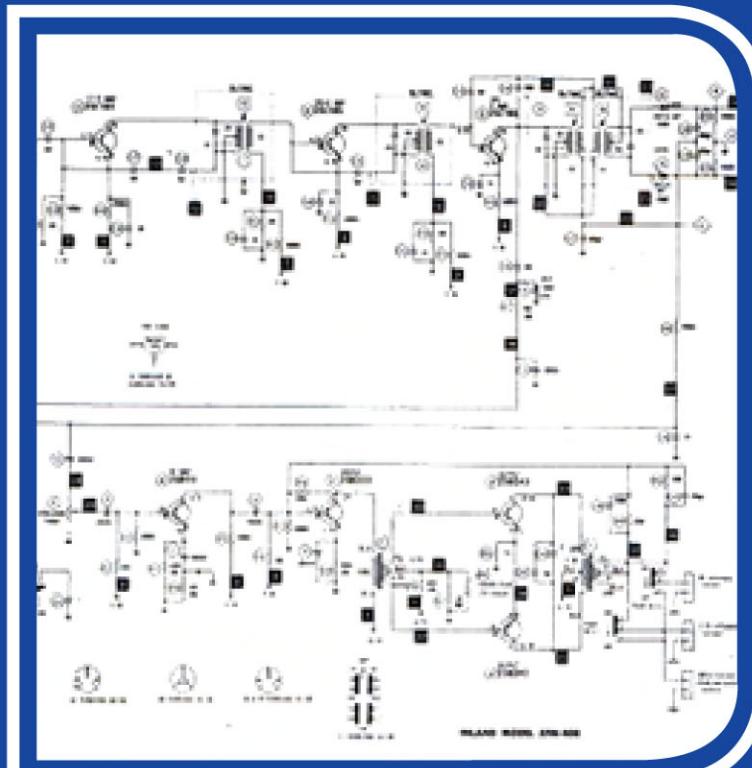




ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΑ

Αποστόλου Κ. Κασμά

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ Ε.Μ.Π.





1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Μιχαήλ Γ. Αγγελόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, καθηγητής Α.Β.Σ. Πειραιώς, Αντιπρόεδρος.

Ιωάννης Τεγδόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ.

Γεώργιος Σταματίου, Διευθυντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως του ΥΠΕΠΘ.

Σταμάτιος Παλαιοκρασάς, Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.

Ιωάννης Μορφονίδης, Τμηματάρχης Τμήματος Β' Διευθύνσεως Σπ. Δευτ. Εκπαίδευσεως.

Σύμβουλος επί των εκδόσεων του Ιδρύματος Κωνστ. Α. Μανάφης, καθηγητής Φιλοσοφικής Σχολής Παν/μίου Αθηνών.

Γραμματέας της Επιτροπής, Γεώργιος Σ. Ανδρεάκος.

Διατελέσαντα μέλη ή σύμβουλοι της Επιτροπής

Γεώργιος Κακριδής (1955 - 1959) Καθηγητής ΕΜΠ, Άγγελος Καλογεράς (1957 - 1970) Καθηγητής ΕΜΠ, Δημήτριος Νιάνιας (1957 - 1965) Καθηγητής ΕΜΠ, Μιχαήλ Σπετσιέρης (1956 - 1959), Νικόλαος Βασιώτης (1960 - 1967), Θεόδωρος Κουζέλης (1968 - 1976) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Παναγώτης Χατζηιωάννου (1977 - 1982) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Αλέξανδρος Ι. Παππάς (1955 - 1983) Ομότιμος Καθηγητής ΕΜΠ, Χρυσόστομος Καθουνίδης (1955 - 1984) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Γεώργιος Ρούσσος (1970 - 1987) Χημ. - Μηχ. ΕΜΠ, Θεοδόσιος Παπαθεοδοσίου (1982-1984) Δρ. Μηχανολόγος - Μηχανικός.





ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΑ

ΑΠΟΣΤΟΛΟΥ Κ. ΚΑΣΜΑ
ΔΙΠΛ. ΜΗΧ/ΤΟΥ - ΗΛΕΚΤΡ. Ε.Μ.Π

ΑΘΗΝΑ
1990



{

{



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ως οδηγό μου για τη συγγραφή του βιβλίου χρησιμοποίησα την ύλη που καθόρισε το Υπουργείο Παιδείας για τη διδασκαλία του μαθήματος της Ραδιοφωνίας στη Γ' τάξη των Τεχνικών και Επαγγελματικών Λυκείων.

Κατά την ανάπτυξη του θέματος ο μαθητής πληροφορείται σχετικά με τη διάδοση των κυμάνσεων και ακολούθως μαθαίνει τον πρώτο δέκτη ραδιοφώνου που χρησιμοποιήθηκε στην πιο απλή του μορφή. Προχωρώντας συνειδητοποιεί τα μειονεκτήματα που παρουσίαζε ο πρώτος δέκτης και τις προσπάθειες βελτιώσεώς του.

Εξηγείται ο λόγος που χρειάσθηκε να προστεθούν νέα στοιχεία στο κύκλωμα του δέκτη και παρακολουθεί πως από το απλό κύκλωμα του πρώτου ραδιοφωνικού δέκτη φθάσαμε, με συνεχείς βελτιώσεις, στους σύγχρονους σύνθετους τύπους δεκτών ραδιοφωνίας. Έτσι ο μαθητής συνειδητοποιεί ποιο στόχο εξυπηρετεί το κάθε κατασκευαστικό στοιχείο που είναι τοποθετημένο στο ραδιοφωνικό δέκτη.

Για την καλύτερη αφομοίωση του κειμένου πρέπει η διδασκαλία να γίνεται με τη βοήθεια πειραματικών διατάξεων. Το κεφάλαιο που αναφέρεται στον εντοπισμό βλαβών ραδιοφώνου θα βοηθήσει το μαθητή στο να συνειδητοποιήσει τις μεθόδους που πρέπει να ακολουθήσει καθώς και τα απαραίτητα όργανα μετρήσεως για την επισκευή ενός ραδιοφωνικού δέκτη ή γενικότερα ενός ηλεκτρονικού κυκλώματος.

Στα τελευταία κεφάλαια περιγράφονται τα χρησιμοποιούμενα στην πράξη μικρόφωνα καθώς και βασικά στοιχεία ακουστικής, ακουστικής αιθουσών και σχετικών εγκαταστάσεων.

Για την κατανόηση του μαθήματος θεωρείται δεδομένο ότι ο μαθητής γνωρίζει Γενικά Ηλεκτρονικά και Θεωρία Κυκλωμάτων.

Ο χρόνος συγγραφής και εκδόσεως του βιβλίου ήταν αρκετά περιορισμένος και γι' αυτό, ίσως, παρατηρηθούν στο βιβλίο τυπογραφικά ή άλλα λάθη. Κάθε καλοπροσάρτη υπόδειξη θα βοηθήσει στην επόμενη έκδοση του βιβλίου.

Εκφράζω τις ευχαριστίες μου από τη θέση αυτή στους κ.κ. Χ. Καβουνίδη και Μιχ. Ψαλίδα για την υπομονή που είχαν να διαβάσουν τα χειρόγραφα και να προβούν σε πολύ εποικοδομητικές υποδείξεις.

Ο Συγγραφέας



ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

0.1 Γενικά.

Οι ραδιοεπικοινωνίες είναι γνωστό ότι επιτυγχάνονται με κυμάνσεις. Επομένως για να μπορέσουμε να αντιληφθούμε τι είναι ραδιοφωνία πρέπει να αντιληφθούμε τι είναι κύμανση.

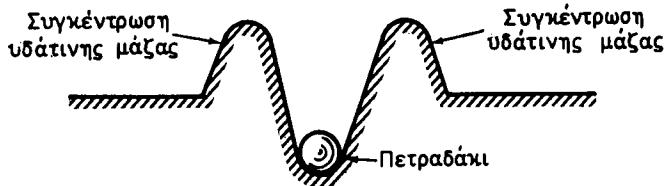
Αν και είναι πολύ πιθανό ότι σας είναι γνωστή από τη Φυσική η έννοια της κυμάνσεως, όμως επειδή πρόκειται για βασική έννοια στη Ραδιοφωνία θα την εξηγήσουμε περιληπτικά στα παρακάτω ως εισαγωγή στο κύριο θέμα μας.

Αν ρίξουμε μια πέτρα σε μια λίμνη της οποίας το νερό είναι ακίνητο, δημιουργείται μια κύμανση η οποία απομακρύνεται από το σημείο που έπεσε η πέτρα με κυκλικά κύματα τα οποία συνεχώς ευρύνονται (σχ. 0.1α).

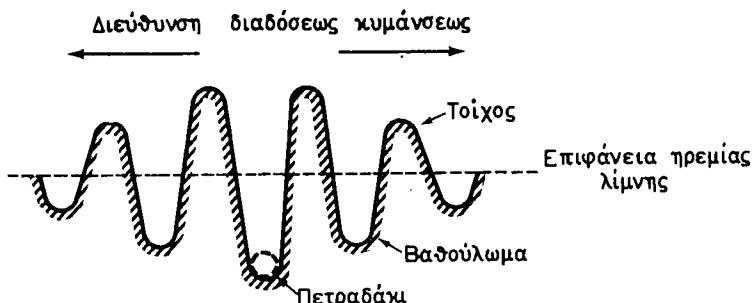


Σχ. 0.1α.

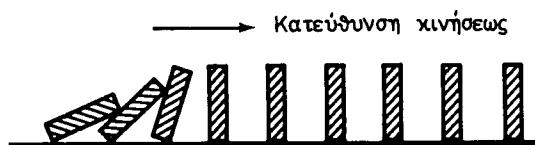
Η πέτρα πέφτοντας στο νερό δημιουργεί ένα είδος βαθουλώματος ή κοιλώματος. Η μετακινηθείσα μάζα νερού συγκεντρώνεται κυκλικά γύρω από την κοιλότητα, ψηλότερα από το επίπεδο της κανονικής επιφάνειας ηρεμίας της λίμνης. Το νερό που ανυψώθηκε υπό μορφή κυκλικού τοίχου γύρω από το σημείο που έπεσε η πέτρα, λόγω του βάρους του πέφτει και πέφτοντας ξεπερνά την επιφάνεια και συνεχίζει πιο κάτω δημιουργώντας τώρα μια δακτυλιοειδή κοιλότητα η οποία προκαλεί τη δημιουργία νέου κυκλικού τοίχου (σχ. 0.1β) σε μικρή απόσταση από την αρχική κοιλότητα. Η ανύψωση και ακολούθως η πτώση των διαδοχικών συγκεντρώσεων της μάζας του νερού δημιουργεί μια κύμανση που κινείται απομακρυνόμενη από τη θέση που έπεσε η πέτρα. Κάθε συγκέντρωση νερού λόγω της αντιστάσεώς του γίνεται ολοένα και λιγότερη από την προηγούμενη και όταν η μάζα του νερού που ανυψώθηκε λιγότερο καταρρέει, κατέρχεται λιγότερο κάτω από την αρ-



Σχ. 0.1β.



Σχ. 0.1γ.



Σχ. 0.1δ.

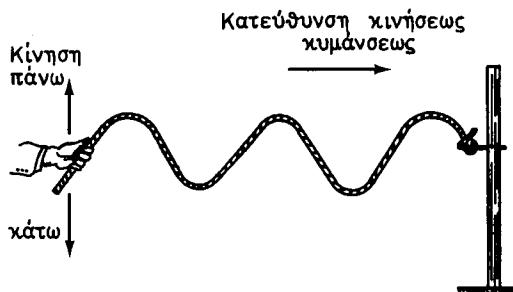
χική οριζόντια επιφάνεια ηρεμίας της λίμνης (σχ. 0.1γ) και αυτό συνεχίζεται μέχρι πλήρους ηρεμίας.

Αν τοποθετήσουμε ένα μικρό φελλό στην επιφάνεια της λίμνης, θα παρατηρήσουμε ότι καθώς η κύμανση περνά από το σημείο που είναι ο φελλός, αυτός ανεβοκατεβαίνει χωρίς να μετακινείται.

Το παραπάνω φαινόμενο γίνεται περισσότερο αντιληπτό αν τοποθετήσουμε όρθια μια σειρά από βιβλία. Αν ρίξουμε το πρώτο επάνω στο δεύτερο, αυτό θα σπρώξει το επόμενο το οποίο και αυτό θα πέσει κ.ο.κ. Η κίνηση (ή κύμανση) θα περάσει από όλη τη σειρά, αλλά κάθε βιβλίο θα μετακινθεί πολύ λίγο (σχ. 0.1δ).

Παρατηρούμε δηλαδή ότι μετακινείται, η ενέργεια που προκαλεί με το βάρος του κάθε βιβλίο πέφτοντας και όχι το ίδιο το βιβλίο. Το ίδιο συνέβη και στην περίπτωση της κυμάνσεως στο νερό. Δεν ταξιδεύουν κατά μήκος της λίμνης τα μόρια του νερού, αλλά η ενέργεια.

Άλλο παράδειγμα: παίρνομε ένα βαρύ σχοινί μήκους πέντε μέτρων τη μια άκρη του οποίου κάπου προσδένομε. Κινούμε την άλλη άκρη πάνω - κάτω. Το σχοινί φαίνεται να κινείται προς το σημείο που είναι δεμένο. Όμως το σχοινί δε μετακινείται, το ελεύθερο άκρο του δεν πλησιάζει το ακίνητο σημείο. Κάθε σημείο του



Σχ. 0.1ε.

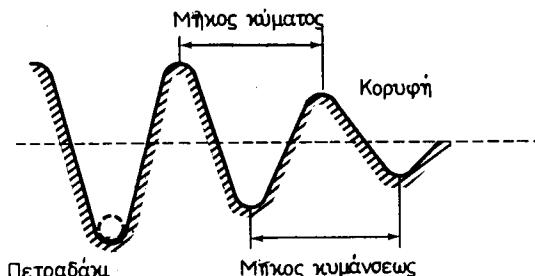
σχοινιού κινείται απλώς πάνω - κάτω. Εκείνο που κινείται μέσω του σχοινιού από το άκρο που κρατάμε με το χέρι μέχρι το άλλο άκρο που είναι δεμένο είναι η κύμανση της ενέργειας (σχ. 0.1ε).

Στα παραδείγματα που αναφέραμε, το νερό, το βιβλίο και το σχοινί ονομάζονται **μέσα**. Τα σημεία των μέσων κινούνται πολύ λίγο, όμως η ενέργεια κινείται μέσα στα «μέσα» από σημείο σε σημείο και την κίνηση αυτή την ονομάζομε **κύμανση**.

0.2 Μήκος κύματος.

Ας εξετάσομε λεπτομερέστερα τις κυμάνσεις που δημιουργούνται από την πτώση μιας πέτρας στο νερό μιας λίμνης που ηρεμεί. Όπως είδαμε, η πέτρα δημιουργεί ένα βαθούλωμα και αμέσως μετά το βαθούλωμα τη συγκέντρωση μιας υδάτινης μάζας. Όταν το νερό που συγκεντρώθηκε πέσει, δημιουργεί νέο βαθούλωμα και σπρώχνει το νερό σε νέα ανύψωση λίγο πιο πέρα. Παρατηρούμε λοιπόν ότι οι δημιουργούμενες κορυφές και τα βαθουλώματα εναλλάσσονται κοιλάδα - έξαρση, κοιλάδα - έξαρση κ.ο.κ. Η έξαρση με τη γειτονική της κοιλάδα αποτελεί ένα κύμα. Χαρακτηριστικά μεγέθη ενός κύματος είναι η μέγιστη θετική τιμή ή κορυφή και η μέγιστη αρνητική. Το φαινόμενο είναι αντίστοιχο με εκείνο της διαδόσεως του ήχου στον αέρα που συνοδεύεται με αραιώματα και πυκνώματα του αέρα.

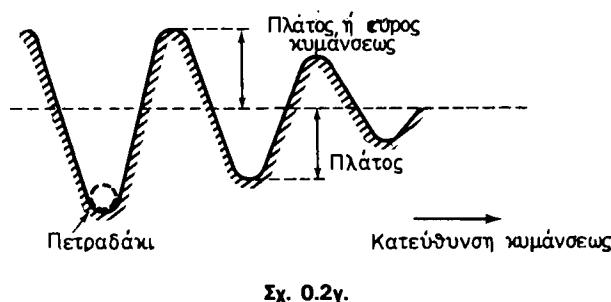
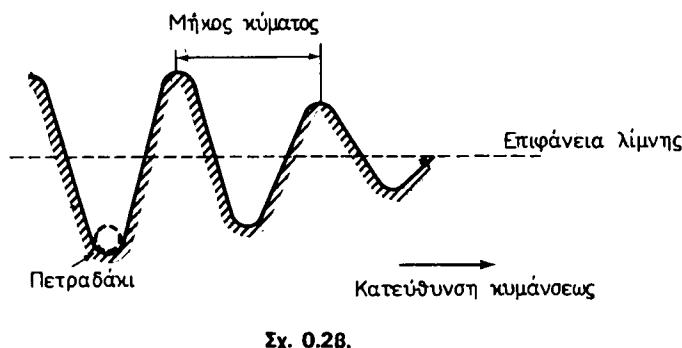
Η απόσταση μεταξύ της μιας κορυφής της κυμάνσεως και της γειτονικής της λέγεται **μήκος κύματος** (σχ. 0.2α). Ο χρόνος που χρειάζεται για να γίνει μια πλήρης εναλλαγή της κυμάνσεως λέγεται **περίοδος**. Ο αριθμός των περιόδων στη μονάδα του χρόνου λέγεται **συχνότητα**. Η συχνότητα ενός κύματος θαλάσσης μπορεί να είναι πέντε περίοδοι το λεπτό.



Σχ. 0.2α.

Στον ηλεκτρισμό ως μονάδα χρόνου χρησιμοποιούμε το δευτερόλεπτο και ως μονάδα συχνότητας χρησιμοποιούμε τη μονάδα Hertz, προς τιμή του Γερμανού Φυσικού Hertz. 1 Hertz γράφεται 1 Hz = 1 περίοδος/sec.

Αν εξετάσουμε και πάλι τις κυμάνσεις που δημιουργούνται από την πτώση μιας πέτρας στο νερό μιας λίμνης που ηρεμεί, παρατηρούμε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η πέτρα τόσο μεγαλύτερες είναι οι εξάρσεις και οι κοιλάδες. Το ύψος της κορυφής της εξάρσεως ή το βάθος της κοιλάδας μετρούμενο από την επιφάνεια ηρεμίας της λίμνης λέγεται **πλάτος της κυμάνσεως** (σχ. 0.2β) ή **μέγιστη τιμή της κυμάνσεως**. Κάθε κύμανση διακρίνεται από τη μέγιστη τιμή της ή το πλάτος της. Το μέγεθος αυτό είναι ανάλογο προς τη δύναμη που το προκαλεί (σχ. 0.2γ).



Ένα άλλο χαρακτηριστικό της κυμάνσεως είναι η ταχύτητα με την οποία διαδίδεται ή μετακινείται η κύμανση. Έφ' όσον το κύμα ταξιδεύει από μόριο σε μόριο στο μέσο μέσα στο οποίο διαδίδεται, π.χ. η κύμανση που προκαλείται από την πέτρα διαδίδεται μέσα στο νερό της λίμνης, είναι φανερό ότι το μέσο στο οποίο διαδίδεται, επηρεάζει την ταχύτητα. Έτσι, άλλη είναι η ταχύτητα της κυμάνσεως που θα δημιουργηθεί αν ρίξομε την πέτρα σε μια λίμνη από νερό και άλλη σε μια λίμνη από λάδι. Κατά τον ίδιο τρόπο ο ήχος που είναι και αυτός κύμανση, διαδίδεται με μια ταχύτητα 332 m/sec σε αέρα 0°C, ενώ στο νερό η ταχύτητά του είναι 1435 m/sec και στο χάλυβα 4702 m/sec.

0.3 Κύματα στο χώρο.

Οι ηλεκτρικές λυχνίες πυρακτώσεως έχουν ένα μικρό μεταλλικό νήμα

μέσα σε ένα γυάλινο κώδωνα κενό από αέρα. Μεταξύ του νήματος και του γυάλινου περιβλήματος υπάρχει κενό. Όμως, μόλις κλείσουμε το διακόπτη του ηλεκτρικού, το νήμα πυρακτώνεται και εκπέμπει φως. Βλέπομε λοιπόν το φως το οποίο διαδίδεται μέσα από τον κενό χώρο. Το φως όπως γνωρίζουμε από τη Φυσική, είναι μορφή ενέργειας που μεταδίδεται υπό μορφή κυμάνσεως. Επομένως με την πυράκτωση του μεταλλικού νήματος παράγεται φωτεινή ενέργεια η οποία μεταδίδεται από τον κενό χώρο κατά κύματα.

Οι φωτεινές κυμάνσεις μεταδίδονται με πάρα πολύ μεγάλη ταχύτητα ($300.000.000 \text{ m/sec}$) και η συχνότητά τους κυμαίνεται από 375 ως 750 εκατομμύρια εκατομμυρίων περιόδων ανά δευτερόλεπτο, δηλαδή $375 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$ ως $750 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$. Το μήκος κύματος κυμαίνεται από $38,2$ ως $76,4$ εκατομμυριστά του εκατοστού, δηλαδή $(38,2 - 76,4) \cdot 10^{-8} \text{ cm}$.

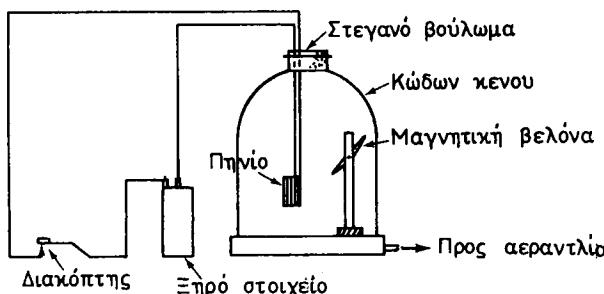
Ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται τις διάφορες συχνότητες των φωτεινών κυμάνσεων σαν διαφορετικά χρώματα. Οι μικρότερες συχνότητες αντιστοιχούν στο κόκκινο χρώμα και οι μεγαλύτερες στο ιώδες.

0.4 Θερμική ακτινοβολία.

Αν αγγίξουμε εξωτερικά μια λυχνία πυρακτώσεως θα παρατηρήσουμε ότι είναι θερμή. Παρ' όλο το κενό λοιπόν η θερμότητα διαδόθηκε. Η θερμότητα που είναι μια άλλη μορφή ενέργειας, διαδίδεται και αυτή υπό μορφή κυμάνσεως. Η θερμότητα διαδίδεται στο χώρο με την ίδια ταχύτητα όπως και το φως, δηλαδή $300.000.000 \text{ m/sec}$ ή $3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$. Η συχνότητα των θερμικών κυμάνσεων κυμαίνεται από 750.000 εκατομμύρια Hz ως 375 εκατομμύρια εκατομμυρίων Hz , δηλαδή από $750 \cdot 10^9$ ως $375 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$. Το μήκος κύματος των θερμικών ακτίνων κυμαίνεται από $0,4 \text{ mm}$ ως $0,0008 \text{ mm}$.

0.5 Μαγνητισμός.

Το φως και η θερμότητα γίνονται αμέσως αντιληπτά από τα αισθητήρια όργανα τα οποία από τη φύση του διαθέτει ο άνθρωπος. Όμως το μαγνητισμό δεν μπορούμε να τον αντιληφθούμε αν δε διαθέτομε ειδικά για το σκοπό αυτό όργανα, π.χ. μια μαγνητική πυξίδα. Για να διαπιστώσουμε την επίδραση του μαγνητικού πεδίου, κατασκευάζουμε ένα πηνίο χρησιμοποιώντας π.χ. χάλκινο σύρμα μονωμένο με διάμετρο 1 mm , σε 25 στροφές. Τοποθετούμε κοντά του μια πυξίδα έτσι ώστε να μπορεί εύκολα να περιστραφεί γύρω από τον άξονά της. Στη συνέχεια τοποθετούμε το πηνίο και την πυξίδα κάτω από γυάλινο κώδωνα (σχ. 0.5) αεραντλίας και χρη-



Σχ. 0.5.

σιμοποιώντας ξηρά στοιχεία κυκλοφορούμε ένα ρεύμα μέσα από το πηνίο. Παρατηρούμε απόκλιση της μαγνητικής βελόνας της πυξίδας. Αν αφαιρέσουμε με τη βοήθεια της αεραντλίας τον αέρα από το γυάλινο κώδωνα και τροφοδοτήσουμε ξανά το πηνίο κλείνοντας το διακόπτη του ηλεκτρικού κυκλώματος, παρατηρούμε και πάλι την ίδια απόκλιση της μαγνητικής βελόνας της πυξίδας. **Η μαγνητική ενέργεια όπως το φως και η θερμότητα διαδίδονται διά μέσου του κενού.** Η δίοδος του ρεύματος διά μέσου του πηνίου έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη ενός μαγνητικού πεδίου. Το μαγνητικό πεδίο δεν είναι αντιληπτό από τις αισθήσεις μας. Χρειάζεται να επηρέασει τη μαγνητική βελόνα και να την κινήσει για να αντιληφθούμε την ύπαρξή του. Όπως διαπιστώνομε όλες αυτές οι κυμάνσεις δεν χρειάζονται για τη διάδοσή τους μεταλλικούς αγωγούς. Διαδίδονται, όπως λέμε, ασυρμάτως. Επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για επικοινωνία μεταξύ θέσεων που δεν μπορούμε να συνδέσουμε με αγωγούς, π.χ. μεταξύ αεροπλάνου και γης ή μεταξύ πλοίων Κ.Ο.Κ.

Παράδειγμα της χρήσεως των κυμάνσεων του φωτός για επικοινωνία είναι ο οπτικός τηλέγραφος.

0.6 Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Τα φωτεινά κύματα διαδίδονται ευθύγραμμα και δεν μπορούν να περάσουν μέσα από αδιαφανή σώματα. Επειδή το φως δεν μπορεί να περάσει μέσα από πολλά υλικά και επειδή διαδίδεται ευθύγραμμα, η καμπυλότητα της γης και διάφορα άλλα εμπόδια, όπως δένδρα, σπίτια, λόφοι κλπ. περιορίζουν την εμβέλειά του.

Εξ άλλου τα κύματα θερμότητας απορροφούνται από τα γύρω αντικείμενα και επομένως δεν είναι δυνατή η χρησιμοποίησή τους για τηλεπικοινωνίες.

Το μαγνητικό πεδίο μεταδίδεται επίσης σε πολύ μικρές αποστάσεις. Αν όμως ανοιγοκλείσουμε το διακόπτη του κυκλώματος (σχ. 0.5) με μεγάλη ταχύτητα, π.χ. δέκα χιλιάδες φορές το δευτερόλεπτο, δημιουργείται μια ραδιοκύμανση η οποία εισχωρεί σε μη μεταλλικά αντικείμενα και ταξιδεύει με την ταχύτητα του φωτός. Ακόμα, η συχνότητα, το μήκος κύματος και πλάτος της κυμάνσεως μπορούν να μεταβληθούν με τη βοήθεια της συσκευής που παράγει τις ραδιοκύμανσεις.

Η ύπαρξη των ραδιοκύμανσεων αποδείχθηκε με τη χρησιμοποίηση μαθηματικού λογισμού από τον Μάξουελ (Maxwell) και πειραματικά από τον Χέρτς (Hertz) το 1888.

Ο Μάξουελ έλεγε ότι τα ραδιοκύματα είναι μια συνδυασμένη ηλεκτρική και μαγνητική διαταραχή του χώρου, γι' αυτό και ονομάζονται αλλιώς ηλεκτρομαγνητικά. Κάπως ακριβέστερα η διαταραχή αυτή φαινόταν να οφείλεται σε συνδυασμένα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία όπως αυτά που μάθαμε στην ηλεκτροτεχνία. Προσθέτει μάλιστα ο Μάξουελ ότι και το φως και η θερμότητα δεν είναι τίποτε άλλο παρά ηλεκτρομαγνητικά κύματα, αλλά με πάρα πολύ υψηλή συχνότητα.

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μπορούν να μεταδώσουν ενέργεια σε μεγάλες αποστάσεις. Τον τρόπο αυτό μεταδόσεως της ενέργειας τον ονομάζουμε **ακτινοβολία**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Η ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΑ

1.1 Γενικά.

Η Ραδιοφωνία άρχισε να εφαρμόζεται όταν ανακαλύφθηκε ότι είναι δυνατή η επιπρόσθεση ηχητικών πληροφοριών με μορφή μεταβαλλόμενου ρεύματος (ομιλίας ή ήχου ή μουσικής) σε ρεύμα με πολύ υψηλή συχνότητα και η μετάδοσή τους έτσι, υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικής κυμάνσεως, σε μεγάλες αποστάσεις.

1.2. Διαμόρφωση της Υψηλής Συχνότητας. Πομπός.

Η επιπρόσθεση των ηχητικών πληροφοριών, που δεν είναι τίποτε άλλο από ακουστικές συχνότητες, στην υψηλή συχνότητα (Υ.Σ.) γίνεται στον **πομπό**. Η επιπρόσθεση της ακουστικής συχνότητας (Α.Σ.) πάνω στην υψηλή συχνότητα ονομάζεται **διαμόρφωση**.

Υπάρχουν τρία είδη διαμόρφώσεως της υψηλής συχνότητας:

- **Διαμόρφωση πλάτους (AM)**. Ονομάζεται η επιπρόσθεση της ακουστικής συχνότητας με επενέργεια στο πλάτος της υψηλής συχνότητας.
- **Διαμόρφωση συχνότητας (FM)**. Ονομάζεται η επιπρόσθεση της ακουστικής συχνότητας με επενέργεια στη συχνότητα της υψηλής συχνότητας.
- **Διαμόρφωση φάσεως**. Ονομάζεται η επιπρόσθεση της ακουστικής συχνότητας με επενέργεια στη φάση της υψηλής συχνότητας. Η διαμόρφωση αυτή είναι ταυτόσημη με τη διαμόρφωση συχνότητας (FM).

Οι υψηλές συχνότητες χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση των πληροφοριών, γιατί τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που δημιουργούνται από αυτές διαδίδονται σε μεγαλύτερη απόσταση και παράγονται ευκολότερα από ό,τι αν χρησιμοποιούσαμε χαμηλές συχνότητες. Ακόμη μπορούμε να καθορίζουμε για κάθε σταθμό μια ορισμένη υψηλή συχνότητα την οποία μπορεί να χρησιμοποιεί κατ' αποκλειστικότητα. Έτσι ο ακροατής γνωρίζοντας σε ποιά συγκεκριμένη συχνότητα μεταδίδεται το πρόγραμμα που θέλει να ακούσει, θα κατορθώσει να το απομονώσει, συντονίζοντας το ραδιοφωνικό δέκτη του στη συχνότητα αυτή.

Ο πομπός, λοιπόν, διαθέτει κατ' αρχήν ένα ταλαντωτή που παράγει την υψηλή συχνότητα και έναν ή περισσότερους ενισχυτές ισχύος υψηλής συχνότητας, που ανεβάζουν την ισχύ της συχνότητας αυτής, που ονομάζεται και **φέρουσα**, στο επιθυμητό επίπεδο πριν οδηγηθεί στην κεραία εκπομπής.

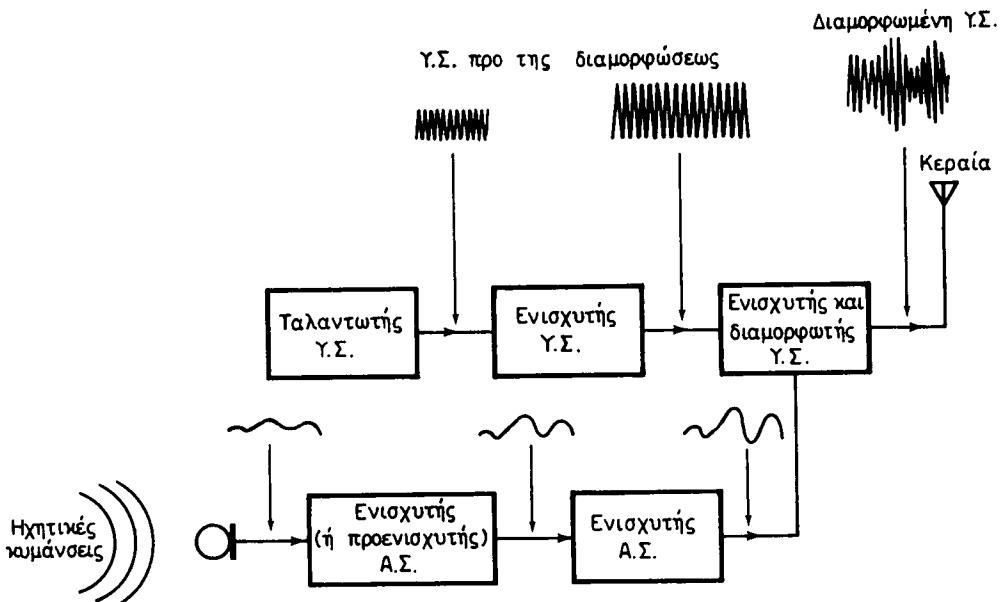
Εξάλλου με τη βοήθεια του μικροφώνου οι ακουστικές κυμάνσεις, μουσική, ομιλία κ.λπ. μετατρέπονται σε ηλεκτρικές τάσεις ακουστικής συχνότητας που, αφού ενισχυθούν δύσο πρέπει από ενισχυτές ακουστικής συχνότητας, διαμορφώνουν την υψηλή συχνότητα σε μια βαθμίδα του πομπού που ονομάζεται **διαμορφωτής**.

Στην περίπτωση διαμορφώσεως πλάτους (AM) η βαθμίδα αυτή είναι συνήθως ο τελικός ενισχυτής ισχύος υψηλής συχνότητας, που εκεί πραγματοποιείται η μεταβολή του πλάτους της φέρουσας σύμφωνα με τη στιγμιαία τιμή της ακουστικής συχνότητας.

Στην περίπτωση διαμορφώσεως συχνότητας (FM) ή διαμορφώσεως φάσεως είναι φανερό ότι η επενέργεια της ακουστικής συχνότητας πρέπει να γίνει στον ταλαντωτή του πομπού, μια και αυτός καθορίζει τη συχνότητα και τη στιγμιαία φάση του φέροντος κύματος που εκπέμπει ο πομπός.

Τα κυκλώματα που χρησιμοποιούνται για τους διαμορφωτές των πομπών είναι πολλά και καμιά φορά, ειδικότερα για τη διαμόρφωση συχνότητας και φάσεως, είναι αρκετά πολύπλοκα και η περιγραφή τους ξεφεύγει από τα δρια αυτού του βιβλίου.

Στο σχήμα 1.2 φαίνεται η γενική διάταξη ενός απλού πομπού με διαμόρφωση πλάτους.



Σχ. 1.2.

Η διαμορφωμένη υψηλή συχνότητα που εκπέμπει ο πομπός συλλέγεται από την κεραία του ραδιοφωνικού δέκτη και ενισχύεται όσο χρειάζεται για να λειτουργήσουν τα επόμενα στάδια (τμήματα) του δέκτη, που βασικά είναι η αποδιαμόρφωση, δηλαδή το ξεχώρισμα της επιθυμητής ακουστικής συχνότητας από τη φέρουσα υψηλή συχνότητα, και στη συνέχεια η ενίσχυση της ακουστικής αυτής συχνότητας σε βαθμό, ώστε με τη βοήθεια του μεγαφώνου (ή των ακουστικών) να μπορέσομε να ακούσομε τους ήχους που το μικρόφωνο του πομπού μετέτρεψε σε ηλεκτρικές τάσεις.

Στα επόμενα κεφάλαια θα μιλήσουμε διεξοδικά για το δέκτη ραδιοφωνίας καθώς

και για τα άλλα στοιχεία που αποτελούν μια ραδιοφωνική εγκατάσταση ή σχετίζονται με αυτήν.

1.3 Αποδιαμόρφωση της υψηλής συχνότητας. Ο ραδιοφωνικός δέκτης.

Στο σχήμα 1.3 φαίνεται η γενική διάταξη ενός απλού **υπερετερόδυνου δέκτη** ραδιοφώνου μεσαίων κυμάτων που είναι αντιπροσωπευτική για όλα τα σημερινά ραδιόφωνα. Στον υπερετερόδυνο δέκτη, όπως είναι φανερό και από το σχήμα 1.3, η συχνότητα του πομπού που επιλέγομε για να παρακολουθήσουμε μετατρέπεται σε μια **ενδιάμεση σταθερή** συχνότητα, πριν οδηγηθεί στον αποδιαμόρφωτή. Για το βασικό αυτό χαρακτηριστικό του υπερετερόδυνου δέκτη θα μιλήσουμε αναλυτικότερα σε επόμενα κεφάλαια. Εδώ θα περιορισθούμε στα βασικά τμήματα που συμπληρώνουν τη ραδιοφωνική αλυσίδα από την πηγή του ήχου μέχρι τον ακροατή.

Τα βασικά αυτά τμήματα είναι τα εξής:

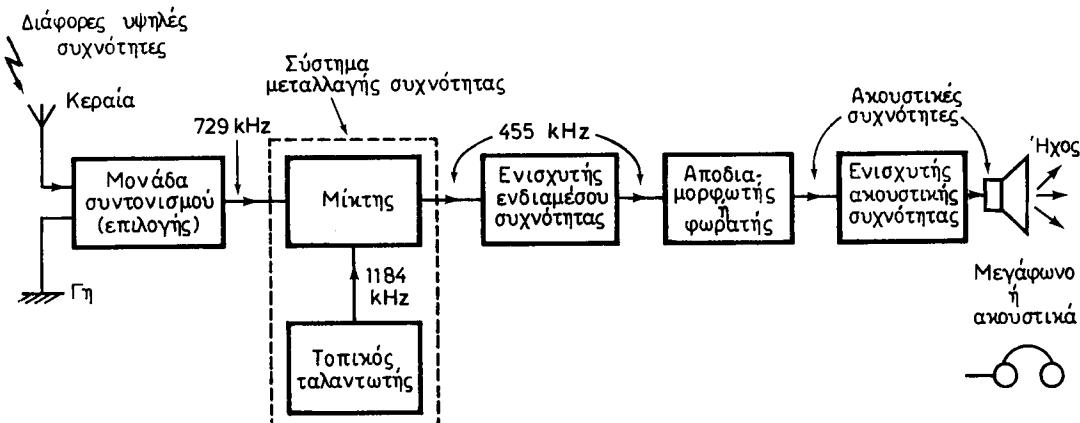
— **Το σύστημα κεραίας - γης**, που συλλέγει τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, που προέρχονται από τις εκπομπές των διαφόρων ραδιοφωνικών πομπών.

— **Η μονάδα συντονισμού ή επιλογής**, που επιλέγει το κύμα, δηλαδή τη διαμορφωμένη υψηλή συχνότητα που προέρχεται από το σταθμό που θέλουμε να παρακολουθήσουμε και απορρίπτει όλα τα άλλα κύματα (ή συχνότητες).

— **Ο αποδιαμόρφωτής [φωρατής]**, που είναι η μονάδα στη οποία ξεχωρίζεται η επιθυμητή ακουστική συχνότητα από τη φέρουσα υψηλή συχνότητα και

— **η μονάδα αναπαραγωγής**, που μετατρέπει την τάση ή το ρεύμα ακουστικής συχνότητας, που προέρχεται από την αποδιαμόρφωση, σε ήχο, δηλαδή το μεγάφωνο ή τα ακουστικά.

Ανάμεσα στα βασικά αυτά τμήματα ενός ραδιοφωνικού δέκτη παρεμβάλλονται και διάφοροι ενισχυτές που ενισχύουν τα διάφορα σήματα όσο χρειάζονται για την κανονική λειτουργία του επόμενου βασικού τμήματος. Π.χ. μεταξύ της μονάδας συντονισμού και του μίκτη μπορεί να παρεμβληθεί ένας ενισχυτής υψηλής συχνότητας, μεταξύ του φωρατή και του τελικού ενισχυτή ακουστικής συχνότητας, που είναι ουσιαστικά ενισχυτής ισχύος για να ικανοποιεί τις ανάγκες σε ισχύ Α.Σ. του μεγαφώνου, μπορεί να παρεμβληθεί ένας πρόσθετος ενισχυτής ακουστικής συχνό-



Σχ. 1.3

τητας, ή ακόμη ο δέκτης να έχει περισσότερους από έναν ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας.

Εδώ εξετάσαμε ένα απλό ραδιόφωνο μεσαίων ή και βραχέων κυμάτων με διαμόρφωση πλάτους. Υπάρχουν όμως σήμερα στην αγορά ραδιοφωνικοί δέκτες πολύ εξελιγμένοι και για ειδικούς σκοπούς, που η περιγραφή τους ξεφεύγει από τα όρια αυτού του βιβλίου.

Επίσης οι ραδιοφωνικοί δέκτες για διαμόρφωση συχνότητας θα περιγραφούν σε άλλο κεφάλαιο του βιβλίου αυτού.

1.3.1 Χαρακτηριστικά διαμορφωμένων κυμάτων - Αποδιαμόρφωση.

Σ' αυτό το σημείο είναι σκόπιμο να αναφερθούν μερικά χαρακτηριστικά των διαμορφωμένων κυμάτων που εκπέμπονται από τους διάφορους πομπούς για να γίνουν κατανοητές ορισμένες διαδικασίες που θα περιγραφούν παρακάτω και στα επόμενα κεφάλαια.

Όταν ένας πομπός λειτουργεί, χωρίς να μεταδίδει καμιά ηχητική πληροφορία, εκπέμπει μόνο το **φέρον** κύμα του, χωρίς διαμόρφωση, που έχει σταθερό πλάτος και σταθερή συχνότητα.

Μόλις αρχίσει η διαμόρφωση, με οποιοδήποτε τρόπο, μαζί με τη φέρουσα ο πομπός εκπέμπει **συγχρόνως** και άλλες συχνότητες γύρω από τη φέρουσα, που είναι συνιστώσες του σύνθετου τώρα διαμορφωμένου κύματος και ονομάζονται **πλευρικές συχνότητες**.

Δηλαδή, η εκπομπή μιας διαμορφωμένης συχνότητας, της οποίας μεταβάλλεται συνεχώς το πλάτος ή η συχνότητα, ανάλογα με το είδος της χρησιμοποιούμενης διαμορφώσεως, ισοδυναμεί με την εκπομπή μιας ομάδας συνιστωσών συχνοτήτων με σταθερά πλάτη και σταθερές συχνότητες.

Αυτές οι συνιστώσες περιλαμβάνονται σε δύο συμμετρικές περιοχές γύρω από τη φέρουσα, που λέγονται **πλευρικές ζώνες**.

Στην περίπτωση της διαμορφώσεως πλάτους, για κάθε μια ακουστική συχνότητα που διαμορφώνει τη φέρουσα, εκπέμπονται μαζί με αυτήν και δύο πλευρικές υψηλές συχνότητες, που οι συχνότητές τους είναι αντίστοιχα το άθροισμα και η διαφορά των συχνοτήτων της φέρουσας και της ακουστικής. Δηλαδή η συχνότητα της καθεμίας διαφέρει από αυτήν του φέροντος κατά τη συχνότητα της μεταδιδόμενης ακουστικής πληροφορίας. Το πλάτος των δύο αυτών πλευρικών συχνοτήτων εξαρτάται από το βαθμό που η ακουστική συχνότητα διαμορφώνει τη φέρουσα. Όταν η διαμόρφωση είναι πλήρης, δηλαδή το πλάτος της φέρουσας μεταβάλλεται με τη διαμόρφωση μεταξύ μηδέν και δύο φορές το πλάτος πρεμίας, λέμε ότι έχουμε βαθμό διαμορφώσεως 100%. Τότε τα πλάτη των δύο πλευρικών παίρνουν τη μέγιστη τιμή τους που είναι το μισό της φέρουσας.

Παράδειγμα: Όταν ένας πομπός στα μεσαία κύματα με συχνότητα φέροντος 1000 kHz διαμορφώνεται 100% με μια ακουστική συχνότητα 1000 Hz (1 kHz), οι δύο πλευρικές του έχουν συχνότητες 1001 kHz και 999 kHz αντίστοιχα, και τα πλάτη τους είναι ίσα με το μισό του πλάτους της φέρουσας. Αν τώρα η ακουστική έχει συχνότητα 50 Hz, οι δύο πλευρικές είναι 1000,05 kHz και 999,95 kHz. Αν πάλι έχει 5000 Hz (5 kHz), οι δύο πλευρικές θα έχουν συχνότητα 1005 kHz και 995 kHz.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι ένας πομπός που διαμορφώνεται κατά πλάτος,

εκπέμπει ένα **φάσμα** συχνοτήτων που έχει ευρος δύο φορές την τιμή της μέγιστης εκπεμπόμενης ακουστικής συχνότητας. Το σχήμα 1.3α παριστάνει τα χαρακτηριστικά του κύματος που εκπέμπεται από το ραδιοφωνικό πομπό μεσαίων κυμάτων του παραπάνω παραδείγματος.

Κάτι ανάλογο συμβαίνει και στην περίπτωση διαμορφώσεως συχνότητας μόνο που εδώ τα πράγματα είναι πολυπλοκότερα. Για κάθε ακουστική συχνότητα που διαμορφώνει τη φέρουσα, εκπέμπονται πολλές πλευρικές συχνότητες (θεωρητικά άπειρες) που απέχουν από τη συχνότητα του φέροντος κατά τα ακέραια πολλαπλάσια της ακουστικής συχνότητας. Δηλαδή, αν ο πομπός του προηγούμενου παραδείγματος διαμορφωθεί κατά συχνότητα με μια ακουστική συχνότητα 5 kHz θα εκπέμπει πλευρικές συχνότητες:

1005 1010 1015 1020 1025 1030 kHz πάνω από τη φέρουσα και:
995 990 985 980 975 970 kHz κάτω από τη φέρουσα.

Τα πλάτη και ο αριθμός των πλευρικών αυτών συχνοτήτων εξαρτώνται από την τιμή της διαμορφούσης ακουστικής συχνότητας και από την προκαλούμενη **μέγιστη απόκλιση** της συχνότητας του φέροντος κύματος κατά τη διαμόρφωση.

Εδώ βλέπομε αμέσως ότι η διαμόρφωση συχνότητας δεν μπορεί να εφαρμοσθεί στην περιοχή των μεσαίων κυμάτων (525 kHz μέχρι 1605 kHz), ούτε ακόμη και στα βραχέα κύματα, δηλαδή μέχρι 30 MHz (30.000 kHz), γιατί με αυτήν κάθε πομπός θα κάλυπτε μεγάλη σχετικά περιοχή στην κλίμακα των συχνοτήτων, με αποτέλεσμα να μη είναι δυνατή η λειτουργία πολλών πομπών σε κάθε διαθέσιμη περιοχή.

Γι' αυτό έχει διεθνώς συμφωνηθεί η διαμόρφωση συχνότητας σε ραδιοφωνικές εκπομπές να εφαρμόζονται σε περιοχή υπερβραχέων κυμάτων (VHF ή UKW από τις αντίστοιχες αγγλικές και γερμανικές λέξεις Very High Frequency και Ultra Kurtz Wellen) και συγκεκριμένα από 87,5 MHz μέχρι 100 MHz.

Σ' αυτή την εκλογή οδηγήθηκε ο τεχνικός κόσμος για δύο λόγους:

—Πρώτον, γιατί σε μια σχετικά μικρή περιοχή συχνοτήτων 87,5 - 100 MHz «χωράνε» πολλοί σταθμοί.

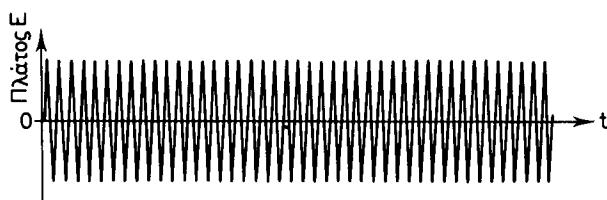
—Δεύτερον, γιατί σε αυτά τα μήκη κύματος 3,00 μέχρι 3,43 μέτρα (που αντιστοιχούν στις συχνότητες 100 έως 87,5 MHz) η μετάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων γίνεται ευθύγραμμα, όπως συμβαίνει με το φως, και έτσι σε κάθε συχνότητα μπορούν να λειτουργούν πολλοί πομποί σε διαφορετικά σημεία, ακόμη και στη ίδια χώρα, χωρίς να ενοχλεί ο ένας τη λήψη του άλλου.

Έτσι ο αριθμός των πομπών που μπορούν να λειτουργήσουν ανενόχλητα στην περιοχή των υπερβραχέων είναι πολύ μεγάλος.

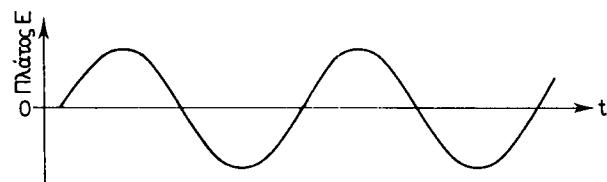
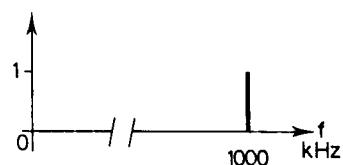
Εκτός από την περιοχή των συχνοτήτων για ραδιοφωνική χρήση με διαμόρφωση συχνότητας (88-100 MHz), έχει συμφωνηθεί και η μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση συχνότητας που είναι ± 75 kHz από τη φέρουσα, καθώς και άλλες λεπτομέρειες με τις οποίες θα ασχοληθούμε σε επόμενο κεφάλαιο.

Στο σχήμα 1.3β παρουσιάζονται πιο ρεαλιστικά τα χαρακτηριστικά ενός κύματος, που εκπέμπει ένας ραδιοφωνικός πομπός με διαμόρφωση συχνότητας.

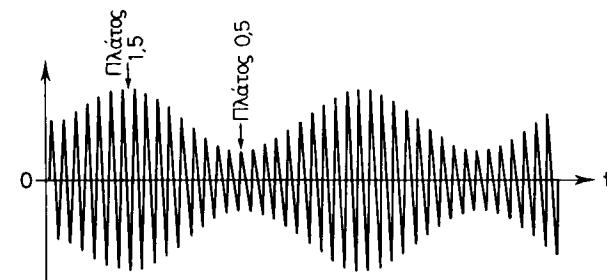
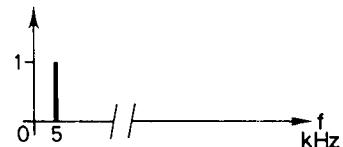
Από όσα είπαμε στις προηγούμενες παραγράφους και όπως φαίνεται και στα σχήματα 1.3α και 1.3β, η διαμόρφωση μιας υψηλής συχνότητος είναι ένα φυσικό φαινόμενο που μπορεί να παρασταθεί και να εξετασθεί σε δύο τρόπους:



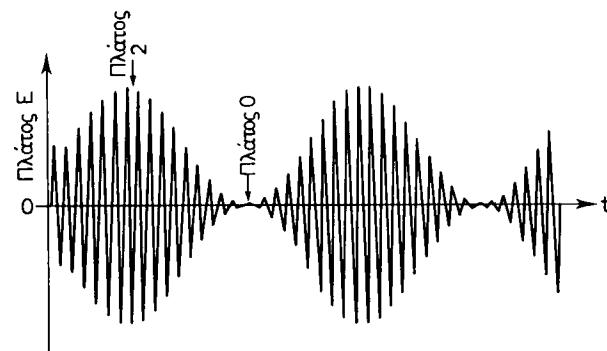
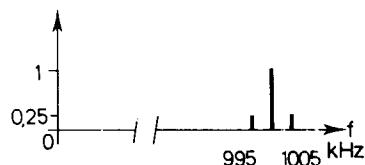
Φέρουσα 1000 kHz



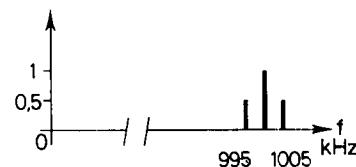
Ακουστική συχνότητα Α.Σ. 5 kHz



Φέρουσα Υ.Σ. διαμορφωμένη 50 %



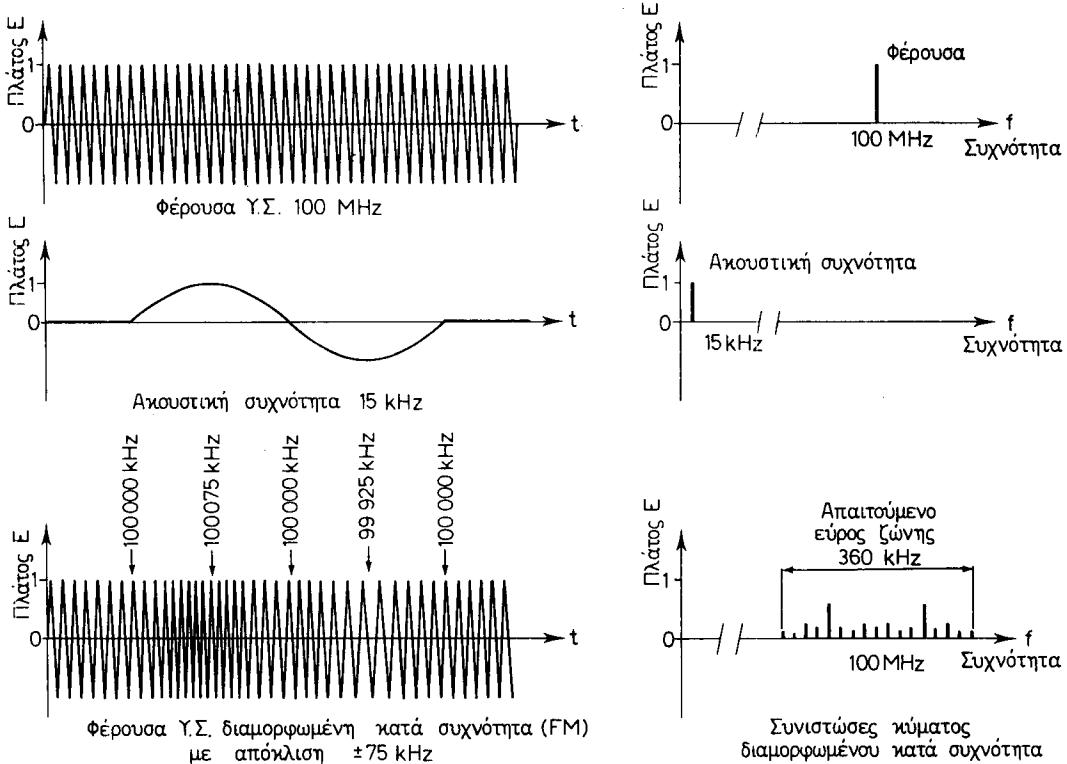
Φέρουσα Υ.Σ. διαμορφωμένη 100 %



Σχ. 1.3a.

— Πρώτον, σαν μεταβολή της στιγμιαίας τιμής της τάσεως υψηλής συχνότητας σε συνάρτηση με το χρόνο και

— Δεύτερον, σαν σύμπλεγμα συνιστωσών απλών συχνοτήτων ημιτονικών με σταθερό πλάτος και συχνότητα που εκπέμπονται συγχρόνως και παριστάνονται στον άξονα συχνοτήτων (βλ. και παράγρ. 8.1, σελ. 177 του βιβλίου Ηλεκτρονικά



Σχ. 1.3β.

Κυκλώματα του Ιδρύματος Ευγενίδου).

Ο δεύτερος αυτός τρόπος βοηθά πολύ στο να κατανοήσουμε ένα βασικό χαρακτηριστικό που πρέπει να έχει κάθε ραδιοφωνικό δέκτης, δηλαδή την ικανότητα, κατά το συντονισμό του πάνω στη συχνότητα του πομπού που θέλομε να ακούσουμε, να μπορεί να λάβει μαζί με τη φέρουσα συχνότητα και **όλες τις εκπεμπόμενες πλευρικές συχνότητες**, γιατί μόνο τότε έχει συλλάβει **ολόκληρο** το διαμορφωμένο κύμα και επομένως **ολόκληρη την ακουστική πληροφορία** που εκπέμπεται από τον πομπό.

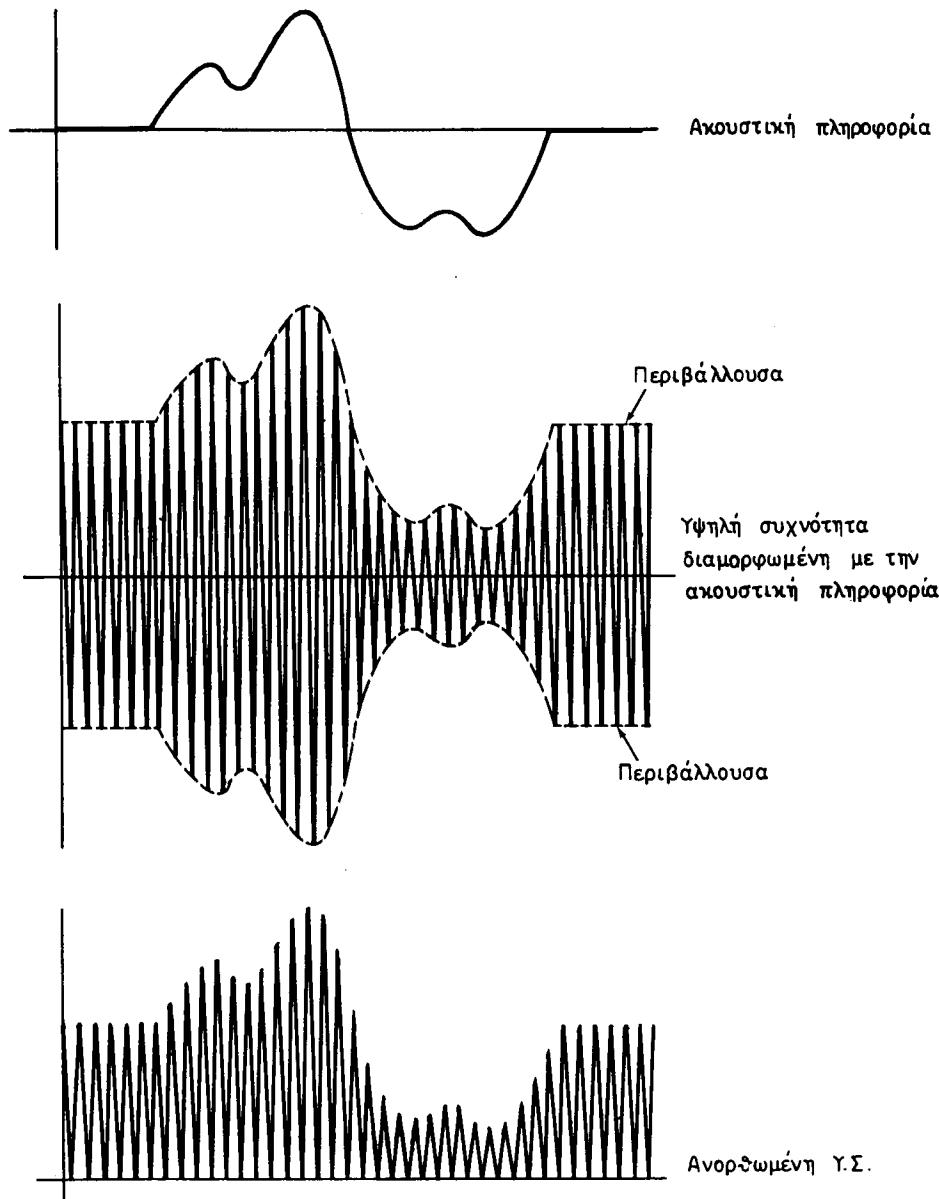
Ας σημειωθεί εδώ ότι κάθε φορά μπορούμε να χρησιμοποιούμε από τους δύο τρόπους παραστάσεως του φαινομένου τον πιο πρόσφορο, ανάλογα με την περίπτωση. Έτσι για την εξέταση της αποκρίσεως των κυκλωμάτων συντονισμού ή επιλογής του δέκτη χρησιμοποιούμε το δεύτερο τρόπο, ενώ για την εξέταση της διαδικασίας της αποδιαμορφώσεως που θα κάνουμε αμέσως παρακάτω είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση του πρώτου τρόπου.

Ας εξετάσουμε τώρα την αποδιαμόρφωση της υψηλής συχνότητας. Η αποδιαμόρφωση είναι η αντίστροφη διαδικασία της διαμορφώσεως. Δηλαδή, ενώ με τη διαμόρφωση επιπροσθέτομε την ακουστική πληροφορία πάνω στη φέρουσα υψηλή συχνότητα για να τη μεταφέρουμε σε μεγάλη απόσταση, η αποδιαμόρφωση είναι η διαδικασία με την οποία κατορθώνομε στο δέκτη να ξεχωρίσουμε την επιθυμητή

ακουστική συχνότητα από την υψηλή του φέροντος που, αφού εξετέλεσε τον προορισμό της, δεν μας ενδιαφέρει πια.

Επομένως ο αποδιαμορφωτής είναι ένα από τα βασικά στάδια του ραδιοφωνικού δέκτη.

Εξετάζομε πρώτα την αποδιαμόρφωση υψηλής συχνότητας διαμορφωμένης κατά πλάτος, θεωρώντας τη μορφή της που παρουσιάζεται στο σχήμα 1.3γ. Βλέπομε



Σχ. 1.3γ.

δτι η μορφή της ακουστικής πληροφορίας βρίσκεται στις δύο νοητές γραμμές που «περιβάλλουν» τις θετικές και αρνητικές κορυφές της διαμορφωμένης υψηλής συχνότητας. Για να πάρομε λοιπόν την επιθυμητή αυτή ακουστική πληροφορία μπορούμε να περάσουμε τη διαμορφωμένη συχνότητα από μια διάταξη που επιτρέπει τη διέλευση του ρεύματος μόνο κατά μια φορά, οπότε περνούν μόνο οι θετικές ή μόνο οι αρνητικές ημιπερίοδοι της υψηλής συχνότητας. Αν τώρα προσθέσουμε και ένα κύκλωμα που θα εξασφαλίζει ότι η τάση που θα βγαίνει από τη διάταξη αυτή ακολουθεί τις κορυφές των ημιπεριόδων, τότε είναι φανερό ότι αυτή θα έχει τη μορφή της περιβάλλουσας των κορυφών και επομένως τη μορφή της ακουστικής πληροφορίας που διαμόρφωσε τη φέρουσα του πομπού (βλ. παράγρ. 8.3 σελ. 188 του βιβλίου Ηλεκτρονικά Κυκλώματα του Ιδρύματος Ευγενίδου).

Το στοιχείο του κυκλώματος, που επιτρέπει τη διέλευση του ρεύματος μόνο κατά μια φορά, δεν είναι άλλο από έναν ανορθωτή, με κατάλληλα όμως χαρακτηριστικά για να μπορεί να λειτουργεί σε υψηλές συχνότητες και με πολύ μικρές τάσεις. Το στοιχείο αυτό λέγεται **Φωρατής** (που στην ελληνική γλώσσα αιμαίνει: ανιχνευτής κρυμμένων αντικειμένων).

Ιστορικά, σαν πρώτοι φωρατές χρησιμοποιήθηκαν διάφορα ορυκτά όπως ο **γαληνίτης** σε συνδυασμό με μια μεταλλική ακίδα (σχ. 1.3δ). Με την ανακάλυψη των ηλεκτρονικών λυχνιών χρησιμοποιήθηκαν διοδικές λυχνίες ειδικής κατασκευής και σήμερα χρησιμοποιούνται πάντοτε δίοδοι ημιαγωγοί.

Επειδή ο φωρατής είναι το κύριο και βασικό στοιχείο του αποδιαμορφωτή, στην περίπτωση διαμορφώσεως πλάτους συνηθίζεται ολόκληρη η διάταξη αποδιαμορφώσεως πλάτους να λέγεται φωρατής.

Στην περίπτωση αποδιαμορφώσεως υψηλής συχνότητας διαμορφωμένης κατά συχνότητα, ο αποδιαμορφωτής πρέπει να μπορεί να ξεχωρίζει την ακουστική συχνότητα «ερευνώντας» τις μεταβολές συχνότητας που παρουσιάζει το λαμβανόμενο κύμα. Οι αποδιαμορφωτές διαμορφώσεως συχνότητας λέγονται γενικά **διευκρινιστές**. Έχουν επινοηθεί διάφορες διατάξεις διευκρινιστών, που θα περιγραφούν σε άλλο κεφάλαιο του βιβλίου.



Σχ. 1.36.

1.3.2 Σύστημα κεραίας - γης. Ποιός ο σκοπός του.

Ας υποθέσουμε ότι ορθώνομε κατακόρυφα ένα χάλκινο σύρμα έτσι, ώστε η μια άκρη να είναι ψηλά στον αέρα και η άλλη συνδεμένη με τη γη. Τα ραδιοφωνικά κύματα που ακτινοβολούνται από την κεραία του πομπού όταν συναντήσουν το σύρμα που έχουμε ορθώσει, δημιουργούν πάνω σ' αυτό ηλεκτρικές τάσεις (Νόμος του Hertz). Οι ηλεκτρικές αυτές τάσεις έχουν ως αποτέλεσμα την κυκλοφορία ενός

ρεύματος που κυκλοφορεί πάνω - κάτω κατά μήκος του σύρματος. Έχομε έτσι πραγματοποιήσει την αρχή του ραδιοφωνικού μας δέκτη, το σύστημα κεραίας - γης.

Η κεραία βοηθά στη συλλογή των ραδιοφωνικών κυμάτων. Όλοι οι δέκτες πρέπει να έχουν ένα συστήμα κεραίας - γης. Μπορεί να είναι εξωτερικό και να συνδέεται με το δέκτη μέσω ηλεκτρικών αγωγών (χάλκινων μονωμένων συρμάτων) ή να περιλαμβάνονται μέσα στο δέκτη υπό μορφή πηνίου (κεραία φερίτη).

Για να αποδείξουμε ότι το σύστημα κεραίας - γης είναι απαραίτητο στο δέκτη, δεν έχομε παρά να συνδέσουμε σε ένα ραδιοφωνικό δέκτη μια κεραία, να συντονίσουμε το δέκτη σε ένα σταθμό και στη συνέχεια να αποσυνδέσουμε την κεραία· παρατηρούμε τότε ότι ο σταθμός δεν ακούγεται. Μπορεί όμως αν και αποσυνδέσαμε την κεραία, να ακούγεται ο σταθμός πολύ ασθενικά. Αυτό συμβαίνει, γιατί οι αγωγοί στο εσωτερικό του δέκτη εργάζονται όπως ένα σύστημα κεραίας - γης όχι όμως καλής αποδόσεως.

Περισσότερα για τις κεραίες αναπτύσσονται στο έβδομο κεφάλαιο αυτού του βιβλίου.

1.3.3 Μονάδα συντονισμού. Τι εννοούμε όταν λέμε ότι συντονίζομε το δέκτη.

Όλοι οι δέκτες πρέπει να μπορούν να διαχωρίζουν τον επιθυμητό σταθμό από όλους τους άλλους σταθμούς που εκπέμπουν την ίδια χρονική στιγμή. Η μονάδα που επιτυγχάνει το διαχωρισμό λέγεται **μονάδα συντονισμού**. Η μονάδα συντονισμού επιλέγει την επιθυμητή συχνότητα και απορρίπτει δλες τις άλλες. Η εργασία αυτή ονομάζεται **συντονισμός** του δέκτη.

Από τη Φυσική είναι γνωστό το φαινόμενο του συντονισμού. Όμως και εδώ θα προσπαθήσουμε με λίγα λόγια και με πρακτικές εικόνες από τη ζωή να δώσουμε την έννοια του συντονισμού που αποτελεί βασική λειτουργία στη Ραδιοφωνία.

α) Τοποθετούμε έναν αριθμό ποτηριών επάνω σε ένα τραπέζι. Τα ποτήρια πρέπει να έχουν διαφορετικές διαστάσεις διαφορετική μορφή και διαφορετικό πάχος. Αν τα κτυπήσουμε με ένα μολύβι, θα παρατηρήσουμε ότι κάθε ποτήρι δίνει ένα διαφορετικό ήχο. Αυτό συμβαίνει, γιατί τα ποτήρια πάλλονται και προκαλούν διαφορετικές ηχητικές κυμάνσεις οι οποίες όταν φθάσουν στα αυτιά μας, δημιουργούν διαφορετικούς ήχους. Οι διαφορετικοί τόνοι των ήχων εξηγούνται από το γεγονός ότι τα ποτήρια πάλλονται με διαφορετική συχνότητα. Η συχνότητα με την οποία ένα αντικείμενο πάλλεται όταν κτυπηθεί, εξαρτάται από την ύλη που είναι κατασκευασμένο, το μέγεθος, τη μορφή και το πάχος τους. Η συχνότητα αυτή ονομάζεται **φυσική συχνότητα** του αντικειμένου.

Δύο ποτήρια που είναι εντελώς όμοια και από το ίδιο υλικό κατασκευασμένα δίνουν τον ίδιο ήχο αν κτυπηθούν με τον ίδιο τρόπο.

Αν από τα δύο ποτήρια κτυπήσουμε το ένα και δώσει ήχο, το δεύτερο ίδιο ποτήρι που είναι κοντά του θα αποδώσει και αυτό ίδιο ήχο. Θα συνηχήσει με το πρώτο ή όπως λέμε διαφορετικά θα συντονισθούν.

Τα άλλα ποτήρια δεν θα συνηχίσουν.

β) Αναρτούμε ένα μικρό σφαιρίδιο στην άκρη ενός σπάγγου μήκους περίπου ενός μέτρου. Έχομε έτσι το γνωστό μας **εκκρεμές**. Αν εκτρέψουμε το εκκρεμές από την ισορροπία του βλέπομε ότι αρχίζει να αιωρείται. Θα παρατηρήσουμε ότι αιωρεί-

ταὶ με ἔνα ορισμένο αριθμό ταλαντώσεων που ονομάζεται **φυσική συχνότητα** του συγκεκριμένου αυτού εκκρεμούς. Αν τώρα κάθε φορά που το εκκρεμές φθάνει στο άκρο της αιωρήσεως, το αθήσομε προς την κατεύθυνση που κινείται, επιστρέφοντας παρατηρούμε ότι το πλάτος των ταλαντώσεων μεγαλώνει. Για να μεγαλώσουμε δηλαδή το πλάτος της ταλαντώσεως με τις διαδοχικές αθήσεις του σφαιριδίου πρέπει η συχνότητα των αθήσεων να είναι ίδια με τη φυσική συχνότητα του εκκρεμούς. Λέμε τότε ότι η συχνότητα των αθήσεων είναι σε συντονισμό με τη συχνότητα αιωρήσεως του εκκρεμούς.

γ) Ας πάρομε ως παράδειγμα ένα άλλο πείραμα, που μπορούμε να εκτελέσουμε αν έχομε δύο διαπασών που εργάζονται στην ίδια συχνότητα, π.χ. 256 Hz που αντιστοιχεί στη νότα ντο μέσα στο πιάνο. Αν κτυπήσουμε το ένα διαπασών, αυτό αρχίζει να ηχεί· αν το πλησιάσουμε στο δεύτερο που ηρεμούσε, παρατηρούμε ότι και το δεύτερο παρόλο που δεν το κτυπήσαμε, αρχίζει να ηχεί και εξακολουθεί να πάλλεται έστω και αν με το χέρι μας σταματήσουμε τις δονήσεις του πρώτου διαπασών. Πώς εξηγείται το φαινόμενο; Όταν κτυπήσουμε το πρώτο διαπασών αυτό ηχεί με τη φυσική του συχνότητα των 256 Hz. Οι δονήσεις του μεταδίδονται στον αέρα, ο οποίος αρχίζει να δονείται με την ίδια συχνότητα. Τα κύματα του αέρα κτυπούν το δεύτερο διαπασών με συχνότητα που είναι ίδια με τη φυσική του συχνότητα. Επομένως η ενέργεια των κυμάνσεων του αέρα θέτει σε παλμική κίνηση το δεύτερο διαπασών, το οποίο αρχίζει να δονείται και να μεταδίδει τις δονήσεις του στον αέρα, τις οποίες εξακολουθούμε να ακούμε έστω και αν σταματήσουμε τις δονήσεις του πρώτου διαπασών.

Αν επαναλάβομε το πείραμα με δύο διαπασών με διαφορετική φυσική συχνότητα π.χ. 256 Hz ή ντο και 288 Hz ή ρε, παρατηρούμε ότι αν κτυπήσουμε το πρώτο διαπασών και ακολούθως σταματήσουμε τη δόνησή του με το χέρι μας δεν ακούμε ήχο, γιατί το δεύτερο διαπασών που έχει φυσική συχνότητα 288 Hz δε διεγείρεται, επειδή τα δύο διαπασών εργάζονται σε διαφορετική συχνότητα και δε γίνεται μεταφορά ενέργειας από το ένα στο άλλο. Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι τα δύο διαπασών δεν είναι δυνατόν να συντονισθούν μεταξύ τους.

Με το παράδειγμά μας αποδείξαμε ότι μπορούμε να επιλέξουμε μια συχνότητα και να απορρίψουμε όλες τις άλλες. Εκείνο που πρέπει να κάνομε είναι να κατασκευάσουμε ένα διαπασών που να έχει μεταβλητή φυσική συχνότητα και έτσι να μπορεί να συντονισθεί στη συχνότητα που θέλομε να πάρομε. Το διαπασών θα δονείται μόνο όταν τα κύματα του αέρα πάλλονται με συχνότητα ίση με τη φυσική συχνότητά του. Αν η συχνότητα των κυμάτων του αέρα είναι διαφορετική, θα παραμένει αδρανές.

Στη λήψη ραδιοφωνικών κυμάτων χρησιμοποιούμε την ίδια αρχή που αναφέραμε παραπάνω. Ας υποθέσουμε ότι τρεις σταθμοί A, B και Γ εκπέμπουν συγχρόνως στις συχνότητες α, β και γ αντιστοίχως. Αν θελήσουμε να ακούσουμε το σταθμό A, ρυθμίζουμε τη μονάδα συντονισμού, ώστε η φυσική συχνότητα του δέκτη να είναι η ίδια με τη συχνότητα εκπομπής του σταθμού A. Ο δέκτης είναι τώρα συντονισμένος στη ραδιοσυχνότητα του σταθμού A και η ενέργεια της ραδιοκυμάνσεως μεταφέρεται στο δέκτη. Επειδή οι σταθμοί B και Γ δεν είναι σε συντονισμό με το δέκτη, η ενέργεια των ραδιοκυμάτων που εκπέμπεται από τους σταθμούς αυτούς απορρίπτεται και έτσι δεν τους ακούμε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Ο ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΚΟΣ ΔΕΚΤΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΒΑΘΜΙΔΕΣ ΤΟΥ

2.1 Γενικά.

Στά προηγούμενα κεφάλαια είδαμε τις βασικές αρχές στις οποίες στηρίζεται η ραδιοφωνία, δηλαδή ακτινοβολία και μετάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε μεγάλες αποστάσεις, μεταφορά των ηχητικών κυμάνσεων με διαμόρφωση και αποδιαμόρφωση κλπ., καθώς και τη γενική διάταξη ενός απλού πομπού και ενός απλού δέκτη για διαμόρφωση πλάτους (AM).

Σ' αυτό το κεφάλαιο θα εξετάσουμε λεπτομερέστερα τη λειτουργία ορισμένων βασικών στοιχείων του ραδιοφωνικού δέκτη.

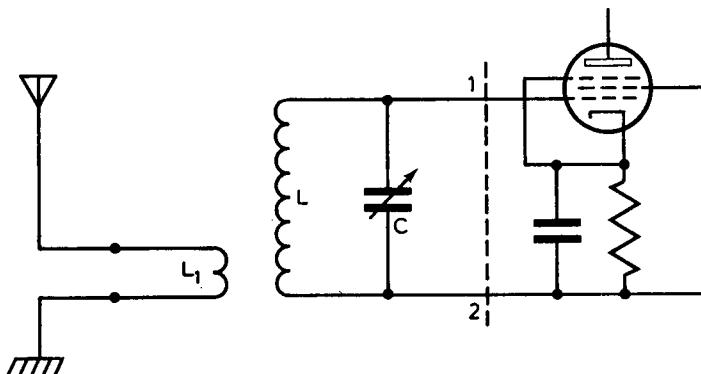
2.2 Μονάδα συντονισμού.

Γνωρίζομε ότι η μονάδα συντονισμού στην είσοδο του δέκτη έχει σκοπό να επιλέγει τη συχνότητα του πομπού, του οποίου το πρόγραμμα θέλομε να παρακολουθήσουμε και να απορρίπτει ή να μην επιτρέπει τη διέλευση των συχνοτήτων των άλλων πομπών, που ενδεχομένως εκπέμπουν εκείνη τη στιγμή ακόμη και σε γειτονική συχνότητα.

Αυτό πετυχαίνεται με ένα **κύκλωμα συντονισμού** που αποτελείται από μια αυτεπαγωγή L (δηλαδή ένα πηνίο) και ένα πυκνωτή C παράλληλα σ' αυτήν. Ο πυκνωτής συνήθως είναι μεταβλητής χωρητικότητας (μπορεί όμως να έχομε σταθερό πυκνωτή και πηνίο μεταβλητής αυτεπαγωγής), ώστε να καλύπτεται η επιθυμητή περιοχή λήψεως, π.χ. 525 – 1605 kHz που είναι περιοχή μεσαίων κυμάτων.

Το κύκλωμα συντονισμού «τροφοδοτείται» με τα σήματα των διαφόρων πομπών που συλλαμβάνει η κεραία με τη βοήθεια ενός πηνίου L, που είναι συνδεμένο σε σειρά με το κύκλωμα κεραίας – γης και βρίσκεται σε σύζευξη με το κύκλωμα συντονισμού (σχ. 2.2a).

Το αποτέλεσμα αυτής της συζεύξεως μεταξύ του πηνίου L, και του πηνίου L του κυκλώματος συντονισμού, που μοιάζει με μετασχηματιστή, μπορούμε να πούμε ότι ισοδυναμεί με την εισαγωγή σε σειρά στο συντονισμένο κύκλωμα μιας πηγής ηλεκτρεγερτικής δυνάμεως των σημάτων των διαφόρων πομπών, από τα οποία καλείται το κύκλωμα συντονισμού να επιλέξει το επιθυμητό, που τελικά θα εμφανισθεί στα άκρα του 1 και 2 για να οδηγηθεί στην είσοδο του μίκτη ή ενός (προ) ενισχυτή υψηλής συχνότητας.



Σχ. 2.2α.

2.2.1 Κύκλωμα συντονισμού – Πώς λειτουργεί.

Το κύκλωμα συντονισμού είναι μια πολύ βασική διάταξη στη ραδιοφωνία και γενικά στη ραδιολεκτρολογία, γιατί θα το εξετάσουμε λίγο λεπτομερέστερα εδώ. Για να καταλάβομε τη λειτουργία του πρέπει να θυμηθούμε λίγα πράγματα από την Ηλεκτρολογία.

Ξέρομε λοιπόν ότι η αντίσταση στο εναλλασσόμενο ρεύμα ενός πηνίου, που έχει αυτεπαγωγή L Henry, εξαρτάται από τη συχνότητα f του εναλλασσόμενου ρεύματος μετριέται σε ωμ και είναι:

$$X_L = 2\pi fL \text{ ωμ} \quad (1)$$

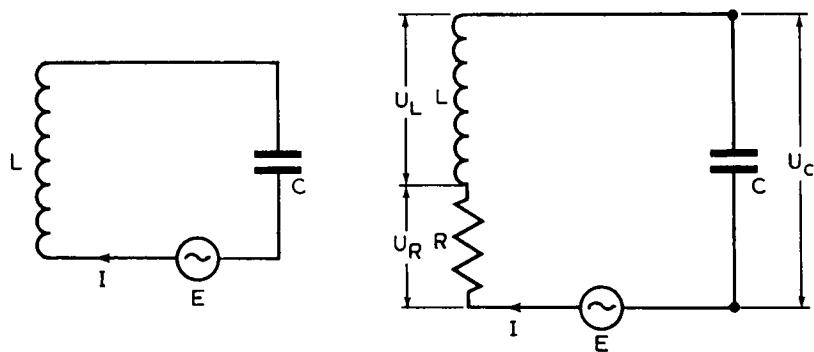
Αντίστοιχα η αντίσταση στο εναλλασσόμενο ρεύμα ενός πυκνωτή, που έχει χωρητικότητα C Farad είναι:

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \text{ ωμ} \quad (2)$$

Επίσης ξέρομε ότι, ενώ σε μια αντίσταση η τάση που αναπτύσσεται στα άκρα της, όταν αυτή διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα, είναι συμφασική (συγχρονη) με το ρεύμα που την διαρρέει, στην αυτεπαγωγή η τάση αυτή προηγείται κατά 90° από το ρεύμα και στον πυκνωτή καθυστερεί κατά 90° από αυτό.

Ας δούμε, τί αποτέλεσμα έχουν αυτά στο κύκλωμα του σχήματος 2.2β (αριστερά), που παριστάνει ένα κύκλωμα συντονισμού με τον πυκνωτή C συνδεμένο παράλληλα στο πηνίο L (παράλληλο κύκλωμα), αλλά στο οποίο έχει παρεμβληθεί μια πηγή εναλλασσόμενης ηλεκτρεγερτικής δυνάμεως E και μηδενικής εσωτερικής αντιστάσεως. (Γ' αυτό και τα κάτω άκρα των L και C θεωρούνται κατευθείαν συνδεμένα και το κύκλωμα θεωρείται παράλληλο).

Η εναλλασσόμενη ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) θα δημιουργήσει μέσα στο κύκλωμα ένα ρεύμα I που, βάσει του νόμου του Ω , θα ισούται με την ηλεκτρεγερτική δύναμη δια της συνολικής αντιστάσεώς του κυκλώματος, δηλαδή της αντιστάσεως του πηνίου X_L και της αντιστάσεως του πυκνωτή X_C . Άλλα εδώ προσοχή! Οι



Σχ. 2.28.

τάσεις που αναπτύσσονται στα άκρα του πηνίου και του πυκνωτή, όπως θυμηθήκαμε παραπάνω, έχουν καθεμιά τους διαφορά φάσεως 90° , η μια με προπορεία και η άλλη με καθυστέρηση, σε σχέση με το ρεύμα I που τις δημιουργεί. Επομένως, η μεταξύ τους διαφορά φάσεως είναι 180° και στην πραγματικότητα **αφαιρούνται**. Δηλαδή μπορούμε να γράψουμε:

$$I = \frac{E}{X_L - X_C} = \frac{E}{\frac{1}{2\pi f L} - \frac{1}{2\pi f C}} \quad (3)$$

Παρατηρούμε όμως από τις σχέσεις (1) και (2) ότι:

- η αντίσταση του πηνίου **αυξάνει** με τη συχνότητα και
- η αντίσταση του πυκνωτή **ελαττώνεται** με τη συχνότητα.

Έτσι ασφαλώς θα υπάρχει σε κάθε περίπτωση μια συχνότητα f_0 που οι δύο αντιστάσεις θα είναι ίσες. Αυτή τη συχνότητα την ονομάζομε συχνότητα **συντονισμού** και είναι:

$$2\pi f_0 L = \frac{1}{2\pi f_0 C} \quad (4)$$

$$\text{ή} \quad f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Από τη σχέση (3) βλέπομε ότι στη συχνότητα συντονισμού το ρεύμα μέσα στο κύκλωμα γίνεται πάρα-πολύ μεγάλο (άπειρο, επειδή ο παρονομαστής του κλάσματος γίνεται μηδέν).

Εξάλλου, βάσει του νόμου του Ωμ, οι τάσεις που αναπτύσσονται στα άκρα του πηνίου και του πυκνωτή γίνονται πάρα-πάρα-πολύ μεγάλες (άπειρες, αφού το I γίνεται άπειρο):

$$\begin{aligned} U_L &= I \cdot X_L \\ \text{και} \quad U_C &= I \cdot X_C \end{aligned} \quad (5)$$

Εδώ πρέπει πάλι αμέσως να προλάβομε τη φαντασία μας. Στη φύση **δεν υπάρ-**

χει κύκλωμα χωρίς αντίσταση και ειδικότερα δεν υπάρχει πηνίο χωρίς αντίσταση, και, επομένως, για να είμαστε μέσα στην πραγματικότητα, πρέπει στο κύκλωμα του σχήματος 2.2β (αριστερά) να προσθέσουμε την αντίσταση R σε σειρά με το πηνίο [σχ. 2.2β (δεξιά)]. Οπότε βλέπομε ότι στη συχνότητα συντονισμού το ρεύμα το εσωτερικό που διαρρέει το πηνίο και τον πυκνωτή καθώς και οι τάσεις που αναπτύσσονται στα άκρα του πηνίου και του πυκνωτή (που είναι πρακτικώς ίσες) είναι απλώς πολύ μεγάλες. Ή, αν θέλετε, δυσανάλογα μεγάλες για τη συχνότητα συντονισμού και γύρω από αυτήν, σε σχέση με αυτές που αναπτύσσονται για ρεύματα άλλων συχνοτήτων.

Αμέσως βλέπομε την ικανότητα του συντονισμένου κυκλώματος να **επιλέγει** μια συχνότητα ή σωστότερα μια μικρή περιοχή συχνοτήτων γύρω από αυτή τη συχνότητα.

2.2.2 Συντελεστής ποιότητας Q – Ευαισθησία.

Ας προχωρήσουμε όμως λίγο στην ανάλυση του συντονισμένου κυκλώματος κι ας εξετάσουμε προσεκτικότερα το κύκλωμα του σχήματος 2.2β (δεξιά).

Αν έχομε μια πηγή σήματος, δηλαδή μια πηγή ΗΕΔ E , μπορούμε να την εκμεταλλευθούμε κατευθείαν χωρίς τη μεσολάβηση συντονισμένου κυκλώματος, αλλά τότε, εκτός του ότι δεν θα έχομε την επιθυμητή επιλογή της ορισμένης κάθε φορά συχνότητας, η διαθέσιμη τάση θα είναι μόνο E . «Εισάγοντας» όμως την ΗΕΔ αυτή στο συντονισμένο κύκλωμα, πετυχαίνουμε στη συχνότητα συντονισμού μια τάση U_L π.χ. στα άκρα του πηνίου, που είναι πολύ μεγαλύτερη από την αρχική E . Το πόσο μεγαλύτερη θα είναι αυτή η τάση από την E εξαρτάται από τη σχέση που έχει η αντίσταση X_L (ή X_C που έχει ίδια τιμή) στη συχνότητα συντονισμού σε σύγκριση με την R του κυκλώματος.

Αυτό εξηγείται εύκολα, όταν σκεφθούμε ότι στο συντονισμό, μόνο η R καθορίζει την τιμή του ρεύματος I που κυκλοφορεί μέσα στο κύκλωμα (εφόσον είδαμε ότι η X_L εξουδετερώνει την X_C).

Έχουμε δηλαδή:

$$\begin{aligned} I_0 &= \frac{E}{R} \\ \text{ή} \quad E &= I_0 \cdot R \end{aligned} \tag{6}$$

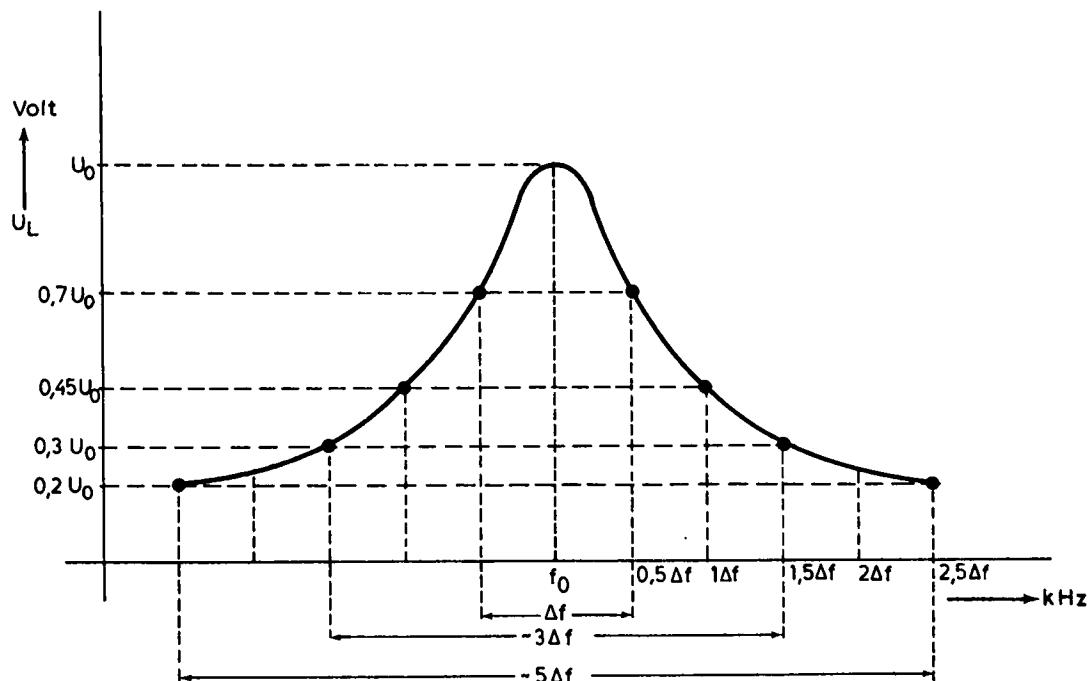
Εξάλλου το I_0 διαρρέοντας την αυτεπαγωγή L του πηνίου αναπτύσσει τάση:

$$U_{L_0} = I_0 X_{L_0} = I_0 2\pi f_0 L \tag{7}$$

Διαιρώντας τη σχέση (7) δια της σχέσεως (6) έχουμε:

$$\frac{U_{L_0}}{E} = \frac{2\pi f_0 L}{R} = Q \tag{8}$$

Το λόγο αυτό Q ονομάζομε **συντελεστή ποιότητας** του πηνίου και του κυκλώματος, γιατί ουσιαστικά η R , που είναι η αντίσταση του πηνίου, αντιπροσωπεύει τις απώλειες του κυκλώματος, εφόσον ο πυκνωτής έχει συγκριτικά πολύ-πολύ λιγότερες απώλειες.



Σχ. 2.2γ.

Όπως βλέπομε, ο συντελεστής Q εκφράζει την «ενίσχυση» τάσεως που πετυχαίνομε με το συντονισμένο κύκλωμα, πράγμα που είναι πολύ σημαντικό για το ραδιοφωνικό δέκτη, γιατί έτσι αυξάνεται η ευαισθησία του.

Στην πράξη οι συνηθισμένες τιμές του Q κυμαίνονται μεταξύ 50 και 250.

Αν τώρα χαράξομε μια καμπύλη, που για ένα ορισμένο κύκλωμα να μας δίνει τη μεταβολή της τάσεως U_L σε συνάρτηση με τη συχνότητα της E , αυτή θα έχει τη μορφή του σχήματος 2.2γ.

Αυτή η καμπύλη λέγεται **καμπύλη συντονισμού** και ουσιαστικά είναι η **καμπύλη αποκρίσεως** του συντονισμένου κυκλώματος.

2.2.3 Εύρος ζώνης – Επιλεκτικότητα κυκλώματος.

Γενικά σε κάθε περίπτωση που έχομε στη ραδιοηλεκτρολογία μια καμπύλη αποκρίσεως ενός συστήματος στις διάφορες συχνότητες, διακρίνομε πάντα μια χρήσιμη περιοχή συχνότητων, που περικλείεται μεταξύ των σημείων όπου η απόκριση πέφτει στο 70% της τιμής που έχει στο κέντρο της περιοχής αυτής.

Την περιοχή αυτή την ονομάζομε **ζώνη διελεύσεως**, και τη διαφορά μεταξύ των συχνοτήτων των δυο σημείων αποκρίσεως 70% **εύρος ζώνης**.

Στην περίπτωση του συντονισμένου κυκλώματος αποδεικνύεται ότι αυτή έχει άμεση σχέση με το Q του κυκλώματος για κάθε συχνότητα συντονισμού. Είναι δηλαδή:

Εύρος ζώνης:

$$\Delta f = \frac{f_0}{Q} \quad (9)$$

Βλέπομε λοιπόν ότι το Q, για κάθε συχνότητα συντονισμού, είναι και ένας δείκτης της επιλεκτικής ικανότητας ή της **επιλεκτικότητας του κυκλώματος**.

Εκτός όμως από τη χρήσιμη περιοχή, δηλαδή τη ζώνη διελεύσεως του κυκλώματος συντονισμού, πρωτεύοντα ρόλο παίζει και η «ταχύτητα» με την οποία ελαττώνεται η απόκριση του κυκλώματος όσο απομακρυνόμαστε από τα όρια της ζώνης διελεύσεως, ή με άλλα λόγια η κλίση των δυο πλευρών της καμπύλης συντονισμού.

Στο σχήμα 2.2γ βλέπομε ότι η ελάττωση αυτή της αποκρίσεως στις μη επιθυμητές συχνότητες δεν είναι καθόλου ικανοποιητική, γιατί ακόμη και για συχνότητες που απέχουν 2,5 φορές το εύρος ζώνης από τη συχνότητα συντονισμού, η απόκριση δεν έχει μειωθεί παρά μόνο στο 20% (που είναι μόνο 5 φορές πιο κάτω) της αποκρίσεως στο συντονισμό, ενώ για να μην έχομε ενόχληση από τις εκπομπές σταθμών που εκπέμπουν σε γειτονικές συχνότητες πρέπει το σήμα τους να εξασθενίζεται στο ένα εκατοστό (100 φορές) ή, στη χειρότερη περίπτωση, στο ένα εικοστό (20 φορές) της τιμής που θα είχε αν συντονίζαμε το δείκτη μας σ' αυτό.

Για παράδειγμα ας πάρομε ένα σταθμό στα μεσαία κύματα στη συχνότητα 1386 kHz (δεύτερο πρόγραμμα EPT). Επειδή έχει διεθνώς συμφωνηθεί οι σταθμοί να απέχουν 9 kHz μεταξύ τους, οι επόμενοι σταθμοί στο καντράν του ραδιοφώνου μας θα έχουν συχνότητες: 1395 kHz, 1404 kHz, 1413 kHz, 1422 kHz κ.ο.κ. Από την άλλη μεριά είδαμε στα προηγούμενα ότι, όταν ένας πομπός διαμορφώνεται με ακουστική πληροφορία που έχει συνιστώσες που φθάνουν μέχρι 4,5 kHz (σημειώστε ότι αυτό το όριο είναι και διεθνώς συμφωνημένο), τότε αυτός καταλαμβάνει μια περιοχή από $2 \times 4,5 = 9$ kHz στην κλίμακα των συχνοτήτων, δηλαδή στο παράδειγμα μας από $1386 - 4,5 = 1381,5$ kHz μέχρι $1386 + 4,5 = 1390,5$ kHz.

Επομένως για να έχομε ικανοποιητική λήψη αυτού του σταθμού, θα πρέπει η ζώνη διελεύσεως του κυκλώματος συντονισμού του ραδιοφώνου μας Δf να είναι 9 kHz.

Τότε, όμως, διαπιστώνομε από την καμπύλη του σχήματος 2.2γ ότι το σήμα του σταθμού που εκπέμπει στα 1395 kHz, μειώνεται μόνο στα 45% της τιμής που θα είχε στο συντονισμό, αυτό του σταθμού που εκπέμπει στα 1404 kHz μόνο στα 25% κ.ο.κ. Δηλαδή η διαχωριστική ικανότητα του ραδιοφώνου μας είναι ουσιαστικά ανύπαρκτη.

Το συμπέρασμα από όλα αυτά είναι ότι η επιλεκτικότητα ενός απλού κυκλώματος συντονισμού δεν είναι αρκετή για τη διαχωριστική ικανότητα που πρέπει να έχει ένας ραδιοφωνικός δέκτης. Γίαυτό, καταφεύγομε σε σύνθετα κυκλώματα που αποτελούνται από δυο κυκλώματα συντονισμού σε σύζευξη, και μάλιστα χρησιμοποιούμε περισσότερα από ένα τοποθετημένα ανάμεσα σε ενισχυτικές βαθμίδες στο δέκτη. Είναι όμως φανερό ότι όλα αυτά πρέπει να βρίσκονται συντονισμένα στην ίδια συχνότητα σε όλη την έκταση της περιοχής που καλύπτει ο δέκτης με τη βοήθεια πολλαπλών μεταβλητών πυκνωτών σε κοινό άξονα, ώστε με την επαλληλία των διαφόρων καμπύλων συντονισμού να πετυχαίνεται η επιθυμητή επιλεκτικότητα στο δέκτη σαν σύνολο.

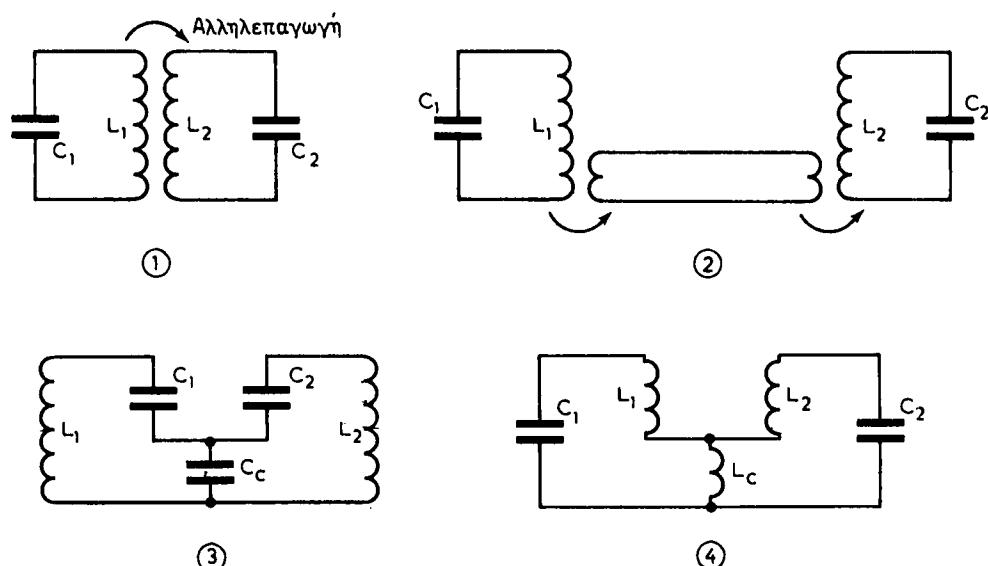
2.2.4 Κυκλώματα συντονισμού σε σύζευξη.

Γενικά, όταν λέμε «σύζευξη» δυο οποιωνδήποτε κυκλωμάτων, εννοούμε την κατάλληλη σύνδεση ή διάταξη μεταξύ τους, που επιτρέπει τη διέλευση του χρήσιμου σήματος από το ένα κύκλωμα στο επόμενο.

Αν έχομε δυο κυκλώματα συντονισμού συντονισμένα στην ίδια συχνότητα, υπάρχουν διάφοροι τρόποι που μπορούμε να πετύχουμε τη διέλευση του σήματος από το ένα στο άλλο και μάλιστα σε ελεγχόμενο βαθμό.

Μια κατ' ευθείαν σύνδεση δυο κυκλωμάτων συντονισμού μεταξύ τους είναι φανερό ότι δεν έχει ενδιαφέρον, γιατί είναι σαν' να έχομε **ένα μόνο νέο κύκλωμα συντονισμού** με συνολική αυτεπαγωγή και χωρητικότητα που ισοδυναμεί με τις αυτεπαγωγές και τις χωρητικότητες των αρχικών κυκλωμάτων συνδεμένες αντιστοίχως παράλληλα. Αν όμως πραγματοποιήσουμε μια χαλαρότερη «σύζευξη», τέτοια που να μπορούν να λειτουργούν και τα δυο κυκλώματα με μικρή μόνο επίδραση μεταξύ τους, η καμπύλη συντονισμού του συστήματος έχει πολύ βελτιωμένα χαρακτηριστικά.

Στο σχήμα 2.2δ δίνονται διάφοροι τρόποι συζεύξεως δυο κυκλωμάτων συντονισμού από τους πιο συχνά χρησιμοποιούμενους. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι τρόποι (2) και (3) επιτρέπουν την τοποθέτηση των δυο κυκλωμάτων συντονισμού σε αρκετή απόσταση μεταξύ τους. Στην περίπτωση (3), τμήμα της κοινής χωρητικότητας συζεύξεως C_C (ή και ολόκληρη η C_C) μπορεί να είναι η κατανεμημένη χωρητικότητα ενός ομοαξονικού καλωδίου, με το οποίο να πραγματοποιείται η σύζευξη.



Σχ. 2.26.

1. Επαγωγική σύζευξη. 2. Σύζευξη επαγωγική με ενδιάμεση γραμμή μεταφοράς. 3. Σύζευξη με κοινή χωρητικότητα C_C . 4. Σύζευξη με κοινή αυτεπαγωγή L_C .

Εξάλλου η απλή επαγωγική σύζευξη (1) χρησιμοποιείται σχεδόν πάντοτε, όταν τα δυο κυκλώματα μπορούν να είναι κοντά μεταξύ τους, και συνήθως τοποθετούνται μέσα στο ίδιο κουτί με τα δυο πηνία τυλιγμένα στον ίδιο κύλινδρο.

Σε κάθε περίπτωση εκλέγεται ο κατάλληλος βαθμός συζεύξεως μεταξύ των δυο κυκλωμάτων είτε ρυθμίζοντας την απόσταση μεταξύ των πηνίων στις περιπτώσεις (1) και (2) είτε εκλέγοντας κατάλληλες τιμές των κοινών στοιχείων C_C και L_C στις περιπτώσεις (3) και (4).

2.2.5 Χαρακτηριστικά των κυκλωμάτων συντονισμού σε σύζευξη.

Εξετάζομε εδώ την πιο συνηθισμένη περίπτωση (1) του σχήματος 2.2δ. Τα συμπεράσματα που ακολουθούν ισχύουν για όλες τις περιπτώσεις.

Θεωρούμε τα δυο κυκλώματα του σχήματος 2.2ε συντονισμένα στην ίδια συχνότητα f_0 και όπου M είναι η αμοιβαία επαγωγή των δυο πηνίων L_1 και L_2 . Όσο πλησιάζομε τα δυο πηνία μεταξύ τους, τόσο αυξάνει η αμοιβαία επαγωγή και τόσο περισσότερη ενέργεια περνά από το ένα κύκλωμα στο άλλο, δηλαδή αυξάνει έτσι η σύζευξη μεταξύ τους.

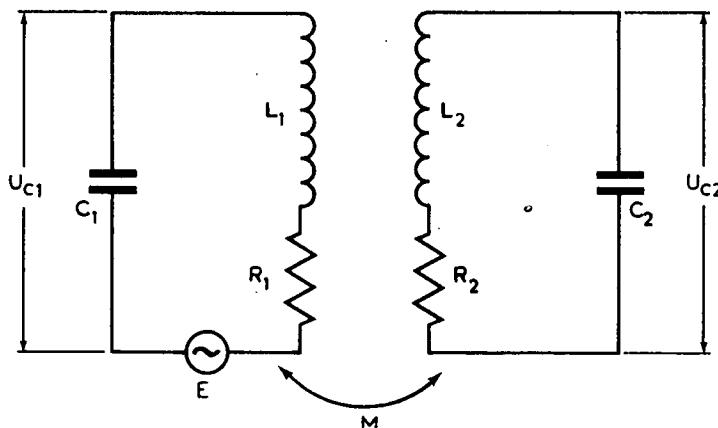
Το βαθμό συζεύξεως μεταξύ των δυο κυκλωμάτων τον χαρακτηρίζομε με το συντελεστή K που είναι:

$$K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

και για ίδια κυκλώματα, δηλαδή $L_1 = L_2 = L$ είναι:

$$K = \frac{M}{L}$$

Όπως και στην περίπτωση του απλού κυκλώματος συντονισμού, η σχέση που μας ενδιαφέρει για την επιτυχία της επιλεκτικότητας είναι αυτή που συνδέει την



Σχ. 2.2ε.

τάση U_{C_2} στα άκρα του πυκνωτή C_2 με την ηλεκτρεγερτική δύναμη E που έχει εισαχθεί μέσα στο πρώτο κύκλωμα σε συνάρτηση με τη συχνότητα, και που αποτελεί την καμπύλη αποκρίσεως του συστήματος.

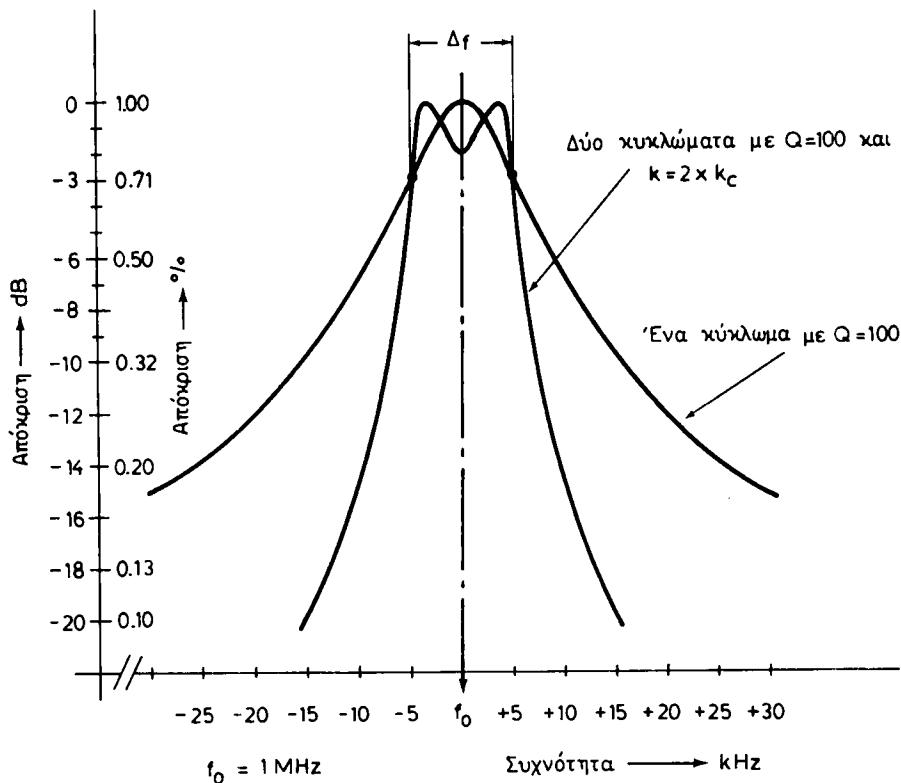
Τα ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά αυτής της καμπύλης συνοψίζονται ως εξής:

Όταν η σύζευξη μεταξύ των δυο κυκλωμάτων είναι πολύ χαλαρή (M πολύ μικρό, K πολύ μικρό), η καμπύλη αποκρίσεως του συστήματος έχει το σχήμα της γνωστής μας καμπύλης συντονισμού του απλού κυκλώματος συντονισμού με την κορυφή στην κοινή συχνότητα συντονισμού f_0 , μόνο που τώρα είναι σχετικά πολύ στενότερη, γιατί επιδρούν σ' αυτή και τα δυο κυκλώματα.

Όσο αυξάνομε τη σύζευξη πλησάζοντας τα δυο πηνία μεταξύ τους, η κορυφή αυξάνει, και εδώ είναι το ενδιαφέρον σημείο, ότι δηλαδή όταν φθάσουμε σε ένα ορισμένο βαθμό συζεύξεως, παύει η αύξηση και αρχίζει η κορυφή να πλατύνεται χωρίς να ανοίγουν τα δυο πλαϊνά της καμπύλης.

Ο βαθμός συζεύξεως των δυο κυκλωμάτων στο σημείο αυτό λέγεται **κρίσιμος** και ο αντίστοιχος **κρίσιμος συντελεστής συζεύξεως** είναι:

$$K_C = \frac{1}{\sqrt{Q_1 Q_2}}$$



Σχ. 2.2στ.

και για ίδια κυκλώματα όπου και $Q_1 = Q_2 = Q$ είναι:

$$K_C = \frac{1}{Q}$$

Αν τώρα συνεχίσομε να αυξάνομε τη σύζευξη των δυο κυκλωμάτων πέρα από την κρίσιμη σύζευξη, τότε η καμπύλη πλατύνεται ακόμη περισσότερο και αρχίζουν να εμφανίζονται **δυο κορυφές** δεξιά και αριστερά από τη συχνότητα συντονισμού.

Με κατάλληλη εκλογή του συντελεστή συζεύξεως λίγο πάνω από την κρίσιμη τιμή του, πετυχαίνομε την καλύτερη επιλεκτικότητα, γιατί έχομε μια καμπύλη πλατιά κοντά στο συντονισμό και σχετικά στενή έξω από αυτόν που, επειδή ανεχόμασθε δυο μικρές κορυφές, είναι κατά πολύ καλύτερη από αυτήν που μπορούμε να έχομε με ένα ή και με δυο ακόμη απλά μη συζευγμένα κυκλώματα συντονισμού.

Τα παραπάνω φαίνονται στο σχήμα 2.2στ., όπου έχουν σχεδιασθεί η καμπύλη ενός κυκλώματος με $Q = 100$ και $f_0 = 1$ MHz και η καμπύλη δυο τέτοιων κυκλωμάτων συζεύξεως, με συντελεστή συζεύξεως δυο φορές μεγαλύτερο από τον κρίσιμο.

Παρατηρούμε ότι για την απόκριση έχει χρησιμοποιηθεί λογαριθμική κλίμακα σε ντεσιμπέλ (decibel, db), που χρησιμοποιείται σχεδόν πάντοτε για την έκφραση και απεικόνιση της αποκρίσεως των κυκλωμάτων γενικά. Αυτό γίνεται, γιατί μ' αυτή την κλίμακα μπορεί να παρασταθεί στον περιορισμένο χώρο ενός σχεδίου η μεγάλη περιοχή που μας ενδιαφέρει. Για παράδειγμα: λόγοι τάσεων εξόδου εκτός συντονισμού προς την τάση στο συντονισμό της τάξεως του 1/100, 1/1000, 1/10000 αντιστοιχούν σε -40 db, -60 db, -80 db.

2.2.6 Εφαρμογές.

Το περιεχόμενο των προηγούμενων παραγράφων μας βοηθά να καταλάβομε ότι για να πετύχομε την επιθυμητή **ευαισθησία** και **επιλεκτικότητα**, που είναι και τα κύρια χαρακτηριστικά, σε ένα ραδιοφωνικό δέκτη δεν επαρκεί κατά κανένα τρόπο η απλή μονάδα συντονισμού με ένα συντονιζόμενο κύκλωμα, όπως συνήθως περιγράφεται υπεραπλοποιημένα στην αρχική παρουσίαση του θέματος, αλλά χρειάζονται διάφορα πολύπλοκα κυκλώματα ή και συστήματα κυκλωμάτων που σήμερα χρησιμοποιούνται σε όλους τους ραδιοφωνικούς δέκτες καθώς και στους επαγγελματικούς δέκτες τηλεπικοινωνίας.

Ο αριθμός των κυκλωμάτων που χρησιμοποιούνται καθώς και ο βαθμός πολυπλοκότητας των συστημάτων στους διάφορους δέκτες αυξάνει ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε περιπτώσεως. Στο επόμενο κεφάλαιο θα αναπτύξουμε περισσότερο τα διάφορα συστήματα κάνοντας μια ιστορική περιγραφή της εξελίξεως του ραδιοφωνικού δέκτη, από τον πρωτόγονο δέκτη με απλό φωρατή στους δέκτες με συντονισμένες ενισχυτικές βαθμίδες υψηλής συχνότητας μέχρι τους υπερετερόδυνους που χρησιμοποιούνται σήμερα.

Εδώ θα περιορισθούμε στο να αναφέρουμε επιγραμματικά τις βασικές δυσκολίες που παρουσιάζονται και τους τρόπους αντιμετωπίσεως τους.

Διαπιστώνομε λοιπόν ότι οι δέκτες πρέπει να έχουν πολλά κυκλώματα συντονισμού, απλά ή και ανά δυο συζευγμένα, καθώς και αρκετές ενισχυτικές βαθμίδες, για να έχουν την επιθυμητή για κάθε περίπτωση ευαισθησία και επιλεκτικότητα. Αμέσως λοιπόν διαφαίνεται η δυσκολία της συμπτώσεως των συχνοτήτων συντο-

νισμού όλων αυτών των κυκλωμάτων σε όλη ή όλες τις περιοχές λειτουργίας του δέκτη (μακρά, μεσαία, βραχέα κλπ.), που ναι μεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί με τη χρησιμοποίηση μεταβλητών πυκνωτών στον ίδιο άξονα, αλλά που στην πράξη, και κυρίως για βραχέα κύματα, η λύση αυτή παρουσιάζει ανυπέρβλητες τεχνικές δυσκολίες ακρίβειας. Επίσης τα διάφορα κυκλώματα συντονισμού δεν συμπεριφέρονται το ίδιο σε όλη την έκταση της περιοχής συχνοτήτων που καλύπτει ένας δέκτης σε μια περιοχή (μεσαία, βραχέα κλπ.) και έτσι, κυρίως στα βραχέα, θα έπρεπε να χωρίζονται σε πολλές υποπεριοχές.

Εδώ αμέσως προστίθεται άλλη δυσκολία που είναι ο πολύπλοκος και πολλαπλός διακόπτης αλλαγής κυμάτων, με τον οποίο θα έπρεπε να γίνονται οι αλλαγές των πηνίων που χρησιμοποιούνται σε κάθε περιοχή.

Όλα αυτά τα προβλήματα λύθηκαν με την ανακάλυψη του υπερετερόδυνου δέκτη που θα αναπτυχθεί σε επόμενα κεφάλαια.

Το βασικό χαρακτηριστικό του υπερετερόδυνου δέκτη είναι ότι, μετά από μια «χονδρική» προεπιλογή της οποίας την ανάγκη θα εξηγήσουμε στο αντίστοιχο κεφάλαιο, η συχνότητα του επιλεγόμενου σταθμού **μετατρέπεται** ή **μεταλλάσσεται** σε μια ενδιάμεση τιμή που λέγεται **ενδιάμεση συχνότητα** (Ε.Σ.) (Intermediate Frequency, I.F.), η οποία είναι **Ιδία για όλους τους σταθμούς** που λαμβάνει ο δέκτης.

Έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ενισχυτικές βαθμίδες και δύσις θέλομε συζευγμένα ή όχι κυκλώματα συντονισμού ρυθμισμένα (συντονισμένα) σε **μια και μοναδική συχνότητα**, χωρίς να χρειάζονται πολύπλοκοι μεταβλητοί πυκνωτές και πολύπλοκοι διακόπτες περιοχών. Επίσης το τμήμα αυτό του δέκτη, που είναι γνωστό σαν **ενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας** και που καθορίζει την επιλεκτικότητα του δέκτη, μπορεί τώρα να γίνει δύσις πολύπλοκο απαιτείται για να επιτευχθούν οι ζητούμενες επιδόσεις του δέκτη και οι οποίες θα ισχύουν για όλες τις περιοχές που θα καλύπτει.

2.3 Μονάδα αναπαραγωγής.

Η μονάδα αναπαραγωγής (ήχου) είναι στην ουσία ένας μετατροπέας ενέργειας που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε ακουστική ενέργεια. Κάνει δηλαδή την αντίστροφη μετατροπή από αυτήν που κάνει το μικρόφωνο.

Ενώ το μικρόφωνο μετατρέπει τις ηχητικές κυμάνσεις που προέρχονται από την πηγή του ήχου που θέλομε να μεταδόσουμε, σε ηλεκτρικές κυμάνσεις της αυτής μορφής, οι οποίες μπορούν να ενισχυθούν, να μεταδοθούν κλπ. από ηλεκτρικές συσκευές (στην περίπτωσή μας από τον πομπό και το δέκτη), η μονάδα αναπαραγωγής ήχου, που μπορεί να είναι ένα μεγάφωνο ή ένα ακουστικό, μετατρέπει τις κυμάνσεις αυτές πάλι σε ήχο, διατηρώντας τη μορφή τους. Έτσι έχομε πιστή αναπαραγωγή του ήχου που είχε «συλλάβει» το μικρόφωνο.

Η λειτουργία των μονάδων αναπαραγωγής ήχου βασίζεται σχεδόν πάντοτε στον ηλεκτρομαγνητισμό και στις δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά τα σχετικά φαινόμενα (βλ. Κεφάλαιο 8 Ηλεκτροτεχνία, Ιδρύματος Ευγενίδου). Και λέμε σχεδόν, γιατί υπάρχουν μεγάφωνα και ακουστικά **ηλεκτροστατικά**, που η λειτουργία τους βασίζεται σε ηλεκτροστατικές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ ηλεκτρικά φορτισμένων σωμάτων. Επίσης υπάρχουν και κρυσταλλικά ακουστικά που βασίζονται στο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο.

2.3.1 Αρχή λειτουργίας.

Ξέρομε από το Κεφάλαιο του ηλεκτρομαγνητισμού της Φυσικής και της Ηλεκτροτεχνίας ότι ένα ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο που μπορεί να ασκήσει δυνάμεις. Η αρχή αυτή χρησιμοποιείται και στις μονάδες αναπαραγωγής ήχου.

Το μεταβαλλόμενο δηλαδή ηλεκτρικό ρεύμα, που οι μεταβολές του, σε συνάρτηση με το χρόνο, είναι ακριβές αντίγραφο των αντίστοιχων ηχητικών κυμάνσεων που θέλομε να αναπαράγομε, το περνάμε από ένα πηνίο για να δημιουργηθεί ένα ισχυρό μαγνητικό πεδίο. Τις δυνάμεις που μπορούν να αναπτυχθούν από αυτό το μαγνητικό πεδίο τις εκμεταλλεύμαστε για να κινήσουμε ένα διάφραγμα και έτσι να αναπαραχθεί ο επιθυμητός ήχος.

Εδώ διακρίνομε δυο διαφορετικούς τρόπους, με τους οποίους μπορούμε να κινήσουμε το διάφραγμα. Ο πρώτος είναι να δημιουργήσουμε με το πηνίο μας έναν ηλεκτρομαγνήτη, που μαζί με ένα μόνιμο σταθερό μαγνήτη να επιδρά κατ' ευθείαν σε ένα μεταλλικό διάφραγμα από σιδηρομαγνητικό υλικό που έχει κατάλληλη ελαστικότητα, και ο δεύτερος είναι να προσαρμόσουμε το ίδιο το πηνίο στο διάφραγμα, που τώρα μπορεί να είναι από οποιοδήποτε υλικό, και να έχουμε το πηνίο μέσα σε ένα ισχυρό μαγνητικό πεδίο σταθερής εντάσεως έτσι, ώστε οι δυνάμεις που αναπτύσσονται τώρα στο πηνίο μας να μεταδίδονται κατ' ευθείαν στο διάφραγμα αυτό.

Τα ακουστικά και τα μεγάφωνα που χρησιμοποιούν τον πρώτο τρόπο λέγονται **μαγνητικά ακουστικά** και **μαγνητικά μεγάφωνα**. Αυτά που χρησιμοποιούν το δεύτερο τρόπο λέγονται **δυναμικά ακουστικά** και **δυναμικά μεγάφωνα**.

Σήμερα στην Τηλεφωνία χρησιμοποιούνται κατά κανόνα μαγνητικά ακουστικά, ενώ τελευταία, ιδιαίτερα όπου θέλομε υψηλή πιστότητα, χρησιμοποιούνται δυναμικά ακουστικά.

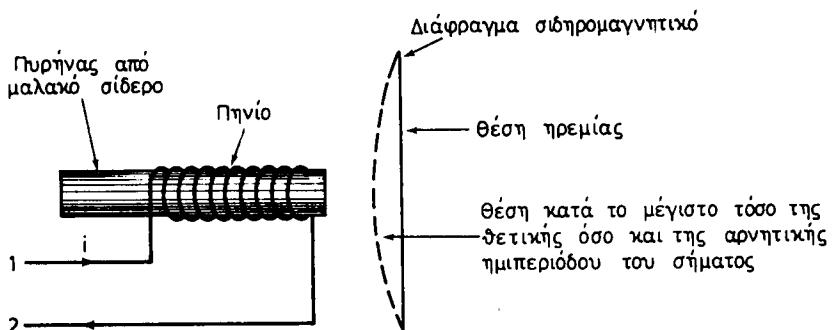
Όσον αφορά τα μεγάφωνα, από πολλά χρόνια τώρα είναι πάντοτε δυναμικά (εκτός από τα ηλεκτροστατικά). Μαγνητικά ήταν τα πρώτα μόνο μεγάφωνα που χρησιμοποιήθηκαν πριν από τη δεκαετία του 1930.

Θα εξετάσουμε τώρα χωριστά τις κατασκευαστικές και λειτουργικές λεπτομέρειες των δύο κατηγοριών, περιορίζοντας την περιγραφή της πρώτης κατηγορίας στα μαγνητικά ακουστικά και της δεύτερης στα δυναμικά μεγάφωνα. Τα δυναμικά ακουστικά δεν είναι τίποτα άλλο από μικρά δυναμικά μεγαφωνάκια.

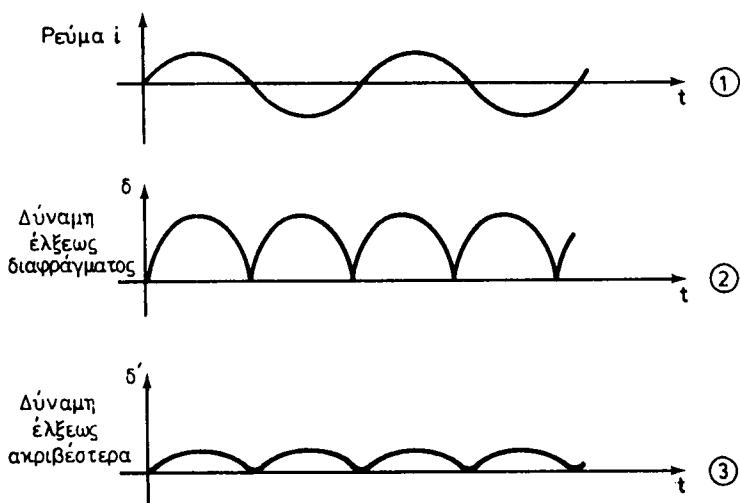
2.3.2 Μαγνητικά ακουστικά.

Ήδη από τη σύντομη περιγραφή της αρχής λειτουργίας μιας μαγνητικής μονάδας αναπαραγωγής ήχου μπορούμε να φαντασθούμε πώς είναι κατασκευασμένο ένα μαγνητικό ακουστικό. Μπορεί όμως να παρασυρθούμε και να φαντασθούμε μια απλή διάταξη, όπως στο σχήμα 2.3α, δηλαδή χωρίς το μόνιμο μαγνήτη.

Η διάταξη αυτή δεν μπορεί να αναπαράγει σωστά τη μορφή του ηλεκτρικού ρεύματος i, γιατί ναι μεν το άκρο του πυρήνα που είναι κοντά στο διάφραγμα στη θετική ημιπερίοδο του i θα γίνεται Νότιος πόλος του ηλεκτρομαγνήτη και στην αρνητική ημιπερίοδο θα γίνεται Βόρειος πόλος, αλλά **και στις δυο περιπτώσεις θα έλκει το διάφραγμα** που είναι από απλό σιδηρομαγνητικό υλικό, και ουδέποτε θα το απωθεί. Βεβαίως τις στιγμές που το ρεύμα i έχει μηδενική τιμή, το διάφραγμα με



Σχ. 2.3α.

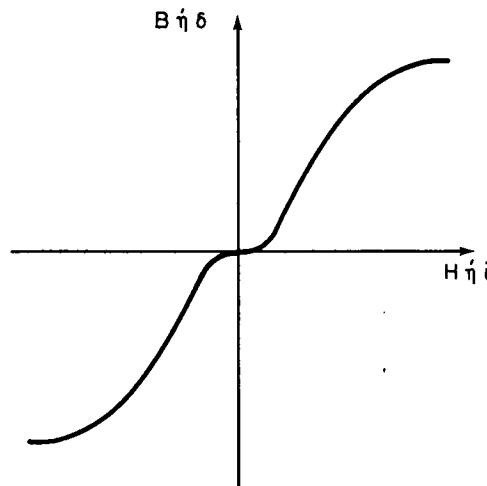


Σχ. 2.3β.

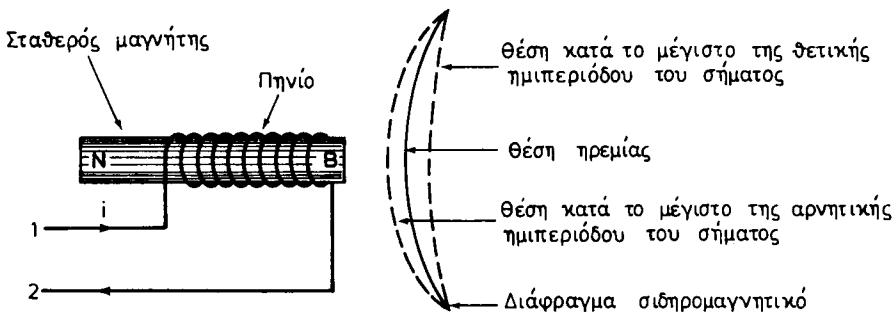
την ελαστικότητά του θα επιστρέψει στη θέση ηρεμίας. Θα έχομε δηλαδή ουσιαστικά δυο παλμικές κινήσεις του διαφράγματος για κάθε πλήρη κύμανση του ρεύματος i που διαρρέει το πηνίο, με αποτέλεσμα να έχομε απαράδεκτη παραμόρφωση. Αυτό φαίνεται στα σχήματα 2.3α και 2.3β (1) και (2).

Εδώ πρέπει να συμπληρώσουμε, για να έχομε ακριβέστερη εικόνα του φαινομένου, ότι ένα ακουστικό κατασκευασμένο με αυτόν τον τρόπο θα παρουσιάζει και πολύ ευαισθησία. Είναι εύκολο να καταλάβομε γιατί, αν θυμηθούμε την καμπύλη μαγνητίσεως του σιδήρου που έχει τη μορφή του σχήματος 2.3γ, όπου H είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου, που είναι ανάλογη με το ρεύμα i που την προκαλεί, B η μαγνητική επαγγαγή που προκύπτει από την H στον πυρήνα του ηλεκτρομαγνήτη και δ δύναμη που ασκείται από τον ηλεκτρομαγνήτη στο διάφραγμα. Η δύναμη αυτή είναι κατά μέτρο ανάλογη του B , αλλά έχει πάντοτε την ίδια κατεύθυνση παρά το γεγονός ότι η B αλλάζει φορά σύμφωνα με την αλλαγή της φοράς του i .

Παρατηρούμε δηλαδή ότι λόγω της ανωμαλίας της καμπύλης H/B , γύρω από το



Σχ. 2.3γ.



Σχ. 2.3δ.

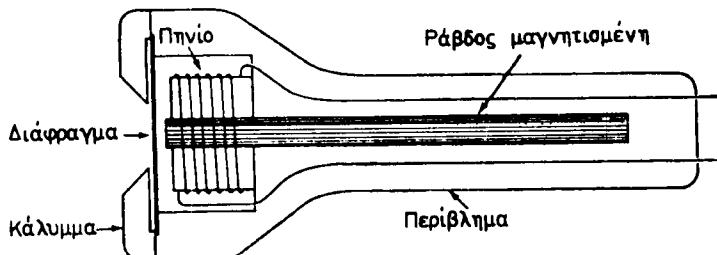
$H = 0 \text{ ή } i = 0$, έχομε μηδενικές ή πολύ μικρές μεταβολές του B και κατά συνέπεια της δυνάμεως δ για μικρά ρεύματα.

Όλα αυτά τα ελαπτώματα εξαφανίζονται εάν το πηνίο του ακουστικού είναι τυλιγμένο στο ένα άκρο ενός μόνιμου μαγνήτη, όπως δείχνει το σχήμα 2.3δ.

Τώρα το διάφραγμα στη θέση πρεμίας, δηλαδή χωρίς ρεύμα ή στο πηνίο (χωρίς σήμα), υφίσταται μια μόνιμη έλξη από το σταθερό μαγνήτη, και το B που αναπτύσσεται από το ρεύμα ή που διαρρέει το πηνίο απλώς **αυξομειώνει τη δύναμη αυτή δ.** Έτσι η κίνηση του διαφράγματος ακολουθεί τώρα πιστά τις μεταβολές του ρεύματος i .

Η διάταξη ακριβώς του σχήματος 2.3δ εφαρμόσθηκε στα πρώτα ακουστικά τηλεφώνου, όπως τα βλέπομε στις φωτογραφίες και στα κινηματογραφικά φίλμ εποχής (βλ. και σχ. 2.3ε).

Τα σημερινά ακουστικά (τηλεφώνου απλές κάψες ή διπλά ακουστικά για ραδιό-



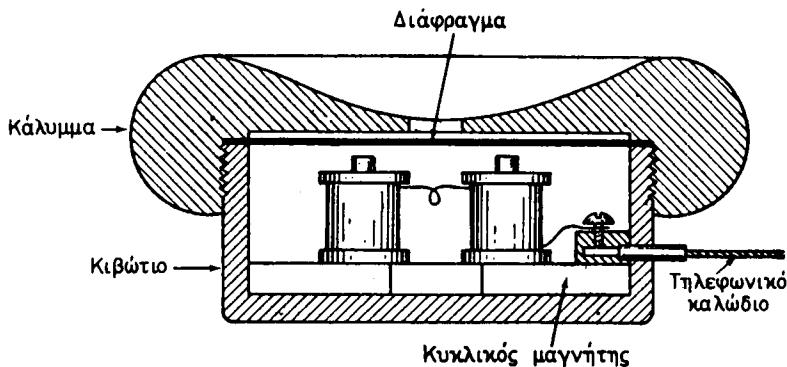
Σχ. 2.3ε.



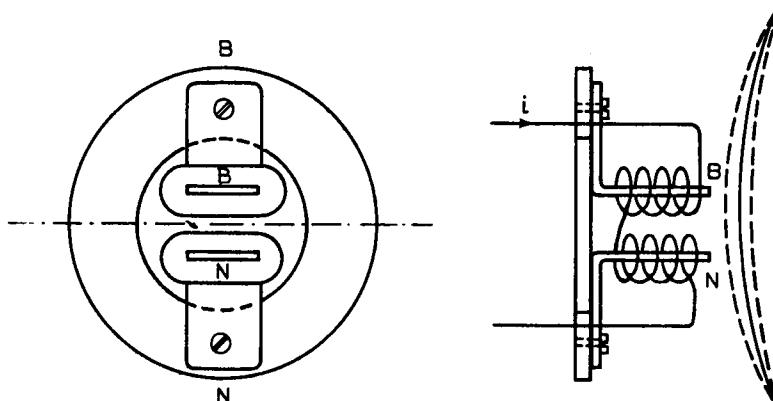
Σχ. 2.3στ.

φωνο ή τηλεπικοινωνιακή χρήση, σχ. 2.3στ) χρησιμοποιούν τη διάταξη του σχήματος 2.3ζ.

Υπάρχει δηλαδή ένας κυκλικός μόνιμος μαγνήτης, που στα άκρα μιας διαμέτρου του βρίσκονται οι δυο πόλοι του, Βόρειος και Νότιος, και στα σημεία αυτά είναι προσαρμοσμένα δυο λαμάκια, πάνω στα οποία είναι τυλιγμένα δυο πηνία συνδεμένα στα σειρά έτσι, ώστε το ρεύμα που κυκλοφορεί σ' αυτά, ανάλογα με τη φορά που έχει κάθε στιγμή, να αυξάνει ή να ελαπτώνει την ένταση του σταθερού μαγνήτη και στους δυο πόλους. Το σχήμα 2.3η δείχνει σχηματικά τη διάταξη και τη φορά περιελίξεως των δυο πηνίων.



Σχ. 2.3ζ.

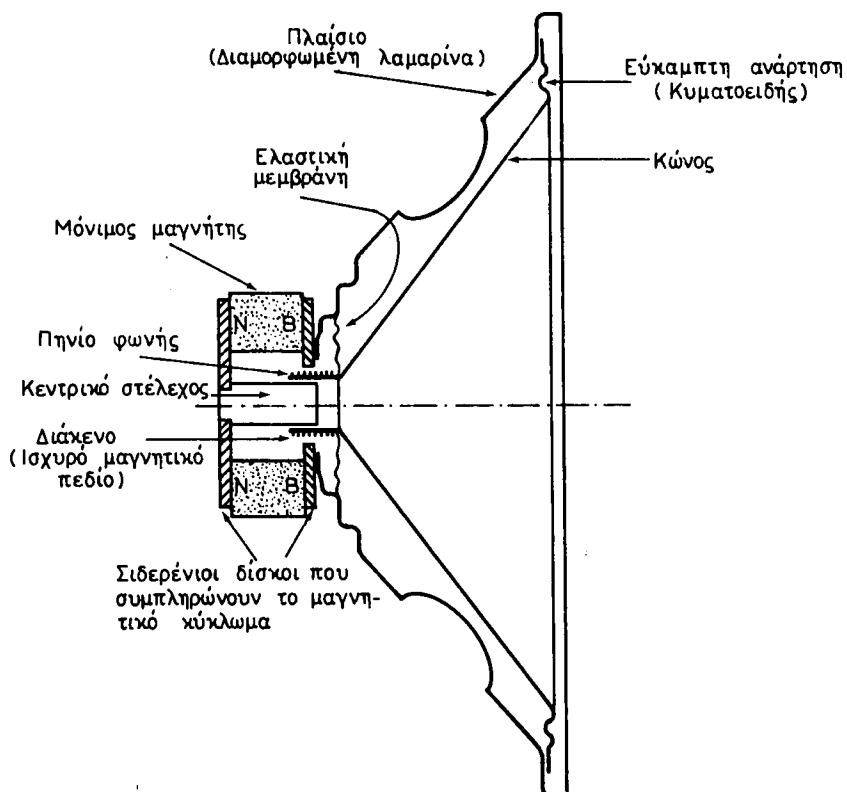


Σχ. 2.3η.

2.3.3 Δυναμικά μεγάφωνα.

Το σχήμα 2.3θ δείχνει σε τομή ένα δυναμικό μεγάφωνο. Παρατηρούμε ότι το πηνίο, που στους δυναμικούς αναπαραγωγούς ήχου λέγεται **πηνίο φωνής**, βρίσκεται μέσα σε ένα ισχυρό σταθερό μαγνητικό πεδίο, που δημιουργείται στο διάκενο, από ένα μόνιμο μαγνήτη. Το πηνίο αυτό είναι κολλημένο σε ένα κωνικό διάφραγμα, τον **κώνο** του μεγαφώνου, που είναι συνήθως κατασκευασμένος από ειδικό χαρτί, και που μαζί μ' αυτόν αποτελούν το κινούμενο σύστημα του μεγαφώνου. Το κεντράρισμα του συστήματος αυτού, ώστε το πηνίο φωνής να κινείται ελεύθερα μέσα στο διάκενο, εξασφαλίζεται από την εύκαμπτη ανάρτηση στο έξω μέρος του κώνου και από την ελαστική μεμβράνη στο μέσα μέρος. Η μεμβράνη με την ελαστικότητά της εξασφαλίζει επίσης και την επαναφορά του κινούμενου συστήματος κώνου-πηνίου φωνής στη θέση ηρεμίας.

Η αρχή λειτουργίας του δυναμικού μεγαφώνου είναι τώρα αυτονόητη: Ο αγωγός του πηνίου διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, επομένως ασκούνται πάνω σ' αυτό δυνάμεις Laplace (βλ. Ηλεκτροτεχνία Α'



Σχ. 2.30.
Δυναμικό μεγάφωνο σέ τομή.

Ιδρύματος Ευγενίδου, σελ. 186) σύμφωνα με τη στιγμιαία τιμή του ρεύματος. Έτσι ο κώνος κινείται και αναπαράγει ηχητικές κυμάνσεις σύμφωνα με τις μεταβολές του ρεύματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΚΟΥ ΔΕΚΤΗ ΑΜ

3.1 Γενικά.

Η μετάδοση ακουστικών μηνυμάτων σε μεγάλες αποστάσεις με τη βοήθεια πομπών και δεκτών, δηλαδή οι Τηλεπικοινωνίες και η Ραδιοφωνία, έγινε πραγματικότητα μετά την ανακάλυψη των **θερμιονικών λυχνιών** ή **λυχνιών κενού** ή **ηλεκτρονικών λυχνιών**, όπως ονομάζονται σήμερα. Εξάλλου από τρεις δεκαετίες τώρα ο χώρος των τηλεπικοινωνιών, της ραδιοφωνίας και γενικά ο χώρος όλων των ηλεκτρονικών εφαρμογών που δεν άφησαν ακάλυπτο κανένα τομέα δραστηριότητας του ανθρώπου, έχει κατακλισθεί από τη νέα ανακάλυψη που είναι οι **ημιαγωγοί**.

Σήμερα δεν υπάρχει ραδιόφωνο, δέκτης τηλεπικοινωνίας, δέκτης τηλεοράσεως και γενικά ηλεκτρονική συσκευή μικρής ή μέτριας ισχύος που να μη χρησιμοποιεί εξολοκλήρου τρανζίστορ ή και ολοκληρωμένα κυκλώματα. Η χρήση των ηλεκτρονικών λυχνιών έχει περιορισθεί στους πομπούς μέτριας ή μεγάλης ισχύος καθώς και σε ειδικές εφαρμογές.

Παρόλα αυτά, η ιστορία της εξελίξεως των ηλεκτρονικών συσκευών και συνεπώς και του ραδιοφωνικού δέκτη, που αποτελεί το θέμα του κεφαλαίου αυτού, είναι αναπόσπαστα συνδεμένα με τις ηλεκτρονικές λυχνίες. Τα κυκλώματα των πρώτων ραδιοφώνων που θα αναπτύξουμε εδώ, δεν νοούνται με ημιαγωγούς, γιατί ποτέ δεν έχουν πραγματοποιηθεί με χρησιμοποίηση τρανζίστορ, και κάτι τέτοιο θα ήταν τελείως εξωπραγματικό.

Γί' αυτό στο κεφάλαιο αυτό τα κυκλώματα που θα περιγραφούν χρησιμοποιούν στις περισσότερες περιπτώσεις λυχνίες.

Εξάλλου, εφόσον η χρήση των ηλεκτρονικών λυχνιών δεν έχει σταματήσει εντελώς, δεν νοείται τεχνικός, που να μην έχει και κάποια εξοικείωση με αυτές. Ήδη στα πρώτα έξι κεφάλαια του βιβλίου «Ηλεκτρονικά» της Β' Τεχνικού Λυκείου του Ιδρύματος Ευγενίδου περιγράφονται η αρχή λειτουργίας, τα βασικά χαρακτηριστικά και ορισμένες εφαρμογές ηλεκτρονικών λυχνιών πολύ κατατοπιστικές για εκείνουν που θέλει να έχει μια πλήρη εποπτική εικόνα των εφαρμογών των ηλεκτρονικών.

3.2 Τι απαιτούμε από ένα ραδιοφωνικό δέκτη.

Οι εργασίες που περιμένουμε από ένα ραδιοφωνικό δέκτη είναι οι ακόλουθοι:

a) **Να μπορεί να πάσει τα καταφθάνοντα σήματα.** Τα λαμβανόμενα σήματα εκ-

πέμπονται από τον πομπό υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάνσεων. Όταν τα κύματα αυτά στην πορεία τους τμήσουν μια κεραία λήψεως, έχουν σαν αποτέλεσμα την κυκλοφορία στην κεραία ασθενών ρεύμάτων. Τα ασθενή αυτά ρεύματα μεταβάλλονται κατά συχνότητα και πλάτος κατά τον ίδιο τρόπο που μεταβάλλονται τα ρεύματα στην κεραία εκπομπής.

β) Να μπορεί να επιλέξει το επιθυμητό σήμα. Σήματα διαφόρων συχνοτήτων φθάνουν στην κεραία του δέκτη. Από όλα τα σήματα ο ραδιοφωνικός δέκτης πρέπει να μπορεί να επιλέξει το επιθυμητό. Η επιλογή γίνεται, ως γνωστόν, δια του συντονισμού και της χρήσεως συντονισμένων κυκλωμάτων.

γ) Να ενισχύει την επιθυμητή συχνότητα. Τα σήματα που φθάνουν στο ραδιοφωνικό δέκτη είναι συνήθως πολύ ασθενή. Με χρησιμοποίηση ενισχυτών υψηλής συχνότητας ενισχύονται μέχρι μιας στάθμης που να είναι δυνατή στη συνέχεια η φώρασή τους.

δ) Να πραγματοποιούν φώραση του λαμβανόμενου σήματος ή αλλιώς αποδιαμόρφωση. Μια βαθμίδα φωράσεως ακολουθεί τον τελευταίο ενισχυτή Υ.Σ. Ο φωρατής έχει σαν σκοπό να διαχωρίσει το διαμορφωμένο σήμα στις δύο συνιστώσες του, τη φέρουσα υψηλή συχνότητα και τη διαμόρφωση, η οποία έχει προστεθεί επί της φέρουσας υψηλής συχνότητας στο διαμορφωτή του πομπού.

ε) Να ενισχύει την ακουστική συχνότητα. Στους ραδιοφωνικούς δέκτες η διαμόρφωση, δηλαδή το σήμα ακουστικής συχνότητας το οποίο λαμβάνεται στην έξοδο του φωρατή, ενισχύεται. Η ενίσχυση γίνεται σε ενισχυτές ακουστικής συχνότητας (Α.Σ.). Οι ενισχυτές ενισχύουν το σήμα τόσο, ώστε να μπορεί να διεγείρει τα ακουστικά ή το μεγάφωνο του δέκτη.

3.2.1 Ευαισθησία του ραδιοφωνικού δέκτη.

Υπάρχουν αρκετά χαρακτηριστικά, τα οποία προσδιορίζουν ποιοτικά τη λειτουργία ενός δέκτη. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να προσδιορισθούν με σύγκριση του σήματος στην είσοδο και έξοδο του ραδιοφωνικού δέκτη. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι τρία και το πρώτο είναι η ευαισθησία.

Ονομάζομε **ευαισθησία** την ικανότητα του δέκτη να λαμβάνει ασθενή σήματα, να τα ενισχύει και να έχει στην έξοδο ένα χρήσιμο σήμα. Είναι φανερό ότι η ευαισθησία είναι σοβαρό χαρακτηριστικό, διότι επιτρέπει τη λήψη πολύ ασθενών σημάτων.

3.2.2 Επιλεκτικότητα.

Μόνη η ευαισθησία δεν καθιστά ένα δέκτη χρήσιμο, πρέπει συγχρόνως να έχει και **επιλεκτικότητα**.

Επιλεκτικότητα ονομάζομε την ικανότητα του δέκτη να επιλέγει το επιθυμητό σήμα ξεχωρίζοντας αυτό από όλα τα άλλα μη επιθυμητά σήματα. Είναι φανερό ότι χωρίς καλή επιλεκτικότητα η ευαισθησία μόνη δεν αρκεί, διότι ο δέκτης θα ενίσχυε όλα τα σήματα: αλλά αυτό θα ήταν άχρηστο, διότι στα ακουστικά ή στο μεγάφωνο θα είχαμε δυνατή παρεμβολή από τα μη επιθυμητά σήματα.

3.2.3 Πιστότητα του δέκτη.

Εάν ο δέκτης μπορεί να πιάσει όλα τα σήματα ακόμη και τα ασθενή και να επιλέξει από τα λαμβανόμενα το επιθυμητό και να το ενισχύσει σε χρήσιμη στάθμη, ώ-

στε να είναι ακουστό, είναι ικανοποιητικό για πολλές περιπτώσεις, π.χ. στην ασύρματη τηλεφωνία. Όμως στους ραδιοφωνικούς δέκτες πρέπει επί πλέον να έχομε και πιστότητα.

Λέμε ότι ένας δέκτης έχει καλή πιστότητα όταν μπορεί να αναπαράγει την αρχική διαμόρφωση χωρίς παραμόρφωση.

3.3 Ο κρυσταλλικός δέκτης.

Οι πρώτοι δέκτες που χρησιμοποιήθηκαν γύρω στα 1900 ονομάζονταν **κρυσταλλικοί**. Στην απλούστερή τους μορφή αποτελούνταν από μια κεραία, ένα συντονισμένο κύκλωμα, ένα κρυσταλλικό φωρατή και ένα ζεύγος ακουστικών.

3.4 Δέκτης με συντονισμένες βαθμίδες Υ.Σ.

Στη δεκαετία του '20 οι κρυσταλλικοί δέκτες έπαψαν να χρησιμοποιούνται. Αντικαταστάθηκαν με δέκτες που είχαν συντονισμένες βαθμίδες Υ.Σ. που επί πλέον έκαναν χρήση ηλεκτρονικών λυχνιών. Ήδη ο αριθμός των ραδιοφωνικών πομπών είχε αυξηθεί και χρειαζόταν μεγαλύτερη επιλεκτικότητα και ευαισθησία από τους παλιούς κρυσταλλικούς δέκτες.

Η πρώτη λυχνία με το συντονισμένο κύκλωμά της μαζί με τη δεύτερη ή επόμενης αποτελούν τους ενισχυτές υψηλής συχνότητας και είναι αυτές οι βαθμίδες που έδωσαν στο δέκτη αυτό τη μεγαλύτερη επιλεκτικότητα και ευαισθησία (σχ. 3.4a). Η φωράτρια λυχνία κάνει την ίδια εργασία με τον κρυσταλλικό φωρατή.

Μετά το φωρατή το σήμα Ακουστικής Συχνότητας ενισχύεται από τον ενισχυτή Α.Σ. Η έξοδος του ενισχυτή Α.Σ. δίνει ένα αρχικά δυνατό σήμα, το οποίο μπορεί να ενεργοποιήσει ένα μεγάφωνο ή ακουστικά.

Ας δούμε λεπτομερέστερα τα κυκλώματα του δέκτη (σχ. 3.4a).

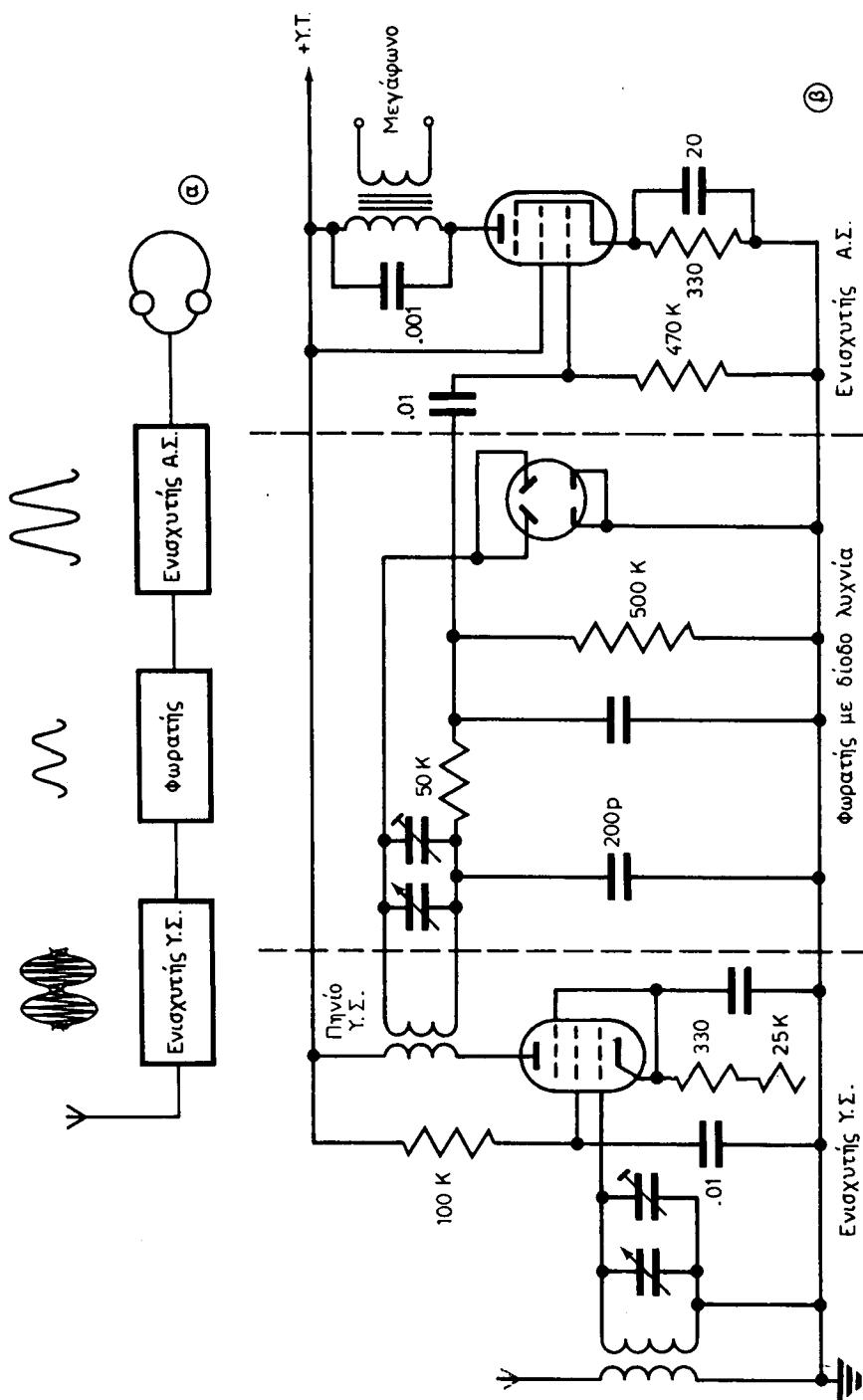
3.4.1 Ενισχυτής Υ.Σ.

Κάθε δέκτης με συντονισμένες βαθμίδες Υ.Σ. αποτελείται από μία ή περισσότερες βαθμίδες ενισχύσεως Υ.Σ., που προηγούνται του φωρατή. Ο κύριος σκοπός των ενισχυτικών βαθμίδων Υ.Σ. είναι, όπως έχομε ήδη αναφέρει, η αύξηση της επιλεκτικότητας και ευαισθησίας του δέκτη.

Όπως είδαμε νωρίτερα, όσο καλύτερη είναι η επιλεκτικότητα ενός δέκτη, τόσο καλύτερα μπορεί να ξεχωρίσει την επιθυμητή Υ.Σ. από τις ανεπιθύμητες, ενώ η ευαισθησία μετρά την ικανότητα του δέκτη να λάβει ασθενή σήματα. Επομένως, μέχρι ενός σημείου η αύξηση των βαθμίδων ενισχύσεως Υ.Σ. αυξάνει την επιλεκτικότητα και την ευαισθησία του δέκτη.

Με τους ενισχυτές Υ.Σ. επιδιώκομε κατ' αρχήν ενίσχυση τάσεως. Θα μπορούσε λοιπόν να πει κανείς ότι, κάθε λυχνία κατάλληλη για ενίσχυση τάσεως μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια βαθμίδα ενισχύσεως Υ.Σ. Εντούτοις, στην πράξη, διαπιστώνομε ότι η τρίοδος λυχνία δεν μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί, διότι έχει το μειονέκτημα να είναι επιρρεπής σε παραγωγή ανεπιθύμητων ταλαντώσεων. Εφόσον χρησιμοποιήσομε τριόδους λυχνίες, πρέπει συγχρόνως να εξουδετερώσουμε την τάση αναδράσεως που προέρχεται από την παράσιτη χωρητικότητα μεταξύ ανόδου και πλέγματος.

Οι λυχνίες που έχουν ένα πρόσθιτο πλέγμα (screen) δεν έχουν αυτό το πρό-



Σχ. 3.4a.
Δέκτης με συντονισμένες βαθύτερες γ.Σ.
α) Σχηματικό διάγραμμα. β) Κυκλωματικό διάγραμμα.

βλημα, γι' αυτό το λόγο γρήγορα χρησιμοποιήθηκαν στους δέκτες λυχνίες τέτροδοι και πέντοδοι.

Η λυχνία που χρησιμοποιήθηκε περισσότερο στους ραδιοφωνικούς δέκτες ήταν η πέντοδος με μεταβλητό μ.

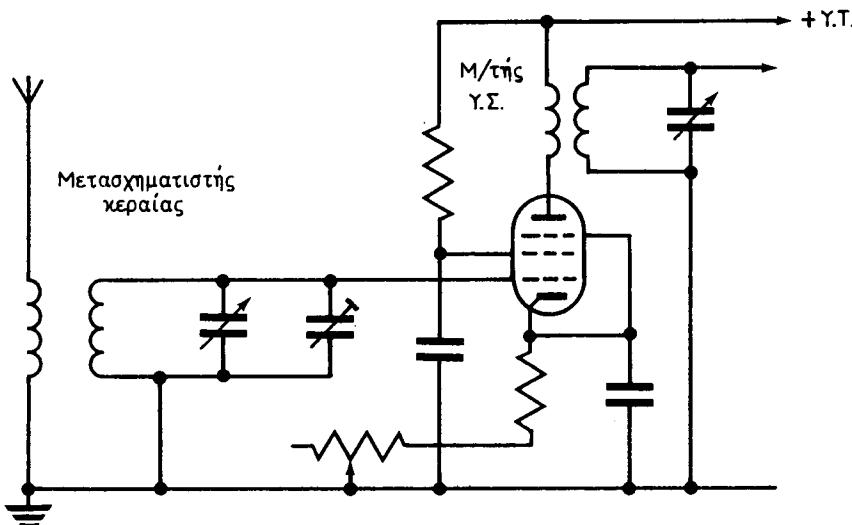
Παρόλα αυτά και με τις πεντόδους, επειδή, λόγω αλληλεπιδράσεως μεταξύ των βαθμίδων, δημιουργείται ασταθής κατάσταση με αποτέλεσμα ταλαντώσεις, η συνήθης πρακτική ορίζει τη χρησιμοποίηση 2 βαθμίδων ενισχύσεως Υ.Σ.

3.4.2 Μετασχηματιστές Υ.Σ.

Στο σχηματικό διάγραμμα του σχήματος 3.4β βλέπομε ότι ο ενισχυτής έχει δύο μετασχηματιστές Υ.Σ.

Ο πρώτος, με το πηνίο κεραίας, χρησιμεύει για τη σύζευξη του κυκλώματος κεραίας με το κύκλωμα πλέγματος του ενισχυτή. Ο δεύτερος μετασχηματιστής Υ.Σ. συζευγνύει το ανοδικό κύκλωμα του ενισχυτή Υ.Σ. με το κύκλωμα πλέγματος της επόμενης βαθμίδας.

Τα πηνία είναι συνήθως τυλιγμένα επάνω σε κατάλληλο υποδοχέα από καρτόνι ή βακελίτη και είναι συνήθως μετασχηματιστές αέρα. Εντούτοις μπορεί να χρησιμοποιηθούν και πυρήνες από σκόνη σιδήρου (φερίτες).



Σχ. 3.4β.

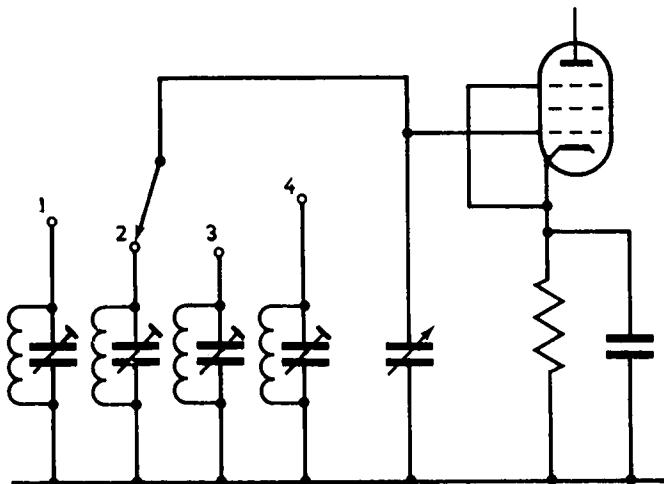
3.4.3 Αλλαγή περιοχής συχνοτήτων λειτουργίας.

Όπως είδαμε, τα συντονισμένα κυκλώματα αποτελούνται από ένα πηνίο μη ρυθμιζόμενο με παράλληλα προς αυτό μεταβλητό πυκνωτή, ώστε το πηνίο και ο πυκνωτής να αποτελούν συντονιζόμενο κύκλωμα. Τα συντονισμένα κυκλώματα είναι αυτά που συντελούν στην επιλεκτικότητα και ευαισθησία του δέκτη.

Εάν ο δέκτης χρειάζεται να λαμβάνει μια περιοχή συχνοτήτων μεγαλύτερη από την επιτρεπόμενη από ένα συγκεκριμένο πηνίο και πυκνωτή είναι ανάγκη να γίνει

αλλαγή του συντονιζόμενου κυκλώματος. Τούτο μπορεί να γίνει με αντικατάσταση του πηνίου με άλλο κατάλληλο.

Σε ένα δέκτη π.χ. βραχέων κυμάτων μπορούμε να αλλάξουμε περιοχή είτε με αλλαγή πηνίων που βυσματώνονται στη θέση λειτουργίας τους, είτε με μόνιμη εγκατάσταση περισσότερων πηνίων και αλλαγή κάθε φορά του συνεργαζόμενου, με το μεταβλητό πυκνωτή, πηνίου με περιστροφή ενός διακόπτη επιλογής λειτουργίας. Στο σχήμα 3.4γ δείχνεται ένας τέτοιος περιστροφικός διακόπτης επιλογής τεσσάρων περιοχών λειτουργίας. Ανάλογα σε ποια θέση βρίσκεται ο διακόπτης γίνεται επιλογή της περιοχής 1 ή 2 ή 3 ή 4.



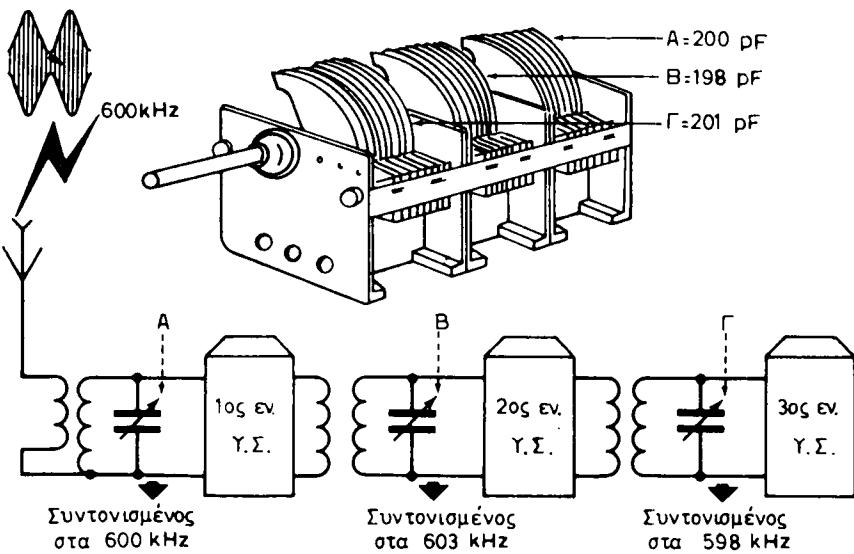
Σχ. 3.4γ.

Διακόπτης επιλογής περιοχής λειτουργίας (Στο σχέδιο φαίνεται επιλογή της περιοχής 2).

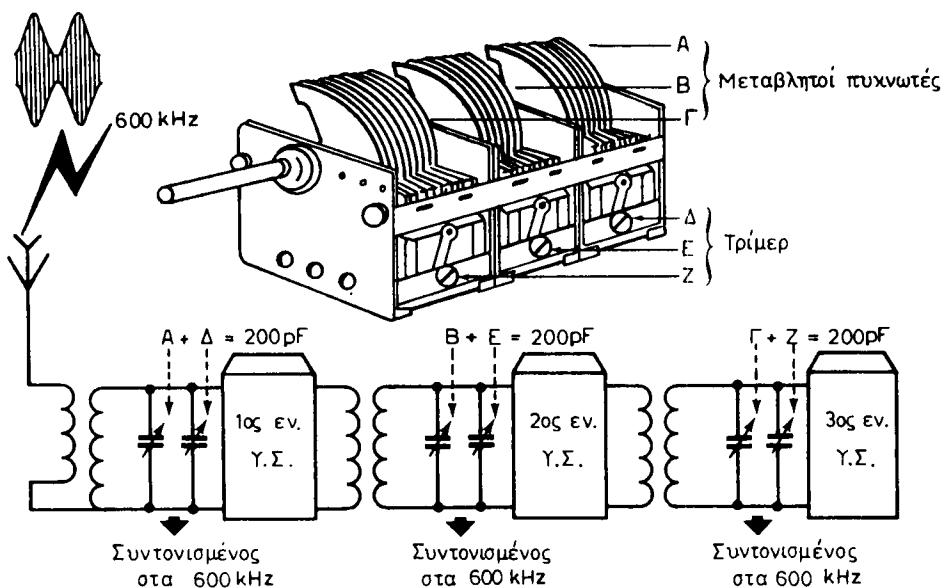
Συντονισμός των βαθμίδων υψηλής συχνότητας.

Για το συντονισμό κάθε βαθμίδας ενισχύσεως απαιτείται ένας μεταβλητός πυκνωτής. Επομένως για να συντονισθεί ένας δέκτης με τρεις βαθμίδες ενισχύσεως απαιτείται ο διαδοχικός συντονισμός τριών ανεξάρτητων πυκνωτών. Οι κατασκευαστές των δεκτών σκέφτηκαν να βρουν ένα τρόπο, ώστε με ένα χειρισμό να συντονίζονται όλοι οι πυκνωτές συγχρόνως. Αυτό επιτεύχθηκε με μηχανική ζεύξη των πυκνωτών μεταξύ τους. Κατασκευάσθηκαν λοιπόν πυκνωτές που έχουν όλες τις κινητές πλάκες τους κινούμενες γύρω από ένα άξονα.

Όσο και αν προσέξουμε στις κατασκευές πυκνωτή και πηνίου δεν είναι δυνατόν να κατασκευάσουμε τους πυκνωτές πανομοιότυπους μεταξύ τους. Όπως βλέπομε και στο σχήμα, αν ο δέκτης είχε ένα πολλαπλό πυκνωτή δεν θα ήταν ευθυγραμμισμένος (σχ. 3.4δ), δηλαδή τα τρία συντονισμένα κυκλώματα δε θα ήταν όλα συντονισμένα στην ίδια συχνότητα. Για να διορθωθεί αυτή η ατέλεια τους, τοποθετούμε παράλληλα προς κάθε πυκνωτή ένα πυκνωτή πολύ μικρής χωρητικότητας ο οποίος ονομάζεται Τρίμερ. Ο πυκνωτής αποτελείται συνήθως από 2 μεταλλικές πλάκες χωρισμένες μεταξύ τους με μίκα. Έχουν επίσης ένα μικρό κοχλία (βίδα) ο



Σχ. 3.46.
Δέκτης μη ευθυγραμμισμένος



Σχ. 3.4e.

οποίος περιστρεφόμενος πλησιάζει ή απομακρύνει τις δύο πλάκες αυξομειώνοντας τη χωρητικότητα έτσι, ώστε δύο οι μεταβλητοί πυκνωτές μετά από τη διόρθωση με τον Τρίμερο να παρουσιάζουν τη ίδια χωρητικότητα, π.χ. 200 pF και ο δέκτης να είναι δυνατό να ευθυγραμμισθεί (σχ. 3.4e).

3.4.4 Ρύθμιση της ενισχύσεως με μεταβολή της πολώσεως πλέγματος.

Επειδή τα σήματα που καλείται να λάβει ο δέκτης είναι μεταβλητής εντάσεως ανάλογα με την απόσταση του πομπού και την ισχύ του, είναι ανάγκη να διαθέτει ο δέκτης τρόπο μεταβολής της ενισχύσεως, ώστε η ένταση στην έξοδο του να είναι δυνατό να ρυθμισθεί.

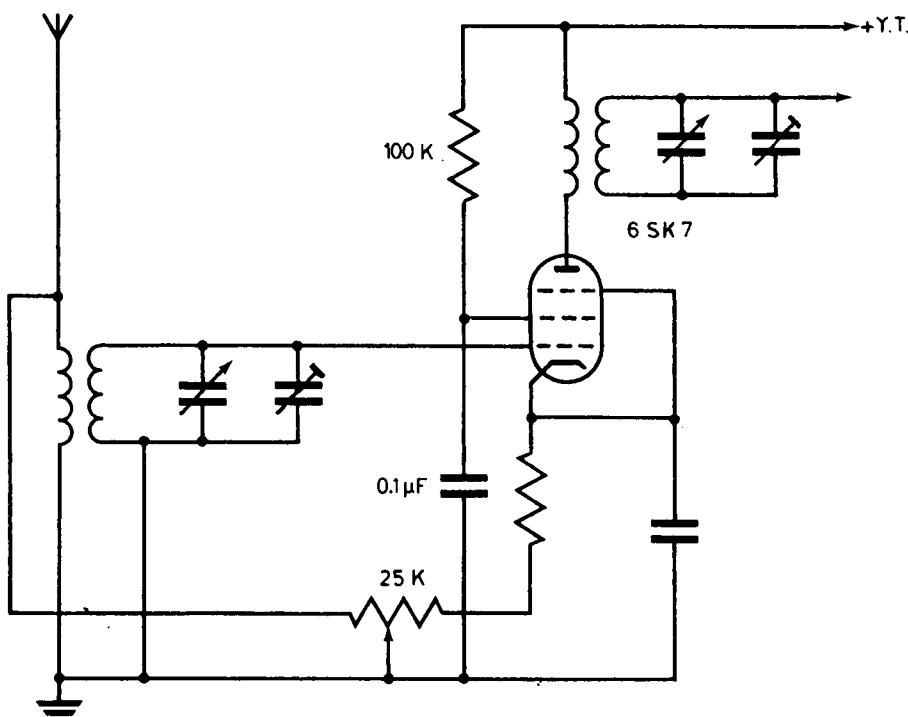
Μια από τις πιο συνηθισμένες μεθόδους ρυθμίσεως της ενισχύσεως ενός δέκτη με συντονιζόμενες βαθμίδες Υ.Σ. είναι με μεταβολή της πολώσεως της βαθμίδας ενισχύσεως Υ.Σ.

Αυτό επιτυγχάνεται με παρεμβολή μιας μεταβαλλόμενης αντιστάσεως στο καθοδικό κύκλωμα της λυχνίας.

Όπως είχαμε αναφέρει, οι βαθμίδες ενισχύσεως Υ.Σ. χρησιμοποιούν πεντόδους λυχνίες μεταβλητού συντελεστή ενισχύσεως. Η μεταβολή της πολώσεως της λυχνίας έχει σαν αποτέλεσμα μεταβολή του συντελεστή ενισχύσεως της λυχνίας με αποτέλεσμα μεταβολή της ενισχύσεως που παρέχει η βαθμίδα.

Εάν υπάρχουν περισσότεροι ενισχυτές Υ.Σ., η μεταβαλλόμενη αντίσταση μπορεί να συνδεθεί έτσι, ώστε να μεταβάλλεται η πόλωση δύον των ενισχυτών Υ.Σ. συγχρόνως.

Η σταθερή αντίσταση στο καθοδικό κύκλωμα μπαίνει για να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη πόλωση και όταν ακόμη μεταβάλλομετη μεταβλητή αντίσταση (πο-



Σχ. 3.4στ.

τενσιόμετρο) μέχρι μηδενισμού, π.χ. για να επιτύχουμε μέγιστη ενίσχυση.

Η μεταβολή της ενισχύσεως με μεταβολή της πολώσεως επιτυγχάνεται με μεταβολή του ποτενσιόμετρου, το οποίο επενεργεί συγχρόνως σαν μεταβαλλόμενο Shunt παράλληλα προς το πρωτεύον κύκλωμα του μετασχηματιστή κεραίας.

Όταν η κινητή επαφή του ποτενσιόμετρου (σχ. 3.4στ) κινείται αριστερά, η παράλληλη προς το πρωτεύον του μετασχηματιστή αντίσταση ελαττώνεται, ενώ συγχρόνως η σε σειρά με την κάθοδο αντίσταση μεγαλώνει. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το σήμα που εφαρμόζεται στο πλέγμα της λυχνίας να εξασθενεί και να έχουμε μικρότερη ενίσχυση τάσεως.

Όταν, αντίθετα, η κινητή επαφή του ποτενσιόμετρου κινείται προς την ακραία δεξιά θέση, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η αντίσταση παράλληλα προς το πρωτεύον του μετασχηματιστή να μεγαλώνει, ενώ η καθοδική αντίσταση ελαττώνεται. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ισχυρότερο σήμα στο πλέγμα και μεγαλύτερη ενίσχυση τάσεως.

3.4.5 Η βαθμίδα φωράσεως.

Όπως είπαμε και σε προηγούμενα κεφάλαια, σκοπός του κυκλώματος φωράσεως είναι το ξεχώρισμα της Ακουστικής Συχνότητας από την υψηλή συχνότητα του φέροντος, και στη συνέχεια η αναπαραγωγή του αρχικού ήχου με τη βοήθεια μεγαφώνου ή ακουστικών. Χωρίς το φωρατή η ραδιοφωνική λήψη δεν είναι δυνατή.

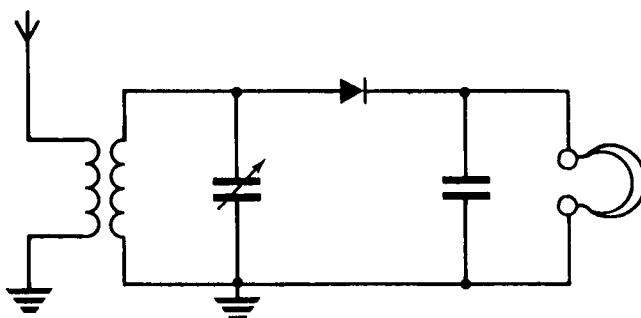
Η απλούστερη μορφή δέκτη ραδιοφωνικού είναι ένας δέκτης που συγκροτείται από μια κεραία, ένα φωρατή και ένα ζεύγος ακουστικών. Όλες οι άλλες βαθμίδες που υπάρχουν μεταξύ του φωρατή και της κεραίας σε συνθετότερους δέκτες, όπως είναι ο δέκτης με βαθμίδες ενισχύσεως υψηλής συχνότητας ή ο υπερετερόδυνος δέκτης, έχουν ως σκοπό να επιτρέψουν την καλύτερη λειτουργία του φωρατή.

1. Φώραση με κρύσταλλο.

Ο απλούστερος φωρατής είναι ο κρυσταλλικός (σχ. 3.4ζ). Αν η λειτουργία του γίνει κατανοητή, τότε θα βοηθηθείτε να καταλάβετε και τη λειτουργία των συνθετότερων φωρατών με λυχνίες.

Τα διαμορφωμένα ραδιοκύματα, τα οποία ακτινοβολούνται από τις κεραίες των πομπών, επάγουν αντίστοιχα σήματα τάσεων και ρευμάτων στο σύστημα κεραίας του ραδιοφωνικού δέκτη. Τα σήματα αυτά μεταφέρονται στο κύκλωμα τον φωρατή με τη βοήθεια ενός μετασχηματιστή υψηλής συχνότητας, το δευτερεύον του οποίου είναι ένα συντονισμένο κύκλωμα. Το συντονισμένο κύκλωμα παρέχει μια επιλεκτικότητα.

Το επιλεγόμενο κατάλληλο σήμα Υψηλής Συχνότητας ανορθώνεται από το φωρατή. Το αποτέλεσμα της ανορθώσεως είναι ένα ρεύμα υψηλής συχνότητας μιας κατευθύνσεως, του οποίου το πλάτος δεν είναι σταθερό αλλά μεταβάλλεται σύμφωνα με το ωφέλιμο σήμα Α.Σ., με άλλα λόγια η φώραση επιτυγχάνει να μας δώσει μία κυματομορφή η οποία μεταβάλλεται όπως η περιβάλλουσα της διαμορφωμένης Υ.Σ. Για την αφαίρεση της Υψηλής Συχνότητας τοποθετείται ο πυκνωτής, ο οποίος φορτίζεται στη μέγιστη τιμή της κορυφής του παλμού, η δε σταθερά εκ-



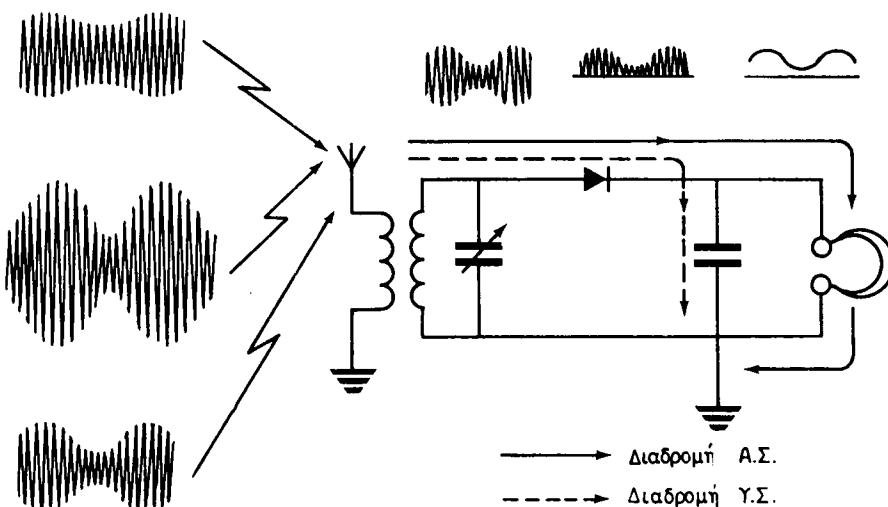
Σχ. 3.4ζ.

φορτίσεως του εκλέγεται έτσι, ώστε να μη προλαβαίνει να εκφορτισθεί αλλά να παρακολουθεί την περιβάλλουσα των κορυφών των τάσεων των Υ.Σ. παλμών. Έτσι η τάση εξόδου στα άκρα του πυκνωτή αναπαράγει αρκετά καλά την Ακουστική Συχνότητα ενώ η Υψηλή Συχνότητα φιλτράρεται.

Η Α.Σ. εμφανίζεται έτσι στα άκρα των ακουστικών και δημιουργεί ηχητικά κύματα δόμοια προς αυτά που αρχικά χρησίμευσαν για τη διαμόρφωση του κύματος Υ.Σ. (σχ. 3.4η).

Η συνιστώσα Υ.Σ., όπως είπαμε, δεν περνά μέσα από τα ακουστικά αλλά γεφυρώνεται έξω από τα ακουστικά από τον παράλληλο δρόμο, δηλαδή μέσα από το μικρό πυκνωτή, ο οποίος δρα σαν φίλτρο της Υ.Σ. Για αποδοτική λειτουργία τα ακουστικά πρέπει να έχουν μεγάλη σύνθετη αντίσταση, ώστε να είναι δυνατή η ανάπτυξη της μέγιστης τάσεως στο άκρο τους. Το γινόμενο της αντιστάσεως επί τη χωρητικότητα του πυκνωτή καθορίζει τη σταθερά χρόνου εκφορτίσεως RC.

Ο κρυσταλλικός φωρατής διαθέτει όλα τα πλεονεκτήματα της απλότητας και οι-



Σχ. 3.4η.

κονομίας. Δεν απαιτεί για τη λειτουργία του συσσωρευτές είτε άλλη τοπική πηγή ενέργειας. Δεν υπάρχουν νήματα για να θερμανθούν και σιγά-σιγά να καούν ή να προξενήσουν βόμβο ή θόρυβο, από το εναλλασσόμενο ρεύμα που τα θερμαίνει.

Σε περιπτώσεις φωράσεως υπέρ υψηλών συχνοτήτων U.H.F. το κρύσταλλο παρουσιάζει ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι του φωρατή που χρησιμοποιεί λυχνίες.

Αντίθετα, ο κρυσταλλικός φωρατής έχει το μειονέκτημα της μικρής ευαισθησίας διότι δεν ενισχύει το σήμα.

Τα κρύσταλλα, όπως του γαληνίτη, που αρχικά χρησιμοποιήθηκαν, παρουσιάζουν ένα ακόμη μειονέκτημα. Ορισμένα σημεία της επιφάνειάς τους παρουσιάζουν καλύτερες ανορθωτικές ιδιότητες έναντι άλλων. Για το λόγο αυτό στα ερασιτεχνικά ραδιόφωνα γαληνίτη έψαχναν να βρουν επάνω στην επιφάνεια του κρυστάλλου με την άκρη συρμάτινου αγωγού ευαίσθητο σημείο για ανόρθωση. Η ακίδα επαφής μπορούσε εύκολα να μετακινηθεί από το ευαίσθητο σημείο και η λήψη να σταματήσει. Επιπρόσθετα η σκόνη, τα λίπη από τα χέρια ή κανένα σκουπιδάκι μπορούσαν εύκολα να καταστρέψουν το ευαίσθητο σημείο και έτσι να χρειάζεται αναζήτηση ενός άλλου ευαίσθητου σημείου.

Οι δυσκολίες αυτές έχουν υπερπηδηθεί στους σύγχρονους κρυσταλλικούς ανορθωτές γερμανίου και πυριτίου. Οι κρυσταλλικοί αυτοί ανορθωτές είναι κλεισμένοι σε κάψουλες. Μια συρμάτινη ακίδα από χρυσό ή βολφράμιο λειώνει πάνω στο μέταλλο και δεν μπορεί να μετακινηθεί. Επιπρόσθετα έχουν μακρά ζωή γιατί αντέχουν σε κρούσεις και ταλαντώσεις πολύ καλύτερα από τις λυχνίες, γι' αυτό και εξετόπισαν τις λυχνίες.

Συμπερασματικά, η φώραση με κρύσταλλο παρουσιάζει μέτρια ευαισθησία, μικρή επιλεκτικότητα και καλή πιστότητα. Έχει ικανότητα λειτουργίας με ισχυρά σήματα, είναι απλή και εύκολη στη χρήση. Μπορεί να προβαίνει σε φώραση σήματος οποιασδήποτε συχνότητας.

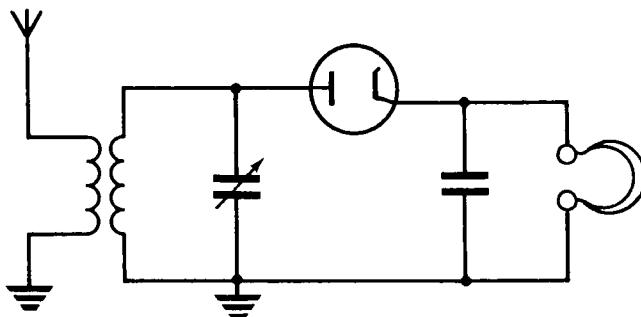
2. Φωρατής με δίοδο λυχνία.

Το βασικό κύκλωμα ενός φωρατή με δίοδο προσομοιάζει με το κύκλωμα φωρατών με κρύσταλλο. Οι αρχές λειτουργίας και τα χαρακτηριστικά των δυο αυτών μεθόδων φωράσεως είναι παραπλήσιες.

Από το σχήμα 3.4θ φαίνεται ότι η μόνη διαφορά μεταξύ του κυκλώματος φωράσεως με κρύσταλλο και του κυκλώματος φωράσεως με δίοδο είναι ότι τη θέση του κρυστάλλου έχει πάρει η δίοδο. Οι εργασίες επιλογής ανορθώσεως και φίλτραρισματος είναι δόμοιες.

Κατά τη λειτουργία του φωρατή, ένα ρεύμα διέρχεται μέσα από το συντονισμένο κύκλωμα κατά τις θετικές ημιπεριόδους. Έχομε έτσι παράλληλα με το συντονισμένο κύκλωμα ένα φορτίο, το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα την ελάττωση της ενισχύσεως και της επιλεκτικότητας του συντονισμένου κυκλώματος.

Λόγω των παραπάνω και επειδή παρόλα αυτά οι διοδικοί φωρατές μπορούν να δεχθούν μεγάλες τάσεις χωρίς παραμόρφωση, προτάσσομε γενικά ένα ή δύο συντονισμένους ενισχυτές Υ.Σ. και εξασφαλίζομε κατά τον τρόπο αυτό αυξημένη ευαισθησία και επιλεκτικότητα.



Σχ. 3.40.

Το φωρατή ακολουθούν συνήθως ένα ή περισσότερα στάδια ενισχύσεως Α.Σ., ώστε να έχομε και απαιτούμενη ισχύ για τη λειτουργία ενός μεγαφώνου.

Συμπερασματικά, η φώραση με δίοδο παρουσιάζει: Χαμηλή ευαισθησία, μικρή επιλεκτικότητα, καλή πιστότητα, καλή λειτουργία στη λήψη ισχυρών σημάτων, μπορεί να παρέχει τάση A.G.C. και μπορεί να εργάζεται με υψηλές συχνότητες έως 3000 MHz.

3. Φώραση από το πλέγμα.

Εκτός από τα διοδικά στοιχεία (δίοδοι λυχνίες και κρυσταλλικοί φωρατές), η τρίοδος λυχνία μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη φώραση.

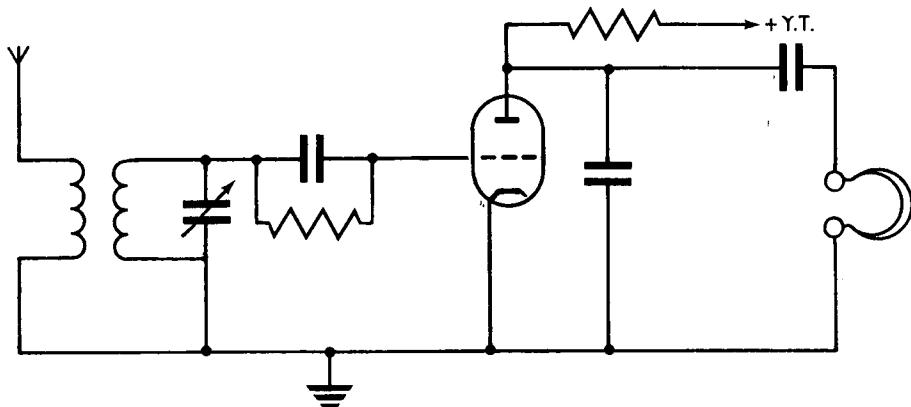
Όπως είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο, ο φωρατής με δίοδο δεν μπορεί να ενισχύσει το σήμα: χρησιμοποιείται συνήθως σε δέκτες οι οποίοι έχουν πολλά στάδια ενισχύσεως.

Αν όμως χρειαζόμασθε ένα δέκτη, στον οποίο ο αριθμός των λυχνιών πρέπει να κρατηθεί μικρός, τότε πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα πιο ευαίσθητο φωρατή. Ένα φωρατή ο οποίος να εξασφαλίζει συγχρόνως και φώραση και ενίσχυση. Στην περίπτωση αυτή η λυχνία πρέπει να έχει ένα πλέγμα ελέγχου και τέτοια λυχνία είναι η τρίοδος, η τέτροδος ή η πέντοδος.

Από τα κυκλώματα φωράσεως με τρίοδο το κύκλωμα που είναι ευκολότερα κατανοητό είναι εκείνο με φώραση από το πλέγμα (σχ. 3.4i). Ο φωρατής αυτός είναι βασικά ένα φωρατής με δίοδο, που ακολουθείται από μια βαθμίδα ενισχύσεως Α.Σ.

Ας υποθέσουμε ότι προς στιγμή ξεχνούμε το ανοδικό κύκλωμα της τρίδου, τότε θα έχομε το σχήμα 3.4ia.

Παρατηρούμε ότι το κύκλωμα αυτό είναι βασικά το κύκλωμα του φωρατή με δίοδο. Η αντίσταση διαρροής έχει αντικαταστήσει το φορτίο, δηλαδή τα ακουστικά του δέκτη και ο πυκνωτής πλέγματος επενεργεί και ως φίλτρο Υ.Σ. Όταν μια διαμορφωμένη τάση Υ.Σ. εφαρμοσθεί στο κύκλωμα, το πλέγμα ελκύει τα ηλεκτρόνια της καθόδου κατά τις θετικές ημιπεριόδους και λόγω της κυκλοφορίας του ρεύματος προς γη, έχομε μια πτώση τάσεως κατά μήκος της αντιστάσεως διαρροής.

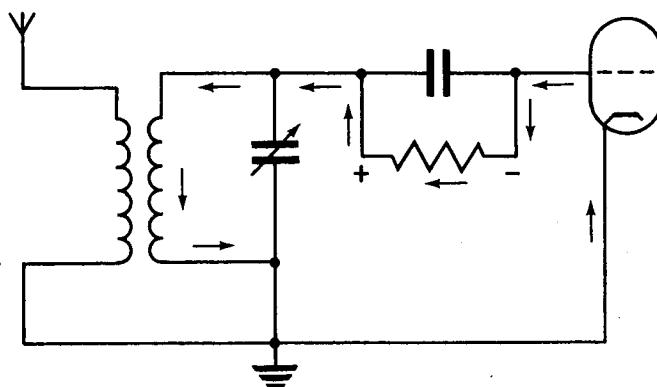


Σχ. 3.4.

Επειδή το ρεύμα, όπως είναι φανερό, μπορεί να κυκλοφορήσει μόνο προς μια κατεύθυνση, η πολικότητα της τάσεως δεν αλλάζει. Το πλέγμα επομένως πολώνεται και παραμένει αρνητικότερο από αυτό της καθόδου. Η πόλωση μεταβάλλεται όμως και χάρη στον πυκνωτή παρακολουθεί τις κορυφές του διαμορφωμένου σήματος. Με άλλα λόγια, η τάση πολώσεως μεταβάλλεται ανάλογα με την Α.Σ. και με τον ίδιο ρυθμό.

Ας εξετάσομε τώρα το πλήρες σχήμα 3.4i. Αν θυμηθούμε ότι το ανοδικό ρεύμα μιας τρίοδης λυχνίας εξαρτάται από την τάση πολώσεως του πλέγματος, είναι φανερό ότι μεταβολές της τάσεως πολώσεως δημιουργούν αντίστοιχα μεταβολές στο ανοδικό ρεύμα.

Οποιαδήποτε συνιστώσα Υ.Σ., η οποία τυχόν παραμένει στο ανοδικό ρεύμα, φιλτράρεται με πυκνωτές ή πηνία Υ.Σ., τα οποία τοποθετούνται στο ανοδικό κύ-



Σχ. 3.4ia.

κλωμα. Τούτο έχει σαν αποτέλεσμα η τάση που αναπτύσσεται στο ανοδικό φορτίο να είναι μια ενισχυμένη αναπαραγώγη της τάσεως Α.Σ., που αναπτύσσεται στα άκρα της αντιστάσεως διαρροής πλέγματος και του πυκνωτή.

Όταν δεν υπάρχει διαμόρφωση στο λαμβανόμενο σήμα και η Υ.Σ. είναι σταθερού πλάτους, δεν υπάρχει μεταβολή στην τάση πολώσεως. Αποτέλεσμα αυτού είναι να έχουμε μέγιστο ανοδικό ρεύμα όταν δεν έχουμε φώραση. Όταν λαμβάνομε ένα διαμορφωμένο σήμα, το πλέγμα γίνεται αρνητικότερο και η μέση τιμή του ανοδικού ρεύματος μειώνεται.

Η μεταβολή της τάσεως πολώσεως εξαρτάται από το ρεύμα πλέγματος και την τιμή της αντιστάσεως διαρροής. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της αντιστάσεως αυτής, τόσο μεγαλύτερο είναι και το πλάτος της τάσεως Α.Σ. στην έξοδο του φωρατή.

Για το λόγο αυτό και προς αύξηση της ευαισθησίας επιλέγονται αντιστάσεις διαρροής, που έχουν τιμή από 1 έως 5 ΜΩ.

Εάν η τιμή της αντιστάσεως εκλεγεί πολύ μεγάλη, είναι δυνατόν να αναπτυχθεί τέτοια τάση πολώσεως, η οποία να διακόπτει το ανοδικό ρεύμα σε ένα τμήμα του κύκλου Α.Σ. με αποτέλεσμα την παραμόρφωση του σήματος.

Στην πράξη, λοιπόν, η εκλογή της τιμής της αντιστάσεως διαρροής γίνεται έτσι, ώστε να καλύπτονται κατά το δυνατόν οι ανάγκες ευαισθησίας και ελάχιστης παραμορφώσεως.

Συμπερασματικά, η φώραση από το πλέγμα παρουσιάζει μεγάλη ευαισθησία στα σήματα, μέτρια επιλεκτικότητα και μικρή πιστότητα.

Εύκολα υπερφορτίζεται από ισχυρά σήματα. Το ανοδικό ρεύμα ελαττώνεται διαρροής έχομε λήψη σήματος και φώραση.

Δεν έχει σταθερότητα στα σήματα υψηλής συχνότητας.

4. Φώραση από την άνοδο.

Το κύκλωμα φωράσεως από την άνοδο χρησιμοποιεί μια λυχνία τρίοδο ή πέντοδο πολωμένη κοντά στο σημείο αποκοπής (σχ. 3.4ιβ).

Η πόλωση εξασφαλίζεται συνήθως με αντίσταση σε σειρά με την κάθοδο. Το ανοδικό ρεύμα είναι μηδενικό ή σχεδόν μηδενικό όταν δεν υπάρχει σήμα.

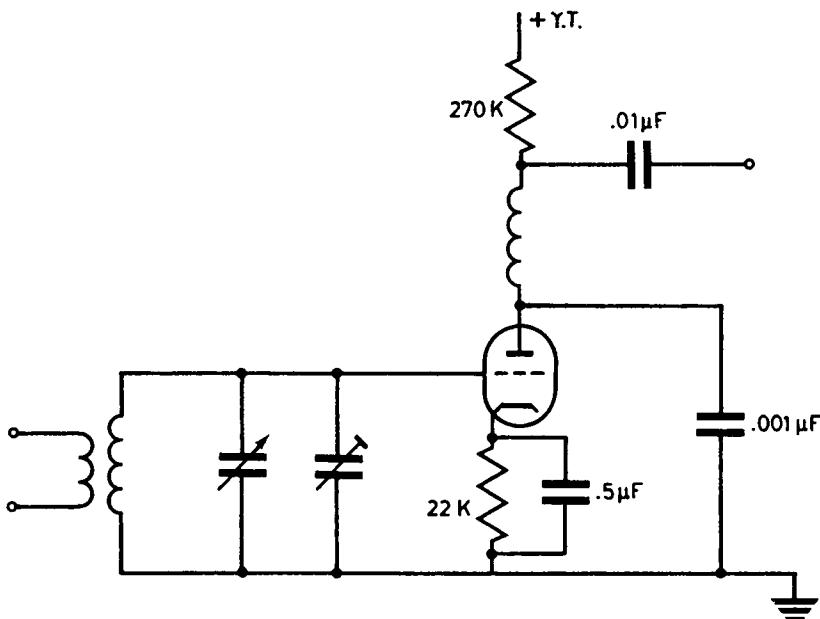
Όταν ένα διαμορφωμένο σήμα εφαρμοσθεί στο πλέγμα, αναπτύσσονται παλμοί ανοδικού ρεύματος κατά τις θετικές ημιπεριόδους και καθόλου ή ελάχιστο ανοδικό ρεύμα στις αρνητικές ημιπεριόδους. Το ανοδικό ρεύμα λοιπόν είναι μια ανορθωμένη μορφή του σήματος που εφαρμόζεται στην είσοδο.

Το φιλτράρισμα της Υ.Σ. συνιστώσας που υπάρχει στο ανοδικό ρεύμα γίνεται μέσω μικρής χωρητικότητας πυκνωτή, που τοποθετείται μεταξύ ανδρου και γης και ενός πηνίου Υ.Σ. (τσοκ) που παρεμβάλλεται μεταξύ ανδρου και ανοδικού φορτίου.

Σε αντίθεση με το φωρατή με φώραση από το πλέγμα, το ανοδικό ρεύμα είναι ελάχιστο όταν δεν υπάρχει σήμα.

Από κει και πέρα μέχρι ενός σημείου το ανοδικό ρεύμα αυξάνει αναλογικά με την αύξηση του σήματος που εφαρμόζεται στο πλέγμα.

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό είναι ότι, εάν προσέξουμε να μη γίνει το πλέγμα ποτέ θετικό, δεν υπάρχει ρεύμα πλέγματος και επομένως δεν παρατηρείται μείωση της τάσεως του συντονισμένου κυκλώματος. Επομένως η επιλεκτικότητα



Σχ. 3.4β.

του φωρατή με φώραση από την άνοδο μπορεί να είναι καλύτερη από το φωρατή με φώραση από το πλέγμα.

Το μειονέκτημα όμως του φωρατή φωράσεως από την άνοδο είναι ότι η ευαισθησία σε ασθενή σήματα είναι πολύ μικρότερη από το φωρατή φωράσεως από το πλέγμα.

Επίσης παρουσιάζει μεγαλύτερη παραμόρφωση και δεν μπορεί να μας δώσει απ' ευθείας μια τάση που να χρησιμοποιηθεί γι' αυτόματο έλεγχο της ενισχύσεως (A.G.C.).

Συμπερασματικά, η φώραση από την άνοδο δεν έχει ευαισθησία στα ασθενή σήματα, έχει καλή επιλεκτικότητα, έχει μέτρια πιστότητα, παρουσιάζει αύξηση του ανοδικού ρεύματος όταν λαμβάνεται ένα σήμα και έχει αστάθεια στις υψηλές συχνότητες.

3.5 Ενισχυτές Α.Σ. – Ποια η χρησιμότητά τους.

Οι ενισχυτές Α.Σ. χρειάζονται στο ραδιοφωνικό δέκτη για να παρέχουν την απαιτούμενη ισχύ που απαιτείται για ακρόαση από μεγάφωνο.

Όπως είδαμε στο δεύτερο κεφάλαιο, τα μεγάφωνα αναπαράγουν τους ήχους με παλμικές ωθήσεις του αέρα.

Ο κύριος του μεγαφώνου ενέργοιοιείται από το πηνίο φωνής, πράγμα που για να γίνει απαιτείται ηλεκτρική ισχύς. Τα μεγάφωνα μετασχηματίζουν επομένως την ηλεκτρική ενέργεια σε ακουστική.

Για να επιτελέσουν το έργο τους απαιτείται, δημοσ, η ισχύς με την οποία τροφοδοτούνται να είναι αρκετή και για το σκοπό αυτό παρεμβάλλεται μεταξύ του φωρα-

τή και του μεγαφώνου ο ενισχυτής ισχύος Α.Σ. Όλα τα ραδιόφωνα εκτός από τους ενισχυτές Υ.Σ. διαθέτουν και ενισχυτές Α.Σ.

3.5.1 Κυκλώματα ρυθμίσεως χροιάς.

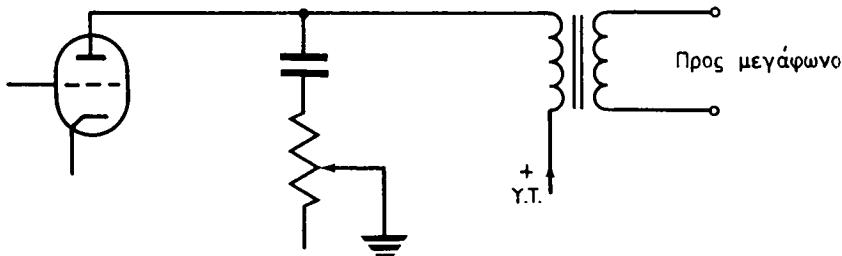
Ο ήχος που ακούμε από τα μεγάφωνα λόγω παραμορφώσεως, πολλές φορές διαφέρει από τον ήχο με τον οποίο γίνεται η διαμόρφωση του σήματος Υ.Σ. στον πομπό.

Οι κυριότεροι λόγοι παραμορφώσεως είναι η αδυναμία των ενισχυτών Α.Σ. ενισχύσεως όλων των ακουστικών συχνοτήτων κατά τον ίδιο βαθμό και η αδυναμία των μεγαφώνων να αναπαράγουν όλες τις συχνότητες. Άλλες αιτίες παραμορφώσεως είναι διάφοροι θόρυβοι στατικού ηλεκτρισμού κατά τη διάδοση καθώς και θόρυβοι που εισάγονται από τις λυχνίες.

Η χροιά του ήχου επίσης αλλάζει, εάν ενισχύονται έναντι των χαμηλών οι υψηλές και αντίστροφα.

Για να ελαπτώσουμε την ενόχληση από τους στατικούς και άλλους θορύβους και για να γίνει η έξοδος πιο μπάσα, πράγμα που προτιμούν πολλοί ακροατές σε πολλούς ραδιοφωνικούς δέκτες υπάρχει δυνατότητα ρυθμίσεως της χροιάς.

Το επιτυγχάνουν αυτό αφαιρώντας από το σήμα μερικές από τις υψηλότερες συχνότητες του ακουστικού φάσματος, με προσθήκη φίλτρου το οποίο γειώνει τις υψηλές συχνότητες (σχ. 3.5α).



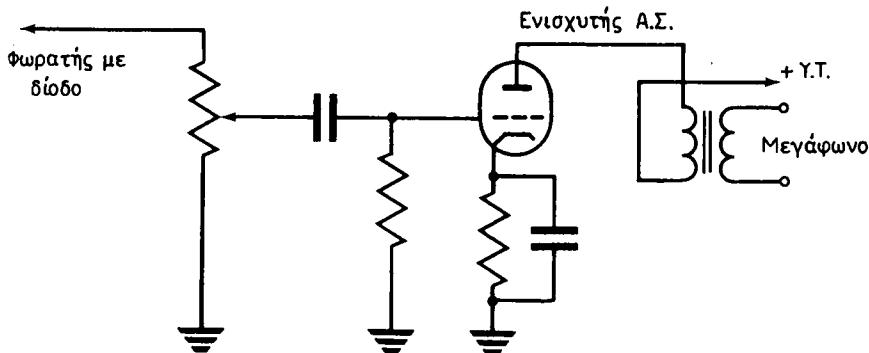
Σχ. 3.5α.
Μία μέθοδος ρυθμίσεως της χροιάς.

Στο σχήμα αυτό, ο πυκνωτής του ανοδικού κυκλώματος έχει τιμή τέτοια ώστε να παρουσιάζει εύκολο δρόμο προς γη για τις υψηλές ακουστικές συχνότητες, ενώ οι χαμηλές ακουστικές συχνότητες συναντούν ευκολότερο δρόμο μέσα από το πηνίο πρωτεύοντας του μετασχηματιστή. Με τον τρόπο αυτό ελαπτώνεται η ένταση του ρεύματος υψηλής ακουστικής συχνότητας που φθάνει μέχρι το μετασχηματιστή του μεγαφώνου.

Η μεταβλητή αντίσταση χρησιμεύει για τον έλεγχο της χροιάς. Εάν παρεμβληθεί σε σειρά με τον πυκνωτή όλη η αντίσταση, τότε η χροιά αλλάζει και ο ήχος από το μεγάφωνο ακούγεται οξύτερος.

3.5.2 Ρύθμιση της ενισχύσεως με τον ενισχυτή Α.Σ.

Όπως είδαμε, ένας τρόπος ρυθμίσεως της ενισχύσεως του ραδιοφωνικού δέ-



Σχ. 3.5β.

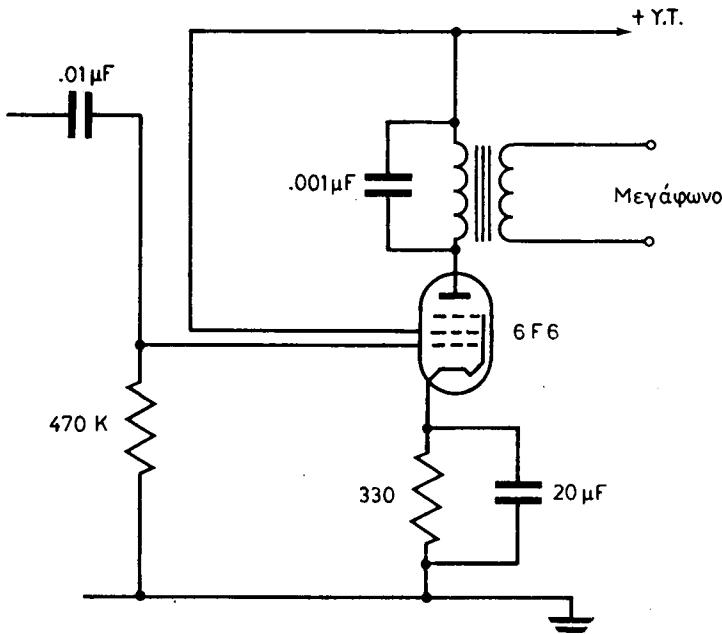
Έλεγχος της ενισχύσεως με ρύθμιση της εξόδου του φωρατή.

κτη επιτυγχάνεται με μεταβολή της πολώσεως των βαθμίδων Υ.Σ.

Ένας άλλος τρόπος ρυθμίσεως γίνεται με επέμβαση στα κυκλώματα φωράσεως και ενισχύσεως Α.Σ.

Από το σχήμα 3.5β βλέπομε ότι η σύζευξη του φωρατή με τον ενισχυτή Α.Σ. γίνεται με κύκλωμα RC και ο έλεγχος της ενισχύσεως γίνεται μέσω ποτενσιόμετρου που επιτρέπει μικρότερη ή μεγαλύτερη οδήγηση του ενισχυτή Α.Σ.

Τελειώνοντας ας δούμε άλλο ένα κύκλωμα ενισχυτή Α.Σ. και την εργασία που κάνει κάθε στοιχείο του (σχ. 3.5γ).



Σχ. 3.5γ.

Παρατηρούμε κατ' αρχήν ότι με το κύκλωμα αυτό δεν υπάρχει δυνατότητα ρυθμίσεως της ενισχύσεως ή της χροιάς.

Ο πυκνωτής 0,01 μF και η αντίσταση 470 $\text{k}\Omega$ αποτελούν το κύκλωμα συζεύξεως του φωρατή με τον ενισχυτή Α.Σ. Ο πυκνωτής εμποδίζει επίσης την επιβολή τάσεως Σ.Ρ. από το φωρατή στο πλέγμα της ενισχύτριας λυχνίας.

Η αντίσταση των 330 Ω χρησιμεύει για την πόλωση της λυχνίας με το καθοδικό ρεύμα. Ο πυκνωτής 20 μF γεφυρώνει κάθε εναλλασσόμενη συνιστώσα του καθοδικού ρεύματος και δεν επιτρέπει έτσι μεταβολές της τάσεως πολώσεως και κατ' ακολουθία τη μεταβολή της ενισχύσεως.

Το πρωτεύον του μετασχηματιστή εξόδου, που είναι μετασχηματιστής με σιδηροπυρήνα, μετασχηματίζει την αντίσταση του μεγαφώνου και ενεργεί ως ανοδικό φορτίο της λυχνίας. Ο μετασχηματιστής συνδέει επίσης τον ενισχυτή με το μεγάφωνο. Ο πυκνωτής 0,001 μF , που έχει τοποθετηθεί παράλληλα με το πρωτεύον, γεφυρώνει τις υψηλές ακουστικές συχνότητες οι οποίες δεν φθάνουν στο μεγάφωνο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Ο ΥΠΕΡΕΤΕΡΟΔΥΝΟΣ ΔΕΚΤΗΣ Α.Μ.

4.1 Γενικά.

Παρατηρήθηκε ότι τόσο στην επιστήμη όσο και στην τεχνική μια μεγάλη εφεύρεση ή ανακάλυψη οδηγεί σε άλλες εφευρέσεις ή ανακαλύψεις. Υπάρχουν πολλά σχετικά παραδείγματα στη ραδιοφωνία. Μετά την εφεύρεση του συντονισμένου ενισχυτή Υ.Σ., οι τεχνικοί προσπάθησαν να βρουν τρόπους για να διορθώσουν τις ελλείψεις και ατέλειες του κυκλώματος του συντονιζόμενου ενισχυτή. Η έρευνα οδήγησε στην παραπέρα βελτίωση. Το κυριότερο μειονέκτημα του κυκλώματος ήταν η αδυναμία εξασφαλίσεως ευρείας περιοχής λήψεως και συγχρόνως συντονισμού σε κάθε συχνότητα της οποίας επιθυμούμε τη λήψη.

Για να έχομε το μέγιστο της ευαισθησίας και επιλεκτικότητας το συντονισμένο κύκλωμα πρέπει να έχει μια φυσική συχνότητα ακριβώς ίση με τη συχνότητα εκπομπής του πομπού. Το συντονισμένο κύκλωμα όμως κατασκευάζεται έτσι ώστε να μπορεί να λάβει, εφ' όσον ο δέκτης προορίζεται για λήψη στα μεσαία κύματα, όλες τις συχνότητες από 550 - 1600 kHz. Για να επιτύχομε λοιπόν κάλυψη της ευρείας αυτής περιοχής θα πρέπει να κάνουμε ορισμένες παραχωρήσεις κατά τη σχεδίαση του μετασχηματιστή Υ.Σ. και να μην απαιτούμε επιλεκτικότητα και ευαισθησία από το μετασχηματιστή.

Η ιδανική περίπτωση θα ήταν να διαθέτει ο ακροατής μια ξεχωριστή σειρά μετασχηματιστών Υ.Σ. για κάθε συχνότητα πομπού που επιθυμεί να ακούσει. Αυτό φυσικά δεν είναι καθόλου εύκολο ούτε πρακτικό για δέκτες που προορίζονται για οικιακή χρήση. Η εφεύρεση του υπερετερόδυνου δέκτη ήταν το αποτέλεσμα της προσπάθειας να βρούμε μια λύση που να πλησιάζει την ιδανική.

Στο σύστημα, που ονομάζομε υπερετερόδυνο, αντί να έχομε μια ξεχωριστή σειρά καλώς συντονισμένων μετασχηματιστών για κάθε συχνότητα που θέλουμε να λάβομε και να τους εναλλάσσουμε, έχομε μια σειρά μετασχηματιστών συντονισμένων σε μια μοναδική προκαθορισμένη συχνότητα. Αφού επιλέξομε στον υπερετερόδυνο δέκτη τη συχνότητα του πομπού που επιθυμούμε να ακούσομε, με τρόπο που θα εξηγήσομε, αλλάζομε τη συχνότητα λήψεως στην προκαθορισμένη συχνότητα. Υστερά με τη νέα αυτή συχνότητα τροφοδοτούμε την είσοδο των ενισχυτών Υ.Σ. οι οποίοι έχουν όλα τα κυκλώματά τους συντονισμένα στη συχνότητα αυτή.

Με τον τρόπο αυτό έχομε το πλεονέκτημα ότι χρησιμοποιούμε συντονισμένους μετασχηματιστές Υ.Σ., οι οποίοι υπολογίζονται και κατασκευάζονται για εργασία σε μια συχνότητα και έτσι δεν έχομε το μειονέκτημα να χρειαζόμασθε ξεχωριστές σειρές μετασχηματιστών για κάθε συχνότητα. Ο υπερετερόδυνος λοιπόν δέκτης

έχει μεγαλύτερη ευαισθησία και επιλεκτικότητα παρά ο δέκτης με συντονιζόμενα κυκλώματα Υ.Σ.

4.2 Διακροτήματα.

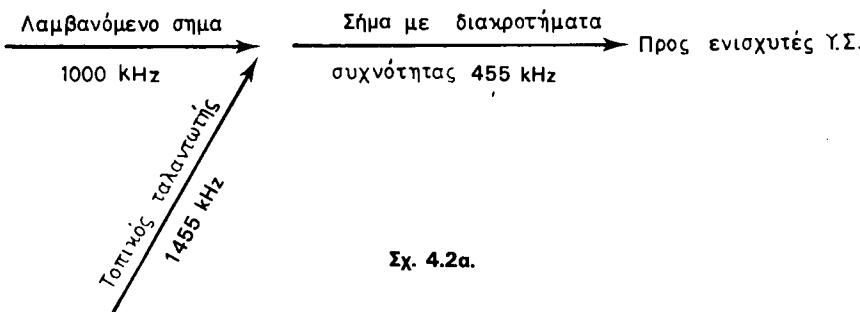
Για να αντιληφθούμε πώς γίνεται η μεταβολή της συχνότητας του λαμβανόμενου σήματος στη συχνότητα στην οποία είναι συντονισμένοι οι μετασχηματιστές Υ.Σ. του δέκτη, πρέπει να θυμηθούμε από τη Μηχανική τη μορφή των διακροτημάτων, τα οποία προέρχονται από τη συμβολή δύο ταλαντώσεων με το ίδιο πλάτος αλλά με διαφορετικές συχνότητες f_1 και f_2 . Σ' αυτή την πάρα πολύ απλή περίπτωση η συνισταμένη ταλάντωση έχει συχνότητα ίση με το ημιάθροισμα των δύο συχνοτήτων και πλάτος που κυμαίνεται μεταξύ 0 και 2 A. Η περίοδος των διακροτημάτων, ο χρόνος δηλαδή μεταξύ δύο μεγίστων του πλάτους ευρίσκεται ότι είναι ίση με 1 ($f_1 - f_2$). Επομένως η συχνότητα των διακροτημάτων είναι ίση με τη διαφορά των συχνοτήτων των 2 ταλαντώσεων.

Ας δούμε ένα άλλο παράδειγμα από την ακουστική. Ας υποθέσουμε ότι με ένα πιάνο παράγομε δύο νότες που έχουν συχνότητες 240 Hz και 256 Hz. Ο ήχος που ακούμε είναι οι 2 νότες μαζί. Αν όμως προσέξουμε θα παρατηρήσουμε ότι η έντασή του αυξομειώνεται, παρατηρούνται δηλαδή διακροτήματα και αν έχουμε τη δυνατότητα να μετρήσουμε τη συχνότητά τους βλέπομε ότι είναι 16 Hz, είναι δηλαδή ίση με τη διαφορά των δύο συχνοτήτων 256 Hz – 240 Hz = 16 Hz.

Διακροτήματα παραγονται οχι μόνο από συμβολή ηχητικών κυμάνσεων, αλλά από συμβολή κάθε είδους κυμάνσεων, π.χ. φωτεινών κυμάνσεων ή ραδιοκυμάνσεων. Επομένως παρατηρούμε ότι μπορούμε να μεταλλάξουμε τη συχνότητα του λαμβανόμενου ραδιοφωνικού σήματος στη συχνότητα που είναι συντονισμένοι οι μετασχηματιστές Υ.Σ. Για να το επιτύχουμε αρκεί να αναμίξουμε το λαμβανόμενο σήμα με ένα άλλο σήμα του οποίου η συχνότητα έχει τέτοια τιμή ώστε η διαφορά των δύο συχνοτήτων να είναι ίση με την επιθυμητή συχνότητα.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε μια σειρά μετασχηματιστών Υ.Σ. συντονισμένων στη συχνότητα των 455 kHz και ότι επιθυμούμε να λάβομε ένα ραδιοφωνικό σταθμό που εκπέμπει στη συχνότητα των 1000 kHz. Εκείνο που πρέπει να κάνομε είναι να παράγομε με μία γεννήτρια Υ.Σ. ένα σήμα ραδιοσυχνότητας 1455 kHz. Αν αναμίξουμε τα δύο σήματα, παράγεται ένα διακρότημα που έχει συχνότητα 455 kHz (1455 kHz – 1000 kHz).

Το σήμα με τα διακροτήματα των 455 kHz περνά από την αλυσίδα των ενισχυτών Υ.Σ. που έχουν μετασχηματιστές συντονισμένους στη συχνότητα των 455 kHz και η ενίσχυση γίνεται με τη μέγιστη απόδοση (σχ. 4.2a).



Σχ. 4.2a.

Η γεννήτρια που παράγει το σήμα ραδιοσυχνότητας μέσα στο δέκτη, που αναμιγνύεται με το λαμβανόμενο, ονομάζεται **τοπικός ταλαντωτής**.

Για να γίνει σαφέστερη η λειτουργία παίρνομε το εξής παράδειγμα: Αν υποθέσουμε ότι επιθυμούμε να λάβομε ένα πομπό που έχει συχνότητα 800 kHz, ο τοπικός ταλαντωτής πρέπει να μας δώσει ένα σήμα συχνότητας 1255 kHz, ώστε με ανάμιξη να λάβομε τη συχνότητα των 455 kHz. Για να έχομε την επιθυμητή συχνότητα, θα πρέπει ο τοπικός ταλαντωτής να παράγει συχνότητες μεγαλύτερες από τη συχνότητα λήψεως κατά 455 kHz. Επομένως για να ακούσομε πομπούς που εκπέμπουν σε συχνότητες στην περιοχή των μεσαίων κυμάτων, δηλαδή 550 kHz ως 1600 kHz, ο τοπικός ταλαντωτής θα πρέπει να παράγει συχνότητες που κυμαίνονται από 1005 kHz (550 + 455) μέχρι 2055 kHz (1660 + 455). Επί πλέον θα πρέπει να συνδυάσουμε το κουμπί συντονισμού των κυκλωμάτων κεραίας με το κουμπί μεταβολής της συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή ώστε η διαφορά συχνότητας να είναι πάντα 455 kHz.

Εδώ θα πρέπει να διευκρινίσουμε ότι από την ανάμιξη της λαμβανόμενης συχνότητας με τη συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή, έχομε στην έξοδο όχι μόνο τη διαφορά των 2 συχνοτήτων, αλλά και το άθροισμα. Έτσι αν η συχνότητα του προς λήψη πομπού είναι 1000 kHz και η συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή είναι 1455 kHz, έχομε στην έξοδο της λυχνίας μίξεως όχι μόνο τη συχνότητα 455 kHz αλλά και τη συχνότητα 2455 kHz. Επειδή οι μετασχηματιστές ενδιάμεσης συχνότητας είναι συντονισμένοι στη συχνότητα των 455 kHz η συχνότητα 2455 kHz δεν ενισχύεται. Γι' αυτό και δε μας απασχολεί.

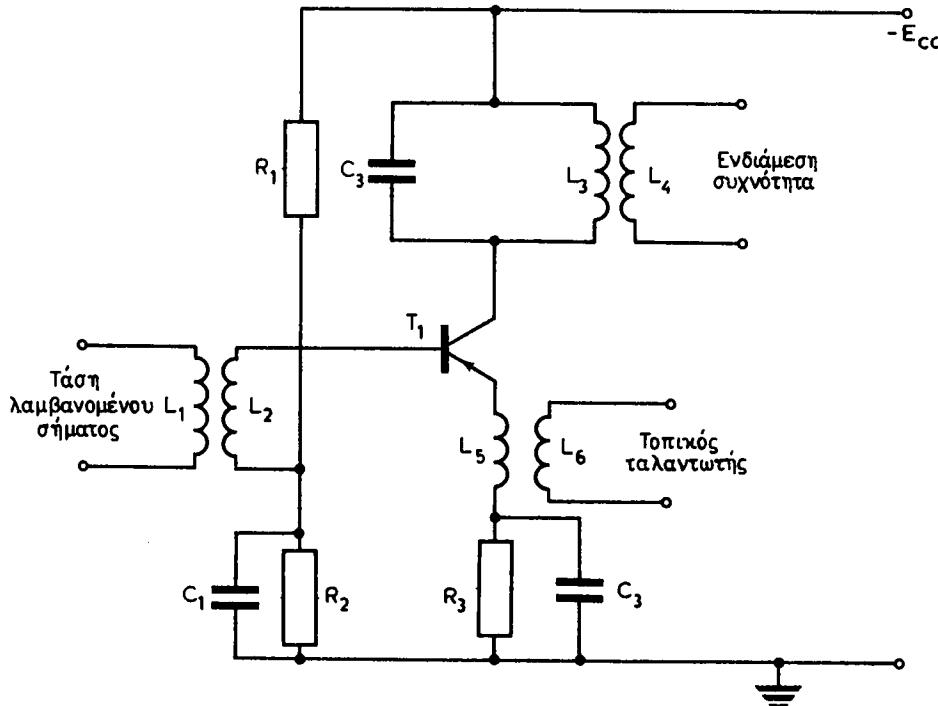
Ετεροδύνωση ονομάζεται η παραγωγή των διακροτημάτων και από τη λέξη παίρνει το όνομά του ο δέκτης που ονομάζεται **υπερετερόδυνος**.

4.2.1 Πού παράγονται τα διακροτήματα.

Όπως και στην περίπτωση του δέκτη με συντονισμένους ενισχυτές Υ.Σ., το προς λήψη σήμα επιλέγεται με το συντονισμένο κύκλωμα κεραίας. Στη συνέχεια το σήμα αυτό αναμιγνύεται στο μίκτη με τη συχνότητα που παράγεται στον τοπικό ταλαντωτή. Οι δυο ταλαντώσεις που αθροίζονται είναι η σταθερού πλάτους ταλάντωση που παράγεται στον τοπικό ταλαντωτή και η διαμορφωμένη ταλάντωση του σήματος. (Η διαμορφωμένη ταλάντωση δεν είναι σταθερού πλάτους αλλά αυξομειώνεται με το ρυθμό της διαμορφώσεως). Η συνισταμένη ταλάντωση μετά τη μίξη παρουσιάζει διακροτήματα, των οποίων το πλάτος είναι μεταβαλλόμενο.

Λόγω της μη γραμμικής συμπεριφοράς του μίκτη (δεν υπάρχει γραμμικότητα μεταξύ της τάσεως εισόδου και του ρεύματος εξόδου), το ρεύμα εξόδου έχει συνιστώσες που έχουν τις πιο κάτω συχνότητες:

- α) Τη συχνότητα του προς λήψη σήματος f_s .
- β) Το άθροισμα και τη διαφορά των συχνοτήτων σήματος και τοπικού ταλαντωτή $f_0 \pm f_s$.
- γ) Τη συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή f_0 .
- δ) Το άθροισμα και τη διαφορά των συχνοτήτων του τοπικού ταλαντωτή και όλων των συχνοτήτων που εμφανίζονται στην έξοδο του δέκτη.
- ε) Διάφορες αρμονικές και συχνότητες ενδοδιαμορφώσεως. Το κύκλωμα εξό-



Σχ. 4.28.

δου του μίκτη συνήθως συντονίζεται στη συχνότητα της διαφοράς $f_0 - f_s$, αυτό επιτρέπει την επιλογή της συχνότητας $f_0 - f_s$ και την απόρριψη όλων των άλλων συχνοτήτων.

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για τη μίξη ένα κατάλληλα πολωμένο τρανζίστορ. Ένα τέτοιο κύκλωμα μίκτη με τρανζίστορ φαίνεται στο σχήμα 4.2β.

Το τρανζίστορ πολώνεται με ένα μικρό ρεύμα συλλέκτη, ώστε να εργάζεται στο μη γραμμικό μέρος των χαρακτηριστικών του. Το ρεύμα του τοπικού ταλαντωτή εισάγεται στο κύκλωμα βάσεως - εκπομπού με το μετασχηματιστή L_5 , L_6 ενώ το προς λήψη σήμα εισάγεται σε σειρά με την τάση του ταλαντωτή με το μετασχηματιστή L_1 , L_2 . Το ρεύμα του συλλέκτη εμπεριέχει τη διαφορά συχνοτήτων, το άθροισμα καθώς και άλλες ανεπιθύμητες συνιστώσες. Το κύκλωμα του συλλέκτη συντονίζεται στην επιθυμητή διαφορά συχνοτήτων $f_0 - f_s$.

4.3 Ενδιάμεση συχνότητα.

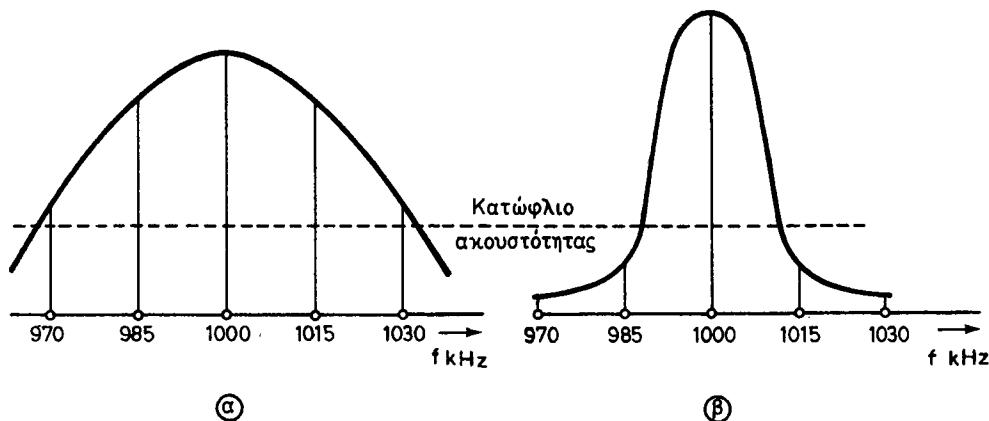
Στην έξοδο της μίκτριας λυχνίας λαμβάνομε τη συχνότητα που στο παράδειγμά μας τη θεωρίσαμε ίση με 455 kHz. Η συχνότητα είναι μεγαλύτερη από την Α.Σ. αλλά μικρότερη από κάθε υψηλή συχνότητα που παίρνομε στα μεσαία 550 kHz - 1600 kHz. Γι' αυτό και ονομάζεται Ενδιάμεση Συχνότητα (Ε.Σ.) ή στα αγγλικά intermediate Frequency (I.F.). Οι μετασχηματιστές Υ.Σ. που συντονίζονται στην ενδιάμεση συχνότητα ονομάζονται μετασχηματιστές Ε.Σ. ή, όπως θα τους ονομάζο-

με από εδώ και πέρα, μετασχηματιστές I.F., και οι ενισχυτές Ενδιάμεσης Συχνότητας ενισχυτές I.F.

Οι μετασχηματιστές I.F. διαφέρουν από τους μετασχηματιστές Y.S. γιατί είναι συντονισμένοι σε χαμηλότερη συχνότητα και έχουν τύλιγμα με περισσότερες σπείρες. Και επειδή συντονίζονται σε μια συχνότητα δε χρειαζόμασθε πια τους μεταβλητούς πυκνωτές και γι' αυτό τοποθετούμε πυκνωτές τρίμερ. Αυτοί ρυθμίζονται μια φορά κατά την ευθυγράμμιση του δέκτη και όχι κάθε φορά που επιθυμούμε να επιλέξουμε ένα σταθμό. Επίσης έχουν συντονισμένο όχι μόνο το δευτερεύον τύλιγμα αλλά και το πρωτεύον με τη βοήθεια και πάλι πυκνωτών τρίμερ.

Η χρησιμοποίηση μετασχηματιστών ενδιάμεσης συχνότητας που είναι όλοι συντονισμένοι σε μια συχνότητα έχει ως αποτέλεσμα ο δέκτης να έχει την ίδια επιλεκτικότητα σε όλες τις συχνότητες λήψεως και να είναι πολύ πιο ευαίσθητος έτσι ώστε δε χρειάζεται πλέον η τοποθέτηση εξωτερικής κεραίας αλλά αρκεί μια κεραία στο εσωτερικό του δέκτη. Αυτό άλλωστε φαίνεται αν συγκρίνουμε τις καμπύλες συντονισμού των δύο δεκτών. Από τη σύγκριση αυτή διαπιστώνομε ότι ο υπερετέροδυνος δέκτης παρουσιάζει οξύτερο συντονισμό.

Στο σχήμα 4.3α γίνεται σύγκριση δύο δεκτών, του ενός (α) με συντονισμένα κυκλώματα Y.S. και του άλλου (β) ο οποίος είναι υπερετέροδυνος.



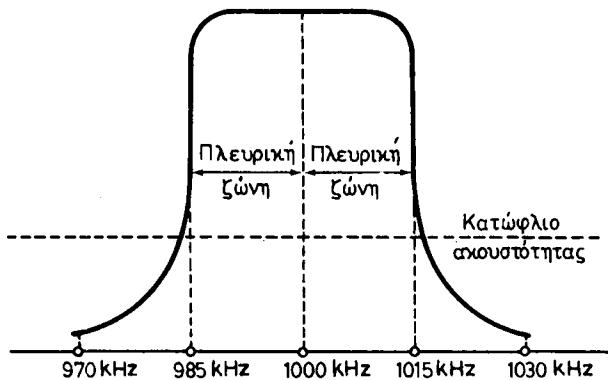
Σχ. 4.3α.

α) Καμπύλη συντονισμού δέκτη με συντονισμένα κυκλώματα Y.S. Ο δέκτης είναι συντονισμένος στους 1000 kHz. Παρατηρούμε ότι σταθμοί που εκπέμπουν στις συχνότητες 970 και 1030 ξεπερνούν το κατώφλιο ακουστότητας πράγμα που σημαίνει ότι ακούγονται στο βάθος συγχρόνως με τον επιθυμητό σταθμό. β) Καμπύλη συντονισμού του υπερετέροδυνου δέκτη συντονισμένου στους 1000 kHz. Παρατηρούμε ότι οι γειτονικοί σταθμοί είναι κάτω από το κατώφλι ακουστότητας.

Ο υπερετέροδυνος δέκτης έχει τόσο καλή επιλεκτικότητα ώστε να παρουσιάζεται το πρόβλημα να είναι περισσότερο επιλεκτικός από το επιθυμητό. Για να γίνει τούτο αντιληπτό ας υποθέσουμε ότι ο πομπός εκπέμπει σε συχνότητα 1000 kHz και διαμορφώνεται κατά πλάτος με ακουστικές συχνότητες οι οποίες κυμαίνονται από 30 Hz μέχρι 15 kHz. Στην ακραία περίπτωση διαμορφώσεως του πομπού με συχνότητα 15 kHz έχουμε εκπομπή της βασικής συχνότητας 1000 kHz ως επίσης και δύο πλευρικών συχνοτήτων, της συχνότητας 985 kHz και της συχνότητας 1015

kHz. Επομένως ο πομπός εκπέμπει ένα φάσμα συχνοτήτων πλάτους 30 kHz. Από το σχήμα 4.3α βλέπομε ότι όταν ο υπερετερόδυνος δέκτης συντονισθεί στους 1000 kHz τα áκρα μιας ζώνης πλάτους 30 kHz βρίσκονται κάτω από τη στάθμη του κατωφλίου ακουστότητας. Με άλλα λόγια ο συντονισμός είναι τόσο οξύς ώστε οι συχνότητες 985 και 1015 kHz βρίσκονται έξω από την καμπύλη συντονισμού [σχ. 4.3α(β)]. Σ' αυτήν την περίπτωση λέμε ότι ο δέκτης αποκόπτει τις πλευρικές ζώνες. Αυτό σημαίνει ότι οι υψηλές νότες δεν ακούγονται και η χροιά του ήχου είναι πολύ βαθιά (μπάσα).

Για να διορθώσουμε την απόκριση του δέκτη, πρέπει να ελαττώσουμε την επιλεκτικότητα ώστε να έχουμε τις συχνότητες 985 και 1015 kHz λίγο πάνω από το κατώφλιο ακουστότητας. Η επιλεκτικότητα μειώνεται με αλλαγή της καμπύλης συντονισμού με μεταβολή των τρίμερ έτσι ώστε ο δέκτης να είναι έλαφρώς εκτός ευθυγραμμίσεως ή με χρησιμοποίηση συντονισμένων κυκλωμάτων σε σύζευξη πάνω από την κρίσιμη (Βλ. παράγραφο 2.2.5) (σχ. 4.3β).



Σχ. 4.3β.

Ιδανική καμπύλη συντονισμού υπερετερόδυνου δέκτη.

Στην πραγματικότητα οι δέκτες κατασκευάζονται και ρυθμίζονται να λαμβάνουν μια πλευρική ζώνη 5 kHz γιατί όπως είπαμε οι ραδιοφωνικοί σταθμοί εκπέμπουν σε συχνότητες που απέχουν μεταξύ τους 9 kHz.

Το σύστημα αυτόματης ρυθμίσεως της ενισχύσεως, η ενίσχυση με το χέρι της εντάσεως της φωνής, η ρύθμιση της χροιάς του ήχου καθώς και οι ενισχυτές ακουστικής συχνότητας είναι οι ίδιοι με αυτούς που περιγράψαμε στο δέκτη με συντονιζόμενους ενισχυτές Υ.Σ.

4.3.1 Συχνότητες – είδωλα.

Σε οποιαδήποτε συχνότητα και αν συντονίσουμε το δέκτη υπάρχει πάντα μια άλλη συχνότητα που δίνει την αυτή Ε.Σ. Αυτή η άλλη συχνότητα ονομάζεται **συχνότητα - είδωλο** $f_{ειδ}$ και έχει τιμή ίση με $f_{ειδ} = f_{E.S.} + f_0$, όπου f_0 η συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή, ή $f_{E.S.} = f_{ειδ} - f_0$.

Γνωρίζομε ότι η συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή $f_0 = f_s + f_{E.S.}$

άρα $f_{E.S.} = f_{ειδ} - (f_s + f_{E.S.})$

και $f_{ειδ} = f_s + 2 f_{E.S.}$,

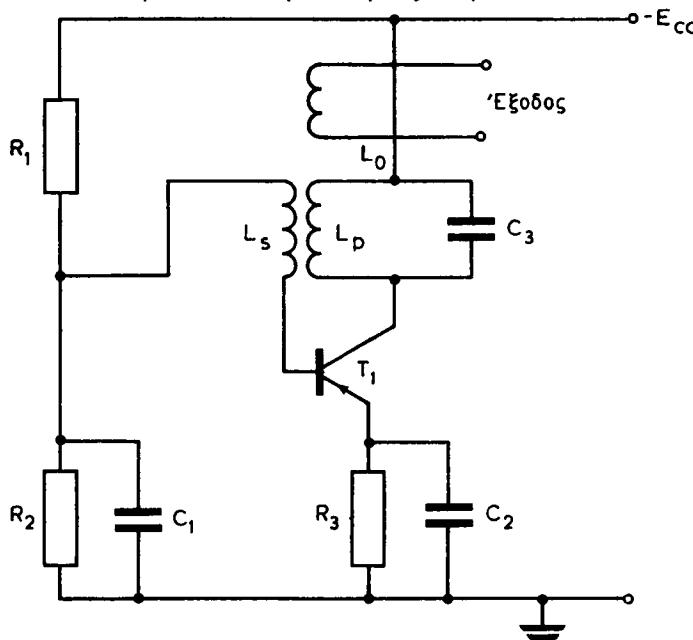
επομένως η συχνότητα είδωλο απέχει από την ωφέλιμη προς λήψη συχνότητα κατά το διπλάσιο της ενδιάμεσης συχνότητας. Για να αποφεύγεται η είσοδος στη μίκτρια της συχνότητας-ειδώλου, οπότε έχομε παρεμβολή, οι κατασκευαστές των δεκτών λαμβάνουν μέτρα αυξήσεως της επιλεκτικότητας στις προηγούμενες βαθμίδες.

4.4 Περιγραφή των κυκλωμάτων του υπερετερόδυνου δέκτη Α.Μ.

4.4.1 Ο τοπικός ταλαντωτής.

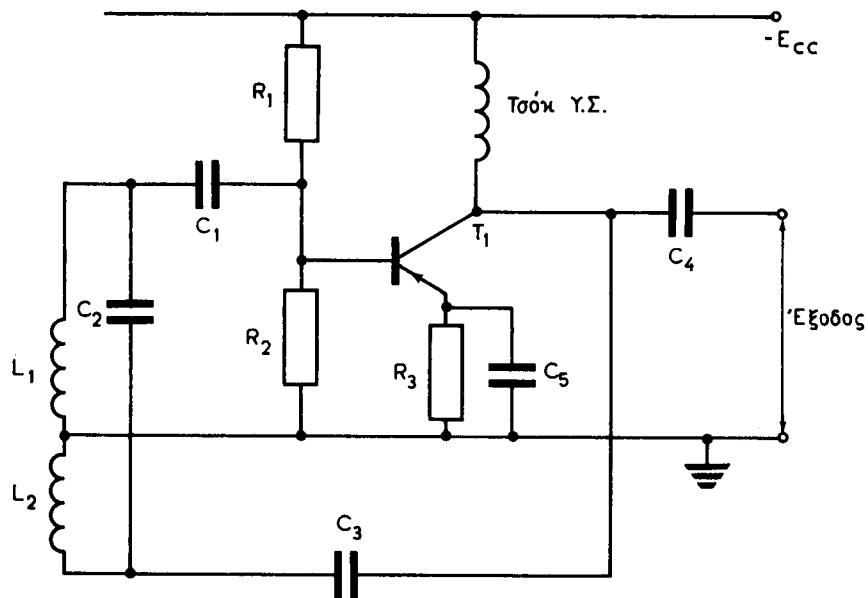
Ο τοπικός ταλαντωτής, όπως κάθε ταλαντωτής, πρέπει να περιλαμβάνει ένα κύκλωμα καθορισμού της συχνότητας καθώς και ένα κύκλωμα συντηρήσεως των ταλαντώσεων. Το πρώτο κύκλωμα μπορεί να είναι ένα κύκλωμα LC ενώ το δεύτερο ένας ενισχυτής με τρανζίστορ.

Το κύκλωμα ενός ταλαντωτή με συντονισμένο κύκλωμα συλλέκτη φαίνεται στο σχήμα 4.4a. Το παράλληλο κύκλωμα καθορισμού της συχνότητας συνδέεται, όπως βλέπομε, με το κύκλωμα συλλέκτη του τρανζίστορ.

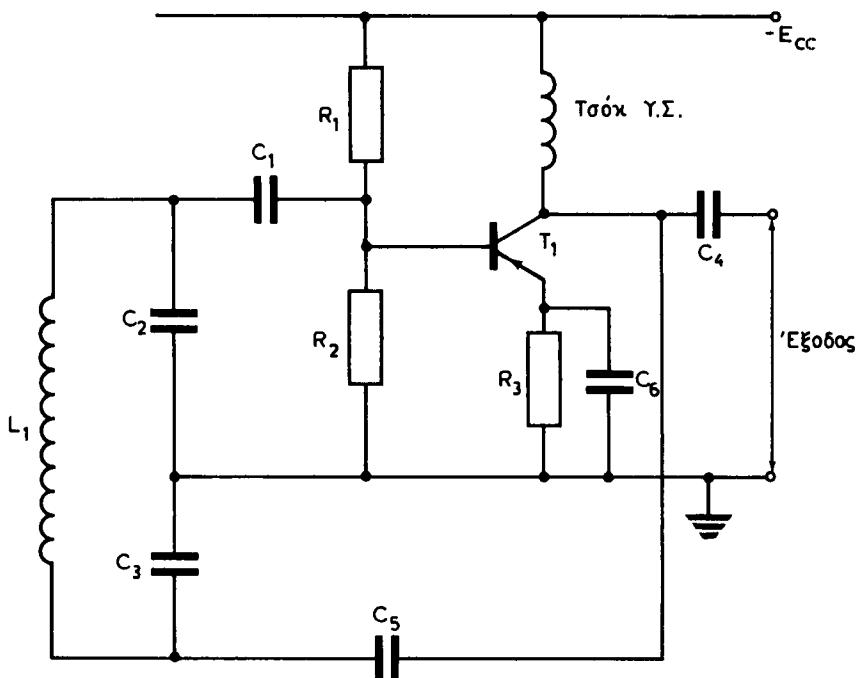


Σχ. 4.4a.

Ταλαντωτής με συντονισμένο κύκλωμα συλλέκτη.



Σχ. 4.4β.
Ταλαντωτής Hartley.



Σχ. 4.4γ.
Ταλαντωτής Colpitts.

Η λειτουργία του κυκλώματος είναι η εξής: Όταν το κύκλωμα τροφοδοτηθεί με τάση (κλείσει δηλ. ο διακόπτης τροφοδοσίας) οποιοσδήποτε ηλεκτρονικός θόρυβος ή μικρή παλμική μεταβολή της τάσεως στο κύκλωμα εισόδου ενισχύεται και εμφανίζεται στο συλλέκτη. Το κύκλωμα συντονισμού είναι συντονισμένο στην επιθυμητή συχνότητα συντονισμού, με αποτέλεσμα να ευνοείται και να ενισχύεται η κυκλοφορία μέσα στο κύκλωμα συντονισμού εκείνου του ρεύματος που έχει την επιθυμητή συχνότητα. Το ρεύμα αυτό κυκλοφορώντας στο πρωτεύον κύκλωμα του μετασχηματιστή L_p επάγει μια τάση της ίδιας συχνότητας στο δευτερεύον κύκλωμα L_s και η τάση αυτή εφαρμόζεται στην είσοδο του τρανζίστορ. Το τρανζίστορ εισάγει μια στροφή της φάσεως του ρεύματος 180° και επομένως ο μετασχηματιστής πρέπει να συνδεθεί κατά τρόπο που να δίνει μια πρόσθιτη στροφή 180° έτσι, ώστε η συνολική στροφή της φάσεως να είναι 0° με αποτέλεσμα να συντηρούνται οι ταλαντώσεις. Για τον ίδιο λόγο η αμοιβαία επαγωγή μεταξύ πρωτεύοντος - δευτερεύοντος πρέπει να είναι πιο μεγάλη από τη μονάδα. Η συχνότητα συντονισμού, ως γνωστόν, δίνεται από τη σχέση:

$$f_{\text{ταλ}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_p C_3)}}$$

Το πηνίο L_0 είναι τριτεύον τύλιγμα και παρέχει κατάλληλη έξοδο. Πιο κάτω σχεδιάσθηκαν άλλα κυκλώματα ταλαντωτών.

4.4.2 Σταθερότητα συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή.

Ένας ταλαντωτής λέμε ότι έχει **σταθερότητα συχνότητας** όταν η συχνότητά του δεν ολισθαίνει από την επιθυμητή τιμή. Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι επιθυμητό να έχουμε τη μικρότερη δυνατή ολίσθηση και η επιτρεπτή μεταβολή της συχνότητας δίνεται σε εκατομμυριοστό· π.χ. λέμε ότι η ακρίβεια συχνότητας του ταλαντωτή είναι 10×10^{-8} ανά βαθμό μεταβολής της θερμοκρασίας.

Η συχνότητα του ταλαντωτή είναι επίσης συνάρτηση του φορτίου που υπάρχει στην έξοδό του, καθώς και των παραμέτρων του τρανζίστορ που χρησιμοποιεί.

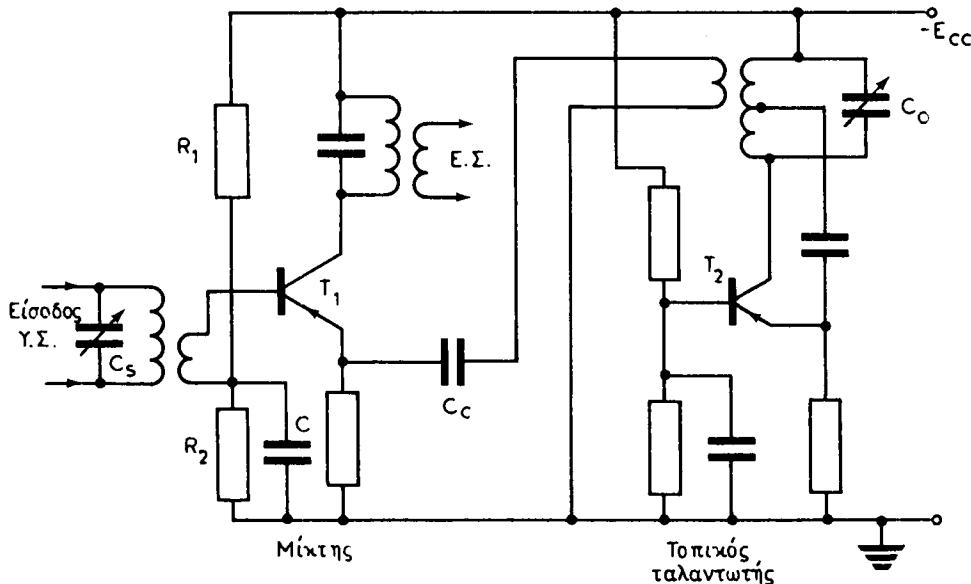
4.4.3 Μίξη και ενισχυτής Ε.Σ.

Είδαμε τα πλεονεκτήματα που έχουμε με τη χρησιμοποίηση της Ενδιάμεσης Συχνότητας (Ε.Σ.). Η παραγωγή της γίνεται με μίξη της συχνότητας του σήματος του σταθμού που θέλομε να λάβομε και της συχνότητας που παράγεται από τον τοπικό ταλαντωτή και η οποία είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη της συχνότητας του σήματος κατά τόσα kHz όση και η επιλεγέσα τιμή συχνότητας της Ε.Σ. Συνήθως η συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή επιλέγεται να είναι μεγαλύτερη, γιατί έτσι ο λόγος της μεγαλύτερης συχνότητας που παράγει ο τοπικός ταλαντωτής προς τη μικρότερη είναι μικρότερος με αποτέλεσμα απλούστευση της κατασκευής.

Στη μονάδα μεταλλαγής της συχνότητας μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε λυχνίες ή τρανζίστορ.

Στο σχήμα 4.4δ εμφαίνεται μια διάταξη μίξεως και παραγωγής της Ε.Σ. με τρανζίστορ.

Παρατηρούμε ότι για τη συντήρηση των ταλαντώσεων εφαρμόζεται θετική



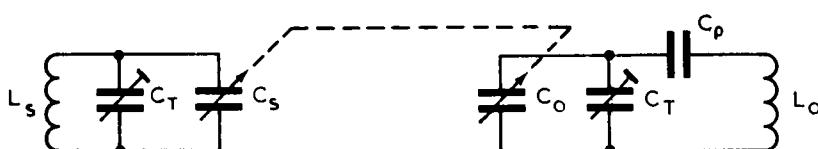
Σχ. 4.46.

ανάδραση στο τρανζίστορ T₂. Η συχνότητα ταλαντώσεων του τοπικού ταλαντωτή f_0 επιτυγχάνεται με κατάλληλη επιλογή των L_0 και C_0 . Το σήμα του τοπικού ταλαντωτή οδηγείται μέσω του πυκνωτή C_c στον εκπομπό του τρανζίστορ T₁.

Στο T₁ οδηγείται επίσης το προς λήψη σήμα Υ.Σ. συχνότητας f_g . Το τρανζίστορ μίζεως πολώνεται με την ποτενσιομετρική διάταξη R₁, R₂ και C.

Στην έξοδο έχουμε αθροίσματα και διαφορές συχνοτήτων, η επιθυμητή Ε.Σ. λαμβάνεται με το παράλληλα συντονισμένο στη συχνότητα Ε.Σ. κύκλωμα LC που υπάρχει στο κύκλωμα του συλλέκτη.

Για να είναι η ενδιάμεση συχνότητα σταθερή σε όλες τις συχνότητες λήψεως ο συντονισμός του κυκλώματος L_0C_0 πρέπει να παρακολουθεί το συντονισμό του παράλληλου κυκλώματος στην είσοδο του δέκτη. Για να είναι όμως αυτό κατόρθωτό ένας απλός τρόπος είναι οι δυο μεταβλητοί πυκνωτές α) του κυκλώματος επιλογής σταθμού στην είσοδο του δέκτη C_g και β) του τοπικού ταλαντωτή C_0 , να είναι πανομοιότυποι και να κινούνται με τον ίδιο άξονα (βλ. σχ. 4.4e). Επειδή η συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή είναι μεγαλύτερη της συχνότητας του προς λήψη σταθμού, η παράλληλη αυτεπαγωγή έχει μικρότερη τιμή. Παρόλο που η διαφορά

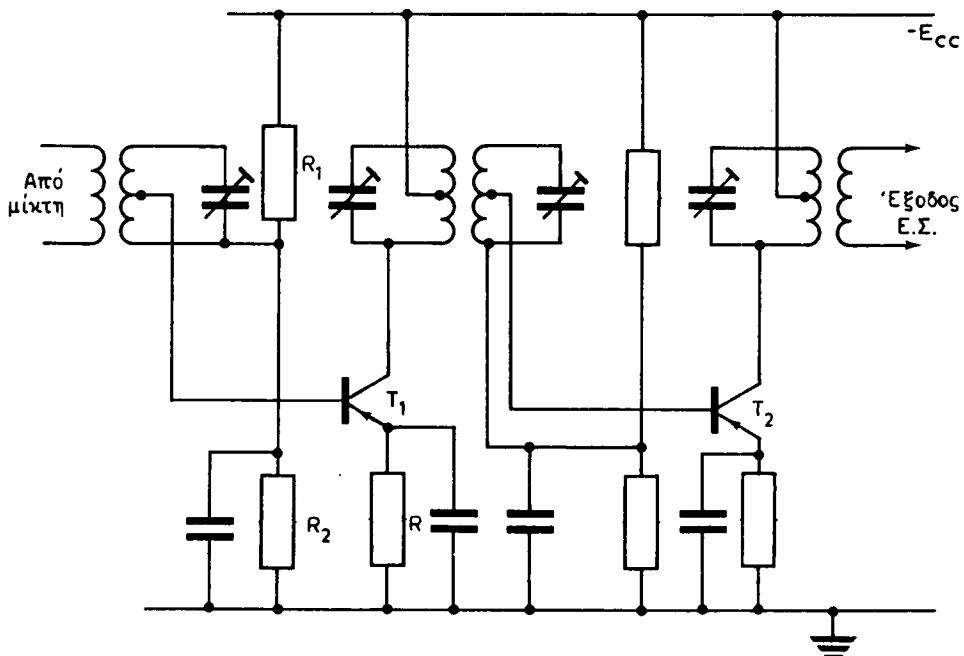


Σχ. 4.4e.

μεταξύ της μεγαλύτερης και μικρότερης συχνότητας λήψεως είναι η ίδια με τη διαφορά της αντίστοιχης μεγαλύτερης και μικρότερης συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή, γι' αυτό τοποθετείται ένας πυκνωτής σειράς πάντερ (padder) C_p για να ελαττωθεί η μέγιστη χωρητικότητα του κυκλώματος αυτού. Τέλος παράλληλα τοποθετούνται στα δυο κυκλώματα πυκνωτές τρίμερ (Trimmer) C_T για τη ρύθμιση της τιμής της ελάχιστης χωρητικότητας στα δύο κυκλώματα LC.

'Ένας ενισχυτής Ε.Σ. ακολουθεί πάντα τη μονάδα μεταλλαγής της συχνότητας. Ο ενισχυτής αυτός είναι προσυντονισμένος στην Ε.Σ. και είναι φανερό ότι η ενίσχυσή τους και η επιλεκτικότητά τους είναι σταθερές και δεν μεταβάλλονται με τη συχνότητα λήψεως.

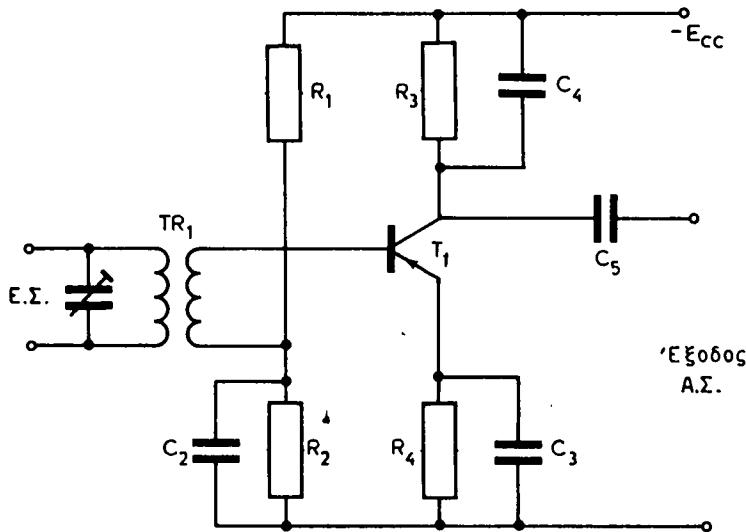
Σκοπός του ενισχυτή Ε.Σ. είναι α) να ενισχύσει το σήμα λήψεως τόσο, ώστε να εργάζεται ικανοποιητικά η βαθμίδα φωράσεως, β) να εξασφαλίζει σταθερή ενίσχυση σε διεσπαρτές της συχνότητες της περιοχής λήψεως του δέκτη και γ) να εξασφαλίζει ικανοποιητική επιλεκτικότητα και να αποκλείει παρεμβολή στη συχνότητα λήψεως από γειτονικούς σταθμούς. Είναι δυνατό να υπάρχουν μια ή περισσότερες βαθμίδες ενισχύσεως Ε.Σ.



Σχ. 4.4στ.

4.4.4 Ο φωρατής και ο 1ος Ενισχυτής Α.Σ.

'Όπως ήδη έχομε δει σε προηγούμενα κεφάλαια, για να ξεχωρίσομε την ακου-



Σχ. 4.4ζ.

στική συχνότητα από την υψηλή συχνότητα (στην περίπτωσή μας Υ.Σ. είναι η διαμορφωμένη κατά πλάτος Ε.Σ.) χρειάζεται φώραση του σήματος.

Στο σχήμα 4.4ζ δείχνομε ένα φωρατή με τρανζίστορ. Η ανδριθωση γίνεται στο κύκλωμα βάσεως - εκπομπού και το ανορθωμένο σήμα ενισχύεται από το τρανζίστορ.

Τα στοιχεία R_1 , R_2 , R_4 , C_2 και C_3 εξασφαλίζουν την κατάλληλη πόλωση και σταθεροποίηση της τάσεως Σ.Ρ. ενώ η R_3 είναι η αντίσταση φορτίου του συλλέκτη. Ο πυκνωτής C_4 αποζευγνύει την Υ.Σ. ώστε να μη εμφανίζεται στο άκρο της R_3 ούτε στην έξοδο Α.Σ. μέσω του πυκνωτή C_5 . Το σήμα οδηγείται στο κύκλωμα βάσεως - εκπομπού μέσω του μετασχηματιστή TR_1 . Το τμήμα βάση - εκπομπός του τρανζίστορ δρα σαν ημιαγωγός δίοδος και με τα στοιχεία R_2 , C_2 αποτελεί το γνωστό μας φωρατή με δίοδο. Το φωραθέν σήμα εμφανίζεται στα δίκρα της R_2 και μεταβάλλει την πόλωση στο τμήμα βάση - εκπομπός του τρανζίστορ, με αποτέλεσμα το ρεύμα του συλλέκτη να μεταβάλλεται σύμφωνα με την περιβάλλουσα του διαμορφωμένου σήματος. Μια τάση Α.Σ. εμφανίζεται στα άκρα της R_3 και οδηγείται στον ενισχυτή Α.Σ. μέσω του πυκνωτή C_5 .

Ο ενισχυτής Α.Σ. που ακολουθεί τη βαθμίδα φωράσεως χρειάζεται για να ενισχυθεί ακόμη περισσότερο η ωφέλιμη πληροφορία, που για τους ραδιοφωνικούς δέκτες είναι ομιλία ή μουσική, στην απαιτούμενη στάθμη για τη λειτουργία του μεγαφώνου ή των ακουστικών. Πολλές φορές ο ενισχυτής Α.Σ αποτελείται από μία βαθμίδα προενισχύσεως και μια βαθμίδα ισχύος.

Για τη μέγιστη μεταφορά ισχύος χωρίς παραμόρφωση ο ενισχυτής πρέπει να εργάζεται σε φορτίο τιμής τέτοιας που να εξασφαλίζεται βέλτιστη λειτουργία. Σπάνια το πραγματικό φορτίο, που είναι συνήθως ένα μεγάφωνο, έχει την επιθυμητή τιμή φορτίου, γιαυτό χρησιμοποιούμε μετασχηματιστή συζεύξεως, ο οποίος συγχρόνως απαγορεύει τη δίοδο Σ.Ρ μέσα από το μεγάφωνο. Ο αριθμός σπειρών του μετασχηματιστή εκλέγεται έτσι ώστε, ο λόγος των σπειρών πρωτεύοντος/δευτε-

ρεύοντος να είναι ο κατάλληλος για μετασχηματισμό της αντιστάσεως του φορτίου R_L (μεγάφωνο) στην επιθυμητή, για τη βέλτιστη λειτουργία του ενισχυτή, τιμή αντιστάσεως R_L . Δηλαδή ο λόγος σπειρών $n = N_1/N_2$ εκλέγεται έτσι ώστε να ισχύει η σχέση:

$$n = \sqrt{\frac{R_L}{R_L}}$$

4.4.5 Ενισχυτής Υ.Σ.

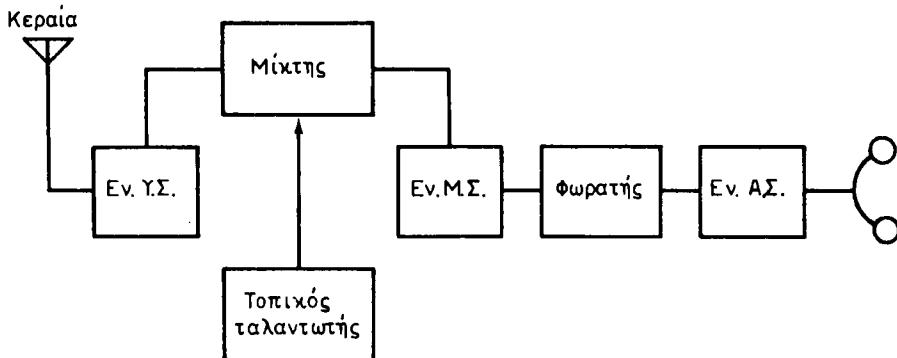
Οι υπερετερόδυνοι δέκτες δεν έχουν συνήθως βαθμίδες ενισχύσεως της Υ.Σ. Η προσθήκη δημοσίου μιάς ή δυο βαθμίδων ενισχύσεως Υ.Σ. έχει πλεονεκτήματα και βελτιώνει τη γενική συμπεριφορά του ραδιοφωνικού δέκτη. Οι λόγοι είναι οι εξής:

1. Εξασφαλίζει ισχυρό σήμα, σε σύγκριση με το θόρυβο, στη μονάδα μεταλλαγής της συχνότητας. Ο θόρυβος, που τον ονομάζομε και **ηλεκτρικό θόρυβο**, προκαλείται από μεταβολές της τάσεως επιπρόσθετες των μεταβολών του ωφέλιμου σήματος. Καλύπτει συνήθως ευρύ φάσμα συχνοτήτων και προέρχεται από πολλές πηγές, πολλές των οποίων είτε δεν οφείλονται στο δέκτη όπως π.χ. ηλεκτρικές μηχανές, κινητήρες, ηλεκτρικά δίκτυα φωτισμού και ισχύος κλπ είτε οφείλονται στο δέκτη όπως είναι οι θόρυβοι των αντιστάσεων τρανζίστορ ηλεκτρονικών λυχνιών κλπ. καθώς επίσης και ο θόρυβος της βαθμίδας μεταλλαγής συχνότητας. Η υπαρξη θορύβου μειώνει την ευκρίνεια των λαμβανομένων ραδιοφωνικών σημάτων. Είναι επομένως χρήσιμο για καλή λήψη, το σήμα που εφαρμόζεται στην είσοδο της μονάδας μεταλλαγής να είναι αρκετά μεγάλο σε σύγκριση με το θόρυβο ώστε να ελαχιστοποιείται η επίδρασή του.
2. Εξασφαλίζει ικανοποιητική επιλεκτικότητα κυρίως με την απόρριψη της συχνότητας - ειδώλου.
3. Ελαττώνει τη δυνατότητα αλληλεπιδράσεως μεταξύ μη επιθυμητών συχνοτήτων και της συχνότητας του ταλαντωτή, ελαττώνοντας έτσι τον αριθμό και τη στάθμη μη επιθυμητών σημάτων (Spurious) στα κυκλώματα των ενισχυτών Ε.Σ. (τα γνωστά σφυρίγματα κατά την επιλογή των σταθμών).
4. Ελαττώνει το εύρος ζώνης με αποτέλεσμα έλάττωση του αναπτυσσόμενου θόρυβου στη μονάδα μεταλλαγής της συχνότητας.
5. Ελαττώνει την πιθανότητα κορεσμού (μπούκωμα) του δέκτη από παρεμβολή που προέρχεται από γειτονικής συχνότητας ισχυρό τοπικό πομπό.
6. Παρεμβάλλεται μεταξύ κεραίας της μονάδας μεταλλαγής συχνότητας ελαττώνοντας έτσι την ακτινοβολία από την κεραία, του σήματος του τοπικού ταλαντωτή.

4.5 Υπερετερόδυνος δέκτης με κρυσταλλοτριόδους (τρανζίστορ).

Στο σχήμα 4.5α έχουμε σχεδιάσει το σχηματικό διάγραμμα ενός υπερετερόδυνου δέκτη με τις βαθμίδες του οποίου έχουμε ήδη εξοικειωθεί.

Στους εμπορικούς δέκτες για οικιακή χρήση δε χρησιμοποιείται ενισχυτής Υ.Σ., αλλά από την κεραία συνδέομαστε απ' ευθείας με τη μίκτρια.



Σχ. 4.5α.
Διάγραμμα υπερετερόδυνου δέκτη.

Ας εξετάσουμε τώρα πιο λεπτομερειακά τις βαθμίδες ενός υπερετερόδυνου δέκτη και πρώτα τη βαθμίδα εισόδου του (σχ. 4.5β).

Το κύκλωμα κεραίας αποτελείται από συντονισμένα κυκλώματα των οποίων τα τυλίγματα είναι τυλιγμένα γύρω από μια ράβδο από φερίτη. Τα τυλίγματα είναι ασθενικά συζευγμένα με τη βάση του τρανζίστορ τύπου OC44.

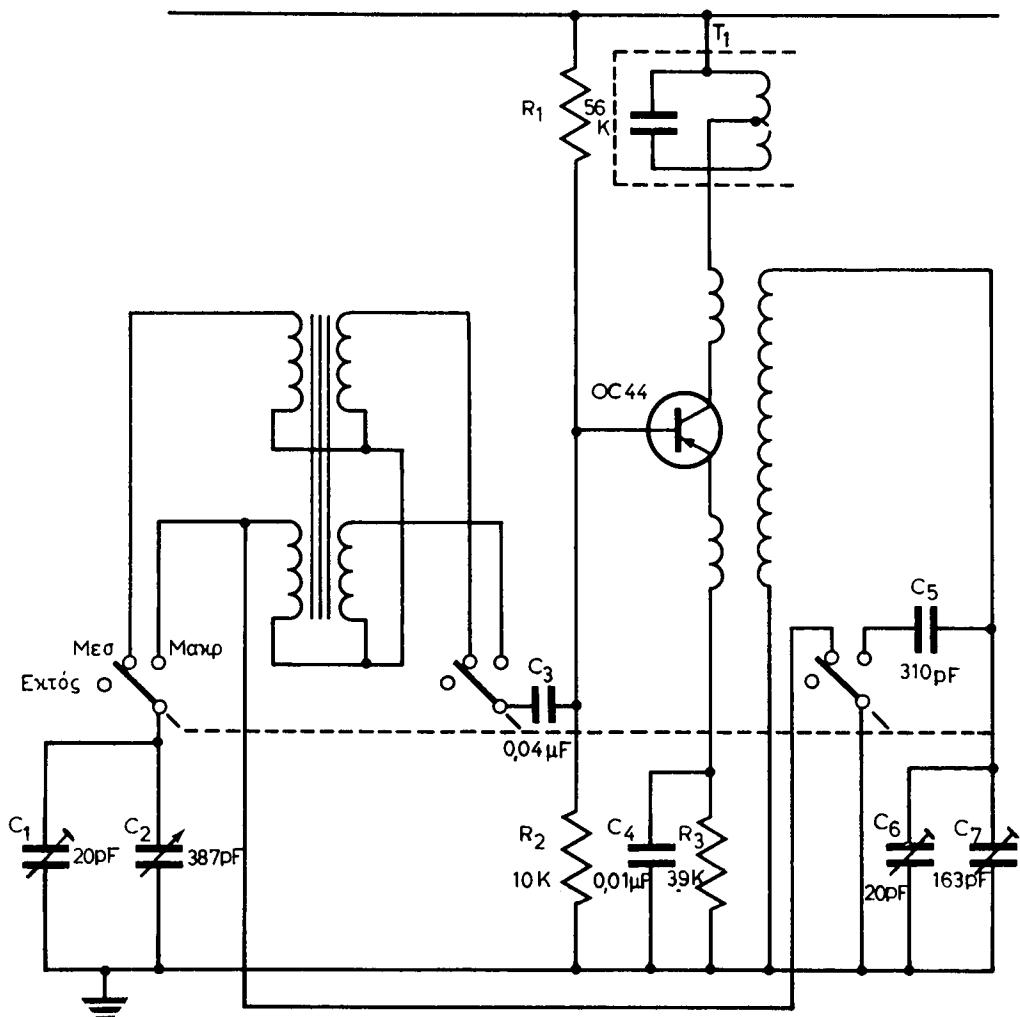
Υπάρχουν διατάξεις διακοπών και μεταγωγέων που εξασφαλίζουν λήψη μεσαίων ή μακρών κυμάτων. Το πρωτεύον του τυλίγματος μακρών κυμάτων είναι γειωμένο, όταν ο διακόπτης επιλογής έχει στραφεί για λήψη μεσαίων κυμάτων. Αυτό γίνεται για να αποφευχθεί τυχόν ανεπιθύμητος συντονισμός του τυλίγματος μακρών κυμάτων που θα επηρεάσει δυσμενώς το συντονιζόμενο τύλιγμα μεσαίων κυμάτων.

Η αλλαγή της συχνότητας γίνεται με χρήση τρανζίστορ τύπου OC44. Τάση πολώσεως εφαρμόζεται τόσο στη βάση όσο και στον εκπομπό. Ένα τύλιγμα συζεύγει το οποίο αποτελείται από λίγες στροφές στο κύκλωμα του συλλέκτη, ζευγνύει μέρος από το σήμα της εισόδου προς το κύκλωμα του εκπομπού και έτσι διατηρούνται οι ταλαντώσεις.

Η συχνότητα του ταλαντωτή ελέγχεται από ένα συντονισμένο κύκλωμα το οποίο αποτελείται από ένα πηνίο, ένα μεταβλητό πυκνωτή, τον C_1 , με χωρητικότητα 163 pF και έναν πυκνωτή τρίμερο. Για να ελαττώσουμε τη συχνότητα κατά τη λειτουργία της λήψεως μακρών κυμάτων, προσθέτομε έναν πυκνωτή, τον C_5 , χωρητικότητας 310 pF παράλληλα στο πηνίο.

Η είσοδος του συλλέκτη εφαρμόζεται στο πρωτεύον του μετασχηματιστή T_1 , ο οποίος είναι συντονισμένος στην Ε.Σ. των 470 kHz . Με τη βοήθεια του μετασχηματιστή T_1 , γίνεται η ζεύξη προς τους ενισχυτές Ε.Σ.

Οι ενισχυτές Ε.Σ. είναι δύο (σχ. 4.5γ). Η κάθε βαθμίδα του ενισχυτή χρησιμοποιεί ένα τρανζίστορ τύπου OC45. Και στα δύο τρανζίστορ εφαρμόζεται πόλωση και στη βάση και στον εκπομπό, και οι συλλέκτες συνδέονται με ακροδέκτες του πρωτεύοντος τυλίγματος των μετασχηματιστών Ε.Σ. Η σύνδεση με ακροδέκτη του τυλίγματος του μετασχηματιστή γίνεται, γιατί η σύνθετη αντίσταση ενός τρανζίστορ συνδεσμολογημένου σε σύνδεση κοινού εκπομπού, δεν είναι τόσο μεγάλη όση είναι η σύνθετη αντίσταση του πρωτεύοντος τυλίγματος του μετασχηματιστή,

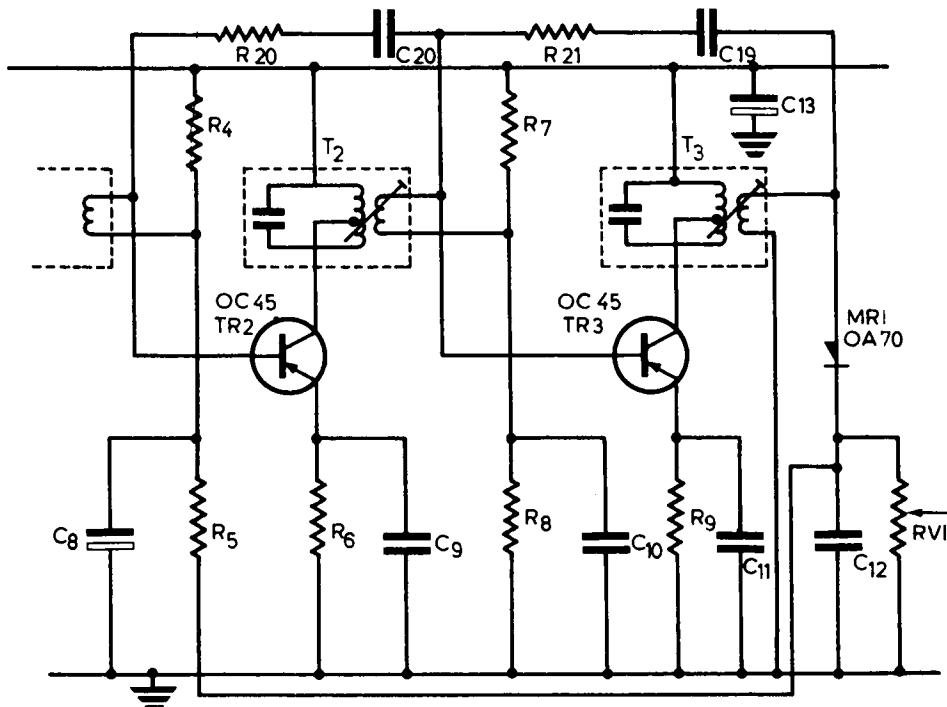


Σχ. 4.58.

Βαθμίδια εισόδου υπερετερόδυνου δέκτη με τρανζίστορ.

που είναι συντονισμένος στην Ε.Σ. Ο συλλέκτης λοιπόν συνδέεται σ' ένα σημείο του πρωτεύοντος τυλίγματος που επιλέγεται έτσι, ώστε η σύνθετη αντίσταση του τυλίγματος να είναι ίση με τη σύνθετη αντίσταση του τρανζίστορ στην Ε.Σ. και να υπάρχει επομένως προσαρμογή.

Τα δευτερεύοντα τυλίγματα των μετασχηματιστών δεν είναι συντονισμένα, γιατί έτσι γίνεται ευκολότερη η προσαρμογή της σύνθετης αντιστάσεως του τρανζίστορ στη σύνθετη αντίσταση του μετασχηματιστή. Παρ' όλο λοιπόν που τα δευτερεύοντα των μετασχηματιστών δεν είναι συντονισμένα, επιτυγχάνεται ικανοποιητική ενίσχυση, γιατί τα τυλίγματα είναι τυλιγμένα σε πυρήνα από φερίτη που έχει ως αποτέλεσμα μεγάλο συντελεστή Ω .



Σχ. 4.5γ.
Ενισχυτές ενδιάμεσης συχνότητας.

$$\text{Υπενθυμίζομε ότι: } Q = \frac{\omega \cdot L}{R}$$

όπου: $\omega = 2\pi f$ ($\omega = \text{κυκλική συχνότητα}$).

Παρατηρούμε ότι το δευτερεύον του μετασχηματιστή T_3 συνδέεται με τα δευτερεύοντα τυλίγματα των μετασχηματιστών T_1 , και T_2 μέσω ενός κλάδου ο οποίος αποτελείται από αντιστάσεις και πικνωτές. $C_{18} - R_{21} - C_{20} - R_{20}$. Με τον κλάδο αυτό επιτυγχάνεται αρνητική ανάδραση μεταξύ εξόδου και εισόδου και έτσι αποφεύγεται η δυνατότητα αναπτύξεως παρασιτικών ταλαντώσεων στους ενισχυτές Ε.Σ. Το παραπάνω κύκλωμα εξουδετερώσεως είναι αναγκαίο, επειδή υπάρχουν μεγάλες χωρητικότητες μεταξύ των ηλεκτροδίων του τρανζίστορ παρ' όλο που η συχνότητα είναι 455 kHz. Οι παράσιτες αυτές χωρητικότητες είναι μεταξύ συλλέκτη και βάσεως και μεταξύ βάσεως και εκπομπού. Αν έλειπε το κύκλωμα εξουδετερώσεως αυτό θα ειχε ως αποτέλεσμα θετική ανάδραση και παράσιτες ταλαντώσεις.

Η ενίσχυση και των δύο βαθμίδων Ε.Σ. είναι 60 db.

Από την έξοδο του δεύτερου ενισχυτή Ε.Σ. το διαμορφωμένο σήμα συχνότητας 455 kHz οδηγείται στο φωρατή.

Η φωραση γίνεται με μια δίοδο από γερμάνιο τύπου OA70 συνδεσμολογημένου ώστε να επιτυγχάνεται απλή ανόρθωση έχοντας φορτίο το κύκλωμα RV_1 . Ο πικνωτής C_{12} χρησιμεύει για την απόζευξη της Ε.Σ. προς τη γη.

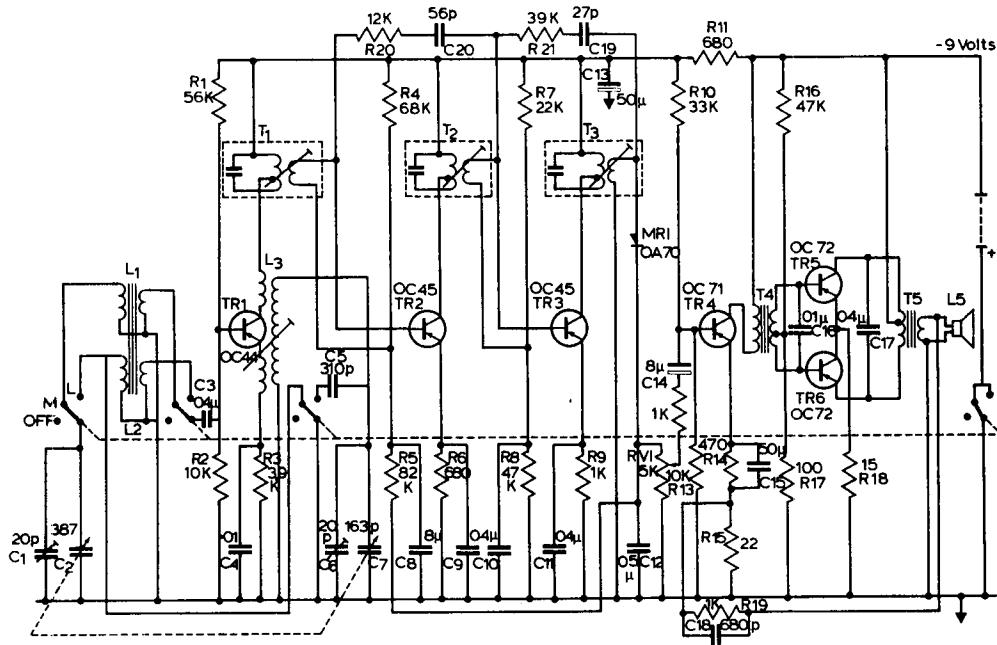
Η σύνδεση μεταξύ της εξόδου της δίόδου και της αντιστάσεως R_5 οδηγεί την τάση AGC στον ενισχυτή Ε.Σ.

Εφ' όσον το τρανζίστορ στους ενισχυτές Ε.Σ. είναι του τύπου PNP, η δράση του AGC επιτυγχάνεται με ανάδραση θετικής συνεχούς τάσεως, η οποία έχει ως αποτέλεσμα πόλωση του τρανζίστορ και ελάπτωση της ενισχύσεως.

Τυχόν ύπαρξη Α.Σ. στη γραμμή AGC γειώνεται με τον πυκνωτή C_8 .

Υστερα από όσα έχομε αναφέρει, μπορούμε να σχεδιάσουμε το πλήρες διάγραμμα ενός υπερετερόδυνου ραδιοφωνικού δέκτη με τρανζίστορ (σχ. 4.56).

Το δέκτη απαρτίζουν η βαθμίδα αλλαγής της συχνότητας με μίση η οποία αποτελείται από το τρανζίστορ τύπου OC44, από δυο βαθμίδες ενισχύσεως Ε.Σ 2 x 0045, ένα φωρατή ο οποίος αποτελείται από μία δίοδο γερμανίου τύπου OA70 και από δύο βαθμίδες Α.Σ. Η πρώτη βαθμίδα αποτελείται από ένα τρανζίστορ OC71



Σχ. 4.56.

Πλήρες διάγραμμα υπερετερόδυνου ραδιοφωνικού δέκτη με τρανζίστορ.

και η δεύτερη από δύο τρανζίστορ τύπου OC72 τα οποία εργάζονται σε τάξη B και σε διάταξη Push-Pull. Ο δέκτης τροφοδοτείται από ξηρό στοιχείο 9 V και καλύπτει τις περιοχές μεσαίων και μακρών κυμάτων.

Τα δύο τρανζίστορ OC72 στο κύκλωμα εξόδου έχουν τις βάσεις τους συνδεδεμένες με την πηγή μέσω των αντιστάσεων R_{18} και R_{17} .

Πόλωση εφαρμόζεται στους εκπομπούς από την τάση που αναπτύσσεται στην αντίσταση R_{18} (15Ω). Πρέπει να προσέχομε ιδιαίτερα κατά την επιλογή των τρανζίστορ OC72, ώστε να έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά.

Η βαθμίδα εξόδου οδηγείται από την προηγούμενη βαθμίδα ενισχύσεως Α.Σ. που αποτελείται από το τρανζίστορ τύπου OC71 και συνδέεται με την επόμενη βαθμίδα μέσω του μετασχηματιστή Α.Σ. T_4 .

Τάση εφαρμόζεται στη βάση του τρανζίστορ OC71 μέσω του διαιρέτη τάσεως που σχηματίζεται από την αντίσταση R_{10} (33 k Ω) και R_{13} (10 k Ω).

Το ρεύμα του εκπομπού διερχόμενο από τις αντιστάσεις R_{15} (22 Ω) και R_{14} (470 Ω) παρέχει την πόλωση του εκπομπού. Σημειωτέον ότι τα παραπάνω στοιχεία παρέχουν τις απαιτούμενες συνθήκες για σταθεροποίηση του Σ.Ρ.

Αρνητική ανάδραση παρέχεται προς τον εκπομπό του τρανζίστορ OC71 από το δευτερεύον του μετασχηματιστή εξόδου μέσω της αντιστάσεως R_{18} (1 k Ω) και του πυκνωτή C_{18} (680 pF). Ο σκοπός της αρνητικής αυτής αναδράσεως είναι η ελάττωση της τυχόν υπάρχουσας παραμορφώσεως και η εξομάλυνση κατά το δυνατόν της καμπύλης αποκρίσεως Α.Σ. για να γίνει πιο ευθύγραμμη. Ο πυκνωτής 680 μ F εξασφαλίζει μεγαλύτερη αρνητική ανάδραση στις υψηλές Α.Σ. και μικρότερη στις χαμηλές και έτσι η καμπύλη αποκρίσεως γίνεται περισσότερο οριζόντια.

Έτσι έχουμε την ίδια ενίσχυση όλων των συχνοτήτων του ακουστού φάσματος ή φάσματος ακουστικών συχνοτήτων.

Το τρανζίστορ OC71 έχει μικρότερη αντίσταση εισόδου απ' όση θα είχε αν στη Θέση του είχαμε λυχνία. Αυτά γιατί είναι συνδεσμολογημένο σε διάταξη κοινού εκπομπού. Χρησιμοποιείται επομένως ως πυκνωτής συζεύξεως, πυκνωτής χωρητικότητας 8 μ F, ο οποίος έχει μεγαλύτερη χωρητικότητα από εκείνη που θα χρησιμοποιούσαμε για ζεύξη λυχνιών.

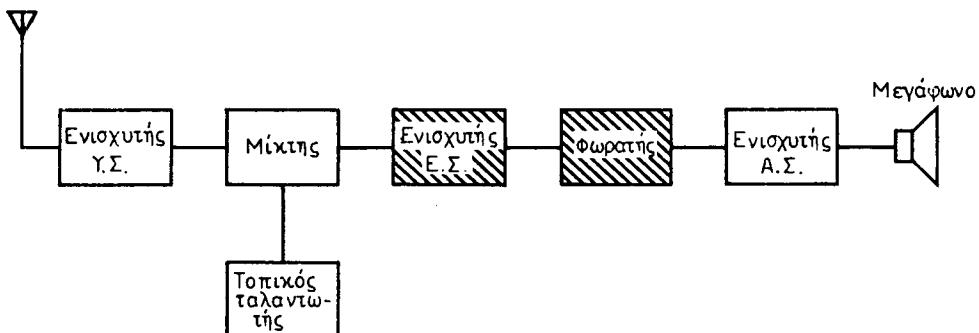
Το ποτενσιόμετρο RV₁ έχει διπλό σκοπό: δρα ως αντίσταση ρυθμίσεως της ενίσχυσεως Α.Σ. και συγχρόνως ως αντίσταση φορτίου της φωράτριας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΥΠΕΡΕΤΕΡΟΔΥΝΟΣ ΔΕΚΤΗΣ FM

5.1 Γενικά.

Το λειτουργικό διάγραμμα ενός υπερετερόδυνου δέκτη FM είναι παρόμοιο με το διάγραμμα ενός υπερετερόδυνου δέκτη AM. Υπάρχουν όμως σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο δεκτών στους ενισχυτές Ε.Σ. και στο τμήμα φωράσεως (σχ. 5.1).



Σχ. 5.1.

Τμήματα του δέκτη FM, που κυρίως, διαφέρουν από τα αντίστοιχα του δέκτη AM.

Ειδικά μέτρα πρέπει να ληφθούν κατά την κατασκευή των ενισχυτών Υ.Σ. και του κυκλώματος του ταλαντωτή των δεκτών FM, γιατί οι δέκτες FM εργάζονται συνήθως στην περιοχή λίγα υψηλών συχνοτήτων V.H.F. (Very High Frequency). Όταν οι δέκτες εργάζονται στην περιοχή αυτή υπάρχει μια τάση αστάθειας της λειτουργίας τους, που οφείλεται στο φαινόμενο των παρασίτων χωρητικοτήτων οι οποίες πρέπει να ελαχιστοποιηθούν χρησιμοποιώντας ειδικά σχεδιασμένα στοιχεία κατασκευής, προσεκτική σχεδίαση και κατασκευή των συρματώσεων των δεκτών.

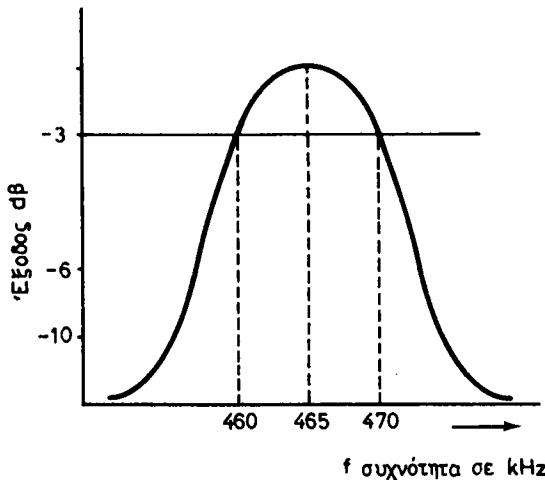
Όταν οι δέκτες FM χρησιμοποιούνται για τη λήψη ραδιοφωνικών προγραμμάτων ποιότητας, θα πρέπει να μπορούν να αναπαράγουν ευρύτερη περιοχή Α.Σ. από ένα δέκτη AM.

Αυτό γιατί ένας δέκτης AM πρέπει να διαθέτει βαθμίδες Α.Σ. οι οποίες αναπαράγουν πιστά ακουστικά σήματα μέχρι 5 kHz, ενώ οι δέκτες FM πρέπει να διαθέτουν βαθμίδες οι οποίες αναπαράγουν ακουστικά σήματα μέχρι 15 kHz.

Στις σελίδες που ακολουθούν, θα ασχοληθούμε κυρίως με τις διαφορές που παρουσιάζουν στους δύο τύπους δέκτων οι βαθμίδες Ε.Σ. και οι βαθμίδες φωράσεως.

5.2 Ενίσχυση FM.

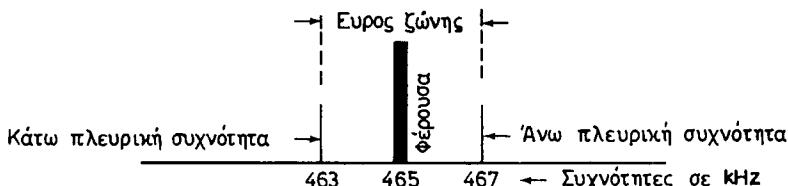
Στους δέκτες ΑΜ οι ενισχυτές έχουν οξύ συντονισμό και έτσι κατορθώνομε να έχομε, με δύο ή σπάνια με τρεις απλά κατασκευασμένες βαθμίδες, μεγάλη ενίσχυση και καλή επιλεκτικότητα. Αυτό γίνεται γιατί τα σήματα Α.Σ. με τα οποία διαμορφώνομε την Υ.Σ. δεν ξεπερνούν τους 5000 Hz και επομένως η μίξη της Υ.Σ. και της συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή έχει ως αποτέλεσμα μιαν ενδιάμεση συχνότητα, συνήθως 465 kHz, που έχει ένα μέγιστο εύρος ζώνης 10 kHz, δηλαδή 5 kHz εκατέρωθεν της συχνότητας των 465 kHz (σχ. 5.2a) (βλ. παράγρ. 2.5). Έχομε δε εύρος ζώνης 10 kHz, γιατί, όταν μια υψηλή συχνότητα διαμορφωθεί κατά πλάτος με συχνότητα μέχρι 5 kHz, αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία δύο πλευρικών ζωνών με πλάτος 5 kHz από τις οποίες η μια είναι πάνω από τη φέρουσα υψηλή συχνότητα και η άλλη κάτω από αυτή [σχ. 5.2β(a) και (β)]. (Βλ. Ηλεκτρονικά Κυκλώματα Γ' Τάξεως Ιδρύματος Ευγενίδου, Κεφ. 8).



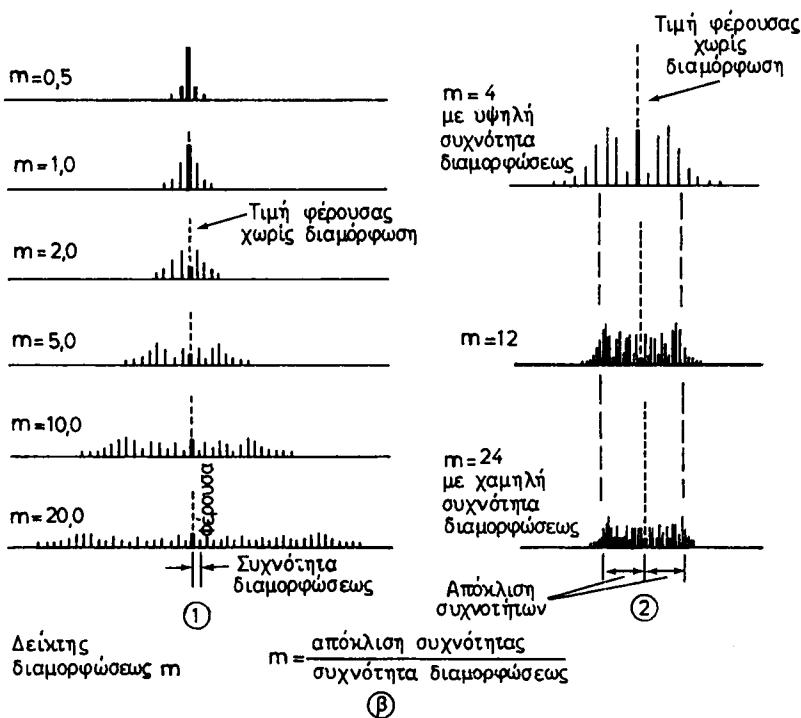
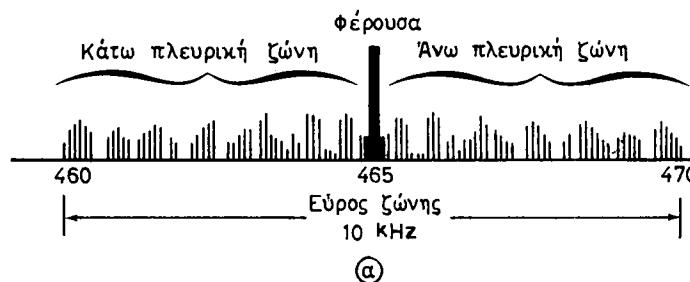
Σχ. 5.2a.
Εύρος ζώνης Ε.Σ. δέκτη ΑΜ.

Επομένως, εάν ο ενισχυτής Ε.Σ. έχει ένα εύρος ζώνης διελεύσεως 10 kHz, θα μπορεί να ενισχύει με τον ίδιο βαθμό ενισχύσεως όλες τις συχνότητες διαμορφώσεως από τις πιο χαμηλές μέχρι 5 kHz.

Οι απαιτήσεις όμως για την κατασκευή ενός δέκτη FM είναι εντελώς διαφορετικές. Όπως είναι γνωστό (βλ. Ηλεκτρονικά Κυκλώματα Γ' Τάξεως Ιδρύματος Ευγενίδου, Κεφ. 9), εδώ έχουμε αποκλίσεις της φέρουσας συχνότητας τής τάξεως των 75 kHz πάνω και κάτω από τη φέρουσα. Όταν λοιπόν η λαμβανόμενη υψηλή συχνότητα μιγνύεται με τη συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή, έχουμε μια ενδιάμεση συχνότητα που υφίσταται αποκλίσεις 75 kHz επάνω και κάτω από την κεντρική



ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΜΕ ΜΙΑ Α.Σ. ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ 2 kHz

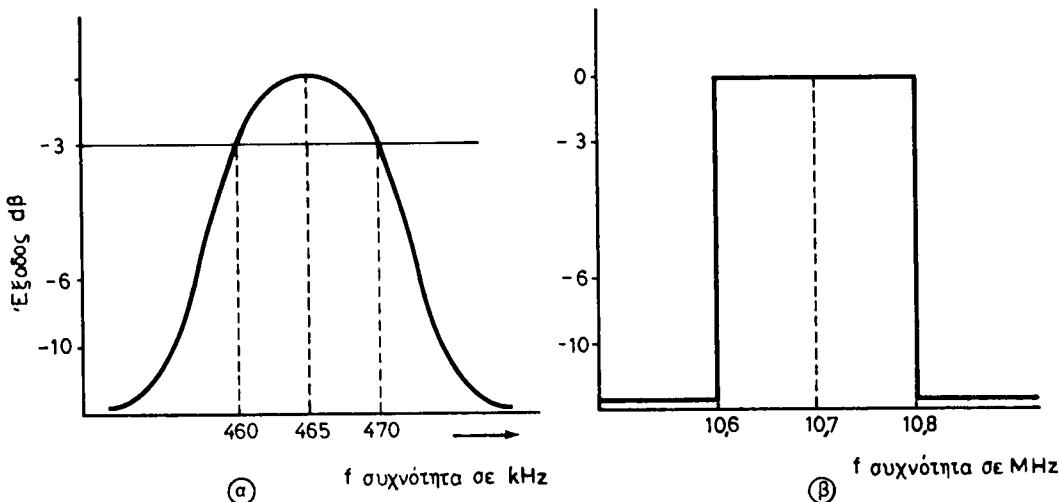


Σχ. 5.28.

α) Διαμόρφωση ΑΜ με συχνότητες φωνής και μουσικής. β) Διαμόρφωση κατά συχνότητα. 1) Φάσμα συχνοτήτων, για μια συχνότητα διαμορφώσεως, σε συνάρτηση με το δείκτη διαμορφώσεως. (Παρατηρούμε δηλαδή ότι, ενώ στη διαμόρφωση πλάτους με μια συχνότητα, έχομε δύο μόνο πλευρικές συχνότητες, στη διαμόρφωση κατά συχνότητα υπάρχει πλήθος πλευρικών συχνοτήτων των οποίων ο αριθμός εξαρτάται από τη συχνότητα διαμορφώσεως και το δείκτη διαμορφώσεως. Το πλάτος του φάσματος συχνοτήτων δεν υπερβαίνει πάντως τους 200 kHz. 2) Φάσμα συχνοτήτων με σταθερή απόκλιση και μεταβαλλόμενη συχνότητα διαμορφώσεως.

συχνότητα. Έχομε δηλαδή ένα ελάχιστο απαιτούμενο εύρος ζώνης 150 kHz το οποίο πρέπει να ενισχυθεί ομοιόμορφα από τον ενισχυτή Ε.Σ.

Για να περάσουν λοιπόν όλες οι συχνότητες, πρέπει ο ενισχυτής Ε.Σ. να σχεδιασθεί έτσι, ώστε η απόκρισή του σε όλες τις συχνότητες μιας ζώνης 200 kHz να είναι ίδια [σχ. 5.2γ (a) και (β)].



Σχ. 5.2γ.
Ιδανικό εύρος ζώνης Ε.Σ. δέκτη FM.

Οι ενισχυτές ενδιάμεσης συχνότητας κατασκευάζονται έτσι, ώστε να εργάζονται σε μια ενδιάμεση συχνότητα 10,7 MHz με ευθύγραμμη απόκριση εντελώς οριζόντια, δηλαδή ενίσχυση με τον ίδιο συντελεστή όλων των συχνοτήτων που κυμαίνονται μεταξύ 10,6 και 10,8 MHz ή 10.600 kHz και 10.800 kHz και μεγάλη απόσβεση όλων των συχνοτήτων που ξεπερνούν την παραπάνω περιοχή.

Εάν η απόκριση δεν είναι ευθύγραμμη και οριζόντια, έχομε εισαγωγή μεταβαλλόμενης ενισχύσεως των διαφόρων συχνοτήτων με αποτέλεσμα ανεπιθύμητη διαμόρφωση πλάτους.

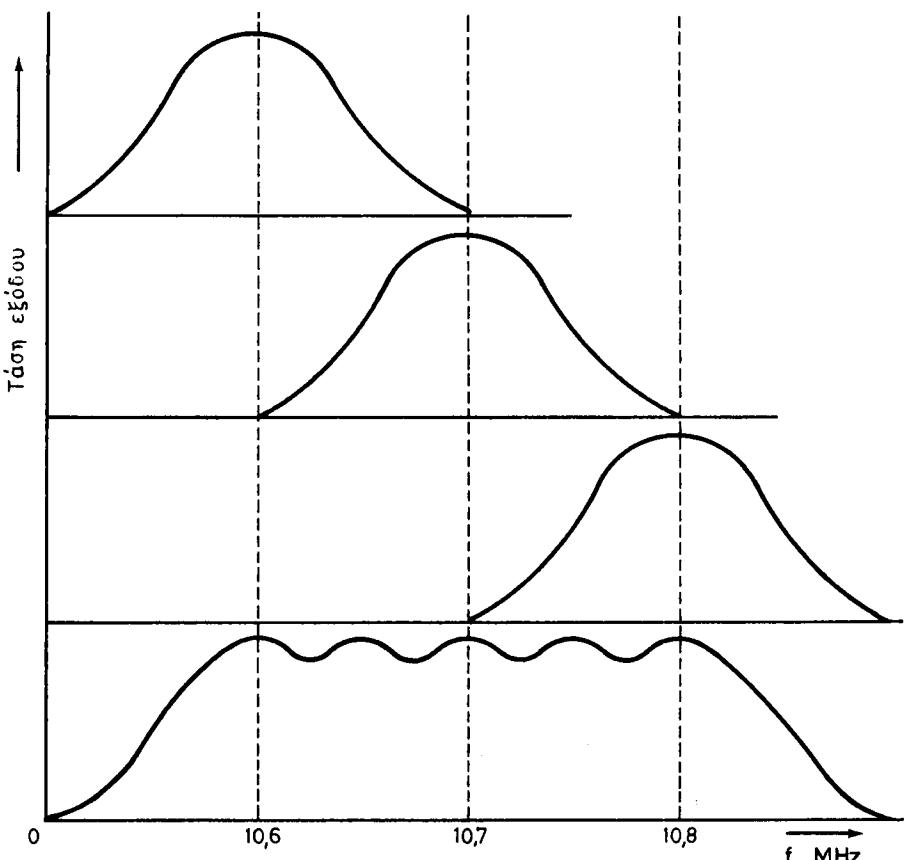
Η ιδανική αυτή απόκριση στην πράξη δεν επιτυγχάνεται. Χρησιμοποιούμε γι' αυτό τρεις μεθόδους που μας εξασφαλίζουν αρκετή προσέγγιση.

Πρώτη μέθοδος.

Με τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούμε τρεις βαθμίδες ενδιάμεσης συχνότητας, συντονισμένες αντίστοιχα στις συχνότητες 10,6, 10,7 και 10,8 MHz. Ο συνδυασμός των τριών βαθμίδων δίνει μιαν απόκριση όπως στο σχήμα 5.2δ.

Η λαμβανόμενη τελική καμπύλη αποκρίσεως είναι ικανοποιητική· όμως έχει το μειονέκτημα ότι η τελική ενίσχυση είναι η ίδια μ' εκείνη που θα είχαμε με μια μόνο βαθμίδα. Ένας τρόπος για να δορθώσουμε το μειονέκτημα αυτό είναι να χρησιμοποιήσουμε βαθμίδες με μεγαλύτερη ενίσχυση ή να προσθέσουμε άλλη μια ομάδα από τρεις ακόμη βαθμίδες.

Καμιά από τις λύσεις αυτές δεν είναι οικονομική και ακόμη παρουσιάζει δυσκο-



Σχ. 5.26.

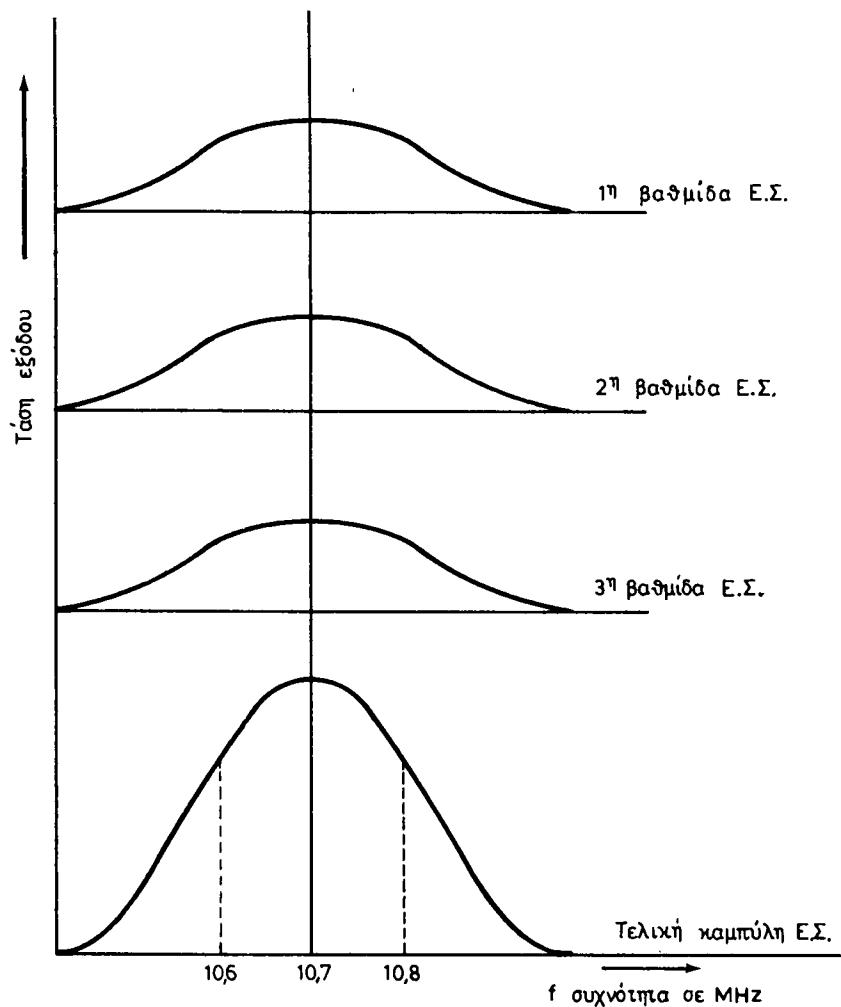
Συνδυασμός τριών βαθμίδων Ε.Σ. οι οποίες είναι συντονισμένες σε διαδοχικές συχνότητες, για να επιτύχομε ευθύγραμμη απόκριση.

λίες στο συντονισμό των βαθμίδων. Γι' αυτό και η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιείται τόσο συχνά όσο οι επόμενες δύο.

Δεύτερη μέθοδος.

Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνομε την επιθυμητή καμπύλη αποκρίσεως, χρησιμοποιώντας τρεις βαθμίδες, συντονισμένες όλες στην ίδια συχνότητα (σχ. 5.2e). Τούτο κανονικά έχει ως συνέπεια μια καμπύλη αποκρίσεως με οξύ συντονισμό. Για να επιτύχομε ευρύτερη καμπύλη, ελαττώνομε το συντελεστή ποιότητας Q των μετασχηματιστών συζεύξεως. Αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας μετασχηματιστές με πηνία που έχουν χαμηλό Q ή τοποθετώντας αντιστάσεις κατάλληλης τιμής παράλληλα προς τα τυλίγματα των μετασχηματιστών.

Παρ' όλο που η μέθοδος αυτή δίνει μια προσέγγιση στην επιθυμητή καμπύλη αποκρίσεως και η επί μέρους ενίσχυση κάθε βαθμίδας είναι μικρή, η συνολική ενίσχυση που επιτυγχάνεται και με τις τρεις βαθμίδες είναι ικανοποιητική και η σχε-



Σχ. 5.2ε.

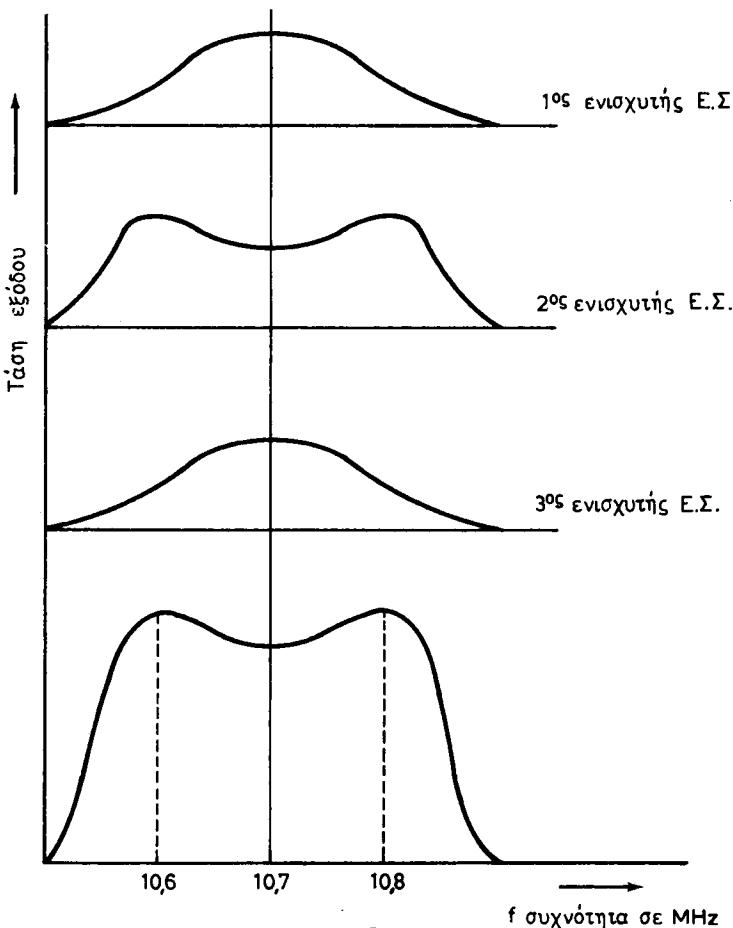
Επίτευξη ευθύγραμμης αποκρίσεως με συνδυασμό τριών βαθμίδων, οι οποίες είναι συντονισμένες στην ίδια συχνότητα.

δίαση και ο συντονισμός εύκολος. Η μέθοδος χρησιμοποιείται για την κατασκευή δεκτών FM με μικρό κόστος, αλλά με όχι μεγάλες αξιώσεις ποιότητας.

Με βαθμίδες μεγαλύτερης ενισχύσεως είναι δυνατόν να επιτευχθεί ίδια καμπύλη αποκρίσεως, η οποία είναι δυνατόν να ληφθεί με 2 μόνο βαθμίδες Ε.Σ.

Τρίτη μέθοδος.

Η τρίτη μέθοδος για την επίτευξη της επιθυμητής καμπύλης αποκρίσεως Ε.Σ. χρησιμοποιεί επίσης τρεις βαθμίδες ενισχύσεως Ε.Σ. Η πρώτη και τρίτη βαθμίδα Ε.Σ. σχεδιάζονται και συντονίζονται όπως και στη δεύτερη μέθοδο, δηλαδή στην ενδιάμεση συχνότητα των 10.7 MHz (σχ. 5.2στ). Ο μετασχηματιστής όμως της



Καμπύλη αποκρίσεως Ε.Σ. με χρησιμοποίηση τριών βαθμίδων από τις οποίες ο μετασχηματιστής της δεύτερης είναι σε ισχυρή σύζευξη.

δεύτερης βαθμίδας βρίσκεται σε ισχυρή σύζευξη (Over Coupled) και παρουσιάζει καμπύλη συντονισμού με δυο κορυφές (σχ. 5.2στ.).

Όταν συνδυάσουμε τις καμπύλες συντονισμού και των τριών βαθμίδων οι δύο κορυφές της δεύτερης καμπύλης βοηθούν στη διεύρυνση της καμπύλης συντονισμού, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνομε καλή προσέγγιση της επιθυμητής καμπύλης. Η μέθοδος αυτή δίνει σχεδόν ευθύγραμμη καμπύλη αποκρίσεως με καλή ενίσχυση, αλλά εδώ η ευθύγραμμιση σε σύγκριση με τις άλλες δύο μεθόδους είναι δυσκολότερη.

Υπάρχουν και άλλες μέθοδοι για να επιτύχουμε την επιθυμητή καμπύλη αποκρίσεως με ικανοποιητική γενικά ενίσχυση, αλλά οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι συνδυασμός των τριών μεθόδων που αναφέραμε.

Όταν στόχος μας είναι η ποιότητα και όχι το μικρότερο κόστος, μπορούμε να προσθέσουμε περισσότερες από τρεις βαθμίδες Ε.Σ. Το αποτέλεσμα θα είναι μεγαλύτερη ενίσχυση με καλύτερη καμπύλη αποκρίσεως.

5.3 Φώραση.

Η φώραση στους δέκτες FM γίνεται με δύο διαφορετικούς τρόπους, τους οποίους θα περιγράψουμε παρακάτω με λεπτομέρεια.

Ο πρώτος τρόπος φωράσεως του σήματος της ενδιάμεσης υψηλής συχνότητας και η λήψη της ακουστικής συχνότητας γίνεται με δύο βαθμίδες από τις οποίες η καθεμιά έχει διαφορετικό προορισμό. Οι βαθμίδες αυτές είναι ο **περιοριστής** και ο **διευκρινιστής**. Ο δεύτερος τρόπος φωράσεως γίνεται με το φωτατή λόγου τάσεως (Ratio Detector) όπως θα δούμε παρακάτω.

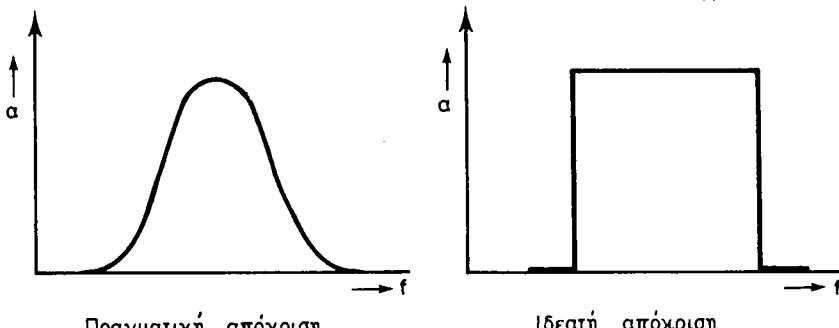
5.3.1 Ο περιοριστής.

Σκοπός του περιοριστή είναι ο περιορισμός των μεταβολών εύρους του σήματος του οποίου επιδιώκομε τη φώραση, ώστε να είναι σταθερού πλάτους και να μεταβάλλεται μόνο κατά συχνότητα. Ενώ σκοπός του διευκρινιστή, όπως θα δούμε παρακάτω, είναι να λαμβάνει το σταθερό σε πλάτος σήμα από την έξοδο του περιοριστή και να το μετατρέπει σε ακουστική συχνότητα. Όπως είναι γνωστό η συχνότητα της ενδιάμεσης συχνότητας μεταβάλλεται με το ρυθμό της ακουστικής συχνότητας και η απόκλισή της από τη συχνότητα ηρεμίας είναι ανάλογη με το πλάτος της ακουστικής συχνότητας.

Ο σκοπός λοιπόν του περιοριστή είναι η εξάλειψη των μεταβολών πλάτους της Υ.Σ., οι οποίες στο διαμορφωμένο κατά συχνότητα σήμα δεν περιέχουν καμία πληροφορία. Ο περιορισμός είναι αναγκαίος, γιατί ο διευκρινιστής που λαμβάνει το σήμα είναι ευαίσθητος σε μεταβολές πλάτους οι οποίες όταν υπάρχουν έχουν ως αποτέλεσμα παραμορφώσεις και θόρυβο στο σήμα ακουστικής συχνότητας (Α.Σ.).

Οι αιτίες που προκαλούν μεταβολές πλάτους σε σήματα διαμορφωμένα κατά συχνότητα είναι δύο:

Η πρώτη αιτία είναι ότι οι ενισχυτές Υ.Σ. και Ε.Σ. δεν έχουν ευθύγραμμη απόκλιση σε όλες τις συχνότητες. Η απόκλιση δεν είναι ιδεατή (σχ. 5.3α).



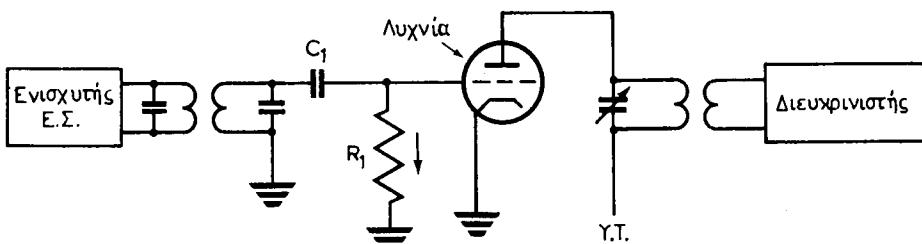
Σχ. 5.3α.
Η απόκριση στους ενισχυτές Ε.Σ. και Υ.Σ. α) Ιδεατή. β) Πραγματική.

Λόγω αποκλίσεως από την ιδεατή καμπύλη ενισχύσεως των συχνοτήτων, έχουμε διαφορετική ενίσχυση στις διάφορες συχνότητες.

Ο δεύτερος λόγος μεταβολών πλάτους είναι από τα σήματα παρασιτογόνων

πηγών, όπως οι ηλεκτρικές συσκευές, ατμοσφαιρικές ηλεκτρικές εκκενώσεις, ατμοσφαιρικές διαταραχές, λυχνίες νέου κ.ά. Σε κινούμενα οχήματα που διαθέτουν δέκτη, έχομε επί πλέον απόσβεση του σήματος (φέιντιγκ) που οφείλεται σε δίοδο του οχήματος ανάμεσα από λόφους ή κοντά σε ηλεκτρικές γραμμές ή σιδηροκατασκευές οι οποίες είναι δυνατόν να έχουν ως αποτέλεσμα διακοπή της ηλεκτρομαγνητικής επαφής μεταξύ της κεραίας του πομπού και της κεραίας του οχήματος.

Εάν λοιπόν το σήμα, με μεταβολές στο εύρος εξ αιτίας των λόγων που αναφέραμε, φθάσει μέχρι το διευκρινιστή, τούτο θα έχει ως αποτέλεσμα θόρυβο ή φέιντιγκ στο σήμα ακουστικής συχνότητας. Σκοπός λοιπόν του περιοριστή είναι να αφαιρέσει τις υπάρχουσες τυχόν μεταβολές εύρους και έτσι να έχομε ως αποτέλεσμα στην έξοδο του δέκτη σήμα ακουστικής συχνότητας απαλλαγμένο από θορύβους.



Σχ. 5.3β.

Σχέδιο κυκλώματος ενός περιοριστή.

Στο σχήμα 5.3β φαίνεται το σχέδιο του κυκλώματος ενός περιοριστή, το οποίο όπως βλέπομε, προσομοιάζει με το κύκλωμα ενός ενισχυτή Ε.Σ. και ενός φωρατή. Με το κύκλωμα αυτό επιτυγχάνεται ο περιορισμός της τάσεως κορυφής του σήματος εξόδου σε μια προκαθορισμένη τιμή για όλες τις κανονικές στάθμες σήματος εισόδου, που δέχεται ο περιοριστής από την έξοδο του ενισχυτή Ε.Σ.

Εάν εξετάσουμε το σχήμα 5.3β καλύτερα, θα δούμε ότι η πόλωση της λυχνίας εξασφαλίζεται μέσω αντιστάσεως R_1 , και πυκνωτή C_1 , που τοποθετούνται στο κύκλωμα του πλέγματος. Η λυχνία είναι τύπου απότομης αποκοπής και λειτουργεί με χαμηλή ανοδική τάση. Στο σχήμα έχομε χάρη απλότητας τρίοδο λυχνία, ενώ συνήθως σε γενική χρήση είναι η πέντοδος.

Ας σημειωθεί ότι το κύκλωμα πολώσεως πλέγματος είναι στη βασική του μορφή ένα κύκλωμα φωρατή με δίοδο. Το πλέγμα ενεργεί όπως η άνοδος φωρατή με δίοδο λυχνία και η αντίσταση διαρροής πλέγματος R_1 , δρα όπως το φορτίο της διόδου. Ο πυκνωτής C_1 , έχει διπλό προορισμό: Οδηγεί το σήμα από τον ενισχυτή Ε.Σ. στο πλέγμα και συμμετέχει στο μηχανισμό πολώσεως του πλέγματος.

Όταν κάθε θετική τάση κορυφής του σήματος εφαρμόζεται στο πλέγμα, τότε αυτό γίνεται θετικό ως προς την κάθοδο και έλκει ηλεκτρόνια. Το δημιουργόμενο ρεύμα ηλεκτρονίων φορτίζει τον πυκνωτή C_1 , αρνητικά ως προς το δυναμικό της γης.

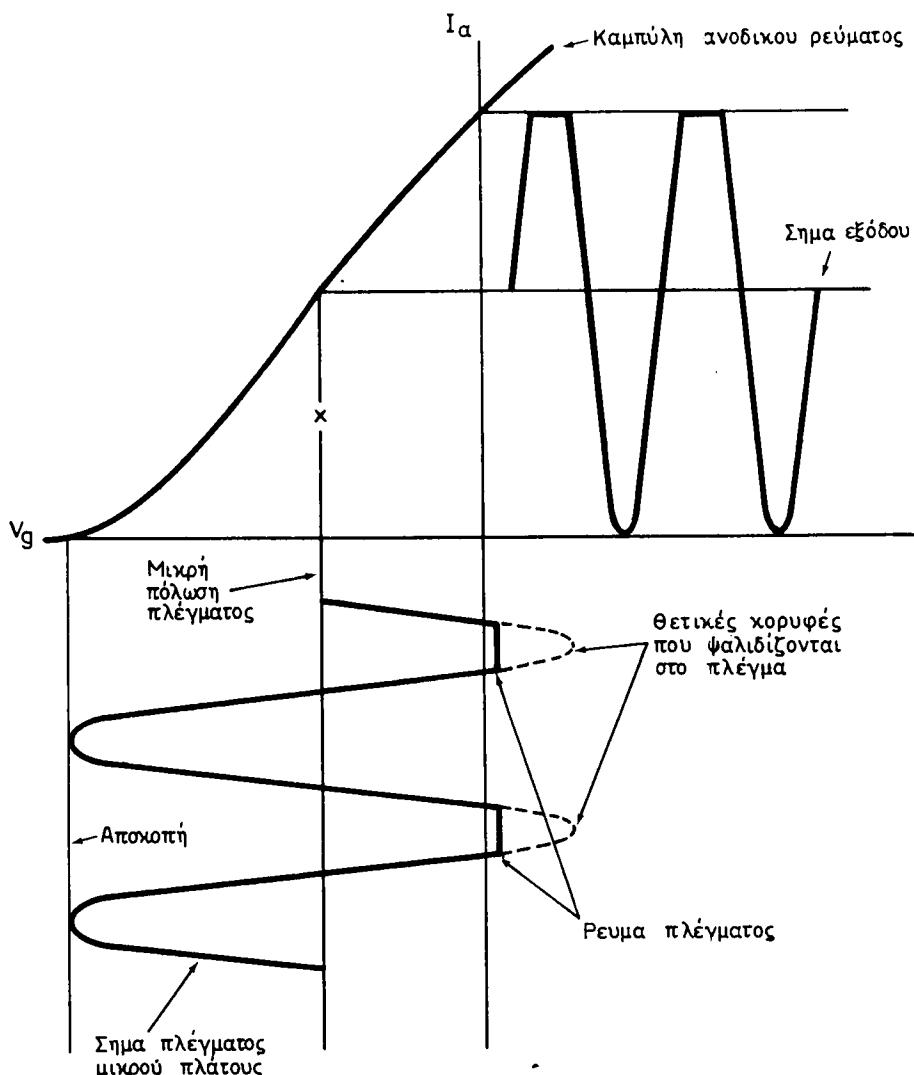
Στα διαστήματα που παρεμβάλλονται μεταξύ των χρονικών στιγμών που υπάρχει ρεύμα πλέγματος, ο πυκνωτής τείνει να εκφορτισθεί διά μέσου της R_1 , αλλά η τιμή της αντιστάσεως εκλέγεται έτσι, ώστε αυτό να μην επιτρέπεται. Τούτο έχει ως αποτέλεσμα το πλέγμα να μένει πολωμένο αρνητικά.

Το μέγεθος της πολώσεως προσδιορίζεται από το μέγεθος της μέγιστης θετικής

τάσεως του σήματος που έρχεται από τον ενισχυτή Ε.Σ. Όσο μεγαλύτερο είναι το πλάτος του σήματος, τόσο μεγαλύτερη είναι και η αρνητική πόλωση που εφαρμόζεται στο πλέγμα.

Για να εξετάσουμε την επίδραση αυτής της αρνητικής πολώσεως στο πλέγμα, θα πρέπει να εξετάσουμε την καμπύλη I_a/V_g στο σχήμα 5.3γ. Το μικρό σήμα εισόδου προκαλεί μια σταθερή αρνητική πόλωση η οποία παριστάνεται από τη γραμμή X.

Η αρνητική αυτή πόλωση έχει τιμή μικρότερη από τη μέγιστη θετική τιμή του σήματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα στις θετικές τιμές του σήματος το πλέγμα να γίνεται από μια τιμή και πάνω θετικό και έτσι να έχουμε ρεύμα πλέγματος. Το χρόνο



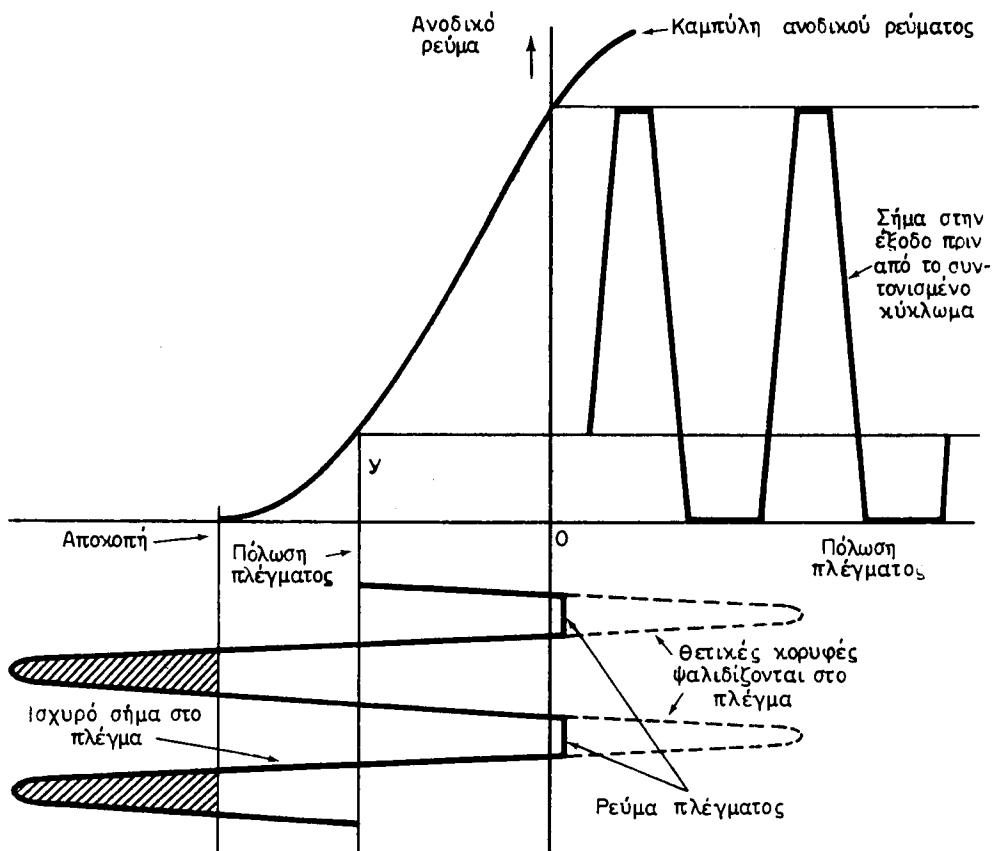
Σχ. 5.3γ.

Λειτουργία περιοριστή με σήμα στην είσοδο του μικρού πλάτους.

που συμβαίνει αυτό, η τάση πολώσεως που εφαρμόζεται στο πλέγμα γίνεται αρνητικότερη, με αποτέλεσμα η αρνητική πόλωση να αυξάνει στις περιόδους που έχομε ρεύμα πλέγματος. (Αυτό σημειώνεται στο σχήμα με τον ψαλιδισμό των κορυφών των θετικών ημιπεριόδων του σήματος εισόδου).

Οι αρνητικές τιμές κορυφής του σήματος στο πλέγμα οδηγούν τον περιοριστή μέχρι το σημείο αποκοπής, δηλαδή μέχρι το σημείο που αρχίζει ψαλιδισμός των αρνητικών κορυφών. Όταν το σήμα εισόδου έχει μεγαλύτερο πλάτος, τότε αναπτύσσεται μια μεγαλύτερη αρνητική τάση που στο σχήμα 5.3γ ορίζεται από τη γραμμή Y. Η πόλωση είναι μεν μεγάλη, αλλά οπωσδήποτε μικρότερη από τη θετική μέγιστη τιμή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι κορυφές των θετικών εναλλαγών του σήματος να καθιστούν το πλέγμα θετικό και να έχομε ρεύμα πλέγματος, το οποίο όμως, όπως είδαμε, έχει ως επακόλουθο ψαλιδισμό των θετικών κορυφών.

Οι αρνητικές κορυφές του σήματος στο πλέγμα, έχουν τώρα τέτοιο εύρος, ώστε η λυχνία να οδηγείται πέρα από την αποκοπή, με αποτέλεσμα να έχομε ψαλιδισμό και των αρνητικών κορυφών. Αυτό φαίνεται στο σχήμα 5.3δ.



Σχ. 5.3δ.

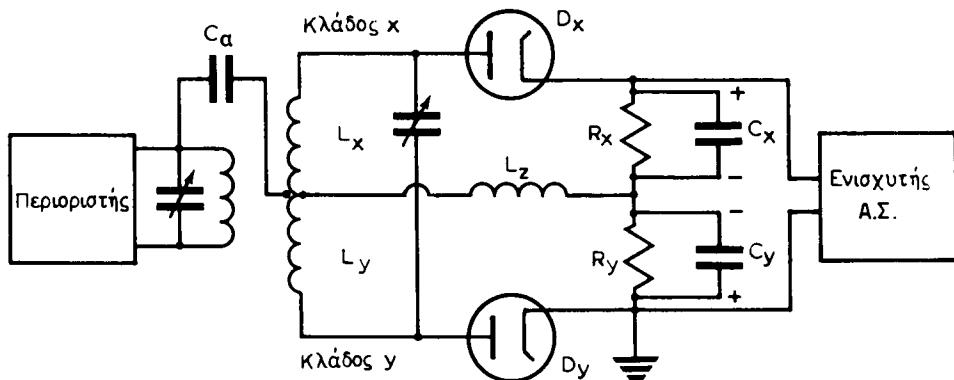
Λειτουργία περιοριστή με ισχυρό σήμα στην είσοδό του.

Από τα παραπάνω διαπιστώνομε ότι οποιοδήποτε ισχυρό σήμα υφίσταται ψαλιδισμό και των θετικών και των αρνητικών εναλλαγών του. Το εύρος όμως του σήματος στην έξοδο του περιοριστή είναι το ίδιο, ανεξάρτητα από το εύρος του σήματος που εφαρμόζεται στην είσοδο του περιοριστή. Αυτά βέβαια ισχύουν με την προϋπόθεση ότι το σήμα που εφαρμόζεται στην είσοδο του περιοριστή είναι ισχυρό. Τα ασθενή σήματα δεν υφίστανται ψαλιδισμό των αρνητικών εναλλαγών, με αποτέλεσμα να έχομε μεταβολή του εύρους του σήματος στην έξοδο του περιοριστή.

Παρ' όλο που ο ψαλιδισμός έχει ως αποτέλεσμα αλλοίωση της μορφής του ανοδικού ρεύματος, το σήμα στην έξοδο δεν είναι παραμορφωμένο, γιατί στην έξοδο υπάρχει συντονισμένο κύκλωμα στη συχνότητα του σήματος, το οποίο φιλτράρει όλες τις αρμονικές συνιστώσες που συντελούν στην παραμόρφωση, με αποτέλεσμα να έχομε στην έξοδο ένα ημιτονικό σήμα απαλλαγμένο από παραμόρφωση.

5.3.2 Διευκρινιστής.

Ο διευκρινιστής είναι βαθμίδα ανάλογη μ' εκείνη του φωρατή που έχομε στους δέκτες με διαμόρφωση πλάτους ΑΜ. Είναι δηλαδή η βαθμίδα με τη βοήθεια της οποίας γίνεται αποδιαμόρφωση του σήματος ΦΜ. Σήμερα υπάρχει σε χρήση ένα πλήθος κυκλωμάτων διευκρινιστών. Όλα όμως έχουν προέλθει από το βασικό κύκλωμα του σχήματος 5.3e.



Σχ. 5.3e.
Κύκλωμα διευκρινιστή.

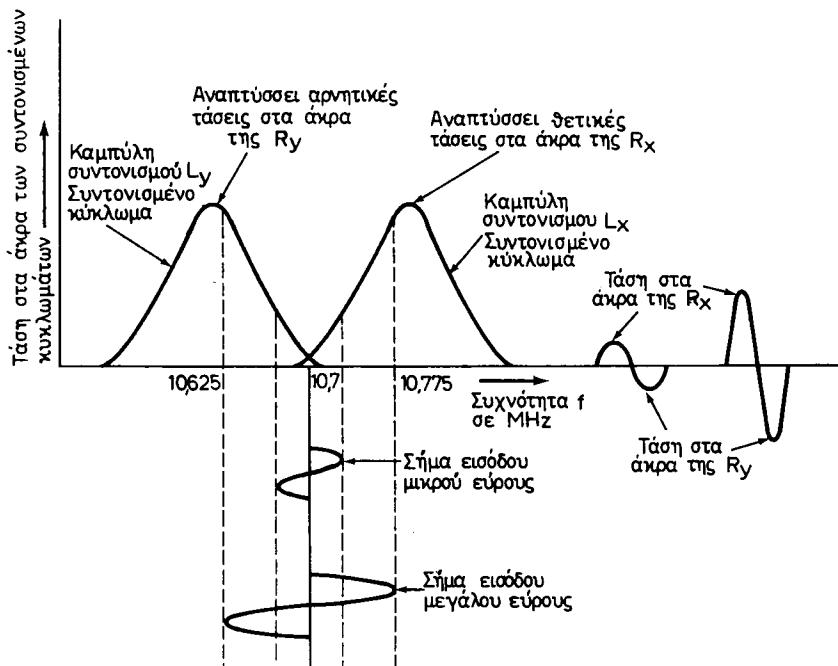
Στο κύκλωμα αυτό, το πρωτεύον τύλιγμα του τελευταίου μετασχηματιστή Ε.Σ. είναι σε σύζευξη με δύο δευτερεύοντα κυκλώματα που συντονίζονται χωριστά και ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Για να γίνει κατανοητή η λειτουργία των κυκλωμάτων αυτών, πρέπει να γνωρίζομε σε ποια συχνότητα εργάζονται σε συνδυασμό με τη συχνότητα στην οποία είναι συντονισμένο το πρωτεύον κύκλωμα του μετασχηματιστή.

Το πρωτεύον κύκλωμα συντονίζεται στην κεντρική ενδιάμεση συχνότητα. Το ένα τμήμα του δευτερεύοντος κυκλώματος L_x συντονίζεται σε συχνότητα μεγαλύτερη από την κεντρική Ε.Σ. και το άλλο τμήμα L_y συντονίζεται σε

συχνότητα μικρότερη από την κεντρική Ε.Σ. Η διαφορά μεταξύ των δύο συχνοτήτων που συντονίζονται τα δευτερεύοντα κυκλώματα, εκλέγεται ίση ή μεγαλύτερη από τη συνολική απόκλιση του κατά συχνότητα συντονισμένου σήματος FM.

Το καθένα από τα συντονισμένα κυκλώματα του δευτερεύοντος αναπτύσσει στα άκρα του ένα σήμα του οποίου το εύρος είναι ανάλογο με την απόκλιση της φέρουσας συχνότητας του σήματος FM.

Συνεπώς το καθένα από τα δύο συντονισμένα κυκλώματα του δευτερεύοντος αναπτύσσει στα άκρα του μια τάση της οποίας το εύρος αλλάζει ανάλογα με την απόκλιση της φέρουσας συχνότητας FM από τη βασική συχνότητα. Καθεμιά από τις τάσεις που αναπτύσσονται, ανορθώνεται χωριστά από τις διόδους D_x και D_y . Με τον τρόπο αυτό τάσεις Σ.Ρ. αναπτύσσονται στα άκρα των αντιστάσεων R_x και R_y . Κάθε τάση Σ.Ρ. είναι ανάλογη με την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του αντίστοιχου δευτερεύοντος κυκλώματος του μετασχηματιστή. Τα ρεύματα διά μέσου των αντιστάσεων έχουν τη διεύθυνση που σημειώνεται στο σχήμα 5.3ε με τα βέλη και οι τάσεις που αναπτύσσονται στα άκρα των δύο αντιστάσεων R_x και R_y , είναι σε αντίφαση, δηλαδή έχουν διαφορά φάσεως μεταξύ τους 180° . Η συνισταμένη των δύο τάσεων που αναπτύσσονται στα άκρα των αντιστάσεων είναι η τάση που εφαρμόζεται στην είσοδο του ενισχυτή Α.Σ.



Σχ. 5.3στ.
Ανάπτυξη τάσεων στην έξοδο του διευκρινιστή.

Οι καμπύλες συντονισμού του σχήματος 5.3στ δείχνουν πώς από το σήμα της Ε.Σ., με το οποίο τροφοδοτείται ο διευκρινιστής έχουμε αποδιαμόρφωση και αναπαραγωγή του ωφέλιμου σήματος Α.Σ. Το ωφέλιμο σήμα είναι το σήμα με το οποίο είναι διαμορφωμένο το σήμα FM που μας παρέχει ο τελευταίος ενισχυτής Ε.Σ. και

το οποίο, αφού περάσει από τον περιοριστή, τροφοδοτεί το διευκρινιστή.

(Εδώ θα πρέπει να θυμηθούμε ότι στη διαμόρφωση κατά συχνότητα FM η Ε.Σ. κυμαίνεται γύρω από τη συχνότητα ηρεμίας της με συχνότητα ίση με την Α.Σ. με την οποία είναι διαμορφωμένο το κύμα του πομπού που επιθυμούμε να ακούσουμε. Η απόκλιση από τη συχνότητα ηρεμίας είναι ανάλογη με το εύρος της Α.Σ., όσο δηλαδή πιο μεγάλο το εύρος της Α.Σ., τόσο πιο μεγάλη και η απόκλιση).

Ας υποθέσουμε ότι το σήμα Α.Σ., με το οποίο είναι διαμορφωμένος ο πομπός που θέλομε να ακούσουμε, έχει συχνότητα 1000 Hz και μικρό εύρος. Λόγω του μικρού πλάτους της Α.Σ., η απόκλιση από τη συχνότητα ηρεμίας δεν είναι μεγάλη. Ας υποθέσουμε ότι είναι 15 kHz ένθεν και ένθεν της κεντρικής συχνότητας και η συχνότητα με την οποία η συχνότητα φεύγει 15 kHz κάτω και 15 kHz πάνω από την κεντρική, είναι 1000 Hz, όση και η συχνότητα διαμορφώσεως.

Όταν η συχνότητα της Ε.Σ. αιωρείται 15 kHz πάνω από την κεντρική συχνότητα στα άκρα της αντιστάσεως R_x αναπτύσσεται μια θετική συνεχής τάση και μια μικρότερη στα άκρα της αντιστάσεως R_y . Οι δύο αυτές τάσεις έχουν αντίθετη πολικότητα, αλλά εφ' όσον η τάση στα άκρα της R_x είναι μεγαλύτερη, έχομε ανάπτυξη μια θετικής τάσεως στην είσοδο του ενισχυτή Α.Σ.

Καθώς η συχνότητα του σήματος της Ε.Σ. αιωρείται πίσω και προς την κεντρική συχνότητα, η τάση στα άκρα της R_x μικραίνει, ενώ αντίθετα η τάση στα άκρα της R_y μεγαλώνει. Στην κεντρική συχνότητα οι δύο τάσεις είναι ίσες και αντίθετες, ενώ η τάση στην είσοδο του ενισχυτή Α.Σ. μηδενίζεται. Ακολούθως, καθώς η ενδιάμεση συχνότητα αιωρείται προς τους 15 kHz κάτω από την κεντρική συχνότητα, η τάση στα άκρα της R_y μικραίνει. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η τάση στην είσοδο του ενισχυτή Α.Σ. να γίνεται όλο και πιο αρνητική.

'Ετσι, εφ' όσον η Ε.Σ. αιωρείται γύρω από την κεντρική συχνότητα με συχνότητα 1000 Hz, εφαρμόζεται στην είσοδο του ενισχυτή Α.Σ. ένα σήμα 1000 Hz μικρού εύρους.

Εάν η απόκλιση από την κεντρική συχνότητα μεγαλώσει, όπως συμβαίνει όταν το εύρος της διαμορφώσεως είναι μεγαλύτερο, έχομε ανάπτυξη μεγαλυτέρων τάσεων στα άκρα της αντιστάσεως R_x και R_y . Οι τιμές κορυφής παρατηρούνται στη μέγιστη απόκλιση. Έτσι βλέπομε ότι ένα σήμα Α.Σ. μεγαλύτερου εύρους εφαρμόζεται στην είσοδο του ενισχυτή Α.Σ. (σχ. 5.3στ.).

5.3.3 Ο διευκρινιστής Foster - Seeley.

Ο διευκρινιστής, που περιγράψαμε στην προηγούμενη παράγραφο, είναι ο βασικός τύπος από τον οποίο πρόκεινται όλοι οι εν χρήσει διευκρινιστές. Όμως ο ίδιος δεν χρησιμοποιείται.

'Ένας λόγος που δεν χρησιμοποιείται είναι, γιατί είναι δύσκολη η ευθυγράμμισή του και τα συντονισμένα κυκλώματα των δευτερεύοντων τυλιγμάτων συντονίζονται σε διαφορετικές συχνότητες. Ένας άλλος λόγος είναι ότι ο χρησιμοποιούμενος μετασχηματιστής είναι δαπανηρότερος από ένα συνηθισμένο μετασχηματιστή Ε.Σ., γιατί υπάρχουν δυσκολίες στη σχεδίαση και κατασκευή της διατάξεως των δευτερεύοντων τυλιγμάτων.

Ο διευκρινιστής Foster - Seeley είναι μια παραλλαγή του διευκρινιστή που περιγράψαμε προηγουμένως και χρησιμοποιείται ευρύτατα σε δέκτες FM. Η βασική του διαφορά είναι ότι το δευτερεύον τύλιγμα έχει μεσαία λήψη και ότι χρησιμο-

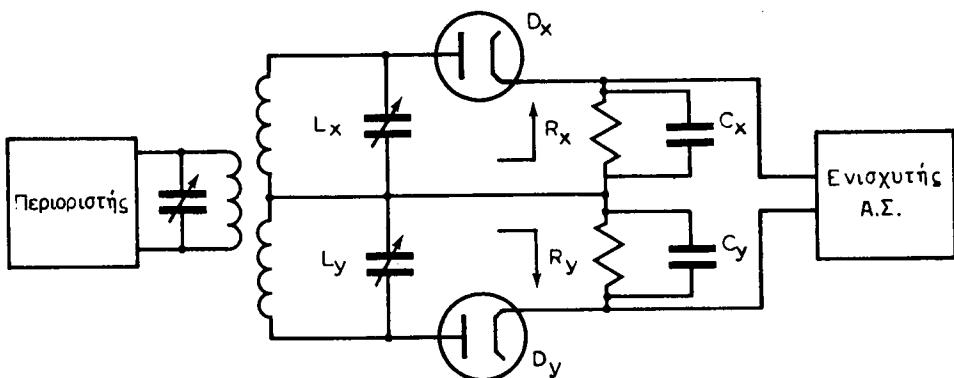
ποιεί ένα μόνον πυκνωτή για το συντονισμό του τυλίγματος. Οι δίοδοι του εργάζονται όπως και του προηγούμενου διευκρινιστή.

Η διάταξη των στοιχείων του κυκλώματος φαίνεται στο σχήμα 5.3ζ. Και τα δύο τυλίγματα του μετασχηματιστή, δηλαδή το πρωτεύον και το δευτερεύον, είναι συντονισμένα στην κεντρική συχνότητα του σήματος Ε.Σ. Ανεξάρτητα από την απόκλιση συχνότητας του σήματος Ε.Σ., η τάση στα άκρα του επάνω μισού του δευτερεύοντος τυλίγματος του μετασχηματιστή, δηλαδή του L_y είναι πάντα ίση με την τάση στα άκρα του κάτω μισού L_y . Η τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του πρωτεύοντος οδηγείται προς το πηνίο υψηλής συχνότητας L_z μέσω του πυκνωτή συζεύξεως C_a .

Η τάση στα άκρα του πηνίου L_z προστίθεται στην τάση στα άκρα του L_x και στην τάση στα άκρα του L_y .

Με τη διάταξη αυτή, η φασική σχέση μεταξύ των τάσεων στα άκρα του L_x , L_y και L_z μεταβάλλεται, καθώς η συχνότητα της Ε.Σ. αποκλίνει από την κεντρική συχνότητα, ενώ συγχρόνως μια τάση ακουστικής συχνότητας αναπτύσσεται στην έξοδο του διευκρινιστή.

Εάν εξετάσουμε προσεκτικότερα το σχήμα 5.3ζ, θα παρατηρήσουμε ότι η διανυσματική πρόσθεση των τάσεων στα άκρα των L_x και L_z μας δίνει την τάση στα άκρα της διόδου D_x και της αντιστάσεως φορτίου R_x .

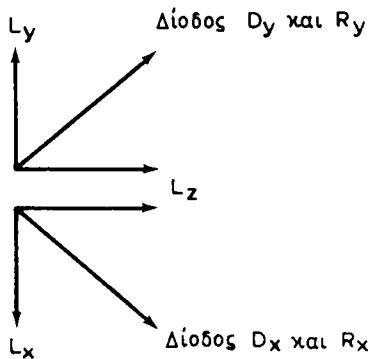


Σχ. 5.3ζ.
Διευκρινιστής Foster Seeley.

Όταν η Ε.Σ. είναι στην κεντρική συχνότητα, οι τάσεις στα άκρα του L_x και L_y είναι ίσες και με διαφορά φάσεως 180° . Έχουν επίσης διαφορά φάσεως 90° με την τάση στα άκρα του L_z . Οι τάσεις λοιπόν στα άκρα των διόδων D_x και D_y είναι ίσες (σχ. 5.3η) και η έξοδος προς τον ενισχυτή Α.Σ. είναι μηδενική.

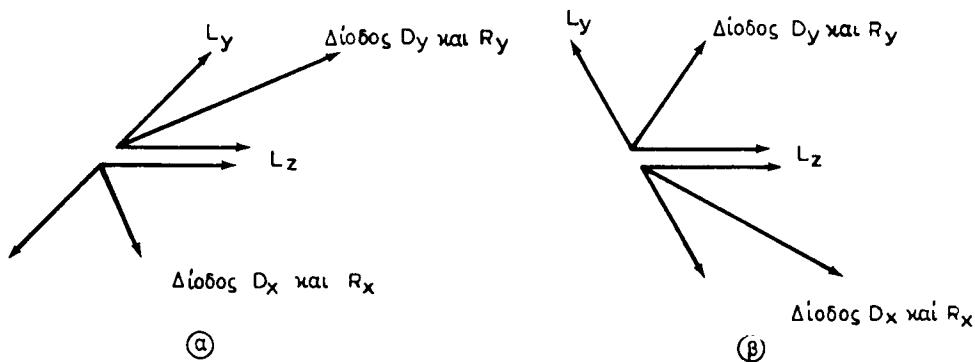
Όταν η Ε.Σ. αιωρείται προς μεγαλύτερες τιμές συχνότητας, η σύνθετη αντίσταση δευτερεύοντος γίνεται επαγγεική. Παρ' όλο που οι τάσεις στα άκρα των L_x και L_y παραμένουν ίσες και με διαφορά φάσεως 180° δεν έχουν πλέον διαφορά φάσεως 90° με την τάση στα άκρα του L_z . Η συνισταμένη τάση στα άκρα της διόδου D_y είναι μεγαλύτερη από την τάση στα άκρα της διόδου D_x και μια αρνητική τάση επιβάλλεται στην είσοδο του ενισχυτή Α.Σ. [σχ. 5.3θ (a)].

Όταν η Ε.Σ. αιωρείται προς μικρότερες τιμές συχνότητας, η σύνθετη αντίσταση



Σχ. 5.3η.

Τάσεις στα áκρα των διόδων, όταν η συχνότητα της Ε.Σ. είναι μικρότερη από την κεντρική. Η τάση Α.Σ. στην έξοδο του διευκρινιστή είναι θετική.



Σχ. 5.3θ.

Διανυσματικό διάγραμμα τάσεων διευκρινιστή Foster Seely.

- α) Τάσεις στα áκρα των διόδων, όταν η συχνότητα της Ε.Σ. είναι κεντρική. Η τάση Α.Σ. στην έξοδο του διευκρινιστή είναι μηδενική. β) Τάσεις στα áκρα των διόδων, όταν η συχνότητα της Ε.Σ. είναι μεγαλύτερη από την κεντρική. Η τάση Α.Σ. στην έξοδο του διευκρινιστή είναι αρνητική.

δευτερεύοντος γίνεται όλο και πιο χωρητική. Οι τάσεις προστίθενται διανυσματικά όπως φαίνεται στο σχήμα 5.3θ (β) και η τάση στα áκρα της διόδου D_x είναι μεγαλύτερη από την τάση στα áκρα της διόδου D_y , με αποτέλεσμα να επιβάλλεται μια θετική τάση στην είσοδο του ενισχυτή Α.Σ.

Καθώς λοιπόν η Ε.Σ. αιωρείται γύρω από την κεντρική συχνότητα, εφαρμόζεται στην είσοδο του ενισχυτή Α.Σ. μια τάση της οποίας η συχνότητα και το εύρος εξαρτώνται από τη συχνότητα της αιωρήσεως γύρω από την κεντρική συχνότητα, καθώς και από το μέγεθος της αποκλίσεως από αυτή.

Είναι φανερό από τη συνδεσμολογία του κυκλώματος, γιατί πριν από το διευκρινιστή πρέπει να προτάσσεται ένας περιοριστής. Αν δεν γίνεται τούτο κάθε μεταβολή στο εύρος της Ε.Σ. λόγω θορύβου ή παρασιτικής παρεμβολής, θα είχε ως αποτέλεσμα μεταβολή της τάσεως στα áκρα του L_z με φανερή επίδραση στο σήμα Α.Σ.

Υπάρχουν επομένως δύο παράγοντες που επηρεάζουν το εύρος της τάσεως

Α.Σ.: οι μεταβολές στη συχνότητα της Ε.Σ. οι οποίες μεταφέρουν την ωφέλιμη πληροφορία και οι μεταβολές στο εύρος της Ε.Σ. οι οποίες είναι ανεπιθύμητες.

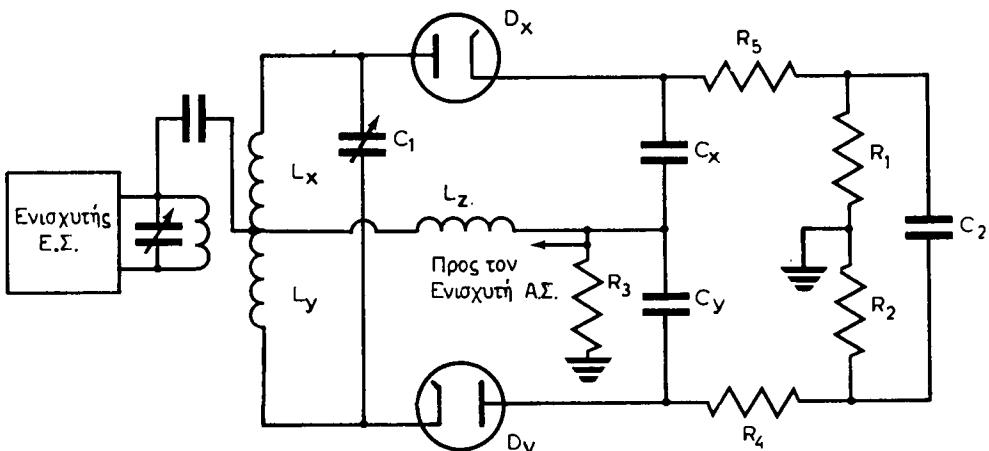
Για το λόγο αυτό οι διευκρινιστές αυτού του τύπου έχουν πάντα στην είσοδο τους έναν περιοριστή ο οποίος καθιστά την προς αποδιαμόρφωση Ε.Σ. σταθερού εύρους.

5.3.4 Φωρατής λόγου τάσεων (Ratio Detector).

Είδαμε ότι για να λειτουργήσει καλά ένας διευκρινιστής, δεν πρέπει να έχομε στο προς αποδιαμόρφωση σήμα μεταβολές εύρους και ότι γι' αυτό ακριβώς αφαιρούμε τις μεταβολές εύρους της Ε.Σ. από τους διευκρινιστές που περιγράψαμε, προτάσσοντας έναν περιοριστή.

Με το κύκλωμα του φωρατή που θα περιγράψουμε τώρα, είναι δυνατή η φώραση του διαμορφωμένου κατά συχνότητα σήματος χωρίς τη χρήση περιοριστή. Επειδή με τη χρήση του κυκλώματος αυτού καθίσταται δυνατή η αποδιαμόρφωση του σήματος με μια βαθμίδα λιγότερο, ο φωρατής αυτός βρίσκεται σε ευρεία χρήση σήμερα.

Στο κύκλωμά του (σχ. 5.3i) οι τάσεις ακουστικής συχνότητας που μας δίνει η καθεμιά δίοδος, αναπτύσσονται στα άκρα των αντιστάσεων R_1 και R_2 . Η τάση εξόδου του φωρατή παρουσιάζεται στα άκρα της αντιστάσεως R_3 η οποία είναι κοινή στο κύκλωμα και των δύο διόδων.



Σχ. 5.3i.
Κύκλωμα φωρατή λόγου τάσεων.

Λόγω του τρόπου με τον οποίο είναι συνδεσμολογημένες οι δίοδοι, η πολικότητα της διόδου D_y έχει αλλαχθεί και το σήμα Ε.Σ. ανορθώνεται έτσι, ώστε το επάνω τμήμα του δικτυώματος RC δηλαδή οι R_1 , R_2 και C_2 να φορτίζεται πάντα θετικά, ενώ το κάτω άκρο να φορτίζεται πάντα αρνητικά. Η συνολική τάση Σ.Ρ. στα άκρα του δικτυώματος RC καθορίζεται από το εύρος της μέσης τάσεως του σήματος Ε.Σ. και πρέπει να παραμένει σταθερή για ικανοποιητική λειτουργία.

Η χρονική σταθερά του δικτυώματος είναι γενικά της τάξεως των 0,1 sec. Με μια τέτοια σταθερά χρόνου, οι μεταβολές μικρής διάρκειας στην τάση του σήματος

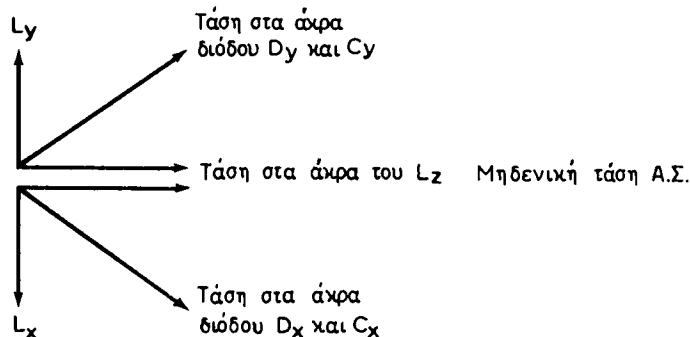
Ε.Σ., οφειλόμενες σε θόρυβο, δεν έχουν επίδραση και δεν μεταβάλλουν την τάση στα άκρα του πυκνωτή C_2 .

Μεταβολές στην τάση της Ε.Σ., που διαρκούν περισσότερο χρόνο, έχουν ως αποτέλεσμα ανάλογες μεταβολές της τάσεως στα άκρα του δίκτυου RC . Δεδομένου όμως ότι οι μεταβολές αυτές λαμβάνουν χώρα όχι απότομα, ο φωρατής εξακολουθεί να εργάζεται ικανοποιητικά.

Είναι πολύ σημαντικό για την καλή λειτουργία να υπάρχει μια σταθερή τάση στα άκρα του πυκνωτή C_2 . Καθώς η Ε.Σ. αποκλίνει από την κεντρική συχνότητα, οι τάσεις στα άκρα των δύο πυκνωτών C_x και C_y μεταβάλλονται. Το άθροισμα όμως των τάσεων αυτών παραμένει σταθερό και ίσο με την τάση στα άκρα του C_2 .

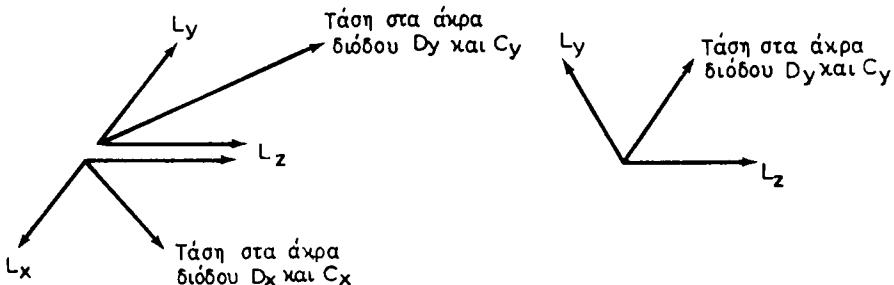
Τα συντονισμένα κυκλώματα του φωρατή λόγου τάσεων λειτουργούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, όπως και τα κυκλώματα του διευκρινιστή Foster - Seeley που εξετάσθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Οι φασικές στροφές των διανυσμάτων των τάσεων είναι παρόμοιες.

Όταν η Ε.Σ. είναι η κεντρική, το δευτερεύον του μετασχηματιστή είναι σε συντονισμό. Οι τάσεις στα άκρα των πυκνωτών C_x και C_y είναι συνεπώς ίσες αλλά αντίθετης πολικότητας. Η τάση στα άκρα της αντιστάσεως R_3 είναι μηδενική, και δεν έχομε σήμα Α.Σ. στην έξοδο του φωρατή (σχ. 5.3ia). Όταν το σήμα της Ε.Σ. μεγαλώνει σε συχνότητα, οι φασικές σχέσεις των τάσεων είναι όπως φαίνονται στο σχήμα 5.3ib, με αποτέλεσμα η συνισταμένη τάση στα άκρα της διόδου D_y να είναι μεγαλύτερη από την τάση στα άκρα της διόδου D_x .



Σχ. 5.3ia.

Τάσεις στα άκρα των πυκνωτών του κυκλώματος, όταν η Ε.Σ. έχει την κεντρική συχνότητα.



Σχ. 5.3ib.

Τάσεις στα άκρα των πυκνωτών του κυκλώματος, όταν η Ε.Σ. έχει συχνότητα μεγαλύτερη από την κεντρική. Αρνητική τάση Α.Σ.

Τάσεις στα άκρα των πυκνωτών του κυκλώματος, όταν η Ε.Σ. έχει συχνότητα μικρότερη από την κεντρική. Θετική τάση Α.Σ.

Όταν η συχνότητα της Ε.Σ. μικραίνει, τότε η συνισταμένη τάση στα άκρα της διόδου D_x είναι μεγαλύτερη από την τάση στα άκρα της διόδου D_y (σχ. 5.3ιγ). Και στις δύο περιπτώσεις οι τάσεις στα άκρα των πυκνωτών C_x και C_y δεν είναι ίσες, όμως το άθροισμά τους είναι πάντα ίσο με την τάση στα άκρα του C_2 και ο λόγος των τάσεων στα άκρα τους είναι ίσος με το λόγο των 2 τάσεων της Ε.Σ. που προκαλούν το φαινόμενο.

Οι διαφορές των τάσεων μεταξύ των C_x και C_y προκαλούν την ανάπτυξη μιας τάσεως Α.Σ. στα άκρα της R_3 η οποία οδηγείται στην είσοδο του ενισχυτή Α.Σ.

Οι αντιστάσεις R_4 και R_5 προστίθενται στο κύκλωμα για να μην εμποδίζεται η αντορθωτική δράση των διόδων από τον πυκνωτή C_2 .

5.3.5 Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των φωρατών FM.

Και οι δύο τύποι φωράσεως, δηλαδή ο συνδυασμός περιοριστή - διευκρινιστή και ο φωρατής λόγου τάσεων, συγκρινόμενοι μεταξύ τους παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Οι κατασκευαστές προτιμούν τον έναν τύπο ή τον άλλο καθαρά από προσωπική εκτίμηση. Ας δούμε όμως τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους αντίστοιχα.

Το κύριο πλεονέκτημα του συνδυασμού περιοριστή - διευκρινιστή είναι ότι είναι πολύ εύκολη η ισοστάθμιση των δύο κλάδων του διευκρινιστή, με αποτέλεσμα να έχουμε άριστη αναπαραγωγή της Α.Σ. με την οποία είναι διαμορφωμένο το σήμα Υ.Σ.

Το μειονέκτημά του είναι ότι ο περιοριστής δεν εργάζεται, εάν το σήμα δεν έχει αρκετό εύρος, ώστε να προκαλείται η λειτουργία του περιοριστή. Όταν ο περιοριστής δεν εργάζεται, γιατί το σήμα είναι μικρό, οι υπάρχουσες μεταβολές πλάτους του διαμορφωμένου κατά συχνότητα σήματος εισάγουν θόρυβο και παραμόρφωση.

Για να αποφευχθεί αυτό, πρέπει να υπάρχουν πριν από τον περιοριστή βαθμίδες ενισχύσεως Υ.Σ. και Ε.Σ. με μεγάλο συντελεστή ενισχύσεως, ώστε να ενισχυθεί το σήμα και ο περιοριστής να αρχίσει να εργάζεται. Πολλές φορές σε ορισμένους δέκτες χρησιμοποιούνται σε αλυσίδα δύο περιοριστές και έτσι εξασφαλίζεται ικανοποιητικός περιορισμός του σήματος. Και σ' αυτές όμως τις περιπτώσεις τα πολύ ασθενή σήματα είναι δυνατόν να συντελούν ώστε ο διευκρινιστής να εισάγει θόρυβο στον ενισχυτή Α.Σ.

Το σημαντικό πλεονέκτημα του φωρατή λόγου τάσεων είναι ότι δεν είναι ευαίσθητος σε μεταβολές εύρους του λαμβανόμενου σήματος. Έτσι δεν χρειάζεται ο περιοριστής ή οι περιοριστές όπως στην προηγούμενη περίπτωση. Επίσης δεν χρειάζονται βαθμίδες μεγάλης ενισχύσεως της Υ.Σ. και Ε.Σ.

Το μειονέκτημά του είναι ότι δεν είναι εύκολη η ισοστάθμιση των δύο κλάδων του. Για να επιτευχθεί η ισοστάθμιση χρειάζεται πολύ μεγάλη προσοχή, γιατί είναι δυνατόν να ευαισθητοποιηθεί ο φωρατής σε μεταβολές εύρους, με αποτέλεσμα να έχουμε θόρυβο στα ασθενή σήματα.

Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι εισάγει παραμόρφωση του σήματος Α.Σ., όταν ο ενισχυτής Ε.Σ. δεν έχει αρκετά πλατιά καμπύλη αποκρίσεως. Όταν δηλαδή το εύρος ζώνης με ευθύγραμμη απόκριση στενέψει.

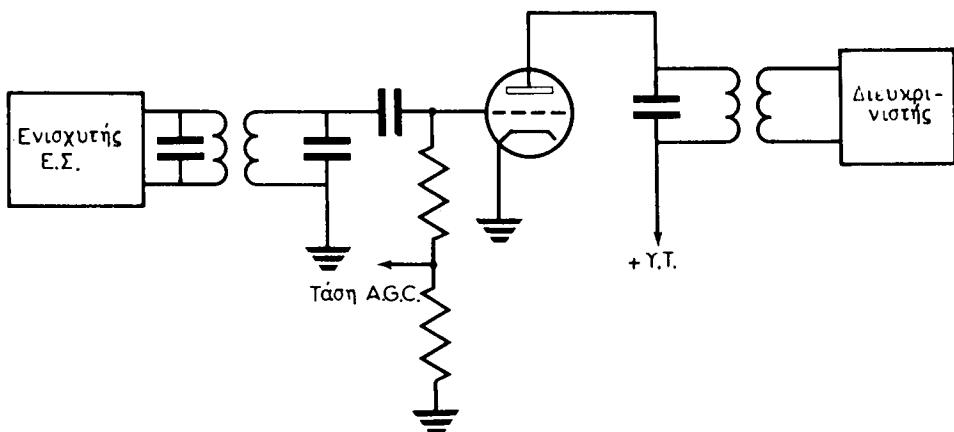
5.4 Αυτόματη ενίσχυση A.G.C. (Automatic Gain Control) στους δέκτες FM.

Λόγω των χαρακτηριστικών της μεταδόσεως των κυμάτων που διαμορφώνονται κατά συχνότητα, τα σήματα που προέρχονται από απομακρυσμένους σταθμούς, υφίστανται μεγάλες μεταβολές στην έντασή τους. Επί πλέον υπάρχει μεγαλύτερη διαφορά στη στάθμη σημάτων κοντινών και απομακρυσμένων σταθμών στις εκπομπές FM απ' ό,τι στις εκπομπές AM, γιατί οι εκπομπές FM χρησιμοποιούν συνήθως συχνότητες VHF.

Παρ' όλο που οι εκπομπές σε FM, μπορούμε να πούμε, ότι δεν έχουν προβλήματα από μεταβολές της εντάσεως του σήματος, η στάθμη σήματος στο φωρατή πρέπει να είναι ικανοποιητική, για να λειτουργούν ικανοποιητικά επίσης οι βαθμίδες περιοριστή - διευκρινιστή ή φωρατή λόγου τάσεων.

'Όπως και στους υπερετερόδυνους δέκτες AM, έτσι και στους δέκτες FM χρησιμοποιείται μια αρνητική τάση AGC, για να μεταβάλλει την ενίσχυση του λαμβανόμενου σήματος. Η ενίσχυση ελέγχεται από την αρνητική τάση AGC, και έτσι όταν υπάρχουν ισχυρά λαμβανόμενα σήματα, η ενίσχυση ελαττώνεται πιο πολύ από ό,τι όταν τα λαμβανόμενα σήματα είναι ασθενέστερα. Η ύπαρξη AGC έχει ως αποτέλεσμα σήμα σταθερού εύρους στην είσοδο του φωρατή.

Όταν στο δέκτη χρησιμοποιούνται βαθμίδες περιοριστή - διευκρινιστή, η τάση AGC λαμβάνεται από την αντίσταση διαφυγής του κυκλώματος πλέγματος - καθόδου του περιοριστή λαμβανόμενου υπ' όψη ότι η πλάκα του πυκνωτή που είναι συνδεμένη με το πλέγμα διατηρεί αρνητικά φορτία. Αντί να χρησιμοποιούμε μια αντίσταση στο κύκλωμα πλέγματος - καθόδου, τοποθετούμε δύο σε σειρά και με τον τρόπο αυτό έχομε ένα διαιρέτη τάσεως (σχ. 5.4a).

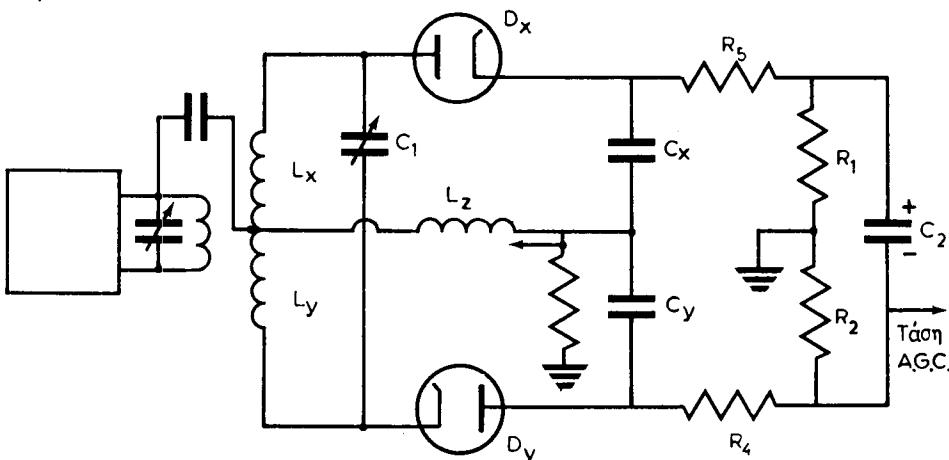


Σχ. 5.4a.
A.G.C από τον περιοριστή.

Η τάση AGC λαμβάνεται από το κοινό σημείο των δύο αντιστάσεων. Επειδή η αρνητική τάση του πλέγματος μεγαλώνει, όταν το σήμα E.S. είναι μεγαλύτερο, η λαμβανόμενη τάση εκπληρώνει τις απαιτήσεις μιας τάσεως AGC.

Στην περίπτωση αποδιαμορφώσεως με διάταξη φωρατή λόγου τάσεων, επειδή η συνεχής τάση στα άκρα του δικτυώματος R_1 , R_2 , C_2 αυξομειώνεται ανάλογα με τις αυξομειώσεις της στάθμης του σήματος E.S., χρησιμοποιείται η αρνητική τάση

ως προς γη στον αρνητικό οπλισμό του πυκνωτή C_2 ως πηγή τάσεως AGC (σχ. 5.4β).



Σχ. 5.4β.
A.G.C. από φωρατή λόγου τάσεων.

5.5 Κυκλώματα προ-αποεμφάσεως στους δέκτες FM.

Για να γίνει αντιληπτή η ανάγκη του κυκλώματος αποεμφάσεως που υπάρχει στους δέκτες FM, θα αναφερθούμε στο κύκλωμα προεμφάσεως που εγκαθίσταται στου πομπούς FM.

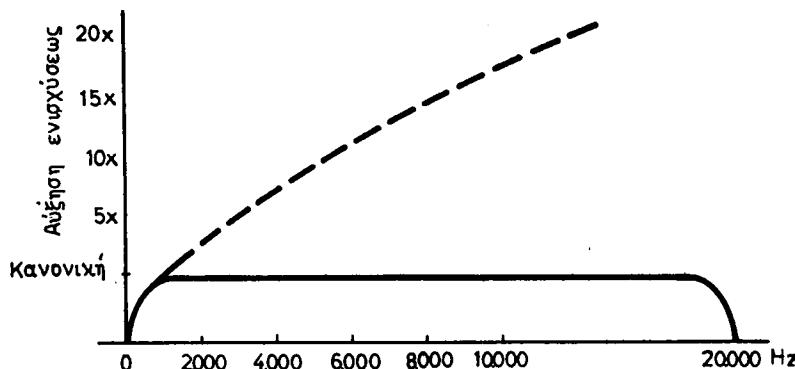
Ένα από τα πλεονεκτήματα που έχουμε στη διαμόρφωση FM, είναι ότι λόγω των λίγων υψηλών συχνοτήτων που χρησιμοποιούν, είναι δυνατόν να έχουμε τέτοια απόσταση μεταξύ γειτονικών διαύλων των πομπών, ώστε να έχουν τη δυνατότητα οι πομποί να διαμορφωθούν με συχνότητες Α.Σ. μέχρι 15 kHz ή και μεγαλύτερες. Οι συχνότητες πάνω από 5 kHz περιέχουν κυρίως αρμονικές* των βασικών συχνοτήτων της φωνής ή της μουσικής. Οι αρμονικές αυτές έχουν μικρό εύρος. Εάν όμως μπορέσουμε να τις έχουμε στη λήψη και επομένως αναπαραχθούν από το δέκτη, μας δίνουν την καλή ποιότητα, που είναι το χαρακτηριστικό μιας λήψεως FM.

Όπως είπαμε όμως, οι αρμονικές αυτές έχουν μικρό εύρος και υπάρχει κίνδυνος να χαθούν κατά τη μετάδοση. Για να εξασφαλισθεί η μετάδοση των χαμηλού εύρους των υψηλών αυτών συχνοτήτων, χρησιμοποιούμε στην εκπομπή την προέμφαση.

Προέμφαση λοιπόν είναι η μέθοδος βελτιώσεως της αναπαραγωγής των υψηλών συχνοτήτων.

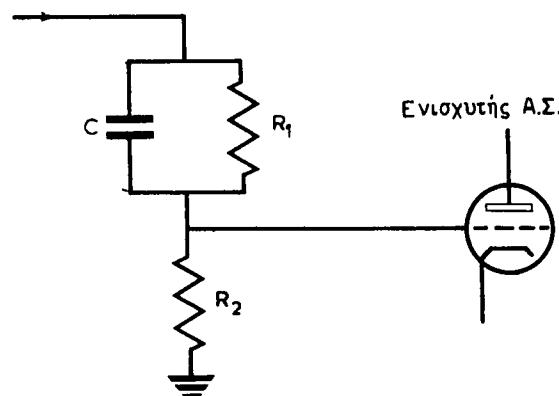
Η μέθοδος συνίσταται στην αύξηση της ενισχύσεως των υψηλών συχνοτήτων στον ενισχυτή Α.Σ. του πομπού, όπως φαίνεται από την καμπύλη του σχήματος 5.5α. Επειδή, όπως είπαμε, οι υψηλές συχνότητες έχουν μικρό εύρος, είναι ανάγκη να αυξάνει η ενίσχυση προοδευτικά με την αύξηση της συχνότητας.

* Αρμονική συχνότητα είναι η συχνότητα που είναι ακέραιο πολλαπλάσιο της βασικής συχνότητας. Αν π.χ. η βασική συχνότητα είναι 1000 Hz, η δεύτερη αρμονική είναι 2000 Hz, η τρίτη αρμονική 3000 Hz κ.ο.κ.



Σχ. 5.5α.
Διάταξη προεμφάσεως και σχετική καμπύλη αποκρίσεως.

Σήμα Α.Σ.



Σχ. 5.5β.
Κύκλωμα προεμφάσεως R.C.

Η απλούστερη μέθοδος λήψεως της επιθυμητής χαρακτηριστικής ενισχύσεως στον ενιχυτή Α.Σ. είναι να χρησιμοποιηθεί το κύκλωμα RC του σχήματος 5.5β.

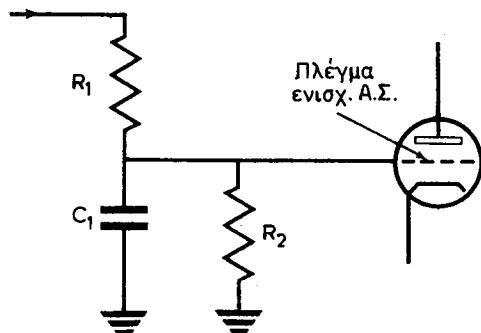
Στις χαμηλές συχνότητες ο πυκνωτής C έχει σύνθετη αντίσταση τέτοιας τιμής, ώστε η διαίρεση της τάσεως να καθορίζεται κυρίως από τις τιμές των αντίστασεων R_1 και R_2 . Καθώς η συχνότητα μεγαλώνει, η σύνθετη αντίσταση του C (σύνθετη αντίσταση $Z_C = 1/j\omega C$, όπου $\omega = 2\pi f$) ελαττώνεται ραγδαία, έτσι ώστε η σύνθετη αντίσταση του C να είναι πολύ μικρότερη από την R_1 , και η διαίρεση της τάσεως να καθορίζεται μόνο από το C και την R_2 .

Το αποτέλεσμα της δράσεως του διαιρέτη τάσεως είναι ότι οι υψηλές συχνότητες υφίστανται πολύ μικρότερη απόσβεση από τις χαμηλές, και έτσι επιτυχάνεται η επιθυμητή καμπύλη αποκρίσεως και εξασφαλίζεται η προέμφαση.

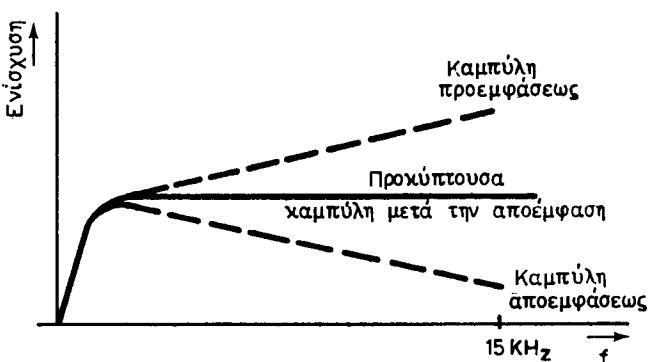
Στη λήψη τώρα, για να επαναφέρομε το εύρος όλων των συχνοτήτων Α.Σ. μετά την αποδιαμόρφωση στην αρχική κατανομή των συχνοτήτων και τη σχέση εύρους κάθε συχνότητας, που υπήρχε στην αρχική ομιλία ή μουσική, είναι ανάγκη να

προσθέσομε στο δέκτη ένα κύκλωμα αποεμφάσεως, για να εξουδετερώσομε την πρόσθετη ενίσχυση στον πομπό των υψηλών συχνοτήτων που έγινε για να εξασφαλισθεί η μετάδοσή τους.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η χρησιμοποίηση ενός κυκλώματος RC το οποίο ελαττώνει το εύρος των υψηλών συχνοτήτων τόσο όσο είχαν ενισχυθεί στον πομπό. Το βασικό σχήμα του κυκλώματος φαίνεται στο σχήμα 5.5γ.



Σχ. 5.5γ.
Κύκλωμα προεμφάσεως R.C.



Σχ. 5.5δ.
Καμπύλη αποκρίσεως δέκτη.

Το κύκλωμα είναι ένα βαθυπερατό φίλτρο το οποίο λειτουργεί όπως ένας διαιρέτης τάσεως. Ο πυκνωτής έχει χαμηλή τιμή της τάξεως των $0,001 \mu\text{F}$. Στις χαμηλές συχνότητες ο πυκνωτής έχει μεγάλη σύνθετη αντίσταση και όλο το σήμα εφαρμόζεται στο πλέγμα της λυχνίας ενισχύσεως. Όσο η Α.Σ. μεγαλώνει, η σύνθετη αντίσταση του πυκνωτή μικραίνει, με αποτέλεσμα να εφαρμόζεται στο πλέγμα όλο και μικρότερο σήμα. Το αποτέλεσμα είναι ότι το κύκλωμα της αποεμφάσεως ελαττώνει την ενίσχυση των υψηλών συχνοτήτων και αντισταθμίζει τη δράση του κυκλώματος προεμφάσεως (σχ. 5.5δ).

Το κύκλωμα αποεμφάσεως τοποθετείται μεταξύ της εξόδου του φωρατή και της εισόδου του πρώτου ενισχυτή ακουστικής συχνότητας.

5.6 Δέκτης FM με λυχνίες.

Όπως εξηγήσαμε, για να ακούσει ένας ακροατής εκπομπές στις οποίες η Υ.Σ. είναι διαμορφωμένη κατά συχνότητα FM, πρέπει να χρησιμοποιήσει ένα δέκτη FM, δηλαδή ένα τμήμα Υ.Σ. του δέκτη που περιλαμβάνει και το φωρατή και ακολούθως με το σήμα Α.Σ. της εξόδου του φωρατή να τροφοδοτήσει έναν ενισχυτή Α.Σ.

Πολλές φορές ο ενισχυτής Α.Σ. αποτελεί τμήμα ενός δέκτη εκπομπών AM, δηλαδή εκπομπών στις οποίες η Υ.Σ. είναι διαμορφωμένη κατά πλάτος και με τη βοήθεια ενός διακόπτη η είσοδος του ενισχυτή Α.Σ. αποσυνδέεται από τις βαθμίδες Υ.Σ. λήψεως εκπομπών AM και συνδέεται στην έξοδο των βαθμίδων Υ.Σ. λήψεως εκπομπών FM ή στην έξοδο του βραχίονα πικάπ (pick-up) ενός δισκοφόρου δίσκων γραμμοφόνου.

Στα σχήματα 5.6α και 5.6β φαίνεται το σχέδιο ενός Tuner που περιλαμβάνει τις βαθμίδες Υ.Σ. οι οποίες χρησιμοποιούνται σ' ένα συνήθη δέκτη FM που αποτελείται από τις βαθμίδες ενισχύσεως και μεταλλαγής της συχνότητας, τους ενισχυτές Ε.Σ. και το φωρατή λόγου τάσεων. Το τμήμα Υ.Σ. ενός δέκτη που περιλαμβάνει όλες τις παραπάνω βαθμίδες Υ.Σ. μέχρι και την αποδιαμόρφωση, αλλά δεν περιλαμβάνει τον ενισχυτή Α.Σ., ονομάζεται και Tuner (Τιούνερ). Χαρακτηρίζεται ως Tuner AM ή Tuner FM ανάλογα με το αν προορίζεται για αποδιαμόρφωση σημάτων Υ.Σ. που είναι διαμορφωμένα κατά πλάτος ή κατά συχνότητα.

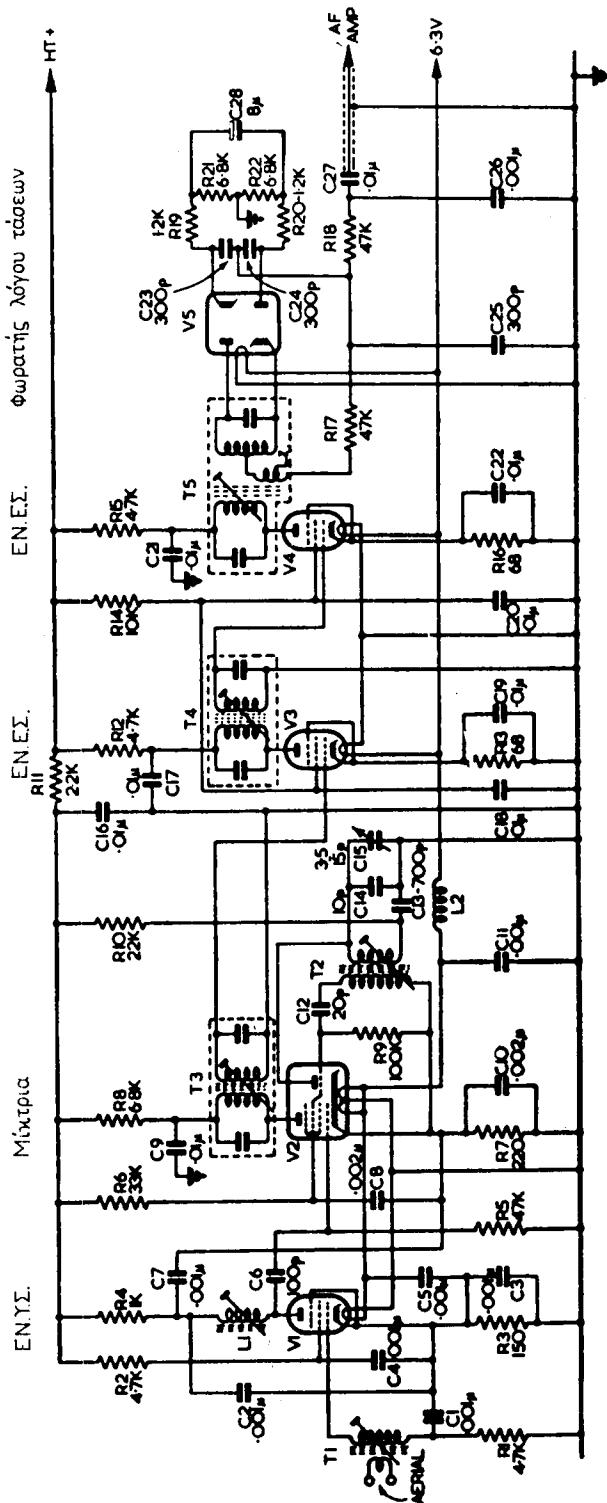
Το Tuner του σχήματος 5.6α έχει 5 λυχνίες. Το κύκλωμα αποτελείται από έναν ενισχυτή Υ.Σ., μια μονάδα αλλαγής συχνότητας, δύο βαθμίδες Ε.Σ. και ένα φωρατή λόγου τάσεων. Η περιοχή συντονισμού του δέκτη είναι στη ζώνη II* από 87,50 MHz - 100 MHz, η συχνότητα Ε.Σ. είναι 10,7 MHz.

Για να λειτουργήσει ένας δέκτης FM, είναι απαραίτητη η σύνδεσή του με διπολική κεραία, η οποία εγκαθίσταται όσο γίνεται πιο ψηλά. Το δίπολο τοποθετείται οριζόντια ή κατακόρυφα, ανάλογα με την πόλωση της κεραίας του πομπού. Εάν η κεραία του πομπού, που επιθυμούμε τη λήψη, έχει πόλωση οριζόντια, τοποθετείται και το δίπολο οριζόντια. Η κεραία συνδέεται με το δέκτη με κάθοδο, δηλαδή καλώδιο κατά προτίμηση ομοαξονικό με χαρακτηριστική αντίσταση $Z_0 = 75 \Omega$.

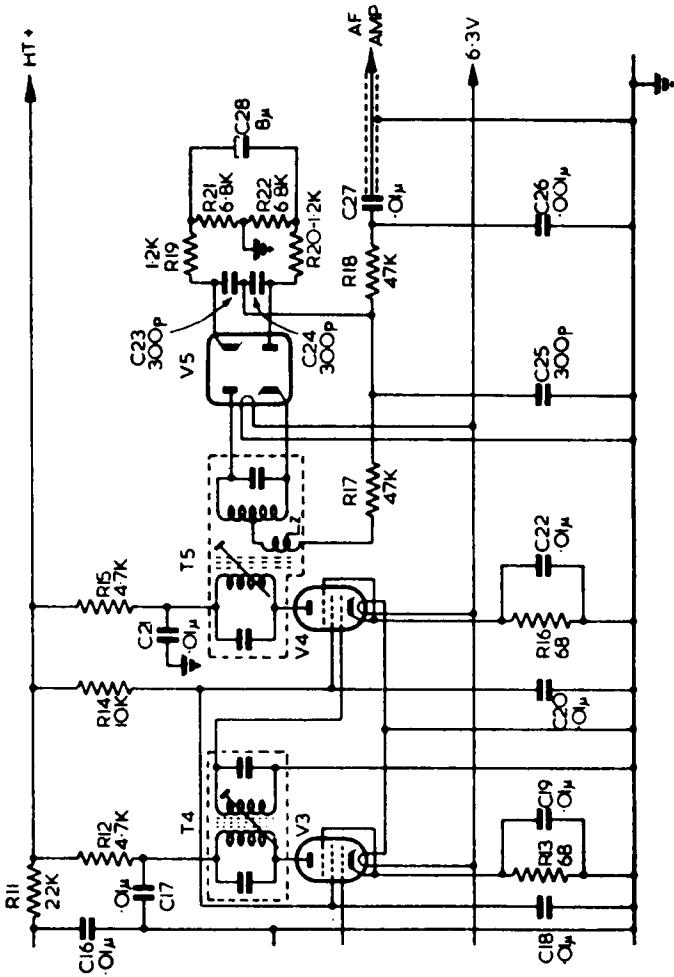
Το κύκλωμα εισόδου του ενισχυτή Υ.Σ. είναι χαλαρά συντονισμένο, ώστε να επιτρέπει την ενίσχυση ολόκληρης της ζώνης συχνοτήτων χωρίς την ανάγκη συντονισμού του σε κάθε συχνότητα. Τα λαμβανόμενα σήματα από την κεραία τροφοδοτούν το πλέγμα της λυχνίας V₁, (τύπου 6 AM6) ενισχύτριας Υ.Σ. μέσω του μετασχηματιστή T₁. Το δευτερεύον του μετασχηματιστή δεν συντονίζεται με τη βοήθεια μεταβλητού πυκνωτή. Με τη χρησιμοποίηση της χωρητικότητας μεταξύ των ηλεκτροδίων πλέγματος και καθόδου της λυχνίας V₁, καθώς και των παρασίτων χωρητικοτήτων του κυκλώματος, επιτυγχάνεται χαλαρός συντονισμός του δευτερεύοντος του μετασχηματιστή T₁, σ' ολόκληρη την περιοχή 88 - 100 MHz. Η απώλεια ενισχύσεως που έχομε με το χαλαρό συντονισμό αντισταθμίζεται με τη χρήση λυ-

* Οι συχνότητες στην περιοχή VHF και UHF για τη ραδιοφωνία και τηλεόραση κατανέμονται στις εξής ζώνες:

Ζώνη I Τηλεόραση	συχνότητες	47	-	68 MHz
Ζώνη II Ραδιοφωνία FM	συχνότητες	87,50	- 100	MHz
Ζώνη III Τηλεόραση	συχνότητες	174	- 223	MHz
Ζώνη IV Τηλεόραση	συχνότητες	470	- 622	MHz
Ζώνη V Τηλεόραση	συχνότητες	622	- 862	MHz



ΣΧ. 5.6α.
Tuner FM με πέντε λυχνίες $V_1 - V_5$.



Σχ. 5.6β.
Ενισχυτής Υ.Σ. και βαθύμια αλλαγής συχνότητας.

χνιών μεγάλης ενισχύσεως στον ενισχυτή Υ.Σ. και στα επόμενα κυκλώματα ενισχύσεως της Ε.Σ.

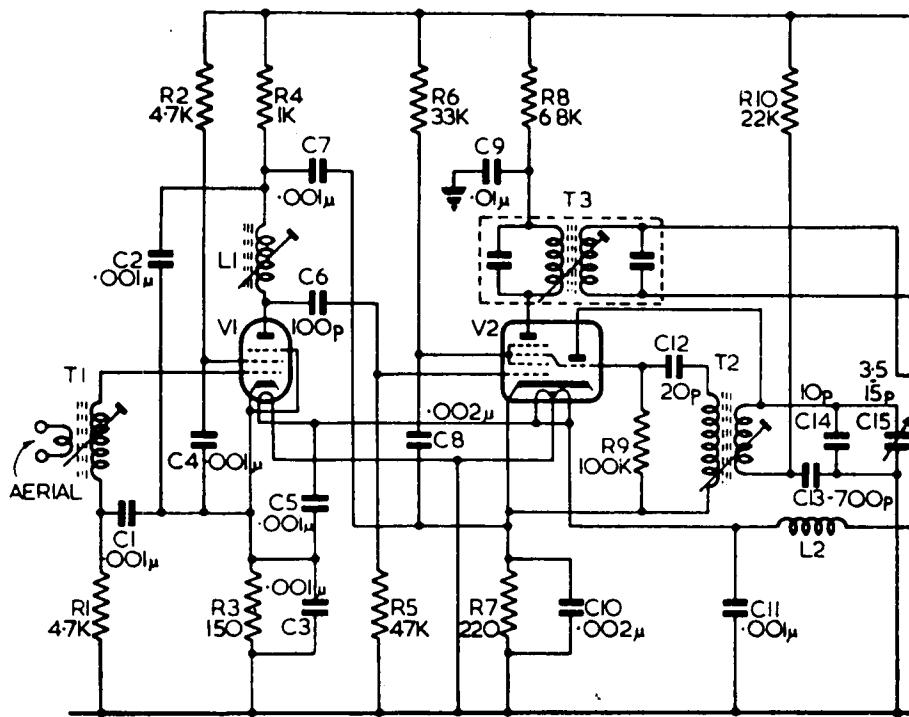
Η αναπτυσσόμενη τάση στα áκρα της L_1 , στο ανοδικό κύκλωμα της 6 AM6 συζευγνύεται με τὸ πλέγμα της V_2 μέσω του πυκνωτή C_6 . Η λυχνία V_2 είναι μια λυχνία τύπου 12 AH8, τρίοδος - έξιδος και χρησιμεύει ως μίκτρια για τη μεταλλαγή της συχνότητας (σχ. 5.6β).

Το εξοδικό τρήμα της λυχνίας ενισχύει την Υ.Σ. και μιγνύει αμτό με τη συχνότητα του ταλαντωτή. Ως ταλαντώτρια λυχνία χρησιμεύει το τριοδικό τρήμα της λυχνίας V_2 .

Ο ταλαντωτής είναι τύπου Armstrong και ο συντονισμός γίνεται έτσι, ώστε η συχνότητά του να είναι πάντα 10,7 MHz, μικρότερη από τη συχνότητα του λαμβανόμενου σήματος. Έτσι με τη μίξη η διαφορά των δύο συχνοτήτων είναι πάντα η Ε.Σ., δηλαδή 10,7 MHz. Το σήμα Ε.Σ. εφαρμόζεται ακολούθως στο πρωτεύον τύλιγμα του μετασχηματιστή T_3 ο οποίος είναι συνδεσμολογημένος στο ανοδικό κύκλωμα της εξοδικής λυχνίας και η σύνδεση με το επόμενο στάδιο γίνεται με το δευτερεύον τύλιγμα του μετασχηματιστή. Και τα δύο τυλίγματα είναι συντονισμένα στη συχνότητα των 10,7 MHz.

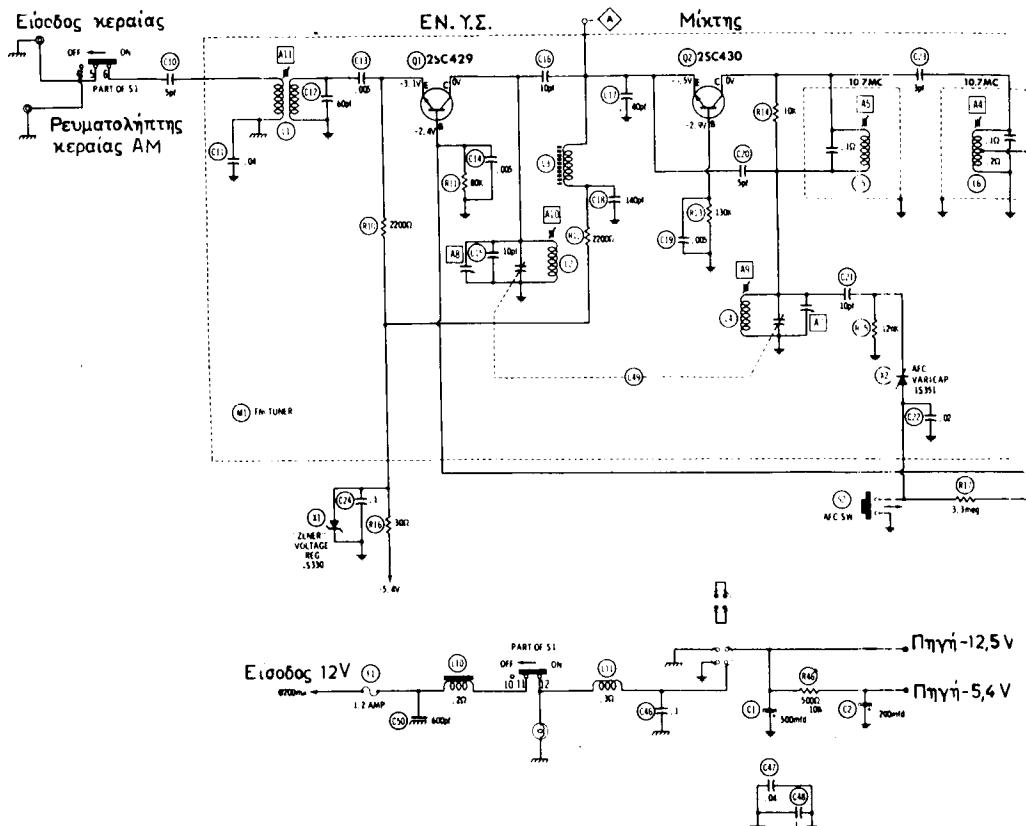
Το πηνίο L_2 συνδέεται με τα νήματα των λυχνιών V_1 και V_2 για να εμποδίζει την ανάδραση από τα επόμενα κυκλώματα.

Οι δύο βαθμίδες ενισχύσεως Ε.Σ. χρησιμοποιούν πεντόδους λυχνίες τύπου 6 BA6. Οι μετασχηματιστές Ε.Σ. είναι συντονισμένοι στην κεντρική συχνότητα των 10,7 MHz και η απόκρισή τους είναι αρκετά πλατιά, ώστε να επιτρέπεται διέ-



Σχ. 5.6γ.

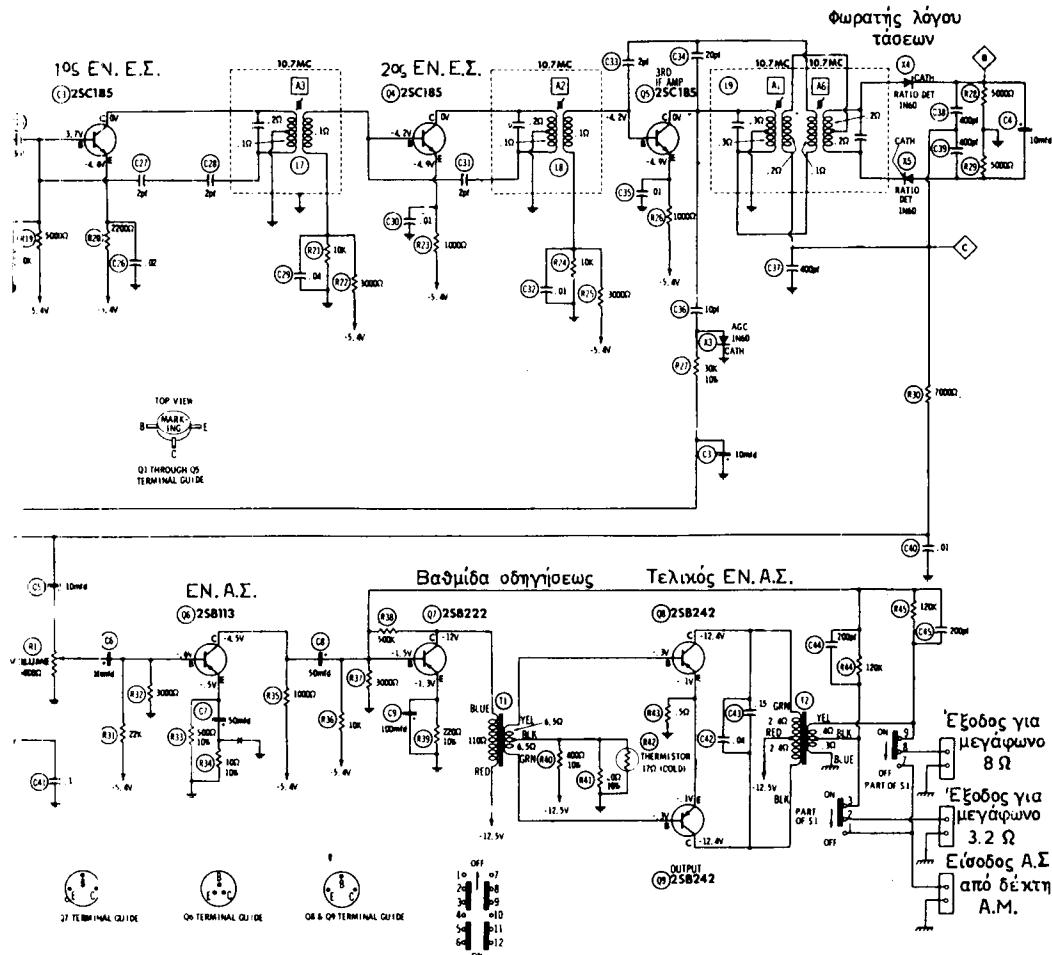
Βαθμίδες ενισχύσεως Ε.Σ. και φωρατής λόγου τάσεων.



λευση χωρίς την απόσβεση ολόκληρης της αποκλίσεως των ± 75 kHz που έχομε, για 100% διαμόρφωση της Υ.Σ.

Η έξοδος των βαθμίδων Ε.Σ. συνδέεται με μια διπλοδίοδο λυχνία τύπου 6AL5 συνδεσμολογημένη σε διάταξη φωρατή λόγου τάσεων. Η διάταξη είναι η ίδια που περιγράψαμε σε προηγούμενη παράγραφο με μόνη διαφορά ότι αντί για ανεξάρτητο πηνίο L_2 χρησιμοποιείται ένα τριτεύον κύκλωμα του μετασχηματιστή (σχ. 5.6γ).

Η έξοδος Α.Σ. του φωρατή λόγου τάσεων εφαρμόζεται στα άκρα του πυκνωτή C_{25} και μέσω του δικτυώματος αποεμφάσεως R_{18} και R_{16} η Α.Σ. διατίθεται στην έξοδο του Tuner. Η έξοδος αυτή οδηγείται μέσω θωρακισμένου καλωδίου σε ενισχυτή Α.Σ. καλής ποιότητας, ο οποίος πρέπει να έχει ευθύγραμμη απόκριση σε όλο το φάσμα Α.Σ. Δηλαδή απόκριση από 40 Hz έως 15 kHz.



Ex. 5.7.

Δέκτης FM με τρανζίστορ για αυτοκίνητα.

5.7 Δέκτης FM με τρανζίστορ γι' αυτοκίνητα (σχ. 5.7).

Άξιον παρατηρήσεως είναι το κύκλωμα αυτόματου ελέγχου της συχνότητας AFC, που συναντούμε για πρώτη φορά στους δέκτες FM.

Η συχνότητα του πομπού είναι πάντα σταθερή, η συχνότητα όμως του τοπικού ταλαντωτή μπορεί να μεταβληθεί λόγω μεταβολής της θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα να μεταβληθεί η Ε.Σ. Γι' αυτό χρησιμοποιούμε το κύκλωμα αυτόματου ελέγχου της συχνότητας.

Για το σκοπό αυτού χρησιμοποιείται μια δίοδος Varactor ή Varicap με μεταβλητή χωρητικότητα. Αν θεωρήσουμε τη δίοδο X_2 στο σχήμα 5.7 ως δίοδο Varicap, εφ' όσον αποτελεί τμήμα ενός χωρητικού κυκλώματος (που αποτελείται από τον πυκνωτή C_{21} , στη σειρά με τη χωρητικότητα της δίόδου X_2 , στη σειρά με τον πυκνωτή

C_{22}) το οποίο τοποθετείται παράλληλα με το ταλαντεύομενο κύκλωμα του τοπικού ταλαντωτή. Με τη μεταβολή της χωρητικότητας της X_2 , μεταβάλλεται και η χωρητικότητα του ταλαντεύομενου κυκλώματος και στη συνέχεια και η συχνότητα του ταλαντωτή.

Η κάθοδος της X_2 γειώνεται μέσω της αντιστάσεως R_{15} , ενώ στην άνοδο εφαρμόζεται μια τάση Σ.Ρ. από το φωρατή λόγου τάσεων από τον κόμβο συνδέσεως των πυκνωτών C_{38} και C_{39} . Η άνοδος φιλτράρεται από τις R_{30} , C_{40} , R_{17} , και C_{22} και μεταβάλλεται πότε θετικότερα και πότε αρνητικότερα, καθώς η συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή μεταβάλλεται κάτω ή πάνω από την κανονική τιμή. Όταν η συχνότητα του ταλαντωτή πέφτει προς τα κάτω, αυτό έχει ως αποτέλεσμα αύξηση της αρνητικής τάσεως AFC , με αποτέλεσμα ελάττωση της χωρητικότητας της X_2 και επομένως αύξηση της συχνότητας του ταλαντωτή και επαναφορά της στη σωστή τιμή. Όταν η συχνότητα κινηθεί προς τα πάνω αυτό συνεπάγεται θετικότερη Σ.Ρ. τάση, με αποτέλεσμα αύξηση της παράλληλης προς το ταλαντεύομενο κύκλωμα χωρητικότητας και επαναφορά της συχνότητας στην κανονική. Η δράση AFC διακόπτεται, αν με τη βοήθεια του διακόπτη S_2 γειώσουμε τη συνεχή τάση.

Ένα άλλο νέο κύκλωμα είναι η χρησιμοποίηση του ρυθμιστή τάσεως $Zener X_1$. Η δίοδος $Zener X_1$ χρησιμοποιείται για να έχουμε σταθερή τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου.

Η X_1 με την R_{16} αποτελούν ένα ρυθμιστή τάσεως που παρέχει στον ενισχυτή Υ.Σ. και τη βαθμίδα μίξεως μια σταθερή τάση Σ.Ρ.

Κατά τα άλλα ο δέκτης δεν διαφέρει από το δέκτη με λυχνίες που περιγράψαμε.

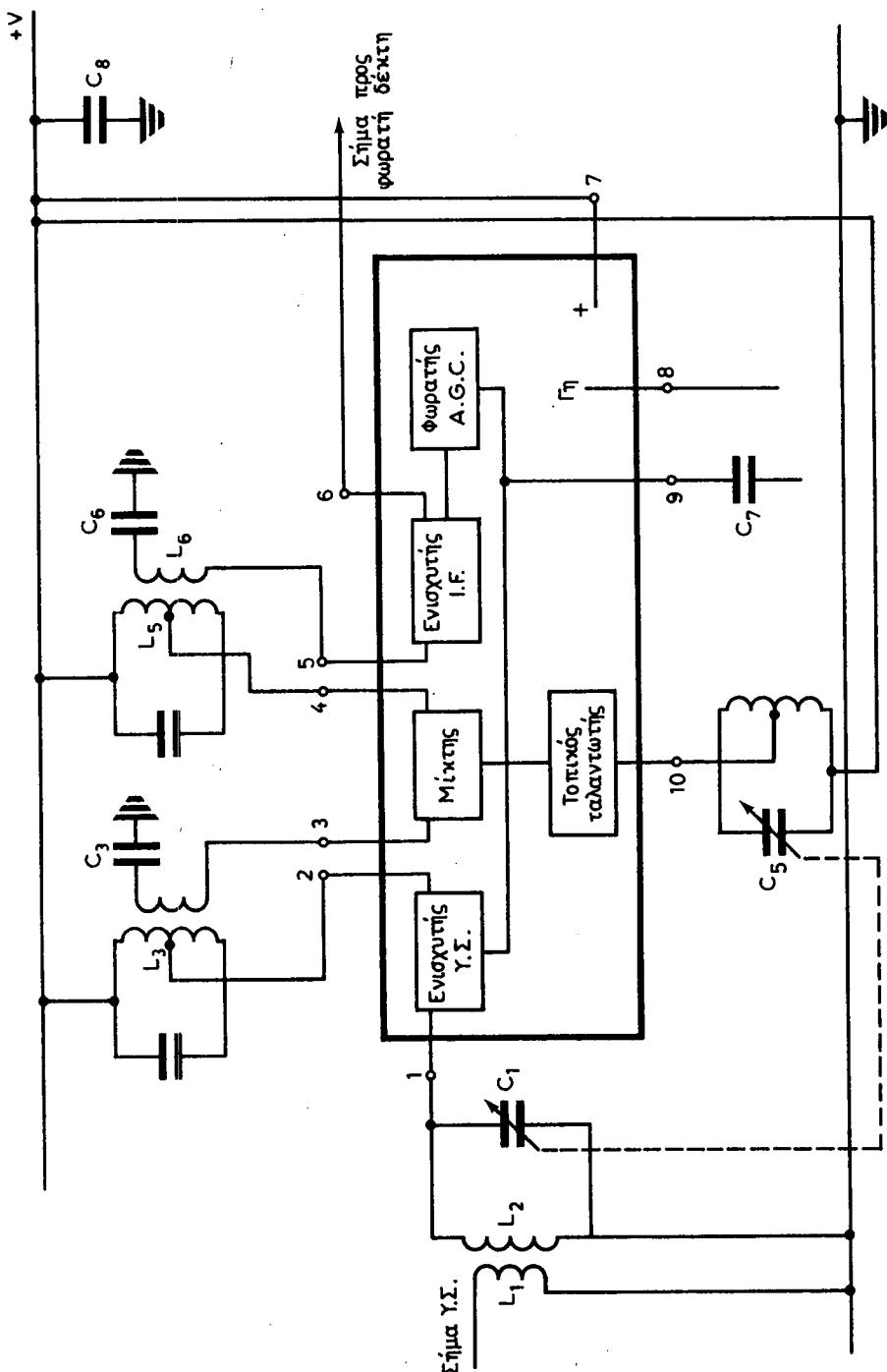
5.8 Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα στους ραδιοφωνικούς δέκτες.

Τελευταία γίνεται χρήση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και στην κατασκευή των ραδιοφωνικών δεκτών. Υπάρχουν ολοκληρωμένα κυκλώματα που εξασφαλίζουν συγχρόνως διάφορες λειτουργίες του δέκτη.

Σαν παράδειγμα σχεδιάζομε πιο κάτω ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που περιλαμβάνει ένα ενισχυτή Υ.Σ., το μίκτη, τον τοπικό ταλαντωτή, τον ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας και ένα φωρατή για την αυτόματη ρύθμιση της ενισχύσεως του δέκτη. Τα απαιτούμενα παθητικά στοιχεία, δηλαδή οι αυτεπαγωγές και οι πυκνωτές παρέχονται και συνδέονται εξωτερικά.

Το σχήμα 5.8 δείχνει ένα τέτοιο απλοποιημένο σχηματικό παράδειγμα.

Τα χαρακτηριστικά ενισχύσεως / συχνότητας των ενισχυτών I.F. (ενδιάμεσης συχνότητας) και Υ.Σ. και του μίκτη προσδιορίζονται από τα συντονισμένα κυκλώματα που φαίνονται στο σχήμα. Η τάση A.G.C. πρέπει να έχει μια ορισμένη σταθερά χρόνου η οποία προσδιορίζεται από τον πυκνωτή C_7 .



Σχ. 5.8. Ολοκληρωμένα κυκλώματα σε ραδιοφωνικό δέκτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΒΛΑΒΩΝ ΡΑΔΙΟΦΩΝΟΥ

6.1 Γενικά.

Ας δούμε τώρα πώς εντοπίζομε τη βλάβη ενός ραδιοφώνου με λυχνίες και ενός ραδιοφώνου με τρανζίστορ.

Είτε όμως πρόκειται για ραδιόφωνο με λυχνίες είτε με τρανζίστορ, πρέπει να μάθομε να εφαρμόζομε μια λογική σειρά στην επίλυση του προβλήματος εντοπισμού της βλάβης και πώς να χρησιμοποιούμε διάφορα όργανα ελέγχου που θα μας βοηθήσουν στον εντοπισμό της βλάβης.

Για τον εντοπισμό μιας βλάβης ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

- Εντοπίζομε τα συμπτώματα με τα οποία εκδηλώνεται η βλάβη.
- Επιθεωρούμε το υλικό (εξαρτήματα) για εμφανές σφάλμα.
- Βρίσκομε τη βαθμίδα που παρουσιάζει σφάλμα τροφοδοτώντας το ραδιόφωνο με σήμα από γεννήτρια και παρακολουθώντας το σήμα από βαθμίδα σε βαθμίδα.
- Βρίσκομε το εξάρτημα που παρουσιάζει βλάβη μέσα στη βαθμίδα στην οποία εμφανίζεται η ανωμαλία, με μετρήσεις τάσεων, εντάσεων και αντιστάσεων.

6.1.1 Εντοπισμός συμπτωμάτων με τα οποία εκδηλώνεται η βλάβη.

Το πρώτο βήμα για την ανεύρεση του σφάλματος είναι, όπως είπαμε, ο εντοπισμός των συμπτωμάτων. Για να γίνει αυτό, πρέπει να γνωρίζομε ποια είναι η κανονική λειτουργία του υλικού (πυκνωτές, αντιστάσεις κλπ.). Στην περίπτωση που η αναγνώριση γίνεται σε έναν υπερετερόδυνο δέκτη, θεωρούμε ότι ο δέκτης εργάζεται κανονικά όταν λαμβάνει τα εκπεμπόμενα σήματα από διάφορους πομπούς σε όλη την περιοχή της κλίμακας λήψεως και μπορούμε τα σήματα αυτά να τα ακούσουμε στο μεγάφωνο. Επίσης όταν μπορούμε να μεταβάλλομε την ένταση των σημάτων ώστε να μην ακούγονται παραμορφωμένα.

Για την ανεύρεση του σφάλματος λαμβάνομε υπ' όψη μας την περιγραφή των συμπτωμάτων από το χειριστή της συσκευής ή βρίσκομε μόνοι μας ποιο είναι το σύμπτωμα της βλάβης θέτοντας σε λειτουργία τη συσκευή και χρησιμοποιώντας τυχόν υπάρχοντα ενσωματωμένα όργανα μετρήσεως. Σε μηχανήματα που είναι πιο περίπλοκα από ένα δέκτη, π.χ. σε πομπούς, υπάρχουν ενσωματωμένα όργανα μετρήσεως που μας δείχνουν τα ρεύματα που διαρρέουν τα διάφορα κυκλώματα.

Ποτέ δεν πρέπει να βγάζομε βιαστικά συμπεράσματα και πρέπει πάντα να σκεπτόμασθε για να βρούμε από τι προκαλούνται τα συμπτώματα που παρατηρούμε πριν κάνουμε ο,τιδήποτε για την επισκευή της βλάβης.

6.1.2 Επιθεώρηση του υλικού.

Πολλά σφάλματα και βλάβες είναι δυνατόν να εντοπισθούν πολλές φορές με τις αισθήσεις μας, αν π.χ. ακούσαμε μια φορά το σπινθηρισμό μετασχηματιστή ισχύος και τη χαρακτηριστική μυρωδιά του καπνού που βγαίνει από καμένο μετασχηματιστή του τροφοδοτικού μιας συσκευής. Με το άνοιγμά της θα μπορούμε να εντοπίσουμε έναν καταστραμμένο μετασχηματιστή.

Η έρευνά μας αποβλέπει στην εντόπιση καταστραμμένων εξαρτημάτων, αντιστάσεων, πυκνωτών κλπ. από το μαύρισμά τους ή την αλλαγή του χρώματός τους ή από διαρροές μονωτικού, έχοντας πάντα υπ' όψη μας ότι τα καταστραμμένα υλικά μπορεί να μην είναι οι αιτίες της βλάβης, αλλά το αποτέλεσμα, π.χ. η καταστροφή μιας ασφάλειας. Επίσης ερευνούμε για χαλαρές, κομμένες ή οξειδωμένες συνδέσεις οι οποίες πολύ συχνά είναι οι αιτίες της ανωμαλίας.

Αν ένα υλικό είναι καταστραμμένο από ροή υπερβολικού ρεύματος και το κύκλωμα προστατεύεται από ασφάλεια η οποία όμως δεν έχει καταστραφεί, πρέπει να εξετάσουμε αν η ασφάλεια έχει μεγαλύτερη τιμή από την κανονική ή αν η βάση της είναι βραχυκυκλωμένη.

Μετά τη λεπτομερειακή εξέταση της συσκευής η οποία δεν πρέπει να είναι συνδεδεμένη στο ρεύμα, την τροφοδοτούμε με ρεύμα και προσέχομε μήπως δούμε κανένα σπινθήρα ή καπνό ή εντοπίσουμε κανένα θόρυβο όμοιο με βράσιμο ή τσιτσίρισμα που είναι ενδεικτικοί θόρυβοι σπινθήρων. Στην περίπτωση αυτή διακόπτομε αμέσως την τροφοδοσία με ρεύμα της συσκευής και ερευνούμε με ωμόμετρο το εξάρτημα κοντά στο σημείο που ακούσαμε το θόρυβο ή είδαμε τον καπνό. Πρέπει να έχομε υπ' όψη μας ότι σπινθηρισμοί ακούγονται όταν υπάρχει βραχυκύκλωμα ή κακή επαφή μεταξύ δύο συνδέσεων.

Πάντα πρέπει να ερευνούμε όταν διαπιστώσουμε μια βλάβη, μήπως υπάρχει και άλλη βλάβη, γιατί τη βλάβη αυτή μπορεί να την προκάλεσε κάποια άλλη και έτσι υπάρχει το ενδεχόμενο το καινούργιο υλικό που θα τοποθετήσουμε στη συσκευή να καταστραφεί.

6.1.3 Τροφοδότηση της βαθμίδας που παρουσιάζει το σφάλμα με σήμα από γεννήτρια και παρακολούθηση της πορείας του σήματος.

Η εντόπιση του εξαρτήματος που παρουσιάζει σφάλμα, γίνεται με μετρήσεις τάσεων και αντιστάσεων στα άκρα των εξαρτημάτων της συσκευής. Η μέθοδος αυτή δεν ενδέικνυται για πολύπλοκες και μεγάλες συσκευές, γιατί διαρκεί πάρα πολύ χρόνο. Εφαρμόζομε τη μέθοδο της τροφοδοτήσεως της συσκευής με σήμα από γεννήτρια, γιατί διαρκεί πάρα πολύ λίγο χρόνο, επιτρέπει τον εύκολο εντοπισμό της βλάβης και ελαττώνει κατά πολύ τα σημεία που πρέπει να ελεγχθούν. Σύμφωνα με αυτή δοκιμάζομε κάθε μονάδα (ή βαθμίδα) τροφοδοτώντας την με σήμα και ελέγχοντας το σήμα στην έξοδο της συσκευής ή της μονάδας.

Όταν εντοπισθεί η μονάδα που παρουσιάζει το σφάλμα, μπορούμε να ελέγξουμε κάθε ενισχυτή ή τμήμα η η μονάδας κατά τον ίδιο τρόπο, αρχίζοντας με μέτρηση στην έξοδο και προχωρώντας προς την είσοδο.

Ο ενισχυτής ή το τμήμα μονάδας όπου το σήμα εξαφανίζεται, είναι το μέρος που πρέπει να ερευνήσουμε λεπτομερειακά για τον εντοπισμό του σφάλματος.

:

6.1.4 Μετρήσεις τάσεως και αντιστάσεως.

Αφού εντοπίσουμε την ελαττωματική μονάδα, είναι εύκολο να επισημάνουμε το χαλασμένο εξάρτημα με μετρήσεις τάσεως και αντιστάσεως ή αντικαθιστώντας το με ένα άλλο που λειτουργεί κανονικά. Η τελευταία αυτή περίπτωση μπορεί να εφαρμοσθεί σε περιπτώσεις που το εξάρτημα το οποίο υποπτεύμαστε ότι είναι χαλασμένο, είναι λυχνία ή τρανζίστορ.

Τα εγχειρίδια και οι οδηγίες συντηρήσεως δίνουν, συνήθως, τις σωστές τάσεις και ρεύματα κάθε βαθμίδας.

Η τιμή της αντιστάσεως κάθε σημείου του κυκλώματος της βαθμίδας προς τη γη δίνεται στο εγχειρίδιο συντηρήσεως. Όπου ένα εξάρτημα, π.χ. αντίσταση ή πυκνωτής, έχει και άλλους παράλληλους δρόμους, θα πρέπει να αποσυνδέσουμε το ένα άκρο του για να μετρήσουμε ακολούθως την αντίστασή του.

6.2 Ανίχνευση βλάβης υπερετερόδυνου δέκτη.

Ας ξαναθυμηθούμε τις βασικές μονάδες από τις οποίες αποτελείται ο υπερετερόδυνος δέκτης και ας δούμε πώς ανιχνεύεται η βλάβη σε κάθε μονάδα του.

6.2.1 Το τροφοδοτικό του δέκτη.

Κάθε τροφοδοτικό αποτελείται από τρεις τουλάχιστο βαθμίδες: το μετασχηματιστή, τον ανορθωτή και το φίλτρο. Η ανίχνευση βλάβης στο τροφοδοτικό ακολουθεί την εξής πορεία:

- α) Έλεγχος εισόδου και εξόδου κάθε βαθμίδας του τροφοδοτικού, αρχίζοντας από την είσοδο τροφοδοτήσεως με Ε.Ρ. από το δίκτυο στο πρωτεύον του μετασχηματιστή.
- β) Έλεγχος της εξόδου Σ.Ρ. Εφ' όσον δεν είναι κανονική, προχωρούμε ελέγχοντας την είσοδο του τροφοδοτικού.

6.2.2 Ο ενισχυτής Α.Σ.

Για τον εντοπισμό βλάβης στον ενισχυτή Α.Σ. του δέκτη, είναι προτιμότερο να ακολουθήσουμε τη μέθοδο ελέγχου τροφοδοτήσεως με σήμα. Το ταλαντοσκόπιο ή το δργανό μετρήσεως εξόδου τοποθετείται παράλληλα προς το μεγάφωνο στο δευτερεύον του μετασχηματιστή εξόδου.

Τροφοδοτούμε με σήμα Α.Σ. τα διάφορα σημεία ελέγχου προχωρώντας από το μεγάφωνο προς το φωρατή.

Το σημείο στο οποίο το σήμα Α.Σ. εξαφανίζεται ή παραμορφώνεται, είναι το σημείο που πρέπει να ερευνήσουμε για να βρούμε το σφάλμα.

6.2.3 Ο φωρατής.

Ο φωρατής, όπως είναι γνωστό, τροφοδοτείται με διαμορφωμένο σήμα Ε.Σ. και ξεχωρίζει την Α.Σ. από την Ε.Σ. Η υψηλή Ε.Σ. οδηγείται στη γη και η Α.Σ. οδηγείται στον ενισχυτή Α.Σ.

Για να ελέγχουμε το φωρατή τον τροφοδοτούμε με διαμορφωμένη Ε.Σ. Αν στην έξοδο του φωρατή δεν έχουμε Α.Σ., η οποία να αντιστοιχεί στη διαμόρφωση της Ε.Σ., ο φωρατής παρουσιάζει βλάβη.

6.2.4 Ο ενισχυτής Ε.Σ.

Ο ενισχυτής Ε.Σ. είναι ως γνωστόν ένας ενισχυτής Υ.Σ. που εργάζεται σε μια ορισμένη συχνότητα, π.χ. 465 kHz.

Η λειτουργία του ενισχυτή Ε.Σ είναι ίδια με τη λειτουργία ενισχυτή Υ.Σ. Η μόνη διαφορά τους έγκειται στο ότι ο ενισχυτής Ε.Σ. εργάζεται σε ορισμένη ενδιάμεση συχνότητα και γι' αυτό μπορεί να έχει μεγαλύτερη ενίσχυση.

Αν τροφοδοτήσουμε τον ενισχυτή Ε.Σ. με μια διαμορφωμένη συχνότητα 465 kHz, μπορούμε να ελέγχουμε το μετασχηματιστή Ε.Σ. εξόδου της βαθμίδας, τη λυχνία και τέλος το μετασχηματιστή εισόδου. Σε όλες τις περιπτώσεις πρέπει να έχουμε σήμα Α.Σ. στην έξοδο του δέκτη.

6.2.5 Ο ταλαντωτής και η μονάδα μίξεως.

Η μονάδα μίξεως επιλέγει από όλες τις Υ.Σ. που διεγείρουν την κεραία, τη διαμορφωμένη Υ.Σ. του επιθυμητού πομπού και την αναμιγνύει με μη διαμορφωμένη Υ.Σ. από τον τοπικό ταλαντωτή. Ο τοπικός ταλαντωτής και η μονάδα μίξεως έχουν μηχανικά συζευγμένους πυκνωτές συντονισμού οι οποίοι εξασφαλίζουν συντονισμό των αντιστοίχων κυκλωμάτων κάθε φορά σε συχνότητες που απέχουν μεταξύ τους 465 kHz.

Αποτέλεσμα της λειτουργίας της μονάδας μίξεως είναι η τροφοδότηση των μονάδων ενισχύσεως Ε.Σ. με διαμορφωμένη συχνότητα 465 kHz οποιαδήποτε και αν είναι η συχνότητα του πομπού που επιθυμούμε να λάβομε.

Η μονάδα μίξεως ελέγχεται τροφοδοτώντας την με διαμορφωμένο σήμα συχνότητας 465 kHz. Η τροφοδότηση γίνεται στο πλέγμα της λυχνίας μίξεως. Αν το σήμα περνά διάλ μέσου της μίκτριας και έχουμε στην έξοδο Α.Σ., τότε η μίκτρια λυχνία εργάζεται κανονικά.

Ακολούθως τροφοδοτούμε το ίδιο σημείο του δέκτη με διαμορφωμένη Υ.Σ. και έτσι ο δέκτης συντονίζεται στη συχνότητα αυτή. Η Α.Σ. με την οποία είναι διαμορφωμένη η Υ.Σ. , θα πρέπει να ακουσθεί στην έξοδο. Αν δεν έχουμε στην έξοδο Α.Σ., σημαίνει ότι υπάρχει σφάλμα στη μονάδα του τοπικού ταλαντωτή.

Ας υποθέσουμε π.χ. ότι τροφοδοτούμε το πλέγμα της μίκτριας με διαμορφωμένο σήμα 1000 kHz και παρ' όλο που στρέφομε τον πυκνωτή συντονισμού σε όλη την περιοχή του, δεν παίρνουμε Α.Σ. στην έξοδο του δέκτη.

Αν η ταλαντώτρια λυχνία V_5 (σχ. 4.3δ) εργαζόταν κανονικά, θα υπήρχε μια θέση, καθώς στρέφομε τον πυκνωτή συντονισμού, στην οποία η διαφορά μεταξύ της συχνότητας του ταλαντωτή και τις διαμορφωμένης συχνότητας 1000 kHz, θα είναι 465 kHz. Η συχνότητα αυτή περνά διάλ μέσου του υπερετερόδυνου δέκτη και λαμβάνομε την Α.Σ. με την οποία είναι διαμορφωμένη στην έξοδο. Εφ' όσον λοιπόν δεν παίρνουμε στην έξοδο Α.Σ., συμπεραίνουμε ότι υπάρχει σφάλμα στη μονάδα του ταλαντωτή.

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι ελέγχου της μονάδας αυτής:

α) Αποσυνδέομε το άκρο της αντιστάσεως πλέγματος που είναι συνδεδεμένο με τη γη και ελέγχομε αν από την αντίσταση κυκλοφορεί ρεύμα Σ.Ρ. Ο έλεγχος γίνεται με κατάλληλο μιλιαμπερόμετρο ή μικροαμπερόμετρο.

β) Ελέγχομε αν υπάρχει τάση Σ.Ρ. στο πλέγμα της λυχνίας.

γ) Ελέγχομε αν υπάρχουν ταλαντώσεις Υ.Σ. στο πλέγμα ή την άνοδο της λυχνίας.

Ο έλεγχος σύμφωνα με την πρώτη και τη δεύτερη μέθοδο πρέπει να γίνει με ηλεκτρονικό βολτόμετρο (λυχνιοβολτόμετρο), γιατί οι αντιστάσεις μεταξύ πλέγματος - γης και ανόδου - γης της ταλαντώτριας είναι μεγάλες. Αν μετρήσουμε με κοινό πολύμετρο, το οποίο δεν έχει μεγάλη εσωτερική αντίσταση, τότε τοποθετούμε, παράλληλα προς την αντίσταση που μετρούμε, τη μικρή αντίσταση του πολύμετρου, με αποτέλεσμα να βραχυκυκλώνομε το κύκλωμα πλέγματος ή το κύκλωμα ανόδου και οι μετρήσεις μας έτσι να είναι εσφαλμένες ή ακόμη να έχομε κατάπνιξη των ταλαντώσεων.

Αντίθετα το ηλεκτρονικό βολτόμετρο έχει μεγάλη εσωτερική αντίσταση, με αποτέλεσμα να μπορεί να συνδεθεί παράλληλα με τα κυκλώματα της ταλαντώτριας λυχνίας χωρίς δυσμενείς παρενέργειες. (Η μεγάλη εσωτερική του αντίσταση συνδεόμενη παράλληλα με το μετρούμενο κύκλωμα δεν αλλοιώνει την τιμή του).

Χρησιμοποιώντας μια από τις παραπάνω μεθόδους, εφ' όσον υπάρχει σφάλμα στη μονάδα του ταλαντωτή, θα έχομε τις εξής κατά περίπτωση ενδείξει:

- Δεν θα υπάρχει ρεύμα πλέγματος.
- Δεν θα υπάρχει συνεχής τάση στο πλέγμα.
- Δεν θα υπάρχουν ταλαντώσεις Υ.Σ. και επομένως η βαθμίδα δεν ταλαντούται.

Η πιθανότερη αιτία σφάλματος είναι η καταστραμμένη λυχνία. Η αλλαγή της λυχνίας θα διορθώσει την ανωμαλία που παρουσιάζει ο δέκτης.

6.2.6 Το κύκλωμα κεραίας.

Αν ο ταλαντωτής και η μονάδα μίξεως εργάζονται κανονικά, τότε το τελευταίο στάδιο ελέγχου είναι ο έλεγχος του κυκλώματος κεραίας.

Ο έλεγχος πραγματοποιείται με τροφοδότηση του δέκτη από τον ακροδέκτη συνδέσεως της κεραίας με διαμορφωμένη Υ.Σ. και συντονισμό του δέκτη.

Αν δεν έχομε Α.Σ. στην έξοδο, σημαίνει ότι υπάρχει σφάλμα στα κυκλώματα μεταξύ του ακροδέκτη κεραίας και του πλέγματος της λυχνίας μίξεως.

6.3 Όργανα ελέγχου.

Κατά την περιγραφή των μεθόδων ανιχνεύσεως σφάλματος, αναφέρθηκαν ορισμένα όργανα ελέγχου. Δεν είναι ανάγκη να γνωρίζουμε την αρχή λειτουργίας των οργάνων ελέγχου και των κυκλωμάτων από τα οποία αποτελούνται, πρέπει όμως να γνωρίζουμε τις ευκολίες που μας παρέχουν.

Πριν χρησιμοποιήσουμε ένα όργανο μετρήσεως για ανίχνευση σφάλματος, πρέπει να εξοικειωθούμε με την περιγραφή και τον τρόπο λειτουργίας τους για να μπορούμε να ερμηνεύομε τα αποτελέσματα των μετρήσεων και να βγάλομε σωστά συμπεράσματα.

6.3.1 Γεννήτρια υψηλής συχνότητας.

Μας δίνει υψηλές συχνότητες σε πλατιά περιοχή συχνοτήτων. Η έξοδος του οργάνου είναι με ακρίβεια βαθμονομημένη σε τάσεις, αλλά γενικά δεν πρέπει να θεωρείται ότι δίνει με πολύ μεγάλη ακρίβεια τις Υ.Σ. εκτός αν η γεννήτρια είναι κρυσταλλική.

Η γεννήτρια Υ.Σ. μας δίνει επίσης, σε ιδιαίτερες εξόδους, διαμορφωμένη Υ.Σ. είτε κατά πλάτος ΑΜ είτε κατά συχνότητα FM.

6.3.2 Κυματόμετρο ή συχνόμετρο.

Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της συχνότητας ενός πομπού. Χρησιμοποιείται επίσης για την τροφοδότηση ενός ραδιοφωνικού δέκτη με μια συγκεκριμένη συχνότητα. Τα συχνόμετρα φέρουν ενσωματωμένο συνήθως ένα σύστημα ελέγχου της βαθμονομήσεώς τους και δε διαθέτουν έξοδο με διαμορφωμένη Υ.Σ.

6.3.3 Η γεννήτρια ακουστικής συχνότητας.

Οι γεννήτριες Α.Σ. παρέχουν στην έξοδο Α.Σ. και έτσι μπορούμε στρέφοντας το κουμπί μεταβολής να λάβομε όλες τις συχνότητες της περιοχής ακουστικών συχνοτήτων. Επίσης μπορούμε να μεταβάλομε το εύρος της Α.Σ.

6.4 Όργανα με τα οποία μπορούμε να παρακολουθήσουμε την πορεία του σήματος στα κυκλώματα.

Τα όργανα αυτά είναι:

- Το ταλαντοσκόπιο ή παλμογράφος.
- Το όργανο μετρήσεως ισχύος.
- Το πολύμετρο με το οποίο μετρούμε την ένταση του ρεύματος, τάσεις και αντιστάσεις.
- Το λυχνιοβολτόμετρο.

Από τα παραπάνω το πιο διαδομένο για την παρακολούθηση του σήματος δια μέσου των κυκλωμάτων προς ανίχνευση σφαλμάτων είναι ο παλμογράφος.

Τα όργανα μετρήσεως της ισχύος είναι βαθμονομημένα έτσι ώστε να μετρούμε την ισχύ απ' ευθείας. Η μέτρηση της ισχύος γίνεται με μέτρηση της τάσεως στα άκρα μιας αντιστάσεως με γνωστή τιμή. Το χρησιμοποιούμενο όργανο μετρήσεως έχει την άντυγά του βαθμονομημένη σε ισχύ.

Τα πολύμετρα είναι όργανα με τα οποία μετρούμε, όπως είπαμε, τάσεις, εντάσεις και αντιστάσεις. Το χαρακτηριστικό τους είναι η εσωτερική αντίστασή τους που εκφράζεται σε ωμ ανά βολτ (Ω/V). Η αντίσταση αυτή είναι γραμμένη πάνω στο όργανο και η συνθισμένη τιμή της για μετρήσεις Σ.Ρ. είναι $20.000 \Omega/V$.

Τέλος για τη μέτρηση με ακρίβεια τάσεων στα άκρα μεγάλων αντιστάσεων χρησιμοποιούμε ηλεκτρονικά βολτόμετρα (λυχνιοβολτόμετρα).

6.5 Παράδειγμα ανιχνεύσεως βλάβης υπερετερόδυνου δέκτη με τρανζίστορ (σχ. 4.6στ).

Ας πάρομε ως παράδειγμα την περίπτωση ανιχνεύσεως βλάβης σε φορητό ραδιοφωνικό υπερετερόδυνο δέκτη με τρανζίστορ. Τα συμπτώματα της βλάβης είναι ότι δε δουλεύει και ότι δεν υπάρχει στην έξοδό του σήμα Α.Σ. σε καμιά περιοχή ούτε στα μεσαία ούτε στα μακρά κύματα.

Σε πρώτη φάση ελέγχομε την τάση των ξηρών στοιχείων. Ας υποθέσουμε ότι διαπιστώνομε τάση $8,5 V$ (η τάση αυτή θεωρείται ικανοποιητική).

Μετά τροφοδοτούμε με σήμα Α.Σ. το τρανζίστορ TR4 μεταξύ βάσεως και γης και ακουμε την Α.Σ. στο μεγάφωνο. Συμπεραίνομε λοιπόν ότι τα στάδια Α.Σ. εργάζονται κανονικά.

Μετά τον έλεγχο των σταδίων Α.Σ., ελέγχομε τις βαθμίδες Ε.Σ. τροφοδοτώντας με διαμορφωμένη συχνότητα 470 kHz το δευτερεύον του μετασχηματιστή T_3 . Όταν ακούμε στο μεγάφωνο τη συχνότητα με την οποία είναι διαμορφωμένη η Ε.Σ., ελέγχομε συγχρόνως και τη δυνατότητα ρυθμίσεως της Α.Σ. γυρίζοντας το κουμπί ελέγχου εντάσεως της φωνής. Παρατηρούμε ότι αυξομειώνεται ανάλογα με την περιστροφή του κουμπιού. Ακολούθως τροφοδοτούμε με σήμα τη βάση του τρανζίστορ TR3 και παρατηρούμε ότι ακούμε πάλι από το μεγάφωνο την Α.Σ. με την οποία είναι διαμορφωμένο το σήμα Ε.Σ.

Στη συνέχεια τροφοδοτούμε με το ίδιο σήμα μεταξύ βάσεως και γης το τρανζίστορ TR2 και δεν ακούμε την Α.Σ. από το μεγάφωνο ή, όπως λέμε, δεν υπάρχει έξοδος.

Συνεπώς η βλάβη είναι στην πρώτη βαθμίδα Ε.Σ. που περιλαμβάνει το τρανζίστορ TR2 και τα κυκλώματά του.

Αν είχαμε ραδιοφωνικό δέκτη με λυχνίες, η πρώτη μας δουλειά μετά τη διαπίστωση αυτή θα ήταν να αλλάξουμε τη λυχνία. Τα τρανζίστορ όμως δεν παθαίνουν εύκολα βλάβη και δεν είναι τόσο εύκολη η αντικατάστασή τους. Προβαίνομε λοιπόν σε έλεγχο των τάσεων που εφαρμόζονται στο TR2.

Μετρούμε την τάση μεταξύ συλλέκτη και γης και βρίσκομε 6,2 V Σ.Ρ. (η τάση αυτή είναι ικανοποιητική). Στη συνέχεια ελέγχομε την τάση που έχομε στη βάση και στον εκπομπό.

Παρατηρούμε ότι έχομε μηδενική τάση. Μηδενική τάση στον εκπομπό σημαίνει, είτε ότι δεν περνάει από αυτόν ρεύμα, είτε ότι υπάρχει βραχυκύκλωμα μεταξύ εκπομπού και γης.

Αν μετρήσομε την αντίσταση, θα βρούμε ότι είναι 680 Ω, επομένως ο εκπομπός του TR2 δεν είναι βραχυκυκλωμένος ως προς τη γη.

Ακολούθως ελέγχομε το κύκλωμα βάσεως και διαπιστώνομε μηδενική τάση που σημαίνει ότι η αντίσταση R_4 είναι ανοικτή ή ότι υπάρχει βραχυκύκλωμα μεταξύ βάσεως και γης και επομένως ο πυκνωτής C_8 (8 μF) αποζεύξεως της τάσεως AVC ή AGC πρέπει να είναι βραχυκυκλωμένος. Με την αντικατάστασή του διαπιστώνομε ότι επανέρχεται ο ραδιοφωνικός δέκτης σε κανονική λειτουργία.

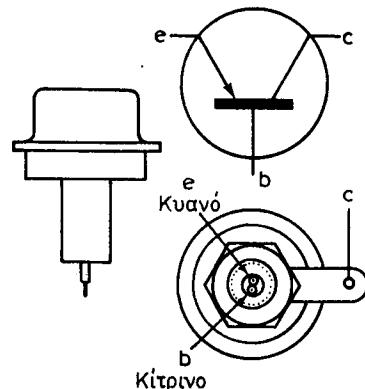
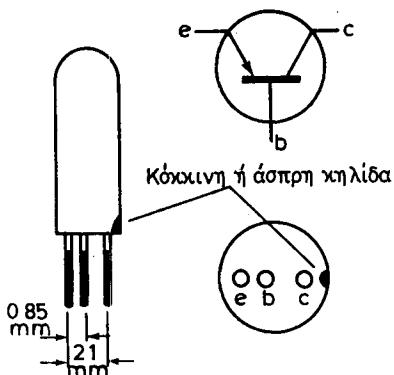
Θα υπάρξουν βέβαια περιπτώσεις που θα πρέπει να ελέγχομε ένα τρανζίστορ. Για τον έλεγχό του πρέπει να γνωρίζομε πώς θα ξεχωρίσουμε τους ακροδέκτες του. Υπάρχει μια γενική μέθοδος διατάξεως των ακροδεκτών των τρανζίστορ, δηλαδή του εκπομπού, της βάσεως και του συλλέκτη, η οποία επιτρέπει τη γρήγορη αναγνώρισή τους.

Στο σχήμα 6.5α παρατηρούμε ότι ο ακροδέκτης του συλλέκτη είναι πλησιέστερα προς την κόκκινη ή λευκή κηλίδα που σημειώνεται με βαφή πάνω στο κάλυμμα.

Ο εκπομπός συνδέεται με τον πιο απομακρυσμένο ακροδέκτη, ενώ η βάση συνδέεται με τον ακροδέκτη που είναι μεταξύ των δύο ακροδεκτών. Παρατηρούμε επίσης ότι η απόσταση μεταξύ των 3 ακροδεκτών είναι διαφορετική.

Ορισμένα τρανζίστορ φέρουν μεταλλική θωράκιση ή μια μεγάλη επιφάνεια για την ευκολότερη απαγωγή της θερμότητας. Όταν το τρανζίστορ συνδεθεί με κύκλωμα, η επιφάνεια συνδέεται με το μεταλλικό σασί για την ευκολότερη απαγωγή της θερμότητας.

Σε μεγαλύτερα σε μέγεθος και ισχύ τρανζίστορ, ο συλλέκτης συνδέεται με το εξωτερικό περίβλημα (σχ. 6.5β) και οι δύο άλλοι ακροδέκτες έχουν χρωματιστή επισήμανση.



Σχ. 6.5α.

Διάταξη ακροδεκτών του τρανζίστορ.

Σχ. 6.5β.

Σύνδεση του συλλέκτη (C) με το εξωτερικό περίβλημα.

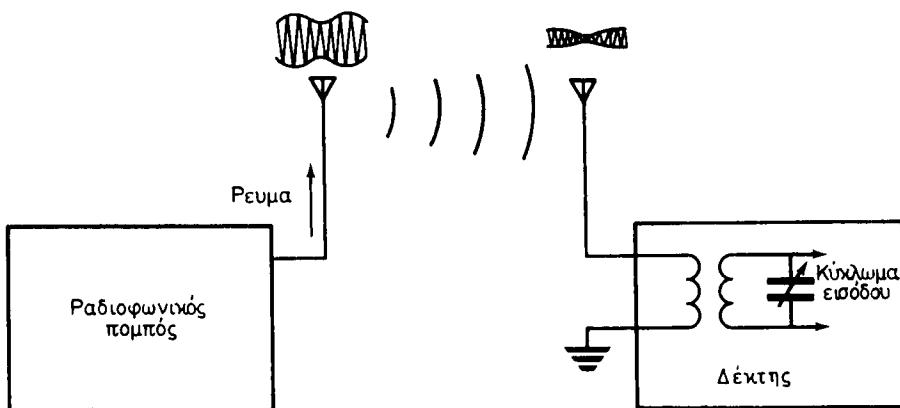
Αν για ένα οποιοδήποτε λόγο συναντήσομε δυσκολία στην αναγνώριση των ακροδεκτών, καλό θα είναι να συμβουλευθούμε το σχετικό κατάλογο του κατασκευαστή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΚΕΡΑΙΕΣ

7.1 Κέραιες δέκτη.

Ο σκοπός που εγκαθιστούμε την κέραια λήψεως είναι για να λάβομε τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που εκπέμπονται από τον πομπό. Όταν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα κατά τη διάδοσή τους κόψουν μια κέραια, επάγουν κατά μήκος της μια μικρή τάση (σχ. 7.1). Η τάση αυτή έχει ως επακόλουθο την κυκλοφορία ενός ασθενούς ρεύματος στο σύστημα κέραιας-γης.



Σχ. 7.1.

Τάση επάγεται στην κέραια λήψεως, όταν η κέραια βρίσκεται στο δρόμο της διαδόσεως μιας κυμάνσεως.

Το ασθενές αυτό ρεύμα έχει την ίδια συχνότητα με το ρεύμα του πομπού. Εάν το αρχικό ρεύμα του πομπού είναι διαμορφωμένο κατά πλάτος, το ρεύμα κέραιας έχει ακριβώς την ίδια μορφή.

Όταν αυτό το ασθενές ρεύμα περάσει μέσα από το πηνίο της κέραιας, το οποίο συνήθως είναι το πρωτεύον ενός μετασχηματιστή, επάγει στο δευτερεύον μια τάση η οποία εφαρμόζεται στο πλέγμα της λυχνίας του 1ου ενισχυτή Υ.Σ. του δέκτη.

Μια κέραια λήψεως πρέπει να παρουσιάζει ορισμένα χαρακτηριστικά. Για να έχει π.χ. καλή απόδοση, πρέπει να τροφοδοτεί το δέκτη με μεγάλο ωφέλιμο σήμα και όσο γίνεται μικρότερο ανεπιθύμητο σήμα, το οποίο επενεργεί ως παράσιτο. Πρέπει να είναι έτσι κατασκευασμένη, ώστε το σήμα να μη χάνεται ή σβήνει προ-

του φθάσει στην είσοδο του δέκτη. Πρέπει επίσης να έχει μέγιστη απόδοση στη συχνότητα που συντονίζεται ο δέκτης.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι η κατευθυντικότητα. Λέμε ότι μια κεραία έχει κατευθυντικότητα, όταν κατασκευασθεί έτσι, ώστε να έχει μεγαλύτερη απόδοση προς την κατεύθυνση που επιθυμούμε να λάβομε το σήμα.

Πολλές φορές η ίδια κεραία χρησιμοποιείται ως κεραία εκπομπής και κεραία λήψεως, όπως π.χ. οι κεραίες των αυτοκινήτων της Αστυνομίας. Στην περίπτωση αυτή ένας διακόπτης συνδέει την κεραία εναλλάξ με τον πομπό και το δέκτη. Γενικά όμως χρησιμοποιούνται ανεξάρτητες κεραίες.

Όταν κατασκευάζομε μια κεραία λήψεως, πρέπει να λάβομε υπ' όψη μας ορισμένους παράγοντες που επιδρούν στη λήψη. Οι παράγοντες αυτοί είναι:

- Ο **Θόρυβος**.
- Η **απώλεια σήματος**.
- Η **απόκριση στη συχνότητα λήψεως** και
- η **κατευθυντικότητα**.

Πριν τους εξετάσουμε, ας απαριθμήσουμε ορισμένους τύπους κεραιών που χρησιμοποιούνται συνήθως στη λήψη.

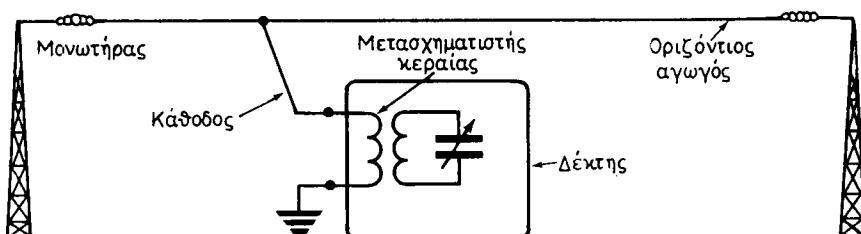
7.2 Τύποι κεραιών λήψεως.

Ένας από τους πιο συνηθισμένους τύπους κεραιών λήψεως είναι η **κεραία τύπου Γ**. Η κεραία αυτή αποτελείται από έναν οριζόντιο αγωγό αναρτημένο μεταξύ 2 μονωτήρων.

Το μήκος του οριζόντιου αγωγού, για λήψη εκπομπής στα μεσαία κύματα, κυμαίνεται από 15 - 25 m και για λήψη εκπομπής στα βραχέα κύματα από 6 - 12 m.

Ο οριζόντιος αγωγός αναρτάται σε ύψος 9 - 15 m από το έδαφος.

Ένας αγωγός τον οποίο ονομάζομε κάθοδο συνδέει την κεραία με το δέκτη. Η σύνδεση γίνεται στο ένα άκρο του οριζόντιου τμήματος, και επειδή σχηματίζει με την κεραία ένα κεφαλαίο Γ, γι' αυτό και η κεραία ονομάζεται κεραία τύπου Γ. Το άλλο άκρο της καθόδου συνδέεται με το δέκτη (σχ. 7.2a).



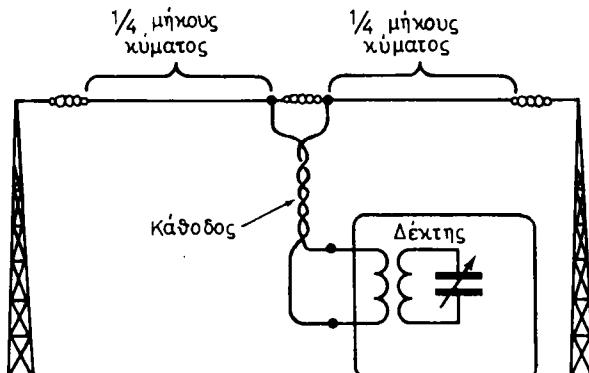
Σχ. 7.2a.
Κεραία τύπου Γ.

Ένας άλλος τύπος κεραιάς είναι η **διπολική**. Αποτελείται από δύο με ίσο μήκος αγωγούς, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με μονωτήρα. Ο αγωγός που σχηματίζεται, αναρτάται οριζόντια μεταξύ 2 μονωτήρων, όπως και ο προηγούμενος. Το κά-

Θε μισό τμήμα έχει μήκος ίσο με το 1/4 του μήκους κύματος του πομπού που επιθυμούμε τη λήψη.

Η κάθοδος εδώ αποτελείται από 2 αγωγούς, οι οποίοι συνδέονται ο καθένας εκατέρωθεν του κεντρικού μονωτήρα (σχ. 7.2β). Τα άλλα άκρα του αγωγού συνδέονται στο πρωτεύον του μετασχηματιστή κεραίας.

Ο τύπος αυτός της κεραίας δίνει άριστα αποτελέσματα για λήψη στα βραχέα κύματα.



Σχ. 7.2β.
Διπολική κεραία.



Σχ. 7.2γ.
Κατακόρυφη κεραία.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι περισσότερες από τις κεραίες λήψεως FM είναι κεραίες αυτής της μορφής. Πολλές φορές ο εύκαμπτος αγωγός αντικαθίσταται από μεταλλικές ράβδους.

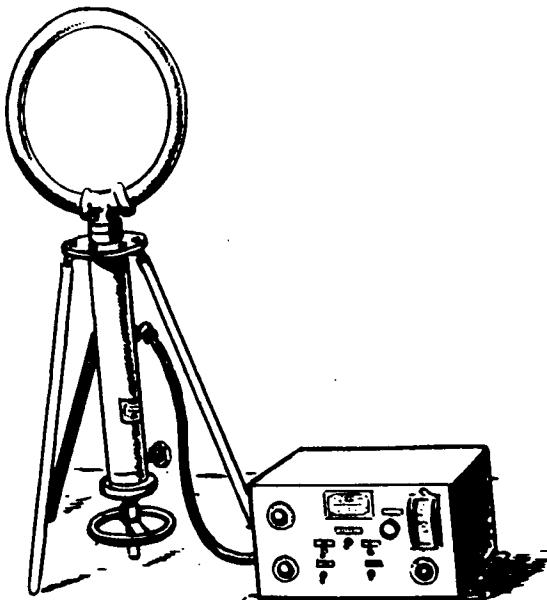
Σε περιπτώσεις όπου έχουμε έλλειψη χώρου και η εγκατάσταση οριζοντίων κε-

ραιών είναι προβληματική, χρησιμοποιούμε κατακόρυφες κεραίες.

Οι **κατακόρυφες κεραίες** (σχ. 7.2γ) είναι, συνήθως, τηλεσκοπικού τύπου ιστοί και έχουν ύψος από 1 - 5 μ. Χρησιμοποιούνται σε αυτοκίνητα και φορητούς δέκτες.

Ένας συνηθισμένου τύπου αγωγός συνδέει τη βάση της κεραίας με το ένα άκρο του πρωτεύοντος του μετασχηματιστή κεραίας, ενώ το άλλο άκρο του πηνίου ή μετασχηματιστή κεραίας συνδέεται με τη γη.

Ένας άλλος τύπος κεραίας λήψεως είναι η κεραία **τύπου βρόχου** (σχ. 7.2δ). Η κεραία αυτή έχει μεγάλη κατευθυντικότητα. Όταν στρέφομε προς τον πομπό την ακμή του επιπέδου που ορίζει ο βρόχος, το σήμα που λαμβάνομε είναι μέγιστο. Όταν στρέφομε την επιφάνεια του επιπέδου που ορίζει ο βρόχος προς την κατεύθυνση του πομπού, το λαμβανόμενο σήμα είναι ελάχιστο. Η ιδιότητα αυτή των κεραιών τύπου βρόχου τις κάνει πολύ χρήσιμες για δέκτες λήψεως σημάτων από ραδιοφάρους ή δέκτες που χρησιμοποιούνται ως ραδιογωνιόμετρα για τον εντοπισμό της θέσεως ενός πομπού. (Π.χ. για εντοπισμό θέσεως πομπού ραδιοπειρατών).



Σχ. 7.2δ.

Κεραία τύπου βρόχου που χρησιμοποιείται στα ραδιογωνιόμετρα.

7.3 Επιλογή θέσεως για εγκατάσταση μιας κεραίας λήψεως.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή θέσεως για την εγκατάσταση μιας κεραίας λήψεως, είναι οι ίδιοι που αναφέραμε στην κατασκευή μιας κεραίας. Δηλαδή:

- Ο θόρυβος.
- Οι απώλειες σήματος.
- Η απόκριση της κεραίας στη συχνότητα λήψεως και
- η κατευθυντικότητα.

7.3.1 Θόρυβος.

Ένας σοβαρός παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη κατά την εγκατάσταση μιας κεραίας λήψεως, είναι η αποφυγή ανεπιθυμήτων ραδιοηλεκτρικής υφής θορύβων.

Ο θόρυβος προέρχεται από ραδιοκυμάνσεις πολλών ξένων συχνοτήτων. Δημιουργείται από συσκευές ή μηχανές που κατασκευάζονται από τον άνθρωπο ή από ατμοσφαιρικά φαινόμενα όπως η αστραπή, ο κεραυνός κλπ. Από τις μηχανές που συμβάλλουν περισσότερο στη δημιουργία των θορύβων είναι οι ανελκυστήρες, ανεμιστήρες, ψυγεία, το ηλεκτρικό σύστημα αναφλέξεως των αυτοκινήτων, μηχανοκινήτων δικύκλων, οι ηλεκτρικές σκούπες, τα μηχανήματα ακτίνων X, τα μηχανήματα διαθερμιών, οι γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, τα τρόλεϋ κλπ.

Δεν υπάρχει κεραία που να μπορεί να ξεχωρίσει το επιθυμητό σήμα από το θόρυβο. Μπορούμε όμως να λάβομε ορισμένα μέτρα, ώστε να ελαττώσουμε την έντασή του.

Συνηθίζεται να γίνεται μια σύγκριση του ωφέλιμου σήματος που μπορεί να λάβει μια κεραία και του ανεπιθύμητου θορύβου. Η σχέση μεταξύ τους εκφράζεται ως λόγος σήματος προς θόρυβο και συνήθως παριστάνεται ως S/N, όπου S = σήμα και N = θόρυβος.

Για να έχουμε λήψη απαλλαγμένη από θορύβους απαιτείται ένας μεγάλος λόγος σήματος προς θόρυβο.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να επιτύχει κανείς μεγάλο λόγο S/N.

Ο πρώτος είναι να τοποθετούμε τις κεραίες λήψεως μακριά από γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και μηχανές που προκαλούν παράσιτα.

Ο δεύτερος είναι να τοποθετούμε τις κεραίες όσο γίνεται ψηλότερα από τη γη. Μ' αυτό τον τρόπο ενισχύεται το σήμα και ελαττώνεται ο θόρυβος.

Ένας τρίτος τρόπος είναι η σύνδεση του ακροδέκτη - γη, εάν υπάρχει στο δέκτη τέτοιος ακροδέκτης, με όσο γίνεται καλή γη (καλή προσγείωση).

Λέμε ότι έχουμε καλή γη όταν αυτή παρουσιάζει πολλή μικρή αντίσταση, π.χ. αντίσταση 2 - 3 Ω.

Ο θόρυβος συλλέγεται καμιά φορά και από την κάθιδο, γι' αυτό χρησιμοποιούμε πολλές φορές θωρακισμένο αγωγό και φροντίζομε, ώστε η κάθιδος να μη γειτονεύει με παρασιτογόνες πηγές. Εάν ως κάθιδος χρησιμοποιούνται δύο αγωγοί, όπως στην περίπτωση διπολικής κεραίας, συστρέφομε τους αγωγούς μεταξύ τους.

7.3.2 Απώλειες σήματος.

Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη κατά την εγκατάσταση των κεραιών, είναι η αποφυγή των απωλειών σήματος. Η κεραία πρέπει να τοποθετείται όσο γίνεται πιο μακριά από μεταλλικά αντικείμενα, καπνοδόχους, τοίχους και κλαδιά δένδρων, γιατί αυτά απορροφούν τις ραδιοκυμάνσεις και ελαττώνουν την ένταση του σήματος, που λαμβάνει η κεραία.

Απώλειες σήματος μπορούμε να έχουμε και από μια κεραία όταν αυτή είναι χαλαρά στερεωμένη και αιωρείται.

Απώλειες επίσης μπορούμε να έχουμε εξ αιτίας υπάρξεως μεγάλων αντιστάσεων στο κύκλωμα κεραίας - γης. Για την ελάττωση των αντιστάσεων απαιτείται όλες οι

συνδέσεις να συγκολλούνται προσεκτικά και όπου είναι δυνατόν, η κεραία και η κάθοδος να κατασκευάζονται από έναν ενιαίο αγωγό χωρίς σύνδεση.

Ένας άλλος λόγος είναι η διαρροή του σήματος από την κεραία προς τη γη μέσω των μονωτήρων. Γι' αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται μονωτήρες από πορσελάνη ή γυαλί πυρέξ. Τα υλικά αυτά δεν απορροφούν υγρασία η οποία μαζί με τη σκόνη αποτελούν μια δίοδο διαρροής του ρεύματος κεραίας.

7.3.3 Απόκριση στις συχνότητες λήψεως.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των κεραιών λήψεως είναι η απόκριση της κεραίας στις συχνότητες λήψεως. Η απόκριση εξαρτάται από το μήκος της κεραίας. Σε μια δεδομένη συχνότητα η κεραία λαμβάνει το μέγιστο σήμα, όταν το μήκος της είναι ίσο με το μισό ή το τέταρτο από το μήκος κύματος.

Είναι δυνατόν να αυξήσουμε το ηλεκτρικό μήκος μιας κεραίας προσθέτοντας σε σειρά με αυτή χωρητικότητα ή αυτεπαγγή. Προσθέτοντας αυτεπαγγή, μεγαλώνομε το ηλεκτρικό μήκος της κεραίας, ενώ προσθέτοντας χωρητικότητα, το ελαττώνομε.

Γενικά η ρύθμιση του μήκους της κεραίας λήψεως, ώστε να έχει το σωστό μήκος για τη συχνότητα που επιθυμούμε να λάβομε, δεν έχει την ίδια σημασία που έχει στις κεραίες εκπομπής. Εκεί πραγματικά τα χαρακτηριστικά εκπομπής μεταβάλλονται με το μήκος της.

7.3.4 Κατευθυντικότητα.

Όλες οι κεραίες, με εξαίρεση τις κατακόρυφες κεραίες, έχουν μια ορισμένη κατευθυντικότητα. Ευνοούν δηλαδή τη λήψη των σημάτων από ορισμένες κατευθύνσεις σε σχέση με άλλες που έρχονται από άλλη κατεύθυνση.

Μια οριζόντια κεραία, η κεραία τύπου Γ, ευνοεί τη λήψη κυμάτων που στη διάδοσή τους κόβουν τον αγωγό της κεραίας με ορθή γωνία. Για την καλύτερη λήψη ενός συγκεκριμένου πομπού, βοηθά η τοποθέτηση της κεραίας σε τρόπο που να έχει το σωστό προσανατολισμό. Δηλαδή ο οριζόντιος αγωγός να σχηματίζει γωνία 90° με την ευθεία που προσδιορίζει την κατεύθυνση του πομπού. Επειδή όμως είναι πολύ απίθανο όλοι οι επιθυμητοί για λήψη πομποί να είναι στην ίδια κατεύθυνση, γι' αυτό και ο προσανατολισμός της κεραίας κατά την εγκατάσταση, πρέπει να γίνεται έτσι ώστε να έχουμε περίπου καλό σήμα από όλες τις κατευθύνσεις.

Οι διπολικές κεραίες αν συνδεθούν κατάλληλα με ανακλαστήρες μπορούν να αποκτήσουν μεγάλη κατευθυντικότητα. Τέτοιες είναι οι κεραίες τύπου YAGI που χρησιμοποιούνται για λήψη ραδιοφωνικών εκπομπών με διαμόρφωση FM.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

ΜΙΚΡΟΦΩΝΑ

8.1 Αρχή λειτουργίας.

Το μικρόφωνο είναι συσκευή που μετατρέπει την ακουστική ενέργεια σε ηλεκτρική. Όταν κάποιος μιλάει στο μικρόφωνο, τα ηχητικά κύματα πιέζουν το διάφραγμα του μικροφώνου και το υποχρεώνουν να κινείται παλινδρομικά μέσα-έξω. Το διάφραγμα είναι συνδεδεμένο με μηχανισμό — υπάρχουν πολλών ειδών μηχανισμοί — ο οποίος μετατρέπει τις παλινδρομικές κινήσεις του διαφράγματος σε μεταβαλλόμενη κίνηση ηλεκτρικού ρεύματος. Η ένταση δηλαδή του ρεύματος μεταβάλλεται ανάλογα με τη στιγμιαία πίεση επάνω στο διάφραγμα.

Τα περισσότερα μικρόφωνα, με εξαίρεση τα μικρόφωνα άνθρακα, έχουν γενικά κακό βαθμό αποδόσεως, δηλαδή η έξοδός τους υπό μορφή ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ μικρότερη από την ακουστική.

8.2 Χαρακτηριστικά μικροφώνων.

Τρία είναι τα πιο σπουδαία:

- Η απόκρισή τους στις διάφορες συχνότητες.
- Η σύνθετη αντίστασή τους.
- Η ευαισθησία τους.

8.2.1 Απόκριση στις διάφορες συχνότητες.

Για να είναι καλό ποιοτικά το μικρόφωνο, πρέπει να μας δίνει στην έξοδό του ένα ηλεκτρικό κύμα το οποίο θα ισοδυναμεί σε ένταση και συχνότητα με το ηχητικό κύμα που το προκαλεί. Η περιοχή συχνοτήτων του μικροφώνου (ή περιοχή δηλαδή συχνοτήτων που το μικρόφωνο μπορεί να αποδώσει) δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τα όρια του συστήματος ή του ενισχυτή με τον οποίο θα το χρησιμοποιήσουμε. Με άλλα λόγια, δε θα χρησιμοποιήσομε ένα μικρόφωνο συμφωνικής ορχήστρας για να δώσουμε οδηγίες στους επιβάτες ενός σιδηροδρομικού σταθμού. Η απόκρισή του στην περιοχή συχνοτήτων που θα λειτουργήσει, πρέπει να είναι ομαλή, ευθύγραμμη και ελεύθερη από αιχμές ή βυθίσεις όπως αυτές που προκαλούνται από μηχανικούς συντονισμούς.

Για να επιτύχομε καλή απόκριση χρησιμοποιούμε συνήθως κάποια διάταξη καταπνίξεως ή αποσβέσεως των μηχανικών ταλαντώσεων ώστε να μην παρουσιάζονται συντονισμοί.

8.2.2 Σύνθετη αντίσταση.

Τα κρυσταλλικά μικρόφωνα έχουν σύνθετες αντιστάσεις αρκετών εκατοντάδων χιλιάδων Ωμ, ενώ τα μαγνητικά και τα δυναμικά μικρόφωνα έχουν σύνθετες αντίστασεις που κυμαίνονται από 20 ως 600 Ωμ. Η σύνθετη αντίσταση ενός μικροφώνου μετρείται με μια πηγή ακουστικής συχνότητας, π.χ. 1000 Hz, και με τη μέτρηση της τάσεως και εντάσεως μεταξύ των ακροδεκτών του.

Η σύνθετη αντίσταση των μαγνητικών και δυναμικών μικροφώνων μεταβάλλεται ανάλογα με τη συχνότητα της πηγής με τον ίδιο τρόπο που μεταβάλλεται η σύνθετη αντίσταση ενός πηνίου ή αυτεπαγωγής. Με άλλα λόγια η σύνθετη αντίσταση αυξάνει ανάλογα με την αύξηση της συχνότητας.

Η σύνθετη αντίσταση του μικροφώνου έχει μεγάλη σημασία, γιατί προσδιορίζει το κύκλωμα με το οποίο μπορεί να συνεργασθεί το μικρόφωνο. Για πολύ μεγάλη μεταφορά ενέργειας μεταξύ μικροφώνου και κυκλώματος πρέπει η εσωτερική αντίσταση του μικροφώνου να είναι ίση με την αντίσταση του φορτίου. Αν το φορτίο παρουσιάζει μεγάλη σύνθετη αντίσταση, πρέπει να διαλέξουμε κατ' αρχήν μικρόφωνο με μεγάλη σύνθετη αντίσταση και αντιστρόφως. Φυσικά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διατάξεις προσαρμογής των αντιστάσεων.

8.2.3 Ευαισθησία.

Η ευαισθησία ή απόδοση του μικροφώνου εκφράζεται συνήθως με την ηλεκτρική ισχύ που το μικρόφωνο μπορεί να δώσει στο φορτίο. Η σύνθετη αντίσταση του φορτίου πρέπει να είναι ίση με τη σύνθετη αντίσταση του μικροφώνου. Η ηλεκτρική ισχύς που αποδίδει το μικρόφωνο εξαρτάται από την ακουστική πίεση που εφαρμόζεται σ' αυτό από τα ηχητικά κύματα. Έχομε λοιπόν να συγκρίνουμε ακουστική ενέργεια και ηλεκτρική ενέργεια. Για τη σύγκριση αυτή εφαρμόζουμε μια μέθοδο η οποία συνίσταται στην παραδοχή ότι ένα μικρόφωνο έχει ευαισθησία 0 db (decibel) αν μια πίεση 1 dyne/cm² στο διάφραγμα παράγει τάση 1 V στους ακροδέκτες του μικροφώνου σε ανοικτό κύκλωμα. Η πίεση 1 dyne/cm² είναι η κατάλληλη, γιατί αντιστοιχεί σε πίεση που ασκείται από ομιλία όταν το στόμα του ομιλητή απέχει 10 cm περίπου από το μικρόφωνο. Όμως η πιο σωστή και συνηθισμένη μέθοδος μετρήσεως της ευαισθησίας ενός μικροφώνου είναι να ορίσουμε ότι η ευαισθησία 0 db αντιπροσωπεύει πίεση 1 dyne/cm² στην είσοδο και ηλεκτρική ισχύ στην έξοδο 1 mW. Αν ακόμη παραδεχθούμε ότι η ισχύς αναπτύσσεται σε αντίσταση 600 Ω, μπορούμε να εκφράσουμε την ευαισθησία σε dbm (απόλυτα db). Αν υποθέσουμε ότι ένα μικρόφωνο έχει ευαισθησία -80 db, σημαίνει ότι η έξοδός του είναι πολύ μικρή. Ισούται δηλαδή με 10⁻⁸ mW όταν η είσοδος είναι ισχύος 1 mW.

Η σχέση είναι η εξής:

$$db = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

$$\text{ή } db = 10 \log_{10} \frac{10^{-8}}{10} = -80 \text{ db}$$

Επιθυμούμε βέβαια τα μικρόφωνα να είναι όσο γίνεται πιο ευαίσθητα, γιατί αυτό σημαίνει μεγαλύτερη ηλεκτρική ισχύ στην έξοδο για δεδομένη ένταση ήχου στην είσοδο. Έτσι έχομε ανάγκη ενισχυτών μικρότερης ενισχύσεως και επομένως μεγαλύτερα περιθώρια έναντι θερμικού θορύβου, βόμβου ενισχύσεως και γενικά μικρότερη επίδραση από θόρυβο εξ επαγωγής που μπορεί να πάρει η γραμμή η οποία χρησιμοποιείται για τη σύνδεση του μικροφώνου με τον ενισχυτή.

8.2.4 Κατευθυντικότητα.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των μικροφώνων, συναφές με την ευαίσθησία τους, είναι η κατευθυντικότητα προς την πηγή του ήχου. Όταν ένα μικρόφωνο μπορεί να είναι ευαίσθητο στους ήχους, οποιαδήποτε και αν είναι η κατεύθυνση της πηγής του ήχου, λέμε τότε ότι το μικρόφωνο είναι **πανκατευθυντικό**. Αντίθετα όταν μπορεί να είναι ευαίσθητο σε ήχους που έρχονται από μια μόνο κατεύθυνση και όχι από την αντίθετη, λέμε ότι είναι **μικρόφωνο μιας κατευθύνσεως**. Ένα μικρόφωνο ταινίας π.χ. είναι ευαίσθητο μόνο προς τις κατευθύνσεις που συναντούν μετωπικά την ταινία και όχι σε ήχους που είναι κάθετοι προς αυτήν. Το μικρόφωνο ταινίας είναι διπλής κατευθύνσεως.

Τέλος είναι δυνατόν με συνδυασμό μικροφώνων να έχουμε ευαίσθησία σε διάφορες κατευθύνσεις. Ένα τέτοιο μικρόφωνο είναι αυτό που η απόκρισή του ακολουθεί διάγραμμα καρδιοειδές.

Υπάρχουν επίσης μικρόφωνα κατάλληλα για θορυβώδεις περιοχές. Τα μικρόφωνα αυτά είναι ευαίσθητα σε ηχητικές πηγές που είναι πολύ κοντά και αναίσθητα σε όλες τις άλλες ηχητικές πηγές. Όταν χρησιμοποιούμε τέτοια μικρόφωνα τα κρατούμε πολύ κοντά στα χείλη. Τέτοια μικρόφωνα χρησιμοποιούν οι πιλότοι πολεμικών αεροσκαφών, οι οδηγοί αρμάτων κλπ.

8.3 Διάφορα είδη μικροφώνων.

Υπάρχουν πέντε είδη μικροφώνων:

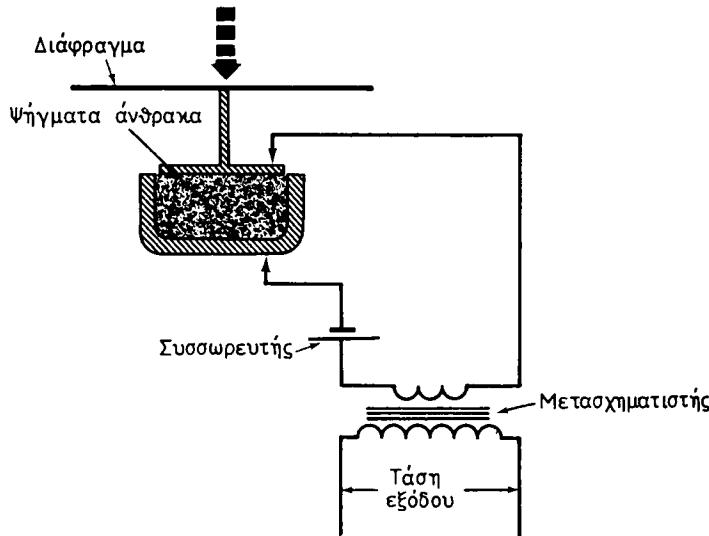
- Το μικρόφωνο άνθρακα.
- Το δυναμικό μικρόφωνο ή μικρόφωνο κινούμενου πηνίου.
- Το μικρόφωνο ταινίας.
- Το κρυσταλλικό μικρόφωνο.
- Το ηλεκτροστατικό μικρόφωνο ή μικρόφωνο πυκνωτή.

8.3.1 Μικρόφωνο άνθρακα.

Είναι ο απλούστερος τύπος μικροφώνου (σχ. 8.3α). Η λειτουργία του βασίζεται στην αρχή σύμφωνα με την οποία αν εξασκήσομε πίεση σε ένα διάφραγμα το οποίο εδράζεται πάνω σε μικρό όγκο ψηγμάτων γραφίτη, θα έχουμε μεταβολή της ηλεκτρικής αντιστάσεως των ψηγμάτων.

Το μικρόφωνο αυτό στην απλούστερη μορφή του αποτελείται από μια κάψα που περιέχει ψήγματα γραφίτη πάνω στα οποία εδράζεται το διάφραγμα. Για να έχουμε μια τάση στην έξοδό του, το μικρόφωνο αποτελεί τμήμα ενός ηλεκτρικού κυκλώματος σειράς που περιλαμβάνει μια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, π.χ. ένα συσσωρευτή, και το πρωτεύον ενός μετασχηματιστή.

Η πίεση των ηχητικών κυμάτων στο διάφραγμα, το οποίο είναι συζευγμένο με



Σχ. 8.3a.
Μικρόφωνο άνθρακα.

τα ψήγματα του γραφίτη, προκαλεί μεταβολή της αντιστάσεώς τους. Το συνεχές ρεύμα που κυκλοφορεί μεταβάλλεται ανάλογα και διερχόμενο από το πρωτεύον του μετασχηματιστή επάγει μια εναλλασσόμενη τάση στο δευτερεύον του. Η επαγόμενη τάση έχει βασικά την ίδια κυματομορφή με τα ηχητικά κύματα που προσπίπτουν επάνω στο διάφραγμα του μικροφώνου.

Το ρεύμα που κυκλοφορεί σε ένα μικρόφωνο άνθρακα, μπορεί να έχει τιμή μέχρι και 0,1 A και η αντίστασή του να ποικίλει από 50 - 90 Ω.

Η τάση που αναπτύσσεται στο δευτερεύον του μετασχηματιστή ποικίλει ανάλογα με το λόγο του μετασχηματισμού. Οι κανονικές τάσεις εξόδου κυμαίνονται από 3-10 V (τάση κορυφής) στα άκρα του δευτερεύοντος.

Στην αγορά διατίθενται μικρόφωνα άνθρακα τα οποία αποδίδουν πιστά συχνότητες που κυμαίνονται από 60 ως 6000 Hz και έχουν έξοδο της τάξεως των -50 db.

Το μικρόφωνο άνθρακα παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι, για μια δεδομένη ακουστική ενέργεια στην είσοδό του, δίνει πιο μεγαλύτερη ηλεκτρική ενέργεια στην έξοδό του και γ' αυτό και χρησιμοποιείται στην τηλεφωνία.

Το μικρόφωνο άνθρακα παρουσιάζει τα εξής μειονεκτήματα:

- Απαιτεί εξωτερική πηγή ρεύματος.
- Μπορεί να εισάγει θόρυβο.
- Μπορεί αν δεν ληφθούν ορισμένα μέτρα κατά τη σχεδίασή του, να παρουσιάζει μηχανικούς συντονισμούς σε ορισμένες μόνο συχνότητες.

8.3.2 Δυναμικό μικρόφωνο ή μικρόφωνο κινούμενου πηνίου.

Αποτελείται από ένα πηνίο σύρματος, δεμένο σ' ένα διάφραγμα και είναι έτσι

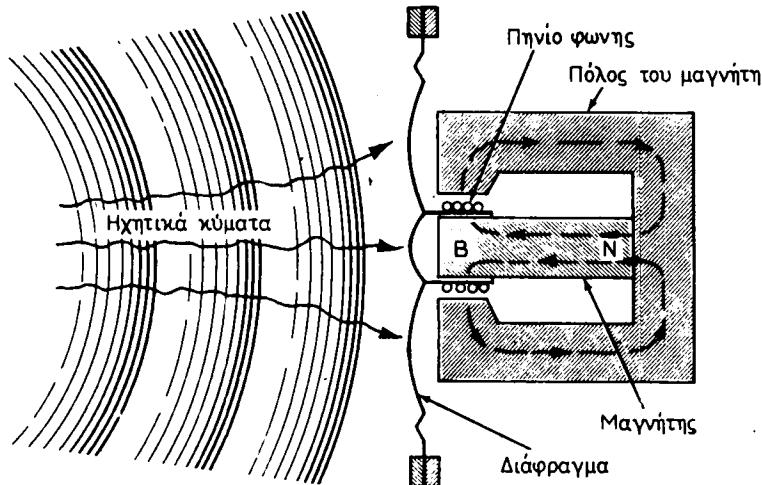
κατασκευασμένο, ώστε το πηνίο να είναι αναρτημένο και ελεύθερο να κινηθεί μέσα σε ισχυρό μαγνητικό πεδίο. Τα προσπίποντα ηχητικά κύματα προκαλούν παλμικές δονήσεις του διαφράγματος οι οποίες με τη σειρά τους προκαλούν την κίνηση του πηνίου. Το πηνίο κατά την κίνησή του κόβει μαγνητικές γραμμές. Έτσι λοιπόν δημιουργείται μια τάση στα άκρα του πηνίου η οποία έχει την ίδια μορφή με τα ηχητικά κύματα που προσπίπονται στο διάφραγμα (σχ. 8.3β).

Το δυναμικό μικρόφωνο παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα.

- Δε χρειάζεται εξωτερική πηγή τάσεως.
- Έχει καλή απόκριση (περίπου 20-9000 Hz με σωστή απόσβεση).
- Έχει κατευθυντικότητα στις υψηλές συχνότητες και μια έξοδο της τάξεως των -85 dB.
- Η σύνθετη αντίστασή του είναι χαμηλή (50Ω ή και μικρότερη).

Επομένως μπορεί να συνδεθεί με σχετικά μεγάλου μήκους γραμμές χωρίς υπέρμετρη απόσβεση των υψηλών συχνοτήτων.

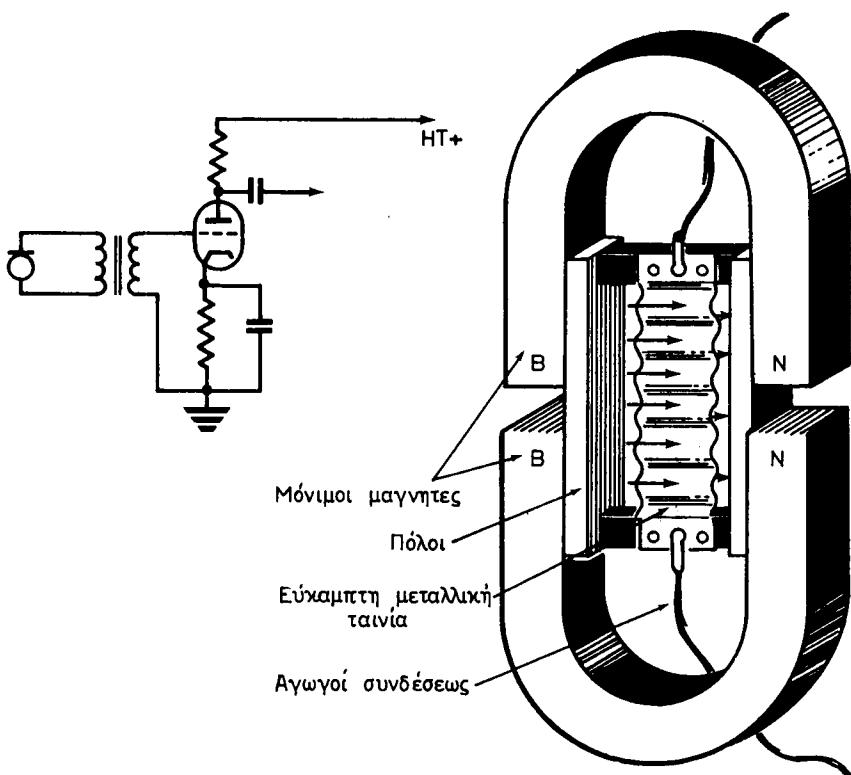
Μειονέκτημα του δυναμικού μικροφώνου αποτελεί η ανάγκη χρησιμοποιήσεως ενισχυτού Α.Σ. για την ενίσχυση της φωνής.



Σχ. 8.3β.
Δυναμικό μικρόφωνο.

8.3.3 Το μικρόφωνο ταινίας.

Είναι ένα δυναμικό μικρόφωνο το οποίο αποτελείται από μια ταινία από κράμα αλουμινίου (σχ. 8.3γ). Η ταινία είναι πτυχωτή και αναρτημένη μέσα σε ισχυρό μαγνητικό πεδίο έτσι, ώστε να μπορεί να μετακινηθεί από τα ηχητικά κύματα. Καθώς τα ηχητικά κύματα κινούν παλινδρομικά την ταινία μέσα στο μαγνητικό πεδίο, επάγγεται σ' αυτή ηλεκτρική τάση. Επειδή η επαγόμενη τάση είναι πολύ μικρή, η οποία, συνήθως, βρίσκεται μέσα στο κάλυμμα του μικροφώνου.



Σχ. 8.3γ.
Μικρόφωνο ταινίας.

8.3.4 Το κρυσταλλικό μικρόφωνο.

Η λειτουργία του βασίζεται στην αρχή του πιεζοηλεκτρικού φαινομένου. Η κάμψη του κρυστάλλου που δημιουργείται από την πίεση των ηχητικών κυμάνσεων, έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μιας ηλεκτρεγερτικής δυνάμεως. Η ηλεκτρεγερτική αυτή δύναμη εφαρμόζεται στην είσοδο ενός ενισχυτή.

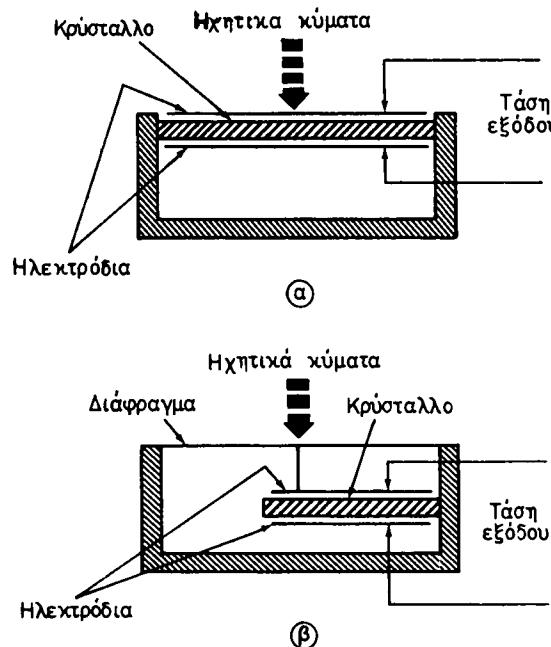
Το κρυσταλλικό μικρόφωνο (σχ. 8.3δ) αποτελείται από ένα διάφραγμα το οποίο είναι κολλημένο απ' ευθείας ή μέσω συνδέσμου στον κρύσταλλο. Μια μεταλλική επιφάνεια ή ένα ηλεκτρόδιο επικολλάται στην άλλη επιφάνεια του κρυστάλλου. Όταν τα ηχητικά κύματα προσπίπτουν στο διάφραγμα, προκαλούν δονήσεις οι οποίες αναπτύσσονται στα ηλεκτρόδια του μια ηλεκτρεγερτική δύναμη της ίδιας κυματομορφής με την προσπίπτουσα ηχητική κύμανση.

Στο σχήμα 8.3δ φαίνεται ο τρόπος λειτουργίας ενός κρυσταλλικού μικροφώνου.

Πλεονεκτήματα.

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει σε σύγκριση με τα άλλα είδη μικροφώνων είναι τα εξής:

- Παρουσιάζει μεγάλη σύνθετη αντίσταση (αρκετές εκατοντάδες χιλιάδων Ωμ).



Σχ. 8.3δ.

Σχηματικό διάγραμμα κρυσταλλικών μικροφώνων. α) Ενεργοποιείται απ' ευθείας από τα ηχητικά κύματα. β) Ενεργοποιείται μέσω διαφράγματος.

- Έχει μικρό βάρος.
- Δε χρειάζεται συσσωρευτή.
- Έχει καλή απόκριση συχνοτήτων (μέχρι 17.000 Hz τα μικρόφωνα που έχουν το κρύσταλλο απ' ευθείας συνδεδεμένο με το διάφραγμα και 80-6000 Hz τα μικρόφωνα που η κίνηση του διαφράγματος μεταδίδεται στον κρύσταλλο μέσω συνδέσμου).
- Έχει έξοδο της τάξεως των 70 db.

Μειονέκτήματα.

- Είναι ευπαθές στη θερμοκρασία και στην υγρασία.
- Είναι πολύ ευαίσθητο κατά τη χρήση του.

Τα κρυσταλλικά μικρόφωνα χρησιμοποιούνται πάρα πολύ στη ραδιοφωνία.

8.3.5 Ηλεκτροστατικό μικρόφωνο ή μικρόφωνο πυκνωτή.

Το ηλεκτροστατικό μικρόφωνο ή μικρόφωνο πυκνωτή έχει έναν πυκνωτή του οποίου ο ένας από τους οπλισμούς παρακολουθεί τις ηχητικές πιέσεις και προκαλεί έτσι μεταβολές της χωρητικότητας. Ο πυκνωτής είναι υπό συνεχή τάση και οι μεταβολές της χωρητικότητας συνεπάγονται μεταβολές της φορτίσεως. Το ρεύμα φορτίσεως του παρακολουθεί λοιπόν τις ηχητικές ταλαντώσεις.

Αυτό το είδος μικροφώνου έχει το πλεονέκτημα της πιστότητας του ήχου. Παρουσιάζει όμως το σοβαρό μειονέκτημα ότι οι ηλεκτρικές ταλαντώσεις του είναι

πολύ ασθενεις και χρειάζονται άμεση ενίσχυση γιατί παρουσιάζει μεγάλη σύνθετη αντίσταση που απαγορεύει τη μετάδοση του σήματος με μικροφωνική γραμμή. Απαιτείται λοιπόν η ενσωμάτωση στο μικρόφωνο ενός ενισχυτή.

Πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο.

Το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο είναι φαινόμενο ηλεκτρομηχανικής συζεύξεως (Electromechanical Coupling) και παρατηρείται σε ορισμένους κρυστάλλους (π.χ. κρυστάλλους χαλαζίου) κάτω από κατάλληλες συνθήκες.

Συγκεκριμένα, όταν κρύσταλλος χαλαζίου κατάλληλα τετμημένος, υποστεί συμπίεση μεταξύ των δύο απέναντι εδρών του, ο κρύσταλλος ηλεκτρίζεται, και στη μια έδρα του αναπτύσσεται θετικό φορτίο, ενώ στην άλλη, την απέναντι του, αρνητικό. Εάν η θλιπτική τάση (δύναμη) που εφαρμόζεται στον κρύσταλλο γίνει εφελκυστική, η πολικότητα των ηλεκτρικών φορτίων που αναπτύσσονται στον κρύσταλλο θα αναστραφεί. Γενικά αν η εφαρμοζόμενη τάση είναι μεταβλητή, τότε και η ηλεκτρική φόρτιση των απέναντι εδρών, επομένως και η αναπτυσσόμενη ηλεκτρική τάση θα είναι μεταβλητή. (Transducing: Mechanical to Electrical).

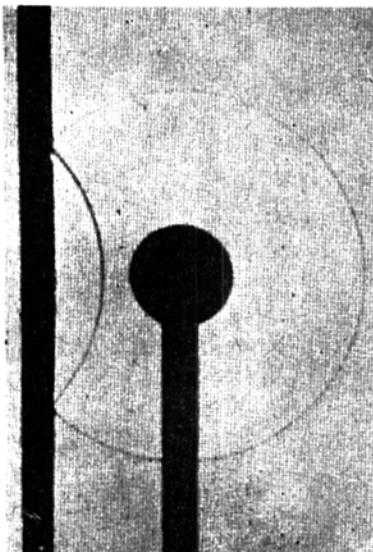
Εάν θέσουμε τον κρύσταλλο μεταξύ δύο μεταλλικών πλακών και εφαρμόσουμε μεταξύ των πλακών μια ηλεκτρική τάση, θα παρατηρήσουμε ότι το πάχος του κρυστάλλου μεταβάλλεται: Αυξάνεται ή ελαττώνεται ανάλογα με την πολικότητα της τάσεως που εφαρμόζεται στις πλάκες. Εάν στις πλάκες εφαρμοσθεί εναλλασσόμενη τάση, το πλακίδιο των κρυστάλλων θα υφίσταται περιοδικές συστολές και διαστολές, ακολουθώντας το ρυθμό της συχνότητας της εναλλασσόμενης τάσεως. Θα εκτελεί δηλαδή εξαναγκασμένη ταλάντωση. Το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλαντώσεως γίνεται μέγιστο όταν η συχνότητα της επιβαλλόμενης εναλλασσόμενης τάσεως γίνει ίση με την ιδιοσυχνότητα του κρυστάλλου. (Transducing: Electrical to Mechanical).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

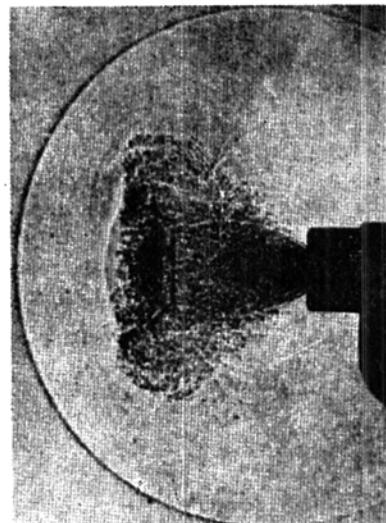
9.1 Φωτογράφηση ηχητικών κυμάτων.

Λόγω των ανωμαλιών τις οποίες προκαλεί η διάδοση ηχητικού κύματος στην πυκνότητα του αέρα και επομένως στο δείκτη διαθλάσεώς του, μπορούμε να φωτογραφήσομε τα ηχητικά κύματα. Τέτοιες φωτογραφίες φαίνονται στα σχήματα 9.1α, 9.1β και 9.1γ. Στο σχήμα 9.1α η φωτογραφία προέρχεται από τον κρότο μικρού σπινθήρα που παράγεται μεταξύ δυο σφαιρών, και δείχνει την ανάκλαση κύματος. Στο σχήμα 9.1β φαίνεται η διατάξη του αέρα που προκαλεί η εκπυρσοκρότηση πιστολιού, ενώ στο σχήμα 9.1γ φαίνεται η διαμόρφωση του μετώπου κύματος στον αέρα γύρω από το βλήμα, το οποίο έχει ταχύτητα μεγαλύτερη από την ταχύτητα του ήχου.



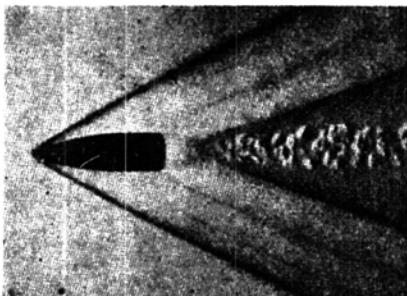
Σχ. 9.1α.

Η ανάκλαση ηχητικού κύματος.



Σχ. 9.1β.

Η διάταξη αέρα που προκαλεί η εκπυρσοκρότηση πιστολιού.



Σχ. 9.1γ.
Διαμόρφωση του μετώπου κύματος
στον αέρα γύρω από το βλήμα.

9.2 Φυσιολογική ακουστική.

9.2.1 Παραγωγή των ήχων φωνής.

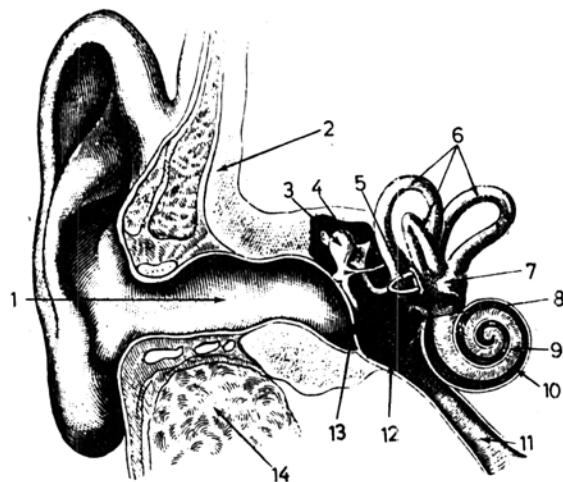
Τα όργανα της φωνής είναι οι πνεύμονες, οι οποίοι με τη φυσητική τους επενέργεια δημιουργούν ρεύμα αέρα, που περνάει διά μέσου ειδικής διόδου από τις χορδές της γλώσσας, των χειλιών, της κοιλότητας της μύτης και του λάρυγγα. Τα όργανα αυτά διεγείρουν στο ρεύμα του αέρα ταλαντώσεις οι οποίες ακούγονται ως φωνητικοί ήχοι.

9.2.2 Το όργανο της ακοής.

Το αυτί (σχ. 9.2) διαιρείται σε τρία μέρη. Το **εξωτερικό**, το **μέσο** και το **εσωτερικό** ή το **λαβύρινθο**.

Το εξωτερικό περιλαμβάνει την κόγχη και τον ακουστικό πόρο, ο οποίος κλείνεται με μεμβράνη η οποία ονομάζεται τύμπανο.

Το μέσο αυτί συγκοινωνεί με την κοιλότητα του στόματος με την ευσταχιανή



Σχ. 9.2.

Σχηματική παράσταση του δεξιού αυτιού του ανθρώπου. 1) Έξω ακουστικός πόρος. 2) Οστούν. 3) Σφύρα. 4) Άκμων. 5) Αναβολέας. 6) Ημικύκλιοι σωλήνες. 7) Κυστίδιο. 8) Στρογγυλή θυρίδα. 9) Όργανο Corti. 10) Κοχλίας. 11) Ευσταχιανή σάλπιγγα. 12) Μέσο αυτί. 13) Τυμπανικός υμένας. 14) Οστούν.

σάλπιγγα και είναι γεμάτο από αέρα. Στο μέσο του βρίσκεται αλυσίδα, η οποία αποτελείται από τέσσερα οστάρια από τα οποία το πρώτο, η σφύρα, στηρίζεται επάνω στο τύμπανο.

Το εσωτερικό αυτί ή λαβύρινθος αποτελείται από τρία μέρη: την αιθουσα επάνω στην οποία στηρίζεται ο αναβολέας, τους ημικυκλικούς σωλήνες και τον κοχλία. Τα μέρη αυτά, των οποίων οι κοιλότητες είναι γεμάτες με υγρό είναι οστεώδη η υμενώδη. Το εσωτερικό αυτί είναι εκείνο το οποίο έχει ιδιαίτερη σημασία για την ακοή, γιατί σ' αυτό απολήγουν τα ακουστικά νεύρα. Επίσης σ' αυτό υπάρχει και το όργανο του Corti, του οποίου ο σκελετός αποτελείται από πολυάριθμους λεπτούς στυλίσκους. Οι στυλίσκοι ονομάζονται στυλίσκοι του Corti και είναι συντονισμένοι με τους ήχους, τους οποίους μπορεί να αντιληφθεί το αισθητήριο της ακοής.

Ο καθένας από αυτούς στους στυλίσκους συγκοινωνεί με την άκρη ενός νεύρου, το οποίο διεγείρεται μηχανικά όταν ο στυλίσκος αρχίσει να κινείται παλμικά.

Ο ερεθισμός αυτός μεταβιβάζεται με το νεύρο στο ακουστικό κέντρο του εγκεφάλου και έτσι δημιουργείται το αίσθημα της ακοής. Το εξωτερικό και το εσωτερικό μέρος του αυτιού χρησιμεύουν για την πρόσληψη και μεταβίβαση των ηχητικών κυμάτων, που παράγονται έξω, προς το εσωτερικό μέρος του αυτιού με το οποίο διεγείρεται το όργανο του Corti.

Συντονιστική Θεωρία των Ohm και Helmholtz.

Το αυτί, όπως ο Ohm απέδειξε, παρουσιάζει την ιδιότητα να διακρίνει ακουστικά τις αρμονικές συνιστώσες ενός φθόγγου και επομένως έχει την ικανότητα να αναλύει ένα περιοδικό φαινόμενο. Αυτό που στην εποχή του Ohm δεν είχε πειραματικά αποδειχθεί, κατόρθωσε τελικά να το επιτύχει ο Helmholtz.

Πραγματικά ο Helmholtz κατόρθωσε με τη χρησιμοποίηση καταλλήλων αντηχείων, να αναλύσει τους ήχους των φωνήντων στους **θεμελιώδεις** και στους **αρμονικούς** τους, και μάλιστα με την κατασκευή ακολούθως καταλλήλων διαπασών που έδιναν τους ήχους αυτούς και με ταυτόχρονη διέγερσή τους, επέτυχε να αναπαραγάγει τεχνητά τους ήχους των φωνηέντων.

Η εκτίμηση της χροιάς του ήχου με το αυτί στηρίζεται στην ικανότητα την οποία έχει αυτό να αναλύει τους σύνθετους ήχους με το όργανο Corti.

Ψυχοφυσιολογικός νόμος των Weber και Fechner.

Από τον Weber (1834) αποδείχθηκε γενικά ότι ο ελάχιστος εξωτερικός ερεθισμός, ο οποίος είναι αντιληπτός από τα αισθητήριά μας, είναι ανάλογος με την ποσότητα ΔΙ/I, όπου I η ένταση του προϋπάρχοντος ερεθισμού και ΔΙ η ελάχιστη αύξηση της εντάσεως η οποία προκαλεί σε μας μόλις αντιληπτή αύξηση του ερεθισμού. Η ποσότητα ΔΙ/I ονομάσθηκε **κλάσμα του Weber**. Η τιμή ΔΙ/I του ήχου δεν παραμένει σταθερή: έχει μεγάλη τιμή για τους πάρα πολύ ασθενείς ήχους, η οποία ακολούθως βαίνει ελαπτούμενη, και τείνει να γίνει σταθερή για τους ισχυρούς ήχους. Επίσης το κλάσμα Weber μεταβάλλεται με τη συχνότητα, αλλά η τιμή του παραμένει σχεδόν σταθερή μέσα στη ζώνη συχνοτήτων 500 - 5000 Hz.

Σύμφωνα με τις έρευνες του Knudsen, για ισχυρό ήχο συχνότητας 1000 Hz, η τιμή του κλάσματος Weber είναι περίπου 0,088.

Ο Fechner θεωρητικά απέδειξε ότι ο λόγος της εντάσεως του αντικειμενικού ερεθισμού και της υποκειμενικής αντιλήψεως δίνεται από τη σχέση:

- CPS = Cycle Per Second (κύκλος ανά δευτερόλεπτο) = 1 Hertz.

$$\Lambda = c \log 1 + \beta$$

όπου c και β σταθερές ποσότητες.

Η σχέση αυτή είναι περισσότερο γνωστή ως ψυχοφυσιολογικός νόμος των Weber και Fechner και διατυπώνεται ως εξής:

Η υποκειμενική αντίληψη ερεθισμού είναι ανάλογη με το φυσικό λογάριθμο της εντάσεως του ερεθισμού.

Τα παραπάνω εφαρμόζονται και στην περίπτωση του ήχου όπου η υποκειμενική αντίληψη ονομάζεται **ακουστότητα**.

Αν είναι I και I_0 οι εντάσεις δύο ήχων και Λ και Λ_0 οι ακουστότητές τους, τότε θα είναι:

$$\Lambda_0 = c \ln I_0 + \beta \quad \text{και} \quad \Lambda = c \ln I + \beta$$

Με την αφαίρεσή τους κατά μέλη λαμβάνομε:

$$n = \Lambda - \Lambda_0 = c \ln \frac{I}{I_0}$$

Εάν εκλέξουμε κατάλληλα τις μονάδες, μπορούμε να επιτύχουμε ώστε $c = 1$.

Γενικά ηχώ παράγεται κάθε φορά που ο ήχος ανακλάται επάνω σε κώλυμα το οποίο απέχει από την ηχογόνο πηγή περισσότερο από 17 m. Έτσι, όταν ένας άνθρωπος βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 17 m πριν από επίπεδο κώλυμα (π.χ. τοίχο) και βγάζει μικρό ήχο, π.χ. μονοσύλλαβη λέξη, ακούει μετά την έκλειψη της εντυπώσεως του πρώτου ήχου, έναν άλλον ήχο από ανάκλαση, ο οποίος ίχος αποτελεί την ηχώ του πρώτου. Γνωρίζουμε ότι, όταν το αυτί ερεθίζεται εξωτερικά, η εντύπωση εξακολουθεί να παραμένει για ένα χρονικό διάστημα 1/10 sec και μετά την έκλειψη του ερεθισμού. Στο χρονικό όμως αυτό διάστημα, ο ήχος διανύει 34 m και επομένως, για να αντιληφθεί ο άνθρωπος τον από ανάκλαση ήχο χωρισμένο από τον απ' ευθείας, πρέπει η απόστασή του από το κώλυμα να είναι μεγαλύτερη από 17 m. Σε πολλές περιπτώσεις, εφ' όσον ο ήχος ανακλάται όχι επάνω σ' ένα κώλυμα, αλλά σε περισσότερα, τα οποία βρίσκονται σε κατάλληλες αποστάσεις, είναι δυνατόν, αντί για έναν ήχο από ανάκλαση να ακούσομε διαδοχικά περισσότερους. Το φαινόμενο αυτό αποτελεί την **πολλαπλή ηχώ**. Εάν όμως η απόσταση του τοιχώματος, επάνω στο οποίο ανακλάται ο ήχος, είναι μικρότερη από 17 m, τότε ο παρατηρητής ακούει τον από ανάκλαση ήχο πριν έκλείψει ο απ' ευθείας, και έτσι ο από ανάκλαση ήχος φαίνεται ως προέκταση του αρχικού. Το φαινόμενο αυτό καλείται **αντίχηση**. Έτσι σε κλειστούς χώρους το φαινόμενο της αντηχήσεως χρησιμεύει προς ενίσχυση της ακουστικής εντυπώσεως, γιατί ο από ανάκλαση ήχος αναμιγνύεται με τον απ' ευθείας, και εφ' όσον η αντίχηση γίνεται πάρα πολύ γρήγορα, το φαινόμενο αυτό συντελεί στη βελτίωση της ακουστικής. Αντίθετα, όταν η αντίχηση γίνεται πάρα πολύ αργά, τότε αυτή αναμιγνύεται με μεταγενέστερο ήχο και έτσι προκαλεί ασάφεια στην ακουστική εντύπωση, όπως συμβαίνει σε χώρους κενούς και μεγάλους, π.χ. εκκλησίες, αμφιθέατρα κλπ.

Μονάς Decibel.

Στην Αμερική χρησιμοποιούν τους δεκαδικούς λογάριθμους, οπότε ο παραπάνω τύπος γράφεται:

$$n = c \log \frac{I}{I_0}$$

Βλέπομε ότι η σταθερά c γίνεται ίση με 1 αν δεχθούμε ότι $n = 1$ όταν $I = 10 I_0$. Η μονάδα αυτή ονομάσθηκε Bell.

Η ποσότητα που καλείται *ακουστική στάθμη του ήχου* εντάσεως I ως προς το βασικό ήχο εντάσεως I_0 και επομένως ένας ήχος έχει σε σχέση μ' έναν άλλο στάθμη 1 Bell, όταν η ένταση του ενός ήχου είναι δέκα φορές μεγαλύτερη από την ένταση του άλλου. Επειδή όμως η μονάδα Bell θεωρήθηκε πολύ μεγάλη για τις πρακτικές εφαρμογές, καθιερώθηκε η μονάδα Decibel (db). Και είναι:

$$1 \text{ db} = \frac{1}{10} \text{ Bell}$$

Χρησιμοποιώντας ως μονάδα το db ο παραπάνω τύπος γράφεται:

$$n = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Έτσι, ο ήχος εντάσεως I έχει ηχητική στάθμη σε σχέση με τον ήχο I_0 , 1 db, όταν ο λόγος των εντάσεων I/I_0 είναι ίσος με 10^0 , δηλαδή ίσος με 1,0256. Εάν ονομάσομε ρ και r_0 τις ενεργείς πιέσεις που αντιστοιχούν στις εντάσεις I και I_0 , θα έχομε:

$$\frac{I}{I_0} = \frac{P^2}{P_0^2} \quad \text{καὶ} \quad \log \frac{I}{I_0} = 2 \log \frac{P}{P_0} \quad \text{ῆτοι} \quad n = 20 \log \frac{P}{P_0}$$

9.2.3 Ανάκλαση ηχητικών κυμάτων.

Η ανάκλαση των ηχητικών κυμάτων γίνεται σύμφωνα με τους νόμους τους οποίους έχομε ιδεί (παράγρ. 2.7.4). Άριστη πειραματική απόδειξη του φαινομένου της ανακλάσεως αποτελεί το φαινόμενο της ηχούς.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΙΘΟΥΣΩΝ – ΗΧΟΛΗΨΙΑ, ΗΧΟΓΡΑΦΗΣΗ

10.1 Ακουστική αιθουσών.

Για την παραγωγή των ραδιοφωνικών προγραμμάτων χρησιμοποιούνται ειδικές αιθουσες ή, όπως αλλιώς ονομάζονται, θάλαμοι ραδιοφωνίας ή Studio.

Οι αιθουσες αυτές πρέπει να εμφανίζουν ορισμένα χαρακτηριστικά τα οποία τις κάνουν κατάλληλες για το σκοπό που θέλομε να τις χρησιμοποιήσουμε. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι η **ηχομόνωση** και ο **χρόνος αντηχήσεως**.

10.1.1 Ηχομόνωση.

Οι αιθουσες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των προγραμμάτων, πρέπει να είναι μονωμένες ηχητικά, ώστε οι εξωτερικοί θόρυβοι να μη μπορούν να μπουν μέσα στην αιθουσα, και οι παραγόμενοι ήχοι, ομιλίας ή μουσικής μέσα στην αιθουσα, να μην ακούγονται έξω. Για να επιτευχθεί αυτό λαμβάνονται ειδικά μέτρα:

Η αιθουσα δεν είναι μια συνηθισμένη αιθουσα· κτίζεται μέσα σε άλλη αιθουσα. Μεταξύ των δύο αιθουσών παρεμβάλλεται ηχομονωτικό υλικό, όπως π.χ. είναι ο υαλοβάμβακας. Μεταξύ του δαπέδου της αιθουσας και του δαπέδου του κτηρίου υπάρχει επίσης μονωτικό υλικό. Οι τοίχοι στηρίζονται στους τοίχους του κτηρίου, συνήθως, με ελατήρια, ώστε να εξασφαλίζεται η ηχομόνωση.

Τέλος, η πρόσβαση εξασφαλίζεται από δύο διαδοχικές βαριές ηχομονωτικές πόρτες με τέλεια εφαρμογή για να μην υπάρχουν αρμοί.

Το παράθυρο από το οποίο ο τεχνικός, που χειρίζεται τα ηλεκτρονικά μηχανήματα, βλέπει μέσα στην αιθουσα, μονώνεται ηχητικά με τρία χοντρά κρύσταλλα πάχους 8 mm τουλάχιστον. Τα κρύσταλλα αυτά τοποθετούνται σε απόσταση τουλάχιστον 10 cm το ένα από το άλλο.

10.1.2 Χρόνος αντηχήσεως.

Εκτός από ηχομόνωση μια αιθουσα παραγωγής προγραμμάτων πρέπει να μην παρουσιάζει στάσιμα ηχητικά κύματα στις ακουστικές συχνότητες, που παράγονται από ομιλία ή τραγούδι ή από μουσικά όργανα και να μην έχομε ηχώ σε οποιοδήποτε σημείο της αιθουσας και αν παράγεται ο ήχος.

Ακόμη, πρέπει να έχει τον κατάλληλο χρόνο αντηχήσεως ο οποίος ποικίλλει. Διαφορετικός είναι ο χρόνος αντηχήσεως, όταν η αιθουσα προορίζεται για ομιλία,

δηλαδή εκφώνηση ειδήσεων ή αφήγηση και διαφορετικός όταν προορίζεται για θέατρο ή μουσική. Στην περίπτωση πάλι της μουσικής διαφέρει από είδος σε είδος μουσικής.

Στην ομιλία ή αφήγηση μας ενδιαφέρει η ευκρίνεια του λόγου, ενώ στο θέατρο επιθυμούμε να δημιουργήσουμε στον ακροατή την εντύπωση του χώρου που παίζεται το δράμα. Έτσι, άλλη ηχητική εντύπωση επιδιώκομε όταν το έργο παίζεται στο ύπαιθρο και άλλη σε κλειστό χώρο.

Ο κατάλληλος χρόνος αντηχήσεως επιτυγχάνεται με ηχητικές επενδύσεις των τοίχων της αίθουσας. Είναι επομένως φανερό ότι κάθε αίθουσα κατασκευάζεται για ένα συγκεκριμένο προορισμό και έχει την ανάλογη με το σκοπό αυτό διάσταση και επένδυση.

Μεγάλες αίθουσες, όπως π.χ. αμφιθέατρα, κατασκευάζονται πολλές φορές με στρεφόμενες επενδυτικές επιφάνειες των τοίχων, ώστε να εξασφαλίζεται κάθε φορά ο επιθυμητός για τη χρήση χρόνος αντηχήσεως.

Παρακάτω δίνομε μερικές χαρακτηριστικές τιμές χρόνων αντηχήσεως:

α) Αίθουσα ομιλιών, εκφωνήσεων ή ειδήσεων.

Ο χρόνος αντηχήσεως σε όλες τις ακουστικές συχνότητες από 50 Hz ως 8000 Hz πρέπει να έχει τιμή $t \cong 0,4$ sec.

β) Αίθουσα μουσικής τζάζ.

Ο χρόνος αντηχήσεως σε όλες τις ακουστικές συχνότητες από 50 Hz ως 8000 Hz, πρέπει να έχει τιμή $t \cong 0,8$ sec.

γ) Αίθουσα συμφωνικής ορχήστρας.

Ο χρόνος αντηχήσεως σε όλες τις ακουστές συχνότητες από 50 Hz ως 8000 Hz πρέπει να είναι περίπου ίσος με $t = 1,4$ sec.

10.2 Ηχοληψία – Ηχογράφηση.

Η ηχοληψία έχει ως σκοπό τη μετάδοση, είτε αμέσως με ραδιοφωνικούς πορητούς και ραδιόφωνα, είτε εμμέσως με ενδιάμεση χρησιμοποίηση εγγραφής σε μαγνητόφωνο, μιας όσο το δυνατόν πιο πιστής εντυπώσεως του ακουστικού γεγονότος (ομιλία, μουσική, θέατρο κλπ.), που λαμβάνει χώρα στην αίθουσα, στους ακροατές που βρίσκονται ουσιαστικά μπροστά σε μεγάφωνα.

Ενώ μπορεί κανείς να φαντασθεί ότι αυτό θα ήταν δυνατόν να επιτευχθεί με τη χρησιμοποίηση ενός μόνο μικροφώνου μέσα στην αίθουσα, τοποθετημένου στη θέση που θα άκουγε καλύτερα ένας ακροατής που βρίσκεται μέσα σ' αυτή (ο επί τόπου ακροατής), αυτό δε συμβαίνει, γιατί η μεσολάβηση του συστήματος μικροφώνου - μεγαφώνου αφαιρεί ορισμένες βασικές ικανότητες από την ακουστική αντίληψη του επί τόπου ακροατή και δημιουργεί την ανάγκη «ανασυνθέσεως» της «ακουστικής εικόνας» για τον ακροατή μπροστά στο μεγάφωνο (ή μπροστά στα μεγάφωνα σε περίπτωση στερεοφωνικής μεταδόσεως).

Έτσι είναι ανάγκη να χρησιμοποιηθούν περισσότερα μικρόφωνα για να συντεθεί η ακουστική εικόνα. Αυτή είναι η κύρια εργασία του ηχολήπτη - τεχνικού, που βρίσκεται σε γειτονικό δωμάτιο, γνωστό ως δωμάτιο τεχνικού ελέγχου. Το δωμάτιο είναι καλά ηχομονωμένο από την αίθουσα και, όπως είπαμε, βλέπει μέσα σ' αυτή από παράθυρο που έχει 2 - 3 χοντρά κρύσταλλα για να διατηρείται η ηχομόνωση.

10.2.1 Δωμάτιο τεχνικού ελέγχου.

Στο δωμάτιο τεχνικού ελέγχου ο ηχολήπτης - τεχνικός βρίσκεται μπροστά στο μεγάφωνο ελέγχου, όπως και ο τελικός ακροατής, για να μπορεί να εκτιμά σωστά την εντύπωση που θα έχει ο τελευταίος από το αποτέλεσμα της ηχοληψίας.

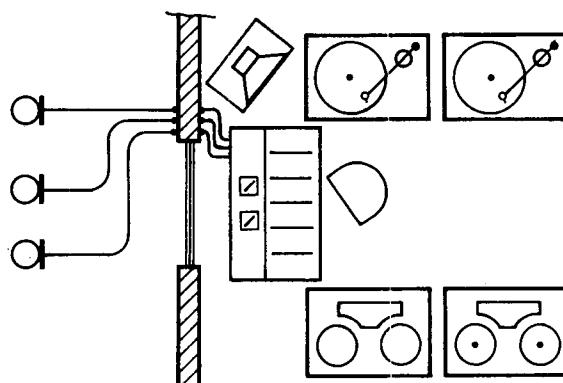
Επίσης μπροστά του έχει την τράπεζα μίξεως η οποία τον βοηθά στη σύνθεση της ακουστικής εικόνας. Στην περίπτωση ηχογραφήσεως δίπλα στην τράπεζα υπάρχουν ένα ή δύο μαγνητόφωνα των οποίων οι είσοδοι εγγραφής είναι συνδεμένες με την έξοδο της τράπεζας μίξεως.

Ο τεχνικός εξοπλισμός του δωματίου του τεχνικού ελέγχου συμπληρώνεται με ένα ή δύο πικάτ και μαγνητόφωνα αναπαραγωγής για την περίπτωση προσθέσεως μουσικής υποκρούσεως ή ακουστικών «εφέ» ή για την περίπτωση συνθέσεως ενός προγράμματος με συμπλήρωση από ηχογραφημένα κομμάτια σε ταινία ή σε δίσκους.

Ο ηχολήπτης - τεχνικός επιλέγει τις θέσεις των μικροφώνων μέσα στην αίθουσα και με τη βοήθεια της τράπεζας μίξεως προσπαθεί να επιτύχει το καλύτερο ακουστικό αποτέλεσμα στο μεγάφωνο ελέγχου. Επίσης φροντίζει για τη διατήρηση της στάθμης του σήματος στην έξοδο της τράπεζας στα όρια που επιτρέπουν ή επιβάλλουν, οι δυνατότητες των μηχανημάτων, κυρίως των πομπών - δεκτών και των μαγνητοφώνων, συμβουλεύμενος τα όργανα ενδείξεως στάθμης (σταθμήμετρα), που υπάρχουν στην τράπεζα μίξεως.

10.2.2 Τα μηχανήματα στο δωμάτιο τεχνικού ελέγχου. Γενική διάταξή τους.

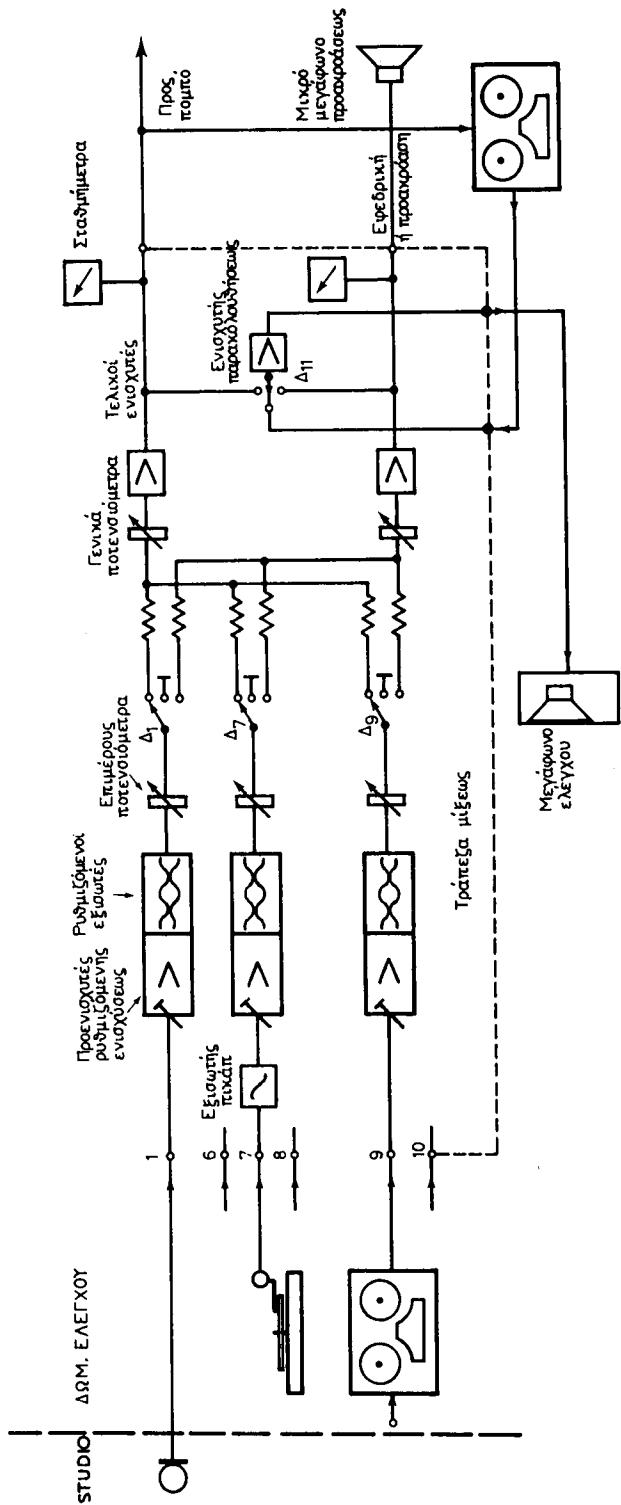
Η διάταξη των μηχανημάτων στο δωμάτιο τεχνικού ελέγχου, είναι σχεδόν πάντοτε όπως αυτή που φαίνεται στο σχήμα 10.2α. Η διάταξη αυτή προσφέρει στο χειριστή καλή προσιτότητα στα κουμπιά χειρισμού των διαφόρων μηχανημάτων.



Σχ. 10.2α.

Γενική διάταξη μηχανημάτων στο δωμάτιο τεχνικού ελέγχου.

Στο σχήμα 10.2β δίνονται σχηματικά οι συνδέσεις των μηχανημάτων του δωματίου τεχνικού ελέγχου, καθώς και το διάγραμμα αρχής μιας απλής τράπεζας μίξεως 10 εισόδων και 2 εξόδων. Οι βασικές δυνατότητες που πρέπει να προσφέρει η τράπεζα μίξεως είναι:



Σχ. 10.28. Απλή ηλεκτρική συνθεσμολογία μεταξύ μηχανημάτων στο δωμάτιο τεχνικού ελέγχου.

α) Να ενισχύει τα σήματα των διαφόρων πηγών που είναι συνδεμένες στις διάφορες εισόδους της, με προενισχυτές.

β) Να παρέχει τη δυνατότητα διορθώσεως (αλλαγής) της χροιάς του σήματος κάθε εισόδου.

Αυτό επιτυγχάνεται με τους ρυθμιζόμενους **εξισωτές**, που είναι κυκλώματα με τα οποία αυξάνεται ή μειώνεται η ενίσχυση διαφόρων περιοχών συχνοτήτων του διερχόμενου σήματος, σύμφωνα με τη θέση που τοποθετούνται τα κουμπιά χειρισμού τους. Συνήθως, οι εξισωτές αυτοί έχουν τη δυνατότητα να ρυθμίζουν ανεξάρτητα χαμηλές, υψηλές και μεσαίες ακουστικές συχνότητες.

Ειδικά για τα πικάπ, οι εξισωτές είναι σταθεροί και έχουν ως σκοπό να αντισταθμίζουν ακριβώς την καμπύλη αποκρίσεως κατά την εγγραφή των δίσκων. Η καμπύλη αυτή αποτελεί διεθνές πρότυπο.

γ) Να παρέχει τη δυνατότητα ρυθμίσεως της στάθμης με την οποία κάθε πηγή συμβάλλει στο τελικό σήμα, διαθέτοντας επιμέρους ποτενσιόμετρα για κάθε κανάλι εισόδου.

δ) Να παρέχει τη δυνατότητα ρυθμίσεως της γενικής στάθμης με αντίστοιχο γενικό ποτενσιόμετρο, που βρίσκεται πάντοτε πριν από τον τελικό ενισχυτή, που τροφοδοτεί την έξοδο προς τη γραμμή διαμορφώσεως του πομπού ή προς την είσοδο του μαγνητοφώνου εγγραφής.

ε) Να διαθέτει ενισχυτή ισχύος για την οδήγηση του μεγαφώνου παρακολουθήσεως, καθώς και διακόπτη ($\Delta 11$) για την επιλογή της ακροάσεως του σήματος της γραμμής εξόδου (της κύριας ή της εφεδρικής), καθώς και του σήματος στην έξοδο αναπαραγγής του μαγνητοφώνου εγγραφής, ώστε να δίνει τη δυνατότητα στον ηχολήπτη να ελέγχει την εγγραφή από την τρίτη κεφαλή (αναπαραγγής) του μαγνητοφώνου.

στ) Τέλος να διαθέτει όργανο ενδείξεως στάθμης εξόδου, βαθμονομημένο σε db ή επί τοις εκατό (%) για το συνεχή έλεγχό της.

Στην τράπεζα μίξεως του διαγράμματος υπάρχει και δεύτερη γραμμή εξόδου με τελικό ενισχυτή, σταθμήμετρο και γενικό ποτενσιόμετρο που χρησιμοποιείται συνήθως για προέλεγχο της ακουστικής συχνότητας. Δηλαδή με τη βοήθεια των διακοπών $\Delta 1 \div \Delta 9$ μπορούμε π.χ. να βρούμε την αρχή του δίσκου στο πικάπ 1 και να προρυθμίσουμε τη στάθμη του κατά τη διάρκεια που το πικάπ 2 παίζει ένα άλλο δίσκο που εκπέμπεται κανονικά προς τον πομπά.

Οι δυνατότητες αυτές είναι μόνο οι βασικές, και το διάγραμμα του σχήματος 10.2β είναι μιας πολύ στοιχειώδους τράπεζας μίξεως. Όμως το μεγαλύτερο ποσοστό των περιπτώσεων ηχοληψίας καλύπτεται με τις δυνατότητες αιυτές.

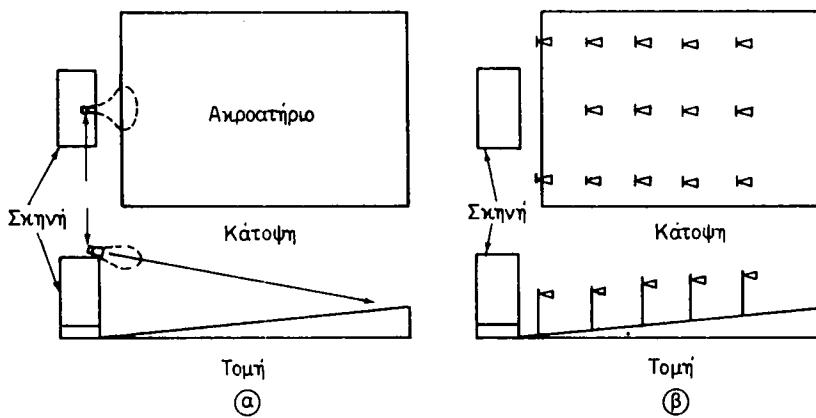
Οι ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις των προγραμμάτων και οι τεχνολογικές εξελίξεις οδήγησαν στην κατασκευή εξαιρετικά πολυπλόκων τραπεζών μίξεως, με πολλές εισόδους και εξόδους, με δυνατότητα διαφόρων «εφέ», όπως τεχνητή αντίχηση, πολλαπλή προακρόαση και διάφορους αυτοματισμούς, μέχρι το σημείο να χρησιμοποιείται και μικρός υπολογιστής ως βοήθημα για την απομνημόνευση των χειρισμών στις δοκιμές και την εντελώς αυτόματη εκτέλεση της τελικής ηχογραφήσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

ΜΙΚΡΟΜΕΓΑΦΩΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

11.1 Γενικά.

Οι μικρομεγαφωνικές εγκαταστάσεις, γνωστές και ως εγκαταστάσεις ενισχύσεως ήχου, χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της ομιλίας ενός ομιλητή σε μεγάλες αιθουσές, θέατρα, γήπεδα, εκκλησίες·κλπ., όπου δηλαδή η ένταση της φωνής δεν φθάνει για να ακούσουν καλά και καθαρά όλοι οι ακροατές (σχ. 11.1α).



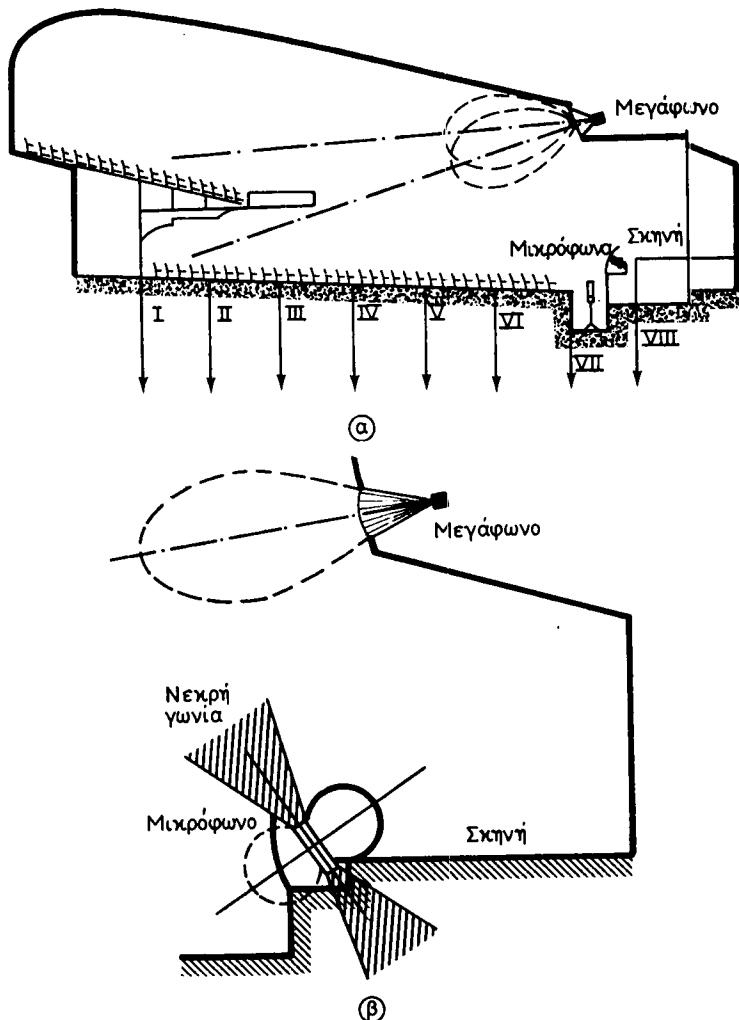
Σχ. 11.1α.

Μικρομεγαφωνική εγκατάσταση θεάτρου σε ανοικτό χώρο. α) Κεντρικό μεγάφωνο. β) Κατανεμημένα μεγάφωνα.

Σ' αυτές χρησιμοποιούνται ένα ή περισσότερα μικρόφωνα συνδεμένα σ' έναν ή περισσότερους ενισχυτές των οποίων οι έξοδοι τροφοδοτούν μεγάφωνα, τοποθετημένα σε σωστά εκλεγμένες θέσεις και στραμμένα προς το ακροατήριο.

Το ασθενές σημείο των μικρομεγαφωνικών εγκαταστάσεων είναι, συνήθως, το φαινόμενο Larsen που εκδηλώνεται σαν έντονο και συνεχές σφύριγμα, όταν ο χειριστής στην προσπάθειά του να ενισχύσει περισσότερο τον ήχο προς το ακροατήριο, αυξήσει την ενίσχυση του ενισχυτή πάρα πολύ.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο ήχος που βγαίνει από τα μεγάφωνα, ή έστω από ένα από αυτά, μπαίνει στο μικρόφωνο και ενισχύεται ξανά τόσο, ώστε να ξαναφθάνει στο μικρόφωνο ισχυρότερος απ' ό,τι προηγουμένως. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **ανάδραση**. Έτσι για κάθε εγκατάσταση υπάρχει ένα ανώτερο όριο επιτρεπόμενης ενισχύσεως.



Σχ. 11.1β.

α) Παράδειγμα θεάτρου με κεντρικό μεγάφωνο. β) Λεπταμέρεια σχετικής θέσεως μεγαφώνου - μικροφώνου προς αποφυγή αναδράσεως.

Για να επιτύχομε μεγαλύτερες ενισχύσεις, χρησιμοποιούμε μικρόφωνα και μεγάφωνα με καλές κατευθυντικές ιδιότητες και εκλέγομε με προσοχή τις θέσεις τους, ώστε να ελαττώνεται η ανάδραση (σχ. 11.1β).

Μια άλλη μέθοδος που χρησιμοποιείται σέ συνδυασμό με την προηγούμενη, είναι η μείωση της αποστάσεως ομιλητή - μικροφώνου, οπότε αυξάνει η έξοδος από τα μεγάφωνα, χωρίς την ανάγκη αυξήσεως της ενισχύσεως από τον ενισχυτή.

Μια μικρομεγαφωνική εγκατάσταση θεωρείται καλή, όταν εξασφαλίζει κυρίως ευκρίνεια και, όχι απαραιτήτως, πιστότητα, γιατί αυτά τα δύο χαρακτηριστικά δεν συμβαδίζουν. Για παράδειγμα η διατήρηση των χαμηλών συχνοτήτων της ομιλίας κατά τη μετάδοση μειώνει την κατανοητότητά της από τον ακροατή, ενώ η ενίσχυση της περιοχής από 2 kHz μέχρι 6 kHz, που βρίσκονται οι συχνότητες των συμ-

φώνων της ομιλίας, την αυξάνει. Γι' αυτό το λόγο τα μικρόφωνα και τα μεγάφωνα για τις εγκαταστάσεις αυτές δεν πρέπει να είναι υψηλής πιστότητας, αλλά να έχουν καμπύλη αποκρίσεως με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, δηλαδή βαθμιαία μείωση της αποκρίσεως στις χαμηλές συχνότητες από 250 Hz και κάτω, και να παρουσιάζουν μια έξαρση στις υψηλές συχνότητες. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να επιτευχθεί και από τους ρυθμιστές τόνου του ενισχυτή.

Ένα δεύτερο σημείο που συμβάλλει στην ευκρίνεια είναι η αποφυγή, κατά το δυνατόν, της σύγχρονης ακροάσεως από δύο ή περισσότερα μεγάφωνα που βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις από το ακροατήριο. Αν η διαφορά της αποστάσεως είναι π.χ. 30 m, η ομιλία θα ακούγεται δύο φορές και η κάθε συλλαβή θα παρενοχλείται από την προηγούμενη, με αποτέλεσμα τη μεγάλη μείωση της κατανοητότητας. Αυτό συμβαίνει, γιατί η ταχύτητα του ήχου είναι, όπως είναι γνωστό, 330 m/sec και οι συλλαβές κατά την ομιλία διαδέχονται η μια την άλλη κάθε 1/10 του δευτερολέπτου περίπου.

Φαινόμενα διπλής ακροάσεως μπορεί να προκύψουν ακόμη και με ένα μεγάφωνο από ανάκλαση του ήχου. Π.χ. από έναν τοίχο που βρίσκεται απέναντι στο μεγάφωνο και σε απόσταση 20 m και πάνω.

Στις περιπτώσεις που το ακροατήριο βλέπει και ακούει τον ομιλητή από τα μεγάφωνα, θα πρέπει αυτά νά είναι έτσι τοποθετημένα, ώστε ο ήχος να φθάνει στους ακροατές από την ίδια περίπου κατεύθυνση του ομιλητή.

'Όλα αυτά δείχνουν ότι μια εγκατάσταση ενισχύσεως ήχου όσο απλή και να φαίνεται, παρουσιάζει πολλές δυσκολίες. Απαιτεί γνώσεις και πείρα, γιατί κάθε περίπτωση έχει τις ιδιομορφίες της.

11.2 Χαρακτηριστικά μηχανημάτων.

11.2.1 Μικρόφωνα.

Σε μικρομεγαφωνικές εγκαταστάσεις, συνήθως, χρησιμοποιούνται δυναμικά μικρόφωνα με καρδιοειδές πολικό διάγραμμα, ώστε να έχουμε μειωμένη ευαισθησία λήψεως από την πίσω πλευρά που βλέπει προς τα μεγάφωνα.

Η καμπύλη αποκρίσεως παρουσιάζει σταδιακή μείωση προς τις χαμηλές συχνότητες και πολλές φορές είναι ρυθμιζόμενη με διακόπτη. Επίσης στην περιοχή 1500 Hz ως 6000 Hz παρουσιάζει έξαρση.

Η αντίστασή τους πρέπει να προσαρμόζεται στις απαιτήσεις της εισόδου του χρησιμοποιούμενου ενισχυτή είτε κατ' ευθείαν είτε με μετασχηματιστή προσαρμογής.

11.2.2 Ενισχυτές.

Το κύριο χαρακτηριστικό των ενισχυτών για μικρομεγαφωνικές εγκαταστάσεις είναι ότι πρέπει η έξοδός τους να είναι αντιστάσεως τέτοιας τιμής, ώστε η τάση εξόδου για την πλήρη ισχύ να είναι 100 V. Η τιμή αυτή της τάσεως είναι διεθνής και επιτρέπει την χωρίς απώλειες μεταφορά της ισχύος εξόδου με σχετικά μικρή διατομή καλωδίου προς τα μεγάφωνα που βρίσκονται συνήθως μακριά.

Βέβαια στο άλλο άκρο της γραμμής πρέπει να υπάρχουν κατάλληλοι μετασχηματιστές προσαρμογής για κάθε μεγάφωνο. Αυτοί, συνήθως, περιλαμβάνονται στα μεγάφωνα.

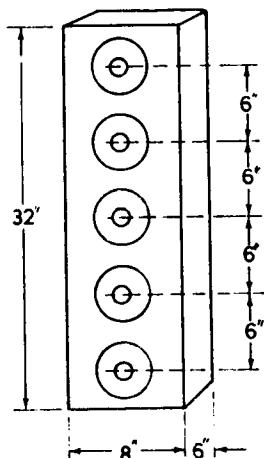
11.2.3 Μεγάφωνα.

Οι μικρομεγαφωνικές εγκαταστάσεις απαιτούν τη χρήση ειδικών μεγαφώνων. Τα υψηλής πιστότητας είναι ακατάλληλα.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν είναι:

- Καμπύλη αποκρίσεως, μειωμένη στις χαμηλές συχνότητες.
- Έντονα χαρακτηριστικά καλής κατευθυντικότητας.
- Να περιλαμβάνουν μετασχηματιστές για σύνδεση σε γραμμή 100 V.
- Να παρέχουν ευχέρεια τοποθετήσεώς τους σε τοίχο ή κολόνα.
- Να αντέχουν στη βροχή και στον αέρα όταν πρόκειται να εγκατασταθούν στο ύπαιθρο.

Για την ικανοποίηση της κατευθυντικότητας, που είναι και το κύριο επιθυμητό χαρακτηριστικό, χρησιμοποιούνται δύο τύποι μεγαφώνων. Ο πρώτος είναι ο τύπος χοάνης, γνωστός ως κόρνα, με μικρό μεταλλικό διάφραγμα, και ο δεύτερος είναι η ηχοστήλη (σχ. 11.2) που περιέχει πολλά μεγάφωνα στη σειρά συνδεμένα σε φάση, η οποία παρουσιάζει πολύ ευνοϊκά χαρακτηριστικά κατευθύνσεως, γιατί στο επίπεδο του άξονά της, δηλαδή στο κατακόρυφο επίπεδο (η στήλη πρέπει να τοποθετείται πάντοτε κατακόρυφα) εκπέμπει μια πολύ στενή δέσμη ήχου (η γωνία εξαρτάται από το ύψος της ηχοστήλης και από τη συχνότητα), ενώ στο οριζόντιο έχει γωνία αρκετά πλατιά. Έτσι μπορεί να τοποθετηθεί μπροστά σε μεγάλο ακροατήριο σε κατάλληλο ύψος και με κλίση κατάλληλη, ώστε να καλύπτει ολόκληρο το ακροατήριο με την ίδια σχεδόν ένταση.

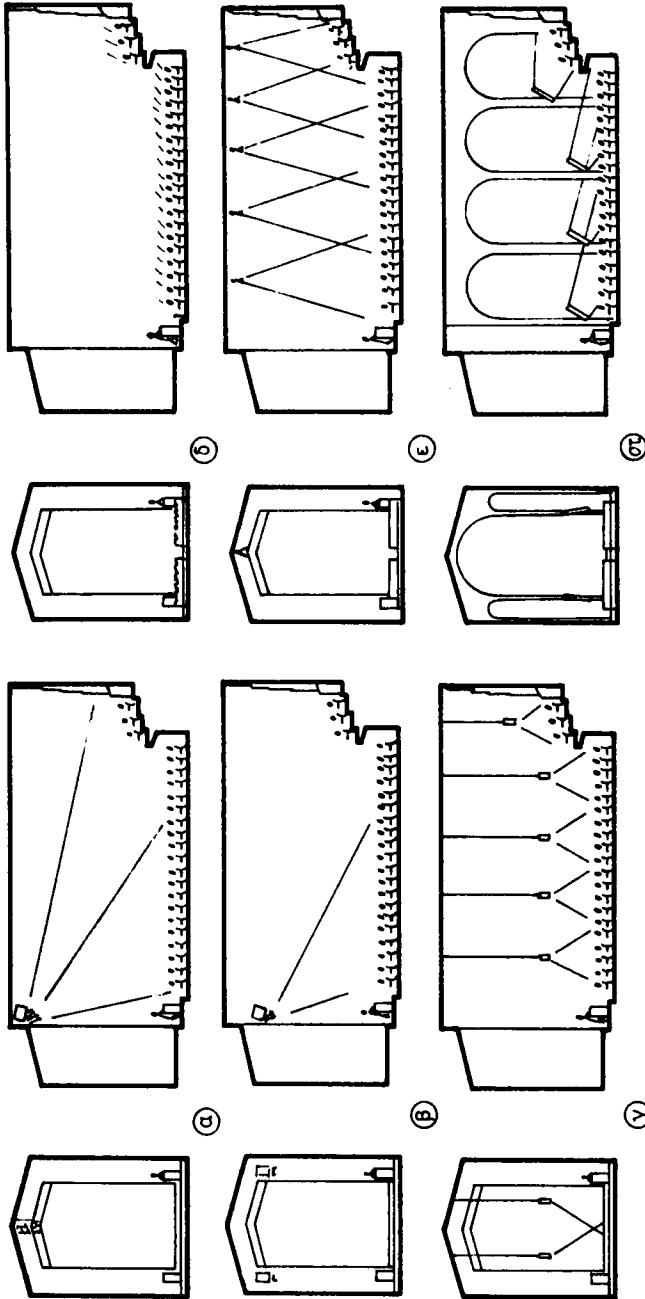


Σχ. 11.2.
Ηχοστήλη 5 μεγαφώνων.

11.3 Διάταξη μεγαφώνων (σχ. 11.3).

11.3.1 Συγκεντρωμένη πηγή ήχου.

Σ' αυτή εκλέγεται μια θέση (ή το πολύ δύο) στην οποία τοποθετούνται πολλά ισχυρά μεγάφωνα σε τέτοια διάταξη, ώστε να καλύπτεται όλο το ακροατήριο. Έτσι αποφεύγονται εντελώς οι διπλές ακροάσεις, εκτός από την περίπτωση των ανα-



Σχ. 11.3.
Διατάξη μεγάφωνων σε εκκλησία. α) 1 κεντρικό μεγάφωνο στο κέντρο. β) 2 κεντρικά μεγάφωνα στα πλαγια. γ) Πολλά μεγάφωνα πάνω από το ακροστήριο. δ) Μεγάλος αριθμός πολύ μικρών μεγάφωνων πολύ κοντά στους ακροατές. ε) Κατευθυντικά μεγάφωνα από την οροφή. σ) Ηχοστήλη σε δυο σειρές στα πλάγια.

κλάσεων, που μπορούν να περιορισθούν στο ελάχιστο με κατάλληλη εκλογή της θέσεως και της κατευθύνσεως.

Η διάταξη αυτή χρησιμοποιείται πολύ στα στάδια και στα θέατρα.

11.3.2 Κατανεμημένη πηγή ήχου.

Σ' αυτή χρησιμοποιούνται πολλά μεγάφωνα, σχετικά μικρής ισχύος και σε μικρές αποστάσεις από το ακροατήριο, αλλά διασπαρμένα σε όλη την έκτασή του. Τα μεγάφωνα λειτουργούν με μικρή ένταση το καθένα. Εδώ η αποφυγή της διπλής ακροάσεως επιτυγχάνεται με τις σχετικά μικρές αποστάσεις μεταξύ των μεγαφώνων (αυτά που είναι τοποθετημένα μακριά δεν ενοχλούν, γιατί όπως είπαμε, όλα λειτουργούν σε χαμηλή ένταση). Οπωσδήποτε είναι δύσκολο για όλους τους ακροατές ο ήχος από το μεγάφωνο να έρχεται από την ίδια περίπου κατεύθυνση του ομιλητή. Τυπικά παραδείγματα της διατάξεως αυτής είναι οι ηλεκτροακουστικές εγκαταστάσεις των αεροδρομίων.

ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

0.1 Γενικά	1
0.2 Μήκος κύματος	3
0.3 Κύματα στο χώρο	4
0.4 Θερμική ακτινοβολία	5
0.5 Μαγνητισμός	5
0.6 Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία	6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Η Ραδιοφωνία

1.1 Γενικά	7
1.2 Διαμόρφωση της υψηλής συχνότητας. Πομπός	7
1.3 Αποδιαμόρφωση της υψηλής συχνότητας. Ο ραδιοφωνικός δέκτης	9
1.3.1 Χαρακτηριστικά διαμορφωμένων κυμάτων - Αποδιαμόρφωση	10
1.3.2 Σύστημα κεραίας - γης. Ποιός ο σκοπός του	15
1.3.3 Μονάδα συντονισμού. Τι εννοούμε όταν λέμε ότι συντονίζομε το δέκτη	16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Ο Ραδιοφωνικός δέκτης και οι βαθμίδες του

2.1 Γενικά	18
2.2 Μονάδα συντονισμού	18
2.2.1 Κύκλωμα συντονισμού – Πώς λειτουργεί	19
2.2.2 Συντελεστής ποιότητας Q – Εναισθησία	21
2.2.3 Εύρος ζώνης. Επιλεκτικότητα κυκλώματος	22
2.2.4 Κυκλώματα συντονισμού σε σύζευξη	24
2.2.5 Χαρακτηριστικά των κυκλωμάτων συντονισμού σε σύζευξη	25
2.2.6 Εφαρμογές	27
2.3 Μονάδα αναπαραγωγής	28
2.3.1 Αρχή λειτουργίας	29
2.3.2 Μαγνητικά ακουστικά	29
2.3.3 Δυναμικά μεγάφωνα	33

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Η εξέλιξη του Ραδιοφωνικού δέκτη ΑΜ

3.1 Γενικά	35
3.2 Τι απαιτούμε από ένα ραδιοφωνικό δέκτη	35
3.2.1 Ευαισθησία του ραδιοφωνικού δέκτη	36
3.2.2 Επιλεκτικότητα	36
3.2.3 Πιστότητα του δέκτη	36
3.3 Ο κρυσταλλικός δέκτης	37
3.4 Δέκτης με συντονισμένες βαθμίδες Υ.Σ	37
3.4.1 Ενισχυτής Υ.Σ	37
3.4.2 Μετασχηματιστές Υ.Σ	39
3.4.3 Άλλαγή περιοχής συχνοτήτων λειτουργίας	39
Συντονισμός των βαθμίδων υψηλής συχνότητας	40
3.4.4 Ρύθμιση της ενισχύσεως με μεταβολή της πολώσεως πλέγματος	42
3.4.5 Η βαθμίδα φωράσεως	43
1. Φώραση με κρύσταλλο	43
2. Φωρατής με διόδο λυχνία	45
3. Φώραση από το πλέγμα	46
4. Φώραση από την άνοδο	48
3.5 Ενισχυτές Ακουστικής Συχνότητας – Ποια η χρησιμότερά τους	49
3.5.1 Κυκλώματα ρυθμίσεως χροιάς	50
3.5.2 Ρύθμιση της ενισχύσεως με τον ενισχυτή Α.Σ.	50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Ο υπερετερόδυνος δέκτης Α.Μ.

4.1 Γενικά	53
4.2 Διακροτήματα	54
4.2.1 Πού παράγονται τα διακροτήματα	55
4.3 Ενδιάμεση συχνότητα	56
4.3.1 Συχνότητες – είδωλα	59
4.4 Περιγραφή των κυκλωμάτων υπερετερόδυνου δέκτη Α.Μ.	59
4.4.1 Ο τοπικός ταλαντωτής	59
4.4.2 Σταθερότητα συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή	61
4.4.3 Μίζη και ενισχυτής Ε.Σ.	61
4.4.4 Ο φωρατής και ο ίος ενισχυτής Α.Σ.	63
4.4.5 Ενισχυτής Υ.Σ.	65
4.5 Υπερετερόδυνος δέκτης με κρυσταλλοτριόδους (τρανζίστορ)	65

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Υπερετερόδυνος δέκτης FM

5.1 Γενικά	71
5.2 Ενίσχυση FM	72
5.3 Φώραση	78
5.3.1 Ο περιοριστής	78
5.3.2 Διευκρινιστής	82
5.3.3 Ο διευκρινιστής Foster - Seeley	84
5.3.4 Φωρατής λόγου τάσεων (Radio Detector)	87
5.3.5 Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των φωρατών FM	89

5.4 Αυτόματη ενίσχυση A.G.C. (Automatic Gain Control) στους δέκτες FM	90
5.5 Κυκλώματα προ- αποεμφάσεως στους δέκτες FM	91
5.6 Δέκτης FM με λυχνίες	94
5.7 Δέκτης FM με τρανζίστορ γι' αυτοκίνητα	99
5.8 Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα στους ραδιοφωνικούς δέκτες	100

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Εντοπισμός βλαβών ραδιοφώνου

6.1 Γενικά	102
6.1.1 Εντοπισμός συμπτωμάτων με τα οποία εκδηλώνεται η βλάβη	102
6.1.2 Επιθεώρηση του υλικού	103
6.1.3 Τροφοδότηση της βαθμίδας που παρουσιάζει το σφάλμα με σήμα από γεννήτρια και παρακολούθηση της πορείας του σήματος	103
6.1.4 Μετρήσεις τάσεως και αντιστάσεως	104
6.2 Ανίχνευση βλάβης υπερετερόδυνου δέκτη	104
6.2.1 Το τροφοδοτικό του δέκτη	104
6.2.2 Ο ενισχυτής Α.Σ.	104
6.2.3 Ο φωρατής	104
6.2.4 Ο ενισχυτής Ε.Σ.	105
6.2.5 Ο ταλαντωτής και η μονάδα μίξεως	105
6.2.6 Το κύκλωμα κεραίας	106
6.3 Όργανα ελέγχου	106
6.3.1 Γεννήτρια υψηλής συχνότητας	106
6.3.2 Κυματόμετρο ή συγχόμετρο	107
6.3.3 Η γεννήτρια ακουστικής συχνότητας	107
6.4 Όργανα με τα οποία μπορούμε να παρακολουθήσουμε την πορεία του σήματος στα κυκλώματα	107
6.5 Παράδειγμα ανιχνεύσεως βλάβης υπερετερόδυνου δέκτη με τρανζίστορ	107

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Κεραίες

7.1 Κεραίες δέκτη	110
7.2 Τύποι κεραίων λήψεως	111
7.3 Επιλογή θέσεως για εγκατάσταση μιας κεραίας λήψεως	113
7.3.1 Θόρυβος	114
7.3.2 Απώλειες σήματος	114
7.3.3 Απόκριση στις συχνότητες λήψεως	115
7.3.4 Κατευθυντικότητα	115

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

Μικρόφωνα

8.1 Αρχή λειτουργίας	116
8.2 Χαρακτηριστικά μικροφώνων	116
8.2.1 Απόκριση στις διάφορες συχνότητες	116
8.2.2 Σύνθετη αντίσταση	117
8.2.3 Ενασθησία	117
8.2.4 Κατευθυντικότητα	118

8.3 Διάφορα είδη μικροφώνων	118
8.3.1 Μικρόφωνο άνθρακα	118
8.3.2 Δυναμικό μικρόφωνο ή μικρόφωνο κινούμενου πηνίου	119
8.3.3 Το μικρόφωνο ταινίας	120
8.3.4 Το κρυσταλλικό μικρόφωνο	121
8.3.5 Ηλεκτροστατικό μικρόφωνο ή μικρόφωνο πυκνωτή	122

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

Ακουστική

9.1 Φωτογράφηση ηχητικών κυμάτων	124
9.2 Φυσιολογική ακουστική	125
9.2.1 Παραγωγή των ήχων φωνής	125
9.2.2 Το όργανο της ακοής	125
9.2.3 Ανάκλαση ηχητικών κυμάτων	128

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

Ακουστική αιθουσών – Ήχοληψία – Ήχογράφηση

10.1 Ακουστική αιθουσών	129
10.1.1 Ήχομόνωση	129
10.1.2 Χρόνος αντηχήσεως	129
10.2 Ήχοληψία – Ήχογράφηση	130
10.2.1 Δωμάτιο τεχνικού ελέγχου	131
10.2.2 Τα μηχανήματα στο δωμάτιο τεχνικού ελέγχου. Γενική διάταξη τους	131

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

Μικρομεγαφωνικές εγκαταστάσεις

11.1 Γενικά	134
11.2 Χαρακτηριστικά μηχανημάτων	136
11.2.1 Μικρόφωνα	136
11.2.2 Ενισχυτές	136
11.2.3 Μεγάφωνα	137
11.3 Διάταξη μεγαφώνων	137
11.3.1 Συγκεντρωμένη πηγή ήχου	137
11.3.2 Κατενεμημένη πηγή ήχου	138

COPYRIGHT ΙΑΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

