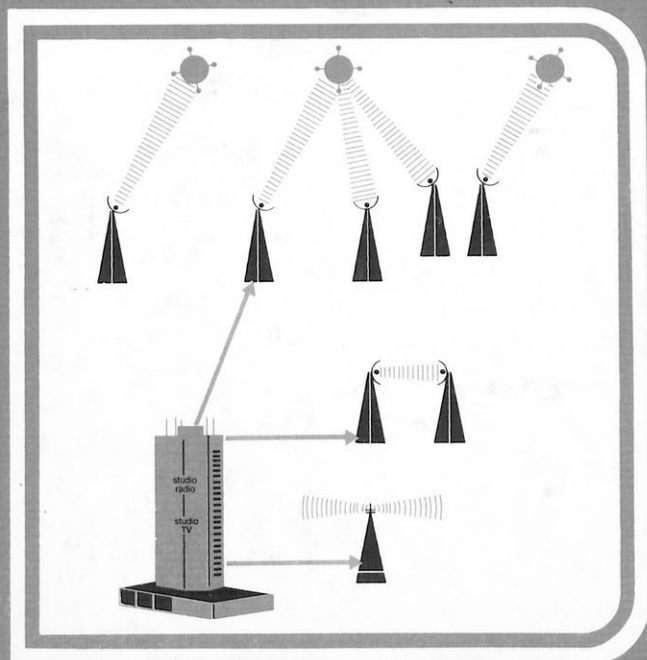


ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΑ-ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ

Χρήστου Ε. Παπακίτσου
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ-ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ





1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ



ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ὁ Εὐγένιος Εὐγενίδης, ὁ ἰδρυτὴς καὶ χορηγὸς τοῦ «Ἰδρύματος Εὐγενίδου», πολὺ νωρὶς πρόβλεψε καὶ σχημάτισε τὴν πεποίθησιν ὅτι ἡ ἄρτια κατάρτιση τῶν τεχνικῶν μας, σέ συνδυασμὸ μὲ τὴν ἐθνικὴ ἀγωγὴ, θὰ ἦταν ἀναγκαῖος καὶ ἀποφασιστικὸς παράγοντας τῆς προόδου τοῦ ἔθνους μας.

Τὴν πεποίθησίν του αὐτὴ ὁ Εὐγενίδης ἐκδήλωσε μὲ τὴ γενναιοφρονα πράξιν εὐεργεσίας, νὰ κληροδοτήσῃ σεβαστὸ ποσὸ γιὰ τὴ σύσταση Ἰδρύματος ποῦ θὰ εἶχε σκοπὸ νὰ συμβάλλῃ στὴν τεχνικὴ ἐκπαίδευση τῶν νέων τῆς Ἑλλάδας.

Ἔτσι τὸ Φεβρουάριον τοῦ 1956 συστήθηκε τὸ «Ἰδρυμα Εὐγενίδου», τοῦ οὐοίου τὴν διοίκηση ἀνέλαβε ἡ ἀδελφὴ του κυρία Μαρϊάνθη Σίμου, σύμφωνα μὲ τὴν ἐπιθυμία τοῦ διαθέτη.

Ἀπὸ τὸ 1956 μέχρι σήμερα ἡ συμβολὴ τοῦ Ἰδρύματος στὴν τεχνικὴ ἐκπαίδευση πραγματοποιεῖται μὲ διάφορες δραστηριότητες. Ὅμως ἀπ' αὐτὲς ἡ σημαντικότερη, ποῦ κρίθηκε ἀπὸ τὴν ἀρχὴ ὡς πρώτης ἀνάγκης, εἶναι ἡ ἔκδοσις βιβλίων γιὰ τοὺς μαθητὲς τῶν τεχνικῶν σχολῶν.

Μέχρι σήμερα ἐκδόθηκαν 150 τόμοι βιβλίων, ποῦ ἔχουν διατεθεῖ σὲ πολλὰ ἐκατομύρια τεύχη, καὶ καλύπτουν ἀνάγκες τῶν Κατώτερων καὶ Μέσων Τεχνικῶν Σχολῶν τοῦ Ὑπ. Παιδείας, τῶν Σχολῶν τοῦ Ὁργανισμοῦ Ἀπασχολήσεως Ἑργατικῶ Δυναμικοῦ (ΟΑΕΔ) καὶ τῶν Δημοσίων Σχολῶν Ἑμπορικοῦ Ναυτικοῦ.

Μοναδικὴ φροντίδα τοῦ Ἰδρύματος σ' αὐτὴ τὴν ἐκδοτικὴ του προσπάθεια ἦταν καὶ εἶναι ἡ ποιότητα τῶν βιβλίων, ἀπὸ ἄποψη ὄχι μόνον ἐπιστημονικὴ, παιδαγωγικὴ καὶ γλωσσικὴ, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ ἄποψη ἐμφανίσεως, ὥστε τὸ βιβλίον νὰ ἀγαπηθεῖ ἀπὸ τοὺς νέους.

Γιὰ τὴν ἐπιστημονικὴ καὶ παιδαγωγικὴ ποιότητα τῶν βιβλίων, τὰ κείμενα ὑποβάλλονται σὲ πολλὰς ἐπεξεργασίας καὶ βελτιώνονται πρὶν ἀπὸ κάθε νέα ἔκδοσις.

Ἰδιαίτερη σημασία ἀπέδωσε τὸ Ἰδρυμα ἀπὸ τὴν ἀρχὴ στὴν ποιότητα τῶν βιβλίων ἀπὸ γλωσσικὴ ἄποψη, γιατί πιστεύει ὅτι καὶ τὰ τεχνικὰ βιβλία, ὅταν εἶναι γραμμένα σὲ γλῶσσα ἄρτια καὶ ὁμοιόμορφη ἀλλὰ καὶ κατάλληλη γιὰ τὴ στάθμην τῶν μαθητῶν, μποροῦν νὰ συμβάλλουν στὴν γλωσσικὴ διαπαιδαγύγηση τῶν μαθητῶν.

Ἔτσι μὲ ἀπόφαση ποῦ πάρθηκε ἤδη ἀπὸ τὸ 1956 ὅλα τὰ βιβλία τῆς Βιβλιοθήκης τοῦ Τεχνίτη, δηλαδὴ τὰ βιβλία γιὰ τίς Κατώτερες Τεχνικὲς Σχολές, ὅπως ἀργότερα καὶ γιὰ τίς Σχολές τοῦ ΟΑΕΔ, εἶναι γραμμένα σὲ γλῶσσα δημοτικὴ μὲ βάση τὴν γραμματικὴν τοῦ Τριανταφυλλίδου, ἐνῶ ὅλα τὰ ἄλλα βιβλία εἶναι γραμμένα στὴν ἀπλὴ καθαρεύουσα. Ἡ γλωσσικὴ ἐπεξεργασία τῶν βιβλίων γίνεται ἀπὸ φιλόλογους τοῦ Ἰδρύματος καὶ ἔτσι ἐξασφαλίζεται ἡ ἐνιαία σύνταξις καὶ ὁρολογία κάθε κατηγορίας βιβλίων.

Ἡ ποιότητα τοῦ χαρτιοῦ, τὸ εἶδος τῶν τυπογραφικῶν στοιχείων, τὰ σωστά σχήματα καὶ ἡ καλαίσθητη σελιδοποίηση, τὸ ἐξώφυλλο καὶ τὸ μέγεθος τοῦ βιβλίου περιλαμβάνονται καὶ αὐτὰ στὶς φροντίδες τοῦ Ἰδρύματος.

Τὸ Ἰδρυμα θεώρησε ὅτι εἶναι ὑποχρέωσή του, σύμφωνα μέ τὸ πνεῦμα τοῦ ἱδρυτοῦ του, νὰ θέσει στὴν διάθεση τοῦ Κράτους ὅλη αὐτὴ τὴν πείρα του τῶν 20 ἐτῶν, ἀναλαμβάνοντας τὴν ἔκδοση τῶν βιβλίων καὶ γιὰ τὶς νέες Τεχνικὲς καὶ Ἐπαγγελματικές Σχολές καὶ τὰ νέα Τεχνικά καὶ Ἐπαγγελματικά Λύκεια, σύμφωνα μέ τὰ Ἀναλυτικά Προγράμματα τοῦ Κ.Ε.Μ.Ε.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ἀλέξανδρος Ι. Παπᾶς, Ὁμ. Καθηγητὴς ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Χρυσόστομος Φ. Καβουνίδης, Διπλ.-Μηχ.-Ἡλ. ΕΜΠ, Ἐπίτιμος Διοικητὴς ΟΤΕ, Ἀντιπρόεδρος.

Μιχαὴλ Γ. Ἀγγελόπουλος, Τακτικὸς Καθηγητὴς ΕΜΠ, τ. Διοικητὴς ΔΕΗ.

Θεοδόσιος Παπαθεοδοσίου, Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικὸς, Δ/ντὴς Ἐφ. Προγρ. καὶ Μελετῶν Τεχν. καὶ Ἐπαγγ. Ἐκπ. Ὑπ. Παιδείας.

Ἐπιστημ. Σύμβουλος, **Γ. Ροῦσσος**, Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ.

Σύμβουλος ἐπὶ τῶν ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος **Κ. Α. Μανᾶφης**, Καθηγητὴς Φιλοσοφικῆς Σχολῆς Παν/μίου Ἀθηνῶν.

Γραμματεὺς, **Δ. Π. Μεγαρίτης**.

Διατελέσαντα μέλη ἢ σύμβουλοι τῆς Ἐπιτροπῆς

Γεώργιος Κακριδὴς † (1955 - 1959) Καθηγητὴς ΕΜΠ, **Ἄγγελος Καλογεράς** † (1957 - 1970) Καθηγητὴς ΕΜΠ, **Δημήτριος Νιάντας** (1957 - 1965) Καθηγητὴς ΕΜΠ, **Μιχαὴλ Σπετσιέρης** (1956 - 1959), **Νικόλαος Βασιώτης** (1960 - 1967), **Θεόδωρος Κουζέλης** (1968 - 1976) Μηχ.-Ἡλ. ΕΜΠ, **Παναγιώτης Χατζηγιάννου** (1977 - 1982) Μηχ. Ἡλ. ΕΜΠ.



30
φ.ε.ε
Πρωτομάρτυρας, Χρήστου Ε

Γ' ΤΑΞΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΑ — ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ

Β' ΤΕΥΧΟΣ
ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ

ΧΡΗΣΤΟΥ Ε. ΠΑΠΑΚΙΤΣΟΥ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

ΑΘΗΝΑ
1982



002
4NE
ET2B
2146



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΗΣ ΒΟΥΛΗΣ
ΕΔΩΡΗΣΑΤΟ
Εδωρίσθη 14/8/82
1657 Έτος 1982

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τό βιβλίο αυτό απευθύνεται στους μαθητές καί στίς μαθήτριες τῆς τρίτης τάξεως τῶν Τεχνικῶν Λυκείων καί γι' αὐτό δέν μπορεῖ νά εἶναι λεπτομερειακό. Ἐνα μεγάλο μέρος τοῦ κειμένου, πού ἀναφέρεται στίς βασικές φυσικές ἀρχές τῆς τηλεοπτικῆς τεχνικῆς, γράφηκε μέ μικρότερα στοιχεῖα. Τό κείμενο αὐτό, πού μπορεῖ νά εἶναι γνωστό ἀπό ἄλλες περιοχές τῆς ἠλεκτρονικῆς, δέν δεσμεύει τό διδάσκοντα.

Στό βιβλίο περιγράφονται, ἐκτός ἀπό τά βασικά κυκλώματα, καί ποικίλες ἄλλες συνδεσμολογίες βαθμίδων τοῦ δέκτη τηλεοράσεως μέ λυχνίες καί τρανζίστορ. Οἱ συνδεσμολογίες αὐτές παρουσιάζονται μέ τίς τιμές τῶν εξαρτημάτων τους ὅπως συναντῶνται στήν πράξη καί ἡ διδασκαλία τους δέν εἶναι εὐκόλη. Ὅμως, ἡ παρουσίασή τους, ἔστω καί μέ μικρότερα στοιχεῖα, κρίθηκε ἀπαραίτητη γιά τήν ἐξοικείωση τῶν μαθητῶν στήν ἀναγνώριση τῶν πραγματικῶν κυκλωμάτων τῶν δεκτῶν τηλεοράσεως.

Πιστεύομε ὅτι τό βιβλίο θά εἶναι ἕνα ωφέλιμο βοήθημα στους μαθητές καί ἰδιαίτερα σέ ὅσους ἀπ' αὐτούς ἐπιθυμοῦν νά ἀσχοληθοῦν μελλοντικά μέ τήν τεχνική τῆς σύγχρονης τηλεοράσεως.

Ὁ συγγραφέας

202
1985
2778
2145

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το βιβλίο αυτό αποτελείται από τρεις μέρη, τα οποία είναι: 1. Η εισαγωγή, 2. Η θεωρία, 3. Η εφαρμογή. Η εισαγωγή περιγράφει το αντικείμενο της μελέτης, την σημασία της και τους σκοπούς της. Η θεωρία παρουσιάζει τις βασικές έννοιες και τις μεθόδους της μελέτης. Η εφαρμογή παρουσιάζει τις πρακτικές εφαρμογές της μελέτης.

Το βιβλίο αποτελείται από τρεις μέρη, τα οποία είναι: 1. Η εισαγωγή, 2. Η θεωρία, 3. Η εφαρμογή. Η εισαγωγή περιγράφει το αντικείμενο της μελέτης, την σημασία της και τους σκοπούς της. Η θεωρία παρουσιάζει τις βασικές έννοιες και τις μεθόδους της μελέτης. Η εφαρμογή παρουσιάζει τις πρακτικές εφαρμογές της μελέτης.

Το βιβλίο αποτελείται από τρεις μέρη, τα οποία είναι: 1. Η εισαγωγή, 2. Η θεωρία, 3. Η εφαρμογή. Η εισαγωγή περιγράφει το αντικείμενο της μελέτης, την σημασία της και τους σκοπούς της. Η θεωρία παρουσιάζει τις βασικές έννοιες και τις μεθόδους της μελέτης. Η εφαρμογή παρουσιάζει τις πρακτικές εφαρμογές της μελέτης.

Το βιβλίο αποτελείται από τρεις μέρη, τα οποία είναι: 1. Η εισαγωγή, 2. Η θεωρία, 3. Η εφαρμογή. Η εισαγωγή περιγράφει το αντικείμενο της μελέτης, την σημασία της και τους σκοπούς της. Η θεωρία παρουσιάζει τις βασικές έννοιες και τις μεθόδους της μελέτης. Η εφαρμογή παρουσιάζει τις πρακτικές εφαρμογές της μελέτης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ

1.1 Τό φῶς καί τά χαρακτηριστικά του.

Μέ τήν τηλεόραση μπορούμε νά βλέπομε εἰκόνες κινητῶν καί ἀκινήτων ἀντικειμένων ἀπό μεγάλες ἀποστάσεις. Γιά τήν τηλεμετάδοση μιᾶς εἰκόνας χρησιμοποιοῦμε μερικά φυσικά φαινόμενα, βασικότερα ἀπό τά ὁποῖα εἶναι **ὁ μετασχηματισμός τῶν φωτεινῶν χαρακτηριστικῶν τῆς εἰκόνας σέ ἠλεκτρικές μεταβολές**, πού γίνεται στόν πομπό τηλεοράσεως, καί **ἡ μετατροπή τῶν ἠλεκτρικῶν αὐτῶν μεταβολῶν σέ φωτεινά χαρακτηριστικά** πού γίνεται στό δέκτη τηλεοράσεως. Πρὶν ὁμως ἀσχοληθοῦμε μέ τίς ἀρχές πραγματοποιήσεως τῶν τηλεοπτικῶν συνδέσεων, πρέπει νά ποῦμε λίγα λόγια γιά τό φῶς καί τά χαρακτηριστικά του.

Τό φῶς εἶναι ἠλεκτρομαγνητική ἀκτινοβολία μέ μήκος κύματος πού κυμαίνεται ἀπό 400 ὠς 760 nm (nm = νανόμετρο, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Τό τμήμα αὐτοῦ τοῦ φάσματος τῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς ἀκτινοβολίας γίνεται ἀντιληπτό ἀπό τό ἀνθρώπινο μάτι πού ὑφίσταται κάποιο ἐρεθισμό.

Οἱ φωτεινές ἀκτίνες καί κάθε ἠλεκτρομαγνητικό κύμα φέρουν μαζί τους κάποιο ποσό ἐνέργειας. Ἀνάλογα μέ τό μήκος κύματος τῶν ἀκτίνων αὐτῶν, ἕνα καί τό αὐτό ποσό ἐνέργειας πού φέρουν μαζί τους, προκαλεῖ διαφορετικό ἐρεθισμό τοῦ ματιοῦ καί δημιουργεῖ τήν ἐντύπωση διαφορετικῆς ἐντάσεως φωτός. Ἔτσι, τά διάφορα τμήματα τοῦ ὁρατοῦ φάσματος τῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς ἀκτινοβολίας ἔχουν διαφορετική ὁρατότητα. Τῇ μεγαλύτερῃ ὁρατότητά ἔχουν οἱ ἀκτίνες πού βρίσκονται στήν κίτρινοπράσινη περιοχὴ τοῦ φάσματος καί πού ἀντιστοιχοῦν σέ μήκος κύματος 555 nm.

Γιά τό χαρακτηρισμό τῶν φωτεινῶν φαινομένων χρησιμοποιοῦνται εἰδικά φωτεινά μεγέθη ὅπως ἡ φωτεινὴ ροή, ἡ ἔνταση τοῦ φωτός, ἡ φωτεινότητά κ.ἄ.

1.1.1 Φωτεινὴ ροή.

Ὁνομάζεται **φωτεινὴ ροή** Φ ἡ ἐνέργεια πού μεταφέρεται ἀπὸ ἕνα φωτεινὸ κύμα στὴ μονάδα τοῦ χρόνου καί πού γίνεται ἀντιληπτὴ ἀπὸ τό μάτι. Δηλαδή ἡ ἰσχὺς τῆς ὁρατῆς ἀκτινοβολίας. Ἡ φωτεινὴ ροή μετρεῖται σέ **lumen** (**λοῦμεν**, σύμβολο **Lm**).

1.1.2 Ἐνταση φωτός.

Ἐνταση φωτός I μιᾶς πηγῆς εἶναι ἡ φωτεινὴ ροή πού ἀκτινοβολεῖται πρὸς ὀρισμένη κατεύθυνση ἀνά μονάδα στερεᾶς γωνίας. Ἄν στὰ ὅρια στερεᾶς γωνίας $\Delta\Omega$ ἀκτινοβολεῖται φωτεινὴ ροή $\Delta\Phi$, ἡ ἔνταση τοῦ φωτός θά εἶναι:

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

Μονάδα μετρήσεως της έντασης του φωτός, είναι η **candela** (ή **καντήλα**, τό **καντήλι**, τό **κηρίο** - σύμβολο **Cd**).

1.1.3 Λαμπρότητα.

Όνομάζεται **λαμπρότητα** Β φωτεινής πηγής ή ένταση του φωτός πού ακτινοβολείται από ένα τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειάς της. Δηλαδή:

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

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

Η φωτεινή ροή, ή ένταση του φωτός καί ή λαμπρότητα χαρακτηρίζουν τίς φωτεινές πηγές (πρωτογενείς πηγές). Τά περισσότερα όμως από τά αντικείμενα πού μᾶς περιβάλλουν δέν εἶναι πηγές φωτός. Τά αντικείμενα αὐτά ἐκπέμπουν φῶς καί γίνονται ὁρατά μόνο ὅταν φωτίζονται ἀπό **πρωτογενείς πηγές** φωτός. Γι' αὐτό καί ὀνομάζονται **δευτερογενείς πηγές** (ἐτερόφωτα σώματα). Γιά τό χαρακτηρισμό τῶν τελευταίων αὐτῶν πηγῶν φωτός χρησιμοποιεῖται ή φωτεινότητα.

1.1.4 Φωτεινότητα.

Φωτεινότητα Ε εἶναι ή φωτεινή ροή πού πέφτει κάθετα στή μονάδα φωτιζόμενης επιφάνειας S. Δηλαδή:

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

Μονάδα τῆς φωτεινότητας εἶναι τό **lux** (**λούξ**, σύμβολο **Lx**, $1 Lx = 1 Lm/1m^2$).

Άρκετά οὐσιῶδες φωτεινό χαρακτηριστικό κάθε αντικειμένου, τό ὁποῖο πρέπει κατά τό δυνατόν μέ ἀκρίβεια νά ἐμφανίζεται στήν εἰκόνα τοῦ αντικειμένου, εἶναι ή ἀντίθεση ή τό «κοντράστ».

1.1.5 Ἀντίθεση.

Ἀντίθεση Κ εἶναι ὁ λόγος τῆς λαμπρότητας τοῦ πῶ λευκοῦ στοιχείου ἑνός αντικειμένου πρὸς τή λαμπρότητα τοῦ πῶ μαύρου στοιχείου του. Δηλαδή:

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

Ο ἀριθμός πού ἐκφράζει τό κοντράστ τῶν πῶ συνηθισμένων αντικειμένων δέν ὑπερβαίνει συνήθως τό 100.

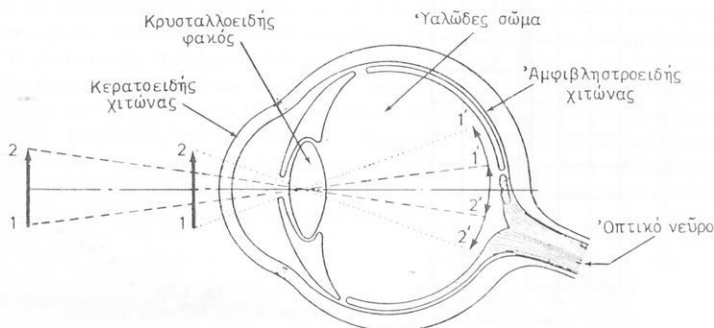
Τά μεγέθη λαμπρότητα, φωτεινότητα καί κοντράστ θά τά συναντοῦμε συχνά καί σέ ὅλη σχεδόν τήν ἔκταση τοῦ βιβλίου.

1.2 Κατασκευή καί λειτουργία τοῦ ματιοῦ.

Γιά νά ἀποκτήσουμε σαφή ἀντίληψη γύρω ἀπό τίς ἀρχές τῆς τηλεοράσεως, εἶναι

απαραίτητο νά ασχοληθούμε σύντομα μέ τήν κατασκευή, τή λειτουργία καί τίς βασικές ιδιότητες τοῦ ματιοῦ.

Μία τομή τοῦ ἀνθρώπινου ματιοῦ φαίνεται στό σχῆμα 1.2α. Οἱ φωτεινές ἀκτίνες διαθλῶνται πρῶτα στήν ἐπιφάνεια τοῦ κερατοειδῆ χιτῶνα καί ὕστερα στόν κρυσταλλοειδῆ φακό, ὁ ὁποῖος εἶναι ἀμφίκυρτος. Στή συνέχεια διέρχονται ἀπό τό διάφανο ὑαλῶδες σῶμα καί προσπίπτουν στόν ἀμφιβληστροειδῆ χιτῶνα, ὅπου σχηματίζουν τό εἶδωλο τοῦ ἀντικειμένου. Ὁ ἀμφιβληστροειδῆς χιτῶνας ἀποτελεῖται ἀπό πολλά φωτοευαίσθητα στοιχεῖα πού συνδέονται μέ τίς ἴνες τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου, μέσα ἀπό τό ὁποῖο μεταφέρεται ὁ ἐρεθισμός στόν ἐγκέφαλο.



Σχ. 1.2α.

Τομή ἀνθρώπινου ματιοῦ.

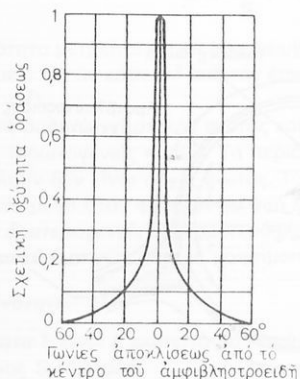
Ἡ γωνία πού σχηματίζεται ἀπό τίς ἀκτίνες 1 καί 2 οἱ ὁποῖες διέρχονται ἀπό τά ἀκροαῖα σημεία τοῦ ἀντικειμένου καί τό κέντρο τοῦ ματιοῦ, ὀνομάζεται **γωνία ὁράσεως**. Ὅσο πῶς κοντά στό μάτι βρίσκεται τό ἀντικείμενο, τόσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ γωνιά ὁράσεως (σχ. 1.2α). Ὅσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ γωνία ὁράσεως τόσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἀμφιβληστροειδῆ στήν ὁποία προβάλλεται ἡ εἰκόνα τοῦ ἀντικειμένου καί ἐπομένως τόσο μεγαλύτερος ἀριθμός στοιχείων τοῦ ἀντικειμένου αὐτοῦ γίνεται ἀντιληπτός ἀπό τό μάτι.

Ἡ ἐλάχιστη γωνία στά ὅρια τῆς ὁποίας τό μάτι μπορεῖ ἀκόμη νά ξεχωρίζει δυό γειτονικά στοιχεῖα μῆς εἰκόνας, ὀνομάζεται **γωνία εὐκρινούς ὁράσεως** καί ἐκφράζεται σέ γωνιακά λεπτά. Τό μέγεθος πού εἶναι ἀντίστροφο τῆς γωνίας αὐτῆς ὀνομάζεται **διαχωριστική ικανότητα** τοῦ ματιοῦ ἢ **ὀξύτητα ὁράσεως**.

Κάθε φωτοευαίσθητο στοιχεῖο τοῦ κεντρικοῦ τμήματος τοῦ ἀμφιβληστροειδῆ καταλήγει σέ ἰδιαίτερη ἴνα τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου, ἐνῶ μέ ἀπομάκρυνση ἀπό τό κέντρο τοῦ ἀμφιβληστροειδῆ κάθε ἴνα τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου συνδέεται μέ μεγαλύτερο ἀριθμό φωτοευαίσθητων στοιχείων. Γι' αὐτό ὅσο αὐξάνεται ἡ γωνία ἀποκλίσεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ἀπό τό κέντρο τοῦ ἀμφιβληστροειδῆ τόσο ἡ ὀξύτητα ὁράσεως ἐλαττώνεται. Στό σχῆμα 1.2β φαίνεται ἡ καμπύλη τῆς ὀξύτητας ὁράσεως πού ἐκφράζεται σέ σχετικές μονάδες. Ἀπό τήν καμπύλη αὕτη προκύπτει ὅτι ἡ ὀλική γωνία ὁράσεως τοῦ ματιοῦ εἶναι μόνο $10^\circ - 15^\circ$ (13° περίπου κατὰ τήν ὀριζόντια

κατεύθυνση καί 11° κατά τήν κατακόρυφη). Έξω από τά ὅρια τῆς γωνίας αὐτῆς ἡ ὀξύτητα ὁράσεως πέφτει ἀπότομα.

Ἡ ὀξύτητα ὁράσεως ἐξαρτᾶται ἀκόμη ἀπό τή λαμπρότητα ἢ τή φωτεινότητα καί ἀπό τό κοντράστ τῆς ἐξεταζόμενης εἰκόνας. Μὲ αὐξηση τῆς λαμπρότητας καί τοῦ κοντράστ ἡ ὀξύτητα ὁράσεως μεγαλώνει. Μὲ λαμπρότητα π.χ. 60 Nt (λαμπρότητα κανονικῆς κινηματογραφικῆς ὀθόνης) καί γιά μέγιστο κοντράστ εἰκόνας, ἡ ὀξύτητα ὁράσεως ἰσοῦται περίπου μὲ 1, πράγμα πού ἀντιστοιχεῖ σέ γωνία ἐυκρινούς ὁράσεως $1/1 = 1$ γωνιακό λεπτό ἢ $0,0166^\circ$.



Σχ. 1.2β.

Καμπύλη τῆς ὀξύτητας ὁράσεως.

Ἐπομένως, ἂν ἡ παρατήρηση τῆς εἰκόνας γίνεται μὲ ἀκίνητο μάτι, δέν μπορούμε νά διακρίνομε περισσότερα ἀπὸ $13^\circ/0,0166^\circ = 800$ σημεία, κατὰ τήν ὀριζόντια

καί: $11^\circ/0,0166^\circ = 650$ σημεία, κατὰ τήν κατακόρυφη κατεύθυνση.

Αὐτό σημαίνει ὅτι ὁποιαδήποτε εἰκόνα μπορεῖ νά σχηματισθεῖ ἀπὸ περιορισμένο ἀριθμὸ σημείων μὲ διαφορετικὴ φωτεινότητα. Ὅλες π.χ. οἱ φωτογραφίες πού ἀποτυπώνονται στὶς τυπογραφικὲς ἐκδόσεις, ἀποτελοῦνται ἀπὸ ξεχωριστά σημεία.

Ἡ δυνατότητα δημιουργίας εἰκόνας ἀπὸ ἰδιαίτερα σημεία ἢ καλύτερα «στοιχεῖα» χρησιμοποιεῖται γιά τή μεταβίβαση τόσο ἀκινήτων εἰκόνων (φωτοτηλεγραφία) ὅσο καὶ κινητῶν (τηλεόραση).

1.3 Τό μεταίσθημα.

Τό μάτι μας δέν ἀντιλαμβάνεται ἀμέσως τὰ φωτεινά ἐρεθίσματα καί οὔτε χάνει ἀμέσως τίς φωτεινὲς ἐντυπώσεις ὕστερα ἀπὸ τήν παύση τῶν ἐρεθισμάτων. Ἡ διατήρηση στό μάτι μας τοῦ φωτεινοῦ αἰσθήματος μετὰ τή διακοπὴ τοῦ ἐρεθίσματος πού τό δημιούργησε, ὀνομάζεται **μεταίσθημα** ἢ καί ἀδράνεια τοῦ ματιοῦ. Ὁ χρόνος πού τό μάτι διατηρεῖ φωτεινὸ αἶσθημα ὕστερα ἀπὸ τή διακοπὴ τοῦ ἐρεθίσματος, εἶναι περίπου 0,1 sec καί ὀνομάζεται **χρόνος μεταισθήματος**.

Λόγω τοῦ φαινομένου τοῦ μεταισθήματος τό μάτι δέν μπορεῖ νά παρακολουθεῖ τίς ἀρκετὰ γρήγορες περιοδικὲς μεταβολὲς τῆς φωτεινότητος ἐνός ἀντικειμέ-

νου· αντιλαμβάνεται μόνο τη μέση τιμή της φωτεινότητάς του.

Αν οι μεταβολές της φωτεινότητας του αντικειμένου δέν είναι αρκετά γρήγορες, τό μάτι βλέπει τήν εικόνα του νά τρεμοσβήνει. Ἡ συχνότητα τῆς περιοδικῆς μεταβολῆς τῆς φωτεινότητος ἢ τῆς λαμπρότητος ενός αντικειμένου μέ τήν ὁποία ἐξαφανίζονται τά τρεμοσβησίματα πού ἐρεθίζουν τό μάτι καί ἀρχίζει νά γίνεται ἀντιληπτή μόνον ἡ μέση τιμή τῆς φωτεινότητος τοῦ αντικειμένου, ὀνομάζεται **κρίσιμη συχνότητα τρεμοσβησίματος**. Ἡ κρίσιμη συχνότητα τρεμοσβησίματος μεγαλώνει ὅταν ἡ φωτεινότητα ἢ ἡ λαμπρότητα τοῦ αντικειμένου αὐξάνεται.

Αν οἱ ξεχωριστές εἰκόνες ενός κινούμενου αντικειμένου διαδέχονται ἀρκετά γρήγορα ἡ μία τήν ἄλλη, τότε λόγω τοῦ **μεταισθήματος** οἱ εἰκόνες ἐνώνονται ὅλες μαζί καί δημιουργεῖται στόν παρατηρητή ἡ ἐντύπωση τῆς συνεχοῦς κινήσεως τοῦ αντικειμένου. Στήν πιά πάνω ἀρχή στηρίζεται ἡ κινηματογραφία καί ἡ τηλεόραση.

Ἡ εἰκόνα στήν τηλεόραση δέν μεταδίδεται συνεχῶς, ἀλλά μέ τή μορφή διαδοχικῶν ξεχωριστῶν ἀκινήτων εἰκόνων. Ἡ συχνότητα διαδοχῆς τῶν εἰκόνων πού ἀπαιτεῖται γιά τή δημιουργία τῆς ἐντυπώσεως συνεχοῦς κινήσεώς τους, εἶναι περίπου 10 - 15 εἰκόνες στό δευτερόλεπτο. Ὅμως γιά τήν τέλεια ἐξάλειψη τῶν τρεμοσβησιμάτων, ἡ συχνότητα αὐτή πρέπει νά εἶναι μεγαλύτερη ἀπό τήν κρίσιμη συχνότητα τρεμοσβησίματος. Ἡ κρίσιμη αὐτή συχνότητα, μέ λαμπρότητα εἰκόνας 60 Nt εἶναι περίπου 40 εἰκόνες στό δευτερόλεπτο.

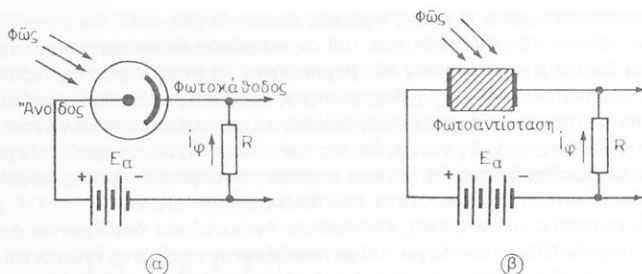
1.4 Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο.

Στή σύγχρονη τηλεοπτική τεχνική ὁ μετασχηματισμός τῶν ὀπτικῶν εἰκόνων σέ ἠλεκτρικά σήματα γίνεται μέ πολύπλοκες ἠλεκτρονικές λυχνίες πού ὀνομάζονται συνήθως **εἰκονολήπτες**. Ἐκτός ἀπό τούς εἰκονολήπτες συναντῶνται τηλεοπτικά συστήματα στά ὁποῖα γιά τή μετατροπή τῆς φωτεινῆς ἐνέργειας σέ ἠλεκτρική, χρησιμοποιοῦνται συνηθισμένα φωτοκύτταρα καί φωτοηλεκτρονικοί πολλαπλασιαστές ἢ ἀπλῶς φωτοπολλαπλασιαστές. Ἡ λειτουργία τῶν φωτοκυττάρων, τῶν φωτοπολλαπλασιαστῶν καί τῶν εἰκονοληπτῶν στηρίζεται στό **φωτοηλεκτρικό φαινόμενο ἢ φωτοφαινόμενο**.

Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο ὀνομάζεται ἡ ἀπελευθέρωση ἠλεκτρονίων ἀπό κάποιο κατάλληλο σῶμα ὅταν ἐπάνω του προσπίπτει φῶς. Ὑπάρχουν δύο εἰδῶν φωτοφαινόμενα, τό **ἐξωτερικό** ἢ ἡ **φωτοεκπομπή** καί τό **ἐσωτερικό** ἢ ἡ **φωτοαγωγιμότητα**. Στήν πρώτη περίπτωση μέ τήν πρόσπτωση φωτός ἐπάνω στό σῶμα ἀπελευθερώνονται ἠλεκτρόνια τά ὁποῖα ἐγκαταλείπουν τό σῶμα καί καταλαμβάνουν τόν ἐξωτερικό γύρω χῶρο. Στή δεύτερη περίπτωση τά ἀπελευθερούμενα ἠλεκτρόνια παραμένουν μέσα στό σῶμα μέ ἀποτέλεσμα νά μεγαλώνει ἡ ἠλεκτρική του ἀγωγιμότητα.

Ἡ πιά ἀπλή φωτοηλεκτρική διάταξη πού στηρίζεται στό ἐξωτερικό φωτοφαινόμενο, ὀνομάζεται **φωτοκύττατο** (σχ. 1.4α).

Τό **φωτοκύτταρο** ἀποτελεῖται ἀπό δύο ἠλεκτρόδια, τή **φωτοκάθοδο** καί τήν **ἀνοδο**, τοποθετημένες μέσα σέ γυάλινο περίβλημα μέ ὑψηλό κενό ἢ καί μέ ἀέριο. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς φωτοκαθόδου ὑποβάλλεται σέ εἰδική ἐπεξεργασία γιά νά διευκολύνεται ἡ ἐξοδος ἠλεκτρονίων στό χῶρο. Περισσότερο εὔχρηστες εἶναι οἱ φωτοκάθοδοι ἀπό μέταλλο (συνήθως ἀπό ἄργυρο), μέ ἡμιαγωγό στρώμα ἀπό ὀξείδιο τοῦ



Σχ. 1.4.

Σύνδεση φωτοκυττάρου (α) και φωτοαντίστασης (β).

αργύρου ή οξείδιο του καυσίου και οι φωτοκάθοδοι ήμιαγωγού στρώματος από μίγμα άντιμονίου και καυσίου.

Η λειτουργία του φωτοκυττάρου είναι ίδια με εκείνη της διόδου 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 έσωτερικό φωτοφαινόμενο, ονομάζεται **φωτοαντίσταση** (σχ. 1.4β). 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 ήμιαγωγών. Οι ύλες αυτές πρακτικώς δεν είναι άγωγιμες στο σκοτάδι, ενώ αποκτούν σημαντική άγωγιμότητα 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.

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 **εύαισθησία**. Ονομάζουμε εύαισθησία μιās φωτοκαθόδου ή φωτοαντιστάσεως το λόγο του ρεύματος I_ϕ (σε μA) προς την προσπίπτουσα πάνω σ' αυτήν φωτεινή ροή Φ (σε Lm), δηλαδή:

$$\epsilon = \frac{I_\phi}{\Phi} \quad (\mu A/Lm) \quad (1.5)$$

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

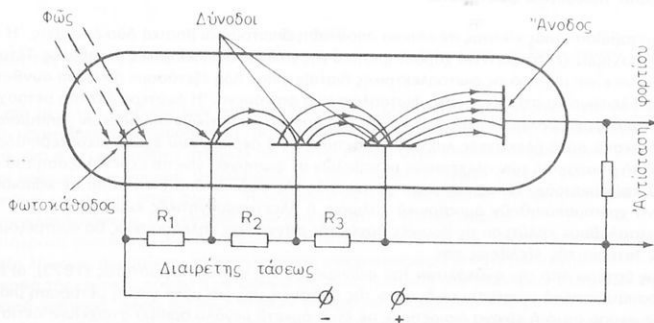
1.5 Ένισχυση φωτορεύματος.

Στους εικονολήπτες καί στά φωτοκύτταρα δημιουργούνται κατά κανόνα πολύ μικρά ρεύματα σήματος τα όποια ύστερα πρέπει να υποβληθούν σέ μεγάλη ένισχυση. Ή ένισχυση αυτή πραγματοποιείται μερικές φορές μέσα στον ίδιο τον εικονολήπτη ή στό φωτοκύτταρο μέ τή βοήθεια ειδικής διατάξεως. Ή διάταξη αυτή ονομάζεται **φωτοηλεκτρονικός πολλαπλασιαστής** ή απλώς **φωτοπολλαπλασιαστής**.

Ή λειτουργία του φωτοπολλαπλασιαστή στηρίζεται στό φαινόμενο τής δευτερογενούς έκπομπής ηλεκτρονίων. Δηλαδή στήν έκπομπή ηλεκτρονίων από ένα μεταλλικό σώμα πού σημειώνεται όταν αυτό βομβαρδίζεται από άλλα ηλεκτρόνια τα όποια ονομάζονται **πρωτογενή**. Τα έκπεμπόμενα μέ αυτόν τον τρόπο ηλεκτρόνια ονομάζονται **δευτερογενή**. Όσο μεγαλύτερη είναι ή ταχύτητα των πρωτογενών ηλεκτρονίων τόσο περισσότερα (μέχρι ένα όριο) θά είναι τα δευτερογενή ηλεκτρόνια. Ο λόγος του ρεύματος των δευτερογενών ηλεκτρονίων I_2 πρὸς τό ρεύμα των πρωτογενών ηλεκτρονίων I_1 στή μονάδα του χρόνου ονομάζεται **συντελεστής δευτερογενούς έκπομπής** καί είναι:

$$\sigma = \frac{I_2}{I_1} \quad (1.6)$$

Ή σύνθεση ενός φωτοπολλαπλασιαστή φαίνεται στό σχήμα 1.5. Αποτελείται από έναν αριθμό ηλεκτροδίων πού ονομάζονται **δύνοδοι** ή **έκπομποι** καί πού προορίζονται γιά τήν έκπομπή δευτερογενών ηλεκτρονίων σέ ποσότητα μεγαλύτερη από εκείνη των πρωτογενών ($\sigma > 1$). Κάθε επόμενη δύνοδος έχει ψηλότερο δυναμικό από τήν προηγούμενη.



Σχ. 1.5.
Φωτοηλεκτρονικός πολλαπλασιαστής.

Τα φωτοηλεκτρόνια πού σχηματίζουν τό πρὸς ένισχυση ρεύμα, προσπίπτουν (κάτω από τήν επίδραση του επιταχυντικού ηλεκτρικού πεδίου) στήν πρώτη δύνοδο από τήν όποία έξέρχονται δευτερογενή ηλεκτρόνια σέ σημαντικό αριθμό. Τα τελευταία, κάτω από τήν επίδραση ανάλογου επιταχυντικού πεδίου προσπίπτουν στή δεύτερη δύνοδο από όπου έξέρχεται ένας ακόμη μεγαλύτερος αριθμός δευτερογε-

νών ηλεκτρονίων κ.ο.κ. Τελικά, τό ένισχυμένο ηλεκτρονικό ρεύμα συλλέγεται από τήν άνοδο τοῦ φωτοπολλαπλασιαστή καί διέρχεται από τήν αντίσταση φορτίου R.

Ἡ μορφή τῶν δυνόδων καί ἡ άμοιβαία τοποθέτησή τους ἐκλέγεται ἔτσι, ὥστε ὅλα τά ηλεκτρόνια κάθε προηγούμενης δυνόδου νά προσπίπτουν στήν ἐπιφάνεια τῆς ἐπόμενης. Οἱ ἐπιφάνειες τῶν δυνόδων ὑποβάλλονται σέ εἰδική ἐπεξεργασία γιά τήν αὔξηση τῆς δευτερογενοῦς ἐκπομπῆς. Μεταξύ κάθε ζεύγους γειτονικῶν δυνόδων ἐφαρμόζεται ἐπιταχυντική τάση πού κυμαίνεται ἀπό 100 - 200 V.

Ὁ βαθμός ἐνίσχυσης τοῦ φωτοπολλαπλασιαστή εἶναι:

$$A = \sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot \sigma_3 \dots \sigma_n, \quad (1.7)$$

ὅπου: σ ὁ συντελεστής δευτερογενοῦς ἐκπομπῆς κάθε δυνόδου καί n ὁ ἀριθμός τῶν δυνόδων.

Ἄν ὁ συντελεστής δευτερογενοῦς ἐκπομπῆς ὅλων τῶν δυνόδων εἶναι ἴδιος, θά ἔχομε:

$$A = \sigma^n \quad (1.8)$$

Ὁ φωτοπολλαπλασιαστής μπορεῖ νά δώσει πολύ μεγάλη ἐνίσχυση. Π.χ., ἂν εἶναι $\sigma = 5$ καί $n = 10$, ἔχομε $A = 5^{10} \approx 10^7$. Πρακτικά ἕνας φωτοπολλαπλασιαστής δέν δίνει μεγαλύτερο βαθμό ἐνίσχυσης ἀπό 10^7 .

Ὁ τρόπος αὐτός ἐνίσχυσης ἀσθενῶν ρευμάτων εἶναι ὁ πῶ ἐνδεδειγμένος γιάτί κατά τήν ἐνίσχυση δέν εἰσάγονται θόρυβοι στό σῆμα, ὅπως συμβαίνει μέ τίς ηλεκτρονικές λυχνίες καί τά τρανζίστορ.

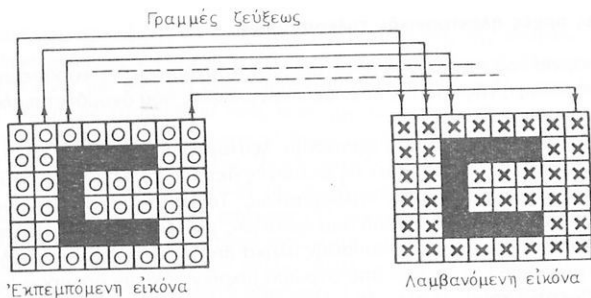
1.6 Τά πρῶτα τηλεοπτικά συστήματα.

Γιά τή μεταβίβαση μιᾶς εἰκόνας σέ κάποια ἀπόσταση ἀπαιτοῦνται βασικά δύο διατάξεις. Ἡ πρώτη διάταξη μετασχηματίζει τά φωτεινά χαρακτηριστικά τῆς εἰκόνας σέ ηλεκτρικές μεταβολές. Τέτοια διάταξη μπορεῖ νά εἶναι μία ἀπό τίς φωτοηλεκτρικές διατάξεις πού ἤδη ἐξετάσαμε ἡ κάποια συνθετότερη τῆς ὁποίας ἡ λειτουργία στηρίζεται στό φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Ἡ δεύτερη διάταξη μετασχηματίζει τίς ηλεκτρικές μεταβολές σέ φῶς. Στά πρῶτα πειράματα τηλεοπτικῶν συνδέσεων χρησιμοποιήθηκαν γιά τό σκοπό αὐτό ηλεκτρικές λυχνίες πυρακτώσεως ἡ ἀερίου, πού ἔχουν μικρότερη ἀδράνεια. Σήμερα γιά τήν μετατροπή τῶν ηλεκτρικῶν μεταβολῶν σέ φωτεινές, γίνεται ἐκμετάλλευση τοῦ φαινομένου τοῦ «φθορισμοῦ». Τέλος, ὡς μέσο μεταφοράς τῆς εἰκόνας ἀπό ἕναν τόπο σέ κάποιον ἄλλο μποροῦν νά χρησιμοποιηθοῦν ὁμοαξονικά καλῶδια ἡ ηλεκτρομαγνητικές κυμάνσεις.

Γιά νά καταλάβομε καλύτερα τίς βασικές ἀρχές τῆς σύγχρονης τηλεοράσεως θά ἀνατρέξομε σύντομα στήν ἱστορία τῆς ἐξελιξέως τῆς.

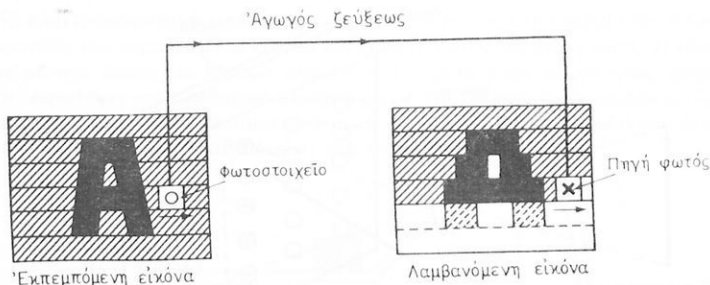
Ἀμέσως ὕστερα ἀπό τήν ἀνακάλυψη τοῦ φαινομένου τῆς φωτοαγωγιμότητας (1873), οἱ ἐπιστήμονες προσπάθησαν νά μιμηθοῦν τό ὄργανο τῆς ὁράσεώς μας (τό μάτι) γιά τή μετάδοση μιᾶς εἰκόνας. Γιά τό σκοπό αὐτό ἡ εἰκόνα διαιρέθηκε σέ ἕναν ἀρκετά μεγάλο ἀριθμό στοιχείων, ἀντίστοιχων μέ τά φωτοεναίσθητα στοιχεῖα τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτώνα τοῦ ματιοῦ. Γιά τήν μετατροπή τῆς φωτεινότητας κάθε στοιχείου τῆς εἰκόνας σέ ηλεκτρικό ρεῦμα χρησιμοποιήθηκε ἀνεξάρτητη φωτοαντίσταση καί γιά τήν ἀναπαραγωγή τῆς φωτεινότητας κάθε στοιχείου στή λήψη, ἀνεξάρτητη λυχνία φωτισμοῦ. Ἡ σύνδεση τῶν φωτοαντιστάσεων μέ τίς λυχνίες ἔγινε μέ ἰδιαίτερους ἀγωγούς πού ἀντιστοιχοῦν μέ τίς ἴνες τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 1.6α. Στό σύστημα αὐτό τηλεοράσεως διαφαίνεται ἡ πρόθεση νά χρησιμοποιηθεῖ ἡ ἀνεπαρκῆς διαχωριστική ἱκανότητα τοῦ ματιοῦ. Τό εἶδος αὐτό τῆς συσκευῆς πρακτικά δέν πέτυχε λόγω τοῦ μεγάλου ἀριθμοῦ τῶν φωτοαντιστάσεων, τῶν λυχνιῶν φωτισμοῦ καί κυρίως τῶν συνδετικῶν ἀγωγῶν.

Τό ἐπόμενο σημαντικό βῆμα στήν ἐξέλιξη τῆς τηλεοράσεως ἔγινε τό 1879. Μέ σκοπό τήν ἀντικα-



Σχ. 1.6α.

Ἡ διαίρεση τῆς εἰκόνας σέ στοιχεῖα καί ἡ μεταφορά τῶν στοιχείων μέ ξεχωριστές γραμμές ζεύξης.



Σχ. 1.6β.

Ἡ σάρωση τῆς εἰκόνας καί ἡ διαδοχική μεταφορά τῶν στοιχείων τῆς μέ ἓναν ἀγωγό ζεύξης.

τάσταση τοῦ μεγάλου ἀριθμοῦ τῶν φωτοαντιστάσεων, τῶν συνδετικῶν ἀγωγῶν καί τῶν λυχνιῶν φωτισμοῦ, προτάθηκε ἡ χρησιμοποίηση τῆς **σαρώσεως** τῆς εἰκόνας (σχ. 1.6β). Σύμφωνα μέ τήν πρόταση αὐτή, ἓνα φωτοευσίσθητο στοιχεῖο ὀλισθαίνει ἐπάνω στήν εἰκόνα καί διαδοχικά, σημεῖο πρὸς σημεῖο καί γραμμή πρὸς γραμμή, μεταβιβάζει μέ ἓναν συνδετικό ἀγωγό σήματα γιά τή φωτεινότητα τῶν στοιχείων τῆς σέ μία πηγή φωτός. Ἡ τελευταία ἐκτελεῖ ταυτόχρονα ἀκριβῶς τήν ἴδια κίνηση ἐπάνω στήν πλάκα λήψεως τῆς εἰκόνας πού ἐκτελεῖ καί τὸ φωτοστοιχεῖο.

Ἡ ταυτόχρονη κίνηση τοῦ φωτοστοιχείου στή διάταξη ἐκπομπῆς τῆς εἰκόνας καί τῆς πηγῆς φωτός στή διάταξη λήψεως, ὀνομάζεται στήν τηλεόραση **συγχρονισμός**. Γιά νά δημιουργηθεῖ στόν παρατηρητή ἡ μορφή τῆς εἰκόνας, πρέπει ἡ μεταφορά τῆς φωτεινότητας τῶν ἰδιαιτέρων στοιχείων τῆς νά γίνεται ἀρκετά γρήγορα, ἀφοῦ βεβαίως ληφθεῖ ὑπόψη καί ἡ ἀδράνεια τοῦ ματιοῦ.

Οἱ ἰδέες διαίρεσεως τῆς εἰκόνας σέ περιορισμένο ἀριθμὸ στοιχείων καί τῆς διαδοχικῆς σαρώσεως (διερευνήσεως) τοὺς ἀποτελοῦν τή βάση τῆς σύγχρονης τηλεοπτικῆς τεχνικῆς. Ὅλες οἱ ἐπόμενες ἀνακαλύψεις στήν περιοχὴ τῆς τηλεοράσεως εἶχαν σχέση μέ τή συγκρότηση καί τελειοποίηση τῶν τεχνικῶν μέσων πού ἦταν ἀπαραίτητα γιά τήν πραγματοποίηση αὐτῶν τῶν ιδεῶν.

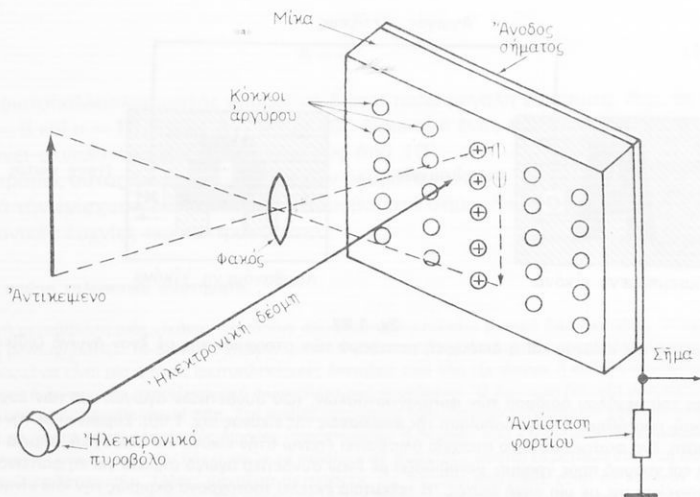
Ἡ ἀρχὴ τῆς διαδοχικῆς ἐκπομπῆς στοιχείων ἐφαρμόσθηκε γιά πρώτη φορά τὸ 1884 ἀπὸ τὸν Νίποκοφ μέ ἓναν περιστρεφόμενο δίσκο (μηχανικὸ σύστημα τηλεοράσεως). Τὸ σύστημα Νίποκοφ τὸ ὁποῖο δέν θά περιγράψουμε, δέν μποροῦσε νά ἀποδώσει τίς λεπτομέρειες μιᾶς εἰκόνας.

Γιά τὴ λήψη εἰκόνας μέ μεγάλη σαφήνεια πρέπει κάθε ἰδιαιτέρω στοιχεῖο τῆς νά ἔχει ἀρκετά μικρὲς διαστάσεις καί ὅλη ἡ εἰκόνα νά διαμοιρασθεῖ σέ ἑκατοντάδες χιλιάδες στοιχεῖα. Αὐτὸ μπορεῖ νά πραγματοποιηθεῖ μόνο μέ ἠλεκτρονικὲς διατάξεις.

1.7 Βασικές αρχές ηλεκτρονικής τηλεόρασης.

Ἡ δημιουργία τοῦ σύγχρονου ηλεκτρονικοῦ συστήματος τηλεόρασεως ὀφείλεται στήν ἀνακάλυψη τῆς πρώτης λυχνίας εἰκονοληψίας πού ὀνομάζεται **εἰκονοσκόπιο**.

Τό εἰκονοσκόπιο, τό ὁποῖο θά ἐξετάσουμε λεπτομερῶς ἀργότερα, εἶναι μία ηλεκτρονική συσκευή πού μετατρέπει τίς φωτεινές ἀκτίνες σέ ηλεκτρικά ρεύματα καί βρίσκεται στό στούντιο (studio) τηλεόρασεως. Τό σύστημα αὐτό φαίνεται στό σχῆμα 1.7α. Βασικά συντίθεται ἀπό δύο διατάξεις: μία **φωτοευπαθὴ πλάκα** καί ἓνα **ηλεκτρονικὸ πυροβόλο**. Ἡ φωτοευπαθὴς πλάκα ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα φύλλο μίκας τῆς ὁποίας ἡ μία ὀψη καλύπτεται ἀπὸ στρώμα μικρῶν κόκκων ἀργύρου (μωσαϊκὸ) μονωμένων μεταξύ τους. Ἡ ἄλλη ὀψη τῆς μίκας καλύπτεται ἀπὸ ἀγώγιμο ὀπλισμὸ πού ὀνομάζεται συνήθως **ἄνοδος σήματος**. Στὴν ἄνοδο σήματος συνδέεται ἡ ἀντίσταση φορτίου.



Σχ. 1.7α.

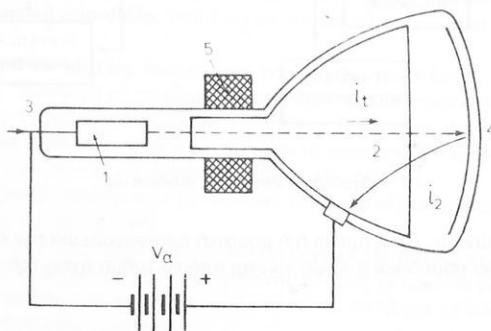
Σχηματικὴ διάταξη εἰκονοσκοπίου.

Κάθε φωτοευπαθὴς κόκκος τοῦ μωσαϊκοῦ σχηματίζει μὲ τὴν ἄνοδο σήματος κάποιο στοιχειώδη πυκνωτὴ.

Οἱ φωτεινές ἀκτίνες πού ἐκπέμπονται ἀπὸ τὸ ἀντικείμενο, ἐστιάζουν μὲ τὴ βοήθεια ἑνὸς φακοῦ καί προσπίπτουν ἐπάνω στό μωσαϊκὸ. Τότε ἀπὸ τοὺς φωτοευπαθεῖς κόκκους ἐκπέμπονται φωτοηλεκτρόνια καί οἱ τελευταῖοι φορτίζονται, ὅποτε μεταξὺ κάθε κόκκου καί τῆς ἁνόδου σήματος, δηλαδή στὰ ἄκρα κάθε στοιχειώδους πυκνωτῆ, ἐμφανίζεται τάση ἀνάλογη μὲ τὴ φωτεινότητα τῶν ξεχωριστῶν στοιχείων τοῦ ἀντικειμένου. Ἔτσι, στὴν ἐπιφάνεια τοῦ μωσαϊκοῦ «ἀποτυπώνεται» ἡ εἰκόνα τοῦ ἀντικειμένου μὲ τὴ μορφή ηλεκτρικῶν φορτίων πυκνωτῶν.

Στή συνέχεια προκύπτει τό πρόβλημα τῆς μετατροπῆς τῆς ἀποτυπωμένης εἰκόνας σέ ἠλεκτρικό ρεύμα. Γιά τό σκοπό αὐτό χρησιμοποιεῖται τό **ἠλεκτρονικό πυροβόλο**. Αὐτό εἶναι μία διάταξη πού παράγει μία λεπτή δέσμη ἠλεκτρονίων. Ἡ ἠλεκτρονική δέσμη μέ τή βοήθεια ἑνός συστήματος ἀποκλίσεως, μπορεῖ νά κινεῖται στό μωσαϊκό ἀπό τήν πάνω ἀριστερή ἄκρη τῆς ἐπιφάνειάς του πρὸς τὰ δεξιά καί κάτω ὡς τήν κάτω δεξιά ἄκρη τῆς. Ἡ κίνηση τῆς ἠλεκτρονικῆς δέσμης εἶναι ἀκριβῶς ἴδια μέ τήν κίνηση τῶν ματιῶν μας κατά τήν ἀνάγνωση μιᾶς σελίδας βιβλίου καί ὀνομάζεται, ὅπως εἴπαμε, **σάρωση**. Ἡ σάρωση τῶν κόκκων τοῦ μωσαϊκοῦ προκαλεῖ τήν ἐκφόρτιση τῶν στοιχειωδῶν πυκνωτῶν καί ἀπό τήν ἀντίσταση φορτίου κυκλοφορεῖ μεταβαλλόμενο ρεύμα, ἀνάλογο μέ τή φωτεινότητα κάθε στοιχείου τῆς εἰκόνας. Τό ρεύμα αὐτό δημιουργεῖ μία τάση στά ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως φορτίου πού ἀποτελεῖ τό **σῆμα εἰκόνας**. Τό σῆμα εἰκόνας ἐνίσχυται κατάλληλα καί ἀφοῦ διαμορφώσει ἕναν πομπό, ἀκτινοβολεῖται στό γύρω χώρο μέ τή μορφή ἠλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων.

Τά ἠλεκτρομαγνητικά κύματα πού δημιουργοῦνται ἀπό τήν κεραία τοῦ πομποῦ, συναντοῦν τήν κεραία τοῦ δέκτη καί ἐπάγουν σ' αὐτήν μία μικρή τάση. Ἡ τάση ὀδηγεῖται στό δέκτη καί ὕστερα ἀπό ἐνίσχυση, μεταλλαγή συχνότητας, φώραση κ.λ.π., καταλήγει στόν **καθοδικό σωλήνα** (σχ. 1.7β). Ὁ καθοδικός σωλήνας εἶναι ἡ διάταξη πού μετατρέπει τό σῆμα εἰκόνας σέ φωτεινές ἀκτίνες, δηλαδή πού ἐκτελεῖ μία λειτουργία ἀντίθετη ἀπό ἐκείνη τοῦ εἰκονοσκοπίου.



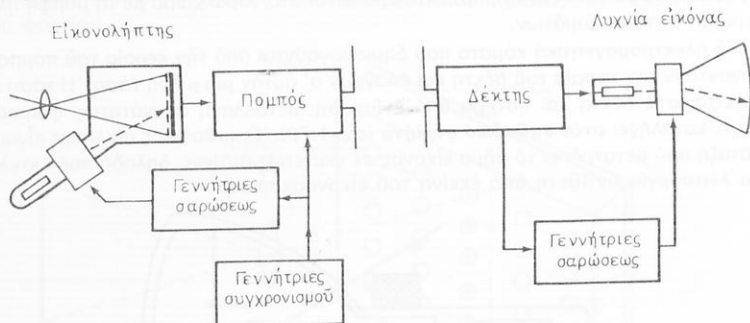
Σχ. 1.7β.

Ἡ λυχνία εἰκόνας.

Ὁ σωλήνας λήψεως ἀποτελεῖται ἐπίσης ἀπό ἕνα ἠλεκτρονικό πυροβόλο (1) τό ὁποῖο δημιουργεῖ τή λεπτή δέσμη ἠλεκτρονίων (2). Ὁ ἀριθμός τῶν ἠλεκτρονίων πού μεταφέρει ἡ δέσμη (τό ρεύμα τῆς δέσμης) μεταβάλλεται μέ τή βοήθεια τῆς τάσεως (3) πού φθάνει ἀπό τό δέκτη. Ὅμως ἡ τάση αὐτή μεταβάλλεται ἀνάλογα μέ τή φωτεινότητα κάθε στοιχείου τῆς εἰκόνας πού μεταφέρει καί ἐπομένως κατά τόν ἴδιο ρυθμό μεταβάλλεται καί ἡ ποσότητα τῶν ἠλεκτρονίων τῆς δέσμης. Ἡ δέσμη κινεῖται κατά μήκος τοῦ σωλήνα καί προσπίπτει στήν **ὀθόνη** (4). Ἡ ὀθόνη καλύπτεται ἐσωτερικά ἀπό στρώμα ὑλικοῦ πού φθορίζει καί στή θέση προσπτώσεως τῆς δέσμης σχηματίζεται ἕνα φωτεινό στίγμα. Ἡ φωτεινότητα τοῦ στίγματος εἶναι ἀνάλογη μέ τήν ποσότητα τῶν ἠλεκτρονίων τῆς δέσμης.

Γιά νά σχηματισθεῖ ἡ εἰκόνα στήν ὀθόνη πρέπει ἡ ἠλεκτρονική δέσμη, ἐπομένως καί τό φωτεινό στίγμα, νά μετακινεῖται στήν ἐπιφάνειά της ὅπως ἀκριβῶς μετακινεῖται ἡ δέσμη τοῦ εἰκονοσκοπίου ἐπάνω στήν ἐπιφάνεια τοῦ μωσαϊκοῦ. Αὐτό γίνεται μέ τή βοήθεια τοῦ συστήματος ἀποκλίσεως (5) τῆς δέσμης.

Οἱ κινήσεις πού ἐκτελοῦν οἱ δύο δέσμες (εἰκονοσκοπίου καί καθοδικοῦ σωλήνα) πρέπει νά εἶναι σύγχρονες. Γιά τήν ἐπιτυχία τοῦ συγχρονισμοῦ τῶν κινήσεων, τά συστήματα ἀποκλίσεως τροφοδοτοῦνται ἀπό εἰδικές πηγές πού ὀνομάζονται «γεννήτριες σαρώσεως». Οἱ τάσεις πού παράγουν οἱ γεννήτριες σαρώσεως στόν πομπό καί στό δέκτη εἶναι τῆς ἴδιας ἀκριβῶς μορφῆς καί ἐξελίσσονται ταυτόχρονα (συγχρονισμός). Ὁ συγχρονισμός τῶν γεννητριῶν σαρώσεως ἐλέγχεται μέ τή βοήθεια εἰδικῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ. Τό διάγραμμα μιᾶς τηλεοπτικῆς συνδέσεως φαίνεται στό σχῆμα 1.7γ.



Σχ. 1.7γ.

Διάγραμμα τηλεοπτικῆς συνδέσεως.

Τέλος σημειώνομε, ὅτι ἡ ὁμιλία ἢ ἡ μουσική πού συνοδεύει τήν εἰκόνα ἐκπέμπεται ἀπό ἰδιαίτερο πομπό καί ἡ λήψη γίνεται ἀπό τό τμήμα ἤχου τοῦ δέκτη τηλεόρασεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΚΑΘΟΔΙΚΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ

2.1 Συστατικά μέρη καί είδη καθοδικών σωλήνων.

Οι καθοδικοί σωλήνες είναι γενικώς συσκευές πού προορίζονται γιά τή μετατροπή ηλεκτρικών σημάτων σέ εἰκόνες. Ἡ ἀρχή τῆς μετατροπῆς αὐτῆς συνίσταται στό ὅτι μιά λεπτή δέσμη ηλεκτρονίων προσπίπτει σέ φθορίζουσα ὕλη. Ὄταν ἡ ἔνταση τῆς ηλεκτρονικῆς δέσμης καί ἡ ταχύτητα τῶν ηλεκτρονίων τῆς ἔχουν κατάλληλο μέγεθος, προκαλεῖται στό σημεῖο προσπίπτώσεως τῆς φωτισμός τῆς ὕλης. Τό πρὸς παρατήρηση ἡλεκτρονικό σῆμα ἐπιδρά στήν ηλεκτρονική δέσμη καί προκαλεῖ τήν ἀπόκλισὶ τῆς (παλμογράφος) ἢ τῆ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεώς τῆς (τηλεόραση).

Ἕνας καθοδικὸς σωλήνας ἀποτελεῖται ἀπὸ τὰ ἐπόμενα βασικά τμήματα:

1) Τό **ἡλεκτρονικό πυροβόλο**, πού ἔχει ὡς σκοπὸ τὴ δημιουργία τῆς ηλεκτρονικῆς δέσμης.

2) Τό **σύστημα ἐστίασεως**, ἀπαραίτητο γιά νά γίνει πολὺ λεπτὴ (ἀκτίνα) ἡ ηλεκτρονικὴ δέσμη. Ἀνάλογα μὲ τὸ εἶδος τοῦ σωλήνα, τὸ σύστημα ἐστίασεως μπορεῖ νά ἀποτελεῖ μέρος τοῦ ηλεκτρονικοῦ πυροβόλου ἢ νά εἶναι ἀνεξάρτητο.

3) Τό **σύστημα ἀποκλίσεως**, πού μεταβάλλει τὴ διεύθυνση τῆς ηλεκτρονικῆς δέσμης, ὥστε νά προσπίπτει σέ διάφορα σημεῖα τῆς ὀθόνης.

4) Τὴ **φθορίζουσα ὀθόνη**, πού μετατρέπει τὴν κινητικὴ ἐνέργεια τῶν ηλεκτρονίων τῆς δέσμης σέ φωτιστικὴ.

Οἱ καθοδικοὶ σωλήνες εἶναι ηλεκτρονικὲς λυχνίες μὲ ὑψηλὸ κενό.

Ἡ ἐστίαση καί ἡ ἀπόκλιση τῆς ηλεκτρονικῆς δέσμης μπορεῖ νά γίνει μὲ τὴ βοήθεια τόσο ηλεκτρικῶν ὥς καὶ μαγνητικῶν πεδίων. Ἀνάλογα μὲ αὐτὸ διακρίνομε τρεῖς τύπους καθοδικῶν σωλήνων:

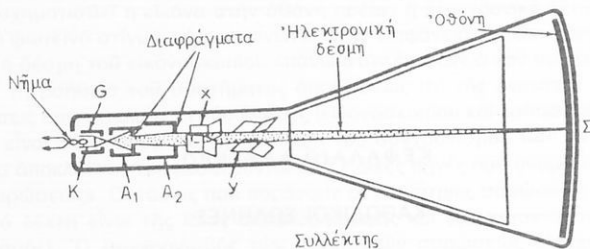
— Τοὺς **ἡλεκτροστατικούς**, στοὺς ὁποίους ἡ ἐστίαση καί ἡ ἀπόκλιση τῆς δέσμης γίνεται μὲ τὴ βοήθεια ηλεκτρικῶν πεδίων.

— Τοὺς **ἡλεκτρομαγνητικούς**, στοὺς ὁποίους ἡ ἐστίαση καί ἡ ἀπόκλιση τῆς δέσμης γίνεται μὲ μαγνητικὰ πεδία, καί

— Τοὺς **συνδυασμένους (μικτούς)** σωλήνες, πού ἐργάζονται μὲ ἡλεκτροστατικὴ ἐστίαση καί ηλεκτρομαγνητικὴ ἀπόκλιση.

2.2 Περιγραφή καί λειτουργία σωλήνων.

Μιά τομὴ ηλεκτροστατικοῦ καθοδικοῦ σωλήνα φαίνεται στό σχῆμα 2.2α. Ἐχει τὴ μορφή ἐνὸς χωνιοῦ μὲ λαιμὸ καί κῶνο. Στὸ λαιμὸ τοῦ σωλήνα βρίσκεται ἡ καθόδος, τὸ σύστημα ἐστίασεως καί τὸ σύστημα ἀποκλίσεως τῆς δέσμης. Ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ ἔμπροσθιου τμήματος τοῦ κώνου τοῦ σωλήνα εἶναι ἐπιχρισμένη μὲ τὴ φθορίζουσα οὐσία καί ἀποτελεῖ τὴν ὀθόνη.



Σχ. 2.2α.

Τομή ηλεκτροστατικού καθοδικού σωλήνα.

Ἡ κάθοδος Κ ἔχει μορφή κυπέλλου, στό ἐσωτερικό τοῦ ὁποίου βρίσκεται τὸ νήμα θερμάνσεώς της. Ἐν᾿ αὐτὸ κύπελλο περιβάλλει τὴν κάθοδο καὶ φέρει ἀρνητικό δυναμικό ὡς πρὸς αὐτήν. Τὸ ηλεκτρόδιο αὐτὸ Κ παίζει ρόλο ρυθμιστικό, ὅπως τὸ ὁδηγὸ πλέγμα τριόδου λυχνίας καὶ ὀνομάζεται συνήθως **κύλινδρος Wehnelt**. Στὸν πυθμένα τοῦ κυπέλλου αὐτοῦ ὑπάρχει μιά ὀπή ἀπὸ τὴν ὁποία διέρχονται τὰ ηλεκτρόνια πού ἐκπέμπονται ἀπὸ τὴν κάθοδο. Ἡ κίνηση τῶν ηλεκτρονίων πρὸς τὴν ὀθόνη ἐξασφαλίζεται μὲ τὴ βοήθεια τῶν ἀνόδων Α₁ καὶ Α₂, πού ἔχουν θετικό δυναμικό ὡς πρὸς τὴν κάθοδο. Τὰ ηλεκτρόδια αὐτὰ ἔχουν κυλινδρική μορφή καὶ βρίσκονται σὲ διαφορά δυναμικοῦ μεταξὺ τους. Οἱ ἄνοδοι φέρουν διαφράγματα στό ἐσωτερικὸ τους πού περιορίζουν τὴ διατομὴ τῆς ηλεκτρονικῆς δέσμης.

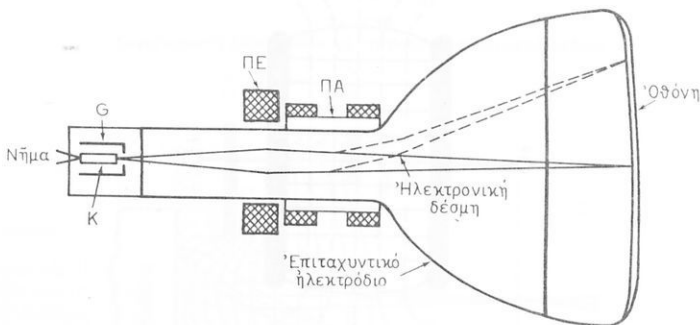
Μιά πρώτη ἐστίαση τῶν ηλεκτρονίων γίνεται μὲ τὴ βοήθεια τοῦ ηλεκτρικοῦ πεδίου πού σχηματίζεται μεταξὺ τοῦ ὁδηγοῦ πλέγματος καὶ τῆς πρώτης ἀνόδου. Μιά ἀκόμη ἐστίαση ἐπιτυγχάνεται μὲ τὴ βοήθεια τοῦ ηλεκτρικοῦ πεδίου πού σχηματίζεται μεταξὺ τῶν δύο ἀνόδων. Μὲ μεταβολὴ τοῦ δυναμικοῦ τῆς πρώτης ἀνόδου κατορθώνομε, ὥστε ἡ ἐστίαση τῆς δέσμης νὰ γίνεται πάνω στὴ ὀθόνη (σημεῖο Σ). Κατὰ τὴν πρόσκρουση τῶν ηλεκτρονίων τῆς δέσμης πάνω στὴ φθορίζουσα ὀθόνη σχηματίζεται στό σημεῖο ἐκεῖνο ἓνα φωτεινὸ στίγμα. Ἡ λαμπρότητα τοῦ στίγματος αὐτοῦ αὐξομειώνεται μὲ μεταβολὴ τοῦ δυναμικοῦ τοῦ ὁδηγοῦ πλέγματος.

Ἡ κάθοδος, τὸ ρυθμιστικὸν ηλεκτρόδιο καὶ οἱ δύο ἄνοδοι συγκροτοῦν τὸ ηλεκτρονικὸ πυροβόλο τοῦ σωλήνα. Ἡ διαμόρφωση τοῦ πεδίου καὶ τὰ δυναμικά τῶν ηλεκτροδίων τοῦ ηλεκτρονικοῦ πυροβόλου ἐκλέγονται ἔτσι, ὥστε ὅλα τὰ ηλεκτρόνια νὰ κινοῦνται σὲ τροχίεα κοντὰ στὸν ἄξονα τοῦ σωλήνα καὶ τὸ φωτεινὸ στίγμα νὰ σχηματίζεται στό κέντρο τῆς ὀθόνης.

Ἡ ηλεκτρονικὴ δέσμη κατὰ τὴν πορεία της πρὸς τὴν ὀθόνη, μπορεῖ νὰ ὑποστῇ ἀπόκλιση πρὸς τὴν ὀριζόντια ἢ τὴν κάθετη διεύθυνση ἢ καὶ πρὸς τίς δύο ταυτόχρονα. Αὐτὸ ἐπιτυγχάνεται μὲ τὴ βοήθεια δύο ζευγῶν πλακιδίων ἀποκλίσεως (κ γιὰ τὴν ὀριζόντια ἀπόκλιση καὶ γ γιὰ τὴν κατακόρυφη), ἀφοῦ τροφοδοτηθοῦν μὲ κατάλληλα δυναμικά. Ἄν π.χ. στὰ πλακίδια ὀριζόντιας ἀποκλίσεως ἐφαρμοσθεῖ συνεχὴς τάση, τὸ στίγμα θὰ κινηθεῖ ὀριζόντια καὶ πρὸς τὴν πλευρὰ τοῦ θετικοῦ πλακιδίου. Μὲ ἐφαρμογὴ ἐναλλασσόμενης τάσεως κατάλληλης συχνότητος καὶ ἐξαιτίας καὶ τῆς ἀδράνειας τοῦ ματιοῦ, τὸ στίγμα κινούμενο καὶ πρὸς τίς δύο πλευρές, σχηματίζει στὴν ὀθόνη μιά φωτεινὴ γραμμὴ. Ἀνάλογα ἐνεργοῦν καὶ τὰ πλακίδια κατακόρυφης ἀποκλίσεως.

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

Στό σχήμα 2.2β φαίνεται η τομή ενός ηλεκτρομαγνητικού καθοδικού σωλήνα. Έδώ το ηλεκτρονικό πυροβόλο περιλαμβάνει την κάθοδο Κ, το πλέγμα G και μία άνοδο Α. Η έστιαση των ηλεκτρονίων της δέσμης γίνεται με τη βοήθεια του πηνίου έστιασεως ΠΕ που διαρρέεται από συνεχές ρεύμα. Με μεταβολή της έντασης του ρεύματος αυτού επιτυγχάνεται η έστιαση της δέσμης επάνω στην όθονη. Η απόκλιση της δέσμης γίνεται με τη βοήθεια δύο ζευγών πηνίων απόκλισεως ΠΑ. Τόσο το πηνίο έστιασεως όσο και τα πηνία απόκλισεως άγκαλιάζουν εξωτερικά το λαιμό του σωλήνα.



Σχ. 2.2β.

Τομή ηλεκτρομαγνητικού καθοδικού σωλήνα.

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

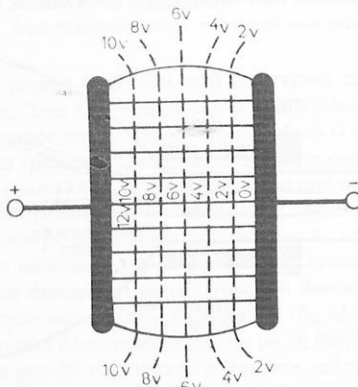
Τέλος, οι σωλήνες με ηλεκτροστατική έστιαση και ηλεκτρομαγνητική απόκλιση της δέσμης διατηρούν το ηλεκτρονικό πυροβόλο των ηλεκτροστατικών σωλήνων, ενώ η απόκλιση της δέσμης γίνεται με τη βοήθεια πηνίων απόκλισεως (ηλεκτρομαγνητική απόκλιση). Ο συνδυασμός αυτός έχει όρισμένα πλεονεκτήματα, τα οποία θα αναφέρομε αργότερα.

2.3 Έστιαση ηλεκτρονίων.

Είδαμε ότι στον καθοδικό σωλήνα χρησιμοποιούνται συστήματα έστιασεως των ηλεκτρονίων της δέσμης με σκοπό να κάνουν τη δέσμη αυτή πολύ λεπτή ακτίνα. Στην Όπτική το πρόβλημα της έστιασεως φωτεινών ακτίνων λύνεται με τη βοήθεια συγκεντρωτικών φακών. Έδώ το πρόβλημα λύνεται με τη χρησιμοποίηση ηλεκτρικών ή μαγνητικών συστημάτων. Έπειδή υπάρχει αρκετά μεγάλη αναλο-

για μεταξύ της δράσεως των οπτικών φακών και των ηλεκτρονικών συστημάτων εστίασεως, τα τελευταία ονομάζονται **ηλεκτρονικοί φακοί**. Θα εξετάσουμε σύντομα την αρχή λειτουργίας των φακών αυτών.

Στο σχήμα 2.3α φαίνεται ένας φορτισμένος πυκνωτής. Μεταξύ των όπλισμών του πυκνωτή δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο. Το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου μεταβάλλεται από σημείο σε σημείο. Μπορούμε όμως, σε κάθε περίπτωση, να διακρίνουμε ένα σύνολο σημείων που έχουν ίδιο δυναμικό. Αν ενώσουμε όλα αυτά τα σημεία, που βρίσκονται στο χώρο του πεδίου, σχηματίζουμε μιά επιφάνεια που ονομάζεται **ισοδυναμική**. Οι ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές του πεδίου διαπερνούν πάντοτε κάθετα τις ισοδυναμικές επιφάνειες. Επειδή τα ηλεκτρόνια κινούνται κατά μήκος των δυναμικών γραμμών, θα διαπερνούν και αυτά κάθετα τις ισοδυναμικές επιφάνειες. Επομένως, όπου κυρτώνονται οι ισοδυναμικές επιφάνειες, όπως συμβαίνει στα άκρα του πυκνωτή του σχήματος 2.3α, κυρτώνονται και οι τροχιές των ηλεκτρονίων έτσι, ώστε να διαπεράσουν κάθετα τις ισοδυναμικές επιφάνειες.



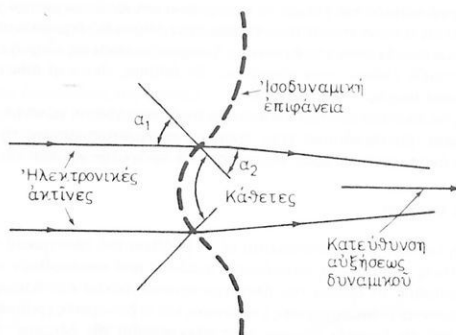
Σχ. 2.3α.

Ισοδυναμικές επιφάνειες.

Στο σχήμα 2.3β φαίνεται μία ισοδυναμική επιφάνεια. Στην περιοχή κυρτώσεως της επιφάνειας αυτής προσπίπτουν δύο παράλληλες τροχιές ηλεκτρονίων, που κινούνται από χαμηλότερο δυναμικό προς υψηλότερο. Οι τροχιές των ηλεκτρονίων δεν μπορούν να διαπεράσουν την ισοδυναμική επιφάνεια παρά μόνο κάθετα προς την εφαπτόμενη στο σημείο προσπτώσεως. Έτσι, οι τροχιές συγκλίνουν για να εστιάσουν τελικά σε κάποιο σημείο, δηλαδή έχουμε εδώ την περίπτωση ενός συγκεντρωτικού φακού. Αν οι τροχιές των ηλεκτρονίων προσπέσουν στην ίδια ισοδυναμική επιφάνεια, αλλά με κίνηση από υψηλότερο δυναμικό προς χαμηλότερο, τότε αποκλίνουν και έχουμε την περίπτωση αποκλίνοντα φακού.

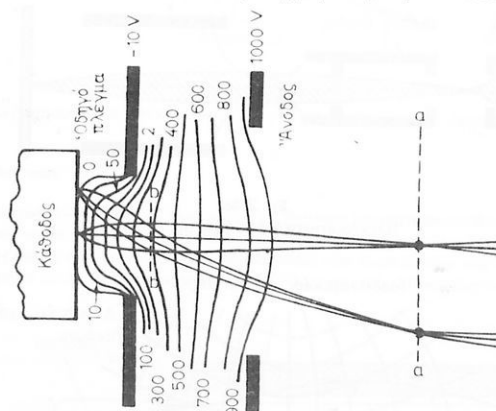
Στο σχήμα 2.3γ φαίνεται η δράση του συστήματος της πρώτης εστίασεως σε έναν καθοδικό σωλήνα. Μεταξύ της καθόδου, του οδηγού πλέγματος και της πρώτης ανόδου του ηλεκτρονικού πυροβόλου δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο, του οποίου οι ισοδυναμικές επιφάνειες φαίνονται στο σχήμα. Τα ηλεκτρόνια, που εκπέμπονται από την κάθοδο, βρίσκονται στο επιταχυντικό ηλεκτρικό πεδίο της ανόδου, το οποίο φθάνει ως την κάθοδο, μέσα από την όπη του οδηγού πλέγματος. Στην περιοχή της όπης οι γραμμές του πεδίου κυρτώνονται έτσι, ώστε τα ηλεκτρόνια, που εκπέμπονται από τα διάφορα σημεία της επιφάνειας της καθόδου και κινούνται προς την άνοδο, τέμνουν τον άξονα του συστήματος στο επίπεδο b - b που βρίσκεται κοντά στη έξοδο της όπης του οδηγού πλέγματος.

Στή θέση διασταυρώσεως των τροχιών των ηλεκτρονίων, η διατομή της ηλεκτρονικής δέσμης είναι πολύ μικρότερη από την επιφάνεια έκπομπής της καθόδου (σχ. 2.3δ). Η περιοχή αυτή ονομάζεται **ενεργός κάθοδος**, επειδή αποτελεί την πηγή ηλεκτρονίων για το υπόλοιπο, προς τα δεξιά, τμήμα του πυροβόλου.



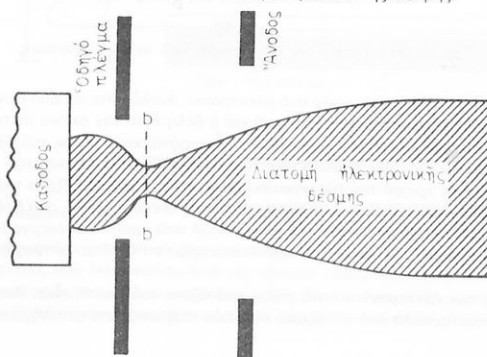
Σχ. 2.3β.

Συγκέντρωση ηλεκτρονίων με τη βοήθεια ηλεκτρικού πεδίου.



Σχ. 2.3γ.

Η πρώτη έστιαση των ηλεκτρονίων της δέσμης.



Σχ. 2.3δ.

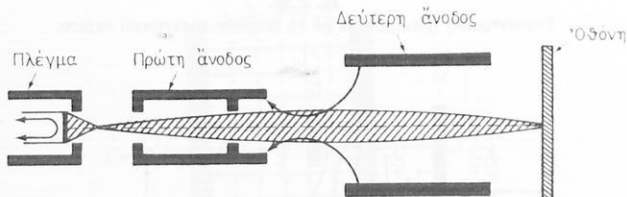
Η ενεργός κάθοδος.

Δεξιά από την ενεργό κάθοδο και έπειδή τα ηλεκτρόνια άπωθούνται μεταξύ τους, οι τροχιές τους αποκλίνουν και επομένως η πρόσπτωσή τους επάνω στην όθονη θα δημιουργούσε μία φωτεινή επιφάνεια με μεγάλη διάμετρο. Σκοπός της δεύτερης ή κύριας εστίασεως είναι η συγκέντρωση των ηλεκτρονίων σε ένα σημείο επάνω στην επιφάνεια της όθονης, ώστε οι διαστάσεις του φωτεινού στίγματος να είναι πολύ μικρές.

Η πρώτη εστίαση σε όλα τα είδη των καθοδικών σωληνίων γίνεται μόνο με τον τρόπο που περιγράψαμε. Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε τους τρόπους πραγματοποίησης της κύριας εστίασεως. Όπου παρακάτω θα αναφέρεται ο όρος «έστιαση», θα πρόκειται για την κύρια έστιαση.

2.4 Ηλεκτροστατική έστιαση.

Η ηλεκτροστατική έστιαση πραγματοποιείται με τη βοήθεια του ηλεκτρικού πεδίου, που σχηματίζεται από τις δύο ή τρεις όμοσζονικές κυλινδρικές άνοδους που ακολουθούν το οδηγό πλέγμα (σχ. 2.4α). Για να αντιληφθούμε τη δράση του ηλεκτροστατικού φακού εστίασεως αναφερόμαστε στο σχήμα 2.4β, όπου φαίνονται οι ισοδυναμικές επιφάνειες και οι δυναμικές γραμμές του πεδίου του φακού, καθώς και μία από τις δυνατές τροχιές ενός ηλεκτρονίου της δέσμης.



Σχ. 2.4α.

Ηλεκτροστατική έστιαση της δέσμης.



Σχ. 2.4β.

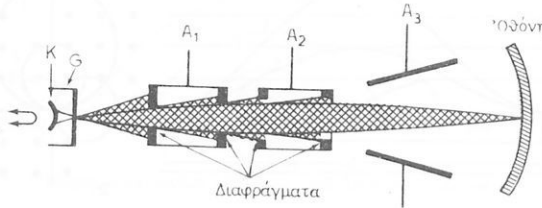
Τροχιά ηλεκτρονίου σε ηλεκτροστατικό πεδίο έστιασεως.

Οι δυνάμεις του πεδίου, που ενεργούν στο ηλεκτρόνιο, αναλύονται σε δύο συνιστώσες. Η μία ενεργεί κατά τον άξονα του συστήματος (άξονική) και η άλλη κατά την ακτίνα (ακτινωτή). Οι άξονικές συνιστώσες των δυνάμεων αυτών επιταχύνουν το ηλεκτρόνιο κατά μήκος του άξονα του φακού σε όλη του την έκταση. Οι ακτινωτές συνιστώσες των δυνάμεων στην έκταση του πρώτου μισού του φακού καμπυλώνουν την τροχιά του ηλεκτρονίου προς την πλευρά του άξονα του φακού, ενώ στην έκταση του δεύτερου μισού του φακού, προς την αντίθετη πλευρά. Όμως, στο δεύτερο μισό του φακού το ηλεκτρόνιο βρίσκεται πιο κοντά στον άξονα παρά στο πρώτο και ενεργούν πάνω σ' αυτό μικρότερες ακτινωτές δυνάμεις. Έτσι το ηλεκτρόνιο συνεχίζει να κινείται σε τροχιά που πλησιάζει τον άξονα του φακού.

Αν οι ταχύτητες των ηλεκτρονίων κατά μήκος του άξονα του φακού είναι ίδιες και αν οι τροχιές τους δεν απομακρύνονται πολύ από τον άξονα, τότε όλα τα ηλεκτρόνια καταλήγουν σε ένα σημείο. Οι

παραπάνω συνθήκες εκπληρώνονται όταν το αρχικό άνοιγμα της δέσμης των ηλεκτρονίων είναι μικρό. Με μεταβολή της διαφοράς δυναμικού μεταξύ των κυλίνδρων του φακού, μεταβάλλεται η εστιακή απόσταση και επιτυγχάνεται, ώστε το σημείο συγκεντρώσεως των ηλεκτρονίων να βρίσκεται πάνω στο επίπεδο της οθόνης.

Ο περιορισμός του ανοίγματος της δέσμης των ηλεκτρονίων στους σωλήνες με ηλεκτροστατική εστίαση πραγματοποιείται με τη βοήθεια της όπης του πλέγματος. Ωστόσο, το μέτρο αυτό δεν είναι αρκετό. Για τη βελτίωση της ποιότητας της εστίασεως τοποθετούνται στις εισόδους και εξόδους των κυλινδρικών ανόδων διαφράγματα (σχ. 2.4γ), τα οποία συμπληρωματικά περιορίζουν τη γωνία ανοίγματος της δέσμης.

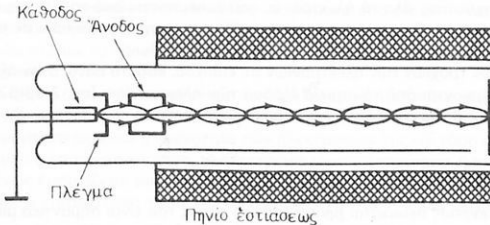


Σχ. 2.4γ.

Περιορισμός της ηλεκτρονικής δέσμης με τη βοήθεια διαφραγμάτων.

2.5 Μαγνητική εστίαση.

Η εστίαση ηλεκτρονίων μπορεί να γίνει και με τη βοήθεια μαγνητικών πεδίων τα όποια δημιουργούνται από ειδικά πηνία που διαρρέονται από συνεχές ρεύμα. Συναντούμε δύο είδη πηνίων εστίασεως: το **έπιμης πηνίο**, που ενεργεί σε όλη τη διαδρομή των ηλεκτρονίων, και το **βραχύ πηνίο**, που ενεργεί σε ένα τμήμα μόνο της όλης διαδρομής τους. Ο μηχανισμός εστίασεως καθενός από αυτά είναι διαφορετικός.

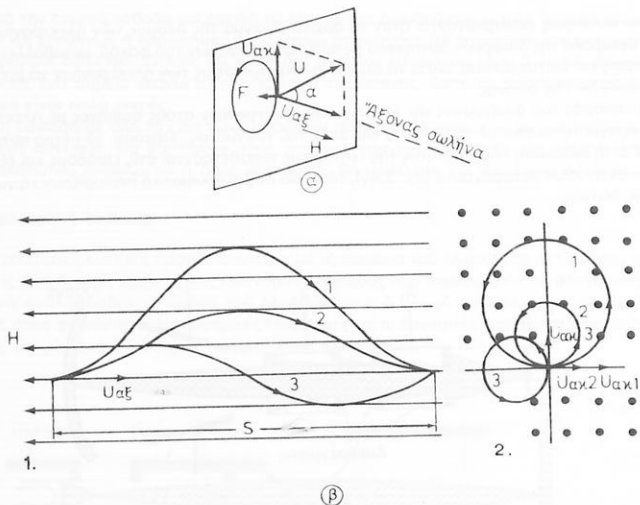


Σχ. 2.5α.

Μαγνητική εστίαση της δέσμης.

2.5.1 Έστιαση με έπιμης πηνίο.

Το μαγνητικό πεδίο του πηνίου αυτού, που αγκαλιάζει εξωτερικά όλο το σωλήνα (σχ. 2.5α) είναι όμογενές. Τα ηλεκτρόνια, που εκπέμπονται από την κάθοδο παράλληλα προς τον άξονα του σωλήνα, δεν υφίστανται καμία επίδραση από το μαγνητικό πεδίο. Τα ηλεκτρόνια όμως, που εκπέμπονται υπό γωνία ως προς τον άξονα, έχουν τόσο άξονική (U_{ax}) όσο και άκτινωτή (U_{ak}) συνιστώσα ταχύτητας



Σχ. 2.5β.

Κίνηση ηλεκτρονίων σε επίμηκες πηνίο μαγνητικού φακού.

[σχ. 2.5β(a)]. Η άξονική συνιστώσα της ταχύτητας δεν υφίσταται την επίδραση του μαγνητικού πεδίου H , αλλά μόνο υποχρεώνει το ηλεκτρόνιο να κινείται προοδευτικά κατά μήκος του άξονα του σωλήνα. Η άκτινωτή συνιστώσα της ταχύτητας υφίσταται την επίδραση της δύναμεις F του πεδίου, που τείνει να υποχρεώσει το ηλεκτρόνιο να κινηθεί κυκλικά. Ως αποτέλεσμα, η τελική τροχιά του ηλεκτρονίου θα είναι έλικοειδής.

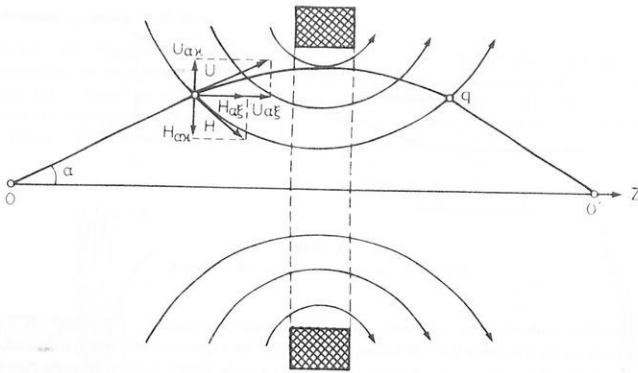
Επειδή ο χρόνος μίας έλικώσεως και το βήμα S [σχ. 2.5β(β1)] δεν εξαρτώνται από την άκτινωτή συνιστώσα της ταχύτητας, όλα τα ηλεκτρόνια, που εκπέμπονται από το ίδιο σημείο με διαφορετικές (άλλα μικρές) γωνίες, αφού εκτελέσουν μία στροφή, συγκεντρώνονται πάλι σε ένα σημείο. Αυτό θα επαναλαμβάνεται ύστερα από κάθε έλικωση των ηλεκτρονίων.

Οι προβολές των τροχιών των ηλεκτρονίων σε επίπεδο, κάθετο πάνω στον άξονα του σωλήνα, είναι κύκλοι που διέρχονται από το σημείο εξόδου των ηλεκτρονίων [σχ. 2.5β(β2)]. Η θέση των κύκλων καθορίζεται από την κατεύθυνση των αρχικών ταχυτήτων των ηλεκτρονίων ως προς τον άξονα του σωλήνα.

2.5.2 Έστιαση με βραχύ πηνίο.

Ένα πηνίο έστιασεως θεωρείται βραχύ όταν το μήκος του είναι σημαντικά μικρότερο από τη διάμετρό του. Το μαγνητικό πεδίο του πηνίου αυτού, που είναι άνομοιόμορφο, ενεργεί μόνο σε μικρό τμήμα της τροχιάς της ηλεκτρονικής δέσμης. Τόσο το αντικείμενο όσο και το είδωλο, που δημιουργεί αυτός ο φακός, βρίσκονται έξω από το πεδίο του (σχ. 2.5γ).

Τα ηλεκτρόνια, που εξέρχονται από το σημείο O με ταχύτητα u και με κάποια γωνία α ως προς τον άξονα Z του συστήματος, βρίσκονται στην αρχή έξω από το πεδίο και κινούνται ευθύγραμμα. Όσο πλησιάζουν προς την περιοχή του πεδίου, τα ηλεκτρόνια υφίστανται την επίδραση της δύναμεις του, που είναι κάθετη προς την ταχύτητα u και την ένταση H (από το επίπεδο του χαρτί προς τον αναγνώστη στο σχήμα 2.5γ) και αρχίζουν να κυρτώνονται. Έξαιτίας της επιδράσεως της δύναμεις του πεδίου, τα ηλεκτρόνια αποκτούν κυκλική συνιστώσα ταχύτητας. Η άλλη επίδραση αυτής της συνιστώσας ταχύτητας με την άξονική συνιστώσα του μαγνητικού πεδίου $H_{\alpha\xi}$, οδηγεί στην εμφάνιση νέας δύναμεις που κατευθύνεται προς τον άξονα και δημιουργεί έστιαση.



Σχ. 2.5γ.

Κίνηση ηλεκτρονίων σε βραχύ πηνίο μαγνητικού φακού.

Πέρα από το μέσο του επιπέδου του πηνίου (πρός τα δεξιά του σχήματος), η άκτινωτή συνιστώσα του πεδίου $H_{ακ}$ αναστρέφεται (κατευθύνεται από τον άξονα προς τα έξω). Αυτό προκαλεί μεταβολή της διευθύνσεως της δύναμης, που δημιουργεί κυκλική συνιστώσα ταχύτητας. Έξαιτίας αυτού, η κυκλική συνιστώσα ταχύτητας αρχίζει να ελαττώνεται μόνο κατά μέγεθος, ενώ δεν αλλάζει κατεύθυνση. Επίσης, αμετάβλητη παραμένει και η κατεύθυνση της δύναμης που πιέζει τα ηλεκτρόνια προς τον άξονα.

Κατά την έξοδο των ηλεκτρονίων από το πεδίο του πηνίου (σημείο q στο σχ. 2.5γ), η περιστροφή των τροχιών διακόπτεται και τα ηλεκτρόνια αρχίζουν πάλι να κινούνται ευθύγραμμα.

Επειδή αν απομακρυνθεί από τον άξονα η άκτινωτή συνιστώσα του πεδίου μεγαλώνει, μεγαλώνει επίσης και η δύναμη που πιέζει τα ηλεκτρόνια προς τον άξονα. Γι' αυτό, όταν τα ηλεκτρόνια έρχονται από το σημείο O' με μεγάλες γωνίες, δέχονται και μεγάλη δύναμη πίεσης προς τον άξονα έτσι, ώστε όλα συναντώνται στο ίδιο σημείο O και σχηματίζουν το είδωλο του σημείου O.

Το βραχύ πηνίο εστίασεως τοποθετείται συνήθως σε θώρακα από σίδηρο για τη συγκέντρωση του μαγνητικού πεδίου. Ο θώρακας επιτρέπει την ελάττωση των άμπεροστροφών και ακόμη συντελεί στο διαχωρισμό των πεδίων εστίασεως και αποκλίσεως, που είναι απαραίτητος για την κανονική λειτουργία ενός σωλήνα.

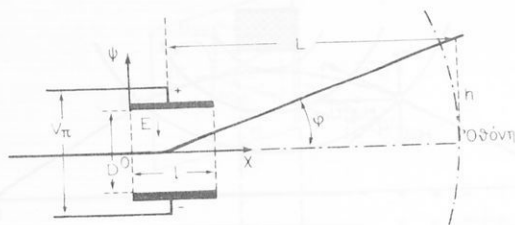
Τέλος σημειώνουμε ότι σε οποιοδήποτε σύστημα εστίασεως εμφανίζεται άμοιβαία άπωση μεταξύ των ηλεκτρονίων της δέσμης, που οδηγεί σε αύξηση της διατομής της. Όσο μεγαλύτερο είναι το ρεύμα της δέσμης, τόσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα των ηλεκτρονίων της και τόσο ισχυρότερη γίνεται η άπωση. Αν αυξηθεί η επιταχυντική τάση, τα ηλεκτρόνια γίνονται ταχύτερα, η πυκνότητά τους ελαττώνεται και επομένως εμφανίζεται μικρότερη άπωση. Έτσι, για τη βελτίωση της εστίασεως είναι απαραίτητο να αυξηθεί η επιταχυντική τάση και να ελαττωθεί το ρεύμα της δέσμης.

2.6 Απόκλιση της δέσμης.

Η απόκλιση (έκτροπή) της ηλεκτρονικής δέσμης και επομένως η μετακίνηση του φωτεινού στίγματος στην οθόνη ενός σωλήνα μπορεί να γίνει με τη βοήθεια ηλεκτρικού ή μαγνητικού πεδίου. Εξετάζουμε τις δύο αυτές περιπτώσεις αποκλίσεως.

2.6.1 Ηλεκτροστατική απόκλιση.

Τα ηλεκτρόνια της δέσμης καθώς κινούνται προς την οθόνη από την επίδραση της επιταχυντικής τάσεως V_a (τάση τελευταίας ανόδου) του σωλήνα, διέρχονται από ένα σύστημα πλακιδίων μεταξύ των οποίων εφαρμόζεται η τάση V_n (σχ. 2.6α). Το ηλεκτρικό πεδίο των πλακιδίων E (πεδίο



Σχ. 2.6α.

Ηλεκτροστατική απόκλιση της δέσμης.

απόκλισης) είναι κάθετο προς το επιταχυντικό πεδίο της τάσης V_a και τείνει να κινήσει τα ηλεκτρόνια προς το θετικό πλακίδιο. Η τελική κίνηση των ηλεκτρονίων θα είναι η συνισταμένη μιας κατά μήκος του άξονα x του συστήματος και μιας κάθετης προς αυτή. Έτσι οι τροχιές των ηλεκτρονίων είναι παραβολικές και αποκλίνουν προς το θετικό πλακίδιο (σχ. 2.6α). Αν υποθέσουμε ότι το πεδίο μεταξύ των πλακιδίων είναι ομογενές και ότι έξω από τα πλακίδια δεν υπάρχει πεδίο, τότε η απόκλιση h (σε cm) της δέσμης στην οθόνη και προς την μία πλευρά του άξονα x θα είναι:

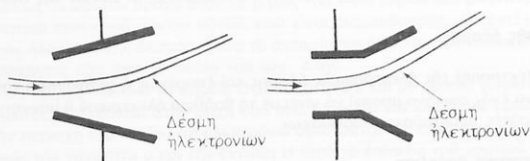
$$h = \frac{V_n / L}{2V_a D} \quad (2.1)$$

όπου: L το μήκος των πλακιδίων απόκλισης, L η απόσταση από το κέντρο των πλακιδίων ως την οθόνη και D η απόσταση μεταξύ των πλακιδίων. Τα μήκη της παραπάνω σχέσεως εκφράζονται σε cm και οι τάσεις σε βόλτ.

Η γωνία απόκλισης της δέσμης προς τη μία πλευρά υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\tan \phi = \frac{h}{L} = \frac{V_n / L}{2V_a D} \quad (2.2)$$

Η απόσταση μεταξύ των πλακιδίων απόκλισης πρέπει να έλκεται με αρκετά περιθώρια, γιατί υπάρχει κίνδυνος προσεγγίσεως της δέσμης στα άκρα των πλακιδίων (όπου η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι σημαντική) και καταστροφής της εστιάσεως. Από το άλλο μέρος, αύξηση της απόστασης D οδηγεί σε μικρότερη γωνία απόκλισης ϕ . Για την αποφυγή του παραπάνω κινδύνου και την αύξηση της γωνίας απόκλισης, τα πλακίδια τοποθετούνται πολλές φορές υπό γωνία ή έχουν παραβολική μορφή (σχ. 2.6β), ώστε να πλησιάζουν τη μορφή της τροχιάς της ηλεκτρονικής δέσμης μέσα στην περιοχή του αποκλινόντος πεδίου. Παρ' όλα αυτά, η ολική γωνία απόκλισης της δέσμης δεν μπορεί πρακτικά να γίνει μεγαλύτερη από $30^\circ - 35^\circ$. Η γωνία αυτή είναι μικρή για σωλήνες που χρησιμοποιούνται στην τηλεόραση.

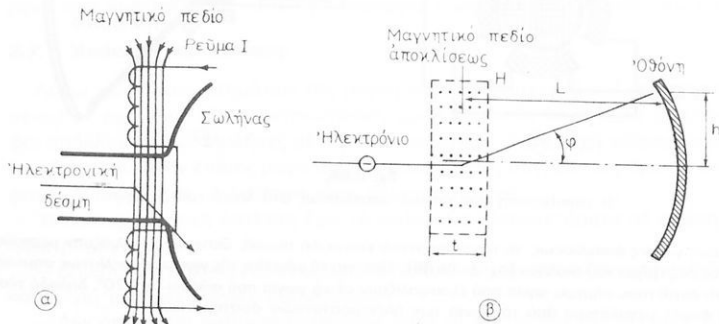


Σχ. 2.6β.

Μορφές πλακιδίων απόκλισης.

2.6.2 Ηλεκτρομαγνητική απόκλιση.

Η απόκλιση της ηλεκτρονικής δέσμης μπορεί επίσης να γίνει με τη βοήθεια μαγνητικού πεδίου, που δημιουργείται με πηνία διαρρέονα από ρεύμα. Τα πηνία απόκλισης τοποθετούνται στο λαιμό του σωλήνα [σχ. 2.6γ(α)] και έτσι, ώστε ο άξονάς τους να είναι κάθετος προς τον άξονα του σωλήνα. Η απόκλιση της δέσμης γίνεται σε κατεύθυνση κάθετη τόσο προς τον άξονα του σωλήνα, όσο και προς τον άξονα των πηνίων.



Σχ. 2.6γ.

Ηλεκτρομαγνητική απόκλιση της δέσμης.

Αν δεχθούμε ότι το μαγνητικό πεδίο είναι ομογενές και περιορισμένο στο εσωτερικό των πηνίων, η απόσταση h [σχ. 2.6γ(β)] απόκλισης της δέσμης από τον άξονα του σωλήνα και προς τη μία πλευρά του δίνεται, με αρκετή για την πράξη ακρίβεια, από τη σχέση:

$$h = \frac{L}{2} \frac{H / \sqrt{2 \frac{m}{e} V_a}} \quad (2.3)$$

όπου: H η ένταση του μαγνητικού πεδίου, L η απόσταση από το κέντρο απόκλισης ως την οθόνη, e και m το φορτίο και η μάζα του ηλεκτρονίου και V_a η επιταχυντική τάση.

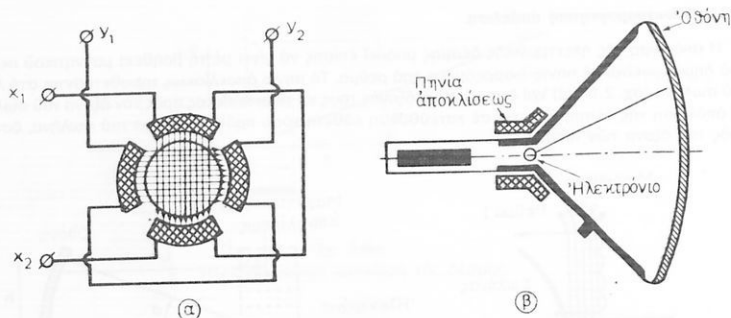
Η γωνία απόκλισης της δέσμης προς τη μία πλευρά μπορεί να υπολογισθεί από τη σχέση:

$$\tan \phi = \frac{h}{L} = \frac{1}{2} \frac{H}{\sqrt{2 \frac{m}{e} V_a}} \quad (2.4)$$

Τα μήκη στις παραπάνω σχέσεις εκφράζονται σε cm.

Από τη σχέση (2.4) φαίνεται ότι η γωνία απόκλισης της δέσμης είναι αντιστρόφως ανάλογη της τετραγωνικής ρίζας της επιταχυντικής τάσης V_a και όχι απλώς αντιστρόφως ανάλογη της V_a , όπως συμβαίνει στην ηλεκτροστατική απόκλιση (βλ. σχέση 2.2). Αυτό σημαίνει ότι με μεγάλες επιταχυντικές τάσεις (περίπτωση τηλεοράσεων) ή χρησιμοποίηση ηλεκτρομαγνητικών συστημάτων απόκλισης είναι περισσότερο σκόπιμη από τη χρησιμοποίηση ηλεκτροστατικών.

Για την πραγματοποίηση μαγνητικής απόκλισης προς τις δύο κατευθύνσεις απαιτούνται δύο ζεύγη πηνίων, των οποίων οι άξονες πρέπει να είναι κάθετοι μεταξύ τους και κάθετοι προς τον άξονα του σωλήνα [σχ. 2.6δ(α)]. Ο εντοπισμός του μαγνητικού πεδίου σε ελάχιστο όγκο επιτυγχάνεται με την κυλινδρική μορφή των πηνίων απόκλισης, ώστε να εφαρμόζουν και στο λαιμό του σωλήνα, και την περιέλιξή τους σε πυρήνα από μαγνητικό υλικό, που εμποδίζει τη σκέδαση. Για σωλήνες εικόνας με



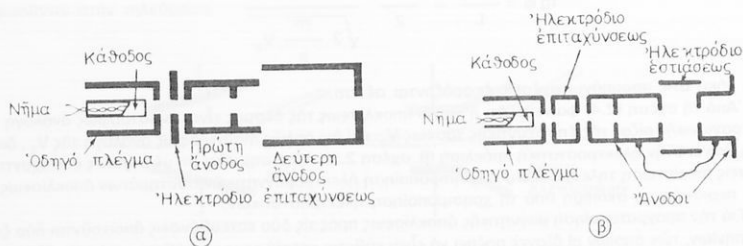
Σχ. 2.65.

Η τοποθέτηση των πηνίων αποκλίσεως στο λαιμό του σωλήνα.

μεγάλες γωνίες αποκλίσεως, τα πηνία παίρνουν κωνοειδή μορφή, ώστε να αγκαλιάζουν μερικώς το κωνοειδές τμήμα του σωλήνα [σχ. 2. 6δ (β)]. Όσο για το μέγεθος της γωνίας αποκλίσεως σημειώνουμε ότι διαθέτουμε σήμερα πηνία που εξασφαλίζουν ολική γωνία που φθάνει τις 120° , δηλαδή τέσσερις φορές μεγαλύτερη από τη γωνία των ηλεκτροστατικών συστημάτων.

2.7 Εικονογράφοι.

Τό βασικότερο τμήμα ενός δέκτη τηλεόρασης είναι ο **εικονογράφος** ή, όπως τον έλεγαν παλαιότερα, τό κινητισοσκόπιο. Τό 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 έστιαση της δέσμης. Για τήν κατάργηση της επίδρασης αυτής τό πυροβόλο των εικονογράφων έχει ένα ακόμη ηλεκτρόδιο, που παρεμβάλλεται μεταξύ του οδηγού πλέγματος και της πρώτης ανόδου [σχ. 2.7α(α)] και ονομάζεται **ηλεκτρόδιο έπιταχύνσεως**. Τό ηλεκτρόδιο αυτό, που έχει δυναμικό μερικώς έκαστοντάδων βόλτ, καταργεί τήν επίδραση του δυναμικού του οδηγού πλέγματος στη μορφή του πεδίου στο χώρο των ανόδων και εξασφαλίζει σταθερές συνθήκες άριστης έστιασεως. Ταυτοχρόνως, τό ηλεκτρόδιο έπιταχύνσεως ελαττώνει τήν επίδραση της ανοδικής τάσεως στο ρεύμα της ηλεκτρονικής δέσμης.



Σχ. 2.7α.

Ηλεκτρονικά πυροβόλα καθοδικών σωλήνων από δέκτες τηλεόρασης.

Ἡ πλειονότητα τῶν εἰκονογράφων, καί γιά λόγους βελτιώσεως τῆς ποιότητας τῆς κύριας ἐστίασεως, ἀντί γιά τίς δύο ἀνόδους (τῆς πρώτης καί τῆς δεύτερης) πού συμμετέχουν στήν ἐστίαση, διαθέτει σύστημα τριῶν ἡλεκτροδίων [σχ. 2.7α(β)] ἀπό τά ὁποῖα τά δύο συνδέονται μεταξύ τους καί ἀποτελοῦν μίαν ἀνοδο ἐνῶ τό τρίτο τροφοδοτεῖται ἰδιαίτερα καί ὀνομάζεται **ἡλεκτρόδιο ἐστίασεως**.

Τά ὑπόλοιπα τμήματα τῶν εἰκονογράφων, τά χαρακτηριστικά τους καί τά φαινόμενα πού ἐμφανίζονται κατά τή λειτουργία τους ἐξετάζονται στή συνέχεια.

2.7.1 Ἀπόκλιση καί ἐστίαση.

Λόγω τῶν πλεονεκτιμάτων τῆς μαγνητικῆς ἀποκλίσεως (μεγάλη γωνία ἀποκλίσεως) σέ σχέση μέ τήν ἡλεκτροστατική, χρησιμοποιοῦνται σήμερα ὡς εἰκονογράφοι ἀποκλειστικά οἱ σωληνες μέ πηνία ἀποκλίσεως. Στήν ἀρχή χρησιμοποιοῦντο σωληνες πού εἶχαν ἐπίσης μαγνητική ἐστίαση. Στούς σύγχρονους ὁμως εἰκονογράφους, ὅπως εἶδαμε, ἡ ἐστίαση εἶναι ἡλεκτροστατική.

Ἡ ἡλεκτροστατική ἐστίαση ἔχει τά ἀκόλουθα πλεονεκτήματα σέ σχέση μέ τήν ἡλεκτρομαγνητική:

- Δημιουργεῖ ἀρκετά λεπτή δέσμη καί ἐπομένως ἐξασφαλίζει καλή σαφήνεια εἰκόνας γιά μεγάλες γωνίες ἀποκλίσεως.

- Δέν ἀπαιτεῖται ρύθμιση ἐστίασεως κατά τή λειτουργία τοῦ δέκτη. Στή μαγνητική ἐστίαση ἀπαιτεῖται ρύθμιση, ἐπειδή μέ μεταβολή τῆς θερμοκρασίας τῶν ἀγωγῶν τοῦ πηνίου ἐστίασεως μεταβάλλεται ἡ ἀντίστασή τους καί ἐπομένως μεταβάλλεται τό ρεῦμα μαγνητίσεως. Αὐτό προκαλεῖ καταστροφή τῆς ἐστίασεως.

- Εἶναι πιό οικονομική, ἐπειδή δέν ἀπαιτεῖται χάλκινη περιέλιξη, ὅπως γιά τήν κατασκευή πηνίου ἐστίασεως, καί ἐπειδή δέν καταναλώνεται ἡλεκτρική ἐνέργεια γιά τή μαγνήτιση τοῦ συστήματος.

2.7.2 Ὁθόνη.

Βασικό συστατικό τμήμα τῶν εἰκονογράφων εἶναι ἡ ὀθόνη. Κατασκευάζεται ἀπό ὕλη πού ἔχει τήν ἱκανότητα νά φωτίζει, ὅταν βομβαρδίζεται ἀπό τήν ἡλεκτρονική δέσμη. Οἱ ὕλες αὐτές ὀνομάζονται **φθορίζουσες** καί ἡ ἰδιότητά τους νά φωτίζουν μέ ἡλεκτρονικό βομβαρδισμό ὀνομάζεται «φθορισμός». Ὡς φθορίζουσες ὕλες γιά τήν κατασκευή τῶν ὀθονῶν χρησιμοποιοῦνται συνήθως ὀξείδια καί θειικά ἅλατα ψευδαργύρου, καδμίου, μαγνησίου καί πυριτίου.

Οἱ φθορίζουσες ὀθόνες χαρακτηρίζονται ἀπό τό συντελεστή φωτοαποδόσεως, τό χρόνο ἐμμονῆς φωτισμοῦ καί τό χρόνο φωτισμοῦ. Τά παραπάνω χαρακτηριστικά ἐξαρτῶνται ἀπό τή σύσταση τῆς φθορίζουσας ὕλης.

α) Συντελεστής φωτοαποδόσεως.

Ἡ ἐνταση τοῦ φωτός πού ἀκτινοβολεῖται ἀπό τή φθορίζουσα ὀθόνη εἶναι ἀνάλογη πρὸς τό γινόμενο τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος τῆς δέσμης ἐπὶ τήν ἐπιταχυντική τάση. Δηλαδή ἀνάλογη μέ τήν ἰσχύ πού καταναλώνεται ἀπό τήν ἡλεκτρονική δέσμη. Ὁ λόγος τῆς ἀκτινοβολοῦμενης ἐντάσεως φωτός μέ τήν ἰσχύ πού καταναλώνεται ὀνομάζεται **συντελεστής φωτοαποδόσεως** τῆς ὀθόνης. Ὁ συντελεστής φωτοαποδόσεως τῶν ὀθονῶν κυμαίνεται μεταξύ 1 - 5 Cd/W (κηρία ἀνά βᾶττι).

β) Χρόνος ἐμμονῆς φωτισμοῦ.

Ὅλες οἱ γνωστές φθορίζουσες οὐσίες, πού διεγείρονται ἀπό τήν ἡλεκτρονική δέσμη, ἐξακολου-

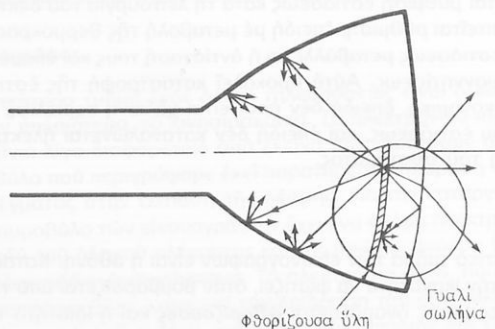
θούν να φωτίζουν και ύστερα από τη διακοπή της διεγέρσεως. Ο χρόνος κατά τον οποίον η όθονη φωτίζει ύστερα από τη διακοπή ή τη μετακίνηση της δέσμης ονομάζεται **χρόνος έμμονης φωτισμού**. Ο χρόνος αυτός δέν πρέπει να υπερβαίνει τό 0,1 sec, δηλαδή τό χρόνο μεταισθήματος. Σε αντίθετη περίπτωση ή εικόνα ενός κινούμενου αντικειμένου θά αφήνει πίσω της ίχνος (ουρά). Ο χρόνος έμμονης φωτισμού στίς όθόνες τών εικονογράφων κυμαίνεται μεταξύ 0,01 - 0,1 sec.

γ) Χρώμα φωτισμού.

Τά πειράματα έδειξαν ότι τό πιό εύχάριστο γιά τό μάτι χρώμα τής όθόνης είναι τό λευκό ή τό χρώμα πού πλησιάζει πρός τό λευκό. Γιά τήν έπιτυχία λευκού χρωματισμού τών όθονών χρησιμοποιούνται μίγματα φθοριζουσών ουσιών.

2.7.3 Μεταλλοποίηση όθόνης.

Τό βομβαρδίζόμενο στοιχείο τής έπιφάνειας από μιά όθονη άκτινοβολεί φώς τόσο πρός τήν κατεύθυνση του τηλεθεατή όσο καί πρός τήν αντίθετη, δηλαδή πρός τό έσωτερικό του σωλήνα (σχ. 2.7β). Η αντίθετη αυτή άκτινοβολία προκαλεί έλάττωση τής λαμπρότητας τής όθόνης. Έξάλλου, οι αντίθετες φωτεινές άκτίνες προσπίπτουν στά τοιχώματα του σωλήνα καί ανακλώμενες από αυτά φωτίζουν από τό έσωτερικό όλη τήν έπιφάνεια τής όθόνης. Έτσι, σημειώνεται αύξηση τής λαμπρότητας τών μαύρων στοιχείων τής εικόνας καί έπομένως έλάττωση του κοντράστ της.



Σχ. 2.7β.

Κατανομή φωτεινών άκτίνων σέ άπλό σωλήνα.

Άκόμη, οι φωτεινές άκτίνες όρθης κατευθύνσεως μερικώς διέρχονται από τό γυαλί του σωλήνα καί δημιουργούν τήν ώφέλιμη όρατή εικόνα, ενώ μερικώς ανακλώνται από τήν έσωτερική έπιφάνεια του γυαλιού καί άφού έπιστρέψουν στην όθονη, τή φωτίζουν από τήν έσωτερική πλευρά γύρω από τό φωτεινό σημείο. Έξαιτίας αυτού, γύρω από τή φωτεινή κηλίδα τής όθόνης, πού βομβαρδίζεται από τήν ηλεκτρονική δέσμη, έμφανίζεται ένας άσθενέστερος δακτυλιοειδής φωτισμός (σχ. 2.7γ) πού ονομάζεται **φωτοστέφανο**. Έτσι, τό κοντράστ τών στοιχείων τής εικόνας στην περιοχή του φωτοστέφανου είναι πάντοτε μικρότερο από τό κοντράστ όλης τής εικόνας.

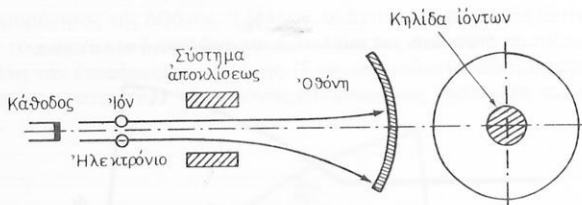
Γιά τήν κατάργηση τών άνωμαλιών αυτών, οι σύγχρονοι εικονογράφοι έχουν «μεταλλοποιημένες» όθόνες. Οι όθόνες αυτές φέρουν τό συνηθισμένο στρώμα

δευτερογενή ηλεκτρόνια, που σχηματίζουν ένα νέφος πίσω από την όθονη. Το αρνητικό αυτό νέφος επιβραδύνει τα πρωτογενή ηλεκτρόνια της δέσμης. Το μεταλλικό επιστρώμα συνδέεται ηλεκτρικά με την τελική άνοδο του σωλήνα και καταργεί το νέφος των ηλεκτρονίων.

Τέλος, το αλουμινένιο επιστρώμα προστατεύει την όθονη από την καταστρεπτική δράση των αρνητικών ιόντων, τα οποία πάντοτε υπάρχουν στην ηλεκτρονική δέσμη. Τη δράση των ιόντων αυτών ξεετάζουμε στη συνέχεια.

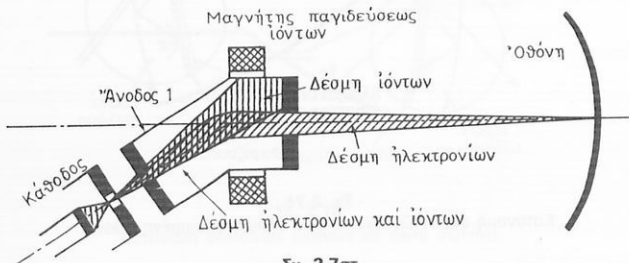
2.7.4 Κηλίδα ιόντων.

Στήν περιοχή της καθόδου του σωλήνα σχηματίζονται αρνητικά ιόντα, τα οποία μαζί με τα ηλεκτρόνια έπιταχύνονται από το ηλεκτρικό πεδίο των ανόδων και κινούνται προς την όθονη. Τα ιόντα έχουν μάζα πολύ μεγαλύτερη από τη μάζα των ηλεκτρονίων και πρακτικά δεν αποκλίνουν από τη δέσμη του μαγνητικού πεδίου αποκλίσεως του σωλήνα. Έπομένως, προσπίπτουν πάντοτε στο ίδιο σημείο της όθονης και στη θέση αυτή η φθορίζουσα ύλη καταστρέφεται. Η καταστροφή αυτή, και όταν υπάρχει εικόνα, εμφανίζεται με τη μορφή μιάς μαύρης κηλίδας (σχ. 2.7ε), που ονομάζεται **κηλίδα ιόντων**.



Σχ. 2.7ε.

Σχηματισμός της ιοντικής κηλίδας.



Σχ. 2.7στ.

Ιοντική παγίδα με μαγνήτη.

Η διάταξη που δεν επιτρέπει την πρόσπτωση αρνητικών ιόντων στην όθονη και επομένως την εμφάνιση ιοντικής κηλίδας, ονομάζεται **ιοντική παγίδα**. Στο σχήμα 2.7στ φαίνεται τομή ηλεκτρονικού πυροβόλου με ιοντική παγίδα. Ο τύπος αυτός ιοντικής παγίδας απαιτεί κάμψη του ηλεκτρονικού πυροβόλου. Ως αποτέλεσμα της κάμψης αυτής τα ηλεκτρόνια και τα ιόντα, ύστερα από την πρώτη έστιάση, τείνουν να προσπέσουν στο πλευρικό τοίχωμα της ανόδου. Στην περιοχή της κάμψης του πυροβόλου τοποθετείται ένας μαγνήτης, του οποίου το πεδίο κυρτώνει την τροχιά των ηλεκτρονίων έτσι, ώστε αυτά συνεχίζουν την κίνησή τους κατά μήκος του άξονα του σωλήνα σά να ήταν το πυροβόλο ευθύγραμμο. Το πεδίο αυτό δεν ενεργεί επάνω στα ιόντα και τα τελευταία προσπίπτουν στο πλευρικό τοίχωμα και στο διάφραγμα της ανόδου από την οποία και συλλέγονται. Οι πόλοι του μαγνήτη παγιδεύσεως ιόντων περιβάλλουν το λαιμό του σωλήνα. Η θέση του μαγνήτη είναι καθορι-

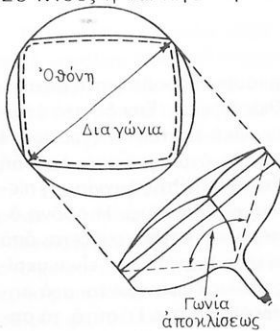
σμένη και με αλλαγή της ελαττώνεται ή φωτεινότητα της όθονης ή εμφανίζονται σκιές στις γωνίες της.

Στους σύγχρονους εικονογράφους με μεταλλοποιημένη όθονη δεν απαιτείται διάταξη ιοντικής παγίδας. Το μεταλλικό επίστρωμα της όθονης ενεργεί και ως ιοντική παγίδα, επειδή τα ιόντα δεν εισχωρούν μέσα σ' αυτό.

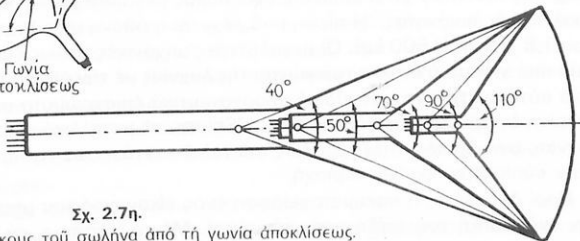
Τέλος σημειώνουμε ότι στους ηλεκτροστατικούς σωλήνες δεν δημιουργείται κηλίδα ιόντων, επειδή το ηλεκτρικό πεδίο προκαλεί απόκλιση των ιόντων, όπως και των ηλεκτρονίων.

2.7.5 Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά εικονογράφων.

Το μέγεθος ενός εικονογράφου καθορίζεται από τις διαστάσεις της όθονης του και από το μήκος του. Οι διαστάσεις της όθονης εκτιμούνται από το μήκος της διαγωνιάς της σε ίντσες ή εκατοστόμετρα (cm) (σχ. 2.7ζ). Στους σύγχρονους δέκτες τηλεόρασης χρησιμοποιούνται εικονογράφοι με διαγώνια όθονης που φθάνει τις 25 ίντσες ή και λίγο περισσότερο.



Σχ. 2.7ζ.
Το μέγεθος της όθονης.



Σχ. 2.7η.
Εξάρτηση του μήκους του σωλήνα από τη γωνία απόκλισης.

Για μία και την αυτή διάσταση όθονης, όσο μεγαλύτερη είναι η γωνία απόκλισης τόσο μικρότερο γίνεται το μήκος της λυχνίας. Η ελάττωση του μήκους της λυχνίας σε συνάρτηση με την αύξηση της γωνίας απόκλισης φαίνεται στο σχήμα 2.7η. Εικονογράφοι με γωνίες απόκλισης 70° και 90° συναντώνται σε δέκτες τηλεόρασης παλαιών κατασκευών. Οι γωνίες απόκλισης των εικονογράφων των σύγχρονων δεκτών είναι 110°.

Μπορεί να αποδειχθεί ότι με αύξηση της γωνίας απόκλισης της δέσμης από 70° σε 110° και με τις υπόλοιπες συνθήκες ίδιες, το ρεύμα που διαρρέει τα πηνία απόκλισης πρέπει να αυξηθεί κατά 1,44 φορές και η ισχύς απόκλισης περισσότερο από 2 φορές. Γι' αυτό κατά την κατασκευή εικονογράφων με γωνία απόκλισης 110° εμφανίσθηκε το πρόβλημα αύξησης της δραστηριότητας του συστήματος απόκλισης με ταυτόχρονη ελάττωση της ισχύος απόκλισης. Για τη λύση του προβλήματος αυτού ελαττώθηκε η διάμετρος των πηνίων απόκλισης. Η ελάττωση της διαμέτρου των πηνίων περιορίζει το μαγνητικό πεδίο σε μικρότερο όγκο, οπότε μεγαλώνει η δραστηριότητά του, ενώ ταυτόχρονα απαιτείται μικρότερη ισχύς για τη δημιουργία του. Η ελάττωση της διαμέτρου των πηνίων ά-

ποκλίσεως οδήγησε στην ελάττωση και της διαμέτρου του λαιμού των εικονογράφων (σχ. 2.7η). 'Η διάμετρος αυτή έγινε, από 38 mm για τις λυχνίες 70°, περίπου 29 mm για τις λυχνίες 110°.

Ένα από τα χαρακτηριστικά της όθονης των εικονογράφων είναι και το σχήμα της. Οι όθονες 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 όθονη του δέκτη εικόνα με λόγο 4:3. 'Αν, χωρίς γεωμετρικές παραμορφώσεις της εικόνας, καλυφθεί όλο το πλάτος της όθονης, παραμένει ακάλυπτο ένα μικρό τμήμα από το ύψος της. 'Αν πάλι καλυφθεί όλο το ύψος της όθονης από την εικόνα, τότε ένα τμήμα από το πλάτος της εικόνας (περίπου 6%) βγαίνει έξω από τα περιθώρια της όθονης. Στην πράξη γίνεται το δεύτερο και η εικόνα έχει ελαφρώς μεγαλύτερες οριζόντιες διαστάσεις.

2.7.6 Μηχανική αντοχή εικονογράφων.

'Η αύξηση των διαστάσεων των εικονογράφων δημιουργεί προβλήματα μηχανικής αντοχής των τοιχωμάτων και κυρίως της εμπρόσθιας όψεως. 'Επειδή στο έσω-τερικό των λυχνιών δεν υπάρχει αέρας, κάθε τετραγωνικό εκατοστόμετρο (cm^2) της επιφάνειάς της δέχεται από τα έξω την πίεση μιας ατμόσφαιρας, δηλαδή $1\text{kg}/\text{cm}^2$. Προκειμένου για το λαιμό και τα πλευρικά τοιχώματα της λυχνίας, η πίεση αυτή αντισταθμίζεται από το κυλινδρικό και κωνικό σχήμα τους. 'Η όθονη όμως, που τείνει να γίνει επίπεδη, έχει πάχος μεγαλύτερο και κατασκευάζεται από γυαλί καλής ποιότητας. 'Η πίεση που δέχεται η όθονη 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 όθονη της. Γι' αυτό, τα σημεία αυτά ενισχύονται με ειδικά προστατευτικά επιστρώματα συνήθως από πολυστερίνη ενισχυμένη με γυάλινες ίνες. 'Επίσης, το μεταλλικό στεφάνι στηρίζεις της λυχνίας στο έπιπλο τηλεοράσεως αποτελεί ταυτόχρονα και προστατευτικό μέσο στην ευαίσθητη εκείνη περιοχή.

Παρ' όλα αυτά, η κακομεταχείριση ενός εικονογράφου μπορεί να προκαλέσει την ενδόρρηξή του (ρήξη προς τα μέσα). Με το σπάσιμο, τα θραύσματα προσκρούουν στο έσωτερικό της λυχνίας και έκτινάσσονται 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 σημειώνουμε ότι για λόγους μηχανικής αντοχής οι διαστάσεις των εικονογράφων μπορούν να αυξηθούν ως ένα όρισμένο όριο. Για παρατήρηση εικόνων μεγάλων διαστάσεων χρησιμοποιούνται οι λεγόμενες «προβολικές» λυχνίες. Πρόκειται για μικρές λυχνίες με επίπεδη όθονη, που έχει διάμετρο γύρω στα 10 cm. 'Η έπιταχυντική τάση είναι 30 — 80 kV και το ρεύμα της δέσμης φθάνει τό 1 mA. Οι έπιταχυντικές τάσεις των συνηθισμένων λυχνιών φθάνουν ως τα 20 kV και τό ρεύμα της δέσμης είναι συνήθως 100 — 150 μA . 'Η λαμπρότητα της μικρής αυτής όθονης είναι πολύ ισχυρή. 'Η εικόνα που σχηματίζεται σ' αυτήν, προβάλλεται στη συνέχεια σε μεγάλη όθονη με τη βοήθεια ειδικού όπτικού συστήματος. Οι διαστάσεις της τελευταίας μπορούν να φθάσουν τις διαστάσεις κανονικής κινηματογραφικής όθονης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΕΙΚΟΝΟΛΗΠΤΕΣ

3.1 Ἀρχή λειτουργίας εικονοληπτῶν.

Είδαμε, ὅτι ἡ εἰκόνα κάθε ἀντικειμένου μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ὡς συνδυασμός πολύ μεγάλου ἀριθμοῦ στοιχείων μέ διαφορετικὴ φωτεινότητα (ἐδῶ δὲν λαμβάνεται ὑπόψη τὸ χρῶμα τῶν στοιχείων). Τὰ μαύρα στοιχεῖα τῆς εἰκόνας ἔχουν μικρὴ φωτεινότητα καὶ τὰ λευκά μεγάλη. Γιά τὴ λήψη ἡλεκτρικῶν σημάτων, πού νά ἀντιστοιχοῦν στὴ φωτεινότητα τῶν διαφόρων στοιχείων μιᾶς εἰκόνας, χρησιμοποιοῦνται εἰδικές συσκευές πού ὀνομάζονται **εἰκονολήπτες**.

Ἡ λειτουργία τῶν εἰκονοληπτῶν στηρίζεται βασικά στό φωτοηλεκτρικὸ φαινόμενο, τὸ ὁποῖο ἐδῶ παρέχει τὴ δυνατότητα ἀποθηκεύσεως, σέ κατάλληλη φωτοευαίσθητη πλάκα, ἡλεκτρικῶν φορτίων ἀντίστοιχων πρὸς τὴ φωτεινότητα κάθε στοιχείου μιᾶς εἰκόνας. Μποροῦμε νά ποῦμε ὅτι τὸ φωτοηλεκτρικὸ φαινόμενο χρησιμοποιεῖται στοὺς εἰκονολήπτες γιὰ τὴν ἡλεκτρικὴ «ἀποτύπωση» τῆς εἰκόνας σέ μία φωτοευαίσθητη πλάκα. Ἡ ἰδιόμορφη αὐτὴ ἡλεκτρικὴ εἰκόνα μετατρέπεται στὴ συνέχεια σέ μεταβαλλόμενο ἡλεκτρικὸ ρεῦμα.

Τὴν ἀρχὴ τῆς ἡλεκτρικῆς ἀποτυπώσεως εἰκόνων καὶ τῆς μετατροπῆς τους σέ ἡλεκτρικά σήματα, πού εἶχε μεγάλη ἐπίδραση στὴν ἐξέλιξη τῶν εἰκονοληπτῶν, θά ἐξετάσουμε στὴ συνέχεια.

Ἐνα ἀπλό κύκλωμα φωτοκύτταρου, πού μπορεῖ νά φορτίσει ἓνα πυκνωτὴ C μέσα ἀπὸ μίαν ἀντίσταση R , φαίνεται στό σχῆμα 3.1α. Ἡ ἐκφόρτιση τοῦ πυκνωτῆ γίνεται μέ τὸ κλείσιμο τοῦ διακόπτη Δ . Ὄταν τὸ φωτοκύτταρο προσβάλλεται ἀπὸ φῶς καὶ ὁ διακόπτης εἶναι ἀνοικτός, ὁ πυκνωτὴς φορτίζεται. Σύμφωνα μέ τὴ σχέση:

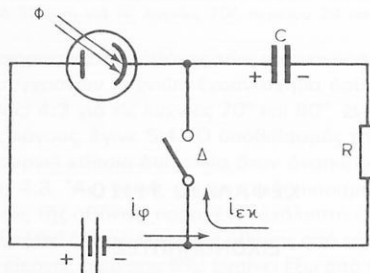
$$i_{\phi} = e\Phi \quad (3.1)$$

τὸ φωτόρρευμα ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴ φωτεινὴ ροὴ Φ , ἀφοῦ ἡ τάση V ἐφαρμόζεται ὁλόκληρη στό φωτοκύτταρο. Ἄν ἡ φόρτιση γίνῃ σέ χρόνο T , στὸν πυκνωτὴ θά ἀποθηκευθεῖ φορτίο:

$$q_{\phi} = i_{\phi} T \quad (3.2)$$

Ἡ τάση στά ἄκρα τοῦ πυκνωτῆ αὐξάνεται ἀνάλογα μέ τὸ φορτίο καὶ εἶναι:

$$u_c = \frac{q_{\phi}}{C} = \frac{i_{\phi} T}{C} = \frac{e\Phi}{C} T \quad (3.3)$$



Σχ. 3.1α.

Άρχη αποθήκευσης ηλεκτρικών φορτίων.

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. Κλείνουμε τώρα το διακόπτη Δ , όποτε ο πυκνωτής εκφορτίζεται μέσα από την αντίσταση R . Αν η «σταθερά χρόνου» εκφορτίσεως $\tau = RC$ είναι πολύ μικρότερη από το χρόνο φορτίσεως T , τότε το φορτίο, που απέκτησε ο πυκνωτής σε χρόνο T , τό χάνει σε χρόνο $\tau \ll T$. Για μέσο ρεύμα εκφορτίσεως $i_{εκ}$ θά έχομε (σχέση 3.2):

$$q_{εκ} = i_{εκ} \tau = i_{\phi} T = q_{\phi} \quad (3.4)$$

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

Από τη σχέση (3.4) λαμβάνομε:

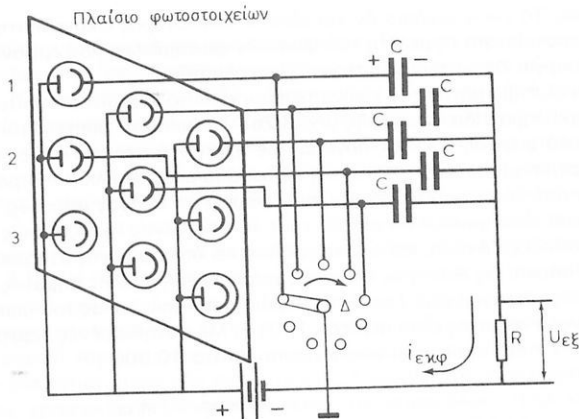
$$i_{εκ} = i_{\phi} \frac{T}{\tau} \gg i_{\phi} \quad (3.5)$$

επειδή είναι $\tau \ll T$.

Αυτό με λόγια μπορεί να εκφρασθεί ως εξής:

Τό μέσο ρεύμα εκφορτίσεως είναι τόσες φορές μεγαλύτερο από τό μέσο ρεύμα φορτίσεως, όσες φορές ο χρόνος φορτίσεως είναι μεγαλύτερος από τό χρόνο εκφορτίσεως. Στην πράξη ο λόγος T/τ μπορεί να γίνει πολύ μεγάλος και μέ ένα κύκλωμα ανάλογο με εκείνο του σχήματος 3.1α νά προκύψει ένίσχυση του άσθενούς ρεύματος του φωτοκύτταρου.

Είναι εύκολο τώρα νά αντιληφθοϋμε τή λειτουργία ενός άπλου εικονολήπτη μέ αποθήκευση ηλεκτρικών φορτίων. Στο σχήμα 3.1β φαίνεται ένα πλαίσιο πού περιέχει φωτοκύτταρα τοποθετημένα πολύ κοντά μεταξύ τους και έτσι, ώστε νά σχηματίζουν γραμμές καί στήλες. Κάθε φωτοκύτταρο συνδέεται σέ ιδιαίτερο πυκνωτή καί όλοι οι πυκνωτές έχουν ίδια χωρητικότητα. Οι δεξιοί όπλισμοί τών πυκνωτών συνδέονται σέ κοινή αντίσταση R . Κάθε φωτοκάθοδος συνδέεται σέ ιδιαίτερη επαφή ενός μεταγωγικού διακόπτη Δ , του όποιου ο δρομέας μέ μιά περιστροφή με-



Σχ. 3.1β.

Στοιχειώδης εικονολήπτης με αποθήκευση ηλεκτρικών φορτίων.

ταφέρεται σέ όλα τά φωτοκύτταρα καί έκφορτίζει όλους τούς πυκνωτές μέ τή σειρά.

Έστω ότι στό πλαίσιο τών φωτοκυττάρων προβάλλεται μία εικόνα. Άνάλογα μέ τή φωτεινότητα τών διαφόρων στοιχείων τής εικόνας, κάθε φωτοκύτταρο θά δέχεται διαφορετική φωτεινή ροή καί κάθε πυκνωτής θά άποκτά διαφορετικό φορτίο. Έτσι, άν τά φωτοκύτταρα τής σειράς 1 δέχονται λευκά στοιχεία τής εικόνας, τής σειράς 2 μαύρα καί τής σειράς 3 γκρίζα, οί τάσεις φορτίσεως τών αντίστοιχων πυκνωτών θά είναι άνάλογες μέ τή φωτεινότητα αὐτών τών στοιχείων. Έπομένως, ή κατανομή φωτεινότητας στήν εικόνα μετατρέπεται σέ κατανομή τάσεων (ή φορτίων) στό πλαίσιο τών πυκνωτών. Η κατανομή αὐτή τών τάσεων όνομάζεται **ανάγλυφο δυναμικοῦ**.

Στό σχηματισμό τοῦ ανάγλυφου δυναμικοῦ εργάζονται ταυτόχρονα όλα τά φωτοκύτταρα, δηλαδή χρησιμοποιεῖται όλόκληρη ή φωτεινή ροή τής όπτικής εικόνας. Η έκφόρτιση όμως γίνεται μέ τή βοήθεια τοῦ μεταγωγικοῦ διακόπτη, ό όποῖος διαδοχικά έκφορτίζει τούς πυκνωτές μέσα από τήν κοινή αντίσταση R. Τά ένισχυμένα ρεύματα έκφορτίσεως δημιουργοῦν στά άκρα τής αντίστασεως τό σήμα εικόνας. Γιά τήν πρώτη σειρά τών φωτοκυττάρων τό σήμα είναι μεγάλο (λευκά στοιχεία εικόνας), γιά τή δεύτερη μηδενικό (μαύρα στοιχεία) καί γιά τήν τρίτη έχει μιάν ένδιάμεση τιμή (γκρίζα στοιχεία).

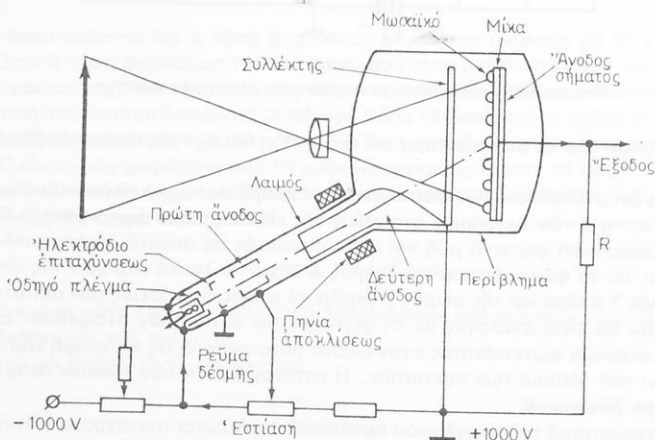
Η περιγραφείσα άρχή αποθηκεύσεως φορτίων καί έπομένως άρχή άποτυπώσεως εικόνων μέ τή μορφή ηλεκτρικών φορτίων, χρησιμοποιεῖται εύρύτατα στούς εικονολήπτες πού εξετάζομε στή συνέχεια.

3.2 Εικονοσκόπιο.

Η ανακάλυψη τοῦ εικονοσκοπίου αποτέλεσε ιστορική καμπή στήν εξέλιξη τής τηλεοράσεως. Έδώ εφαρμόσθηκε πρῶτα ή ιδέα τής ηλεκτρικής άποτυπώσεως

μιᾶς εἰκόνας. Τό εἰκονοσκόπιο ἂν καί εἶναι ὁ παλαιότερος εἰκονολήπτης, εἶναι τό καλύτερο πρότυπο γιά τή μελέτη τῶν φυσικῶν φαινομένων, πού ἐμφανίζονται κατὰ τή λειτουργία ὅλων τῶν νεωτέρων εἰκονοληπτῶν.

Βασικό ἐξάρτημα αὐτοῦ τοῦ εἰκονοσκοπίου εἶναι τό μωσαϊκό, τοποθετημένο σέ γυάλινο περίβλημα εἰδικῆς μορφῆς (σχ. 3.2α). Τό μωσαϊκό ἀποτελεῖται ἀπό πάρα πολλούς πολὺ μικροὺς κόκκους ἀργύρου μέ ἡμιαγωγὸ στρῶμα ὀξειδίου τοῦ καΐσιου, πού φέρονται σέ λεπτή μονωτική πλάκα ἀπὸ μίκα. Ἡ ἄλλη πλευρά τῆς μίκας καλύπτεται ἀπὸ ἀγώγιμο ἐπίστρωμα πού ὀνομάζεται **ἄνοδος σήματος**. Οἱ κόκκοι τοῦ μωσαϊκοῦ εἶναι μονωμένοι μεταξύ τους καί ὁ καθένας ἐργάζεται ὡς στοιχειώδους φωτοκάθοδος. Ἀκόμη, κάθε κόκκος ἀποτελεῖ ὄπλισμό ἑνός στοιχειώδους πυκνωτῆ, τοῦ ὁποίου ὡς δεῦτερος ὄπλισμός χρησιμεύει ἡ ἄνοδος σήματος. Ἡ χωρητικότητα ἑνός τετραγωνικοῦ ἑκατοστομέτρου (cm^2) ἐπιφάνειας τοῦ μωσαϊκοῦ ὡς πρὸς τὴν ἄνοδο σήματος εἶναι περίπου 100 pF. Μέ συνηθισμένες διαστάσεις μωσαϊκοῦ $9 \times 12 \text{ cm}$ προκύπτει ὀλική χωρητικότητα 10.000 pF.



Σχ. 3.2α.

Τό εἰκονοσκόπιο μέ τή διάταξη τῶν εξαρτημάτων του.

Τό ἡλεκτρονικὸ πυροβόλο τοῦ εἰκονοσκοπίου εἶναι τοποθετημένο στό λαιμό τοῦ περιβλήματος καί μέ κάποια γωνία ὡς πρὸς τὴν ἐπιφάνεια τοῦ μωσαϊκοῦ μέ σκοπὸ νά ἀφήνει ἐλεύθερο χῶρο γιά τὴν πρόσπτωση τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων. Ἡ εἰκόνα προβάλλεται ἐπάνω στό μωσαϊκό μέ τὴ βοήθεια ὀπτικῶν φακῶν.

Ἡ ἐσωτερικὴ μεταλλικὴ ἐπάλειψη τοῦ περιβλήματος παίξει ρόλο δεύτερης ἀνόδου τοῦ ἡλεκτρονικοῦ πυροβόλου καί ταυτόχρονα προορίζεται γιά τὴ συλλογὴ τῶν φωτοηλεκτρονίων καί τῶν δευτερογενῶν ἡλεκτρονίων, πού ἐκπέμπονται ἀπὸ τό μωσαϊκό. Ἡ μεταλλικὴ αὐτὴ ἐπάλειψη ὀνομάζεται συνήθως **συλλέκτης**.

Μεταξύ τῆς ἀνόδου σήματος καί τοῦ συλλέκτη, πού εἶναι γειωμένοι, συνδέεται ἡ ἀντίσταση φορτίου R στὴν ὁποία ἀναπτύσσεται τό σῆμα εἰκόνας.

Μέ τὴν προβολὴ τῆς εἰκόνας στὴν ἐπιφάνεια τοῦ μωσαϊκοῦ, φεύγουν ἀπὸ τοὺς

φωτοευαίσθητους κόκκους του φωτοηλεκτρόνια. Τό ποσό τῶν ἐξερχομένων φωτοηλεκτρονίων θά εἶναι προσεγγιστικά ἀνάλογο μέ τό φωτισμό τῶν κόκκων τοῦ μωσαϊκοῦ. Ὁ μεγαλύτερος ἀριθμός ηλεκτρονίων θά φεύγει ἀπό τοὺς κόκκους στοὺς ὁποίους προβάλλονται λευκά στοιχεῖα εἰκόνας (μεγάλος φωτισμός). Ὁ μικρότερος, ἀπό τοὺς κόκκους στοὺς ὁποίους προβάλλονται μαύρα στοιχεῖα εἰκόνας (μικρός φωτισμός) καί ὁ ἐνδιάμεσος ἀριθμός ηλεκτρονίων θά φεύγει ἀπό τοὺς κόκκους στοὺς ὁποίους προβάλλονται γκρίζα στοιχεῖα εἰκόνας (ἐνδιάμεσος φωτισμός). Οἱ κόκκοι ὅμως εἶναι ὀπλισμοί τῶν στοιχειωδῶν πυκνωτῶν τοῦ μωσαϊκοῦ καί ἀφοῦ χάνουν ηλεκτρόνια, οἱ πυκνωτές φορτίζονται, ὅπως καί οἱ πυκνωτές τοῦ σχήματος 3.1β. Ἡ τάση φορτίσεώς τους θά εἶναι ἀνάλογη μέ τόν ἀριθμό τῶν ηλεκτρονίων πού ἔχασαν οἱ κόκκοι, δηλαδή ἀνάλογη μέ τή φωτεινότητα τῶν ξεχωριστῶν στοιχείων τῆς εἰκόνας. Ἔτσι, ἐπάνω στό μωσαϊκό «ἀποτυπώνεται» ἡ εἰκόνα μέ τή μορφή τάσεων φορτίσεως τῶν στοιχειωδῶν πυκνωτῶν του.

Γιά τήν ἐκφόρτιση τώρα τῶν πυκνωτῶν καί ἐπομένως τῆ δημιουργία τοῦ σήματος εἰκόνας, χρησιμεύει ἡ ηλεκτρονική δέσμη τοῦ πυροβόλου. Ἡ ηλεκτρονική δέσμη, πού παίζει ἐδῶ τό ρόλο τοῦ μεταγωγέα τοῦ σχήματος 3.1β διερευνᾷ περιοδικά τήν ἐπιφάνεια τοῦ μωσαϊκοῦ καί μεταφέρει στοὺς κόκκους τοῦ ηλεκτρόνια. Οἱ κόκκοι κρατοῦν ἀπό τή δέσμη ὅσα ηλεκτρόνια ἔχασαν μέ τήν προβολή τῆς εἰκόνας καί ἐπομένως οἱ στοιχειώδεις πυκνωτές ἐκφορτίζονται. Ἡ διαδοχική ἐκφόρτιση τῶν ἀνομοιομόρφως φορτισμένων στοιχειωδῶν πυκνωτῶν τοῦ μωσαϊκοῦ, προκαλεῖ τήν κυκλοφορία μεταβαλλόμενου ρεύματος μέσα ἀπό τήν ἀντίσταση φορτίου R , τό ὁποῖο δημιουργεῖ τό σῆμα εἰκόνας.

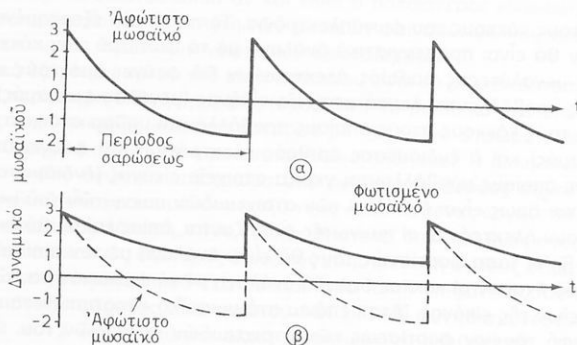
Ἡ λειτουργία τοῦ εἰκονοσκοπίου ὅπως τήν περιγράψαμε εἶναι ἐντελῶς στοιχειώδης, γιατί δέ λάβαμε ὑπόψη τῆ δευτερογενῆ ἐκπομπή ηλεκτρονίων πού σημειώνεται, ὅταν τό μωσαϊκό βομβαρδίζεται ἀπό τήν ηλεκτρονική δέσμη. Μία λεπτομερέστερη μελέτη τῆς λειτουργίας τοῦ εἰκονοσκοπίου μπορεῖ νά γίνει σέ τρία στάδια. Στό πρῶτο ἐξετάζεται ἡ διερεύνηση τοῦ μωσαϊκοῦ, ἀπό τήν ηλεκτρονική δέσμη, ὅταν εἶναι ἀφώτιστο, στό δεύτερο ὁ σχηματισμός τοῦ ἀνάγλυφου δυναμικοῦ στό μωσαϊκό καί στό τρίτο ἡ δημιουργία τοῦ σήματος εἰκόνας.

3.2.1 Διερεύνηση ἀφώτιστου μωσαϊκοῦ.

Ἄς ὑποθέσουμε ὅτι τό μωσαϊκό τοῦ εἰκονοσκοπίου διερευνᾶται ἀπό τήν ηλεκτρονική δέσμη χωρίς νά προβάλλεται σ' αὐτό ἡ εἰκόνα, δηλαδή ὅταν εἶναι ἀκόμη ἀφώτιστο. Τά ηλεκτρόνια τῆς δέσμης προσπίπτουν στό ἀφώτιστο μωσαϊκό μέ μεγάλη ταχύτητα, πού καθορίζεται ἀπό τήν τάση τοῦ συλλέκτη (περίπου 1000V), καί προκαλοῦν τήν ἐξοδὸ δευτερογενῶν ηλεκτρονίων ἀπό τοὺς κόκκους του. Ἐξ αἰτίας αὐτοῦ τό βομβαρδιζόμενο ἀπό τήν ηλεκτρονική δέσμη τμήμα τοῦ μωσαϊκοῦ ἀποκτᾷ θετικό δυναμικό ὡς πρὸς τό συλλέκτη, πού μπορεῖ νά φθάσει τήν τιμὴ τῶν 3 V. Ἐνας ἀριθμός δευτερογενῶν ηλεκτρονίων, πού εἶναι ἴσος ἀκριβῶς μέ τόν ἀριθμὸ τῶν πρωτογενῶν ηλεκτρονίων τῆς δέσμης, φθάνει στό συλλέκτη καί ἀπὸ ἐκεῖ στήν κάθοδο τοῦ πυροβόλου μέσα ἀπὸ τήν πηγὴ τροφοδοτήσεως. Τά ὑπόλοιπα δευτερογενῆ ηλεκτρόνια ἐπιστρέφουν στό μωσαϊκό καί διασκορπίζονται σέ ὅλα τὰ τμήματά του, πού ἐκεῖν τῇ στιγμῇ δέν προσβάλλονται ἀπὸ τή δέσμη. Τά τμήματα αὐτά τοῦ μωσαϊκοῦ, πού δέχονται τὰ δευτερογενῆ ηλεκτρόνια, ἀποκτοῦν ἀρνητικό δυναμικὸ 1,5 V ὡς πρὸς τό συλλέκτη. Ἔτσι, κατὰ τή διερεύνηση τῆς ἀφώτιστης ἐπιφάνειας τοῦ μωσαϊκοῦ ἀπὸ τήν ηλεκτρονική δέσμη, τό δυναμικὸ κάθε στοιχείου του, τῇ στιγμῇ τοῦ βομβαρδισμοῦ του ἀπὸ τή δέσμη, ἀνεβαίνει ὡς τὰ + 3 V, ἐνῶ τὸν ὑπόλοιπο χρόνὸ πέφτει ὡς τὸ - 1,5 V. Τὰ δυναμικά + 3 V καί - 1,5 V εἶναι ὀριακά καί, ὅπως δείχνουν ἡ θεωρία καί ἡ πράξη, δέν μποροῦν νά ξεπερασθοῦν ποτέ.

Ἡ καμπύλη μεταβολῆς τοῦ δυναμικοῦ ἐνὸς ἀφώτιστου στοιχείου τῆς ἐπιφάνειας τοῦ μωσαϊκοῦ φαίνεται στό σχῆμα 3.2β(α).

Ἡ ἀπότομη αὐξηση τοῦ δυναμικοῦ τοῦ μωσαϊκοῦ ὡς τὰ + 3 V καί ἡ βαθμιαία πτώση του ὡς τὸ - 1,5 V εἶναι ἀκριβῶς ἡ ἴδια γιὰ ὅλη τήν ομάδα τῶν κόκκων, πού προσβάλλεται ἀπὸ τή δέσμη. Ἡ χωρική ἐπίδραση ὁλων μαζί τῶν κόκκων ἐπάνω στήν ἀνοδὸ σήματος εἶναι σέ κάθε στιγμῇ ἡ ἴδια καί



Σχ. 3.2β.

Καμπύλες μεταβολής του δυναμικού του μωσαϊκού.

Έτσι μεταξύ του μωσαϊκού και της ανόδου σήματος, δηλαδή μεταξύ των όπλισμών των στοιχειωδών πυκνωτών, άποκαθίσταται μία σταθερή και πολύ μικρή θετική τάση. Γνωρίζουμε όμως ότι, με σταθερή διαφορά δυναμικού μεταξύ των όπλισμών ενός πυκνωτή, δεν δημιουργείται ρεύμα. Έπομένως, κατά τη διερεύνηση του αφώτιστου μωσαϊκού από την ηλεκτρονική δέσμη, το εικονοσκόπιο δεν παρέχει σήμα στην έξοδό του.

3.2.2 Σχηματισμός ανάγλυφου δυναμικού.

Με την προβολή της εικόνας στην επιφάνεια του μωσαϊκού, από τα φωτιζόμενα στοιχεία του εξέρχονται φωτοηλεκτρόνια, από τα οποία μερικά φθάνουν στο συλλέκτη και μερικά επιστρέφουν στο μωσαϊκό. Το ποσό των εξερχομένων φωτοηλεκτρονίων θα είναι προσεγγιστικά ανάλογο με το φωτισμό των ξεχωριστών στοιχείων του μωσαϊκού. Τα εξερχόμενα φωτοηλεκτρικά αντίστοιχίζουν μερικώς την ελάττωση του δυναμικού του μωσαϊκού, που σημειώνεται από την επιστροφή των δευτερογενών ηλεκτρονίων. Έτσι, το δυναμικό των φωτισμένων στοιχείων του μωσαϊκού θα είναι μεγαλύτερο (περίπου + 1 V) από το δυναμικό των αφώτιστων στοιχείων (- 1,5 V). Όταν τα φωτισμένα στοιχεία του μωσαϊκού βομβαρδίζονται από την ηλεκτρονική δέσμη, το δυναμικό τους θα ανυψώνεται από το +1 V ως τα + 3 V. Όσο μεγαλύτερος είναι ο φωτισμός δεδομένου στοιχείου, τόσο πλησιέστερα προς την οριακή τιμή των + 3 V θα βρίσκεται το δυναμικό του κατά τη στιγμή του βομβαρδισμού του από τη δέσμη. Η καμπύλη μεταβολής του δυναμικού ενός φωτισμένου στοιχείου του μωσαϊκού φαίνεται στο σχήμα 3.2β(β).

Η κατανομή δυναμικού που δημιουργείται στα ιδιαίτερα στοιχεία του μωσαϊκού, λόγω της φωτοηλεκτρονικής έκπομπης, λίγο πριν από το βομβαρδισμό τους από τη δέσμη, είναι ανάλογη με τη φωτεινότητα των διαφόρων στοιχείων της προβαλλόμενης εικόνας. Με την κατανομή αυτή, που την όνομάσαμε ήδη «ανάγλυφο δυναμικού», γίνεται ηλεκτρική «άποτύπωση» της εικόνας στο μωσαϊκό.

3.2.3 Δημιουργία σήματος εικόνας.

Κατά την περιοδική διερεύνηση της φωτιζόμενης επιφάνειας του μωσαϊκού από την ηλεκτρονική δέσμη από την ανύψωση του δυναμικού όλων των στοιχείων του ως την οριακή τιμή των + 3 V, ο αριθμός των δευτερογενών ηλεκτρονίων που επιστρέφουν στο συλλέκτη δεν είναι σταθερός. Είναι φανερό ότι από τα στοιχεία που έχουν πιο υψηλό δυναμικό θα φεύγουν λιγότερα ηλεκτρόνια παρά από τα στοιχεία που έχουν πιο χαμηλό δυναμικό. Η άνιση έκπομπη δευτερογενών ηλεκτρονίων από τα στοιχεία του μωσαϊκού προκαλεί διαταραχή της ηλεκτρικής ισορροπίας μεταξύ των ηλεκτρονίων που φέρνει η δέσμη στο μωσαϊκό και εκείνων που φεύγουν από αυτό προς το συλλέκτη. Η διαταραχή αυτή επιδρά χωρητικώς στην άνοδο σήματος και την αναγκάζει να διώξει προς την πηγή τόσα ηλεκτρόνια, όσα απαιτούνται κάθε φορά για να συμπληρωθούν τα ηλεκτρόνια της δέσμης. Έτσι, από

τήν αντίσταση φορτίου κυκλοφορεί μεταβαλλόμενο ρεύμα, που δημιουργεί το σήμα εικόνας. Όσο πιο φωτισμένο είναι το βομβαρδιζόμενο στοιχείο του μωσαϊκού τόσο υψηλότερο είναι το δυναμικό του και επομένως τόσο μικρότερο θα είναι το ρεύμα συλλέκτη και τόσο μεγαλύτερο το ρεύμα της άνοδου σήματος. Έτσι, η αύξηση της φωτεινότητας του βομβαρδιζόμενου στοιχείου αντιστοιχεί στην εμφάνιση άρνητικού σήματος στην έξοδο. Επειδή συνεχής συνιστώσα δεν μπορεί να περάσει από τη χωρητικότητα, που σχηματίζεται μεταξύ μωσαϊκού και άνοδου σήματος, η αντίσταση φορτίου δεν διαρρέεται από ρεύμα ανάλογο με τη μέση φωτεινότητα της μεταδιδόμενης εικόνας.

Κατά το βομβαρδισμό άφωτιστων στοιχείων του μωσαϊκού, το ρεύμα συλλέκτη ισούται με το ρεύμα της αρχικής δέσμης. Η ύπαρξη «ανάγλυφου δυναμικού» ανυψώνει το δυναμικό του μωσαϊκού ως προς το συλλέκτη. Η ανύψωση του δυναμικού του μωσαϊκού δημιουργεί επιβραδυντικό πεδίο για τα δευτερογενή ηλεκτρόνια που πετούν προς το συλλέκτη με αποτέλεσμα το ρεύμα του τελευταίου να ελαττώνεται. Στην όριακή περίπτωση ούτε ένα από τα δευτερογενή ηλεκτρόνια δεν μπορεί να φύγει από το μωσαϊκό και το ρεύμα συλλέκτη μηδενίζεται. Έτσι, το ρεύμα συλλέκτη μπορεί να μεταβάλλεται μόνο στα όρια από μηδέν ως το μέγεθος που είναι ίσο με το ρεύμα της αρχικής δέσμης. Στα ίδια όρια μπορεί να μεταβάλλεται και το ρεύμα σήματος. Επομένως, το ρεύμα σήματος του εικονοσκοπίου δεν μπορεί να υπερβεί την τιμή του ρεύματος της δέσμης.

3.2.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του εικονοσκοπίου.

Τα **πλεονεκτήματα** του εικονοσκοπίου είναι:

- Η παροχή εικόνας με μεγάλη σαφήνεια.
- Οί μικροί έσωτερικοί του θόρυβοι.
- Η καλή μεταφορά κλιμακώσεως της φωτεινότητας.
- Η μεγάλη διάρκεια ζωής και
- Η υψηλή σταθερότητα σήματος.

Τα **μειονεκτήματά** του είναι:

- Η χαμηλή εύαισθησία.
- Η εμφάνιση τραπεζοειδούς παραμορφώσεως στην εικόνα.
- Η εμφάνιση μαύρων κηλίδων στην εικόνα και
- Η εξάρτηση της εύαισθησίας του από το φωτισμό.

Επειδή το εικονοσκόπιο έχει μικρή εύαισθησία, απαιτείται αρκετά ισχυρός φωτισμός των προβαλλομένων αντικειμένων (5000 - 10.000 Lx). Τέτοιοι φωτισμοί μπορούν να δημιουργηθούν μόνο στα στούντιο. Σήμερα όμως ούτε και στα στούντιο χρησιμοποιείται το εικονοσκόπιο. Τό συναντά κανείς σέ ειδικές περιπτώσεις, όπως, π.χ., κατά την έκπομπή κινηματογραφικών ταινιών, όπου γίνεται χρήση των πλεονεκτημάτων του και κυρίως της μεγάλης σαφήνειας της εικόνας και των χαμηλών έσωτερικών θορύβων.

Ας εξετάσουμε τα μειονεκτήματα του εικονοσκοπίου.

Η χαμηλή εύαισθησία έξηγείται ως έξης:

Επειδή μεταξύ μωσαϊκού και συλλέκτη δεν εφαρμόζεται τάση, ένα μικρό μόνο μέρος από τα φωτοηλεκτρόνια φθάνουν στο συλλέκτη. Σημαντικό τμήμα των φωτοηλεκτρονίων, που έξερχονται από το μωσαϊκό, έπιστρέφουν πάλι στην επιφάνειά του. Στο συλλέκτη φθάνουν μόνο τα φωτοηλεκτρόνια που έχουν σχετικά μεγάλη άρχική ταχύτητα κατά την έξοδό τους από το μωσαϊκό.

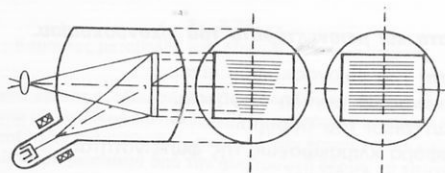
Η έπιστροφή φωτοηλεκτρονίων στο μωσαϊκό ελαττώνει το «βάθος» του ανάγλυφου δυναμικού, δηλαδή αποθηκεύονται τώρα λιγότερα φορτία στους φωτοεπαθείς κόκκους και επομένως οι τελευταίοι παρέχουν μικρότερο ρεύμα σήματος όταν έκφορτίζονται. Έτσι, η εύαισθησία του μωσαϊκού έμφανίζεται μειωμένη και το σήμα εικόνας είναι περίπου 15 - 20 φορές μικρότερο από εκείνο που θα είχαμε αν όλα τα φωτοηλεκτρόνια έφθαναν στο συλλέκτη.

Η τραπεζοειδής παραμόρφωση της εικόνας οφείλεται στο ότι η ηλεκτρονική δέσμη σχηματίζει, με την κάθετο στην επιφάνεια του μωσαϊκού, γωνία περίπου 30°. Λόγω της κλίσεως αυτής και όταν η

γωνία απόκλισης της δέσμης παραμένει η ίδια, οι κατώτερες γραμμές σαρώσεως του μωσαϊκού είναι βραχύτερες από τις ανώτερες (σχ. 3.2γ). Για την κατάργηση της τραπεζοειδούς παραμορφώσεως τα πηνία οριζόντιας απόκλισης της δέσμης διαρρέονται από πριονωτό ρεύμα ειδικής μορφής.

Η μαύρη κηλίδα δημιουργείται από το ότι τα δευτερογενή ηλεκτρόνια που επιστρέφουν στο μωσαϊκό, κατανέμονται άνισα στην επιφάνειά του. Τα περισσότερα πέφτουν στο κέντρο του μωσαϊκού και στο τμήμα αυτό το δυναμικό του ελαττώνεται ή, όπως λέγεται, εμφανίζεται εκεί ένας «λάκκος δυναμικού». Η μορφή του «λάκκου» και η θέση του στην επιφάνεια του μωσαϊκού μεταβάλλονται, έπειδή εξαρτώνται από το χαρακτήρα της μεταδιδόμενης εικόνας που επιδρά στην κατανομή του δυναμικού. Στην όθονη του εικονογράφου του δέκτη, ο «λάκκος δυναμικού» εμφανίζεται με τη μορφή ελαττώσεως της λαμπρότητας σε ένα τμήμα της εικόνας, γι' αυτό και ονομάζεται «μαύρη κηλίδα». Για την απομάκρυνση των μαύρων κηλίδων από την εικόνα, χρησιμοποιούνται ειδικά κυκλώματα στο εικονοσκόπιο που δημιουργούν σήματα αντίσταθμίσσεως των «λάκκων δυναμικού».

Τέλος, η εξάρτηση της εύαισθησίας του μωσαϊκού του εικονοσκοπίου από το φωτισμό είναι επίσης ένα μειονέκτημα. Στα πολύ φωτιζόμενα μέρη του μωσαϊκού το δυναμικό ισορροπίας μεγαλώνει και ένισχυται το αρνητικό φορτίο χώρου κοντά τους. Το φορτίο αυτό αντισταθμίζεται στην έξοδο φωτοηλεκτρονίων από το μωσαϊκό, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η εύαισθησία του.



Σχ. 3.2γ.

Η τραπεζοειδής παραμόρφωση της εικόνας στο εικονοσκόπιο.

3.3 Ύπερεικονοσκόπιο.

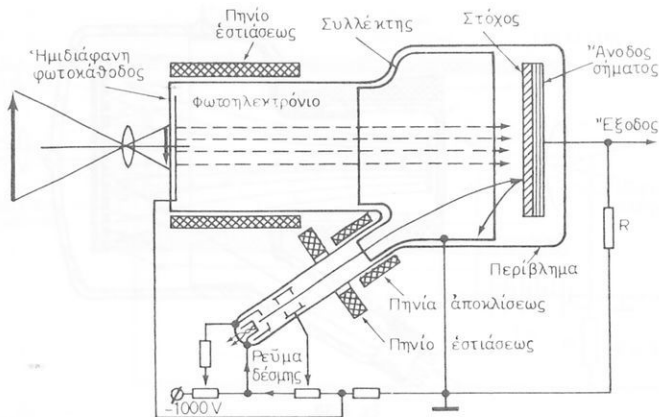
Με σκοπό την κατάργηση των μειονεκτημάτων του εικονοσκοπίου και κυρίως την αύξηση της εύαισθησίας του, κατασκευάσθηκε ένα νέο εικονοσκόπιο με «μεταφορά εικόνας», που ονομάζεται «ύπερεικονοσκόπιο».

Η διάταξη των εξαρτημάτων του ύπερεικονοσκοπίου φαίνεται στο σχήμα 3.3α. Η εργασία της έκπομπής φωτοηλεκτρονίων και της αποθηκεύσεως φορτίων, που γίνεται από το μωσαϊκό του εικονοσκοπίου, εδώ κατανέμεται μεταξύ δύο ανεξαρτήτων ηλεκτροδίων: της **φωτοκαθόδου** και του **στόχου**.

Η φωτοκάθοδος είναι ένα ημιδιάφανο στρώμα φωτοευπαθούς ουσίας προσκολλημένης στην έσωτερική επιφάνεια του σωλήνα. Οι φωτεινές ακτίνες προσπίπτουν στη φωτοκάθοδο από την πλευρά την αντίθετη προς τη διεύθυνση των έκπεμπομένων φωτοηλεκτρονίων. Η φωτοκάθοδος φέρει αρνητικό δυναμικό ως προς το συλλέκτη μερικών εκατοντάδων βόλτ.

Ο στόχος διαφέρει από το μωσαϊκό του εικονοσκοπίου. Οι κόκκοι του δεν είναι φωτοευπαθείς, αλλά είναι κατάλληλοι για την έκπομπη δευτερογενών ηλεκτρονίων, όταν προσπίπτουν επάνω τους πρωτογενή ηλεκτρόνια.

Επειδή το δυναμικό του στόχου διατηρείται περίπου ίσο με το δυναμικό του συλλέκτη, μεταξύ της φωτοκαθόδου και του στόχου σχηματίζεται έπιταχυντικό ηλεκτρικό πεδίο, που υποχρεώνει όλα τα εξερχόμενα από την κάθοδο φωτοηλεκτρόνια να προσπίπτουν στο στόχο. Το μαγνητικό πεδίο έστιάσεως, που δημιουργείται από ειδικό πηνίο, κατευθύνει τις τροχιές των φωτοηλεκτρονίων κατά μήκος των δυναμικών γραμμών και έτσι συμβάλλει στην κάθετη πρόσπτωσή τους στην



Σχ. 3.3α.

Το υπερεικονοσκόπιο με τη διάταξη των εξαρτημάτων του.

επιφάνεια του στόχου. Τά φωτοηλεκτρόνια αποκτούν σημαντική ταχύτητα στο επιταχυντικό πεδίο και εκβάλλουν από το στόχο δευτερογενή ηλεκτρόνια σε ποσότητα ανάλογη με το φωτισμό των αντιστοίχων στοιχείων της φωτοκάθοδου. Έτσι, δημιουργείται στο στόχο το «ανάγλυφο δυναμικού», που είναι ανάλογο με τη φωτεινή εικόνα που προβάλλεται στην φωτοκάθοδο. Η διεργασία σχηματισμού της δευτερογενούς αυτής εικόνας στο στόχο με τη βοήθεια των φωτοηλεκτρονίων της φωτοκάθοδου, πήρε την ονομασία **μεταφορά ηλεκτρονικής εικόνας**.

Η μετατροπή του ανάγλυφου δυναμικού σε σήμα εικόνας γίνεται, όπως και στο εικονοσκόπιο, με τη διερεύνηση της επιφάνειας του στόχου από την ηλεκτρονική δέσμη του πυροβόλου.

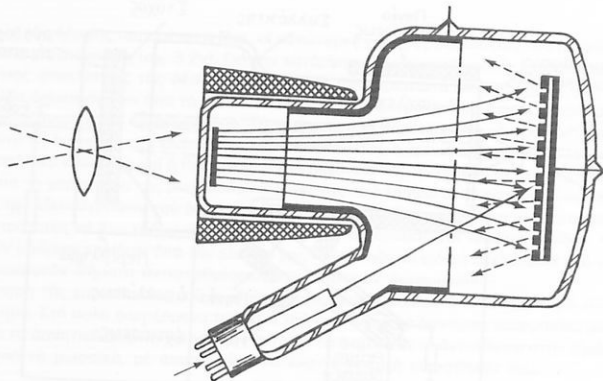
Η ευαισθησία του υπερεικονοσκοπίου είναι περίπου 10 φορές μεγαλύτερη από εκείνη του εικονοσκοπίου.

Άλλο πλεονέκτημα είναι η μεγέθυνση της εικόνας, που μπορούμε να πετύχουμε (σχ. 3.3β). Με ειδική μορφή του πηνίου έστιασως, δημιουργούμε απόκλιση των δυναμικών γραμμών του πεδίου του από τη φωτοκάθοδο προς το στόχο, όπως φαίνεται στο σχήμα. Στην περίπτωση αυτή οι τροχιές των φωτοηλεκτρονίων αποκλίνουν κατά τον ίδιο τρόπο και με την πρόσπτωση των τελευταίων στο στόχο σχηματίζεται μεγεθυμένη ηλεκτρονική εικόνα.

Το υπερεικονοσκόπιο διατηρεί τα μειονεκτήματα της τραπεζοειδούς παραμορφώσεως και της μαύρης κηλίδας που έχει και το απλό εικονοσκόπιο.

Το υπερεικονοσκόπιο, λόγω της μεγαλύτερης ευαισθησίας του, σε σύγκριση με το εικονοσκόπιο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τηλεοπτικές έκπομπές με συνηθισμένο φωτισμό. Υπάρχουν υπερεικονοσκόπια που για την κανονική τους λειτουργία χρειάζονται φωτισμό 400 - 500 Lx.

Σήμερα χρησιμοποιείται βασικά στα στούντιο για τη μετάδοση κινηματογραφικών ταινιών.



Σχ. 3.3β.

Η μεγέθυνση της εικόνας με το υπερεικονοσκόπιο.

Η μεγαλύτερη ευαισθησία του υπερεικονοσκοπίου σε σύγκριση με το απλό εικονοσκόπιο οφείλεται στους εξής λόγους:

— Η φωτεινή ροή που προσπίπτει στη φωτοκάθοδο, χρησιμοποιείται ολόκληρη, επειδή η φωτοκάθοδος είναι συμπαγής και όχι μωσαϊκό.

— Χρησιμοποιείται ολόκληρη η φωτοεκπομπή, επειδή μεταξύ φωτοκαθόδου και στόχου υπάρχει επιταχυντικό πεδίο και όλα τα φωτοηλεκτρόνια που βγαίνουν από τη φωτοκάθοδο, προσπίπτουν στο στόχο.

— Γίνεται εκμετάλλευση της δευτερογενούς έκπομπής του στόχου για το σχηματισμό του ανάγλυφου δυναμικού. Κάθε φωτοηλεκτρόνιο ελευθερώνει πολλαπλάσιο αριθμό ηλεκτρονίων από το στόχο και έτσι η εικόνα «αποτυπώνεται» εκεί βαθύτερα από ό,τι στη φωτοκάθοδο. Έπομένως και το ρεύμα σήματος είναι τώρα μεγαλύτερο.

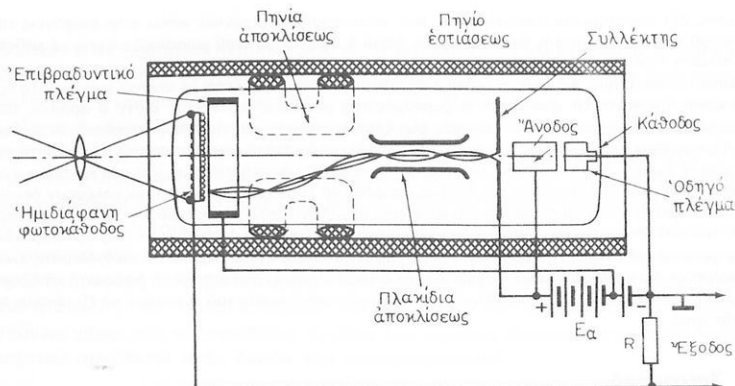
3.4 Όρθικό.

Το όρθικό δέν χρησιμοποιείται σήμερα στην τηλεοπτική τεχνική, αλλά το εξετάζουμε γιατί απλοποιεί τη μελέτη του επόμενου, πολύ πιο σύνθετου, εικονολήπτη. Βασική διαφορά του όρθικού από τους προηγούμενους εικονολήπτες είναι η χρησιμοποίηση άρχων ηλεκτρονίων για την εξερεύνηση του μωσαϊκού της.

Η διάταξη των ηλεκτροδίων του όρθικού φαίνεται στο σχήμα 3.4. Έχει συννηθισμένο ηλεκτρονικό πυροβόλο, στην κάθοδο του οποίου εφαρμόζεται χαμηλή σχετικά επιταχυντική τάση (200 - 300 V). Ύστερα από την άνοδο τοποθετείται ο συλλέκτης σε μορφή δίσκου με άνοιγμα στο κέντρο που φέρει το δυναμικό της άνοδου. Για να είναι καλή η ποιότητα της εστίασεως με μικρή ταχύτητα ηλεκτρονίων, χρησιμοποιείται ισχυρό μαγνητικό πεδίο που ενεργεί σε όλη τη διαδρομή των ηλεκτρονίων. Το μαγνητικό αυτό πεδίο δημιουργείται από ένα εύθύγραμμο πηνίο που περιβάλλει ολόκληρο το σωλήνα.

Η απόκλιση της δέσμης κατά την οριζόντια κατεύθυνση είναι ηλεκτροστατική, ενώ κατά την κατακόρυφη μαγνητική. Η απόκλιση της δέσμης από το ηλεκτροστατικό πεδίο γίνεται κάθετα στις δυναμικές ηλεκτρικές γραμμές, ενώ η απόκλιση από το μαγνητικό πεδίο γίνεται κατά μήκος των μαγνητικών γραμμών. Τα ηλεκτρόνια όταν βγαίνουν από τα πεδία απόκλισεως, κινούνται κατά μήκος των δυναμικών γραμμών του πεδίου εστίασεως και έτσι προσπίπτουν στο μωσαϊκό σχεδόν κάθετα στην επιφάνειά του. Η εικόνα προβάλλεται στο μωσαϊκό από την πλευρά της άνοδου σήματος, γι' αυτό η άνοδος κατασκευάζεται από ημιδιάφανο άγώγιμο υλικό.

Το μωσαϊκό του όρθικού έχει το δυναμικό της καθόδου. Έτσι, μεταξύ μωσαϊκού και συλλέκτη δη-



Σχ. 3.4.

Διάταξη των ηλεκτροδίων της όρθικόν.

μιουργείται ισχυρό έπιβραδυντικό πεδίο, κατά τή διεύθυνση «συλλέκτης - μωσαϊκό» και ισχυρό έπιταχυντικό πεδίο κατά τήν αντίθετη διεύθυνση. Αυτό εξασφαλίζει από τό ένα μέρος τήν πρόσπτωση των ηλεκτρονίων τής δέσμης στο μωσαϊκό μέ μικρή ταχύτητα και έπομένως τή μείωση τής δευτερογενούς έκπομπής και από τό άλλο τή συλλογή από τό συλλέκτη όλων των ηλεκτρονίων που έκπέμπονται από τό μωσαϊκό (κατάργηση του νέφους των ηλεκτρονίων). Ή κατάργηση του νέφους των ηλεκτρονίων κοντά στο μωσαϊκό έπιτρέπει τήν πλήρη έκμετάλλευση τής φωτοεκπομπής γιά τήν «άποθήκευση» τής εικόνας. Τό σήμα εικόνας, όπως και στο εικονοσκόπιο, αναπτύσσεται στην αντίσταση φορτίου R που συνδέεται στην άνοδο σήματος.

Ήν τό μωσαϊκό είναι άφώτιστο και διερευνάται από τήν ηλεκτρονική δέσμη, αποκτά σταθερό δυναμικό και ίσο περίπου μέ τό δυναμικό τής καθόδου. Μετά τήν άπόκτηση αυτού του δυναμικού, τά ηλεκτρόνια τής δέσμης, άφου πλησιάσουν τήν έπιφάνεια του μωσαϊκού, άκνηστοποιούνται στιγμιαίως και, από τήν επίδραση του έπιταχυντικού πεδίου, ύποχρεώνονται νά διαγράψουν αντίστροφη πορεία και νά φθάσουν τελικά στο συλλέκτη.

Μέ τήν προβολή τής εικόνας έκπέμπονται από τό μωσαϊκό φωτοηλεκτρόνια, τά όποια φθάνουν όλα στο συλλέκτη και από εκεί στην άνοδο σήματος. Ή έκπομπή φωτοηλεκτρονίων άνυψώνει τό δυναμικό των ιδιαιτέρων στοιχείων του μωσαϊκού άνάλογα μέ τό φωτισμό τους και έτσι σχηματίζεται στην έπιφάνειά του τό γνωστό «άνάγλυφο δυναμικού». Κατά τή διερεύνηση του μωσαϊκού από τήν ηλεκτρονική δέσμη, τά διάφορα στοιχεία του συγκρατούν τόσα ηλεκτρόνια, όσα έχασαν κατά τή φωτοεκπομπή και έπομένως τό δυναμικό τους ύποβιβάζεται ως τήν άρχική σταθερή τιμή. Τά υπόλοιπα ηλεκτρόνια τής δέσμης, που δέν συγκρατούνται από τό μωσαϊκό, έπιστρέφουν στο συλλέκτη και μέσα από τήν πηγή τροφοδοτήσεως, φθάνουν στην κάθοδο του ηλεκτρονικού πυροβόλου. Ή έπιστροφή α δέσμη έχει τώρα ένα έλλειμμα ηλεκτρονίων, που κυμαίνεται άνάλογα μέ τό φωτισμό του κάθε στοιχείου του μωσαϊκού. Τό έλλειμμα αυτό τής δέσμης συμπληρώνεται μέ ηλεκτρόνια που κινούνται από τήν άνοδο σήματος προς τήν κάθοδο πυροβόλου μέσα από τήν αντίσταση φορτίου R . Ο αριθμός των ηλεκτρονίων αυτών είναι ίσος μέ τόν αριθμό των φωτοηλεκτρονίων που έκπέμπονται από τό ιδιαίτερα στοιχεία του μωσαϊκού κατά τό σχηματισμό του «άνάγλυφου δυναμικού». Έτσι, ή αντίσταση R διαρρέεται από τό ρεύμα εικόνας και δημιουργείται στα άκρα τής ή τάση έξόδου του εικονολήπτη.

Τό όρθικό έχει εύαισθησία 10 - 20 φορές μεγαλύτερη από εκείνη του εικονοσκοπίου, έπειδή γίνεται πλήρης έκμετάλλευση τής φωτοηλεκτρονικής έκπομπής του μωσαϊκού.

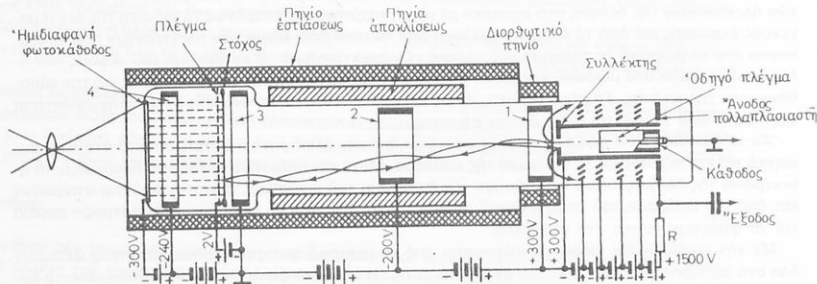
Σέ κανονικές συνθήκες λειτουργίας του όρθικού δέν σημειώνεται δευτερογενής έκπομπή και καταργείται τό νέφος των ηλεκτρονίων κοντά στο μωσαϊκό. Αυτό έχει ως συνέπεια τή βελτίωση τής πιστότητας τής εικόνας σε σύγκριση μέ εκείνη του εικονοσκοπίου.

Τέλος, δέν παρατηρείται παραμόρφωση από μετατόπιση ηλεκτρονίων πάνω στην επιφάνεια του μωσαϊκού ούτε τραπεζοειδής παραμόρφωση, αφού η εξερεύνηση του μωσαϊκού γίνεται με κάθετη πρόσπτωση των ηλεκτρονίων της δέσμης.

Βασικό μειονέκτημα του όρθιку είναι η αστάθειά του όταν εργάζεται με ισχυρό φωτισμό. Τό όρθιку εργάζεται κανονικά μόνο όταν ό φωτισμός του μωσαϊκού είναι έτσι, ώστε ό αριθμός των φωτοηλεκτρονίων, πού βγαίνουν από κάθε φωτιζόμενο στοιχείο, νά μήν υπερβαίνει ποτέ τόν αριθμό των ηλεκτρονίων, πού θά φέρει η δέσμη στό στοιχείο αυτό κατά τή διερεύνησή του. Σέ αντίθετη περίπτωση τό δυναμικό του στοιχείου δέν υποβιβάζεται ως τήν αρχική σταθερή τιμή του καί παραμένει θετικό. Άλλά τότε τά ηλεκτρόνια τής δέσμης μπορούν νά επιταχυνθούν καί νά προκαλέσουν δευτερογενή έκπομπή, όποτε τό δυναμικό του στοιχείου μεγαλώνει συνεχώς καί φθάνει σέ δεύτερη σταθερή τιμή πού πλησιάζει τήν τιμή του δυναμικού του συλλέκτη. Άν αυτό γίνει σέ όλη τήν επιφάνεια του μωσαϊκού, όλόκληρη ή όδόνή του δέκτη εμφανίζεται λευκή καί λέμε ότι ό εικονολήπτης είναι «παράλυτος» ή «τυφλός». Για νά ένεργοποιηθεί ό εικονολήπτης, διακόπτομε τή διερευνητική δέσμη για μικρό χρονικό διάστημα, όποτε δίνομε τήν εύκαιρία στά στοιχεία του μωσαϊκού νά εξισώσουν τά φορτία τους.

3.5 Ύπερορθιку.

Τό ύπερορθιку (image orthicon) έμφανίσθηκε ως αποτέλεσμα τελειοποιήσεων του όρθιку. Στόν εικονολήπτη αυτό γίνεται μεταφορά τής «ηλεκτρονικής εικόνας», όπως στό ύπερεικονοσκόπιο καί χρησιμοποιείται φωτοηλεκτρονικός πολλαπλασιαστής για τήν προενίσχυση του σήματος εικόνας (βλ. παράγραφο 1.5).

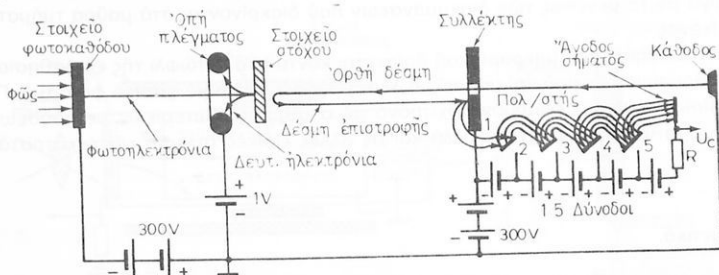


Σχ. 3.5α.

Τό ύπερορθιку με τή διάταξη των ηλεκτροδίων του.

Ή διάταξη των ηλεκτροδίων του εικονολήπτη φαίνεται στό σχήμα 3.5α. Όλόκληρος ό σωλήνας βρίσκεται στό όμογενές μαγνητικό πεδίο ενός εύθύγραμμου πηνίου έστιασεως. Ή εικόνα προβάλλεται σέ ήμιδιάφανη φωτοκάθοδο πού έχει άρνητικό δυναμικό 200 - 300 V ως προς τή γή. Ό στόχος είναι κατασκευασμένος από ειδικό γυαλί πού κατέχει κατάλληλη ειδική αγωγιμότητα. Ή διάμετρος του στόχου είναι περίπου 40 mm καί τό πάχος του 0,005 mm. Με τέτοιες διαστάσεις ό στόχος έχει πολύ μικρή επιφανειακή αγωγιμότητα καί πολύ ύψηλή αγωγιμότητα διελεύσεως. Πρίν από τό στόχο (προς τό μέρος τής φωτοκάθόδου) καί σέ πολύ μικρή απόσταση από αυτόν (σέ 0,02 - 0,05 mm) είναι τοποθετημένο ένα ειδικό πλέγμα με 500 - 1500 άνοιγματα σέ κάθε τετραγωνικό χιλιοστόμετρο τής επιφάνειάς του. Τό πλέγμα έχει μικρό θετικό δυναμικό (1 - 3 V) ως προς τή γή. Ή κάθοδος του ηλεκτρονικού πυροβόλου έχει τό δυναμικό τής γής καί ή πρώτη άνοδος

βρίσκεται σέ δυναμικό περίπου 300 V. Ἡ απόκλιση τῆς ηλεκτρονικῆς δέσμης εἶναι μαγνητική. Τά ηλεκτρόδια 1 καί 2 ἐκτός ἀπό τήν ἐπιτάχυνση πού δημιουργοῦν, βελτιώνουν τήν ἐστίαση τῶν ηλεκτρονίων τῆς δέσμης. Τό ηλεκτρόδιο 3, πού ὀνομάζεται **ἐπιβραδυντικό**, σχηματίζει τέτοιο ηλεκτρικό πεδίο κοντά στήν ἐπιφάνεια τοῦ στόχου, ὥστε νά προκαλεῖται μικρή συμπίεση τῶν ηλεκτρονίων πρὸς τό κέντρο τοῦ στόχου καί νά ἐμποδίζεται ἡ κωνική διασπορά τῶν τροχιῶν τους πού δημιουργεῖται ἀπό τό σύστημα ἀποκλίσεως. Ἐξαιτίας αὐτοῦ ὅλα τά ηλεκτρόνια τῆς δέσμης προσπίπτουν στό στόχο κάθετα στήν ἐπιφάνειά του. Τό ηλεκτρόδιο 4 ἐπιταχύνει τά φωτοηλεκτρόνια. Ὁ συλλέκτης τοῦ πυροβόλου εἶναι συγχρόνως καί ἡ πρώτη δύνodoς τοῦ φωτοηλεκτρονικοῦ πολλαπλασιαστή. Οἱ ὑπόλοιπες δύνοδοι καί ἡ ἄνοδος τοῦ πολλαπλασιαστή, πού ἔχει δυναμικό περίπου 1500 V, τοποθετοῦνται γύρω ἀπό τό πυροβόλο. Ἡ τάση τοῦ σήματος ἀναπτύσσεται στήν ἀντίσταση πού συνδέεται στήν ἄνοδο τοῦ πολλαπλασιαστή.



Σχ. 3.5β.

Πορεία τῶν ηλεκτρονίων στό ἐσωτερικό τοῦ ὑπερορθικοῦ.

Στό σχῆμα 3.5β φαίνεται ἡ πορεία τῶν ηλεκτρονίων στό ἐσωτερικό τοῦ εἰκονολήπτη. Τά ηλεκτρόνια, πού ἐκπέμπονται ἀπό τή φωτοκάθοδο σέ ποσότητα ἀνάλογη μέ τή φωτεινότητα τῶν διαφόρων στοιχείων τῆς εἰκόνας, ἐπιταχυνόμενα ἀπό τήν ἄνοδο 4, διέρχονται ἀπό τά ἀνοίγματα τοῦ πλέγματος καί προσπίπτουν στήν ἐπιφάνεια τοῦ στόχου. Ὁ στόχος ἐκπέμπει δευτερογενῆ ηλεκτρόνια, σέ ἀντίστοιχη ποσότητα, τά ὁποῖα συλλέγονται ἀπό τό πλέγμα καί ἔτσι σχηματίζεται στήν ἐπιφάνεια τοῦ στόχου θετικό ἀνάγλυφο δυναμικοῦ, ἀνάλογο μέ τήν φωτεινότητα τῶν στοιχείων τῆς εἰκόνας. Λόγω τῆς ὑψηλῆς ἀγωγιμότητος διελεύσεως τοῦ στόχου, τό ἀνάγλυφο δυναμικοῦ μεταφέρεται ἀμέσως στήν ἄλλη πλευρά του. Ἡ πλευρά αὕτη διερευνεῖται ἀπό τήν ηλεκτρονική δέσμη, ἡ ὁποία ἐπαναφέρει τό δυναμικό ὅλων τῶν στοιχείων τοῦ στόχου στή σταθερή ἀρχική τιμή (κοντά στό δυναμικό τῆς γῆς).

Ἄν ἡ ηλεκτρονική δέσμη ἔλθει σέ ἐπαφή μέ ἀφόρτιστο στοιχείο τοῦ στόχου (μαῦρο), τότε ὅλα τά ηλεκτρόνια τῆς ἐπιστροφῆς πρὸς τόν συλλέκτη. Στήν περίπτωση πού τό στοιχείο εἶναι φορτισμένο (λευκό ἢ γκριζο), ἕνα μέρος ἀπό τά ηλεκτρόνια τῆς δέσμης παραμένει στό στόχο καί ἐξουδετερώνει τό δυναμικό τοῦ στοιχείου ἐνῶ τά ὑπόλοιπα ἐπιστρέφουν στό συλλέκτη. Ἔτσι, τό ρεῦμα τῆς δέσμης ἐπιστροφῆς μεταφέρει τό σῆμα εἰκόνας.

Τά ηλεκτρόνια τῆς δέσμης ἐπιστροφῆς προσπίπτουν στό συλλέκτη μέ ταχύτητα

καί προκαλοῦν τήν ἔξοδο δευτερογενῶν ἡλεκτρονίων. Τά τελευταῖα παρακάμπουν τό συλλέκτη καί προσπίπτουν διαδοχικά στίς ἐπόμενες δυνόδους τοῦ φωτοπολλαπλασιαστή. Μέ πέντε βαθμίδες πολλαπλασιασμοῦ τό σήμα εἰκόνας ἐνισχύεται συνολικά περίπου 1000 φορές.

Τά πλεονεκτήματα τοῦ ὑπερορθικοῦ εἶναι ἡ ὑψηλή εὐαισθησία (περίπου 100 φορές μεγαλύτερη ἀπό τήν εὐαισθησία τοῦ εἰκονοσκοπίου), ἡ ἔλλειψη τραπεζοειδῶν παραμορφώσεων καί ἡ μεγάλη στάθμη τοῦ σήματος εἰκόνας στό φορτίο τοῦ πολλαπλασιαστή.

Τό βασικό μειονέκτημα τοῦ ὑπερορθικοῦ εἶναι ὅτι εἰσάγει θορύβους στά μαῦρα τμήματα τῆς μεταδιδόμενης εἰκόνας. Αὐτό ἐξηγεῖται ὡς ἀκολούθως:

Στά μαῦρα τμήματα τῆς εἰκόνας ἀντιστοιχεῖ τό μεγαλύτερο ἐπιστρέφον ρεῦμα τῆς δέσμης στό συλλέκτη. Τό ρεῦμα αὐτό ἔχει ἀναπόφευκτες διακυμάνσεις, οἱ ὁποῖες προστίθενται στό ὠφέλιμο σήμα καί δημιουργοῦν λευκά ἢ γκριζα στίγματα, ἀνάλογα μέ τό μέγεθος τῶν διακυμάνσεων πού διακρίνονται στά μαῦρα τμήματα τῆς εἰκόνας.

Ἡ εὐαισθησία τοῦ ὑπερορθικοῦ βρίσκεται κοντά στό κατώφλι τῆς εὐαισθησίας τοῦ ἀνθρώπινου ματιοῦ καί μπορεῖ νά λειτουργήσει ἀνετα μέ φυσικό φωτισμό. Γι' αὐτό βρίσκει πλατιά ἐφαρμογή ὄχι μόνο σέ σταθμούς ἐξωτερικῶν μεταδόσεων προγραμμάτων τηλεόρασης, ἀλλά καί σέ ἄλλες εἰδικές τηλεοπτικές ἐγκαταστάσεις.

3.6 Βιντικό.

Ἡ λειτουργία τῶν εἰκονοληπτῶν, πού ἐξετάσαμε ὡς τώρα, βασίζεται στήν ἐκμετάλλευση τοῦ φαινομένου τῆς φωτοεκπομπῆς. Ἡ ἀπόδοση τῶν εἰκονοληπτῶν αὐτῶν, κατὰ τή μετατροπή τοῦ φωτός σέ ἡλεκτρικό ρεῦμα, εἶναι σχετικῶς χαμηλή καί γιὰ τή βελτίωσή της χρησιμοποιοῦνταν διάφορα βοηθητικά ἡλεκτρόδια, ὅπως στό ὑπερορθικό. Ἔτσι, τό ὑπερορθικό, πού ἀντιπροσωπεύει τό τελευταῖο στάδιο τελειοποιήσεως τῶν προηγούμενων εἰκονοληπτῶν, ἔγινε πολύπλοκη συσκευή καί ἀπαιτεῖ ἰδιαίτερη μεταχείριση ἀπό τό χειριστή της. Σάν ἀποτέλεσμα τῆς προσπάθειας τῶν τεχνικῶν νά ἀντικαταστήσουν τό ὑπερορθικό μέ ἄλλον εἰκονολήπτη μεγαλύτερης εὐαισθησίας καί ἀπλούστερης κατασκευῆς, ἐμφανίσθηκε μιά σειρά εἰκονοληπτῶν, τῶν ὁποίων ἡ λειτουργία βασίζεται στήν ἐκμετάλλευση τοῦ φαινομένου τῆς φωτοαγωγιμότητας.

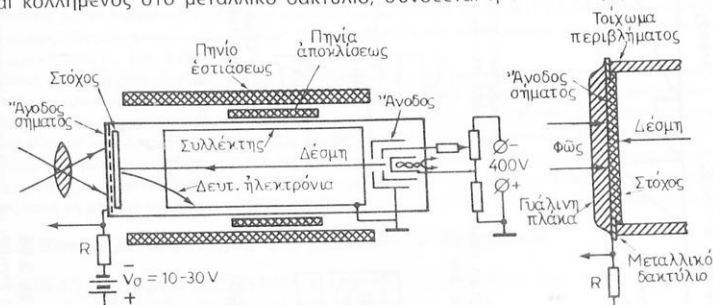
Ἀνάλογα μέ τό μηχανισμό δημιουργίας τοῦ σήματος εἰκόνας, διακρίνομε εἰκονολήπτες μέ στόχους ἀπό φωτοαγώγιμα ὑλικά ὑψηλῆς ἀντιστάσεως καί χαμηλῆς ἀντιστάσεως. Στούς εἰκονολήπτες μέ στόχους ὑψηλῆς ἀντιστάσεως ἀνήκουν: τό **βιντικό** (Ἀμερική, Ρωσία), τό **στάπικον** (Ἀγγλία), τό **ρέζιστρον** (Γερμανία) καί τό **λουμίνικον** (Τσεχοσλοβακία). Ὅλοι οἱ ἀνωτέρω εἰκονολήπτες μοιάζουν ὡς πρός τή σύνθεση καί τήν ἀρχή λειτουργίας. Σ' αὐτούς ἐφαρμόζεται ἡ ἀρχή τῆς ἀποθηκείσεως ἡλεκτρικῶν φορτίων. Οἱ εἰκονολήπτες μέ στόχους χαμηλῆς ἀντιστάσεως ἐμφανίζονται ὡς τώρα μόνο σά δείγματα, ὅπως π.χ. τό **κόντουκτρον** (Γαλλία). Ἀποθήκευση ἡλεκτρικῶν φορτίων σ' αὐτούς δέ γίνεται καί εἶναι τηλεοπτικά συστήματα ἀστραπιαίας δράσεως.

Οἱ εἰκονολήπτες μέ στόχους ὑψηλῆς ἀντιστάσεως μποροῦν νά ἐργασθοῦν μέ

διερεύνηση του στόχου από ταχυκίνητα ηλεκτρόνια ή από βραδυκίνητα ηλεκτρόνια.

3.6.1 Βιντικό με διερεύνηση από ταχυκίνητα ηλεκτρόνια.

Βασικό στοιχείο του βιντικού (σχ. 3.6α) είναι ο στόχος ο οποίος κατασκευάζεται ως εξής: Στην εσωτερική επιφάνεια μιᾶς γυάλινης πλάκας, που βρίσκεται στο μέτωπο του περιβλήματος του βιντικού, είναι τοποθετημένη μιὰ διάφανη μεταλλική μεμβράνη, που παίζει τὸ ρόλο ἀνόδου σήματος. Ἡ μεμβράνη αὐτὴ στερεώνεται σὲ ἓνα μεταλλικὸ δακτύλιο ὁ ὁποῖος εἶναι κολλημένος στὴ μετωπικὴ γυάλινη πλάκα καὶ στὸ πλευρικὸ κυλινδρικό τμήμα τοῦ περιβλήματος. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς μεμβράνης, που βλέπει πρὸς τὸ ηλεκτρονικὸ πυροβόλο, φέρει ἐπίχρῖσμα ἀπὸ φωτοευαίσθητη οὐσία, π.χ. τριθειοῦχο ἀντιμόνιο. Στὸν ἀκροδέκτη τῆς ἀνόδου σήματος, που εἶναι κολλημένος στὸ μεταλλικὸ δακτύλιο, συνδέεται ἡ ἀντίσταση φορτίου R .



Σχ. 3.6α.

Τὸ βιντικὸν με διερεύνηση τοῦ στόχου ἀπὸ ταχυκίνητα ηλεκτρόνια.

Τὸ ηλεκτρονικὸ πυροβόλο συνίσταται ἀπὸ τὴν κάθοδο, τὸ ρυθμιστικὸ πλέγμα καὶ τὴν ἄνοδο, ἡ ὁποία συνδέεται με τὸν κυλινδρικό συλλέκτη.

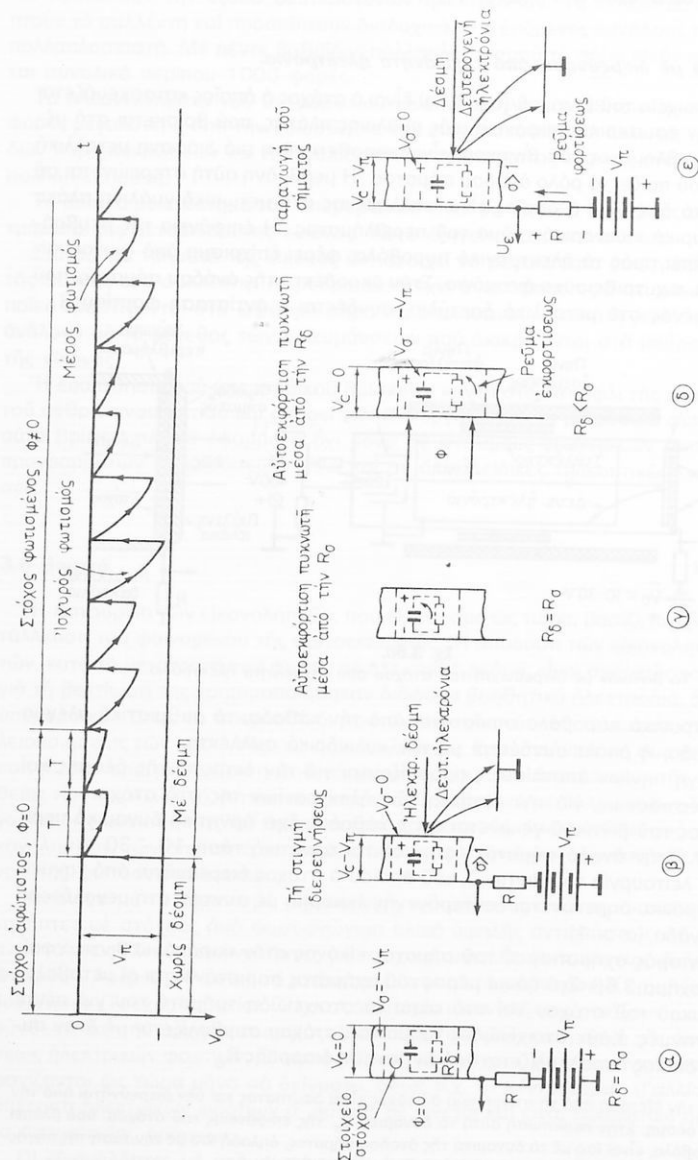
Δύο ζεύγη πηνίων ἀποκλίσεως προορίζονται γιὰ τὴν ἐκτροπὴ τῆς δέσμης καὶ ἓνα πηνίον ἐστίασεως, γιὰ τὴν ἐστίαση τῶν ηλεκτρονίων τῆς δέσμης στὸ στόχο.

Ἡ ἄνοδος τοῦ βιντικού γιάνεται καὶ ἡ κάθοδος ἔχει ἀρνητικὸ δυναμικὸ περίπου 300 V. Στὴν ἄνοδο σήματος ἐφαρμόζεται ἄρνητικὴ τάση 10 - 30 V.

Κατὰ τὴ λειτουργία τοῦ βιντικού, τοῦ ὁποῖου ὁ στόχος διερευνᾶται ἀπὸ ταχυκίνητα ηλεκτρόνια, σημειώνεται δευτερογενὴς ἐκπομπή με συντελεστὴ μεγαλύτερο ἀπὸ τὴ μονάδα ($\sigma > 1$).

Ὁ μηχανισμὸς σχηματισμοῦ τοῦ σήματος εἰκόνας στὸν παραπάνω βιντικὸ φαίνεται στὸ σχῆμα 3.6β. Στὸ πάνω μέρος τοῦ σχήματος παριστάνονται οἱ μεταβολές τοῦ δυναμικοῦ τοῦ στόχου καὶ στὸ κάτω τὰ στοιχειώδη τμήματά του γιὰ πέντε χρονικὲς στιγμές. Κάθε στοιχειώδες τμήμα τοῦ στόχου συμβολίζεται με ἓναν πυκνωτὴ C ὁ ὁποῖος παραλληλίζεται ἀπὸ ἀντίσταση διαρροῆς R_g .

Ἀρχίζομε τὴν ἐξέταση ἀπὸ τὴ στιγμὴ πού ὁ στόχος εἶναι ἀφώτιστος καὶ δέν διερευνᾶται ἀπὸ τὴν ηλεκτρονικὴ δέσμη. Στὴν περίπτωσι αὐτὴ τὸ δυναμικὸ V_0 τῆς ἐπιφάνειας τοῦ στόχου, που βλέπει πρὸς τὸ πυροβόλο, εἶναι ἴσο με τὸ δυναμικὸ τῆς ἀνόδου σήματος, δηλαδὴ ἴσο με τὴν τάση τῆς πηγῆς V_H . Τότε ὁ στοιχειώδης πυκνωτὴς C δέν φορτίζεται [σχ. 3.6β(α)].



Σχ. 3.6β.

Η σάρωση του στόχου του βιντικού με ταχικίνητα ηλεκτρόνια.

“Όταν στον αφώτιστο στόχο προσπίπτει η διερευνητική δέσμη, βγαίνουν από την επιφάνειά του δευτερογενή ηλεκτρόνια τα οποία συλλέγονται από την άνοδο (συλλέκτη). Έπειδή η έπιταχυντική τάση είναι αρκετά μεγάλη (300 V), ο συντελεστής δευτερογενούς έκπομπης είναι μεγαλύτερος από τη μονάδα ($\sigma > 1$). Με αυτό το δυναμικό του στόχου, που ήταν άρνητικό, πλησιάζει το δυναμικό της άνοδου (το δυναμικό 0). Έπομένως μεταξύ των δύο πλευρών του στόχου εμφανίζεται διαφορά δυναμικού ίση με την τάση της πηγής V_{π} , που συνδέεται στο κύκλωμα της άνοδου σήματος [σχ. 3.6β(β)].

Στό χρόνο μεταξύ δύο διαδοχικών διερευνήσεων κάθε στοιχείου του στόχου, ο στοιχειώδης πυκνωτής C αυτοεκφορτίζεται μέσα από την αντίσταση διαρροής [σχ. 3.6β(γ)]. Όταν ο στόχος είναι αφώτιστος, η αντίσταση διαρροής R_D ισούται με την αντίσταση σκότους R_0 και έχει μεγάλη τιμή. Στό χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών διερευνήσεων, το δυναμικό κάθε στοιχείου του στόχου χαμηλώνει μερικώς (λόγω της μεγάλης R_0), ενώ κατά τη στιγμή της διερευνήσεως ανεβαίνει με άλλα ως το δυναμικό της άνοδου.

“Αν στο στόχο προβληθεί η εικόνα ενός αντικειμένου, τότε η αγωγιμότητα των φωτιζομένων στοιχείων του μεγαλώνει απότομα και στο χρόνο μεταξύ δύο διαδοχικών διερευνήσεων οι στοιχειώδεις πυκνωτές θα εκφορτίζονται τόσο γρηγορότερα όσο μεγαλύτερη είναι η φωτεινότητα των στοιχείων του αντικειμένου [σχ. 3.6β(δ)]. Κατά τη στιγμή της διερευνήσεως το δυναμικό των στοιχείων θα ανυψώνεται ως το δυναμικό της άνοδου και από την αντίσταση φορτίου R θα διέρχονται τα ρεύματα φορτίσεως των στοιχειωδών πυκνωτών. Έτσι, στα άκρα της αντίστασεως φορτίου θα εμφανίζεται το σήμα εικόνας U_c [σχ. 3.6β(ε)].

“Όπως φαίνεται από το σχήμα 3.6β(ε) το σήμα εικόνας στο βιντικό με διερεύνηση του στόχου από ταχυκίνητα ηλεκτρόνια έχει θετική πολικότητα. Η αποθήκευση φορτίων στο στόχο συνίσταται στην εκφόρτιση των στοιχείων του υπό την επίδραση του προσπίπτοντος φωτός. Το ρεύμα εικόνας δημιουργείται με τη φόρτιση των πυκνωτών κατά τη στιγμή της διερευνήσεως των στοιχείων του στόχου από την ηλεκτρονική δέσμη. “Όσο ισχυρότερος είναι ο φωτισμός ενός στοιχείου του στόχου τόσο χαμηλότερα πέφτει το δυναμικό του, τόσο μεγαλύτερος γίνεται ο παλμός του ρεύματος φορτίσεως κατά τη στιγμή της διερευνήσεως και επομένως μεγαλύτερο το πλάτος του σήματος εικόνας.

3.6.2 Βιντικό με διερεύνηση από βραδυκίνητα ηλεκτρόνια.

Κατά τη λειτουργία του βιντικού αυτού δέν σημειώνεται δευτερογενής έκπομπη ηλεκτρονίων από την επιφάνεια του στόχου ($\sigma < 1$).

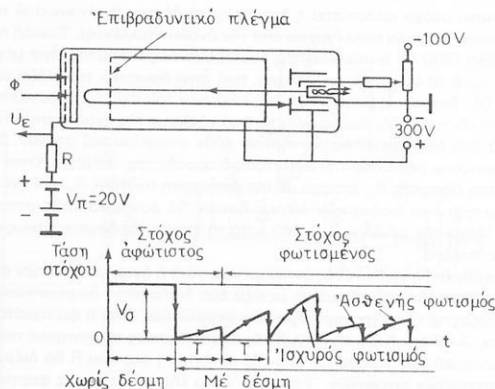
Τό βιντικό που εργάζεται με $\sigma < 1$, δέν διαφέρει κατασκευαστικά από την προηγούμενη, εκτός από τό ότι τό τέρμα της κυλινδρικής άνοδου (συλλέκτη) κλείνεται με ένα μεταλλικό πλέγμα (σχ. 3.6γ). Τό πλέγμα αυτό ένώνεται με την άνοδο και δημιουργεί ένα ομοιόμορφο επιβραδυντικό ηλεκτρικό πεδίο μπροστά στό στόχο. Επίσης η πηγή τροφοδοτήσεως της άνοδου σήματος έχει τό «πλήν» γειωμένο και όχι τό «σύν», όπως στην προηγούμενη περίπτωση.

“Όταν ο στόχος δέν φωτίζεται και δέν διερευνάται, η επιφάνειά του πού βλέπει πρós τό πυροβόλο, άποκτά τό δυναμικό της άνοδου σήματος (μέσω της άγωγιμότητας σκότους), δηλαδή θετικό δυναμικό ίσο με την τάση της πηγής V_{π} . Στην περίπτωση αυτή οι στοιχειώδεις πυκνωτές δέν είναι φορτισμένοι.

Μέ την άποκατάσταση της δέσμης, τά βραδυκίνητα ηλεκτρόνια της διατρέχουν τό στόχο και υποβιβάζουν τό δυναμικό του ως τό δυναμικό της καθόδου. Με αυτό οι στοιχειώδεις πυκνωτές φορτίζονται ως την τάση της πηγής V_{π} .

Στό χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών διερευνήσεων, τό δυναμικό του στόχου άνυψώνεται έλαφρώς εξαιτίας εκφορτίσεως των στοιχειωδών πυκνωτών μέσα από την αντίσταση σκότους.

Μέ την προβολή της εικόνας ή αγωγιμότητα των φωτιζομένων στοιχείων του στόχου μεγαλώνει απότομα, οι στοιχειώδεις πυκνωτές εκφορτίζονται πολύ γρήγορα και τό δυναμικό του στόχου λίγο πρίν από τη διερεύνηση, θά είναι τόσο υψηλότερο όσο ισχυρότερος είναι ο φωτισμός του.



Σχ. 3.6γ.

Τό βιντικό με διερεύνηση τού στόχου από βραδυκίνητα ηλεκτρόνια.

Κατά τη στιγμή της διερεύνησεως επαναφορτίζονται οι στοιχειώδεις πυκνωτές και τό ρεύμα επαναφορτίσεως διερχόμενο από την αντίσταση φορτίου δημιουργεί τό σήμα εικόνας. Ή πολικότητα τού σήματος αυτού είναι άρνητική.

Βασικά πλεονεκτήματα τού βιντικού είναι ή ύψηλή εύαισθησία, ή απλότητα της κατασκευής και οι μικρές διαστάσεις της. Ή εύαισθησία στά σύγχρονα βιντικό μπορεί νά συγκριθεί μέ την εύαισθησία τού υπερροθικού.

Βασικό μειονέκτημα τού βιντικού είναι ή αδράνεια του ή οποία εμφανίζεται στους χαμηλούς φωτισμούς τού στόχου. Ή αδράνεια περιορίζει ή δυνατότητα έκπομπής εικόνων πού κινούνται άρκετά γρήγορα. Στην όθονη τού δέκτη τηλεόρασεως ένα γρήγορα κινούμενο αντικείμενο αφήνει πίσω του «ίχνος» (ουρά), πράγμα πού οδηγεί σέ ελάττωση τού κοντράστ και της σαφήνειας της εικόνας.

Τό βιντικό με διερεύνηση από ταχυκίνητα ηλεκτρόνια εξασφαλίζει πολύ μεγαλύτερη σαφήνεια και μικρότερη αδράνεια από τό βιντικό πού διερευνάται με βραδυκίνητα ηλεκτρόνια. Όμως σέ αυτή σημειώνεται δευτερογενής έκπομπή ηλεκτρονίων, μερικά από τά όποια επιστρέφουν στό στόχο. Ή άνιση κατανομή των τελευταίων στην επιφάνεια τού στόχου προκαλεί την εμφάνιση «μαύρης κηλίδας», όπως στό είκονοσκόπιο.

Τό βιντικό με διερεύνηση από βραδυκίνητα ηλεκτρόνια έχει πολύ μεγαλύτερη εύαισθησία από την προηγούμενη και δέν εμφανίζεται σέ αυτή «μαύρη κηλίδα». Έχει όμως πολύ μεγαλύτερη αδράνεια και πολύ χαμηλότερη σαφήνεια.

Λόγω των μικρών διαστάσεων, της απλής κατασκευής, της ύψηλης σταθερότητας και της άρκετά μεγάλης εύαισθησίας, τό βιντικό χρησιμοποιείται πλατιά στην τηλεοπτική τεχνική και κυρίως σέ φορητές συσκευές.

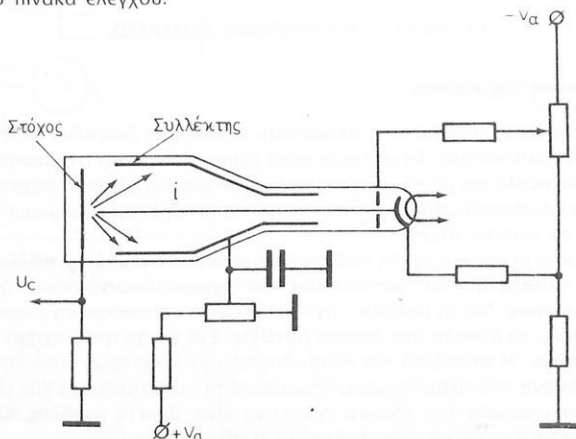
3.7 Είδηκοί είκονολήπτες.

3.7.1 Μονοσκόπο.

Είναι ηλεκτρονική λυχνία (σωλήνας) πού προορίζεται γιά ή δημιουργία όπτικού

σήματος προερχόμενου από μίαν εικόνα που είναι αποτυπωμένη στο στόχο της. Τα μονοσκόπια, λόγω της απλής κατασκευής και της σταθερής λειτουργίας τους, χρησιμοποιούνται πλατιά για τη δημιουργία σήματος εικόνας από τηλεοπτικούς πίνακες έλεγχου.

Κατασκευαστικά, το μονοσκόπιο θυμίζει καθοδικό σωλήνα· μόνο που αντί για όθονη καλυμμένη με φθορίζουσα ύλη, έχει στόχο από πλάκα αλουμινίου (σχ. 3.7). Στο στόχο είναι αποτυπωμένη με γραφίτη ή άλλο υλικό, που έχει συντελεστή δευτερογενούς έκπομπης μικρότερο από εκείνο του αλουμινίου, ή εικόνα του τηλεοπτικού πίνακα έλεγχου.



Σχ. 3.7.
Τό μονοσκόπιο.

Με τη βοήθεια μαγνητικού συστήματος απόκλισης, που είναι στερεωμένο στο λαιμό του μονοσκοπίου, η ηλεκτρονική δέσμη διερευνά το στόχο. Τα δευτερογενή ηλεκτρόνια, που εξέρχονται από αυτόν, φθάνουν στο συλλέκτη. Όταν η ηλεκτρονική δέσμη διερευνά τα τμήματα του στόχου που είναι καλυμμένα με γραφίτη, η δευτερογενής έκπομπη ελαττώνεται, ενώ όταν διερευνά τα καθαρά τμήματα αλουμινίου, μεγαλώνει. Έτσι, το ρεύμα δευτερογενούς έκπομπης μεταβάλλεται ανάλογα με το σχέδιο που είναι τυπωμένο στην επιφάνεια του στόχου.

Η αντίσταση φορτίου στην οποία αναπτύσσεται το σήμα εικόνας, μπορεί να συνδεθεί στο κύκλωμα του συλλέκτη ή στο κύκλωμα του στόχου. Στην πρώτη περίπτωση η πολικότητα του σήματος είναι αρνητική ενώ στη δεύτερη είναι θετική.

3.7.2 Γραφικό.

Είναι ηλεκτρονικός σωλήνας που μετασχηματίζει ηλεκτρικό σήμα μίας μορφής σε ηλεκτρικό σήμα άλλης μορφής. Η χρήση του γραφικού είναι περιορισμένη στην τηλεόραση. Χρησιμοποιείται για το μετασχηματισμό σημάτων από ένα πρότυπο τηλεόρασης σε κάποιο άλλο και ακόμη σε διατάξεις μετατροπής σημάτων ραντά σε τηλεοπτικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΕΚΠΟΜΠΗ ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ

4.1 Ἡ σάρωση τῆς εἰκόνας.

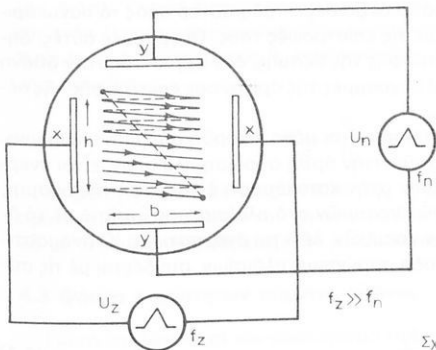
Στά προηγούμενα, εἶδαμε ὅτι ἡ εἰκόνα στήν τηλεόραση διαιρεῖται σέ στοιχεῖα μέ διαφορετικὴ φωτεινότητά. Τὰ στοιχεῖα αὐτά «ἀποτυπώνονται» στό μωσαϊκό ἢ στό στόχο τοῦ εἰκονολήπτη μέ τὴ μορφή ἡλεκτρικῶν φορτίων. Μέ τὴ διερεύνηση τῆς εἰκόνας τῶν ἡλεκτρικῶν φορτίων ἀπὸ τὴν ἡλεκτρονικὴ δέσμη, παίρνομε τὸ «σῆμα εἰκόνας» ἢ τὸ «ὀπτικό σῆμα».

Ἡ διεργασία μεταδόσεως τῆς εἰκόνας κατὰ στοιχεῖα ὀνομάζεται **σάρωση** τῆς εἰκόνας καὶ ἡ διάταξη (ἢ σειρά) μεταδόσεως τῶν ξεχωριστῶν στοιχείων τῆς εἰκόνας, **τρόπος σαρώσεως**. Μέ τὴ βοήθεια τῆς σαρώσεως ἡ μεταδιδόμενη εἰκόνα διαιρεῖται σέ γραμμές, τὸ σύνολο τῶν ὁποίων συνθέτει ἓνα γεωμετρικὸ σχῆμα, ποὺ ὀνομάζεται **ράστερ**. Ἡ μεταβολὴ τῆς λαμπρότητας τῶν ἰδιαίτερων σημείων τοῦ ράστερ στὴν ὁθόνη τοῦ εἰκονογράφου δημιουργεῖ τὴν «ἀποτύπωση» τῆς εἰκόνας. Ὁ ἀριθμὸς τῶν γραμμῶν τοῦ ράστερ πρέπει νὰ εἶναι ἀρκετὰ μεγάλος, ὥστε ὅταν βλέπομε τὴν εἰκόνα νὰ μὴ διακρίνονται οἱ ἰδιαίτερες γραμμές.

Ἡ πιὸ ἀπλὴ μορφή σαρώσεως εἰκόνας εἶναι ἡ συνεχὴς ἢ προοδευτικὴ σάρωση. Ἡ διεργασία σχηματισμοῦ τοῦ ράστερ, ποὺ ἀντιστοιχεῖ σέ αὐτὴ τὴ σάρωση, φαίνεται στό σχῆμα 4.1α. Στὸ ζευγὸς πλακιδίων ὀριζόντιας ἀποκλίσεως ἑνὸς ἡλεκτροστατικῶν σωλῆνα ἐφαρμόζεται πριονωτὴ τάση U_z μέ συχνότητα f_z , ποὺ δημιουργεῖται ἀπὸ εἰδικὴ γεννήτρια «σαρώσεως γραμμῶν». Ὑπὸ τὴν ἐπίδραση τῆς τάσεως αὐτῆς ἡ ἡλεκτρονικὴ δέσμη μετακινεῖται μέ σταθερὴ ταχύτητα ἀπὸ τὰ ἀριστερά πρὸς τὰ δεξιὰ καὶ «γράφει» στὴν ὁθόνη τοῦ σωλῆνα μιά γραμμὴ. Ὑστερα ἡ δέσμη κινεῖται πάρα πολὺ γρήγορα ἀπὸ τὰ δεξιὰ πρὸς τὰ ἀριστερά καὶ τελικὰ ἐπιστρέφει στὴν ἀρχικὴ τῆς θέσης. Ἡ ἐπιστροφὴ τῆς δέσμης φαίνεται στό σχῆμα 4.1α μέ τίς ἐστιγμένες γραμμές.

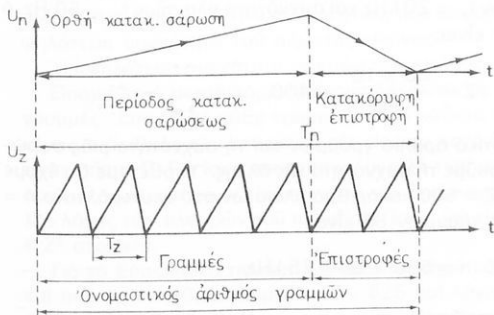
Στὸ ζευγὸς πλακιδίων κατακόρυφης ἀποκλίσεως ἐφαρμόζεται ἄλλη πριονωτὴ τάση U_n μέ συχνότητα f_n . Ὑπὸ τὴν ἐπίδραση τῆς τάσεως U_n ἡ ἡλεκτρονικὴ δέσμη κινεῖται ἀργά πρὸς τὰ κάτω καὶ κατόπιν ἐπιστρέφει γρήγορα ἐπάνω στὴν ἀρχικὴ τῆς θέσης.

Ἐπειδὴ ἡ συχνότητα f_z εἶναι πολὺ μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν συχνότητα f_n , στὴν ὁθόνη τοῦ σωλῆνα ἐμφανίζεται ἓνα πλέγμα ἀπὸ παράλληλες φωτεινὲς γραμμές, τὸ ράστερ. Ὅλες οἱ γραμμές τοῦ ράστερ σχηματίζουν ἓνα πλαίσιο ἢ κάδρο τηλεοπτικῆς εἰκόνας. Ὅταν ἡ δέσμη κινεῖται ὀριζόντια ἀπὸ τὰ ἀριστερά πρὸς τὰ δεξιὰ, σπρώχνεται ταυτόχρονα καὶ πρὸς τὰ κάτω. Γι' αὐτὸ οἱ γραμμές ἔχουν μιά μικρὴ κλίση πρὸς τὴν κατεύθυνση αὐτῇ. Ἡ ἐπιστροφὴ τῆς δέσμης ὀριζόντια γίνεται σέ χα-



Σχ. 4.1α.

Σχηματισμός του ράστερ με συνεχή σάρωση.



Σχ. 4.1β.

Πριονωτές τάσεις σαρώσεως.

μηλότερο σημείο από εκείνο της αρχικής εκκίνησης, από όπου η δέσμη ξεκινά πάλι για να γράφει μία νέα γραμμή κ.ο.κ.

Ο χρόνος που χρειάζεται η δέσμη για να γράφει μία 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 έπιστροφή της δέσμης στο επάνω άριστερό 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 4.1β 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 4.1α φαίνεται ότι η έπιστροφή της δέσμης κατακόρυφα γίνεται σχεδόν άκριαία. Στην πραγματικότητα ο χρόνος της έπιστροφής αυτής είναι ίσος με μερικές περιόδους σαρώσεως γραμμών (σχ. 4.1β), γι' αυτό η ήλε-

κτρονική δέσμη κινούμενη από τό κάτω δεξιό άκρο του ράστερ προς τό πάνω άριστερό, σχηματίζει μερικές γραμμές με τίς έπιστροφές τους. Οί γραμμές αυτές, δηλαδή οί γραμμές κατακόρυφης έπιστροφής της δέσμης, δέν φαίνονται στην όθόνη του σωλήνα, όπως δέν φαίνονται καί οί γραμμές της όριζόντιας έπιστροφής της δέσμης.

Γιά τή μετάδοση της εικόνας χρησιμοποιείται μόνο ή «όρθή σάρωση πλαισίων». Έπομένως οί γραμμές πού άντιστοιχοϋν στην όρθή σάρωση πλαισίων, είναι ενεργείς, ενώ οί γραμμές, πού άντιστοιχοϋν στην κατακόρυφη έπιστροφή της δέσμης, είναι παθητικές. Ο όλικός αριθμός των γραμμών στο πλαίσιο, πού ίσοϋται με τό άθροισμα των ενεργών καί παθητικών γραμμών, λέγεται **όνομαστικός**. Ο όνομαστικός αριθμός γραμμών Z, σέ μιά περίοδο σαρώσεως πλαισίων, συνδέεται με τίς συχνότητες f_z καί f_n με τή σχέση:

$$Z = \frac{f_z}{f_n} \quad (4.1)$$

Π.χ., με συχνότητα γραμμών $f_z = 20 \text{ kHz}$ καί συχνότητα πλαισίων $f_n = 50 \text{ Hz}$, ό όνομαστός αριθμός γραμμών είναι:

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

Αν γνωρίζομε τόν όνομαστικό αριθμό γραμμών καί τή συχνότητα μιάς σαρώσεως, μπορούμε εύκολα νά βροϋμε τή συχνότητα της άλλης. Έποθέτομε ότι έχομε όνομαστικό αριθμό γραμμών $Z = 500$ καί αριθμό πλαισίων στο δευτερόλεπτο $n = 50$. Η συχνότητα σαρώσεως γραμμών θά είναι:

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

4.2 Βασικά χαρακτηριστικά σαρώσεως.

Τά βασικά χαρακτηριστικά της σαρώσεως μιάς εικόνας είναι τά εξής:

— **Ο όνομαστικός αριθμός των γραμμών.**

Είναι ένα από τά πιό βασικά χαρακτηριστικά της σαρώσεως. Καθορίζει τό βαθμό διαχωριστικότητας των λεπτών στοιχείων μιάς εικόνας, δηλαδή τή **σαφήνεια** της εικόνας. Αν λάβομε υπόψη μας ότι ή εικόνα παρατηρείται από τόν τηλεθεατή με γωνία 11° περίπου κατά τήν κατακόρυφη κατεύθυνση καί ότι ή διαχωριστική ικανότητα του ματιού είναι $1'$, τότε τό μάτι μπορεί νά ξεχωρίσει 600 - 650 γραμμές ή 600 - 650 στοιχεία εικόνας στην κατακόρυφη κατεύθυνση, αφού σέ κάθε γραμμή κάθετα τοποθετείται ένα στοιχείο εικόνας. Αϋτός πρέπει νά είναι καί ό όνομαστικός αριθμός των γραμμών.

— **Η συχνότητα διαδοχής των πλαισίων.**

Η έκλογή της συχνότητας των πλαισίων καθορίζεται από τό χαρακτήρα της μεταδιδόμενης εικόνας (κινητή ή άκίνητη) καί από τή λαμπρότητα της όθόνης του εικονογράφου. Τό πρόβλημα της έκλογής της συχνότητας των πλαισίων εξετάζεται παρακάτω.

— **Η μορφή του πλαισίου.**

Έννοοϋμε τή σχέση μεταξύ του πλάτους του πλαισίου b καί του ύψους του h

(σχ. 4.1α). 'Επειδή ένα σημαντικό μέρος από τὰ τηλεοπτικά προγράμματα συνίσταται στην έκπομπή κινηματογραφικῶν ταινιῶν, ὁ λόγος τῶν πλευρῶν τοῦ πλαισίου K , δηλαδή ὁ λόγος b πρὸς h , ἐκλέγεται ἴσος μὲ ἐκεῖνο τῆς κινηματογραφικῆς ὁθόνης, καὶ εἶναι:

$$K = \frac{b}{h} = \frac{4}{3} \quad (4.2)$$

Ἡ ἐκλογή τῶν χαρακτηριστικῶν τῆς σαρώσεως καθορίζει τὸ πλάτος τοῦ φάσματος τῶν συχνοτήτων τοῦ τηλεοπτικοῦ σήματος, τὸ ὁποῖο πρέπει νὰ εἶναι σχετικὸ μὲ τὴ ζώνη διελεύσεως τῶν κυκλωμάτων ἐκπομπῆς καὶ λήψεως.

4.3 Φάσμα συχνοτήτων σήματος εἰκόνας.

Γιὰ τὴ σχεδίαση καὶ τὸν ὑπολογισμό τηλεοπτικῶν συστημάτων εἶναι ἀπαραίτητο νὰ γνωρίζομε τὴ σύνθεση τοῦ τηλεοπτικοῦ σήματος ἀπὸ πλευρᾶς συχνοτήτων, δηλαδή τὸ φάσμα τῶν συχνοτήτων του. Πρῶτα ἀπὸ ὅλα, πρέπει νὰ γνωρίζομε τὸ πλάτος τοῦ φάσματος τῶν συχνοτήτων, πού καθορίζεται ἀπὸ τὴ χαμηλότερη καὶ ὑψηλότερη συχνότητα τοῦ σήματος εἰκόνας.

Ἡ ὑψηλότερη συχνότητα τοῦ σήματος εἰκόνας μπορεῖ νὰ υπολογισθεῖ ὡς ἑξῆς:

Εἶπαμε ὅτι ἡ μεταδιδόμενη εἰκόνα διαιρεῖται μὲ τὴ βοήθεια τῆς σαρώσεως σὲ Z γραμμές. 'Επειδὴ σὲ κάθε γραμμὴ μπορεῖ κάθετα νὰ τοποθετηθεῖ ἓνα στοιχεῖο εἰκόνας, ὁ ἀριθμὸς τῶν στοιχείων τῆς εἰκόνας κατὰ τὴν κατακόρυφη κατεύθυνση θὰ εἶναι ἐπίσης Z . Γιὰ ἴσες ἀποστάσεις μεταξὺ τῶν στοιχείων ὀριζόντια καὶ κάθετα ὁ ἀριθμὸς τῶν στοιχείων εἰκόνας κατὰ τὴν ὀριζόντια κατεύθυνση θὰ εἶναι $K \cdot Z$, ὅπου K ὁ λόγος τῶν πλευρῶν τοῦ πλαισίου. Ἔτσι, μιά εἰκόνα μπορεῖ νὰ σχηματισθεῖ ἀπὸ $K \cdot Z^2$ στοιχεῖα.

Γιὰ τὸ Εὐρωπαϊκὸ τηλεοπτικὸ πρότυπο, πού παραδεχθῆκαμε καὶ στὴ χώρα μας καὶ πού ἔχει ἀριθμὸ γραμμῶν $Z = 625$ καὶ λόγὸ πλευρῶν πλαισίου 4:3 (σχέση 4.2), ὁ μέγιστος ἀριθμὸς τῶν στοιχείων N πού συνθέτουν μίαν εἰκόνα θὰ εἶναι:

$$N_{\max} = K \cdot Z^2 = \frac{4}{3} \times 625^2 \approx 520.000 \quad (4.3)$$

Στὴν πραγματικότητα ὁ μέγιστος ἀριθμὸς τῶν στοιχείων μιᾶς εἰκόνας εἶναι μικρότερος ἀπὸ τὸν παραπάνω, ἐπειδὴ ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐνεργῶν γραμμῶν εἶναι μικρότερος ἀπὸ τὸν ὀνομαστικὸ ἀριθμὸ τῶν γραμμῶν. Στὴν πράξη δεχόμαστε ὅτι οἱ γραμμές πού συμμετέχουν στὸ σχηματισμὸ τῆς εἰκόνας εἶναι $0,75Z$, ὁπότε ὁ μέγιστος ἀριθμὸς τῶν στοιχείων τῆς γίνεται:

$$N_{\max} = 0,75 K \cdot Z^2 = 390.000 \quad (4.4)$$

Στὴν τηλεόραση βλέπομε $n = 25$ εἰκόνες στὸ δευτερόλεπτο καὶ ἐπομένως ὁ μέγιστος ἀριθμὸς στοιχείων στὸ $1''$ θὰ εἶναι:

$$N_{\max/\sec} = 0,75 K \cdot Z^2 \cdot n = 390.000 \times 25 = 9.750.000 \quad (4.5)$$

Ἄν τὰ στοιχεῖα αὐτὰ εἶναι ἐναλλάξ ἄσπρα καὶ μαῦρα, ἓνα ἄσπρο καὶ ἓνα μαῦρο μᾶς δίνουν μίαν ἐναλλαγὴ τοῦ σήματος εἰκόνας, δηλαδή μιά περίοδο. Ἐπομένως, ἡ

υψηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας θά είναι:

$$F_{\epsilon\max} = 0,75 \times \frac{4}{3} \times \frac{1}{2} \times Z^2 \times n = 0,5 Z^2 \cdot n, \quad (4.6)$$

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, η συχνότητα πλαισίων f_n , θά έχουμε:

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

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 θά είναι:

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

4.4 Έκλογη των χαρακτηριστικών σαρώσεως.

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

4.4.1 Έκλογή 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 καί 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 όρασέως μας.

Στόν αναγνώστη μπορεί να γεννηθεί το έρωτημα: γιατί στόν κινηματογράφο ο θεατής δέν ένοχλείται από τρεμοσβησίματα, άφου η συχνότητα διαδοχής είναι 24 πλαίσια στό δευτερόλεπτο; Πραγματικά, στόν κινηματογράφο έχομε 24 εικόνες στό δευτερόλεπτο, αλλά κάθε εικόνα προβάλλεται στην οθόνη δυό φορές συνέχεια. Αυτό έπιτυγχάνεται μέ τόν περιστρεφόμενο δίσκο έπισκοπίσεως (τόν obturator), ό όποιος κλείνει τό παράθυρο της μηχανής προβολής δυό φορές στό χρόνο

μιās εικόνας: μία φορά κατά την προώθηση τῆς κινηματογραφικῆς ταινίας καί μία δεύτερη φορά, ὅταν ἡ εἰκόνα στέκεται ἀκίνητη μπροστά τό παράθυρο τῆς μηχανῆς, γιά νά προβληθεῖ στήν ὀθόνη μέ σταθερή ἔνταση φωτός. Ἐπί, στίς κινηματογραφικές προβολές ἡ πραγματική συχνότητα τρεμοσβησίματος εἶναι διπλάσια ἀπό τή συχνότητα τῶν πλαισίων, δηλαδή 48 Hz.

Κατά τήν ἐκλογή τῆς συχνότητας τῶν πλαισίων στήν τηλεόραση λαμβάνεται ὑπόψη καί τό γεγονός ὅτι μέ τήν ἐπίδραση τῆς κυματώσεως τῶν τάσεων τροφοδοτήσεως καί τῆς σκεδάσεως τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τῶν μετασχηματιστῶν πάνω στήν ἠλεκτρονική δέσμη τοῦ εἰκονογράφου, εἶναι δυνατή ἡ παραμόρφωση τῆς εἰκόνας καί ἡ ἐμφάνιση στήν ὀθόνη μαύρων ὀριζοντίων λωρίδων. Στήν περίπτωση ἰσότητας τῆς συχνότητας πλαισίων καί τῆς συχνότητας τοῦ δικτύου τροφοδοτήσεως, οἱ ὀριζόντιες μαύρες λωρίδες στήν εἰκόνα εἶναι ἀκίνητες καί δέν διακρίνονται. Ὄταν οἱ συχνότητες πλαισίων καί δικτύου δέν εἶναι ἴσες, οἱ ὀριζόντιες λωρίδες κινοῦνται πρὸς τά πάνω ἢ πρὸς τά κάτω στό ρυθμό τῆς διαφορᾶς $f_{\delta} = f_n \dot{\eta} f_n - f_{\delta}$, ὅπου f_{δ} ἡ συχνότητα τοῦ δικτύου.

Γιά τήν τηλεόραση, τό πρότυπο CCIR καθορίζει συχνότητα 25 εἰκόνες στό δευτερόλεπτο, ὅμως ἡ συχνότητα τρεμοσβησίματος εἶναι διπλάσια, δηλαδή 50 Hz. Αὐτό ἐπιτυγχάνεται μέ ἄλλο εἶδος σαρώσεως τῆς εἰκόνας, τήν **ἐνδιάμεση σάρωση**, τήν ὁποία θά ἐξετάσουμε παρακάτω. Γιά συνεχή σάρωση εἰκόνας ἡ συχνότητα τῶν πλαισίων πρέπει νά εἶναι $f_n = 50$ Hz.

4.4.2 Ἐκλογή ἀριθμοῦ γραμμῶν.

Γιά νά ἔχομε καλή σαφήνεια εἰκόνας, πρέπει ὁ ἀριθμός τῶν γραμμῶν Z τοῦ ῥάστερ νά εἶναι μεγάλος. Ὅσο καλύτερη εἶναι ἡ ἐστίαση τῆς ἠλεκτρονικῆς δέσμης στήν ἐπιφάνεια τῆς ὀθόνης, δηλαδή ὅσο μικρότερη εἶναι ἡ διάμετρος τῆς δέσμης τόσο μεγαλύτερος μπορεί νά εἶναι ὁ ἀριθμός Z . Ἡ ἀπεριόριστη ὅμως αὐξηση τῶν γραμμῶν, ἐνῶ δέν δίνει πρακτικά αὐξηση τῆς σαφήνειας τῆς εἰκόνας (λόγω τῆς περιορισμένης διαχωριστικῆς ἰκανότητος τοῦ ματιοῦ), μεγαλώνει τήν ὑψηλότερη συχνότητα τοῦ σήματος εἰκόνας ἀνάλογα μέ τό τετράγωνο τοῦ ἀριθμοῦ Z (σχέση 4.6). Ἐπομένως κατά τήν ἐκλογή τοῦ ἀριθμοῦ τῶν γραμμῶν πρέπει νά γίνεи συμβιβασμός μεταξύ τῆς σαφήνειας τῆς εἰκόνας καί τῆς ἐπιτρεπομένης ζώνης διελεύσεως τῶν κυκλωμάτων ἐκπομπῆς καί λήψεως τῆς τηλεοράσεως.

Στό πρότυπο CCIR ἔχομε $Z = 625$, πράγμα πού ἐξασφαλίζει ἀρκετά καλή ποιότητα εἰκόνας. Γιά $Z = 625$ καί $f_n = 50$ Hz (συνεχῆς σάρωση), ἡ ὑψηλότερη συχνότητα τοῦ σήματος εἰκόνας εἶναι (σχέση 4.6):

$$f_{\text{cmax}} = 0,5 Z^2 \cdot f_n = 0,5 \times 625^2 \times 50 = 9,8 \text{ MHz.} \quad (4.7)$$

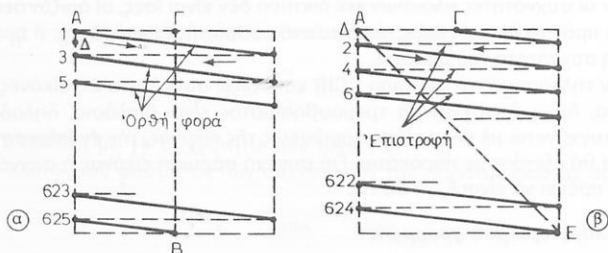
Ἡ μετάδοση τόσο ὑψηλῆς συχνότητας εἰκόνας χωρίς παραμορφώσεις εἶναι πρόβλημα ἀρκετά δύσκολο.

4.5 Ἐνδιάμεση σάρωση.

Εἴπαμε ὅτι γιά τήν ἐξάλειψη τῶν τρεμοσβησιμάτων τῆς λαμπρότητας τῆς εἰκόνας στήν ὀθόνη τοῦ δέκτη τηλεοράσεως καί γιά συνεχή σάρωση εἰκόνας, πρέπει ἡ συχνότητα πλαισίων νά εἶναι 50 Hz. Ἀλλά μέ τέτοια συχνότητα πλαισίων ἡ ὑψηλότερη συχνότητα τοῦ σήματος εἰκόνας εἶναι μεγάλη (σχέση 4.7). Γιά τήν ἐλάττωση

της υψηλότερης συχνότητας του σήματος εικόνας καί επομένως τον περιορισμό του πλάτους του τηλεοπτικού φάσματος καί γιά τήν έκπομπή 25 εικόνων στο δευτερόλεπτο χωρίς εμφάνιση τρεμοσβησιμάτων, καταφεύγουμε στην «ένδιάμεση σάρωση» της εικόνας.

Στήν **ένδιάμεση ή παρεμβαλλόμενη σάρωση** το ράστερ, πού αποτελείται από 625 γραμμές, διαιρείται σέ δύο τμήματα, πού ονομάζονται **πεδία** ή **ήμiplαίσια**. Στήν αρχή ή ηλεκτρονική δέσμη σχηματίζει μόνο τις περιπτώ γραμμές: 1η, 3η, 5η κλπ. Οι γραμμές αυτές τοποθετούνται στην ίδια θέση πού ήταν τοποθετημένες καί στή συνεχή σάρωση. Τό τμήμα αυτό του πλαισίου ονομάζεται «πεδίο περιπτών γραμμών» ή «περιπτό πεδίο» [σχ. 4.5(α)]. Παρατηρούμε ότι στο περιπτό πεδίο ή τελευταία γραμμή, δηλαδή ή 625η, είναι μισή (ώς τό σημείο Β). Έτσι, τό περιπτό πεδίο περιέχει τις μισές γραμμές του πλαισίου, δηλαδή 312,5 γραμμές.



Σχ. 4.5.

Πεδίο περιπτών γραμμών (α) καί πεδίο άρτιων γραμμών (β).

Από τό τέλος του περιπτού πεδίου (σημείο Β) ή ηλεκτρονική δέσμη μετατοπίζεται γρήγορα στο σημείο Γ, πού βρίσκεται στην ίδια στάθμη μέ τό σημείο Α, δηλαδή μέ τήν αρχή της πρώτης περιπτής γραμμής. Από τό σημείο Γ ή δέσμη, αφού τελειώσει τήν 625η γραμμή, επιστρέφει στο σημείο Δ καί αρχίζει νά «γράφει» τις άρτιες γραμμές: 2η, 4η, 6η κλπ. [σχ. 4.5 (β)]. Οι γραμμές αυτές τοποθετούνται ακριβώς στο μέσο των προηγούμενων καί έτσι σχηματίζεται τό «άρτιο πεδίο». Η τελευταία γραμμή του πεδίου αυτού, δηλαδή ή 624η, τερματίζει στο κάτω δεξιά άκρο του πλαισίου (σημείο Ε) καί από εκεί ή δέσμη επιστρέφει στο σημείο Α γιά νά επαναλάβει τό σχηματισμό του περιπτού πεδίου κ.ο.κ. Είναι εύκολο νά δούμε ότι άν τό ένα πεδίο τοποθετηθεί πάνω στο άλλο, παίρνουμε τό πλαίσιο των 625 γραμμών, όπως στή συνεχή σάρωση.

Ας εξετάσουμε τώρα λεπτομερέστερα τις δύο σαρώσεις γιά νά προκύψουν τά πλεονεκτήματα της ένδιάμεσης πού, όπως είδαμε, είναι πολυπλοκότερη από τή συνεχή.

Στή συνεχή σάρωση, γιά νά μήν έχομε τρεμοσβησίματα στην εικόνα, πρέπει νά εκπέμπονται 50 εικόνες στο δευτερόλεπτο. Τότε όμως ή υψηλότερη συχνότητα του όπτικού σήματος είναι 9,8 MHz (σχέση 4.7). Εκτός από αυτό γιά τήν έκπομπή εικόνων κινούμενων αντικειμένων είναι έντελώς άρκετή μία ταχύτητα διαδοχής 16 - 25 εικόνων στο δευτερόλεπτο (στον κινηματογράφο έχομε 24 εικόνες στο 1''). Μέ συχνότητα πλαισίων 25 Hz στή συνεχή σάρωση, ή υψηλότερη συχνότητα του

όπτικού σήματος γίνεται ή μισή (4,9 MHz), αλλά ή εικόνα διερευνάται από τή δέσμη σέ χρόνο $\frac{1}{25}$ του $1''$, δηλαδή σέ 40 msec. Αυτό σημαίνει ότι κάθε σημείο τής όθόνης βομβαρδίζεται από τή δέσμη καί επομένως φωτίζεται κάθε 40 msec. 'Ο χρόνος αυτός είναι μεγάλος καί τό μάτι μας δέν διατηρεί τή φωτεινή έντύπωση πού του δημιουργήθηκε γιά κάποιο σημείο πρίν 40 msec. Έτσι, ή εικόνα τρεμοσβήνει.

Στήν ενδιάμεση σάρωση κάθε πεδίο περιέχει 312,5 γραμμές. Γιά τό σχηματισμό των γραμμών αυτών από τή δέσμη, πού είναι οι μισές του πλαισίου, απαιτείται μισός χρόνος από τόν προηγούμενο, δηλαδή 20 msec. Έπομένως, άφου ή δέσμη σαρώσει ένα σημείο τής όθόνης, ξαναβρίσκεται ύστερα από 20 msec όχι βέβαια ακριβώς στή θέση του ίδιου σημείου, αλλά λίγο χαμηλότερα. Έτσι, ή περιοχή γύρω από κάθε σημείο τής όθόνης φωτίζεται κάθε 20 msec, δηλαδή 50 φορές στό $1''$ (20 msec = 0,02 sec καί $1/0,02 \text{ sec} = 50 \text{ Hz}$). Σ' αυτό τό χρόνο τό μάτι μας διατηρεί τή φωτεινή έντύπωση του σημείου τής ίδιας περιοχής καί τό τρεμοσβήσιμο τής εικόνας εξαφανίζεται.

Η ύψηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας μέ ενδιάμεση σάρωση υπολογίζεται από τή σχέση (4.6), ή τήν (4.7), αλλά μέ $f_n = 25 \text{ Hz}$. "Αν είναι $Z = 625$ καί $K = 4/3$, θά έχομε:

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

δηλαδή δυό φορές μικρότερη από εκείνη τής σχέσεως (4.7).

Η χαμηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας μέ ενδιάμεση σάρωση θά ισούται μέ τή συχνότητα των πεδίων f_n πού είναι διπλάσια από τή συχνότητα των πλαισίων $f_{\text{π}}$. Η συχνότητα αυτή είναι:

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

Η συχνότητα τής γεννήτριας σαρώσεως, πού πραγματοποιεί τήν κατακόρυφη μετακίνηση τής ηλεκτρονικής δέσμης, είναι ίση επίσης μέ τή συχνότητα των πεδίων f_n . Γιά τά τηλεοπτικά πρότυπα τής Εύρώπης είναι $f_n = 50 \text{ Hz}$ καί 25 εικόνες στό $1''$ ($f_n = 25 \text{ Hz}$) καί γιά τήν Αμερική $f_n = 60 \text{ Hz}$ καί 30 εικόνες στό $1''$.

Έτσι, ή χρησιμοποίηση τής ενδιάμεσης σαρώσεως μās επιτρέπει νά ελαττώσομε τή συχνότητα των πλαισίων κατά δυό φορές χωρίς εμφάνιση τρεμοσβησιμάτων στήν εικόνα, ενώ ταυτόχρονα στενεύει δύο φορές τό πλάτος τής ζώνης συχνοτήτων του όπτικού σήματος καί είναι:

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

4.6 Βασικά χαρακτηριστικά τηλεοπτικών προτύπων.

Τά τηλεοπτικά πρότυπα στον κόσμο είναι πέντε: τής Αγγλίας, τής Αμερικής, τής Δυτικής Εύρώπης (CCIR), τής Ρωσίας (OIRT) καί τής Γαλλίας.

Τά βασικά χαρακτηριστικά των προτύπων είναι:

- 'Ο άριθμός των γραμμών (όνομαστικός).
- 'Η συχνότητα των πεδίων.
- 'Η συχνότητα των πλαισίων (συχνότητα εικόνων).
- 'Η συχνότητα των γραμμών καί

— Ἡ ζώνη τῶν συχνοτήτων τοῦ ὁπτικοῦ σήματος.

Ἡ συχνότητα τῶν πεδίων γιά τά πρότυπα τῆς Εὐρώπης εἶναι, ὅπως εἶπαμε, 50 Hz καί γιά τήν Ἀμερική 60 Hz, δηλαδή ἴση μέ τή συχνότητα τῶν δικτύων τροφοδοτήσεως τῶν ἡπείρων αὐτῶν. Τούς λόγους τῆς ἰσότητος αὐτῆς τούς ἐξηγήσαμε στήν παράγραφο 4.4. Ἡ συχνότητα τῶν πλαισίων ἢ τῶν εἰκόνων εἶναι ἴση μέ τό μισό τῆς συχνότητος τῶν πεδίων: 25 Hz γιά τά πρότυπα τῆς Εὐρώπης καί 30 Hz γιά τήν Ἀμερική. Ἡ συχνότητα τῶν γραμμῶν f_z εἶναι εὐκολο νά ὑπολογισθεῖ, ἀρκεῖ νά γνωρίζομε τόν ὀνομαστικό ἀριθμό τῶν γραμμῶν Z , ἀφοῦ εἶναι $f_z = Z \cdot f_n$. Π.χ. γιά τό πρότυπο CCIR εἶναι $Z = 625$ καί ἐπομένως ἔχομε:

$$f_z = Z \cdot f_n = 625 \times 25 = 15.625 \text{ Hz} \quad (4.8)$$

ἢ καί

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

Τέλος, μέ γνωστό τόν ἀριθμό τῶν γραμμῶν, ὑπολογίζομε τή ζώνη τῶν συχνοτήτων τοῦ ὁπτικοῦ σήματος μέ τή βοήθεια τῆς σχέσεως (4.6).

Ἡ διαφορά μεταξύ τῶν τηλεοπτικῶν προτύπων βρίσκεται βασικά στόν ἀριθμό τῶν γραμμῶν Z . Τό πρότυπο τῶν 625 γραμμῶν συμβιβάζει μέ ἄριστο τρόπο τήν ἀπαραίτητη ποιότητα (σαφήνεια) τῆς εἰκόνας μέ τήν ἐπιτρεπόμενη ἀπλοποίηση τῶν συσκευῶν ἐκπομπῆς καί λήψεως τῆς. Μέ ἀριθμό γραμμῶν 405 (Ἀγγλικό πρότυπο) ἡ σαφήνεια τῆς εἰκόνας δέν εἶναι ἀρκετή. Μέ αὔξησι τοῦ ἀριθμοῦ τῶν γραμμῶν πάνω ἀπό τίς 625, μεγαλώνει ὑπερβολικά τό πλάτος τῆς ζώνης συχνοτήτων τοῦ ὁπτικοῦ σήματος καί οἱ συσκευές ἐκπομπῆς καί λήψεως γίνονται συνθετότερες. Ἐπί πλέον σέ ὀρισμένη περιοχὴ συχνοτήτων κατανέμονται λιγότεροι πομποὶ τηλεοράσεως.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6.1.

Χαρακτηριστικά προτύπου	Τηλεοπτικά πρότυπα			
	Ἀγγλίας	ΗΠΑ	CCIR OIRT*	Γαλλίας
Ἀριθμός γραμμῶν (ὀνομαστικός)	405	525	625	819
Συχνότητα πεδίων σέ Hz	50			60
Συχνότητα πλαισίων σέ Hz	25	30	25	25
Συχνότητα γραμμῶν σέ Hz	10125	15750	15625	20475
Λόγος πλευρῶν πλαισίου	4:3	4:3	4:3	4:3
Ζώνη συχνοτήτων σήματος εἰκόνας σέ MHz	2,1	4,2	CCIR 4,9 OIRT 6	8,4
* CCIR = Committee Consultative International Radiocommunication OIRT = Organization International Radio - Television				

Τήν πιό μεγάλη σαφήνεια εἰκόνας ἔχει τό Γαλλικό πρότυπο (819 γραμμές), ἀλλά αὐτό συνεπάγεται πρόσθετη δαπάνη, ἐπεὶδὴ ἡ ζώνη συχνοτήτων φθάνει τὰ 8,4 MHz ἀντί γιά 4,9 MHz πού ἔχομε μέ 625 γραμμές.

Τά βασικά χαρακτηριστικά τῶν διαφόρων τηλεοπτικῶν προτύπων φαίνονται στόν Πίνακα 4.6.1.

4.7 Ἀμαύρωση καὶ συγχρονισμός.

Κατὰ τὴ διερεύνηση μιᾶς εἰκόνας στὸν εἰκονολήπτη καὶ κατὰ τὴν ἀναπαραγωγή τῆς στὸν εἰκονογράφο τοῦ δέκτη, ἀξιοποιοῦνται μόνο οἱ κινήσεις τῆς δέσμης ἀπὸ τὰ ἀριστερὰ πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ μωσαϊκοῦ (στόχου) ἢ τῆς ὁθόνης. Οἱ ἐπιστροφές τῆς δέσμης δημιουργοῦν παρασιτικά σήματα στὸν πομπό καὶ φωτεινές παρενοχλήσεις στὴν ὁθόνη τοῦ δέκτη πού προκαλοῦν ἀσάφεια στὴν εἰκόνα. Τὸ ἴδιο συμβαίνει καὶ μὲ τὴν κατακόρυφη ἐπιστροφή τῆς δέσμης, ὕστερα ἀπὸ τὴ διερεύνηση καθε πεδίου τῆς εἰκόνας.

Γιὰ τὴν ἀποφυγὴ τῶν παρασιτικῶν σημάτων στὸν πομπό καὶ τῶν φωτεινῶν παρενοχλήσεων στὴν ὁθόνη τοῦ δέκτη, πού μποροῦν νὰ δημιουργηθοῦν ἀπὸ τίς ἐπιστροφές τῆς δέσμης, χρησιμοποιοῦνται εἰδικοί παλμοὶ οἱ ὁποῖοι ἀποκόπτουν τὴ δέσμη κατὰ τὴν ἐπιστροφή τῆς ὀριζόντια καὶ κατακόρυφα. Οἱ παλμοὶ αὗτοί, ἐπειδὴ «μαυρίζουν» τὴν ὁθόνη κατὰ τὸ χρόνο ἐπιστροφῆς τῆς δέσμης, ὀνομάζονται **παλμοὶ ἀμαυρώσεως** καὶ ἡ δράση τους **ἀμαύρωση**.

Οἱ παλμοὶ ἀμαυρώσεως χωρίζονται σὲ δύο κατηγορίες:

- Σὲ «παλμούς ἀμαυρώσεως γραμμῶν» καὶ
- σὲ «παλμούς ἀμαυρώσεως πλαισίων».

Ἡ διάκριση δὲν εἶναι τυπικὴ, γιατί διαφέρουν μεταξὺ τους κατὰ τὴ διάρκεια, ἀφοῦ διαφορετικοὶ εἶναι καὶ οἱ χρόνοι ἐπιστροφῆς τῆς δέσμης ὀριζόντια καὶ κατακόρυφα κατὰ τοὺς ὁποίους πρέπει νὰ δράσουν. Καὶ οἱ δύο κατηγορίες παλμῶν παράγονται στὸν πομπό καί, ἀφοῦ ἐνεργήσουν στὸν εἰκονολήπτη, εἰσάγονται στὸ τηλεοπτικὸ σῆμα καὶ μεταφέρονται στὸ δέκτη γιὰ νὰ ἐνεργήσουν καὶ στὸν εἰκονογράφο. Οἱ παλμοὶ ἀμαυρώσεως ἔχουν κατάλληλο πλάτος καὶ πολικότητα ὥστε, ὅταν ἐνεργοῦν στὸ κύκλωμα πλέγματος - καθόδου τῶν ἀντιστοίχων σωλῆνων, νὰ ἀποκόπτουν τὴ δέσμη κατὰ τὴ διάρκεια τῶν ἐπιστροφῶν τῆς.

— Ἀπαραίτητη συνθήκη γιὰ τὴν ἀναπαραγωγή τῆς εἰκόνας στὸ δέκτη τηλεόρασεως εἶναι ὁ αὐστηρὸς συγχρονισμὸς τῶν κινήσεων τῆς καταγραφικῆς δέσμης στὸν εἰκονογράφο καὶ τῆς διερευνητικῆς δέσμης στὸν εἰκονολήπτη. Ἐπειδὴ ἡ δέσμη κινεῖται ὀριζόντια γιὰ τὸ σχηματισμὸ γραμμῶν καὶ κατακόρυφα γιὰ τὸ σχηματισμὸ πλαισίων, δηλαδὴ ἔχομε σαρώσεις γραμμῶν καὶ πλαισίων, διακρίνομε τὸ «συγχρονισμό γραμμῶν» καὶ τὸ «συγχρονισμό πλαισίων». Γιὰ τὴν πραγματοποίησιν τῶν συγχρονισμῶν αὐτῶν χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης εἰδικοί παλμοὶ πού ὀνομάζονται ἀντίστοιχα **παλμοὶ συγχρονισμοῦ γραμμῶν** καὶ **παλμοὶ συγχρονισμοῦ πλαισίων**.

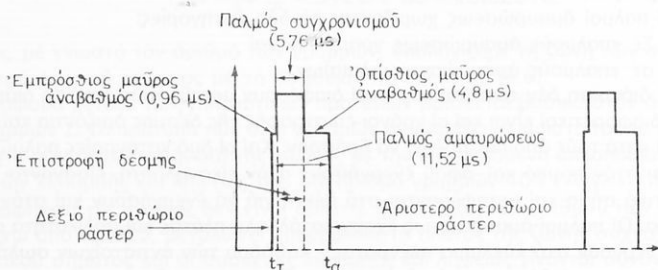
Γνωρίζομε ἀκόμη, ὅτι μεταξὺ τῶν συχνότητων σαρώσεως γραμμῶν καὶ σαρώσεως πλαισίων ὑπάρχει ἐντελὴς καθορισμένη σχέση, ὅπως ὑπάρχει καὶ μεταξὺ τῆς συχνότητος πλαισίων καὶ τῆς συχνότητος τοῦ δικτύου τροφοδοτήσεως. Ἔτσι, γιὰ τὴν πραγματοποίησιν μιᾶς τηλεοπτικῆς ἐκπομπῆς εἶναι ἀπαραίτητο νὰ ἐξασφαλισθεῖ συγχρονισμὸς μεταξὺ τῆς σαρώσεως πλαισίων καὶ τοῦ δικτύου τροφοδοτήσεως, μεταξὺ τῆς σαρώσεως γραμμῶν καὶ τῆς σαρώσεως πλαισίων, καθὼς ἐπίσης καὶ μεταξὺ τῶν δύο σαρώσεων στὸν πομπό καὶ τῶν ἰδίων σαρώσεων στὸ δέκτη. Οἱ παλμοὶ συγχρονισμοῦ παράγονται στὸν πομπό καί, ἀφοῦ ἐνεργήσουν στὶς «γεννήτριες σαρώσεως» γραμμῶν καὶ πλαισίων, πού ρυθμίζουν τὴν κίνησιν τῆς διερευνητικῆς δέσμης στὸν εἰκονολήπτη, εἰσάγονται στὸ τηλεοπτικὸ σῆμα καὶ μεταφέρονται στὸ δέκτη γιὰ νὰ ἐνεργήσουν στὶς ἀντίστοιχες γεννήτριες πού ρυθμίζουν

τήν κίνηση της καταγραφικής δέσμης στόν εικονογράφο. Οι παλμοί συγχρονισμού γραμμών καί πλαισίων διαφέρουν μεταξύ τους κατά διάρκεια.

4.8 Παλμοί συγχρονισμού καί άμαυρώσεως γραμμών.

Έξετάζομε στή συνέχεια τή μορφή τών παλμών συγχρονισμού καί άμαυρώσεως γραμμών, καθώς καί τή δράση τους κατά τήν οριζόντια σάρωση μιᾶς εικόνας.

Στό σχήμα 4.8α φαίνεται ένα τμήμα τοῦ σήματος εικόνας μέ τούς παλμούς συγχρονισμού καί άμαυρώσεως γραμμών. Ἡ διάρκεια τοῦ παλμοῦ συγχρονισμού εἶναι μικρότερη ἀπό τή διάρκεια τοῦ παλμοῦ άμαυρώσεως καί ἡ σχετική τοποθέτηση μεταξύ τους εἶναι ἀσύμμετρη. Ἡ οριζόντια ἐπιστροφή τῆς δέσμης πρέπει νά ἀρχίζει καί νά τελειώνει στή διάρκεια δράσεως τοῦ παλμοῦ άμαυρώσεως, δηλαδή στό χρόνο $t_a - t_r$. Στήν περίπτωση αὐτή ἡ γραμμή ἐπιστροφῆς δέν μπορεῖ νά φανεῖ στήν ὁθόνη τῆς λυχνίας εικόνας.

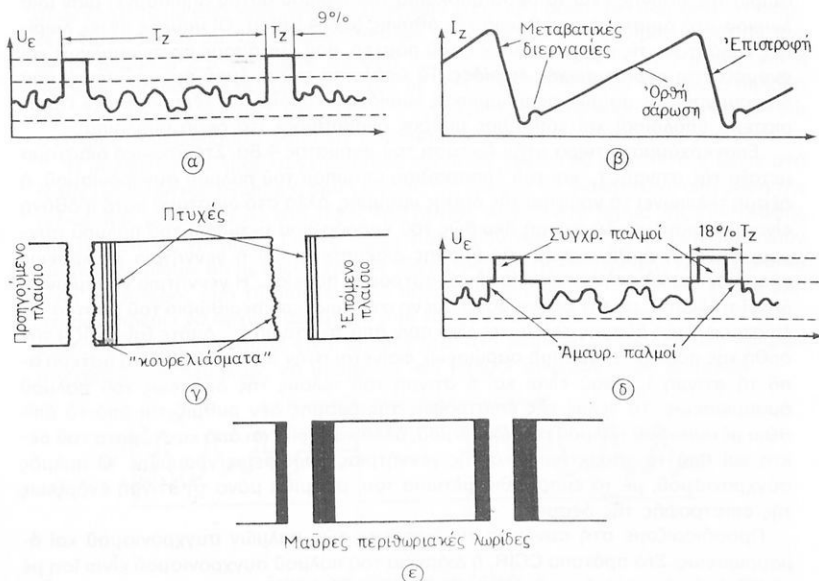


Σχ. 4.8α.

Ὁ παλμός συγχρονισμού καί άμαυρώσεως τών γραμμών.

Ἐφόσον ὁ χρόνος ἐπιστροφῆς τῆς δέσμης δέν χρησιμοποιεῖται γιά τήν ἐκπομπή σήματος εικόνας, θά πρέπει αὐτός νά εἶναι ὅσο τό δυνατόν μικρότερος. Ὅμως, γιά τήν περίπτωση μαγνητικῆς ἀποκλίσεως τῆς δέσμης, ὁ χρόνος τῆς οριζόντιας ἐπιστροφῆς της δέν μπορεῖ νά εἶναι μικρότερος ἀπό τήν περίοδο μιᾶς γραμμῆς. Αὐτό ὑπαγορεύεται ἀπό δύο λόγους: πρῶτο, μέ πολύ μικρό χρόνο ἐπιστροφῆς, δημιουργοῦνται στά πηνία οριζόντιας ἀποκλίσεως ἰσχυρές παρασιτικές ταλαντώσεις καί δεύτερο, ἐπειδή ἡ διάρκεια τών παλμών συγχρονισμού γραμμών πρέπει νά εἶναι μικρότερη ἀπό τό χρόνο τῆς οριζόντιας ἐπιστροφῆς, μέ τόσο βραχεῖς παλμούς συγχρονισμού δέν ἐξασφαλίζεται σταθερότητα στό συγχρονισμό τοῦ δέκτη (στό συγχρονισμό τοῦ δέκτη θά ἐπιδρῶν οἱ παλμικοί θόρυβοι πού ἔχουν ἐπίσης μικρή διάρκεια).

Μεγαλύτερη σημασία ἔχει ἡ μορφή τών παλμών συγχρονισμού. Γιά ἕναν ἀκριβή συγχρονισμό, τά ἐμπρόσθια μέτωπα τών παλμών πρέπει νά εἶναι ὅσο τό δυνατόν ἀπότομα καί τό ὕψος(τού πλάτος τους), σταθερό [σχ. 4.8β(α)]. Οἱ τόσο αὐστηρές ἀπαιτήσεις γιά τή μορφή τοῦ παλμοῦ εἶναι δικαιολογημένες, ἐπειδή ἀπό τό ἐμπρόσθιο μέτωπο τοῦ παλμοῦ καθορίζονται τό τέλος τῆς ὀρθῆς σαρώσεως καί ἡ ἀρχή τῆς ἀνάστροφης.



Σχ. 4.8β.

Σύνθεση των γραμμοπαλμών.

Οι παρασιτικές ταλαντώσεις, που δημιουργούνται στα πηνία οριζόντιας αποκλίσεως στη διάρκεια επιστροφής της δέσμης, διαταράσσουν τη γραμμικότητα της όρθης σαρώσεως στην αρχή και στο τέλος της. Στην αρχή επιπροστίθενται στην όρθη σάρωση υπολείμματα παρασιτικών ταλαντώσεων ενώ στο τέλος εμφανίζονται μεταβατικές διεργασίες, με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων παρασιτικών ταλαντώσεων στα πηνία γραμμών [σχ. 4.8β(β)].

Λόγω των παραμορφώσεων αυτών της όρθης σαρώσεως, εμφανίζονται κατακόρυφες πτυχώσεις στο αριστερό περιθώριο της οθόνης και άκόμη, τα δύο περιθώρια (αριστερό και δεξιό) είναι «κουρελιασμένα» [σχ. 4.8β(γ)]. Για να μη φαίνονται στην οθόνη οι παραμορφώσεις αυτές, πρέπει η ηλεκτρονική δέσμη να διακόπτεται λίγο ενωρίτερα από το τέλος της όρθης σαρώσεως και να αποκαθίσταται λίγο αργότερα από την αρχή της επόμενης όρθης σαρώσεως. Αυτό επιτυγχάνεται με τον παλμό άμαυρώσεως γραμμών, που έχει διάρκεια μεγαλύτερη από εκείνη του παλμού συγχρονισμού [16% - 18% από την περίοδο μιάς γραμμής, σχ. 4.8β(δ)].

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

Τό αριστερό υπόλοιπο του παλμού άμαυρώσεως, που δεν καλύπτεται από τον παλμό συγχρονισμού, δημιουργεί μία κατακόρυφη μαύρη λωρίδα στο δεξιό περι-

θώριο της όθονης ενώ το δεξιό υπόλοιπο του παλμού αυτού δημιουργεί μιάν ίδια λωρίδα στο άριστερό περιθώριο της όθονης [σχ. 4.8β(ε)]. Οι μαύρες αυτές λωρίδες καλύπτουν τις παραμορφώσεις του ράστερ, που εξετάσαμε προηγουμένως και ονομάζονται **περιθωριακές λωρίδες**. Τα υπόλοιπα του παλμού άμαυρώσεως, που δημιουργούν τις μαύρες περιθωριακές λωρίδες, ονομάζονται «έμπρόσθιος» (τό άριστερό υπόλοιπο) και «όπίσθιος μαύρος άναβαθμός» (τό δεξιό υπόλοιπο).

Έπανερχόμαστε τώρα στην εξέταση του σχήματος 4.8α. Στο χρονικό διάστημα μεταξύ της στιγμής t_r και του έμπρόσθιου μετώπου του παλμού συγχρονισμού, ή δέσμη τελειώνει τό γράψιμο της όρθης γραμμής, αλλά στο διάστημα αυτό ή όθόνη είναι μαυρισμένη. Τή στιγμή άκρίβως του έμπρόσθιου μετώπου του παλμού συγχρονισμού, ή όρθή πορεία της δέσμης διακόπεται και ή γεννήτρια σαρώσεως γραμμών περνά στή λειτουργία της άνάστροφης πορείας. Η γεννήτρια γραμμών όδηγεί τή δέσμη, μέ τήν όθόνη μαυρισμένη στο άριστερό περιθώριο του ράστερ. Η έπιστροφή της δέσμης τελειώνει λίγο πριν από τή στιγμή t_a , όποτε ξαναρχίζει τήν όρθή της πορεία. Η γραμμή σαρώσεως φαίνεται στην όθόνη του δέκτη ύστερα άπό τή στιγμή t_a , που είναι και ή στιγμή του τέλους της δράσεως του παλμού άμαυρώσεως. Τό τέλος της έπιστροφής της δέσμης δέν ρυθμίζεται άπό τό όπίσθιο μέτωπο του παλμού συγχρονισμού, αλλά καθορίζεται άπό κυκλώματα του δέκτη και άπό τά χαρακτηριστικά της γεννήτριας σαρώσεως γραμμών. Ο παλμός συγχρονισμού, μέ τό έμπρόσθιο μέτωπό του, ρυθμίζει μόνο τή στιγμή έναρξεως της έπιστροφής της δέσμης.

Προσδιορίζομε στή συνέχεια τις διάρκειες των παλμών συγχρονισμού και άμαυρώσεως. Στο πρότυπο CCIR, ή διάρκεια του παλμού συγχρονισμού είναι ίση μέ τά 9% άπό τήν περίοδο μιάς γραμμής T_z . Έπειδή ή συχνότητα των γραμμών είναι $f_z = 15.625 \text{ Hz}$ (σχέση 4.8), έχομε:

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

και διάρκεια παλμού συγχρονισμού $64 \text{ } \mu\text{sec} \times 0,09 = 5,76 \text{ } \mu\text{sec}$.

Η διάρκεια του παλμού άμαυρώσεως είναι ίση μέ τά 18% άπό τήν περίοδο T_z δηλαδή:

$$\text{διάρκεια παλμού άμαυρώσεως} = 64 \times 0,18 = 11,52 \text{ } \mu\text{sec}.$$

Ο έμπρόσθιος μαύρος άναβαθμός έχει διάρκεια ίση μέ τό 1,5% της T_z , δηλ. είναι $64 \times 0,015 = 0,96 \text{ } \mu\text{sec}$, όποτε ή διαφορά $11,52 - (0,96 + 5,76) = 4,8 \text{ } \mu\text{sec}$ άπομένει γιά τόν όπίσθιο μαύρο άναβαθμό. Οι διάρκειες αυτές είναι σημειωμένες στο σχήμα 4.8α.

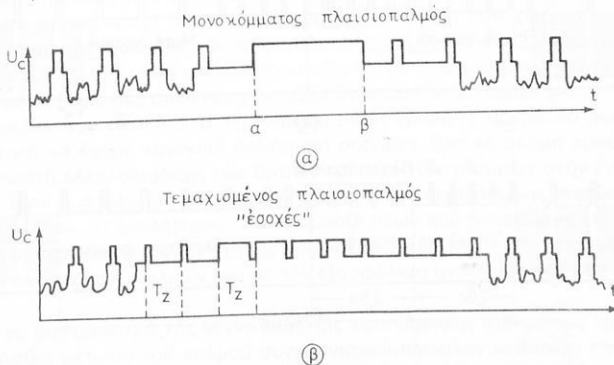
Τέλος, άπό όλα όσα είπαμε, βγαίνει τό συμπέρασμα ότι οι παλμοί συγχρονισμού και άμαυρώσεως γραμμών εμφανίζονται στο τηλεοπτικό σήμα κάθε $64 \text{ } \mu\text{sec}$ και έπομένως έχουν συχνότητα ίση μέ τή συχνότητα των γραμμών. Προκύπτει επίσης ότι ό διαθέσιμος χρόνος γιά τήν έκπομπή σήματος εικόνας κατά μήκος μιάς γραμμής είναι: $64 - 11,52 = 52,48 \text{ } \mu\text{sec}$.

4.9 Παλμοί συγχρονισμού και άμαυρώσεως πλαισίων.

Στήν άπλούστερη περίπτωση, οι παλμοί συγχρονισμού και άμαυρώσεως πλαι-

σίων διαφέρουν από τούς αντίστοιχους τῶν γραμμῶν μόνο στή διάρκειά. Ἡ διάρκεια τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ πλαισίων καθορίσθηκε, γιά τό πρότυπο CCIR, ἴση μέ τή διάρκεια 2,5 γραμμῶν, δηλαδή $2,5 T_z = 2,5 \times 64 = 160 \mu \text{ sec}$, καί ἡ διάρκεια τοῦ παλμοῦ ἀμαυρώσεως ἴση μέ τό χρόνο 20 περίπου γραμμῶν, δηλαδή $20 T_z = 20 \times 64 = 1280 \mu \text{ sec}$. Ὅπως στήν περίπτωση τῶν γραμμῶν, ἔτσι καί ἐδῶ ὁ παλμός συγχρονισμοῦ πλαισίων τοποθετεῖται ἐπάνω στόν παλμοῦ ἀμαυρώσεως.

Ἡ μορφή τοῦ παλμοῦ συγχρονισμοῦ πλαισίων πρέπει νά εἶναι τέτοια, ὥστε στό τέλος τοῦ περιττοῦ πεδίου, ἡ ὀρθή κίνηση τῆς δέσμης νά διακόπτεται στή μέση τῆς τελευταίας γραμμῆς ἐνῶ στό τέλος τοῦ ἄρτιου πεδίου στό τέρμα τῆς ἐπιστροφῆς τῆς τελευταίας γραμμῆς. Γιά τό σχηματισμό τῶν πάνω καί κάτω περιθωριακῶν μαύρων λωρίδων θά πρέπει ὁ χρόνος τῆς κατακόρυφης ἐπιστροφῆς τῆς δέσμης νά εἶναι μικρότερος ἀπό τή διάρκεια τοῦ παλμοῦ ἀμαυρώσεως πλαισίων, ἐνῶ ἡ ἐπιστροφή πρέπει νά ἀρχίζει ἀργότερα ἀπό τό ἐμπρόσθιο μέτωπο τοῦ παλμοῦ ἀμαυρώσεως. Ἐκτός ἀπό αὐτό, εἶναι ἀπαραίτητο, στή διάρκεια ἐκπομπῆς τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ πλαισίων, νά ὑπάρχουν καί παλμοί συγχρονισμοῦ γραμμῶν.

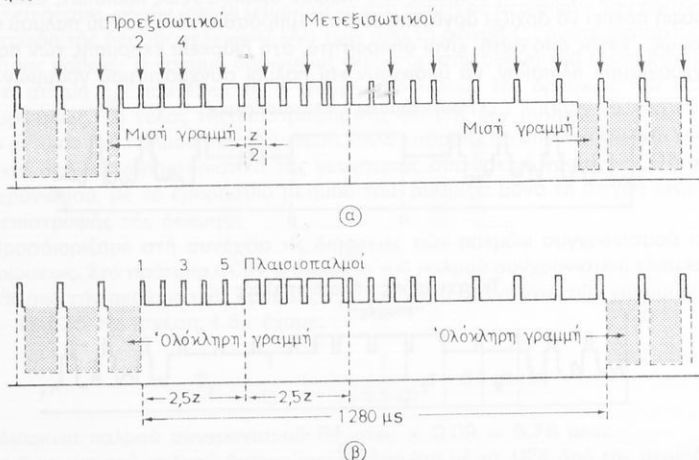


Σχ. 4.9α.

Σύνθεση τῶν πλαισιοπαλμῶν.

Ἄς ὑποθέσουμε ὅτι ὁ παλμός συγχρονισμοῦ πλαισίων ἔχει τήν ἀπλή μορφή πού φαίνεται στό σχῆμα 4.9α(α). Κατά τό χρόνο δράσεως τοῦ μονοκόμματος καί μεγάλου σέ διάρκεια παλμοῦ συγχρονισμοῦ πλαισίων, δηλαδή στό χρονικό διάστημα $\alpha - \beta$, δέν ὑπάρχουν παλμοί συγχρονισμοῦ γραμμῶν καί ἡ ἀντίστοιχη γεννήτρια μένει ἀσυγχρόνιστη. Γιά νά εἶναι συνεχῆς ὁ συγχρονισμός τῆς γεννήτριας γραμμῶν, ὁ πλατύς παλμός συγχρονισμοῦ πλαισίων φέρει τίς λεγόμενες «ἑσοχές», μέ τίς ὁποῖες χωρίζεται σέ περισσότερους βραχύτερους παλμούς [σχ. 4.9α(β)]. Οἱ διάρκειες τῶν ἑσοχῶν καί οἱ θέσεις τους εἶναι τέτοιες, ὥστε νά λειτουργοῦν κανονικά τόσο ἡ κατακόρυφη ὅσο καί ἡ ὀριζόντια σάρωση στό δέκτη. Π.χ., οἱ ἑσοχές στό σχῆμα 4.9α(β) ἔγιναν σέ τέτοια θέση, ὥστε τά ἐμπρόσθια μέτωπα τῶν μερικῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ πλαισίων νά ἀπέχουν μεταξύ τους ὅσο καί τά ἀντίστοιχα τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ γραμμῶν. Ἐτσι ἡ γεννήτρια σαρώσεως γραμμῶν τοῦ δέκτη μπορεῖ νά συγχρονισθεῖ μέ τά ἐμπρόσθια μέτωπα τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ πλαισίων.

Στήν πραγματικότητα ή σύνθεση τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ πλαισίων εἶναι πολυπλοκότερη ἀπὸ αὐτή πού φαίνεται στό σχῆμα 4.9α. Πρῶτα ἀπὸ ὅλα στήν ἐνδιάμεση σάρωση ἔχομε ἐκπομπή 50 πεδίων στό δευτερόλεπτο. Ἐπομένως ἡ κατακόρυφη ἐπιστροφή τῆς δέσμης σαρώσεως γίνεται δυό φορές στή διάρκεια ἐκπομπῆς μιᾶς εἰκόνας: τήν πρώτη φορά, ὕστερα ἀπὸ τήν ἐκπομπή τοῦ περιττοῦ πεδίου καί τή δεύτερη, ὕστερα ἀπὸ τήν ἐκπομπή τοῦ ἄρτιου. Καθεμίᾳ ἀπὸ αὐτές τίς ἐπιστροφές ἔχει δικό της παλμό ἀμαυρώσεως (τόν περιττό καί τόν ἄρτιο) καί δικούς της παλμούς συγχρονισμοῦ (σχ. 4.9β). Καί οἱ δύο παλμοί ἀμαυρώσεως ἔχουν τήν ἴδια διάρκεια, δηλαδή 1280 μsec , διαφέρουν ὅμως στό ὅτι ὁ περιττός παλμός ἀρχίζει ἀπὸ τή μέση τῆς τελευταίας γραμμῆς [σχ. 4.9β(α)] ἐνῶ ὁ ἄρτιος, ἀπὸ τό τέρμα τῆς ἐπιστροφῆς τῆς τελευταίας γραμμῆς, δηλαδή ἀπὸ τήν ἀρχή τῆς ἐπόμενης [σχ. 4.9β(β)].



Σχ. 4.9β.

Τό πλήρες συγχρονιστικό σῆμα γιά τά περιττά (α) καί γιά τά ἄρτια (β) πεδία.

Ὁ πλατύς παλμός συγχρονισμοῦ κάθε πεδίου διαιρεῖται σέ 5 μερικούς παλμούς. Ἡ διαίρεση γίνεται σέ «ρυθμό ἡμιγραμμῶν», ἀφοῦ οἱ παλμοί αὐτοί ἐμφανίζονται κάθε φορά ὕστερα ἀπὸ 312,5 γραμμές. Κάθε παλμός ἔχει διάρκεια ἴση μέ τό 41% ἀπὸ τήν περίοδο μιᾶς γραμμῆς, δηλαδή $64 \times 0,41 = 26,24 \mu\text{sec}$. Ἐπομένως ἀφοῦ ἡ διαίρεση ἔγινε σέ ρυθμό ἡμιγραμμῶν (ἀνά 50% τῆς T_z), ἡ διάρκεια τῆς ἐσοχῆς ἰσοῦται μέ τό 9% τῆς T_z , δηλαδή $64 \times 0,09 = 5,76 \mu\text{sec}$. Ἐτσι ἔχομε: $26,24 + 5,76 = 32 \mu\text{sec} = 1$ ἡμιγραμμή. Ἡ ἰσότητα τῆς διάρκειας τῆς ἐσοχῆς μέ τή διάρκεια τοῦ παλμοῦ συγχρονισμοῦ γραμμῶν, πού εἶναι ἐπίσης 5,76 μsec , ἐπιβάλλεται ἀπὸ λόγους ἀπλοποιήσεως μερικῶν κυκλωμάτων τοῦ πομποῦ. Στό σχῆμα 4.9β φαίνεται ὅτι ἡ γεννήτρια ἡμιγραμμῶν γραμμῶν συγχρονίζεται μέ τό ἐμπρόσθιο μέτωπο κάθε δεύτερου πλαισιοπαλμοῦ [ὅπως δείχνουν τά βέλη στό σχ. 4.9β(α)].

Ἐτσι, ἀνά δύο ἐμπρόσθια μέτωπα τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ πλαισίων, τό ἓνα

δέν χρησιμοποιείται. Θά δούμε όμως στά είδικά κυκλώματα σαρώσεως του δέκτη ότι αυτό δέν πειράζει, επειδή ή γεννήτρια σαρώσεως γραμμών δέν ένοχλείται από παρουσιάζόμενους τυχόν παλμούς στους ενδιάμεσους χρόνους των κύκλων λειτουργίας της.

Τέλος, στό πρότυπο CCIR ό πρώτος παλμός συγχρονισμού πλαισίων παρουσιάζεται πάντοτε 2,5 γραμμές (5 ήμιγραμμές) ύστερα από τήν έναρξη του παλμού άμαυρώσεως πλαισίων. Στόν έμπρόσθιο αυτό μαύρο άναβαθμό, όπως καί στόν όπίσθιο, τοποθετούνται οί λεγόμενοι **έξισωτικοί παλμοί**. Μέ τή σχετικά μεγάλη χρονική απόσταση μεταξύ του τελευταίου παλμού συγχρονισμού γραμμών καί του πρώτου παλμού συγχρονισμού πλαισίων καθώς καί μέ τόν προορισμό των έξισωτικών παλμών, θά άσχοληθούμε παρακάτω.

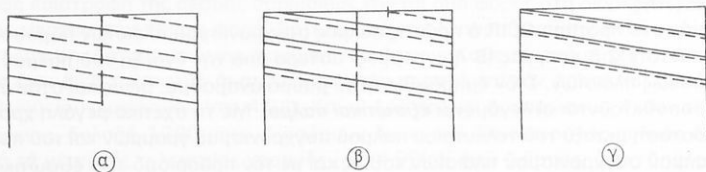
4.10 Έξισωτικοί παλμοί.

Έπειδή ό αριθμός των γραμμών Z στήν ενδιάμεση σάρωση πρέπει νά είναι όπωσδήποτε άκέραιος καί περιττός, τό χρονικό διάστημα πού χωρίζει τόν παλμό συγχρονισμού πλαισίων από τόν τελευταίο παλμό συγχρονισμού γραμμών πρέπει νά είναι ίσο μέ T_z (64 μsec) γιά τό άρτιο πεδίο καί μέ $T_z/2$ (32 μsec) γιά τό περιττό. Η διαφορά στή χρονική απόσταση μεταξύ των παραπάνω παλμών γιά τά άρτια καί περιττά πεδία, πού είναι ίση μέ τή διάρκεια μισής γραμμής, πρέπει νά διατηρείται σταθερή γιά νά έχομε κανονική ενδιάμεση σάρωση. Βασική άκόμη προϋπόθεση γιά μιά σωστή άλληλοδιαδοχή των άρτιων καί περιττών γραμμών στήν ενδιάμεση σάρωση είναι ή άπολύτως ίση χρονική διάρκεια τής κατακόρυφης σαρώσεως καί των δύο πεδίων. Η έκπλήρωση των προϋποθέσεων πού άναφέραμε έπιτυγχάνεται μέ τό συγχρονισμό τής γεννήτριας σαρώσεως πλαισίων, πού γίνεται μέ τή βοήθεια των άντιστοιχών παλμών, καί μέ τήν έξασφάλιση σταθερότητας στή λειτουργία της.

Κατά τό συγχρονισμό τής γεννήτριας τής κατακόρυφης σαρώσεως του δέκτη, τό έμπρόσθιο μέτωπο του παλμού συγχρονισμού πλαισίων καθορίζει τήν έναρξη τής κατακόρυφης έπιστροφής τής δέσμης. Έπομένως, οί στιγμές έναρξεως τής κατακόρυφης έπιστροφής τής δέσμης σέ κάθε πεδίο είναι άυστηρά καθορισμένες. Οί παλμοί συγχρονισμού πλαισίων διαχωρίζονται στό δέκτη από τους παλμούς συγχρονισμού γραμμών μέ τή βοήθεια είδικών κυκλωμάτων καί κατά τό διαχωρισμό τους παίρνουν μίαν άλλη μορφή πού δέν είναι όρθογώνια. Οί παλμοί συγχρονισμού πλαισίων πρέπει νά είναι έντελώς όμοιοι στή μορφή καί γιά τά δύο πεδία.

Κατά τό διαχωρισμό των παλμών συγχρονισμού έμφανίζεται κάποια έπίδραση του τελευταίου παλμού συγχρονισμού γραμμών στή μορφή των παλμών συγχρονισμού πλαισίων. Η έπίδραση αυτή είναι μεγαλύτερη στό περιττό πεδίο, επειδή ό τελευταίος παλμός συγχρονισμού των γραμμών του βρίσκεται πió κοντά στόν παλμό συγχρονισμού πλαισίων (32 μsec) παρά στό άρτιο (64 μsec). Η μορφή του παλμού συγχρονισμού πλαισίων του περιττού πεδίου, σέ σύγκριση μέ εκείνη του άρτιου, γίνεται τέτοια, ώστε ή κατακόρυφη έπιστροφή τής δέσμης έμφανίζεται ένωρίτερα στό περιττό πεδίο από όσο στό άρτιο. Κάθε άνισότητα μεταξύ τής κατακόρυφης έπιστροφής των περιττών καί τής κατακόρυφης έπιστροφής των άρτιων

πεδίων οδηγεί στη διαταραχή της σωστής αλληλοδιαδοχής των ἄρτιων καὶ περιττῶν γραμμῶν, με ἀποτέλεσμα νὰ ἐμφανίζεται τὸ λεγόμενο **ζευγάρωμα** τῶν γραμμῶν ποὺ μπορεῖ νὰ φθάσει μέχρι τὴν τέλεια σύμπτωσή τους (σχ. 4.10).



Σχ. 4.10.

α) Σωστή αλληλοδιαδοχή ἄρτιων καὶ περιττῶν γραμμῶν. β) Ζευγάρωμα γραμμῶν. γ) Σύμπτωση γραμμῶν.

Γιὰ νὰ μειωθεῖ ἡ ἐπίδραση τοῦ τελευταίου παλμοῦ συγχρονισμοῦ γραμμῶν στὴν κατακόρυφη σάρωση, αὐξάνομε τὸ χρονικὸ διάστημα μεταξύ τοῦ παλμοῦ καὶ τοῦ πρώτου παλμοῦ συγχρονισμοῦ πλαισίων κατὰ 2,5 περιόδους γραμμῶν, δηλαδή κατὰ $2,5 \times 64 = 160 \text{ msec}$. Ὅπως θὰ δοῦμε ἀργότερα, κατὰ τὴν ἐξέταση τῶν κυκλωμάτων διαχωρισμοῦ τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ μεταξύ τους (κυκλώματα διαφορίσεως καὶ ὁλοκληρώσεως), τὸ παραπάνω χρονικὸ διάστημα εἶναι ἀρκετὸ γιὰ νὰ μὴν ἐμφανίζεται ἐπίδραση τοῦ τελευταίου παλμοῦ συγχρονισμοῦ γραμμῶν στὴν κατακόρυφη σάρωση τόσο στὰ ἄρτια ὅσο καὶ στὰ περιττὰ πεδία.

Ἐπειδὴ στὸ χρονικὸ διάστημα τῶν 2,5 γραμμῶν ἡ γεννήτρια σαρώσεως γραμμῶν δὲν πρέπει νὰ μείνει ἀσυγχρόνιστη, τοποθετοῦνται ἐκεῖ 5 παλμοί, ποὺ ὀνομάζονται **προεξισωτικοί**. Οἱ νέοι αὐτοὶ παλμοί ἀπέχουν μεταξύ τους κατὰ $T_z/2$ καὶ ἐπομένως ἔχουν διπλάσια συχνότητα ἐπαναλήψεως ἀπὸ ἐκείνη τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ γραμμῶν. Ἡ διάρκεια κάθε παλμοῦ εἶναι ἴση μὲ τὸ μισό τῆς διάρκειας τοῦ παλμοῦ συγχρονισμοῦ γραμμῶν, δηλαδή ἴση μὲ 2,88 msec καὶ ἡ διάρκεια κάθε ἐσοχῆς ἴση μὲ $32 - 2,88 = 29,12 \text{ msec}$. Γιὰ τὸ συγχρονισμό τῶν γραμμῶν στὸ περιττὸ πεδίο [σχ. 4.9β(α)] πρέπει νὰ ἐργάζονται ὁ 2ος καὶ 4ος προεξισωτικὸς παλμός, ἐνῶ στὸ ἄρτιο [σχ. 4.9β(β)] ὁ 1ος, ὁ 3ος καὶ ὁ 5ος.

Εἶδαμε ὅτι ἡ ἔναρξη τῆς κατακόρυφης ἐπιστροφῆς τῆς δέσμης καθορίζεται ἀπὸ τὸ ἐμπρόσθιο μέτωπο τοῦ παλμοῦ συγχρονισμοῦ πλαισίων. Τὸ τέλος ὅμως τῆς ἐπιστροφῆς, ποὺ καθορίζει καὶ τὴ διάρκεια τῆς, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰ χαρακτηριστικὰ τῆς γεννήτριας σαρώσεως πλαισίων, ἡ λειτουργία τῆς ὁποίας δὲν πρέπει νὰ παρενοχλεῖται ἀπὸ ξένες ἐπιδράσεις. Τέτοιες παρενοχλητικές ἐπιδράσεις μποροῦν νὰ δημιουργηθοῦν μετὰ τὴ διακοπὴ τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ πλαισίων, ἐπειδὴ τὸ χρονικὸ διάστημα γιὰ τὸν ἐπόμενο πρῶτο παλμὸ συγχρονισμοῦ γραμμῶν εἶναι T_z γιὰ τὸ ἄρτιο πεδίο καὶ $T_z/2$ γιὰ τὸ περιττὸ. Γι' αὐτὸ τὸ λόγο τοποθετοῦνται καὶ ἐδῶ, ὕστερα ἀπὸ τοὺς 5 παλμούς συγχρονισμοῦ πλαισίων, 5 «μετεξισωτικοί» παλμοί ποὺ εἶναι ἴδιοι μὲ τοὺς προεξισωτικούς (σχ. 4.9α).

Ὅταν θὰ ἐξετάσουμε τὸ κύκλωμα διαχωρισμοῦ τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ πλαισίων (κύκλωμα ὁλοκληρώσεως), θὰ ἀντιληφθοῦμε ὅτι τὴν ἐπιθυμητὴ ὁμοιότητα τῶν παλμῶν αὐτῶν γιὰ τὰ δύο πεδία (περιττὸ καὶ ἄρτιο) τὴν ἐξασφαλίζει ἡ σχετικὰ μεγάλη ἀπόστασή τους ἀπὸ τὸν τελευταῖο προηγούμενο καὶ τὸν πρῶτο ἐπόμενο

παλμό συγχρονισμού γραμμών. Οί εξισωτικοί παλμοί γεφυρώνουν την απόσταση μεταξύ των παλμών συγχρονισμού πλαισίων και του τελευταίου προηγούμενου παλμού συγχρονισμού γραμμών (προεξισωτικοί) καθώς και την απόσταση μεταξύ των ίδιων παλμών και του πρώτου επόμενου παλμού συγχρονισμού γραμμών (μετεξισωτικοί). Η γεφύρωση αυτή εξασφαλίζει τόν αδιάκοπο συγχρονισμό της γεννήτριας σαρώσεως γραμμών και συντελεί στη βελτίωση της ποιότητας της εικόνας.

4.11 Πολικότητα και στάθμη του σήματος είκονας.

Γνωρίζομε ότι ή διεργασία σχηματισμού του σήματος είκονας συνίσταται στη μετατροπή της όπτικής είκονας του αντικειμένου σέ ήλεκτρική (σέ ανάγλυφο δυναμικού στό μωσαϊκό του είκονολήπτη) και στη σάρωση αυτού του ανάγλυφου δυναμικού μέ τή βοήθεια της ήλεκτρονικής δέσμης. Μέ τή σάρωση, ή ήλεκτρονική δέσμη διερευνά διαδοχικά τά στοιχεΐα του μωσαϊκού (στόχου) πού έχουν διαφορετικό δυναμικό. Έτσι, ή αντίσταση φορτίου του είκονολήπτη διαρρέεται από αντίστοιχα ρεύματα, τά όποια δημιουργούν στά άκρα της τήν τάση του σήματος είκονας.

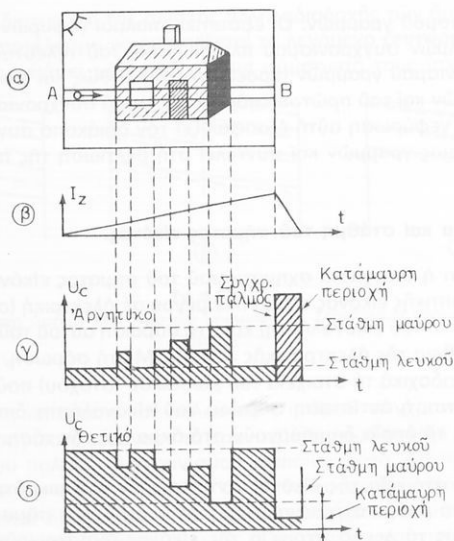
Ήν τά λευκά στοιχεΐα της είκονας άντιστοιχούν στη μικρότερη τάση σήματος στό φορτίο και τά μαύρα στη μεγαλύτερη, λέμε ότι έχομε σήμα μέ **άρνητική πολικότητα**. Ήν όμως τά λευκά στοιχεΐα της είκονας άντιστοιχούν στη μεγαλύτερη στάθμη του σήματος στό φορτίο και τά μαύρα, στη μικρότερη, τό σήμα έχει **θετική πολικότητα**.

Τό σήμα είκονας στην αντίσταση φορτίου μερικών είκονοληπτών έχει άρνητική πολικότητα. Ήν τό σήμα αυτό εφαρμoσθεΐ στό όδηγό πλέγμα του είκονογράφου χωρίς αλλαγή της πολικότητας. Θά έμφανισθεΐ στην όθόνη του άρνητική είκονα, δηλαδή τά λευκά στοιχεΐα του αντικειμένου γίνονται μαύρα, και τά μαύρα λευκά. Κατά τήν ένίσχυση του σήματος είκονας ή πολικότητά του αναστρέφεται ύστερα από κάθε βαθμίδα ένισχύσεως. Ήνάλογα μέ τόν αριθμό των βαθμίδων αυτών, τό σήμα άποκτά θετική ή άρνητική πολικότητα. Τό θετικό σήμα εφαρμόζεται στό όδηγό πλέγμα ένw τό άρνητικό στην κάθοδο του είκονογράφου.

Έξετάζομε τή διεργασία σχηματισμού του σήματος μΐς είκονας, πού έχει μόνο τέσσερεις κλιμακώσεις φωτεινότητας [σχ. 4.11(α)]. Μέ τή βοήθεια του πριονωτού ρεύματος πού διαρρέει τά πηνΐα άποκλίσεως [σχ. 4.11(β)] ή ήλεκτρονική δέσμη του είκονολήπτη κινείται επάνω στό στόχο μέ τό ανάγλυφο δυναμικού, πού εΐναι άντίστοιχο της όπτικής είκονας, και τήν «διαβάζει» γραμμή πρός γραμμή. Στο σχήμα 4.11(γ) φαίνεται τό σήμα είκονας μέ άρνητική πολικότητα γιά ένα χρονικό διάστημα κατά τό όποίο ή δέσμη κινείται στη γραμμή AB.

Ή στάθμη του σήματος, πού άντιστοιχεί στα πΐο φωτεινά στοιχεΐα της είκονας (στό φόντο και στό παράθυρο του οΐκΐσκου), όνομάζεται **στάθμη του λευκού** ένw ή στάθμη του σήματος, πού άντιστοιχεί στα πΐο σκοτεινά στοιχεΐα (στόν άφwτιστο τοΐχο του οΐκΐσκου), **στάθμη του μαύρου**. Τά σήματα των στοιχείων της είκονας μέ μέση φωτεινότητα (μεταξύ μαύρου και λευκού) έχουν ένδιάμεσες στάθμες (γκρίζες στάθμες).

Κατά τό χρόνο της έπιστροφής της δέσμης δέν μεταδίδονται σήματα είκονας και αυτό τό χρονικό διάστημα χρησιμοποιείται γιά τήν έκπομπή των παλμών συγχρο-



Σχ. 4.11.

Σχηματισμός του σήματος εικόνας.

σμού 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 του τηλεοπτικού σήματος (σχ. 4.9α) είναι τοποθετημένοι επάνω στους παλμούς αμαυρώσεως.

4.12 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 έμβαδό της επιφάνειας των φωτεινών στοιχείων μιάς εικόνας τόσο μεγαλύτερη είναι η συνεχής συνιστώσα και αντίθετα. Αν το αντικείμενο φωτισθεί περισσότερο, τα σκοτεινά στοιχεία του γίνονται γκριζα και τα γκριζα λευκά, όποτε η συνεχής συνιστώσα μεγαλώνει. Και αντίθετα, αν ο φωτισμός εξασθενήσει, η συνεχής συνιστώσα ελαττώνεται.

Όταν εκπέμπονται εικόνες ακίνητων 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**.

“Ετσι, τό σήμα εικόνας περιέχει τίς ἐπόμενες συνιστώσες:

— Τήν **ἐναλλασσόμενη**, τῆς ὁποίας ἡ συχνότητα καθορίζεται ἀπό τόν ἀριθμό τῶν στοιχείων τῆς εἰκόνας, ἐνῶ τό πλάτος ἀπό τό κοντράστ τῆς εἰκόνας, δηλαδή ἀπό τό λόγο τῆς λαμπρότητας τῶν στοιχείων τῆς καί

— τή **συνεχή**, πού ἐξαρτᾶται ἀπό τή μέση φωτεινότητα καί τό περιεχόμενο τῆς εἰκόνας τοῦ ἀντικειμένου καί ἡ ὁποία μεταβάλλεται ἐλαφρά κατά τή διάρκεια ἐκπομπῆς τῆς εἰκόνας.

Γιά τήν ἐνίσχυση τῶν τηλεοπτικῶν σημάτων χρησιμοποιοῦνται ἐνισχυτές μέ ἀντιστάσεις, πού περιέχουν πυκνωτές ὡς στοιχεῖα συζεύξεως μεταξύ τῶν βαθμίδων. Ἡ σταθερά χρόνου τῶν κυκλωμάτων συζεύξεως γιά τή διέλευση τῶν «μηδενικῶν» συχνότητων πρέπει νά εἶναι μεγάλη καί ἐπομένως οἱ πυκνωτές συζεύξεως πρέπει νά ἔχουν πολύ μεγάλη χωρητικότητα. Ἡ χρησιμοποίηση τέτοιων πυκνωτῶν δέν εἶναι πρακτικά δυνατή, γι’ αὐτό κατά τήν ἐνίσχυση τοῦ σήματος εἰκόνας εἶναι ἀναπόφευκτη ἡ ἀπώλεια τῆς συνεχοῦς συνιστώσας του. Ἄν δέν ληφθοῦν εἰδικά μέτρα ἀποκαταστάσεως τῆς συνεχοῦς συνιστώσας, τότε ἡ λαμπρότητα τοῦ «μαύρου» καί τοῦ «λευκοῦ» τῆς εἰκόνας στήν ὁθόνη τοῦ δέκτη δέν παραμένει σταθερή σέ ὅλη τή διάρκεια τῆς ἐκπομπῆς. Π.χ. κατά τήν τηλεοπτική ἐκπομπή κινηματογραφικῶν ταινιῶν ἡ φωτεινότητα τῶν σκηνῶν τῆς ἡμέρας καί τῆς νύκτας δέν ἀναπαράγεται σωστά.

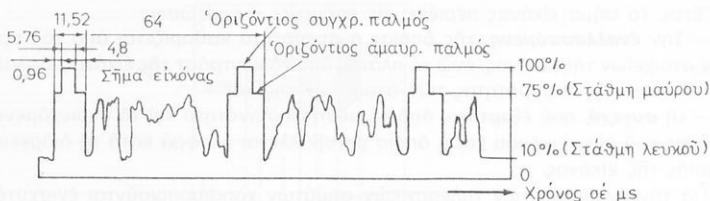
Ἡ ἄμεση ἐκπομπή ἀπαραμόρφωτης συνεχοῦς συνιστώσας τοῦ σήματος εἰκόνας μπορεῖ νά πραγματοποιηθεῖ μόνο μέ τή βοήθεια ἐνισχυτῶν συνεχοῦς τάσεως. Ὅμως ἡ χρησιμοποίηση τέτοιων ἐνισχυτῶν συνδέεται μέ μιά σειρά ἄλλων δυσκολιῶν, γι’ αὐτό στήν τηλεοπτική τεχνική χρησιμοποιοῦνται ἔμμεσοι τρόποι ἐκπομπῆς τῆς συνεχοῦς συνιστώσας τοῦ ὀπτικοῦ σήματος. Γιά τή διατήρηση τοῦ πραγματικοῦ συσχετισμοῦ στίς λαμπρότητες τῶν ἐκπεμπομένων εἰκόνων, πρέπει ἡ στάθμη τῶν σημάτων εἰκόνας ὅλων τῶν πλαισίων νά ἔχει ἐνιαία τιμή. Στίς τηλεοπτικές συσκευές ἐκπομπῆς σάν ἐνιαία στάθμη λαμβάνεται ἡ «στάθμη τοῦ μαύρου», δηλαδή ἡ στάθμη τῶν κορυφῶν τῶν παλμῶν ἀμαυρώσεως.

4.13 Τό ὁλοκληρωμένο τηλεοπτικό σήμα.

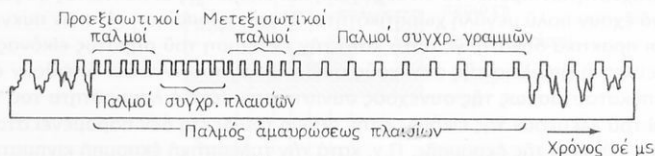
Στό σχῆμα 4.13 φαίνεται ἡ μορφή τοῦ ὁλοκληρωμένου τηλεοπτικοῦ σήματος, γιά τό πρότυπο CCIR, μέ τό σήμα εἰκόνας στή διάρκεια δύο γραμμῶν [σχ. 4.13 (α)] καί μέ τά σήματα τῶν παλμῶν τοῦ περιττοῦ καί τοῦ ἄρτιου πεδίου [σχ. 4.13 (β καί γ), ἀντιστοίχως].

Στό διάγραμμα τοῦ σχήματος 4.13 (α) βλέπομε ἔπειτα ἀπό τόν ὀπίσθιο μαῦρο ἀναβαθμό, πού ἔχει στάθμη τά 75% τῆς ὀλικῆς στάθμης τοῦ τηλεοπτικοῦ σήματος, τίς μεταβολές τοῦ σήματος εἰκόνας. Τό σήμα εἰκόνας πέφτει ὡς τά 10% ἀπό τήν ὀλική στάθμη πού ἀντιστοιχοῦν στά λευκά στοιχεῖα τῆς εἰκόνας (στάθμη λευκοῦ) καί ὑψώνεται στά 75% πού ἀποτελοῦν τή στάθμη τοῦ μαύρου. Ἀπό τά 10% ὡς τά 75% βρίσκονται οἱ στάθμες τῶν γκριζῶν διαβαθμίσεων τῆς εἰκόνας. Ὑστερα ἀπό τόν ἐμπρόσθιο μαῦρο ἀναβαθμό (στάθμη 75%) τό σήμα ὑψώνεται στά 100% (κατάμαυρη στάθμη), γιά νά δώσει τούς παλμούς συγχρονισμοῦ.

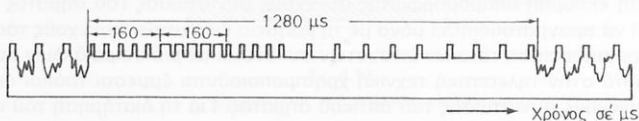
Στά ἄλλα δύο διαγράμματα τοῦ σχήματος 4.13 περιέχονται ἕνα μῆμα τοῦ σήματος εἰκόνας καί ἕξι διαφορετικοί παλμοί, γιά τούς ὁποίους κρίνομε σκόπιμο νά ἀναφέρουμε συγκεντρωτικά τό σκοπό καί τά ἰδιαίτερα χαρακτηριστικά τους.



(α)



(β)



(γ)

Σχ. 4.13.

Τό 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 πλασίων.

Ρυθμίζουν τη λειτουργία των γεννητριών σαρώσεως πλασίων στον πομπό και στο δέκτη, ώστε η σάρωση των πλασίων 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 ήμιγραμμές ($32 \times 5 = 160$ μsec). Στάθμη: 100% (πιο μαύρη από τη μαύρη).

γ) Παλμοί άμαυρώσεως γραμμών.

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

μαύρων περιθωριακών λωρίδων (στά άριστερά καί δεξιά τοῦ πλαισίου). Συχνότητα παλμῶν: 15.625 Hz. Διάρκεια: 18% τῆς περιόδου μιᾶς γραμμῆς (11,52 msec) μέ ἔμπρόσθιο μαῦρο ἀναβαθμὸ 0,96 msec καί ὀπίσθιο 4,8 msec. Στάθμη: 75% (στάθμη τοῦ μαύρου).

δ) Παλμοὶ ἀμαυρώσεως πλαισίων.

Γιὰ τὴν ἀμαύρωση τῆς κατακόρυφης ἐπιστροφῆς τῆς δέσμης καί τῆ δημιουργία τῶν μαύρων περιθωριακῶν λωρίδων στὴν πάνω καί κάτω πλευρά τοῦ πλαισίου. Συχνότητα παλμῶν: 50 Hz ἢ κάθε 312,5 γραμμές. Διάρκεια: 20 περίοδοι γραμμῶν, ἢ 1280 msec, μέ ἔμπρόσθιο μαῦρο ἀναβαθμὸ 160 msec (2,5 γραμμές) καί ὀπίσθιο 960 msec (15 γραμμές). Στάθμη: 75% (στάθμη τοῦ μαύρου).

ε) Προεξισωτικοὶ παλμοί.

Γεφυρώνουν τὸ διάστημα μεταξύ τοῦ τελευταίου παλμοῦ συγχρονισμοῦ γραμμῶν καί τοῦ πρώτου παλμοῦ συγχρονισμοῦ πλαισίων γιὰ νά μὴ μένει στὸ χρονικὸ αὐτὸ διάστημα ἀσυγχρόνιστη ἡ γεννήτρια σαρώσεως γραμμῶν. Συχνότητα παλμῶν: 31.250 Hz (ρυθμὸς ἡμιγραμμῶν). Διάρκεια: 4,5% τῆς περιόδου μιᾶς γραμμῆς (2,88 msec). Στάθμη: 100% (πιο μαύρη ἀπὸ τὴ μαύρη).

στ) Μετεξισωτικοὶ παλμοί.

Γεφυρώνουν τὸ διάστημα μεταξύ τοῦ τελευταίου παλμοῦ συγχρονισμοῦ πλαισίων καί τοῦ ἐπόμενου πρώτου παλμοῦ συγχρονισμοῦ γραμμῶν γιὰ νά μὴ μένει στὸ χρονικὸ αὐτὸ διάστημα ἀσυγχρόνιστη ἡ γεννήτρια γραμμῶν. Συχνότητα παλμῶν: 31.250 Hz (ρυθμὸς ἡμιγραμμῶν). Διάρκεια: 4,5% τῆς περιόδου μιᾶς γραμμῆς (2,88 msec). Στάθμη: 100% (πιο μαύρη ἀπὸ τὴ μαύρη).

Εἶδαμε ὅτι ἡ διάρκεια τοῦ παλμοῦ ἀμαυρώσεως πλαισίων εἶναι 1280 msec γιὰ κάθε πεδίο. Στόν ἔμπρόσθιο μαῦρο ἀναβαθμὸ του μέ διάρκεια 2,5 γραμμῶν τοποθετοῦνται οἱ 5 προεξισωτικοὶ παλμοί. Ἀκολουθοῦν οἱ 5 παλμοὶ συγχρονισμοῦ πλαισίων μέ διάρκεια 2,5 γραμμῶν καί ἀμέσως ἔπειτα, οἱ 5 μετεξισωτικοὶ παλμοὶ μέ διάρκεια ἐπίσης 2,5 γραμμῶν. Ὅλοι οἱ παραπάνω παλμοὶ καταλαμβάνουν συνολικὰ χρονικὸ διάστημα $2,5 \times 3 = 7,5$ γραμμῶν, δηλαδή $7,5 \times 64 = 480$ msec. Στὸ ὑπόλοιπο τμῆμα τοῦ ὀπίσθιου μαύρου ἀναβαθμοῦ τοῦ παλμοῦ ἀμαυρώσεως πλαισίων μέ διάρκεια $1280 - 480 = 800$ msec, ἢ $800/64 = 12,5$ γραμμῶν τοποθετοῦνται παλμοὶ συγχρονισμοῦ γραμμῶν γιὰ νά μὴ μένει ἀσυγχρόνιστη ἡ ἀντίστοιχη γεννήτρια σαρώσεως. Ἔτσι, κατὰ τὴ διάρκεια τῆς δράσεως τοῦ παλμοῦ ἀμαυρώσεως πλαισίων ἔχομε ἀπώλεια $7,5 + 12,5 = 20$ γραμμῶν σέ κάθε πεδίο ἢ 40 γραμμῶν γιὰ ὁλόκληρο τὸ πλαίσιο. Ἐνα μέρος ἀπὸ τίς γραμμές αὐτές (5 - 10 γιὰ κάθε πεδίο) διατίθεται γιὰ τὴν κατακόρυφη ἐπιστροφή τῆς δέσμης ἐνῶ οἱ ὑπόλοιπες χάνονται στὸ κάτω καί πάνω περιθώριο τοῦ πλαισίου.

Λόγω τῆς ἀπώλειας τῶν 40 συνολικὰ γραμμῶν, ὁ πραγματικὸς ἀριθμὸς τῶν γραμμῶν τοῦ πλαισίου εἶναι $625 - 40 = 585$. Αὐτὸ ὅμως δέ σημαίνει ὅτι ἡ ζώνη διελεύσεως τοῦ ὀπτικοῦ σήματος ἐλαττώνεται. Τὸ πλαίσιο ἀποτελεῖται ἀπὸ 625 γραμμές ἀπὸ τίς ὁποῖες ἀπλῶς οἱ 40 δέ φαίνονται.

Σημειώνομε ὅτι ἀπὸ τὸ τηλεοπτικὸ σῆμα διαχωρίζονται στὸ δέκτη μόνο οἱ παλ-

μικρή χαρακτηριστική αντίσταση του καλωδίου που συνδέει την κάμερα με τη μονάδα ελέγχου και ένισχύσεως του πομπού. Από τον προενισχυτή διεγείρεται και ο ένισχυτής 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 απόστασεως που ονομάζονται φακοί «ζούμ».

4.15 'Ο πομπός τηλεοράσεως.

Η τελευταία μονάδα ενός τηλεοπτικού κέντρου έκπομπής είναι ο πομπός τηλεοράσεως. Σκοπός του, όπως και κάθε πομπού, είναι η παραγωγή ενός σήματος με υψηλή συχνότητα, τη «φέρουσα συχνότητα», ή διαμόρφωσή του με τό τηλεοπτικό σήμα και ή ακτινοβολία του. Έπειδή 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 τό κύκλωμα ταλαντώσεων, τις βαθμίδες πολλαπλασιασμού της παραγόμενης συχνότητας και της ένισχύσεως του σήματος κατά τάση και τέλος τη βαθμίδα ισχύος. Η φέρουσα συχνότητα του σήματος εικόνας διαμορφώνεται κατά πλάτος.

Κάθε πομπός τηλεοράσεως έχει και διαμορφωτή του. 'Ο διαμορφωτής διεγείρεται από τη μονάδα ένισχύσεως και ελέγχου του σταθμού, στην οποία τό τηλεοπτικό σήμα φθάνει από την έξοδο της κάμερας. Η τάση του τηλεοπτικού σήματος στην έξοδο της μονάδας ένισχύσεως και ελέγχου είναι μικρή και ή παραπέρα ένισχύσή της ως την απαιτούμενη για τη διαμόρφωση στάθμη, γίνεται στο διαμορφωτή. Τό φάσμα των συχνοτήτων, που θά ένισχυθεί από τό διαμορφωτή, κυμαίνεται, όπως είναι γνωστό, από 50 Hz ως 5 MHz. Η ένίσχυση στάθρια αυτά πρέπει να είναι ομοιόμορφη.

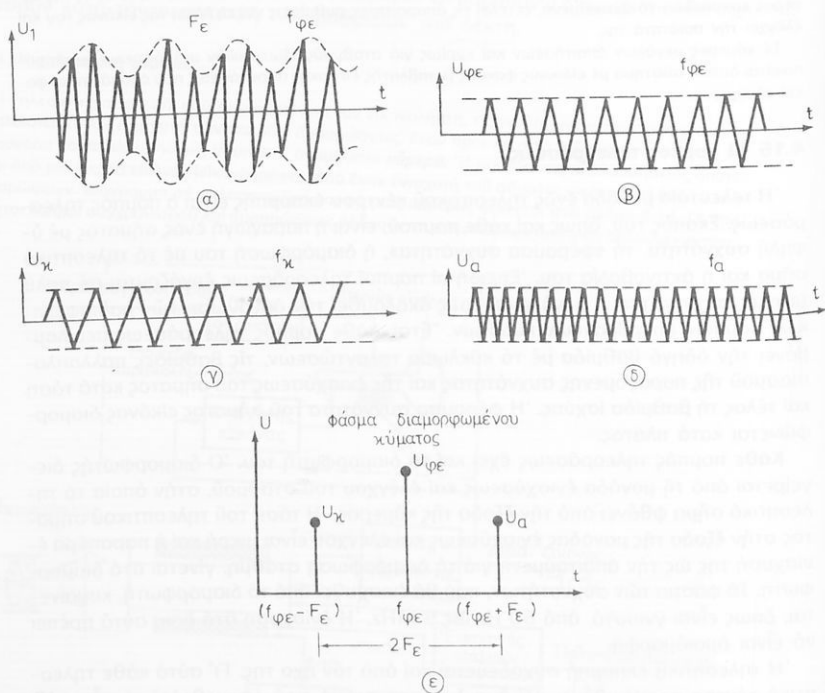
Η τηλεοπτική έκπομπή συνοδεύεται και από τόν ήχο της. Γι' αυτό κάθε τηλεοπτικό κέντρο περιλαμβάνει και ένα δεύτερο πομπό που ακτινοβολεί τόν ήχο. 'Ο πομπός του ήχου εργάζεται σε συχνότητα κοντινή στη συχνότητα έκπομπής της εικόνας. Στο πρότυπο CCIR οι δύο φέρουσες συχνότητες (είκνας και ήχου) απέχουν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

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

4.16 Φάσμα διαμορφωμένου τηλεοπτικού σήματος.

Γιά την έκπομπή του τηλεοπτικού σήματος είδαμε ότι χρησιμοποιείται ή διαμόρφωση πλάτους και όχι ή διαμόρφωση συχνότητας. Τό πλεονέκτημα της διαμορφώσεως κατά πλάτος είναι ότι τό διαμορφωμένο κύμα έχει στενότερη ζώνη συχνοτή-

των από εκείνη της διαμορφώσεως κατά συχνότητα. Ἄς δοῦμε ποῖο εἶναι τὸ εὖρος τῆς ζώνης συχνότητων πού καταλαμβάνει τὸ διαμορφωμένο τηλεοπτικὸ κύμα.



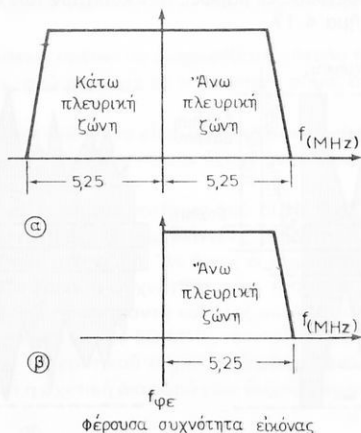
Σχ. 4.16α.

Κύμα διαμορφωμένο κατά πλάτος.

Ἐξετάζουμε τὸ διαμορφωμένο κατά πλάτος κύμα τοῦ σχήματος 4.16 (α) ὅπου $f_{\phi\epsilon}$ εἶναι ἡ φέρουσα συχνότητα εἰκόνας καὶ F_{ϵ} ἡ ὑψηλότερη συχνότητα τοῦ σήματος εἰκόνας (διαμορφωτική συχνότητα). Ἀπὸ τὴ Ραδιοτεχνία γνωρίζουμε ὅτι ἡ διαμορφωμένη ταλάντωση u , μπορεῖ νὰ ἀναλυθεῖ σὲ τρεῖς ἡμιτονικές ταλαντώσεις: $u_{\phi\epsilon}$, u_{κ} καὶ u_{α} [σχ. 4.16 (β), (γ), (δ)]. Ἡ συχνότητα τῆς ταλαντώσεως $u_{\phi\epsilon}$ εἶναι ἴση μὲ τὴ φέρουσα συχνότητα εἰκόνας $f_{\phi\epsilon}$, ἡ συχνότητα τῆς u_{κ} εἶναι ἴση μὲ τὴ διαφορά $(f_{\phi\epsilon} - F_{\epsilon})$ καὶ ἡ συχνότητα τῆς u_{α} , ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα $(f_{\phi\epsilon} + F_{\epsilon})$. Ἡ συχνότητα $f_{\kappa} = f_{\phi\epsilon} - F_{\epsilon}$ εἶναι ἡ κατώτερη συχνότητα τοῦ φάσματος τοῦ διαμορφωμένου κύματος καὶ ἡ συχνότητα $f_{\alpha} = f_{\phi\epsilon} + F_{\epsilon}$, ἡ ἀνώτερή του. Στὸ σχῆμα 4.16 (ε) φαίνεται ἡ γραφικὴ παράσταση τοῦ φάσματος συχνότητων τῶν ἐξεταζομένων ταλαντώσεων, τοῦ ὁποῦ τοῦ ὁλικοῦ εὗρος ἰσοῦται μὲ:

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

Γνωρίζουμε ότι η υψηλότερη συχνότητα του σήματος εικόνας είναι $F_e = f_{cmax} = 5 \text{ MHz}$. Αυτό σημαίνει ότι το εύρος του φάσματος του διαμορφωμένου κύματος, έπομένως και η ζώνη διελεύσεως του διαβιβαστικού συστήματος [σχ. 4.16 (α)], θά είναι 10 MHz. Η ζώνη αυτή είναι αρκετά μεγάλη. Η έκπομπή 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 έκπομπή της μίας πλευρικής ζώνης, πράγμα που γίνεται στην τεχνική των ραδιοσυνδέσεων. Στην περίπτωση αυτή, από το διαμορφωμένο τηλεοπτικό σήμα, και πριν αυτό οδηγηθεί στην κεραία έκπομπής, αποκόπτεται ή μία πλευρική ζώνη με τη βοήθεια ενός φίλτρου και έτσι εκπέμπεται μόνον η άλλη πλευρική ζώνη [σχ. 4.16β (β)].



Σχ. 4.16β.

Αποκοπή της κάτω πλευρικής ζώνης του διαμορφωμένου κύματος.

Η μέθοδος της έκπομπής μίας πλευρικής ζώνης παρουσιάζει δύο βασικά πλεονεκτήματα:

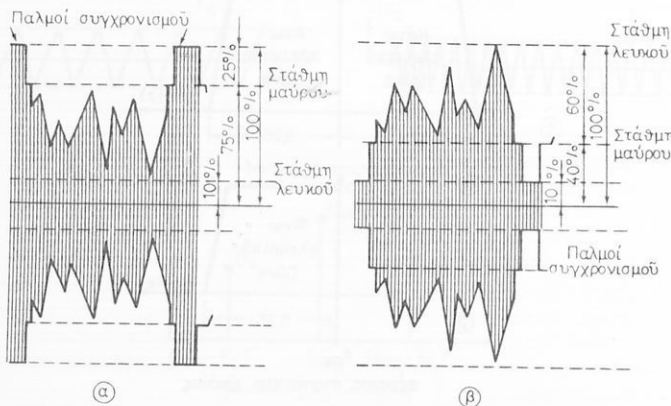
— Το εύρος της ζώνης διελεύσεως των δεκτών τηλεοράσεως γίνεται πολύ μικρότερο και

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

Στην τηλεόραση δεν πραγματοποιείται η αποκοπή της μίας πλευρικής ζώνης όπως φαίνεται στο σχήμα 4.16β (β). Δεν είναι δυνατός ο διαχωρισμός των δύο πλευρικών ζωνών, όταν βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους. Γι' αυτό, όπως θα δούμε, το έκπεμπόμενο τελικά φάσμα συχνοτήτων περιλαμβάνει τη μία πλευρική ζώνη του διαμορφωμένου κύματος, τη φέρουσα συχνότητα και ένα υπόλοιπο της αποκοπτόμενης πλευρικής ζώνης. Στο πρότυπο CCIR αποκόπτεται η κατώτερη πλευρική ζώνη.

4.17 Πολικότητα διαμορφώσεως.

Επειδή η φωτεινότητα των στοιχείων ενός αντικειμένου καί η ανασκλώμενη από αυτά φωτεινή ροή δέν έχουν άρνητικές τιμές, ή τάση του σήματος εικόνας είναι πάντοτε μεγαλύτερη από τό μηδέν. Αύτή ή «μονοπολικότητα» είναι χαρακτηριστική γιά τό τηλεοπτικό σήμα καί τό γεγονός αυτό επιτρέπει στους πομπούς τηλεόρασεως νά πραγματοποιούν δύο μορφές διαμορφώσεως κατά πλάτος. Ἡ διαμόρφωση, κατά τήν όποία ή μετάβαση, από τά λευκά τμήματα τής εικόνας στά μαύρα προκαλεί αύξηση τής άκτινοβολούμενης ισχύος, όνομάζεται «άρνητική» καί ή διαμόρφωση, κατά τήν όποία ή ίδια μετάβαση προκαλεί έλάττωση τής άκτινοβολούμενης ισχύος όνομάζεται «θετική». Οι μορφές των κυμάτων των δύο διαμορφώσεων παριστάνονται στό σχήμα 4.17.



Σχ. 4.17.

Τηλεοπτικό σήμα μέ άρνητική (α) καί θετική β) διαμόρφωση.

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

α) Μέ τήν άρνητική διαμόρφωση οι παλμικοί θόρυβοι (παράσιτα) παρουσιάζονται στήν όθόνη του δέκτη ως μαύρες κυρίως κηλίδες καί έπομένως δέν διακρίνονται. Όμως οι θόρυβοι αυτοί διαταράσσουν εύκολα τό συγχρονισμό του δέκτη. Μέ τή θετική διαμόρφωση οι παλμικοί θόρυβοι παρουσιάζονται στήν όθόνη ως λευκές κηλίδες πού καταστρέφουν τήν έστίαση τής δέσμης καί «ξεθωριάζουν» τήν όθόνη στίς θέσεις αυτές. Στή σταθερότητα όμως του συγχρονισμού δέν επιδρούν σχεδόν καθόλου. Παρ' όλα αυτά, τά κυκλώματα πού χρησιμοποιούμε γιά νά εξασφαλίσουμε σταθερό συγχρονισμό κατά τήν άρνητική διαμόρφωση είναι απλούστερα από εκείνα πού χρησιμοποιούμε κατά τή θετική διαμόρφωση.

β) Ἡ άρνητική διαμόρφωση δίνει τή δυνατότητα τής πλήρους έκμεταλλεύσεως των λυχνιών τής βαθμίδας διαμορφώσεως του πομπού καί των έπομένων βαθμίδων πού ένισχύουν τό διαμορφωμένο σήμα. Αυτό όφείλεται στό ότι γιά τήν ένί-

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 άρνητική διαμόρφωση.

4.18 Έκλογή της φέρουσας συχνότητας εικόνας.

Κατά την έκλογή 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 τηλεόρασης 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 έχουμε 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 μίαν αρκετά υψηλή φέρουσα συχνότητα, τότε η σχετική διαφορά των συνιστωσών του φάσματος θα είναι αήμαντη 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:

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

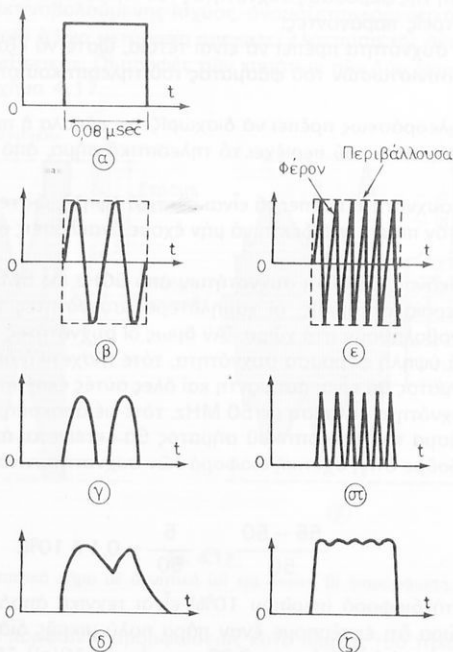
Η σχετική αυτή διαφορά (περίπου 10%) είναι τεχνικά αποδεκτή.

Υποθέτουμε τώρα ότι εκπέμπομε έναν πάρα πολύ μικρής διάρκειας παλμό τηλεοπτικού σήματος που έχει διάρκεια 0,08 msec [σχ. 4.18(α)]. Αν η φέρουσα συχνότητα είναι τέτοια, ώστε στη διάρκεια του παλμού αυτού να τοποθετούνται δύο μόνον ήμiperίοδοι της συχνότητας αυτής [σχ. 4.18(β)], τότε η τιμή της θα είναι $2/0,08 \text{ msec} = 25 \text{ MHz}$. Για την αναπαραγωγή της περιβάλλουσας, δηλαδή του παλμού, χρησιμοποιείται στο δέκτη ο φωρατής, ο οποίος πρώτα αποκόπτει τα άρνητικά ή τα θετικά ημικύματα του φέροντος κύματος [σχ. 4.18(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 4.18 (δ). Αν η φέρουσα συχνότητα είναι αρκετά υψηλότερη [σχ. 4.18(ε)], τότε στην έξοδο του φωρατή ο παλμός αναπαράγεται με σημαντικά μικρότερες παραμορφώσεις [σχ. 4.18(στ) και 4.18 (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 έχουμε $f_{\text{cmax}} = 5 \text{ MHz}$ και επομένως οι φέρουσες συχνότητες των πομπών τηλεόρασης πρέπει να είναι 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 τηλεόρασης μερικών εικόνων (εικόνες είδωλα) που βρίσκονται κοντά ή μιά στην άλλη. Αυτό οφείλεται στο ότι στην κεραία



Σχ. 4.18.

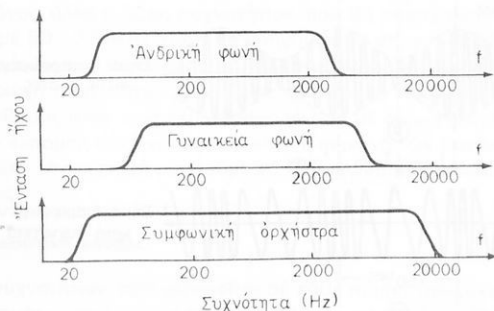
Σχέση μεταξύ διάρκειας παλμού και περιόδου φέροντος κύματος.

λήψεως φθάνουν σήματα που έχουν ακολουθήσει διαφορετικές χρονικά διαδρομές.

4.19 Η έκπομπή 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.

Τό ακουστικό σήμα χαρακτηρίζεται από δύο παραμέτρους: από τή μορφή τοῦ φάσματος καί ἀπό τήν ένταση. Ἡ μορφή τοῦ φάσματος καθορίζεται ἀπό τό χαρακτῆρα τῆς πηγῆς τοῦ ἤχου. Π.χ. ἡ φωνή ενός ἐκφωνητῆ μπορεῖ νά παρασταθεῖ μέ μιὰ σειρά ἀρμονικῶν ποῦ καταλαμβάνουν ζώνη συχνότητων ἀπό 50 Hz περίπου μέχρι 2 - 3 kHz. Μιά συμφωνική ὀρχήστρα ἔχει φάσμα, ποῦ ἐκτείνεται ἀπό 20 - 30 Hz μέχρι 10 - 20 kHz (σχ. 4.19α). Ὅς δοῦμε πῶς μεταφέρονται τά δυό αὐτά χαρακτηριστικά τοῦ ἤχου (τό φάσμα καί ἡ ένταση) μέ τή διαμόρφωση κατά συχνότητα.



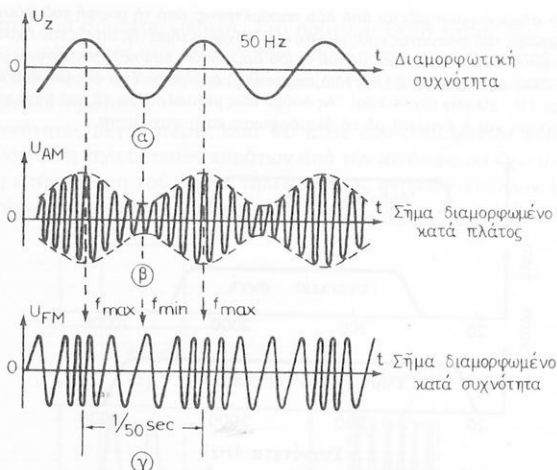
Σχ. 4.19α.

Πλάτος φάσματος μερικών ἤχων.

Οἱ συχνότητες ενός ἀκουστικοῦ φάσματος μεταφέρονται μέ τήν ταχύτητα μεταβολῆς τῆς φέρουσας συχνότητας. Π.χ. γιά τήν ἐκπομπή μέ διαμόρφωση συχνότητας μιᾶς ἀκουστικῆς συχνότητας 50 Hz θά πρέπει ἡ συχνότητα τοῦ φέροντος κύματος νά μεταβληθεῖ σέ κάποια ὅρια 50 φορές στό δευτερόλεπτο. Στό σχῆμα 4.19β φαίνονται: ἡ διαμορφωτική συχνότητα τῶν 50 Hz [σχ. 4.19β(α)], τό διαμορφωμένο κατά πλάτος σήμα [σχ. 4.19β(β)] καί τό διαμορφωμένο κατά συχνότητα [σχ. 4.19β(γ)]. Κατά τή διαμόρφωση συχνότητας, ὁ χρόνος μιᾶς ὁλόκληρης μεταβολῆς τῆς φέρουσας συχνότητας ἰσοῦται μέ τήν περίοδο τῆς διαμορφωτικῆς (1/50sec στήν περίπτωσή μας). Ἄν ἡ συχνότητα τῆς διαμορφωτικῆς τάσεως μεγαλώσει, μεγαλώνει ἀντίστοιχα καί ἡ ταχύτητα μεταβολῆς τῆς φέρουσας συχνότητας.

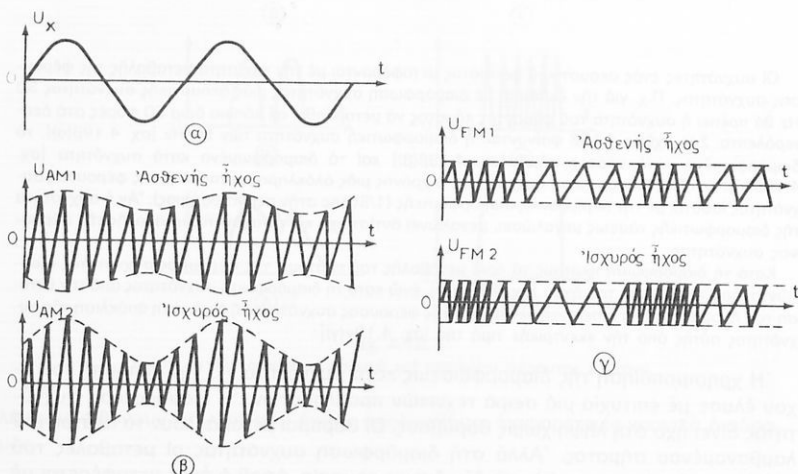
Κατά τή διαμόρφωση πλάτους τά ὅρια μεταβολῆς τοῦ πλάτους, τῆς φέρουσας συχνότητας ἐξαρτῶνται ἀπό τήν ένταση τοῦ ἤχου [σχ. 4.19γ(β)], ἐνῶ κατά τή διαμόρφωση συχνότητας ἀπό τήν ένταση τοῦ ἤχου ἐξαρτᾶται ἡ περιοχή μεταβολῆς τῆς φέρουσας συχνότητας ἢ ἡ μέγιστη ἀπόκλιση τῆς συχνότητας αὐτῆς ἀπό τήν «κεντρική» τιμή τῆς [σχ. 4.19γ(γ)].

Ἡ χρησιμοποίηση τῆς διαμορφώσεως κατά συχνότητα γιά τήν ἐκπομπή τοῦ ἤχου ἔλυσε μέ ἐπιτυχία μιὰ σειρά τεχνικῶν προβλημάτων. Ἡ διαμόρφωση συχνότητας δίνει ἤχο στή λήψη χωρίς θορύβους. Οἱ θόρυβοι μεταβάλλουν τό πλάτος τοῦ λαμβανομένου σήματος. Ἀλλά στή διαμόρφωση συχνότητας οἱ μεταβολές τοῦ πλάτους τοῦ φέροντος κύματος δέν ἔχουν σημασία, ἀφοῦ ὁ ἤχος μεταφέρεται μέ μορφή μεταβολῆς τῆς συχνότητάς του. Γι' αὐτό μπορούμε στό δέκτη νά χρησιμοποιήσουμε μιὰ βαθμίδα περιορισμοῦ τοῦ πλάτους (τόν περιοριστή), δηλαδή μπορούμε νά ἀποκόψουμε ὅλες τίς μεταβολές τοῦ πλάτους τοῦ φέροντος κύματος ποῦ προκαλοῦνται ἀπό τούς θορύβους. Ἡ διαμόρφωση συχνότητας ἐπιτρέπει τήν ἐκπομπή ἤχου ὑψηλῆς ποιότητας μέ εὖρος φάσματος ἀπό 30 - 15000 Hz. Αὐτό εἶναι δύσκολο νά γίνει μέ διαμόρφωση πλάτους λόγω τῶν θορύβων.



Σχ. 4.19β.

Διεργασία διαμορφώσεως κατά πλάτος και κατά συχνότητα.



Σχ. 4.19γ.

Σχέση μεταξύ έντασης ήχου και βάθους διαμορφώσεως ή αποκλίσεως συχνότητας.

Κατά τη διαμόρφωση πλάτους, τό εύρος τοῦ φάσματος τοῦ διαμορφωμένου κύματος γίνεται δύο φορές μεγαλύτερο ἀπό τό εύρος τοῦ φάσματος τῆς διαμορφωτικῆς ταλαντώσεως (ἐμφανίζονται οἱ δύο πλευρικές ζώνες συχνοτήτων). Στή δια-

μόρφωση συχνότητας εμφανίζονται επίσης δυό πλευρικές ζώνες, αλλά τό εύρος του φάσματος του διαμορφωμένου κύματος γίνεται μεγαλύτερο από δυό φορές. Τά τηλεοπτικά συστήματα διαθέτουν γιά τήν έκπομπή του ήχου ζώνη συχνότητων μέ εύρος 0,25 MHz.

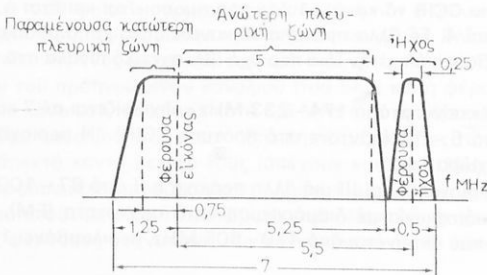
Σημειώνομε ότι μέ διαμόρφωση συχνότητας μπορεί νά γίνει καί ή έκπομπή του σήματος εικόνας, αλλά ή ζώνη συχνότητων, πού θά άπασχολούσε αυτό τό σήμα, θά ήταν ίση μέ 50 - 70 MHz. Αυτό θά όδηγούσε σέ σημαντική ελάττωση του αριθμού των πομπών πού θά μπορούσαν νά εργάζονται στή διατιθέμενη γιά τήν τηλεόραση περιοχή συχνότητων. Άντίθετα, ή έκπομπή τηλεοπτικών σημάτων από κινητούς σταθμούς στον κεντρικό σταθμό γίνεται μέ διαμόρφωση συχνότητας, έπειδή γιά τήν έκπομπή αυτή χρησιμοποιείται ή περιοχή των έκατοστομετρικών κυμάτων. Σέ αυτή τήν περιοχή μπορούμε νά άπασχολήσουμε φάσμα συχνότητων μέ μεγάλο εύρος.

4.20 Τό τηλεοπτικό κανάλι.

Η ζώνη συχνότητων, πού χορηγείται σέ κάθε πομπό τηλεόρασεως γιά τήν έκπομπή των σημάτων εικόνας καί ήχου, ονομάζεται **κανάλι** ή καί **διάυλος** έκπομπής.

Γιά τήν έκπομπή του σήματος εικόνας καί έπειδή άποκόπτεται ή κατώτερη πλευρική ζώνη του φάσματος του διαμορφωμένου κύματος θά ήταν άρκετό ένα κανάλι μέ εύρος 5 MHz. Όμως, όπως είπαμε, δέν είναι δυνατή ή άποκοπή όλόκληρης της κατώτερης πλευρικής ζώνης καί τελικά παραμένει ένα ύπόλοιπο μέ εύρος 1,25 MHz.

Έχομε άκόμη καί τόν πομπό του ήχου, ό όποιος πρέπει νά έκπέμπει σέ μία συχνότητα πού θά βρίσκεται άρκετά έξω από τήν άνωτερη πλευρική ζώνη του πομπού της εικόνας, ώστε νά άποφεύγονται οι πλευρικές παρενοχλήσεις μεταξύ εικόνας καί ήχου. Τελικά, τό εύρος του τηλεοπτικού καναλιού μεγαλώνει.



Σχ. 4.20.

Χαρακτηριστική διελεύσεως ενός τηλεοπτικού καναλιού.

Στό σχήμα 4.20 φαίνεται ή χαρακτηριστική διελεύσεως ενός καναλιού. Παρατηρούμε ότι ή άποκοπή της κατώτερης πλευρικής ζώνης άρχίζει από μία συχνότητα κατά 0,75 MHz χαμηλότερη από τή φέρουσα εικόνας. Αυτή ή άπόσταση συχνότητας κρίθηκε άπαραίτητη γιά τήν άποφυγή φασικών παραμορφώσεων, οι όποιες 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 έκπομπή του σήματος εικόνας ο πομπός απασχολεί μία 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 άριστερά 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 άμεσως ανώτερου καναλιού.

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. Άς σημειώσουμε ότι η χαρακτηριστική διελεύσεως του σχήματος 4.20 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.

4.21 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 μία άλλη περιοχή ή 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» τηλεόρασης στις διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες. Έξαιρηση γίνεται για το κανάλι 36 που χρησιμοποιείται για ραντάρ και για το 38 που έχει παραχωρηθεί στη ραδιοαστρονομία.

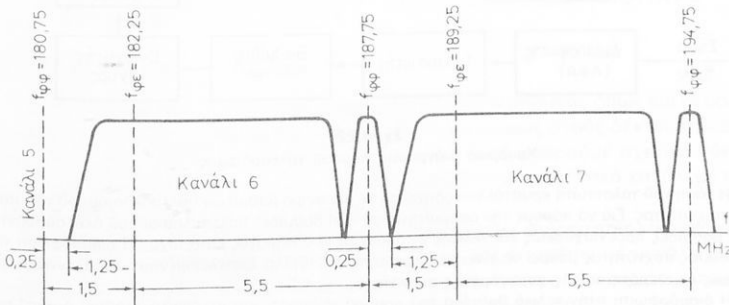
Η ακριβής κατανομή των φερουσών συχνοτήτων εικόνας και ήχου για τα τηλεοπτικά κανάλια των περιοχών I και III φαίνεται σε σχετικό πίνακα στο τέλος του βιβλίου.

Τό εύρος κάθε τηλεοπτικού καναλιού τῶν περιοχῶν IV καί V εἶναι 8 MHz, ἀντί γιά 7 MHz τῶν περιοχῶν I καί III. Οἱ φέρουσες συχνότητες εἰκόνας καί ἤχου ἐνός ὁποιουδήποτε καναλιού τῶν περιοχῶν αὐτῶν μποροῦν νά βρεθοῦν ἀπό τίς σχέσεις:

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

$$f_{\phi\phi} = 476,75 + 8(n - 21)$$

ὅπου: 471,25 MHz εἶναι ἡ φέρουσα συχνότητα εἰκόνας ($f_{\phi\epsilon}$) τοῦ 21ου καναλιού, 476,75 MHz ἡ φέρουσα συχνότητα ἤχου (ἢ φωνῆς, $f_{\phi\phi}$) τοῦ ἴδιου καναλιού καί n ὁ ἀριθμός ὁποιουδήποτε καναλιού.



Σχ. 4.21.

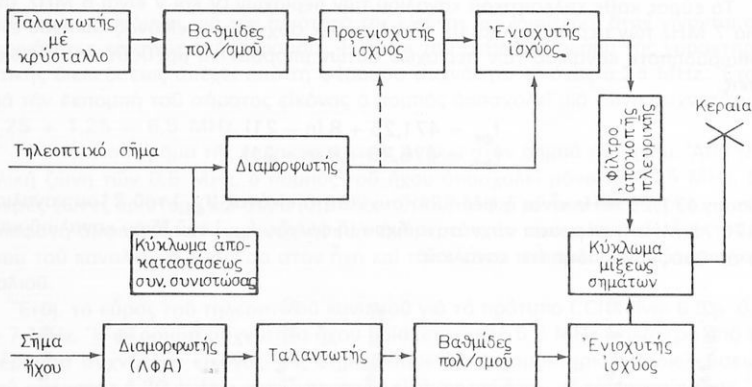
Κατανομή τῶν φερουσῶν συχνοτήτων εἰκόνας καί ἤχου δύο συνεχόμενων τηλεοπτικῶν καναλιῶν.

Στό σχῆμα 4.21 φαίνεται γραφικῶς ἡ κατανομή τῶν φερουσῶν συχνοτήτων εἰκόνας καί ἤχου δύο συνεχόμενων τηλεοπτικῶν καναλιῶν. Βλέπομε ὅτι ἡ φέρουσα συχνότητα εἰκόνας ἐνός καναλιού, π.χ. τοῦ 6ου, ἀπέχει κατὰ 1,5 MHz ἀπό τή φέρουσα ἤχου τοῦ προηγούμενου καναλιού (τοῦ 5ου) καί ἡ φέρουσα συχνότητα ἤχου τοῦ ἴδιου καναλιού (τοῦ 6ου), κατὰ 1,5 MHz ἀπό τή φέρουσα εἰκόνας τοῦ ἀμέσως ἐπόμενου καναλιού (τοῦ 7ου). Ἐπειδή οἱ συχνότητες τῶν γειτονικῶν καναλιῶν εἶναι ἀρκετά κοντά μεταξύ τους (ἀπέχουν κατὰ 1,5 MHz), μποροῦν νά σημειωθοῦν ἀμφίπλευρες παρεμβολές στή λήψη. Γιά τήν ἀποφυγή τέτοιων παρεμβολῶν χρησιμοποιοῦνται εἰδικά κυκλώματα στό δέκτη (κυματοπαγίδες), πού «παγιδεύουν» τίς φέρουσες συχνότητες τῶν καναλιῶν, τά ὁποῖα γειτονεύουν μέ τό λαμβανόμενο.

4.22 Διάγραμμα πομποῦ τηλεοράσεως.

Στό σχῆμα 4.22 φαίνεται χονδρικά τό διάγραμμα ἐνός πομποῦ τηλεοράσεως μέ τά δύο τμήματά του: τόν πομπό εἰκόνας καί τόν πομπό ἤχου πού τροφοδοτοῦν κοινή κεραία ἐκπομπῆς.

Ὁ ταλαντωτής τοῦ πομποῦ εἰκόνας εἶναι μέ κρύσταλλο γιά τή σταθεροποίηση τῆς παραγόμενης φέρουσας συχνότητας. Ἐπειδή ὁ κρύσταλλος δέν μπορεῖ νά ἐργάζεται σέ πολύ ὑψηλή συχνότητα, σέ ὅση εἶναι ἀπαραίτητη γιά τήν τηλεόραση, ἐφαρμόζεται ἡ μέθοδος τοῦ πολλαπλασιασμοῦ τῆς συχνότητας.



Σχ. 4.22.

Χονδρικό διάγραμμα πομπού τηλεόρασης.

Η τάση του ταλαντωτή κρυστάλλου οδηγείται σε μία σειρά βαθμίδων πολλαπλασιασμού της αρχικής συχνότητας. Για να πάρουμε την απαραίτητη ισχύ, οι βαθμίδες πολλαπλασιασμού ακολουθούνται από βαθμίδες προενισχύσεως και τελικής ένισχύσεως του σήματος κατά ισχύ. Η διαμόρφωση της φέρουσας συχνότητας μπορεί να γίνει σε οποιαδήποτε βαθμίδα, αποκλεισμένου 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 μιάς πλευρικής ζώνης συχνότητων. Όμως στην περίπτωση αυτή οι προενισχυτικές βαθμίδες του πομπού είναι πιο απλές, επειδή προορίζονται να ένισχύσουν μία και μόνο συχνότητα: τη φέρουσα.

Η διαμόρφωση σε μίαν ενδιάμεση βαθμίδα του πομπού (διαμόρφωση σε μέση στάθμη) ή σε μίαν από τις αρχικές βαθμίδες (διαμόρφωση σε χαμηλή στάθμη), απαιτεί να έχουν πλατιά ζώνη διελεύσεως οι επόμενες βαθμίδες του πομπού, επειδή θα ένισχύουν διαμορφωμένο σήμα. Όμως χρειάζεται μικρότερη ισχύς από το διαμορφωτή και ακόμη, η αποκοπή της μιάς 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 4.22, είναι η τελευταία βαθμίδα του ένισχυτή του τηλεοπτικού σήματος. Στην είσοδο του διαμορφωτή γίνεται η αποκατάσταση της συνεχούς συνιστώσας του σήματος είκονας. Σε άλλη θέση θα εξετάσουμε το θέμα της αποκαταστάσεως της συνεχούς συνιστώσας.

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

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Η ΛΗΨΗ ΤΟΥ ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ

Ο ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ ΚΑΙ Ο ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ ΕΝΔΙΑΜΕΣΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

5.1 Διάγραμμα δέκτη τηλεόρασης.

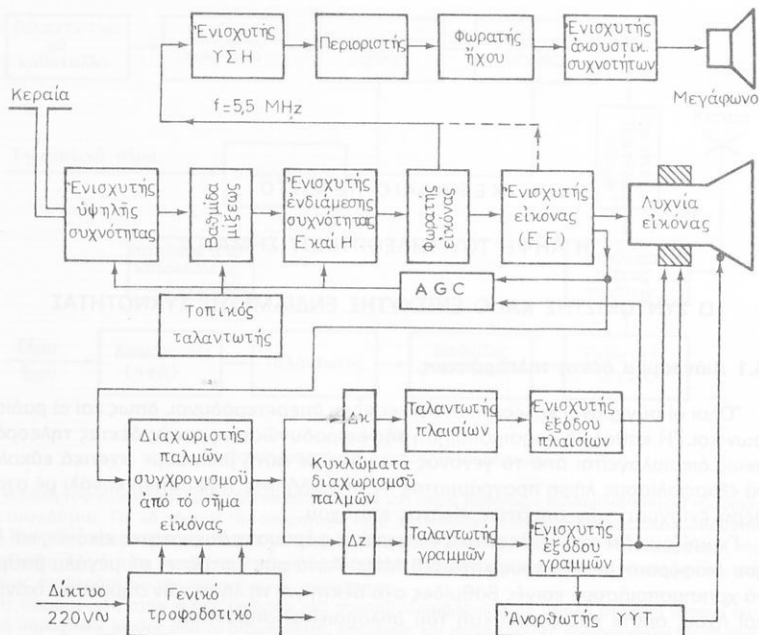
“Όλοι οι σύγχρονοι τηλεοπτικοί δέκτες είναι υπερετερόδουνοι, όπως και οι ραδιοφωνικοί. Η καθολική χρησιμοποίηση της ετεροδυνάμωσης στους δέκτες τηλεόρασης δικαιολογείται από το γεγονός ότι μόνο με αυτή μπορούμε σχετικά εύκολα να εξασφαλίσουμε λήψη προγράμματος σε οποιοδήποτε τηλεοπτικό κανάλι με σταθερή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

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

Στό σχήμα 5.1 φαίνεται το διάγραμμα ενός δέκτη τηλεόρασης. Τα σήματα εικόνας και ήχου, που λαμβάνονται από την ίδια κεραία, οδηγούνται στον ενισχυτή υψηλής συχνότητας, όπου γίνεται μία 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 στο άνοδικό της κύκλωμα εμφανίζονται ξανά τα σήματα εικόνας και ήχου με συχνότητες μικρότερες από τις φέρουσες. Τίς νέες συχνότητες τίς ονομάζουμε, όπως είναι γνωστό, ενδιάμεσες συχνότητες. Ο ενισχυτής υψηλής συχνότητας, ή βαθμίδα μίξεως και ο τοπικός ταλαντωτής αποτελούν ένιαία μονάδα του δέκτη που 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 έναν κοινό ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας, όπου ενισχύονται οι τάσεις τους από μερικές βαθμίδες (συνήθως τρείς). Στον ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας γίνεται βασικά και η επιλογή του τηλεοπτικού καναλιού, δηλαδή άπομακρύνονται οι παρενοχλήσεις από γειτονικούς πομπούς.

Η τελευταία βαθμίδα του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας ακολουθείται από το φωρατή εικόνας. Έδω 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 επί-



Σχ. 5.1.

Χονδρικό διάγραμμα δέκτη τηλεόρασης.

σης κατά 5,5 MHz, αναδεικνύουν στην έξοδο του φωρατή με μία διεργασία μίξεως τη διαφορά των 5,5 MHz, που ονομάζεται «ένδιάμεση φέρουσα συχνότητα» (Inter-carrier Frequency). Η ένδιάμεση φέρουσα συχνότητα, όπως θα δούμε αργότερα, περιέχει τον ήχο, γι' αυτό ονομάζεται και «υπενδιάμεση συχνότητα ήχου» (ΥΣΗ). Η ΥΣΗ των 5,5 MHz οδηγείται σε ιδιαίτερο τμήμα του δέκτη, που ονομάζεται «τμήμα ήχου».

Τό σήμα εικόνας με τούς διάφορους παλμούς ενισχύεται από τον ενισχυτή εικόνας (ΕΕ) και εφαρμόζεται στην είσοδο (συνήθως στην κάθοδο) της λυχνίας εικόνας (εικονογράφου) για να ρυθμίσει την ένταση της καταγραφικής δέσμης, ή 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). Τό τμήμα ήχου του δέκτη περιλαμβάνει ακόμη τον περιοριστή, τό φωρατή ήχου και τον ενισχυτή ακουστικής συχνότητας με τό μεγάφωνο.

Ο περιοριστής αποκόπτει τη διαμόρφωση πλάτους και τούς θορύβους που τυ-

χόν περιέχονται στο διαμορφωμένο κατά συχνότητα σήμα του ήχου και ο φωρατής ήχου αναδεικνύει τις ακουστικές συχνότητες. Έφ'όσον στο πρότυπο CCIR το σήμα ήχου είναι διαμορφωμένο κατά συχνότητα, ο φωρατής ήχου είναι ένας «διευκρινιστής» ή ένας «αναλογικός φωρατής συχνότητας».

Ής δοϋμε τώρα τὰ ὑπόλοιπα τμήματα τοῦ δέκτη, πού φαίνονται στοῦ σχήμα 5.1. Μιά τάση τοῦ τηλεοπτικοῦ σήματος ἀπό τήν ἔξοδο τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας ὁδηγεῖται σέ ἕνα τμήμα, πού ὀνομάζεται «τμήμα συγχρονισμοῦ» τοῦ δέκτη. Τό τμήμα συγχρονισμοῦ περιλαμβάνει τό διαχωριστή τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ ἀπό τό σήμα εἰκόνας καί τὰ κυκλώματα διαχωρισμοῦ τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ μεταξύ τους (κυκλώματα διαφορίσεως καί ὁλοκληρώσεως). Ἐτσι, οἱ παλμοί συγχρονισμοῦ ἀπαλλαγμένοι ἀπό τό σήμα εἰκόνας καί διαχωρισμένοι σέ παλμούς συγχρονισμοῦ γραμμῶν καί παλμούς συγχρονισμοῦ πλαισίων (ἀκριβέστερα πεδίων) μποροῦν νά ἐκπληρώσουν τόν προορισμό τους, δηλαδή νά συγχρονίσουν τοὺς ταλαντωτές (γεννήτριες) τῆς ὀριζόντιας καί τῆς κατακόρυφης σαρώσεως (ταλαντωτές γραμμῶν καί πλαισίων).

Οἱ πριονωτές τάσεις, πού παράγονται ἀπό τοὺς ταλαντωτές γραμμῶν καί πλαισίων, ἀφοῦ ἐνισχυθοῦν ἀπό τοὺς ἀντίστοιχους ἐνισχυτές, ἐφαρμόζονται στά πηνία ἀποκλίσεως γιά νά δημιουργήσουν τὰ πριονωτά ρεύματα σαρώσεως.

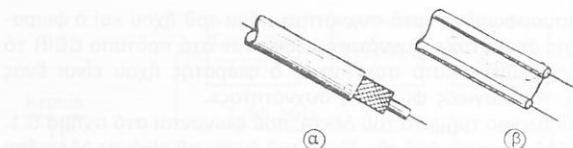
Ἀπό τόν ἐνισχυτῆ ἔξόδου γραμμῶν καί μέ τή βοήθεια ἑνός ἀνορθωτῆ παράγεται καί ἡ ὑπερυψηλή τάση (ΥΥΤ), πού τροφοδοτεῖ τήν τελική ἄνοδο τοῦ εἰκονογράφου (16 kV περίπου). Οἱ τάσεις τροφοδοσίας τῶν ὑπολοίπων τμημάτων τοῦ δέκτη παρέχονται ἀπό τό γενικό τροφοδοτικό σύστημα, πού ἐργάζεται συνήθως χωρίς μετασχηματιστή δικτύου.

5.2 Ὁ συντονιστής καί τὰ κυκλώματα εἰσόδου του.

Εἶδαμε ὅτι τὰ λαμβανόμενα ἀπό τήν κεραία τηλεοράσεως σήματα εἰκόνας καί ἡ-χου ὁδηγοῦνται στοῦ συντονιστῆ (Tuner) τοῦ δέκτη, πού περιλαμβάνει τόν ἐνισχυτῆ ὑψηλῆς συχνότητος, τή βαθμίδα μίξεως καί τόν τοπικό ταλαντωτή. Ὁ συντονιστής ἀποτελεῖ ἰδιαίτερο τμήμα τοῦ τηλεοπτικοῦ δέκτη ὅχι μόνο ἀπό ἀποψη κυκλώματος, ἀλλά καί κατασκευαστικά. Ἡ ξεχωριστή κατασκευή τοῦ συντονιστῆ ἀπλοποιεῖ τή σύνθεση τοῦ δέκτη καί ἐπιτρέπει τήν καλή θωράκισή του, πού εἶναι ἀπαραίτητη γιά τήν προστασία τῶν κυκλωμάτων ὑψηλῆς συχνότητος ἀπό ἐξωτερικά πεδία καί τήν ἀποφυγή παρενοχλήσεων σέ γειτονικούς δέκτες ἀπό ἀκτινοβολία τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ.

Οἱ δέκτες τηλεοράσεως διαθέτουν δύο συντονιστές πού εἶναι κατασκευασμένοι μέ λυχνίες ἢ μέ τρανζίστορ. Ὁ ἕνας ἐργάζεται στήν περιοχή VHF καί ὁ ἄλλος στήν περιοχή UHF. Τά κυκλώματα ἐπιλογῆς καί συζεύξεως μεταξύ τῶν βαθμίδων, καθώς καί ἐκεῖνο τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ εἴτε εἶναι προσυντονισμένα σέ κάθε τηλεοπτικό κανάλι εἴτε ἔχουν τή δυνατότητα νά προσυντονισθοῦν μέ τή βοήθεια πολλοῦ μεταβλητοῦ πυκνωτῆ ἢ διόδων μεταβλητῆς χωρητικότητος. Ἐτσι, ὅπως θά δοῦμε, ἡ λήψη ἑνός τηλεοπτικοῦ καναλιοῦ γίνεται αὐτομάτως μέ τήν περιστροφή ἑνός μεταγωγέα καναλιῶν ἢ μέ τήν πίεση ἑνός πλήκτρου.

Ής δοῦμε τώρα τὰ κυκλώματα εἰσόδου τοῦ συντονιστῆ, πού εἶναι καί κυκλώματα εἰσόδου τοῦ δέκτη τηλεοράσεως. Ἡ κεραία τηλεοράσεως συνδέεται στήν εἰσ-οδο τοῦ δέκτη μέ τή βοήθεια ὁμοαξονικοῦ καλωδίου [σχ. 5.2α(α)] χαρακτη-



Σχ. 5.2α.

Όμοαξονικό καλώδιο 60 ή 75 Ω (α) και συμμετρικό διπολικό καλώδιο 240 ή 300 Ω (β).

ριστικής αντίστασης 60 ή 75 Ω ή συμμετρικού διπολικού καλωδίου [σχ. 5.2α(β)] χαρακτηριστικής αντίστασης 240 ή 300 Ω. Στην είσοδο του δέκτη και συγκεκριμένα μεταξύ του τέρματος του όμοαξονικού ή συμμετρικού καλωδίου και της εισόδου του ενισχυτή υψηλής συχνότητας του συντονιστή, παρεμβάλλεται ένα κύκλωμα από τό όποιο έχομε τίς έπόμενες δύο άπαιτήσεις.

1) Στην περίπτωση χρησιμοποίησης όμοαξονικού καλωδίου πρέπει νά προσαρμόζει τήν αντίσταση εισόδου του ενισχυτή υψηλής συχνότητας πρός τή χαρακτηριστική αντίσταση του καλωδίου.

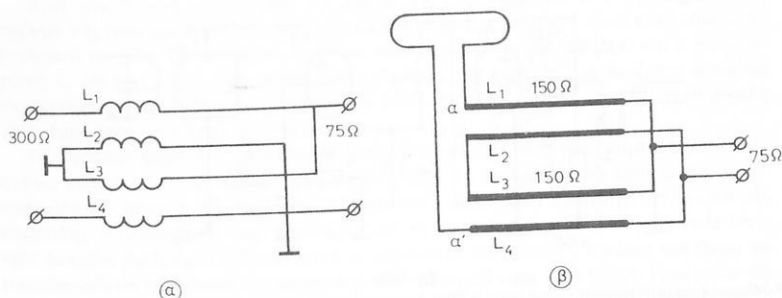
2) Στην περίπτωση συμμετρικού καλωδίου πρέπει νά εξασφαλίζει έκτός από τήν προσαρμογή καί τή συμμετροποίηση τής εισόδου του ενισχυτή υψηλής συχνότητας ή όποία είναι πάντοτε άσύμμετρη.

Όταν δέν υπάρχει προσαρμογή μεταξύ του καλωδίου καί τής εισόδου του ενισχυτή υψηλής συχνότητας, έχομε έλάττωση τής ισχύος του σήματος πού φθάνει στό δέκτη καί έμφάνιση μερικών εικόνων, μέ μετατόπιση καί βαθμιαία εξασθένηση πρός τά δεξιά τής βασικής. Αυτές όνομάζονται εικόνες «είδωλα». Οί εικόνες «είδωλα» έμφανίζονται λόγω του ότι ένα μέρος τής ενέργειας του σήματος ανακλάται στην είσοδο του δέκτη καί έπιστρέφει ξανά στην κεραία. Στή συνέχεια ανακλάται από τήν κεραία καί έμφανίζεται γιά δεύτερη φορά στην είσοδο του δέκτη κ.ο.κ. Οί διαδοχικές αυτές ανακλάσεις προκαλούν τήν έμφάνιση στην είσοδο του δέκτη σημάτων μέ χρονική καθυστέρηση ως πρός τό βασικό σήμα, μέ αποτέλεσμα νά δημιουργούνται εικόνες «είδωλα».

Όταν δέν έκπληρώνεται ή δεύτερη άπαίτηση, δηλαδή ή συμμετροποίηση τής εισόδου του ενισχυτή υψηλής συχνότητας (στην περίπτωση συνδέσεως τής σε συμμετρικό καλώδιο), τότε στην είσοδο του δέκτη φθάνουν τόσο τά σήματα πού λαμβάνονται από τήν κεραία όσο καί σήματα πού αναπτύσσονται στή συμμετρική γραμμή μεταφοράς. Τά τελευταία προπορεύονται από τά βασικά καί δημιουργούν παρενοχλήσεις στην εικόνα. Μέ συμμετροποιημένη είσοδο τά σήματα πού δημιουργούνται σε κάθε άγωγή τής γραμμής άλληλοεξουδετερώνονται καί δέν έχουν καμιά επίδραση στην εικόνα.

Οί σύγχρονοι συντονιστές έχουν συνήθως αντίσταση εισόδου 75 ή 60 Ω καί μπορούν νά συνδεθούν άπευθείας σε όμοαξονικό καλώδιο μέ χαρακτηριστική αντίσταση 75 ή 60 Ω. Όταν άπαιτείται ή σύνδεσή τους σε συμμετρική γραμμή 300 ή 240 Ω, χρησιμοποιείται κύκλωμα προσαρμογής καί συμμετροποίησης.

Στό σχήμα 5.2β(α) φαίνεται ένα κύκλωμα εισόδου του συντονιστή. Οί αύτεπαγωγές του κυκλώματος δέ σχηματίζουν μετασχηματιστή, όπως μπορεί κάποιος νά φαντασθεί από μιά πρώτη ματιά, αλλά αποτελούν τούς άγωγούς μιάς γραμμής με-



Σχ. 5.2β.

Κυκλώματα προσαρμογής και συμμετροποιήσεως.

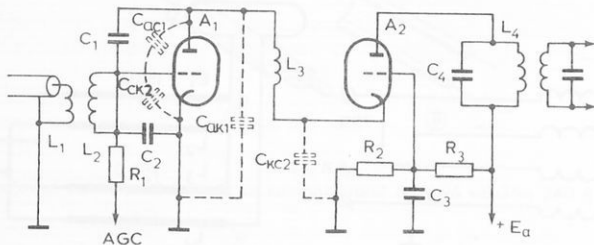
γάλου μήκους. Έξετάζουμε το κύκλωμα του σχήματος 5.2β(β). Οι άγωγοι L_1 , και L_2 σχηματίζουν μία γραμμή μεγάλου μήκους, ενώ οι άγωγοι L_3 και L_4 μίαν άλλη. Η διάμετρος των άγωγών και η μεταξύ τους απόσταση εκλέγονται έτσι, ώστε η χαρακτηριστική αντίσταση κάθε γραμμής να είναι 150 ή 120 Ω. Από την πλευρά της κεραίας οι δύο γραμμές συνδέονται σέ 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 δύο γραμμές συνδέονται παράλληλα και η αντίσταση εξόδου είναι 75 ή 60 Ω.

5.3 Ένισχυτής ΥΣ με λυχνίες.

Στους υπερετερόδονους τηλεοπτικούς δέκτες η ένισχυση υψηλής συχνότητας δεν είναι κατ' αρχήν υποχρεωτική και τα λαμβανόμενα σήματα μπορούν να εφαρμοσθούν άμεσα στη βαθμίδα μίξεως. Αλλά ο ένισχυτής υψηλής συχνότητας (ΕΥΣ) παρέχει τή δυνατότητα λήψεως πολύ ασθενών σημάτων, επειδή οι έσωτεικοί 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 δέκτη, πράγμα που θα δημιουργούσε παρενοχλήσεις σέ γειτονικούς δέκτες. Γι' αυτό ο ΕΥΣ αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα των συγχρόνων δεκτών τηλεοράσεως.

Σέ δέκτες παλαιότερων κατασκευών χρησιμοποιήθηκαν ΕΥΣ με μία πέντοδο λυχνία, που είχε μεγάλη κλίση και επομένως παρείχε μεγάλη ένισχυση με σχετικά χαμηλή στάθμη θορύβων. Σήμερα επικράτησε η χρησιμοποίηση τριόδων λυχνιών (όπως οι PCC88, PCC189), που έχουν ακόμη μικρότερη στάθμη θορύβων.

Οι έρευνες έδειξαν ότι ένα από τά καλύτερα κυκλώματα ΕΥΣ, που έχει τούς λιγότερους έσωτερικούς θορύβους, είναι ο «καταρράκτης» (Cascade). Κατασκευάζεται με δύο τριόδους σέ σειρά, από τίς όποιες η πρώτη εργάζεται με γειωμένη κάθοδο και η δεύτερη με γειωμένο πλέγμα (σχ. 5.3α). Ο «καταρράκτης» είναι ένισχυτής με δύο βαθμίδες, που συνδέονται σέ σειρά γιά οικονομία υλικών και ελάττωση της καταναλισκόμενης ισχύος. Επειδή οι δύο λυχνίες είναι ίδιες (μιά διπλοτριοδική), η τάση της πηγής E_a κατανέμεται εξίσου και στίς δύο και κάθε άνοδος ως



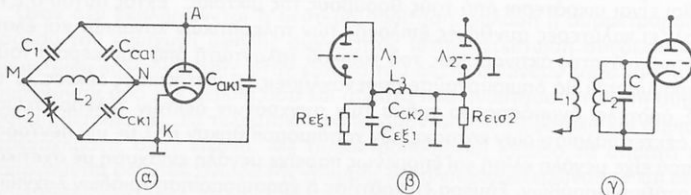
Σχ. 5.3α.

Κύκλωμα ένισχυτῆ ὑψηλῆς συχνότητος τύπου «καταρράκτη» ἢ «cascode» (cascode = cascade + cathode).

πρὸς τὴν κάθοδό της ἔχει τάση 100 - 120 V. Ἐτσι, ἡ κάθοδος τῆς δεύτερης λυχνίας βρίσκεται σὲ ὑψηλὸ θετικὸ δυναμικὸ καὶ ἐπομένως γιὰ νὰ λειτουργήσει πρέπει νὰ ἐφαρμοσθεῖ καὶ στὸ πλέγμα τῆς ἀντίστοιχο θετικὸ δυναμικὸ.

Ἡ βαθμίδα μὲ γειωμένη τὴν κάθοδο ἔχει σχετικὰ ὑψηλὴ ἀντίσταση εἰσόδου, γι' αὐτὸ τὸ κύκλωμα εἰσόδου τοῦ δέκτη, ποὺ ὁδηγεῖ τὸ σῆμα ἀπὸ τὴν κεραία στὸ πλέγμα τῆς πρώτης λυχνίας, μπορεῖ νὰ ἔχει καλὴ καμπύλη συντονισμοῦ καὶ ὑψηλὸ συντελεστὴ μεταφορᾶς. Γιὰ νὰ ἀποφευχθεῖ ἡ αὐτοταλάντωση τῆς βαθμίδας αὐτῆς, εἶναι ἀπαραίτητο νὰ ἐξουδετερωθεῖ ἡ δράση τῆς ἐνδοχωρητικότητος C_{ca} . Αὐτὸ γίνεται μὲ τὴ σύνδεση καὶ ρύθμιση τῆς χωρητικότητος C_1 , ἡ ὁποία σχηματίζει μὲ τὶς ὑπόλοιπες χωρητικότητες τῆς βαθμίδας μιὰ γέφυρα [σχ. 5.3β(α)]. Ὄταν ἡ γέφυρα ἰσορροπῇ, δηλαδὴ ὅταν ἰκανοποιηθεῖ ἡ συνθήκη $C_1/C_2 = C_{ca1}/C_{ck1}$, οἱ μεταβολές τῆς τάσεως μεταξύ τῶν σημείων AK (μεταξύ ἀνόδου - καθόδου τῆς λυχνίας) δέν προκαλοῦν καμιά μεταβολὴ τῆς τάσεως μεταξύ τῶν σημείων MN.

Τὸ ἀνοδικὸ φορτίο τῆς πρώτης τριόδου εἶναι ἓνα φίλτρο τύπου Π [σχ. 5.3β(β)], ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ τὴν αὐτεπαγωγὴ L_3 καὶ τὶς χωρητικότητες $C_{εξ1}$, καὶ C_{ck2} . Ἡ ἀντίσταση ἐξόδου τῆς πρώτης βαθμίδας $R_{εξ}$ εἶναι περίπου ἴση μὲ 1 - 3 kΩ, ἐνῶ ἡ



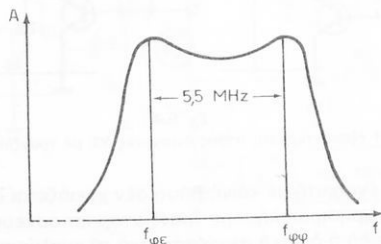
Σχ. 5.3β.

Ἡ ἐξουδετέρωση στὸν ἐνισχυτὴ ὑψηλῆς συχνότητος (α), ἡ σύζευξη μεταξύ τῶν βαθμίδων τοῦ ἐνισχυτῆ (β) καὶ ἓνα ἀπὸ τὰ χρησιμοποιούμενα κυκλώματα εἰσόδου καὶ ἰδιοῦ ἐνισχυτῆ (γ).

ἀντίσταση εἰσόδου τῆς βαθμίδας μὲ γειωμένο τὸ πλέγμα $R_{εισ}$ εἶναι πολὺ μικρὴ (περίπου 150 - 200 Ω). Τὸ Q τοῦ κυκλώματος αὐτοῦ εἶναι πολὺ χαμηλὸ ($Q = 4 - 6$), γι' αὐτὸ ἡ ζώνη διελευσεῶς του εἶναι ἀρκετὰ πλατιά. Ἄν ρυθμισθεῖ νὰ συντονίζει γύρω στὰ 150 - 200 MHz, μπορεῖ νὰ ἐξασφαλίσῃ τὴ διέλευση ὅλων τῶν τηλεοπτικῶν καναλιῶν τῆς περιοχῆς τῶν VHF μὲ τὶς ἴδιες περίπου συνθήκες.

Από την άποψη μεταφοράς της ενέργειας του σήματος από την κεραία στο πλέγμα της πρώτης λυχνίας, το κύκλωμα εισόδου [σχ. 5.3β(γ)] είναι κύκλωμα συντονισμού σειράς. Το κύκλωμα εισόδου, στο οποίο ασφαλώς επιδρά και η αυτεπαγωγή L_1 (άκόμενη και η αντίσταση του καλωδίου της κεραίας), ρυθμίζεται ώστε να συντονίζεται σε μία ενδιάμεση συχνότητα κάθε καναλιού. Κάθε κανάλι της περιοχής VHF έχει δικό του ζευγάρι πηνίων L_1, L_2 .

Τό ανοδικό φορτίο της δεύτερης βαθμίδας 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 εικόνas και ήχου να τοποθετούνται στα άκρα της καμπύλης συντονισμού τους (σχ. 5.3γ). Τότε μόνο θα ενισχύεται από τις βαθμίδες του ΕΥΣ η φέρουσα συχνότητα εικόνas με την επάνω πλευρική της ζώνη και η φέρουσα συχνότητα ήχου με τις δύο πλευρικές της ζώνες.



Σχ. 5.3γ.

Καμπύλη απόκρισεως του ενισχυτή υψηλής συχνότητας δέκτη τηλεοράσεως.

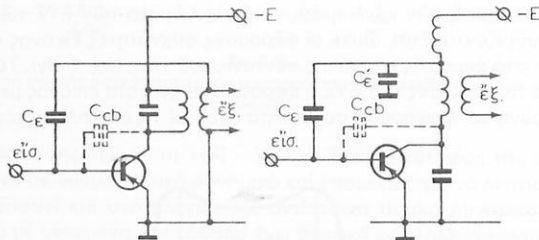
Τα υπόλοιπα στοιχεία του κυκλώματος του σχήματος 5.3α είναι οι αντίστροφες R_2, R_3 , που σχηματίζουν διαιρέτη τάσεως για να εξασφαλίσει στο πλέγμα της δεύτερης λυχνίας τάση λίγο μικρότερη από την τάση καθόδου της, ώστε η λυχνία να αποκτή την απαιτούμενη αρνητική πόλωση. Ο πυκνωτής C_3 , με χωρητικότητα συνήθως 1000 pF, γειώνει το πλέγμα της L_2 για τις υψηλές φέρουσες συχνότητες. Τέλος, μέσω της αντίστροφας R_1 , εφαρμόζεται η τάση AGC στο πλέγμα της πρώτης λυχνίας.

5.4 Ένισχυτής ΥΣ με τρανζίστορ.

Στους ΕΥΣ ένα τρανζίστορ μπορεί να συνδεθεί με κοινό έκπομπο ή με κοινή βάση. Από πλευράς θορύβων οι δύο συνδεσμολογίες είναι περίπου ισοδύναμες. Για τις αρκετά υψηλές συχνότητες ο βαθμός ενισχύσεως είναι κατά προσέγγιση επίσης ίδιος. Στις χαμηλότερες συχνότητες το κύκλωμα με κοινό έκπομπο δίνει μεγαλύτερη ενίσχυση, αλλά δημιουργεί σημαντική έσωτερική 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 αυτόταλάντωση. Γι' αυτό, όταν ως ενισχυτής ΥΣ χρησιμοποιείται τρανζίστορ με κοινό

έκπομπο, γίνεται εξουδετέρωση τῆς ἐσωτερικῆς ἀνασυζεύξεως μέ ἐφαρμογή ἐξωτερικῆς ἀνασυζεύξεως, ἴσης κατά μέγεθος καί ἀντίθετης κατά φάση μέ τήν ἐσωτερική.

Συναντοῦμε πολλές παραλλαγές κυκλωμάτων εξουδετερώσεως. Δυό τέτοια κυκλώματα φαίνονται στό σχῆμα 5.4. Πρέπει νά σημειώσουμε ὅτι ἡ ἐκλογή τῶν στοιχείων τοῦ κυκλώματος εξουδετερώσεως καί ἡ ρύθμισή τους συνδέεται μέ ἀρκετές δυσκολίες. Καλή εξουδετέρωση μπορούμε νά ἔχομε μόνο σέ πολύ στενή ζώνη συχνότητων.



Σχ. 5.4.

Ἡ εξουδετέρωση στοὺς ἐνισχυτῆς ΥΣ μέ τρανζίστορ.

Τό κύκλωμα τοῦ ἐνισχυτῆ μέ κοινή βάση δέν χρειάζεται εξουδετέρωση. Ἐκτός αὐτοῦ μπορούμε νά χρησιμοποιήσουμε τρανζίστορ κατασκευασμένο γιὰ χαμηλότερες συχνότητες, ἐπειδὴ ἡ ὁριακὴ συχνότητα γιὰ τὰ κυκλώματα αὐτὰ εἶναι β φορές μεγαλύτερη ἀπ' ὅσο γιὰ τὰ κυκλώματα μέ κοινὸ ἐκπομπὸ (β εἶναι ὁ συντελεστής ἐνισχύσεως ρεύματος τοῦ τρανζίστορ). Γι' αὐτὸ στοὺς ΕΥΣ μέ τρανζίστορ χρησιμοποιεῖται πιὸ πολὺ τὸ κύκλωμα μέ κοινή βάση.

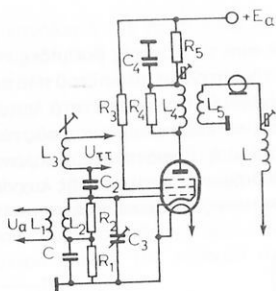
5.5 Ἡ βαθμίδα μίξεως.

Ἡ μεταλλαγή συχνότητας στοὺς τηλεοπτικούς δέκτες πραγματοποιεῖται κατά κανόνα μέ τὴ βοήθεια δύο λυχνιῶν: μιᾶς μίκτηρις καί μιᾶς ταλαντῶτρις. Οἱ σύνθετες μεταλλάκτριες λυχνίες (ἐπταοδικές, ὀκταοδικές) δέ χρησιμοποιοῦνται στοὺς δέκτες τηλεοράσεως, ἐπειδὴ ἔχουν ὑψηλὴ στάθμη ἐσωτερικῶν θορύβων.

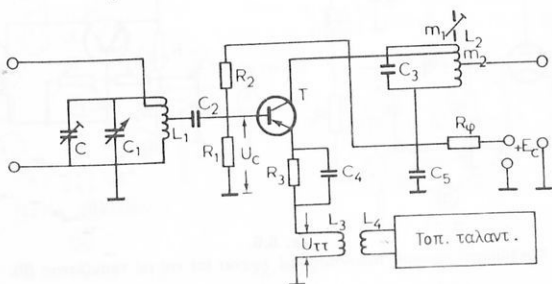
Ἡ μίκτηρια εἶναι συνήθως πέντοδος ἢ τρίοδος μέ μεγάλη κλίση καί ἡ ταλαντῶτρια εἶναι τρίοδος. Γιὰ οἰκονομία ἀριθμοῦ λυχνιῶν, ἡ μεταλλαγή γίνεται μέ συνδυασμένες λυχνίες, δηλαδή τριόδους - πεντόδους (PCF82, PCF 801) καί σπανιότερα διπλοτριόδους. Ἐπίσης χρησιμοποιοῦνται εὐρύτατα τὰ τρανζίστορ.

Στὸ σχῆμα 5.5α φαίνεται ἓνα συνηθισμένο κύκλωμα μίξεως μέ πέντοδο λυχνία. Τὸ ἀνοδικὸ τῆς φορτίο εἶναι ἓνα φίλτρο ζώνης συχνότητων ποὺ ἀπὸ τὴ μιὰ πλευρὰ ἀποτελεῖται ἀπὸ τὴ χωρητικότητα ἐξόδου τῆς λυχνίας, τὴ χωρητικότητα καλωδιώσεων καί τὴν αὐτεπαγωγή L_4 καί ἀπὸ τὴν ἄλλη ἀπὸ τὶς αὐτεπαγωγές L_5, L_6 καί τὴ χωρητικότητα τοῦ καλωδίου συνδέσεως τῆς μίκτηρις μέ τὸν ἐνισχυτὴ ἐνδιάμεσης συχνότητας.

Οἱ τάσεις σήματος καί τοπικοῦ ταλαντωτῆ ἐφαρμόζονται στό πλέγμα τῆς μί-



Σχ. 5.5α.
Κύκλωμα μίξεως.



Σχ. 5.5β.
Κύκλωμα μίξεως με τρανζίστορ.

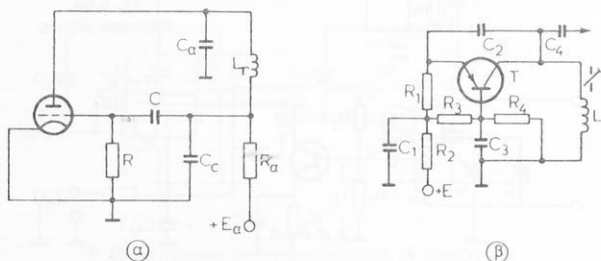
κτριάς με τη βοήθεια της αυτεπαγωγής L_2 , που βρίσκεται σε επαγωγική σύζευξη με τό πηνίο του άνοδικού κυκλώματος του ΕΥΣ L_1 και με τό πηνίο του ταλαντωτή L_3 . Μιά συμπληρωματική σύζευξη με τόν τοπικό ταλαντωτή γίνεται, αν απαιτείται, μέσω του πυκνωτή C_2 .

Η μίκτρια έχει αυτόπώλωση, που γίνεται με τη βοήθεια του κυκλώματος $R_1 C_1$ και της συνεχούς συνιστώσας του ρεύματος πλέγματος.

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 5.5β. Η τάση υψηλής συχνότητας του σήματος εφαρμόζεται στο κύκλωμα της βάσεως του τρανζίστορ, ενώ η τάση του τοπικού ταλαντωτή στο κύκλωμα του έκπομπού. Έτσι, για τό τηλεοπτικό σήμα τό τρανζίστορ εργάζεται με κοινό έκπομπο και για τό 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.

5.6 'Ο τοπικός ταλαντωτής.

'Ο τοπικός ταλαντωτής είναι μία από τις βασικές βαθμίδες του δέκτη τηλεόρασης, έπειδή από τη σταθερότητα της συχνότητας και του πλάτους των παραγομένων ταλαντώσεων εξαρτάται σέ μεγάλο βαθμό ή ποιότητα λειτουργίας ολόκληρου του δέκτη. Στους σύγχρονους δέκτες τηλεόρασεως ο τοπικός ταλαντωτής είναι τύπου COLPITTS [σχ. 5.6(α)], του οποίου ή συχνότητα των ταλαντώσεων εξαρτάται πολύ λίγο από τις μεταβολές των ένδοχωρητικότητων της λυχνίας. Για τή ρύθμιση της συχνότητας, ένας από τούς πυκνωτές του κυκλώματος ταλαντώσεων (ο C_a ή C_c) είναι μεταβλητός.



Σχ. 5.6.

Κυκλώματα τοπικού ταλαντωτή με λυχνία (α) και με τρανζίστορ (β).

'Ο τοπικός ταλαντωτής με τρανζίστορ είναι επίσης χωρητικής άνασυσζεύξεως (COLPITTS). Για τήν εξασφάλιση σταθερής συχνότητας στην περιοχή των υπερυψηλών συχνοτήτων, χρησιμοποιείται κύκλωμα με κοινή βάση [σχ. 5.6(β)]. Για τόν ίδιο λόγο, ή τάση τροφοδοτήσεως του τρανζίστορ σταθεροποιείται με τή βοήθεια διόδου ZENER, χρησιμοποιούνται πυκνωτές με μικρό θερμικό συντελεστή και ή σύζευξη του κυκλώματός του με τό μίκτη είναι χαλαρή.

'Η συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή εκλέγεται, όπως και στο ραδιόφωνο, ύψηλότερη από τις λαμβανόμενες φέρουσες εικόνας ($f_{\phi\epsilon}$) και φωνής ($f_{\phi\phi}$), γι' αυτό ή ένδιάμεση συχνότητα εικόνας ($f_{\epsilon\epsilon}$) είναι μεγαλύτερη από τήν ένδιάμεση συχνότητα φωνής ($f_{\epsilon\phi}$). Έτσι για κάθε τηλεοπτικό κανάλι ή συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή παρέχεται από τή σχέση:

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

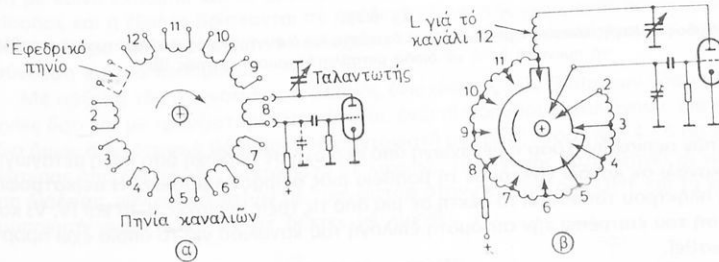
5.7 'Η μεταγωγή των καναλιών.

Οί σύγχρονοι δέκτες τηλεόρασεως σχεδιάζονται για τή λήψη οποιουδήποτε από τά 12 τηλεοπτικά κανάλια της περιοχής των VHF (ή λήψη στήν περιοχή των UHF εξετάζεται παρακάτω). Για τή μεταφορά του δέκτη από κανάλι σέ κανάλι πρέπει νά γίνει αλλαγή στη ρύθμιση των κυκλωμάτων εισόδου και εξόδου του ένισχυτή ύψηλης συχνότητας, του κυκλώματος εισόδου της μίκτριας και του κυκλώματος του τοπικού ταλαντωτή.

'Από τις πολλές χρησιμοποιούμενες μεθόδους συντονισμού του δέκτη τηλεορά-

σεως στά διάφορα κανάλια ή υπό άπλή είναι αύτή που στηρίζεται στη μεταγωγή των παραπάνω κυκλωμάτων ή τμημάτων των κυκλωμάτων αυτών. Οι συντονιστές που λειτουργούν με αύτή τή μέθοδο είναι γνωστοί ως «περιστροφικοί συντονιστές» τύπου τυμπάνου ή μεταγωγού καναλιών.

Στήν πρώτη περίπτωση, τά πηνία των κυκλωμάτων του ένισχυτή ύψηλής συχνότητας, τής μίκτριας καί του τοπικού ταλαντωτή όλων των καναλιών τοποθετούνται σέ ένα τύμπανο. Μέ τήν περιστροφή του τυμπάνου συνδέεται στις βαθμίδες του συντονιστή ό προσυντονισμένος συνδυασμός πηνίων γιά κάθε κανάλι. 'Η άρχή λειτουργίας του τυμπανοειδή έπιλογέα φαίνεται στό σχήμα 5.7α(α), όπου εϊκονίζεται μόνο ή σειρά πηνίων του τοπικού ταλαντωτή.



Σχ. 5.7α.

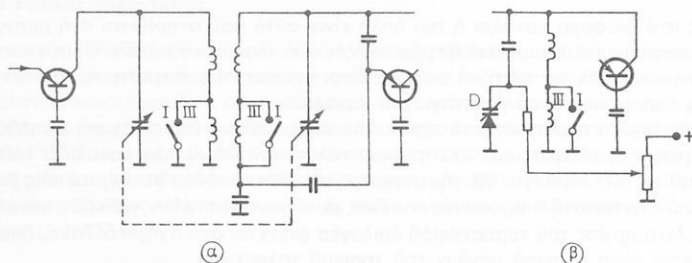
Κυκλώματα μεταγωγών τηλεοπτικών καναλιών.

Στή δεύτερη περίπτωση, τέσσερα πηνία με τίς άπαραίτητες λήψεις είναι τυλιγμένα περιφερειακά στους άκίνητους ισάριθμους τομείς ενός μεταγωγού καναλιών. Μέ τήν περιστροφή του δρομέα του μεταγωγού συνδέονται στις βαθμίδες του συντονιστή οι άπαραίτητες αüteπαγωγές γιά τή λήψη κάθε καναλιού. Στο σχήμα 5.7α(β) φαίνεται ή περιέλιξη του τοπικού ταλαντωτή γιά όλα τά κανάλια τής περιοχής των VHF. Τό πηνίο γιά τό κανάλι 12 συνδέεται μεταξύ πλέγματος καί άνόδου του ταλαντωτή, ενώ οι υπόλοιπες σπείρες βραχυκυκλώνονται με τό δρομέα του μεταγωγού.

Ό λεπτοσυντονισμός του ταλαντωτή καί στις δύο περιπτώσεις γίνεται συνήθως με τή βοήθεια κατάλληλου μεταβλητού πυκνωτή.

Μιά άλλη μέθοδος συντονισμού του δέκτη στά διάφορα κανάλια, που πήρε πλατιά διάδοση, στηρίζεται στη χρησιμοποίηση δύο μόνο πηνίων γιά κάθε βαθμίδα του συντονιστή, τό ένα γιά τά κανάλια τής περιοχής I καί τό άλλο γιά τά κανάλια τής περιοχής III. 'Η άλλαγή των πηνίων των βαθμίδων γιά κάθε περιοχή γίνεται με τή βοήθεια πολλαπλού διακόπτη καί ό συντονισμός τους στό έπιθυμητό κανάλι με τή βοήθεια πολλαπλού μεταβλητού πυκνωτή ή μιάς σειράς διόδων μεταβλητής χωρητικότητας. Μέ μία τρίτη σειρά πηνίων μπορεί νά εξασφαλισθεί με αύτή τή μέθοδο ή λήψη καί όλων των καναλιών τής περιοχής των UHF. 'Η άρχή τής μεθόδου με χρήση μεταβλητού πυκνωτή φαίνεται στό σχήμα 5.7β(α) καί με χρήση χωρητικών διόδων στό σχήμα 5.7β(β).

Οι σύγχρονοι δέκτες τηλεόρασεως έχουν τή δυνατότητα του προσυντονισμού τους σέ μερικά τηλεοπτικά κανάλια, καί μάλιστα σέ όποιαδήποτε έπιθυμούμε, ό-



Σχ. 5.7β.

Ἡ μέθοδος ἐπιλογῆς καναλιῶν μέ τῆ βοήθεια διακόπτη καί ὁ συντονισμός κυκλωμάτων μέ μεταβλητό πυκνωτή (α) ἢ μέ δίοδο μεταβλητῆς χωρητικότητος (β).

λων τῶν περιοχῶν. Τόσο ἡ μεταγωγὴ ἀπὸ περιοχὴ σέ περιοχὴ ὅσο καί ἡ μεταγωγὴ ἀπὸ κανάλι σέ κανάλι γίνεται μέ τῆ βοήθεια μιᾶς σειρᾶς πλήκτρων. Ἡ περιστροφὴ κάθε πλήκτρου τοποθετεῖ τὸ δέκτη σέ μιὰ ἀπὸ τρεῖς περιοχές (I, III καὶ IV, V) καί ἡ πίεσίς του ἐπιτρέπει τὴν αὐτόματη ἐπιλογὴ τοῦ καναλιοῦ γιὰ τὸ ὁποῖο ἔχει προρρυθμισθεῖ.

Ἄν πρόκειται γιὰ συντονιστὴ πού διαθέτει πολλαπλὸ μεταβλητὸ πυκνωτὴ, τὰ πλήκτρα συνδυάζονται μέ κατάλληλα μηχανικὰ συστήματα, τὰ ὁποῖα περιστρέφουν αὐτομάτως τὸν πυκνωτὴ μέ τὴν πίεση κάθε πλήκτρου, ὥστε νὰ πάρει τὴν προρρυθμισμένη θέση του γιὰ τὴν ἐπιλογὴ τοῦ ἐπιθυμητοῦ καναλιοῦ. Οἱ συντονιστές τοῦ εἴδους αὐτοῦ εἶναι γνωστοί ὡς «μηχανικοὶ συντονιστές».

Ἄν πάλι πρόκειται γιὰ συντονιστὴ με χωρητικὴς δίοδους, τὰ πλήκτρα συνδυάζονται μέ διακόπτες καί ποτανοσιόμετρα, μέ τῆ βοήθεια τῶν ὁποίων ἐφαρμόζεται στὶς δίοδους ἡ προρρυθμισμένη τάση, ὥστε νὰ ἀποκτήσουν οἱ δίοδοι τὴν ἀπαραίτητη χωρητικότητα γιὰ τὸ συντονισμό τῶν βαθμίδων τοῦ συντονιστοῦ στό ἐπιθυμητὸ κανάλι. Οἱ συντονιστές με χωρητικὴς δίοδους, πού κατασκευάζονται μέ τρανζίστορ καί ἔχουν ἑκποτίσει σχεδὸν τοὺς δύο προηγούμενους, εἶναι γνωστοί ὡς «ἡλεκτρονικοὶ» ἢ συντονιστές «VARICAP».

5.8 Ἡ λήψη στὴν περιοχὴ UHF.

Εἶπαμε ὅτι γιὰ τὴν ἐκπομπὴ καί λήψη τηλεοπτικῶν προγραμμάτων χρησιμοποιοῦνται καί συχνότητες πάνω ἀπὸ 470 MHz. Στὴν περιοχὴ αὐτὴ ἡ σύνθεση τῶν βαθμίδων ὑψηλῆς συχνότητος τοῦ δέκτη ἐμφανίζει ὀρισμένες ἰδιομορφίες.

Ἡ ἀπότομη αὐξηση τῶν ἀπωλειῶν στὰ στοιχεῖα τῶν κυκλωμάτων, λόγω τῆς πολὺ ὑψηλῆς συχνότητος, δέ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ χρησιμοποιήσουμε ἐδῶ τὰ συνθησμένα πηνία τῶν συντονιστῶν VHF. Γιὰ τὴν κατασκευὴ τῶν συντονιστῶν UHF χρησιμοποιοῦνται κυκλώματα μέ κατανεμημένες σταθερές, ὅπως εἶναι τὰ μῆματα γραμμῶν μέ ἡλεκτρικὸ μῆκος $\lambda/2$ καί $\lambda/4$. Μιὰ γραμμὴ $\lambda/2$, ὅταν εἶναι ἀνοικτὴ καί στὰ δύο ἄκρα της, ἢ μιὰ γραμμὴ $\lambda/4$, ὅταν εἶναι βραχυκυκλωμένη στό τέρμα της, ἰσοδυναμεῖ μέ κύκλωμα παράλληλου συντονισμοῦ. Γιὰ νὰ ἐλαττώσουμε τὸ γεωμετρικὸ

μήκος των γραμμών, εφαρμόζομε τή μέθοδο τῆς ἡλεκτρικῆς ἐπιμηκύνσεως μέ τή βοήθεια χωρητικότητων.

Οἱ λυχνίες, πού χρησιμοποιοῦνται στήν περιοχή τῶν VHF, δέν εἶναι πάντοτε κατὰλληλες καί γιά τήν περιοχή τῶν UHF. Γιά τή λήψη στήν περιοχή τῶν UHF κατασκευάσθηκαν εἰδικές λυχνίες, ὅπως ἡ PC88, γιά ἐνίσχυση τῆς ὑψηλῆς συχνότητος, καί ἡ PC86, γιά μίξη καί ταλάντωση. Γιά τήν ἴδια περιοχή κατασκευάσθηκαν ἐπίσης εἰδικά τρανζίστορ, ὅπως τά AF 139. Τά τρανζίστορ συνδέονται κατὰ κανόνα μέ κοινή βάση, πού εἶναι πού κατάλληλη γιά πολύ ὑψηλές συχνότητες.

Ἡ σύνδεση αὐτή παρουσιάζει χαμηλή ἀντίσταση εἰσόδου καί πολύ ὑψηλή ἀντίσταση ἐξόδου. Ἡ ὀριακή συχνότητα εἶναι β. φορές μεγαλύτερη ἀπ' ὅ,τι στή σύνδεση μέ κοινό ἐκπομπό καί δέ χρειάζεται ἐξουδετέρωση στούς ἐνισχυτές, ἐπεὶδὴ ἡ εἴσοδος καί ἡ ἐξόδος βρίσκονται σέ ἀπόζευξη λόγῳ τῆς γειωμένης βάσεως (γειωμένο πλέγμα γιά τή λυχνία). Ἡ ἐνίσχυση τάσεως εἶναι μεγαλύτερη ἀπ' ὅ,τι στή σύνδεση κοινού ἐκπομποῦ.

Μέ αὔξηση τῆς συχνότητας ὁ βαθμός ἐνισχύσεως τῶν βαθμίδων τόσο μέ λυχνίες ὅσο καί μέ τρανζίστορ, ἐλαττώνεται, ἐνῶ οἱ θόρυβοι μεγαλώνουν. Γιά τήν ἴδια ὅμως συχνότητα ὁ θόρυβος τοῦ συντονιστῆ μέ τρανζίστορ εἶναι 4 - 5 db χαμηλότερος ἀπό ἐκεῖνο τοῦ συντονιστῆ μέ λυχνίες. Τό γεγονός αὐτό ἐξηγεῖ τή γρήγορη διάδοση τῶν συντονιστῶν μέ τρανζίστορ στήν περιοχή τῶν UHF καί τή χρησιμοποίησίν τους ἀκόμη καί σέ δέκτες μέ λυχνίες.

5.9 Συνδεσμολογίες συντονιστῶν VHF καί UHF.

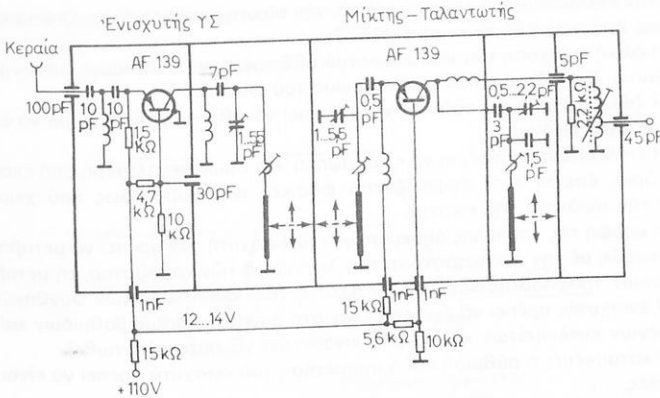
Ἐνας συντονιστής VHF τῆς TELEFUNKEN μέ τρανζίστορ καί χωρητικές διόδους γιά τήν ἐπιλογή τῶν καναλιῶν φαίνεται στό σχῆμα 5.9α. Ἀποτελεῖται ἀπό τόν ἐνισχυτή ὑψηλῆς συχνότητος μέ τό τρανζίστορ AF109, τή μίκτρια καί τόν τοπικό ταλαντωτή μέ τά τρανζίστορ AF106. Τά συντονισμένα κυκλώματα ὅλων τῶν βαθμίδων ἐλέγχονται μέ τίς χωρητικές διόδους BA121.

Ὁ ἐνισχυτής ὑψηλῆς συχνότητος ἔχει δύο αὐτεπαγωγές στήν εἴσοδο καί ἓνα φίλτρο περιοχῆς μεταξὺ τῆς ἐξόδου του καί τῆς βαθμίδας μίξεως. Στή θέση πού βρίσκονται οἱ διακόπτες στό σχῆμα καί τὰ δύο πηνία σέ κάθε κύκλωμα συνεργάζονται γιά τή λήψη τῶν καναλιῶν τῆς περιοχῆς I. Γιά τήν περιοχή III οἱ διακόπτες ἀλλάζουν θέση καί οἱ αὐτεπαγωγές ἐλαττώνονται. Ὁ ταλαντωτής ἔχει δύο ἀνεξάρτητα κυκλώματα γιά κάθε περιοχή.

Ἡ τάση τροφοδοτήσεως τῶν χωρητικῶν διόδων ρυθμίζεται μέ μιά σειρά ποτανοσιόμετρων πού ἐνεργοποιοῦνται μέ τή βοήθεια ἀντιστοίχων πλήκτρων. Μέ τὰ ἴδια πλήκτρα ἀνοίγουν καί οἱ διακόπτες ἀλλαγῆς τῶν πηνίων τῶν περιοχῶν. Ἡ τάση τροφοδοτήσεως τοῦ τρανζίστορ τοῦ ταλαντωτῆ σταθεροποιεῖται μέ τή διόδο ZENER OA126/6.

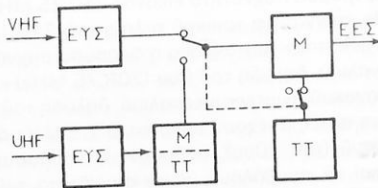
Ἐνα κύκλωμα συντονιστῆ UHF μέ τρανζίστορ καί μεταβλητό πυκνωτή φαίνεται στό σχῆμα 5.9β. Ὁ ἐνισχυτής ὑψηλῆς συχνότητος καί ἡ αὐτοταλαντούμενη μίκτρια αὐτοῦ τοῦ συντονιστῆ χρησιμοποιεῖται τρανζίστορ τοῦ ἴδιου τύπου (AF 139), συνδεσμολογημένο μέ κοινή βάση. Ἡ κεραία 60 Ω συνδέεται στήν εἴσοδο τοῦ ἐνισχυτῆ μέσω ἐνός φίλτρου εὐρείας περιοχῆς τύπου T. Ἡ σύζευξη μεταξὺ τῶν δύο βαθμίδων γίνεται ὅπως περίπου καί στόν προηγούμενο συντονιστή. Τό περίβλημα τοῦ τρανζίστορ ταλαντώσεων δέ γειώνεται καί αὐτό εἶναι ἀρκετό γιά νά ἐξασφαλισθεῖ ἡ ἀνασύζευξη μεταξὺ ἐξόδου καί εἰσόδου, μέσω τῆς χωρητικότητος ἐκπομποῦ - συλλέκτη. Ἡ ἐνίσχυση τῆς προβαθμίδας στό κύκλωμα αὐτό, ὅπως καί στό προηγούμενο, δέ ρυθμίζεται μέ τήν τάση AGC τοῦ δέκτη. Δέν προβλέπεται ἐπίσης διάταξη αὐτομάτης ρυθμίσεως τῆς συχνότητος τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ.

Σημειώνομε ὅτι κατὰ τή λήψη τηλεοπτικῶν σημάτων στήν περιοχή UHF ἡ τάση ἐξόδου τοῦ συντονιστῆ δέν εἶναι συνήθως ἀρκετή γιά τήν κανονική διέγερση τοῦ ἐνισχυτῆ ἐνδιάμεσης συχνότητος. Γι' αὐτό κατὰ τή μεταγωγὴ τοῦ δέκτη ἀπὸ τήν περιοχή VHF στήν UHF, ἡ βαθμίδα μίξεως τοῦ συντονιστῆ VHF παραμένει σέ λειτουργία καί ἐργάζεται ὡς προενισχυτής ἐνδιάμεσης συχνότητος γιά τήν περιοχή UHF. Ἐνα διάγραμμα τέτοιας συνδέσεως τῶν συντονιστῶν φαίνεται στό σχῆμα 5.9γ. Στήν πράξη



Σχ. 5.9β.

Συνδεσμολογία συντονιστή UHF με τρανζίστορ.



Σχ. 5.9γ.

Διάγραμμα συνδέσεως συντονιστών VHF και UHF.

ή σύνδεση για το σήμα είναι συνήθως σταθερή, χωρίς παρεμβολή διακοπών και κατά τη μεταγωγή διακόπεται ή τροφοδοτείται με συνεχή τάση των αξιοποιημένων βαθμίδων του ενός ή του άλλου συντονιστή.

5.10 Ο ενισχυτής ένδιάμεσης συχνότητας.

Είδαμε ότι στην έξοδο του συντονιστή εμφανίζονται δύο ένδιάμεσες συχνότητες: η ένδιάμεση συχνότητα εικόνας και η ένδιάμεση συχνότητα ήχου. Από μία σειρά έρευνών και υποδείξεων προέκυψε ότι οι καταλληλότερες ένδιάμεσες συχνότητες για την εικόνα και τον ήχο είναι αυτές που βρίσκονται μεταξύ των 30 - 40 MHz. Στο πρότυπο CCIR οι ένδιάμεσες 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 αντίστοιχων φερουσών.

Τα σήματα των ενδιάμεσων συχνοτήτων εικόνας και ήχου, που λαμβάνονται από τη μίκτρια του συντονιστή, ενισχύονται από τον κοινό ενισχυτή ένδιάμεσης συχνότητας (ΕΕΣ) του δέκτη. Οι επιδόσεις του ΕΕΣ καθορίζουν την ευαισθησία του

δέκτη, την επίλεκτικότητά του και, τελικά, την ποιότητα της εικόνας. Οι βασικές απαιτήσεις από τόν ΕΕΣ είναι οι ακόλουθες.

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

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

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

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

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

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

Ο ΕΕΣ πρέπει ακόμη να απομακρύνει τα ανεπιθύμητα σήματα, που δημιουργούν συνθήκες πομποί τηλεόρασεως έργαζόμενοι σε γειτονικά κανάλια.

Ας εξετάσουμε 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 ή φέρουσα συχνότητα ήχου του γειτονικού κατώτερου καναλιού, δηλαδή του 9ου (208,75 MHz) και ή φέρουσα συχνότητα εικόνας του γειτονικού άνωτερου 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 διαπιστώσουμε ότι από τη συμβολή αυτή θα εμφανισθούν στην έξοδο της μικτρίας 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 τόν ΕΕΣ του δέκτη.

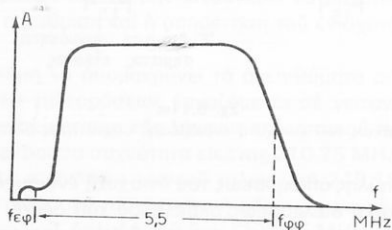
Στους σύγχρονους τηλεοπτικούς δέκτες, οι ΕΕΣ κατασκευάζονται με πενταδικές λυχνίες υψηλών συχνοτήτων με μεγάλη κλίση, με τρανζίστορ και με ολοκληρωμένα κυκλώματα.

5.11 Η καμπύλη αποκρίσεως του ΕΕΣ.

Η μορφή της καμπύλης αποκρίσεως του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να αποκόπτεi τό πλεόνασμα της κατώτερης πλευρικής ζώνης του τηλεοπτικού φάσματος, που δεν απέκοψε ο πομπός, και να ελαττώνει την ένισχυση σε μερικές, έντελως καθορισμένες, συχνότητες για να προληφθεί ή εμφάνιση παρενοχλητικών σημμάτων. Όλα τα βασικά χαρακτηριστικά του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας παραμένουν τα ίδια κατά τό συντονισμό του δέκτη για τη λήψη όποιουδήποτε καναλιού. Γι' αυτό, όταν μιλάμε για την καμπύλη αποκρίσεως του ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας, πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι αυτή δέ με-

σης συχνότητας είναι απαραίτητο να λάβουμε ακόμη υπόψη μας την επίδραση των παρενοχλητικών ενδιάμεσων συχνοτήτων 40,4 MHz και 31,9 MHz που αναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο. Η κατάπιση των συχνοτήτων αυτών εξετάζεται σε επόμενη παράγραφο.

Η καμπύλη απόκρισης που φαίνεται στο σχήμα 5.11α δεν είναι μόνο αδύνατο να ληφθεί πρακτικά, αλλά και ανεπιθύμητη. Οι απότομες θλάσεις της καμπύλης απόκρισης δημιουργούν παραμορφωμένη φασική χαρακτηριστική στις θέσεις αυτές με αποτέλεσμα τη χειροτέρευση της ποιότητας της εικόνας. Η καμπύλη απόκρισης 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 μιάς τέτοιας καμπύλης απόκρισης.



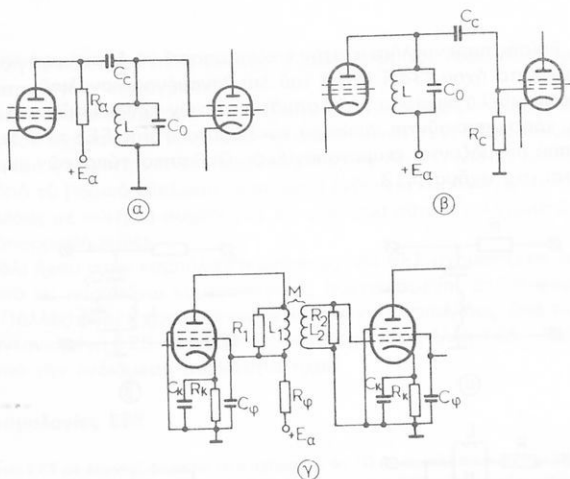
Σχ. 5.11β.

Πραγματική καμπύλη απόκρισης ΕΕΣ.

5.12 Κυκλώματα βαθμίδων ΕΕΣ.

Είπαμε ότι οι ΕΕΣ των δεκτών τηλεοράσεως χαρακτηρίζονται από την πλατιά ζώνη συχνοτήτων των ενισχυόμενων σημάτων (μέχρι 5 MHz). Για την ενίσχυση μιάς 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 απόκρισης 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 επίλεκτικότητα. 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 απόκρισης της βαθμίδας έχει δύο κορυφές. Το κοίλωμα της καμπύλης απόκρισης αντισταθμίζεται με μία επόμενη βαθμίδα, που έχει ένα κύκλωμα συντονισμένο στο μέσο της ζώνης διελεύσεως



Σχ. 5.12.
Κυκλώματα βαθμίδων ΕΕΣ.

του ένισχυτῆ. Μπορούμε νά ἀποφύγομε τό κοίλωμα τῆς καμπύλης, ὅποτε δέ χρειάζεται ἀντιστάθμιση μέ ἄλλη βαθμίδα, ἂν τὰ δυό κυκλώματα πού βρίσκονται σέ ἰσχυρή σύζευξη, συντονισθοῦν σέ λίγο διαφορετικές συχνότητες.

Ἡ χρησιμοποίηση συνεζευγμένων κυκλωμάτων μεταξύ τῶν βαθμίδων τοῦ ἐνισχυτῆ ἔχει τὰ ἐπόμενα πλεονεκτήματα.

1) Δέν ὑπάρχει χωρητικότητα συζεύξεως μεταξύ τῆς ἐξόδου μιᾶς βαθμίδας καί τῆς εἰσόδου τῆς ἐπόμενης.

2) Οἱ χωρητικότητες τῶν κυκλωμάτων ἐξόδου τῆς μιᾶς βαθμίδας καί εἰσόδου τῆς ἄλλης εἶναι διαχωρισμένες, πράγμα πού ὁδηγεῖ σέ ἐλάττωση τῆς ἰσοδύναμης χωρητικότητας τοῦ κυκλώματος ἐξόδου καί ἐπομένως σέ αὐξηση τῆς ἐνισχύσεως τῆς βαθμίδας.

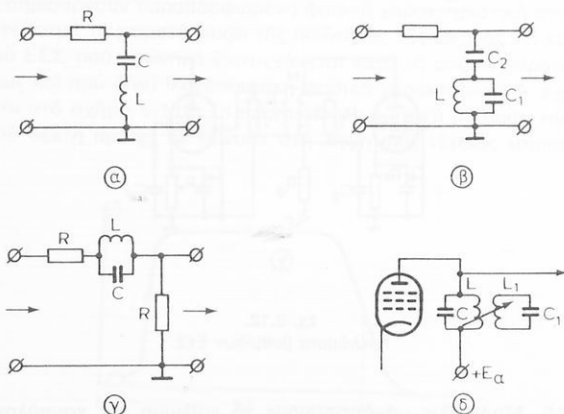
Στούς ΕΕΣ τῶν συγχρόνων δεκτῶν τηλεοράσεως χρησιμοποιοῦνται φίλτρα τύπου Τ, Μ, Π καί διαφορικά ὡς φορτία καί ζευκτικά στοιχεῖα τῶν βαθμίδων, πού ἐξασφαλίζουν τήν πλατιά ζώνη διελεύσεως τῶν 5 MHz καί τήν ἀπαιτούμενη ἐπιλεκτικότητα τοῦ ἐνισχυτῆ. Τά φίλτρα αὐτά ἀποτελοῦνται ἀπό κυμαινόμενα κυκλώματα ὑψηλῆς ποιότητας.

5.13 Κυματοπαγίδες.

Ἀπό τόν ΕΕΣ τοῦ δέκτη δέν πρέπει νά περνοῦν παρενοχλητικά σήματα, τῶν ὁποίων οἱ συχνότητες βρίσκονται ἔξω ἀπό τή ζώνη διελεύσεως. Εἶδαμε ὅτι περισσότερο πιθανά εἶναι τὰ σήματα τῶν γειτονικῶν πομπῶν, δηλαδή τοῦ πομποῦ εἰκόνας τοῦ ἀνώτερου γειτονικοῦ καναλιοῦ (φορέας του ἡ συχνότητα 31,9 MHz) καί τοῦ πομποῦ ἤχου τοῦ κατώτερου γειτονικοῦ καναλιοῦ (φορέας του ἡ 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.



Σχ. 5.13.

Κυκλώματα κυματοπαγίδων.

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. Έπομένως η έξοδος του κυκλώματος γι' αυτή τη συχνότητα είναι βραχυκυκλωμένη και το σήμα αυτής της συχνότητας εξασθενεί ισχυρά (διαρρέει στη γη).

Τό κύκλωμα του σχήματος 5.13(β) εκτελεί δύο λειτουργίες. Το παράλληλο κύκλωμα LC_1 συμμετέχει στη μορφοποίηση της καμπύλης απόκρισεως 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 ανεπιθυμητών σημάτων (κυματοπαγίδα διαρροής). Έπειδή η συχνότητα συντονισμού του κυκλώματος σειράς είναι χαμηλότερη από τη συχνότητα του παράλληλου, το κύκλωμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για τη μορφοποίηση της άριστερης πλευράς της καμπύλης απόκρισεως του ΕΕΣ. 'Η κλίση της πλευράς αυτής, με καλή έκλογη της χωρητικότητας των πυκνωτών C_1 και C_2 , μπορεί να γίνει αρκετά μεγάλη.

Τό 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 τό δρόμο στο σήμα της συχνότητας

αύτης. Έπειδή τό κύκλωμα αυτό ένεργεί σύμφωνα μέ τόν παραπάνω τρόπο όνομάζεται κυματοπαγίδα «φραγμού».

Γιά παγίδευση άνεπιθύμητων σημάτων μπορεί νά χρησιμοποιηθεί καί τό κύκλωμα $L_1 C_1$ τοῦ σχήματος 5.13(δ) πού εἶναι έπαγωγικά συνεζευγμένο μέ τό βασικό κύκλωμα τοῦ ένισχυτή LC. Στή συχνότητα συντονισμοῦ του τό κύκλωμα $L_1 C_1$ άπορροφά άπό τό βασικό κύκλωμα τή μέγιστη ένέργεια καί έλαττώνει τήν ένισχυση τής βαθμίδας σέ αὐτή τή συχνότητα. Τό κύκλωμα αὐτό εἶναι γνωστό ως κυματοπαγίδα «άπορροφήσεως».

Τό κατώφλι ήχου στήν καμπύλη άποκρίσεως τοῦ ΕΕΣ σχηματίζεται μέ τή βοήθεια μιᾶς άπό τίς παραπάνω κυματοπαγίδες, συντονισμένης στή συχνότητα τών 33,4 MHz. Πολλές φορές χρησιμοποιοῦνται δύο κυματοπαγίδες, άπό τίς όποίες ή μία εἶναι συντονισμένη 125 - 150 KHz ύψηλότερα καί ή άλλη 125 - 150 KHz χαμηλότερα άπό τήν ένδιάμεση συχνότητα ήχου.

5.14 Συνδεσμοлогίες ΕΕΣ.

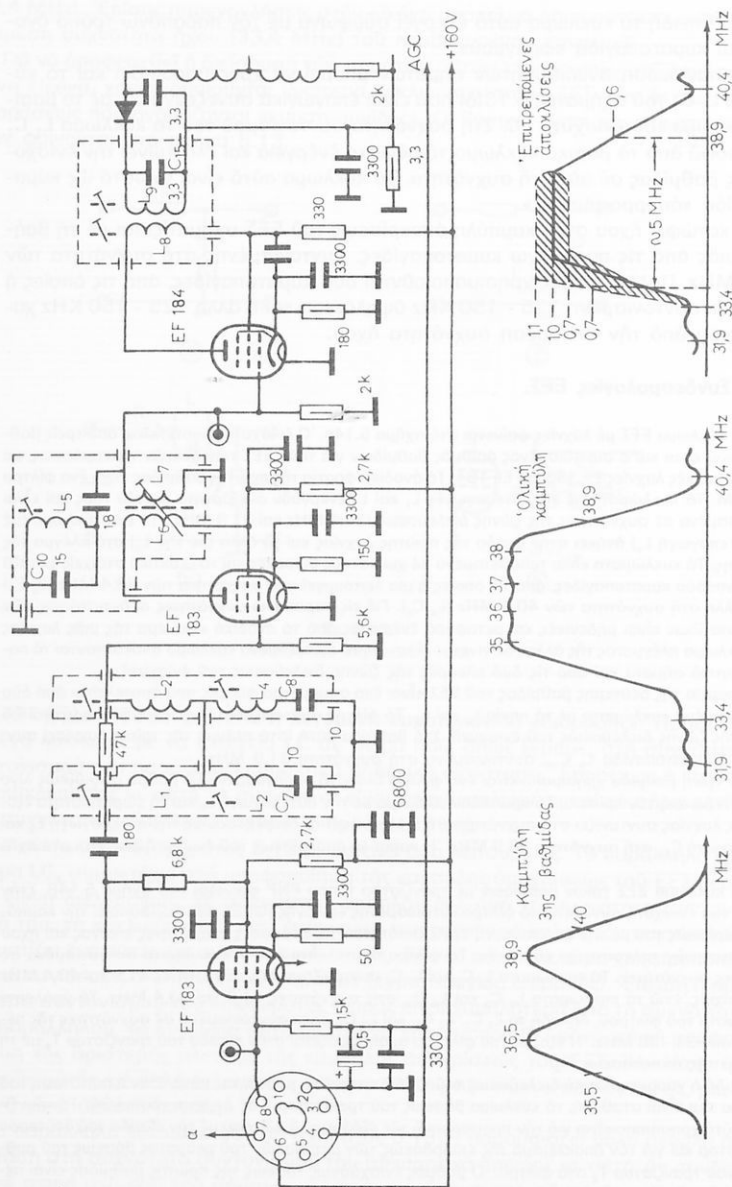
Ένα κύκλωμα ΕΕΣ μέ λυχνίες φαίνεται στό σχήμα 5.14α. Ό ένισχυτής άποτελείται άπό τρεῖς βαθμίδες, πού εἶναι καί ό συνηθισμένος άριθμός βαθμίδων γιά τούς ΕΕΣ τών δεκτῶν τηλεοράσεως, μέ τίς πενταοδικές λυχνίες EF 183 καί EF 184. Τό άνοδικό φορτίο τής πρώτης βαθμίδας εἶναι ένα φίλτρο τύπου M. Τά κυκλώματα μέ τίς άυτεπαγωγές L_1 καί L_3 ένεργοῦν άνεξάρτητα μεταξύ τους καί εἶναι συντονισμένα σέ συχνότητες τής ζώνης διελεύσεως (34,4 MHz καί 37,9 MHz). Τό ένα κύκλωμα (τήν άυτεπαγωγή L_1) άνήκει στήν άνοδο τής πρώτης λυχνίας καί τό άλλο (μέ τήν L_3) στό πλέγμα τής δεύτερης. Τά κυκλώματα εἶναι τοποθετημένα σέ χωριστοῦς θώρακες καί τό ζευκτικό στοιχείο μεταξύ τους εἶναι δύο κυματοπαγίδες, άπό τίς όποίες ή μία λειτουργεί στή συχνότητα τών 33,4 MHz ($L_2 C_7$) καί ή άλλη στή συχνότητα τών 40,4 MHz ($L_4 C_8$). Γιά τίς παραπάνω συχνότητες οι άντιστάσεις τών κυματοπαγίδων εἶναι μηδενικές καί μεταφορά ένέργειας άπό τό άνοδικό κύκλωμα τής μιᾶς λυχνίας στό κύκλωμα πλέγματος τής άλλης δέ γίνεται. Έτσι, μέ τό εξεταζόμενο κύκλωμα άποκόπτονται τά παρενοχλητικά σήματα καί άπό τίς δύο πλευρές τής ζώνης διελεύσεως τοῦ ένισχυτή.

Τό φορτίο τής δεύτερης βαθμίδας τοῦ ΕΕΣ εἶναι ένα άσύμμετρο φίλτρο, πού άποτελείται άπό δύο συνεζευγμένα κυκλώματα μέ τά πηνία L_6 καί L_7 . Τό φίλτρο συντονίζει στό μέσον περίπου (στά 36,5 MHz) τής ζώνης διελεύσεως τοῦ ένισχυτή. Στή βαθμίδα αὐτή (στό πλέγμα τής τρίτης λυχνίας) συνδέεται ή κυματοπαγίδα $L_9 C_{10}$, συντονισμένη στή συχνότητα 31,9 MHz.

Στήν τρίτη βαθμίδα χρησιμοποιεῖται ένα φίλτρο όπως τό προηγούμενο μέ βαθμό συζεύξεως λίγο μεγαλύτερο άπό τόν κρίσιμο. Τό πρωτεύον κύκλωμα μέ τήν άυτεπαγωγή L_8 καί τή χωρητικότητα έξόδου τής λυχνίας συντονίζει στή συχνότητα 36,5 MHz, ένῶ τό δευτερεύον μέ τήν άυτεπαγωγή L_9 καί τόν πυκνωτή C_{15} στή συχνότητα 38,9 MHz. Η καμπύλη άποκρίσεως τοῦ ένισχυτή φαίνεται στό σχήμα 5.14α.

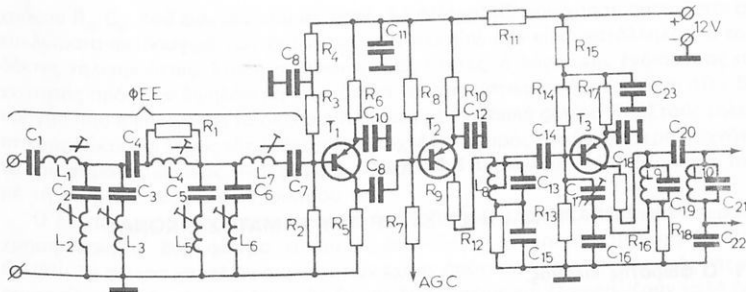
Ένα κύκλωμα ΕΕΣ τριῶν βαθμίδων μέ τρανζίστορ τύπου PNP φαίνεται στό σχήμα 5.14β. Στήν είσοδο τοῦ ένισχυτή συνδέεται τό φίλτρο έντοπισμένης έπιλογής (ΦΕΕ), πού μορφοποιεῖ τήν καμπύλη άποκρίσεως του μέ τήν απαιτούμενη έπικεκτικότητα στίς φέρουσες συχνότητες εἰκόνας καί ήχου τών γειτονικῶν τηλεοπτικῶν καναλιῶν. Τό φίλτρο άποτελείται άπό 7 κυκλώματα συντονισμένα σέ διάφορες συχνότητες. Τά κυκλώματα $L_2 C_2$ καί $L_5 C_5$ συντονίζουν στίς συχνότητες 41,9 καί 40,4 MHz άντιστοιχῶς, ένῶ τά κυκλώματα $L_3 C_3$ καί $L_6 C_6$, στίς συχνότητες 31,9 καί 33,4 MHz. Τά υπόλοιπα κυκλώματα τοῦ φίλτρου, δηλαδή τά $L_1 C_1$, $L_4 C_4$ καί $L_7 C_7$, εἶναι συντονισμένα σέ συχνότητες τής περιοχῆς άπό 34 - 38 MHz. Η έξοδος τοῦ φίλτρου προσαρμόζεται στήν είσοδο τοῦ τρανζίστορ T_1 μέ τή βοήθεια τής άντιστάσεως R_3 .

Έπειδή ή χαρακτηριστική διελεύσεως τοῦ ΦΕΕ διατηρεῖ τή μορφή της μόνο όταν ή άντίσταση τοῦ φορτίου του εἶναι σταθερή, τό κύκλωμα βάσεως τοῦ τρανζίστορ T δέ δέχεται τάση AGC. Τό τρανζίστορ αὐτό χρησιμοποιεῖται γιά τήν προσαρμογή τής έξόδου τοῦ φίλτρου μέ τήν είσοδο τοῦ δευτέρου τρανζίστορ καί γιά τόν άποκλεισμό τής έπίδράσεως τών μεταβολῶν τοῦ ρεύματος βάσεως τοῦ ρυθμιζόμενου τρανζίστορ T_2 στό φίλτρο. Ό βαθμός ένισχύσεως τάσεως τής πρώτης βαθμίδας εἶναι περίπου ίσος μέ τή μονάδα.



Σχ. 5.14α.

Πλήρες κύκλωμα ΕΕΣ με λυχνίες και οι καμπύλες αποκρίσεως των βαθμίδων του.



Σχ. 5.14β.

Κύκλωμα ΕΕΕ με τρανζίστορ PNP και φίλτρο έντοπισμένης έπιλογής.

Από την αντίσταση φορτίου R_5 της πρώτης βαθμίδας τά σήματα ένδιάμεσης συχνότητας είκονας 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 τό απλό κύκλωμα L_8 C_{13} που είναι συντονισμένο στά 36 MHz περίπου. Η δεύτερη βαθμίδα έχει μεγάλο βαθμό ένισχύσεως τάσεως.

Τό φορτίο της τρίτης βαθμίδας είναι ένα φίλτρο ζώνης που αποτελείται από τό κυκλώματα L_9 C_{19} και L_{10} C_{21} . Τά κυκλώματα αυτά είναι θωρακισμένα μεταξύ τους και έχουν έξωτερική σύζευξη με τόν πυκνωτή C_{20} . Επειδή η ένίσχυση της βαθμίδας αυτής πρέπει νά είναι ή μέγιστη δυνατή, χρησιμοποιείται κύκλωμα εξουδετερώσεως γιά τήν άποφυγή της αυτόταλαντώσεώς της. Τό κύκλωμα αυτό άποτελείται από τούς πυκνωτές C_{16} , C_{17} , C_{20} και ή χωρητικότητα έξόδου του τρανζίστορ, που σχηματίζουν γέφυρα.

Οι υπόλοιπες αντίστασεις του κυκλώματος εξασφαλίζουν τίς άπαιτούμενες τάσεις τροφοδοτήσεως τών τρανζίστορ του ένισχυτή.

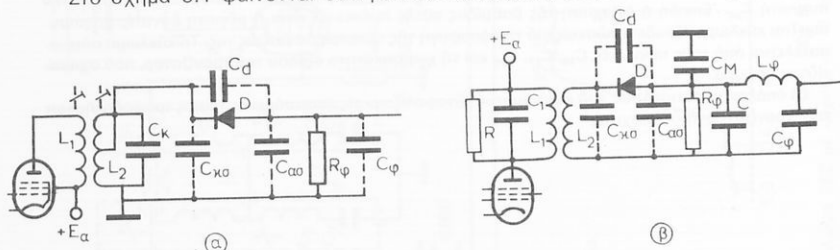
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Η ΦΩΡΑΣΗ ΚΑΙ Η ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ ΕΙΚΟΝΑΣ

6.1 Ο φωρατής εικόνας.

Τα σήματα εικόνας καί ήχου ενισχυμένα από τόν ΕΕΣ φθάνουν στην είσοδο του φωρατή εικόνας. Έδω αναδεικνύεται τό τηλεοπτικό σήμα, δηλαδή αναδεικνύεται ή περιβάλλουσα του διαμορφωμένου κατά πλάτος σήματος, πού περιέχει τήν εικόνα καί τούς διάφορους παλμούς πού τή συνοδεύουν. Παράλληλα οί δύο ένδιάμεσες συχνότητες εικόνας καί ήχου αναμειγνύονται στό φωρατή εικόνας μέ αποτέλεσμα νά εμφανισθεῖ στην έξοδό του ή υπενδιάμεση συχνότητα ήχου τών 5,5 MHz. Έτσι, ό φωρατής εικόνας τών δεκτῶν τηλεοράσεως έκτελεῖ δύο λειτουργίες: τήν ἀπλή φώραση, πού ξέρομε ἀπό τούς ραδιοφωνικούς δέκτες, καί μιά μίξη.

Στό σχήμα 6.1 φαίνονται δύο βασικά κυκλώματα φωρατῶν εικόνας.



Σχ. 6.1.

Κυκλώματα φωρατῶν εικόνας.

Ἡ τάση τῶν σημάτων ένδιάμεσης συχνότητας ἀπό τά κυκλώματα τῆς βαθμίδας ἐξόδου τοῦ ΕΕΣ ὁδηγεῖται στην είσοδο τῆς βαθμίδας φώρασεως. Γιά τήν ἐλάττωση τῆς ἐπιδράσεως τῆς ἀντιστάσεως είσόδου τοῦ φωρατή στην τελευταία βαθμίδα τοῦ ΕΕΣ, μπορούμε νά συνδέσουμε τή δίοδο σέ τμήμα τοῦ πηνίου είσόδου [σχ. 6.1(α)]. Οί δύο φωρατές τοῦ σχήματος 6.1 ἄγουν μέ τίς ἀρνητικές ἡμιπεριόδους τῆς διαμορφωμένης τάσεως, ἀφοῦ αὐτή ἐφαρμόζεται στην κάθοδο τῆς διόδου. Ἄν τό σήμα ἐφαρμοσθεῖ στην ἄνοδο τῆς διόδου, ή πολικότητα τῆς τάσεως ἐξόδου ἀναστρέφεται. Γιά τήν πολικότητα τῆς τάσεως ἐξόδου τοῦ φωρατή, πού ἐξαρτᾶται ἀπό τήν πολικότητα συνδέσεως τῆς διόδου στό κύκλωμα, θά μιλήσουμε στην ἐπόμενη παράγραφο.

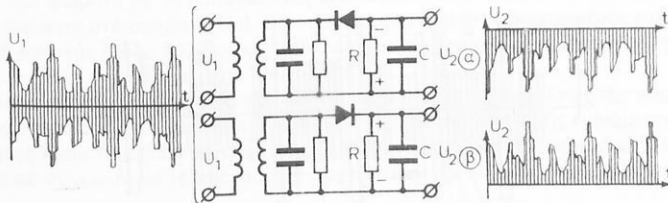
Γιά τό διαχωρισμό τοῦ σήματος εικόνας ἀπό τό σήμα τῆς ένδιάμεσης συχνότητας μέ τίς ἐλάχιστες παραμορφώσεις, ἀπαιτεῖται ἐπιμελημένη ἐκλογή τῆς σταθεράς

χρόνου $R_{\Phi} C_{\Phi}$ 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.

Ο διαχωρισμός των συχνοτήτων στην έξοδο του φωρατή γίνεται καλύτερα αν χρησιμοποιηθεί ένα φίλτρο τύπου Π διελεύσεως χαμηλών συχνοτήτων [σχ. 6.1(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.

6.2 Η πολικότητα του φωρατή.

Το σήμα από την έξοδο του ΕΕΣ μπορεί να εφαρμοσθεί είτε στην κάθοδο [σχ. 6.2(α)], είτε στην άνοδο [σχ. 6.2(β)] του φωρατή εικόνας. Όπως φαίνεται στο σχήμα 6.2, ανάλογα με τον τρόπο συνδέσεως της διόδου στο κύκλωμα του φωρατή, μπορούμε να έχουμε στην έξοδό του σήμα με αρνητική ή θετική πολικότητα. Η έκλογή 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 σωλήνα εικόνας στο οποίο εφαρμόζεται το σήμα. Έξετάζουμε το θέμα αυτό λεπτομερέστερα.



Σχ. 6.2.

Η πολικότητα του φωρατή εικόνας και το σήμα στην έξοδό του.

Γνωρίζουμε 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 έχουμε θετική εικόνα. Αν η τάση αρνητικής πολικότητας του σχήματος 6.2(α) εφαρμοσθεί άμεσα στο οδηγό πλέγμα του εικονογράφου, θα έχουμε κανονική (θετική) εικόνα, επειδή η στάθμη του μαύρου καθιστά το πλέγμα του σωλήνα περισσότερο αρνητικό και το ρεύμα του ελαττώνεται (ή 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 (ή οθόνη φωτίζει). Τότε, η εικόνα γίνεται αρνητική, δηλαδή τα μαύρα

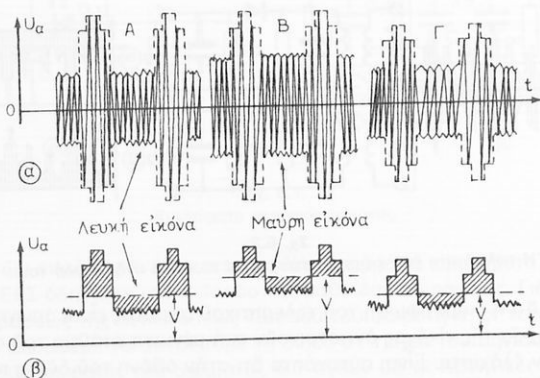
στοιχεία της εμφανίζονται λευκά και τὰ λευκά μαύρα. Τό αντίθετο συμβαίνει μέ τήν τάση θετικής πολικότητας τοῦ σχήματος 6.2(β). Μέ τήν ἄμεση ἐφαρμογή της στό πλέγμα τοῦ σωλήνα ἔχομε ἀρνητική εἰκόνα καί μέ τήν ἐφαρμογή της στήν κάθοδο θετική.

Ἡ τάση ὅμως ἀπό τήν ἔξοδο τοῦ φωρατῆ δέν ἐφαρμόζεται ἄμεσα στόν εἰκονογράφο. Μεταξὺ τοῦ φωρατῆ καί τοῦ σωλήνα παρεμβάλλονται μία ἢ περισσότερες βαθμίδες ἐνισχύσεως τοῦ σήματος εἰκόνας, πού ἡ κάθε μία μετατοπίζει τή φάση τοῦ σήματος κατὰ 180° , δηλαδή ἀναστρέφει τήν πολικότητά του. Ἄν τό σῆμα ἐφαρμόζεται στήν κάθοδο τοῦ σωλήνα, ὁ φωρατής τοῦ σχήματος 6.2(α) πρέπει νά ἀκολουθεῖται ἀπό περιττό ἀριθμό βαθμίδων ἐνισχύσεως τῆς εἰκόνας, ἐνῶ ὁ φωρατής τοῦ σχήματος 6.2(β) ἀπό ἄρτιο ἀριθμό βαθμίδων. Τό ἀντίθετο ἰσχύει στήν περίπτωση, πού τό σῆμα ἐφαρμόζεται στό πλέγμα τοῦ σωλήνα.

Ἀπό ὅσα εἶπαμε γίνεται ἀντιληπτό ὅτι ἡ πολικότητα συνδέσεως τῆς διόδου στό κύκλωμα φωράσεως δέν μπορεῖ νά εἶναι τυχαία. Στούς σύγχρονους τηλεοπτικούς δέκτες τό σῆμα εἰκόνας ἐφαρμόζεται στήν κάθοδο τοῦ σωλήνα. Μεταξὺ τοῦ φωρατῆ καί τοῦ σωλήνα παρεμβάλλεται μία βαθμίδα ἐνισχύσεως τῆς εἰκόνας, πού κάνει ἀντιστροφή τῆς πολικότητας, καί ἐπομένως ἡ ὀρθή σύνδεση τῆς διόδου στό κύκλωμα φωράσεως εἶναι αὐτή πού φαίνεται στό σχῆμα 6.2(α).

6.3 Ἡ συνεχὴς συνιστώσα τοῦ φωρατῆ.

Στήν ἔξοδο τοῦ φωρατῆ εἰκόνας ἐμφανίζεται καί μία συνεχὴς συνιστώσα τάσεως, ἡ ὁποία στοὺς ραδιοφωνικούς δέκτες χρησιμοποιεῖται ὡς τάση AVC ἢ AGC.



Σχ. 6.3.

Ἐξάρτηση τῆς συνεχοῦς συνιστώσας τοῦ σήματος εἰκόνας ἀπὸ τήν ἔνταση τοῦ φέροντος κύματος καί ἀπὸ τό χαρακτῆρα τῆς εἰκόνας.

Στό σχῆμα 6.3(α) ἔχομε τρία σήματα ἐνδιάμεσης συχνότητας πού παρουσιάζουν ὁρισμένες διαφορές μεταξύ τους. Τά σήματα Α καί Β ἔχουν τό ἴδιο πλάτος, ἀλλά στό Β μεταφέρεται εἰκόνα μέ πιο μαῦρο φόντο ἀπ' ὅ,τι στό Α. Τό σῆμα Γ δια-

φέρει από τα σήματα Α και Β στο ότι η μέγιστη τάση (ή στάθμη των παλμών συγχρονισμού) είναι χαμηλότερη.

Τό σχήμα 6.3(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).

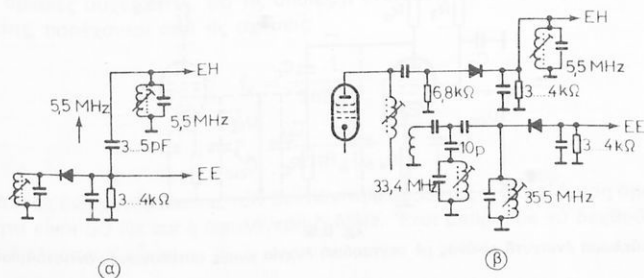
Ακόμη, τό σχήμα 6.3(β) δείχνει ότι η συνεχής συνιστώσα V είναι διαφορετική για τις τρεις περιπτώσεις και εξαρτάται τόσο από τό πλάτος του διαμορφωμένου σήματος (περίπτωση Γ) όσο και από τό χαρακτήρα της εικόνας (περιπτώσεις Α και Β).

Από τά παραπάνω προκύπτει ότι η συνεχής συνιστώσα της τάσεως εξόδου του φωρατή εικόνας δέν μπορεί νά μās πληροφορήσει γιά τό πλάτος (τήν ένταση) του λαμβανομένου σήματος και έπομένως δέν μπορεί νά χρησιμοποιηθεί ως τάση AGC. «Φορέας» της πληροφορίας γιά τήν ένταση του λαμβανομένου σήματος πρέπει νά είνai μόνο η στάθμη των παλμών συγχρονισμού και όχι τό περιεχόμενο της εικόνας. Γι' αυτό στους δέκτες τηλεόρασης χρησιμοποιούνται οι παλμοί συγχρονισμού γιά τή δημιουργία της τάσεως AGC. Τό θέμα αυτό θά εξετασθεί σέ άλλη θέση.

6.4 Ό διαχωρισμός του ήχου.

Είδαμε ότι ο φωρατής εικόνας παράγει και τήν υπενδιάμεση συχνότητα ήχου. Ό διαχωρισμός του ήχου από τό υπόλοιπο όπτικό σήμα μπορεί νά γίνει άμέσως στήν έξοδο του φωρατή μέ τή βοήθεια ενός κυκλώματος συντονισμένου στά 5,5 MHz, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.4(α). Θά δούμε παρακάτω ότι ο διαχωρισμός του ήχου γίνεται και στήν έξοδο του ένισχυτή εικόνας, όποτε απαιτείται μικρότερη ένίσχυση των 5,5 MHz στο τμήμα ήχου του δέκτη.

Γιά τήν κανονική λειτουργία της διόδου ως μίκτηριας και έπομένως τήν παραγωγή της υπενδιάμεσης συχνότητας ήχου, δέν πρέπει τό πλάτος της ένδιάμεσης συχνότητας ήχου των 33,4 MHz νά είνai εξασθενημένο περισσότερο από 10 - 20 φορές σέ σύγκριση μέ τό πλάτος των συχνοτήτων της εικόνας. Η εξασθένηση ό-



Σχ. 6.4.

Κυκλώματα διαχωρισμού της υπενδιάμεσης συχνότητας ήχου.

μως αυτή δεν είναι αρκετή για να αποκλεισθεί έντελως ή εμφάνιση παρενοχλήσεων στο σήμα εικόνας. Τό συντονισμένο κύκλωμα που ξεχωρίζει τόν ήχο από τό σήμα εικόνας, δημιουργεί ακόμη μία εξασθένηση της συχνότητας αυτής.

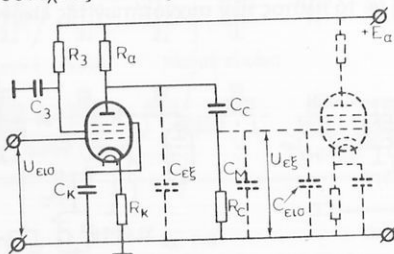
Καλύτερος διαχωρισμός των σημάτων εικόνας και ήχου γίνεται με τη χρησιμοποίηση δύο διόδων [σχ. 6.4(β)]. Στην περίπτωση αυτή ή μία δίοδος (ή κάτω) κάνει τη φώραση του σήματος εικόνας και ή άλλη τή μίξη των δύο ενδιάμεσων συχνοτήτων για τήν παραγωγή της υπενδιάμεσης συχνότητας ήχου. Στην είσοδο του φωρατή εικόνας συνδέεται μία κυματοπαγίδα διαρροής της συχνότητας των 33,4 MHz, αφού πιά δέ χρειάζεται να φθάσει στο φωρατή.

6.5 'Ο ένισχυτής εικόνας.

Τό σήμα, πού εμφανίζεται στην έξοδο του φωρατή εικόνας, έχει πλάτος γύρω στα 3 V. Για τή ρύθμιση της έντάσεως της ηλεκτρονικής δέσμης του εικονογράφου και επομένως της φωτεινότητας του στίγματος στην οθόνη του, απαιτείται τάση σήματος με πλάτος 40 - 80 V. Πρέπει συνεπώς τό σήμα εξόδου του φωρατή εικόνας να ένισχυθεί 15 - 25 περίπου φορές. 'Η ένίσχυση αυτή πραγματοποιείται με έναν ένισχυτή, συνήθως μονοβαθμικό, πού ονομάζεται «ένισχυτής εικόνας» (EE, video amplifier).

'Ο ένισχυτής εικόνας πρέπει να εξασφαλίζει ένίσχυση σε μία ζώνη συχνοτήτων πού εκτείνεται ως τά 5 MHz περίπου. 'Η ένίσχυση στην πλατιά αυτή ζώνη συχνοτήτων πρέπει να γίνεται με ελάχιστες παραμορφώσεις του σήματος (ιδιαίτερα φασικές παραμορφώσεις). Τό όργανο όράσεως είναι αρκετά εύαίσθητο στή μεταβολή των φασικών σχέσεων μεταξύ των συνιστωσών ενός σήματος πού προκαλεί φωτεινό έρεθισμό.

Γιά τήν ένίσχυση του σήματος εικόνας χρησιμοποιούνται άπεριοδοκοί ένισχυτές RC με λυχνίες ή με τρανζίστορ. 'Η επέκταση της ζώνης διελεύσεως του ένισχυτή και ή ελάττωση των παραμορφώσεων επιτυγχάνεται με ειδικά διορθωτικά στοιχεία πού εισάγονται στή σύνθεσή του. Τίς περισσότερες φορές, έπειδή στο σήμα εικόνας υπάρχουν και οι λεγόμενες «μηδενικές συχνότητες» (0 - 3 Hz), χρησιμοποιούνται ένισχυτές συνεχούς τάσεως.



Σχ. 6.5.

'Απλό κύκλωμα ένισχυτή εικόνας με πενταοδική λυχνία χωρίς αυτεπαγωγές αντίσταθμίσεως.

Τό κύκλωμα ενός άπλου ένισχυτή εικόνας (σχ. 6.5) δέ διαφέρει από τό συνηθισμένο κύκλωμα του ένισχυτή χαμηλών συχνοτήτων με αντίσταςεις, παρά μόνο στις τιμές των στοιχείων του.

Ἡ ἀνάλυση τῆς λειτουργίας τοῦ ἐνισχυτῆ αὐτοῦ γίνεται μέ τῆ βοήθεια τῶν ἰσοδυνάμων κυκλωμάτων του γιά τίς μεσαῖες, τίς χαμηλότερες καί τίς ὑψηλότερες συχνότητες τῆς περιοχῆς διελεύσεώς του. Ὑπενθυμίζομε πῶς ὅταν λέμε «μεσαῖες συχνότητες», ἐννοοῦμε τό μῆμα τῆς περιοχῆς τῶν ἐνισχυομένων συχνότητων, γιά τό ὅποιο μπορούμε νά μήν ὑπολογίζομε τήν ἐπίδραση τοῦ πυκνωτῆ συζεύξεως καί τῶν παρασιτικῶν χωρητικότητων. Στούς ἐνισχυτές ἀκουστικῶν συχνότητων δεχόμαστε ὡς μεσαία συχνότητα τό 1 KHz, ἐνῶ στούς ἐνισχυτές εἰκόνας τό 1 MHz.

Γιά τίς μεσαῖες συχνότητες πρέπει νά ἰσχύουν οἱ συνθῆκες:

$$\frac{1}{2\pi f(C_{\epsilon\sigma} + C_{\epsilon\xi} + C_M)} \gg R_a, \quad \frac{1}{2\pi f C_c} \ll R_c,$$

ὅπου C_M ἡ χωρητικότητα καλωδιώσεων.

Ἄν λάβομε ὑπόψη μας ὅτι στήν πράξη εἶναι $R_c \gg R_a$, ὁ βαθμός ἐνισχύσεως τοῦ ἐνισχυτῆ μέ πενταδική λυχνία ὑπολογίζεται ἀπό τή σχέση:

$$A_0 = S R_a \quad (6.1)$$

ὅπου S ἡ κλίση τῆς χαρακτηριστικῆς τῆς λυχνίας. Ἡ σχέση αὐτή ἰσχύει καί γιά ἐνισχυτή μέ τριοδική λυχνία, ὅταν εἶναι $R_a \ll \rho$.

Στίς χαμηλότερες συχνότητες ἀμελοῦμε τήν ἐπίδραση τῶν παρασιτικῶν χωρητικότητων, ἀλλά παίρνομε ὑπόψη μας τόν πυκνωτή συζεύξεως C_c , ὁ ὁποῖος σχηματίζει διαιρέτη τάσεως μέ τήν ἀντίσταση R_c . Μέ τήν ἐλάττωση τῆς συχνότητας ἡ ἀντίσταση τοῦ πυκνωτῆ καί ἡ πῶση τάσεως σέ αὐτόν μεγαλώνουν, ἡ τάση στά ἄκρα τῆς R_c , πού εἶναι καί ἡ τάση ἐξόδου τοῦ ἐνισχυτῆ, μικραίνει καί ἐπομένως ἡ ἐνίσχυση τῆς βαθμίδας πέφτει.

Στίς ὑψηλότερες συχνότητες δέν ἔχομε ἐπίδραση τοῦ πυκνωτῆ συζεύξεως, ἀλλά τῶν παρασιτικῶν χωρητικότητων. Ὅλες αὐτές μαζί κάνουν μιά χωρητικότητα:

$$C_0 = C_{\epsilon\xi} + C_{\epsilon\sigma} + C_M$$

πού παραλληλίζει τήν ἀντίσταση ἀνόδου R_a καί ἐλαττώνει τήν ἰσοδύναμη ἀντίσταση φορτίου τοῦ ἐνισχυτῆ, μέ ἀποτέλεσμα νά πέφτει ἡ ἐνίσχυσή του.

Οἱ ὁριακές συχνότητες, γιά τίς ὁποῖες ἡ ἐνίσχυση τάσεως πέφτει στά 0,7 τῆς μέγιστης, παρέχονται ἀπό τίς σχέσεις:

$$f_x = \frac{1}{2\pi R_c C_c} \quad (6.2)$$

$$f_u = \frac{1}{2\pi R_a C_0} \quad (6.3)$$

Γιά τούς ἐνισχυτές εἰκόνας τῶν δεκτῶν τηλεοράσεως, ἡ χαμηλότερη ὁριακή συχνότητα εἶναι 50 Hz καί ἡ ὑψηλότερη 5 MHz. Ἔτσι μπορούμε νά δεχθοῦμε ὅτι ἡ ζώνη διελεύσεως εἶναι:

$$\Delta f = f_u - f_x \approx f_u = \frac{1}{2\pi C_0 R_a} \quad (6.4)$$

Γιά να αυξήσουμε το βαθμό ένισχύσεως του ένισχυτή πρέπει να μεγαλώσουμε την αντίσταση φορτίου (σχέση 6.1), αλλά μ' αυτό στενεύει η ζώνη διελεύσεως (σχέση 6.4). Καί αντίθετα για να επεκτείνουμε τη ζώνη διελεύσεως του ένισχυτή προς τις υψηλότερες συχνότητες πρέπει να ελαττώσουμε την αντίσταση φορτίου, αλλά τότε χάνουμε σε ένιχωση.

Από έναν ένισχυτή εικόνας επιζητούμε μεγάλη ένιχωση καί πλατιά ζώνη διελεύσεως. Το πρόβλημα λύνεται με ειδικά κυκλώματα που κατασκευάζονται με βάση το κύκλωμα του σχήματος 6.5 καί που εξετάζονται στη συνέχεια.

6.6 Διεύρυνση αποκρίσεως ΕΕ στις ΥΣ.

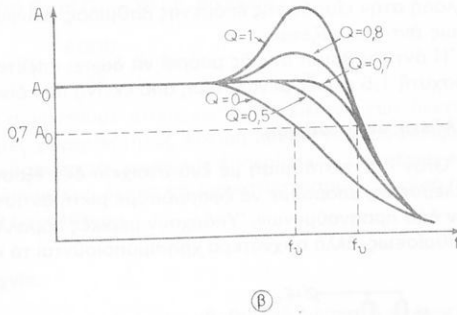
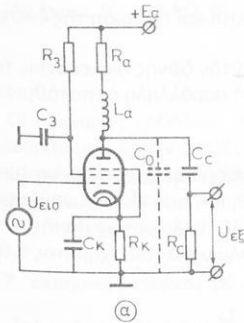
Από τις σχέσεις της προηγούμενης παραγράφου είναι εύκολο να δούμε ότι για μία ζώνη διελεύσεως 5 MHz, με C_0 γύρω στα 25 pF, η αντίσταση φορτίου R_a δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από 1,3 kΩ. Έτσι, το πενταοδικό τμήμα της λυχνίας PCL84, που είναι συνηθισμένη ένισχύτρια εικόνας καί έχει κλίση 10 mA/V, δεν μπορεί να δώσει ένιχωση μεγαλύτερη από 13 φορές. Ο βαθμός αυτός ένισχύσεως, για έναν ένισχυτή εικόνας δέκτη τηλεοράσεως, είναι μικρός. Για να φθάσουμε την απαιτούμενη ένιχωση (20 περίπου φορές) πρέπει η αντίσταση φορτίου της παραπάνω λυχνίας να γίνει 2 kΩ. Όμως τότε η ζώνη διελεύσεως του ένισχυτή δεν υπερβαίνει τα 3,2 MHz.

Μπορούμε να διατηρήσουμε την τιμή της αντίστασεως φορτίου των 2 kΩ ή να χρησιμοποιήσουμε μίαν ακόμη μεγαλύτερη, όποτε καί η ένιχωση θα αυξηθεί αν διευρύνουμε τη ζώνη διελεύσεως του ένισχυτή με άλλους τρόπους. Η διευρύνση αυτή γίνεται με επέκταση της ένισχύσεως του ένισχυτή στις υψηλότερες συχνότητες. Η πτώση της ένισχύσεως, που σημειώνεται στην περιοχή αυτή συχνοτήτων από τη δράση του πυκνωτή C_0 , αντισταθμίζεται με τη βοήθεια αυτεπαγωγών, που ονομάζονται «αυτεπαγωγές αντισταθμίσεως» καί που συνδέονται στον ένισχυτή κατά διάφορους τρόπους.

α) Παράλληλη αντίσταθμιση.

Στο σχήμα 6.6α(α) φαίνεται το κύκλωμα ένισχυτικής βαθμίδας που έχει σε σειρά με την αντίσταση φορτίου (παράλληλα προς τη ροή του σήματος) το πηνίο L_a με αυτεπαγωγή μερικών δεκάδων mH. Για τις χαμηλότερες καί μεσαίες συχνότητες η επαγωγική αντίσταση του πηνίου αυτού είναι μηδαμινή καί δεν επιδρά στη λειτουργία του ένισχυτή. Στην περιοχή των υψηλότερων συχνοτήτων η αυτεπαγωγή L_a καί η παρασιτική χωρητικότητα C_0 σχηματίζουν κύκλωμα παράλληλου συντονισμού, με αποτέλεσμα να μεγαλώνει σημαντικά η ισοδύναμη αντίσταση φορτίου της βαθμίδας. Η συχνότητα συντονισμού του ένισχυτή χωρίς αντίσταθμιση. Με την αντιστάθμιση η καμπύλη αποκρίσεως του ένισχυτή εμφανίζει ανύψωση καί η υψηλότερη όριακή συχνότητα μετατοπίζεται προς τα δεξιά [σχήμα 6.6α(β)].

Σε σειρά με την αυτεπαγωγή L_a συνδέεται η αντίσταση R_a , με αποτέλεσμα να έχουμε ένα μικρό συντελεστή ποιότητας Q του κυκλώματος αντισταθμίσεως. Από τις καμπύλες του σχήματος 6.6α(β) φαίνεται ότι με αύξηση της ποιότητας Q του κυκλώματος πάνω από τη μονάδα η ζώνη διελεύσεως σχεδόν δεν επεκτείνεται. Το πείραμα δείχνει ότι η άριστη τιμή του συντελεστή ποιότητας είναι $Q = 0,5 - 0,7$.



Σχ. 6.6α.

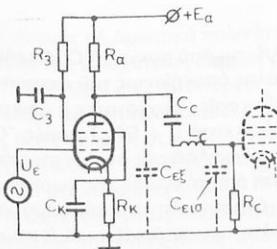
Ένισχυτής εικόνας με παράλληλη αντίσταθμιση στις υψηλότερες συχνότητες και καμπύλες απόκρισης για διάφορες τιμές του Q της αὐτεπαγωγῆς ἀντισταθμίσεως.

Με τέτοια τιμή Q ἡ ζώνη διελεύσεως τοῦ ἐνισχυτῆ ἐπεκτείνεται κατὰ 1,4 - 1,8 φορές.

β) Ἀντιστάθμιση σειρᾶς.

Ἡ αὐτεπαγωγή ἀντισταθμίσεως L_c συνδέεται σέ σειρά μέ τόν πυκνωτή συζεύξεως C_c (σχ. 6.6β). Μέ τή σύνδεση αὕτῃ ἡ αὐτεπαγωγή L_c διαιρεῖ τή χωρητικότητα C_0 σέ δύο: στή $C_{εξ}$ καί $C_{εισ}$. Ὡς πρὸς τό πηνίο, οἱ χωρητικότητες αὐτές συνδέονται σέ σειρά καί ἡ ἰσοδύναμη χωρητικότητα θά εἶναι μικρότερη καί ἀπό τήν πρὶο μικρή, δηλαδή:

$$C_i = \frac{C_{εξ} C_{εισ}}{C_{εξ} + C_{εισ}}$$



Σχ. 6.6β.

Κύκλωμα ἐνισχυτῆ εἰκόνας
μέ ἀντιστάθμιση σειρᾶς.

Αὐτό συνεπάγεται μείωση τῆς χωρητικότητας C_0 καί ἐπομένως ἐπέκταση τῆς ζώνης διελεύσεως τοῦ ἐνισχυτῆ στίς ὑψηλότερες συχνότητες.

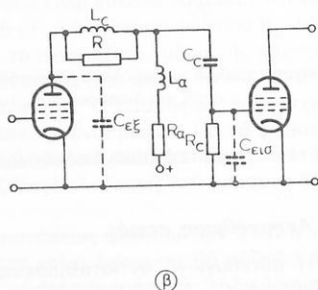
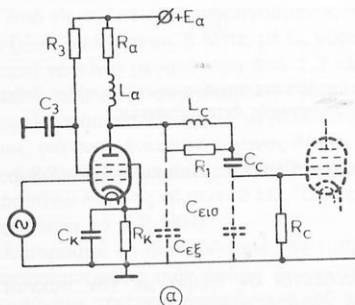
Ἀκόμη, ἡ αὐτεπαγωγή L_c μέ τή χωρητικότητα $C_{εισ}$ σχηματίζουν κύκλωμα σειρᾶς. Κατά τό συντονισμό τοῦ κυκλώματος αὐτοῦ ἡ τάση στά ἄκρα τῆς $C_{εισ}$,

δηλαδή στην είσοδο της επόμενης βαθμίδας, ανυψώνεται και η πτώση της ένισχύσεως αντισταθμίζεται.

Η αντιστάθμιση σειράς μπορεί να δώσει επέκταση της ζώνης διελεύσεως του ένισχυτή 1,5 φορές μεγαλύτερη από εκείνη που δίνει η παράλληλη αντιστάθμιση.

γ) Μικτή αντιστάθμιση.

Όταν η αντιστάθμιση με ένα στοιχείο δεν εξασφαλίζει την απαιτούμενη ζώνη διελεύσεως, μπορούμε να εφαρμόσουμε μικτή αντιστάθμιση που είναι συνδυασμός των δύο προηγούμενων. Υπάρχουν μερικές παραλλαγές κυκλωμάτων μικτής αντιστάθμισης, αλλά συχνότερα χρησιμοποιούνται τα κυκλώματα του σχήματος 6.6γ.



Σχ. 6.6γ.

Κυκλώματα ένισχυτών εικόνας με μικτή αντιστάθμιση.

Η μικτή αντιστάθμιση δίνει ένισχυση 1,8 φορές μεγαλύτερη από εκείνη της παράλληλης αντισταθμίσεως.

Σημειώνουμε ότι η αντίσταση R_1 , που συνδέεται παράλληλα στην L_c , υποβιβάζει το Q του κυκλώματος στην επιθυμητή τιμή.

δ) Αντιστάθμιση από την κάθοδο.

Αν η αντίσταση καθόδου R_k παραλληλίζεται από πυκνωτή C_k μικρής χωρητικότητας, μπορεί να γίνει επέκταση της καμπύλης αποκρίσεως του ένισχυτή στις υψηλότερες συχνότητες. Στις χαμηλότερες και μεσαίες συχνότητες η αρνητική ανασύζευξη υποβιβάζει την ένισχυση της βαθμίδας κατά $(1 + SR_k)$ φορές. Ο πυκνωτής C_k ελαττώνει την αρνητική ανασύζευξη στις υψηλότερες συχνότητες και η ένισχυση μεγαλώνει εκεί όπου σημειώνεται πτώση από τη δράση της χωρητικότητας C_0 .

Μπορεί να αποδειχθεί ότι η αρνητική ανασύζευξη στο κύκλωμα καθόδου θα αρχίζει να ελαττώνεται από την ίδια συχνότητα, που αρχίζει και η πτώση της ένισχύσεως από τη δράση της C_0 , αν ισχύει η ισότητα:

$$C_k R_k = C_0 R_0$$

Δηλαδή αν οι σταθερές χρόνου του καθοδικού και ανοδικού κυκλώματος είναι ίσες.

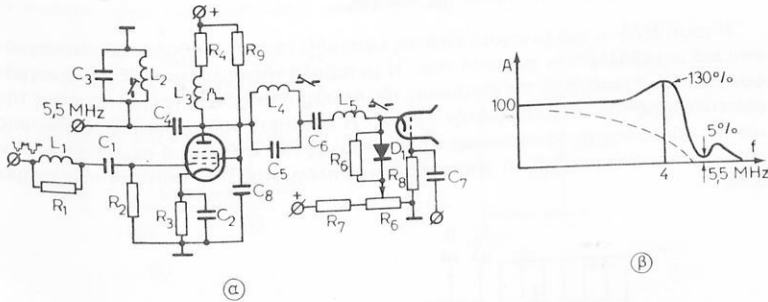
Αν έχουμε $R_a = 5 \text{ k}\Omega$, $R_k = 50 \text{ }\Omega$ και $C_0 = 30 \text{ pF}$, θά είναι:

$$C_k = 30 \frac{5000}{50} = 3 \text{ nF}$$

Οι πυκνωτές καθόδου, που συναντούμε στους ενισχυτές εικόνας των δεκτών τηλεόρασης, έχουν μικρές τιμές χωρητικότητας, επειδή πρέπει να εξασφαλίζουν αρνητική ανασύζευξη για τη διεύρυνση της καμπύλης απόκρισεως. Έπομένως δεν μπορούμε ποτέ όταν επιδιορθώνουμε ένα δέκτη, να αντικαταστήσουμε το μικρό πυκνωτή καθόδου με έναν πολύ μεγαλύτερο.

6.7 Ένισχυτής εικόνας με λυχνία.

Στο σχήμα 6.7(α) φαίνεται το κύκλωμα ενός μονοβαθμικού ενισχυτή εικόνας με πενταοδική λυχνία.



Σχ. 6.7.

Ολοκληρωμένη συνδεσμολογία ενισχυτή εικόνας με λυχνία και η καμπύλη απόκρισής του.

Το σήμα εικόνας με αρνητική πολικότητα από το φορτίο του φωρατή εφαρμόζεται στο πλέγμα της ενισχυτριάς εικόνας μέσω της διορθωτικής αüteπαγωγής L_1 και του πυκνωτή συζεύξεως C_1 , αν υπάρχει. Ο πυκνωτής αυτός είναι απαραίτητος μόνο όταν δεν θέλουμε να χρησιμοποιηθεί η συνεχής συνιστώσα της τάσεως εξόδου του φωρατή ως τάση πολώσεως της ενισχυτριάς εικόνας. Η αüteπαγωγή L_1 μαζί με τη χωρητικότητα εισόδου της λυχνίας $C_{\text{εισ}}$ σχηματίζει κυμαινόμενο κύκλωμα σειράς συντονίζει στη συχνότητα των 4 MHz. Για την ελάττωση του Q του κυκλώματος αυτού η αüteπαγωγή L_1 παραλληλίζεται με την αντίσταση R_1 . Έτσι, στο κύκλωμα πλέγματος της ενισχυτριάς εικόνας γίνεται κάποια ανύψωση του σήματος στην περιοχή των 4 MHz, ενώ εξασθενούν οι υψηλότερες συχνότητες και κυρίως οι παρενοχλητικές συνιστώσες της ενδιάμεσης συχνότητας.

Τό ανοδικό φορτίο της λυχνίας αποτελείται από την αντίσταση R_4 και την αüteπαγωγή L_3 . Το ενισχυμένο σήμα εφαρμόζεται στην κάθοδο του σωλήνα με θετική πολικότητα. Το κύκλωμα, που αποτελείται από την αüteπαγωγή L_4 και τη χωρητι-

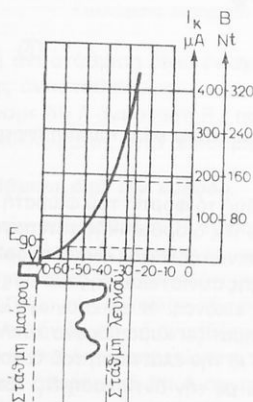
κόττητα C_5 , είναι κυματοπαγίδα φραγμού για την υπενδιάμεση συχνότητα ήχου των 5,5 MHz. Η αὐτεπαγωγή L_5 με τή χωρητικότητα εισόδου του σωλήνα είναι τό κύκλωμα ἀντισταθμίσσεως σειρᾶς. Στήν ἄνοδο τῆς λυχνίας συνδέεται ἀκόμη καί τό κύκλωμα $L_2 C_3$ πού τροφοδοτεῖται μέσω τοῦ πυκνωτῆ C_4 . Τό κύκλωμα αὐτό εἶναι συντονισμένο στά 5,5 MHz καί ὑπάρχει μόνο ὅταν ὁ διαχωρισμός τοῦ ἤχου γίνεται στήν ἄνοδο τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας.

Ἡ μορφή τῆς καμπύλης ἀποκρίσεως τοῦ ἐνισχυτῆ φαίνεται στό σχῆμα 6.7(β). Κάποια ἀνύψωση τοῦ βαθμοῦ ἐνισχύσεως στήν περιοχή των 4 MHz κατά 20 - 30% εἶναι ὠφέλιμη, ἐπειδὴ συντελεῖ στήν αὐξηση τῆς σαφάνειας τῆς εἰκόνας. Στή συνέχεια ἡ ἐνίσχυση πέφτει καί γίνεται ἐλάχιστη στά 5,5 MHz, λόγω δράσεως τῆς κυματοπαγίδας $L_4 C_5$.

Ἄν ἡ σύνδεση τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας μέ τό φωρατῆ ἢ μέ τό σωλήνα γίνεται μέσω πυκνωτῆ συζεύξεως (πυκνωτές C_1 καί C_6), τό σῆμα φθάνει στήν κάθοδο τοῦ σωλήνα χωρίς συνεχή συνιστώσα. Ἡ ἀποκατάσταση τῆς συνεχοῦς συνιστώσας γιά τήν ὁποία θά μιλήσουμε παρακάτω, γίνεται μέ τή βοήθεια τῆς διόδου D_1 .

6.8 Ρύθμιση τῆς φωτεινότητας τῆς εἰκόνας.

Ἡ τάση ἐξόδου τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας ἐφαρμόζεται στήν κάθοδο τοῦ εἰκονογράφου καί μεταβάλλει τήν πόλωσή του. Ἡ μεταβολή τῆς πολώσεως τοῦ εἰκονογράφου προκαλεῖ μεταβολή τῆς ἐντάσεως τῆς ηλεκτρονικῆς δέσμης καί ἐπομένως τῆς φωτεινότητας τοῦ στίγματος στήν ὁθόνη. Ἡ ἐξάρτηση τοῦ ρεύματος τῆς δέσμης καί τῆς λαμπρότητας (φωτεινότητας) τῆς ὁθόνης τοῦ καθοδικοῦ σωλήνα ἀπό τήν πόλωσή του δίνεται ἀπό τή χαρακτηριστική πλέγματος πού φαίνεται στό σχῆμα 6.8α.



Σχ. 6.8α.

Χαρακτηριστική καθοδικοῦ σωλήνα δέκτη τηλεόρασης.

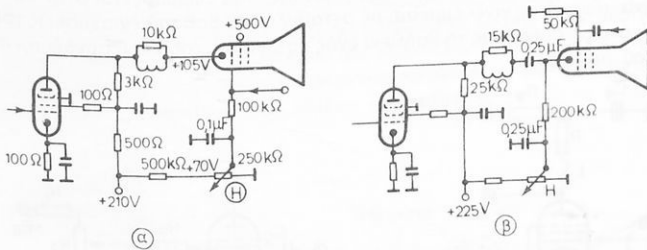
Ἄς ὑποθέσουμε τώρα, ὅτι ὁ καθοδικός σωλήνας ἔχει μιά πόλωση τέτοια, ὥστε τό σῆμα εἰκόνας νά ἀπασχολεῖ τό τμήμα τῆς χαρακτηριστικῆς πού ἐκτείνεται ἀπό τά -40 ὡς τά -70 (σχ. 6.8α). Μέ αὐτή τήν πόλωση καί τάση διεγέρσεως, ἡ λαμπρότητα B (φωτεινότητα) τῆς ὁθόνης μεταβάλλεται ἀπό 0 - 150 Nt περίπου. Στήν

περίπτωση αυτή, ή μαύρη στάθμη του σήματος δίνει μαύρο καί ή λευκή γκρι, δηλαδή όλη ή εικόνα εΐναι σκοτεινή.

Ήν έλάττωσαμε τήν πόλωση του καθοδικου σωλήνα, ώστε τό ίδιο σήμα εικόνας νά άπασχολεί τό τμήμα τής χαρακτηριστικής από -28 ως τά -58 V, τότε ή λαμπρότητα τής όθόνης μεταβάλλεται από 20 - 300 Nt περίπου. Έδω ή μαύρη στάθμη του σήματος δίνει λιγότερο μαύρο από τό προηγούμενο καί ή λευκή λευκό, δηλαδή όλόκληρη ή εικόνα έμφανίζεται φωτεινότερη από τήν προηγούμενη.

Καταλήγουμε λοιπόν στό συμπέρασμα ότι ή πόλωση του καθοδικου σωλήνα έπηρεάζει τή φωτεινότητα τής εικόνας. Οι δέκτες τηλεόρασεως διαθέτουν «ρυθμιστή φωτεινότητας», ό όποιος μεταθέτει τό σημείο λειτουργίας στή χαρακτηριστική του σωλήνα καί έτσι μεταβάλλεται ή μέση φωτεινότητα τής εικόνας.

Όταν ή σύνδεση τής καθόδου του εικονογράφου μέ τήν άνοδο του ένισχυτή εικόνας γίνεται χωρίς πυκνωτή συζεύξεως (γαλβανική σύνδεση), ό ρυθμιστής φωτεινότητας συνδέεται στό κύκλωμα πλέγματος του εικονογράφου. Τό ποτανσιόμετρο των 250 k Ω , πού φαίνεται στό σχήμα 6.8β(α) καί πού μεταβάλλει τήν πόλωση του σωλήνα, εΐναι ένας ρυθμιστής φωτεινότητας.



Σχ. 6.8β.

Κυκλώματα ρυθμίσεως τής φωτεινότητας τής εικόνας.

Στό κύκλωμα του σχήματος 6.8β(β) ή κάθοδος του εικονογράφου συνδέεται μέ τήν άνοδο του ένισχυτή εικόνας μέ πυκνωτή συζεύξεως (χωρητική σύνδεση). Έδω ό ρυθμιστής φωτεινότητας παρεμβάλλεται στό κύκλωμα τής καθόδου του εικονογράφου καί τό πλέγμα του παίρνει τό δυναμικό τής γής.

Σημειώνουμε ότι ή αξιοποίηση τής χαρακτηριστικής του καθοδικου σωλήνα θεωρείται πλήρης, όταν τό ρεύμα τής δέσμης μεταβάλλεται μεταξύ 0 καί 150 μ A περίπου. Τά 100 - 150 μ A δίνουν λαμπρότητα όθόνης 100 - 200 Nt, άνάλογα μέ τό σωλήνα καί θεωρείται άρκετή. Ή αύξηση του ρεύματος τής δέσμης πάνω από τήν τιμή αυτή δημιουργεί αύξηση των διαστάσεων του στίγματος στην όθόνη καί επομένως έλάττωση τής σαφήνειας τής εικόνας.

6.9 Ρύθμιση τής αντίθεσεως τής εικόνας.

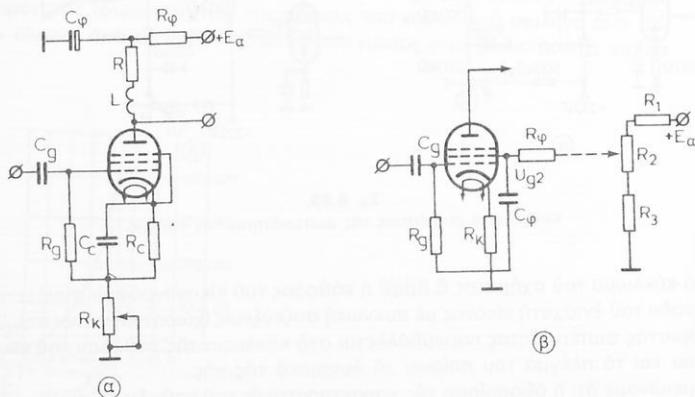
Ή ποιότητα τής εικόνας καθορίζεται από τόν άριθμό των άναπαραγομένων «διαβαθμίσεων» τής φωτεινότητας καί από τό πώς κατανέμονται οι διαβαθμίσεις αυτές στην περιοχή μεταβολής τής φωτεινότητας. Μέ άλλα λόγια ή ποιότητα τής

εικόνας εξαρτάται από τὰ ὅρια μεταβολῆς τῆς φωτεινότητος καί ἀπὸ τὴν ποιότητα τῆς διαβαθμίσεώς της. Ἀλλὰ τὰ ὅρια μεταβολῆς τῆς φωτεινότητος τῆς εικόνας καθορίζουν τὴν ἀντίθεσίν της, πού εἶναι ἡ ὑποκειμενικὴ ἐντύπωση τῆς διαφορᾶς φωτεινότητος (λαμπρότητας) μεταξύ τῶν πρὸ λευκῶν καί τῶν πρὸ μαύρων στοιχείων της.

Γιὰ νὰ ἔχομε μεγάλη ἀντίθεση τῆς εικόνας, πρέπει νὰ ἐκμεταλλευθοῦμε ὁλόκληρὴ τὴ χαρακτηριστικὴ τοῦ καθοδικοῦ σωλήνα. Αὐτὸ γίνεται μὲ αὐξηση τοῦ σήματος εικόνας ἔτσι, ὥστε ἡ στάθμη τοῦ μαύρου νὰ τοποθετεῖται στὸ σημεῖο ἀποκοπῆς τοῦ σωλήνα καί ἡ ὀθόνη νὰ μαυρίζει, ἐνῶ ἡ στάθμη τοῦ λευκοῦ νὰ δίνει τὸ μέγιστο ρεῦμα τῆς τῆς δέσμης καί ἐπομένως τὴ μέγιστη φωτεινότητα τῆς ὀθόνης. Τώρα θὰ ἔχομε τὴ μέγιστη ἀντίθεση μεταξύ λευκοῦ καί μαύρου.

Ἀπὸ τὰ παραπάνω προκύπτει ὅτι τὸ κοντράστ τῆς εικόνας στὴν ὀθόνη τοῦ καθοδικοῦ σωλήνα εξαρτάται ἀπὸ τὸ μέγεθος τῆς τάσεως διεγέρσεως. Οἱ δέκτες τηλεοράσεως διαθέτουν «ρυθμιστὴ κοντράστ», ὁ ὁποῖος μεταβάλλει τὸ πλάτος τοῦ σήματος εικόνας, πού διεγείρει τὸ σωλήνα. Ἔτσι, ὁ ρυθμιστὴς ἀντιθέσεως εἶναι στὴν οὐσία ἓνας ρυθμιστὴς τοῦ πλάτους τοῦ ὀπτικοῦ σήματος.

Ἡ ρύθμιση τοῦ πλάτους τοῦ ὀπτικοῦ σήματος, πού ἐφαρμόζεται στὴν κάθοδο τοῦ σωλήνα, μπορεῖ νὰ γίνει ἔμμεσα, μὲ μεταβολὴ τοῦ βαθμοῦ ἐνισχύσεως τοῦ ἐνισχυτῆ εικόνας ἢ ἄμεσα, μὲ τὴ βοήθεια ἑνὸς ποτανισιόμετρου πού συνδέεται στὴν κάθοδο τοῦ σωλήνα.



Σχ. 6.9α.

Κυκλώματα ρυθμίσεως τῆς ἀντιθέσεως τῆς εικόνας μὲ ἔμμεση μεταβολὴ τοῦ πλάτους τοῦ σήματος.

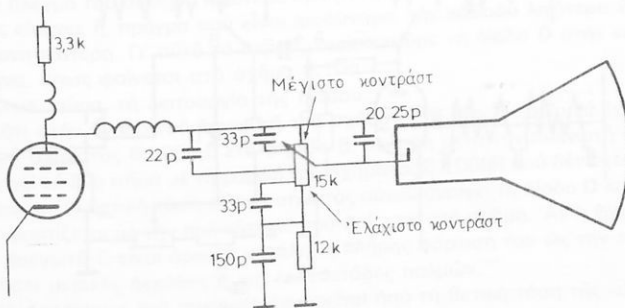
Ἡ πρὸ ἀπλὴ μέθοδος ρυθμίσεως τοῦ βαθμοῦ ἐνισχύσεως τοῦ ἐνισχυτῆ εικόνας εἶναι ἡ μεταβολὴ τοῦ ποσοστοῦ ἀνασυσζεύξεως ἀπὸ τὸ κύκλωμα τῆς καθόδου τοῦ [σχ. 6.9α(α)]. Σὲ σειρά μὲ τὸ κύκλωμα καθόδου τοῦ ἐνισχυτῆ συνδέεται ἡ ρυθμιζόμενη ἀντίσταση R_k , ἡ ὁποία δὲν παραλληλίζεται ἀπὸ πυκνωτὴ καί δημιουργεῖ ἀρνητικὴ ἀνασυσζεύξη ρεύματος. Τὸ ρυθμιζόμενο ποσοστὸ ἀνασυσζεύξεως ἐξασφαλίζει μεταβολὴ τῆς στάθμης τοῦ σήματος εικόνας σὲ πλατιά ὅρια μὲ ἀσήμαντες παραμορφώσεις.

Τὸ κύκλωμα αὐτὸ δὲν εἶναι κατάλληλο γιὰ ρύθμιση τοῦ κοντράστ ἀπὸ ἀπόστα-

ση, ἐπειδὴ μπορεῖ νά σημειωθεῖ ἀλλαγὴ τῆς μορφῆς τῆς καμπύλης ἀποκρίσεως τοῦ ἐνισχυτῆ ἀπὸ ὑπαρξὴ μεγάλης παρασιτικῆς χωρητικότητας πού παραλληλίζει τὴν ἀντίσταση R_k .

Ἐνας ἄλλος τρόπος ρυθμίσεως τοῦ βαθμοῦ ἐνισχύσεως τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας, συνεπῶς καὶ τοῦ κοντράστ, βασίζεται στὴν ἀλλαγὴ τῆς τάξεως λειτουργίας τῆς βαθμίδας μὲ μεταβολὴ τῆς τάσεως τοῦ προστατευτικοῦ πλέγματος τῆς λυχνίας [σχ. 6.9α(β)]. Τὰ ὅρια μεταβολῆς τοῦ βαθμοῦ ἐνισχύσεως τῆς βαθμίδας μ' αὐτό [σχ. 6.9α(β)]. Τὰ ὅρια μεταβολῆς τοῦ βαθμοῦ ἐνισχύσεως τῆς βαθμίδας μ' αὐτό τὸν τρόπο εἶναι μικρά, ὅμως τὸ κύκλωμα εἶναι κατὰλληλο γιὰ ρύθμιση τοῦ κοντράστ ἀπὸ ἀπόσταση. Τὰ στοιχεῖα τοῦ προστατευτικοῦ πλέγματος δὲν ἐπιδροῦν στὴ μορφή τῆς καμπύλης ἀποκρίσεως τοῦ ἐνισχυτῆ καὶ ἡ μεταβολὴ τους δὲν εἰσάγει πρόσθετες παραμορφώσεις στὸ σῆμα εἰκόνας.

Τέλος, ἕνα κύκλωμα ρυθμίσεως τοῦ κοντράστ μὲ ἄμεση μεταβολὴ τοῦ πλάτους τοῦ σήματος εἰκόνας φαίνεται στὸ σχῆμα 6.9β. Ἡ κάθοδος τοῦ σωλῆνα τροφοδοτεῖται μὲ σῆμα μέσω τοῦ ποτανσιομέτρου τῶν 15 kΩ, πού συνδέεται παράλληλα στὸ φορτίο τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας. Κατὰ τὴ μετακίνησιν τοῦ δρομέα τοῦ ποτανσιομέτρου γιὰ τὴ ρύθμιση τοῦ κοντράστ, μεταβάλλεται καὶ ἡ ὀλική χωρητικότητα ἐξόδου τῆς βαθμίδας, πράγμα πού προκαλεῖ ἀλλαγὴ στὴ μορφή τῆς καμπύλης ἀποκρίσεως τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας. Γιὰ τὴ διατήρηση τῆς μορφῆς τῆς καμπύλης ἀποκρίσεως τοῦ ἐνισχυτῆ, συνδέονται μερικοὶ πυκνωτὲς μικρῆς χωρητικότητας σὲ ἐνδιάμεσες λήψεις τοῦ ποτανσιομέτρου. Μὲ τὴ μετακίνησιν τοῦ δρομέα τροποποιεῖται ἡ ἰσοδύναμη χωρητικότητά τῶν πυκνωτῶν αὐτῶν ἔτσι, ὥστε νά ἀντισταθμίζεται ἡ μεταβολὴ τῆς χωρητικότητας ἐξόδου τῆς βαθμίδας.



Σχ. 6.9β.

Κύκλωμα ρυθμίσεως τῆς ἀντιθέσεως τῆς εἰκόνας μὲ ἄμεση μεταβολὴ τοῦ πλάτους τοῦ σήματος.

Πρὶν κλείσωμε τὴν παράγραφο, ἄς ποῦμε δυὸ λόγια γιὰ τὸ πλάτος τοῦ σήματος εἰκόνας.

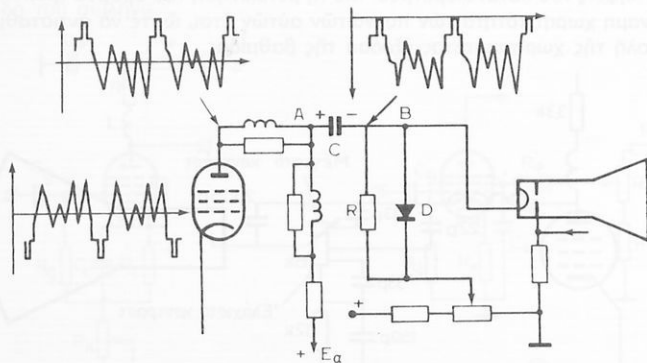
Οἱ σωλῆνες εἰκόνας, ἀνάλογα μὲ τὸν τύπο τοῦ πυροβόλου καὶ τὸ μέγεθος τῆς ἀνοδικῆς τάσεως, ἔχουν τάση ἀποκοπῆς, πού κυμαίνεται στὰ ὅρια ἀπὸ -30 ὡς -80 V. Τὸ μέγεθος τοῦ σήματος εἰκόνας (ἀπὸ τὴ στάθμην τοῦ λευκοῦ ὡς τὴ στάθμην τοῦ μαύρου) ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν κλίση τῆς χαρακτηριστικῆς τοῦ σωλῆνα καὶ κυμαίνεται μεταξύ 20 - 50 V. Γιὰ τὴν πλήρη π.χ. ἐκμετάλλευση τῆς χαρακτηριστικῆς τοῦ σχή-

ματος 6.8α απαιτείται τάση σήματος εικόνας $70 - 25 = 45 \text{ V}$. Έπειδή τό σήμα αυτό αντιπροσωπεύει τά 65% του όλου τηλεοπτικού σήματος, τό πλάτος του τελευταίου πρέπει νά είναι 70 V περίπου.

6.10 Ἡ ἀποκατάσταση τῆς συνεχοῦς συνιστώσας.

Ἡ μέση φωτεινότητα τῆς εἰκόνας ἐξαρτᾶται ἀπό τή συνεχή συνιστώσα τῆς τάσεως πού περιέχεται στό ὀπτικό σήμα. Γιά τήν κανονική μεταφορά τῆς μέσης φωτεινότητας τῆς εἰκόνας, τό ὀπτικό σήμα πρέπει νά ἐνεργεῖ στήν εἴσοδο τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας καί στήν καθόδο τοῦ εἰκονογράφου χωρίς ἀπώλεια τῆς συνεχοῦς συνιστώσας του. Ἐπομένως, μεταξύ τῆς ἐξόδου τοῦ φωρατῆ καί τῆς εἰσόδου τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας, καθώς καί μεταξύ τῆς ἐξόδου τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας καί τῆς καθόδου τοῦ εἰκονογράφου, δέν πρέπει κατ' ἀρχήν νά παρεμβάλλεται πυκνωτής συζεύξεως. Ἀπό τόν πυκνωτή συζεύξεως δέν περνάει ἡ συνεχῆς συνιστώσα τοῦ ὀπτικοῦ σήματος.

Ὅμως χωρίς πυκνωτή συζεύξεως μεταξύ τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας καί τοῦ εἰκονογράφου ἐμφανίζεται κάποια ἀλληλεξάρτηση τῶν ρυθμίσεων τῆς ἀντιθέσεως καί τῆς φωτεινότητας. Ἡ ἀλληλεξάρτηση αὐτή ἀποφεύγεται μέ τή χρησιμοποίηση πυκνωτῆ συζεύξεως, ἐνῶ ἡ συνεχῆς συνιστώσα ἀποκαθίσταται μέ ἄλλο τρόπο.



Σχ. 6.10α.

Βαθμίδα ἐξόδου δέκτη τηλεοράσεως μέ δίοδο ἀποκαταστάσεως τῆς συνεχοῦς συνιστώσας τοῦ σήματος εἰκόνας.

Στή συνδεσμολογία τοῦ σχήματος 6.10α χρησιμοποιεῖται πυκνωτής γιά τή μεταφορά τοῦ ὀπτικοῦ σήματος ἀπό τόν ἐνισχυτῆ εἰκόνας στόν καθοδικό σωλήνα. Στήν ἄνοδο τοῦ ἐνισχυτῆ καί πρίν ἀπό τόν πυκνωτή συζεύξεως ἐμφανίζεται τό σήμα εἰκόνας, πού φαίνεται στό σχῆμα 6.10β(α). Τό σήμα αὐτό ἔχει τρία χαρακτηριστικά τμήματα. Στό τμήμα 1 ἡ στάθμη τοῦ καθαυτοῦ σήματος εἰκόνας πλησιάζει τή στάθμη τῶν μαύρων ἀναβαθμῶν, δηλαδή τό σήμα μεταφέρει μιά πολύ σκοτεινή εἰκόνα. Στό τμήμα 2 ἡ εἰκόνα εἶναι γκρίζα καί στό τμήμα 3 πολύ φωτεινή. Ὑστερα ἀπό τόν πυκνωτή συζεύξεως καί ὅταν δέν ὑπάρχει ἡ δίοδος D, τό σήμα

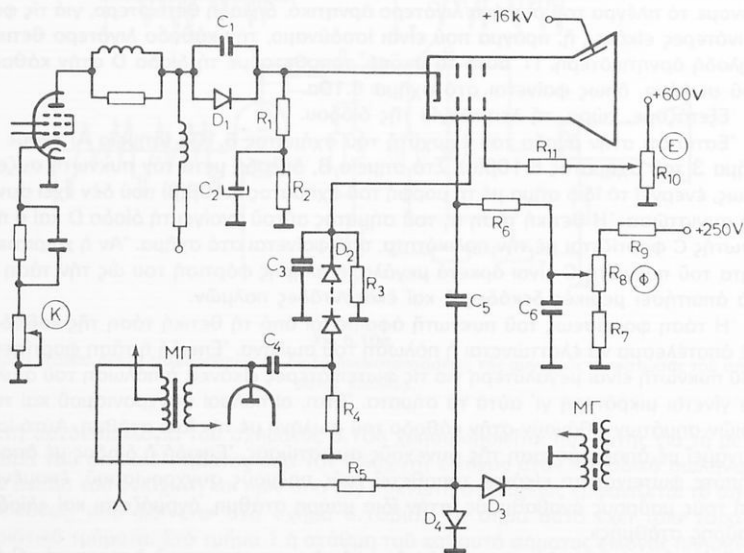
πυκνωτή γίνεται άργά καί δέν μπορεί νά παρακολουθήσει τίς γρήγορες μεταβολές τής συνεχούς συνιστώσας, πού προέρχονται από μεταβολές τοῦ περιεχομένου τής εικόνας. Ἔτσι, παρακολουθεῖ μόνο τή μεταβολή τής μέσης φωτεινότητας τής εικόνας, πού γίνεται μέ συχνότητα 2 - 3 Hz. Στήν πράξη ἡ σταθερά χρόνου RC ἐκλέγεται συνήθως στά ὅρια ἀπό 0,1 ὠς 0,5 sec.

Τό κύκλωμα πού ἐξετάσαμε, ἔχει ἓνα μειονέκτημα. Ἄν στήν ἀρχή φθάσει ἓνα φωτεινό σήμα καί ὕστερα μεταβληθεῖ ἀπότομα καί γίνει μαῦρο, τό κύκλωμα, στό χρονικό διάστημα πού καθορίζεται ἀπό τή σταθερά χρόνου RC, δέν μπορεί νά ἀποκαταστήσει τή στάθμη τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ, ἐπειδή ὁ πυκνωτής C ἔχει μεγάλη τάση ἀπό τό προηγούμενο φωτεινό σήμα. Παρόλα αὐτά τό κύκλωμα χρησιμοποιεῖται πλατιά στούς τηλεοπτικούς δέκτες.

6.11 Ἡ συνδεσμολογία τοῦ εἰκονογράφου.

Ὁ καθοδικός σωλήνας τοῦ δέκτη τηλεόρασης, ἐκτός ἀπό τά κυκλώματα ἐφαρμογῆς τῶν συνεχῶν τάσεων στά διάφορα ἡλεκτρόδια του, διαθέτει καί μερικά ἀκόμη κυκλώματα, πού ἔχουν σκοπό νά περιορίζουν τό ρεῦμα τής δέσμης του, νά μήν ἐπιτρέπουν τήν ἐμφάνιση φωτεινῆς κηλίδας στήν ὁθόνη του κατὰ τήν ἀποσύνδεση τοῦ δέκτη καί νά ἐξασφαλίζουν τήν ἀμαύρωση τής ὁθόνης κατὰ τήν ὀριζόντια καί κατακόρυφη ἐπιστροφή τής δέσμης, ὅταν δέν ὑπάρχει τηλεοπτικό σήμα.

Θά ἐξετάσουμε μερικά ἀπό αὐτά τά κυκλώματα, πού φαίνονται στή συνδεσμολογία τοῦ εἰκονογράφου τοῦ σχήματος 6.11α.



Σχ. 6.11.

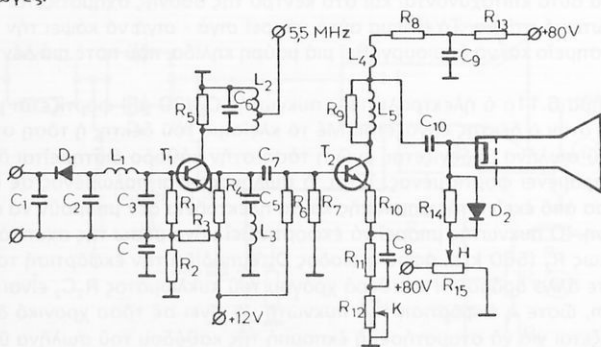
Ὁλοκληρωμένη συνδεσμολογία τοῦ καθοδικοῦ σωλήνα ἑνός δέκτη τηλεόρασης.

ζάρτητα από τό άν ύπάρχει ή όχι τηλεοπτικό σήμα.

Στή συνδεσμολογία τοϋ σχήματος 6.11α ή άμαύρωση τών έπιστροφών τής δέσμης εξασφαλίζεται μέ τό κύκλωμα πού άποτελείται από τίσ διόδους D_3 , D_4 τήν αντίσταση R_5 καί τόν πυκνωτή C_5 . 'Η βασική φωτεινότητα τής εικόνας ρυθμίζεται μέ τό κύκλωμα πού σχηματίζουν οι αντίσταςεις R_6 , R_7 , R_9 , τό ποτανσιόμετρο H_8 καί ό πυκνωτής C_6 . Τό πλέγμα έπιταχύνσεως τοϋ σωλήνα τροφοδοτείται μέ τάση 400 - 500 V πού δημιουργείται μέ άνόρθωση τών παλμών σαρώσεως πλαισίων από τόν άνορθωτή D_2 . 'Η τέτοια τροφοδότηση τοϋ πλέγματος έπιταχύνσεως έχει ένα πλεονέκτημα. 'Όταν τό τμήμα τής κατακόρυφης σαρώσεως τοϋ δέκτη πάθει κάποια βλάβη, ή τάση στο ήλεκτροδίο αυτό τοϋ σωλήνα έλαττώνεται καί αποκλείεται ή δυνατότητα εμφάνισης στήν όθόνη μιās φωτεινής όριζόντιας γραμμής πού μπορεί νά προκαλέσει τό κάψιμο τής φθορίζουσας ύλης. Τέλος, μέ τή βοήθεια τοϋ ποτανσιομέτρου R_{10} ρυθμίζεται ή τάση τροφοδότησεως τοϋ ήλεκτροδίου έστιάσεως τοϋ σωλήνα γιά τή σμίκρυνση τοϋ φωτεινοϋ στίγματος στήν όθόνη του.

6.12 Ένισχυτής εικόνας μέ τρανζίστορ.

Οί ένισχυτές εικόνας μέ τρανζίστορ δέ διαφέρουν βασικά από τούς αντίστοιχους ένισχυτές μέ λυχνίες. Γιά τήν επέκταση τής ζώνης διελεύσεως τόσο στίς ύψηλότερες όσο καί στίς χαμηλότερες συχνότητες, χρησιμοποιείται ή άρνητική άνασύζευξη ρεύματος, ή σύνδεση φίλτρων RC καί ή άπλή ή σύνθετη αντίστάθμιση μέ άυτεπαγωγές.



Σχ. 6.12.

Όλοκληρωμένη συνδεσμολογία ένισχυτή εικόνας μέ τρανζίστορ (τό πρώτο τρανζίστορ είναι προσαρμοστής αντίσταςεων).

Άς εξετάσουμε μιá ολοκληρωμένη συνδεσμολογία ένισχυτή εικόνας πού χρησιμοποιείται σέ δέκτες τηλεόρασεως μέ τρανζίστορ (σχ. 6.12).

'Η βασική ένίσχυση τοϋ σήματος γίνεται στή δεύτερη βαθμίδα καί, έπειδή ή αντίσταση είσόδου τής είναι μικρή, χρησιμοποιείται τό τρανζίστορ T_1 γιά τήν προσαρμογή τής μέ τήν αντίσταση έξόδου τοϋ φωρατή D_1 . 'Η πόλωση τής βάσεως τοϋ τρανζίστορ T_1 , πού καθορίζει καί τήν τάξη λειτουργίας του, πραγματοποιείται μέ τό

διαίρετη τάσεως R_2 , R_3 . Στο συλλέκτη συνδέεται το κυμαίνόμενο κύκλωμα L_2 , C_6 για το διαχωρισμό της υπενδιάμεσης συχνότητας ήχου των 5,5 MHz. Γιά τή συχνότητα αυτή ο έμπομπός είναι σχεδόν γειωμένος, αρνητική ανασύζευξη δέ γίνεται και έπομένως εξασφαλίζεται κάποια ένισχυση του σήματος ήχου. Ή γείωση του έμπομπου γίνεται μέ τό κύκλωμα L_3 , C_5 πού είναι κυματοπαγίδα διαρροής για τή συχνότητα των 5,5 MHz.

Από τήν αντίσταση φορτίου R_4 του τρανζίστορ T_1 τό σήμα εικόνας μέ αρνητική πολικότητα, οδηγείται στή βάση του τρανζίστορ T_2 πού είναι τύπου NPN. Ή βαθμίδα αυτή χρησιμοποιεί μικτή αντίστάθμιση μέ τίσ αυτεπαγωγές L_4 και L_5 για τήν επέκταση της καμπύλης αποκρίσεως στίς ύψηλότερες συχνότητες. Τό σήμα εικόνας μέ θετική πολικότητα έφαρμόζεται στήν κάθοδο του σωλήνα μέσα από τόν πυκνωτή συζεύξεως C_{10} . Από τήν πηγή της θετικής τάσεως εξασφαλίζεται ή τροφοδότηση της καθόδου του σωλήνα μέσω του ποτανσιομέτρου R_{15} , πού είναι και ο ρυθμιστής της βασικής φωτεινότητας της εικόνας. Ή μαύρη στάθμη διατηρείται μέ τή βοήθεια της διόδου D_2 .

Ή ρύθμιση της αντίθέσεως γίνεται μέ μεταβολή του ποσοστού της ανασυζεύξεως μέσα από τήν αντίσταση R_{12} πού συνδέεται στον έμπομπό της βαθμίδας έξόδου. Τό κύκλωμα από τήν R_{11} και τόν C_8 είναι διορθωτικό της καμπύλης αποκρίσεως στήν ύψηλότερη περιοχή συχνοτήτων. Στίς ύψηλότερες συχνότητες ή αντίσταση του κυκλώματος αυτού έλαττώνεται, τό ποσοστό ανασυζεύξεως μικραίνει και ή ένισχυση μερικώς μεγαλώνει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΔΕΚΤΗ

7.1 Έξαγωγή των παλμών συγχρονισμού.

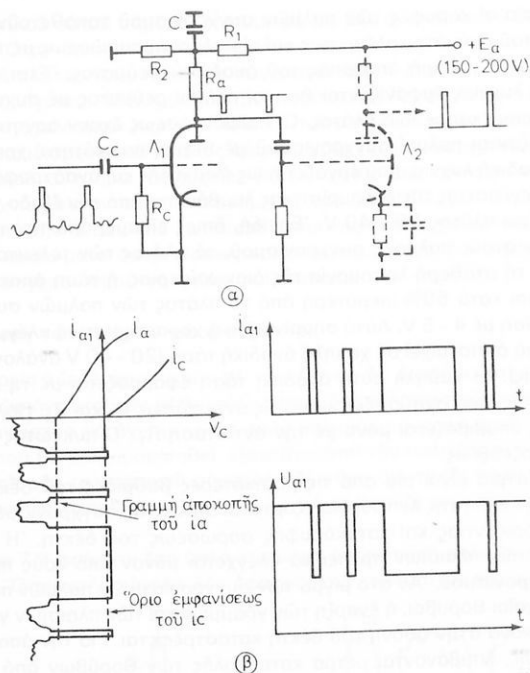
Γνωρίζουμε ότι ο συγχρονισμός της λειτουργίας των ταλαντωτών σαρώσεως του δέκτη τηλεοράσεως με τη λειτουργία των αντίστοιχων ταλαντωτών του είκονολήπτη εξασφαλίζεται με τη βοήθεια των παλμών συγχρονισμού που περιέχονται στο τηλεοπτικό σήμα. Για να εκτελέσουν οι παλμοί αυτοί τον προορισμό τους πρέπει 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 άμαυρώσεως και αντιπροσωπεύουν τά 25% του πλάτους ολόκληρου του σύνθετου σήματος. Στο γεγονός αυτό, δηλαδή στη διαφορά πλάτους των συγχρονιστικών παλμών και του καθαυτού 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 διατηρήσουμε στα παρακάτω.

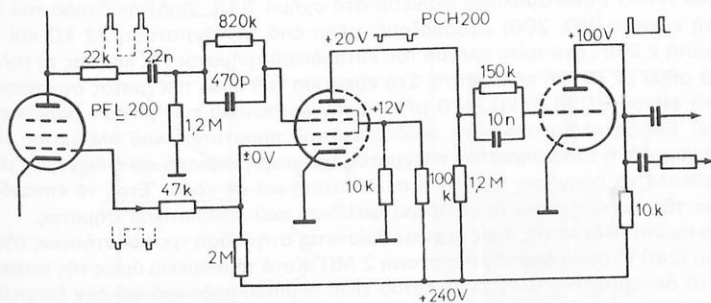
Το κύκλωμα μιάς διαχωρίστριας βαθμίδας με τριοδική λυχνία φαίνεται στο σχήμα 7.1α (α) και η γραφική παράσταση της λειτουργίας της στο σχήμα 7.1α (β). Στην ουσία πρόκειται για έναν περιοριστή πλάτους ή καλύτερα για έναν ψαλιδιστή παλμών. Στην αρχική κατάσταση, δηλαδή όταν η βαθμίδα δε διεγείρεται, η λυχνία δεν έχει πόλωση. Με την εφαρμογή του τηλεοπτικού σήματος, που έχει θετική πολικότητα, οι κορυφές των παλμών συγχρονισμού οδηγούν το πλέγμα σε θετικό δυναμικό.

Εμφανίζεται τότε ρεύμα πλέγματος και ο πυκνωτής συζεύξεως C_c φορτίζεται γρήγορα μέσα από τη μικρή (1 - 2 kΩ) έσωτερική αντίσταση πλέγματος - καθόδου της άγωγιμης λυχνίας L_1 . Στο χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών παλμών συγχρονισμού, ο πυκνωτής C_c δεν προλαβαίνει να εκφορτισθεί μέσα από τη μεγάλη (1 - 2 MΩ) αντίσταση διαρροής R_c και το πλέγμα αποκτά άρνητική τάση πολώσεως, η οποία μετατοπίζει προς τα άριστερα το σημείο λειτουργίας επάνω στη χαρακτηριστική πλέγματος της λυχνίας. Ύστερα από μερικούς κύκλους λειτουργίας της διαχωρίστριας, δημιουργείται μιά κατάσταση δυναμικής ισορροπίας,



Σχ. 7.1α.

Κύκλωμα διαχωρίστριας παλμών συγχρονισμού καί γραφική παράσταση τής λειτουργίας της.



Σχ. 7.1β.

Διαχωριστής παλμών με την πολλαπλή λυχνία PCH 200.

κατά την οποία οι κορυφές των παλμών συγχρονισμοῦ τοποθετοῦνται στο ὄριο ἐμφάνισης τοῦ ρεύματος πλέγματος καὶ οἱ παλμοὶ ἀμαυρώσεως μέ τό σῆμα εἰκόνας πέρα ἀπό τή γραμμὴ ἀποκοπῆς τοῦ ἀνοδικοῦ ρεύματος. Ἔτσι, στό ἀνοδικό κύκλωμα τῆς λυχνίας ἐμφανίζονται θετικοὶ παλμοὶ ρεύματος μέ συχνότητα γραμμῶν καὶ πλαισίων καὶ μέ ἴδιο πλάτος. Οἱ παλμοὶ τάσεως ἔχουν ἀρνητική πολικότητα. Ἄν χρειάζονται παλμοὶ συγχρονισμοῦ μέ θετική πολικότητα, χρησιμοποιεῖται μιὰ ἀκόμη τριοδικὴ λυχνία, πού ἐργάζεται ὡς ἐνισχυτὴς καὶ ἀναστροφέας φάσεως.

Ἡ τάση διενέργειας τῆς διαχωρίστριας λαμβάνεται ἀπὸ τὴν ἔξοδο τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας καὶ ἔχει πλάτος 30 - 40 V. Ἐπειδὴ, ὅπως εἴπαμε, ἀπὸ τὴν τάση αὐτὴ τὰ 25% ἀνήκουν στοὺς παλμοὺς συγχρονισμοῦ, τό πλάτος τῶν τελευταίων θά εἶναι 8 - 10 V. Γιά τὴ σταθερὴ λειτουργία τῆς διαχωρίστριας, ἡ τάση ἀποκοπῆς τῆς λυχνίας ἐκλέγεται κατὰ 50% μικρότερη ἀπὸ τό πλάτος τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ, δηλαδή εἶναι ἴση μέ 4 - 5 V. Αὐτό σημαίνει ὅτι ἡ χαρακτηριστικὴ πλέγματος τῆς λυχνίας πρέπει νὰ ἀντιστοιχεῖ σέ χαμηλὴ ἀνοδικὴ τάση (20 - 40 V ἀνάλογα μέ τὸν τύπο τῆς λυχνίας). Ἡ χαμηλὴ αὐτὴ ἀνοδικὴ τάση ἐφαρμόζεται μέ τὴ βοήθεια τοῦ διαιρέτη τάσεως, πού σχηματίζεται ἀπὸ τὶς ἀντιστάσεις R_1 καὶ R_2 . Πολλές φορές ἡ ἀνοδικὴ τάση ὑποβιβάζεται μόνο μέ τὴν ἀντίσταση R_1 . Ὁ πυκνωτὴς C εἶναι ἓνας πυκνωτὴς ἀποξεύξεως.

Ἡ διαχωρίστρια εἶναι μιὰ ἀπὸ τὶς βασικότερες βαθμίδες τοῦ δέκτη τηλεοράσεως. Ἀπὸ τὴν καλὴ τῆς λειτουργία ἐξαρτᾶται ὁ σωστός συγχρονισμὸς τῶν ταλαντωτῶν τῆς ὀριζόντιας καὶ κατακόρυφης σαρώσεως τοῦ δέκτη. Ἡ ἔναρξη τῶν γραμμῶν καὶ τῶν πλαισίων πρέπει νὰ ἐλέγχεται μόνον ἀπὸ τοὺς πραγματικοὺς παλμοὺς συγχρονισμοῦ. Ἄν στό μίγμα τῶν συγχρονιστικῶν παλμῶν περιέχονται ἰσχυροὶ καὶ τυχαῖοι θόρυβοι, ἡ ἔναρξη τῶν γραμμῶν καὶ τῶν πλαισίων γίνεται παράκαιρα καὶ ἡ εἰκόνα στὴν ὁθόνη τοῦ δέκτη καταστρέφεται. Γιά τὴν ἀποφυγὴ τῆς ἀνωμαλίας αὐτῆς, λαμβάνονται μέτρα καταστολῆς τῶν θορύβων ἀπὸ τὴ βαθμίδα διαχωρισμοῦ τῶν παλμῶν.

Στοὺς σύγχρονους δέκτες τηλεοράσεως χρησιμοποιοῦνται εἰδικές πολλαπλές λυχνίες, ὅπως ἡ τριοδικὴ - ἑπταοδικὴ PCH 200, πού διαχωρίζουν τοὺς παλμοὺς συγχρονισμοῦ ἀπὸ τό σῆμα εἰκόνας, καταστέλλουν τοὺς παρενοχλητικοὺς θορύβους καὶ ἔπειτα ἐνισχύουν τό συγχρονιστικὸ σῆμα.

Μιὰ τέτοια συνδεσμολογία φαίνεται στό σχῆμα 7.1β. Ἀπὸ τὴν ἀνοδο τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας (PFL 200) ἐφαρμόζομε, μέσα ἀπὸ τὴν ἀντίσταση 22 kΩ καὶ τὸν πυκνωτὴ 2,2 nF, στό τρίτο πλέγμα τοῦ ἑπταοδικοῦ τμήματος τῆς λυχνίας τό τηλεοπτικὸ σῆμα μέ θετικὴ πολικότητα. Στό κύκλωμα τοῦ ἴδιου πλέγματος συναντοῦμε καὶ τό φίλτρο RC (820 kΩ, 470 pF) γιά τὴν καταστολὴ τῶν μικρῶν παρενοχλήσεων. Ἐπειδὴ τὰ δυναμικὰ τῆς ἀνόδου καὶ τοῦ προστατευτικοῦ πλέγματος εἶναι πολὺ χαμηλά, ἡ χαρακτηριστικὴ πλέγματος ἔχει μικρὴ περιοχὴ καὶ ἡ διέγερση μπορεῖ εὐκόλα νὰ ὁδηγήσει τὴ λυχνία σέ ἀποκοπὴ καὶ σέ κόρο. Ἔτσι, τό ἑπταοδικὸ τμήμα τῆς λυχνίας κάνει ἀμφίπλευρη ψαλίδιση τοῦ τηλεοπτικοῦ σήματος.

Τό πρῶτο πλέγμα τῆς ἴδιας λυχνίας βρίσκεται στὴν τάση τροφοδοτήσεως τῆς ἀνόδου (240 V) μέσα ἀπὸ τὴν ἀντίσταση 2 MΩ. Κατὰ τὴ διάρκεια ὅμως τῆς λειτουργίας τὸ δυναμικὸ τοῦ πλέγματος αὐτοῦ εἶναι περίπου μηδενικὸ καὶ δέν ἐπηρεάζει τὸ ἀνοδικὸ ρεῦμα τῆς λυχνίας. Στό ἴδιο πλέγμα ὁδηγεῖται μέσα ἀπὸ τὴν ἀντίσταση τῶν 47 kΩ καὶ τηλεοπτικὸ σῆμα μέ ἀρνητικὴ πολικότητα, πού λαμβάνεται ἀπὸ τό πλέγμα τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας, δηλαδή ἀπὸ τὴν ἔξοδο τοῦ φωρατῆ εἰκόνας. Τό πλά-

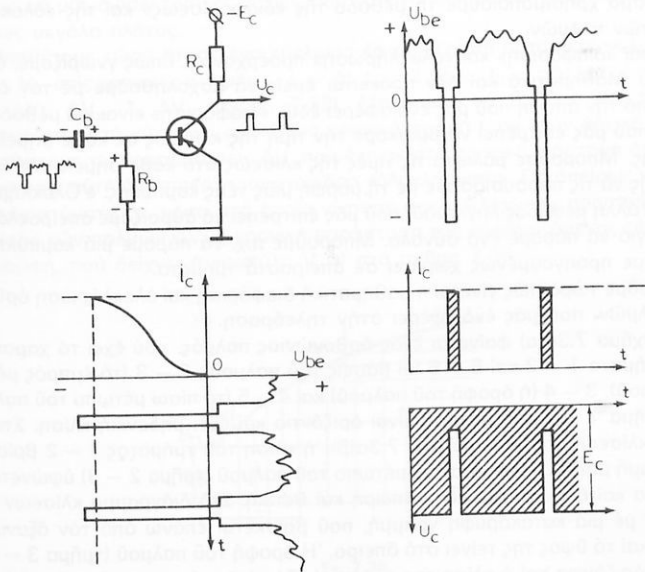
τος του αρνητικού αυτού σήματος είναι μικρό και δεν αποκόπτει το ανοδικό ρεύμα της λυχνίας. Όταν όμως στο σήμα περιέχονται αρνητικοί παλμικοί θόρυβοι, πού ξεπερνούν σε πλάτος τους παλμούς συγχρονισμού, ή λυχνία αποκόπτεται και οι θόρυβοι καταπνίγονται. Μόλις οι θόρυβοι παύσουν, ή λυχνία ανοίγει και οι κανονικοί παλμοί συγχρονισμού περνούν από το τρίτο πλέγμα στην άνοδο.

Τώρα οι ψαλιδισμένοι και από τις δύο πλευρές παλμοί συγχρονισμού εφαρμόζονται στο τριοδικό τμήμα της λυχνίας για ενίσχυση. Στο κύκλωμα πλέγματος και αυτής της λυχνίας συναντούμε ένα ακόμη φίλτρο RC (150 kΩ, 10 nF) καταστολής θορύβων. Από την άνοδο του τριοδικού τμήματος οι συγχρονιστικοί παλμοί οδηγούνται στα κυκλώματα διαφορίσεως και ολοκληρώσεως, όπου μορφοποιούνται σε παλμούς συγχρονισμού γραμμών και πλαίσιων.

7.2 Η εξαγωγή των παλμών με τρανζίστορ.

Η λειτουργία των διαχωριστών με τρανζίστορ δέ διαφέρει σημαντικά από τη λειτουργία των αντιστοίχων με λυχνίες. Η συνδεσμολογία πρέπει να είναι τέτοια, ώστε το τρανζίστορ να άγει μόνο με τους παλμούς συγχρονισμού. Ο τύπος του τρανζίστορ πού θα χρησιμοποιηθεί, εξαρτάται από την πολικότητα του εφαρμοζόμενου στην είσοδο τηλεοπτικού σήματος. Με σήμα αρνητικής πολικότητας πρέπει να χρησιμοποιηθεί τρανζίστορ PNP και με σήμα θετικής πολικότητας τρανζίστορ NPN.

Στο σχήμα 7.2 φαίνεται ένα απλό κύκλωμα διαχωριστή παλμών με τρανζίστορ τύπου PNP. Όταν στην είσοδο δεν εφαρμόζεται τηλεοπτικό σήμα, το ρεύμα βά-



Σχ. 7.2.

Κύκλωμα διαχωριστή παλμών με τρανζίστορ και η γραφική παράσταση της λειτουργίας του.

σεως 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 (ή εσωτερική αντίσταση βάσεως - εκπομπού στο αγώγιμο τρανζίστορ είναι πολύ μικρή). 'Επειδή στο χρονικό διάστημα μεταξύ των συγχρονιστικών παλμών ο πυκνωτής C_b δέν 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 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.

7.3 Διαφόριση και ολοκλήρωση παλμών.

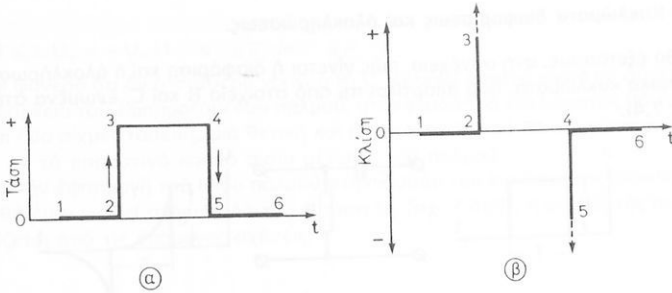
Το μίγμα των παλμών συγχρονισμού, που εμφανίζεται στην έξοδο του διαχωριστή, δέν μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για το συγχρονισμό των ταλαντωτικών σαρώσεως γραμμών και πλαισίων του δέκτη. 'Αν οι παλμοί συγχρονισμού γραμμών εφαρμοσθούν στον ταλαντωτή πλαισίων, ο συγχρονισμός καταστρέφεται. Τό ίδιο συμβαίνει και όταν οι παλμοί συγχρονισμού πλαισίων εφαρμοσθούν στον ταλαντωτή γραμμών. 'Ετσι, 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 «ολοκλήρωσης» των παλμών.

Οι όροι «διαφόριση» και «ολοκλήρωση» προέρχονται, όπως γνωρίζουμε, από τα ανώτερα Μαθηματικά και δέν πρόκειται εμείς να ασχοληθούμε με τον όρισμό τους. 'Από την άποψη που μας ενδιαφέρει εδώ, «διαφόριση» είναι μία μέθοδος λογισμού που μας επιτρέπει να βρίσκουμε την τιμή της κλίσεως σε κάθε σημείο της καμπύλης. Μπορούσε μάλιστα τις τιμές της κλίσεως στο κάθε σημείο της καμπύλης αυτής να τις παρουσιάσουμε με τη μορφή μιας νέας καμπύλης. «'Ολοκλήρωση» είναι μία άλλη μέθοδος λογισμού, που μας επιτρέπει να άθροίζουμε άπειροελάχιστα μεγέθη για να πάρουμε ένα σύνολο. Μπορούμε π.χ. να πάρουμε μία καμπύλη, που την είχαμε προηγουμένως χωρίσει σε άπειροστά τμήματα.

'Ας δούμε τώρα πώς γίνεται η μαθηματική διαφορίση και ολοκλήρωση όρθογωνίων παλμών, που μας ενδιαφέρει στην τηλεόραση.

Στό σχήμα 7.3α(α) φαίνεται ένας όρθογώνιος παλμός, που έχει τα χαρακτηριστικά τμήματα 1 — 2 και 5 — 6 (οι βάσεις του παλμού), 2 — 3 (τό έμπρός μέτωπο του παλμού), 3 — 4 (ή όροφή του παλμού) και 4 — 5 (τό πίσω μέτωπο του παλμού).

Τό τμήμα 1 — 2 του παλμού είναι όριζόντιο και έχει μηδενική κλίση. Στο διάγραμμα κλίσεων του παλμού [σχ. 7.3α(β)] η κλίση του τμήματος 1 — 2 βρίσκεται στη γραμμή μηδέν. Τό μπροστινό μέτωπο του παλμού (τμήμα 2 — 3) ύψώνεται κατακόρυφα και η κλίση του είναι άπειρη και θετική. Στο διάγραμμα κλίσεων παριστάνεται με μία κατακόρυφη γραμμή, που βρίσκεται επάνω από τον άξονα των χρόνων και τό ύψος της τείνει στο άπειρο. 'Η όροφή του παλμού (τμήμα 3 — 4) είναι πάλι όριζόντια και η κλίση της μηδενική. Τό πίσω μέτωπο του παλμού (τμήμα



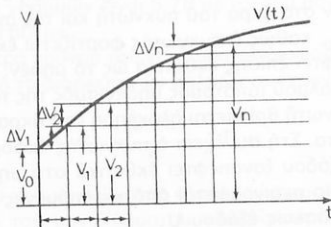
Σχ. 7.3α.

Μαθηματική διαφορίση ορθογώνιου παλμού.

4 – 5) πέφτει κατακόρυφα και η κλίση του θεωρείται αρνητική. Στο διάγραμμα κλίσεων παριστάνεται με μία 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 διαφορίση ενός ορθογώνιου παλμού παίρνομε δύο άπειρως στενούς ορθογώνιους παλμούς, που έχουν άπειρως μεγάλο πλάτος και μπορούν να παρασταθούν με δυο απλές κάθετες γραμμές αντίθετης κατευθύνσεως. Θα δούμε παρακάτω ότι η ηλεκτρική διαφορίση ορθογώνιων παλμών δεν μπορεί να μας δώσει τασικές αιχμές, που να είναι άπειρως στενές και να έχουν άπειρως μεγάλο πλάτος.

Υποθέτομε τώρα ότι σε ένα κύκλωμα εφαρμόζονται οι τασικοί παλμοί $V_0, V_1, V_2, \dots, V_n$ στις χρονικές στιγμές $t_0, t_1 = \Delta t, t_2 = 2 \Delta t, \dots, t_n = n \Delta t$ και με προσauξήσεις $\Delta V_1, \Delta V_2, \dots, \Delta V_n$ (σχήμα 7.3β). Μπορούμε να βρούμε την τάση, που εφαρμόζεται στο κύκλωμα σε κάποια χρονική στιγμή t , αν στον αρχικό παλμό V_0 προσθέσομε τις προσauξήσεις ΔV , που έγιναν στο χρονικό διάστημα από 0 ως t . Η εργασία αυτή ανταποκρίνεται στον όρο «όλοκληρωση». Για άπειρως μικρά χρονικά διαστήματα Δt , μέσα στα όποια γίνονται άπειροελάχιστες προσauξήσεις του πλάτους των παλμών ΔV , η χρονική παράσταση της εφαρμοζόμενης τάσεως έχει τη μορφή, που δείχνει η καμπύλη $V(t)$ στο σχήμα 7.3β.

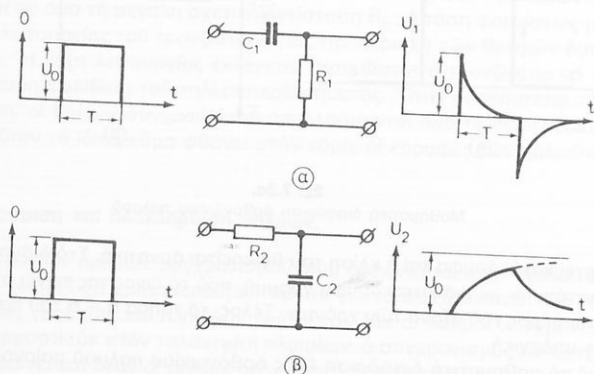


Σχ. 7.3β.

Μαθηματική ολοκλήρωση παλμών.

7.4 Κυκλώματα διαφορίσεως και ολοκληρώσεως.

Θά εξετάσουμε, στή συνέχεια, πώς γίνεται ή διαφορίση καί ή ολοκλήρωση μέ ηλεκτρικά κυκλώματα, πού απαρτίζονται από στοιχεία R καί C , ένωμένα στή σειρά (σχ. 7.4).



Σχ. 7.4.

Κυκλώματα διαφορίσεως καί ολοκληρώσεως μέ τίς κυματομορφές τών τάσεων έξόδου.

Τά κυκλώματα διαφορίσεως [σχ. 7.4(a)] καί ολοκληρώσεως [σχ. 7.4(b)] πήραν τίς όνομασίες αυτές από τήν ικανότητά τους νά δίνουν στήν έξοδο τάση μέ μορφή, πού νά αντίστοιχεί προσεγγιστικά πρός τή διαφορίση ή τήν ολοκλήρωση τής τάσεως είσόδου.

“Αν στό κύκλωμα διαφορίσεως εφαρμόσουμε όρθογώνιο παλμό μέ πλάτος U_0 καί διάρκεια T , στήν έξοδο θά πάρουμε τήν τάση U_1 [σχ. 7.4(a)]. Μπορούμε εύκολα νά δικαιολογήσουμε τή μορφή τής τάσεως έξόδου U_1 .

Κατά τήν εφαρμογή του μπροστινού μετώπου του παλμού (άπότομη άνύψωση τής τάσεως), ό πυκνωτής είναι σχεδόν βραχυκυκλωμένος καί όλόκληρη ή τάση εμφανίζεται στά άκρα τής αντίστάσεως R . Στή διάρκεια τής όροφής του παλμού, ό πυκνωτής φορτίζεται σιγά - σιγά ως τήν τάση U_0 . Έπειδή σέ κάθε χρονική στιγμή τό άθροισμα τών τάσεων στά άκρα του πυκνωτή καί τής αντίστάσεως ισούται μέ τό πλάτος του παλμού U_0 , καθώς ό πυκνωτής φορτίζεται έκθετικά, ή τάση στά άκρα τής αντίστάσεως πέφτει επίσης έκθετικά ως τό μηδέν. Τή στιγμή εφαρμογής του πίσω μετώπου του παλμού (άπότομος μηδενισμός τής τάσεως είσόδου), ή τάση του φορτισμένου πυκνωτή βρίσκεται όλόκληρη στά άκρα τής αντίστάσεως, αλλά μέ αντίθετη πολικότητα. Στή συνέχεια ό πυκνωτής εκφορτίζεται μέσα από τήν αντίσταση καί ή τάση έξόδου ξαναπέφτει έκθετικά στό μηδέν.

‘Η παραπάνω διεργασία περιγράφεται από τίς επόμενες σχέσεις, πού καθορίζουν καί τή μορφή τής τάσεως έξόδου U_1 .

$$\text{Μέ } 0 \leq t \leq T, \text{ έχομε } U_1 = U_0 e^{-\frac{t}{R_1 C_1}}$$

$$\text{καί μέ } T \leq t, U_1 = -U_0 \left(1 - e^{-\frac{T}{R_1 C_1}}\right) e^{-\frac{(T-t)}{R_1 C_1}}$$

Είναι φανερό ότι αν η σταθερά χρόνου $R_1 C_1$ εκλεγεί αρκετά μικρή σέ σύγκριση μέ τή διάρκεια του εφαρμοζόμενου παλμού, στήν έξοδο του κυκλώματος θά έμφανίζονται δύο αιχμές τάσεως, μία θετική καί μία άρνητική, πού θά συμπίπτουν αντίστοιχα μέ τό μπροστινό καί τό πίσω μέτωπο του παλμού.

Κατά τήν εφαρμογή του ίδιου παλμού στήν είσοδο του κυκλώματος ολοκληρώσεως, θά έμφανισθεί στήν έξοδό του ή τάση U_2 [σχ. 7.4(β)], ή μορφή της οποίας καθορίζεται από τίς έπόμενες σχέσεις:

$$\text{Μέ } 0 \leq t \leq T, \text{ έχομε } U_2 = U_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{R_2 C_2}}\right)$$

$$\text{καί μέ } T \leq t, U_2 = U_0 \left(1 - e^{-\frac{T}{R_2 C_2}}\right) e^{-\frac{(T-t)}{R_2 C_2}}$$

*Αν ή σταθερά χρόνου $R_2 C_2$ εκλεγεί αρκετά μεγάλη σέ σύγκριση μέ τή διάρκεια του παλμού T , ή τάση φορτίσεως του πυκνωτή θά είναι πολύ μικρή. Για νά πλησιάσει ή τάση U_2 τό πλάτος του παλμού είσόδου U_0 θά πρέπει ή διάρκεια του παλμού νά είναι μεγαλύτερη από τή σταθερά χρόνου $R_2 C_2$.

Έπομένως, αν στήν είσοδο του κυκλώματος ολοκληρώσεως εφαρμοσθούν παλμοί μέ διαφορετικές διάρκειες, τάση στήν έξοδό του θά δημιουργούν μόνο οι παλμοί, πού θά έχουν διάρκεια μεγαλύτερη από τή σταθερά χρόνου $R_2 C_2$. Οι παλμοί, πού έχουν διάρκεια πολύ μικρότερη από τή σταθερά χρόνου $R_2 C_2$, δέ δημιουργούν πρακτικά καμιά τάση στήν έξοδο του κυκλώματος.

Οί παραπάνω ιδιότητες των κυκλωμάτων διαφορίσεως καί ολοκληρώσεως χρησιμοποιούνται στήν τηλεόραση γιά τό διαχωρισμό των παλμών συγχρονισμού γραμμών καί πλαισίων μεταξύ τους.

7.5 Διαχωρισμός των παλμών συγχρονισμού.

Ο διαχωρισμός των παλμών συγχρονισμού σέ παλμούς γραμμών καί παλμούς πλαισίων, πού γίνεται μέ τή βοήθεια των κυκλωμάτων διαφορίσεως καί ολοκληρώσεως, στηρίζεται στή διαφορετική τους διάρκεια. Όπως ξέρομε, ή διάρκεια του παλμού συγχρονισμού γραμμών είναι 5,76 μs καί του μονοκόμματος παλμού συγχρονισμού πλαισίων 160 μs.

Στήν πράξη ή σταθερά χρόνου του κυκλώματος διαφορίσεως εκλέγεται 4 φορές περίπου μικρότερη από τή διάρκεια των παλμών συγχρονισμού γραμμών. Δηλαδή:

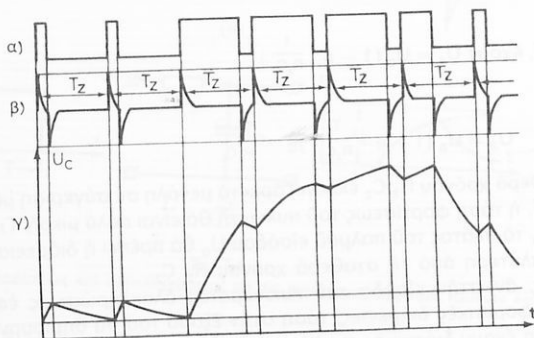
$$R_\delta C_\delta = \frac{5,76}{4} = 1,5 \mu s$$

Η σταθερά χρόνου του κυκλώματος ολοκληρώσεως εκλέγεται 4 φορές μικρότερη από τή διάρκεια του μονοκόμματος 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.

Στό σχήμα 7.5α (α) φαίνεται ένα μίγμα παλμών συγχρονισμού, στο οποίο ο τεμαχισμός του πλαισιοπαλμού έγινε για απλότητα σε ρυθμό γραμμών αντί ήμιγραμμών όπως είναι στην πραγματικότητα. Στό ίδιο σχήμα (β) βλέπουμε όλους τους παλμούς διαφορισμένους. Οι θετικές αιχμές τάσεως αντιστοιχούν στα μπροστινά και οι άρνητικές, στα πίσω μέτωπα των παλμών.



Σχ. 7.5α.

Κυματομορφές διαφορισμένων και ολοκληρωμένων παλμών.

Με την ολοκλήρωση του μίγματος των παλμών συγχρονισμού αναδεικνύεται μόνο ο τεμαχισμένος πλαισιοπαλμός [σχ. 7.5α (γ)]. Άς περιγράψουμε λεπτομερέστερα τη διεργασία της ολοκληρώσεως.

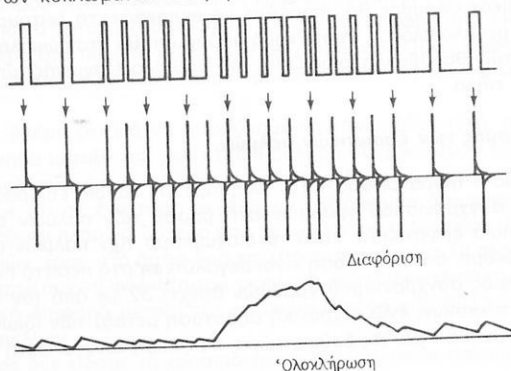
Όταν στο κύκλωμα ολοκληρώσεως ενεργεί ο ορθογώνιος παλμός συγχρονισμού γραμμών, ο πυκνωτής του κυκλώματος φορτίζεται. Έπειδή η σταθερά χρόνου φορτίσεως είναι μεγάλη (40 μs) και η διάρκεια του παλμού μικρή (5,76 μs), ο πυκνωτής δεν προλαβαίνει να πάρει ολόκληρη την τάση του παλμού, αλλά μόνο ένα μικρό τμήμα της, οπότε ο παλμός διακόπτεται. Στό μεγάλο χρονικό διάστημα (58,24 μs), που μεσολαβεί ως τόν επόμενο παλμό γραμμών, ο πυκνωτής εκφορτίζεται πλήρως. Τό ίδιο γίνεται με όλους τους παλμούς συγχρονισμού γραμμών.

Διαφορετικό είναι τό αποτέλεσμα με τόν τεμαχισμένο πλαισιοπαλμό. Ο πρώτος παλμός με διάρκεια 26,24 μs φορτίζει τόν πυκνωτή ως ένα μεγάλο σχετικά τμήμα της τάσεώς του. Στό μικρό διάλειμμα, που ακολουθεί (5,76 μs), ο πυκνωτής εκφορτίζεται ελαφρώς, οπότε τόν προλαβαίνει ο δεύτερος παλμός και προσθέτει ένα ακόμη ποσοστό τάσεως στην τάση που απόμεινε από τόν προηγούμενο παλμό. Στό δεύτερο διάλειμμα θά γίνει πάλι μία μικρή εκφόρτιση και στή συνέχεια ο τρίτος θά ύψώσει την τάση φορτίσεως του πυκνωτή ακόμη περισσότερο. Τελικά, με τής διαδοχικές μεγάλες φορτίσεις και μικρές εκφορτίσεις, ο πυκνωτής θά πάρει ολόκληρη σχεδόν την τάση του πλαισιοπαλμού. Στή συνέχεια από τό πίσω μέτωπο του τελευταίου παλμού και πέρα ο πυκνωτής θά άρχισι να εκφορτίζεται. Η εκ-

φόρτιση, όπως και η φόρτιση, θά γίνεται σταδιακά εξαιτίας της παρεμβολής στη διεργασία έκφορτίσεως των παλμών μικρής διάρκειας που ακολουθούν τον πλαισιοπαλμό.

Οι κυματομορφές στην έξοδο των κυκλωμάτων διαφορίσεως και ολοκληρώσεως, που φαίνονται στο σχήμα 7.5α, αντιστοιχούν στο συγχρονιστικό σήμα που διαλέξαμε για την περιγραφή μας και που φαίνεται στο ίδιο σχήμα.

Στο σχήμα 7.5β 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. 7.5β.

Κυματομορφές από τη διαφορίση και ολοκλήρωση του σήματος συγχρονισμού.

Για το συγχρονισμό του ταλαντωτή γραμμών χρησιμοποιούνται μόνο οι θετικές αιχμές της διαφορισμένης τάσεως, που αντιστοιχούν στα μπροστινά μέρη των συγχρονιστικών παλμών. Η ύπαρξη των εξισωτικών παλμών και των έσοχων τεμαχισμού του πλαισιοπαλμού, δημιουργεί την εμφάνιση διπλάσιου αριθμού αιχμών τάσεως σ' ένα χρονικό διάστημα $3.160 = 480 \mu s$. Όμως, ο συγχρονισμός της γεννήτριας σαρώσεως γραμμών γίνεται μόνο με τις αιχμές, που δείχνουν τά βέλη. Οι υπόλοιπες αιχμές αποκλείονται, όπως θά δούμε αργότερα, από την ίδια τη γεννήτρια.

Έτσι, το κύκλωμα διαφορίσεως μας δίνει αδιάκοπα αιχμές τάσεως συγχρονισμού γραμμών, άκομη και στη διάρκεια δράσεως των παλμών συγχρονισμού πλαισίων. Με αυτόν τον τρόπο, η γεννήτρια σαρώσεως γραμμών δέ χάνει το συγχρονισμό της κατά το χρόνο της κατακόρυφης επιστροφής της καταγραφικής δέσμης και εξαιτίας αυτού έργάζεται σταθερά.

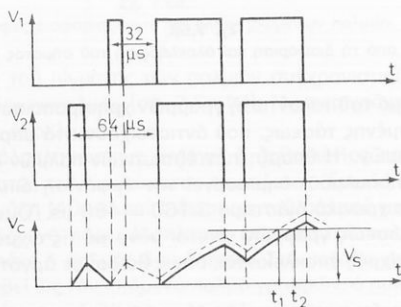
Η τάση στην έξοδο του κυκλώματος ολοκληρώσεως δεν έχει πιά τη μορφή του ορθογωνίου πλαισιοπαλμού εισόδου. Το μπροστινό μέρος του ολοκληρωμένου πλαισιοπαλμού, με το οποίο γίνεται ο συγχρονισμός της γεννήτριας σαρώσεως πλαισίων, δεν είναι άποτομο, όπως του διαφορισμένου πλαισιοπαλμού. Στην πράξη όμως η κλίση του μετώπου αυτού θεωρείται αρκετή. Εκείνο που έχει μεγαλύτερη σημασία είναι ότι ο ολοκληρωμένος πλαισιοπαλμός έχει πολύ μεγαλύτερο πλάτος

άπό τό πλάτος τῶν ὁδοντώσεων, πού ἐμφανίζονται στήν ἐξοδο τοῦ κυκλώματος ὁλοκληρώσεως ἀπό τή δράση τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ γραμμῶν καί τῶν ἐξισω-
τικῶν παλμῶν. Οἱ ὁδοντώσεις αὐτές, ὅπως καί οἱ ὁδοντώσεις τῶν μετώπων τοῦ
ὁλοκληρωμένου πλαισιοπαλμοῦ, δέν ἐπηρεάζουν τή λειτουργία τῆς γεννήτριας σα-
ρώσεως πλαισίων.

Σημειώνομε ἐδῶ ὅτι ἕνας παλμός θορύβου μικρῆς διάρκειας, πού δέν ἔχει πλά-
τος μεγαλύτερο ἀπό τό πλάτος τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ, θά δημιουργήσῃ στήν
ἐξοδο τοῦ κυκλώματος ὁλοκληρώσεως μιά μικρή ὁδόντωση. Ὅπως οἱ προηγούμε-
νες, ἔτσι καί αὕτη δέν μπορεῖ νά ἐπιδράσῃ στή λειτουργία τοῦ ταλαντωτῆ πλαι-
σίων. Ὁ παλμικός θόρυβος θά μπορούσε νά ἐπηρεάσῃ τή λειτουργία τοῦ ταλα-
ντωτῆ ἂν εἶχε μεγάλο πλάτος, ὅποτε καί ἡ ὁδόντωση θά ἦταν ὑψηλή. Εἶδαμε ὅμως
ὅτι τό πλάτος τῶν θορύβων περιορίζεται στή βαθμίδα ἐξαγωγῆς τῶν παλμῶν ἀπό
τό τηλεοπτικό σῆμα.

7.6 Ὁ προορισμός τῶν ἐξισωτικῶν παλμῶν.

Στό κεφάλαιο 4 (παράγραφος 4.10) μιλήσαμε γιά κάποια ἐπίδραση τοῦ τελευ-
ταίου παλμοῦ συγχρονισμοῦ γραμμῶν στή μορφή τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ
πλαισίων, ἡ ὁποία ἐμφανίζεται κατὰ τό διαχωρισμό τῶν παλμῶν αὐτῶν μεταξύ
τους. Εἶπαμε, ἀκόμη, ὅτι ἡ ἐπίδραση εἶναι μεγαλύτερη στό περιττό πεδίο, ἐπειδή ὁ
τελευταῖος παλμός συγχρονισμοῦ γραμμῶν ἀπέχει 32 μs ἀπό τόν πρῶτο παλμό
συγχρονισμοῦ πλαισίων, ἐνῶ ἡ χρονική ἀπόσταση μεταξύ τῶν ἰδίων παλμῶν γιά
τό ἄρτιο πεδίο εἶναι 64 μs . Ἀς δοῦμε, τώρα, πῶς ἐκδηλώνεται αὕτη ἡ ἐπίδραση.



Σχ. 7.6α.

Ἐπίδραση τῶν παλμῶν γραμμῶν στό συγχρονισμό τῶν πεδίων.

Στό σχῆμα 7.6α φαίνονται τμήματα τῶν συγχρονιστικῶν σημάτων γιά τό περιτ-
τό (V_1) καί γιά τό ἄρτιο (V_2) πεδίο, καθώς καί οἱ ἀντίστοιχες τάσεις στήν ἐξοδο τοῦ
κυκλώματος ὁλοκληρώσεως.

Κατά τήν ὁλοκλήρωση τοῦ σήματος τοῦ περιττοῦ πεδίου, ὁ πυκνωτής ὁλοκλη-
ρώσεως δέν προλαβαίνει στή διάρκεια τῆς μισῆς γραμμῆς νά διώξῃ τό φορτίο, πού
πῆρε ἀπό τόν τελευταῖο παλμό συγχρονισμοῦ γραμμῶν. Ἔτσι, ὁ πρῶτος πλαισιο-
παλμός, πού ἀκολουθεῖ, βρίσκει τόν πυκνωτή μέ κάποια τάση καί ἐπάνω σ' αὐτή

προσθέτει τή δική του. Δέ συμβαίνει όμως τό ίδιο καί μέ τό ἄρτιο πεδίο. Ἐδῶ, στή διάρκεια μιᾶς γραμμῆς ὁ πυκνωτής ἐκφορτίζεται πλήρως ὕστερα ἀπό τή δράση τοῦ τελευταίου παλμοῦ συγχρονισμοῦ γραμμῶν καί ὁ πρῶτος πλαισιοπαλμός ἀρχίζει νά τόν φορτίζει ἀπό μηδενική τάση. Ἐξαιτίας αὐτοῦ οἱ πλαισιοπαλμοί τοῦ ἄρτιου καί περιττοῦ πεδίου δέν παρέχουν στήν ἐξοδο τοῦ κυκλώματος ὁλοκληρώσεως τήν ἴδια τάση σέ ὅλες τίς χρονικές στιγμές.

Ἄς ὑποθέσουμε, τώρα, ὅτι ὁ ταλαντωτής πλαισίων θέλει παλμό συγχρονισμοῦ μέ πλάτος V_s (σχ. 7.6α) γιά νά ἀρχίσει τήν κατακόρυφη ἐπιστροφή τῆς δέσμης. Τό πλάτος τοῦ παλμοῦ αὐτοῦ τό ἀποκτᾷ τή χρονική στιγμή t_1 γιά τό περιττό πεδίο καί τή στιγμή t_2 γιά τό ἄρτιο. Αὐτό σημαίνει ὅτι ἡ κατακόρυφη ἐπιστροφή τῆς δέσμης ἀρχίζει νωρίτερα στό περιττό πεδίο ἀπ' ὅσο στό ἄρτιο. Ὅμως ἡ χρονική αὐτή διαφορά στήν ἐμφάνιση τῶν δύο πεδίων προκαλεῖ, ὅπως ξέρομε, τό ζευγάρωμα τῶν γραμμῶν.

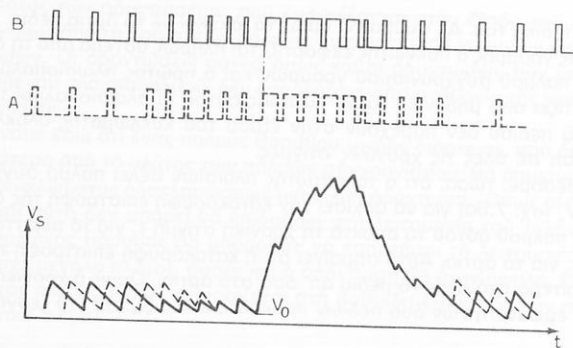
Γνωρίζομε ἀκόμη ὅτι γιά νά ἀποφύγομε τήν ἀνωμαλία αὐτή, μεγαλώνομε τό χρονικό διάστημα μεταξύ τοῦ τελευταίου παλμοῦ συγχρονισμοῦ γραμμῶν καί τοῦ πρώτου παλμοῦ συγχρονισμοῦ πλαισίων κατά 2,5 γραμμοχρόνους. Εἶναι εὐκόλο νά καταλάβομε ὅτι σέ ἕνα τόσο μεγάλο χρονοδιάλειμμα ὁ πυκνωτής ὁλοκληρώσεως ἐκφορτίζεται πλήρως, ὕστερα ἀπό τή δράση τοῦ τελευταίου παλμοῦ συγχρονισμοῦ γραμμῶν, τόσο στά ἄρτια ὅσο καί στά περιττά πεδία. Οἱ πλαισιοπαλμοί τῶν δύο πεδίων ἀρχίζουν τή φόρτιση τοῦ πυκνωτῆ ἀπό μηδενική τάση καί ἔτσι δέν ὑπάρχει χρονική διαφορά μεταξύ τῆς κατακόρυφης ἐπιστροφῆς τῶν περιττῶν καί τῶν ἄρτιων πεδίων.

Μέχρι τώρα δέν εἶδαμε τή χρησιμότητα τῶν ἐξισωτικῶν παλμῶν. Εἶπαμε ὅμως στήν παράγραφο 4.10 ὅτι οἱ παλμοί αὐτοί, πού χωρίζονται σέ προεξισωτικούς καί μετεξισωτικούς, γεφυρώνουν τήν ἀπόσταση μεταξύ τοῦ τελευταίου παλμοῦ συγχρονισμοῦ γραμμῶν καί τοῦ πρώτου πλαισιοπαλμοῦ, καθώς καί τήν ἀπόσταση μεταξύ τοῦ τελευταίου πλαισιοπαλμοῦ καί τοῦ πρώτου ἐπόμενου παλμοῦ συγχρονισμοῦ γραμμῶν. Ἡ γεφύρωση αὐτή γίνεται γιά τήν ἐξασφάλιση τοῦ ἀδιάκοπου συγχρονισμοῦ τοῦ ταλαντωτῆ σαρώσεως γραμμῶν. Αὐτός εἶναι στήν οὐσία ὁ προορισμός τῶν ἐξισωτικῶν παλμῶν.

Ἄς δοῦμε ὅμως ἂν ἡ παρουσία τῶν ἐξισωτικῶν παλμῶν κοντά στοὺς πλαισιοπαλμούς δημιουργεῖ χρονική διαφορά στήν ἐμφάνιση τῶν δύο πεδίων.

Στό σχῆμα 7.6β φαίνονται τά πραγματικά συγχρονιστικά σήματα γιά τό περιττό (Α) καί τό ἄρτιο (Β) πεδίο. Κάτω ἀπ' αὐτά εἶναι ἡ τάση στήν ἐξοδο τοῦ κυκλώματος ὁλοκληρώσεως. Παρατηροῦμε ὅτι τά χρονοδιαλείμματα μεταξύ τοῦ τελευταίου προεξισωτικοῦ παλμοῦ καί τοῦ πρώτου πλαισιοπαλμοῦ στά δύο πεδία εἶναι ἴσα. Ἡ ἀπαραίτητη γιά τήν ἐνδιάμεση σάρωση διαφορά τῶν 32 μs στή χρονική ἀπόσταση μεταξύ τοῦ πλαισιοπαλμοῦ καί τοῦ τελευταίου παλμοῦ συγχρονισμοῦ γραμμῶν γιά τά ἄρτια καί περιττά πεδία εἶναι μετατοπισμένη κατά 160 μs . Τό ίδιο συμβαίνει καί ἀπό τήν ἄλλη πλευρά τοῦ πλαισιοπαλμοῦ τῶν δύο πεδίων.

Κατά τήν ὁλοκλήρωση ὁ πρῶτος προεξισωτικός παλμός τοῦ περιττοῦ πεδίου βρίσκει τόν πυκνωτή ὁλοκληρώσεως μέ κάποια τάση, ἀφοῦ σέ 32 μs δέν πρόφθα-σε νά διώξει τό φορτίο πού τοῦ ἔδωσε ὁ τελευταῖος παλμός συγχρονισμοῦ γραμμῶν. Ὁ πρῶτος προεξισωτικός παλμός τοῦ ἄρτιου πεδίου βρίσκει τόν ἴδιο πυκνωτή μέ μηδενική τάση, ἐπειδή στή διάρκεια μιᾶς γραμμῆς, ὕστερα ἀπό τή δράση τοῦ τελευταίου γραμμοπαλμοῦ, προλαβαίνει νά ἐκφορτισθεῖ πλήρως. Ὅμως, μέ τίς



Σχ. 7.6β.

Επίδραση των εξισωτικών παλμών στο συγχρονισμό του ταλαντωτή πλαισίων.

διαδοχικές μικρές φορτίσεις του πυκνωτή από τους προεξισωτικούς παλμούς του περιπτού πεδίου και τις μεγάλες έκφορτίσεις του στά χρονοδιαλείμματα μεταξύ των παλμών αυτών, τό υπόλοιπο της τάσεως φορτίσεως συνεχώς ελαττώνεται. Ύστερα από τόν τρίτο περίπου προεξισωτικό παλμό, τό φορτίο του πυκνωτή εξισώνεται μ' έκείνο πού του δημιουργεί ό αντίστοιχος παλμός του άρτιου πεδίου.

Έτσι, ό πρώτος πλαισιοπαλμός του περιπτού πεδίου βρίσκει τόν πυκνωτή ολοκληρώσεως μέ μηδενική ή μέ τήν ίδια τάση πού τόν βρίσκει καί ό αντίστοιχος πλαισιοπαλμός του άρτιου πεδίου. Από εκεί καί ύστερα οί κυματομορφές φορτίσεως καί έκφορτίσεως του πυκνωτή από τούς πλαισιοπαλμούς των δυό πεδίων συμπίπτουν. Διαφορά εμφανίζεται ξανά στό τέλος των μετεξισωτικών παλμών.

Επομένως, χρονική διαφορά στην έναρξη της κατακόρυφης επίστροφής της καταγραφικής δέσμης στά δυό πεδία, πού νά όφείλεται στην παρουσία των εξισωτικών παλμών κοντά στον πλαισιοπαλμό, δέν εμφανίζεται.

7.7 Συνδεσμολογίες διαφορίσεως καί ολοκληρώσεως.

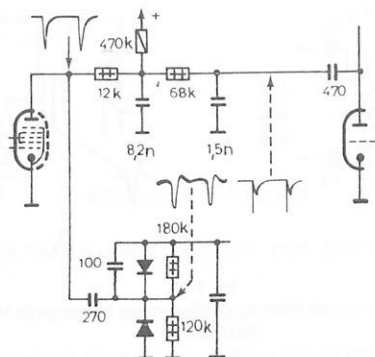
Ας εξετάσουμε τώρα μερικές συνδεσμολογίες διαφορίσεως καί ολοκληρώσεως, όπως τις συναντούμε στους σύγχρονους δέκτες τηλεόρασης.

Στό σχήμα 7.7α ή έπταδοική λυχνία ανήκει στή βαθμίδα διαχωρισμού των παλμών συγχρονισμού από τό σήμα εικόνας. Από τήν άνοδο της λυχνίας, τό μίγμα των παλμών εφαρμόζεται στά κυκλώματα διαφορίσεως καί ολοκληρώσεως.

Τό κύκλωμα διαφορίσεως (κάτω) αποτελείται από τόν πυκνωτή 270 pF καί τήν αντίσταση 120 kΩ, ή όποια παραλληλίζεται από μία δίοδο. Η αντίσταση του παράλληλου αυτού συνδυασμού μέ τή χωρητικότητα των 270 pF εξασφαλίζουν τήν απαραίτητη σταθερά χρόνου γιά τή διαφορίαση όλων των παλμών του συγχρονιστικού σήματος.

Τό όλο κύκλωμα μέ τις διόδους, τις αντιστάσεις 120 kΩ καί 180 kΩ, καθώς καί άλλα στοιχεία, πού δέν φαίνονται στό σχήμα, αποτελεί μιά άλλη διάταξη τήν όποια θά εξετάσουμε άργότερα. Από τήν έξοδο της διατάξεως αυτής, οί διαφορισμένοι παλμοί θά όδηγηθούν στό τμήμα της οριζόντιας σαρώσεως του δέκτη γιά τό συγχρονισμό της αντίστοιχης γεννήτριας.

Τό κύκλωμα ολοκληρώσεως (έπάνω) είναι διπλό. Τό ένα τμήμα του αποτελείται από τήν αντίσταση 12 kΩ καί τόν πυκνωτή 8,2 nF καί τό άλλο, από τήν αντίσταση 68 kΩ καί τόν πυκνωτή 1,5 nF. Γενικά, τά κυκλώματα ολοκληρώσεως των συγχρόνων δεκτών τηλεόρασης είναι πολλαπλά. Ας άσχοληθούμε λίγο μέ τό ζήτημα αυτό.



Σχ. 7.7a.

Συνδεσμολογία στοιχείων διαφορίσεως και ολοκληρώσεως.

Είδαμε ότι κατά την ολοκλήρωση οι παλμοί συγχρονισμού γραμμών καταπνίγονται και στην έξοδο του αντίστοιχου κυκλώματος εμφανίζεται μία μικρή τάση που οφείλεται σε αυτούς. Για να είναι ικανοποιητική ή κατάπνιξη των γραμμοπαλμών, θα πρέπει ο λόγος της τάσεως των παλμών πλαισίων V_n προς την τάση των παλμών γραμμών V_z στην έξοδο του κυκλώματος ολοκληρώσεως να είναι $k = V_n / V_z \geq 25$.

Επειδή οι διάρκειες των αντίστοιχων παλμών έχουν λόγο $t_n / t_z = 160/5,76 = 28$, ο βαθμός καταπνίξεως σε εξάρτηση από τη σταθερά χρόνου ολοκληρώσεως RC θα είναι:

$$k = \frac{V_n}{V_z} = \frac{1 - e^{-\frac{28 t_z}{RC}}}{1 - e^{-\frac{t_z}{RC}}}$$

Με σταθερά χρόνου $RC = 40 \mu s$, βρίσκουμε $k = 7$ και με $RC = 80 \mu s$, $k = 12$.

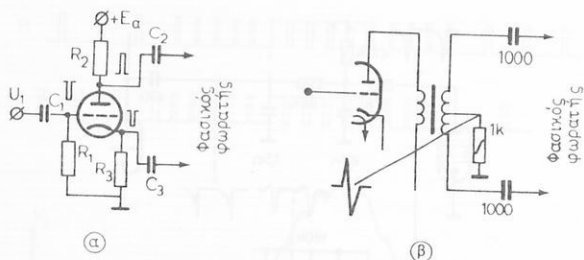
Βλέπουμε ότι ο βαθμός καταπνίξεως των γραμμοπαλμών μεγαλώνει όταν αυξάνουμε τη σταθερά χρόνου RC. Η υπερβολική όμως αύξηση της σταθεράς χρόνου μικραίνει την κλίση του μετώπου του ολοκληρωμένου πλαισιοπαλμού, πράγμα που ελαττώνει τη σταθερότητα συγχρονισμού του ταλαντωτή πλαισίων.

Με τιμές σταθεράς χρόνου από 40 ως 100 μs και απλή ολοκλήρωση δεν φθάσαμε τό βαθμό $k = 25$. Γι' αυτό κάνουμε πολλαπλές ολοκληρώσεις και με κάπως μεγαλύτερες σταθερές χρόνου από 40 μs . Για διπλή ολοκλήρωση με σταθερά χρόνου κάθε φίλτρου 40 μs βρίσκουμε $k = 15$. Αν η σταθερά χρόνου κάθε φίλτρου γίνει 80 μs , παίρνουμε $k = 20$.

Η πολλαπλή ολοκλήρωση εκτός από την κατάπνιξη των γραμμοπαλμών, εξομαλύνει τις οδοντώσεις, που δημιουργούν οι έσοχές τεμαχισμού του πλαισιοπαλμού στο μπροστινό μέτωπο και οι μετεξισωτικοί παλμοί στο πίσω μέτωπο του ολοκληρωμένου πλαισιοπαλμού.

Σε πολλούς δέκτες τηλεοράσεως χρησιμοποιούνται δυο συμμετρικοί και αντίθετοι κατά φάση συρμοί παλμών συγχρονισμού γραμμών για το συγχρονισμό της αντίστοιχης γεννήτριας σαρώσεως.

Μία συνδεσμολογία, που μπορεί να μας δώσει τους συρμούς αυτούς, φαίνεται στο σχήμα 7.7β(α). Από την άνοδο του διαχωριστή, οι παλμοί συγχρονισμού οδηγούνται στο πλέγμα της τριοδικής λυχνίας, όπου διαφορίζονται από τα στοιχεία C_1 και R_1 . Η τριοδική λυχνία εργάζεται ως αναστροφέας φάσεως. Από την άνοδική της αντίσταση R_2 παίρνουμε θετικούς παλμούς και από την καθοδική της R_3 αρνητικούς. Η τάξη λειτουργίας της λυχνίας είναι υπολογισμένη έτσι, ώστε να αποκόπτε τις θετικές



Σχ. 7.7β.

Διαφορικές βαθμίδες με άναστροφή φάσεως: α) Με τριοδική λυχνία και β) Με διαφορικό μετασχηματιστή παλμών.

τασικές αιχμές των διαφορισμένων παλμών εισόδου.

Η παραπάνω άναστροφή φάσεως γίνεται και με τη βοήθεια ενός μετασχηματιστή παλμών όπως φαίνεται στο σχήμα 7.7β(β). Τις περισσότερες φορές ο ίδιος ο μετασχηματιστής κάνει και τη διαμόρφωση των παλμών συγχρονισμού, οπότε η τριοδική λυχνία δεν είναι πιά μία διαφορική βαθμίδα, αλλά μία βαθμίδα περιορισμού πλάτους του διαχωριστή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ

ΤΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΣΑΡΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΕΚΤΗ

8.1 Οι βαθμίδες των τμημάτων σαρώσεως.

Γιά την αναπαραγωγή της εικόνας στην οθόνη του δέκτη πρέπει, όπως ξέρομε, ή ηλεκτρονική δέσμη του εικονογράφου νά μετακινείται οριζοντίως καί καθέτως. Ἡ μετακίνηση αὐτή γίνεται σύγχρονα καί συμφασικά μέ τή μετακίνηση τῆς διερευνητικῆς δέσμης τοῦ εἰκονολήπτη.

Γνωρίζομε ἀκόμη ὅτι ἡ ὀριζόντια καί κατακόρυφη μετακίνηση τῆς δέσμης γίνεται μέ τή βοήθεια πριονωτῶν ρευμάτων πού διαρρέουν τὰ ἀντίστοιχα πηνία ἀποκλίσεως. Τά ρεύματα αὐτά κινούνται ἀπό τάσεις, πού παράγουν οἱ «γεννήτριες γραμμῶν καί πλαισίων» τοῦ δέκτη.

Ἀπό μιά γεννήτρια σαρώσεως ἔχομε τίς ἐπόμενες ἀπαιτήσεις:

- Νά παράγει τάση μέ τέτοια μορφή, ὥστε τό ρεύμα, πού διαρρέει τὰ πηνία ἀποκλίσεως, νά ἐξασφαλίζει ὁμοιόμορφη μετακίνηση τῆς δέσμης στό σωλήνα.
- Νά διατηρεῖ σταθερή τή συχνότητα καί τό πλάτος τῆς παραγόμενης τάσεως.
- Νά ἐπιτρέπει εὐκολή καί ἀνεξάρτητη ρύθμιση τῆς συχνότητος καί τοῦ πλάτους.

— Νά συγχρονίζεται εὐκολά.

Οἱ τάσεις πού παράγονται ἀπό τίς γεννήτριες σαρώσεως δέν εἶναι τόσο μεγάλες, ὥστε νά κινήσουν τὰ ἰσχυρά σχετικά ρεύματα πού χρειάζονται τὰ πηνία ἀποκλίσεως τοῦ εἰκονογράφου. Γι' αὐτό οἱ τάσεις αὐτές ἐνισχύονται κατὰ ἰσχὺ ἀπό κατάλληλους ἐνισχυτές παλμῶν πού εἶναι κατὰ κανόνα μονοβαθμικοί.

Ἔχομε ἐπομένως τόν ἐνισχυτὴ γιὰ τὴν ὀριζόντια σάρωση, πού ὀνομάζεται συνήθως «ἐνισχυτὴς γραμμῶν», καί τόν ἐνισχυτὴ γιὰ τὴν κατακόρυφη σάρωση πού ὀνομάζεται «ἐνισχυτὴς πλαισίων». Κάθε ἐνισχυτὴς τροφοδοτεῖ τὰ ἀντίστοιχα πηνία ἀποκλίσεως μέσα ἀπὸ μετασχηματιστὴ προσαρμογῆς, ὅπως τροφοδοτεῖ καί ἡ τελικὴ λυχνία ἐνὸς ἀκουστικοῦ ἐνισχυτῇ τὸ πηνίο φωνῆς χαμηλῆς ἀντιστάσεως τοῦ μεγαφώνου.

Μέ τὴν παραγωγή καί τὴν ἐνίσχυση τῶν τάσεων σαρώσεως θά ἀσχοληθοῦμε στὶς ἐπόμενες παραγράφους.

8.2 Μορφή τῆς τάσεως σαρώσεως.

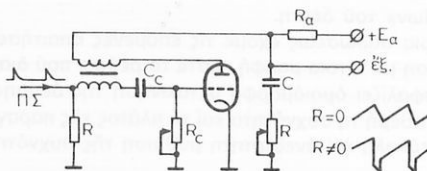
Τό ρεύμα σαρώσεως, ὅταν γράφεται μιά γραμμὴ ἢ ἓνα πλαίσιο, πρέπει νά μεταβάλλεται γραμμικὰ μέ τὸ χρόνο. Ἐνα τέτοιο ρεύμα ἐξασφαλίζει ἴδια σαφήνεια καί ἴδια φωτεινότητα εἰκόνας σέ ὅλη τὴν οθόνη τοῦ δέκτη. Γιὰ σωλῆνες μέ μεγάλη γω-

νία άποκλίσεως καί σχετικά έπίπεδη όθόνη, ή μεταβολή τοῦ ρεύματος όρθής σαρώσεως εἶναι συνθετότερη. Ὁ νόμος μεταβολῆς τοῦ ρεύματος σαρώσεως κατά τήν όριζόντια καί κατακόρυφη έπιστροφή τῆς δέσμης δέν ἔχει οὐσιαστική σημασία.

Ρεύμα πού μεταβάλλεται γραμμικά μέ τό χρόνο εἶναι τό πριονωτό. Ἡ τάση πού θά εφαρμοσθεῖ στό πηνίο άποκλίσεως, ώστε αὐτό νά διαρρέεται άπό πριονωτό ρεύμα, πρέπει νά εἶναι τραπεζοειδές. Τάσεις μέ τέτοια μορφή μπορούν νά δημιουργηθοῦν μέ τή βοήθεια καταλλήλων κυκλωμάτων, πού διαφοροποιοῦν τήν άρχική ταλάντωση γνωστών ταλαντωτῶν καί τῆς δίνουν τήν άπαιτούμενη τραπεζοειδή μορφή. Τά εἶδη τῶν ταλαντωτῶν, πού χρησιμοποιοῦνται στά τμήματα σαρώσεως τῶν δεκτῶν τηλεοράσεως, εἶναι οἱ δονητές φραγμοῦ, οἱ πολυδονητές καί οἱ ήμιτονικοί ταλαντωτές.

Οἱ ταλαντώσεις, πού παράγονται άπό τό δονητή φραγμοῦ, τόν πολυδονητή καί τόν ήμιτονικό ταλαντωτή, δέν ἔχουν τήν κατάλληλη μορφή, ώστε νά μπορούν νά χρησιμοποιηθοῦν άμεσα γιά τή σάρωση τῆς όθόνης τοῦ καθοδικοῦ σωλήνα. Γι' αὐτό ὕστερα άπό κάθε ταλαντωτή σαρώσεως συναντοῦμε συνδεσμολογίες, πού τροποποιοῦν τήν άρχική μορφή τῆς παραγόμενης ταλαντώσεως.

Στό σχῆμα 8.2 φαίνεται μιά συνδεσμολογία δονητή φραγμοῦ, πού ἔχει στήν έξοδο ἕνα κύκλωμα RC γιά τήν παραγωγή τάσεως μέ πριονωτή ή τραπεζοειδή μορφή. Ἡ συνδεσμολογία εργάζεται ως άκολουθως.



Σχ. 8.2.

Δονητής φραγμοῦ μέ κύκλωμα μορφοποιήσεως τῆς τάσεως στήν έξοδο του.

Όταν ή λυχνία εἶναι κλειστή (σέ άποκοπή), ό πυκνωτής C φορτίζεται άπό τή διαδρομή: — E_a , αντίσταση R, πυκνωτής C, αντίσταση $R_a + E_a$. Όταν ή λυχνία άνοίγει (γίνεται άγώγιμη), ό πυκνωτής εκφορτίζεται άπό τή διαδρομή: άρνητικός (κάτω) όπλισμός, R, κάθοδος λυχνίας, άνοδος λυχνίας, περιέλιξη μετασχηματιστή, έπάνω (θετικός) όπλισμός πυκνωτή. Άπό τίς διεργασίες αὐτές προκύπτει ή δημιουργία τῆς τραπεζοειδοῦς τάσεως. Άν ή αντίσταση R βραχυκυκλωθεῖ, τό κύκλωμα παράγει πριονωτή τάση.

Τό ίδιο ισχύει καί γιά μιά συνδεσμολογία πολυδονητή, πού περιλαμβάνει στήν έξοδο κύκλωμα μορφοποιήσεως παλμῶν.

Άπό τήν περιγραφή τῆς συνδεσμολογίας προκύπτει ότι ή λυχνία παίζει τό ρόλο ενός ηλεκτρονικοῦ διακόπτη πού κλείνει (άγώγιμη λυχνία) κατά τήν εκφόρτιση τοῦ πυκνωτή καί άνοίγει (λυχνία σέ άποκοπή) κατά τή φόρτισή του. Στήν τηλεοπτική τεχνική, γιά νά περιορισθεῖ ό άριθμός τῶν λυχνιῶν ή τῶν τρανζίστορ, χρησιμοποιεῖται ό ίδιος ό δονητής φραγμοῦ ή ό πολυδονητής ως ηλεκτρονικός διακόπτης φορτοεκφορτίσεως τοῦ πυκνωτή.

Σημειώνουμε ότι με τη βοήθεια της προηγούμενης συνδεσμολογίας μπορούμε να μετασχηματίσουμε μία ήμιτονική τάση σε πριονωτή ή τραπεζοειδή. Στην περίπτωση αυτή η τάση λειτουργίας της βαθμίδας εκλέγεται έτσι, ώστε η λυχνία να γίνεται α-γώγιμη μόνο κατά τη διάρκεια που εφαρμόζονται στο πλέγμα της οι θετικές κορυφές της ήμιτονικής τάσεως. Τόν υπόλοιπο χρόνο η λυχνία είναι κλειστή.

Κατά το χρόνο που η λυχνία δέν άγει, ο πυκνωτής του κυκλώματος μορφοποιήσεως των παλμών φορτίζεται από την πηγή τροφοδοτήσεως της άνοδου της λυχνίας, όπως άκριβώς στην προηγούμενη περίπτωση. Μόλις η λυχνία άνοιξει, ο πυκνωτής έξόδου εκφορτίζεται μέσα από την έσωτερική της αντίσταση.

8.3 Συγχρονισμός των ταλαντωτών σαρώσεως.

Συγχρονισμός ενός ταλαντωτή ονομάζεται η διεργασία, με την οποία επιβάλλεται στον ταλαντωτή ή συχνότητα των ταλαντώσεων μιάς έξωτερικής πηγής. Στην τηλεοπτική τεχνική ο συγχρονισμός των ταλαντωτών σαρώσεως του είκονολήπτη και του δέκτη είναι άπαραίτητη προϋπόθεση για τη μετάδοση μιάς εικόνας.

Ο συγχρονισμός των ταλαντωτών σαρώσεως (δονητών φραγμού ή πολυδονητών) γίνεται με τη βοήθεια των γνωστών μας παλμών συγχρονισμού, οι όποιοι εφαρμόζονται στο πλέγμα της ταλαντώτριας λυχνίας. Η συχνότητα επαναλήψεως των παλμών συγχρονισμού πρέπει να είναι ύψηλότερη από την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή. Με αυτή τη συνθήκη οι παλμοί συγχρονισμού προστίθενται στην τάση πλέγματος του ταλαντωτή και η λυχνία άνοίγει νωρίτερα από τό τέλος της φυσικής διεργασίας άνατροπής της. Έτσι, ο ταλαντωτής έξαναγκάζεται να άφήσει τό δικό του ρυθμό άνατροπής και να ακολουθήσει τό ρυθμό των παλμών συγχρονισμού.

Αν η ιδιοσυχνότητα των ταλαντώσεων του ταλαντωτικού παλμών, οι τελευταίοι ενεργούν συχνότητα επαναλήψεως των συγχρονιστικών παλμών, οι τελευταίοι ενεργούν στο πλέγμα όταν η λυχνία είναι πιά άνοικτή. Στην περίπτωση αυτή ο ταλαντωτής δέν άνατρέπεται και συνεχίζει να εργάζεται με τό δικό του ρυθμό.

Γενικά για τό συγχρονισμό ενός ταλαντωτή παλμών άπαιτούνται οι έπόμενες συνθήκες.

- Οι παλμοί συγχρονισμού πρέπει να έχουν άρκετό πλάτος.
- Οι συγχρονιστικοί παλμοί πρέπει να έχουν κατάλληλη πολικότητα: θετική αν εφαρμόζονται στο πλέγμα και άρνητική αν εφαρμόζονται στην άνοδο της λυχνίας.
- Η ιδιοσυχνότητα των ταλαντώσεων του ταλαντωτή παλμών πρέπει να είναι έλαφρώς χαμηλότερη από τη συχνότητα επαναλήψεως των συγχρονιστικών παλμών.

Ο συγχρονισμός του δονητή φραγμού ή του πολυδονητή μπορεί να γίνει και με παλμούς, που έχουν συχνότητα επαναλήψεως πολλαπλάσια (κατά άκέραιο άριθμό) της ιδιοσυχνότητας του ταλαντωτή.

Έτσι, οι παλμοί που φθάνουν στον ταλαντωτή σαρώσεως γραμμών με ρυθμό ήμιγραμμών (προεξισωτικοί, μετεξισωτικοί και έσοχές του πλαισιοπαλμού), δέν προκαλούν την άνατροπή του. Ο συγχρονισμός του ταλαντωτή γίνεται μόνο από τους παλμούς που φθάνουν με ρυθμό γραμμών.

Μία συνδεσμολογία, όπως ο δονητής φραγμού ή ο πολυδονητής που μπορεί εύκολα να συγχρονισθεϊ με τη βοήθεια παλμών όρισμένης συχνότητας, τό ίδιο εύκολα μπορεί να άνατραπεϊ και έπομένως να άποσυγχρονισθεϊ και από ένα παλμικό

θόρυβο. Μεγαλύτερη πιθανότητα άνατροπής από θορύβους έχει ο ταλαντωτής σαρώσεως γραμμών, επειδή οι παλμικοί θόρυβοι, αν και είναι μικρής διάρκειας, μπορούν να διαφορισθούν και να φθάσουν στην είσοδο του ταλαντωτή. Ο ταλαντωτής πλαισίων δεν μπορεί εύκολα να ανατραπεί από παλμικούς θορύβους, πού δεν έχουν πλάτος μεγαλύτερο από τό πλάτος των παλμών συγχρονισμού γραμμών και εξισώσεως. Όλοι οι παλμοί, επομένως και οι θόρυβοι, ψαλιδίζονται στο διαχωριστή παλμών και στην έξοδο του πολλαπλού φίλτρου ολοκληρώσεως δεν αναδεικνύονται παρά μόνο οι παλμοί συγχρονισμού πλαισίων.

8.4 Ό ένισχυτής πλαισίων και ή τάση διεγερσεώς του.

Η κατακόρυφη σάρωση χαρακτηρίζεται από τή χαμηλή συχνότητα έναλλαγής των πεδίων (50 Hz) και τό μεγάλο χρόνο έπιστροφής τής δέσμης (περίπου 1 msec).

Αν υποθέσουμε ότι γιά τήν κανονική αναπαραγωγή τής μορφής του πριονωτού ρεύματος τής κατακόρυφης σαρώσεως χρειάζονται 20 αρμονικές των 50 Hz, τό εύρος του φάσματος των συχνοτήτων, πού πρέπει να ένισχυεί ο ένισχυτής πλαισίων, είναι 1000 Hz. Δηλαδή μερικές φορές μικρότερο από τό εύρος ενός συνηθισμένου ένισχυτή άκουστικών συχνοτήτων.

Τά πηνία τής κατακόρυφης άποκλίσεως, όπως και τά πηνία τής όριζόντιας, έχουν μικρό αριθμό σπειρών (300 — 400) και ο λόγος μετασχηματισμού του μετασχηματιστή προσαρμογής κυμαίνεται μεταξύ 30 — 40.

Γιά τήν κατασκευή του ένισχυτή πλαισίων χρησιμοποιούνται οι σύγχρονες λυχνίες PCL 85 (τό πενταοδικό τμήμα) και PL 82. Σέ παλιότερους δέκτες τηλεόρασεως θά συναντήσουμε και τά πενταοδικά τμήματα των λυχνιών ECL 80, PCL 81 και PCL 82.

Στό σχήμα 8.4(α) φαίνεται μιά άπλοποιημένη βαθμίδα έξόδου πλαισίων μέ τό ίσοδύναμό της κύκλωμα. Η αύτεπαγωγή L_k και ή αντίσταση R_k είναι στοιχεία των πηνίων κατακόρυφης άποκλίσεως άνηγμένα στο πρωτεύον του μετασχηματιστή έξόδου. Η αύτεπαγωγή του δευτερεύοντος του μετασχηματιστή και ή αύτεπαγωγή σκεδάσεως είναι πολύ μικρότερες από τήν αύτεπαγωγή των πηνίων άποκλίσεως και γι' αυτό δεν περιέχονται στο ίσοδύναμο κύκλωμα.

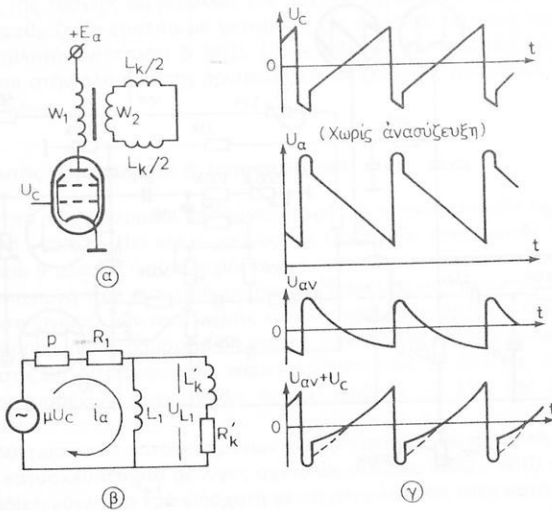
Όπως είδαμε, γιά να έχομε ρεύμα πριονωτής μορφής στά πηνία άποκλίσεως πρέπει να εφαρμόσουμε σέ αυτά τραπεζοειδή τάση. Από τό ίσοδύναμο κύκλωμα του σχήματος 8.4(β) φαίνεται ότι ρόλο γεννήτριας γιά τά πηνία άποκλίσεως παίζει τό πρωτεύον του μετασχηματιστή έξόδου L_1 .

Προκύπτει τό έρώτημα: ποιά πρέπει να είναι ή μορφή του ρεύματος, πού θά διαρρέει τό πρωτεύον του μετασχηματιστή L_1 , ώστε ή τάση στά άκρα του να έχει τραπεζοειδή μορφή;

Είναι γνωστόν ότι ή τάση στην αύτεπαγωγή εξαρτάται από τήν ταχύτητα μεταβολής του ρεύματος πού τή διαρρέει. Δηλαδή

$$u_L = L \frac{di}{dt} \quad (u_L = L \frac{di}{dt})$$

Η μαθηματική άνάλυση άποδεικνύει, αλλά και τό πείραμα έπαληθεύει ότι τό ρεύμα, πού διαρρέει τό πρωτεύον του μετασχηματιστή κατά τήν όρθή σάρωση,



Σχ. 8.4.

Ίσοδύναμο κύκλωμα ενισχυτή πλαισίων και κυματομορφές των τάσεων εισόδου και εξόδου.

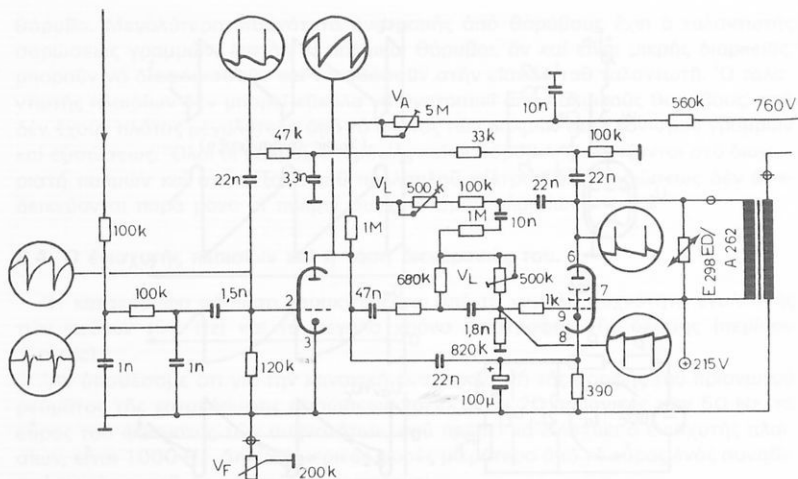
πρέπει να έχει παραβολική μορφή δεύτερης δυνάμεως. Έπομένως, το άνοδικό ρεύμα της λυχνίας εξόδου και η τάση διεγέρσεώς της πρέπει να περιέχουν παραβολική συνιστώσα.

Για να έχουμε παραβολική συνιστώσα στην τάση διεγέρσεως του ενισχυτή πλαισίων δημιουργούμε ανασύζευξη που να εξαρτάται από τη συχνότητα. Στην άλυσίδα της ανασυζεύξεως περιέχεται ένα κύκλωμα διαφορίσεως. Η σταθερά χρόνου του κυκλώματος διαφορίσεως ισούται με την περίοδο της τάσεως της κατακόρυφης σαρώσεως και έπομένως δέ γίνεται ακριβής διαφορίση, αλλά αρκετή για να δώσει στο άνοδικό ρεύμα της λυχνίας την απαραίτητη παραβολική συνιστώσα.

8.5 Τό κατακόρυφο τμήμα με πολυδονητή.

Τό τμήμα της κατακόρυφης σαρώσεως των συγχρόνων δεκτών τηλεοράσεως κατασκευάζεται, σχεδόν αποκλειστικά, με μία διπλή λυχνία (τριοδική - πενταοδική) που εργάζεται ως πολυδονητής και ενισχυτής εξόδου πλαισίων. Μία τέτοια συνδεσμολογία με τη λυχνία PCL 85 φαίνεται στο σχήμα 8.5.

Η σύζευξη της άνοδου του τριοδικού τμήματος με τό πλέγμα του πενταοδικού τμήματος της λυχνίας γίνεται μέσα από τόν πυκνωτή 47 nF και τό κύκλωμα που αποτελείται από τίς αντίστας 10 kΩ, 680 kΩ, 500 kΩ και τόν πυκνωτή 1,8 nF. Η ανασύζευξη της άνοδου του πενταοδικού τμήματος με τό πλέγμα του τριοδικού τμήματος γίνεται μέσα από τά στοιχεία 22 nF, 33 kΩ, 47 kΩ και 22 nF. Στο ίδιο πλέγμα και μέσα από τόν πυκνωτή 1,5 nF, εφαρμόζονται και οί παλμοί συγχρονισμού που λαμβάνονται από τό διπλό κύκλωμα ολοκληρώσεως με τίς αντίστας 100 kΩ και



Σχ. 8.5.

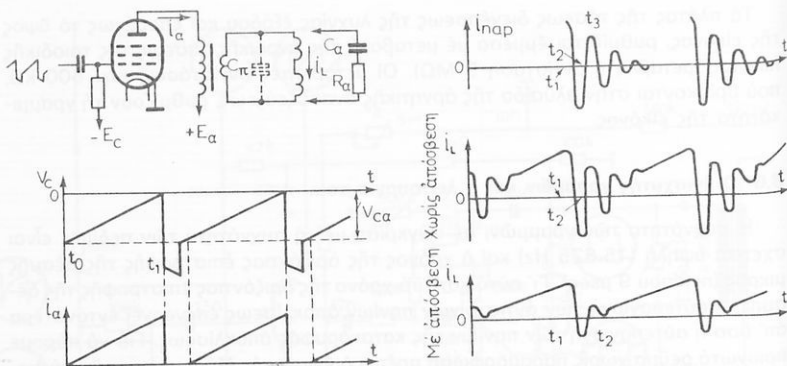
Συνδεσμολογία τοῦ τμήματος κατακόρυφης σαρώσεως με τή λυχνία PCL 85.

τούς πυκνωτές 1 nF . Ἡ συχνότητα τῶν παραγομένων ταλαντώσεων ρυθμίζεται μέ-
τῃ μεταβλητῇ ἀντίστασι τῶν $200\text{ k}\Omega$.

Η πρωινωτή τάση μορφοποιείται με τη βοήθεια τῶν ἀνοδικῶν ἀντιστάσεων τοῦ τριοδικοῦ τμήματος 1 ΜΩ, 5 ΜΩ καί τοῦ πυκνωτῆ 22 nF πού συνδέει τήν ἀνοδο τοῦ ἴδιου τμήματος μέ τήν κάθοδο τοῦ πενταοδικοῦ τμήματος. Ἡ σύνδεση αὐτοῦ τοῦ πυκνωτῆ στήν κάθοδο τῆς λυχνίας ἐξόδου δημιουργεῖ ἀρνητικὴ ἀνασύζευξη ἡ ὁποία σταθεροποιεῖ τὴ λειτουργία τοῦ πολυδονητῆ. Ἡ πρωινωτὴ τάση ὀδηγεῖται στὸ πλέγμα τοῦ πενταοδικοῦ τμήματος μέσα ἀπὸ τὸν πυκνωτὴ συζεύξεως 47 nF καί τὰ ὑπόλοιπα στοιχεῖα, πού ἀναφέραμε παραπάνω. Ἡ ἀντίσταση 1 kΩ, πού βρίσκεται σέ σειρὰ μέ τὸ πλέγμα τῆς πενταοδικῆς λυχνίας, εἶναι ἀντιπαρασιτική.

Ἡ ἀλυσίδα τῆς ἀρνητικῆς ἀνασυζεύξεως γιὰ τὴν κατακόρυφη γραμμικότητα περιλαμβάνει τὰ στοιχεῖα 22 nF, 10 nF, 1 MΩ, 500 kΩ, 100 kΩ καὶ 500 kΩ. Ὁ πυκνωτὴς 10 nF, ποὺ βρίσκεται πρὶν ἀπὸ τὴν ἀντίσταση 1 MΩ, ἐμποδίζει τὴ συνεχὴ συνιστώσα τοῦ ρεύματος πλέγματος τῆς πενταδοικῆς λυχνίας νὰ κλείσει κατὰ ἓνα μέρος μέσα ἀπὸ τὶς ἀντιστάσεις 500 kΩ, 1 MΩ, 100 kΩ καὶ 500 kΩ. Ἔτσι, ὁλόκληρο τὸ ρεῦμα πλέγματος κλείνει μέσα ἀπὸ τὴν ἀντίσταση διαρροῆς τῶν 820 kΩ καὶ δημιουργεῖ ἓνα μέρος τῆς τάσεως πολώσεως τῆς λυχνίας. Ἡ ὑπόλοιπη τάση πολώσεως γίνεται μὲ τὴν καθοδικὴ ἀντίσταση τῶν 390 Ω.

Ἡ ἀντίσταση VDR, ποὺ συνδέεται παράλληλα στό πρωτεύον τοῦ μετασχηματιστῆ ἐξόδου, προστατεύει τὴν περιέλιξη ἀπὸ τίς τασικές αἰχμές, ποὺ ἐμφανίζονται κατὰ τὸ χρόνο τῆς κατακόρυφης ἐπιστροφῆς τῆς δέσμης. Ἡ ἀντίσταση αὐτὴ μὴ κρίνεται, ὅταν μεγαλώνει ἡ τάση στά ἄκρα της καὶ ἔτσι περιορίζει τὴν αὐτομάτως τὸ πλάτος τῶν τασικῶν αἰχμῶν.



Σχ. 8.6.

Ἡ ἐμφάνιση παρασιτικῶν ταλαντώσεων στά πηνία ὀριζόντιας ἀποκλίσεως.

μαγνητικοῦ πεδίου. Ἡ ἐνέργεια αὐτὴ δημιουργεῖ παρασιτικές ταλαντώσεις μέ συχνότητα, πού καθορίζεται ἀπὸ τὴν αὐτεπαγωγή καὶ τὴν κατανεμημένη χωρητικότη-
τα τῶν πηνίων ἀποκλίσεως.

Ἔτσι, τὴ χρονικὴ στιγμή t_3 , πού τελειώνει ἡ ὀριζόντια ἐπιστροφή τῆς δέσμης, οἱ παρασιτικές ταλαντώσεις προστίθενται στὸ ρεῦμα τῆς ὀρθῆς σαρώσεως καὶ ἡ γραμμικὴ του αὐξηση καταστρέφεται. Ἡ καταστροφή τῆς γραμμικότητος τοῦ ρεύ-
ματος ὀρθῆς σαρώσεως προκαλεῖ ἀνισοσταχὴ κίνηση τῆς ἡλεκτρονικῆς δέσμης κα-
τὰ μῆκος τῆς γραμμῆς, μέ ἀποτέλεσμα ἡ εἰκόνα νά παραμορφώνεται. Ἡ παραμόρ-
φωση ἐκδηλώνεται μέ τὴν ἐμφάνιση κατακορύφων λωρίδων («πτυχῶν») στὸ ἀρι-
στερό περιθώριο τῆς ὁθόνης.

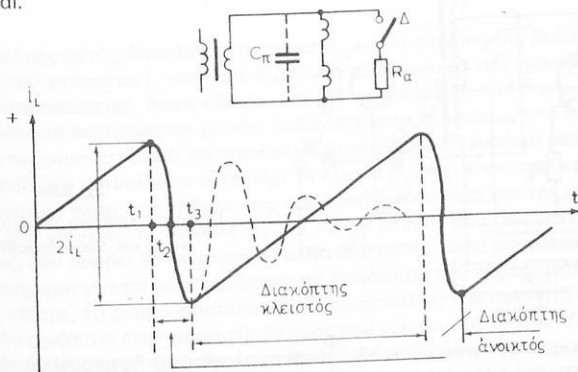
Γιὰ τὴν ἀπόσβεση τῶν παρασιτικῶν ταλαντώσεων μπορούμε νά παραλληλίσουμε
τά πηνία ἀποκλίσεως (τὸ δευτερεῖον τοῦ μετασχηματιστοῦ) μέ μιά ἀντίσταση καὶ ἔ-
ναν πυκνωτὴ πού συνδέονται σὲ σειρά μεταξύ τους (σχ. 8.6). Ἡ χωρητικότης τοῦ
«πυκνωτῆ ἀποσβέσεως» C_a ἐκλέγεται ἔτσι, ὥστε ἡ ἀντίστασή του νά εἶναι μεγάλη
γιὰ τὴ συχνότητα τῶν γραμμῶν καὶ μικρὴ γιὰ τὴ συχνότητα τῶν παρασιτικῶν ταλα-
ντώσεων. Ἔτσι, κατὰ τὸ χρόνο τῆς ὀρθῆς σαρώσεως τὸ κύκλωμα $R_a C_a$ θὰ
διαρρέεται ἀπὸ πολὺ μικρὸ ρεῦμα καὶ ἡ «ἀντίσταση ἀποσβέσεως» R_a δὲ θὰ δια-
κλαδίζει σχεδὸν καθόλου τὰ πηνία ἀποκλίσεως. Κατὰ τὸ χρόνο, ὅμως, τῆς ἐπιστρο-
φῆς τῆς δέσμης ὁ πυκνωτὴς σχεδὸν βραχυκυκλώνεται καὶ ἡ ἀντίσταση R_a
διαρρέεται ἀπὸ μεγάλο ρεῦμα, μέ ἀποτέλεσμα τὴν ἀπόσβεση τῶν παρασιτικῶν
ταλαντώσεων.

8.7 Ἡ ἐκμετάλλευση τῶν παρασιτικῶν ταλαντώσεων.

Τὸ μειονέκτημα τοῦ προηγούμενου τρόπου ἀποσβέσεως τῶν παρασιτικῶν τα-
λαντώσεων εἶναι ἡ ἀπώλεια τῆς ἐνέργειας, πού ἀποθηκεύεται μέ μορφή μαγνητι-
κοῦ πεδίου στὰ πηνία ἀποκλίσεως κατὰ τὸ χρόνο τῆς ὀρθῆς σαρώσεως. Ὅλη αὐτὴ

ή ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα στην αντίσταση αποσβέσεως R_a . Μπορούμε να αποφύγουμε την απώλεια της ενέργειας αυτής, αν η απόσβεση των παρασιτικών ταλαντώσεων δέ γίνει άμέσως με την έναρξη της επιστροφής της δέσμης, αλλά ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα, ίσο με την ήμιπερίοδο των ταλαντώσεων αυτών.

Ας υποθέσουμε, ότι τη θέση του πυκνωτή αποσβέσεως C_a την παίρνει ένας διακόπτης (σχ. 8.7). Τη χρονική στιγμή t_1 , που αρχίζει η οριζόντια επιστροφή της δέσμης, ο διακόπτης είναι ανοικτός. Τό ανοδικό ρεύμα της λυχνίας 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 και τα πηνία αποκλίσεως διαρρέονται από τό ελαττούμενο ρεύμα φορτίσεως του πυκνωτή. Τη χρονική στιγμή t_2 η φόρτιση του πυκνωτή ολοκληρώνεται και αρχίζει η εκφόρτισή του. Τά πηνία αποκλίσεως διαρρέονται τώρα από τό αυξανόμενο προς τά αρνητικά ρεύμα εκφόρτισεως. Η εκφόρτιση του παρασιτικού πυκνωτή τελειώνει τη στιγμή t_3 για νά αρχίσει η επαναφόρτισή του και την ίδια ακριβώς στιγμή κλείνει με τό διακόπτη. Μέ τό κλείσιμο του διακόπτη η αντίσταση αποσβέσεως συνδέεται παράλληλα στά πηνία αποκλίσεως, απορροφά την υπόλοιπη ενέργεια του μαγνητικού τους πεδίου, ο πυκνωτής δέν επαναφορτίζεται και η παρασιτική ταλάντωση διακόπτεται.

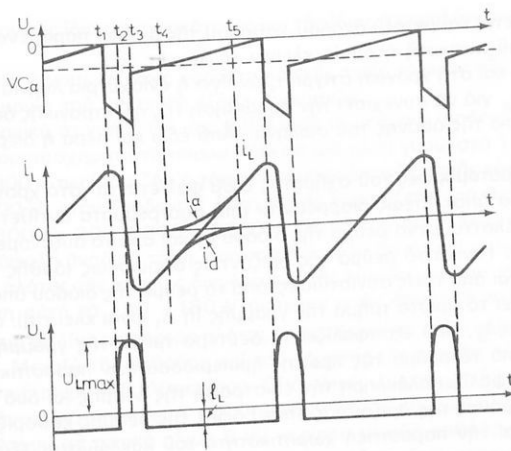


Σχ. 8.7.

Έκμετάλλευση της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου των πηνίων αποκλίσεως.

Από τή σύγκριση των κυματομορφών των σχημάτων 8.6 και 8.7 φαίνεται ότι με την έκμετάλλευση της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου των πηνίων αποκλίσεως μπορούμε νά πάρουμε ρεύμα σαρώσεως μέ διπλάσιο σχεδόν πλάτος. Πρέπει όμως νά βρούμε έναν ηλεκτρονικό τρόπο συνδέσεως και αποσυνδέσεως της αντίστασης R_a παράλληλα στά πηνία αποκλίσεως πού νά ένεργεί σε κατάλληλες χρονικές στιγμές.

Στούς σύγχρονους δέκτες τηλεοράσεως τό ρόλο του διακόπτη για τή σύνδεση και αποσύνδεση της αντίστασης αποσβέσεως R_a , παράλληλα στά πηνία απο-



Σχ. 8.8β.

Κυματομορφές για τη λειτουργία του κυκλώματος του σχήματος 8.8α.

Ο παλμός αυτός αποκόπτει τη λυχνία Λ_1 και το άνοδικό της ρεύμα πέφτει. Στήν πτώση του ρεύματος i_a αντιδρά η μεγάλη ατεπαγωγή του αυτομετασχηματιστή που αντιπροσωπεύει, όπως είπαμε, και την ατεπαγωγή των πηνίων αποκλίσεως. Η αντίδραση εκδηλώνεται με την εμφάνιση θετικής τάσεως στο επάνω όριο του αυτομετασχηματιστή που προσπαθεί να συντηρήσει το άνοδικό ρεύμα i_a . Η τάση αυτή, ενώ δεν κατορθώνει ν' ανοίξει τη λυχνία Λ_1 , που είναι σταθερά κλειστή από αυτή, αρνητική τάση στο πλέγμα της, προκαλεί άμεσο φράξιμο της διόδου απόσβεσης. Με κλειστές τις λυχνίες Λ_1 και Λ_2 το ρεύμα, που διαρρέει τα πηνία απόσβεσης, δεν μπορεί να συντηρηθεί μέσα από αυτές, αλλά μόνο από πλάγιο δρόμο. Η συντήρηση γίνεται με τη φόρτιση και εκφόρτιση του παρασιτικού πυκνωτή C_{π} . Όπως είδαμε, το ρεύμα φορτίσεως και εκφόρτισεως 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 στάθια 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 απόσβεσης και εξασφαλίζει την κίνηση της ηλεκτρονικής δέσμης στην αρχή της όρθης σαρώσεως. Όταν όλη η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου των πηνίων μετατραπεί σε ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή C_b , η τάση από ατεπα-

γωγής μηδενίζεται και μεταξύ άνοδου-καθόδου της διόδου παραμένει μόνο ή τάση φορτίσεως του πυκνωτή ή οποία κλείνει τη λυχνία.

Στό μεταξύ και στή χρονική στιγμή t_4 άνοίγει ή ένισχύτρια λυχνία και έμφανίζεται τό ρεύμα i_a γιά νά συνεχίσει τήν προώθηση της ήλεκτρονικής δέσμης πρós τό δεξιό περιθώριο της όθόνης του σωλήνα. Άπό εδώ και πέρα ή διεργασία έπανα-λαμβάνεται.

Άπό τίς κυματομορφές του σχήματος 8.8β φαίνεται ότι στό χρονικό διάστημα $t_4 - t_5$ τά πηνία άποκλίσεως διαρρέονται άπό δύο ρεύματα αντίθετης κατευθύνσεως: άπό τό έλαττούμενο ρεύμα της διόδου i_d και άπό τό αύξανόμενο ρεύμα της ένισχύτριας i_a . Γενικά τό ρεύμα της όριζόντιας σαρώσεως (όρθης και άνάστροφης) άποτελείται άπό τρείς συνιστώσες: άπό τό ρεύμα της διόδου άποσβέσεως i_d , πού έξασφαλίζει τό πρώτο τμήμα της γραμμής (ή Λ_1 είναι κλειστή), άπό τό ρεύμα της ένισχύτριας i_a , πού έξασφαλίζει τό δεύτερο τμήμα της γραμμής (ή Λ_2 είναι κλειστή) και άπό τό ρεύμα της πρώτης ήμιπεριόδου των παρασιτικών ταλαντώσεων πού έξασφαλίζει όλόκληρη τήν έπιστροφή της δέσμης (οί δύο λυχνίες είναι κλειστές). Ό χρόνος της όριζόντιας έπιστροφής της δέσμης καθορίζεται άπό τήν αύτεπαγωγή και τήν παρασιτική χωρητικότητα του κυκλώματος έξόδου του ένισχυτή. Όσο μικρότερη είναι ή παρασιτική χωρητικότητα, τόσο γρηγορότερα έπιστρέφει ή δέσμη.

8.9 Ό πυκνωτής έπαυξητικής τάσεως.

Γιά τή λειτουργία της λυχνίας έξόδου γραμμών άπαιτείται άνοδική τάση 500 - 600 V. Οί άνοδικές τάσεις των ύπολοίπων λυχνιών του δέκτη δέν ξεπερνούν τά 250 V. Η ύψηλή τάση τροφοδοτήσεως της ένισχύτριας γραμμών έξασφαλίζεται μέ τή συνδεσμολογία του σχήματος 8.8α.

Στή συνδεσμολογία αυτή περιέχεται, όπως είδαμε, ό πυκνωτής C_b , πού είναι ένωμένος σέ σειρά μέ τήν πηγή τροφοδοτήσεως E_a . Στήν αρχή ό πυκνωτής φορτίζεται ως τήν τάση της πηγής (250 V). Όταν ή δίοδος γίνεται άγώγιμη, και ύστερα άπό μερικούς κύκλους λειτουργίας, ή τάση φορτίσεως του πυκνωτή ξεπερνά τά 300 V. Η αύξηση της τάσεως προέρχεται άπό τήν ενέργεια του μαγνητικού πεδίου των πηνίων άποκλίσεως, πού τήν αφαιρούμε μέ τή βοήθεια της διόδου άποσβέσεως γιά νά άποφύγομε τίς παρασιτικές ταλαντώσεις.

Έτσι, όπως φαίνεται στό σχήμα 8.8α, στήν άνοδο της λυχνίας έξόδου των γραμμών εφαρμόζεται τό άθροισμα των τάσεων E_a και V_b . Έπειδή ή τάση V_b αύξάνει τήν τάση της πηγής, όνομάζεται «έπαυξητική τάση» και ό πυκνωτής, πού τή δίνει, «έπαυξητικός πυκνωτής» (Booster Condenser). Η όλική τάση $E_a + V_b$ χρησιμεύει και γιά τήν τροφοδότηση του έπιταχυντικού πλέγματος του καθοδικού σωλήνα καθώς και ως άνοδική τάση άλλων λυχνιών του δέκτη, όπως π.χ. της ένισχύτριας έξόδου γραμμών. Η ενέργεια πού προσφέρει ό πυκνωτής γιά τήν τροφοδότηση και άλλων βαθμίδων, αύξάνει τήν απαιτούμενη ισχύ γιά τή λειτουργία της διόδου άποσβέσεως. Τή συμπληρωματική αυτή ισχύ τήν παρέχει ή τροφοδοτική πηγή.

Η χωρητικότητα του έπαυξητικού πυκνωτή είναι μικρή (50 nF περίπου). Ό πυκνωτής αυτός έπίδρα στό χρόνο έναρξεως της άποσβέσεως και έπομένως στή σωστή λειτουργία της όλης συνδεσμολογίας. Όταν καταστραφεί πρέπει νά άντικατα-

σταθεῖ μέ ἄλλον τῆς ἴδιας χωρητικότητας καί τῆς ἴδιας ἢ μεγαλύτερης διηλεκτρικῆς ἀντοχῆς.

Στή συνέχεια δίνουμε μερικές χαρακτηριστικές τιμές τάσεων πού ἐμφανίζονται κατά τή λειτουργία τοῦ ἐνισχυτῆ ἐξόδου γραμμῶν.

Κατά τή χρονική στιγμή t_2 (βλ. σχ. 8.8β), πού τό ρεύμα i_L μηδενίζεται, στά ὅρια 1 - 2 τοῦ αὐτομετασχηματιστῆ παρουσιάζεται μιά τάση γύρω στά 1500 V καί στά ὅρια 2 - 4, 3000 V περίπου. Ἄν ἡ τάση τῆς τροφοδοτικῆς πηγῆς εἶναι 200 V καί ἡ ἐπαυξητική 300 V, στήν ἀνοδο τῆς ἐνισχύτριας ἐμφανίζεται μιά θετική τασική αἰχμή $1500 + 3000 + 200 + 300 = 5000$ V. Γιά νά κρατηθεῖ κλειστή ἡ λυχνία ἐξόδου μέ τόσο ὕψηλὴ ἀνοδική τάση, ἀπαιτοῦνται πολὺ ἀρνητικοὶ παλμοὶ στό πλέγμα τῆς. Τό ὅλικό πλάτος τῆς τάσεως διεγέρσεως τῆς λυχνίας φθάνει τά 150 - 200 V. Ἀπὸ τήν τάση αὕτὴ τά 130 - 180 V ἀνῆκουν στὸν ἀρνητικὸ παλμό.

Τασική αἰχμὴ μέ λίγο μικρότερο πλάτος ἐμφανίζεται καί στήν κάθοδο τῆς δίοδου ἀποσβέσεως. Μεταξύ τῆς καθόδου καί τοῦ νήματος τῆς λυχνίας αὐτῆς παρουσιάζεται μιά τασική αἰχμὴ 4,5 kV περίπου. Οἱ διοδικές λυχνίες PY83 καί PY88, πού χρησιμοποιοῦνται γιά ἀπόσβεση ταλαντώσεων στοὺς σύγχρονους δέκτες τηλεοράσεως, ἀντέχουν σέ τασική αἰχμὴ 6 kV περίπου μεταξύ καθόδου καί νήματος.

Σημειώνουμε ὅτι ἡ δίοδος ἀποσβέσεως ὀνομάζεται καί «ἐπαυξητικὴ δίοδος» (Booster diode), ἐπειδὴ μέ τό ρεῦμα τῆς συμβάλλει στό νά αὐξηθεῖ ἡ τάση στὸν ἐπαυξητικὸ πυκνωτῆ.

8.10 Παραγωγή τῆς ὑπερυψηλῆς τάσεως.

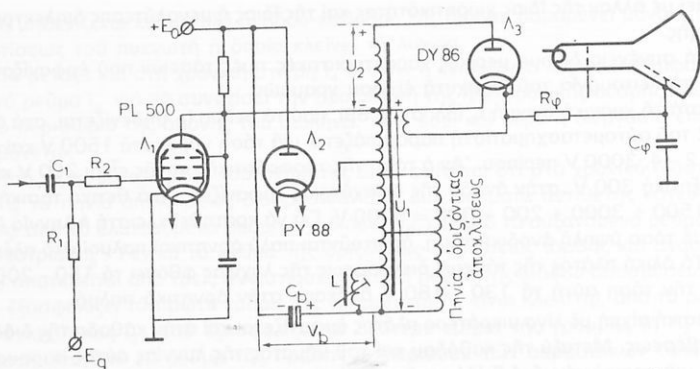
Χαρακτηρίζουμε «ὑπερυψηλὴ» τήν τάση, πού ἀπαιτεῖται γιά τήν τροφοδότηση τῆς ἀνόδου τῆς λυχνίας εἰκόνας (12 - 18 kV). Ἐπειδὴ τό ρεῦμα τῆς ἠλεκτρονικῆς δέσεως κυμαίνεται γύρω στά 150 mA, ἡ ἰσχύς τῆς πηγῆς, πού παρέχει τήν τάση αὕτῃ, εἶναι πολὺ μικρὴ (2,5 W περίπου).

Ἡ ὑπερυψηλὴ τάση μπορεῖ νά παραχθεῖ ἀπὸ τό δίκτυο τροφοδοτήσεως, ἀπὸ μιά γεννήτρια ΥΣ καί ἀπὸ μιά γεννήτρια παλμῶν.

Ἡ παραγωγή τῆς ὑπερυψηλῆς τάσεως ἀπὸ τό δίκτυο τροφοδοτήσεως ἔχει ἓνα βασικὸ μειονέκτημα. Ἡ συχνότητα κυματώσεως τῆς ἀνορθωμένης τάσεως εἶναι πολὺ χαμηλὴ (50 ἢ 100 Hz) καί γιά τήν ἐξομάλυνση τῆς τάσεως αὕτῃς χρειάζονται πυκνωτές μεγάλης χωρητικότητας καί ὕψηλῆς διηλεκτρικῆς ἀντοχῆς. Ἡ ἐξομάλυνση τῆς ἀνορθωμένης τάσεως μπορεῖ νά γίνει μέ πυκνωτές μικρῆς χωρητικότητας ἀν αὐξηθεῖ ἡ συχνότητα τῆς τροφοδοτικῆς πηγῆς. Ἐπειδὴ ἡ ἰσχύς τοῦ τροφοδοτιᾶν αὐξηθεῖ ἡ συχνότητα τῆς τροφοδοτικῆς πηγῆς. Ὅπως εἶπαμε, χαμηλὴ, μποροῦμε νά χρησιμοποιήσουμε ὡς πηγὴ ἓναν ταλαντωτῆ μέ μιά λυχνία μικρῆς ἰσχύος πού παράγει ἐναλλασσόμενη τάση μέ συχνότητα 100 - 300 kHz. Τέτοια τροφοδοτικά χρησιμοποιοῦνται σέ πολλές περιπτώσεις.

Στοὺς δέκτες τηλεοράσεως ἀνορθώνονται ἀποκλειστικά οἱ παλμοὶ τάσεως, πού παράγονται στὸν αὐτομετασχηματιστῆ ἐξόδου γραμμῶν κατὰ τό χρόνο τῆς ὀριζοντίας ἐπιστροφῆς τῆς δέσμης.

Στὸ σχῆμα 8.10α φαίνεται τὸ κύκλωμα παραγωγῆς τῆς ὑπερυψηλῆς τάσεως ἀπὸ τὴ βαθμίδα ἐξόδου τῶν γραμμῶν. Μία ξεχωριστὴ καί καλὰ μονωμένη περιέλιξη μέ πολλές σπείρες συνδέεται σέ σειρά μέ τὸν αὐτομετασχηματιστῆ, ὥστε νά ἐμφανίζεται ὡς προέκταση τῆς δικῆς του περιελίξεως. Κατὰ τό χρόνο τῆς ὀριζόντιας



Σχ. 8.10α.

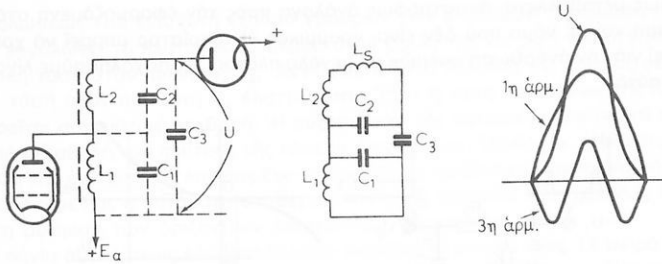
Συνδεσμολογία για την παραγωγή της υπερυψηλής τάσεως.

έπιστροφής της δέσμης, επάγεται στη νέα περιέλιξη μία τάση με μέγιστη τιμή $U_2 = 8 - 14 \text{ kV}$. Στην τάση αυτή προστίθεται και η τάση $U_1 = 5.000$, που παρουσιάζεται, όπως ξέρομε, στην περιέλιξη του αυτομετασχηματιστή και η ολική τάση $U_1 + U_2$ εφαρμόζεται στην άνοδο μιάς κατάλληλης διοδικής λυχνίας. Η άνορθωμένη τάση, που προκύπτει, εξομαλύνεται από τη χωρητικότητα C_ϕ την οποία σχηματίζουν το έσωτερο και εξωτερικό επίστρωμα του κώνου του σωλήνα με διηλεκτρικό το γυάλινο περίβλημα. Η χωρητικότητα αυτή κυμαίνεται από $1000 - 2000 \text{ pF}$ και θεωρείται αρκετή, επειδή η συχνότητα της κυματώσεως είναι 15625 Hz . Εξάλλου το μικρό ρεύμα της δέσμης επιτρέπει τη χρησιμοποίηση και μιάς μεγάλης αντίστασης ($0,5 - 2 \text{ M}\Omega$) στο φίλτρο εξομαλύνσεως.

Οι άνορθωτικές λυχνίες υπερυψηλής τάσεως (DY86, DY87, DY802) είναι ειδικής κατασκευής με μεγάλη ανάστροφη τάση, μικρή χωρητικότητα ανόδου - καθόδου και αρκετά οικονομική κάθοδο άμεσης θερμάνσεως. Η τάση θερμάνσεως παίρνεται επαγωγικά από τον αυτομετασχηματιστή με μία σπείρα από άγωγο υψηλής μονώσεως. Την ίδια μόνωση έχει και ο άγωγός, που μεταφέρει την τάση από την κάθοδο του άνορθωτή στην άνοδο του σωλήνα. Γενικά η άνορθωτική αυτή διάταξη πρέπει να έχει υψηλή μόνωση και να κατασκευάζεται με μικρούς συνδετικούς άγωγους χωρίς «ακίδες» στα σημεία συγκολλήσεως.

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 έπιστροφή της δέσμης. Στην αρμονική αυτή συντονίζει το κύκλωμα (σχ. 8.10β), 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 άνορθωτριάς, μεγαλώνει.

Κατά την κατασκευή του αυτομετασχηματιστή γίνεται έκλογή των διαστάσεων της περιελίξεως, των μονωτικών του και των υπολοίπων υλικών, ώστε να μπορεί να συντονίζει στην τρίτη αρμονική.

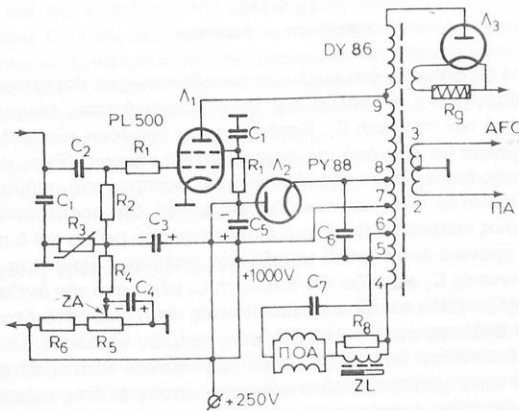


Σχ. 8.10β.

Συντονισμός του αυτόμετασχηματιστή στην τρίτη αρμονική.

8.11 Τυπικό κύκλωμα ένισχυτή γραμμών.

Στό σχήμα 8.11α παρουσιάζομε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα ένισχυτή εξόδου γραμμών με τη δίοδο αποσβέσεως και την άνορθώτρια υπερυψηλής τάσεως.

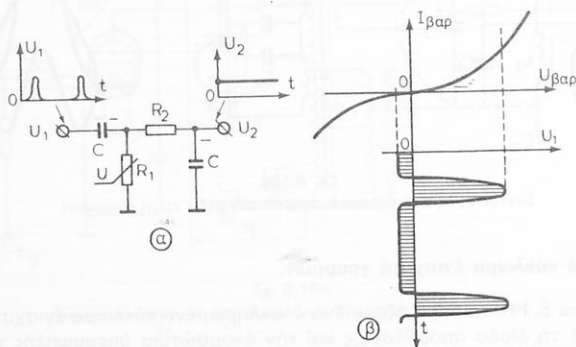


Σχ. 8.11α.

Τυπικό κύκλωμα εξόδου του τμήματος σαρώσεως γραμμών.

Ο πυκνωτής C_1 ανήκει στο κύκλωμα μορφοποίησης της τάσεως διεγέρσεως του ένισχυτή γραμμών και ο C_2 είναι ζευκτικός. Η αντίσταση R_1 είναι αντιπαρασιστική, δηλαδή προορίζεται για την αποτροπή δημιουργίας παρασιτικών ταλαντώσεων στην ένισχύτρια λυχνία. Για τη δημιουργία της αρνητικής τάσεως πολώσεως της ένισχύτριας λυχνίας χρησιμοποιούνται οι θετικοί παλμοί της επιστροφής της δέσμης, που λαμβάνονται από το όριο 7 του αυτόμετασχηματιστή και μέσα από τον πυκνωτή C_3 οδηγούνται στην αντίσταση R_3 . Η αντίσταση R_3 είναι βαρίστορ (Varistor ή VDR), δηλαδή αντίσταση εξαρτώμενη από την τάση. Η τιμή της αντι-

στάσεις μεταβάλλεται αντίστροφως ανάλογα προς την εφαρμοζόμενη στα άκρα της τάση και με νόμο που δεν είναι γραμμικός. Η βαρίστορ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανόρθωση παλμών με μεγάλο πλάτος. Άς ασχοληθούμε λίγο με το θέμα αυτό.



Σχ. 8.11β.

Ανóρθωση με βαρίστορ.

Στό σχήμα 8.11β φαίνεται ένα κύκλωμα ανόρθωσης με βαρίστορ και η χαρακτηριστική λειτουργίας της. Οι παλμοί π.χ. θετικής πολικότητας, εφαρμόζονται στα άκρα της μέσα από τον πυκνωτή C_1 . Κατά το χρόνο δράσεως των παλμών η βαρίστορ γίνεται αγωγίμη ύστερα από μία ορισμένη τιμή τάσεως. Έτσι, με την εφαρμογή της αρνητικής ήμπεριόδου της τάσεως, που φαίνεται στο σχήμα 8.11β (β) η αντίσταση της βαρίστορ είναι πρακτικά άπειρη και δε διαρρέεται από ρεύμα. Με τους θετικούς όμως παλμούς η βαρίστορ διαρρέεται από ρεύμα και ο πυκνωτής C_1 φορτίζεται. Στα χρονικά διαστήματα μεταξύ των παλμών η βαρίστορ δεν είναι αγωγίμη και ο πυκνωτής C_1 φορτίζει τον πυκνωτή C_2 μέσα από την αντίσταση R_2 . Το κύκλωμα R_2C_2 παίζει ρόλο φίλτρου εξομαλύνσεως και η τάση στα άκρα του C_2 είναι συνεχής και ανάλογη προς το πλάτος των παλμών εισόδου.

Η βαρίστορ ανόρθώνει παλμούς με πολύ μεγαλύτερο πλάτος σε σύγκριση με μία δίοδο και γι' αυτό χρησιμοποιείται εύρυτατα στους δέκτες τηλεόρασης για την παραγωγή της τάσεως πολώσεως των ενισχυτών γραμμών και πλαισίων.

Έπανερχόμαστε στο κύκλωμα του σχήματος 8.11α.

Είπαμε ότι θετικοί παλμοί εφαρμόζονται στα άκρα της βαρίστορ R_3 . Η αντίσταση γίνεται αγωγίμη και φορτίζεται ο πυκνωτής C_3 . Στα χρονοδιαλείμματα μεταξύ των παλμών ο C_3 φορτίζει τον C_4 μέσα από την αντίσταση R_4 . Η τάση φορτίσεως του πυκνωτή C_4 εφαρμόζεται ως πόλωση στο πλέγμα της ενισχυτικής λυχνίας. Η τάση πολώσεως προκαθορίζεται με τη βοήθεια των αντιστάσεων R_5R_6 . Μέσα από τις αντιστάσεις αυτές εφαρμόζεται μία θετική τάση στον πυκνωτή C_4 , που λαμβάνεται από τον έπαυξητικό πυκνωτή C_5 . Η τάση αυτή εξουδετερώνει μερικώς την αρνητική τάση του C_4 και με τη ρύθμισή της (μέ την R_5) προκαθορίζεται η πόλωση της λυχνίας.

Η συνδεσμολογία C_3 , R_3 , R_4 και C_4 αποτελεί κύκλωμα αυτόματης ρυθμίσεως

της πολώσεως του ένισχυτῆ έξόδου γραμμῶν. Ἄν ἐλαττωθεῖ ἡ πόλωση τῆς λυχνίας, μεγαλώνει τό πλάτος τοῦ παλμοῦ στήν έξοδο της καί μαζί του μεγαλώνει ἡ ἀρνητικὴ τάση στόν πυκνωτὴ C_4 . Ἀντίθετα, ὅταν ἡ πόλωση τῆς λυχνίας μεγαλώσει, ἡ τάση στόν πυκνωτὴ C_4 ἐλαττώνεται. Ἔτσι ἡ τάση πολώσεως τῆς λυχνίας διατηρεῖται αὐτομάτως σταθερή. Ἡ αὐξομείωση τῆς πολώσεως τῆς λυχνίας ὀφείλεται ἀπὸ μεταβολὴ τοῦ πλάτους τῆς τάσεως διενέργσεως. Θά δοῦμε παρακάτω ὅτι ἡ πόλωση τῆς ένισχύτριας λυχνίας ἔχει σχέση μέ τίς ὀριζόντιες διαστάσεις τῆς εἰκόνας καί ἐπομένως ἡ αὐτόματη σταθεροποίησή της ἀποτελεῖ ταυτοχρόνως καί αὐτόματη ρύθμιση τῶν ὀριζοντίων διαστάσεων τῆς εἰκόνας.

Τά πηνία ἀποκλίσεως ἐδῶ συνδέονται παράλληλα μεταξύ τους. Σέ σειρά μέ αὐτά βρίσκεται ὁ πυκνωτὴς C_7 , γιά νά δώσει στό ρεῦμα ἀποκλίσεως μιά μορφή ποῦ εἶναι γνωστὴ ὡς «μορφή S». Σέ σειρά ἐπίσης μέ τά πηνία ἀποκλίσεως συνδέεται ὁ ρυθμιστὴς τῆς ὀριζόντιας γραμμικότητος (ZL), ποῦ ἀποτελεῖται ἀπὸ μιά αὐτεπαγωγὴ, τὴν ἀντίσταση R_8 καί ἓνα μόνιμο μαγνήτη. Γιά τὴ μορφή S τοῦ ρεύματος σαρώσεως καί τό ρυθμιστὴ τῆς ὀριζόντιας γραμμικότητος θά μιλήσομε παρακάτω.

Ὁ πυκνωτὴς C_6 προκαθορίζει τὴ διάρκεια καί τό πλάτος τοῦ παλμοῦ τῆς ὀριζόντιας ἐπιστροφῆς τῆς δέσμης, ἐπομένως καί τό μέγεθος τῆς ὑπερυψηλῆς τάσεως. Ἡ αὐξηση τῆς χωρητικότητός του προκαλεῖ τὴν αὐξηση τοῦ χρόνου ἐπιστροφῆς τῆς δέσμης καί τὴν ἐλάττωση τῆς ὑπερυψηλῆς τάσεως.

Ἀπὸ τά ὅρια 1 - 2 τῆς δευτερεύουσας περιελίξεως τοῦ μετασχηματιστῆ έξόδου παίρνομε ἀρνητικούς παλμούς γιά τὴν ἀμαύρωση τῆς ὀθόνης κατὰ τὴν ὀριζόντια ἐπιστροφή τῆς δέσμης καί ἀπὸ τά ὅρια 1 - 3 θετικούς παλμούς γιά τὴ λειτουργία τοῦ κυκλώματος αὐτόματης ρυθμίσεως τῆς συχνότητος τοῦ ταλαντωτῆ γραμμῶν. Γιά τό κύκλωμα αὐτὸ δὲν ἔχομε μιλήσει ἀκόμη.

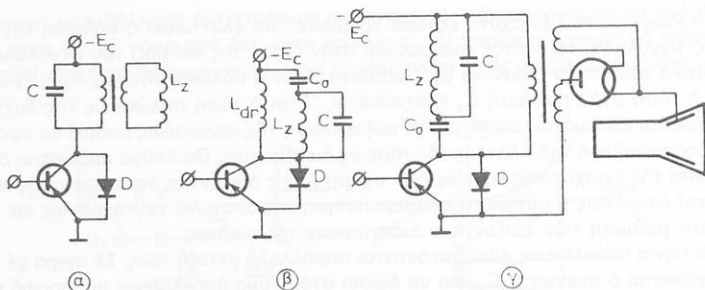
Σημειώνομε τέλος ὅτι ἡ ἀντίσταση R_9 , ποῦ βρίσκεται σέ σειρά μέ τό κύκλωμα νήματος τῆς ἀνορθώτριας ὑπερυψηλῆς τάσεως, προορίζεται γιά τὴν ἀπόσβεση τῶν αἰχμῶν τοῦ ρεύματος θερμάνσεως.

8.12 Ἐνισχυτές γραμμῶν μέ τρανζίστορ.

Ἡ σύνθεση ἑνὸς ένισχυτῆ γραμμῶν μέ τρανζίστορ ἐμφανίζεται πιὸ ἀπλὴ ἀπὸ τὴν ἀντίστοιχη μέ λυχνία. Ἡ μικρὴ ἀντίσταση τοῦ ἀγωγίμου τρανζίστορ ἐπιτρέπει τὴ σύνδεση τῶν πηνίων ἀποκλίσεως στό κύκλωμα τοῦ συλλέκτη χωρὶς τὴ μεσολάβηση μετασχηματιστῆ προσαρμογῆς. Ἡ σύνδεση αὐτὴ ἐξασφαλίζει ὑψηλὸ βαθμὸ ἀποδόσεως, ἐπειδὴ δὲ χάνεται ἐνέργεια στόν πυρήνα τοῦ μετασχηματιστῆ.

Στό σχῆμα 8.12 παρουσιάζομε τρία κυκλώματα ένισχυτῶν έξόδου γραμμῶν μέ τρανζίστορ γιά νά δοῦμε κυρίως πῶς συνδέονται τά πηνία ἀποκλίσεως καί πῶς παρᾶγεται ἡ ὑπερυψηλὴ τάση.

Στό ρεῦμα σαρώσεως περιέχεται πάντοτε κάποια συνεχὴς συνιστώσα, ἡ ὁποία μετατοπίζει ὀριζοντίως τό ράστερ στήν ὀθόνη τοῦ δέκτη. Γιά ν' ἀποκλείσομε τὴ συνεχὴ συνιστώσα, συνδέομε τά πηνία ἀποκλίσεως στήν έξοδο τοῦ τρανζίστορ μέ τὴ μεσολάβηση μετασχηματιστῆ [σχ. 8.12(α)] ἢ μέ τὴ βοήθεια πυκνωτῆ συζεύξεως [σχ. 8.12(β)]. Ἡ σύνδεση μέ μετασχηματιστὴ παρέχει τὴ δυνατότητα χρησιμοποίησης ὁποιοῦνδήποτε πηνίων ἀποκλίσεως μέ κατάλληλη ἐκλογή τοῦ λόγου μετασχηματισμοῦ. Ἡ σύνδεση μέ πυκνωτὴ (ὁ συλλέκτης τροφοδοτεῖται μέσα ἀπὸ ἓνα τσόκ) προϋποθέτει ὑπολογισμό τῶν πηνίων ἀποκλίσεως. Ὁ πυκνωτὴς C_p



Σχ. 8.12.

Κυκλώματα συνδέσεως πηνίων απόκλισης σε τρανζίστορ και η παραγωγή της υπερυψηλής τάσεως.

χρησιμοποιείται και για τη μορφοποίηση του ρεύματος σαρώσεως. Τό πλεονέκτημα της συνδέσεως αυτής είναι η μικρότερη ισχύς άπωλειών.

Για την παραγωγή της υπερυψηλής τάσεως χρησιμοποιείται ειδικός μετασχηματιστής παλμών, του οποίου τό πρωτεύον παίζει τό ρόλο του προηγούμενου τσόκ [σχ. 8.12(γ)]. Τό πλάτος του παλμού στό συλλέκτη κατά τό χρόνο της έπιστροφής της δέσμης είναι γύρω στά 200 V. Για την παραγωγή της απαραίτητης υπερυψηλής τάσεως χρησιμοποιούνται, πολλές φορές, κυκλώματα πολλαπλασιασμού τάσεως μέ διοδικές λυχνίες ή διόδους ύψηλης τάσεως από σελήνιο. Άνορθωτές υπερυψηλής τάσεως από σελήνιο χρησιμοποιούνται και στους δέκτες τηλεοράσεως μέ λυχνίες όποτε καταργείται ή περιέλιξη θερμάνσεως από τό μετασχηματιστή έξόδου τών γραμμών.

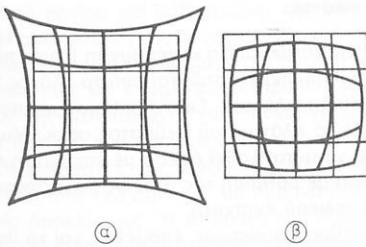
8.13 Η μορφή S του ρεύματος σαρώσεως.

Οι βιομηχανίες κατασκευάζουν εικονογράφους μέ λόγο πλευρών όθόνης $4/3$ και $5/4$ για γωνίες απόκλισης 110° .

Μέ την αύξηση της γωνίας απόκλισης από τίς 70° ή 90° ως τίς 110° , τά πηνία άπορροφούν μεγαλύτερη ισχύ από τίς βαθμίδες σαρώσεως και άκόμη προκαλούν γεωμετρικές (μή γραμμικές) παραμορφώσεις στό ράστερ. Έπειδή τό κέντρο του συστήματος απόκλισης δέ συμπίπτει μέ τό κέντρο καμπυλότητας της όθόνης, τό ράστερ αποκτά «μαξιλαροειδή» μορφή [σχ. 8.13α(α)].

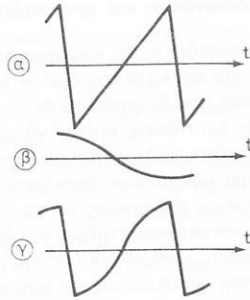
Για την άντιστάθμιση της μαξιλαροειδούς παραμορφώσεως του ράστερ χρησιμοποιείται τό άνομοιόμορφο «περιθωριακό» πεδίο τών πηνίων απόκλισης (τό πεδίο πού έκτείνεται έξω από τούς πόλους ενός πηνίου ή μαγνήτη) τό όποιο προκαλεί ή λεγόμενη «βαρελοειδή» παραμόρφωση του ράστερ [σχ. 8.13α(β)]. Μέ ειδική κατανομή τών σπειρών στη διατομή τών πηνίων απόκλισης μπορεί νά δημιουργηθεί τόση βαρελοειδής παραμόρφωση, όση χρειάζεται για νά άντισταθμισθεί ή μαξιλαροειδής παραμόρφωση.

Για τούς σύγχρονους καθοδικούς σωλήνες τών δεκτών τηλεοράσεως μέ τη μεγάλη γωνία απόκλισης έχουν κατασκευασθεί ειδικοί μετασχηματιστές έξόδου γραμμών, ειδικά πηνία απόκλισης και ρυθμιστές όριζόντιας γραμμικότητας, άκό-



Σχ. 8.13α.

Ἡ μαξίλαροειδής (α) καὶ ἡ βαρελοειδής (β) παραμόρφωση τοῦ ράστερ.



Σχ. 8.13β.

Ἡ μορφή τοῦ ρεύματος σαρώσεως.

μη καὶ νέες λυχνίες. Ὅμως ἡ εἰδικὴ κατασκευὴ τῶν πηνίων ἀποκλίσεως δέν κατόρθωσε νὰ ἀπομακρύνει ἐντελῶς τὴ μαξίλαροειδῆ παραμόρφωση. Ἡ ἀντιστάθμισή της μὲ χρησιμοποίησιν τοῦ περιθωριακοῦ πεδίου γίνεται ὡς κάποιο ὄριο, ἀλλὰ πέ-
ρα ἀπὸ αὐτὸ καταστρέφεται ἡ ἐστίασις τῆς ἠλεκτρονικῆς δέσμης. Τὸ πρόβλημα λύ-
νεται ἂν δοθεῖ ἡ λεγόμενη «μορφή S» στὸ ρεῦμα σαρώσεως (σχ. 8.13β).

Ὅταν τὸ ρεῦμα τῆς ὀριζοντίας σαρώσεως εἶναι γραμμικόν, ἡ κίνησις τῆς ἠλεκτρο-
νικῆς δέσμης ὀριζοντίως εἶναι ἰσοταχὴς καὶ ἡ δέσμη γράφει ἴσα τόξα ἀπέναντι ἀπὸ
ἴσες γωνίες, ἐφόσον τὸ κέντρο τοῦ συστήματος ἀποκλίσεως συμπίπτει μὲ τὸ κέ-
ντρο καμπυλότητος τῆς ὀθόνης. Στὴν περίπτωσιν ὅμως ποὺ τὰ κέντρα αὐτὰ δέ
συμπίπτουν, ὅπως συμβαίνει μὲ τίς σχεδόν ἐπίπεδες ὀθόνης τῶν καθοδικῶν λυ-
χνιῶν τηλεοράσεως, ἡ δέσμη γράφει ἄνισα τόξα ἀπέναντι ἀπὸ ἴσες γωνίες. Τὰ τόξα
εἶναι μεγαλύτερα στὰ περιθώρια τῆς ὀθόνης καὶ ἀκόμη μεγαλύτερα στὶς γωνίες, μὲ
ἀποτέλεσμα τὴ μεγέθυνσιν τῆς εἰκόνας στὶς περιοχὰς αὐτὰς καὶ τὴν ἐμφάνισιν τῆς
μαξίλαροειδοῦς παραμορφώσεως.

Ὅταν τὸ ρεῦμα σαρώσεως ἔχει μορφή S, ἡ ταχύτητα τῆς δέσμης ἐλαττώνεται
μὲ ἀπομάκρυνσιν ἀπὸ τὸ κέντρο τῆς ὀθόνης καὶ οἱ γωνίες ἀποκλίσεως μικραίνουν.
Μὲ τὴ σμίκρυνσιν τῶν γωνιῶν στὰ περιθώρια τῆς ὀθόνης, τὰ τόξα γίνονται μικρό-
τερα καὶ ἡ μαξίλαροειδὴς παραμόρφωση ἐξαφανίζεται. Μὲ λίγα λόγια τὸ ρεῦμα σα-
ρώσεως μὲ μορφή S ἐξασφαλίζει τεχνητὰ καὶ γιὰ τίς ἐπίπεδες ὀθόνας τὴ συνθήκην
«ἰσότητος τῶν τόξων ἀπέναντι τῶν ἴσων γωνιῶν».

Γιὰ νὰ δώσωμε στὸ ρεῦμα σαρώσεως τὴ μορφή S συνδέομε σὲ σειρά μὲ τὰ πη-
νία ἀποκλίσεως πυκνωτές. Γι' αὐτὸ τὸ σκοπὸ εἶναι συνδεσμολογημένοι καὶ ὁ πυ-
κνωτὴς C₇ στὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 8.11α. Ὁ πυκνωτὴς αὐτὸς καὶ τὰ πηνία ἀ-
ποκλίσεως συγκροτοῦν κυμαινόμενο κύκλωμα. Ἡ ἡμιτονικὴ ταλάντωσις τοῦ κυ-
κλώματος αὐτοῦ [σχ. 8.13β(β)] προστίθεται στὸ πριονωτὸ ρεῦμα [σχ. 8.13β(α)]
γιὰ νὰ δημιουργηθεῖ τὸ τελικὸ ρεῦμα σαρώσεως μὲ τὴ μορφή S [σχ. 8.13β(γ)].

Σημειώνομε ὅτι μικρὲς μαξίλαροειδεῖς παραμορφώσεις διορθώνονται καὶ μὲ
μικροὺς μόνιμους μαγνήτες ποὺ τοποθετοῦνται στὴν περιφέρεια τοῦ κώνου τῶν
πηνίων ἀποκλίσεως.

8.14 Διαστάσεις καί γραμμικότητα τῆς εἰκόνας.

Οἱ διαστάσεις τῆς εἰκόνας τόσο κατά τήν κατακόρυφη κατεύθυνση (ὕψος πλαισίου) ὅσο καί κατά τήν ὀριζόντια (μῆκος γραμμῶν) ἐξαρτῶνται ἀπό τό πλάτος τοῦ ρεύματος πού διαρρέει τά ἀντίστοιχα πηνία ἀποκλίσεως. Γιά νά ρυθμίσομε ἐπομένως τίς διαστάσεις πρέπει νά μεταβάλομε τό πλάτος τοῦ ρεύματος σαρώσεως.

Τό πλάτος τοῦ ρεύματος αὐτοῦ μπορεῖ νά μεταβληθεῖ ἄμεσα μέ ἐπέμβαση στό κύκλωμα τῶν πηνίων ἀποκλίσεως ἢ ἔμμεσα μέ ρύθμιση τῆς τάσεως διεγέρσεως ἢ τῆς τάσεως πολώσεως τοῦ ἀντίστοιχου τελικοῦ ἐνισχυτῆ.

Στό κατακόρυφο τμήμα τοῦ δέκτη τό ρεῦμα σαρώσεως, ἐπομένως καί τό ὕψος τῆς εἰκόνας, ρυθμίζεται ἔμμεσα μέ μεταβολή τοῦ πλάτους τῆς τάσεως διεγέρσεως τοῦ ἐνισχυτῆ πλαισίων. Ἡ ρύθμιση τοῦ ὕψους τοῦ πλαισίου μέ μεταβολή τῆς πολώσεως τοῦ ἐνισχυτῆ ἐπιδρᾷ στήν κατακόρυφη γραμμικότητα τῆς εἰκόνας, ἡ ὁποία ἐξαρτᾶται ἀπό τή μορφή τοῦ ρεύματος σαρώσεως ἢ πράγμα πού εἶναι τό ἴδιο, ἀπό τή μορφή τῆς τάσεως σαρώσεως. Ἡ μετάθεση τοῦ ἀρχικοῦ σημείου λειτουργίας ἐπάνω στή χαρακτηριστική πλέγματος τῆς λυχνίας ἐξόδου, τροποποιεῖ τή μορφή τῆς τάσεως σαρώσεως, ἡ ὁποία πρωτοσχηματίζεται στό κύκλωμα πλέγματος τοῦ ἐνισχυτῆ πλαισίων. Αὐτός εἶναι ὁ λόγος γιά τόν ὁποῖο ἡ ρύθμιση τοῦ ὕψους τῆς εἰκόνας γίνεται μέ μεταβολή τοῦ πλάτους τῆς τάσεως διεγέρσεως τοῦ ἐνισχυτῆ πλαισίων καί μέ ρυθμιστή, πού βρίσκεται πρὶν ἀπό τό κύκλωμα πλέγματος τῆς λυχνίας (στό κύκλωμα ἀνόδου τῆς προηγούμενης λυχνίας), ὥστε νά μήν ἐπηρεάζεται ἡ ἀρχική πόλωση τοῦ ἐνισχυτῆ ἐξόδου (βλ. σχ. 8.5).

Τό ρεῦμα τῆς ὀριζόντιας σαρώσεως παίρνει τήν τελική του μορφή στό κύκλωμα ἐξόδου τοῦ ἐνισχυτῆ γραμμῶν καί ἡ ρύθμιση τοῦ πλάτους του, ἐπομένως καί τῶν ὀριζοντίων διαστάσεων τῆς εἰκόνας, μπορεῖ νά γίνει μέ μεταβολή τῆς τάσεως διεγέρσεως καί τῆς πολώσεως τῆς τελικῆς λυχνίας. Ὁ ρυθμιστής πολώσεως μέ τήν ἀντίσταση R_5 στόν ἐνισχυτῆ γραμμῶν τοῦ σχήματος 8.11α συναντᾶται, μέ μικρές παραλλαγές, σέ ὅλους σχεδόν τούς σύγχρονους δέκτες τηλεοράσεως ὡς ρυθμιστής τῶν ὀριζοντίων διαστάσεων τῆς εἰκόνας (ΖΑ).

Εἶπαμε ὅτι ἡ γραμμικότητα τῆς εἰκόνας ἐξαρτᾶται ἀπό τή μορφή τοῦ ρεύματος πού διαρρέει τά πηνία ἀποκλίσεως. Μποροῦμε νά ἀλλάξομε τή μορφή τοῦ ρεύματος αὐτοῦ καί ἐπομένως νά ρυθμίσομε τή γραμμικότητα τῆς εἰκόνας, μέ ἄμεση ἐπέμβαση στό κύκλωμα τῶν πηνίων ἀποκλίσεως ἢ μέ ἀλλαγὴ τῆς μορφῆς τῆς τάσεως σαρώσεως.

Ἡ κατακόρυφη γραμμικότητα ρυθμίζεται, ὅπως εἶδαμε, μέ ἀλλαγὴ τῆς μορφῆς τῆς τάσεως διεγέρσεως τοῦ ἐνισχυτῆ πλαισίων πού γίνεται μέ τή βοήθεια τῆς ἀλυσίδας ἀρνητικῆς ἀνασυσζεύξεως (βλ. σχ. 8.5) ἢ μέ τροποποίηση τῆς ἀρχικῆς πολώσεως τῆς λυχνίας τοῦ ἐνισχυτῆ αὐτοῦ. Συνήθως χρησιμοποιοῦνται καί οἱ δύο τρόποι.

Ἡ ρύθμιση τῆς ὀριζόντιας γραμμικότητας τῆς εἰκόνας γίνεται μέ ἄμεση ἐπέμβαση στό κύκλωμα τῶν ἀντιστοίχων πηνίων ἀποκλίσεως.

Στό κύκλωμα τοῦ σχήματος 8.11α ὁ ρυθμιστής γραμμικότητας ZL εἶναι ἓνα πηνίο μέ πυρήνα ἀπὸ φερρῆτη πού συνδέεται σέ σειρά μέ τά πηνία τῆς ὀριζόντιας ἀποκλίσεως. Δίπλα στό πηνίο βρίσκεται ἓνας μόνιμος μαγνήτης καί παρέχεται ἡ δυνατότητα ρυθμίσεως τῆς ἀποστάσεως μεταξύ αὐτοῦ καί τοῦ πηνίου. Ἡ παρουσία ἑνὸς μόνιμου μαγνήτη δίπλα στό πηνίο γραμμικότητας τροποποιεῖ τό μαγνητικό πε-

δίο του πηγίου καί αύξομειώνει τήν αὐτεπαγωγή του.

Ἡ αὐξομείωση τῆς αὐτεπαγωγῆς τοῦ πηγίου προκαλεῖ ἀντιστοίχως μεγαλύτερη ἢ μικρότερη καθυστέρηση στήν ἀποκατάσταση τοῦ ρεύματος μέσα ἀπό τά πηνία ἀποκλίσεως καί ἐπομένως μεταβάλλει τή μορφή του. Τό μέγεθος τῆς αὐξομείωσης τῆς αὐτεπαγωγῆς τοῦ πηγίου γραμμικότητας ρυθμίζεται μέ τήν προσέγγιση στό πηνίο ἢ τήν ἀπομάκρυνση ἀπό αὐτό τοῦ μόνιμου μαγνήτη.

Οἱ ρυθμιστές τῆς ὀριζόντιας γραμμικότητας τῶν συγχρόνων δεκτῶν ἀποτελοῦνται ἀπό ἕνα πηνίο ΖΛ μέ πυρήνα ἀπό φερρίτη πού συνδέεται σέ σειρά μέ τά πηνία ἀποκλίσεως. Ἡ ρύθμιση τοῦ πυρήνα μεταβάλλει τήν αὐτεπαγωγή τοῦ πηγίου καί ἐπομένως τή μορφή τοῦ ρεύματος σαρώσεως.

Ἡ ἀντίσταση, πού συνδέεται σέ σειρά ἢ παράλληλα μέ τό πηνίο γραμμικότητας, προορίζεται γιά τήν ἀπόσβεση παρασιτικῶν ταλαντώσεων.

Σημειώνομε ὅτι αὐτεπαγωγές συνδεδεμένες σέ σειρά μέ τή δίοδο ἀποσβέσεως (στό κύκλωμα ἀνόδου ἢ καθόδου) προορίζονται γιά τή διόρθωση τῆς γραμμικότητας τοῦ ρεύματος στό πρῶτο τμήμα τῆς ὀρθῆς σαρώσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΤΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΔΕΚΤΗ

9.1 Αυτόματη ρύθμιση της συχνότητας του ετερόδунου.

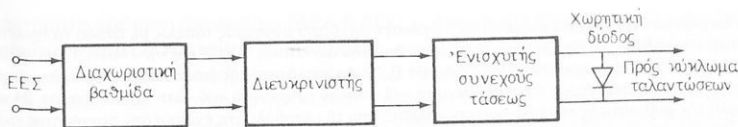
Ἡ εὐαίσθησις καὶ ἡ ἐπιλεκτικότητα τοῦ δέκτη τηλεοράσεως καὶ γενικά ἡ ποιότητα τῆς εἰκόνας του ἐξαρτῶνται σέ μεγάλο βαθμό ἀπὸ τὴ σταθερότητα τῆς ἐνδιάμεσης συχνότητας καὶ αὕτῃ μὲ τὴ σειρά τῆς ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴ συχνότητα τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ. Κατὰ τὴ λειτουργία τοῦ δέκτη καὶ ἀπὸ διάφορες αἰτίες (θέρμανση ἐξαρτημάτων, μεταβολὴ τῆς τροφοδοτικῆς τάσεως κλπ.), ἡ συχνότητα τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ μεταβάλλεται καὶ παρουσιάζεται ἡ ἀνάγκη ἐπαναφορᾶς τῆς στῆ σωστῇ τῆς τιμῇ.

Στὸ κεφάλαιο 5 εἶδαμε ὅτι γιὰ τὴ ρύθμιση τῆς συχνότητας τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ καὶ γενικότερα γιὰ τὸ συντονισμό ὄλων τῶν βαθμίδων τοῦ συντονιστῆ γίνεται σήμερα χρῆση τῶν διόδων μεταβλητῆς χωρητικότητας (Varicap). Ὁ τρόπος αὐτός συντονισμού τοῦ κυκλώματος τοῦ ταλαντωτῆ προϋποθέτει ρύθμιση τάσεως μὲ τὴ βοήθεια ποτανομέτρου καὶ ἡ ρύθμιση αὕτῃ γίνεται μὲ τὸ χέρι. Μπορεῖ νὰ ἀπαλλαγεῖ ὁ τηλεθεατῆς ἀπὸ τέτοιους χειρισμούς ἂν ὁ δέκτης διαθέτει διάταξη «αὐτόματης ρυθμίσεως συχνότητας» (ΑΡΣ ἢ AFC = Automatic Frequency Control).

Ἡ ΑΡΣ πραγματοποιεῖται μὲ τὴν ἐπίδραση σέ ἓνα φανταστικό στοιχεῖο τοῦ κυκλώματος τοῦ ταλαντωτῆ, τοῦ λεγόμενου «διορθωτικοῦ σήματος». Τό σῆμα αὐτό λαμβάνεται ἀπὸ ἓνα διευκρινιστῆ ὅταν ἡ ἐνδιάμεση συχνότητα εἰκόνας ἀποκλίνει ἀπὸ τὴν κανονικὴ τῆς τιμῇ.

Ἐνα διάγραμμα διατάξεως ΑΡΣ φαίνεται στὸ σχῆμα 9.1α. Μία διαχωριστικὴ βαθμίδα, συντονισμένη στὴν ἐνδιάμεση συχνότητα εἰκόνας, συζευγνύεται μὲ τὴν ἔξοδο τοῦ ΕΕΣ ἀπὸ τὸν ὁποῖο καὶ διεγείρεται. Ἄν ἡ ἐνδιάμεση συχνότητα εἰκόνας ἐκτραπεῖ ἀπὸ τὴν κανονικὴ τιμῇ τῆς, λόγω μεταβολῆς τῆς συχνότητας τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ, ὁ διευκρινιστῆς, πού ἀκολουθεῖ τὴ διαχωριστικὴ βαθμίδα, μετατρέπει τίς μεταβολές συχνότητας σέ μεταβολές τάσεως. Ἡ ρυθμιστικὴ αὕτῃ τάση, ἀφοῦ ἐνισχυθεῖ ἀπὸ ἓναν ἐνισχυτὴ συνεχοῦς τάσεως, ἐφαρμόζεται στῇ χωρητικῇ δίοδο, ἡ ὁποία συνδέεται παράλληλα στὸ κυμαίνόμενο κύκλωμα τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ καὶ διορθώνει τὴ συχνότητά του.

Ἡ συχνότητα τοῦ ταλαντωτῆ μπορεῖ νὰ ρυθμισθεῖ καὶ μὲ τὴ βοήθεια μιᾶς λυχνίας φαινομένης ἀντιστάσεως. Ὅμως ὁ τρόπος αὐτός δέ χρησιμοποιεῖται στοὺς δέκτες τηλεοράσεως, ἐπειδὴ πρέπει νὰ συμπεριληφθεῖ στὸ συντονιστῆ μιὰ ἀκόμη λυχνία. Πιο ἀπλὸς καὶ κατάλληλος τρόπος εἶναι αὐτός πού στηρίζεται στῇ χρησιμοποίηση δίοδου μεταβλητῆς χωρητικότητας.



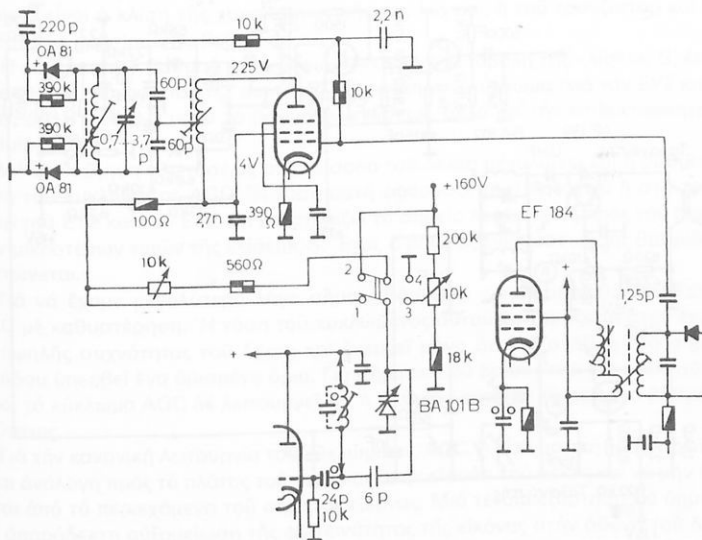
Σχ. 9.1α.

Διάγραμμα αυτόματης ρυθμίσεως της συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή.

Σημειώνουμε ότι διάταξη ΑΡΣ διαθέτουν μόνο οι καλοί δέκτες τηλεόρασης που είναι φυσικά και ακριβότεροι.

Παρουσιάζουμε δύο πρακτικές συνδεσμολογίες αυτόματων ρυθμιστών της συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή.

Στο σχήμα 9.1β φαίνεται μία τέτοια συνδεσμολογία για δέκτη τηλεόρασης με λυχνίες. Στο όδηγο πλέγμα της λυχνίας EF 80 και μέσα από τον πυκνωτή $1,75 \mu\text{F}$ φθάνει η τάση της ενδιάμεσης συχνότητας εικόνας (38,9 MHz) από την τελευταία βαθμίδα του αντίστοιχου ενισχυτή (ΕΕΣ). Στο άνοδικό κύκλωμα της λυχνίας συνδέεται ο διευκρινιστής, που αποτελείται από τις δύο διόδους OA 81 και τα υπόλοιπα απαραίτητα στοιχεία του (αυτεπαγωγές και χωρητικότητες).



Σχ. 9.1β.

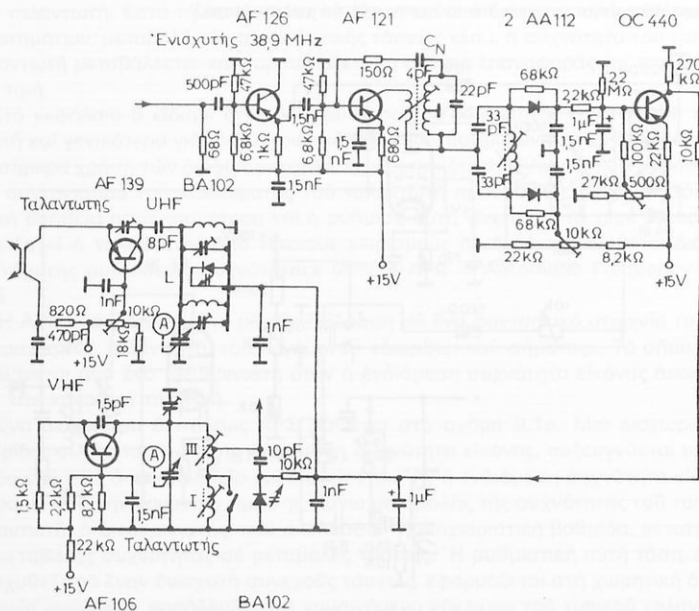
Κύκλωμα αυτόματης ρυθμίσεως της συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή με λυχνίες.

Όταν η ενδιάμεση συχνότητα εικόνας γίνει μεγαλύτερη ή μικρότερη από την κανονική της τιμή, στην έξοδο του διευκρινιστή εμφανίζεται θετική ή αρνητική ρυθμιστική τάση. Η έξοδος του διευκρινιστή συνδέεται στο όδηγο πλέγμα της ίδιας λυχνίας (της EF 80) μέσα από το φίλτρο που σχηματίζουν οι πυκνωτές $220 \mu\text{F}$ και $2,2 \text{ nF}$ και οι δύο αντιστάσεις $10 \text{ k}\Omega$. Για το ρυθμιστικό σήμα έξοδος

του διευκρινιστή ή λυχνία εργάζεται ως τριοδική ένισχύτρια συνεχούς τάσεως με άνοδο τό προστατευτικό της πλέγμα. 'Η ρυθμιστική τάση μέσα από τήν αντίσταση 100 Ω καί τήν έπαφή 1 του διακόπτη, εφαρμόζεται στή χωρητική δίοδο BA 101 B. 'Η χωρητικότητα τής δίοδου καί ή σε σειρά χωρητικότητα των 6 pF αποτελούν τόν ένα πυκνωτή του τοπικού ταλαντωτή που είναι τύπου Colpitts. 'Η μεταβολή τής ρυθμιστικής τάσεως, που προκαλείται από τή μεταβολή τής ένδιάμεσης συχνότητας είκονας, εξαιτίας αντίστοιχης μεταβολής τής συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή, τροποποιεί ανάλογα τή χωρητικότητα τής δίοδου καί αυτόματα επανέρχεται ή συχνότητα του ταλαντωτή στήν κανονική τής τιμή.

'Η συνδεσμολογία παρέχει τή δυνατότητα του λεπτοσυντονισμού του τοπικού ταλαντωτή με τό χέρι. 'Όταν ό διακόπτης περάσει στις έπαφές 3 - 4, ή τροφοδοτική τάση των 160 V εφαρμόζεται στή χωρητική δίοδο μέσα από τό διαιρέτη που σχηματίζουν οι αντίστάσεις 200 kΩ, 10 kΩ καί 12 kΩ. Ταυτόχρονα ή τροφοδότηση τής λυχνίας EF 80 διακόπτεται. 'Η μεταβολή τής τάσεως τής χωρητικής δίοδου γίνεται με τή βοήθεια του ποτανοσιμέτρου των 10 kΩ του παραπάνω διαιρέτη.

Μιά ακόμη συνδεσμολογία αυτόματης ρυθμίσεως τής συχνότητας των ταλαντωτών VHF καί UHF με τρανζίστορ φαίνεται στο σχήμα 9.1γ. Τά τρανζίστορ AF 126 καί AF 121 συγκροτούν ένισχυτή γιά τήν τάση τής ένδιάμεσης συχνότητας είκονας (38,9 MHz). 'Ακολουθεί ό διευκρινιστής με τίς δίοδους AA 112 καί ό ένισχυτής συνεχούς τάσεως με τό τρανζίστορ OC 440. 'Η ρυθμιστική τάση εφαρμόζεται, όπως καί στο προηγούμενο κύκλωμα, στις χωρητικές δίοδους BA 102 των δυό συντονιστών.



Σχ. 9.1γ.

Συνδεσμολογία αυτόματης ρυθμίσεως τής συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή με τρανζίστορ.

9.2 Αυτόματη ρύθμιση άπολαβής.

Στους δέκτες τηλεόρασεως, όπως καί στους ραδιοφωνικούς, χρησιμοποιείται ή

«αυτόματη ρύθμιση άπολαβής» (APA ή AGC = Automatic Gain Control) για να διατηρείται σταθερή ή στάθμη του σήματος, που εφαρμόζεται στην κάθοδο της λυχνίας εικόνας και στο τμήμα συγχρονισμού του δέκτη όταν μεταβάλλεται ή τάση στην είσοδό του. 'Η τάση στην είσοδο του δέκτη μπορεί να μεταβληθεί εξαιτίας μεταβολής της έντάσεως του πεδίου, που εξαρτάται από τις συνθήκες διαδόσεως των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, αλλά και κατά τη μεταγωγή του δέκτη από κανάλι σε κανάλι, αφού όλοι οι σταθμοί δεν έχουν την ίδια ισχύ ή δε βρίσκονται στην ίδια απόσταση από τη θέση λήψεως.

'Η αυτόματη ρύθμιση της άπολαβής πραγματοποιείται με μία αλυσίδα άρνητικής άνασυσζεύξεως, που ξεκινά από το φωρατή ή τον ένισχυτή εικόνας και καταλήγει στον ένισχυτή ύψηλης συχνότητας του δέκτη. 'Η τάση άνασυσζεύξεως (τάση AGC), που παράγεται στην έξοδο του φωρατή ή του ένισχυτή εικόνας, είναι ανάλογη προς τό πλάτος του σήματος εισόδου του δέκτη και ρυθμίζει τό βαθμό ένισχύσεως του ένισχυτή ύψηλης συχνότητας και της πρώτης συνήθως βαθμίδας του ένισχυτή της ένδιάμεσης συχνότητας.

'Ο βαθμός ένισχύσεως μιās βαθμίδας δίνεται από τη σχέση

$$A = SR_0$$

όπου S είναι ή κλίση της χαρακτηριστικής της λυχνίας ή του τρανζίστορ και R_0 ή αντίσταση φορτίου της βαθμίδας.

'Η ρύθμιση του βαθμού ένισχύσεως γίνεται με μεταβολή της κλίσεως S, επειδή ή μεταβολή του φορτίου R_0 , που είναι συντονισμένο κύκλωμα (για τόν ΕΥΣ και τόν ΕΕΣ), δέ μεταβάλλει μόνο τό βαθμό ένισχύσεως, αλλά και την επίλεκτικότητα της βαθμίδας.

Μέ την αύξηση της τάσεως στην είσοδο του δέκτη μεγαλώνει και ή ρυθμιστική τάση του κυκλώματος AGC. 'Η τάση αυτή εφαρμόζεται στη λυχνία ή στο τρανζίστορ του ΕΥΣ και του ΕΕΣ και μετατοπίζει τό σημείο λειτουργίας προς την περιοχή των μικροτέρων τιμών της κλίσεως S. Έτσι, ό βαθμός ένισχύσεως της βαθμίδας ελαττώνεται.

Γιά να έχομε μεγαλύτερο λόγο σήμα / θόρυβος, χρησιμοποιούμε κυκλώματα AGC με καθυστέρηση. 'Η τάση του κυκλώματος αυτού εφαρμόζεται στον ένισχυτή ύψηλης συχνότητας του δέκτη και ένεργεί μόνο όταν ή στάθμη του σήματος εισόδου υπερβεί ένα όρισμένο όριο. Γιά σήματα, που βρίσκονται κάτω απ' αυτό τό όριο, τό κύκλωμα AGC δέ λειτουργεί και ή βαθμίδα παρέχει τό μέγιστο βαθμό ένισχύσεως.

Γιά την κανονική λειτουργία του κυκλώματος AGC, ή ρυθμιστική τάση πρέπει να είναι ανάλογη προς τό πλάτος του σήματος στην είσοδο του δέκτη και να μήν εξαρτάται από τό περιεχόμενο του σήματος εικόνας. Μιά τέτοια εξάρτηση θά δημιουργεί απαράδεκτη αύξομείωση της φωτεινότητας της εικόνας στην όθόνη του δέκτη. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη συνεχή συνιστώσα, που έμφανίζεται στην έξοδο του φωρατή εικόνας, ως τάση AGC. Είδαμε ότι ή συνεχής συνιστώσα στην έξοδο του φωρατή εξαρτάται από τό περιεχόμενο της εικόνας. Γιά μιá λευκή εικόνα ή συνεχής αυτή τάση είναι μικρή και γιά μιá μαύρη μεγάλη. 'Αν ή παραπάνω τάση οδηγηθεί στον ένισχυτή ύψηλης συχνότητας και στον ένισχυτή ένδιάμεσης συχνότητας, ό βαθμός ένισχύσεως των βαθμίδων αυτών θά μεταβάλλεται ανάλογα με τη φωτεινότητα των στοιχείων της εικόνας ή, καλύτερα, ανάλογα

μέ τη μέση φωτεινότητα αυτής. Η μεταβολή αυτή θα προκαλεί τρεμοσβήσιμο της εικόνας στην οθόνη του δέκτη.

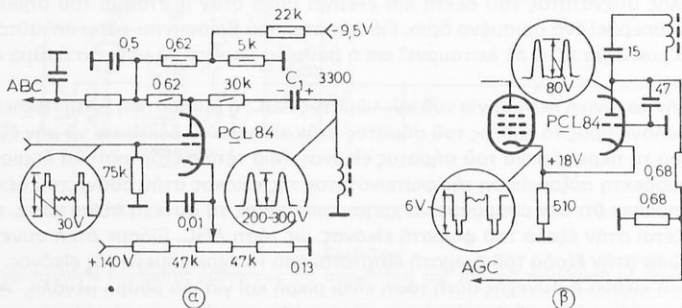
Έτσι, η ρυθμιστική τάση AGC για να είναι ανάλογη προς την ένταση του σήματος στην είσοδο του δέκτη και να μην εξαρτάται από το περιεχόμενο της εικόνας, πρέπει να γίνει με τη βοήθεια των παλμών συγχρονισμού που βρίσκονται στην κορυφή του διαμορφωμένου τηλεοπτικού σήματος.

Επειδή η αυτόματη ρύθμιση της απολαβής διατηρεί σταθερό το οπτικό σήμα στην κάθοδο του εικονογράφου, διατηρεί σταθερή και την αντίθεση της εικόνας. Επομένως, η αυτόματη ρύθμιση της απολαβής είναι και αυτόματη ρύθμιση της αντίθεσεως.

9.3 Διακοπτικά κυκλώματα AGC.

Στους σύγχρονους δέκτες τηλεόρασης χρησιμοποιούνται τα λεγόμενα «διακοπτικά κυκλώματα» αυτόματης ρυθμίσεως απολαβής. Η ρυθμιστική βαθμίδα είναι ένας «κλειδωμένος» ενισχυτής. Στο πλέγμα της λυχνίας του ενισχυτή εφαρμόζεται το οπτικό σήμα από τον ενισχυτή εικόνας και στην άνοδο της περιοδικού θετικοί παλμοί. Με την ταυτόχρονη δράση των παλμών συγχρονισμού του τηλεοπτικού σήματος στο πλέγμα της λυχνίας και των περιοδικών παλμών στην άνοδο, η βαθμίδα ανοίγει και παράγεται η αρνητική τάση AGC που είναι ανάλογη προς τη στάθμη του σήματος στην είσοδο του δέκτη. Στα χρονικά διαστήματα μεταξύ των παλμών συγχρονισμού ο ενισχυτής παραμένει κλειστός και έτσι οι θόρυβοι, που μπορεί να περιέχονται στο σήμα εικόνας, δεν επιδρούν στη ρυθμιστική τάση AGC. Επειδή η ρυθμιστική βαθμίδα εργάζεται όπως ένας διακόπτης, το κύκλωμα AGC αυτού του είδους ονομάζεται «διακοπτικό».

Μία συνδεσμολογία AGC με το τριοδικό τμήμα της λυχνίας PCL 84, που εργάζεται με τον παραπάνω τρόπο, φαίνεται στο σχήμα 9.3(α). Στην άνοδο της λυχνίας και μέσα από τον πυκνωτή C_1 και την αντίσταση 30 kΩ, εφαρμόζονται οι παλμοί της οριζόντιας επιστροφής της δέσμης που λαμβάνονται με θετική πολικότητα από μία περιέλιξη του μετασχηματιστή εξόδου των γραμμών. Στο πλέγμα της λυχνίας φθάνει το τηλεοπτικό σήμα από την έξοδο του ενισχυτή εικόνας. Η τάση μεταξύ



Σχ. 9.3.

Διακοπτικά κυκλώματα αυτόματης ρυθμίσεως απολαβής.

πλέγματος καί καθόδου ρυθμίζεται έτσι, ώστε η λυχνία δέν άγει άν δέν έφαρμοστούν στην είσοδό της οι παλμοί συγχρονισμού.

Μέ την έφαρμογή των παλμών συγχρονισμού στο πλέγμα, καί όταν αυτοί συμπίπτουν χρονικά μέ τούς θετικούς παλμούς της όριζόντιας έπιστροφής της δέσμης, πού ένεργοούν στην άνοδο, η λυχνία γίνεται άγώγιμη. Τό άνοδικό ρεύμα της λυχνίας φορτίζει τόν πυκνωτή των 3300 pF μέ την πολικότητα πού φαίνεται στο σχήμα. Στο χρονικό διάστημα μεταξύ των έφαρμοζόμενων παλμών στο πλέγμα καί στην άνοδο της λυχνίας, ό παραπάνω πυκνωτής έκφορτίζεται άργά μέσα από τις άντιστάσεις 30 kΩ, 620 kΩ, 620 kΩ, 5 kΩ καί την περιέλιξη του μετασχηματιστή γραμμών. Έπειδή η σταθερά χρόνου του κυκλώματος έκφορτίσεως είναι μεγάλη, ό πυκνωτής δέν προλαβαίνει να έκφορτισθεϊ κατά τά χρόνο διακοπής των παλμών καί η παραμένουσα τάση στά άκρα του χρησιμοποιείται ως τάση AGC.

Εύκολα διαπιστώνομε ότι τό φορτίο του πυκνωτή C_1 καί η τάση AGC έξαρτώνται από τό πλάτος των παλμών συγχρονισμού καί από την έκλογή του σημείου λειτουργίας επάνω στη χαρακτηριστική της λυχνίας. Η μετατόπιση του σημείου λειτουργίας μέ τη βοήθεια του ποτανσιόμετρου 47 kΩ, πού βρίσκεται στην κάθοδο της λυχνίας, έπιτρέπει τη μεταβολή της πολώσεως των ρυθμιζόμενων λυχνιών σε πλατιά όρια μέ ταυτόχρονη διατήρηση της έξαρτήσεως της τάσεως AGC από τη στάθμη του σήματος στην είσοδο του δέκτη. Έτσι, η έλάττωση της στάθμης του λαμβανομένου σήματος, όδηγεί σε έλάττωση της τάσεως διεγέρσεως της λυχνίας AGC. Αυτό μέ τη σειρά του έλαττώνει τό ρεύμα φορτίσεως του πυκνωτή C_1 καί την άρνητική τάση στην άλυσίδα AGC. Οι ρυθμιζόμενες λυχνίες τότε πολώνονται λιγότερο καί ό όλικός βαθμός ένισχύσεως του δέκτη μεγαλώνει. Αντίθετα, μέ αύξηση της στάθμης του σήματος είσόδου του δέκτη, η τάση διεγέρσεως της λυχνίας AGC καί η άρνητική τάση στον πυκνωτή C_1 μεγαλώνουν. Οι ρυθμιζόμενες λυχνίες δέχονται τώρα άρνητικότερη πόλωση καί η όλική ένίσχυση του δέκτη έλαττώνεται.

Τό ποτανσιόμετρο 47 kΩ στην κάθοδο της λυχνίας AGC ρυθμίζεται έτσι, ώστε τό πλάτος του σήματος εικόνας να είναι τό μέγιστο δυνατό χωρίς περιορισμό των συγχρονιστικών παλμών. Άν τό πλάτος του σήματος, πού ένεργεί στο πλέγμα της λυχνίας AGC, δέν είναι άρκετό γιά να την κάνει άγώγιμη, τάση AGC δέν υπάρχει καί οι ρυθμιζόμενες λυχνίες εργάζονται μέ μικρή πόλωση. Την πόλωση αυτή την παίρνουν από ξεχωριστή πηγή άρνητικής τάσεως καί μέ τη βοήθεια του διαιρέτη πού σχηματίζουν οι άντιστάσεις 22 kΩ καί 5 kΩ. Μέ τη μικρή πόλωση τά άσθενή σήματα είσόδου του δέκτη ένισχύονται περισσότερο.

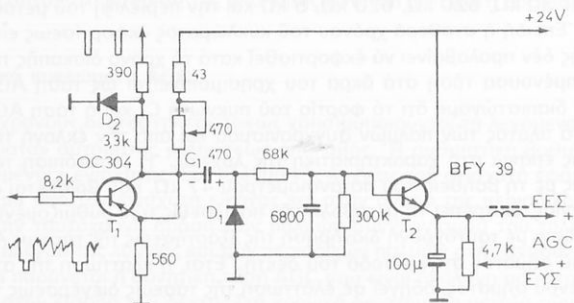
Στό σχήμα 9.3(β) έχομε μία παραλλαγή της προηγούμενης συνδεσμολογίας. Οι κάθοδοι των λυχνιών του ένισχυτή εικόνας καί του κυκλώματος AGC ένώνονται μεταξύ τους, ένw τό πλέγμα της τελευταίας γειώνεται. Η άρχική πόλωση της λυχνίας AGC καθορίζεται: από την πώση τάσεως στην κοινή άντίσταση καθόδου πού δημιουργεί τό ρεύμα του ένισχυτή εικόνας. Όταν η στάθμη του σήματος στην είσοδο του δέκτη ξεπεράσει μιάν όρισμένη έλάχιστη τιμή, η λυχνία AGC άνοίγει καί στο άνοδικό της κύκλωμα έμφανίζεται η άρνητική ρυθμιστική τάση.

Άπό τη σύγκριση των δύο κυκλωμάτων βλέπομε ότι τό δεύτερο εργάζεται μέ μικρότερο σήμα διεγέρσεως (6 V αντί των 30 V του πρώτου), μικρότερη συνεχή τάση στην κάθοδο (18 V αντί των 130 - 140 V) καί χαμηλότερους παλμούς στην άνοδο (80 V αντί των 200 - 300 V). Παράγει χαμηλή τάση AGC (7 - 9 V) καί προο-

ρίζεται γιά τή ρύθμιση λυχνιῶν πού ἔχουν χαρακτηριστική μέ σχετικά μεγάλη κλίση στό κατώτερο τμήμα της.

9.4 Κύκλωμα AGC μέ τρανζίστορ.

Στούς δέκτες τηλεόρασης, πού εἶναι κατασκευασμένοι μέ τρανζίστορ ἢ ἔχουν συντονιστή καί ἐνισχυτή ἐνδιάμεσης συχνότητας μέ τρανζίστορ, ἡ τάση AGC παράγεται ἐπίσης μέ τρανζίστορ. Ἕνα τέτοιο κύκλωμα φαίνεται στό σχῆμα 9.4.



Σχ. 9.4.

Κύκλωμα AGC μέ τρανζίστορ.

Όταν δέν ὑπάρχει σῆμα εἰκόνας, τό τρανζίστορ T_1 εἶναι κλειστό ἀπό τήν τάση ἐκπομποῦ πού ἐφαρμόζεται μέ τή βοήθεια τοῦ διαιρέτη ἀπό τίς ἀντιστάσεις 560 Ω, 470 Ω καί 43 Ω. Οἱ παλμοί τῆς ὁριζόντιας ἐπιστροφῆς τῆς δέσμης μέ ἀρνητική πολικότητα, φθάνουν στή δίοδο D_1 μέσα ἀπό τίς ἀντιστάσεις 390 Ω, 3,3 kΩ καί τόν πυκνωτή $C_1 = 470$ pF. Οἱ παλμοί αὐτοί ἀνορθώνονται ἀπό τή δίοδο D_1 καί φορτίζουν τόν πυκνωτή C_1 ἔτσι, ὥστε ὁ ὀπλισμός του, πού συνδέεται στή βάση τοῦ τρανζίστορ T_2 , νά ἀποκτᾷ θετικό δυναμικό. Στό χρονικό διάστημα μεταξύ τῶν παλμῶν ἐπιστροφῆς ὁ πυκνωτής C_1 δέν προλαβαίνει νά ἐκφορτισθεῖ μέσα ἀπό τίς σχετικά μεγάλες ἀντιστάσεις 68 kΩ καί 300 kΩ καί ἡ θετική του τάση ἐφαρμόζεται στή βάση τοῦ τρανζίστορ T_2 . Τό τρανζίστορ αὐτό ἀγεί καί ἡ πώση τάσεως στήν ἀντίσταση τοῦ ἐκπομποῦ του χρησιμεύει ὡς ἀρχική τάση πολώσεως τῶν βάσεων τῶν τρανζίστορ τοῦ ΕΥΣ καί τοῦ ΕΕΣ.

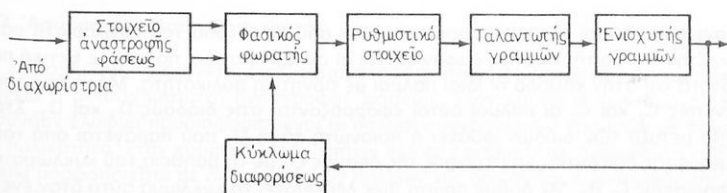
Μέ τήν ἐφαρμογή σήματος εἰκόνας στή βάση τοῦ τρανζίστορ T_1 , τό τελευταῖο ἀνοίγει καί παραλληλίζει τή δίοδο D_1 . Μ' αὐτό ἡ θετική τάση στή βάση τοῦ τρανζίστορ T_2 καί ἡ θετική τάση AGC στό κύκλωμα ἐκπομποῦ ἐλαττώνονται ἀνάλογα μέ τήν αὐξηση τῆς στάθμης τῶν συγχρονιστικῶν παλμῶν. Ἐτσι, ἡ τάση στίς βάσεις τῶν ρυθμιζομένων τρανζίστορ ἐλαττώνεται καί ἡ ἐνίσχυση τοῦ δέκτη πέφτει.

9.5 Αυτόματος συγχρονισμός τῶν γραμμῶν.

Ὁ παλμικός συγχρονισμός τῶν ταλαντωτῶν σαρώσεως καί ἰδιαίτερα τοῦ ταλαντωτῆ γραμμῶν εἶναι εὐαίσθητος στούς θορύβους, γι' αὐτό οἱ σύγχρονοι δέκτες

τηλεοράσεως διαθέτουν αυτόματο συγχρονισμό για τόν ταλαντωτή γραμμών.

Με τη βοήθεια του διαγράμματος του σχήματος 9.5 θα περιγράψουμε 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 λυχνία φαινόμενης αντίστασεως) 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. Αν 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 συχνότητά του, ώστε να συμπίσει 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.



Σχ. 9.5.

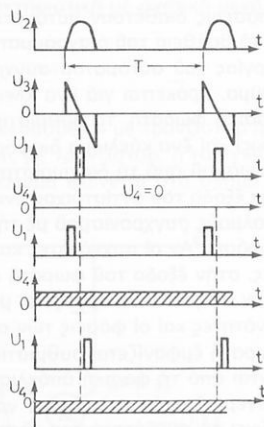
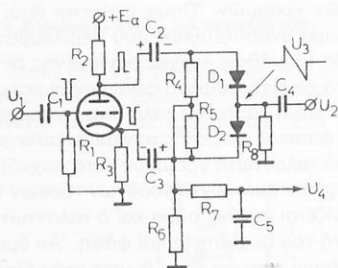
Διάγραμμα αυτόματου συγχρονιστή των γραμμών.

Το ρυθμιστικό στοιχείο είναι λυχνία φαινόμενης αντίστασεως όταν ο ρυθμιζόμενος ταλαντωτής είναι ήμιτονικός. Αν ο ταλαντωτής γραμμών είναι δονητής Φραγκού ή πολυδονητής, ή ρυθμιστική τάση από την έξοδο του φασικού φωρατή ενεργεί στο πλέγμα της ταλαντώτριας λυχνίας χωρίς τη μεσολάβηση του ρυθμιστικού στοιχείου. Έτσι π.χ. η εφαρμογή θετικής τάσεως στο οδηγό πλέγμα της λυχνίας του δονητή φραγκού μεγαλώνει, ενώ στο οδηγό πλέγμα μιας λυχνίας του πολυδονητή μικραίνει τη συχνότητα των παραγομένων ταλαντώσεων.

9.6 Συμμετρικός φασικός φωρατής.

Το βασικότερο στοιχείο ενός αυτόματου συγχρονιστή γραμμών είναι ο φασικός Φωρατής ή «διευκρινιστής φάσεως». Οι φασικοί φωρατές είναι συμμετρικοί και ά-σύμμετροι. Περιγράφουμε τη λειτουργία ενός συμμετρικού φασικού φωρατή του οποίου το κύκλωμα φαίνεται στο σχήμα 9.6.

Η τριοδική λυχνία εργάζεται ως αναστροφέας φάσεως. Στο πλέγμα της εφαρ-



Σχ. 9.6.

Συμμετρικός φασικός φωρατής με τριοδική λυχνία αναστροφής φάσεως.

μίζονται οι παλμοί συγχρονισμού γραμμών από την έξοδο του διαχωριστή παλμών. Στην άνοδο της λυχνίας εμφανίζονται οι συγχρονιστικοί παλμοί με θετική πολικότητα και στην κάθοδο οι ίδιοι παλμοί με αρνητική πολικότητα. Μέσα από τους πυκνωτές C_2 και C_3 οι παλμοί αυτοί εφαρμόζονται στις διόδους D_1 και D_2 . Στόν κόμβο μεταξύ των διόδων φθάνει η πριονωτή τάση U_3 που παράγεται από τους παλμούς της οριζόντιας επιστροφής της δέσμης U_2 με τη βοήθεια του κυκλώματος διαφορίσεως $C_4 R_8$. "Ας δούμε πρώτα πώς λειτουργεί τό κύκλωμα αυτό όταν ενεργούν μόνο οι παλμοί συγχρονισμού γραμμών.

‘Ο θετικός παλμός ανοίγει τη δίοδο D_1 και φορτίζεται ο πυκνωτής C_2 μέσα από τα στοιχεία R_2 , R_8 και D_1 . ‘Ο αρνητικός παλμός ανοίγει τη δίοδο D_2 και φορτίζεται ο πυκνωτής C_3 μέσα από τα στοιχεία R_3 , R_8 και D_2 . Εφόσον τα πλάτη των παλμών U_1 είναι ίσα, οι τάσεις φορτίσεως των πυκνωτών C_2 και C_3 είναι ίσες. Κατά τη διακοπή των συγχρονιστικών παλμών, ο πυκνωτής C_2 εκφορτίζεται μέσα από τις αντιστάσεις R_4 , R_6 και R_2 , ενώ ο πυκνωτής C_3 μέσα από τις αντιστάσεις R_3 , R_6 και R_5 . Τό κύκλωμα είναι συμμετρικό και τα ρεύματα εκφορτίσεως των πυκνωτών C_2 και C_3 είναι ίσα. Έπειδι όμως διαρρέουν από αντίθετες κατευθύνσεις την αντίσταση R_6 , η πτώση τάσεως στα άκρα της, επομένως και η τάση U_4 στην έξοδο του φωρατή είναι μηδενική.

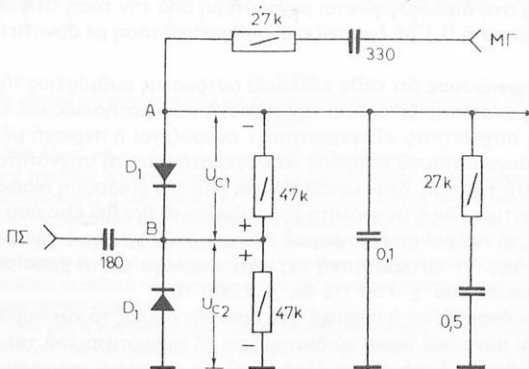
“Ας εξετάσουμε τώρα τί γίνεται στο κύκλωμα όταν ενεργεί μόνο η πριονωτή τάση στον κόμβο μεταξύ των διόδων. Έπειδή η τάση αυτή εφαρμόζεται μέσα από τον πυκνωτή C_d , χάνει τη συνεχή της συνιστώσα και αποκτά θετική και αρνητική ήμiperίοδο. Η αρνητική ήμiperίοδος ανοίγει τη διόδο D_1 και δημιουργεί αρνητική (ως προς τη γη) τάση στην αντίσταση R_6 . Η θετική ήμiperίοδος ανοίγει τη διόδο D_2 και δημιουργεί θετική τάση στην ίδια αντίσταση. Έπειδή και τώρα οι αντίθετες αυτές τάσεις είναι ίσες, η τάση εξόδου U_d είναι μηδενική.

Περιγράφομε, στή συνέχεια, τή λειτουργία τοῦ κυκλώματος, ὅταν ἐνεργοῦν ταυτοχρόνως οἱ παλμοὶ συγχρονισμοῦ καί ἡ πριονωτή τάση. Ἡ γραφικὴ παράσταση τῆς λειτουργίας αὐτῆς φαίνεται στό σχῆμα 9.6. Ὄταν ἡ συχνότητα ἐπαναλήψεως καί ἡ φάση τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ U_1 συμπίπτει μέ τή συχνότητα καί τή φάση τῆς ἐφαρμοζόμενης πριονωτῆς τάσεως U_3 , ἡ τάση στήν ἐξοδο τοῦ φωρατῆ U_4 εἶναι μηδενική. Ἄν ἡ συχνότητα τοῦ ταλαντωτῆ γραμμῶν γίνεи μικρότερη ἀπό τή συχνότητα τῶν συγχρονιστικῶν παλμῶν, ἔχομε καθυστέρηση τῆς φάσεως τῆς πριονωτῆς τάσεως καί ὁ πυκνωτής C_3 φορτίζεται μέ μεγαλύτερη τάση ἀπό τόν πυκνωτή C_2 . Τό ρεῦμα ἐκφορτίσεως τοῦ C_3 εἶναι τότε μεγαλύτερο ἀπό τό ρεῦμα ἐκφορτίσεως τοῦ C_2 καί ἡ τάση στά ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως R_6 , ἐπομένως καί ἡ τάση ἐξόδου U_4 , ἔχει θετική πολικότητα. Ἀντίθετα, ἂν ἡ συχνότητα τοῦ ταλαντωτῆ γραμμῶν γίνεи μεγαλύτερη ἀπό τή συχνότητα τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ, ἔχομε προπορεία τῆς φάσεως τῆς πριονωτῆς τάσεως καί μεγαλύτερη τάση φορτίσεως τοῦ πυκνωτῆ C_2 . Ἡ τάση τώρα στήν ἐξοδο τοῦ φωρατῆ U_4 ἀποκτᾷ ἀρνητική πολικότητα. Ὅσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ ἀπόκλιση τῆς φάσεως τῆς πριονωτῆς τάσεως τόσο μεγαλύτερη γίνεται ἡ ἀπόλυτη τιμὴ τῆς ρυθμιστικῆς τάσεως στήν ἐξοδο τοῦ φωρατῆ.

Οἱ παλμικοὶ θόρυβοι δέν ἔχουν ὀρισμένη συχνότητα ἐπαναλήψεως καί δέν ἐπιδροῦν στή λειτουργία τοῦ ταλαντωτῆ γραμμῶν πού διαθέτει αὐτόματο συγχρονισμό.

9.7 Ἀσύμμετρος φασικός φωρατῆς.

Στό σχῆμα 9.7α φαίνεται ἓνας ἀσύμμετρος φασικός φωρατῆς πού δέ χρειάζεται λυχνία ἢ μετασχηματιστή ἀναστροφῆς φάσεως. Στόν κόμβο Β τῶν δυο διόδων φθάνουν ἐλαφρά προδιαφορισμένοι οἱ παλμοὶ συγχρονισμοῦ γραμμῶν μέ ἀρνητική πολικότητα. Στόν κόμβο Α (στήν ἐπάνω διόδο) ἐφαρμόζεται ἡ πριονωτὴ τάση ἢ ὁποία μορφοποιεῖται μέ διαφόριση τῶν παλμῶν τῆς ὀριζόντιας ἐπιστροφῆς τῆς δέσμης. Ἡ τελευταία κατανέμεται ἐξίσου στίς δυο ἀντιστάσεις 47 kΩ. Ἔτσι, σέ κάθε διόδο δρᾷ τό ἄθροισμα τῆς μισῆς πριονωτῆς τάσεως μέ ἀντίθετη πολικότητα καί τῆς τάσεως τῶν παλμῶν συγχρονισμοῦ μέ ἴδιο πλάτος καί ἴδια πολικότητα. Οἱ τά-

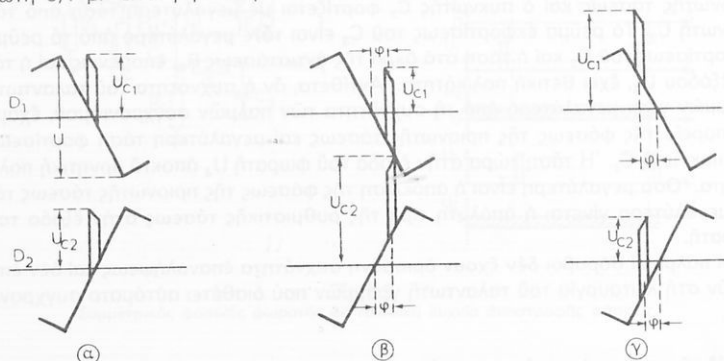


Σχ. 9.7α.

Ἀσύμμετρος φασικός φωρατῆς.

σεις U_{c1} και U_{c2} , που δημιουργούνται από τά ρεύματα των διόδων στις αντίστασεις $47\text{ k}\Omega$, είναι αντίθετες σε πολικότητα.

Όταν η φάση των παλμών συγχρονισμού συμπίπτει με τη φάση της προιονωτής τάσεως, οι συγχρονιστικοί παλμοί τοποθετούνται χρονικά στη μέση του παλμού έπιστροφής [σχ. 9.7β(α)] και οι δύο διόδοι δέχονται ίσες τάσεις. Τά ρεύματα που διαρρέουν τις αντίστασεις $47\text{ k}\Omega$, είναι ίσα και αντίθετα, όποτε η τελική τάση στον πυκνωτή $0,1\text{ }\mu\text{F}$ είναι μηδενική.



Σχ. 9.7β.

Γραφική παράσταση της λειτουργίας του ασύμμετρου φασικού φωρατή.

Στό σχήμα 9.7β(β) φαίνονται οι τάσεις στις διόδους D_1 και D_2 όταν η προιονωτή τάση προπορεύεται από τους παλμούς συγχρονισμού κατά γωνία ϕ . Στην περίπτωση αυτή, η τάση στη δίοδο D_2 είναι μεγαλύτερη από την τάση στη δίοδο D_1 . Τά ρεύματα, που διαρρέουν τις αντίστασεις $47\text{ k}\Omega$, είναι άνισα και στον πυκνωτή $0,1\text{ }\mu\text{F}$ εμφανίζεται τάση με θετική (ως προς τη γη) πολικότητα. Αντίθετα, όταν η προιονωτή τάση καθυστερεί από τους παλμούς συγχρονισμού κατά γωνία ϕ [σχ. 9.7β(γ)], η τάση στη δίοδο D_1 γίνεται μεγαλύτερη από την τάση στη δίοδο D_2 και στα άκρα του πυκνωτή $0,1\text{ }\mu\text{F}$ εμφανίζεται ρυθμιστική τάση με αρνητική πολικότητα.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι κάθε κύκλωμα αυτόματης ρυθμίσεως της συχνότητας και φάσεως χαρακτηρίζεται από την περιοχή συγκρατήσεως και την περιοχή συλλήψεως της συχνότητας. «Συγκρατητική» ονομάζεται η περιοχή μέσα στην οποία οι παλμοί συγχρονισμού μπορούν να συγκρατήσουν τη συχνότητα του ταλαντωτή στη σωστή της τιμή, όταν μεταβάλλεται από την επίδραση διαφόρων αστάθμητων παραγόντων. Αν η συχνότητα του ταλαντωτή βρεθεί έξω από τά όρια της περιοχής αυτής, οι παλμοί συγχρονισμού δέν μπορούν να την επαναφέρουν στην πρόπουσα τιμή της. Η συγκρατητική περιοχή, ανάλογα με τό χρησιμοποιούμενο κύκλωμα κυμαίνεται από $\pm 750\text{ Hz}$ ως $\pm 1200\text{ Hz}$.

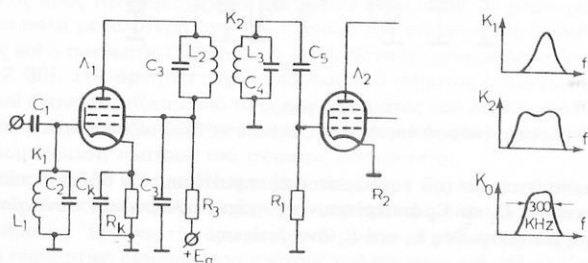
«Συλληπτική» ονομάζεται η περιοχή στά όρια της οποίας τό κύκλωμα αυτόματης ρυθμίσεως είναι μόνο του ικανό να διατηρήσει τη συχνότητα του ταλαντωτή στη σωστή της τιμή όταν για μία στιγμή εξαφανισθούν οι παλμοί συγχρονισμού. Αυτό συμβαίνει κατά τη μεταγωγή του δέκτη από κανάλι σε κανάλι. Όταν ξαναέρχονται

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΗΧΟΥ ΤΟΥ ΔΕΚΤΗ

10.1 Ένισχυση της υπενδιάμεσης συχνότητας.

Γνωρίζουμε ότι το τμήμα ήχου των συγχρόνων δεκτών τηλεοράσεως ξεκινά από την έξοδο του φωρατή εικόνας, ο οποίος αναδεικνύει την υπενδιάμεση συχνότητα ήχου των 5,5 MHz. Η συχνότητα των 5,5 MHz ενισχύεται στη συνέχεια από μία βαθμίδα που είναι κατασκευασμένη με λυχνία ή τρανζίστορ. Ένα κύκλωμα ένισχυ-
τῆς υπενδιάμεσης συχνότητας ήχου (ΕΥΣΗ) με λυχνία φαίνεται στο σχήμα 10.1α.



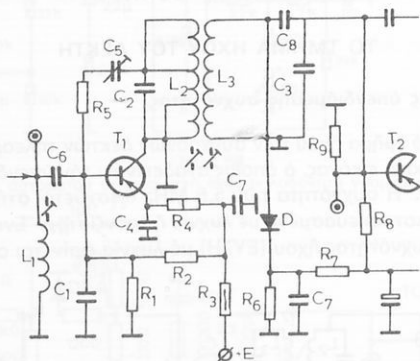
Σχ. 10.1α.

Κύκλωμα καί καμπύλη απόκρισεως ένισχυτῆς υπενδιάμεσης συχνότητας ήχου με λυχνία.

Στό όδoγό πλέγμα τῆς λυχνίας Λ_1 συνδóεται τό κύκλωμα L_1 C_1 πού εἶναι συντονισμένο στή συχνότητα 5,5 MHz. Ἡ τάση τῆς συχνότητας αὐτῆς ἐφαρμόζεται στό πλέγμα τῆς λυχνίας μέσα ἀπό τόν πυκνωτῆ C_1 . Στήν ἀνοδο τῆς λυχνίας συνδóεται τό φίλτρο ζώνης L_2 C_3 καί L_3 C_4 πού εἶναι συντονισμένο ἐπίσης στή συχνότητα 5,5 MHz.

Ἡ καμπύλη συντονισμοῦ τοῦ κυκλώματος K_1 φαίνεται δεξιά στό σχῆμα 10.1α. Κάτω ἀπό αὐτή φαίνεται ἡ καμπύλη διελεύσεως τοῦ φίλτρου ζώνης K_2 πού ἔχει πῶς ἀπότομες πλευρές. Ἡ ἀπότομη πῶση τῶν πλευρῶν τῆς καμπύλης αὐτῆς δημιουργεῖ ἐξασθένηση τῶν διαφόρων παρενοχλητικῶν σημάτων. Ἀπό τή σύνθεση τῶν παραπάνω χαρακτηριστικῶν προκύπτει ἡ καμπύλη ἀποκρίσεως τοῦ ένισχυτῆ K_3 πού ἔχει ζώνη διελεύσεως 300 kHz περίπου στή στάθμη 70%. Ἡ βαθμίδα, πού ἀκολουθεῖ, εἶναι ὁ περιοριστῆς.

Ἀπλός είναι και ὁ ἐνισχυτὴς τῆς ὑπενδιάμεσης συχνότητος ἤχου μέ τρανζίστορ (σχ. 10.1β). Τό σῆμα τῶν 5,5 MHz, πού λαμβάνεται ἀπὸ τὴν ἐξοδὸ τοῦ φωρατῆ εἰκόνας, ἐφαρμόζεται στὴ βάση τοῦ τρανζίστορ T_1 . Τό κύκλωμα εἰσόδου μέ τὴν αὐτεπαγωγὴ L_1 καὶ τὸν πυκνωτὴ C_1 καθὼς καὶ τὸ φίλτρο ἐξόδου L_2 C_2 καὶ L_3 C_3 , εἶναι συντονισμένο στὴ συχνότητα τῶν 5,5 MHz. Ἡ σταθερὴ λειτουργία τῆς βαθμίδας ἐξασφαλίζεται μέ τὸ κύκλωμα ἐξουδετερώσεως πού ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν πυκνωτὴ C_5 καὶ τὴν ἀντίσταση R_5 . Ἡ τάση ἐξόδου τοῦ ἐνισχυτῆ ὁδηγεῖται στὴ βάση τοῦ ἐπόμενου τρανζίστορ πού λειτουργεῖ ὡς περιοριστὴς.



Σχ. 10.1β.

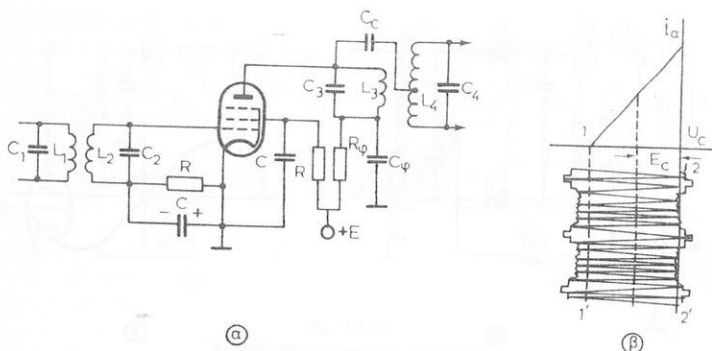
Κύκλωμα ἐνισχυτῆ ὑπενδιάμεσης συχνότητος ἤχου μέ τρανζίστορ.

Τὰ ὑπόλοιπα στοιχεῖα τοῦ κυκλώματος ἐξασφαλίζουν τὴν πόλωση τῶν τρανζίστορ. Οἱ πυκνωτὲς C_6 καὶ C_8 ἀποτρέπουν τὴ βραχυκύκλωση τῶν συνεχῶν τάσεων μέσα ἀπὸ τὶς αὐτεπαγωγὲς L_1 καὶ L_3 ἀντιστοιχῶς.

10.2 Ὁ περιοριστὴς πλάτους.

Γνωρίζομε ὅτι ἡ ὑπενδιάμεση συχνότητα ἤχου εἶναι διαμορφωμένη κατὰ πλάτος καὶ κατὰ συχνότητα, ἀφοῦ προκύπτει ἀπὸ τὴ μίξη τῆς ἐνδιάμεσης συχνότητος εἰκόνας, πού ἔχει διαμόρφωση πλάτους καὶ τῆς ἐνδιάμεσης συχνότητος ἤχου πού ἔχει διαμόρφωση συχνότητος. Οἱ ἀκουστικὲς συχνότητες μεταφέρονται μέ διαμόρφωση κατὰ συχνότητα καὶ ἐπομένως ἡ διαμόρφωση πλάτους τοῦ σήματος τῆς ὑπενδιάμεσης συχνότητος ἤχου εἶναι παρενοχλητικὴ. Μὲ μορφή μεταβολῶν πλάτους μεταφέρονται ἐπίσης καὶ ὅλα τὰ παράσιτα πού εἰσέρχονται στὸ σῆμα κατὰ τὴ διαδρομὴ τοῦ ἀπὸ τὸν πομπὸ στὸ δέκτη. Προορισμός τοῦ περιοριστῆ εἶναι νὰ ἀπαλλάξει τὸ σῆμα τῶν 5,5 MHz ἀπὸ αὐτὲς τὶς παρασιτικὲς διακυμάνσεις τοῦ πλάτους του.

Ὁ περιοριστὴς (σχ. 10.2) ἔχει τὴν ἴδια σύνθεση μέ τὸν ἐνισχυτὴ τῆς ὑπενδιάμεσης συχνότητος ἤχου. Τό φίλτρο εἰσόδου L_1 C_1 καὶ L_2 C_2 (φίλτρο ἐξόδου τοῦ ἐνισχυτῆ) καὶ τὸ κύκλωμα ἐξόδου L_3 C_3 εἶναι συντονισμένα στὴ συχνότητα τῶν 5,5 MHz. Ἡ κάθοδος ὅμως τῆς λυχνίας εἶναι γειωμένη καὶ ἡ πόλωσή της γίνεται μέ τὸ



Σχ. 10.2.

Κύκλωμα περιοριστή πλάτους και γραφική παράσταση της λειτουργίας του.

ρεύμα πλέγματος. Όταν η τάση των 5,5 MHz ενεργεί στο πλέγμα της λυχνίας, εμφανίζεται ρεύμα πλέγματος και φορτίζεται ο πυκνωτής C. Η τάση φορτίσεως του πυκνωτή μεταθέτει τό σημείο λειτουργίας επάνω στη χαρακτηριστική πλέγματος της λυχνίας προς την περιοχή των αρνητικών δυναμικών. Η σταθερά χρόνου RC εκλέγεται πολύ μεγαλύτερη από την περίοδο του σήματος της υπενδιάμεσης συχνότητας και ο πυκνωτής C φορτίζεται με τις θετικές ήμιπεριόδους ως την τάση E_c [σχ. 10.2 (β)]. Στις αρνητικές ήμιπεριόδους του σήματος ο πυκνωτής χάνει λίγο φορτίο και επαναφορτίζεται από τό ρεύμα πλέγματος που δημιουργούν οι κορυφές των θετικών ήμιπεριόδων. Έτσι, εξαιτίας του ρεύματος πλέγματος, η θετική παρασιτική διαμόρφωση πλάτους του σήματος αποκόπτεται.

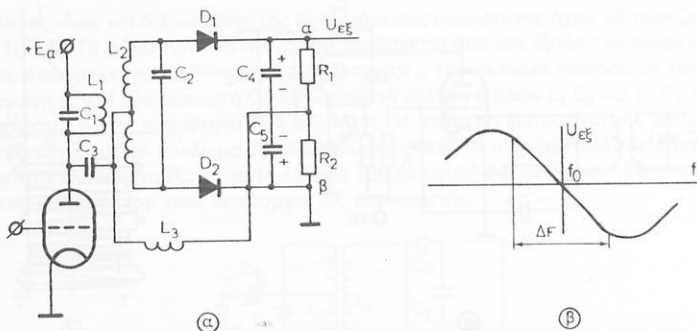
Οι τάσεις ανόδου και προστατευτικού πλέγματος της λυχνίας εκλέγονται σχετικά χαμηλές, ώστε η τάση αποκοπής να είναι μικρότερη από την αρνητική ήμιπερίοδο του σήματος. Έξαιτίας της αποκοπής του ανοδικού ρεύματος, περιορίζεται και η αρνητική παρασιτική διαμόρφωση πλάτους του σήματος και μάλιστα σε μεγαλύτερο βαθμό από τη θετική. Η επίδραση της παρασιτικής διαμορφώσεως πλάτους, που μπορεί να εμφανισθεί από τόν ατελή περιορισμό της θετικής ήμιπεριόδου του σήματος, απομακρύνεται από τό φωρατή συχνότητας.

Σημειώνομε ότι η λειτουργία του περιοριστή με τρανζίστορ δέ διαφέρει από την προηγούμενη. Κυκλώματα περιοριστών με τρανζίστορ θά συναντήσουμε παρακάτω.

10.3 Ο φωρατής συχνότητας.

Ο φωρατής συχνότητας είναι η διάταξη που θά αναδείξει τις ακουστικές συχνότητες οι οποίες περιέχονται στο σήμα της υπενδιάμεσης συχνότητας ήχου με μορφή μεταβολών της ίδιας της συχνότητάς του.

Ένας τύπος φωρατή συχνότητας είναι ο γνωστός διευκρινιστής του οποίου τό κύκλωμα φαίνεται στο σχήμα 10.3α (α). Οι δίοδοι D_1 και D_2 , οι αντιστάσεις R_1 και R_2 και οι πυκνωτές C_4 και C_5 σχηματίζουν δύο συνηθισμένα κυκλώματα φωρατών πλάτους.



Σχ. 10.3α.

Ο διευκρινιστής και η χαρακτηριστική του.

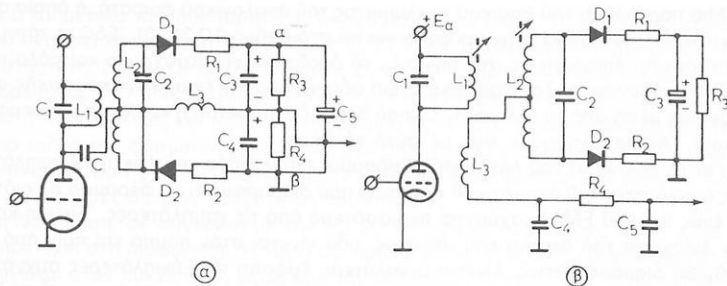
Όταν η συχνότητα του εφαρμοζομένου σήματος έχει την κεντρική της τιμή $f = f_0 = 5,5 \text{ MHz}$, οι δίοδοι δέχονται ίσες τάσεις και παρέχουν ίσα ρεύματα. Οι πυκνωτές C_4 και C_5 φορτίζονται τότε με ίσες και αντίθετες τάσεις οπότε στην έξοδο του διευκρινιστή δεν εμφανίζεται διαφορά δυναμικού.

Όταν η συχνότητα του εφαρμοζομένου σήματος αποκλίνει προς χαμηλότερες τιμές ($f < f_0$), η τάση που εφαρμόζεται στη δίοδο D_1 είναι μεγαλύτερη από την τάση που εφαρμόζεται στη δίοδο D_2 και επομένως ο πυκνωτής C_4 φορτίζεται με υψηλότερη τάση από τον πυκνωτή C_5 . Η διαφορά των τάσεων φορτίσεως των πυκνωτών δίνει στην έξοδο του διευκρινιστή τάση με θετικό τό σημείο α.

Το αντίθετο συμβαίνει όταν η συχνότητα του σήματος αποκλίνει προς υψηλότερες τιμές. Η τάση στη δίοδο D_2 είναι μεγαλύτερη από την τάση στη δίοδο D_1 και ο πυκνωτής C_5 αποκτά υψηλότερη τάση από τον C_4 . Στην έξοδο του διευκρινιστή εμφανίζεται διαφορά δυναμικού με αρνητικό τό σημείο α και θετικό τό β.

Έτσι, η μεταβολή της συχνότητας του σήματος, που εφαρμόζεται στην είσοδο του διευκρινιστή, προκαλεί την εμφάνιση μεταβαλλομένης τάσεως στην έξοδό του. Η μεταβολή της τάσεως αυτής γίνεται στο ρυθμό μεταβολής της συχνότητας του σήματος, δηλαδή στο ρυθμό των ακουστικών συχνοτήτων που περιέχονται στο διαμορφωμένο κατά συχνότητα σήμα εισόδου. Η εξάρτηση της τάσεως εξόδου του διευκρινιστή από τη συχνότητα παρέχεται από την καμπύλη του σχήματος 10.3α (β), που ονομάζεται «χαρακτηριστική του διευκρινιστή». Για τη φώραση σημάτων διαμορφωμένων κατά συχνότητα χρησιμοποιείται το γραμμικό τμήμα της χαρακτηριστικής αυτής ΔF .

Αν το διαμορφωμένο κατά συχνότητα σήμα περιέχει και παρασιτική διαμόρφωση πλάτους, η τάση ακουστικής συχνότητας στην έξοδο του διευκρινιστή θα είναι παραμορφωμένη. Για την αποφυγή της παραμορφώσεως αυτής, θα πρέπει ο περιοριστής να αποκόπτει τελείως την παρασιτική διαμόρφωση πλάτους του σήματος. Για την αποτελεσματική λειτουργία του περιοριστή απαιτείται τάση στην είσοδό του μεγαλύτερη από 2 V. Το γεγονός ότι ο διευκρινιστής χρειάζεται τάση εισόδου με καλό περιορισμό του πλάτους της για να δώσει άπαραμόρφωτο ακουστικό σήμα, είναι το βασικότερο μειονέκτημά του.



Σχ. 10.3β.

Κυκλώματα αναλογικών φωρατών.

Ένας φωρατής συχνότητας, πού δεν έχει τό παραπάνω μειονέκτημα του διευκρινιστή καί πού χρησιμοποιείται, σχεδόν αποκλειστικά, στους σύγχρονους δέκτες τηλεόρασης, είναι ο «αναλογικός φωρατής». Ο φωρατής αυτός απορρίπτει μόνος του τήν παρασιτική διαμόρφωση πλάτους καί δεν είναι απαραίτητος ο περιοριστής.

Ένα κύκλωμα αναλογικού φωρατή φαίνεται στο σχήμα 10.3β (α). Διαφέρει από τό κύκλωμα του διευκρινιστή στο ότι οι δύοδοι συνδέονται σε σειρά καί επομένως οι τάσεις φορτίσεως των πυκνωτών εξόδου δεν αφαιρούνται, αλλά προστίθενται.

Όταν μεταβάλλεται ή συχνότητα του σήματος στην είσοδο του φωρατή, ή τάση φορτίσεως του ενός πυκνωτή εξόδου μεγαλώνει καί του άλλου μικραίνει. Τό άθροισμα των τάσεων στους δυό πυκνωτές παραμένει σταθερό. Η τάση εξόδου λαμβάνεται από τήν αντίσταση φορτίου τής μιᾶς διόδου, π.χ. από τήν R_4 .

Επειδή ή πολικότητα τής όλικής τάσεως εξόδου του φωρατή παραμένει άμετάβλητη, μπορεί νά συνδεθεί ένας πυκνωτής μεγάλης χωρητικότητας (ήλεκτρολυτικός) παράλληλα στις αντιστάσεις φορτίου. Ο πυκνωτής αυτός, δηλαδή ο C_5 καθώς καί οι αντιστάσεις R_1 καί R_2 έμποδίζουν τήν όποιαδήποτε γρήγορη μεταβολή τής τάσεως μεταξύ των σημείων α καί β. Τέτοιες μεταβολές τής τάσεως μπορούν νά έμφανισθούν εξαιτίας τής παρασιτικής διαμορφώσεως πλάτους τής υπενδιάμεσης συχνότητας ήχου. Όμως ή ύπαρξη του παραπάνω πυκνωτή καί των αντιστάσεων R_1 καί R_2 δεν έπιτρέπει τήν έμφάνιση αυτών των μεταβολών καί ή τάση μεταξύ των σημείων α καί β παραμένει σταθερή. Η τάση εξόδου, πού λαμβάνεται από τήν αντίσταση R_4 , δεν μπορεί επίσης νά περιέχει παρασιτική διαμόρφωση πλάτους.

Γιά τήν κανονική λειτουργία του αναλογικού φωρατή απαιτείται άκριβέστερη ρύθμιση των κυκλωμάτων του άπ' ό,τι στο διευκρινιστή. Δυσκολότερη είναι ή έξασφάλιση τέλειου αποκλεισμού τής παρασιτικής διαμορφώσεως πλάτους όταν οι μεταβολές του γίνονται μέ άργό ρυθμό. Επειδή ή υπενδιάμεση συχνότητα ήχου έχει διαμόρφωση πλάτους καί σε χαμηλές συχνότητες (50 Hz), στους σύγχρονους δέκτες τηλεόρασης συνδέεται περιοριστής πρίν από τόν αναλογικό φωρατή. Η τάση διεγέρσεως του περιοριστή αυτού δεν είναι, συνήθως, μεγαλύτερη από 0,1 V, έδώ ή ίδια τάση για τόν περιοριστή, πού προηγείται του διευκρινιστή, ήταν 2 V. Αυτό σημαίνει ότι ο ένισχυτής τής υπενδιάμεσης συχνότητας μπορεί νά έχει βαθμό ένισχύσεως 20 φορές μικρότερο, όταν στο τμήμα ήχου του δέκτη χρησιμοποιείται ο αναλογικός φωρατής, αντί του διευκρινιστή.

Μιά παραλλαγή του βασικού κυκλώματος του αναλογικού φωρατή, ή οποία συναντάται περισσότερο στην πράξη, φαίνεται στο σχήμα 10.3β (β). Έδω, η τάση αναπτύσσεται επαγωγικώς στο πηνίο L_2 το οποίο παίζει ταυτόχρονα και ρόλο πηνίου εξομαλύνσεως. Το ακουστικό σήμα οδηγείται στον ενισχυτή ακουστικής συχνότητας μέσα από το φίλτρο $R_4 C_5$ που ονομάζεται φίλτρο ή κύκλωμα «άποεμψασης». “Ας ασχοληθούμε λίγο με αυτό το θέμα.

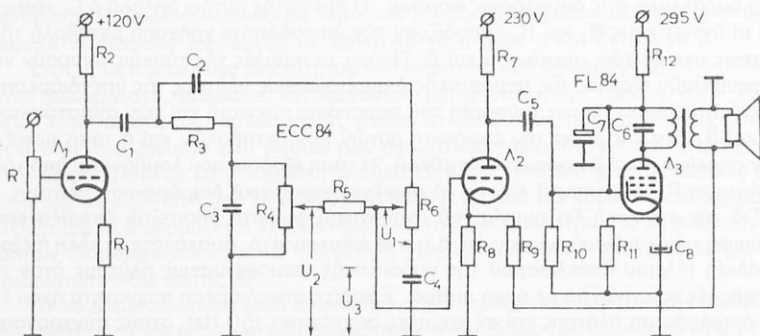
Για τη βελτίωση του λόγου σήμα/θόρυβος στην έξοδο του δέκτη, οι υψηλότερες συχνότητες του ακουστικού σήματος, που διαμορφώνει τη φέρουσα συχνότητα ενός πομπού FM, ενισχύονται περισσότερο από τις χαμηλότερες. Έπειδή κατά την ενίσχυση του ακουστικού σήματος, που γίνεται στον πομπό και πριν από τη βαθμίδα διαμορφώσεως, δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στις υψηλότερες συχνότητες, η διεργασία ονομάζεται «προέμφαση». Το κύκλωμα προεμφάσεως είναι ένα κύκλωμα διαφορίσεως.

Για ν’ αποκαταστήσουμε στο δέκτη τη σωστή σχέση μεταξύ των χαμηλότερων και υψηλότερων συχνοτήτων του ακουστικού σήματος, εξασθενούμε τις τελευταίες με τη βοήθεια ενός κυκλώματος ολοκληρώσεως [$R_4 C_5$ στο σχήμα 10.3β (β)]. Η αντίθετη αυτή διεργασία λέγεται «άποεμψαση». Με την εξασθένηση των υψηλότερων συχνοτήτων του ακουστικού σήματος στο δέκτη, δηλαδή με την άποεμψαση, ελαττώνεται και η ισχύς των θορύβων στην έξοδο του φωρατή.

10.4 ‘Ο ενισχυτής ακουστικών συχνοτήτων.

‘Ο φωρατής συχνότητας του τμήματος ήχου του δέκτη τηλεόρασης ακολουθείται από έναν ενισχυτή ακουστικών συχνοτήτων που περιλαμβάνει μία ή δύο βαθμίδες ενισχύσεως τάσεως και μία βαθμίδα ενισχύσεως ισχύος. Οι βαθμίδες αυτές κατασκευάζονται με λυχνίες ή με τρανζίστορ.

Έξετάζουμε έναν ενισχυτή με λυχνίες (σχήμα 10.4), που έχει όλα τα βασικά στοιχεία και δίνει καλά αποτελέσματα.



Σχ. 10.4.

Ένισχυτής ακουστικών συχνοτήτων με λυχνίες.

Τό ακουστικό σήμα ενισχύεται κατά τάση από δύο βαθμίδες με τριοδικές λυχνίες. Στην είσοδο της πρώτης βαθμίδας συνδέεται ο ρυθμιστής της έντασης του

ήχου και μεταξύ των δύο βαθμίδων οι ρυθμιστές του τόνου. Τό ακουστικό σήμα αφού περάσει τον πυκνωτή συζεύξεως C_1 (0,1 μF), ακολουθεί δύο δρόμους. 'Η αντίσταση R_3 (100 k Ω) και ο πυκνωτής C_3 (2 nF) σχηματίζουν ένα κύκλωμα ολοκληρώσεως που υποβιβάζει τις υψηλότερες συχνότητες. 'Ετσι, στα άκρα του πυκνωτή C_3 , έπομένως και του ποτανσιόμετρου R_4 (1 M Ω), υπάρχει βασικά τό κατώτερο τμήμα του φάσματος του ακουστικού σήματος. 'Ο πυκνωτής C_2 (47 pF) και τό ποτανσιόμετρο R_6 (1 M Ω) σχηματίζουν κύκλωμα διαφορίσεως που έπιλέγει μόνο τις συνιστώσες υψηλής συχνότητας του σήματος. 'Ο πυκνωτής C_4 (2 nF) έχει μικρή αντίσταση, σέ σύγκριση μέ την R_6 , γιά τις υψηλές συχνότητες και γι' αυτό δέ συμμετέχει στή διαφορίση. 'Η τάση U_2 , που λαμβάνεται από τό ποτανσιόμετρο R_4 , οδηγείται στον πυκνωτή C_4 μέσα από την αντίσταση R_5 (100 k Ω). 'Ετσι, όλoκληρη σχεδόν ή τάση των χαμηλών συχνοτήτων μεταφέρεται στον πυκνωτή C_4 , ό οποίος γι' αυτές τις συχνότητες έχει σημαντικά μεγαλύτερη αντίσταση από την R_6 . Μ' αυτό τον τρόπο ή τάση U_3 είναι περίπου ίση μέ την τάση U_2 , δηλαδή μέ ή συνιστώσα χαμηλής συχνότητας. 'Η όλική τάση στην είσοδο της δεύτερης βαθμίδας του ένισχυτή ίσοϋται μέ τό άθροισμα των τάσεων U_1 και U_3 . 'Αλλά ή τάση U_1 (ύψηλής συχνότητας) ρυθμίζεται μέ τό ποτανσιόμετρο R_6 και ή τάση U_3 (χαμηλής συχνότητας) μέ τό ποτανσιόμετρο R_4 . 'Ετσι, έχομε μιά καλή ρύθμιση του τόνου του ήχου.

'Από την άνοδο της δεύτερης τριοδικής λυχνίας και μέσα από τον πυκνωτή συζεύξεως C_5 (0,05 μF) τό σήμα εμφανίζεται στα άκρα της αντίστάσεως R_{10} (470 k Ω), δηλαδή στην είσοδο της βαθμίδας ισχύος. 'Ενα τμήμα σήματος από τό δευτερεύον του μετασχηματιστή έξόδου και μέσα από τό διαιρέτη τάσεως R_8 (2,7 k Ω), R_9 (100 k Ω) εφαρμόζεται στην κάθοδο της προτελευταίας βαθμίδας. Πρόκειται γιά άρνητική άνασούξευξη ή όποία έλαττώνει τις μή γραμμικές παραμορφώσεις του σήματος. 'Η πόλωση του ένισχυτή ισχύος πραγματοποιείται μέ την αντίσταση R_{11} (150 Ω) που παραλληλίζεται από τον πυκνωτή C_8 (100 $\mu\text{F}/20\text{ V}$).

Οι τιμές των υπολοίπων στοιχείων του ένισχυτή είναι: $R = 1\text{ M}\Omega$, $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 150\text{ k}\Omega$, $R_7 = 150\text{ k}\Omega$, $C_6 = 4,7\text{ nF}$, $C_7 = 150\text{ }\mu\text{F}$ και $R_{12} = 1\text{ k}\Omega$.

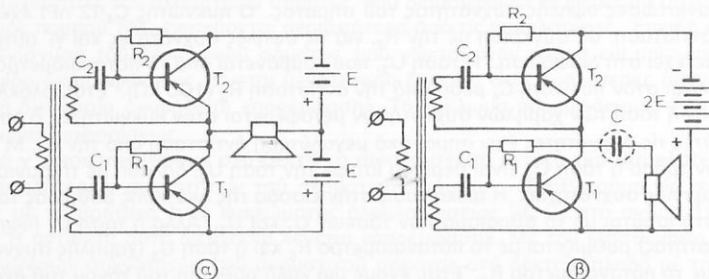
10.5 Ένισχυτές ισχύος μέ τρανζίστορ.

'Η χρησιμοποίηση ένισχυτών ισχύος ακουστικών συχνοτήτων μέ τρανζίστορ σέ συμμετρική διάταξη είναι μεγάλη. 'Η μελέτη των ένισχυτών αυτών, όπως και των αντίστοιχων μέ λυχνίες, βρίσκεται έξω από τά πλαίσια αυτού του βιβλίου. 'Εδω, θά δώσωμε μόνο μερικά κυκλώματα βαθμίδων που εργάζονται χωρίς μετασχηματιστή έξόδου.

Στό σχήμα 10.5α φαίνονται δύο κυκλώματα μέ τρανζίστορ PNP. Γιά ή διέγερσή τους χρησιμοποιείται μετασχηματιστής εισόδου μέ δύο ξεχωριστές δευτερεύουσες περιελίξεις, που συνδέονται έτσι, ώστε οι τάσεις διεγέρσεως νά είναι σέ αντίθεση φάσεως. Στό σχήμα 10.5α (α) έχομε δύο πηγές τροφοδοτήσεως μέ τάση E ή καθεμιά. 'Η όλική τάση είναι 2E, δηλαδή διπλάσια από την τάση του συννηθισμένου συμμετρικού ένισχυτή. Οι αντίστάσεις R_1 και R_2 , σέ αυτό και στα έπόμενα κυκλώματα προορίζονται γιά την πόλωση της βάσεως. 'Αν τά δύο τρανζίστορ και οι τάξεις λειτουργίας τους έλεγχοϋν κατάλληλα, μέσα από τό μεγάφωνο δέν περνά συνεχές ρεύμα. Τά τρανζίστορ είναι συνδεσμολογημένα σέ σειρά γιά τό συνεχές ρεύμα και εργάζονται άντιπαράλληλα σέ κοινή αντίσταση φορτίου γιά τό έναλλασ-

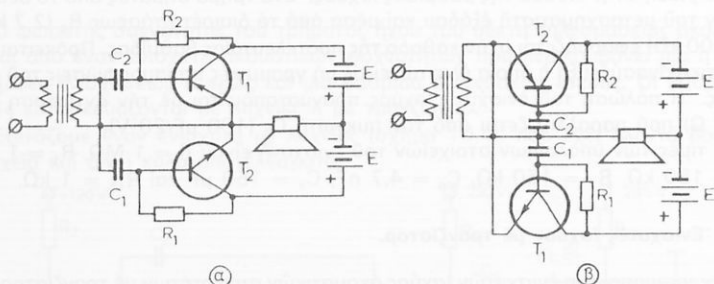
σόμενο. "Αν δέν εἶναι δυνατή ἡ ἐξασφάλιση μεσαίας λήψεως στήν πηγὴ τροφοδοτήσεως, χρησιμοποιεῖται μιά πηγὴ, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 10.5α (β). Τό μεγάλο συνδέεται στό ἓνα τρανζίστορ μέσα ἀπό πυκνωτὴ μεγάλης χωρητικότητας.

Ἐνδιαφέρουσες συνδεσμολογίες ἐνισχυτῶν ἰσχύος παίρνομε μέ συνδυασμὸ τρανζίστορ PNP καὶ NPN. Σ' αὐτές δέ χρειάζεται μετασχηματιστὴς ἀναστροφῆς φάσεως στήν εἴσοδο. Ἀνάλογες συνδεσμολογίες μέ ἡλεκτρονικὲς λυχνίες δέ γίνονται, ἐπεὶδὴ δέν ὑπάρχει λυχνία ἀντίστοιχη πρὸς τὸ τρανζίστορ PNP.



Σχ. 10.5α.

Ἐνισχυτὲς ἰσχύος μέ τρανζίστορ.



Σχ. 10.5β.

Ἐνισχυτὲς ἰσχύος μέ ἀλληλοσυμπληρούμενα τρανζίστορ.

Στό σχῆμα 10.5β φαίνονται δύο τέτοιες συνδεσμολογίες. Στό σχῆμα 10.5β (α) χρησιμοποιοῦνται δύο ξεχωριστές πηγές μέ τάση E ἡ καθεμία. Ὅμως μπορεῖ νά χρησιμοποιηθεῖ καὶ μιά πηγὴ μέ τάση $2E$, ὅπως στό σχῆμα 10.5α (β), καὶ τό μεγάλο νά συνδεθεῖ στό ἓνα τρανζίστορ μέσα ἀπό πυκνωτὴ.

Τὰ τρανζίστορ τῶν προηγουμένων κυκλωμάτων ἐργάζονται μέ κοινὸ ἐκπομπό, ἀλλὰ μποροῦν νά ἐργασθοῦν καὶ μέ κοινὸ συλλέκτη. Ἐνα τέτοιο κύκλωμα φαίνεται στό σχῆμα 10.5β (β) μέ δύο ξεχωριστές πηγές. Καὶ αὐτὸ τό κύκλωμα μπορεῖ νά ἐργασθεῖ μέ μιά πηγὴ διπλάσιας τάσεως.

Κατὰ τὴν κατασκευὴ ἐνισχυτῶν ἰσχύος χωρὶς μετασχηματιστὴ προκύπτει ἓνα πρόβλημα τροφοδοτήσεως αὐτῶν καὶ τῶν προηγουμένων βαθμίδων ἀπὸ κοινὴ πηγὴ. Ἄν ἡ τελικὴ βαθμίδα ἔχει μετασχηματιστὴ εἰσόδου, ὅπως συμβαίνει μέ τὰ

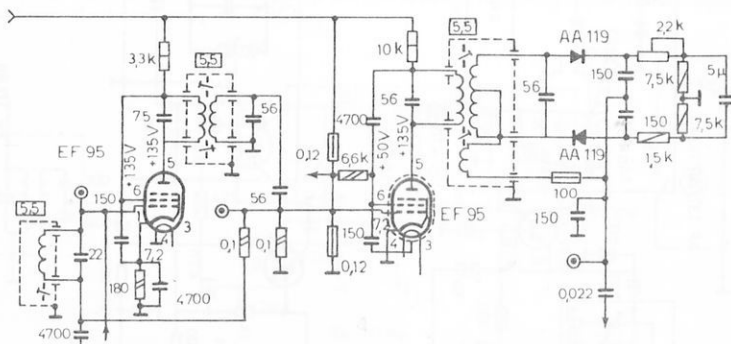
κυκλώματα των σχημάτων 10.5α και 10.5β ή βαθμίδα αυτή είναι μονωμένη από τις προηγούμενες για τὸ συνεχές ρεύμα. Στην περίπτωση αυτή μπορούμε νὰ γειώσουμε ὅποιονδήποτε πόλο τῆς πηγῆς καὶ νὰ τροφοδοτήσουμε ἀπ' αὐτὴ τὶς προηγούμενες βαθμίδες χωρὶς καμία δυσκολία. Ὅταν ὅμως δὲν ὑπάρχει μετασχηματιστὴς εἰσόδου, παρουσιάζονται δυσκολίες.

Σημειώνουμε ὅτι τὰ τρανζίστορ, πού χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴν κατασκευὴ τῶν ἐνισχυτῶν τοῦ σχήματος 10.5β ὀνομάζονται «ἀλληλοσυμπληρούμενα».

10.6 Συνδεσμολογίες τοῦ τμήματος ἤχου.

Παρουσιάζουμε τώρα μερικές συνδεσμολογίες τοῦ τμήματος ἤχου, ὅπως συναντῶνται στοὺς δέκτες τηλεράσεως. Ἐπειδὴ τὸ τμήμα ἤχου τοῦ δέκτη τελειώνει οὐσιαστικὰ στὸ φωρατὴ συχνότητας, οἱ συνδεσμολογίες αὐτῆς τῆς παραγράφου περιλαμβάνουν τὸν ἐνισχυτὴ τῆς ὑπενδιάμεσης συχνότητας, τὸν περιοριστὴ καὶ τὸ φωρατὴ.

Στὸ σχῆμα 10.6α φαίνεται ἡ συνδεσμολογία τοῦ τμήματος ἤχου ἐνὸς δέκτη τηλεράσεως μὲ λυχνίες. Ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν ἐνισχυτὴ τῆς ὑπενδιάμεσης συχνότητας 5,5 MHz μὲ τὴ λυχνία EF 95, τὸν περιοριστὴ μὲ τὴ λυχνία EF 95 καὶ τὸν ἀναλογικὸ φωρατὴ μὲ τὶς διόδους AA 119. Γιὰ νὰ ἔχει ἡ καμπύλη ἀποκρίσεως τοῦ ἐνισχυτῆ τὴν ἀπαιτούμενη μορφή μὲ ζώνη διελεύσεως 250 kHz, χρησιμοποιοῦνται δύο συντονισμένα συστήματα: ἓνα ἀπλὸ κύκλωμα στὸ πλέγμα τῆς λυχνίας καὶ ἓνα φίλτρο στὴν ἄνοδο μὲ σύζευξη μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν κρίσιμη.

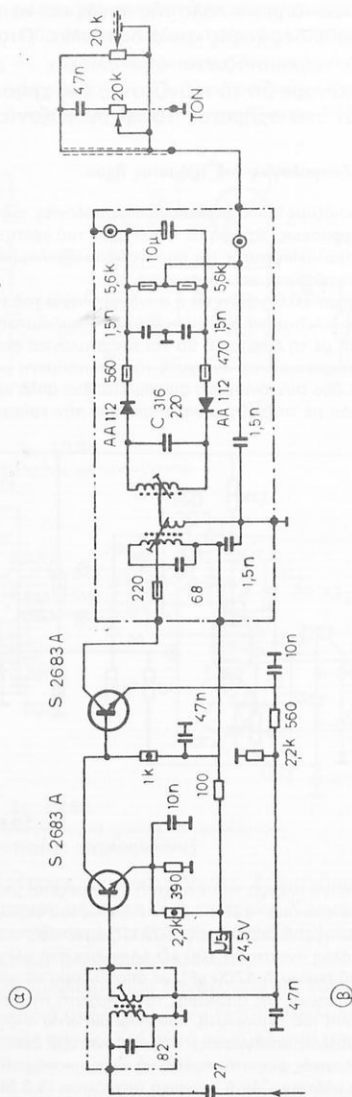
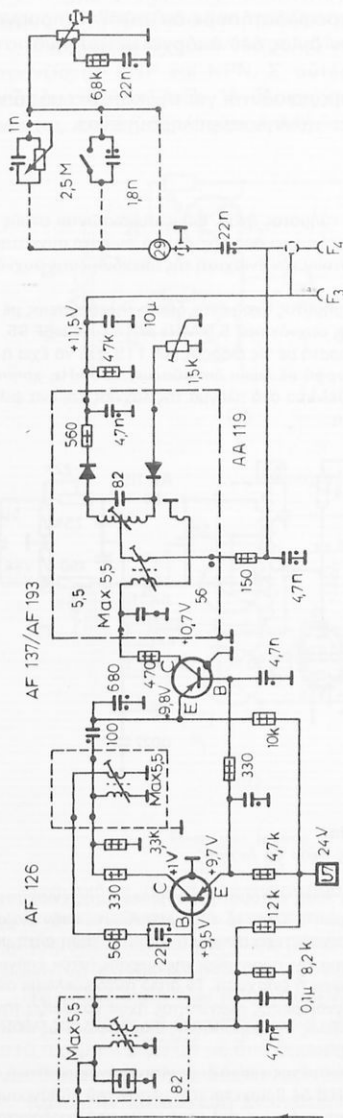


Σχ. 10.6α.

Συνδεσμολογία τμήματος ἤχου μὲ λυχνίες.

Στὸν ὁδηγὸ πλέγμα τοῦ ἐνισχυτῆ ἐφαρμόζεται μιά τάση αὐτόματης ρυθμίσεως τῆς ἐνισχύσεως, πού λαμβάνεται ἀπὸ τὸ κύκλωμα πλέγματος τοῦ περιοριστῆ. Ὅταν τὸ σῆμα μεγαλώσει, στὴν ἀντίσταση πλέγματος τοῦ περιοριστῆ (100 kΩ) ἐμφανίζεται μεγαλύτερη ἀρνητικὴ τάση. Ἡ τάση αὕτη μέσα ἀπὸ μίαν ἄλλη ἀντίσταση 100 kΩ ὁδηγεῖται στὸ πλέγμα τῆς προηγούμενης λυχνίας (στὸν ἐπάνω ὁπλισμὸ τοῦ πυκνωτῆ 4700 pF), μὲ ἀποτέλεσμα νὰ πέφτει ἡ ἐνίσχυση. Τὸ ἀπλὸ αὐτὸ κύκλωμα αὐτόματης ρυθμίσεως τῆς ἀπολαβῆς τοῦ ἐνισχυτῆ τῆς ὑπενδιάμεσης συχνότητας ἤχου ἐμποδίζει τὴν ὑπερδιέγερση τοῦ περιοριστῆ, πού εἶναι μιά αἰτία αὐξήσεως τῆς παρασιτικῆς διαμορφώσεως πλάτους καὶ ἐμφάνισις «πλέγματος» στὴν ὁθόνη τοῦ δέκτη.

Ὁ ἀναλογικὸς φωρατὴς πρέπει νὰ εἶναι σωστά ρυθμισμένος γιὰ νὰ ἀπορρίπτει τὴν παρασιτικὴ διαμόρφωση πλάτους. Ἄν ἡ κεντρικὴ συχνότητα (5,5 MHz) δὲ βρίσκεται στὸ μέσον τοῦ εὐθύγραμμου τμήματος τῆς χαρακτηριστικῆς τοῦ φωρατῆ, ἐμφανίζεται «ρόγχος» στὸ μεγάφωνο πού προέρχεται ἀπὸ τοὺς παλμούς συγχρονισμοῦ πλαισίων. Γιὰ τὴν ἀπομάκρυνση τῶν θορύβων αὐτῶν συνδέονται σὲ σειρά μὲ τὶς διόδους οἱ ἀντιστάσεις 1,5 kΩ καὶ 2,2 kΩ.



Σχ. 10.6β.

Συνδεσμολογίες τμήματος ήχου με τρανζίστορ PNP και NPN.

Ἡ δεύτερη ἀντίσταση εἶναι ρυθμιζόμενη καὶ ἐπιτρέπει τὴ βελτίωση τῆς συμμετρίας καὶ τῆς γραμμικότητας τῆς χαρακτηριστικῆς τοῦ φωρατῆ.

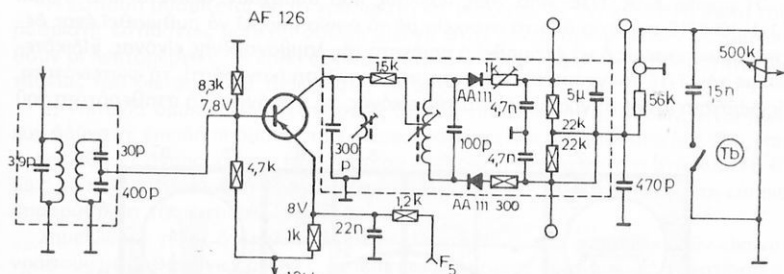
Ὁ ἀγωγός, ποὺ φεύγει ἀπὸ τὸν κόμβο τῶν ἀντιστάσεων 0,12 MΩ καὶ 6,8 kΩ τοῦ προστατευτικοῦ πλέγματος τοῦ περιοριστῆ, ὁδηγεῖται σὲ συσκευή τηλεχειρισμοῦ γιὰ τὴ ρύθμιση τῆς ἐντάσεως τοῦ ἤχου.

Στὸ σχῆμα 10.6β φαίνονται δύο συνδεσμολογίες τμήματος ἤχου μὲ τρανζίστορ PNP καὶ NPN. Οἱ συνδεσμολογίες αὐτές διεγείρονται ἀπὸ τὴν ἔξοδο τοῦ φωρατῆ εἰκόνας, γι' αὐτὸ ἔχουν δύο τρανζίστορ.

Τὸ τμήμα ἤχου τοῦ σχήματος 10.6β (α) ἔχει τρία φίλτρα ζώνης (τὸ τελευταῖο εἶναι ἀναλογικὸ) συντονισμένα στὰ 5,5 MHz. Τὰ τρανζίστορ τροφοδοτοῦνται μὲ ὑψηλὴ σχετικὰ τάση (24 V) γιὰ νὰ δώσουν ἀρκετὴ ἐνίσχυση. Ἡ πρώτη βαθμίδα διαθέτει κύκλωμα ἐξουδετερώσεως, ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ μιά ξεχωριστὴ περιέλιξη συνεζευγμένη μὲ τὴν αὐτεπαγωγὴ τοῦ συλλέκτη, τὴν ἀντίσταση 56 Ω καὶ τὸν πυκνωτὴ 22 pF. Τὸ δεύτερο τρανζίστορ ἐργάζεται μὲ κοινὴ βάση καὶ δέ χρειάζεται ἐξουδετέρωση.

Ὁ ἀναλογικὸς φωρατῆς χρησιμοποιεῖ τὶς διόδους AA 119. Ἡ συμμετρία καὶ ἡ γραμμικότητα τῆς χαρακτηριστικῆς του βελτιώνονται μὲ τὴ βοήθεια τῆς ρυθμιζομένης ἀντιστάσεως 1,5 kΩ. Στὴν ἔξοδο τοῦ φωρατῆ συναντοῦμε τὸ κύκλωμα ἀποεμφάσεως μὲ τὴν ἀντίσταση 150 Ω καὶ τὸν πυκνωτὴ 4,7 nF. Οἱ ἀγωγοὶ F₃ καὶ F₄ ὁδηγοῦνται σὲ συσκευή τηλεχειρισμοῦ γιὰ τὴ ρύθμιση τῆς ἐντάσεως τοῦ ἤχου. Μεταξὺ τοῦ φωρατῆ καὶ τοῦ ἐνισχυτῆ ἀκουστικῶν συχνοτήτων παρεμβάλλονται κυκλώματα γιὰ τὴ ρύθμιση τοῦ τόνου (Klang), τῆς ὁμιλίας (Sprache) καὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ἤχου (Lautstärke).

Πιο ἀπλὴ ἀπὸ τὴν προηγούμενη εἶναι ἡ συνδεσμολογία τοῦ σχήματος 10.6β (β). Διαθέτει δυὸ μόνο φίλτρα ζώνης γιὰ τὰ 5,5 MHz ἀπὸ τὰ ὁποῖα τὸ τελευταῖο εἶναι ἀναλογικὸ. Ἡ τάση τροφοδοτήσεως τῶν τρανζίστορ εἶναι καὶ ἐδῶ ὑψηλὴ γιὰ τὴν ἐπιτυχία μεγάλης ἐνισχύσεως καὶ δέ χρησιμοποιοῦνται κυκλώματα ἐξουδετερώσεως στὶς βαθμίδες.



Σχ. 10.6γ.

Συνδεσμολογία τμήματος ἤχου μὲ τρανζίστορ.

Παρουσιάζουμε μίαν ἀκόμη συνδεσμολογία τμήματος ἤχου μὲ ἓνα τρανζίστορ (σχ. 10.6γ). Ἡ τάση τῆς υπενδιάμεσης συχνοτήτας ἤχου λαμβάνεται ἀπὸ τὴν ἔξοδο τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας, γι' αὐτὸ τὸ τρανζίστορ AF 126 ἐργάζεται ὡς ἐνισχυτῆς - περιοριστῆς. Ὁ ἀγωγός F₅, ποὺ φεύγει ἀπὸ τὸ κύκλωμα τοῦ ἔκπομπού, ὁδηγεῖται στὴ συσκευή τηλεχειρισμοῦ γιὰ τὴ ρύθμιση τῆς ἐντάσεως τοῦ ἤχου.

Ὁ ἀναλογικὸς φωρατῆς μὲ τὶς διόδους AA 111 εἶναι συμμετρικός. Ἡ σύνδεση τοῦ κυκλώματος συλλέκτη μὲ τὴ μεσαία λήψη τῆς περιελίξεως τοῦ φωρατῆ γίνεται μὲ μιά ὠμικὴ ἀντίσταση 1,5 kΩ ἀφοῦ δὲν ὑπάρχει θέμα μονώσεως συνεχούς τάσεως. Ἐτσι, δέ χρειάζεται τρίτη περιέλιξη στὸ ἀναλογικὸ φίλτρο ἐξόδου τοῦ τρανζίστορ.

Στὴν ἔξοδο τοῦ ἀναλογικοῦ φωρατῆ συναντοῦμε τὸ κύκλωμα ἀποεμφάσεως μὲ τὸν πυκνωτὴ 470 pF, τὴν ἀντίσταση 56 kΩ καὶ τὸν πυκνωτὴ 1,5 nF. Ὁ τελευταῖος πυκνωτῆς συνδέεται καὶ ἀποσυνδέεται μὲ τὴ βοήθεια τοῦ διακόπτη Tb, ὁπότε γίνεται μιά χονδρική ρύθμιση τοῦ τόνου.

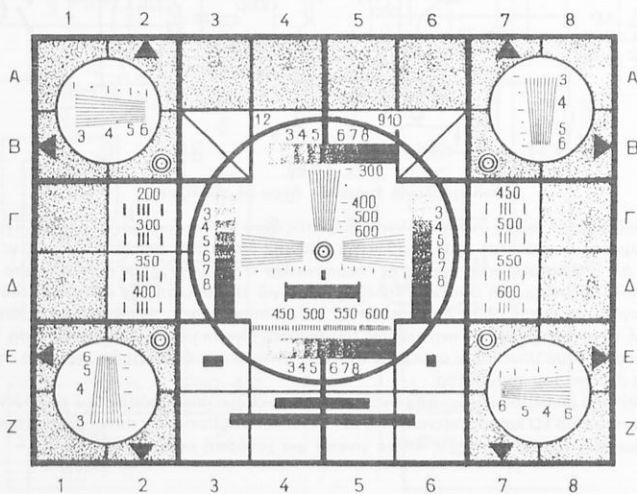
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

ΥΠΗΡΕΤΗΣΗ ΔΕΚΤΩΝ ΤΗΛΕΟΡΑΣΕΩΣ

11.1 'Ο τηλεοπτικός πίνακας έλέγχου.

Τό τηλεοπτικό κέντρο στην άρχή κάθε έκπομπής καί γιά κάποιο χρόνο (συνήθως γιά 15 λεπτά), εκπέμπει τόν «τηλεοπτικό πίνακα έλέγχου» (ΤΠΕ). 'Ο ΤΠΕ εκπέμπεται έπίσης καί στό χρόνο πού μεσολαβεί μεταξύ τού τέλους ενός προγράμματος καί τής άρχής ενός άλλου. 'Επειδή ό πίνακας αυτός εκπέμπεται μέ τή βοήθεια τού μονοσκοπίου, πού όπως ξέρομε είναι είδικός είκονολήπτης, οί τεχνικοί μας τόν όνομάζουν «μονοσκόπιο».

'Η μορφή ενός ΤΠΕ, άπό τούς πολλούς πού υπάρχουν, φαίνεται στό σχήμα 11.1. 'Ο ΤΠΕ περιέχει όλα τά στοιχεία μέ τά όποια μπορεί νά ρυθμισθεϊ ένας δέκτης τηλεόρασεως ή νά έκτιμηθεϊ ή ποιότητα τής λαμβανομένης είκόνας. Εϊδικότερα, μέ τόν ΤΠΕ έλέγχουμε τήν έστίαση, τήν αντίθεση (κοντράστ), τή φωτεινότητα, τίσ διαστάσεις καί τή γραμμικότητα τής είκόνας, τή σαφήνεια, τή σταθερότητα τού



Σχ. 11.1.

'Ο τηλεοπτικός πίνακας έλέγχου (μονοσκόπιο).

συγχρονισμού και τέλος τη συμμετρία της ενδιάμεσης σαρώσεως. Μπορούμε ακόμη να διαπιστώσουμε αν υπάρχουν παραμορφώσεις συχνότητας και φάσεως καθώς και γεωμετρικές παραμορφώσεις πλαισίου.

Επειδή η ποιότητα μιας εικόνας εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, που δεν έχουν σχέση με την καλή λειτουργία του δέκτη, όπως π.χ. είναι οι συνθήκες λήψης, ή σωστή εγκατάσταση της κεραίας, ή καλή λειτουργία του τηλεοπτικού κέντρου κλπ., ο έλεγχος με τον ΤΠΕ δεν μπορεί να είναι και ο τελικός. Με τον ΤΠΕ δε μπορούμε να εκτιμήσουμε ένα δέκτη ή να διαπιστώσουμε ανωμαλίες, όταν υπάρχουν θόρυβοι ή χρησιμοποιείται κεραία με όξυ διάγραμμα κατευθυντικότητας ή ακόμη όταν η απόσταση του τηλεοπτικού κέντρου από το δέκτη είναι πολύ μεγάλη. Στις περιπτώσεις αυτές ο τελικός έλεγχος γίνεται με κατάλληλα όργανα.

Στις επόμενες παραγράφους θα δούμε πώς ελέγχεται και ρυθμίζεται ένας δέκτης τηλεόρασης με τη βοήθεια του ΤΠΕ.

11.2 Έλεγχος της έστιασεως.

Ο έλεγχος της έστιασεως γίνεται με τη βοήθεια των πέντε μικρών κύκλων του ΤΠΕ. Ο ένας από αυτούς βρίσκεται στο κέντρο του πίνακα και οι υπόλοιποι στα τετράγωνα B2, B7, E2 και E7. Το πάχος των γραμμών των κύκλων αυτών πρέπει να είναι παντού το ίδιο.

Η έστιαση ρυθμίζεται με το «ρυθμιστή έστιασεως». Η αντίκανονική θέση του ρυθμιστή έστιασεως παρέχει ασαφή εικόνα στην οποία δεν μπορούν να διακριθούν οι λεπτομέρειες. Η καλή έστιαση εξαρτάται επίσης από τη σταθερότητα της τάσεως του δικτύου που τροφοδοτεί το δέκτη.

Η επιτυχία ομοιόμορφης έστιασεως σε όλη την έκταση της οθόνης είναι μάλλον αδύνατη, επειδή οι οθόνες των εικονογράφων είναι σχεδόν επίπεδες. Στις επίπεδες οθόνες αναπαράγεται περισσότερο ευχάριστη εικόνα απ' ό,τι στις κυρτές, όμως με καλή έστιαση στο κέντρο μιας επίπεδης οθόνης είναι αναπόφευκτη κάποια απορρύθμιση της έστιασεως στα άκρα της.

Σημειώνουμε τέλος ότι πολλοί δέκτες τηλεόρασης, που χρησιμοποιούν εικονογράφους με ορθογώνιες οθόνες, δε διαθέτουν ρυθμιστή έστιασεως. Η έστιαση σ' αυτούς είναι σταθερή.

11.3 Έλεγχος της αντίθεσης και της φωτεινότητας.

Η αντίθεση (τό κοντράστ) και η φωτεινότητα ελέγχονται με τη βοήθεια των τεσσάρων ζωνών, που βρίσκονται στον κεντρικό κύκλο του ΤΠΕ. Κάθε ζώνη περιλαμβάνει δέκα ορθογώνια που ξεχωρίζονται από το διαφορετικό βαθμό φωτεινότητας (από το λευκό ως το μαύρο). Η αντίθεση και η φωτεινότητα είναι ρυθμισμένες κανονικά, όταν μπορούμε να διακρίνουμε σαφώς 6 - 8 ορθογώνια από κάθε ζώνη.

Η καλή αναπαραγωγή της εικόνας επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των «ρυθμιστών κοντράστ και φωτεινότητας». Ο ρυθμιστής του κοντράστ πρέπει να επιτρέπει τη μεταβολή της εικόνας από την κατάσταση που μόλις διακρίνεται μέχρις ότου γίνει υπερβολικά μαύρη. Ο ρυθμιστής φωτεινότητας πρέπει να οδηγεί όμαλά την οθόνη από την πλήρη συσκότιση στην πλήρη φωταύγεια της. Η φωτεινότητα πρέπει να μεταβάλλεται ομοιόμορφα σε ολόκληρη την έκταση της οθόνης.

Η ρύθμιση του δέκτη γίνεται έτσι, ώστε να έχουμε καλό κοντράστ με κανονική φωτεινότητα. Η υπερβολική φωτεινότητα καταστρέφει την εστίαση και ακόμη μι-
κραίνει τη διάρκεια ζωής του εικονογράφου.

11.4 Έλεγχος της σαφήνειας.

Ο ΤΠΕ διαθέτει μερικές οριζόντιες και κατακόρυφες δέσμες από γραμμές (βε-
ντάλιες) με τις οποίες ελέγχεται η σαφήνεια της εικόνας. Τρεις δέσμες από λεπτές
μαύρες γραμμές βρίσκονται στον κεντρικό κύκλο του πίνακα και τέσσερες στους
γωνιακούς κύκλους. Κατά μήκος των γραμμών αυτών αναγράφονται οι αριθμοί
300, 400, 500, 600 (στό κέντρο) και οι 3, 4, 5, 6 (στά άκρα). Για τον έλεγχο της
σαφήνειας κατά την κατακόρυφη κατεύθυνση χρησιμοποιούνται οι οριζόντιες δέ-
σμες γραμμών και για τον έλεγχο της σαφήνειας κατά την οριζόντια κατεύθυνση οι
κατακόρυφες δέσμες.

Για να έχουμε καλή σαφήνεια εικόνας πρέπει οι γραμμές να διακρίνονται μεταξύ
των αριθμών 400 - 500 (4 - 5). Η σαφήνεια εξαρτάται από την εστίαση, από την
αντίθεση και από τη φωτεινότητα. Ακόμη, εξαρτάται από τη σταθερότητα της συ-
χνότητας του τοπικού ταλαντωτή του δέκτη. Η συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή
μπορεί να μεταβληθεί με τη βοήθεια του ρυθμιστή, που βρίσκεται στον άξονα του
μεταγωγέα καναλιών (για τους περιστρεφόμενους συντονιστές) ή στο πληκτρολό-
γιο (για τους ηλεκτρομηχανικούς και ηλεκτρονικούς συντονιστές).

Η σαφήνεια της εικόνας κατά την οριζόντια κατεύθυνση ελέγχεται επίσης με τη
βοήθεια των κατακορύφων γραμμών, που βρίσκονται στο κάτω μέρος του κεντρι-
κού κύκλου και που φέρουν τους βαθμούς 450, 500, 550 και 600 ή ακόμη με τη
βοήθεια των γραμμών των τετραγώνων Γ2, Δ2, Γ7 και Δ7.

11.5 Έλεγχος των διαστάσεων και της γραμμικότητας της εικόνας.

Στον ΤΠΕ και στα τετράγωνα Β1, Ε1 (αριστερά), Β8, Ε8 (δεξιά), Α2, Α7 (έπάνω)
και Ζ2, Ζ7 (κάτω) φαίνονται οκτώ βέλη με τη βοήθεια των οποίων ρυθμίζονται οι
διαστάσεις της εικόνας. Για να έχουμε αναπαραγωγή της εικόνας με λόγο πλευρών
4/3, θα πρέπει ο πίνακας να αναπτυχθεί τόσο, ώστε τα προηγούμενα βέλη να εφά-
πτονται στο αριστερό, δεξιό, έπάνω και κάτω περιθώριο της οθόνης.

Η γραμμικότητα της εικόνας ελέγχεται με τη βοήθεια των τετραγώνων και των
κύκλων του ΤΠΕ. Ο δέκτης είναι ρυθμισμένος σωστά, όταν τα στοιχεία αυτά του
πίνακα έχουν τις κανονικές τους γεωμετρικές μορφές. Σε αντίθετη περίπτωση, τα
τετράγωνα γίνονται ορθογώνια και οι κύκλοι ελλείψεις όποτε όλη η εικόνα φαίνε-
ται παραμορφωμένη.

Η διαταραχή της γραμμικότητας συνοδεύεται, πολλές φορές, με εμφάνιση μαύ-
ρων ή λευκών λωρίδων και πτυχών με τυχαία φωτεινότητα. Τέλος η γραμμικότητα
και οι διαστάσεις της εικόνας εξαρτώνται και από την τάση του δικτύου, η οποία
δέν πρέπει να αποκλίνει από την κανονική της τιμή περισσότερο από 5% προς τα έ-
πάνω και από 10% προς τα κάτω.

11.6 Έλεγχος του συγχρονισμού.

Ο έλεγχος του συγχρονισμού γίνεται με τις ακόλουθες απλές δοκιμές:

α) Μέ τη στροφή του ρυθμιστή συχνότητας πλαισίων δεξιά και άριστερά από τη θέση, πού αντιστοιχεί στη σταθερή λήψη, η εικόνα πρέπει να κινείται προς τα επάνω ή προς τα κάτω και να επανέρχεται εύκολα στην κανονική θέση.

β) 'Ο ρυθμιστής της συχνότητας των γραμμών μπορεί να στραφεί 90° περίπου προς τις δύο πλευρές, όποτε στην οθόνη του δέκτη εμφανίζεται ένας μεγάλος αριθμός από μαύρες λωρίδες. Μέ την επαναφορά του ρυθμιστή στην αρχική του θέση η εικόνα επανέρχεται άμεσα.

γ) 'Ο σταθερός συγχρονισμός πρέπει να εξασφαλίζεται με κάποια ένδιάμεση θέση των ρυθμιστών συχνότητας γραμμών και πλαισίων, ώστε να υπάρχουν περιθώρια στροφής των ρυθμιστών αυτών και προς τις δύο πλευρές.

δ) 'Ο συγχρονισμός δεν πρέπει να καταστρέφεται με τη ρύθμιση του κοντράστ της εικόνας σε πλατιά όρια.

Ενδείξεις διαταραχής του συγχρονισμού είναι η διαστρέβλωση των κατακορύφων γραμμών στο επάνω μέρος του ΤΠΕ, ή μετατόπιση μιάς ή περισσότερων οριζοντίων γραμμών, ή τομή ενός μέρους της εικόνας κτλ.

11.7 Έλεγχος της ένδιάμεσης σαρώσεως.

Όπως γνωρίζουμε, στην ένδιάμεση σάρωση κάθε γραμμή του ενός πεδίου πρέπει να βρίσκεται στο μέσον των γραμμών του άλλου. Κάθε ανωμαλία στη σάρωση αυτή προκαλεί το γνωστό ζευγάρισμα των γραμμών. Μέ το ζευγάρισμα, οι γραμμές, πού αναπτύσσουν την εικόνα προς την κατακόρυφη κατεύθυνση, γίνονται οι μισές και διακρίνεται σαφώς η γραμμική σύνθεση των πλαισίων.

Μέ το ζευγάρισμα των γραμμών σαρώσεως, οι διαγώνιες γραμμές, πού βρίσκονται στα τετράγωνα Β3 και Β6 του ΤΠΕ, εμφανίζουν οδοντωτές προεξοχές. Ακόμη, τα άκρα των γραμμών στις οριζόντιες δέσμες (βεντάλιες), πού βρίσκονται στο κέντρο του πίνακα, κάμπτονται προς τα επάνω και προς τα κάτω.

11.8 Έλεγχος των παραμορφώσεων συχνότητας και φάσεως.

Γιά τον έλεγχο των παραμορφώσεων συχνότητας και φάσεως, πού προέρχονται από τις χαμηλές όπτικές συχνότητες, χρησιμεύουν τα μαύρα όρθογώνια πού βρίσκονται στα τετράγωνα Ε3, Ε6, Ζ3, Ζ4, Ζ5 και Ζ6 του ΤΠΕ. Στην περίπτωση πού υπάρχουν τέτοιες παραμορφώσεις, στους πόλους των όρθογωνίων αυτών εμφανίζονται γκριζες προεξοχές (ουρές).

Αν οι παραμορφώσεις προέρχονται από τις ύψηλές όπτικές συχνότητες, στο δεξιό μέρος των λεπτών μαύρων καθέτων ή πλαγίων γραμμών εμφανίζεται μία στενή λευκή δικτυωτή λωρίδα (καμβάς) και η εικόνα γίνεται υπερβολικά ανάγλυφη.

Σημειώνουμε ότι η εικόνα μπορεί να γίνει ανάγλυφη και από αντικανονική τοποθέτηση της κεραίας λήψεως ή της γραμμής μεταφοράς της ενέργειας από την κεραία στο δέκτη (της καθόδου της κεραίας).

11.9 Απλοποιημένοι πίνακες έλέγχου.

Γιά τον έλεγχο των παραμορφώσεων, πού προκαλούνται από αντικανονική θέση των ρυθμιστών του δέκτη τηλεοράσεως, μπορούν να χρησιμοποιηθούν απλοποιημένοι ΤΠΕ πού διαθέτουν μόνο τον κεντρικό μεγάλο κύκλο με τις οριζόντιες και κατακόρυφες δέσμες των γραμμών του.

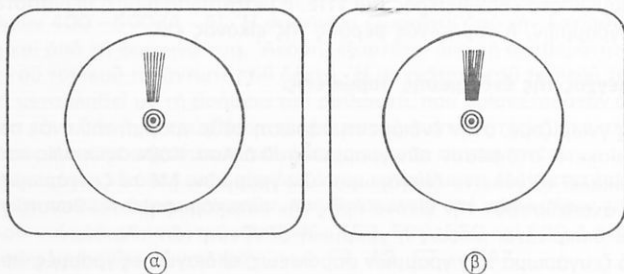
Μέ το μεγάλο κύκλο μπορούμε να ελέγξουμε τη γραμμικότητα της σαρώσεως προς την οριζόντια και την κατακόρυφη κατεύθυνση.

Μέ τη βοήθεια των γραμμών ελέγχουμε τη σαφήνεια της εικόνας οριζοντίως και κατακόρυφως. Μέ τις οριζόντιες γραμμές ελέγχομε επίσης τη συμμετρία της ενδιάμεσης σαρώσεως. 'Από τη διακριτικότητα των γραμμών διαπιστώνομε ακόμη την κανονική ή αντικανονική έστιαση κτλ.

Στή συνέχεια θα δείξομε μέ εικόνες τις διάφορες παραμορφώσεις και θά αναφέρομε τούς τρόπους καταργήσεώς τους.

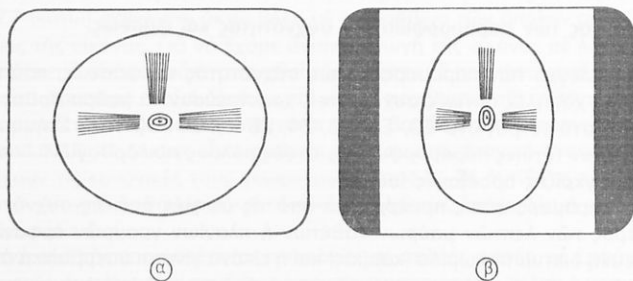
Στό σχήμα 11.9α(α) ή εικόνα είναι σαφής, γιατί οι κατακόρυφες γραμμές διακρίνονται σέ όλόκληρο τό μήκος της δέσμης.

Στό σχήμα 11.9α(β) ή εικόνα είναι άσαφής, γιατί οι κατακόρυφες γραμμές διακρίνονται μόνο στό επάνω μέρος της δέσμης. 'Η σαφήνεια διορθώνεται μέ ρύθμιση της συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή του δέκτη.



Σχ. 11.9α.

Γιά τη σαφήνεια της εικόνας.



Σχ. 11.9β.

Γιά τις οριζόντιες διαστάσεις της εικόνας.

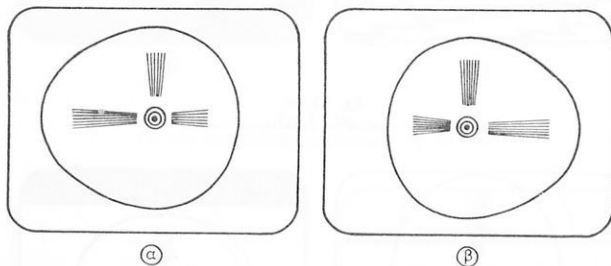
Στό σχήμα 11.9β(α) ή εικόνα έχει επιμηκυνθεί οριζοντίως. Οι κανονικές διαστάσεις της εικόνας αποκαθίστανται μέ στροφή του «ρυθμιστή οριζοντίων διαστάσεων».

Στό σχήμα 11.9β(β) ή εικόνα έχει συμπιεσθεί οριζοντίως. 'Η ρύθμιση γίνεται όπως και προηγουμένως.

Στό σχήμα 11.9γ(α) η εικόνα έχει οριζόντια παραμόρφωση. Τό δεξιό τμήμα της εικόνας συμπίεσθηκε καί τό άριστερό έπιμηκύνθηκε.

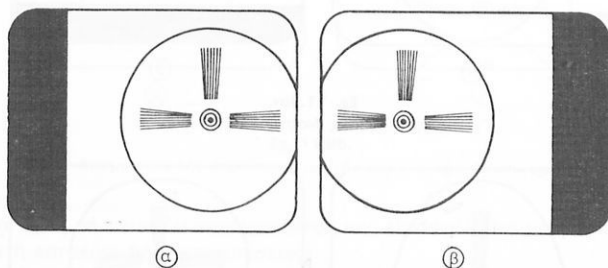
Στό σχήμα 11.9γ(β) η εικόνα έχει έπίσης οριζόντια παραμόρφωση μέ τή διαφορά ότι τώρα συμπίεσθηκε τό άριστερό τμήμα τής εικόνας καί έπιμηκύνθηκε τό δεξιό.

Ή παραμόρφωση καί στίς δύο περιπτώσεις απομακρύνεται μέ τή βοήθεια του «ρυθμιστή οριζόντιας γραμμικότητας».



Σχ. 11.9γ.

Γιά τήν οριζόντια γραμμικότητα τής εικόνας.



Σχ. 11.9δ.

Γιά τήν οριζόντια μετατόπιση τής εικόνας.

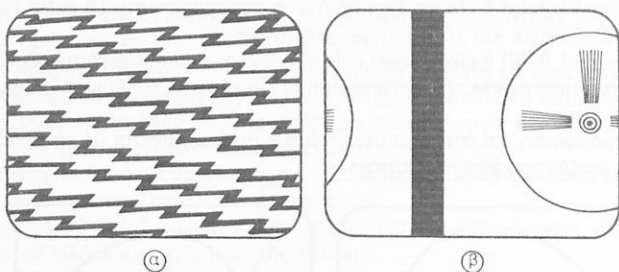
Στό σχήμα 11.9δ(α) η εικόνα είναι μετατοπισμένη οριζοντίως προς τά δεξιά καί στό σχήμα 11.9δ(β) προς τά άριστερά. Ή εικόνα επανέρχεται μέ τή βοήθεια του «ρυθμιστή οριζόντιας μετατοπίσεως» τής εικόνας.

Στό σχήμα 11.9ε(α) η εικόνα έχει έξαφανισθεί. Αυτό γιατί η συχνότητα των γραμμών είναι πολύ μεγαλύτερη από τήν κανονική.

Στό σχήμα 11.9ε(β) έχομε οριζόντια άσάθεια τής εικόνας, πού όφείλεται σέ συχνότητα γραμμών μικρότερη από τήν κανονική.

Ή εικόνα επανέρχεται ή σταθεροποιείται μέ τή βοήθεια του «ρυθμιστή συχνότητας γραμμών».

Στό σχήμα 11.9στ(α) έχομε κατακόρυφη έπιμήκυνση τής εικόνας καί στό σχήμα 11.9στ(β) κατακόρυφη συμπίεση. Οι κανονικές διαστάσεις τής εικόνας αποκαθίστανται μέ τή βοήθεια του «ρυθμιστή κατακορύφων διαστάσεων».

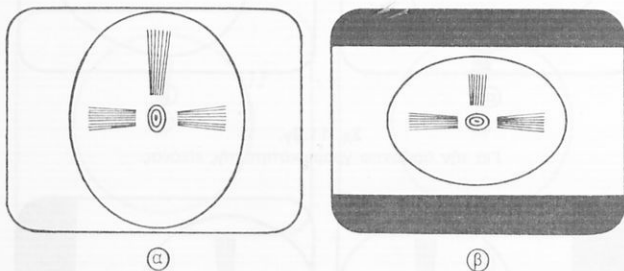


(α)

(β)

Σχ. 11.9ε.

Γιά τόν όριζόντιο άποσυγχρονισμό.

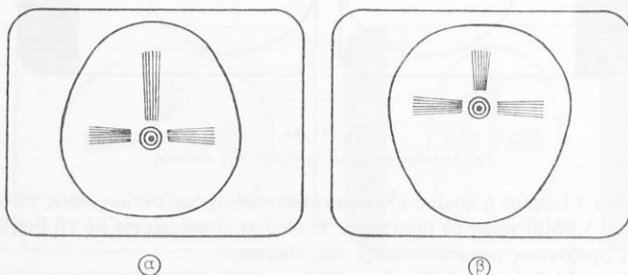


(α)

(β)

Σχ. 11.9στ.

Γιά τίς κατακόρυφες διαστάσεις τής εικόνας.



(α)

(β)

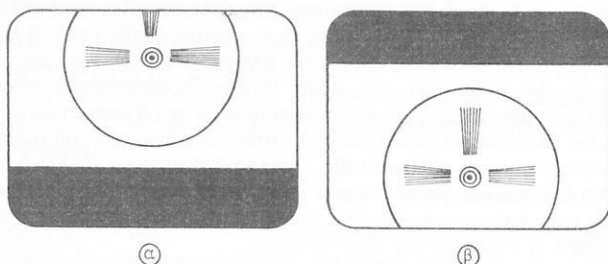
Σχ. 11.9ζ.

Γιά τήν κατακόρυφη γραμμικότητα τής εικόνας.

Στό σχήμα 11.9ζ(α) έχομε επιμήκυνση τοῦ ἐπάνω μέρους τής εικόνας καί στό σχήμα 11.9ζ(β) επιμήκυνση τοῦ κάτω μέρους της.

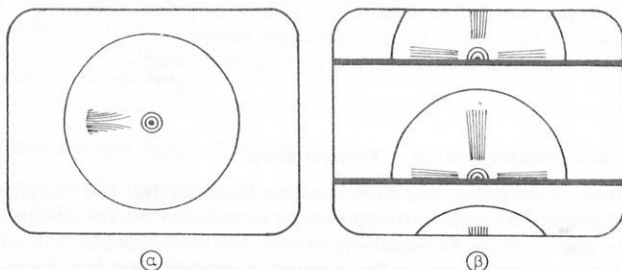
Ἡ παραμόρφωση τής εικόνας ἀπομακρύνεται μέ στροφή τοῦ «ρυθμιστή κατακόρυφης γραμμικότητας».

Στό σχήμα 11.9η(α) καί (β) ἡ εἰκόνα εἶναι μετατοπισμένη, ἀντίστοιχα πρός τά ἐ-



Σχ. 11.9η.

Γιά την κατακόρυφη μετατόπιση της εικόνας.



Σχ. 11.9θ.

Γιά την άσυμμετρία της σαρώσεως και τόν κατακόρυφο άποσυγχρονισμό.

πάνω και προς τα κάτω. Ή κανονική θέση της εξασφαλίζεται με τη βοήθεια του «ρυθμιστή κατακόρυφης μετατοπίσεως».

Στό σχήμα 11.9θ(α) υπάρχει άσυμμετρία στην ενδιάμεση σάρωση, πού φαίνεται από τη διαστρέβλωση των γραμμών της οριζόντιας δέσμης.

Τέλος, στό σχήμα 11.9θ(β) ή εικόνα έχει κατακόρυφη άστάθεια και κινείται προς τα επάνω ή προς τα κάτω.

Ή συμμετρία της σαρώσεως και ή σταθερότητα της εικόνας εξασφαλίζονται με τη βοήθεια του «ρυθμιστή της συχνότητας πλαισίων».

11.10 Έντόπιση βλαβών στό δέκτη.

Έξετάσαμε ως τώρα τίς άνωμαλίες πού εμφανίζονται σέ ένα δέκτη τηλεόρασης και πού οφείλονται σέ άντικανονική θέση των ρυθμιστών του. Οι ίδιες άνωμαλίες και πολλές άλλες, πού οδηγούν σέ κάποιο όπτικό ή άκουστικό άποτέλεσμα, μπορεί νά οφείλονται σέ βλάβη κάποιας βαθμίδας του δέκτη. Στήν περίπτωση αυτή ή κανονική λειτουργία του δέκτη δέν άποκαθίσταται με ρυθμίσεις, αλλά με την έπισκευή του.

Όπως είδαμε, ό δέκτης τηλεόρασεως έχει πολλές βαθμίδες και πάρα πολλά έ-

ξαρτήματα. Για να βρούμε τη βλάβη ενός εξαρτήματος δεν είναι πολύ απλό πράγμα και χρειάζεται μεγάλη πείρα. Όταν όμως ένας τεχνικός έμαθε καλά τη λειτουργία των διαφόρων τμημάτων του δέκτη και την αλληλένδεσή τους, μπορεί να ξεκινήσει για την αναζήτηση βλαβών χωρίς φόβο. Η πείρα θα αποκτηθεί με την εργασία.

Η αναζήτηση μιας βλάβης ξεκινάει από κάποιο οπτικό ή ακουστικό σύμπτωμα. Το σύμπτωμα αυτό μπορεί να μας οδηγήσει στον προσδιορισμό του τμήματος του δέκτη στο οποίο υπάρχει κάποια βλάβη. Ύστερα από αυτή τη χονδρική έντοπιση, ακολουθεί ο έλεγχος των βαθμίδων του τμήματος με κάποια μεθοδολογία που θα αναπτύξουμε στην επόμενη παράγραφο. Με αυτό τον έλεγχο θα έντοπισθεί τελικά η βλάβη όποτε η επισκευή της είναι εύκολη.

Τα βασικά συμπτώματα που οδηγούν στην απομόνωση ενός τμήματος του δέκτη που έχει βλάβη είναι:

Δέν υπάρχει ράστερ, αλλά υπάρχει ήχος.

Υπάρχει ράστερ, αλλά δεν υπάρχει εικόνα και ήχος.

Δέν υπάρχει εικόνα ή είναι ασταθής, ενώ ο ήχος είναι κανονικός.

Δέν υπάρχει ήχος, αλλά υπάρχει κανονική εικόνα.

Ας εξετάσουμε λεπτομερέστερα τις περιπτώσεις αυτές.

11.10.1 Δέν υπάρχει ράστερ - Υπάρχει ήχος.

Τό ράστερ στην θόνη του εικονογράφου δημιουργείται από τό τμήμα σαρώσεων του δέκτη. Στο τμήμα αυτό βρίσκονται οι βαθμίδες για την οριζόντια και κατακόρυφη απόκλιση της ηλεκτρονικής δέσμης του εικονογράφου. Για να υπάρχει ράστερ δεν είναι απαραίτητο να έχουμε ταυτόχρονα εικόνα και ήχο. Τό ράστερ δεν έχει καμιά σχέση με τό οπτικό ή τό ακουστικό σήμα. Αν όμως υπάρχει ταυτόχρονα ήχος, είναι μία ένδειξη λειτουργίας του τροφοδοτικού του δέκτη. Τό τροφοδοτικό παρέχει τις απαραίτητες τάσεις για τή λειτουργία όλων των τμημάτων του δέκτη. Επομένως, όταν έχουμε ήχο, ή έλλειψη του ράστερ δεν οφείλεται σε βλάβη του τροφοδοτικού, ενώ όταν δεν έχουμε ήχο είναι απαραίτητος ο έλεγχος του τροφοδοτικού. Η βλάβη λοιπόν οφείλεται στο τμήμα σαρώσεων του δέκτη.

Οι βαθμίδες για την κατακόρυφη και οριζόντια σάρωση δεν έχουν συνήθως καμιά σχέση μεταξύ τους. Αν στην θόνη, αντί για ράστερ εμφανίζεται μία οριζόντια φωτεινή γραμμή ή στενή λωρίδα, σημαίνει ότι η βλάβη οφείλεται στις βαθμίδες κατακόρυφης σαρώσεως. Αντίθετα, αν στην θόνη εμφανισθεί μία κατακόρυφη φωτεινή γραμμή, ή βλάβη οφείλεται στα κυκλώματα που έχουν σχέση με την οριζόντια σάρωση.

Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι ο άνορθωτής της υπερυψηλής τάσεως που τροφοδοτεί τον εικονογράφο, λειτουργεί με τούς παλμούς επιστροφής των γραμμών. Επομένως, όταν δεν υπάρχει ράστερ και ο εικονογράφος δεν τροφοδοτείται με υπερυψηλή τάση, η βλάβη πρέπει να οφείλεται είτε στο τροφοδοτικό υπερυψηλής τάσεως είτε στις βαθμίδες οριζόντιας σαρώσεως.

Τέλος, η έλλειψη του ράστερ μπορεί ακόμη να οφείλεται σε βλάβη:

- Τοῦ εἰκονογράφου.
- Τοῦ ρυθμιστῆ φωτεινότητος καί
- Τοῦ ἐνισχυτῆ εἰκόνας.

11.10.2 Υπάρχει ράστερ - Δέν υπάρχει εικόνα καί ήχος.

Μέ άπουσία εικόνας καί ήχου, ή βλάβη, πρέπει νά όφείλεται στίς βαθμίδες του δέκτη που είναι κοινές γιά τά δύο σήματα. Αύτές είναι οι βαθμίδες του συντονιστή, οι βαθμίδες του ένισχυτή ένδιάμεσης συχνότητας, ό φωρατής εικόνας καί, μερικές φορές, ό ένισχυτής εικόνας (όταν ό διαχωρισμός του ήχου γίνεται στην έξοδο του ένισχυτή εικόνας).

11.10.3 Δέν υπάρχει εικόνα ή είναι άσταθής - Ήχος κανονικός.

Έφόσον ό ήχος είναι κανονικός, οι βαθμίδες του δέκτη ως τό σημείο διαχωρισμού του ήχου δέν έχουν καμιά βλάβη. Έ έλλειψη εικόνας πρέπει νά όφείλεται σέ βλάβη των βαθμίδων, που παρεμβάλλονται μεταξύ του σημείου διαχωρισμού του ήχου από τό σήμα εικόνας καί του είκονογράφου, δηλαδή σέ βλάβη του ένισχυτή εικόνας.

Αν ή εικόνα είναι άσταθής καί δέν άποκαθίσταται μέ ρύθμιση της συχνότητας των γραμμών ή των πλαισίων, ή βλάβη πρέπει νά όφείλεται στό τμήμα συγχρονισμού του δέκτη. Στην περίπτωση αυτή τό σήμα εικόνας φθάνει στον είκονογράφο, αλλά οι παλμοί συγχρονισμού δέν περνούν από τό αντίστοιχο τμήμα γιά νά εφαρμολογούν στους ταλαντωτές σαρώσεως καί νά ρυθμίσουν τή λειτουργία τους.

11.10.4 Δέν υπάρχει ήχος - Υπάρχει εικόνα.

Έφόσον ή βλάβη χαρακτηρίζεται από ύπαρξη εικόνας, μπορούμε νά υποθέσουμε ότι όλες οι βαθμίδες, που είναι κοινές γιά τά σήματα εικόνας καί ήχου, εργάζονται κανονικά. Έ βλάβη πρέπει νά όφείλεται στό τμήμα ήχου του δέκτη.

Αν όμως ή ποιότητα της εικόνας δέν είναι καλή, π.χ. έχει μικρή σαφήνεια, ή έλλειψη ήχου μπορεί νά όφείλεται σέ βλάβη των κοινών βαθμίδων γιά τά σήματα εικόνας καί ήχου. Ένας π.χ. άποσυντονισμός των βαθμίδων του ένισχυτή ένδιάμεσης συχνότητας μπορεί νά υποβιβάσει τή στάθμη της ένδιάμεσης συχνότητας ήχου τόσο, ώστε ή συμβολή της μέ τήν ένδιάμεση συχνότητα εικόνας νά μή δίνει στην έξοδο του φωρατή εικόνας τήν υπενδιάμεση συχνότητα ήχου των 5,5 MHz.

11.11 Έλεγχος των βαθμίδων του δέκτη.

Υστερα από τήν έντόπιση του τμήματος του δέκτη, στό όποιο όφείλεται ή βλάβη, πρέπει νά άναζητηθούν τά αίτια της βλάβης. Τά αίτια αυτά βρίσκονται σέ μία ή περισσότερες βαθμίδες ενός τμήματος του δέκτη καί ό προσδιορισμός τους γίνεται μέ τόν έλεγχο των βαθμίδων καί μέ τήν άκόλουθη σειρά:

- α) Έπιθεωρείται τό τμήμα καί οι καλωδιώσεις του.
- β) Έλέγχονται οι λυχνίες καί τά τρανζίστορ καί
- γ) Μετρώνται οι συνεχείς τροφοδοτικές τάσεις.

Μιά προσεκτική έπιθεώρηση του έσωτερικού του δέκτη μπορεί νά έξασφαλίζει τήν έντόπιση κάποιας «χονδροκομμένης» βλάβης, που φαίνεται μέ τό μάτι ή γίνεται αντιληπτή μέ τό χέρι. Αν ό δέκτης τροφοδοτείται, μπορούμε νά διαπιστώσουμε τήν έμφάνιση καπνού σέ κάποιο εξάρτημα, τήν υπερβολική θερμανση των μετασχηματιστών, των σοκ καί των αντίστασεων. Στην περίπτωση που ό έλεγχος αυτός δέν άποδίδει, διακόπτουμε τήν τροφοδότηση του δέκτη καί έλέγχομε μέ προσοχή τή συνδεσμολογία του τμήματος. Μ' ένα κατασβίδι μετακινούμε τά διάφορα εξαρτή-

ματα και τα καλώδια συνδεσμολογίας για να διαπιστώσουμε αν τα άκρα τους είναι καλά κολλημένα στις θέσεις τους. Τα εξαρτήματα και τα καλώδια δεν πρέπει να έχουν σκόνες και ακαθαρσίες, οι οποίες ελαττώνουν τη μεταξύ τους μόνωση.

Σήμερα οι δέκτες τηλεοράσεως διαθέτουν τυπωμένη καλωδίωση. Στα τυπωμένα κυκλώματα παρουσιάζονται βλάβες, που επίσης φαίνονται με το μάτι, όπως το κάψιμο του πλαστικού, ή διακοπή ή η απόκόλληση των τυπωμένων γραμμών, τα βραχυκυκλώματα μεταξύ των γραμμών από ακαθαρσίες κτλ. Τα τυπωμένα κυκλώματα καταστρέφονται από διέλευση υπερβολικών ρευμάτων εξαιτίας βραχυκυκλωμάτων.

“Ας δούμε τώρα πώς γίνεται ο έλεγχος των ηλεκτρονικών λυχνιών και των τρανζίστορ.

Μιά λυχνία μπορεί να παρουσιάζει διακοπή του νήματος, ελάττωση ή τέλεια έλλειψη θερμιονικής έκπομπής της καθόδου, βραχυκυκλώματα μεταξύ των ηλεκτροδίων της και τέλος διακοπή ή κακή επαφή των άκροδεκτών των ηλεκτροδίων.

Οι πρακτικοί τρόποι έλέγχου των λυχνιών είναι η εξωτερική επιθεώρηση, ή αντικατάσταση και ή αντιμετάθεση. “Η διακοπή του νήματος και μερικά έσωτερικά βραχυκυκλώματα φαίνονται με το μάτι. “Αν η επιθεώρηση αυτή δεν έχει αποτέλεσμα, αντικαθιστούμε τη λυχνία με μία καινούργια ή με κάποια άλλη όμοια, από ένα άλλο τμήμα του δέκτη (αντιμετάθεση). “Η αντιμετάθεση δημιουργεί μιάν άλλη βλάβη και έτσι απομονώνεται ή ελαττωματική.

Τα τρανζίστορ παρουσιάζουν διακοπές, έσωτερικά βραχυκυκλώματα και μεγάλες αντίστασεις κατά τις όρθες φορές μεταξύ των επαφών τους (ηλεκτροδίων) ή μικρές κατά τις αναστροφές. Πρακτικός τρόπος έλέγχου ενός τρανζίστορ είναι η αντικατάστασή του με καινούργιο. Τα τρανζίστορ δεν τοποθετούνται σε βάσεις και επομένως η αντιμετάθεση δεν είναι εύκολη.

“Ο συστηματικός έλεγχος μιάς βαθμίδας αρχίζει με τη μέτρηση των τάσεων στα διάφορα ηλεκτρόδια των λυχνιών και των τρανζίστορ. “Εκτός από ειδικές περιπτώσεις (αποσυντονισμός κυκλωμάτων, διακοπή πυκνωτών κλπ.), η μέτρηση των τάσεων είναι αρκετή για να δώσει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για τη λειτουργία της βαθμίδας.

Οι τιμές των τάσεων στα διάφορα ηλεκτρόδια των λυχνιών και των τρανζίστορ περιέχονται σε ειδικά έγχειρίδια υπηρετήσεως των δεκτών τηλεοράσεως. Στα έγχειρίδια αυτά παρέχονται: το χονδρικό διάγραμμα του δέκτη, το πλήρες κύκλωμά του, ή επάνω και ή κάτω όψη του σασσί του, οι τιμές των τάσεων λειτουργίας, οι συχνότητες συντονισμού των διαφόρων κυκλωμάτων και πολλές άλλες χρήσιμες πληροφορίες για την κανονική λειτουργία του δέκτη. “Ετσι, μετράμε τις τάσεις στα ηλεκτρόδια των λυχνιών και των τρανζίστορ και τις συγκρίνομε με εκείνες που παρέχει ο κατασκευαστής του δέκτη. “Η υπερβολική απόκλιση από τις κανονικές τιμές ($\pm 20\%$) θα μάς οδηγήσει σε συμπεράσματα για την έντοπιση της βλάβης κάποιας βαθμίδας.

11.12 Έλεγχος των εξαρτημάτων μιάς βαθμίδας.

“Ο έλεγχος των εξαρτημάτων (πυκνωτών, αντιστάσεων, πηνίων), που συνθέτουν μιά 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: τό βραχυκύκλωμα, ή απώλεια χωρητικότητας, ή διακοπή των άκροδεκτών καί ή έλάττωση τής αντίστάσεως μονώσεως (διαρροή). Οί τρόποι έλέγχου των πυκνωτών εξαρτώνται από τό είδος καί τή χωρητικότητά τους.

Ό έλεγχος των βραχυκυκλωμάτων καί των διαρροών των ήλεκτρολυτικών πυκνωτών γίνεται μέ ωμόμετρο πού τοποθετείται στην κλίμακα των μεγαλυτέρων αντίστάσεων. Τό ένα άκρο του έλεγχομένου πυκνωτή αποσυνδέεται από τό κύκλωμα, γιατί δέν πρέπει νά παραλληλίζεται από άλλο έξάρτημα. "Αν ό πυκνωτής είναι καλός, ή βελόνη του ωμομέτρου αποκλίνει πρós τήν ένδειξη «μηδέν» καί στή συνέχεια επιστρέφει πρós τίς μεγαλύτερες ένδείξεις γιά νά δείξει κάποια τιμή αντίστάσεως. "Αν ή τιμή αύτή είναι μικρή, ό πυκνωτής έχει διαρροή. "Αν κατά τή σύνδεση του ωμομέτρου, δέ σημειωθεί απόκλιση τής βελόνης του πρós τήν ένδειξη «μηδέν», ό πυκνωτής έχασε τή χωρητικότητά του ή έχει διακοπή άκροδεκτών.

Τέλος, ή μεγάλη διαρροή του ήλεκτρολυτικού πυκνωτή προκαλεί τή θέρμανση του δοχείου του καί ό έλεγχος γίνεται μέ τό χέρι.

Τά βραχυκυκλώματα των πυκνωτών συζεύξεως καί αποζεύξεως έλέγχονται εύκολα μέ τό ωμόμετρο. Γιά τήν απώλεια χωρητικότητας πρέπει νά χρησιμοποιηθεί γέφυρα μετρήσεως πυκνωτών. "Η αντίσταση μονώσεως ενός καλού πυκνωτή δέν πρέπει νά είναι μικρότερη από 100 ΜΩ.

Οι αντίστάσεις καίγονται συνήθως από διέλευση ύπερβολικού ρεύματος. "Ακόμη, παρουσιάζουν διακοπές των άκροδεκτών τους ή μεγαλώνει ή τιμή τους. Ό έλεγχος γίνεται μέ ωμόμετρο.

Τά πηνία, οί μετασχηματιστές καί τά τσόκ παθαίνουν επίσης βλάβες, όπως οί διακοπές, τά βραχυκυκλώματα μεταξύ των σπειρών ή μεταξύ των τυλιγμάτων καί τά βραχυκυκλώματα μεταξύ των τυλιγμάτων καί του πυρήνα ή του σασσί. Ό έλεγχος γίνεται καί έδω μέ ωμόμετρο, εκτός από τήν περίπτωση βραχυκυκλωμάτων μεταξύ σπειρών σέ μικρό τμήμα του τυλίγματος, επειδή ή μεταβολή τής αντίστάσεώς του είναι μικρή καί δέν τή δείχνει εύκολα τό ωμόμετρο. Στίς περιπτώσεις αυτές ό έλεγχος γίνεται μέ τήν αντικατάσταση του ύποπτου πηνίου.

Πρίν κλείσoμε τό κεφάλαιο, θά πούμε δυό λόγια καί γιά τίς διόδους από ήμιαγωγούς (κρυσταλλοδιόδους).

Μιά τέτοια δίοδος μπορεί νά παρουσιάσει διακοπή, βραχυκύκλωμα καί μεγάλη αντίσταση κατά τήν όρθή φορά ή μικρή κατά τήν ανάστροφη. Ό έλεγχος γίνεται μέ ωμομέτρηση τής αντίστάσεως όρθης καί ανάστροφης φοράς.

Σέ διόδους άνορθώσεως ό λόγος των αντίστάσεων «ανάστροφης πρós όρθή φορά» δέν πρέπει νά είναι μικρότερος από 10. Ό λόγος αυτός δέν πρέπει νά είναι μικρότερος από 100 γιά τίς διόδους φωράσεως. Τέλος, οί διόδοι πού εργάζονται σέ κάθε κλάδο ενός διευκρινιστή, πρέπει νά παρουσιάζουν εκτός από τό μεγάλο λόγο αντίστάσεων καί συμμετρία των χαρακτηριστικών τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΕΡΑΙΩΝ ΤΗΛΕΟΡΑΣΕΩΣ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ

12.1 Έκλογή της κεραίας τηλεοράσεως.

Η κεραία ενός δέκτη τηλεοράσεως είναι πολυπλοκότερη από την κεραία ενός ραδιοφωνικού δέκτη και οι απαιτήσεις από αυτήν περισσότερες. Μία 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 μία 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 έκλογή 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 ή όποια 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.

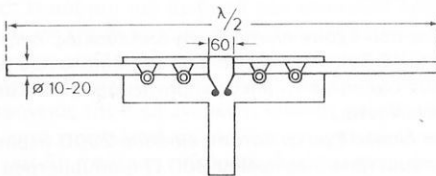
Ιδιαίτερη κατασκευή απαιτείται για μία κεραία που πρόκειται να λειτουργήσει σε ακόμη μεγαλύτερη απόσταση. Έτσι για τη λήψη ενός ασθενούς σήματος σε απόσταση 100 - 200 km με τροποσφαιρική διάδοση, η κεραία πρέπει να έχει οξύ διάγραμμα κατευθυντικότητας, ακριβή προσανατολισμό, μεγάλο ύψος από την επιφάνεια 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. Έδω τό ύψος της κεραίας πάνω από την επιφάνεια της γης και σε μερικές περιπτώσεις ή μεγάλη κατευθυντικότητα δέν έχουν σημασία, όμως θά πρέπει νά εξασφαλισθεί όπτική έπαφή μεταξύ της κεραίας και της γραμμής του όρίζοντα.

12.2 Δίπολος κεραία.

Τό συμμετρικό δίπολο είναι ή πιό άπλή και άρκετά διαδεδομένη κεραία τηλεοράσεως. Χρησιμοποιείται πλατιά γιά τή λήψη τοπικών πομπών τηλεοράσεως, σε όλα τά κανάλια και σε άκτίνα μέχρι 10 - 20 km με κατάλληλες συνθήκες λήψεως (άπουσία ύψηλών κτιρίων πού μπορούν νά προκαλέσουν ανάκλαση των κυμάτων, άπουσία θορύβων από αυτοκίνητα, ηλεκτρικές ιατρικές συσκευές κλπ.). Αποτελείται από δύο ίσους και μονωμένους μεταξύ τους μεταλλικούς σωλήνες (συνήθως από άλουμίνιο), πού βρίσκονται στον ίδιο άξονα (σχ. 12.2α).



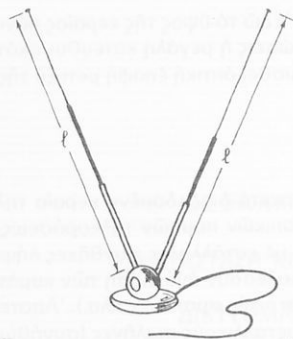
Σχ. 12.2α.

Τό άπλό δίπολο.

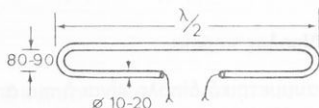
Η διάμετρος του σωλήνα κυμαίνεται από 10 - 20 mm, ή άπόσταση μεταξύ των σωλήνων είναι συνήθως 40 - 60 mm και τό όλο μήκος του δίπολου ίσοϋται με $\lambda/2$ ή άκριβέστερα με $0,95 \lambda/2$.

Ύπενθυμίζομε ότι ή αντίσταση εισόδου ενός συντονισμένου διπόλου είναι 73,3 Ω. Γι' αυτό στην περίπτωση πού χρησιμοποιούμε ως γραμμή μεταφοράς, όμοαξονικό καλώδιο με χαρακτηριστική αντίσταση 75 Ω, δέν παίρνομε κανένα ειδικό μέτρο γιά τήν προσαρμογή καλωδίου και κεραίας, έπειδή οι αντίστάσεις τους διαφέρουν έλάχιστα μεταξύ τους. Όμως τό δίπολο είναι συμμετρική διάταξη και τό όμοαξονικό καλώδιο άσύμμετρη. Η άμεση σύνδεση άσύμμετρου καλωδίου σε συμμετρική κεραία προκαλεί παραμόρφωση του διαγράμματος κατευθυντικότητας και αύξηση των θορύβων στην είσοδο του δέκτη. Η συμμετρία έπιτυγχάνεται με τή βοήθεια μετασχηματιστή. Η κεραία τοποθετείται στή στέγη του κτιρίου και προσανατολίζεται έτσι, ώστε ο άξονάς της νά είναι κάθετος πρós τήν κατεύθυνση του πομπού.

Σέ άκτίνα μικρότερη από 10 km από τόν πομπό χρησιμοποιούνται κεραίες δωματίου. Η πιό κατάλληλη από αυτές είναι ή έπιτραπέζια κεραία (σχ. 12.2β). Τά δύο τμήματα του διπόλου στερεώνονται σε μία μονωτική βάση κατασκευασμένη έτσι, ώστε τά τμήματα αυτά νά μπορούν νά σχηματίζουν διάφορες γωνίες μεταξύ τους. Τό μήκος των τμημάτων είναι ρυθμιζόμενο και ή κεραία μπορεί νά χρησιμοποιηθεί σε όλα τά τηλεοπτικά κανάλια. Γιά τήν καλύτερη λήψη με μία τέτοια κεραία, ρυθμίζεται ή γωνία μεταξύ των δύο τμημάτων και περιστρέφεται ή βάση, ώστε νά πάρομε στην όθόνη του δέκτη εικόνα με τή μεγαλύτερη σαφήνεια. Μιά έπιτραπέζια κεραία μπορεί νά κατασκευασθεί εύκολα με δύο κεραίες αυτοκινήτων.



Σχ. 12.2β.
Επιτραπέζια κεραία.



Σχ. 12.2γ.
Τό αναδιπλωμένο δίπολο.

Στίς απλές κεραίες που έχουν πλατιά ζώνη διελεύσεως, ανήκει και τό «άναδιπλωμένο δίπολο» (σχ. 12.2γ). Αποτελείται από δύο δίπολα που βρίσκονται παράλληλα και σέ μικρή (σέ σχέση μέ τό μήκος κύματος) απόσταση μεταξύ τους. Τά άκρα τών διπόλων ένώνονται.

Τό άναδιπλωμένο δίπολο έχει αντίσταση είσόδου 290Ω περίπου και συνδέεται μέ τό δέκτη μέσω συμμετρικού καλωδίου 300 Ω ή ασύμμετρου όμοαξονικού καλωδίου 75 Ω. Στή δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιούμε μετασχηματιστή γιά τήν προσαρμογή κεραίας και γραμμής.

12.3 Κεραίες Yagi.

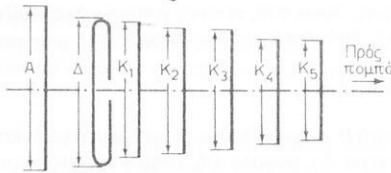
Μιά κεραία γιά μακρινή λήψη πρέπει, έκτός από τή μεγάλη άπολαβή και τήν καλή κατευθυντικότητα νά έχει και άρκετά άπλή κατασκευή. Τέτοιες ιδιότητες έχουν οι κεραίες Yagi που πήραν πλατιά διάδοση στήν τηλεόραση.

Οι κεραίες αυτές αποτελούνται από ένα ή μερικά άπλά παθητικά δίπολα που βρίσκονται κοντά στό ένεργό δίπολο (δηλ. στό δίπολο που τροφοδοτεί μέ ένεργεια τή γραμμή). Όλα τά στοιχεία (ένεργό και παθητικά δίπολα) είναι τοποθετημένα σ' ένα επίπεδο και παράλληλα μεταξύ τους. Τά στοιχεία είναι κατασκευασμένα από σωλήνες άλουμινίου μέ διάμετρο 10 - 20 mm και στερεωμένα σέ κοινό σωλήνα, επίσης από άλουμίνιο, μέ μεγαλύτερη διάμετρο γιά λόγους άντοχής.

Η ζώνη διελεύσεως μιάς τέτοιας κεραίας μπορεί νά αύξηθεί άν χρησιμοποιηθεί, ως ένεργό στοιχείο, άναδιπλωμένο δίπολο. Τόσο τά παθητικά στοιχεία, όσο και τό άναδιπλωμένο δίπολο μπορούν νά στερεωθούν στόν κοινό σωλήνα χωρίς μόνωση, έπειδή στό μέσο τών διπόλων έχουμε μηδενικό δυναμικό (κόμβος τάσεως) και έπομένως ή προσγγείωση του σημείου αυτού (του μέσου) ή ή σύνδεσή του στόν κοινό σωλήνα δέν καταστρέφει τήν συμμετρία τών διπόλων και δέν επιδρά στά χαρακτηριστικά τής κεραίας.

Η διάταξη τών στοιχείων τής κεραίας Yagi φαίνεται στό σχήμα 12.3.

Τά παθητικά στοιχεία που βρίσκονται μπροστά από τό δίπολο (κατά τήν κατεύθυνση του πομπού) ονομάζονται «κατευθυντήρες» και εκείνα που βρίσκονται πίσω από αυτό «άνακλαστήρες». Τά μήκη τών στοιχείων είναι διαφορετικά. Επίσης, δια-



Σχ. 12.3.

Διάταξη των στοιχείων της κεραίας Yagi.

φορετικές 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 επηρεάζει επίσης τις παραμέτρους της. Η αύξηση του αριθμού των στοιχείων προκαλεί αύξηση της απολαβής και ελάττωση της αντίστασης εισόδου της κεραίας. Επίσης το διάγραμμα κατευθυντικότητας γίνεται οξύτερο και ελαττώνεται η ζώνη των διερχομένων συχνοτήτων (ζώνη διελεύσεως). Η ελάττωση της ζώνης διελεύσεως προκαλεί ελάττωση της σαφήνειας της λαμβανόμενης εικόνας και έξασθénéση του σήματος φωνής. Γι' αυτό κατά την έκλογή του αριθμού των στοιχείων της κεραίας πρέπει να έχουμε 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 χρησιμοποιήσουμε 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 χρησιμοποιήσουμε κεραίες με μεγαλύτερο αριθμό στοιχείων.

12.4 Συστήματα κατανομής.

Ένα σύστημα κατανομής προορίζεται για την τροφοδότηση πολλών δεκτών τηλεοράσεως, ή και ραδιοφωνικών, από μία 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. Μία 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 έκλογή 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.

12.5 Κεντρικές εγκαταστάσεις.

Στήν παράγραφο αυτή θ' ασχοληθούμε με μία κεντρική εγκατάσταση, αλλά πριν προχωρήσουμε στο δίκτυο ως σύνολο θα επιμείνουμε σε μερικές λεπτομέρειες.

Στήν πρώτη θέση θα τοποθετήσουμε τό θέμα των καλωδίων κατανομής. Γενικά, τά καλώδια σε νέα κτίρια, πολυκατοικίες, ξενοδοχεία κλπ. καλύπτονται όπως ακριβώς και τά καλώδια των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων (συνήθως χρησιμοποιούνται ομοαξονικά καλώδια σε σωληνες μπερκμαν ή καί πλαστικούς). Αυτό προϋποθέτει τά ακόλουθα:

1) Αυτόψια γιά τόν προσδιορισμό της θέσεως στήν όποία θα τοποθετηθεί ή κεραία. Από τή θέση αυτή έκκινούν τά καλώδια κατανομής.

2) Σχέδιο της οίκοδομής στο όποιο θα φαίνονται τά δωμάτια που πρόκειται νά τοποθετηθούν οι δέκτες.

Γιά τήν έκλογή της θέσεως της κεραίας πρέπει νά έχουμε ύπ' όψη μας ότι αυτή δέν τοποθετείται στήν πλευρά που υπάρχουν γειτονικά ύψηλότερα κτίρια προς τήν κατεύθυνση του πομπού, ούτε προς τήν πλευρά που υπάρχει δρόμος από τόν όποιο κυκλοφορούν πολλά όχήματα. Επίσης δέν τοποθετείται πλησίον σιδερένιων κατασκευών ή ηλεκτροφόρων άγωγών.

Σύμφωνα μέ τά παραπάνω πρέπει νά κατασκευασθεί ένα σχέδιο δικτύου στο όποιο θα φαίνονται οι θέσεις της κεραίας, των ένισχυτών, των καλωδίων, των κιβωτίων κατανομής, των ύποδοχών λήψεως (πριζών) κλπ.

Άλλοι παράγοντες που πρέπει νά ληφθούν ύπόψη είναι οι ακόλουθοι:

α) Τό έλάχιστο σήμα που απαιτείται γιά τούς πιό άπομακρυσμένους δέκτες από τήν κεραία. Αυτό είναι συνήθως 500 μV .

β) Ό μέγιστος άριθμός δεκτών που θα τροφοδοτούνται από τό σύστημα.

γ) Ό τάση της κεραίας.

δ) Ό όλη άπόσβεση του συστήματος.

Γιά τόν ύπολογισμό της όλικής άποσβέσεως πρέπει νά γνωρίζουμε:

1) Τήν ανά μονάδα μήκους άπόσβεση του καλωδίου. Αυτή, γιά καλώδιο διπολικό (συμμετρικό) άντιστάσεως 75 Ω , 150 Ω , 240 Ω καί 300 Ω καί γιά μήκος 10 m, είναι:

0,4 db στά 50 MHz

0,75 db στά 200 MHz

1,44 db στά 500 MHz

Γιά όμοαξονικό καλώδιο των 75 Ω καί ανά 10 m έχουμε:

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 άποσβέσεις των διάφορων τύπων καλωδίων, ανά μονάδα μήκους, δί-

νονται από τούς κατασκευαστές.

2) Τήν απόσβεση τών κιβωτίων κατανομής. Αυτή εξαρτάται από τόν τύπο τοῦ κιβωτίου καί τόν ἀριθμό εἰσόδων καί ἐξόδων του. Μερικές τιμές δίνονται παρακάτω.

εἴσοδος 1 ἔξοδοι 2 ἀπόσβεση 4 db

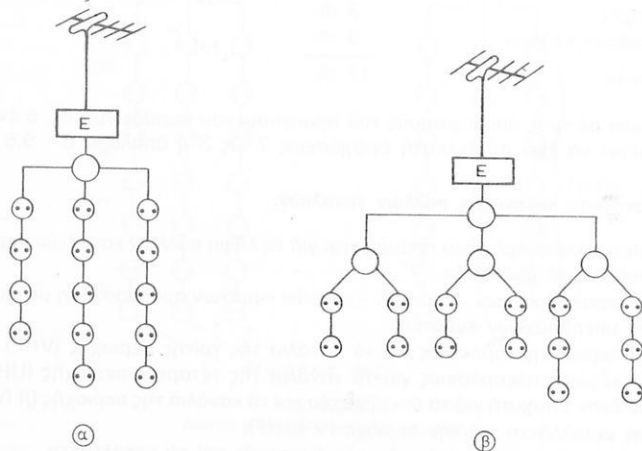
εἴσοδος 1 ἔξοδοι 3 ἀπόσβεση 7 db

εἴσοδος 1 ἔξοδοι 4 ἀπόσβεση 9 db

Οἱ ἀκριβεῖς ἀποσβέσεις τών κιβωτίων κατανομής δίνονται ἀπό τούς κατασκευαστές τους.

3) Τήν ἀπόσβεση τοῦ φορτίου τών πριζῶν λήψεως. Κάθε δέκτης μέ τό καλώδιο τροφοδοτήσεώς του ἀποτελεῖ φορτίο γιά κάθε πρίζα καί δημιουργεῖται ἀπόσβεση. Αυτή εἶναι συνήθως 1 db ἀνά δέκτη.

Ἄς ἐξετάσουμε ἕνα δίκτυο κατανομῆς μιᾶς μικρῆς πολυκατοικίας πού περιλαμβάνει 14 δέκτες.



Σχ. 12.5.
Δίκτυα κατανομῆς.

Πολλά διαφορετικά κυκλώματα μπορούν νά χρησιμοποιηθοῦν, ἀλλά ἄς μελετήσουμε πρῶτα αὐτό πού φαίνεται στό σχῆμα 12.5(α). Ἐδῶ υπάρχουν 2 κλάδοι τῶν 5 ὑποδοχῶν καί 1 τῶν 4. Ἀκόμη ἕνα κιβώτιο τῶν 3 ἐξόδων.

Ἄν ὑποθέσουμε ὅτι τό μήκος τοῦ καλωδίου (ὁμοαξονικοῦ) ἀνά κλάδο εἶναι 30 m, οἱ ἀπώλειες γιά κάθε κλάδο τῶν 5 ὑποδοχῶν θά εἶναι:

30 m καλώδιο	4,5 db
5 ὑποδοχές	5 db
1 κιβώτιο κατανομῆς	7 db
Σύνολο	16,5 db

Αυτή είναι και η ολική απόσβεση του δικτύου.

Στήν περίπτωση που η τάση της κεραίας είναι 1500 μV και η απαιτούμενη τάση εισόδου για κάθε δέκτη 500 μV , η επιτρεπόμενη απόσβεση είναι:

$$a = \frac{1500}{500} = 3 \quad \text{ή} \quad a = 20 \log 3 = 9,5 \text{ db}$$

Γιά να καλύψουμε την υπόλοιπη απόσβεση συνδέουμε ανάμεσα στην κεραία και τον καταμετρητή τον ενισχυτή E που πρέπει να έχει απόλαβή $16,5 - 9,5 = 7 \text{ db}$ ή συντελεστή ενισχύσεως περίπου 2.

Ένα άλλο κύκλωμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι αυτό που φαίνεται στο σχήμα 12.5(β). Έδώ έχουμε απόσβεση (υπολογιζόμενη από τον κλάδο των περισσότερων 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	<u>17 db</u>

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς του προηγούμενου παραδείγματος, ο ενισχυτής E πρέπει να έχει συντελεστή ενισχύσεως 2 ως 3 ή απόλαβή 6 - 9,5 db.

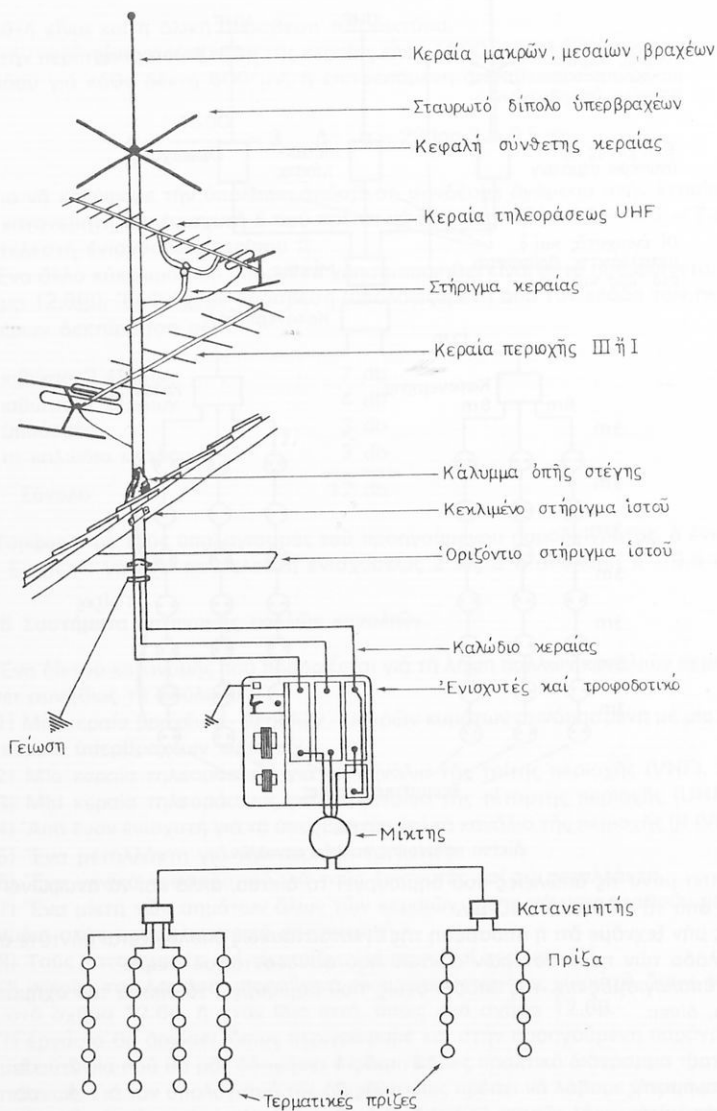
12.6 Συστήματα κατανομής πολλών καναλιών.

Ένα δίκτυο κατανομής που προορίζεται για τη λήψη πολλών καναλιών περιλαμβάνει συνήθως τα ακόλουθα.

- 1) Μία κεραία βραχέων - μεσαίων - μακρών κυμάτων συνδυσασμένη 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 II (VHF).
- 5) Ένα μεταλλάκτη για την περιοχή IV (UHF).
- 6) Ένα γενικό τροφοδοτικό για τους ενισχυτές και τό μεταλλάκτη.
- 7) Ένα μίκτη των σημάτων όλων των κεραιών, ώστε να μεταφερθούν με ένα καλώδιο στον πρώτο κεντρικό καταμετρητή.
- 8) Τους καταμετρητές και τις πρίζες (λήψεως και τερματικές).

Οι κεραίες του δικτύου μπορούν να είναι τοποθετημένες χωριστά, όπως φαίνεται στο σχήμα 12.6α, ή στον ίδιο ιστό, όπως στο σχήμα 12.6β.

Η εργασία θα αρχίσει, όπως περιγράψαμε και στην προηγούμενη παράγραφο, με μία αυτοψία που θα μας οδηγήσει σε ένα πλήρες πρακτικό διάγραμμα της εγκαταστάσεως. Για τον υπολογισμό της αποσβέσεως πρέπει να λάβουμε υπόψη μας ότι όλοι οι πομποί πιθανόν να μην απέχουν τό ίδιο από τό σημείο λήψεως. Για τό λόγο αυτό, δεχόμαστε εδώ ένα πολύ πιο μικρό σήμα κεραίας από έκείνο της προηγούμενης παραγράφου (συνήθως 100 μV για κάθε περίπτωση). Αν, στη συνέχεια, υποθέσουμε ότι η απαιτούμενη τάση εισόδου στον πιο απομακρυσμένο δέκτη τηλεοράσεως είναι 500 μV , βλέπουμε άμέσως ότι ο αντίστοιχος ενισχυτής δέν πρέπει να



Σχ. 12.6β.

Σύνθετη κεραία της Fuba.

Ἡ ἀπολαβὴ τοῦ ἐνισχυτῆ γιὰ τὴν κεραία π.χ. τῆς τηλεοράσεως πρέπει νὰ εἶναι:
 – Γιὰ τὴν ἀνύψωση τοῦ σήματος ἀπὸ 100 σὲ 500 μV .

$$20 \log \frac{500}{100} = 20,0,7 = 14 \text{ db}$$

– Γιὰ τὴν ἀντιστάθμιση τῆς ἀποσβέσεως τοῦ δικτύου 28 db.

Ἐπομένως, σύνολο $14 + 28 = 42 \text{ db}$.

12.7 Κεφαλές καὶ προσαρμοστές κεραίων - μίκτες - κατανεμητές - πρίζες - διαχωριστές σημάτων.

Ὅπως γνωρίσαμε ἤδη στὶς προηγούμενες παραγράφους, μία πλήρης ἐγκατάσταση ραδιοφωνικῶν καὶ τηλεοπτικῶν δεκτῶν σὲ κάποια οἰκοδομὴ ἀπαιτεῖ, ἐκτὸς τῶν κεραίων τῶν ἐνισχυτῶν καὶ τῶν καλωδίων μεταφορᾶς τῆς ἐνέργειας, ἓνα πλήθος βοηθητικῶν διατάξεων ποὺ ἐξασφαλίζουν τὴν προσαρμογὴ τῶν κεραίων πρὸς τὶς γραμμὲς μεταφορᾶς, τὴ μεταφορὰ μὲ τὸν μικρότερο ἀριθμὸ γραμμῶν, τὴν κατανομὴ τῆς ἐνέργειας, τὸ διαχωρισμὸ τῶν διάφορων σημάτων τῶν πομπῶν κλπ. Οἱ κυριότερες ἀπὸ τὶς διατάξεις αὐτές, ποὺ θὰ περιγραφοῦν σύντομα στὴν παράγραφο αὐτή, φαίνονται στὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 12.7α.

1) Κεφαλές κεραίων.

Τὰ σήματα τῆς κεραίας τῶν μακρῶν, μεσαίων καὶ βραχέων κυμάτων, καθὼς καὶ τῆς κεραίας τῶν ὑπερβραχέων κυμάτων, μεταφέρονται στὸ μίκτη μὲ ἓνα ὁμοαξονικό καλώδιο. Οἱ κεφαλές κεραίων περιλαμβάνουν τὰ ἀπαραίτητα φίλτρα καὶ διηλεκτρικά προσαρμογῆς, ὥστε νὰ ἐξασφαλίζουν προσαρμογὴ τῶν κεραίων πρὸς τὸ κοινὸ καλώδιο ἐξόδου καὶ ἀνεξαρτησία μεταξὺ αὐτῶν (ἢ μία κεραία δὲν ἐπιδρᾷ στὴν ἄλλη).

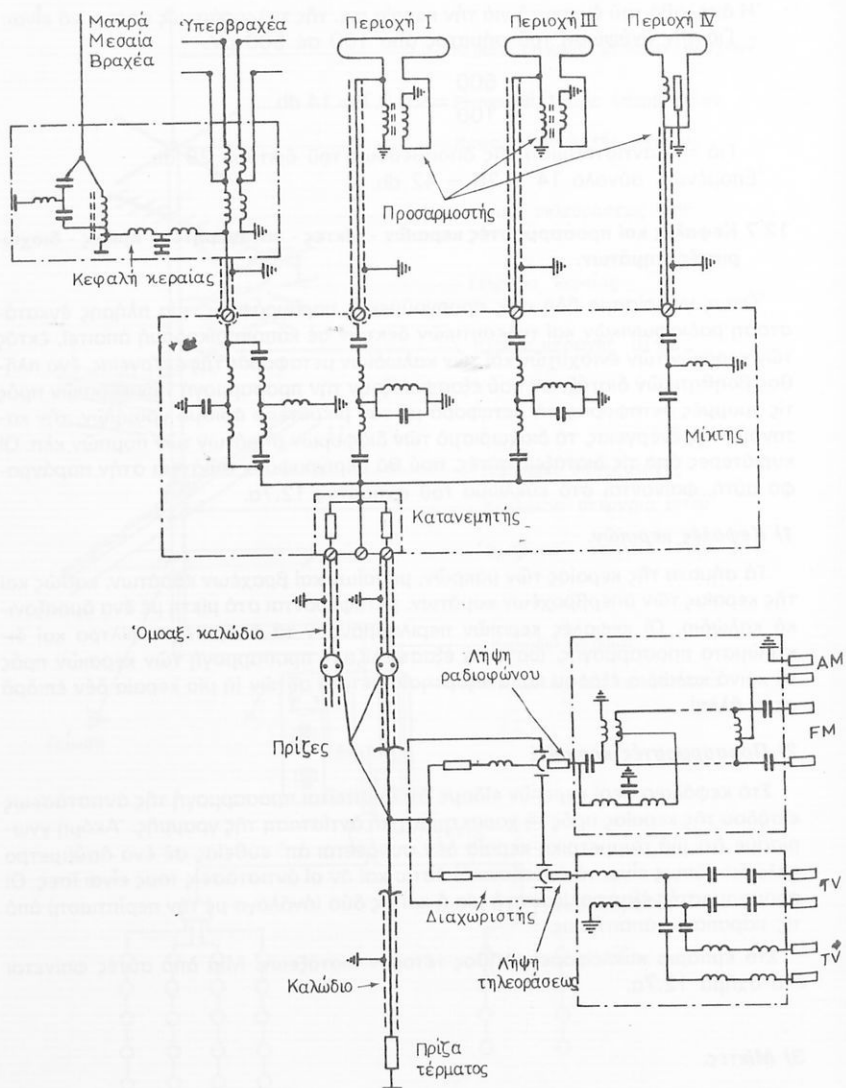
2) Προσαρμοστές κεραίων.

Στὸ κεφάλαιο περὶ κεραίων εἶδαμε ὅτι ἀπαιτεῖται προσαρμογὴ τῆς ἀντιστάσεως εἰσόδου τῆς κεραίας πρὸς τὴ χαρακτηριστικὴ ἀντίσταση τῆς γραμμῆς. Ἀκόμη γνωρίσαμε ὅτι μιὰ συμμετρικὴ κεραία δὲν συνδέεται ἀπ' εὐθείας σὲ ἓνα ἀσύμμετρο καλώδιο (ὅπως εἶναι τὸ ὁμοαξονικό) ἔστω καὶ ἂν οἱ ἀντιστάσεις τους εἶναι ἴσες. Οἱ προσαρμοστές ἐξασφαλίζουν τὴ μία ἢ καὶ τὶς δύο (ἀνάλογα μὲ τὴν περίπτωσιν) ἀπὸ τὶς παραπάνω ἀπαιτήσεις.

Στὸ ἐμπόριο κυκλοφορεῖ πλῆθος τέτοιων διατάξεων. Μία ἀπὸ αὐτές φαίνεται στὸ σχῆμα 12.7α.

3) Μίκτες.

Ἡ μεταφορὰ τῶν σημάτων τῶν διαφόρων κεραίων στοὺς δέκτες μὲ ἰδιαίτερα καλῶδια θὰ ἀπαιτοῦσε μεγάλον ἀριθμὸ καλωδίων, ἰδιαίτερων κατανεμητῶν κλπ. Ἐνας μίκτης, ποὺ τοποθετεῖται κοντὰ στὶς κεραίες, ἐξασφαλίζει τὴ μεταφορὰ ὅλων τῶν σημάτων, στὸ κοινὸ σύστημα κατανομῆς, μὲ ἓνα καλώδιο. Ἐνας μίκτης μπορεῖ νὰ ἔχει εἰσόδους τῶν 240 ἢ 300 Ω καὶ ἐξοδο τῶν 60 ἢ 75 Ω , ἢ καὶ ἀντίθετα (σπά-



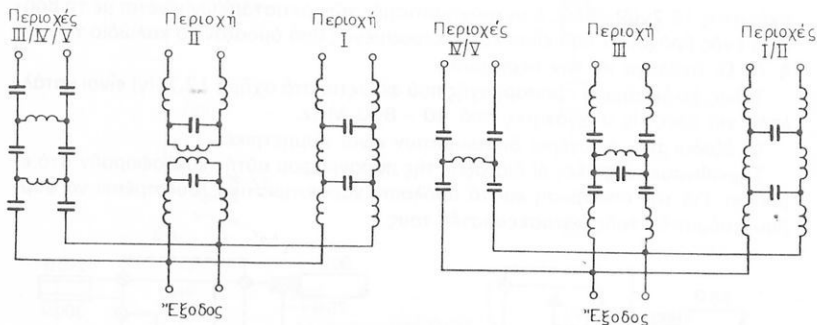
Σχ. 12.7α.

Διάφορες διατάξεις κατανομής.

νια). Ἀκόμη μπορεί οἱ ἀντιστάσεις εἰσόδου καὶ ἐξόδου νὰ εἶναι ἴσες. Ἀνάλογα ἐπομένως μέ τήν περίπτωση, ὁ μίκτης περιλαμβάνει τὰ ἀναγκαῖα φίλτρα καί διεκτυώματα προσαρμογῆς, ὥστε νὰ ἐξασφαλίζει ἀνεξαρτησία μεταξύ τῶν κεραίων καί προσαρμογή τῶν καλωδίων εἰσόδου καί ἐξόδου.

Στό σχῆμα 12.7α φαίνονται τὰ φίλτρα ἑνός μίκτη γιά ἀσύμμετρα καλώδια εἰσόδου τῶν 75 Ω καί ἀσύμμετρο καλώδιο ἐξόδου, ἐπίσης τῶν 75 Ω.

Δύο ἀκόμη μίκτες μέ συμμετρικές εἰσόδους καί ἐξόδους γιά καλώδια 240 ἢ 300 Ω φαίνονται στό σχῆμα 12.7β.



Σχ. 12.7β.
Κεραιομίκτες.

4) Κατανεμητές.

Ἕνας κατανεμητής (κιβώτιο κατανομῆς) προορίζεται γιά τή διακλάδωση τῆς ἐνέργειας πού φθάνει, ἀπό τό μίκτη, στήν εἰσοδό του σέ 2 ἢ περισσότερες γραμμές. Κατά τή διανομή αὐτή πρέπει νὰ ἐξασφαλίζεται προσαρμογή τοῦ καλωδίου εἰσόδου πρὸς ὅλα τὰ καλώδια ἐξόδου. Ἐπίσης δέν πρέπει νὰ ὑπάρχει ἀλληλεπίδραση μεταξύ γραμμῶν. Ὁ κατανεμητής πού φαίνεται στό σχῆμα 12.7α εἶναι ἐνσωματωμένος μέ τό μίκτη.

5) Πρίζες.

Τά στοιχεῖα μιᾶς πρίζας λήψεως φαίνονται στό κύκλωμα τοῦ σχήματος 12.7α. Οἱ πρίζες δέν ἐπιτρέπουν τήν ἀλληλεπίδραση μεταξύ τῶν δεκτῶν καί ἀκόμη διαχωρίζουν τὰ ραδιοφωνικά σήματα ἀπό τὰ τηλεοπτικά. Στό τέλος κάθε γραμμῆς τοποθετεῖται ἐπίσης μιά πρίζα πού ὀνομάζεται τερματική. Περιέχει μία ἀντίσταση, ἴση πρὸς τή χαρακτηριστική ἀντίσταση τοῦ καλωδίου, στά ἄκρα τῆς ὁποίας τερματίζει ἡ γραμμή.

6) Διαχωριστές σημάτων.

Περιλαμβάνουν διάφορα φίλτρα γιά τό διαχωρισμό τῶν σημάτων (ραδιοφωνικῶν καί τηλεοπτικῶν) καί ἀκόμη ἐξασφαλίζουν τήν προσαρμογή τῶν καλωδίων πρὸς τίς εἰσόδους τῶν διάφορων δεκτῶν. Δύο κυκλώματα διαχωριστῶν γιά ραδιοφωνικά καί τηλεοπτικά σήματα φαίνονται στό σχῆμα 12.7α.

7) Κυκλώματα προσαρμογής δεκτών.

Τα κυκλώματα προσαρμογής της αντίστασης εισόδου ενός δέκτη προς την αντίσταση του ομοαξονικού καλωδίου που κατασκευάζονται με ωμικές αντιστάσεις, δημιουργούν μεγάλη απόσβεση. Τρία κυκλώματα προσαρμογής, με σημαντικά μικρότερες απωσβέσεις φαίνονται στο σχήμα 12.7γ.

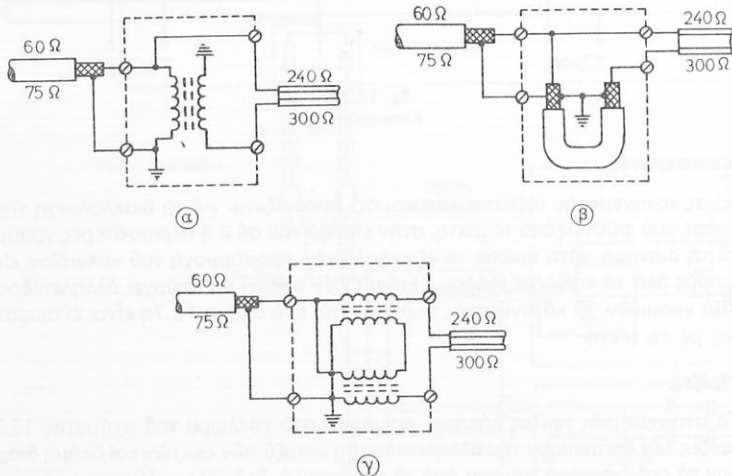
Τό δικτύωμα προσαρμογής του σχήματος 12.7(α) περιλαμβάνει ένα μετασχηματιστή και χρησιμοποιείται για τα κανάλια των περιοχών I και III.

Για τα κανάλια των περιοχών IV και V καταλληλότερο είναι το δικτύωμα του σχήματος 12.7(β). Έδώ, 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 12.7(γ) είναι κατάλληλο για όλες τις συχνότητες από 40 - 800 MHz.

Οι έξοδοι των ανωτέρω δικτυωμάτων είναι συμμετρικές.

Σημειώνουμε πως όλες οι διατάξεις της παραγράφου αυτής κυκλοφορούν στο εμπόριο. Για την απόσβεση και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά τους πρέπει να συμβουλευόμαστε τους κατασκευαστές τους.



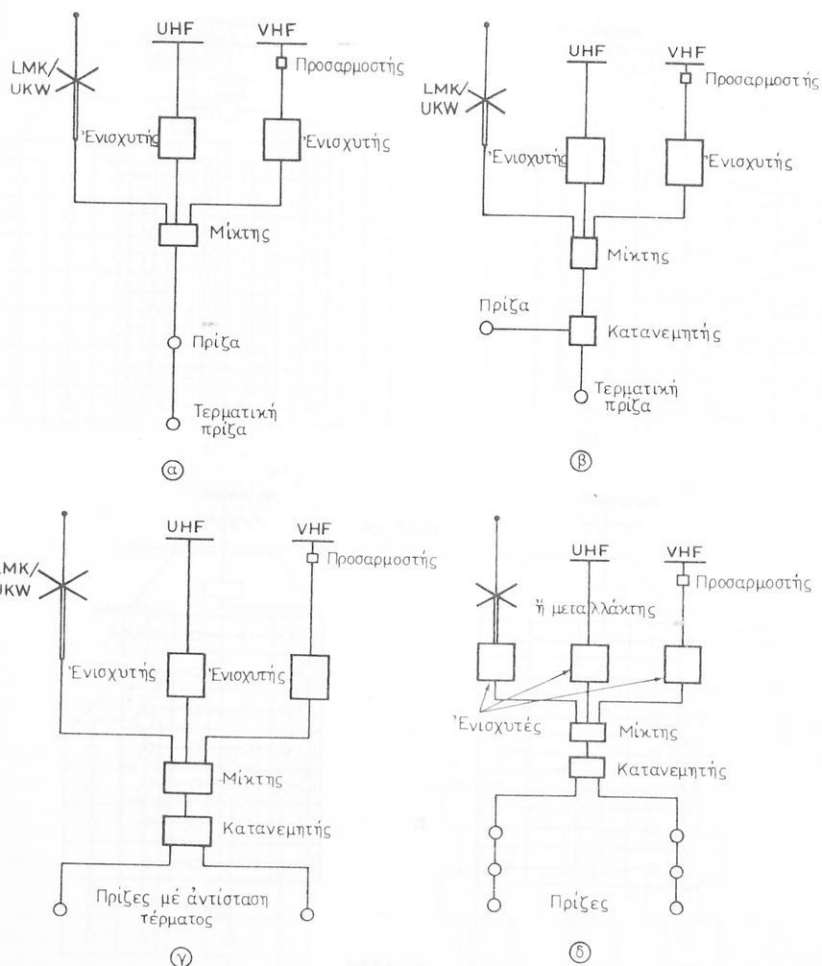
Σχ. 12.7γ.

Κυκλώματα προσαρμογής.

12.8 Διαγράμματα κατανομής και έγκαταστάσεων.

Στήν παράγραφο αυτή θα δώσουμε μερικά χρήσιμα διαγράμματα κατανομής του σήματος από μερικές κεραίες και ακόμη μερικά διαγράμματα έγκαταστάσεων.

Τέσσερα διαφορετικά κυκλώματα κατανομής του σήματος από τρεις κεραίες προς ένα, δύο και περισσότερους δέκτες φαίνονται στο σχήμα 12.8α.



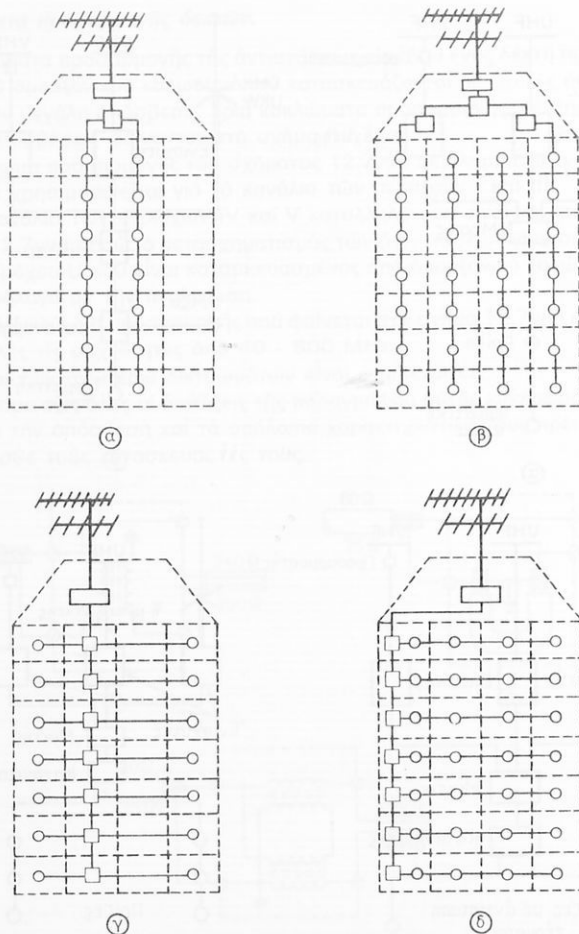
Σχ. 12.8α.

Διαγράμματα κατανομής.

Στό σχήμα 12.8β(α) φαίνεται ένα διάγραμμα εγκαταστάσεως με 2 κλάδους που περιέχουν πρίζες σε σειρά.

Στό σχεδιάγραμμα του σχήματος 12.8β(β) οι πρίζες είναι επίσης σε σειρά, αλλά κατανέμονται σε 4 κλάδους.

Διαφορετικά είναι τα σχεδιάγραμματα του σχήματος 12.8β(γ) και (δ). Στό πρώτο, έχουμε μία στήλη κατανεμητών σε σειρά και πλάγια κατανομή των πριζών από



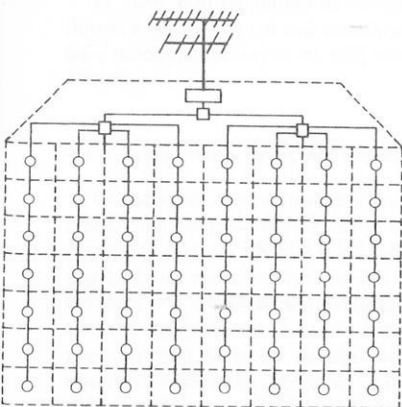
Σχ. 12.8β.

Διαγράμματα εγκαταστάσεων με 2 και 4 κλάδους.

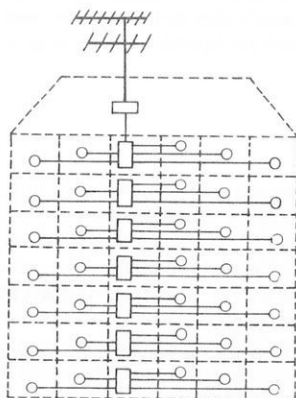
τīs δύο πλευρές τῆς στήλης. Στὸ δεύτερο, ἔχομε ἐπίσης μίᾱ στήλη κατανεμητῶν καὶ πλάγια (ἀπὸ τὸ ἓνα μέρος) κατανομή πριζῶν σέ σειρά, γιὰ τὸν ἴδιο ὄροφο.

Στὸ σχῆμα 12.8γ(α) φαίνεται ἡ ἐγκατάσταση σέ μίᾱ μεγάλη πολυκατοικία με 8 κλάδους καὶ πρίζες σέ σειρά. Οἱ πρίζες τῆς ἐγκαταστάσεως τοῦ σχήματος 12.8γ(β) συνδέονται παράλληλα ὡς πρὸς τοὺς κατανεμητές τῆς στήλης.

Τέλος, στὸ σχῆμα 12.8δ φαίνεται ἡ περίπτωση ἐξυπηρετήσεως δύο κτιρίων [σχῆμα 12.8δ(α)] ἢ ἐνὸς συγκροτήματος μικρῶν κτιρίων [σχῆμα 12.8δ(β)] ἀπὸ μίᾱ



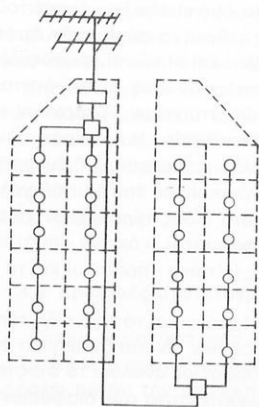
(α)



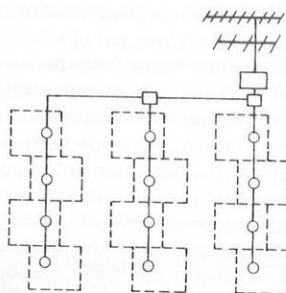
(β)

Σχ. 12.8γ.

Διαγράμματα έγκαταστάσεων με 8 κλάδους (α) και πλάγια κατανομή (β).



(α)



(β)

Σχ. 12.8δ.

Τροφοδότηση δύο ή περισσότερων κτιρίων από μία κεραία.

κεραία. Η κεραία τοποθετείται στο κτίριο στο οποίο οι συνθήκες λήψεως είναι καλύτερες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΓΧΡΩΜΗ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ

13.1 Ἡ τριχρωμική ὄραση.

Ἡ τεχνική γιά μιὰ ἐγχρωμη τηλεοπτική σύνδεση εἶναι σημαντικά πολυπλοκότερη ἀπ' ὅ,τι γιά μιάν ἀσπρόμαυρη. Στὴν ἀσπρόμαυρη τηλεοπτική σύνδεση εἶναι ἀρκετὴ ἡ μετάδοση μιᾶς μόνο πληροφορίας γιά τὴν εἰκόνα: τῆς πληροφορίας γιά τὴν κατανομή τῆς φωτεινότητας τῶν ξεχωριστῶν στοιχείων τῆς εἰκόνας. Στὴν ἐγχρωμη ὅμως σύνδεση χρειάζεται καὶ ἡ μετάδοση τῆς πληροφορίας γιά τὸ χρῶμα τῶν στοιχείων τῆς εἰκόνας.

Ἡ σύνθεση τῶν συγχρόνων συστημάτων τῆς ἐγχρωμης τηλεόρασεως βασίζεται στὴ θεωρία τῆς τριχρωμικῆς ὁράσεως, ἡ ὁποία ἐξηγεῖ τὴν ἱκανότητα τοῦ ἀνθρώπου νὰ διακρίνει τὰ χρῶματα. Σύμφωνα μέ τὴ θεωρία αὕτὴ στὸν ἀμφιβληστροειδῆ χιτῶνα τοῦ ματιοῦ μας ὑπάρχουν τὰ ραβδία καὶ οἱ κῶνοι (φωτοευσταίσθητα κύτταρα τοῦ ἀμφιβληστροειδῆ). Τὰ ραβδία ἀντιδρῶν στὴ φωτεινότητα τῶν στοιχείων μιᾶς εἰκόνας καὶ οἱ κῶνοι στὸ χρῶμα τῶν στοιχείων. Ὑπάρχουν κῶνοι τριῶν τύπων πού ἔχουν διαφορετικὴ φασματικὴ εὐαισθησία. Ἡ διέγερση τῶν κῶνων τοῦ ἑνὸς τύπου δίνει τὴν αἴσθηση τοῦ κόκκινου χρώματος, ἡ διέγερση τῶν κῶνων τοῦ ἄλλου τύπου, τὴν αἴσθηση τοῦ πράσινου καὶ τοῦ τρίτου, τοῦ γαλανοῦ χρώματος. Γενικά μπορούμε νὰ ποῦμε ὅτι τὸ πρῶτο εἶδος τῶν κῶνων εἶναι εὐαίσθητο στὸ μακροκυματικὸ τμήμα τοῦ ὁρατοῦ φάσματος (κόκκινο - πορτοκαλί), τὸ δεύτερο στὸ μεσοκυματικὸ τμήμα τοῦ φάσματος (κίτρινο - πράσινο) καὶ τὸ τρίτο στὸ βραχυκυματικὸ (γαλανό - ιώδες).

Συνήθως, ἡ φωτεινὴ ἀκτινοβολία διεγείρει ταυτόχρονα καὶ τὰ τρία εἶδη τῶν κῶνων καὶ τὸ σύνολο τῶν τριῶν διαφορετικῶν διεγέρσεων γίνεται ἀντιληπτό ἀπὸ τὸ μάτι σάν ἓνα ὁποιοδήποτε χρῶμα. Τὸ ὄργανο τῆς ὁράσεως ἀναλύει τὸ φῶς πού τὸ διεγείρει, προσδιορίζοντας συνάμα τὴ σχετικὴ περιεκτικότητα τῶν διαφόρων ἀκτινοβολιῶν καὶ ὕστερα γίνεται στὸν ἀνθρώπινον ἐγκέφαλο ἡ σύνθεση τῶν τριῶν διεγέρσεων σέ ἐνιαῖο χρῶμα.

Ἡ δημιουργία τῶν χρωματιστῶν εἰκόνων στὴν τηλεόραση βασίζεται στὴ μίξη τοῦ κόκκινου (R), τοῦ πράσινου (G) καὶ τοῦ βαθυγάλανου (B) χρώματος. Τὰ χρώματα αὐτὰ ὀνομάζονται «βασικά χρώματα», ἐπεὶδὴ κανένα δέν μπορεῖ νὰ προκύψει ἀπὸ τὴ μίξη τῶν δύο ἄλλων. Ὅλα τὰ ἄλλα χρώματα παράγονται μέ τὴν ταυτόχρονη διέγερση τῶν κῶνων τοῦ ἀμφιβληστροειδῆ ἀπὸ τὰ τρία βασικά χρώματα ἀφοῦ βέβαια ληφθοῦν μέ ὁρισμένες ἀναλογίες.

Σέ κάθε βασικό χρώμα αντιστοιχεί ένα «συμπληρωματικό χρώμα». Η μίξη του βασικού χρώματος και του συμπληρωματικού του δίνει πάντοτε λευκό φως. Λευκό φως παίρνομε ακόμη μέ τή μίξη των τριών βασικών χρωμάτων σέ όρισμένες αναλογίες.

13.2 Χρωματικός τόνος και κόρος.

Οι φωτεινές ακτίνες πού φθάνουν στό μάτι μας από τά αντικείμενα πού μās περιβάλλουν, διαφέρουν τόσο στήν ισχύ όσο και στή φασματική σύνθεση. "Αν οι ακτινοβολίες έχουν τήν ίδια ισχύ και τήν ίδια σύνθεση, τό μάτι δέ βρίσκει καμιά διαφορά μεταξύ τους. "Αν όμως οι ακτινοβολίες πού φθάνουν από δυό αντικείμενα είναι ίδιες στή σύνθεση και διαφορετικές στήν ισχύ, τό ένα από τά αντικείμενα θά φαίνεται φωτεινό και τό άλλο σκοτεινό. Στήν περίπτωση αυτή τό μάτι αποκαλύπτει τήν ποσοτική διαφορά μεταξύ των ακτινοβολιών ή όποία συνήθως ονομάζεται **«φωτεινή αντίθεση»**. Τέλος, αν οι ακτινοβολίες διαφέρουν τόσο στήν ισχύ όσο και στή φασματική σύνθεση, τό μάτι θά φανερώσει όχι μόνο τήν ποσοτική αλλά και τήν ποιοτική διαφορά μεταξύ των ακτίνων. Η τελευταία αυτή διαφορά ονομάζεται **«χρωματική αντίθεση»**.

"Ετσι, ή φωτεινή ακτινοβολία πού φθάνει στό μάτι δέν προκαλεί μόνο τήν αίσθηση τής φωτεινότητας (λαμπρότητας), πού είναι ανάλογη πρός τήν ισχύ τής ακτινοβολίας, αλλά και τήν αίσθηση του χρώματος ή, όπως λέμε, του «χρωματικού τόνου» και του «κόρου» του (κορεσμού).

Κάθε χρώμα λοιπόν χαρακτηρίζεται:

Ή από τή «φωτεινότητα» (ή λαμπρότητα) πού εξαρτάται από τήν ισχύ των φωτεινών ακτίνων πού φθάνουν στό μάτι μας,

από τόν «τόνο» (ή χροιά ή απόχρωση) πού καθορίζεται από τό μήκος κύματος των ακτίνων, και

από τόν «κόρο» (ή κορεσμό) πού καθορίζεται από τό βαθμό αναμίξεως του φασματικού χρώματος μέ λευκό φως. "Όταν λοιπόν λέμε «κόρο», έννοούμε τή διαβάθμιση του τόνου στήν έντασή του. Ο κόρος μās δίνει τό βαθμό καθαρότητας ενός χρώματος.

13.3 Χρωμικές συντεταγμένες.

Είπαμε ότι στήν τριχρωμία ένα όποιοδήποτε χρώμα F καθορίζεται από τήν περιεκτικότητά του σέ κόκκινο, πράσινο και βαθυγάλανο (μπλέ). Η σχέση πού εκφράζει αυτήν τήν περιεκτικότητα γιά κάθε χρώμα έχει τή γενική μορφή:

$$F = rR + gG + bB \quad (13.1)$$

Οι συντελεστές τής σχέσεως αυτής, πού δίνουν τά ποσοστά των μιγνυομένων χρωμάτων, ονομάζονται «τριχρωμικοί συντελεστές» και καθορίζουν τό χρωμικό τόνο και τόν κορεσμό του μίγματος. Η φωτεινότητα του μίγματος εξαρτάται από τή φωτεινότητα των μιγνυομένων χρωμάτων και είναι τόσο μεγαλύτερη όσο τά χρώματα αυτά είναι έντονότερα.

Γιά τούς τριχρωμικούς συντελεστές ίσχύει ή ταυτότητα:

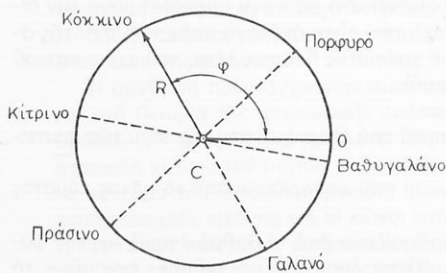
$$r + g + b = 1 \quad (13.2)$$

καί επομένως

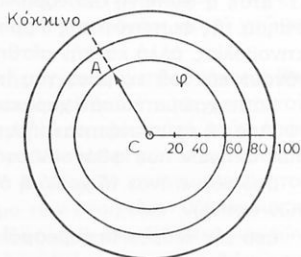
$$b = 1 - (r + g)$$

Αυτό σημαίνει ότι τά δύο χαρακτηριστικά τοῦ χρώματος, δηλαδή ὁ τόνος καί ὁ κόρος, μποροῦν νά καθορισθοῦν ἀπό τή θέση ἑνός σημείου στό ἐπίπεδο.

Ἄς πάρομε τόν κύκλο τοῦ σχήματος 13.3(α) πού ὀνομάζεται «χρωμικός κύκλος» ἢ κύκλος τοῦ Νιοῦτον. Στήν περιφέρεια τοῦ κύκλου τοποθετοῦνται τά καθαρά φασματικά χρώματα μέ τή σειρά πού ἐμφανίζονται στό οὐράνιο τόξο. Τό κέντρο τοῦ κύκλου ἀντιπροσωπεύει πάντοτε τό λευκό φῶς. Κάθε χρωματικός τόνος ἐπάνω στό χρωμικό κύκλο μπορεῖ νά δοθεῖ ἀπό μιά γωνία ϕ . Π.χ. μέ γωνία $\phi = 110^\circ$ ἔχομε τόν τόνο τοῦ κόκκινου, μέ $\phi = 225^\circ$ τόν τόνο τοῦ πράσινου, μέ $\phi = 350^\circ$ τόν τόνο τοῦ βαθυγαλανοῦ κ.ο.κ. Ὅλα τά σημεία πού βρίσκονται στήν ἴδια ἀκτίνα R (ἴδια γωνία ϕ) χαρακτηρίζονται ἀπό τόν ἴδιο χρωματικό τόνο, ἀλλά ἀπό διαφορετικό κορεσμό. Τό χρῶμα π.χ. τοῦ σημείου A [σχ. 13.3 (β)] εἶναι κόκκινο μέ κορεσμό 60% (τά κορεσμένα 100% χρώματα εἶναι τοποθετημένα στήν περιφέρεια τοῦ χρωμικοῦ κύκλου).



(α)



(β)

Σχ. 13.3.

Χρωμικός κύκλος ἢ κύκλος τοῦ Νιοῦτον.

Ἐφαρμόζοντας τό διανυσματικό λογισμό, ὁ κόρος κάθε χρώματος θά παρέχεται ἀπό τό μήκος ἑνός διανύσματος καί ὁ χρωματικός τόνος ἀπό τό ὄρισμά του (τή γωνία ϕ). Ἡ συνισταμένη τῆς ἀθροίσεως ἢ τῆς ἀφαιρέσεως δύο καί περισσοτέρων διανυσμάτων θά παρουσιάζει μέ τό μέτρο καί τό ὄρισμά της ἕνα νέο χρῶμα.

Σημειώνομε ὅτι στό χρωμικό κύκλο τά ἀντικρουστά χρώματα (μπλέ καί κίτρινο, πορφυρό καί πράσινο, κόκκινο καί γαλανό) εἶναι «συμπληρωματικά», δηλαδή ἡ μίξη τους δίνει πάντοτε λευκό.

13.4 Φωτεινότητα καί χρωμικότητα.

Εἶδαμε ὅτι κάθε χρῶμα χαρακτηρίζεται ἀπό τρία μεγέθη: τή φωτεινότητα

(Luminance), τό χρωματικό τόνο καί τόν κορεσμό του. Ὁ χρωματικός τόνος καί ὁ κορεσμός καθορίζουν μαζί ἕνα νέο χρωματομετρικό μέγεθος πού ὀνομάζεται «χρωμικότητα» (Chrominance).

Μποροῦμε λοιπόν νά ποῦμε ὅτι:

$$\text{Χρῶμα} = \text{φωτεινότητα} + \text{χρωμικότητα},$$

ἀπ' ὅπου φαίνεται ὅτι ἡ χρωμικότητα (τόνος + κόρος) εἶναι τό μέγεθος πού πρέπει νά προστεθεῖ στή φωτεινότητα γιά νά πάρουμε ἕνα χρῶμα.

Ἡ φωτεινότητα τοῦ λευκοῦ φωτός Y πού παράγεται μέ τή μίξη τῶν τριῶν βασικῶν χρωμάτων R , G καί B παρέχεται ἀπό τή σχέση (13.1) μέ τιμές συντελεστῶν: $r = 0,3$, $g = 0,59$ καί $b = 0,11$. Δηλαδή:

$$Y = 0,3 R + 0,59 G + 0,11 B \quad (13.3)$$

Γιά νά βροῦμε τώρα τή χρωμικότητα κάθε χρώματος ἀφαιροῦμε ἀπό αὐτό τή φωτεινότητα Y καί ἔχομε:

$$\begin{aligned} R - Y &= R - (0,3 R + 0,59 G + 0,11 B) \\ &= 0,7 R - 0,59 G - 0,11 B \\ G - Y &= G - (0,3 R + 0,59 G + 0,11 B) \\ &= -0,3 R + 0,41 G - 0,11 B \\ B - Y &= B - (0,3 R + 0,59 G + 0,11 B) \\ &= -0,3 R - 0,59 G + 0,89 B \end{aligned} \quad (13.4)$$

Μέ $R = G = B = 1$ (συντεταγμένες μέ μεγαλύτερες τιμές ἀπό αὐτές γιά τά βασικά χρώματα δέν πρέπει νά ὑπάρχουν) ἔχομε:

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

δηλαδή μηδενική χρωμικότητα.

«Ἡ μηδενική χρωμικότητα εἶναι χαρακτηριστικό τοῦ γκριζοῦ, τοῦ λευκοῦ καί τοῦ μαύρου. Οἱ διαβαθμίσεις αὐτές καθορίζονται μόνο ἀπό τή φωτεινότητά τους».

Ἄν προσέξομε τίς ἐξισώσεις (13.4) θά παρατηρήσουμε ὅτι οἱ συντελεστές τῆς πρώτης καί τῆς τρίτης εἶναι μεγαλύτεροι (σέ ἀπόλυτες τιμές) καί ἐπομένως περιέχουν περισσότερες πληροφορίες γιά τή χρωμικότητα ἀπ' ὅ,τι ἡ δεύτερη. Ἐξ ἄλλου ἡ χρωμικότητα $G - Y$ μπορεῖ νά ὑπολογισθεῖ ἀπό τίς δύο ἄλλες ὡς ἑξῆς:

Ἐπειδή $0,3 + 0,59 + 0,11 = 1$, ἡ ἐξίσωση (13.3) μπορεῖ νά πάρει τή μορφή:

$$Y = 0,3 Y + 0,59 Y + 0,11 Y \quad (13.5)$$

Ἀφαιροῦμε τήν (13.5) ἀπό τήν (13.3) καί ἔχομε:

$$\begin{array}{r} Y = 0,3 R + 0,59 G + 0,11 B \\ - Y = 0,3 Y - 0,59 Y - 0,11 Y \\ \hline 0 = 0,3 (R - Y) + 0,59 (G - Y) + 0,11 (B - Y) \end{array}$$

ἀπό τήν ὁποία παίρνομε:

$$G - Y = -0,51 (R - Y) - 0,19 (B - Y) \quad (13.6)$$

Αυτό σημαίνει ότι ένας πομπός έγχρωμης τηλεόρασεως 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 $(G - Y)$ δέ μεταβιβάζεται. Η πληροφορία για το πράσινο χρώμα G περιέχεται στο σήμα Y και η χρωμικότητα $(G - Y)$ παράγεται στο δέκτη σύμφωνα με τη σχέση (13.6).

13.5 Τό σήμα φωτεινότητας.

Ένας συνηθισμένος ασπρόμαυρος δέκτης τηλεόρασεως μπορεί να πάρει μία χρωματιστή εικόνα (σέ ασπρόμαυρη μορφή), έφόσον ο πομπός της έγχρωμης τηλεόρασεως εκπέμπει, εκτός από τα σήματα που μεταφέρουν την πληροφορία για το χρώμα και το σήμα που αντιστοιχεί στην ασπρόμαυρη εικόνα. Τό σήμα αυτό ονομάζεται συνήθως «σήμα φωτεινότητας», επειδή τα στοιχεία μιάς ασπρόμαυρης εικόνας διαφέρουν μόνο ως προς τη φωτεινότητά τους.

Σύμφωνα με τη σχέση (13.3) τό σήμα φωτεινότητας E_Y , δηλαδή τό ασπρόμαυρο σήμα, δίνεται από την έξισωση:

$$E_Y = 0,3 E_R + 0,59 E_G + 0,11 E_B \quad (13.7)$$

όπου E_R , E_G και E_B τά σήματα που αντιστοιχούν σέ τρείς μονόχρωμες όπτικές εικόνες στίς όποιες μπορεί να αναλυθεί μιά πολύχρωμη εικόνα.

Υποθέτομε ότι στούς τρείς εικονολήπτες του σχήματος 13.5 προβάλλεται μιά πολύχρωμη εικόνα ή όποία προηγούμενως έχει αναλυθεί σέ τρείς χρωμοσυνιστώσες R , G και B με τη βοήθεια ειδικών κατόπτρων που όνομάζονται «διχροϊκά». Οί τάσεις έξόδου τών εικονοληπτών έξιζώνονται με ρύθμιση του βαθμού ένισχύσεως τών ένισχυτών που ακολουθούν και εφαρμόζονται στή λεγόμενη «μήτρα». Ένα άπλό κύκλωμα μήτρας άποτελείται από τέσσερις αντιστάσεις που σχηματίζουν τρείς διαιρέτες τάσεως (σχ. 13.5). Όταν οί τιμές τών αντιστάσεων R_1 , R_2 και R_3 είναι άρκετά μεγάλες σέ σύγκριση με την αντίσταση έξόδου R_0 , οί διαιρέτες είναι άνεξάρτητοι μεταξύ τους και στην έξοδο έμφανίζονται οί τάσεις:

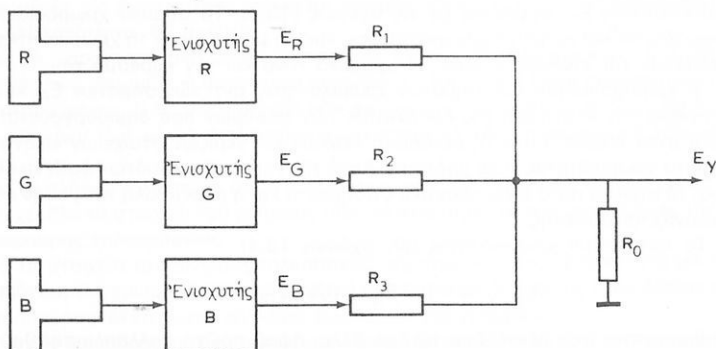
$$E'_R = E_R \frac{R_0}{R_1}, \quad E'_G = E_G \frac{R_0}{R_2}, \quad E'_B = E_B \frac{R_0}{R_3}$$

Έκλέγοντας συντελεστές διαιρέσεως

$$\frac{R_0}{R_1} = 0,3, \quad \frac{R_0}{R_2} = 0,59 \text{ και } \frac{R_0}{R_3} = 0,11,$$

παίρνομε στην έξοδο της μήτρας τό σήμα φωτεινότητας:

$$E_Y = E'_R + E'_G + E'_B = 0,3 E_R + 0,59 E_G + 0,11 E_B$$



Σχ. 13.5.
Παραγωγή του σήματος φωτεινότητας.

Προσδιορίζουμε τώρα την τιμή κάθε χρωμικής συνιστώσας του σήματος φωτεινότητας από τη σχέση (13.7) και έχουμε:

$$\begin{aligned} E_R &= \frac{1}{0,3} (E_Y - 0,59 E_G - 0,11 E_B) \\ E_G &= \frac{1}{0,59} (E_Y - 0,3 E_R - 0,11 E_B) \\ E_B &= \frac{1}{0,11} (E_Y - 0,3 E_R - 0,59 E_G) \end{aligned} \quad (13.8)$$

Από τις σχέσεις αυτές προκύπτει το επόμενο πολύ βασικό για την πρακτική της έγχρωμης τηλεόρασης, συμπέρασμα: όταν υπάρχει το σήμα φωτεινότητας E_Y , δεν είναι αναγκαία η έκπομπή 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 έκπεμπομένων από το σήμα φωτεινότητας. Στην προηγούμενη παράγραφο σημειώσαμε ότι δέ μεταδίδεται το σήμα E_G . Ο αποκλεισμός του σήματος αυτού μικραίνει την απαιτούμενη ζώνη συχνοτήτων για την έκπομπή ενός έγχρωμου προγράμματος, και έτσι απλοποιούνται οι συσκευές έκπομπής και λήψεως.

13.6 Τά 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 (13.4). Τά σήματα χρωμοδιαφοράς ονομάζονται και «σήματα χρωμικότητας», επειδή μεταφέρουν τη χρωμικότητα των στοιχείων της εικόνας, δηλαδή τό χρωμικό τόνο και τόν 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 γκριζών στοιχείων εικόνας, τά σήματα χρωμικότητας είναι μηδενικά. Κατά την έκπομπή χρωμάτων ασθενικού κόρου, τά σήματα αυτά είναι πρακτικώς ασήμαντα και ή παρεμβολή τους στην όθονή έμφανίζεται ασθενής.

Τό τρίτο σήμα χρωμικότητας (βλ. σχέσεις 13.4)

$$E_{G-Y} = -0,3 E_R + 0,41 E_G - 0,11 E_B \quad (13.9)$$

αναπαράγεται στο δέκτη από τά δύο άλλα, αφού πρώτα πολλαπλασιασθούν μέ τούς συντελεστές 0,51 και 0,19 (βλ. σχέση 13.8). Δηλαδή:

$$\begin{aligned} 0,51 E_{R-Y} &= 0,51 (0,7 E_R - 0,59 E_G - 0,11 E_B) = \\ &= 0,36 E_R - 0,3 E_G - 0,056 E_B \\ 0,19 E_{B-Y} &= 0,19 (-0,3 E_R - 0,59 E_G + 0,89 E_B) = \\ &= -0,057 E_R - 0,11 E_G + 0,17 E_B \end{aligned}$$

Προσθέτοντας τά δύο αυτά σήματα, παίρνομε:

$$\begin{aligned} 0,51 E_{R-Y} + 0,19 E_{B-Y} &= 0,36 E_R - 0,3 E_G - 0,056 E_B - \\ &- 0,057 E_R - 0,11 E_G + 0,17 E_B = \\ &= 0,3 E_R - 0,41 E_G + 0,11 E_B \end{aligned}$$

Συγκρίνοντας τό αποτέλεσμα της άθροίσεως αυτής μέ τη σχέση (13.9), βλέπομε ότι ίσοῦται μέ $-(E_{G-Y})$. Μέ αναστροφή της φάσεως του τελευταίου σήματος έχομε τό σήμα E_{G-Y} της σχέσεως (13.9).

Τέλος, προσθέτοντας τό κάθε σήμα χρωμικότητας στο σήμα φωτεινότητας, παίρνομε τά σήματα των τριών βασικών χρωμάτων:

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

$$\text{καί } E_Y + E_{B-Y} = E_B.$$

Η τελευταία σύνθεση γίνεται σε μία «μήτρα» του δέκτη, ή όποία μπορεί να είναι και ό ίδιος ό έγχρωμος εικονογράφος.

13.7 Τό σύνθετο έγχρωμο σήμα.

Τά συστήματα έγχρωμης τηλεόρασεως πρέπει να έχουν τη δυνατότητα λήψεως χρωματιστών εικόνων μέ τούς υπάρχοντες ασπρόμαυρους δέκτες, χωρίς καμιά μεταποίηση τους, σε ασπρόμαυρη βέβαια μορφή. Καί αντίθετα, να έχουν τη δυνατότητα λήψεως ασπρόμαυρων εικόνων μέ τούς έγχρωμους δέκτες, έννοείται σε ασπρόμαυρη μορφή. Τά ασπρόμαυρα καί έγχρωμα τηλεοπτικά συστήματα, που έ-

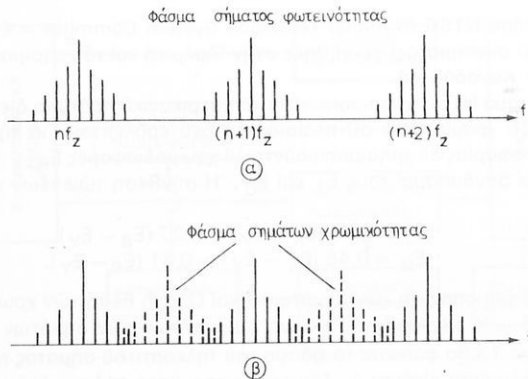
χουν αυτές τīs δυνατότητες, λέγονται «συμβιβασμένα». Για νά εξασφαλισθεῖ ἡ «συμβιβαστότητα» θά πρέπει:

α) Τά χαρακτηριστικά ενός συστήματος ἔγχρωμης τηλεοράσεως, δηλαδή ὁ ἀριθμός τῶν γραμμῶν, ἡ συχνότητα σαρώσεως πλαισίων, ἡ ζώνη συχνοτήτων τοῦ σήματος εἰκόνας, ἡ διαφορά μεταξύ τῶν φερουσῶν συχνοτήτων εἰκόνας καί ἤχου κ.ἄ., νά εἶναι ἴδια μέ τά ἀντίστοιχα χαρακτηριστικά τῆς ἀσπρόμαυρης τηλεοράσεως.

β) Τό πλήρες τηλεοπτικό σῆμα τοῦ συστήματος τῆς ἔγχρωμης τηλεοράσεως νά περιέχει ὅλα τά στοιχεῖα τοῦ πλήρους τηλεοπτικοῦ σήματος τοῦ συστήματος τῆς ἀσπρόμαυρης τηλεοράσεως.

γ) Τά στοιχεῖα τοῦ πλήρους τηλεοπτικοῦ σήματος πού εἶναι ἀπαραίτητα γιά τήν ἀπεικόνιση τῆς χρωμοπληροφορίας νά μή δημιουργοῦν θορύβους στήν ὀθόνη τοῦ ἀσπρόμαυρου δέκτη κατά τή λήψη ἐγχρώμων προγραμμάτων.

Γιά τήν ἱκανοποίηση τῆς πρώτης συνθήκης τῆς συμβιβαστότητας πρέπει τά σήματα χρωμικότητας νά μεταδοθοῦν μέσα ἀπό τό κοινό φάσμα συχνοτήτων τοῦ σήματος φωτεινότητας. Ἀπό τήν ἀσπρόμαυρη τηλεόραση ξέρομε ὅτι τό σῆμα φωτεινότητας ἀπασχολεῖ τή ζώνη ἀπό 0 ὥς 5 MHz. Ἡ ἐνέργεια τοῦ σήματος φωτεινότητας κατανέμεται σέ ἕνα ἀσυνεχές φάσμα συχνοτήτων μέ μορφή ἐνεργειακῶν ζωνῶν [σχ. 13.7 (α)]. Μεταξύ τῶν γειτονικῶν ἐνεργειακῶν ζωνῶν τοῦ φάσματος πα-



Σχ. 13.7.

Ἀνάμιξη φασμάτων φωτεινότητας καί χρωμικότητας.

ραμένουν ἐλεύθερα τμήματα. Τά ἐνδιάμεσα αὐτά ἀσυμπλήρωτα τμήματα τοῦ φάσματος τοῦ σήματος φωτεινότητας χρησιμοποιοῦνται γιά τήν τοποθέτηση τοῦ φάσματος τῶν χρωμοσημάτων [σχ. 13.7 (β)].

Γιά νά γίνει αὐτό τό «μπλέξιμο» τῶν σημάτων φωτεινότητας καί χρωμικότητας, πρέπει τά σήματα χρωμικότητας νά διαμορφώσουν μιά «χρωμοφέρουσα». Ἡ συχνότητα τῆς χρωμοφέρουσας πρέπει νά εἶναι περιττή, ἁρμονική τῆς ἡμισυχνότητας τῶν γραμμῶν. Δηλαδή:

$$f_{xp} = (2n + 1) \frac{f_z}{2} \quad (13.10)$$

όπου n άκέραιος άριθμός.

Στήν περίπτωση αύτή ή χρωμοφέρουσα f_{xp} μέ τίς άρμονικές της τοποθετείται άκριβώς στή μέση μεταξύ τών γειτονικών άρμονικών τής f_z [σχ. 13.7 (β)]. Έπομένως καί τά δύο σήματα άπασχολοϋν τήν ίδια ζώνη συχνοτήτων καί έτσι ικανοποιείται ή πρώτη συνθήκη τής συμβιβαστότητας πού είναι καί ή βασικότερη.

Στή συνέχεια, τό παραπάνω σύνθετο σήμα άφοϋ συμπληρωθεί μέ τούς διάφορους παλμούς συγχρονισμού καί άμαυρώσεως, διαμορφώνει τήν τελική φέρουσα τοϋ πομποϋ ή όποία καί άκτινοβολείται.

Στήν πορεία τής εξέλιξεως τής έγχρωμης τηλεοράσεως δοκιμάσθηκαν πολλά συστήματα καί παραλλαγές ώσπου νά λυθεί τό πρόβλημα τής συμβιβαστότητας μέ όσο τό δυνατόν άπλούστερους καί οικονομικότερους τρόπους. Σήμερα ύπάρχουν τρία συμβιβασμένα συστήματα έγχρωμης τηλεοράσεως: τό NTSC, τό PAL καί τό SECAM. Στίς επόμενες παραγράφους θά δώσομε τίς άρχές λειτουργίας τών συγχρόνων αύτών συστημάτων.

13.8 Τό σύστημα NTSC.

Τό σύστημα NTSC (National Television System Committee = έθνική έπιτροπή τηλεοπτικού συστήματος) γεννήθηκε στήν Άμερική καί τό χρησιμοποιοϋν άκόμη ή Άιαπωνία, ό Καναδάς κ.ά.

Στό σύστημα NTSC χρησιμοποιείται τό άμερικανικό πρότυπο διερευνήσεως τής εικόνας (525 γραμμές καί 30 πλαίσια στό δευτερόλεπτο). Γιά τή μετάδοση τής χρωμοπληροφορίας δέ χρησιμοποιοϋνται οι χρωμοδιαφορές $E_R - Y$ καί $E_B - Y$, άλλά οι γραμμικοί συνδυασμοί τους E_J καί E_Q . Ή σύνθεση τών νέων χρωμοσημάτων είναι:

$$\begin{aligned} E_J &= 0,74 (E_R - E_Y) - 0,27 (E_B - E_Y) \\ E_Q &= 0,48 (E_R - E_Y) + 0,41 (E_B - E_Y). \end{aligned}$$

Μέ τή χρησιμοποίηση τών σημάτων J καί Q , στή θέση τών χρωμοδιαφορών $R - Y$ καί $B - Y$, περιορίζεται ή ζώνη συχνοτήτων τών σημάτων χρωμικότητας.

Στό σχήμα 13.8α φαίνεται τό φάσμα τοϋ τηλεοπτικού σήματος τοϋ συστήματος NTSC. Ή φέρουσα εικόνας f_e διαμορφώνεται κατά πλάτος άπό τό σήμα φωτεινότητας E_Y . Μέσα στό φάσμα τοϋ σήματος φωτεινότητας, πού άπασχολεί ζώνη 4,2 MHz, τοποθετείται ή χρωμοφέρουσα f_{xp} . Γιά τήν τοποθέτηση τής χρωμοφέρουσας στό άνώτερο τμήμα τοϋ φάσματος, ώστε νά άποκλεισθοϋν οι άμοιβαίοι θόρυβοι τοϋ σήματος φωτεινότητας καί τών σημάτων χρωμικότητας, εκλέχθηκε $n = 227$ (βλ. σχέση 13.10), όποτε μέ:

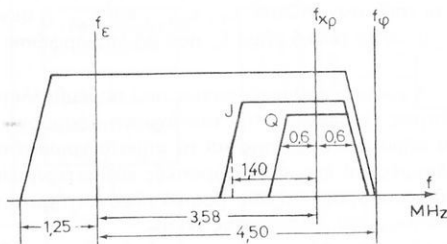
$$f_z = Z \cdot f_n = 525 \times 30 = 15.750 \text{ Hz}$$

έχομε:

$$f_{xp} = (2 \cdot 227 + 1) \frac{15.750}{2} = 3,58 \text{ MHz.}$$

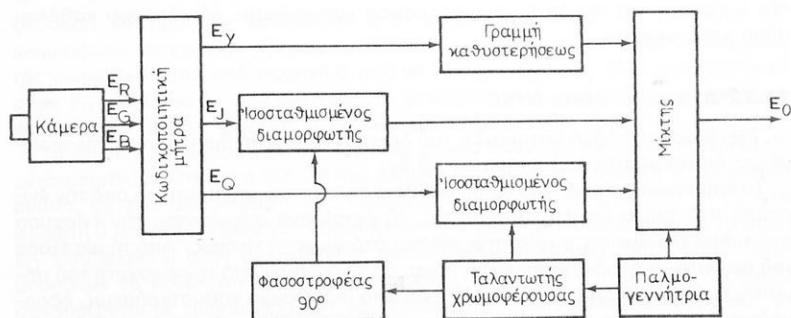
Η χρωμοφέρουσα των 3,58 MHz (γιά την ακρίβεια 3,579545 MHz) διαμορφώνεται από τά σήματα E_J και E_Q . Τό σήμα E_J εκπέμπεται μέ πλάτος χρωμικού φάσματος 1,4 MHz και μερική άποκοπή τής επάνω πλευρικής ζώνης. Τό σήμα E_Q εκπέμπεται μέ πλάτος 0,6 MHz και μέ δύο πλευρικές ζώνες.

Γιά τήν έκπομή των δύο σημάτων E_J και E_Q μέ μία χρωμοφέρουσα χρησιμοποιείται ή «τετραγωνική διαμόρφωση πλάτους» (Quadrature Amplitude Modulation ή QAM).



Σχ. 13.8α.

Φάσμα τηλεοπτικού σήματος του συστήματος NTSC.



Σχ. 13.8β.

Απλοποιημένο διάγραμμα πομπού του συστήματος NTSC.

13.8.1 Διάγραμμα πομπού NTSC.

Τό απλοποιημένο διάγραμμα του πομπού του συστήματος NTSC φαίνεται στό σχήμα 13.8β. Τά σήματα E_R , E_G και E_B , πού αντιστοιχούν στίς τρείς χρωμοδιαχωρισμένες εικόνες, από τήν έξοδο του είκονολήπτη φθάνουν σέ μία «κωδικοποιητική μήτρα». Στή μήτρα αυτή τά τρία βασικά σήματα μορφοποιούνται σέ σήμα φωτεινότητας E_Y και σέ δύο σήματα χρωμικότητας E_J και E_Q .

Από τήν έξοδο τής κωδικοποιητικής μήτρας τό σήμα E_Y φθάνει στό μίκτη μέσα από μία γραμμή καθυστέρησης. Τά σήματα E_Q και E_J φθάνουν στους ίσοσταθ-

μισμένους διαμορφωτές Q και J . Τό σήμα E_Q διαμορφώνει τή χρωμοφέρουσα $f_{\chi p}$ πού φθάνει στο διαμορφωτή Q κατευθείαν από τόν ταλαντωτή των 3,58 MHz. Τό άλλο σήμα E_J διαμορφώνει τήν ίδια χρωμοφέρουσα πού φθάνει στο διαμορφωτή J αφού περάσει από τό φασοστροφεία καί μετατοπισθεῖ κατά 90° . Έτσι στήν έξοδο των διαμορφωτών εμφανίζονται δύο σήματα πού διαφέρουν μεταξύ τους κατά 90° (βρίσκονται σέ τετράγωνο). Από τά σήματα αυτά απουσιάζει ἡ χρωμοφέρουσα ἡ ὁποία καταπνίγεται στους ἰσοσταθμισμένους διαμορφωτές.

Στή συνέχεια, οἱ τρεῖς συνιστώσες E_Y , $E_{\chi p}$ J καί $E_{\chi p}$ Q συνδυάζονται στο μικτή γιά νά σχηματίσουν τό τελικό σήμα E_o πού θά διαμορφώσει τή φέρουσα εἰκόνας τοῦ πομποῦ.

Σημειώνουμε ὅτι ἡ γραμμή καθυστερήσεως πού παρεμβάλλεται στο δρόμο τοῦ σήματος φωτεινότητας ἐξασφαλίζει τήν ταυτόχρονη ἐφαρμογή των τριῶν σημάτων στο μικτή. Τό σήμα φωτεινότητας καί τά σήματα χρωμικότητας ἀκολουθοῦν διαφορετικές διαδρομές καί ἔχουν διαφορετικές καθυστερήσεις.

Τελειώνοντας ἄς ἀναφέρουμε τά δύο βασικά πλεονεκτήματα τῆς τετραγωνικῆς διαμορφώσεως πλάτους τοῦ συστήματος NTSC.

— Ἡ κατάπνιξη τῆς χρωμοφέρουσας καταργεῖ τήν κύρια πηγή παρεμβολῆς πού δημιουργεῖται από τή συμβολή τῆς χρωμοφέρουσας των 3,58 MHz μέ τήν ὑπενδίαμεση συχνότητα ἤχου των 4,5 MHz.

— Κατά τήν ἐκπομπή μόνο τοῦ ἀσπρόμαυρου σήματος E_Y , τά σήματα E_J καί E_Q δέν ὑπάρχουν καί ἐπειδή ἡ χρωμοφέρουσα καταπνίγεται, δέν ὑπάρχει καθόλου σήμα χρωμικότητας.

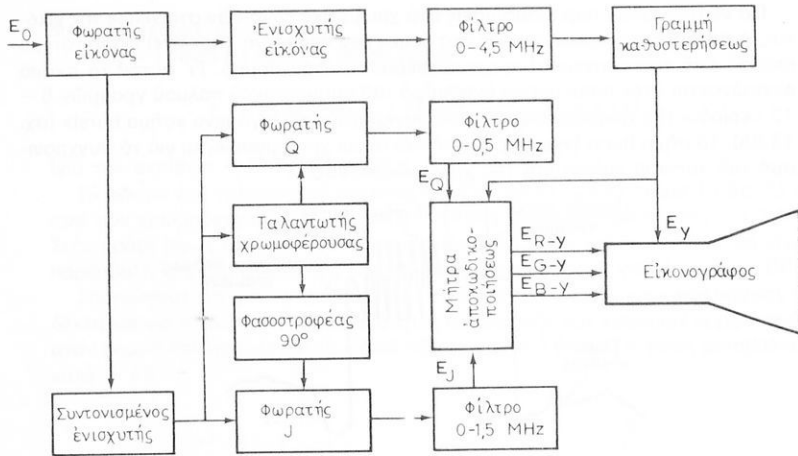
13.8.2 Διάγραμμα δέκτη NTSC.

Ἐξετάζουμε τήν ἀρχή λειτουργίας τοῦ δέκτη NTSC μέ τή βοήθεια τοῦ ἀπλοποιημένου διαγράμματος τοῦ σήματος 13.8γ.

Τό λαμβάνόμενο από τήν κεραία σύνθετο τηλεοπτικό σήμα ὕστερα από τήν ἐνίσχυση στο τμήμα ὑψηλῆς συχνότητας, τή μεταλλαγῆ συχνότητας, τήν ἐνίσχυση στο τμήμα ἐνδιάμεσης συχνότητας φθάνει στο φωρατή εἰκόνας. Από τή μία ἐξοδο τοῦ φωρατῆ τό ἀποδιαμορφωμένο σήμα, αφού περάσει από τόν ἐνισχυτή τοῦ σήματος Y , από τό φίλτρο $O - 4,5$ MHz καί από μία γραμμή καθυστερήσεως, ἐφαρμόζεται στίς καθόδους (συνδεσμολογημένες παράλληλα) τοῦ τριδεσμικοῦ ἐγχρωμου εἰκονογράφου. Ἡ γραμμή καθυστερήσεως ἔχει τήν ἴδια σημασία μ' ἐκείνη τῆς ἀντίστοιχης τοῦ τμήματος ἐκπομπῆς.

Ἀπό τή δευτέρη ἐξοδο τοῦ φωρατῆ τό σήμα ὁδηγεῖται σ' ἓνα συντονισμένο ἐνισχυτή ὅπου καταπνίγονται ὅλες οἱ συνιστώσες τοῦ τηλεοπτικοῦ φάσματος ἐκτός ἀπό ἐκεῖνες πού βρίσκονται στήν περιοχή ἀπό 2 ὥς 4,2 MHz. Στήν περιοχή αὕτη εἶναι τοποθετημένο τό φάσμα συχνοτήτων τοῦ σήματος χρωμικότητας.

Τό διαχωρισμένο τώρα χρωμόσημα φθάνει σέ δύο «συγχρονοφωρατές» των σημάτων E_Q καί E_J . Στίς δύο εἰσόδους των συγχρονοφωρατῶν ἐφαρμόζεται ταυτόχρονα τό ἄθροισμα $E_Q + E_J$ πού πρέπει νά διαχωρισθεῖ σέ ἓνα σήμα E_Q καί σέ ἓνα σήμα E_J . Γιά νά γίνει αὐτός ὁ διαχωρισμός πρέπει νά ἐφαρμοσθοῦν στοὺς φωρατές καί οἱ τάσεις τῆς χρωμοφέρουσας πού καταπνίχθηκε στόν πομπό. Ἐνας τοπικός ταλαντωτής ἀναπαράγει τή χρωμοφέρουσα στο δέκτη καί τάσεις πού διαφέρουν μεταξύ τους κατά 90° ἐφαρμόζονται στοὺς συγχρονοφωρατές. Ἡ χρωμο-



Σχ. 13.8γ.

Απλοποιημένο διάγραμμα δέκτη NTSC.

φέρουσα 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 $E_Q + E_J$ δίνει στην έξοδο το σήμα E_Q . Το σήμα E_J που φέρεται στη μεταπορισμένη κατά 90° χρωμοφέρουσα καταπνίγεται από το φωρατή Q και δεν εμφανίζεται στην έξοδό του.

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

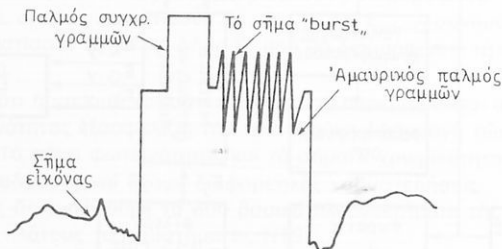
Τα σήματα E_Q και E_J που λαμβάνονται από τις εξόδους των φωρατών οδηγούνται στην «αποκωδικοποιητική μήτρα» μέσα από φίλτρα ζώνης. Εδώ φθάνει και το σήμα φωτεινότητας E_Y από τη γραμμή καθυστέρησης. Στην έξοδο της μήτρας εμφανίζονται τα σήματα $E_R - Y$, $E_G - Y$ και $E_B - Y$ τα οποία εφαρμόζονται στα τρία οδηγία πλέγματα του τριδεσμικού εικονογράφου. Στην περίπτωση αυτή ο εικονογράφος εργάζεται ως συνθετική μήτρα, δηλαδή μεταξύ των καθόδων και των οδηγίων πλεγμάτων του δημιουργούνται τα σήματα των τριών βασικών χρωμάτων:

$$(E_R - E_Y) + E_Y = E_R,$$

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

$$(E_B - E_Y) + E_Y = E_B$$

Γιά νά μήν ἔχομε παραμορφώσεις στό χρωματικό τόνο τῶν στοιχείων τῆς εἰκόνας, ἡ φάση τῆς χρωμοφέρουσας στό δέκτη δέν πρέπει νά ἀποκλίνει περισσότερο ἀπό 5° ἀπό τήν καταπιγμένη χρωμοφέρουσα στὸν πομπό. Γι' αὐτὸν τὸ σκοπὸ φορτώνονται στὸν πίσω μαῦρο ἀναβαθμὸ τοῦ ἀμαυρωτικοῦ παλμοῦ γραμμῶν 8 — 12 περίοδοι τῆς χρωμοφέρουσας πού συγκροτοῦν τὸ λεγόμενο «σῆμα burst» (σχ. 13.8δ). Τὸ σῆμα burst ξεχωρίζεται στό δέκτη καί χρησιμοποιεῖται γιὰ τὸ συγχρονισμό τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ τῆς χρωμοφέρουσας.



Σχ. 13.8ε.

Μορφή τοῦ σήματος χρωμοσυγχρονισμοῦ τοῦ συστήματος NTSC.

13.9 Τὸ σύστημα PAL.

Τὸ σύστημα PAL (Phase Alternation Line = μεταλλαγὴ φάσεως ἀπὸ γραμμὴ σέ γραμμὴ) ἐμφανίσθηκε στῇ Δυτικῇ Γερμανίᾳ καί ἔγινε ἀποδεκτὸ ἀπὸ τίς περισσότερες χώρες τῆς Δυτικῆς Εὐρώπης.

Τὸ σύστημα PAL ἐλάχιστα διαφέρει ἀπὸ τὸ σύστημα NTSC. Καί ἐδῶ χρησιμοποιεῖται ἡ τετραγωνικὴ διαμόρφωση τῆς χρωμοφέρουσας ἀπὸ τὰ σήματα τῆς χρωμικότητας. Γιὰ τήν ἀπομάκρυνση ὁμοῦ τῶν φασικῶν παραμορφώσεων (ἡ ἐμφάνιση φασικῶν παραμορφώσεων εἶναι τὸ βασικὸ μειονέκτημα τοῦ NTSC) ἡ φάση τῆς χρωμοφέρουσας τοῦ ἐνὸς σήματος χρωμικότητας μεταβάλλεται ἀπὸ γραμμὴ σέ γραμμὴ. Σ' αὐτὸ ὀφείλεται καί ἡ ὀνομασία τοῦ συστήματος.

Στὸ σύστημα PAL τὰ σήματα $E_R - \gamma$ καί $E_B - \gamma$ (στὴν ἀρχὴ χρησιμοποιήθηκαν στὸ PAL τὰ σήματα J καί Q, ἀλλὰ διαπιστώθηκε ὅτι ἡ βελτίωση τῆς εἰκόνας ἦταν ἀσήμαντη) διαμορφώνουν τὴ χρωμοφέρουσα κατὰ πλάτος μέ τὴ μέθοδο τῆς τετραγωνικῆς διαμορφώσεως. Ἡ φάση ὁμοῦ τῆς χρωμοφέρουσας πού προορίζεται γιὰ τὴν ἐκπομπή τοῦ σήματος $E_R - \gamma$ μεταβάλλεται ἀπὸ γραμμὴ σέ γραμμὴ κατὰ 180°. Στὸ δέκτη γίνεται μιὰ καθυστέρηση τοῦ σήματος τῆς προηγούμενης γραμμῆς γιὰ ὅσο χρόνο χρειάζεται νά φθάσει καί τὸ σῆμα τῆς ἐπόμενης γραμμῆς. Στὴ συνέχεια, τὰ δύο σήματα προσθέτονται. Ἡ πρόσθεση αὕτῃ ἐπιτρέπεται νά γίνει, ἀφοῦ τὰ σήματα δύο γειτονικῶν γραμμῶν δέν ἔχουν πρακτικῶς χρωματικὴ διαφορὰ μεταξύ τους.

Ἡ χρωμοφέρουσα στὸ σύστημα PAL ὑπολογίζεται ἀπὸ τὴ σχέση:

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

όπου εκλέχθηκε $n = 284$.

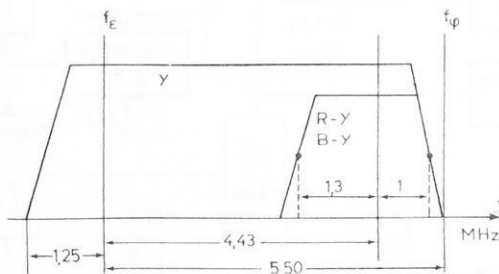
Μέ $f_z = 15625 \text{ Hz}$ και $f_{\pi} = 50 \text{ Hz}$ έχουμε:

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

(γιά την ακρίβεια $4,43361875 \text{ MHz}$).

Τό φάσμα του τηλεοπτικού σήματος του PAL φαίνεται στο σχήμα 13.9α. Τό φάσμα των χρωμοδιαφορών $R - Y$ και $B - Y$ επιτρέπεται νά έχει πλάτος $\pm 1,3 \text{ MHz}$. Στην πράξη όμως κόβεται λίγο ή επάνω πλευρική ζώνη και έτσι μπορεί νά γίνει ή παρεμβολή του στο φάσμα τής ασπρόμαυρης τηλεοράσεως γιά τό πρότυπο CCIR.

Σημειώνομε ότι γιά τό συγχρονισμό του ταλαντωτή τής χρωμοφέρουσας στό δέκτη και γιά τή ρύθμιση τής πολικότητας μεταλλαγής των γραμμών μορφοποιείται στον πομπό και εκπέμπεται τό ειδικό σήμα burst του όποιου ή φάση μεταβάλλεται κατά $\pm 45^\circ$.



Σχ. 13.9α.

Φάσμα τηλεοπτικού σήματος του συστήματος PAL.

13.9.1 'Η κωδικοποίηση στό PAL.

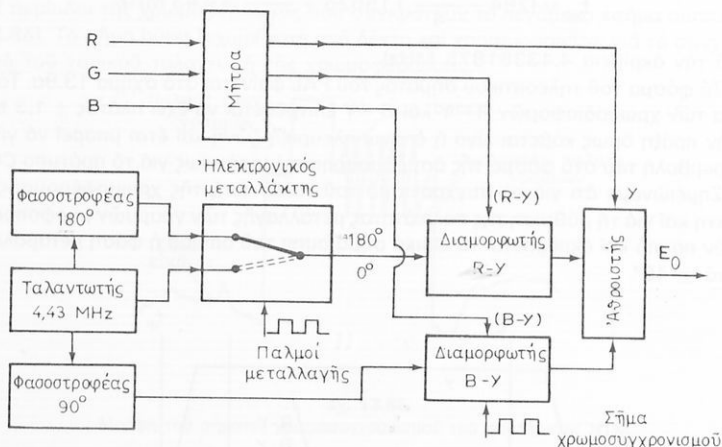
Ένα άπλοποιημένο διάγραμμα κωδικοποιητή του συστήματος PAL πού εξηγεί τήν άρχή σχηματισμού του όλικού σήματος φαίνεται στό σχήμα 13.9β.

Ό κωδικοποιητής PAL άποτελείται άπό τόν ταλαντωτή τής χρωμοφέρουσας μέ συχνότητα $4,43 \text{ MHz}$, άπό τή μήτρα πού συνθέτει τά βασικά χρώματα R, G και B και παράγει τά σήματα $R - Y$, $B - Y$ και Y , άπό δυό διαμορφωτές και άπό τόν άθροιστή.

Η ταλάντωση τής χρωμοφέρουσας εφαρμόζεται στό διαμορφωτή $B - Y$ μέσα άπό φασοστροφέα 90° και στό διαμορφωτή $R - Y$ ή κατευθείαν ή μέσα άπό φασοστροφέα 180° . Η μεταλλαγή τής φάσεως τής χρωμοφέρουσας πραγματοποιείται μέ τή βοήθεια ήλεκτρονικού μεταλλάκτη ό όποιος ρυθμίζεται άπό είδικούς παλμούς μεταλλαγής μέ τή συχνότητα των γραμμών. Η μεταλλαγή γίνεται μέ τέτοιο τρόπο, ώστε στό διάρκεια έκπομπής μιάς γραμμής ή φάση τής χρωμοφέρουσας νά είναι μηδενική και στό διάρκεια τής επόμενης γραμμής 180° .

Η διαμόρφωση τής χρωμοφέρουσας μέ τά σήματα $R - Y$ και $B - Y$ γίνεται όπως

καί στον κωδικοποιητή του συστήματος NTSC. Τά διαμορφωμένα χρωμοσήματα καί τό σήμα Υ συνδυάζονται στον άθροιστή καί δίνουν τό σήμα Ε₀ πού θά διαμορφώσει τελικά τή φέρουσα του πομπού.



Σχ. 13.9β.

Κωδικοποιητής συστήματος PAL.

13.9.2 Η αποκωδικοποίηση στο PAL.

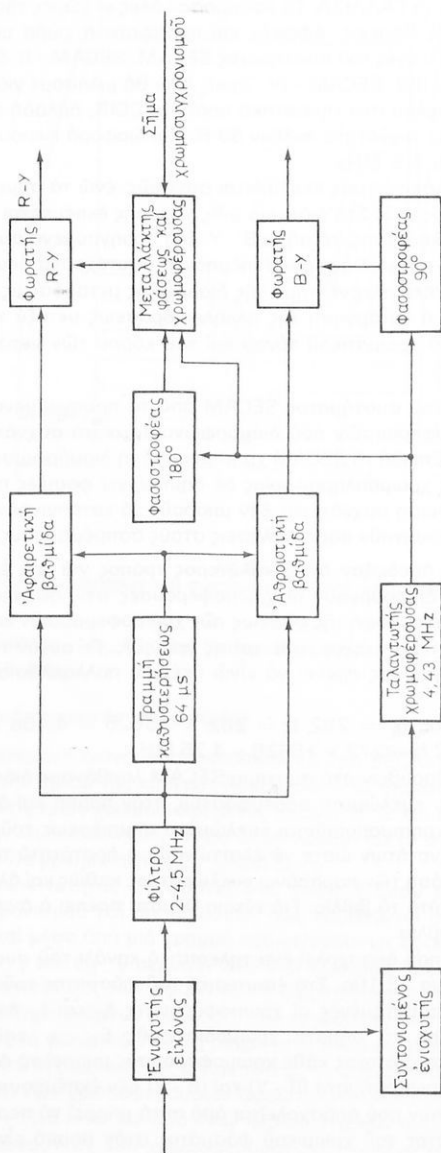
Η βασικότερη διάταξη του δέκτη PAL, όπως καί κάθε έγχρωμου δέκτη, είναι ο αποκωδικοποιητής του οποίου τό διάγραμμα φαίνεται στο σχήμα 13.9γ.

Τό σήμα, ύστερα από τόν ένισχυτή εικόνας, φθάνει σέ ένα φίλτρο ζώνης μέ τό όποίο γίνεται ο διαχωρισμός των σημάτων χρωμικότητας. Τά τελευταία αυτά σήματα οδηγούνται στους συγχρονοφωρατές R - Y καί B - Y μέσα από βαθμίδες άθροίσεως καί άφαιρέσεως πού συνθέτουν τά σήματα δύο γειτονικών γραμμών. Στους φωρατές φθάνει επίσης καί τό σήμα μέ συχνότητα 4,43 MHz από τόν ταλαντωτή τής χρωμοφέρουσας. Η φάση του σήματος τής χρωμοφέρουσας πού εφαρμόζεται στο φωρατή B - Y στρέφεται πρώτα κατά 90°. Η φάση του ίδιου σήματος στο φωρατή R - Y μεταβάλλεται περιοδικά κατά 180° από γραμμή σέ γραμμή μέ τή βοήθεια του μεταλλάκτη.

Η μεταλλαγή τής φάσεως του σήματος στο φωρατή R - Y πρέπει νά γίνεται συμφασικά μέ τή μεταλλαγή τής φάσεως τής χρωμοφέρουσας στο διαμορφωτή R - Y του κωδικοποιητή. Γιά τήν έπιτυχία τής συμφασικότητας τής μεταλλαγής αυτής εφαρμόζονται στο μεταλλάκτη οι είδικοι συγχρονιστικοί παλμοί του χρώματος.

13.10 Τό σύστημα SECAM.

Τό σύστημα SECAM (Sequence de Couleurs Avec Memoire = διαδοχή χρωμά-



Σχ. 13.9γ.
Διάγραμμα αποκωδικοποίησης του δέκτη PAL.

των μέ μνήμη) έχει πατρίδα τή ΓΑΛΛΙΑ. Τό ἐφάρμοσαν ὅλες οἱ χώρες τῆς Ἀνατολικῆς Εὐρώπης, μερικές τῆς Βόρειας Ἀφρικῆς καί πρόσφατα ἡ χώρα μας.

Ὑπάρχουν μερικές παραλλαγές τοῦ συστήματος SECAM: SECAM - II, SECAM - III, SECAM - IIIA, SECAM - IIIB, SECAM - IV. Ἐμεῖς ἐδῶ θά μιλήσουμε γιά ἕνα σύστημα SECAM προσαρμοσμένο στό τηλεοπτικό πρότυπο CCIR, δηλαδή στό πρότυπο πού ἔχει 625 γραμμές, συχνότητα πεδίων 50 Hz καί διαφορά φερουσῶν συχνοτήτων εἰκόνας καί ἤχου 5,5 MHz.

Στό SECAM τό σῆμα φωτεινότητας ἐκπέμπεται συνεχῶς, ἐνῶ τά σήματα χρωμικότητας ἐκπέμπονται διαδοχικά. Στή διάρκεια μιᾶς γραμμῆς ἐκπέμπεται τό σῆμα R - Y καί στή διάρκεια τῆς ἐπόμενης, τό σῆμα B - Y. Στά προηγούμενα συστήματα (NTSC καί PAL) τά σήματα χρωμοδιαφορᾶς ἐκπέμπονται ταυτόχρονα ὅπως καί τό σῆμα φωτεινότητας. Τό βασικό πλεονέκτημα τῆς διαδοχικῆς μεταδόσεως τῶν σημάτων χρωμικότητας εἶναι ἡ κατάργηση τῆς ἀλληλεπιδράσεως μεταξύ τού πού δημιουργεῖ παραποίηση τοῦ χρωματικοῦ τόνου καί τοῦ κόρου τῶν μεταφερομένων στοιχείων τῆς εἰκόνας.

Ἄλλη βασική διαφορά τοῦ συστήματος SECAM ἀπό τά προηγούμενα εἶναι ἡ χρησιμοποίηση δύο χρωμοφερουσῶν πού διαμορφώνονται κατά συχνότητα ἀπό τά σήματα χρωμικότητας. Ἐπειδή τό SECAM χρησιμοποιεῖ τή διαμόρφωση συχνότητας γιά τή μετάδοση τῆς χρωμοπληροφορίας δέ δημιουργεῖ φασικές παραμορφώσεις. Ὅμως μέ διαμόρφωση συχνότητας δέν μποροῦν νά καταπνιγοῦν οἱ χρωμοφέρουσες οἱ ὁποῖες δημιουργοῦν παρενοχλήσεις στούς ἀσπρόμαυρους δέκτες.

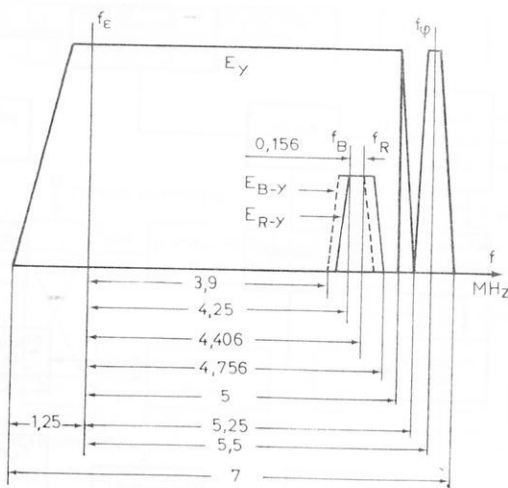
Πολυάριθμα πειράματα ἀπέδειξαν ὅτι ὁ καλύτερος τρόπος γιά τήν ἐλάττωση τῶν παρενοχλήσεων πού δημιουργοῦν οἱ χρωμοφέρουσες στίς θόνες τῶν ἀσπρόμαυρων δεκτῶν εἶναι ἡ στροφή τῆς φάσεως τῶν χρωμοφερουσῶν κατά 180° στήν ἀρχή κάθε πεδίου καί στήν ἀρχή κάθε τρίτης γραμμῆς. Γι' αὐτόν τό λόγο ἡ συχνότητα κάθε χρωμοφέρουσας πρέπει νά εἶναι ἀκέραιο πολλαπλάσιο τῆς συχνότητας τῶν γραμμῶν.

Γιά τό σῆμα R - Y εἶναι: $f_R = 282 \text{ fz} = 282 \times 15625 = 4,406 \text{ MHz}$ καί γιά τό σῆμα B - Y, $f_B = 272 \text{ fz} = 272 \times 15625 = 4,25 \text{ MHz}$.

Γιά τήν ἐλάττωση τῶν θορύβων στό σύστημα SECAM λαμβάνομε διάφορα μέτρα. Χρησιμοποιοῦνται π.χ. κυκλώματα προεμφάσεως στόν πομπό καί ἀποεμφάσεως στό δέκτη. Ἀκόμη, χρησιμοποιοῦνται κυκλώματα συμπίεσεως τοῦ πλάτους τῶν χρωμοφερουσῶν συχνότητων ὥστε νά ἐλαττώνεται ἡ ὁρατότητά τους στήν ἀσπρόμαυρη εἰκόνα. Ἡ δράση τῶν παραπάνω κυκλωμάτων, καθῶς καί ἄλλων, δέν μπορεῖ νά περιγραφεῖ σ' αὐτό τό βιβλίο. Γιά τέτοια θέματα πρέπει ὁ ἀναγνώστης νά καταφύγει σέ εἰδικά βιβλία.

Τό φάσμα συχνοτήτων πού ἀπασχολεῖ ἕνα τηλεοπτικό κανάλι τοῦ συστήματος SECAM φαίνεται στό σχῆμα 13.10α. Στό ἐσωτερικό τοῦ φάσματος τοῦ σήματος φωτεινότητας E_Y εἶναι τοποθετημένες οἱ χρωμοφέρουσες f_R καί f_B διαμορφωμένες κατά συχνότητα ἀπό τά σήματα χρωμοδιαφορᾶς $E_R - Y$ καί $E_B - Y$ ἀντιστοίχως. Ἡ ἀπόκλιση συχνότητας κάθε χρωμοφέρουσας μπορεῖ νά φθάσει τά $\pm 350 \text{ KHz}$ καί ἐπειδή τά χρωμοσήματα (R - Y) καί (B - Y) δέν ἐκπέμπονται ταυτόχρονα, τό φάσμα συχνοτήτων πού ἀπασχολεῖται ἀπό αὐτά μπορεῖ νά περιορισθεῖ. Στό πρότυπο CCIR τό πλάτος τοῦ χρωμικοῦ φάσματος στόν πομπό εἶναι

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



Σχ. 13.10α.

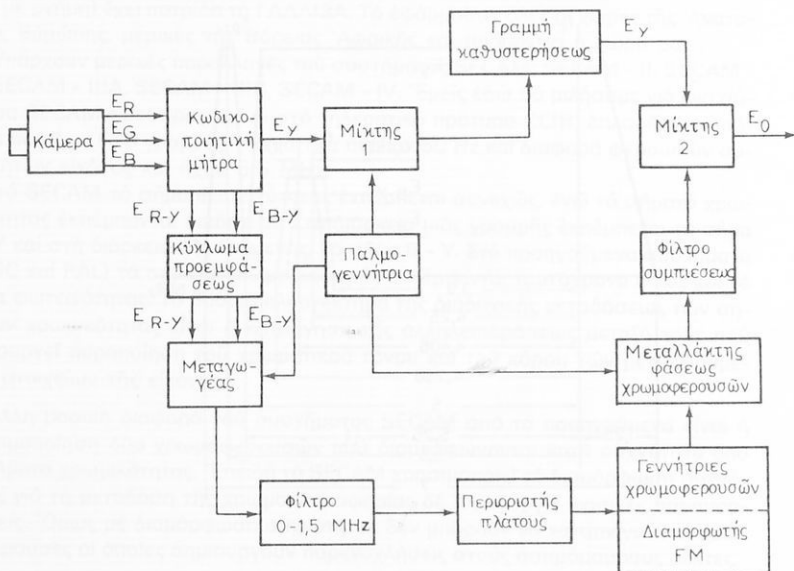
Φάσμα συχνοτήτων του συστήματος SECAM για το πρότυπο CCIR.

ή, χονδρικά, 860 kHz (σχ. 13.10α). Οι άκρες συχνότητες του φάσματος είναι 3,9 MHz και 4,756 MHz.

13.10.1 Ο κωδικοποιητής του SECAM

Ένα απλοποιημένο διάγραμμα κωδικοποιητή του SECAM φαίνεται στο σχήμα 13.10β. 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 $E_{R-\gamma}$ και $E_{B-\gamma}$.

Το σήμα φωτεινότητας E_Y φθάνει στο μίκτη 1 όπου συνδυάζεται με τους παλμούς συγχρονισμού και άμαυρώσεως που παράγονται στην παλμογεννήτρια. Στη συνέχεια και μέσα από μία γραμμή καθυστέρησης εφαρμόζεται στο μίκτη 2. Τα σήματα $E_{R-\gamma}$ και $E_{B-\gamma}$ περνούν από ένα κύκλωμα προεμφάσεως όπου ανυψώνονται οι συνιστώσες των υψηλότερων συχνοτήτων τους με σκοπό την ελάττωση των θορύβων του συστήματος. Ύστερα φθάνουν στον ηλεκτρονικό μεταγωγέα ο οποίος τα διοχετεύει με τη σειρά (στη διάρκεια μιάς γραμμής διοχετεύει το σήμα $E_{R-\gamma}$, στη διάρκεια της άλλης το $E_{B-\gamma}$, ύστερα πάλι το $E_{R-\gamma}$ κτλ.) στο διαμορφωτή FM των χρωμοφερουσών αφού πρώτα περάσουν μέσα από ένα φίλτρο με ζώνη 0 — 1,5 MHz και από έναν περιοριστή πλάτους. Τα σήματα χρωμικότητας διαμορφώνουν τις δύο χρωμοφέρουσες (τό καθένα τη δική του) οι οποίες στη συνέχεια αλλάζουν φάση κατά 180° περιοδικά ανά δύο γραμμές και σε κάθε



Σχ. 13.10β.

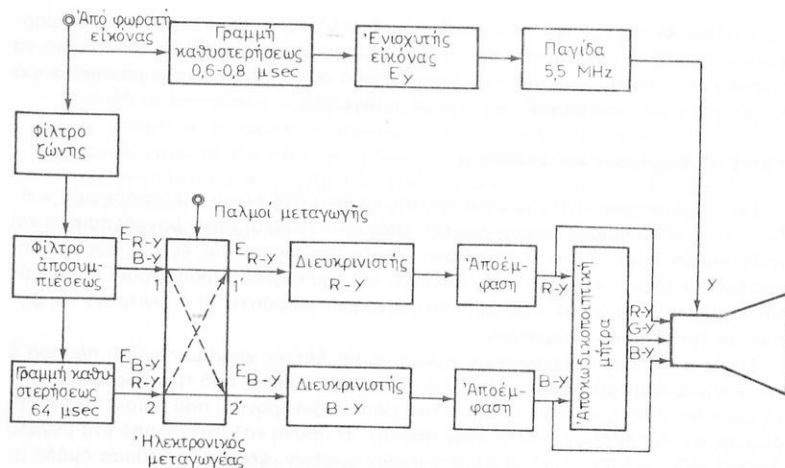
Διάγραμμα κωδικοποιητή SECAM.

επόμενο πεδίο. Τήν 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 συμπίεσεως και φθάνουν στο μίκτη 2. Έδω συνδυάζονται με το σήμα φωτεινότητας και με τα σήματα συγχρονισμού και άμαυρώσεως για να σχηματισθεί το σύνθετο έγχρωμο τηλεοπτικό σήμα E_0 που θα διαμορφώσει κατά πλάτος την τελική φέρουσα του πομπού.

13.10.2 Ο αποκωδικοποιητής του SECAM.

Ας δούμε τώρα τί γίνεται στο δέκτη με τη βοήθεια του διαγράμματος αποκωδικοποίησης (σχ. 13.10γ).

Τό αποδιαμορφωμένο δίκτο έγχρωμο τηλεοπτικό σήμα φθάνει στην είσοδο ενός φίλτρου ζώνης που ανήκει στο τμήμα χρωμικότητας του δέκτη και ταυτόχρονα μέσα από μία γραμμή καθυστέρησης, στην είσοδο του ένισχυτή εικόνας του τμήματος φωτεινότητας. Στο φίλτρο ζώνης γίνεται ο διαχωρισμός των διαμορφωμένων κατά συχνότητα χρωμοφερουσών από τό σήμα φωτεινότητας. Οι χρωμοφέρουσες περνούν ύστερα από ένα φίλτρο άποσυμπίεσεως (άντίθετο από τό φίλτρο συμπίεσεως του σχήματος 13.10β) όπου άνυψώνεται τό πλάτος τους. Στη συνέχεια, φθάνουν στην είσοδο 1 του ήλεκτρονικού μεταγωγέα, άμεσα, και στην εί-



Σχ. 13.10γ.

Διάγραμμα άποκωδικοποιητή SECAM.

σοδο 2 μέσα από τη γραμμή καθυστέρησης των 64 μsec , πού 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 μνήμη 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 τη συνηθισμένη 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. Μία συμπληρωματική καθυστέρηση 0,6 - 0,8 μsec του σήματος φωτεινότητας εξασφαλίζει την ταυτόχρονη εμφαρμογή και των τεσσάρων σημάτων στον εικονογράφο.

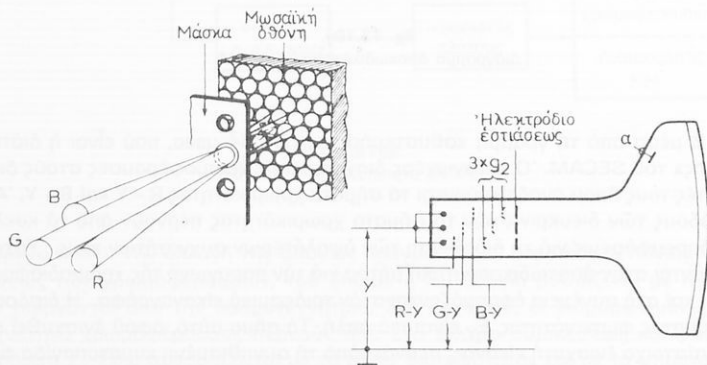
Σημειώνουμε ότι η λειτουργία του μεταγωγέα στο δέκτη πρέπει να είναι τέτοια, ώστε τα σήματα $E_R - Y$ και $E_B - Y$ να οδηγούνται πάντοτε στους αντίστοιχους φωρατές R - Y και B - Y ανεξάρτητα από το πώς φθάνουν στις εισόδους του μεταγωγέα. Για να γίνει αυτό χρειάζεται ένα σήμα χρωμοσυγχρονισμού, πού ειδικότερα ονομάζεται **σήμα άναγνωρίσεως χρωμάτων**. Στο σύστημα SECAM, το σήμα χρωμοσυγχρονισμού μεταφέρεται με τη συχνότητα των πεδίων, ύστερα από το τέλος των μετεξισωτικών παλμών, πού ακολουθούν τους συγχρονιστικούς πλαίσιοπαλμούς. Το σήμα άναγνωρίσεως χρωμάτων μορφοποιείται στον κωδικοποιητή και είναι 9 - 10 «πακέτα» της χρωμοφέρουσας, διαμορφωμένα κατά συχνότητα ά-

πό τεμαχισμένους τραπεζοειδείς παλμούς. Στη λήψη, τὰ πακέτα αυτά αποδιαμορφώνονται μαζί με τὰ σήματα $E_R - \gamma$ και $E_B - \gamma$, ύστερα ολοκληρώνονται για νά δώσουν έναν παλμό χρωμοσυγχρονισμού και ο παλμός αυτός χρησιμοποιείται για τή ρύθμιση της λειτουργίας του χρωμομεταγωγέα.

13.11 Ο έγχρωμος εικονογράφος.

Για τήν αναπαραγωγή της χρωματιστής εικόνας στο δέκτη τηλεόρασης χρειάζεται ένας «έγχρωμος εικονογράφος». Υπάρχουν μερικοί τύποι μονοδεσμικών και τριδεσμικών έγχρωμων εικονογράφων. Στους μονοδεσμικούς έγχρωμους εικονογράφους ανήκει ο «χρώματρον» (υπάρχει και τριδεσμικός χρώματρον) και στους τριδεσμικούς ανήκουν οι έγχρωμοι εικονογράφοι με μάσκα, οι «τρίνιτρον» και φυσικά οι τριδεσμικοί χρώματρον.

Στους σύγχρονους έγχρωμους τηλεοπτικούς δέκτες χρησιμοποιείται πλατεία ο εικονογράφος με μάσκα (σχ. 13.11) ο οποίος αποτελείται από τρία πυροβόλα, από τή μωσαϊκή όθονη και από τή μεταλλική μάσκα (διάφραγμα) που βρίσκεται μεταξύ όθονης και πυροβόλων (κοντά στην όθονη). Η όθονη καλύπτεται από ένα μεγάλο αριθμό (400 — 500 χιλιάδες) φθορίζουσών ομάδων. Κάθε φθορίζουσα ομάδα α-



Σχ. 13.11.

Άρχή λειτουργίας έγχρωμου εικονογράφου με μάσκα.

ποτελείται από τρεις κόκκους (τριάδα κόκκων) φθορίζουσας ύλης με κόκκινο, πράσινο και βαθυγάλο χρώμα οι οποίοι είναι τοποθετημένοι με αυστηρά καθορισμένη τάξη. Πίσω από τήν όθονη (πρός τή μεριά των πυροβόλων) βρίσκεται ή μάσκα που έχει έναν αριθμό όπων, ίσο με τόν αριθμό των φθορίζουσών ομάδων.

Η ένταση της δέσμης κάθε πυροβόλου μεταβάλλεται από τό δικό της χρωμόσημα. Η μάσκα τοποθετείται έτσι, ώστε οι ηλεκτρονικές δέσμες των τριών πυροβόλων αφού διασταυρωθούν στο επίπεδο της μάσκας, περνούν μέσα από τήν ίδια όπή και ή καθεμία πέφτει στον κόκκο που αντιστοιχεί στο χρώμα της, δηλαδή: ή δέσμη που διαμορφώνεται με τήν κόκκινη συνιστώσα του σήματος πέφτει μόνο στον κόκκο με τό κόκκινο χρώμα κτλ.

Οι τρεις δέσμες έχουν κοινό σύστημα αποκλίσεως και η διασταύρωσή τους στο επίπεδο της μάσκας ώστε να περάσουν από την ίδια όπή επιτυγχάνεται με ειδικά ηλεκτρομαγνητικά συστήματα.

Επειδή οι διαστάσεις των κόκκων της όθονης είναι πάρα πολύ μικρές, τό μάτι μας δέ μπορεί νά ξεχωρίσει τό χρώμα κάθε κόκκου και ή έγχρωμη έντύπωση θά είναι ανάλογη μέ τό συνιστάμενο χρώμα κάθε τριάδας. Μέ άλλα λόγια, στήν όθόνη του είκονογράφου γίνεται μίξη των τριών βασικών χρωμάτων R, G και B.

Ο έγχρωμος είκονογράφος μέ μάσκα έχει σύνθετη κατασκευή και σχετικά μεγάλο κόστος σέ σύγκριση μέ τόν ασπρόμαυρο είκονογράφο.

ΦΕΡΟΥΣΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΚΑΝΑΛΙΩΝ
των διαφόρων τηλεοπτικών προτύπων

Κανάλια	*Αγγλίας		*Αμερικής		CCIR		OIRT		Γαλλίας	
	εικόνα	φωνή	εικόνα	φωνή	εικόνα	φωνή	εικόνα	φωνή	εικόνα	φωνή
1	45,00	41,50	49,25	53,75	41,25	46,75	49,75	56,25	—	—
2	51,75	48,25	55,25	59,75	48,25	53,75	59,25	65,75	52,40	41,25
3	56,75	53,25	61,25	65,75	55,25	60,75	77,25	83,75	63,30	56,15
4	61,75	58,25	67,25	71,75	62,25	67,75	85,25	91,75	65,55	54,40
5	66,75	63,25	77,25	81,75	175,25	180,75	93,25	99,75	164,00	175,15
6	179,75	176,25	83,25	87,75	182,25	187,75	175,25	181,75	173,40	182,25
7	184,75	181,25	175,25	179,75	189,25	194,75	183,25	189,75	177,15	188,30
8	189,75	186,25	181,25	185,75	196,25	201,75	191,25	197,75	186,55	175,40
9	194,75	191,25	187,25	191,75	203,25	208,75	199,25	205,75	190,30	201,45
10	199,75	196,25	193,25	197,75	210,25	215,75	207,25	213,75	199,70	188,65
11	204,75	201,25	199,25	203,75	217,25	222,75	215,25	221,75	203,45	214,60
12	209,75	206,25	205,25	209,75	—	—	223,25	229,75	212,85	201,70
13	214,75	211,25	211,25	215,75	—	—	—	—	—	—

Σημείωση. Οι συχνότητες δίνονται σε MHz. Οι Γάλλοι έχουν και ένα κανάλι 8Α με συχνότητες $f_{\text{αΕ}} = 185,25$ και $f_{\text{αΦ}} = 174,10$ MHz, ενώ οι Άγγλοι ένα 14° με $f_{\text{αΕ}} = 219,75$ και $f_{\text{αΦ}} = 216,25$ MHz.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΑ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Είσαγωγή στην τηλεόραση

1.1 Τό φῶς καὶ τὰ χαρακτηριστικά του	1
1.1.1 Φωτεινὴ ροή	1
1.1.2 Ἐνταση φωτός	1
1.1.3 Λαμπρότητα	2
1.1.4 Φωτεινότητα	2
1.1.5 Ἀντίθεση	2
1.2 Κατασκευὴ καὶ λειτουργία τοῦ ματιοῦ	2
1.3 Τό μεταίσθημα	4
1.4 Φωτοηλεκτρικὸ φαινόμενο	5
1.5 Ἐνίσχυση φωτορεύματος	7
1.6 Τὰ πρῶτα τηλεοπτικὰ συστήματα	8
1.7 Βασικὲς ἀρχὲς ἡλεκτρονικῆς τηλεόρασεως	10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Καθοδοικοὶ σωλῆνες

2.1 Συστατικά μέρη καὶ εἶδη καθοδικῶν σωλῆνων	13
2.2 Περιγραφή καὶ λειτουργία σωλῆνων	13
2.3 Ἑστίαση ἡλεκτρονίων	15
2.4 Ἡλεκτροστατικὴ ἑστίαση	18
2.5 Μαγνητικὴ ἑστίαση	19
2.5.1 Ἑστίαση με ἐπίμηκες πηνίο	19
2.5.2 Ἑστίαση με βραχὺ πηνίο	20
2.6 Ἀπόκλιση τῆς δέσμης	21
2.6.1 Ἡλεκτροστατικὴ ἀπόκλιση	21
2.6.2 Ἡλεκτρομαγνητικὴ ἀπόκλιση	23
2.7 Εἰκονογράφοι	24
2.7.1 Ἀπόκλιση καὶ ἑστίαση	25
2.7.2 Ὀθόνη	25
2.7.3 Μεταλλοποίηση ὀθόνης	26
2.7.4 Κηλίδα ἰόντων	28
2.7.5 Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά εἰκονογράφων	29
2.7.6 Μηχανικὴ ἀντοχὴ εἰκονογράφων	30

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Εικονολήπτες

3.1	Άρχή λειτουργίας εικονοληπτών	31
3.2	Εικονοσκόπιο	33
3.2.1	Διερεύνηση αφώτιστου μωσαϊκού	35
3.2.2	Σχηματισμός ανάγλυφου δυναμικού	36
3.2.3	Δημιουργία σήματος εικόνας	36
3.2.4	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του εικονοσκοπίου	37
3.3	Υπερακονοσκόπιο	38
3.4	Όρθικό	40
3.5	Υπερορθικό	42
3.6	Βιντικό	44
3.6.1	Βιντικό με διερεύνηση από ταχυσκίνητα ηλεκτρόνια	45
3.6.2	Βιντικό με διερεύνηση από βραδυκίνητα ηλεκτρόνια	47
3.7	Ειδικοί εικονολήπτες	48
3.7.1	Μονοσκόπιο	48
3.7.2	Γραφικό	49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Έκπομπή τηλεοπτικού σήματος

4.1	Η σάρωση της εικόνας	50
4.2	Βασικά χαρακτηριστικά σαρώσεως	52
4.3	Φάσμα συχνοτήτων σήματος εικόνας	53
4.4	Έκλογη των χαρακτηριστικών σαρώσεως	54
4.4.1	Έκλογη συχνότητας πλαισίων	54
4.4.2	Έκλογη αριθμού γραμμών	55
4.5	Ενδιάμεση σάρωση	55
4.6	Βασικά χαρακτηριστικά τηλεοπτικών προτύπων	57
4.7	Αμαύρωση και συγχρονισμός	59
4.8	Παλμοί συγχρονισμού και αμαυρώσεως γραμμών	60
4.9	Παλμοί συγχρονισμού και αμαυρώσεως πλαισίων	62
4.10	Εξισωτικοί παλμοί	65
4.11	Πολικότητα και στάθμη του σήματος εικόνας	67
4.12	Συνεχής συνιστώσα σήματος εικόνας	68
4.13	Τό ολοκληρωμένο τηλεοπτικό σήμα	69
4.14	Η τηλεοπτική κάμερα	72
4.15	Ο πομπός τηλεοράσεως	73
4.16	Φάσμα διαμορφωμένου τηλεοπτικού σήματος	73
4.17	Πολικότητα διαμορφώσεως	76
4.18	Έκλογη της φέρουσας συχνότητας εικόνας	77
4.19	Η έκπομπή του ήχου	78
4.20	Τό τηλεοπτικό κανάλι	81
4.21	Κατανομή συχνοτήτων τηλεοπτικών καναλιών	82
4.22	Διάγραμμα πομπού τηλεοράσεως	83

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Η λήψη του τηλεοπτικού σήματος

Ο συντονιστής και ο ενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας

5.1	Διάγραμμα δέκτη τηλεοράσεως	85
5.2	Ο συντονιστής και τα κυκλώματα εισόδου του	87
5.3	Ένισχυτής ΥΣ με λυχνίες	89

5.4	Ένισχυτής ΥΣ με τρανζίστορ	91
5.5	Η βαθμίδα μίξεως	92
5.6	Ο τοπικός ταλαντωτής	94
5.7	Η μεταγωγή των καναλιών	94
5.8	Η λήψη στην περιοχή UHF	96
5.9	Συνδεσμολογίες συντονιστών VHF και UHF	97
5.10	Ο ένισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας	99
5.11	Η καμπύλη απόκρισής του ΕΕΣ	100
5.12	Κυκλώματα βαθμίδων ΕΕΣ	102
5.13	Κυματοπαγίδες	103
5.14	Συνδεσμολογίες ΕΕΣ	105

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Η φόρωση και η ένισχυση του σήματος εικόνας

6.1	Ο φορατής εικόνας	108
6.2	Η πολικότητα του φορατή	109
6.3	Η συνεχής συνιστώσα του φορατή	110
6.4	Ο διαχωρισμός του ήχου	111
6.5	Ο ένισχυτής εικόνας	112
6.6	Διεύρυνση απόκρισής ΕΕ στις ΥΣ	114
6.7	Ένισχυτής εικόνας με λυχνία	117
6.8	Ρύθμιση της φωτεινότητας της εικόνας	118
6.9	Ρύθμιση της αντίθεσής της εικόνας	119
6.10	Η αποκατάσταση της συνεχοδς συνιστώσας	122
6.11	Η συνδεσμολογία του εικονογράφου	124
6.11.1	Περιορισμός του ρεύματος της δέσμης	125
6.11.2	Άποτροπή δημιουργίας κηλίδας	125
6.11.3	Αμαύρωση γραμμών επιστροφής	125
6.12	Ένισχυτής εικόνας με τρανζίστορ	126

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Τό τμήμα συγχρονισμού του δέκτη

7.1	Έξαγωγή των παλμών συγχρονισμού	128
7.2	Η έξαγωγή των παλμών με τρανζίστορ	131
7.3	Διαφόριση και ολοκληρώση παλμών	132
7.4	Κυκλώματα διαφορίσεως και ολοκληρώσεως	134
7.5	Διαχωρισμός των παλμών συγχρονισμού	135
7.6	Ο προορισμός των εξισωτικών παλμών	138
7.7	Συνδεσμολογίες διαφορίσεως και ολοκληρώσεως	140

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ

Τά τμήματα σαρώσεων του δέκτη

8.1	Οι βαθμίδες των τμημάτων σαρώσεως	143
8.2	Μορφή της τάσεως σαρώσεως	143
8.3	Συγχρονισμός των ταλαντωτών σαρώσεως	145
8.4	Ο ένισχυτής πλαισίων και η τάση διεγερσώς του	146
8.5	Τό κατακόρυφο τμήμα με πολυδονητή	147
8.6	Ο ένισχυτής γραμμών και η λειτουργία του	149
8.7	Η έκμετάλλευση των παρασιτικών ταλαντώσεων	150
8.8	Ένισχυτής γραμμών με αυτομετασχηματιστή	152
8.9	Ο πυκνωτής επανξητικής τάσεως	154

8.10 Παραγωγή της υπερυψηλής τάσεως	155
8.11 Τυπικό κύκλωμα ενισχυτή γραμμών	157
8.12 Ένισχυτές γραμμών με τρανζίστορ	159
8.13 Η μορφή S του ρεύματος σαρώσεως	160
8.14 Διαστάσεις και γραμμικότητα της εικόνας	162

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

Τά ρυθμιστικά κυκλώματα του δέκτη

9.1 Αυτόματη ρύθμιση της συχνότητας του έτεροδυνου	164
9.2 Αυτόματη ρύθμιση απολαβής	166
9.3 Διακοπτικά κυκλώματα AGC	168
9.4 Κύκλωμα AGC με τρανζίστορ	170
9.5 Αυτόματος συγχρονισμός των γραμμών	170
9.6 Συμμετρικός φασικός φωρατής	171
9.7 Άσύμμετρος φασικός φωρατής	173
9.8 Συνδεσμολογίες ΑΣΓ	175

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

Τό τμήμα ήχου του δέκτη

10.1 Ένισχυση της υπενδιάμεσης συχνότητας	177
10.2 Ο περιοριστής πλάτους	178
10.3 Ο φωρατής συχνότητας	179
10.4 Ο ενισχυτής ακουστικών συχνοτήτων	182
10.5 Ένισχυτές ισχύος με τρανζίστορ	183
10.6 Συνδεσμολογίες του τμήματος ήχου	185

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

Ύληρέτηση δεκτών τηλεοράσεως

11.1 Ο τηλεοπτικός πίνακας έλεγχου	188
11.2 Έλεγχος της εστιάσεως	189
11.3 Έλεγχος της αντιθέσεως και της φωτεινότητας	189
11.4 Έλεγχος της σαφήνειας	190
11.5 Έλεγχος των διαστάσεων και της γραμμικότητας της εικόνας	190
11.6 Έλεγχος του συγχρονισμού	190
11.7 Έλεγχος της ενδιάμεσης σαρώσεως	191
11.8 Έλεγχος των παραμορφώσεων συχνότητας και φάσεως	191
11.9 Απλοποιημένοι πίνακες έλεγχου	191
11.10 Έντοπιση βλαβών στο δέκτη	195
11.10.1 Δεν υπάρχει ράστερ - Υπάρχει ήχος	196
11.10.2 Υπάρχει ράστερ - Δεν υπάρχει εικόνα και ήχος	197
11.10.3 Δεν υπάρχει εικόνα ή είναι άσταθής - Ήχος κανονικός	197
11.10.4 Δεν υπάρχει ήχος - Υπάρχει εικόνα	197
11.11 Έλεγχος των βαθμίδων του δέκτη	197
11.12 Έλεγχος των εξαρτημάτων μίας βαθμίδας	198

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

Έγκατάσταση κεραιών τηλεοράσεως και δικτύωματα κατανομής

12.1 Έκλογή της κεραιάς τηλεοράσεως	200
---	-----

12.2 Δίπολος κεραία	201
12.3 Κεραίες Yagi	202
12.4 Συστήματα κατανομής	203
12.5 Κεντρικές εγκαταστάσεις	204
12.6 Συστήματα κατανομής πολλών καναλιών	206
12.7 Κεφαλές και προσαρμοστές κεραίων - μίκτες κατανεμητές - πρίζες - διαχωριστές σημάτων	209
12.8 Διαγράμματα κατανομής και εγκαταστάσεων	212

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

Είσαγωγή στην Έγχρωμη τηλεόραση

13.1 Η τριχρωμική δράση	216
13.2 Χρωματικός τόνος και κόρος	217
13.3 Χρωμικές συντεταγμένες	217
13.4 Φωτεινότητα και χρωμικότητα	218
13.5 Το σήμα φωτεινότητας	220
13.6 Τα σήματα χρωμικότητας	221
13.7 Το σύνθετο έγχρωμο σήμα	222
13.8 Το σύστημα NTSC	224
13.8.1 Διάγραμμα πομπού NTSC	225
13.8.2 Διάγραμμα δέκτη NTSC	226
13.9 Το σύστημα PAL	228
13.9.1 Η κωδικοποίηση στο PAL	229
13.9.2 Η αποκωδικοποίηση στο PAL	230
13.10 Το σύστημα SECAM	230
13.10.1 Ο κωδικοποιητής του SECAM	233
13.10.2 Ο αποκωδικοποιητής του SECAM	234
13.11 Ο έγχρωμος εικονογράφος	236

COPYRIGHT ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

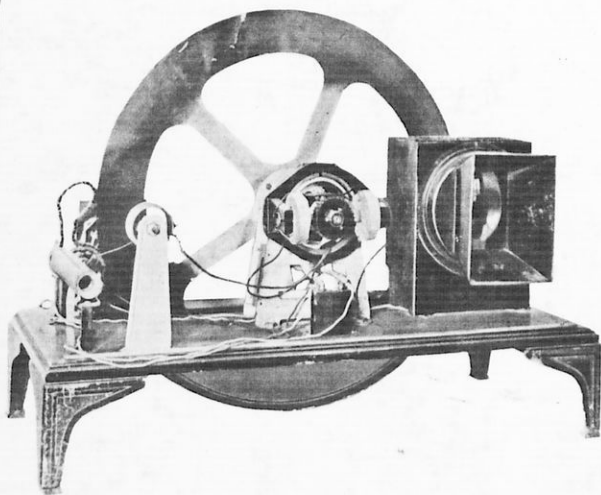




0020558254

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



Περιστρεφόμενος δίσκος τηλεόρασης των Νίρκου καί Baird (1883).