemi tecnici relativi all'ampiezza delle bande di modulazione della sottoportante di colore da parte dei due segnali cromatici.

Tale argomento è stato già trattato illustrando il sistema NTSC dal quale il PAL deriva direttamente.

Infatti nel sistema NTSC, per ottenere in ricezione le due componenti di cromaticità, occorrono entrambe le bande laterali relative, e poichè la larghezza delle bande laterali superiori dei segnali cromatici non può superare 0,5 MHz a causa della prossimità della portante

STANDARD TELEVISIVI UHF PER LA TV A COLORI

Denominazione C.C.I.R.	G	I	K	L	M
Numero di righe scansione	625	625	625	625	525
Regione di applicazione	Europa occid.	Gran Bretagna	Europa orient.	Francia	America
Frequenza di trama (Hz)	50	50	50	50	60
Frequenza di quadro (Hz)	25	25	25	25	30
Frequenza di riga (Hz)	15.625	15.625	15.625	15.625	15.750
	\pm 0,1 %	\pm 0,001 %	\pm 0,05 %	\pm 0,1 %	
Larghezza della banda video (MHz)	5	5,5	6	6	4,2
Larghezza del canale (MHz)	8	8	8	8	6
Portante audio in relazione alla portante video (MHz)	+ 5,5	6	+ 6,5	+ 6,5	+ 4,5
Portante audio in relazione al limite del canale (MHz)	- 0,25	- 0,25	- 0,25	- 0,25	- 0,25
Larghezza della banda laterale principale (MHz)	5	5,5	6	6	4,2
Larghezza della banda laterale parzialmente soppressa (MHz)	0,75	1,25	0,75	1,25	0,75
Polarità della modulazione video	negativa	negativa	negativa	positiva	negativa
Livello della soppressione (blanking) rispetto alla cresta della portante (%)	75	77	75	30	75
Livello minimo della portante rispetto alla cresta (%)	10	18	10	6	15
Modulazione audio	FM	FM	FM	AM	FM
Deviazione (kHz)	\pm 50	\pm 50	\pm 50		\pm 25
Pre-enfasi (microsecondi)	50	50	50		75

audio, anche la larghezza di quella inferiore non potrebbe superare in linea teorica tale valore (modulazione equibanda).

Per non limitare troppo la definizione cromatica, è stato accennato che nel sistema NTSC viene adottata una maggiore larghezza della banda inferiore ad uno solo dei due segnali cromatici (segnale *I*). Furono inoltre scelti gli assi di modulazione in modo tale che il segnale con larghezza di banda vestigiale maggiore corrispondesse ai colori per i quali l'occhio presenta una maggiore acuità visiva (asse *I*) e che l'altro (asse *Q*) ortogonale al primo, a banda più stretta, venisse

a corrispondere all'incirca ai colori per i quali l'occhio presenta la minima acuità visiva.

Per sfruttare però le due diverse larghezze di banda dei segnali cromatici, occorre in ricezione una maggiore complicazione (ricevitori « non equibanda ») ed in pratica nessun televisore a colori reperibile in commercio, sia negli U.S.A. sia in Giappone (le due sole nazioni che hanno attualmente un servizio di TV a colori), ha usufruito di questa possibilità.

Tutti i televisori a colori attualmente prodotti sono equibanda e per tale ragione con il sistema NTSC non è possibile, con lo « standard G », superare la larghezza di banda cromatica di circa 0,5 MHz.

Il sistema PAL può invece separare le informazioni di cromaticità anche con una sola banda laterale cromatica e per tale motivo viene a cessare l'esigenza di modulare con assi opportunamente scelti ed a banda differente.

Pertanto, anche con le limitazioni imposte dallo « standard G », è possibile trasmettere col PAL le due informazioni di cromaticità equibanda, a banda più larga.

Si sono così scelti come assi di modulazione gli assi più naturali ($R - Y$) e ($B - Y$) entrambi a banda più larga, uguale a quella dell'asse I nel sistema NTSC.

Nella precedente trattazione del sistema PAL (volume VI) si è visto inoltre che la identificazione delle righe con segnale + ($R - Y$) rispetto a quelle con segnale - ($R - Y$) è affidata alla fase del segnale sincronizzante di colore (burst), che varia di 90° da una riga all'altra

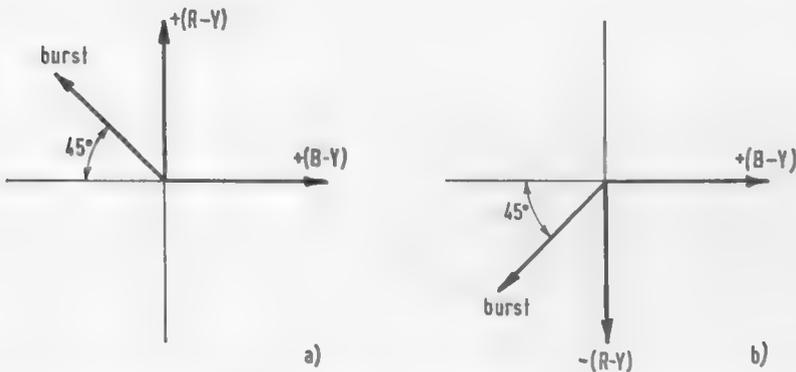


FIG. 405. La fase del sincronismo di colore (burst) secondo le nuove norme varia di $\pm 45^\circ$ rispetto all'asse $-(B - Y)$ da una riga alla successiva (burst alternato).

(burst alternato), senza più ricorrere ad impulsi supplementari di identificazione inseriti durante la cancellazione di quadro. Inoltre con questo sistema l'identificazione si verifica ad ogni riga e non più ad ogni quadro, ed è quindi più sicura.

La fase del burst è rappresentata nel diagramma di fig. 405.

Ciò premesso, diamo la descrizione di un circuito di crominanza secondo le accennate nuove norme PAL che può essere senz'altro sostituito all'esistente circuito di crominanza (pannellino a circuito stampato) del televisore RCA-CTC15 già descritto nel volume III.

Circuito di crominanza PAL (1)

Lo schema generale è riportato in figura 406, in fondo al volume.

Il segnale di crominanza entra nel punto J tramite un normale accoppiamento capacitivo, esso viene inviato alla valvola amplificatrice del segnale di crominanza V_{1A} . Tutto il segnale presente sul secondario del circuito passa-banda Tpb viene inviato alla valvola separatrice del burst V_{2A} , mentre una parte di questo, circa un terzo, regolabile con potenziometro, viene inviata al triodo V_{2B} che alimenta il « complesso della linea di ritardo ».

In particolare, poiché nel sistema PAL la disuniformità nella amplificazione delle bande laterali non provoca errore, in questo circuito non è stata montata la bobina di compensazione (take off) facilitando così la messa a punto. Inoltre, la separazione del segnale di sincronizzazione di colore (burst) avviene dopo il circuito passa-banda, sicché un eventuale disallineamento di quest'ultimo non determina una rotazione di fase dell'oscillatore locale rispetto al segnale da demodulare.

Il segnale di croma che esce dal « complesso linea di ritardo » è già formato dalle due componenti (a frequenza della sottoportante) $(B-Y)$ e $\pm (R-Y)$ e pronto per essere inviato ai due demodulatori sincroni.

Il burst è separato da V_{2A} tramite l'impulso positivo applicato alla sua griglia e proveniente dal trasformatore di riga; esso è pre-

(1) Da un articolo pubblicato su *Electronica* - N. 1 - 1966 - dal titolo « Decodificatore per ricevitore di televisione a colori » autori R. Salvadorini, G. Zetti.

sente sul trasformatore T_b . Perciò, tramite il ponte di fase formato dai diodi D_1 e D_2 e dal tubo reattanza V_{4B} , il burst aggancia l'oscillatore locale V_{1A} in frequenza e nella giusta relazione di fase con il segnale di crominanza.

Poichè il burst, secondo le nuove specifiche del sistema PAL è a fase alternata (fig. 405) $\pm 45^\circ$ rispetto l'asse $(B - Y)$, sul ponte di fase si ha una componente media continua più una componente alternata di forma rettangolare e di frequenza metà di quella di riga la cui fase è strettamente legata a quella del burst. Inviando questa componente alla griglia della valvola V_{1B} , e ponendo sulla placca di questa un circuito ($T_h/2$) risonante su una frequenza $f_h/2$ pari a metà della frequenza di riga, si ottiene una tensione sinusoidale, la cui presenza è subordinata alla presenza del burst alternato e la cui fase gli è strettamente legata.

La prima condizione ci dà la possibilità di utilizzare la sua presenza per azionare il killer, la seconda per determinare, riga per riga, il corretto funzionamento del commutatore bistabile (V_3) della sottoportante di riferimento per la demodulazione del segnale $R - Y$.

La valvola V_{2B} viene resa conduttrice solo durante le trasmissioni a colori ed interdetta durante le trasmissioni in bianco e nero (killer). Il circuito bistabile (V_3) è normalmente pilotato dal segnale orizzontale H proveniente dal trasformatore di riga del ricevitore. La messa in passo del bistabile è eseguita dal diodo D_6 mediante la tensione a frequenza $f_h/2$ presente sul trasformatore $T_h/2$.

La corrente delle due valvole del bistabile (V_{3A} e V_{3B}) determina la conduzione alternata dei diodi D_7 e D_8 producendo l'inversione di 180° , riga per riga, alla sottoportante di riferimento in accordo con la rotazione, pure di 180° , del segnale $R - Y$ da demodulare (e proveniente dal complesso linea di ritardo). Il segnale demodolato applicato a V_{5A} è pertanto sempre dello stesso segno.

Dall'oscillatore locale e tramite uno sfasatore di 90° si alimentano i diodi demodulatori D_{11} , D_{12} così da assicurare la perfetta demodulazione del segnale $(B - Y)$ che verrà applicato alla valvola V_{5B} .

A differenza del precedente esempio in questo decodificatore è stata usata la matrice RCA analoga a quella del ricevitore CTC15-17. Questo perchè, non essendo più necessario separare i segnali di identificazione dal segnale $B - Y$ (ad alto livello), questa matrice risulta più funzionale e di minor costo. Ma poichè questa matrice richiede all'entrata segnali corrispondenti agli assi X e Z , è stato necessario

TABELLA 1

*Induttanze e trasformatori — Dati costruttivi**

T_{pB}	$L_{2-4} = 48 \mu\text{H}$ (70 spire, supporto 7 mm, nido d'ape larghezza 4 mm, filo 0,15 seta).
	$L_{1-3} = 10 \mu\text{H}$ (30 spire, supporto 7 mm, nido d'ape larghezza 4 mm, filo 0,15 seta).
	I due avvolgimenti non sono accoppiati magneticamente.
T_b	$L_{3-5} = 18 \mu\text{H}$ (44 spire, supporto 7 mm, filo 0,1 seta, avvolgimento lineare).
	$L_{1-2} = L_{2-6} = 22$ spire, avvolgimento bifilare lineare, disposto sopra L_{3-5} , filo 0,10 smalto.
$T_{M/2}$	$L_{3-6} = 95 \mu\text{H}$ (2400 spire, supporto 7 mm, filo 0,10, avvolgimento lineare a strati, larghezza 40 mm).
	$L_{1-3} = 950$ spire, filo 0,10 avvolto sopra L_{3-6} .
T_o	$L_{4-5} = 26 \mu\text{H}$ (66 spire, supporto 7 mm, filo 0,10 smalto seta, avvolgimento lineare).
	$L_{1-6} = 33$ spire, filo 0,10 smalto seta, avvolto linearmente sopra L_{4-5} dal lato terminale 5.
L_o	110 μH (90 spire, supporto 7 mm, filo 0,10 smalto, avvolgimento lineare).
$T_{(R-Y)}$	$L_{3-5} = L_{4-6} = 5 \mu\text{H}$ (14 spire, supporto 4 mm, filo 0,10 smalto seta, avvolgimento bifilare lineare).
	$L_{1-2} = 43 \mu\text{H}$ con presa centrale.
	È costituita da due bobine a nido d'ape avvolte in senso opposto l'una all'altra, 40 spire, larghezza 2,5 mm, distanziate tra loro di 2,5 mm avvolte sopra L_{3-5} e L_{4-6} .
SF	$L_{1-5} = L_{1-6} = 12 \mu\text{H}$, avvolgimento bifilare, filo 0,10 smalto seta, con supporto tubetto ferrite FXC4.

* I valori delle induttanze variabili riportati si intendono come valori medi con nucleo a circa metà corsa.

ricavare dagli assi $B - Y$ ed $R - Y$ i predetti assi, tramite le valvole V_{5A} e V_{5B} che funzionano altresì da amplificatrici.

La valvola V_{7B} , analogamente a quanto avviene nel ricevitore CTC15 RCA, determina il segnale di cancellazione sulle griglie del cinescopio e fa agire le valvole V_{6A} , V_{6B} e V_{7A} anche da restitutrici della componente continua.

Nella tabella 1 sono riportati i dati costruttivi dei trasformatori.

Analisi del circuito

Canale di crominanza, demodulazione dei segnali.

Il circuito relativo al segnale di crominanza è costituito dalla V_{1A} (fig. 406), dal trasformatore passa-banda Tpb , dal triodo V_{2B} , e dal « complesso linea di ritardo ».

La banda passante dell'intero canale è di $\pm 0,8$ MHz intorno alla frequenza della sottoportante, ed è ottenuta dal trasformatore passa-banda Tpb , che è stato calcolato per avere una insellatura di 2 dB alla frequenza centrale, ed alla risonanza del trasformatore della linea di ritardo che ne compensa l'avvallamento.

Il secondario del trasformatore Tpb è caricato da una resistenza di 470 Ω con potenziometro in serie da 250 Ω : poichè quest'ultimo è lontano dal telaio (comando manuale della saturazione) ed è alimentato tramite cavo coassiale con capacità di 40 pF circa, la resistenza da 470 Ω ha in parallelo un condensatore in modo da costituire un partitore compensato. La fase del segnale è pertanto la stessa ai due capi della resistenza da 470 Ω e si sposta di un'entità trascurabile ruotando il potenziometro del comando di saturazione.

Il segnale di crominanza viene prelevato dal punto J del ricevitore (CTC15 - CTC17) ed è tale da fornire sul potenziometro del comando di saturazione 6÷7 V p.p. quando all'entrata del ricevitore sono presenti barre di colore normalizzate (con ampiezza pari al 75% del bianco).

Il circuito di entrata della V_{1A} è costituito solamente dalla resistenza di fuga (10 k Ω) e dal condensatore di accoppiamento di 4 pF che determinano un circuito passa alto che elimina dalla griglia di V_{1A} le componenti di bassa frequenza della luminanza.

Come è già stato detto nella premessa, il circuito di compensazione delle bande laterali (take-off), che serve per compensare in modo complementare la caduta graduale della curva di media frequenza nella zona della crominanza, può qui essere eliminato, essendo il PAL insensibile all'errore di quadratura associato al taglio di banda. Ciò determina una sensibile semplificazione della taratura, in quanto tutti i circuiti di crominanza possono essere controllati in « bassa frequenza » senza tenere conto del taglio causato dalla media frequenza.

Il segnale prelevato dal potenziometro di regolazione della saturazione è inviato alla griglia del triodo V_{2B} . Il triodo ha il catodo in comune con quello della V_{7B} , sicchè, durante i ritorni di riga, esso

viene portato ad un potenziale di circa + 30 V. La valvola quindi si interdice ad ogni ritorno di riga ed elimina il burst sulla placca della valvola stessa.

Se la trasmissione è in bianco e nero la valvola rimane interdetta continuamente, essendo la sua griglia a - 20 V circa (killer).

Quando la trasmissione è a colori, i diodi D_3 e D_4 raddrizzano la tensione a frequenza $f_h/2$, neutralizzano la tensione negativa e fanno condurre il limitatore D_5 . La griglia si porta ad un potenziale leggermente positivo rispetto massa e la valvola V_{2B} conduce.

Il carico sulla placca del triodo è l'impedenza riflessa della linea di ritardo tramite il trasformatore di accoppiamento. Poiché il dimensionamento di questo trasformatore dipende dalla linea ad ultrasuoni usata esso è stato incluso nel « complesso linea di ritardo ».

Questo « complesso » richiede diverse soluzioni a seconda del tipo di linea adottata. Sul mercato attualmente se ne trovano due tipi, ma diverse ditte stanno studiando prototipi, ed alcune interessanti soluzioni sono già disponibili. Ci limiteremo qui a descrivere le soluzioni adottabili con linee Corning Glass e Telefunken, ed inoltre la soluzione che si presume possa essere quella definitiva con una linea sperimentale a ritardo perfetto.

Poiché la frequenza di riga è strettamente legata alla frequenza della sottoportante di colore dalla relazione:

$$f_h = \frac{f_{\text{sottop.}} - f_h/625}{284 - 1/4}$$

trascurando il termine $f_h/625$ che è insignificante per questo calcolo si ha:

$$\frac{f_{\text{sottop.}}}{f_h} = \frac{T_h}{T_s} = 284 - \frac{1}{4}$$

dove T_h è la durata di una riga e T_s il periodo della sottoportante. Ciò vale a dire che se la linea ha un ritardo equivalente al periodo T_h nella linea saranno contenuti $284 - 1/4$ periodi di sottoportante e quindi la fase di uscita è in ritardo di $1/4$ di periodo rispetto a quella di entrata. Poiché si vuole che l'entrata e l'uscita della linea siano in fase od in opposizione, il ritardo esatto T_{tar} che dovrà avere la linea sarà:

$$T_{\text{tar}} = T_h \pm \frac{T_s}{4} = \left\{ 284 - \frac{1}{4} \pm \frac{1}{4} \right\} T_s$$

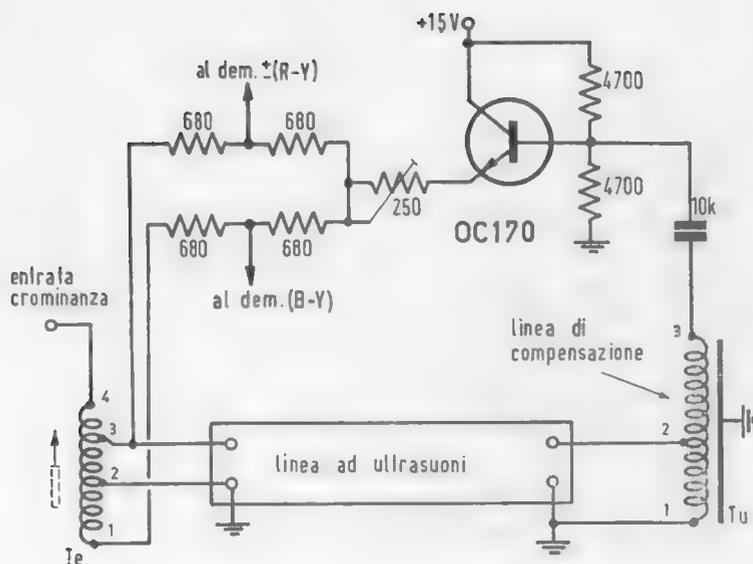


FIG. 407. Complesso linea di ritardo con linea di compensazione variabile.

Linea Corning Glass

Te: autotrasformatore ad avvolgimento trifilare a nido d'ape su supporto del diametro di 6,5 mm, larghezza 3 mm, filo 0,10 smalto-seta.

$$L_{1-2} = L_{2-3} = 1,35 \mu\text{H} \text{ (11 spire).}$$

$$L_{2-4} = 12 \mu\text{H} \text{ (33 spire).}$$

Linea Telefunken

Te: autotrasformatore ad avvolgimento trifilare a nido d'ape su supporto del diametro di 7 mm, larghezza 3 mm, filo 0,10 smalto-seta.

$$L_{1-2} = L_{2-3} = 0,85 \mu\text{H} \text{ (7 spire).}$$

$$L_{2-4} = 50 \text{ spire.}$$

Per la frequenza di sottoportante pari a 4.429.687,5 Hz il ritardo esatto della linea di ritardo è 64.000 nanosecondi, considerando il segno negativo cioè opposizione di fase. Per la nuova frequenza proposta di 4.433.618,75 il ritardo esatto è 63.945,5 nanosecondi.

Soluzione A.

La linea di ritardo ad ultrasuoni è integrata da una linea elettrica correttiva a costanti distribuite a ritardo variabile con continuità in modo da avere la giusta relazione di fase sulle resistenze di somma e differenza, vedere fig. 407.

I trasformatori *Te* e *Tu* sono diversi per la linea Corning Glass

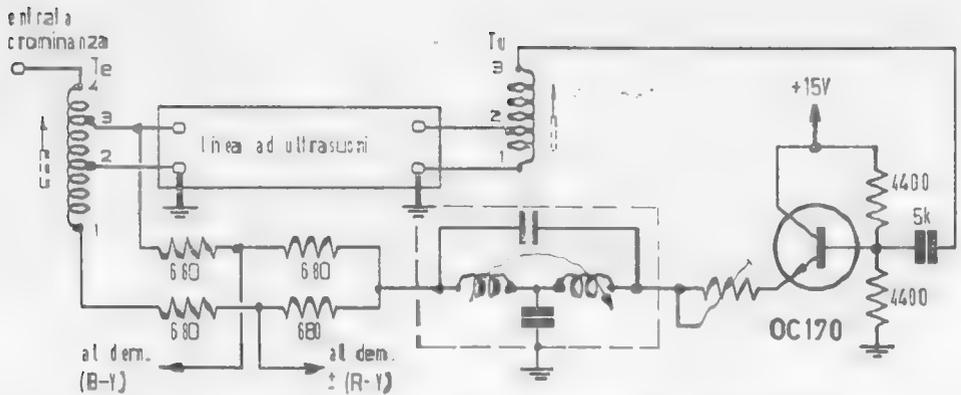


Fig. 408. Complesso linea di ritardo con celle fisse di compensazione.

Linea Corning Glass

Te: autotrasformatore ad avvolgimento trifilare a nido d'ape su supporto del diametro di 6,5 mm, larghezza 3 mm, filo 0,10 smalto-seta.

$L_{1-2} = L_{2-1} = 1,35 \mu\text{H}$ (11 spire).

$L_{2-3} = 12 \mu\text{H}$ (33 spire).

Tu: $L_{1-2} = 0,9 \mu\text{H}$ ($7\frac{1}{2}$ spire, filo 0,20 doppia seta, supporto del diametro 7 mm, avvolgimento lineare).

$L_{2-3} = 55$ spire nido d'ape, filo 0,10 smalto-seta, sovrapposto ad L_{1-2} di uguale larghezza.

Linea Telefunken

Te: autotrasformatore ad avvolgimento trifilare a nido d'ape su supporto del diametro di 7 mm, larghezza 3 mm, filo 0,10 smalto-seta.

$L_{1-2} = L_{2-1} = 0,85 \mu\text{H}$ (7 spire);

$L_{2-3} = 50$ spire.

Tu: $L_{1-2} = 0,8 \mu\text{H}$ (7 spire, filo 0,20 doppia seta, supporto del diametro di 7 mm, avvolgimento lineare);

$L_{2-3} = 48$ spire nido d'ape, filo 0,10 smalto-seta sovrapposto a L_{1-2} e di uguale larghezza.

o per la linea Telefunken; ciò perchè essi si accordano con le capacità dei trasduttori della linea che nei due casi sono diverse.

Inoltre il trasformatore *Te* è dimensionato in relazione alla resistenza interna della valvola E_{2B} per trasferire il massimo segnale sulla linea di ritardo.

L'autotrasformatore *Tu* recupera la perdita della linea e adatta la impedenza caratteristica della linea correttiva (Ldr) alla impedenza caratteristica della linea ad ultrasuoni.

In figura 407 sono riportati i dati relativi alle linee Corning Glass e Telefunken con capacità media dei trasduttori rispettivamente di 800 e 1800 pF.

L'eguaglianza fra le due tensioni di entrata e di uscita è assicurata dal potenziometro sull'emettitore del transistor trasferitore funzionante come separatore.

Soluzione B.

È analoga a quella precedente, salvo che la linea di ritardo compensativa è stata sostituita da una cellula di ritardo del tipo « passatutto » che ha il ritardo necessario all'aggiustamento delle fasi (fig. 408).

Eseguendo misure su un discreto numero di linee Corning Glass (v. tabella 2) si può notare come il ritardo da compensare sia compreso fra 120 e 188 nanosecondi (i calcoli sono relativi alla frequenza di sottoportante di 4.429.687,5 Hz).

Le linee di ritardo si potrebbero cioè dividere in gruppi che comprendono linee con differenze massime di 10 nanosecondi e centrare poi il ritardo complementare sulla media di ogni gruppo.

Ora, poichè il periodo della sottoportante è 226 nanosecondi,

TABELLA 2

Ritardo delle linee ad ultrasuoni Corning Glass e numero delle celle di ritardo occorrenti per ottenere il ritardo esatto.

N. della linea	Ritardo nanosecondi	Complem. a 64000 nanosecondi	Complem. 226 a 64000 — 2 nanosecondi	N. celle		
				10 na- nosec.	20 na- nosec.	50 na- nosec.
129	63868	132	19		1	
130	63865	135	22		1	
131	63868	132	19		1	
308	63865	135	22		1	
309	63880	120	7	1		
310	63889	111	— 2			
311	63874	126	13	1		
312	63865	135	22		1	
313	63842	158	45		2	
314	63812	188	75		1	1
315	63827	173	60	1		1
316	63836	144	31	1	1	
317	63842	158	45		2	
318	63860	140	27	1	1	
321	63868	132	19		1	
322	63868	132	19		1	

tenendo la linea più corta di mezzo periodo della sottoportante non si ha alcuna apprezzabile riduzione di dettaglio cromatico, per cui il ritardo da compensare diventa compreso, osservando i valori della tabella, fra:

$$111 \frac{226}{2} = -2 \text{ nanosec. e } 138 \frac{226}{2} = 75 \text{ nanosec.}$$

Si potrebbero così costruire cellule di ritardo di 10, 20 e 50 nanosecondi tutte con la stessa impedenza caratteristica in modo che sommandone un massimo di due si possa centrare il ritardo con ± 5 nanosecondi di tolleranza. Questo residuo può essere compensato agendo sull'accordo di $T\mu$ in modo da avere, alla temperatura di esercizio, l'esatta compensazione.

Nella tabella 2, ad ogni linea è stata segnata la composizione delle cellule di compensazione.

Da ricordare che con questa soluzione, poichè mancano 180° alla fase del segnale di uscita, i segnali $(B-Y)$ ed $(R-Y)$ risultano scambiati di posizione ed invertiti di 180° , rispetto alla sottoportante di demodulazione. Per ripristinare la corretta fase del segnale all'entrata delle V_{5A} e V_{5B} bisogna invertire il senso dei diodi D_9 , D_{10} e D_{11} , D_{12} dei due demodulatori.

Soluzione C.

Un'ultima soluzione attuata con una linea ad ultrasuoni sperimentale con ritardo esatto è quella della figura 409. Questa linea ha un ritardo esatto di 64.000 nanosecondi che compete alla frequenza della sottoportante di 4.429.687,5 Hz.

L'impedenza caratteristica della linea è di 150Ω cioè tre volte più elevata degli altri tipi considerati. Questo permette una maggiore tensione applicabile alla linea a parità di condizioni della valvola pilota V_{2B} . L'attenuazione di questa linea è di soli 8 dB al centro banda in confronto ai 16÷18 dB delle linee precedenti.

Le due condizioni, maggiore tensione di lavoro e minore attenuazione, permettono l'eliminazione del transistor dei due schemi precedenti ed inoltre una minore impedenza d'uscita.

Con questa linea di ritardo tutto il « complesso » acquista una semplicità estrema riducendosi ai trasformatori d'ingresso e d'uscita ed alle resistenze di somma e differenza.

È da ritenere che questa soluzione sia quella definitiva; la linea a ritardo esatto è, per quanto sperimentale, già esistente. Il ritardo esatto è ottenuto con linee che sfruttano una o più riflessioni e molando, a linea ultimata, la superficie riflettente fino al ritardo voluto, con un procedimento analogo alla taratura dei quarzi alla esatta frequenza.

Dal « complesso linea di ritardo » escono quindi i segnali a frequenza della sottoportante $\pm (R - Y)$ e $(B - Y)$ da demodulare.

I demodulatori sono del tipo sincrono e le sottoportanti di riferimento vengono loro fornite dall'oscillatore locale (V_{4A}) a quarzo (PAL « Standard »).

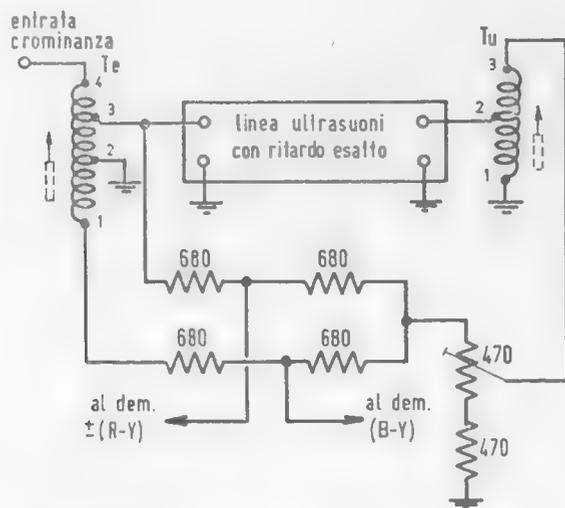


FIG. 409. Complesso linea di ritardo con linea a ritardo esatto.

T_e : avvolgimento trifilare a nido d'ape. Larghezza 3 mm, su supporto del diametro di 6,5 mm;

$$L_{1-2} = L_{2-3} = 2 \mu\text{H};$$

$$L_{3-4} = 10,3 \mu\text{H}$$

T_u : avvolgimento a nido d'ape, larghezza 5 mm, su supporto del diametro di 5 mm;

$$L_{1-2} = 2 \mu\text{H}; L_{2-3} = 3 \mu\text{H}.$$

Ai diodi D_9 , D_{10} viene inviata la sottoportante di riferimento tramite il commutatore bistabile V_3 ; questo rende alternativamente, riga per riga, conduttori e diodi D_7 e D_8 a causa dei sensi discordi dei due primari del trasformatore T ($R - Y$), perciò determina la inversione della fase della sottoportante di riferimento in accordo con le rotazioni pure di 180° del segnale ($R - Y$) da demodulare.

Ai diodi D_{11} e D_{12} viene inviata la sottoportante tramite lo sfasatore formato dalla bobina a due avvolgimenti SF , dalla resistenza da 470Ω e dal condensatore da 100 pF . Questo complesso ruota di 90° la fase della sottoportante rispetto a quella presente su $T(R - Y)$ assicurando così la demodulazione del segnale $B - Y$.

I segnali demodulati vengono inviati ai triodi V_{5A} e V_{5B} di cui si parlerà in seguito.

Generazione della sottoportante di riferimento, « killer » e commutatore.

Il segnale cromatico presente sul trasformatore passa-banda Tpb completo di sincronismo di colore (burst) viene inviato al separatore del burst V_{2A} .

Si noti come a differenza dei ricevitori CTC15, il « burst » viene inviato alla separatrice dopo essere transitato nel trasformatore passa-banda. È stato fatto in questo modo perchè nell'eventualità che questo trasformatore non venga allineato in modo corretto o subisca staturature, la fase del segnale di uscita rispetto a quella del segnale di entrata subisce variazioni anche notevoli. Ora poichè il burst viene separato dal segnale dopo essere passato attraverso questo circuito, anche esso subirà le stesse rotazioni di fase della crominanza, così che ai demodulatori la fase reciproca fra segnale cromatico e sottoportante di riferimento rimane costante. Ciò costituisce anche in fase di taratura una notevole semplificazione.

La separatrice del burst V_{2A} ha il catodo ad un potenziale di circa $+20 \text{ V}$ mentre la griglia è al potenziale di massa e pertanto è interdetta. Durante i ritorni di riga gli impulsi positivi a frequenza orizzontale, prelevati dal trasformatore di riga (punto PW 500 [L] del televisore CTC15 o CTC17 - RCA), portano la griglia ad approssimarsi al potenziale del catodo facendo condurre la valvola.

Sul trasformatore a primario accordato Tb è quindi presente il solo sincronismo di colore (burst) separato dal resto della crominanza.

Il diodo D_{13} , sul circuito di griglia della V_{2A} evita alla valvola di portarsi in condizioni di funzionamento con corrente di griglia. Ciò è importante poichè in caso contrario la fase del burst sul trasformatore Tb , rispetto a quella della crominanza, verrebbe alterata in funzione del livello del segnale di entrata. Il secondario del trasformatore Tb alimenta i due diodi del comparatore D_1 e D_2 , e al loro punto comune giunge pure una tensione alla frequenza della sottoportante generata dalla oscillatrice V_{4A} .

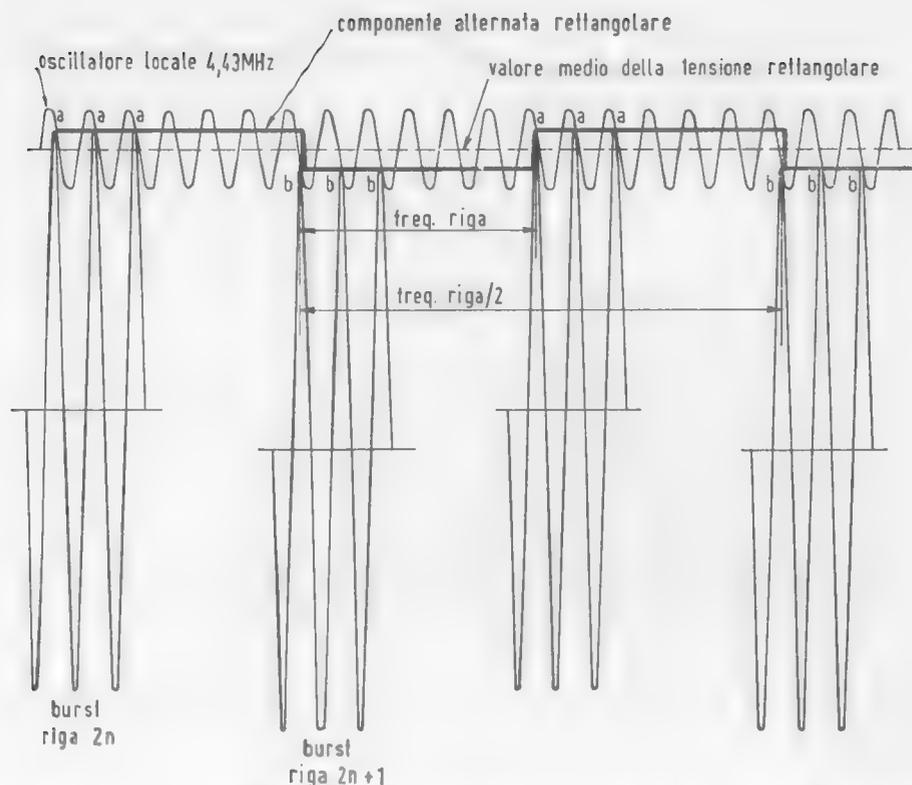


FIG. 410. Formazione della tensione rettangolare sul ponte di fase per effetto del burst alternato. a = istanti di chiusura dei diodi per effetto del burst delle righe $2n$; b = istanti di chiusura dei diodi per effetto del burst delle righe $2n + 1$.

Per la simmetria del circuito, sul punto comune delle due resistenze da $470 \text{ k}\Omega$ è presente una tensione continua (filtrata dal gruppo 10 kpF , $33 \text{ k}\Omega$, 100 kpF), pari alla media, nel tempo, delle tensioni istantanee presenti sul punto comune dei due diodi del ponte di fase, considerate nel momento in cui i diodi conducono per effetto del burst. Questa tensione continua è cioè il valore medio di un'onda rettangolare con periodo metà di quello di riga (v. fig. 410).

Infatti, chiamando V_o il picco di segnale a $4,43 \text{ MHz}$ di riferimento, nelle righe in cui il segnale $R - Y$ è positivo, sarà (fig. 411):

$$V_{cc}' = V_o \cos (45^\circ - \varphi)$$

(dove φ è l'angolo d'errore residuo della sottoportante di riferimento)

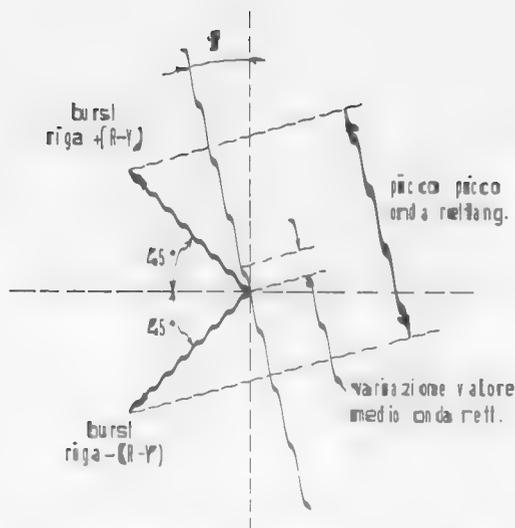


FIG. 411. Variazione della componente continua al variare della relazione di quadratura tra il valore medio del burst e la sottoportante rigenerata.

rispetto alla sua normale posizione in quadratura). Nella riga successiva si ha:

$$V_{cc}'' = -V_0 \cos(45^\circ + \varphi)$$

Il valore medio sarà rappresentato dalla somma di questi due valori e cioè, tenendo presente che il partitore dimezza l'ampiezza dei segnali:

$$V_{cc} = 0,707 V_0 \sin \varphi,$$

mentre il valore picco a picco dell'onda quadra ottenibile senza filtro vale:

$$V_{p/p} = 0,707 V_0 \cos \varphi.$$

La tensione continua di correzione è cioè, per piccoli angoli di errore, proporzionale all'angolo, mentre l'ampiezza picco a picco dell'onda quadra rimane praticamente costante.

Inoltre, poiché la tensione continua di errore è più piccola di quella che si sarebbe ottenuta con il burst nella direzione — (B — Y) per tutte le righe, non si è usato un varicap per il controllo della frequenza del quarzo ma il tubo a reattanza V_{4B} che è più efficace.

Il circuito rigeneratore della sottoportante è quindi uguale a quello usato nei ricevitori CTC15 o 17 RCA con un «pull in» di poco inferiore, ma più che sufficiente.

La fase dell'oscillatore in assenza di errore è quella dell'asse $R - Y$, pertanto dal secondario del trasformatore T_0 si alimenta direttamente il trasformatore $T (R - Y)$, mentre il demodulatore ($B - Y$), come si è già visto, preleva la tensione tramite uno sfasatore di 90° (100 pF, 470 Ω).

L'onda quadra di ampiezza picco a picco $0,707 V_o \cos \varphi$ (3 V picco picco in condizioni normali), prelevata al centro delle due resistenze da 270 k Ω sul ponte di fase, viene inviata alla valvola V_{1B} . Questa valvola è normalmente interdetta ed ha una soglia regolabile. Il segnale a frequenza $f_h/2$ che eccede la soglia fa condurre la valvola e sul circuito accordato di placca è così disponibile una tensione sinusoidale alla stessa frequenza.

Si è preferito non utilizzare l'onda quadra direttamente, per aumentare l'immunità ai disturbi della sincronizzazione di colore. Il circuito risonante, di cui $T_h/2$ è parte, agisce infatti da filtro. La tensione sul primario del trasformatore, raddrizzata dal duplicatore D_3 e D_4 attiva il canale di crominanza (come già si è visto), mentre la tensione sul secondario, tramite il diodo D_6 , comanda riga per riga il passo del circuito bistabile di commutazione V_3 .

Il potenziometro di soglia di V_{1B} regola la soglia del killer in modo da rendere il sistema valido anche per segnali con molto disturbo.

Il circuito bistabile commutatore V_3 è sincronizzato direttamente dagli impulsi a ricorrenza di riga presenti sulle sue griglie. La corrente anodica passando alternativamente nei diodi D_7 e D_8 li rende conduttori causando l'inversione nel trasformatore $T (R - Y)$ della sottoportante di riferimento come già si è visto nella descrizione del canale di crominanza. La corrente continua che passa in ogni diodo è di circa 25 mA in modo da avere una bassa resistenza dinamica; ciò è necessario per assicurare l'uguaglianza dei segnali relativi a due righe successive sul trasformatore $T (R - Y)$. Anzi, per rendere questa uguaglianza indipendente dai diodi usati è stata posta loro in serie una resistenza di 470 Ω .

La resistenza di catodo del circuito bistabile si chiude a massa tramite le resistenze di catodo della V_{2A} determinando così i potenziali di interdizione di questa valvola, come abbiamo già visto.

Da notare infine che con linee di ritardo Corning Glass e Telefunken, il transistor separatore del « complesso linea di ritardo » prende l'alimentazione dal catodo della V_{1B} : in questo caso la resistenza di 560 Ω sul catodo viene elevata a 1000 Ω .

La matrice.

In questo esempio si è utilizzata come matrice quella già usata nei ricevitori RCA CTC15 o 17. Questa matrice è più economica ed ha una maggiore simmetria delle tre uscite $R-Y$, $V-Y$ e $B-Y$.

Naturalmente è necessario trasformare i segnali demodulati $(R-Y)$ e $(B-Y)$ nei due segnali richiesti da tale matrice, conosciuti come segnali X e Z . Ciò è stato ottenuto dalle valvole V_{5A} e V_{5B} le quali inoltre amplificano il segnale demodolato.

Come è noto i segnali X e Z sono ottenuti demodulando il segnale NTSC con due segnali di riferimento sfasati di $+6^\circ$ rispetto all'asse $-(B-Y)$ e di -11° rispetto all'asse $-(R-Y)$ (v. fig. 412). Inoltre il rapporto dei segnali V_x/V_z dev'essere uguale a 0,8.

I segnali V_x e V_z sono cioè in relazione con quelli $V_{(B-Y)}$ e $V_{(R-Y)}$ nel modo seguente:

$$V_x = -0,8 V_{(R-Y)} \cos 11^\circ - 0,8 V_{(B-Y)} \sin 11^\circ \quad [1]$$

$$V_z = -V_{(B-Y)} \cos 6^\circ - V_{(R-Y)} \sin 6^\circ \quad [2]$$

che diventano :

$$V_x = - [0,785 V_{(R-Y)} + 0,153 V_{(B-Y)}] \quad [3]$$

$$V_z = - [0,995 V_{(B-Y)} + 0,105 V_{(R-Y)}] \quad [4]$$

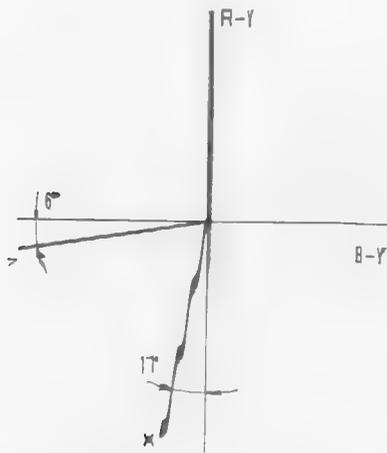


FIG. 412. Assi X , Z della matrice RCA con riferimento agli assi $R-Y$, $B-Y$.

Il segno — davanti ai secondi membri indica che occorre una inversione, mentre i coefficienti delle due equazioni servono a determinare i valori delle resistenze del gruppo di trasformazione.

Una soluzione possibile è quella della figura 413 in cui i due invertitori sono due pentodi con corrente $i_{(B-Y)}$ e $0,686 i_{(R-Y)}$ e con una resistenza di carico comune. Questa soluzione poteva anzi essere adottata in questo esempio usando le stesse valvole demodulatrici, come viene fatto per i ricevitori RCA CTC15 e 17. Si è preferito invece usare un'altra soluzione che permette una maggiore larghezza di banda. Utilizzando la valvola ECC88 con pendenza di $12 \div 15$ mA/V, a parità di segnali di uscita, si sono ridotte le resistenze di carico allargando la banda complessiva a 0,8 MHz a livello.

Naturalmente l'impiego di un doppio triodo richiede una correzione del circuito poichè è necessario tenere conto della resistenza interna delle valvole.

In figura 414a è riportato lo schema elettrico, nelle figure 414b e c sono rappresentati i circuiti equivalenti, in cui:

$$i_{(R-Y)} = \frac{g_m}{1 + g_m R_{K(A)}} V_{(R-Y)} \quad [5]$$

$$R_{i(A)} = R_a(1 + g_m R_{K(A)}) \quad [6]$$

$$i_{(B-Y)} = \frac{g_m}{1 + g_m R_{K(B)}} V_{(B-Y)} \quad [7]$$

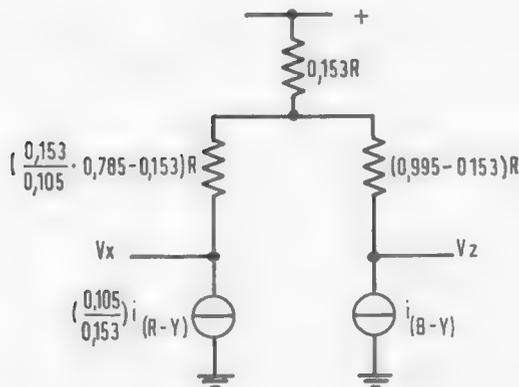


FIG. 413. Circuito di trasformazione mediante due pentodi dagli assi $R - Y$ e $B - Y$ agli assi X e Z .

$$\begin{aligned} R_{i(B)} &= R_a(1 + g_m R_{K(B)}) \\ R_{a1} &= R_{a1} = R_a. \end{aligned} \quad [8]$$

Ponendo inoltre:

$$\mu = \frac{\bar{v}_{(B-Y)}}{\bar{v}_{(B-X)}} \quad [9]$$

dalle relazioni [5] e [7] e a parità di tensione di entrata: $V_{(B-Y)} = V_{(B-X)}$, si ottiene:

$$R_{K(B)} = \mu R_{K(A)} \frac{1 - \mu}{g_m} \quad [10]$$

e quindi sostituendo la $R_{K(B)}$ nella [8], tenendo presente la [6], si ha:

$$R_{i(B)} = \mu R_{i(A)}.$$

Nel circuito di figura 414c si può trascurare $R_{K(A)}$ e $R_{K(B)}$ nei confronti rispettivamente di $R_a(1 + g_m R_{K(A)})$ ed $R_a(1 + g_m R_{K(B)})$ che sono molto più grandi (oltre 50 volte).

Con questa semplificazione e ponendo $R_{i(A)} = R_i$, si ha il circuito equivalente con generatori di corrente di figura 414d. Pertanto le incognite da determinare sono:

$$\mu; R_x; R_y; R_i;$$

$R_{i(A)}$ è invece un dato del problema in base alla stabilità che si vuole ottenere e al guadagno necessario.

Impostando le equazioni del circuito si arriva al sistema seguente, in cui A_x è il guadagno fissato al canale del rosso:

$$\begin{aligned} \frac{\mu}{A_x} - 1 &= \frac{(R_x + R_y + R_i) \mu R_i^2 + (R_x + R_y) R_i R_i}{R_x R_y R_i + \mu R_i R_i (R_x + R_y)} = a \\ \frac{0,995}{0,173} - 1 &= R_y \frac{R_x + R_i}{R_x R_i} = b \\ \frac{0,785}{0,105} - 1 &= R_y \frac{R_x + \mu R_i}{\mu R_x R_i} = c \\ \frac{0,785}{0,995} &= \frac{R_x R_y R_i + \mu R_i R_i (R_x + R_y)}{R_x R_y R_i + R_i R_i (R_x + R_y)} = d. \end{aligned}$$

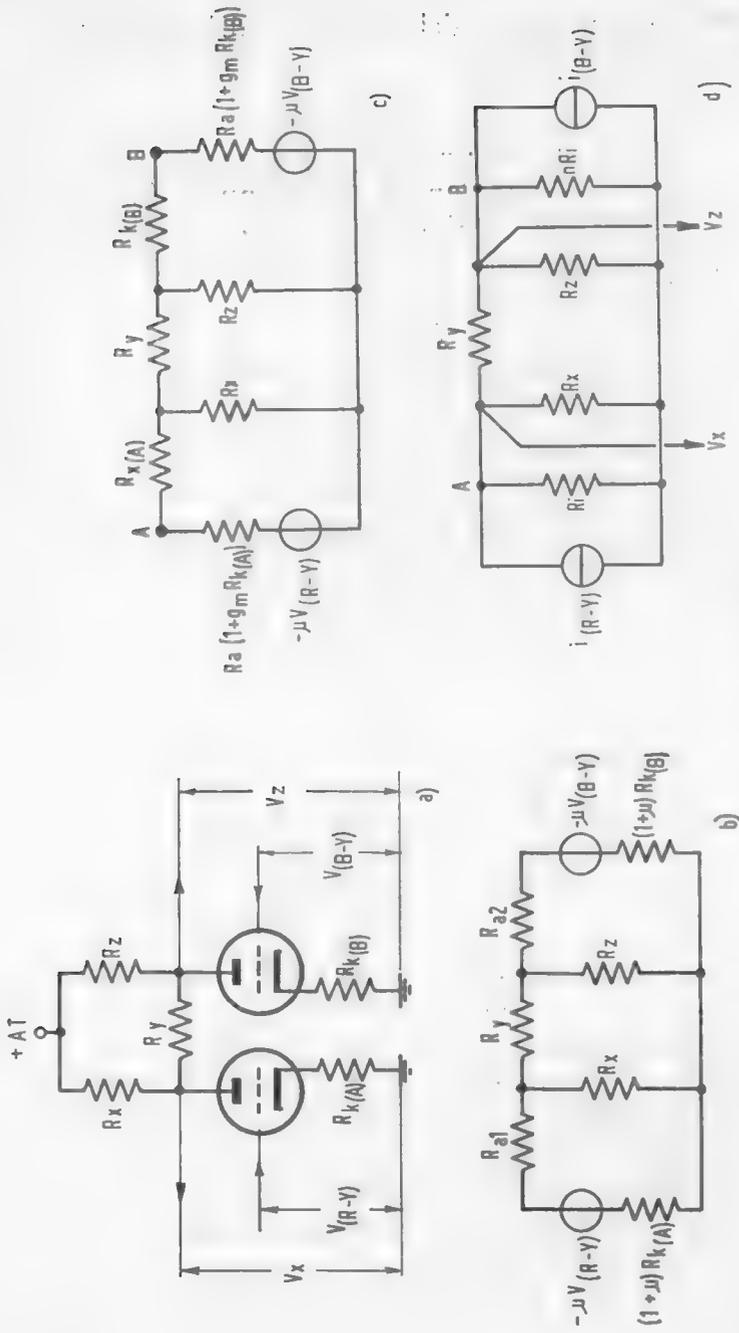


Fig. 414. a) Circuito di trasformazione, mediante due triodi dagli assi $R - Y$ e $B - Y$ agli assi X e Z ; b) circuito equivalente; c) circuito equivalente trasformato; d) circuito equivalente semplificato, con generatori di corrente.

Le soluzioni di questo sistema sono le seguenti:

- 1) $n = 0,6847$ (indipendente dai parametri delle valvole)
- 2) $AR_1^2 + BR_1 + C = 0$

in cui

$$\begin{aligned} A &= e - ab(c + 1) \\ B &= [2c - b(c + 1)(a - 1)] R_i \\ C &= [c + b(c + 1)] R_i^2. \end{aligned}$$

Conosciuto R_1 si possono determinare:

$$\begin{aligned} R_y &= \frac{bR_1R_2}{R_1 + R_i} \\ R_z &= \frac{nbR_1R_2}{nc(R_1 + R_i) - bR_1} \end{aligned}$$

Con i seguenti dati

$$\begin{aligned} V_a &\cong 120 \text{ V} \\ I_a &= 10 \text{ mA} \\ g_m &= 12,5 \text{ mA/V} \\ \mu &= 33 \end{aligned}$$

e fissando $A_R = 4,75$ si ha:

$$\begin{aligned} R_i &= 11080 \ \Omega \\ R_z &= 2213 \ \Omega \\ R_y &= 10200 \ \Omega \\ R_1 &= 1987 \ \Omega \\ R_{K(A)} &= 255,7 \ \Omega \\ R_{K(B)} &= 150 \ \Omega \end{aligned}$$

che sono appunto i valori delle resistenze utilizzate.

I segnali V_x e V_z presenti sulle placche delle V_{5A} e V_{5B} vengono inviati alle griglie delle V_{6A} e V_{6B} costituenti la matrice RCA. L'accoppiamento è fatto con bobine di compensazione serie e con condensatori di accoppiamento. La griglia della V_{7A} preleva invece una parte della tensione $V_{(R-Y)}$ presente sulla placca della V_{6A} .

La restituzione della componente continua sui segnali differenza è fatta con l'ausilio della valvola V_{7B} (blanker). Quando questa valvola conduce, abbassa fortemente il potenziale dei catodi delle tre valvole V_{6A} , V_{6B} e V_{7A} . Le tre valvole vanno in corrente di griglia e

l'armatura sul lato griglia del condensatore di accoppiamento di ciascuna di esse si carica al potenziale del catodo.

Poichè questa operazione viene ripetuta tutte le righe, la polarizzazione della valvola è controllata dall'impulso sul catodo, ed è la corrente di griglia che determina la restituzione della componente continua. Sulle placche poi l'aumento della corrente anodica che deriva dalla « blanker » determina un abbassamento del potenziale sulle griglie del cinescopio, assicurando la cancellazione di ogni traccia visibile durante i ritorni.

Taratura del circuito

Il circuito è tarabile anche facendo uso del solo oscillografo senza la necessità dell'uso del vettorscopio.

La procedura di taratura del circuito può essere la seguente:

1) Si alimenta la V_{1A} con un generatore « sweep » e si tara, osservando con l'oscillografo all'entrata della V_{2B} , il circuito passa-banda Tpb in modo da ottenere due punti di massimo a 4 e 5 MHz intervallati da una insellatura contenuta entro 2 dB.

2) Si cortocircuita il diodo D_5 , in modo da consentire il transito del segnale croma in V_{2B} , e si tara con l'oscillografo l'autotrasformatore Te (fig. 408) del « complesso linea di ritardo » in modo da avere un massimo al centro banda (4,43 MHz) compensando così l'insellatura del passa-banda. Analogamente, osservando su Tu (fig. 408), si tara quest'ultimo per il massimo al centro banda.

3) Si alimenta la V_{1A} col segnale cromatico (possibilmente barre di colore) e si accorda il trasformatore Tb per il massimo di « burst », osservando con l'oscillografo la tensione sul secondario di Tb .

4) Si controlla il funzionamento dell'oscillatore a 4,43 MHz osservando sul secondario di To in modo da ottenere il massimo di tensione. Osservando sulla griglia del tubo V_{1B} si regola Lo in modo da ottenere il massimo di onda quadra a frequenza metà di riga. Indi si accorda il trasformatore $T_h/2$ per il massimo di tensione tenendo il potenziometro « sensibilità killer » al massimo.

5) Si toglie il cortocircuito al diodo D_5 e si controlla la presenza della tensione positiva di polarizzazione alla V_{2B} dovuta al killer. È bene verificare che cortocircuitando il primario del trasformatore $T_h/2$ la valvola V_{2B} venga interdetta.

6) Si verifica il funzionamento del circuito bistabile V_3 e l'efficacia dell'identificazione attraverso il diodo D_6 .

7) Si effettua la taratura della linea di ritardo. Si osserva il segnale $R - Y$ all'uscita della linea e si regola la linea compensativa ed il potenziometro fino ad ottenere l'uguaglianza di due righe successive. La linea di compensazione agisce sulla forma del segnale mentre il potenziometro sull'ampiezza. Nel caso di linea con compensazione a celle fisse, il ritardo deve essere pre-tarato, e l'uguaglianza di due linee successive deve potersi ottenere col solo potenziometro. Tale operazione vale anche per linea a ritardo esatto. Il segnale $B - Y$ risulterà automaticamente di forma corretta.

Si osserva all'entrata di V_{6A} il segnale $R - Y$ e si accorda il trasformatore $T(R - Y)$ per l'uguaglianza di due righe successive che coincide anche con il massimo di segnale. Il demodulatore $R - Y$ non richiede taratura essendo lo sfasatore SF fisso.

8) Si controlla che la V_{1B} , alimentata dagli impulsi di riga, produca la cancellazione del «burst» sulla placca di V_{2B} e generi, per autopolarizzazione, la tensione di -100 V necessaria per la regolazione di luminosità.

9) Si verificano le tre uscite dei segnali $R - Y$, $B - Y$ e $V - Y$ controllandone l'ampiezza e la forma.

A questo punto le barre di colore appaiono sullo schermo nella giusta sequenza. Si può verificare che l'identificazione di colore (bistabile) funzioni correttamente anche in presenza di rumore. Praticamente si deve constatare che l'identificazione di colore risulti più stabile della normale sincronizzazione delle scansioni.

APPENDICE 4

La frequenza della sottoportante di colore nel sistema PAL

Si è già visto, esaminando le caratteristiche generali del sistema NTSC, che esiste una certa relazione numerica fra la frequenza della sottoportante di colore e la frequenza di deflessione orizzontale.

Ciò, nell'intento di ridurre al minimo la visibilità della sottoportante nell'immagine compatibile: tale relazione viene chiamata in gergo tecnico televisivo l'« offset » di mezza riga.

Infatti la frequenza f_s della sottoportante viene scelta di valore uguale ad un multiplo dispari di metà della frequenza di riga f_H e cioè:

$$f_s = (2n - 1) \frac{f_H}{2} = \left(n - \frac{1}{2} \right) f_H$$

In via preliminare, per lo « standard » europeo a 625 righe venne scelta una frequenza della sottoportante di 4,43 MHz.

Con $n = 284$, una riga dovrebbe contenere $\left(n - \frac{1}{2} \right) = 283,5$ periodi di sottoportante.

Pertanto con 625 righe d'analisi con una frequenza di deflessione di 15.625 periodi, la frequenza della sottoportante dovrebbe essere di

$$f_F = 15.625 \cdot 283,5 = 4,4296875 \text{ MHz}$$

L'effetto interferenziale visibile della sottoportante viene compensato nel caso dell'NTSC dall'occhio dell'osservatore nel complessivo tempo di scansione di quattro quadri.

Nel caso del PAL tale compensazione non si verifica in modo totalmente efficiente per certi colori.

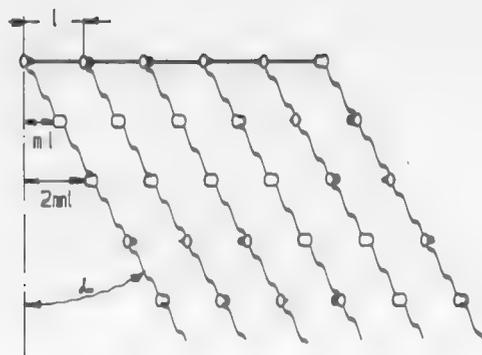


FIG. 415. Trama interferenziale a punti per un «offset» di m -righe, quale appare per un segnale di crominanza non commutato (NTSC), oppure con colori mancanti della componente Z nel caso del PAL (α -colore).

A causa della commutazione sequenziale che avviene nel PAL ogni due quadri, un ulteriore spostamento della trama interferenziale visibile della sottoportante viene introdotto in dipendenza di un determinato colore. Tale spostamento di trama interferenziale da un quadro all'altro è chiamato «offset».

Tenendo presente la relazione fra la frequenza della sottoportante e la frequenza di riga, si può scrivere:

$$f_m = (n - m)f_H$$

ove m indica un numero fra 0 e 1, ed n un numero intero.

La trama interferenziale a punti visibile sullo schermo d'immagine, causata dalla sottoportante, subirà pertanto uno spostamento, passando da una riga all'altra, di $m \cdot l$, ove l indica la distanza fra un punto e l'altro di detta trama.

Le linee colleganti i punti interferenziali (fig. 415) sono inclinate di un angolo α che è tipico per ogni «offset» considerato.

Con $m = 1/2$ (NTSC), α è di circa 45° . Nel caso del PAL, l'angolo α rimarrà inalterato (e sarà chiamato α -colore) rispetto ai vari colori per quanto riguarda l'asse Q ove non si verificano alterazioni dei vettori nella commutazione sequenziale (fig. 415).

Per quanto riguarda invece l'asse I , si verificherà un ulteriore spostamento di fase di 180° da una linea all'altra dando così luogo ad una nuova trama con un nuovo angolo β (β -colore) come è mostrato in fig. 416.

Per contro l'identica trama interferenziale che apparirebbe col

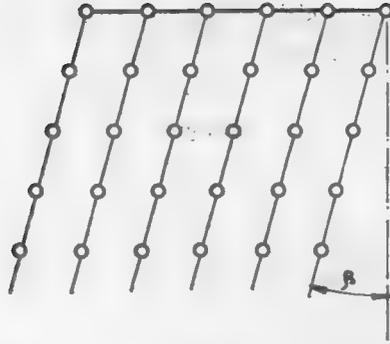


FIG. 416. Trama interferenziale a punti, con colori mancanti della componente Q , nel caso del PAL (β -colore).

sistema NTSC per un determinato « offset » si presenterebbe ancora con α -colore.

La fig. 417a mostra la situazione nel caso di uno spostamento sequenziale di $l/2$ per un « offset » di mezza riga, ciò che significa $m = 1/2$. In tal caso è $\beta = 0$, con la conseguenza che nella trama interferenziale i vari punti apparirebbero uno sotto l'altro per il β -colore, generando con ciò un fastidioso reticolo di righe verticali spaziate di l (PAL con « offset » di NTSC).

In linea generale si può ritenere dalla fig. 417b che per ogni « offset » m , l'angolo α sarà in dipendenza dell'angolo β , all'incirca come m verso $1/2 m$.

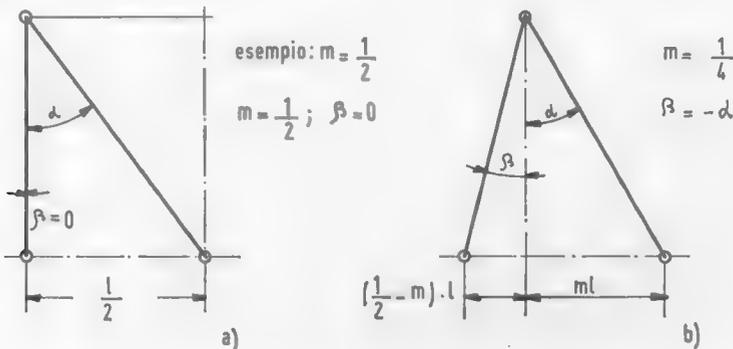


FIG. 417. Situazione della trama interferenziale a punti, per un segnale commutato ed un segnale non commutato: a) per un « offset » di mezza riga, la condizione β -colore dà luogo ad un reticolo a linee verticali ($\beta = 0$); b) per un « offset » di un quarto di riga i reticoli a linee verticali α e β assumono una posizione simmetrica rispetto alla verticale.

Sarebbe comunque desiderabile ottenere una posizione simmetrica delle righe verticali inclinate di α e β .

La fig. 417b mostra come tale esigenza possa essere realizzata, particolarmente se $r = 1/4$. E questo è il motivo per il quale è stato scelto per il PAL un «offset» di $1/4$ di riga in luogo dell'«offset» di $1/2$ riga adottato per l'NTSC.

La trama interferenziale a reticolo lineare può venire notevolmente attenuata se i quadri successivi vengono interlacciati coi precedenti. Questo procedimento viene chiamato «offset» integrato.

Tale interlacciamento può essere realizzato mediante un opportuno spostamento laterale della trama interferenziale, in luogo della sequenza stazionaria dei quadri successivi. L'interlacciamento trova giustificazione nella relazione:

$$f_{1/4} = \left(r - \frac{1}{4} \right) f_H \pm \Delta f$$

per una opportuna scelta di Δf .

Nell'intento di avere un minimo di colore presente nella trama interferenziale, inconveniente causato dalla reciproca interazione fra i canali di luminanza e di cromaticanza (cross color), Δf deve essere un multiplo dispari della semifrequenza di deflessione verticale, cioè un multiplo dispari di 25 periodi.

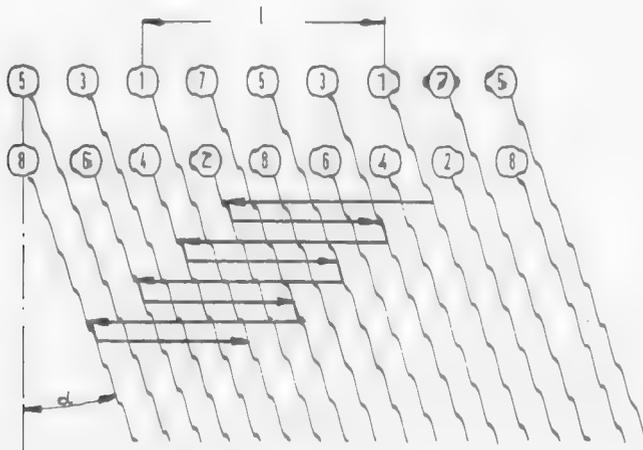


FIG. 418. Sequenza per 8 con α .

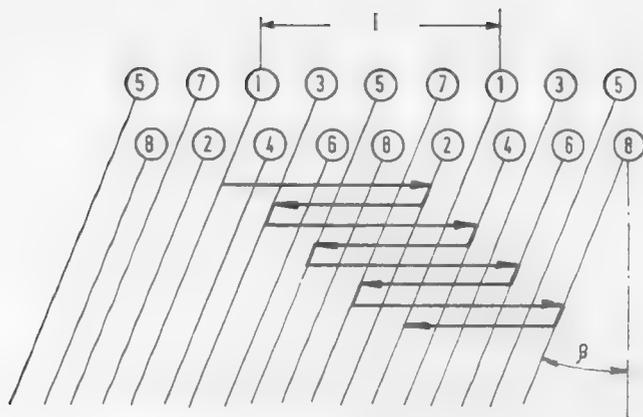


FIG. 419. Sequenza per 8 con β .

Per il PAL è stato scelto + 25 periodi, ciò che produce una sequenza di *otto* rispetto alla formazione della trama interferenziale; in altre parole, il procedimento viene ripetuto ogni otto quadri.

La fig. 418 illustra la situazione per α -colore, mentre la fig. 419 mostra la stessa situazione per β -colore.

Sono stati elaborati particolari circuiti per realizzare la migliore commutazione sequenziale nel PAL secondo i criteri esaminati poc' anzi.

Un accurato studio matematico per giungere ad una frequenza di sottoportante del PAL (con « offset » di 1/4 di riga) più prossima a quella dell'NTSC ha portato ai risultati seguenti:

$$f_{PAL} = 4.433.618,75 \text{ Hz}$$

$$f_{NTSC} = 4.429.687,5 \text{ Hz}$$

Ne deriva che per aderire alle condizioni di « offset » esaminate sopra, la frequenza di riga deve essere variata di $0,88 \cdot 10^{-3}$, ciò che rappresenta circa lo 0,9 per mille.

Pertanto, per ottenere dalla frequenza $f_{1/2}$ di un sistema NTSC la frequenza $f_{1/4}$ per un sistema PAL si può applicare la relazione:

$$f_{1/4} = \frac{1}{2} \left(2n - \frac{1}{2} \right) f_H + f_{V/2} = f_{1/2} + f_{H/4} + f_{V/2}$$

APPENDICE 5

La ricezione a colori mediante il sistema PAL semplice

Il sistema PAL Standard, anche chiamato PAL_{DL} o « PAL de luxe », può essere, come si è visto nel volume VI, sostituito in ricezione da un demodulatore semplificato, senza linea di ritardo. In questo sistema, chiamato « PAL semplice », invece di memorizzare il segnale in una linea di ritardo, viene affidato all'occhio dell'osservatore tale compito integrativo.

Secondo il sistema NTSC ogni tinta di colore viene determinata dalla posizione di fase di un proprio vettore rispetto ad un vettore di riferimento (burst).

Ciò è stato chiaramente descritto nei volumi I e II coi rispettivi diagrammi vettoriali circolari.

Nel volume VI è stato altresì accennato al principio di compensazione automatica di un errore di fase dei vettori colore (e quindi di falsamento del colore riprodotto) mediante l'inversione di 180° ad ogni riga d'analisi del segnale di crominanza *I*.

Tale principio, ripreso dal Dott. Bruck della Telefunken, era stato già proposto nel 1950 dal Loughlin della R.C.A. senza però essere adottato praticamente.

Ma con questo sistema, lasciando all'occhio il compito della compensazione cromatica fra due successivi vettori *I* a 180° fra loro, si verifica sull'immagine un fastidioso disturbo, che però può venire notevolmente attenuato, qualora la frequenza della sottoportante venga portata all'« offset » di 1/4 di riga invece che all'« offset » NTSC di mezza riga.

Comunque se l'errore di fase non eccede 25° (e ciò avviene raramente), una ricezione col PAL semplice è perfettamente accettabile.

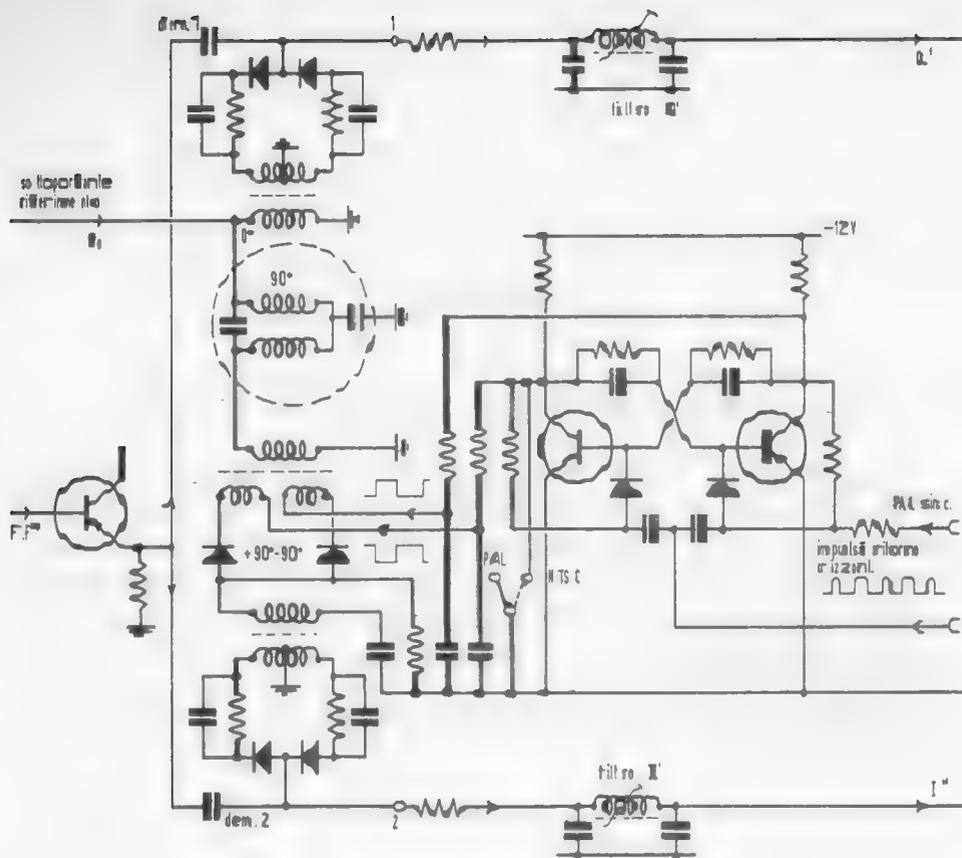


Fig. 420. Demodulatore per PAL semplice.

Se l'errore di fase supera i 25° circa, le diverse righe colorate, che sono pure diverse riguardo alla luminanza, divengono visibili particolarmente coi colori giallo e ciano.

Questo inconveniente può però essere parzialmente corretto ritoccando la sintonia del ricevitore.

Inoltre, in presenza di colori primari saturati, ciò che avviene molto raramente, solo uno dei tre cannoni del tubo d'immagine tricromico si troverà a funzionare correttamente, mentre gli altri due si troveranno livellati ad un comportamento medio; ne deriverà una imperfetta compensazione da parte dell'occhio dell'osservatore.

La fig. 420 illustra lo schema elettrico di un demodulatore PAL semplice che può essere immediatamente commutato da una ricezione

NTSC ad una PAL a condizione che venga usata la stessa frequenza di sottoportante.

Questo demodulatore, senza linea di ritardo, funziona soddisfacentemente nella maggioranza dei casi.

Il dispositivo di commutazione a diodi, come pure i due « demodulatori », vengono alternativamente inseriti attraverso un trasformatore bifilare.

La tensione di controllo è fornita da un generatore bistabile transistorizzato il quale è a sua volta controllato dagli impulsi di ritorno orizzontali.

APPENDICE 6

Il sistema di TV a colori NIR proposto dall'URSS

Da circa un anno (giugno 1965) un gruppo di tecnici dell'Istituto Superiore di Elettrologia di Leningrado ha sottoposto al Ministero delle Telecomunicazioni dell'U.R.S.S. un nuovo sistema di trasmissione della TV a colori, che può considerarsi una modifica del sistema SECAM, alla stessa stregua del PAL riguardo all'NTSC. Questo nuovo sistema merita la pena di essere conosciuto in quanto nelle recenti discussioni internazionali per la scelta di un sistema europeo unificato (C.C.I.R. — Oslo, Luglio 1966) era stato proposto come termine di convergenza delle preferenze delle varie nazioni.

Fondamentalmente la trasmissione mediante il sistema russo NIR viene effettuata su righe alternate di ogni quadro (fig. 421), secondo le norme del segnale NTSC (fig. 422), con la seguente variante: l'ampiezza della sottoportante è pari alla radice quadrata dell'ampiezza della sottoportante NTSC.

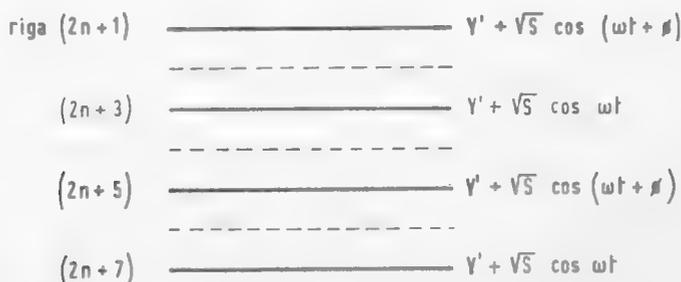


FIG. 421. I segnali trasmessi su linee alternate di ciascuna trama (linea intera) sono il segnale di luminanza più sia una sottoportante modulata in fase e ampiezza sia una sottoportante modulata in ampiezza di fase costante (le linee tratteggiate indicano la trama interlacciata).

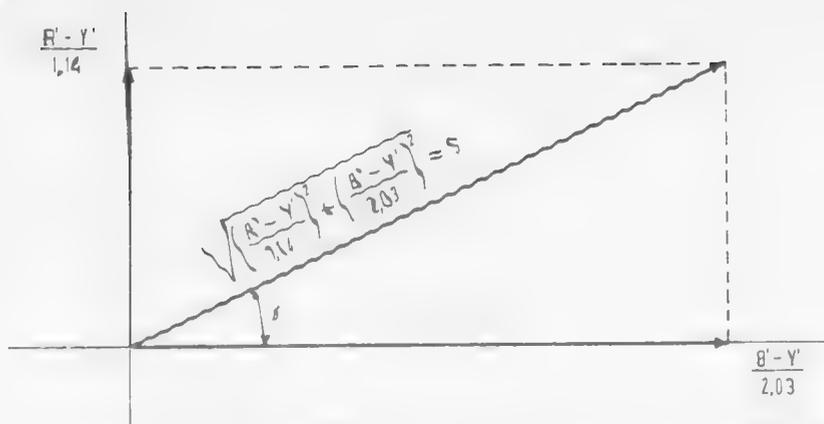


FIG. 422. Il segnale di crominanza NTSC è formato dalla modulazione di ampiezza di una coppia di sottoportanti soppresse di frequenza comune, in quadratura con due tensioni video derivate dai segnali $R'-Y'$ e $B'-Y'$.

In queste condizioni tale segnale può essere espresso da:

$$\sqrt{S} \cdot \cos(\omega t + \Phi)$$

ove:

S è uguale a $\sqrt{I^2 + Q^2}$;

$\omega = 2\pi f$ ($f = 4,43$ MHz);

t = tempo;

Φ = angolo della modulazione di fase.

E poiché i Russi adottano gli assi di differenza di colore Rosso e

Blu

$$S = \sqrt{\left(\frac{R' - Y'}{1,14}\right)^2 + \left(\frac{B' - Y'}{2,03}\right)^2}$$

ove R' e B' rappresentano le tensioni già corrette di gamma, corrispondenti ai segnali rosso e blu e Y' il segnale, pure corretto di gamma, della tensione di luminanza; I e Q , o in alternativa $(R' - Y')$ e $(B' - Y')$, rappresentano gli assi cromatici secondo la fig. 422.

Pertanto il segnale NIR o SECAM 4 trasmette l'informazione di colore (vinta) mediante una modulazione di fase (Φ), lungo righe alterne (metà del numero totale di righe d'analisi come nel SECAM), mentre l'informazione di saturazione è contenuta nel rapporto fra il quadrato dell'ampiezza della sottoportante e l'ampiezza del segnale di luminanza.

L'altra serie di righe alterne dello stesso quadro contiene il segnale della sottoportante privo di qualsiasi modulazione di fase, ma con un angolo di fase di riferimento, costante, costituito dalla fase dell'asse $(B' - Y')/2,03$ (fig. 422).

Tale segnale di sottoportante è però modulato d'ampiezza dal segnale cromatico $\sqrt{S} \cos \omega t$ (ove S è già stato precisato sopra).

Il segnale complessivo usa quindi una sottoportante modulata secondo il NTSC, trasmessa sequenzialmente (non però nello stesso modo del SECAM 3) ed un segnale di riferimento costante, lungo tutta la larghezza dell'immagine.

Nel ricevitore, l'impiego di una linea di ritardo del tipo PAL e di un commutatore elettronico del tipo SECAM assicurano la presenza simultanea per ogni riga di entrambi i segnali sopracitati: $\sqrt{S} \cos (\omega t + \Phi)$ e $\sqrt{S} \cos \omega t$ (fig. 423).

Tali segnali vengono decodificati moltiplicandoli fra di loro, come in un demodulatore sincrono a mixaggio (fig. 424).

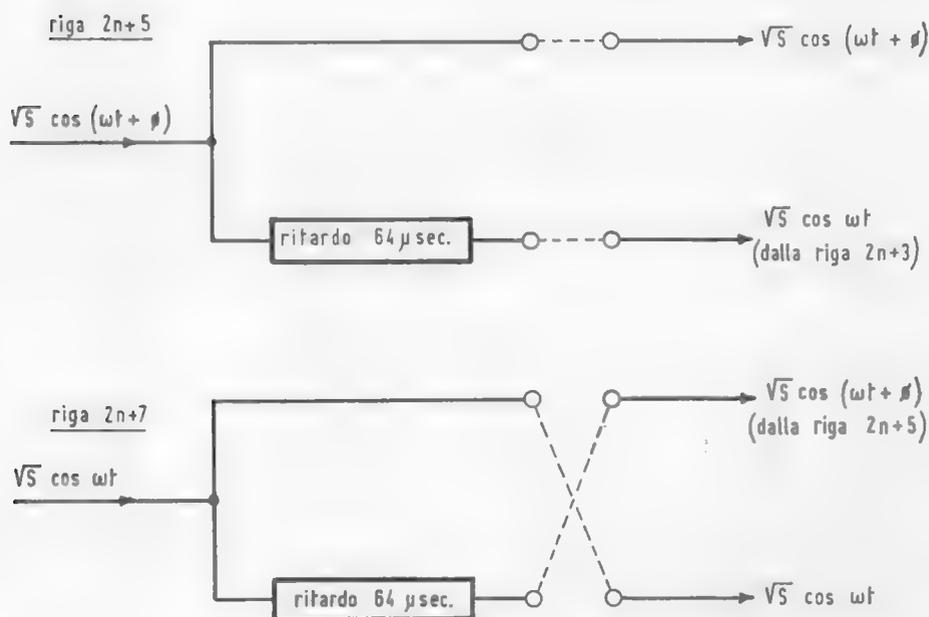


FIG. 423. Nel ricevitore si usa una linea di ritardo, della precisione richiesta per i ricevitori PAL, con un commutatore che scambia durante l'intervallo di cancellazione di riga per fornire la sottoportante modulata in fase e contemporaneamente il segnale di fase costante al demodulatore del colore.

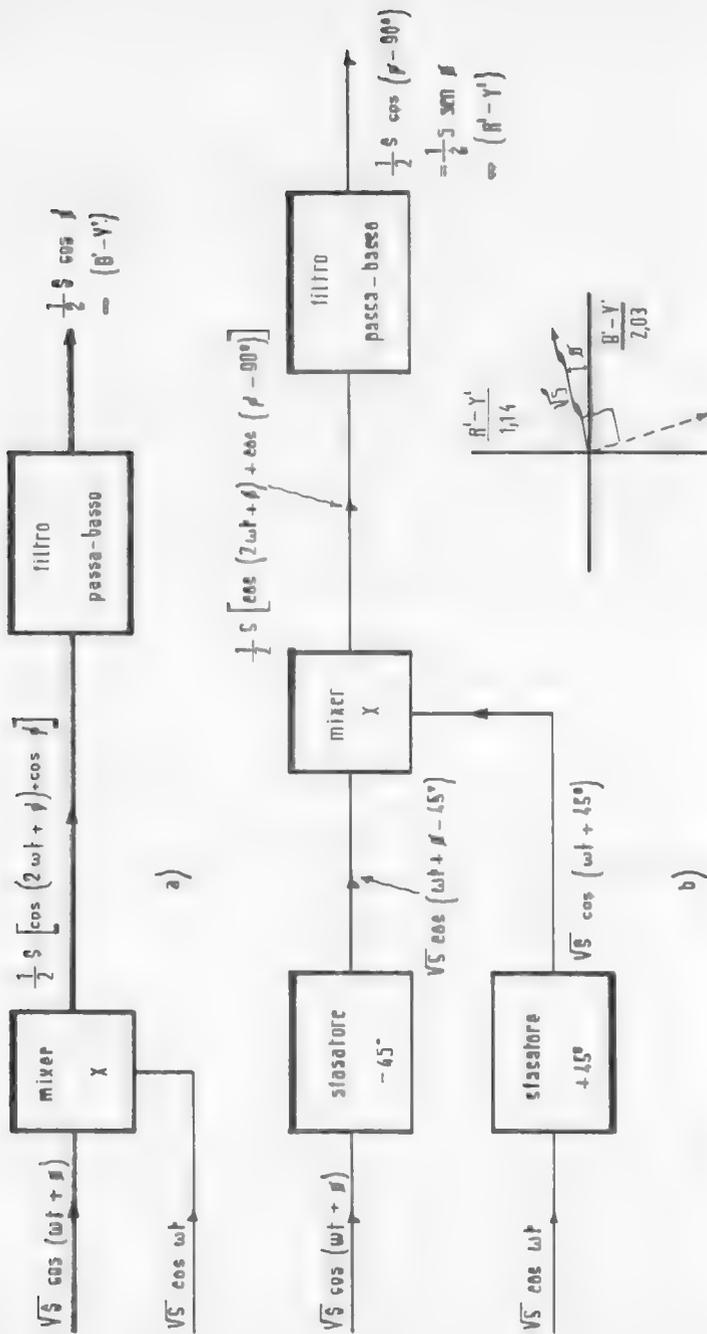


FIG. 424. a) Due demodulatori sincroni, del tipo mescolatore, trattano nel ricevitore i due segnali di sottoportante; un filtro passa basso arresta la componente $2\omega t$ per dare un segnale proporzionale a $B' - \gamma'$; b) Per ottenere il segnale differenza rosso, il trattamento è ripetuto sui segnali in arrivo dopo che sono stati sfasati di -45° per il segnale modulato in fase e di $+45^\circ$ per il segnale di riferimento fase costante.

La moltiplicazione (prodotto) diretta fra i due segnali, come risulta dallo schema di principio di fig. 424a, fornisce il prodotto

$$\frac{1}{2} S [\cos (2 \omega t + \Phi) + \cos \Phi].$$

Le componenti ad alta frequenza $2 \omega t$ vengono escluse mediante un adatto filtro passa-basso, all'uscita del quale è quindi presente un segnale del tipo $1/2 S \cos \Phi$.

Tale segnale, indipendentemente dal livello di guadagno relativo, costituisce il segnale ($B' - Y'$).

Un secondo demodulatore a mixaggio, rappresentato nello schema di principio di fig. 424b, provvede ad una ulteriore moltiplicazione (prodotto) dei due segnali, dopo però che uno di essi è stato ritardato di fase di -45° , mentre l'altro è stato anticipato di fase di $+45^\circ$.

Il risultato di tale prodotto è un segnale del tipo

$$\frac{1}{2} S [\cos (2 \omega t + \Phi) + \cos (\Phi - 90^\circ)]$$

che si identifica con $1/2 S \sin \Phi$ che rappresenta indipendentemente dal guadagno relativo ($R' - Y'$).

Appare inoltre evidente che nel circuito ricevente non vi è necessità di un oscillatore locale di riferimento, pur adottando un demodulatore sincrono tipico dell'NTSC.

Il sistema NIR o SECAM 4 è stato sottoposto ad una serie di prove sistematiche in Russia ed in Francia.

APPENDICE 7

Un nuovo sistema di matricizzazione nei televisori a colori con tubo tricromico shadow mask

Gli schemi circuitali dei televisori a colori sin qui illustrati nel testo di questo corso contemplano l'eccitazione comune dei catodi dei tre cannoni del tubo tricromico mediante il segnale di luminanza Y , mentre le tre griglie di controllo vengono rispettivamente eccitate dai segnali $(R - Y)$, $(V - Y)$ e $(B - Y)$.

Illustriamo qui un nuovo circuito di matricizzazione che consente di eccitare singolarmente i tre catodi del cinescopio, rispettivamente coi segnali di crominanza primari R , V e B , ottenuti sommando i segnali differenziali $(R - Y)$, $(V - Y)$, $(B - Y)$ col segnale di luminanza Y : le tre griglie, che non ricevono pertanto alcun segnale di eccitazione, servono unicamente alla necessaria polarizzazione dei cannoni per la corretta ripartizione elettronica dei tre colori fosforici fondamentali.

Questo nuovo sistema di eccitazione del cinescopio tricromico si presta in modo particolare ad essere impiegato per i circuiti transistorizzati a causa delle tensioni di pilotaggio molto minori che ne risultano.

Infatti nei circuiti sin qui descritti, con eccitazione delle griglie coi segnali differenziali di colore (e dei catodi col segnale di luminanza), si rendono necessarie delle tensioni sino a 230 V cresta.

Per contro, per il pilotaggio dei catodi del cinescopio coi tre colori fondamentali rosso, verde e blu tale da ottenere immagini di uguale luminosità, segnali di soli 110 V sono largamente sufficienti. Inoltre, con questo sistema di alimentazione, vengono meno le difficoltà, che col concetto circuitale dei segnali differenziali, portava con sé la considerazione dei diversi rendimenti dei fosfori colorati. Da ultimo non si deve dimenticare che la probabilità di sovraimpulsivi di alta tensione sui catodi è molto minore di quella di sovraimpulsivi sulle griglie. Per-

ciò, un danno dei transistori dello stadio finale è molto meno temibile, usando il pilotaggio del cinescopio sui catodi.

Illustreremo ora lo schema di un televisore a colori studiato per utilizzare questo nuovo circuito di matricizzazione per l'eccitazione catodica del cinescopio tricromatico.

Costituzione di principio della sezione video.

Nello schema a blocchi qui riprodotto (fig. 425), seguendo il percorso del segnale, si incomincia col rivelatore video. All'uscita dell'amplificatore FI video, il segnale di luminanza e il segnale di crominanza vengono ricavati insieme da un comune diodo.

Entrambi i segnali vengono addotti all'amplificatore del segnale di luminanza. Mentre il segnale di luminanza viene qui amplificato, il segnale di crominanza viene applicato non amplificato all'emettitore del 1° stadio di questo amplificatore a due stadi e addotto all'amplificatore del segnale di crominanza. Qui si è disposto un amplificatore di crominanza regolato. Un trasferitore di emettitore funge allora da stadio di regolazione, sistema questo che rende possibile una soluzione particolarmente interessante, anche da un punto di vista scientifico, per questo amplificatore. Il controllo automatico dell'amplificazione per il segnale di crominanza è particolarmente vantaggioso, quando si deve rinunciare alla sintonia fine automatica nel sintonizzatore. Con questa regolazione, le variazioni di ampiezza del segnale di crominanza, che possono conseguire ad una possibile sintonizzazione imprecisa, risultano compensate. Inoltre, con essa vengono evitate le dannosissime variazioni di saturazione dei colori, che potrebbero verificarsi, senza questa regolazione, in seguito ad uno spostamento dell'antenna ricevente. In cattive condizioni di ricezione si può verificare un'oscillazione meccanica dell'antenna e manifestarsi come una deformazione della curva di risposta a FI, il che conduce ad un innalzamento e abbassamento alternativo del segnale di crominanza rispetto a quello di luminanza. Come riferimento della regolazione si sfrutta il segnale burst, il quale viene accoppiato, all'uscita dell'amplificatore del segnale di crominanza, prima dei due potenziometri rispettivamente per la variazione del contrasto e della saturazione del colore.

Un amplificatore della tensione di controllo, che nello schema a blocchi è compreso in un gruppo di circuiti insieme col circuito comparatore di fase e coll'oscillatore della portante ausiliaria, fornisce la

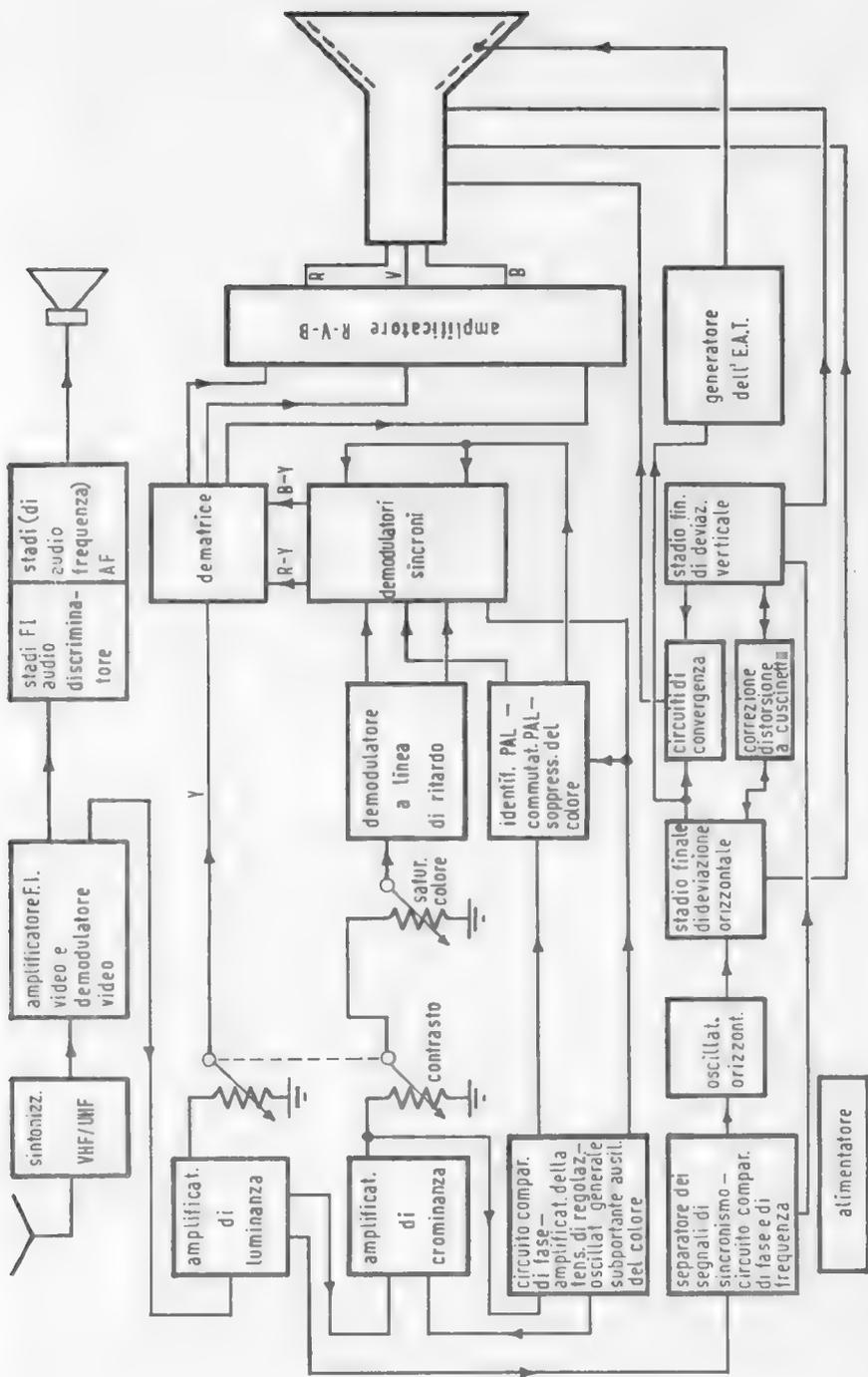


Fig. 425. Schema a blocchi di un ricevitore di TV a colori sistema PAL.

tensione di controllo allo stadio di regolazione dell'amplificatore di crominanza (fig. 426, in fondo al volume).

Il circuito comparatore di fase serve per la sincronizzazione del generatore della sottoportante ausiliaria di colore; esso fornisce inoltre anche una serie di impulsi di metà frequenza di riga al blocco che contiene l'identificazione PAL, il commutatore PAL e il soppressore del colore (killer).

Dalla serie di impulsi di entrata si ricava qui, per mezzo di amplificatore selettivo, una tensione sinusoidale. Questa presiede alla sincronizzazione del cosiddetto commutatore PAL, il quale ruota in fase di 180° di riga in riga il segnale in quadratura (ruotato di 90°) dell'oscillatore della sottoportante ausiliaria di colore, prima che esso sia applicato al demodulatore per la rivelazione del segnale ($R - Y$) a frequenza video. Poichè, secondo la norma PAL, il segnale a frequenza portante all'uscita ($R - Y$) del decodificatore varia anch'esso la sua fase di 180° di riga in riga, si ottiene a questo modo all'uscita del demodulatore un segnale ($R - Y$) di fase costante. La tensione sinusoidale, a frequenza metà di quella di riga, serve inoltre da riferimento per la presenza di un'emissione a colori. Se questo segnale viene a mancare, per es. con una trasmissione in bianco e nero, il soppressore di colore (color killer) provoca l'interdizione del canale di crominanza nei due demodulatori sincroni.

Dalle due componenti ($R - Y$) e ($B - Y$) del segnale di crominanza, ricavate dal demodulatore con linea di ritardo, si deducono nei due demodulatori sincroni i segnali differenza di colore a frequenza video. Al modulatore per il segnale ($R - Y$) viene poi applicato, come sopra descritto, il segnale portante ausiliaria di colore ruotato in fase di 180° di riga in riga nel commutatore PAL, mentre al secondo demodulatore per la rivelazione del segnale ($B - Y$) a frequenza video, si applica il segnale a frequenza portante ausiliaria direttamente dal generatore di detta sottoportante ausiliaria di colore. Entrambi i segnali differenza di colore, dopo demodulazione attraverso due stadi separati, che vengono interdetti dal soppressore di colore in caso di assenza del segnale di crominanza, vengono applicati al dematizzatore. Alle tre uscite del dematizzatore sono presenti allora i segnali rosso, verde e blu.

Tre stadi finali video costituiti in modo perfettamente identico, amplificano questi segnali per il pilotaggio del cinescopio, dove le componenti continue del segnale, perse attraverso l'accoppiamento RC , vengono restituite in questo amplificatore, mediante la cosiddetta regolazione agganciata (clamp). Così, un circuito semplice e molto stabile

è reso possibile per gli stadi finali video, specialmente per mezzo della introduzione di questa regolazione agganciata.

Nella descritta parte video si utilizza sostanzialmente il transistor planare al silicio BFY39. Inoltre, nell'amplificatore del segnale di cromaticità vengono usati, a causa della loro minore capacità di reazione, i transistori planari al silicio BFY37, e più avanti nel commutatore PAL e pure negli stadi separati dell'amplificatore del segnale di luminanza si impiega il transistor planare epitassiale al silicio BSX24. Negli stadi finali video si trovano i transistori planari al silicio BFY43.

Nello schema di fig. 427, sono riprodotti i dettagli circuitali di questo nuovo sistema di matricizzazione per l'eccitazione catodica del cinescopio tricromatico.

Separatore dei segnali di sincronizzazione, circuito comparatore di fase e di frequenza, oscillatore orizzontale.

Il video segnale per l'alimentazione del separatore del sincro dal video viene estratto dopo il primo stadio dell'amplificatore di luminanza. Il separatore video-sincro estrae dal segnale di luminanza gli impulsi di sincronizzazione e genera un doppio impulso, che è necessario per il comando di un circuito comparatore di frequenza e fase, nonché l'impulso sincronizzante per la deviazione verticale. Il separatore video-sincro e il circuito comparatore di fase e frequenza sono montati sopra una stessa piastra.

Il separatore del sincro è composto da due transistori planari al silicio. Nel 1° stadio, lo stadio limitatore degli impulsi, si usa un BF131/II, mentre il 2° stadio è equipaggiato con un transistor planare al silicio in esecuzione epitassiale, il BSX24. Il circuito comparatore di fase e di frequenza comprende due diodi al selenio del tipo E80C4.

Questo circuito è già stato usato con successo da anni nei ricevitori di TV in bianco e nero. Il suo vasto campo di agganciamento e di tenuta, unitamente alla migliore immunità dai disturbi, fornisce una sincronizzazione orizzontale automatica con solo una piccola spesa per componenti circuitali. Esso viene perciò usato anche nei ricevitori di TV a colori.

Il circuito comparatore di fase e frequenza genera una tensione dipendente dalla differenza delle frequenze e dalla relazione di fase dell'impulso di ritorno orizzontale e dell'impulso di riga ricevuto, tensione di regolazione che viene applicata al tubo a reattanza del circuito

dell'oscillatore orizzontale. Lo stadio a reattanza accorda la frequenza dell'oscillatore orizzontale fino a che si raggiunge la frequenza nominale. Il circuito oscillatore orizzontale funziona con un tubo PCF802. La sezione triodo di questo tubo costituisce lo stadio di reattanza, mentre la sezione pentodica fra schermo e catodo funge da oscillatore sinusoidale e tra anodo e catodo svolge azione distorcente. Con questo circuito oscillatore si ottiene un impulso sufficientemente ampio e ripido per il pilotaggio dello stadio finale di riga.

Deflessione orizzontale ed E.A.T.

In questo televisore è stata adottata la soluzione, piuttosto insolita, di separare le due funzioni di deflessione orizzontale e generazione dell'alta tensione anodica per il cinescopio. La ragione di ciò sta nel fatto che i cinescopi tricromici richiedono, rispetto ai cinescopi in bianco-nero (a causa del più grosso diametro del collo e della tensione anodica di 25 kV con una corrente media del pennello elettronico di 1,5 mA), potenze notevolmente maggiori nelle sezioni di deviazione e di extra alta tensione. Bisogna mantenere l'alta tensione molto costante, per assicurare una buona convergenza e una buona purezza dei colori e per garantire, anche con forti correnti del pennello catodico, un proporzionale aumento della luminosità. Queste condizioni, insieme con la tecnica dei ricevitori "tutte correnti" senza trasformatore di uso comune in Europa, hanno condotto alla predetta soluzione di generare l'EAT separatamente (fig. 428). Il circuito di deflessione orizzontale contiene un trasformatore di deflessione privo dell'avvolgimento EAT, che funziona insieme con il pentodo finale PL500 e col diodo incrementatore PY88 secondo la tecnica circuitale tradizionale. La larghezza dell'immagine è stabilizzata con una resistenza VDR, come nei ricevitori di TV in bianco e nero. La tensione di focalizzazione e la tensione di griglia schermo per il cinescopio vengono pure generate in questo stadio.

Un secondo trasformatore, col primario alimentato dallo stesso tubo finale PL500 e con un secondario dimensionato per una tensione di $27 = 30$ kV, provvede alla generazione dell'alta tensione anodica per il cinescopio. Con la generazione separata dell'EAT è possibile ottenere una regolazione perfettamente efficiente dell'alta tensione, senza bisogno di usare un tubo regolatore. Con opportuna messa a punto dei circuiti di regolazione è possibile mantenere costante l'alta tensione

indipendentemente dalle oscillazioni della tensione di rete e dalle variazioni della corrente dei pennelli catodici.

Il trasformatore dell'alta tensione lavora insieme con il pentodo PL505, col diodo incrementatore PY500 e col tubo raddrizzatore dell'EAT GY501. Questi tubi elettronici sono stati fabbricati appositamente per la TV a colori, poichè le potenze necessarie non potevano essere raggiunte coi corrispondenti tubi per ricevitori di TV in bianco e nero. A differenza della tecnica dei ricevitori di TV monocroma, è qui necessario inoltre, nel circuito di regolazione, anche un tubo PCF802.

Circuito di deviazione verticale.

Anche la deviazione verticale richiede un nuovo tubo finale, il PL508. Questo funge da multivibratore in connessione con la sezione triodica del tubo PCF802. La sezione pentodica del tubo PCF802 può essere utilizzata come stadio di impulsi per la cancellazione dei ritorni.

APPENDICE 8

L'installazione del televisore a colori

Antenna. Per ottenere il migliore funzionamento qualitativo di un televisore a colori, occorre fare uso di un ottimo impianto d'antenna.

Si tenga presente che nelle ricezioni a colori tutte le onde riflesse che raggiungono l'antenna sono molto più dannose, agli effetti della qualità dell'immagine sullo schermo cromatico, di quanto si verifica generalmente sugli schermi in bianco-nero.

Ne deriva pertanto che l'antenna ricevente dovrà essere sufficientemente direttiva per poter eliminare o attenuare quanto più possibile le onde riflesse, rinforzando l'onda diretta dall'antenna trasmittente. Può anche accadere che per particolari condizioni ambientali l'onda di preponderante intensità non sia quella diretta, bensì quella riflessa da un ostacolo (edificio, struttura metallica, od altro) di grandi dimensioni e di favorevole orientamento come superficie riflettente. In tal caso sarà preferibile orientare l'antenna verso quest'onda riflessa, sempre che non si verifichino sfasamenti nella propagazione, fra portante video e sottoportante colore.

Tale esigenza di spiccata direzionalità dell'antenna coinvolge però automaticamente una restrizione della banda passante e di ciò occorre valutare accuratamente l'entità onde non incorrere in un altro grave inconveniente.

Infatti, mentre nelle ricezioni in bianco-nero, un taglio delle frequenze superiori della banda passante regolare di 5 MHz non può arrecare che una diminuzione della definizione dell'immagine, sovente anche poco avvertibile, nelle ricezioni a colori tale limitazione della banda passante provoca un'attenuazione, se non la scomparsa totale, della sottoportante a 4,43 MHz, con gravi conseguenze sulla cromaticità dell'immagine.

Occorre pertanto che l'impianto d'antenna assicuri il passaggio totale ed uniforme di una banda di 5 ÷ 6 MHz.

E poiché attualmente sono molto diffusi gli impianti di antenna centralizzata attraverso amplificatori ed una rete di distribuzione in cavo coassiale, sarà utile qualche considerazione in proposito.

Un impianto di antenna centralizzata è costituito generalmente da un'antenna di ottime prestazioni, collegata ad un amplificatore che provvede alla distribuzione del segnale televisivo a numerose « prese » dislocate ai vari piani di un edificio attraverso un cavo coassiale con opportune diramazioni.

Uno dei principali requisiti da rispettare in tali impianti è quello del perfetto raccordo delle impedenze fra i vari elementi della catena di trasmissione del segnale fra l'antenna ed il televisore collegato ad una delle varie prese d'appartamento.

Un disadattamento, cioè un imperfetto raccordo d'impedenza, provoca, oltre ad un'attenuazione del segnale, la generazione di onde riflesse di varia fase, che componendosi con l'onda principale dà luogo

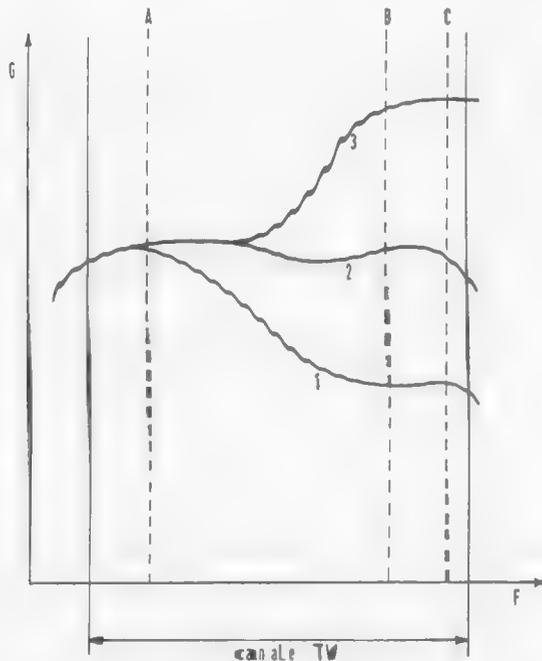


FIG. 429. Caratteristiche di guadagno di un amplificatore d'antenna.

ad inconvenienti e difetti di maggiore o minore entità sull'immagine del teleschermo.

Ma mentre nelle ricezioni in bianco nero tali difetti possono essere talvolta poco avvertibili e più o meno tollerabili, nelle ricezioni a colori le esigenze sono molto maggiori per la presenza della sottoportante a 4,43 MHz alla cui ampiezza e fase sono affidati i colori dell'immagine trasmessa.

Per le ricezioni a colori occorre quindi un accurato adattamento fra antenna e cavo coassiale di discesa (compreso il dispositivo di disimmietrizzazione), fra cavo ed ingresso-uscita dall'amplificatore e dispositivi di ripartizione del segnale verso la rete di distribuzione, e fra cavo e le varie prese d'utilizzo.

Inoltre il guadagno dell'amplificatore del segnale d'antenna deve essere quanto più possibile lineare ed uniforme onde non alterare l'equilibrio dell'intensità della sottoportante di colore con la luminanza, come risulta dallo schizzo di fig. 429.

Da questa figura si può rilevare che delle tre diverse caratteristiche guadagno-frequenza di un amplificatore d'antenna, quella accettabile è la 2, mentre la 1 (perdita nelle alte frequenze) attenua troppo la sottoportante di colore e la 3 invece la esalta eccessivamente (per eccesso di correzione circuitale), squilibrando dannosamente i rapporti crominanza-luminanza, con falsa riproduzione finale dei colori.

Per quanto riguarda la presenza di onde riflesse lungo i diversi tratti della rete di distribuzione in cavo coassiale, provocate da imperfette terminazioni alle varie prese, si tenga presente che i migliori risultati per la massima attenuazione di tali riflessioni si ottengono accoppiando le derivazioni al cavo principale mediante accoppiamenti cosiddetti direzionali a capacità distribuita.

Nella figura 430, in *a* è rappresentata una normale derivazione resistiva, mentre in *b* è rappresentata una derivazione con accoppiamento direzionale.

Posizione del televisore

Il posto nel quale va installato il televisore va scelto in modo da non essere cambiato ulteriormente, evitando quindi ogni spostamento, sia pure una semplice rotazione di orientamento dello schermo.

Tale esigenza è dovuta all'influenza dei campi magnetici esterni, principalmente quello terrestre, che agiscono sui pennelli elettronici

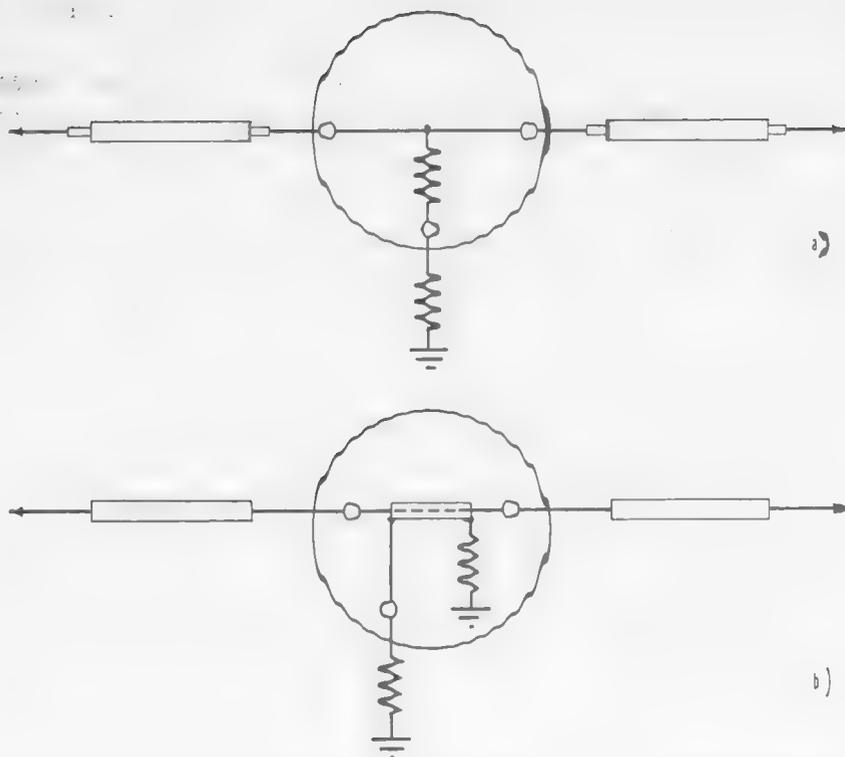


FIG. 430. Tipi di terminazioni alle prese d'antenna, in un impianto centralizzato.

del tubo tricromatico, provocando una misconvergenza e deteriorando la purezza dei colori.

Pertanto, nella posizione stabile prescelta occorrerà procedere inizialmente alla verifica delle convergenze (statica e dinamica) e della purezza, facendo però precedere tali verifiche dall'operazione della « smagnetizzazione » (degaussing) manuale, se il televisore non è provvisto di un dispositivo di smagnetizzazione automatica.

Regolazioni iniziali

Dopo aver effettuato le verifiche accennate (con eventuali correzioni) delle convergenze e della purezza dei colori, si dovrà cercare di ottenere la migliore immagine possibile in bianco-nero, ricevendo ovviamente una normale emissione monocromatica in bianco-nero.

Quest'ultima regolazione di un televisore a colori (chiamata talvolta regolazione della scala dei grigi) dev'essere effettuata a vari livelli di contrasto, ritoccando ad ogni livello l'intensità di uno o due colori (lasciando inalterato il terzo) sino ad ottenere il bianco più puro possibile.

Durante queste regolazioni il controllo della saturazione dei colori dovrà essere posizionato in modo da ottenere il miglior risultato nell'immagine in bianco-nero. Si prenda nota della posizione di tale controllo che servirà di riferimento per ottenere delle migliori immagini a colori.

Comunque una volta ottenuta una buona immagine in bianco-nero senza contaminazioni di colori, si potrà poi correggere a volontà l'aspetto cromatico dell'immagine regolando sia la luminosità che la saturazione.

**PICCOLA ENCICLOPEDIA TERMINOLOGICA
DELLA TV A COLORI**

Addittiva: Tecnica colorimetrica per cui mediante l'impiego di adatti filtri ottici vengono assorbiti o trasmessi determinati colori. (Vedere « Sottrattiva »).

Angolo di fase: Angolo esistente fra il vettore di riferimento della sottoportante di colore ed i vettori degli assi cromatici (I e Q ovvero $R - Y$ e $B - Y$).

Angstrom: Unità di lunghezza uguale a un decimillesimo di « micron », che è a sua volta uguale a un milionesimo di un metro. Viene indicato con \AA . È usato per misurare le lunghezze d'onda delle onde luminose che si estendono da 3800 \AA a 7000 \AA . (Vedere « Micron » e « Millimicron »).

Back porch: Termine anglosassone per indicare la parte di segnale di soppressione orizzontale che segue immediatamente l'impulso di sincronizzazione orizzontale. Viene utilizzato per inserirvi il burst nel segnale di TV a colori.

Barre di colore: Figura cromatica costituita da varie (8 ÷ 10) barre verticali a diversi colori, usata per prove di trasmissione di TV a colori.

Brillanza: Espressione usata talvolta in luogo di *luminosità*.

Burst: Termine americano (NTSC) per indicare un treno di oscillazioni (8 ÷ 12) alla frequenza e fase della sottoportante di colore (4,43 MHz) inserito nella parte posteriore del « piedestallo » dell'impulso di sincronizzazione orizzontale (15625 Hz). Il burst viene usato nei sistemi NTSC e PAL per sincronizzare l'oscillatore locale di sottoportante di colore e come riferimento di fase per la demodulazione del segnale di crominanza.

Candela: Unità di intensità luminosa. La « candela internazionale » è basata su un campione costituito da un « corpo nero » conservato presso il Bureau of Standards U.S.A. Quando tale « corpo » è portato alla temperatura di solidificazione del platino fuso, possiede un'intensità luminosa di 58,6 candele per cm^2 di apertura. La candela, unità di intensità luminosa attuale, ha sostituito la vecchia candela internazionale. Si definisce in modo tale che l'intensità luminosa di

un radiatore perfetto (corpo nero) alla temperatura di solidificazione del platino risulti di 60 candele per centimetro quadrato di superficie irradiante. Una candela è anche definita come l'intensità luminosa di 1/60 di cm² di un corpo nero portato alla temperatura di solidificazione del platino.

C.I.E.: Sigla indicante la Commission Internationale de l'Eclairage, che ha stabilito le norme internazionali per le misure sulla luce ed i colori relativi, applicabili in tutti i campi d'impiego del colore.

Cinescopio tricromatico: Denominazione data al tubo catodico atto alla formazione di uno schermo fosforico costituito da tre « raster » simultanei sovrapposti nei tre colori primari: rosso, verde, blu. Il nome di « cinescopio » fu in origine un marchio commerciale della R.C.A., ma ora è divenuto d'impiego comune.

Codificazione: Operazione circuitale nella quale vengono combinati i segnali cromatici provenienti dalla telecamera con la sottoportante di colore in modo da formare il segnale di crominanza trasmesso. L'operazione inversa nel ricevitore viene chiamata « decodificazione ».

Colore: Caratteristica visibile di un oggetto indipendentemente dalla sua costituzione e forma. Qualità di luce come rosso, verde, blu, arancione, ecc. costituiscono il colore. Il nero, il bianco, i grigi, sono talvolta chiamati « colori acromatici », in contrasto con gli altri colori chiamati « cromatici ».

Colore complementare: Colore che, miscelato ad un altro determinato colore in adatta proporzione, produce luce bianca. Tali colori giacciono su una retta, ai lati opposti rispetto al punto centrale del « bianco », tracciata sul diagramma di cromaticità C.I.E.

Colorimetria: Tecnica che studia la composizione dei colori derivanti da miscele di colori primari, misurabili mediante un « colorimetro ».

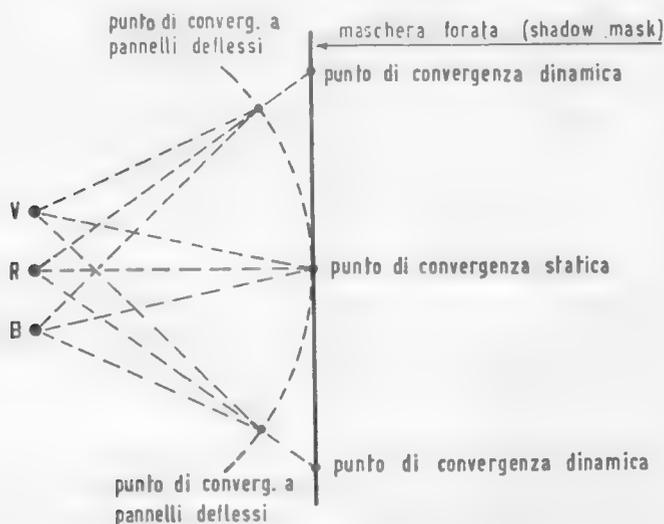
Compatibilità: È la caratteristica di un sistema o segnale di televisione a colori, secondo la quale è possibile ricevere tale trasmissione in bianco-nero mediante un normale televisore monocromatico. Compatibilità inversa viene chiamata la caratteristica che permette ad

un televisore a colori la ricezione in bianco-nero di una trasmissione TV normale monocroma.

Convergenza: Nel tubo tricromico « shadow-mask » è la condizione per la quale i tre pennelli elettronici devono convergere nei fori della maschera schermante, per poi divergere sui punti fosforici corrispondenti ai tre colori primari. Si distingue in “convergenza statica” e “convergenza dinamica”.

Cromaticità: Può definirsi come la « qualità » della luce, rispetto alla sua « quantità ». La cromaticità è misurata in termini della lunghezza d'onda dominante o meglio in termini delle sue coordinate nel diagramma di cromaticità C.I.E.

Crominanza: È la differenza colorimetrica fra un qualsiasi colore ed un colore di riferimento avente uguale luminanza ed una determinata cromaticità. Il colore di riferimento, chiamato « illuminante C », costituisce la luce bianca. Tale bianco di riferimento è individuato dalle coordinate $X = 0,310$ e $Y = 0,316$ nel diagramma di cromaticità C.I.E. Nel segnale di televisione, il canale di « crominanza » è quella porzione di segnale che aggiunta al canale di « luminanza » riproduce l'immagine originale a pieni colori.



Rappresentazione geometrica della convergenza statica e dinamica dei tre pennelli elettronici, V, R, B rispetto alla maschera forata (shadow mask).

Decodificazione: È il processo che subisce il segnale video composito dopo rivelazione, attraverso uno speciale circuito di cromaticanza, secondo il quale si ricavano tre tensioni di colore da applicare al tubo tricromico d'immagine.

Dicroico (specchio): È un particolare tipo di specchio che riflette un colore (o un gruppo di colori) e trasmette tutti gli altri. Specchi dicroici vengono usati nelle telecamere a colori per selezionare la luce proveniente dal soggetto da trasmettere, nei tre colori primari di rigendoli verso tre distinti tubi da ripresa.

Dinamica (convergenza): Viene chiamata « convergenza dinamica » la correzione dell'errore di convergenza dei tre pennelli nel cinescopio tricromico « shadow mask », durante la loro deflessione verso i bordi estremi verticali e orizzontali del quadro. L'errore di convergenza è causato dalla differente curvatura della maschera-schermo fosforico, rispetto all'arco sferico percorso dal punto di convergenza dei tre pennelli.

Filtro: Vi sono filtri elettrici e filtri ottici. Un filtro elettrico è costituito da un circuito accordato che trasmette correnti entro una certa gamma di frequenze, sopprimendo od attenuando tutte le altre frequenze. Un filtro « passa banda » trasmette una certa banda di frequenze, sopprimendo tutte quelle inferiori e superiori. Un filtro « passa alto » trasmette tutte le frequenze superiori ad un certo valore, mentre un filtro « passa basso » trasmette tutte le frequenze inferiori ad un certo valore. Nei televisori a colori vengono usati filtri passa-banda per separare i segnali di luminanza da quelli di cromaticanza. I filtri ottici provvedono a trasmettere la luce di un determinato colore, arrestando ogni altro colore.

Flusso luminoso: Il flusso luminoso irradiato o ricevuto da una certa superficie si indica comunemente con Φ , e si misura in termini di una unità chiamata « lumen ».

Foot-candle: È un'unità anglosassone di illuminazione. 1 foot-candle rappresenta l'illuminazione equivalente alla distribuzione uniforme di 1 lumen sopra 1 piede quadrato (square-foot). Una superficie perfettamente diffondente ha una luminosità di 1 foot-lambert quando

viene illuminata da 1 foot-candle. Il foot-candle è un'unità di luce incidente.

Foot-lambert: È un'unità anglosassone di luminosità. 1 foot-lambert rappresenta la luminosità di una superficie perfettamente diffondente e riflettente un flusso luminoso di 1 lumen per piede quadrato. Il foot-lambert è un'unità di luce riflessa.

Fosforo: Viene così impropriamente (perchè non contiene affatto fosforo) denominato il composto chimico depositato sulla parete interna dello schermo d'immagine di un cinescopio, che ha la proprietà di divenire luminoso quando viene colpito da un pennello elettronico. Secondo la composizione chimica l'emissione luminosa può essere ottenuta coi tre colori primari rosso, verde e blu. A seconda del tipo di cinescopio tricromatico, i fosfori possono essere applicati sullo schermo, a terne puntiformi *R*, *V*, *B*, ovvero a strisce adiacenti orizzontali o verticali *R*, *V*, *B*.

Gamma: Viene così denominato un coefficiente che definisce la relazione fra la luminosità di una scena da riprendersi e la tensione del segnale video all'uscita di una telecamera, ovvero la luminosità di un'immagine in ricezione TV e la tensione del segnale video sulla griglia o catodo del cinescopio. In generale la relazione fra luminosità e tensione video non è lineare (il che porterebbe ad un « gamma » uguale a 1), ma tale da far assumere nella espressione $L = (L')^\gamma$ per γ (gamma) un valore prossimo a 2,2. Nelle catene di amplificazione video in trasmissione vengono inseriti circuiti correttori di gamma onde riportare all'unità il gamma finale sullo schermo del cinescopio ricevente.

Illuminamento: Flusso luminoso per area unitaria. Rappresenta la densità di flusso luminoso su una determinata superficie. Un'unità è il « lumen per piede quadrato », identica al « foot candle ». Un'altra unità (più usata in Europa) è il Lux (lx) che è di 1 lumen per cm^2 .

Intensità luminosa: Viene indicata con *I*. Vengono usate diverse unità di intensità luminosa basate sull'irraggiamento del « corpo nero »:

cd/ft^2 = una candela per piede quadrato di superficie irradiante.

Nit = una candela per metro quadrato di superficie irradiante (cd/m^2).

stilb = una candela per centimetro quadrato di superficie irradiante (cd/cm^2).

Kelvin (gradi): È una scala di temperature identica a quella centigrada, ma con lo «zero» coincidente con lo «zero assoluto». Pertanto la temperatura del ghiaccio fondente è di 273,2 gradi Kelvin. La scala di Kelvin viene sovente usata per definire le temperature di un «corpo nero» di riferimento che emette luce corrispondente ai vari colori (vedi «Planck»).

Lambert: È un'unità di luminosità. 1 lambert è la luminosità di una superficie perfettamente diffondente, emittente o riflettente un flusso luminoso di 1 lumen per centimetro quadrato.

Luce: Energia radiante visibile che si manifesta attraverso la sensazione derivante dallo stimolo della retina del nostro occhio.

Lumen: È l'unità di flusso luminoso, indicata con Φ . Il lumen si definisce come la quantità di energia corrispondente alla luce «visibile», emessa nell'angolo solido di uno «steradiano» in un secondo, da una sorgente puntiforme ed uniforme di luce, che abbia l'intensità luminosa di una candela. Una candela per steradiano.

Luminanza: Sovente confusa con «luminosità» o «brillanza». Nel campo specifico della TV a colori, per «luminanza» si intende il canale (denominato Y) che viene trasmesso, simultaneamente al canale di «crominanza», per assicurare una ricezione monocroma «compatibile» in bianco-nero.

Luminosità: È l'illuminazione apparente di una superficie. L'illuminamento di una superficie è determinato dal flusso luminoso (lumen) che la colpisce, mentre la sua luminosità è la misura di quella porzione di tale energia luminosa riflessa verso l'osservatore. Fisicamente la luminosità è la misura del flusso luminoso riflesso trasmesso in una data direzione per unità di area in proiezione dalla superficie verso tale direzione. Viene misurata in lumen per steradiano per metro quadrato, ovvero in candele per metro quadrato.

Matrice: È un circuito elettronico nel quale vari segnali video-colore vengono sommati o sottratti. In trasmissione la matrice combina

i segnali rosso, verde, blu provenienti dalla telecamera in modo da formare i segnali video Y , I e Q . In ricezione, la matrice combina i segnali Y , I e Q in modo da derivarne i segnali rosso, verde e blu, da applicare alle griglie del cinescopio tricromatico.

Micron: Unità di misura equivalente ad un milionesimo di metro: simbolo μ . Le radiazioni luminose sono comprese fra 0,38 e 0,7 micron di lunghezza d'onda.

Millimicron: È equivalente ad un millesimo di micron: viene indicato con il simbolo $m\mu$.

Mixed-highs: È un'espressione anglosassone che definisce il principio dell'attuale sistema di trasmissione compatibile della TV a colori, ove le componenti risolutive ad alta frequenza (dettagli fini) dell'analisi di un'immagine a colori vengono trasmesse sotto forma di un segnale monocromatico in bianco-nero, mentre le componenti di crominanza, a banda di frequenze limitata, vengono opportunamente mescolate.

Negli attuali sistemi di TV a colori la banda di frequenze del segnale di luminanza (monocromo) si estende sino a 5 MHz, mentre i segnali di crominanza non si estendono oltre 1,5 MHz. Dalla mescolanza dei due segnali che si verifica nella regione delle alte frequenze video (mixed-highs) deriva l'immagine a colori.

Modulatore: Nel campo specifico della TV a colori, per modulatore si definisce quel circuito destinato a modulare la sottoportante di colore secondo i segnali di crominanza. Nei sistemi NTSC e PAL viene generalmente impiegato un doppio modulatore bilanciato, con soppressione della portante e modulazione contemporanea di fase e d'ampiezza. Nel sistema SECAM la sottoportante di colore viene modulata di frequenza.

Monocromo: Nella TV a colori si intende per immagine monocroma quella in bianco-nero con mezzi toni in grigio, corrispondente al canale compatibile di luminanza.

Munsell: È un sistema di identificazione e classificazione dei colori, usato prevalentemente nella stampa e nella fotografia.

Nit: Unità di luminosità (brillanza) definita come: una candela per metro quadrato di superficie irradiante (cd/m^2).

NTSC: Sigla con cui si contraddistingue il National Television System Committee, Comitato tecnico americano creatore dell'omonimo sistema di TV a colori, ufficialmente adottato dagli U.S.A. nel 1954. Tale sistema introdusse per primo il concetto dei due canali di luminanza e cromaticanza, quest'ultima trasmessa mediante una sottoportante di colore (4,43 MHz) modulata di ampiezza e fase.

PAL: Sigla che contraddistingue il sistema tedesco (Telefunken) di TV a colori Phase Alternating Line, secondo il quale gli errori di fase possibili nel sistema N.T.S.C. vengono compensati mediante l'inversione periodica di 180° ad ogni riga di scansione di una delle due componenti di cromaticanza (I). La compensazione interviene per la sovrapposizione delle due righe successive, una delle quali viene ritardata di 64 μ sec. mediante una speciale linea di ritardo. Il sistema PAL può considerarsi un perfezionamento del sistema NTSC.

Planck: Prende il nome dal celebre fisico Planck una particolare « curva », luogo dei punti che rappresentano l'irradiazione luminosa da un corpo nero di riferimento, portato a diverse temperature. Il « luogo planckiano » costituisce pertanto in un diagramma di cromaticità una curva che passa per tutti i punti rappresentanti radiazioni luminose « acromatiche » (cioè dal bianco al nero attraverso i grigi) in corrispondenza di temperature del corpo nero da 2.000 a 10.000 gradi Kelvin (K). Nei presenti sistemi di TV a colori, il bianco di riferimento è costituito dall'« illuminante C » della C.I.E., che è situato nel « luogo planckiano » in corrispondenza alla temperatura di circa 6500 gradi Kelvin.

Primario: Viene chiamato « colore primario » un colore che può essere mescolato ad altri colori in modo da formare qualsiasi tinta richiesta per una soddisfacente riproduzione d'immagini a colori. Sono generalmente sufficienti tre colori primari per ottenere tutte le tinte richieste. Tali colori primari sono:

Rosso con $\lambda = 610$ millimicron

Verde con $\lambda = 535$ millimicron

Blu con $\lambda = 470$ millimicron.

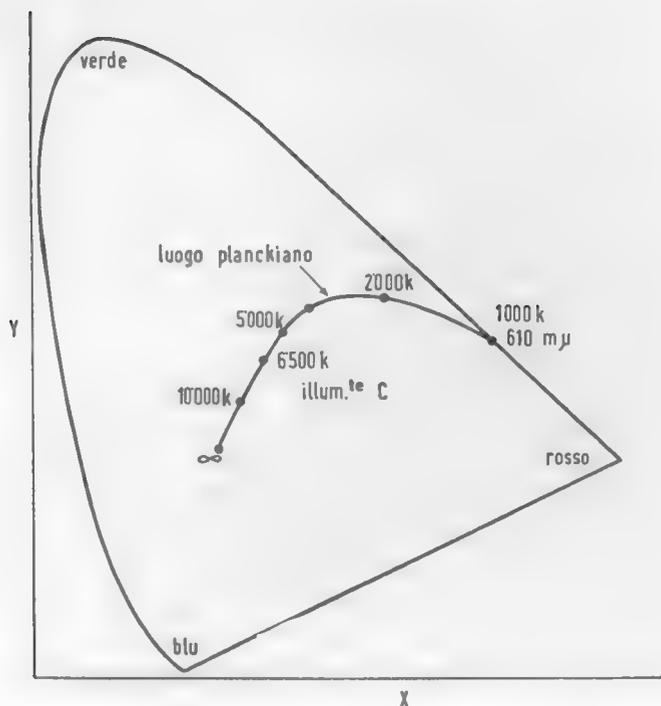


Diagramma di cromaticità con la curva del luogo planckiano delle radiazioni luminose acromatiche.

Purezza: In termini colorimetrici generali, per « purezza » si intende la proprietà di un colore che lo fa approssimare quanto più possibile alla tinta spettrale (giacente nel triangolo di cromaticità sul luogo spettrale periferico del triangolo stesso). In termini pratici di TV a colori, per purezza si intende il grado con cui un pennello elettronico di un cinescopio tricromatico colpisce unicamente le strisce o punti fosforici di un dato colore primario, senza venire contaminato dagli altri due fosfori primari adiacenti.

Quadratura: Condizione determinata da uno sfasamento di 90° . Nel sistema NTSC, due sottoportanti di colore, alla stessa frequenza ma in quadratura, vengono modulate dai segnali di crominanza I e Q .

Saturazione: Assenza totale di bianco da un colore. Minore quantità di luce bianca diluisce un colore, maggiore è la saturazione di quel colore. *Saturazione* è un termine soggettivo, mentre il ter-

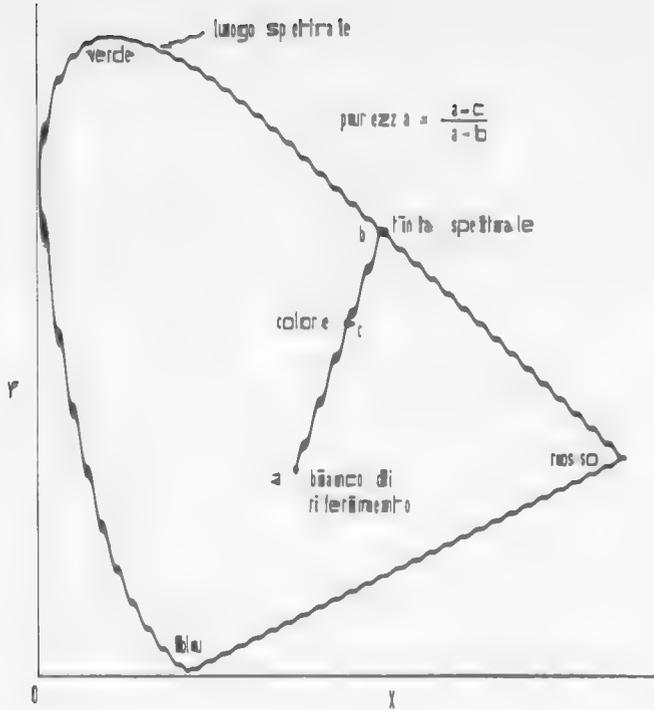


Diagramma di cromaticità recante l'indicazione di « purezza » di un colore C su una retta collegante la sua tinta spettrale B col bianco di riferimento A .

mine colorimetrico più preciso è *purezza*, collegato al diagramma di cromaticità.

SECAM: Sigla che contraddistingue il sistema francese (C.F.T.) di TV a colori «Sequential a Memoire» secondo il quale le due informazioni di cromaticità vengono trasmesse sequenzialmente una dopo l'altra, ritardandone una di 64 μ sec mediante una speciale linea di ritardo, e riducendo pertanto a metà la definizione verticale cromatica dell'immagine. Tale modulazione cromatica univoca viene trasmessa mediante modulazione di frequenza di una sottoportante di colore (4,43 MHz).

Segnale I: Uno dei due segnali di cromaticità (I e Q), nella trasmissione della TV a colori. Il segnale I viene trasmesso come bande laterali della modulazione bilanciata in quadratura con Q di una sottoportante di colore a 4,43 MHz. Tali bande laterali sono parzialmente

soppresse nella parte superiore della banda video a 0,5 MHz. Ampiezza di banda vestigiale del segnale I , da 0 a 1,5 MHz.

Segnale Q: Uno dei due segnali di cromaticità (I e Q), nella trasmissione della TV a colori. Anche il segnale Q viene trasmesso, come il segnale I , sotto forma di bande laterali di modulazione bilanciata in quadratura con I , di una sottoportante di colore a 4,43 MHz. Tali bande laterali sono simmetriche e vengono soppresse a 0,5 MHz.

Segnale video composito: È il segnale video completo trasmesso per la TV a colori. È costituito dal segnale di luminanza Y , e dai due segnali di cromaticità I e Q . Matematicamente è espresso da:

$$E_c = E'_Y + [E'_Q \sin(\omega + 33^\circ) + E'_I \cos(\omega + 33^\circ)]$$

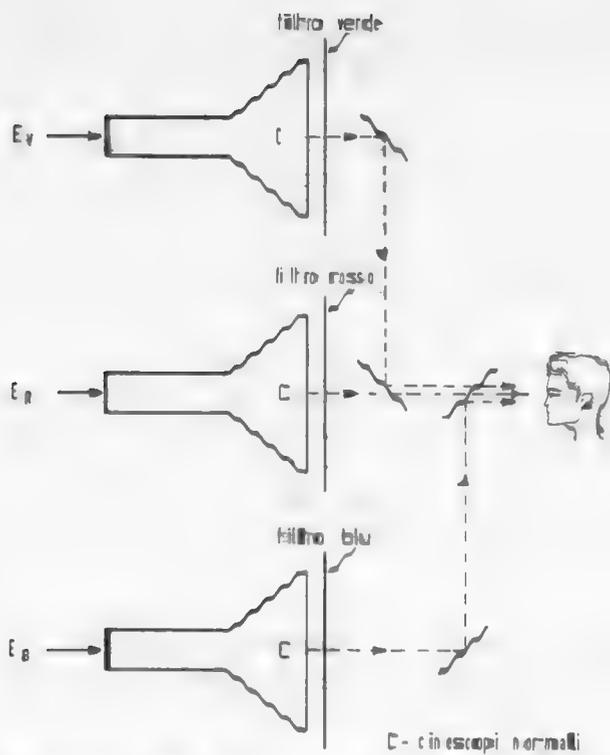
ove E'_Y è il segnale di luminanza corretto di gamma; E'_Q è il segnale Q corretto di gamma; E'_I è il segnale I corretto di gamma; ω è $2\pi \cdot 4,43$ MHz.

Segnale Y: Il segnale di luminanza (monocromo) facente parte del segnale video composito di una trasmissione compatibile di TV a colori.

Shadow mask: Viene così chiamato in termini anglosassoni lo schermo metallico forato collocato internamente al cinescopio tricromatico a tre pennelli, a breve distanza dallo schermo a punti fosforici R , V , B . Tale schermo agisce quale maschera limitatrice del diametro dei pennelli dirigendoli singolarmente sui punti fosforici appropriati. I tre pennelli convergono nei fori della « shadow mask », per poi divergere ognuno sul proprio fosforo.

Sincrono: Viene denominato *demodulatore sincro*, un circuito demodulatore impiegato nel sistema NTSC ove è necessario reinserire in ricezione la sottoportante di colore che viene soppressa in trasmissione.

Sottrattiva: Tecnica colorimetrica ove con adatti filtri ottici vengono soppressi determinati colori (o bande di colori) da un flusso di luce bianca. Nella stampa a colori, gli inchiostri agiscono da filtri sottrattivi, eliminando un dato colore (o gamma di colori). I colori non soppressi dai vari inchiostri sono quelli dell'immagine finale stampata.



Rappresentazione schematica di un dispositivo ricevitore «trinoscopio» di TV a colori utilizzando 3 cinescopi normali.

Spettrale: Diconsi spettrali quei colori che appaiono nello spettro della luce visibile bianca. Essi sono: rosso, arancio, giallo, verde, turchino, indaco, violetto.

Statica (convergenza): È la condizione di convergenza dei tre pennelli elettronici non deflessi, nella zona centrale del quadro.

Trinoscopio: Viene così chiamato un tipo di ricevitore di TV a colori, ove vengono impiegati, invece di un unico cinescopio tricromico, tre distinti tubi catodici con schermi fosforici bianchi, filtrati nei tre colori primari *R, V, B*. L'azione di filtraggio e di sovrapposizione delle tre immagini a colori primari, in un'unica immagine a colori naturali, viene ottenuta mediante un sistema di specchi diecrici.

Tristimolo: Vengono denominate «colori di tristimolo» le aliquote di colori primari da impiegarsi per ottenere un determinato colore.

Terminologia ricorrente nella TV a colori

ITALIANO	FRANCESE	INGLESE	TEDESCO
Codificatore segnali cromaticità	Codeur signaux chrominance	Colour encoder	Farb coder
Colore primario	Couleur primaire	Primary colour	Farbauszu
Compatibilità	Compatibilité	Compatibility	Kompatibilität
Coordinate tricromatiche	Coordonnées trichromatiques	Chromaticity coordinates	Farbartkoordinate
Cromaticità	Chromaticité	Chromaticity	Farbart
Decodificatore segnali cromatici	Décodeur signaux chromatiques	Colour decoder	Farb decoder
Demodulatore di cromaticità	Demodulateur des signaux chromatiques	Chrominance demodulator	Farb demodulator
Diagramma di cromaticità	Diagramme chromatique	Chromaticity diagram	Farbtafel
Fase differenziale	Phase différentielle	Differential Phase	Differentielle Phase
Guadagno differenziale	Gain différentiel	Differential Gain	Differentielle Verstärkung
Luminosità	Luminosité - brillance	Brightness	Helligkeit
Matrice di cromaticità	Matrice de chrominance	Chrominance matrix unit	Farb matrix
Modulatore di cromaticità	Modulateur des signaux chrominance	Chrominance modulator	Farb modulator
Primari virtuali	Primaires virtuels	Non physical primary	Virtuelle Primärvalenzen
Purezza colorimetrica	Pureté colorimétrique	Colorimetric purity	Farb dichte
Regione acromatica del diagramma di cromaticità	Domaine achromatique du diagramme de chromaticité	Achromatic locus	Unbunt-Bereich
Saturazione dei colori	Saturation des couleurs	Colour saturation	Farbsättigung
Segnale cromatico composito	Signal TV en couleurs complet	Composite colour signal	Farbbildsignalgemisch
Segnale di cromaticità	Signal de chrominance	Chrominance signal	Farbartsignal
Segnale di luminanza	Signal de luminance	Luminance signal	Leuchtdichte signal
Sfarfallio cromatico	Papillotement chromatique	Chromaticity Flicker	Farbartflimmern
Sfrangiamento dei colori	Frangé de couleurs	Colour fringing	Farbsaum
Sincrosegnale di riferimento	Signal de référence de couleur	Colour burst	Farbsynchron signal
Sottoportante di colore	Sous-porteuse de couleur	Chrominance subcarrier	Farbträger
Stimolo dei colori	Stimulus des couleurs	Colour stimulus	Farbreiz
Temperatura di colore	Température de couleur	Colour temperature	Farbtemperatur
Tinta	Teint-couleur	Hue	Farbton
Triangolo dei colori	Triangle des couleurs	Colour triangle	Farb dreieck
Tubo a maschera forata	Tube image a masque	Shadow mask tube	Maskenröhre
Tubo catodico tricromatico	Tube image en couleurs	Colour picture tube	Farbbildröhre
Valori di tristimolo	Composantes trichromatiques	Tristimulus values	Farbwerte

FONTI DI RIFERIMENTO

Pubblcazioni tecniche varie della RADIO CORPORATION OF AMERICA - New York.

Pubblcazioni tecniche varie della PHILIPS - Eindhoven.

Pubblcazioni tecniche varie della TELEFUNKEN - Berlino.

Pubblcazioni tecniche varie della B.B.C. - Londra.

Pubblcazioni tecniche varie della COMPAGNIE FRANÇAISE DE TELEVISION - Parigi.

Pubblcazioni tecniche varie della GRABTZ - Pforzheim.

Pubblcazioni tecniche varie della NORDMENDE - Brema.

Color Television Home Study Course della RCA INSTITUTES INC. - New York.

Colour Television di P. S. Caine e G. B. Townsend - ILIFFE BOOKS LTD. - Londra.

Color Television Fundamentals di M. S. Kiver - Mc GRAW HILL BOOK Co. - New York.

Color Television Engineering di J. W. Wentworth - Mc GRAW HILL BOOK - New York.

Proceedings of I.E.E.E. - New York.

The Radio and Electronic Engineer - Organo dell'I.E.R.E. - Londra.

L'onde électrique - Organo della S.F.E.R. - Parigi.

Rivista *Television* - S.E.R. - Parigi.

Rivista *Wireless World* - ILIFFE BOOKS LTD - Londra.

The Television Society Journal - Organo della Television Society - Londra.

Rivista *Elettronica* - Ed. B.R.I. - Torino.

Rivista *Kurzmitteilungen* - Fernseh G.M.B.H. - Darmstadt.

Soluzione dei quiz del 2^o gruppo di lezioni

Numero della domanda	Risposta esatta	Numero della domanda	Risposta esatta
1	<i>c</i>	18	<i>d</i>
2	<i>d</i>	19	<i>a</i>
3	<i>a</i>	20	<i>d</i>
4	<i>b</i>	21	<i>b</i>
5	<i>c</i>	22	<i>d</i>
6	<i>d</i>	23	<i>a</i>
7	<i>b</i>	24	<i>c</i>
8	<i>a</i>	25	<i>c</i>
9	<i>a</i>	26	<i>a</i>
10	<i>c</i>	27	<i>b</i>
11	<i>a</i>	28	<i>d</i>
12	<i>d</i>	29	<i>a</i>
13	<i>c</i>	30	<i>d</i>
14	<i>b</i>	31	<i>a</i>
15	<i>b</i>	32	<i>c</i>
16	<i>a</i>	33	<i>b</i>
17	<i>b</i>	34	<i>d</i>
		35	<i>c</i>

1966

1966

Finito di stampare presso la
TIPOGRAFIA EDIZIONI TECNICHE - MILANO
Via Baldo degli Ubaldi 6 - Telefono 36.77.88
il 21 dicembre 1966

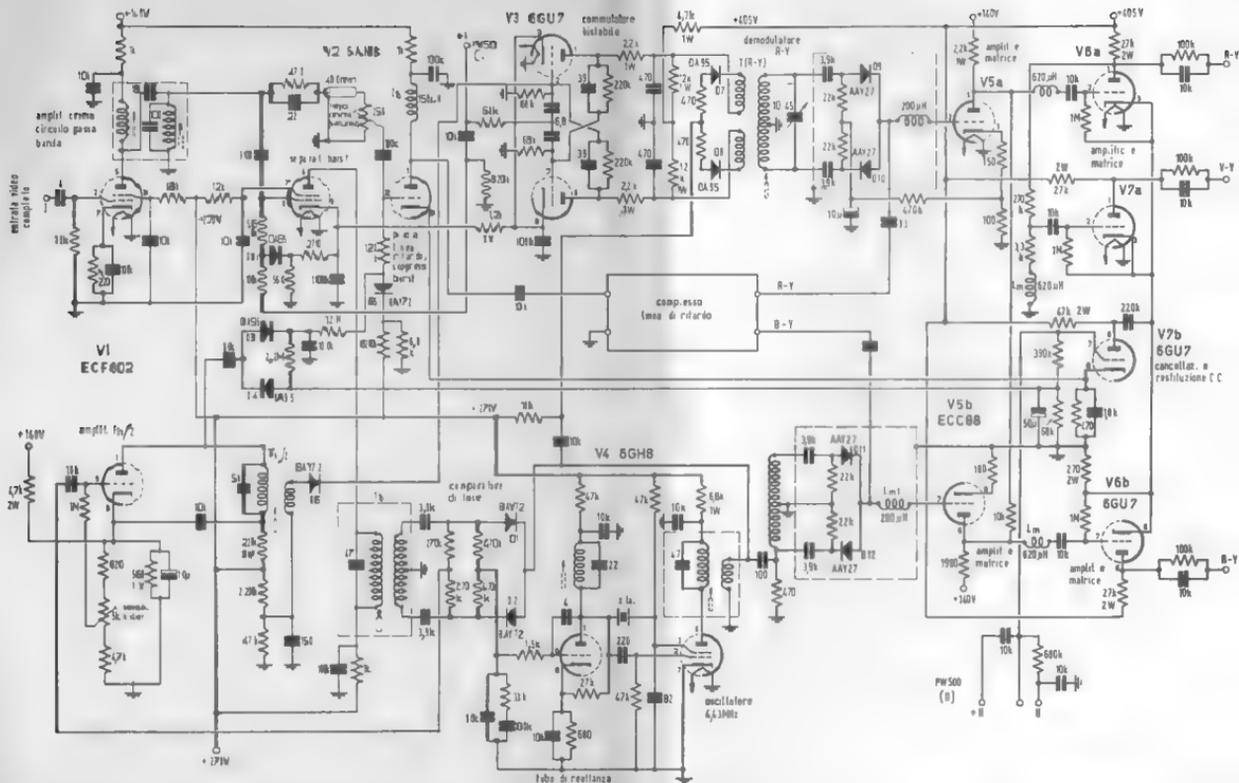


Fig. 406. Schema generale del decodificatore sistema PAL secondo le nuove specifiche. Le tensioni riportate sulle forme d'onda sono relative alla posizione del potenziometro di regolazione della saturazione inserito per $\frac{1}{3}$ del massimo.

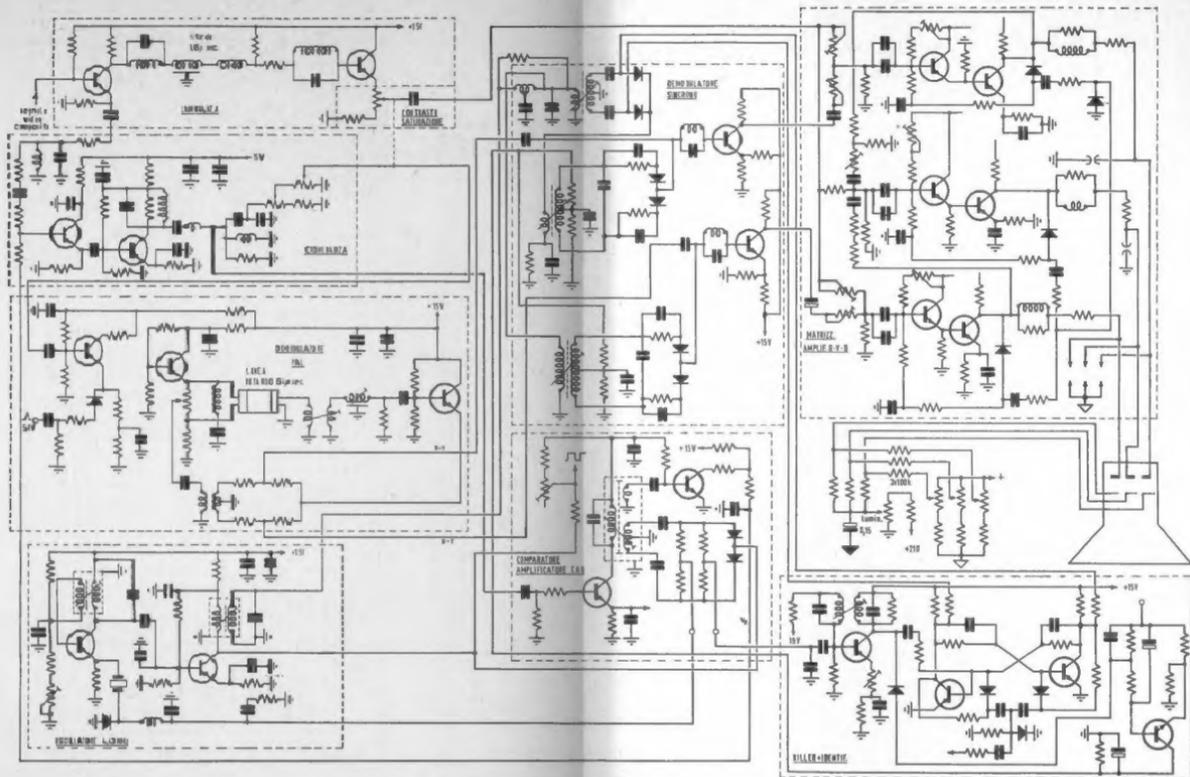
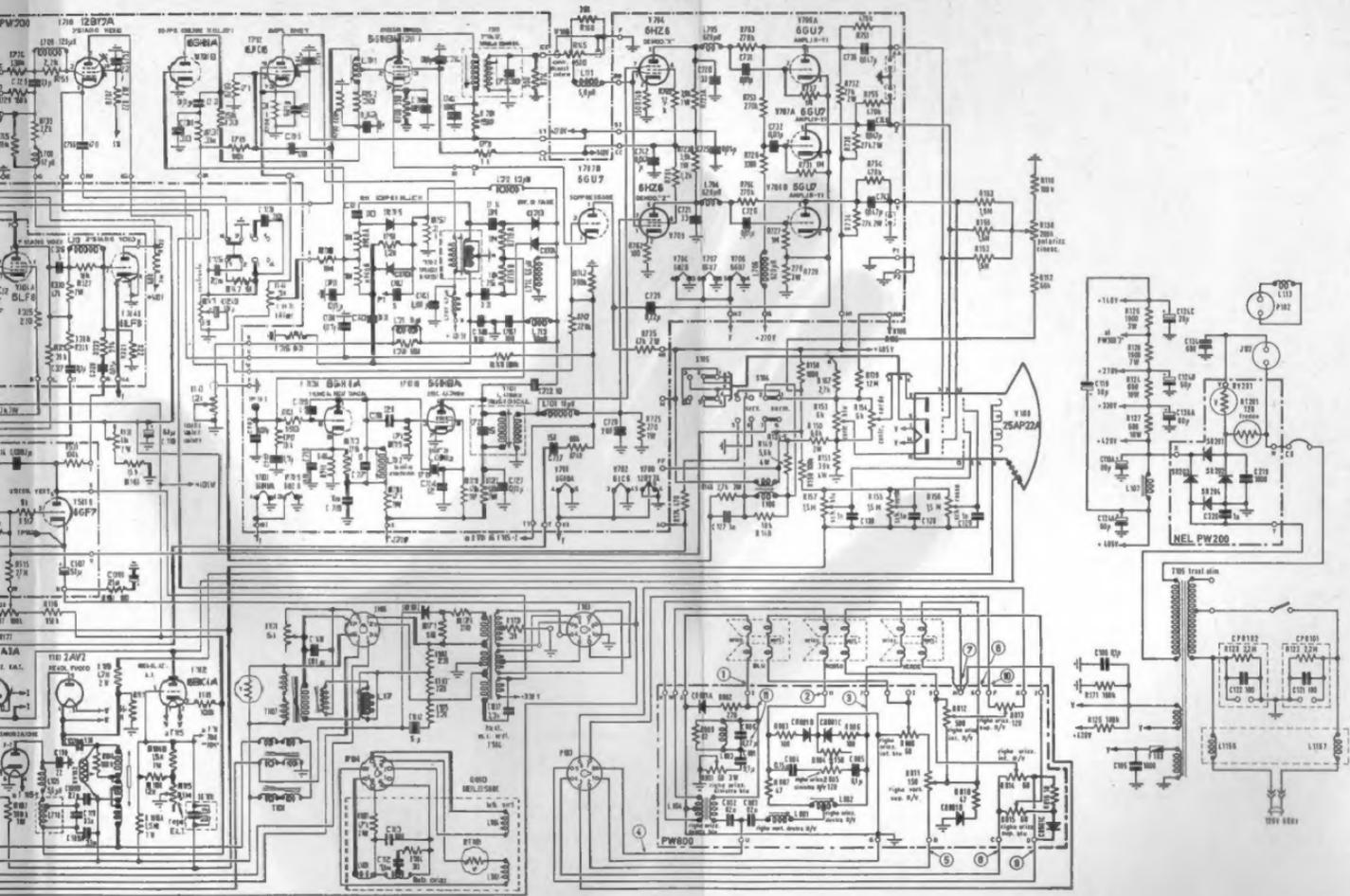


FIG. 426. Schema elettrico del nuovo circuito PAL per televisori a colori.



Schema circuitale del televisore a colori R.C.A. CTC25

EDITRICE IL ROSTRO VIA MONTE GENEROSO 6/A MILANO