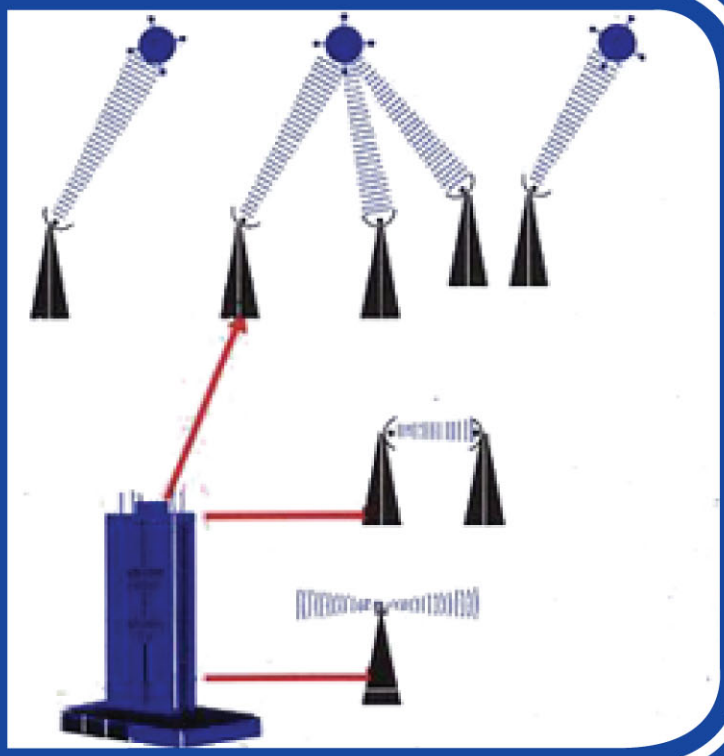
ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ

Χρήστου Ε. Παπακίτσου
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ-ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ



1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ο Ευγένιος Ευγενίδης, ο ιδρυτής και χορηγός του «Ιδρύματος Ευγενίδου», πολύ νωρίς πρόβλεψε και σχημάτισε την πεποίθηση ότι η άρτια κατάρτιση των τεχνικών μας, σε συνδυασμό με την εθνική αγωγή, θα ήταν αναγκαίος και αποφασιστικός παράγοντας της προόδου του Έθνους μας.

Την πεποίθησή του αυτή ο Ευγενίδης εκδήλωσε με τη γενναιόφρονα πράξη ευεργεσίας, να κληροδοτήσει σεβαστό ποσό για τη σύσταση Ιδρύματος που θα είχε σκοπό να συμβάλλει στην τεχνική εκπαίδευση των νέων της Ελλάδας.

Έτσι το Φεβρουάριο του 1956 συστήθηκε το «Ίδρυμα Ευγενίδου», του οποίου τη διοίκηση ανέλαβε η αδελφή του κυρία Μαριάνθη Σίμου, σύμφωνα με την επιθυμία του διαθέτη.

Από το 1956 μέχρι σήμερα η συμβολή του Ιδρύματος στην τεχνική εκπαίδευση πραγματοποιείται με διάφορες δραστηριότητες. Όμως απ' αυτές η σημαντικότερη, που κρίθηκε από την αρχή ως πρώτης ανάγκης, είναι η έκδοση βιβλίων για τους μαθητές των τεχνικών σχολών.

Μέχρι σήμερα εκδόθηκαν εκατοντάδες τόμοι βιβλίων, που έχουν διατεθεί σε πολλά εκατομμύρια τεύχη. Τα βιβλία αυτά κάλυπταν ή καλύπτουν ανάγκες των Κατωτέρων και Μέσων Τεχνικών Σχολών του Υπ. Παιδείας, των Σχολών του Οργανισμού Απασχολήσεως Εργατικού Δυναμικού (ΟΑΕΔ) και των Δημοσίων Σχολών Εμπορικού Ναυτικού.

Μοναδική φροντίδα του Ιδρύματος σ' αυτή την εκδοτική του προσπάθεια ήταν και είναι η ποιότητα των βιβλίων, από άποψη όχι μόνον επιστημονική, παιδαγωγική και γλωσσική, αλλά και από άποψη εμφανίσεως, ώστε το βιβλίο να αγαπηθεί από τους νέους.

Για την επιστημονική και παιδαγωγική ποιότητα των βιβλίων τα κείμενα υποβάλλονται σε πολλές επεξεργασίες και βελτιώνονται πριν από κάθε νέα έκδοση.

Ιδιαίτερη σημασία απέδωσε το Ίδρυμα από την αρχή στην ποιότητα των βιβλίων από γλωσσική άποψη, γιατί πιστεύει ότι και τα τεχνικά βιβλία, όταν είναι γραμμένα σε γλώσσα άρτια και ομοιόμορφη αλλά και κατάλληλη για τη στάθμη των μαθητών, μπορούν να συμβάλλουν στη γλωσσική διαπαιδαγώγηση των μαθητών.

Έτσι με απόφαση που πάρθηκε ήδη από το 1956 όλα τα βιβλία της Βιβλιοθήκης του Τεχνίτη, δηλαδή τα βιβλία για τις Κατώτερες Τεχνικές Σχολές, όπως αργότερα και για τις Σχολές του ΟΑΕΔ, ήταν γραμμένα σε γλώσσα δημοτική με βάση τη γραμματική του Τριανταφυλλίδη, ενώ όλα τα άλλα βιβλία ήταν γραμμένα στην απλή καθαρεύουσα. Η γλωσσική επεξεργασία των βιβλίων γίνεται από φιλολόγους του Ιδρύματος και έτσι εξασφαλίζεται η ενιαία σύνταξη και ορολογία κάθε κατηγορίας βιβλίων.

Η ποιότητα του χαρτιού, το είδος των τυπογραφικών στοιχείων, τα σωστά σχήματα και η καλαίσθητη σελιδοποίηση, το εξώφυλλο και το μέγεθος του βιβλίου, περιλαμβάνονται και αυτά στις φροντίδες του Ιδρύματος.

Το Ίδρυμα θεώρησε ότι είναι υποχρέωσή του, σύμφωνα με το πνεύμα του ιδρυτή του, να θέσει στη διάθεση του Κράτους όλη αυτή την πείρα του των 20 ετών, αναλαμβάνοντας το 1978 και την έκδοση των βιβλίων για τις νέες Τεχνικές και Επαγγελματικές Σχολές και τα νέα Τεχνικά και Επαγγελματικά Λύκεια, σύμφωνα με τα Αναλυτικά Προγράμματα του Π.Ι.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Μιχαήλ Αγγελόπουλος, ομ. καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.
Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, ομ. καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς, Αντιπρόεδρος.
Ιωάννης Τεγόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ.
Σταμάτης Παλαιοκρασάς, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.
Χρήστος Σιγάλας, Δ/ντής Σπ. Δευτ. Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ.
Σύμβουλος εκδόσεων του Ιδρύματος **Κ. Α. Μανάφης**, καθηγ. Φιλ. Σχολής Παν/μίου Αθηνών.
Γραμματέας της Επιτροπής, **Γεώργιος Ανδρεάκος**.

Διατελέσαντα μέλη ή σύμβουλοι της Επιτροπής

Γεώργιος Κακριδής (1955-1959) Καθηγητής ΕΜΠ, *Άγγελος Καλογεράς* (1957-1970) Καθηγητής ΕΜΠ, *Δημήτριος Νιάνιας* (1957-1965) Καθηγητής ΕΜΠ, *Μιχαήλ Σπετσιέρης* (1956-1959), *Νικόλαος Βασιώτης* (1960-1967), *Θεόδωρος Κουζέλης* (1968-1976) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, *Παναγιώτης Χατζηιωάννου* (1977-1982) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, *Αλέξανδρος Ι. Παππάς* (1955-1983) Καθηγητής ΕΜΠ, *Χρυσόστομος Καβουνίδης* (1955-1984) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, *Γεώργιος Ρούσσος* (1970-1987) Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ, Δρ.*Θεοδόσιος Παπαθεοδοσίου* (1982-1984) Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ, *Ιγνάτιος Χατζηευστρατίου* (1985-1988) Μηχανολόγος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ, *Γεώργιος Σταματίου* (1988-1990) Ηλεκτρολόγος ΕΜΠ, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ, *Σωτ. Γκλαβάς* (1989-1993) Φιλόλογος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ.

ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ

ΧΡΗΣΤΟΥ Ε. ΠΑΠΑΚΙΤΣΟΥ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

ΑΘΗΝΑ
1998

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στο βιβλίο αυτό, που απευθύνεται στους μαθητές και στις μαθήτριες της τρίτης τάξεως των Τεχνικο-επαγγελματικών Λυκείων, παρουσιάζεται για πρώτη φορά στη χώρα μας ενοποιημένες οι γνώσεις για την ασπρόμαυρη και την έγχρωμη τηλεόραση. Ο έγχρωμος τηλεοπτικός δέκτης, ο οποίος μπορεί να εκπέμπει και ασπρόμαυρα προγράμματα, περιέχει όλες τις βαθμίδες του ασπρόμαυρου δέκτη και μερικές ακόμη, που επεξεργάζονται το χρώμα. Έτσι, δεν μπορούμε να πούμε ότι θα σπουδάσομε την έγχρωμη τηλεόραση ανεξάρτητα από την ασπρόμαυρη.

Ένα μεγάλο μέρος του κειμένου, που αναφέρεται στις βασικές αρχές της τηλεοπτικής τεχνικής, γράφηκε με μικρότερα στοιχεία. Το κείμενο αυτό, που μπορεί να είναι γνωστό από άλλες περιοχές της Ηλεκτρονικής, δεν δεσμεύει τον διδάσκοντα.

Στο βιβλίο περιγράφονται, εκτός από τα βασικά κυκλώματα, και ποικίλες άλλες συνδεσμολογίες βαθμίδων του δέκτη τηλεοράσεως με τρανζίστορ και ολοκληρωμένα κυκλώματα. Οι συνδεσμολογίες αυτές παρουσιάζονται με τις τιμές των εξαρτημάτων τους, όπως συναντώνται στην πράξη, και η διδασκαλία τους δεν είναι εύκολη. Όμως, η παρουσίασή τους, έστω και με μικρότερα στοιχεία, κρίθηκε απαραίτητη για την εξοικείωση των μαθητών στην αναγνώριση των πραγματικών κυκλωμάτων των δεκτών τηλεοράσεως.

Πιστεύομε ότι το βιβλίο θα είναι ένα ωφέλιμο βοήθημα στους μαθητές και ιδιαίτερα σε όσους απ' αυτούς επιθυμούν να ασχοληθούν μελλοντικά με την τεχνική της σύγχρονης έγχρωμης τηλεοράσεως.

Ο συγγραφέας

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
1954

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ

1.1 Ασπρόμαυρη και έγχρωμη τηλεόραση.

Με την τηλεόραση, γενικά, μπορούμε να βλέπομε εικόνες κινητών και ακινήτων αντικειμένων από μεγάλες αποστάσεις. Για την τηλεμετάδοση μιας εικόνας χρησιμοποιούμε μερικά φυσικά φαινόμενα, από τα οποία βασικότερα είναι ο μετασχηματισμός των φωτεινών χαρακτηριστικών της εικόνας σε ηλεκτρικές μεταβολές, που γίνεται στον πομπό τηλεοράσεως, και η μετατροπή των ηλεκτρικών αυτών μεταβολών σε φωτεινά χαρακτηριστικά, που πραγματοποιείται στο δέκτη τηλεοράσεως.

Στην ασπρόμαυρη τηλεοπτική σύνδεση είναι αρκετή η μετάδοση μιας μόνο πληροφορίας για την εικόνα, της πληροφορίας για την κατανομή της φωτεινότητας των ξεχωριστών στοιχείων της εικόνας. Έτσι, για τη μελέτη της ασπρόμαυρης τηλεοράσεως χρειάζονται μερικές γνώσεις για το φως και τα χαρακτηριστικά του, όπως είναι η φωτεινή ροή, η έντασή του, η φωτεινότητα κλπ.

Στην έγχρωμη όμως σύνδεση χρειάζεται και η μετάδοση της πληροφορίας για το χρώμα των στοιχείων της εικόνας. Όλα τα φυσικά και φυσιολογικά φαινόμενα που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ασπρόμαυρων εικόνων, χρησιμοποιούνται και για τη μεταφορά εγχρώμων εικόνων. Το χρώμα όμως, τόσο ως φυσικό φαινόμενο όσο και ως αίσθηση, μας υποχρεώνει να συμπληρώσομε τις γνώσεις μας με ορισμένα στοιχεία από την περιοχή της χρωμοτεχνικής και της φυσιολογίας της οράσεως.

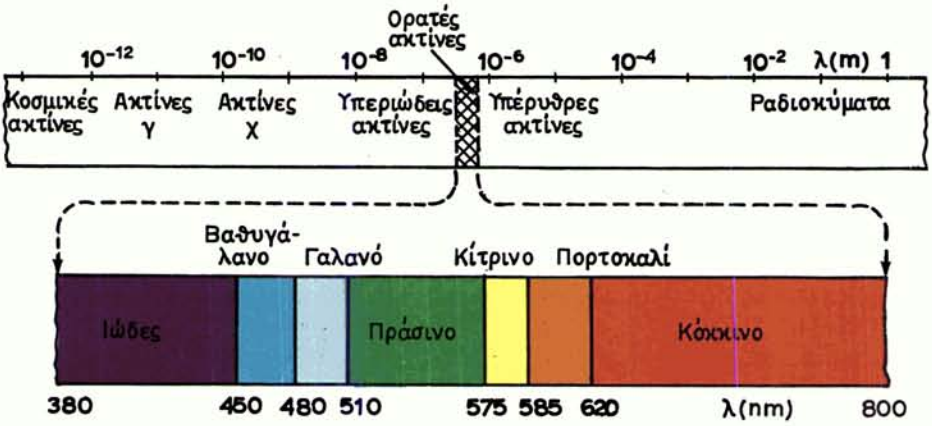
Έτσι, πριν μιλήσομε για τη μετάδοση ασπρόμαυρων και εγχρώμων εικόνων, πρέπει να δούμε τι είναι το φως και το χρώμα, αντικειμενικά και υποκειμενικά, και να καθορίσομε τα διάφορα χαρακτηριστικά τους.

1.2 Το φως και το χρώμα.

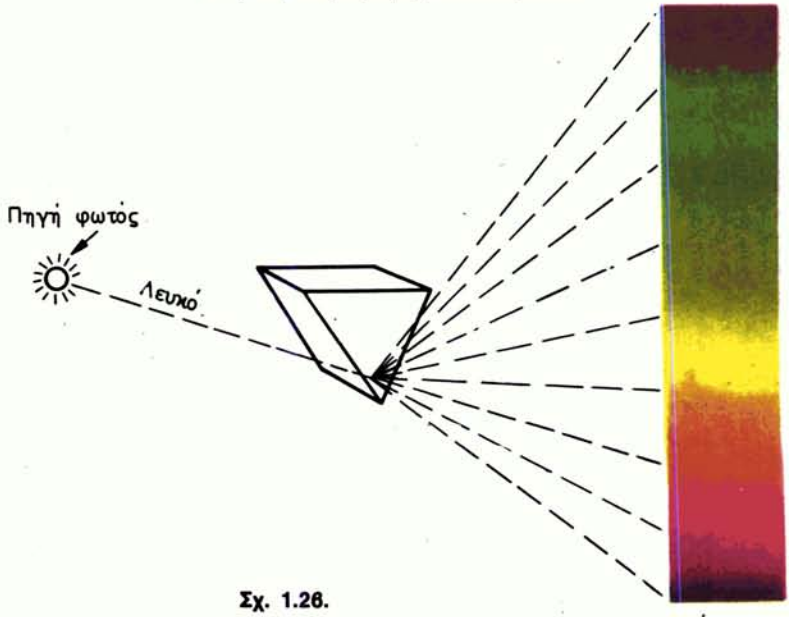
Γνωρίζομε ότι το φως είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Από όλο το φάσμα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που υπάρχουν στη φύση, μόνο ένα μικρό τμήμα ανήκει στην ορατή περιοχή (σχ. 1.2α). Οι ηλεκτρομαγνητικές ταλαντώσεις με μήκος κύματος από 380 ως 780 nm (nm = νανόμετρο, 1 nm = 10^{-9} m = 1 mμ, μιλιμικρόν), όταν πέφτουν στο μάτι, δημιουργούν την αίσθηση του φωτός. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση των φωτεινών ακτίνων που

προσβάλλουν το μάτι, τόσο λαμπρότερη μας φαίνεται η πηγή του φωτός. Εκτός όμως από τη διαφορά στη λαμπρότητα, τα κύματα του ορατού φάσματος με διαφορετικό μήκος προκαλούν αίσθηση φωτός με διαφορετικό χρωματισμό. Επομένως, το χρώμα είναι χαρακτηριστικό της οπτικής αντιλήψεως των φωτεινών ακτίνων που μας επιτρέπει να τις ξεχωρίζομε όχι μόνο κατά ένταση, αλλά και κατά φασματική σύνθεση.

Θεμελιωτής της σύγχρονης γνώσεως για το φως και το χρώμα είναι ο Ισαάκ Νιούτον. Το 1666, πρώτος ο Νιούτον πήρε συνεχές φάσμα χρωμάτων με τη διέλευση μιας ηλιακής ακτίνας (λευκό φως) μέσα από ένα τρίεδρο γυάλινο πρίσμα (σχ. 1.2β). Αργότερα ο Νιούτον, σε ένα από τα πειράματά του,



Σχ. 1.2α.
Φάσμα ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.



Σχ. 1.2β.
Ανάλυση ηλιακού φωτός σε φασματικά χρώματα. Φάσμα

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

συγκέντρωσε με ένα δεύτερο πρίσμα τις πολύχρωμες ακτίνες που βγήκαν από το πρώτο και, εντελώς απροσδόκητα, πήρε μιαν ακτίνα με λευκό φως. Με πολυάριθμα πειράματα ο Νιούτον κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το λευκό φως είναι καθορισμένο μίγμα πολλών διαφορετικών χρωμάτων.

Ας εξετάσομε λεπτομερέστερα το φάσμα των χρωμάτων που φαίνεται στο σχήμα 1.2β. Το φάσμα αυτό μπορεί να διαιρεθεί σε επτά περιοχές: ιώδη, βαθυγάλανη (μπλε), γαλανή, πράσινη, κίτρινη, πορτοκαλί, κόκκινη. Καθεμιά από τις περιοχές αυτές απασχολεί ορισμένη ζώνη κυμάτων, με όρια που φαίνονται στο σχήμα 1.2α (κάτω). Με τη συσχέτιση των σχημάτων 1.2α και 1.2β μπορούμε να δούμε την ανισομερή μεταβολή του χρώματος με το μήκος κύματος. Έτσι, με την αύξηση του μήκους κύματος από τα 380 ως τα 450 nm, το μάτι μας αισθάνεται όλη αυτή την περιοχή σαν ιώδες χρώμα. Με την παραπέρα αύξηση του μήκους κύματος, το χρώμα μεταβάλλεται γρηγορότερα, ιδιαίτερα στη βαθυγάλανη και γαλανή περιοχή. Το πράσινο χρώμα μεταβάλλεται εν μέρει βραδύτερα. Η πιο γρήγορη μεταβολή του χρώματος γίνεται στην περιοχή των κιτρίνων ακτίνων. Στη συνέχεια, η ταχύτητα μεταβολής του χρώματος επιβραδύνεται και, αρχίζοντας από τα 620 nm, όλο το υπόλοιπο μακροκυματικό τμήμα του ορατού φάσματος μας παρουσιάζεται κόκκινο.

Πρέπει να σημειώσομε ότι η διαίρεση του ορατού φάσματος σε επτά χρωματικές περιοχές είναι καθαρά συμβατική. Στην πραγματικότητα, η διαδοχή των χρωμάτων του φάσματος είναι συνεχής και κάθε χρώμα περνά στο γειτονικό του ομαλά και βαθμιαία. Πραγματικά, το ανθρώπινο μάτι μπορεί να ξεχωρίσει στο φάσμα 150-200 ενδιάμεσες αποχρώσεις ή, όπως λέμε, χρωματικούς τόνους. Γι' αυτό, όταν παρουσιάζεται η ανάγκη ενός λεπτότερου χαρακτηρισμού κάποιου φασματικού χρώματος, καταφεύγομε σε διπλή ονομασία, όπως ***πρασινοκίτρινο*** ή ***κιτρινοπράσινο, πρασινογάλανο*** κλπ. Η λεπτότερη διάκριση και διαβάθμιση των χρωμάτων, σε σημαντικό βαθμό, είναι υποκειμενική. Ο άνθρωπος, βέβαια, με κανονική όραση δε θα πει το κόκκινο χρώμα πράσινο ή το μπλε, ιώδες. Αλλά όταν μιλάει για ***πρασινοκίτρινο*** χρώμα, αυτό, ως ένα βαθμό, είναι ζήτημα συνήθειας που αποκτάται από την ατομική ιδιομορφία της οράσεως.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι η αίσθηση των χρωμάτων εξαρτάται από τη φασματική σύνθεση της φωτεινής ακτινοβολίας που πέφτει στο μάτι άμεσα από την πηγή ή ύστερα από μια σειρά ανακλάσεις σε διάφορα αντικείμενα. Αν στη διαδρομή των φωτεινών ακτίνων τοποθετηθεί ένα φίλτρο με αρκετά στενή ζώνη, μπορεί να ξεχωριστεί από το φάσμα της πηγής η ακτινοβολία ενός μόνο μήκους κύματος. Μια τέτοια ακτινοβολία ονομάζεται ***μονοχρωματική.*** Τα χρώματα που αντιλαμβανόμαστε με την παρατήρηση μονοχρωματικών ακτινοβολιών λέγονται ***καθαρά φασματικά χρώματα.***

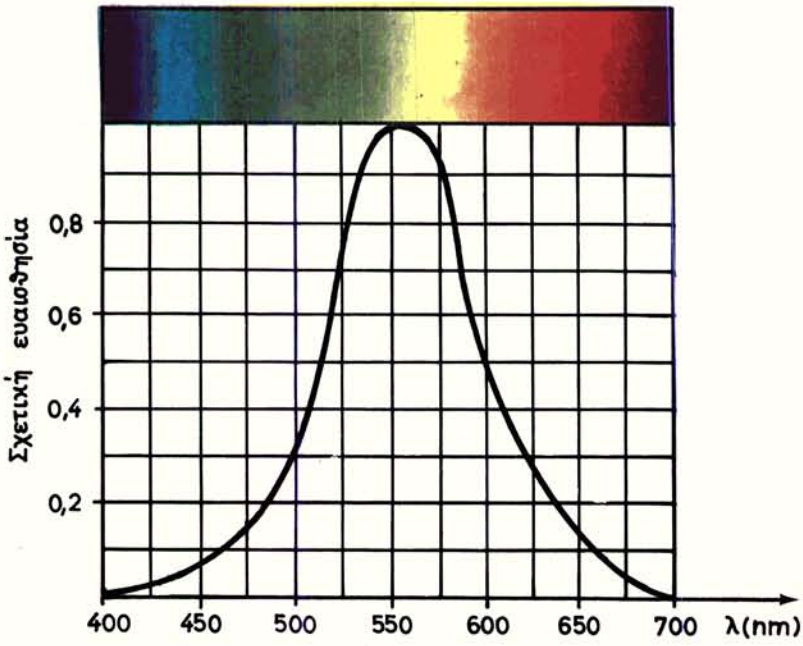
1.3 Το μάτι και τα χρώματα.

Το ανθρώπινο μάτι στη συγκρότησή του, θυμίζει φωτογραφική μηχανή, με μια κάμερα που δεν έχει ορθογώνια μορφή αλλά περίπου σφαιρική. Στο εμπρόσθιο μέρος της βρίσκεται ο ***κρυσταλλοειδής φακός*** που παίζει το ρόλο του οπτικού φακού. Ο κρυσταλλοειδής φακός είναι ένα από τα βασικότερα

τμήματα του οπτικού συστήματος του ματιού. Με τη βοήθειά του προβάλλονται στο απέναντι «τοίχωμα» της κάμερας οι εικόνες των αντικειμένων. Το τοίχωμα αυτό καλύπτεται εσωτερικά από τον αμφιβληστροειδή χιτώνα που παίζει το ρόλο της φωτοευαίσθητης φωτογραφικής πλάκας. Ο χιτώνας έχει επάνω του πλήθος φωτοευαισθήτων κυττάρων που συνδέονται με τις ίνες του οπτικού νεύρου, μέσα από το οποίο μεταφέρεται ο ερεθισμός στον εγκέφαλο.

Τα φωτοευαίσθητα κύτταρα του αμφιβληστροειδή χιτώνα, ανάλογα με τη μορφή τους, διαιρούνται σε δύο ομάδες, στα ***ραβδία*** και στους ***κώνους.*** Το ανθρώπινο μάτι διαθέτει 130 εκατομμύρια περίπου ραβδία και 7 εκατομμύρια περίπου κώνους. Τα ραβδία και οι κώνοι διεγείρονται από τη φωτεινή ακτινοβολία και μέσα από τις ίνες του οπτικού νεύρου στέλνουν παλμούς στον εγκέφαλο, με αποτέλεσμα να δημιουργείται η αίσθηση του φωτός και του χρώματος. Τα ραβδία αντιδρούν μόνο στην ένταση του φωτός, ανεξάρτητα από το χρωματισμό του, ενώ οι κώνοι επηρεάζονται από το χρώμα. Επειδή οι κώνοι είναι λιγότεροι από τα ραβδία και έχουν μερικές χιλιάδες φορές μικρότερη ευαισθησία στο φως, δεν μας παρουσιάζουν τους χρωματισμούς, όταν μια εικόνα φωτίζεται μέτρια. Γι' αυτό, άλλωστε, με χαμηλούς φωτισμούς δεν μπορούμε να ξεχωρίσομε τα χρώματα.

Πρέπει να σημειώσομε ότι η ευαισθησία του ματιού στις διάφορες ακτινοβολίες του ορατού φάσματος δεν είναι η ίδια. Με πολυάριθμα πειράματα κατορθώθηκε να χαραχθεί η καμπύλη της ***σχετικής φασματικής ευαισθησίας*** του ματιού που δείχνει την εξάρτηση της φωτεινής αισθήσεως από το μήκος κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας (σχ. 1.3). Όταν η ένταση της



Σχ. 1.3.
Καμπύλη φασματικής ευαισθησίας του ματιού.

ακτινοβολίας είναι η ίδια σε όλα τα μήκη κύματος, το ανθρώπινο μάτι είναι πιο ευαίσθητο γύρω στο πράσινο χρώμα (λ = 550 nm). Για μήκη κύματος μικρότερα ή μεγαλύτερα από το πιο πάνω, η ευαισθησία ελαττώνεται. Π.χ., στα 510 και στα 610 nm είναι κατά 50% περίπου λιγότερη και πέφτει στο μηδέν στις περιοχές των υπερύθρων και υπεριωδών ακτίνων. Η καμπύλη της χρωματικής ευαισθησίας του ματιού παίζει σημαντικό ρόλο στην τεχνική της έγχρωμης τηλεοράσεως.

Ας δούμε τώρα, γιατί το ανθρώπινο μάτι αντιλαμβάνεται καλύτερα το πράσινο χρώμα.

Ο κρυσταλλοειδής φακός, που είναι αμφίκυρτος και με μικρή εστιακή απόσταση, προβάλλει τις φωτεινές ακτίνες στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Όμως, ο φακός αυτός, όπως και κάθε φακός, δεν παύει να είναι ένα πρίσμα που μαζί με την εστίαση προκαλεί και διάθλαση των φωτεινών ακτίνων. Επειδή η γωνία της διαθλάσεως είναι αντιστρόφως ανάλογη με το μήκος κύματος, το κόκκινο χρώμα (μεγάλο μήκος κύματος) έχει τη μικρότερη γωνία διαθλάσεως και το εστιακό του σημείο ξεπερνά την επιφάνεια του αμφιβληστροειδή χιτώνα. Αντίθετα, το βαθυγάλανο χρώμα, με το μικρότερο μήκος κύματος, έχει μεγαλύτερη γωνία διαθλάσεως και σχηματίζει το εστιακό του σημείο πιο μπροστά από την επιφάνεια του αμφιβληστροειδή. Γι' αυτό το μάτι μας δείχνει στο μπλε και στο κόκκινο μικρή ευαισθησία. Τη μεγαλύτερη ευαισθησία δείχνει στο πράσινο, επειδή το εστιακό σημείο πέφτει επάνω σχεδόν στην επιφάνεια του αμφιβληστροειδή.

Με άλλα λόγια, το μάτι μας δεν είναι τέλειο όργανο, αφού δεν έχει την ίδια ευαισθησία σε όλα τα χρώματα. Γι' αυτό λέμε ότι το μάτι δημιουργεί ***χρωματική παραμόρφωση.*** Εξαιτίας της χρωματικής αυτής παραμορφώσεως, δεν μπορούμε να δούμε όλες τις λεπτομέρειες μιας πολύχρωμης εικόνας με την ίδια ***οξύτητα.*** Μόνο στο μονοχρωματικό φως δεν έχομε χρωματική παραμόρφωση και γι' αυτό οι μονόχρωμες εικόνες φαίνονται πιο καθαρά από τις πολύχρωμες.

1.4 Χαρακτηριστικά του φωτός.

Για το χαρακτηρισμό των φωτεινών φαινομένων χρησιμοποιούνται ειδικά φωτεινά μεγέθη όπως η φωτεινή ροή, η ένταση του φωτός, η φωτεινότητα κ.ά.

1.4.1 Φωτεινή ροή.

Ονομάζεται ***φωτεινή ροή*** Φ η ενέργεια που μεταφέρεται από ένα φωτεινό κύμα στη μονάδα του χρόνου και που γίνεται αντιληπτή από το μάτι. Δηλαδή η ισχύς της ορατής ακτινοβολίας. Η φωτεινή ροή μετρείται σε ***lumen*** (***λούμεν,*** σύμβολο ***Lm***).

1.4.2 Ένταση φωτός.

Ένταση φωτός I μιας πηγής είναι η φωτεινή ροή που ακτινοβολείται προς ορισμένη κατεύθυνση ανά μονάδα στερεάς γωνίας. Αν στα όρια στερεάς γωνίας ΔΩ ακτινοβολείται φωτεινή ροή ΔΦ, η ένταση του φωτός θα είναι:

$$I = \frac{\Delta\Phi}{\Delta\Omega} \qquad (1.1)$$

Μονάδα μετρήσεως της εντάσεως του φωτός, είναι η ***candela*** (η ***καντήλα,*** το ***καντήλι,*** το ***κηρίο*** - σύμβολο ***Cd***).

1.4.3 Λαμπρότητα.

Ονομάζεται ***λαμπρότητα*** Β φωτεινής πηγής η ένταση του φωτός που ακτινοβολείται από ένα τετραγωγικό μέτρο της επιφάνειάς της. Δηλαδή:

$$B = \frac{I}{S} \qquad (1.2)$$

Η λαμπρότητα μετρείται σε ***nit*** (***νιτ,*** σύμβολο ***Nt***). Η λαμπρότητα φωτεινής πηγής ισούται με 1 Nt, αν κάθε m^2 από την επιφάνειά της δίνει ένταση φωτός 1 Cd (1 Nt = 1Cd/1 m^2).

Η φωτεινή ροή, η ένταση του φωτός και η λαμπρότητα χαρακτηρίζουν τις φωτεινές πηγές (πρωτογενείς πηγές). Τα περισσότερα όμως από τα αντικείμενα που μας περιβάλλουν δεν είναι πηγές φωτός. Τα αντικείμενα αυτά εκπέμπουν φως και γίνονται ορατά μόνο όταν φωτίζονται από ***πρωτογενείς πηγές*** φωτός. Γι' αυτό και ονομάζονται ***δευτερογενείς πηγές*** (ετερόφωτα σώματα). Για το χαρακτηρισμό των τελευταίων αυτών πηγών φωτός χρησιμοποιείται η φωτεινότητα.

1.4.4 Φωτεινότητα.

Φωτεινότητα Ε είναι η φωτεινή ροή που πέφτει κάθετα στη μονάδα φωτιζόμενης επιφάνειας S. Δηλαδή:

$$E = \frac{\Phi}{S} \qquad (1.3)$$

Μονάδα της φωτεινότητας είναι το ***lux*** (***λουξ,*** σύμβολο ***Lx,*** 1 Lx = 1 Lm/1m^2).

Αρκετά ουσιώδες φωτεινό χαρακτηριστικό κάθε αντικειμένου, το οποίο πρέπει κατά το δυνατόν με ακρίβεια να εμφανίζεται στην εικόνα του αντικειμένου, είναι η αντίθεση ή το «κοντράστ».

1.4.5 Αντίθεση.

Αντίθεση Κ είναι ο λόγος της λαμπρότητας του πιό λευκού στοιχείου ενός αντικειμένου προς τη λαμπρότητα του πιο μαύρου στοιχείου του. Δηλαδή:

$$K = \frac{B_{max}}{B_{min}} \qquad (1.4)$$

Ο αριθμός που εκφράζει το κοντράστ των πιο συνηθισμένων αντικειμένων δεν υπερβαίνει συνήθως το 100.

Τα μεγέθη λαμπρότητα, φωτεινότητα και κοντράστ θα τα συναντούμε συχνά και σε όλη σχεδόν την έκταση του βιβλίου.

1.5 Τριχρωμική όραση, απόχρωση, κορεσμός.

Η σύνθεση των συγχρόνων συστημάτων της έγχρωμης τηλεοράσεως βασίζεται στη θεωρία της τριχρωμικής οράσεως, η οποία εξηγεί από ψυχοφυσιολογική

άποψη την ικανότητα του ανθρώπου να διακρίνει τα χρώματα. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού μας υπάρχουν κώνοι τριών τύπων που έχουν διαφορετική φασματική ευαισθησία. Η διέγερση των κώνων του ενός τύπου δίνει την αίσθηση του κόκκινου χρώματος, η διέγερση των κώνων του δεύτερου τύπου την αίσθηση του πράσινου, και η διέγερση των κώνων του τρίτου τύπου, την αίσθηση του γαλανού χρώματος. Γενικά, μπορούμε να πούμε ότι το πρώτο είδος των κώνων είναι πιο ευαίσθητο στο μακροκυματικό τμήμα του ορατού φάσματος (κόκκινο-πορτοκαλί), το δεύτερο στο μεσοκυματικό τμήμα του φάσματος (κίτρινο-πράσινο) και το τρίτο στο βραχυκυματικό (γαλανό-ιώδες).

Συνήθως η φωτεινή ακτινοβολία διεγείρει ταυτόχρονα και τα τρία είδη των κώνων και το σύνολο των τριών διαφορετικών διεγέρσεων γίνεται αντιληπτό από το μάτι σαν ένα οποιοδήποτε χρώμα. Το όργανο της οράσεως αναλύει το φως που το διεγείρει, προσδιορίζοντας συνάμα τη σχετική περιεκτικότητα των διαφόρων ακτινοβολιών, και ύστερα γίνεται στον εγκέφαλο η σύνθεση των τριών διεγέρσεων σε ενιαίο χρώμα.

Υπενθυμίζομε ότι το μάτι ξεχωρίζει τα χρώματα μόνο όταν λειτουργούν οι κώνοι, δηλαδή, όταν η ένταση της ακτινοβολίας ξεπερνά το κατώφλι διεγέρσεως των κώνων. Σε χαμηλές εντάσεις ακτινοβολίας, όταν λειτουργούν μόνο τα ραβδία, το ορατό φάσμα γίνεται αντιληπτό από το μάτι ως διαβαθμίσεις του γκρίζου.

Τα αντικείμενα που μας περιβάλλουν έχουν διαφορετικές ***οπτικές*** ιδιότητες, ως προς το αίσθημα που προκαλούν, και γι' αυτό οι ακτίνες που φθάνουν στο μάτι μας από αυτά, διαφέρουν τόσο στην ισχύ όσο και στη φασματική σύνθεση. Αν οι ακτινοβολίες που δημιουργούν το οπτικό ερέθισμα έχουν την ίδια ισχύ και την ίδια σύνθεση, το μάτι δεν βρίσκει καμιά διαφορά μεταξύ τους. Αν, όμως, οι ακτινοβολίες που φθάνουν από δύο αντικείμενα, είναι ίδιες στη σύνθεση αλλά διαφορετικές στην ισχύ, το ένα από τα αντικείμενα θα φαίνεται φωτεινό και το άλλο σκοτεινό. Στην περίπτωση αυτή το μάτι αποκαλύπτει την ***ποσοτική*** διαφορά μεταξύ των ακτινοβολιών, η οποία συνήθως ονομάζεται ***φωτεινή αντίθεση.***

Τέλος, αν οι ακτινοβολίες διαφέρουν τόσο στην ισχύ όσο και στη φασματική σύνθεση, το μάτι θα φανερώσει όχι μόνο την ποσοτική, αλλά και την ***ποιοτική*** διαφορά μεταξύ των ακτίνων. Η τελευταία αυτή διαφορά ονομάζεται ***χρωματική αντίθεση.*** Έτσι, η φωτεινή ακτινοβολία που φθάνει στο μάτι δεν προκαλεί μόνο την αίσθηση της φωτεινότητας (λαμπρότητας) που είναι ανάλογη προς την ισχύ της ακτινοβολίας, αλλά και την αίσθηση του χρώματος ή, όπως λέμε, της ***αποχρώσεως*** και του ***κορεσμού*** του.

Κάθε χρώμα, λοιπόν, χαρακτηρίζεται από τη ***φωτεινότητα*** (ή λαμπρότητα), που εξαρτάται από την ισχύ των φωτεινών ακτίνων που φθάνουν στο μάτι μας, από την ***απόχρωση*** (ή χροιά, ή τόνο) που καθορίζεται από το μήκος κύματος των ακτίνων, και από τον ***κορεσμό*** (ή κόρο) που καθορίζεται από το βαθμό αναμίξεως του φασματικού χρώματος με λευκό φως. Δηλαδή, όταν λέμε ***κόρο,*** εννοούμε τη διαβάθμιση του τόνου στην έντασή του. Ο κόρος μας δίνει το βαθμό καθαρότητας ενός χρώματος.

Η χρωμική αίσθηση του ματιού εξαρτάται από τη γωνία της οράσεως. Με

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

ελάττωση της γωνίας αυτής, η ικανότητα του ματιού να ξεχωρίζει τα χρώματα είναι μικρότερη από την ικανότητά του να ξεχωρίζει τις διαβαθμίσεις της φωτεινότητας. Και ακόμη, είναι διαφορετική για τα διάφορα χρώματα. Έτσι, π.χ., με αρκετά μικρές γωνίες οράσεως, τα στοιχεία με πράσινο χρώμα μας φαίνονται γαλανά, με κίτρινο, λευκά, με πορτοκαλί, γκρίζα κλπ.

Η χρωμοδιαχωριστική ικανότητα του ματιού χαρακτηρίζεται από την ελάχιστη γωνία οράσεως, με την οποία το μάτι μπορεί ακόμη να ξεχωρίσει χρωματικά δύο στοιχεία που βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο. Πειραματικά βρέθηκε ότι η ελάχιστη χρωμοδιαχωριστική γωνία της οράσεως κυμαίνεται μεταξύ των 6-10 γωνιακών λεπτών. Κατά την παρατήρηση λεπτών στοιχείων μιας έγχρωμης εικόνας με γωνία μικρότερη από 6΄, όλα τα χρώματα πρακτικά δεν διαφέρουν από το γκρίζο. Η ιδιότητα αυτή της χρωμικής οράσεως χρησιμοποιείται πλατιά στην έγχρωμη τηλεόραση.

Τέλος, η γωνία με την οποία το μάτι μπορεί ακόμη να ξεχωρίσει δύο γειτονικά στοιχεία ασπρόμαυρης εικόνας είναι 1 γωνιακό λεπτό ή 0,0166°.

1.6 Η μίξη των χρωμάτων και οι νόμοι της.

Η δημιουργία των εγχρώμων εικόνων στην τηλεόραση βασίζεται στη μίξη των χρωμάτων. Με τα προβλήματα της μίξεως και της ποσοστιαίας συνθέσεως των διαφόρων χρωμάτων ασχολείται η ***χρωματομετρία.*** Η παραγωγή σύνθετου χρώματος στηρίζεται στη θεωρία της τρίχρωμης χρωματομετρίας. Βασική ιδιότητα της τρίχρωμης χρωματομετρίας είναι η δυνατότητα παραγωγής οποιουδήποτε χρώματος με ορισμένη μίξη μόνο τριών φασματικών χρωμάτων. Γι' αυτό το σκοπό, πρέπει να διαλέξομε τρία χρώματα τέτοια, ώστε με τη μίξη δύο οποιωνδήποτε από αυτά να μην παράγεται το τρίτο. Τον καταλληλότερο συνδυασμό σχηματίζουν το κόκκινο (R = Red), το πράσινο (G = Green) και το βαθυγάλανο (B = Blue) που ονομάζονται ***βασικά χρώματα.*** Με τη μίξη τους, σε διάφορες αναλογίες, μπορούμε να πάρομε μεγάλον αριθμό άλλων χρωμάτων, ακόμη και λευκό.

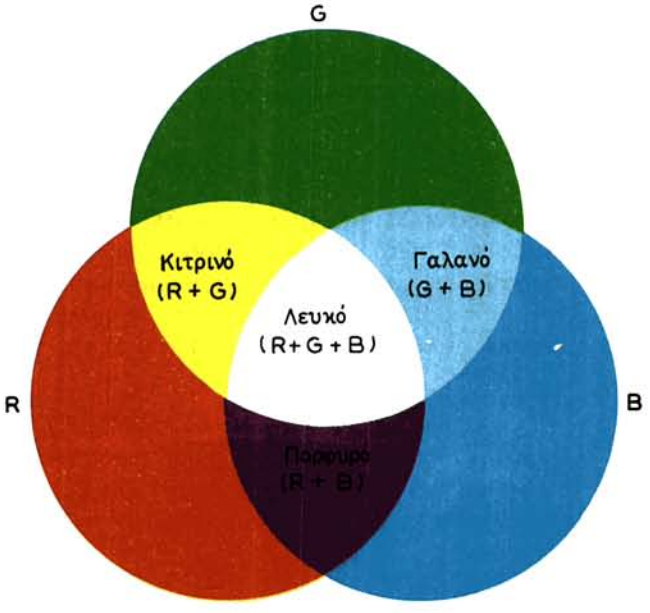
Για την παραγωγή χρωμάτων εφαρμόζονται, γενικά, δύο μέθοδοι: η ***αφαιρετική*** και η ***προσθετική.***

Με την αφαιρετική μέθοδο, το χρώμα που βλέπομε ξεχωρίζεται από το φασματικό περιεχόμενο του φωτός. Μια έγχρωμη π.χ. επιφάνεια ανακλά προς το μάτι μας τις ακτίνες κάποιου τμήματος από το όλο ορατό φάσμα, ενώ απορροφά το υπόλοιπο. Αυτό είναι ένα είδος αφαιρέσεως. Με τον ίδιο τρόπο συμπεριφέρονται και τα διάφορα έγχρωμα φίλτρα που εμποδίζουν τη διέλευση σε ορισμένα μήκη κύματος.

Η προσθετική μέθοδος μπορεί να είναι διαδοχική ή ταυτόχρονη. Στη σύγχρονη τηλεοπτική εκπομπή χρωμάτων χρησιμοποιείται η ταυτόχρονη προσθετική μέθοδος με τη μίξη του κόκκινου, του πράσινου και του βαθυγάλανου (μπλε).

Η προσθετική μέθοδος παραγωγής των διαφόρων χρωμάτων φαίνεται στην εικόνα του σχήματος 1.6. Έτσι, π.χ. το κίτρινο χρώμα παράγεται με τη μίξη του κόκκινου και του πράσινου, το πορφυρό με τη μίξη του κόκκινου και του βαθυγάλανου, το λευκό με τη μίξη του κόκκινου, του πράσινου και του

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 1.6.
Προσθετική μίξη των τριών βασικών χρωμάτων.

βαθυγάλανου κλπ. Οι περιοχές, όπου τα βασικά χρώματα δεν διασταυρώνονται, διατηρούν τον αρχικό τους χρωματικό τόνο. Πρέπει να σημειώσομε ότι ο χρωματικός τόνος της τελικής μίξεως εξαρτάται μόνο από τη σχέση των εντάσεων των μιγνυόμενων χρωμάτων. Αν αυξηθεί ή ελαττωθεί η ένταση των αρχικών χρωμάτων κατά το ίδιο ποσοστό, ο χρωματικός τόνος του μίγματος παραμένει αμετάβλητος και μεταβάλλεται μόνο η φωτεινότητά του. Οποιαδήποτε μεταβολή στη σχέση μεταξύ των εντάσεων των μιγνυόμενων χρωμάτων προκαλεί αναπόφευκτα αλλαγή στο χρώμα της τελικής μίξεως.

Ας δώσομε τώρα, χωρίς σχόλια, τους βασικούς νόμους της χρωματομετρίας:

1) Η συνεχής μεταβολή του μήκους κύματος της φωτεινής ακτινοβολίας συνεπάγεται συνεχή μεταβολή του χρώματος.
2) Η καθορισμένη μίξη τριών ανεξαρτήτων μεταξύ τους χρωμάτων επιτρέπει την παραγωγή πολλών νέων χρωμάτων, ακόμη και του λευκού.
3) Η φωτεινότητα (λαμπρότητα) του τελικού μίγματος ισούται με το άθροισμα των φωτεινοτήτων των συνιστωσών που σχηματίζουν το μίγμα.
4) Η καθορισμένη μίξη δύο διαφορετικών χρωμάτων επιτρέπει την παραγωγή πολλών νέων, που βρίσκονται στη φασματική κλίμακα μεταξύ αυτών.

Έτσι, όπως είδαμε, η μίξη του κόκκινου και του κίτρινου δίνει πορτοκαλί χρώμα, του πράσινου και του βαθυγάλανου δίνει γαλανό κλπ. Ο κορεσμός του μίγματος είναι πάντοτε μικρότερος από τον αντίστοιχο του φασματικού χρώματος. Ακόμη, ο κορεσμός του μίγματος είναι τόσο μικρότερος,

όσο πιο πολύ απέχουν μεταξύ τους στο φάσμα τα μιγνυόμενα χρώματα.

Πρέπει να σημειώσομε ότι για κάθε φασματικό χρώμα μπορεί *να βρεθεί* κάποιο άλλο χρώμα, τέτοιο, ώστε η μίξη του με το πρώτο να δώσει ουδέτερο λευκό ή γκρίζο. Τα χρώματα αυτά ονομάζονται ***συμπληρωματικά.*** Παραδείγματα τέτοιων συνδυασμών είναι το πορτοκαλί και το γαλανό, το κίτρινο και το βαθυγάλανο κλπ.

5) Η μίξη ίδιων στην οπτική αντίληψη χρωμάτων, αλλά διαφορετικών στη συνθεσή τους, παράγει πάντοτε νέο μίγμα του ίδιου χρώματος. Αν π.χ. αναμιχθεί πορτοκαλί φασματικό χρώμα με άλλο πορτοκαλί, ίδιο στην οπτική αντίληψη με το πρώτο, αλλά που προέκυψε με μίξη κόκκινου και κίτρινου, θα παραχθεί νέο μίγμα με χρώμα πορτοκαλί.

Οι πιο πάνω νόμοι χρησιμοποιούνται πολύ στην έγχρωμη τηλεόραση και επιτρέπουν τη σημαντική απλοποίηση των συσκευών εκπομπής και λήψεως.

1.7 Χρωμικές συντεταγμένες.

Είπαμε ότι στην τριχρωμία ένα οποιοδήποτε χρώμα F καθορίζεται από την περιέκτικότητά του σε κόκκινο, πράσινο και βαθυγάλανο (μπλε). Η σχέση που εκφράζει αυτήν την περιεκτικότητα για κάθε χρώμα έχει τη γενική μορφή:

$$F = rR + gG + bB \tag{1.5}$$

Οι συντελεστές της σχέσεως αυτής, που δίνουν τα ποσοστά των μιγνυομένων χρωμάτων, ονομάζονται «τριχρωμικοί συντελεστές» και καθορίζουν το χρωμικό τόνο και τον κορεσμό του μίγματος. Η φωτεινότητα του μίγματος εξαρτάται από τη φωτεινότητα των μιγνυομένων χρωμάτων και είναι τόσο μεγαλύτερη όσο τα χρώματα αυτά ειναι εντονότερα.

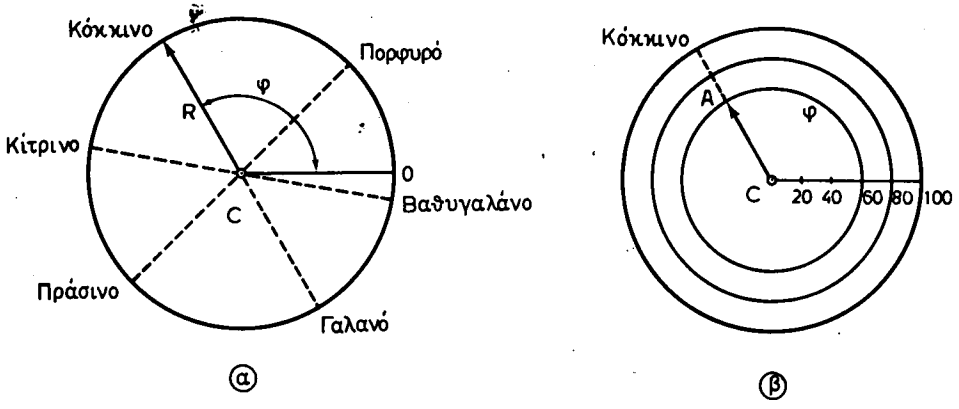
Για τους τριχρωμικούς συντελεστές ισχύει η ταυτότητα:

$$r + g + b = 1 \tag{1.6}$$

και επομένως $b = 1 - (r + g)$

Αυτό σημαίνει ότι τα δύο χαρακτηριστικά του χρώματος, δηλαδή ο τόνος και ο κόρος, μπορούν να καθορισθούν από τη θέση ενός σημείου στο επίπεδο.

Ας πάρομε τον κύκλο του σχήματος 1.7(α) που ονομάζεται ***χρωμικός κύκλος*** ή ***κύκλος του Νιούτον.*** Στην περιφέρεια του κύκλου τοποθετούνται τα καθαρά φασματικά χρώματα με τη σειρά που εμφανίζονται στο ουράνιο τόξο. Το κέντρο του κύκλου αντιπροσωπεύει πάντοτε το λευκό φως. Κάθε χρωματικός τόνος επάνω στο χρωμικό κύκλο μπορεί να δοθεί από μια γωνία φ. Π.χ. με γωνία $\varphi = 110°$ έχομε τον τόνο του κόκκινου, με $\varphi = 225°$ τον τόνο του πράσινου, με $\varphi = 350°$ τον τόνο του βαθυγάλανου κ.ο.κ. Όλα τα σημεία που βρίσκονται στην ίδια ακτίνα R (ίδια γωνία φ) χαρακτηρίζονται από τον ίδιο χρωματικό τόνο, αλλά διαφορετικό κορεσμό. Το χρώμα π.χ. του σημείου A [σχ. 1.7(6)] είναι κόκκινο με κορεσμό 60% (τα κορεσμένα 100% χρώματα είναι τοποθετημένα στην περιφέρεια του χρωμικού κύκλου).



Σχ. 1.7.
Χρωμικός κύκλος ή κύκλος του Νιούτον.

Εφαρμόζοντας το διανυσματικό λογισμό, ο κόρος κάθε χρώματος θα παρέχεται από το μήκος ενός διανύσματος και ο χρωματικός τόνος από το όρισμά του (τη γωνία φ). Η συνισταμένη της αθροίσεως ή της αφαιρέσεως δύο και περισσοτέρων διανυσμάτων θα παρουσιάζει με το μέτρο και το όρισμά της ένα νέο χρώμα.

Σημειώνομε ότι στο χρωμικό κύκλο τα αντικρυστά χρώματα (μπλε και κίτρινο, πορφυρό και πράσινο, κόκκινο και γαλανό) είναι «συμπληρωματικά», δηλαδή η μίξη τους δίνει πάντοτε λευκό.

1.8 Φωτεινότητα και χρωμικότητα.

Είδαμε ότι κάθε χρώμα χαρακτηρίζεται από τρία μεγέθη: τη φωτεινότητα (Luminance), το χρωματικό τόνο και τον κορεσμό του. Ο χρωματικός τόνος και ο κορεσμός καθορίζουν μαζί ένα νέο χρωματομετρικό μέγεθος που ονομάζεται ***χρωμικότητα*** (Chrominance).

Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι:

χρώμα = φωτεινότητα + χρωμικότητα

απ' όπου φαίνεται ότι η

χρωμικότητα = απόχρωση + κορεσμός

είναι το μέγεθος που πρέπει να προστεθεί στη φωτεινότητα για να πάρομε ένα χρώμα.

Η φωτεινότητα του λευκού φωτός Y που παράγεται με τη μίξη των τριών βασικών χρωμάτων R, G και B παρέχεται από τη σχέση (1.5) με τιμές συντελεστών: r= 0,30 g= 0,59 και b= 0,11. Δηλαδή:

$$Y = 0{,}30\,R + 0{,}59\,G + 0{,}11\,B \qquad (1.7)$$

Για να βρούμε τώρα τη χρωμικότητα κάθε χρώματος αφαιρούμε από αυτό τη φωτεινότητα Y και έχομε:

$$\begin{aligned} R - Y &= R - (0{,}30\ R + 0{,}59\ G + 0{,}11\ B) \\ &= 0{,}70\ R - 0{,}59\ G - 0{,}11\ B \qquad (1.8) \\ G - Y &= G - (0{,}30\ R + 0{,}59\ G + 0{,}11\ B) \\ &= -\ 0{,}30\ R + 0{,}41\ G - 0{,}11\ B \\ B - Y &= B - (0{,}30\ R + 0{,}59\ G + 0{,}11\ B) \\ &= -\ 0{,}30\ R - 0{,}59\ G + 0{,}89\ B \end{aligned}$$

Με R = G = B = 1 (συντεταγμένες με μεγαλύτερες τιμές από αυτές για τα βασικά χρώματα δεν πρέπει να υπάρχουν) έχομε:

$$R - Y = 0, \qquad G - Y = 0, \qquad B - Y = 0$$

δηλαδή μηδενική χρωμικότητα.

«Η μηδενική χρωμικότητα είναι χαρακτηριστικό του γκρίζου, του λευκού και του μαύρου. Οι διαβαθμίσεις αυτές καθορίζονται μόνο από τη φωτεινότητά τους».

Αν προσέξομε τις εξισώσεις (1.8) θα παρατηρήσομε ότι οι συντελεστές της πρώτης και της τρίτης είναι μεγαλύτεροι (σε απόλυτες τιμές) και επομένως περιέχουν περισσότερες πληροφορίες για τη χρωμικότητα απ' ό,τι η δεύτερη. Εξάλλου η χρωμικότητα G – Y μπορεί να υπολογισθεί από τις δύο άλλες ως εξής:

Επειδή 0,30 + 0,59 + 0,11 = 1, η εξίσωση (1.7) μπορεί να πάρει τη μορφή:

$$Y = 0{,}30\,Y + 0{,}59\,Y + 0{,}11\,Y \qquad (1.9)$$

Αφαιρούμε την (1.9) από την (1.7) και έχομε:

$$\begin{aligned} Y &= 0{,}30\ R + 0{,}59\ G + 0{,}11\ B \\ -\ Y &= -0{,}30\ Y - 0{,}59\ Y - 0{,}11\ Y \\ \hline 0 &= 0{,}30\ (R - Y) + 0{,}59\ (G - Y) + 0{,}11\ (B - Y) \end{aligned}$$

από την οποία παίρνομε:

$$G - Y = -0{,}51\,(R - Y) - 0{,}19\,(B - Y) \qquad (1.10)$$

Αυτό σημαίνει ότι ένας πομπός έγχρωμης τηλεοράσεως μπορεί να στείλει πληροφορία μόνο για τις χρωμικότητες (R – Y) και (B – Y), ενώ η τρίτη (G – Y) να παραχθεί στο δέκτη από τις δύο προηγούμενες. Πραγματικά, στην έγχρωμη τηλεόραση μεταβιβάζεται το σήμα Y που περιέχει την πληροφορία για τη φωτεινότητα της εικόνας και τα σήματα (R – Y) και (B – Y) με την πληροφορία για το χρώμα. Το σήμα (G – Y) δε μεταβιβάζεται. Η πληροφορία για το πράσινο χρώμα G περιέχεται στο σήμα Y και η χρωμικότητα (G – Y) παράγεται στο δέκτη σύμφωνα με τη σχέση (1.10).

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

1.9 Το μεταίσθημα.

Το μάτι μας δεν αντιλαμβάνεται αμέσως τα φωτεινά ερεθίσματα και ούτε χάνει αμέσως τις φωτεινές εντυπώσεις ύστερα από την παύση των ερεθισμάτων. Η διατήρηση στο μάτι μας του φωτεινού αισθήματος μετά τη διακοπή του ερεθίσματος που το δημιούργησε, ονομάζεται ***μεταίσθημα*** ή και αδράνεια του ματιού. Ο χρόνος που το μάτι διατηρεί φωτεινό αίσθημα ύστερα από τη διακοπή του ερεθίσματος, είναι περίπου 0,1 sec και ονομάζεται ***χρόνος μεταισθήματος.***

Λόγω του φαινομένου του μεταισθήματος το μάτι δεν μπορεί να παρακολουθήσει τις αρκετά γρήγορες περιοδικές μεταβολές της φωτεινότητας ενός αντικειμένου και αντιλαμβάνεται μόνο τη μέση τιμή της φωτεινότητάς του.

Αν οι μεταβολές της φωτεινότητας του αντικειμένου δεν είναι αρκετά γρήγορες, το μάτι βλέπει την εικόνα του να τρεμοσβήνει. Η συχνότητα της περιοδικής μεταβολής της φωτεινότητας ή της λαμπρότητας ενός αντικειμένου με την οποία εξαφανίζονται τα τρεμοσβησίματα που ερεθίζουν το μάτι και αρχίζει να γίνεται αντιληπτή μόνον η μέση τιμή της φωτεινότητας του αντικειμένου, ονομάζεται ***κρίσιμη συχνότητα τρεμοσβησίματος.*** Η κρίσιμη συχνότητα τρεμοσβησίματος μεγαλώνει όταν η φωτεινότητα ή η λαμπρότητα του αντικειμένου αυξάνεται.

Αν οι ξεχωριστές εικόνες ενός κινούμενου αντικειμένου διαδέχονται αρκετά γρήγορα η μία την άλλη, τότε λόγω του ***μεταισθήματος*** οι εικόνες ενώνονται όλες μαζί και δημιουργείται στον παρατηρητή η εντύπωση της συνεχούς κινήσεως του αντικειμένου. Στην πιο πάνω αρχή στηρίζεται η κινηματογραφία και η τηλεόραση.

Η εικόνα στην τηλεόραση δεν μεταδίδεται συνεχώς, αλλά με τη μορφή διαδοχικών ξεχωριστών ακινήτων εικόνων. Η συχνότητα διαδοχής των εικόνων που απαιτείται για τη δημιουργία της εντυπώσεως συνεχούς κινήσεώς τους, είναι περίπου 10 - 15 εικόνες στο δευτερόλεπτο. Όμως για την τέλεια εξάλειψη των τρεμοσβησιμάτων, η συχνότητα αυτή πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη συχνότητα τρεμοσβησίματος. Η κρίσιμη αυτή συχνότητα, με λαμπρότητα εικόνας 60 Nt είναι περίπου 40 εικόνες στο δευτερόλεπτο.

1.10 Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.

Στη σύγχρονη τηλεοπτική τεχνική ο μετασχηματισμός των οπτικών εικόνων σε ηλεκτρικά σήματα γίνεται με πολύπλοκες ηλεκτρονικές λυχνίες που ονομάζονται συνήθως ***εικονολήπτες.*** Εκτός από τους εικονολήπτες συναντώνται τηλεοπτικά συστήματα στα οποία για τη μετατροπή της φωτεινής ενέργειας σε ηλεκτρική, χρησιμοποιούνται συνηθισμένα φωτοκύτταρα και φωτοηλεκτρονικοί πολλαπλασιαστές ή απλώς φωτοπολλαπλασιαστές. Η λειτουργία των φωτοκυττάρων, των φωτοπολλαπλασιαστών και των εικονοληπτών στηρίζεται στο ***φωτοηλεκτρικό φαινόμενο*** ή ***φωτοφαινόμενο.***

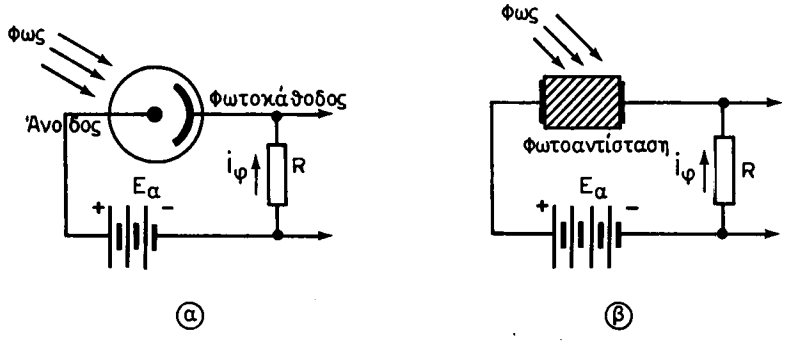
Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο ονομάζεται η απελευθέρωση ηλεκτρονίων από κάποιο κατάλληλο σώμα όταν επάνω του προσπίπτει φως. Υπάρχουν δύο ειδών φωτοφαινόμενα, το ***εξωτερικό*** ή ***φωτοεκπομπή*** και το ***εσωτερικό*** ή ***φωτοαγωγιμότητα.*** Στην πρώτη περίπτωση, με την πρόσπτωση φωτός επάνω στο σώμα απελευθερώνονται ηλεκτρόνια τα οποία εγκαταλείπουν το σώμα και καταλαμβάνουν τον εξωτερικό γύρω χώρο. Στη δεύτερη περίπτωση τα απελευθερούμενα ηλεκτρόνια παραμένουν μέσα στο σώμα με αποτέλεσμα να μεγαλώνει η ηλεκτρική του αγωγιμότητα.

Η πιο απλή φωτοηλεκτρική διάταξη που στηρίζεται στο εξωτερικό φωτοφαινόμενο, ονομάζεται ***φωτοκύτταρο*** [σχ. 1.10(α)].

Το φωτοκύτταρο αποτελείται από δύο ηλεκτρόδια, τη ***φωτοκάθοδο*** και την ***άνοδο,*** τοποθετημένες μέσα σε γυάλινο περίβλημα με υψηλό κενό ή και με αέριο. Η επιφάνεια της φωτοκαθόδου υποβάλλεται σε ειδική επεξεργασία για να διευκολύνεται η έξοδος ηλεκτρονίων στο χώρο. Περισσότερο εύχρηστες είναι οι φωτοκάθοδοι από μέταλλο (συνήθως από άργυρο), με ημιαγωγό στρώμα από οξίδιο του αργύρου ή οξίδιο του καισίου και οι φωτοκάθοδοι ημιαγωγού στρώματος από μίγμα αντιμονίου και καισίου.

Η λειτουργία του φωτοκυττάρου είναι ίδια με της διοδικής λυχνίας. Με την πρόσπτωση φωτός επάνω στη φωτοκάθοδο, εκπέμπονται ηλεκτρόνια στο γύρω χώρο. Τα ηλεκτρόνια αυτά συλλέγονται από την άνοδο που φέρει θετικό δυναμικό ως προς τη φωτοκάθοδο, και σχηματίζουν το ρεύμα I_φ. Η ένταση του ρεύματος I_φ μεγαλώνει με αύξηση της προσπίπτουσας φωτεινής ροής.

Η απλούστερη φωτοηλεκτρική διάταξη που στηρίζεται στο εσωτερικό φωτοφαινόμενο, ονομάζεται ***φωτοαντίσταση*** [σχ. 1.10(β)]. Η φωτοαντίσταση είναι ειδικά επεξεργασμένη ύλη που περιέχεται μεταξύ δύο ηλεκτροδίων. Η ύλη αυτή μπορεί να είναι σελήνιο, τελλούριο, θείο ή άλλη από την ομάδα των ημιαγωγών. Οι ύλες αυτές πρακτικά δεν είναι αγώγιμες στο σκοτάδι, ενώ αποκτούν σημαντική αγωγιμότητα υπό την ενέργεια του φωτός. Τα απελευθερούμενα ηλεκτρόνια στη φωτοαντίσταση κυκλοφορούν στο εξωτερικό κύκλωμα με τη βοήθεια της τάσεως V και σχηματίζουν το ρεύμα I_φ. Η ένταση του ρεύματος αυτού είναι περίπου ανάλογη με την ένταση του προσπίπτοντος φωτός.



Σχ. 1.10.
α) Σύνδεση φωτοκυττάρου. β) Σύνδεση φωτοαντιστάσεως.

Οι επιδόσεις των φωτοκυττάρων και των φωτοαντιστάσεων εκτιμούνται:

— Από τις χαρακτηριστικές καμπύλες που παρέχουν το ρεύμα I_φ σε συνάρτηση με την εφαρμοζόμενη τάση V για σταθερή φωτεινή ροή φ.

— Από τις φωτεινές χαρακτηριστικές που παρέχουν την εξάρτηση του ρεύματος I_φ από τη φωτεινή ροή φ για σταθερή τάση V και

— από τις φασματικές χαρακτηριστικές που δίνουν την εξάρτηση των σχετικών μεταβολών του ρεύματος I_φ από το μήκος κύματος λ (από τα διάφορα χρώματα) της προσπίπτουσας φωτεινής ροής φ.

Τέλος, βασικό χαρακτηριστικό των φωτοηλεκτρικών διατάξεων είναι η ***ευαισθησία.*** Ονομάζομε ευαισθησία μιας φωτοκαθόδου ή φωτοαντιστάσεως το λόγο του ρεύματος I_φ (σε μA) προς την προσπίπτουσα πάνω σ' αυτήν φωτεινή ροή Φ (σε Lm), δηλαδή:

$$\epsilon = \frac{I_\varphi}{\Phi} \ (\mu A/Lm) \qquad (1.11)$$

Η ευαισθησία των φωτοκαθόδων (ή φωτοαντιστάσεων) εξαρτάται από το υλικό κατασκευής τους και είναι διαφορετική για τα διάφορα μήκη κύματος φωτός (διάφορα χρώματα).

1.11 Ενίσχυση φωτορεύματος.

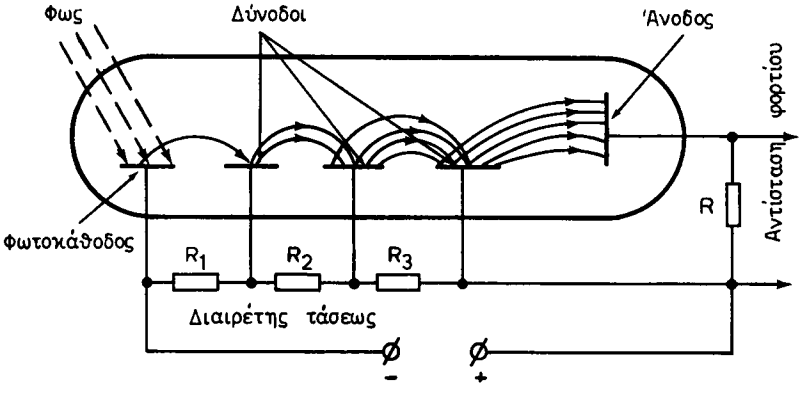
Στους εικονολήπτες και στα φωτοκύτταρα δημιουργούνται κατά κανόνα πολύ μικρά ρεύματα σήματος τα οποία ύστερα πρέπει να υποβληθούν σε μεγάλη ενίσχυση. Η ενίσχυση αυτή πραγματοποιείται μερικές φορές μέσα στον ίδιο τον εικονολήπτη ή στο φωτοκύτταρο με τη βοήθεια ειδικής διατάξεως. Η διάταξη αυτή ονομάζεται ***φωτοηλεκτρονικός πολλαπλασιαστής*** ή απλώς ***φωτοπολλαπλασιαστής.***

Η λειτουργία του φωτοπολλαπλασιαστή στηρίζεται στο φαινόμενο της δευτερογενούς εκπομπής ηλεκτρονίων. Δηλαδή στην εκπομπή ηλεκτρονίων από ένα μεταλλικό σώμα που σημειώνεται όταν αυτό βομβαρδίζεται από άλλα ηλεκτρόνια, τα οποία ονομάζονται ***πρωτογενή***. Τα εκπεμπόμενα με αυτόν τον τρόπο ηλεκτρόνια ονομάζονται ***δευτερογενή.*** Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα των πρωτογενών ηλεκτρονίων τόσο περισσότερα (μέχρι ένα όριο) θα είναι τα δευτερογενή ηλεκτρόνια. Ο λόγος του ρεύματος των δευτερογενών ηλεκτρονίων I_2 προς το ρεύμα των πρωτογενών ηλεκτρονίων I_1 στη μονάδα του χρόνου ονομάζεται ***συντελεστής δευτερογενούς εκπομπής*** και είναι:

$$\sigma = \frac{I_2}{I_1} \tag{1.12}$$

Η σύνθεση ενός φωτοπολλαπλασιαστή φαίνεται στο σχήμα 1.11. Αποτελείται από έναν αριθμό ηλεκτροδίων που ονομάζονται ***δύνοδοι*** ή ***εκπομποί*** και που προορίζονται για την εκπομπή δευτερογενών ηλεκτρονίων σε ποσότητα μεγαλύτερη από εκείνη των πρωτογενών ($\sigma \gg 1$). Κάθε επόμενη δύνοδος έχει υψηλότερο δυναμικό από την προηγούμενη.

Τα φωτοηλεκτρόνια που σχηματίζουν το προς ενίσχυση ρεύμα, προσπίπτουν (κάτω από την επίδραση του επιταχυντικού ηλεκτρικού πεδίου) στην πρώτη δύνοδο, από την οποία εξέρχονται δευτερογενή ηλεκτρόνια σε σημαντικό αριθμό. Τα τελευταία, κάτω από την επίδραση ανάλογου επιταχυντικού πεδίου προσπίπτουν στη δεύτερη δύνοδο από όπου εξέρχεται ένας ακόμη μεγαλύτερος αριθμός δευτερογενών ηλεκτρονίων κ.ο.κ. Τελικά, το ενισχυμένο ηλεκτρονικό ρεύμα συλλέγεται από την άνοδο του φωτοπολλαπλασιαστή και διέρχεται από την αντίσταση φορτίου R.



Σχ. 1.11.
Φωτοηλεκτρονικός πολλαπλασιαστής.

Η μορφή των δυνόδων και η αμοιβαία τοποθέτησή τους εκλέγεται έτσι, ώστε όλα τα ηλεκτρόνια κάθε προηγούμενης δυνόδου να προσπίπτουν στην επιφάνεια της επόμενης. Οι επιφάνειες των δυνόδων υποβάλλονται σε ειδική επεξεργασία για την αύξηση της δευτερογενούς εκπομπής. Μεταξύ κάθε ζεύγους γειτονικών δυνόδων εφαρμόζεται επιταχυντική τάση που κυμαίνεται από 100-200 V.

Ο βαθμός ενισχύσεως του φωτοπολλαπλασιαστή είναι:

$$A = \sigma_1 . \sigma_2 . \sigma_3 ... \sigma_n \qquad (1.13)$$

όπου: σ ο συντελεστής δευτερογενούς εκπομπής κάθε δυνόδου και n ο αριθμός των δυνόδων.

Αν ο συντελεστής δευτερογενούς εκπομπής όλων των δυνόδων είναι ίδιος θα έχομε:

$$A = \sigma^n \qquad (1.14)$$

Ο φωτοπολλαπλασιαστής μπορεί να δώσει πολύ μεγάλη ενίσχυση. Αν π.χ. είναι $\sigma = 5$ και $n = 10$, έχομε $A = 5^{10} \approx 10^7$. Πρακτικά ένας φωτοπολλαπλασιαστής δεν δίνει μεγαλύτερο βαθμό ενισχύσεως από 10^7.

Ο τρόπος αυτός ενισχύσεως ασθενών ρευμάτων είναι ο πιο ενδεδειγμένος γιατί κατά την ενίσχυση δεν εισάγονται θόρυβοι στο σήμα, όπως συμβαίνει με τις ηλεκτρονικές λυχνίες και τα τρανζίστορ.

1.12Τα πρώτα τηλεοπτικά συστήματα.

Για τη μεταβίβαση μιας εικόνας σε κάποια απόσταση απαιτούνται βασικά δύο διατάξεις. Η πρώτη διάταξη μετασχηματίζει τα φωτεινά χαρακτηριστικά της εικόνας σε ηλεκτρικές μεταβολές. Τέτοια διάταξη μπορεί να είναι μία από τις φωτοηλεκτρικές διατάξεις που ήδη εξετάσαμε ή κάποια συνθετότερη της οποίας η λειτουργία στηρίζεται στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Η δεύτερη διάταξη μετασχηματίζει τις ηλεκτρικές μεταβολές σε φως. Στα πρώτα πειράματα τηλεοπτικών συνδέσεων χρησιμοποιήθηκαν για το σκοπό αυτό ηλεκτρικές λυχνίες πυρακτώσεως ή αερίου, που έχουν μικρότερη αδράνεια. Σήμερα για τη μετατροπή των ηλεκτρικών μεταβολών σε φωτεινές, γίνεται εκμετάλλευση του φαινομένου του «φθορισμού». Τέλος, ως μέσο μεταφοράς της εικόνας από έναν τόπο σε κάποιον άλλο μπορούν να χρησιμοποιηθούν ομοαξονικά καλώδια ή ηλεκτρομαγνητικές κυμάνσεις.

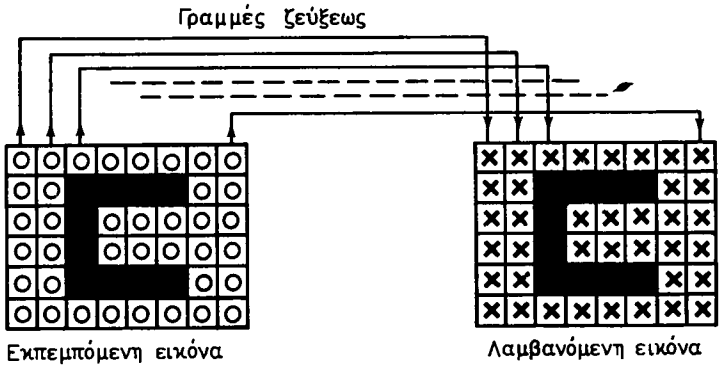
Για να καταλάβομε καλύτερα τις βασικές αρχές της σύγχρονης τηλεοράσεως θα ανατρέξομε σύντομα στην ιστορία της εξελίξεώς της.

Αμέσως ύστερα από την ανακάλυψη του φαινομένου της φωτοαγωγιμότητας (1873), οι επιστήμονες προσπάθησαν να μιμηθούν το όργανο της οράσεώς μας (το μάτι) για τη μετάδοση μιας εικόνας. Για το σκοπό αυτό η εικόνα διαιρέθηκε σε έναν αρκετά μεγάλο αριθμό στοιχείων, αντίστοιχων με τα φωτοευαίσθητα στοιχεία του αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού. Για τη μετατροπή της φωτεινότητας κάθε στοιχείου της εικόνας σε ηλεκτρικό ρεύμα χρησιμοποιήθηκε ανεξάρτητη φωτοαντίσταση και για την αναπαραγωγή της φωτεινότητας κάθε στοιχείου στη λήψη, ανεξάρτητη λυχνία φωτισμού. Η σύνδεση των φωτοαντιστάσεων με τις λυχνίες έγινε με ιδιαίτερους αγωγούς που αντιστοιχούν με τις ίνες του οπτικού νεύρου, όπως φαίνεται στο σχήμα1.12α. Στο σύστημα αυτό τηλεοράσεως διαφαίνεται η πρόθεση να χρησιμοποιηθεί η ανεπαρκής διαχωριστική ικανότητα του ματιού. Το είδος αυτό της συσκευής πρακτικά δεν πέτυχε λόγω του μεγάλου αριθμού των φωτοαντιστάσεων, των λυχνιών φωτισμού και κυρίως των συνδετικών αγωγών.

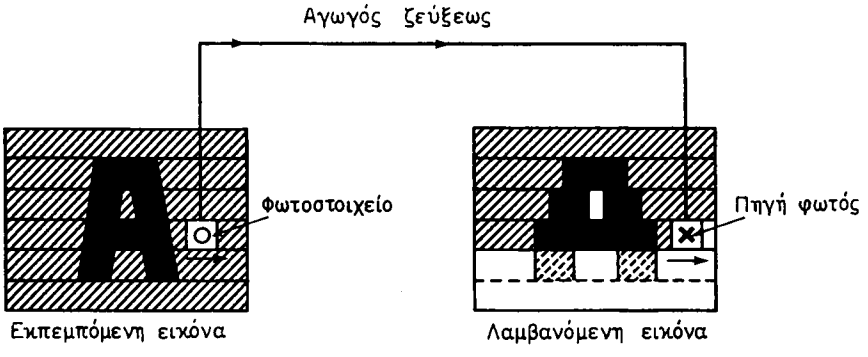
Το επόμενο σημαντικό βήμα στην εξέλιξη της τηλεοράσεως έγινε το 1879. Με σκοπό την αντικατάσταση του μεγάλου αριθμού των φωτοαντιστάσεων, των συνδετικών αγωγών και των λυχνιών φωτισμού, προτάθηκε η χρησιμοποίηση της ***σαρώσεως*** της εικόνας (σχ.1.126). Σύμφωνα με την πρόταση αυτή, ένα φωτοευαίσθητο στοιχείο ολισθαίνει επάνω στην εικόνα και διαδοχικά, σημείο προς σημείο και γραμμή προς γραμμή, μεταβιβάζει με έναν συνδετικό αγωγό σήματα για τη φωτεινότητα των στοιχείων της σε μία πηγή φωτός. Η τελευταία εκτελεί ταυτόχρονα ακριβώς την ίδια κίνηση επάνω στην πλάκα λήψεως της εικόνας που εκτελεί και το φωτοστοιχείο.

Η ταυτόχρονη κίνηση του φωτοστοιχείου στη διάταξη εκπομπής της εικόνας και της πηγής φωτός

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958



Σχ. 1.12α.
Η διαίρεση της εικόνας σε στοιχεία και η μεταφορά των στοιχείων με ξεχωριστές γραμμές ζεύξεως.



Σχ. 1.12β.
Η σάρωση της εικόνας και η διαδοχική μεταφορά των στοιχείων της με έναν αγωγό ζεύξεως.

στη διάταξη λήψεως, ονομάζεται στην τηλεόραση ***συγχρονισμός***. Για να δημιουργηθεί στον παρατηρητή η μορφή της εικόνας, πρέπει η μεταφορά της φωτεινότητας των ιδαίτερων στοιχείων της να γίνεται αρκετά γρήγορα, αφού βεβαίως ληφθεί υπόψη και η αδράνεια του ματιού.

Οι ιδέες διαιρέσεως της εικόνας σε περιορισμένο αριθμό στοιχείων και της διαδοχικής σαρώσεώς (διερευνήσεώς) τους αποτελούν τη βάση της σύγχρονης τηλεοπτικής τεχνικής. Όλες οι επόμενες ανακαλύψεις στην περιοχή της τηλεοράσεως είχαν σχέση με τη συγκρότηση και τελειοποίηση των τεχνικών μέσων που ήταν απαραίτητα για την πραγματοποίηση αυτών των ιδεών.

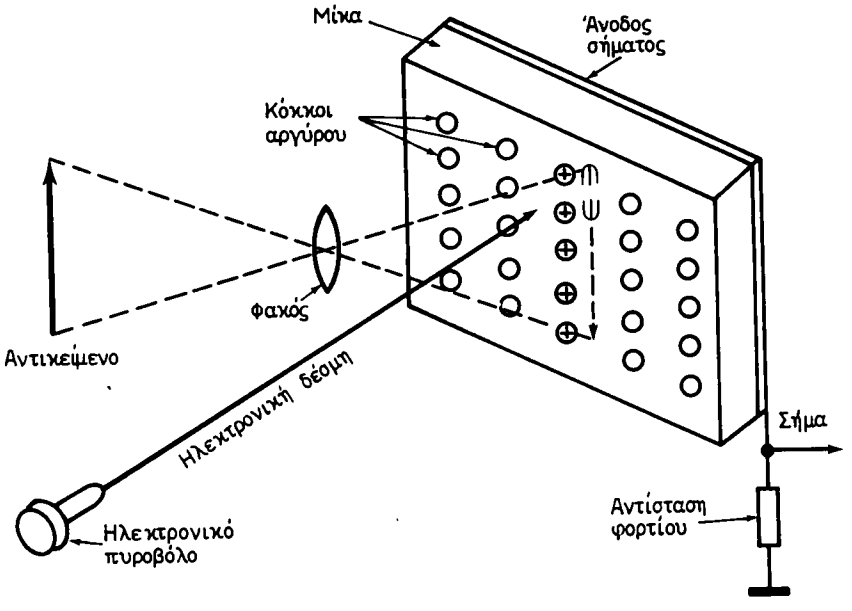
Η αρχή της διαδοχικής εκπομπής στοιχείων εφαρμόσθηκε για πρώτη φορά το 1884 από τον Νίπκοφ με έναν περιστρεφόμενο δίσκο (μηχανικό σύστημα τηλεοράσεως). Το σύστημα Νίπκοφ το οποίο δεν θα περιγράψομε, δεν μπορουσε να αποδώσει τις λεπτομέρειες μιας εικόνας.

Για τη λήψη εικόνας με μεγάλη σαφήνεια πρέπει κάθε ιδιαίτερο στοιχείο της να έχει αρκετά μικρές διαστάσεις και όλη η εικόνα να διαμοιρασθεί σε εκατοντάδες χιλιάδες στοιχεία. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο με ηλεκτρονικές διατάξεις.

1.13 Βασικές αρχές ηλεκτρονικής τηλεοράσεως.

Η δημιουργία του σύγχρονου ηλεκτρονικού συστήματος τηλεοράσεως οφείλεται στην ανακάλυψη της πρώτης λυχνίας εικονοληψίας που ονομάζεται ***εικονοσκόπιο.***

Το εικονοσκόπιο, το οποίο θα εξετάσομε αργότερα, είναι μία ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει τις φωτεινές ακτίνες σε ηλεκτρικά ρεύματα και βρίσκεται στο στούντιο (studio) τηλεοράσεως. Το σύστημα αυτό φαίνεται στο σχήμα 1.13α. Αποτελείται κυρίως από δύο διατάξεις: μία ***φωτοευπαθή πλάκα*** και ένα ***ηλεκτρονικό πυροβόλο.*** Η φωτοευπαθής πλάκα αποτελείται από ένα φύλλο μίκας, της οποίας η μία όψη καλύπτεται από στρώμα μικρών κόκκων αργύρου (μωσαϊκό) μονωμένων μεταξύ τους. Η άλλη όψη της μίκας καλύπτεται από αγώγιμο οπλισμό, που ονομάζεται συνήθως ***άνοδος σήματος.*** Στην άνοδο σήματος συνδέεται η αντίσταση φορτίου.



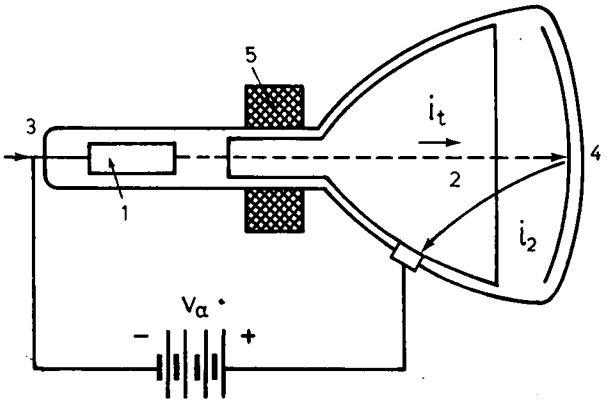
Σχ. 1.13α.
Σχηματική διάταξη εικονοσκοπίου.

Κάθε φωτοευπαθής κόκκος του μωσαϊκού σχηματίζει με την άνοδο σήματος κάποιο στοιχειώδη πυκνωτή.

Οι φωτεινές ακτίνες που εκπέμπονται από το αντικείμενο, εστιάζουν με τη βοήθεια ενός φακού και προσπίπτουν επάνω στο μωσαϊκό. Τότε από τους φωτοευπαθείς κόκκους εκπέμπονται φωτοηλεκτρόνια και οι τελευταίοι φορτίζονται, οπότε μεταξύ κάθε κόκκου και της ανόδου σήματος, δηλαδή στα άκρα κάθε στοιχειώδους πυκνωτή, εμφανίζεται τάση ανάλογη με τη φωτεινότητα των ξεχωριστών στοιχείων του αντικειμένου. Έτσι, στην επιφάνεια του μωσαϊκού «αποτυπώνεται» η εικόνα του αντικειμένου με τη μορφή ηλεκτρικών φορτίων πυκνωτών.

Στη συνέχεια προκύπτει το πρόβλημα της μετατροπής της αποτυπωμένης εικόνας σε ηλεκτρικό ρεύμα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται το ***ηλεκτρονικό πυροβόλο.*** Αυτό είναι μία διάταξη που παράγει μία λεπτή δέσμη ηλεκτρονίων. Η ηλεκτρονική δέσμη με τη βοήθεια ενός συστήματος αποκλίσεως, μπορεί να κινείται στο μωσαϊκό από την πάνω αριστερή άκρη της επιφάνειάς του προς τα δεξιά και κάτω ως την κάτω δεξιά άκρη της. Η κίνηση της ηλεκτρονικής δέσμης είναι ακριβώς ίδια με την κίνηση των ματιών μας κατά την ανάγνωση μιας σελίδας βιβλίου και ονομάζεται, όπως είπαμε, ***σάρωση.*** Η σάρωση των κόκκων του μωσαϊκού προκαλεί την εκφόρτιση των στοιχειωδών πυκνωτών και από την αντίσταση φορτίου κυκλοφορεί μεταβαλλόμενο ρεύμα, ανάλογο με τη φωτεινότητα κάθε στοιχείου της εικόνας. Το ρεύμα αυτό δημιουργεί μια τάση στα άκρα της αντιστάσεως φορτίου που αποτελεί το ***σήμα εικόνας.*** Το σήμα εικόνας ενισχύεται κατάλληλα και αφού διαμορφώσει έναν πομπό, ακτινοβολείται στο γύρω χώρο με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που δημιουργούνται από την κεραία του πομπού, συναντούν την κεραία του δέκτη και επάγουν σ' αυτήν μία μικρή τάση. Η τάση οδηγείται στο δέκτη και ύστερα από ενίσχυση, μεταλλαγή συχνότητας, φώραση κλπ. καταλήγει στον ***καθοδικό σωλήνα*** (σχ. 1.136). Ο καθοδικός σωλήνας είναι η διάταξη που μετατρέπει το σήμα εικόνας σε φωτεινές ακτίνες, δηλαδή που εκτελεί μία λειτουργία αντίθετη από εκείνη του εικονολήπτη (εικονοσκοπίου), γι' αυτό λέγεται και ***εικονογράφος.***

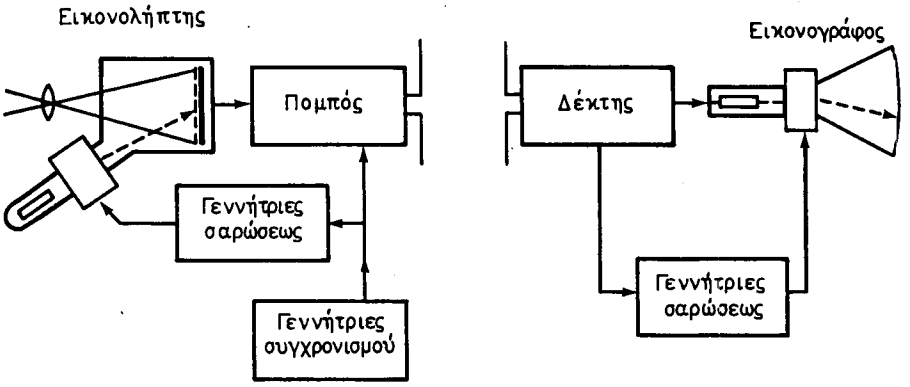


Σχ. 1.136.
Ο εικονογράφος (καθοδικός σωλήνας).

Ο εικονογράφος αποτελείται επίσης από ένα ηλεκτρονικό πυρόβόλο (1) το οποίο δημιουργεί τη λεπτή δέσμη ηλεκτρονίων (2). Ο αριθμός των ηλεκτρονίων που μεταφέρει η δέσμη (το ρεύμα της δέσμης) μεταβάλλεται με τη βοήθεια της τάσεως (3) που φθάνει από το δέκτη. Όμως η τάση αυτή μεταβάλλεται ανάλογα με τη φωτεινότητα κάθε στοιχείου της εικόνας που μεταφέρει και επομένως κατά τον ίδιο ρυθμό μεταβάλλεται και η ποσότητα των ηλεκτρονίων της δέσμης. Η δέσμη κινείται κατά μήκος του σωλήνα και προσπίπτει στην ***οθόνη*** (4). Η οθόνη καλύπτεται εσωτερικά από στρώμα υλικού που φθορίζει και στη θέση προσπτώσεως της δέσμης σχηματίζεται ένα φωτεινό στίγμα. Η φωτεινότητα του στίγματος είναι ανάλογη με την ποσότητα των ηλεκτρονίων της δέσμης.

Για να σχηματισθεί η εικόνα στην οθόνη πρέπει η ηλεκτρονική δέσμη, επομένως και το φωτεινό στίγμα, να μετακινείται στην επιφάνειά της όπως ακριβώς μετακινείται η δέσμη του εικονοσκοπίου επάνω στην επιφάνεια του μωσαϊκού. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια του συστήματος αποκλίσεως (5) της δέσμης.

Οι κινήσεις που εκτελούν οι δύο δέσμες (εικονοσκοπίου και εικονογράφου) πρέπει να είναι σύγχρονες. Για την επιτυχία του συγχρονισμού των κινήσεων, τα συστήματα αποκλίσεως τροφοδοτούνται από ειδικές πηγές που ονομάζονται ***γεννήτριες σαρώσεως.*** Οι τάσεις που παράγουν οι γεννήτριες σαρώσεως στον πομπό και στο δέκτη είναι της ίδιας ακριβώς μορφής και εξελίσσονται ταυτόχρονα (συγχρονισμός). Ο συγχρονισμός των γεννητριών σαρώσεως ελέγχεται με τη βοήθεια ειδικών παλμών συγχρονισμού. Το διάγραμμα μιας τηλεοπτικής συνδέσεως φαίνεται στο σχήμα 1.13γ.



Σχ. 1.13γ.
Διάγραμμα τηλεοπτικής συνδέσεως.

Τέλος σημειώνομε, ότι η ομιλία ή η μουσική που συνοδεύει την εικόνα εκπέμπεται από ιδιαίτερο πομπό και η λήψη γίνεται από το τμήμα ήχου του δέκτη τηλεοράσεως.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΟΙ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΟΛΗΠΤΕΣ

2.1 Συστατικά μέρη και είδη καθοδικών σωλήνων.

Οι καθοδικοί σωλήνες είναι γενικώς συσκευές που προορίζονται για τη μετατροπή ηλεκτρικών σημάτων σε εικόνες. Η αρχή της μετατροπής αυτής συνίσταται στο ότι μια λεπτή δέσμη ηλεκτρονίων προσπίπτει σε φθορίζουσα ύλη. Όταν η ένταση της ηλεκτρονικής δέσμης και η ταχύτητα των ηλεκτρονίων της έχουν κατάλληλο μέγεθος, προκαλείται στο σημείο προσπτώσεώς της φωτισμός της ύλης. Το προς παρατήρηση ηλεκτρικό σήμα επιδρά στην ηλεκτρονική δέσμη και προκαλεί την απόκλισή της (παλμογράφος) ή τη μεταβολή της εντάσεώς της (τηλεόραση).

Ένας καθοδικός σωλήνας αποτελείται από τα επόμενα βασικά τμήματα:

1) Το ***ηλεκτρονικό πυροβόλο,*** που έχει ως σκοπό τη δημιουργία της ηλεκτρονικής δέσμης.

2) Το ***σύστημα εστιάσεως,*** απαραίτητο για να γίνει πολύ λεπτή (ακτίνα) η ηλεκτρονική δέσμη. Ανάλογα με το είδος του σωλήνα, το σύστημα εστιάσεως μπορεί να αποτελεί μέρος του ηλεκτρονικού πυροβόλου ή να είναι ανεξάρτητο.

3) Το ***σύστημα αποκλίσεως,*** που μεταβάλλει τη διεύθυνση της ηλεκτρονικής δέσμης, ώστε να προσπίπτει σε διάφορα σημεία της οθόνης.

4) Τη ***φθορίζουσα οθόνη,*** που μετατρέπει την κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων της δέσμης σε φωτιστική.

Οι καθοδικοί σωλήνες είναι ηλεκτρονικές λυχνίες με υψηλό κενό.

Η εστίαση και η απόκλιση της ηλεκτρονικής δέσμης μπορεί να γίνει με τη βοήθεια τόσο ηλεκτρικών όσο και μαγνητικών πεδίων. Ανάλογα με αυτό διακρίνομε τρεις τύπους καθοδικών σωλήνων:

— Τους ***ηλεκτροστατικούς,*** στους οποίους η εστίαση και η απόκλιση της δέσμης γίνεται με τη βοήθεια ηλεκτρικών πεδίων.

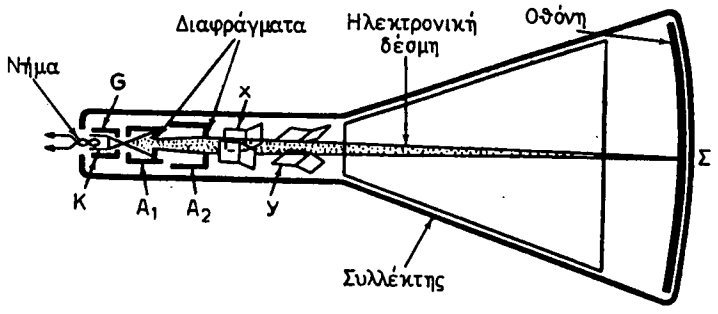
— Τους ***ηλεκτρομαγνητικούς,*** στους οποίους η εστίαση και η απόκλιση της δέσμης γίνεται με μαγνητικά πεδία, και

— Τους ***συνδυασμένους (μικτούς)*** σωλήνες, που εργάζονται με ηλεκτροστατική εστίαση και ηλεκτρομαγνητική απόκλιση.

2.2 Περιγραφή και λειτουργία σωλήνων.

Μια τομή ηλεκτροστατικού καθοδικού σωλήνα φαίνεται στο σχήμα 2.2α. Έχει μορφή χωνιού με λαιμό και κώνο. Στο λαιμό του σωλήνα βρίσκεται η κάθοδος, το σύστημα εστιάσεως και το

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 2.2α.
Τομή ηλεκτροστατικού καθοδικού σωλήνα.

σύστημα αποκλίσεως της δέσμης Η εσωτερική επιφάνεια του εμπρόσθιου τμήματος του κώνου του σωλήνα είναι επιχρισμένη με τη φθορίζουσα ουσία και αποτελεί την οθόνη.

Η κάθοδος Κ έχει μορφή κυπέλλου, στο εσωτερικό του οποίου βρίσκεται το νήμα θερμάνσεώς της. Ένα δεύτερο κύπελλο περιβάλλει την κάθοδο και φέρει αρνητικό δυναμικό ως προς αυτήν. Το ηλεκτρόδιο αυτό G παίζει ρόλο ρυθμιστικό, όπως το οδηγό πλέγμα τριόδου λυχνίας, και ονομάζεται συνήθως ***κύλινδρος Wehnelt.*** Στον πυθμένα του κυπέλλου αυτού υπάρχει μια οπή από την οποία διέρχονται τα ηλεκτρόνια που εκπέμπονται από την κάθοδο. Η κίνηση των ηλεκτρονίων προς την οθόνη εξασφαλίζεται με τη βοήθεια των ανόδων A_1 και A_2 που έχουν θετικό δυναμικό ως προς την κάθοδο. Τα ηλεκτρόδια αυτά έχουν κυλινδρική μορφή και βρίσκονται σε διαφορά δυναμικού μεταξύ τους. Οι άνοδοι φέρουν διαφράγματα στο εσωτερικό τους που περιορίζουν τη διατομή της ηλεκτρονικής δέσμης.

Μια πρώτη εστίαση των ηλεκτρονίων γίνεται με τη βοήθεια του ηλεκτρικού πεδίου που σχηματίζεται μεταξύ του οδηγού πλέγματος και της πρώτης ανόδου. Μια ακόμη εστίαση επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του ηλεκτρικού πεδίου που σχηματίζεται μεταξύ των δύο ανόδων. Με μεταβολή του δυναμικού της πρώτης ανόδου κατορθώνομε, ώστε η εστίαση της δέσμης να γίνεται πάνω στη οθόνη (σημείο Σ). Κατά την πρόσκρουση των ηλεκτρονίων της δέσμης πάνω στη φθορίζουσα οθόνη σχηματίζεται στο σημείο εκείνο ένα φωτεινό στίγμα. Η λαμπρότητα του στίγματος αυτού αυξομειώνεται με μεταβολή του δυναμικού του οδηγού πλέγματος.

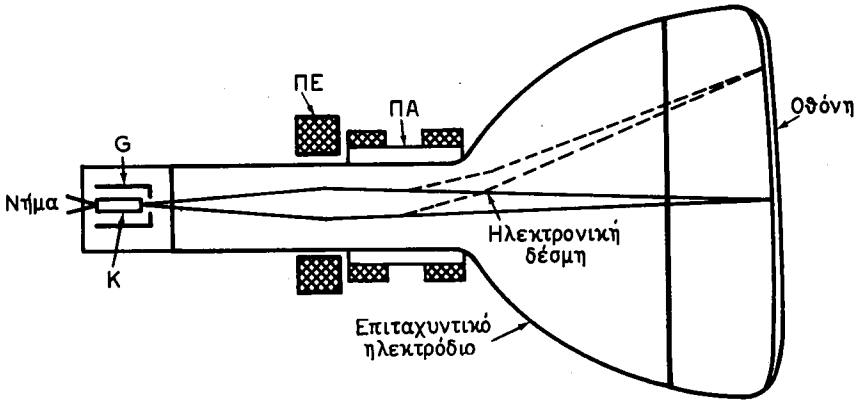
Η κάθοδος, το ρυθμιστικό ηλεκτρόδιο και οι δύο άνοδοι συγκροτούν το ηλεκτρονικό πυροβόλο του σωλήνα. Η διαμόρφωση του πεδίου και τα δυναμικά των ηλεκτροδίων του ηλεκτρονικού πυροβόλου εκλέγονται έτσι, ώστε όλα τα ηλεκτρόνια να κινούνται σε τροχιές κοντά στον άξονα του σωλήνα και το φωτεινό στίγμα να σχηματίζεται στο κέντρο της οθόνης.

Η ηλεκτρονική δέσμη κατά την πορεία της προς την οθόνη μπορεί να υποστεί απόκλιση προς την οριζόντια ή την κατακόρυφη κατεύθυνση ή και προς τις δύο ταυτόχρονα. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια δύο ζευγών πλακιδίων αποκλίσεως (x για την οριζόντια απόκλιση και y για την κατακόρυφη), αφού τροφοδοτηθούν με κατάλληλα δυναμικά. Αν π.χ. στα πλακίδια οριζόντιας αποκλίσεως εφαρμοσθεί συνεχής τάση, το στίγμα θα κινηθεί οριζόντια και προς την πλευρά του θετικού πλακιδίου. Με εφαρμογή εναλλασσόμενης τάσεως κατάλληλης συχνότητας και εξαιτίας και της αδράνειας του ματιού, το στίγμα κινούμενο και προς τις δύο πλευρές, σχηματίζει στην οθόνη μια φωτεινή γραμμή. Ανάλογα ενεργούν και τα πλακίδια κατακόρυφης αποκλίσεως.

Σημειώνομε ότι η πλευρική επιφάνεια του κώνου του σωλήνα επιχρίεται εσωτερικά με ένα στρώμα γραφίτη που ονομάζεται συνήθως ***συλλέκτης.*** Ο συλλέκτης είναι μονωμένος από την οθόνη και συνδέεται με την τελευταία άνοδο. Μέσα από το συλλέκτη κλείνει το ρεύμα της ηλεκτρονικής δέσμης.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

Στο σχήμα 2.26 φαίνεται η τομή ενός ηλεκτρομαγνητικού καθοδικού σωλήνα. Εδώ το ηλεκτρονικό πυροβόλο περιλαμβάνει την κάθοδο Κ, το πλέγμα G και μία άνοδο Α. Η εστίαση των ηλεκτρονίων της δέσμης γίνεται με τη βοήθεια του πηνίου εστιάσεως ΠΕ που διαρρέεται από συνεχές ρεύμα. Με μεταβολή της εντάσεως του ρεύματος αυτού επιτυγχάνεται η εστίαση της δέσμης επάνω στην οθόνη. Η απόκλιση της δέσμης γίνεται με τη βοήθεια δύο ζευγών πηνίων αποκλίσεως ΠΑ. Τόσο το πηνίο εστιάσεως όσο και τα πηνία αποκλίσεως αγκαλιάζουν εξωτερικά το λαιμό του σωλήνα.



Σχ. 2.26.
Τομή ηλεκτρομαγνητικού καθοδικού σωλήνα.

Οι ηλεκτρομαγνητικοί καθοδικοί σωλήνες έχουν πιο απλή κατασκευή από εκείνη των ηλεκτροστατικών, αφού τα συστήματα εστιάσεως και αποκλίσεως της δέσμης τοποθετούνται εξωτερικά. Η ποιότητα της εικόνας που παρέχουν στην οθόνη είναι γενικά καλύτερη από εκείνη των ηλεκτροστατικών σωλήνων, αλλά η τροφοδότηση των πηνίων εστιάσεως και αποκλίσεως συνεπάγεται κατανάλωση ενέργειας.

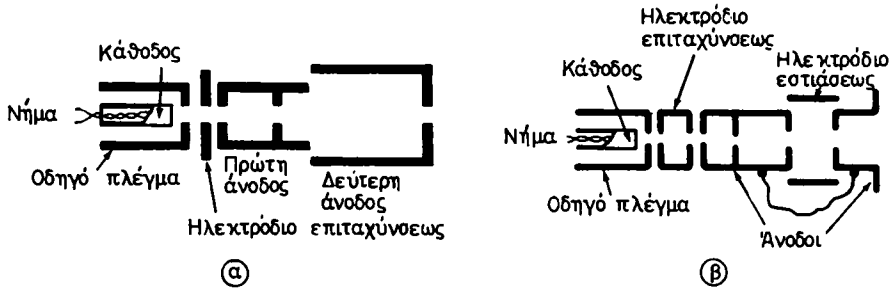
Τέλος, οι σωλήνες με ηλεκτροστατική εστίαση και ηλεκτρομαγνητική απόκλιση της δέσμης διατηρούν το ηλεκτρονικό πυροβόλο των ηλεκτροστατικών σωλήνων, ενώ η απόκλιση της δέσμης γίνεται με τη βοήθεια πηνίων αποκλίσεως (ηλεκτρομαγνητική απόκλιση).

2.3 Ασπρόμαυροι εικονογράφοι.

Το βασικότερο τμήμα ενός δέκτη τηλεοράσεως είναι ο ***εικονογράφος*** ή, όπως τον έλεγαν παλαιότερα, το κινησιοσκόπιο. Το ηλεκτρονικό πυροβόλο των εικονογράφων είναι λίγο διαφορετικό από εκείνο που εξετάσαμε στην παράγραφο 2.2. Στο πυροβόλο που περιγράψαμε εκεί παρατηρείται επίδραση του δυναμικού του οδηγού πλέγματος στην εστίαση της δέσμης. Για την κατάργηση της επιδράσεως αυτής το πυροβόλο των εικονογράφων έχει ένα ακόμη ηλεκτρόδιο, που παρεμβάλλεται μεταξύ του οδηγού πλέγματος και της πρώτης ανόδου [σχ. 2.3α(α)] και ονομάζεται ***ηλεκτρόδιο επιταχύνσεως.*** Το ηλεκτρόδιο αυτό, που έχει δυναμικό μερικών εκατοντάδων βολτ, καταργεί την επίδραση του δυναμικού του οδηγού πλέγματος στη μορφή του πεδίου στο χώρο των ανόδων και εξασφαλίζει σταθερές συνθήκες άριστης εστιάσεως. Ταυτοχρόνως, το ηλεκτρόδιο επιταχύνσεως ελαττώνει την επίδραση της ανοδικής τάσεως στο ρεύμα της ηλεκτρονικής δέσμης.

Η πλειονότητα των εικονογράφων, και για λόγους βελτιώσεως της ποιότητας της κύριας εστιάσεως, αντί για τις δύο ανόδους (της πρώτης και της δεύτερης) που συμμετέχουν στην εστίαση, διαθέτει σύστημα τριών ηλεκτροδίων [σχ. 2.3α(β)] από τα οποία τα δύο συνδέονται μεταξύ τους και αποτελούν μιαν άνοδο ενώ το τρίτο τροφοδοτείται ιδιαίτερα και ονομάζεται ***ηλεκτρόδιο εστιάσεως.***

Τα υπόλοιπα τμήματα των εικονογράφων, τα χαρακτηριστικά τους και τα φαινόμενα που εμφανίζονται κατά τη λειτουργία τους εξετάζονται στη συνέχεια.



Σχ. 2.3α.
Ηλεκτρονικά πυροβόλα καθοδικών σωλήνων από δέκτες τηλεοράσεως.

2.3.1 Απόκλιση και εστίαση.

Λόγω των πλεονεκτημάτων της μαγνητικής αποκλίσεως (μεγάλη γωνία αποκλίσεως) σε σχέση με την ηλεκτροστατική, χρησιμοποιούνται σήμερα ως εικονογράφοι αποκλειστικά οι σωλήνες με πηνία αποκλίσεως. Στην αρχή χρησιμοποιήθηκαν σωλήνες που είχαν επίσης μαγνητική εστίαση. Στους σύγχρονους όμως εικονογράφους, η εστίαση είναι ηλεκτροστατική.

Η ηλεκτροστατική εστίαση έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα σε σχέση με την ηλεκτρομαγνητική:

— Δημιουργεί αρκετά λεπτή δέσμη και επομένως εξασφαλίζει καλή σαφήνεια εικόνας για μεγάλες γωνίες αποκλίσεως.

— Δεν απαιτείται ρύθμιση εστιάσεως κατά τη λειτουργία του δέκτη. Στη μαγνητική εστίαση απαιτείται ρύθμιση, επειδή με μεταβολή της θερμοκρασίας των αγωγών του πηνίου εστιάσεως μεταβάλλεται η αντίστασή τους και επομένως μεταβάλλεται το ρεύμα μαγνητίσεως. Αυτό προκαλεί καταστροφή της εστιάσεως.

— Είναι πιο οικονομική, επειδή δεν απαιτείται χάλκινη περιέλιξη, όπως για την κατασκευή πηνίου εστιάσεως, και επειδή δεν καταναλώνεται ηλεκτρική ενέργεια για τη μαγνήτιση του συστήματος.

2.3.2 Οθόνη.

Βασικό συστατικό τμήμα των εικονογράφων είναι η οθόνη. Κατασκευάζεται από ύλη που έχει την ικανότητα να φωτίζει, όταν βομβαρδίζεται από την ηλεκτρονική δέσμη. Οι ύλες αυτές ονομάζονται ***φθορίζουσες*** και η ιδιότητά τους να φωτί-

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

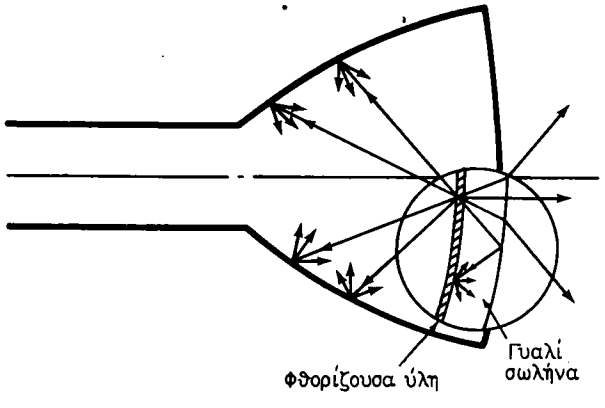
ζουν με ηλεκτρονικό βομβαρδισμό ονομάζεται «φθορισμός». Ως φθορίζουσες ύλες για την κατασκευή των οθονών χρησιμοποιούνται συνήθως οξίδια και θειικά άλατα ψευδαργύρου, καδμίου, μαγνησίου και πυριτίου.

Οι φθορίζουσες οθόνες χαρακτηρίζονται από το συντελεστή φωτοαποδόσεως, το χρόνο εμμονής φωτισμού και το χρώμα φωτισμού. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά εξαρτώνται από τη σύσταση της φθορίζουσας ύλης.

Ένα από τα χαρακτηριστικά της οθόνης των εικονογράφων είναι και το σχήμα της. Οι οθόνες των συγχρόνων λυχνιών έχουν σχήμα ορθογώνιο με λόγο πλευρών (πλάτος προς ύψος) 4:3 για τις λυχνίες 70° και 90°, ενώ για τις λυχνίες 110°, και για τεχνολογικούς λόγους, έγινε 5:4. Ο υποβιβασμός του λόγου των πλευρών από 4:3 σε 5:4 δημιουργεί κάποια δυσκολία όταν αναπαράγεται στην οθόνη του δέκτη εικόνα με λόγο 4:3. Αν, χωρίς γεωμετρικές παραμορφώσεις της εικόνας, καλυφθεί όλο το πλάτος της οθόνης, παραμένει ακάλυπτο ένα μικρό τμήμα από το ύψος της. Αν πάλι καλυφθεί όλο το ύψος της οθόνης από την εικόνα, τότε ένα τμήμα από το πλάτος της εικόνας (περίπου 6%) βγαίνει έξω από τα περιθώρια της οθόνης. Στην πράξη γίνεται το δεύτερο και η εικόνα έχει ελαφρώς μεγαλύτερες οριζόντιες διαστάσεις.

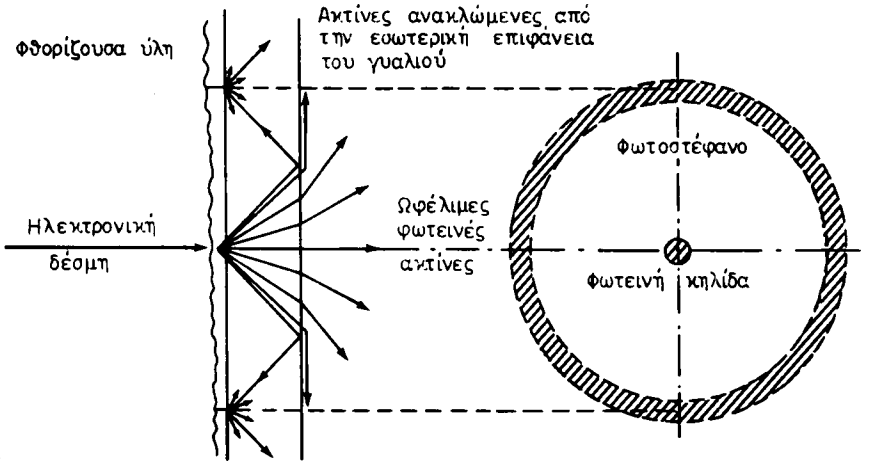
2.3.3 Μεταλλοποίηση οθόνης.

Το βομβαρδιζόμενο στοιχείο της επιφάνειας από μια οθόνη ακτινοβολεί φως τόσο προς την κατεύθυνση του τηλεθεατή όσο και προς την αντίθετη, δηλαδή προς το εσωτερικό του σωλήνα (σχ. 2.3β). Η αντίθετη αυτή ακτινοβολία προκαλεί ελάττωση της λαμπρότητας της οθόνης. Εξάλλου, οι αντίθετες φωτεινές ακτίνες προσπίπτουν στα τοιχώματα του σωλήνα και ανακλώμενες από αυτά φωτίζουν από το εσωτερικό όλη την επιφάνεια της οθόνης. Έτσι, σημειώνεται αύξηση της λαμπρότητας των μαύρων στοιχείων της εικόνας και επομένως ελάττωση του κοντράστ της.

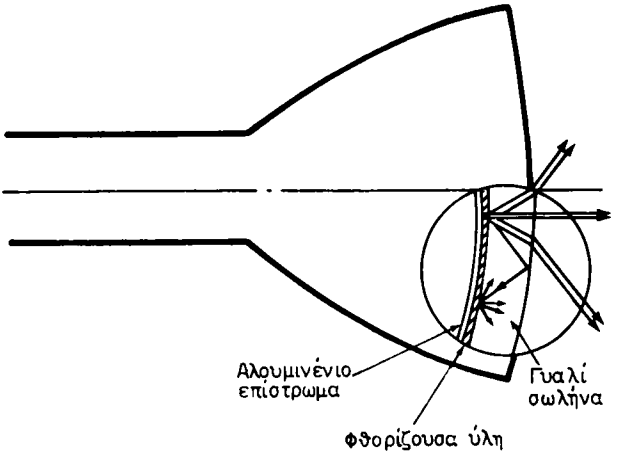


Σχ. 2.36.
Κατανομή φωτεινών ακτίνων σε απλό σωλήνα.

Ακόμη, οι φωτεινές ακτίνες ορθής κατευθύνσεως μερικώς διέρχονται από το γυαλί του σωλήνα και δημιουργούν την ωφέλιμη ορατή εικόνα, ενώ μερικώς ανακλώνται από την εσωτερική επιφάνεια του γυαλιού και αφού επιστρέψουν στην οθόνη, τη φωτίζουν από την εσωτερική πλευρά γύρω από το φωτεινό σημείο. Εξαιτίας αυτού, γύρω από τη φωτεινή κηλίδα της οθόνης, που βομβαρδίζεται από την ηλεκτρονική δέσμη, εμφανίζεται ένας ασθενέστερος δακτυλιοειδής φωτισμός (σχ. 2.3γ) που ονομάζεται ***φωτοστέφανο.*** Έτσι, το κοντράστ των στοιχείων της εικόνας στην περιοχή του φωτοστέφανου είναι πάντοτε μικρότερο από το κοντράστ όλης της εικόνας.



Σχ. 2.3γ.
Η δημιουργία του φωτοστέφανου στην οθόνη του σωλήνα.



Σχ. 2.3δ.
Κατανομή φωτεινών ακτίνων σε αλουμινοποιημένη οθόνη.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Για την κατάργηση των ανωμαλιών αυτών, οι σύγχρονοι εικονογράφοι έχουν «μεταλλοποιημένες» οθόνες. Οι οθόνες αυτές φέρουν το συνηθισμένο στρώμα της φθορίζουσας ύλης, το οποίο όμως καλύπτεται εσωτερικά από ένα λεπτότατο πορώδες μεταλλικό επίστρωμα, συνήθως από αλουμίνιο (σχ. 2.3δ). Τα ηλεκτρόνια της δέσμης διέρχονται σχεδόν ανεμπόδιστα από το επίστρωμα αυτό και βομβαρδίζουν την φθορίζουσα ύλη. Το παραγόμενο φως ανακλάται από το επίστρωμα προς την πλευρά της οθόνης με αποτέλεσμα την αύξηση τόσο της λαμπρότητας της τελευταίας όσο και του κοντράστ της εικόνας.

2.4 Οι έγχρωμοι εικονογράφοι.

Για την αναπαραγωγή της έγχρωμης εικόνας στον τηλεοπτικό δέκτη χρειάζεται ένας ***έγχρωμος εικονογράφος.*** Οι τρίχρωμοι εικονογράφοι, ανάλογα με τον τρόπο αναπαραγωγής των χρωμοδιαιρεμένων εικόνων (της κόκκινης R, της πράσινης G και της μπλε B), διακρίνονται στους επόμενους τύπους:

α) Εικονογράφοι με μάσκα σκιάς.

β) Εικονογράφοι με σχισμές σκιάς, που είναι γνωστοί με το όνομα ***τρίνιτρον.***

γ) Εικονογράφοι με πλέγμα, που λέγονται συνήθως ***χρώματρον.***

Ανάλογα με τον αριθμό των ηλεκτρονικών πυροβόλων, οι εικονογράφοι μπορούν να διαιρεθούν σε ***τριδεσμικούς με τρία πυροβόλα*** ή ***με ένα πυροβόλο*** και ***μονοδεσμικούς με ένα πυροβόλο.*** Ανάμεσά τους διακρίνονται οι εικονογράφοι με πυροβόλα ***δέλτα*** (Delta) και ***ευθυγραμμισμένα*** (In Line). Στους πρώτους, τα πυροβόλα βρίσκονται στις κορυφές ενός ισόπλευρου τριγώνου, του οποίου το επίπεδο είναι κάθετο στον άξονα του εικονογράφου, ενώ στους δεύτερους τα πυροβόλα βρίσκονται σε ευθεία γραμμή.

Τέλος, ανάλογα με την κατασκευή της οθόνης, έχομε εικονογράφους με ***μωσαϊκή οθόνη*** και εικονογράφους με ***φθορίζουσες λωρίδες*** (κατακόρυφες ή οριζόντιες).

Ο έγχρωμος εικονογράφος πρέπει να εξασφαλίζει καλή ποιότητα έγχρωμης και ασπρόμαυρης εικόνας. Γι' αυτό τα βασικά χαρακτηριστικά του, όπως η χρωμικότητα (απόχρωση + κορεσμός) των βασικών χρωμάτων R, G, B, η φωτεινότητα της οθόνης, η καθαρότητα του χρώματος σε όλη την έκταση της οθόνης, η αντίθεση, η ακρίβεια της συγκλίσεως (γι' αυτή μιλάμε παρακάτω) των τριών ηλεκτρονικών ακτίνων των πυροβόλων κλπ., πρέπει να είναι σταθερά και ανεξάρτητα από την επίδραση των διαφόρων αποσταθεροποιητικών παραγόντων.

Οι φθορίζουσες ουσίες της οθόνης των εγχρώμων εικονογράφων είναι πυρόλιθοι, φωσφορικά άλατα, θειικά άλατα και οξίδια μερικών μετάλλων με μικρές προσμίξεις, οι οποίες επιδρούν κυρίως στο χρώμα και στη φωτοαπόδοση.

Οι φθορίζουσες ουσίες για έγχρωμους εικονογράφους πρέπει να εξασφαλίζουν καλή χρωμικότητα και υψηλή φωτεινότητα. Βασικά είναι επίσης και άλλα χαρακτηριστικά, όπως η διάρκεια εμμονής του φωτισμού, η ανθεκτικότητα στον ηλεκτρονικό βομβαρδισμό, ο συντελεστής της φωτοαποδόσεως κλπ.

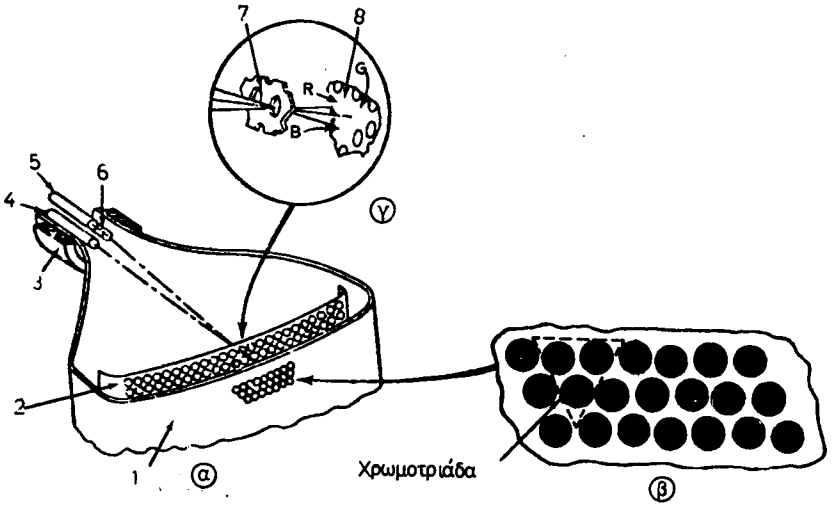
Στη συνέχεια θα παρουσιάσομε τους πιο συνηθισμένους εικονογράφους.

2.5 Ο τριδεσμικός εικονογράφος με μάσκα.

Ο εικονογράφος με μάσκα κατασκευάσθηκε από την αμερικανική εταιρεία RCA το 1950. Είναι σχετικά απλός στην κατασκευή του, κατάλληλος για μαζική παραγωγή και εξασφαλίζει υψηλή ποιότητα έγχρωμης και ασπρόμαυρης εικόνας. Μ' αυτό τον εικονογράφο εργάσθηκε η συντριπτική πλειοψηφία των εγχρώμων τηλεοπτικών δεκτών στον κόσμο.

Ο εικονογράφος με μάσκα [σχ. 2.5α(α)] αποτελείται από τρία ηλεκτρονικά πυροβόλα, από τη μάσκα σκιάς που προορίζεται για την κατανομή των χρωμάτων, και από τη μωσαϊκή οθόνη που σχηματίζεται με φθορίζοντες κόκκους των τριών χρωμάτων: του κόκκινου (R), του πράσινου (G) και του μπλε (B). Οι κόκκοι τοποθετούνται στην οθόνη με καθορισμένη διαδοχικότητα, που αλλάζει από γραμμή σε γραμμή. Αν π.χ. στην πρώτη γραμμή οι φθορίζοντες κόκκοι έχουν τη σειρά R, G, B, στη δεύτερη γραμμή η διαδοχή αλλάζει και γίνεται G, B, R και στην τρίτη B, R, G κ.ο.κ. Έτσι, στα ενδιάμεσα δύο χρωμάτων μιας γραμμής, π.χ., του κόκκινου και του πράσινου της πρώτης γραμμής, βρίσκεται πάντοτε το τρίτο χρώμα της επόμενης γραμμής π.χ., το μπλε της δεύτερης γραμμής [σχ. 2.5α(β)]. Με την τοποθέτηση αυτή σχηματίζονται τριάδες από γειτονικούς φθορίζοντες κόκκους που ονομάζονται ***χρωμοτριάδες***. Κάθε χρωμοτριάδα περιλαμβάνει κόκκους και των τριών χρωμάτων που κατέχουν τις κορυφές ενός τριγώνου. Η διάμετρος του κάθε χρωμοστοιχείου της οθόνης δεν ξεπερνά τα 0,42 mm και η μεταξύ τους απόσταση τα 0,72 mm.

Για την απόσταση από την οποία ο τηλεθεατής βλέπει την εικόνα, οι διαστάσεις αυτές είναι τόσο μικρές, ώστε η διαχωριστική ικανότητα του ματιού



Σχ. 2.5α.
Διάταξη των βασικών τμημάτων του εικονογράφου με μάσκα.
1) Οθόνη. 2) Μάσκα. 3) Σύστημα αποκλίσεως. 4) Πράσινο πυροβόλο. 5) Μπλε πυροβόλο 6) Κόκκινο πυροβόλο. 7) Άνοιγμα στη μάσκα. 8) Φθορίζοντες κόκκοι.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

δεν επιτρέπει να διακριθούν τα χρωμοστοιχεία ξεχωριστά το ένα από το άλλο. Έτσι, ο φωτισμός των χρωμοτριάδων που δημιουργείται από τον ηλεκτρονικό βομβαρδισμό, αναπαράγεται από το ανθρώπινο μάτι ως άθροισμα. Γίνεται δηλαδή μια προσθετική χρωμοσύνθεση στο χώρο, με την οποία το τελικό χρώμα εξαρτάται από την ένταση του φωτός των αρχικών χρωμάτων. Καθορίζοντας π.χ. την ένταση του κόκκινου, του μπλε και του πράσινου, μπορούμε να δημιουργήσουμε την αίσθηση του λευκού φωτισμού. Αν η ενέργεια της ηλεκτρονικής δέσμης που διεγείρει τους μπλε κόκκους, είναι μικρότερη από την ενέργεια των ακτίνων που διεγείρουν τους κόκκινους και πράσινους κόκκους, τότε το χρώμα της οθόνης θα είναι κίτρινο. Γενικά, αν στον εικογράφο εφαρμοσθούν σήματα των τριών χρωμάτων, οποιαδήποτε δέσμη, ανεξάρτητα από τις δύο άλλες, θα δημιουργήσει εικόνα στο πρωταρχικό χρώμα. Οι πρωταρχικές αυτές εικόνες συνδυάζονται και, ανάλογα με την περιεκτικοτητά τους σε μπλε, πράσινο και κόκκινο, σχηματίζεται στην οθόνη έγχρωμη ή ασπρόμαυρη εικόνα.

Απ' όσα είπαμε, φαίνεται πως οι αρχές δημιουργίας χρώματος στην οθόνη του εικονογράφου είναι αρκετά απλές. Σημαντικά πολυπλοκότερα είναι τα τεχνικά μέσα που χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίσουν την πτώση της καθεμιάς από τις ηλεκτρονικές ακτίνες, τις διαμορφωμένες από τα σήματα R, G και B, στο ***δικό της*** εντελώς καθορισμένο σημείο κάθε χρωμοτριάδας όταν εκτελεί την κίνησή της επάνω στην οθόνη κατά τη διεργασία της σαρώσεως [σχ. 2.5α(γ)]. Αυτό κατορθώνεται με την καθορισμένη τοποθέτηση των χρωμοκόκκων, την εκλογή της γωνίας κλίσεως των ηλεκτρονικών ακτίνων ως προς τον άξονα του εικονογράφου, τη χρησιμοποίηση της μάσκας, καθώς και ενός συστήματος από μαγνήτες που διορθώνουν την κίνηση των ακτίνων.

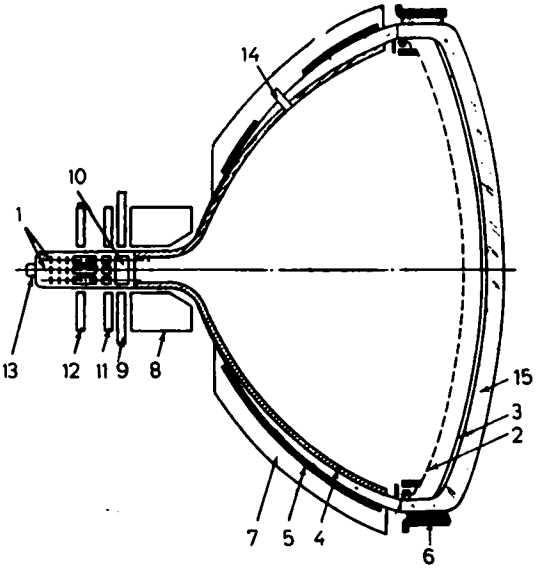
Η τρυπητή μάσκα που είναι κατασκευασμένη από λαμαρίνα (NiCu) με πάχος 0,15 mm περίπου, τοποθετείται σε απόσταση γύρω στα 15 mm πριν από την οθόνη. Ο αριθμός των οπών της μάσκας είναι ίσος με τον αριθμό των χρωμοτριάδων της οθόνης (400 000 περίπου). Η διάμετρος κάθε οπής είναι 0,2-0,3 mm και τοποθετούνται έτσι, ώστε καθεμιά απο τις ηλεκτρονικές ακτίνες που διαπερνούν με διαφορετικές γωνίες την ίδια οπή της μάσκας, να πέφτει στην ίδια χρωμοτριάδα, αλλά στο δικό της χρωμοστοιχείο. Δηλαδή, η κόκκινη ακτίνα στο κόκκινο χρωμοστοιχείο, η πράσινη στο πράσινο και η μπλε στο μπλε. Από τον ολικό αριθμό των ηλεκτρονίων που φθάνουν στη μάσκα, μόνο ένα μικρό τμήμα (περίπου το 25%) περνάει από τις οπές της προς την οθόνη. Το υπόλοιπο τμήμα (75%) συγκρατείται από τη μάσκα. Η συγκράτηση των ηλεκτρονίων από τη μάσκα εμποδίζει την πρόσπτωση των ηλεκτρονικών ακτίνων σε ***ξένα*** χρωμοστοιχεία, γι' αυτό και η μάσκα ονομάζεται ***μάσκα σκιάς.*** Με τη βοήθεια της μάσκας παίρνομε τρεις χρωμοδιαιρεμένες εικόνες, των οποίων η φωτεινότητα ρυθμίζεται ανεξάρτητα η μία από την άλλη. Η πρόσπτώση των ηλεκτρονικών ακτίνων σε ***ξένα*** χρωμοστοιχεία παραποιεί την καθαρότητα του χρώματος.

Σημειώνομε ότι τα ηλεκτρόνια που συγκρατούνται από τη μάσκα βομβαρδίζοντάς την, ανυψώνουν τη θερμοκρασία της. Το γεγονός αυτό υπαγορεύει τη χρησιμοποίηση ειδικού συστήματος για τη στήριξη της μάσκας, το οποίο απομακρύνει τον κίνδυνο παραμορφώσεώς της εξαιτίας της θερμάνσεως,

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

πράγμα που συνεπάγεται μετατόπιση των οπών σε σχέση προς τις χρωμοτριάδες.

Στο σχήμα 2.56 φαίνεται το σχεδιάγραμμα του εικονογράφου με μάσκα και οι θέσεις των εξωτερικών εξαρτημάτων που προορίζονται για τη ρύθμιση των ηλεκτρονικών ακτίνων. Στο εσωτερικό του γυαλιού (15) του σωλήνα βρίσκονται τα τρία ηλεκτρονικά πυροβόλα (1), τοποθετημένα στις κορυφές ισόπλευρου τριγώνου (πυροβόλα «δέλτα»), η μάσκα σκιάς (2) και η φθορίζουσα μωσαϊκή οθόνη (3) που φέρει το γνωστό αλουμινένιο επίστρωμα. Στο κωνικό τμήμα του σωλήνα υπάρχει η εσωτερική αγώγιμη επάλειψη (4) που συνδέεται με τον ακροδέκτη της υπερυψηλής τάσεως (14). Στη βάση του εικονογράφου (13) βρίσκονται οι ακροδέκτες των ηλεκτροδίων των πυροβόλων. Το κωνικό τμήμα του σωλήνα φέρει επίσης και την εξωτερική αγώγιμη επάλειψη (5). Τέλος, ο εικονογράφος είναι εφοδιασμένος με το γνωστό μεταλλικό προστατευτικό στεφάνι (6).



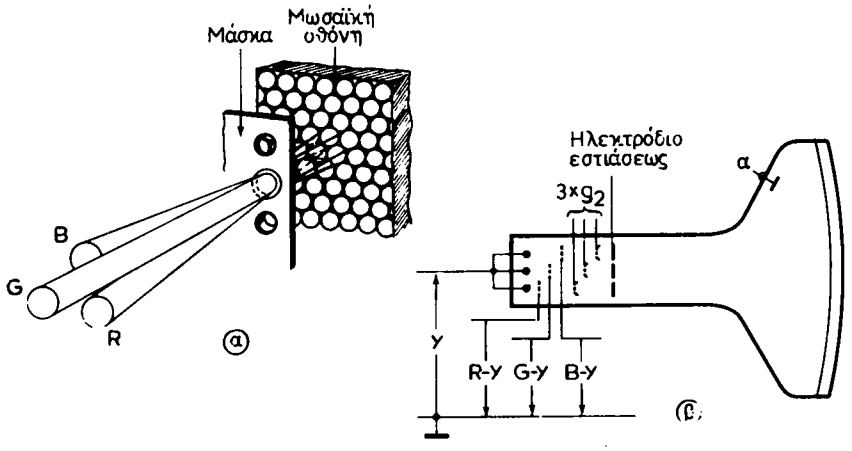
Σχ. 2.56.
Σχεδιάγραμμα εικονογράφου με μάσκα, όπου φαίνονται οι θέσεις των εξωτερικών εξαρτημάτων του.

Όπως είπαμε, για την κανονική λειτουργία του εικονογράφου με μάσκα πρέπει κάθε ηλεκτρονική δέσμη να πέφτει στο δικό της χρωμοστοιχείο όλων των χρωμοτριάδων. Αυτό μπορεί να γίνει μόνο όταν οι δέσμες διασταυρώνονται στο επίπεδο της μάσκας [σχ. 2.5γ(α)]. Στην έγχρωμη τηλεοπτική τεχνική η πιο πάνω διασταύρωση ονομάζεται ***σύγκλιση*** των ακτίνων. Η σύγκλιση των ακτίνων, που διακρίνεται σε ***στατική*** και ***δυναμική,*** γίνεται με τη βοήθεια ειδικών συστημάτων που συνοδεύουν τα πηνία αποκλίσεως του εικονογράφου.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Για τη σωστή λειτουργία των συστημάτων αυτών απαιτούνται πολλές και λεπτές ρυθμίσεις.

Σημειώνομε τέλος ότι οι εικονογράφοι με μάσκα έχουν πυροβόλα πενταοδικού τύπου [σχ. 2.5γ(β)] με ηλεκτροστατική εστίαση. Η απόκλιση των ακτίνων είναι ηλεκτρομαγνητική και για την ταυτόχρονη μετακίνηση των τριών ακτίνων χρησιμοποιείται κοινό σύστημα αποκλίσεως.



Σχ. 2.5γ.
Αρχή λειτουργίας έγχρωμου εικονογράφου με μάσκα.

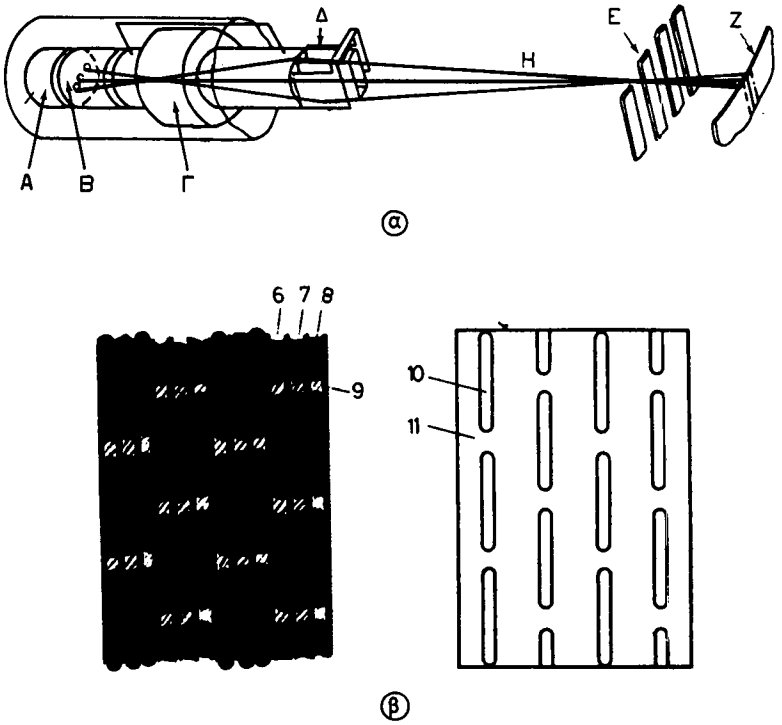
2.6 Ο εικονογράφος με ευθυγραμμισμένα πυροβόλα.

Η αναζήτηση εικονογράφου που να θέλει λιγότερες ρυθμίσεις οδήγησε (το 1968) στον εικονογράφο μάσκας με ευθυγραμμισμένα πυροβόλα κατά την οριζόντια κατεύθυνση (εικονογράφοι IL = In Line). Λίγο αργότερα (το 1972), κατασκευάσθηκε ο ευθυγραμμισμένος με ακρίβεια εικονογράφος (PIL = Precision In Line). Οι ευθυγραμμισμένοι εικονογράφοι έχουν ενσωματωμένο το σύστημα αποκλίσεως και δεν συνοδεύονται από κυκλώματα δυναμικής συγκλίσεως. Η σύγκλιση αυτή γίνεται αυτόματα, γι' αυτό οι πιο πάνω εικονογράφοι ονομάζονται και ***εικονογράφοι με αυτοσύγκλιση ακτίνων.*** Με τέτοιους εικονογράφους απλοποιείται σημαντικά η ρύθμιση του δέκτη και ελαττώνεται το κόστος παραγωγής του. Οι πρώτοι εικονογράφοι του είδους αυτού είχαν μικρή οθόνη, ενώ από το 1975 κατασκευάζονται με διαγώνια οθόνης από 38-67 cm και με γωνία αποκλίσεως 90° και 110°. Σήμερα χρησιμοποιούνται σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα στους τηλεοπτικούς δέκτες.

Βασική συνθήκη καλής λειτουργίας του εικονογράφου με αυτοσύγκλιση ακτίνων, είναι ο ακριβής προσανατολισμός των ηλεκτρονικών ακτίνων, τόσο μεταξύ τους όσο και ως προς το μαγνητικό πεδίο αποκλίσεως. Αυτό εξασφαλίζεται με τη χρησιμοποίηση ***τοροειδούς*** συστήματος αποκλίσεως και κοινού ηλεκτρονικού οπτικού συστήματος για τις τρεις δέσμες. Επίσης χρειάζεται

ακριβής τοποθέτηση του συστήματος αποκλίσεως στο λαιμό του σωλήνα και μόνιμη στερέωση σε θέση που να εξασφαλίζει άριστη καθαρότητα χρώματος και σύγκλιση ακτίνων.

Ο εικονογράφος PIL [σχ. 2.6α] έχει πυροβόλα με κοινά ηλεκτρόδια για τις τρεις δέσμες R, G, B, εκτός από τις καθόδους. Η μορφοποίηση των τριών ακτίνων πραγματοποιείται με ξεχωριστά διαφράγματα για κάθε δέσμη, που φέρονται όμως σε κοινό σύστημα ηλεκτροδίων. Αυτό εξασφαλίζει μεγάλη ακρίβεια κατασκευής του πυροβόλου, ελάττωση της διασποράς των ακτίνων, χρησιμοποίηση λαιμού με μικρότερη διάμετρο και κατασκευή «κοντού» εικονογράφου, αφού το ηλεκτρονικό οπτικό σύστημα δεν έχει μεγάλο μήκος.



Σχ. 2.6.
Αρχή κατασκευής εικονογράφου μάσκας με αυτοσύγκλιση ακτίνων.
Α) Οδηγό πλέγμα. Β) Επιταχυντικό ηλεκτρόδιο. Γ) Ηλεκτρόδιο εστιάσεως. Δ) Πλακίδια συγκλίσεως. Ε) Μάσκα με σχισμές. Ζ) Γραμμωτή οθόνη. Η) Ηλεκτρονικές δέσμες.

Επειδή ο εικονογράφος με αυτοσύγκλιση έχει ευθυγραμμισμένα οριζοντίως πυροβόλα, η οθόνη είναι γραμμωτή [σχ. 2.6β] με κατακόρυφες φθορίζουσες λωρίδες [6, 7, 8 (G, R, B)] και η μάσκα φέρει σχισμές (10) με ***υπέρθυρα*** (11) που εξασφαλίζουν τη μηχανική αντοχή της. Σε κάθε σχισμοειδές άνοιγμα της μάσκας αντιστοιχεί μία τριάδα κομματιών από τις φθορίζουσες λωρίδες 6, 7, 8. Ο χώρος 9, ανάμεσα στις φθορίζουσες λωρίδες, συμπληρώνεται μ' ένα μαύρο, απορροφητικό για το φως, επίστρωμα. Οι γειτονικές οριζοντίως σχισμές της

μάσκας και οι τριάδες των κομματιών των λωρίδων που φθορίζουν και που αντιστοιχούν σ' αυτές τις σχισμές, είναι μετατοπισμένες μεταξύ τους κατά την κατακόρυφη κατεύθυνση. Η μετατόπιση αυτή είναι όση το μισό του βήματος της μάσκας και γίνεται για την αποφυγή κυματοποιήσεως της εικόνας.

Το πλεονέκτημα των ευθυγραμμισμένων εικονογράφων είναι η αυξημένη λαμπρότητα της οθόνης, που οφείλεται στη μεγαλύτερη διαφάνεια της μάσκας με σχισμές από όσο της μάσκας με οπές, και στην περισσότερη κάλυψη της οθόνης με φθορίζουσες λωρίδες απ' όσο με φθορίζοντες κόκκους. Άλλο πλεονέκτημα των εικονογράφων αυτών είναι η μικρή επίδραση του μαγνητικού πεδίου της γης στην καθαρότητα του χρώματος της οθόνης, όταν αλλάζει ο προσανατολισμός της. Στην ομοιομορφία χρωματισμού της οθόνης επιδρά κυρίως η οριζόντια συνιστώσα του μαγνητικού πεδίου της γης, η οποία προκαλεί μετατόπιση του ηλεκτρονικού στίγματος κατά την κατακόρυφη κατεύθυνση. Τότε όμως η δέσμη μετακινείται κατά μήκος της ίδιας κατακόρυφης φθορίζουσας λωρίδας· γι' αυτό δεν χαλάει η ομοιομορφία χρωματισμού της οθόνης.

Κλείνοντας την παράγραφο, υπενθυμίζομε τα βασικά στοιχεία των εικονογράφων 90° και 110° με αυτοσύγκλιση ακτίνων: γραμμωτή οθόνη, σχισμοειδής μάσκα και ηλεκτρονικό οπτικό σύστημα που δημιουργεί τρεις ηλεκτρονικές ακτίνες ευθυγραμμισμένες οριζοντίως.

2.7. Το σύστημα αποκλίσεως των εγχρώμων εικονογράφων.

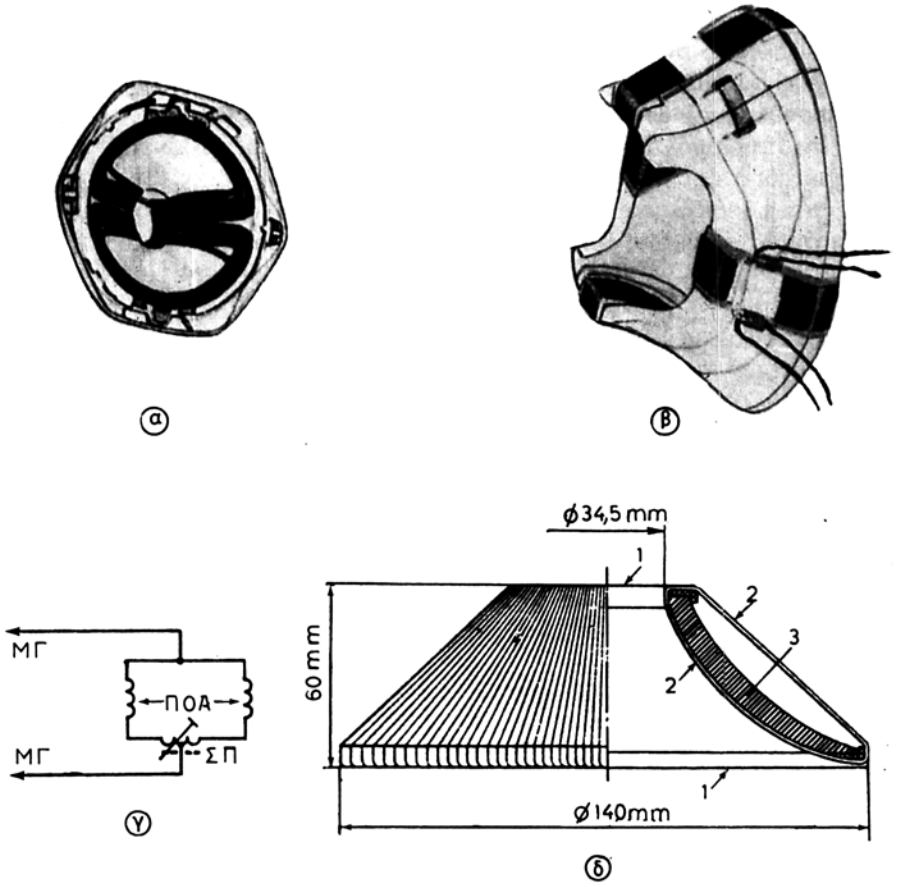
Το σύστημα αποκλίσεως των εγχρώμων εικονογράφων, και ιδιαίτερα των εικονογράφων με μάσκα, έχει μια σειρά από συμπληρωματικά εξαρτήματα σε σύγκριση με το σύστημα αποκλίσεως των ασπρόμαυρων εικονογράφων. Με τα εξαρτήματα αυτά επιτυγχάνεται:

1) Η εξασφάλιση της δυναμικής συγκλίσεως των ακτίνων κατά τη διαδρομή τους σ' όλη την έκταση της οθόνης.
2) Η εξασφάλιση της καθαρότητας του χρώματος κατά την απόκλιση των ακτίνων.
3) Η εξασφάλιση μεγάλης σχετικά εντάσεως πεδίου για την απόκλιση των ακτίνων (για να αντισταθμισθεί η δράση της μεγάλης επιταχυντικής τάσεως που εφαρμόζεται στους έγχρωμους εικονογράφους).
4) Η εξασφάλιση μικρών γεωμετρικών παραμορφώσεων.

Για να ανταποκριθεί ένα σύστημα αποκλίσεως στις παραπάνω απαιτήσεις, έχει ανάγκη ειδικής και επιμελημένης κατασκευής. Η ακρίβεια της κατασκευής είναι απαραίτητη τόσο στη μορφή και τις διαστάσεις του πυρήνα του συστήματος αποκλίσεως, όσο και στις ίδιες τις περιελίξεις του.

Στους έγχρωμους εικονογράφους χρησιμοποιούνται σελοειδή πηνία αποκλίσεως [σχ. 2.7(α)] για γωνία αποκλίσεως 90°, και τοροειδή [σχ. 2.7(β)] για γωνία αποκλίσεως 110°. Η σύνδεση των πηνίων γραμμών μπορεί να είναι παράλληλη ή σε σειρά. Η παράλληλη σύνδεση κρίνεται προτιμότερη, επειδή επιτρέπει να συνδεθεί μεταξύ τους ένα συμμετροποιητικό πηνίο [ΣΠ στο σχήμα 2.7(γ)]. Με τη ρύθμιση της συμμετροποιητικής αυτεπαγωγής διορθώνεται η σύγκλιση των ακτίνων, που χειροτερεύει όταν οι δύο κλάδοι των πηνίων αποκλίσεως είναι ασύμμετροι. Όμως, με τη σύνδεση σειράς απομακρύνονται ευκολότερα οι παρασιτικές ταλαντώσεις που δημιουργούνται στην αρχή της ορθής σαρώσεως. Τα πηνία πλαισίων συνδέονται συνήθως σε σειρά.

Στο σχήμα 2.7(δ) φαίνεται η κατασκευή των τοροειδών πηνίων αποκλίσεως για εικονογράφους 110°. Εδώ δεν φαίνοναι οι αγωγοί στην εσωτερική επιφάνεια του πυρήνα.



Σχ. 2.7.

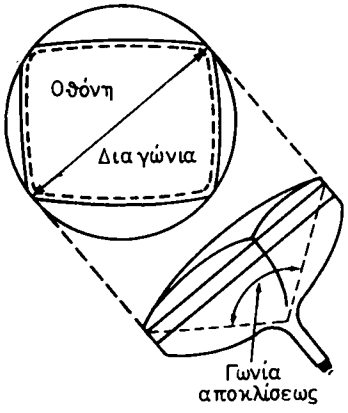
α) Μορφή σελοειδών πηνίων αποκλίσεως. β) Μορφή τοροειδών πηνίων αποκλίσεως. γ) Σύνδεση πηνίου συμμετροποιήσεως. δ) Κατασκευή τοροειδούς πηνίου (1 πλαστικό δακτυλίδι με «πάσο», 2 σπείρα, 3 πυρήνας).

2.8 Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά και μηχανική αντοχή εικονογράφων.

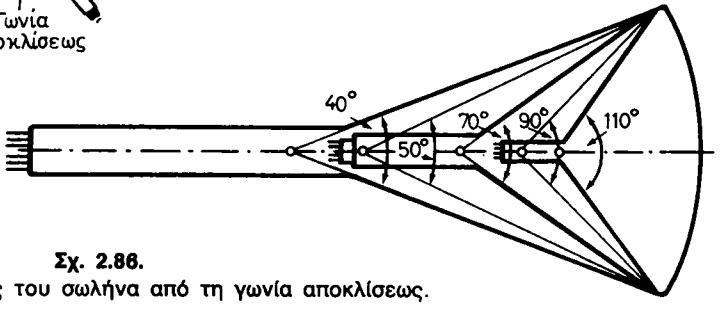
Το μέγεθος ενός εικονογράφου καθορίζεται από τις διαστάσεις της οθόνης του και από το μήκος του. Οι διαστάσεις της οθόνης εκτιμούνται από το μήκος της διαγώνιάς της σε ίντσες ή εκατοστόμετρα (cm) (σχ. 2.8α). Στους σύγχρονους δέκτες τηλεοράσεως χρησιμοποιούνται εικονογράφοι με διαγώνια οθόνης που φθάνει τις 25 ίντσες ή και λίγο περισσότερο.

Για μια και την αυτή διάσταση οθόνης, όσο μεγαλύτερη είναι η γωνία αποκλίσεως τόσο μικρότερο γίνεται το μήκος της λυχνίας. Η ελάττωση του μήκους της λυχνίας σε συνάρτηση με την αύξηση της γωνίας αποκλίσεως φαίνεται στο σχήμα 2.8β. Εικονογράφοι με γωνίες αποκλίσεως 70° και 90° συναντώνται σε δέκτες τηλεοράσεως παλαιών κατασκευών. Οι γωνίες αποκλίσεως των εικονογράφων των συγχρόνων δεκτών είναι 110°.

Μπορεί να αποδειχθεί ότι με αύξηση της γωνίας αποκλίσεως της δέσμης από 70° σε 110° και με τις υπόλοιπες συνθήκες ίδιες, το ρεύμα που διαρρέει τα πηνία αποκλίσεως πρέπει να αυξηθεί κατά 1,44 φορές και η ισχύς αποκλίσεως περισσότερο από 2 φορές. Γι' αυτό κατά την



Σχ. 2.8α.
Το μέγεθος της οθόνης.



Σχ. 2.8β.
Εξάρτηση του μήκους του σωλήνα από τη γωνία αποκλίσεως.

κατασκευή εικονογράφων με γωνία αποκλίσεως 110° εμφανίσθηκε το πρόβλημα αυξήσεως της δραστικότητας του συστήματος αποκλίσεως με ταυτόχρονη ελάττωση της ισχύος αποκλίσεως. Για τη λύση του προβλήματος αυτού ελαττώθηκε η διάμετρος των πηνίων αποκλίσεως. Η ελάττωση της διαμέτρου των πηνίων περιορίζει το μαγνητικό πεδίο σε μικρότερο όγκο, οπότε μεγαλώνει η δραστικότητά του, ενώ ταυτόχρονα απαιτείται μικρότερη ισχύς για τη δημιουργία του. Η ελάττωση της διαμέτρου των πηνίων αποκλίσεως οδήγησε στην ελάττωση και της διαμέτρου του λαιμού των εικονογράφων (σχ. 2.8β). Έτσι η διάμετρος αυτή έγινε, από 38 mm για τις λυχνίες 70°, περίπου 29 mm για τις λυχνίες 110°.

Ένα από τα χαρακτηριστικά της οθόνης των εικονογράφων είναι και το σχήμα της. Οι οθόνες των συγχρόνων λυχνιών έχουν σχήμα ορθογώνιο με λόγο πλευρών (πλάτος προς ύψος) 4:3 για τις λυχνίες 70° και 90°, ενώ για τις λυχνίες 110°, και για τεχνολογικούς λόγους, έγινε 5:4. Ο υποβιβασμός του λόγου των πλευρών από 4:3 σε 5:4 δημιουργεί κάποια δυσκολία όταν αναπαράγεται στην οθόνη του δέκτη εικόνα με λόγο 4:3. Αν, χωρίς γεωμετρικές παραμορφώσεις της εικόνας, καλυφθεί όλο το πλάτος της οθόνης, παραμένει ακάλυπτο ένα μικρό τμήμα από το ύψος της. Αν πάλι καλυφθεί όλο το ύψος της οθόνης από την εικόνα, τότε ένα τμήμα από το πλάτος της εικόνας (περίπου 6%) βγαίνει έξω από τα περιθώρια της οθόνης. Στην πράξη γίνεται το δεύτερο και η εικόνα έχει ελαφρά μεγαλύτερες οριζόντιες διαστάσεις.

Η αύξηση των διαστάσεων των εικονογράφων δημιουργεί προβλήματα μηχανικής αντοχής των τοιχωμάτων και κυρίως της εμπρόσθιας όψεως. Επειδή στο εσωτερικό των λυχνιών δεν υπάρχει αέρας, κάθε τετραγωνικό εκατοστόμετρο (cm^2) της επιφάνειάς της δέχεται από τα έξω την πίεση μιας ατμόσφαιρας, δηλαδή 1 kg/cm^2. Προκειμένου για το λαιμό και τα πλευρικά τοιχώματα της λυχνίας, η πίεση αυτή αντισταθμίζεται από το κυλινδρικό και κωνικό σχήμα τους. Η οθόνη όμως που τείνει να γίνει επίπεδη, έχει πάχος μεγαλύτερο και κατασκευάζεται από γυαλί καλής ποιότητας. Η πίεση που δέχεται η οθόνη μιας λυχνίας 24'' είναι περίπου 1,8 τόννοι (1800 kg). Οι μεγαλύτερες μηχανικές τάσεις εμφανίζονται στα σημεία που γίνεται η ένωση του κώνου της λυχνίας με την οθόνη της. Γι' αυτό, τα σημεία αυτά ενισχύονται με ειδικά προστατευτικά επιστρώματα συνήθως από πολυστερίνη ενισχυμένη με γυάλινες ίνες. Επίσης, το μεταλλικό στεφάνι στηρίξεως της λυχνίας στο έπιπλο τηλεοράσεως αποτελεί ταυτόχρονα και προστατευτικό μέσο στην ευαίσθητη εκείνη περιοχή.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

Παρ' όλα αυτά, η κακομεταχείριση ενός εικονογράφου μπορεί να προκαλέσει την ενδόρρηξή του (ρήξη προς τα μέσα). Με το σπάσιμο, τα θραύσματα προσκρούουν στο εσωτερικό της λυχνίας και εκτινάσσονται προς τα έξω με δύναμη που είναι επικίνδυνη για την ασφάλεια των παρευρισκομένων. Γι' αυτό, κατά τη μεταφορά ή αντικατάσταση των εικονογράφων απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή.

Τέλος σημειώνομε ότι για λόγους μηχανικής αντοχής οι διαστάσεις των εικονογράφων μπορούν να αυξηθούν ως ένα ορισμένο όριο. Για παρατήρηση εικόνων μεγάλων διαστάσεων χρησιμοποιούνται οι λεγόμενες ***προβολικές*** λυχνίες. Πρόκειται για μικρές λυχνίες με επίπεδη οθόνη που έχει διάμετρο γύρω στα 10 cm. Η επιταχυντική τάση είναι 30-80 kV και το ρεύμα της δέσμης φθάνει το 1 mA. Οι επιταχυντικές τάσεις των συνηθισμένων λυχνιών φθάνουν ως τα 20 kV και το ρεύμα της δέσμης είναι συνήθως 100-150 μA. Η λαμπρότητα της μικρής αυτής οθόνης είναι πολύ ισχυρή. Η εικόνα που σχηματίζεται σ' αυτήν, προβάλλεται στη συνέχεια σε μεγάλη οθόνη με τη βοήθεια ειδικού οπτικού συστήματος. Οι διαστάσεις της τελευταίας μπορούν να φθάσουν τις διαστάσεις κανονικής κινηματογραφικής οθόνης.

2.9 Αρχή λειτουργίας εικονοληπτών.

Η εικόνα κάθε αντικειμένου μπορεί να θεωρηθεί ως συνδυασμός πολύ μεγάλου αριθμού στοιχείων με διαφορετική φωτεινότητα (εδώ δεν λαμβάνεται υπόψη το χρώμα των στοιχείων). Τα μαύρα στοιχεία της εικόνας έχουν μικρή φωτεινότητα και τα λευκά μεγάλη. Για τη λήψη ηλεκτρικών σημάτων που να αντιστοιχούν στη φωτεινότητα των διαφόρων στοιχείων μιας εικόνας, χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές που ονομάζονται *εικονολήπτες*.

Η λειτουργία των εικονοληπτών στηρίζεται βασικά στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, το οποίο εδώ παρέχει τη δυνατότητα αποθηκεύσεως, σε κατάλληλη φωτοευαίσθητη πλάκα, ηλεκτρικών φορτίων αντίστοιχων προς τη φωτεινότητα κάθε στοιχείου μιας εικόνας. Μπορούμε να πούμε ότι το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο χρησιμοποιείται στους εικονολήπτες για την ηλεκτρική «αποτύπωση» της εικόνας σε μία φωτοευαίσθητη πλάκα. Η ιδιόμορφη αυτή ηλεκτρική εικόνα μετατρέπεται στη συνέχεια σε μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό ρεύμα.

Την αρχή της ηλεκτρικής αποτυπώσεως εικόνων και της μετατροπής τους σε ηλεκτρικά σήματα, που είχε μεγάλη επίδραση στην εξέλιξη των εικονοληπτών, θα εξετάσομε στη συνέχεια.

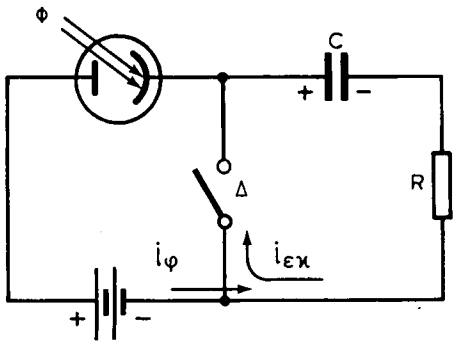
Ένα απλό κύκλωμα φωτοκύτταρου, που μπορεί να φορτίσει έναν πυκνωτή C μέσα από μιαν αντίσταση R, φαίνεται στο σχήμα 2.9α. Η εκφόρτιση του πυκνωτή γίνεται με το κλείσιμο του διακόπτη Δ. Όταν το φωτοκύτταρο προσβάλλεται από φως και ο διακόπτης είναι ανοικτός, ο πυκνωτής φορτίζεται. Σύμφωνα με τη σχέση:

$$i_{\Phi} = \epsilon\Phi \qquad (2.1)$$

το φωτόρευμα εξαρτάται από τη φωτεινή ροή Φ, αφού η τάση V εφαρμόζεται ολόκληρη στο φωτοκύτταρο. Αν η φόρτιση γίνει σε χρόνο T, στον πυκνωτή θα αποθηκευθεί φορτίο:

$$q_{\Phi} = i_{\Phi} T \qquad (2.2)$$

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 2.9α.
Αρχή αποθηκεύσεως ηλεκτρικών φορτίων.

Η τάση στα άκρα του πυκνωτή αυξάνεται ανάλογα με το φορτίο και είναι:

$$u_c = \frac{q_\Phi}{C} = \frac{i_\Phi T}{C} = \frac{\epsilon\Phi}{C} T \qquad (2.3)$$

από όπου φαίνεται ότι η τάση φορτίσεως μεγαλώνει ανάλογα με το χρόνο T.

Όταν η τάση φορτίσεως του πυκνωτή, που είναι αντίθετη με την τάση της πηγής, φθάσει περίπου την τάση της τελευταίας, το φωτόρευμα διακόπτεται και η φόρτιση του πυκνωτή σταματά. Κλείνομε τώρα το διακόπτη Δ, οπότε ο πυκνωτής εκφορτίζεται μέσα από την αντίσταση R. Αν η «σταθερά χρόνου» εκφορτίσεως τ = RC είναι πολύ μικρότερη από το χρόνο φορτίσεως T, τότε το φορτίο, που απέκτησε ο πυκνωτής σε χρόνο T, το χάνει σε χρόνο τ < < T. Για μέσο ρεύμα εκφορτίσεως $i_{\epsilon\kappa}$ θα έχομε (σχέση 2.2):

$$q_{\epsilon\kappa} = i_{\epsilon\kappa}\tau = i_\Phi T = q_\Phi \qquad (2.4)$$

Η σχέση αυτή εκφράζει την αρχή διατηρήσεως του φορτίου κατά τη φόρτιση και εκφόρτιση του πυκνωτή.

Από τη σχέση (2.4) λαμβάνομε:

$$i_{\epsilon\kappa} = i_\Phi \frac{T}{\tau} >> i_\Phi \qquad (2.5)$$

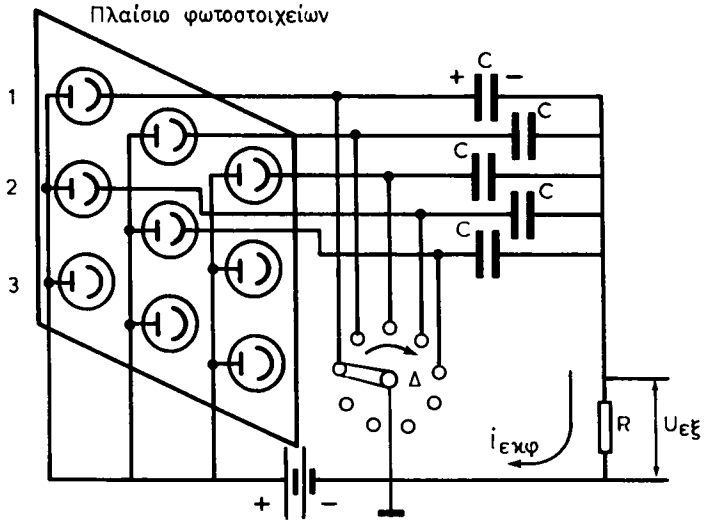
επειδή είναι τ <<. T.

Αυτό με λόγια μπορεί να εκφρασθεί ως εξής:

Το μέσο ρεύμα εκφορτίσεως είναι τόσες φορές μεγαλύτερο από το μέσο ρεύμα φορτίσεως, όσες φορές ο χρόνος φορτίσεως είναι μεγαλύτερος από το χρόνο εκφορτίσεως. Στην πράξη ο λόγος T/τ μπορεί να γίνει πολύ μεγάλος και με ένα κύκλωμα ανάλογο με εκείνο του σχήματος 2.9α να προκύψει ενίσχυση του ασθενούς ρεύματος του φωτοκύτταρου.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

Είναι εύκολο τώρα να αντιληφθούμε τη λειτουργία ενός απλού εικονολήπτη με αποθήκευση ηλεκτρικών φορτίων. Στο σχήμα 2.96 φαίνεται ένα πλαίσιο που περιέχει φωτοκύτταρα τοποθετημένα πολύ κοντά μεταξύ τους και έτσι, ώστε να σχηματίζουν γραμμές και στήλες. Κάθε φωτοκύτταρο συνδέεται σε ιδιαίτερο πυκνωτή και όλοι οι πυκνωτές έχουν ίδια χωρητικότητα. Οι δεξιοί οπλισμοί των πυκνωτών συνδέονται σε κοινή αντίσταση R. Κάθε φωτοκάθοδος συνδέεται σε ιδιαίτερη επαφή ενός μεταγωγικού διακόπτη Δ, του οποίου ο δρομέας με μια περιστροφή με-



Σχ. 2.96.
Στοιχειώδης εικονολήπτης με αποθήκευση ηλεκτρικών φορτίων.

ταφέρεται σε όλα τα φωτοκύτταρα και εκφορτίζει όλους τους πυκνωτές με τη σειρά.

Έστω ότι στο πλαίσιο των φωτοκυττάρων προβάλλεται μια εικόνα. Ανάλογα με τη φωτεινότητα των διαφόρων στοιχείων της εικόνας, κάθε φωτοκύτταρο θα δέχεται διαφορετική φωτεινή ροή και κάθε πυκνωτής θα αποκτά διαφορετικό φορτίο. Έτσι, αν τα φωτοκύτταρα της σειράς 1 δέχονται λευκά στοιχεία της εικόνας, της σειράς 2 μαύρα και της σειράς 3 γκρίζα, οι τάσεις φορτίσεως των αντιστοίχων πυκνωτών θα είναι ανάλογες με τη φωτεινότητα αυτών των στοιχείων. Επομένως, η κατανομή φωτεινότητας στην εικόνα μετατρέπεται σε κατανομή τάσεων (ή φορτίων) στο πλαίσιο των πυκνωτών. Η κατανομή αυτή των τάσεων ονομάζεται ***ανάγλυφο δυναμικού.***

Στο σχηματισμό του ανάγλυφου δυναμικού εργάζονται ταυτόχρονα όλα τα φωτοκύτταρα, δηλαδή χρησιμοποιείται ολόκληρη η φωτεινή ροή της οπτικής εικόνας. Η εκφόρτιση όμως γίνεται με τη βοήθεια του μεταγωγικού διακόπτη, ο οποίος διαδοχικά εκφορτίζει τους πυκνωτές μέσα από την κοινή αντίσταση R. Τα ενισχυμένα ρεύματα εκφορτίσεως δημιουργούν στα άκρα της αντιστάσεως το σήμα εικόνας. Για την πρώτη σειρά των φωτοκυττάρων το σήμα είναι μεγάλο (λευκά στοιχεία εικόνας), για τη δεύτερη μηδενικό (μαύρα στοιχεία) και για την τρίτη έχει μιαν ενδιάμεση τιμή (γκρίζα στοιχεία).

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

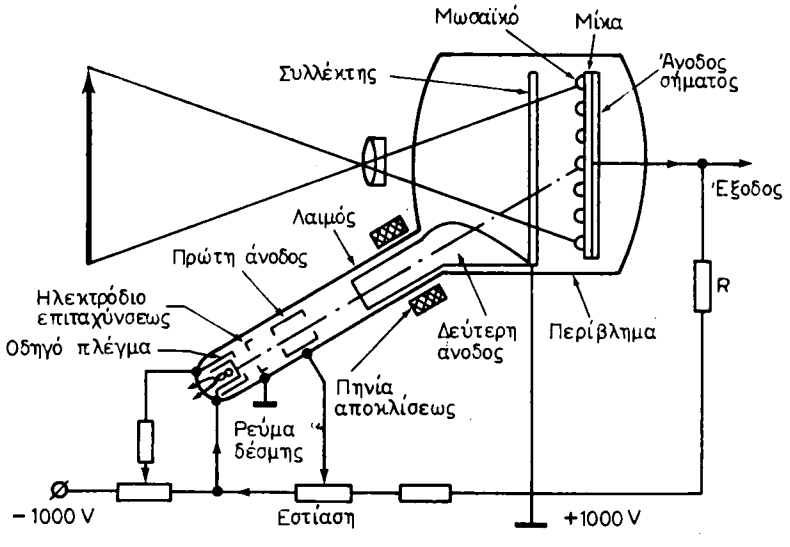
Η περιγραφείσα αρχή αποθηκεύσεως φορτίων και επομένως αρχή αποτυπώσεως εικόνων με τη μορφή ηλεκτρικών φορτίων, χρησιμοποιείται ευρύτατα στους εικονολήπτες που εξετάζομε στη συνέχεια.

2.10 Το εικονοσκόπιο.

Η ανακάλυψη του εικονοσκοπίου αποτέλεσε ιστορική καμπή στην εξέλιξη της τηλεοράσεως. Εδώ εφαρμόσθηκε πρώτα η ιδέα της ηλεκτρικής αποτυπώσεως μιας εικόνας. Το εικονοσκόπιο αν και είναι ο παλαιότερος εικονολήπτης, είναι το καλύτερο πρότυπο για τη μελέτη των φυσικών φαινομένων, που εμφανίζονται κατά τη λειτουργία όλων των νεωτέρων εικονοληπτών.

Βασικό εξάρτημα αυτού του εικονοσκοπίου είναι το μωσαϊκό, τοποθετημένο σε γυάλινο περίβλημα ειδικής μορφής (σχ. 2.10). Το μωσαϊκό αποτελείται από πάρα πολλούς πολύ μικρούς κόκκους αργύρου με ημιαγωγό στρώμα οξειδίου του καισίου, που φέρονται σε λεπτή μονωτική πλάκα από μίκα. Η άλλη πλευρά της μίκας καλύπτεται από αγώγιμο επίστρωμα που ονομάζεται ***άνοδος σήματος.*** Οι κόκκοι του μωσαϊκού είναι μονωμένοι μεταξύ τους και ο καθένας εργάζεται ως στοιχειώδης φωτοκάθοδος. Ακόμη, κάθε κόκκος αποτελεί οπλισμό ενός στοιχειώδους πυκνωτή, του οποίου ως δεύτερος οπλισμός χρησιμεύει η άνοδος σήματος. Η χωρητικότητα ενός τετραγωνικού εκατοστομέτρου (cm^2) επιφάνειας του μωσαϊκού ως προς την άνοδο σήματος είναι περίπου 100 pF. Με συνηθισμένες διαστάσεις μωσαϊκού 9 × 12 cm προκύπτει ολική χωρητικότητα 10 000 pF.

Το ηλεκτρονικό πυροβόλο του εικονοσκοπίου είναι τοποθετημένο στο λαιμό του περιβλήματος και με κάποια γωνία ως προς την επιφάνεια του μωσαϊκού με σκοπό να αφήνει ελεύθερο χώρο για την πρόσπτωση των φωτεινών ακτίνων. Η εικόνα προβάλλεται επάνω στο μωσαϊκό με τη βοήθεια οπτικών φακών.



Σχ. 2.10.
Το εικονοσκόπιο με τη διάταξη των εξαρτημάτων του.

Η εσωτερική μεταλλική επάλειψη του περιβλήματος παίζει ρόλο δεύτερης ανόδου του ηλεκτρονικού πυροβόλου και ταυτόχρονα προορίζεται για τη συλλογή των φωτοηλεκτρονίων και των δευτερογενών ηλεκτρονίων, που εκπέμπονται από το μωσαϊκό. Η μεταλλική αυτή επάλειψη ονομάζεται συνήθως ***συλλέκτης.***

Μεταξύ της ανόδου σήματος και του συλλέκτη, που είναι γειωμένος, συνδέεται η αντίσταση φορτίου R στην οποία αναπτύσσεται το σήμα εικόνας.

Με την προβολή της εικόνας στην επιφάνεια του μωσαϊκού, φεύγουν από τους φωτοευαίσθητους κόκκους του φωτοηλεκτρόνια. Το ποσό των εξερχομένων φωτοηλεκτρονίων θα είναι προσεγγιστικά ανάλογο με το φωτισμό των κόκκων του μωσαϊκού. Ο μεγαλύτερος αριθμός ηλεκτρονίων θα φεύγει από τους κόκκους στους οποίους προβάλλονται λευκά στοιχεία εικόνας (μεγάλος φωτισμός). Ο μικρότερος,από τους κόκκους στους οποίους προβάλλονται μαύρα στοιχεία εικόνας (μικρός φωτισμός) και ο ενδιάμεσος αριθμός ηλεκτρονίων θα φεύγει από τους κόκκους στους οποίους προβάλλονται γκρίζα στοιχεία εικόνας (ενδιάμεσος φωτισμός). Οι κόκκοι όμως είναι οπλισμοί των στοιχειωδών πυκνωτών του μωσαϊκού και αφού χάνουν ηλεκτρόνια, οι πυκνωτές φορτίζονται, όπως και οι πυκνωτές του σχήματος 2.96. Η τάση φορτίσεώς τους θα είναι ανάλογη με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που έχασαν οι κόκκοι, δηλαδή ανάλογη με τη φωτεινότητα των ξεχωριστών στοιχείων της εικόνας. Έτσι, επάνω στο μωσαϊκό «αποτυπώνεται» η εικόνα με τη μορφή τάσεων φορτίσεως των στοιχειωδών πυκνωτών του.

Για την εκφόρτιση τώρα των πυκνωτών και επομένως τη δημιουργία του σήματος εικόνας, χρησιμεύει η ηλεκτρονική δέσμη του πυροβόλου. Η ηλεκτρονική δέσμη, που παίζει εδώ το ρόλο του μεταγωγέα του σχήματος 2.96 διερευνά περιοδικά την επιφάνεια του μωσαϊκού και μεταφέρει στους κόκκους του ηλεκτρόνια. Οι κόκκοι κρατούν από τη δέσμη όσα ηλεκτρόνια έχασαν με την προβολή της εικόνας και επομένως οι στοιχειώδεις πυκνωτές εκφορτίζονται. Η διαδοχική εκφόρτιση των ανομοιομόρφως φορτισμένων στοιχειωδών πυκνωτών του μωσαϊκού, προκαλεί την κυκλοφορία μεταβαλλόμενου ρεύματος μέσα από την αντίσταση φορτίου R, το οποίο δημιουργεί το σήμα εικόνας.

Η λειτουργία του εικονοσκοπίου όπως την περιγράψαμε είναι εντελώς στοιχειώδης, γιατί δε λάβαμε υπόψη τη δευτερογενή εκπομπή ηλεκτρονίων που σημειώνεται, όταν το μωσαϊκό βομβαρδίζεται από την ηλεκτρονική δέσμη. Μια λεπτομερέστερη μελέτη της λειτουργίας του εικονοσκοπίου μπορεί να γίνει σε τρία στάδια. Στο πρώτο εξετάζεται η διερεύνηση του μωσαϊκού, από την ηλεκτρονική δέσμη, όταν είναι αφώτιστο, στο δεύτερο ο σχηματισμός του ανάγλυφου δυναμικού στο μωσαϊκό και στο τρίτο η δημιουργία του σήματος εικόνας. Μια τέτοια μελέτη βρίσκεται έξω από τα πλαίσια αυτού του βιβλίου.

2.11 Υπερεικονοσκόπιο, όρθικον, βίντικον.

Για την αύξηση της ευαισθησίας του εικονοσκοπίου, κατασκευάσθηκε ένας νέος εικονολήπτης που ονομάσθηκε ***υπερεικονοσκόπιο.*** Το υπερεικονοσκόπιο διαθέτει μωσαϊκό που λέγεται ***στόχος*** και που είναι κατάλληλος για εκπομπή δευτερογενών ηλεκτρονίων,όταν προσπίπτουν επάνω του πρωτογενή ηλεκτρόνια. Με κατάλληλη εκμετάλλευση των δευτερογενών αυτών ηλεκτρονίων, το υπερεικονοσκόπιο απόκτησε ευαισθησία 10 φορές περίπου μεγαλύτερη από εκείνη του εικονοσκοπίου. Άλλο πλεονέκτημα του υπερεικονοσκοπίου είναι το ότι, με ειδική μορφή του πηνίου εστιάσεως των φωτοηλεκτρονίων του, μπορούμε να επιτύχομε μεγέθυνση της εικόνας.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

Το υπερεικονοσκόπιο, λόγω της μεγάλης ευαισθησίας του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τηλεοπτικές εκπομπές με συνηθισμένο φωτισμό. Ενώ για τη λειτουργία του εικονοσκοπίου απαιτείται φωτισμός των αντικειμένων 5000 — 10000 Lx, για τη λειτουργία του υπερεικονοσκοπίου χρειάζεται φωτισμός μόνο 400-500 Lx. Σήμερα χρησιμοποιείται βασικά στα στούντιο για τη μετάδοση κινηματογραφικών ταινιών.

Ο εικονολήπτης ***όρθικον*** δεν χρησιμοποιείται σήμερα στην τηλεοπτική τεχνική, χρησιμοποιείται όμως ο τελειότερος τύπος του, που λέγεται ***υπερόρθικον*** ή ***εικονοσκοπικό όρθικον*** (image orthicon). Σ' αυτόν τον εικονολήπτη υπάρχει φωτοηλεκτρονικός πολλαπλασιαστής για την προενίσχυση του σήματος εικόνας και έτσι η ευαισθησία του είναι 100 φορές περίπου μεγαλύτερη από την ευαισθησία του εικονοσκοπίου. Η ευαισθησία του υπερόρθικον βρίσκεται στο κατώφλι της ευαισθησίας του ανθρώπινου ματιού και μπορεί να λειτουργήσει άνετα με φυσικό φωτισμό. Γι' αυτό εφαρμόζεται ευρύτατα όχι μόνο σε σταθμούς εξωτερικών μεταδόσεων προγραμμάτων τηλεοράσεως, αλλά και σε άλλες ειδικές τηλεοπτικές εγκαταστάσεις.

Η λειτουργία των εικονοληπτών που εξετάσαμε ως τώρα, βασίζεται στην εκμετάλλευση του φαινομένου της φωτοεκπομπής. Η απόδοση των εικονοληπτών αυτών, κατά τη μετατροπή του φωτός σε ηλεκτρικό ρεύμα, είναι σχετικά χαμηλή και για τη βελτίωσή της χρησιμοποιήθηκαν διάφορα βοηθητικά ηλεκτρόδια, όπως στο υπερόρθικον. Όμως το υπερόρθικον, που αντιπροσωπεύει το τελευταίο στάδιο τελειοποιήσεως των προηγούμενων εικονοληπτών, είναι πολύπλοκη συσκευή και απαιτεί ιδιαίτερη μεταχείριση από το χειριστή της. Σαν αποτέλεσμα της προσπάθειας των τεχνικών να αντικαταστήσουν το υπερόρθικον με άλλον εικονολήπτη μεγαλύτερης ευαισθησίας και απλούστερης κατασκευής, εμφανίσθηκε μια σειρά εικονοληπτών, των οποίων η λειτουργία βασίζεται στην εκμετάλλευση του φαινομένου της φωτοαγωγιμότητας.

Ανάλογα με το μηχανισμό δημιουργίας του σήματος εικόνας, διακρίνομε εικονολήπτες με στόχους από φωτοαγώγιμα υλικά υψηλής αντιστάσεως και χαμηλής αντιστάσεως. Στους εικονολήπτες με στόχους υψηλής αντιστάσεως ανήκουν: το ***βίντικον*** (Αμερική, Ρωσία), το ***στάτικον*** (Αγγλία), το ***ρέζιστρον*** (Γερμανία) και το ***λουμίνικον*** (Τσεχοσλοβακία). Όλοι αυτοί οι εικονολήπτες μοιάζουν ως προς τη σύνθεση και την αρχή λειτουργίας. Σ' αυτούς εφαρμόζεται η αρχή της αποθηκεύσεως ηλεκτρικών φορτίων. Οι εικονολήπτες με στόχους χαμηλής αντιστάσεως εμφανίζονται ως τώρα μόνο σαν δείγματα, όπως π.χ. το ***κόντουκτρον*** (Γαλλία). Αποθήκευση ηλεκτρικών φορτίων σ' αυτούς δε γίνεται και είναι τηλεοπτικά συστήματα αστραπιαίας δράσεως.

Το βίντικον έχει υψηλή ευαισθησία, απλότητα κατασκευής και μικρές διαστάσεις. Η ευαισθησία του μπορεί να συγκριθεί με την ευαισθησία του υπερόρθικον. Βασικό του μειονέκτημα είναι η αδράνεια, την οποία εμφανίζει στους χαμηλούς φωτισμούς του στόχου. Η αδράνεια περιορίζει τη δυνατότητα εκπομπής εικόνων που κινούνται αρκετά γρήγορα. Στην οθόνη του δέκτη τηλεοράσεως ένα γρήγορα κινούμενο αντικείμενο αφήνει πίσω του ***ίχνος*** (ουρά), πράγμα που οδηγεί σε ελάττωση του αντιθέσεως (κοντράστ) και της σαφήνειας της εικόνας.

2.12 Έγχρωμοι εικονολήπτες.

Στην έγχρωμη τηλεόραση χρησιμοποιείται πολύ ο εικονολήπτης ***βίντικον*** και ο συγγενής του ***πλούμπικον.***

Βασικά πλεονεκτήματα του ***βίντικον*** είναι η σχετικά εύκολη δημιουργία κατάλληλων φασματικών χαρακτηριστικών, που εξασφαλίζουν σωστή απόδοση χρωμάτων και η ικανοποιητική διαχωριστικότητα με σηματόρευμα 0,1 - 0,5 μΑ. Παρουσιάζει, όμως, μειονεκτήματα στους χαμηλούς φωτισμούς και γι' αυτό χρησιμοποιείται σε κάμερες τηλεκινηματογράφων, όπου μπορούν να εξασφαλισθούν συνθήκες λειτουργίας με υψηλούς φωτισμούς, και σε φτηνές κάμερες εφαρμοσμένης τηλεοράσεως.

Ο εικονολήπτης ***πλούμπικον*** που επεξεργάσθηκε η Philips, είναι στενός συγγενής του βίντικον, με ουσιαστική διαφορά το υλικό κατασκευής του στόχου. Έτσι, ενώ το υλικό της αποθηκευτικής πλάκας του στόχου στον εικονολήπτη βίντικον είναι το τριθειούχο αντιμόνιο, στον εικονολήπτη πλούμπικον είναι το μονοξίδιο του μολύβδου και ο θειούχος μόλυβδος. Το πλούμπικον είναι εικονολήπτης με απλή κατασκευή και με μικρές διαστάσεις, όπως το βίντικον, έχει όμως μικρότερη αδράνεια. Το ρεύμα σκότους του πλούμπικον είναι 100 φορές μικρότερο από το σηματόρευμα και η αναλογία μετατροπής της φωτεινής ροής σε σήμα είναι σχεδόν σταθερή. Τα χαρακτηριστικά αυτά του πλούμπικον δίνουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί σε κάμερες έγχρωμης τηλεοράσεως υψηλής ποιότητας.

Νέες παραλλαγές του πλούμπικον αποσκοπούν στην αύξηση της ευαισθησίας στην περιοχή του κόκκινου (***πλούμπικον*** τύπου XQ-1023 και XQ-1025) καθώς και στην ελάττωση της αδράνειας (***πλούμπικον*** τύπου XQ-1080 και ***λέντικον*** τύπου P-8008 και P-8009). Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης ο εικονολήπτης ***χάλνικον*** (ιαπωνικής προελεύσεως), με σύνθετη πολυκρυσταλλική κατασκευή του στόχου. Διαφέρει από το πλούμπικον στην υψηλότερη διαχωριστική ικανότητα και ευαισθησία (περισσότερο από 2600μA/Lm για το χάλνικον τύπου E-5001) καθώς και στην καλύτερη φασματική χαρακτηριστική.

Σήμερα υπάρχουν εικονολήπτες με ημιαγωγό στόχο από πυρίτιο που λέγονται ***σίλικον.*** Οι εικονολήπτες αυτοί, σε σύγκριση με τους πλούμπικον, έχουν πολύ υψηλή ευαισθησία, μεγάλη περιοχή φωτισμού, πολύ καλή φασματική χαρακτηριστική και υψηλή θερμική σταθερότητα του στόχου. Υπάρχουν ακόμη εικονολήπτες υψηλής ποιότητας, τύπου ***υπερσίλικον*** που είναι σίλικον με μεταφορά ηλεκτρονικής εικόνας. Η εικόνα ***αποτυπώνεται*** πρώτα σε μια φωτοκάθοδο και ύστερα μεταφέρεται στο στόχο με τη βοήθεια των εκπεμπόμενων φωτοηλεκτρονίων. Τα φωτοηλεκτρόνια επιταχύνονται και βομβαρδίζοντας το στόχο απελευθερώνουν από αυτόν δευτερογενή ηλεκτρόνια 1000 φορές περισσότερα από τα πρωτογενή. Έτσι εξασφαλίζεται η υψηλή ευαισθησία του υπερσίλικον.

Ένας νέος εικονολήπτης που λέγεται ***πρόξικον,*** διαθέτει τόσο υψηλή ευαισθησία, ώστε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις συνθήκες εξωτερικών φωτισμών. Ο εικονολήπτης αυτός εργάζεται με μεταφορά ηλεκτρονικής εικόνας. Ο στόχος όμως είναι πολύ κοντά στη φωτοκάθοδο και το πεδίο μεταξύ τους μπορεί να θεωρηθεί ομογενές. Το πλεονέκτημα του συστήματος αυτού, δηλαδή της ***ευθείας*** μεταφοράς των φωτοηλεκτρονίων, είναι η τέλεια κατάργηση των γεωμετρικών παραμορφώσεων. Ακόμη, η διασπορά των φωτοηλεκτρονίων που βομβαρδίζουν το στόχο είναι μικρή και πρακτικά δεν επιδρά στη διαχωριστικότητα του εικονολήπτη. Το πρόξικον λειτουργεί με φωτισμούς σημαντικά χαμηλότερους απ' ό,τι το πλούμπικον.

Σημειώνομε, τέλος, ότι μερικοί εικονολήπτες (όπως οι Spectra Plex της RCA) διαθέτουν γραμμικά φίλτρα φωτός που φέρονται στο γυάλινο περίβλημα μπροστά από τη φωτοευαίσθητη επιφάνεια. Έτσι απλοποιείται το οπτικό σύστημα της κάμερας και δε χρειάζεται ρύθμιση για τη σύμπτωση των ράστερ.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ

3.1 Η σάρωση της εικόνας.

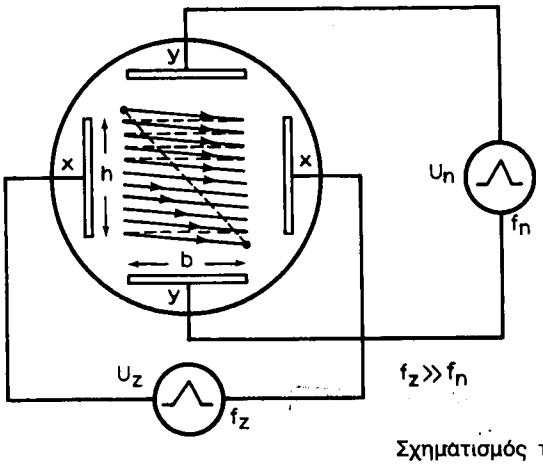
Στα προηγούμενα, είδαμε ότι η εικόνα στην τηλεόραση διαιρείται σε στοιχεία με διαφορετική φωτεινότητα. Τα στοιχεία αυτά «αποτυπώνονται» στο μωσαϊκό ή στο στόχο του εικονολήπτη με τη μορφή ηλεκτρικών φορτίων. Με τη διερεύνηση της εικόνας των ηλεκτρικών φορτίων από την ηλεκτρονική δέσμη, παίρνομε το «σήμα εικόνας» ή το «οπτικό σήμα».

Η διεργασία μεταδόσεως της εικόνας κατά στοιχεία ονομάζεται ***σάρωση*** της εικόνας και η διάταξη (ή σειρά) μεταδόσεως των ξεχωριστών στοιχείων της εικόνας, ***τρόπος σαρώσεως.*** Με τη βοήθεια της σαρώσεως η μεταδιδόμενη εικόνα διαιρείται σε γραμμές, το σύνολο των οποίων συνθέτει ένα γεωμετρικό σχήμα, που ονομάζεται ***ράστερ.*** Η μεταβολή της λαμπρότητας των ιδιαιτέρων σημείων του ράστερ στην οθόνη του εικονογράφου δημιουργεί την «αποτύπωση» της εικόνας. Ο αριθμός των γραμμών του ράστερ πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος, ώστε όταν βλέπομε την εικόνα να μη διακρίνονται οι ιδιαίτερες γραμμές.

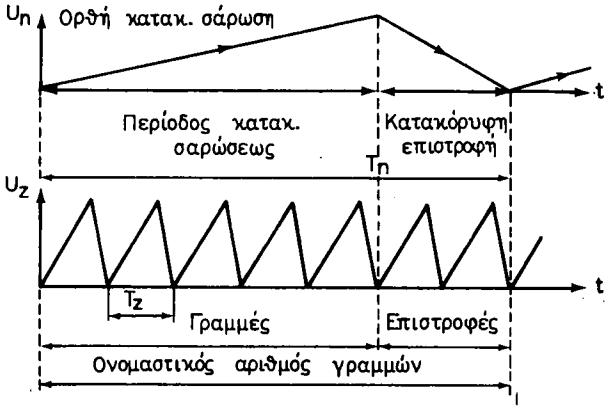
Η πιο απλή μορφή σαρώσεως εικόνας είναι η συνεχής ή προοδευτική σάρωση. Η διεργασία σχηματισμού του ράστερ, που αντιστοιχεί σε αυτή τη σάρωση, φαίνεται στο σχήμα 3.1α. Στο ζεύγος πλακιδίων οριζόντιας αποκλίσεως ενός ηλεκτροστατικού σωλήνα εφαρμόζεται πριονωτή τάση U_z με συχνότητα f_z, που δημιουργείται από ειδική γεννήτρια «σαρώσεως γραμμών». Υπό την επίδραση της τάσεως αυτής η ηλεκτρονική δέσμη μετακινείται με σταθερή ταχύτητα από τα αριστερά προς τα δεξιά και «γράφει» στην οθόνη του σωλήνα μια γραμμή. Ύστερα η δέσμη κινείται πάρα πολύ γρήγορα από τα δεξιά προς τα αριστερά και τελικά επιστρέφει στην αρχική της θέση. Η επιστροφή της δέσμης φαίνεται στο σχήμα 3.1α με τις εστιγμένες γραμμές.

Στο ζεύγος πλακιδίων κατακόρυφης αποκλίσεως εφαρμόζεται άλλη πριονωτή τάση U_n με συχνότητα f_n. Υπό την επίδραση της τάσεως U_n η ηλεκτρονική δέσμη κινείται αργά προς τα κάτω και κατόπιν επιστρέφει γρήγορα επάνω στην αρχική της θέση.

Επειδή η συχνότητα f_z είναι πολύ μεγαλύτερη από τη συχνότητα f_n, στην οθόνη του σωλήνα εμφανίζεται ένα πλέγμα από παράλληλες φωτεινές γραμμές, το ράστερ. Όλες οι γραμμές του ράστερ σχηματίζουν ένα πλαίσιο ή κάδρο τηλεοπτικής εικόνας. Όταν η δέσμη κινείται οριζόντια από τα αριστερά προς τα δεξιά, σπρώχνεται ταυτόχρονα και προς τα κάτω. Γι' αυτό οι γραμμές έχουν μια μικρή κλίση προς την κατεύθυνση αυτή. Η επιστροφή της δέσμης οριζόντια γίνεται σε χα-



Σχ. 3.1α.
Σχηματισμός του ράστερ με συνεχή σάρωση.



Σχ. 3.1β.
Πριονωτές τάσεις σαρώσεως.

μηλότερο σημείο από εκείνο της αρχικής εκκινήσεως, από όπου η δέσμη ξεκινά πάλι για να γράψει μια νέα γραμμή κ.ο.κ.

Ο χρόνος που χρειάζεται η δέσμη για να γράψει μια γραμμή και να επιστρέψει ονομάζεται ***περίοδος σαρώσεως γραμμών*** ή ***περίοδος γραμμών*** T_z. Ο χρόνος σχηματισμού όλων των γραμμών, δηλαδή ο χρόνος σχηματισμού ενός πλαισίου, μαζί με την επιστροφή της δέσμης στο επάνω αριστερό άκρο ονομάζεται ***περίοδος σαρώσεως πλαισίων*** ή ***περίοδος πλαισίων*** T_n. Αντίστοιχα, ο αριθμός των σχηματιζομένων γραμμών στο δευτερόλεπτο ονομάζεται ***συχνότητα γραμμών*** f_z και ο αριθμός των πλαισίων στο δευτερόλεπτο, ***συχνότητα πλαισίων*** f_n.

Στο σχήμα 3.1β βλέπομε τις μορφές των πριονωτών τάσεων σαρώσεως πλαισίων (επάνω) και γραμμών (κάτω), που είναι απαραίτητες για το σχηματισμό του ράστερ. Οι τάσεις αυτές παρέχονται από γεννήτριες, που ονομάζονται, αντίστοιχα ***γεννήτριες σαρώσεως πλαισίων και γραμμών.***

Στο ράστερ του σχήματος 3.1α φαίνεται ότι η επιστροφή της δέσμης κατακόρυφα γίνεται σχεδόν ακαριαία. Στην πραγματικότητα ο χρόνος της επιστροφής αυτής είναι ίσος με μερικές περιόδους σαρώσεως γραμμών (σχ. 3.1β), γι' αυτό η ηλε-

κτρονική δέσμη κινούμενη από το κάτω δεξιό άκρο του ράστερ προς το πάνω αριστερό, σχηματίζει μερικές γραμμές με τις επιστροφές τους. Οι γραμμές αυτές, δηλαδή οι γραμμές κατακόρυφης επιστροφής της δέσμης, δεν φαίνονται στην οθόνη του σωλήνα, όπως δεν φαίνονται και οι γραμμές της οριζόντιας επιστροφής της δέσμης.

Για τη μετάδοση της εικόνας χρησιμοποιείται μόνο η «ορθή σάρωση πλαισίων». Επομένως οι γραμμές που αντιστοιχούν στην ορθή σάρωση πλαισίων, είναι ενεργείς, ενώ οι γραμμές, που αντιστοιχούν στην κατακόρυφη επιστροφή της δέσμης, είναι παθητικές. Ο ολικός αριθμός των γραμμών στο πλαίσιο, που ισούται με το άθροισμα των ενεργών και παθητικών γραμμών, λέγεται ***ονομαστικός.*** Ο ονομαστικός αριθμός γραμμών Z, σε μια περίοδο σαρώσεως πλαισίων, συνδέεται με τις συχνότητες f_z και f_n με τη σχέση:

$$Z = \frac{f_z}{f_n} \qquad (3.1)$$

Π.χ., με συχνότητα γραμμών $f_z = 20$ kHz και συχνότητα πλαισίων $f_n = 50$ Hz, ο ονομαστός αριθμός γραμμών είναι:

$$Z = \frac{20 \times 10^3}{50} = 400.$$

Αν γνωρίζομε τον ονομαστικό αριθμό γραμμών και τη συχνότητα μιας σαρώσεως, μπορούμε εύκολα να βρούμε τη συχνότητα της άλλης. Υποθέτομε ότι έχομε ονομαστικό αριθμό γραμμών Z = 500 και αριθμό πλαισίων στο δευτερόλεπτο n = 50. .Η συχνότητα σαρώσεως γραμμών θα είναι:

$$f_z = Z \,.\, n = 500 \times 50 = 25 \text{ kHz}.$$

3.2 Βασικά χαρακτηριστικά σαρώσεως.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της σαρώσεως μιας εικόνας είναι τα εξής:

— ***Ο ονομαστικός αριθμός των γραμμών.***

Είναι ένα από τα πιο βασικά χαρακτηριστικά της σαρώσεως. Καθορίζει το βαθμό διαχωριστικότητας των λεπτών στοιχείων μιας εικόνας, δηλαδή τη ***σαφήνεια*** της εικόνας. Αν λάβομε υπόψη μας ότι η εικόνα παρατηρείται από τον τηλεθεατή με γωνία 11° περίπου κατά την κατακόρυφη κατεύθυνση και ότι η διαχωριστική ικανότητα του ματιού είναι 1΄, τότε το μάτι μπορεί να ξεχωρίσει 600 - 650 γραμμές ή 600 - 650 στοιχεία εικόνας στην κατακόρυφη κατεύθυνση, αφού σε κάθε γραμμή κάθετα τοποθετείται ένα στοιχείο εικόνας. Αυτός πρέπει να είναι και ο ονομαστικός αριθμός των γραμμών.

— ***Η συχνότητα διαδοχής των πλαισίων.***

Η εκλογή της συχνότητας των πλαισίων καθορίζεται από το χαρακτήρα της μεταδιδόμενης εικόνας (κινητή ή ακίνητη) και από τη λαμπρότητα της οθόνης του εικονογράφου. Το πρόβλημα της εκλογής της συχνότητας των πλαισίων εξετάζεται παρακάτω.

— ***Η μορφή του πλαισίου.***

Εννοούμε τη σχέση μεταξύ του πλάτους του πλαισίου b και του ύψους του h

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

(σχ. 3.1α). Επειδή ένα σημαντικό μέρος από τα τηλεοπτικά προγράμματα συνίσταται στην εκπομπή κινηματογραφικών ταινιών, ο λόγος των πλευρών του πλαισίου K, δηλαδή ο λόγος b προς h, εκλέγεται ίσος με εκείνο της κινηματογραφικής οθόνης, και είναι:

$$K = \frac{b}{h} = \frac{4}{3} \tag{3.2}$$

Η εκλογή των χαρακτηριστικών της σαρώσεως καθορίζει το πλάτος του φάσματος των συχνοτήτων του τηλεοπτικού σήματος, το οποίο πρέπει να είναι σχετικό με τη ζώνη διελεύσεως των κυκλωμάτων εκπομπής και λήψεως.

3.3 Η υψηλότερη και η χαμηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας.

Για τη σχεδίαση και τον υπολογισμό τηλεοπτικών συστημάτων είναι απαραίτητο να γνωρίζομε τη σύνθεση του τηλεοπτικού σήματος από πλευράς συχνοτήτων, δηλαδή το φάσμα των συχνοτήτων του. Πρώτα από όλα, πρέπει να γνωρίζομε το πλάτος του φάσματος των συχνοτήτων, που καθορίζεται από τη χαμηλότερη και υψηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας.

Η υψηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας μπορεί να υπολογισθεί ως εξής:

Είπαμε ότι η μεταδιδόμενη εικόνα διαιρείται με τη βοήθεια της σαρώσεως σε Z γραμμές. Επειδή σε κάθε γραμμή μπορεί κάθετα να τοποθετηθεί ένα στοιχείο εικόνας, ο αριθμός των στοιχείων της εικόνας κατά την κατακόρυφη κατεύθυνση θα είναι επίσης Z. Για ίσες αποστάσεις μεταξύ των στοιχείων οριζόντια και κάθετα ο αριθμός των στοιχείων εικόνας κατά την οριζόντια κατεύθυνση θα είναι $K \cdot Z$, όπου K ο λόγος των πλευρών του πλαισίου. Έτσι, μια εικόνα μπορεί να σχηματισθεί από $K \cdot Z^2$ στοιχεία.

Για το Ευρωπαϊκό τηλεοπτικό πρότυπο, που παραδεχθήκαμε και στη χώρα μας και που έχει αριθμό γραμμών Z = 625 και λόγο πλευρών πλαισίου 4:3 (σχέση 3.2), ο μέγιστος αριθμός των στοιχείων N που συνθέτουν μιαν εικόνα θα είναι:

$$N_{max} = K \cdot Z^2 = \frac{4}{3} \times 625^2 \approx 520.000 \tag{3.3}$$

Στην πραγματικότητα ο μέγιστος αριθμός των στοιχείων μιας εικόνας είναι μικρότερος από τον παραπάνω, επειδή ο αριθμός των ενεργών γραμμών είναι μικρότερος από τον ονομαστικό αριθμό των γραμμών. Στην πράξη δεχόμαστε ότι οι γραμμές που συμμετέχουν στο σχηματισμό της εικόνας είναι 0,75Z, οπότε ο μέγιστος αριθμός των στοιχείων της γίνεται:

$$N_{max} = 0{,}75\ K \cdot Z^2 = 390.000 \tag{3.4}$$

Στην τηλεόραση βλέπομε n = 25 εικόνες στο δευτερόλεπτο και επομένως ο μέγιστος αριθμός στοιχείων στο 1″ θα είναι:

$$N_{max/sec} = 0{,}75\ K \cdot Z^2 \cdot n = 390.000 \times 25 = 9.750.000 \tag{3.5}$$

Αν τα στοιχεία αυτά είναι εναλλάξ άσπρα και μαύρα, ένα άσπρο και ένα μαύρο μας δίνουν μιαν εναλλαγή του σήματος εικόνας, δηλαδή μια περίοδο. Επομένως, η

υψηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας θα είναι:

$$F_{\epsilon max} = 0,75 \times \frac{4}{3} \times \frac{1}{2} \times Z^2 \times n = 0,5\, Z^2 \,.\, n, \qquad (3.6)$$

ή

$$F_{\epsilon max} = \frac{1}{2} \times 9.750.000 \approx 4,9 \text{ MHz}$$

Η χαμηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας υπολογίζεται από τον ελάχιστο αριθμό των στοιχείων, που μπορούν να συνθέσουν κάποια εικόνα. Ο αριθμός αυτός είναι $N_{min} = 2$, δηλαδή ένα άσπρο και ένα μαύρο στοιχείο. Για n εικόνες στο δευτερόλεπτο, ή συχνότητα πλαισίων f_n, θα έχομε:

$$N_{min/sec} = 2n = 2f_n$$

Επομένως η χαμηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας είναι:

$$F_{\epsilon min} = \frac{2}{2} n = n = f_n$$

Δηλαδή είναι ίση με τη συχνότητα των πλαισίων.

Έτσι, το πλάτος του φάσματος των συχνοτήτων του σήματος εικόνας θα είναι:

$$\Delta F_{\epsilon} = F_{\epsilon max} - F_{\epsilon min}$$

3.4 Εκλογή των χαρακτηριστικών σαρώσεως.

Είδαμε ότι το πλάτος του φάσματος του σήματος εικόνας εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της σαρώσεως. Ας δούμε τώρα πώς εκλέγονται αυτά τα χαρακτηριστικά.

3.4.1 Εκλογή συχνότητας πλαισίων.

Όπως σημειώσαμε στο πρώτο κεφάλαιο, η εικόνα στην τηλεόραση μεταδίδεται κατά πλαίσια. Αν η συχνότητα διαδοχής των πλαισίων είναι σχετικά χαμηλή (10 - 15 πλαίσια στο δευτερόλεπτο), τότε και λόγω του μεταισθήματος, δημιουργείται στον παρατηρητή η εντύπωση της συνεχούς κινήσεώς τους, αλλά η εικόνα εμφανίζει τρεμοσβησίματα. Για την εξάλειψη των τρεμοσβησιμάτων, η συχνότητα διαδοχής των πλαισίων πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη συχνότητα τρεμοσβησίματος, δηλαδή μεγαλύτερη από 40 πλαίσια στο δευτερόλεπτο. Έτσι, η χαμηλότερη συχνότητα διαδοχής των πλαισίων καθορίζεται από τις φυσιολογικές ιδιότητες της οράσεώς μας.

Στον αναγνώστη μπορεί να γεννηθεί το ερώτημα: γιατί στον κινηματογράφο ο θεατής δεν ενοχλείται από τρεμοσβησίματα, αφού η συχνότητα διαδοχής είναι 24 πλαίσια στο δευτερόλεπτο; Πραγματικά, στον κινηματογράφο έχομε 24 εικόνες στο δευτερόλεπτο, αλλά κάθε εικόνα προβάλλεται στην οθόνη δυο φορές συνέχεια. Αυτό επιτυγχάνεται με τον περιστρεφόμενο δίσκο επισκοτίσεως (τον obturateur), ο οποίος κλείνει το παράθυρο της μηχανής προβολής δυο φορές στο χρόνο

μιας εικόνας: μια φορά κατά την προώθηση της κινηματογραφικής ταινίας και μια δεύτερη φορά, όταν η εικόνα στέκεται ακίνητη μπροστά το παράθυρο της μηχανής, για να προβληθεί στην οθόνη με σταθερή ένταση φωτός. Έτσι, στις κινηματογραφικές προβολές η πραγματική συχνότητα τρεμοσβησίματος είναι διπλάσια από τη συχνότητα των πλαισίων, δηλαδή 48 Hz.

Κατά την εκλογή της συχνότητας των πλαισίων στην τηλεόραση λαμβάνεται υπόψη και το γεγονός ότι με την επίδραση της κυματώσεως των τάσεων τροφοδοτήσεως και της σκεδάσεως των μαγνητικών γραμμών των μετασχηματιστών πάνω στην ηλεκτρονική δέσμη του εικονογράφου, είναι δυνατή η παραμόρφωση της εικόνας και η εμφάνιση στην οθόνη μαύρων οριζοντίων λωρίδων. Στην περίπτωση ισότητας της συχνότητας πλαισίων και της συχνότητας του δικτύου τροφοδοτήσεως, οι οριζόντιες μαύρες λωρίδες στην εικόνα είναι ακίνητες και δεν διακρίνονται. Όταν οι συχνότητες πλαισίων και δικτύου δεν είναι ίσες, οι οριζόντιες λωρίδες κινούνται προς τα πάνω ή προς τα κάτω στο ρυθμό της διαφοράς $f_\delta - f_n$ ή $f_n - f_\delta$, όπου f_δ η συχνότητα του δικτύου.

Για την τηλεόραση, το πρότυπο CCIR καθορίζει συχνότητα 25 εικόνες στο δευτερόλεπτο, όμως η συχνότητα τρεμοσβησίματος είναι διπλάσια, δηλαδή 50 Hz. Αυτό επιτυγχάνεται με άλλο είδος σαρώσεως της εικόνας, την ***ενδιάμεση σάρωση,*** την οποία θα εξετάσομε παρακάτω. Για συνεχή σάρωση εικόνας η συχνότητα των πλαισίων πρέπει να είναι $f_n = 50$ Hz.

3.4.2 Εκλογή αριθμού γραμμών.

Για να έχομε καλή σαφήνεια εικόνας, πρέπει ο αριθμός των γραμμών Z του ράστερ να είναι μεγάλος. Όσο καλύτερη είναι η εστίαση της ηλεκτρονικής δέσμης στην επιφάνεια της οθόνης, δηλαδή όσο μικρότερη είναι η διάμετρος της δέσμης τόσο μεγαλύτερος μπορεί να είναι ο αριθμός Z. Η απεριόριστη όμως αύξηση των γραμμών, ενώ δεν δίνει πρακτικά αύξηση της σαφήνειας της εικόνας (λόγω της περιορισμένης διαχωριστικής ικανότητας του ματιού), μεγαλώνει την υψηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας ανάλογα με το τετράγωνο του αριθμού Z (σχέση 3.6). Επομένως κατά την εκλογή του αριθμού των γραμμών πρέπει να γίνει συμβιβασμός μεταξύ της σαφήνειας της εικόνας και της επιτρεπομένης ζώνης διελεύσεως των κυκλωμάτων εκπομπής και λήψεως της τηλεοράσεως.

Στο πρότυπο CCIR έχομε $Z = 625$, πράγμα που εξασφαλίζει αρκετά καλή ποιότητα εικόνας. Για $Z = 625$ και $f_n = 50$ Hz (συνεχής σάρωση), η υψηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας είναι (σχέση 3.6):

$$f_{cmax} = 0{,}5\, Z^2 \,.\, f_n = 0{,}5 \times 625^2 \times 50 = 9{,}8 \text{ MHz}. \qquad (3.7)$$

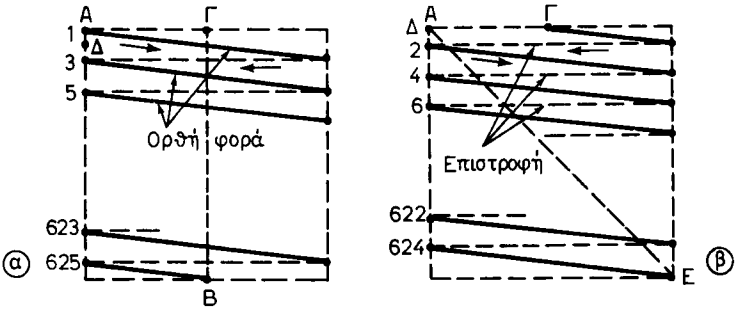
Η μετάδοση τόσο υψηλής συχνότητας εικόνας χωρίς παραμορφώσεις είναι πρόβλημα αρκετά δύσκολο.

3.5 Ενδιάμεση σάρωση.

Είπαμε ότι για την εξάλειψη των τρεμοσβησιμάτων της λαμπρότητας της εικόνας στην οθόνη του δέκτη τηλεοράσεως και για συνεχή σάρωση εικόνας, πρέπει η συχνότητα πλαισίων να είναι 50 Hz. Αλλά με τέτοια συχνότητα πλαισίων η υψηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας είναι μεγάλη (σχέση 3.7). Για την ελάττωση

της υψηλότερης συχνότητας του σήματος εικόνας και επομένως τον περιορισμό του πλάτους του τηλεοπτικού φάσματος και για την εκπομπή 25 εικόνων στο δευτερόλεπτο χωρίς εμφάνιση τρεμοσβησιμάτων, καταφεύγομε στην «ενδιάμεση σάρωση» της εικόνας.

Στην ***ενδιάμεση*** ή ***παρεμβαλλόμενη σάρωση*** το ράστερ, που αποτελείται από 625 γραμμές, διαιρείται σε δύο τμήματα, που ονομάζονται ***πεδία*** ή ***ημιπλαίσια.*** Στην αρχή η ηλεκτρονική δέσμη σχηματίζει μόνο τις περιττές γραμμές: 1η, 3η, 5η κλπ. Οι γραμμές αυτές τοποθετούνται στην ίδια θέση που ήταν τοποθετημένες και στη συνεχή σάρωση. Το τμήμα αυτό του πλαισίου ονομάζεται «πεδίο περιττών γραμμών» ή «περιττό πεδίο» [σχ. 3.5(α)]. Παρατηρούμε ότι στο περιττό πεδίο η τελευταία γραμμή, δηλαδή η 625η, είναι μισή (ως το σημείο Β). Έτσι, το περιττό πεδίο περιέχει τις μισές γραμμές του πλαισίου, δηλαδή 312,5 γραμμές.



Σχ. 3.5.
α) Πεδίο περιττών γραμμών. β) Πεδίο άρτιων γραμμών.

Από το τέλος του περιττού πεδίου (σημείο Β) η ηλεκτρονική δέσμη μετατοπίζεται γρήγορα στο σημείο Γ, που βρίσκεται στην ίδια στάθμη με το σημείο Α, δηλαδή με την αρχή της πρώτης περιττής γραμμής. Από το σημείο Γ η δέσμη, αφού τελειώσει την 625η γραμμή, επιστρέφει στο σημείο Δ και αρχίζει να «γράφει» τις άρτιες γραμμές: 2η, 4η, 6η κλπ. [σχ. 3.5 (β)]. Οι γραμμές αυτές τοποθετούνται ακριβώς στο μέσο των προηγουμένων και έτσι σχηματίζεται το «άρτιο πεδίο». Η τελευταία γραμμή του πεδίου αυτού, δηλαδή η 624η, τερματίζει στο κάτω δεξιά άκρο του πλαισίου (σημείο Ε) και από εκεί η δέσμη επιστρέφει στο σημείο Α για να επαναλάβει το σχηματισμό του περιττού πεδίου κ.ο.κ. Είναι εύκολο να δούμε ότι αν το ένα πεδίο τοποθετηθεί πάνω στο άλλο, παίρνομε το πλαίσιο των 625 γραμμών, όπως στη συνεχή σάρωση.

Ας εξετάσομε τώρα λεπτομερέστερα τις δύο σαρώσεις για να προκύψουν τα πλεονεκτήματα της ενδιάμεσης που, όπως είδαμε, είναι πολυπλοκότερη από τη συνεχή.

Στη συνεχή σάρωση, για να μην έχομε τρεμοσβησίματα στην εικόνα, πρέπει να εκπέμπονται 50 εικόνες στο δευτερόλεπτο. Τότε όμως η υψηλότερη συχνότητα του οπτικού σήματος είναι 9,8 MHz (σχέση 3.7). Εκτός από αυτό για την εκπομπή εικόνων κινούμενων αντικειμένων είναι εντελώς αρκετή μια ταχύτητα διαδοχής 16 - 25 εικόνων στο δευτερόλεπτο (στον κινηματογράφο έχομε 24 εικόνες στο 1″). Με συχνότητα πλαισίων 25 Hz στη συνεχή σάρωση, η υψηλότερη συχνότητα του

οπτικού σήματος γίνεται η μισή (4,9 MHz), αλλά η εικόνα διερεύναται από τη δέσμη σε χρόνο $^1/_{25}$ του 1″, δηλαδή σε 40 msec. Αυτό σημαίνει ότι κάθε σημείο της οθόνης βομβαρδίζεται από τη δέσμη και επομένως φωτίζεται κάθε 40 msec. Ο χρόνος αυτός είναι μεγάλος και το μάτι μας δεν διατηρεί τη φωτεινή εντύπωση που του δημιουργήθηκε για κάποιο σημείο πριν 40 msec. Έτσι, η εικόνα τρεμοσβήνει.

Στην ενδιάμεση σάρωση κάθε πεδίο περιέχει 312,5 γραμμές. Για το σχηματισμό των γραμμών αυτών από τη δέσμη, που είναι οι μισές του πλαισίου, απαιτείται μισός χρόνος από τον προηγούμενο, δηλαδή 20 msec. Επομένως, αφού η δέσμη σαρώσει ένα σημείο της οθόνης, ξαναβρίσκεται ύστερα από 20 msec όχι βέβαια ακριβώς στη θέση του ίδιου σημείου, αλλά λίγο χαμηλότερα. Έτσι, η περιοχή γύρω από κάθε σημείο της οθόνης φωτίζεται κάθε 20 msec, δηλαδή 50 φορές στο 1″ (20 msec = 0,02 sec και 1/0,02 sec = 50 Hz). Σ' αυτό το χρόνο το μάτι μας διατηρεί τη φωτεινή εντύπωση του σημείου της ίδιας περιοχής και το τρεμοσβήσιμο της εικόνας εξαφανίζεται.

Η υψηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας με ενδιάμεση σάρωση υπολογίζεται από τη σχέση (3.6) ή (3.7), αλλά με f_n = 25 Hz.

Αν είναι Z = 625 και K = $^4/_3$, θα έχομε:

$$f_{cmax} = 0,5\ Z^2 \cdot f_n = 0,5 \times 625^2 \times 25 = 4,9\ \text{MHz}$$

δηλαδή δυο φορές μικρότερη από εκείνη της σχέσεως (3.7).

Η χαμηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας με ενδιάμεση σάρωση θα ισούται με τη συχνότητα των πεδίων f_π που είναι διπλάσια από τη συχνότητα των πλαισίων f_n. Η συχνότητα αυτή είναι:

$$f_{cmin} = f_\pi = 2f_n = 2 \times 25 = 50\ \text{Hz}$$

Η συχνότητα της γεννήτριας σαρώσεως, που πραγματοποιεί την κατακόρυφη μετακίνηση της ηλεκτρονικής δέσμης, είναι ίση επίσης με τη συχνότητα των πεδίων f_π. Για τα τηλεοπτικά πρότυπα της Ευρώπης είναι f_π = 50 Hz και 25 εικόνες στο 1″ (f_n = 25 Hz) και για την Αμερική f_π = 60 Hz και 30 εικόνες στο 1″.

Έτσι, η χρησιμοποίηση της ενδιάμεσης σαρώσεως μας επιτρέπει να ελαττώσομε τη συχνότητα των πλαισίων κατά δυο φορές χωρίς εμφάνιση τρεμοσβησιμάτων στήν εικόνα, ενώ ταυτόχρονα στενεύει δύο φορές το πλάτος της ζώνης συχνοτήτων του οπτικού σήματος και είναι:

$$\Delta F_\epsilon = F_{\epsilon max} - F_{\epsilon min} = 4,9\ \text{MHz}$$

3.6 Βασικά χαρακτηριστικά τηλεοπτικών προτύπων.

Τα τηλεοπτικά πρότυπα στον κόσμο είναι πέντε: της Αγγλίας, της Αμερικής, της Δυτικής Ευρώπης (CCIR), της Ρωσίας (OIRT) και της Γαλλίας.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των προτύπων είναι:

- Ο αριθμός των γραμμών (ονομαστικός).
- Η συχνότητα των πεδίων.
- Η συχνότητα των πλαισίων (συχνότητα εικόνων).
- Η συχνότητα των γραμμών και

— Η ζώνη των συχνοτήτων του οπτικού σήματος.

Η συχνότητα των πεδίων για τα πρότυπα της Ευρώπης είναι, όπως είπαμε, 50 Hz και για την Αμερική 60 Hz, δηλαδή ίση με τη συχνότητα των δικτύων τροφοδοτήσεως των ηπείρων αυτών. Τους λόγους της ισότητας αυτής τους εξηγήσαμε στην παράγραφο 3.4. Η συχνότητα των πλαισίων ή των εικόνων είναι ίση με το μισό της συχνότητας των πεδίων: 25 Hz για τα πρότυπα της Ευρώπης και 30 Hz για την Αμερική. Η συχνότητα των γραμμών f_z είναι εύκολο να υπολογισθεί, αρκεί να γνωρίζομε τον ονομαστικό αριθμό των γραμμών Z, αφού είναι $f_z = Z \cdot f_n$. Π.χ. για το πρότυπο CCIR είναι Z = 625 και επομένως έχομε:

$$f_z = Z \cdot f_n = 625 \times 25 = 15.625 \text{ Hz} \qquad (3.8)$$

ή και

$$f_z = \frac{Z}{2} f_n = 312{,}5 \times 50 = 15.625 \text{ Hz}$$

Τέλος, με γνωστό τον αριθμό των γραμμών, υπολογίζομε τη ζώνη των συχνοτήτων του οπτικού σήματος με τη βοήθεια της σχέσεως (3.6).

Η διαφορά μεταξύ των τηλεοπτικών προτύπων βρίσκεται βασικά στον αριθμό των γραμμών Z. Το πρότυπο των 625 γραμμών συμβιβάζει με άριστο τρόπο την απαραίτητη ποιότητα (σαφήνεια) της εικόνας με την επιτρεπόμενη απλοποίηση των συσκευών εκπομπής και λήψεώς της. Με αριθμό γραμμών 405 (Αγγλικό πρότυπο) η σαφήνεια της εικόνας δεν είναι αρκετή. Με αύξηση του αριθμού των γραμμών πάνω από τις 625, μεγαλώνει υπερβολικά το πλάτος της ζώνης συχνοτήτων του οπτικού σήματος και οι συσκευές εκπομπής και λήψεως γίνονται συνθετότερες. Επί πλέον σε ορισμένη περιοχή συχνοτήτων κατανέμονται λιγότεροι πομποί τηλεοράσεως.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6.1
Βασικά χαρακτηριστικά των διαφόρων τηλεοπτικών προτύπων

Χαρακτηριστικά προτύπου	Τηλεοπτικά πρότυπα			
	Αγγλίας	ΗΠΑ	CCIR OIRT*	Γαλλίας
Αριθμός γραμμών (ονομαστικός)	405	525	625	819
Συχνότητα πεδίων σε Hz	50			60
Συχνότητα πλαισίων σε Hz	25	30	25	25
Συχνότητα γραμμών σε Hz	10125	15750	15625	20475
Λόγος πλευρών πλαισίου	4:3	4:3	4:3	4:3
Ζώνη συχνοτήτων σήματος εικόνας σε MHz	2,1	4,2	CCIR 4,9 OIRT 6	8,4

* CCIR = Committee Consultative International Radiocommunication
OIRT = Organization International Radio - Television

Την πιο μεγάλη σαφήνεια εικόνας έχει το Γαλλικό πρότυπο (819 γραμμές), αλλά αυτό συνεπάγεται πρόσθετη δαπάνη, επειδή η ζώνη συχνοτήτων φθάνει τα 8,4 MHz αντί για 4,9 MHz που έχομε με 625 γραμμές.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των διαφόρων τηλεοπτικών προτύπων φαίνονται στον Πίνακα 3.6.1.

3.7 Αμαύρωση και συγχρονισμός.

Κατά τη διερεύνηση μιας εικόνας στον εικονολήπτη και κατά την αναπαραγωγή της στον εικονογράφο του δέκτη, αξιοποιούνται μόνο οι κινήσεις της δέσμης από τα αριστερά προς τα δεξιά του μωσαϊκού (στόχου) ή της οθόνης. Οι επιστροφές της δέσμης δημιουργούν παρασιτικά σήματα στον πομπό και φωτεινές παρενοχλήσεις στην οθόνη του δέκτη που προκαλούν ασάφεια στην εικόνα. Το ίδιο συμβαίνει και με την κατακόρυφη επιστροφή της δέσμης, ύστερα από τη διερεύνηση κάθε πεδίου της εικόνας.

Για την αποφυγή των παρασιτικών σημάτων στον πομπό και των φωτεινών παρενοχλήσεων στην οθόνη του δέκτη, που μπορούν να δημιουργηθούν από τις επιστροφές της δέσμης, χρησιμοποιούνται ειδικοί παλμοί οι οποίοι αποκόπτουν τη δέσμη κατά την επιστροφή της οριζόντια και κατακόρυφα. Οι παλμοί αυτοί, επειδή «μαυρίζουν» την οθόνη κατά το χρόνο επιστροφής της δέσμης, ονομάζονται ***παλμοί αμαυρώσεως*** και η δράση τους ***αμαύρωση***.

Οι παλμοί αμαυρώσεως χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

— Σε «παλμούς αμαυρώσεως γραμμών» και

— σε «παλμούς αμαυρώσεως πλαισίων».

Η διάκριση δεν είναι τυπική, γιατί διαφέρουν μεταξύ τους κατά τη διάρκεια, αφού διαφορετικοί είναι και οι χρόνοι επιστροφής της δέσμης οριζόντια και κατακόρυφα κατά τους οποίους πρέπει να δράσουν. Και οι δυο κατηγορίες παλμών παράγονται στον πομπό και, αφού ενεργήσουν στον εικονολήπτη, εισάγονται στο τηλεοπτικό σήμα και μεταφέρονται στο δέκτη για να ενεργήσουν και στον εικονογράφο. Οι παλμοί αμαυρώσεως έχουν κατάλληλο πλάτος και πολικότητα ώστε, όταν ενεργούν στο κύκλωμα πλέγματος - καθόδου των αντιστοίχων σωλήνων, να αποκόπτουν τη δέσμη κατά τη διάρκεια των επιστροφών της.

— Απαραίτητη συνθήκη για την αναπαραγωγή της εικόνας στο δέκτη τηλεοράσεως είναι ο αυστηρός συγχρονισμός των κινήσεων της καταγραφικής δέσμης στον εικονογράφο και της διερευνητικής δέσμης στον εικονολήπτη. Επειδή η δέσμη κινείται οριζόντια για το σχηματισμό γραμμών και κατακόρυφα για το σχηματισμό πλαισίων, δηλαδή έχομε σαρώσεις γραμμών και πλαισίων, διακρίνομε το «συγχρονισμό γραμμών» και το «συγχρονισμό πλαισίων». Για την πραγματοποίηση των συγχρονισμών αυτών χρησιμοποιούνται επίσης ειδικοί παλμοί που ονομάζονται αντίστοιχα ***παλμοί συγχρονισμού γραμμών*** και ***παλμοί συγχρονισμού πλαισίων*** (πεδίων).

Γνωρίζομε ακόμη, ότι μεταξύ των συχνοτήτων σαρώσεως γραμμών και σαρώσεως πλαισίων υπάρχει εντελώς καθορισμένη σχέση, όπως υπάρχει και μεταξύ της συχνότητας πλαισίων και της συχνότητας του δικτύου τροφοδοτήσεως. Έτσι, για την πραγματοποίηση μιας τηλεοπτικής εκπομπής είναι απαραίτητο να εξασφαλισθεί συγχρονισμός μεταξύ της σαρώσεως πλαισίων και του δικτύου τροφοδοτήσεως, μεταξύ της σαρώσεως γραμμών και της σαρώσεως πλαισίων, καθώς επίσης και μεταξύ των δύο σαρώσεων στον πομπό και των ίδιων σαρώσεων στο δέκτη. Οι παλμοί συγχρονισμού παράγονται στον πομπό και, αφού ενεργήσουν στις «γεννήτριες σαρώσεως» γραμμών και πλαισίων, που ρυθμίζουν την κίνηση της διερευνητικής δέσμης στον εικονολήπτη, εισάγονται στο τηλεοπτικό σήμα και μεταφέρονται στο δέκτη για να ενεργήσουν στις αντίστοιχες γεννήτριες που ρυθμίζουν

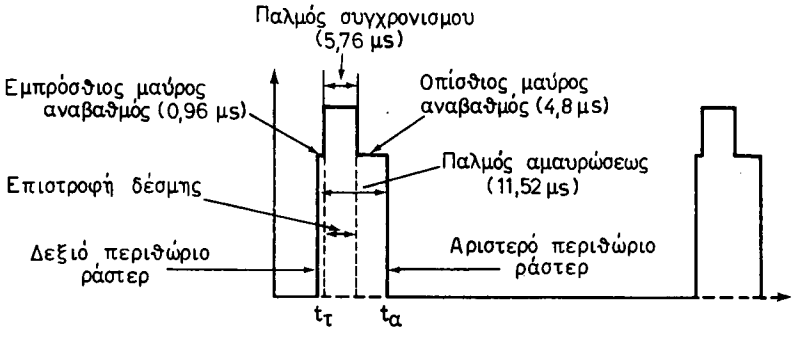
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

την κίνηση της καταγραφικής δέσμης στον εικονογράφο. Οι παλμοί συγχρονισμού γραμμών και πλαισίων διαφέρουν μεταξύ τους κατά διάρκεια.

3.8 Παλμοί συγχρονισμού και αμαυρώσεως γραμμών.

Εξετάζομε στη συνέχεια τη μορφή των παλμών συγχρονισμού και αμαυρώσεως γραμμών, καθώς και τη δράση τους κατά την οριζόντια σάρωση μιας εικόνας.

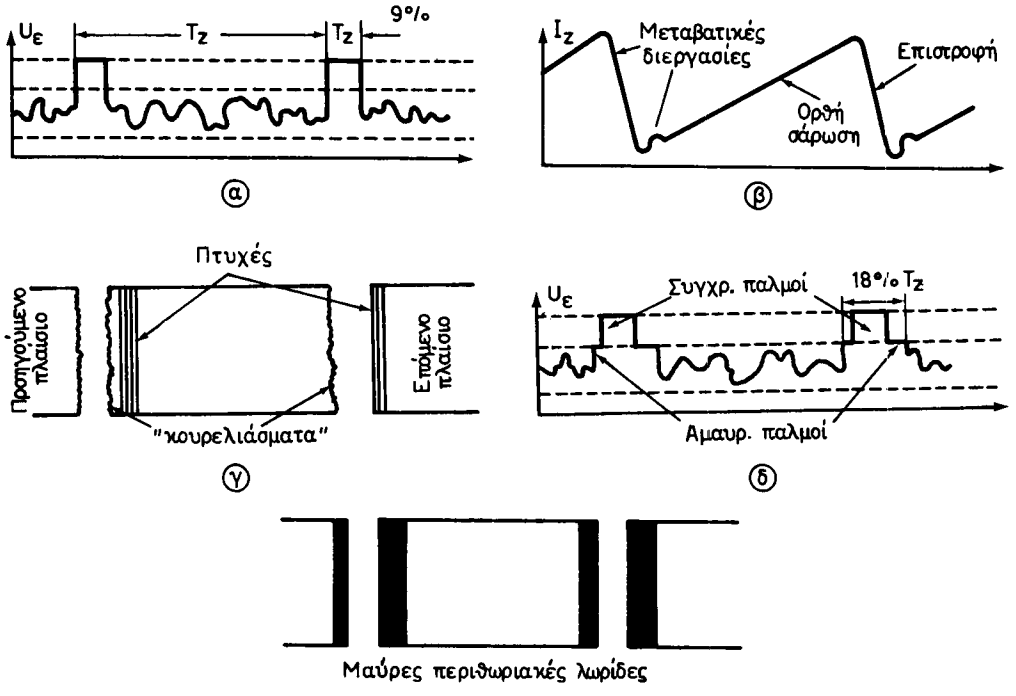
Στο σχήμα 3.8α φαίνεται ένα τμήμα του σήματος εικόνας με τους παλμούς συγχρονισμού και αμαυρώσεως γραμμών. Η διάρκεια του παλμού συγχρονισμού είναι μικρότερη από τη διάρκεια του παλμού αμαυρώσεως και η σχετική τοποθέτηση μεταξύ τους είναι ασύμμετρη. Η οριζόντια επιστροφή της δέσμης πρέπει να αρχίζει και να τελειώνει στη διάρκεια δράσεως του παλμού αμαυρώσεως, δηλαδή στο χρόνο $t_α - t_τ$. Στην περίπτωση αυτή η γραμμή επιστροφής δεν μπορεί να φανεί στην οθόνη της λυχνίας εικόνας.



Σχ. 3.8α.
Ο παλμός συγχρονισμού και αμαυρώσεως των γραμμών.

Εφόσον ο χρόνος επιστροφής της δέσμης δεν χρησιμοποιείται για την εκπομπή σήματος εικόνας, θα πρέπει αυτός να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος. Όμως, για την περίπτωση μαγνητικής αποκλίσεως της δέσμης, ο χρόνος της οριζόντιας επιστροφής της δεν μπορεί να είναι μικρότερος της περιόδου μιας γραμμής. Αυτό υπαγορεύεται από δυο λόγους: πρώτο, με πολύ μικρό χρόνο επιστροφής, δημιουργούνται στα πηνία οριζόντιας αποκλίσεως ισχυρές παρασιτικές ταλαντώσεις και δεύτερο, επειδή η διάρκεια των παλμών συγχρονισμού γραμμών πρέπει να είναι μικρότερη από το χρόνο της οριζόντιας επιστροφής, με τόσο βραχείς παλμούς συγχρονισμού δεν εξασφαλίζεται σταθερότητα στο συγχρονισμό του δέκτη (στο συγχρονισμό του δέκτη θα επιδρούν οι παλμικοί θόρυβοι που έχουν επίσης μικρή διάρκεια).

Μεγαλύτερη σημασία έχει η μορφή των παλμών συγχρονισμού. Για έναν ακριβή συγχρονισμό, τα εμπρόσθια μέτωπα των παλμών πρέπει να είναι όσο το δυνατόν απότομα και το ύψος τους(το πλάτος τους), σταθερό [σχ. 3.8β(α)]. Οι τόσο αυστηρές απαιτήσεις για τη μορφή του παλμού είναι δικαιολογημένες, επειδή από το εμπρόσθιο μέτωπο του παλμού καθορίζονται το τέλος της ορθής σαρώσεως και η αρχή της ανάστροφης.



Σχ. 3.86.
Σύνθεση των γραμμοπαλμών.

Οι παρασιτικές ταλαντώσεις, που δημιουργούνται στα πηνία οριζόντιας αποκλίσεως στη διάρκεια επιστροφής της δέσμης, διαταράσσουν τη γραμμικότητα της ορθής σαρώσεως στην αρχή και στο τέλος της. Στην αρχή επιπροστίθενται στην ορθή σάρωση υπολείμματα παρασιτικών ταλαντώσεων ενώ στο τέλος εμφανίζονται μεταβατικές διεργασίες, με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων παρασιτικών ταλαντώσεων στα πηνία γραμμών [σχ. 3.86(β)].

Λόγω των παραμορφώσεων αυτών της ορθής σαρώσεως, εμφανίζονται κατακόρυφες πτυχώσεις στο αριστερό περιθώριο της οθόνης και ακόμη, τα δύο περιθώρια (αριστερό και δεξιό) είναι «κουρελιασμένα» [σχ. 3.86(γ)]. Για να μη φαίνονται στην οθόνη οι παραμορφώσεις αυτές, πρέπει η ηλεκτρονική δέσμη να διακόπτεται λίγο ενωρίτερα από το τέλος της ορθής σαρώσεως και να αποκαθίσταται λίγο αργότερα από την αρχή της επόμενης ορθής σαρώσεως. Αυτό επιτυγχάνεται με τον παλμό αμαυρώσεως γραμμών, που έχει διάρκεια μεγαλύτερη από εκείνη του παλμού συγχρονισμού [16% - 18% της περιόδου μιας γραμμής, σχ. 3.86(δ)].

Επειδή η διάρκεια των μεταβατικών διεργασιών ειναι μεγαλύτερη στην αρχή κάθε γραμμής παρά,στο τέλος της, οι παλμοί συγχρονισμού δεν τοποθετούνται στο μέσο των παλμών αμαυρώσεως, αλλά είναι μερικώς μετατοπισμένοι προς τα αριστερά.

Το αριστερό υπόλοιπο του παλμού αμαυρώσεως, που δεν καλύπτεται από τον παλμό συγχρονισμού, δημιουργεί μια κατακόρυφη μαύρη λωρίδα στο δεξιό περι-

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

θώριο της οθόνης ενώ το δεξιό υπόλοιπο του παλμού αυτού δημιουργεί μιαν ίδια λωρίδα στο αριστερό περιθώριο της οθόνης [σχ. 3.8β(ε)]. Οι μαύρες αυτές λωρίδες καλύπτουν τις παραμορφώσεις του ράστερ, που εξετάσαμε προηγουμένως και ονομάζονται ***περιθωριακές λωρίδες***. Τα υπόλοιπα του παλμού αμαυρώσεως, που δημιουργούν τις μαύρες περιθωριακές λωρίδες, ονομάζονται «εμπρόσθιος» (το αριστερό υπόλοιπο) και «οπίσθιος μαύρος αναβαθμός» (το δεξιό υπόλοιπο).

Επανερχόμαστε τώρα στην εξέταση του σχήματος 3.8α. Στο χρονικό διάστημα μεταξύ της στιγμής t_T και του εμπρόσθιου μετώπου του παλμού συγχρονισμού, η δέσμη τελειώνει το γράψιμο της ορθής γραμμής, αλλά στο διάστημα αυτό η οθόνη είναι μαυρισμένη. Τη στιγμή ακριβώς του εμπρόσθιου μετώπου του παλμού συγχρονισμού, η ορθή πορεία της δέσμης διακόπτεται και η γεννήτρια σαρώσεως γραμμών περνά στη λειτουργία της ανάστροφης πορείας. Η γεννήτρια γραμμών οδηγεί τη δέσμη, με την οθόνη μαυρισμένη στο αριστερό περιθώριο του ράστερ. Η επιστροφή της δέσμης τελειώνει λίγο πριν από τη στιγμή t_a, οπότε ξαναρχίζει την ορθή της πορεία. Η γραμμή σαρώσεως φαίνεται στην οθόνη του δέκτη ύστερα από τη στιγμή t_a, που είναι και η στιγμή του τέλους της δράσεως του παλμού αμαυρώσεως. Το τέλος της επιστροφής της δέσμης δεν ρυθμίζεται από το οπίσθιο μέτωπο του παλμού συγχρονισμού, αλλά καθορίζεται από κυκλώματα του δέκτη και από τα χαρακτηριστικά της γεννήτριας σαρώσεως γραμμών. Ο παλμός συγχρονισμού, με το εμπρόσθιο μέτωπό του, ρυθμίζει μόνο τη στιγμή ενάρξεως της επιστροφής της δέσμης.

Προσδιορίζομε στη συνέχεια τις διάρκειες των παλμών συγχρονισμού και αμαυρώσεως. Στο πρότυπο CCIR, η διάρκεια του παλμού συγχρονισμού είναι ίση με τα 9% της περιόδου μιας γραμμής T_z. Επειδή η συχνότητα των γραμμών είναι $f_z = 15.625$ Hz (σχέση 3.8), έχομε:

$$T_z = \frac{1}{f_z} = \frac{1}{15.625} = 64 \ \mu\text{sec}$$

και διάρκεια παλμού συγχρονισμού 64 μsec × 0,09 = 5,76 μsec.

Η διάρκεια του παλμού αμαυρώσεως είναι ίση με τα 18% της περιόδου T_z δηλαδή:

διάρκεια παλμού αμαυρώσεως = 64 × 0,18 = 11,52 μsec.

Ο εμπρόσθιος μαύρος αναβαθμός έχει διάρκεια ίση με το 1,5% της T_z, δηλ. είναι 64 × 0,015 = 0,96 μsec, οπότε η διαφορά 11,52 − (0,96 + 5,76) = 4,8 μsec απομένει για τον οπίσθιο μαύρο αναβαθμό. Οι διάρκειες αυτές είναι σημειωμένες στο σχήμα 3.8α.

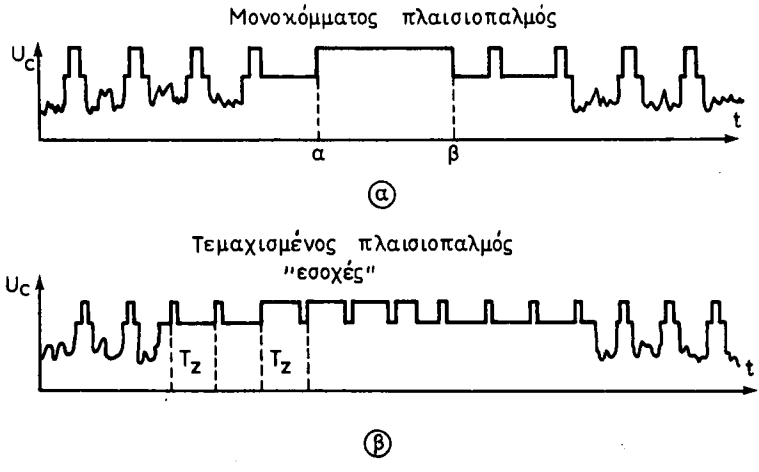
Τέλος, από όλα όσα είπαμε, βγαίνει το συμπέρασμα ότι οι παλμοί συγχρονισμού και αμαυρώσεως γραμμών εμφανίζονται στό τηλεοπτικό σήμα κάθε 64 μsec και επομένως έχουν συχνότητα ίση με τη συχνότητα των γραμμών. Προκύπτει επίσης ότι ο διαθέσιμος χρόνος για την εκπομπή σήματος εικόνας κατά μήκος μιας γραμμής είναι: 64 − 11,52 = 52,48 μsec.

3.9 Παλμοί συγχρονισμού και αμαυρώσεως πλαισίων.

Στην απλούστερη περίπτωση, οι παλμοί συγχρονισμού και αμαυρώσεως πλαι-

σίων διαφέρουν από τους αντίστοιχους των γραμμών μόνο στη διάρκεια. Η διάρκεια των παλμών συγχρονισμού πλαισίων καθορίσθηκε, για το πρότυπο CCIR, ίση με τη διάρκεια 2,5 γραμμών, δηλαδή 2,5 T_z = 2,5 × 64 = 160 μ sec, και η διάρκεια του παλμού αμαυρώσεως ίση με το χρόνο 20 περίπου γραμμών, δηλαδή 20. Tz = 20×64 = 1280 μsec. Όπως στην περίπτωση των γραμμών, έτσι και εδώ ο παλμός συγχρονισμού πλαισίων τοποθετείται επάνω στον παλμό αμαυρώσεως.

Η μορφή του παλμού συγχρονισμού πλαισίων πρέπει να είναι τέτοια, ώστε στο τέλος του περιττού πεδίου, η ορθή κίνηση της δέσμης να διακόπτεται στη μέση της τελευταίας γραμμής ενώ στο τέλος του άρτιου πεδίου στο τέρμα της επιστροφής της τελευταίας γραμμής. Για το σχηματισμό των πάνω και κάτω περιθωριακών μαύρων λωρίδων θα πρέπει ο χρόνος της κατακόρυφης επιστροφής της δέσμης να είναι μικρότερος από τη διάρκεια του παλμού αμαυρώσεως πλαισίων, ενώ η επιστροφή πρέπει να αρχίζει αργότερα από το εμπρόσθιο μέτωπο του παλμού αμαυρώσεως. Εκτός από αυτό, είναι απαραίτητο, στη διάρκεια εκπομπής των παλμών συγχρονισμού πλαισίων, να υπάρχουν και παλμοί συγχρονισμού γραμμών.

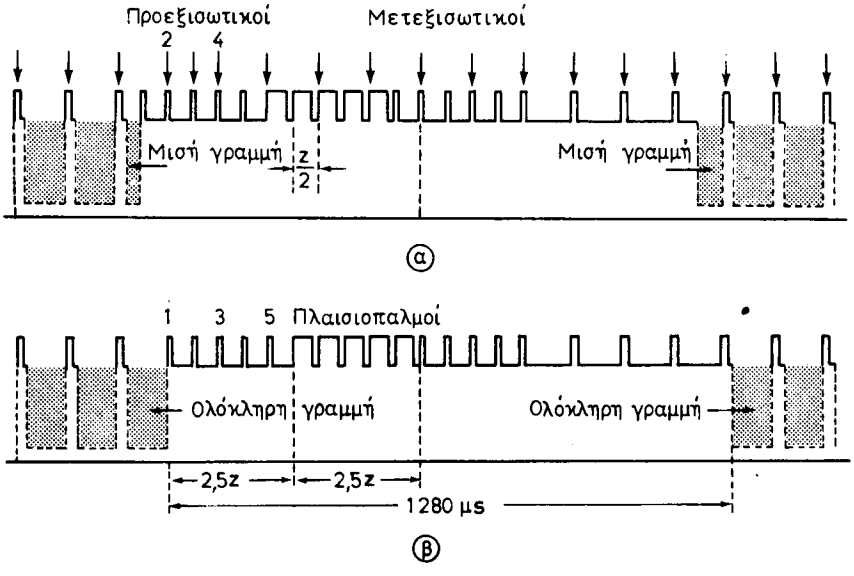


Σχ. 3.9α.
Σύνθεση των πλαισιοπαλμών.

Ας υποθέσομε ότι ο παλμός συγχρονισμού πλαισίων έχει την απλή μορφή που φαίνεται στο σχήμα 3.9α(α). Κατά το χρόνο δράσεως του μονοκόμματου και μεγάλου σε διάρκεια παλμού συγχρονισμού πλαισίων, δηλαδή στο χρονικό διάστημα α — β, δεν υπάρχουν παλμοί συγχρονισμού γραμμών και η αντίστοιχη γεννήτρια μένει ασυγχρόνιστη. Για να είναι συνεχής ο συγχρονισμός της γεννήτριας γραμμών, ο πλατύς παλμός συγχρονισμού πλαισίων φέρει τις λεγόμενες «εσοχές», με τις οποίες χωρίζεται σε περισσότερους βραχύτερους παλμούς [σχ. 3.9α(β)]. Οι διάρκειες των εσοχών και οι θέσεις τους είναι τέτοιες, ώστε να λειτουργούν κανονικά τόσο η κατακόρυφη όσο και η οριζόντια σάρωση στό δέκτη. Π.χ., οι εσοχές στο σχήμα 3.9α(β) έγιναν σε τέτοια θέση, ώστε τα εμπρόσθια μέτωπα των μερικών παλμών συγχρονισμού πλαισίων να απέχουν μεταξύ τους όσο και τα αντίστοιχα των παλμών συγχρονισμού γραμμών. Έτσι η γεννήτρια σαρώσεως γραμμών του δέκτη μπορεί να συγχρονισθεί με τα εμπρόσθια μέτωπα των παλμών συγχρονισμού πλαισίων.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

Στην πραγματικότητα η σύνθεση των παλμών συγχρονισμού πλαισίων είναι πολυπλοκότερη από αυτή που φαίνεται στο σχήμα 3.9α. Πρώτα από όλα στην ενδιάμεση σάρωση έχομε εκπομπή 50 πεδίων στο δευτερόλεπτο. Επομένως η κατακόρυφη επιστροφή της δέσμης σαρώσεως γίνεται δυο φορές στη διάρκεια εκπομπής μιας εικόνας: την πρώτη φορά, ύστερα από την εκπομπή του περιττού πεδίου και τη δεύτερη, ύστερα από την εκπομπή του άρτιου. Καθεμιά από αυτές τις επιστροφές έχει δικό της παλμό αμαυρώσεως (τον περιττό και τον άρτιο) και δικούς της παλμούς συγχρονισμού (σχ. 3.9β). Και οι δύο παλμοί αμαυρώσεως έχουν την ίδια διάρκεια, δηλαδή 1280 μsec, διαφέρουν όμως στο ότι ο περιττός παλμός αρχίζει από τη μέση της τελευταίας γραμμής [σχ. 3.9β(α)] ενώ ο άρτιος, από το τέρμα της επιστροφής της τελευταίας γραμμής, δηλαδή από την αρχή της επόμενης [σχ. 3.9β(β)].



Σχ. 3.9β.
Τα πλήρη συγχρονιστικά σήματα.
α) Για τα περιττά πεδία. β) Για τα άρτια πεδία.

Ο πλατύς παλμός συγχρονισμού κάθε πεδίου διαιρείται σε 5 μερικούς παλμούς. Η διαίρεση γίνεται σε «ρυθμό ημιγραμμών», αφού οι παλμοί αυτοί εμφανίζονται κάθε φορά ύστερα από 312,5 γραμμές. Κάθε παλμός έχει διάρκεια ίση με το 41% της περιόδου μιας γραμμής, δηλαδή 64 × 0,41 = 26,24 μsec. Επομένως αφού η διαίρεση έγινε σε ρυθμό ημιγραμμών (ανά 50% της T_z), η διάρκεια της εσοχής ισουται με το 9% της T_z, δηλαδή 64 × 0,09 = 5,76 μsec. Έτσι έχομε: 26,24 + 5,76 = 32 μsec = 1 ημιγραμμή. Η ισότητα της διάρκειας της εσοχής με τη διάρκεια του παλμού συγχρονισμού γραμμών, που είναι επίσης 5,76 μsec, επιβάλλεται από λόγους απλοποιήσεως μερικών κυκλωμάτων του πομπού. Στο σχήμα 3.9β φαίνεται ότι η γεννήτρια σαρώσεως γραμμών συγχρονίζεται με το εμπρόσθιο μέτωπο κάθε δεύτερου πλαισιοπαλμού [όπως δείχνουν τα βέλη στο σχ. 3.9β(α)].

Έτσι, ανά δύο εμπρόσθια μέτωπα των παλμών συγχρονισμού πλαισίων, το ένα

δεν χρησιμοποιείται. Θα δούμε όμως στα ειδικά κυκλώματα σαρώσεως του δέκτη ότι αυτό δεν πειράζει, επειδή η γεννήτρια σαρώσεως γραμμών δεν ενοχλείται από παρουσιαζόμενους τυχόν παλμούς στους ενδιάμεσους χρόνους των κύκλων λειτουργίας της.

Τέλος, στο πρότυπο CCIR ο πρώτος παλμός συγχρονισμού πλαισίων παρουσιάζεται πάντοτε 2,5 γραμμές (5 ημιγραμμές) ύστερα από την έναρξη του παλμού αμαυρώσεως πλαισίων. Στον εμπρόσθιο αυτό μαύρο αναβαθμό, όπως και στον οπίσθιο, τοποθετούνται οι λεγόμενοι ***εξισωτικοί παλμοί***. Με τη σχετικά μεγάλη χρονική απόσταση μεταξύ του τελευταίου παλμού συγχρονισμού γραμμών και του πρώτου παλμού συγχρονισμού πλαισίων καθώς και με τον προορισμό των εξισωτικών παλμών, θα ασχοληθούμε παρακάτω.

3.10 Εξισωτικοί παλμοί.

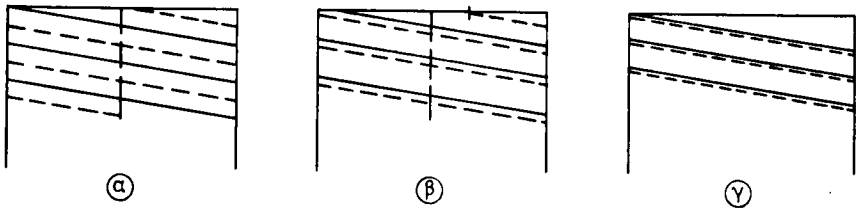
Επειδή ο αριθμός των γραμμών Z στην ενδιάμεση σάρωση πρέπει να είναι οπωσδήποτε ακέραιος και περιττός, το χρονικό διάστημα που χωρίζει τον παλμό συγχρονισμού πλαισίων από τον τελευταιο παλμό συγχρονισμού γραμμών πρέπει να είναι ίσο με T_z (64 μsec) για το άρτιο πεδίο και με $T_z/2$ (32 μsec) για το περιττό. Η διαφορά στη χρονική απόσταση μεταξύ των παραπάνω παλμών για τα άρτια και περιττά πεδία, που είναι ίση με τη διάρκεια μισής γραμμής, πρέπει να διατηρείται σταθερή για να έχομε κανονική ενδιάμεση σάρωση. Βασική ακόμη προϋπόθεση για μια σωστή αλληλοδιαδοχή των άρτιων και περιττών γραμμών στην ενδιάμεση σάρωση είναι η απολύτως ίση χρονική διάρκεια της κατακόρυφης σαρώσεως και των δύο πεδίων. Η εκπλήρωση των προϋποθέσεων που αναφέραμε επιτυγχάνεται με το συγχρονισμό της γεννήτριας σαρώσεως πλαισίων, που γίνεται με τη βοήθεια των αντιστοίχων παλμών, και με την εξασφάλιση σταθερότητας στη λειτουργία της.

Κατά το συγχρονισμό της γεννήτριας της κατακόρυφης σαρώσεως του δέκτη, το εμπρόσθιο μέτωπο του παλμού συγχρονισμού πλαισίων καθορίζει την έναρξη της κατακόρυφης επιστροφής της δέσμης. Επομένως, οι στιγμές ενάρξεως της κατακόρυφης επιστροφής της δέσμης σε κάθε πεδίο είναι αυστηρά καθορισμένες. Οι παλμοί συγχρονισμού πλαισίων διαχωρίζονται στο δέκτη από τους παλμούς συγχρονισμού γραμμών με τη βοήθεια ειδικών κυκλωμάτων και κατά το διαχωρισμό τους παίρνουν μιαν άλλη μορφή που δεν είναι ορθογώνια. Οι παλμοί συγχρονισμού πλαισίων πρέπει να είναι εντελώς όμοιοι στη μορφή και για τα δύο πεδία.

Κατά το διαχωρισμό των παλμών συγχρονισμού εμφανίζεται κάποια επίδραση του τελευταίου παλμού συγχρονισμού γραμμών στη μορφή των παλμών συγχρονισμού πλαισίων. Η επίδραση αυτή είναι μεγαλύτερη στο περιττό πεδίο, επειδή ο τελευταίος παλμός συγχρονισμού των γραμμών του βρίσκεται πιο κοντά στον παλμό συγχρονισμού πλαισίων (32 μsec) παρά στο άρτιο (64 μsec). Η μορφή του παλμού συγχρονισμού πλαισίων του περιττού πεδίου, σε σύγκριση με εκείνη του άρτιου, γίνεται τέτοια, ώστε η κατακόρυφη επιστροφή της δέσμης εμφανίζεται ενωρίτερα στο περιττό πεδίο από όσο στο άρτιο. Κάθε ανισότητα μεταξύ της κατακόρυφης επιστροφής των περιττών και της κατακόρυφης επιστροφής των άρτιων

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

πεδίων οδηγεί στη διαταραχή της σωστής αλληλοδιαδοχής των άρτιων και περιττών γραμμών, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται το λεγόμενο ***ζευγάρωμα*** των γραμμών που μπορεί να φθάσει μέχρι την τέλεια σύμπτωσή τους (σχ. 3.10).



Σχ. 3.10.
α) Σωστή αλληλοδιαδοχή άρτιων και περιττών γραμμών. β) Ζευγάρωμα γραμμών. γ) Σύμπτωση γραμμών.

Για να μειωθεί η επίδραση του τελευταίου παλμού συγχρονισμού γραμμών στην κατακόρυφη σάρωση, αυξάνομε το χρονικό διάστημα μεταξύ του παλμού αυτού και του πρώτου παλμού συγχρονισμού πλαισίων κατά 2,5 περιόδους γραμμών, δηλαδή κατά 2,5 × 64 = 160 μsec. Το παραπάνω χρονικό διάστημα είναι αρκετό για να μην εμφανίζεται επίδραση του τελευταίου παλμού συγχρονισμού γραμμών στην κατακόρυφη σάρωση τόσο στα άρτια όσο και στα περιττά πεδία.

Επειδή στο χρονικό διάστημα των 2,5 γραμμών η γεννήτρια σαρώσεως γραμμών δεν πρέπει να μένει ασυγχρόνιστη, τοποθετούνται εκεί 5 παλμοί που ονομάζονται ***προεξισωτικοί.*** Οι νέοι αυτοί παλμοί απέχουν μεταξύ τους κατά $T_z/2$ και επομένως έχουν διπλάσια συχνότητα επαναλήψεως από αυτή των παλμών συγχρονισμού γραμμών. Η διάρκεια κάθε παλμού είναι ίση με το μισό της διάρκειας του παλμού συγχρονισμού γραμμών, δηλαδή ίση με 2,88 μsec, και η διάρκεια κάθε εσοχής ίση με 32 – 2,88 = 29,12 μsec. Για το συγχρονισμό των γραμμών στο περιττό πεδίο [σχ. 3.9β(α)] πρέπει να εργάζονται ο 2ος και 4ος προεξισωτικός παλμός, ενώ στο άρτιο [σχ. 3.9β(β)] ο 1ος, ο 3ος και ο 5ος.

Είδαμε ότι η έναρξη της κατακόρυφης επιστροφής της δέσμης καθορίζεται από το εμπρόσθιο μέτωπο του παλμού συγχρονισμού πλαισίων. Το τέλος όμως της επιστροφής που καθορίζει και τη διάρκειά της, εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της γεννήτριας σαρώσεως πλαισίων, η λειτουργία της οποίας δεν πρέπει να παρενοχλείται από ξένες επιδράσεις. Τέτοιες παρενοχλητικές επιδράσεις μπορούν να δημιουργηθούν μετά τη διακοπή των παλμών συγχρονισμού πλαισίων, επειδή το χρονικό διάστημα για τον επόμενο πρώτο παλμό συγχρονισμού γραμμών είναι T_z για το άρτιο πεδίο και $T_z/2$ για το περιττό. Γι' αυτό το λόγο τοποθετούνται και εδώ, ύστερα από τους 5 παλμούς συγχρονισμού πλαισίων, 5 ***μετεξισωτικοί*** παλμοί που είναι ίδιοι με τους προεξισωτικούς (σχ. 3.9α).

Οι εξισωτικοί παλμοί γεφυρώνουν την απόσταση μεταξύ των παλμών συγχρονισμού πλαισίων και του τελευταίου προηγούμενου παλμού συγχρονι-

σμού γραμμών (προεξισωτικοί) καθώς και την απόσταση μεταξύ των ίδιων παλμών και του πρώτου επόμενου παλμού συγχρονισμού γραμμών (μετεξισωτικοί). Η γεφύρωση αυτή εξασφαλίζει τον αδιάκοπο συγχρονισμό της γεννήτριας σαρώσεως γραμμών και συντελεί στη βελτίωση της ποιότητας της εικόνας.

3.11 Πολικότητα και στάθμη του σήματος εικόνας.

Γνωρίζομε ότι η διεργασία σχηματισμού του σήματος εικόνας συνίσταται στη μετατροπή της οπτικής εικόνας του αντικειμένου σε ηλεκτρική (σε ανάγλυφο δυναμικού στο μωσαϊκό του εικονολήπτη) και στη σάρωση αυτού του ανάγλυφου δυναμικού με τη βοήθεια της ηλεκτρονικής δέσμης. Με τη σάρωση, η ηλεκτρονική δέσμη διερευνά διαδοχικά τα στοιχεία του μωσαϊκου (στόχου) που έχουν διαφορετικό δυναμικό. Έτσι, η αντίσταση φορτίου του εικονολήπτη διαρρέεται από αντίστοιχα ρεύματα, τα οποία δημιουργούν στα άκρα της την τάση του σήματος εικόνας.

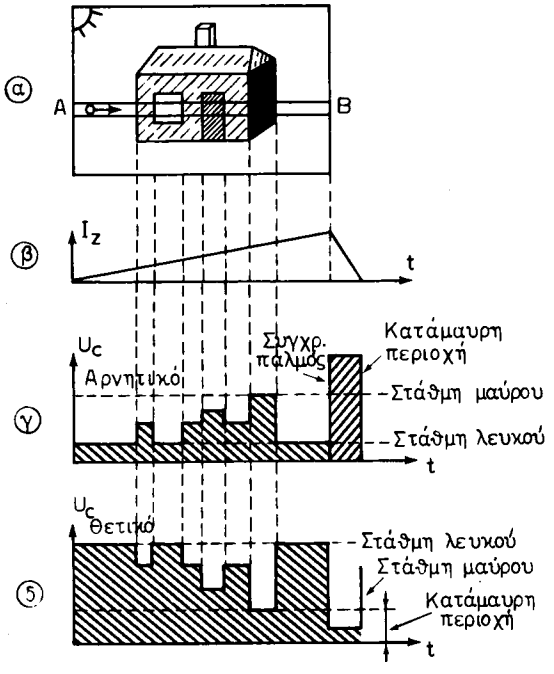
Αν τα λευκά στοιχεία της εικόνας αντιστοιχούν στη μικρότερη τάση σήματος στο φορτίο και τα μαύρα στη μεγαλύτερη, λέμε ότι έχομε σήμα με ***αρνητική πολικότητα.*** Αν όμως τα λευκά στοιχεία της εικόνας αντιστοιχούν στη μεγαλύτερη στάθμη του σήματος στο φορτίο και τα μαύρα, στη μικρότερη, το σήμα έχει ***θετική πολικότητα.***

Το σήμα εικόνας στην αντίσταση φορτίου μερικών εικονοληπτών έχει αρνητική πολικότητα. Αν το σήμα αυτό εφαρμοσθεί στο οδηγό πλέγμα του εικονογράφου χωρίς αλλαγή της πολικότητας, θα εμφανισθεί στην οθόνη του αρνητική εικόνα, δηλαδή τα λευκά στοιχεία του αντικειμένου γίνονται μαύρα, και τα μαύρα λευκά. Κατά την ενίσχυση του σήματος εικόνας η πολικότητά του αναστρέφεται ύστερα από κάθε βαθμίδα ενισχύσεως. Ανάλογα με τον αριθμό των βαθμίδων αυτών, το σήμα αποκτά θετική ή αρνητική πολικότητα. Το θετικό σήμα εφαρμόζεται στο οδηγό πλέγμα ενώ το αρνητικό στην κάθοδο του εικονογράφου.

Εξετάζομε τη διεργασία σχηματισμού του σήματος μιας εικόνας, που έχει μόνο τέσσερεις κλιμακώσεις φωτεινότητας [σχ. 3.11(α)]. Με τη βοήθεια του πριονωτού ρεύματος που διαρρέει τα πηνία αποκλίσεως [σχ. 3.11(β)] η ηλεκτρονική δέσμη του εικονολήπτη κινείται επάνω στο στόχο με το ανάγλυφο δυναμικού, που είναι αντίστοιχο της οπτικής εικόνας, και την «διαβάζει» γραμμή προς γραμμή. Στο σχήμα 3.11(γ) φαίνεται το σήμα εικόνας με αρνητική πολικότητα για ένα χρονικό διάστημα κατά το οποίο η δέσμη κινείται στη γραμμή ΑΒ.

Η στάθμη του σήματος, που αντιστοιχεί στα πιο φωτεινά στοιχεία της εικόνας (στο φόντο και στο παράθυρο του οικίσκου), ονομάζεται ***στάθμη του λευκού*** ενώ η στάθμη του σήματος, που αντιστοιχεί στα πιο σκοτεινά στοιχεία (στον αφώτιστο τοίχο του οικίσκου), ***στάθμη του μαύρου.*** Τα σήματα των στοιχείων της εικόνας με μέση φωτεινότητα (μεταξύ μαύρου και λευκού) έχουν ενδιάμεσες στάθμες (γκρίζες στάθμες).

Κατά το χρόνο της επιστροφής της δέσμης δεν μεταδίδονται σήματα εικόνας και αυτό το χρονικό διάστημα χρησιμοποιείται για την εκπομπή των παλμών συγχρονισμού γραμμών. Για να γίνεται εύκολα στο δέκτη ο διαχωρισμός των παλμών συγχρονισμού από το σήμα εικόνας, οι παλμοί αυτοί εκπέμπονται σε στάθμη πιο μαύρη από τη μαύρη. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο όλοι οι παλμοί συγχρονισμού



Σχ. 3.11.
Σχηματισμός του σήματος εικόνας.

του τηλεοπτικού σήματος (σχ. 3.9α) είναι τοποθετημένοι επάνω στους παλμούς αμαυρώσεως.

3.12 Συνεχής συνιστώσα σήματος εικόνας.

Το σήμα εικόνας εκτός από τη συχνότητα και τη στάθμη του, χαρακτηρίζεται ακόμη και από τη μέση του τιμή ή από τη λεγόμενη ***συνεχή συνιστώσα.*** Όσο μεγαλύτερο είναι το εμβαδό της επιφάνειας των φωτεινών στοιχείων μιας εικόνας τόσο μεγαλύτερη είναι η συνεχής συνιστώσα και αντίθετα. Αν το αντικείμενο φωτισθεί περισσότερο, τα σκοτεινά στοιχεία του γίνονται γκρίζα και τα γκρίζα λευκά, οπότε η συνεχής συνιστώσα μεγαλώνει. Και αντίθετα, αν ο φωτισμός εξασθενήσει, η συνεχής συνιστώσα ελαττώνεται.

Όταν εκπέμπονται εικόνες ακινήτων αντικειμένων με αμετάβλητη φωτεινότητα, η συνεχής συνιστώσα του σήματος εικόνας παραμένει σταθερή και ίση με τη μέση τιμή του σήματος εικόνας στη διάρκεια μερικών πλαισίων. Εφόσον όμως η φωτεινότητα και το περιεχόμενο της εκπεμπόμενης εικόνας μεταβάλλονται, η συνεχής συνιστώσα επίσης μεταβάλλεται. Κατά κανόνα οι μεταβολές αυτές είναι πολύ χαμηλής συχνότητας από μηδέν μέχρι 2 - 3 Hz. Τέτοιες ***συχνότητες*** ονομάζονται ***μηδενικές.***

Έτσι, το σήμα εικόνας περιέχει τις επόμενες συνιστώσες:

— Την ***εναλλασσόμενη,*** της οποίας η συχνότητα καθορίζεται από τον αριθμό των στοιχείων της εικόνας, ενώ το πλάτος από το κοντράστ της εικόνας, δηλαδή από το λόγο της λαμπρότητας των στοιχείων της και

— τη ***συνεχή,*** που εξαρτάται από τη μέση φωτεινότητα και το περιεχόμενο της εικόνας του αντικειμένου και η οποία μεταβάλλεται ελαφρά κατά τη διάρκεια εκπομπής της εικόνας.

Για την ενίσχυση των τηλεοπτικών σημάτων χρησιμοποιούνται ενισχυτές με αντιστάσεις, που περιέχουν πυκνωτές ως στοιχεία συζεύξεως μεταξύ των βαθμίδων. Η σταθερά χρόνου των κυκλωμάτων συζεύξεως για τη διέλευση των «μηδενικών» συχνοτήτων πρέπει να είναι μεγάλη και επομένως οι πυκνωτές συζεύξεως πρέπει να έχουν πολύ μεγάλη χωρητικότητα. Η χρησιμοποίηση τέτοιων πυκνωτών δεν είναι πρακτικά δυνατή, γι' αυτό κατά την ενίσχυση του σήματος εικόνας είναι αναπόφευκτη η απώλεια της συνεχούς συνιστώσας του. Αν δεν ληφθούν ειδικά μέτρα αποκαταστάσεως της συνεχούς συνιστώσας, τότε η λαμπρότητα του «μαύρου» και του «λευκού» της εικόνας στην οθόνη του δέκτη δεν παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκεια της εκπομπής. Π.χ. κατά την τηλεοπτική εκπομπή κινηματογραφικών ταινιών η φωτεινότητα των σκηνών της ημέρας και της νύκτας δεν αναπαράγεται σωστά.

Η άμεση εκπομπή απαραμόρφωτης συνεχούς συνιστώσας του σήματος εικόνας μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο με τη βοήθεια ενισχυτών συνεχούς τάσεως. Όμως η χρησιμοποίηση τέτοιων ενισχυτών συνδέεται με μια σειρά άλλων δυσκολιών, γι' αυτό στην τηλεοπτική τεχνική χρησιμοποιούνται έμμεσοι τρόποι εκπομπής της συνεχούς συνιστώσας του οπτικού σήματος. Για τη διατήρηση του πραγματικού συσχετισμού στις λαμπρότητες των εκπεμπομένων εικόνων, πρέπει η στάθμη των σημάτων εικόνας όλων των πλαισίων να έχει ενιαία τιμή. Στις τηλεοπτικές συσκευές εκπομπής σαν ενιαία στάθμη λαμβάνεται η «στάθμη του μαύρου», δηλαδή η στάθμη των κορυφών των παλμών αμαυρώσεως.

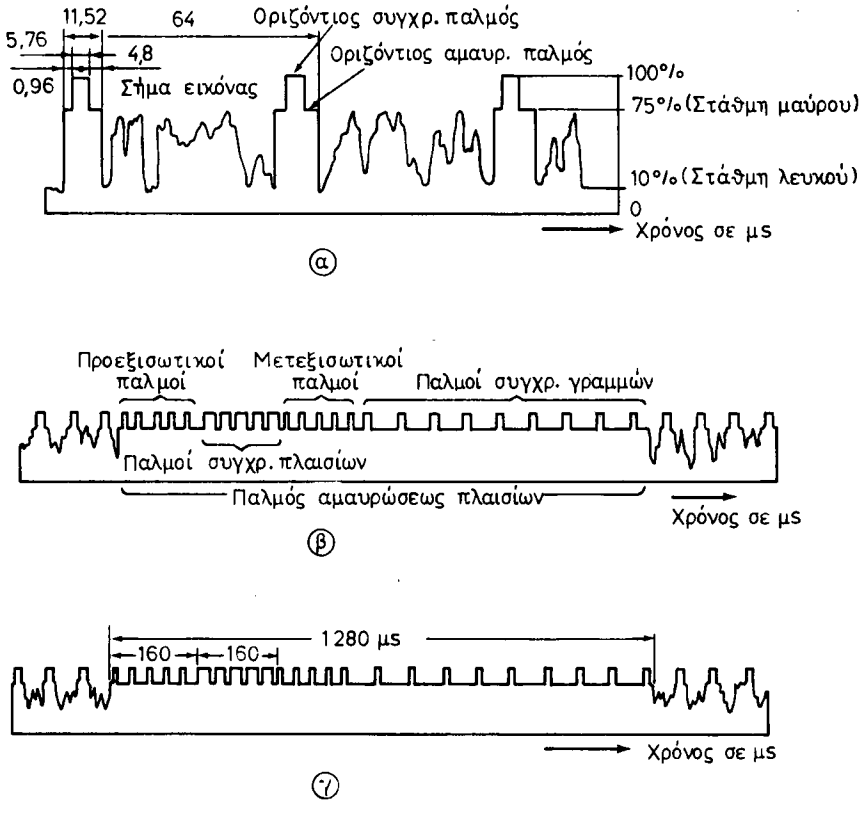
3.13 Το ολοκληρωμένο τηλεοπτικό σήμα.

Στο σχήμα 3.13 φαίνεται η μορφή του ολοκληρωμένου τηλεοπτικού σήματος, για το πρότυπο CCIR, με το σήμα εικόνας στη διάρκεια δύο γραμμών [σχ. 3.13(α)] και με τα σήματα των παλμών του περιττού και του άρτιου πεδίου [σχ. 3.13(β και γ) αντίστοιχα].

Στο διάγραμμα του σχήματος 3.13(α) βλέπομε έπειτα από τον οπίσθιο μαύρο αναβαθμό, που έχει στάθμη τα 75% της ολικής στάθμης του τηλεοπτικού σήματος, τις μεταβολές του σήματος εικόνας. Το σήμα εικόνας πέφτει ως τα 10% από την ολική στάθμη που αντιστοιχούν στα λευκά στοιχεία της εικόνας (στάθμη λευκού) και υψώνεται στα 75% που αποτελούν τη στάθμη του μαύρου. Από τα 10% ως τα 75% βρίσκονται οι στάθμες των γκρίζων διαβαθμίσεων της εικόνας. Ύστερα από τον εμπρόσθιο μαύρο αναβαθμό (στάθμη 75%) το σήμα υψώνεται στα 100% (κατάμαυρη στάθμη), για να δώσει τους παλμούς συγχρονισμού.

Στα άλλα δύο διαγράμματα του σχήματος 3.13 περιέχονται ένα τμήμα του σήματος εικόνας και έξι διαφορετικοί παλμοί, για τους οποίους κρίνομε σκόπιμο να αναφέρομε συγκεντρωτικά το σκοπό και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 3.13.
Το ολοκληρωμένο τηλεοπτικό σήμα.

α) Παλμοί συγχρονισμού γραμμών.

Ρυθμίζουν τη λειτουργία των γεννητριών σαρώσεως γραμμών στον πομπό και στο δέκτη, ώστε η σάρωση των γραμμών να είναι σύγχρονη και συμφασική. Η ρύθμιση γίνεται στην αρχή της οριζόντιας επιστροφής της δέσμης. Συχνότητα παλμών: 15.625 Hz. Διάρκεια: 9% της περιόδου μιας γραμμής (5,76 μsec). Στάθμη: 100%, δηλαδή πιο μαύρη από τη μαύρη.

β) Παλμοί συγχρονισμού πλαισίων.

Ρυθμίζουν τη λειτουργία των γεννητριών σαρώσεως πλαισίων στον πομπό και στο δέκτη, ώστε η σάρωση των πλαισίων να είναι σύγχρονη και συμφασική. Η ρύθμιση γίνεται στην αρχή της κατακόρυφης επιστροφής της δέσμης. Συχνότητα παλμών: 50 Hz (συχνότητα πεδίων) ή κάθε 312,5 γραμμές. Διάρκεια: 5 ημιγραμμές (32 × 5 = 160 μsec). Στάθμη: 100% (πιο μαύρη από τη μαύρη).

γ) Παλμοί αμαυρώσεως γραμμών.

Για την αμαύρωση της οριζόντιας επιστροφής της δέσμης και τη δημιουργία των

μαύρων περιθωριακών λωρίδων (στα αριστερά και δεξιά του πλαισίου). Συχνότητα παλμών: 15.625 Hz. Διάρκεια: 18% της περιόδου μιας γραμμής (11,52 μsec) με εμπρόσθιο μαύρο αναβαθμό 0,96 μsec και οπίσθιο 4,8 μsec. Στάθμη: 75% (στάθμη του μαύρου).

δ) Παλμοί αμαυρώσεως πλαισίων.

Για την αμαύρωση της κατακόρυφης επιστροφής της δέσμης και τη δημιουργία των μαύρων περιθωριακών λωρίδων στην πάνω και κάτω πλευρά του πλαισίου. Συχνότητα παλμων: 50 Hz ή κάθε 312,5 γραμμές. Διάρκεια: 20 περίοδοι γραμμών, ή 1280 μsec, με εμπρόσθιο μαύρο αναβαθμό 160 μsec (2,5 γραμμές) και οπίσθιο 960 μsec (15 γραμμές). Στάθμη: 75% (στάθμη του μαύρου).

ε) Προεξισωτικοί παλμοί.

Γεφυρώνουν το διάστημα μεταξύ του τελευταίου παλμού συγχρονισμού γραμμών και του πρώτου παλμού συγχρονισμού πλαισίων για να μη μένει στο χρονικό αυτό διάστημα ασυγχρόνιστη η γεννήτρια σαρώσεως γραμμών. Συχνότητα παλμών: 31.250 Hz (ρυθμός ημιγραμμών). Διάρκεια: 4,5% της περιόδου μιας γραμμής (2,88 μsec). Στάθμη: 100% (πιο μαύρη από τη μαύρη).

στ) Μετεξισωτικοί παλμοί.

Γεφυρώνουν το διάστημα μεταξύ του τελευταίου παλμού συγχρονισμού πλαισίων και του επόμενου πρώτου παλμού συγχρονισμού γραμμών για να μη μένει στο χρονικό αυτό διάστημα ασυγχρόνιστη η γεννήτρια γραμμών. Συχνότητα παλμών: 31.250 Hz (ρυθμός ημιγραμμών). Διάρκεια: 4,5% της περιόδου μιας γραμμής (2,88 μsec). Στάθμη: 100% (πιο μαύρη από τη μαύρη).

Είδαμε ότι η διάρκεια του παλμού αμαυρώσεως πλαισίων είναι 1280 μsec για κάθε πεδίο. Στον εμπρόσθιο μαύρο αναβαθμό του με διάρκεια 2,5 γραμμών τοποθετούνται οι 5 προεξισωτικοί παλμοί. Ακολουθούν οι 5 παλμοί συγχρονισμού πλαισίων με διάρκεια 2,5 γραμμών και αμέσως έπειτα, οι 5 μετεξισωτικοί παλμοί με διάρκεια επίσης 2,5 γραμμών. Όλοι οι παραπάνω παλμοί καταλαμβάνουν συνολικά χρονικό διάστημα 2,5 × 3 = 7,5 γραμμών, δηλαδή 7,5 × 64 = 480 μsec. Στο υπόλοιπο τμήμα του οπίσθιου μαύρου αναβαθμού του παλμού αμαυρώσεως πλαισίων με διάρκεια 1280 − 480 = 800 μsec, ή 800/64 = 12,5 γραμμών τοποθετούνται παλμοί συγχρονισμού γραμμών για να μη μένει ασυγχρόνιστη η αντίστοιχη γεννήτρια σαρώσεως. Έτσι, κατά τη διάρκεια της δράσεως του παλμού αμαυρώσεως πλαισίων έχομε απώλεια 7,5 + 12,5 = 20 γραμμών σε κάθε πεδίο ή 40 γραμμών για ολόκληρο το πλαίσιο. Ένα μέρος από τις γραμμές αυτές (5 - 10 για κάθε πεδίο) διατίθεται για την κατακόρυφη επιστροφή της δέσμης ενώ οι υπόλοιπες χάνονται στο κάτω και πάνω περιθώριο του πλαισίου.

Λόγω της απώλειας των 40 συνολικά γραμμών, ο πραγματικός αριθμός των γραμμών του πλαισίου είναι 625 − 40 = 585. Αυτό όμως δε σημαίνει ότι η ζώνη διελεύσεως του οπτικού σήματος ελαττώνεται. Το πλαίσιο αποτελείται από 625 γραμμές από τις οποίες απλώς οι 40 δε φαίνονται.

Σημειώνομε ότι από το τηλεοπτικό σήμα διαχωρίζονται στο δέκτη μόνο οι παλ-

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

μοί συγχρονισμού και εξισώσεως. Ο διαχωρισμός τους είναι δυνατός, επειδή η στάθμη τους είναι μεγαλύτερη από τη στάθμη του μαύρου. Επίσης διαχωρίζονται οι παλμοί συγχρονισμού μεταξύ τους και ο διαχωρισμός αυτός στηρίζεται στο ότι οι διάφοροι παλμοί έχουν διαφορετική διάρκεια. Οι παραπάνω διαχωρισμοί θα εξετασθούν κατά την περιγραφή των βαθμίδων του δέκτη.

3.14 Ο πομπός τηλεοράσεως.

Η τελευταία μονάδα ενός τηλεοπτικού κέντρου εκπομπής είναι ο πομπός τηλεοράσεως. Σκοπός του, όπως και κάθε πομπού, είναι η παραγωγή ενός σήματος με υψηλή συχνότητα, τη «φέρουσα συχνότητα», η διαμόρφωσή του με το τηλεοπτικό σήμα και η ακτινοβολία του. Επειδή οι πομποί τηλεοράσεως εργάζονται σε πολύ υψηλές συχνότητες, η οργάνωσή τους ακολουθεί την οργάνωση των ραδιοφωνικών πομπών υπερβραχέων κυμάτων. Έτσι, κάθε πομπός τηλεοράσεως περιλαμβάνει την οδηγό βαθμίδα με το κύκλωμα ταλαντώσεων, τις βαθμίδες πολλαπλασιασμού της παραγόμενης συχνότητας και της ενισχύσεως του σήματος κατά τάση και τέλος τη βαθμίδα ισχύος. Η φέρουσα συχνότητα του σήματος εικόνας διαμορφώνεται κατά πλάτος.

Κάθε πομπός τηλεοράσεως έχει και το διαμορφωτή του. Ο διαμορφωτής διεγείρεται από τη μονάδα ενισχύσεως και ελέγχου του σταθμού, στην οποία το τηλεοπτικό σήμα φθάνει από την έξοδο της κάμερας. Η τάση του τηλεοπτικού σήματος στην έξοδο της μονάδας ενισχύσεως και ελέγχου είναι μικρή και η παραπέρα ενίσχυσή της ως την απαιτούμενη για τη διαμόρφωση στάθμη, γίνεται στο διαμορφωτή. Το φάσμα των συχνοτήτων, που θα ενισχυθεί από το διαμορφωτή, κυμαίνεται, όπως είναι γνωστό, από 50 Hz ως 5 MHz. Η ενίσχυση στα όρια αυτά πρέπει να είναι ομοιόμορφη.

Η τηλεοπτική εκπομπή συνοδεύεται και από τον ήχο της. Γι' αυτό κάθε τηλεοπτικό κέντρο περιλαμβάνει και ένα δεύτερο πομπό που ακτινοβολεί τον ήχο. Ο πομπός του ήχου εργάζεται σε συχνότητα κοντινή στη συχνότητα εκπομπής της εικόνας. Στο πρότυπο CCIR οι δύο φέρουσες συχνότητες (εικόνας και ήχου) απέχουν μεταξύ τους 5,5 MHz. Αυτό παρέχει τη δυνατότητα χρησιμοποιήσεως κοινών κεραιών εκπομπής και λήψεως των δύο σημάτων και κοινών βαθμίδων ενισχύσεως στο δέκτη. Στο πρότυπο CCIR χρησιμοποιείται η διαμόρφωση κατά συχνότητα για την εκπομπή του ήχου.

Η μελέτη των πομπών τηλεοράσεως ξεπερνά τα πλαίσια αυτού του βιβλίου, γι' αυτό στη συνέχεια θα ασχοληθούμε με μερικά γενικά θέματα που έχουν σχέση με την εκπομπή των σημάτων εικόνας και ήχου. Ένα χονδρικό διάγραμμα πομπού θα δώσομε στο τέλος του κεφαλαίου.

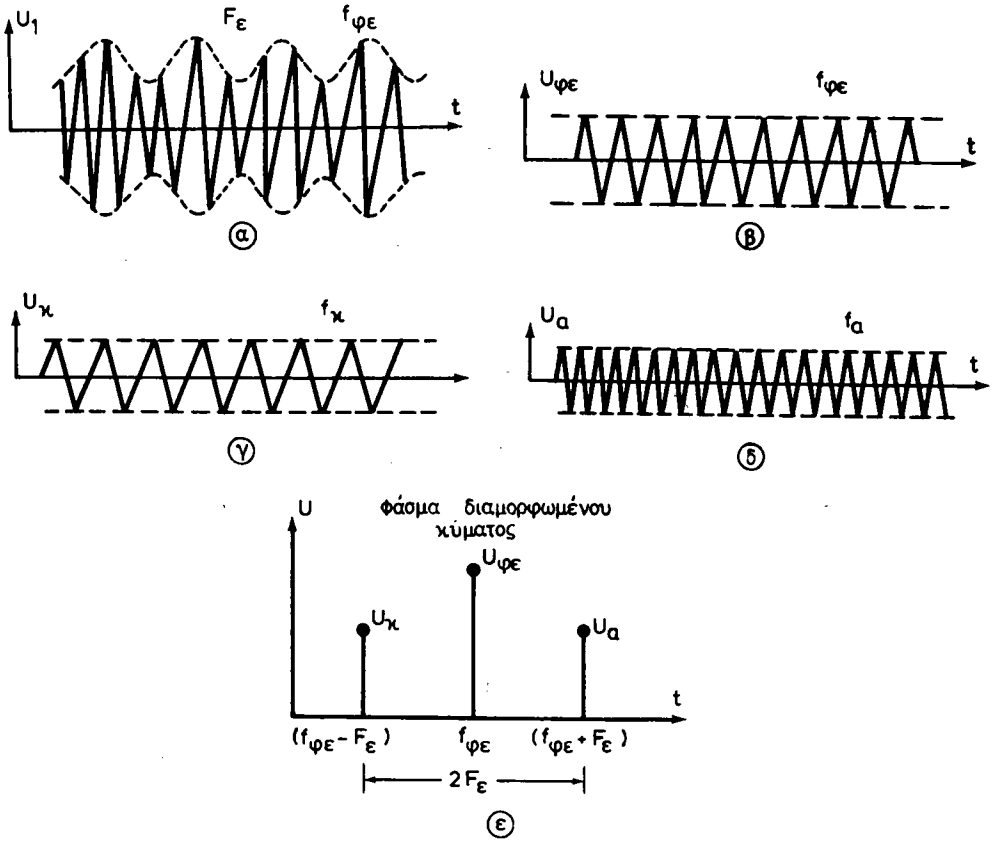
3.15 Φάσμα διαμορφωμένου τηλεοπτικού σήματος.

Για την εκπομπή του τηλεοπτικού σήματος είδαμε ότι χρησιμοποιείται η διαμόρφωση πλάτους και όχι η διαμόρφωση συχνότητας. Το πλεονέκτημα της διαμορφώσεως κατά πλάτος είναι ότι το διαμορφωμένο κύμα έχει στενότερη ζώνη συχνοτήτων από εκείνη της διαμορφώσεως κατά συχνότητα. Ας δούμε ποιο είναι το εύρος της ζώνης συχνοτήτων που καταλαμβάνει το διαμορφωμένο τηλεοπτικό κύμα.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

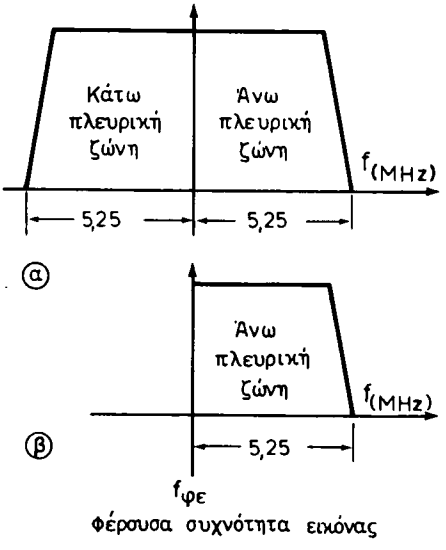
Εξετάζομε το διαμορφωμένο κατά πλάτος κύμα του σχήματος 3.15α(α) όπου $f_{\varphi\epsilon}$ ίναι η φέρουσα συχνότητα εικόνας και F_ϵ η υψηλότερη συχνότητα του σήματος ικόνας (διαμορφωτική συχνότητα). Από τη Ραδιοτεχνία γνωρίζομε ότι η διαμορφωμένη ταλάντωση u, μπορεί να αναλυθεί σε τρεις ημιτονικές ταλαντώσεις: $u_{\varphi\epsilon}$, u_κ και u_α [σχ. 3.15α(β), (γ), (δ)]. Η συχνότητα της ταλαντώσεως $u_{\varphi\epsilon}$ είναι ίση με τη φέρουσα συχνότητα εικόνας $f_{\varphi\epsilon}$, η συχνότητα της u_κ είναι ίση με τη διαφορά $(f_{\varphi\epsilon} - F_\epsilon)$ και η συχνότητα της u_α, ίση με το άθροισμα $(f_{\varphi\epsilon} + F_\epsilon)$. Η συχνότητα $f_\kappa = f_{\varphi\epsilon} - F_\epsilon$ είναι η κατώτερη συχνότητα του φάσματος του διαμορφωμένου κύματος και η συχνότητα $f_\alpha = f_{\varphi\epsilon} + F_\epsilon$, η ανώτερή του. Στο σχήμα 3.15α(ε) φαίνεται η γραφική παράσταση του φάσματος συχνοτήτων των εξεταζομένων ταλαντώσεων, του οποίου το ολικό εύρος ισούται με:

$$(f_{\varphi\epsilon} + F_\epsilon) - (f_{\varphi\epsilon} - F_\epsilon) = 2F_\epsilon .$$



Σχ. 3.15α.
Κύμα διαμορφωμένο κατά πλάτος.

Γνωρίζομε ότι η υψηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας είναι $F_\epsilon = f_{cmax} =$ 5 MHz. Αυτό σημαίνει ότι το εύρος του φάσματος του διαμορφωμένου κύματος, επομένως και η ζώνη διελεύσεως του διαβιβαστικού συστήματος [σχ. 3.15α(α)], θα είναι 10 MHz. Η ζώνη αυτή είναι αρκετά μεγάλη. Η εκπομπή και των δύο πλευρικών ζωνών του τηλεοπτικού φάσματος δεν είναι υποχρεωτική. Όπως δείχνουν οι υπολογισμοί και η πρακτική, για την κανονική αναπαραγωγή της εικόνας είναι αρκετή η εκπομπή της μιας πλευρικής ζώνης, πράγμα που γίνεται στην τεχνική των ραδιοσυνδέσεων. Στην περίπτωση αυτή, από το διαμορφωμένο τηλεοπτικό σήμα, και πριν αυτό οδηγηθεί στην κεραία εκπομπής, αποκόπτεται η μία πλευρική ζώνη με τη βοήθεια ενός φίλτρου και έτσι εκπέμπεται μόνον η άλλη πλευρική ζώνη [σχ. 3.15β(β)].



Σχ. 3.15β.
Αποκοπή της κάτω πλευρικής ζώνης του διαμορφωμένου κύματος.

Η μέθοδος της εκπομπής μιας πλευρικής ζώνης παρουσιάζει δύο βασικά πλεονεκτήματα:

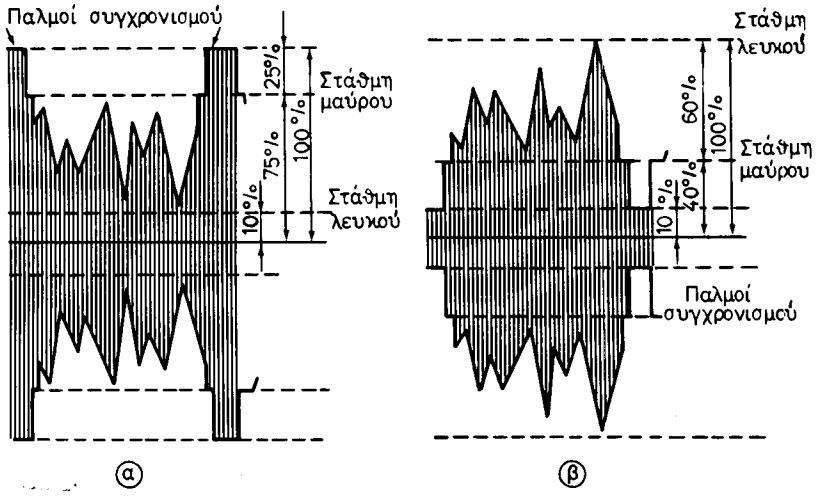
— Το εύρος της ζώνης διελεύσεως των δεκτών τηλεοράσεως γίνεται πολύ μικρότερο και

— το τμήμα του φάσματος των συχνοτήτων, που δεν ακτινοβολείται, χρησιμοποιείται ως πλευρική ζώνη για έναν άλλο πομπό τηλεοράσεως. Έτσι διευκολύνεται το πρόβλημα της τοποθετήσεως περισσοτέρων πομπών σε μια περιοχή συχνοτήτων.

Στην τηλεόραση δεν πραγματοποιείται η αποκοπή της μιας πλευρικής ζώνης όπως φαίνεται στο σχήμα 3.15β(β). Δεν είναι δυνατός ο διαχωρισμός των δύο πλευρικών ζωνών, όταν βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους. Γι' αυτό, όπως θα δούμε, το εκπεμπόμενο τελικά φάσμα συχνοτήτων περιλαμβάνει τη μια πλευρική ζώνη του διαμορφωμένου κύματος, τη φέρουσα συχνότητα και ένα υπόλοιπο της αποκοπτόμμενης πλευρικής ζώνης. Στο πρότυπο CCIR αποκόπτεται η κατώτερη πλευρική ζώνη.

3.16 Πολικότητα διαμορφώσεως.

Επειδή η φωτεινότητα των στοιχείων ενός αντικειμένου και η ανακλώμενη από αυτά φωτεινή ροή δεν έχουν αρνητικές τιμές, η τάση του σήματος εικόνας είναι πάντοτε μεγαλύτερη από το μηδέν. Αυτή η «μονοπολικότητα» είναι χαρακτηριστική για το τηλεοπτικό σήμα και το γεγονός αυτό επιτρέπει στους πομπούς τηλεοράσεως να πραγματοποιούν δυο μορφές διαμορφώσεως κατά πλάτος. Η διαμόρφωση, κατά την οποία η μετάβαση, από τα λευκά τμήματα της εικόνας στα μαύρα προκαλεί αύξηση της ακτινοβολούμενης ισχύος, ονομάζεται «αρνητική» και η διαμόρφωση, κατά την οποία η ίδια μετάβαση προκαλεί ελάττωση της ακτινοβολούμενης ισχύος ονομάζεται «θετική». Οι μορφές των κυμάτων των δύο διαμορφώσεων παριστάνονται στο σχήμα 3.16.



Σχ. 3.16.
Τηλεοπτικά σήματα.
α)Τηλεοπτικό σήμα με αρνητική διαμόρφωση. β) Τηλεοπτικό σήμα με θετική διαμόρφωση.

Μεταξύ των δύο μορφών διαμορφώσεως κατά πλάτος του τηλεοπτικού κύματος υπάρχουν οι επόμενες διαφορές:

α) Με την αρνητική διαμόρφωση οι παλμικοί θόρυβοι (παράσιτα) παρουσιάζονται στην οθόνη του δέκτη ως μαύρες κυρίως κηλίδες και επομένως δεν διακρίνονται. Όμως οι θόρυβοι αυτοί διαταράσσουν εύκολα το συγχρονισμό του δέκτη. Με τη θετική διαμόρφωση οι παλμικοί θόρυβοι παρουσιάζονται στην οθόνη ως λευκές κηλίδες που καταστρέφουν την εστίαση της δέσμης και «ξεθωριάζουν» την οθόνη στις θέσεις αυτές. Στη σταθερότητα όμως του συγχρονισμού δεν επιδρούν σχεδόν καθόλου. Παρ' όλα αυτά, τα κυκλώματα που χρησιμοποιούμε για να εξασφαλίσομε σταθερό συγχρονισμό κατά την αρνητική διαμόρφωση είναι απλούστερα από εκείνα που χρησιμοποιούμε κατά τη θετική διαμόρφωση.

β) Η αρνητική διαμόρφωση δίνει τη δυνατότητα της πλήρους εκμεταλλεύσεως των λυχνιών της βαθμίδας διαμορφώσεως του πομπού και των επομένων βαθμίδων που ενισχύουν το διαμορφωμένο σήμα. Αυτό οφείλεται στο ότι για την ενί-

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

σχυση των παλμών συγχρονισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα πάνω καμπυλόγραμμα τμήματα των χαρακτηριστικών των λυχνιών.

Λόγω των πλεονεκτημάτων που αναφέραμε, στο πρότυπο CCIR, καθώς και στα περισσότερα των άλλων, χρησιμοποιείται η αρνητική διαμόρφωση.

3.17 Εκλογή της φέρουσας συχνότητας εικόνας.

Κατά την εκλογή της φέρουσας συχνότητας του τηλεοπτικού σήματος πρέπει να ληφθούν υπόψη τρεις παράγοντες:

— Η φέρουσα συχνότητα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να εξασφαλίζει την εκπομπή όλων των συνιστωσών του φάσματος του τηλεοπτικού σήματος χωρίς παραμορφώσεις.

— Στο δέκτη τηλεοράσεως πρέπει να διαχωρίζεται εύκολα η περιβάλλουσα του διαμορφωμένου κύματος, που περιέχει το τηλεοπτικό σήμα, από τη φέρουσα συχνότητα.

— Η φέρουσα συχνότητα πρέπει να είναι σχετικά υψηλή, ώστε κατά τη διάδοση του κύματος από τον πομπό στο δέκτη να μην έχομε ανακλάσεις από την ιονόσφαιρα.

Αν το σήμα εικόνας, με ζώνη συχνοτήτων από 50Hz ως 5MHz, οδηγηθεί κατευθείαν στην κεραία εκπομπής, οι χαμηλότερες συχνότητες του σήματος δεν μπορούν να ακτινοβοληθούν στο χώρο. Αν όμως οι συχνότητες αυτές διαμορφώσουν μιαν αρκετά υψηλή φέρουσα συχνότητα, τότε η σχετική διαφορά των συνιστωσών του φάσματος θα είναι ασήμαντη και όλες αυτές εκπέμπονται το ίδιο. Π.χ. αν η φέρουσα συχνότητα είναι ίση με 50 MHz, τότε με αποκοπή της κάτω πλευρικής ζώνης, το φάσμα του τηλεοπτικού σήματος θα εκτείνεται από 50 - 55 MHz. Είναι εύκολο να δούμε ότι η σχετική διαφορά των συχνοτήτων του φάσματος είναι μικρή, δηλαδή:

$$\frac{55-50}{50} = \frac{5}{50} = 0{,}1 \text{ ή } 10\%.$$

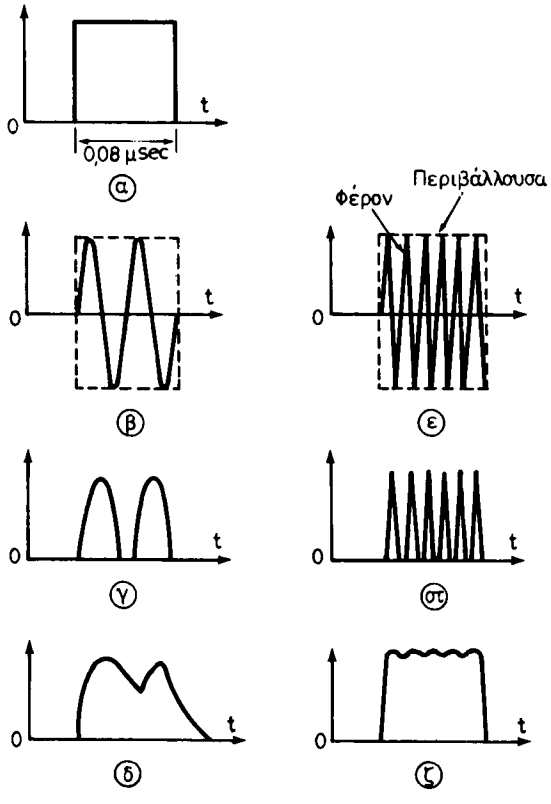
Η σχετική αυτή διαφορά (περίπου 10%) είναι τεχνικά αποδεκτή.

Υποθέτομε τώρα ότι εκπέμπομε έναν πάρα πολύ μικρής διάρκειας παλμό τηλεοπτικού σήματος που έχει διάρκεια 0,08 μsec [σχ. 3.17(α)]. Αν η φέρουσα συχνότητα είναι τέτοια, ώστε στη διάρκεια του παλμού αυτού να τοποθετούνται δύο μόνον ημιπερίοδοι της συχνότητας αυτής [σχ. 3.17(β)], τότε η τιμή της θα είναι 2/0,08 μsec = 25 MHz. Για την αναπαραγωγή της περιβάλλουσας, δηλαδή του παλμού, χρησιμοποιείται στο δέκτη ο φωρατής, ο οποίος πρώτα αποκόπτει τα αρνητικά ή τα θετικά ημικύματα του φέροντος κύματος [σχ. 3.17(γ)] και ύστερα εξομαλύνει τα απομένοντα ημικύματα με τη βοήθεια του φίλτρου RC. Για φέρουσα συχνότητα 25 MHz, στην έξοδο του φωρατή λαμβάνεται ο παραμορφωμένος παλμός του σχήματος 3.17(δ). Αν η φέρουσα συχνότητα είναι αρκετά υψηλότερη [σχ. 3.17(ε)], τότε στην έξοδο του φωρατή ο παλμός αναπαράγεται με σημαντικά μικρότερες παραμορφώσεις [σχ. 3.17(στ) και 3.17(ζ)].

Οι δύο πρώτες συνθήκες, που εξετάσαμε, ικανοποιούνται όταν η φέρουσα συχνότητα του τηλεοπτικού σήματος είναι 8 - 10 φορές μεγαλύτερη από την υψηλό-

τερη συχνότητα του σήματος εικόνας. Στο πρότυπο CCIR έχομε $f_{cmax} = 5$ MHz και επομένως οι φέρουσες συχνότητες των πομπών τηλεοράσεως πρέπει να ειναι μεγαλύτερες από 40 MHz. Αυτό, όπως θα δούμε, πραγματοποιείται στην πράξη για όλα τα τηλεοπτικά πρότυπα.

Τέλος, συχνότητες μεγαλύτερες από 40 MHz δεν ανακλώνται από την ιονόσφαιρα. Η ανάκλαση τηλεοπτικών κυμάτων από την ιονόσφαιρα έχει ως συνέπεια την εμφάνιση στην οθόνη του δέκτη τηλεοράσεως μερικών εικόνων (εικόνες είδωλα) που βρίσκονται κοντά η μια στην άλλη. Αυτό οφείλεται στο ότι στην κεραία



Σχ. 3.17.
Σχέση μεταξύ διάρκειας παλμού και περιόδου φέροντος κύματος.

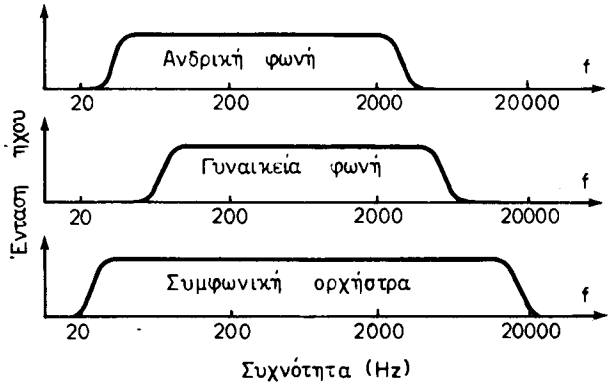
λήψεως φθάνουν σήματα που έχουν ακολουθήσει διαφορετικές χρονικά διαδρομές.

3.18 Η εκπομπή του ήχου.

Είδαμε ότι το σήμα εικόνας περιέχεται στο διαμορφωμένο κύμα με μορφή μεταβολής του πλάτους της φέρουσας συχνότητάς του. Σε διάκριση από αυτό, το πλάτος του διαμορφωμένου κύματος του ήχου παραμένει αμετάβλητο και ο ήχος περιέχεται σε αυτό με μορφή μεταβολής της ίδιας της φέρουσας συχνότητας. Με άλλα λόγια ο ήχος εκπέμπεται με διαμόρφωση κατά συχνότητα.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Το ακουστικό σήμα χαρακτηρίζεται από δύο παραμέτρους: από τη μορφή του φάσματος και από την ένταση. Η μορφή του φάσματος καθορίζεται από το χαρακτήρα της πηγής του ήχου. Η φωνή π.χ. ενός εκφωνητή μπορεί να παρασταθεί με μια σειρά αρμονικών που καταλαμβάνουν ζώνη συχνοτήτων από 50 Hz περίπου μέχρι 2-3 kHz. Μια συμφωνική ορχήστρα έχει φάσμα που εκτείνεται από 20-30 Hz μέχρι 10-20 kHz (σχ. 3.18α). Ας δούμε πώς μεταφέρονται τα δυο αυτά χαρακτηριστικά του ήχου (το φάσμα και η ένταση) με τη διαμόρφωση κατά συχνότητα.



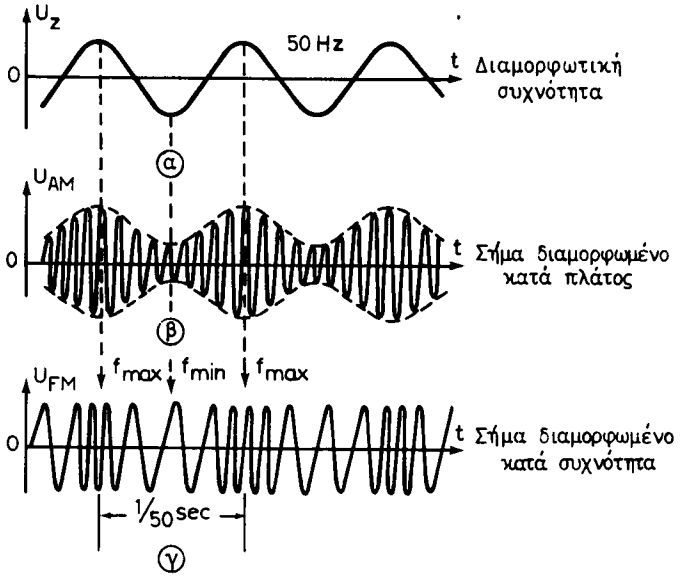
Σχ. 3.18α.
Πλάτος φάσματος μερικών ήχων.

Οι συχνότητες ενός ακουστικού φάσματος μεταφέρονται με την ταχύτητα μεταβολής της φέρουσας συχνότητας. Π.χ. για την εκπομπή με διαμόρφωση συχνότητας μιας ακουστικής συχνότητας 50 Hz θα πρέπει η συχνότητα του φέροντος κύματος να μεταβληθεί σε κάποια όρια 50 φορές στο δευτερόλεπτο. Στο σχήμα 3.18β φαίνονται: η διαμορφωτική συχνότητα των 50 Hz [σχ. 3.18β(α)], το διαφορφωμένο κατά πλάτος σήμα [σχ. 3.18β(β)] και το διαμορφωμένο κατά συχνότητα [σχ. 3.18β(γ)]. Κατά τη διαμόρφωση συχνότητας, ο χρόνος μιας ολόκληρης μεταβολής της φέρουσας συχνότητας ισούται με την περίοδο της διαμορφωτικής (1/50sec στην περίπτωσή μας). Αν η συχνότητα της διαμορφωτικής τάσεως μεγαλώσει, μεγαλώνει αντίστοιχα και η ταχύτητα μεταβολής της φέρουσας συχνότητας.

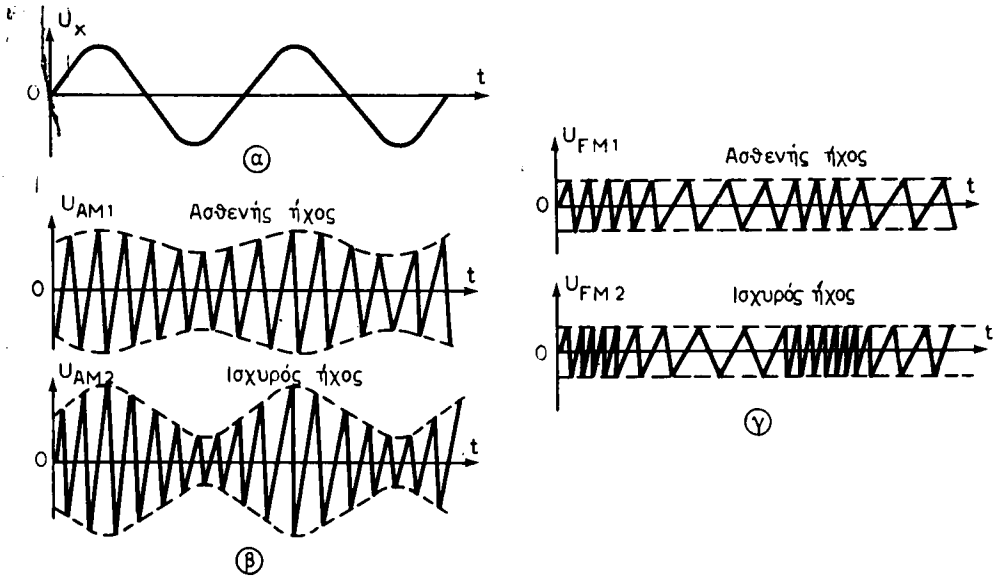
Κατά τη διαμόρφωση πλάτους, τα όρια μεταβολής του πλάτους της φέρουσας συχνότητας εξαρτώνται από την ένταση του ήχου [σχ. 3.18γ(β)], ενώ κατά τη διαμόρφωση συχνότητας από την ένταση του ήχου εξαρτάται η περιοχή μεταβολής της φέρουσας συχνότητας ή η μέγιστη απόκλιση της συχνότητας αυτής από την ***κεντρική*** τιμή της [σχ. 3.18γ(γ)]:

Η χρησιμοποίηση της διαμορφώσεως κατά συχνότητα για την εκπομπή του ήχου έλυσε με επιτυχία μια σειρά τεχνικών προβλημάτων. Η διαμόρφωση συχνότητας δίνει ήχο στη λήψη χωρίς θορύβους. Οι θόρυβοι μεταβάλλουν το πλάτος του λαμβανομένου σήματος. Αλλά στη διαμόρφωση συχνότητας οι μεταβολές του πλάτους του φέροντος κύματος δεν έχουν σημασία, αφού ο ήχος μεταφέρεται με μορφή μεταβολής της συχνότητάς του. Γι' αυτό μπορούμε στο δέκτη να χρησιμοποιήσομε μια βαθμίδα περιορισμού του πλάτους (τον περιοριστή), δηλαδή μπορούμε να αποκόψομε όλες τις μεταβολές του πλάτους του φέροντος κύματος που προκαλούνται από τους θορύβους. Η διαμόρφωση συχνότητας επιτρέπει την εκπομπή ήχου υψηλής ποιότητας με εύρος φάσματος από 30 - 15000 Hz. Αυτό είναι δύσκολο να γίνει με διαμόρφωση πλάτους λόγω των θορύβων.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958



Σχ. 3.18β.
Διεργασία διαμορφώσεως κατά πλάτος και κατά συχνότητα.



Σχ. 3.18γ.
Σχέση μεταξύ εντάσεως ήχου και βάθους διαμορφώσεως ή αποκλίσεως συχνότητας.

Κατά τη διαμόρφωση πλάτους, το εύρος του φάσματος του διαμορφωμένου κύματος γίνεται δυο φορές μεγαλύτερο από το εύρος του φάσματος της διαμορφωτικής ταλαντώσεως (εμφανίζονται οι δυο πλευρικές ζώνες συχνοτήτων). Στη δια-

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

μόρφωση συχνότητας εμφανίζονται επίσης δυο πλευρικές ζώνες, αλλά το εύρος του φάσματος του διαμορφωμένου κύματος γίνεται μεγαλύτερο από δυο φορές. Τα τηλεοπτικά συστήματα διαθέτουν για την εκπομπή του ήχου ζώνη συχνοτήτων με εύρος 0,25 MHz.

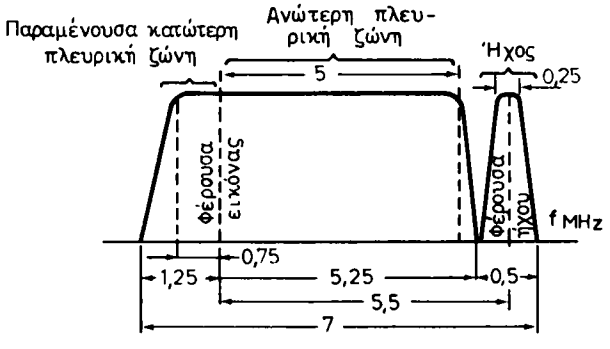
Σημειώνομε ότι με διαμόρφωση συχνότητας μπορεί να γίνει και η εκπομπή του σήματος εικόνας, αλλά η ζώνη συχνοτήτων, που θα απασχολούσε αυτό το σήμα, θα ήταν ίση με 50 - 70 MHz. Αυτό θα οδηγούσε σε σημαντική ελάττωση του αριθμού των πομπών που θα μπορούσαν να εργάζονται στη διατιθέμενη για την τηλεόραση περιοχή συχνοτήτων. Αντίθετα, η εκπομπή τηλεοπτικών σημάτων από κινητούς σταθμούς στον κεντρικό σταθμό γίνεται με διαμόρφωση συχνότητας, επειδή για την εκπομπή αυτή χρησιμοποιείται η περιοχή των εκατοστομετρικών κυμάτων. Σε αυτή την περιοχή μπορούμε να απασχολήσομε φάσμα συχνοτήτων με μεγάλο εύρος.

3.19 Τό τηλεοπτικό κανάλι.

Η ζώνη συχνοτήτων, που χορηγείται σε κάθε πομπό τηλεοράσεως για την εκπομπή των σημάτων εικόνας και ήχου, ονομάζεται ***κανάλι*** ή και ***δίαυλος*** εκπομπής.

Για την εκπομπή του σήματος εικόνας και επειδή αποκόπτεται η κατώτερη πλευρική ζώνη του φάσματος του διαμορφωμένου κύματος θα ήταν αρκετό ένα κανάλι με εύρος 5 MHz. Όμως, όπως είπαμε, δεν είναι δυνατή η αποκοπή ολόκληρης της κατώτερης πλευρικής ζώνης και τελικά παραμένει ένα υπόλοιπο με εύρος 1,25 MHz.

Έχομε ακόμη και τον πομπό του ήχου, ο οποίος πρέπει να εκπέμπει σε μια συχνότητα που θα βρίσκεται αρκετά έξω από την ανώτερη πλευρική ζώνη του πομπού της εικόνας, ώστε να αποφεύγονται οι πλευρικές παρενοχλήσεις μεταξύ εικόνας και ήχου. Τελικά, το εύρος του τηλεοπτικού καναλιού μεγαλώνει.



Σχ. 3.19.
Χαρακτηριστική διελεύσεως ενός τηλεοπτικού καναλιού.

Στο σχήμα 3.19 φαίνεται η χαρακτηριστική διελεύσεως ενός καναλιού. Παρατηρούμε ότι η αποκοπή της κατώτερης πλευρικής ζώνης αρχίζει από μια συχνότητα κατά 0,75 MHz χαμηλότερη από τη φέρουσα εικόνας. Αυτή η απόσταση συχνότητας κρίθηκε απαραίτητη για την αποφυγή φασικών παραμορφώσεων, οι οποίες εί-

ναι πολύ επικίνδυνες για την ποιότητα της εικόνας και ιδιαίτερα, όταν γίνονται σε συχνότητες κοντινές στη φέρουσα. Η βάση του δεξιού μετώπου της χαρακτηριστικής διελεύσεως απέχει από τη φέρουσα συχνότητα εικόνας 5,25 MHz. Έτσι, για την εκπομπή του σήματος εικόνας ο πομπός απασχολεί μια ζώνη συχνοτήτων 5,25 + 1,25 = 6,5 MHz.

Το υπόλοιπο τμήμα της χαρακτηριστικής ανήκει στον πομπό του ήχου. Από την ολική ζώνη των 0,5 MHz, ο πομπός του ήχου απασχολεί μόνο τα 0,25 MHz. Οι μικρές ζώνες αριστερά και δεξιά (0,25/2 = 0,125 MHz) μένουν ελεύθερες για την αποφυγή αμφιπλεύρων παρενοχλήσεων ανάμεσα στην εικόνα και τον ήχο του ίδιου του καναλιού ή ανάμεσα στον ήχο και την εικόνα του αμέσως ανώτερου καναλιου.

Έτσι, το εύρος του τηλεοπτικού καναλιού για το πρότυπο CCIR είναι 6,5 + 0,5 = 7 MHz. Η φέρουσα συχνότητα ήχου βρίσκεται κατά 5,5 MHz ψηλότερα από τη φέρουσα συχνότητα εικόνας. Ας σημειώσομε ότι η χαρακτηριστική διελεύσεως του σχήματος 3.19 ανήκει στους πομπούς εικόνας και ήχου με την κεραία τους. Η χαρακτηριστική διελεύσεως του δέκτη και οι απαιτήσεις μας από τη μορφή της θα εξετασθούν σε άλλη θέση.

3.20 Κατανομή συχνοτήτων τηλεοπτικών καναλιών.

Από ολόκληρο το φάσμα των συχνοτήτων, που χρησιμοποιείται σήμερα για διάφορους σκοπούς, για την τηλεόραση έχουν παραχωρηθεί μόνο 4 περιοχές, οι οποίες χαρακτηρίζονται με τους λατινικούς αριθμούς I,III, IV και V. Οι περιοχές I και III ανήκουν στο φάσμα συχνοτήτων 30 - 300 MHz (Very High Frequency, σύμβολο VHF) και οι περιοχές IV και V στο φάσμα 300 - 3000 MHz (Ultra High Frequency, σύμβολο UHF).

Η περιοχή I εκτείνεται από 41 - 68 MHz και περιλαμβάνει 4 κανάλια: τα 1, 2, 3 και 4. Στο πρότυπο CCIR το κανάλι 1 δεν χρησιμοποιείται και έτσι η περιοχή έχει τα κανάλια 2, 3 και 4. Σε άλλα πρότυπα το κανάλι αυτό χρησιμοποιείται ή ακόμη τοποθετείται και 5ο κανάλι στην ίδια περιοχή (βλ. σχετικό πίνακα στο τέλος του βιβλίου).

Η περιοχή III εκτείνεται από 174 - 233 MHz και χωρίζεται σε 7 κανάλια που αριθμούνται από το 5 - 11 (πάντοτε στο πρότυπο CCIR). Η περιοχή III χρησιμοποιείται και στη χώρα μας.

Μεταξύ των περιοχών I και III μια άλλη περιοχή η II από 87 - 100 MHz, παραχωρήθηκε στη ραδιοφωνία με διαμόρφωση κατά συχνότητα (FM).

Η περιοχή IV, που εκτείνεται από 470 - 605 MHz, περιλαμβάνει 17 κανάλια, από το 21 - 37.

Η περιοχή V εκτείνεται από 606 - 853 MHz και έχει 31 κανάλια, από το 38 ως το 68.

Συνολικά οι περιοχές IV και V περιλαμβάνουν 17 + 31 = 48 κανάλια. Στα κανάλια αυτά λειτουργούν τα λεγόμενα «δεύτερα προγράμματα» τηλεοράσεως στις διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες. Εξαίρεση γίνεται για το κανάλι 36 που χρησιμοποιείται για ραντάρ και για το 38 που έχει παραχωρηθεί στη ραδιοαστρονομία.

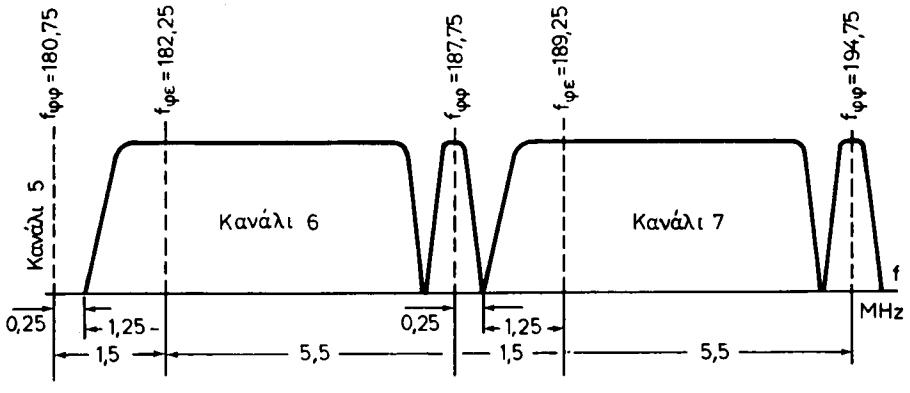
Η ακριβής κατανομή των φερουσών συχνοτήτων εικόνας και ήχου για τα τηλεοπτικά κανάλια των περιοχών I και III φαίνεται σε σχετικό πίνακα στο τέλος του βιβλίου.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Το εύρος κάθε τηλεοπτικού καναλιού των περιοχών IV και V είναι 8 MHz, αντί για 7 MHz των περιοχών I και III. Οι φέρουσες συχνότητες εικόνας και ήχου ενός οποιουδήποτε καναλιού των περιοχών αυτών μπορούν να βρεθούν από τις σχέσεις:

$$f_{\varphi\epsilon} = 471{,}25 + 8\,(n - 21)$$
$$f_{\varphi\varphi} = 476{,}75 + 8\,(n - 21)$$

όπου: 471,25 MHz είναι η φέρουσα συχνότητα εικόνας ($f_{\varphi\epsilon}$) του 21ου καναλιού, 476,75 MHz η φέρουσα συχνότητα ήχου (ή φωνής, $f_{\varphi\varphi}$) του ίδιου καναλιού και n ο αριθμός οποιουδήποτε καναλιού.



Σχ. 3.20.
Κατανομή των φερουσών συχνοτήτων εικόνας δύο συνεχόμενων τηλεοπτικών καναλιών.

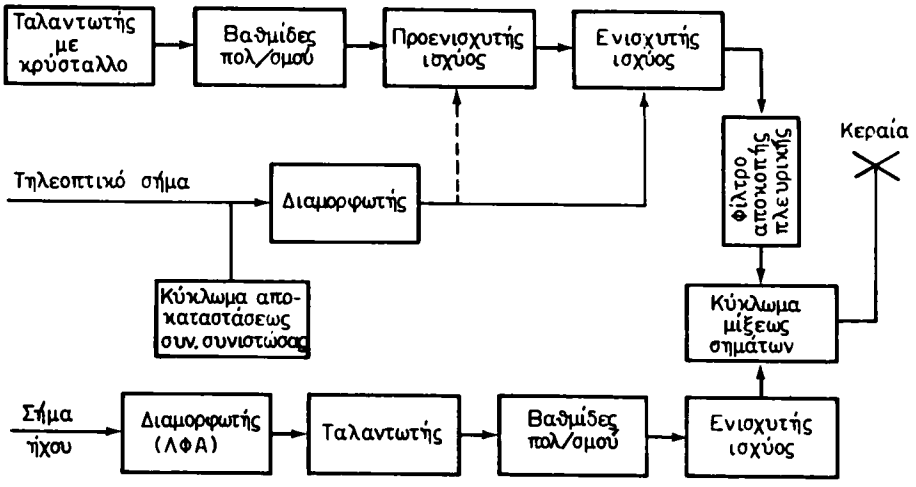
Στο σχήμα 3.20 φαίνεται γραφικώς η κατανομή των φερουσών συχνοτήτων εικόνας και ήχου δύο συνεχομένων τηλεοπτικών καναλιών. Βλέπομε ότι η φέρουσα συχνότητα εικόνας ενός καναλιού, π.χ. του 6ου, απέχει κατά 1,5 MHz από τη φέρουσα ήχου του προηγούμενου καναλιού (του 5ου) και η φέρουσα συχνότητα ήχου του ίδιου καναλιού (του 6ου), κατά 1,5 MHz από τη φέρουσα εικόνας του αμέσως επόμενου καναλιού (του 7ου). Επειδή οι συχνότητες των γειτονικών καναλιών είναι αρκετά κοντά μεταξύ τους (απέχουν κατά 1,5 MHz), μπορούν να σημειωθούν αμφίπλευρες παρεμβολές στη λήψη. Για την αποφυγή τέτοιων παρεμβολών χρησιμοποιούνται ειδικά κυκλώματα στο δέκτη (κυματοπαγίδες), που «παγιδεύουν» τις φέρουσες συχνότητες των καναλιών, τα οποία γειτονεύουν με το λαμβανόμενο.

3.21 Διάγραμμα πομπού τηλεοράσεως.

Στο σχήμα 3.21 φαίνεται χονδρικά το διάγραμμα ενός πομπού τηλεοράσεως με τα δύο τμήματά του: τον πομπό εικόνας και τον πομπό ήχου που τροφοδοτούν κοινή κεραία εκπομπής.

Ο ταλαντωτής του πομπού εικόνας είναι με κρύσταλλο για τη σταθεροποίηση της παραγόμενης φέρουσας συχνότητας. Επειδή ο κρύσταλλος δεν μπορεί να εργάζεται σε πολύ υψηλή συχνότητα, σε όση είναι απαραίτητη για την τηλεόραση, εφαρμόζεται η μέθοδος του πολλαπλασιασμού της συχνότητας.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 3.21.
Χονδρικό διάγραμμα πομπού τηλεοράσεως.

Η τάση του ταλαντωτή κρυστάλλου οδηγείται σε μια σειρά βαθμίδων πολλαπλασιασμού της αρχικής συχνότητας. Για να πάρομε την απαραίτητη ισχύ, οι βαθμίδες πολλαπλασιασμού ακολουθούνται από βαθμίδες προενισχύσεως και τελικής ενισχύσεως του σήματος κατά ισχύ. Η διαμόρφωση της φέρουσας συχνότητας μπορεί να γίνει σε οποιαδήποτε βαθμίδα, αποκλειομένου του ταλαντωτή, για λόγους σταθερότητας της παραγόμενης συχνότητας.

Η διαμόρφωση στην τελική βαθμίδα του πομπού (διαμόρφωση σε υψηλή στάθμη) απαιτεί παροχή σημαντικής ισχύος από το διαμορφωτή, επομένως και περισσότερες προενισχυτικές βαθμίδες για το τηλεοπτικό σήμα, καθώς και χρησιμοποίηση μεγάλου φίλτρου για την αποκοπή της μιας πλευρικής ζώνης συχνοτήτων. Όμως στην περίπτωση αυτή οι προενισχυτικές βαθμίδες του πομπού είναι πιο απλές, επειδή προορίζονται να ενισχύσουν μια και μόνο συχνότητα: τη φέρουσα.

Η διαμόρφωση σε μιαν ενδιάμεση βαθμίδα του πομπού (διαμόρφωση σε μέση στάθμη) η σε μιαν από τις αρχικές βαθμίδες (διαμόρφωση σε χαμηλή στάθμη), απαιτεί να έχουν πλατιά ζώνη διελεύσεως οι επόμενες βαθμίδες του πομπού, επειδή θα ενισχύουν διαμορφωμένο σήμα. Όμως χρειάζεται μικρότερη ισχύς από το διαμορφωτή και ακόμη, η αποκοπή της μιας πλευρικής ζώνης μπορεί να γίνει στην έξοδο της βαθμίδας διαμορφώσεως με σχετικά μικρό φίλτρο.

Σήμερα παρατηρείται όλο και μεγαλύτερη προτίμηση στη διαμόρφωση σε χαμηλή ή μέση στάθμη. Για ακόμη μεγαλύτερη οικονομία ισχύος από το διαμορφωτή, η διαμόρφωση γίνεται από το οδηγό πλέγμα της λυχνίας.

Ο διαμορφωτής του σχήματος 3.21, είναι η τελευταία βαθμίδα του ενισχυτή του τηλεοπτικού σήματος. Στην είσοδο του διαμορφωτή γίνεται η αποκατάσταση της συνεχούς συνιστώσας του σήματος εικόνας. Σε άλλη θέση θα εξετάσομε το θέμα της αποκαταστάσεως της συνεχούς συνιστώσας.

Ο πομπός του ήχου ξεκινά από το διαμορφωτή του, που είναι μια λυχνία φαινόμενης αντιστάσεως (ΛΦΑ), η οποία πραγματοποιεί τη διαμόρφωση κατά συχνότητα της κεντρικής συχνότητας του ταλαντωτή. Η διαμορφωμένη ταλάντωση οδηγείται σε μια σειρά βαθμίδων πολλαπλασιασμού της συχνότητας για να καταλήξει στον τελικό ενισχυτή ισχύος.

Τα διαμορφωμένα σήματα εικόνας και ήχου οδηγούνται σε ένα κύκλωμα μίξεως, το οποίο τελικά τροφοδοτεί την κοινή κεραία εκπομπής. Το κύκλωμα μίξεως των δύο σημάτων αποτελείται από φίλτρα, τα οποία αποτρέπουν την επίδραση του ενός πομπού στον άλλο και ακόμη εξασφαλίζουν την προσαρμογή των πομπών προς την κοινή κεραία εκπομπής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΓΧΡΩΜΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΕΩΣ

4.1 Αρχές μεταδόσεως εγχρώμων εικόνων.

Κάθε σύστημα έγχρωμης τηλεοράσεως πρέπει να μεταβιβάζει, την πληροφορία για την κατανομή της φωτεινότητας μιας έγχρωμης εικόνας και την πληροφορία για το χρώμα των στοιχείων της.

Κατά τη λειτουργία των συστημάτων εκπομπής και λήψεως εγχρώμων εικόνων γίνονται οι επόμενες διεργασίες:

1) Η πολύχρωμη εικόνα αναλύεται με τη βοήθεια οπτικών συστημάτων (διχροϊκά κάτοπτρα) σε τρεις μονόχρωμες εικόνες με τα βασικά χρώματα: κόκκινο (R), πράσινο (G) και μπλε (B).
2) Οι τρεις μονόχρωμες οπτικές εικόνες μετατρέπονται σε τρία ηλεκτρικά σήματα: E_R, E_G και E_B.
3) Τα τρία ηλεκτρικά σήματα της εικόνας μεταφέρονται, με σύρμα ή χωρίς σύρμα, στο σημείο λήψεως.
4) Στη λήψη γίνεται η αντίστροφη μετατροπή των ηλεκτρικών σημάτων στις τρεις μονόχρωμες οπτικές εικόνες: κόκκινη, πράσινη και μπλε.
5) Ο εικονογράφος συνθέτει τις τρεις μονόχρωμες εικόνες σε μια πολύχρωμη.

Οι τρεις μονόχρωμες συνιστώσες (κόκκινη, πράσινη και μπλε) μιας πολύχρωμης εικόνας μπορούν να μεταδοθούν είτε ταυτόχρονα είτε διαδοχικά, δηλαδή η μία πίσω από την άλλη. Ανάλογα με την αρχή μεταδόσεως των χρωμάτων, τα συστήματα της έγχρωμης τηλεοράσεως διακρίνονται σε ***ταυτόχρονα*** και ***διαδοχικά.*** Τόσο τα ταυτόχρονα, όσο και τα διαδοχικά έγχρωμα συστήματα που σχεδιάσθηκαν ανεξάρτητα από τα ασπρόμαυρα τηλεοπτικά πρότυπα, δεν βρήκαν πρακτική εφαρμογή. Ο βασικότερος λόγος ήταν το ότι το σήμα εικόνας αποκτούσε μεγάλο εύρος συχνοτήτων και ένας συνηθισμένος ασπρόμαυρος δέκτης δε μπορούσε να προβεί σε λήψη έγχρωμης εικόνας χωρίς να γίνουν σημαντικές και τεχνικά δύσκολες τροποποιήσεις στα κυκλώματά του. Τα συστήματα αυτά ονομάσθηκαν ***ασυμβίβαστα*** με τα υπάρχοντα συστήματα της ασπρόμαυρης τηλεοράσεως.

Τα σύγχρονα έγχρωμα τηλεοπτικά συστήματα συγκροτήθηκαν με βάση το ταυτόχρονο πειραματικό σύστημα και λέγονται ***συμβιβασμένα*** με τα ασπρόμαυρα τηλεοπτικά πρότυπα. Έτσι ένας ασπρόμαυρος δέκτης μπορεί να αναπαράγει μια έγχρωμη εικόνα σε ασπρόμαυρη μορφή και ένας έγχρωμος

δέκτης αναπαράγει, εκτός από την έγχρωμη, και την απρόμαυρη εικόνα.

Τις αρχές των συμβιβασμένων εγχρώμων τηλεοπτικών συστημάτων θα εκθέσομε στις επόμενες παραγράφους.

4.2 Το σήμα φωτεινότητας.

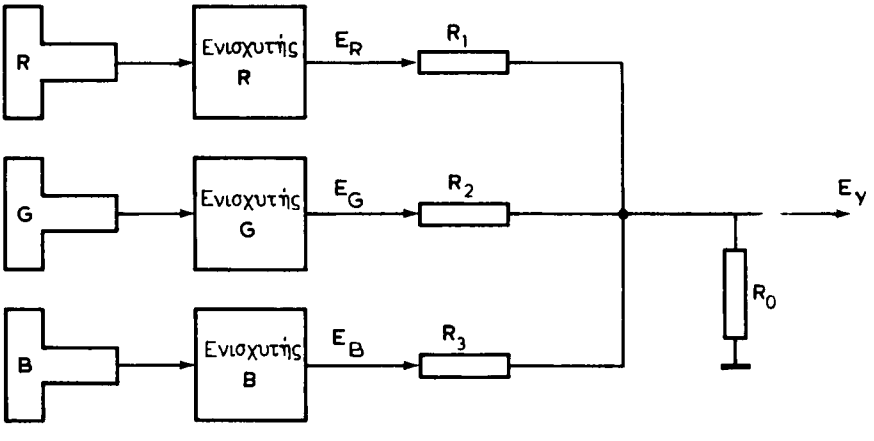
Ένας συνηθισμένος ασπρόμαυρος δέκτης τηλεοράσεως μπορεί να πάρει μια χρωματιστή εικόνα (σε ασπρόμαυρη μορφή), εφόσον ο πομπός της έγχρωμης τηλεοράσεως εκπέμπει, εκτός από τα σήματα που μεταφέρουν την πληροφορία για το χρώμα και το σήμα που αντιστοιχεί στην ασπρόμαυρη εικόνα. Το σήμα αυτό ονομάζεται συνήθως ***σήμα φωτεινότητας***, επειδή τα στοιχεία μιας ασπρόμαυρης εικόνας διαφέρουν μόνο ως προς τη φωτεινότητά τους.

Σύμφωνα με τη σχέση (1.7) το σήμα φωτεινότητας E_Y, δηλαδή το ασπρόμαυρο σήμα, δίνεται από την εξίσωση:

$$E_Y = 0{,}30\, E_R + 0{,}59\, E_G + 0{,}11\, E_B \qquad 4.1$$

όπου E_R, E_G και E_B τα σήματα που αντιστοιχούν σε τρεις μονόχρωμες οπτικές εικόνες στις οποίες μπορεί να αναλυθεί μια πολύχρωμη εικόνα.

Υποθέτομε ότι στους τρεις εικονολήπτες του σχήματος 4.2 προβάλλεται μια πολύχρωμη εικόνα η οποία προηγουμένως έχει αναλυθεί σε τρεις χρωμοσυνιστώσες R, G και B με τη βοήθεια ειδικών κατόπτρων που ονομάζονται ***διχροϊκά***. Οι τάσεις εξόδου των εικονοληπτών εξισώνονται με ρύθμιση του βαθμού ενισχύσεως των ενισχυτών που ακολουθούν και εφαρμόζονται στη λεγόμενη ***μήτρα***. Ένα απλό κύκλωμα μήτρας αποτελείται από τέσσερις αντιστάσεις που σχηματίζουν τρεις διαιρέτες τάσεως (σχ. 4.2). Όταν οι τιμές των αντιστάσεων R_1, R_2 και R_3 είναι αρκετά μεγάλες σε σύγκριση με την αντίσταση εξόδου R_0, οι διαιρέτες είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους και στην έξοδο εμφανίζονται οι τάσεις:



Σχ. 4.2.
Παραγωγή του σήματος φωτεινότητας.

$$E_R' = E_R \frac{R_0}{R_1 + R_0}, \qquad E_G = E_G' \frac{R_0}{R_2 + R_0}, \qquad E_B' = E_B \frac{R_0}{R_3 + R_0}$$

Εκλέγοντας συντελεστές διαιρέσεως:

$$\frac{R_0}{R_1 + R_0} = 0{,}30 \qquad \frac{R_0}{R_2 + R_0} = 0{,}59 \qquad \text{και} \ \frac{R_0}{R_3 + R_0} = 0{,}11$$

παίρνομε στην έξοδο της μήτρας το σήμα φωτεινότητας:

$$E_Y = E_R' + E_G' + E_B' = 0{,}30\ E_R + 0{,}59\ E_G + 0{,}11\ E_B$$

Προσδιορίζομε τώρα την τιμή κάθε χρωμικής συνιστώσας του σήματος φωτεινότητας από τη σχέση (4.1) και έχομε:

$$E_R = \frac{1}{0{,}30}(E_Y - 0{,}59\ E_G - 0{,}11\ E_B)$$

$$E_G = \frac{1}{0{,}59}(E_Y - 0{,}30\ E_R - 0{,}11\ E_B) \qquad (4.2)$$

$$E_B = \frac{1}{0{,}11}(E_Y - 0{,}30\ E_R - 0{,}59\ E_G)$$

Από τις σχέσεις αυτές προκύπτει το επόμενο πολύ βασικό για την πρακτική της έγχρωμης τηλεοράσεως συμπέρασμα: όταν υπάρχει το σήμα φωτεινότητας E_Y, δεν είναι αναγκαία η εκπομπή και των τριών σημάτων E_R, E_G και E_B. Είναι αρκετό να μεταδοθούν δύο οποιαδήποτε από αυτά και το τρίτο να παραχθεί στο δέκτη με αφαίρεση των δύο εκπεμπομένων από το σήμα φωτεινότητας. Στην παράγραφο 1.8 σημειώσαμε ότι δε μεταδίδεται το σήμα E_G. Ο αποκλεισμός του σήματος αυτού μικραίνει την απαιτούμενη ζώνη συχνοτήτων για την εκπομπή ενός εγχρώμου προγράμματος και έτσι απλοποιούνται οι συσκευές εκπομπής και λήψεως.

4.3 Τα σήματα χρωμικότητας.

Είπαμε ότι για τη μετάδοση της χρωμοπληροφορίας χρησιμοποιούνται μόνο τα σήματα E_R και E_B, ενώ το σήμα E_G αναπαράγεται στο δέκτη. Στην πράξη δεν εκπέμπονται τα ίδια τα σήματα E_R και E_B, αλλά οι λεγόμενες ***χρωμοδιαφορές*** E_{R-Y} και E_{B-Y}. Η μορφοποίηση των χρωμοδιαφορών γίνεται σε ειδικά κυκλώματα μητρών που αφαιρούν από τα σήματα E_R και E_B το σήμα φωτεινότητας E_Y σύμφωνα με τις σχέσεις (1.8). Τα σήματα χρωμοδιαφοράς ονομάζονται και ***σήματα χρωμικότητας***, επειδή μεταφέρουν τη χρωμικότητα των στοιχείων της εικόνας, δηλαδή το χρωμικό τόνο και τον κορεσμό του.

Η χρησιμοποίηση των σημάτων χρωμικότητας, αντί των σημάτων E_R και E_B, επιτρέπει την ελάττωση της ορατότητας των θορύβων που δημιουργούνται

από αυτά στην εικόνα. Κατά τη μετάδοση λευκών και γκρίζων στοιχείων εικόνας, τα σήματα χρωμικότητας είναι μηδενικά. Κατά την εκπομπή χρωμάτων ασθενικού κόρου, τα σήματα αυτά είναι πρακτικά ασήμαντα και η παρεμβολή τους στην οθόνη εμφανίζεται ασθενής.

Το τρίτο σήμα χρωμικότητας (βλ. σχέσεις 1.8)

$$E_{G-Y} = -0{,}30\, E_R + 0{,}41\, E_G - 0{,}11\, E_B \qquad 4.3$$

αναπαράγεται στο δέκτη από τα δύο άλλα, αφού πρώτα πολλαπλασιασθούν με τους συντελεστές 0,51 και 0,19 (βλ. σχέση 1.10). Δηλαδή:

$$0{,}51\, E_{R-Y} = 0{,}51\, (0{,}7\, E_R - 0{,}59\, E_G - 0{,}11\, E_B) = \\ = 0{,}36\, E_R - 0{,}30\, E_G - 0{,}056\, E_B$$

$$0{,}19\, E_{B-Y} = 0{,}19\, (-\, 0{,}30\, E_R - 0{,}59\, E_G + 0{,}89\, E_B) = \\ = -\, 0{,}057\, E_R - 0{,}11\, E_G + 0{,}17\, E_B$$

Προσθέτοντας τα δύο αυτά σήματα, παίρνομε:

$$0{,}51\, E_{R-Y} + 0{,}19\, E_{B-Y} = 0{,}36\, E_R - 0{,}30\, E_G - 0{,}056\, E_B - \\ - 0{,}057\, E_R - 0{,}11\, E_G + 0{,}17\, E_B = \\ = 0{,}30\, E_R - 0{,}41\, E_G + 0{,}11\, E_B$$

Συγκρίνοντας το αποτέλεσμα της αθροίσεως αυτής με τη σχέση (4.3), βλέπομε ότι ισούται με $-(E_{G-Y})$. Με αναστροφή της φάσεως του τελευταίου σήματος έχομε το σήμα E_{G-Y} της σχέσεως (4.3).

Τέλος, προσθέτοντας το κάθε σήμα χρωμικότητας στο σήμα φωτεινότητας, παίρνομε τα σήματα των τριών βασικών χρωμάτων:

$$E_Y + E_{R-Y} = E_R, \quad E_Y + E_{G-Y} = E_G$$

και $$E_Y + E_{B-Y} = E_B$$

Η τελευταία σύνθεση γίνεται σε μια ***μήτρα*** του δέκτη, η οποία μπορεί να είναι και ο ίδιος ο έγχρωμος εικονογράφος.

4.4 Το σύνθετο έγχρωμο σήμα.

Τα συστήματα έγχρωμης τηλεοράσεως πρέπει να έχουν τη δυνατότητα λήψεως χρωματιστών εικόνων με τους υπάρχοντες ασπρόμαυρους δέκτες, χωρίς καμιά μεταποίησή τους, σε ασπρόμαυρη βέβαια μορφή. Και αντίθετα, να έχουν τη δυνατότητα λήψεως ασπρόμαυρων εικόνων με τους έγχρωμους δέκτες, εννοείται σε ασπρόμαυρη μορφή. Τα ασπρόμαυρα και έγχρωμα τηλεοπτικά συστήματα που έχουν αυτές τις δυνατότητες λέγονται, όπως είπαμε, ***συμβιβασμένα***. Για να εξασφαλισθεί η ***συμβιβαστότητα*** θα πρέπει:

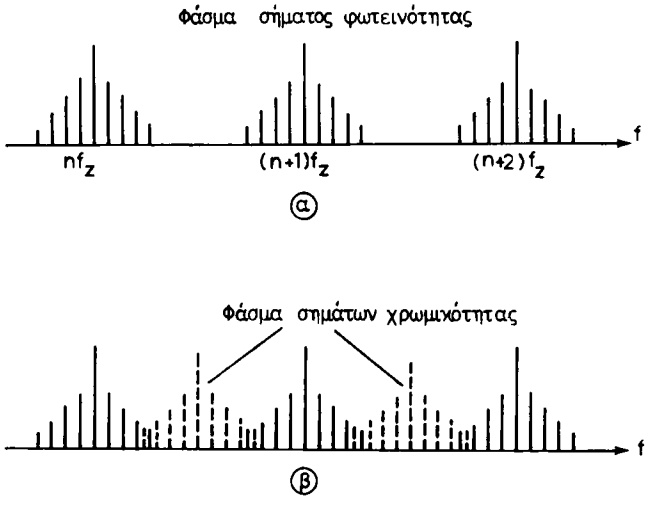
α) Τα χαρακτηριστικά ενός συστήματος έγχρωμης τηλεοράσεως, δηλαδή ο αριθμός των γραμμών, η συχνότητα σαρώσεως πλαισίων, η ζώνη συχνοτήτων του σήματος εικόνας, η διαφορά μεταξύ των φερουσών συχνοτήτων εικόνας και ήχου κ.ά., να είναι ίδια με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά της ασπρόμαυρης τηλεοράσεως.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

β) Το πλήρες τηλεοπτικό σήμα του συστήματος της έγχρωμης τηλεοράσεως να περιέχει όλα τα στοιχεία του πλήρους τηλεοπτικού σήματος του συστήματος της ασπρόμαυρης τηλεοράσεως.

γ) Τα στοιχεία του πλήρους τηλεοπτικού σήματος που είναι απαραίτητα για την απεικόνιση της χρωμοπληροφορίας να μη δημιουργούν θορύβους στην οθόνη του ασπρόμαυρου δέκτη κατά τη λήψη εγχρώμων προγραμμάτων.

Για την ικανοποίηση της πρώτης συνθήκης της συμβιβαστότητας πρέπει τα σήματα χρωμικότητας να μεταδοθούν μέσα από το κοινό φάσμα συχνοτήτων του σήματος φωτεινότητας. Από την ασπρόμαυρη τηλεόραση ξέρομε ότι το σήμα φωτεινότητας απασχολεί τη ζώνη από 0 ως 5 MHz. Η ενέργεια του σήματος φωτεινότητας κατανέμεται σε ένα ασυνεχές φάσμα συχνοτήτων με μορφή ενεργειακών ζωνών [σχ. 4.4(α)]. Μεταξύ των γειτονικών ενεργειακών ζωνών του φάσματος πα-



Σχ. 4.4.
Ανάμιξη φασμάτων φωτεινότητας και χρωμικότητας.

ραμένουν ελεύθερα τμήματα. Τα ενδιάμεσα αυτά ασυμπλήρωτα τμήματα του φάσματος του σήματος φωτεινότητας χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση του φάσματος των χρωμοσημάτων [σχ. 4.4(β)].

Για να γίνει αυτό το «μπλέξιμο» των σημάτων φωτεινότητας και χρωμικότητας, πρέπει τα σήματα χρωμικότητας να διαμορφώσουν μια «χρωμοφέρουσα». Η συχνότητα της χρωμοφέρουσας πρέπει να είναι περιττή, αρμονική της ημισυχνότητας των γραμμών. Δηλαδή:

$$f_{\chi\rho} = (2n + 1)\frac{f_z}{2} \qquad (4.4)$$

όπου n ακέραιος αριθμός.

Στην περίπτωση αυτή η χρωμοφέρουσα $f_{\chi\rho}$ με τις αρμονικές της τοποθετείται ακριβώς στη μέση μεταξύ των γειτονικών αρμονικών της f_z [σχ. 4.4 (β)].

Επομένως και τα δύο σήματα απασχολούν την ίδια ζώνη συχνοτήτων και έτσι ικανοποιείται η πρώτη συνθήκη της συμβιβαστότητας που είναι και η βασικότερη.

Στη συνέχεια, το παραπάνω σύνθετο σήμα αφού συμπληρωθεί με τους διάφορους παλμούς συγχρονισμού και αμαυρώσεως, διαμορφώνει την τελική φέρουσα του πομπού η οποία και ακτινοβολείται.

Στην πορεία της εξελίξεως της έγχρωμης τηλεοράσεως δοκιμάσθηκαν πολλά συστήματα και παραλλαγές ώσπου να λυθεί το πρόβλημα της συμβιβαστότητας με όσο το δυνατόν απλούστερους και οικονομικότερους τρόπους. Σήμερα υπάρχουν τρία συμβιβασμένα συστήματα έγχρωμης τηλεοράσεως: το NTSC, το PAL και το SECAM. Στις επόμενες παραγράφους θα δώσομε τις αρχές λειτουργίας των συγχρόνων αυτών συστημάτων.

4.5 Το σύστημα NTSC και ο κωδικοποιητής του.

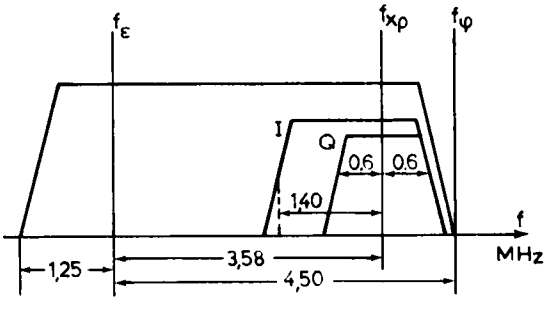
Το σύστημα NTSC (National Television System Committee = εθνική επιτροπή τηλεοπτικού συστήματος) γεννήθηκε στην Αμερική και το χρησιμοποιούν ακόμη η Ιαπωνία, ο Καναδάς κ.α.

Στο σύστημα NTSC χρησιμοποιείται το αμερικανικό πρότυπο διερευνήσεως της εικόνας (525 γραμμές και 30 πλαίσια στο δευτερόλεπτο). Για τη μετάδοση της χρωμοπληροφορίας δε χρησιμοποιούνται οι χρωμοδιαφορές E_{R-Y} και E_{B-Y}, αλλά οι γραμμικοί συνδυασμοί τους E_I και E_Q. Η σύνθεση των νέων χρωμοσημάτων είναι:

$$E_I = 0{,}74\ (E_R - E_Y) - 0{,}27\ (E_B - E_Y)$$
$$E_Q = 0{,}48\ (E_R - E_Y) + 0{,}41\ (E_B - E_Y)$$

Με τη χρησιμοποίηση των σημάτων I και Q, στη θέση των χρωμοδιαφορών R–Y και B–Y, περιορίζεται η ζώνη συχνοτήτων των σημάτων χρωμικότητας.

Στο σχήμα 4.5α φαίνεται το φάσμα του τηλεοπτικού σήματος του συστήματος NTSC. Η φέρουσα εικόνας f_ε διαμορφώνεται κατά πλάτος από το σήμα φωτεινότητας E_Y. Μέσα στο φάσμα του σήματος φωτεινότητας που απασχολεί ζώνη 4,2 MHz, τοποθετείται η χρωμοφέρουσα $f_{\chi\rho}$. Για την τοποθέτηση της



Σχ. 4.5α.
Φάσμα τηλεοπτικού σήματος του συστήματος NTSC.

χρωμοφέρουσας στο ανώτερο τμήμα του φάσματος, ώστε να αποκλεισθούν οι αμοιβαίοι θόρυβοι του σήματος φωτεινότητας και των σημάτων χρωμικότητας, εκλέχθηκε n = 227 (βλ. σχέση 4.4), οπότε με:

$$f_z = Z \cdot f_n = 525 \times 30 = 15\,750 \text{ Hz}$$

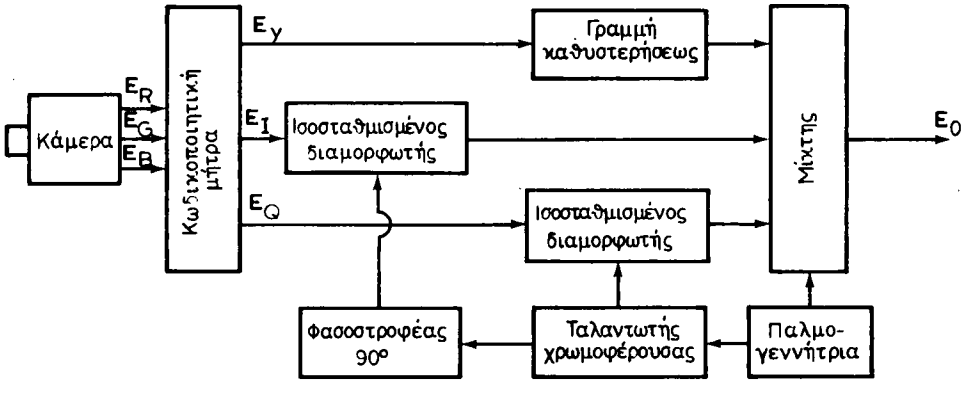
έχομε:

$$f_{\chi\rho} = (2 \cdot 227 + 1)\frac{15\,750}{2} = 3{,}58 \text{ MHz}$$

Η χρωμοφέρουσα των 3,58 MHz (για την ακρίβεια 3,579545 MHz) διαμορφώνεται από τα σήματα E_I και E_Q. Το σήμα E_I εκπέμπεται με πλάτος χρωμικού φάσματος 1,4 MHz και μερική αποκοπή της επάνω πλευρικής ζώνης. Το σήμα E_Q εκπέμπεται με πλάτος 0,6 MHz και με δύο πλευρικές ζώνες.

Για την εκπομπή των δύο σημάτων E_I και E_Q με μια χρωμοφέρουσα χρησιμοποιείται η ***τετραγωνική διαμόρφωση πλάτους*** (Quadratur Amplitude Modulation ή QAM).

Το διάγραμμα του κωδικοποιητή του συστήματος NTSC φαίνεται στο σχήμα 4.56. Τα σήματα E_R, E_G και E_B που αντιστοιχούν στις τρεις χρωμοδιαχωρισμένες εικόνες, από την έξοδο του εικονολήπτη φθάνουν σε μια ***κωδικοποιητική μήτρα***. Στη μήτρα αυτή τα τρία βασικά σήματα μορφοποιούνται σε σήμα φωτεινότητας E_Y και σε δύο σήματα χρωμικότητας E_I και E_Q.



Σχ. 4.56.
Διάγραμμα κωδικοποιητή του συστήματος NTSC.

Από την έξοδο της κωδικοποιητικής μήτρας το σήμα E_Y φθάνει στο μίκτη μέσα από μια γραμμή καθυστερήσεως. Τα σήματα E_Q και E_I φθάνουν στους ισοσταθμισμένους διαμορφωτές Q και I. Το σήμα E_Q διαμορφώνει τη χρωμοφέρουσα $f_{\chi\rho}$ που φθάνει στο διαμορφωτή Q κατευθείαν από τον ταλαντωτή των

3,58 MHz. Το άλλο σήμα E_I διαμορφώνει την ίδια χρωμοφέρουσα που φθάνει στο διαμορφωτή I αφού περάσει από το φασοστροφέα και μετατοπισθεί κατά 90°. Έτσι στην έξοδο των διαμορφωτών εμφανίζονται δύο σήματα που διαφέρουν μεταξύ τους κατά 90° (βρίσκονται σε τετράγωνο). Από τα σήματα αυτά απουσιάζει η χρωμοφέρουσα η οποία καταπνίγεται στους ισοσταθμισμένους διαμορφωτές.

Στη συνέχεια, οι τρεις συνιστώσες E_Y, $E_{\chi\rho I}$ και $E_{\chi\rho.Q}$ συνδυάζονται στο μίκτη για να σχηματίσουν το τελικό σήμα E_0 που θα διαμορφώσει τη φέρουσα εικόνας του πομπού.

Σημειώνομε ότι η γραμμή καθυστερήσεως που παρεμβάλλεται στο δρόμο του σήματος φωτεινότητας εξασφαλίζει την ταυτόχρονη εφαρμογή των τριών σημάτων στο μίκτη. Το σήμα φωτεινότητας και τα σήματα χρωμικότητας ακολουθούν διαφορετικές διαδρομές και έχουν διαφορετικές καθυστερήσεις.

Τελειώνοντας ας αναφέρομε τα δύο βασικά πλεονεκτήματα της τετραγωνικής διαμορφώσεως πλάτους του συστήματος NTSC.

— Η κατάπνιξη της χρωμοφέρουσας καταργεί την κύρια πηγή παρεμβολής που δημιουργείται από τη συμβολή της χρωμοφέρουσας των 3,58 MHz με την υπενδιάμεση συχνότητα ήχου των 4,5 MHz.

— Κατά την εκπομπή μόνο του ασπρόμαυρου σήματος E_Y, τα σήματα E_I και E_Q δεν υπάρχουν και επειδή η χρωμοφέρουσα καταπνίγεται, δεν υπάρχει καθόλου σήμα χρωμικότητας.

4.6 Το σύστημα PAL και ο κωδικοποιητής του.

Το σύστημα PAL (Phase Alternation Line = μεταλλαγή φάσεως από γραμμή σε γραμμή) εμφανίσθηκε στη Δυτική Γερμανία και έγινε αποδεκτό από τις περισσότερες χώρες της Δυτικής Ευρώπης.

Το σύστημα PAL ελάχιστα διαφέρει από το σύστημα NTSC. Και εδώ χρησιμοποιείται η τετραγωνική διαμόρφωση της χρωμοφέρουσας από τα σήματα της χρωμικότητας. Για την απομάκρυνση όμως των φασικών παραμορφώσεων (η εμφάνιση φασικών παραμορφώσεων είναι το βασικό μειονέκτημα του NTSC) η φάση της χρωμοφέρουσας του ενός σήματος χρωμικότητας μεταβάλλεται από γραμμή σε γραμμή. Σ' αυτό οφείλεται και η ονομασία του συστήματος.

Στο σύστημα PAL τα σήματα* E_{R-Y} και E_{B-Y} (στην αρχή χρησιμοποιήθηκαν στο PAL τα σήματα I και Q, αλλά διαπιστώθηκε ότι η βελτίωση της εικόνας ήταν ασήμαντη) διαμορφώνουν τη χρωμοφέρουσα κατά πλάτος με τη μέθοδο της τετραγωνικής διαμορφώσεως. Η φάση όμως της χρωμοφέρουσας που προορίζεται για την εκπομπή του σήματος E_{R-Y} μεταβάλλεται από γραμμή σε γραμμή κατά 180°. Στο δέκτη γίνεται μια καθυστέρηση του σήματος της προηγούμενης γραμμής για όσο χρόνο χρειάζεται να φθάσει και το σήμα της επόμενης γραμμής. Στη συνέχεια, τα δύο σήματα προσθέτονται. Η πρόσθεση αυτή επιτρέπεται να γίνει, αφού τα σήματα δύο γειτονικών γραμμών δεν έχουν πρακτικώς χρωματική διαφορά μεταξύ τους.

Η χρωμοφέρουσα στο σύστημα PAL υπολογίζεται από τη σχέση:

---

* Συμβολίζονται με V και U και είναι: V = 0,877 (R − Y) και U = 0,493 (B − Y)

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

$$f_{\chi\rho} = (n - \frac{1}{4})\, f_z + \frac{f_\pi}{2}$$

όπου εκλέχθηκε n = 284.

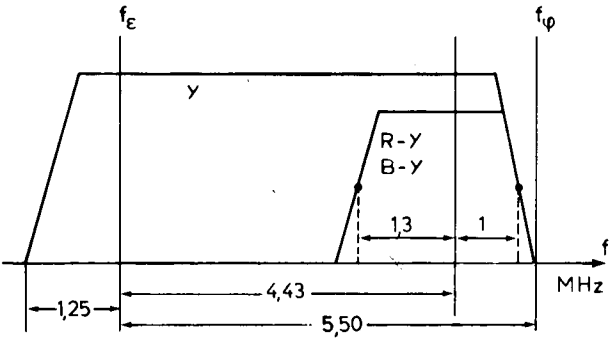
Με f_z = 15625 Hz και f_π = 50 Hz έχομε:

$$f_{\chi\rho} = (284 - \frac{1}{4})\, 15625 + \frac{50}{2} = 4{,}43 \text{ MHz}$$

(για την ακρίβεια 4,43361875 MHz).

Το φάσμα του τηλεοπτικού σήματος του PAL φαίνεται στο σχήμα 4.6α. Το φάσμα των χρωμοδιαφορών R - Y και B - Y επιτρέπεται να έχει πλάτος ± 1,3 MHz. Στην πράξη όμως κόβεται λίγο η επάνω πλευρική ζώνη και έτσι μπορεί να γίνει η παρεμβολή του στο φάσμα της ασπρόμαυρης τηλεοράσεως για το πρότυπο CCIR.

Σημειώνομε ότι για το συγχρονισμό του ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας στο δέκτη και για τη ρύθμιση της πολικότητας μεταλλαγής των γραμμών μορφοποιείται στον πομπό και εκπέμπεται το ειδικό σήμα burst του οποίου η φάση μεταβάλλεται κατά ± 45°.



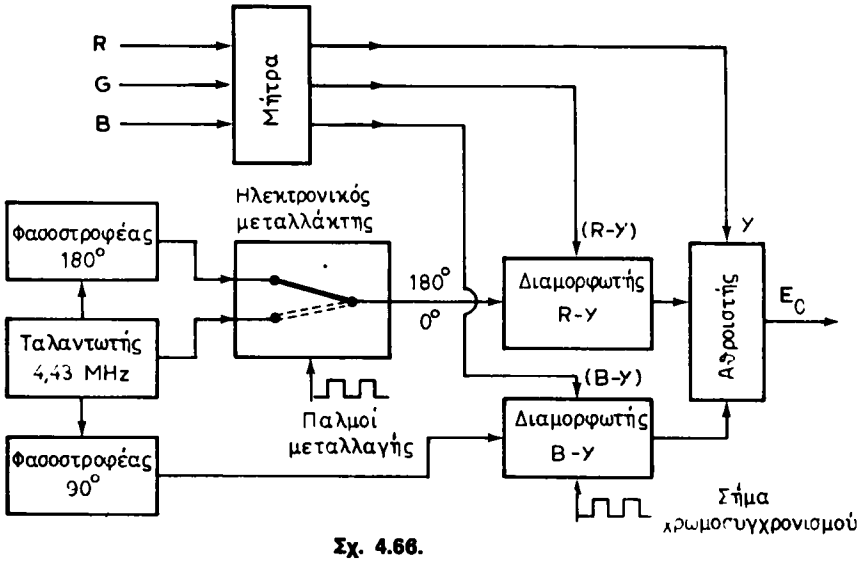
Σχ. 4.6α.
Φάσμα τηλεοπτικού σήματος του συστήματος PAL.

Ένα απλοποιημένο διάγραμμα κωδικοποιητή του συστήματος PAL που εξηγεί την αρχή σχηματισμού του ολικού σήματος φαίνεται στο σχήμα 4.6β.

Ο κωδικοποιητής PAL αποτελείται από τον ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας με συχνότητα 4,43 MHz, από τη μήτρα που συνθέτει τα βασικά χρώματα R,G και B και παράγει τα σήματα R - Y, B - Y και Y, από δυο διαμορφωτές και από τον αθροιστή.

Η ταλάντωση της χρωμοφέρουσας εφαρμόζεται στο διαμορφωτή B - Y μέσα από φασοστροφέα 90° και στο διαμορφωτή R - Y ή κατευθείαν ή μέσα από φασοστροφέα 180°. Η μεταλλαγή της φάσεως της χρωμοφέρουσας πραγματοποιείται με τη βοήθεια ηλεκτρονικού μεταλλάκτη ο οποίος ρυθμίζεται από ειδικούς παλμούς μεταλλαγής με τη συχνότητα των γραμμών. Η μεταλλαγή γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε στη διάρκεια εκπομπής μιας γραμμής η φάση της χρωμοφέρουσας να είναι μηδενική και στη διάρκεια της επόμενης γραμμής 180°.

Η διαμόρφωση της χρωμοφέρουσας με τα σήματα R - Y και B - Y γίνεται όπως



Σχ. 4.66.
Κωδικοποιητής συστήματος PAL.

και στον κωδικοποιητή του συστήματος NTSC. Τα διαμορφωμένα χρωμοσήματα και το σήμα Y συνδυάζονται στον αθροιστή και δίνουν το σήμα E_0 που θα διαμορφώσει τελικά τη φέρουσα του πομπού.

4.7 Το σύστημα SECAM και ο κωδικοποιητής του.

Το σύστημα SECAM (Sequence de Couleurs Avec Memoire = διαδοχή χρωμάτων με μνήμη) έχει πατρίδα τη Γαλλία. Το εφάρμοσαν όλες οι χώρες της Ανατολικής Ευρώπης, μερικές της Βόρειας Αφρικής και η χώρα μας.

Υπάρχουν αρκετές παραλλαγές του συστήματος SECAM: Είναι το SECAM - II, SECAM - III, SECAM - IIIA, SECAM - IIIB, SECAM - IV. Εμείς εδώ θα μιλήσομε για ένα σύστημα SECAM προσαρμοσμένο στο τηλεοπτικό πρότυπο CCIR, δηλαδή στο πρότυπο που έχει 625 γραμμές, συχνότητα πεδίων 50 Hz και διαφορά φερουσών συχνοτήτων εικόνας και ήχου 5,5 MHz. (SECAM-III B/G).

Στο SECAM το σήμα φωτεινότητας εκπέμπεται συνεχώς, ενώ τα σήματα χρωμικότητας* εκπέμπονται διαδοχικά. Στη διάρκεια μιας γραμμής εκπέμπεται το σήμα R - Y και στη διάρκεια της επόμενης, το σήμα B - Y. Στα προηγούμενα συστήματα (NTSC και PAL) τα σήματα χρωμοδιαφοράς εκπέμπονται ταυτόχρονα όπως και το σήμα φωτεινότητας. Το βασικό πλεονέκτημα της διαδοχικής μεταδόσεως των σημάτων χρωμικότητας είναι η κατάργηση της αλληλεπιδράσεως μεταξύ τους που δημιουργεί παραποίηση του χρωματικού τόνου και του κόρου των μεταφερομένων στοιχείων της εικόνας.

Αλλη βασική διαφορά του συστήματος SECAM από τα προηγούμενα είναι η χρησιμοποίηση δύο χρωμοφερουσών που διαμορφώνονται κατά συχνότητα από τα σήματα χρωμικότητας. Επειδή το SECAM χρησιμοποιεί τη διαμόρφωση συχνότητας για τη μετάδοση της χρωμοπληροφορίας δε δημιουργεί φασικές παραμορ-

* Συμβολίζονται με D_R και D_B και είναι: $D_R = 1,9\ (R - Y)$ και $D_B = 1,5\ (B - Y)$

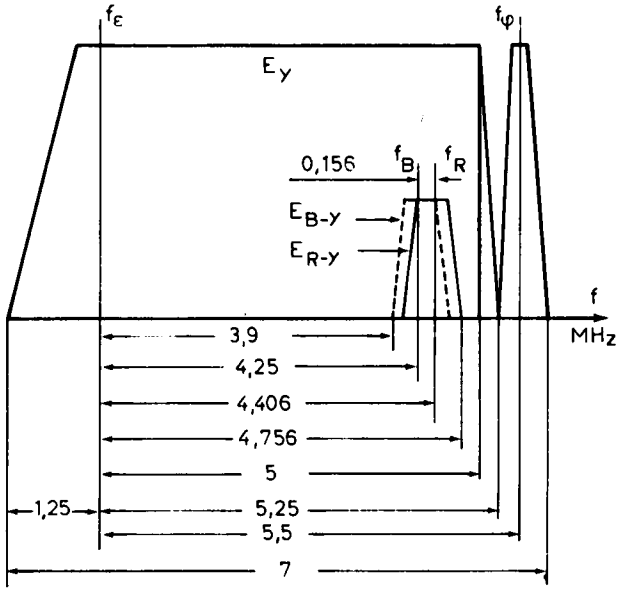
φώσεις. Όμως με διαμόρφωση συχνότητας δεν μπορούν να καταπνιγούν οι χρωμοφέρουσες οι οποίες δημιουργούν παρενοχλήσεις στους ασπρόμαυρους δέκτες.

Πολυάριθμα πειράματα απέδειξαν ότι ο καλύτερος τρόπος για την ελάττωση των παρενοχλήσεων που δημιουργούν οι χρωμοφέρουσες στις οθόνες των ασπρόμαυρων δεκτών είναι η στροφή της φάσεως των χρωμοφερουσών κατά 180° στην αρχή κάθε πεδίου και στην αρχή κάθε τρίτης γραμμής. Γι' αυτόν το λόγο η συχνότητα κάθε χρωμοφέρουσας πρέπει να είναι ακέραιο πολλαπλάσιο της συχνότητας των γραμμών.

Για το σήμα R - Y είναι: $f_R = 282\ fz = 282 \times 15625 = 4{,}406$ MHz και για το σήμα B - Y, $f_B = 272\ fz = 272 \times 15625 = 4{,}25$ MHz.

Για την ελάττωση των θορύβων στο σύστημα SECAM λαμβάνομε διάφορα μέτρα. Χρησιμοποιούνται π.χ. κυκλώματα προεμφάσεως στον πομπό και αποεμφάσεως στο δέκτη. Ακόμη, χρησιμοποιούνται κυκλώματα συμπιέσεως του πλάτους των χρωμοφερουσών συχνοτήτων ώστε να ελαττώνεται η ορατότητά τους στην ασπρόμαυρη εικόνα. Για τη συμπίεση των χρωμοφερουσών συχνοτήτων μιλάμε σε άλλη θέση.

Το φάσμα συχνοτήτων που απασχολεί ένα τηλεοπτικό κανάλι του συστήματος SECAM φαίνεται στο σχήμα 4.7α. Στο εσωτερικό του φάσματος του σήματος φωτεινότητας E_Y είναι τοποθετημένες οι χρωμοφέρουσες f_R και f_B διαμορφωμένες κατά συχνότητα από τα σήματα χρωμοδιαφοράς E_{R-Y} και E_{B-Y} αντιστοίχως. Η απόκλιση συχνότητας κάθε χρωμοφέρουσας μπορεί να φθάσει τα ± 350 KHz και επειδή τα χρωμοσήματα (R - Y) και (B - Y) δεν εκπέμπονται ταυτό-



Σχ. 4.7α.
Φάσμα συχνοτήτων του συστήματος SECAM για το πρότυπο CCIR.

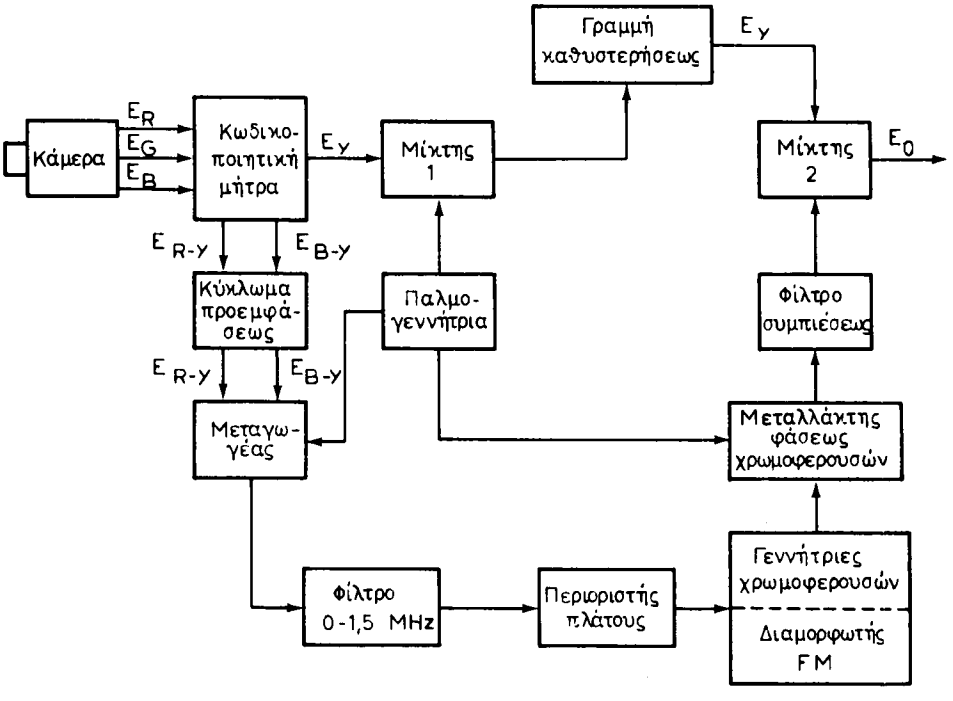
χρονα, το φάσμα συχνοτήτων που απασχολείται από αυτά μπορεί να περιορισθεί. Στο πρότυπο CCIR το πλάτος του χρωμικού φάσματος στον πομπό είναι

$$\Delta f = 2 \times 350 + 156 = 856 \text{ kHz}$$

ή, χονδρικά, 860 kHz (σχ. 4.7α). Οι ακραίες συχνότητες του φάσματος είναι 3,9 MHz και 4,756 MHz.

Ένα απλοποιημένο διάγραμμα κωδικοποιητή του SECAM φαίνεται στο σχήμα 4.7β. Από την έξοδο της κάμερας λαμβάνονται τα σήματα E_R, E_G και E_B που αντιστοιχούν στις τρεις χρωμοδιαιρεμένες εικόνες R, G και B. Τα σήματα αυτά οδηγούνται στην κωδικοποιητική μήτρα όπου παράγεται το σήμα φωτεινότητας E_Y και τα δύο σήματα χρωμικότητας E_{R-Y} και E_{B-Y}.

Το σημα φωτεινότητας E_Y φθάνει στο μίκτη 1 όπου συνδυάζεται με τους παλμούς συγχρονισμού και αμαυρώσεως που παράγονται στην παλμογεννήτρια. Στη συνέχεια και μέσα από μια γραμμή καθυστερήσεως εφαρμόζεται στο μίκτη 2. Τα σήματα E_{R-Y} και E_{B-Y} περνούν από ένα κύκλωμα προεμφάσεως όπου ανυψώνονται οι συνιστώσες των υψηλοτέρων συχνοτήτων τους με σκοπό την ελάττωση των θορύβων του συστήματος. Ύστερα φθάνουν στον ηλεκτρονικό μεταγωγέα ο οποίος τα διοχετεύει με τη σειρά (στη διάρκεια μιας γραμμής διοχετεύει το σήμα E_{R-Y}, στη διάρκεια της άλλης το E_{B-Y}, ύστερα πάλι το E_{R-Y} κτλ.) στο διαμορφωτή FM των χρωμοφερουσών αφού πρώτα περάσουν μέσα από ένα φίλ-

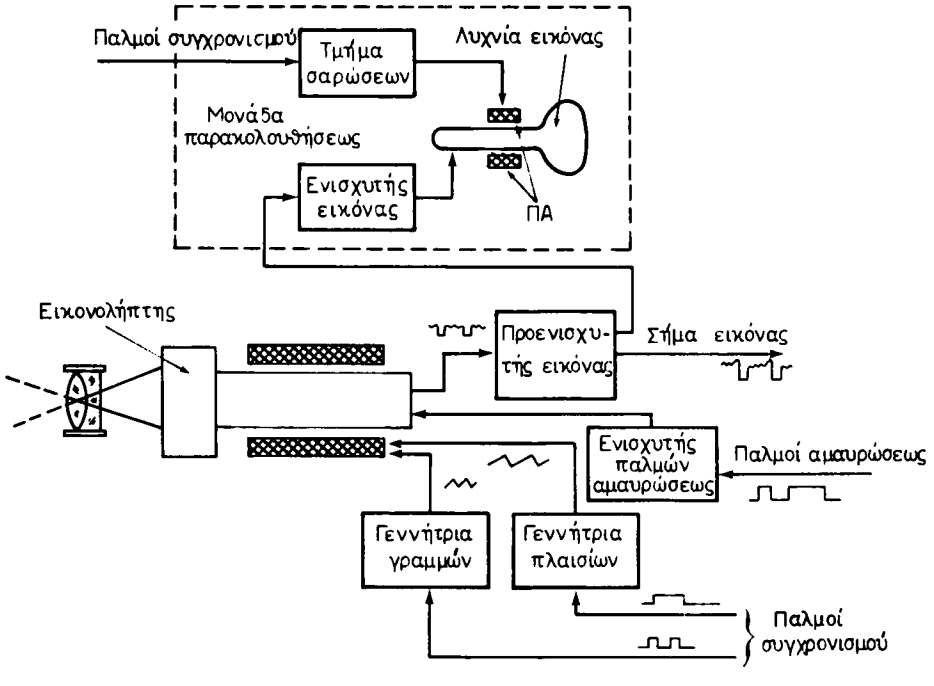


Σχ. 4.7β.
Διάγραμμα κωδικοποιητή SECAM.

τρο με ζώνη 0 — 1,5 MHz και από έναν περιοριστή πλάτους. Τα σήματα χρωμικότητας διαμορφώνουν τις δύο χρωμοφέρουσες (το καθένα τη δική του) οι οποίες στη συνέχεια αλλάζουν φάση κατά 180° περιοδικά ανά δύο γραμμές και σε κάθε επόμενο πεδίο. Την αλλαγή της φάσεως πραγματοποιεί ο ειδικός μεταλλάκτης της φάσεως των χρωμοφερουσών, του οποίου η λειτουργία ρυθμίζεται με παλμούς που παίρνονται από την παλμογεννήτρια. Στη συνέχεια, οι διαμορφωμένες κατά συχνότητα χρωμοφέρουσες περνούν από ένα φίλτρο συμπιέσεως και φθάνουν στο μίκτη 2. Εδώ συνδυάζονται με το σήμα φωτεινότητας και με τα σήματα συγχρονισμού και αμαυρώσεως για να σχηματισθεί το σύνθετο έγχρωμο τηλεοπτικό σήμα E_0 που θα διαμορφώσει κατά πλάτος την τελική φέρουσα του πομπού.

4.8 Οι τηλεοπτικές κάμερες.

Η τηλεοπτική συσκευή που περιλαμβάνει έναν εικονολήπτη, τις γεννήτριες σαρώσεως γραμμών και πλαισίων, έναν ενισχυτή των παλμών αμαυρώσεως, έναν προενισχυτή του σήματος εικόνας και μια μονάδα παρακολουθήσεως (monitor), ονομάζεται ***κάμερα.*** Η μονάδα παρακολουθήσεως αποτελείται από μια λυχνία εικόνας (εικονογράφο), από έναν ενισχυτή του σήματος εικόνας και από το τμήμα σαρώσεων. Διάγραμμα σε απλοποιημένη μορφή μιας κάμερας φαίνεται στο σχήμα 4.8α. Οι απαραίτητοι παλμοί συγχρονισμού και αμαυρώσεως οδηγούνται στην κάμερα από μια παλμογεννήτρια.



Σχ. 4.8α.
Χονδρικό διάγραμμα τηλεοπτικής κάμερας.

Κατά την εξωτερική της μορφή η κάμερα θυμίζει κινηματογραφική μηχανή λήψεως. Στο εμπρόσθιο τοίχωμά της είναι προσαρμοσμένος ένας περιστρεφόμενος πυργίσκος με μια σειρά φακών με διαφορετική εστιακή απόσταση, για την προσαρμογή της κάμερας σε διάφορες συνθήκες εργασίας. Στο οπίσθιο τοίχωμά της βρίσκεται η οθόνη (μικρής διαμέτρου) της μονάδας παρακολουθήσεως και αναζητήσεως της εικόνας.

Η κάμερα στηρίζεται σε τρίποδα που συνήθως έχει τηλεσκοπική κατασκευή. Ο τρίποδας διαθέτει μηχανισμό για την κατακόρυφη μετακίνηση της κάμερας, ο οποίος στις σύγχρονες κατασκευές είναι υδραυλικός για να λειτουργεί αθόρυβα.

Η στάθμη του σήματος εικόνας στην αντίσταση φορτίου του εικονολήπτη είναι συνήθως χαμηλή. Ο προενισχυτής ενισχύει το σήμα εικόνας και προσαρμόζει την αντίσταση εξόδου της κάμερας με τη μικρή χαρακτηριστική αντίσταση του καλωδίου που συνδέει την κάμερα με τη μονάδα ελέγχου και ενισχύσεως του πομπού. Από τον προενισχυτή διεγείρεται και ο ενισχυτής του σήματος εικόνας της μονάδας αναζητήσεως και παρακολουθήσεως. Με τη βοήθεια της μονάδας αυτής ο χειριστής της κάμερας «σκοπεύει» το αντικείμενο, εκτελεί τις απαραίτητες ρυθμίσεις για τη λήψη της εικόνας του και ελέγχει την ποιότητά της.

Σε κάμερες μεγάλων απαιτήσεων και κυρίως για σταθμούς εξωτερικών μεταδόσεων, χρησιμοποιείται οπτικό σύστημα με ειδικούς φακούς μεταβλητής εστιακής αποστάσεως που ονομάζονται φακοί «ζουμ».

Η κατασκευή μιας κάμερας για έγχρωμη τηλεόραση στηρίζεται στη θεωρία της τριχρωμικής οράσεως και είναι πολυπλοκότερη από εκείνη της ασπρόμαυρης τηλεοράσεως. Μια κάμερα έγχρωμης τηλεοράσεως πρέπει να διαθέτει:

α) ***Ορθότητα χρωμομεταφοράς,*** δηλαδή να δημιουργεί σήματα που να ανταποκρίνονται ακριβώς στα χρωματομετρικά χαρακτηριστικά της εκπεμπόμενης εικόνας.

β) ***Ακρίβεια συμπτώσεως των ράστερ*** που σημαίνει ότι το τάδε στοιχείο μιας εικόνας πρέπει να προβάλλεται επίσης στο αντίστοιχο στοιχείο των στόχων όλων των εικονοληπτών (σύγχρονη ***ανάγνωση*** των ***ίδιων*** στοιχείων των εικόνων).

γ) ***Σταθερότητα των παραμέτρων,*** δηλαδή τα χαρακτηριστικά της κάμερας να μην επηρεάζονται από εξωτερικούς αστάθμητους παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, οι μηχανικές δονήσεις, το μαγνητικό πεδίο κλπ.

Από πλευρά συνθετότητας έχομε τις κάμερες με πολλούς εικονολήπτες (τρεις και τέσσερις), για ξεχωριστή μορφοποίηση των εικονοσημάτων κάθε χρώματος, και τις κάμερες με έναν ή δύο εικονολήπτες που μορφοποιούν ταυτόχρονα τα εικονοσήματα μερικών χρωμάτων.

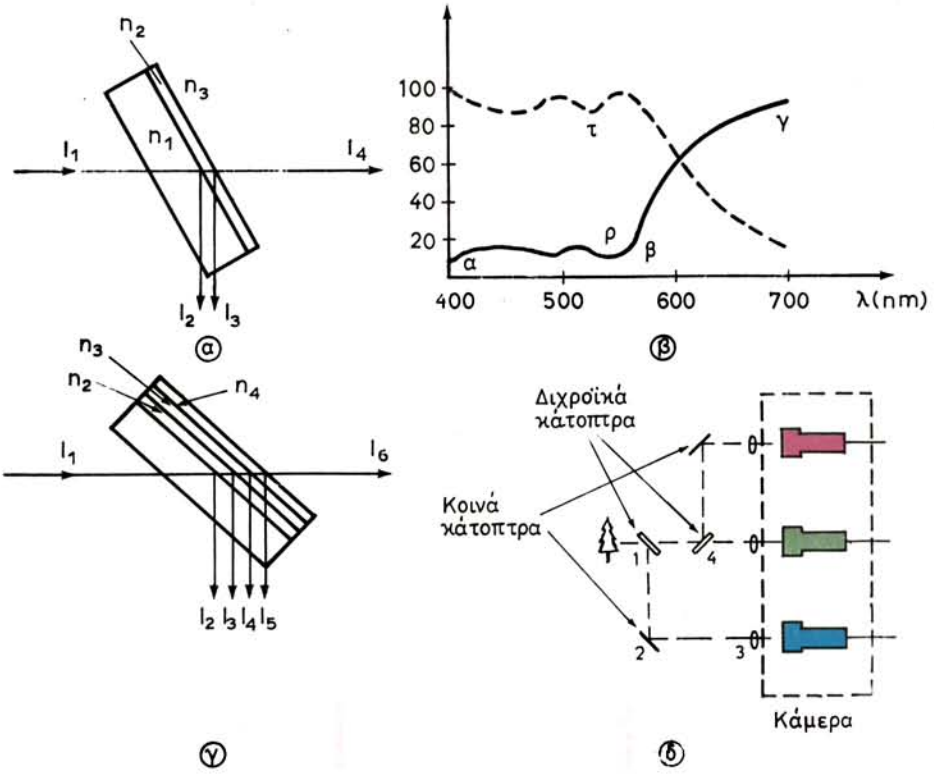
Οι κάμερες πολλών εικονοληπτών που είναι πιο διαδεδομένοι, εξασφαλίζουν υψηλή ποιότητα εικόνας. Όμως είναι σύνθετες και ακριβές συσκευές και απαιτούν χειρισμό από άτομα με υψηλή ειδίκευση.

Οι κάμερες ενός εικονολήπτη εξασφαλίζουν αυτόματα τη σύμπτωση των ράστερ και την ταύτιση των αναλογιών μετατροπής των ξεχωριστών χρωμάτων σε σήμα. Γι' αυτό το σκοπό, κάθε στοιχείο της εικόνας προβάλλεται στον εικονολήπτη μέσα από χρωμοδιαχωριστικό φίλτρο. Για την ***ανάγνωση*** των σημάτων κάθε βασικού χρώματος R, G, B που αντιστοιχούν σ' ένα στοιχείο εικόνας, ο εικονολήπτης πρέπει να έχει αυξημένη διαχωριστική ικανότητα. Εξαιτίας της δυσκολίας που παρουσιάζεται, τόσο στην κατασκευή ενός λεπτού χρωμοδιαχωριστικού φίλτρου, όσο και στο διαχωρισμό των χρωμοσημάτων από το μίγμα, οι κάμερες ενός εικονολήπτη υστερούν σε ποιότητα εικόνας από τις προηγούμενες.

Κάθε κάμερα συνοδεύεται από το οπτικό της σύστημα. Στις κάμερες της έγχρωμης τηλεοράσεως προβάλλονται ταυτόχρονα οι ***χρωμοδιαιρεμένες*** εικόνες στους στόχους μερικών εικονοληπτών. Γι' αυτό το σκοπό, χρησιμοποιούνται πολύπλοκα οπτικά συστήματα με χρωμοδιαχωριστικές επιφάνειες που ξεχωρίζουν τη λευκή φωτεινή ροή στις συνιστώσες: κόκκινη, πράσινη, μπλε. Τέτοια οπτικά συστήματα κατασκευάζονται με τη βοήθεια των διχροϊκών κατόπτρων, για τα οποία ας πούμε στη θέση αυτή δύο λόγια, μια και είναι βασικά στοιχεία κάθε έγχρωμης κάμερας.

Η κατασκευή τους φαίνεται στο σχήμα 4.86(α). Αποτελούνται βασικά από ένα γυαλί που καλύπτεται με ένα λεπτό, διαφανές διηλεκτρικό επίστρωμα. Η λευκή δέσμη I_1 που πέφτει στο κάτοπτρο, μερικώς ανακλάται (ακτίνες I_2 και I_3) και μερικώς περνάει μέσα απ' αυτό (I_4). Σε

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 4.86.
Κατασκευή και λειτουργία διχροϊκών κατόπτρων.

εξάρτηση από το πάχος του επιστρώματος και από τους δείκτες διαθλάσεως του γυαλιού (n_1) και του επιστρώματος (n_2), οι ακτίνες που ανακλώνται από τα όρια (επαφές) ***γυαλί-επίστρωμα*** (I_2) και ***επίστρωμα-αέρας*** (I_3) μπορούν, ανάλογα με το μήκος κύματος (με το χρώμα), να βγουν είτε συμφασικές, είτε αντιφασικές, είτε σε ενδιάμεση κατάσταση. Αυτό σημαίνει ότι οι ενέργειές τους μπορούν είτε να προστεθούν, είτε μερικώς ή ολικώς να αντισταθμιστούν. Έτσι, η ένταση του ανακλώμενου φωτός εξαρτάται από το μήκος κύματος.

Οι τυπικές καμπύλες της εξαρτήσεως του συντελεστή ανακλάσεως: $$\rho = \frac{I_2 + I_3}{I_1}$$

και του συντελεστή διελεύσεως: $$\tau = \frac{I_4}{I_1}$$

από το μήκος κύματος, φαίνονται στο σχήμα 4.86(β). Από τις καμπύλες αυτές βλέπομε ότι το άθροισμα του διερχόμενου και του ανακλώμενου φωτός ισούται περίπου (υπάρχει και κάποια απώλεια) με το φως που πέφτει στο κάτοπτρο. Δηλαδή:

$$\rho + \tau = 1$$

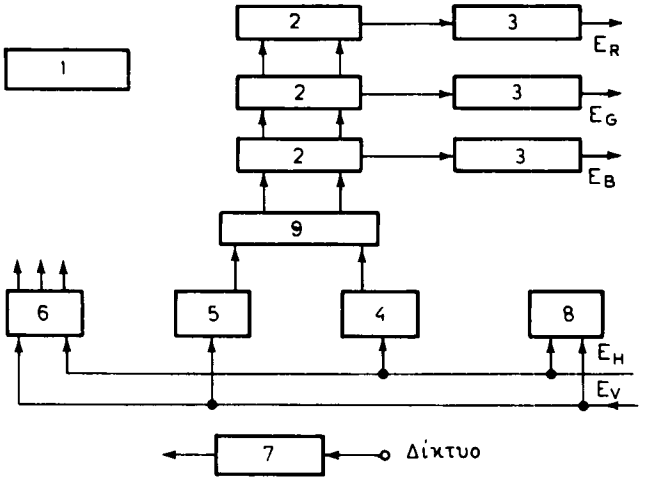
Για καλύτερη χρωμοδιαχωριστικότητα, τα διχροϊκά κάτοπτρα έχουν περισσότερα επιστρώ-

ματα [σχ. 4.8β(γ)]. Με κατάλληλη εκλογή των δεικτών διαθλάσεως των στρωμάτων, του πάχους τους και της σειράς στην τοποθέτησή τους, μπορούμε να έχομε σημαντικά καλύτερη εξάρτηση των συντελεστών ανακλάσεως ρ και διελεύσεως τ από το μήκος κύματος. Μπορούμε, δηλαδή, να πάρομε μεγαλύτερη κλίση της τομής στο τμήμα βγ [σχ. 4.8β(β)] και καλύτερη ισομετρία της χαρακτηριστικής στα τμήματα διελεύσεως αβ και ανακλάσεως γδ.

Η δράση των διχροϊκών κατόπτρων για το χρωμοδιαχωρισμό μιας εικόνας φαίνεται στο σχήμα 4.8β(δ).

Το διχροϊκό κάτοπτρο (1) ανακλά το βαθυγάλανο τμήμα του φάσματος, το οποίο στη συνέχεια, με ένα συνηθισμένο κάτοπτρο (2) και το φακό (3), κατευθύνεται στο ***βαθυγάλανο*** εικονολήπτη. Οι διερχόμενες από το κάτοπτρο (1) φωτεινές ροές (πράσινη και κόκκινη) διαχωρίζονται κατά τον ίδιο τρόπο, με το διχροϊκό κάτοπτρο (4), σε πράσινη και κόκκινη.

Ας παρουσιάσομε τώρα το σχηματικό διάγραμμα μιας κάμερας που παρέχει στην έξοδό της τα σήματα E_R, E_G και E_B (κάμερα RGB). Το τετράγωνο (1) (σχ. 4.8γ) παριστάνει το οπτικομηχανικό τμήμα της κάμερας, που αποτελείται από το οπτικό σύστημα και τους μηχανισμούς εστιάσεως και περιστροφής των κινηματογραφικών φακών. Οι εικονολήπτες (2) συνδέονται μηχανικά και σταθερά με το τμήμα (1). Τα σήματα εικόνας που εμφανίζονται στις εξόδους των εικονοληπτών, ενισχύονται από τους προενισχυτές (3) και με τη βοήθεια ομοαξονικών καλωδίων μεταφέρονται σε άλλες μονάδες του στούντιο για τη διόρθωση και την κωδικοποίησή τους. Η κάμερα έχει ακόμη τα τμήματα σαρώσεως γραμμών (4) και πεδίων (5) που τροφοδοτούν με πριονωτά ρεύματα τα αντίστοιχα πηνία αποκλίσεως, αφού περάσουν από το κύκλωμα συμπτώσεως των ράστερ (9). Για την αμαύρωση των επιστροφών των ηλεκτρονικών ακτίνων υπάρχει το ειδικό τμήμα (6) που παράγει τους αμαυρωτικούς παλμούς. Αυτοί ελέγχονται από τους συγχρονιστικούς παλμούς γραμμών E_H και πεδίων E_V που φθάνουν στην κάμερα από την παλμογεννήτρια. Για την παρατήρηση της εικόνας κατά τη λειτουργία της κάμερας χρησιμοποιείται, κατά κανόνα, ηλεκτρονικός ***αναζητητής*** (8) με ασπρόμαυρο εικονογράφο.



Σχ. 4.8γ.
Σχηματικό διάγραμμα κάμερας RGB.

Τέλος, εκτός από τα βασικά τμήματα, η κάμερα έχει και το τροφοδοτικό τμήμα (7) που αποτελείται από τους σταθεροποιητές των τροφοδοτικών τάσεων, τους σταθεροποιητές των ρευμάτων για την τροφοδότηση των πηνίων εστιάσεως των εικονοληπτών και τις πηγές υψηλής τάσεως για την τροφοδότηση των διαφόρων ηλεκτροδίων των εικονοληπτών. Η

κάμερα έχει ακόμη το σύστημα επικοινωνίας του χειριστή με το σκηνοθέτη και τη διάταξη σηματοδοτήσεως για τη σύνδεσή της με τον πομπό.

Κάμερες με τρεις εικονολήπτες υπάρχουν και άλλων τύπων. Η κάμερα π.χ. του τύπου YRB παρέχει το σήμα φωτεινότητας E_Y με ζώνη συχνοτήτων ως 8 MHz και δύο σήματα: το ***κόκκινο*** E_R και το ***μπλε*** E_B, με στενότερη ζώνη συχνοτήτων (περίπου 1,5 MHz). Μια γνωστή κάμερα αυτού του τύπου είναι η Mark - VIII της Marconi (Αγγλίας) που κατασκευάσθηκε το 1970. Με σκοπό την αύξηση της ευαισθησίας της κάμερας κατασκευάστηκε η τύπου WRB (όπου W κάποιο λευκό). Παράδειγμα τέτοιας κάμερας είναι η KCU-40 της Bosch-Fernsehe (Γερμανίας).

Σήμερα υπάρχει ολόκληρη σειρά από κάμερες με τρεις εικονολήπτες για ***εφαρμοσμένη τηλεόραση***. Μερικές από αυτές παρουσιάζουν ενδιαφέρον σαν πρωτότυπες νέες κατασκευές. Τέτοιες είναι π.χ. η SK-307 της Ikegami (Ιαπωνία), η AK-936 της Matsushita (Ιαπωνία), η φορητή NS-5000 της Nippon Electric (Ιαπωνία) κ.α. Η τελευταία κάμερα έχει εικονολήπτες ***υπερσίλικον***.

Εικονολήπτες αυτού του είδους διέθεταν οι κάμερες που κατασκεύασε η RCA και που χρησιμοποιήθηκαν από τους αμερικανούς κοσμοναύτες όταν έφθασαν στην επιφάνεια της Σελήνης με το διαστημόπλοιο «Απόλλων».

Άλλες κάμερες για έγχρωμη τηλεόραση είναι οι τύποι YRGB και WRGB με τέσσερις εικονολήπτες. Οι τρεις από αυτούς είναι του ίδιου τύπου, π.χ. βίντικον, και δίνουν τα σήματα των τριών βασικών χρωμάτων, ενώ ο τέταρτος παρέχει το σήμα φωτεινότητας και μπορεί να είναι διαφορετικού τύπου. Τέτοιες κάμερες είναι η Mark-VII της Marconi (Αγγλία), η KT-116M (Σοβιετική Ένωση) κ.α.

Τέλος, έγιναν και εξακολουθούν να γίνονται δοκιμές με κάμερες ενός και δύο εικονολη-πτών. Κάμερα με δύο εικονολήπτες προτάθηκε από την ιαπωνική εταιρεία NHK και κάμερες με έναν εικονολήπτη κατασκεύασε η RCA (την PFS-710 και την Spectra Plex) και η Sony (την DXC-1600). Οι κάμερες αυτές δε χρησιμοποιούνται σε στούντιο αλλά στην ***εφαρμοσμένη τηλεόραση***.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Η ΛΗΨΗ ΤΟΥ ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ

ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΥΨΗΛΗΣ ΚΑΙ ΕΝΔΙΑΜΕΣΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΚΟΝΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΗΧΟΥ ΤΟΥ ΔΕΚΤΗ

5.1 Διάγραμμα ασπρόμαυρου δέκτη τηλεοράσεως.

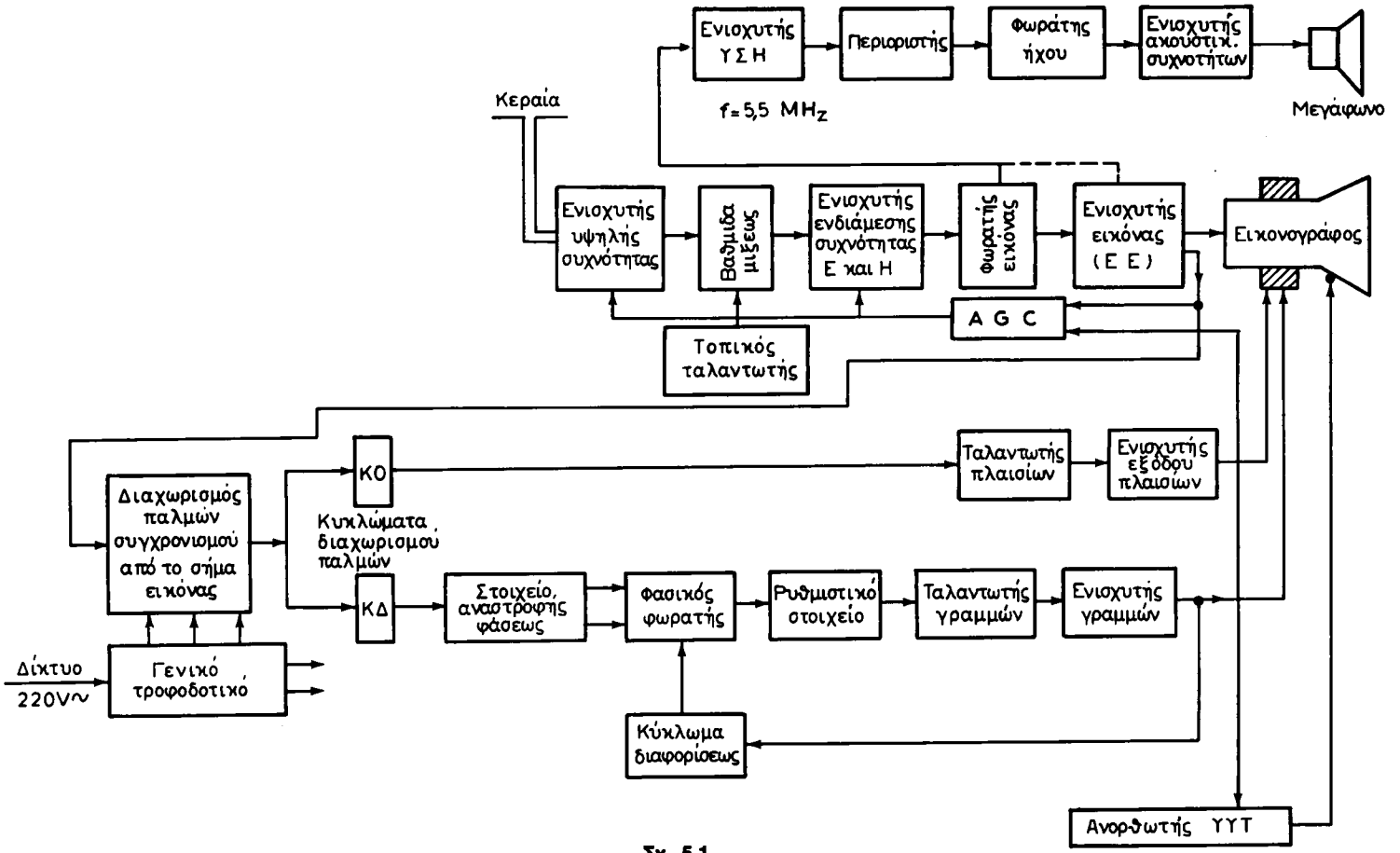
Όλοι οι σύγχρονοι τηλεοπτικοί δέκτες είναι υπερετερόδυνοι, όπως και οι ραδιοφωνικοί. Η καθολική χρησιμοποίηση της ετεροδυνώσεως στους δέκτες τηλεοράσεως δικαιολογείται από το γεγονός ότι μόνο με αυτή μπορούμε σχετικά εύκολα να εξασφαλίσομε λήψη προγράμματος σε οποιοδήποτε τηλεοπτικό κανάλι με σταθερή ενίσχυση των σημάτων εικόνας και ήχου.

Γνωρίζομε ότι στην τηλεοπτική εκπομπή οι φέρουσες συχνότητες εικόνας και ήχου διαφέρουν μεταξύ τους κατά 5,5 MHz. Αυτό μας επιτρέπει σε μεγάλο βαθμό να χρησιμοποιήσομε κοινές βαθμίδες στο δέκτη για τη λήψη των σημάτων εικόνας και ήχου, οπότε και η σύνθεσή του απλοποιείται σημαντικά.

Στο σχήμα 5.1 φαίνεται το διάγραμμα ενός ασπρόμαυρου δέκτη τηλεοράσεως. Τα σήματα εικόνας και ήχου που λαμβάνονται από την ίδια κεραία, οδηγούνται στον ενισχυτή υψηλής συχνότητας, όπου γίνεται μια χονδρική επιλογή του επιθυμητού τηλεοπτικού καναλιού και η απαιτούμενη ενίσχυση. Στη συνέχεια οι φέρουσες συχνότητες του καναλιού με τις πλευρικές συνιστώσες τους φθάνουν στη βαθμίδα μίξεως, όπου εφαρμόζεται και η ταλάντωση του τοπικού ταλαντωτή. Στη βαθμίδα μίξεως αναμιγνύονται τα σήματα εικόνας, ήχου και τοπικού ταλαντωτή και στην έξοδό της εμφανίζονται ξανά τα σήματα εικόνας και ήχου με συχνότητες μικρότερες από τις φέρουσες. Τις νέες συχνότητες τις ονομάζομε, όπως είναι γνωστό, ***ενδιάμεσες συχνότητες.*** Ο ενισχυτής υψηλής συχνότητας, η βαθμίδα μίξεως και ο τοπικός ταλαντωτής αποτελούν ενιαία μονάδα του δέκτη πού ονομάζεται ***επιλογέας καναλιών*** ή και ***συντονιστής*** (Tuner).

Οι δύο ενδιάμεσες συχνότητες, δηλαδή η ενδιάμεση συχνότητα εικόνας με διαμόρφωση πλάτους και η ενδιάμεση συχνότητα ήχου με διαμόρφωση συχνότητας, οδηγούνται σε ένα κοινό ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας, όπου ενισχύονται οι τάσεις τους από μερικές βαθμίδες (συνήθως τρεις). Στον ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας γίνεται βασικά και η επιλογή του τηλεοπτικού καναλιού, δηλαδή απομακρύνονται οι παρενοχλήσεις από γειτονικούς πομπούς.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 5.1.
Χονδρικό διάγραμμα ασπρόμαυρου δέκτη τηλεοράσεως.

Η τελευταία βαθμίδα του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας ακολουθείται από το φωρατή εικόνας. Εδώ αναδεικνύεται το τηλεοπτικό σήμα, δηλαδή το περιεχόμενο της εικόνας και οι διάφοροι παλμοί που τη συνοδεύουν. Παράλληλα με αυτό, οι δύο ενδιάμεσες συχνότητες εικόνας και ήχου που διαφέρουν μεταξύ τους επίσης κατά 5,5 MHz, αναδεικνύουν στην έξοδο του φωρατή με μια διεργασία μίξεως τη διαφορά των 5,5 MHz που περιέχει τον ήχο, γι' αυτό ονομάζεται ***υπενδιάμεση συχνότητα ήχου*** (ΥΣΗ). Η ΥΣΗ των 5,5 MHz οδηγείται σε ιδιαίτερο τμήμα του δέκτη που ονομάζεται ***τμήμα ήχου***.

Το σήμα εικόνας με τους διάφορους παλμούς ενισχύεται από τον ενισχυτή εικόνας (ΕΕ) και εφαρμόζεται στην είσοδο (συνήθως στην κάθοδο) του εικονογράφου για να ρυθμίσει την ένταση της καταγραφικής δέσμης, η οποία θα κάνει την αναπαραγωγή της εικόνας στην οθόνη του δέκτη.

Η τάση της υπενδιάμεσης συχνότητας ήχου (5,5 MHz) οδηγείται, όπως είπαμε, στο τμήμα ήχου του δέκτη είτε απευθείας από την έξοδο του φωρατή εικόνας είτε από την έξοδο του ενισχυτή εικόνας και ενισχύεται από τον ενισχυτή υπενδιάμεσης συχνότητας ήχου (ΕΥΣΗ). Το τμήμα ήχου του δέκτη περιλαμβάνει ακόμη τον περιοριστή, το φωρατή ήχου και τον ενισχυτή ακουστικής συχνότητας με το μεγάφωνο.

Ο περιοριστής αποκόπτει τη διαμόρφωση πλάτους και τους θορύβους που τυχόν περιέχονται στο διαμορφωμένο κατά συχνότητα σήμα του ήχου και ο φωρατής ήχου αναδεικνύει τις ακουστικές συχνότητες. Εφόσον στο πρότυπο CCIR το σήμα ήχου είναι διαμορφωμένο κατά συχνότητα, ο φωρατής ήχου είναι ένας «διευκρινιστής» ή ένας «αναλογικός φωρατής συχνότητας».

Ας δούμε τώρα τα υπόλοιπα τμήματα του δέκτη, που φαίνονται στο σχήμα 5.1. Μια τάση του τηλεοπτικού σήματος από την έξοδο του ενισχυτή εικόνας οδηγείται σε ένα τμήμα, που ονομάζεται «τμήμα συγχρονισμού» του δέκτη. Το τμήμα συγχρονισμού περιλαμβάνει το διαχωριστή των παλμών συγχρονισμού από το σήμα εικόνας και τα κυκλώματα διαχωρισμού των παλμών συγχρονισμού μεταξύ τους (κυκλώματα διαφορίσεως και ολοκληρώσεως). Έτσι, οι παλμοί συγχρονισμού απαλλαγμένοι από το σήμα εικόνας και διαχωρισμένοι σε παλμούς συγχρονισμού γραμμών και παλμούς συγχρονισμού πλαισίων (ακριβέστερα πεδίων) μπορούν να εκπληρώσουν τον προορισμό τους, δηλαδή να συγχρονίσουν τους ταλαντωτές (γεννήτριες) της οριζόντιας και της κατακόρυφης σαρώσεως (ταλαντωτές γραμμών και πλαισίων).

Οι πριονωτές τάσεις, που παράγονται από τους ταλαντωτές γραμμών και πλαισίων, αφού ενισχυθούν από τους αντίστοιχους ενισχυτές, εφαρμόζονται στα πηνία αποκλίσεως για να δημιουργήσουν τα πριονωτά ρεύματα σαρώσεως.

Από τον ενισχυτή εξόδου γραμμών και με τη βοήθεια ενός ανορθωτή παράγεται και η υπερυψηλή τάση (ΥΥΤ), που τροφοδοτεί την τελική άνοδο του εικονογράφου (16 kV περίπου). Οι τάσεις τροφοδοσίας των υπολοίπων τμημάτων του δέκτη παρέχονται από το γενικό τροφοδοτικό σύστημα, που εργάζεται συνήθως χωρίς μετασχηματιστή δικτύου.

Σημειώνομε ότι για μερικές ακόμη βαθμίδες που περιέχονται στο διάγραμμα του σχήματος 5.1 θα μιλήσομε σε καταλληλότερες θέσεις.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

5.2 Διαφορές μεταξύ ασπρόμαυρου και έγχρωμου δέκτη.

Ο έγχρωμος τηλεοπτικός δέκτης πρέπει να εξετασθεί σαν ένας ασπρόμαυρος δέκτης που έχει όμως μια σειρά από συμπληρωματικές βαθμίδες και κυκλώματα για την επεξεργασία των σημάτων χρωμικότητας. Οι βαθμίδες αυτές και τα κυκλώματά τους συγκροτούν το λεγόμενο ***τμήμα χρωμικότητας*** του δέκτη.

Εκτός από την ύπαρξη του τμήματος χρωμικότητας, οι ουσιαστικότερες διαφορές μεταξύ έγχρωμου και ασπρόμαυρου δέκτη οφείλονται στη χρησιμοποίηση του τριδεσμικού εικονογράφου. Για τη λειτουργία του εικονογράφου αυτού, απαιτούνται αυξημένες τροφοδοτικές τάσεις και παροχή σημαντικής ισχύος από τις βαθμίδες εξόδου των τμημάτων σαρώσεως. Η οθόνη του έγχρωμου εικονογράφου αποκτά κανονική φωτεινότητα, όταν η υπερυψηλή τροφοδοτική του τάση είναι ίση ή μεγαλύτερη από 25 kV.

Η αύξηση της τροφοδοτικής τάσεως ως τα 25 kV και περισσότερο, συνεπάγεται ελάττωση των διαστάσεων της εικόνας και κάποια χειροτέρευση της εστιάσεως των ηλεκτρονικών ακτίνων του εικονογράφου. Για την αποφυγή των ανεπιθυμήτων αυτών φαινομένων, διπλασιάσθηκε σχεδόν η ισχύς των βαθμίδων σαρώσεως γραμμών και πεδίων και αυξήθηκε η τάση στο εστιακό ηλεκτρόδιο του εικονογράφου ως τα 5-6kV.

Το κύκλωμα του έγχρωμου δέκτη είναι πολύπλοκο, αφού, όπως είπαμε, στη σύνθεσή του παίρνει μέρος το τμήμα χρωμικότητας. Μια σειρά ακόμη από διατάξεις, όπως η αυτόματη διάταξη διαχωρισμού των εγχρώμων προγραμμάτων από τα ασπρόμαυρα κλπ., κάνει τον έγχρωμο δέκτη να έχει μεγαλύτερο αριθμό βαθμίδων και κυκλωμάτων από τον ασπρόμαυρο.

Το τμήμα φωτεινότητας του δέκτη, δηλαδή ο ενισχυτής του ασπρόμαυρου σήματος E_Y, ο αυτόματος συγχρονισμός των γραμμών και τα κυκλώματα της αμαυρώσεως, είναι σχεδόν όμοια μ' εκείνα των ασπρόμαυρων δεκτών.

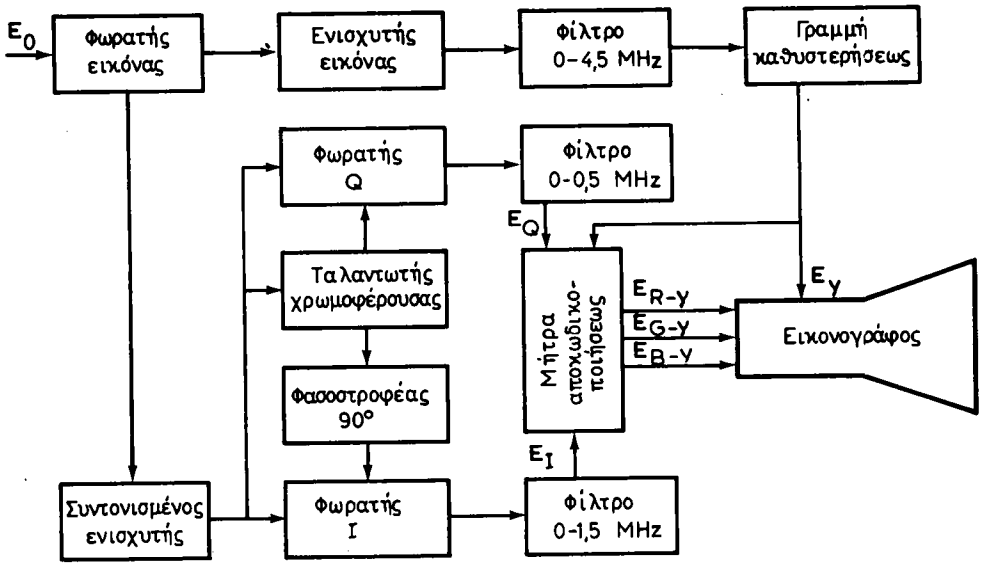
Τέλος, το τμήμα υψηλής και ενδιάμεσης συχνότητας, το τμήμα ήχου, ο διαχωριστής των παλμών συγχρονισμού και το κύκλωμα AGC δεν διαφέρουν καθόλου από τα αντίστοιχα τμήματα και κυκλώματα των ασπρόμαυρων δεκτών.

Στη συνέχεια θα παρουσιάσομε τα διαγράμματα των τμημάτων χρωμικότητας των δεκτών τηλεοράσεως NTSC, PAL και SECAM που είναι γνωστά και σαν ***αποκωδικοποιητές.*** Την αναλυτικότερη σύνθεση των τμημάτων αυτών θα την εξετάσομε σε ιδιαίτερο κεφάλαιο.

5.3 Διάγραμμα αποκωδικοποιητή δέκτη NTSC.

Εξετάζομε την αρχή λειτουργίας του δέκτη NTSC με τη βοήθεια του απλοποιημένου διαγράμματος του σχήματος 5.3α.

Το λαμβανόμενο από την κεραία σύνθετο τηλεοπτικό σήμα ύστερα από την ενίσχυση στο τμήμα υψηλής συχνότητας, τη μεταλλαγή συχνότητας, την ενίσχυση στο τμήμα ενδιάμεσης συχνότητας φθάνει στο φωρατή εικόνας. Από τη μια έξοδο του φωρατή το αποδιαμορφωμένο σήμα, αφού περάσει από τον ενισχυτή του σήματος Y, από το φίλτρο 0 — 4,5 MHz και από μια γραμμή καθυστερήσεως, εφαρμόζεται στις καθόδους (συνδεσμολογημένες παράλληλα) του τριδεσμικού έγχρω-



Σχ. 5.3α.
Απλοποιημένο διάγραμμα αποκωδικοποιητή NTSC.

μου εικονογράφου. Η γραμμή καθυστερήσεως έχει την ίδια σημασία μ' εκείνη της αντίστοιχης του τμήματος εκπομπής.

Από τη δεύτερη έξοδο του φωρατή το σήμα οδηγείται σ' ένα συντονισμένο ενισχυτή όπου καταπνίγονται όλες οι συνιστώσες του τηλεοπτικού φάσματος εκτός από εκείνες που βρίσκονται στην περιοχή από 2 ως 4,2 MHz. Στην περιοχή αυτή είναι τοποθετημένο το φάσμα συχνοτήτων του σήματος χρωμικότητας.

Το διαχωρισμένο τώρα χρωμόσημα φθάνει σε δυο ***συγχρονοφωρατές*** των σημάτων E_Q και E_I. Στις δύο εισόδους των συγχρονοφωρατών εφαρμόζεται ταυτόχρονα το άθροισμα $E_Q + E_I$ που πρέπει να διαχωρισθεί σε ένα σήμα E_Q και σε ένα σήμα E_I. Για να γίνει αυτός ο διαχωρισμός πρέπει να εφαρμοσθούν στους φωρατές και οι τάσεις της χρωμοφέρουσας που καταπνίχθηκε στον πομπό. Ένας τοπικός ταλαντωτής αναπαράγει τη χρωμοφέρουσα στο δέκτη και τάσεις που διαφέρουν μεταξύ τους κατά 90° εφαρμόζονται στους συγχρονοφωρατές. Η χρωμοφέρουσα εφαρμόζεται κατευθείαν στο φωρατή Q, όπως και το σήμα E_Q διαμόρφωσε κατευθείαν τη χρωμοφέρουσα στον πομπό. Η κατευθείαν εφαρμογή της χρωμοφέρουσας στο φωρατή Q μαζί με το σήμα E_Q+E_I δίνει στην έξοδο το σήμα E_Q. Το σήμα E_I που φέρεται στη μετατοπισμένη κατά 90° χρωμοφέρουσα καταπνίγεται από το φωρατή Q και δεν εμφανίζεται στην έξοδό του.

Το σήμα E_I διαμορφώνει τη χρωμοφέρουσα στον πομπό, αφού η τελευταία μετατοπιθεί πρώτα κατά 90°. Το ίδιο ακριβώς γίνεται και στο δέκτη. Η χρωμοφέρουσα, ύστερα από στροφή 90°, εφαρμόζεται μαζί με το σήμα $E_Q + E_I$ στο φωρατή I και στην έξοδό του εμφανίζεται το σήμα E_I ενώ καταπνίγεται το σήμα E_Q που φέρεται στην αμετατόπιστη φασικά χρωμοφέρουσα του πομπού.

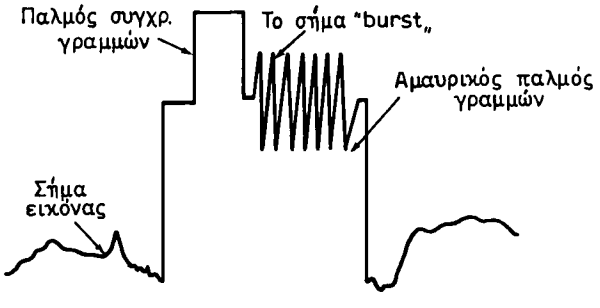
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

Έτσι μπορούμε να πούμε ότι οι συγχρονοφωρατές καταπνίγουν τα σήματα, τα οποία συνδυάζονται με χρωμοφέρουσες που έχουν μεταξύ τους φασική διαφορά 90°, ενώ αναδεικνύουν τα σήματα που συνδυάζονται με συμφασικές χρωμοφέρουσες.

Τα σήματα E_Q και E_I που λαμβάνονται από τις εξόδους των φωρατών οδηγούνται στην «αποκωδικοποιητική μήτρα» μέσα από φίλτρα ζώνης. Εδώ φθάνει και το σήμα φωτεινότητας E_Y από τη γραμμή καθυστερήσεως. Στην έξοδο της μήτρας εμφανίζονται τα σήματα E_{R-Y}, E_{G-Y} και E_{B-Y} τα οποία εφαρμόζονται στα τρία οδηγά πλέγματα του τριδεσμικού εικονογράφου. Στην περίπτωση αυτή ο εικονογράφος εργάζεται ως συνθετική μήτρα, δηλαδή μεταξύ των καθόδων και των οδηγών πλεγμάτων του δημιουργούνται τα σήματα των τριών βασικών χρωμάτων:

$$(E_R - E_Y) + E_Y = E_R,$$
$$(E_G - E_Y) + E_Y = E_G \text{ και}$$
$$(E_B - E_Y) + E_Y = E_B$$

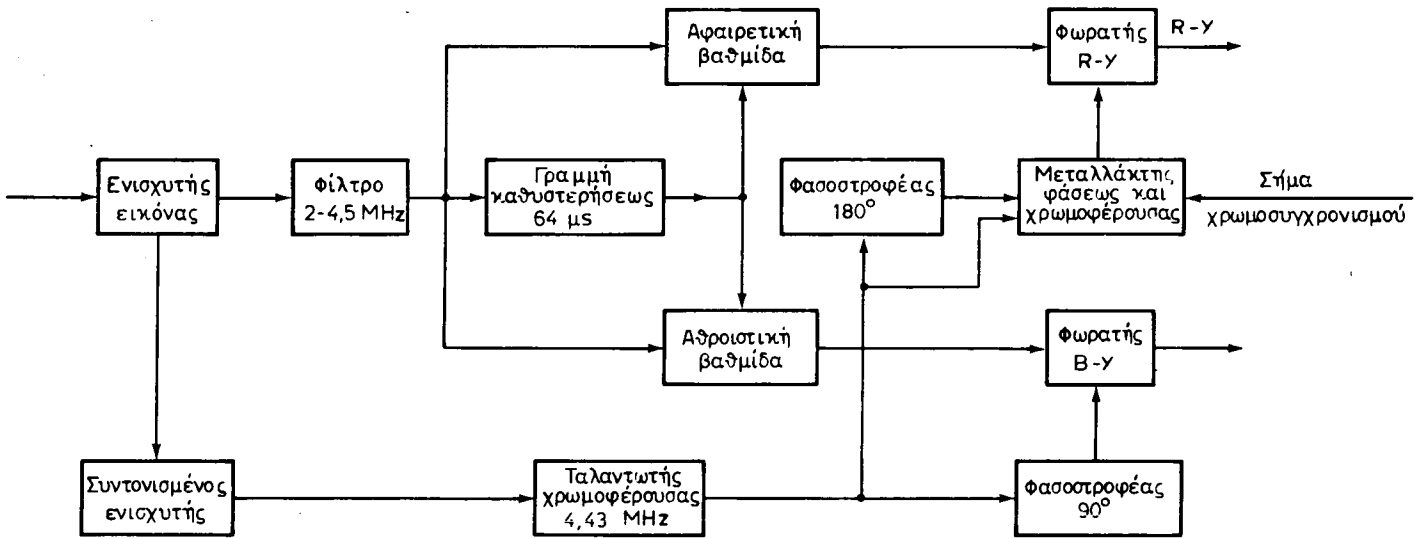
Για να μην έχομε παραμορφώσεις στο χρωματικό τόνο των στοιχείων της εικόνας, η φάση της χρωμοφέρουσας στο δέκτη δεν πρέπει να αποκλίνει περισσότερο από 5° από την καταπνιγμένη χρωμοφέρουσα στον πομπό. Γι' αυτό το σκοπό φορτώνονται στον πίσω μαύρο αναβαθμό του αμαυρωτικού παλμού γραμμών 8-12 ταλαντώσεις της χρωμοφέρουσας που συγκροτούν το λεγόμενο ***σήμα burst*** (σχ. 5.36). Το σήμα burst ξεχωρίζεται στο δέκτη και χρησιμοποιείται για το συγχρονισμό του τοπικού ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας.



Σχ. 5.36.
Μορφή του σήματος χρωμασυγχρονισμού του συστήματος NTSC.

5.4 Διάγραμμα αποκωδικοποιητή PAL.

Η βασικότερη διάταξη του δέκτη PAL, όπως και του δέκτη NTSC, είναι ο αποκωδικοποιητής του οποίου το διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 5.4.



Σχ. 5.4.
Διάγραμμα αποκωδικοποιητή του δέκτη PAL.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

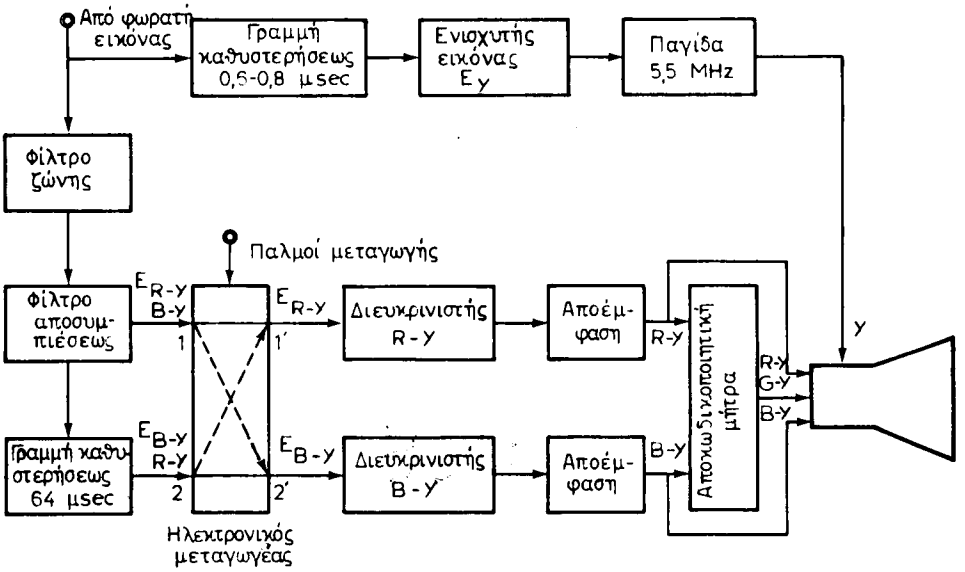
Το σήμα, ύστερα από τον ενισχυτή εικόνας, φθάνει σε ένα φίλτρο ζώνης με το οποίο γίνεται ο διαχωρισμός των σημάτων χρωμικότητας. Τα τελευταία αυτά σήματα οδηγούνται στους συγχρονοφωρατές R - Y και B - Y μέσα από βαθμίδες αθροίσεως και αφαιρέσεως που συνθέτουν τα σήματα δύο γειτονικών γραμμών. Στους φωρατές φθάνει επίσης και το σήμα με συχνότητα 4,43 MHz από τον ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας. Η φάση του σήματος της χρωμοφέρουσας που εφαρμόζεται στο φωρατή B - Y στρέφεται πρώτα κατά 90°. Η φάση του ίδιου σήματος στο φωρατή R - Y μεταβάλλεται περιοδικά κατά 180° από γραμμή σε γραμμή με τη βοήθεια του μεταλλάκτη.

Η μεταλλαγή της φάσεως του σήματος στο φωρατή R - Y πρέπει να γίνεται συμφασικά με τη μεταλλαγή της φάσεως της χρωμοφέρουσας στο διαμορφωτή R - Y του κωδικοποιητή. Για την επιτυχία της συμφασικότητας της μεταλλαγής αυτής εφαρμόζονται στο μεταλλάκτη οι ειδικοί συγχρονιστικοί παλμοί του χρώματος.

5.5 Διάγραμμα αποκωδικοποιητή SECAM.

Ας δούμε τώρα τι γίνεται στο δέκτη SECAM με τη βοήθεια του διαγράμματος αποκωδικοποιήσεως (σχ. 5.5).

Το αποδιαμορφωμένο ολικό έγχρωμο τηλεοπτικό σήμα φθάνει στην είσοδο ενός φίλτρου ζώνης που ανήκει στο τμήμα χρωμικότητας του δέκτη, και ταυτόχρονα, μέσα από μια γραμμή καθυστερήσεως, στην είσοδο του ενισχυτή εικόνας του τμήματος φωτεινότητας. Στο φίλτρο ζώνης γίνεται ο διαχωρισμός των διαμορφωμένων κατά συχνότητα χρωμοφερουσών από το σήμα φωτεινότητας. Οι χρωμοφέρουσες περνούν ύστερα από ένα φίλτρο αποσυμπιέσεως (αντίθετο από το φίλτρο συμπιέσεως του διαγράμματος του σχήματος 4.76),



Σχ. 5.5.
Διάγραμμα αποκωδικοποιητή SECAM.

όπου ανυψώνεται το πλάτος τους. Στη συνέχεια, φθάνουν στην είσοδο 1 του ηλεκτρονικού μεταγωγέα, άμεσα, και στην είσοδο 2 μέσα από τη γραμμή καθυστερήσεως των 64 μsec, που είναι η διάταξη ***μνήμης*** του SECAM. Ο μεταγωγέας διοχετεύει τις χρωμοφέρουσες στους διευκρινιστές τους όπου αναδεικνύονται τα σήματα χρωμικότητας R-Y και B-Y. Από τις εξόδους των διευκρινιστών τα σήματα χρωμικότητας περνούν από τα κυκλώματα αποεμφάσεως για τη διόρθωση των υψηλότερων συχνοτήτων τους. Ύστερα οδηγούνται στην αποκωδικοποιητική μήτρα για την παραγωγή της χρωμοδιαφοράς (G-Y) και στη συνέχεια εφαρμόζονται στον τριδεσμικό εικονογράφο. Η διαδρομή του σήματος φωτεινότητας E_Y είναι πιο απλή. Το σήμα αυτό, αφού ενισχυθεί από τον αντίστοιχο ενισχυτή εικόνας, περνάει από μια κυματοπαγίδα φραγμού των 5,5 MHz και εφαρμόζεται στον εικονογράφο. Επειδή τα σήματα χρωμικότητας περνούν από πολλές βαθμίδες, φθάνουν στον εικονογράφο με μεγαλύτερη καθυστέρηση απ' ό,τι το σήμα φωτεινότητας. Μια συμπληρωματική καθυστέρηση 0,6-0,8 μsec του σήματος φωτεινότητας εξασφαλίζει την ταυτόχρονη εφαρμογή και των τεσσάρων σημάτων στον εικονογράφο.

Σημειώνομε ότι η λειτουργία του μεταγωγέα στο δέκτη πρέπει να είναι τέτοια, ώστε τα σήματα E_{R-Y} και E_{B-Y} να οδηγούνται πάντοτε στους αντίστοιχους φωρατές R-Y και B-Y ανεξάρτητα από το πως φθάνουν στις εισόδους του μεταγωγέα. Για να γίνει αυτό χρειάζεται ένα σήμα χρωμοσυγχρονισμού που ειδικότερα ονομάζεται ***σήμα αναγνωρίσεως χρωμάτων.*** Στο σύστημα SECAM, το σήμα χρωμοσυγχρονισμού μεταφέρεται με τη συχνότητα των πεδίων ή των γραμμών και τοποθετείται στους οπίσθιους μαύρους αναβαθμούς, που ακολουθούν τους αντίστοιχους συγχρονιστικούς παλμούς. Το σήμα αναγνωρίσεως χρωμάτων μορφοποιείται στον κωδικοποιητή και είναι 9-10 ***πακέτα*** της χρωμοφέρουσας, διαμορφωμένα κατά συχνότητα από τεμαχισμένους τραπεζοειδείς παλμούς. Στη λήψη, τα πακέτα αυτά αποδιαμορφώνονται μαζί με τα σήματα E_{R-Y} και E_{B-Y}, ύστερα ολοκληρώνονται για να δώσουν έναν παλμό χρωμοσυγχρονισμού και ο παλμός αυτός χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της λειτουργίας του χρωμομεταγωγέα.

Ύστερα από την παρουσίαση των αποκωδικοποιητών των δεκτών NTSC, PAL και SECAM θα μελετήσομε τα τμήματα που είναι ίδια για τους ασπρόμαυρους και έγχρωμους δέκτες. Τέτοια, όπως είπαμε, είναι: το τμήμα υψηλής συχνότητας (δηλαδή ο συντονιστής), το τμήμα ενδιάμεσης συχνότητας, το τμήμα φωτεινότητας και το τμήμα ήχου του δέκτη.

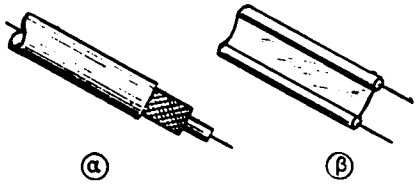
5.6 Ο συντονιστής και τα κυκλώματα εισόδου του.

Είδαμε ότι τα λαμβανόμενα από την κεραία τηλεοράσεως σήματα εικόνας και ήχου οδηγούνται στο συντονιστή (Tuner) του δέκτη που περιλαμβάνει τον ενισχυτή υψηλής συχνότητας, τη βαθμίδα μίξεως και τον τοπικό ταλαντωτή. Ο συντονιστής αποτελεί ιδιαίτερο τμήμα του τηλεοπτικού δέκτη, όχι μόνο από άποψη κυκλώματος, αλλά και κατασκευαστικά. Η ξεχωριστή κατασκευή του συντονιστή απλοποιεί τη σύνθεση του δέκτη και επιτρέπει την καλή θωράκισή του, που είναι απαραίτητη για την προστασία των κυκλωμάτων υψηλής συχνότητας από εξωτερικά πεδία και την αποφυγή παρενοχλήσεων σε

γειτονικούς δέκτες από ακτινοβολία του τοπικού ταλαντωτή.

Οι δέκτες τηλεοράσεως διαθέτουν δύο συντονιστές που είναι κατασκευασμένοι με τρανζίστορ. Ο ένας εργάζεται στην περιοχή VHF και ο άλλος στην περιοχή UHF. Τα κυκλώματα επιλογής και συζεύξεως μεταξύ των βαθμίδων, καθώς και εκείνο του τοπικού ταλαντωτή, είτε είναι προσυντονισμένα σε κάθε τηλεοπτικό κανάλι είτε έχουν τη δυνατότητα να προσυντονισθούν με τη βοήθεια διόδων μεταβλητής χωρητικότητας. Έτσι, όπως θα δούμε, η λήψη ενός τηλεοπτικού καναλιού γίνεται αυτομάτως με την πίεση ενός πλήκτρου.

Ας δούμε τώρα τα κυκλώματα εισόδου του συντονιστή που είναι και κυκλώματα εισόδου του δέκτη τηλεοράσεως. Η κεραία τηλεοράσεως συνδέεται στην είσοδο του δέκτη με τη βοήθεια ομοαξονικού καλωδίου [σχ. 5.6α(α)] χαρακτηριστικής αντιστάσεως 60 ή 75 Ω ή συμμετρικού διπολικού καλωδίου [σχ. 5.6α(β)] χαρακτηριστικής αντιστάσεως 240 ή 300 Ω. Στην είσοδο του δέκτη, και συγκεκριμένα μεταξύ του τέρματος του ομοαξονικού ή συμμετρικού καλωδίου και της εισόδου του ενισχυτή υψηλής συχνότητας του συντονιστή, παρεμβάλλεται ένα κύκλωμα από το οποίο έχομε τις επόμενες δύο απαιτήσεις.



Σχ. 5.6α.
Καλώδια κεραιών
α) Ομοαξονικό καλώδιο 60 ή 75 Ω. β) Συμμετρικό διπολικό καλώδιο 240 ή 300 Ω.

1) Στην περίπτωση χρησιμοποιήσεως ομοαξονικού καλωδίου πρέπει να προσαρμόζει την αντίσταση εισόδου του ενισχυτή υψηλής συχνότητας προς τη χαρακτηριστική αντίσταση του καλωδίου.

2) Στην περίπτωση συμμετρικού καλωδίου πρέπει να εξασφαλίζει εκτός από την προσαρμογή και τη συμμετροποίηση της εισόδου του ενισχυτή υψηλής συχνότητας η οποία είναι πάντοτε ασύμμετρη.

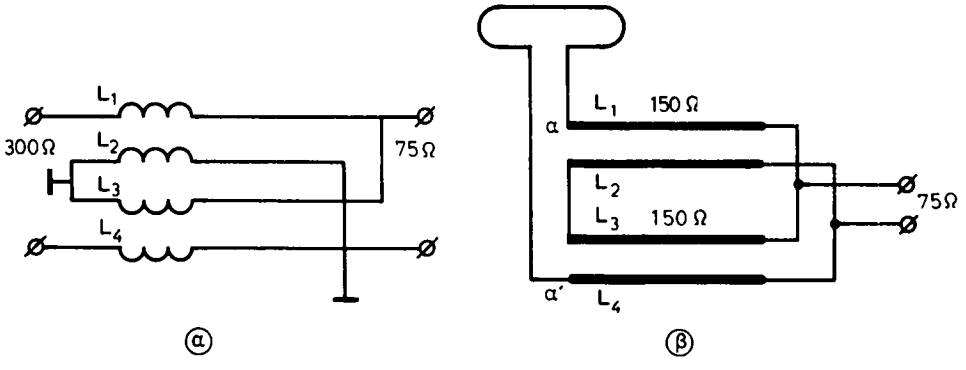
Όταν δεν υπάρχει προσαρμογή μεταξύ του καλωδίου και της εισόδου του ενισχυτή υψηλής συχνότητας, έχομε ελάττωση της ισχύος του σήματος που φθάνει στο δέκτη και εμφάνιση μερικών εικόνων, με μετατόπιση και βαθμιαία εξασθένηση προς τα δεξιά της βασικής. Αυτές ονομάζονται εικόνες «είδωλα». Οι εικόνες «είδωλα» εμφανίζονται λόγω του ότι ένα μέρος της ενέργειας του σήματος ανακλάται στην είσοδο του δέκτη και επιστρέφει ξανά στην κεραία. Στη συνέχεια ανακλάται από την κεραία και εμφανίζεται για δεύτερη φορά στην είσοδο του δέκτη κ.ο.κ. Οι διαδοχικές αυτές ανακλάσεις προκαλούν την εμφάνιση στην είσοδο του δέκτη σημάτων με χρονική καθυστέρηση ως προς το βασικό σήμα, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται εικόνες «είδωλα».

Όταν δεν εκπληρώνεται η δεύτερη απαίτηση, δηλαδή η συμμετροποίηση της εισόδου του ενισχυτή υψηλής συχνότητας (στην περίπτωση συνδέσεώς της σε συμμετρικό καλώδιο), τότε στην είσοδο του δέκτη φθάνουν τόσο τα σήματα που

λαμβάνονται από την κεραία όσο και σήματα που αναπτύσσονται στη συμμετρική γραμμή μεταφοράς. Τα τελευταία προπορεύονται από τα βασικά και δημιουργούν παρενοχλήσεις στην εικόνα. Με συμμετροποιημένη είσοδο τα σήματα που δημιουργούνται σε κάθε αγωγό της γραμμής αλληλοεξουδετερώνονται και δεν έχουν καμιά επίδραση στην εικόνα.

Οι σύγχρονοι συντονιστές έχουν συνήθως αντίσταση εισόδου 75 ή 60 Ω και μπορούν να συνδεθούν απευθείας σε ομοαξονικό καλώδιο με χαρακτηριστική αντίσταση 75 ή 60 Ω. Όταν απαιτείται η σύνδεσή τους σε συμμετρική γραμμή 300 ή 240 Ω, χρησιμοποιείται κύκλωμα προσαρμογής και συμμετροποιήσεως.

Στο σχήμα 5.6β(α) φαίνεται ένα κύκλωμα εισόδου του συντονιστή. Οι αυτεπαγωγές του κυκλώματος δε σχηματίζουν μετασχηματιστή, όπως μπορεί κάποιος να φαντασθεί από μια πρώτη ματιά, αλλά αποτελούν τους αγωγούς μιας γραμμής με-



Σχ. 5.6β.
Κυκλώματα προσαρμογής και συμμετροποιήσεως.

γάλου μήκους. Εξετάζομε το κύκλωμα του σχήματος 5.6β(β). Οι αγωγοί L_1, και L_2 σχηματίζουν μια γραμμή μεγάλου μήκους, ενώ οι αγωγοί L_3 και L_4 μιαν άλλη. Η διάμετρος των αγωγών και η μεταξύ τους απόσταση εκλέγονται έτσι, ώστε η χαρακτηριστική αντίσταση κάθε γραμμής να είναι 150 ή 120 Ω. Από την πλευρά της κεραίας οι δυο γραμμές συνδέονται σε σειρά, γι' αυτό η αντίσταση εισόδου μεταξύ των σημείων αα΄ είναι ίση με 300 ή 240 Ω, πράγμα που εξασφαλίζει προσαρμογή και συμμετρική σύνδεση με τη γραμμή της κεραίας. Από την πλευρά του δέκτη οι δυο γραμμές συνδέονται παράλληλα και η αντίσταση εξόδου είναι 75 ή 60 Ω.

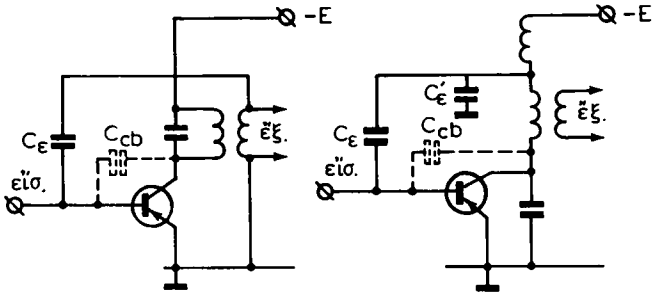
5.7 Ο ενισχυτής ΥΣ, η βαθμίδα μίξεως και ο τοπικός ταλαντωτής.

Στους υπερετερόδυνους τηλεοπτικούς δέκτες η ενίσχυση υψηλής συχνότητας δεν είναι κατ' αρχήν υποχρεωτική και τα λαμβανόμενα σήματα μπορούν να εφαρμοσθούν άμεσα στη βαθμίδα μίξεως. Αλλά ο ενισχυτής υψηλής συχνότητας (ΕΥΣ) παρέχει τη δυνατότητα λήψεως πολύ ασθενών σημάτων, επειδή οι εσωτερικοί του θόρυβοι είναι μικρότεροι από τους θορύβους της μίκτριας. Εκτός αυτού ο ΕΥΣ εξασφαλίζει καλύτερες συνθήκες επιλογής των τηλεοπτικών καναλιών και ελαττώνει τις πιθανότητες ακτινοβολίας του τοπικού ταλαντωτή από την κεραία του δέ-

κτη, πράγμα που θα δημιουργούσε παρενοχλήσεις σε γειτονικούς δέκτες. Γι' αυτό ο ΕΥΣ αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα των συγχρόνων δεκτών τηλεοράσεως.

Στους ΕΥΣ ένα τρανζίστορ μπορεί να συνδεθεί με κοινό εκπομπό ή με κοινή βάση. Από πλευράς θορύβων οι δυο συνδεσμολογίες είναι περίπου ισοδύναμες. Για τις αρκετά υψηλές συχνότητες ο βαθμός ενισχύσεως είναι κατά προσέγγιση επίσης ίδιος. Στις χαμηλότερες συχνότητες το κύκλωμα με κοινό εκπομπό δίνει μεγαλύτερη ενίσχυση, αλλά δημιουργεί σημαντική εσωτερική ανασύζευξη, λόγω της σχετικά μεγάλης χωρητικότητας μεταξύ συλλέκτη και βάσεως. Η ανασύζευξη αυτή μεγαλώνει με αύξηση της συχνότητας και μπορεί να οδηγήσει τη βαθμίδα σε αυτοταλάντωση. Γι' αυτό, όταν ως ενισχυτής ΥΣ χρησιμοποιείται τρανζίστορ με κοινό εκπομπό, γίνεται εξουδετέρωση της εσωτερικής ανασυζεύξεως με εφαρμογή εξωτερικής ανασυζεύξεως, ίσης κατά μέγεθος και αντίθετης κατά φάση με την εσωτερική.

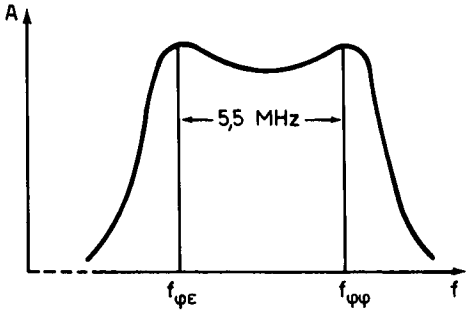
Συναντούμε πολλές παραλλαγές κυκλωμάτων εξουδετερώσεως. Δυο τέτοια κυκλώματα φαίνονται στο σχήμα 5.7α. Πρέπει να σημειώσομε ότι η εκλογή των στοιχείων του κυκλώματος εξουδετερώσεως και η ρύθμισή τους συνδέεται με αρκετές δυσκολίες. Καλή εξουδετέρωση μπορούμε να έχομε μόνο σε πολύ στενή ζώνη συχνοτήτων.



Σχ. 5.7α.
Η εξουδετέρωση στους ενισχυτές ΥΣ με τρανζίστορ.

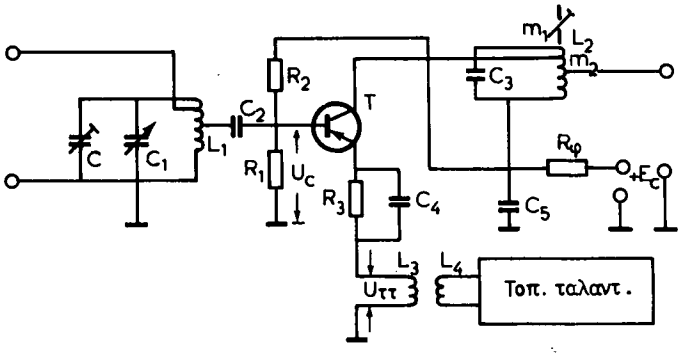
Το κύκλωμα του ενισχυτή με κοινή βάση δεν χρειάζεται εξουδετέρωση. Εκτός αυτού μπορούμε να χρησιμοποιήσομε τρανζίστορ κατασκευασμένο για χαμηλότερες συχνότητες, επειδή η οριακή συχνότητα για τα κυκλώματα αυτά είναι β φορές μεγαλύτερη απ' όσο για τα κυκλώματα με κοινό εκπομπό (β είναι ο συντελεστής ενισχύσεως ρεύματος του τρανζίστορ). Γι' αυτό στους ΕΥΣ με τρανζίστορ χρησιμοποιείται πιο πολύ το κύκλωμα με κοινή βάση.

Το φορτίο του ΕΥΣ μπορεί να είναι ένα απλό συντονισμένο κύκλωμα ή δύο κυκλώματα σε σύζευξη. Σε διάκριση από τους ραδιοφωνικούς δέκτες, όπου η φέρουσα συχνότητα του σήματος τοποθετείται στο μέσο της καμπύλης συντονισμού των κυκλωμάτων, τα κυκλώματα των ΕΥΣ των τηλεοπτικών δεκτών ρυθμίζονται έτσι, ώστε οι φέρουσες συχνότητες εικόνας και ήχου να τοποθετούνται στα άκρα της καμπύλης συντονισμού τους (σχ. 5.7β). Τότε μόνο θα ενισχύεται από τις βαθμίδες του ΕΥΣ η φέρουσα συχνότητα εικόνας με την επάνω πλευρική της ζώνη και η φέρουσα συχνότητα ήχου με τις δυο πλευρικές της ζώνες.



5.7β.
Καμπύλη αποκρίσεως του ενισχυτή υψηλής συχνότητας δέκτη τηλεοράσεως.

Οι βαθμίδες μίξεως με τρανζίστορ για την περιοχή των VHF κατασκευάζονται κατά κανόνα με χωριστό τοπικό ταλαντωτή. Η κατασκευή αυτή επιτρέπει την εξασφάλιση άριστης τάξεως λειτουργίας τόσο της βαθμίδας μίξεως (λειτουργία στο αρχικό καμπυλόγραμμο τμήμα της χαρακτηριστικής) όσο και του τοπικού ταλαντωτή. Ένα κύκλωμα μίξεως με τρανζίστορ και ιδιαίτερο τοπικό ταλαντωτή φαίνεται στο σχήμα 5.7γ. Η τάση υψηλής συχνότητας του σήματος εφαρμόζεται στο κύκλωμα της βάσεως του τρανζίστορ, ενώ η τάση του τοπικού ταλαντωτή στο κύκλωμα του εκπομπού. Έτσι, για το τηλεοπτικό σήμα το τρανζίστορ εργάζεται με κοινό εκπομπό και για το σήμα του τοπικού ταλαντωτή με κοινή βάση. Με τη συνδεσμολογία αυτή εξασφαλίζεται η μεγαλύτερη σταθερότητα λειτουργίας της βαθμίδας μίξεως και η μικρότερη αλληλεπίδραση των κυκλωμάτων του μίκτη και του τοπικού ταλαντωτή.

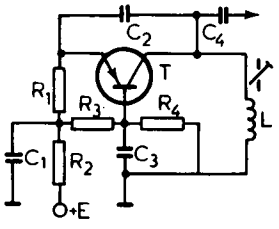


Σχ. 5.7γ.
Κύκλωμα μίξεως με τρανζίστορ.

Ο τοπικός ταλαντωτής είναι μια από τις βασικές βαθμίδες του δέκτη τηλεοράσεως, επειδή από τη σταθερότητα της συχνότητας και του πλάτους των παραγομένων ταλαντώσεων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η ποιότητα λειτουργίας ολόκληρου του δέκτη. Στους σύγχρονους δέκτες τηλεοράσεως ο

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

τοπικός ταλαντωτής είναι τύπου COLPITTS. Για την εξασφάλιση σταθερής συχνότητας στην περιοχή των υπερυψηλών συχνοτήτων, χρησιμοποιείται κύκλωμα με κοινή βάση (σχ. 5.7δ). Για τον ίδιο λόγο, η τάση τροφοδοτήσεως του τρανζίστορ σταθεροποιείται με τη βοήθεια διόδου ZENER, χρησιμοποιούνται πυκνωτές με μικρό θερμικό συντελεστή και η σύζευξη του κυκλώματός του με το μίκτη είναι χαλαρή.



Σχ. 5.7δ.
Κύκλωμα τοπικού ταλαντωτή με τρανζίστορ.

Η συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή εκλέγεται, όπως και στο ραδιόφωνο, υψηλότερη από τις λαμβανόμενες φέρουσες εικόνας ($f_{\varphi\epsilon}$) και φωνής ($f_{\varphi\varphi}$), γι' αυτό η ενδιάμεση συχνότητα εικόνας ($f_{\epsilon\epsilon}$) είναι μεγαλύτερη από την ενδιάμεση συχνότητα φωνής ($f_{\epsilon\varphi}$). Έτσι για κάθε τηλεοπτικό κανάλι η συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή παρέχεται από τη σχέση:

$$f_{\tau\tau} = f_{\varphi\epsilon} + f_{\epsilon\epsilon} = f_{\varphi\varphi} + f_{\epsilon\varphi}$$

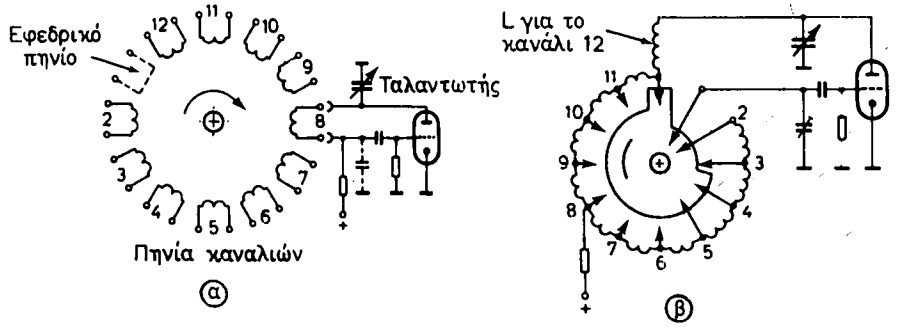
5.8 Η μεταγωγή των καναλιών.

Οι σύγχρονοι δέκτες τηλεοράσεως σχεδιάζονται για τη λήψη οποιουδήποτε από τα 12 τηλεοπτικά κανάλια της περιοχής των VHF (η λήψη στην περιοχή των UHF εξετάζεται παρακάτω). Για τη μεταφορά του δέκτη από κανάλι σε κανάλι πρέπει να γίνει αλλαγή στη ρύθμιση των κυκλωμάτων εισόδου και εξόδου του ενισχυτή υψηλής συχνότητας, του κυκλώματος εισόδου της μίκτριας και του κυκλώματος του τοπικού ταλαντωτή.

Από τις πολλές χρησιμοποιούμενες μεθόδους συντονισμού του δέκτη τηλεοράσεως στα διάφορα κανάλια η πιο απλή είναι αυτή που στηρίζεται στη μεταγωγή των παραπάνω κυκλωμάτων ή τμημάτων των κυκλωμάτων αυτών. Οι συντονιστές που λειτουργούν με αυτή τη μέθοδο είναι γνωστοί ως «περιστροφικοί συντονιστές» τύπου τυμπάνου ή μεταγωγού καναλιών.

Στην πρώτη περίπτωση, τα πηνία των κυκλωμάτων του ενισχυτή υψηλής συχνότητας, της μίκτριας και του τοπικού ταλαντωτή όλων των καναλιών τοποθετούνται σε ένα τύμπανο. Με την περιστροφή του τυμπάνου συνδέεται στις βαθμίδες του συντονιστή ο προσυντονισμένος συνδυασμός πηνίων για κάθε κανάλι. Η αρχή λειτουργίας του τυμπανοειδή επιλογέα φαίνεται στο σχήμα 5.8α(α), όπου εικονίζεται μόνο η σειρά πηνίων του τοπικού ταλαντωτή.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 5.8α.
Κυκλώματα μεταγωγέων τηλεοπτικών καναλιών.

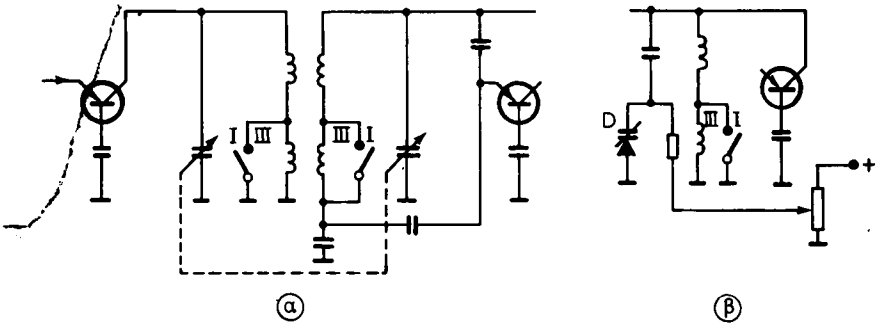
Στη δεύτερη περίπτωση, τέσσερα πηνία με τις απαραίτητες λήψεις είναι τυλιγμένα περιφερειακώς στους ακίνητους ισάριθμους τομείς ενός μεταγωγού καναλιών. Με την περιστροφή του δρομέα του μεταγωγού συνδέονται στις βαθμίδες του συντονιστή οι απαραίτητες αυτεπαγωγές για τη λήψη κάθε καναλιού. Στο σχήμα 5.8α(β) φαίνεται η περιέλιξη του τοπικού ταλαντωτή για όλα τα κανάλια της περιοχής των VHF. Το πηνίο για το κανάλι 12 συνδέεται μεταξύ πλέγματος και ανόδου του ταλαντωτή, ενώ οι υπόλοιπες σπείρες βραχυκυκλώνονται με το δρομέα του μεταγωγού.

Ο λεπτοσυντονισμός του ταλαντωτή και στις δύο περιπτώσεις γίνεται συνήθως με τη βοήθεια κατάλληλου μεταβλητού πυκνωτή.

Μια άλλη μέθοδος συντονισμού του δέκτη στα διάφορα κανάλια, που πήρε πλατιά διάδοση, στηρίζεται στη χρησιμοποίηση δύο μόνο πηνίων για κάθε βαθμίδα του συντονιστή, το ένα για τα κανάλια της περιοχής I και το άλλο για τα κανάλια της περιοχής III. Η αλλαγή των πηνίων των βαθμίδων για κάθε περιοχή γίνεται με τη βοήθεια πολλαπλού διακόπτη και ο συντονισμός τους στο επιθυμητό κανάλι με τη βοήθεια πολλαπλού μεταβλητού πυκνωτή ή μιας σειράς διόδων μεταβλητής χωρητικότητας. Με μια τρίτη σειρά πηνίων μπορεί να εξασφαλισθεί με αυτή τη μέθοδο η λήψη και όλων των καναλιών της περιοχής των UHF. Η αρχή της μεθόδου με χρήση μεταβλητού πυκνωτή φαίνεται στο σχήμα 5.8β(α) και με χρήση χωρητικών διόδων στο σχήμα 5.8β(β).

Οι σύγχρονοι δέκτες τηλεοράσεως έχουν τη δυνατότητα του προσυντονισμού τους σε μερικά τηλεοπτικά κανάλια, και μάλιστα σε οποιαδήποτε επιθυμούμε, όλων των περιοχών. Τόσο η μεταγωγή από περιοχή σε περιοχή όσο και η μεταγωγή από κανάλι σε κανάλι γίνεται με τη βοήθεια μιας σειράς πλήκτρων. Η περιστροφή κάθε πλήκτρου τοποθετεί το δέκτη σε μια από τις τρεις περιοχές (I, III και IV, V) και η πίεσή του επιτρέπει την αυτόματη επιλογή του καναλιού για το οποίο έχει προρρυθμισθεί.

Αν πρόκειται για συντονιστή που διαθέτει πολλαπλό μεταβλητό πυκνωτή, τα πλήκτρα συνδυάζονται με κατάλληλα μηχανικά συστήματα, τα οποία περιστρέφουν αυτομάτως τον πυκνωτή με την πίεση κάθε πλήκτρου, ώστε να πάρει την προρρυθμισμένη θέση του για την επιλογή του επιθυμητού καναλιού. Οι συντονιστές του είδους αυτού είναι γνωστοί ως «μηχανικοί συντονιστές».



Σχ. 5.86.
Η μέθοδος επιλογής καναλιών με τη βοήθεια διακόπτη και ο συντονισμός κυκλωμάτων.
α) Με μεταβλητό πυκνωτή. β) Με δίοδο μεταβλητής χωρητικότητας.

Αν πάλι πρόκειται για συντονιστή με χωρητικές διόδους, τα πλήκτρα συνδυάζονται με διακόπτες και ποτανσιόμετρα, με τη βοήθεια των οποίων εφαρμόζεται στις διόδους η προρρυθμισμένη τάση, ώστε να αποκτήσουν οι δίοδοι την απαραίτητη χωρητικότητα για το συντονισμό των βαθμίδων του συντονιστή στο επιθυμητό κανάλι. Οι συντονιστές με χωρητικές διόδους, που κατασκευάζονται με τρανζίστορ και έχουν εκτοπίσει σχεδόν τους δύο προηγούμενους, είναι γνωστοί ως «ηλεκτρονικοί» ή συντονιστές «VARICAP».

Είπαμε ότι για την εκπομπή και λήψη τηλεοπτικών προγραμμάτων χρησιμοποιούνται και συχνότητες πάνω από 470 MHz. Στην περιοχή αυτή η σύνθεση των βαθμίδων υψηλής συχνότητας του δέκτη εμφανίζει ορισμένες ιδιομορφίες.

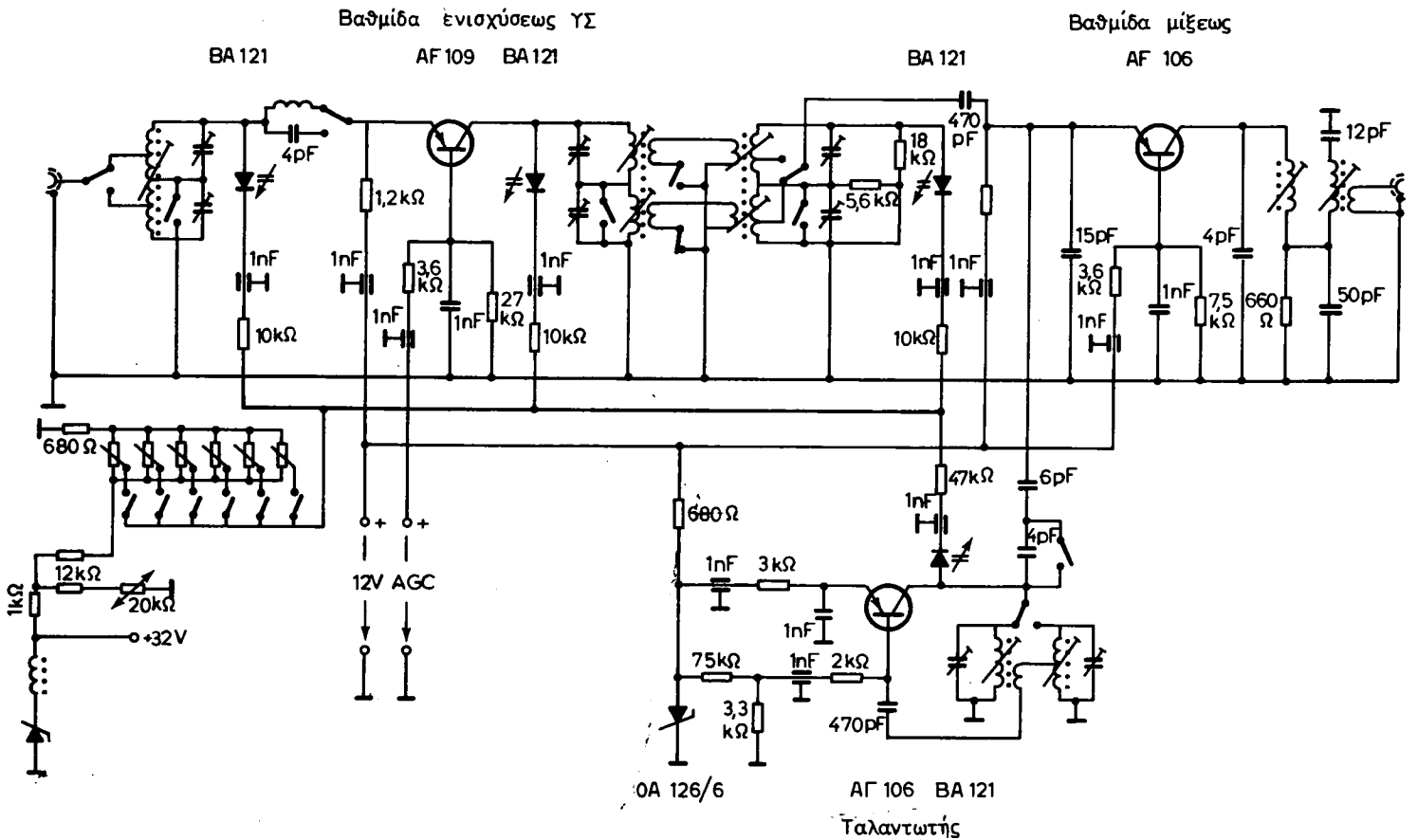
Η απότομη αύξηση των απωλειών στα στοιχεία των κυκλωμάτων, λόγω της πολύ υψηλής συχνότητας, δε μας επιτρέπει να χρησιμοποιήσομε εδώ τα συνηθισμένα πηνία των συντονιστών VHF. Για την κατασκευή των συντονιστών UHF χρησιμοποιούνται κυκλώματα με κατανεμημένες σταθερές, όπως είναι τα τμήματα γραμμών με ηλεκτρικό μήκος λ/2 και λ/4. Μια γραμμή λ/2, όταν είναι ανοικτή και στα δύο άκρα της, ή μια γραμμή λ/4, όταν είναι βραχυκυκλωμένη στο τέρμα της, ισοδυναμεί με κύκλωμα παράλληλου συντονισμού. Για να ελαττώσομε το γεωμετρικό μήκος των γραμμών, εφαρμόζομε τη μέθοδο της ηλεκτρικής επιμηκύνσεως με τη βοήθεια χωρητικοτήτων.

Για τη λήψη στην περιοχή των UHF κατασκευάσθηκαν ειδικά τρανζίστορ, όπως τα AF 139. Τα τρανζίστορ συνδέονται κατά κανόνα με κοινή βάση που είναι πιο κατάλληλη για πολύ υψηλές συχνότητες.

Η σύνδεση αυτή παρουσιάζει χαμηλή αντίσταση εισόδου και πολύ υψηλή αντίσταση εξόδου. Η οριακή συχνότητα είναι 6 φορές μεγαλύτερη απ' ό,τι στη σύνδεση με κοινό εκπομπό και δε χρειάζεται εξουδετέρωση στους ενισχυτές, επειδή η είσοδος και η έξοδος βρίσκονται σε απόζευξη λόγω της γειωμένης βάσεως. Η ενίσχυση τάσεως είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι στη σύνδεση κοινού εκπομπού.

5.9 Συνδεσμολογίες συντονιστών VHF και UHF.

Ένας συντονιστής VHF της TELEFUNKEN με τρανζίστορ και χωρητικές διόδους για την επιλογή



Σχ. 5.9α.
Συνδεσμολογία συντονιστή VHF της Telefunken με τρανζίστορ και χωρητικές διόδους.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

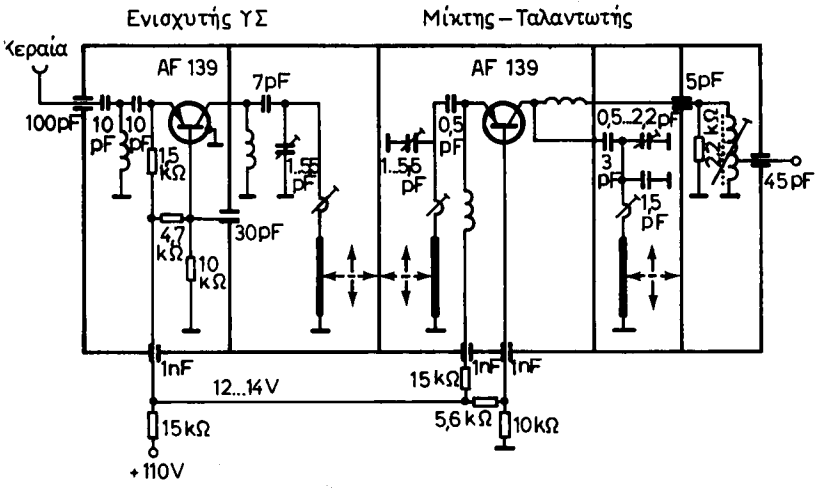
των καναλιών φαίνεται στο σχήμα 5.9α. Αποτελείται από τον ενισχυτή υψηλής συχνότητας με το τρανζίστορ AF109, τη μίκτρια και τον τοπικό ταλαντωτή με τα τρανζίστορ AF106. Τα συντονισμένα κυκλώματα όλων των βαθμίδων ελέγχονται με τις χωρητικές διόδους BA121.

Ο ενισχυτής υψηλής συχνότητας έχει δύο αυτεπαγωγές στην είσοδο και ένα φίλτρο περιοχής μεταξύ της εξόδου του και της βαθμίδας μίξεως. Στη θέση που βρίσκονται οι διακόπτες στο σχήμα και τα δύο πηνία σε κάθε κύκλωμα συνεργάζονται για τη λήψη των καναλιών της περιοχής I. Για την περιοχή III οι διακόπτες αλλάζουν θέση και οι αυτεπαγωγές ελαττώνονται. Ο ταλαντωτής έχει δύο ανεξάρτητα κυκλώματα για κάθε περιοχή.

Η τάση τροφοδοτήσεως των χωρητικών διόδων ρυθμίζεται με μια σειρά ποτανσιομέτρων που ενεργοποιούνται με τη βοήθεια αντιστοίχων πλήκτρων. Με τα ίδια πλήκτρα ανοιγοκλείνουν και οι διακόπτες αλλαγής των πηνίων των περιοχών. Η τάση τροφοδοτήσεως του τρανζίστορ του ταλαντωτή σταθεροποιείται με τη δίοδο ZENER OA126/6.

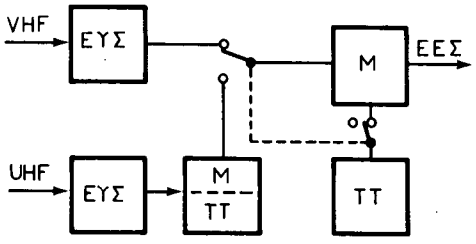
Ένα κύκλωμα συντονιστή UHF με τρανζίστορ και μεταβλητό πυκνωτή φαίνεται στο σχήμα 5.9β. Ο ενισχυτής υψηλής συχότητας και η αυτοταλαντούμενη μίκτρια αυτού του συντονιστή χρησιμοποιεί τρανζίστορ του ίδιου τύπου (AF 139), συνδεσμολογημένο με κοινή βάση. Η κεραία 60 Ω συνδέεται στην είσοδο του ενισχυτή μέσω ενός φίλτρου ευρείας περιοχής τύπου T. Η σύζευξη μεταξύ των δύο βαθμίδων γίνεται όπως περίπου και στον προηγούμενο συντονιστή. Το περίβλημα του τρανζίστορ ταλαντώσεων δε γειώνεται και αυτό είναι αρκετό για να εξασφαλισθεί η ανασύζευξη μεταξύ εξόδου και εισόδου, μέσω της χωρητικότητας εκπομπού - συλλέκτη. Η ενίσχυση της προβαθμίδας στο κύκλωμα αυτό, όπως και στο προηγούμενο, δε ρυθμίζεται με την τάση AGC του δέκτη. Δεν προβλέπεται επίσης διάταξη αυτόματης ρυθμίσεως της συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή.

Σημειώνομε ότι κατά τη λήψη τηλεοπτικών σημάτων στην περιοχή UHF η τάση εξόδου του συντονιστή δεν είναι συνήθως αρκετή για την κανονική διέγερση του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας. Γι' αυτό κατά τη μεταγωγή του δέκτη από την περιοχή VHF στην UHF, η βαθμίδα μίξεως του συντονιστή VHF παραμένει σε λειτουργία και εργάζεται ως προενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας για την περιοχή UHF. Ένα διάγραμμα τέτοιας συνδέσεως των συντονιστών φαίνεται στο σχήμα 5.9γ. Στην πράξη



Σχ. 5.9β.
Συνδεσμολογία συντονιστή UHF με τρανζίστορ.

η σύνδεση για το σήμα είναι συνήθως σταθερή, χωρίς παρεμβολή διακοπτών και κατά τη μεταγωγή διακόπτεται η τροφοδότηση με συνεχή τάση των αχρησιμοποιήτων βαθμίδων του ενός ή του άλλου συντονιστή.



Σχ. 5.9γ.
Διάγραμμα συνδέσεως συντονιστών VHF και UHF.

5.10 Ο ενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας.

Είδαμε ότι στην έξοδο του συντονιστή εμφανίζονται δύο ενδιάμεσες συχνότητες: η ενδιάμεση συχνότητα εικόνας και η ενδιάμεση συχνότητα ήχου. Από μια σειρά ερευνών και υποδείξεων προέκυψε ότι οι καταλληλότερες ενδιάμεσες συχνότητες για την εικόνα και τον ήχο είναι αυτές που βρίσκονται μεταξύ των 30 - 40 MHz. Στο πρότυπο CCIR οι ενδιάμεσες συχνότητες είναι 33,4 MHz για τον ήχο και 38,9 MHz για την εικόνα. Η διαφορά μεταξύ αυτών είναι 5,5 MHz, όση δηλαδή και μεταξύ των αντιστοίχων φερουσών.

Τα σήματα των ενδιαμέσων συχνοτήτων εικόνας και ήχου, που λαμβάνονται από τη μίκτρια του συντονιστή, ενισχύονται από τον κοινό ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας (ΕΕΣ) του δέκτη. Οι επιδόσεις του ΕΕΣ καθορίζουν την ευαισθησία του δέκτη, την επιλεκτικότητά του και, τελικά, την ποιότητα της εικόνας. Οι βασικές απαιτήσεις από τον ΕΕΣ είναι οι ακόλουθες.

1) Η ολική ενίσχυση των βαθμίδων του ΕΕΣ πρέπει να είναι τόση, ώστε να εξασφαλίζονται άριστες συνθήκες λειτουργίας του φωρατή.

2) Η ζώνη διελεύσεως του ενισχυτή πρέπει να φθάνει τα 5 MHz για να έχομε καλή ποιότητα εικόνας.

3) Η επιλεκτικότητα πρέπει να είναι υψηλή, όχι όμως μεγαλύτερη από ένα ορισμένο όριο, επειδή τότε εμφανίζονται φασικές παραμορφώσεις που χειροτερεύουν την ποιότητα της εικόνας.

4) Η μορφή της καμπύλης αποκρίσεως του ενισχυτή δεν πρέπει να μεταβάλλεται ουσιωδώς με την αντικατάσταση των τρανζίστορ, τη μεταβολή των τάσεων τροφοδοτήσεως και την αλλαγή των κλιματολογικών συνθηκών.

5) Ο ενισχυτής πρέπει να έχει τον ελάχιστο δυνατόν αριθμό βαθμίδων και συντονισμένων κυκλωμάτων και να μην κινδυνεύει να αυτοταλαντωθεί.

6) Η κατασκευή, η ρύθμιση και η υπηρέτηση του ενισχυτή πρέπει να είναι αρκετά απλές.

Ο ΕΕΣ πρέπει ακόμη να απομακρύνει τα ανεπιθύμητα σήματα, που δημιουργούν συνήθως πομποί τηλεοράσεως εργαζόμενοι σε γειτονικά κανάλια.

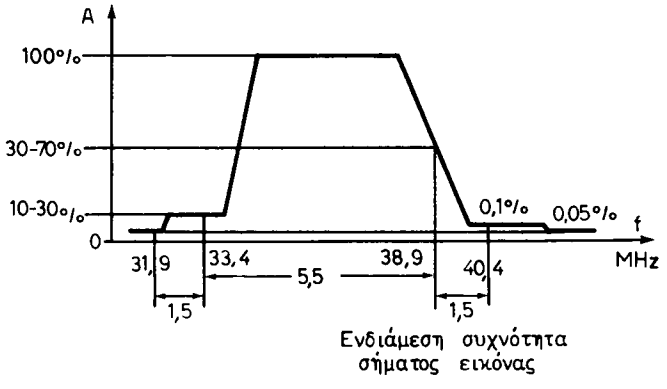
Ας εξετάσομε την περίπτωση της λήψεως τηλεοπτικού προγράμματος σε ένα κανάλι, π.χ. στο 10 (φέρουσα συχνότητα εικόνας 210,25 MHz, φέρουσα συχνότητα ήχου 215,75 MHz, συχνότητα τοπικού ταλαντωτή 249,15 MHz). Στην είσοδο του δέκτη μπορεί να φθάσουν ταυτόχρονα η φέρουσα συχνότητα ήχου του γειτο-

νικού κατώτερου καναλιού, δηλαδή του 9ου (208,75 MHz) και η φέρουσα συχνότητα εικόνας του γειτονικου ανώτερου καναλιού, δηλαδή του 11ου (217,25 MHz). Επειδή οι συχνότητες αυτές απέχουν μόνο κατά 1,5 MHz από τις φέρουσες του λαμβανομένου καναλιού (του 10ου), μπορούν να περάσουν από τα κυκλώματα εισόδου του δέκτη και να συμβάλουν με τη συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή (249,15 MHz). Είναι εύκολο να διαπιστώσομε ότι από τη συμβολή αυτή θα εμφανισθούν στην έξοδο της μίκτριας δύο παρασιτικές ενδιάμεσες συχνότητες με τιμές: 249,15 – 208,75 = 40,4 MHz και 249,15 – 217,25 = 31,9 MHz. Οι παρασιτικές ενδιάμεσες συχνότητες, που απέχουν κατά 1,5 MHz από τις επιθυμητές ενδιάμεσες συχνότητες, δεν πρέπει να περνούν από τον ΕΕΣ του δέκτη.

Στους σύγχρονους τηλεοπτικούς δέκτες, οι ΕΕΣ κατασκευάζονται με τρανζίστορ και με ολοκληρωμένα κυκλώματα.

5.11 Η καμπύλη αποκρίσεως του ΕΕΣ.

Η μορφή της καμπύλης αποκρίσεως του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να αποκόπτει το πλεόνασμα της κατώτερης πλευρικής ζώνης του τηλεοπτικού φάσματος, που δεν απέκοψε ο πομπός, και να ελαττώνει την ενίσχυση σε μερικές, εντελώς καθορισμένες, συχνότητες για να προληφθεί η εμφάνιση παρενοχλητικών σημάτων. Όλα τα βασικά χαρακτηριστικά του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας παραμένουν τα ίδια κατά το συντονισμό του δέκτη για τη λήψη οποιουδήποτε καναλιού. Γι' αυτό, όταν μιλάμε για την καμπύλη αποκρίσεως του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας, πρέπει να έχομε υπόψη μας ότι αυτή δε μεταβάλλεται σε οποιοδήποτε κανάλι και αν εργάζεται ο δέκτης. Η βασική ενίσχυση και η βασική επιλογή των σημάτων του τηλεοπικου καναλιου γίνεται στις βαθμίδες του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας.



Σχ. 5.11α.
Καμπύλη αποκρίσεως του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας δέκτη τηλεοράσεως.

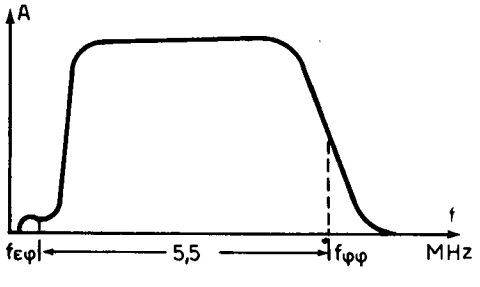
Η μορφή της καμπύλης αποκρίσεως του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας, που είναι και χαρακτηριστική διελεύσεως ολόκληρου του δέκτη, φαίνεται στο σχήμα 5.11α. Η ενδιάμεση συχνότητα του σήματος εικόνας είναι τοποθετημένη στο δε-

ξιό κατερχόμενο τμήμα της καμπύλης αποκρίσεως και ενισχύεται λιγότερο από τις άλλες συχνότητες, που βρίσκονται στα αριστερά της. Συνήθως, η στάθμη ενισχύσεως της ενδιάμεσης συχνότητας εικόνας είναι ίση με τα 30 - 70% της στάθμης του οριζόντιου τμήματος της καμπύλης, η οποία λαμβάνεται ως στάθμη 100%. Αν η στάθμη ενισχύσεως της φέρουσας συχνότητας εικόνας γίνει μικρότερη από τα 30%, ελαττώνεται και η στάθμη ενισχύσεως των χαμηλών συχνοτήτων του διερχομένου φάσματος με αποτέλεσμα να εμφανίζονται περισσότερο ενισχυμένες οι υψηλές του συχνότητες. Αυτό μεγαλώνει τη σαφήνεια της εικόνας, αλλά είναι επίσης δυνατόν να εμφανισθούν σημαντικές φασικές παραμορφώσεις, που κάνουν την εικόνα ανάγλυφη με γκρίζες επαναλαμβανόμενες αποχρώσεις στα δεξιά των αντικειμένων. Αν αντίθετα, η στάθμη ενισχύσεως της φέρουσας συχνότητας εικόνας γίνει μεγαλύτερη από τα 70%, εμφανίζεται πλεόνασμα ενέργειας στις χαμηλές συχνότητες του οπτικού σήματος με αποτέλεσμα η εικόνα να γίνει ασαφής με πολλά «τραβήγματα» (οριζόντιες φωτεινές προεκτάσεις πίσω από τα μαύρα στοιχεία της εικόνας).

Για ολόκληρο το φάσμα των συχνοτήτων του ήχου (0,25 MHz) η ενίσχυση από τον ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας πρέπει να είναι ίδια, διαφορετικά θα εμφανίζονται παραμορφώσεις συχνότητας στο ακουστικό τμήμα. Γι' αυτό, στο αριστερό κατερχόμενο τμήμα της καμπύλης αποκρίσεως δημιουργείται ειδικός αναβαθμός, όπως φαίνεται στο σχήμα 5.11α. Η έκταση του αναβαθμού αυτού δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 0,25 MHz, ενώ το ύψος του κυμαίνεται από 10 - 30% του ολικού ύψους της καμπύλης αποκρίσεως.

Κατά την εκλογή της μορφής της καμπύλης αποκρίσεως του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας είναι απαραίτητο να λάβομε ακόμη υπόψη μας την επίδραση των παρενοχλητικών ενδιαμέσων συχνοτήτων 40,4 MHz και 31,9 MHz που αναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο. Η κατάπνιξη των συχνοτήτων αυτών εξετάζεται σε επόμενη παράγραφο.

Η καμπύλη αποκρίσεως που φαίνεται στο σχήμα 5.11α δεν είναι μόνο αδύνατο να ληφθεί πρακτικά, αλλά και ανεπιθύμητη. Οι απότομες θλάσεις της καμπύλης αποκρίσεως δημιουργούν παραμορφωμένη φασική χαρακτηριστική στις θέσεις αυτές με αποτέλεσμα τη χειροτέρευση της ποιότητας της εικόνας. Η καμπύλη αποκρίσεως του ΕΕΣ, που πρακτικά επιτυγχάνεται κατά τη μαζική παραγωγή δεκτών τηλεοράσεως και που δίνει ικανοποιητική φασική χαρακτηριστική, έχει τη μορφή που φαίνεται στο σχήμα 5.11β. Οι προσπάθειες κατά τη ρύθμιση των βαθμίδων του ΕΕΣ του δέκτη πρέπει να τείνουν στη λήψη μιας τέτοιας καμπύλης αποκρίσεως.



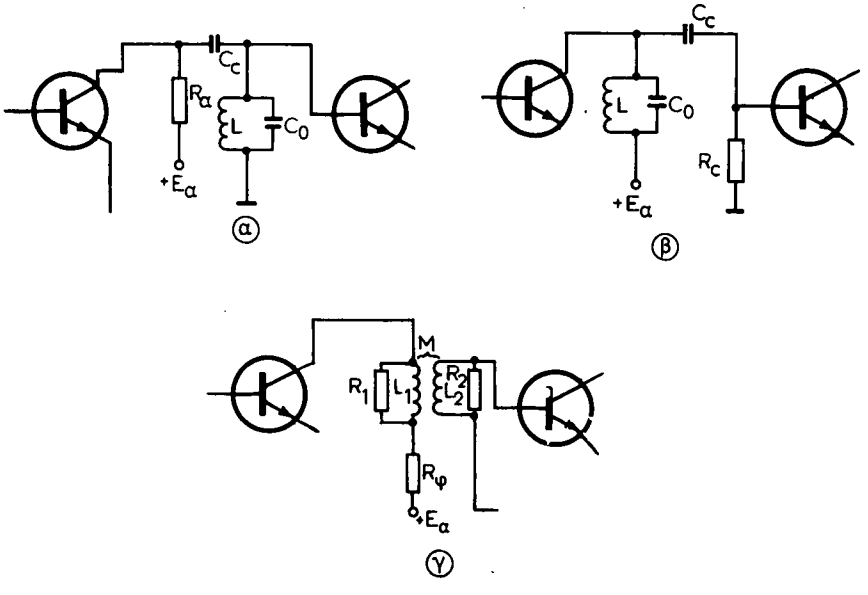
Σχ. 5.11β.
Πραγματική καμπύλη αποκρίσεως ΕΕΣ.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

5.12 Κυκλώματα βαθμίδων ΕΕΣ.

Είπαμε ότι οι ΕΕΣ των δεκτών τηλεοράσεως χαρακτηρίζονται από την πλατιά ζώνη συχνοτήτων των ενισχυομένων σημάτων (μέχρι 5 MHz). Για την ενίσχυση μιας τόσο πλατιάς ζώνης συχνοτήτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ενισχυτικές βαθμίδες με ένα συντονισμένο κύκλωμα στην έξοδο [σχήματα 5.12(α) και 5.12(β)] ή με δύο συντονισμένα κυκλώματα [σχ. 5.12(γ)], που σχηματίζουν φίλτρο διελεύσεως ζώνης συχνοτήτων. Για την επέκταση της ζώνης διελεύσεως ελαττώνεται το Q των κυκλωμάτων αυτών με τη βοήθεια μικρών σχετικά ωμικών αντιστάσεων που τα παραλληλίζουν. Απόπειρες που έγιναν για να ληφθεί ικανοποιητική καμπύλη αποκρίσεως του ΕΕΣ με απλά κυκλώματα χαμηλού Q συντονισμένα στην ίδια κεντρική συχνότητα κατέληξαν σε αποτυχία. Ο ενισχυτής δεν εξασφαλίζει με μικρό αριθμό βαθμίδων την απαιτούμενη ενίσχυση και επιλεκτικότητα. Καλύτερα αποτελέσματα λαμβάνονται όταν τα κυκλώματα είναι συντονισμένα σε διάφορες συχνότητες της ζώνης διελεύσεως.

Τα διπλοσυντονισμένα κυκλώματα [σχ. 5.12(γ)] χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με απλοσυντονισμένα. Τα διπλά κυκλώματα βρίσκονται σε σύζευξη με βαθμό μεγαλύτερο από τον κρίσιμο, οπότε η καμπύλη αποκρίσεως της βαθμίδας έχει δύο κορυφές. Το κοίλωμα της καμπύλης αποκρίσεως αντισταθμίζεται με μια επόμενη βαθμίδα, που έχει ένα κύκλωμα συντονισμένο στο μέσο της ζώνης διελεύσεως



Σχ. 5.12.
Κυκλώματα βαθμίδων ΕΕΣ.

του ενισχυτή. Μπορούμε να αποφύγομε το κοίλωμα της καμπύλης, οπότε δε χρειάζεται αντιστάθμιση με άλλη βαθμίδα, αν τα δυο κυκλώματα που βρίσκονται σε ισχυρή σύζευξη, συντονισθούν σε λίγο διαφορετικές συχνότητες.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Η χρησιμοποίηση συνεζευγμένων κυκλωμάτων μεταξύ των βαθμίδων του ενισχυτή έχει τα επόμενα πλεονεκτήματα.

1) Δεν υπάρχει χωρητικότητα συζεύξεως μεταξύ της εξόδου μιας βαθμίδας και της εισόδου της επόμενης.

2) Οι χωρητικότητες των κυκλωμάτων εξόδου της μιας βαθμίδας και εισόδου της άλλης είναι διαχωρισμένες, πράγμα που οδηγεί σε ελάττωση της ισοδύναμης χωρητικότητας του κυκλώματος εξόδου και επομένως σε αύξηση της ενισχύσεως της βαθμίδας.

Στους ΕΕΣ των συγχρόνων δεκτών τηλεοράσεως χρησιμοποιούνται φίλτρα τύπου Τ, Μ, Π και διαφορικά ως φορτία και ζευκτικά στοιχεία των βαθμίδων, που εξασφαλίζουν την πλατιά ζώνη διελεύσεως των 5 MHz και την απαιτούμενη επιλεκτικότητα του ενισχυτή. Τα φίλτρα αυτά αποτελούνται από κυμαινόμενα κυκλώματα υψηλής ποιότητας.

5.13 Κυματοπαγίδες.

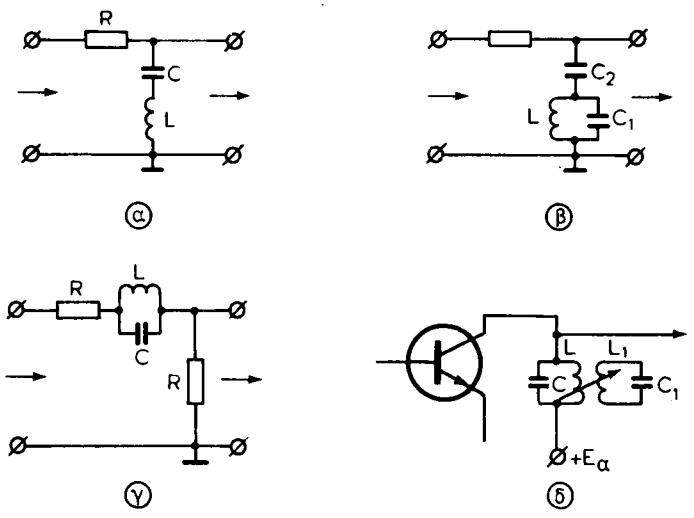
Από τον ΕΕΣ του δέκτη δεν πρέπει να περνούν παρενοχλητικά σήματα, των οποίων οι συχνότητες βρίσκονται έξω από τη ζώνη διελεύσεως. Είδαμε ότι περισσότερο πιθανά είναι τα σήματα των γειτονικών πομπών, δηλαδή του πομπού εικόνας του ανώτερου γειτονικού καναλιού (φορέας του η συχνότητα 31,9 MHz) και του πομπού ήχου του κατώτερου γειτονικού καναλιού (φορέας του η συχνότητα 40,4 MHz). Επίσης παρενοχλήσεις στην εικόνα μπορεί να δημιουργήσει και η ενδιάμεση συχνότητα ήχου (33,4 MHz) του λαμβανομένου καναλιού.

Για να αποφευχθεί η διείσδυση των σημάτων αυτών των πομπών στη λαμβανόμενη εικόνα, χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα κυκλώματα στους ΕΕΣ των δεκτών τηλεοράσεως που ονομάζονται «κυματοπαγίδες». Οι βασικοί τύποι των κυματοπαγίδων φαίνονται στο σχήμα 5.13.

Στο σχήμα 5.13(α) φαίνεται η λεγόμενη κυματοπαγίδα «διαρροής». Πρόκειται για ένα κύκλωμα με τα στοιχεία LC σε σειρά που, όπως ξέρομε, στη συχνότητα συντονισμού του παρουσιάζει πρακτικά μηδενική αντίσταση. Επομένως η έξοδος του κυκλώματος γι' αυτή τη συχνότητα είναι βραχυκυκλωμένη και το σήμα αυτής της συχνότητας εξασθενεί ισχυρά (διαρρέει στη γη).

Το κύκλωμα του σχήματος 5.13(β) εκτελεί δύο λειτουργίες. Το παράλληλο κύκλωμα LC_1 συμμετέχει στη μορφοποίηση της καμπύλης αποκρίσεως του ΕΕΣ μέσα στη ζώνη διελεύσεως. Σε συχνότητες χαμηλότερες από τη συχνότητα συντονισμού του, το κύκλωμα αυτό έχει επαγωγική συμπεριφορά και με τον πυκνωτή C_2 σχηματίζει ένα κύκλωμα συντονισμού σειράς. Το νέο αυτό κύκλωμα χρησιμοποιείται για παγίδευση ανεπιθυμήτων σημάτων (κυματοπαγίδα διαρροής). Επειδή η συχνότητα συντονισμού του κυκλώματος σειράς είναι χαμηλότερη από τη συχνότητα του παράλληλου, το κύκλωμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για τη μορφοποίηση της αριστερής πλευράς της καμπύλης αποκρίσεως του ΕΕΣ. Η κλίση της πλευράς αυτής, με καλή εκλογή της χωρητικότητας των πυκνωτών C_1 και C_2, μπορεί να γίνει αρκετά μεγάλη.

Το παράλληλο κύκλωμα LC του σχήματος 5.13(γ) παρουσιάζει πολύ μεγάλη αντίσταση στη συχνότητα συντονισμού του (θεωρητικά άπειρη), γι' αυτό, αν συνδεθεί σε σειρά στη ροή του σήματος, φράσσει το δρόμο στο σήμα της συχνότητας



Σχ. 5.13.
Κυκλώματα κυματοπαγίδων.

αυτής. Επειδή το κύκλωμα αυτό ενεργεί σύμφωνα με τον παραπάνω τρόπο ονομάζεται κυματοπαγίδα «φραγμού».

Για παγίδευση ανεπιθύμητων σημάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το κύκλωμα L_1 C_1 του σχήματος 5.13(δ) που είναι επαγωγικά συνεζευγμένο με το βασικό κύκλωμα του ενισχυτή LC. Στη συχνότητα συντονισμού του το κύκλωμα L_1 C_1 απορροφά από το βασικό κύκλωμα τη μέγιστη ενέργεια και ελαττώνει την ενίσχυση της βαθμίδας σε αυτή τη συχνότητα. Το κύκλωμα αυτό είναι γνωστό ως κυματοπαγίδα «απορροφήσεως».

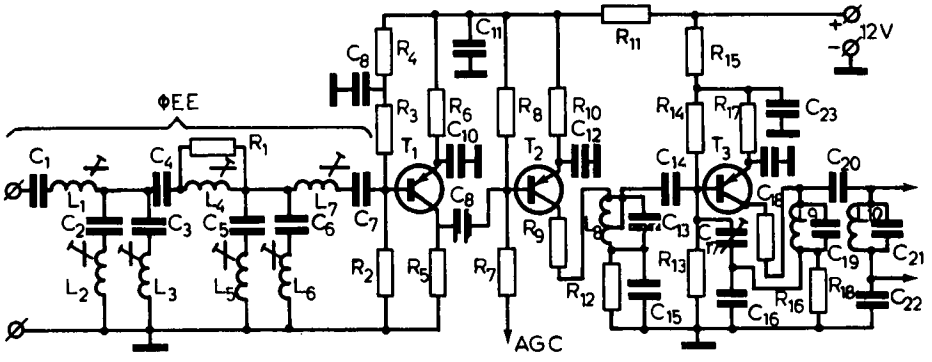
Το κατώφλι ήχου στην καμπύλη αποκρίσεως του ΕΕΣ σχηματίζεται με τη βοήθεια μιας από τις παραπάνω κυματοπαγίδες, συντονισμένης στη συχνότητα των 33,4 MHz. Πολλές φορές χρησιμοποιούνται δύο κυματοπαγίδες, από τις οποίες η μία είναι συντονισμένη 125 - 150 KHz υψηλότερα και η άλλη 125 - 150 KHz χαμηλότερα από την ενδιάμεση συχνότητα ήχου.

5.14 Συνδεσμολογίες ΕΕΣ.

Ένα κύκλωμα ΕΕΣ τριών βαθμίδων με τρανζίστορ τύπου PNP φαίνεται στο σχήμα 5.14α. Στην είσοδο του ενισχυτή συνδέεται το φίλτρο εντοπισμένης επιλογής (ΦΕΕ), που μορφοποιεί την καμπύλη αποκρίσεώς του με την απαιτούμενη επιλεκτικότητα στις φέρουσες συχνότητες εικόνας και ήχου των γειτονικών τηλεοπτικών καναλιών. Το φίλτρο αποτελείται από 7 κυκλώματα συντονισμένα σε διάφορες συχνότητες. Τα κυκλώματα L_2 C_2 και L_5 C_5 συντονίζουν στις συχνότητες 41,9 και 40,4 MHz αντιστοίχως, ενώ τα κυκλώματα L_3 C_3 και L_6 C_6, στις συχνότητες 31,9 και 33,4 MHz. Τα υπόλοιπα κυκλώματα του φίλτρου, δηλαδή τα L_1 C_1, L_4 C_4 και L_7 C_7, είναι συντονισμένα σε συχνότητες της περιοχής από 34 - 38 MHz. Η έξοδος του φίλτρου προσαρμόζεται στην είσοδο του τρανζίστορ T_1 με τη βοήθεια της αντιστάσεως R_3.

Επειδή η χαρακτηριστική διελεύσεως του ΦΕΕ διατηρεί τη μορφή της μόνο όταν η αντίσταση του φορτίου του είναι σταθερή, το κύκλωμα βάσεως του τρανζίστορ Τ δε δέχεται τάση AGC. Το τρανζί-

στορ αυτό χρησιμοποιείται για την προσαρμογή της εξόδου του φίλτρου με την είσοδο του δεύτερου τρανζίστορ και για τον αποκλεισμό της επιδράσεως των μεταβολών του ρεύματος βάσεως του ρυθμιζόμενου τρανζίστορ T_2 στο φίλτρο. Ο βαθμός ενισχύσεως τάσεως της πρώτης βαθμίδας είναι περίπου ίσος με τη μονάδα.



Σχ. 5.14α.
Κύκλωμα ΕΕΣ με τρανζίστορ PNP και φίλτρο εντοπισμένης επιλογής.

Από την αντίσταση φορτίου R_5 της πρώτης βαθμίδας τα σήματα ενδιάμεσης συχνότητας εικόνας και ήχου οδηγούνται στη βάση του τρανζίστορ T_2. Εκεί, και μέσα από την αντίσταση R_7, εφαρμόζεται και η τάση AGC. Στο συλλέκτη του T_2 συνδέεται το απλό κύκλωμα L_8 C_{13} που είναι συντονισμένο στα 36 MHz περίπου. Η δεύτερη βαθμίδα έχει μεγάλο βαθμό ενισχύσεως τάσεως.

Το φορτίο της τρίτης βαθμίδας είναι ένα φίλτρο ζώνης που αποτελείται από τα κυκλώματα L_9 C_{19} και L_{10} C_{21}. Τα κυκλώματα αυτά είναι θωρακισμένα μεταξύ τους και έχουν εξωτερική σύζευξη με τον πυκνωτή C_{20}. Επειδή ή ενίσχυση της βαθμίδας αυτής πρέπει να είναι η μέγιστη δυνατή, χρησιμοποιείται κύκλωμα εξουδετερώσεως για την αποφυγή της αυτοταλαντώσεώς της. Το κύκλωμα αυτό αποτελείται από τους πυκνωτές C_{16}, C_{17}, C_{20} και τη χωρητικότητα εξόδου του τρανζίστορ, που σχηματίζουν γέφυρα.

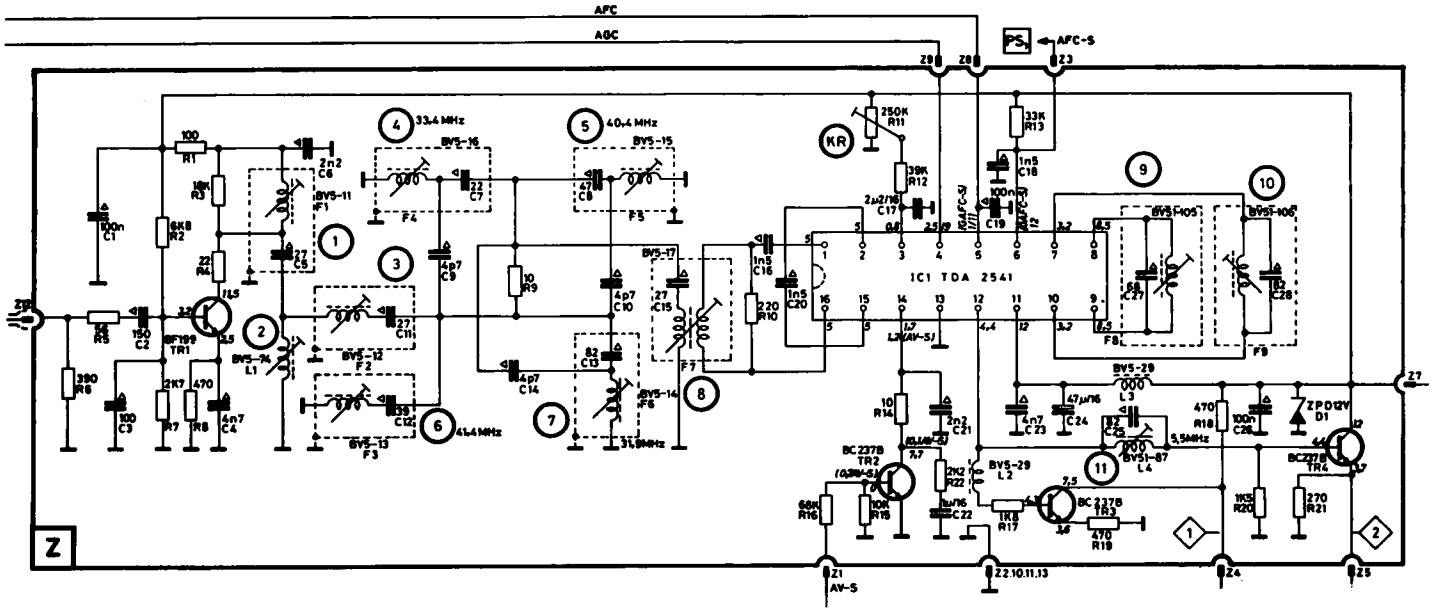
Οι υπόλοιπες αντιστάσεις του κυκλώματος εξασφαλίζουν τις απαιτούμενες τάσεις τροφοδοτήσεως των τρανζίστορ του ενισχυτή.

Κλείνομε την παράγραφο με μια σύντομη παρουσίαση ενός σύγχρονου ΕΕΣ (σχ. 5.14β) με το τρανζίστορ BF199 και το ολοκληρωμένο κύκλωμα TDA 2541.

Το τρανζίστορ BF 199 προορίζεται κυρίως για την προσαρμογή του ΕΕΣ με το συντονιστή. Μεταξύ του τρανζίστορ και του ολοκληρωμένου παρεμβάλλεται το ΦΕΕ με τις κυματοπαγίδες 4 (33,4 MHz), 5 (40,4 MHz), 6 (41,4 MHz) και 7 (31,9 MHz). Τα φίλτρα (1), (3) και (8) είναι συντονισμένα στα 36,5 MHz. Η κλίση στο αριστερό τμήμα της καμπύλης αποκρίσεως του ενισχυτή, όπου βρίσκονται και οι χρωμοενδιάμεσες συχνότητες, ρυθμίζεται με το φίλτρο (2). Το φίλτρο (9) είναι συντονισμένο στην ενδιάμεση συχνότητα εικόνας (38,9 MHz) και μαζί με το φίλτρο (10) εργάζεται στον αυτόματο έλεγχο της συχνότητας (AFC) του τοπικού ταλαντωτή του συντονιστή. Η τάση γι' αυτόν τον έλεγχο παίρνεται από τον ακροδέκτη Z_6 του τμήματος.

Το ολοκληρωμένο κύκλωμα πραγματοποιεί και τη φώραση και ακόμη παράγει την υπενδιάμεση συχνότητα ήχου (5,5 MHz). Το προϊόν της φωράσεως, δηλαδή το σήμα εικόνας, παίρνεται ενισχυμένο από το τρανζίστορ TR_3 (BC237B) με αρνητική πολικότητα (ακροδέκτης Z_4) και από το τρανζίστορ TR_4 (BC237B) με θετική πολικότητα (ακροδέκτης Z_5). Η υπενδιάμεση συχνότητα ήχου παίρνεται μόνο από το τρανζίστορ TR_3, επειδή στην είσοδο του TR_4 συνδέεται η κυματοπαγίδα φραγμού (11) των 5,5 MHz. Τέλος, το τρανζίστορ TR_2 (BC237B) ανήκει στο κύκλωμα AGC, για το οποίο θα μιλήσομε στην παράγραφο 5.19.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 5.146.
Κύκλωμα ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας με το ολοκληρωμένο TDA 2541.

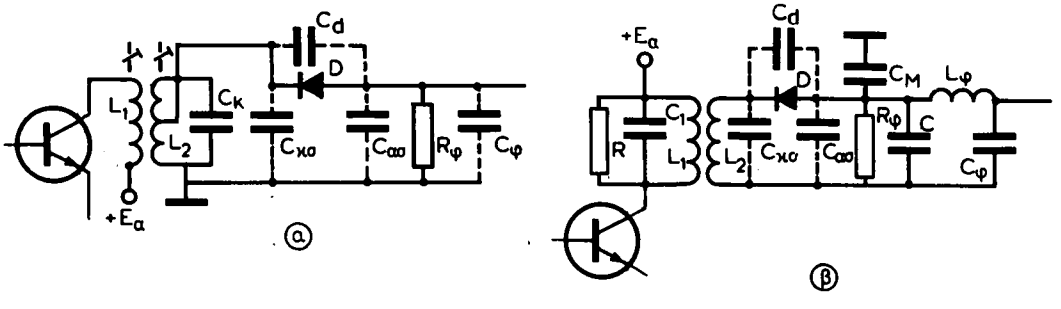
5.15 Ο φωρατής εικόνας και η πολικότητά του.

Τα σήματα εικόνας και ήχου ενισχυμένα από τον ΕΕΣ φθάνουν στην είσοδο του φωρατή εικόνας. Εδώ αναδεικνύεται το τηλεοπτικό σήμα, δηλαδή αναδεικνύεται η περιβάλλουσα του διαμορφωμένου κατά πλάτος σήματος, που περιέχει την εικόνα και τους διάφορους παλμούς που τη συνοδεύουν. Παράλληλα, οι δύο ενδιάμεσες συχνότητες εικόνας και ήχου αναμιγνύονται στο φωρατή εικόνας με αποτέλεσμα να εμφανισθεί στην εξοδό του η υπενδιάμεση συχνότητα ήχου των 5,5 MHz. Έτσι, ο φωρατής εικόνας των δεκτών τηλεοράσεως εκτελεί δύο λειτουργίες: την απλή φώραση, που ξέρομε από τους ραδιοφωνικούς δέκτες, και μια μίξη.

Στο σχήμα 5.15α φαίνονται δύο βασικά κυκλώματα φωρατών εικόνας.

Η τάση των σημάτων ενδιάμεσης συχνότητας από τα κυκλώματα της βαθμίδας εξόδου του ΕΕΣ οδηγείται στην είσοδο της βαθμίδας φωράσεως. Για την ελάττωση της επιδράσεως της αντιστάσεως εισόδου του φωρατή στην τελευταια βαθμίδα του ΕΕΣ, μπορούμε να συνδέσομε τη δίοδο σε τμήμα του πηνίου εισόδου [σχ. 5.15α(α)]. Οι δύο φωρατές του σχήματος 5.15α άγουν με τις αρνητικές ημιπεριόδους της διαμορφωμένης τάσεως, αφού αυτή εφαρμόζεται στην κάθοδο της διόδου. Αν το σήμα εφαρμοσθεί στην άνοδο της διόδου, η πολικότητα της τάσεως εξόδου αναστρέφεται. Για την πολιτικότητα της τάσεως εξόδου του φωρατή, που εξαρτάται από την πολικότητα συνδέσεως της διόδου στο κύκλωμα, θα μιλήσομε πιο κάτω.

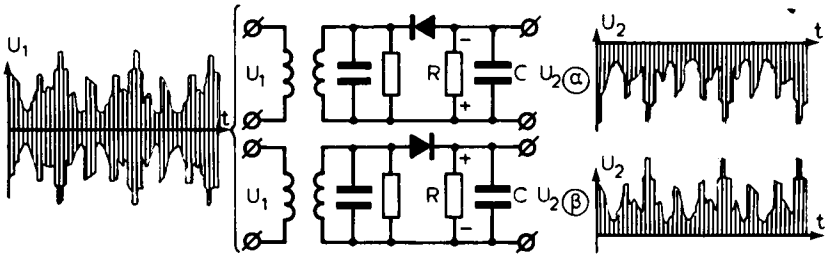
Για το διαχωρισμό του σήματος εικόνας από το σήμα της ενδιάμεσης συχνότητας με τις ελάχιστες παραμορφώσεις, απαιτείται επιμελημένη εκλογή της σταθεράς χρόνου $R_\varphi C_\varphi$ του φίλτρου του φωρατή. Τα φίλτρα RC που χρησιμοποιούνται στα κυκλώματα φωράσεως των ραδιοφωνικών δεκτών, δεν είναι κατάλληλα για τους δέκτες τηλεοράσεως. Στους ραδιοφωνικούς δέκτες, ο λόγος της ενδιάμεσης συχνότητας προς την υψηλότερη συχνότητα του ακουστικού σήματος είναι 40-50, πράγμα που διευκολύνει το διαχωρισμό τους με ένα απλό φίλτρο RC. Στους τηλεοπτικούς δέκτες, ο λόγος της ενδιάμεσης συχνότητας προς την υψηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας είναι μόνο 5-8 και αυτό δυσκολεύει το διαχωρισμό τους με τη βοήθεια ενός απλού φίλτρου RC.



Σχ. 5.15α.
Κυκλώματα φωρατών εικόνας.

Ο διαχωρισμός των συχνοτήτων στην έξοδο του φωρατή γίνεται καλύτερα αν χρησιμοποιηθεί ένα φίλτρο τύπου Π διελεύσεως χαμηλών συχνοτήτων [σχ. 5.15α(β)]. Τα φίλτρα χαμηλών συχνοτήτων έχουν απότομη κλίση της πλευράς της χαρακτηριστικής έξω από τα όρια της ζώνης διελεύσεως και εξασφαλίζουν καλό διαχωρισμό συχνοτήτων ακόμη και με μικρό λόγο αυτών.

Το σήμα από την έξοδο του ΕΕΣ μπορεί να εφαρμοσθεί είτε στην κάθοδο [σχ. 5.15β(α)], είτε στην άνοδο [σχ. 5.15β(β)] του φωρατή εικόνας. Όπως φαίνεται στο σχήμα 5.15β, ανάλογα με τον τρόπο συνδέσεως της διόδου στο κύκλωμα του φωρατή, μπορούμε να έχομε στην έξοδό του σήμα με αρνητική ή θετική πολικότητα. Η εκλογή της πολικότητας της τάσεως εξόδου του φωρατή εξαρτάται από τον αριθμό των βαθμίδων του ενισχυτή εικόνας που ακολουθεί το φωρατή, και από το ηλεκτρόδιο του εικονογράφου εικόνας στο οποίο εφαρμόζεται το σήμα. Εξετάζομε το θέμα αυτό λεπτομερέστερα.



Σχ. 5.15β.
Η πολικότητα του φωρατή εικόνας και το σήμα στην εξοδό του.

Γνωρίζομε ότι η διαμόρφωση του τηλεοπτικού σήματος είναι αρνητική, δηλαδή τα μαύρα στοιχεία της εικόνας αντιστοιχούν στη μέγιστη στάθμη του σήματος και τα λευκά, στην ελάχιστη. Είναι αυτονόητο ότι στην οθόνη του δέκτη πρέπει να έχομε θετική εικόνα. Αν η τάση αρνητικής πολικότητας του σχήματος 5.15β(α)] εφαρμοσθεί άμεσα στο οδηγό πλέγμα του εικονογράφου, θα έχομε κανονική (θετική) εικόνα, επειδή η στάθμη του μαύρου καθιστά το πλέγμα του σωλήνα περισσότερο αρνητικό και το ρεύμα του ελαττώνεται (η οθόνη μαυρίζει). Αν η ίδια τάση εφαρμοσθεί στην κάθοδο του σωλήνα, η στάθμη του μαύρου ελαττώνει το θετικό δυναμικό της καθόδου, το πλέγμα γίνεται λιγότερο αρνητικό και το ρεύμα του σωλήνα μεγαλώνει (η οθόνη φωτίζει). Τότε, η εικόνα γίνεται αρνητική, δηλαδή τα μαύρα στοιχεία της εμφανίζονται λευκά και τα λευκά μαύρα. Το αντίθετο συμβαίνει με την τάση θετικής πολικότητας του σχήματος 5.15β(β)].Με την άμεση εφαρμογή της στο πλέγμα του σωλήνα έχομε αρνητική εικόνα και με την εφαρμογή της στην κάθοδο θετική.

Η τάση όμως από την έξοδο του φωρατή δεν εφαρμόζεται άμεσα στον εικονογράφο. Μεταξύ του φωρατή και του σωλήνα παρεμβάλλονται μία ή περισσότερες βαθμίδες ενισχύσεως του σήματος εικόνας που η κάθε μια μετατοπίζει τη φάση του σήματος κατά 180°, δηλαδή αναστρέφει την πολικότη-

τά του. Αν το σήμα εφαρμόζεται στην κάθοδο του σωλήνα, ο φωρατής του σχήματος 5.15β(α)] πρέπει να ακολουθείται από περιττό αριθμό βαθμίδων ενισχύσεως της εικόνας, ενώ ο φωρατής του σχήματος 5.15β(β)] από άρτιο αριθμό βαθμίδων. Το αντίθετο ισχύει στην περίπτωση που το σήμα εφαρμόζεται στο πλέγμα του σωλήνα.

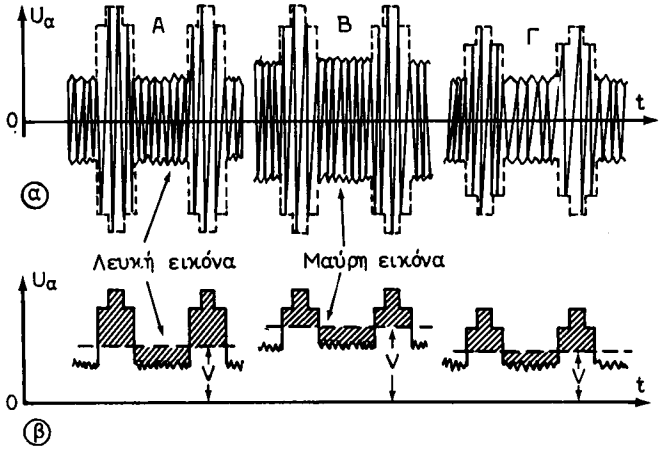
Από όσα είπαμε γίνεται αντιληπτό ότι η πολικότητα συνδέσεως της διόδου στο κύκλωμα φωράσεως δεν μπορεί να είναι τυχαία. Στους σύγχρονους τηλεοπτικούς δέκτες το σήμα εικόνας εφαρμόζεται στην κάθοδο του σωλήνα. Μεταξύ του φωρατή και του σωλήνα παρεμβάλλεται μία βαθμίδα ενισχύσεως της εικόνας που κάνει αντιστροφή της πολικότητας, και επομένως η ορθή σύνδεση της διόδου στο κύκλωμα φωράσεως είναι αυτή που φαίνεται στο σχήμα 5.15β(α)].

Στην έξοδο του φωρατή εικόνας εμφανίζεται και μια συνεχής συνιστώσα τάσεως, η οποία στους ραδιοφωνικούς δέκτες χρησιμοποιείται ως τάση AVC ή AGC.

Στο σχήμα 5.15γ(α)] έχομε τρία σήματα ενδιάμεσης συχνότητας που παρουσιάζουν ορισμένες διαφορές μεταξύ τους. Τα σήματα Α και Β έχουν το ίδιο πλάτος, αλλά στο Β μεταφέρεται εικόνα με πιο μαύρο φόντο απ' ό,τι στο Α. Το σήμα Γ διαφέρει από τα σήματα Α και Β στο ότι η μέγιστη τάση (η στάθμη των παλμών συγχρονισμού) είναι χαμηλότερη.

Το σχήμα 5.15γ(β)] δείχνει τα σήματα αποδιαμορφωμένα, απ' όπου φαίνεται ότι οι παλμοί συγχρονισμού διατηρούν την ίδια στάθμη, όταν μεταβάλλεται μόνο η στάθμη του μαύρου της εικόνας (περιπτώσεις Α και Β). Η στάθμη των παλμών συγχρονισμού μεταβάλλεται μόνο όταν μεταβάλλεται το πλάτος του σήματος (περίπτωση Γ).

Ακόμη, το σχήμα 5.15γ(β) δείχνει ότι η συνεχής συνιστώσα V είναι διαφορετι-



Σχ. 5.15γ.
Εξάρτηση της συνεχούς συνιστώσας και του σήματος εικόνας από την ένταση του φέροντος κύματος και από το χαρακτήρα της εικόνας.

κή για τις τρεις περιπτώσεις και εξαρτάται τόσο από το πλάτος του διαμορφωμένου σήματος (περίπτωση Γ) όσο και από το χαρακτήρα της εικόνας (περιπτώσεις Α και Β).

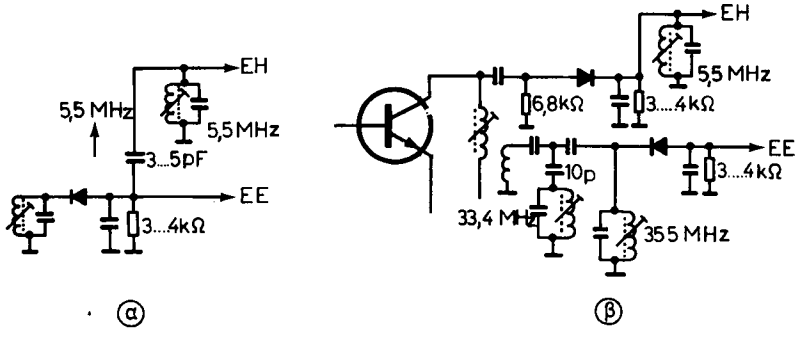
Από τα παραπάνω προκύπτει, ότι η συνεχής συνιστώσα της τάσεως εξόδου του φωρατή εικόνας δεν μπορεί να μας πληροφορήσει για το πλάτος (την ένταση) του λαμβανόμενου σήματος και επομένως δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τάση AGC. ***Φορέας*** της πληροφορίας για την ένταση του λαμβανόμενου σήματος πρέπει να είναι μόνο η στάθμη των παλμών συγχρονισμού και όχι το περιεχόμενο της εικόνας. Γι' αυτό στους δέκτες τηλεοράσεως χρησιμοποιούνται οι παλμοί συγχρονισμού για τη δημιουργία της τάσεως AGC. Το θέμα αυτό θα εξετασθεί σε άλλη θέση.

5.16 Ο διαχωρισμός του ήχου.

Είδαμε ότι ο φωρατής εικόνας παράγει και την υπενδιάμεση συχνότητα ήχου. Ο διαχωρισμός του ήχου από το υπόλοιπο οπτικό σήμα μπορεί να γίνει αμέσως στην έξοδο του φωρατή με τη βοήθεια ενός κυκλώματος συντονισμένου στα 5,5 MHz, όπως φαίνεται στο σχήμα 5.16(α). Θα δούμε παρακάτω ότι ο διαχωρισμός του ήχου γίνεται και στην έξοδο του ενισχυτή εικόνας, οπότε απαιτείται μικρότερη ενίσχυση των 5,5 MHz στο τμήμα ήχου του δέκτη.

Για την κανονική λειτουργία της διόδου ως μίκτριας και επομένως την παραγωγή της υπενδιάμεσης συχνότητας ήχου, δεν πρέπει το πλάτος της ενδιάμεσης συχνότητας ήχου των 33,4 MHz να είναι εξασθενημένο περισσότερο από 10-20 φορές σε σύγκριση με το πλάτος των συχνοτήτων της εικόνας. Η εξασθένηση όμως αυτή δεν είναι αρκετή για να αποκλεισθεί εντελώς η εμφάνιση παρενοχλήσεων στο σήμα εικόνας. Το συντονισμένο κύκλωμα που ξεχωρίζει τον ήχο από το σήμα εικόνας, δημιουργεί ακόμη μια εξασθένηση της συχνότητας αυτής.

Καλύτερος διαχωρισμός των σημάτων εικόνας και ήχου γίνεται με τη χρησιμοποίηση δύο διόδων [σχ. 5.16(β)]. Στην περίπτωση αυτή η μία δίοδος (η κάτω) κάνει τη φώραση του σήματος εικόνας και η άλλη τη μίξη των δυο ενδιαμέσων συχνοτήτων για την παραγωγή της υπενδιάμεσης συχνότητας



Σχ. 5.16.
Κυκλώματα διαχωρισμού της υπενδιάμεσης συχνότητας ήχου.

ήχου. Στην είσοδο του φωρατή εικόνας συνδέεται μια κυματοπαγίδα διαρροής της συχνότητας των 33,4 MHz, αφού πια δε χρειάζεται να φθάσει στο φωρατή.

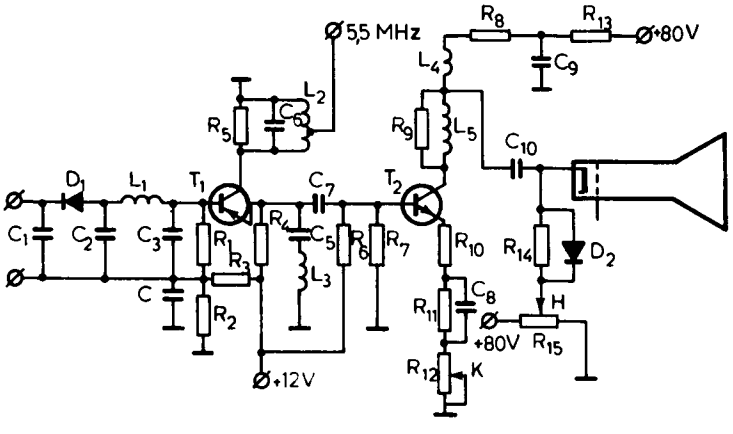
5.17 Ο ενισχυτής εικόνας ασπρόμαυρου δέκτη.

Το σήμα που εμφανίζεται στην έξοδο του φωρατή εικόνας, έχει πλάτος γύρω στα 3 V. Για τη ρύθμιση της εντάσεως της ηλεκτρονικής δέσμης του εικονογράφου και επομένως της φωτεινότητας του στίγματος στην οθόνη του, απαιτείται τάση σήματος με πλάτος 40-80 V. Πρέπει συνεπώς το σήμα εξόδου του φωρατή εικόνας να ενισχυθεί 15-25 περίπου φορές. Η ενίσχυση αυτή πραγματοποιείται με ενισχυτή, συνήθως μονοβαθμικό, που ονομάζεται ***ενισχυτής εικόνας*** (EE, video amplifier).

Ο ενισχυτής εικόνας πρέπει να εξασφαλίζει ενίσχυση σε μια ζώνη συχνοτήτων που εκτείνεται ως τα 5 MHz περίπου. Η ενίσχυση στην πλατιά αυτή ζώνη συχνοτήτων πρέπει να γίνεται με ελάχιστες παραμορφώσεις του σήματος (ιδιαίτερα φασικές παραμορφώσεις). Το όργανο οράσεως είναι αρκετά ευαίσθητο στη μεταβολή των φασικών σχέσεων μεταξύ των συνιστωσών ενός σήματος που προκαλεί φωτεινό ερεθισμό.

Για την ενίσχυση του σήματος εικόνας χρησιμοποιούνται απεριοδικοί ενισχυτές RC με τρανζίστορ. Η επέκταση της ζώνης διελεύσεως του ενισχυτή και η ελάττωση των παραμορφώσεων επιτυγχάνεται με ειδικά διορθωτικά στοιχεία που εισάγονται στη σύνθεσή του. Τις περισσότερες φορές, επειδή στο σήμα εικόνας υπάρχουν και οι λεγόμενες ***μηδενικές συχνότητες*** (0-3 Hz), χρησιμοποιούνται ενισχυτές συνεχούς τάσεως.

Το κύκλωμα ενός ενισχυτή εικόνας (σχ. 5.17α) δε διαφέρει από το συνηθισμένο κύκλωμα του ενισχυτή χαμηλών συχνοτήτων με αντιστάσεις και πυκνωτές παρά μόνο στις τιμές των στοιχείων του. Για την επέκταση της ζώνης διελεύσεως, τόσο στις υψηλότερες συχνότητες (ως τα 5 MHz) όσο και στις



Σχ. 5.17α.
Ολοκληρωμένη συνδεσμολογία ενισχυτή εικόνας με τρανζίστορ
(το πρώτο τρανζίστορ είναι προσαρμοστής αντιστάσεων).

χαμηλότερες, χρησιμοποιείται η αρνητική ανάδραση ρεύματος, η σύνδεση φίλτρων RC και η απλή ή σύνθετη αντιστάθμιση με αυτεπαγωγές.

Ας εξετάσομε λεπτομερέστερα τη συνδεσμολογία του ενισχυτή εικόνας του σχήματος 5.17α που χρησιμοποιείται σε ασπρόμαυρους δέκτες τηλεοράσεως.

Η βασική ενίσχυση του σήματος γίνεται στη δεύτερη βαθμίδα και επειδή η αντίσταση εισόδου της είναι μικρή, χρησιμοποιείται το τρανζίστορ T_1 για την προσαρμογή της με την αντίσταση εξόδου του φωρατή D_1. Η πόλωση της βάσεως του τρανζίστορ T_1 που καθορίζει και την τάξη λειτουργίας του, πραγματοποιείται με το διαιρέτη τάσεως R_2, R_3. Στο συλλέκτη συνδέεται το κυμαινόμενο κύκλωμα L_2, C_6 για το διαχωρισμό της υπενδιάμεσης συχνότητας ήχου των 5,5 MHz. Για τη συχνότητα αυτή ο εκπομπός είναι σχεδόν γειωμένος, αρνητική ανασύζευξη δε γίνεται και επομένως εξασφαλίζεται κάποια ενίσχυση του σήματος ήχου. Η γείωση του εκπομπού γίνεται με το κύκλωμα L_3, C_5 που είναι κυματοπαγίδα διαρροής για τη συχνότητα των 5,5 MHz.

Από την αντίσταση φορτίου R_4 του τρανζίστορ T_1 το σήμα εικόνας με αρνητική πολικότητα, οδηγείται στη βάση του τρανζίστορ T_2 που είναι τύπου NPN. Η βαθμίδα αυτή χρησιμοποιεί μικτή αντιστάθμιση με τις αυτεπαγωγές L_4 και L_5 για την επέκταση της καμπύλης αποκρίσεως στις υψηλότερες συχνότητες. Το σήμα εικόνας με θετική πολικότητα εφαρμόζεται στην κάθοδο του σωλήνα μέσα από τον πυκνωτή συζεύξεως C_{10}. Από την πηγή της θετικής τάσεως εξασφαλίζεται η τροφοδότηση της καθόδου του σωλήνα μέσω του ποτενσιομέτρου R_{15} που είναι και ο ρυθμιστής της βασικής φωτεινότητας της εικόνας. Η μαύρη στάθμη διατηρείται με τη βοήθεια της διόδου D_2.

Η ρύθμιση της αντιθέσεως γίνεται με μεταβολή του ποσοστού της ανασυζεύξεως μέσα από την αντίσταση R_{12} που συνδέεται στον εκπομπό της βαθμίδας εξόδου. Το κύκλωμα από την R_{11} και τον C_8 είναι διορθωτικό της καμπύλης αποκρίσεως στην υψηλότερη περιοχή συχνοτήτων. Στις υψηλότερες συχνότητες η αντίσταση του κυκλώματος αυτού ελαττώνεται, το ποσοστό ανασυζεύξεως μικραίνει και η ενίσχυση μερικώς μεγαλώνει.

Η μορφή της καμπύλης αποκρίσεως του ενισχυτή φαίνεται στο σχήμα 5.17β(α). Κάποια ανύψωση του βαθμού ενισχύσεως στην περιοχή των 4 MHz κατά 20-30% είναι ωφέλιμη, επειδή συντελεί στην αύξηση της σαφήνειας της εικόνας. Στη συνέχεια η ενίσχυση πέφτει και γίνεται ελάχιστη στα 5,5 MHz, λόγω δράσεως της κυματοπαγίδας L_3 C_5.

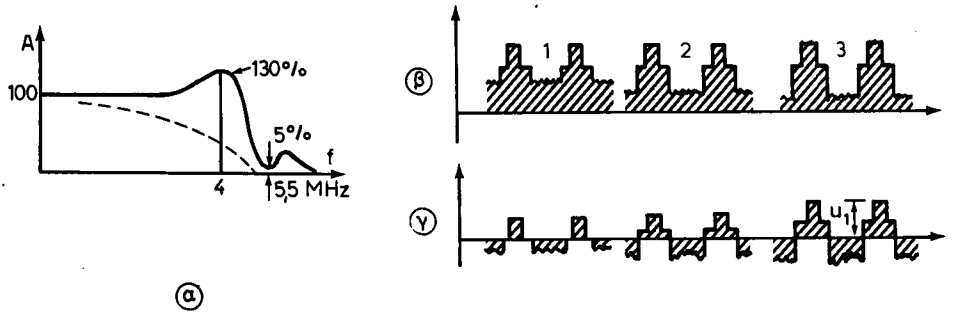
Ας πούμε, τώρα, δυο λόγια για τη μαύρη στάθμη, ή την αποκατάσταση της συνεχούς συνιστώσας, για τη ρύθμιση της φωτεινότητας και για τη ρύθμιση της αντιθέσεως (κοντράστ) της εικόνας.

Η μέση φωτεινότητα της εικόνας εξαρτάται από τη συνεχή συνιστώσα της τάσεως που περιέχεται στο οπτικό σήμα. Για την κανονική μεταφορά της μέσης φωτεινότητας της εικόνας, το οπτικό σήμα πρέπει να ενεργεί στην είσοδο του ενισχυτή εικόνας και στην κάθοδο του εικονογράφου χωρίς απώλεια της συνεχούς συνιστώσας του. Επομένως, μεταξύ της εξόδου του φωρατή και της εισόδου του ενισχυτή εικόνας, καθώς και μεταξύ της εξόδου του ενισχυτή εικόνας και της καθόδου του εικονογράφου, δεν πρέπει κατ' αρχήν να παρεμβάλλεται πυκνωτής συζεύξεως. Από τον πυκνωτή συζεύξεως δεν περνάει η συνεχής συνιστώσα του οπτικού σήματος.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Όμως, χωρίς πυκνωτή συζεύξεως μεταξύ του ενισχυτή εικόνας και του εικονογράφου, εμφανίζεται κάποια αλληλεξάρτηση των ρυθμίσεων της αντιθέσεως και της φωτεινότητας. Η αλληλεξάρτηση αυτή αποφεύγεται με τη χρησιμοποίηση πυκνωτή συζεύξεως, ενώ η συνεχής συνιστώσα αποκαθίσταται με άλλο τρόπο.

Στη συνδεσμολογία του σχήματος 5.17α χρησιμοποιείται πυκνωτής για τη μεταφορά του οπτικού σήματος από τον ενισχυτή εικόνας στον καθοδικό σωλήνα. Στην άνοδο του ενισχυτή, και πριν από τον πυκνωτή συζεύξεως, εμφανίζεται το σήμα εικόνας που φαίνεται στο σχήμα 5.17β(β). Το σήμα αυτό έχει τρία χαρακτηριστικά τμήματα. Στο τμήμα 1 η στάθμη του καθαυτό σήματος εικόνας πλησιάζει τη στάθμη των μαύρων αναβαθμών, δηλαδή το σήμα μεταφέρει μια πολύ σκοτεινή εικόνα. Στο τμήμα 2 η εικόνα είναι γκρίζα και στο τμήμα 3 πολύ φωτεινή. Ύστερα από τον πυκνωτή συζεύξεως και όταν δεν υπάρχει η δίοδος D_2, το σήμα παίρνει τη μορφή του σχήματος 5.17.β(γ). Για κάθε κυματομορφή 1, 2 και 3 τα διαγραμμισμένα θετικά τμήματα είναι ίσα σε εμβαδό με τα αρνητικά και επομένως συνεχής συνιστώσα δεν υπάρχει. Έτσι, στην κάθοδο του σωλήνα χωρίς τη δίοδο θα εφαρμόζεται μόνο η εναλλασσόμενη συνιστώσα του σήματος εικόνας και η μέση φωτεινότητα θα μεταφέρεται λανθασμένα, δηλαδή οι φωτεινότερες εικόνες 2 και 3 θα αποδίδονται σκοτεινές.



Σχ. 5.17β.
α) Καμπύλη αποκρίσεως ενισχυτή εικόνας. β) Σήμα με συνεχή συνιστώσα.
γ) Σήμα χωρίς συνεχή συνιστώσα.

Για τη σωστή μεταφορά της φωτεινότητας της εικόνας πρέπει οι μαύροι αναβαθμοί των τριών σημάτων να αποκτήσουν την ίδια στάθμη και να τοποθετηθούν κοντά στο σημείο αποκοπής του σωλήνα. Η τοποθέτηση αυτή μπορεί να γίνει αν κάνομε το πλέγμα του σωλήνα λιγότερο αρνητικό, δηλαδή θετικότερο, για τις φωτεινότερες εικόνες ή, πράγμα που είναι ισοδύναμο, την κάθοδο λιγότερο θετική, δηλαδή αρνητικότερη. Γι' αυτό το σκοπό, τοποθετούμε τη δίοδο D_2 στην κάθοδο του σωλήνα, όπως φαίνεται στο σχήμα 5.17α.

Η τάση εξόδου του ενισχυτή εικόνας εφαρμόζεται στην κάθοδο του εικονογράφου και μεταβάλλει την πόλωσή του. Η μεταβολή της πολώσεως του εικονογράφου προκαλεί μεταβολή της εντάσεως της ηλεκτρονικής δέσμης και επομένως της φωτεινότητας του στίγματος στην οθόνη. Οι δέκτες τηλεορά-

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

σεως διαθέτουν ***ρυθμιστή φωτεινότητας***, ο οποίος μεταθέτει το σημείο λειτουργίας στη χαρακτηριστική του σωλήνα και έτσι μεταβάλλεται η μέση φωτεινότητα της εικόνας. Το ποτενσιόμετρο R_{15} που φαίνεται στο σχήμα 5.17α και που μεταβάλλει την πόλωση του εικονογράφου, είναι ένας ρυθμιστής φωτεινότητας.

Η ποιότητα της εικόνας καθορίζεται από τον αριθμό των αναπαραγομένων ***διαβαθμίσεων*** της φωτεινότητας και από το πως κατανέμονται οι διαβαθμίσεις αυτές στην περιοχή μεταβολής της φωτεινότητας. Με άλλα λόγια η ποιότητα της εικόνας εξαρτάται από τα όρια μεταβολής της φωτεινότητας και από την ποιότητα της διαβαθμισεώς της. Αλλά τα όρια μεταβολής της φωτεινότητας της εικόνας καθορίζουν την αντίθεσή της, που είναι η υποκειμενική εντύπωση της διαφοράς φωτεινότητας (λαμπρότητας) μεταξύ των πιο λευκών και των πιο μαύρων στοιχείων της.

Για να έχομε μεγάλη αντίθεση της εικόνας, πρέπει να εκμεταλλευθούμε ολόκληρη τη χαρακτηριστική του καθοδικού σωλήνα. Αυτό γίνεται με αύξηση του σήματος εικόνας έτσι, ώστε η στάθμη του μαύρου να τοποθετείται στο σημείο αποκοπής του σωλήνα και η οθόνη να μαυρίζει, ενώ η στάθμη του λευκού να δίνει το μέγιστο ρεύμα της δέσμης και επομένως τη μέγιστη φωτεινότητα της οθόνης. Τώρα θα έχομε τη μέγιστη αντίθεση μεταξύ λευκού και μαύρου.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το κοντράστ της εικόνας στην οθόνη του καθοδικού σωλήνα εξαρτάται από το μέγεθος της τάσεως διεγέρσεως. Οι δέκτες τηλεοράσεως διαθέτουν ***ρυθμιστή κοντράστ,*** ο οποίος μεταβάλλει το πλάτος του σήματος εικόνας που διεγείρει το σωλήνα. Έτσι, ο ρυθμιστής αντιθέσεως είναι στην ουσία ένας ρυθμιστής του πλάτους του οπτικού σήματος.

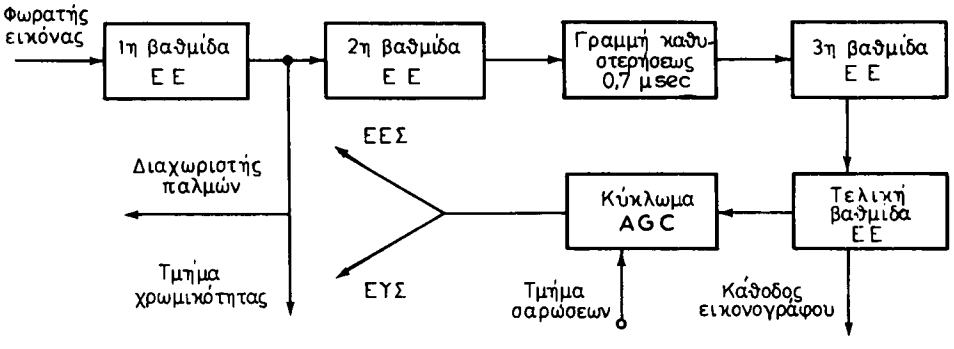
Η πιο απλή μέθοδος ρυθμίσεως του βαθμού ενισχύσεως του ενισχυτή εικόνας είναι η μεταβολή του ποσοστού ανασυζεύξεως από το κύκλωμα του εκπομπού του σχήματος 5.17α. Σε σειρά με το κύκλωμα εκπομπού του ενισχυτή συνδέεται η ρυθμιζόμενη αντίσταση R_{12} η οποία δεν παραλληλίζεται από πυκνωτή και δημιουργεί αρνητική ανασύζευξη ρεύματος. Το ρυθμιζόμενο ποσοστό ανασυζεύξεως εξασφαλίζει μεταβολή της στάθμης του σήματος εικόνας σε πλατιά όρια με ασήμαντες παραμορφώσεις.

5.18 Το τμήμα φωτεινότητας έγχρωμου δέκτη.

Το τμήμα φωτεινότητας του έγχρωμου τηλεοπτικού δέκτη είναι ασύγκριτα συνθετότερο απ' ό,τι ο απλός ενισχυτής εικόνας του ασπρόμαυρου δέκτη. Πρώτα απ' όλα, για τη ρύθμιση της εντάσεως των ηλεκτρονικών ακτίνων στον έγχρωμο εικονογράφο, και επομένως της φωτεινότητας της εικόνας στην οθόνη του, χρειάζεται μια τάση σήματος με πλάτος δυο φορές περίπου μεγαλύτερο απ' ό,τι σ' έναν ασπρόμαυρο εικονογράφο με ίδιες διαστάσεις οθόνης. Αν π.χ. το πλάτος του καθαυτό σήματος εικόνας (από τη στάθμη του λευκού ως τη στάθμη του μαύρου) είναι 50-80 V για τον ασπρόμαυρο εικονογράφο, θα πρέπει να είναι 100-150 V για έναν έγχρωμο με ίδια οθόνη. Αυτό σημαίνει ότι, μ' ένα πλάτος σήματος στην έξοδο του φωρατή εικόνας

γύρω στα 2 V, απαιτείται βαθμός ενισχύσεως από τον ενισχυτή φωτεινότητας 50-80 φορές. Τόσο βαθμό ενισχύσεως δεν μπορεί να δώσει ένας μονοβαθμικός ενισχυτής, γι' αυτό ο ενισχυτής εικόνας (φωτεινότητας) του έγχρωμου δέκτη είναι πολυβαθμικός (οι βαθμίδες είναι συνήθως τέσσερις).

Το διάγραμμα των βαθμίδων του τμήματος φωτεινότητας φαίνεται στο σχήμα 5.18α. Η πρώτη βαθμίδα του εικονοενισχυτή συνδεσμολογείται συνήθως με κοινό συλλέκτη που έχει μεγάλη αντίσταση εισόδου και συντελεστή ενισχύσεως ίσο περίπου με τη μονάδα. Στη βαθμίδα αυτή συνδέεται και η γνωστή κυματοπαγίδα φραγμού των 5,5 MHz. Στην έξοδο της ίδιας βαθμίδας γίνεται και ο διαχωρισμός των παλμών συγχρονισμού από το σήμα εικόνας καθώς και ο διαχωρισμός της χρωμοφέρουσας συχνότητας που οδηγείται στο τμήμα χρωμικότητας του δέκτη. Στις δύο επόμενες βαθμίδες (δεύτερη και τρίτη) που διαχωρίζονται από τη γραμμή καθυστερήσεως, μορφοποιείται η καμπύλη αποκρίσεως του ενισχυτή εικόνας και, συνήθως, στις βαθμίδες αυτές συνδέεται και ο ρυθμιστής του κοντράστ.



Σχ. 5.18α.
Διάγραμμα βαθμίδων τμήματος φωτεινότητας έγχρωμου τηλεοπτικού δέκτη.

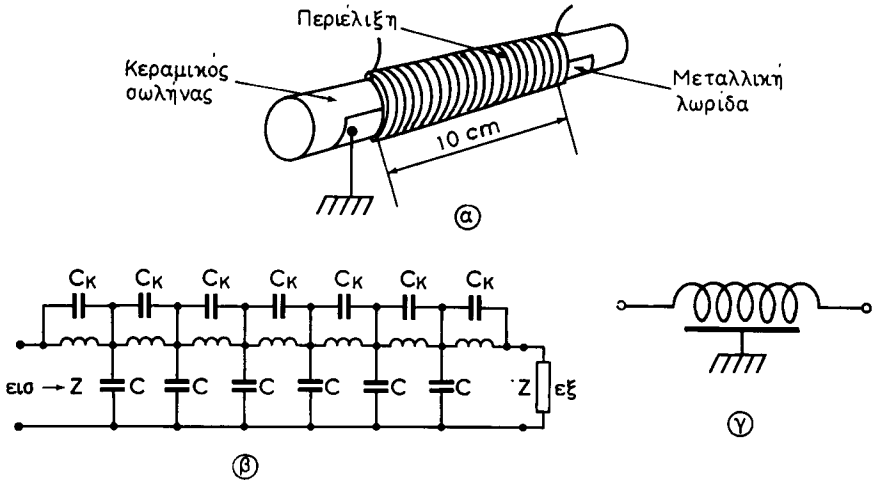
Ας ασχοληθούμε λίγο με τη γραμμή καθυστερήσεως του τμήματος φωτεινότητας.

Η γραμμή καθυστερήσεως ή επιβραδυντική γραμμή, εξασφαλίζει την ταυτόχρονη εφαρμογή των σημάτων φωτεινότητας και χρωμικότητας στα αντίστοιχα ηλεκτρόδια του έγχρωμου εικονογράφου και επομένως την απαραμόρφωτη αναπαραγωγή της εικόνας. Αργοπορούν τα σήματα χρωμικότητας και αυτό οφείλεται στο ότι περνούν από βαθμίδες με στενότερη ζώνη διελεύσεως (1,5 MHz) από τη ζώνη του τμήματος φωτεινότητας (5 MHz). Ειδικότερα, στο σύστημα SECAM, η διάρκεια των μετώπων των σημάτων χρωμοδιαφοράς μεγαλώνει με την αύξηση του δείκτη διαμορφώσεως. Έτσι, δε μπορεί να εξασφαλισθεί ακριβής σύμπτωση των σημάτων φωτεινότητας και χρωμικότητας για οποιονδήποτε χρωματικό κορεσμό. Γι' αυτό γίνεται συνήθως κάποιος συμβιβασμός, επιδιώκοντας χρονική σύμπτωση των σημάτων με δείκτη διαμορφώσεως 25% του μέγιστου. Στην περίπτωση αυτή, ο απαραίτητος χρόνος καθυστερήσεως του σήματος φωτεινότητας είναι 0,4-0,7 μsec και εξαρτάται

από τη ζώνη διελεύσεως των τμημάτων φωτεινότητας και χρωμικότητας. Έτσι, αν στο τμήμα του σήματος φωτεινότητας καταπνίγεται ένα μέρος του φάσματος, που βρίσκεται επάνω από τις χρωμοφέρουσες συχνότητες, βραχύνεται σημαντικά η αναγκαία χρονική καθυστέρηση.

Κατασκευαστικά, η γραμμή καθυστερήσεως είναι ένα φίλτρο χαμηλών συχνοτήτων με κατανεμημένα στοιχεία. Αποτελείται συνήθως από ένα κεραμικό σωληνάκι που φέρει κατά μήκος του μεταλλικές λωρίδες με τη μορφή επιστρώματος. Οι λωρίδες συνδέονται μεταξύ τους και αποτελούν ακροδέκτη προσγειώσεως. Επάνω από τις μεταλλικές λωρίδες τυλίγεται ένας μονωμένος αγωγός (γύρω στις 1200 σπείρες) που αποτελεί την κατανεμημένη αυτεπαγωγή της γραμμής. Η κατανεμημένη χωρητικότητα της γραμμής σχηματίζεται μεταξύ των γειωμένων μεταλλικών λωρίδων και των σπειρών της περιελίξεως. Στο σχήμα 5.186 φαίνεται η γραμμή καθυστερήσεως α, το ισοδύναμό της κύκλωμα β και ο συμβολισμός της γ.

Η ανάκλαση σημάτων από την είσοδο και την έξοδο της γραμμής παραμορφώνει την καμπύλη διελεύσεώς της και της δίνει κυματοειδή χαρακτήρα. Για την κατάργηση των ανακλάσεων αυτών, συνδέεται στην είσοδο και στην έξοδο της γραμμής από μια αντίσταση ίση με τη χαρακτηριστική αντίσταση της γραμμής (συνήθως 1 kΩ).



Σχ. 5.186.
Η επιβραδυντική γραμμή και το ισοδύναμό της κύκλωμα.

Η τελική βαθμίδα του ενισχυτή εικόνας προορίζεται για την ενίσχυση του σήματος φωτεινότητας ως τη στάθμη των 100-150 V. Πρέπει εδώ να πούμε ότι, όταν για τη διέγερση του εικονογράφου χρησιμοποιείται η λεγόμενη μέθοδος RGB (οι τρεις κάθοδοι δεν συνδέονται μεταξύ τους, για να διεγερθούν από το σήμα φωτεινότητας), απαιτείται μικρός βαθμός ενισχύσεως. Το βαθμό αυτό μπορούν να τον δώσουν οι προηγούμενες βαθμίδες και την τελική ενίσχυση

την παρέχουν οι ενισχυτές χρωμοδιαφοράς, από τους οποίους περνάει και το σήμα φωτεινότητας. Τη μέθοδο αυτή θα τη δούμε πιο κάτω.

Ο τελικός ενισχυτής εικόνας που φαίνεται στο σχήμα 5.18γ είναι κατασκευασμένος με το τρανζίστορ BF337, σε σύνδεση κοινού εκπομπού. Το σήμα εφαρμόζεται στη βαθμίδα μέσα από τον πυκνωτή C_2 και την αντίσταση R_3. Η ύπαρξη του ζευκτικού πυκνωτή μεταξύ της 3ης και της τελικής βαθμίδας του ενισχυτή συνεπάγεται την απώλεια της συνεχούς συνιστώσας του σήματος εικόνας. Με έλλειψη συνεχούς συνιστώσας δεν υπάρχει η πληροφορία για τη μέση φωτεινότητα του αντικειμένου και ακόμη ελαττώνεται η αντίθεση της εικόνας. Η ανωμαλία απομακρύνεται με το κύκλωμα αποκαταστάσεως της συνεχούς συνιστώσας που αποτελείται από τις διόδους D_2 και D_3 (AA119).

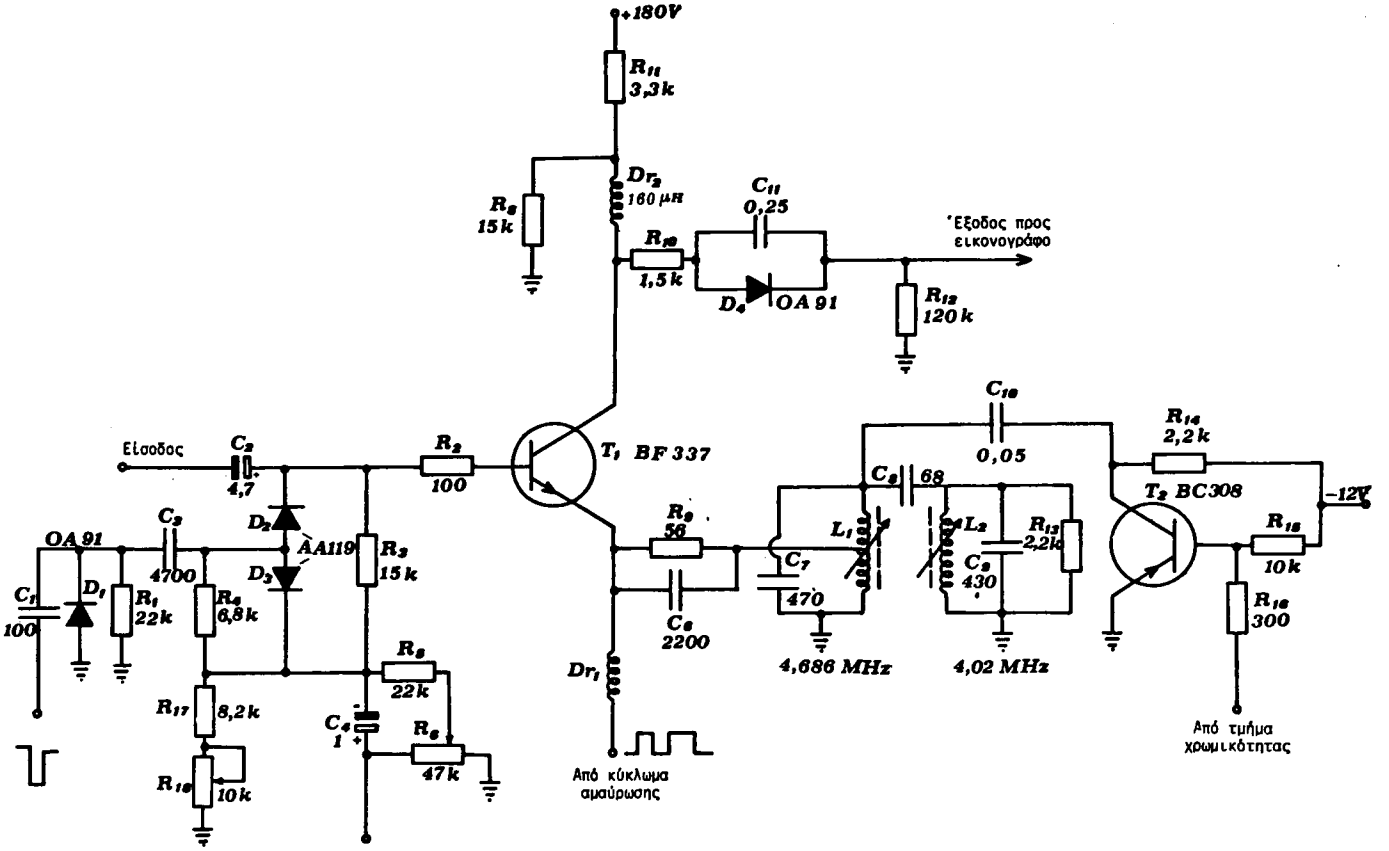
Το κύκλωμα αποκαταστάσεως της συνεχούς συνιστώσας ελέγχεται από τους συγχρονιστικούς παλμούς γραμμών αρνητικής πολικότητας που φθάνουν μέσα από το κύκλωμα διαφορίσεως C_1, R_1. Οι αρνητικές αιχμές του προδιαφορισμένου παλμού περιορίζονται από τη δίοδο D_1 (OA91), ενώ οι θετικές, μέσα από τον πυκνωτή C_3, εφαρμόζονται στις ανόδους των διόδων D_2, D_3, οι οποίες γίνονται αγώγιμες. Έτσι, φορτίζεται γρήγορα ο πυκνωτής C_2 και ο οπλισμός του, που βρίσκεται προς το μέρος της βάσεως του τρανζίστορ, αποκτά ένα θετικό δυναμικό, ανάλογο προς τη στάθμη του μαύρου του λαμβανόμενου σήματος. Επειδή η σταθερά χρόνου εκφορτίσεως του πυκνωτή C_2 είναι μεγάλη, το πιο πάνω δυναμικό διατηρείται πρακτικά σταθερό σε όλο το χρόνο μεταδόσεως της γραμμής, δηλαδή ως τον επόμενο γραμμοπαλμό που οι δίοδες ξανανοίγουν. Έτσι, η τάση στη βάση του τρανζίστορ εξόδου ισούται με το άθροισμα της τάσεως φορτίσεως του πυκνωτή C_2 και της τάσεως που εφαρμόζεται μέσα από τον προκαθοριστή της φωτεινότητας R_6. Η τάση πολώσεως της βάσεως του τρανζίστορ μεταβάλλεται αυτόματα και ανάλογα με τη μεταβολή της στάθμης του σήματος, επειδή με εκπομπή φωτεινότερης εικόνας ο πυκνωτής C_2 φορτίζεται σε μεγαλύτερη τάση και με εκπομπή σκοτεινότερης, σε μικρότερη. Αντίστοιχα, μεταβάλλονται η τάση συλλέκτη του τρανζίστορ, το ρεύμα των ηλεκτρονικών ακτίνων του εικονογράφου και η μέση φωτεινότητα της λαμβανόμενης εικόνας.

Φορτίο της βαθμίδας εξόδου είναι η αντίσταση R_{11}. Το τσοκ Dr_2 και η αντίσταση R_8 είναι στοιχεία επεκτάσεως της καμπύλης αποκρίσεως του ενισχυτή προς τις υψηλότερες συχνότητες. Τα στοιχεία R_{10}, C_{11}, D_4 προορίζονται για τον περιορισμό του ρεύματος των ακτίνων του εικονογράφου.

Ας δούμε τώρα τα υπόλοιπα στοιχεία του κυκλώματος του ενισχυτή.

Στο κύκλωμα εκπομπού συνδέονται οι κυματοπαγίδες φραγμού L_1C_7 και L_2C_9. Οι κυματοπαγίδες αυτές που γεφυρώνονται με τον πυκνωτή C_8, προορίζονται για την κατάπνιξη των χρωμοφερουσών συχνοτήτων. Επειδή οι χρωμοφέρουσες είναι διαμορφωμένες κατά συχνότητα και η απόκλιση συχνότητας για την f_R (4,406 MHz) είναι ± 280 kHz και για την f_B (4,25 MHz), ± 230 kHz, οι κυματοπαγίδες είναι συντονισμένες στις ακραίες συχνότητες 4,25-0,230 = 4,02 MHz και 4,406 + 0,280 = 4,686 MHz. Η κατάπνιξη γίνεται, για να εμποδισθεί η διοχέτευση στις καθόδους του εικονογράφου των σημάτων χρωμικότητας που περιέχονται στο φάσμα του σήματος φωτεινότητας.

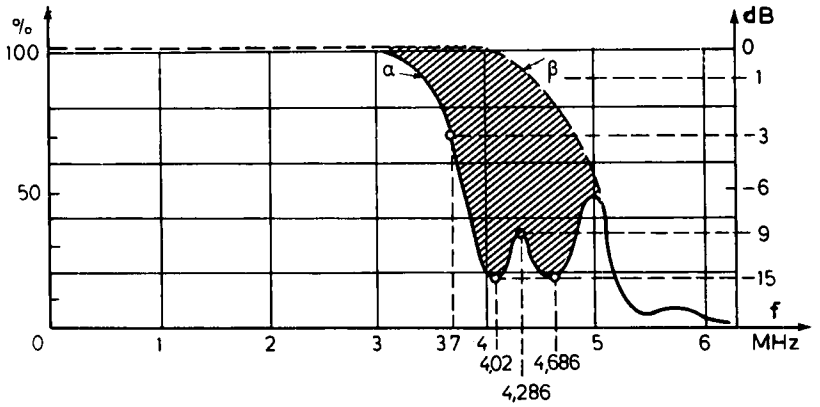
Η καμπύλη αποκρίσεως του ενισχυτή, ύστερα από την κατάπνιξη των



Σχ. 5.18γ.
Κύκλωμα τελικής βαθμίδας εικονοενισχυτή.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

χρωμοφερουσών συχνοτήτων, φαίνεται στο σχήμα 5.18δ (καμπύλη α). Η ελάττωση της ενισχύσεως σε τόσο πλατύ τμήμα της ζώνης συχνοτήτων, κατά τη λήψη έγχρωμης εικόνας, προκαλεί αντίστοιχη πτώση της φωτοσαφήνειας. Γι' αυτό, όταν γίνεται λήψη ασπρόμαυρης εικόνας, οι κυματοπαγίδες αποσυνδέονται και η καμπύλη αποκρίσεως του ενισχυτή παίρνει τη μορφή που φαίνεται στο σχήμα 5.18δ (καμπύλη β). Έτσι, η σαφήνεια της ασπρόμαυρης εικόνας μεγαλώνει.



Σχ. 5.18δ.
Καμπύλη αποκρίσεως ενισχυτή εικόνας.

Οι κυματοπαγίδες αποσυνδέονται αυτόματα, με τη βοήθεια του κυκλώματος που συναποτελούν το τρανζίστορ T_2 (BC308) και ο πυκνωτής C_{10} και που παραλληλίζει τις κυματοπαγίδες. Όταν γίνεται λήψη ασπρόμαυρης εικόνας, ένας αρνητικός παλμός από το τμήμα χρωμικότητας εφαρμόζεται στη βάση του τρανζίστορ T_2 και το κάνει αγώγιμο. Το αγώγιμο τρανζίστορ με τη μικρή εσωτερική αντίσταση βραχυκυκλώνει πρακτικά τις κυματοπαγίδες μέσα από τον πυκνωτή C_{10} μεγάλης χωρητικότητας (0,05μF). Αν το λαμβανόμενο πρόγραμμα είναι έγχρωμο, ένας θετικός παλμός από το τμήμα χρωμικότητας φθάνει στη βάση του τρανζίστορ T_2 και το κλείνει. Η εσωτερική αντίσταση του κλειστού τρανζίστορ είναι μεγάλη και οι κυματοπαγίδες αποβραχυκλώνονται, για να εμποδίσουν τη διείσδυση των σημάτων χρωμικότητας στον εικονογράφο και επομένως την εμφάνιση θορύβων στην εικόνα.

Σημειώνομε ότι, όταν ο δέκτης εργάζεται στο σύστημα PAL, στην ίδια θέση του ενισχυτή εικόνας υπάρχει μια κυματοπαγίδα συντονισμένη στη χρωμοφέρουσα συχνότητα 4,43 MHz.

Τέλος, για την αμαύρωση της οθόνης κατά την οριζόντια και κατακόρυφη επιστροφή των ηλεκτρονικών ακτίνων, εφαρμόζονται στον εκπομπό του τρανζίστορ T_1 και μέσα από το τσοκ Dr_1 θετικοί παλμοί αμαυρώσεως που λαμβάνονται από το αντίστοιχο τμήμα. Οι θετικοί αυτοί παλμοί κλείνουν το τρανζίστορ ή το κάνουν λιγότερο αγώγιμο, με αποτέλεσμα να ανυψώνεται η

τάση στο συλλέκτη και να αποκόπτεται ο εικονογράφος (μεγαλώνει η θετική τάση στις καθόδους του).

5.19 Το κύκλωμα AGC.

Στους τηλεοπτικούς δέκτες που έχουν ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας με τρανζίστορ, χρησιμοποιούνται δύο τρόποι αυτόματου ελέγχου απολαβής (AGC) που ονομάζονται ***ορθός*** και ***αντίστροφος.*** Με τον ορθό τρόπο AGC, στη βάση του ελεγχόμενου τρανζίστορ (τύπου PNP) του ΕΕΣ εφαρμόζεται αρνητική τάση και με τον αντίστροφο τρόπο θετική.

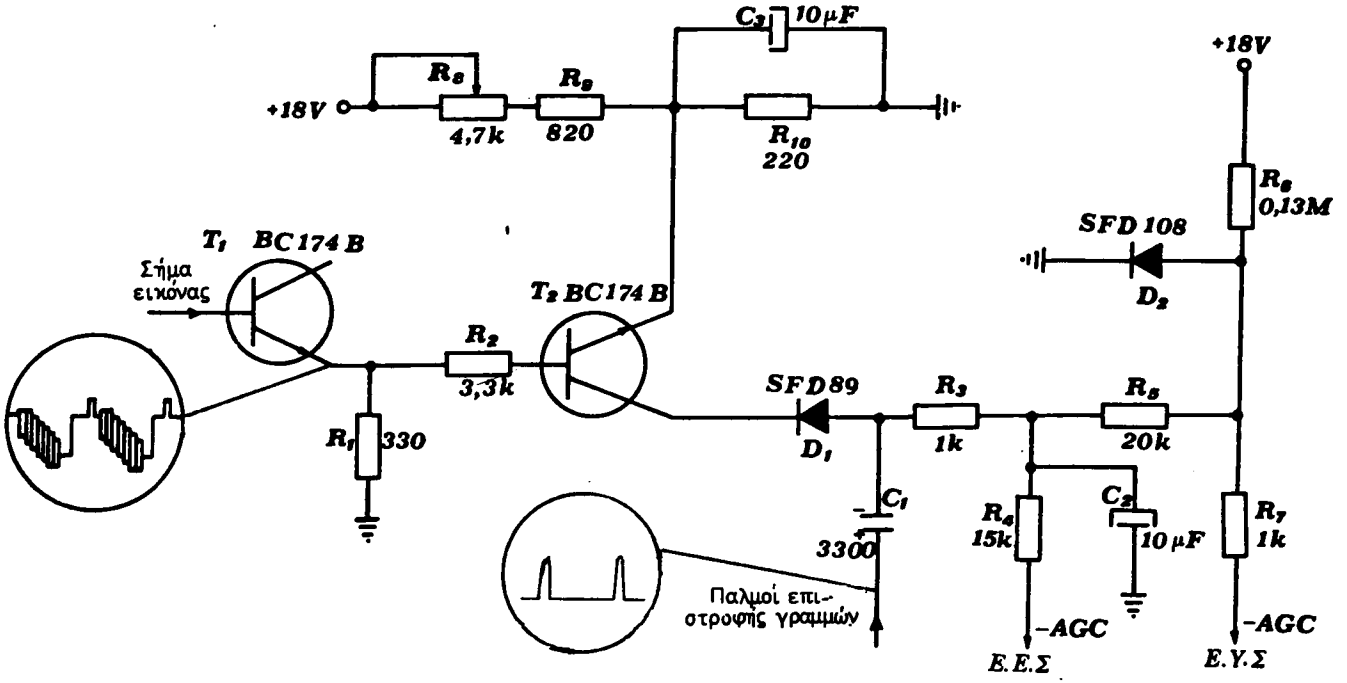
Κατά τη χρησιμοποίηση ορθού AGC, η αύξηση της αρνητικής τάσεως στη βάση του ελεγχόμενου τρανζίστορ προκαλεί αύξηση του ρεύματος συλλέκτη. Η αύξηση του ρεύματος αυτού συνεπάγεται αύξηση της πτώσεως τάσεως στην τροφοδοτική αντίσταση του συλλέκτη και επομένως ελάττωση της τάσεως μεταξύ συλλέκτη και εκπομπού, με αντίστοιχη πτώση του βαθμού ενισχύσεως της βαθμίδας.

Κατά τη χρησιμοποίηση αντίστροφου AGC, η αύξηση της θετικής τάσεως στη βάση του ελεγχόμενου τρανζίστορ προκαλεί ελάττωση του ρεύματος συλλέκτη, με αποτέλεσμα την πτώση του βαθμού ενισχύσεως της βαθμίδας. Η τάση μεταξύ συλλέκτη και εκπομπού παραμένει σταθερή.

Η εκλογή του ενός ή του άλλου τρόπου AGC καθορίζεται κυρίως από το χαρακτήρα του φορτίου της ελεγχόμενης βαθμίδας του ΕΕΣ. Φαίνεται όμως ότι ο ορθός τρόπος AGC, που αυξάνει την αγωγιμότητα του τρανζίστορ, μεγαλώνει την ακτίνα δράσεως της τάσεως AGC και δημιουργεί μικρή παραμόρφωση για σήματα διεγέρσεως με μεγάλο πλάτος.

Στο σχήμα 5.19 έχομε ένα απλό κύκλωμα διακοπτόμενου AGC. Στη βάση του τρανζίστορ T_2 φθάνει το σήμα εικόνας με θετική πολικότητα από τον εκπομπό του ενισχυτή εικόνας T_1. Στο συλλέκτη του τρανζίστορ, μέσα από τον πυκνωτή C_1 και τη δίοδο D_1, εφαρμόζονται οι παλμοί επιστροφής γραμμών με θετική πολικότητα και πλάτος περίπου 30 V. Με τη χρονική σύμπτωση των συγχρονιστικών παλμών στη βάση και των παλμών επιστροφής στο συλλέκτη, το τρανζίστορ T_2 γίνεται αγώγιμο και ο πυκνωτής C_1 φορτίζεται με την πολικότητα που φαίνεται στο κύκλωμα. Η αρνητική αυτή τάση φορτίσεως του πυκνωτή, που εξαρτάται από τη στάθμη των συγχρονιστικών παλμών του εικονοσήματος, οδηγείται στην 1η βαθμίδα του ΕΕΣ μέσα από το φίλτρο R_3, C_2, R_4. Η αύξηση του εικονοσήματος προκαλεί αύξηση της αρνητικής ρυθμιστικής τάσεως στη γραμμή AGC. Η αρχική τιμή της ρυθμιστικής τάσεως καθορίζεται με τη βοήθεια της μεταβλητής αντιστάσεως R_8.

Για να φθάσει η τάση AGC με καθυστέρηση στον ΕΥΣ του συντονιστή, εφαρμόζεται στο κύκλωμα μια τάση 18 V μέσα από την αντίσταση R_6 και τη δίοδο D_2. Όταν το σήμα στην είσοδο του δέκτη είναι μικρό, η τάση AGC είναι επίσης μικρή και η δίοδος D_2 άγει. Στον ΕΥΣ του συντονιστή εφαρμόζεται τότε μια μικρή θετική τάση (0,1-0,2 V). Με την αύξηση του σήματος εισόδου η αρνητική τάση AGC μεγαλώνει και αντισταθμίζει τη θετική τάση που δημιουργείται από την πηγή των 18 V. Η δίοδος D_2 κλείνει και η αρνητική ρυθμιστική τάση αρχίζει να εφαρμόζεται στον ΕΥΣ του συντονιστή.



Σχ. 5.19.
Απλό κύκλωμα AGC.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

5.20 Το τμήμα ήχου του δέκτη.

Ο τηλεοπτικός δέκτης, ως προς το τμήμα του ήχου του, πρέπει να θεωρηθεί σαν ένας απλός ραδιοφωνικός δέκτης με δύο μεταλλαγές συχνότητας. Η πρώτη γίνεται στον κοινό μίκτη για τα σήματα εικόνας και ήχου, απ' όπου προκύπτει η ενδιάμεση συχνότητα ήχου των 33,4 MHz, και η δεύτερη στο φωρατή συμβολής, για να προκύψει η υπενδιάμεση συχνότητα ήχου ή συχνότητα διαφοράς των 5,5 MHz. Τα κυκλώματα του τμήματος ήχου ενός έγχρωμου δέκτη δε διαφέρουν καθόλου από τ' αντίστοιχα του ασπρόμαυρου δέκτη.

Στους σύγχρονους τηλεοπτικούς δέκτες έχει γενικευθεί η χρησιμοποίηση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων για την κατασκευή του τμήματος ήχου. Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα TBA 120, TBA 120 A και το πιο σύγχρονο, TBA 120 S, συναντιώνται στο τμήμα ήχου αρκετών ασπρόμαυρων και εγχρώμων τηλεοπτικών δεκτών. Ανάλογα με τα παραπάνω είναι και τα ολοκληρωμένα TBA 750 A και TBA 750 AQ. Τα κυκλώματα αυτά αντικαθιστούν τον ενισχυτή της υπενδιάμεσης συχνότητας των 5,5 MHz, τον περιοριστή πλάτους και τον αναλογικό φωρατή του τμήματος ήχου. Με ένα ακόμη ολοκληρωμένο κύκλωμα, όπως το TBA 800 ή το πιο σύγχρονο TDA 2610, συμπληρώνεται το τμήμα ήχου του δέκτη. Τα τελευταία ολοκληρωμένα περιλαμβάνουν προβαθμίδα ενισχύσεως, οδηγό βαθμίδα με αναστροφή φάσεως και βαθμίδα ισχύος σε συμμετρική διάταξη.

Σημειώνομε ότι στους πιο σύγχρονους έγχρωμους δέκτες χρησιμοποιείται ένα μόνο ολοκληρωμένο κύκλωμα για την κατασκευή ολόκληρου του τμήματος ήχου.

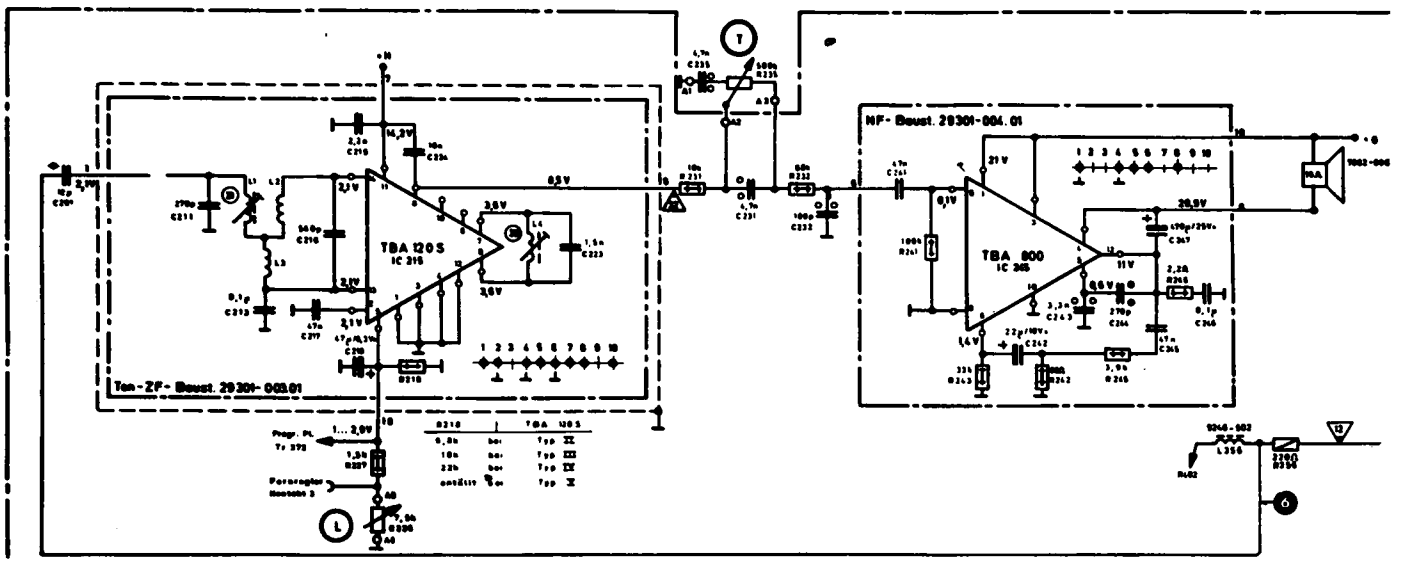
Ας παρουσιάσομε τώρα μερικές συνδεσμολογίες από τμήματα ήχου τηλεοπτικών δεκτών.

Στο σχήμα 5.20α φαίνεται το τμήμα ήχου αρκετών δεκτών (GRUNDIG, MINERVA) με τα ολοκληρωμένα κυκλώματα TBA 120 S και TBA 800. Το κύκλωμα εισόδου με την αυτεπαγωγή L_1 και τον πυκνωτή 270 pF είναι συντονισμένο στην υπενδιάμεση συχνότητα ήχου (5,5 MHz). Το κύκλωμα με την αυτεπαγωγή L_4 και τον πυκνωτή 1,5 nF ανήκει στον αποδιαμορφωτή. Η τροφοδοτική τάση εφαρμόζεται στον ακροδέκτη (11) μέσα από μιαν αντίσταση 47 Ω, έναν εξομαλυντικό πυκνωτή 220 μF κι έναν αποζευτικό πυκνωτή 2,2 nF. Ο πυκνωτής 10 nF,που συνδέεται μεταξύ των ακροδεκτών (11) και (8), ανήκει στο κύκλωμα αποέμφασης. Στον ακροδέκτη (5) συνδέεται το κύκλωμα για τη ρύθμιση της εντάσεως του ήχου και στην έξοδο (ακροδέκτης 8), το κύκλωμα για τη ρύθμιση του τόνου.

Ακολουθεί το ολοκληρωμένο κύκλωμα TBA 800 που περιλαμβάνει τη βαθμίδα προενισχύσεως της τάσεως, τη βαθμίδα αναστροφής της φάσεως και τη βαθμίδα ισχύος σε συμμετρική διάταξη. Για τη λειτουργία των βαθμίδων αυτών χρειάζονται, όπως βλέπομε, πολύ λίγα εξωτερικά εξαρτήματα. Η ισχύς εξόδου της συνδεσμολογίας για τροφοδοτική τάση 23 V είναι 5 W.

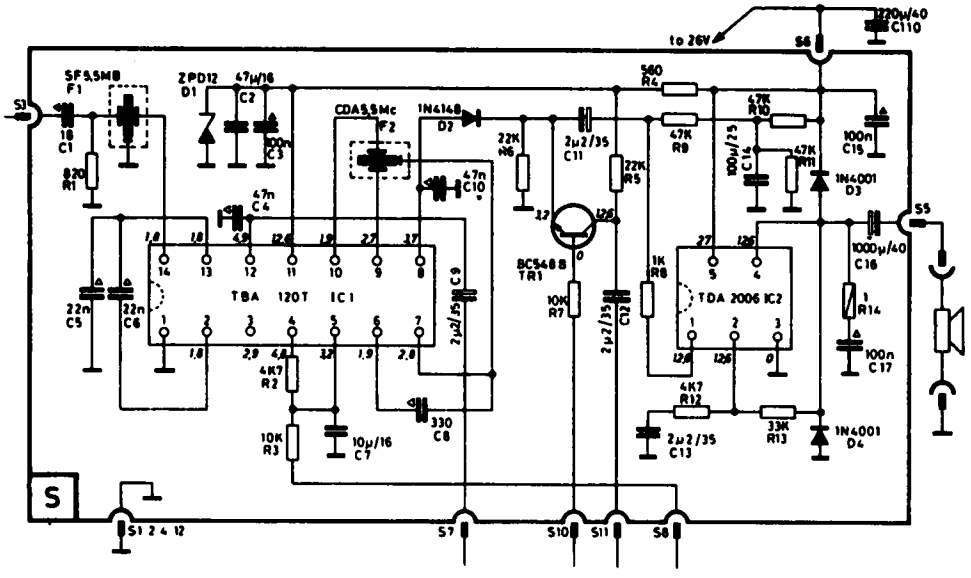
Στο σχήμα 5.20β φαίνεται μια άλλη συνδεσμολογία του τμήματος ήχου, με τα ολοκληρωμένα κυκλώματα TBA 120 T και TDA 2006. Το TBA 120 T λειτουργεί σαν ενισχυτής-περιοριστής υπενδιάμεσης συχνότητας ήχου, αποδιαμορφωτής συχνότητας και προενισχυτής χαμηλών συχνοτήτων. Το TDA 2006 λειτουργεί σαν ενισχυτής χαμηλών συχνοτήτων, με εσωτερικό κύκλωμα αντισταθμίσεως της θερμοκρασίας. Παρέχει μια έξοδο 8 W RMS, χωρίς παραμόρφωση, με διαμορφώσεις υψηλότερες των 50 kHz.

Τέλος, στο σχήμα 5.20γ δίνεται η συνδεσμολογία του τμήματος ήχου με το ολοκληρωμένο TDA 2190/F2 που περιέχει ενισχυτή-περιοριστή της υπενδιάμεσης συχνότητας ήχου, αποδιαμορφωτή συχνότητας, προενισχυτή τάσεως και ενισχυτή ισχύος ακουστικών συχνοτήτων.

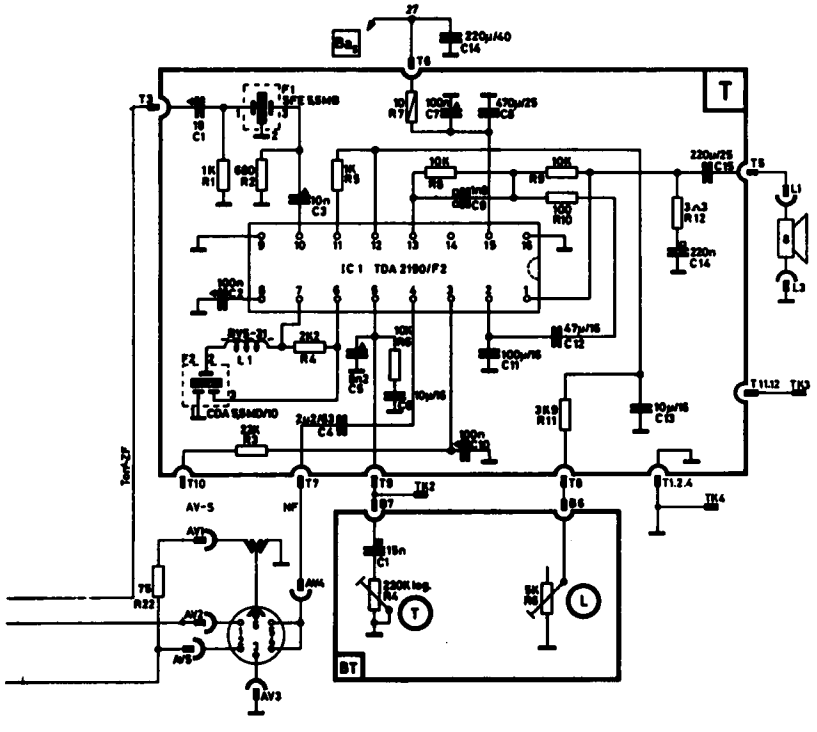


Σχ. 5.20α.
Το τμήμα ήχου με τα ολοκληρωμένα κυκλώματα TBA 120 S και TBA 800.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956



Σχ. 5.20β.
Το τμήμα ήχου με τα ολοκληρωμένα κυκλώματα TBA 120 T και TDA 2006 του δέκτη PHOENIX (CHASSIS F6-00).



Σχ. 5.20γ.
Το τμήμα ήχου με το ολοκληρωμένο κύκλωμα TDA 2190/F2 του δέκτη PHOENIX (CHASSIS F4-00).

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

5.21 Διαγράμματα εγχρώμων δεκτών.

Θα κλείσομε το κεφάλαιο με την παρουσίαση των διαγραμμάτων των εγχρώμων δεκτών τηλεοράσεως (NTSC, PAL, SECAM), συνοψίζοντας τη λειτουργία τους.

Παρουσιάζομε πρώτα το δέκτη SECAM, επειδή είναι αυτός που χρησιμοποιείται στη χώρα μας. Το διάγραμμά του φαίνεται στο σχήμα 5.21α.

Ο βαθμίδες του συντονιστή (1) και του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας (2), καθώς και όλες οι βαθμίδες (4-7) του τμήματος ήχου, είναι, όπως είπαμε, ίδιες μ' εκείνες του ασπρόμαυρου δέκτη. Αυτό καθορίζεται από την ομοιότητα των χαρακτηριστικών της ασπρόμαυρης και της συμβιβασμένης έγχρωμης τηλεοράσεως. Επειδή στο SECAM χρησιμοποιείται η διαμόρφωση συχνότητας για τη μεταφορά του σήματος χρωμικότητας, δεν προβάλλονται ***σκληρές*** απαιτήσεις από τις χαρακτηριστικές πλάτους και φάσεως των παραπάνω βαθμίδων. Τέτοιες απαιτήσεις έχομε από τις αντίστοιχες βαθμίδες των δεκτών NTSC και PAL, επειδή χρησιμοποιείται η ισοσταθμισμένη διαμόρφωση για τη μεταφορά της χρωμοπληροφορίας.

Ο διαχωρισμός των σημάτων φωτεινότητας E_Y'(*) και χρωμικότητας E_S' γίνεται ύστερα από το φωρατή εικόνας (3). Η ανάλυση του ολικού σήματος E_S' στις τρεις χρωμοδιαφορές E_{R-Y}', E_{G-Y}' και E_{B-Y}' θα γίνει στον αποκωδικοποιητή που τον ονομάσαμε ***τμήμα χρωμικότητας*** του δέκτη.

Το λαμβανόμενο από το φωρατή σήμα εικόνας οδηγείται στην πρώτη βαθμίδα ενισχύσεώς του (8), όπου γίνεται και ο διαχωρισμός των διαμορφωμένων κατά συχνότητα χρωμοφερουσών f_R και f_B [σχ. 5.21β(α)] από το σήμα φωτεινότητας E_Y'. Στην έξοδο της ίδιας βαθμίδας γίνεται και η αποκατάσταση ή, όπως λέμε, η ***αποσυμπίεση*** των χρωμοφερουσών συχνοτήτων [σχ. 5.21β(β)] που είχαν συμπιεσθεί στον κωδικοποιητή.

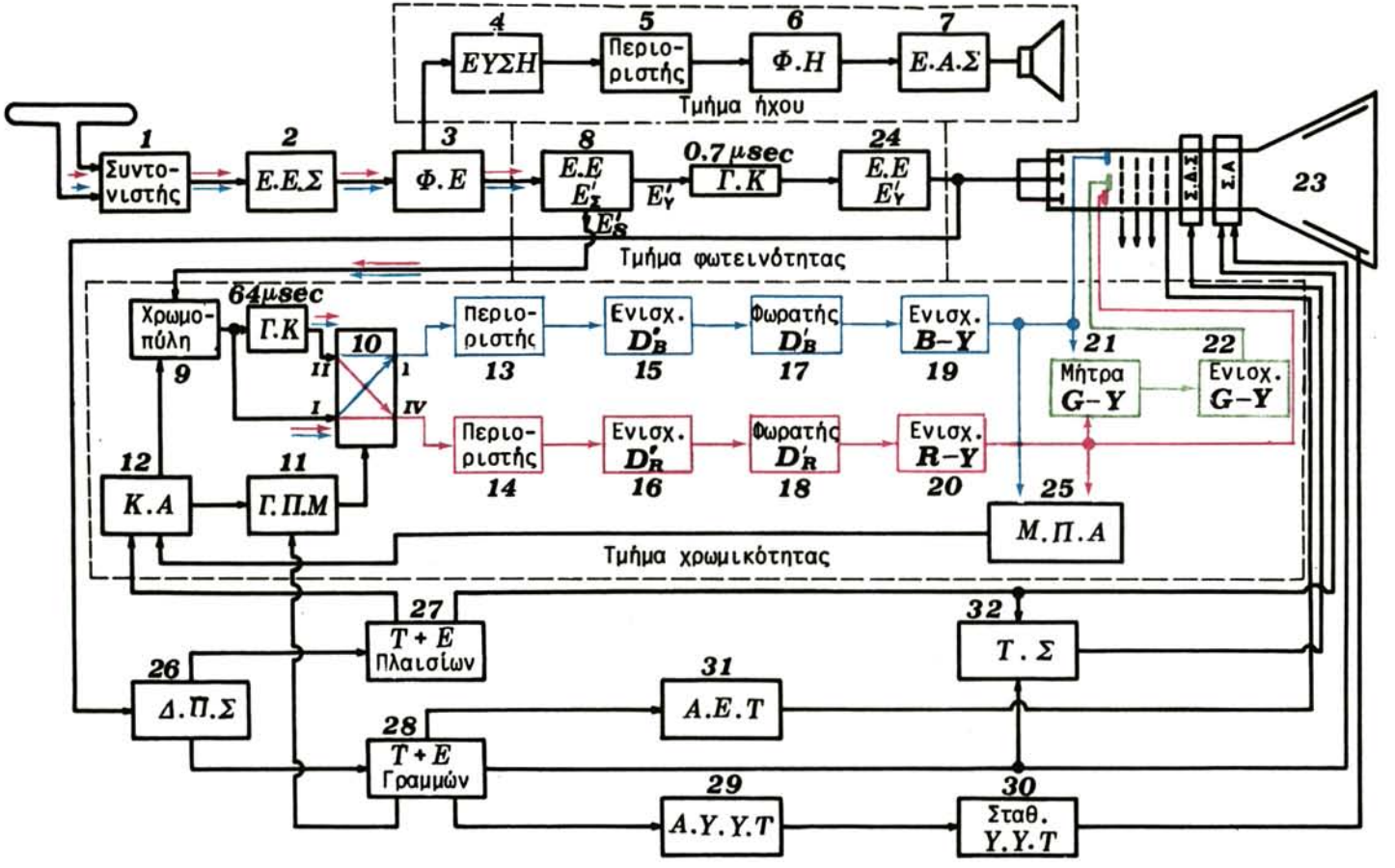
Στη συνέχεια, οι διαμορφωμένες χρωμοφέρουσες, αφού περάσουν τη χρωμοπύλη (9) (γι' αυτή θα μιλήσομε αργότερα), φθάνουν στις εισόδους του ηλεκτρονικού μεταλλάκτη (10), άμεσα στην είσοδο I και με καθυστέρηση 64 μsec στην είσοδο II. Έτσι, αν και τα σήματα f_R και f_B (D_R και D_B) μεταδίνονται με τη σειρά, στις εισόδους I και II του μεταλλάκτη εμφανίζονται ταυτόχρονα. Όταν το σήμα D_R φθάνει στην είσοδο I, το σήμα D_B που είχε ***αποθηκευθεί*** για 64 μ sec στην επιβραδυντική γραμμή, φθάνει στην είσοδο II. Κατά τη μετάδοση της επόμενης γραμμής, στην είσοδο I φθάνει το σήμα D_B και στην είσοδο II το σήμα D_R. Όπως ξέρομε, ο ηλεκτρονικός μεταλλάκτης εργάζεται έτσι, ώστε στην έξοδο III εμφανίζεται μόνο το σήμα D_B και στην έξοδο IV, μόνο το σήμα D_R.

Ο ηλεκτρονικός μεταλλάκτης οδηγείται από ειδικούς παλμούς που φθάνουν από τη γεννήτρια παλμών μεταλλαγής (11). Η ορθότητα της αρχικής φάσεως των παλμών αυτής της γεννήτριας ελέγχεται από το κύκλωμα αναγνωρίσεως (12). Το ίδιο κύκλωμα κλείνει και τη χρωμοπύλη (9), όταν στο λαμβανόμενο σήμα E_Σ' δεν υπάρχει σήμα χρωμικότητας E_S', δηλαδή, όταν ο έγχρωμος δέκτης παίρνει μόνο ασπρόμαυρο πρόγραμμα.

Τα λαμβανόμενα από τις εξόδους του μεταλλάκτη σήματα D_R και D_B [σχ. 5.21β(β)], αφού περιορισθούν στις βαθμίδες (13) και (14) και ενισχυθούν στις βαθμίδες (15) και (16), φθάνουν στους φωρατές συχνότητας (διευκρινιστές) (17) και (18). Οι φωρατές αποδιαμορφώνουν τα σήματα D_R' και D_B' και στις εξόδους τους εμφανίζονται οι χρωμοδιαφορές E_{R-Y}' και E_{B-Y}' [σχ. 5.21β(γ)]. Τα σήματα χρωμοδιαφοράς οδηγούνται στους χρωμοενισχυτές (19) και (20), όπου, εκτός από την ενίσχυση, γίνεται και η αποέμφαση [σχ. 5.21β(δ)].

Τα ενισχυμένα και διορθωμένα σήματα E_{R-Y}' και E_{B-Y}' φθάνουν στη μήτρα (21), όπου μορφοποιείται το σήμα E_{G-Y}' [σχ. 5.21β(ε)], το οποίο στη συνέχεια ενισχύεται από το χρωμοενισχυτή (22). Τα τρία σήματα, E_{R-Y}', E_{G-Y}' και E_{B-Y}', εφαρμόζονται τώρα στα αντίστοιχα οδηγά πλέγματα του τριδεσμικού έγχρωμου εικονογράφου (23). Στις καθόδους του εικονογράφου εφαρμόζεται ταυτόχρονα και το σήμα φωτεινότητας E_Y' [σχ. 5.21β(στ)] που παίρνεται από τον ενισχυτή ασπρόμαυρης εικόνας (24). Ο εικονογράφος εργάζεται τώρα ως συνθετική μήτρα και από τα σήματα E_{R-Y}', E_{G-Y}', E_{B-Y}' και E_Y' προκύπτουν τα σήματα χρωμικότητας E_R', E_G' και E_B', τα οποία αναπαράγουν στην οθόνη τη χρωματιστή εικόνα.

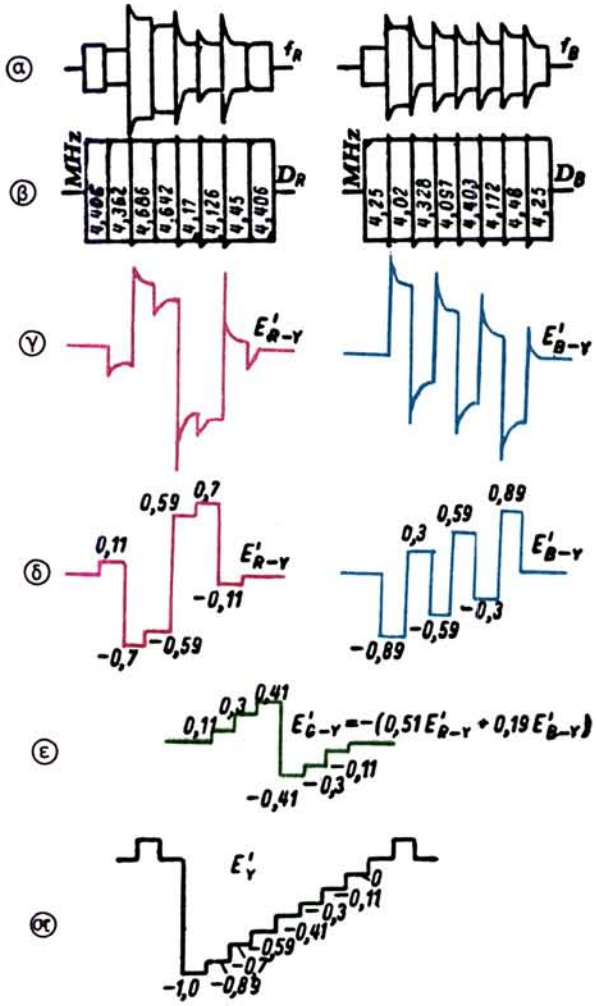
(*) Συμβολίζονται τονισμένα τα σήματα που περνούν από ειδικές διορθωτικές βαθμίδες και απαλλάσσονται από οποιεσδήποτε παραμορφώσεις.



Σχ. 5.21α.
Διάγραμμα δέκτη SECAM.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

Στις εξόδους των χρωμοενισχυτών (19) και (20), εκτός από τα σήματα E'_{R-Y} και E_{B-Y}, εμφανίζονται και τα σήματα αναγνωρίσεως. Τα σήματα αυτά οδηγούνται στο μορφοποιητή των παλμών αναγνωρίσεως (25), οι οποίοι χρησιμοποιούνται από το κύκλωμα αναγνωρίσεως (12). Η σύνθεση του μορφοποιητή των παλμών αναγνωρίσεως εξαρτάται από το είδος της αναγνωρίσεως (πεδίων ή γραμμών).



Σχ. 5.216.
Μετασχηματισμός των σημάτων στον αποκωδικοποιητή SECAM.

Στο τμήμα φωτεινότητας του έγχρωμου δέκτη υπάρχει μια γραμμή καθυστερήσεως 0,6-0,8 μsec. Η καθυστέρηση αυτή του σήματος φωτεινότητας E'_Y χρειάζεται, για να εξασφαλισθεί η ταυτόχρονη εμφάνιση στις καθόδους και στα οδηγά πλέγματα του εικονογράφου των σημάτων φωτεινότητας και χρωμικότητας που προέρχονται από το ίδιο στοιχείο της εικόνας. Αν η καθυστέρηση αυτή δε γίνει, τα σήματα χρωμικότητας θα φθάσουν αργότερα στα πλέγματα. Η αργοπορία των σημάτων χρωμικότητας οφείλεται στο ότι αυτά περνούν από βαθμίδες και κυκλώματα που έχουν στενότερη ζώνη διελεύσεως (1,5 MHz) απ' ό,τι το τμήμα

φωτεινότητας (5 MHz). Από μια τέτοια αργοπορία, τα χρώματα στην οθόνη του εικονογράφου μετατοπίζονται σε σχέση προς τα βασικά περιγράμματα της εικόνας.

Οι βαθμίδες συγχρονισμού (26) και σαρώσεως (27 και 28) στον έγχρωμο δέκτη δε διαφέρουν ουσιαστικά από τις αντίστοιχες βαθμίδες του ασπρόμαυρου δέκτη. Ωστόσο, υπάρχουν ιδιομορφίες, μερικές από τις οποίες αναφέραμε σε προηγούμενες παραγράφους. Ας δούμε μερικές ακόμη.

Η διάμετρος του λαιμού του έγχρωμου εικονογράφου είναι μεγάλη, για να χωρούν εκεί τα τρία ηλεκτρονικά πυροβόλα. Εξαιτίας αυτού, η δραστικότητα του ***συστήματος αποκλίσεως*** (ΣΑ) είναι χαμηλή, και για την πλήρη απόκλιση των ακτίνων στον έγχρωμο εικονογράφο απαιτείται μεγαλύτερη ισχύ απ' ό,τι στον ασπρόμαυρο. Την ισχύ αυτή παρέχουν οι βαθμίδες της σαρώσεως γραμμών και πεδίων. Μεγαλύτερη ισχύ απορροφάει από τις βαθμίδες της οριζόντιας σαρώσεως και ο ανορθωτής της υπερυψηλής τάσεως (29), για να τροφοδοτήσει τον εικονογράφο με τα τρία πυροβόλα. Ακόμη, κάποια ισχύ ξοδεύεται στο σταθεροποιητή της υπερυψηλής τάσεως (30), ο οποίος είναι απαραίτητος για την ελάττωση της επιδράσεως των μεταβολών της τροφοδοτικής τάσεως στην τάξη λειτουργίας του τριδεσμικού εικονογράφου. Το τμήμα της σαρώσεως των γραμμών περιέχει επίσης ένα συμπληρωματικό ανορθωτή (31), για την τροφοδότηση των εστιακών ηλεκτροδίων των τριών ηλεκτρονικών πυροβόλων του έγχρωμου εικονογράφου.

Τέλος, όπως γνωρίζομε, τα τρία ηλεκτρονικά πυροβόλα του έγχρωμου εικονογράφου είναι τοποθετημένα σε κάποια απόσταση μεταξύ τους. Εξαιτίας αυτού, οι τρεις ηλεκτρονικές δέσμες, που αποκλίνουν με τη βοήθεια του ίδιου συστήματος αποκλίσεως, δεν πέφτουν ή, όπως λέμε, δεν ***συγκλίνουν*** στο ίδιο σημείο σ' ολόκληρη την έκταση της οθόνης. Για τη διόρθωση της ***συγκλίσεως*** των ηλεκτρονικών ακτίνων κατά τη διάρκεια της αποκλίσεώς τους, ο έγχρωμος εικονογράφος διαθέτει το λεγόμενο ***σύστημα δυναμικής συγκλίσεως*** (ΣΔΣ). Για την τροφοδότηση των περιελίξεων του συστήματος αυτού, προορίζεται το τροφοδοτικό (32), που ανήκει στα τμήματα σαρώσεων του δέκτη. Έτσι, τα τμήματα αυτά παρέχουν κάποια ισχύ για τη σύγκλιση των ακτίνων του εικονογράφου.

Περιγράψαμε τη λειτουργία του δέκτη SECAM και σημειώσαμε τις διαφορές μεταξύ αυτού και ενός ασπρόμαυρου δέκτη.

Ας παρουσιάσομε τώρα το δέκτη του συστήματος NTSC (σχ. 5.21γ), ο οποίος, όπως θα διαπιστώσομε, δεν έχει μεγάλες διαφορές στη σύνθεσή του από τον προηγούμενο.

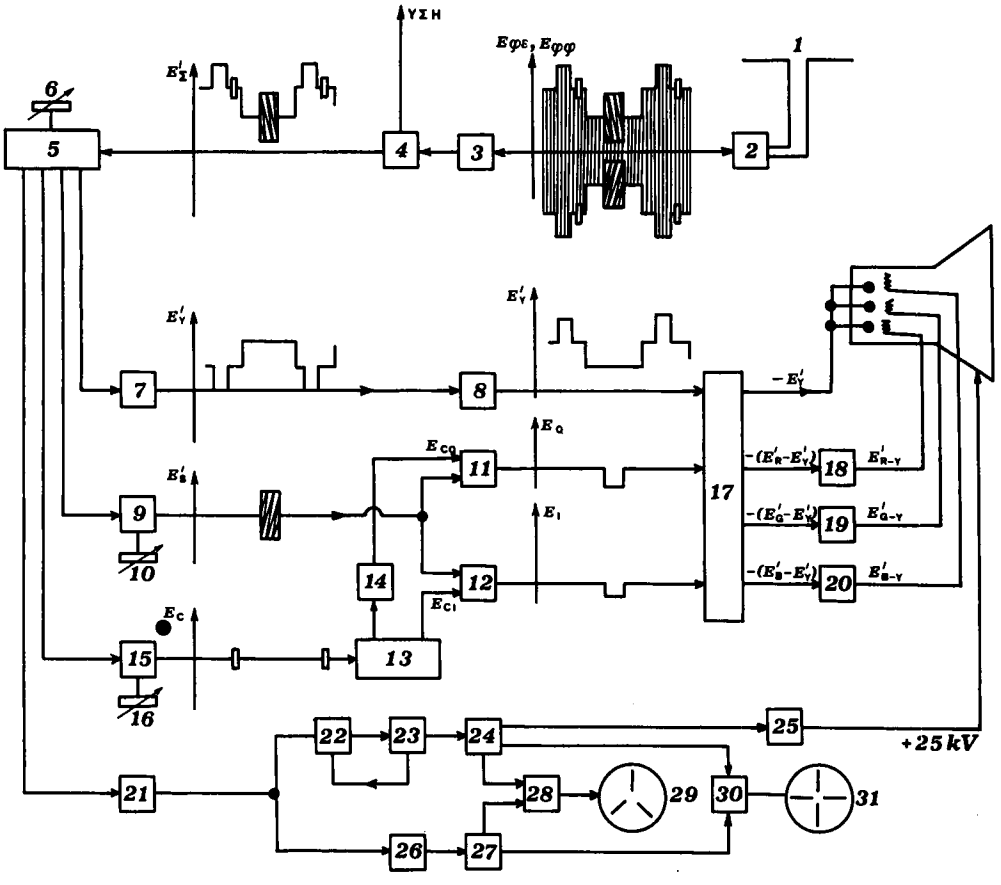
Το τμήμα υψηλής και ενδιάμεσης συχνότητας (1-4) δεν έχει καμιά διαφορά από τον προηγούμενο δέκτη ή από έναν ασπρόμαυρο.

Το σήμα φωτεινότητας E_Y' διαχωρίζεται στη βαθμίδα (5) και, ύστερα από φιλτράρισμα στην περιοχή της χρωμοφέρουσας συχνότητας των 4,43 MHz ή των 3,58 MHz, φθάνει στην αποκωδικοποιητική μήτρα (17), μέσα από τη γραμμή καθυστερήσεως (7) και τον ενισχυτή φωτεινότητας (8). Με το φιλτράρισμα στην περιοχή της χρωμοφέρουσας επιδιώκεται η απομάκρυνση της τελευταίας από το σήμα φωτεινότητας, για την αποφυγή θορύβων που προκαλούν τα σήματα χρωμικότητας και που εμφανίζονται στην οθόνη με τη μορφή λεπτού πλέγματος στα χοντρά χρωματιστά στοιχεία της εικόνας.

Το σήμα της χρωμοπληροφορίας E_S' διαχωρίζεται από το ολικό E_Σ' με τον ενισχυτή (9) και φθάνει στους συγχρονοφωρατές (11) και (12) για την ανάδειξη των σημάτων Q και I. Στο συγχρονοφωρατή (11) φθάνει ακόμη και το σήμα της χρωμοφέρουσας E_{CQ}, μέσα από το φασοστροφέα 90° (14), ενώ στο φωρατή (12) εφαρμόζεται το ίδιο σήμα E_{CI} κατευθείαν από τον ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας (13). Τα σήματα Q και I από τις εξόδους των συγχρονοφωρατών, και ύστερα από φιλτράρισμα των αρμονικών συνιστωστών, οδηγούνται στην αποκωδικοποιητική μήτρα (17).

Με τη βοήθεια της μήτρας αυτής, από τα σήματα E_Y', Q και I παράγονται οι τρεις γνωστές χρωμοδιαφορές, οι οποίες, ύστερα από ενίσχυση, εφαρμόζονται στα οδηγά πλέγματα του τριδεσμικού εικονογράφου.

Τα υπόλοιπα τμήματα του δέκτη NTSC έχουν τον ίδιο προορισμό με τα αντίστοιχα του δέκτη SECAM. Στο σχήμα 5.21γ είναι:

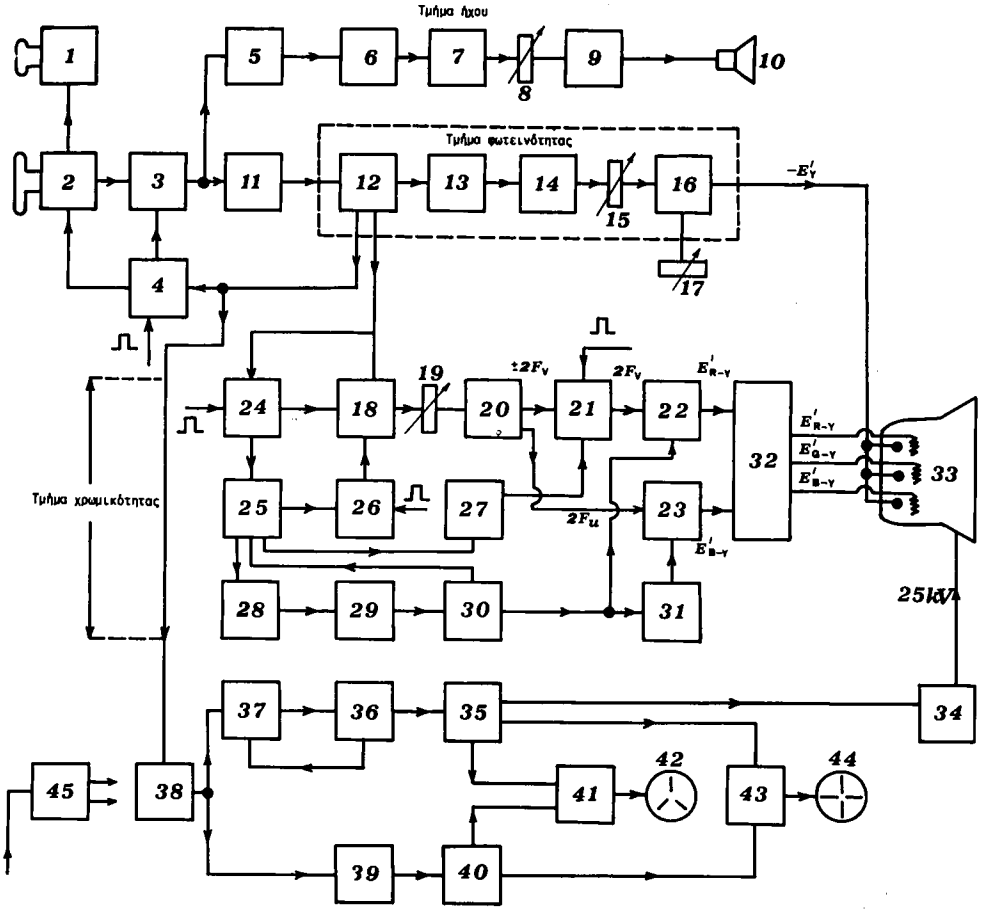


Σχ. 5.21γ.
Διάγραμμα δέκτη NTSC.

(1) Κεραία λήψεως, (2) συντονιστής, (3) ενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας, (4) φωρατής εικόνας, (5) διαχωριστής σημάτων, (6) ρυθμιστής αντιθέσεως (κοντράστ), (7) γραμμή καθυστερήσεως του σήματος φωτεινότητας, (8) ενισχυτής φωτεινότητας, (9) χρωμοενισχυτής, (10) ρυθμιστής του κορεσμού του χρώματος, (11) αποδιαμορφωτής Q, (12) αποδιαμορφωτής I, (13) ταλαντωτής χρωμοφέρουσας 3,58 ή 4,43 MHz (για το πρότυπο CCIR), (14) φασοστροφέας 90°, (15) κύκλωμα αυτόματης ρυθμίσεως της φάσεως του ταλαντωτή χρωμοφέρουσας, (16) ρυθμιστής χρωμοτόνου, (17) αποκωδικοποιητική μήτρα, (18) χρωμοενισχυτής E'_{R-Y}, (19) χρωμοενισχυτής E'_{G-Y}, (20) χρωμοενισχυτής E'_{B-Y}, (21) διαχωριστής παλμών συγχρονισμού, (22) φασικός φωρατής, (23) ταλαντωτής γραμμών, (24) ενισχυτής γραμμών, (25) ανορθωτής υπερυψηλής τάσεως, (26) ταλαντωτής πεδίων, (27) ενισχυτής πεδίων, (28) τροφοδοτικό συστήματος συγκλίσεως, (29) περιέλιξη του συστήματος συγκλίσεως, (30) μετασχηματιστές εξόδου γραμμών και πεδίων, (31) τα πηνία αποκλίσεως των ηλεκτρονικών ακτίνων του εικονογράφου.

Αφήσαμε τελευταίο το δέκτη του συστήματος PAL, για να πούμε λιγότερα, μια και οι διαφορές του από τον προηγούμενο είναι ασήμαντες.

Το διάγραμμά του φαίνεται στο σχήμα 5.21δ. Το τμήμα υψηλής και ενδιάμεσης συχνότητας, το τμήμα ήχου, το τμήμα φωτεινότητας, οι βαθμίδες συγχρονισμού και σαρώσεως, τα τροφοδοτικά του εικονογράφου, η σύγκλιση των ακτίνων κ.α. είναι ίδια μ' εκείνα του δέκτη



Σχ. 5.21δ.
Διάγραμμα δέκτη PAL.

NTSC και διαφέρουν μόνο σε μερικές συχνότητες λειτουργίας ή στις ζώνες διελεύσεως των διαφόρων βαθμίδων.

Η ουσιαστικότερη διαφορά μεταξύ των δεκτών NTSC και PAL βρίσκεται στο τμήμα χρωμικότητας. Γνωρίζομε ότι και στους δύο δέκτες το χρώμα της αναπαραγόμενης εικόνας εξαρτάται από τη φασική γωνία του σήματος χρωμικότητας. Ο δέκτης PAL διαθέτει αντισταθμιστικές διατάξεις των φασικών παραμορφώσεων, τις οποίες δεν έχει ο δέκτης NTSC. Για το θέμα της αντισταθμίσεως των φασικών παραμορφώσεων μιλήσαμε στην παράγραφο 4.7 του προηγούμενου κεφαλαίου. Στο σχήμα 5.21δ είναι:

(1) Συντονιστής UHF, (2) συντονιστής VHF, (3) ενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας, (4) βαθμίδα AGC, (5) φωρατής διαχωρισμού του ήχου, (6) ενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας ήχου, (7) φωρατής ήχου, (8) και (9) προενισχυτής και ενισχυτής ισχύος ακουστικών συχνοτήτων, (10) το μεγάφωνο, (11) φωρατής εικόνας, (12) προενισχυτής του σήματος φωτεινότητας, (13) γραμμή καθυστερήσεως, (14) ενισχυτής του σήματος E'_Y, (15) ρυθμιστής αντιθέσεως (κοντράστ), (16) τελικός ενισχυτής του σήματος φωτεινότητας, (17) ρυθμιστής φωτεινότητας, (18) χρωμοπύλη, (19) ρυθμιστής κορεσμού, (20) γραμμή καθυστερήσεως 64 μsec, (21) ηλεκτρονικός μεταλλάκτης PAL, (22) αποδιαμορφωτής V, (23) αποδιαμορφωτής U, (24) ενισχυτής παλμών χρωμοσυγχρονισμού, (25) φασικός φωρατής, (26) αναγνωριστικό κύκλωμα, (27) ρυθμιστής του μεταλλάκτη PAL, (28) κύκλωμα φασικής συγκρίσεως, (29)

στοιχείο φαινόμενης αντιστάσεως,(30) ταλαντωτής χρωμοφέρουσας συχνότητας 4,43 MHz, (31) φασοστροφέας 90°, (32) αποκωδικοποιητική μήτρα και ενισχυτής σημάτων χρωμοδιαφοράς, (33) εικονογράφος, (34) ανορθωτής υπερυψηλής τάσεως, (35) ενισχυτής εξόδου γραμμών, (36) ταλαντωτής γραμμών, (37) αυτόματος συγχρονιστής του ταλαντωτή γραμμών, (38) διαχωριστής παλμών συγχρονισμού, (39) ταλαντωτής πεδίων, (40) ενισχυτής πεδίων, (41) τροφοδοτικό περιελίξεων συγκλίσεως, (42) οι περιελίξεις της συγκλίσεως, (43) οι μετασχηματιστές εξόδου γραμμών και πεδίων, (44) το σύστημα αποκλίσεως των ηλεκτρονικών ακτίνων του εικονογράφου, (45) το γενικό τροφοδοτικό του δέκτη.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΧΡΩΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΓΧΡΩΜΟΥ ΔΕΚΤΗ

6.1 Το διάγραμμα του τμήματος χρωμικότητας στο SECAM.

Το βασικότερο τμήμα του έγχρωμου τηλεοπτικού δέκτη είναι το τμήμα χρωμικότητας. Η καλή λειτουργία του τμήματος αυτού εξασφαλίζει αναπαραγωγή έγχρωμης εικόνας υψηλής ποιότητας.

Στο τμήμα χρωμικότητας γίνονται οι επόμενες διεργασίες:

1) Η εξαγωγή από το ολικό τηλεοπτικό σήμα των χρωμοφερουσών συχνοτήτων που είναι διαμορφωμένες κατά συχνότητα.
2) Η αποδιαμόρφωση των χρωμοφερουσών συχνοτήτων που οδηγεί στην ανάδειξη των σημάτων χρωμοδιαφοράς R – Y και B – Y.
3) Η παραγωγή της χρωμοδιαφοράς G – Y από τις δύο προηγούμενες και
4) Η πραγματοποίηση του χρωμοσυγχρονισμού.

Για την εξασφάλιση των διεργασιών αυτών, το τμήμα χρωμικότητας έχει πολύπλοκη σύνθεση, διαφορετική για κάθε τηλεοπτικό σύστημα.

Ας δούμε το διάγραμμα των βαθμίδων του τμήματος χρωμικότητας ενός δέκτη SECAM (σχ. 6.1α).

Οι χρωμοφέρουσες συχνότητες f_R και f_B που είναι διαμορφωμένες κατά συχνότητα με τα σήματα χρωμοδιαφοράς D_R' και D_B', φθάνουν στην είσοδο του τμήματος μέσα από το συντονισμένο κύκλωμα (1). Πρόκειται για το φίλτρο ***κουδουνιού***, με το οποίο γίνεται η ***αποσυμπίεση*** των χρωμοφερουσών συχνοτήτων και η εξασθένηση των συνιστωσών του σήματος φωτεινότητας που βρίσκονται στα όρια της αποκλίσεως των χρωμοφερουσών συχνοτήτων.

Οι χρωμοφέρουσες συχνότητες είναι, όπως ξέρομε, τοποθετημένες μέσα στο φάσμα συχνοτήτων του σήματος φωτεινότητας. Το πλάτος του σήματος αυτού μεταβάλλεται σ' εξάρτηση από το περιεχόμενο της εκπεμπόμενης εικόνας, και από το γεγονός αυτό οι χρωμοφέρουσες συχνότητες αποκτούν παρασιτική διαμόρφωση πλάτους. Για την απομάκρυνση της διαμορφώσεως αυτής, χρησιμοποιείται ο αμφίπλευρος περιοριστής (2), ο οποίος ελαττώνει το πλάτος του σήματος εισόδου 5-10 φορές.

Οι απαλλαγμένες τώρα από παρασιτική διαμόρφωση πλάτους χρωμοφέρουσες συχνότητες ενισχύονται από τον ενισχυτή (3) και στη συνέχεια φθάνουν στον ηλεκτρονικό μεταγωγέα (6), ακολουθώντας δύο διαδρομές: την ***ακαθυστέρητη α*** και την ***καθυστερημένη β.***

Η ακαθυστέρητη διαδρομή δεν περιλαμβάνει κατά κανόνα κανένα στοιχείο κυκλώματος.

Η καθυστερημένη διαδρομή περιλαμβάνει την υπερηχητική επιβραδυντική γραμμή (4) (θα μιλήσομε γ' αυτήν αργότερα) και τον ενισχυτή (5) που αντισταθμίζει τη δημιουργούμενη από τη γραμμή εξασθένιση. Για να εξισωθούν τα πλάτη του καθυστερημένου και ακαθυστέρητου σήματος, συνδέεται στην έξοδο της καθυστερημένης διαδρομής το ποτενσιόμετρο R_1.

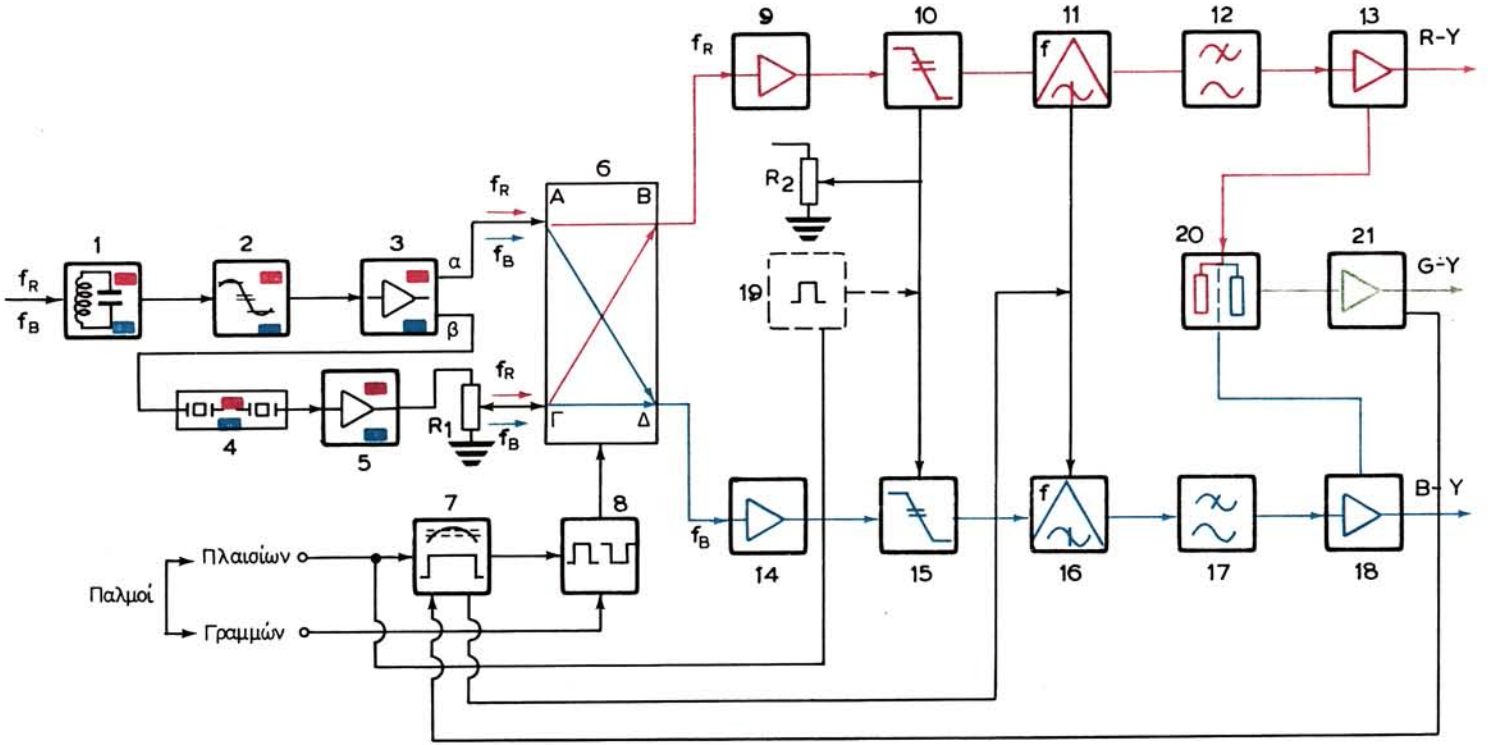
Ο ηλεκτρονικός μεταγωγέας διοχετεύει από την ακαθυστέρητη και καθυστερημένη διαδρομή τη χρωμοφέρουσα f_R στη μονάδα R – Y και τη χρωμοφέρουσα f_B στη μονάδα B – Y. Η μεταγωγή γίνεται με τη συχνότητα των γραμμών και ελέγχεται από το συμμετρικό τρίγγερ (8). Το τρίγγερ αυτό έχει δύο εισόδους: η μία για το ***σκανδαλισμό*** του και η άλλη για το συγχρονισμό του, δηλαδή για τη σωστή τοποθέτηση της φάσεώς του. Το τελευταίο, που αποτελεί μέρος της διεργασίας του χρωμοσυγχρονισμού, είναι απαραίτητο για να φθάνει κάθε χρωμοφέρουσα στη δική της μονάδα. Για τη σωστή λειτουργία του ηλεκτρονικού μεταγωγέα προορίζονται οι βαθμίδες του χρωμοσυγχρονισμού που ονομάζονται και βαθμίδες αναγνωρίσεως του χρώματος. Το σήμα αναγνωρίσεως παίρνεται από τη μονάδα G – Y και εφαρμόζεται στο ασύμμετρο τρίγγερ (7), μαζί με τους ειδικά μορφοποιημένους πλαισιοπαλμούς επιστροφής. Οι παλμοί αυτοί είναι απαραίτητοι για την οδήγηση του ασύμμετρου τρίγγερ, όταν δεν υπάρχει σήμα αναγνωρίσεως, δηλαδή κατά τη λήψη ασπρόμαυρης εικόνας, και για τη συστηματική εκτίμηση της ορθότητας της μεταγωγής των χρωμοφερουσών συχνοτήτων κατά τη λήψη έγχρωμης εικόνας.

Κατά τη λήψη ασπρόμαυρης εικόνας, οι πιο πάνω πλαισιοπαλμοί κλείνουν το τμήμα χρωμικότητας στη διάρκεια της ορθής σαρώσεως των πεδίων και το ανοίγουν στη διάρκεια της επιστροφής. Το κλείσιμο γίνεται στους φωρατές συχνότητας. Κατά τη λήψη έγχρωμης εικόνας, και με σωστή φάση μεταγωγής, το σήμα αναγνωρίσεως εξουδετερώνει τη δράση των πλαισιοπαλμών και οι βαθμίδες χρωμοσυγχρονισμού δεν επιδρούν στη διέλευση των χρωμοσημάτων μέσα από το τμήμα χρωμικότητας.

Τέλος, με αντικανονική λειτουργία του μεταγωγέα, η πολικότητα του σήματος αναγνωρίσεως μεταβάλλεται. Στην περίπτωση αυτή, η βαθμίδα χρωμοσυγχρονισμού (7) δίνει διορθωτικούς παλμούς, οι οποίοι, με τη βοήθεια του συμμετρικού τρίγγερ (8), διορθώνουν τη λειτουργία του μεταγωγέα (6). Η σύντομη αυτή περιγραφή της διεργασίας του χρωμοσυγχρονισμού ανταποκρίνεται περισσότερο στη μέθοδο αναγνωρίσεως πεδίων. Περισσότερα για τις βαθμίδες αναγνωρίσεως με τους δύο τρόπους θα πούμε σε ειδική παράγραφο.

Ξαναγυρίζομε στο διάγραμμα του σχήματος 6.1α.

Από τις εξόδους Β και Δ του ηλεκτρονικού μεταγωγέα οι χρωμοφέρουσες συχνότητες f_R και f_B οδηγούνται χωριστά στις αντίστοιχες μονάδες R – Y και B – Y. Κυκλωματικά οι βαθμίδες των μονάδων αυτών είναι εντελώς ίδιες. Καθεμιά αρχίζει μ' έναν ενισχυτή (9, 14) και συνεχίζει με αμφίπλευρο περιοριστή (10, 15), ο οποίος κόβει υπολείμματα παρασιτικής διαμορφώσεως πλάτους. Τα όρια περιορισμού ελέγχονται με εφαρμογή συνεχούς τάσεως στους δύο περιοριστές, η οποία ρυθμίζεται ταυτόχρονα με το ποτενσιόμετρο R_2. Με τη ρύθμιση αυτή αυξομειώνεται τελικά το πλάτος των σημάτων



Σχ. 6.1α.
Το διάγραμμα των βαθμίδων του τμήματος χρωμικότητας ενός δέκτη SECAM.

χρωμικότητας που εφαρμόζονται στον εικονογράφο και επομένως η αντίσταση R_2 είναι ένας ρυθμιστής κορεσμού των χρωμάτων.

Επειδή στο διάγραμμα που εξετάζομε το σήμα αναγνωρίσεως παίρνεται από την έξοδο του ενισχυτή G – Y, η ρύθμιση του κορεσμού με τη βοήθεια των αμφιπλεύρων διοδικών περιοριστών (με μεταβολή της αντίστασης R_2) προκαλεί διαταραχή του χρωμοσυγχρονισμού. Για την απομάκρυνση αυτού του φαινομένου, εισάγεται μια διάταξη πύλης (19), η οποία περιοδικά ανοίγει εντελώς τις μονάδες R – Y και B – Y κατά τη διάρκεια εκπομπής του σήματος αναγνωρίσεως (εδώ, στο χρόνο επιστροφής των πεδίων), εξουδετερώνοντας την επίδραση του ρυθμιστή κορεσμού.

Από τους διοδικούς περιοριστές (10) και (15) οι χρωμοφέρουσες συχνότητες φθάνουν στους φωρατές συχνότητας (11) και (16). Οι φωρατές δέχονται ακόμη σήμα από τη βαθμίδα χρωμοσυγχρονισμού για το κλείσιμό τους, όταν γίνεται λήψη ασπρόμαυρης εικόνας ή όταν δεν εργάζεται κανονικά ο ηλεκτρονικός μεταγωγέας. Τα κυκλώματα των φωρατών συχνότητας και των δύο κλάδων είναι όμοια και διαφέρουν μόνο στην πολικότητα συνδέσεως των διόδων. Οι δίοδοι του ***βαθυγάλανου διευκρινιστή*** συνδέονται αντίστροφα, σε σχέση με τις δίοδες του ***κόκκινου διευκρινιστή.*** Έτσι, το σήμα E'_{B-Y} μεταφέρεται σα σήμα E'_{Y-B}. Οι διευκρινιστές είναι συντονισμένοι στις συχνότητες 4,40625 MHz για το σήμα D'_R και 4,25 MHz για το σήμα D'_B.

Από τους διευκρινιστές, και μέσα από τα κυκλώματα αποεμφάσεως (12) και (17), τα σήματα χρωμοδιαφοράς οδηγούνται στους ενισχυτές (13) και (18) και από εκεί, στα αντίστοιχα ηλεκτρόδια (οδηγά πλέγματα) του έγχρωμου εικονογράφου.

Το σήμα E'_{G-Y} μορφοποιείται με τη βοήθεια της μήτρας (20), στην οποία οι χρωμοδιαφορές E'_{R-Y} και E'_{B-Y} προστίθενται σε ορισμένη αναλογία. Το ***πράσινο σήμα*** που παίρνεται με τον τρόπο αυτό, ενισχύεται από τον ενισχυτή (21), αναστρέφεται φασικά και εφαρμόζεται στο αντίστοιχο οδηγό πλέγμα του εικονογράφου.

Τέλος, πρέπει να σημειώσομε ότι ο τρόπος μορφοποιήσεως των σημάτων χρωμικότητας που εξετάσαμε είναι ο ίδιος για όλους τους δέκτες του συστήματος SECAM, ανεξάρτητα από τις μικροδιαφορές που υπάρχουν στα επί μέρους κυκλώματά τους. Ο τρόπος αυτός διαφέρει για τους δέκτες του συστήματος PAL και οι διαφορές βρίσκονται σε όλες τις βαθμίδες, από τους φωρατές ως το φίλτρο κουδουνιού. Οι βαθμίδες από τους φωρατές ως τον εικονογράφο είναι ίδιες και για τα δύο συστήματα.

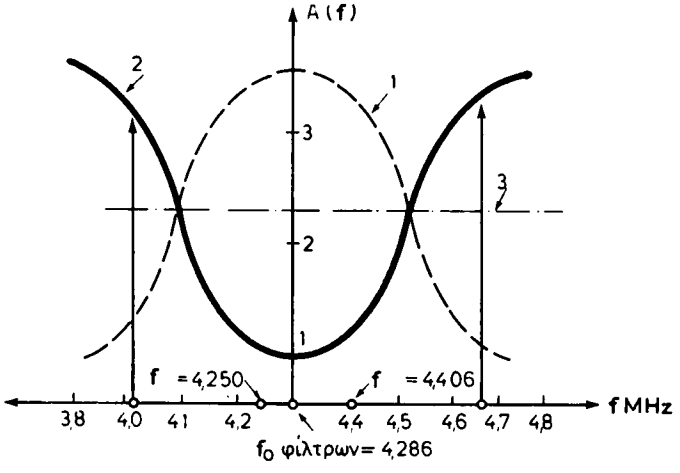
Ας πούμε εδώ δυο λόγια για τη λεγόμενη ***συμπίεση*** και ***αποσυμπίεση*** των χρωμοφερουσών συχνοτήτων του συστήματος SECAM.

Τα σήματα χρωμικότητας δημιουργούν στην οθόνη του ασπρόμαυρου δέκτη θορύβους που έχουν τη μορφή λεπτού πλέγματος. Στα συστήματα NTSC και PAL η αντιστάθμιση αυτών των παρενοχλήσεων έγινε με κατάλληλη εκλογή της χρωμοφέρουσας συχνότητας και με την κατάργησή της κατά την τετραγωνική διαμόρφωση πλάτους. Στο σύστημα SECAM, η εκπομπή της χρωμοπληροφορίας γίνεται με διαμόρφωση συχνότητας και επομένως η κατάπνιξη των χρωμοφερουσών συχνοτήτων δεν είναι δυνατή. Η ελάττωση της ορατότητας των θορύβων στον ασπρόμαυρο δέκτη γίνεται εδώ με περιορισμό ή ***συμπίεση*** της στάθμης των χρωμοφερουσών συχνοτήτων.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

Η συμπίεση των χρωμοφερουσών συχνοτήτων γίνεται στον κωδικοποιητή του πομπού μ' ένα κύκλωμα που συνδέεται στην έξοδο του διαμορφωτή συχνότητας. Το κύκλωμα αυτό έχει μια καμπύλη συντονισμού με τη μορφή ανεστραμμένου κουδουνιού (καμπύλη 2 στο σχήμα 6.16), γι' αυτό και το ίδιο το κύκλωμα ονομάζεται ***φίλτρο αντικουδουνιού*** (anticloche).

Στη λήψη, τώρα, η εξαγωγή των χρωμοφερουσών συχνοτήτων γίνεται με τη βοήθεια ενός ***φίλτρου κουδουνιού*** (cloche), του οποίου η καμπύλη φαίνεται στο σχήμα 6.16 (καμπύλη 1). Ο βασικός όμως προορισμός του φίλτρου αυτού είναι η ***αποσυμπίεση*** των χρωμοφερουσών συχνοτήτων, ώστε τα σήματα χρωμικότητας να αποκτήσουν τη μορφή που είχαν πριν από τη συμπίεση. Με ακριβή συντονισμό των δύο φίλτρων στην ίδια συχνότητα (f_o = 4,286 MHz) και με ίδιους συντελεστές ποιότητας Q, το πλάτος των σημάτων χρωμικότητας, μέσα στη ζώνη συχνοτήτων που απασχολούν, παραμένει αμετάβλητο με τη συμπίεση και αποσυμπίεση των χρωμοφερουσών συχνοτήτων (ευθεία 3 στο σχήμα 6.16).

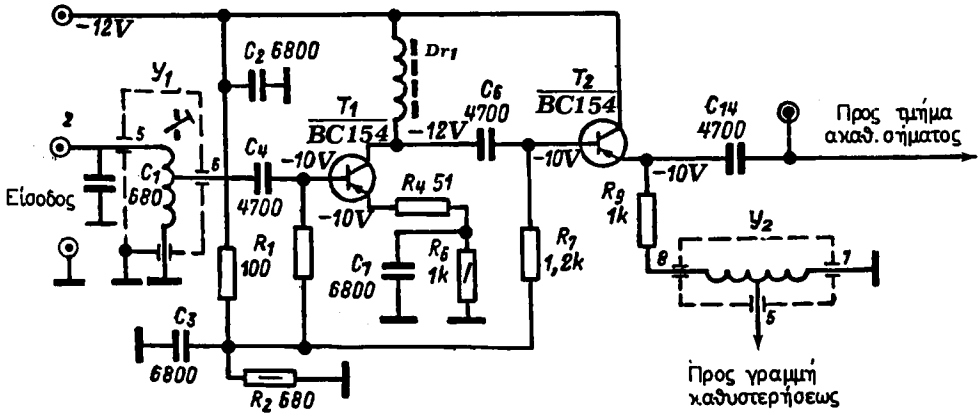


Σχ. 6.16.
Καμπύλες συντονισμού φίλτρων: 1) Αποσυμπιέσεως. 2) Συμπιέσεως.

6.2 Η είσοδος του τμήματος χρωμικότητας και η επιβραδυντική γραμμή.

Οι βαθμίδες εισόδου του τμήματος χρωμικότητας, με τα κυκλώματά τους, συγκροτούν μια μονάδα που ξεκινάει από το φίλτρο κουδουνιού και τελειώνει στο σημείο διακλαδώσεως του σήματος σε ακαθυστέρητο και καθυστερημένο. Στη μονάδα αυτή γίνεται η αποσυμπίεση των χρωμοφερουσών συχνοτήτων, η απαλλαγή τους από παρασιτική διαμόρφωση πλάτους και η προενίσχυσή τους.

Μια απλή συνδεσμολογία των βαθμίδων εισόδου του τμήματος χρωμικότητας του δέκτη SECAM φαίνεται στο σχήμα 6.2α. Οι χρωμοφέρουσες συχνότητες ξεχωρίζονται με το φίλτρο Y_1, το οποίο πραγματοποιεί και την αποσυμπίεση. Η απαλλαγή των χρωμοφερουσών συχνοτήτων από την παρασιτική



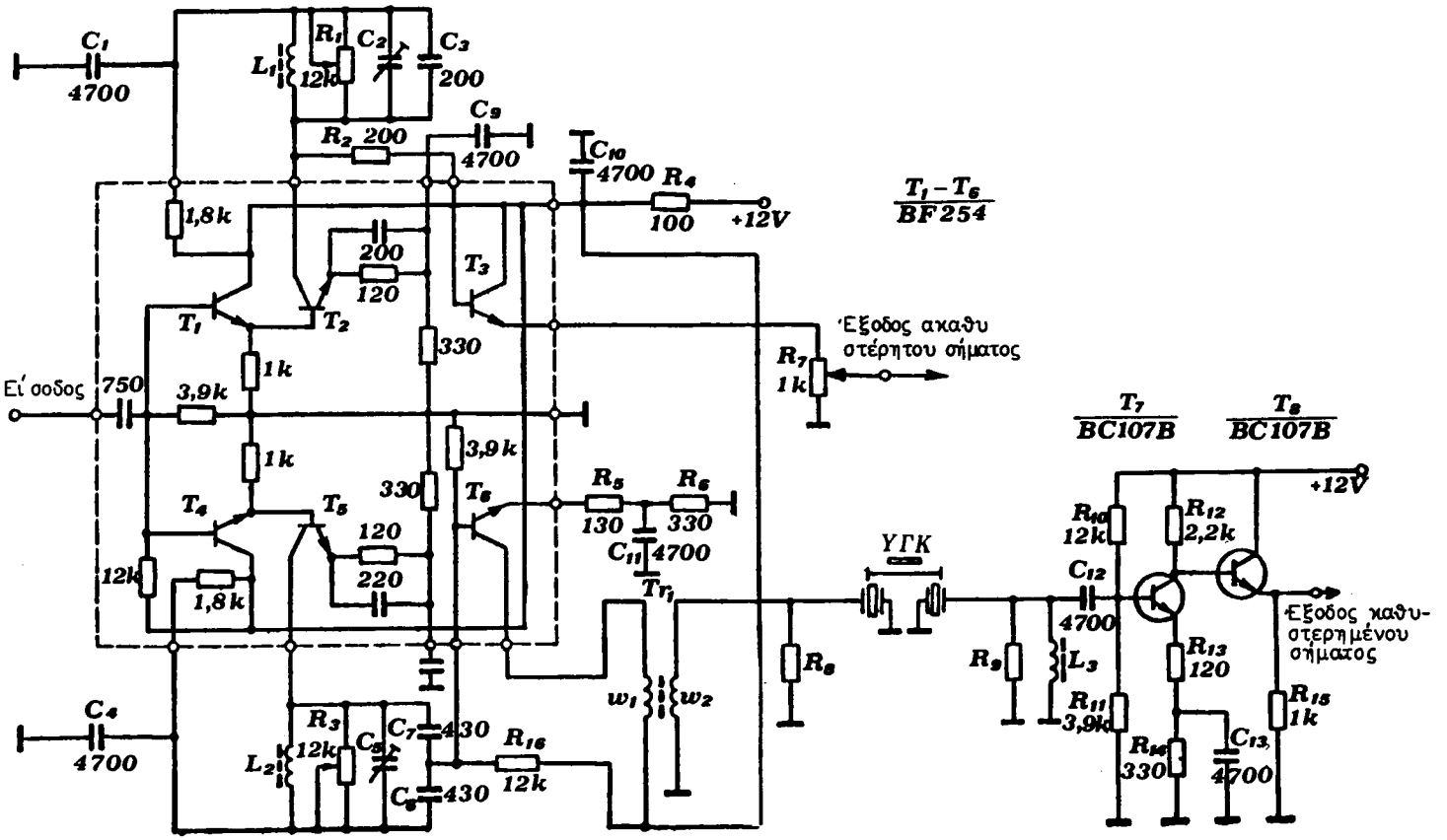
Σχ. 6.2α.
Συνδεσμολογία βαθμίδων εισόδου του τμήματος χρωμικότητας SECAM.

διαμόρφωση πλάτους γίνεται με τη βοήθεια των δύο βαθμίδων. Η πρώτη, με το τρανζίστορ T_1, εργάζεται σαν ενισχύτρια και περιορίστρια και η δεύτερη, με το τρανζίστορ T_2, είναι μια βαθμίδα κοινού συλλέκτη. Από τον εκπομπό του τρανζίστορ T_2, και μέσα από τον πυκνωτή C_{14} παίρνεται το ακαθυστέρητο σήμα χρωμικότητας, ενώ στο κύκλωμα προσαρμογής Y_2 συνδέεται η γραμμή καθυστερήσεως.

Στο σχήμα 6.2β φαίνεται μια ακόμη συνδεσμολογία βαθμίδων εισόδου του τμήματος χρωμικότητας, με ξεχωριστά φίλτρα κουδουνιού στην ακαθυστέρητη και καθυστερημένη διαδρομή του σήματος. Στη συνδεσμολογία αυτή χρησιμοποιείται μια προκατασκευασμένη πλακέτα (module) με 6 τρανζίστορ. Τα T_1 και T_2, με κοινό το συλλέκτη, εξασφαλίζουν τη διοχέτευση του σήματος εισόδου σε δύο κλάδους. Στον ακαθυστέρητο κλάδο η αποσυμπίεση των χρωμοφερουσών συχνοτήτων γίνεται με το κύκλωμα L_1, C_2, C_3, R_1 και στον καθυστερημένο με το κύκλωμα L_2, C_5, C_6, C_7, R_3. Το ακαθυστέρητο σήμα λαμβάνεται από τον εκπομπό του τρανζίστορ T_3 και το πλάτος του ρυθμίζεται από την αντίσταση R_1. Η αυτεπαγωγή της δευτερεύουσας περιελίξεως W_2 του μετασχηματιστή Tr_1 και η τιμή της αντιστάσεως R_8 εκλέγονται έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται η προσαρμογή της εισόδου της υπερηχητικής γραμμής καθυστερήσεως (ΥΓΚ). Στην έξοδο της ΥΓΚ η προσαρμογή εξασφαλίζεται με την αντίσταση R_9 και την αυτεπαγωγή L_3. Η εξασθένιση του σήματος στην ΥΓΚ αντισταθμίζεται από τον ενισχυτή με το τρανζίστορ T_7. Το καθυστερημένο σήμα παίρνεται από τον εκπομπό του τρανζίστορ T_8.

Ας ασχοληθούμε λίγο με τη γραμμή καθυστερήσεως ή επιβραδυντική γραμμή που φαίνεται στο σχήμα 6.2β.

Οι έγχρωμοι δέκτες SECAM και PAL χρησιμοποιούν μια γραμμή καθυστερήσεως του σήματος χρωμικότητας για 64 μsec περίπου, δηλαδή για χρόνο ίσο με τη διάρκεια μιας γραμμής σαρώσεως. Η κατασκευή μιας τέτοιας γραμμής με εντοπισμένα στοιχεία (πηνία και πυκνωτές) δεν είναι δυνατή. Ούτε γραμμές με



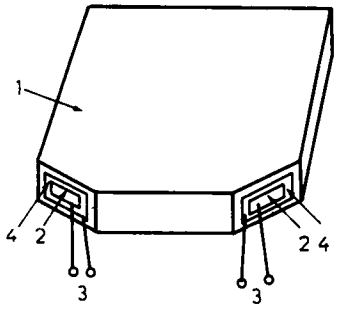
Σχ. 6.26.
Συνδεσμολογία μονάδας εισόδου του τμήματος χρωμικότητας με δύο φίλτρα κουδουνιού (SECAM).

κατανεμημένα στοιχεία (ειδικά καλώδια) μπορούν να χρησιμοποιηθούν γι' αυτό το σκοπό, αφού η καθυστέρηση που δημιουργούν δεν ξεπερνάει τα 1-2 μsec στο μέτρο.

Για την εξασφάλιση καθυστερήσεως μερικών δεκάδων και εκατοντάδων μsec, χρησιμοποιούνται ηλεκτρομηχανικές γραμμές και όχι ηλεκτρικές, επειδή η ταχύτητα διαδόσεως των μηχανικών ταλαντώσεων σε στερεό μέσο είναι περίπου πέντε φορές μικρότερη από την ταχύτητα διαδόσεως των ηλεκτρικών ταλαντώσεων. Η λειτουργία της γραμμής αυτής στηρίζεται στο φαινόμενο της ***ηλεκτροσυστολής*** και στο αντίθετό της, του ***πιεζοηλεκτρισμού.*** Η είσοδος της γραμμής είναι ένας μετατροπέας των ηλεκτρικών σημάτων υψηλής συχνότητας σε μηχανικές δονήσεις της ίδιας συχνότητας (υπερηχητικής, άνω των 20 kHz). Στη συνέχεια, οι δονήσεις αυτές καθυστερούνται στον ***αγωγό*** της γραμμής (ηχοδηγό, ηχαγωγό) και στο τέρμα της επαναμετατρέπονται σε ηλεκτρικές, της ίδιας πάντοτε συχνότητας.

Οι πιεζοηλεκτρικοί μετατροπείς της εισόδου και εξόδου της γραμμής κατασκευάζονται συνήθως από πιεζοκεραμικό υλικό, τύπου τιτανο-ζιρκονισμένου μολύβδου. Τα υλικά των ηχοδηγών είναι στερεά σώματα από κρύσταλλο, γυαλί, σιδηρονικέλιο ή μονοκρυσταλλικά άλατα NaCl, KCl κ.ά. Η ένωση των μετατροπέων με τον ηχοδηγό γίνεται με τη μέθοδο της συγκολλήσεως ή της αυτοκολλήσεως με μεταλλόκραμα.

Η εξωτερική μορφή της υπερηχητικής επιβραδυντικής γραμμής φαίνεται στο σχήμα 6.2γ, όπου είναι: (1) ο ηχοδηγός, με μορφή γυάλινων πλακιδίων, (2) οι πιεζοηλεκτρικοί μετατροπείς εισόδου και εξόδου, (3) ακροδέκτες και (4) ζευκτικά φύλλα.



Σχ. 6.2γ.
Μορφή υπερηχητικής γραμμής καθυστερήσεως.

Ένας από τους τύπους των υπερηχητικών γραμμών καθυστερήσεως που χρησιμοποιείται στην έγχρωμη τηλεόραση, έχει τα επόμενα χαρακτηριστικά: χρόνο καθυστερήσεως 63,94 μsec, ζώνη διελεύσεως 1,8 MHz, με ανομοιομορφία της καμπύλης διελεύσεως 3 dB, απόσβεση σήματος μέσα στη ζώνη διελεύσεως γύρω στα 20 dB, στάθμη ανακλώμενων από το τέρμα σημάτων σε σχέση προς τη στάθμη των ωφέλιμων μικρότερη από 20 dB, αντίσταση εισόδου γραμμής γύρω στα 100 Ω και χωρητικότητα εισόδου 1000 pF περίπου.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Σημειώνομε ότι η γραμμή καθυστερήσεως είναι ένα κύκλωμα επιλογής ζώνης συχνοτήτων, που εργάζεται πάνω από τα 20 kHz. Αυτό σημαίνει πως μια τέτοια γραμμή δεν μπορεί να καθυστερήσει τις καθαυτό χρωμοδιαφορές D'_R και D'_B που το φάσμα τους εκτείνεται από 0-1,4 MHz, παρά μόνο τις χρωμοφέρουσες f_R και f_B με τις πλευρικές τους.

Η πρόοδος της τεχνολογίας στην περιοχή των ημιαγωγών έδωσε τη δυνατότητα κατασκευής μιας γραμμής καθυστερήσεως με τρανζίστορ πεδίου (FET). Οι γραμμές αυτές δεν έχουν πλεονεκτήματα τέτοια, ώστε να ξεχωρίζουν από τις υπερηχητικές, έχουν όμως μικρές διαστάσεις που τις κάνουν πιο εύχρηστες, σε συνδυασμό με ολοκληρωμένα κυκλώματα.

6.3 Οι ηλεκτρονικοί μεταλλάκτες SECAM και PAL.

Στο κεφάλαιο 5 μιλήσαμε για τους ηλεκτρονικούς μεταλλάκτες που χρησιμοποιούν οι αποκωδικοποιητές SECAM και PAL, και για τον προορισμό τους. Ξαναθυμίζουμε πως ο ηλεκτρονικός μεταλλάκτης SECAM διοχετεύει τις χρωμοφέρουσες συχνότητες f_R και f_B στους αντίστοιχους διευκρινιστές τους D_R και D_B, ανεξάρτητα από το πώς φθάνουν αυτές στις εισόδους του. Η διοχέτευση γίνεται με τη μεταλλαγή των εισόδων σχετικά προς τις σταθερές εξόδους.

Ο μεταλλάκτης PAL εξασφαλίζει την αντιστροφή της φάσης της χρωμοφέρουσας συχνότητας του ενός σήματος χρωμικότητας (του σήματος V) από γραμμή σε γραμμή και από πεδίο σε πεδίο, πριν εφαρμοσθεί στο συγχρονοφωρατή της.

Οι πιο πάνω λειτουργίες εξασφαλίζονται με διαφορετικές συνδεσμολογίες μεταλλακτών, τις οποίες θα γνωρίσουμε στη συνέχεια.

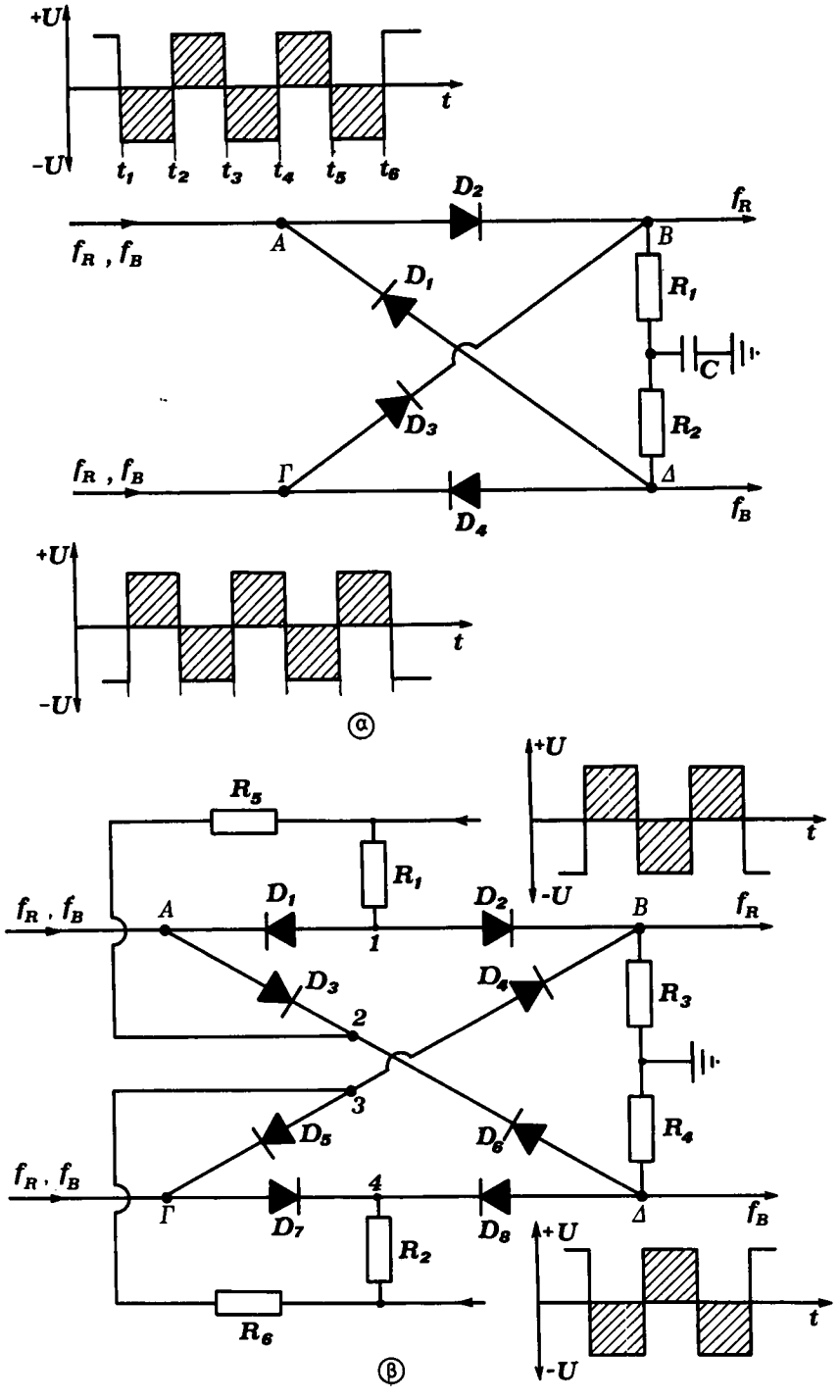
Παρουσιάζομε πρώτα τον ηλεκτρονικό μεταλλάκτη (ΗΜ) SECAM, τα κυκλώματα του οποίου φαίνονται στο σχήμα 6.3α.

Πρόκειται για μια συνδεσμολογία γέφυρας με τέσσερις [σχ. 6.3α(α)] ή οκτώ [σχ. 6.3α(β)] διόδους. Στον τετραδιοδικό ΗΜ το ακαθυστέρητο σήμα φθάνει στην είσοδο Α και το καθυστερημένο στην είσοδο Γ. Τα σήματα αυτά, εναλλακτικά από γραμμή σε γραμμή, μεταφέρουν την πληροφορία για το κόκκινο (D'_{R1}, D'_{R2}...) ή για το βαθυγάλανο (D'_{B1}, D'_{B2}) της εκπεμπόμενης εικόνας. Ταυτόχρονα, σε κάθε είσοδο εφαρμόζονται και ορθογώνιοι παλμοί, των οποίων η πολικότητα αναστρέφεται επίσης από γραμμή σε γραμμή. Η διαδοχή εφαρμογής των χρωμοφερουσών συχνοτήτων στις εισόδους του μεταλλάκτη για ένα περιττό πεδίο φαίνεται στον πίνακα 6.3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3

Γραμμή	1	3	5	7	9	11	13	15
Είσοδος Α	f_R	f_B	f_R	f_B	f_R	f_B	f_R	f_B
Είσοδος Γ	–	f_R	f_B	f_R	f_B	f_R	f_B	f_R

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958



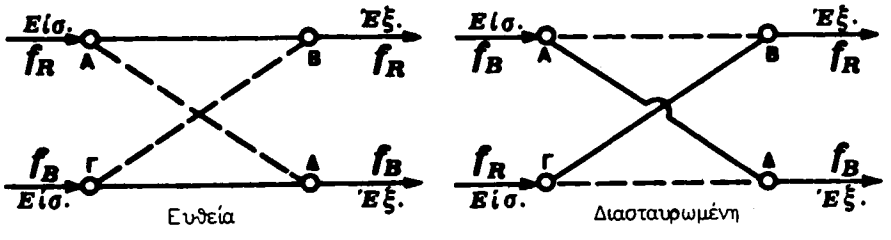
Σχ. 6.3α.
Ηλεκτρονικοί μεταλλάκτες SECAM.

Υποθέτομε τώρα ότι στο χρονικό διάστημα t_1-t_2, στην είσοδο Α του μεταλλάκτη εφαρμόζεται η χρωμοφέρουσα f_{B3} και αρνητικός ορθογώνιος παλμός, ενώ στην είσοδο Γ, η χρωμοφέρουσα f_{R3} και θετικός ορθογώνιος παλμός. Ο αρνητικός παλμός ανοίγει τον κλάδο με τη δίοδο D_1 και το σήμα f_{B3} διοχετεύεται στην έξοδο Δ του μεταλλάκτη που είναι η έξοδος του βαθυγάλανου. Ταυτόχρονα, ο θετικός παλμός ανοίγει τη δίοδο D_3 και το σήμα f_{R3} διοχετεύεται στην έξοδο του κόκκινου Β του μεταλλάκτη. Η λειτουργία αυτή του ηλεκτρονικού μεταλλάκτη λέγεται συνήθως ***διασταυρωμένη.***

Στο επόμενο χρονικό διάστημα t_2-t_3, στην είσοδο Α φθάνει η χρωμοφέρουσα f_{R5} και στην είσοδο Γ, η χρωμοφέρουσα f_{B5}. Επειδή ταυτόχρονα αναστρέφεται η πολικότητα των ορθογώνιων παλμών, ανοίγουν τώρα οι δίοδοι D_2 και D_4, οπότε το κόκκινο σήμα από την είσοδο Α οδηγείται στην ***κόκκινη έξοδο*** Β και το βαθυγάλανο σήμα από τον είσοδο Γ, στη ***βαθυγάλανη έξοδο*** Δ. Η λειτουργία του μεταλλάκτη λέγεται τώρα ***ευθεία.***

Η ευθεία και η διασταυρωμένη λειτουργία του ηλεκτρονικού μεταλλάκτη SECAM μπορεί να παρασταθεί γραφικά όπως στο σχήμα 6.3β.

Στον οκταδιοδικό ΗΜ οι τέσσερις κλάδοι της γέφυρας αποτελούνται από δύο διόδους ο καθένας που είναι συνδεδεμένες σε σειρά [σχ. 6.3α(β)]. Η δυνατότητα διελεύσεως σήματος από την είσοδο στην έξοδο εξαρτάται και εδώ από την πολικότητα των παλμών ελέγχου της λειτουργίας του μεταλλάκτη. Με θετικό παλμό στα σημεία 1, 2 και ταυτόχρονα αρνητικό στα σημεία 3, 4, ανοίγουν οι δίοδοι D_1D_2 και D_7D_8, οπότε εξασφαλίζεται η ευθεία λειτουργία του μεταλλάκτη που αντιστοιχεί σε εφαρμογή κόκκινου σήματος στην είσοδο Α και βαθυγάλανου στην είσοδο Γ. Με αρνητικό παλμό στα σημεία 1, 2 και θετικό στα 3, 4, ανοίγουν οι δίοδοι D_3D_6, D_4D_5 και εξασφαλίζεται η διασταυρωμένη λειτουργία που αντιστοιχεί σε εφαρμογή βαθυγάλανου σήματος στην είσοδο Α και κόκκινου στην είσοδο Γ.



Σχ. 6.3β.
Γραφική παράσταση της λειτουργίας του μεταλλάκτη SECAM.

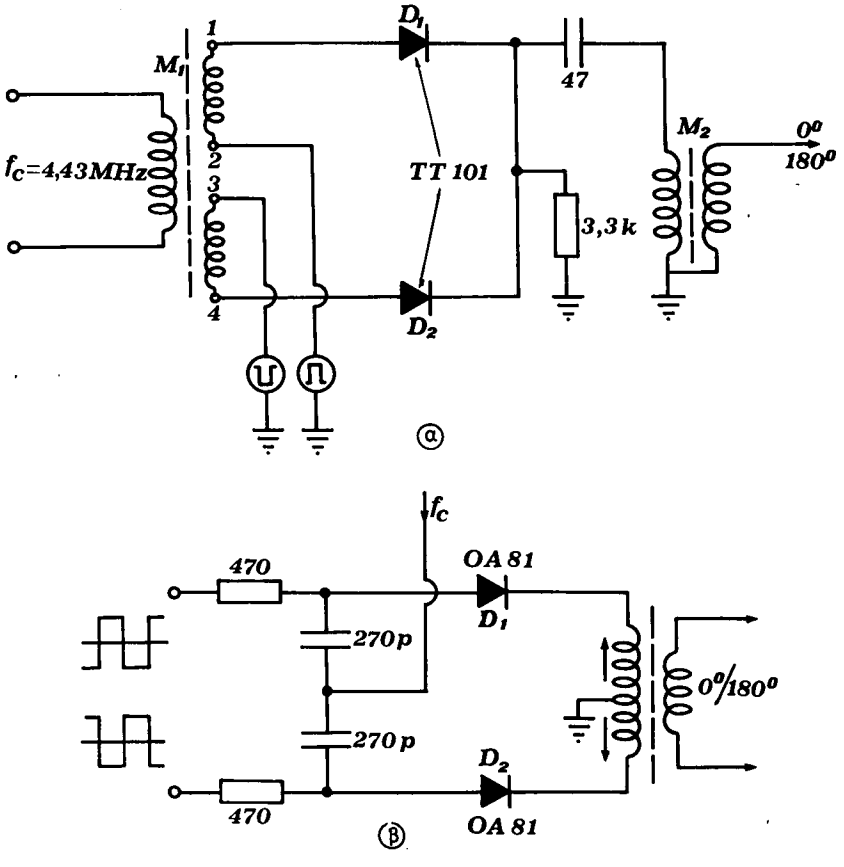
Από όσα είπαμε, φαίνεται καθαρά ότι η σωστή λειτουργία του ηλεκτρονικού μεταλλάκτη εξαρτάται αποκλειστικά από την πολικότητα των παλμών ελέγχου, η οποία, με τη σειρά της, ελέγχεται από το σήμα χρωμοσυγχρονισμού ή σήμα αναγνωρίσεως.

Η ποιότητα των χρησιμοποιούμενων διόδων και η καλωδίωση επιδρούν στη στάθμη των διασταυρούμενων παραμορφώσεων που δημιουργούνται εξαιτίας

της εφαρμογής του κόκκινου σήματος στη βαθυγάλανη μονάδα και αντίστροφα. Πηγές των διασταυρούμενων παραμορφώσεων είναι οι χωρητικότητες διελεύσεως των διόδων (χωρικότητα επαφής PN) και οι χωρητικότητες της καλωδιώσεως. Κατάλληλες δίοδοι γι' αυτό το σκοπό είναι οι AA143, TT101, BA243, OA161 κ.ά.

Ο ηλεκτρονικός μεταλλάκτης PAL έχει απλούστερη σύνθεση και λειτουργία. Στο σχήμα 6.3γ(α) φαίνεται μια τέτοια συνδεσμολογία. Η τάση της χρωμοφέρουσας συχνότητας (f_0 = 4,43 MHz) εφαρμόζεται στο πρωτεύον του μετασχηματιστή M_1 που έχει δύο συμμετρικές δευτερεύουσες περιελίξεις. Τα σήματα της χρωμοφέρουσας στα άκρα (1) και (4) είναι αντιφασικά και οι παλμοί μεταλλαγής εφαρμόζονται στα άκρα (2) και (3) με αντίθετη πολικότητα.

Έστω τώρα ότι στο άκρο (2) εφαρμόζεται παλμός με θετική πολικότητα. Τότε η δίοδος D_1 ανοίγει και το σήμα της χρωμοφέρουσας από την περιέλιξη 1-2 και μέσα από τον πυκνωτή 47 pF και το μετασχηματιστή M_2 φθάνει στην έξοδο. Η δίοδος D_2 είναι κλειστή από τον παλμό αρνητικής πολικότητας.



Σχ. 6.3γ.
Ηλεκτρονικοί μεταλλάκτες PAL.

Στην επόμενη γραμμή σαρώσεως οι πολιτικότητες των παλμών μεταλλαγής αναστρέφονται, οπότε κλείνει η δίοδος D_1 και ανοίγει η D_2. Στην έξοδο τότε, φθάνει το σήμα από την περιέλιξη 3-4 του μετασχηματιστή που έχει φάση αντίθετη από εκείνη του σήματος της περιελίξεως 1-2. Έτσι, το σήμα της χρωμοφέρουσας συχνότητας από γραμμή σε γραμμή μεταβάλλεται φασικά κατά 180°. Το σήμα αυτό εφαρμόζεται στο συγχρονοφωρατή V.

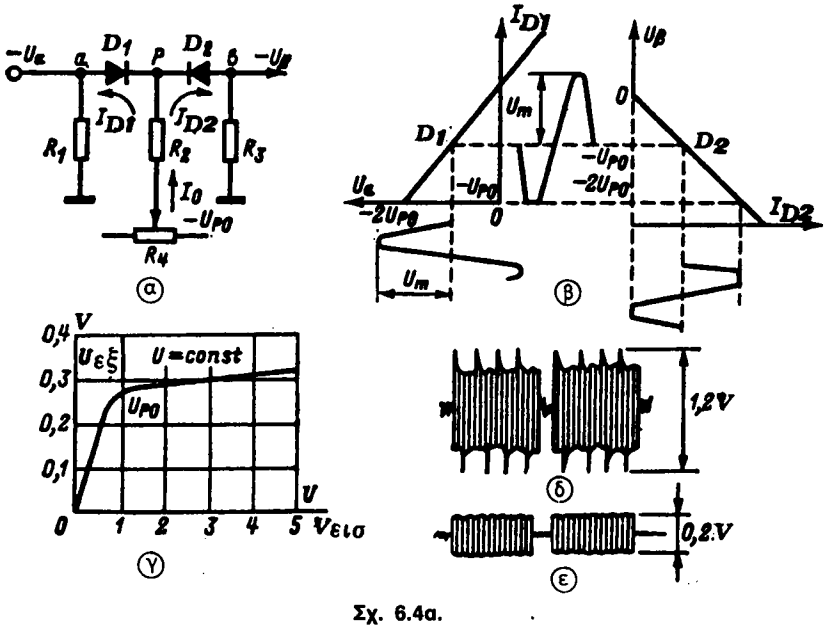
Μια άλλη συνδεσμολογία μεταλλάκτη PAL φαίνεται στο σχήμα 6.3γ(β). Εδώ, η χρωμοφέρουσα f_c εφαρμόζεται συμφασικά στις δύο διόδους. Κατά τη διάρκεια μιας γραμμής άγει η δίοδος D_1 που δέχεται τους θετικούς παλμούς ελέγχου. Κατά τη διάρκεια της επόμενης γραμμής οι παλμοί αναστρέφονται και άγει η D_2. Τα δύο μισά του πρωτεύοντος του μετασχηματιστή εξόδου διαρρέονται από αντίθετα ρεύματα σε κάθε περίπτωση και η χρωμοφέρουσα στο δευτερεύον εμφανίζεται φασικά αντίθετη.

Ο έλεγχος του μεταλλάκτη PAL για τη σωστή του λειτουργία γίνεται όπως και στο μεταλλάκτη SECAM, με το σήμα χρωμοσυγχρονισμού.

6.4 Περιοριστές και διευκρινιστές των χρωμοφερουσών συχνοτήτων.

Στην παράγραφο 6.1 είδαμε ότι το τμήμα χρωμικότητας του δέκτη SECAM διαθέτει περιοριστές του πλάτους των χρωμοφερουσών συχνοτήτων, με σκοπό την απαλλαγή των τελευταίων από κάθε παρασιτική διαμόρφωση πλάτους ή θόρυβο. Ο περιορισμός του πλάτους είναι αμφίπλευρος και μπορεί να γίνει τόσο με διόδους όσο και με τρανζίστορ.

Στο σχήμα 6.4α φαίνεται ένας τέτοιος περιοριστής με διόδους και παριστάνεται γραφικά η λειτουργία του. Μια συνεχής και ρυθμιζόμενη αρνητική τάση



Σχ. 6.4α.
Διοδικός περιοριστής και γραφική παράσταση της λειτουργίας του.

$-U_{po}$ εφαρμόζεται στις καθόδους των διόδων D_1 και D_2, μέσα από την αντίσταση R_2 που τις κάνει αγώγιμες. Με $R_1 = R_3 \ll R_2$, οι δίοδοι διαρρέονται από το απαραίτητο ρεύμα πολώσεως που εξασφαλίζει συμμετρικό περιορισμό του θετικού και αρνητικού ημικύματος της εφαρμοζόμενης τάσεως.

Αν παραλείψομε τις εσωτερικές αντιστάσεις των διόδων ορθής φοράς, μπορούμε να πούμε ότι είναι:

$$U_{po} = I_0 R_2 = \frac{I_0}{2} R_1 + \frac{I_0}{2} R_3$$

όπου $I_0/2 = I_{D1} = I_{D2}$.

Έτσι, όταν δεν υπάρχει σήμα, τα σημεία α, Ρ και β έχουν το ίδιο δυναμικό U_{po}. Στο σημείο α της διόδου D_1 ενεργεί το αλγεβρικό άθροισμα των τάσεων $|U_m|$ και $|U_{po}|$, όπου $|U_m| > |U_{po}|$ είναι το πλάτος της τάσεως εισόδου, και η δίοδος αυτή διοχετεύει πλήρως το θετικό ημίκυμα της εφαρμοζόμενης τάσεως, ενώ περιορίζει το αρνητικό. Ο περιορισμός του αρνητικού ημικύματος του σήματος προκαλείται από την ελάττωση του ρεύματος I_{D1} [σχ. 6.4α(β)], σε συνδυασμό και με το ότι η τάση στην άνοδο της διόδου D_1 γίνεται βαθμιαία όλο και πιο αρνητική. Εξαιτίας της ελαττώσεως του ρεύματος I_{D1}, η αρνητική τάση στο σημείο Ρ μεγαλώνει και με $I_{D1} = 0$ φθάνει την τιμή $2\,U_{po}$. Τώρα, το αρνητικό ημίκυμα της τάσεως εφαρμόζεται στην κάθοδο της διόδου D_2, ενώ ταυτόχρονα ενεργεί και στην άνοδο της D_1. Αυτό ισοδυναμεί με μεταβολή της φάσεως του σήματος εισόδου κατά 180°. Είναι φανερό ότι η δίοδος D_2 διοχετεύει πλήρως το αρνητικό ημίκυμα του σήματος και περιορίζει το θετικό. Ο περιορισμός του θετικού ημικύματος καθορίζεται από τη βαθμιαία ελάττωση του ρεύματος I_{D2}, ως τη στιγμή που η αρνητική καθοδική τάση της διόδου γίνεται σημαντικά μικρότερη από την ανοδική, οπότε το ρεύμα διακόπτεται. Ο βαθμός περιορισμού καθορίζεται από την τιμή της τάσεως U_{po}, η οποία ρυθμίζεται με τη μεταβλητή αντίσταση R_4.

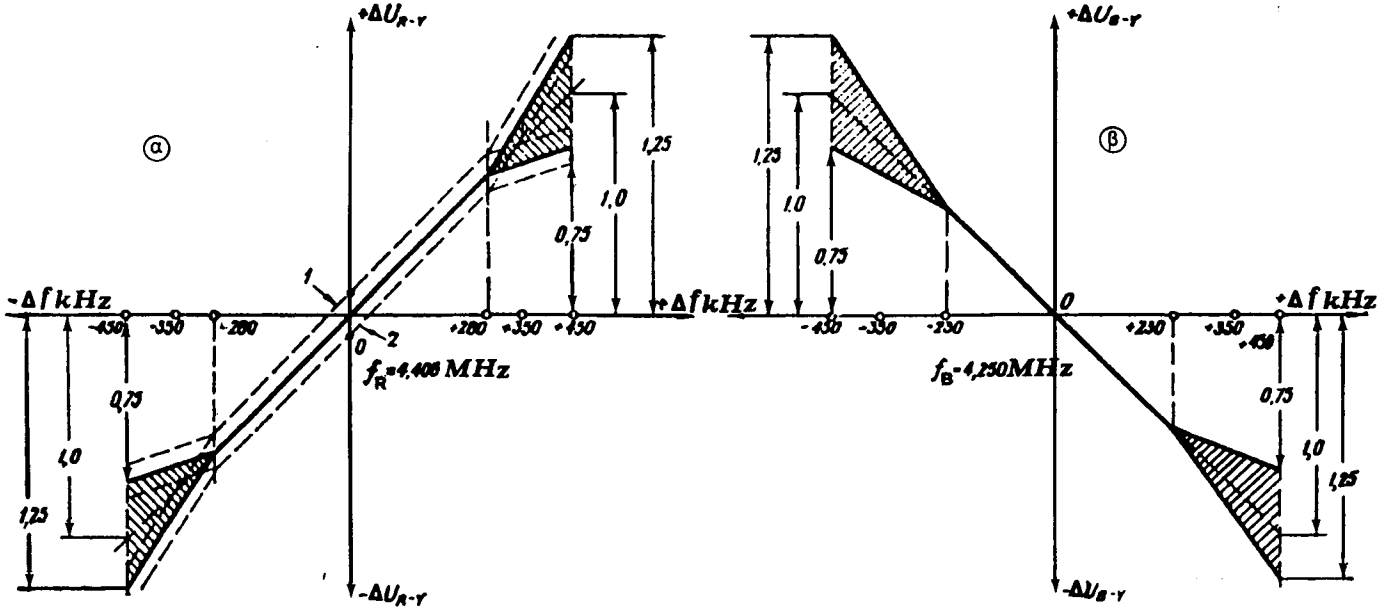
Για να μην εισάγονται παραμορφώσεις κατά την αναπαραγωγή των χρωμάτων, η στάθμη περιορισμού των θετικών και αρνητικών ημικυμάτων των χρωμοφερουσών συχνοτήτων δεν πρέπει να διαφέρει περισσότερο από 5%. Η συμμετρία του περιοριστή εξαρτάται από το βαθμό ομοιότητας των χαρακτηριστικών των δύο διόδων.

Μια τυπική χαρακτηριστική του περιοριστή φαίνεται στο σχήμα 6.4α(γ). Η κλίση ανυψώσεως της καμπύλης περιορισμού που καθορίζει το βαθμό καταπνίξεως της διαμορφώσεως πλάτους των χρωμοφερουσών συχνοτήτων, εξαρτάται από τη χωρητικότητα διελεύσεως των διόδων. Η μορφή των χρωμοφερουσών, πριν και μετά τον περιορισμό, φαίνεται στο σχήμα 6.4α(δ) και (ε) αντίστοιχα.

Οι αμφίπλευροι διοδικοί περιοριστές συνδέονται πριν από τους διευκρινιστές R – Y και B – Y και με τη ρύθμιση της στάθμης περιορισμού των χρωμοφερουσών συχνοτήτων που γίνεται με την ίδια μεταβλητή αντίσταση [R_4 στο σχήμα 6.4α(α)], παρέχεται η δυνατότητα της ταυτόχρονης ρυθμίσεως του κορεσμού των χρωμάτων.

Ύστερα από τους περιοριστές του πλάτους των χρωμοφερουσών συχνοτήτων, ακολουθούν οι διευκρινιστές ή φωρατές συχνότητας που αναδεικνύουν τα σήματα χρωμοδιαφοράς. Όμοιους φωρατές έχουν και τα τμήματα ήχου των ασπρόμαυρων και εγχρώμων δεκτών· όμως, για τη σωστή αναπαραγωγή των χρωμάτων στην οθόνη του έγχρωμου δέκτη, οι απαιτήσεις από τους διευκρινιστές είναι αυξημένες. Αυτό έχει σχέση και με το ότι στη διεργασία της φωράσεως αποκαθίσταται και η συνεχής συνιστώσα των σημάτων χρωμοδιαφοράς, η οποία ανταποκρίνεται στην αναπαραγωγή των λευκών και μαύρων στοιχείων της έγχρωμης εικόνας. Γι' αυτό το σκοπό, πρέπει οι διευκρινιστές να συνδέονται γαλβανικά με τις επόμενες βαθμίδες.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

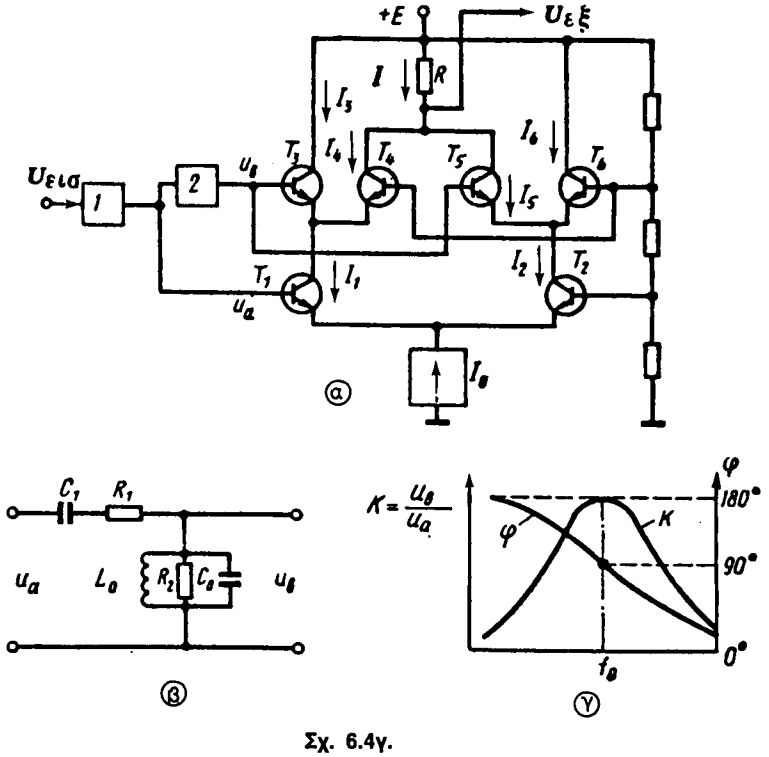


Σχ. 6.46.
Χαρακτηριστικές διευκρινιστών: α) Για το κόκκινο. β) Για το βαθυγάλανο.

Το βασικότερο θέμα στους χρωμοδιευκρινιστές είναι ο ακριβής συντονισμός των κυκλωμάτων τους στις συχνότητες 4,406 MHz για το κόκκινο και 4,25 MHz για το βαθυγάλανο. Οι χαρακτηριστικές των διευκρινιστών φαίνονται στο σχήμα 6.46. Με ακριβή συντονισμό των κυκλωμάτων, οι χαρακτηριστικές των διευκρινιστών διασταυρώνονται με τους άξονες ΔU και Δf στα λεγόμενα ***μηδενικά σημεία*** και επομένως εξασφαλίζεται ακριβής αναπαραγωγή της φωτεινότητας των λευκών στοιχείων της έγχρωμης εικόνας. Στην περίπτωση αυτή, τα σήματα των χρωμοφερουσών συχνοτήτων f_R = 4,406 MHz και f_B = 4,25 MHz αποκλείουν την εμφάνιση τάσεως στην έξοδο των διευκρινιστών.

Αν η ρύθμιση των κυκλωμάτων των διευκρινιστών δεν είναι ακριβής, οι χαρακτηριστικές τους μετατοπίζονται δεξιά ή αριστερά από το σημείο Ο [χαρακτηριστικές 1 και 2 στο σχήμα 6.46(α)] και στις εξόδους εμφανίζονται τάσεις ± ΔU_{R-Y} ή ±ΔU_{B-Y}. Οι τάσεις αυτές συντελούν στη διαταραχή της χρωμομεταφοράς που εκδηλώνεται με το χρωματισμό των λευκών στοιχείων της εικόνας. Έτσι, με αντικανονική ρύθμιση του ***κόκκινου διευκρινιστή,*** χρωματίζονται τα λευκά στοιχεία σε κοκκινωπά ή πρασινωπά και του ***βαθυγάλανου διευκρινιστή,*** σε γαλαζωπά ή πρασινωπά.

Η ακρίβεια αναπαραγωγής των άλλων χρωμάτων της εικόνας εξαρτάται από την κλίση και τη γραμμικότητα των χαρακτηριστικών των διευκρινιστών και από



Σχ. 6.4γ.
Πολλαπλασιαστικός διευκρινιστής.

τη συμμετρική τους τοποθέτηση ως προς τον άξονα Δf. Αν λάβομε υπόψη ότι οι κανονικές τιμές αποκλίσεως των χρωμοφερουσών συχνοτήτων είναι ± 280 kHz για την f_R και ± 230 kHz για την f_B (με ίδια πλάτη των σημάτων D_R' και D_B'), οι χαρακτηριστικές των διευκρινιστών σ' αυτές τις ζώνες συχνοτήτων πρέπει να είναι γραμμικές [σχήμα 6.46(α) και (β)]. Σημειώνομε επίσης ότι η μέγιστη απόκλιση των χρωμοφερουσών συχνοτήτων κατά την εκπομπή των σημάτων χρωμοσυγχρονισμού (f_{RC}, f_{BC}) λαμβάνεται αντίστοιχα ίση με + 350 kHz και – 350 kHz.

Η ολοκληρωμένη τεχνική δίνει ενδιαφέρουσες συνδεσμολογίες διευκρινιστών, από τις οποίες μεγαλύτερη διάδοση πήρε ο λεγόμενος ***πολλαπλασιαστικός διευκρινιστής*** ή ***διευκρινιστής γινομένου.*** Το κύκλωμά του φαίνεται στο σχήμα 6.4γ(α). Αποτελείται από δυο διαφορικούς ενισχυτές (T_1-T_6) που τροφοδοτούνται από κοινή πηγή ρεύματος I_o. Οι συλλέκτες των τρανζίστορ T_4 και T_5 συνδέονται σε κοινό φορτίο R, ενώ οι βάσεις των T_3, T_5 και T_4, T_6 είναι ζευγαρωτά ενωμένες. Τα δυναμικά των βάσεων των τρανζίστορ T_2, T_4 και T_6 είναι σταθεροποιημένα. Η χρωμοφέρουσα συχνότητα, ύστερα από τον περιορισμό του πλάτους της στη βαθμίδα (1), φθάνει στη βάση του τρανζίστορ T_1 άμεσα (U_a) και στις βάσεις των τρανζίστορ T_3 και T_5 (U_6), μέσα από το κύκλωμα στροφής της φάσεως (2). Στη συχνότητα συντονισμού του παράλληλου κυκλώματος του φασοστροφέα L_oC_o [σχήμα 6.4γ(β)] η φάση φ του σήματος εξόδου U_6 διαφέρει κατά 90° από τη φάση του σήματος εισόδου U_a [σχήμα 6.4γ(γ)].

6.5 Οι συγχρονοφωρατές του συστήματος PAL.

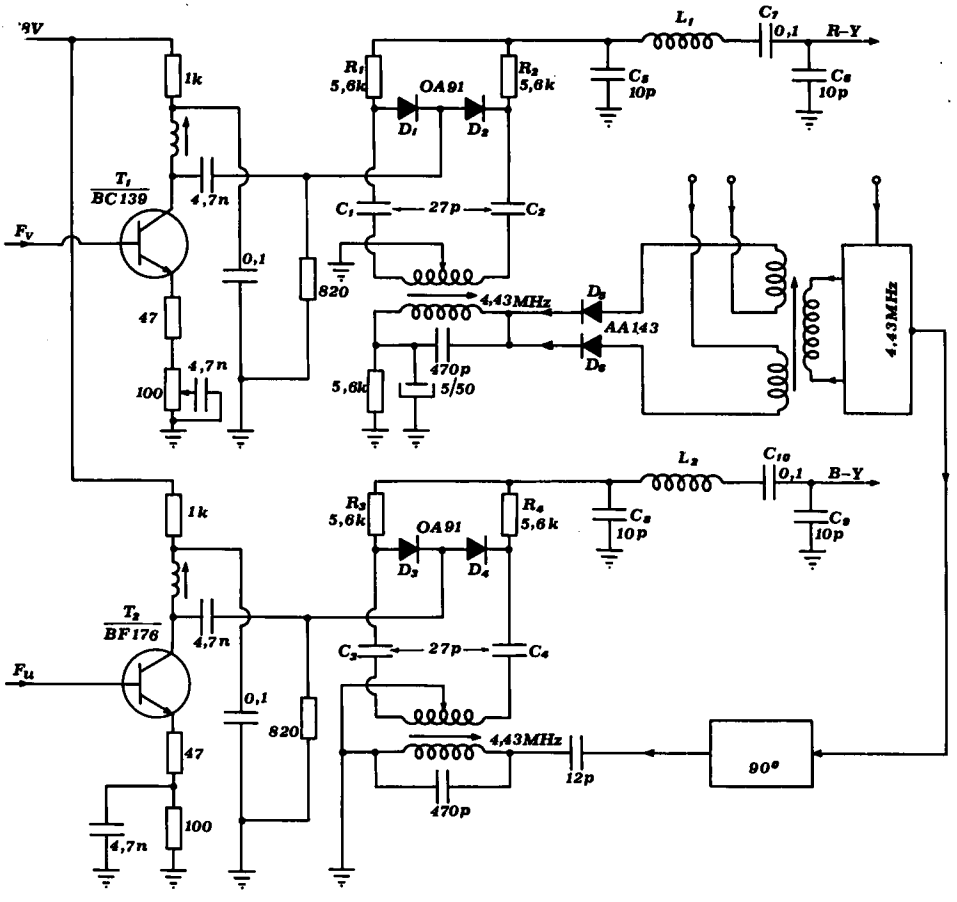
Το τμήμα χρωμικότητας του δέκτη PAL δεν έχει περιοριστή του πλάτους της χρωμοφέρουσας συχνότητας, αφού στο σύστημα αυτό η πληροφορία για το χρώμα μεταφέρεται με διαμόρφωση πλάτους. Έτσι, το σήμα χρωμικότητας του συστήματος PAL, ύστερα από την επιβραδυντική γραμμή και τις βαθμίδες αθροίσεως και αφαιρέσεως (βλ. σχήμα 5.4), εφαρμόζεται στους συγχρονοφωρατές. Εδώ θα γίνει η ανάδειξη των σημάτων χρωμοδιαφοράς R – Y και B – Y.

Ας παρουσιάσομε μια συνδεσμολογία συγχρονοφωρατών για δέκτη PAL (σχ. 6.5α).

Τα σήματα F_v και F_u, από την έξοδο της γραμμής καθυστερήσεως (σχ. 5.4) και μέσα από τις ενισχυτικές βαθμίδες με τα τρανζίστορ T_1 και T_2, φθάνουν αντίστοιχα στους συγχρονοφωρατές R – Y και B – Y. Οι τελευταίοι συγκροτούνται από ίδιες διόδους D_1, D_2 και D_3, D_4 και τα κυκλώματά τους είναι εντελώς όμοια.

Κάθε φωρατής δέχεται ακόμη και την τάση της χρωμοφέρουσας συχνότητας f_c = 4,43 MHz μέσα από ένα μετασχηματιστή, του οποίου το δευτερεύον έχει μεσαία λήψη γειωμένη. Στο φωρατή (R – Y) η χρωμοφέρουσα συχνότητα εφαρμόζεται μέσα από το γνωστό μεταλλάκτη PAL (δίοδοι D_5, D_6), και στο φωρατή (B – Y) μέσα από ένα κύκλωμα στροφής της φάσεως κατά 90°.

Η αποδιαμόρφωση των δύο σημάτων γίνεται με τον ίδιο τρόπο. Με την εφαρμογή της τάσεως της χρωμοφέρουσας συχνότητας, οι δίοδοι D_1, D_2 και D_3, D_4 άγουν και, όπως είναι σε σειρά συνδεσμολογημένες, φορτίζουν αντίστοιχα τους πυκνωτές C_1, C_2 και C_3, C_4 με ίσες και αντίθετες τάσεις. Έτσι, η τάση μεταξύ του κοινού σημείου συνδέσεως των αντιστάσεων R_1, R_2 και R_3, R_4, από τη μια μεριά και της γειώσεως από την άλλη, είναι μηδενική. Όταν, τώρα, ενεργούν τα σήματα F_v και F_u στον κοινό κόμβο των διόδων D_1, D_2 και D_3, D_4 αντίστοιχα, εξαιτίας της διαφοράς φάσεως μεταξύ αυτών και της τάσεως της χρωμοφέρουσας συχνότητας, τα ρεύματα των δύο διόδων σε κάθε φωρατή μεταβάλλονται και μαζί τους και η τάση στις



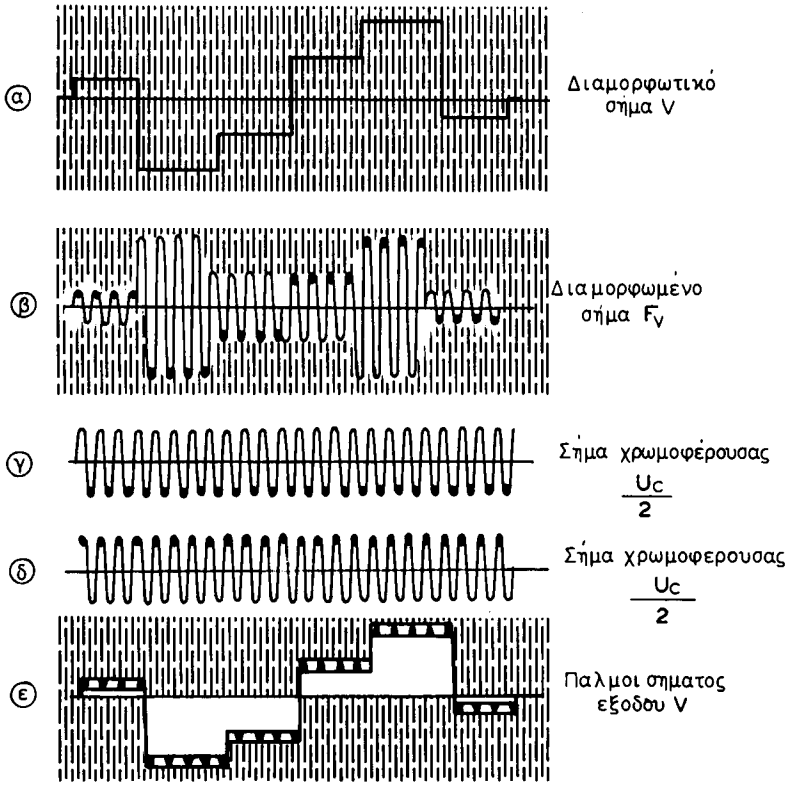
Σχ. 6.5α.
Συνδεσμολογία συγχρονοφωρατών (R-Y) και (B-Y).

εξόδους τους. Σημειώνομε ότι η διαφορά φάσεως μεταξύ του σήματος της χρωμοφέρουσας συχνότητας και των χρωμοσημάτων προκύπτει από το ότι τα τελευταία μεταφέρονται με τις πλευρικές ζώνες του διαμορφωμένου κύματος, των οποίων οι συχνότητές είναι μεγαλύτερες και μικρότερες από τη συχνότητα της χρωμοφέρουσας.

Στο σχήμα 6.5β δίνεται η γραφική παράσταση της σύγχρονης φωράσεως με τους συγχρονοφωρατές του (σχ. 6.5α). Εδώ είναι: α) το διαμορφωτικό σήμα V, β) το διαμορφωμένο σήμα F_v, γ) και δ) το σήμα της χρωμοφέρουσας συχνότητας στα δύο μισά του δευτερεύοντος του μετασχηματιστή εφαρμογής του στις διόδους και ε) οι παλμοί της τάσεως φορτίσεως του πυκνωτή C_5 στην έξοδο του συγχρονοφωρατή R – Y. Η τάση αυτή, που προκύπτει από τη ***δειγματοληπτική*** δράση της χρωμοφέρουσας συχνότητας, εξομαλύνεται με το φίλτρο $L_1C_5C_6C_7$ και δίνει το σήμα χρωμικότητας V. Μια ανάλογη γραφική παράσταση μπορεί να γίνει και για τη σύγχρονη φώραση του σήματος F_u.

Ας σημειώσομε ότι η τάση της χρωμοφέρουσας συχνότητας μπορεί να δράσει ***δειγματοληπτικά*** μόνο όταν το πλάτος της (γύρω στα 5 V) είναι μεγαλύτερο από το πλάτος του διαμορφωμένου χρωμοσήματος (περίπου 1 V). Τέλος, πρέπει να πούμε ότι μερικοί δέκτες PAL

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958



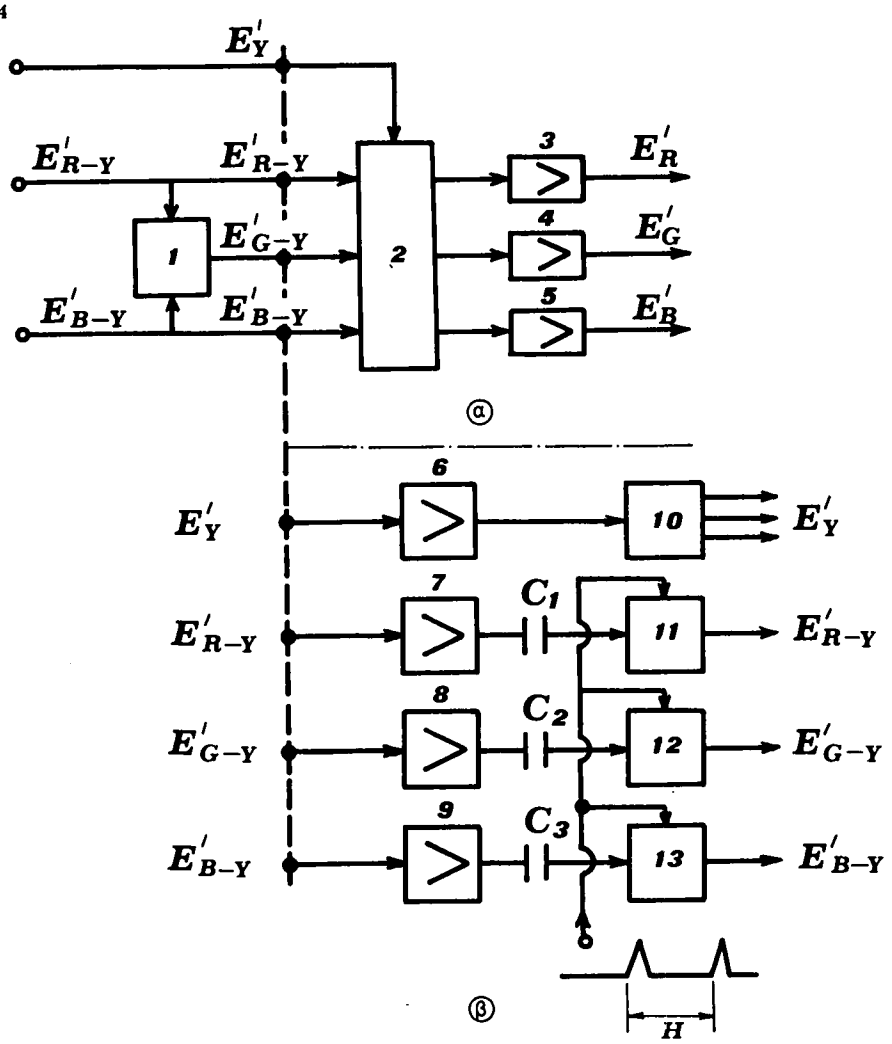
Σχ. 6.56.
Γραφική παράσταση της σύγχρονης φωράσεως του σήματος F_v.

χρησιμοποιούν διοδικές γέφυρες για τη συγκρότηση των συγχρονοφωρατών. Η λειτουργία τους είναι ίδια με την προηγούμενη. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και τρανζίστορ, πράγμα που εφαρμόζεται στην ολοκληρωμένη τεχνική.

6.6 Η αποκωδικοποιητική μήτρα.

Η αποκωδικοποιητική μήτρα προορίζεται για τη μορφοποίηση των τελικών χρωμοσημάτων που θα εφαρμοσθούν στα ηλεκτρόδια του έγχρωμου εικονογράφου. Η σύνθεση της μήτρας που είναι ίδια για τους δέκτες SECAM και PAL, εξαρτάται από τον τρόπο εφαρμογής των σημάτων στον έγχρωμο εικονογράφο. Υπάρχουν δύο τρόποι συνδεσμολογίας του εικονογράφου: στον ένα χρησιμοποιούνται τα βασικά σήματα E'_R, E'_G και E'_B και στον άλλον, τα σήματα χρωμοδιαφοράς E'_{R-Y}, E'_{G-Y} και E'_{B-Y}. Και στις δύο περιπτώσεις παράγεται πρώτα το σήμα E'_{G-Y}.

Όταν χρησιμοποιούνται τα βασικά σήματα [σχήμα 6.6α(α)], το σήμα φωτεινότητας και τα τρία σήματα χρωμοδιαφοράς (η χρωμοδιαφορά E'_{G-Y} παράγεται



Σχ. 6.6α.
Διάγραμμα μητροποιήσεως RGB και R-Y, G-Y, B-Y.

στη μήτρα 1) οδηγούνται στη μήτρα (2), όπου μορφοποιούνται τα σήματα E'_R, E'_G και E'_B. Τα σήματα αυτά ενισχύονται από τους ενισχυτές (3), (4) και (5) και με αρνητική πολικότητα εφαρμόζονται στις καθόδους του εικονογράφου. Στις περισσότερες περιπτώσεις, με τέτοια μέθοδο οδηγήσεως του εικονογράφου χρησιμοποιείται γαλβανική σύζευξη μεταξύ όλων των βαθμίδων, από τις εξόδους των φωρατών ως τις καθόδους του εικονογράφου. Έτσι, η συνεχής συνιστώσα των σημάτων δεν χάνεται.

Χρησιμοποιώντας τα σήματα χρωμοδιαφοράς για την οδήγηση του εικονογράφου [σχ. 6.6α(6)], το σήμα φωτεινότητας ενισχύεται από τη βαθμίδα (6) και

εφαρμόζεται στις καθόδους του εικονογράφου, αφού περάσει από το ρυθμιστή ισοσταθμίσεως του λευκού (10). Τα σήματα χρωμοδιαφοράς ενισχύονται από τις βαθμίδες (7), (8) και (9) και μέσα από τους πυκνωτές C_1, C_2, C_3 και τα κυκλώματα αποκαταστάσεως της συνεχούς συνιστώσας (11), (12) και (13) εφαρμόζονται στα οδηγά πλέγματα του εικονογράφου.

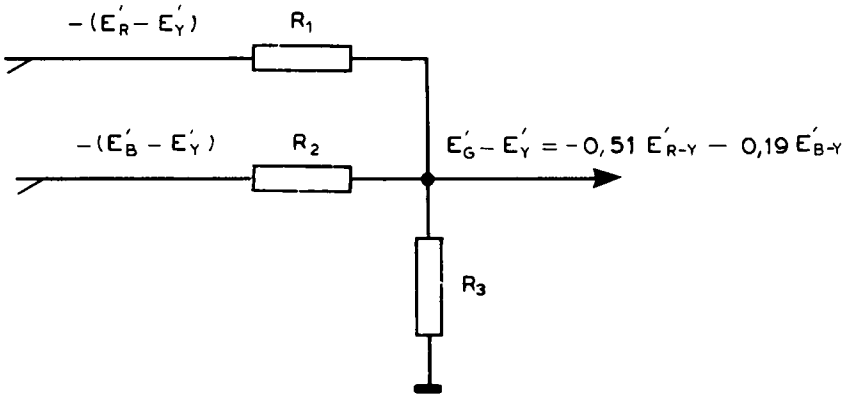
Χρησιμοποιούνται και οι δύο τρόποι οδηγήσεως του εικονογράφου. Η οδήγηση με τα σήματα E'_R, E'_G και E'_B, που λέγεται και οδήγηση RGB, έχει το πλεονέκτημα της ακρίβειας στη μητροποίηση και της απλότητας στη ρύθμιση της ισοσταθμίσεως του λευκού. Η κάποια συνθετότητα του κυκλώματος μητροποιήσεως ξεπερνιέται σήμερα με τη χρησιμοποίηση της ολοκληρωμένης τεχνικής.

Ας δούμε τώρα πως παράγεται το σήμα της χρωμοδιαφοράς E'_{G-Y}.

Τα δύο σήματα χρωμοδιαφοράς E'_{R-Y} και E'_{B-Y} φθάνουν στη μήτρα 1 (σχ. 6.6α), όπου μορφοποιείται το σήμα E'_{G-Y}, σύμφωνα με τη γνωστή σχέση:

$$E'_{G-Y} = -0{,}51E'_{R-Y} - 0{,}19E'_{B-Y}$$

Στην πιο απλή περίπτωση η μήτρα αυτή αποτελείται από τρεις αντιστάσεις, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.6β. Το μειονέκτημα του κυκλώματος αυτού είναι η παρασιτική σύζευξη μεταξύ των σημάτων E'_{R-Y} και E'_{B-Y} που δημιουργεί παραμόρφωση χρωμομεταφοράς. Για την αποφυγή της παραμορφώσεως αυτής χρησιμοποιούνται διαχωριστικές βαθμίδες.

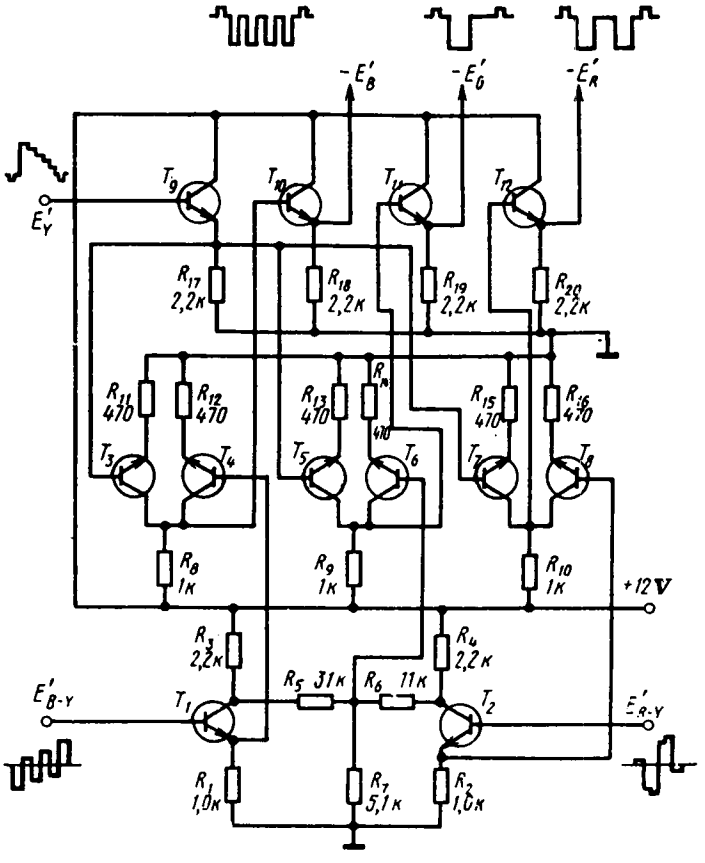


Σχ. 6.6β.

Απλή μήτρα παραγωγής σήματος E_{G-Y}.

Στους σύγχρονους δέκτες η μητροποίηση των σημάτων E'_{G-Y}, E'_R, E'_G και E'_B γίνεται μ' ένα τμήμα ολοκληρωμένου κυκλώματος που εκτελεί ταυτόχρονα και άλλες λειτουργίες. Η συνδεσμολογία ενός τέτοιου τμήματος φαίνεται στο σχήμα 6.6γ.

Τα σήματα χρωμοδιαφοράς E'_{R-Y} και E'_{B-Y} εφαρμόζονται στις βάσεις των τρανζίστορ T_1 και T_2. Στους συλλέκτες αυτών των τρανζίστορ συνδέεται η μήτρα του σήματος E'_{G-Y} που αποτελείται από τις αντιστάσεις R_5, R_6, R_7. Τα



Σχ. 6.6γ.
Μήτρα RGB με τμήμα ολοκληρωμένου κυκλώματος.

τρανζίστορ συγκροτούν διαχωριστικές βαθμίδες που αποτρέπουν τις διασταυρούμενες παραμορφώσεις μεταξύ των σημάτων E'_{R-Y} και E'_{B-Y}.

Η μορφοποίηση των σημάτων E'_R, E'_G και E'_B γίνεται στους αθροιστές που είναι κατασκευασμένοι με τα τρανζίστορ T_3-T_8. Στις βάσεις των T_4, T_6 και T_8 εφαρμόζονται αντίστοιχα τα σήματα E'_{B-Y}, E'_{G-Y} και E'_{R-Y}. Στις βάσεις των T_3, T_5 και T_7 εφαρμόζεται το σήμα E'_Y, μέσα από το κύκλωμα εκπομπού του τρανζίστορ T_9. Στις κοινές αντιστάσεις φορτίου R_8, R_9 και R_{10} των τρανζίστορ T_3 T_4, T_5T_6 και T_7T_8 εμφανίζονται αντίστοιχα τα σήματα E'_B, E'_G και E'_R. Τα σήματα αυτά, μέσα από τα κυκλώματα εκπομπών των τρανζίστορ T_{10}, T_{11} και T_{12}, οδηγούνται στους τελικούς χρωμοενισχυτές του δέκτη, τους οποίους εξετάζομε στη συνέχεια.

6.7 Οι τελικοί χρωμοενισχυτές.

Είπαμε ότι υπάρχουν δύο μέθοδοι οδηγήσεως του έγχρωμου εικονογράφου. Με τη μία, το σήμα φωτεινότητας εφαρμόζεται στις τρεις ενωμένες καθόδους

του εικονογράφου και τα τρία σήματα χρωμοδιαφοράς, χωριστά στα τρία πλέγματά του. Με την άλλη μέθοδο, τα τρία βασικά χρωμοσήματα εφαρμόζονται χωριστά στις τρεις καθόδους του εικονογράφου και οι συνεχείς συνιστώσες των σημάτων αυτών, στα τρία πλέγματά του. Ανεξάρτητα όμως από τη μέθοδο οδηγήσεως, η αυξομοίωση των εντάσεων των ηλεκτρονικών ακτίνων του εικονογράφου θα εξαρτάται από τα βασικά σήματα E'_R, E'_G και E'_B. Αυτό σημαίνει ότι κατά την πρώτη μέθοδο οδηγήσεως ο έγχρωμος εικονογράφος παίζει το ρόλο της μήτρας μορφοποιήσεως των σημάτων E'_R, E'_G και E'_B από τα σήματα E'_Y, E'_{R-Y}, E'_{G-Y} και E'_{B-Y}, σύμφωνα με τις σχέσεις:

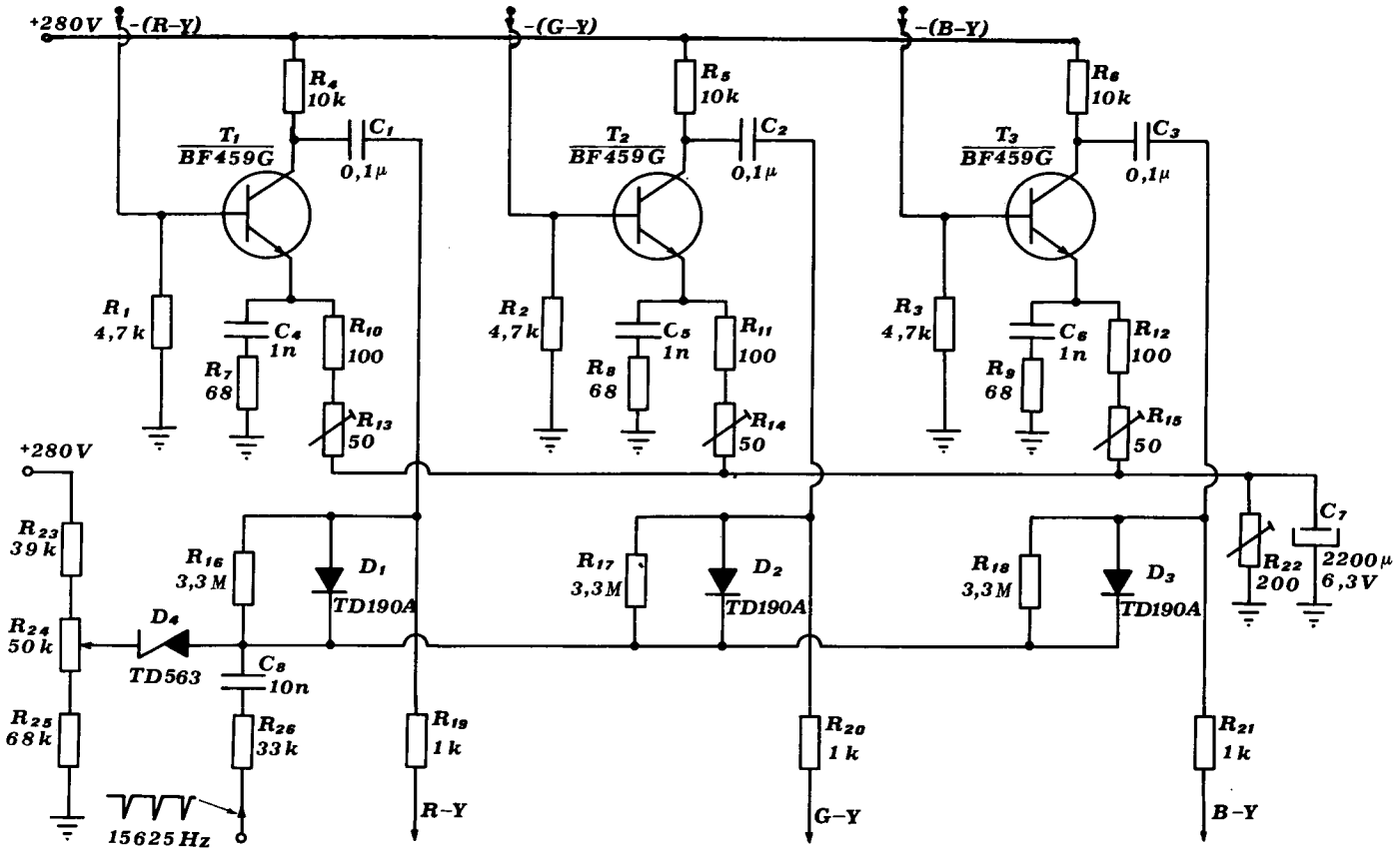
$$\begin{aligned} E'_{R-Y} + E'_Y &= E'_R - E'_Y + E'_Y = E'_R, \\ E'_{G-Y} + E'_Y &= E'_G - E'_Y + E'_Y = E'_G, \\ E'_{B-Y} + E'_Y &= E'_B - E'_Y + E'_Y = E'_B. \end{aligned} \tag{6.1}$$

Έτσι, μαζί με τις μεθόδους οδηγήσεως του εικονογράφου υπάρχουν και δύο είδη τελικών ενισχυτών χρωμικότητας: οι ενισχυτές των σημάτων χρωμοδιαφοράς (R – Y), (G – Y) και (B – Y) και οι ενισχυτές των βασικών σημάτων RGB. Μεταξύ των ενισχυτών αυτών υπάρχουν διαφορές, τις οποίες θα γνωρίσομε στη συνέχεια.

Στο σχήμα 6.7α φαίνεται μια συνδεσμολογία που παρέχει στην έξοδό της τα τρία σήματα χρωμοδιαφοράς με ζώνη συχνοτήτων 0-1,5 MHz και με θετική πολικότητα, όπως εφαρμόζονται χωριστά στα τρία οδηγά πλέγματα του εικονογράφου. Το σήμα φωτεινότητας παρέχεται από τον αντίστοιχο ενισχυτή με ζώνη συχνοτήτων 0-5 MHz και εφαρμόζεται στις τρεις ενωμένες καθόδους του εικονογράφου με αρνητική πολικότητα (ισοδυναμεί με εφαρμογή του στο πλέγμα με θετική πολικότητα, όπως απαιτούν οι σχέσεις 6.1).

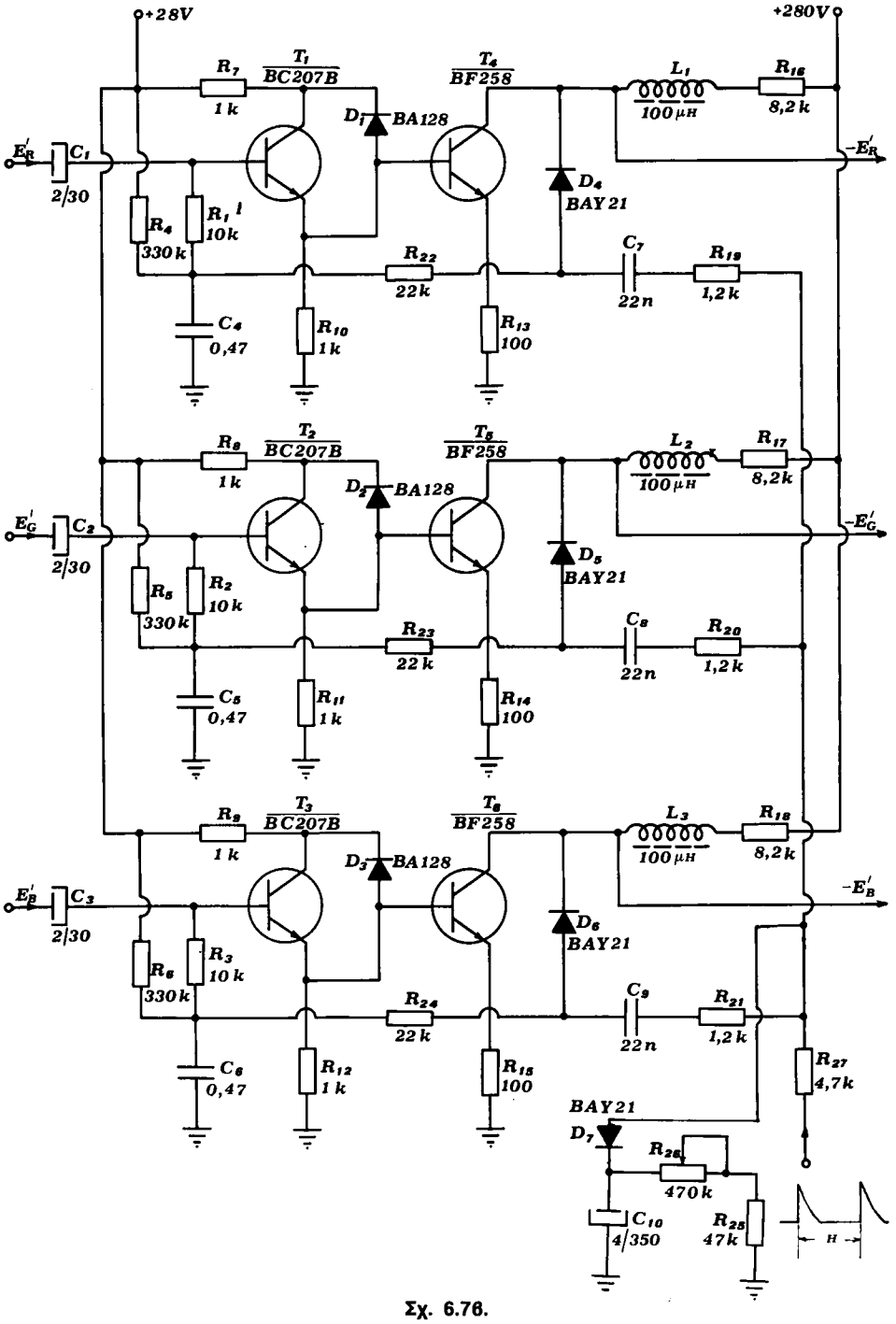
Οι βαθμίδες του ενισχυτή είναι απλές και συγκροτούνται με αντιστάσεις και πυκνωτές χωρίς στοιχεία για τη διεύρυνση της αποκρίσεώς τους στις υψηλότερες συχνότητες, αφού η ζώνη των ενισχυόμενων συχνοτήτων είναι στενή (0-1,5 MHz). Για την εξασφάλιση σταθερότητας στην αναλογία των αρχικών σημάτων, θα έπρεπε η σύζευξη των τελικών ενισχυτών με τους φωρατές, από τη μια μεριά, και με τα οδηγά πλέγματα του εικονογράφου, από την άλλη, να είναι γαλβανική. Με γαλβανική όμως σύζευξη δημιουργούνται μερικά προβλήματα στη διατήρηση σταθερών συνεχών τάσεων στα οδηγά πλέγματα του εικονογράφου, γι' αυτό χρησιμοποιούνται οι τρεις συζευκτικοί πυκνωτές C_1, C_2 και C_3. Αλλά τώρα απουσιάζει η συνεχής συνιστώσα των σημάτων χρωμοδιαφοράς που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση σταθερότητας στην αναλογία των βασικών σημάτων χρωμικότητας.

Για την αποκατάσταση της συνεχούς συνιστώσας προορίζονται οι δίοδοι D_1, D_2 και D_3 που οδηγούνται από τους παλμούς επιστροφής γραμμών. Οι παλμοί αυτοί που εφαρμόζονται μέσα από το κύκλωμα R_{26} C_8, ανοίγουν τις διόδους και μέσα από τη μικρή εσωτερική τους αντίσταση εφαρμόζεται στα πλέγματα μια σταθερή συνεχής τάση, επάνω στην οποία ***προσδένονται*** τα σήματα χρωμοδιαφοράς. Η τάση αυτή παρέχεται από το διαιρέτη R_{23}, R_{24}, R_{25} και μέσα από τη σταθεροποιητική δίοδο D_4. Κατά την αναπαραγωγή ασπρόμαυρης εικόνας που χρειάζεται μόνο το σήμα φωτεινότητας, τα σήματα χρωμοδιαφοράς δεν



Σχ. 6.7α.
Συνδεσμολογία τελικού ενισχυτή σημάτων χρωμοδιαφοράς.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956



Σχ. 6.76.
Συνδεσμολογία τελικού ενισχυτή RGB.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

υπάρχουν και τα οδηγά πλέγματα του εικονογράφου έχουν τη συνεχή τάση που παρέχεται από τον παραπάνω διαιρέτη.

Μια συνδεσμολογία τελικού ενισχυτή RGB φαίνεται στο σχήμα 6.76. Τα βασικά σήματα που παρέχονται στην έξοδο του ενισχυτή με αρνητική πολικότητα και με ζώνη συχνοτήτων 0-5 MHz εφαρμόζονται χωριστά στις τρεις καθόδους του εικονογράφου. Η πλατιά αυτή ζώνη διελεύσεως των βαθμίδων του ενισχυτή (0-5 MHz) είναι απαραίτητη, αφού από τις ίδιες βαθμίδες περνούν τώρα και οι συνιστώσες του σήματος φωτεινότητας. Για την εξασφάλιση της ζώνης αυτής των συχνοτήτων, οι βαθμίδες έχουν στοιχεία που επεκτείνουν την καμπύλη αποκρίσεως προς τις υψηλότερες συχνότητες (αυτεπαγωγές L_1, L_2 και L_3). Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι οι τελικοί χρωμοενισχυτές RGB, τόσο από πλευράς συγκροτήσεως όσο και από πλευράς επιδόσεων, δεν διαφέρουν από τους αντίστοιχους ενισχυτές εικόνας των ασπρόμαυρων δεκτών.

Το σοβαρότερο μειονέκτημα των ενισχυτών αυτών είναι η ιδιαίτερη φροντίδα που απαιτείται για να γίνουν και να διατηρηθούν ίσα τα σήματα E'_R, E'_G και E'_B. Όταν τα σήματα αυτά δεν είναι ίσα, δε μπορεί να διατηρηθεί καθαρό το λευκό (αποκτά κάποιο χρώμα). Για την εξασφάλιση σταθερής απολαβής από τον ενισχυτή, χρησιμοποιείται η προενίσχυση με κοινούς συλλέκτες (ολική αρνητική ανάδραση), κυκλώματα αντισταθμίσεως των μεταβολών των ρευμάτων από τη θερμοκρασία, σταθεροποίηση των τροφοδοτικών τάσεων κλπ. Οι τάσεις εξόδου των ενισχυτών είναι ίσες και κυμαίνονται από 30 έως 80 V.

Στη συνδεσμολογία του σχήματος 6.76 χρησιμοποιούνται οι ζευκτικοί πυκνωτές C_1, C_2 και C_3 που αποκόπτουν τη συνεχή συνιστώσα των σημάτων. Η αποκατάστασή της γίνεται με τη βοήθεια των διόδων D_4, D_5 και D_6, όπως και στην προηγούμενη συνδεσμολογία (σχήμα 6.7α). Εδώ, οι παλμοί επιστροφής γραμμών εφαρμόζονται ταυτόχρονα και στις βάσεις των τρανζίστορ T_1, T_2 και T_3 μέσα από τις αντιστάσεις R_{22}, R_{23} και R_{24}. Έτσι εξασφαλίζεται και η αμαύρωση των γραμμών επιστροφής, ενώ η αμαύρωση της επιστροφής των πεδίων μπορεί να γίνει από τα πλέγματα του εικονογράφου.

6.8 Συνδεσμολογίες ασπρόμαυρων και εγχρώμων εικονογράφων.

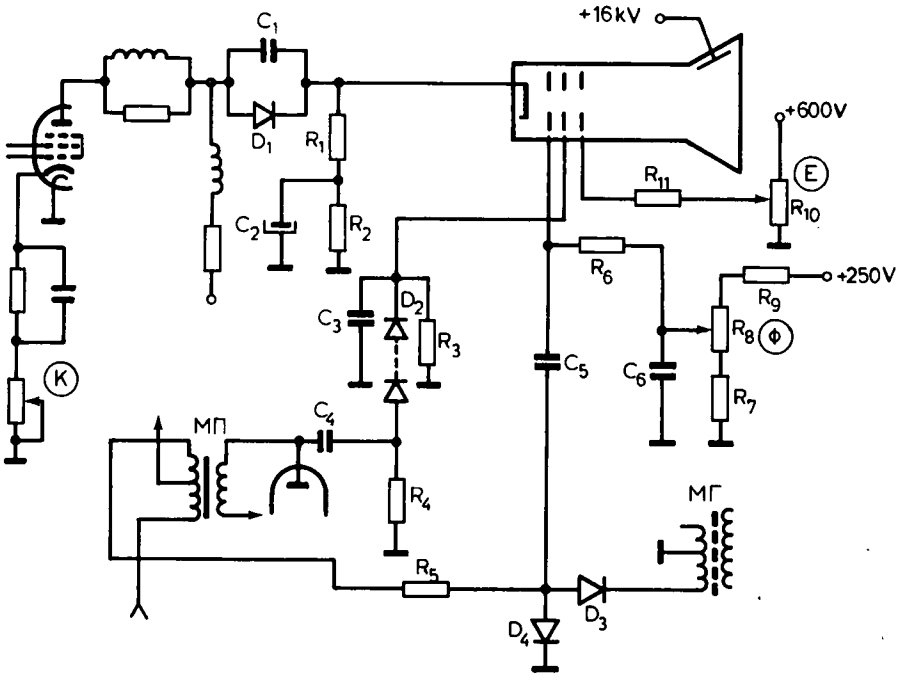
Ο εικονογράφος του ασπρόμαυρου δέκτη τηλεοράσεως, εκτός από τα κυκλώματα εφαρμογής των συνεχών τάσεων στα διάφορα ηλεκτρόδιά του, διαθέτει και μερικά ακόμη κυκλώματα που έχουν σκοπό να περιορίζουν το ρεύμα της δέσμης του, να μην επιτρέπουν την εμφάνιση φωτεινής κηλίδας στην οθόνη του κατά την αποσύνδεση του δέκτη και να εξασφαλίζουν την αμαύρωση της οθόνης κατά την οριζόντια και κατακόρυφη επιστροφή της δέσμης, όταν δεν υπάρχει τηλεοπτικό σήμα.

Θα εξετάσομε μερικά από αυτά τα κυκλώματα που φαίνονται στη συνδεσμολογία του εικονογράφου του σχήματος 6.8α.

6.8.1 Περιορισμός του ρεύματος της δέσμης.

Όταν το ρεύμα της δέσμης από οποιαδήποτε αιτία αυξηθεί υπερβολικά, φθείρεται γρηγορότερα το στρώμα εκπομπής της καθόδου του σωλήνα και ακόμη κινδυνεύει από κάψιμο η οθόνη του, αν σχηματιστεί σ' αυτή μια έντονη φωτεινή κηλίδα.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 6.8α.
Ολοκληρωμένη συνδεσμολογία του εικονογράφου ενός δέκτη τηλεοράσεως.

Για τον περιορισμό του ρεύματος της δέσμης του σωλήνα και την αποτροπή εμφανίσεως φωτεινής κηλίδας στην οθόνη του προορίζεται το κύκλωμα που σχηματίζεται από τη δίοδο D_1, τις αντιστάσεις R_1, R_2 και τους πυκνωτές C_1, C_2.

Η κάθοδος του σωλήνα γειώνεται μέσα από τις αντιστάσεις R_1, R_2 από τις οποίες κλείνει και το ρεύμα της δέσμης, αφού η δίοδος δεν είναι αγώγιμη γι' αυτό. Σε κανονική λειτουργία η δίοδος άγει και το σήμα εικόνας φθάνει στην κάθοδο του σωλήνα: η συνεχής συνιστώσα μέσα από τη δίοδο D_1 και η εναλλασσόμενη μέσα από τον πυκνωτή C_1. Με αύξηση του ρεύματος της δέσμης επάνω από ορισμένο όριο (150 - 200 μA), η πτώση τάσεως στις αντιστάσεις R_1, R_2 μεγαλώνει και ενεργεί ως αρνητική πόλωση για να περιορίσει, τελικά, το ρεύμα της δέσμης.

6.8.2 Αποτροπή δημιουργίας κηλίδας.

Όταν κλείνομε το δέκτη τηλεοράσεως, παύουν αμέσως να λειτουργούν τα τμήματα της οριζόντιας και της κατακόρυφης αποκλίσεως της δέσμης του σωλήνα. Όμως η κάθοδος είναι ακόμη θερμή και εξακολουθεί για κάποιο μικρό χρονικό διάστημα να εκπέμπει ηλεκτρόνια. Επειδή και η υπερυψηλή τάση πέφτει αργά, τα ηλεκτρόνια αυτά επιταχύνονται και στο κέντρο της οθόνης σχηματίζεται ένα πολύ ισχυρό φωτεινό στίγμα. Το στίγμα αυτό μπορεί σιγά - σιγά να κάψει την οθόνη σ' εκείνο το σημείο και να δημιουργηθεί μια μαύρη κηλίδα, που ποτέ πια δεν εξαφανίζεται.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Στο σχήμα 6.8α ο ηλεκτρολυτικός πυκνωτής C_2 (30 μF) φορτίζεται μέσω της διόδου D_1 όταν ο δέκτης εργάζεται. Με το κλείσιμο του δέκτη, η τάση στο οδηγό πλέγμα του σωλήνα μηδενίζεται, ενώ η τάση στην κάθοδο διατηρείται όσο ο πυκνωτής παραμένει φορτισμένος. Έτσι, ο σωλήνας είναι πολωμένος σε δυναμικό μεγαλύτερο από εκείνο της αποκοπής και τα ηλεκτρόνια δεν μπορούν να φθάσουν στην οθόνη. Ο πυκνωτής μπορεί να εκφορτισθεί μονο μέσω της σχετικά μεγάλης αντιστάσεως R_2 (560 kΩ), αφού η δίοδος D_1 εμποδίζει την εκφόρτισή του από οποιοδήποτε άλλο δρόμο. Η σταθερά χρόνου του κυκλώματος R_2C_2 είναι υπολογισμένη έτσι, ώστε η εκφόρτιση του πυκνωτή να γίνει σε τόσο χρονικό διάστημα, όσο χρειάζεται για να σταματήσει η εκπομπή της καθόδου του σωλήνα ύστερα απο το κλείσιμο του δέκτη.

6.8.3 Αμαύρωση γραμμών επιστροφής.

Η ηλεκτρονική δέσμη του καθοδικού σωλήνα αποκόπτεται κατά την οριζόντια και κατακόρυφη επιστροφή της με τη βοήθεια των αντιστοίχων παλμών αμαυρώσεως, που μεταφέρει το τηλεοπτικό σήμα και που ενεργούν στην κάθοδο του σωλήνα. Υπάρχει όμως πιθανότητα να φανούν οι επιστροφές της δέσμης όταν η φωτεινότητα της εικόνας είναι μεγάλη ή η αντίθεση μικρή. Ακόμη, γραμμές επιστροφής θα φαίνονται όταν δεν υπάρχει τηλεοπτικό σήμα. Για την αποφυγή της εμφανίσεως γραμμών επιστροφής, οι δέκτες τηλεοράσεως διαθέτουν κυκλώματα που μαυρίζουν την οθόνη κατά την επιστροφή της δέσμης και που λειτουργούν ανεξάρτητα από το αν υπάρχει ή όχι τηλεοπτικό σήμα.

Στη συνδεσμολογία του σχήματος 6.8α η αμαύρωση των επιστροφών της δέσμης εξασφαλίζεται με το κύκλωμα που αποτελείται από τις διόδους D_3, D_4 την αντίσταση R_5 και τον πυκνωτή C_5. Η βασική φωτεινότητα της εικόνας ρυθμίζεται με το κύκλωμα που σχηματίζουν οι αντιστάσεις R_6, R_7, R_9, το ποτανσιόμετρο H_8 και ο πυκνωτής C_6. Το πλέγμα επιταχύνσεως του σωλήνα τροφοδοτείται με τάση 400 - 500 V που δημιουργείται με ανόρθωση των παλμών σαρώσεως πλαισίων από τον ανορθωτή D_2. Η τέτοια τροφοδότηση του πλέγματος επιταχύνσεως έχει ένα πλεονέκτημα. Όταν το τμήμα της κατακόρυφης σαρώσεως του δέκτη πάθει κάποια βλάβη, η τάση στο ηλεκτρόδιο αυτό του σωλήνα ελαττώνεται και αποκλείεται η δυνατότητα εμφανίσεως στην οθόνη μιας φωτεινής οριζόντιας γραμμής που μπορεί να προκαλέσει το κάψιμο της φθορίζουσας ύλης. Τέλος, με τη βοήθεια του ποτανσιομέτρου R_{10} ρυθμίζεται η τάση τροφοδοτήσεως του ηλεκτροδίου εστιάσεως του σωλήνα για τη σμίκρυνση του φωτεινού στίγματος στην οθόνη του.

Οι συνδεσμολογίες των εγχρώμων εικονογράφων θα πρέπει να διαθέτουν όλα εκείνα τα κυκλώματα που είδαμε στον ασπρόμαυρο εικονογράφο. Θα πρέπει, π.χ., να διαθέτουν κύκλωμα περιορισμού των ρευμάτων των ακτίνων, κύκλωμα αποτροπής δημιουργίας φωτεινής κηλίδας στην οθόνη κατά την αποσύνδεση του δέκτη, κυκλώματα που εξασφαλίζουν την αμαύρωση της οθόνης κατά την οριζόντια και κατακόρυφη επιστροφή των ηλεκτρονικών ακτίνων και τέλος τα κυκλώματα εφαρμογής των τροφοδοτικών τάσεων στα διάφορα ηλεκτρόδιά τους.

Μια ιδιομορφία των συνδεσμολογιών των εγχρώμων εικονογράφων είναι ότι διαθέτουν μια σειρά από μεταβλητές αντιστάσεις και μερικούς διακόπτες. Επίσης, η παρουσία εδώ των ***εκκενωτών*** είναι περισσότερο απαραίτητη απ' ό,τι

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

στους ασπρόμαυρους εικονογράφους.

Οι μεταβλητές αντιστάσεις χρειάζονται για την εξασφάλιση της ισοσταθμίσεως του λευκού και οι διακόπτες, ή, όπως λέγονται, οι ***αποσυνδέτες*** των ηλεκτρονικών πυροβόλων, για την αποσύνδεση των τελευταίων, όταν ρυθμίζεται η καθαρότητα του χρώματος και η μητροποίηση. Τέλος, οι εκκενωτές προστατεύουν τα στοιχεία του κυκλώματος από σπινθήρες που μπορούν να δημιουργηθούν μεταξύ των ηλεκτροδίων του εικονογράφου.

Μια από τις αιτίες δημιουργίας τέτοιων σπινθήρων είναι η δράση των ηλεκτροστατικών δυνάμεων, οι οποίες αποσπούν μικρότατα φορτισμένα σωματίδια. Τα σωματίδια αυτά μετατοπίζονται στο χώρο των ηλεκτροδίων και απωθούμενα μεταξύ τους αποδίδουν μεγάλη ενέργεια με τη μορφή ηλεκτρικού τόξου. Η μέγιστη τάση που δημιουργείται μεταξύ των φορτίων αυτών μπορεί να είναι από τη μισή ως ολόκληρη την τιμή της υπερυψηλής τάσεως του εικονογράφου. Σε μερικές περιπτώσεις προκαλούνται σπινθήρες από την εκφόρτιση της χωρητικότητας που σχηματίζεται μεταξύ της εσωτερικής και της γειωμένης εξωτερικής επαλείψεως του περιβλήματος του εικονογράφου.

Όλοι οι εκκενωτές, με εξαίρεση τον εκκενωτή του εστιακού ηλεκτροδίου, έχουν ***τυπωμένη*** κατασκευή, με διάσταση σχισμής στην πλακέτα 0,4 ± 0,05 mm, και είναι τοποθετημένοι στη βάση του εικονογράφου.

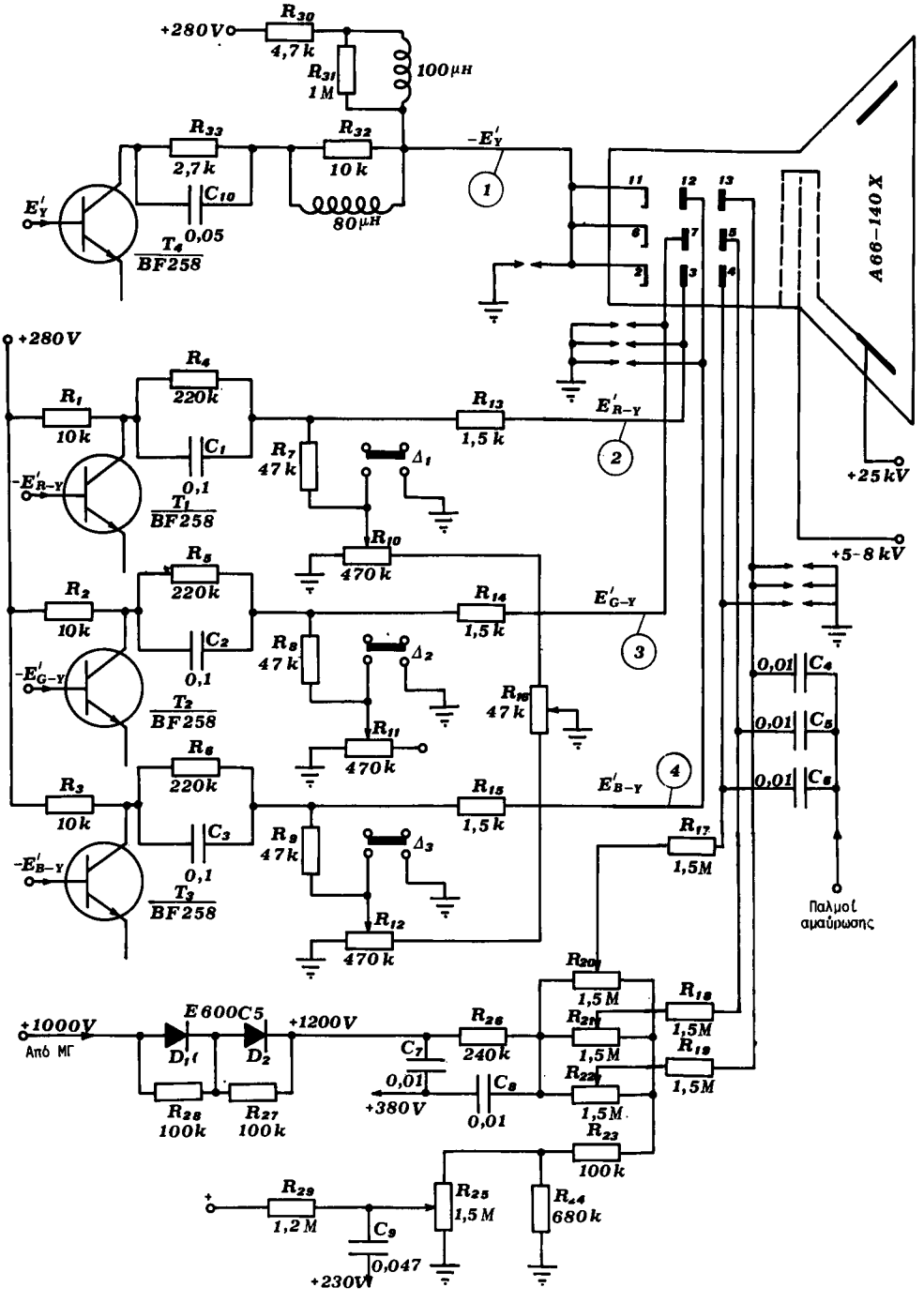
Η τάση των στατικών φορτίων στους εκκενωτές των επιταχυντικών ηλεκτροδίων, των οδηγών πλεγμάτων και των καθόδων κυμαίνεται από 1,5-3 kV. Η ίδια τάση στα εστιακά ηλεκτρόδια είναι 6,5-8 kV. Το κύκλωμα τροφοδοτήσεως των νημάτων του εικονογράφου είναι πολύ καλά μονωμένο από το σασί.

Στο σχήμα 6.8β φαίνεται η συνδεσμολογία ενός εικονογράφου που οδηγείται από τα σήματα χρωμοδιαφοράς και το σήμα φωτεινότητας. Το σήμα φωτεινότητας, από την αντίσταση φορτίου R_{30} του τρανζίστορ T_4 φθάνει στις τρεις καθόδους του εικονογράφου που είναι ενωμένες μεταξύ τους. Τα οδηγά πλέγματα συνδέονται στις βαθμίδες εξόδου των ενισχυτών των χρωμοδιαφορών. Οι συνεχείς τάσεις των οδήγών πλεγμάτων ρυθμίζονται με τη βοήθεια των μεταβλητών αντιστάσεων R_{10}, R_{11} και R_{12}. Επειδή μεταξύ των αντιστάσεων αυτών και των συλλεκτών των τρανζίστορ παρεμβάλλονται αντιστάσεις που έχουν μεγάλη τιμή (R_4R_7, R_5R_8, R_6R_9), η ρύθμιση της πολώσεως των οδηγών πλεγμάτων δεν επιδρά στην τάξη λειτουργίας των ενισχυτών χρωμοδιαφοράς. Η ρύθμιση του χρωμικού τόνου (της αποχρώσεως) γίνεται με τη μεταβλητή αντίσταση R_{16}. Η μεταβολή της αποχρώσεως γίνεται με ανακατανομή της συνεχούς τάσεως μεταξύ των οδηγών πλεγμάτων του κόκκινου και μπλε πυροβόλου. Η αποσύνδεση των ηλεκτρονικών πυροβόλων πραγματοποιείται με την ελάττωση της τάσεως στα οδηγά πλέγματα που γίνεται με το κλείσιμο των διακοπτών Δ_1, Δ_2, Δ_3.

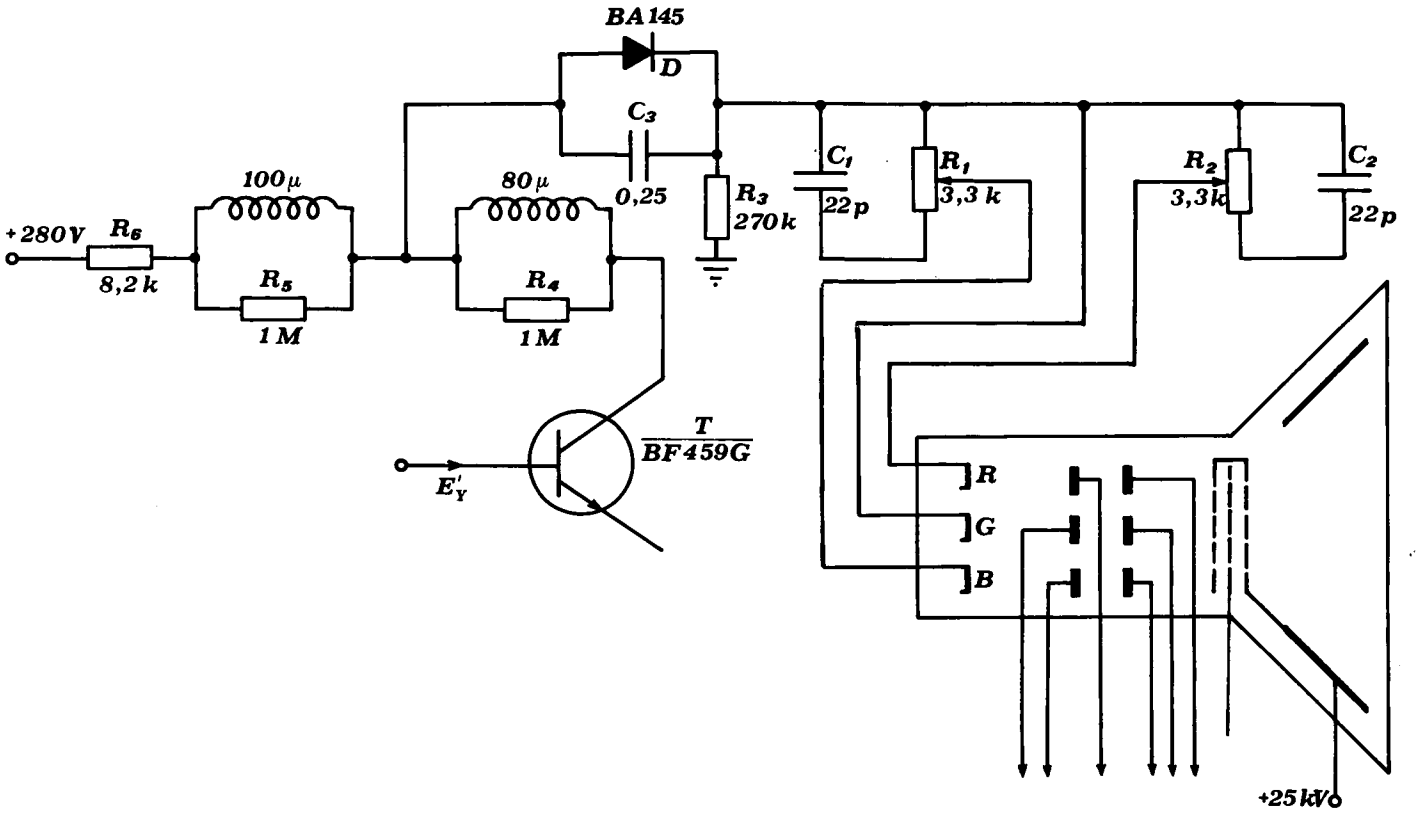
Η τροφοδότηση των επιταχυντικών ηλεκτροδίων επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός συμπληρωματικού παλμικού ανορθωτή με τις διόδους D_1 και D_2 που συνδέονται σε σειρά με τον πυκνωτή της επαυξητικής τάσεως. Οι μεταβλητές αντιστάσεις R_{20}, R_{21} και R_{22} επιτρέπουν την εφαρμογή των απαραίτητων τάσεων στα επιταχυντικά ηλεκτρόδια. Το κατώτερο όριο των τάσεων αυτών καθορίζεται από το διαιρέτη R_{24}, R_{25}.

Στο σχήμα 6.8γ φαίνεται μια συνδεσμολογία εικονογράφου, όπου το σήμα στις καθόδους του φθάνει μέσα από κύκλωμα περιορισμού του ρεύματος των ακτίνων που αποτελείται από τη δίοδο D (BA 145), τον πυκνωτή C_3 και την αντίσταση R_3. Η δίοδος δεν είναι αγώγιμη για τα ρεύματα των ακτίνων, οπότε αυτά κλείνουν μέσα από την αντίσταση R_3. Όταν το ρεύμα των ακτίνων ξεπεράσει τα 900 μA, η πτώση τάσεως στην αντίσταση R_3 μεγαλώνει και αρχίζει να ενεργεί σαν αυτόματη αρνητική πόλωση που εμποδίζει την παραπέρα αύξηση του ρεύματος μέσα από τον εικονογράφο. Ο περιορισμός του ρεύματος των ακτίνων στη στάθμη των 900 μA αποτρέπει την υπερθέρμανση της μάσκας του εικονογράφου που ***λερώνει*** την καθαρότητα του χρώματος.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958



Σχ. 6.86.
Συνδεσμολογία εικονογράφου δέκτη THOMSON.



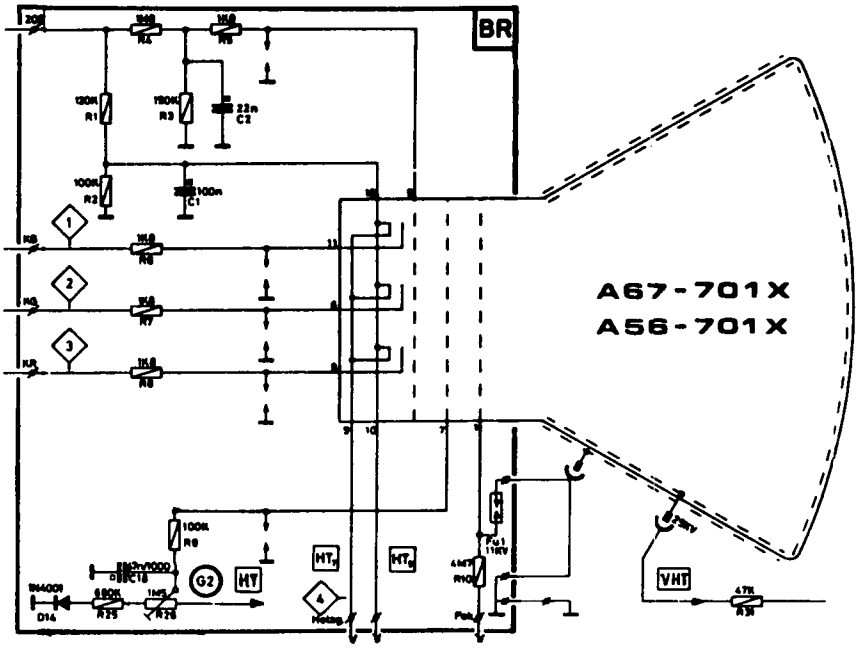
Σχ. 6.8γ.
Συνδεσμολογία εικονογράφου με κύκλωμα περιορισμού του ρεύματος των δεσμών και με ρυθμιστές ισοσταθμίσεως του λευκού.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

Για καλύτερη ρύθμιση της ισοσταθμίσεως του λευκού στις καθόδους του κόκινου και του μπλε πυροβόλου, συνδέονται οι μεταβλητές αντιστάσεις R_1 και R_2 που δημιουργούν αρνητική ανάδραση ρεύματος. Η ρύθμιση των αντιστάσεων αυτών επιτρέπει τη μεταβολή της κλίσεως των χαρακτηριστικών των ηλεκτρονικών πυροβόλων και στον ίδιο βαθμό τη μεταβολή της ευαισθησίας τους, τόσο στο σήμα φωτεινότητας που εφαρμόζεται στις καθόδους, όσο και στα σήματα χρωμοδιαφοράς που εφαρμόζονται στα οδηγά πλέγματα.

Οι αντιστάσεις R_1 και R_2, με τις χωρητικότητες μεταξύ καθόδων και σασί, σχηματίζουν διαιρέτες τάσεως εξαρτημένους από τη συχνότητα, οι οποίοι ελαττώνουν τη στάθμη των υψηλότερων συχνοτήτων του σήματος φωτεινότητας. Οι χωρητικότητες των πυκνωτών C_1 και C_2 αντισταθμίζουν την πτώση της καμπύλης αποκρίσεως του ενισχυτή στις μεσαίες και υψηλότερες συχνότητες του σήματος εικόνας.

Τέλος στο σχήμα 6.8δ έχομε τη συνδεσμολογία ενός εικονογράφου PIL (Precision In Line) που χρησιμοποιείται στους σύγχρονους έγχρωμους τηλεοπτικούς δέκτες. Η οδήγηση του εικονογράφου γίνεται από τις καθόδους με τα σήματα των βασικών χρωμάτων (οδήγηση RGB). Το οδηγό πλέγμα (οι εικονογράφοι PIL έχουν ένα οδηγό πλέγμα και ένα επιταχυντικό ηλεκτρόδιο) τροφοδοτείται μέσα από το διαιρέτη τάσεως που σχηματίζουν οι αντιστάσεις R_3 και R_4. Για την ελάττωση της διαφοράς δυναμικού, και επομένως για την αποφυγή δημιουργίας σπινθήρων μεταξύ των νημάτων και των καθόδων του εικονογράφου, εφαρμόζεται στα νήματα μια συνεχής τάση 80-100 V μέσα από το διαιρέτη που συγκροτούν οι αντιστάσεις R_1 και R_2. Οι πυκνωτές C_1 και C_2 στους διαιρέτες αυτούς είναι αποζευκτικοί. Η τροφοδότηση του επιταχυντικού ηλεκτροδίου καθώς και του εστιακού είναι απλή και δε χρειάζεται επεξήγηση.



Σχ. 6.8δ.
Συνδεσμολογία εικονογράφου PIL του δέκτη PHOENIX.

6.9 Το τμήμα χρωμικότητας με ολοκληρωμένα κυκλώματα.

Όλες οι εργασίες (PAL, SECAM) που έχουν περιγραφεί στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιούνται σήμερα με τη βοήθεια ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που κατασκευάσθηκαν ειδικά γι' αυτό το σκοπό. Δεν περιέχεται στους σκοπούς αυτού του βιβλίου η ενασχόληση με την πληθώρα των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που προορίζονται για τη σύνθεση του τμήματος χρωμικότητας των διαφόρων τηλεοπτικών δεκτών. Άλλωστε δε θα είχε και ιδιαίτερη αξία, αφού συνεχώς εμφανίζονται νέες κατασκευές της ολοκληρωμένης τεχνικής που αντικαθιστούν τις παλαιότερες. Γι' αυτό θα παρουσιάσομε μερικές αντιπροσωπευτικές συνδεσμολογίες που χρησιμοποιούν τα πιο συνηθισμένα ολοκληρωμένα κυκλώματα.

Στο σχήμα 6.9α φαίνεται το τμήμα χρωμικότητας για δέκτη PAL που χρησιμοποιεί τα ολοκληρωμένα κυκλώματα TDA 2560 και TDA 2522.

Ένα μέρος του ολοκληρωμένου κυκλώματος TDA 2560 ανήκει στο τμήμα φωτεινότητας του δέκτη και πραγματοποιεί την ενίσχυση του αντίστοιχου σήματος, τον έλεγχο του κοντράστ και της λαμπρότητας, την αποκατάσταση της συνεχούς συνιστώσας, τον περιορισμό του ρεύματος της δέσμης του εικονογράφου κλπ. Το υπόλοιπο μέρος ανήκει στο τμήμα χρωμικότητας του δέκτη και ενισχύει το χρωμόσημα, πραγματοποιεί τον αυτόματο έλεγχο του χρώματος (μια λειτουργία που θα γνωρίσομε στο επόμενο κεφάλαιο), ελέγχει τον κορεσμό του χρώματος, διαχωρίζει τους παλμούς για το χρωμοσυγχρονισμό κλπ. (για το χρωμοσυγχρονισμό μιλάμε επίσης στο επόμενο κεφάλαιο).

Το δεύτερο ολοκληρωμένο κύκλωμα (το TDA 2522) περιέχει το μεταλλάκτη PAL, τον πολυδονητή ελέγχου του μεταλλάκτη, τα κυκλώματα αναγνωρίσεως, τους συγχρονοφωρατές PAL, τη μήτρα (G – Y), το χρωμοδιακόπτη, το φασοστροφέα 90° κλπ. Μερικά κυκλώματα, όπως τα κυκλώματα αναγνωρίσεως, ο χρωμοδιακόπτης και ο φασοστροφέας 90°, εξετάζονται στο επόμενο κεφάλαιο.

Το τμήμα χρωμικότητας του δέκτη που εξετάζομε συμπληρώνεται με τη συνδεσμολογία του σχήματος 6.9β που χρησιμοποιεί το ολοκληρωμένο κύκλωμα TDA 2530 και μια σειρά από τρανζίστορ BF 469 (NPN) και BF 470 (PNP).

Με το ολοκληρωμένο κύκλωμα TDA 2530 εξασφαλίζεται ο έλεγχος των κυκλωμάτων των σημάτων χρωμοδιαφοράς, η μητροποίηση RGB και η ελεγχόμενη ενίσχυση των χρωμοσημάτων.

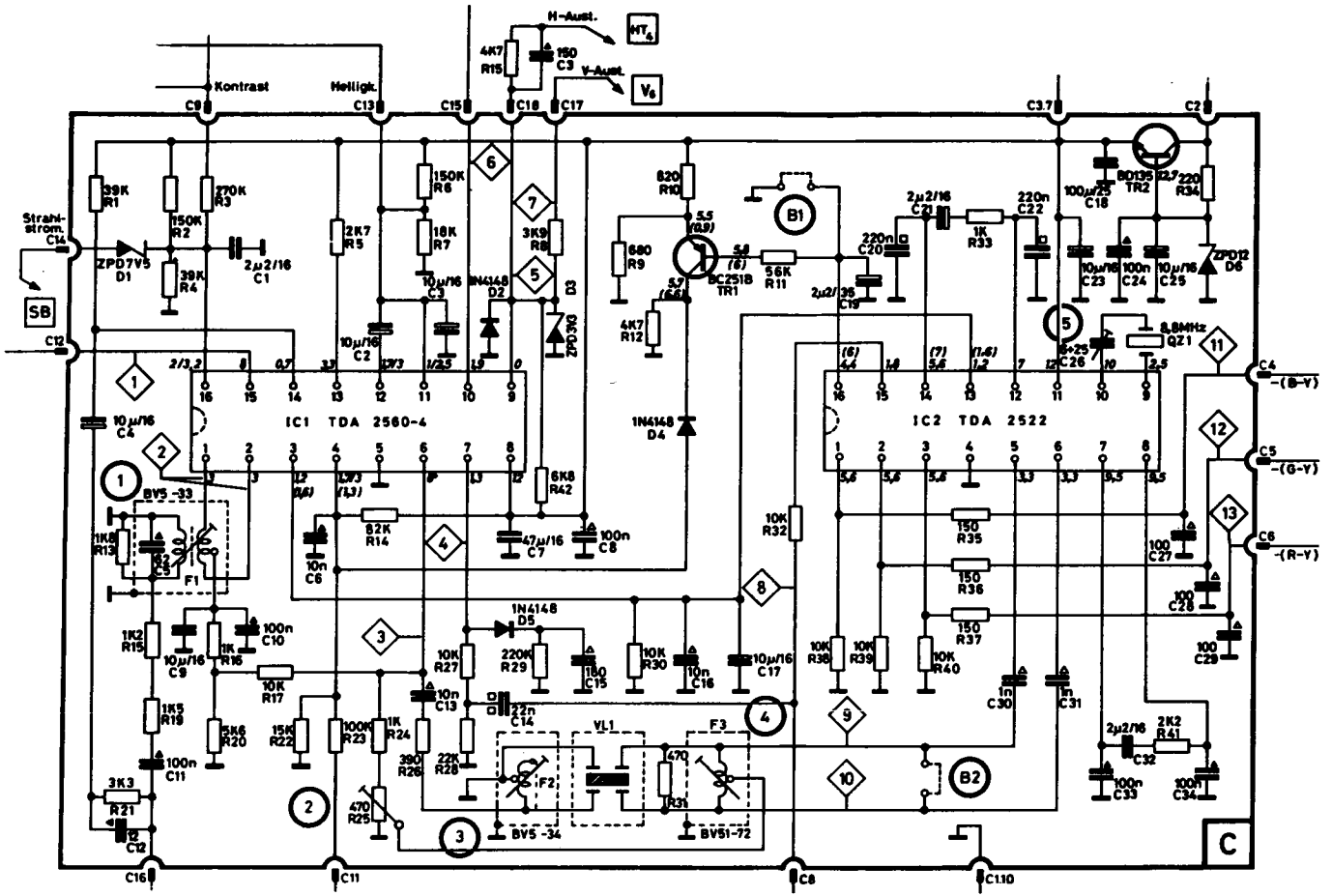
Τέλος, τα τρανζίστορ BF 469 και BF 470 που είναι ***αλληλοσυμπληρούμενα,*** συγκροτούν τον τελικό ενισχυτή RGB. Η διάταξή τους είναι συμμετρική, εργάζονται σε τάξη B με χαμηλή κατανάλωση και οδηγούν τον εικονογράφο από τις καθόδους, όπως φαίνεται στη συνδεσμολογία του σχήματος 6.8δ.

Ο ίδιος δέκτης εργάζεται και στο σύστημα SECAM αρκεί ν' αντικατασταθεί το τμήμα χρωμικότητας PAL του σχήματος 6.9α με το τμήμα χρωμικότητας SECAM του σχήματος 6.9γ. Το τμήμα αυτό έχει τρία ολοκληρωμένα κυκλώματα (TCA 640, TCA 650 και TCA 660) που εκτελούν ένα μέρος των εργασιών του τμήματος φωτεινότητας του δέκτη και όλες τις εργασίες που απαιτούνται στο SECAM, ώστε ν' αποδοθούν στην έξοδό του οι χρωμοδιαφορές R – Y, B – Y και G – Y.

Η συνδεσμολογία του σχήματος 6.9γ ακολουθείται από τη συνδεσμολογία του χρωμοενισχυτή του σχήματος 6.9β.

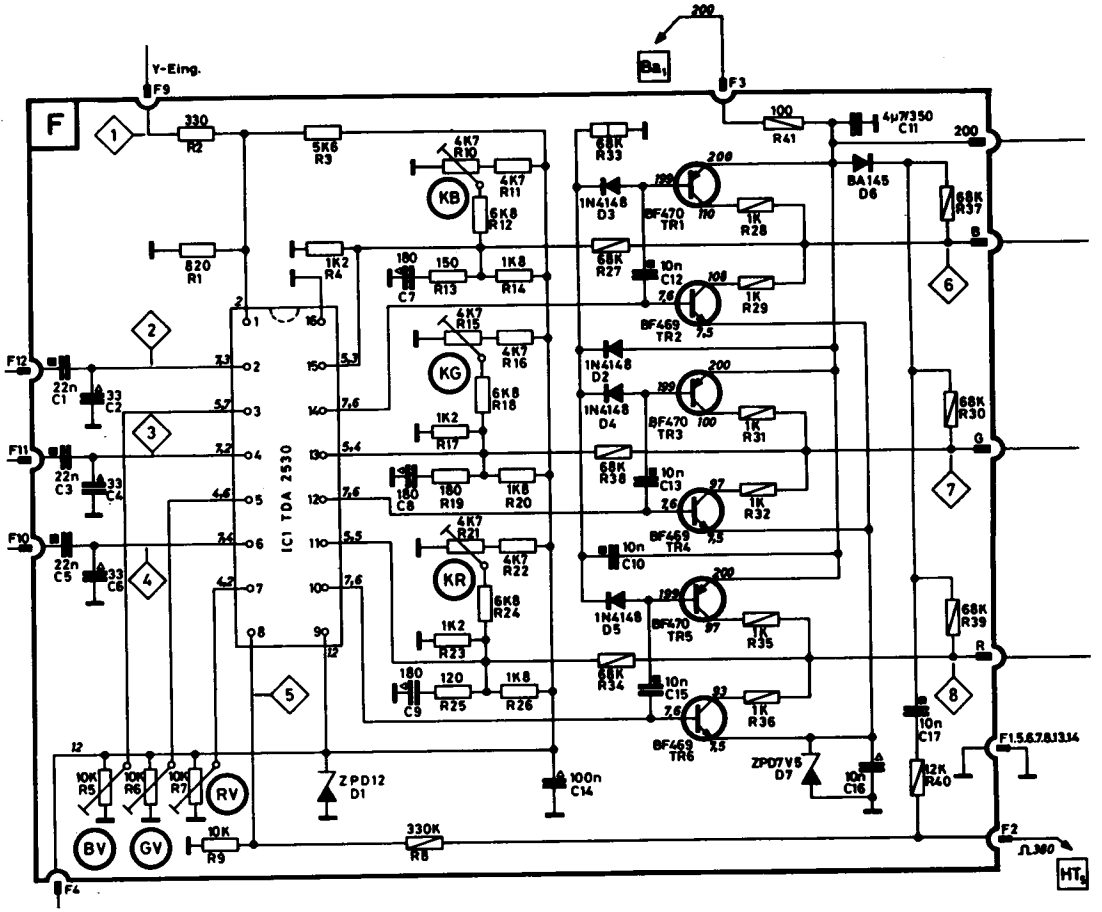
Κλείνοντας το κεφάλαιο, σημειώνομε ότι υπάρχουν σήμερα ολοκληρωμένα κυκλώματα, όπως π.χ. το TDA 3300 που εξασφαλίζουν μόνα τους όλες τις εργασίες του τμήματος φωτεινότητας και του τμήματος χρωμικότητας ενός δέκτη του συστήματος PAL. Το TDA 3300 συμπληρώνεται με το TDA 3030 και ο δέκτης καθίσταται κατάλληλος για λήψη προγράμματος SECAM. Το ολοκληρωμένο TDA 3030 αποκωδικοποιεί αυτόματα το κανονικό SECAM και το μετατρέπει σ' ένα SECAM διαμορφωμένο κατά πλάτος. Στη συνέχεια, η επεξεργασία του σήματος γίνεται από τα κυκλώματα του TDA 3300 (το πιο πάνω σύστημα χρησιμοποιείται στο δέκτη PHOENIX CHASSIS F6-00).

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958



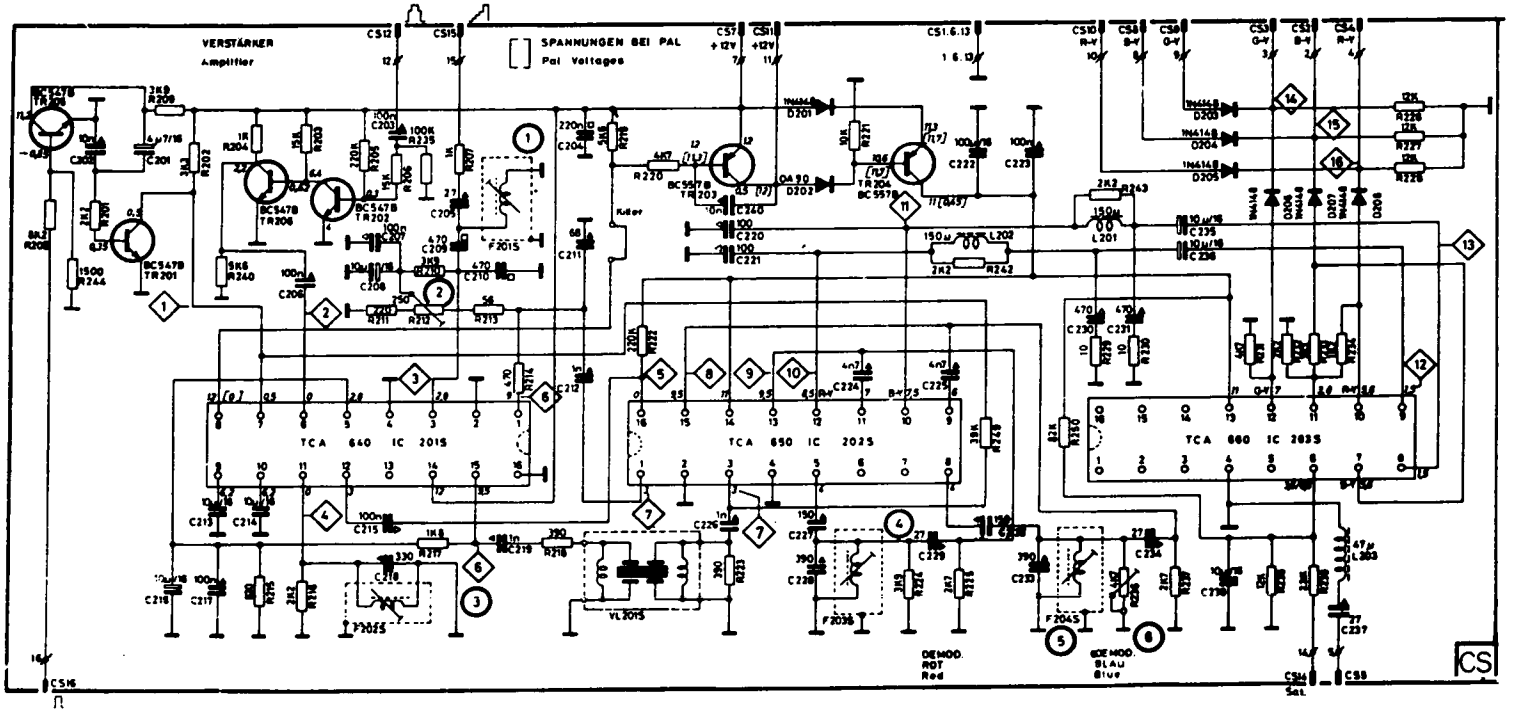
Σχ. 6.9α.
Το τμήμα χρωμικότητας στο σύστημα PAL του δέκτη PHOENIX (CHASSIS F4-00).

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956



Σχ. 6.96.
Συνδεσμολογία χρωμοενισχυτή RGB του δέκτη PHOENIX (CHASSIS F4-00).

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956



Σχ. 6.9γ.
Το τμήμα χρωμικότητας στο σύστημα SECAM του δέκτη PHOENIX (CHASSIS F4-00).

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Ο ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΟΥ ΚΑΙ ΕΓΧΡΩΜΟΥ ΔΕΚΤΗ

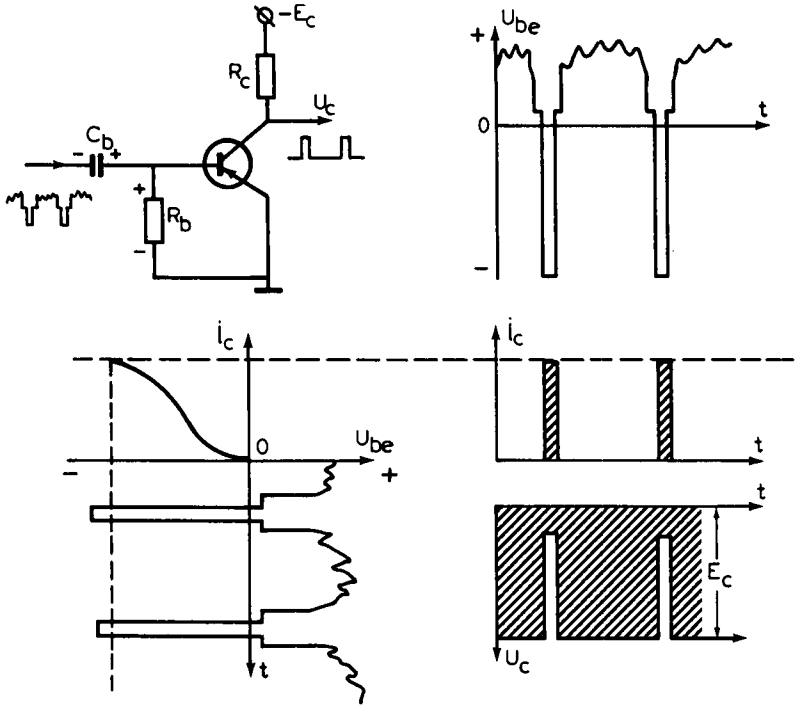
7.1 Εξαγωγή των παλμών συγχρονισμού.

Γνωρίζομε ότι ο συγχρονισμός της λειτουργίας των ταλαντωτών σαρώσεως του δέκτη τηλεοράσεως με τη λειτουργία των αντιστοίχων ταλαντωτών του εικονολήπτη εξασφαλίζεται με τη βοήθεια των παλμών συγχρονισμού που περιέχονται στο τηλεοπτικό σήμα. Για να εκτελέσουν οι παλμοί αυτοί τον προορισμό τους πρέπει πρώτα να εξαχθούν από το τηλεοπτικό σήμα, στη συνέχεια να διαχωρισθούν σε παλμούς συγχρονισμού γραμμών και σε παλμούς συγχρονισμού πλαισίων και ύστερα να εφαρμοσθούν στους αντίστοιχους ταλαντωτές σαρώσεως. Οι εργασίες αυτές γίνονται στο τμήμα συγχρονισμού του δέκτη.

Οι παλμοί συγχρονισμού και το σήμα εικόνας, ως συστατικά μέρη ολόκληρου του τηλεοπτικού σήματος, έχουν διαφορετικό πλάτος. Οι παλμοί συγχρονισμού είναι τοποθετημένοι επάνω στους παλμούς αμαυρώσεως και αντιπροσωπεύουν τα 25% του πλάτους ολόκληρου του σύνθετου σήματος. Στο γεγονός αυτό, δηλαδή στη διαφορά πλάτους των συγχρονιστικών παλμών και του καθαυτό σήματος εικόνας, στηρίζεται η εξαγωγή των παλμών από το σύνθετο σήμα.

Η εξαγωγή των παλμών συγχρονισμού από το τηλεοπτικό σήμα γίνεται με τη βοήθεια ειδικής βαθμίδας, που συναντάται στην ξένη βιβλιογραφία με τις ονομασίες: βαθμίδα εξαγωγής ή συλλογής ή διαχωρισμού παλμών. Στην Ελλάδα επεκράτησε η ονομασία «βαθμίδα διαχωρισμού παλμών» ή απλώς «διαχωρίστρια βαθμίδα» την οποία ονομασία θα διατηρήσομε στα παρακάτω.

Στο σχήμα 7.1 φαίνεται ένα απλό κύκλωμα διαχωριστή παλμών με τρανζίστορ τύπου PNP. Όταν στην είσοδο δεν εφαρμόζεται τηλεοπτικό σήμα, το ρεύμα βάσεως είναι μηδενικό και το τρανζίστορ κλειστό. Με την εφαρμογή του σήματος, που έχει αρνητική πολικότητα, το τρανζίστορ ανοίγει και ο πυκνωτής συζεύξεως C_b φορτίζεται γρήγορα με το ρεύμα βάσεως (η εσωτερική αντίσταση βάσεως - εκπομπού στο αγώγιμο τρανζίστορ είναι πολύ μικρή). Επειδή στο χρονικό διάστημα μεταξύ των συγχρονιστικών παλμών ο πυκνωτής C_b δεν προλαβαίνει να εκφορτισθεί μέσα από τη μεγάλη σχετικά αντίσταση R_b, η τάση φορτίσεως μεταθέτει το σημείο λειτουργίας του τρανζίστορ προς την περιοχή των θετικών δυναμικών της βάσεως. Η τάξη λειτουργίας εκλέγεται έτσι, ώστε το τρανζίστορ να εξασφαλίζει



Σχ. 7.1.
Κύκλωμα διαχωριστή παλμών με τρανζίστορ και η γραφική παράσταση της λειτουργίας του.

αμφίπλευρη ψαλίδιση του τηλεοπτικού σήματος. Όταν αποκόπτεται το ρεύμα του συλλέκτη, οι παλμοί συγχρονισμού απαλλάσσονται από το περιεχόμενο της εικόνας και όταν το ίδιο ρεύμα φθάνει στον κόρο, οι κορυφές των παλμών ψαλιδίζονται.

7.2 Διαφόριση και ολοκλήρωση παλμών.

Το μίγμα των παλμών συγχρονισμού, που εμφανίζεται στην έξοδο του διαχωριστή, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για το συγχρονισμό των ταλαντωτών σαρώσεως γραμμών και πλαισίων του δέκτη. Αν οι παλμοί συγχρονισμού γραμμών εφαρμοσθούν στον ταλαντωτή πλαισίων, ο συγχρονισμός καταστρέφεται. Το ίδιο συμβαίνει και όταν οι παλμοί συγχρονισμού πλαισίων εφαρμοσθούν στον ταλαντωτή γραμμών. Έτσι, για το συγχρονισμό των ταλαντωτών σαρώσεως του δέκτη πρέπει το μίγμα των συγχρονιστικών παλμών να διαχωρισθεί πρώτα σε παλμούς συγχρονισμού γραμμών και παλμούς συγχρονισμού πλαισίων. Γι' αυτό το διαχωρισμό χρησιμοποιούμε τη μέθοδο της «διαφορίσεως» και της «ολοκληρώσεως» των παλμών.

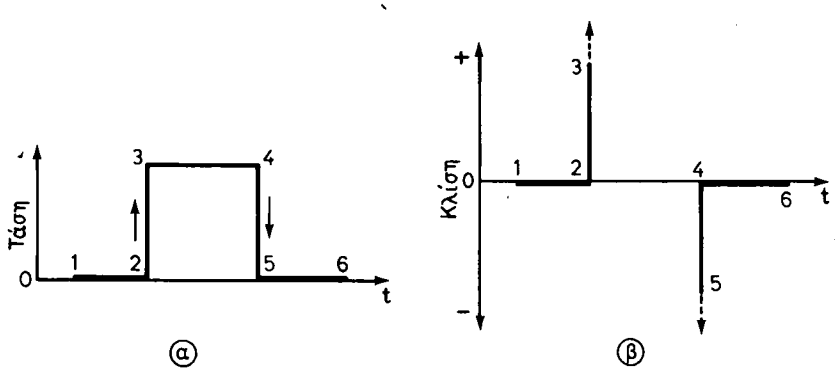
Οι όροι «διαφόριση» και «ολοκλήρωση» προέρχονται, όπως γνωρίζομε, από τα ανώτερα Μαθηματικά και δεν πρόκειται εμείς να ασχοληθούμε με τον ορισμό τους. Από την άποψη που μας ενδιαφέρει εδώ, «διαφόριση» είναι μια μέθοδος λο-

γισμού που μας επιτρέπει να βρίσκομε την τιμή της κλίσεως σε κάθε σημείο μιας καμπύλης. Μπορούσε μάλιστα τις τιμές της κλίσεως στο κάθε σημείο της καμπύλης αυτής να τις παρουσιάσομε με τη μορφή μιας νέας καμπύλης. « Ολοκλήρωση» είναι μια άλλη μέθοδος λογισμού, που μας επιτρέπει να αθροίζομε απειροελάχιστα μεγέθη για να πάρομε ένα σύνολο. Μπορούμε π.χ. να πάρομε μια καμπύλη, που την είχαμε προηγουμένως χωρίσει σε απειροστά τμήματα.

Ας δούμε τώρα πώς γίνεται η μαθηματική διαφόριση και ολοκλήρωση ορθογωνίων παλμών, που μας ενδιαφέρει στην τηλεόραση.

Στο σχήμα 7.2α(α) φαίνεται ένας ορθογώνιος παλμός, που έχει τα χαρακτηριστικά τμήματα 1 — 2 και 5 — 6 (οι βάσεις του παλμού), 2 — 3 (το εμπρός μέτωπο του παλμού), 3 — 4 (η οροφή του παλμού) και 4 — 5 (το πίσω μέτωπο του παλμού).

Το τμήμα 1 — 2 του παλμού είναι οριζόντιο και έχει μηδενική κλίση. Στο διάγραμμα κλίσεων του παλμού [σχ. 7.2α(β)] η κλίση του τμήματος 1 — 2 βρίσκεται στη γραμμή μηδέν. Το μπροστινό μέτωπο του παλμού (τμήμα 2 — 3) υψώνεται κατακόρυφα και η κλίση του είναι άπειρη και θετική. Στο διάγραμμα κλίσεων παριστάνεται με μια κατακόρυφη γραμμή, που βρίσκεται επάνω από τον άξονα των χρόνων και το ύψος της τείνει στο άπειρο. Η οροφή του παλμού (τμήμα 3 — 4) είναι πάλι οριζόντια και η κλίση της μηδενική. Το πίσω μέτωπο του παλμού (τμήμα



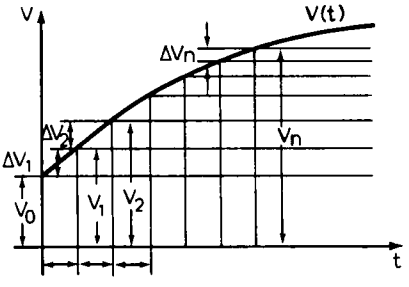
Σχ. 7.2α.
Μαθηματική διαφόριση ορθογώνιου παλμού.

4 — 5) πέφτει κατακόρυφα και η κλίση του θεωρείται αρνητική. Στο διάγραμμα κλίσεων παριστάνεται με μια κατακόρυφη γραμμή, που το ύψος της τείνει στο άπειρο από το κάτω μέρος του άξονα των χρόνων. Τέλος, το τμήμα 5 — 6 του παλμού έχει πάλι κλίση μηδενική.

Έτσι, με τη μαθηματική διαφόριση ενός ορθογωνίου παλμού παίρνομε δύο απείρως στενούς ορθογώνιους παλμούς, που έχουν απείρως μεγάλο πλάτος και μπορούν να παρασταθούν με δυο απλές κάθετες γραμμές αντίθετης κατευθύνσεως. Θα δούμε παρακάτω οτι η ηλεκτρική διαφόριση ορθογωνίων παλμών δεν μπορεί να μας δώσει τασικές αιχμές, που να είναι απείρως στενές και να έχουν απείρως μεγάλο πλάτος.

Υποθέτομε τώρα ότι σε ένα κύκλωμα εφαρμόζονται οι τασικοί παλμοί V_0, V_1, V_2, ..., V_n στις χρονικές στιγμές t_0, $t_1 = \Delta t$, $t_2 = 2\,\Delta t$, ..., $t_n = n\Delta t$ και με προσαυξήσεις ΔV_1, ΔV_2, ..., ΔV_n (σχήμα 7.2β). Μπορούμε να βρούμε την τάση, που εφαρμόζεται στο κύκλωμα σε κάποια χρονική στιγμή t, αν στον αρχικό παλμό V_0 προσθέσομε τις προσαυξήσεις ΔV, που έγιναν στο χρονικό διάστημα από 0 ως t. Η εργασία αυτή ανταποκρίνεται στον όρο «ολοκλήρωση». Για απείρως μικρά χρονικά διαστήματα Δt, μέσα στα οποία γίνονται απειροελάχιστες προσαυξήσεις του πλάτους των παλμών ΔV, η χρονική παράσταση της εφαρμοζόμενης τάσεως έχει τη μορφή, που δείχνει η καμπύλη V (t) στο σχήμα 7.2β.

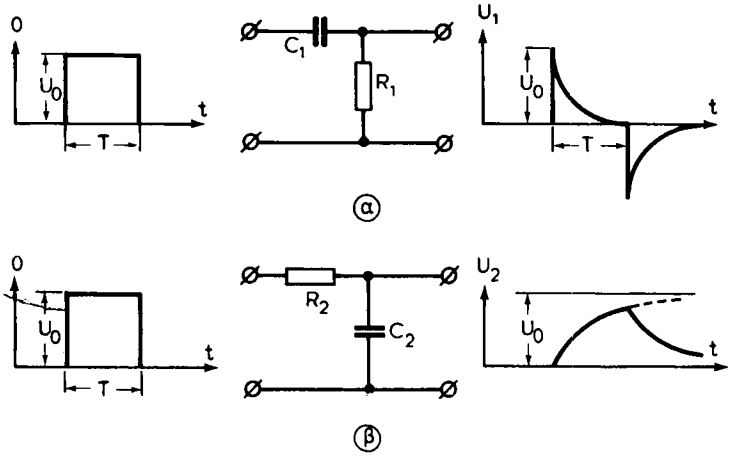
Θα εξετάσομε, στη συνέχεια, πώς γίνεται η διαφόριση και η ολοκλήρωση με ηλεκτρικά κυκλώματα, που απαρτίζονται από στοιχεία R και C, ενωμένα στη σειρά (σχ. 7.2γ).



Σχ. 7.2β.
Μαθηματική ολοκλήρωση παλμών.

Τα κυκλώματα διαφορίσεως [σχ. 7.2γ(α)] και ολοκληρώσεως [σχ. 7.2γ(β)] πήραν τις ονομασίες αυτές από την ικανότητά τους να δίνουν στην έξοδο τάση με μορφή που να αντιστοιχεί προσεγγιστικά προς τη διαφόριση ή την ολοκλήρωση της τάσεως εισόδου.

Αν στο κύκλωμα διαφορίσεως εφαρμόσομε ορθογώνιο παλμό με πλάτος U_0 και διάρκεια T, στην έξοδο θα πάρομε την τάση U_1 [σχ. 7.2γ(α)]. Μπορούμε εύκολα να δικαιολογήσομε τη μορφή της τάσεως εξόδου U_1.



Σχ. 7.2γ.
Κυκλώματα διαφορίσεως και ολοκληρώσεως με τις κυματομορφές των τάσεων εξόδου.

Κατά την εφαρμογή του μπροστινού μετώπου του παλμού (απότομη ανύψωση της τάσεως), ο πυκνωτής είναι σχεδόν βραχυκυκλωμένος και ολόκληρη η τάση εμφανίζεται στα άκρα της αντιστάσεως R. Στη διάρκεια της οροφής του παλμού, ο πυκνωτής φορτίζεται σιγά - σιγά ως την τάση U_0. Επειδή σε κάθε χρονική στιγμή το άθροισμα των τάσεων στα άκρα του πυκνωτή και της αντιστάσεως ισούται με το πλάτος του παλμού U_0, καθώς ο πυκνωτής φορτίζεται εκθετικά, η τάση στα άκρα της αντιστάσεως πέφτει επίσης εκθετικά ως το μηδέν. Τη στιγμή εφαρμογής του πίσω μετώπου του παλμού (απότομος μηδενισμός της τάσεως εισόδου), η τάση του φορτισμένου πυκνωτή βρίσκεται ολόκληρη στα άκρα της αντιστάσεως, αλλά με αντίθετη πολικότητα. Στη συνέχεια ο πυκνωτής εκφορτίζεται μέσα από την αντίσταση και η τάση εξόδου ξαναπέφτει εκθετικά στο μηδέν.

Η παραπάνω διεργασία περιγράφεται από τις επόμενες σχέσεις, που καθορίζουν και τη μορφή της τάσεως εξόδου U_1.

Με $0 \leqslant t \leqslant T$, έχομε $U_1 = U_0 e^{-\frac{t}{R_1C_1}}$

και με $T \leqslant t$, $U_1 = -U_0 (1 - e^{-\frac{T}{R_1C_1}}) e^{-\frac{(T-t)}{R_1C_1}}$

Είναι φανερό ότι αν η σταθερά χρόνου $R_1 C_1$ εκλεγεί αρκετά μικρή σε σύγκριση με τη διάρκεια του εφαρμοζόμενου παλμού, στην έξοδο του κυκλώματος θα εμφανίζονται δύο αιχμές τάσεως, μια θετική και μια αρνητική, που θα συμπίπτουν αντίστοιχα με το μπροστινό και το πίσω μέτωπο του παλμού.

Κατά την εφαρμογή του ίδιου παλμού στην είσοδο του κυκλώματος ολοκληρώσεως, θα εμφανισθεί στην έξοδό του η τάση U_2 [σχ. 7.2γ(β)], η μορφή της οποίας καθορίζεται από τις επόμενες σχέσεις:

Με $0 \leqslant t \leqslant T$, έχομε $U_2 = U_0 (1 - e^{-\frac{t}{R_2C_2}})$

και με $T \leqslant t$, $U_2 = U_0 (1 - e^{-\frac{T}{R_2C_2}}) e^{-\frac{(T-t)}{R_2C_2}}$

Αν η σταθερά χρόνου $R_2 C_2$ εκλεγεί αρκετά μεγάλη σε σύγκριση με τη διάρκεια του παλμού T, η τάση φορτίσεως του πυκνωτή θα είναι πολύ μικρή. Για να πλησιάσει η τάση U_2 το πλάτος του παλμού εισόδου U_0 θα πρέπει η διάρκεια του παλμού να είναι μεγαλύτερη από τη σταθερά χρόνου $R_2 C_2$.

Επομένως, αν στην είσοδο του κυκλώματος ολοκληρώσεως εφαρμοσθούν παλμοί με διαφορετικές διάρκειες, τάση στην έξοδό του θα δημιουργούν μόνο οι παλμοί, που θα έχουν διάρκεια μεγαλύτερη από τη σταθερά χρόνου $R_2 C_2$. Οι παλμοί, που έχουν διάρκεια πολύ μικρότερη από τη σταθερά χρόνου $R_2 C_2$, δε δημιουργούν πρακτικά καμιά τάση στην έξοδο του κυκλώματος.

Οι παραπάνω ιδιότητες των κυκλωμάτων διαφορίσεως και ολοκληρώσεως χρησιμοποιούνται στην τηλεόραση για το διαχωρισμό των παλμων συγχρονισμού γραμμών και πλαισίων μεταξύ τους.

7.3 Διαχωρισμός των παλμών συγχρονισμού.

Ο διαχωρισμός των παλμών συγχρονισμού σε παλμούς γραμμών και παλμούς πλαισίων, που γίνεται με τη βοήθεια των κυκλωμάτων διαφορίσεως και ολοκληρώσεως, στηρίζεται στη διαφορετική τους διάρκεια. Όπως ξέρομε, η διάρκεια του παλμού συγχρονισμού γραμμών είναι 5,76 μs και του μονοκόμματου παλμού συγχρονισμού πλαισίων 160 μs.

Στην πράξη η σταθερά χρόνου του κυκλώματος διαφορίσεως εκλέγεται 4 φορές περίπου μικρότερη από τη διάρκεια των παλμών συγχρονισμού γραμμών. Δηλαδή:

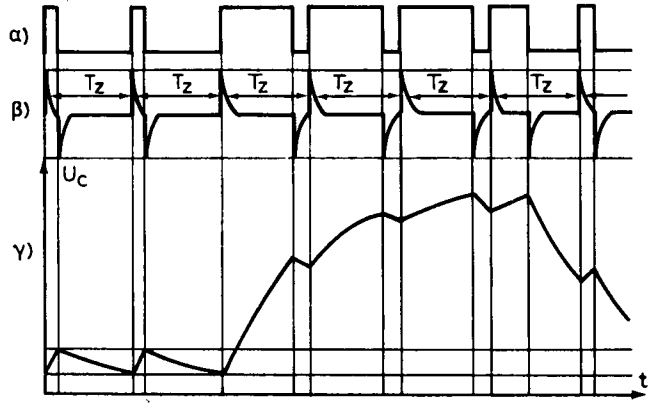
$$R_\delta C_\delta = \frac{5,76}{4} = 1,5 \ \mu s$$

Η σταθερά χρόνου του κυκλώματος ολοκληρώσεως εκλέγεται 4 φορές μικρότερη από τη διάρκεια του μονοκόμματου πλαισιοπαλμού. Δηλαδή:

$$R_0 C_0 = \frac{160}{4} = 40 \ \mu s$$

Με τέτοια σταθερά χρόνου του κυκλώματος διαφορίσεως, όλοι οι παλμοί συγχρονισμού, δηλαδή οι παλμοί γραμμών με διάρκεια 5,76 μs, οι τεμαχισμένοι πλαισιοπαλμοί με διάρκεια 26,24 μs και οι εξισωτικοί με διάρκεια 2,88 μs, διαφορίζονται. Όμως από όλους τους παραπάνω, ολοκληρώνονται μόνο οι πλαισιοπαλμοί.

Στο σχήμα 7.3α (α) φαίνεται ένα μίγμα παλμών συγχρονισμού, στο οποίο ο τεμαχισμός του πλαισιοπαλμού έγινε για απλότητα σε ρυθμό γραμμών αντί ημιγραμμών όπως είναι στην πραγματικότητα. Στο ίδιο σχήμα (β) βλέπομε όλους τους παλμούς διαφορισμένους. Οι θετικές αιχμές τάσεως αντιστοιχούν στα μπροστινά και οι αρνητικές, στα πίσω μέτωπα των παλμών.



Σχ. 7.3α.
Κυματομορφές διαφορισμένων και ολοκληρωμένων παλμών.

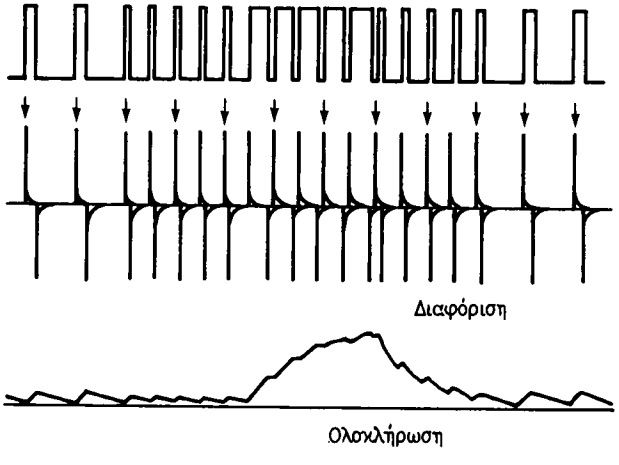
Με την ολοκλήρωση του μίγματος των παλμών συγχρονισμού αναδεικνύεται μόνο ο τεμαχισμένος πλαισιοπαλμός [σχ. 7.3α (γ)]. Ας περιγράψομε λεπτομερέστερα τη διεργασία της ολοκληρώσεως.

Όταν στο κύκλωμα ολοκληρώσεως ενεργεί ο ορθογώνιος παλμός συγχρονισμου γραμμών, ο πυκνωτής του κυκλώματος φορτίζεται. Επειδή η σταθερά χρόνου φορτίσεως είναι μεγάλη (40 μs) και η διάρκεια του παλμού μικρή (5,76 μs), ο πυκνωτής δεν προλαβαίνει να πάρει ολόκληρη την τάση του παλμού, αλλά μόνο ένα μικρό τμήμα της, οπότε ο παλμός διακόπτεται. Στο μεγάλο χρονικό διάστημα (58, 24 μs), που μεσολαβεί ώς τον επόμενο παλμό γραμμών, ο πυκνωτής εκφορτίζεται πλήρως. Το ίδιο γίνεται με όλους τους παλμούς συγχρονισμού γραμμών.

Διαφορετικό είναι το αποτέλεσμα με τον τεμαχισμένο πλαισιοπαλμό. Ο πρώτος παλμός με διάρκεια 26,24 μs φορτίζει τον πυκνωτή ώς ένα μεγάλο σχετικά τμήμα της τάσεώς του. Στο μικρό διάλειμμα, που ακολουθεί (5,76 μs), ο πυκνωτής εκφορτίζεται ελαφρώς, οπότε τον προλαβαίνει ο δεύτερος παλμός και προσθέτει ένα ακόμη ποσοστό τάσεως στην τάση που απόμεινε από τον προηγούμενο παλμό. Στο δεύτερο διάλειμμα θα γίνει πάλι μια μικρή εκφόρτιση και στη συνέχεια ο τρίτος θα υψώσει την τάση φορτίσεως του πυκνωτή ακόμη περισσότερο. Τελικά, με τις διαδοχικές μεγάλες φορτίσεις και μικρές εκφορτίσεις, ο πυκνωτής θα πάρει ολόκληρη σχεδόν την τάση του πλαισιοπαλμού. Στη συνέχεια από το πίσω μέτωπο του τελευταίου παλμού και πέρα ο πυκνωτής θα αρχίσει να εκφορτίζεται. Η εκφόρτιση, όπως και η φόρτιση, θα γίνεται σταδιακά εξαιτίας της παρεμβολής στη διεργασία εκφορτίσεως των παλμών μικρής διάρκειας που ακολουθούν τον πλαισιοπαλμό.

Οι κυματομορφές στην έξοδο των κυκλωμάτων διαφορίσεως και ολοκληρώσεως, που φαίνονται στο σχήμα 7.3α, αντιστοιχούν στο συγχρονιστικό σήμα που διαλέξαμε για την περιγραφή μας και που φαίνεται στο ίδιο σχήμα.

Στο σχήμα 7.3β φαίνεται το πραγματικό σήμα συγχρονισμού με τους παλμούς γραμμών, πλαισίων και εξισώσεως. Στο ίδιο σχήμα φαίνονται οι αντίστοιχες τάσεις στις εξόδους των κυκλωμάτων διαφορίσεως και ολοκληρώσεως.



Σχ. 7.36.
Κυματομορφές από τη διαφόριση και ολοκλήρωση του σήματος συγχρονισμού.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

Για το συγχρονισμό του ταλαντωτή γραμμών χρησιμοποιούνται μόνο οι θετικές αιχμές της διαφορισμένης τάσεως, που αντιστοιχούν στα μπροστινά μέτωπα των συγχρονιστικών παλμών. Η ύπαρξη των εξισωτικών παλμών και των εσοχών τεμαχισμού του πλαισιοπαλμού, δημιουργεί την εμφάνιση διπλάσιου αριθμού αιχμών τάσεως σ' ένα χρονικό διάστημα 3.160 = 480 μs. Όμως, ο συγχρονισμός της γεννήτριας σαρώσεως γραμμών γίνεται μόνο με τις αιχμές, που δείχνουν τα βέλη. Οι υπόλοιπες αιχμές αποκλείονται από την ίδια τη γεννήτρια.

Έτσι, το κύκλωμα διαφορίσεως μας δίνει αδιάκοπα αιχμές τάσεως συγχρονισμού γραμμών, ακόμη και στη διάρκεια δράσεως των παλμών συγχρονισμού πλαισίων. Με αυτόν τον τρόπο, η γεννήτρια σαρώσεως γραμμών δε χάνει το συγχρονισμό της κατά το χρόνο της κατακόρυφης επιστροφής της καταγραφικής δέσμης και εξαιτίας αυτού εργάζεται σταθερά.

Η τάση στην έξοδο του κυκλώματος ολοκληρώσεως δεν έχει πια τη μορφή του ορθογωνίου πλαισιοπαλμού εισόδου. Το μπροστινό μέτωπο του ολοκληρωμένου πλαισιοπαλμού, με το οποίο γίνεται ο συγχρονισμός της γεννήτριας σαρώσεως πλαισίων, δεν είναι απότομο, όπως του διαφορισμένου πλαισιοπαλμού. Στην πράξη όμως η κλίση του μετώπου αύτου θεωρείται αρκετή. Εκείνο που έχει μεγαλύτερη σημασία είναι ότι ο ολοκληρωμένος πλαισιοπαλμός έχει πολύ μεγαλύτερο πλάτος από το πλάτος των οδοντώσεων, που εμφανίζονται στην έξοδο του κυκλώματος ολοκληρώσεως από τη δράση των παλμών συγχρονισμού γραμμών και των εξισωτικών παλμών. Οι οδοντώσεις αυτές, όπως και οι οδοντώσεις των μετώπων του ολοκληρωμένου πλαισιοπαλμού, δεν επηρεάζουν τη λειτουργία της γεννήτριας σαρώσεως πλαισίων.

Σημειώνομε εδώ ότι ένας παλμός θορύβου μικρής διάρκειας, που δεν έχει πλάτος μεγαλύτερο από το πλάτος των παλμών συγχρονισμού, θα δημιουργήσει στην έξοδο του κυκλώματος ολοκληρώσεως μια μικρή οδόντωση. Όπως οι προηγούμενες, έτσι και αυτή δεν μπορεί να επιδράσει στη λειτουργία του ταλαντωτή πλαισίων. Ο παλμικός θόρυβος θα μπορούσε να επηρεάσει τη λειτουργία του ταλαντωτή αν είχε μεγάλο πλάτος, οπότε και η οδόντωση θα ήταν υψηλή. Είδαμε όμως ότι το πλάτος των θορύβων περιορίζεται στη βαθμίδα εξαγωγής των παλμών από το τηλεοπτικό σήμα.

Μέχρι τώρα δεν είδαμε τη χρησιμότητα των εξισωτικών παλμών. Είπαμε όμως ότι οι παλμοί αυτοί, που χωρίζονται σε προεξισωτικούς και μετεξισωτικούς, γεφυρώνουν την απόσταση μεταξύ του τελευταίου παλμού συγχρονισμού γραμμών και του πρώτου πλαισιοπαλμού, καθώς και την απόσταση μεταξύ του τελευταίου πλαισιοπαλμού και του πρώτου επόμενου παλμού συγχρονισμού γραμμών. Η γεφύρωση αυτή γίνεται για την εξασφάλιση του αδιάκοπου συγχρονισμού του ταλαντωτή σαρώσεως γραμμών. Αυτός είναι στην ουσία ο προορισμός των εξισωτικών παλμών.

7.4 Ο χρωμοσυγχρονισμός με αναγνώριση πεδίων και γραμμών.

Σε προηγούμενα κεφάλαια μιλήσαμε για το χρωμοσυγχρονισμό τόσο στο σύστημα SECAM, όσο και στο σύστημα PAL. Ο χρωμοσυγχρονισμός στο δέκτη SECAM έχει διπλό προορισμό: διατηρεί τη σωστή φάση στη λειτουργία του

ηλεκτρονικού μεταλλάκτη και εξασφαλίζει την αποσύνδεση του τμήματος χρωμικότητας του δέκτη κατά τη λήψη ασπρόμαυρου προγράμματος. Στο δέκτη PAL, εκτός από τα παραπάνω έχει και έναν ακόμη προορισμό: εξασφαλίζει τη σύγχρονη και συμφασική λειτουργία του τοπικού ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας συχνότητας με τη λειτουργία του αντίστοιχου ταλαντωτή στον πομπό. Η συνθήκη αυτή είναι εντελώς απαραίτητη για την ανάδειξη των σημάτων χρωμοδιαφοράς με συγχρονοφωρατές.

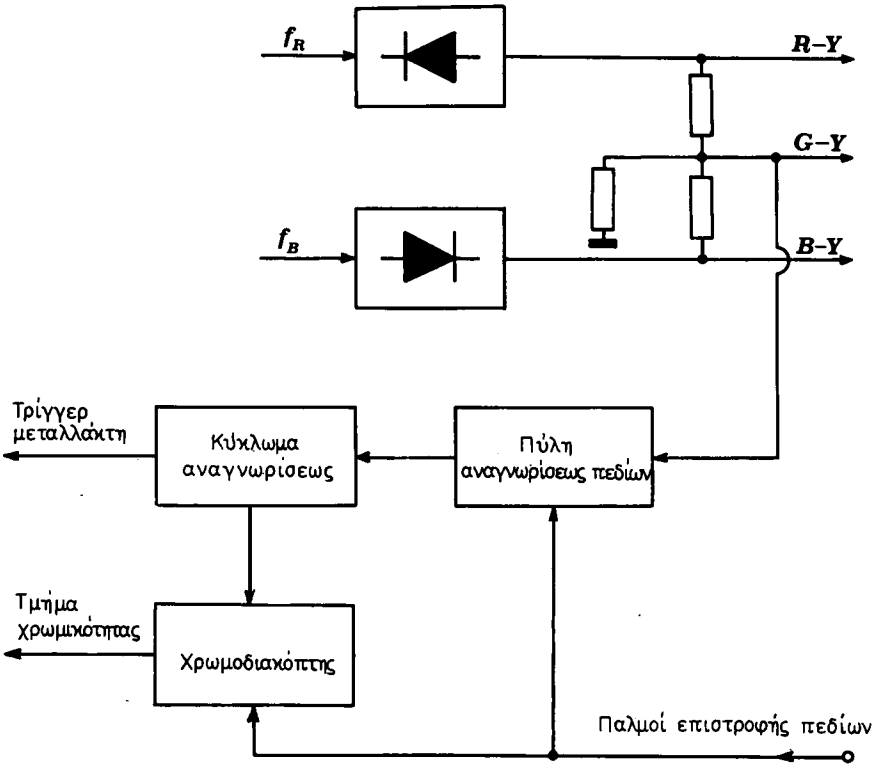
Στη συνέχεια θα μελετήσομε συστηματικότερα το χρωμοσυγχρονισμό στα συστήματα SECAM και PAL, παρουσιάζοντας τις μεθόδους αναγνωρίσεως και τα αντίστοιχα διαγράμματα.

7.4.1 Ο συγχρονισμός με αναγνώριση πεδίων.

Ξέρομε ότι η μέθοδος χρωμοσυγχρονισμού με αναγνώριση πεδίων χρησιμοποιείται στο σύστημα SECAM και ονομάζεται έτσι, επειδή η φάση του ηλεκτρονικού μεταλλάκτη ελέγχεται στην αρχή κάθε πεδίου. Φυσικά, και τ' αντίστοιχα σήματα αναγνωρίσεως εκπέμπονται στο τέλος της κατακόρυφης επιστροφής, δηλαδή στην αρχή κάθε πεδίου.

Ας δούμε τώρα πως πραγματοποιείται αυτή η λειτουργία.

Στο σχήμα 7.4α φαίνεται το γενικό διάγραμμα ενός συστήματος χρωμοσυγ-



Σχ. 7.4α.
Διάγραμμα αναγνωρίσεως πεδίων οδηγούμενο από τη μήτρα G-Y.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

χρονισμού. Τα ***πακέτα*** των χρωμοφερουσών συχνοτήτων που είναι διαμορφωμένα κατά συχνότητα και τοποθετημένα στον οπίσθιο μαύρο αναβαθμό του αμαυρωτικού παλμού πεδίων, αναδεικνύονται από τους διευκρινιστές των σημάτων χρωμικότητας R – Y και B – Y κατά τη διάρκεια της κατακόρυφης επιστροφής των ακτίνων. Τα σήματα αναγνωρίσεως λαμβάνονται από την έξοδο του ενός διευκρινιστή, ή και των δύο, και οδηγούνται στη λεγόμενη ***πύλη αναγνωρίσεως πεδίων,*** που είναι στην ουσία μια διακοπτόμενη βαθμίδα. Η πύλη ανοίγει με τους παλμούς της επιστροφής των πεδίων και μένει ανοικτή μόνο όσο διαρκούν οι παλμοί αυτοί. Ύστερα κλείνει, και έτσι καμιά άλλη τάση που παράγεται κατά τη διάρκεια της ορθής σαρώσεως των πεδίων, δε μπορεί να περάσει από την πύλη και να διαταράξει το χρωμοσυγχρονισμό.

Αφού περάσει την πύλη, το σήμα χρωμοσυγχρονισμού εφαρμόζεται στο ***κύκλωμα αναγνωρίσεως.*** Προορισμός του κυκλώματος αυτού είναι ο έλεγχος του τρίγγερ μεταλλαγής. Αν ο μεταλλάκτης SECAM εργάζεται κανονικά, το σήμα αναγνωρίσεως έχει τέτοια πολικότητα, ώστε το κύκλωμα αναγνωρίσεως δεν ***αποκρίνεται*** σ' αυτό και το τρίγγερ μεταλλαγής εργάζεται χωρίς καμιά επέμβαση του σήματος συγχρονισμού. Αν όμως η φάση μεταλλαγής δεν είναι σωστή, η πολικότητα του σήματος αναγνωρίσεως αλλάζει, οπότε το κύκλωμα αναγνωρίσεως ενεργοποιείται και διορθώνει τη φάση του τρίγγερ μεταλλαγής και, σε επέκταση, τη φάση του ηλεκτρονικού μεταλλάκτη.

Παράλληλα μ' αυτό, το τμήμα χρωμικότητας πρέπει να ανοίγει κάθε φορά στο χρόνο της επιστροφής των πεδίων, δηλαδή τότε που είναι δυνατό να εμφανισθούν σήματα αναγνωρίσεως. Μόνο μ' αυτή τη συνθήκη μπορεί το κύκλωμα αναγνωρίσεως να ***ξέρει*** αν στην είσοδο του δέκτη ενεργεί σήμα έγχρωμης εικόνας και να δίνει έγκαιρα τις απαραίτητες ***εντολές*** για το τέλειο άνοιγμα του τμήματος χρωμικότητας και την αποκατάσταση της σωστής φάσεως του τρίγγερ μεταλλαγής. Τη λειτουργία αυτή εκτελεί ο ***χρωμοδιακόπτης*** (colour killer).

Ο χρωμοδιακόπτης κλείνει αυτόματα το τμήμα χρωμικότητας του δέκτη κατά τη λήψη ασπρόμαυρης εικόνας. Ελέγχεται όμως από τους παλμούς επιστροφής πεδίων, και το κλείσιμο του τμήματος χρωμικότητας γίνεται περιοδικά και μόνο στο χρόνο της ορθής σαρώσεως των πεδίων. Στο χρόνο της επιστροφής το τμήμα ανοίγει, και αν στο σήμα που ενεργεί στην είσοδό του υπάρχουν παλμοί αναγνωρίσεως, δηλαδή αν το σήμα είναι έγχρωμο, ο χρωμοδιακόπτης διατηρεί το τμήμα χρωμικότητας ανοικτό και κατά τη διάρκεια της ορθής σαρώσεως των πεδίων.

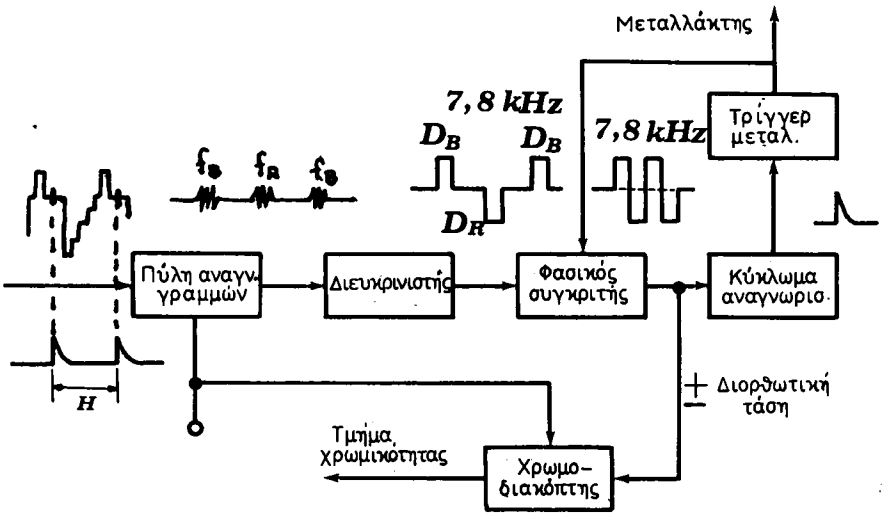
Σημειώνομε ότι το κλείσιμο του τμήματος χρωμικότητας κατά τη λήψη ασπρόμαυρης εικόνας είναι απαραίτητο, για την παρεμπόδιση της εισόδου στο τμήμα αυτό συνιστωσών υψηλής συχνότητας από το σήμα φωτεινότητας, και επομένως της δημιουργίας θορύβων στην εικόνα. Οι συνιστώσες υψηλής συχνότητας του σήματος φωτεινότητας δημιουργούν ***έγχρωμες προεκτάσεις*** (***απομιμήσεις***) και ***ποικιλόχρωμα στίγματα*** (***χρωμοχιόνι***) στην ασπρόμαυρη εικόνα, όταν βέβαια εφαρμόζονται στον εικονογράφο μέσα από το τμήμα χρωμικότητας του δέκτη.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

7.4.2 Ο συγχρονισμός με αναγνώριση γραμμών.

Ο χρωμοσυγχρονισμός με αναγνώριση γραμμών (identification line) χρησιμοποιείται επίσης στο SECAM και οφείλει την ονομασία του στο ότι η φάση του μεταλλάκτη ελέγχεται στην αρχή κάθε γραμμής με σήματα που είναι τοποθετημένα στον οπίσθιο μαύρο αναβαθμό του αμαυρωτικού γραμμοπαλμού.

Τα σήματα αναγνωρίσεως γραμμών αποτελούνται από μερικές ταλαντώσεις με συχνότητα 4,25 MHz για τις περιττές γραμμές και 4,406 MHz για τις άρτιες. Μια πύλη αναγνωρίσεως (σχ. 7.46) που οδηγείται τώρα από τους γραμμοπαλμούς επιστροφής, ξεχωρίζει τα σήματα αναγνωρίσεως από το υπόλοιπο συγχρονιστικό σήμα. Τα σήματα αυτά οδηγούνται σ' ένα διευκρινιστή, ο οποίος δίνει στην έξοδό του μια παλμική τάση με συχνότητα H/2 (7,8 kHz). Η τάση αυτή έχει θετικά ημικύματα που αντιστοιχούν στο σήμα D_B, και αρνητικά που αντιστοιχούν στο σήμα D_R. Στη συνέχεια, η παλμική τάση συγκρίνεται φασικά με τους παλμούς του τρίγγερ μεταλλαγής που έχουν συχνότητα επίσης H/2. Αν ο φασικός συγκριτής ***διαπιστώσει*** ότι τα δύο σήματα είναι συμφασικά, δίνει στην έξοδό του μια χαμηλή συνεχή τάση. Αν τα σήματα δεν είναι συμφασικά, η συνεχής τάση στην έξοδο του συγκριτή θα είναι υψηλή.



Σχ. 7.46.
Διάγραμμα χρωμοσυγχρονιστή με αναγνώριση γραμμών.

Το κύκλωμα αναγνωρίσεως παρεμβάλλεται μεταξύ του φασικού συγκριτή και του τρίγγερ μεταλλαγής. Όταν η τάση εξόδου του συγκριτή είναι χαμηλή, που σημαίνει ότι η φάση μεταλλαγής είναι η σωστή, το κύκλωμα αναγνωρίσεως δεν ***αποκρίνεται*** και ο μεταλλάκτης αφήνεται στην κανονική του λειτουργία. Στην υψηλή όμως τάση εξόδου του συγκριτή, που οφείλεται σε λανθασμένη φάση μεταλλαγής, το κύκλωμα αναγνωρίσεως ενεργοποιείται. Η ενεργοποίηση

συνίσταται στο σταμάτημα του τρίγγερ μεταλλαγής και εξαιτίας αυτού ο μεταλλάκτης επιλέγει το ίδιο σήμα f_R ή f_B για δύο διαδοχικές γραμμές σαρώσεως. Η επόμενη γραμμή συμπίπτει με τη σωστή φάση του μεταλλάκτη και το κύκλωμα αναγνωρίσεως ***ελευθερώνει*** το τρίγγερ μεταλλαγής για να συνεχίσει τον έλεγχό του.

Το διάγραμμα χρωμοσυγχρονισμού με αναγνώριση γραμμών συνοδεύεται και από το χρωμοδιακόπτη. Κατά τη λήψη ασπρόμαυρης εικόνας δεν υπάρχουν σήματα αναγνωρίσεως και επομένως η τάση στην έξοδο του διευκρινιστή είναι μηδενική. Στην περίπτωση αυτή, ο φασικός συγκριτής δίνει στην εξοδό του υψηλή συνεχή τάση, η οποία κρατάει κλειστό το χρωμοδιακόπτη, επομένως και το τμήμα χρωμικότητας του δέκτη. Εννοείται, βέβαια, ότι το κλείσιμο αυτό διατηρείται μόνο στο χρόνο της ορθής σαρώσεως των γραμμών (52μsec περίπου). Κατά τη διάρκεια της επιστροφής των γραμμών (12 μsec περίπου), το τμήμα χρωμικότητας ανοίγει, για να περάσουν, αν υπάρχουν, τα σήματα αναγνωρίσεως.

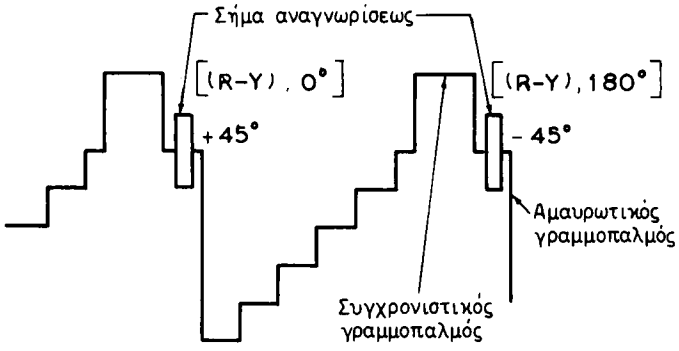
7.5 Ο χρωμοσυγχρονισμός στο δέκτη PAL.

Μιλήσαμε για τον τριπλό προορισμό του χρωμοσυγχρονισμού στο δέκτη PAL που είναι: η διατήρηση της σωστής φάσεως του μεταλλάκτη της χρωμοφέρουσας συχνότητας, ο συγχρονισμός του τοπικού ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας συχνότητας και η αποσύνδεση του τμήματος χρωμικότητας του δέκτη κατά τη λήψη ασπρόμαυρης εικόνας. Είπαμε ακόμη ότι, για την εξασφάλιση των λειτουργιών αυτών, στον οπίσθιο μαύρο αναβαθμό του αμαυρωτικού γραμμοπαλμού ***φορτώνεται*** το ειδικό ***σήμα burst***,που μπορούμε τώρα να το λέμε ***σήμα αναγνωρίσεως.*** Επειδή στο σύστημα PAL η χρωμοφέρουσα συχνότητα δεν εκπέμπεται, το σήμα αναγνωρίσεως είναι το μόνο σήμα που φθάνει στο δέκτη και αντιπροσωπεύει τη σωστή συχνότητα και φάση του ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας του κωδικοποιητή και ακόμη την πολικότητα μεταλλαγής της. Μπορούμε να πούμε ότι στο σήμα αναγνωρίσεως ***καταγράφεται*** η συχνότητα και η φάση της καταργούμενης χρωμοφέρουσας στον κωδικοποιητή και ακόμη η ακριβής θέση του μεταλλάκτη σε κάθε γραμμή σαρώσεως.

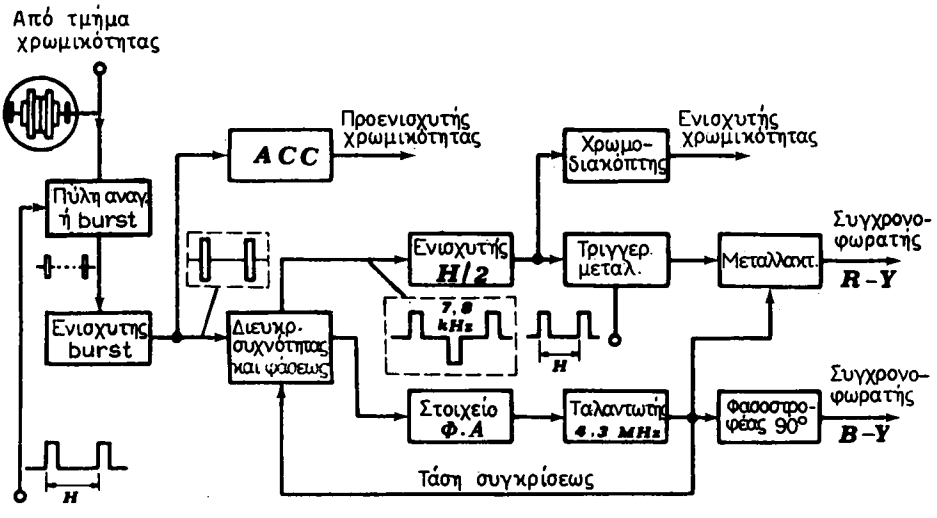
Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο τρόπος καταγραφής της θέσεως (φάσεως) του μεταλλάκτη της χρωμοφέρουσας συχνότητας του κωδικοποιητή, με τη βοήθεια του σήματος αναγνωρίσεως. Καθώς η χρωμοφέρουσα συχνότητα στρέφεται κατά 180° από γραμμή σε γραμμή, το σήμα αναγνωρίσεως μετακινείται κατά ± 45° γύρω από τη θέση ηρεμίας του. Έτσι, όταν η φάση του σήματος R – Y για μια γραμμή σαρώσεως είναι θετική (0°), το σήμα αναγνωρίσεως παρουσιάζεται με φάση + 45°. Αντίθετα, όταν η φάση του ίδιου σήματος στην επόμενη γραμμή αντιστρέφεται (γίνεται 180°), το σήμα αναγνωρίσεως αποκτά φάση –45° (σχ. 7.5α). Η φασική αυτή ***ταλάντωση*** του σήματος αναγνωρίσεως κατά ± 45° γύρω από τη θέση ηρεμίας του δημιουργεί τις προϋποθέσεις για το χρωμοσυγχρονισμό στο δέκτη PAL.

Ας μελετήσομε τώρα το διάγραμμα του χρωμοσυγχρονιστή του δέκτη PAL που φαίνεται στο σχήμα 7.56.

Στην είσοδο του τμήματος χρωμικότητας, και ύστερα από το διαχωρισμό του



Σχ. 7.5α.
Η μεταβολή της φάσεως του σήματος αναγνωρίσεως από γραμμή σε γραμμή.



Σχ. 7.56.
Διάγραμμα χρωμοσυγχρονιστή δέκτη PAL.

χρωμοσήματος από το σήμα φωτεινότητας, συνδέεται η πύλη αναγνωρίσεως ή η πύλη burst, που ξεχωρίζει το σήμα αναγνωρίσεως από τους υπόλοιπους συγχρονιστικούς παλμούς. Η πύλη οδηγείται από καθυστερημένους ελαφρά γραμμοπαλμούς επιστροφής, όπως ακριβώς και η πύλη αναγνωρίσεως γραμμών του δέκτη SECAM. Στη συνέχεια, το σήμα αναγνωρίσεως ενισχύεται από έναν ενισχυτή που είναι συντονισμένος στα 4,43 MHz και έχει ζώνη διελεύσεως 600 kHz περίπου. Σε μια έξοδο του ενισχυτή burst συνδέεται το κύκλωμα ***αυτόματου ελέγχου του χρώματος*** (ACC = Automatic Colour Control), για το οποίο θα μιλήσομε σε άλλη παράγραφο. Από μιαν άλλη έξοδο του ίδιου

ενισχυτή, το σήμα αναγνωρίσεως φθάνει στο διευκρινιστή της συχνότητας και της φάσεως του.

Ο διευκρινιστής συχνότητας και φάσεως έχει διπλό προορισμό: να αναδείξει πρώτα το σήμα των 7,8 kHz από τις μεταβολές της φάσεως του σήματος αναγνωρίσεως κατά ± 45° και να συγκρίνει ύστερα τη συχνότητα και τη φάση του σήματος burst με τη συχνότητα και τη φάση του σήματος του ταλαντωτή 4,43 MHz, για να δημιουργηθεί η τάση του αυτόματου συγχρονισμού του τελευταίου. Το σήμα των 7,8 kHz, από τη μια μεριά θα εξασφαλίζει τη σωστή φάση στο τρίγγερ μεταλλαγής και από την άλλη θα οδηγήσει το χρωμοδιακόπτη που ανοιγοκλείνει το τμήμα χρωμικότητας του δέκτη.

7.6 Ο συγχρονιστής του ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας.

Ας δούμε τώρα πως γίνεται αυτόματα ο συγχρονισμός του τοπικού ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας συχνότητας.

Στο κύκλωμα συγκρίσεως του διευκρινιστή, ή καλύτερα του φασικού φωρατή, εφαρμόζονται, όπως είπαμε, δύο τάσεις: η τάση του σήματος αναγνωρίσεως και η τάση συγκρίσεως από τον ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας συχνότητας. Όταν οι δύο τάσεις έχουν την ίδια συχνότητα και φάση, στην έξοδο του συγκριτή δεν εμφανίζεται τάση. Αν, όμως, ανάμεσα στις συγκρινόμενες τάσεις υπάρχει διαφορά συχνότητας ή φάσεως, στην έξοδο του συγκριτή εμφανίζεται μια τάση θετική ή αρνητική. Η τάση αυτή φιλτράρεται και εφαρμόζεται στο στοιχείο φαινόμενης αντιστάσεως που μπορεί να είναι ένα τρανζίστορ με χωρητική συνήθως συμπεριφορά ή μια δίοδος μεταβλητής χωρητικότητας (varicap). Με μηδενική τάση στην έξοδο του φασικού φωρατή που σημαίνει ότι οι συχνότητες και οι φάσεις των συγκρινομένων τάσεων είναι ίσες, το στοιχείο φαινόμενης αντιστάσεως αδρανεί και ο ταλαντωτής της χρωμοφέρουσας αφήνεται ελεύθερος να εργάζεται στη σωστή του συχνότητα και φάση. Με κάποια όμως τάση, θετική ή αρνητική, στην έξοδο του συγκριτή, που σημαίνει ότι η συχνότητα ή η φάση της τάσεως του ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας αποκλείνει από τη συχνότητα ή τη φάση του σήματος αναγνωρίσεως, το στοιχείο φαινόμενης αντιστάσεως ενεργοποιείται και επαναφέρει τον ταλαντωτή στη σωστή του λειτουργία.

Σημειώνομε ότι η φάση του σήματος αναγνωρίσεως μετατοπίζεται από γραμμή σε γραμμή κατά ± 45°. Το κύκλωμα που ελέγχει τη συχνότητα και τη φάση του τοπικού ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας πρέπει να αποκαθιστά μια ενδιάμεση φάση, ανάμεσα σε δύο μετατοπίσεις, και να την κρατάει σταθερή. Η απόκλιση της φάσεως του ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας συχνότητας δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από ± 5°. Μεγαλύτερη φασική απόκλιση από αυτήν δημιουργεί φανερή παραποίηση του χρωματισμού των αντικειμένων που αναπαράγονται στην οθόνη του εικονογράφου.

Ας ξαναγυρίσομε στο διάγραμμα του σχήματος 7.56.

Η τάση από τον τοπικό ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας συχνότητας εφαρμόζεται ταυτόχρονα στο μεταλλάκτη PAL και στο φασοστροφέα 90°. Ο μεταλλάκτης αντιστρέφει τη χρωμοφέρουσα συχνότητα από γραμμή σε γραμμή και την οδηγεί στο συγχρονοφωρατή R – Y. Η αντιστροφή γίνεται με τη βοήθεια του

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

τρίγγερ μεταλλαγής, που παίζει το ρόλο του κυκλώματος αναγνωρίσεως. Το τρίγγερ μεταλλαγής οδηγείται από τους γραμμοπαλμούς επιστροφής και η σωστή του λειτουργία ελέγχεται από το αναγνωριστικό σήμα των 7,8 kHz, αφού μορφοποιηθεί κατάλληλα. Τέλος, ο φασοστροφέας μετατοπίζει τη φάση της χρωμοφέρουσας συχνότητας κατά 90° και την οδηγεί στο συγχρονοφωρατή B – Y.

7.7 Ο συγχρονιστής της φάσεως του μεταλλάκτη.

Είπαμε ότι το σήμα αναγνωρίσεως ρυθμίζει τη λειτουργία του ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας συχνότητας στο δέκτη, ώστε να είναι σύγχρονη και συμφασική με τη λειτουργία του αντίστοιχου ταλαντωτή στον κωδικοποιητή του πομπού. Θα δούμε τώρα με ποιον τρόπο το σήμα αναγνωρίσεως εξασφαλίζει το ***συγχρονισμό των κινήσεων*** (φάσεων) του μεταλλάκτη.

Στο σχήμα 7.7 φαίνεται η συνδεσμολογία συγχρονισμού του μεταλλάκτη με άμεση επέμβαση του αναγνωριστικού σήματος, δηλαδή χωρίς μεσολάβηση του τρίγγερ μεταλλαγής. Το σήμα αναγνωρίσεως εφαρμόζεται στη βάση του τρανζίστορ T_1 του κυκλώματος του σχήματος 7.7. Το τρανζίστορ αυτό συγκροτεί έναν ενισχυτή συντονισμένο στα 7,8 kHz που δίνει στην εξοδό του ημιτονική τάση. Η ημιτονική αυτή τάση μορφοποιείται σε τετραγωνική με τη βοήθεια του αμφίπλευρου ψαλιδιστή D_1, D_2 και διεγείρει το τρανζίστορ T_2 που είναι τύπου PNP.

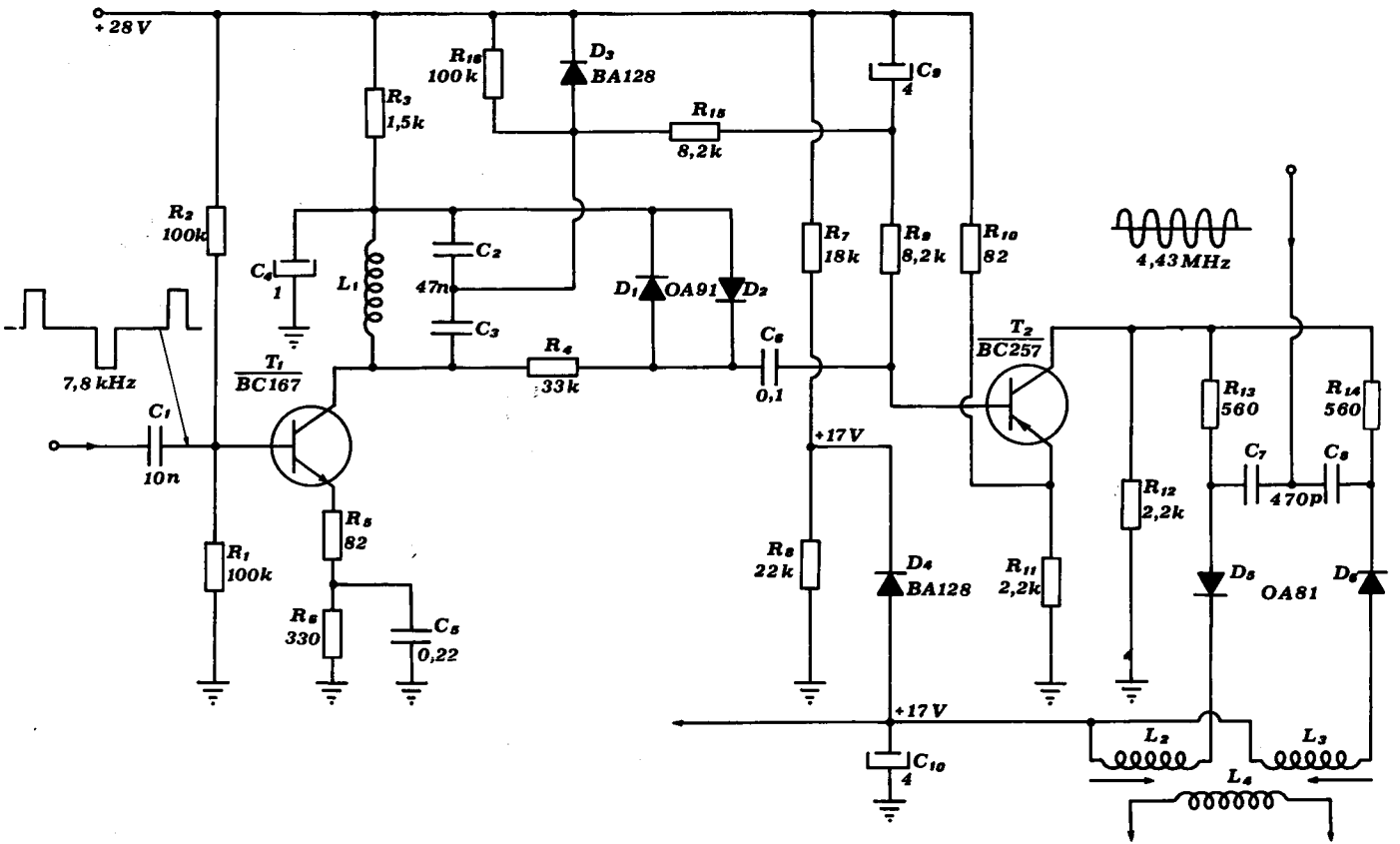
Στη διάρκεια του θετικού ημικύματος του σήματος αναγνωρίσεως, το τρανζίστορ T_2 είναι κλειστό και επομένως δεν υπάρχει τάση στα άκρα της αντιστάσεως του συλλέκτη R_{12}. Στην κοινή λήψη των αυτεπαγωγών L_2 και L_3 ενεργεί μια θετική τάση 17 V που προέρχεται από τη φόρτιση του πυκνωτή C_{10} κατά τον προηγούμενο αγώγιμο κύκλο λειτουργίας του τρανζίστορ T_2. Η τάση των 17 V ανοίγει τη δίοδο D_6 του μεταλλάκτη και το σήμα της χρωμοφέρουσας συχνότητας μέσα από το μετασχηματιστή L_3L_4 διοχετεύεται με μια ορισμένη πολικότητα στο φωρατή R – Y.

Στη διάρκεια του αρνητικού ημικύματος του αναγνωριστικού σήματος, το τρανζίστορ T_2 ανοίγει, και μια τάση μεγαλύτερη από 17 V εμφανίζεται στα άκρα της αντιστάσεως του συλλέκτη R_{12}. Ανοίγει τώρα η δίοδος D_5 του μεταλλάκτη (η D_6 κλείνει) και το σήμα της χρωμοφέρουσας συχνότητας, με αντίθετη πολικότητα, φθάνει στο φωρατή R – Y μέσα από το μετασχηματιστή L_2L_4.

Όταν το τρανζίστορ T_2 είναι ανοικτό και η δίοδος D_5 αγώγιμη, η συνεχής συνιστώσα της διόδου περνάει από τις αντιστάσεις R_{13} και R_{12} και φορτίζει τον πυκνωτή C_{10} στην τάση των 17V περίπου. Η τάση αυτή ανοίγει, όπως είδαμε, τη δίοδο D_6, όταν το τρανζίστορ T_2 είναι κλειστό, και ταυτόχρονα πολώνει το χρωμοενισχυτή του δέκτη. Κατά τη λήψη ασπρόμαυρης εικόνας, οπότε σήμα αναγνωρίσεως δεν υπάρχει, η τάση των 17 V μηδενίζεται και ο χρωμοενισχυτής κλείνει. Έτσι, το τρανζίστορ T_2, η δίοδος D_5 και ο πυκνωτής C_{10} συγκροτούν το χρωμοδιακόπτη που αποσυνδέει το τμήμα χρωμικότητας του δέκτη κατά τη λήψη ασπρόμαυρης εικόνας και το συνδέει κατά τη λήψη έγχρωμης εικόνας.

Μια άλλη δίοδος, η D_4, σταθεροποιεί την τάση φορτίσεως του πυκνωτή C_{10} και εξασφαλίζει αμετάβλητες συνθήκες λειτουργίας του τρανζίστορ T_2. Η δίοδος αυτή, από τη μια μεριά έχει ένα σταθερό δυναμικό 17 V που εξασφαλίζεται από τον τασικό διαιρέτη R_7, R_8, και από την άλλη το δυναμικό φορτίσεως του πυκνωτή C_{10}. Αν η τάση φορτίσεως του πυκνωτή αυτού μεγαλώσει πάνω από τα 17 V, η δίοδος D_4 άγει και το ρεύμα της μέσα από την αγώγιμη δίοδο D_5 και την αντίσταση R_{13} ελαττώνει την τάση στα άκρα της αντιστάσεως του συλλέκτη R_{12} (το ρεύμα της D_4 είναι αντίθετο από το ρεύμα συλλέκτη του T_2) και περιορίζει αυτόματα την αγωγιμότητα του τρανζίστορ T_2.

Τον ίδιο προορισμό έχει και η δίοδος D_3 που ανορθώνει ένα τμήμα της τάσεως του αναγνωριστικού σήματος (την τάση στα άκρα του C_2) και φορτίζει τον πυκνωτή C_9. Η αύξηση του πλάτους του αναγνωριστικού σήματος οδηγεί σε μείωση της αγωγιμότητας του τρανζίστορ T_2 και πτώση της τάσεως των 17 V. Με την αύξηση όμως του πλάτους του σήματος



Σχ. 7.7.
Η οδήγηση του μεταλλάκτη με το σήμα αναγνωρίσεως των 7,8 kHz.

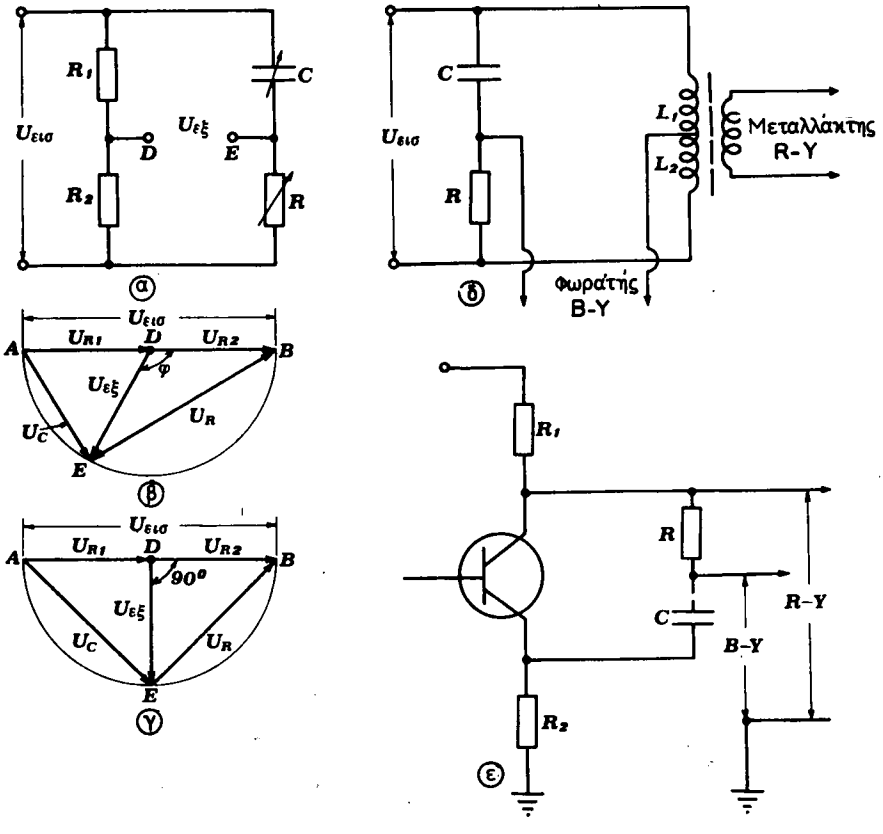
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

αυτού, μεγαλώνει και το αρνητικό δυναμικό του πυκνωτή C_9 που εφαρμόζεται στη βάση του τρανζίστορ T_2. Έτσι, η αγωγιμότητα του τρανζίστορ μεγαλώνει, με αποτέλεσμα τη σταθεροποίηση της τάσεως των 17 V. Ας μην ξεχνάμε ότι η τάση αυτή πρέπει να είναι σταθερή, αφού πολώνει τον ενισχυτή χρωμικότητας του δέκτη.

7.8 Ο φασοστροφέας των 90°.

Ο φασοστροφέας των 90° είναι στενά δεμένος με το διαμορφωτή και τον αποδιαμορφωτή B – Y του συστήματος PAL. Το σήμα της χρωμοφέρουσας συχνότητας, πριν εφαρμοσθεί στο διαμορφωτή και αποδιαμορφωτή B – Y, μετατοπίζεται φασικά κατά 90° σε σχέση με το σήμα που εφαρμόζεται στις αντίστοιχες διατάξεις R – Y.

Γι' αυτό το σκοπό υπάρχουν διάφορα κυκλώματα, συνήθως όμως χρησιμοποιούνται οι λεγόμενοι ***γεφυρωτοί*** φασοστροφείς. Η αρχή κατασκευής και λειτουργίας τους φαίνεται στο σχήμα 7.8(α) και (β). Η τάση εισόδου $U_{εισ}$ ισούται με το άθροισμα των συμφασικών τάσεων U_{R1} και U_{R2}. Αν είναι $U_{R1} = U_{R2}$, θα είναι και AD = DB, οπότε το σημείο D κατέχει το κέντρο ενός κύκλου. Η πτώση τάσεως στον πυκνωτή C παριστάνεται με το διάνυσμα AE και η πτώση τάσεως στην αντίσταση R, με το διάνυσμα EB. Η τάση εξόδου του κυκλώματος $U_{εξ}$ που λαμβάνεται από τα σημεία D και E εκφράζεται με το διάνυσμα DE, το οποίο αριθμητικά ισούται με $U_{εισ}/2$ (αν $R_1 = R_2$) και φασικά αποκλίνει από την τάση εισόδου $U_{εισ}$ κατά γωνία φ.



Σχ. 7.8.
Κυκλώματα μετατοπίσεως της φάσεως.

Από την εξέταση του διανυσματικού διαγράμματος του σχήματος 7.8(β), προκύπτει ότι, αν μεταβληθεί το μέγεθος της αντιστάσεως R, το σημείο E μετατοπίζεται κυκλικά με διάμετρο $U_{ειο}$, επειδή τα διανύσματα των τάσεων U_R και U_C θα είναι πάντοτε κάθετα μεταξύ τους. Γι' αυτό, το διάνυσμα της τάσεως εξόδου DE παραμένει αμετάβλητο κατά μέγεθος και μεταβάλλεται μόνο κατά φάση.

Είναι εύκολο να δούμε ότι, με $R \to 0$, η γωνία $\varphi \to 0°$ και με $R \to \infty$, $\varphi \to 180°$. Ακόμη βλέπομε ότι με $R = X_C (U_C = U_R)$ έχομε $\varphi = 90°$ [σχ. 7.8(γ)].

Στην πράξη, παρουσιάζεται το πρόβλημα της μεταβιβάσεως του σήματος της χρωμοφέρουσας συχνότητας, από τη μια μεριά στο μεταλλάκτη, με προορισμό το φωρατή R – Y, και από την άλλη, στο φωρατή B – Y, με κάποια απομόνωση μεταξύ τους. Έτσι, χρησιμοποιούνται κυκλώματα φασικής μετατοπίσεως, σαν αυτά που φαίνονται στα σχήματα 7.8(δ) και 7.8(ε).

Στο σχήμα 7.8(δ) οι αντιστάσεις R_1 και R_2 του σχήματος 7.8(α) έχουν αντικατασταθεί με ένα μετασχηματιστή με μεσαία λήψη. Από αυτήν τη μεσαία λήψη και από τον κοινό κόμβο της αντιστάσεως R και του πυκνωτή C παίρνεται το σήμα για το φωρατή B – Y, ενώ ταυτόχρονα μεταβιβάζεται στο δευτερεύον του μετασχηματιστή, με προορισμό το φωρατή R – Y. Η διαφορά φάσεως 180° μεταξύ των τάσεων των δύο ημιπεριελίξεων (L_1, L_2) του μετασχηματιστή ως προς τη μεσαία του λήψη δεν τροποποιεί τη συμπεριφορά του φασοστροφέα.

Ανάλογο είναι και το κύκλωμα του σχήματος 7.8(ε), όπου τη θέση του μετασχηματιστή με τη μεσαία λήψη την παίρνει το τρανζίστορ. Με $R_1 = R_2$, οι τάσεις συλλέκτη και εκπομπού είναι ίσες και αντιφασικές, όπως στο μετασχηματιστή με μεσαία λήψη. Όταν είναι $X_C = R$, το κύκλωμα εξασφαλίζει τη διαφορά φάσεως 90° μεταξύ των τάσεων που προορίζονται για τους φωρατές R – Y και B – Y.

7.9 Ο αυτόματος έλεγχος του χρώματος.

Αναφέραμε στα προηγούμενα τον αυτόματο έλεγχο του χρώματος (ACC = Automatic Colour Control), χωρίς να ασχοληθούμε ιδιαίτερα μ' αυτόν. Ας πούμε εδώ δυο λόγια για τη βοηθητική αυτή διάταξη των εγχρώμων δεκτών, παρουσιάζοντας τη συνδεσμολογία που φαίνεται στο σχήμα 7.9.

Η διάταξη ACC είναι ανάλογη με τη γνωστή μας διάταξη AGC και έχει ως προορισμό να διατηρεί σταθερό τον κορεσμό των χρωμάτων στην οθόνη του δέκτη, ανεξάρτητα από τις μεταβολές του πλάτους του σήματος χρωμικότητας. Η πληροφορία για τις μεταβολές αυτές παίρνεται από το σήμα αναγνωρίσεως, το οποίο εκπέμπεται μαζί με το σήμα χρωμικότητας και παρακολουθεί τις αυξομειώσεις του.

Το τρανζίστορ BC 167 του σχήματος συμμετέχει στη συγκρότηση του προενισχυτή στην είσοδο χρωμικότητας του δέκτη, πριν από τους συγχρονοφωρατές. Στις βαθμίδες αυτές η χρωμικότητα της εικόνας μεταφέρεται με τη χρωμοφέρουσα συχνότητα.

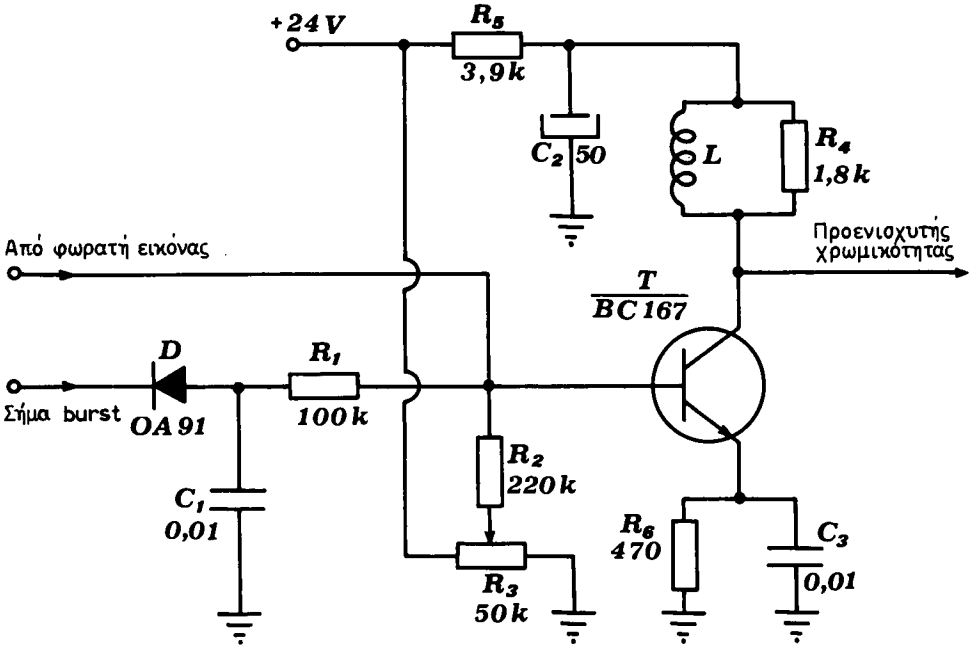
Κατά τη λήψη έγχρωμης εικόνας, τα αρνητικά ημικύματα του σήματος αναγνωρίσεως ανορθώνονται από τη δίοδο OA91 και η παραγόμενη συνεχής αρνητική τάση επηρεάζει τη λειτουργία του προενισχυτή χρωμικότητας. Με αύξηση του εισερχόμενου σήματος στο τμήμα χρωμικότητας, μεγαλώνει ανάλογα και το πλάτος του αναγνωριστικού σήματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της θετικής τάσεως στη βάση του τρανζίστορ και επομένως την πτώση του βαθμού της ενισχύσεώς του. Το αντίθετο συμβαίνει στην περίπτωση που ελαττώνεται το σήμα εισόδου στο τμήμα χρωμικότητας.

Η θετική τάση που εφαρμόζεται στη βάση του τρανζίστορ ρυθμίζεται με τη βοήθεια της μεταβλητής αντιστάσεως R_3. Επειδή από την τάση αυτή εξαρτάται ο βαθμός ενισχύσεως του τρανζίστορ και επομένως ο χρωμοκορεσμός, η αντίσταση R_3 είναι ένας ***ρυθμιστής κορεσμού.*** Θετική τάση από τον ίδιο ρυθμιστή παίρνει και η άνοδος της διόδου και επειδή η τάση αυτή καθορίζει το κατώφλι, επάνω από το οποίο μπορεί το σήμα αναγνωρίσεως να δώσει συνεχή τάση ACC, η αντίσταση R_3 είναι και ***προκαθοριστής*** ACC.

Τελειώνοντας, πρέπει να πούμε ότι ο κορεσμός των χρωμάτων στο SECAM μεταφέρεται με διαμόρφωση συχνότητας και συνεπώς δε μπορεί να ελεγχθεί πριν από τη φώραση με τη βοήθεια διατάξεως ACC. Ο έλεγχος του κορεσμού πρέπει να γίνει ύστερα από τη φώραση,

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

αυξομειώνοντας τα δυο ή και τα τρία σήματα χρωμοδιαφοράς με τη βοήθεια συμμεταβαλλομένων ποτενσιομέτρων.



Σχ. 7.9.
Κύκλωμα αυτόματου ελέγχου του χρώματος (ACC).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

ΤΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΣΑΡΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΔΕΚΤΩΝ

8.1 Το διάγραμμα των τμημάτων σαρώσεων.

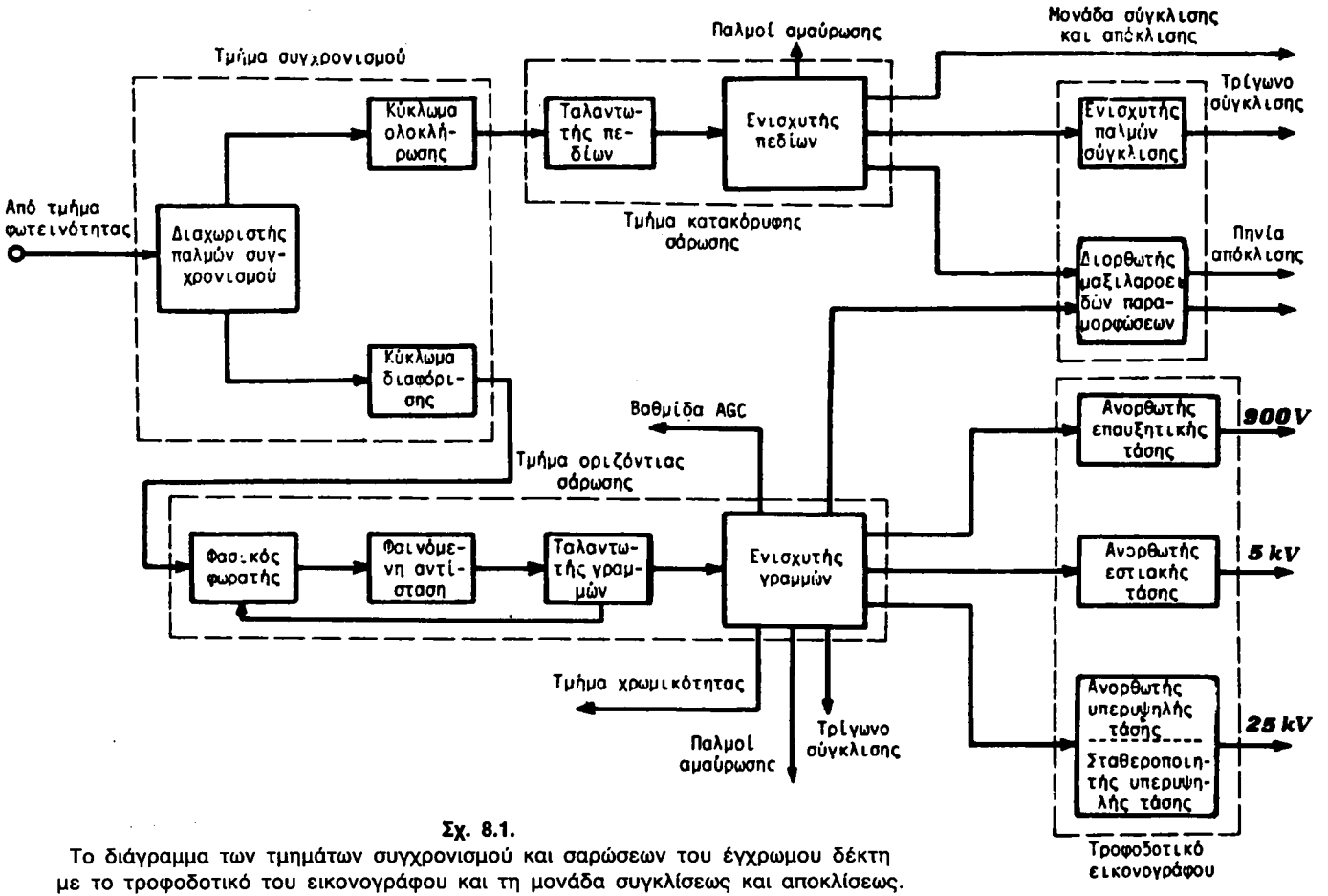
Τα τμήματα σαρώσεων ενός δέκτη, (ασπρόμαυρου και έγχρωμου) παράγουν τα απαραίτητα ρεύματα για την οριζόντια και κατακόρυφη μετακίνηση της ηλεκτρονικής δέσμης του εικονογράφου. Η μετακίνηση αυτή γίνεται σύγχρονα και συμφασικά με τη μετακίνηση της διερευνητικής δέσμης του εικονολήπτη.

Στο γενικό διάγραμμα του σχήματος 8.1 περιλαμβάνονται εκτός από το τμήμα συγχρονισμού, το τμήμα της οριζόντιας σαρώσεως, το τμήμα της κατακόρυφης σαρώσεως, η μονάδα συγκλίσεως και αποκλίσεως των ηλεκτρονικών ακτίνων και τέλος το τροφοδοτικό του εικονογράφου. Από τις τελευταίες μονάδες, μονάδα συγκλίσεως, δηλαδή ενισχυτή παλμών συγκλίσεως και διορθωτή μαξιλαροειδών παραμορφώσεων, ανορθωτή εστιακής τάσεως και σταθεροποιητή της υπερυψηλής τάσεως έχουν μόνο οι έγχρωμοι δέκτες.

Το τμήμα της οριζόντιας σαρώσεως αποτελείται από τον ταλαντωτή των γραμμών, από τις βαθμίδες και τα κυκλώματα της αυτόματης ρυθμίσεως της συχνότητας και της φάσεως του σήματός του (το φασικό φωρατή και το στοιχείο φαινόμενης αντιστάσεως) και από τη βαθμίδα εξόδου των γραμμών. Ο έλεγχος του ταλαντωτή γραμμών πραγματοποιείται με τους συγχρονιστικούς γραμμοπαλμούς που φθάνουν από το διαχωριστή παλμών και μέσα από το κύκλωμα διαφορίσεως.

Η βαθμίδα εξόδου των γραμμών του έγχρωμου δέκτη δεν έχει στην ουσία βασικές διαφορές από την αντίστοιχη βαθμίδα του ασπρόμαυρου δέκτη. Εξαιτίας όμως των ειδικών ιδιομορφιών που διακρίνουν τους τριδεσμικούς εικονογράφους, η βαθμίδα εξόδου των γραμμών του έγχρωμου δέκτη παρουσιάζει μια σειρά από συμπληρωματικές επιδόσεις. Η κυριότερη από αυτές είναι η παροχή μεγάλης ωφέλιμης ισχύος. Μεγάλη ισχύ καταναλώνει το σύστημα αποκλίσεως, επειδή στον έγχρωμο εικονογράφο αποκλίνουν τρεις δέσμες, ενώ κάποια ακόμη συμπληρωματική ισχύ απαιτείται για τη δυναμική τους σύγκλιση. Επιπλέον, από το φορτίο της βαθμίδας εξόδου των γραμμών προέρχονται οι παλμοί για τη λειτουργία του AGC, οι παλμοί αμαυρώσεως, οι παλμοί οδηγήσεως και ελέγχου μερικών βαθμίδων του τμήματος χρωμικότητας και τέλος οι τάσεις για το τροφοδοτικό του εικονογράφου.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 8.1.
Το διάγραμμα των τμημάτων συγχρονισμού και σαρώσεων του έγχρωμου δέκτη με το τροφοδοτικό του εικονογράφου και τη μονάδα συγκλίσεως και αποκλίσεως.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

Το τροφοδοτικό του εικονογράφου περιλαμβάνει τον ανορθωτή της υπερυψηλής τάσεως (22-25 kV), για την τροφοδότηση της ανόδου του εικονογράφου, τον ανορθωτή μιας τάσεως 4,5-5,5 kV, για την τροφοδότηση του εστιακού ηλεκτροδίου, και τον ανορθωτή της επαυξητικής τάσεως (600-900 V) για την τροφοδότηση των επιταχυντικών ηλεκτροδίων. Το τροφοδοτικό του εικονογράφου περιλαμβάνει ακόμη και ένα σταθεροποιητή της υπερυψηλής τάσεως. Η ισχύς που παρέχει αυτό το τροφοδοτικό ξεπερνάει τα 30 W.

Το τμήμα της κατακόρυφης σαρώσεως αποτελείται από τον ταλαντωτή πεδίων και τον ενισχυτή εξόδου. Βασικός του προορισμός είναι η παραγωγή και η ενίσχυση του ρεύματος αποκλίσεως για την εξασφάλιση κανονικής κατακόρυφης διαστάσεως του ράστερ με υπερυψηλή τάση 25 kV. Από τον ενισχυτή πεδίων λαμβάνονται ακόμη οι αμαυρωτικοί παλμοί πεδίων, η τάση για τη σύγκλιση των ακτίνων και οι παλμοί οδηγήσεως του κυκλώματος αναγνωρίσεως πεδίων, όταν η αναγνώριση είναι αυτού του είδους.

Τέλος, η τροφοδότηση των πηνίων αποκλίσεως γραμμών και πεδίων γίνεται μέσα από το διορθωτή των ***μαξιλαροειδών*** παραμορφώσεων. Η χρησιμοποίηση τέτοιου διορθωτή είναι αναγκαία στους εικονογράφους 90°, όπου οι μαξιλαροειδείς παραμορφώσεις είναι πολύ μεγάλες. Κάθε απόπειρα για τη διόρθωσή τους με τη δημιουργία ανομοιόμορφου περιθωριακού μαγνητικού πεδίου (με τη βοήθεια συμπληρωματικών μικρών μαγνητών) οδηγεί σε χειροτέρευση τόσο της καθαρότητας του χρώματος, όσο και της συγκλίσεως των ακτίνων. Οι μαξιλαροειδείς παραμορφώσεις απομακρύνονται με αμοιβαία διαμόρφωση του ρεύματος της οριζόντιας σαρώσεως με τάση συχνότητας πεδίων και του ρεύματος της κατακόρυφης σαρώσεως με τάση συχνότητας γραμμών. Ο διορθωτής των μαξιλαροειδών παραμορφώσεων είναι ένας συνηθισμένος μετασχηματιστής που εργάζεται περιοδικά σε κατάσταση κόρου.

8.2 Το τμήμα κατακόρυφης σαρώσεως.

Γνωρίζομε ότι ο βασικός προορισμός του τμήματος της κατακόρυφης σαρώσεως του τηλεοπτικού δέκτη είναι η παραγωγή και η μορφοποίηση του ρεύματος κατακόρυφης αποκλίσεως, ώστε να σχηματισθεί στην οθόνη του εικονογράφου ράστερ με επιθυμητή κατακόρυφη διάσταση και με ελάχιστες παραμορφώσεις. Σ' έναν έγχρωμο δέκτη το τμήμα αυτό πρέπει να εξασφαλίζει ακόμη ηλεκτρική (και όχι μαγνητική) διόρθωση των κατακορύφων γεωμετρικών παραμορφώσεων του ράστερ, ηλεκτρική κατακόρυφη μετατόπιση (κεντράρισμα) της εικόνας και τέλος παροχή των βοηθητικών παλμών για τη λειτουργία των κυκλωμάτων δυναμικής συγκλίσεως των ακτίνων και τη λειτουργία του τμήματος χρωμικότητας του δέκτη.

Η ηλεκτρική διόρθωση των κατακορύφων γεωμετρικών παραμορφώσεων γίνεται με την εισαγωγή γραμμοπαλμών στο τμήμα της κατακόρυφης σαρώσεως. Η εισαγωγή αυτή γίνεται με λήψη ειδικών μέτρων για την αποφυγή αναδράσεων που μπορούν να διαταράξουν τον κατακόρυφο συγχρονισμό.

Για την κατακόρυφη μετατόπιση της εικόνας στους έγχρωμους δέκτες δε χρησιμοποιούνται μαγνήτες: έτσι αποφεύγονται επιδράσεις στην καθαρότητα του χρώματος και στη σύγκλιση των ακτίνων. Η κατακόρυφη μετατόπιση

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

γίνεται με τη διέλευση συνεχούς ρεύματος μέσα από τα πηνία κατακόρυφης αποκλίσεως.

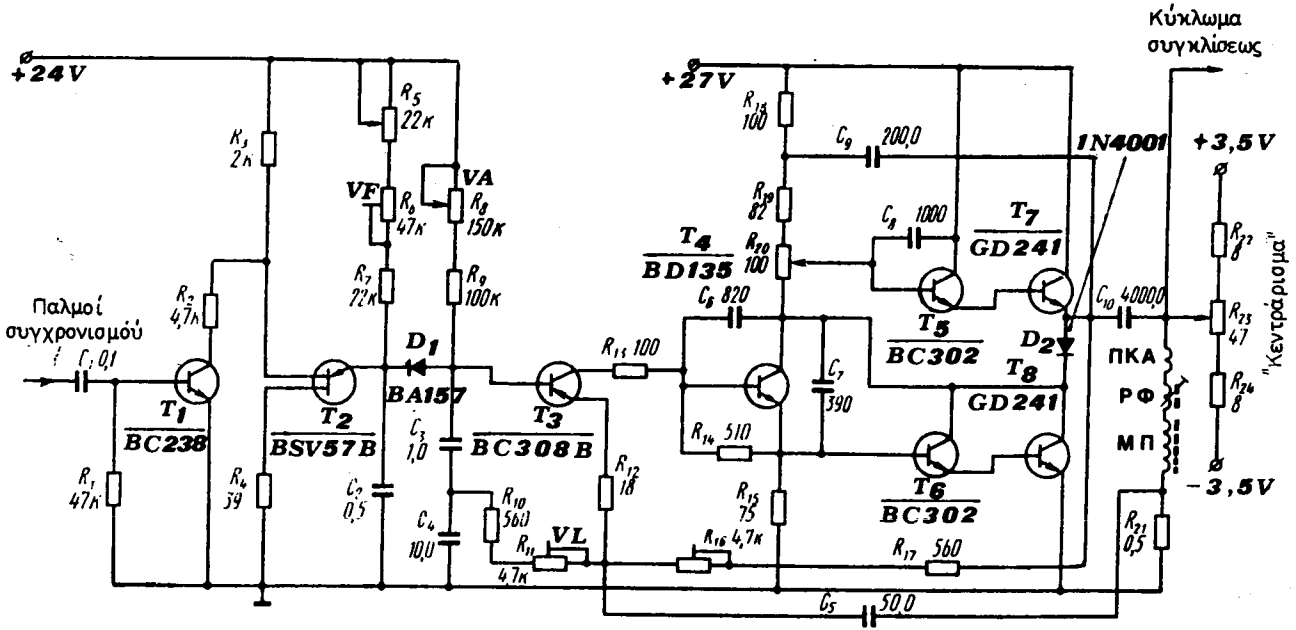
Στους πρώτους έγχρωμους δέκτες, με εικονογράφο 90°, το τμήμα της κατακόρυφης σαρώσεως κατασκευαζόταν με λυχνίες ή τρανζίστορ και περιλάμβανε έναν ταλαντωτή, μια προενισχυτική βαθμίδα και την τελική απλή ενισχυτική βαθμίδα με το μετασχηματιστή εξόδου. Με την εμφάνιση των εγχρώμων εικονογράφων 110° και την αύξηση της απαιτούμενης ισχύος αποκλίσεως των ακτίνων (2-4 φορές), άλλαξε σημαντικά η σύνθεση των τιμημάτων κατακόρυφης σαρώσεως. Η χρησιμοποίηση συμμετρικών ενισχυτών με τρανζίστορ γενικεύθηκε. Η λειτουργία των ενισχυτών αυτών σε τάξη Β μεγάλωσε σημαντικά την ισχύ εξόδου, χωρίς φανερή αύξηση των παραμορφώσεων. Ακόμη, επειδή τα τρανζίστορ έχουν μικρή αντίσταση εξόδου, αφαιρέθηκε ο μετασχηματιστής εξόδου, ο οποίος στους απλούς ή συμμετρικούς ενισχυτές με λυχνίες έλυνε το πρόβλημα της προσαρμογής τους με το φορτίο. Η αφαίρεση του μετασχηματιστή εξόδου ελάττωσε την ισχύ απωλειών και τις παραμορφώσεις στο ρεύμα της κατακόρυφης σαρώσεως.

Με την εμφάνιση του ***μονοεπαφικού,*** ή ***μονόδρομου,*** τρανζίστορ (του γνωστού UJT = Uni-Junction Transistor) ξεχάσθηκε ο δονητής φραγμού, ακόμη και ο πολυδονητής στην κατακόρυφη σάρωση. Το τρανζίστορ αυτό που ένα τμήμα της χαρακτηριστικής του παρουσιάζει ***αρνητική διαφορική αντίσταση,*** χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή ενός απλού και με πολύ λίγα εξαρτήματα ταλαντωτή κατακόρυφης σαρώσεως.

Η χρησιμοποίηση στην κατακόρυφη σάρωση συμμετρικών ενισχυτών και ταλαντωτών χωρίς μετασχηματιστές έδωσε ώθηση στην κατασκευή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων για το τμήμα αυτό του δέκτη. Συνδεσμολογίες τμημάτων κατακόρυφης και οριζόντιας σαρώσεως με ολοκληρωμένα κυκλώματα θα παρουσιάσομε στο τέλος αυτού του κεφαλαίου.

Ας περιγράψομε τώρα ένα τμήμα κατακόρυφης σαρώσεως (σχήμα 8.2) με τρανζίστορ για έγχρωμο δέκτη, με εικονογράφο 110°.

Η βαθμίδα T_1 είναι ενισχυτής των συγχρονιστικών πλαισιοπαλμών και συνδέεται άμεσα με την είσοδο του ταλαντωτή πεδίων. Ο ταλαντωτής αυτός είναι κατασκευασμένος με το μονοεπαφικό τρανζίστορ T_2 και η συχνότητα των ταλαντώσεών του καθορίζεται από τα στοιχεία R_5, R_6, R_7 και C_2. Η τάση ορθής σαρώσεως λαμβάνεται με φόρτιση των πυκνωτών C_1 και C_4 από την τροφοδοτική πηγή και μέσα από τις αντιστάσεις R_8, R_9, και η τάση επιστροφής με εκφόρτιση των ίδιων πυκνωτών μέσα από τη δίοδο D_1 και το τρανζίστορ T_2. Με τη βοήθεια της διόδου D_1, η οποία είναι κλειστή στη διάρκεια της ορθής σαρώσεως, αποκλείεται η αλληλεπίδραση μεταξύ των ρυθμιστών της συχνότητας και των διαστάσεων. Στην είσοδο της πρώτης ενισχυτικής βαθμίδας T_3, και με τη βοήθεια του κυκλώματος της αρνητικής αναδράσεως, μορφοποιείται το σήμα διεγέρσεως που περιέχει απαραίτητα μια παραβολική συνιστώσα. Το σήμα αυτό ενισχύεται από τον τριβαθμικό ενισχυτή, που περιέχει αρνητική ανάδραση τόσο συνεχούς (R_{17}, R_{16}, R_{12}), όσο και εναλλασσόμενου (C_5, R_{21}) ρεύματος. Η βαθμίδα T_4 είναι προενισχυτής με ***διχασμένο*** φορτίο, για τη λήψη σημάτων εξόδου διαφορετικής πολικότητας. Ο συμμετρικός ενισχυτής εξόδου είναι κατασκευασμένος με τρανζίστορ του ίδιου τύπου (NPN) και τα (τοροειδή)



Σχ. 8.2.
Συνδεσμολογία τμήματος κατακόρυφης σαρώσεως για έγχρωμο δέκτη, με εικονογράφο 110°.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

πηνία κατακόρυφης αποκλίσεως συνδέονται σ' αυτόν χωρίς μετασχηματιστή προσαρμογής.

Η τροφοδότηση του ταλαντωτή γίνεται από πηγή με σταθεροποιημένη τάση +24 V. Για την τροφοδότηση του ενισχυτικού τμήματος της συνδεσμολογίας, χρησιμοποιείται ασταθεροποίητη τάση +27 V που λαμβάνεται από το κύκλωμα της οριζόντιας σαρώσεως. Οι τάσεις +3,5 και –3,5 V είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του κυκλώματος ***κεντραρίσματος*** (R_{22}, R_{23}, R_{24}) και παράγονται επίσης στο τμήμα οριζόντιας σαρώσεως.

Οι παλμοί για τη λειτουργία του κυκλώματος της συγκλίσεως προέρχονται άμεσα από τα πηνία κατακόρυφης αποκλίσεως.

8.3. Το τμήμα σαρώσεως γραμμών.

Στους έγχρωμους τηλεοπτικούς δέκτες καθιερώθηκαν δύο παραλλαγές τμημάτων σαρώσεως γραμμών: το τμήμα μ' ένα γραμμοενισχυτή και το τμήμα με δύο γραμμοενισχυτές. Στο πρώτο τμήμα, το ρεύμα για τη σάρωση των γραμμών και η υπερυψηλή τάση εξασφαλίζονται μ' έναν ενισχυτή, ενώ στο δεύτερο, με δύο ενισχυτές. Καθένα από τα τμήματα αυτά έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, από τα οποία καθορίζεται και η επιλογή του.

Βασικό πλεονέκτημα του τμήματος γραμμών, μ' έναν ενισχυτή είναι το μικρό κόστος, επειδή διαθέτει λίγα εξαρτήματα. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιείται περισσότερο στους έγχρωμους δέκτες. Τα μειονεκτήματά του είναι:

1) Η δυσκολία να εξασφαλίσει παλμό επιστροφής γραμμών με μικρή διάρκεια, εξαιτίας της μεγάλης χωρητικότητας του τυλίγματος υπερυψηλής τάσεως του μετασχηματιστή γραμμών και της χωριτικότητας του ανορθωτή υπερυψηλής τάσεως
2) Η δυσκολία να εξασφαλίσει την απαραίτητη ενέργεια για την απόκλιση των ηλεκτρονικών ακτίνων.

Το τμήμα με δύο γραμμοενισχυτές έχει τα επόμενα βασικά πλεονεκτήματα:

1) Ευκολία ανεξάρτητης ρυθμίσεως των οριζοντίων διαστάσεων της εικόνας και της υπερυψηλής τάσεως,
2) Δυνατότητα παροχής παλμού επιστροφής γραμμών με μικρή διάρκεια (με λόγο πλευρών εικόνας 5:4, η διάρκεια του παλμού αυτού δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 14 μsec και με λόγο 4:3 τα 11 μsec)
3) Δυνατότητα χρησιμοποιήσεως λυχνιών ή τρανζίστορ στις βαθμίδες εξόδου με μικρότερη ισχύ.
4) Δυνατότητα λειτουργίας με μικρότερες τροφοδοτικές τάσεις.
5) Δυνατότητα απλοποιήσεως του κυκλώματος σταθεροποιήσεως της υπερυψηλής τάσεως, όταν μεταβάλλεται το ρεύμα των ηλεκτρονικών ακτίνων του εικονογράφου.

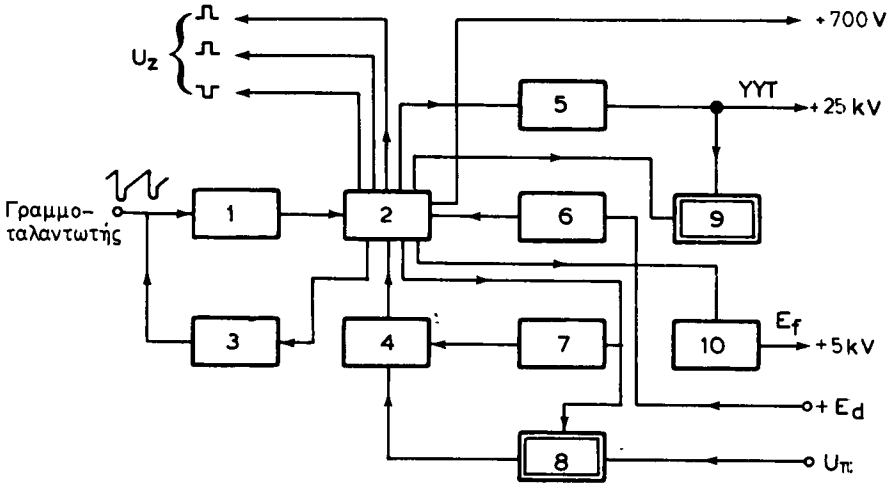
Το μειονέκτημα του τμήματος αυτού είναι ότι διαθέτει δύο βαθμίδες ενισχύσεως της ισχύος, πράγμα που αυξάνει το κόστος της κατασκευής.

Σημαντικό ενδιαφέρον και στις δυο παραλλαγές παρουσιάζει ο τρόπος παραγωγής της υπερυψηλής τάσεως. Οικονομικότερος τρόπος είναι η ανόρθωση των στενών γραμμοπαλμών επιστροφής, που εξασφαλίζεται μ' έναν απλό ανορθωτή ή με κύκλωμα πολλαπλασιασμού της τάσεως. Το τμήμα γραμμών με κύκλωμα πολλαπλασιασμού της τάσεως παρουσιάζει σειρά από πλεονεκτήματα, όπως:

1) Αυξημένη σταθερότητα λειτουργίας του κυκλώματος και του μετασχηματιστή γραμμών.
2) Απλοποιημένη κατασκευή του μετασχηματιστή γραμμών.
3) Δυνατότητα απλοποιήσεως του κυκλώματος σταθεροποιήσεως της υπερυψηλής τάσεως .

Το διάγραμμα του τμήματος σαρώσεως γραμμών με έναν ενισχυτή φαίνεται στο σχήμα 8.3α:

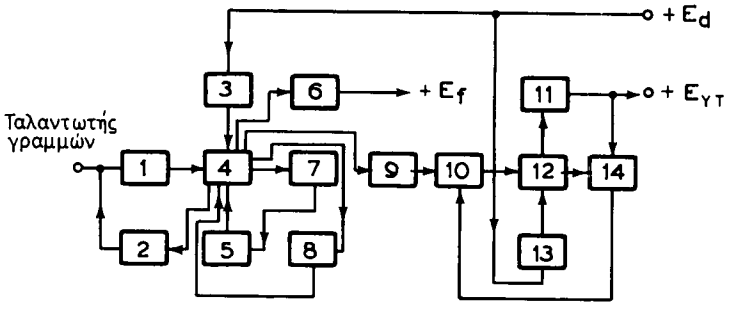
Στο τμήμα της σαρώσεως γραμμών παράγονται ακόμη οι γραμμοπαλμοί U_Z, για τη λειτουργία των διαφόρων κυκλωμάτων του δέκτη, και η επαυξητική τάση 700 V, για την τροφοδότηση των επιταχυντικών ηλεκτροδίων του εικονογράφου. Ο ενισχυτής γραμμών (1)



Σχ. 8.3α.

Το διάγραμμα του τμήματος γραμμών με έναν ενισχυτή.

1) Γραμμοενισχυτής εξόδου. 2) Μετασχηματιστής γραμμών. 3) Κύκλωμα σταθεροποιήσεως των οριζοντίων διαστάσεων του ράστερ. 4) Ρυθμιστής οριζόντιας γραμμικότητας. 5) Ανορθωτής υπερυψηλής τάσεως. 6) Δίοδος αποσβέσεως (damper diode). 7) Πηνία οριζόντιας αποκλίσεως. 8) Μετασχηματιστής διορθώσεως των μαξιλαροειδών παραμοφώσεων του ράστερ. 9) Σταθεροποιητής της υπερυψηλής τάσεως. 10) Ανορθωτής για την παραγωγή της τροφοδοτικής τάσεως του εστιακού ηλεκτροδίου του εικονογράφου.



Σχ. 8.3β.

Το διάγραμμα του τμήματος γραμμών με δύο ενισχυτές.

1) Γραμμοενισχυτής για το ρεύμα αποκλίσεως. 2) Σταθεροποιητής των οριζοντίων διαστάσεων του ράστερ. 3) Δίοδος αποσβέσεως. 4) Μετασχηματιστής γραμμών. 5) Ρυθμιστής γραμικότητας. 6) Ανορθωτής της εστιακής τάσεως. 7) Πηνία αποκλίσεως. 8) Διορθωτής των μαξιλαροειδών παραμορφώσεων. 9) Βαθμίδα μορφοποιήσεως της τάσεως διεγέρσεως του δεύτερου γραμμοενισχυτή. 10) Δεύτερος γραμμοενισχυτής για την υπερυψηλή τάση. 11) Ανορθωτής υπερυψηλής τάσεως. 12) Μετασχηματιστής υπερυψηλής τάσεως. 13) Δεύτερη δίοδος αποσβέσεως. 14) Σταθεροποιητής της υπερυψηλής τάσεως.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

διεγείρεται από το γραμμοταλαντωτή και ο μετασχηματιστής διορθώσεως των μαξιλαροειδών παραμορφώσεων δέχεται, εκτός από τους γραμμοπαλμούς και παλμούς U_π από τη βαθμίδα εξόδου των πεδίων.

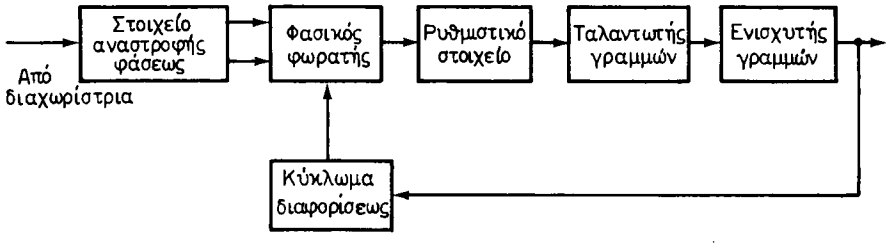
Στο σχήμα 8.36 φαίνεται το διάγραμμα του τμήματος σαρώσεως γραμμών με δύο ενισχυτές. Ο ένας γραμμοενισχυτής εξασφαλίζει το ρεύμα για την απόκλιση της δέσμης και ο άλλος την υπερυψηλή τάση.

Ο μετασχηματιστής γραμμών (4) δεν έχει τη συνηθισμένη περιέλιξη της υπερυψηλής τάσεως αλλά μια μικρότερη, για την παραγωγή της εστιακής τάσεως. Επειδή δεν υπάρχει η περιέλιξη της υπερυψηλής τάσεως, δεν εμφανίζονται σχεδόν καθόλου οι γνωστές μεταβατικές διεργασίες στην αρχή των γραμμών και επομένως δε δημιουργούνται κατακόρυφες λωρίδες στο αριστερό περιθώριο του ράστερ. Για τον ίδιο λόγο, η διάρκεια της οριζόντιας επιστροφής των ακτίνων μπορεί να γίνει πολύ μικρότερη απ' ό,τι στο κύκλωμα με ένα γραμμοενισχυτή.

8.4 Ο ταλαντωτής γραμμών και ο συγχρονιστής του.

Ο παλμικός συγχρονισμός των ταλαντωτών σαρώσεως και ιδιαίτερα του ταλαντωτή γραμμών είναι ευαίσθητος στους θορύβους, γι' αυτό οι σύγχρονοι δέκτες τηλεοράσεως διαθέτουν αυτόματο συγχρονισμό για τον ταλαντωτή γραμμών.

Με τη βοήθεια του διαγράμματος του σχήματος 8.4 θα περιγράψομε την αρχή λειτουργίας του αυτόματου συγχρονιστή των γραμμών. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα, πρόκειται για ένα κλειστό κύκλωμα ανασυζεύξεως που περιλαμβάνει, ένα φασικό φωρατή, το ρυθμιστικό στοιχείο (συνήθως τρανζίστορ φαινόμενης αντιστάσεως) και ένα κύκλωμα διαφορίσεως. Στο φασικό φωρατή φθάνουν οι παλμοί συγχρονισμού από τη διαχωρίστρια παλμών και η τάση του ταλαντωτή γραμμών από την έξοδο του αντίστοιχου ενισχυτή. Ο φασικός φωρατής συγκρίνει συνεχώς τους παλμούς συγχρονισμού με την τάση του ταλαντωτή γραμμών κατά συχνότητα και φάση. Αν οι συχνότητες και οι φάσεις των δυο συγκρινόμενων τάσεων είναι ίσες, στην έξοδο του φωρατή δεν εμφανίζεται κανένα σήμα και ο ταλαντωτής γραμμών αφήνεται να εργάζεται με τη σωστή του συχνότητα και φάση. Άν όμως οι συχνότητες και οι φάσεις των συγκρινόμενων τάσεων είναι άνισες, στην έξοδο του φωρατή εμφανίζεται ρυθμιστικό σήμα, του οποίου η τιμή και η πολικότητα εξαρτώνται από τη φασική απόκλιση των παραπάνω τάσεων. Το ρυθμιστικό αυτό σήμα ενεργεί στον ταλαντωτή γραμμών, μέσα από το ρυθμιστικό στοιχείο και διορθώνει τη



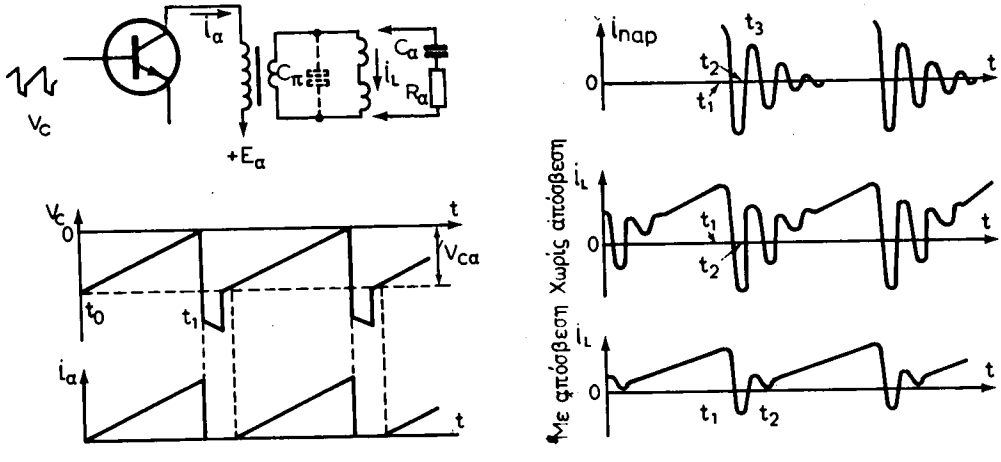
Σχ. 8.4.
Διάγραμμα αυτόματου συγχρονιστή των γραμμών.

συχνότητά του, ώστε να συμπέσει με τη συχνότητα επαναλήψεως των παλμών συγχρονισμού γραμμών. Έτσι στην ουσία ο αυτόματος συγχρονισμός των γραμμών είναι αυτόματη ρύθμιση της συχνότητας και φάσεως του ταλαντωτή γραμμών.

8.5 Ο ενισχυτής γραμμών και η απόσβεση παρασιτικών ταλαντώσεων.

Η συχνότητα των γραμμών, σε σύγκριση με τη συχνότητα των πεδίων (50 Hz), είναι σχετικά υψηλή (15 625 Hz) και ο χρόνος της οριζόντιας επιστροφής της δέσμης μικρός (περίπου 9 μsec). Γι' αυτό κατά το χρόνο της οριζόντιας επιστροφής της δέσμης, η αυτεπαγωγή των αντιστοίχων πηνίων αποκλίσεως επενεργεί εντονότερα απ' όσο η αυτεπαγωγή των πηνίων της κατακόρυφης αποκλίσεως. Για να πάρομε πριονωτό ρεύμα χωρίς παραμόρφωση πρέπει ο ενισχυτής εξόδου γραμμών να ενισχύει γύρω στις 30-50 αρμονικές της συχνότητας των 15 625 Hz. Έτσι, το φάσμα των ενισχυομένων συχνοτήτων αρχίζει από τα 15 kHz και φθάνει στα 350-750 kHz.

Στο σχήμα 8.5α φαίνεται μια απλοποιημένη συνδεσμολογία ενισχυτή γραμμών με τη μορφή της τάσεως διεγερσεώς του. Στην έξοδο του ενισχυτή συνδέονται τα πηνία της οριζόντιας αποκλίσεως με τη μεσολάβηση ενός μετασχηματιστή. Κατά το χρονικό διάστημα t_0-t_1, το τρανζίστορ είναι αγώγιμο και τα πηνία αποκλίσεως πρέπει να διαρρέονται από ένα γραμμικά αυξανόμενο ρεύμα. Η κατάσταση αυτή αντιστοιχεί στην ορθή οριζόντια σάρωση, κατά την οποία η ηλεκτρονική δέσμη του εικονογράφου μετακινείται από το αριστερό περιθώριο της οθόνης προς το δεξιό και γράφει μια γραμμή. Τη χρονική στιγμή t_1, στην είσοδο του ενισχυτή εφαρμόζεται ο αρνητικός παλμός της τάσεως διεγέρσεως και το ρεύμα εξόδου απότομα (με άλμα) μηδενίζεται. Τη στιγμή αυτή αρχίζει η επιστροφή της δέσμης που διαρκεί ως τη στιγμή t_3. Όταν το τρανζίστορ αποκόπτεται, το ρεύμα που διαρρέει τα πηνία αποκλίσεως δεν



Σχ. 8.5α.
Η εμφάνιση παρασιτικών ταλαντώσεων στα πηνία οριζόντιας αποκλίσεως.

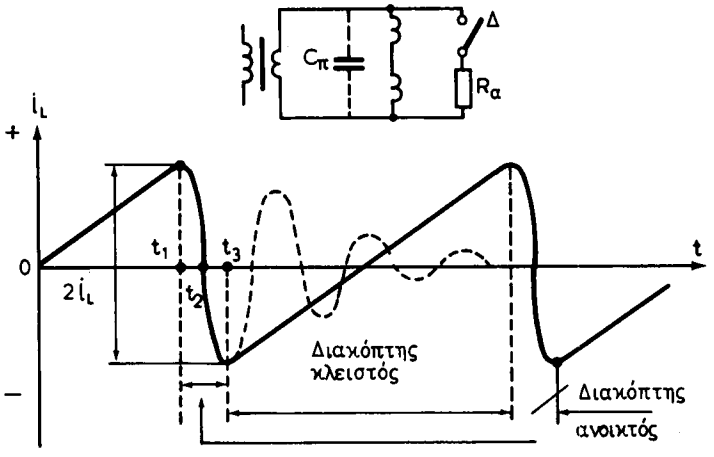
μπορεί να μηδενισθεί ακαριαία, επειδή κατά το χρόνο της ορθής σαρώσεως που το τρανζίστορ ήταν αγώγιμο, στα πηνία αποθηκεύθηκε ενέργεια με μορφή μαγνητικού πεδίου. Η ενέργεια αυτή δημιουργεί παρασιτικές ταλαντώσεις με συχνότητα, που καθορίζεται από την αυτεπαγωγή και την κατανεμημένη χωρητικότητα των πηνίων αποκλίσεως.

Έτσι, τη χρονική στιγμή t_3, που τελειώνει η οριζόντια επιστροφή της δέσμης, οι παρασιτικές ταλαντώσεις προστίθενται στο ρεύμα της ορθής σαρώσεως και η γραμμική του αύξηση καταστρέφεται. Η καταστροφή της γραμμικότητας του ρεύματος ορθής σαρώσεως προκαλεί ανισοταχή κίνηση της ηλεκτρονικής δέσμης κατά μήκος της γραμμής, με αποτέλεσμα η εικόνα να παραμορφώνεται. Η παραμόρφωση εκδηλώνεται με την εμφάνιση κατακορύφων λωρίδων («πτυχών») στο αριστερό περιθώριο της οθόνης.

Για την απόσβεση των παρασιτικών ταλαντώσεων μπορούμε να παραλληλίσομε τα πηνία αποκλίσεως (το δευτερεύον του μετασχηματιστή) με μια αντίσταση και έναν πυκνωτή που συνδέονται σε σειρά μεταξύ τους (σχ. 8.5α). Η χωρητικότητα του «πυκνωτή αποσβέσεως» $C_α$ εκλέγεται έτσι, ώστε η αντίστασή του να είναι μεγάλη για τη συχνότητα των γραμμών και μικρή για τη συχνότητα των παρασιτικών ταλαντώσεων. Έτσι, κατά το χρόνο της ορθής σαρώσεως το κύκλωμα $R_α$ $C_α$ θα διαρρέεται από πολύ μικρό ρεύμα και η «αντίσταση αποσβέσεως» $R_α$ δε θα διακλαδίζει σχεδόν καθόλου τα πηνία αποκλίσεως. Κατά το χρόνο, όμως, της επιστροφής της δέσμης ο πυκνωτής σχεδόν βραχυκυκλώνεται και η αντίσταση $R_α$ διαρρέεται από μεγάλο ρεύμα, με αποτέλεσμα την απόσβεση των παρασιτικών ταλαντώσεων.

Το μειονέκτημα του προηγούμενου τρόπου αποσβέσεως των παρασιτικών ταλαντώσεων είναι η απώλεια της ενέργειας, που αποθηκεύεται με μορφή μαγνητικού πεδίου στα πηνία αποκλίσεως κατά το χρόνο της ορθής σαρώσεως. Όλη αυτή η ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα στην αντίσταση αποσβέσεως $R_α$. Μπορούμε να αποφύγομε την απώλεια της ενέργειας αυτής, αν η απόσβεση των παρασιτικών ταλαντώσεων δε γίνει αμέσως με την έναρξη της επιστροφής της δέσμης, αλλά ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα, ίσο με την ημιπερίοδο των ταλαντώσεων αυτών.

Ας υποθέσομε, ότι τη θέση του πυκνωτή αποσβέσεως $C_α$ την παίρνει ένας διακόπτης (σχ. 8.5β). Τη χρονική στιγμή t_1 που αρχίζει η οριζόντια επιστροφή της δέσμης, ο διακόπτης είναι ανοικτός. Το ρεύμα εξόδου του ενισχυτή μηδενίζεται και αρχίζει η εμφάνιση των παρασιτικών ταλαντώσεων στα πηνία αποκλίσεως. Η ενέργεια που είχε αποθηκευθεί στο μαγνητικό πεδίο των πηνίων αποκλίσεως, μετασχηματίζεται σε ενέργεια ηλεκτρικού πεδίου του παρασιτικού πυκνωτή $C_π$ και τα πηνία αποκλίσεως διαρρέονται από το ελαττούμενο ρεύμα φορτίσεως του πυκνωτή. Τη χρονική στιγμή t_2 η φόρτιση του πυκνωτή ολοκληρώνεται και αρχίζει η εκφόρτισή του. Τα πηνία αποκλίσεως διαρρέονται τώρα από το αυξανόμενο προς τα αρνητικά ρεύμα εκφορτίσεως. Η εκφόρτιση του παρασιτικού πυκνωτή τελειώνει τη στιγμή t_3 για να αρχίσει η επαναφόρτισή του και την ίδια ακριβώς στιγμή κλείνομε το διακόπτη. Με το κλείσιμο του διακόπτη η αντίσταση αποσβέσεως συνδέεται παράλληλα στα πηνία αποκλίσεως, απορροφά την υπόλοιπη ενέργεια του μαγνητικού τους πεδίου, ο πυκνωτής δεν επαναφορτίζεται και η παρασιτική ταλάντωση διακόπτεται.



Σχ. 8.56.
Εκμετάλλευση της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου των πηνίων αποκλίσεως.

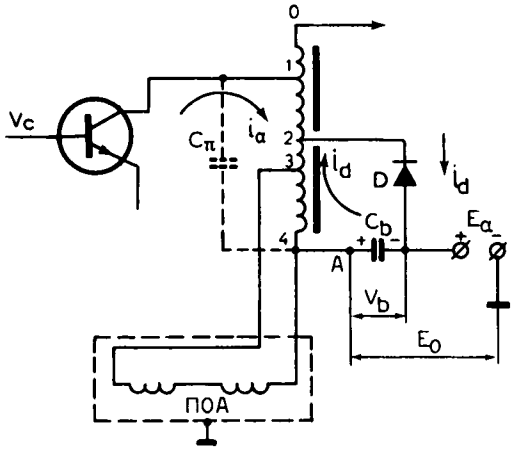
Από τη σύγκριση των κυματομορφών των σχημάτων 8.5α και 8.56 φαίνεται ότι με την εκμετάλλευση της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου των πηνίων αποκλίσεως μπορούμε να πάρομε ρεύμα σαρώσεως με διπλάσιο σχεδόν πλάτος. Πρέπει όμως να βρούμε έναν ηλεκτρονικό τρόπο συνδέσεως και αποσυνδέσεως της αντιστάσεως R_α παράλληλα στα πηνία αποκλίσεως που να ενεργεί σε κατάλληλες χρονικές στιγμές.

Στους σύγχρονους δέκτες τηλεοράσεως το ρόλο του διακόπτη για τη σύνδεση και αποσύνδεση της αντιστάσεως αποσβέσεως R_α, παράλληλα στα πηνία αποκλίσεως, παίζει μια δίοδος η οποία ονομάζεται ***δίοδος αποσβέσεως*** (damper diode). Η χρησιμοποίηση της διόδου αποσβέσεως επιτρέπει την αντικατάσταση και της αντιστάσεως αποσβέσεως R_α μ' έναν πυκνωτή. Όπως θα δούμε αμέσως, με την αντικατάσταση αυτή μπορούμε να εκμεταλλευθούμε και την υπόλοιπη ενέργεια του μαγνητικού πεδίου που μετατρέπεται σε θερμότητα στην αντίσταση R_α.

Στους σύγχρονους δέκτες τηλεοράσεως η σύνδεση των πηνίων της οριζόντιας αποκλίσεως στο κύκλωμα εξόδου της ενισχύτριας γραμμών γίνεται με τη μεσολάβηση αυτομετασχηματιστή. Ο αυτομετασχηματιστής έχει μερικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με το μετασχηματιστή. Η κατανεμημένη χωρητικότητα μεταξύ των σπειρών του είναι μικρότερη, η αυτεπαγωγή σκεδάσεως είναι επίσης μικρότερη και ακόμη έχει μικρότερο όγκο και απλούστερη κατασκευή. Σ' ένα τμήμα των σπειρών του αυτομετασχηματιστή συνδέονται τα πηνία αποκλίσεως και παράλληλα σ' αυτά, σε λίγο μεγαλύτερο αριθμό σπειρών, συνδέεται η δίοδος αποσβέσεως, όπως φαίνεται στο σχήμα 8.5γ.

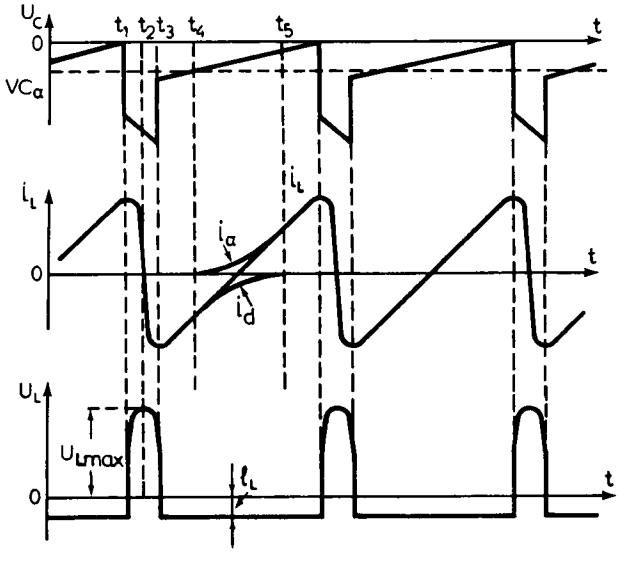
Η περιγραφή της λειτουργίας της συνδεσμολογίας αυτής μπορεί να γίνει πιο απλή αν υποθέσομε πως το τμήμα του αυτομετασχηματιστή μεταξύ των ορίων 3 - 4 αντιπροσωπεύει και τα πηνία αποκλίσεως. Το σπουδαιότερο στοιχείο της συνδεσμολογίας είναι ο πυκνωτής C_b που αντικατέστησε την αντίσταση R_α των προηγουμένων κυκλωμάτων.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 8.5γ.
Ενισχυτής γραμμών με αυτομετασχηματιστή και δίοδο αποσβέσεως.

Μόλις εφαρμοσθεί η τάση της πηγής E_a, η δίοδος αποσβέσεως άγει και φορτίζει τον πυκνωτή C_b. Η τάση φορτίσεως του πυκνωτή εφαρμόζεται στο συλλέκτη του τρανζίστορ μέσα από την περιέλιξη του αυτομετασχηματιστή και εμφανίζεται το ρεύμα i_a. Το ρεύμα αυτό αναπτύσσεται αργά και καθώς διαρρέει την περιέλιξη του αυτομετασχηματιστή δημιουργεί μαγνητικό πεδίο. Η τάση στην έξοδο του ενισχυτή ελαττώνεται σιγά-σιγά ως τη στιγμή t_1 (σχ. 8.5δ), οπότε στην είσοδό του εφαρμόζεται ο αρνητικός παλμός της τάσεως διεγέρσεως.



Σχ. 8.5δ.
Κυματομορφές για τη λειτουργία του κυκλώματος του σχήματος 8.8α.

Ο παλμός αυτός αποκόπτει το τρανζίστορ και το ρεύμα εξόδου πέφτει. Στην πτώση του ρεύματος i_a αντιδρά η μεγάλη αυτεπαγωγή του αυτομετασχηματιστή που αντιπροσωπεύει, όπως είπαμε, και την αυτεπαγωγή των πηνίων αποκλίσεως. Η αντίδραση εκδηλώνεται με την εμφάνιση θετικής τάσεως στο επάνω όριο του αυτομετασχηματιστή που προσπαθεί να συντηρήσει το ρεύμα i_a. Η τάση αυτή, ενώ δεν κατορθώνει ν' ανοίξει το τρανζίστορ που είναι σταθερά κλειστό από την αρνητική τάση στη βάση του, προκαλεί άμεσο φράξιμο της διόδου αποσβέσεως. Έτσι, το ρεύμα που διαρρέει τα πηνία αποκλίσεως δεν μπορεί να συντηρηθεί μέσα από το κλειστό τρανζίστορ και την κλειστή δίοδο, αλλά μόνο από πλάγιο δρόμο. Η συντήρηση γίνεται με τη φόρτιση και εκφόρτιση του παρασιτικού πυκνωτή C_π. Όπως είδαμε, το ρεύμα φορτίσεως και εκφορτίσεως του πυκνωτή αυτού εξασφαλίζει την οριζόντια επιστροφή της δέσμης που γίνεται στο χρονικό διάστημα t_1-t_3.

Τη χρονική στιγμή t_3 η τάση στα όρια 3-4 του αυτομετασχηματιστή αναστρέφεται, το όριο 2 γίνεται αρνητικό ως προς το 4 και η δίοδος ανοίγει για να κάνει τη γνωστή απόσβεση των παρασιτικών ταλαντώσεων. Με το άνοιγμα της διόδου ο πυκνωτής C_b, που ήταν φορτισμένος με την τάση της πηγής E_a, φορτίζεται ακόμη περισσότερο από το ρεύμα i_d. Έτσι, η υπόλοιπη ενέργεια του μαγνητικού πεδίου των πηνίων αποκλίσεως δε μετατρέπεται σε θερμότητα (η εσωτερική αντίσταση της διόδου είναι μικρή), αλλά αποθηκεύεται στον πυκνωτή C_b για να χρησιμοποιηθεί αργότερα.

Καθώς ο πυκνωτής C_b φορτίζεται, η τάση μεταξύ ανόδου-καθόδου της διόδου ελαττώνεται. Μαζί της ελαττώνεται και το ρεύμα i_d που διαρρέει τα πηνία αποκλίσεως και εξασφαλίζει την κίνηση της ηλεκτρονικής δέσμης στην αρχή της ορθής σαρώσεως. Όταν όλη η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου των πηνίων μετατραπεί σε ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή C_b, η τάση από αυτεπαγωγή μηδενίζεται και μεταξύ ανόδου-καθόδου της διόδου παραμένει μόνο η τάση φορτίσεως του πυκνωτή η οποία κλείνει τη δίοδο.

Στο μεταξύ και στη χρονική στιγμή t_4 ανοίγει το τρανζίστορ και εμφανίζεται το ρεύμα i_a για να συνεχίσει την προώθηση της ηλεκτρονικής δέσμης προς το δεξιό περιθώριο της οθόνης του σωλήνα. Από δω και πέρα η διεργασία επαναλαμβάνεται.

Από τις κυματομορφές του σχήματος 8.5δ φαίνεται ότι στο χρονικό διάστημα t_4-t_5 τα πηνία αποκλίσεως διαρρέονται από δυο ρεύματα αντίθετης κατευθύνσεως: από το ελαττούμενο ρεύμα της διόδου i_d και από το αυξανόμενο ρεύμα του ενισχυτή i_a. Γενικά το ρεύμα της οριζόντιας σαρώσεως (ορθής και ανάστροφης) αποτελείται από τρεις συνιστώσες: από το ρεύμα της διόδου αποσβέσεως i_d, που εξασφαλίζει το πρώτο τμήμα της γραμμής (το τρανζίστορ είναι κλειστό), από το ρεύμα του ενισχυτή i_a, που εξασφαλίζει το δεύτερο τμήμα της γραμμής (η δίοδος είναι κλειστή) και από το ρεύμα της πρώτης ημιπεριόδου των παρασιτικών ταλαντώσεων που εξασφαλίζει ολόκληρη την επιστροφή της δέσμης (τρανζίστορ και δίοδος κλειστά). Ο χρόνος της οριζόντιας επιστροφής της δέσμης καθορίζεται από την αυτεπαγωγή και την παρασιτική χωρητικότητα του κυκλώματος εξόδου του ενισχυτή. Όσο μικρότερη είναι η παρασιτική χωρητικότητα, τόσο γρηγορότερα επιστρέφει η δέσμη.

Για τη λειτουργία του εικονογράφου απαιτείται επιταχυντική τάση 500-700 V,

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

η οποία εξασφαλίζεται με τη συνδεσμολογία του σχήματος 8.5γ.

Στη συνδεσμολογία αυτή περιέχεται, όπως είδαμε, ο πυκνωτής C_b, που είναι ενωμένος σε σειρά με την πηγή τροφοδοτήσεως E_a. Στην αρχή ο πυκνωτής φορτίζεται ως την τάση της πηγής (250 V). Όταν η δίοδος γίνεται αγώγιμη, και ύστερα από μερικούς κύκλους λειτουργίας, η τάση φορτίσεως του πυκνωτή ξεπερνά τα 500 V. Η αύξηση της τάσεως προέρχεται από την ενέργεια του μαγνητικού πεδίου των πηνίων αποκλίσεως, που την αφαιρούμε με τη βοήθεια της διόδου αποσβέσεως για να αποφύγομε τις παρασιτικές ταλαντώσεις. Επειδή η τάση V_b αυξάνει την τάση της πηγής, ονομάζεται ***επαυξητική τάση*** και ο πυκνωτής, που τη δίνει, ***επαυξητικός πυκνωτής*** (Booster condenser).

Η χωρητικότητα του επαυξητικού πυκνωτή είναι μικρή (50 nF περίπου). Ο πυκνωτής αυτός επιδρά στο χρόνο ενάρξεως της αποσβέσεως και επομένως στη σωστή λειτουργία της όλης συνδεσμολογίας. Όταν καταστραφεί πρέπει να αντικατασταθεί με άλλον της ίδιας χωρητικότητας και της ίδιας ή μεγαλύτερης διηλεκτρικής αντοχής.

Σημειώνομε ότι η δίοδος αποσβέσεως ονομάζεται και ***επαυξητική δίοδος*** (Booster diode), επειδή με το ρεύμα της συμβάλλει στο να αυξηθεί η τάση στον επαυξητικό πυκνωτή.

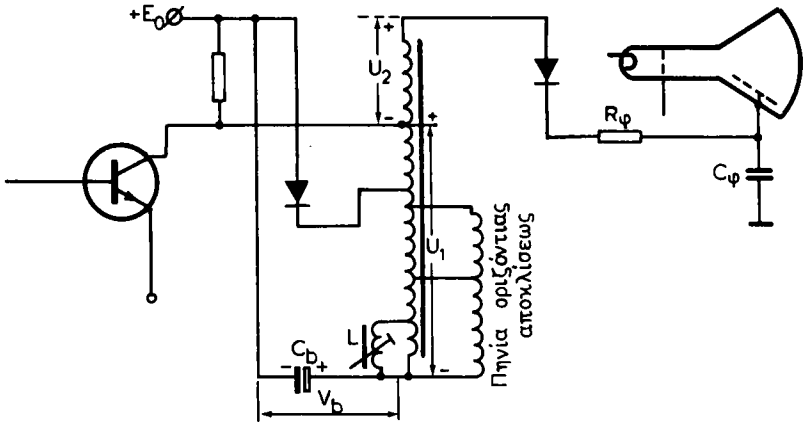
8.6. Παραγωγή της υπερυψηλής τάσεως.

Η υπερυψηλή τάση μπορεί να παραχθεί από το δίκτυο τροφοδοτήσεως, από μια γεννήτρια ΥΣ και από μια γεννήτρια παλμών.

Η παραγωγή της υπερυψηλής τάσεως από το δίκτυο τροφοδοτήσεως έχει ένα βασικό μειονέκτημα. Η συχνότητα κυματώσεως της ανορθωμένης τάσεως είναι πολύ χαμηλή (50 ή 100 Hz) και για την εξομάλυνση της τάσως αυτής χρειάζονται πυκνωτές μεγάλης χωρητικότητας και υψηλής διηλεκτρικής αντοχής. Η εξομάλυνση της ανορθωμένης τάσεως μπορεί να γίνει με πυκνωτές μικρής χωρητικότητας αν αυξηθεί η συχνότητα της τροφοδοτικής πηγής. Επειδή η ισχύς του τροφοδοτικού είναι, όπως είπαμε, χαμηλή, μπορούμε να χρησιμοποιήσομε ως πηγή έναν ταλαντωτή μικρής ισχύος που παράγει εναλλασσόμενη τάση με συχνότητα 100-300 kHz. Τέτοια τροφοδοτικά χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις.

Στους δέκτες τηλεοράσεως ανορθώνονται αποκλειστικά οι παλμοί τάσεως, που παράγονται στον αυτομετασχηματιστή εξόδου γραμμών κατά το χρόνο της οριζόντιας επιστροφής της δέσμης.

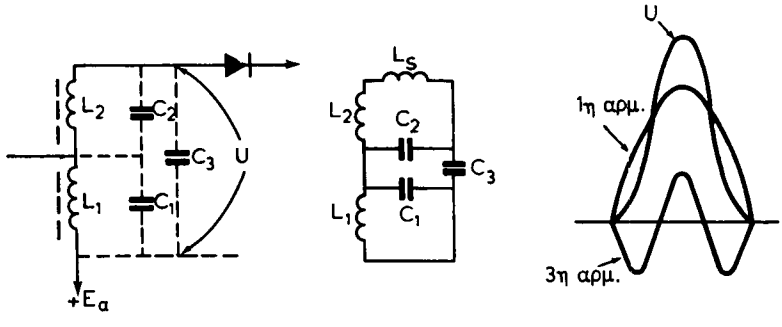
Στο σχήμα 8.6α φαίνεται το κύκλωμα παραγωγής της υπερυψηλής τάσεως από τη βαθμίδα εξόδου των γραμμών. Μια ξεχωριστή και καλά μονωμένη περιέλιξη με πολλές σπείρες συνδέεται σε σειρά με τον αυτομετασχηματιστή, ώστε να εμφανίζεται ως προέκταση της δικής του περιελίξεως. Κατά το χρόνο της οριζόντιας επιστροφής της δέσμης, επάγεται στη νέα περιέλιξη τάση με μέγιστη τιμή U_2 = 8-14 kV. Στην τάση αυτή προστίθεται και η τάση U_1=5000, που παρουσιάζεται, όπως ξέρομε, στην περιέλιξη του αυτομετασχηματιστή και η ολική τάση $U_1 + U_2$ εφαρμόζεται στην άνοδο μιας κατάλληλης διόδου. Η ανορθωμένη τάση, που προκύπτει, εξομαλύνεται από τη χωρητικότητα C_φ, την οποία σχηματίζουν το εσωτερικό και εξωτερικό επίστρωμα του κώνου του



Σχ. 8.6α.
Συνδεσμολογία για την παραγωγή της υπερυψηλής τάσεως.

σωλήνα με διηλεκτρικό το γυάλινο περίβλημα. Η χωρητικότητα αυτή κυμαίνεται από 1000-2000 pF και θεωρείται αρκετή, επειδή η συχνότητα της κυματώσεως είναι 15625 Hz. Εξάλλου το μικρό ρεύμα της δέσμης επιτρέπει τη χρησιμοποίηση και μιας μεγάλης αντιστάσεως R_φ (0,5-2 MΩ) στο φίλτρο εξομαλύνσεως.

Για την αύξηση της υπερυψηλής τάσεως με ταυτόχρονη ελάττωση των σπειρών της συμπληρωματικής περιελίξεως, χρησιμοποιείται η τρίτη αρμονική της συχνότητας των ταλαντώσεων, που δημιουργούνται κατά την οριζόντια επιστροφή της δέσμης. Στην αρμονική αυτή συντονίζει το κύκλωμα (σχ. 8. 6 β), που αποτελείται από την αυτεπαγωγή της περιελίξεως της υπερυψηλής τάσεως L_2, την αυτεπαγωγή σκεδάσεως L_S και τις κατανεμημένες χωρητικότητες C_1, C_2, και C_3. Η τάση της τρίτης αρμονικής προστίθεται στην τάση της πρώτης αρμονικής και το πλάτος της τελικής τάσεως U, που εφαρμόζεται στην άνοδο της ανορθώτριας, μεγαλώνει.



Σχ. 8.6β.
Συντονισμός του αυτομετασχηματιστή στην τρίτη αρμονική.

Κατά την κατασκευή του αυτομετασχηματιστή γίνεται εκλογή των διαστάσεων της περιελίξεως, των μονωτικών του και των υπολοίπων υλικών, ώστε να μπορεί να συντονίζει στην τρίτη αρμονική.

Ας δούμε τώρα πώς τροφοδοτείται ο έγχρωμος εικονογράφος.

Στο διάγραμμα του σχήματος 8.1 χαρακτηρίσαμε ως τροφοδοτικό του εικονογράφου τον ανορθωτή με το σταθεροποιητή υπερυψηλής τάσεως, τον ανορθωτή της εστιακής τάσεως και τον ανορθωτή της επαυξητικής τάσεως. Ασχολούμαστε εδώ με τους ανορθωτές αυτούς, επειδή τροφοδοτούνται από το τμήμα της οριζόντιας σαρώσεως του δέκτη.

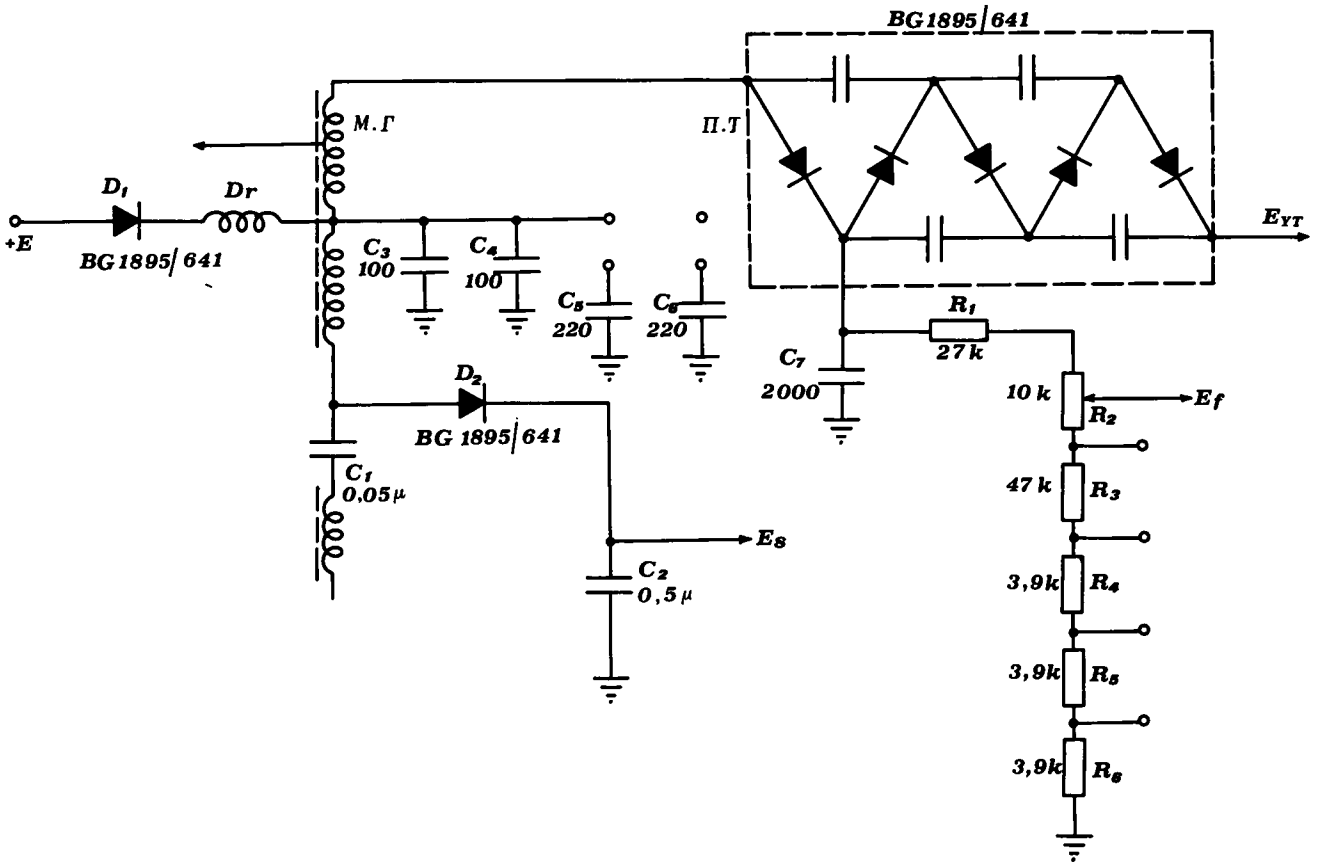
Σε προηγούμενα διαγράμματα τμημάτων εξόδου γραμμών, είδαμε ότι η υπερυψηλή τάση λαμβάνεται με τη βοήθεια πολλαπλασιαστή. Το κύκλωμα ενός πολλαπλασιαστή τάσεως (ΠΤ) φαίνεται στο τροφοδοτικό του σχήματος 8.6γ. Στο ίδιο σχήμα φαίνεται ο ανορθωτής της επαυξητικής τάσεως (damper ή booster diode) D_1 και ο ανορθωτής της επιταχυντικής τάσεως D_2, που τροφοδοτεί τα αντίστοιχα ηλεκτρόδια του εικονογράφου.

Ο πολλαπλασιαστής τάσεως (καταρράκτης) κατασκευάζεται από διόδους πυριτίου ή σεληνίου. Από την έξοδό του παίρνεται η υπερυψηλή τάση E_{YT} των 25 kV περίπου. Από τον πυκνωτή C_7 λαμβάνεται συνεχής τάση 8 kV περίπου και μέσα από τον τασικό διαιρέτη R_1-R_6 τροφοδοτούνται τα εστιακά ηλεκτρόδια του εικονογράφου με την τάση E_f. Η τάση αυτή δέχεται μια χονδρική ρύθμιση με βραχυκύκλωμα μιας από τις αντιστάσεις R_3, R_4, R_5, R_6, και μια λεπτή ρύθμιση με τη βοήθεια του ποτενσιομέτρου R_2. Οι πυκνωτές C_5 και C_6 προορίζονται για τη ρύθμιση της υπερυψηλής τάσεως.

Ο πολλαπλασιαστής του κυκλώματος αυτού με τις πέντε διόδους είναι τριπλασιαστής τάσεως και δέχεται στην είσοδό του από το μετασχηματιστή γραμμών (ΜΓ) παλμό με πλάτος 9 kV περίπου. Ας ασχοληθούμε λίγο με την αρχή λειτουργίας αυτού του πολλαπλασιαστή, που το κύκλωμά του φαίνεται στο σχήμα 8.6δ(α).

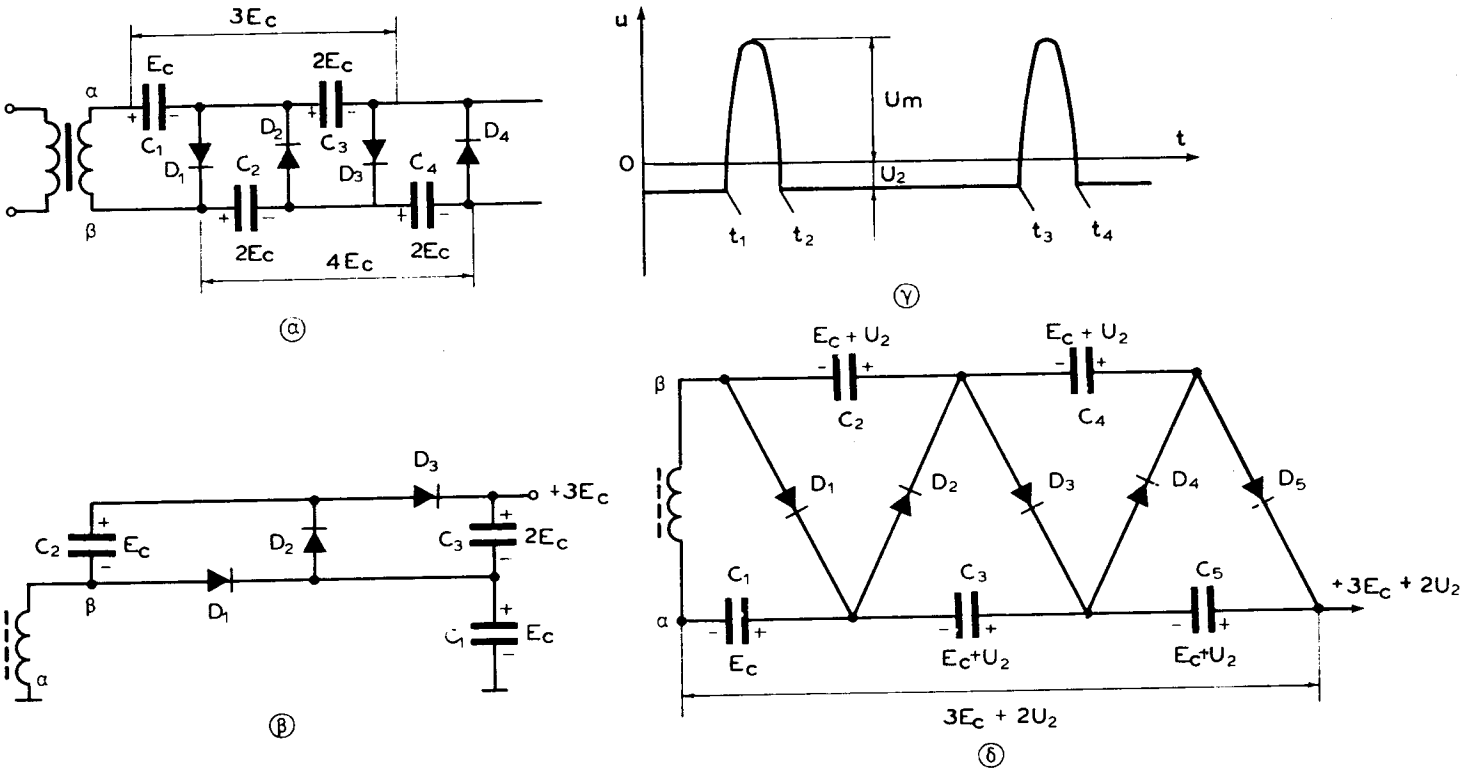
Αν στο μετασχηματιστή εισόδου εφαρμοσθεί ημιτονική τάση και μεταξύ των σημείων α-β αναπτυχθεί τάση με πλάτος U_m, στη διάρκεια που το σημείο α είναι θετικό, ο πυκνωτής C_1 φορτίζεται μέσα από τη δίοδο D_1 ως την τάση $E_C = U_m$. Στην επόμενη ημιπερίοδο, η τάση στο σημείο β είναι θετική και ο πυκνωτής C_2 φορτίζεται μέσα από τη δίοδο D_2 ως την τάση $U_m + E_C = 2E_C$ (υποθέτομε ότι στο μεταξύ ο πυκνωτής C_1 δεν εκφορτίσθηκε).

Στην άλλη ημιπερίοδο ξαναγίνεται θετική η τάση στο σημείο α και μέσα από τη δίοδο D_3 και τους πυκνωτές C_1 και C_2 φορτίζεται ο πυκνωτής C_3 ως την τάση $U_m + 2E_C - E_C = 2E_C$, επειδή η τάση στον C_1 είναι αντίθετη προς την τάση στην περιέλιξη και στον πυκνωτή C_2. Τέλος, στην επόμενη ημιπερίοδο η τάση στο σημείο β είναι θετική και μέσα από τη δίοδο D_4 και τους πυκνωτές C_1, C_2 και C_3 φορτίζεται ο πυκνωτής C_4 ως την τάση $U_m + E_C + 2E_C - 2E_C = 2E_C$, επειδή η τάση στον C_2 είναι αντίθετη προς την τάση στην περιέλιξη, στον C_1 και στον C_3. Έτσι, σε όλους τους πυκνωτές, εκτός από τον C_1, η συνεχής τάση είναι $2E_C$. Από τους πυκνωτές C_1, C_3 και C_4 ξεχωριστά μπορούμε να πάρομε τάση $2E_C$, από τους πυκνωτές C_1 και C_3 μαζί, τάση $3E_C$ και από τους πυκνωτές C_2 και C_4 μαζί, τάση $4E_C$. Γενικά, αν ο αριθμός των διόδων είναι n και ο αριθμός των πυκνωτών n, η συνεχής τάση στην έξοδο του ανορθωτικού καταρράκτη θα είναι



Σχ. 8.6γ.
Το τροφοδοτικό ενός εικονογράφου, χωρίς σταθεροποιητή της υπερυψηλής τάσεως.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956



Σχ. 8.6δ.
Κύκλωμα ανορθωτικού καταρράκτη: α και β ημιτονικής τάσεως, γ και δ παλμικής τάσεως.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

$nE_C = nU_m$. Στο σχήμα 8.6δ(β) φαίνεται το κύκλωμα ενός τριπλασιαστή τάσεως, που προέρχεται από το κύκλωμα του σχήματος 8.6δ(α) με αντιστροφή της πολικότητας των διόδων.

Στην είσοδο του ανορθωτικού πόλλαπλασιαστή των τηλεοπτικών δεκτών δεν εφαρμόζεται ημιτονική αλλά παλμική τάση, σαν αυτήν που φαίνεται στο σχήμα 8.6δ(γ), όπου είναι $U_2 \ll U_m$. Ο παλμός με το μικρό πλάτος U_2, που ενεργεί στη διάρκεια t_2-t_3, δημιουργεί στους πυκνωτές C_2, C_3, C_4 και C_5 του κυκλώματος του σχήματος 8.6δ(δ) μια μικρή τάση $E_2 = U_2$. Η τάση αυτή προσθέτεται στην τάση $E_C = U_m$, που δημιουργείται στους ίδιους πυκνωτές από τη δράση του μεγάλου παλμού U_m στις διάρκειες t_1-t_2, t_3-t_4 κλπ. Γι' αυτό, στους πυκνωτές αυτούς η συνεχής τάση είναι $E_C + E_2 \approx E_C$, επειδή $U_2 \ll U_m$, επομένως και $E_2 \ll E_C$. Έτσι, στην έξοδο του κυκλώματος η συνεχής τάση είναι $3E_C = 3U_m$ και για την τάση αυτή χρειάζονται πέντε δίοδοι και όχι τρεις.

8.7 Η μορφή S του ρεύματος σαρώσεως.

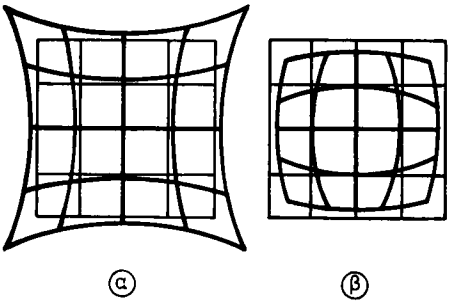
Οι βιομηχανίες κατασκευάζουν εικονογράφους με λόγο πλευρών οθόνης $^4/_3$ και $^5/_4$ για γωνίες αποκλίσεως 110°.

Με την αύξηση της γωνίας αποκλίσεως από τις 70° ή 90° ως τις 110°, τα πηνία απορροφούν μεγαλύτερη ισχύ από τις βαθμίδες σαρώσεως και ακόμη προκαλούν γεωμετρικές (μη γραμμικές) παραμορφώσεις στο ράστερ. Επειδή το κέντρο του συστήματος αποκλίσεως δε συμπίπτει με το κέντρο καμπυλότητας της οθόνης, το ράστερ αποκτά ***μαξιλαροειδή*** μορφή [σχ. 8.7α(α)].

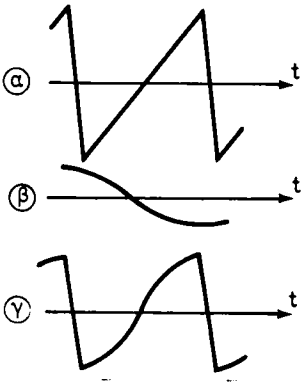
Για την αντιστάθμιση της μαξιλαροειδούς παραμορφώσεως του ράστερ χρησιμοποιείται το ανομοιόμορφο ***περιθωριακό*** πεδίο των πηνίων αποκλίσεως (το πεδίο που εκτείνεται έξω από τους πόλους ενός πηνίου ή μαγνήτη) το οποίο προκαλεί τη λεγόμενη ***βαρελοειδή*** παραμόρφωση του ράστερ [σχ. 8.7α(β)]. Με ειδική κατανομή των σπειρών στη διατομή των πηνίων αποκλίσεως μπορεί να δημιουργηθεί τόση βαρελοειδής παραμόρφωση, όση χρειάζεται για να αντισταθμισθεί η μαξιλαροειδής παραμόρφωση.

Για τους σύγχρονους εικονογράφους των δεκτών τηλεοράσεως με τη μεγάλη γωνία αποκλίσεως έχουν κατασκευασθεί ειδικοί μετασχηματιστές εξόδου γραμμών, ειδικά πηνία αποκλίσεως και ρυθμιστές οριζόντιας γραμμικότητας, ακόμη και ειδικά τρανζίστορ. Όμως η ειδική κατασκευή των πηνίων αποκλίσεως δεν κατόρθωσε να απομακρύνει εντελώς τη μαξιλαροειδή παραμόρφωση. Η αντιστάθμισή της με χρησιμοποίηση του περιθωριακού πεδίου γίνεται ως κάποιο όριο, αλλά πέρα από αυτό καταστρέφεται η εστίαση της ηλεκτρονικής δέσμης. Το πρόβλημα λύνεται αν δοθεί η λεγόμενη ***μορφή S*** στο ρεύμα σαρώσεως (σχ. 8.7β).

Όταν το ρεύμα της οριζόντιας σαρώσεως είναι γραμμικό, η κίνηση της ηλεκτρονικής δέσμης οριζοντίως είναι ισοταχής και η δέσμη γράφει ίσα τόξα απέναντι από ίσες γωνίες, εφόσον το κέντρο του συστήματος αποκλίσεως συμπίπτει με το κέντρο καμπυλότητας της οθόνης. Στην περίπτωση όμως που τα κέντρα αυτά δε συμπίπτουν, όπως συμβαίνει με τις σχεδόν επίπεδες οθόνες των καθολικών λυχνιών τηλεοράσεως, η δέσμη γράφει άνισα τόξα απέναντι από ίσες γωνίες. Τα τόξα είναι μεγαλύτερα στα περιθώρια της οθόνης και



Σχ. 8.7α.
α) Η μαξιλαροειδής παραμόρφωση του ράστερ.
β) Η βαρελοειδής παραμόρφωση του ράστερ.



Σχ. 8.7β.
Η μορφή του ρεύματος σαρώσεως.

ακόμη μεγαλύτερα στις γωνίες, με αποτέλεσμα τη μεγέθυνση της εικόνας στις περιοχές αυτές και την εμφάνιση της μαξιλαροειδούς παραμορφώσεως.

Όταν το ρεύμα σαρώσεως έχει μορφή S, η ταχύτητα της δέσμης ελατώνεται με απομάκρυνση από το κέντρο της οθόνης και οι γωνίες αποκλίσεως μικραίνουν. Με τη σμίκρυνση των γωνιών στα περιθώρια της οθόνης, τα τόξα γίνονται μικρότερα και η μαξιλαροειδής παραμόρφωση εξαφανίζεται. Με λίγα λόγια το ρεύμα σαρώσεως με μορφή S εξασφαλίζει τεχνητά και για τις επίπεδες οθόνες τη συνθήκη ***ισότητας των τόξων απέναντι των ίσων γωνιών***.

Για να δώσομε στο ρεύμα σαρώσεως τη μορφή S συνδέομε σε σειρά με τα πηνία αποκλίσεως ένα πυκνωτή. Ο πυκνωτής αυτός και τα πηνία αποκλίσεως συγκροτούν κυμαινόμενο κύκλωμα. Η ημιτονική ταλάντωση του κυκλώματος αυτού [σχ. 8.7β(β)] προστίθεται στο πριονωτό ρεύμα [σχ. 8.7β(α)] για να δημιουργηθεί το τελικό ρεύμα σαρώσεως με τη μορφή S [σχ. 8.7β(γ)].

Σημειώνομε ότι μικρές μαξιλαροειδείς παραμορφώσεις διορθώνονται και με μικρούς μόνιμους μαγνήτες που τοποθετούνται στην περιφέρεια του κώνου των πηνίων αποκλίσεως.

Τέλος, για τη διόρθωση των μαξιλαροειδών παραμορφώσεων στους έγχρωμους εικονογράφους μιλήσαμε στην παράγραφο 8.1.

8.8 Διαστάσεις και γραμμικότητα της εικόνας.

Οι διαστάσεις της εικόνας, τόσο κατά την κατακόρυφη κατεύθυνση (ύψος πλαισίου) όσο και κατά την οριζόντια (μήκος γραμμών) εξαρτώνται από το πλάτος του ρεύματος που διαρρέει τα αντίστοιχα πηνία αποκλίσεως. Για να ρυθμίσομε επομένως τις διαστάσεις πρέπει να μεταβάλομε το πλάτος του ρεύματος σαρώσεως.

Το πλάτος του ρεύματος αυτού μπορεί να μεταβληθεί άμεσα με επέμβαση στο κύκλωμα των πηνίων αποκλίσεως ή έμμεσα με ρύθμιση της τάσεως διεγέρσεως ή τάσεως πολώσεως του αντίστοιχου τελικού ενισχυτή.

Στο κατακόρυφο τμήμα του δέκτη, το ρεύμα σαρώσεως, επομένως και το ύψος της εικόνας, ρυθμίζεται έμμεσα με μεταβολή του πλάτους της τάσεως διεγέρσεως του ενισχυτή πλαισίων. Η ρύθμιση του ύψους του πλαισίου με μεταβολή της πολώσεως του ενισχυτή επιδρά στην κατακόρυφη γραμμικότητα της εικόνας, η οποία εξαρτάται από τη μορφή του ρεύματος σαρώσεως ή, πράγμα που είναι το ίδιο, από τη μορφή της τάσεως σαρώσεως. Η μετάθεση του αρχικού σημείου λειτουργίας επάνω στη χαρακτηριστική του ενισχυτή εξόδου, τροποποιεί τη μορφή της τάσεως σαρώσεως, η οποία πρωτοσχηματίζεται στην είσοδο του ενισχυτή πλαισίων. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η ρύθμιση του ύψους της εικόνας γίνεται με μεταβολή του πλάτους της τάσεως διεγέρσεως του ενισχυτή πλαισίων και με ρυθμιστή, που βρίσκεται πριν από το κύκλωμα εισόδου του ώστε να μην επηρεάζεται η αρχική πόλωση του ενισχυτή εξόδου.

Το ρεύμα της οριζόντιας σαρώσεως παίρνει την τελική του μορφή στο κύκλωμα εξόδου του ενισχυτή γραμμών και η ρύθμιση του πλάτους του, επομένως και των οριζοντίων διαστάσεων της εικόνας, μπορεί να γίνει με μεταβολή της τάσεως διεγέρσεως και της πολώσεως του τελικού ενισχυτή γραμμών.

Είπαμε ότι η γραμμικότητα της εικόνας εξαρτάται από τη μορφή του ρεύματος που διαρρέει τα πηνία αποκλίσεως. Μπορούμε να αλλάξομε τη μορφή του ρεύματος αυτού και επομένως να ρυθμίσομε τη γραμμικότητα της εικόνας, με άμεση επέμβαση στο κύκλωμα των πηνίων αποκλίσεως ή με αλλαγή της μορφής της τάσεως σαρώσεως.

Η κατακόρυφη γραμμικότητα ρυθμίζεται, με αλλαγή της μορφής της τάσεως διεγέρσεως του ενισχυτή πλαισίων ή με τροποποίηση της αρχικής πολώσεως του ενισχυτή αυτού. Συνήθως χρησιμοποιούνται και οι δυο τρόποι.

Η ρύθμιση της οριζόντιας γραμμικότητας της εικόνας γίνεται με άμεση επέμβαση στο κύκλωμα των αντιστοίχων πηνίων αποκλίσεως.

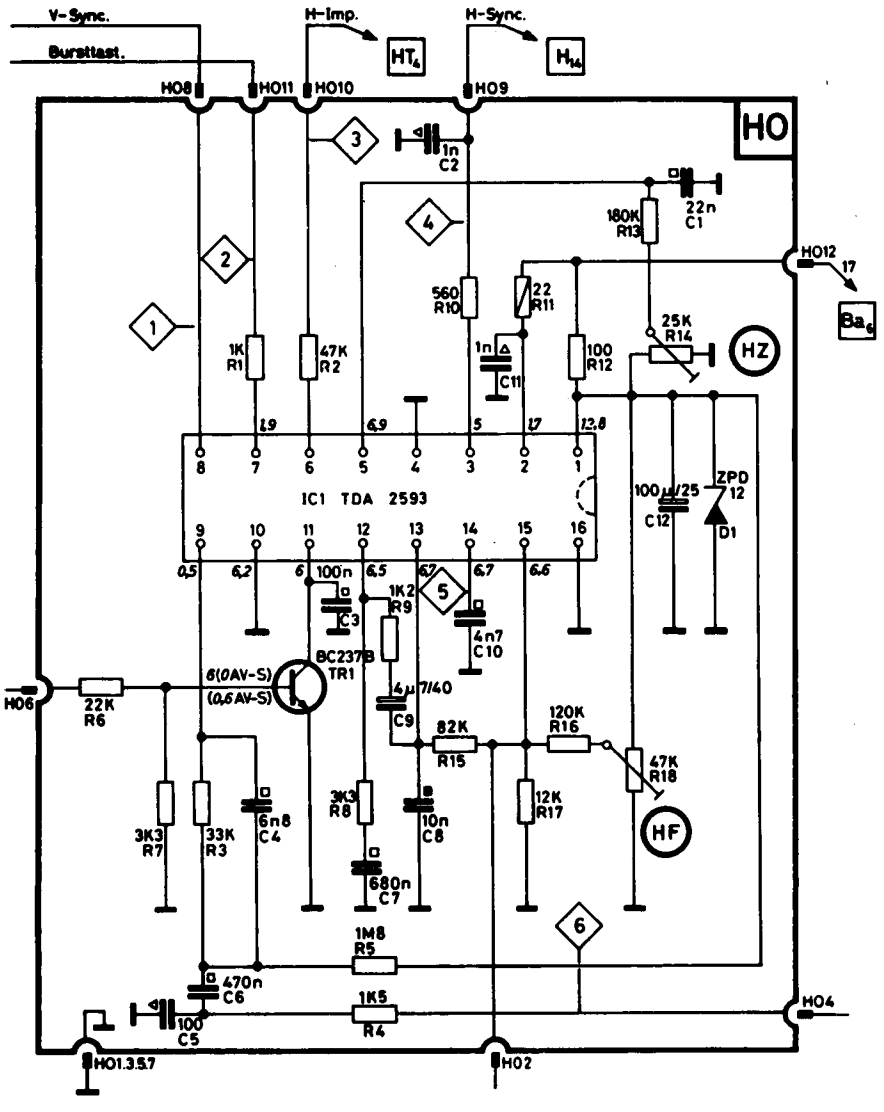
8.9. Ο συγχρονισμός και οι σαρώσεις με ολοκληρωμένα κυκλώματα.

Οι βαθμίδες του τμήματος συγχρονισμού και των τμημάτων οριζόντιας και κατακόρυφης σαρώσεως συγκροτούνται σήμερα με τη βοήθεια ολοκληρωμένων κυκλωμάτων. Ας δούμε μια τέτοια συγκρότηση.

Στο σχήμα 8.9α φαίνεται μια συνδεσμολογία με το ολοκληρωμένο κύκλωμα TDA 2593. Το κύκλωμα αυτό εξασφαλίζει το διαχωρισμό των παλμών συγχρονισμού από το σήμα εικόνας και το διαχωρισμό των παλμών αυτών μεταξύ τους, σε παλμούς πεδίων (με ολοκλήρωση) και σε παλμούς γραμμών (με διαφόριση). Οι ολοκληρωμένοι πλαισιοπαλμοί, που θα χρησιμοποιηθούν για το συγχρονισμό του ταλαντωτή πεδίων, παίρνονται από τον ακροδέκτη 8 (έξοδος HO8) του ολοκληρωμένου κυκλώματος.

Με το ίδιο κύκλωμα συγκροτείται ακόμα ο ταλαντωτής γραμμών και ο αυτόματος συγχρονιστής του (φασικός φωρατής και στοιχείο φαινόμενης αντιστάσεως). Το τρανζίστορ BC237B ανήκει στο κύκλωμα AGC. Στη συνδεσμολογία φαίνεται ο ρυθμιστής της συχνότητας του ταλαντωτή γραμμών (HF) και ο ρυθμιστής των οριζοντίων διαστάσεων (HZ). Το σήμα burst παίρνεται από τον ακροδέκτη 7 (έξοδος HO 11) του ολοκληρωμένου κυκλώματος και το σήμα για την οριζόντια σάρωση, από τον ακροδέκτη 3 (HO9).

Το τμήμα της οριζόντιας σαρώσεως συμπληρώνεται με τη συνδεσμολογία που φαίνεται στο σχήμα 8.9β. Το τρανζίστορ TR1 είναι προενισχυτής του σήματος οριζόντιας σαρώσεως και μέσα από ένα μετασχηματιστή οδηγεί τον τελικό ενισχυτή γραμμών, που συγκροτείται με το



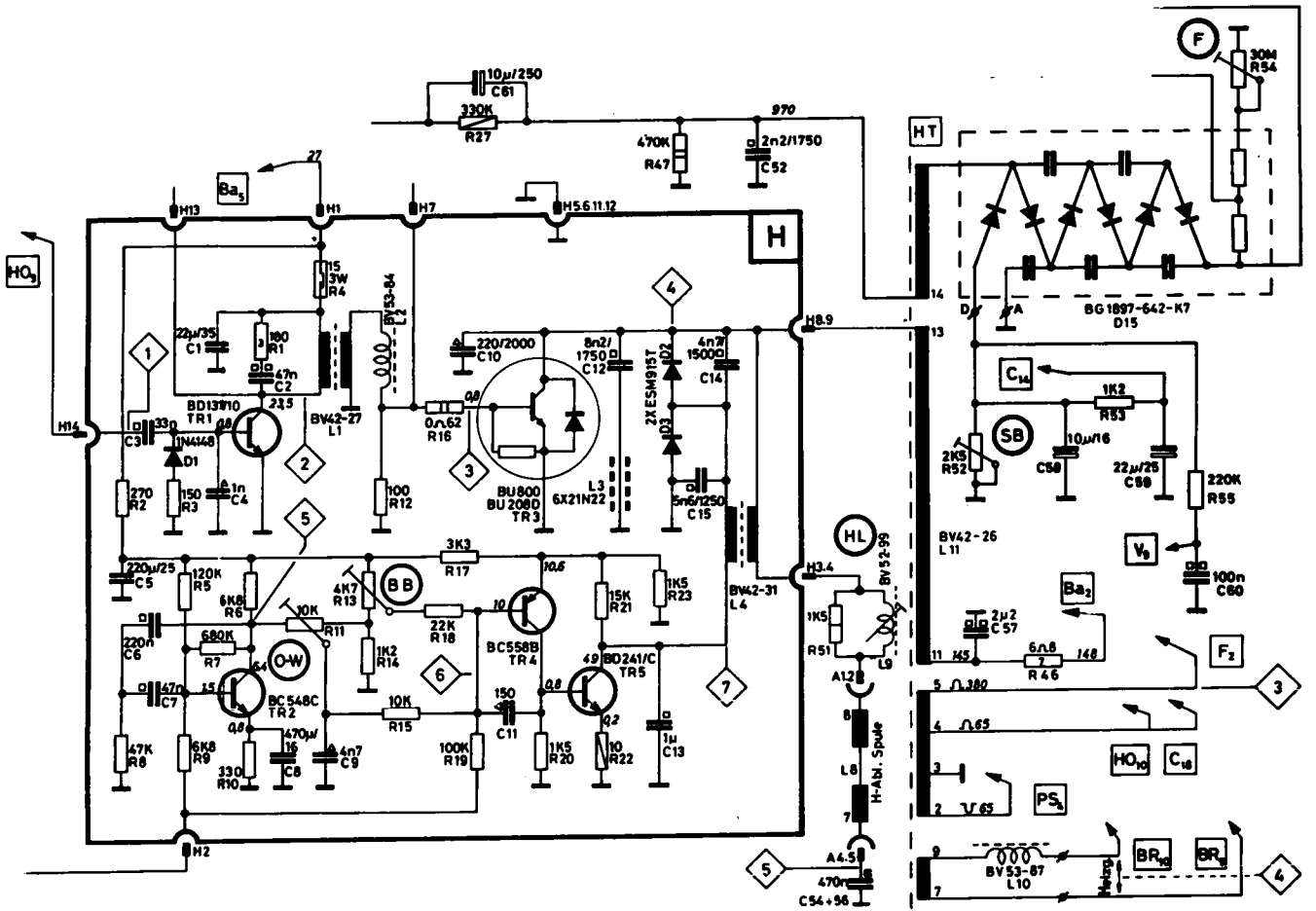
Σχ. 8.9α.
Το τμήμα συγχρονισμού και ο ταλαντωτής γραμμών του δέκτη PHOENIX.

τρανζίστορ BU 800, ενσωματωμένο με τη δίοδο 6X21N22. Ο ενισχυτής γραμμών τροφοδοτεί τον αντίστοιχο μετασχηματιστή με τα πηνία οριζόντιας σαρώσεως, καθώς και την περιέλιξη του πολλαπλασιαστή της υπερυψηλής τάσεως, της επιταχυντικής τάσεως και της εστιακής τάσεως.

Οι υπόλοιπες βαθμίδες της συνδεσμολογίας του σχήματος 8.96 εξασφαλίζουν τους διάφορους παλμούς που αναφέρονται στο διάγραμμα του σχήματος 8.1.

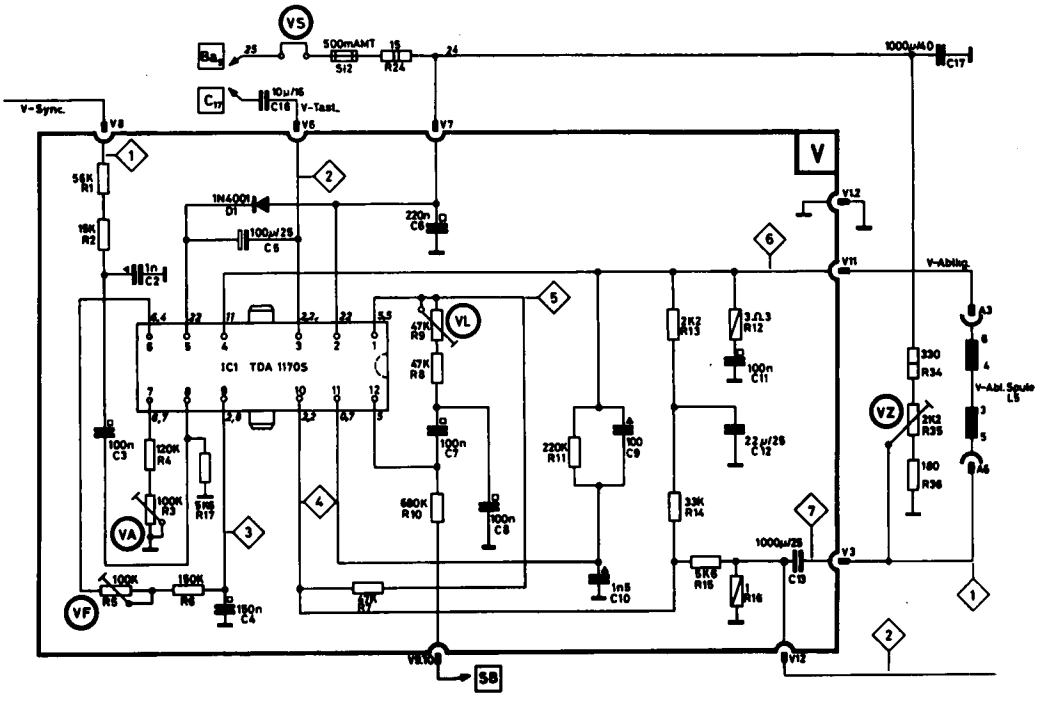
Κλείνομε την παράγραφο με την παρουσίαση του τμήματος της κατακόρυφης σαρώσεως, που συγκροτείται με το ολοκληρωμένο κύκλωμα TDA 1170 S (σχ. 8.9γ).

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 8.96.
Συνδεσμολογία ενισχυτή γραμμών του δέκτη PHOENIX (SHASSIS F4-00 και F6-00).

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1961



Σχ. 8.9γ.
Το τμήμα της κατακόρυφης σαρώσεως του δέκτη PHOENIX (SHASSIS F4-00 και F6-00).

Το ολοκληρωμένο TDA 1170 S λειτουργεί σαν ταλαντωτής πεδίων και τελικός ενισχυτής ισχύος, που τροφοδοτεί τα πηνία κατακόρυφης σαρώσεως. Στη συνδεσμολογία φαίνεται ο ρυθμιστής της συχνότητας των πεδίων (VF), ο ρυθμιστής των κατακορύφων διαστάσεων της εικόνας (VA) και ο ρυθμιστής της κατακόρυφης γραμμικότητας (VL).

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΕΚΤΗ ΚΑΙ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ

9.1. Συντονισμός και τηλεχειρισμός του δέκτη.

Με την αύξηση των διαστάσεων την οθόνης (ο τηλεθεατής βρίσκεται μακριά από το δέκτη) και την εμφάνιση πολλών τηλεοπτικών προγραμμάτων, ο ηλεκτρονικός συντονισμός και ο τηλεχειρισμός του δέκτη χρησιμοποιείται πολύ. Η εισαγωγή του ηλεκτρονικού συντονισμού οδήγησε στον αυτόματο συντονισμό του δέκτη στο επιθυμητό κανάλι, πράγμα που απλοποίησε το χειρισμό του και καλυτέρευσε την ποιότητα της εικόνας στην οθόνη του. Στη συνέχεια κατασκευάσθηκαν ***αισθητήριες*** συσκευές, για την εκλογή τηλεοπτικών προγραμμάτων, και επινοήθηκαν νέα κυκλώματα τηλεχειρισμού του δέκτη, με τη χρησιμοποίηση της ***λογικής τεχνικής***.

Σήμερα, η μεταγωγή του δέκτη σε μια περιοχή συχνοτήτων και ο συντονισμός του σ' ένα δίαυλο γίνεται αποκλειστικά με ηλεκτρονικό τρόπο. Η χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών τρόπων μεταγωγής και συντονισμού του δέκτη επέτρεψε την κατασκευή συντονιστών με μικρές διαστάσεις, απέκλεισε τις μηχανικές επαφές με τις χαλαρώσεις και οξιδώσεις τους και έτσι μεγάλωσε την αξιοπιστία τους.

Τα συστήματα ηλεκτρονικού συντονισμού και τηλεχειρισμού των ασπρόμαυρων δεκτών ήταν υπολογισμένα να εκτελούν 3-5 ελέγχους, όπως τη ρύθμιση του ήχου, της αντιθέσεως, της φωτεινότητας και, σε νεότερους δέκτες, την εκλογή του τηλεοπτικού καναλιού και σπανιότερα το ***άνοιγμα*** και ***κλείσιμο*** του δέκτη. Τα συστήματα αυτά για τους έγχρωμους δέκτες είναι συνθετότερα, γιατί εκτελούν 7-9 ελέγχους. Εκτός από τους πιο πάνω, ρυθμίζουν ακόμη και τον κορεσμό των χρωμάτων, την απόχρωση προς την πλευρά του μπλε ή του κίτρινου, την απόχρωση προς την πλευρά του κόκκινου ή του πράσινου κλπ.

Με τον τηλεχειρισμό των σύγχρονων εγχρώμων δεκτών εξασφαλίζεται ακόμη η αυτόματη αναζήτηση τηλεοπτικών καναλιών και ο αυτόματος συντονισμός σ' ένα από αυτά.

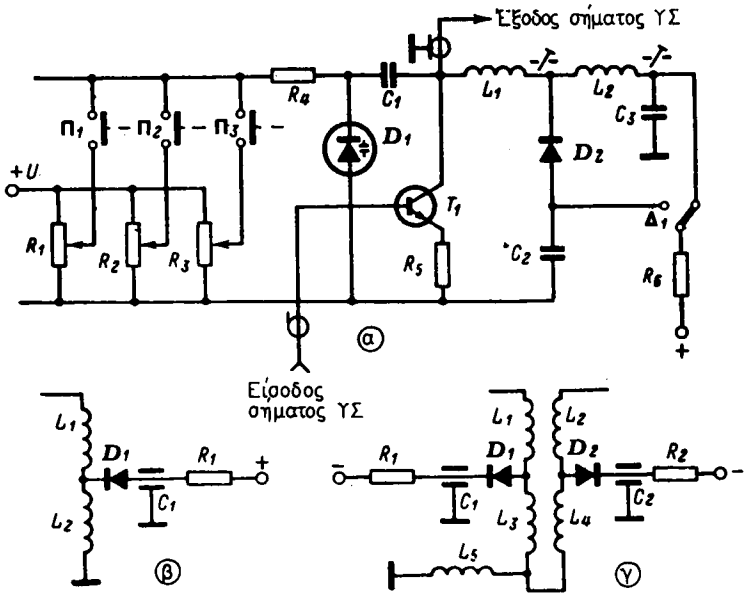
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

9.2. Ο ηλεκτρονικός συντονισμός του δέκτη.

Είναι γνωστό ότι ο ηλεκτρονικός συντονισμός του δέκτη γίνεται με τη μεταβολή της τάσεως που εφαρμόζεται στα άκρα των διόδων μεταβλητής χωρητικότητας (βάρικαπ), οι οποίες συνδέονται παράλληλα ή σε σειρά στα συντονισμένα κυκλώματα.

Ας δούμε με ένα παράδειγμα (σχ. 9.2) τον ηλεκτρονικό τρόπο μεταγωγής και συντονισμού του δέκτη.

Στη χωρητική δίοδο D_1, που σχηματίζει, μαζί με τους πυκνωτές C_1, C_3 και τις αυτεπαγωγές L_1, L_2, συντονισμένο κύκλωμα, εφαρμόζονται καθορισμένες τάσεις μέσα από τις μεταβλητές αντιστάσεις R_1-R_3. Οι προκαθορισμένες αυτές τάσεις προσδιορίζουν τις απαραίτητες χωρητικότητες της διόδου D_1 για το συντονισμό του κυκλώματος σε διάφορα κανάλια. Η σύνδεση και αποσύνδεση των τάσεων αυτών γίνεται με τη βοήθεια των πλήκτρων $Π_1$-$Π_3$. Για τη μεταγωγή των αυτεπαγωγών του συντονιστή χρησιμοποιείται η δίοδος D_2. Όταν στο θετικό ηλεκτρόδιο (άνοδο) της D_2 εφαρμόζεται θετικό δυναμικό μέσα από το διακόπτη $Δ_1$, το πηνίο L_1 γειώνεται μέσα από τον πυκνωτή C_2 και το συντονισμένο κύκλωμα αποτελείται από το βάρικαπ D_1, τον πυκνωτή C_1 και την αυτεπαγωγή L_1. Στην άλλη θέση του διακόπτη $Δ_1$ η θετική τάση εφαρμόζεται στο αρνητικό ηλεκτρόδιο (κάθοδος) της D_2. Έτσι, η αντίσταση της διόδου είναι μεγάλη και η ολική αυτεπαγωγή αποτελείται από τις αυτεπαγωγές L_1 και L_2, συνδεμένες σε σειρά.



Σχ. 9.2.
Τρόποι επιλογής καναλιών και μεταγωγής περιοχών.
α) Με τη βοήθεια βάρικαπ. β) Με τη βοήθεια μεταγωγικών διόδων.

Ας εξετάσομε την επίδραση των στοιχείων της διόδου D_2 στο συντονισμό του κυκλώματος.

Όταν η δίοδος είναι κλειστή και δε συμμετέχει στη μεταγωγή, η μικρή της χωρητικότητα παραλληλίζει, μέσα από τη μεγάλη χωρητικότητα του C_2, ένα τμήμα του συντονισμένου κυκλώματος, με αποτέλεσμα να ελαττώνει τα όρια συντονισμού του. Όταν η D_2 είναι ανοικτή και μέσα από τον πυκνωτή C_2 συνδέει την αυτεπαγωγή L_2 στο σασί, η αντίσταση της διόδου στην αγώγιμη κατάσταση μεγαλώνει την απόσβεση του κυκλώματος και μικραίνει την ισοδύναμη αντίστασή του.

Έτσι, οι μεταγωγικές δίοδοι που χρησιμοποιούνται στους ηλεκτρονικούς συντονιστές πρέπει να έχουν όσο γίνεται μικρότερη χωρητικότητα στην αντίστροφη πόλωση και μικρότερη αντίσταση στην ορθή πόλωση. Τα χαρακτηριστικά αυτά κάνουν τις μεταγωγικές διόδους να διαφέρουν ουσιαστικά από τις άλλες διόδους, που χρησιμοποιούνται για τη μορφοποίηση και την ανόρθωση παλμών στα διάφορα κυκλώματα του δέκτη. Η ταυτόχρονη εκπλήρωση αυτών των απαιτήσεων δεν είναι τόσο εύκολη, επειδή η ελάττωση της χωρητικότητας της διόδου επιτυγχάνεται με μικρότερη επιφάνεια της επαφής P-N, πράγμα που αυξάνει την αντίσταση της διόδου στην αγώγιμη κατάσταση. Η στατική χωρητικότητα των διόδων αυτών κυμαίνεται απο 1-2 pF και η αντίστασή τους (στην αγώγιμη φορά) από 0,6-0,8 Ω, όταν διαρρέονται από 10 mA περίπου.

Στα σχήματα 9.2(6) και (γ) φαίνονται πρακτικά κυκλώματα χρησιμοποιήσεως των μεταγωγικών διόδων σ' ένα κύκλωμα και σε δύο κυκλώματα σε σύζευξη.

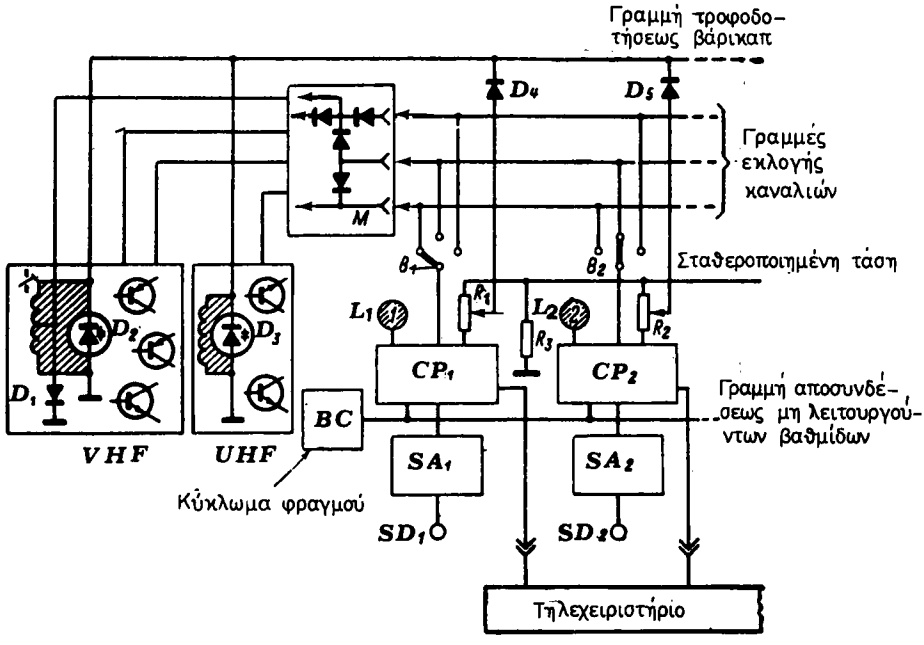
9.3. Οι αισθητήριες διατάξεις.

Οι αισθητήριες διατάξεις είναι κυκλώματα χειρισμού των συντονιστών των τηλεοπτικών δεκτών για την εκλογή προγραμμάτων. Τα κυκλώματα αυτά λειτουργούν με την απλή επαφή ειδικού ***διεγέρτη***, που είναι τοποθετημένος στον ***πίνακα χειρισμού και ενδείξεων*** (ταστιέρα) του δέκτη.

Στο σχήμα 9.3 φαίνεται το χονδρικό διάγραμμα μιας αισθητήριας διάταξης που έχει δύο διεγέρτες, SD_1 και SD_2, καθένας από τους οποίους συνδέεται σε μια από τις βαθμίδες που προορίζονται για την εκλογή του αντίστοιχου τηλεοπτικού καναλιού. Ο αριθμός των βαθμίδων είναι όσος και ο αριθμός των προγραμμάτων που παίρνει ο δέκτης (συνήθως 6-8).

Όλες οι βαθμίδες είναι κυκλωματικά ίδιες. Αν ακουμπήσομε το δάκτυλο στο διεγέρτη SD_1, ο αισθητήριος ενισχυτής SA_1 αρχίζει να λειτουργεί και διεγείρει τη βαθμίδα προγραμματισμού CP_1. Με την ενεργοποίηση της βαθμίδας προγραμματισμού, εμφανίζεται τάση στην αντίσταση R_1, στο διακόπτη B_1 και στον ενδείκτη L_1. Από το δρομέα της μεταβλητής αντιστάσεως R_1 και μέσα από τη δίοδο D_4 φθάνει συνεχής τάση στα βάρικαπ των συντονιστών VHF και UHF και η χωρητικότητά τους παίρνει την τιμή που αντιστοιχεί στο προγραμματισμένο επιθυμητό κανάλι. Ταυτόχρονα, μέσα από το μεταγωγικό διακόπτη B_1, του οποίου η θέση προεκλέγεται, η τάση φθάνει σε μια από τις γραμμές που τροφοδοτούν άμεσα, ή μέσα από τη συμπληρωματική μήτρα M, τις βαθμίδες των συντονιστών. Η διοδική μήτρα χρησιμοποιείται για την αυτόματη μεταγωγή των τροφοδοτικών τάσεων, όταν ο δέκτης μεταφέρεται από την περιοχή VHF στη UHF και αντίστροφα.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



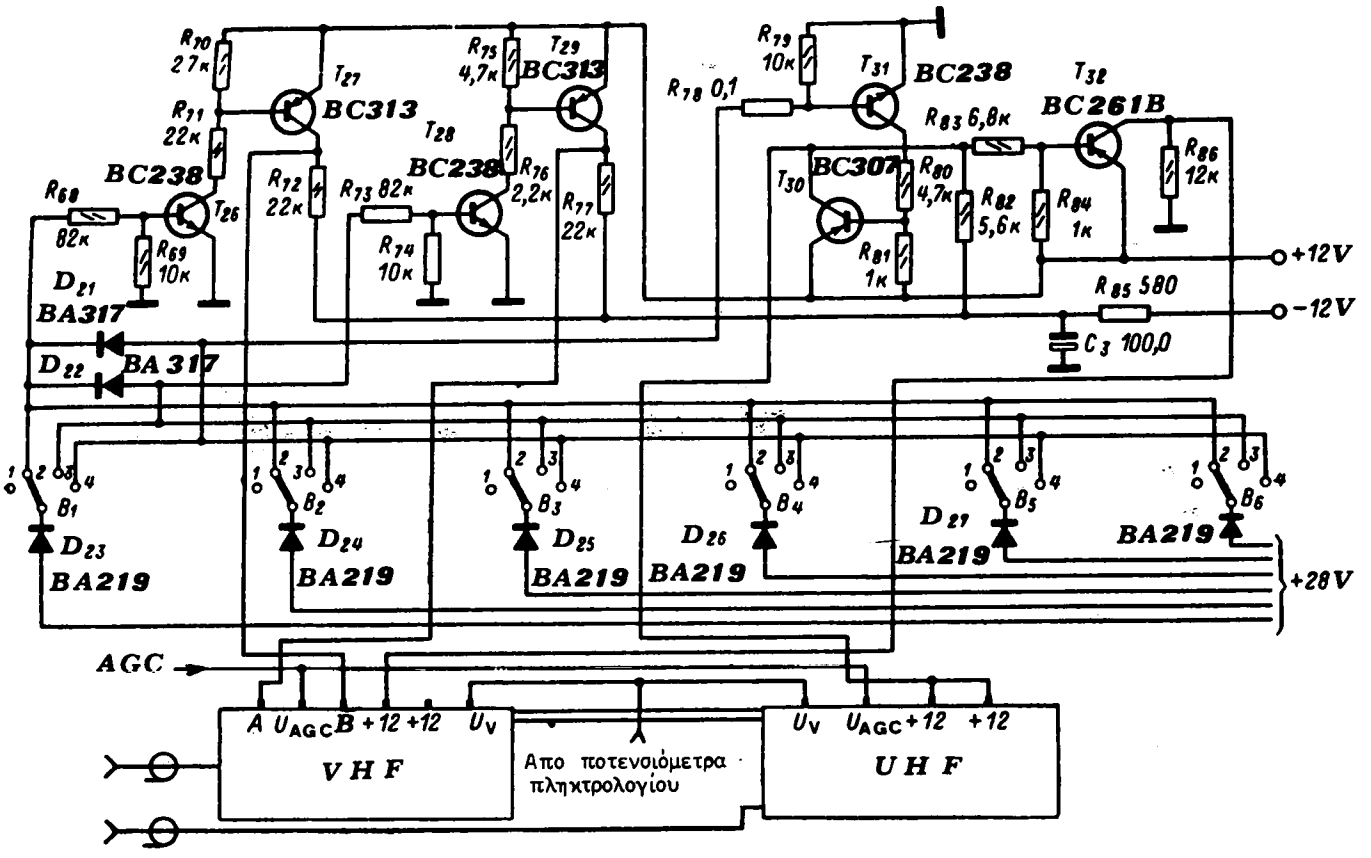
Σχ. 9.3.
Λειτουργικό διάγραμμα αισθητήριας διατάξεως.

Για μεγαλύτερη ακρίβεια στο συντονισμό και για την αποφυγή ***γλιστρήματος*** της συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή, οι μεταβλητές αντιστάσεις προσυντονισμού (R_1, R_2 κλπ.) συνδέονται σε πηγή με σταθεροποιημένη τάση. Οι δίοδοι D_4, D_5 κλπ. μονώνουν τη γραμμή τροφοδοτήσεως των βάρικαπ από τις μεταβλητές αντιστάσεις που δε συνεργάζονται στη λήψη κάποιου καναλιού. Όλες οι βαθμίδες προγραμματισμού συνδέονται μεταξύ τους μέσα απο το κοινό ***κύκλωμα φραγμού***, το οποίο αποσυνδέει αυτόματα τις βαθμίδες που δε λειτουργούν κατά τη λήψη κάποιου προγράμματος. Όταν ο δέκτης μετάγεται από τη θέση του ηλεκτρονικού συντονισμού στη θέση τηλεχειρισμού, τα σήματα τηλεχειρισμού εφαρμόζονται άμεσα στις βαθμίδες προγραμματισμού.

9.4 Προγραμματισμένη επιλογή περιοχών.

Παρουσιάζομε μια συνδεσμολογία για την επιλογή περιοχών η οποία χρησιμοποιεί ηλεκτρονόμους με τρανζίστορ (σχ. 9.4).

Η έξοδος του πρώτου ηλεκτρονόμου (τρανζίστορ T_{26} και T_{27}) συνδέεται στον ακροδέκτη B του συντονιστή VHF. Όταν δεν υπάρχει τάση ελέγχου, η οποία εφαρμόζεται μέσα από τη δίοδο D_{23} και το μεταγωγέα B_1, τα τρανζίστορ T_{26} και T_{27} βρίσκονται σε αποκοπή. Στην περίπτωση αυτή, στον ακροδέκτη B φθάνει τάση −12 V, μέσα από την αντίσταση R_{72}. Μόλις εμφανισθεί τάση ελέγχου, το τρανζίστορ T_{26} ανοίγει και μέσα από το κύκλωμα του συλλέκτη του κυκλοφορεί το ρεύμα βάσεως του τρανζίστορ T_{27}, το οποίο περνάει σε κατάσταση κόρου. Στην κατάσταση αυτή, η αντίσταση του T_{27} πέφτει απότομα και στον ακροδέκτη B φτάνει τάση +12 V.



Σχ. 9.4.
Συνδεσμολογία επιλογής περιοχών συχνοτήτων, που γίνεται με τη βοήθεια ηλεκτρονόμων με τρανζίστορ.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

Ο δεύτερος ηλεκτρονόμος (τρανζίστορ T_{28} και T_{29}) συνδέεται στον ακροδέκτη Α του συντονιστή VHF και εργάζεται όπως και ο πρώτος. Όταν στην είσοδό του δεν φθάνει τάση ελέγχου, στον ακροδέκτη Α εφαρμόζεται τάση –12 V μέσα από την αντίσταση R_{77}. Με εφαρμογή τάσεως ελέγχου, φθάνει στον ακροδέκτη Α τάση +12 V, όπως και προηγούμενα.

Ο τρίτος ηλεκτρονόμος (τρανζίστορ T_{30}, T_{31} και T_{32}) έχει δύο εξόδους. Μία από αυτές, που είναι ο συλλέκτης του τρανζίστορ T_{32}, ενώνεται στον ακροδέκτη +12 του συντονιστή VHF και η άλλη, που είναι ο συλλέκτης του τρανζίστορ T_{30}, στον ακροδέκτη +12 του συντονιστή UHF. Όταν δεν υπάρχει τάση ελέγχου, η οποία εφαρμόζεται στις εισόδους των τρανζίστορ T_{31} και T_{30} μέσα από την αντίσταση R_{78}, τα τρανζίστορ αυτά είναι κλειστά. Ένα ρεύμα τότε ακολουθεί τη διαδρομή (συμβατική φορά): +12 V, επαφή εκπομπού-βάσεως του τρανζίστορ T_{32}, αντιστάσεις R_{83}, R_{82}, πυκνωτής C_3, σασί. Το ρεύμα αυτό οδηγεί το τρανζίστορ T_{32} σε κατάσταση κόρου, με αποτέλεσμα, στον ακροδέκτη +12 του συντονιστή VHF να φθάνει τάση +12 V, ενώ η τάση στο συλλέκτη του τρανζίστορ T_{30} είναι κοντά στο μηδέν. Με την εμφάνιση τάσεως ελέγχου στην είσοδο του ηλεκτρονόμου, το τρανζίστορ T_{31} ανοίγει, το ρεύμα του συλλέκτη του περνά μέσα από την επαφή εκπομπού-βάσεως του τρανζίστορ T_{30} και το τελευταίο οδηγείται σε κατάσταση κόρου. Το αποτέλεσμα είναι ότι στον ακροδέκτη +12 του συντονιστή UHF φθάνει τάση +12 V, η οποία ταυτόχρονα κλείνει το τρανζίστορ T_{32} και εξαιτίας αυτού η τάση των 12 V αποσυνδέεται από τον ακροδέκτη 12 του συντονιστή VHF.

Απ' όσα είπαμε ως τώρα προκύπτει ότι στη θέση 1 των μεταγωγέων B_1-B_6 οι είσοδοι και των τριών ηλεκτρονόμων θα είναι χωρίς τάση ελέγχου και στους ακροδέκτες Α και Β των συντονιστών θα εφαρμόζεται τάση –12 V, ενώ στον ακροδέκτη +12, τάση +12 V. Στη θέση αυτή αντιστοιχεί η περιοχή I των VHF.

Στη θέση 2 των μεταγωγέων η τάση των +28 V φθάνει στην είσοδο του πρώτου ηλεκτρονόμου. Η τάση τότε στους ακροδέκτες Α, Β και +12 του συντονιστή VHF αντιστοιχεί στην περιοχή II.

Στη θέση 3 των μεταγωγέων η τάση των +28 V φθάνει στις εισόδους του πρώτου και του δεύτερου ηλεκτρονόμου και οι τάσεις που παίρνουν οι ακροδέκτες των συντονιστών VHF και UHF αντιστοιχούν στην περιοχή III.

Τέλος, στη θέση 4 των μεταγωγέων, η τάση των +28 V φθάνει στις εισόδους του πρώτου και τρίτου ηλεκτρονόμου και οι τάσεις που εφαρμόζονται στους ακροδέκτες των συντονιστών VHF και UHF αντιστοιχούν στις περιοχές IV και V.

9.5 Συστήματα τηλεχειρισμού του δέκτη.

Βασικά στοιχεία ενός συστήματος τηλεχειρισμού είναι ο πομπός που προορίζεται για την παραγωγή σημάτων αναλόγων προς τον αριθμό των εντολών, ο δέκτης, το σύστημα συνδέσεως πομπού-δέκτη και οι ***εκτελεστικές*** διατάξεις. Ανάλογα με τα μέσα συνδέσεως πομπού και δέκτη, τα συστήματα τηλεχειρισμού διακρίνονται σε ***ενσύρματα*** και ***ασύρματα*** και ανάλογα με τον τρόπο εκτελέσεως των εντολών, σε ***ηλεκτρομηχανικά, ηλεκτρονικά*** και ***συνδυασμένα.***

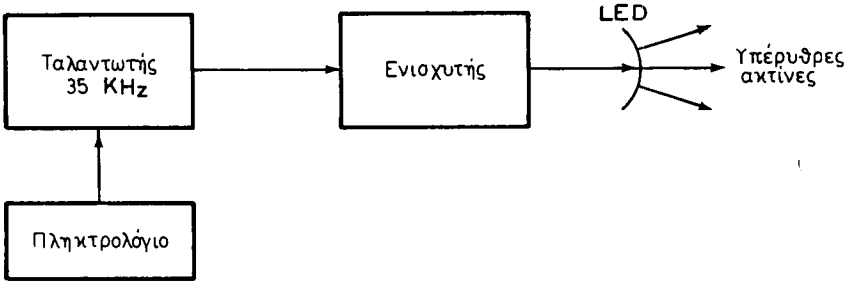
Τα ενσύρματα συστήματα τηλεχειρισμού πέρασαν στην ιστορία και μαζί τους και τα ηλεκτρομηχανικά συστήματα εκτελέσεως των εντολών. Σήμερα τα συστήματα τηλεχειρισμού είναι ασύρματα και η εκτέλεση των εντολών γίνεται με καθαρά ηλεκτρονικό τρόπο. Οι εντολές μεταφέρονται με ηλεκτρομαγνητικά κύματα στην περιοχή των υπερηχητικών συχνοτήτων (σύστημα USRC = Ultra-Sonic Remote Control) ή στην περιοχή της υπέρυθρης ακτινοβολίας (σύστημα IRRC = Infra-Red Remote Control).

Οι πρώτοι δεκτες που ειχαν τηλεχειρισμό με υπερηχητικα κύματα εμφανίσθηκαν στην περίοδο 1970-74. Τα υπερηχητικά κύματα, σε σύγκριση με τα ραδιοκύματα, απορροφώνται εύκολα από τους τοίχους των σπιτιών και δεν

προκαλούν θορύβους στα συστήματα τηλεχειρισμού άλλων δεκτών που βρίσκονται σε γειτονικά διαμερίσματα. Από τα υπερηχητικά κύματα χρησιμοποιείται η περιοχή από τα 33,5-44 kHz που βρίσκεται μεταξύ της δεύτερης και της τρίτης αρμονικής της συχνότητας των γραμμών και είναι απαλλαγμένη από θορύβους της συχνότητας αυτής. Στην περιοχή αυτή τοποθετούνται 8 κανάλια με ζώνη συχνοτήτων 1,5 kHz. Μερικές αμερικανικές κατασκευές έχουν περιοχή συχνοτήτων από τα 28,5-45 kHz με 10 ζευκτικά κανάλια.

Στο σύγχρονο τηλεοπτικό χειρισμό τα ***υπέρυθρα τηλεχειριστήρια*** έχουν αντικαταστήσει, σχεδόν πλήρως, τα αντίστοιχα υπερηχητικά.

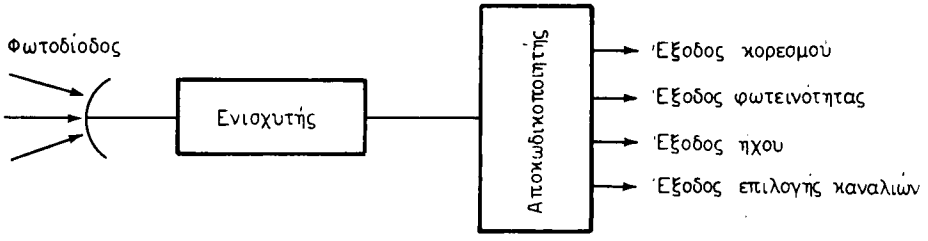
Το χονδρικό διάγραμμα ενός πομπού υπερύθρων ακτίνων φαίνεται στο σχήμα 9.5α. Αποτελείται από έναν ταλαντωτή που εργάζεται στην υπερηχητική περιοχή (35 kHz). Στην έξοδο του ταλαντωτή εμφανίζεται μια σειρά παλμών σταθερής συχνότητας αλλά διαφορετικού πλάτους. Το πλάτος των παλμών αυτών που είναι και ο φορέας κάθε εντολής, ελέγχεται από το πληκτρολόγιο. Στη συνέχεια, οι παλμοί εφαρμόζονται σε μια ενισχυτική βαθμίδα, για να καταλήξουν στις διόδους φωτοεκπομπής (LED), οι οποίες μετατρέπουν τους παλμούς διαφορετικού πλάτους σε υπέρυθρες ακτίνες διαφορετικής εντάσεως.



Σχ. 9.5α.
Χονδρικό διάγραμμα πομπού τηλεχειρισμού με υπέρυθρες ακτίνες.

Ο δέκτης του υπέρυθρου συστήματος τηλεχειρισμού (σχήμα 9.5β) ξεκινά με μια φωτοδίοδο που μετατρέπει την υπέρυθρη ακτινοβολία σε ηλεκτρικές μεταβολές. Οι μεταβολές αυτές ενισχύονται από έναν πολυβαθμικό ενισχυτή με υψηλή απολαβή και οδηγούνται σε μια μονάδα αποκωδικοποιήσεως. Η μονάδα αυτή αναδεικνύει τις εντολές που περιέχονται στους τασικούς παλμούς με μορφή διαφορετικού πλάτους και τις διοχετεύει σε ξεχωριστές εξόδους, οι οποίες συνδέονται στις αντίστοιχες διατάξεις εκτελέσεως των εντολών.

Ο δέκτης του συστήματος τηλεχειρισμού με υπέρυθρες ακτίνες, όπως και ο πομπός, κατασκευάζεται σήμερα με ολοκληρωμένα κυκλώματα, πράγμα που δίνει τη δυνατότητα εκτελέσεως πολλών εντολών. Οι εντολές αυτές μπορεί να είναι: επιλογή 16 διαφορετικών προγραμμάτων, αύξηση ή μείωση όγκου φωνής, αύξηση ή μείωση φωτεινότητας, αύξηση ή μείωση χρωμοκορεσμού, διακοπή



Σχ. 9.56.
Χονδρικό διάγραμμα δέκτη τηλεχειρισμού με υπέρυθρες ακτίνες.

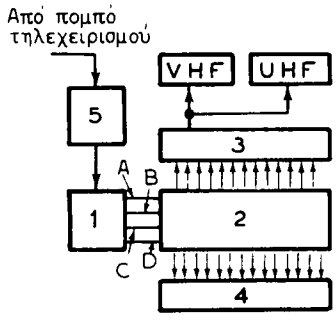
λειτουργίας του δέκτη και τέλος ομαλοποίηση (normalization) λειτουργίας του δέκτη. Η τελευταία εντολή επαναφέρει τον τηλεοπτικό δέκτη στη λειτουργία που καθορίζεται από τις χειροκίνητες προρρυθμίσεις. Ο δέκτης μπαίνει σε λειτουργία με την πίεση ενός πλήκτρου του τηλεχειριστηρίου, με το οποίο γίνεται επιλογή κάποιου καναλιού.

Τέλος, ο δέκτης τηλεχειρισμού είναι εφοδιασμένος με μια μονάδα μνήμης. Στη μονάδα μνήμης διατηρούνται οι διάφορες εντολές που λαμβάνονται από τις εξόδους του αποκωδικοποιητή, όσο ο τηλεοπτικός δέκτης μεταφέρεται από τη ***θέση λειτουργίας στη θέση ετοιμότητας*** (stanby). Με την επιστροφή του δέκτη στη θέση λειτουργίας από τη θέση ετοιμότητας, όλες οι ρυθμίσεις που είχαν γίνει από τον τηλεθεατή επανέρχονται. Έτσι, ο δέκτης λειτουργεί όπως λειτουργούσε πριν γίνει η μεταφορά, δηλαδή χωρίς νέες ρυθμίσεις.

9.6 Ψηφιακά συστήματα τηλεχειρισμού.

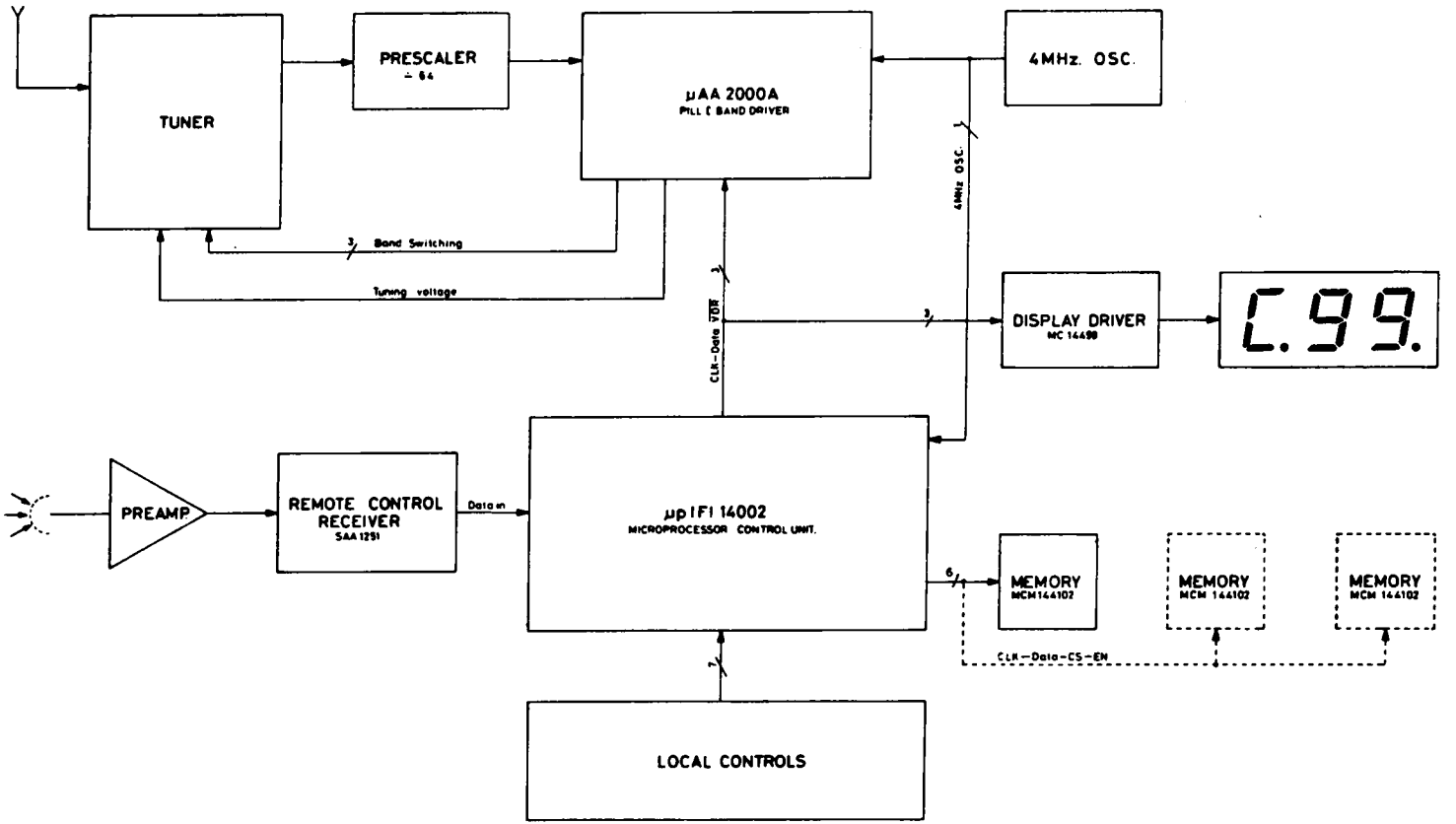
Η χρησιμοποίηση ψηφιακών λογικών κυκλωμάτων στα συστήματα τηλεχειρισμού επιτρέπει τον πλήρη ηλεκτρονικό έλεγχο κατά την επιλογή τηλεοπτικών προγραμμάτων με δέκτες που συγκροτούνται από συντονιστές καναλιών με ηλεκτρονικό συντονισμό και ηλεκτρονική μεταγωγή.

Το χονδρικό διάγραμμα μιάς τέτοιας διατάξεως φαίνεται στο σχήμα 9.6α. Μετά την άφιξη της εντολής από τον πομπό τηλεχειρισμού, αρχίζει να εργάζεται η ***ρυθμογεννήτρια*** (5), η οποία επιδρά στη διάταξη (1), όπου, σε μορφή δυαδικού ψηφιακού κώδικα, διατηρείται ο αριθμός των τηλεοπτικών



Σχ. 9.6α.
Διάγραμμα λογικής διατάξεως
για τον τηλεχειρισμό ενός δέκτη.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958



Σχ. 9.66.
Διάγραμμα δέκτη τηλεχειρισμού για αυτόματη αναζήτηση 100 τηλεοπτικών καναλιών.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

καναλιών (12 κανάλια της περιοχής VHF και 4 της περιοχής UHF). Η αποκωδικοποιητική συσκευή (2) μετασχηματίζει τα κωδικά σήματα σε εντολές, οι οποίες, μέσα από τη διάταξη (3), μεταφέρονται στα βάρικαπ των συντονιστών του δέκτη, και ακόμη ενεργοποιεί το κύκλωμα των ενδείξεων (4). Στην οθόνη, τότε, του δέκτη, και με ταχύτητα που καθορίζεται από τη συχνότητα των παλμών της ρυθμογεννήτριας, εμφανίζεται μια σειρά από εικόνες που αντιστοιχούν στο πρόγραμμα κάποιου τηλεοπτικού καναλιού. Αφήνοντας ο τηλεθεατής το πλήκτρο του τηλεχειριστηρίου που είχε πατήσει πιο πριν, μπορεί να δει το επιθυμητό πρόγραμμα.

Κλείνοντας τους τηλεχειρισμούς, σημειώνομε ότι με τα σύγχρονα συστήματα τηλεχειρισμού πραγματοποιείται αυτόματη αναζήτηση και λήψη μέχρι και 100 τηλεοπτικών προγραμμάτων. Το χονδρικό διάγραμμα του δέκτη ενός τέτοιου συστήματος φαίνεται στο σχήμα 9.66.

9.7. Η τροφοδότηση των βαθμίδων του δέκτη.

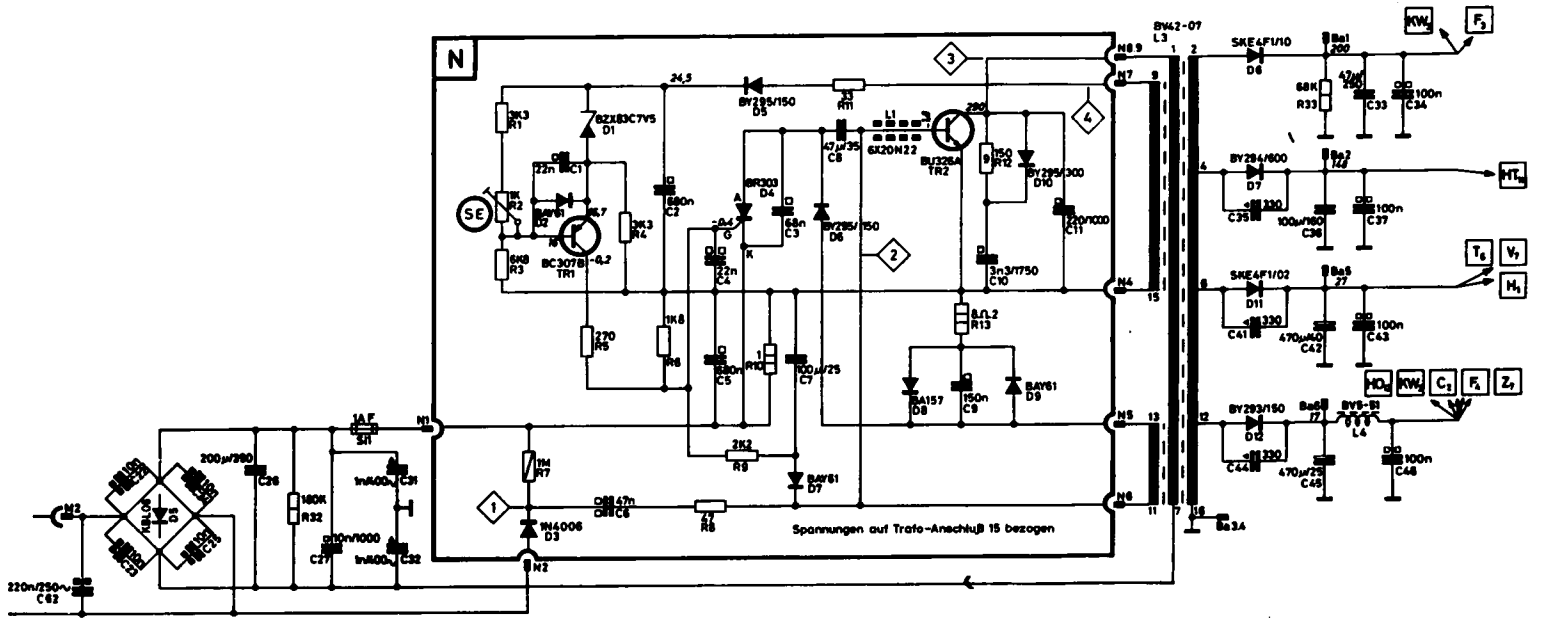
Οι βαθμίδες των δεκτών με τρανζίστορ και ολοκληρωμένα κυκλώματα μπορούν να τροφοδοτηθούν με συνεχείς τάσεις, που παίρνονται με ανόρθωση παλμών από την έξοδο της οριζόντιας σαρώσεως. Η μέθοδος αυτή προϋποθέτει την τροφοδότηση των βαθμίδων της οριζόντιας σαρώσεως από το δίκτυο. Αν οι βαθμίδες αυτές είναι κατασκευασμένες με θυρίστορ (ή λυχνίες), η τροφοδότησή τους γίνεται από ανορθωτή που συνδέεται στο δίκτυο χωρίς μετασχηματιστή (συνεχής τάση ανορθωτή 250-290 V). Με τον ίδιο τρόπο τροφοδοτείται το οριζόντιο τμήμα και όταν είναι κατασκευασμένο με τρανζίστορ, όμως η τάση εξόδου του ανορθωτή είναι τώρα χαμηλότερη από πριν (60-150 V).

Το μειονέκτημα των δύο αυτών τροφοδοτικών κυκλωμάτων είναι ότι η βαθμίδα εξόδου σαρώσεως συνδέεται γαλβανικά με το δίκτυο, πράγμα που είναι αντίθετο προς τους κανόνες τεχνικής ασφάλειας. Το μειονέκτημα αυτό απομακρύνεται, αν η τροφοδότηση ολόκληρου του δέκτη γίνει με ανόρθωση της τάσεως μιας παλμογεννήτριας, η οποία τροφοδοτείται από το δίκτυο χωρίς μετασχηματιστή. Ο αποκλεισμός του μετασχηματιστή δικτύου από τη σύνθεση του δέκτη δίνει οικονομία σιδήρου (2,5 kg περίπου) και χαλκού (1,8 kg περίπου), ελαττώνει το βάρος του δέκτη κατά 5 kg περίπου και περιορίζει τη στάθμη του διάχυτου στο δέκτη μαγνητικού πεδίου με συχνότητα 50 Hz.

Η αρχή λειτουργίας ενός τέτοιου τροφοδοτικού είναι η ακόλουθη:

Η εναλλασσόμενη τάση του δικτύου ανορθώνεται με ένα συνηθισμένο ανορθωτή γέφυρας. Με τη συνεχή τάση (250-290 V), που παίρνεται από την ανόρθωση αυτή, τροφοδοτείται μια παλμογεννήτρια, που παράγει παλμούς, με συχνότητα 20-25 kHz. Οι παλμοί αυτοί οδηγούνται σ' ένα μετασχηματιστή με πυρήνα από φερίτη, στου οποίου τα δευτερεύοντα συνδέονται ανορθωτικές δίοδοι, που εξσφαλίζουν τις απαραίτητες συνεχείς τάσεις για την τροφοδότηση των διαφόρων βαθμίδων του δέκτη. Εξαιτίας της υψηλής συχνότητας των παλμών, διευκολύνεται σημαντικά η εξομάλυνση της συνεχούς τάσεως.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 9.7.
Γενικό τροφοδοτικό του έγχρωμου δέκτη PHOENIX (SHASSIS F4-00 και F6-00).

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

Το κύκλωμα της ανορθωτικής αυτής διατάξως, όπως παρουσιάζεται στους σύγχρονους τηλεοπτικούς δέκτες, φαίνεται στο σχήμα 9.7. Η ανορθωμένη από τη γέφυρα KBL 06 τάση εφαρμόζεται στο δονητή φραγμού με το τρανζίστορ BU 326 A. Ο μετασχηματιστής εξόδου εξασφαλίζει την ανάδραση (με την περιέλιξη N_5-N_6), που είναι απαραίτητη για την αυτοταλάντωση του κυκλώματος, και απομονώνει τις δευτερεύουσες περιελίξεις από το τροφοδοτικό δίκτυο.

Η διάρκεια του παλμού που φτάνει στη βάση του τρανζίστορ TR2 από την περιέλιξη N_5-N_6 ρυθμίζεται με το κύκλωμα του περιοριστή πλάτους, που συγκροτείται από το θυρίστορ BR 303. Το θυρίστορ ανοίγει, όταν η τάση στην αντίσταση R_{10}, που είναι στην κάθοδό του, φθάνει στην τιμή που αντιστοιχεί στο κατώφλι της διεγέρσεώς του (0,7-1 V). Στη βάση, τότε, του τρανζίστορ TR2 εμφανίζεται αρνητικό δυναμικό από το φορτιζόμενο πυκνωτή C_8 (ο θετικός οπλισμός του πυκνωτή C_8 συνδέεται στον εκπομπό του τρανζίστορ TR2 μέσα από το θυρίστορ), οπότε το τρανζίστορ κλείνει. Αυτό προκαλεί το κλείσιμο και του θυρίστορ, εξαιτίας του μηδενισμού της τάσεως στην αντίσταση R_{10}. Το μέγεθος του ρεύματος λειτουργίας του τρανζίστορ TR2 αποκαθίσταται (στα 4 A) με τη βοήθεια του τασικού διαιρέτη R_8R_9. Η μορφή του ρεύματος που διαρρέει την αντίσταση R_{10} είναι τριγωνική, γι' αυτό, με τη μεταβολή του δυναμικού στο οδηγό ηλεκτρόδιο του θυρίστορ, μεταβάλλεται η διάρκεια του παλμορεύματος του τρανζίστορ εξόδου TR2.

Για τη σταθεροποίηση των συνεχών τάσεων εξόδου, τόσο από τις μεταβολές της τάσεως του δικτύου, όσο και από τις μεταβολές των ρευμάτων των φορτίων, πρέπει να ρυθμισθεί η διάρκεια του παλμού που οδηγείται από την περιέλιξη N_5-N_6 στη βάση του τρανζίστορ TR2. Γι' αυτό το σκοπό χρησιμεύει το ρυθμιστικό κύκλωμα με το τρανζίστορ TR1 (BC 307 B). Η ρυθμιστική τάση στο τρανζίστορ TR1 οδηγείται από την περιέλιξη N_4-N_7, η οποία βρίσκεται σε σύζευξη με τις υπόλοιπες περιελίξεις του μετασχηματιστή. Η τάση της περιελίξεως N_4-N_7 ανορθώνεται από τη δίοδο D_5 (BY 295/150) και εφαρμόζεται στον εκπομπό του τρανζίστορ TR1 μέσα από τη σταθεροποιητική δίοδο (zener) D_1 (BXZ 83 C7V5). Κατά την κυμάτωση της τάσεως αυτής αλλάζει η τάξη λειτουργίας του τρανζίστορ TR1 και επειδή αυτό παραλληλίζει την αντίσταση R_{10}, μεταβάλλεται η τάση στο διαιρέτη R_8R_9. Έτσι, μεταβάλλεται η τάση στο ρυθμιστικό ηλεκτρόδιο του θυρίστορ, πράγμα που προκαλεί μεταβολή στο όριο περιορισμού του και επομένως μεταβολή στη διάρκεια του τασικού παλμού στη βάση του τρανζίστορ TR2. Ο ***σκανδαλισμός*** του κυκλώματος γίνεται με παλμό συχνότητας 50 Hz, που περνάει από το κύκλωμα D_3 (1 N 4006), C_6, R_7 και εφαρμόζεται στη βάση του τρανζίστορ TR2.

Στην περίπτωση βραχυκυκλώματος σε κάποιο φορτίο, οπότε υπερφορτώνεται το τρανζίστορ εξόδου TR2, το θυρίστορ αποσυνδέει αυτό το τρανζίστορ και οι ταλαντώσεις στο κύκλωμα διακόπτονται μέσα σε δύο έως τέσσερις περιόδους, ύστερα από την εμφάνιση της υπερφόρτωσης. Η αποκατάσταση των ταλαντώσεων γίνεται ύστερα από 1/50 sec με τον παλμό σκανδαλισμού και, όσο διαρκεί το βραχυκύκλωμα, το τρανζίστορ TR2 εργάζεται με διακοπές και αποκαταστάσεις, χωρίς υπερφόρτωση, παράγοντας βραχύχρονα ***πακέτα*** παλμών.

Τέλος, αν κάποιο φορτίο διακοπεί, η συχνότητα των παραγόμενων ταλαντώσεων μεγαλώνει ως 28 kHz και περισσότερο, έτσι, ώστε το θυρίστορ δεν προφθαίνει ν' αποσυνδεθεί και ανατρέπει τις ταλαντώσεις στο τρανζίστορ εξόδου. Στην περίπτωση αυτή, το κύκλωμα εργάζεται και παράγει, όπως και προηγούμενα, σειρά από βραχύχρονους παλμούς.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

ΥΠΗΡΕΤΗΣΗ ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΩΝ ΔΕΚΤΩΝ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΕΡΑΙΩΝ

10.1 Έλεγχος τηλεοπτικών δεκτών.

Οι απαραίτητες μετρήσεις για τον έλεγχο των ασπρόμαυρων και εγχρώμων τηλεοπτικών δεκτών, τόσο κατά την παραγωγή τους στις βιομηχανίες, όσο και όταν βρίσκονται στα χέρια τηλεθεατών, μπορούν να διαιρεθούν σε τέσσερις ομάδες.

1) Μετρήσεις για τον έλεγχο του δέκτη από την είσοδό του ως την έξοδο του ενισχυτή εικόνας (έξοδος τμήματος φωτεινότητας για έγχρωμο δέκτη) και ως την έξοδο του τμήματος ήχου. Ειδικότερα, με τις μετρήσεις αυτές ελέγχονται: η ευαισθησία του δέκτη, η επιλογή του (από τη μορφή των καμπυλών αποκρίσεως των βαθμίδων και κυρίως του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας) και ο συντελεστής ενισχύσεως κάθε βαθμίδας ή ολόκληρου του τμήματος.
2) Μετρήσεις για τον έλεγχο του τμήματος χρωμικότητας του έγχρωμου δέκτη, που αρχίζει από την έξοδο του φωρατή εικόνας και τελειώνει στα πλέγματα και τις καθόδους RGB του εικονογράφου. Με τις μετρήσεις αυτές ελέγχονται: η γραμμικότητα του τμήματος (από τη μορφή των χαρακτηριστικών πλάτους και συχνότητας των βαθμίδων), η αλληλεπίδραση μεταξύ των χρωμοσημάτων, η χρονική σύμπτωση των σημάτων φωτεινότητας και χρωμικότητας, οι συνθήκες λειτουργίας της υπερηχητικής γραμμής καθυστερήσεως, η ποιότητα αναπαραγωγής μιας ασπρόμαυρης εικόνας, η σωστή και σταθερή λειτουργία του κυκλώματος χρωμοσυγχρονισμού και του ηλεκτρονικού μεταγωγέα και τέλος, η ακριβής ρύθμιση των σημείων ***ηρεμίας*** των χαρακτηριστικών καμπυλών των διευκρινιστών.
3) Μετρήσεις για τον έλεγχο της ποιότητας αναπαραγωγής των εγχρώμων λωρίδων και της ***γκρίζας κλίμακας***, καθώς και για τον έλεγχο της σωστής αποκαταστάσεως της συνεχούς συνιστώσας των σημάτων που εφαρμόζονται στα ηλεκτρόδια του εικονογράφου.
4) Μετρήσεις για τον έλεγχο της ποιότητας λειτουργίας των τμημάτων οριζόντιας και κατακόρυφης σαρώσεως του δέκτη, του συστήματος αποκλίσεως και των κυκλωμάτων συγκλίσεως των τριών ηλεκτρονικών ακτίνων του εικονογράφου.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Για την πραγματοποίηση των πιο πάνω μετρήσεων χρησιμοποιούνται διάφορα σήματα ελέγχου, τα οποία έχουν περίπου τη σύνθεση του ολικού σήματος E_o ($E_o = E_S + E_Y$, όπου $E_S = E_{R-Y} = E_{B-Y}$) της έγχρωμης τηλεοράσεως ή του σήματος φωτεινότητας E_Y, για τους ασπρόμαυρους δέκτες. Τα σήματα συνοδεύονται και από τους απαραίτητους συγχρονιστικούς και αμαυρωτικούς παλμούς γραμμών και πεδίων, ενώ παράλληλα παρέχεται και το σήμα ήχου.

Τα σήματα ελέγχου παράγονται από ειδικές γεννήτριες, οι οποίες, ανάλογα με τον προορισμό τους, μπορούν να διαιρεθούν σε δυο βασικές κατηγορίες: στις γεννήτριες μόνιμης εγκαταστάσεως για έλεγχο και ρυθμίσεις δεκτών κατά την παραγωγή τους στις βιομηχανίες ή την επισκευή τους στα εργαστήρια, και τις γεννήτριες φορητού τύπου για επισκευές στα σπίτια των τηλεθεατών. Ανάλογα διαιρούνται και τα υπόλοιπα όργανα, που χρησιμοποιούνται για την υπηρέτηση των τηλεοπτικών δεκτών. Τα όργανα για την επισκευή δεκτών σε συνθήκες εκμεταλλεύσεως (στα σπίτια τηλεθεατών) είναι συνήθως σύνθετα (πολυόργανα).

10.2 Όργανα και σήματα ελέγχου τηλεοπτικών δεκτών.

Για τη ρύθμιση ενός δέκτη κατά την παραγωγή του ή για την ανεύρεση μιας βλάβης κατά τη λειτουργία του χρειάζονται ορισμένα όργανα, από τα οποία τα πιο απαραίτητα είναι: το πολύμετρο, το ηλεκτρονικό βολτόμετρο, ο παλμογράφος, η γεννήτρια (ταλαντωτής) σταθερών σημάτων, η γεννήτρια σαρώσεως (sweep generator), η γεννήτρια στιγμάτων ή ***σημειωτής*** (marker generator) και η γεννήτρια εικόνων. Ας πούμε λίγα λόγια για τη χρήση των οργάνων αυτών.

Πολύμετρο. Για τη μέτρηση συνεχών τάσεων στους ακροδέκτες των τρανζίστορ και των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, καθώς και στα άκρα των εξαρτημάτων του δέκτη, θα πρέπει η εσωτερική αντίσταση του οργάνου, στη χρησιμοποιούμενη κλίμακα, να είναι τουλάχιστον 10 φορές μεγαλύτερη από την αντίσταση του τμήματος του κυκλώματος στο οποίο το όργανο θα συνδεθεί παράλληλα. Ένα όργανο, π.χ., με ευαισθησία 5000 Ω/V, έχει εσωτερική αντίσταση 250 kΩ στην κλίμακα των 50 V και 1 MΩ στην κλίμακα των 200 V. Η τιμή μιας τάσεως που μετράται με αυτό το όργανο στα άκρα αντιστάσεως 500 kΩ, θα δείχνεται μικρότερη από την πραγματική. Για μια καλή μέτρηση στην περίπτωση αυτή, θα έπρεπε το όργανο να είχε, στην κλίμακα, π.χ. των 200 V, η εσωτερική αντίσταση 5 MΩ ή ευαισθησία 25 kΩ/V. Επομένως, για τη μέτρηση τάσεων με αρκετό βαθμό ακρίβειας, θα πρέπει το πολύμετρο να έχει ευαισθησία μεγαλύτερη από 20 kΩ/V.

Για τη μέτρηση αντιστάσεων, η περιοχή μετρήσεων του οργάνου πρέπει να κυμαίνεται από 500 Ω (μέγιστη απόκλιση) ως 5 MΩ τουλάχιστον, με ενδιάμεσες κλίμακες.

Ηλεκτρονικό βολτόμετρο (ΗΒ). Τα ΗΒ που χρησιμοποιούνται για την υπηρέτηση τηλεοπτικών δεκτών μετρούν τάσεις (συνεχείς και εναλλασσόμενες) και αντιστάσεις και πρέπει να έχουν τις επόμενες επιδόσεις:

1) Κατά τη μέτρηση συνεχούς τάσεως, η αντίσταση εισόδου του ΗΒ πρέπει να είναι της τάξεως των 10 MΩ για κλίμακες από 1 ως 1000 V και να παρέχει

ακρίβεια γύρω στα ±3%. Με χρησιμοποίηση ειδικού ***προμπ*** η αντίσταση εισόδου μπορεί να γίνει 900 MΩ, ενώ η ακρίβεια ελαττώνεται σημαντικά (γίνεται μικρότερη από ±20%). Το προμπ αυτό χρησιμοποιείται για τη μέτρηση τάσεων μέχρι 30 kV στην κλίμακα συνήθως των 300 V.

2) Τα ΗΒ είναι βαθμολογημένα στην ενεργό τιμή της εναλλασσόμενης τάσεως. Η μέτρηση γίνεται συνήθως σε κλίμακες μέγιστης αποκλίσεως από 1-300 V με ακρίβεια γύρω στα ±3% και για περιοχές συχνοτήτων από 20 Hz έως 100 MHz. Η αντίσταση εισόδου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 3 MΩ στα 100 kHz και από 1 MΩ στο 1 MHz. Η χωρητικότητα εισόδου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 10 pF.

3) Στη μέτρηση αντιστάσεων, η περιοχή του ΗΒ πρέπει να κυμαίνεται από 10 Ω (μέγιστη απόκλιση) έως 10 MΩ τουλάχιστον, διαιρεμένη σε μερικές κλίμακες. Η ακρίβεια μετρήσεως να είναι γύρω στα ±10%.

Παλμογράφος. Με τον παλμογράφο μπορούμε να παρακολουθούμε τη διέλευση του σήματος μέσα από τις βαθμίδες του τμήματος φωτεινότητας και του τμήματος χρωμικότητας του δέκτη, να βλέπομε τη μορφή των παλμών συγχρονισμού και σαρώσεων, να μετράμε το ύψος των παλμών αυτών κλπ.

Η ακρίβεια αναπαραγωγής των παλμών στην οθόνη του παλμογράφου εξαρτάται βασικά από τις επιδόσεις του ενισχυτή κατακόρυφης αποκλίσεως, ο οποίος πρέπει να επιτρέπει τη διέλευση συχνοτήτων από 50 Hz έως 5 MHz τουλάχιστον. Ακόμη πρέπει να έχει αρκετά υψηλή αντίσταση εισόδου (1-2 MΩ) και μικρή χωρητικότητα εισόδου (όχι μεγαλύτερη από 15 pF). Η κατακόρυφη ευαισθησία του παλμογράφου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 0,1 V/cm για να μπορούμε να παρατηρούμε το σήμα άμεσα στο φορτίο του φωρατή.

Κατά τη χρησιμοποίηση του παλμογράφου χρειάζεται:

1) Σωστή σύνδεσή του. Για να μην επιδρά στη λειτουργία των βαθμίδων που ελέγχονται, η σύνδεσή του γίνεται με θωρακισμένο καλώδιο και μέσα από κύκλωμα που αποτελείται από αντίσταση 100 kΩ σε σειρά με πυκνωτή 0,1 μF. Ο θώρακας του καλωδίου συνδέεται με το σασί του παλμογράφου και του δέκτη.

2) Εκλογή της συχνότητας σαρώσεως και του πλάτους των παλμών συγχρονισμού του. Για να πάρομε μιαν ακίνητη εικόνα στην οθόνη του παλμογράφου πρέπει να εκλέξομε σωστά τη συχνότητα οριζόντιας σαρώσεως και το πλάτος των παλμών συγχρονισμού της αντίστοιχης γεννήτριας. Για να πάρομε στην οθόνη μερικές εναλλαγές του ελεγχόμενου παλμού, πρέπει η συχνότητα σαρώσεως του παλμογράφου να είναι υποπολλαπλάσια της συχνότητας του παλμού. Π.χ., για να παρατηρήσομε 2 εναλλαγές μιας ταλαντώσεως με συχνότητα 15625 Hz και για να παραμένει η εικόνα ακίνητη, η συχνότητα σαρώσεως του παλμογράφου πρέπει να είναι 15625/2 = 7812,5 Hz.

Στους παλμογράφους προβλέπεται ο συγχρονισμός της γεννήτριας σαρώσεως με παλμούς από το ελεγχόμενο σήμα. Στην περίπτωση αυτή, το πλάτος των παλμών συγχρονισμού ρυθμίζεται έτσι, ώστε να μη διαταράσσεται η λειτουργία της σαρώσεως και επομένως παραμορφώνεται η εικόνα στην οθόνη του παλμογράφου.

3) Βαθμολόγηση του παλμογράφου. Τα τηλεοπτικά σήματα και οι τάσεις σαρώσεως στο δέκτη έχουν μορφή που δεν είναι ημιτονική. Η μέτρηση του

πλάτους μιας τέτοιας τάσεως γίνεται με τον παλμογράφο, αφού βαθμολογηθεί κατάλληλα. Η τάση βαθμολογήσεως λαμβάνεται από τον ίδιο τον παλμογράφο, είναι τετραγωνική και έχει πλάτος (μέγιστη τιμή) συνήθως 1 V. Εφαρμόζομε την τάση αυτή στην είσοδο του ενισχυτή κατακόρυφης αποκλίσεως και ρυθμίζομε την ενίσχυσή του, ώστε το ύψος του παλμογραφήματος (με σάρωση ή χωρίς σάρωση) να καλύψει, π.χ., 10 υποδιαιρέσεις (divisions) της ***χαραγμένης*** οθόνης του παλμογράφου. Έτσι, ο παλμογράφος είναι τώρα βαθμολογημένος σε τάση με 0,1 V ανά υποδιαίρεση (0,1 V/div).

Εφαρμόζομε στη συνέχεια τη μετρούμενη τάση στην είσοδο του ενισχυτή κατακόρυφης αποκλίσεως και μετράμε τις υποδιαιρέσεις N, που καλύπτει η κυματομορφή κατά την κατακόρυφη κατεύθυνση. Η άγνωστη τάση έχει πλάτος (μέγιστη τιμή) ίση με:

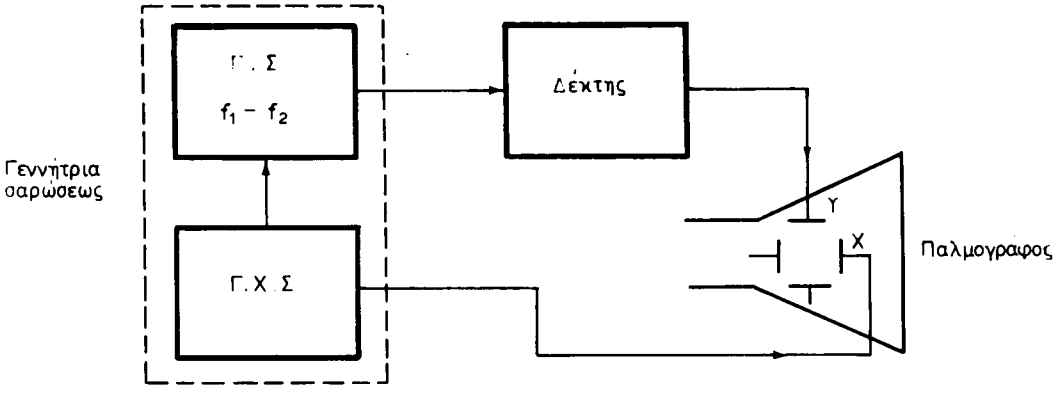
$$U_{max} = 0,1\ N$$

Γεννήτρια σημάτων. Για τον έλεγχο και τη διόρθωση της καμπύλης αποκρίσεως του ενισχυτή εικόνας, το συντονισμό των βαθμίδων υψηλής και ενδιάμεσης συχνότητας εικόνας και ήχου των δεκτών, τη ρύθμιση του περιοριστή και του διευκρινιστή, τον έλεγχο ευαισθησίας του δέκτη κλπ., χρειάζονται γεννήτριες σημάτων που παρέχουν τάση ορισμένης συχνότητας και πλάτους. Στην πράξη χρησιμοποιούνται δυο γεννήτριες σημάτων: μια για τη μέτρηση της ευαισθησίας και της επιλεκτικότητας ενός δέκτη με περιοχές 40-300 MHz και 470-890 MHz (περιοχές VHF και UHF) και μια άλλη, για τη χάραξη της καμπύλης αποκρίσεως του ενισχυτή εικόνας με περιοχή 100 kHz-6 MHz. Με την πρώτη γεννήτρια ρυθμίζονται και οι βαθμίδες υψηλής συχνότητας του δέκτη και με τη δεύτερη, οι βαθμίδες του τμήματος χρωμικότητας και του τμήματος ήχου.

Γεννήτρια σαρώσεως. Στη σύγχρονη τηλεοπτική τεχνική χρησιμοποιούνται πολύ οι ***γεννήτριες σαρώσεως*** ή γεννήτριες μεταβλητής συχνότητας, που παρέχουν τη δυνατότητα να παρατηρούμε άμεσα τη μορφή μιας καμπύλης αποκρίσεως στην οθόνη του παλμογράφου.

Στο σχήμα 10.2α φαίνεται ένα απλό διάγραμμα αυτού του οργάνου. Αποτελείται από μια γεννήτρια σημάτων (ΓΣ), της οποίας η συχνότητα μεταβάλλεται σε ορισμένα όρια (f_1-f_2) και από μια γεννήτρια χαμηλής συχνότητας (ΓΧΣ). Η ΓΧΣ ρυθμίζει τη μεταβολή της συχνότητας της ΓΣ και την οριζόντια απόκλιση της δέσμης του παλμογράφου, στου οποίου την οθόνη θα σχηματισθεί η καμπύλη αποκρίσεως του δέκτη.

Έστω, π.χ., ότι η συχνότητα της ΓΣ μεταβάλλεται κατά ±10 MHz. Ρυθμίζοντας τη φέρουσα συχνότητα στα 50 MHz, η δέσμη στην οθόνη μετατοπίζεται και στο αριστερό της τέρμα αντιστοιχεί απόκλιση συχνότητας ως τα 40 MHz, στο δεξιό της τέρμα ως τα 60 MHz και στο κέντρο τα 50 MHz. Η διαμορφωμένη κατά συχνότητα τάση της ΓΣ εφαρμόζεται στην είσοδο της ελεγχόμενης διατάξεως (π.χ. στο δέκτη) και η τάση εξόδου της διατάξεως, στον ενισχυτή κατακόρυφης αποκλίσεως του παλμογράφου. Εφόσον η οριζόντια μετατόπιση της δέσμης γίνεται με τάση που είναι ανάλογη της συχνότητας σαρώσεως και στα κατακόρυφα πλακίδια του παλμογράφου εφαρμόζεται αποδιαμορφωμένη



Σχ. 10.2α.
Γεννήτρια σαρώσεως συνδεμένη με παλμογράφο και δέκτη.

τάση της ίδιας συχνότητας, με πλάτος που εξαρτάται από τη ζώνη διελεύσεως της ελεγχόμενης συσκευής, στην οθόνη εμφανίζεται η καμπύλη αποκρίσεως της συσκευής αυτής (δέκτη, ενισχυτή κλπ.).

Αναφέρομε μερικές ιδιομορφίες που συναντούμε όταν εργαζόμαστε με γεννήτρια σαρώσεως.

Για να παρατηρήσομε την καμπύλη αποκρίσεως ενός δέκτη, ενισχυτή, βαθμίδας κλπ., συνδέομε την είσοδο της συσκευής στην έξοδο της γεννήτριας σαρώσεως και την έξοδο της συσκευής στην είσοδο Υ του παλμογράφου. Αν στην έξοδο της ελεγχόμενης συσκευής δεν υπάρχει φωρατής, πρέπει να χρησιμοποιηθεί προμπ με φωρατή, που συνδέεται παράλληλα προς το φορτίο της συσκευής μέσα από αντίσταση 10-15 kΩ. Η γεννήτρια σαρώσεως ρυθμίζεται έτσι, ώστε να παρέχει τη συχνότητα λειτουργίας της ελεγχόμενης συσκευής. Το πλάτος του σήματος εξόδου της γεννήτριας σαρώσεως και η ενίσχυση του ενισχυτή κατακόρυφης αποκλίσεως του παλμογράφου ρυθμίζονται έτσι, ώστε να είναι αρκετές οι διαστάσεις της καμπύλης αποκρίσεως που σχηματίζεται στην οθόνη του.

Για να γνωρίζομε τη συχνότητα που αντιστοιχεί σε κάθε σημείο της καμπύλης, που σχηματίζεται στον παλμογράφο, δηλαδή για να βαθμολογήσομε την καμπύλη αυτή κατά συχνότητα, χρησιμοποιούμε το ***σημειωτή*** (marker). Ο σημειωτής είναι βασικά μια γεννήτρια υψηλών συχνοτήτων, της οποίας η έξοδος βρίσκεται σε χαλαρή σύζευξη με την έξοδο της γεννήτριας σαρώσεως. Η σύζευξη είναι επαγωγική ή χωρητική (μέσα από πυκνωτή 5 pF) ή ακόμη ωμική (μέσα από αντίσταση 200-300 Ω). Εφόσον το σήμα του σημειωτή δεν είναι διαμορφωμένο και η συχνότητά του βρίσκεται μέσα στα όρια της ζώνης διελεύσεως της ελεγχόμενης συσκευής, θα εμφανισθεί στην οθόνη του παλμογράφου και επάνω στην παρατηρούμενη καμπύλη ένα ***σημάδι*** (στίγμα). Με τη μεταβολή της συχνότητας του σημειωτή το σημάδι μετακινείται επάνω στην καμπύλη και έτσι η τελευταία βαθμολογείται κατά συχνότητα. Η τάση εξόδου του σημειωτή πρέπει να είναι μικρή για να μην προκαλεί παραμόρφωση της καμπύλης.

Σημειώνομε ότι σήμερα τα τρία όργανα, δηλαδή η γεννήτρια σαρώσεως, ο σημειωτής και ο παλμογράφος, είναι συνήθως ενσωματωμένα και αποτελούν ένα σύνθετο και πολύ χρήσιμο όργανο.

Γεννήτρια εικόνων. Για τον έλεγχο ενός δέκτη τηλεοράσεως χρειάζεται κάποιο τηλεοπτικό σήμα. Όταν ο σταθμός δεν λειτουργεί, το σήμα ελέγχου παρέχεται από μια ***γεννήτρια εικόνων***. Οι βασικές εικόνες που χρειάζονται για την υπηρέτηση ασπρόμαυρων και εγχρώμων δεκτών είναι οι επόμενες.

1) Λευκό πεδίο [σχ. 10.26(α)]. Με την εικόνα αυτή ελέγχομε την ομοιόμορφη κατανομή της φωτεινότητας και χρωμικότητας σε όλη την έκταση της οθόνης του εικονογράφου και ρυθμίζομε τα σημεία ηρεμίας των χαρακτηριστικών των φωρατών συχνότητας (διευκρινιστών). Επίσης μπορούμε να διαπιστώσομε την ύπαρξη παρασίτων που εμφανίζονται σαν αναλαμπές στην οθόνη. Π.χ., ο βόμβος του δικτύου τροφοδοτήσεως αναγνωρίζεται από μια λωρίδα που κινείται κατακόρυφα επάνω στην οθόνη.

2) Πεδίο πλέγματος [σχ. 10.26(β)]. Σχηματίζεται με διασταύρωση οριζοντίων και κατακορύφων φωτεινών γραμμών και προορίζεται για τη ρύθμιση της δυναμικής συγκλίσεως των ηλεκτρονικών ακτίνων του έγχρωμου εικονογράφου. Όμως, κατά κανόνα, χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της οριζόντιας και κατακόρυφης γραμμικότητας της εικόνας σε ασπρόμαυρους και έγχρωμους δέκτες, τη ρύθμιση των διαστάσεων και του ***κεντραρίσματος*** της εικόνας, τη διόρθωση των μαξιλαροειδών παραμορφώσεων και γενικά για τον έλεγχο της ***γεωμετρίας*** της εικόνας.

3) Πεδίο γκρίζας κλίμακας [σχ. 10.26(γ)]. Αποτελείται από 8 κατακόρυφες λωρίδες, των οποίων η φωτεινότητα μεγαλώνει από τα αριστερά προς τα δεξιά. Χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της δυναμικής ισοσταθμίσεως του λευκού στους έγχρωμους εικονογράφους και τη σωστή διαβάθμιση της φωτεινότητας (διάκριση των ορίων μεταξύ των γκρίζων λωρίδων) κατά τη λήψη ασπρόμαυρης εικόνας. Για τον ίδιο σκοπό μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι έγχρωμες λωρίδες, που αναφέρονται στη συνέχεια, αφού αποσυνδεθεί το τμήμα χρωμικότητας του δέκτη.

4) Πεδίο εγχρώμων λωρίδων [σχ. 10.26(δ)]. Σχηματίζεται από 8 κατακόρυφες λωρίδες, που τοποθετούνται από τα αριστερά προς τα δεξιά με την επόμενη σειρά: λευκή, κίτρινη, γαλανή, πράσινη, πορφυρή, κόκκινη, βαθυγάλανη (μπλε) και μαύρη.

Το σήμα των εγχρώμων λωρίδων εφαρμόζεται είτε σαν σήμα υψηλής συχνότητας στην είσοδο του δέκτη, είτε σαν σήμα εικόνας στην είσοδο του τμήματος φωτεινότητας και χρησιμοποιείται για τις επόμενες διεργασίες:

α) την εκτίμηση της σωστής αναπαραγωγής των βασικών και συμπληρωματικών χρωμάτων.

β) Τον έλεγχο της διελεύσεως των χρωμοφερουσών συχνοτήτων, που είναι διαμορφωμένες από τις χρωμοδιαφορές E_{R-Y} και E_{B-Y}, μέσα από το τμήμα χρωμικότητας.

γ) Την εξίσωση των τάσεων των χρωμοφερουσών του ακαθυστέρητου και καθυστερημένου σήματος.

δ) Τον έλεγχο και τη διόρθωση των υψηλών και χαμηλών συχνοτήτων του χρωμοσήματος (αποέμφαση).

Σημειώνομε ότι σήμερα τα τρία όργανα, δηλαδή η γεννήτρια σαρώσεως, ο σημειωτής και ο παλμογράφος, είναι συνήθως ενσωματωμένα και αποτελούν ένα σύνθετο και πολύ χρήσιμο όργανο.

Γεννήτρια εικόνων. Για τον έλεγχο ενός δέκτη τηλεοράσεως χρειάζεται κάποιο τηλεοπτικό σήμα. Όταν ο σταθμός δεν λειτουργεί, το σήμα ελέγχου παρέχεται από μια ***γεννήτρια εικόνων***. Οι βασικές εικόνες που χρειάζονται για την υπηρέτηση ασπρόμαυρων και εγχρώμων δεκτών είναι οι επόμενες.

1) Λευκό πεδίο [σχ. 10.26(α)]. Με την εικόνα αυτή ελέγχομε την ομοιόμορφη κατανομή της φωτεινότητας και χρωμικότητας σε όλη την έκταση της οθόνης του εικονογράφου και ρυθμίζομε τα σημεία ηρεμίας των χαρακτηριστικών των φωρατών συχνότητας (διευκρινιστών). Επίσης μπορούμε να διαπιστώσομε την ύπαρξη παρασίτων που εμφανίζονται σαν αναλαμπές στην οθόνη. Π.χ., ο βόμβος του δικτύου τροφοδοτήσεως αναγνωρίζεται από μια λωρίδα που κινείται κατακόρυφα επάνω στην οθόνη.

2) Πεδίο πλέγματος [σχ. 10.26(β)]. Σχηματίζεται με διασταύρωση οριζοντίων και κατακορύφων φωτεινών γραμμών και προορίζεται για τη ρύθμιση της δυναμικής συγκλίσεως των ηλεκτρονικών ακτίνων του έγχρωμου εικονογράφου. Όμως, κατά κανόνα, χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της οριζόντιας και κατακόρυφης γραμμικότητας της εικόνας σε ασπρόμαυρους και έγχρωμους δέκτες, τη ρύθμιση των διαστάσεων και του ***κεντραρίσματος*** της εικόνας, τη διόρθωση των μαξιλαροειδών παραμορφώσεων και γενικά για τον έλεγχο της ***γεωμετρίας*** της εικόνας.

3) Πεδίο γκρίζας κλίμακας [σχ. 10.26(γ)]. Αποτελείται από 8 κατακόρυφες λωρίδες, των οποίων η φωτεινότητα μεγαλώνει από τα αριστερά προς τα δεξιά. Χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της δυναμικής ισοσταθμίσεως του λευκού στους έγχρωμους εικονογράφους και τη σωστή διαβάθμιση της φωτεινότητας (διάκριση των ορίων μεταξύ των γκρίζων λωρίδων) κατά τη λήψη ασπρόμαυρης εικόνας. Για τον ίδιο σκοπό μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι έγχρωμες λωρίδες, που αναφέρονται στη συνέχεια, αφού αποσυνδεθεί το τμήμα χρωμικότητας του δέκτη.

4) Πεδίο εγχρώμων λωρίδων [σχ. 10.26(δ)]. Σχηματίζεται από 8 κατακόρυφες λωρίδες, που τοποθετούνται από τα αριστερά προς τα δεξιά με την επόμενη σειρά: λευκή, κίτρινη, γαλανή, πράσινη, πορφυρή, κόκκινη, βαθυγάλανη (μπλε) και μαύρη.

Το σήμα των εγχρώμων λωρίδων εφαρμόζεται είτε σαν σήμα υψηλής συχνότητας στην είσοδο του δέκτη, είτε σαν σήμα εικόνας στην είσοδο του τμήματος φωτεινότητας και χρησιμοποιείται για τις επόμενες διεργασίες:

α) την εκτίμηση της σωστής αναπαραγωγής των βασικών και συμπληρωματικών χρωμάτων.

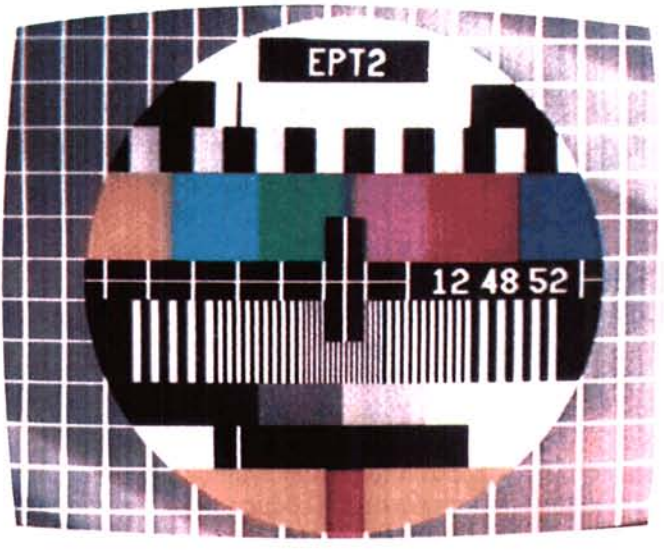
β) Τον έλεγχο της διελεύσεως των χρωμοφερουσών συχνοτήτων, που είναι διαμορφωμένες από τις χρωμοδιαφορές E_{R-Y} και E_{B-Y}, μέσα από το τμήμα χρωμικότητας.

γ) Την εξίσωση των τάσεων των χρωμοφερουσών του ακαθυστέρητου και καθυστερημένου σήματος.

δ) Τον έλεγχο και τη διόρθωση των υψηλών και χαμηλών συχνοτήτων του χρωμοσήματος (αποέμφαση).

10.3 Πίνακας ελέγχου τηλεοράσεων.

Οι τηλεοπτικοί σταθμοί, στην αρχή κάθε προγράμματος και για αρκετό χρονικό διάστημα εκπέμπουν ένα πίνακα ελέγχου τηλεοράσεων (ΠΕΤ), που επιτρέπει την εκτίμηση της ποιότητας και τη ρύθμιση της λαμβανόμενης εικόνας. Ο ΠΕΤ που εκπέμπεται από τους τηλεοπτικούς σταθμούς της χώρας μας έχει τη μορφή του σχήματος 10.3.



Σχ. 10.3.
Πίνακας ελέγχου τηλεοράσεων.

Το σήμα του ΠΕΤ που παίρνεται από τη φωτοκάθοδο εικονολήπτη (μονοσκόπιο), όπου προβάλλεται η εικόνα του, μπορεί να μεταφέρει αρμονικές και γεωμετρικές παραμορφώσεις που οφείλονται στις ιδιομορφίες λειτουργίας των βαθμίδων σαρώσεως της κάμερας. Η ύπαρξη τέτοιων παραμορφώσεων δυσκολεύει τον έλεγχο και τη ρύθμιση του δέκτη και δεν επιτρέπει τη διεξαγωγή της μετρήσεως των αρμονικών και γεωμετρικών παραμορφώσεων, αφού δεν υπάρχει η δυνατότητα στην οθόνη του εικονογράφου να ξεχωρίσομε τις παραμορφώσεις που οφείλονται στο σήμα του ΠΕΤ από τις παραμορφώσεις που δημιουργούνται από τις βαθμίδες του δέκτη. Γι' αυτό, καταλληλότεροι για τέτοιες μετρήσεις είναι οι ΠΕΤ που μορφοποιούνται με ηλεκτρικούς παλμούς.

Οι ΠΕΤ διαθέτουν συνήθως όλα τα στοιχεία που χρειάζονται για τον έλεγχο δεκτών ασπρόμαυρης και έγχρωμης εικόνας. Με τη βοήθειά του μπορούμε να ελέγξομε τη μορφή του πλαισίου, τη σταθερότητα συγχρονισμού των σαρώσεων, τις γεωμετρικές παραμορφώσεις, τη διαχωριστική ικανότητα (σαφήνεια), την αναπαραγωγή των ορίων φωτεινότητας, την ορθότητα της ενδιάμεσης σαρώσεως, τη στατική και δυναμική σύγκλιση των ηλεκτρονικών ακτίνων του

εικονογράφου, την ισοστάθμιση του λευκού, τα σημεία ηρεμίας των διευκρινιστών του τμήματος χρωμικότητας, την αναλογία στάθμης μεταξύ των σημάτων φωτεινότητας και χρωμικότητας, που φθάνουν στον εικονογράφο κλπ. Ο πίνακας έχει ορθογώνια μορφή με λόγο πλευρών 4:3.

Επειδή η ποιότητα μιας εικόνας εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, που δεν έχουν σχέση με την καλή ή κακή λειτουργία του δέκτη, όπως π.χ., είναι οι συνθήκες λήψεως (συνθήκες διαδόσεως ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων), η σωστή εγκατάσταση της κεραίας, η καλή λειτουργία του τηλεοπτικού σταθμού κλπ., ο έλεγχος με τον ΠΕΤ δεν μπορεί να είναι και ο τελικός. Με τον ΠΕΤ δεν μπορεί να εκτιμηθεί ένας δέκτης ή να διαπιστωθούν κάποιες ανωμαλίες στη λειτουργία του, όταν υπάρχουν εξωτερικά παράσιτα ή χρησιμοποιείται κεραία με οξύ διάγραμμα κατευθυντικότητας ή, ακόμη, όταν η απόσταση του τηλεοπτικού πομπού από το δέκτη είναι μεγάλη. Στις περιπτώσεις αυτές ο τελικός έλεγχος γίνεται με τα όργανα της προηγούμενης παραγράφου.

10.4 Ρυθμιστές τηλεοπτικών δεκτών.

Ένα από τα πρώτα βήματα διαγνώσεως μιας βλάβης σε δέκτη τηλεοράσεως είναι ο έλεγχος των ρυθμιστών του. Όλοι οι ρυθμιστές που υπάρχουν σ' ένα έγχρωμο και ασπρόμαυρο δέκτη μπορούν να διαιρεθούν σε βασικούς, βοηθητικούς και προρρυθμιστές. Οι βασικοί και βοηθητικοί ρυθμιστές προορίζονται για το χειρισμό του δέκτη, όταν υπάρχει εικόνα στην οθόνη του. Οι προρρυθμιστές προορίζονται για την αποκατάσταση της σωστής λειτουργίας του δέκτη κατά την κατασκευή του ή ύστερα από κάποια επισκευή του. Ας δούμε τον προορισμό των ρυθμιστών και τα αποτελέσματα της απορρύθμισής τους.

Α) Βασικοί ρυθμιστές.

1) Επιλογέας καναλιών.

Προορισμός: Η εκλογή του επιθυμητού καναλιού.

Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Ο δέκτης δεν έχει εικόνα και ήχο.

2) Ρυθμιστής συντονισμού.

Προορισμός: Η ακριβής ρύθμιση της συχνότητας (λεπτοσυντονισμός) του τοπικού ταλαντωτή.

Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Κατά τη λήψη έγχρωμης εικόνας, έλλειψη χρώματος, αλλοίωση αποχρώσεων, παραμόρφωση των χρωμικών ορίων μεταξύ των κατακορύφων εγχρώμων λωρίδων, ***τρεμούλιασμα*** της εικόνας, έλλειψη εικόνας. Κατά τη λήψη ασπρόμαυρης εικόνας, ανεπαρκής σαφήνεια εικόνας, θόρυβοι στην οθόνη με τη μορφή οριζοντίων μαύρων γραμμών που μεταβάλλονται στο ρυθμό του ήχου, λεπτό πλέγμα, έλλειψη εικόνας. Και στις δυο περιπτώσεις, κακή ποιότητα ήχου.

3) Ρυθμιστής φωτεινότητας (λαμπρότητας).

Προορισμός: Η μεταβολή της φωτεινότητας της οθόνης. Κατά τη λήψη ασπρόμαυρης εικόνας και όταν δεν υπάρχει δίοδος μαύρης στάθμης, ρυθμίζεται ταυτόχρονα με το ρυθμιστή αντιθέσεως (κοντράστ).

Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Μικρός φωτισμός οθόνης ή έλλειψη φωτι-

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

σμού, κακή διαβάθμιση φωτεινότητας (κακή αναπαραγωγή των ορίων μεταξύ των κατακορύφων γκρίζων λωρίδων), υπερβολική φωτεινότητα που οδηγεί σε έλλειψη σαφήνειας της εικόνας (από κακή εστίαση της ηλεκτρονικής δέσμης του εικονογράφου) και σε μερικές περιπτώσεις, σε αρνητική εικόνα.

4) Ρυθμιστής αντιθέσεως (κοντράστ).

Προορισμός: Η μεταβολή της στάθμης του σήματος φωτεινότητας E_Y (για έγχρωμο δέκτη) ή του σήματος εικόνας (για ασπρόμαυρο δέκτη) στην κάθοδο του εικονογράφου.

Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Κατά τη λήψη της έγχρωμης εικόνας, ελάττωση της φωτεινότητας των χρωμάτων (όλα τα χρώματα γίνονται ***ανοιχτότερα***) και κατά τη λήψη ασπρόμαυρης εικόνας το μαύρο ατονεί ή γίνεται υπερβολικό, χωρίς να διακρίνεται το γκρίζο.

5) Ρυθμιστής κορεσμού.

Προορισμός: Η λήψη ζωηρής έγχρωμης εικόνας. Επιδρά στο βαθμό αναμίξεως των χρωμάτων με λευκό, δηλαδή στην καθαρότητα του χρώματος. Κατά τη λήψη ασπρόμαυρης εικόνας, ο ρυθμιστής αυτός δεν ενεργοποιείται.

Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Με μικρό κορεσμό, έχομε έλλειψη αποχρώσεων ή ***ξεθωριασμένη*** αναπαραγωγή χρωμάτων και με υπερβολικό κορεσμό, έντονη χρωμολαμπρότητα.

Σημείωση: Στους σύγχρονους τηλεοπτικούς δέκτες οι ρυθμιστές αντιθέσεως και κορεσμού συμμεταβάλλονται. Έτσι μπορούμε ταυτόχρονα να μεταβάλλομε τα πλάτη των τάσεων του σήματος φωτεινότητας E_Y και των σημάτων χρωμοδιαφοράς E_{R-Y}, E_{B-Y} και E_{G-Y}. Με τη ρύθμιση αυτή μπορούμε να έχομε εντελώς καθορισμένη σχέση μεταξύ των σημάτων αυτών στα πλέγματα και στις καθόδους του εικονογράφου, για οποιοδήποτε κοντράστ, χωρίς μ' αυτό να δυσκολεύεται η αναπαραγωγή καλής χρωματιστής εικόνας.

6) Ρυθμιστής αποχρώσεως (χρωμοτόνου).

Προορισμός: Η μεταβολή σε μικρά όρια της αποχρώσεως της εικόνας.

Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Εμφάνιση χρωμάτων στην ασπρόμαυρη εικόνα.

7) Ρυθμιστής εντάσεως ήχου.

Προορισμός: Η μεταβολή της εντάσεως του ήχου.

Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Αδύνατος ήχος ή έλλειψη ήχου.

8) Ρυθμιστής τόνου του ήχου.

Προορισμός: Η μεταβολή του τόνου του ήχου με ανύψωση ή υποβιβασμό των χαμηλοτέρων και υψηλοτέρων ακουστικών συχνοτήτων.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Β) Βοηθητικοί ρυθμιστές.

9) Ρυθμιστής συχνότητας πλαισίων (πεδίων).

Προορισμός: Η μεταβολή της συχνότητας του ταλαντωτή πλαισίων.

Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Τρεμούλιασμα ή μετατόπιση ή κύλισμα της εικόνας κατακορύφως.

10) Ρυθμιστής κατακόρυφης γραμμικότητας.

Προορισμός: Η μεταβολή της σχέσεως μεταξύ των γραμμικών διαστάσεων της εικόνας κατακορύφως.

Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Υπερβολική αραίωση των γραμμών στο άνω μέρος του ράστερ και πύκνωση στο κάτω, αναδίπλωση της εικόνας άνω ή κάτω, εμφάνιση φωτεινής οριζόντιας λωρίδας στο κάτω μέρος του ράστερ, αραίωση των γραμμών στο κέντρο και πύκνωση στο άνω μέρος του ράστερ, διαταραχή της δυναμικής συγκλίσεως. Σε μερικές περιπτώσεις, η απορρύθμιση του ρυθμιστή κατακόρυφης γραμμικότητας προκαλεί κατακόρυφο αποσυγχρονισμό του δέκτη.

11) Ρυθμιστής κατακορύφων διαστάσεων.

Προορισμός: Η μεταβολή των κατακορύφων διαστάσεων της εικόνας.

Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Υπερβολική αύξηση ή ελάττωση των κατακορύφων διαστάσεων της εικόνας.

Σημείωση: Οι ρυθμιστές κατακορύφων διαστάσεων και κατακόρυφης γραμμικότητας στον έγχρωμο δέκτη συνδέονται συνήθως πριν από τους ρυθμιστές στατικής και δυναμικής συγκλίσεως. Έτσι, η απορρύθμισή τους μπορεί να προκαλέσει καταστροφή της στατικής και δυναμικής συγκλίσεως.

12) Ρυθμιστής συχνότητας γραμμών.

Προορισμός: Η μεταβολή της συχνότητας του ταλαντωτή γραμμών.

Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Αστάθεια της εικόνας κατά την οριζόντια κατεύθυνση ή καταστροφή της με ταυτόχρονη εμφάνιση οριζοντίων μαύρων και λευκών λωρίδων.

Γ) Προρρυθμιστές.

13) Ρυθμιστής υπερυψηλής τάσεως.

Προορισμός: Η μεταβολή της τάσεως της (τελικής) ανόδου του εικονογράφου κατά 3-4 kV.

Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Χειροτέρευση της εστιάσεως και της δυναμικής συγκλίσεως, υπερβολική ή ανεπαρκής φωτεινότητα οθόνης, μεταβολή των διαστάσεων της εικόνας.

14) Ρυθμιστής εστιάσεως.

Προορισμός: Η μεταβολή της διαμέτρου της ηλεκτρονικής δέσμης ή των δεσμών του εικονογράφου.

Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Ελάττωση της σαφήνειας της εικόνας.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

15) Ρυθμιστής οριζοντίων διαστάσεων.
Προορισμός: Η αποκατάσταση των οριζοντίων διαστάσεων της εικόνας.
Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Υπερβολική αύξηση ή ελάττωση των οριζοντίων διαστάσεων της εικόνας. Ακόμη, μπορεί να εμφανισθεί διαταραχή της στατικής και δυναμικής συγκλίσεως.

16) Ρυθμιστής οριζόντιας γραμμικότητας.
Προορισμός: Η μεταβολή της σχέσεως μεταξύ των γραμμικών διαστάσεων της εικόνας κατά την οριζόντια κατεύθυνση.
Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Οριζόντια επιμήκυνση ή συμπίεση της εικόνας από τη μια ή τις δυο πλευρές.

17) Ρυθμιστής (μαγνήτης) καθαρότητας του χρώματος.
Προορισμός: Η λήψη μονόχρωμου κόκκινου (με αποσύνδεση του μπλε και πράσινου πυροβόλου), πράσινου (με αποσύνδεση του κόκκινου και μπλε πυροβόλου) και μπλε (με αποσύνδεση του κόκκινου και πράσινου πυροβόλου) ράστερ.
Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Εμφάνιση αποχρώσεων και χρωμοκηλίδων σε λευκό ράστερ.

18) Ρυθμιστές (μαγνήτες) στατικής συγκλίσεως.
Προορισμός: Η δημιουργία ηλεκτρομαγνητικών πεδίων για τη διόρθωση της συγκλίσεως των τριών ηλεκτρονικών δεσμών του εικονογράφου (κόκκινης, πράσινης και μπλε) στο κέντρο της οθόνης.
Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Εμφάνιση τριών ράστερ με χρώματα: κόκκινο, πράσινο και μπλε, τα οποία ανάλογα με το βαθμό απορρυθμίσεως μπορούν να διασταυρώνονται.

19) Ρυθμιστής (μαγνήτης) πλευρικής μετατοπίσεως της μπλε δέσμης.
Προορισμός: Η μετατόπιση της μπλε δέσμης του εικονογράφου κατά την οριζόντια κατεύθυνση.
Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Απόκλιση της μπλε δέσμης από τις συγκλίνουσες κόκκινη και πράσινη στο κέντρο της οθόνης σε εικονογράφους χωρίς αυτοσύγκλιση ακτίνων.

20) Ρυθμιστές μαξιλαροειδών παραμορφώσεων.
Προορισμός: Η διόρθωση των πλευρών του ράστερ, ώστε να είναι ορθογώνιο.
Αποτέλεσμα απορρυθμίσεως: Βαθούλωμα των οριζοντίων και κατακορύφων γραμμών στα περιθώρια του ράστερ.

Κλείνοντας την παράγραφο, ας σημειώσομε ότι οι ρυθμιστές (μαγνήτες) 17, 18 και 19 είναι τοποθετημένοι στο σύστημα (πηνία) αποκλίσεως. Στο ίδιο σύστημα τοποθετούνται και οι μαγνήτες ***κεντραρίσματος*** της εικόνας.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

10.5. Εντόπιση βλαβών σε δέκτες.

Είδαμε τις ανωμαλίες που εμφανίζονται σε έναν τηλεοπτικό δέκτη από αντικανονική θέση των ρυθμιστών του. Οι ίδιες ανωμαλίες και πολλές άλλες μπορεί να οφείλονται σε βλάβη κάποιας βαθμίδας του δέκτη. Στην περίπτωση αυτή η αποκατάσταση της κανονικής λειτουργίας του δέκτη δεν γίνεται με ρυθμίσεις, αλλά με την επισκευή του.

Ο δέκτης τηλεοράσεως και ειδικά ο έγχρωμος, έχει πολλές βαθμίδες και πάρα πολλά εξαρτήματα. Η επισήμανση της βλάβης μιας βαθμίδας ή ενός εξαρτήματος δεν είναι απλό πράγμα και χρειάζεται μεγάλη πείρα. Όταν όμως ένας τεχνικός γνωρίζει καλά τη λειτουργία των διαφόρων τμημάτων και βαθμίδων του δέκτη, καθώς και την αλληλένδεσή τους, μπορεί να ξεκινήσει για την αναζήτηση βλαβών χωρίς φόβο. Η πείρα θα αποκτηθεί με την εργασία.

Η εντόπιση μιας βλάβης γίνεται με:

α) Την ανάλυση των εξωτερικών οπτικών ή ακουστικών συμπτωμάτων της.

β) Τον οπτικό έλεγχο του κυκλώματος και της καλωδιώσεώς του.

γ) Τον έλεγχο με όργανα μετρήσεων.

Α) Ανάλυση εξωτερικών συμπτωμάτων.

Η ανάλυση των εξωτερικών συμπτωμάτων παρέχει τη δυνατότητα να προσδιορισθεί το τμήμα του δέκτη, στο οποίο έγινε η βλάβη και έτσι να περιορισθεί η ζώνη αναζητήσεων. Με την ίδια μέθοδο μπορεί, σε μεγάλο βαθμό, να εντοπισθεί και η ***υπεύθυνη*** για τη βλάβη βαθμίδα του τμήματος, όχι όμως και το συγκεκριμένα εξάρτημα βαθμίδας. Ας εξετάσομε το θέμα αυτό με μερικά παραδείγματα πιθανών βλαβών.

Δεν υπάρχει ράστερ - Υπάρχει ήχος. Πιο συχνά η έλλειψη φωτισμού της οθόνης (έλλειψη ράστερ) οφείλεται στις επόμενες αιτίες:

1) Ο εικονογράφος έχει μεγάλη αρνητική τάση μεταξύ οδηγού πλέγματος (ή οδηγών πλεγμάτων) και καθόδου (ή καθόδων), λόγω βλάβης της τελικής βαθμίδας του ενισχυτή εικόνας (φωτεινότητας).
2) Δεν υπάρχει τάση στην (τελική) άνοδο του εικονογράφου, λόγω καταστροφής των επαφών ή βλάβης του ανορθωτή υπερυψηλής τάσεως.
3) Έλλειψη τάσεως στο ηλεκτρόδιο εστιάσεως (πρώτη άνοδος) του εικονογράφου, λόγω βλάβης του κυκλώματος (ή του ανορθωτή) εστιάσεως.
4) Έλλειψη τάσεως στο επιταχυντικό ηλεκτρόδιο (δεύτερη άνοδος) του εικονογράφου.
5) Βλάβη της σαρώσεως γραμμών.
6) Βλάβη του ανορθωτή, που τροφοδοτεί τις βαθμίδες σαρώσεως γραμμών.
7) Καύση μιας ασφάλειας στην έξοδο του τμήματος τροφοδοτήσεως.

Είναι φανερό ότι πρέπει πρώτα να δούμε ποια ή ποιες από τις επτά δυνατές περιπτώσεις βλαβών είναι πιθανότερες, δηλαδή, να ελέγξομε από πού πρέπει ν' αρχίσομε την έρευνα. Να μερικές σκέψεις-αφετηρίες.

Το ράστερ στην οθόνη του εικονογράφου δημιουργείται από το τμήμα σαρώσεως του δέκτη. Στο τμήμα αυτό βρίσκονται οι βαθμίδες για την οριζόντια και κατακόρυφη απόκλιση της ηλεκτρονικής δέσμης (ή δεσμών) του εικονογράφου. Για να υπάρχει ράστερ δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει ταυτόχρονα εικόνα και ήχος, αφού το ράστερ δεν έχει καμιά σχέση με το οπτικό ή

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

ακουστικό σήμα. Αν όμως υπάρχει ήχος, είναι μια ένδειξη λειτουργίας του τροφοδοτικού του δέκτη. Το τροφοδοτικό παρέχει τις απαραίτητες τάσεις για τη λειτουργία όλων των τμημάτων του δέκτη (με κάποιες εξαιρέσεις). Επομένως, όταν υπάρχει ήχος, η έλλειψη του ράστερ δεν πρέπει να οφείλεται σε βλάβη του τροφοδοτικού, ενώ όταν δεν υπάρχει ήχος είναι απαραίτητος ο έλεγχος του τροφοδοτικού. Η βλάβη λοιπόν πρέπει να οφείλεται στις υπόλοιπες αιτίες.

Μπορούμε να αποκλείσομε από την έρευνα το τμήμα σαρώσεως γραμμών και να συμπεριλάβομε το τμήμα σαρώσεως πλαισίων στις εξής περιπτώσεις:

α) Αν στην οθόνη, αντί για ράστερ εμφανίζεται μια οριζόντια φωτεινή γραμμή ή στενή λωρίδα (η βλάβη οφείλεται στις βαθμίδες κατακόρυφης σαρώσεως).

β) Αν υπάρχει ήχος και το τμήμα ήχου τροφοδοτείται από το τμήμα οριζόντιας σαρώσεως (με ανόρθωση παλμών).

Με τέτοιες σκέψεις και με τη βοήθεια του σχεδιαγράμματος του δέκτη, θα οδηγηθούμε σίγουρα στη βλάβη.

Η έγχρωμη εικόνα αναπαράγεται ασπρόμαυρη. Η ύπαρξη ασπρόμαυρης εικόνας αποκλείει από τον έλεγχο τον έγχρωμο εικονογράφο (αυτός εργάζεται), αφού η λήψη εικόνας προϋποθέτει πλήρη λειτουργία (χωρίς βλάβη) και των τριών ηλεκτρονικών πυροβόλων του και κανονικές τάσεις τροφοδοσίας του.

Τα αίτια ελλείψεως έγχρωμης εικόνας μπορούν να είναι:

α) Μικρή στάθμη σήματος στην είσοδο του δέκτη.

β) Αντικανονική τοποθέτηση του ρυθμιστή της συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή.

γ) Βλάβη στο τμήμα χρωμικότητας.

δ) Βλάβη στην οριζόντια ή κατακόρυφη σάρωση, ανάλογα με το πού μορφοποιούνται οι παλμοί αναγνωρίσεως χρωμάτων (αναγνώριση γραμμών ή πεδίων), που είναι απαραίτητοι για τη λειτουργία του κυκλώματος αναγνωρίσεως.

Για να δούμε από πού θα αρχίσομε την αναζήτηση, πρέπει πρώτα να εκτιμήσομε την ποιότητα της ασπρόμαυτης εικόνας.

Αν αυτή αναπαράγεται με θορύβους και μικρό κοντράστ (στην περιοχή βέβαιας λήψεως του σταθμού), δεν είναι δυνατό να έχομε έγχρωμη εικόνα και πρέπει πρώτα απ' όλα να ελέγξομε την κεραία, το συντονιστή, το κύκλωμα AGC, τον ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας και το τμήμα φωτεινότητας.

Αν η ασπρόμαυρη εικόνα είναι καλή, πρέπει να ελέγξομε το τμήμα χρωμικότητας, τη διάταξη αναγνωρίσεως και τη σύνδεσή της με το τμήμα σαρώσεως (οριζόντιο ή κατακόρυφο).

Υπάρχει έγχρωμη - Δεν υπάρχει ασπρόμαυρη εικόνα. Η βλάβη πρέπει να αναζητηθεί στο τμήμα φωτεινότητας του δέκτη και από το σημείο διαχωρισμού του σήματος χρωμικότητας ως τον εικονογράφο. Μια από τις πιθανές αιτίες της βλάβης είναι η διακοπή της γραμμής καθυστερήσεως των 0,7-0,8 μsec.

Υπάρχει ήχος και ράστερ - Δεν υπάρχει έγχρωμη και ασπρόμαυρη εικόνα. Η βλάβη πρέπει να αναζητηθεί στο φωρατή εικόνας και στις βαθμίδες του τμήματος φωτεινότητας που είναι κοινές για τα σήματα E_Y, E_{R-Y} και E_{B-Y}.

Υπάρχει ράστερ - Δεν υπάρχει εικόνα και ήχος. Με έλλειψη εικόνας και ήχου, η βλάβη πρέπει να οφείλεται στις βαθμίδες του δέκτη που είναι κοινές για τα δύο σήματα. Αυτές είναι οι βαθμίδες του συντονιστή, οι βαθμίδες του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας και ο φωρατής εικόνας.

Δεν υπάρχει ήχος - Υπάρχει εικόνα. Εφόσον υπάρχει εικόνα, όλες οι βαθμίδες του δέκτη, που είναι κοινές για τα σήματα εικόνας και ήχου, εργάζονται κανονικά. Η βλάβη πρέπει να οφείλεται στο τμήμα ήχου ή στην τροφοδότησή του.

Β) Οπτικός έλεγχος του δέκτη.

Ο οπτικός έλεγχος του κυκλώματος και της καλωδιώσεως του δέκτη μπορεί να εξασφαλίσει την εντόπιση πολλών βλαβών και γίνεται με το δέκτη σε λειτουργία και εκτός λειτουργίας (με τροφοδότηση ή χωρίς τροφοδότηση).

Όταν ο δέκτης τροφοδοτείται, μπορούμε να δούμε το νήμα του εικονογράφου, σπινθηρισμούς σε επαφές, καπνό σε κάποιο εξάρτημα, την υπερβολική θέρμανση των μετασχηματιστών, των τσοκ και των αντιστάσεων (τα πιάνομε με το χέρι), διακοπές ή αποκολλήσεις τυπωμένων γραμμών και καλωδίων, βραχυκυκλώματα μεταξύ των γραμμών από ακαθαρσίες κλπ.

Όταν ο δέκτης δεν τροφοδοτείται, μπορούμε να ελέγξομε τη συνδεσμολογία του με μετακίνηση των διαφόρων εξαρτημάτων και των καλωδίων για να διαπιστώσομε αν τα άκρα τους είναι καλά κολλημένα στις θέσεις τους. Για τη μετακίνηση αυτή καλό είναι να χρησιμοποιηθεί πλαστικό κατσαβίδι. Επίσης, να εκφορτίζονται οι πυκνωτές του φίλτρου εξομαλύνσεως της ανορθωμένης τάσεως και να μην ***καταπονούνται*** υπερβολικά τα εξαρτήματα.

Γ) Έλεγχος με όργανα μετρήσεων.

Ο έλεγχος οποιουδήποτε τμήματος του δέκτη πρέπει ν' αρχίζει με τη μέτρηση των τάσεων που το τροφοδοτούν. Για δέκτες με τρανζίστορ και ολοκληρωμένα κυκλώματα οι τάσεις αυτές δεν πρέπει ν' αποκλίνουν περισσότερο από ±5%. Αν η απόκλιση είναι μεγαλύτερη από αυτή, πρέπει πρώτα να βρούμε την αιτία αυτής της αποκλίσεως και να την απομακρύνομε.

Η αναζήτηση βλαβών σε βαθμίδες τρανζίστορ και ολοκληρωμένων κυκλωμάτων γίνεται επίσης με μέτρηση των τροφοδοτικών τους τάσεων. Εκτός από ειδικές περιπτώσεις, όπως είναι ο αποσυντονισμός κυκλωμάτων, η διακοπή πυκνωτών, η μέτρηση των τάσεων είναι αρκετή για να δώσει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για τη λειτουργία μιας βαθμίδας.

Ο συστηματικός έλεγχος της λειτουργίας των βαθμίδων και των κυκλωμάτων του τμήματος συγχρονισμού και των τμημάτων σαρώσεως του δέκτη γίνεται μόνο με παλμογράφο. Με τον παλμογράφο διαπιστώνομε αν το τηλεοπτικό σήμα φθάνει στην είσοδο της διαχωρίστριας, αν στην έξοδο της ίδιας βαθμίδας εμφανίζονται οι παλμοί συγχρονισμού απαλλαγμένοι από σήμα εικόνας, αν το πλάτος των παλμών συγχρονισμού, επομένως και των θορύβων, περιορίζεται από τη βαθμίδα περιορισμού και τέλος, αν οι παλμοί συγχρονισμού διαφορίζονται και ολοκληρώνονται. Με τον παλμογράφο ελέγχομε αν εργάζονται οι ταλαντωτές σαρώσεως γραμμών και πλαισίων, αν οι παλμοί που παράγουν διοχετεύονται στις επόμενες βαθμίδες και αν η μορφή και το πλάτος τους στα

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

διάφορα σημεία ελέγχου είναι αυτά που υποδεικνύει ο κατασκευαστής. Οι κατασκευαστές των δεκτών τηλεοράσεως δίνουν, στα ειδικά φυλλάδια υπηρεσίας, τις μορφές και τα πλάτη των παλμών στα διάφορα σημεία ελέγχου των βαθμίδων του δέκτη.

Ο έλεγχος των εξαρτημάτων (πυκνωτών, αντιστάσεων, πηνίων), που συνθέτουν μια βαθμίδα, γίνεται με ωμόμετρο ή με κατάλληλες μετρητικές γέφυρες. Για να γίνει ο έλεγχος με ωμόμετρο είναι απαραίτητο να αποσυνδεθεί ο δέκτης από το δίκτυο τροφοδοτήσεως.

Οι συνηθέστερες βλάβες των πυκνωτών είναι: το βραχυκύκλωμα, η απώλεια χωρητικότητας, η διακοπή των ακροδεκτών και η ελάττωση της αντιστάσεως μονώσεως (διαρροή). Οι τρόποι ελέγχου των πυκνωτών εξαρτώνται από το είδος και τη χωρητικότητά τους.

Ο έλεγχος των βραχυκυκλωμάτων και των διαρροών των ηλεκτρολυτικών πυκνωτών γίνεται με ωμόμετρο που τοποθετείται στην κλίμακα των μεγαλυτέρων αντιστάσεων. Το ένα άκρο του ελεγχομένου πυκνωτή αποσυνδέεται από το κύκλωμα, γιατί δεν πρέπει να παραλληλίζεται από άλλο εξάρτημα. Αν ο πυκνωτής είναι καλός, η βελόνη του ωμομέτρου αποκλίνει προς την ένδειξη «μηδέν» και στη συνέχεια επιστρέφει προς τις μεγαλύτερες ενδείξεις για να δείξει κάποια τιμή αντιστάσεως. Αν η τιμή αυτή είναι μικρή, ο πυκνωτής έχει διαρροή. Αν κατά τη σύνδεση του ωμομέτρου, δε σημειωθεί απόκλιση της βελόνης του προς την ένδειξη «μηδέν», ο πυκνωτής έχασε τη χωρητικότητά του ή έχει διακοπή ακροδεκτών.

Τέλος, η μεγάλη διαρροή του ηλεκτρολυτικού πυκνωτή προκαλεί τη θέρμανση του δοχείου του και ο έλεγχος γίνεται με το χέρι.

Τα βραχυκυκλώματα των πυκνωτών συζεύξεως και αποζεύξεως ελέγχονται εύκολα με το ωμόμετρο. Για την απώλεια χωρητικότητας πρέπει να χρησιμοποιηθεί γέφυρα μετρήσεως πυκνωτών. Η αντίσταση μονώσεως ενός καλού πυκνωτή δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 100 ΜΩ.

Οι αντιστάσεις καίγονται συνήθως από διέλευση υπερβολικού ρεύματος. Ακόμη, παρουσιάζουν διακοπές των ακροδεκτων τους ή μεγαλώνει η τιμή τους. Ο έλεγχος γίνεται με ωμόμετρο.

Τα πηνία, οι μετασχηματιστές και τα τσοκ παθαίνουν επίσης βλάβες, όπως οι διακοπές, τα βραχυκυκλώματα μεταξύ των σπειρών ή μεταξύ των τυλιγμάτων και τα βραχυκυκλώματα μεταξύ των τυλιγμάτων και του πυρήνα ή του σασσί. Ο έλεγχος γίνεται και εδώ με ωμόμετρο, εκτός από την περίπτωση βραχυκυκλωμάτων μεταξύ σπειρών σε μικρό τμήμα του τυλίγματος, επειδή η μεταβολή της αντιστάσεώς του είναι μικρή και δεν τη δείχνει εύκολα το ωμόμετρο. Στις περιπτώσεις αυτές ο έλεγχος γίνεται με την αντικατάσταση του ύποπτου πηνίου.

Πριν κλείσομε την παράγραφο θα πούμε δυο λόγια και για τις διόδους από ημιαγωγούς (κρυσταλλοδιόδους).

Μια τέτοια δίοδος μπορεί να παρουσιάσει διακοπή, βραχυκύκλωμα και μεγάλη αντίσταση κατά την ορθή φορά ή μικρή κατά την ανάστροφη. Ο έλεγχος γίνεται με ωμομέτρηση της αντιστάσεως ορθής και ανάστροφης φοράς.

Σε διόδους ανορθώσεως ο λόγος των αντιστάσεων «ανάστροφης προς ορθή φορά» δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 10. Ο λόγος αυτός δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 100 για τις διόδους φωράσεως. Τέλος, οι δίοδοι που εργάζονται σε κάθε κλάδο ενός διευκρινιστή, πρέπει να παρουσιάζουν εκτός από το μεγάλο λόγο αντιστάσεων και συμμετρία των χαρακτηριστικών τους.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Εκλογή της κεραίας τηλεοράσεως.

Η κεραία ενός δέκτη τηλεοράσεως είναι πολυπλοκότερη από την κεραία ενός ραδιοφωνικού δέκτη και οι απαιτήσεις από αυτήν περισσότερες. Μια κεραία τηλεοράσεως πρέπει να εξασφαλίζει αρκετά ισχυρό σήμα στην είσοδο του δέκτη, να έχει την απαιτούμενη ζώνη διελεύσεως και ακόμη τις απαραίτητες κατευθυντικές ικανότητες.

Ακόμη περισσότερες είναι οι απαιτήσεις από μια κεραία που προορίζεται για τη λήψη μακρινών τηλεοπτικών σταθμών. Η ένταση του πεδίου που δημιουργείται στο σημείο λήψεως από ένα μακρινό σταθμό είναι πολύ μικρή και μπορεί να συγκριθεί με τη στάθμη θορύβων του δέκτη. Έτσι για την αύξηση του λόγου «σήμα/θόρυβος» χρησιμοποιούνται ειδικές κεραίες με μεγάλη απολαβή.

Η εκλογή της κεραίας εξαρτάται από το κανάλι (ή τα κανάλια) στο οποίο πρόκειται να λειτουργήσει ο δέκτης, από την απόσταση του πομπού και την ισχύ του, από το ανάγλυφο του τόπου, από την κατασκευή των κτιρίων και τις μεταλλικές κατασκευές που βρίσκονται κοντά στη θέση λήψεως και ακόμη από τον όροφο στον οποίο πρόκειται να εγκατασταθεί ο δέκτης.

Για τα κανάλια των περιοχών I και III (VHF) και για αποστάσεις από τον πομπό μικρότερες των 10 km μπορούν να χρησιμοποιηθούν κεραίες δωματίου με ρυθμιζόμενο μήκος.

Για τα κανάλια της περιοχής III, και για αποστάσεις από 10 - 40 km πρέπει να χρησιμοποιηθεί εξωτερική κεραία η οποία μπορεί να αποτελείται από ένα απλό ή αναδιπλωμένο δίπολο.

Σε αποστάσεις 40 - 100 km, αλλά και σε μικρότερες όταν οι συνθήκες λήψεως δεν είναι ευνοϊκές (ύπαρξη υψηλών κτιρίων, πηγών θορύβων κλπ.), χρησιμοποιούνται κατευθυνόμενες κεραίες με τρία ή περισσότερα στοιχεία.

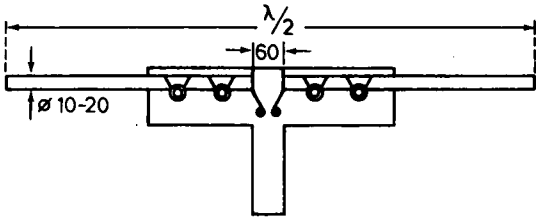
Ιδιαίτερη κατασκευή απαιτείται για μια κεραία που πρόκειται να λειτουργήσει σε ακόμη μεγαλύτερη απόσταση. Έτσι για τη λήψη ενός ασθενούς σήματος σε απόσταση 100 - 200 km με τροποσφαιρική διάδοση, η κεραία πρέπει να έχει οξύ διάγραμμα κατευθυντικότητας, ακριβή προσανατολισμό, μεγάλο ύψος από την επιφάνεια της γης και μεγάλη απολαβή.

Τέλος, για αποστάσεις μεγαλύτερες από 500 km (μέχρι και 2.500 km), με διάδοση μέσω της ιονόσφαιρας (για τα κανάλια της περιοχής I), χρησιμοποιούνται στρεφόμενες κεραίες με πολύ μεγάλη απολαβή. Εδώ το ύψος της κεραίας πάνω από την επιφάνεια της γης και σε μερικές περιπτώσεις η μεγάλη κατευθυντικότητα δεν έχουν σημασία, όμως θα πρέπει να εξασφαλισθεί οπτική επαφή μεταξύ της κεραίας και της γραμμής του ορίζοντα.

10.7 Δίπολη κεραία.

Το συμμετρικό δίπολο είναι η πιο απλή και αρκετά διαδεδομένη κεραία τηλεοράσεως. Χρησιμοποιείται πλατιά για τη λήψη τοπικών πομπών τηλεοράσεως, σε όλα τα κανάλια και σε ακτίνα μέχρι 10 - 20 km με κατάλληλες συνθήκες λήψεως (απουσία υψηλών κτιρίων που μπορούν να προκαλέσουν ανάκλαση των κυμάτων, απουσία θορύβων από αυτοκίνητα, ηλεκτρικές ιατρικές συσκευές κλπ.). Αποτελείται από δύο ίσους και μονωμένους μεταξύ τους μεταλλικούς σωλήνες (συνήθως από αλουμίνιο), που βρίσκονται στον ίδιο άξονα (σχ. 10.7α).

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

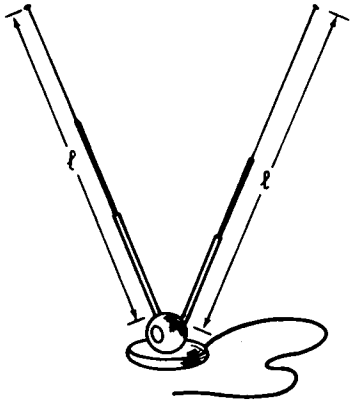


Σχ. 10.7α.
Το απλό δίπολο.

Η διάμετρος του σωλήνα κυμαίνεται από 10 - 20 mm, η απόσταση μεταξύ των σωλήνων είναι συνήθως 40 - 60 mm και το όλο μήκος του δίπολου ισούται με λ/2 ή ακριβέστερα με 0,95 λ/2.

Υπενθυμίζομε ότι η αντίσταση εισόδου ενός συντονισμένου διπόλου είναι 73,3 Ω. Γι' αυτό στην περίπτωση που χρησιμοποιούμε ως γραμμή μεταφοράς, ομοαξονικό καλώδιο με χαρακτηριστική αντίσταση 75 Ω, δεν παίρνομε κανένα ειδικό μέτρο για την προσαρμογή καλωδίου και κεραίας, επειδή οι αντιστάσεις τους διαφέρουν ελάχιστα μεταξύ τους. Όμως το δίπολο είναι συμμετρική διάταξη και το ομοαξονικό καλώδιο ασύμμετρη. Η άμεση σύνδεση ασύμμετρου καλωδίου σε συμμετρική κεραία προκαλεί παραμόρφωση του διαγράμματος κατευθυντικότητας και αύξηση των θορύβων στην είσοδο του δέκτη. Η συμμετρία επιτυγχάνεται με τη βοήθεια μετασχηματιστή. Η κεραία τοποθετείται στη στέγη του κτιρίου και προσανατολίζεται έτσι, ώστε ο άξονάς της να είναι κάθετος προς την κατεύθυνση του πομπού.

Σε ακτίνα μικρότερη από 10 km από τον πομπό χρησιμοποιούνται κεραίες δωματίου. Η πιο κατάλληλη από αυτές είναι η επιτραπέζια κεραία (σχ. 10.7β). Τα δύο τμήματα του διπόλου στερεώνονται σε μια μονωτική βάση κατασκευασμένη έτσι, ώστε τα τμήματα αυτά να μπορούν να σχηματίζουν διάφορες γωνίες μεταξύ τους. Το μήκος των τμημάτων είναι ρυθμιζόμενο και η κεραία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα τηλεοπτικά κανάλια. Για την καλύτερη λήψη με μια τέτοια κεραία, ρυθμίζεται η γωνία μεταξύ των δύο τμημάτων και περιστρέφεται η βάση, ώστε να πάρομε στην οθόνη του δέκτη εικόνα με τη μεγαλύτερη σαφήνεια. Μια επιτραπέζια κεραία μπορεί να κατασκευασθεί εύκολα με δύο κεραίες αυτοκινήτων.

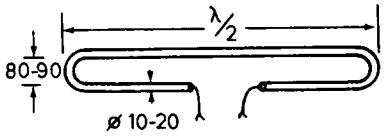


Σχ. 10.7β.
Επιτραπέζια κεραία.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

Στις απλές κεραίες που έχουν πλατιά ζώνη διελεύσεως, ανήκει και το «αναδιπλωμένο δίπολο» (σχ. 10.7γ). Αποτελείται από δύο δίπολα που βρίσκονται παράλληλα και σε μικρή (σε σχέση με το μήκος κύματος) απόσταση μεταξύ τους. Τα άκρα των διπόλων ενώνονται.

Το αναδιπλωμένο δίπολο έχει αντίσταση εισόδου 290Ω περίπου και συνδέεται με το δέκτη μέσω συμμετρικού καλωδίου 300 Ω ή ασύμμετρου ομοαξονικού καλωδίου 75 Ω. Στη δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιούμε μετασχηματιστή για την προσαρμογή κεραίας και γραμμής.



Σχ. 10.7γ.
Το αναδιπλωμένο δίπολο.

10.8 Κεραίες Yagi.

Μια κεραία για μακρινή λήψη πρέπει, εκτός από τη μεγάλη απολαβή και την καλή κατευθυντικότητα να έχει και αρκετά απλή κατασκευή. Τέτοιες ιδιότητες έχουν οι κεραίες Yagi που πήραν πλατιά διάδοση στην τηλεόραση.

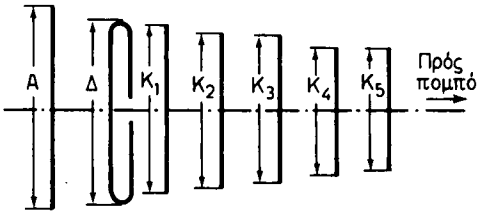
Οι κεραίες αυτές αποτελούνται από ένα ή μερικά απλά παθητικά δίπολα που βρίσκονται κοντά στο ενεργό δίπολο (δηλ. στο δίπολο που τροφοδοτεί με ενέργεια τη γραμμή). Όλα τα στοιχεία (ενεργό και παθητικά δίπολα) είναι τοποθετημένα σ' ένα επίπεδο και παράλληλα μεταξύ τους. Τα στοιχεία είναι κατασκευασμένα από σωλήνες αλουμινίου με διάμετρο 10 - 20 mm και στερεωμένα σε κοινό σωλήνα, επίσης από αλουμίνιο, με μεγαλύτερη διάμετρο για λόγους αντοχής.

Η ζώνη διελεύσεως μιας τέτοιας κεραίας μπορεί να αυξηθεί αν χρησιμοποιηθεί, ως ενεργό στοιχείο, αναδιπλωμένο δίπολο. Τόσο τα παθητικά στοιχεία, όσο και το αναδιπλωμένο δίπολο μπορούν να στερεωθούν στον κοινό σωλήνα χωρίς μόνωση, επειδή στο μέσο των διπόλων έχομε μηδενικό δυναμικό (κόμβος τάσεως) και επομένως η προσγείωση του σημείου αυτού (του μέσου) ή η σύνδεσή του στον κοινό σωλήνα δεν καταστρέφει την συμμετρία των διπόλων και δεν επιδρά στα χαρακτηριστικά της κεραίας.

Η διάταξη των στοιχείων της κεραίας Yagi φαίνεται στο σχήμα 10.8.

Τα παθητικά στοιχεία που βρίσκονται μπροστά από το δίπολο (κατά την κατεύθυνση του πομπού) ονομάζονται «κατευθυντήρες» και εκείνα που βρίσκονται πίσω από αυτό «ανακλαστήρες». Τα μήκη των στοιχείων είναι διαφορετικά. Επίσης, διαφορετικές είναι και οι αποστάσεις μεταξύ τους. Από τα μήκη και τις αποστάσεις καθορίζονται οι παράμετροι της κεραίας, δηλαδή η αντίσταση εισόδου, η απολαβή και η κατευθυντικότητα. Ο αριθμός των στοιχείων της κεραίας επιδρά επίσης στις παραμέτρους της. Η αύξηση του αριθμού των στοιχείων προκαλεί αύξηση της απολαβής και ελάττωση της αντιστάσεως εισόδου της κεραίας. Επίσης το διάγραμμα κατευθυντικότητας γίνεται οξύτερο και ελαττώνεται η ζώνη των διερχομένων συχνοτήτων (ζώνη διελεύσεως). Η ελάττωση της ζώνης διελεύσεως προκαλεί ε-

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 10.8.
Διάταξη των στοιχείων της κεραίας Yagi.

λάττωση της σαφήνειας της λαμβανόμενης εικόνας και εξασθένηση του σήματος φωνής. Γι' αυτό κατά την εκλογή του αριθμού των στοιχείων της κεραίας πρέπει να έχομε υπόψη μας ότι η αύξηση του αριθμού αυτού πάνω από ορισμένο όριο δεν είναι σκόπιμη. Η πράξη απέδειξε ότι για τα τρία πρώτα τηλεοπτικά κανάλια (45 - 70 MHz) μπορούμε να χρησιμοποιήσομε κεραία της οποίας τα στοιχεία δεν είναι περισσότερα από 5 - 6. Με τον αριθμό αυτό στοιχείων, η ζώνη διευλεύσεως της κεραίας διατηρείται στα 3 - 4 MHz και η σαφήνεια της εικόνας ελαττώνεται ασήμαντα. Για τα υπόλοιπα κανάλια (5 - 11) μπορούμε να χρησιμοποιήσομε κεραίες με μεγαλύτερο αριθμό στοιχείων.

10.9 Συστήματα κατανομής.

Ένα σύστημα κατανομής προορίζεται για την τροφοδότηση πολλών δεκτών τηλεοράσεως, ή και ραδιοφωνικών, από μια κεντρική κεραία. Το σύστημα αυτό πρέπει να εξασφαλίζει προσαρμογή μεταξύ κεραίας και όλων των δεκτών, να δημιουργεί μικρή, κατά το δυνατό απόσβεση και να μην επιτρέπει αλληλεπιδράσεις μεταξύ των δεκτών. Ένα σύστημα κατανομής περιλαμβάνει συνήθως τα κιβώτια διανομής (κεντρικά και τοπικά) με τα κατάλληλα δικτυώματα προσαρμογής, τις γραμμές μεταφοράς ενέργειας και τις διάφορες υποδοχές. Μεταξύ κεραίας και συστήματος κατανομής παρεμβάλλεται συνήθως και ένας ενισχυτής για να ενισχύσει το εισερχόμενο σήμα. Μια ενίσχυση είναι, τις περισσότερες φορές, αναγκαία, αφού η ισχύς της κεραίας διαιρείται διά του αριθμού των δεκτών και ακόμη επειδή δημιουργείται πρόσθετη απόσβεση από την όλη εγκατάσταση.

Ένα σύστημα κατανομής μπορεί να είναι απλό ή σύνθετο, ασύμμετρο ή συμμετρικό και η εκλογή του εξαρτάται από τον τύπο της κεντρικής κεραίας (κεραία ενός ή περισσότερων τηλεοπτικών καναλιών ή και ραδιοφωνικών προγραμμάτων), από τον αριθμό των δεκτών και το είδος τους (ως προς την αντίσταση εισόδου) και ακόμη από την αρχιτεκτονική της οικοδομής (κατανομή δωματίων στους διάφορους ορόφους κλπ.). Οι ασχολούμενοι με τέτοια συστήματα έχουν τις δικές τους ιδέες ως προς τις λεπτομέρειες, όμως στις γενικές γραμμές ακολουθείται η μεθοδολογία που αναπτύσσεται στις επόμενες παραγράφους.

10.10 Κεντρικές εγκαταστάσεις.

Στην παράγραφο αυτή θ' ασχοληθούμε με μια κεντρική εγκατάσταση, αλλά πριν προχωρήσομε στο δίκτυο ως σύνολο θα επιμείνομε σε μερικές λεπτομέρειες.

Στην πρώτη θέση θα τοποθετήσομε το θέμα των καλωδίων κατανομής. Γενικά, τα καλώδια σε νέα κτίρια, πολυκατοικίες, ξενοδοχεία κλπ. καλύπτονται όπως ακριβώς και τα καλώδια των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων (συνήθως χρησιμοποιούνται ομοαξονικά καλώδια σε σωλήνες μπέρκμαν ή και πλαστικούς). Αυτό προϋποθέτει τα ακόλουθα:

1) Αυτοψία για τον προσδιορισμό της θέσεως στην οποία θα τοποθετηθεί η κεραία. Από τη θέση αυτή εκκινούν τα καλώδια κατανομής.

2) Σχέδιο της οικοδομής στο οποίο θα φαίνονται τα δωμάτια που πρόκειται να τοποθετηθούν οι δέκτες.

Για την εκλογή της θέσεως της κεραίας πρέπει να έχομε υπ' όψη μας ότι αυτή δεν τοποθετείται στην πλευρά που υπάρχουν γειτονικά υψηλότερα κτίρια προς την κατεύθυνση του πομπού, ούτε προς την πλευρά που υπάρχει δρόμος από τον οποίο κυκλοφορούν πολλά οχήματα. Επίσης δεν τοποθετείται πλησίον σιδερένιων κατασκευών ή ηλεκτροφόρων αγωγών.

Σύμφωνα με τα παραπάνω πρέπει να κατασκευασθεί ένα σχέδιο δικτύου στο οποίο θα φαίνονται οι θέσεις της κεραίας, των ενισχυτών, των καλωδίων, των κιβωτίων κατανομής, των υποδοχών λήψεως (πριζών) κλπ.

Άλλοι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι οι ακόλουθοι:

α) Το ελάχιστο σήμα που απαιτείται για τους πιο απομακρυσμένους δέκτες από την κεραία. Αυτό είναι συνήθως 500 μV.

β) Ο μέγιστος αριθμός δεκτών που θα τροφοδοτούνται από το σύστημα.

γ) Η τάση της κεραίας.

δ) Η όλη απόσβεση του συστήματος.

Για τον υπολογισμό της ολικής αποσβέσεως πρέπει να γνωρίζομε:

1) Την ανά μονάδα μήκους απόσβεση του καλωδίου. Αυτή, για καλώδιο διπολικό (συμμετρικό) αντιστάσεως 75 Ω, 150 Ω, 240 Ω και 300 Ω και για μήκος 10 m, είναι:

0,4 db στα 50 MHz
0,75 db στα 200 MHz
1,44 db στα 500 MHz

Για ομοαξονικό καλώδιο των 75 Ω και ανά 10 m έχομε:

0,62 db στους 50 MC/s
1,1 db στους 100 MC/s
1,5 db στους 200 MC/s
3 db στους 800 MC/s

Γενικά οι αποσβέσεις των διάφορων τύπων καλωδίων, ανά μονάδα μήκους, δίνονται από τους κατασκευαστές.

2) Την απόσβεση των κιβωτίων κατανομής. Αυτή εξαρτάται από τον τύπο του κιβωτίου και τον αριθμό εισόδων και εξόδων του. Μερικές τιμές δίνονται παρακάτω.

είσοδος 1 έξοδοι 2 απόσβεση 4 db
είσοδος 1 έξοδοι 3 απόσβεση 7 db
είσοδος 1 έξοδοι 4 απόσβεση 9 db

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Οι ακριβείς αποσβέσεις των κιβωτίων κατανομής δίνονται από τους κατασκευαστές τους.

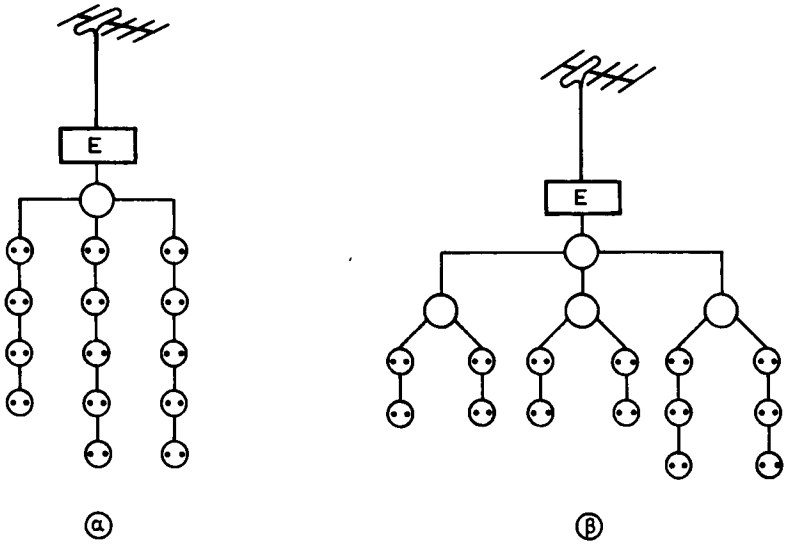
3) Την απόσβεση του φορτίου των πριζών λήψεως. Κάθε δέκτης με το καλώδιο τροφοδοτήσεώς του αποτελεί φορτίο για κάθε πρίζα και δημιουργείται απόσβεση. Αυτή είναι συνήθως 1 db ανά δέκτη.

Ας εξετάσομε ένα δίκτυο κατανομής μιας μικρής πολυκατοικίας που περιλαμβάνει 14 δέκτες.

Πολλά διαφορετικά κυκλώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν, αλλά ας μελετήσομε πρώτα αυτό που φαίνεται στο σχήμα 10.10(α). Εδώ υπάρχουν 2 κλάδοι των 5 υποδοχών και 1 των 4. Ακόμη ένα κιβώτιο των 3 εξόδων.

Αν υποθέσομε ότι το μήκος του καλωδίου (ομοαξονικού) ανά κλάδο είναι 30 m, οι απώλειες για κάθε κλάδο των 5 υποδοχών θα είναι:

30 m καλώδιο	4,5 db
5 υποδοχές	5 db
1 κιβώτιο κατανομής	7 db
Σύνολο	16,5 db



Σχ. 10.10.
Δίκτυα κατανομής.

Αυτή είναι και η ολική απόσβεση του δικτύου.

Στην περίπτωση που η τάση της κεραίας είναι 1500 μV και η απαιτούμενη τάση εισόδου για κάθε δέκτη 500 μV, η επιτρεπόμενη απόσβεση είναι:

$$\alpha = \frac{1500}{500} = 3 \quad \text{ή} \quad \alpha = 20 \log 3 = 9{,}5 \text{ db}$$

Για να καλύψομε την υπόλοιπη απόσβεση συνδέομε ανάμεσα στην κεραία και τον κατανεμητή τον ενισχυτή Ε που πρέπει να έχει απολαβή 16,5 — 9,5 = 7 db ή συντελεστή ενισχύσεως περίπου 2.

Ένα άλλο κύκλωμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι αυτό που φαίνεται στο σχήμα10.10(6). Εδώ έχομε απόσβεση (υπολογιζόμενη από τον κλάδο των περισσοτέρων δεκτών) ίση με:

1 κιβώτιο 3 εξόδων	7 db
1 κιβώτιο 2 εξόδων	4 db
3 υποδοχές	3 db
20 m καλώδιο κλάδου	3 db
Σύνολο	17 db

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς του προηγούμενου παραδείγματος, ο ενισχυτής Ε πρέπει να έχει συντελεστή ενισχύσεως 2 ως 3 ή απολαβή 6 - 9,5 db.

10.11 Συστήματα κατανομής πολλών καναλιών.

Ένα δίκτυο κατανομής που προορίζεται για τη λήψη πολλών καναλιών περιλαμβάνει συνήθως τα ακόλουθα.

1) Μία κεραία βραχέων - μεσαίων - μακρών κυμάτων συνδυασμένη με μία ακόμη κεραία υπερβραχέων κυμάτων.

2) Μία κεραία τηλεοράσεως για τα κανάλια της τρίτης περιοχής (VHF).

3) Μία κεραία τηλεοράσεως για τα κανάλια της τέταρτης περιοχής (UHF).

4) Από έναν ενισχυτή για τα υπερβραχέα και τα κανάλια της περιοχής III (VHF).

5) Ένα μεταλλάκτη για την περιοχή IV (UHF).

6) Ένα γενικό τροφοδοτικό για τους ενισχυτές και το μεταλλάκτη.

7) Ένα μίκτη των σημάτων όλων των κεραιών, ώστε να μεταφερθούν με ένα καλώδιο στον πρώτο κεντρικό κατανεμητή.

8) Τους κατανεμητές και τις πρίζες (λήψεως και τερματικές).

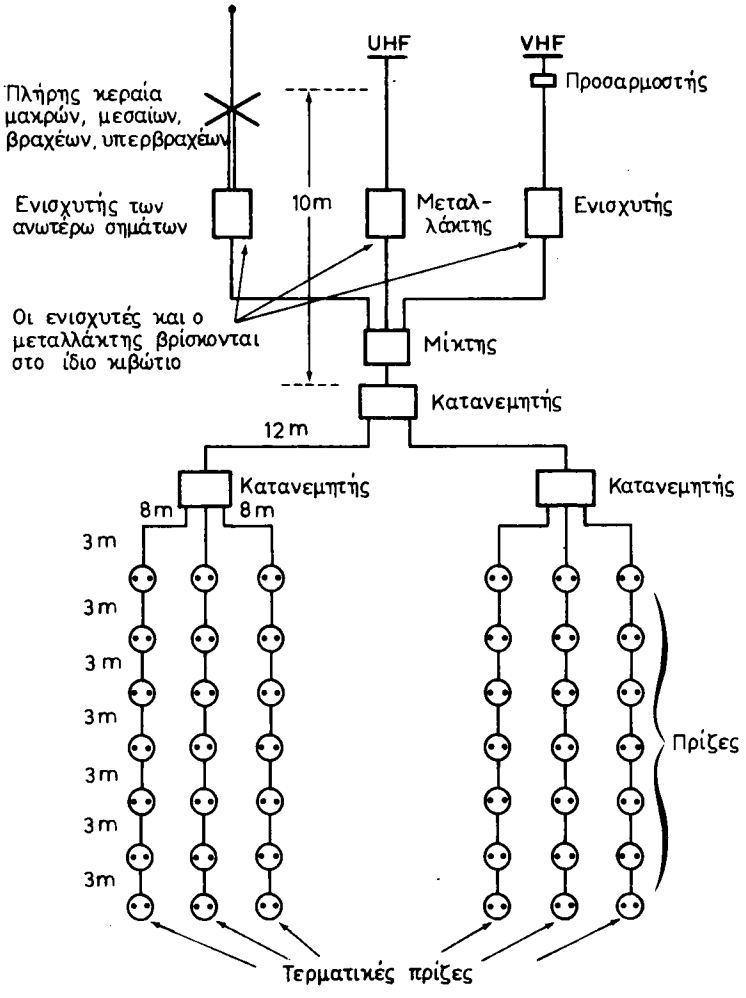
Οι κεραίες του δικτύου μπορούν να είναι τοποθετημένες χωριστά, όπως φαίνεται στο σχήμα 10.11α ή στον ίδιο ιστό, όπως στο σχήμα 10.11β.

Η εργασία θα αρχίσει, όπως περιγράψαμε και στην προηγούμενη παράγραφο, με μια αυτοψία που θα μας οδηγήσει σε ένα πλήρες πρακτικό διάγραμμα της εγκαταστάσεως. Για τον υπολογισμό της αποσβέσεως πρέπει να λάβομε υπόψη μας ότι όλοι οι πομποί πιθανόν να μην απέχουν το ίδιο από το σημείο λήψεως. Για το λόγο αυτό, δεχόμασθε εδώ ένα πολύ πιο μικρό σήμα κεραίας από εκείνο της προηγούμενης παραγράφου (συνήθως 100 μV για κάθε περίπτωση). Αν, στη συνέχεια, υποθέσομε ότι η απαιτούμενη τάση εισόδου στον πιο απομακρυσμένο δέκτη τηλεοράσεως είναι 500 μV, βλέπομε αμέσως ότι ο αντίστοιχος ενισχυτής δεν πρέπει να καλύπτει μόνο τις απώλειες που δημιουργεί το δίκτυο, αλλά και να ανυψώνει το σήμα από τα 100 στα 500 μV.

Ας μην ξεχνάμε ότι η απόσβεση της εγκαταστάσεως υπολογίζεται πάντοτε από τον κλάδο των περισσοτέρων δεκτών που συνδέονται σε σειρά.

Ο υπολογισμός π.χ. της αποσβέσεως, που δημιουργεί το δίκτυο του σχήματος 10.11α,δίνει:

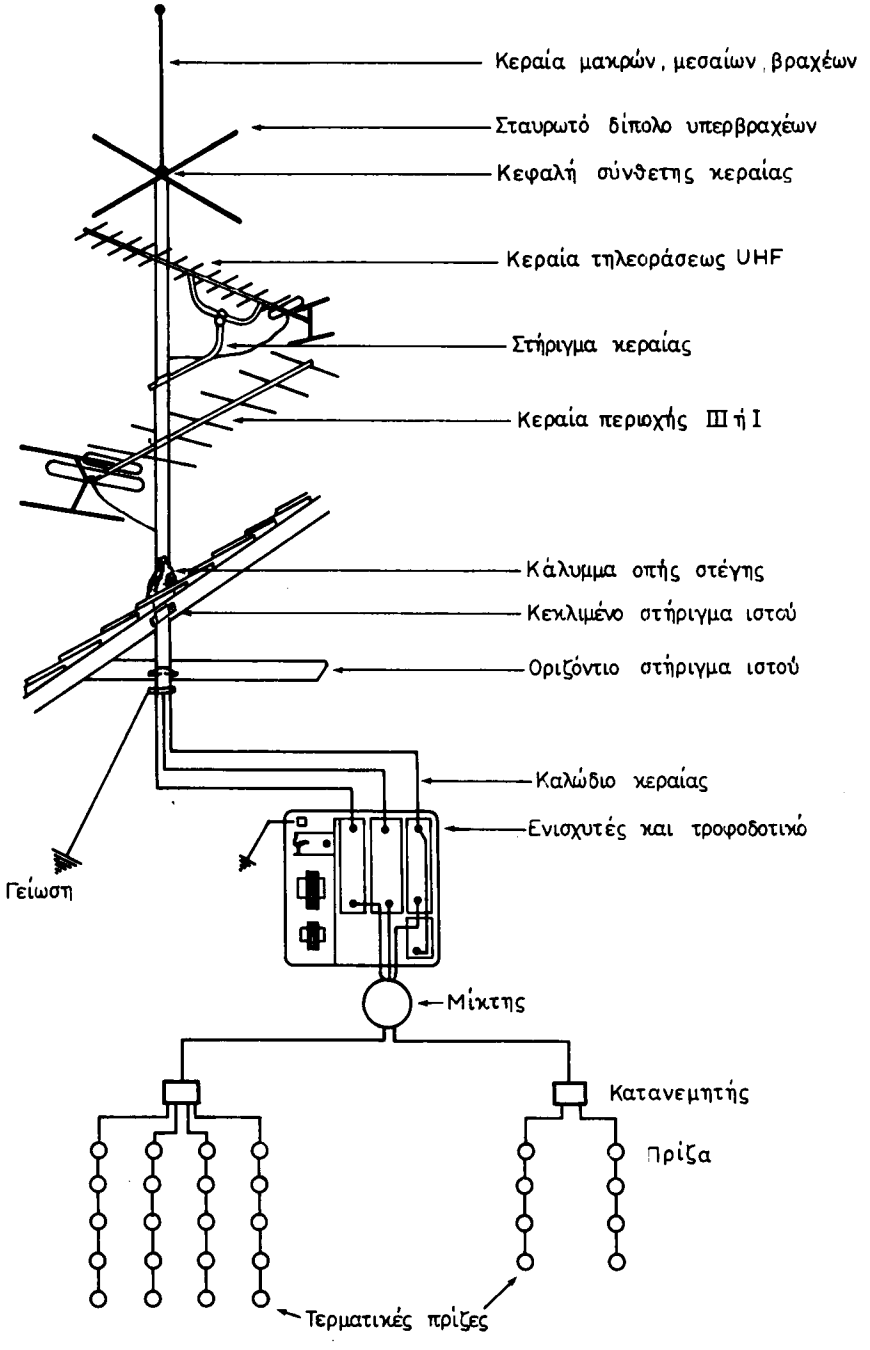
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 10.11α.
Δίκτυο κατανομής πολλών καναλιών.

1 μίκτης	3 προς 1	2 db
1 κατανεμητής	1 προς 2	4 db
1 κατανεμητής	1 προς 3	7 db
7 πρίζες		7 db
Καλώδιο 3 × 7 + 8 + 12 + 10 = 51 m		7,7 db
	Σύνολο	27,7 db

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 10.116.
Σύνθετη κεραία της Fuba.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Η απολαβή του ενισχυτή για την κεραία π.χ. της τηλεοράσεως πρέπει να είναι:
— Για την ανύψωση του σήματος από 100 σε 500 μV.

$$20 \log \frac{500}{100} = 20.0,7 = 14 \text{ db}$$

— Για την αντιστάθμιση της αποσβέσεως του δικτύου 28 db.
Επομένως, σύνολο 14 + 28 = 42 db.

10.12 Κεφαλές και προσαρμοστές κεραιών - μίκτες - κατανεμητές - πρίζες - διαχωριστές σημάτων.

Όπως γνωρίσαμε ήδη στις προηγούμενες παραγράφους, μία πλήρης εγκατάσταση ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών δεκτών σε κάποια οικοδομή απαιτεί, εκτός των κεραιών των ενισχυτών και των καλωδίων μεταφοράς της ενέργειας, ένα πλήθος βοηθητικών διατάξεων που εξασφαλίζουν την προσαρμογή των κεραιών προς τις γραμμές μεταφοράς, τη μεταφορά με τον μικρότερο αριθμό γραμμών, την κατανομή της ενέργειας, το διαχωρισμό των διάφορων σημάτων των πομπών κλπ. Οι κυριότερες από τις διατάξεις αυτές, που θα περιγραφούν σύντομα στην παράγραφο αυτή, φαίνονται στο κύκλωμα του σχήματος 10.12α.

1) Κεφαλές κεραιών.

Τα σήματα της κεραίας των μακρών, μεσαίων και βραχέων κυμάτων, καθώς και της κεραίας των υπερβραχέων κυμάτων, μεταφέρονται στο μίκτη με ένα ομοαξονικό καλώδιο. Οι κεφαλές κεραιών περιλαμβάνουν τα απαραίτητα φίλτρα και δικτυώματα προσαρμογής, ώστε να εξασφαλίζουν προσαρμογή των κεραιών προς το κοινό καλώδιο εξόδου και ανεξαρτησία μεταξύ αυτών (η μία κεραία δεν επιδρά στην άλλη).

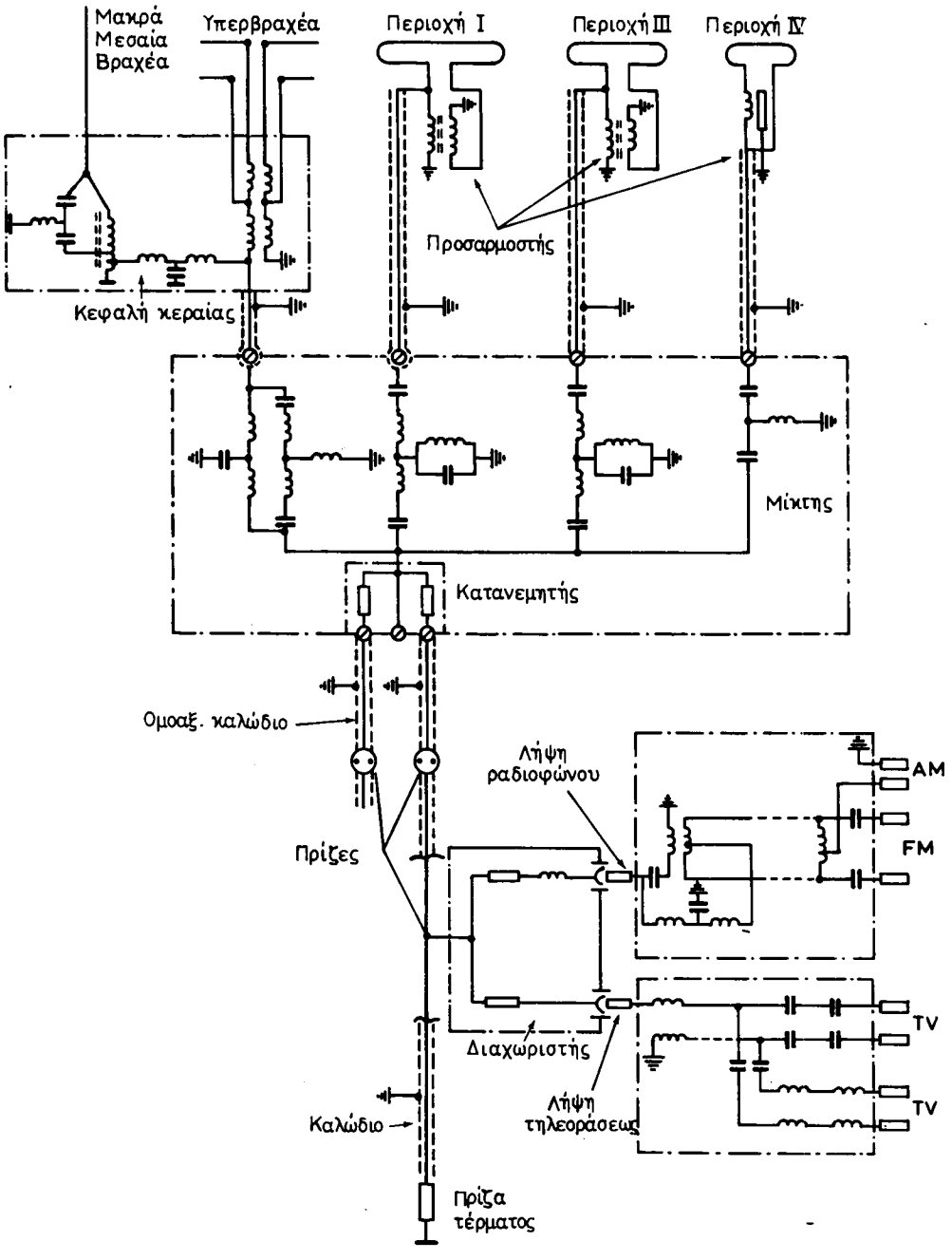
2) Προσαρμοστές κεραιών.

Στο κεφάλαιο περί κεραιών είδαμε ότι απαιτείται προσαρμογή της αντιστάσεως εισόδου της κεραίας προς τη χαρακτηριστική αντίσταση της γραμμής. Ακόμη γνωρίσαμε ότι μια συμμετρική κεραία δεν συνδέεται απ' ευθείας σε ένα ασύμμετρο καλώδιο (όπως είναι το ομοαξονικό) έστω και αν οι αντιστάσεις τους είναι ίσες. Οι προσαρμοστές εξασφαλίζουν τη μία ή και τις δύο (ανάλογα με την περίπτωση) από τις παραπάνω απαιτήσεις.

Στο εμπόριο κυκλοφορεί πλήθος τέτοιων διατάξεων. Μία από αυτές φαίνεται στο σχήμα 10.12α.

3) Μίκτες.

Η μεταφορά των σημάτων των διαφόρων κεραιών στους δέκτες με ιδιαίτερα καλώδια θα απαιτούσε μεγάλο αριθμό καλωδίων, ιδιαίτερων κατανεμητών κλπ. Ένας μίκτης, που τοποθετείται κοντά στις κεραίες, εξασφαλίζει τη μεταφορά όλων των σημάτων, στο κοινό σύστημα κατανομής, με ένα καλώδιο. Ένας μίκτης μπορεί να έχει εισόδους των 240 ή 300 Ω και έξοδο των 60 ή 75 Ω, ή και αντίθετα (σπά-



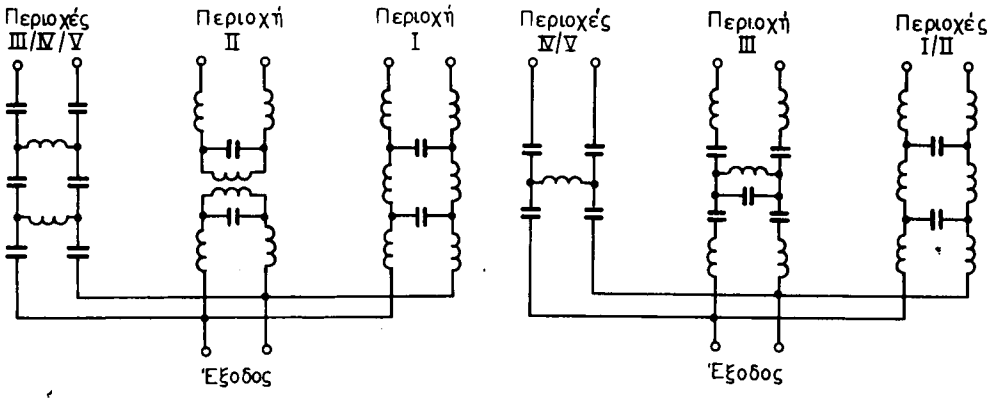
Σχ. 10.12α.
Διάφορες διατάξεις κατανομής.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

νια). Ακόμη μπορεί οι αντιστάσεις εισόδων και εξόδου να είναι ίσες. Ανάλογα επομένως με την περίπτωση, ο μίκτης περιλαμβάνει τα αναγκαία φίλτρα και δικτυώματα προσαρμογής, ώστε να εξασφαλίζει ανεξαρτησία μεταξύ των κεραιών και προσαρμογή των καλωδίων εισόδων και εξόδου.

Στο σχήμα 10.12α φαίνονται τα φίλτρα ενός μίκτη για ασύμμετρα καλώδια εισόδων των 75 Ω και ασύμμετρο καλώδιο εξόδου, επίσης των 75 Ω.

Δυο ακόμη μίκτες με συμμετρικές εισόδους και εξόδους για καλώδια 240 ή 300 Ω φαίνονται στο σχήμα 10.12β.



Σχ. 10.12β.
Κεραιομίκτες.

4) Κατανεμητές.

Ένας κατανεμητής (κιβώτιο κατανομής) προορίζεται για τη διακλάδωση της ενέργειας που φθάνει, από το μίκτη, στην είσοδό του σε 2 ή περισσότερες γραμμές. Κατά τη διανομή αυτή πρέπει να εξασφαλίζεται προσαρμογή του καλωδίου εισόδου προς όλα τα καλώδια εξόδου. Επίσης δεν πρέπει να υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ γραμμών. Ο κατανεμητής που φαίνεται στο σχήμα 10.12α είναι ενσωματωμένος με το μίκτη.

5) Πρίζες.

Τα στοιχεία μιας πρίζας λήψεως φαίνονται στο κύκλωμα του σχήματος 10.12α Οι πρίζες δεν επιτρέπουν την αλληλεπίδραση μεταξύ των δεκτών και ακόμη διαχωρίζουν τα ραδιοφωνικά σήματα από τα τηλεοπτικά. Στο τέλος κάθε γραμμής τοποθετείται επίσης μια πρίζα που ονομάζεται τερματική. Περιέχει μία αντίσταση, ίση προς τη χαρακτηριστική αντίσταση του καλωδίου, στα άκρα της οποίας τερματίζει η γραμμή.

6) Διαχωριστές σημάτων.

Περιλαμβάνουν διάφορα φίλτρα για το διαχωρισμό των σημάτων (ραδιοφωνι-

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

κών και τηλεοπτικών) και ακόμη εξασφαλίζουν την προσαρμογή των καλωδίων προς τις εισόδους των διάφορων δεκτών. Δύο κυκλώματα διαχωριστών για ραδιοφωνικά και τηλεοπτικά σήματα φαίνονται στο σχήμα 10.12α.

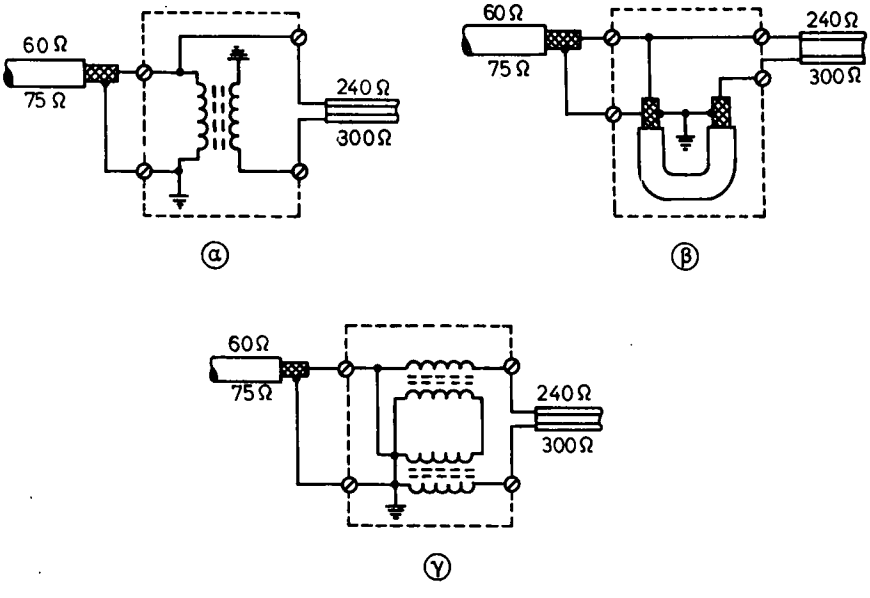
7) Κυκλώματα προσαρμογής δεκτών.

Τα κυκλώματα προσαρμογής της αντιστάσεως εισόδου ενός δέκτη προς την αντίσταση του ομοαξονικού καλωδίου που κατασκευάζονται με ωμικές αντιστάσεις, δημιουργούν μεγάλη απόσβεση. Τρία κυκλώματα προσαρμογής, με σημαντικά μικρότερες αποσβέσεις φαίνονται στο σχήμα 10.12γ.

Το δικτύωμα προσαρμογής του σχήματος 10.12γ(α) περιλαμβάνει ένα μετασχηματιστή και χρησιμοποιείται για τα κανάλια των περιοχών I και III.

Για τα κανάλια των περιοχών IV και V καταλληλότερο είναι το δικτύωμα του σχήματος 10.12γ(β). Εδώ, ο μετασχηματισμός των αντιστάσεων γίνεται με τη βοήθεια ενός βρόχου U που είναι κατασκευασμένος από ομοαξονικό καλώδιο των 60 ή 75 Ω, ανάλογα με την περίπτωση.

Τέλος, το δικτύωμα προσαρμογής που φαίνεται στο σχήμα 10.12γ(γ) είναι κατάλληλο για όλες τις συχνότητες από 40-800 MHz.



Σχ. 10.12γ.
Κυκλώματα προσαρμογής.

Οι έξοδοι των ανωτέρω δικτυωμάτων είναι συμμετρικές.

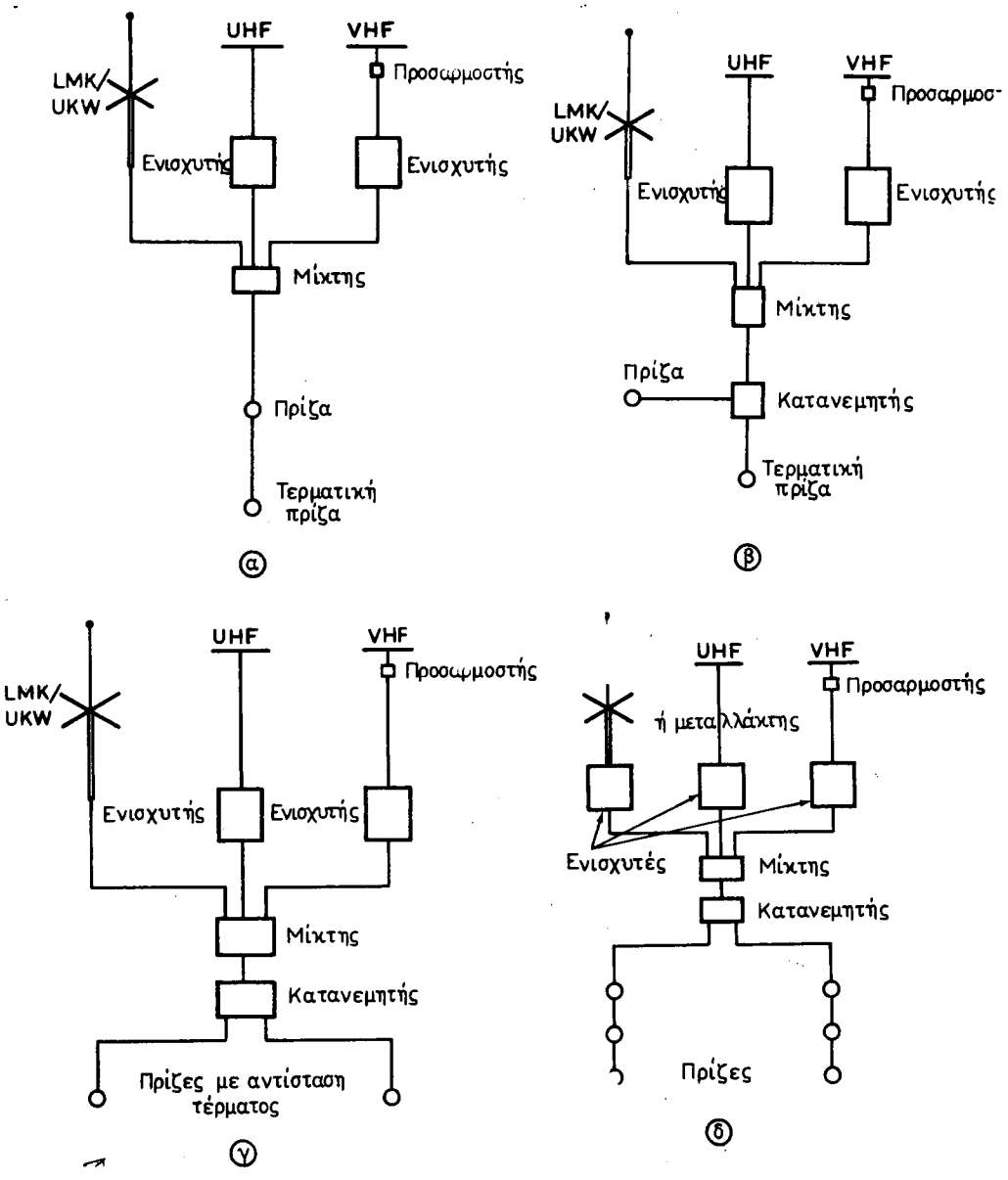
Σημειώνομε πως όλες οι διατάξεις της παραγράφου αυτής κυκλοφορούν στο εμπόριο. Για την απόσβεση και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά τους πρέπει να συμβουλευόμασθε τους κατασκευαστές τους.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

10.13 Διαγράμματα κατανομής και εγκαταστάσεων.

Στην παράγραφο αυτή θα δώσομε μερικά χρήσιμα διαγράμματα κατανομής του σήματος από μερικές κεραίες και ακόμη μερικά διαγράμματα εγκαταστάσεων.

Τέσσερα διαφορετικά κυκλώματα κατανομής του σήματος από τρεις κεραίες προς ένα, δύο και περισσότερους δέκτες φαίνονται στο σχήμα 10.13α.

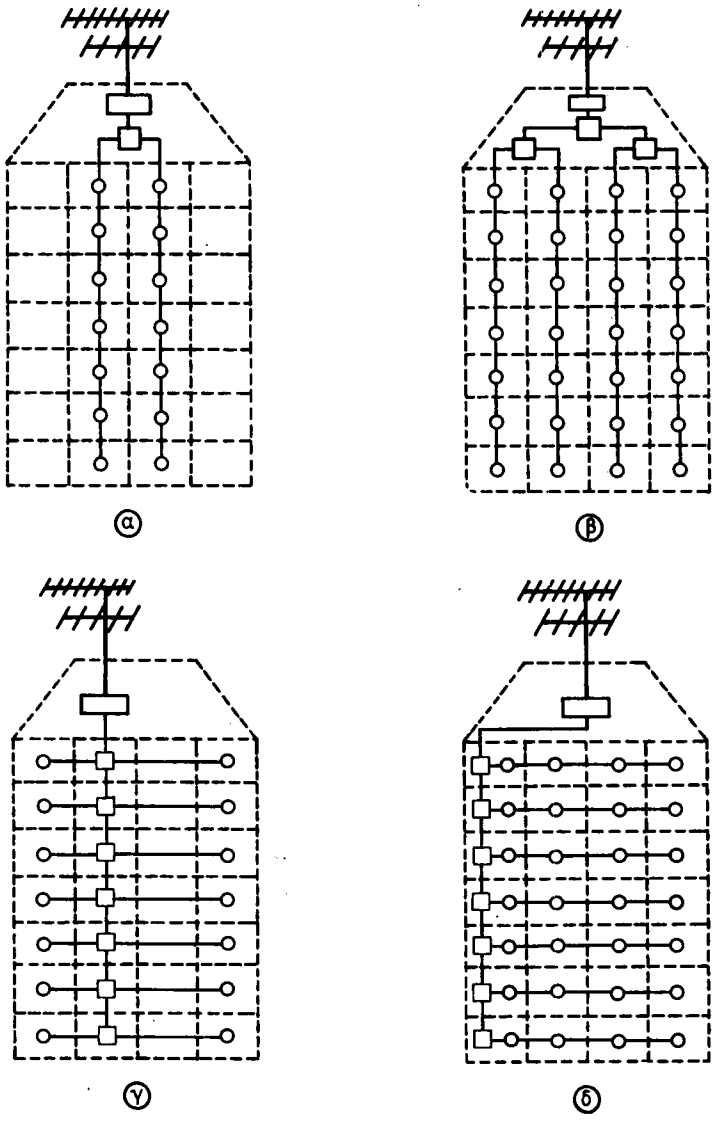


Σχ. 10.13α.
Διαγράμματα κατανομής.

Στο σχήμα 10.136(α) φαίνεται ένα διάγραμμα εγκαταστάσεως με 2 κλάδους που περιέχουν πρίζες σε σειρά.

Στο σχεδιάγραμμα του σχήματος 10.136(β) οι πρίζες είναι επίσης σε σειρά, αλλά κατανέμονται σε 4 κλάδους.

Διαφορετικά είναι τα σχεδιαγράμματα του σχήματος 10.136(γ) και (δ). Στο πρώτο, έχομε μια στήλη κατανεμητών σε σειρά και πλάγια κατανομή των πριζών από τις δυο πλευρές της στήλης. Στο δεύτερο, έχομε επίσης μια στήλη κατανεμητών και πλάγια (από το ένα μέρος) κατανομή πριζών σε σειρά, για τον ίδιο όροφο.

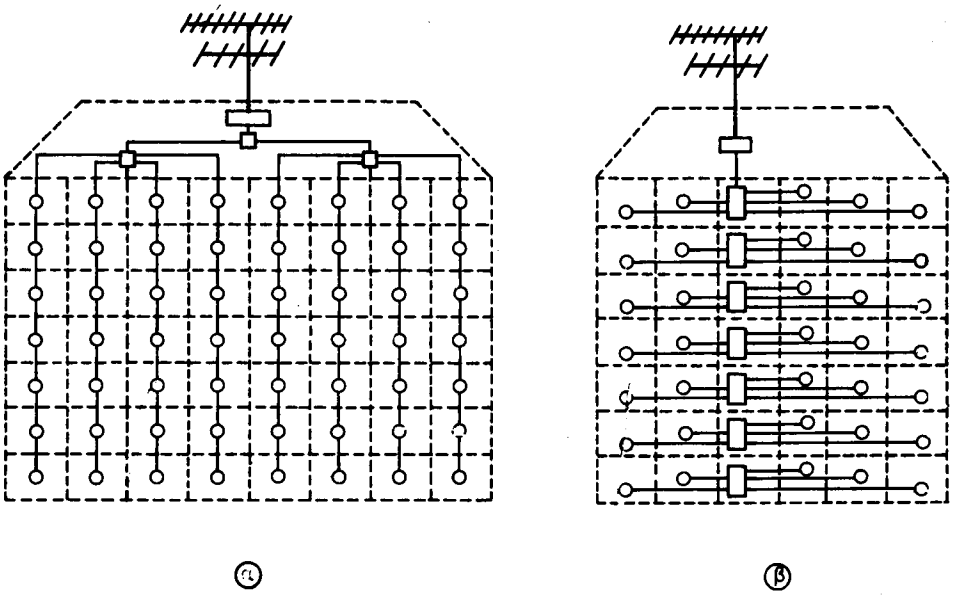


Σχ. 10.136.
Διαγράμματα εγκαταστάσεων με 2 και 4 κλάδους.

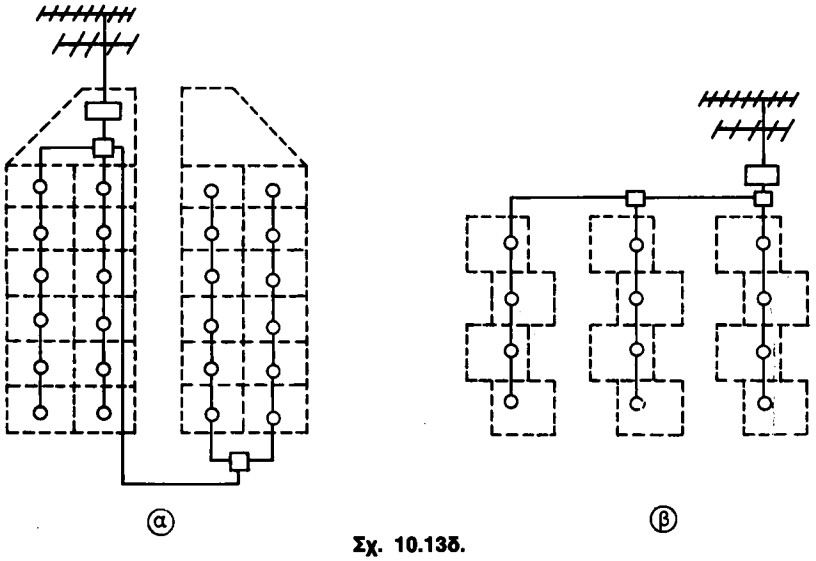
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Στο σχήμα 10.13γ(α) φαίνεται η εγκατάσταση σε μια μεγάλη πολυκατοικία με 8 κλάδους και πρίζες σε σειρά. Οι πρίζες της εγκαταστάσεως του σχήματος 10.13γ(β) συνδέονται παράλληλα ως προς τους κατανεμητές της στήλης.

Τέλος, στο σχήμα 10.13δ φαίνεται η περίπτωση εξυπηρετήσεως δυο κτιρίων [σχ. 10.13δ(α)] ή ενός συγκροτήματος μικρών κτιρίων [σχ. 10.13δ(β)] από μια κεραία. Η κεραία τοποθετείται στο κτίριο στο οποίο οι συνθήκες λήψεως είναι καλύτερες.



Σχ. 10.13γ.
Διαγράμματα εγκαταστάσεων: α) Με 8 κλάδους. β) Με πλάγια κατανομή.



Σχ. 10.13δ.
Τροφοδότηση δυο ή περισσοτέρων κτιρίων από μια κεραία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Εισαγωγή στην τηλεόραση

1.1 Ασπρόμαυρη και έγχρωμη τηλεόραση 1
1.2 Το φως και το χρώμα 1
1.3 Το μάτι και τα χρώματα 3
1.4 Χαρακτηριστικά του φωτός 5
1.4.1 Φωτεινή ροή 5
1.4.2 Ένταση φωτός 5
1.4.3 Λαμπρότητα 6
1.4.4 Φωτεινότητα 6
1.4.5 Αντίθεση 6
1.5 Τριχρωμική όραση, απόχρωση, κορεσμός 6
1.6 Η μίξη των χρωμάτων και οι νόμοι της 8
1.7 Χρωμικές συντεταγμένες 10
1.8 Φωτεινότητα και χρωμικότητα 11
1.9 Το μεταίσθημα 13
1.10 Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο 13
1.11 Ενίσχυση φωτορεύματος 15
1.12 Τα πρώτα τηλεοπτικά συστήματα 16
1.13 Βασικές αρχές ηλεκτρονικής τηλεοράσεως 18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Εικονογράφοι και εικονολήπτες

2.1 Συστατικά μέρη και είδη καθοδικών σωλήνων 21
2.2 Περιγραφή και λειτουργία σωλήνων 21
2.3 Ασπρόμαυροι εικονογράφοι 23
2.3.1 Απόκλιση και εστίαση 24
2.3.2 Οθόνη 24
2.3.3 Μεταλλοποίηση οθόνης 25
2.4 Οι έγχρωμοι εικονογράφοι 27
2.5 Ο τριδεσμικός εικονογράφος με μάσκα 28
2.6 Ο εικονογράφος με ευθυγραμμισμένα πυροβόλα 31
2.7 Το σύστημα αποκλίσεως των εγχρώμων εικονογράφων 33
2.8 Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά και μηχανική αντοχή εικονογράφων 34
2.9 Αρχή λειτουργίας εικονοληπτών 36
2.10 Το εικονοσκόπιο 39
2.11 Υπερεικονοσκόπιο, όρθικον, βίντικον 40
2.12 Έγχρωμοι εικονολήπτες 42

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Παραγωγή και μετάδοση τηλεοπτικού σήματος

3.1 Η σάρωση της εικόνας 43
3.2 Βασικά χαρακτηριστικά σαρώσεως 45
3.3 Η υψηλότερη και η χαμηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας 46
3.4 Εκλογή των χαρακτηριστικών σαρώσεως 47
3.4.1 Εκλογή συχνότητας πλαισίων 47
3.4.2 Εκλογή αριθμού γραμμών 48
3.5 Ενδιάμεση σάρωση 48
3.6 Βασικά χαρακτηριστικά τηλεοπτικών προτύπων 50
3.7 Αμαύρωση και συγχρονισμός 52
3.8 Παλμοί συγχρονισμού και αμαυρώσεως γραμμών 53
3.9 Παλμοί συγχρονισμού και αμαυρώσεως πλαισίων 55
3.10 Εξισωτικοί παλμοί 58
3.11 Πολικότητα και στάθμη του σήματος εικόνας 60
3.12 Συνεχής συνιστώσα σήματος εικόνας 61
3.13 Το ολοκληρωμένο τηλεοπτικό σήμα 62
3.14 Ο πομπός τηλεοράσεως 65
3.15 Φάσμα διαμορφωμένου τηλεοπτικού σήματος 65
3.16 Πολικότητα διαμορφώσεως 68
3.17 Εκλογή της φέρουσας συχνότητας εικόνας 69
3.18 Η εκπομπή του ήχου 70
3.19 Το τηλεοπτικό κανάλι 73
3.20 Κατανομή συχνοτήτων τηλεοπτικών καναλιών 74
3.21 Διάγραμμα πομπού τηλεοράσεως 75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Συστήματα έγχρωμης τηλεοράσεως

4.1 Αρχές μεταδόσεως εγχρώμων εικόνων 77
4.2 Το σήμα φωτεινότητας 78
4.3 Τα σήματα χρωμικότητας 79
4.4 Το σύνθετο έγχρωμο σήμα 80
4.5 Το σύστημα NTSC και ο κωδικοποιητής του 82
4.6 Το σύστημα PAL και ο κωδικοποιητής του 84
4.7 Το σύστημα SECAM και ο κωδικοποιητής του 86
4.8 Οι τηλεοπτικές κάμερες 89

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Η λήψη του τηλεοπτικού σήματος
Το τμήμα υψηλής και ενδιάμεσης συχνότητας
Το τμήμα εικόνας και το τμήμα ήχου του δέκτη

5.1 Διάγραμμα ασπρόμαυρου δέκτη τηλεοράσεως 94
5.2 Διαφορές μεταξύ ασπρόμαυρου και έγχρωμου δέκτη 97
5.3 Διάγραμμα αποκωδικοποιητή δέκτη NTSC 97
5.4 Διάγραμμα αποκωδικοποιητή PAL 99
5.5 Διάγραμμα αποκωδικοποιητή SECAM 101
5.6 Ο συντονιστής και τα κυκλώματα εισόδου του 102
5.7 Ο ενισχυτής ΥΣ, η βαθμίδα μίξεως και ο τοπικός ταλαντωτής 104

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

5.8 Η μεταγωγή των καναλιών 107
5.9 Συνδεσμολογίες συντονιστών VHF και UHF 109
5.10 Ο ενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας 112
5.11 Η καμπύλη αποκρίσεως του ΕΕΣ 113
5.12 Κυκλώματα βαθμίδων ΕΕΣ 115
5.13 Κυματοπαγίδες 116
5.14 Συνδεσμολογίες ΕΕΣ 117
5.15 Ο φωρατής εικόνας και η πολικότητά του 120
5.16 Ο διαχωρισμός του ήχου 123
5.17 Ο ενισχυτής εικόνας ασπρόμαυρου δέκτη 124
5.18 Το τμήμα φωτεινότητας έγχρωμου δέκτη 127
5.19 Το κύκλωμα AGC 133
5.20 Το τμήμα ήχου του δέκτη 135
5.21 Διαγράμματα εγχρώμων δεκτών 138

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Το τμήμα χρωμικότητας του έγχρωμου δέκτη

6.1 Το διάγραμμα του τμήματος χρωμικότητας στο SECAM 145
6.2 Η είσοδος του τμήματος χρωμικότητας και η επιδραδυντική γραμμή 149
6.3 Οι ηλεκτρονικοί μεταλλάκτες SECAM και PAL 153
6.4 Περιοριστές και διευκρινιστές των χρωμοφερουσών συχνοτήτων 157
6.5 Οι συγχρονοφωρατές του συστήματος PAL 161
6.6 Η αποκωδικοποιητική μήτρα 163
6.7 Οι τελικοί χρωμοενισχυτές 166
6.8 Συνδεσμολογίες ασπρόμαυρων και εγχρώμων εικονογράφων 170
6.8.1 Περιορισμός του ρεύματος της δέσμης 170
6.8.2 Αποτροπή δημιουργίας κηλίδας 171
6.8.3 Αμαύρωση γραμμών επιστροφής 172
6.9 Το τμήμα χρωμικότητας με ολοκληρωμένα κυκλώματα 177

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Το τμήμα συγχρονισμού του δέκτη

7.1 Εξαγωγή των παλμών συγχρονισμού 181
7.2 Διαφόριση και ολοκλήρωση παλμών 182
7.3 Διαχωρισμός των παλμών συγχρονισμού 186
7.4 Ο χρωμοσυγχρονισμός με αναγνώριση πεδίων και γραμμών 188
7.4.1 Ο συγχρονισμός με αναγνώριση πεδίων 189
7.4.2 Ο συγχρονισμός με αναγνώριση γραμμών 191
7.5 Ο χρωμοσυγχρονισμός στο δέκτη PAL 192
7.6 Ο συγχρονιστής του ταλαντωτή της χρωμοφέρουσας 194
7.7 Ο συγχρονιστής της φάσεως του μεταλλάκτη 195
7.8 Ο φασοστροφέας των 90° 197
7.9 Ο αυτόματος έλεγχος του χρώματος 198

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

Τα τμήματα σαρώσεων των δεκτών

8.1 Το διάγραμμα των τμημάτων σαρώσεων 200
8.2 Το τμήμα κατακόρυφης σαρώσεως 202
8.3 Το τμήμα σαρώσεως γραμμών 205
8.4 Ο ταλαντωτής γραμμών και ο συγχρονιστής του 207

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

8.5 Ο ενισχυτής γραμμών και η απόσβεση παρασιτικών ταλαντώσεων 208
8.6 Παραγωγή της υπερυψηλής τάσεως 213
8.7 Η μορφή S του ρεύματος σαρώσεως 218
8.8 Διαστάσεις και γραμμικότητα και εικόνας 219
8.9 Ο συγχρονισμός και οι σαρώσεις με ολοκληρωμένα κυκλώματα 220

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

Τηλεχειρισμός του δέκτη και τροφοδότηση

9.1 Συντονισμός και τηλεχειρισμός του δέκτη 224
9.2 Ο ηλεκτρονικός συντονισμός του δέκτη 225
9.3 Οι αισθητήριες διατάξεις 226
9.4 Προγραμματισμένη επιλογή περιοχών 227
9.5 Συστήματα τηλεχειρισμού του δέκτη 229
9.6 Ψηφιακά συστήματα τηλεχειρισμού 231
9.7 Η τροφοδότηση των βαθμίδων του δέκτη 233

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

Υπηρέτηση τηλεοπτικών δεκτών και εγκατάσταση κεραιών

10.1 Έλεγχος τηλεοπτικών δεκτών 236
10.2 Όργανα και σήματα ελέγχου τηλεοπτικών δεκτών 237
10.3 Πίνακας ελέγχου τηλεοράσεων 243
10.4 Ρυθμιστές τηλεοπτικών δεκτών 244
10.5 Εντόπιση βλαβών σε δέκτες 248
10.6 Εκλογή της κεραίας τηλεοράσεως 252
10.7 Δίπολη κεραία 252
10.8 Κεραίες Yagi 254
10.9 Συστήματα κατανομής 255
10.10 Κεντρικές εγκαταστάσεις 255
10.11 Συστήματα κατανομής πολλών καναλιών 258
10.12 Κεφαλές και προσαρμοστές κεραιών - μίκτες - κατανεμητές - πρίζες - διαχωριστές σημάτων 261
10.13 Διαγράμματα κατανομής και εγκαταστάσεων 265

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

COPYRIGHT ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ