



ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ
ΡΑΔΙΟΤΕΧΝΙΑ

ΤΟΜΟΣ Β'



1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΥΡΥΞΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

- 1.— *Μαθηματικὰ A', B'*
- 2.— *Φυσικὴ A', B'*
- 3.— *Χημεία*
- 4.— *Μηχανικὴ A', B', Γ'*
- 5.— *Μηχανουργικὴ Τεχνολογία A', B'*
- 6.— *Ηλεκτρολογία A', B', Γ'*
- 7.— *Ραδιοτεχνία A', B'*
- 8.— *Εἰσαγωγὴ στὴν Τεχνικὴ τῆς Τηλεφωνίας*
- 9.— *Ηλεκτρολογία Μηχανολόγου*
- 10.— *Εργαστηριακὴ Ἀσκήσεις Ηλεκτρολογίας*
- 11.— *Ἐφηρμοσμένη Ηλεκτροχημεία*
- 12.— *Κινητήριαι Μηχαναὶ A', B'*
- 13.— *Στοιχεῖα Μηχανῶν*
- 14.— *Δομικὰ Υλικὰ A', B'*
- 15.— *Γενικὴ Δομικὴ A', B', Γ'*
- 16.— *Οἰκοδομικὴ A', B', Γ', Δ'*
- 17.— *Υδραυλικὰ Ἐργα A', B'*
- 18.— *Συγκοινωνιακὰ Ἐργα A', B', Γ'*
- 19.— *Τοπογραφία*
- 20.— *Οἰκοδομικαὶ Σχεδιάσεις*
- 21.— *Σχεδιάσεις Τεχνικῶν Ἐργων*
- 22.— *Οργάνωσις - Διοίκησις Ἐργων*
- 23.— *Τεχνικὸν Σχέδιον*
- 24.— *Τεχνολογία Αὐτοκινήτου A', B'*
- 25.— *Μεταλλογνωσία*
- 26.— *Κλιματισμός*
- 27.— *Ανυψωτικὰ Μηχανήματα*

'Ο Εύγενιος Εύγενιδης, ιδρυτής και χορηγός του «'Ιδρυματος Εύγενιδου» προείδεν ένωρίτατα και ἐσχημάτισε τὴν βαθεῖαν πεποίθησιν, ὅτι ἀναγκαῖον παράγοντα διὰ τὴν πρόοδον του ἔθνους θὰ ἀπετέλει ἡ ἀρτία κατάρτισις τῶν τεχνικῶν μας ἐν συνδυασμῷ πρὸς τὴν ἡθικὴν ἀγωγὴν αὐτῶν.

Τὴν πεποίθησίν του αὐτὴν τὴν μετέτρεψεν εἰς γενναιόφρονα πρᾶξιν εὐεργεσίας, ὅταν ἐκληροδότησε σεβαστὸν ποσὸν διὰ τὴν σύστασιν 'Ιδρυματος, ποὺ θὰ είχε σκοπὸν νὰ συμβάλῃ εἰς τὴν τεχνικὴν ἐκπαίδευσιν τῶν νέων τῆς 'Ελλάδος.

Διὰ τοῦ Β. Διατάγματος τῆς 10ης Φεβρουαρίου 1956, συνεστήθη τὸ 'Ιδρυμα Εύγενίδου και κατὰ τὴν ἐπιθυμίαν τοῦ διαθέτον ἐτέθη ὑπὸ τὴν διοίκησιν τῆς ἀδελφῆς του Κυρίας Μαρ. Σίμου. Ἀπὸ τὴν στιγμὴν ἐκείνην ἥρχισαν πραγματοποιούμενοι οἱ σκοποὶ ποὺ ὠραματίσθη ὁ Εύγενιος Εύγενιδης και συγχρόνως ἡ πλήρωσις μιᾶς ἀπὸ τὰς βασικωτέρας ἀνάγκας τοῦ ἔθνικοῦ μας βίου.

* * *

Κατὰ τὴν κλιμάκωσιν τῶν σκοπῶν του, τὸ 'Ιδρυμα προέταξε τὴν ἔκδοσιν τεχνικῶν βιβλίων τόσον διὰ λόγους θεωρητικοὺς ὅσον και πρακτικούς. Ἐκρίθη, πράγματι, ὅτι ἀπετέλει πρωταρχικὴν ἀνάγκην ὁ ἐφοδιασμὸς τῶν μαθητῶν μὲ σειρὰς βιβλίων, αἱ ὄποιαι θὰ ἔθετον ὄρθα θεμέλια εἰς τὴν παιδείαν των και αἱ ὄποιαι θὰ ἀπετέλουν συγχρόνως πολύτιμον βιβλιοθήκην διὰ κάθε τεχνικόν.

Τὸ ὅλον ἥρχισε μὲ τὴν ὑποστήριξιν τοῦ 'Υπουργείου Βιομηχανίας, τότε ἀρμοδίου διὰ τὴν τεχνικὴν ἐκπαίδευσιν, και συνεχίζεται ἥδη μὲ τὴν ἔγκρισιν και τὴν συνεργασίαν τοῦ 'Υπουργείου 'Εθνικῆς Παιδείας, βάσει τοῦ Νομοθετικοῦ Διατάγματος 3970/1959.

Αἱ ἐκδόσεις τοῦ 'Ιδρυματος διαιροῦνται εἰς τὰς ἀκολούθους βασικὰς σειράς, αἱ ὄποιαι φέρουν τοὺς τίτλους:

«Βιβλιοθήκη τοῦ Τεχνίτη», «Βιβλιοθήκη τοῦ Τεχνικοῦ», «Βιβλιοθήκη τοῦ Τεχνικοῦ βοηθοῦ Χημικοῦ», «Τεχνικὴ Βιβλιοθήκη».

Ἐξ αὐτῶν ἡ πρώτη περιλαμβάνει τὰ βιβλία τῶν Σχολῶν Τεχνιτῶν,

ή δευτέρα τὰ βιβλία τῶν Μέσων Τεχνικῶν Σχολῶν, ή τρίτη τῶν Σχολῶν Τεχνικῶν βοηθῶν Χημικῶν, ή τετάρτη τὰ βιβλία τὰ προοριζόμενα διὰ τὰς ἀνωτέρας Τεχνικὰς Σχολὰς (ΚΑΤΕ, ΣΕΛΕΤΕ, Σχολαὶ Ὑπομηχανικῶν). Παραλλήλως, ἀπὸ τοῦ 1966 τὸ "Ιδρυμα ἀνέλαβε καὶ τὴν ἐκδοσιν βιβλίων διὰ τὰς Δημοσίας Σχολὰς Ε.Ν.

Αἱ σειραι αὐται θὰ ἐμπλουτισθοῦν καὶ μὲ βιβλία εὐρυτέρου τεχνικοῦ ἐνδιαφέροντος χρήσιμα κατὰ τὴν ἀσκησιν τοῦ ἐπαγγέλματος.

* * *

Οἱ συγγραφεῖς καὶ ή Ἐπιτροπὴ Ἐκδόσεων τοῦ Ιδρύματος καταβάλλουν κάθε προσπάθειαν, ὥστε τὰ βιβλία νὰ εἰναι ἐπιστημονικῶς ἄρτια ἀλλὰ καὶ προσηρμοσμένα εἰς τὰς ἀνάγκας καὶ τὰς δυνατότητας τῶν μαθητῶν. Δι’ αὐτὸ καὶ τὰ βιβλία αὐτὰ ἔχον γραφῆ εἰς ἀπλῆν γλῶσσαν καὶ ἀνάλογον πρὸς τὴν στάθμην τῆς ἐκπαίδευσεως δι’ ἣν προορίζεται ἑκάστη σειρὰ τῶν βιβλίων. Ἡ τιμῇ των ὡρίσθη τόσον χαμηλή, ὥστε νὰ εἰναι προσιτὰ καὶ εἰς τοὺς ἀπόρους μαθητάς.

Οὕτω προσφέρονται εἰς τὸ εὐρὺ κοινὸν τῶν καθηγητῶν καὶ τῶν μαθητῶν τῆς τεχνικῆς μας παιδείας αἱ ἐκδόσεις τοῦ Ιδρύματος, τῶν ὁποίων ἡ συμβολὴ εἰς τὴν πραγματοποίησιν τοῦ σκοποῦ τοῦ Εὐγενίου Εὐγενίδον ἐλπίζεται νὰ εἰναι μεγάλη.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ἀλέξανδρος Ι. Παππᾶς, Ὁμ. Καθηγητὴς ΕΜΠ, Πρόεδρος

Χρυσόστομος Φ. Καβουνίδης, Διπλ.-Μηχ. - Ἡλ. ΕΜΠ, Διοικητὴς Ο.Τ.Ε., Ἀντιπρόεδρος

Μιχαὴλ Γ. Ἀγγελόπουλος, Τακτικὸς Καθηγητὴς ΕΜΠ, Διοικητὴς ΔΕΗ

Παναγιώτης Χατζηιωάννου, Μηχ. - Ἡλ. ΕΜΠ, Γεν. Δ/ντης Ἐπαγ/κῆς Ἐκπ. Ὅπ. Παιδείας

Ἐπιστημ. Σύμβουλος, Γ. Ρούσσος, Χημ. - Μηχ. ΕΜΠ

Σύμβουλος ἐπὶ τῶν ἐκδόσεων τοῦ Ιδρύματος, Κ. Α. Μανάφης, Μόν. Ἐπικ. Καθηγητὴς Παν/μιου Ἀθηνῶν

Γραμματεὺς, Δ. Π. Μεγαρίτης

Διατελέσαντα μέλη ἡ σύμβουλοι τῆς Ἐπιτροπῆς

Γεώργιος Κακριδῆς † (1955 - 1959) Καθηγητὴς ΕΜΠ, Ἀγγελος Καλογερᾶς † (1957 - 1970) Καθηγητὴς ΕΜΠ, Δημήτριος Νιάνιας (1957 - 1965) Καθηγητὴς ΕΜΠ, Μιχαὴλ Σπετσιέρης (1956 - 1959), Νικόλαος Βασιώτης (1960 - 1967)



I ΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

ΤΕΩΡΓΙΟΥ ΟΔ. ΒΟΥΔΟΥΡΗ
ΗΛΕΚΤΡ. ΜΗΧΑΝ. Ε.Μ.Π. & ΡΑΔΙΟΗΛ. ΜΗΧΑΝ. Ε.Σ.Ε.
ΔΙΔΑΚΤΟΡΟΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΡΑΔΙΟΤΕΧΝΙΑ

ΤΟΜΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΣ

ΑΘΗΝΑ
1981





ΠΡΟΛΟΓΟΣ

‘Ο δεύτερος (καὶ τελευταῖος) τόμος περιλαμβάνει, σύμφωνα μὲ τὶς ἀρχικὲς προβλέψεις γιὰ τὴν ἀρχιτεκτονικὴ τοῦ βιβλίου, τὶς κινητήτερες ἐφαρμογές σὲ συνδυασμὸ μὲ κάποια πληρέστερη ἀνάπτυξη ὥρισμένων θεμάτων, καθὼς καὶ διάφορες ἀπαραίτητες συμπληρώσεις.

“Ετσι, ὑστερα ἀπὸ μία καλύτερη γνωριμία μὲ τὴν ἐνίσχυση ὑψηλῆς συχνότητας καὶ μὲ τὴν ἀλλαγὴ συχνότητας, οἱ διάφοροι τύποι δεκτῶν μὲ ἡλεκτρονικὲς λυχνίες περιγράφονται σὲ δύο συνεχόμενα κεφάλαια, ἐνῶ ἓνα ἐπόμενο ἰδιαίτερο κεφάλαιο ἀσχολεῖται μὲ λεπτομερέστερη ἀνάπτυξη τῶν ἐνισχυτῶν χαμηλῆς συχνότητας. Κατόπιν ἔρχεται ἡ σειρὰ τῶν κρυσταλλολυχνιῶν (τρανζίστορ) καὶ τῆς χρησιμοποιήσεώς τους στὶς ορδιοτεχνικὲς κατασκευές, ζητήματα στὰ δυοῖς ἀφερώθηκαν ἄλλα δύο κεφάλαια. Τὸ βιβλίο ἔπειτε νὰ περιλάβῃ ἐπίσης τὶς βασικῶτερες γνώσεις γιὰ τὶς γραμμὲς μεταφορᾶς, τὶς κεραῖες, τὴν τηλεόραση καὶ τὸ ραντάρ. Στὸ τελευταῖο κεφάλαιο ἀναπτύσσομε τὸ θέμα γιὰ τὴν τροφοδότηση καὶ τὶς ἀνορθωτικὲς διατάξεις. ‘Ο τόμος λοιπὸν αὐτὸς περιέχει συνολικά δέκα κεφάλαια, νομίζομε δὲ ὅτι θὰ ήταν πραγματικὰ δύσκολο νὰ ἔκμεταλλευθοῦμε καλύτερα τὸ διαθέσιμο χῶρο.

Μείναμε βέβαια μακρινὰ ἀπὸ τοῦ νὰ ἔξαντλήσωμε τὸ πλαινάτο περιχώμενο τῆς Ραδιοτεχνίας. Διότι ἡ προσπάθειά μας ήταν ἀπὸ τὴν ἀρχὴ περιωρισμένη. “Ἐπειτε νὰ δώσωμε ἕνα σχολικὸ ἔκπαιδευτικὸ βιβλίο. Σκοπός μας ήταν νὰ ἀναπτύξωμε τὸ περιεχόμενο τοῦ βασικοῦ μαθήματος τῆς Ραδιοτεχνίας, μὲ τὴν ἔκταση καὶ τὴ στάθμη ποὺ καθορίζουν τὰ ἀρμόδια ἔκπαιδευτικὰ προγράμματα. Εἶχαμε, ἐπομένως, νὰ ἐπιτελέσωμε ἕνα ἔργο ὑπὸ ὥρισμένες τακτὲς συνθῆκες. Προσπαθήσαμε νὰ ἀνταποκριθοῦμε κατὰ τὸν καλύτερο δυνατὸ τρόπο, καλλιεργώντας συγχρόνως στὸ μαθητὴ τὴν ἴκανότητα νὰ ἐπεκτείνῃ μὲ κάποια πρωτοβουλία τὶς γνώσεις του σὲ διάφορα ἄλλα σχετικά ζητήματα, ποὺ θὰ τοῦ παρουσιασθοῦν στὴν ἐπαγγελματικὴ ζωὴ του. Λάβαμε ἔξ ἄλλου ὑπὸ δύψη μας ὅτι τὸ ‘Ιδρυμα Εὐγενίδου προβλέπει νὰ συμπληρώσῃ αὐτὸ ἔδω τὸ βιβλίο μὲ ἄλλες ἔκδόσεις σχετικὲς μὲ τὴν Τεχνολογία, τὶς Μετρήσεις καὶ ζητημένα εἰδικευμένα θέματα.

Τελειώνοντας θέλω νὰ εὐχαριστήσω τὴν ‘Ἐπιτροπὴ ‘Ἐκδόσεων τοῦ ‘Ιδρυματος γιὰ τὴ συμβολὴ τῆς στὸ ἔργο μας αὐτὸ καθὼς καὶ δλοις δσους, μὲ τὸν ἔνα ἥ τὸν ἄλλο τρόπο, συνέβαλαν στὴν πραγματοποίηση τῆς ἔκδόσεως, καὶ πρῶτα ἀπ’ ὅλα αὐτὸ τὸ ἔδιο τὸ ‘Ιδρυμα Εὐγενίδου.

· Παρίσι, Φεβρουάριος 1965
· Ο Συγγραφεὺς





ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 14

'Ενίσχυση ύψηλής συχνότητας

	Σελ.
Παραγρ.	
14 - 1 Γιατὶ χρειάζεται ἡ ἐνίσχυση Υ.Σ	1
14 - 2 Παραστικές χωρητικότητες. Τὸ φαινόμενο Μίλλερ	3
14 - 3 Ἐξουδετέρωση (νετρόδινο)	10
14 - 4 Ἐνισχυτές Υ.Σ. μὲ πέντοδες λυχνίες	14
14 - 5 Ἐνισχύτρια Υ.Σ. μὲ προσγειωμένο πλέγμα	18

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 15

'Αλλαγὴ συχνότητας

15 - 1 Ἀλλαγὴ συχνότητας (ἢ ἐτεροδύνωση)	22
15 - 2 Συμβόλη καὶ διακροτήματα	23
15 - 3 Ἀλλαγὴ συχνότητας μὲ δίοδο στοιχεῖο (μὲ φωρατὴ)	24
15 - 4 Ἀλλαγὴ συχνότητας μὲ ἄλλα μὴ γραμμικὰ στοιχεῖα	29
15 - 5 Λυχνίες καὶ κινηλώματα ἀλλαγῆς συχνότητας	34
15 - 6 Διαγωγιμότητα μεταλλαγῆς	38
15 - 7 Παράσιτα καὶ θόρυβος - Λόγοις σῆμα/θόρυβος	40

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 16

'Υπερετερόδυνοι δέκτες

16 - 1 Ἀρχὴ τοῦ ὑπερετερόδυνου δέκτη	49
16 - 2 Εὐθυγράμμιση Υ.Σ	53
16 - 3 Σφυρίγματα καὶ ἀλληλοδιαμόρφωση	59
16 - 4 Ἐπιλογὴ	64
16 - 5 Εὐθυγράμμιση Μ.Σ.	66
16 - 6 Βοηθητικὲς διαιτάξεις δεκτῶν	68
16 - 7 Παράδειγμα πλήρους ὑπερετερόδυνου δέκτη	76

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 17

Δέκτες διαφόρων ειδῶν

17 - 1	Τεχνικά χαρακτηριστικά ένώς δέκτη	79
17 - 2	Ραδιοφωνικοί δέκτες	84
17 - 3	Τηλεγραφικοί δέκτες	87
17 - 4	Έπαγγελματικοί δέκτες	89
17 - 5	Αύτόδυνος φωρατής	91
17 - 6	Δέκτες μὲ νόμερανάδραση	93
17 - 7	Δέκτες μὲ διαμόρφωση συχνότητας	97

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 18

'Ενισχυτές χαμηλής συχνότητας - Παραμορφώσεις

18 - 1	Εξδή καὶ χοήσεις ἐνισχυτῶν Χ.Σ.	103
18 - 2	Γιὰ τὶς παραμορφώσεις γενικά	104
18 - 3	Παραμόρφωση συχνότητας	105
18 - 4	Παραμόρφωση φάσεως	108
18 - 5	Παραμόρφωση πλάτους	110
18 - 6	Θόρυβοι καὶ βόμβοι	114
18 - 7	'Ενισχυτής τάσεως μὲ ἀντιστάσεις	120
18 - 8	'Ενισχυτής συνεχοῦς τάσεως	126
18 - 9	'Ενισχυτής τάσεως μὲ μετασχηματιστή	128
18 - 10	'Ενισχυση ἰσχύος μὲ τρίοδη λυχνία	130
18 - 11	'Ενισχυση ἰσχύος μὲ πέντοδη λυχνία	136
18 - 12	'Αρνητική ἀνάδραση	138
18 - 13	'Ενισχυτής μὲ καθοδικὸ φορτίο	143
18 - 14	Συμμετρικός ἐνισχυτής ἰσχύος	145
18 - 15	Βαθμίδα ὀναστροφῆς φάσεως	151
18 - 16	'Ενισχυτές ὑψηλής πιστότητας	153

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 19

Κρυσταλλολυχνίαι (Τρανςίστορ) - Βασικὲς γνώσεις

19 - 1	'Ημιαγωγοί	157
19 - 2	'Η κρυσταλλικὴ δομὴ (γερμάνιο καὶ πυρίτιο)	159
19 - 3	'Ελεύθερα ἡλεκτρόνια καὶ ὅπες	162
19 - 4	'Ημιαγωγοί προσμείξεως (τύπου n καὶ τύπου p)	165
19 - 5	'Επαφή	172
19 - 6	Κρυσταλλοθεόδη ἐπαφῆς	175

19 - 7	Κρυσταλλοδίδη άκιδας	181
19 - 8	Κρυσταλλοδίδες σήραγγας	182
19 - 9	Ξηροί άνορθωτές	184
19 - 10	Κρυσταλλοτρίδη έπαφής ή άλυσεως (τρανζίστορ)	185
19 - 11	Κρυσταλλολυχνίες και λυχνίες κενού	190
19 - 12	Χαρακτηριστικές καμπύλες	192
19 - 13	Παράμετροι	195
19 - 14	Κρυσταλλοτρίδη άκιδας	196
19 - 15	Φωτοκύτταρα και φωτοστοιχεῖα	198

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 20

Συνδεσμολογίες μὲ κρυσταλλολυχνίες (τρανζίστορ)

20 - 1	Οι τρεις βασικές συνδεσμολογίες	201
20 - 2	'Ισοδύναμα κυκλώματα· 'Ενίσχυση	203
20 - 3	Παράμετροι και ἔξισώσεις	209
20 - 4	'Επίδραση τῆς συχνότητας	214
20 - 5	Διατάξεις πολώσεως	217
20 - 6	'Έφαρμογές τῶν κρυσταλλολυχνιῶν	220
20 - 7	'Ενισχυτές χαμηλῆς συχνότητας	221
20 - 8	Σύζευξη μὲ μετασχηματιστή	224
20 - 9	'Ενισχυτές ύψηλῆς συχνότητας	225
20 - 10	Ταλαντωτές	227
20 - 11	'Αλλαγή συχνότητας	228
20 - 12	Διάφορες ἄλλες ἐφαρμογές	229

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 21

Γραμμές μεταφορᾶς και κεραίες

21 - 1	Κυκλώματα μὲ κατανεμημένα στοιχεῖα	230
21 - 2	Χαρακτηριστική ἀντίσταση	233
21 - 3	Κύματα φεύγματος και τάσεως	235
21 - 4	'Ανάκλαση	237
21 - 5	Στάσιμα κυκλώματα	243
21 - 6	Προσαμογή	244
21 - 7	Μετασχηματισμὸς ἀντιστάσεων	246
21 - 8	'Η γραμμὴ σὰν συντονισμένο κύκλωμα	249
21 - 9	Γραμμές καθυστερήσεως - Τεχνητὲς γραμμὲς	253
21 - 10	'Ηλεκτρομαγγητικὸ πεδίο - Ακτινοβολία	254
21 - 11	Κεραίες	256
21 - 12	Διάδοση	265

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 22

Τηλεόραση και ραντάρ

22 - 1	Καθοδικός σωλήνας	269
22 - 2	Παλμογράφος	275
22 - 3	Παλμονυκλώματα	277
22 - 4	Άρχη τῆς τηλεοράσεως	287
22 - 5	Έξερεύνηση τῆς εἰκόνας και συγχρονισμός	291
22 - 6	Σωλήνες φωτοληψίας	294
22 - 7	Πομπὸς τηλεοράσεως	298
22 - 8	Δέκτες τηλεοράσεως	303
22 - 9	Έγχρωμη τηλεόραση	306
22 - 10	Μικροκύματα	307
22 - 11	Άρχη τοῦ ραντάρ	314

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 23

Τροφοδότηση - Άνορθωτικὲς διατάξεις

23 - 1	Πηγές τροφοδοτήσεως	320
23 - 2	Θέρμανση τῶν καθόδων	321
23 - 3	Άνορθωτικὲς διατάξεις	323
23 - 4	Σταθεροποίηση τάσεως	330
23 - 5	Πολὺ ύψηλὲς συνεχεῖς τάσεις (τηλεόραση)	332
23 - 6	Τροφοδότηση ἀπὸ πηγὴν χαμηλῆς συνεχοῦς τάσεως	333
23 - 7	Πηγές πολώσεως	335

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 14

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΥΨΗΛΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

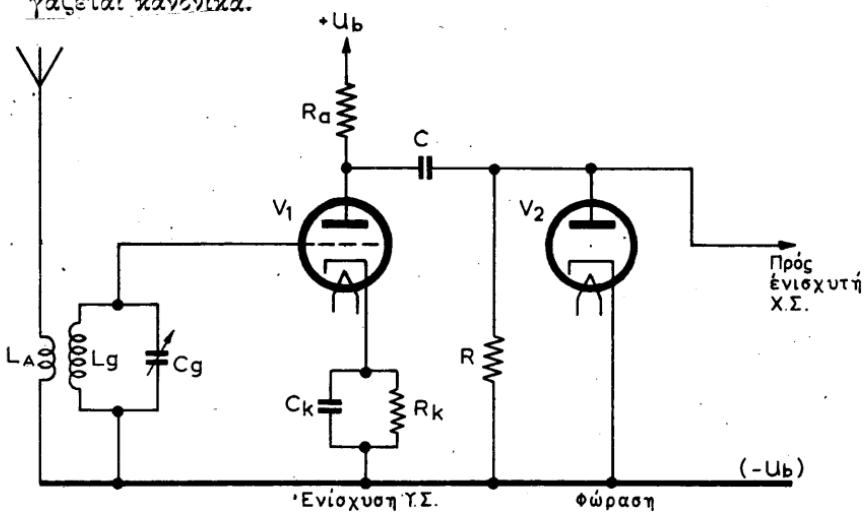
14.1 Γιατί χρειάζεται ή ένισχυση Υ.Σ.

Ή πηγή ουρανού συχνότητας, που διεγείρει τὴν εἶσοδο ένδεικτη, είναι, δπως ξέροιτε, ή κεραία λήψεως. Ή τάση, τού σήματος, τὴν ὅποια τὰ ἡλεκτροιαγνητικὰ κύματα ἀναπτύζουν πάνω σὲ μιὰ κεραία λήψεως, είναι συνήθως λίγες δεκάδες μικροσθόλτ (έκατοιμιοιοστά του βόλτ, μV) ή λίγα μιλλιθόλτ (χιλιοστά του βόλτ, mV), σπανίως περισσότερο. Ή αρ' θλούστι ή τάση, κατά την μορφή νὰ πολλαπλασιάζεται μὲ ἔναν παράγοντα, χάρη, στὴν οπέρταση, ένδεικτικά την ποιητική, ή λειτουργία ένδεικτη, ή έφαρμοσμένη τάση Υ.Σ πρέπει νὰ ἔχῃ πλάτος μεγαλύτερο ἀπὸ 1 βόλτη περίπου.

Δὲν είναι δύσκολο νὰ κατανικηθῇ κατά τὴν ή διασκολία. Άρκει η τάση, εἰσόδου νὰ οποιέλληθῇ σὲ μία ένισχυση Υ.Σ., πρὸς έφαρμοσμήθη στὴ φωρατή. (Στὸν οπέρτασην δέκτες, γιὰ τὸν ὅποιον ήταν μιλήσωμε ἀργότερα, ή ένισχυση, αὐτὴ, μεταποίεται, δὲικά ή λειτουργία, στὸ τηλῆμα μεσαίας συχνότητας τοῦ δέκτη). Ή ένισχυση ουρανού συχνότητας γίνεται μὲ λυχνίες, δπως καὶ ή ένισχυση χαριτηλῆς συχνότητας (Κεφ. 9), δημος παρουσιάζει δρισμένα εἰδικὰ προσδιλήμματα. Ποὺ πρέπει νὰ τὰ έξετάσωμε. Μὲ ἄλλα λόγια ἄλλο πρόβλημα είναι ή ένισχυση ουρανού συχνότητας. Καὶ ἄλλο ή ένισχυση, Χ.Σ.

Γιὰ νὰ πεισθοῦμε ὅτι ή ένισχυση, Υ.Σ. καὶ ή ένισχυση, Χ.Σ. δὲν είναι ἀκριβῶς τὸ ἴδιο πρᾶγμα, ἀς δοκιμάσωμε νὰ γρηγοριστούμε σὰν ένισχυτὴ Υ.Σ. ἔναν ένισχυτὴ τάξεως μὲ ἀντιτά-

σεις, δπως γίνεται στή X.Σ. Θά κατασκευάσωμε τότε μιά συνδεσμολογία σὰν αὐτή τοῦ σχήματος $14 \cdot 1\alpha$, δπου ἡ τρίσδη λυχνία V_1 είναι μία ἐνισχύτρια μὲ ἀντιστάσεις (σχ. $9 \cdot 6\alpha$, ποὺ ἔχει ἐδῶ ἀπλοποιηθῆ γιὰ τὴν περίπτωση μιᾶς τρίσδης λυχνίας) καὶ ἡ δίσδη λυχνία V_2 είναι φωράτρια μὲ στοιχεῖα φωράσεως C καὶ R (σχ. $12 \cdot 4\beta$). Τυποτίθεται βέβαια ὅτι ἡ πρώτη λυχνία (V_1) ἐνισχύει ἀρκετὰ τὴν τάση εἰσόδου Γ.Σ. ἕτσι, ὥστε ὁ φωρατής νὰ ἔργαζεται καγονικά.



Σχ. 14 · 1 α.

Συνδεσμολογία ἐνισχυτῆ Γ.Σ. μὲ ἀντιστάσεις (λυχνία V_1) καὶ φωρατή (V_2).

Ο ἐνισχυτής ὅμως αὐτὸς δὲν πρόκειται νὰ λειτουργήσῃ στήν πράξη.

Δυστυχῶς, δημως, αὐτὸς δὲν θὰ συμβῇ. Μπορεῖ βέβαια πολὺ καλὰ ἡ ἐνισχύτρια λυχνία νὰ ἔχῃ συνδεθῆ σωστὰ καὶ νὰ λειτουργῇ ἵκανοποιητικὰ σὲ χαμηλὲς συχνότητες, δημως στήν ύψηλή συχνότητα δὲν θὰ δώσῃ τὴν ἐνισχυσην ποὺ περιμένομε. "Αν μάλιστα ἡ συχνότητα εἰσόδου είναι πολὺ ύψηλὴ (δπως γιὰ λήψη σὲ διαμόρφωση συχνότητας ἡ στήν τηλεόραση), τότε πιθανὸν ὅχι μόνο νὰ μὴ ἔχωμε ἐνισχυσην, ἀλλὰ, ἀντίθετα, νὰ ἔχωμε ὑπερέιχομε.

Τοὺς λόγους αὐτοῦ τοῦ φαινομένου τοὺς ἐξηγοῦμε παρακάτω· στὸ μεταξὺ ὅμως καλὸ εἶναι γὰ κάνωμε δρισμένες γενικότερες παρατηρήσεις.

Δηλαδὴ, ὅσα ἀναφέραμε γιὰ τὴν ἐνίσχυση στὸ Κεφάλαιο 9, ἀφοροῦσαν κυρίως στὴν περίπτωση, ποὺ τὸ ἀνοδικὸ φορτίο εἶναι μία ὡμικὴ ἀντίσταση **R**. Ἡ ἐνίσχυση π.χ. γιὰ μία πέντοδη λυχνία μὲ διαγωγμότητα **g**, δίνεται τότε ἀπὸ τὸ γνωστὸ τύπο-
A = -gR, ὅπου τὸ σημεῖον πλὴν (-) δηλώνει ὅτι ἡ ἐνίσχυμένη τάση ἐξόδου εὑρίσκεται σὲ πλήρη ἀντίφαση πρὸς τὸ σῆμα εἰσόδου. "Οταν, γενικά, τὸ ἀνοδικὸ φορτίο ἀποτελῆται ἀπὸ μία σύνθετη ἀντίσταση μὲ μέτρο **Z**, ἡ ἐνίσχυση ἔχει ἀπόλυτη τιμὴ **A = gZ**, ποὺ μεταβάλλεται μὲ τὴν συχνότητα, γιατὶ τὸ μέτρο τῆς ἀντιστάσεως **Z** ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν συχνότητα. Ἐπίσης, ἡ ἐνίσχυμένη τάση ἐξόδου δὲν εἶναι πιὰ σὲ πλήρη ἀντίφαση μὲ τὴν τάση εἰσόδου, δηλαδὴ ἡ διαφορὰ φάσεως ἀνάμεσα στὶς δύο τάσεις εἶναι, γενικά, διαφορετικὴ ἀπὸ 180° . Αὐτὸ διφείλεται στὸ γεγονὸς ὅτι μία σύνθετη ἀντίσταση ἐπιβάλλει καὶ ἀπὸ μέρους τῆς μία διαφορὰ φάσεως, ποὺ καὶ ἀντὴ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν συχνότητα. Οἱ παρατηρήσεις αὐτὲς ὑπογραμμίζουν πόσο σπουδαῖος εἶναι ὁ ρόλος τῆς συχνότητας, ὅταν ἔχωμε σύνθετο ἀνοδικὸ φορτίο.

"Ωστόσο, ἡ γενικὴ μελέτη τῆς ἐνίσχυσεως, ὅταν τὸ ἀνοδικὸ φορτίο ἀποτελῆται ἀπὸ μία σύνθετη ἀντίσταση, ξεφεύγει ἀπὸ τὰ πλαίσια τοῦ βιβλίου.

14.2 Παρασιτικές χωρητικότητες. Τὸ φαινόμενο Μίλλερ.

Οἱ λόγοι, γιὰ τοὺς δποίους ἔνας ἐνισχυτὴς μὲ ἀντιστάσεις δὲν λειτουργεῖ ἵνανοποιητικὰ στὴν **I.S.**, ἐξηγοῦνται ἀπὸ τὸ γεγονὸς ὅτι ἡ λυχνία καὶ ἡ συνδεσμολογία τῆς εἰσάγουν παρασιτικές χωρητικότητες. "Ας δοῦμε ὅμως ποιές εἶναι αὐτὲς οἱ παρασιτικές χωρητικότητες.

Πρῶτα-πρῶτα, μὲ τὴν λέξη «παρασιτικὴ» δηγλώνοιτε ἐδὴ

μία χωρητικότητα ποὺ σχηματίζεται αναπόφευκτα ανάμεσα σὲ δύο ήλεκτρόδια τῆς λυχνίας, χωρὶς δὲ κατασκευαστής νὰ τὸ ἔχῃ ἐπιδιώξει. Ἐτσι σχηματίζεται π.χ. ἡ παρασιτικὴ χωρητικότητα μεταξὺ ἀνόδου καὶ καθόδου τῆς λυχνίας (C_{AK}), ποὺ περιλαμβάνει: α) τὴ χωρητικότητα ἀνάμεσα σ' αὐτὰ τὰ δύο ηλεκτρόδια καὶ ἐπὶ πλέον τὴ χωρητικότητα ἀνάμεσα στοὺς ἀντιστοίχους ἀκροδέκτες τῆς λυχνίας, καὶ β) τὶς χωρητικότητες τῶν συρμάτων τῆς συνδεσμολογίας καὶ τῶν στοιχείων κυκλώματος ὡς πρὸς τὸ σασί.

Ἄκομη καὶ ἀν πάρωμε προφυλάξεις (μὲ μικρὰ σύρματα συνδέσεως, μὲ κατάλληλη διάταξη τῶν στοιχείων κυκλώματος, κτπ), μιὰ παρασιτικὴ χωρητικότητα C_{AK} , παραμένει πάντοτε. Εἶγι βέβαια σκορπισμένη ἐδῶ καὶ ἐκεῖ, δὲν εἰναι κάπου συγκεντρωμένη, ἀλλὰ ώστόσο ὑπάρχει. Παρασιτικὴ χωρητικότητα ὑπάρχει ἀκόμη μεταξὺ πλέγματος καὶ ἀνόδου (C_{GA}), καθὼς καὶ μεταξὺ πλέγματος καὶ καθόδου (C_{GK}).

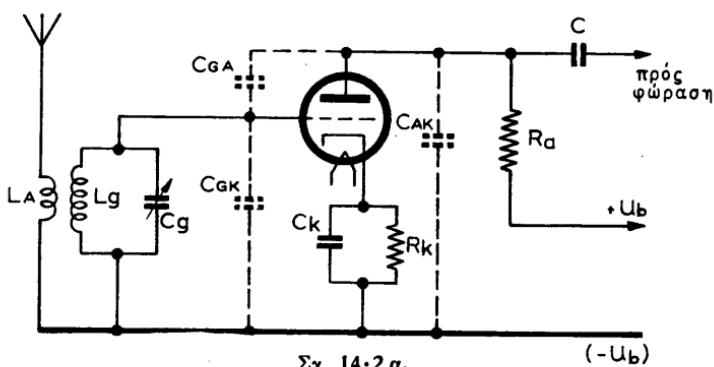
Στὶς τρίοδες λυχνίες ἡ παρασιτικὴ χωρητικότητα ἀνόδου — καθόδου εἰναι συνήθως γύρω στὰ 20 pF, ἐνῷ οἱ παρασιτικὲς χωρητικότητες πλέγματος εἰναι μιερικὰ μόνο pF (γιὰ τὶς πέντεδες λυχνίες θὰ μιλήσωμε παρακάτω).

Παρ' ὅλο ποὺ οἱ παρασιτικὲς αὐτὲς χωρητικότητες φαίνονται μικρές, φθάνουν ώστόσο γιὰ νὰ ἔξουδετερώσουν τὴν ἐνισχυτικὴ ἵκανότητα ἐνὸς ἐνισχυτῆ μὲ ἀντιστάσεις στὴν Υ.Σ. Στὴν πάρα πολὺ ὑψηλὴ συχνότητα (μικροκύματα), δχι μόνο δὲνισχυτῆς μὲ ἀντιστάσεις, ἀλλὰ καὶ διπολιδήποτε εἶδος ἐνισχυτῆ μὲ συνηθισμένες λυχνίες (σὰν αὐτὲς ποὺ γνωρίσκμε στὸ Κεφ. 8) ἀχρηστεύεται ἀκριβῶς ἀπὸ αὐτὲς τὶς παρασιτικὲς χωρητικότητες καὶ ἀπὸ δρισμένους ἀλλους λόγους. Πρὸς τὸ παρὸν δημος δὲν φθάσαιε ἀκόμα ἐκεῖ.

Ἐνα παράδειγμα, γιὰ νὰ καταλάβωμε τὴν ἐπίδραση ποὺ ἔχουν οἱ παρασιτικὲς χωρητικότητες εἰναι τὸ ἔξῆς: Ἀρκεῖ νὰ

πεφύθουμε ότι μία χωρητικότητα, π.χ. 10 pF , έχει χωρητική αντίσταση, σὲ συγνότητα 1 Mc/s , ίση μὲ 17000Ω , ἐνῷ σὲ συγνότητα 10 Mc/s ή χωρητική αντίσταση δὲν είναι πιὰ παρά μόλις 1700Ω . Οἱ αντιστάσεις ὅμως ποὺ συναντούμε συνήθως στὶς ραδιοτεχνικὲς συνδεσμολογίες εἰναι εἴτε περίπου τῆς ἔδιας τάξεως, εἴτε μεγαλύτερες. Ἀρα, οἱ παρασιτικὲς χωρητικότητες θὰ παῖξουν πρακτικὰ στὴν Υ.Σ. τὸν ἔδιο σημαντικὸ ρόλο, ἢν ὅχι σημαντικότερο, ἀπὸ τὰ στοιχεῖα κυκλώματος ποὺ ἔχουν χρησιμοποιηθῆ σκόπιμα στὴν συνδεσμολογία. Τὸ δτὶ τὶς παρασιτικὲς χωρητικότητες δὲν τὶς θέλχαι, δὲν τὶς ἐμποδίζει καθόλου νὰ παῖξουν αὐτὸ τὸ σημαντικὸ ρόλο.

Γιὰ νὰ δοῦμε τὸν ἔχωριστὸ ρόλο, ποὺ παῖξει καθεμιὰ ἀπὸ τὶς τρεῖς παρασιτικὲς χωρητικότητες μιᾶς τρίσδης λυχνίας, ἀς ἐπαναλάθωμε τὸ σχῆμα ἐνδὲ ἐνισχυτῆ μὲ αντιστάσεις, χωρὶς ὅμως τώρα νὰ παραλείψωμε νὰ σημειώσωμε καὶ τὶς παρασιτικὲς χωρητικότητες (μὲ διακεκοιμένη γραμμή, σχ. 14·2 α'). Βλέπομε ἀμέ-



Ἐνισχυτής Υ.Σ. μὲ αντιστάσεις, ποὺ δὲν λειτουργεῖ ἐξ αἰτίας τῶν παρασιτικῶν χωρητικοτήτων C_{GA} , C_{GK} καὶ C_{AK} (ἄς σημειωθῆ ὅτι δὲ πυκνωτής C_k είναι ἀρκετὰ μεγάλος, ὥστε νὰ ἀποτελῇ βραχυκύκλωμα στὴν ὑψηλὴ συγνότητα).

Ἰως ὅτι τὰ κυκλώματα ἀποτελοῦνται στὴν πραγματικότητα ἀπὸ

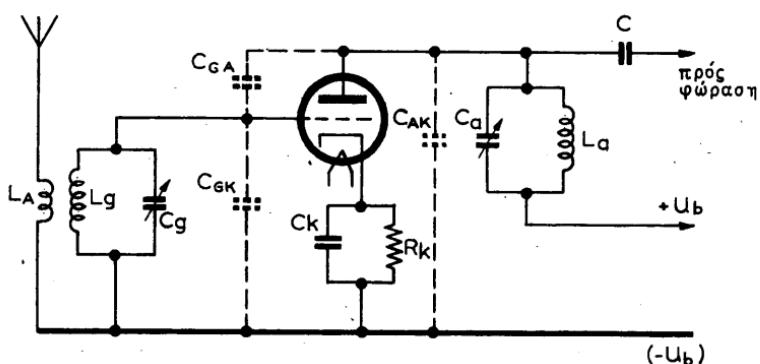
σύνθετες άντιστάσεις και θυμόμαστε τις παρατηρήσεις που κάναμε στὸ τέλος τῆς προηγουμένης παραγράφου. "Ας πάρωμε πάντως ἐδῶ τὰ πράγματα μὲ τὴ γειρά.

"Η ἐπίδραση τῆς χωρητικότητας πλέγματος - καθόδου C_{KG} εἰναι ἀρκετὰ ἀπλή. "Η παρασιτικὴ χωρητικότητα C_{KG} δρᾶ παράλληλα πρὸς τὸν πυκνωτὴν C_g τοῦ συντονισμένου κυκλώματος εἰσόδου. Δὲν κάνει λοιπὸν τίποτε ἄλλο παρὰ νὰ αὐξάνῃ τὴ χωρητικότητα τοῦ κυκλώματος εἰσόδου. Αὐτὸ δημος δὲν δημιουργεῖ οὐσιαστικὴ δυσκολία, γιατὶ δι πυκνωτῆς εἰσόδου C_g εἰναι μεταβλητὸς και μποροῦμε συνήθως νὰ μεταβάλωμε τὴ χωρητικότητά του ἔτσι, ὥστε νὰ κρατοῦμε τὸ κύκλωμα εἰσόδου σὲ συντονισμὸς ὡς πρὸς τὴ συχνότητα που θέλομε νὰ πάρωμε. Δὲν χρειάζεται, λοιπόν, νὰ ἀπασχοληθοῦμε ἐδῶ περισσότερο μὲ τὴν παρασιτικὴ χωρητικότητα C_{KG} .

"Ο ρόλος τῆς χωρητικότητας ἀνόδου - καθόδου C_{AK} εἰναι πιὸ σημαντικός. "Η χωρητικότητα αὐτὴ εὑρίσκεται παράλληλα πρὸς τὸ ἀνοδικὸ φορτίο R_a τῆς λυχνίας, ἀφοῦ δη πηγὴ τροφοδοτήσεως U_e ἀποτελεῖ βραχυκύλωμα γιὰ τὴν $\Gamma.S.$. "Η ἀντίσταση φόρτου μιᾶς τρίοδης λυχνίας εἰναι συνήθως λίγες δεκάδες χιλιάδες ὅμι (δεκάδες $k\Omega$). "Άλλὰ και δη χωρητικὴ ἀντίσταση τῆς χωρητικότητας C_{AK} στὴν $\Gamma.S.$ εἰναι, δπως εἶδαμε παραπάνω, γύρω στὰ 10 $k\Omega$, ἀν δχι λιγότερο. "Αρα, τὸ ἀνοδικὸ φορτίο θὰ ἀποτελῇται τελικὰ ἀπὸ μιὰ σύνθετη ἀντίσταση που τὸ μέτρο τῆς θὰ εἰναι τέσσο μικρότερο, δσο δη συχνότητα εἰναι δψηλότερη. Σύμφωνα δημος μὲ δσά εἴπαμε στὴν παράγραφο 9.5 (παρ' ὅλο δτὶ ἐδῶ δχοὶμε νὰ κάνωμε μὲ σύνθετη και δχι δμικὴ ἀντίσταση φόρτου), δη ἐνίσχυση μικραίνει δσο τὸ ἀνοδικὸ φορτίο ἐλαχττώνεται. "Ετσι, δη παρουσία τῆς παρασιτικῆς χωρητικότητας C_{AK} καταστρέψει, στὴν $\Gamma.S.$, τὴν ἐνισχυτικὴ ικανότητα τῆς συνδεσμολογίας ἐνὸς ἐνισχυτῆ, μὲ ἀντίστασεις. "Η κατάσταση αὐτὴ διορθώνεται, δπως θὰ δοῦμε, ἀν, ἀντὶ γιὰ μιὰ δμικὴ ἀντίσταση φόρτου R_a , χρησιμοποιήσωμε ἐνα ἀνοδικὸ συντονισμένο κύκλωμα.

Τὸ κακὸ δημοσίευσης μεγαλώνει μὲ τὴν ἐπέμβαση τῆς παρασιτικῆς χωρητικότητας C_{GA} , ποὺ παῖζει τὸν πιὸ πολύπλοκο καὶ συγκαντικὸ ρόλο. Αὐτὸ συμβαίνει, γιατὶ ἡ χωρητικότητα αὐτὴ συνδέει, δπως βλέπομε στὸ σχῆμα 14·2 α, τὴν ἔξοδο τοῦ ἐνισχυτῆ (κύκλωμα ἀνόδου) μὲ τὴν εἴσοδό του (κύκλωμα πλέγματος). Δημιουργεῖ, ἐπομένως, ἀνάδραση (ἀνασύζευξη ἐξόδου - εἰσόδου, βλ. καὶ παρ. 10·2.). Τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἀναδράξεως ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τάση, ποὺ ἐπιστρέψει ἀπὸ τὴν ἔξοδο στὴν εἴσοδο τῆς λυχνίας, καὶ εἰδικότερα ἀπὸ τὴν φάση αὐτῆς τῆς τάσεως, σχετικὰ πρὸς τὸ σῆμα εἰσόδου. Ή φάση ἔξι ἀλλού τῆς τάσεως ἐπιστροφῆς ἐξαρτᾶται, μὲ τὴ σειρά της. ἀπὸ τὴν συγκρότηση καὶ τὴ συμπεριφορὰ τοῦ ἀνοδικοῦ κύκλωματος στὴ συγχρότητα τοῦ σήματος.

Φθάνομε ἔτσι νὰ διακρίνωμε τὶς ἔξηγες τρεῖς βασικὲς περιπτώσεις:



Σχ. 14·2 β.

Ἐνισχυτής Υ.Σ. μὲ συντονισμένο κύκλωμα στὴν ἀνοδό (ἐξακολουθεῖ νὰ μὴ λειτουργῇ καλὰ ἐξ αἰτίας τῶν παρασιτικῶν χωρητικοτήτων).

1. "Ἐστω ὅτι τὸ ἀνοδικὸ κύκλωμα ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα παράλληλο συντονισμένο κύκλωμα $L_a C_a$ (σχ. 14·2 β). "Ας ὑποθέσωμε ἀκόμη ὅτι τὸ ἀνοδικὸ κύκλωμα εἰναι συντονισμένο ἀκριβῶς στὴ συγχρότητα τοῦ σήματος εἰσόδου. Ξέρομε τότε ὅτι τὸ ἀνοδικὸ

κύκλωμα ἴσοδυναμιεῖ μὲ μία μεγάλη ὀμβακὴ ἀντίσταση R_π (παρ. 7·2). Στὴν περίπτωση αὐτῇ, ἡ φάση τῆς τάσεως ἐπιστροφῆς καθορίζεται ἀπὸ τὴν στροφὴν φάσεως κατὰ 90° , ποὺ ἐπιβάλλει ὁ πυκνωτής ἀναδράσεως C_{GA} . "Ετοι, ἡ τάση ἐπιστροφῆς καὶ ἡ τάση τοῦ σύμματος εἰσόδου θὰ ἔχουν διαφορὰ φάσεως 90° . "Οταν συμβεί-νη αὐτό, ἡ ἀνάδραση δὲν ἀναχιεῖ τὴν ἐνίσχυση, εἶναι δὲ προστίθεται, παράλληλα στὴν εἰσόδο τῆς λυχνίας καὶ μία ἀκόμα ἀρχατηγή χωριτικότητα. Τὸ παράξενο εἰναῖ, ὅπως δείχνει ὁ ὑπολογιστές, δὲ πρόσθετη αὐτὴν χωρητικότητα δὲν εἰναι καθόλου ἵση μὲ C_{GA} , ἀλλὰ ἵση, μὲ $A + 1$ φορὲς C_{AG} , ὅπως A εἰναι ἡ ἐνίσχυση τῆς συνδεσιολογίας (ἡ ἐνίσχυση ὑπολογίζεται, χωρὶς νὰ λάθωμε ὑπ' ὅψη γιατὶ τὸ χρηματικὸ σημεῖο, σύμπονα μὲ δεῖπνα στὴν παρ. 9·5, ἂν ὅπως R_a βάλωμε R_π). Τελούτικά, ἂν Ημιηθούμε δὲ πτὸ κύκλωμα εἰσόδου ἐπιδρά ἐπίσης παράλληλα καὶ ἡ παραστικὴ χωρητικότητα, παράλληλα στὸ κύκλωμα εἰσόδου, εἰναι:

$$C_g = C_{GK} + (A + 1) C_{GA}. \quad (1)$$

"Η τιμὴ τῆς μπορεῖ εὔκολα νὰ φθάσῃ, καὶ νὰ ὑπερβῇ τὰ 100. pF. "(Οπως ὅμως εἴπαμε καὶ παραπάνω, ἡ πρόσθετη αὐτὴν χωρητικότητα δὲν δημιουργεῖ σοβαρὴ δυσκολία, ἀφοῦ μποροῦμε νὰ διατυρίσωμε τὸ συντονισμὸ τοῦ κυκλώματος εἰσόδου, ἐλαττώνοντας κατὰ τὴν ἕδια ποσετήτα τὴν χωρητικότητα τοῦ μεταβλητοῦ πυκνωτῆ C_g . "Εκτὸς βέβαια ἀν δ μεταβλητὸς πυκνωτῆς εἰναι γῆρη ἀρκετὰ μικρός, ὥστε ἡ παραπέρα ἐλάττωση, νὰ εἰναι ἀδύνατη, ὅπως αὐτὸς ἀκριβῶς συμβείνει στὴν πάρα πολὺ ὑψηλὴ συγχρόνητα.

2. Στὴν περίπτωση, ποὺ ἡ συχνότητα τοῦ σύμματος εἶναι σημαντικὰ μικρότερη, ἀπὸ τὴν συγχρόνητα συντονισμοὺς τοῦ ἀνοδικοῦ κυκλώματος, τὸ ἀνοδικὸ κύκλωμα ἴσοδυναμιεῖ, ὅπως δέρομε, μὲ μία αὐτεπαγωγή, ἔχει δηλαδὴ ἐπαγωγικὴ συμπεριφορὰ (παρ. 7·1).

‘Η τάση ἐπιστροφῆς γιὰ καθαρὴ ἐπαγωγικὴ συμπεριφορά, ἐνρίσκεται σὲ ταυτότητα φάσεως μὲ τὴν τάση, τοὺς σύμματος εἰσόδους καὶ ἡ ἀνάδραση, εἰναὶ θετική. Αὗτὸς σημαίνει ὅτι ἡ τάση ἐπιστροφῆς προστίθεται στὸ ἀρχικὸ σῆμα εἰσόδου καὶ τὸ διναμώνει, τὸ δυναμικόν σῆμα εἰνισχύεται πάλι ἀπὸ τὴν λυγνία, κ.ο.κ. Δημιουργοῦνται ὅτι: συγκίνεσι μετατροπῆς τοῦ ἐνισχυτῆ σὲ ταλαντῶτην Γ.Σ. (παρ. 10·2). Καὶ πραγματικά, ἂν ἡ θετικὴ ἀνάδραση εἰναὶ ἀρκετὰ ισχυρή, ὁ ἐνισχυτὴς θὰ μετατραπῇ σὲ ταλαντῶτην, ἕπότε, ὅχι μόνον ἡ διάταξη, θὰ πάντη, νὰ λειτουργῇ γιὰ τὸ σκοπὸ ποὺ κατασκευάθηκε, ἀλλὰ τὸ μεγάφωνο τοῦ δέκτη θὰ δίνῃ ἔνα σφύριγμα πολὺ ἐνοχλητικό. Αὗτὸς τὸ χαρακτηρίζομε λέγοντας ὅτι ὁ ἐνισχυτὴς Γ.Σ., καὶ μαζί του δλέκληρος ὁ δέκτης, εἰναὶ ἀσταθῆς (δηλαδὴ κινδυνεύει νὰ μετατραπῇ σὲ ταλαντῶτην).

3. ‘Η τελευταία περίπτωση εἰναὶ ἐκείνη, ὅπου ἡ συγκότητα τοὺς σύμματος εἰναὶ σημαντικὰ μεγαλύτερη, ἀπὸ τὴν συγκότητα συντονισμοῦ τοῦ ἀνοδικοῦ κύκλωματος. Τὸ ἀνοδικὸ κύκλωμα ἰσοδυναμεῖ τότε μὲ μιὰ χωρητικότητα. Γιὰ καθαρὴ χωρητικὴ συμπεριφορά, ἡ τάση ἐπιστροφῆς εὑρίσκεται σὲ πλήρη ἀντίφαση μὲ τὴν τάση τοῦ σύμματος εἰσόδου. ‘Ἄρα, ἡ τάση ἐπιστροφῆς ἀφαιρεῖται ἀπὸ τὸ ἀρχικὸ σῆμα εἰσόδου, καὶ ἐποιέντος τὸ σῆμα εἰσόδου ἐξασθενεῖται. Τὸ ἵδιο συμβαίνει καὶ μὲ τὸ σῆμα ἐξόδου.’ Εἶται, τὸ τελικὸ ἀποτέλεσμα εἰναὶ νὰ λειτουργῇ ἡ διάταξη μὲ μιὰ ἐνισχυση σημαντικὰ ἐλαττωμένη. ‘Η περίπτωση αὐτὴ δὲν παρουσιάζεται μόνο στοὺς ἐνισχυτές μὲ συντονισμένο ἀνοδικὸ κύκλωμα, ἀλλὰ ἀποτελεῖ τὴν μόνην, κατάσταση στοὺς ἐνισχυτές μὲ ἀντιστάσεις, ἀφοῦ γιὰ τοὺς ἐνισχυτές αὐτοὺς τὸ ἀνοδικὸ κύκλωμα ἔγη πάντοτε χωρητικὴ συμπεριφορά.

Συνοψίζοντας δοσα εἴπαμε γιὰ τὸ ρόλο παραχωτικῆς χωρητικότητας C_{GA} , ἔχοιτε νὰ ποὺμε τὰ ἔξηγες: ‘Η ἐπιδραση τῆς χωρητικότητας αὐτῆς, σὲ ἔναν ἐνισχυτὴ Γ.Σ. μὲ συντονισμένο ἀνοδικὸ κύκλωμα, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν σχέση τῆς συγκότητας τοῦ σή-

ιατος ὡς πρὸς τὴν συχνότητα συντονισμοῦ τοῦ ἀνοδικοῦ κυκλώματος. Ὁποιαδήποτε δμως καὶ ἂν εἴναι ἡ σχέση αὐτῆς, ποὺ μπορεῖ ἄλλωστε νὰ μεταβάλλεται ἀπὸ θελημένους ἢ ἀθέλητους λόγους, τὰ ἀποτελέσματα εἶναι ἀσχηματικά. Καὶ τοῦτο, γιατί, ἀπὸ τὴν μιὰ μεριά, ἡ χωρητικότητα C_{GA} αὐξάνει γενικὰ τὴν χωρητικότητα τοῦ συντονισμένου κυκλώματος εἰσόδου, ἐνῶ, ἀπὸ τὴν ἄλλη μεριά εἴτε κάνει τὸν ἐνισχυτὴν ἀσταθή, εἴτε τοῦ ἐλαττώνει σημαντικὰ τὴν ἐνισχυτική του ἴκανότητα (μέχρι τοῦ σημείου νὰ ἔχωμε, ἀντὶ γιὰ ἐνισχυση, ἔξασθενιση τοῦ σήματος εἰσόδου στὶς πολὺ ὑψηλὲς συχνότητες). Τὰ δυσάρεστα αὐτὰ ἀποτελέσματα τῆς παρασιτικῆς χωρητικότητας πλέγματος - ἀνόδου εἶναι γνωστὰ μὲ τὸ περιληπτικὸ δόγμα φαινόμενο *Μίλλερ*.

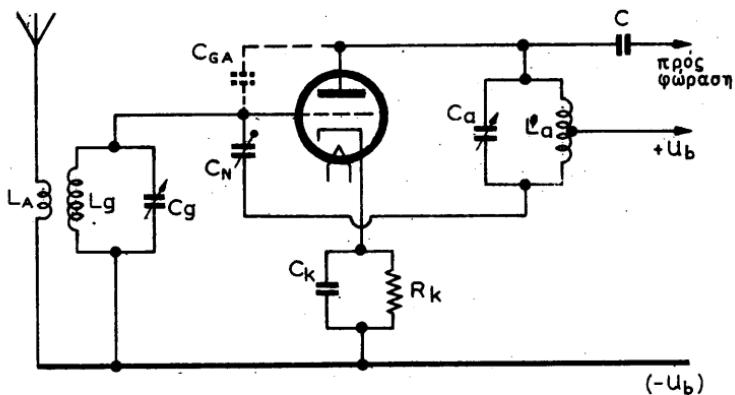
Γεννᾶται τώρα τὸ ἐρώτημα: Μὲ ποιούς τρόπους μποροῦμε νὰ ἀποφύγωμε στὴν πράξη τὶς βλαβερὲς ἐπιδράσεις τῶν παρασιτικῶν χωρητικοτήτων καὶ, εἰδικότερα, τοῦ φαινομένου *Μίλλερ*; Πῶς, δηλαδή, μποροῦμε νὰ κατασκευάζωμε ἐνισχυτὲς *Υ.Σ.* ποὺ νὰ λειτουργοῦν ἴκανοποιητικά; Αὐτὸς θὰ τὸ ἔξετάσωμε στὶς ἐπόμενες παραγγράφους.

14·3 Ἐξουδετέρωση (νετρόδυνο).

Γιὰ νὰ ἔξουδετερώσωμε τὴν ἀνεπιθύμιητη ἀνάδραση, ποὺ προκαλεῖ ἡ παρασιτικὴ χωρητικότητα πλέγματος - ἀνόδου C_{GA} , εἶναι φανερὸ δτὶ ἀρκεῖ νὰ βροῦμε ἔναν τρόπο γιὰ νὰ ἐψαριμόσωμε στὸ κύκλωμα πλέγματος μιὰ τάση ἵση καὶ ἀντίθετη, πρὸς τὴν τάσην ἀναδράσεως. Ἀφοῦ, δηλαδή, δὲν μποροῦμε κατασκευαστικὰ νὰ ἀποφύγωμε τὴν παρασιτικὴ ἀνάδραση, δὲν μᾶς λιένει παρὰ νὰ τὴν ἀνατιρέσωμε μὲ μιὰ δεύτερη ἀντίθετη ἀνάδραση, ποὺ τὴν προκαλοῦμε τεχνητὰ στὸ ἔξωτερικὸ κύκλωμα τῆς λυγνίας.

Ἐπιτυγχάνομε μιὰ τέτοια ἔξουδετέρωση μὲ τὴ βοήθεια διαφόρων κυκλωμάτων. Μποροῦμε π.χ. νὰ χρησιμοποιήσωμε τὸ σχῆμα 14·2 β, κάνοντας δμως τὶς ἀλλαγὴς ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα

14-3 α. Οι άλλαγές είναι δύο: Πρώτον, για τροφοδότηση τής άγοδου σε συνεχή τάση ($+U_b$) δὲν γίνεται άπό την άκρο του συντονιζμένου άνοδικού κυκλώματος, άλλαξ όποια μιά σύνδεση, στην μέση, του πηγίου του κυκλώματος αύτού. Επομένως, οι τάσεις ουγγάρητας στα άκρα του άνοδικου κυκλώματος είναι ίσες καὶ άντιθετές, δηλαδή τη μεσαία λύψη, του πηγίου.



Σχ. 14-3 α.

Έξουδετέρωση (διά πυκνωτής C_N έξουδετερώνει τήν άνάδραση, ποὺ γίνεται - διὰ μέσου τῆς παρασιτικῆς χωρητικότητας πλέγματος - άνοδου C_{GA}).

Δεύτερον, μεταξύ του έλευθερωμένου άκρου του συντονιζμένου άνοδικού κυκλώματος καὶ του πλέγματος, συνδέομε ἔνα μικρὸ πυκνωτὴ C_N , ποὺ ἡ χωρητικότητά του είναι ίση μὲ τήν παρασιτικὴν χωρητικότητα C_{GA} . Επειδή, διπολοῦ παρασιτικῆς πλέγματος είναι, διὸ πρὸς τὴν μεσαία λύψη, ίσες καὶ άντιθετές, οἱ ίσες χωρητικότητες C_N καὶ C_{GA} θὰ μεταφέρουν στὸ πλέγμα δύο ίσες καὶ άντιθετές τάσεις άναδράσεως, ποὺ ἡ μία θὰ έξουδετερώνη τήν άλλη. Ο πυκνωτὴς C_N θνομάζεται πυκνωτὴς έξουδετερώσεως καὶ είναι συνήθως ἐνας ρυθμιζόμενος πυκνωτὴς (παρ. 5-6), γιὰ νὰ μποροῦμε νὰ ρυθμίζωμε πειραχτικὰ τὴν χωρητικότητά του στὴν κατάλληλη τιμή.

Η συνδεσμολογία τοῦ σχήματος 14·3α (καθὼς καὶ ἄλλες παρόρισιες πρὸς αὐτὴν) ὁνομάζεται *νετρόδωμο* καὶ λειτουργεῖ στὴν πράξη ἵκανοποιητικὰ τὰν ἐνισχυτῆς Γ.Σ. Αὐτὸς τὸ ὅφελος εἰς κυρίως στὴν κατάργηση, τῆς ἀναδράσεως, ποὺ συγμαίνει ὅτι τὸ ἀνοδικὸ κύκλωμα ἔξέσδοι γίνεται ἀνεξάρτητο καὶ ἀποικονώνεται ἀπὸ τὸ κύκλωμα εἰςόδου. Ταυτόχρονα, σὶ δύο ἄλλες παρασιτικὲς γυρηγτικότητες C_{AK} (ἀνόδου - πλέγματος) καὶ C_{GK} (πλέγματος - καθαέδου) δὲν ἐμποδίζουν τὴν λειτουργία, ἀρκεῖ νὰ τὶς λάβητες ὑπὸ ὅψη μας κατὰ τὸν ὑπόλογοισι μὲν τῶν συντονισμένων κυκλωμάτων ἀνόδου καὶ πλέγματος.

Οταν ἡ συχνότητα τοῦ σήματος εἰςόδου εἶναι ἀκριβῶς ἵση μὲ τὴ συχνότητα συντονισμοῦ τῶν κυκλωμάτων πλέγματος καὶ ἀνόδου, τότε τὸ ἀνοδικὸ κύκλωμα ἰσοδυναμεῖ, δποις ἕρεμος, μὲ μία μεγάλη, ὥλικὴ ἀντίσταση, R_p (παρ. 7·2). Γιὰ τὴ συχνότητα καντή, ὁ ἐνισχυτῆς λειτουργεῖ σὰν ἐνισχυτῆς μὲ τρίσδη, λυγνία καὶ μὲ ἀντίστάσεις καὶ δίνει ἐνισχυση ἵση μὲ (παρ. 9·5):

$$A = \frac{\mu R_p}{\rho + R_p}, \quad (1)$$

ὅπου μ δὲ συντελεστὴς ἐνισχύσεως τῆς λυγνίας, ρ δὲ ἐσωτερική της ἀντίσταση καὶ R_p δὲ ἀντίσταση φέρτου. Η ἐνισχυση ἀντὴ ἀντίστοιχεῖ στὴν ἀκριβῆ συχνότητα συντονισμοῦ. "Οσος δημιουργεῖ δὲ συχνότητα τοῦ σήματος εἰςόδου ἀποικακρύνεται ἀπὸ τὴ συχνότητα συντονισμοῦ, τόσος δὲ ἐνισχυση ἐλαττώνεται καὶ πρακτικὰ γίνεται: γρήγορα ἀσύμματη. Αὐτὸς συμβαίνει γιατί, σὲ συγχρότες ἔξιτο ἀπὸ τὸ συντονισμό, τὸ ἀνοδικὸ κύκλωμα παρρυνταί: μιὰ σύνθετη, ἀντίσταση ποὺ τὸ μέτρο της διαρκώς μικραίνει, δισο ἀποικακρύνειταις ἀπὸ τὸ συντονισμό. Σὲ μικρές δημιουργίας ἀνοδικὲς ἀντίστάσεις ἀντιστοιχούν μικρές ἐνισχύσεις. Ετοι, δὲ ἐνισχυτῆς Γ.Σ. ἐνισχύει μόνο τὶς συγχρότες, ποὺ εὑρίσκονται μέσα σὲ μία στενὴ περιοχὴ γύρω ἀπὸ τὴ συγχρότητα συντονισμοῦ, εἶναι δηλαδὴ ἐνας συντονισμένος ἐπισχυτῆς (ἀντίθετα ἀπὸ ἕνα συνηθισμένο ἐνισχυτὴ Γ.Σ., ποὺ ἐνισχύει

ιικά πλατιά περισχή χαμηλῶν συγνοτύτων, είναι δηλαδὴ ἔνας ἀσυντόνιστος ἐνισχυτής).

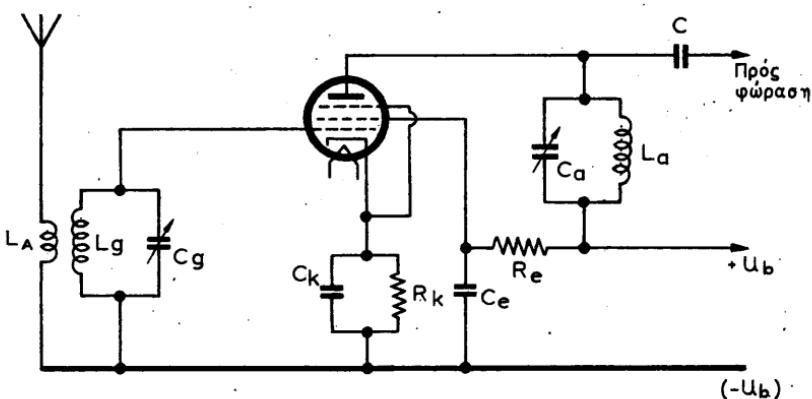
"Αν χαράξωμε τὴν καμπύλη, ποὺ δίνει τὴν ἐνίσχυση τοῦ ἐνισχυτῆ Γ.Σ. γιὰ διάφορες συγνότητες γύρω ἀπὸ τὸ συντονισμό, ἢα πάρωμε μιὰ καμπύλη, ποὺ ἔχει τὴ γνωστὴ μορφὴ τῆς καμπύλης συντονισμοῦ ἢ καμπύλης ἐπιλογῆς ἐνδὲ συντονισμένου κυκλώματος (π.χ. σὰν αὐτὴ τοῦ σχ. 6·7α, βλ. παρ. 6·7 καὶ 7·3). Δηλαδὴ ἡ ἐνίσχυση γίνεται μεγίστῃ ἀκριβῶς στὴ συγνότητα συντονισμοῦ καὶ ἐλαττώνεται γρήγορα γύρω ἀπὸ αὐτήν. Μιὰ τέτοια μεταβολὴ, τῆς ἐνισχύσεως μὲ τὴ συγνότητα είναι ἀπαραίτητη γιὰ ἔναν ἐνισχυτῆ Γ.Σ., ποὺ τοποθετεῖται στὴν εἰσοδο ἐνδὲ δέκτη. Μὲ τὸν τρόπο ἀκριβῶς αὐτὸς δυναμόνει ἡ ἐπιλογὴ τοῦ δέκτη — καὶ ἀξιούς ἔχεινεις ὅτι ἡ ἐπιλογὴ είναι μιὰ ἀπὸ τις βασικὲς ἰδιότητες ἐνδὲ δέκτη (παρ. 2·6).

Τὸ συμπέρασμα είναι ὅτι, ἂν ἔνας δέκτης ἔχῃ σὰν πρώτη βαθμίδα ἔναν ἐνισχυτῆ Γ.Σ., τότε, ὅχι μόνο γίνεται πιὸ εὐαίσθητος (δηλαδὴ μπορεῖ νὰ κάνῃ λήψη πιὸ μακρινῶν σταθμῶν), ἀλλὰ συγχρόνως ἀποκτᾷ καὶ μεγαλύτερη ἐπιλογή. Καταλαβαίνομε ἀλλωτεῖται ὅτι χωρὶς δξύτερη ἐπιλογή, ἡ μεγαλύτερη εὐαίσθησία είναι πρακτικὰ ἀνήφελη. Πρέπει ωστόσο νὰ πούμε ὅτι σὲ ἔναν διερευνόδυνο δέκτη (γιὰ τὸν δποτὸ θά μιλήσωμε πιὸ κάτω) ἡ ἐνίσχυση Γ.Σ. στὴν εἰσοδο τοῦ δέκτη συνήθως παραλείπεται καὶ μετατοπίζεται στὶς βαθμίδες μεσαίας συγνότητας, ὅπου καὶ πάλι ἔχει σὰν ἀποτέλεσμα τὴν αὔξηση τῆς εὐαίσθησίας καὶ τῆς ἐπιλογῆς. Ἐπὶ πλέον, σὲ ἐνισχυτὲς Γ.Σ. στοὺς δέκτες δὲν κατασκευάζονται συγήθως μὲ τρίσδες, ἀλλὰ μὲ πέντεδες λυχνίες (ἢ τρίσδη λυχνία μὲ ἑξουδετέρωση χρησιμοποιεῖται στοὺς πομπούς, ἐνῷ ἀνάλογες συνδεσμολογίες χρησιμοποιοῦνται σὲ δέκτες μὲ κρυσταλλολυχνίες). Ἐξαίρεση, μπορεῖ νὰ γίνῃ στὶς πολὺ ὑψηλὲς συγνότητες, ὅπότε δημιουργεῖται τρίσδη λυχνία χρησιμοποιεῖται κατὰ μίαν ἀλλή, εἰδικὴ συνδεσμολογία (βλ. σὲ τέλος τοῦ Κεφαλαίου).

14·4 Ένισχυτές Υ.Σ. μὲ πέντοδες λυχνίες.

Η πέντοδη λυχνία είναι πολὺ κατάλληλη γιὰ νὰ χρησιμοποιηθῇ σὰν ένισχυτής Γ.Σ. ἀπ' εύθειας, δηλαδὴ χωρὶς νὰ ἔχῃ ἀνάγκη ἀπὸ ἔξουδετέρωση. Αὐτὸς ὅφελεται στὸ γεγονὸς ὅτι οἱ παρασιτικὲς χωρητικότητες τῆς πέντοδης λυχνίας, δπως ἔξηγήσαμε στὶς παραγράφους 8·8 καὶ 8·9, είναι γενικὰ ἀρκετὰ μικρὲς σὲ τρόπο, ὥστε νὰ μὴ γίνωνται πιὰ ἐνοχλητικὲς (ἐκτὸς ἂν ή ἐνισχυση είναι πολὺ μεγάλη ἢ ἂν ή συχνότητα είναι πολὺ ὑψηλή). Εἰδικότερα, ή παρασιτικὴ χωρητικότητα πλέγματος - ἀνόδου C_{GA} μειώνεται στὸ ἑκατοστὸ τοῦ pF ἢ καὶ παρακάτω, ἀντὶ γιὰ μερικὰ pF μιᾶς τρίοδης λυχνίας. Ετσι, ή ἀνάδραση ποὺ προκαλεῖ γιὰ χωρητικότητα αὐτῆ, γίνεται συνήθως τόσο μικρή, ὥστε νὰ μποροῦμε νὰ κατασκευάσωμε ἐνισχυτής Γ.Σ. μὲ πέντοδες λυχνίες χωρὶς κύκλωμα ἔξουδετερώσεως. Τὴν ἰδιότητα αὐτῆ τὴν ἔχουν δλεις οἱ λυχνίες μὲ περισσότερα ἀπὸ ἕνα πλέγματα, γιατὶ δλεις οἱ λυχνίες μὲ πολλὰ πλέγματα ἔχουν μικρὲς παρασιτικὲς χωρητικότητες.

Οἱ πέντοδες λυχνίες συνδεσμολογοῦνται σὰν ένισχύτριες Γ.Σ. κατὰ διαφόρους τρόπους. Τὸ σχῆμα 14·4 α δείχνει τὴ συνδεσμο-



Σχ. 14·4 α.

Ένισχυτής Γ.Σ. μὲ πέντοδη λυχνία καὶ μὲ συντονισμένο κύκλωμα στὴν ἄνοδο.

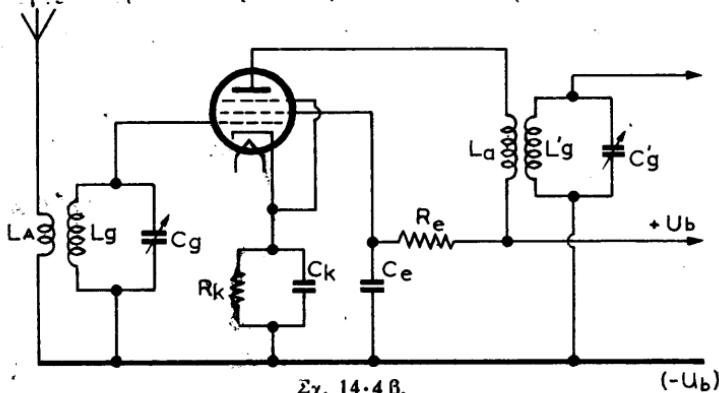
λογία, ποὺ συναντήσαμε στὶς προηγούμενες παραγράφους, ἀλλὰ μὲ μιὰ πέντοδη τὴν θέση τῆς τρίσδης λυχνίας. Στὴν ἀκριβὴ συγχόνητα συντονισμοῦ ἀντίστοιχεῖ ἐνίσχυση ἵση μὲ (παρ. 9·5):

$$A = gR_{\pi}, \quad (1)$$

ὅπου g ἡ διαγωγιμότητα τῆς λυχνίας καὶ R_{π} ἡ ἴσοδύναμη διμικὴ ἀντίσταση τοῦ παραλλήλου συντονισμένου ἀνοδικοῦ κυκλόματος (λαμβάνοντας ὑπὸψην καὶ τὴν ἀντίσταση εἰσόδου τῆς ἐπομένης βαθμίδας, καθὼς καὶ κάθε ἄλλη ἀντίσταση ποὺ μπορεῖ νὰ εὑρεθῇ ἐνωμένη παράλληλα πρὸς τὸ ἀνοδικὸ κύκλωμα). Ὅταν ἡ συγχόνητα τοῦ σήματος ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὴν συγχόνητα συντονισμοῦ, ἡ ἐνίσχυση ἐλαττώνεται γρήγορα καὶ ξαναβρίσκεται ὅσα εἴπαμε γιὰ τὴν ἐπιλογὴν στὴν προηγούμενη παράγραφο. Ἡ μεγίστη ἐνίσχυση $A = gR_{\pi}$, ποὺ τὴν παίρνομε στὸν ἀκριβὴ συντονισμό, εἶναι τόσο μεγαλύτερη, ὅσο ἡ διαγωγιμότητα g τῆς λυχνίας εἶναι μεγαλύτερη καὶ ὅσο ἡ ἴσοδύναμη ἀντίσταση R_{π} εἶναι μεγαλύτερη. Στὸν ἐνισχυτές Υ.Σ. γιὰ ραδιοφωνικὲς συγχόνητες (γύρω στὸν 1 Mc/s) χρησιμοποιοῦμε λυχνίες μὲ g ἵσο πρὸς $1,5$ ὁς 3 mA/V . Ἐπειδή, στὶς συγχόνητες αὐτές, μποροῦμε νὰ ἔχωμε R_{π} ἵσο μὲ $100 \text{ k}\Omega$ περίπου, ἡ μεγίστη ἐνίσχυση μπορεῖ νὰ ξεπεράσῃ τὸ 150 . Συνήθως δην χρησιμοποιοῦμε μεγαλύτερες ἐνισχύσεις Υ.Σ., γιατὶ τότε δὲν ἐνισχυτής θὰ ἐκινδύνευε νὰ γίνη ἀσταθής, ἔξ αιτίας ἔστω καὶ τῆς πολὺ μικρῆς παρασιτικῆς χωρητικότητας πλέγματος-ἀνόδου. Νέ υψηλότερες συγχόνητες, ὅπως αὐτές ποὺ συναντοῦμε στὴν τγλεόραση (γύρω στὸν 100 Mc/s), ἡ ἴσοδύναμη ἀντίσταση R_{π} ἐλαττώνεται, καὶ μαζί της μικραίνει καὶ ἡ μεγίστη ἐνίσχυση. Γιὰ νὰ μποροῦμε δημοσιεύεις καὶ πάλι νὰ παίρνωμε ἀρκετὴ ἐνίσχυση, ἔχουν κατασκευασθῆ ἐστικὲς πέντοδες λυχνίες μὲ πολὺ ὑψηλὴ διαγωγιμότητα (ἀπὸ 5 ὁς 12 mA/V). Ἐτσι, μποροῦμε νὰ ἐπιτυγχάνωμε ἀρκετὴ ἐνίσχυση Υ.Σ. ἀκόμα καὶ στὶς ὑψηλές συγχόνητες τῆς τγλεοράσεως (οχι δημοσιεύεις καὶ στὶς ἔξαιρε-

τικά ύψηλές συχνότητες τῶν μικροκυμάτων, όπου χρησιμοποιούμε άλλες κατάλληλες διατάξεις).

Μία άλλη συνδεσμολογία ένισχυτή Γ.Σ. είναι αυτή, που δείχνεται τὸ σχῆμα 14.4 β. Τὸ συντονισμένο άνοδικὸ κύκλωμα ἔχει ἀντικατασταθῆ ἐδῶ ἀπὸ ἕνα μόνο πηγή. Τὸ πηγής αὐτὸς εὑρίσκεται σὲ σύζευξη μὲ ἕνα συντονισμένο κύκλωμα, που ἔχει συνδεθῆ στὴν εἰσόδῳ τῆς ἐπομένης βαθμίδας. Η συνδεσμολογία λειτουργεῖ κατὰ τρόπο ἀνάλογο πρὸς τὴν προηγούμενη, ή ἐνίσχυση ὅμως ὑπολογίζεται μὲ άλλους διασορετικοὺς τύπους.



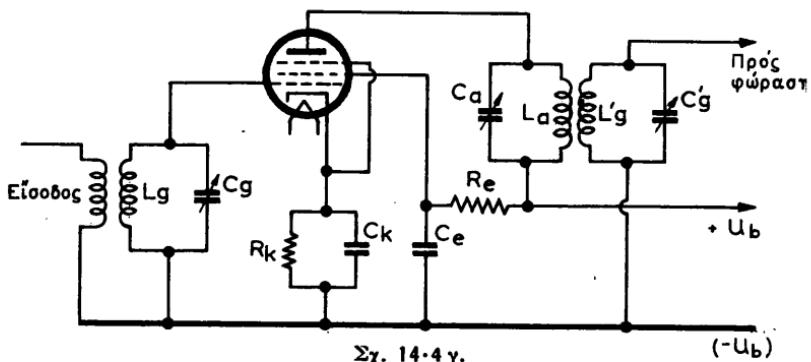
Σχ. 14.4 β.

(−Ub)

Ένισχυτής Γ.Σ. μὲ πέντοδη λυχνία καὶ μὲ πηγίο συζεύξεως στὴν άνοδο.

Τὸ σχῆμα 14.4 γ δείχνει μιὰ τρίτη συνδεσμολογία ένισχυτή Γ.Σ. Συντονισμένα κυκλώματα ὑπάρχουν τώρα καὶ στὴν ἀνοδὸ τοῦ ένισχυτῆ καὶ στὴν εἰσόδῳ τῆς ἐπομένης βαθμίδας. Τὰ δύο αὐτὰ συντονισμένα κυκλώματα εὑρίσκονται σὲ σύζευξη μεταξύ τους, συνήθως δὲ ρυθμίζομε τὴ σύζευξη αὐτῇ ἔτσι, ὥστε νὰ είναι περίπου ἵση μὲ τὴν κρίσιμη σύζευξη (παρ. 7.5). Στὴν περίπτωση αὐτῇ, τὸ σύνολο τῆς συνδεσμολογίας ἔχει μιὰ καμπύλη ἐπιλογῆς καλύτερη ἀπὸ τὶς προηγούμενες συνδεσμολογίες, παρ’ ἓλο ὅτι ἡ μεγίστη ένισχυση είναι μικρότερη ἀπὸ ἐκείνη τῆς πρώτης συνδεσμολογίας. Αὐτὰ τὰ ἐπαλγθεύοιτε, ἂν ὑπολογίσωμε τὴν

ένίσχυση σε διάφορες συχνότητες γύρω από τὸ συντονισμένο, πράγμα της ίδιας πώλης απαιτεῖ γὰρ χρησιμοποιήσωμε ἀλλούς πολυπλοκότερους τύπους. Η τελευταία συνδεσμολογία (σχ. 14.4 γ) χρησιμοποιείται συνήθως σὰν ένισχυτής μεσαίας συχνότητας στοὺς ὑπερετερόδυνους δέκτες (Κεφ. 16), δόπτε τὸ ζεῦγος τῶν δύο συντονισμένων κυκλωμάτων, ποὺ ἀναφέραμε παραπάνω, δύναμά εἶται « μετασχηματιστής μεσαίας (ἢ ἐνδιάμεσης) συγχύτης ».



Σχ. 14.4 γ.

(−U_b)

Ένισχυτής Υ.Σ. με πέντοδη λυχνία καὶ μὲ συντονισμένο ἀνοδικό κύκλωμα σὲ σύζευξη μὲ συντονισμένο κύκλωμα εἰσόδου τῆς ἐπομένης βαθμίδας.

Ἄν ἡ ένίσχυση, ποὺ μπορεῖ νὰ δώῃ μία μοναδικὴ βαθμίδα Υ.Σ., εἶναι ἀνεπαρκής, τότε πρέπει νὰ προβλέψωμε ἐναν ένισχυτή Υ.Σ. μὲ περισσότερες βαθμίδες. "Οσο δημιώς περισσότερες βαθμίδες ἔχομε, τόσο περισσότερο δ ἐνίσχυτής κινδύνεύει νὰ γίνη ἀσταθής. Καὶ τοῦτο γιατί, καθὼς ἡ συνολικὴ ένίσχυση αὐξάνει, καὶ καθὼς δὲν μπορεῖ παρὰ νὰ ὑπάρχουν παρασιτικὲς χωρητικότητες, ἔστω καὶ πολὺ μικρές, ὑπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα νὰ δημιουργήται ἀνάδραση ἀρκετή, ὥστε νὰ μετατρέπεται δ ἐνίσχυτής σὲ ταλαντωτή Υ.Σ. Γι' αὐτὸ τὸ λόγο, ἡ κατασκευὴ ἐνδές σταθεροῦ ένισχυτῆ Υ.Σ. μὲ πολλές βαθμίδες εἶναι πάντα ἐνα λεπτὸ ζήτημα.

Ἀλλά, καὶ ἂν ἀκόμα πρόκειται γιὰ ένισχυτή Υ.Σ. μὲ μία μοναδικὴ βαθμίδα, ἡ κατασκευὴ τοῦ πρέπει γὰρ γίνεται μὲ πολὺ πρ-

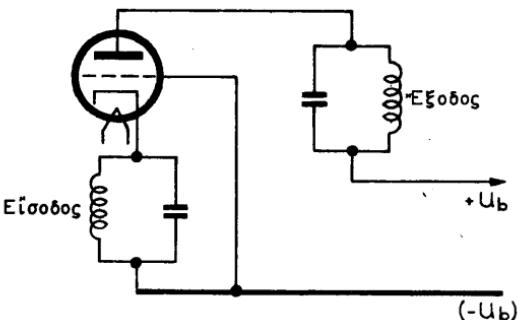
σοχή. Δύο πράγματα πρέπει κυρίως νὰ προσέχωμε: Πρῶτον, νὰ δημιουργοῦμε, κατὰ τὴν συνδεσμολογία, έτσι τὸ δυνατὸν λιγότερες παρασιτικὲς χωρητικότητες καὶ αὐτεπαγωγές, ἄρα νὰ χρησιμοποιοῦμε μικρὰ στοιχεῖα κυκλώματος καὶ νὰ τὰ συνδεσμολογοῦμε μὲ δόσο γίνεται κοντὰ καὶ χοντρὰ σύρματα. Δεύτερον, νὰ ἀποφεύγωμε κάθε σύζευξη ἀνάμεσα στὰ διάφορα στοιχεῖα κυκλώματος, ἄρα νὰ διαλέγωμε κατάλληλα τὶς θέσεις τους καὶ τὸν προσαντολισμό τους, ἐπίσης δὲ νὰ τὰ θωρακίζωμε σὲ δρισμένες περιπτώσεις (δηλαδὴ νὰ τὰ τοποθετοῦμε μέσω σὲ κατάλληλα μεταλλικὰ κουτιά).

Ἡ πρακτικὴ ἐφαρμογὴ αὐτῶν τῶν προφυλάξεων, καθὼς καὶ διαφόρων ἀλλων ποὺ δὲν ἀναφέραμε, εἰναι ἔνα ζήτημα ποὺ δ τεχνήτης μαθαίνει ἀπὸ τὴν πείρα, ἀναζητώντας μὲ δοκιμὲς τὴν διάταξη ποὺ δίνει τὰ καλύτερα ἀποτελέσματα (πολλὲς φορὲς κάτι: τὸ φαινομενικὰ ἀσήμαντο καὶ ἀπρόβλεπτο μπορεῖ νὰ ἐμποδίζῃ τὴν λειτουργία μιᾶς κατὰ τὰ ἀλλα καλῆς συνδεσμολογίας). Τέτοιοι εἴδους προφυλάξεις πρέπει νὰ παίρνωνται δχι μόνον γιὰ τοὺς ἐνισχυτὲς Γ.Σ., ἀλλὰ καὶ γιὰ τοὺς ταλαντωτὲς Γ.Σ., γιατὶ καὶ γι λειτουργία τοῦ ταλαντωτῆ δφείλει: νὰ εἰναι σταθερή, ἀν καὶ ἀπὸ μιὰ ἀλλη ἀποφη (σταθερὴ παραγωγὴ μιᾶς τάσεως Γ.Σ., ποὺ νὰ ἔχῃ τὴν ἐπιθυμητὴ συχνότητα).

14·5 Ἐνισχύτρια Γ.Σ. μὲ προσγειωμένο πλέγμα.

“Οπως θὰ δοῦμε στὸ ἐπόμενο Κεφάλαιο (παρ. 15·7), ἡ τρίοδη λυχνία ἔχει σχετικῶς χαμηλὸ θόρυβο βάθους. Τὸ πλεονέκτημα αὐτὸ εἰναι τόσο σημαντικό, ἵδιως γιὰ τὶς πολὺ ὑψηλὲς συχνότητες, ὥστε ἡ χρησιμοποίηση τῆς τρίοδης λυχνίας, σὰν ἐνισχύτριας Γ.Σ., νὰ εἰναι πολὺ ἐπιθυμητή. Ἡ δυσκολία, ποὺ δφείλεται στὶς παρασιτικὲς χωρητικότητες, εἰναι συχνὰ δυνατὸ νὰ ὑπερικηθῇ σὲ ἴκανοποιγτικὸ βαθμό, ἀν συνδεσμολογήσωμε τὴν τρίοδη κατὰ τὸν εἰδικὸ τρόπο, ποὺ δεῖχνει τὸ σχῆμα 14·5 α..”

Κατὰ τὴν σινδεσμολογία αὐτήν, τὸ πλέγμα τῆς λυχνίας (τὸ μιναρδικὸ πλέγμα της) εὑρίσκεται προσγειωμένο καὶ παῖξει τὸ ρόλο τοῦ προστατευτικοῦ πλέγματος μιᾶς πέντεδης λυχνίας. Ἔτσι, οἱ παρασιτικὲς χωρητικότητες ὑποθετάσσονται σημαντικὰ καὶ ἡ τρίσδη λυχνία μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθῇ σὲ ἀρκετὰ ὑψηλὰ συγχόντητες, χωρὶς ἔξουδετέρωση. Αὗτὴ εἰναι ἡ σινδεσμολογία « μὲ προσγειωμένο πλέγμα ».



Σχ. 14·5 α.

Τρίσδη ένισχύτρια λυχνία μὲ προσγειωμένο πλέγμα.

Τὸ σῆμα εἰσόδου ἐφαρμόζεται, ὡς συνήθως, ἀνάμεσα στὴν κάθοδο καὶ στὸ πλέγμα, τῷρα διμως γί κάθοδος δὲν εἶναι προσγειωμένη, καὶ εὑρίσκεται σὲ τάση Υ.Σ. ὡς πρὸς τὴν γῆ. Ἡ ἔξοδος τῆς λυχνίας γίνεται κανονικὰ ἀπὸ τὴν ἀνοδο.

Ἡ σινδεσμολογία αὗτὴ ἔχει τὶς ἔξης ἴδιότητες:

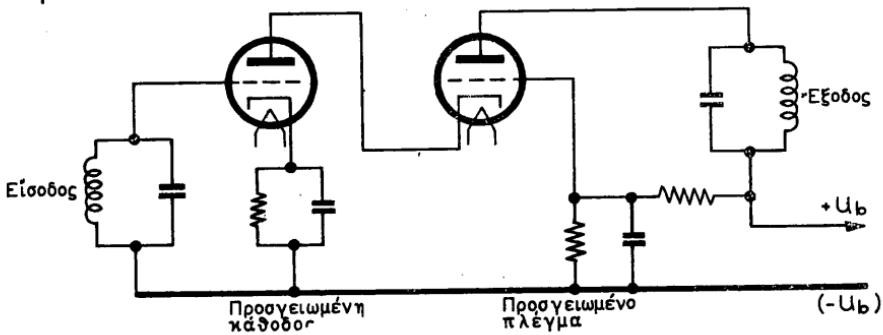
1ο Τὸ σῆμα εἰσόδου εἶναι σὲ φάση μὲ τὸ σῆμα εἰσόδου (ἐνῷ σὲ ἔνα σινγχριτικό ένισχυτή, μὲ προσγειωμένη κάθοδο, τὰ δύο σήματα εὑρίσκονται σὲ ἀντίφαση).

2ο Τὸ ἀνοδικὸ ρεῖμα διαρρέει ὑποχρεωτικὰ σὲ σειρὰ τὸ κύκλωμα τῆς λυχνίας, ἔχοιε δηλαδὴ ἀνάδραση δπως σὲ μιὰ λυχνία παραγγῆς ταλαντώσεων (Κεφ. 10), μὲ τὴ διαφορὰ διμως δτι ἔδω γί τάσῃ ἀναδράσεως εἶναι ἀντίθετη πρὸς τὸ σῆμα εἰσόδου, ἔχοιε δηλαδὴ, ἀρνητικὴ ἀνάδραση.

3ο Ή άρνητική άναδραση μειώνει σημαντικά τὴν ἐνίσχυσην τῆς συνδεσμολογίας. Εστω δμως καὶ μὲ μικρὴ ἐνίσχυση, η συνδεσμολογία ἔχει ἐνδιαφέρον, γιατί, δπως εἰπαμε, η ἐνίσχυση αὐτῇ ἐπιτυγχάνεται μὲ μικρὸ θόρυβο βάθους.

4ο Αλλο ἀποτέλεσμα τῆς άρνητικῆς άναδράσεως εἶναι: ὅτι η σύνθετη ἀντίσταση εἰσόδου τῆς λυχνίας γίνεται πολὺ χαμηλὴ. Αὗτὸ μπορεῖ νὰ προκαλέσῃ σημαντικὴ, ἀπόστεση (μείωση τοῦ συντελεστῆ ποιότητας) τοῦ συντονισμένου κυκλώματος εἰσόδου.

Τὰ μειονεκτήματα αὐτὰ καταπολεμούνται, ἀν η τρίσδη λιγνία μὲ προσγειωμένο πλέγμα συνδυασθῇ μὲ μία ἄλλη ἐπίσης τρίσδη συνδεσμολογημένη κανονικὰ (μὲ προσγειωμένη κάθοδο). Ας σημειωθῇ ὅτι η λέξη «προσγειωμένος» ἀναφέρεται ἐδῶ στὴν ὑψηλὴ συχνότητα, καὶ ὅχι στὶς συνεχεῖς τάσεις. Φθάνομε ἔτσι στὴ συνδεσμολογία τοῦ σχήματος 14·5 β, ποὺ εἶναι γνωστὴ μὲ τὸ ὄνομα κασκόντ (cascode).



Σχ. 14·5 β.
Συνδεσμολογία «κάσκόντ» (cascode).

Οπως φαίνεται στὸ σχῆμα, προγρεῖται η τρίσδη μὲ προσγειωμένη κάθοδο, ἐνῶ η τρίσδη μὲ προσγειωμένο πλέγμα παῖζει τὸ ρόλο ἀνοδικοῦ φορτίου τῆς πρώτης τρίσδης λυχνίας. Τὸ ἀνοδικὸ αὐτὸ φορτίο, δπως ἔξιγγήσαμε στὰ προηγούμενά, εἶναι, ἀρκετὰ χαμηλό, ἵστε η πρώτη λυχνία νὰ μὴ δίνῃ ἀξιόλογη ἐνίσχυση,

ἄρα καὶ νὰ μὴ ἐνοχλῆται ἀπὸ τὶς παρασιτικές της χωρητικότητες. Ἡ σύνθετη ἀντίσταση εἰσόδου αὐτῆς τῆς πρώτης λυχνίας εἶναι τώρα ὑψηλὴ καὶ δὲν ἔχομε πιὰ σημαντική ἀπόσβεση τοῦ συντονισμένου κυκλώματος εἰσόδου. Τὸ σύνολο τῆς συνδεσμολογίας ἐργάζεται, στὴν πραγματικότητα, δπως περίπου μία πέντεδη λυχνία, ἀλλὰ μὲ σημαντικὰ μικρότερο θέρυθο θάθοις.

ΑΛΛΑΓΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

15·1 Άλλαγή συχνότητας (ή έτεροδύνωση).

Ξέρουμε ότι τὸ σῆμα, ποὺ λαμβάνεται: ἀπὸ τὴν κεραία ἐνὸς δέκτη, π.χ. ἐνὸς ραδιοφωνικοῦ δέκτη, εἰναὶ μία τάση ὑψηλῆς συγχρότητας, ἢ ὅποια ἀποτελεῖται: ἀπὸ μιὰ κεντρικὴ φέρουσα συγχρότητα καὶ ἀπὸ ἕνα φάσμα πλευρικῶν συχνοτήτων (παρ. 2·5). Ή φέρουσα συγχρότητα, δὲ καθορίζει: τὸν πομπό, ποὺ θέλομε νὰ ἀκούσωμε, ἐνῷ οἱ πλευρικὲς συγχρότητες μεταφέρουν τὸ σῆμα γραμμῆλας συγχρότητας, τὸ ὅποις ἀποτυπώνεται: κατὰ τὴν διαμόρφωση τοῦ πομποῦ (παρ. 11·5).

“Οταν τώρα μιλούμε γιὰ ἄλλαγή συγχρότητας (ή έτεροδύνωση, ή μέση) στὴν περίπτωση, πάντα τῆς ραδιοφωνίας, ἐννοοῦμε τὴν λειτουργία ἐκείνη τοῦ δέκτη, κατὰ τὴν ὅποια, τόσο ἡ φέρουσα δσσο καὶ οἱ πλευρικὲς συγχρότητες ἀλλάζουν πρὸς μικρότερες συγχρότητες σὲ μία ἀπὸ τὶς πρώτες βαθμίδες τοῦ δέκτη, ἐνῷ τὸ σῆμα τῆς διαμορφώσεως μένει ἀνέπαφο. Ή νέα φέρουσα συγχρότητα, ποὺ προκύπτει ἀπὸ τὴν ἀλλαγὴ αὐτῆς, εὑρίσκεται ἀνάμεσα στὴν ἀρχικὴ ὑψηλὴ φέρουσα συγχρότητα καὶ στὴν γαμηλὴ συγχρότητα διαμορφώσεως. Γίὰ τὸν λόγο αὐτό, τὴν ὀνομάζομε ἐνδιάμεση ἢ μεσαία (ή μέση) συγχρότητα. Ήδη δούμε στὸν ἐπόμενο Κεφάλαιο ὅτι ἡ ἀλλαγὴ συγχρότητας ἀποτελεῖ τὴν βασικὴ λειτουργία τοῦ λεγομένου «ὑπερετερόδυνου» δέκτη, δ ὅποιος ἔχει πολλὰ πλεονεκτήματα σὲ σχέση μὲ τοὺς ἀπλοὺς δέκτες, ὅπου δὲν γίνεται ἀλλαγὴ συγχρότητας.

“Ωστόσο, ἡ ἀλλαγὴ συγχρότητας δὲν ἐφαρμίζεται: μόνο στοὺς ὑπερετερόδυνους δέκτες τῆς ραδιοφωνίας. Εἰναὶ μιὰ γενικότερη λειτουργία, ποὺ τὴν γραμμημοποιοῦμε μὲ κέρδος σὲ διάφορες ἀλλα-

περιπτώσεις. Τέτοια παραδείγματα ήταν συναντήσιμα ἀργότερα (τηλεγραφικοὶ δέκτες, δέκτες μικροκυμάτων, κλπ.). Ηρδες τὸ παρόν πρέπει νὰ συγκεντρώσωμε τὴν προσεχήν μας γιὰ νὰ καταλά-
ξωμε πώς γίνεται ἡ ἀλλαγὴ συγνότητας, ποὺ εἶναι πραγματικὰ
μία ἀπὸ τὶς πολυπλοκότερες λειτουργίες τῆς ραδιοτεχνικῆς πρα-
κτικῆς.

15·2 Συμβολὴ καὶ διακροτήματα.

Γιὰ νὰ καταλάβωμε τὴν ἀλλαγὴν συγνότητας, πρέπει πρῶτα νὰ θυμηθοῦμε τὸ φαινόμενο, πού, στὴ Φυσική, δυομάζεται συμ-
βολὴ. Συμβολὴ λέμε τὴ συνάντηση, δύο (ἢ περισσοτέρων) κυμά-
των ἢ ἐναλλασσομένων μεγεθῶν, ὅπότε τὸ συνιστάμενο μέγεθος σὲ
κάθε σγημεῖο τοῦ χώρου ἔχει στιγμιαία τιμὴν ἵση μὲ τὸ ἄθροισμα
τῶν στιγμιαίων τιμῶν τῶν μεγεθῶν, ποὺ συναντοῦνται σ' αὐτὸ τὸ
σγημεῖο. "Ενα ἀπὸ τὰ ἀποτελέσματα τῆς συμβολῆς εἶναι τὰ δια-
κροτήματα ἢ συγκροτήσεις.

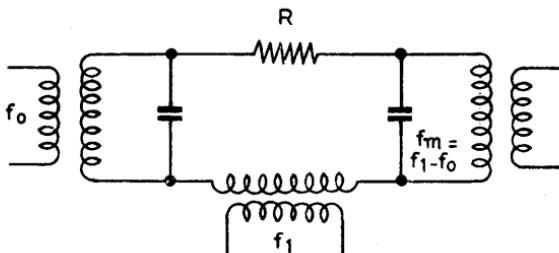
Π.χ. συμβολὴ μὲ διακροτήματα ἔχομε ὅταν χτιπήσιμε συγ-
χρόνως δύο γειτονικὰ πλάκατρα ἐνδε πιάνου. Παράγονται τότε ἡγη-
τικὰ κύματα, ποὺ συναντοῦνται στὸ χώρο, ἔχομε δηλαδὴ συμβολὴ. Επειδὴ οἱ δύο ἥγκοι ἔχουν γειτονικές συγνότητες, τὸ ἀποτέλεσμα
τῆς συμβολῆς εἶναι νὰ ἀκοῦμε ἔνα ἥχο μὲ μία ἐνδιάμεση, συγνό-
τητα, τοὺς ὅποιους ἡ ἔνταση (τὸ πλάτος) μεταβάλλεται περισσοτέρω
καὶ μὲ σχετικὰ ἀργὸ ρυθμό. Αὐτὲς τὶς περισσικές καὶ σχετικὰ
ἀργὲς ιεταζολές τῆς ἐντάσεως, ποὺ εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς συμβο-
λῆς, τὶς ὄνομαζοις διακροτήματα.

Σὲ ἀλλες περιπτώσεις, ἡ συμβολὴ μπορεῖ νὰ ἔχῃ ἀλλὰ ἀπο-
τελέσματα. "Οταν π.χ. πάνω σὲ ἔναν ἀγωγὸ συμβάλουν δύο ἢ
περισσότερα ἐναλλασσόμενα ρεύματα ποὺ ἔχουν ὅλα τὴν ἴδια συ-
γνότητα, τότε ἡ σύγκλιση, τῶν ρευμάτων, ἀπὸ τὴν ὅποια καθορίζε-
ται τὸ ἀποτέλεσμα τῆς συμβολῆς, δίνει ἔνα ρεῦμα μὲ τὴν ἴδια πάλι
συγνότητα, ἀλλὰ μὲ πλάτος ποὺ ἔξαρτάται ἀπὸ τὶς φάσεις τῶν

ἀρχικών ρευμάτων. "Ετοι, ἀν ἡ συμβολὴ γίνεται μεταξὺ δύο ρευμάτων σὲ πλήρη ἀντίφαση (διαφορὰ φάσεως 180°), τὸ συνιστάμενο ἐναλλασσόμενο ρεῦμα θὰ ἔχῃ πλάτος ἵσσο μὲ τὴ διαφορὰ ποὺ ἔχουν τὰ πλάτη τῶν ἀρχικῶν ρευμάτων. "Αν ἐπὶ πλέον τὰ ἀρχικὰ ρεύματα ἔχουν ἵσα πλάτη, τὸ συνιστάμενο ρεῦμα θὰ ἔχῃ πλάτος ἵσσο μὲ μηδέν, δηλαδὴ τὸ ἀποτέλεσμα τῆς συμβολῆς θὰ είναι ἡ πλήρης ἑξουδετέρωση τῶν ἀρχικῶν ρευμάτων μεταξύ τους.

15·3 Άλλαγή συχνότητας μὲ δίοδο στοιχεῖο (μὲ φωρατή).

"Ας πάρωμε τὴ συνδεσμολογία τοῦ σχήματος 15·3 α. Στὸ κύκλωμα ποὺ περιλαμβάνει τὴν δημικὴ ἀντίσταση, R , διαθιεῖσθαι: συγχρόνως (μὲ ἥλεκτροιαγνητικὴ ἐπαγωγὴ) δύο ἐναλλασσόμενες τάσεις μὲ γειτονικὲς συχνότητες f_0 καὶ f_1 . Καθὼς οἱ τάσεις αὐτὲς συγναντοῦνται στὸ κύκλωμα R , γίνεται συμβολή. Ἐπειδὴ μάλιστα οἱ δύο συχνότητες είναι λίγο διαφορετικές, τὸ ἀποτέλεσμα τῆς συμβολῆς θὰ είναι διακριτήματα. Πρέπει τώρα νὰ ἔξετάσωμε καπιως ἀκριβέστερα τὸ ζήτημα τῆς συμθέσεως δύο τάσεων, χωρὶς ὅτερο νὰ ἐπεκταθοῦμε σὲ πλήρη, καὶ αἰστηρὴ ἀνάλυση τοῦ ζητήματος.



Σχ. 15·3 α.

Συμβολὴ δύο συχνοτήτων f_0 καὶ f_1 .

"Ας θυμηθοῦμε μιὰ παρόμοια περίπτωση, ποὺ εἴχαμε συντήση στὴν παράγραφο 2·5. Εἴχαμε μελετῆσει ἐκεῖ τὴ σύνθεση τριῶν ἐναλλασσομένων τάσεων μὲ γειτονικὲς συχνότητες. Τὸ ἀπο-

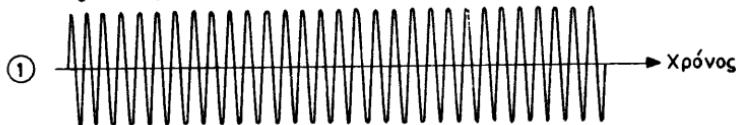
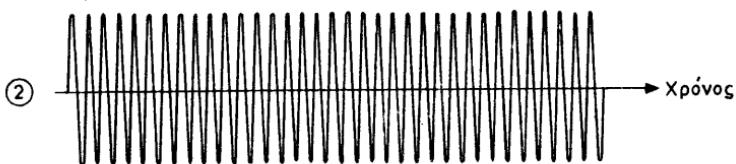
τέλεσμα ἦταν μία τάση μὲ συχνότητα γειτονικὴ πρὸς τὶς ἀρχικὲς συχνότητες καὶ μὲ πλάτος περιοδικὰ μεταβαλλόμενο (τάση διαμορφωμένη κατὰ πλάτος, σχ. 2·5 α). Αὗτες οἱ περιοδικὲς μεταβολὲς πλάτους, δὲν εἶναι τίποτα ἄλλο ἀπὸ διακροτήματα.

Ἡ οὐσία δὲν ἄλλαζει, ὅταν ἡ συμβολὴ γίνεται ὅχι ἀνάμεσα σὲ τρεῖς, ἀλλὰ σὲ δύο γειτονικὲς συχνότητες. Ἐτοιμάσαμε δύο τέτοιες ἐναλλασσόμενες τάσεις (καμπύλες 1 καὶ 2 τοῦ σχ. 15·3 6). Ἀν προσθέσωμε τὶς στιγματίες τιμές, δηλαδὴ τὶς τιμές ποὺ ἔχουν οἱ δύο αὐτὲς τάσεις σὲ κάθε στιγμή, εὑρίσκομε τὴν καμπύλη 3 τοῦ σχήματος. Ἡ καμπύλη αὐτὴ δείχνει ὅτι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς συμβολῆς εἶναι μία τάση μὲ συχνότητα ἀνάμεσα στὶς δύο ἀρχικὲς συχνότητες καὶ μὲ πλάτος ποὺ μεταβάλλεται ἔτσι, ὥστε γὰρ σχγματίζωνται διακροτήματα.

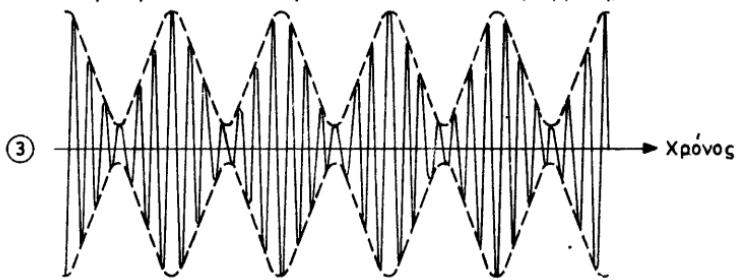
Ἐκεῖνο ποὺ μᾶς ἐνδιαφέρει ἐδῶ εἶναι ἀκριβῶς ἡ περιοδικὴ μεταβολὴ τοῦ πλάτους. Μία προσεκτικότερη ἔξέταση δείχνει ὅτι ἡ μεταβολὴ τοῦ πλάτους γίνεται μὲ συχνότητα ἵση πρὸς τὴν διαφορὰ τῶν ἀρχικῶν συχνοτήτων, δηλαδὴ ἵση μὲ $f_1 - f_0$. Ἀν π.χ. $f_0 = 30 \text{ c/s}$ καὶ $f_1 = 35 \text{ c/s}$, τότε τὸ πλάτος μεταβάλλεται μὲ συχνότητα $f_1 - f_0 = 35 - 30 = 5 \text{ c/s}$ (πήραμε, γιὰ εὐκολία στὴ σχεδίαση, χαμηλὲς συχνότητες, τὰ ἴδια ὅμως συμβαίνουν καὶ στὶς ὑψηλὲς συχνότητες, ποὺ κυρίως μᾶς ἐνδιαφέρουν ἐδῶ). Αὗτὸ σημαίνει, δπως δείχνει τὸ σχῆμα, ὅτι τὸ πλάτος περνᾷ ἀπὸ τὴν μεγίστη τιμὴ του 5 φορὲς μέσα σὲ ἓνα δευτερόλεπτο. Ἀν εἴχαμε ὑψηλὲς συχνότητες, π.χ. $f_0 = 1000 \text{ kc/s}$ καὶ $f_1 = 1455 \text{ kc/s}$, τότε τὰ διακροτήματα θὰ γινόντουσαν στὴ συχνότητα $f_1 - f_0 = 1455 - 1000 = 455 \text{ kc/s}$.

Τὴ συχνότητα τῶν διακροτημάτων, θὰ τὴ σημειώνωμε μὲ $f_m = f_1 - f_0$, καὶ θὰ παίρνωμε ἀπὸ ἐδῶ καὶ πέρα, σὰν παράδειγμα, τὴν περίπτωση $f_m = f_1 - f_0 = 455 \text{ kc/s}$ (περίπτωση τῆς ραδιοφωνίας).

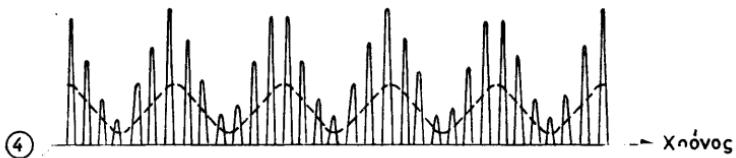
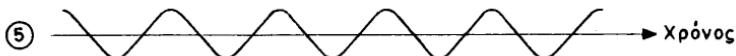
Ἄπὸ δοκεῖ εἰπαμε ὡς τώρα, προκύπτει τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ

$f_0 = 30 \text{ c/s}$: $f_1 = 35 \text{ c/s}$:

„Άθροισμα τῶν δύο παραπάνω ταλαντώσεων (συμβολή) :



·Η προηγουμένη ταλάντωση μετά ἀπό φάραση:

·Η νέα συχνότητα ($f_m = f_1 - f_2 = 35 - 30 = 5 \text{ c/s}$):

Σχ. 15 · 3 β.

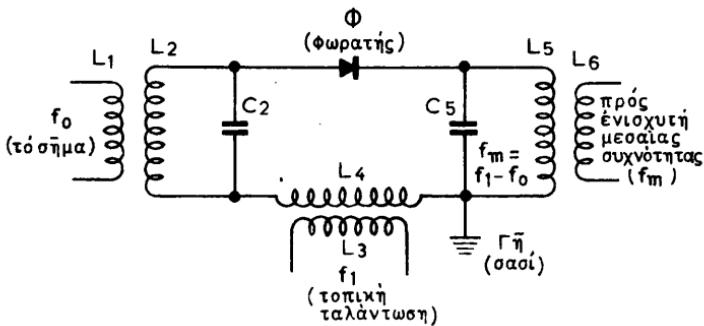
Μηχανισμὸς ἀλλαγῆς συχνότητας (συμβολὴ, φάραση, διαχωρισμὸς τῆς νέας συχνότητας).

συνισταριένη, τάση μέσα στὸ κύκλωμα R, τοῦ σχήματος 15·3 α, Ήλα ἔχει τὴν μορφὴν τῆς ακμηπόληγος :: τοῦ σχήματος 15·3 β. Δὲν πρέπει: ζητοῦν νὰ φαντασθοῦμε ὅτι: γ' τάση αὐτή, ποὺ τὸ πλάτος τῆς μιεταξάλλεται μὲ τὴν συγχρότητα $f_m = f_1 - f_0$, μπορεῖ νὰ προκαλέσῃ ἀπ' εἰςθείας φαινόμενα, ὅπως π.γ. συντήρηση; ταλαντώσειν μέσα σὲ ἕνα συντονισμένο κύκλωμα μὲ συγχρότητα συντονισμού ἵστη, πρὸς f_m . "Αν σικιπεριλάθωμε μέσα στὸ κύκλωμα R ἔνα τέτοιο συντονισμένο κύκλωμα (σχ. 15·3 α) δὲν Ήλα πάρωμε ταλαντώσεις στὴν συγχρότητα f_m . Καὶ τοῦτο γιατὶ στὴν πραγματικότητα τὸ ἀποτέλεσμα τῆς συμβολῆς δὲν περιλαμβάνει σῆμα μὲ συγχρότητα f_m . Τὸ πλάτος τῆς συνισταριένης τάσεως, μετὰ τὴν συμβολήν, μεταξάλλεται βέβαια μὲ τὴν συγχρότητα αὐτὴ (ἐστιγμένη γραμμὴ στὸ β, τοῦ σχ. 15·3 β), σι καταβολές ζητοῦνται πλάτους γίνονται ἐξ ἵστου πρὸς τὴν θετικὴν, καὶ τὴν ἀρνητικὴν, κατεύθυνση, ἔτσι, ὥστε νὰ μὴν ἔχωμε τελικὰ σῆμα στὴν συγχρότητα f_m .

"Επειδὴ τώρα σκοπός μας εἶναι νὰ ἐπιτύχωμε μιὰ ἀλλαγὴ συγχρότητας, πρέπει νὰ βροῦμε κάποιο τρόπο, ποὺ νὰ ἀποδίδῃ, τελικὰ ἔνα σῆμα στὴν νέα συγχρότητα f_m . Ποιός εἶναι, ζητοῦς, αὐτὸς ὁ τρόπος; "Αν σκεψθοῦμε ὅτι αἰτία τοῦ κακοῦ εἶναι γ' ἔξουσετέρωση ἀνάλιεσσα σὲ θετικές καὶ ἀρνητικές μεταβολές, βλέπομε ὅτι: Ήλα ἀρκούντες διπλῶς νὰ ἀποκρύψωμε τὰς ἀρνητικές π.γ. γιαμπεριέδωσιν τῆς συνισταριένης τάσεως. Αὐτὸς ζητοῦνται σημαίνει τίποτε ἄλλο παρά νὰ ὑποθέλωμε τὴν τάση, ποὺ βγαίνει ἀπὸ τὴν συμβολήν, σὲ ἀνέρθωση, γ' καλύτερα, ἀφοῦ εἴμαστε στὴν ὑψηλὴ συγχρότητα, σὲ φόρμαση (Κεφ. 12).

Φθάνομε ἔτσι στὴν συγδεσμολογία τοῦ σχήματος 15·3 γ, δηποὺ γ' ὡριμακὴ ἀντιταξη R ἔχει ἀντικατάσταθη μὲ ἔνα φωρατὴν Φ (δίσηη λιγνία ἢ αρυσταλλικὸς φωρατής). Η συμβολὴ ἀνάλιεσσα τοῦ δύο συγχρότητες f_0 καὶ f_1 γίνεται: ὅπως καὶ προηγούμενα, τὸ συντονισμένο ζητοῦνται κύκλωμα L_SC_S δέχεται τώρα μέσα ταλάντωση, ποὺ ἔχει τὴν μορφὴν τῆς ακμηπόληγος 4 (σχ. 15·3 β). Η ταλάντωση,

αὐτή, περιλαμβάνει, χάρη στή φύραση, μόνο θετικές γήμιπεριόδους, είναι δηλαδή σὰν τὴν τάση ποὺ παίρνουμε ὑστερα ἀπὸ ἀπλῆ ἀνορθωτη̄ ἢ γήμιανόρθωση (παρ. 8·4), μὲ τὴν διαφορὰ ἵτι τὸ πλάτος τῶν ἀνορθωμένων γήμιπεριόδων μεταβάλλεται. Ή μεταβολὴ τοὺς πλάτους γίνεται τῷρα πρὸς τὴν θετική μόνο κατεύθυνση καὶ μὲ τὴ συγνότητα $f_m = f_1 - f_0$ τῶν διακροτημάτων.



Σχ. 15·3γ.

Άλλαγή συχνότητας μὲ δίοδο στοιχεῖο (μὲ φωρατή).

Μὲ τὴν ἴδια συγνότητα μεταβάλλεται καὶ ή μέση τιμὴ τῶν ἀνορθωμένων γήμιπεριόδων (διακεκομένη, γραμμῇ στὸ 4, τοὺς σχ. 15·3 β). Ή μεταβολὴ αὐτὴ τῆς μέσης τιμῆς ἀποτελεῖ τὸ ζητούμενο σῆμα στὴ νέα συγνότητα f_m (καμπύλη 5, τοὺς σχ. 15·3 β). Ή αὐστηρότερη μελέτη τοῦ θέριατος θὰ ἀπαιτοῦσε νὰ γρησιμοποιήσωμε τὴν ἀρμονικὴ ἀνάλυση (παρ. 2·7).

Ο διαχωρισμὸς τῆς νέας συγνότητας γίνεται μὲ τὸ συντονισμένο κύκλωμα $L_5 C_5$, ποὺ ἔχει ἀκριβῶς συντονισθῆ στὴ συγνότητα f_m καὶ λειτουργεῖ ἔτσι, ὥστε νὰ διεγείρεται στὴ συγνότητα αὐτὴ καὶ συγχρόνως νὰ δίνῃ ἐλεύθερη διάβαση πρὸς τὴ γῆ, τὲ ἔλεις τὶς ἀλλες συγνότητες.

Στοὺς ὑπερετερόδυνους δέκτες, γιὰ τοὺς ὅποιοὺς μιλούμε στὸ ἐπόμενο Κεφάλαιο, η συγνότητα f_0 (π.γ. 1000 kc/s) είναι η φέρουσα συγνότητα τοὺς ποιποὺ ποὺ λαμβάνουμε, f_1 (π.γ. 1455 kc/s) είναι η συγνότητα ἐνὸς τοπικοῦ ταλαντωτῆ, ποὺ περιλαμ-

θάνεται μέσα στὸ δέκτη, καὶ $f_m = f_1 - f_0$ (455 kc/s) εἰναι: ἢ λεγομένη « μεσαία (ἢ ἐνδιάμεση) συχνότητα ». "Οπως διμοις γνωρίζομε (παρ. 2·5) τὸ σῆμα λόγῳ εως δὲν ἀποτελεῖται ἀπὸ μία μόνη φέρουσα συχνότητα, ἀλλὰ ἀπὸ ἕνα φάσμα συχνοτύτων (δηλαδὴ τὸ σύνολο τῆς φέρουσας συχνότητας μαζὶ) μὲ τὶς πλευρικὲς συχνότητες διαμορφώσεως). "Ολες αὐτὲς οἱ συχνότητες περνοῦν ἀπὸ τὸ κύκλωμα ἀλλαγῆς συχνότητας καὶ, καθὼς ἢ τοπικὴ συχνότητα f_1 μένει σταθερὴ κατὰ τὴν λόγην ἑνὸς ὀρισμένου ποιητοῦ, δλεες οἱ συχνότητες τοῦ φάσματος ἀλλάξουν κατὰ τὸν ἔδιο τρόπο. Τὸ ἀποτέλεσμα, λοιπόν, τῆς ἀλλαγῆς συχνότητας εἰναι ἕνα νέο φάσμα συχνοτύτων (στὴν περιοχὴν τῆς μεσαίας συχνότητας), ποὺ μεταφέρει διμοις πάντα τὴν ἑδια διαμόρφωσην, μὲ τὴν δποία εἰγε ἀρχικὰ διαμορφωθῆ ὁ ποιητός. Δηλαδὴ, ἢ ἀλλαγὴ συχνότητας ἀφήνει τὸ σῆμα διαμορφώσεως ἀγαλλοίωτο. Γιὰ νὰ ξεχωρίσωμε τελικὰ τὸ σῆμα διαμορφώσεως, ποὺ εἰναι καὶ ὁ τελικὸς σκοπός μας, πρέπει νὰ κάνωμε μία δεύτερη φύραση, ὅπως θὰ δοῦμε στὸ Κεφάλαιο γιὰ τοὺς ὑπερετερόδυνους δέκτες.

15·4 Άλλαγή συχνότητας με άλλα μὴ γραμμικὰ στοιχεῖα.

"Οσα εἴπαμε στὴν προηγουμένη παράγραφο, μᾶς ὁδηγοῦν στὸ συμπέρασμα ὅτι, γιὰ νὰ ἐπιτύχωμε ἀλλαγὴ συχνότητας, πρέπει δχι μόνο νὰ προκαλέσωμε συμβολή, ἀλλὰ ἐπὶ πλέον νὰ ἐπιβάλωμε κάποια ἀλλοίωση στὸ ἀποτέλεσμα τῆς συμβολῆς, π.χ. φύραση μὲ τὴν βείθεια ἑνὸς δίσδου φωρατῆ. "Αν δὲν γίνεται μιὰ τέτοια ἀλλοίωση, ὅπως π.χ. ὅταν στὴ Ήσηγ τοῦ φωρατῆ εἴχαμε μιὰ ωμικὴ ἀντίσταση, τότε οἱ συχνότητες ποὺ συμβάλουν κυκλοφοροῦν στὸ κύκλωμα ἀνεξάρτητα ἢ μία ἀπὸ τὴν ἄλλη, χωρὶς στὸ μεταξὺ νὰ παράγεται νέα συχνότητα.

Γιατί ὅμως ἔνας δίσδος φωρατῆς προκαλεῖ μιὰ κατάληγλη ἀλλοίωση; Αὐτὸς δψείλεται κατὰ δάκτυλος στὸ γεγονός ὅτι ἢ χρακτηριστικὴ τάξεις - βείητος ἑνὸς φωρατῆ δὲν εἰναι: μία εἰδεία

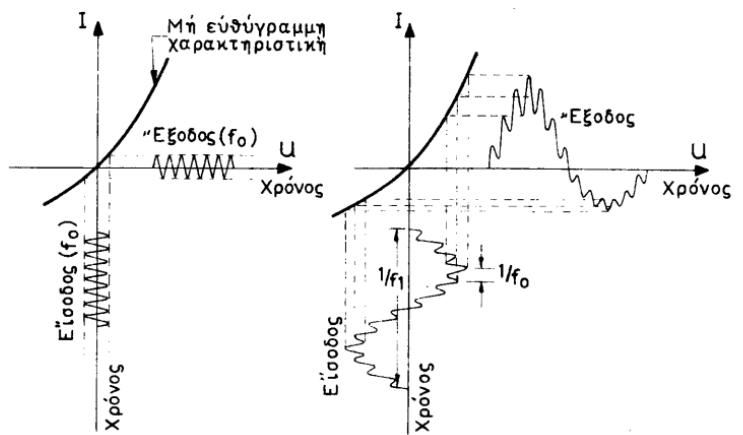
γραμμή (ὅπως συμβαίνει μὲν μᾶλλον ὀμικὴ ἀντίσταση), ἀλλὰ καμπύλη, ποὺ παρουσιάζει μάλιστα μία ἀπότομη κάμψη γύρω στὴν μηδενικὴ τιμὴ τάσεως (σχ. 8·3 γ καὶ 12·5 β). Τὴν οὖσαν ἔμως δὲν είναι η ἀπότομη αὐτὴ κάμψη, ἀλλὰ ὅτι η χαρακτηριστικὴ τάσεως - ρεύματος δέν είναι εὐθεία γραμμή. Γι' αὐτὸν ἀλλιώστε λέμε ὅτι δι φωρατῆς είναι ἐνα μή γραμμικὸ στοιχεῖο, δηλαδὴ ἐν στοιχεῖο διου τὸ ρεῦμα δὲν είναι γενικὰ ἀνάλογο πρὸς τὴν ἀντίστοιχη τάση καί, ἐπομένως, δὲν ἐφαρμόζεται γιὰ τὸ στοιχεῖο αὐτὸν δι γνωστὸς νόμος τοῦ "Ωμ."

"Ἅπερα ἀπὸ αὐτά, ἔρχεται φυσικὰ μόνη της ἡ σκέψη μήπως δὲν είναι ἀπαραίτητος, γιὰ τὴν ἀλλαγὴν συγγένητας, ἐνας δίοδος φωρατής, ἀλλὰ μήπως μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθῇ, ἀντὶ γ' αὐτόν, ἐνας ὅποιοι δήποτε ἀλλοι μή γραμμικὸ στοιχεῖο. Καὶ πραγματικὰ ἡ σκέψη αὐτὴ· είναι σωστή. Μπορούμε π.γ. νὰ χρησιμοποιήσωμε μία τρίσδην λυχνία, ποὺ ἔχει ἐπίσγη, ὅπως ἔξεργα, μία κατιπύλη, γχρακτηριστικὴ τάσεως - ρεύματος, η ὅποια δὲν είναι εὐθεία γραμμή. (1) Ιηγχανισμὸς τῆς ἀλλαγῆς συγγένητας είναι, ὅπως θὰ δούμε ἀλιέστως, κάπιοι διαφορετικός, τὸ ἀποτέλεσμα ὅμως μένει τὸ δότο.

"Ἄς παρατηρήσωμε τὸ ἀριστερὸ μέρος τοῦ σχήματος 15·4 α. "Εγχειρίες συχεδιάσει ἔκει τὴν κατιπύλη, μιὰς μή εὐθύγραμμης χαρακτηριστικῆς." Αν στὴν εἶσοδο τοῦ μή γραμμικοῦ στοιχείου ἐφαρμόσωμε μία ἐναλλασσομένη τάση μὲ συγγένητα f_1 καὶ μὲ ἀρκετὰ μικρὸ πλάτος, στὴν εἴσοδο τοῦ στοιχείου παίρνομε ἐνα ρεῦμα μὲ τὴν ἕδια συγγένητα καὶ γωρίς αἰσθητὴ ἀλλασσομένη στὴν μορφή τοῦ.

"Ἔστω ὅμως ὅτι στὴν εἴσοδο τοῦ στοιχείου ἐφαρμόσομε κατάλληλα δύο ἐναλλασσόμενες τάσεις συγγρόνως, μία μὲ συγγένητα f_1 καὶ μία ἄλλη, μὲ συγγένητα f_2 (δεξιὸς μέρος τοῦ σχήματος 15·4 α). Ή δεύτερη, τάση ἡδὲ ἔχει μεγαλύτερο πλάτος καὶ γ' συγγένητά της f_1 ἔχει είναι. Στὸ παρόδειγμα τοῦ σχήματος, μικρότερη ἀπὸ τὴν f_1 . Μὲ σύτερες τὶς συνήθηκες γ' εἴσοδος τοῦ στοιχείου δίνει μία ταχαντικὴ φανερὰ ἀλλοιοποιεῖν. Τὸ πλάτος τῆς ταχαντικῆσεως

fo μεγαλώνει πρὸς τὶς θετικὲς κορυφὲς τῆς ταλαντώσεως f1, ἐνῷ ἀντίθετα μικραίνει πρὸς τὶς ἀρνητικὲς κορυφὲς τῆς ταλαντώσεως f1. Αὐτὸς ὁφεῖται ἀκριβῶς στὸ ὅτι ἡ χαρακτηριστικὴ τοῦ εποιητικοῦ δὲν εἶναι εὐθεῖα γραμμή, ὥστε ἡ διαγραμμιστικὴ (πηλίκος τῶν μεταβολῶν ρεύματος καὶ τάσεως) νὰ εἶναι: μεγαλύτερη πρὸς τὸ ἐπάνω μέρος τῆς χαρακτηριστικῆς. Παίρνομε, ἔτσι, τὴν ἔξοδον ἕνα ρεύμα ποὺ τὸ πλάτος του μεταβάλλεται, εἶναι δηλαδὴ διακινητικόν, σύμφωνα μὲ τὸ ρυθμὸν τῆς ταλαντώσεως f1. Τὸ ρεύμα ἔξόδου δὲν εἰ, πάνω τὲ μία ὀμικὴ ἀντίσταση, μία τάση ἔξόδου τὸ ἴδιο διαμορφωμένη.



Σχ. 15.4 α.

Μηχανισμὸς ἀλλαγῆς συχνότητας μὲς μὴ γραμμικὸ στοιχεῖο.

Ἄσθυληθοῦμε τώρα τί ἔχομε πεῖ γιὰ τὴ διακινητική, πλάτους (παρ. 2·ο καὶ 11·ο). Ξέρομε ὅτι μία γραμμικὴ, τάση, fo διαμορφωμένη, κατὰ πλάτος ἀπὸ μία ἄλλη, γραμμικὴ τάση, f1 ἰσδυναμεῖ μὲ τὸ σύνολο τριῶν γραμμικῶν τάσεων, ποὺ ἔχουν συχνότητες fo — f1, fo καὶ fo + f1. Τὸ ἴδιο ἔξακολουθεῖ νὰ ἴσχῃ, καὶ ἔδη, μὲ τὴ διαφορὰ ὅτι, ἐπειδὴ ἡ διακινητικὴ ἔδη γίνεται κατὰ πολὺ πλοκώτερο τρόπο, δὲν ἔχομε μόνο κύτες τὶς τρεῖς τάσεις,

άλλα καὶ ἄλλες ἀκόμα. Αὐτὸς μᾶς εἶναι ἀδιάφορο. Ἐμεῖς ἐνδιαφέρόμενοι γιὰ μία ἀπὸ δλες αὐτὲς τὶς τάσεις, συνήθως μάλιστα γιὰ ἐκείνη ποὺ ἔχει τὴν χαμηλότερη συχνότητα, δηλαδὴ γιὰ τὴν τάξη f_0 — f_1 (ἢ γιὰ τὴν f_1 — f_0 , ἀν δὴ συχνότητα f_1 εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν f_0 , δπως συμβαίνει συνηθέστερα στὴν πράξη, χωρὶς μὲ αὐτὸν νὰ ἀλλάξῃ οὐσιαστικὰ τίποτα ἀπὸ δσα εἰπαμε). Μιὰ λοιπὸν καὶ δὴ νέα αὐτὴ συχνότητα ὑπάρχει στὴν ἔξοδο τοῦ μὴ γραμμικοῦ στοιχείου, δὲν μᾶς μένει παρὰ νὰ τὴν ἔχωρίσωμε, μὲ τὶ, βούθεια πάλι ἐνὸς συντονισμένου κυκλώματος, ποὺ νὰ ἔη συχνότητα συντονισμοῦ ἵση μὲ τὴν συχνότητα αὐτῆς. Δηλαδὴ ἐργάζόμενοι παραπέρα δπως ἀκριβῶς καὶ προηγούμενα, δπως δταν κάνωμε τὴν ἀλλαγὴ συχνότητας μὲ δίοδο στοιχεῖο.

Ἐνας τέτοιος μηχανισμὸς ἀλλαγῆς συχνότητας γίνεται ἀκόμια καλύτερα κατανοητός, ἀν φαντασθοῦμε δτι οἱ δύο συχνότητες f_0 καὶ f_1 ἐφαρμόζονται εἰτὲ σὲ ἔνα καὶ τὸ ἕδιο, εἰτὲ σὲ δύο διαφορετικὰ πλέγματα μιᾶς ἡλεκτρονικῆς λυχνίας. Ἀς ὑποθέσιμιε, ἀκόμη, δτι δὴ λυχνία είναι κατάλληλα πολωμένη καὶ δτι τὸ πλάτος τῆς τοπικῆς ταλαντώσεως f_1 είναι ἀρκετὰ μεγάλο (ἀρκετὰ βόλτ), ἐνῷ τὸ πλάτος τοῦ σήματος f_0 είναι σχετικὰ μικρό. Η λυχνία κάνει τότε ἔνα εἰδος φωράσσεως ἀπὸ τὴν ἀνοδο (παρ. 12·7). Δεχόμαστε, τέλος, δπως συμβαίνει συνηθέστερα στὴν πράξη, δτι οἱ δύο συχνότητες f_0 καὶ f_1 είναι μᾶλλον γειτονικὲς καὶ δτι μεγαλύτερη είναι δὴ τοπικὴ συχνότητα f_1 .

Η λειτουργία τῆς ἀλλαγῆς συχνότητας, τώρα, γίνεται ὡς ἔξης: Κατὰ τὶς θετικὲς κορυφὲς τῆς τοπικῆς ταλαντώσεως f_1 , δὴ λυχνία ἐργάζεται στὴν περιοχὴ τῆς μεγίστης διαγωγιμότητας καὶ τὸ σήμα f_0 ἔνισχύεται. Ἀντίθετα, κατὰ τὶς ἀρνητικὲς κορυφὲς τῆς τοπικῆς ταλαντώσεως, δὴ λυχνία δηγγεῖται πρακτικὰ στὴν ἀποκοπή, δηλαδὴ τὸ ἀνοδικὸ ρεῦμα μηδενίζεται. Η λειτουργία μοιάζει, λοιπὸν μὲ τὴν προηγούμενη περίπτωση τῆς φωράσσεως μὲ δίοδο φιλορατῆ. Ἐχομε δηλαδὴ καὶ ἐδὴ τέσσο ἔνα φαινόμενο συμβολῆς.

δσο καὶ φώραση. Μόνο ποὺ ἡ φώραση συνοδεύεται καὶ ἀπὸ κάποια ἐνίσχυση, πράγμα ποὺ εἶναι βέβαια εὐνοϊκό.

Ο παραπάνω τρόπος λειτουργίας προϋποθέτει, ὅπως εἴπαμε, δτι ἡ πόλωφη τῆς λυχνίας καὶ τὸ πλάτος τῆς τοπικῆς ταλαντώσεως ἔχουν ἀρκετὰ μεγάλες τιμές, ὥστε ἡ λυχνία νὰ λειτουργῇ σύσιαστικὰ σὰν φωράτρια ἀπὸ τὴν ἄνοδο. Ἀν οἱ τιμὲς αὗτῶν τῶν τάσεων δὲν εἶναι ἀρκετὰ μεγάλες, τότε θὰ ἔχωμε μία ἀτελὴ φώραση, ποὺ μοιάζει μᾶλλον, ὅπως ἔξηγήσαμε προηγούμενα, μὲ ἐνα εἰδος διαμορφώσεως. Ἐξακολουθοῦμε δημιώς συνήθως νὰ μιλοῦμε γιὰ «φώραση». Αὐτὸς δικαιολογεῖται ἀπὸ τὸ γεγονὸς δτι ἡ ἀλλαγὴ συχνότητας ἔχει σὰν ἀποτέλεσμα τὴν παραγωγὴ μιᾶς νέας συχνότητας, ποὺ εἶναι γενικὰ μικρότερη ἀπὸ τὶς δύο ἀρχικὲς συχνότητες ποὺ συμβάλλουν. Ξεκινοῦμε δηλαδὴ ἀπὸ ὑψηλές συχνότητες γιὰ νὰ παράγωμε μία χαμηλότερη συχνότητα, ὅπως συμβαίνει καὶ στὴ λειτουργία τῆς τελικῆς φωράσεως ἐνδὲς ραδιοφωνικοῦ δέκτη, ὅπου ἀποδεσμεύεται ἡ χαμηλὴ ἀκουστικὴ συχνότητα.

Πρέπει νὰ παρατηρήσωμε δτι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἀλλαγῆς συχνότητας δὲν εἶναι συνήθως ἀκουστικὴ συχνότητα (ἐκτὸς π.χ. ἀπὸ ὄρισμένους τηλεγραφικοὺς δέκτες), ἀλλὰ μία «ἐνδιάμεση» ἢ «μεσαία» συχνότητα, ἀνάμεσα στὴν ὑψηλὴ φέρουσα συχνότητα τοῦ σήματος καὶ στὴ χαμηλὴ συχνότητα διαμορφώσεως. Π.χ. στὴν περίπτωση τῆς ραδιοφωνίας, ἡ ὑψηλὴ συχνότητα μπορεῖ νὰ εἶναι, ἀς ποῦμε, 1 000 kc/s, ἡ μεσαία συχνότητα 455 kc/s καὶ ἡ χαμηλὴ συχνότητα 100δες c/s ἢ μερικὸi kc/s. Ή μεσαία συχνότητα ἀνήκει γενικὰ στὴν περιοχὴ τῶν ὑψηλῶν συχνοτήτων, ἀφοῦ μετρεῖται σὲ ἑκατοντάδες kc/s ἢ ἀκόμα, ὅπως στὴν τηλεόραση, σὲ δεκάδες MHz.

Μὲ τὴν λέξη «μεσαία» συχνότητα δὲν πρέπει νὰ ἐννοοῦμε δτι ἡ συχνότητα αὐτὴ εὑρίσκεται ἀνάμεσα στὶς δύο ἀρχικὲς συχνότητες, ποὺ τὴν παράγουν (π.χ. ἡ συμβολὴ τῶν συχνοτήτων $f_1 = 1455$ kc/s καὶ $f_0 = 1000$ kc/s δίνει) μεσαία συχνότητα ἵση μὲ τὴ δια-

φορά $f_1 - f_0 = 455 \text{ kc/s}$, που δὲν περιλαμβάνεται ἀνάμεσα στὶς ἀρχικὲς συχνότητες). «Μεσαία» συχνότητα σημαίνει, δημος ἔξηγήσαμε, ὅτι ἡ συχνότητα αὐτὴ εὑρίσκεται ἀνάμεσα σὲ μία ὑψηλότερη φέρουσα συχνότητα καὶ στὴ χαμηλὴ ἀκουστικὴ συχνότητα (τουλάχιστο στὴν περίπτωση τῆς ραδιοφωνίας).

15.5 Λυχνίες καὶ κυκλώματα ἀλλαγῆς συχνότητας.

Ἡ ἀλλαγὴ συχνότητας γίνεται μὲ ποικίλες συνδεσμολογίες, δῆμοι χρησιμοποιοῦνται εἴτε δίοδα στοιχεῖα, εἴτε εἰδικὲς λυχνίες μὲ πολλὰ ἥλεκτρόδια.

Τὰ δίοδα στοιχεῖα (συνήθως δίοδοι κρυσταλλικοὶ φωρατὲς) χρησιμοποιοῦνται κυρίως στὴν πάρα πολὺ ὑψηλὴ συχνότητα (ὑψηλότερη ἀπὸ 300 MHz), π.χ. στὸ ραντάρ. Ἡ συνδεσμολογία τους εἶναι γενικὰ αὐτὴ, που δείχνει τὸ σχῆμα $15 \cdot 3$ γ., ποὺ μπορεῖ καὶ νὰ τροποποιῆται κατάλληλα. Ὁ τρόπος δημιουργίας δὲν συναντᾶται συνήθως στὶς χαμηλότερες συχνότητες, καὶ τούτο γιατὶ παρουσιάζει διάφορα μειονεκτήματα. Τὸ σπουδαιότερο μειονεκτήμα εἶναι, ὅτι ἀνάμεσα στὶς συγγένητες f_0 (τὸ σύμματος, ποὺ ἔρχεται ἀπὸ τὴν κερχία λήψεως) καὶ f_1 (τὸ τοπικοῦ ταλαντωτῆ) ὑπάρχει ὅχι ἀπλῶς συμβολή, ἀλλὰ καὶ ἀλληλεπιδράσεις, ποὺ εἶναι ἐνοχλητικὲς γιὰ τὴν καλὴ λειτουργία τῆς συνδεσμολογίας. Ἐπὶ πλέον, ὁ κλάδος κυκλώματος μὲ τὸ δίοδο στοιχεῖο εὑρίσκεται ἐνωμένος παράλληλα στὸ συντονισμένο κύκλωμα εἰσόδου καὶ προκαλεῖ ἀπόσθεση, τῶν ταλαντώσεων, πρᾶγμα βέβαια ὅχι ἐπιθυμητό. Γιὰ τοὺς λόγους αὐτούς, τὰ δίοδα στοιχεῖα δὲν χρησιμοποιοῦνται συνήθως στὶς χαμηλότερες συγγένητες. Στὶς συγγένητες αὐτὲς μποροῦμε πραγματικὰ νὰ χρησιμοποιήσωμε λυχνίες μὲ πολλὰ πλέγματα, ποὺ ἢ λειτουργία τους εἶναι πιὸ ἴκανοποιητική, ἀλλὰ ποὺ ἀγριεύουνται, γιὰ ἀλλούς λέγοντες, στὴν πάρα πολὺ ὑψηλὴ συγγένητα.

Μία τρίτη, λυχνία μπορεῖ νὰ ἔξασφαλίσῃ ἀλλαγὴ συγγέ-

τητας. Γιὰ νὰ τὸ ἐπιτύχωμε αὐτό, συνδεσμολογοῦμε τὴ λυχνία σὰν ταλαντώτρια στὴ συγνότητα f_1 (γιὰ τὶς ταλαντώτριες μιλήσαμε στὸ Κεφ. 10), ἐνῷ συγγρόνως διαβιβάζουμε κατάλληλα στὸ πλέγμα τῆς λυχνίας τὸ σήμα, ποὺ ἔχει φέρουσα συχνότητα f_0 . Ἡ ἀλλαγὴ συχνότητας, δηλαδὴ ἡ παραγωγὴ τῆς νέας μεσαίας συγνότητας $f_{\text{new}} = f_1 - f_0$, γίνεται μὲ τὸ μηχανισμὸ τοῦ μὴ γραμμικοῦ στοιχείου, ποὺ ἔξιγγήσαμε στὴν προηγουμένη παράγραφο. Τέτοιες συνδεσμολογίες συναντῶνται στοὺς δέκτες γιὰ διαμόρφωση συγνότητας (φέρουσα συγνότητα γύρω τοὺς 80 ή 100 MHz). Οἱ σημένα ὅμως μειονεκτήματα ἐπισθέτουν τὴ γενίκευση τέτοιων συνδεσμολογιῶν, παρ’ ὅλον ὅτι εἰναὶ οἰκονομικὲς στὴν κατασκευή. Ήρέπει ἀλλωστε νὰ παρατηρήσωμε, γενικότερα, ὅτι ἡ μέθοδος νὰ συγκεντρώνωμε πολλὲς λειτουργίες πάνω σὲ μία λυχνία, δὲν εἰναι συγνήθως ἡ καλύτερη, γιατὶ μπορεῖ ἡ μία λειτουργία νὰ ἐνοχλῇ τὴν ἄλλη, ἐνῷ συγγρόνως εἰναι δύσκολο νὰ ρυθμίσωμε ἡποιες πρέπει ικάθε λειτουργία ξεγμοριστά.

Ἐτοι, π.χ. στὴν τηλεόραση, ἡ ἀλλαγὴ συγνότητας γίνεται συγχὰ μὲ μία τρίσδη καὶ μία πέντοδη λυχνία, ποὺ εὑρίσκονται συνήθως κλεισμένες μέσα στὸ ἴδιο περίβλημα. Ἡ τρίσδη λειτουργεῖ σὰν τοπικὴ ταλαντώτρια καὶ παράγει τὴ συγνότητα f_1 , ἐνῷ ἡ πέντοδη, χρησιμεύει γιὰ τὴν καθ’ αὐτὸν ἀλλαγὴ συγνότητας. Ο τρόπος αὐτὸς ἔχει ασφαλίσει ἀρκετὰ καλὸ διαχωριστὸ ἀνάμεσα στὶς διάφορες συγνότητες.

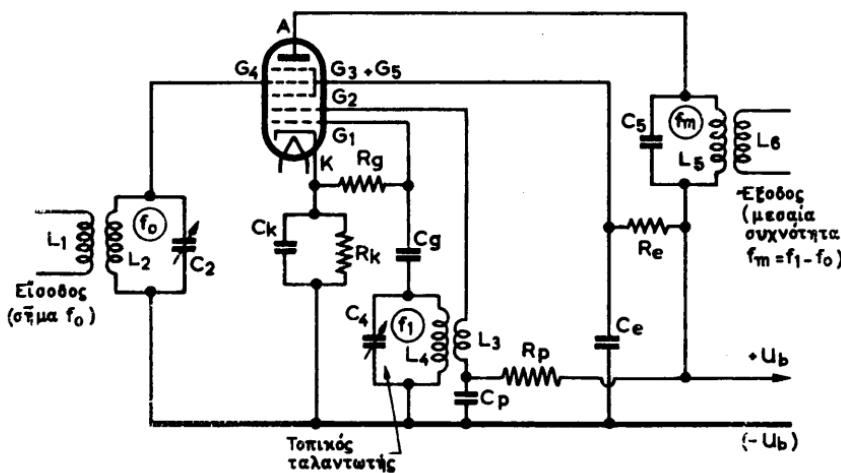
Σὲ ἀκόλια χαμηλότερες συγνότητες (κάτω ἀπὸ 30 MHz, π.χ. στοὺς δέκτες ραδιοφωνίας), ἡ συγνότητα τοῦ σήματος f_0 καὶ ἡ τοπικὴ συγνότητα f_1 γίνεται ἀναγκαστικὰ περισσότερο γειτονικές. Γιὰ νὰ ἀποφύγωμε τὶς δυσάρεστες ἀλληλεπιδράσεις μεταξὺ τοιῶν, δὲν πρέπει πιὰ νὰ τὶς ἐφαρμόσωμε σὲ ἓνα καὶ τὸ ἴδιο, ἀλλὰ σὲ διαφορετικὰ πλέγματα.

Μὲ βάση ὅσα εἶπαμε παραπάνω, ἔχουν κατασκευασθῆ ὁιά-φορες εἰδικές λυχνίες, ποὺ ἀλλεῖ πὶς ὄνομάζομε μεταλλάκτριες

καὶ ἄλλες λυχνίες μίξεως. Μεταλλάκτριες λέγονται αὐτές, ποὺ ἡ παραγωγὴ τῆς τοπικῆς ταλαντώσεως καὶ ἡ ἀλλαγὴ συγνότητας γίνονται μὲ μία μόνη λυχνία (χωρὶς δηλαδὴ νὰ ἀπαιτήται ἔχωριστή ταλαντώτρια λυχνία). Ἀντίθετα, μία λυχνία μίξεως κάνει μόνο τὴν ἀλλαγὴ συχνότητας, ἐνῶ ἡ τοπικὴ ταλάντωση παράγεται ἀπὸ ἄλλη χωριστὴ λυχνία. Γιὰ τὸ ὅνομα «λυχνία μίξεως» πρέπει νὰ κάνωμε μία παρατήρηση. Πραγματικά, ἡ ἀλλαγὴ συγνότητας λέγεται καμμία φορὰ καὶ μίξη ἢ ἀνάμιξη. Αὐτὸς δὲν εἶναι καὶ τόσο σωστό, γιατὶ τὸ μίγμα δύο οὖσιων (π.χ. δέσμοντος καὶ θρογόνου) δὲν εἶναι μία νέα οὐσία, ἐνῶ, κατὰ τὴν ἀλλαγὴ συχνότητας, ἔκεινοῦμε ἀπὸ δύο συχνότητες καὶ παίρνομε μία νέα τρίτη συχνότητα.

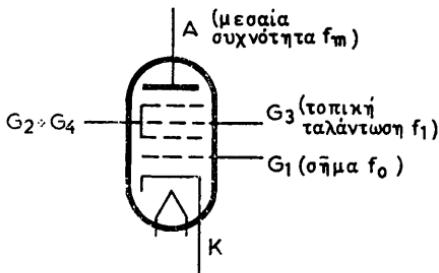
Τυπικὲ παράδειγμα μεταλλάκτριας εἶναι ἡ πεντάπλεγμη λυχνία, δηλαδὴ μία λυχνία μὲ πέντε πλέγματα. Ἡ λυχνία αὐτὴ, κατ’ οὐσίαν εἶναι ἐπτοδή λυχνία, γιατὶ μαζὶ μὲ τὴν κάθοδο καὶ τὴν ἄνοδο, ἀποτελεῖται ἀπὸ ἐπτὰ ἥλεκτρόδια (σχ. 15·5α). Τὰ δύο πρῶτα πλέγματα (G_1 καὶ G_2) μαζὶ μὲ τὴν κάθοδο ἀποτελοῦν ἔνα τρίσδο μέρος, ποὺ συνδεσμολογεῖται σὰν τοπικὸς ταλαντωτής σὲ συγνότητα f_1 . Τὸ σῆμα (f_0) ποὺ προέρχεται ἀπὸ τὴν κεραία, ὁδηγεῖται στὸ τέταρτο πλέγμα (G_4). Τὸ πλέγμα αὐτὸν ἀποικούνεται ἀπὸ τὸ ὑπόλοιπο τῆς λυχνίας μὲ δύο προστατευτικὰ πλέγματα (G_3 καὶ G_5), ποὺ συνδέονται μὲ ἔνα δρισμένο σταθερὸ δυναμικό. Ἔτσι, οἱ δυωράβεστες ἀλληλεπιδράσεις ἀνάλειξα στὶς συγνότητες f_1 καὶ f_0 ἀποφεύγονται. Ἡ συνδεσμολογία αὐτὴ λειτουργεῖ ἀρκετὰ ἵκανοποιητικὰ γιὰ φέρουσες συγνότητες f_0 μικρότερες ἀπὸ 10 MHz.

Καλύτερα ἀποτελέσματα ἐπιτυγχάνομε μὲ ἔξοδες λυχνίες μίξεως, δηλαδὴ λυχνίες μὲ ἔξη ἥλεκτρόδια (ἀπὸ τὰ δύοια τέσσερα πλέγματα), δύπτε ἀποτελεῖται ἔχωριστή ταλαντώτρια λυχνία. Ὁπως δείχνει τὸ σχῆμα 15·5β, τὸ σῆμα f_0 στὸ πρῶτο ἐφαρμόζεται πλέγμα G_1 τῆς λυχνίας μίξεως, ἐνῷ ἡ τοπικὴ ταλάντωση f_1



Σχ. 15 · 5 α.

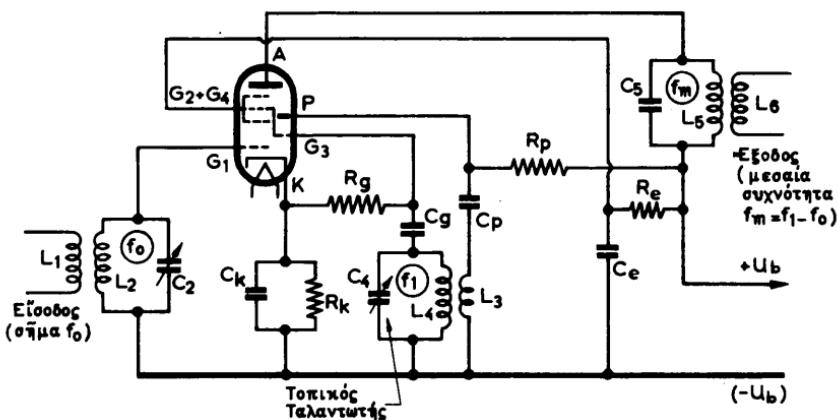
Πανδεσμολογία άλλαγής συχνότητας με έπιποδη μεταλλάκτιρια (πεντάπλευρη λιγχία).

Σχ. 15 · 5 β.
Έξοδη λιγχία μίξεως.

διδηγείται στὸ τρίτο πλέγμα G_3 . Τὸ πλέγμα αὐτὸ εἶναι καὶ πάλι ἀποιονωμένο μὲ δύο προστατευτικὰ πλέγματα G_2 καὶ G_4 . Ἡ ἀλλαγὴ συχνότητας γίνεται καὶ ἐδὴ σύμφωνα μὲ τὸ μηχανισμὸ τῶν μὴ γραμμικῶν στοιχείων, κατὰ τὴν ὅποια ἡ τοπικὴ ταλάντωση ιεταθάλλει μὲ τὸ ρυθμὸ τῆς τὴ διαγωγιμότητα τῆς λυχνίας καὶ

διαχιορφίνει κατά πλάτος τὴν ταλάντωση, που προέρχεται από τὴν κεραία. Η νέα συχνότητα (ή μεσαία συχνότητα) λαμβάνεται από τὴν ἀνοδό τῆς λυχνίας.

Μία σίκουνσιμά μπορεῖ νὰ γίνη, ἂν η τρίσδη, τοπική ταλαντώτρια καὶ η ἔξοδη, λυχνία μίζεως κλεισθοῦν μέσα στὸ ἔδιο περίελαγμα. Συγκριτίζεται τότε η τρίσδη - ἔξοδη λυχνία, ποὺ χρησιμοποιεῖται γιὰ τὴν ἀλλαγὴ συχνότητας μὲ τὸν τρόπο που δείχνει τὸ σχῆμα 15·5 γ. Τὸπάρχουν ἀκόμη καὶ οἱ τρίσδες - ἔπτοδες, στὶς ὁποῖες ἔχει προστεθῆ ἐνα πλέγμα ἀναστολῆς (ὅπως στὶς πέντοδες λυχνίες) μεταξὺ τοῦ τελευταίου προστατευτικοῦ πλέγματος καὶ τῆς ἀνόδου.



Σχ. 15·5 γ.
Άλλαγή συχνότητας μὲ τρίσδη - ἔξοδη λυχνία.

15·6 Διαγωγιμότητα μεταλλαγῆς.

Ξέρομε ὅτι μία λυχνία εἶναι τέσσο πιὸ ἀποδοτική, ὅσο η διαγωγιμότητά της εἶναι μεγαλύτερη (δ ὅρισμὸς τῆς διαγωγιμότητας δέθηκε στὴν παράγραφο 8·7). Αὐτὸ τὸ ξέρομε π.χ. ἀπὸ τὴν περίπτωση ἐνισχύσεως μὲ πέντοδη λυχνία, δπότε η ἐνίσχυση,

είναι άνάλογη πρὸς τὴν διαγωγιμότητα γ τῆς λυχνίας ($\lambda = gR$, παράγραφοι 9·5 καὶ 14·4). Η ἀπλὴ δημοσίευση, οὐχὶ σκοπὸς νὰ δώσῃ, στὴν ἔξοδο τῆς συνδεσμολογίας, μέχι τάσης μὲτραγαλάντερο πλάτος, ἀλλὰ μὲτραγότητα τῆς πρὸς τὴν συγγότητα τοῦ σήματος εἰσέδου.

Κατὰ τὴν ἀλλαγὴν συγγότητας, τὸ σῆμα μὲτραγαλάντερο πρός τὸ ἀποικιακόνεται ἀπὸ τὴν ἔξοδο τῆς συνδεσμολογίας, δύο δὲν κρατοῦνται παρὰ μόνο τὸ σῆμα μὲτραγαλάντερο $f_m = f_1 - f_0$. Ἀρα, τόσο γίνεται διαγωγιμότητα, καὶ γίνεται διαγωγιμότητα (f_m) πρέπει τῷρα νὰ καθορίσθων τὸ σχέση μὲτραγαλάντερο τῆς συγγότητας (καὶ ὅχι τὸ σχέση, μὲτραγαλάντερο). Καταλήγομε, οὖτοι, νὰ δρίσωμε μία νέα διαγωγιμότητα, ποὺ τὴν δυομάδοις διαγωγιμότητα μεταλλαγῆς (ἡ κλίση μεταλλαγῆς) καὶ τὴν συγγένοις μὲτραγαλάντερο f_m ($f_1 - f_0$).

"Εστω μία λυχνία ἀλλαγῆς συγγότητας, ποὺ γίνεται ἀνοδική τῆς συνεχῆς τάσης καὶ γίνεται πόδωσή της μένουν σταθερές, ἐνῷ ἔνα ἀπὸ τὰ πλέγματά της δέχεται μία ἐναλλασσομένη τάση, ὑψηλής συγγότητας f_0 μὲτραγαλάντερο U_0 . Στὴν ἔξοδο τῆς λυχνίας αὐτῆς, παίρνομε ἔνα ἐναλλασσόμενο ρεῦμα στὴν νέα (μεσαία) συγγότητα f_m καὶ τὸ ρεῦμα αὐτὸν ἔχει ἔνα ὄρισμένο πλάτος, οὔτω I_m . (1) λόγος I_m/U_0 , δηλαδὴ ὁ ἀριθμὸς τῶν μιλιαριπέρ τοῦ ἀνοδικοῦ ρεύματος μεσαίας συγγότητας γιὰ κάθε βόλτ τοῦ σήματος εἰσέδου, δυομάδεται διαγωγιμότητα μεταλλαγῆς.

"Η διαγωγιμότητα μεταλλαγῆς g δὲν είναι γίνεται μὲτραγαλάντερο διαγωγιμότητα γ τῆς λυχνίας. Αὗτὴ δημοσίευται στὸ γεγονός ὅτι τὸ ἀνοδικὸ ρεῦμα μεσαίας συγγότητας ἀκολουθεῖ τὴν μέσην τιμὴ τῶν παλμῶν τοῦ ἀνοδικοῦ ρεύματος — καὶ ὅχι τὸς κορυφῆς τῶν παλμῶν (ἔνα τέτοιο πρᾶγμα δείχνει καὶ γίνεται καμπύλη 4, τοῦ σχήματος 15·3β). Ἐπειδὴ γίνεται πινδή είναι μικρότερη ἀπὸ τὴν τιμὴ τῶν κορυφῶν, ἔπειται ὅτι καὶ γίνεται διαγωγιμότητα μεταλλαγῆς ήταν είναι μικρότερη ἀπὸ τὴν συγγένη διαγωγιμότητη-

τα. '(Ο) υπολογισμὸς δείχνει ὅτι πρέπει νὰ ἔχωμε περίπου $g_c = \frac{1}{3}$ g. Στὴν πράξη ὅμως ή διαγωγιμότητα μεταλλαγῆς εἶναι συνήθως γύρω στὸ τέταρτο τῆς συνηθισμένης διαγωγιμότητας.

"Οσο γιὰ τὴν ἐνίσχυση, δνομάζομε ἐνίσχυση μεταλλαγῆς (ἢ ἀπολαβὴ μεταλλαγῆς) A_c τὸ λόγο U_m/U_o , ὅπου U_m εἶναι τὸ πλάτος τῆς τάσεως μεσκίας συγνότητας στὰ ἀκρα τοῦ ἀνοδικοῦ φορτίου καὶ U_o τὸ πλάτος τοῦ σήματος εἰσόδου. Η ἐνίσχυση μεταλλαγῆς ἔξακολουθεῖ νὰ δίνεται: ἀπὸ τὸ γνωστὸ τύπο γιὰ τὶς πέντεδες:

$$A_c = g_c R, \quad (1)$$

ὅπου R τὸ ἀνοδικὸ φορτίο. Ἐπειδὴ ὅμως η διαγωγιμότητα μεταλλαγῆς g_c εἶναι μικρότερη, ἡ ἐνίσχυση μεταλλαγῆς εἶναι ἀνάλογα μικρότερη (γύρω στὸ 1/4) ἀπὸ τὴ συνηθισμένη ἐνίσχυση. Παραμένει ωστόσο ἀξιόλογη, πολὺ περισσότερο μιὰ καὶ ἀποτελεῖ ἔνα ἐπὶ πλέον κέρδος, ἀφοῦ ἔρχεται ταυτόχρονα μὲ τὴν ἀλλαγὴ συγνότητας, η δποίᾳ ἀποτελεῖ τὸν κύριο σκοπὸ τῆς λειτουργίας.

"Ας σημειώσωμε, τέλος, ὅτι η διαγωγιμότητα (καὶ η ἐνίσχυση) μεταλλαγῆς δὲν ἔξαρτᾶται ἀποκλειστικὰ καὶ μόνο ἀπὸ τὴ λυχνία, ἀλλὰ ἐπηρεάζεται καὶ ἀπὸ τὶς συνθῆκες λειτουργίας δλόκηληρης τῆς συνδεσμολογίας της. Εἰδαμε π.χ. ὅτι, ἀνάλογα μὲ τὴν πόλωση καὶ μὲ τὸ πλάτος τῆς τοπικῆς ταλαντώσεως, η λυχνία μπορεῖ νὰ ἐργάζεται εἴτε σὰν διαμορφώτρια, εἴτε σὰν φωράτρια ἀπὸ τὴν ἀνοδο. Η λειτουργία τῆς φωράτριας, ποὺ ἀπαιτεῖ μεγαλύτερο πλάτος τοπικῆς ταλαντώσεως, εἶναι βέβαια πιὸ ἀποδοτική καὶ ἀντιστοιχεῖ σὲ μεγαλύτερη τιμὴ διαγωγιμότητας μεταλλαγῆς.

15.7 Παράσιτα καὶ θόρυβοι - Λόγος σῆμα/θόρυβος.

Θὰ μιλήσωμε στὴν παράγραφο αὐτὴ γιὰ ἓνα ξεχωριστὸ ζήτημα, δηλαδὴ γιὰ τὸ «θόρυβο» ἐνδὲ δέκτη (πρέπει μάλιστα νὰ

δημολογήσωμε δτι μᾶλλον ἀργήσαμε νὰ ἀσχοληθοῦμε μὲ τὸ σοβαρότατο αὐτὸ ζήτημα, πὼν ἔχει βασικὴ σημασία στὴν λήψη).

“Οταν θέλωμε νὰ πάρωμε ἔνα ἀσθενὲς ραδιοφωνικὸ σῆμα, πὼν φθάνει στὴν κεραία λήψεως ἀπὸ ἔνα πολὺ μακρινὸ πομπὸ ἢ ἀπὸ ἔνα πομπὸ μὲ μικρὴ ίσχύ, ἡ πρώτη μας σκέψη εἰναι νὰ αὐξήσωμε δσο μποροῦμε περισσότερο τὴν ἐνίσχυση τοῦ δέκτη. “Οσο δημιουργάνωμε τὴν ἐνίσχυση, τέσσα τὸ μεγάφωνο δίνει ἔναν ἥχο, δησου τὸ σῆμα διαμορφώσεως χάνεται πολλὲς φορὲς ἐντελῶς μέσα σὲ ἔνα πλήθος ἀπὸ παράσιτα και θορύβους κάθε λογῆς. “Ετσι, ἡ πείρα μᾶς διδάσκει δτι δὲν μποροῦμε νὰ παίρνωμε δσο θέλομε ἀσθενή σήματα, παρ’ ὅλο δτι δ δέκτης μπορεῖ νὰ διαθέτῃ τὴν ἀπαιτουμένη ἐνίσχυση. Αὐτὸ δφείλεται στὸ γεγονὸς δτι τὸ ἐπιθυμητὸ σῆμα δὲν φθάνει μόνο του στὴν κεραία λήψεως, ἀλλὰ ἔρχεται μαζὶ μὲ διάφορα « παράσιτα », ἐνῶ συγχρόνως δ δέκτης προσθέτει ἀπὸ μέρους του διαφόρους ἄλλους « θορύβους ». Τὰ παράσιτα και οἱ θόρυβοι ἐνισχύονται στὸ δέκτη κατὰ τὸν ἕδιο τρόπο, δπως και τὸ ἐπιθυμητὸ σῆμα. “Αν, λοιπόν, τὸ ἐπιθυμητὸ σῆμα εὑρεθῇ στὴν ἔξοδο τοῦ δέκτη ἀσθενέστερο ἀπὸ δτι δλα μαζὶ τὰ παράσιτα και οἱ θόρυβοι, τότε ἡ λήψη μπορεῖ νὰ γίνη ἀδύνατη, δσο μεγάλη και ἀν εἰναι ἡ ἐνίσχυση. “Αρα, ἀπὸ ἔνα σημεῖο και ἔπειτα, τὸ πρόδηλημα δὲν εἰναι νὰ αὐξήσωμε τὴν ἐνίσχυση, ἀλλὰ νὰ καταπολεμήσωμε τὰ παράσιτα και τοὺς θορύβους. Τὴν ἐνίσχυση μποροῦμε πάντα νὰ τὴν αὐξήσωμε, αὐξάνοντας τὸν ἀριθμὸ τῶν βαθμίδων ἐνισχύσεως τοῦ δέκτη — πρᾶγμα πὼν μπορεῖ νὰ γίνη χωρὶς σχεδὸν περιορισμό. Πῶς δημιουργάνωμε τὰ παράσιτα και τοὺς θορύβους; Νὰ πὼν εύρισκεται ἐ πρώτος και κύριος ἐχθρὸς τῆς λήψεως.

Πρώτα ἀπὸ δλα ἀς τακτοποιήσωμε τὸ ζήτημα κάπως καλύτερα. Γιὰ τὰ παράσιτα και τοὺς θορύβους, θὰ χρησιμοποιοῦμε συνήθως μία μόνη λέξη, τὴ λέξη, θόρυβος. Σὲ ἔνα ραδιοφωνικὸ δέκτη, ὁ θόρυβος ἐκδηλώνεται μὲ διαφόρους ἀκατάστατους και

δισάρεστους γήχους στὸ μεγάφωνο. Τὴν ἵδια σῆμας λέξην « θόρυβος ». Ήὰ χρησιμοποιοῦμε καὶ σὲ ἄλλες περιπτώσεις, π.χ. στὴν τηλεόραση, ὅπου δὲ θόρυβος ἐκδηλώνεται μὲθ θόλωμα τῆς εἰκόνας στὴν διθόνη τοῦ δέκτη. Στὴ λέξη « θόρυβος » δὲν συιπεριλαμβάνομε τὶς διάφορες παραμορφώσεις, ποὺ μπορεῖ νὰ προκαλῇ ἔνας δέκτης (παραμόρφωση τοῦ γήχου, σφυρίγματα, κλπ.). Οἱ παραμορφώσεις ἔχετάζονται ἔχεχωριστὰ σὲ ἄλλες παραγράφους. Ἐπίσης, δὲν μιλοῦμε ἐδῶ γιὰ τὸν βόμβο τῶν 50 ή 100 Hz, οὗτε γιὰ τοὺς μικροφωνικοὺς θορύβους (Κεφ. 18).

Αὐτὸς λοιπὸν εἶναι δὲ « θόρυβος ». « Οποις εἴπαμε πιὸ πρίν, ἐκεῖνο ποὺ ἐνδιαφέρει δὲν εἶναι οὕτε δὲ θόρυβος μόνος του, οὕτε τὸ σῆμα λήψεως μόνο του. Ἐνας ίσχυρὸς π.χ. θόρυβος μπορεῖ καλλιτεχνικὰ νὰ ὑπερινικηθῇ ἀπὸ ἔνα ἀρκετὰ ίσχυρότερο σῆμα. Ἐκεῖνο ποὺ ἐνδιαφέρει εἶναι ἡ σχέση ποὺ ἔχει τὸ σῆμα ὡς πρὸς τὸ θόρυβο, δηλαδὴ δὲ λόγος σῆμα/θόρυβος. Ἡ λήψη Ήὰ εἶναι τόσο εὐκολώτερη καὶ τόσο καλύτερη, ὅσο δὲ λόγος σῆμα/θόρυβος εἶναι μιγαλλύτερος. » Αν δὲ λόγος αὐτὸς εἶναι στὴν ἔξοδο τοῦ δέκτη, ἵσε περίποι μὲ τὴ μονάδα (σῆμα ἵσο περίποι μὲ τὸ θόρυβο) ἡ λήψη εἶναι δύσκολη. Μία κάπως ἀνετη λήψη ἀπαιτεῖ λόγο σῆμα/θόρυβος ἵσο τουλάχιστον μὲ λίγες μονάδες (πάντως, ἡ ἐλαχίστη τιμὴ ἔξαρταται ἀπὸ τὸ εἶδος καὶ τὶς συνθήκες λήψεως).

Τὸ ἀσθενέστερο σῆμα, ποὺ εἶναι πρακτικὰ δυνατὸ νὰ λάθωμε μὲ ἔνα δρισμένο δέκτη, εἶναι ἐκεῖνο τὸ σῆμα στὴν εἴσοδο τοῦ δέκτη, ποὺ δίνει στὴν ἔξοδο τὸ μικρότερο ἀνεκτὸ λόγο σῆμα/θόρυβος. Τὸ ἀσθενέστερο αὐτὸ σῆμα καθορίζει καὶ τὴ λεγομένη « χρησιμοποιήσιμη εὐαισθησία » τοῦ δέκτη. Π.χ. ἡ χρησιμοποιήσιμη εὐαισθησία ἐνδὲς καλοῦ ραδιοφωνικοῦ δέκτη εἶναι γύρω στὰ 10 μV (μικροβόλτ, ἐκατομμυριοστὰ τοῦ βόλτ), δηλαδὴ ἔνας τέτοιος δέκτης δὲν μπορεῖ πρακτικὰ νὰ πάρῃ σήματα ἀσθενέστερα ἀπὸ 10 μV περίπου. Γιὰ ἀσθενέστερα σήματα, δὲκτης μπορεῖ βέβαια νὰ δίνῃ μία ἀπόκριση, ἡ ἀπόκριση ἔμιως αὐτῆς σκεπά-

ζεται τόσο πολὺ από τὸ Ηρόντο, ὅστε ἡ λύψη γίνεται πρακτικὰ χόννατη.

Τόρχ μποροῦμε νὰ ἐξετάσωμε κάποιες λεπτομερέστερα τὰ διάφορα εἴδη Ηορίζου, καθίλις καὶ τοὺς τρόπους ποὺ διαθέτομε γιὰ τὴν καταπολέμησή τους.

(Οἱ διάφοροι Ηόρυνοι διακρίνονται σὲ δύο μεγάλες κατηγορίες: στοὺς ἐξωτερικοὺς θορύβους, δηλαδὴ αὐτοὺς ποὺ προέργονται ἀπὸ ἀνεπιθύμητα ἐξωτερικὰ σῆματα (παράσιτα) καὶ στὸν ἐσωτερικὸ θόρυβο ἢ θόρυβο βάθους τοῦ δέκτη.

Οἱ ἐξωτερικοὶ Ηόρυνοι προέρχονται γενικὰ ἀπὸ ἀπότομες μεταβολὲς ρεύματος, ποὺ ἔχουν συνήθως λιορφήν σπινθήρων. Ἀρκεῖ π.χ. νὰ ἀναθεσθῆσθαι μία λάμπα ἡλεκτρικοῦ φωτισμοῦ, γιὰ νά ἀκούσωμε ἔνα χαρακτηριστικὸ Ηόρυντο στὸ μεγάφωνο ἐνδὲ γειτονικοῦ δέκτη, ποὺ εὑρίσκεται σὲ λειτουργία. Ἀνάλογο Ηόρυντο προκαλεῖ καὶ ἡ ἔκρηξη μᾶς ἀστραπῆς. Ὁ λόγος εἰναι ὅτι σχηματισμὲς ἐνὸς σπινθήρα (π.χ. τῆς ἀστραπῆς) συνοδεύεται ἀπὸ ἐκπομπὴν ἡλεκτρομαγνητικῆς ἐνεργείας, σὰν αὐτὴ ποὺ ἀκτινοθελεῖται ἀπὸ τὴν κεραία ἐνδὲ ποιμποῦ. Μὲ τὴν διεκφορὰ ὅτι, ἐνῷ ἔνας ποιμπὸς ἀκτινοθελεῖ σὲ μία δρισμένη στενὴ ζώνη συγνοτήτων, ἡ ἀκτινοθελία τοῦ σπινθήρα ἐπεκτείνεται σὲ πλατύτατο φάσμα, ἀπὸ τὶς γχαμηλέτερες ὥς τὶς ὑψηλέτερες συγνότητες, ἀν καὶ σὲ δρισμένες περιοχὲς συγνοτήτων ἡ ἀκτινοθελία εἶναι ἐντονότερη. Ἐτοι, ἔνα μέρος τῆς ἀκτινοθελίας τοῦ σπινθήρα ἔχει συνήθως συγνότητες ποὺ εὑρίσκονται μέσα στὴν καμπύλη ἐπιλογῆς τοῦ δέκτη, ὅποια καὶ ἀν εἶναι ἡ συγνότητα συντονισμοῦ του. Ὁ Ηόρυντος προέρχεται ἀκριβῶς ἀπὸ αὐτὸν τὸ λέρος ἀκτινοθελίας, ποὺ γένεται σὲ τὸ δέκτη δὲν μπορεῖ νὰ τὸ σταματήσῃ.

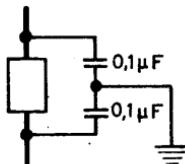
Ἡ κατηγορία τῶν ἐξωτερικῶν Ηορύντων περιλαμβάνει τὰ ἀτμοσφαιρικὰ παράσιτα καὶ τὰ βιομηχανικὰ παράσιτα.

Τὰ ἀτμοσφαιρικὰ παράσιτα διείλονται γενικὰ σὲ ἡλεκτρικὲς ἐκκενώσεις μέσα στὴν ἀτμοσφαιρα (μιλάσχαις π.χ. γιὰ τὶς

ἀστραπές), σὲ αὐτὰ δμως κατατάσσομε ἐπίσης καὶ τὰ « κοσμικὰ παράσιτα », δσα δηλαδὴ προέρχονται ἀπὸ τὴν ἡλεκτρομαγνητικὴν ἀκτινοθολία τῶν σύρανίων σωμάτων. Πολὺ ἐνοχλητικὰ γιὰ συγχρήτητες μικρότερες ἀπὸ 1 Mc/s (ἰδίως στὰ μακρὰ κύματα), ἔξασθενοῦν πολὺ στὰ βραχέα καὶ σχεδὸν ἐξαφανίζονται στὰ ὑπερβραχέα κύματα. Γιὰ τὴν καταπολέμησή τους, δὲν διαθέτουμε σχεδὸν κανένα ἀποτελεσματικὸ μέσο. Καὶ δμως μποροῦν νὰ δώσουν, στὴν εἰσόδο ἐνὸς δέκτη μακρῶν κυμάτων, τάση θορύβου μέχρι μερικὰ mV (μιλλιθόλτ).

Τὰ βιομηχανικὰ παράσιτα (ἢ τεχνητὰ παράσιτα) πηγάζουν ἀπὸ ἕνα πλήθος συσκευῶν, δπου παράγονται σπινθῆρες καὶ, γενικότερα, ἀπότομες μεταβολές ρεύματος: μηχανὲς αὐτοκινήτων (ἀπὸ τὰ μπουζί), μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος (ἀπὸ τὸ σύστημα τοῦ συλλέκτη μὲ τὶς φήκτρες), οἰκιακὲς συσκευὲς (ἀνεμιστῆρες, ἡλεκτρικὲς σκοῦπες κλπ.), ιατρικὲς συσκευὲς (ἰδίως γιὰ διαθερμίες). Διακρίνονται ἀπὸ τὸ γεγονὸς ὅτι δίγουν θορύβους μὲ κάποια συνέχεια καὶ κάποια κανονικότητα, ποὺ δὲν ἔχουν τὰ ἀτμοσφαιρικὰ παράσιτα.

Ἡ καταπολέμηση τῶν βιομηχανικῶν παρασίτων γίνεται μὲ διαφόρους τρόπους. Ι.χ. γιὰ μία μηχανὴ συνεχοῦς ρεύματος ἢ ἄλλη παρόμοια συσκευὴ, ἀρκεῖ νὰ χρησιμοποιήσωμε δύο πυκνωτές, μὲ τὸν τρόπο ποὺ δείγνει τὸ σχῆμα 15·7 α, δπότε ἡ ὑψηλὴ



Σχ. 15·7 α.

Παράδειγμα ἀντιπαρασιτικῆς διατάξεως μὲ πυκνωτές.

συχνότητα βραχυκυλώνεται πρὸς τὴν γῆ καὶ δὲν ἀκτινοθολεῖται. Γιὰ μία ιατρικὴ συσκευὴ διαθερμίας, ἀποτελεσματικὸ μέσο εἶναι

νὰ τὴν κλείσωμε μέσα σὲ ἕνα προσγειωμένο μεταλλικὸν κλουβὶ ἀπὸ συριματόπλεγμα (κλωθὸς Faraday). "Αλλες φορές, ὅπως π.χ. γιὰ ἕνα ραδιόφωνο αὐτοκινήτου ή αεροπλάνου, ή προστασία τοῦ ραδιοφώνου ἀπὸ τὰ παράσιτα τῆς μηχανῆς. ποὺ εὑρίσκεται πολὺ κοντά του, ἀπαιτεῖ εἰδικὴ μελέτη καὶ καταλήγει σὲ εἰδικὲς ἀντιπαρασιτικὲς συνδεσμολογίες. 'Ο ἀγώνας ἐναντίον τῶν βιομηχανικῶν παρασίτων ἐνισχύεται καὶ μὲ εἰδικοὺς νόμους τοῦ Κράτους, ποὺ ἀπαγορεύουν τὴν χρηγαμποίηση διαφόρων συσκευῶν, ἢν δὲν φέρουν δρισμένη ἀντιπαρασιτικὴ διάταξη. Παρ' ὅλα αὗτὰ τὰ μέτρα, οἱ πόλεις εἶναι γεμάτες βιομηχανικὰ παράσιτα, ἵνανὰ νὰ δώσουν, στὴν εἰσόδο ἑνὸς δέκτη, σῆμα ισορύθμου πάγιο ἀπὸ ἀρκετὲς δεκάδες μV. "Οταν, λοιπόν, ζητοῦμε νὰ ἔπιπλωμε τὴν καθαρότερη δυνατὴν λήψη, πρέπει νὰ ἐγκαταστήσωμε τὸ δέκτη μας σὲ μιὰ ἔξοχην περιοχὴ, μακριὰ ἀπὸ πόλεις, ἐργοστάσια, ἡλεκτρικὰ τραῖνα, κλπ. Πραγματικά, οἱ μεγάλοι ἐπαγγελματικοὶ τηλεπικοινωνικοὶ σταθμοὶ λήψεως εἶναι ἐγκατεστηγμένοι σὲ κατάλληληες ἔξοχηκὲς τοποθεσίες.

"Ο ἐσωτερικὸς θόρυβος τοῦ δέκτη (θόρυβος βάθους) εἶναι κάπως δυσκολώτερο νὰ ἔξηγηθῇ. Ξέρομε πάντως ὅτι δὲκτης περιλαμβάνει διαφόρους ἀγωγούς, ἀντιστάσεις, λυγνίες, κλπ. Σὲ ὅλα αὗτὰ τὰ ἔξαρτήματα κυκλοφοροῦν ἡλεκτρικὰ ρεύματα, ποὺ σχηματίζονται ἀπὸ νέφη ἡλεκτρονίων, ὅταν τὰ νέφη αὗτὰ μετακινοῦνται σὰν σύνολα κάτω ἀπὸ τὴν ἐπίδραση μιᾶς ἔξωτερηκῆς ἡλεκτρικῆς τάσεως. 'Αλλὰ καὶ ὅταν ἀκόμη δὲν γίνεται συνολικὴ μετακίνηση νέφους ἡλεκτρονίων, ὅπέτε δὲν σχηματίζεται βέβαια ἡλεκτρικὰ ρεύματα, ποὺ νὰ μποροῦμε νὰ τὸ μετρήσωμε, δις συνήθως, μὲ ἕνα ἀμπερόμετρο, τὰ ἡλεκτρόνια δὲν παύουν νὰ κινοῦνται ἀκατάστατα μέσα στὸ νέφος. 'Η ἀκατάστατη αὐτὴ κίνηση ἀποτελεῖ τὴν θερμικὴ κίνηση τῶν ἡλεκτρονίων, κίνηση (δόνηση), ποὺ διφείλεται στὸ ὅτι ὅλα τὰ σώματα περικλεῖσιν θερμικὴ ἐνέργεια καὶ ἔχουν μιὰ δρισμένη, θερμικορασία. Κάθε ἡλεκτρόνιο ποὺ δονεῖται:

μὲ τὸν τρόπον αὐτόν, εἶναι ἔνα μικρὸν (στοιχειῶδες) ἡλεκτρικὸν φορτίον σὲ κίνηση καὶ ισοδυναμεῖ βέβαια μὲ ἔνα στοιχειῶδες ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἐπειδὴ δῆμος ἡ θερμικὴ κίνηση εἶναι ἀκατάστατη, ὅλα αὐτὰ τὰ στοιχειῶδη ρεύματα, ποὺ διευθύνονται πρὸς δλεῖς τίς κατευθύνσεις, ἔξουδετερώνονται μεταξύ τους καὶ δὲν ἐκδηλώνονται ἔξωτερικὰ μὲ σχηματισμὸν ἐνδεικοῦ ρεύματος. Εἶναι δηλαδὴ σὰν γὰρ ἔχωμες ἔνα μεγάλο πλῆθος ἀνθρώπων, ποὺ σὰν σύνολο μένει ἀκίνητο, ἀλλὰ ποὺ κάθε ἀνθρωπὸς χωριστὰ κινεῖται μέσα στὸ πλῆθος, πρὸς τὰ ἑδῶντα πρὸς τὰ ἑκεῖ.

"Ἐστω δῆμος καὶ χωρὶς σχηματισμὸν συνολικοῦ ρεύματος, καὶ παρ' ὅλον ὅτι ἡ θερμικὴ κίνηση εἶναι ἀτακτη, δημιουργεῖ διστόσο στὰ ἄκρα μιᾶς ἀντιστάσεως μιὰ κάποια ἐναλλασσομένη ἡλεκτρικὴ τάση μὲ τυχαία μορφὴ (μὴ γραμμική). Ἡ ἐνεργὸς τιμὴ αὐτῆς τῆς τάσεως εἶναι σταθερή, γιὰ μὲὰ δοσμένη ἀντίσταση, ποὺ εὑρίσκεται ὑπὸ δρισμένες συνθῆκες. "Αν ἡ ἀντίσταση εἶναι ἐνομένη στὴν εἰσόδῳ ἐνδεικοῦ ρεύματος, ἡ τάση ἀπὸ θερμικὴ κίνηση θὰ ἐνισχυθῇ καὶ μπορεῖ νὰ φθάσῃ νὰ ἀκουσθῇ σὰν θόρυβος. Ἡ ἐπιλογὴ τοῦ δέκτη περιορίζει τὸ θόρυβον, ἀλλὰ δὲν τὸν ἔξαφνίζει ἐντελῶς. Πραγματικά, καθὼς ἡ θερμικὴ κίνηση εἶναι τελείως ἀτακτη, ἡ ἀντίστοιχη τάση θορύβου περιλαμβάνει πρακτικὰ δλεῖς τὶς συχνότητες, ἀρα καὶ ἔκεινες ποὺ εὑρίσκονται μέσα στὴν καμπύλη ἐπιλογῆς τοῦ δέκτη καὶ ποὺ διπωσδήποτε θὰ περάσουν. "Οσο, βέβαια δξύτερη, εἶναι ἡ ἐπιλογὴ τοῦ δέκτη, τόσο λιγότερος θόρυβος θὰ περάσῃ πρὸς τὴν ἔξοδο.

"Ο θόρυβος ἀπὸ θερμικὴ κίνηση ἀκούεται στὸ ιεργάζοντος ἐνδεικοῦ φύσημα (ὅταν, ἐννοεῖται, γί, ἐνίσχυση, εἶναι ἀρκετὰ μεγάλη). Ἀπὸ δοσα εἴπαμε, βγαίνει τὸ συμπέρασμα ὅτι δηθερμικὸς θόρυβος αὐξάνει δοσα αὐξάνει ἡ ἀντίσταση, καὶ γί, θερμοκρασία καὶ δοσα γί καμπύλη ἐπιλογῆς τοῦ δέκτη, εἶναι πλακτύτερη. Ἡ τάση, θορύβου ἐνδεικοῦ συνήθισμένη δέκτη, εἶναι ιερικὰ μὲν καὶ

γίνεται κυρίως αισθητή πρὸς τὰ ὑπερβραχέα κύματα και τὰ μικροκύματα.

Ο θόρυβος, ποὺ προκαλοῦν οἱ ἡλεκτρονικὲς λυχνίες, εἰναι παρόμοιος μὲ τὸ θερμικὸ θόρυβο τῶν ἀντιστάσεων. Ἐπὶ πλέον, ἐπειδὴ και τὸ ἀνοδικὸ ρεῦμα τῆς λυχνίας ἀποτελεῖται ἀπὸ διαδοχὴ χωριστῶν ἡλεκτρονίων, ποὺ φθάνουν στὴν ἀνοδὸ σὰν πλήθος σκάγια ἀπὸ βολὲς ἐπλου, ἢ λυχνία δημιουργεῖ και ἄλλο δικό της θόρυβο, ποὺ λέγεται θόρυβος βολῆς. Ἐπίσης, ἐπειδὴ ἡ ἐκπομπὴ ἡλεκτρονίων ἀπὸ τὴν κάθοδο δὲν γίνεται τελείως δμοιόμορφα, ἀλλὰ ὑπάρχουν περιοχὲς τῆς καθόδου, δπου ἔχομε ἀφθονώτερη ἐκπομπὴ ἡλεκτρονίων, σὰν ἔνα εἶδος ἀναλαμπῶν, προστίθεται και ἔνας θόρυβος ἀναλαμπῶν. Οἱ λυχνίες δημιουργοῦν και ἄλλους ἀκόμη θορύβους, δπως αὐτὸν ποὺ προέρχεται ἀπὸ τὴν κατανομὴ τοῦ ἡλεκτρονικοῦ ρεύματος ἀνάμεσα στὴν ἀνοδὸ και σὲ ἄλλα ἡλεκτρόδια τῆς λυχνίας, τὸ θόρυβο κατανομῆς.

Ἐτσι κάθε λυχνία εἰναι πηγὴ ἐνὸς θορύβου, ποὺ συνήθως εἰναι τόσο μεγαλύτερος, δσο περισσότερα πλέγματα ἔχει ἢ λυχνία. Και δ θόρυβος αὐτὸς ἔχει τέσσερα περισσότερη σημασία, δσο ἡ λυχνία ἐργάζεται μὲ ἀσθενέστερο σῆμα και μὲ μεγαλύτερη ἐνσχυση. Τέτοια π.χ. εἰναι ἡ περίπτωση μιᾶς λυχνίας ἀλλαγῆς συχνότητας σὲ ὑπερετερόδυνο δέκτη, δταν δὲν ὑπάρχει προενίσχυση ὑψηλῆς συχνότητας, δταν δηλαδὴ ἡ ἀλλαγὴ συχνότητας γίνεται στὴν πρώτη βαθμίδα εἰσόδου τοῦ δέκτη. Η πρώτη κατή λυχνία γίνεται τότε ὑπεύθυνη γιὰ τὸ μεγαλύτερο μέρος τοῦ συγολικοῦ θορύβου βάθους τοῦ δέκτη, ιδίως ἀν εἰναι μία ἐπτοδη, ποὺ ἔχει πολλὰ ἡλεκτρόδια. Εἰναι ἀλήθεια δτι ἡ ἐπτοδη χρησιμοποιεῖται μὲ ἐπιτυχία στὰ μακρὰ και μεσαῖα κύματα, αὐτὸ διμως δφείλεται στὸ δτι, στὶς περιοχὲς αὐτὲς συχνοτήτων κυριαρχοῦν οἱ ἔξωτερικοι θόρυβοι. "Οταν, ἀντίθετα, κυριαρχῇ δ θόρυβος βάθους, δπως συμβαίνει στὰ ὑπερβραχέα και στὰ μικροκύματα, τότε ἡ ἐπτοδη λυχνία δὲν χρησιμοποιεῖται. Αντὶ γι' αὐτή, χρησιμο-

ποιούνται πέντοδες καὶ τρίοδες λυχνίες, καθὼς καὶ εἰδικὲς διατάξεις, ποὺ σκοπὸ ἔχουν νὰ κάνουν πιὸ ἀποτελεσματικὸ τὸν ἀγώνα κατὰ τοῦ μεγάλου ἔχθροῦ, τοῦ θορύβου βάθους.

Ἡ καταπολέμηση τῶν θορύβων κάθε μορφῆς μπορεῖ νὰ δὴγ-γῆσῃ σὲ σγημαντικὴ μείωση τοῦ συνολικοῦ σήματος θορύβου. Ἐτσι, καλυτερέει ὁ λόγος σῆμα/θέρυθρος, γιατὶ μικραίνει ὁ παρονομαστής. Ὁ λόγος αὐτὸς μπορεῖ ἐπίσης νὰ αὐξηθῇ ἢν μεγαλώσῃ ὁ ἀριθμητής, δηλαδὴ τὸ σῆμα. Αὐτὸ γίνεται συνήθως στὴ ραδιοφωνία, ὅπου οἱ πομποὶ κατασκευάζονται ἀρκετὰ ἴσχυροί, ὥστε δλη ἡ ἔκταση ποὺ ἔξυπηρετοῦν νὰ καλύπτεται ἀπὸ ἕνα ἀρκετὰ ἴσχυρὸ σῆμα. Αὐτὸ εἶναι ἀπαραίτητο γιὰ νὰ ἔξασφαλίζεται μία ἀνετη ραδιοφωνικὴ λήψη, ἀκόμα καὶ μὲ φθηνοὺς δέκτες. Ὡπάρ-χουν δημος περιπτώσεις, ὅπου ἡ αὔξηση τοῦ σήματος εἶναι πολὺ δύσκολη ἢ ἀδύνατη (δταν π.χ. παίρνωμε σήματα ἀπὸ τεχνητοὺς δορυφόρους ἢ δταν κάνωμε δρισμένα πειράματα φυσικῆς μὲ πολὺ ἀσθενὴ σήματα). Τότε δὲν μένει παρὰ ὁ ἀδυσώπητος ἀγώνας κατὰ τοῦ θορύβου.

ΥΠΕΡΕΤΕΡΟΔΥΝΟΙ ΔΕΚΤΕΣ

16·1 Άρχη τοῦ ύπερετερόδυνου δέκτη.

Στὸ τέλος τοῦ πρώτου τόμου (παρ. 13·2) εἴχαμε δώσει ἔνα παράδειγμα πολὺ ἀπλοῦ ραδιοφωνικοῦ δέκτη μὲ ἀπ' εὐθείας φώραση. Κατόπιν, ἀρχίζοντας τὸ δεύτερο τόμο (παρ. 14·1) εἰπάμε δτὶς τὸ σῆμα τῆς κεραίας εἶναι συνήθως πολὺ ἀσθενὲς καὶ χρειάζεται νὰ τὸ ἐνισχύωμε, προτοῦ τὸ ὑποβάλωμε σὲ φώραση. Ἀρα, ἔνας πληρέστερος δέκτης, ἀν καὶ ἀκόμη ἀρκετὰ ἀπλός, μπορεῖ νὰ ἀποτελῆται ἀπὸ ἕναν ἐνισχυτὴ ὑψηλῆς συχνότητας, ἔνα φωρατὴ καὶ ἕναν ἐνισχυτὴ χαμηλῆς συχνότητας. Αὐτὸς εἶναι δ λεγόμενος δέκτης μὲ ἀπ' εὐθείας ἐνισχυση **Υ.Σ.**

Ξέρομε δτὶς, γιὰ νὰ ἐπιτύχωμε τὴν ἐπιλογὴ τοῦ σταθμοῦ, ποὺ θέλομε νὰ ἀκούσωμε, καθὼς καὶ τὴν ἐνισχυση ὑψηλῆς συχνότητας, πρέπει νὰ χρησιμοποιήσωμε συντονισμένα κυκλώματα. Κάθε τέτοιο κύκλωμα ἀποτελεῖται γενικὰ ἀπὸ ἕνα πηνίο μὲ σταθερὴ αὐτεπαγωγὴ **L** καὶ ἔνα μεταβλητὸ πυκνωτὴ **C**. Οἱ μεταβλητοὶ πυκνωτὲς εἶναι συναρμολογημένοι πάνω σὲ ἔνα κοινὸ ἅξονα ἔτσι, ὥστε δλα τὰ συντονισμένα κυκλώματα νὰ συντονίζωνται συγχρόνως στὴν κατάλληλη συχνότητα. Ὁταν ἀναζητοῦμε ἔνα σταθμὸ ἐκπομπῆς, ἀλλάζομε τὴν συχνότητα συντονισμοῦ, στρέφοντας τὸν ἅξονα τῶν μεταβλητῶν πυκνωτῶν.

Τὰ βασικὰ μειονεκτήματα ἔνδεις δέκτη μὲ ἀπ' εὐθείας ἐνισχυση **Υ.Σ.** πηγάδουν ἀκριβῶς ἀπὸ αὐτὴ τὴ μεταβολὴ τῆς συχνότητας συντονισμοῦ σὲ δλα τὰ συντονισμένα κυκλώματα τοῦ τμήματος ὑψηλῆς συχνότητας. Πραγματικὰ ἡ μεταβολὴ τῆς συχνότητας ἔχει, σύμφωνα μὲ δσα μάθαμε στὰ Κεφάλαια 6 καὶ 7, τὸ ἔξης διπλὸ ἀποτέλεσμα:

Πρώτον, ή αντίσταση ἀπωλειῶν Γ κάθε συντονισμένου κυκλώματος ἀλλάζει μὲ τὴν συχνότητα, ἅρα μεταβάλλεται δια τελεστής ποιότητας τοῦ κυκλώματος $Q = \frac{\omega \cdot L}{r}$. Αὐτὸς ἐπιδρᾷ πάνω στὴν ἐπιλογὴ μιᾶς βαθμίδας Γ.Σ. κατὰ τέτοιο τρόπο, ὥστε δέκτης νὰ μὴ ἔχῃ μιὰ σταθερὴ ἐπιλογὴ γιὰ δλες τὶς συχνότητες συντονισμοῦ, πρᾶγμα βέβαια δυσάρεστο.

Δεύτερον, ή ίσοδύναμη ἀντίσταση κάθε παραλλήλου συντονισμένου κυκλώματος ($R_p = \frac{L}{C_r}$) μεταβάλλεται καὶ αὐτὴ μὲ τὴν συχνότητα, ὅχι μόνο γιατὶ ἀλλάζει: ή ἀντίσταση ἀπωλειῶν Γ , ἀλλὰ καὶ γιατὶ συγχρόνως μεταβάλλεται: καὶ ή μεταβλητὴ χωρητικότητα C . "Ετοι, δὲνισχυτῆς Γ.Σ. δίνει διαφορετικὴ ἐνίσχυση ἀπὸ μιὰ συχνότητα συντονισμοῦ σὲ ἀλλη (Κεφ. 14, παρ. 4), πρᾶγμα ἐπίσης ἀνεπιθύμητο.

Τὰ μειονεκτήματα αὐτὰ θὰ ἔξαφανίζονται, ἂν δὲ δέκτης μποροῦσε νὰ λειτουργῇ σὲ σταθερὴ συχνότητα. Τότε, ὅμως, πῶς θὰ ἥταν δυνατὸς νὰ μποροῦμε νὰ πάρωμε, μὲ ἔνα καὶ τὸν ἕδιο δέκτη, σταθμοὺς μὲ διαφορετικὲς συχνότητες ἐκπομπῆς;

"Η λύση, ὡστέο, ὑπάρχει. Διατηροῦμε βέβαια ἔνα πρώτο τιμῆμα τοῦ δέκτη, ἀμέσως μετὰ τὴν κεραία λήψεως, δπου ή συχνότητα συντονισμοῦ παραμένει μεταβλητή, τὸ τιμῆμα ὅμως αὐτὸς τὸ περιορίζομε σημαντικά. "Τερα, ἐπιειδὲν με στὸ ὑψίσυχο σῆμα μία ἀλλαγὴ συχνότητας, σύμφωνα μὲ ὅσα εἴπαμε στὸ προηγούμενο Κεφάλαιο. "Η ἀλλαγὴ συχνότητας γίνεται: ἀκριβῶς κατὰ τέτοιο τρόπο, ὥστε νὰ παράγεται μία μεσαία συχνότητα σταθερή, πάντοτε ή ἕδια, δποιαδήποτε καὶ ἀν εἰναι ή ἀρχική, ὑψηλὴ συχνότητα συντονισμοῦ. Αὐτὸς τὸ ἐπιτυγχάνομε μὲ τὴν βοήθεια ἐνὸς καταλλήλου τοπικοῦ ταλαντωτῆ. "Η συχνότητα τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ καθορίζεται ἀπὸ ἔνα συντονισμένο κύκλωμα, τὸ δποὶ περιλαμβάνει ἔνα μεταβλητὸ πυκνωτή, συνάρμολογημένο πάνω

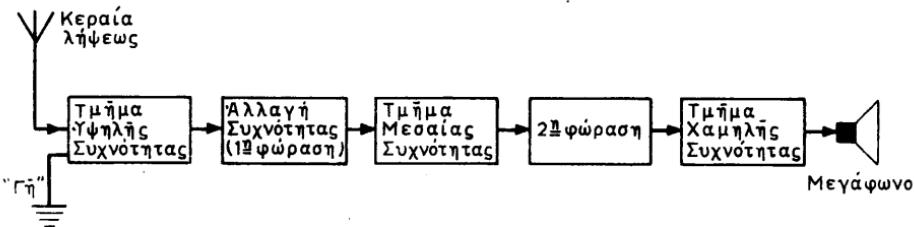
στὸν ἕδιο ἄξονα μὲ τὸν μεταβλητὸύς πυκνωτὲς τῶν ἀλλων συντονισμένων κυκλωμάτων εἰσόδου. Ὅταν στρέφωμε τὸν ἄξονα αὐτὸγιὰ νὰ ἀλλάξωμε σταθμό, ή συχνότητα συντονισμοῦ τοῦ κυκλώματος εἰσόδου ἀλλάζει, συγχρόνως δημος ἀλλάζει κατάλληλα καὶ η συχνότητα τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ. Ἐτοι, η διαφορὰ ἀνάμεσα στὶς δύο αὐτὲς συχνότητες, δηλαδὴ η μεσαία συχνότητα, μένει σταθερή. Ἀπὸ κεῖ καὶ πέρα, γίνεται, ὡς συνήθως, φώραση καὶ ἐνίσχυση χαμηλῆς συχνότητας.

Μία συνηθισμένη τιμὴ τῆς μεσαίας συχνότητας, στὴν περίπτωση τῆς ραδιοφωνίας, είναι 455 kc/s. Ἡ συχνότητα αὐτῆ ἀνήκει στὴν περιοχὴ τῶν ὑψηλῶν συχνοτήτων. Ἄρα, τὸ τμῆμα μεσαίας συχνότητας τοῦ δέκτη μπορεῖ νὰ περιλαμβάνῃ ἐνισχυτὲς Γ.Σ. καθὼς καὶ συντονισμένα κυκλώματα ἐπιλογῆς. Πραγματικά, τὸ μεγαλύτερο μέρος τῆς ἐνισχύσεως Γ.Σ. καὶ τῆς ἐπιλογῆς μετατοπίζονται, τώρα, στὸ τμῆμα μεσαίας συχνότητας τοῦ δέκτη. Ἐπειδὴ δὲ τὸ τμῆμα αὐτὸλειτουργεῖ μὲ σταθερὴ συχνότητα συντονισμοῦ, οἱ λειτουργίες ἐνισχύσεως Γ.Σ. καὶ ἐπιλογῆς γίνονται, στὸ τμῆμα αὐτό, χωρὶς τὰ μειονεκτήματα, ποὺ ἀναφέραμε προηγούμενα. Ταυτόχρονα, ἐπειδὴ η μεσαία συχνότητα είναι χαμηλότερη ἀπὸ τὴν Γ.Σ. εἰσόδου, η ἐπιλογὴ καὶ η ἐνίσχυση γίνονται εύκολώτερα.

Ἐνας δέκτης, ποὺ η λειτουργία του βασίζεται στὴν ἀλλαγὴ συχνότητας, δημος τὸ ἐξηγήσαμε παραπάνω, λέγεται ὑπερετερόδυνος δέκτης (superheterodyne receiver). Ἡ δνομασία αὐτὴ δικαιολογεῖται ὡς ἔξῆς: Ὁπως εἴπαμε στὸ προήγουμενο Κεφάλαιο, η ἀλλαγὴ συχνότητας δνομάζεται καὶ ἐτεροδύνωση η καὶ φώραση. Ἡ λειτουργία αὐτὴ ἀκολουθεῖται, στὶς ἐπόμενες βαθμίδες τοῦ δέκτη, ἀπὸ μία ἀλλη φώραση, αὐτὴ ποὺ ξεχωρίζει τὴν χαμηλὴ ἀπὸ τὴν ὑψηλὴ συχνότητα. Ἐχομε λοιπὸν μία πρώτη ἐτεροδύνωση η πρώτη φώραση καὶ μία δεύτερη φώραση. Στὴ δεύτερη φώραση δὲν χρησιμοποιεῖται τοπικὸς ταλαντωτῆς καὶ

συμβέλη, άλλα και μεσαία συχνότητα, που έχει στατα τη δεύτερη φώραση, περιέχει όμως τη γαμηλή, συχνότητα μὲν μορφή διαμορφώσεως. Μπορούμε λοιπόν νὰ πούμε ότι έχουμε δύο έτεροδυνώσεις καὶ γι' αὐτὸν ἔναν τέτοιο δέκτη τὸν λέμε οὐπερετερόδυνον. (Αντίθετα, δρισμένοι τγλεγραφικοὶ δέκτες, ποὺ θὰ δοῦμε στὸ έπόμενο Κεφάλαιο, χρησιμοποιοῦν μία μόνη έτεροδύνωση καὶ λέγονται έτεροδύνοι).

Τὸ γενικὸ διάγραμμα ἔνδεικνει τὸν δέκτη φαίνεται στὸ σχῆμα 16·1 α. Στὸ σχῆμα διακρίνομε τὰ διάφορα στιγμάτα τοῦ δέκτη, δηλαδὴ περιγράψαμε προηγούμενα. Αὐτὸν διμως δὲν είναι παρὰ ἔνα γενικὸ διάγραμμα. Ή λεπτομερέστερη σύνθεση



Σχ. 16·1 α.
Γενικὸ διάγραμμα οὐπερετερόδυνου δέκτη.

τῶν διαφόρων τμημάτων, καθὼς καὶ ἡ κατασκευή τους, μποροῦν νὰ διικρέουν σημαντικὰ ἀπὸ ἔνα δέκτη σὲ ἄλλο. Π.χ. τὸ τμῆμα Γ.Σ. μπορεῖ νὰ ἀποτελῆται μόνο ἀπὸ συντονισμένα κυκλώματα ἐπιλογῆς ἢ νὰ περιλαμβάνῃ καὶ μία ἡ περισσότερες βαθμίδες ἐνισχύσεως Γ.Σ. Ή ἀλλαγὴ συχνότητας (1η φώραση) γίνεται μὲν μία ἀπὸ τὶς συνδεσμολογίες τοῦ προηγουμένου Κεφαλαίου. Στὸ τμῆμα μεσαίας συχνότητας ὑπάρχουν συντονισμένα κυκλώματα ἐπιλογῆς (μετασχηματιστὲς μεσαίας συχνότητας), κατανεμημένα σὲ μία ἡ περισσότερες βαθμίδες ἐνισχύσεως. Ή 2η φώραση γίνεται συγχύθως μὲν δίοδη λυχνία. Τέλος, τὸ τμῆμα Χ.Σ. περιλαμβάνει ἔναν ἐνισχυτὴ τάσεως καὶ ἔναν ἐνισχυτὴ ισχύος, ποὺ ἡ σχεδίασή

τους έξαρταται από τὴν ποιότητα τῆς ἀναπαραγωγῆς ποὺ ἐπιδιώκομε, καὶ ἀπὸ τὴν ἀπαιτουμένην ἴσχυ. Ὑπάρχει ἀκόμη καὶ μία ποικιλία βοηθητικῶν διατάξεων, γιὰ τὶς δροῦσις μιλοῦμε πιὸ κάτω.

Σχεδὸν δὲοι οἱ συνηθισμένοι ραδιοφωνικοὶ δέκτες εἰναι ὑπερετερόδυνου τύπου. Ἐπίσης ὑπερετερόδυνου τύπου εἰναι καὶ ἄλλα εἰδὴ δέκτῶν, π.χ. οἱ δέκτες τηλεοράσεως. Ἐπειδὴ στὴν τηλεόραση ἡ ὑψηλὴ συχνότητα φθάνει τοὺς 150 η τοὺς 200 Mc/s (πολὺ πάνω ἀπὸ τὴν ραδιοφωνία), ἡ μεσαία συχνότητα εἰναι καὶ αὐτὴ σημαντικὰ ὑψηλότερη, π.χ. γύρω στοὺς 30 Mc/s. Σὲ δρισμένες περιπτώσεις, ἰδίως δταν ἡ ὑψηλὴ συχνότητα εἰναι πολὺ ὑψηλὴ, δὲν ἀρκεῖ μία ἀλλαγὴ συχνότητας, δπότε κατασκευάζονται ὑπερετερόδυνοι δέκτες μὲ δύο ἀλλαγὲς συχνότητας, δηλαδὴ μὲ τρεῖς συνολικὰ φωράσεις.

Μπορεῖ νὰ σκεφθῇ κανεὶς ὅτι ἡ χρησιμοποίηση τῆς ἀλλαγῆς συχνότητας στοὺς ὑπερετερόδυνους δέκτες τοὺς κάνει πολύπλοκους. Αὐτὸς εἰναι ὅτι ἔνα βαθμὸς ἀλγήθεια, οἱ ὑπερετερόδυνοι δημος δέκτες διατηροῦν τὸ βασικὸ πλεονέκτημα ὅτι τὸ μεγαλύτερο μέρος τῆς ἐνισχύσεως Υ.Σ. καὶ τῆς ἐπιλογῆς γίνονται καλύτερα στὶς βαθμίδες μεσαίας συχνότητας, δπου ἡ συχνότητα εἰναι σταθερὴ καὶ χαμηλότερη ἀπὸ τὴν Υ.Σ. εἰςόδου. Στὸ μεταξὺ δημιουργοῦνται βέβαια διάφορα προβλήματα, ποὺ τὰ ἔξετάζομε στὶς ἐπόμενες παραγράφους.

16·2 Εύθυγράμμιση Υ.Σ.

Ἐκεῖνο ποὺ χαρακτηρίζει, δπως εἰδαμε, τὴ λειτουργία ἐνὶς ὑπερετερόδυνου δέκτη εἰναι ἡ ἀλλαγὴ τῆς μεταβλητῆς ὑψηλῆς συχνότητας εἰσόδου σὲ μία σταθερὴ μεσαία συχνότητα. Γιὰ νὰ καταλάβωμε καλύτερα αὐτὴ τὴ χαρακτηριστικὴ λειτουργία, ἡς πάρωμε γιὰ παράδειγμα ἔνα συνηθισμένο ραδιοφωνικὸ δέκτη, τοῦ δροῦσον στρέφομε τὸν «μεταγωγέα κυμάτων» στὰ μεσαία κύμα-

τα. Θὰ πρέπει, τότε, νὰ μποροῦμε νὰ ἀκούσωμε σταθμούς, που ἐκπέμπουν σὲ συχνότητες ἀπὸ 550 ὥς 1600 kc/s περίπου.

"Εστω ὅτι θέλομε ἡ σταθερὴ μεσαία συχνότητα νὰ εἶναι ἵση μὲ 455 kc/s. Γιὰ τὸ σκοπὸ αὐτό, χρησιμοποιοῦμε, στὴν ἀλλαγὴ συχνότητας, ἔνα τοπικὸ ταλαντωτή, ποὺ ἡ συχνότητά του μεταβάλλεται ἔτσι, ὡστε νὰ εἶναι σταθερὰ μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ὑψηλὴ συχνότητα εἰσόδου κατὰ 455 kc/s. "Αρα, ἡ τοπικὴ συχνότητα (τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ) πρέπει νὰ μεταβάλλεται, στὸ παράδειγμά μας, ἀπὸ $550 + 455 = 1005$ kc/s μέχρι $1600 + 455 = 2055$ kc/s. "Οταν παίρνωμε ἔνα σταθμὸ μὲ συχνότητα ἐκπομπῆς π.χ. 700 kc/s, ἡ τοπικὴ συχνότητα θὰ εἶναι $700 + 455 = 1155$ kc/s. "Ετσι, ἡ διαφορὰ ἀνάμεσα στὴν τοπικὴ συχνότητα καὶ τὴν ὑψηλὴ συχνότητα εἰσόδου μένει πάντα ἵση μὲ τὴν σταθερὴ μεσαία συχνότητα (455 kc/s).

Θὰ μπορούσαμε νὰ εἴχαμε τὸ ἕδιο ἀποτέλεσμα, ἂν ἡ τοπικὴ συχνότητα δὲν ἦταν μεγαλύτερη, ἀλλὰ μικρότερη ἀπὸ τὴν Γ.Σ. εἰσόδου κατὰ 455 kc/s. Γενικὰ δĩως, δρισμένοι κατασκευαστικοὶ λόγοι ἐπιβάλλουν ἡ τοπικὴ συχνότητα νὰ ἐκλέγεται μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν Γ.Σ. εἰσόδου.

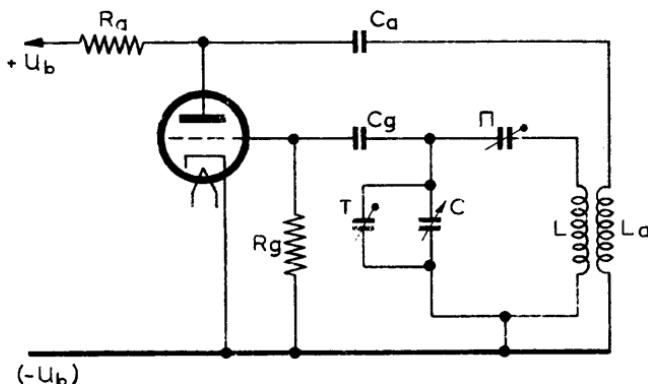
"Ο τοπικὸς ταλαντωτῆς πρέπει λοιπὸν νὰ εύρισκεται πάντοτε συντονισμένος σὲ συχνότητα κατὰ 455 kc/s μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν Γ.Σ. εἰσόδου. "Ας ὑποθέσωμε τώρα ὅτι στὴν εἰσόδο τοῦ δέκτη ὑπάρχει ἔνα μόνο συντονισμένο κύκλωμα ἐπιλογῆς, ἐνῶ ὁ τοπικὸς ταλαντωτῆς περιλαμβάνει ἔνα δεύτερο συντονισμένο κύκλωμα ταλαντώσεως. "Αν τὰ δύο αὐτὰ συντονισμένα κυκλώματα ἦταν ἐντελῶς ἀνεξάρτητα, τότε, κάθε φορὰ ποὺ θὰ θέλαιμε νὰ ἀκούσωμε ἔναν δρισμένο σταθμό, θὰ ἔπρεπε νὰ κάνωμε τοὺς ἔξι τοις σταθμοῖς: Πρῶτον, νὰ συντονίσωμε τὸ κύκλωμα εἰσόδου στὴ συχνότητα τοῦ ἐπιθυμητοῦ σταθμοῦ. Καί, δεύτερον, νὰ συντονίσωμε τὸ κύκλωμα τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ σὲ μία ἀλλη συχνότητα, ὑψηλότερη ἀπὸ τὴν προηγουμένη κατὰ 455 kc/s ἀκριβῶς.

Τέτοιοι χειρισμοί μπορεῖ νὰ εἰναι εὔκολοι γιὰ ἔνα τεχνικό, ὅχι δμως γιὰ τὸν πολὺ κόσμο. Ἔτσι, οἱ κατασκευαστὲς ραδιοφώνων ἔχουν δεχθῆ γενικὰ τὸν μονοχειρισμό. Μονοχειρισμὸς σημαίνει ἐδῶ νὰ στρέψωμε ἔνα μόνο κουμπὶ (ἔναν ἄξονα) καὶ νὰ κάνωμε συγχρόνως καὶ τὶς δύο προηγούμενες ρυθμίσεις. Αὐτὸ εἰναι δυνατὸ κατὰ διαφόρους τρόπους. Ἡ λύση, ποὺ ἔχει γίνει γενικὰ δεκτή, εἰναι ἡ ἀκόλουθη: Τὰ δύο συντονισμένα κυκλώματα (εἰσόδου καὶ ταλαντωτῆ) ἀποτελοῦνται, τὸ καθένα, ἀπὸ ἔνα μεταβλητὸ πυκνωτή καὶ ἔνα πηγίο. Οἱ δύο μεταβλητοὶ πυκνωτὲς εἰναι δμωιοι καὶ ἔχουν συνδεσμολογηθῆ πάνω στὸν ἴδιο ἄξονα (τὸν ἄξονα τοῦ μονοχειρισμοῦ), ἀποτελοῦν δηλαδὴ στὴν πραγματικότητα ἔνα διπλὸ μεταβλητὸ πυκνωτή. Τὰ δύο πηγία εἰναι διαφορετικά, δηλαδὴ τὸ πηγίο τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ ἔχει μικρότερη αὐτεπαγωγὴ σὲ τρόπο, ὥστε νὰ συντονίζῃ σὲ ὑψηλότερες συχνότητες.

Ἡ λύση αὐτὴ εἰναι βέβαια πολὺ καλή, δημιουργεῖ δμως ἀμέσως τὸ ἔξῆς πρόβλημα: Ἔστω ὅτι τὰ πηγία καὶ οἱ πυκνωτὲς ἔχουν διπολογισθῆ, ὥστε, γιὰ τὴν λήψη ἐνὸς δρισμένου σταθμοῦ, ἡ διαφορὰ ἀνάμεσα στὴν τοπικὴ συχνότητα καὶ τὴν Υ.Σ. εἰσόδου νὰ ἰσοῦται πραγματικὰ μὲ τὴ μεσαία συχνότητα. Αὐτὸ δὲν παρουσιάζει καμμία δυσκολία. Τὸ δύσκολο εἰναι νὰ κρατήσωμε τὴ διαφορὰ αὐτὴ σταθερή, δταν περνοῦμε ἀπὸ ἔνα σταθμὸ σὲ ἄλλο. Καὶ τοῦτο γιατί, δπως ἔρομε, ἡ συχνότητα συντονισμοῦ ἐνὸς κυκλώματος δὲν μεταβάλλεται ἀνάλογα πρὸς τὴ χωρητικότητά του, ἀλλὰ ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τὴν τετραγωνικὴ ρίζα τῆς χωρητικότητας. Ἔτσι, ἡ διατήρηση μιᾶς σταθερῆς μεσαίας συχνότητας σὲ μία δλόκληρη περιοχὴ, συχνοτήτων (π.χ. στὴν περιοχὴ τῶν μεσαίων κυμάτων) δὲν εἰναι δυνατὸ νὰ γίνη μὲ ἀπόλυτη ἀκρίβεια. Δὲν μποροῦμε νὰ ἐπιτύχωμε τὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸ παρὰ μόνο κατὰ προσέγγιση. Εύτυχως, δμως, μποροῦμε νὰ φθάσωμε σὲ μιὰ προσέγγιση πολὺ ικανοποιητικὴ γιὰ τὴν πράξη. Ἡ ρύθμιση

ποὺ χρείαζεται, γι' αὐτὸ τὸ πυκνωπό, δηνομάζεται εύθυγράμμιση τῆς ὑψηλῆς συχνότητας τοῦ δέκτη.

Η εύθυγράμμιση (alignment) γίνεται κυρίως μὲ τὴ βοήθεια ρυθμιζόμενων πυκνωτῶν, ποὺ εἰναι τοποθετημένοι πάνω στοὺς μεταβλητοὺς πυκνωτές. Καθένας ἀπὸ τοὺς μεταβλητοὺς αὐτοὺς πυκνωτές, φέρει ἔναν μικρὸ ρυθμιζόμενο πυκνωτὴ σὲ παράλληλη σύνδεση, ποὺ δηνομάζεται τρίμμερο (trimmer), καὶ ἔνα μεγαλύτερο ρυθμιζόμενο ἐπίσηγες πυκνωτὴ σὲ σειρά, ποὺ λέγεται πάντερ (pan-tor) (τὸ σχῆμα 16·2 α δείχνει τὸ τρίμμερο Τ καὶ τὸ πάντερ Π,



Σχ. 16·2 α.

Παράδειγμα κυκλώματος τοπικοῦ ταλαντωτῆ (βλ. καὶ Κεφ. 10). Τὸ τρίμμερο Τ καὶ τὸ πάντερ Π χρησιμοποιοῦνται κατὰ τὴν εύθυγράμμιση τῆς ὑψηλῆς συχνότητας.

ποὺ ἀνήκουν στὸ μεταβλητὸ πυκνωτὴ τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ). Τὸ τρίμμερο ἐπιδρᾶ πάνω στὴν ἐλαχίστη γχωρητικότητα τοῦ μεταβλητοῦ πυκνωτῆ (ποὺ τὴν παίρνομε ὅταν δὲ μεταβλητὸς πυκνωτῆς εἴναι ἐντελῶς ἀνοικτὸς) καὶ χρησιμεύει, ἐπομένως, γιὰ νὰ ρυθμίζωμε τὶς πιὸ ὑψηλές συχνότητες μιᾶς δρισμένης περιοχῆς συχνοτήτων. Τὸ πάντερ, ἀντίθετα, ἐπιδρᾶ πάνω στὴ μεγίστη χωρητικότητα τοῦ μεταβλητοῦ πυκνωτῆ (ὅταν δὲ πυκνωτῆς εἴναι ἐντελῶς κλειστὸς) καὶ χρησιμοποιεῖται γιὰ τὴ ρύθμιση τῶν χαμηλοτέρων

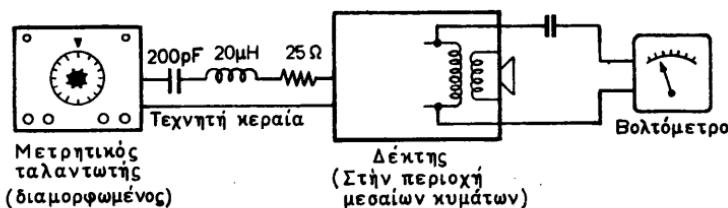
συχνοτήτων μιᾶς δρισμένης περιοχῆς. Η ρύθμιση διευκολύνεται έπισης καὶ ἀπὸ τὸ δὴ μποροῦμε νὰ μεταβάλωμε ἐλαφρὰ καὶ τὴν αὐτεπαγωγὴ τοῦ πηνίου συντονισμοῦ, μετατοπίζοντας τὸν πυρήνα τοῦ πηνίου (δ πυρήνας εἶναι στερεὸ μίγμα, ποὺ περιέχει σκόνη σιδήρου ἢ ἄλλο κατάλληλο μαγνητικὸ διλικό).

Γιὰ νὰ πραγματοποιήσωμε τὴν εύθυγράμμιση, συντονίζομε τὸ δέκτη στὴν ὑψηλότερη συχνότητα τῆς περιοχῆς (1600 kc/s) καὶ ρυθμίζομε τὰ τρίμμερ σὲ τρόπο, ὡστε νὰ παράγεται ἡ προκαθορισμένη μεσαία συχνότητα (455 kc/s). Κατόπιν, συντονίζομε τὸ δέκτη στὴ χαμηλότερη συχνότητα τῆς περιοχῆς (550 kc/s) καὶ ρυθμίζομε τὰ πάντερ γιὰ νὰ ἐπιτύχωμε καὶ πάλι τὴν ἵδια μεσαία συχνότητα. "Οταν τὸ ἐπιτύχωμε αὐτό, στὶς δύο ἀκραῖες συχνότητες τῆς περιοχῆς, ἡ ρύθμιση ἰσχύει μὲ ἀρκετὰ καλὴ προέγγιση καὶ γιὰ δλες τὶς ἐνδιάμεσες συχνότητες τῆς περιοχῆς, δηλαδὴ δ δέκτης εἶναι πρακτικὰ εύθυγραμμισμένος. Η ἵδια ἐργασία πρέπει βέβαια νὰ ἐπαναληφθῇ γιὰ δλες τὶς περιοχές, γιὰ τὶς δποῖες ἔχει κατασκευασθῆ δ δέκτης (καθεμιὰ περιοχὴ συχνότητας ἔχει τὰ δικά της πηνία συντονισμοῦ, ἐνῶ οἱ μεταβλητοὶ πυκνωτὲς μένουν γενικὰ οἱ ἵδιοι).

Λεπτομερέστερα, ἡ εύθυγράμμιση γίνεται στὸ ραδιοτεχνικὸ ἔργαστηριο κατὰ τὸν ἔξῆς τρόπο.

10. Συνδέομε τὴν εἰσοδὸ τοῦ δέκτη μὲ ἓνα ἐργαστηριακὸ μετρητικὸ ταλαντωτὴ Υ.Σ. Η σύνδεση γίνεται διὰ μέσου μιᾶς «τεχνητῆς κεραίας» (δπως στὸ σχ. 16·2β γιὰ τὰ μεσαῖα κύματα τῆς ραδιοφωνίας, καὶ διὰ μέσου ἀπλῶς μιᾶς ὠμικῆς ἀντιστάσεως 500 Ω περίπου γιὰ τὰ βραχέα κύματα). Η ἔξοδος τοῦ δέκτη συνδέεται πρὸς ἓνα βολτόμετρο (συνηθισμένου τύπου, π.χ. μὲ ἀνορθωτὴ καὶ κινητὸ πλαίσιο, γιὰ μετρήσεις ἐναλλασσομένων τάσεών). "Αν τὸ βολτόμετρο εἶναι ἀρκετὰ εύαλισθητο, τὸ συνδέομε ἀπ' εὐθείας στὰ ἀκρα τοῦ πηνίου φωνῆς τοῦ μεγαφώνου. "Αν δχι, τότε τὸ συνδέομε στὰ ἀκρα τοῦ πρωτεύοντος τοῦ μετασχηματιστῆ

Ξένδου (δηλαδή τοῦ μετασχηματιστῆ τοῦ μεγαφώνου), μέσω θμως ἐνδές πυκνωτῆ σὲ σειρὰ ἔτσι, ώστε νὰ διακόπτεται ἡ συνεχὴς ἀνοδικὴ τάση τῆς τελευταίας βαθμίδας τοῦ δέκτη. Τὸ βολτόμετρο ιετρᾶ τότε τὴν ὑφέλιμη ἐναλλασσομένη τάση Ξένδου, χαμηλῆς συχνότητας. Ἀντὶ γιὰ βολτόμετρο μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθῇ, γιὰ



Σχ. 16·2β.

Διάταξη ποὺ χρησιμοποιεῖται κατὰ τὴν εύθυγράμμιση Υ.Σ. ἐνὸς δέκτη.

τὴν ἐκτίμηση τῆς Ισχύος Ξένδου, αὐτὸ τὸ ἵδιο τὸ μεγάφωνο, ἢ μέθοδος σμιως αὐτὴ δὲν εἶναι ἀρκετὰ ἀκριβής, παρ’ ὅλο ὅτι συνηθίζεται στὴν πράξη.

2ο. Συντονίζομε τὸ δέκτη στὴν ὑψηλότερη συχνότητα τῆς περιοχῆς ποὺ θέλομε νὰ εύθυγραμμίσωμε, π.χ. στοὺς 1600 kc/s γιὰ τὴν ραδιοφωνικὴν περιοχὴν μεσαίων κυμάτων. Τοποθετοῦμε τὸ κουμπὶ τοῦ ὄγκου φωνῆς στὴν μεγαλύτερη ἔνταση καὶ ρυθμίζομε τὸν μετρητικὸ ταλαντωτὴν μέχρις ὅτου πάρωμε μία ἔνδειξη στὸ δργανό Ξένδου. Τότε, ρυθμίζομε τὰ τρίμμερ τῶν συντονισμένων κυκλωμάτων, ἐπιδιώκοντας νὰ κάνωμε μέγιστο τὸ σῆμα Ξένδου, ἐνῶ συγχρόνως στρέφομε τὸ κουμπὶ τοῦ ὄγκου φωνῆς πρὸς χαμηλότερες ἐντάσεις. Τὸ τρίμμερ τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ τοῦ δέκτη προκαλεῖ τὶς μεγαλύτερες μεταβολές στὸ σῆμα Ξένδου.

3ο. Συντονίζομε τὸ δέκτη στὴν χαμηλότερη συχνότητα τῆς περιοχῆς, δηλαδὴ στοὺς 550 kc/s γιὰ τὸ παράδειγμα ποὺ πήραμε. Ἐπαναλαμβάνομε τὶς ἴδιες ρυθμίσεις, ἐπιδιώκοντας πάλι τὸ

ἰσχυρότερο σῆμα ἔξόδου, ἀλλὰ τώρα ρυθμίζομε τὰ πάντερ, καὶ δχὶ τὰ τρίμμερ.

4ο. Ἐπειδὴ ἡ τελευταία ρύθμιση πιθανὸν νὰ ἔσθλαφε τὴν προηγούμενη, ἐπανερχόμαστε στὴν ὑψηλότερη συχνότητα καὶ τελειοποιοῦμε τὴν ρύθμιση τῶν τρίμμερ.

5ο. Ἐπανερχόμαστε, τέλος, στὴν χαμηλότερη συχνότητα τῆς περιοχῆς καὶ τελειοποιοῦμε τὴν ρύθμιση τῶν πάντερ.

Ἡ ἐργασία αὐτὴ πρέπει βέβαια νὰ ἐπαναληφθῇ καὶ γιὰ τὶς ἄλλες περιοχὲς συχνοτήτων τοῦ δέκτη, ἐνῶ συγχρόνως πρέπει νὰ ἔλεγχωμε δτὶ ἡ εὐθυγράμμιση μιᾶς περιοχῆς δὲν βλάπτει στὸ μεταξὺ τὴν εὐθυγράμμιση μιᾶς ἄλλης περιοχῆς. Καθὼς βλέπομε, ἡ εὐθυγράμμιση ἔνδος δέκτη ἐπιτυγχάνεται μὲ διαδοχικὲς προσεγγίσεις καὶ εἶναι μία λεπτὴ ἐργασία, ποὺ ἀπαιτεῖ ἀρκετὴ ὑπομονὴ.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὴν εὐθυγράμμιση τῆς ὑψηλῆς συχνότητας, γιὰ τὴ δόποια μιλήσαμε ἔδω, πρέπει νὰ γίνῃ καὶ μία ἄλλη εὐθυγράμμιση τῆς μεσαίας συχνότητας (βλ. παρ. 16·5). Ἡ εὐθυγράμμιση τῆς μεσαίας συχνότητας πρέπει, στὴν πράξη, νὰ γίνεται πρὶν ἀπὸ τὴν εὐθυγράμμιση τῆς ὑψηλῆς συχνότητας.

16·3 Σφυρίγματα και άλληλοδιαμόρφωση.

Οταν ἔνας ὑπερετερόδυνος δέκτης δὲν εἶναι ἀρκετὰ καλὰ κατασκευασμένος και ρυθμισμένος, εἶναι δυνατὸν νὰ παρουσιάσῃ διάφορες ἀνωμαλίες. Τὶς κυριότερες ἀπὸ αὐτὲς θὰ τὶς ἔξετάσωμε ἔδω.

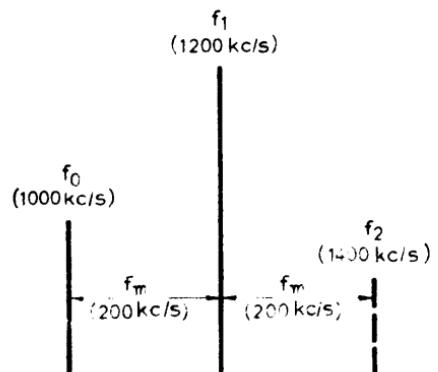
Ἔστω δτὶ δέκτης ἔχει συντονισθῇ γιὰ λήψη ἔνδος σταθμοῦ μὲ φέρουσα συχνότητα $f_0 = 1000 \text{ kc/s}$ και δτὶ ἡ μεσαία συχνότητα τοῦ δέκτη εἶναι $f_m = 200 \text{ kc/s}$ (πήραμε ἔδω σκόπιμα μία τέτοια χαμηλὴ τιμή). Τότε, δ τοπικὸς ταλαντωτὴς συντονίζεται σὲ συχνότητα $f_1 = 1200 \text{ kc/s}$ σὲ τρόπο, ὥστε ἡ διαφορὰ $f_1 - f_0 = 1200 - 1000 = 200 \text{ kc/s}$ νὰ ἴσοῦται πρὸς τὴν μεσαία συχνότητα.

"Ας ύποθέσουμε, τώρα, ότι ένας άλλος πομπὸς λειτουργεῖ σὲ συγγέντητα $f_2 = 1400$ kc/s καὶ ότι τὸ σῆμα αὐτοῦ τοῦ πομποῦ δὲν ἔξαλείφεται ἐντελῶς ἀπὸ τὰ πρῶτα κυκλώματα ἐπιλογῆς τοῦ δέκτη, ἀλλὰ ἔνα μέρος τοῦ σήματος φθάνει μέχρι τὴν βαθμίδα ἀλλαγῆς συγγέντητας. Ἐπειδὴ ἡ ἀλλαγὴ συγγέντητας ἀναδεικνύει πάντα τὴν διαφορὰ συγνότητων καὶ καθὼς δὲ τοπικὸς ταλαντωτὴς εἰναι συντονισμένος σὲ συγγέντητα $f_1 = 1200$ kc/s, θὰ παραχθῇ ἔνα σῆμα μὲ συγγέντητα $f_2 - f_1 = 1400 - 1200 = 200$ kc/s, δηλαδὴ ἀκριβῶς διῃ. εἰναι ἡ μεσαία συγγέντητα. Ἀρα, τὸ σῆμα τοῦ δευτέρου πομποῦ (μαζὶ μὲ τὴν διαμόρφωση χαμηλῆς συγγέντητας, ποὺ μεταφέρει) θὰ περάσῃ ἀνενόχλητο ἀπὸ τὰ συντονισμένα κυκλώματα τῆς μεσαίας συγγέντητας καὶ θὰ ἐνισχυθῇ κατὰ τὸν ἕδιο ἀκριβῶς τρόπο, διόπει τὸ σῆμα τοῦ ἀρχικοῦ πομποῦ. Τελικά, μετὰ ἀπὸ φύραση, τὸ μεγάφωνο τοῦ δέκτη θὰ δίνῃ τὴν διαμόρφωση καὶ τῶν δύο πομπῶν ταυτόχρονα.

Ἄντὸ μπορεῖ νὰ συμβῇ γενικὰ γιὰ κάθε συγγέντητα f_2 , ποὺ εἰναι μεγαλύτερη, κατὰ τὸ διπλάσιο τῆς μεσαίας συγγέντητας (κατὰ 2 f_m) ἀπὸ τὴν συγγέντητα f_0 τοῦ ἐπιθυμητοῦ σταθμοῦ (σχ. 16·3 α). "Οπως βλέπομε στὸ σχῆμα εἰ συγγέντητες f_0 καὶ f_2 εἰναι, τότε, συμπιεστρικὲς ὡς πρὸς τὴν τοπικὴ συγγέντητα f_1 ἦ, μὲ ἀλλα λόγια, ἡ ἀνεπιθύμητη συγγέντητα f_2 εἰναι τὸ «εἰδωλο» τῆς ἐπιθυμητῆς συγγέντητας f_0 μὲ «κάτοπτρο» τὴν τοπικὴ συγγέντητα f_1 . Γιὰ τὸ λόγο αὐτὸς, ἡ ἀνεπιθύμητη συγγέντητα f_2 ὄνομάζεται εἰδωλοσυγγέντητα ἢ συγρότητα - εἰδωλο (image - frequency).

(Ω) προσγρούμενοι συλλογισμοὶ προστοθέτουν ότι ἡ ἀνεπιθύμητη συγγέντητα f_2 εἰναι ἀκριβῶς τὸ εἰδωλο τῆς συγγέντητας τοῦ ἐπιθυμητοῦ σταθμοῦ. "Εστω δημος $f_2 = 1399$ kc/s, δόπτε ἡ ἀλλαγὴ συγγέντητας θὰ δύσῃ τὴν διαφορὰ 1399 — 1200 = 199 kc/s. Ἐπειδὴ ἡ συγγέντητα αὐτὴ εἰναι πολὺ γειτονικὴ πρὸς τὴν μεσαία συγγέντητα (200 kc/s), πάλι θὰ περάσῃ καὶ θὰ ἐνισχυθῇ ἀπὸ τὶς βαθμίδες μεσαίας συγγέντητας. "Ετοι., θὰ φθάσουν ὡς τὴ-

δεύτερη φώραση όποια τη μία μεριά ένα σήμα 200 kc/s (τού έπιθυμητού σταθμού) και όποια την άλλη μεριά ένα σήμα 199 kc/s (τού άνεπιθύμητου σταθμού). Τα δύο αυτά σήματα θὰ συμβάλλουν πάνω στὸ δεύτερο φωρατή. Ο δεύτερος φωρατής θὰ λειτουργήσῃ προφανῶς σὰν βαθμίδα άλλαγῆς συχνότητας και θὰ έχη σὰν άποτέλεσμα νὰ παράγη ένα σήμα μὲ συχνότητα ἵση πρὸς τὴν διαφορὰ



Σχ. 16·3 α.
Ειδωλοσυχνότητα (ἢ συχνότητα - εἰδωλο).

$200 - 199 = 1 \text{ kc/s}$. Άλλαξ ἢ συχνότητα αὐτὴ εἶναι ἀκουστὴ και τὸ μεγάφωνο θὰ τὴν ἀποδώσῃ σὰν ένα συνεχὲς σφύριγμα (whistle). "Αν μεταβάλωμε ἐλαφρὰ τὸ συντονισμὸ τοῦ δέκτη, ἢ συχνότητα τοῦ σφυρίγματος μεταβάλλεται.

Τὰ ἐλαττώματα αὐτὰ ἀποφεύγονται σὲ μεγάλο βαθμό, ὅταν ἢ ἐπιλογὴ τοῦ τμήματος ὑψηλῆς συχνότητας τοῦ δέκτη (ἢ δύοίκις διομάζεται εἰδικότερα προεπιλογὴ) εἶναι ἀρκετὴ γιὰ νὰ ἔξαλείψῃ πρακτικὰ τὸ σήμα τῆς εἰδωλοσυχνότητας, πρὶν φθάσῃ στὴν βαθμίδα άλλαγῆς συχνότητας. Συγχρόνως, ἢ μεσαία συχνότητα ἐκλέγεται κατάλληλα, ὥστε ἢ εἰδωλοσυχνότητα νὰ πέφτῃ, κατὰ τὸ δυνατόν, ἔξω ἀπὸ τὴν περιοχή, ὅπου λειτουργοῦν ισχυροὶ σταθμοὶ ἐκπομπῆς. Στὸ προηγούμενο παράδειγμα, ἢν ἢ μεσαία συχνότητα

ήταν δύψηλότερη, π.χ. 455 kc/s , ή είδωλοσυγχόντητα θά ήταν $1000 + 2 \cdot 455 = 1910 \text{ kc/s}$ και θά έπεφτε ξένω από τὴν περιοχὴν τῶν μεσαίων κυμάτων. Αὐτὸ δέκταια δὲν μποροῦμε νὰ τὸ έπιτύχωμε πάντοτε, ίδιαίτερα μάλιστα στὰ βραχέα κύματα.

Σφυρίγματα μπορεῖ νὰ προκληθοῦν σὲ ἕναν ὑπερετερόδυνο δέκτη καὶ ἀπὸ πολλὲς ἄλλες αἰτίες, ποὺ καμμιὰ φορὰ εἰναι κάπιοις δύσκολοι νὰ ἐντοπισθοῦν. Πάντως, ἔνα σφύριγμα προέρχεται γενικὰ ἀπὸ συμβολὴ καὶ φώραση δύο συχνοτήτων ἀρκετὰ γειτονικῶν, ὥστε η διαφορά τους νὰ δίνῃ μία ἀκουστὴ χάμηλὴ συχνότητα.

Μία ἄλλη περίπτωση παρουσιάζεται π.χ. δταν δ δέκτης εὐρίσκεται σὲ μέρος ποὺ ὑπάρχει ἰσχυρὸ ἀνεπιθύμητο σῆμα, ἀπὸ σταθμὸ ποὺ ἐκπέμπει σὲ συχνότητα ἀρκετὰ γειτονικὴ πρὸς τὴν μεσαία συχνότητα τοῦ δέκτη (δηλαδὴ σὲ συχνότητα, ποὺ νὰ εὑρίσκεται μέσα στὴ ζώνη διαβάσεως τοῦ ἐνισχυτῆ μεσαίας συχνότητας). "Αν ἔνα τέτοιο σῆμα εἰναι ἀρκετὰ ἰσχυρό, ὥστε παρ' ὅλη τὴν προεπιλογὴ καὶ παρ' ὅλη τὴν θωράκιση τοῦ δέκτη, ἔνα μέρος του νὰ φθάσῃ ὡς τὴν εἴσοδο τοῦ ἐνισχυτῆ μεσαίας συχνότητας, τότε τὸ σῆμα αὐτὸ θὰ ἐνισχυθῇ. Τὸ ἀποτέλεσμα θὰ εἰναι πάλι, ὅπως καὶ προηγγούμενα στὴν περίπτωση τῆς είδωλοσυγχόντητας, συνεχὲς σφύριγμα στὸ μεγάφωνο. Ή διαφορὰ βέβαια εἰναι δτι τώρα τὸ σφύριγμα θὰ παράγεται γιὰ δλους τοὺς σταθμούς, ποὺ θὰ θελήσωμε νὰ πάρωμε, καὶ ὅχι μόνο γιὰ δρισμένους.

"Αλλα σφυρίγματα μπορεῖ νὰ ὀφείλωνται στὶς ἀρμονικὲς (ἀκέραια πολλαπλάσια) τῆς μεσαίας συχνότητας η τῆς συχνότητας τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ. Τέτοιες ἀρμονικὲς ὑπάρχουν, ἀφοῦ οἱ ἀντίστοιχες ταλαντώσεις (καὶ ιδίως τῆς μεσαίας συχνότητας, ἀμέσως μετὰ τὴν πρώτη φώραση) δὲν εἰναι ποτὲ ἀπολύτως ἡμιτονικές. Οἱ ἀρμονικὲς αὐτὲς μπορεῖ νὰ συμβάλουν μὲ μία ἄλλη κατάλληλη, δύψηλή, συχνότητα καὶ νὰ δίδουν διάφορα σφυρίγματα.

Τὰ σφυρίγματα καταπολεμοῦνται κυρίως μὲ βελτίωση τῆς

προεπιλογῆς, ἀλλὰ και μὲ κατάλληλα βοηθητικὰ συντονισμένα κυκλώματα, ὅπως ἐπίσης και μὲ φίλτρα. Τὰ βοηθητικὰ κυκλώματα συνδέονται στὰ τμήματα ὑψηλῆς και μεσαίας συχνότητας μὲ σκοπὸν νὰ ἔξασθεντον ἡ νὰ παρεμποδίζουν τὰ διάφορα ἀνεπιθύμητα σήματα. "Ετοι, οἱ συμβολές και τὰ σφυρίγματα προλαμβάνονται, ἐκτὸς ἀν δ δέκτης εὑρίσκεται κοντὰ σὲ κάποιο ἰσχυρὸ σταθμὸ ἐκπομπῆς, ὅπότε ἡ καταπολέμηση γίνεται πολὺ δύσκολη.

Οἱ ὑπερετερόδυνοι δέκτες εἰναι δυνατὸ νὰ παρουσιάζουν και διάφορες ἄλλες ἀνωμαλίες, ποὺ δρισμένες ἀπὸ αὐτὲς συναντῶνται, ἀλλωστε, και σὲ ἄλλους τύπους δεκτῶν. Θὰ ἀναφέρωμε π.χ. τὴν ἀλληλοδιαμόρφωση.

"Εστω δτὶ δ δέκτης ἔχει συντονισθῆ γιὰ τὴ λήψη ἐνδὲ σταθμοῦ, ποὺ τὸ σῆμα του, στὴ θέση τοῦ δέκτη, εἰναι μᾶλλον ἀσθενὲς σὲ σύγκριση μὲ τὸ σῆμα ἐνδὲ ἀλλου ἀνεπιθύμητου σταθμοῦ. "Αν δ δέκτης ἔχῃ μία πρώτη βαθμίδα ἐνισχύσεως Γ.Σ., τὸ πλέγμα τῆς ἐνισχύτριας λυχνίας μπορεῖ νὰ δεχθῇ σήματα και ἀπὸ τοὺς δύο αὐτοὺς σταθμούς, ἀφοῦ τὸ πλέγμα τῆς ἐνισχύτριας χωρίζεται ἀπὸ τὴν κεραία λήψεως μὲ ἔνα μόνο συντονισμένο κύκλωμα. "Εχομε, ἔτσι, δύο σήματα, ἔνα ἀσθενὲς και ἔνα ἰσχυρό, ἐφαρμοσμένα στὸ πλέγμα μιᾶς και τῆς ἰδιας λυχνίας. "Αν, ἐπὶ πλέον, ἡ χαρακτηριστικὴ τῆς λυχνίας εἰναι ἀρκετὰ καμπύλη, τότε, κατὰ τρόπο ἀνάλογο μὲ ἐκεῖνον ποὺ ἔξηγγήσαμε στὴν παράγραφο 15·4, ἡ διαμόρφωση τοῦ ἀνεπιθύμητου πόμποῦ θὰ ἀποτυπωθῇ στὸ σῆμα τοῦ ἐπιθυμητοῦ πομποῦ. Θὰ ἔχωμε, λοιπόν, ἀλληλοδιαμόρφωση (διαμόρφωση μεταξὺ τῶν σημάτων δύο πομπῶν) και τὸ μεγάφωνο θὰ ἀποδίδῃ τὰ προγράμματα και τῶν δύο πομπῶν ταυτοχρόνως. "Οταν δ ἐπιθυμητὸς πομπὸς παύση νὰ λειτουργῇ, παύει συγχρόνως νὰ ἀκούεται και δ ἀνεπιθύμητος πομπός.

"Αλλη ἀνωμαλία, ποὺ δφείλεται ἐπίσης στὴν καμπυλότητα τῆς χαρακτηριστικῆς τῆς πρώτης ἐνισχύτριας λυχνίας Γ.Σ. (ἐφ' δισον ὑπάρχει), εἰναι ἡ διαφωνία. Τὸ φαινόμενο αὐτὸ παρατηρεῖ-

ταὶ ὅταν ὁ δέκτης διεγείρεται ἀπὸ δύο ἴσχυρὲς ἐκπομπὲς μὲν ἀρκετὰ γειτονικὲς συχνότητες. Τότε, κατὰ τὰ διαστήματα ποὺ δὲ πιθανιγτὸς σταθμιὸς ἐκπέμπει μόνο τὸ φέρον κῦμα, μπορεῖ νὰ ἀκούωμε τὸ πρόγραμμα τοῦ ἀνεπιθύμητου πομποῦ. "Οταν παύσῃ νὰ λειτουργῇ, ὁ ἐπιθυμητὸς σταθμός, ή ἀκρόαση, τοῦ ἀνεπιθύμητου σταθμοῦ παύει ἐπίσης.

Τέσσεις ἀνωμαλίες καταπολεμοῦνται μὲν κατάλληλη ἐκλογὴ τῆς λυγνίας ἐνισχύσεως Γ.Σ., π.χ. μὲν χρησιμοποίηση, μιᾶς κατάλληλης πέντοδης λυχνίας μὲν μεταβλητὴ διαγωγιμότητα. Ή κατάργηση, τῆς ἐνισχύσεως Γ.Σ. δὲν ἀποτελεῖ τὴν καλύτερη λύση, (ἐκτὸς ἀπὸ οἰκονομικοὺς λόγους) καὶ τοῦτο, γιατὶ ἡ ἐνισχυση Γ.Σ. εὑνοεῖ τὴν προεπιλογὴν, καθὼς καὶ τὴν λήψη μακρυνῶν καὶ ἀσθενῶν σταθμῶν (αὖξηση τῆς εὐαισθησίας).

16.4 Ἐπιλογὴ.

Μᾶς δέθηκαν μέχρι τώρα διάφορες εὐκαιρίες γιὰ νὰ μιλήσωμε γιὰ τὴν ἐπιλογὴ ἐνὸς δέκτη (παρ. 2·6, 6·7, 7·3,...). Στὴν περίπτωση τοῦ ὑπερετερόδυνου δέκτη, ὁ λειτουργία αὐτὴ ἀρχίζει μὲ τὴν προεπιλογὴν στὸ τμῆμα ὑψηλῆς συχνότητας, ἐνῶ ἡ κυρίως ἐπίλογὴ γίνεται στὸ τμῆμα μεσαίας συχνότητας.

Ἡ προεπιλογὴ ἔχει ἐὰν κύριο σκοπὸν νὰ προστατεύσῃ τὸ δέκτη ἀπὸ τὶς εἰδωλοσυχνότητες καὶ τὰ διάφορα σφυρίγματα. Αὐτὸν τὸ ἐπιδιώκομε συνήθως μὲ ἔνα μόνο γυντονισμένο κύκλωμα, ποὺ ἀποτελεῖ τὸ κύκλωμα εἰσδόου τοῦ δέκτη, ἀμέσως μετὰ τὴν κεράτική λήψεως. Τὸ κύκλωμα αὐτὸν ἀποτελεῖ τότε, δλόκληρο τὸ τμῆμα Γ.Σ. τοῦ δέκτη, δόποτε ἡ πρώτη λυχνία τοῦ δέκτη είναι ἡ λυγνία ἀλλαγῆς συχνότητας. Σὲ ἀκριβότερους καὶ καλύτερους δέκτες, τὸ τμῆμα Γ.Σ. περιλαμβάνει μία βαθμίδα ἐνισχύσεως, δόποτε πρώτη λυχνία τοῦ δέκτη είναι ἡ ἐνισχύτρια Γ.Σ.

Ἡ γρήση μιᾶς βαθμίδας ἐνισχύσεως Γ.Σ. στὴν εἴσοδο τοῦ δέκτη, ὡς μόνο βελτιώνει τὴν προεπιλογὴν, ἀλλὰ αὐξάνει καὶ τὴν

εὐαίσθησία τοῦ δέκτη. Ἡ εὐαίσθησία τοῦ δέκτη (δηλαδὴ τὸ ἀσθενέστερό σῆμα, ποὺ μπορούμε νὰ λάβωμε) καθορίζεται στὴν πράξη, ἀπὸ τὸ λόγο σῆμα/θόρυβος καὶ κυρίως ἀπὸ τὴν τιμὴν αὐτοῦ τοῦ λόγου στὴν πρώτη βαθμίδα εἰσόδου (παρ. 15·7). Ἐν ἡ βαθμίδα εἰσόδων ἀποτελήται ἀπὸ ἕνα ἐνισχυτὴ Γ.Σ., ὁ λόγος σῆμα/θόρυβος εἶναι καλύτερος ἀπὸ ὅ, τι γιὰ ἀπ' εὐθείας εἰσόδος σὲ λυγήνα ἀλλαχγῆς συγνότητας. Μία τέτοια βελτίωση, γίνεται τόσο πιὸ ἐπιθυμητή, ὅσο ἡ ψήφη, συγνότητα παίρνει μεγαλύτερες τιμές (ὑπερβραχέα κύμιατα, δέκτης γιὰ διαμέρισμαση συγνότητας, δέκτες τηλεοράσεως,...). Ὁταν ἡ παρουσία ἔνδει ἐνισχυτὴ Γ.Σ. κρίνεται ἀπαραίτητη, ὁ ἐνισχυτής προχωρατοποεῖται σύμφωνα μὲ μία ἀπὸ τις συνδεσμολογίες, ποὺ ἀναφέρεται στὸ Κεφάλαιο 14.

Ἡ κυρία λειτουργία τῆς ἐπιλογῆς γίνεται στὸ τημῆμα μεταξίας συγνότητας τοῦ δέκτη. Ἐπιδιόπομε τίμα τὸ δόγματος στὴ συνολικὴ, καμπύλη, ἐπιλογῆς λιὰν λιοράφη ὅσο τὸ δυνατὸν πληρωτερηγη πρὸς τὴν ἴδαινη ὁρμογόνια μιοράφη (σχ. 6·7γ). Ἐπιτυγχάνομε, ἔτσι, λιὰν καλὰ καθορισμένη, τίμην διαβάσεως, ποὺ ἀφήνει ἐξεύθετο τὸ δρόμο σὲ ὅλοκληρο περίπου τὸ φάσμα συγνότητων τῆς ἐπιθυμητῆς ἐκπομπῆς, ἐνῷ συγγρόνως ὅλες οἱ ἄλλες συγνότητες (ἄκολια καὶ εταθιών, ποὺ λειτουργούσιν σὲ γειτονικές συγνότητες) ἐμποδίζονται νὰ περάσουν πρὸς τὶς ἐπόμενες βαθμίδες τοῦ δέκτη, καὶ πρακτικὰ ἔξαλείψονται.

Ο καλύτερος τρόπος γιὰ νὰ φέρεται στὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸς (στὴν περίπτωση τοιλάχιστον ἔνδει ὑπερετερόδινου δέκτη ραδιοφωνίας) εἶναι νὰ γρηγοριωποιήσωμε, στὸ τημῆμα μεταξίας συγνότητας τοῦ δέκτη, περισσότερα συντονισμένα κυκλώματα σὲ σύζευξη (παρ. 7·5). Ἐν π.γ., ὅπως συμβαίνει συγγάρ, τὸ τημῆμα μεταξίας συγνότητας ἀποτελήται ἀπὸ μία μόνη ἐνισχύτρια λυγήνα, τότε, τόσο στὴν εἰσόδο, ὅσο καὶ στὴν ἔξοδο τῆς λυγήνας, τοποθετοῦμε ἀπὸ ἔνα τίμημα συντονισμένων κυκλώμάτων σὲ μεγνητικὴ σύζευξη (σχ. 7·5δ). Κάθε τέτοια τίμημα λέγεται μετασχηματισμὸς

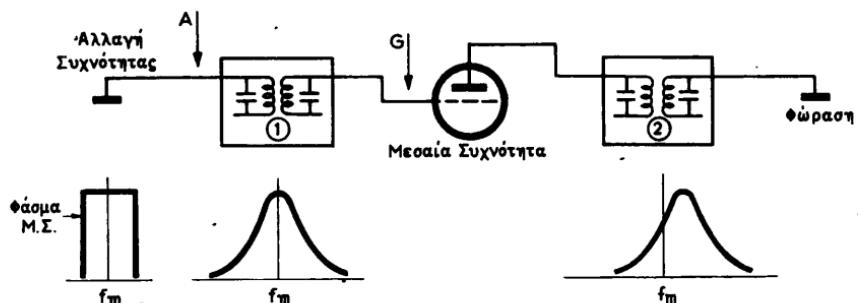
μεσαίας συχνότητας. Ἀρκετὰ καλὰ ἀποτελέσματα ἔχομε ἀν ρυθμίσωμε τὴν σύζευξη τοῦ πρώτου μετασχηματιστῆ M.Σ. στὴν κρίσιμη σύζευξη καὶ τὴν σύζευξη τοῦ δευτέρου σὲ μιὰ σύζευξη λίγο μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν κρίσιμη (σχ. 7·5 ε). Τὸ συνολικὸ ἀποτέλεσμα θὰ εἰναι τότε ἀρκετὰ γειτονικὸ πρὸς τὴν ἴδαινικὴ δρθιγάννια καμπύλη ἐπιλογῆς. Ἡς σημειωθῆ πάντως, ὅτι οἱ συζεύξεις ρυθμίζονται βασικὰ ἀπὸ τὸν κατασκευαστὴν καὶ δι τεχνήτης δὲν ἔχει νὰ ἐπέμβῃ παρὰ μόνο γιὰ τὴν εὐθυγράμμιση μεσαίας συχνότητας.

16·5 Εὐθυγράμμιση M.Σ.

Τὸ τριγμα M.Σ. (μεσαίας συχνότητας) τοῦ δέκτη ἔχει ἀνάγκη νὰ εὐθυγράμμισθῇ κατὰ τρόπο παρόμοιο πρὸς τὴν εὐθυγράμμιση τοῦ τριγματος Y.Σ. Ἡ εὐθυγράμμιση δημιουργεῖται στὸ κέντρο τῆς ζώνης διαβάσεως τῶν μετασχηματιστῶν μεσαίας συχνότητας. Ὁταν τὸ ἐπιτύχωμε αὐτό, τότε τὸ τριγμα μεσαίας συχνότητας θὰ ἀφήγη ἐλεύθερη τὴν διάβασην στὸ ἐπιθυμητὸ φάσιο τοῦ συχνοτήτων (φέρουσα συχνότητα καὶ πλευρικὲς συχνότητες), ἐνῷ θὰ ἀποκάρθῃ πρακτικὰ δλεῖς τίς γαμηλότερες ἢ δψηλότερες συχνότητες.

Μὲ ἄλλα λόγια, ἡ εὐθυγράμμιση μεσαίας συχνότητας ἔχει σκοπὸ νὰ ἀξιοποιήσῃ σωστὰ τὴν ἱκανότητα ἐπιλογῆς τοῦ τριγματος M.Σ. τοῦ δέκτη. Τὸ σχῆμα 16·5 α μᾶς βογιθᾶ νὰ δοῦμε τί θὰ συμβῇ, ἀν ἔνας ἀπὸ τοὺς μετασχηματιστὲς μεσαίας συχνότητας δὲν εἴναι σωστὰ συντονισμένος (ὑποθέτεις ὅτι, δπως συμβαίνει πολλὲς φορές, δ δέκτης ἔχει μία μόνο βαθμίδα M.Σ.). Στὴν περίπτωση τοῦ σχῆματος, δ συντονισμὸς τοῦ πρώτου μετασχηματιστῆ M.Σ. είναι σωστός, ἐνῷ δ δεύτερος μετασχηματιστῆς περιορίζει ἀσύμμετρα τὶς πλευρικὲς συχνότητες τοῦ φάσματος. Ἐπειδή, δπως δέρομε, τὸ ὀφέλιμο σῆμα (ό τιχος, γιὰ ἔνα ραδιοφωνικὸ δέ-

κτη) μεταφέρεται άκριβώς άπό τις πλευρικές συχνότητες, τὸ μεγάφωνο του δέκτη θὰ ἀποδίδῃ ἔναν ἥχο μὲ σοβαρὴ παραμόρφωση. Τόσο ἡ ἐπιλογὴ, έσο καὶ ἡ πιστότητα του δέκτη θὰ ζημιώνωνται. Τὸ κακὸ μπορεῖ νὰ φθάσῃ μέχρι του νὰ κάνῃ τὴ λήψη πρακτικῶς ἀδύνατη, ἢν ἡ μετατόπιση τῶν καμπύλων συντονισμοῦ, ὡς πρὸς τὴ μεσαίᾳ συχνότητα, εἰναι ἀρκετὰ σημαντική. Τὸ φάσμα Μ.Σ. δὲν θὰ μπορῇ πιὰ νὰ περάσῃ μέσα ἀπὸ τὰ φίλτρα, πὸν σχηματίζονται συγτονισμένα κυκλώματα Μ.Σ.



Σχ 16·5 α.

‘Ο δεύτερος μεταπχηματιστής Μ.Σ., δὲν εἰναι εὐθυγραμμισμένος (ο ἥχος παραμορφώνεται στὸ μεγάφωνο ἐνὸς ραδιοφωνικοῦ δέκτη).

Γιὰ νὰ εὐθυγραμμίσωμε τὴ μεσαίᾳ συχνότητα ἐνὸς δέκτη ἐργαζόμαστε ὡς ἔξῆς:

1ο Ἐφαρμόζομε στὸ πλέγμα G τῆς ἐνισχύτριας λυχνίας Μ.Σ. (σχ. 16·5 α) ἔνα διαμορφωμένο σῆμα ἀπὸ ἔνα μετρητικὸ ταλαντωτή, πὸν ἔχομε ρυθμίσει τὴ συχνότητά του στὴν τιμὴ τῆς μεσαίᾳς συχνότητας.

2ο Μεταβάλλομε τοὺς ρυθμιζομένους πυκνωτὲς (μὲ κατσαθέδι κατασκευασμένο δόλσκληρο ἀπὸ μονωτικὸ δλικὸ) ἢ τὴ θέση τῶν κινητῶν πυρήνων, πὸν ὑπάρχουν πάνω στὸ δεύτερο μετασχηματιστὴ Μ.Σ. καὶ προσπαθοῦμε νὰ ἐπιτύχωμε τὸ μέγιστο σῆμα

στὸ ὄργανο ἔξεδου (βολτόμετρο ἢ μεγάφωνο). Ή ἔνταση τοῦ σήματος πρέπει νὰ μειώνεται σημφετρικὰ (κατὰ τὶς ἔδεις ἀναλογίες), ὅταν μεταβάλωμε ἐλαχρὸ τὴ συγγένητα τοῦ μετρητικοῦ ταλαντωτῆ πρὸς τὰ ἐπάνω ἢ πρὸς τὰ κάτω. Τὴν ἐργασία αὐτὴν τὴν ἀρχῆσις, ρύθμισοντας τὸ δευτερεῦον τοῦ μετασχηματιστῆ Μ.Σ. καὶ κατόπιν τὸ πριντεῦον.

Βο Μετατοπίζομε τὸ σῆμα τοῦ μετρητικοῦ ταλαντωτῆ στὴν ἀνοδὸ Α τῆς λυχνίας ἀλλαγῆς συγγένητας καὶ ἐπαναλαμβάνομε τὴν ἔδεια ρύθμιση γὰρ τὸν πρώτο μετασχηματιστῆ Μ.Σ.

Ἡ σωστὴ εὐθυγράμμισι, τόσο τῆς ὑψηλῆς ὅσο καὶ τῆς μεσαίας συγγένητας, εἰναὶ βασικὴ προσπόθεση γὰρ τὴν καλὴ λειτουργία ἐνδεῖ δέκτη.

16·6 Βοηθητικὲς διατάξεις δεκτῶν.

(1) Ὡς δέκτες ἐφοδιάζονται καὶ μὲ ὄργανάνες ρυγμητικὲς διατάξεις, ποὺ εἴτε ρύθμισονται: μὲ τὸ γέρι, εἴτε εἶναι αὐτόριατες. Ἀλλας ἀπὸ αὐτὰς τὶς διατάξεις βελτιώνουν σύνταστικὰ τὴν λειτουργία τοῦ δέκτη, ἐνῷ ἀλλας ἔχουν εκοπὸ νὰ κάνουν πιὸ ἀνετηνή, τὴν γρηγοριοποίησή τοι, ἢ νὰ τοῦ προσθέσουν ἀπλῶς πολυτέλεια. Εἰναι τέλεια φανερὸ δτὶ ἡ τιμὴ τοῦ δέκτη ἀνεβαίνει: ὅσο δ ἀριθμὸς τῶν βαθμίδων του αὐξάνει καὶ ὅσο οἱ βοηθητικὲς διατάξεις του πολλαπλασιάζονται. Οἱ κυριότερες διατάξεις τῶν ραδιοφονικῶν δεκτῶν εἶναι οἱ ἀκόλουθες:

1o. Ρύθμιση ἐντάσεως ἥχου (ἢ ρύθμιση ἥχου φωνῆς, manual volume control).

"Οἱσι οἱ δέκτες ἔχουν ἐνα κοινὸν γιὰ τὴν ρύθμιση τῆς ἐντάσεως τοῦ ἥχου, ποὺ ἀποδίδεται: ἀπὸ τὸ μεγάφωνο. Τὸ κοινόν ἔνεργει πάνω σὲ ἐνα ποτανούριμετρο, ποὺ ἀνήκει σινεργίας στὸ κύκλωμα τοῦ ὁδηγοῦ πλέγματος τῆς πρότηντος βαθμίδας γχητικῆς συγγένητας. "Οταν γειριζόμετρες αὐτὸς τὸ κοινόν, μεταβάλλονται

τὴν διέγερσι, τὴν προενιχύτριας λυχνίας τάσεως Χ.Σ., καὶ, ἐπομένως, τὴν ὀφέλου τῆς λυχνίας.

2ο. Αὐτορρύθμιση ενδαισθησίας (Automatic volume control, A.V.C.).

Τὸ σῆμα ὑψηλῆς συχνότητας, ποὺ διεγείρει τὴν κεραία λήψεως ἐνὸς δέκτη, δὲν διατηρεῖ γενικὰ σταθερὴ τὴν ἔντασή του στὴν θέση τοῦ δέκτη, παρ’ ὅλον ὅτι οἱ συνθῆκες λειτουργίας τοῦ ποριπού παρακμένουν σταθερές. Αὐτές οἱ ἀκατάστατες μεταβολές ἐντάσεως τοῦ σήματος Γ.Σ., ἀλλοτε γρηγορώτερες καὶ ἀλλοτε βραχύτερες, ὀνομάζονται: διαλείψεις (fading) καὶ διείλονται σὲ μεταβολές τῶν συνθηκῶν διαδόσεως τῆς γλεκτρομαγνητικῆς ἀκτινοθολίας, ἀπὸ τῶν πομπῶν πιέγρι τὸ δέκτη.

“Αν ὁ δέκτης ἔχει ρυθμισθῆ γιὰ μιὰ δρισμένη ἔνταση γίγου καὶ δὲν διατητεῖ, καὶ μάζα ἀλληλή βοηθητικὴ διάταξη, ποὺ νὰ ἀντισταθμίζῃ, τὶς διαλείψεις, εἰναι φανερὸ ὅτι τὸ μεγάφωνο θὰ παρακολουθῇ τὸ ρυθμὸ τῶν διαλείψεων. Θὰ ἔχωμε λοιπὸν σημαντικές αὐξομειώσεις τῆς ἐντάσεως τοῦ γίγου, ποὺ δὲν θὰ τὶς ἐλέγχωμε καὶ θὰ εἶναι πολὺ δυσάρεστες.

Γιὰ τὸ λόγο αὐτό, σχεδὸν ὅλοι οἱ δέκτες ἔχουν μία αὐτόματη διάταξη, ἀντιδιαλείψεως. Η διάταξη αὐτὴ ἀντισταθμίζει τὶς διαλείψεις κατὰ τὸν ἔξης τρόπο: “Οταν τὸ σῆμα Γ.Σ. γίνεται πιὸ ἔντονος, η διάταξη ἀντιδιαλείψεως πολώνει πιὸ ἀρνητικὰ τὰ δῦρηγά πλέγματα τῶν λυχνίων ὑψηλῆς καὶ μεσαίας συχνότητας (ὅπου συγνὰ συμπεριλαμβάνεται καὶ τὸ πλέγμα τῆς λυχνίας ἀλλαγῆς συχνότητας).” Όσο πιὸ ἀρνητικότερη είναι η πόλωση, τόσο η ἐνίσχυσικὴ ἵκανότητα αὐτῶν τῶν λυχνίων μικραίνει, πρᾶγμα ποὺ σημαίνει ὅτι η εὐαισθησία τοῦ δέκτη ὑποβιβάζεται. Γιὰ νὰ ἔχωμε μάλιστα δραστικότερο, ἀλλὰ καὶ ὄμαλότερο ὑποβιβασμὸ τῆς εὐαισθησίας, οἱ ἀντίστοιχες βαθμίδες ὑψηλῆς καὶ μεσαίας συχνότητας κατασκευάζονται μὲ πέντοδες λυχνίες μεταβλητῆς διαγραμμής (παρ. 8·9).

"Ετσι, τὰ ἴσχυρὰ σύμματα προσκαλοῦν μείωση τῆς εὐαισθησίας τοῦ δέκτη, ἀρα ἐλάττωση τῆς ἴσχύος ἔξόδου στὸ μεγάφωνο. Ἀντίθετα, ὅταν, ἔξ αἰτίας τῶν διαλείψεων, τὸ σῆμα Γ.Σ. γίνη ἀσθενέστερο, ή πόλωση τῶν ἵδιων λυγνιῶν γίνεται λιγότερο ἀρνητική, ή εὐαισθησία τοῦ δέκτη αὐξάνει καὶ συγχρόνως αὐξάνει καὶ ἡ ἴσχυς ἔξόδου. Τελικά, ή ἴσχυς ἔξόδου μένει περίπου σταθερή, χωρὶς νὰ ἐπηρεάζεται αἰσθητὰ ἀπὸ τὶς διαλείψεις. Αὐτὰ ἐννοεῖται προϋποθέτουν ὅτι τὸ κοινόπι, ποὺ ρυθμίζει τὴν ἔνταση τοῦ ἥχου παραμένει σὲ μία ὁρισμένη θέση. Ο χειριστὴς τοῦ δέκτη δρεῖται νὰ τοποθετήσῃ αὐτὸ τὸ κοινόπι στὴ θέση, ὅπου τὰ ἀσθενέστερα σήματα τῶν διαλείψεων νὰ δίνουν τὴν ἐπιθυμητὴ γι' αὐτὸν ἴσχυ ἔξόδου. Η ἀντιδιαλειπτικὴ διάταξη δρᾶ μᾶλλον γιὰ τὰ ἴσχυρότερα σήματα καὶ κρατᾷ τὴν ἴσχυ ἔξόδου στὴ στάθμη, ποὺ διάλεξε ὁ χειριστής.

Η ἀντιδιαλειπτικὴ διάταξη πρέπει βέβαια, γιὰ νὰ εἶναι ἔξυπηρετική, νὰ λειτουργῇ αὐτόματα. Ἐπειδὴ, ἐπὶ πλέον, ή λειτουργία γίνεται μὲ ρύθμιση τῆς εὐαισθησίας τοῦ δέκτη, ή διάταξη αὐτὴ δύναμάζεται αὐτορρύθμιση τῆς εὐαισθησίας τοῦ δέκτη (A.V.C.).

Μὲ ποιό τρόπο πραγματοποιεῖται αὐτὴ ή αὐτόματη ρύθμιση; "Οταν μελετούσαιε τὴ φώραση (Κεφ. 12) εἰδαμε ὅτι ή τάση ἔξόδου ἐνὸς δίοδου φωρατῇ, ποὺ ἔχει συνδεσμολογηθῆ σπως δείγνει τὸ σχῆμα 12·4 α, περιλαμβάνει ὅχι μόνο τὴν ὠφέλιμη X.Σ., ἀλλὰ καὶ μία συνεχὴ ἀρνητικὴ τάση. Η τάση αὐτὴ μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθῇ γιὰ πόλωση ἀφοῦ εἶναι ἀρνητική. Ἐπὶ πλέον, ή τιμῆ της εἶναι τόσο μεγαλύτερη, ὅσο τὸ σῆμα Γ.Σ. εἶναι ἴσχυρότερο. Εἶναι λοιπὸν δ, τι χρειάζεται γιὰ τὴν αὐτορρύθμιση τῆς εὐαισθησίας.

Δὲν μένει παρὰ νὰ ἐφαρμόσωμε αὐτὴ τὴ συνεχὴ ἀρνητικὴ τάση στὰ πλέγματα τῶν λυγνιῶν, ποὺ θέλομε νὰ ρυθμίσωμε. Αὐτὸ γίνεται μὲ τὴ βοήθεια κυκλωμάτων RC (μὲ ώμικες ἀντιστά-

σεις καὶ πυκνωτές). Ἐκεῖνο ποὺ πρέπει νὰ προτέξωμε εἰναι ὅτι τὰ συνδετικὰ κυκλώματα RC πρέπει νὰ ἀποκρίνωνται στὶς μεταβολὲς τῶν διαλείψεων, δχι ὅμως καὶ στὶς μεταβολὲς τῆς ὀφέλημης X.Σ., γιατὶ τότε, μαζὶ μὲ τὶς διαλείψεις, θὰ ἔξαφανται καὶ τὸ ἡγητικὸ σῆμα. Εὐτυχῶς ποὺ οἱ διαλείψεις ἔχουν συνήθως σχετικὰ μεγάλη περίοδο μεταβολῆς, π.χ. τῆς τάξεως τοῦ δευτερολέπτου ή περισσότερο. Ἀρκεῖ, λοιπόν, γιὰ νὰ διαχωρίσωμε τὶς δύο μεταβολές, νὰ διαλέξωμε κατάλληλα τὴν σταθερὰ χρόνου RC τῶν συνδετικῶν κυκλωμάτων (παρ. 5·2). Ἄν π.χ. ἡ σταθερὰ χρόνου εἰναι τῆς τάξεως 0,1 sec, τὰ συνδετικὰ κυκλώματα θὰ παρακολουθοῦν τὶς διαλείψεις ποὺ ἔχουν μεγαλύτερη περίοδο, ἐνῷ σιγγράνως δὲν θὰ ἐπηρεάζουν τὴν ὀφέλημη γχανγλί, σιγγράντι, τα, ποὺ ἀντιστοιχεῖ σὲ γρηγορώτερες μεταβολές.

Ἡ αὐτορρύθμιση τῆς εὐαίσθησίας δὲν μπορεῖ ποτὲ νὰ είναι τέλεια. Εἴδικότερα, δὲν μπορεῖ νὰ είναι ἀκαριαία, ἀφοῦ πρέπει πάντως νὰ προηγηθῇ τὸ αἴτιο (αὔξηση τοῦ σύγκριτος Υ.Σ.), γιὰ νὰ παραχθῇ ἡ ἀρνητικὴ τάση διαρθρώσεως καὶ νὰ διατίθεται μέσα ἀπὸ κυκλώματα, ποὺ ἔχουν μία ὁρισμένη σταθερὰ χρόνου. Τὸ σύστημα, ποὺ ἀναφέραμε, είναι τὸ ἀπλούστερο, γιατὶ γρηγορίεις, τέσσερας γιὰ τὴν φύραση δύο καὶ γιὰ τὴν αὐτορρύθμιση εὐαίσθησίας, μία καὶ τὴν ἔδια δίσδη, λυχνία. Τὰ ἀποτελέσματα ποὺ δίνει είναι ἀρκετὰ καλά. Ἡ πάρχουν ὅμως καὶ πολυπλοκώτερες διατάξεις, ποὺ ἔξασφαλίζουν ἀκόμα καλύτερα ἀποτελέσματα.

Μία τέτοια καλύτερη διάταξη μπορεῖ νὰ πραγματοποιηθῇ, ἂν γρηγοριοποιήσωμε, στὴ βαθμίδα φωράσεως, μία διπλὴ δίσδη λυχνία. Τὸ ἔνα δίσδη μέρος τῆς λυχνίας ἐκτελεῖ τὴν κανονικὴ φύραση, ἐνῷ τὸ ἄλλο δίσδη μέρος ἀφιερώνεται στὴν αὐτορρύθμιση εὐαίσθησίας. Είναι, τότε, δυνατὸ νὰ συνδεσμολογήσωμε τὴν βαθμίδα σὲ τρόπο, ὡστε ἡ αὐτορρύθμιση νὰ δρᾷ μόνο γιὰ σήματα ἴσχυρότερα ἀπὸ μία προκαθορισμένη στάθιη (αὐτορρύθμιση καθυστεργιμένης δράσεως). Μία τέτοια αὐτορρύθμιση δὲν δρᾷ γιὰ τὰ ἀσθε-

νέστερα σύμμαχα καὶ αὐτὸς εἶναι πλεονέκτημα, γιατὶ ἔτσι τὰ ἀσθενέστερα σύμμαχα παρουσιάζουν μὲν διαλείψεις, ἐπιωφελοῦνται δημιουροὶ απὸ τὴν πλήρη εὐαὐθηγσία τοῦ δέκτη, καὶ γί λόγῳ, τους διευκολύνεται.

Σὲ ἀκόληγι πιὸ τελειοποιημένους δέκτες, γρηγοριοποιεῖται γιὰ τὴν αὐτορρύθμιση, εἴας εὐθηγσίας ἔξεχωριστὴν ἐνίσχυση μεσαίας συγκρότητας καὶ, φυσικά, ἔξεχωριστὴν φύραση. Ή αὐτορρύθμιση μπορεῖ, ἔτσι, νὰ γίνῃ τόσο δραστικὴ καὶ τόσο εὐλύγιστη, ὅταν πρακτικὰ νὰ πληγούνται, στὴν τελειότητα.

3ο. Ρύθμιση τῆς χροιᾶς τοῦ ἥχου (tone control).

Πολλοὶ ράδιοφωνοί δέκτες περιλαμβάνουν, στὸ τηλήμα X.Σ., βοηθητικὲς διατάξεις (μόνιμες γηρυθιέρμενες) γιὰ τὴν ρύθμιση τῆς χροιᾶς τοῦ ἥχου. Οἱ διατάξεις αὐτὲς εἶναι συνήθως κυκλώματα μὲ ὄμηκες ἀντιστάσεις καὶ πυκνωτὲς (καὶ σπανίως μὲ πηνία) καὶ ἔχουν ὑπελογισθῆ ἔτσι, ὅτε νὰ εὑνωσοῦν εἴτε τὶς βαριές, εἴτε τὶς δέσεις νότες. Ή ρύθμιση, ἀπὸ τὸ χειριστὴν τοῦ δέκτη, σταυ ἔχη προσθετική, γίνεται μὲ ἔνα κευτιπί, ποὺ ἐνεργεῖ γενικὰ πάνω σὲ ἔνα ποτανούλιετρο. "Εγας δέκτης μπορεῖ νὰ ἔχῃ εἴτε ἔνα μένο κουμπὶ γιὰ τὶς δέσεις νότες, εἴτε καὶ δεύτερο ἔξεχωριστὸ κουμπὶ γιὰ τὶς βαριές νότες.

Μία μόνιμη διόρθωση, τῆς χροιᾶς ἐντοπικτόνεται πολλὲς φορὲς στὸ κύκλωμα, ποὺ ρυθμίζει τὴν ἔνταση, τοῦ ἥχου (στὸ πλέγμα τῆς προσινεγύτριας τάσεως X.Σ.). Η διόρθωση, αὐτὴ ἔχει σκοπὸν νὰ εύνοη μόνιμα τὶς βαριές νότες, σταυ γη ἔνταση, τοῦ ἥχου ἔχη ρυθμισθῆ σὲ στάθμη, χαριγλότερη, ἀπὸ τὴν κανονική. Αὗται γίνεται γιὰ τὸν ἔξτης λόγο : "Οταν γη ἔνταση, τοῦ ἥχου εἶναι χαριγλότερη, ἀπὸ τὴν κανονική, γη ἔντυπωση, ποὺ μᾶς δίνει τὸ αὐτέ μας, εἶναι δῆτι εἰς βαριές νότες εἶναι δυσανάλογα ἀσθενεῖς. Γιὰ νὰ ἔχανανθροῦμε λοιπὸν τὸ σωστὸ μέτρο, χρηγοριοποιοῦμε ἔνα κατάλληλο κύκλωμα διόρθωσεως μὲ ἀντιστάσεις καὶ πυκνωτές, ποὺ εὑνεῖ τὶς βαριές νότες, σὲ σχέση πρὸς τὶς μέτριες. "Οταν, ἀντίθε-

τα, δ ἕχος εἶναι ἴσχυρότερος ἀπὸ τὸ κανονικό, ἔχομε τὴν ἐντύπωση ὅτι οἱ βαριές νότες εἶναι δυσανάλογα δυνατές. Στὴν περίπτωση, ὅμως αὐτὴ δὲν χρειάζεται συνήθως εἰδικὴ διέρθωση, γιατὶ οἱ βαριές νότες ἀναπαράγονται ἀπὸ μόνες τους δύσκολα καὶ ή σχετικὴ ἔξασθέντες τοὺς ἐπιθάλλεται τόσο ἀπὸ τὰ ὑπάρχοντα κυκλώματα, ὃσο καὶ ἀπὸ τὸ μεγάφωνο.

Γενικά, τὸ σωστὸ εἶναι νὰ ἀκοῦμε ἔνα δέκτη στὴν κανονικὴ (στὴ φυσικὴ) σταθμῆ ἐντάσεως τοῦ ἥχου. Οἱ ρυθμίσεις τῆς χροιᾶς δὲν πρέπει νὰ χρησιμοποιοῦνται παρὰ σὰν διορθώσεις, ὅταν εἶναι ἀπαραίτητες. Διαφορετικά, δὲν ρυθμίζομε, ἀλλὰ παραμορφώνγεις τὸν ἥχο, ἐνῷ στὸ μεταξὺ κάνομε ἔναν δλόκληρο ἀγώνα ἐναντίον τῶν παραμορφώσεων.

4ο. Διεύρυνση περιοχῆς (*band-spread*).

Στὰ βραχέα κύματα, δ συντονισμὸς τοῦ δέκτη, εἶναι συνήθως πολὺ αρίστηρος, δηλαδὴ δ σταθμὸς « χάνεται » μὲ μικρὴ στροφὴ τοῦ συστήματος συντονισμοῦ τοῦ δέκτη. Όρισμένοι κατασκευαστές, γιὰ νὰ ἀποφύγουν αὐτὴ τὴ δισκολία, ὑποδιαιροῦν τὴν περιοχὴν βραχέων κυριάτων σὲ πολλές κλίμακες, ποὺ καθειπά τους καλύπτεται ἀπὸ δλόκληρη τὴ διαδρομὴ τοῦ συστήματος συντονισμοῦ. Αὗτὸ γίνεται συνήθως μὲ κατάλληλα βοηθητικὰ πηγία, ποὺ συγδέονται πρὸς τὰ πηγία τῶν συντονισμένων κυκλωμάτων (μπορεῖ δημοποιηθεῖν νὰ χρησιμοποιηθοῦν καὶ βοηθητικοὶ πυκνωτές). Ας σημειωθῇ πάντως ὅτι ή κατασκευὴ διφείλει νὰ εἶναι πολὺ προσεγμένη, γιατὶ ἀλλοιώς η λήψη θὰ παρουσιάσῃ δυσάρεστες ἀνωμαλίες.

5ο. Ρέθμιση πιστότητας (*fidelity control*).

Ξέρομε ὅτι ή πιστότητα ἐνδὲ δέκτη γραπτηρίζεται ἀπὸ τὸ πλάτος τῆς συνολικῆς κατιπάλης ἐπιλογῆς (τῆς ἔωνης διακόσεως) τῶν συντονισμένων κυκλωμάτων τοῦ δέκτη (παρ. 2·6). Η σχετικὰ καλὴ ἀναπαραγωγὴ τῆς μουσικῆς ἀπαιτεῖ πλάτος τῆς συνολικῆς κατιπάλης ἐπιλογῆς ἵσος μὲ 4,5 kels κάτω καὶ πάνω

ἀπὸ τὴν φέρουσα συχνότητα (γιὰ ἔξασθένιση μικρότερη π.χ. ἀπὸ 3 decibel). Οἱ συνηθισμένοι ραδιοφωνικοὶ δέκτες ρυθμίζονται, ὥστε νὰ διαθέτουν ζώνη διαβάσεως $\pm 4,5$ kc/s.

Σὲ δρισμένους δέκτες, τὸ πλάτος τῆς ζώνης διαβάσεως μπορεῖ νὰ μεταβάλλεται μὲ τὴν βοήθεια ἐνδεικτικοῦ. Τὸ κουμπὶ αὐτὸῦ ἐνεργεῖ πάνω σὲ ἓνα σύστημα, ποὺ ἔχει τὴν διγυατέτητα νὰ τροποποιῇ κατάλληλα τὰ στοιχεῖα τῶν συντονισμένων κυκλωμάτων. Ἐχομε, τότε, ἓνα δέκτη μὲ μεταβλητὴ ἐπιλογὴ ἢ μὲ ρύθμιση πιστότητας.

"Ἄς ὑποθέσωμε ὅτι τὸ κουμπὶ τῆς πιστότητας ἔχει, ἐκτὸς ἀπὸ τὴν κανονική του θέση ($\pm 4,5$ kc/s), δύο πρόσθετες θέσεις, ποὺ ἀντιστοιχοῦν σὲ ζῶνες διαβάσεως π.χ. ± 7 kc/s καὶ $\pm 2,5$ kc/s. Ἡ θέση ± 7 kc/s χρησιμοποιεῖται γιὰ ἀκρόση μουσικῆς μὲ ὑψηλὴ πιστότητα, ἀλλὰ μόνο ἀπὸ ἵσχυρὴ γειτονικὸ σταθμὸ γιὰ νὰ μὴ ὑπάρχῃ ἐνόχληση ἀπὸ παρεμβολὴ ἄλλου σταθμοῦ. Τέτοια παρεμβολὴ εἶναι δυνατή, γιατὶ στὸ μεταξὺ μειώνεται ἡ ἐπιλογὴ τοῦ δέκτη (παρ. 2·6). Ἀντίθετα, ἡ θέση $\pm 2,5$ kc/s ἀντιστοιχεῖ σὲ αὐξημένη ἐπιλογὴ καὶ χρησιμοποιεῖται γιὰ λήψη διμιλίας ἀπὸ ἀσθενὴ μακρυνὸ σταθμό, δεδομένου ὅτι ἡ ἀμιλία ἀναπαράγεται ἀρκετὰ καλὰ ἀκόμα καὶ μὲ σχετικὰ στενὴ ζώνη διαβάσεως.

60. Ἐνδείκτης συντονισμοῦ (tuning indicator).

Πολλοὶ δέκτες μὲ αὐτορρύθμιση εὐαίσθησίας εἶναι ἐφοδιασμένοι μὲ ἓναν ἐνδείκτη συντονισμοῦ, ποὺ ἡ ἐνδείξη του ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὸ συντονισμὸ τοῦ δέκτη καὶ βογθᾶ τὸ χειριστὴ γιὰ νὰ ἐπιτύχῃ τὸν ἀκριβὴ συντονισμό.

"Ἐνα συνηθισμένο εἶδος ἐνδείκτη εἶναι ἕνας μικρὸς λαμπτήρας (μαγικὸ μάτι), ποὺ δὲν λογχαριάζεται ἀλλωστε σὰν μία ἀπὸ τὶς ἡλεκτρονικὲς λυχνίες τοῦ δέκτη. "Ἐνας τέτοιος ἐνδείκτης εἶναι, στὴν πραγματικότητα, ἕνας πολὺ μικρὸς καθοδικὸς σωλήνας (Κεφ. 22). Ὁ σωλήνας πολώνεται ἀπὸ μία διακλάδωση τῆς

ἀρνητικῆς τάσεως, ποὺ χρησιμεύει γιὰ τὴν αὐτορρύθμιση τῆς εὐαίσθησίας. "Οταν δὲ δέκτης ἔχῃ ρυθμισθή ἀκριβῶς στὴ συχνότητα τοῦ σταθμοῦ ποὺ θέλομε νὰ πάρωμε, δὲ σωλήνας δέχεται τὴ μεγαλύτερη ἀρνητικὴ πόλωση καὶ τὸ φωτεινὸ μέρος τῆς δθένης του γίνεται μέγιστο. Τὸ φωτεινὸ αὐτὸ μέρος ἔχει τὴ μορφὴ κυκλικοῦ τομέα, ποὺ τὸ ἀνοιγμά του μεγαλώνει ὅσο πλησιάζομε στὸν ἀκριβῆ συντονισμό.

7o. Αὐτοσυντονισμός (automatic tuning).

Μπορεῖ νὰ συναντήσωμε κάποτε καὶ αὐτοσυντονιζομένους δέκτες. "Ενας τέτοιος δέκτης ἔχει τὴ δυνατότητα νὰ συντονίζεται σὲ ὄρισμένες προκαθορισμένες συχνότητες μὲ κάποιο πολὺ ἀπλὸ χειρισμό, π.χ. πιέζοντας κουμπιά. "Οταν πιέσωμε ἐνα ἀπὸ αὐτὰ τὰ κουμπιά, συνδέομε τὰ κυκλώματα ποὺ συντονίζουν τὸ δέκτη στὸν ἐπιθυμητὸ σταθμό. Σὲ ἄλλο κουμπὶ ἀντιστοιχοῦν ἄλλα κυκλώματα, ποὺ συντονίζουν σὲ ἄλλη προκαθορισμένη συχνότητα.

Διαφορετικὸ πάλι είναι τὸ σύστημα αὐτοσυντονισμοῦ μὲ τὴ χρησιμοποίηση ἐνὸς καταλλήλου μικροῦ κινητήρα. Ο χειρισμὸς θέτει, τότε, σὲ κίνηση τὸν κινητήρα, δὲ δποῖος στρέφει αὐτόματα τὸν ἀξονα τῶν μεταβλητῶν πυκνωτῶν συντονισμοῦ, στὴ θέση, ποὺ ἀντιστοιχεῖ στὸν ἐπιθυμητὸ σταθμό.

8o. Αὐτορρύθμιση τοῦ συντονισμοῦ (ἢ αὐτορρύθμιση συχνότητας, automatic frequency control).

"Ο συντονισμὸς ἐνὸς δέκτη, δὲν είναι συνήθως ἀρκετὰ σταθερός. Κατὰ τὴ διάρκεια μιᾶς ἀκροάσεως, δὲ δέκτης μπορεῖ νὰ παρουσιάσῃ ἐλαφροὺς ἀποσυντονισμούς, ποὺ μειώνουν τὴν ἀπόδοσή του καὶ ἀναγκάζουν τὸ χειριστὴ νὰ κάνῃ διόρθωση τοῦ συντονισμοῦ, ἀπὸ καιροῦ σὲ καιρό. "Ενα τέτοιο γλύστρομα τῆς συχνότητας συντονισμοῦ δψείλεται, τὶς περισσέτερες φορές, σὲ ἀστάθεια τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆ τοῦ δέκτη, μπορεῖ διμως νὰ προέρχεται καὶ ἀπὸ μεταβολὲς στὶς συνθῆκες διαδόσεως τῶν ἡλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων.

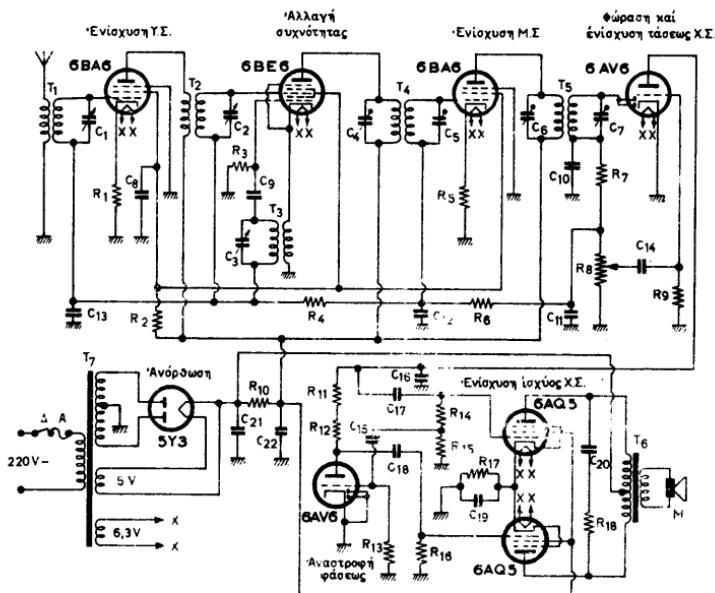
Τὰ μειονέκτηματα αὐτὸν ἀποφεύγεται, τὰ δὲ δρισμένοις δέκτες πολυτελείας, μὲ τὴν βοήθειαν εἰδικῆς διεκτάξεως γιὰ τὴν αὐτόριατη ρύθμιση τῆς συχνότητας συντονισμοῦ. Ἡ διάταξη βασίζεται στὴν ἀρχὴν τοῦ διευκρινιστῆρι (παρ. 12·9). Οἱ διευκρινιστῆρες (μία διπλὴ δίοδη λυχνία) παράγει μία τάση ἀνάλογην πρὸς τὸ γλύστρημα τῆς συχνότητας συντονισμοῦ. Ἡ ρυθμιστικὴ αὐτὴ τάση ἐπαριμένεται κατάλληλα σὲ μία πέντοδη λυχνία, ποὺ ἔχει συνδεθῆ παράλληλα πρὸς τὸ συντονισμένο κύκλωμα τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆρι. Η πέντοδη λυχνία ισοδυναμεῖ μὲ μία ἐπαγγειακὴ ἀντίσταση, ποὺ ἡ τοιμὴ τῆς ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ρυθμιστικὴν τάση (ἡ πέντοδη ὀνομάζεται, γιὰ τὸ λόγο αὐτὸν, «λυχνία ἐπαγγειακῆς ἀντίστασεως»). Ἔτσι, διορθώνεται αὐτέματα δι συντονισμὸς τοῦ τοπικοῦ ταλαντωτῆρι καὶ δέκτηρις κρατεῖται σταθερὰ συντονισμένος στὸν ἐπιθυμητὸν σταθμό.

Υο. Ἐκτὸς ἀπὸ τὶς βοηθητικὲς διεκτάξεις, ποὺ ἀναφέραμε, ὑπάρχουν καὶ διάφορες ἄλλες, ποὺ τὶς συναντούμε κυρίως σὲ δέκτες γιὰ εἰδικές χρήσεις.

16·7 Παράδειγμα πλήρους ὑπερετερόδυνου δέκτη.

Τὸ σχῆμα 16·7 α δείχνει τὸ σχέδιο ἐνὸς ὑπερετερόδυνου ραδιοφωνικοῦ δέκτη, μὲ 7 λυχνίες καὶ μία ἀνορθώτρια τροφοδοτήσεως. Οἱ δέκτης περιλαμβάνει: διαδοχικὰ τὶς ἐξῆς βαθμῶν: ἐνίσχυση Γ.Σ., ἄλλαχὴ συχνότητας, ἐνίσχυση Μ.Σ., φώραση, προενίσχυση τάσεως Χ.Σ. καὶ ἐνίσχυση ἴσχυος Χ.Σ. Ἐπειδὴ ὑπάρχει μία βαθμίδα ἐνίσχυσεως Γ.Σ., ἐ δέκτης θὰ ἔχῃ καλὴ εἰδιοθησία καὶ καλὴ ἐπιλογή. Ἐξ ἀλλού, τὸ τμῆμα ἴσχυος Χ.Σ. ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα συμμετρικὸν ἐνισχυτή, ποὺ περιορίζει τὶς παραπορφώσεις καὶ μπορεῖ νὰ δώσῃ, μεγάλη ἴσχυν ἐξόδου (π.χ. μέχρι 8 watt, δηλαδὴ ἴσχυν ἀρκετὴν γιὰ ἀκρόαση σὲ μία μεγάλη αἵθουσα).

Τὸ σχέδιο μπορεῖ νὰ φαίνεται, ἀπὸ πρώτη ὅψη, ἀρκετὰ πολύπλοκο. Προσεκτικότερη δημιουργία ἔχεται σὲ τι πρόκει-



Σχ. 16·7 α.
Παράδειγμα ύπερετερόδυνου δέκτη.

Α διαφύλεια (1 A),
 $C_1 C_2 C_3$ μεταβλητός, μέγ. 365 pF (τριπλός), τά τρίμερο και πάντερ δὲν έσημειώθησαν,
 $C_4 C_5 C_6 C_7$ τρίμερο μετ/στόν M.Σ.,
 C_8 50000 pF/300 V (χάρτου),
 C_9 56 pF (μίκας),
 $C_{10} C_{11}$ 180 pF (μίκας),
 $C_{12} C_{13}$ 50000 pF/50 V (χάρτου),
 $C_{14} C_{15}$ 10000 pF/50 V (χάρτου),
 C_{16} 120 pF (μίκας),
 $C_{17} C_{18}$ 20000 pF/50 V (χάρτου),
 C_{19} 20 pF/50 V (ηλεκτρόλυτικός),
 C_{20} 50000 pF/600 V (χάρτου),
 $C_{21} C_{22}$ 20 pF/450 V (ηλεκτρόλυτικός),
Λ διακόπτης,
Μ μεγάφωνο (με πόνιμο μαγνήτη),
 $R_1 R_5$ 180 $\Omega/0.5$ W,
 R_2 12 k $\Omega/2$ W,
 R_3 22 k $\Omega/0.5$ W,
 $R_4 R_6$ 2.2 M $\Omega/0.5$ W,
 R_7 100 k $\Omega/0.5$ W,
 R_8 1 M Ω (ποτανόμιμετρο ανθρακα),

$R_9 R_{12}$ 10 M $\Omega/0.5$ W,
 R_{10} 1800 $\Omega/2$ W,
 $R_{11} R_{12}$ 220 k $\Omega/0.5$ W,
 $R_{14} R_{16}$ 470 k $\Omega/0.5$ W,
 R_{15} 8200 $\Omega/0.5$ W,
 R_{17} 220 $\Omega/5$ W,
 R_{18} 15 k $\Omega/1$ W,
Τ₁ πηνία Υ.Σ. (σύζευξη κεραίας),
Τ₂ πηνία Υ.Σ. (σύζευξη λιγνιών),
Τ₃ πηνία τοπικού ταλαντωτή,
Τ₄ θερμόμετρος ηλεκτροδύνου (455
kc/s),
Τ₆ μετασχηματιστής Χ.Σ. (ή άντισταση τοῦ μεγαλώνον μετασχηματίζεται σε 10000 Ω στὸ πρωτεύον, ήπιάνοδο σε άνοδο),
Γ₇ μετασχηματιστής τροφοδοτήσεως (ύψηλή τάση δευτερεύοντος 250 — 0 — 250 βόλτ ένεργής τιμή, άνοδο μένο συνεχές, φεύγει 100 mA, δύο άλλα δευτερεύοντα χαμηλής τάσεως 5 V/2 A και 6.3 V 3 A).

ταὶ ἀπλῶς γιὰ συνένωση κυκλωμάτων καὶ βαθμίδων, ποὺ ἔχομε
ἡδη ἐξετάσει μὲ ἀρκετὴ λεπτομέρεια (ἐκτὸς ἀπὸ τὸ τμῆμα ἰσχύος
Χ.Σ., Κεφ. 18, καὶ τὴ διάταξη τροφοδοτήσεως, Κεφ. 23). Γιὰ
λόγους ἀπλότητας, ἐσημειώσαμε τὰ πηγνία συντονισμοῦ μιᾶς μόνον
περιοχῆς κυμάτων. Θὰ ἡταν, ἀλλωστε, περιττὸ νὰ ἀσχοληθοῦμε
μὲ δλες τὶς περιοχὲς καὶ μὲ τὴ συνδεσμολογία τοῦ μεταγωγέα κυ-
μάτων, δεδομένου ὅτι τὰ πηγνία Υ.Σ. ἀγοράζονται συνήθως σὰν
σύνολο (τὸ λεγόμενο « μπλὸκ Υ.Σ. » τοῦ ἐμπορίου). Ἔπισης, ἔτοι-
μοι ἀγοράζονται καὶ οἱ δύο μετασχηματιστὲς μεσαίας συχνότητας.

Ο τεχνίτης δφείλει νὰ μελετήσῃ προσεκτικὰ τὸ σχέδιο αὐ-
τοῦ τοῦ ὑπερετερόδυνου δέκτη, ποὺ ἀποτελεῖ ἔνα ἀρκετὰ διδακτι-
κὸ καὶ σχετικὰ ἀπλὸ παράδειγμα. Πρέπει νὰ ἀναγνωρισθοῦν δλες
οἱ βαθμίδες καὶ νὰ ἔξηγηθῇ ἡ συνδεσμολογία καὶ ἡ λειτουργία
γιὰ κάθε βαθμίδα, νὰ περιγραφῇ ὁ ρέλος τῶν διαφόρων κυκλωμά-
των, καθὼς καὶ καθενὸς στοιχείου κυκλώματος χωριστά. Η ἐρ-
γασία αὐτὴ πρέπει νὰ ἀποτελέσῃ γιὰ τὸ μαθητὴν ἔνα εἶδος γενικῆς
ἐπικαλύψεως πάνω σὲ δλα δσα εἴπαμε μέχρι ἐδῶ γιὰ τὸν δέ-
κτες, ἀλλὰ καὶ γενικότερα γιὰ τὶς βασικὲς λειτουργίες τῶν λυχνιῶν
καὶ τὶς ἰδιότητες τῶν κυκλωμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17

ΔΕΚΤΕΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΕΙΔΩΝ

Στὸ Κεφάλαιο αὐτὸν θὰ ἔξετάσωμε τοὺς πιὸ συνηθισμένους τύπους δεκτῶν καὶ κυρίως ἔκείνους, στοὺς δποίους τὸ ὀφέλιμο σῆμα χαμηλῆς συχνότητας εἶναι ἥχος. Σκοπός μας εἶναι νὰ ἔξετάσωμε πῶς λειτουργεῖ κάθε εἶδος δέκτη καὶ νὰ γνωρίσωμε τὶς βασικές του ἰδιότητες (οἱ κατασκευαστικὲς λεπτομέρειες ἀνήκουν στὶς ἐργαστηριακὲς ἀσκήσεις). "Αλλα εἴδη δεκτῶν (μὲ κρυσταλλουχγίες, τηλεοράσεως, μικροκυμάτων) ἀναφέρονται σὲ ἑπόμενα Κεφάλαια τοῦ βιβλίου, ἐνῶ δρισμένα πολύπλοκα εἰδικὰ συστήματα λήψεως δὲν περιλαμβάνονται στὸ πρόγραμμά μας.

"Η τελικὴ μορφὴ ἑνὸς δέκτη εἶναι πάντοτε τὸ ἀποτέλεσμα συμβίθεσμῶν ἀνάμεσα στὰ ἐπιθυμητὰ τεχνικὰ χαρακτηριστικά του καὶ σὲ διάφορες πρακτικὲς ἀπόψεις (τιμή, κατανάλωση, ὅγκος, βάρος, ἐμφάνιση κλπ.). Οἱ μηχανικοὶ τῶν ἐργοστασίων κατασκευῆς ἀναζητοῦν σὲ κάθε συγκεκριμένη περίπτωση, τοὺς καλύτερους δυνατοὺς συμβίθασμούς. Τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι νὰ ἔχωμε μία πολὺ μεγάλη ποικιλία ἀπὸ δέκτες, ποὺ παρουσιάζουν μεταξύ τους ἀλλοτε οὖσιαστικὲς καὶ ἄλλοτε δευτερεύουσες διαφορές.

"Αν ἔξαιρέσωμε τὴν τελευταία παράγραφο, δῆλοι οἱ δέκτες, ποὺ ἔξετάζοιε στὸ Κεφάλαιο αὐτό, προορίζονται γιὰ λήψη σημάτων μὲ διαμόρφωση πλάτους (A.M.). Οἱ δέκτες γιὰ διαμόρφωση συχνότητας (F.M.) ἔξετάζονται στὴν τελευταία παράγραφο τοῦ Κεφαλαίου.

17.1 Τεχνικὰ χαρακτηριστικὰ ἑνὸς δέκτη.

Τὰ κυριότερα χαρακτηριστικὰ ἑνὸς δέκτη, ποὺ καθορίζουν τὴν ποιότητά του ἀπὸ τεχνικῆς ἀπόψεως, εἶναι ἡ εύαισθησία, ἡ

ἐπιλογή καὶ ἡ πιστότητά του. "Εχομεις μιλήσει πολλές φορές γι' αυτές τις ίδιες της του δέκτη, Ήταν κάνωμες όμως ἐδὴ μία σύντομη ἐπανάλεψη καὶ θὰ προσθέσωμες ὅρισμένες λεπτομέρειες.

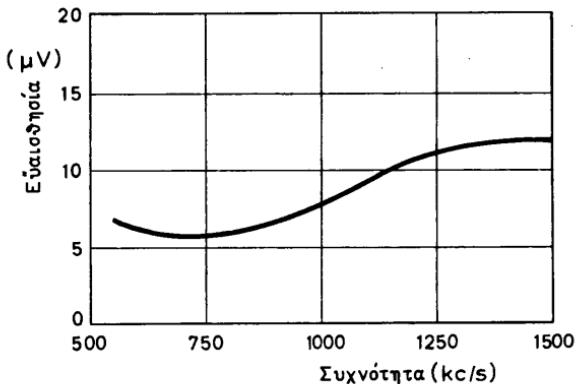
"Η εὐαισθησία εἶναι ἡ ἵκανότητα τοῦ δέκτη νὰ ἀποκρίνεται σὲ ἀσθενὴ σήματα ὑψηλῆς συχνότητας, ποὺ διεγείρουν τὴν κεραία του. "Η εὐαισθησία μετρεῖται συμβατικὰ ἀπὸ τὴν τάση, εἰςέδοι (ὑψηλούγη, τάση, στήν κεραία λήψεως), ποὺ χρειάζεται γιὰ νὰ δώσῃ δέκτης ἵσχυν ἔξδου ἵση μὲ 0,5 W.

"Η μετρηση, τῆς εὐαισθησίας γίνεται μὲ τὴ διάταξη ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 16.2 β. Ο μετρητικὸς ταλαντωτής καὶ ὁ δέκτης ρυθμίζονται σὲ μία καὶ τὴν ἴδια συχνότητα. "Η ὑψηλούγη τάση τοῦ μετρητικοῦ ταλαντωτῆς πρέπει νὰ εἶναι διαμορφωμένη, σὲ βάθος 30 % καὶ σὲ γχιμηλή, συχνότητα διαμορφώσεως ἵση μὲ 400 c/s. Τὸ κουμπὶ ἐντάξεως γάχου, ποὺ ρυθμίζει τὴν ἵσχυν ἔξδου τοῦ δέκτη, τοποθετεῖται στὴ θέση τοῦ μεγίστου. "Η ἵσχυς ἔξδου, υπολογίζεται ἀπὸ τὴν τάση, στὰ ἄκρα τοῦ πρωτεύοντος τοῦ μετασχηματιστῆς ἔξδου (σύγχρονα μὲ τὸν γνωστὸ τύπο $P = U^2/R$).

"Εστω π.χ. δτι ἡ ἰσοδύναμη ἀντίσταση στὰ ἄκρα τοῦ μετασχηματιστῆς ἔξδου εἶναι $R = 5000 \Omega$. "Η τάση ἔξδου, ποὺ ἀντιστοιχεῖ σὲ ἵσχυν ἔξδου 0,5 W, εἶναι: $U = \sqrt{PR} = \sqrt{0,5 \cdot 5000} = 50$ ʒόλτ. "Ας υποθέσωμε δτι παίρνομε αὐτὴ τὴν τάση ἔξδου, δταν ἡ ὑψηλούγη τάση εἰσόδου εἶναι π.χ. 7 μV (μικροελάτ). Τότε ἡ εὐαισθησία τοῦ δέκτη ἰσοῦται μὲ 7 μV (αὐτῆς περίου τῆς τάξεως εἶναι ἡ εὐαισθησία ἑνὸς καλοῦ ραδιοφωνικοῦ δέκτη). "Επειδὴ δτι εὐαισθησία ἐπηρεάζεται ἀπὸ τὴν τιμὴ τῆς ὑψηλῆς συχνότητας τοῦ σύμματος εἰσόδου, ἐπαναλαμβάνομε τὴ μετρηση γιὰ διάφορες συχνότητες μιᾶς δρισμένης περιοχῆς κυμάτων καὶ χαράζομε μία καμπύλη, π.χ. σὰν αὐτὴ τοῦ σχήματος 17.1 α. Αὐτὴ εἶναι ἡ «χαρακτηριστικὴ τῆς εὐαισθησίας» τοῦ δέκτη.

Πρέπει, όμως, νὰ παρατηρήσωμε δτι δὲ παραπάνω δρισμὸς τῆς εὐαισθησίας καθορίζει μᾶλλον τὴν συνολικὴ ἐνισχυτικὴ ἵκα-

νότητα του δέκτη παρά τὴν πραγματική ίκανότητά του νὰ παιρνῇ ἀσθενῆ σήματα. Καὶ τοῦτο γιατὶ στὴν πράξη ἡ εὐαισθησία καθορίζεται τελικά ὅχι μόνο ἀπὸ τὴν ἐνισχυτική ίκανότητα, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὸ θόρυβο του δέκτη. Ἐξηγήσαμε τὰ ζητήματα αὐτὰ στὴν παράγραφο 15.7, διόπου καὶ δρίσαμε τὴν « χρησιμοποιήσιμη εὐαισθησία » ένδος δέκτη.



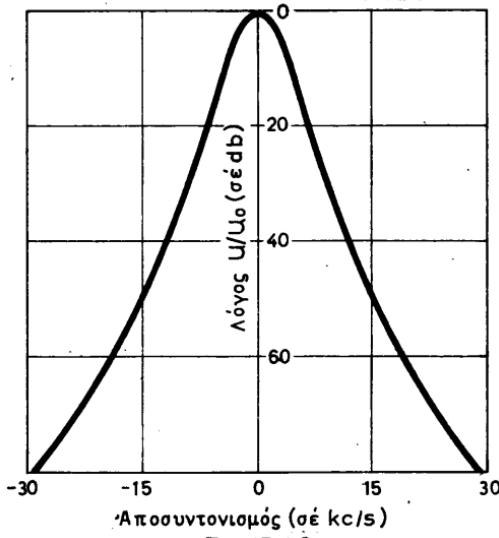
Σχ. 17.1 α.

Χαρακτηριστική εὐαισθησίας ένδος ραδιοφωνικοῦ δέκτη (στὰ μεσαῖα κύματα)

‘Η ἐπιλογὴ εἶναι ἡ ἴδιότητα του δέκτη νὰ ἔχωρίζῃ τὸ ἐπιθυμητὸ σῆμα ὑψηλῆς συχνότητας ἀπὸ τὰ σήματα ἄλλων συχνότητων, ποὺ διεγέρουν τὴν κεραία του. Γιὰ νὰ μετρήσωμε τὴν ίκανότητα ἐπιλογῆς ένδος δέκτη, χρησιμοποιοῦμε καὶ πάλι τὴ διάταξη του σχήματος 16.2 β. Ἔστω δτὶ ἡ μέτρηση γίνεται γιὰ φέρουσα συχνότητα 1 000 kc/s. Ο δέκτης καὶ τὸ μετρητικὸ ἑτερόδυνο συντονίζονται στὴ συχνότητα αὐτὴ καὶ ἡ ὑψίσυχη τάση στὴν εἴσοδο του δέκτη ρυθμίζεται σὲ μία τιμὴ U_0 τέτοια, ὥστε νὰ ἔχωμε τὴν κανονικὴ ἵσχυ ἔξιδου, δπως καὶ προηγούμενα. Κρατοῦμε, στὴ συνέχεια, σταθερὴ τὴ συχνότητα του μετρητικοῦ ταλαντωτῆς καὶ ἀποσυντονίζομε ἐλαφρὰ τὸ δέκτη γύρω ἀπὸ τὴν ἀρχική του συχνότητα συντονισμοῦ. Ἐξ αἰτίας του ἀποσυντονι-

Ραδιοτεχνία B'..

σμιοῦ ή ίσχυς έξόδου υποθεάζεται, δηλατώνομε τὴν τάση ποὺ δίνει δ τοπικὸς ταλαντωτής σὲ μία μεγαλύτερη τιμὴ U , γιὰ τὴν δποία ξαναπαίρομε τὴν κανονικὴ ίσχυ έξόδου. Ἐτοι, γιὰ κάθε ἀποσυντονισμὸν έχομε ἐνα λόγο τάσεων U/U_0 , ποὺ τὸν μετροῦμε συνήθως σὲ decibel (ἄν π.χ. $U = 1000 \mu\text{V}$ καὶ $U_0 = 10 \mu\text{V}$, δ λόγος U/U_0 ισοῦται μὲ 100 καὶ ἀντιστοιχεῖ σὲ 40db, παρ. 9 · 10). Μὲ τὸν τρόπο αὐτὸν χαράζομε τὴν καμπύλη έπιλογῆς γιὰ φέρουσα συχνότητα 1 000 kc/s (σχ. 17 · 1 β). Ἡ μέτρηση ἐπανα-



Σχ. 17 · 1 β.

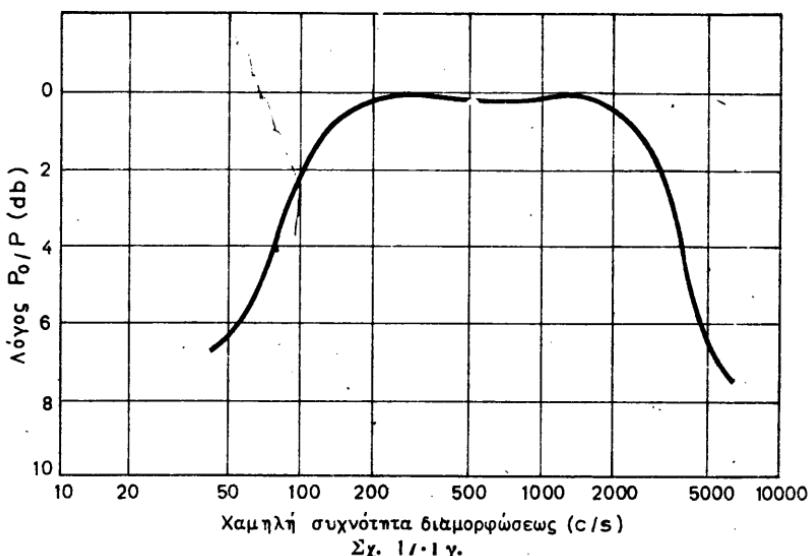
Καμπύλη έπιλογῆς ἐνὸς ραδιοφωνικοῦ δέκτη (π.χ. γιὰ φέρουσα συχνότητα 1 000 kc/s).

λαμβάνεται καὶ γιὰ ἄλλες φέρουσες συχνότητες (μᾶς ἀρκοῦν συχνὰ οἱ δύο ἀκραῖες συχνότητες μιᾶς δρισμένης περιοχῆς κυμάτων). Αὐτὲς οἱ καμπύλες έπιλογῆς καθορίζουν τὴν συνολικὴ έπιλεκτικὴν ίκανότητα τοῦ δέκτη.

Ἡ πιστότητα ἐνὸς δέκτη ἐκφράζει τὴν ἴδιότητά του νὰ δίνῃ τὴν ἔδια περίπου ίσχυ έξόδου, ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὴν τιμὴ τῆς χα-

μηλής συχνότητας διαμορφώσεως (γιατί άλλες τις χαμηλές συχνότητες, τις όποιες δ δέκτης προορίζεται νὰ ἀναπαράγῃ).

Η μέτρηση τῆς πιστότητας γίνεται μὲ τὴν ἵδια διάταξη (σχ. 16·2β), μὲ τὴν διαφορὰ δτι τώρα ὁ τοπικὸς ταλαντωτὴς διαμορφώνεται ἀπὸ μία ἔξωτερην πηγὴ X.Σ., ποὺ ἡ συχνότητά της μπορεῖ νὰ μεταβάλλεται π.χ. ἀπὸ 20 ὁς 20 000 c/s (γιατὶ δοκιμὴ δέκτη, ποὺ ἀναπαράγει μουσική). Ρυθμίζομε πρῶτα τὴν διάταξη γιὰ συχνότητα διαμορφώσεως 400 c/s καὶ γιὰ τὴν κανονικὴ ἰσχὺ ἔξόδου P_0 . Κατόπιν μεταβάλλομε μόνο τὴν συχνότητα διαμορφώσεως καὶ σημειώνομε τὴν ἀντίστοιχη τιμὴ τῆς ἰσχύος ἔξόδου P . Ἐκφράζομε τὸ λόγο P_0/P , σὲ decibel καὶ χαράζομε τὴν «χαρακτηριστικὴ πιστότητα», δπως στὸ σχῆμα 17·1 γ.



Χαρακτηριστικὴ πιστότητας ἐνὸς ραδιοφωνικοῦ δέκτη (π.χ. γιὰ φέρουσα συχνότητα 1 000 kc/s).

καμπύλη τῆς πιστότητας μοιάζει μὲ τὴν καμπύλη ἀποκρίσεως ἐνὸς ἐνισχυτῆς X.Σ. (σχ. 9·10 α). "Αν θεωρήσωμε, δπως γίνεται:

συνήθως, ότι μία έξασθένιση 3 db δὲν γίνεται πρακτικὰ αἰσθητὴ ἀπὸ τὸ αὐτὶ μας, βλέπομε ἀπὸ τὸ σχῆμα 17·1 γ, ότι δὲκτης τοῦ παραδείγματός μας ἀποδίει πρακτικὰ ισότιμα (εἶναι δηλαδὴ πιστὸς) γιὰ δλεις τὶς χαμηλὲς συχνότητες ἀπὸ 80 ὁς 3 500 c/s περίπου. "Αν ἡ ἀνεκτὴ έξασθένιση αὐξηθῇ σὲ 6 db, ἡ ζώνη πιστότητας τοῦ δέκτη διευρύνεται στὸ παράδειγμά μας ἀπὸ 60 ὁς 4 500 c/s περίπου.

Τὰ προηγούμενα τρία κύρια χαρακτηριστικὰ ἐνὸς δέκτη δὲν ἀρκοῦν γιὰ νὰ καθορισθῇ πλήρως ἡ ποιότητά του. Πρέπει ἀκόμη γὰρ γνωρίζωμε πόση εἰναι ἡ παραμόρφωση καὶ πόση ἡ μεγίστη ισχὺς τοῦ σήματος X.S., ποιά εἰναι ἡ συμπεριφορὰ τοῦ δέκτη σὲ σφυρίγματα καὶ ἀλλεις ἀνωμαλίες, καθὼς καὶ διάφορες δευτερεύουσες ίδιότητές του. Ωστόσο, ἡ εὐαισθησία, ἡ ἐπιλογὴ καὶ ἡ πιστότητα εἰναι πρωταρχικῆς σημασίας.

17·2 Ραδιοφωνικοὶ δέκτες.

Οἱ ραδιοφωνικοὶ δέκτες τοῦ ἐμπορίου (τὰ ραδιόφωνα) εἰναι κατασκευασμένοι ἡ μὲ λυχνίες ἡ μὲ τρανζίστορ. Γιὰ τὴν τεχνικὴ τῶν τρανζίστορ μιλοῦμε σὲ ἔπόμενα Κεφάλαια, θσα ὅμως λέμε ἐδῶ γιὰ τὰ ραδιόφωνα μὲ λυχνίες έξακολουθοῦν γενικὰ νὰ ισχύουν.

Τὰ ραδιόφωνα εἰναι κατὰ κανόνα ὑπερετερόδυνοι δέκτες (ἐκτὸς ἀπὸ έξαιρέσεις, σὲ εἰδικὲς περιπτώσεις) καὶ καλύπτουν συνήθως τὶς τρεῖς κλασικὲς περιοχὲς κυμάτων (μακρά, μεσαῖα καὶ βραχέα κύματα). Ἡ μεταξὺ τους διάκριση γίνεται μὲ ποικίλα κριτήρια: ἀριθμὸς λυχνιῶν, χρήση (οἰκιακή, γιὰ αὐτοκίνητο, . . .), πηγὴ, τροφοδοτήσεως (δέκτυο ἐναλλασσομένου ἡ συνεχοῦς φεύγματος, συσσωρευτής, στήλες), βιοηγητικὲς διατάξεις, κλπ.

"Αν πάρωμε εἰὰν βάση τὴν τιμὴ τοῦ δέκτη, μποροῦμε νὰ διακρίνωμε τὶς έξῆς τρεῖς κατηγορίες:

1ο. Λαϊκὸ ραδιόφωνο. Φθηγὸς δέκτης γιὰ λήψη κυρίως τοπικῶν σταθμῶν. Αὐτὸ τὸ εἰδος ραδιοφώνου δὲν ἔχει διαδοθῇ ἀρ-

κετά στή χώρα μας, δισ ομιως οι τοπικοί σταθμοί πολλαπλασιάζονται, τόσο θά διαδίδεται περισσότερο. "Ολες οι δυνατές άπλοποιησεις καὶ οἰκονομίες γίνονται κατὰ τὴ σχεδίαση ἐνὸς λαϊκοῦ ραδιοφώνου. Τὸ πιὸ ἀπλὸ ραδιόφωνο θὰ ἥταν βέβαια ἕνας δέκτης μὲ κρυσταλλικὸ φωρατὴ καὶ ἀκουστικὰ (παρ. 13·1). Τὸ ἀποτέλεσμα ομιως δὲν εἶναι ἀρκετὰ ἔξυπηρετικό. "Ερχονται σὲ συγέχεια οι δέκτες μὲ ἀπ' εὐθείας φώραση (παρ. 13·1) καὶ οἱ αὐτόδυνοι φωρατὲς (παρ. 17·5), οἱ δέκτες μὲ ἀπ' εὐθείας ἐνίσχυση Γ.Σ. (παρ. 16·1) καὶ τέλος οἱ ἀπλούστεροι δυνατοὶ ὑπερετερόδυνοι δέκτες. Τὰ λαϊκὰ ραδιόφωνα ἀνήκουν σὲ μία ἀπὸ αὐτὲς τὶς περιπτώσεις.

2o. *Ραδιόφωνο μεσαίας κατηγορίας*. Αὐτὸς εἶναι δικλασικὸς ραδιοφωνικὸς δέκτης τοῦ ἐμπορίου. "Περετερόδυνον τύπου, πολὺ συχνὰ μὲ 4 λυχνίες καὶ μία ἀνορθώτρια («5 λυχνιῶν» διπως λέγεται συνήθως). Ή πρώτη λυχνία κάνει ἀλλαγὴ συχνότητας, ή δεύτερη εἶναι ἐνισχύτρια μεσαίας συχνότητας, ή τρίτη (διοδη - τριόδη) εἶναι φωράτρια καὶ ἐνισχύτρια τάσεως χαμηλῆς συχνότητας καὶ ή τετάρτη (κατευθυνομένης δέσμης) εἶναι ἐνισχύτρια ἵσχυος Χ.Σ. Οἱ βοηθητικὲς διατάξεις εἶναι μᾶλλον λίγες, περιλαμβάνονται διμως πάντοτε τὴν αὐτορρύθμιση εὐαισθησίας (A.V.C.) καὶ πολλὲς φορὲς ἔναν ἐνδείκτη συντονισμοῦ. Ό μετασχηματιστής τροφοδοτήσεως μπορεῖ νὰ ἔξικονομηθῇ, ἀν χρησιμοποιηθῇ κατάλληλη σειρὰ λυχνιῶν μὲ τὰ νήματά τους σὲ σειρὰ (Κεφ. 24).

3o. *Ραδιόφωνο πολυτελείας*. "Εδῶ παραμερίζονται οἱ οἰκονομικὲς φροντίδες καὶ κατασκευάζονται ὑπερετερόδυνοι δέκτες μὲ πολλὲς λυχνίες (10 η περισσότερες) καὶ μὲ πολλὲς τελειοποιήσεις. "Πάρχει συχνὰ προενίσχυση Γ.Σ., οἱ βοηθητικὲς διατάξεις εἶναι πολυάριθμες καὶ ἀνεπτυγμένες, ἐνῷ ή χαμηλὴ συχνότητα εἶναι πολὺ φροντισμένη (τοῦ εἰδούς «ὑψηλῆς πιστότητας», βλ. ἔπομενο Κεφάλαιο). Στὸ ἐμπέριο εὑρίσκει κανεὶς καὶ σύνολα, ποὺ

περιλαμβάνουν (μέσα σὲ εἰδικὸ ἔπιπλο) ραδιόφωνο, φωνολήπτη (Pick - Up), μαγνητόφωνο κλπ.

“Ολη αυτὴ ἡ ποικιλία ραδιοφώνων, ποὺ δφείλεται βέβαια σὲ ἀντίστοιχες ἀνάγκες, κάνει δύσκολη τὴν ἀπάντηση στὸ συνηθισμένο ἐρώτημα « ποιό ραδιόφωνο εἶναι καλό ». Ἡ ἀπάντηση ἔξαρταται τόσο πολὺ ἀπὸ τὴν τιμὴ τοῦ ραδιοφώνου, τὶς ἐπιδιώξεις τοῦ κατασκευαστῆ καὶ τὶς προτιμήσεις τοῦ ἀγοραστῆ, ὥστε πρακτικὰ νὰ μὴν πάρη μιὰ καθορισμένη ἀπάντηση. Δουλειὰ τοῦ τεχνίτη εἶναι μᾶλλον νὰ μπορῇ νὰ δώσῃ πληροφορίες γιὰ τὶς τεχνικὲς ἐπιδόσεις ἐνὸς συγκεκριμένου δέκτη, ἀφοῦ προηγούμενα κάνη μετρήσεις εὐαισθησίας, ἐπιλογῆς καὶ πιστότητας, δπως καὶ δρισμένες ἄλλες συμπληρωματικὲς μετρήσεις.

“Οταν ἔνας τεχνίτης θέλῃ νὰ κατασκευάσῃ μόνος του ἔνα ραδιόφωνο, σύμφωνα μὲ ἔνα δρισμένο σχέδιο, δφείλει νὰ ἐργασθῇ ὡς ἔξης : Πρῶτα θὰ μελετήσῃ τὸ σχέδιο, ὥστου τὸ καταλάβῃ καλά. “Επειτα, θὰ ἀγοράσῃ τὰ ἔξαρτύματα (καλῆς παιδότητας) προτιμώντας πάντοτε τὶς βιομηχανοποιημένες κατασκευὲς δρισμένων τημημάτων (πηγία Υ.Σ., μετασχηματιστὲς Μ.Σ., μετασχηματιστὲς Χ.Σ., κλπ.). Θὰ κατασκευάσῃ τὸ σασί, προσέχοντας νὰ βάλῃ τὰ διάφορα τεμάχια σὲ τέτοιες θέσεις, ὥστε οἱ μεταξύ τους ἀλληλεπιδράσεις νὰ εἶναι οἱ ἐλάχιστες δυνατὲς (θὰ χρησιμοποιηθοῦν, δπου χρειάζεται, καὶ θωρακίσεις). Κατὰ τὴν τοποθέτηση τῶν συρμάτων συνδέεσεως πρέπει ἐπίσης νὰ ἀποφεύγωνται οἱ ἀλληλεπιδράσεις καὶ συγχρόνως νὰ ἀφήνωνται προσιτὰ πολλὰ σημεῖα γιὰ ἑπομένους ἐλέγχους καὶ ἐπισκευές. “Ἐρχονται τέλος οἱ δοκιμὲς γιὰ τὴν καλὴ ἔκτελεση, οἱ ρυθμίσεις καὶ οἱ μετρήσεις γιὰ τὶς ἐπιδόσεις τοῦ δέκτη. Γενικά, οἱ δοκιμὲς καὶ οἱ μετρήσεις ἐπιφυλάσσουν ἐκπλήξεις καὶ δ τεχνίτης θὰ χρειασθῇ νὰ ἐπέμβῃ σὲ ἀρκετὰ πράγματα ἵως δτου φέρη τὸ δέκτη στὴ σωστὴ λειτουργία του. Ἡ δουλειὰ αὐτὴ εἶναι ἀκριβῶς καὶ ἡ πιὸ λεπτεπλεπτη καὶ θὰ γίνη τόσο καλύτερα, δσο περισσότερο ἔχει γίνει κατανοητὸ τὸ

σχέδιο τοῦ δέκτη (που δὲν ἀποκλείεται νὰ παρουσιάζῃ ὅρισμένες παραλήψεις ἢ καὶ σφάλματα).

17·3 Τηλεγραφικοί δέκτες.

Ἐκεῖνο ποὺ ἔχωρίζει κυρίως ἔνα τηλεγραφικὸ ἀπὸ ἔνα ραδιοφωνικὸ δέκτη, εἶναι ὅτι στὴν τηλεγραφικὴ λήψη ἡ πιστότητα περνᾶ σὲ δεύτερη μοίρα. Ἀντίθετα, ἔνας καλὸς τηλεγραφικὸς δέκτης δφείλει νὰ ἔχῃ αὐξημένη εὐαισθησία καὶ ἐπιλογὴ. Τοῦτο δφείλεται στὸ γεγονὸς ὅτι τὸ τηλεγραφικὸ σῆμα ἀποτελεῖται συνύθισ απὸ συρμοὺς κυμάτων ὑψηλῆς συχνότητας μὲ σταθερὸ πλάτος, ποὺ διακόπτονται μὲ τὸ ρυθμὸ τοῦ μορσικοῦ ἀλφαριθμήτου (σχ. 11·4β), χωρὶς νὰ μεταφέρουν διαμόρφωση χαμηλῆς συχνότητας. Ἀλλὰ καὶ ὅταν ἀκόμη τὸ τηλεγραφικὸ σῆμα εἶναι διαμορφωμένο, ἡ διαμόρφωση γίνεται μὲ μία μόνη ὅρισμένη χαμηλὴ συχνότητα, δηλαδὴ δὲν ὑπάρχει ἐκτεταμένο φάσμα συχνοτήτων. Ἀρα, ἡ ζώνη διαβάσεως τοῦ δέκτη μπορεῖ νὰ εἶναι πολὺ στενή, π.χ. λίγες ἑκατοντάδες c/s (ἀντὶ γιὰ μερικὲς χιλιάδες c/s στὴ ραδιοφωνία). Ἡ συνθήκη αὐτὴ σημαίνει ἀκριβῶς χαμηλὴ πιστότητα καὶ συγχρόνως δξεία ἐπιλογῆς (ἀπαιτήσεις, ποὺ εἶναι εὐτυχῶς δυνατὸ νὰ συμβιβασθοῦν).

Ἡ ἀνάγκη νὰ αὐξήσωμε τὴν εὐαισθησία καὶ πρὸ παντὸς τὴν ἐπιλογῆ, μᾶς δόηγει στὸν ὑπερετερόδυνο τηλεγραφικὸ δέκτη μὲ στενὴ ζώνη διαβάσεως στὴ μεσαία συχνότητα. Τὸ γενικὸ διάγραμμα παραμένει, ὅπως τὸ ἔρομε ἀπὸ τὸ σχῆμα 16·1α, μὲ τὶς ἔξης διαφορές: Τὸ τμῆμα Υ.Σ. καὶ κυρίως τὸ τμῆμα Μ.Σ. σχεδιάζονται ἔτσι, ὅστε νὰ ἔξασφαλίζουν τὴν ἀπαιτούμενη δξεία ἐπιλογῆ. Ἐκτὸς ἀπὸ αὐτό, στὸ τμῆμα Μ.Σ. προστίθεται (γιὰ λήψη μὴ διαμορφωμένου σήματος σταθεροὺς πλάτους) ἔνας εἰδικὸς τοπικὸς ταλαντωτής, ποὺ ἡ συχνότητά του διαφέρει πολὺ λίγο (π.χ. κατὰ 1 000 c/s) ἀπὸ τὴν τιμὴ τῆς μεσαίας συχνότητας. Οἱ δύο αὐτές συχνότητες (π.χ. 456 καὶ 455 kc/s) συμβάλλουν πάνω στὸ 20

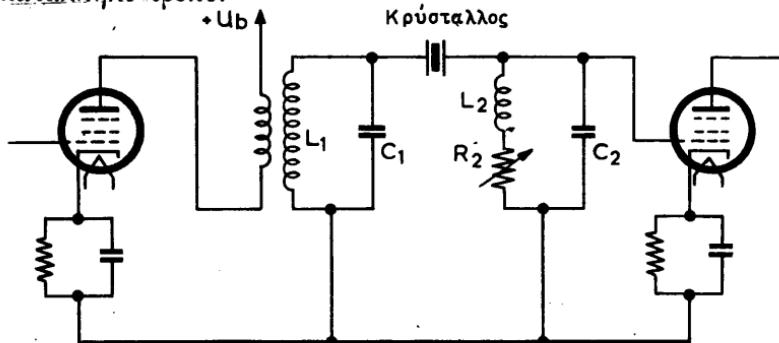
φωρατή, δπότε, σύμφωνα μὲ τὸ γνωστὸ μηχανισμὸ ἀλλαγῆς συχνότητας, ἡ φώραση δίνει ἀκουστὸ σῆμα μὲ συχνότητα ἵση πρὸς τὴν χαμηλὴν συχνότητα τῶν διακροτημάτων, ἵση δηλαδὴ πρὸς τὴν διαφορὰν $456 - 455 = 1$ kc/s. Ἔτσι, τὸ μὴ διαμορφωμένο τηλεγραφικὸ σῆμα ὑψηλῆς συχνότητας γίνεται ἀκουστό. Ὁ εἰδικὸς γι' αὐτὴν τὴν λειτουργίαν ταλαντωτῆς δύναμίζεται ταλαντωτῆς διακροτημάτων. Μία ἀνάλογη λειτουργία μπορεῖ νὰ ἔχωμε καὶ στὴν περίπτωση τοῦ αὐτόδυνου φωρατῆ, δταν τὸν χρησιμοποιοῦμε σὰν ἔναν ἀπλοποιημένο τηλεγραφικὸ δέκτη (παρ. 17·5).

Γιὰ λήψη πολὺ ὑψηλῆς συχνότητας, διηλεγραφικὸς δέκτης μπορεῖ νὰ διαθέτῃ δύο μεσαῖες συχνότητες, δπότε δύορχουν δύο ἀλλαγὲς συχνότητας, ἐνῶ ἡ καθαυτὸ φώραση ἔρχεται τρίτη.

Σὲ καλοὺς τηλεγραφικοὺς δέκτες, ἡ ἐπιλογὴ βελτιώνεται μὲ χρήση κρυστάλλων χαλαζίου. Ἔνας τέτοιος κρύσταλλος ἰσοδυναμεῖ, δπως ἔρομε (παρ. 11·3), μὲ συντονισμένο κύκλωμα, ποὺ ἔχει πολὺ ὑψηλὸ συντελεστὴ ποιότητας, πρᾶγμα ἀκριβῶς ποὺ εύνοει τὴν δξεία ἐπιλογῆ. Ὁ κρύσταλλος συνδεσμολογεῖται συνήθως ἀνάμεσα σὲ δύο ἐνισχύτριες λυχνίες M.S., δπως δείχνει τὸ σχῆμα 17·3 α. Τὸ πλάτος τῆς ζώνης διαβάσεως ρυθμίζεται μὲ τὴ βοήθεια τοῦ ποτανσιομέτρου R_2 καὶ μπορεῖ νὰ πάρῃ τιμὲς ἀπὸ λίγες ἐκατοντάδες c/s (τηλεγραφικὴ λήψη) μέχρι λίγες χιλιάδες c/s (στὴν περίπτωση ποὺ θὰ θέλαμε νὰ κάνωμε τηλεφωνικὴ λήψη). Η ἀντίσταση τοῦ ποτανσιομέτρου ἐπιδρᾷ στὸ συντελεστὴ ποιότητας τοῦ συνολικοῦ κυκλώματος τοῦ κρυστάλλου καὶ ρυθμίζει, ἔτσι, τὴν ζώνη διαβάσεως.

Ορισμένοι τηλεγραφικοὶ δέκτες ἔχουν παρόμοια σταθεροποίηση συχνότητας μὲ κρυστάλλους καὶ στοὺς τοπικοὺς ταλαντωτὲς τῶν βαθμῶν ἀλλαγῆς συχνότητας. Τότε, δημος, ἡ λήψη δὲν εἶναι δυνατὴ παρὰ σὲ δρισμένες προκαθορισμένες συχνότητες καὶ πρέπει, γιὰ καθεμία ἀπὸ τὶς συχνότητες αὐτές, νὰ δύορχη καὶ δ ἀντίστοιχος κρύσταλλος.

"Όταν χρησιμοποιήθει κάποιο άλλο σύστημα τηλεγραφικής διακυρφώσεως (π.χ. μὲν μετατόπιση συχνότητας), δ δέκτης, καὶ κυρίως ἡ τελευταίᾳ του φύραση, σχεδιάζεται κατὰ τὸν ἀντίστοιχο κατάλληλο τρόπο.



Σχ. 17·3 α.

Η μεσαία συχνότητα σταθεροποιεῖται μὲν κρύσταλλο χαλαξίου καὶ τὸ πλάτος τῆς ζώνης διαβάσεως ρυθμίζεται μὲν τὸ ποτανσιόμετρο R_2 .

Τέλος στοὺς μεγάλους εἰδικοὺς σταθμοὺς τηλεγραφικῆς λήψεως συναντοῦμε καὶ πολλὲς ἄλλες τελειοποιήσεις, καθίς καὶ διαφόρους αὐτοματισμούς.

17·4 Έπαγγελματικοί δέκτες.

Οἱ λεγόμενοι «έπαγγελματικοὶ» δέκτες εἰναι τελειοποιημένοι ὑπερετερόδυνοι δέκτες γιὰ ραδιοφωνική, τηλεφωνική καὶ τηλεγραφική λήψη. Οἱ τελειοποιήσεις ἀφοροῦν κυρίως στὴ βελτίωση τῶν τεχνικῶν χαρακτηριστικῶν (καὶ ὅχι στὴν πολυτέλεια). Μερικὲς ἀπὸ τὶς βελτιώσεις αὐτὲς εἰναι οἱ ἀκόλουθες:

— Συνεχὴς κάλυψη εὑρείας περιοχῆς συχνοτήτων (π.χ. ἀπὸ 50 kc/s ὧς 30 Mc/s), χωρὶς κενὰ (τρύπες) ὅπως συμβαίνει στοὺς συνηθισμένους δέκτες ἀνάμεσα στὶς κλασσικὲς περιοχὲς μακρῶν, μεσαίων καὶ βραχέων κυμάτων. Η συνολικὴ περιοχὴ ὑποδιαιρεῖται σὲ μικρότερες ζώνες (π.χ. 30) καὶ κάθε ζώνη ἔχει τὰ

δικά της πγνία συντονισμού. Αύτό κάνει βέβαια πολύπλοκο τὸ τμῆμα Γ.Σ. καὶ δημιουργεῖ ἐνα πρόβλημα μεταγωγῆς (ἀπὸ ζώνη σὲ ζώνη).

— Άκριθεια στὴ βαθμολογία τοῦ « καντράν », ποὺ δείχνει τὴ συχνότητα συντονισμοῦ τοῦ δέκτη. Ή ἀκριθεια βαθμολογίας δψείλει νὰ είναι τῆς τάξεως τοῦ 1 kc/s (δηλαδὴ 0,003 % γιὰ συγνότητα 30 Mc/s) καὶ πρέπει νὰ μπορῇ νὰ ἐλέγχεται καὶ νὰ διερθώνεται. Μόνο ἔτοι: δι χειριστής είναι ἀρκετὰ βέβαιος δτι δέκτης εμβίσκεται πραγματικὰ συντονισμένος στὴν ἀκριθή συγνότητα, ποὺ δείχνει τὸ καντράν. Ή ἔνδειξη τῆς συγνότητας γίνεται πιὰ ἀσφαλής δδηγγός γιὰ τὴν ἀναζήτηση καὶ διάκριση ἐνδὸς δρισμένου σταθμοῦ, μὲ βάση, τὴ γνωστὴ, συγνότητα ἐκπομπῆς του. Γιὰ νὰ διατηρήται διμως μόνιμα τὸ πλεονέκτημα αὐτό, πρέπει, ἐπὶ πλέον, ἡ ἔνδειξη τῆς συγνότητας νὰ είναι καὶ ἀρκετὰ σταθερή, δηλαδὴ νὰ μὴ ὑπάρχουν αἰσθητὲς μεταβολὲς μὲ τὸ χρόνο. Τέτοια ἀποτελέσματα ἀκριβείας καὶ σταθερότητας ἐπιτυγχάνονται μὲ κατάλληλη χρήση κρυστάλλων.

— Αὔξηση τῆς χρησιμοποιήσιμης εὐασθησίας, πρᾶγμα ποὺ ἀπαιτεῖ ἀγῶνα γιὰ τὴ μείωση τοῦ θερύθου καὶ ὑποδεικνύει τὴν ἀνάγκη γιὰ κάποια προενίσχυση Γ.Σ.

— Βελτίωση τῆς ἐπιλογῆς, ἅρα πολὺ προσεγμένες βαθμίδες μεσαίας συγνότητας (συνήθως ὑπάρχουν δύο ἢ καὶ περισσότερες ἀλλαχρές συγνότητας). Εἰδικότερα γιὰ τὴν τηλεγραφικὴ λήψη, τὸ τμῆμα Μ.Σ. ἐφοδιάζεται μὲ κρυστάλλους, ἐνῶ συγχρόνως προστίθεται καὶ δι εἰδικὸς ταλαντωτής διακροτηριάτων.

— Πολλές καὶ δραστικές βοηθητικές διατάξεις, ποὺ ὅχι μόνο κάνουν τὴν χρησιμοποίηση τοῦ δέκτη σχετικὰ πιὸ ἀνετη, ἀλλὰ κυρίως βελτιώνουν τὶς ἐπιδόσεις του.

— Προσεγμένη καὶ στέρεη κατασκευή.

Γιὰ νὰ ἔξασφαλισθοῦν δλα αὐτὰ τὰ πλεονεκτήματα, δι ἀριθμὸς λυγνιῶν ἐνδὸς ἐπαγγελματικοῦ δέκτη φθάνει τὶς δύο ἢ τρεῖς

δεκάδες. Ό δέκτης παίρνει, ἐξ ἄλλου, τὴ μορφὴ μιᾶς ἐργαστηριακῆς συσκευῆς, μὲ πολλὰ κουμπιά, ἐνδεικτικὰ ὅργανα καὶ ρυθμίσεις. Ή σωστὴ χρησιμοποίησή του ἀπατεῖ μία προηγούμενη καλὴ κατανόηση τοῦ τρόπου τῆς λειτουργίας του (μὲ τὴ βοήθεια τοῦ εἰδικοῦ βιβλιαρίου, ποὺ συνοδεύει πάντοτε τὸ δέκτη). Ἀναφέρομε, σὰν παραδείγματα, τὸν ἀμερικανικὸν ἐπαγγελιατικὸν δέκτη «Collins» καὶ τὸν γαλλικὸν «Stabilidyne».

17·5 Αύτόδυνος φωρατής.

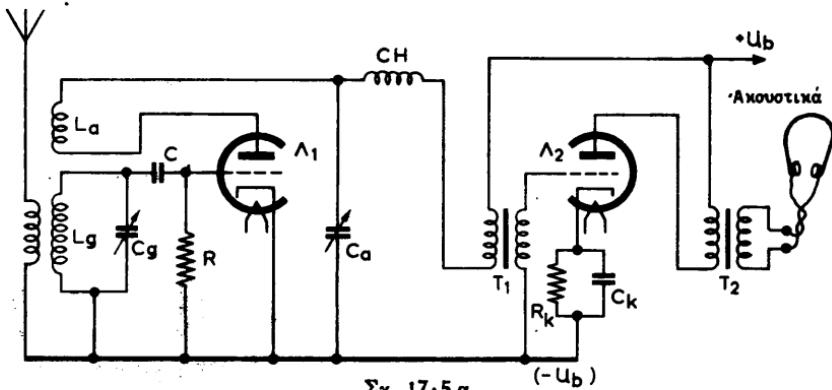
Ο αὐτόδυνος φωρατής εἶναι ἔνα εἰδος ἀπλοῦ δέκτη μὲ ἥμεση φύραση ἀπὸ τὸ πλέγμα (παρ. 12·6). Γιὰ νὰ αὐξηθῇ ἡ εύκαισθησία, χρησιμοποιεῖται θετικὴ ἀνάδραση (παρ. 10·2), δηλαδὴ, τὸ ἀνοδικὸν κύκλωμα τοῦ φωρατῆ φέρεται σὲ σύζευξη πρὸς τὸ κύκλωμα εἰςέδου. Ό φωρατής ἀκολουθεῖται συνήθως ἀπὸ μία βαθμίδα ἐνισχύσεως X.Σ. μὲ μικρὴ ἐνίσχυση, ἀρκετὴ μόνο γιὰ καλὴ ἀκρόσαση μὲ ἀκονστικά.

Τὸ σχῆμα 17·5 α δίνει ἔνα παράδειγμα αὐτόδυνου φωρατῆ μὲ μία διπλὴ τρίοδη λυχνία (πέντος εἰδῶν λυχνίες μποροῦν ἐπίσης νὰ χρησιμοποιηθοῦν). Τὸ πρώτο τρίοδο μέρος L_1 κάνει τὴ φύραση ἀπὸ τὸ πλέγμα μὲ τὴ βοήθεια τῶν στοιχείων φωράσεως RC. Ο συντονισμὸς τοῦ κυκλώματος εἰσέδου γίνεται μὲ τὸ μεταβλητὸ πυκνωτὴ C_g. Τὸ ἀνοδικὸν κύκλωμα περιλαμβάνει τὸ πηγνό ἀναδράσεως L_a, ἔνα μεταβλητὸ πυκνωτὴ C_a (ποὺ ρυθμίζει τὸ ποσοστὸ τῆς ἀναδράσεως) καὶ ἔνα ἀποπνικτικὸ πηγνό CH (ποὺ ἐμποδίζει τὴν ὑψηλὴν συχνότητα νὰ προχωρήσῃ παραπέρα). Η σύνδεση πρὸς τὸ δεύτερο τρίοδο μέρος L_2 (ἐνίσχυση X.Σ.) γίνεται μὲ τὸ μετασχηματιστὴ T₁.

Ἐστω δι: Θέλομε νὰ κάνωμε λύψη ἐνὸς ραδιοφωνικοῦ σταθμοῦ, ποὺ ἐκπέμπει διαιροφωμένο κύμα. Πρέπει, τότε, νὰ ρυθμίσωμε τὴν ἀνάδραση σὲ ποσοστὸ μόλις λιγότερο ἀπὸ ἐκεῖνο ποὺ χρειάζεται γιὰ τὴν ἐναρξη ταλαντώσεων, διότε ἔχομε τὴ μεγα-

λύτερη δυνατή εύαισθησία, χωρίς δημως ή λυχνία Λ_1 νὰ μετατρέπεται σὲ ταλαντώτρια. Ή παραγωγὴ ταλαντώσεων προκαλεῖ σοβαρὲς παραμορφώσεις καὶ σφυρίγματα. Ή ρύθμιση τῆς ἀναδράσεως εἶναι λεπτεπλεπτη καὶ ἀρκετὰ ἀσταθής, ἐνῶ συγχρόνως ἐπηρεάζεται καὶ ἀπὸ τὶς ἄλλες ρυθμίσεις τῆς συνδεσμολογίας. Αὐτὸς ἀποτελεῖ βασικὸ μειονέκτημα τοῦ αὐτόδυνου φωρατῆ. Ετοι, παρ’ δλον δτι η ἀπλότητα καὶ η εύαισθησία αὐτοῦ τοῦ δέκτη τὸν ἔκαναν ἀγαπητὸ στοὺς ἑρασιτέχνες, μποροῦμε νὰ ποῦμε δτι δὲν γρηγοροποιεῖται πιὰ γιὰ ραδιοφωνικὴ λήψη.

Κεραία



Σχ. 17-5 α.

Παραδειγμα αὐτόδυνου φωρατῆ. Τὰ στοιχεῖα κυκλωμάτων, γιὰ λήψη σὲ βραχέα κύματα, μποροῦν νὰ ἔχουν τιμὲς σὰν τὶς ἐπόμενες: $\Lambda =$ λυχνία 6C8 (διπλὴ τριόδη), $R = 2M\Omega$, $C = 250 \mu F$, $C_g = C_a = 140 \mu F$ (δύο μεταβλητοί), $CH = 8mH$, $R_k = 2k\Omega$, $C_k = 2\mu F$ — (τὰ πηγία Υ.Σ. καὶ οἱ μετασχηματιστὲς Χ.Σ., ἀνάλογα πρὸς τὴν περίπτωση καὶ τὰ ἔξαρτήματα ποὺ ὑπάρχουν στὸ ἐμπόριο).

Μία ἄλλη χρησιμοποίηση τοῦ αὐτόδυνου φωρατῆ εἶναι η τηλεγραφικὴ λήψη. "Ἐνα τηλεγραφικὸ σῆμα, ποὺ ἐκπέμπεται μὲ τὸ σύστημα « δλο η τέποτα », ἀποτελεῖται συνήθως ἀπὸ συρμοὺς κυμάτων σταθεροῦ πλάτους (χωρὶς διαμόρφωση Χ.Σ.) μὲ ἐνδιάμεσα διαστήματα σιωπῆς, σύμφωνα μὲ τὸν κώδικα τοῦ μορισιοῦ ἀλφαριθμοῦ (σχ. 11·4 β). Οἱ συρμὶ τῶν συντηρουμένων κυμά-

των μπορούν νὰ δώσουν ἀκουστὸ σῆμα, στὴν ἔξοδο ἐνδὲ αὐτόδυνου φωρατῆ, κατὰ τὸν ἀκέλουθο τρόπο :

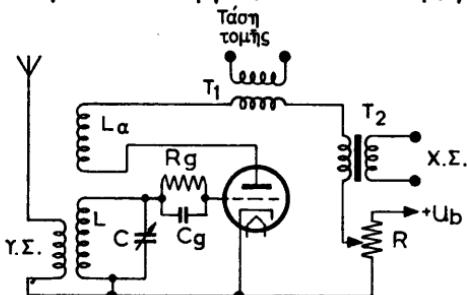
‘Η ἀνάδραση τοῦ αὐτόδυνου φωρατῆ ρυθμίζεται ἀρκετὰ ἔντονη, ὥστε ἡ συνδεσμολογία νὰ παράγῃ ταλαντώσεις (τοπικὲς ταλαντώσεις). Συντονίζομε τὸ δέκτη σὲ τρόπο, ὥστε ἡ συχνότητα f_1 τῶν τοπικῶν ταλαντώσεων νὰ εἰναι πολὺ γειτονικὴ πρὸς τὴν συχνότητα f_0 τῆς ἐκπομπῆς, ποὺ θέλομε νὰ πάρωμε. Ή διαφορὰ $f_1 - f_0$ πρέπει νὰ ἰσοῦται μὲ μία ἀκουστὴ χαμηλὴ συχνότητα, π.χ. 1 000 c/s. Άφοῦ ἔχωμε συμβολὴ δύο συχνοτήτων καὶ φώραση, ἡ συνδεσμολογία ἐργάζεται σύμφωνα μὲ τὸ μηχανισμὸ ἀλλαγῆς συχνότητας (Κεφ. 15). Μὲ τὴν διαφορὰ δτι, τώρα, τὸ ἀποτέλεσμα δὲν εἰναι μία « μεσαία συχνότητα » ἀλλὰ μία χαμηλὴ συχνότητα, ἵση πάντοτε πρὸς τὴν διαφορὰ $f_1 - f_0 = 1\,000$ c/s. Ή συχνότητα αὐτὴ εἰναι ἀπ’ εὐθείας ἀκουστὴ (ἄσχετα ἂν ὑποθέλλεται στὸ μεταξὺ σὲ κάποια ἐνίσχυση).

‘Η τηλεγραφικὴ λήψη συντηρούμενων κυμάτων μὲ αὐτόδυνο φωρατὴ δὲν μπορεῖ νὰ ἱκανοποιήσῃ παρὰ πρόχειρες μόνον ἀνάγκες. Γιὰ συσκευές μὲ περισσότερες ἀπαιτήσεις, χρησιμοποιοῦνται τηλεγραφικοὶ δέκτες μὲ κάποια μεγαλύτερη σημασία (παρ. 17·3).

17·6 Δέκτες μὲ ύπερανάδραση.

‘Ενας δέκτης μὲ ύπερανάδραση (ἢ μὲ ύπερανασύζευξη) εἰναι οὖσιαστικὰ ἔνα εἶδος αὐτόδυνου φωρατῆ ἢ, ἀπλούστερα, ἔνας ταλαντωτὴς μὲ θετικὴ ἀνάδρομη, ὅπου δμως οἱ ταλαντώσεις δὲν παράγονται κατὰ τρόπο συνεχῆ, ἀλλὰ ἀποκαθίστανται καὶ διακόπτονται περιοδικά. ‘Ετσι ἡ διάταξη παράγει διακοπτομένους συρμοὺς ὑψηλῆς συχνότητας, πού, δσο δὲν υπάρχει γιὰ λήψη ἔξωτερικὸ σῆμα, εἰναι ὅλοι δμοιοι μεταξύ τους. ‘Οταν υπάρχῃ ἔξωτερικὸ σῆμα, οἱ συρμοὶ Υ.Σ. παθαίνουν δρισμένες ἀλλοιώσεις. Ή λήψη τοῦ σήματος γίνεται δυνατή, ἀκριβῶς χάρη σ’ αὐτὲς τὶς ἀλλοιώσεις.

Τὸ σχῆμα 17·6 α δείχνει ἕνα παράδειγμα συνδεσμολογίας καὶ ἔξηγεῖ τὸν τρόπο λειτουργίας του. Ή ἔναρξη καὶ διακοπὴ



Α-Παράδειγμα συνδεσμολογίας



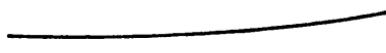
Β-Τάση τομῆς



Γ-Εξωτερικό σήμα



Δ-Συρμοί ύψηλῆς συχνότητας



Ε-Συνεχής συνιστώσα ἀνοδικοῦ ρεύματος

Σχ. 17·6 α.

Άρχή τοῦ δέκτη μὲν περανάδραση.

τῶν ταλαντώσεων κάθε συρμοὺς Γ.Σ. ρυθμίζεται ἀπὸ μία ἐναλλασσομένῃ τάσῃ, ποὺ λέγεται τάση τομῆς καὶ εἰσάγεται κατάλληλα στὸ ἀνοδικὸ κύκλωμα (ἢ στὸ κύκλωμα πλέγματος) τοῦ ταλα-

τωτῆ. Ἡ τάση τομῆς μετατοπίζει περιοδικὰ τὸ σημεῖο λειτουργίας τῆς λυχνίας ἔτσι, ὥστε, ἀλλοτε μὲν νὰ πληροῦνται οἱ συνθῆκες ἐνάρξεως τῶν ταλαντώσεων Γ.Σ. (πρὸς τὶς θετικὲς ἡμιπεριόδους τῆς τάσεως τομῆς), ἀλλοτε δὲ ὅχι (πρὸς τὶς ἀρνητικές τῆς ἡμιπεριόδους).

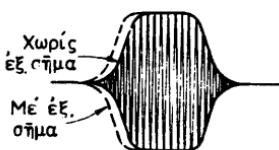
Ἄν δὲν ὑπάρχῃ ἕνα ἔξωτερικὸ ὑψίσυχνο σῆμα, οἱ ταλαντώσεις Γ.Σ. ξεκινοῦν ἀπὸ τὴν τάση θορύβου τῆς συνδεσμολογίας. Οἱ συρμοὶ Γ.Σ. εἰναι, σπως εἰπαμε, δλοι δμοιοι μεταξύ τους (ἐκτὸς ἀπὸ τὶς ἀκατάστατες ἀλλοιώσεις ποὺ ἀντιστοιχοῦν στὶς τυχαῖες μεταβολὲς τῆς τάσεως θορύβου καὶ ποὺ δίνουν ἕνα σῆμα θορύβου στὴν ἔξοδο τοῦ δέκτη).

Ἡ παρουσίᾳ ἑνὸς ἔξωτερικοῦ σήματος (μὲ συχνότητα ἵση, ἢ περίπου ἵση, πρὸς τὴν ὑψηλὴν συχνότητα τοῦ ταλαντωτῆ) προκαλεῖ ἀλλοιώσεις τῶν συρμῶν, ποὺ ἔξαρτῶνται ἀπὸ τὴν ἔνταση τοῦ σήματος. Στὸ παράδειγμα τοῦ σχήματος 17·6 α, ἡ ἀλλοιώση συνίσταται σὲ αὔξηση τοῦ μεγίστου πλάτους τῶν συρμῶν — καὶ μάλιστα αὐξηση ἀνάλογη πρὸς τὴν ἔνταση τοῦ ἔξωτερικοῦ σήματος. Ἡ αὔξηση αὐτὴ ὀφείλεται στὸ γεγονός ὅτι οἱ ταλαντώσεις Γ.Σ. ξεκινοῦν τώρα ἀπὸ τὴν τάση τοῦ σήματος (καὶ ὅχι ἀπὸ τὸ θόρυβο). Τὸ ἀποτέλεσμα εἰναι ὅτι ἡ συνεχῆς συνιστώσα τοῦ ἀνοδικοῦ ρεύματος αὔξανει. "Αν στὴ συνέχεια, ἡ ἔνταση τοῦ σήματος ἔλαττονεται, τὸ ἔδιο συμβαίνει καὶ μὲ τὴ συνεχὴ ἀνοδικὴ συνιστώσα. Δηλαδή, ἡ συνεχῆς συνιστώσα τοῦ ἀνοδικοῦ ρεύματος παρακολουθεῖ τὶς μεταβολὲς ἐντάσεως τοῦ ἔξωτερικοῦ ὑψίσυχνου σήματος. "Αρα, ὅταν τὸ ἔξωτερικὸ σῆμα φέρῃ μία διαιρέσιν γαμγλῆς συχνότητας, ἡ συνεχῆς ἀνοδικὴ συνιστώσα ἀναπαράγει αὐτὴ τὴ διαιρέσιν καὶ ἀποτελεῖ τὸ ζητούμενο σῆμα X.Σ. Τὸ σῆμα αὐτὸ διπομονώνεται καὶ διεγείρει τὸ τιμῆμα X.Σ. τοῦ δέκτη.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὸν τρόπο λειτουργίας, ποὺ περιγράψαμε μὲ τὸ προγράμμα παράδειγμα, ὑπάρχουν καὶ διάφοροι ἀλλοι τρόποι.

"Οταν π.χ. οἱ συρμοὶ Γ.Σ. παίρνουν τὴν μορφὴ τοῦ σχήματος

17 · 6 β (δηλαδή οἱ ταλαντώσεις Γ.Σ. φθάνουν ὡς τὴ μεγίστη τιμὴ κόρου), τότε τὸ ἐξωτερικὸ μέγιστο σήμα δὲν μπορεῖ πιὸ νὰ δράσῃ πάνω στὸ μέγιστο πλάτος τῶν συρμῶν, δρᾶ δημος πάνω στὴ διάρκειά τους. Ἔτοι, μεταβάλλεται καὶ πάλι τὸ ἐμβαδὸν κάθε συρμού. Τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι ἐπίσης ὅτι ἡ συνεχῆς συνιστώσα τοῦ ἀγοδικοῦ ρεύματος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἔνταση τοῦ ἐξωτε-



Σχ. 17 · 6 β.

Λειτουργία διαφορετική ἀπὸ τὴ λειτουργία τοῦ σχήματος 17 · 6 α.

ρικοῦ σήματος (ἀν καὶ δχι μὲ σχέση ἀπ' εὐθείας ἀναλογίας, ὅπως προηγγούμενα).

Οἱ συνδεσμολογίες διαφέρουν ἐπίσης μεταξὺ τους σὲ πολλὰ σημεῖα. Ἡ τάση τομῆς μπορεῖ νὰ παράγεται ἀπὸ ἕναν ἐξωτερικὸ ταλαντωτὴ ἢ νὰ προέρχεται ἀπὸ αὐτὸν τὸν ἔδιο τὸν ταλαντωτὴ Γ.Σ., ἐνῷ ἡ μορφὴ τῆς μπορεῖ νὰ εἶναι ἥμιτονική, δρυθογύνια, πριονωτή, κλπ. Ὁ διαχωρισμὸς τῆς χαμηλῆς συχνότητας μπορεῖ νὰ γίνεται ἀπλῶς μὲ φίλτρα ἢ μὲ κάποιο χωριστὸ φωρατή. Διαφορές ὑπάρχουν ἐπίσης ὡς πρὸς τὶς ρυθμίσεις, τὸ τιμῆμα ἐνισχύσεως Χ.Σ. κλπ.

“Οπως καὶ νὰ ἔχῃ τὸ πρᾶγμα, ἡ τάση τομῆς πρέπει νὰ ἔχῃ συχνότητα πολὺ μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ χαμηλὴ συχνότητα διαιροφώσεως, π.χ. μεταξὺ 10 καὶ 100 kc/s (ὑπερηχητική, μὴ ἀκουστή, συχνότητα). Ἐπίσης, ἡ ὑψηλὴ συχνότητα πρέπει νὰ εἶναι πολὺ ὑψηλότερη ἀπὸ τὴ συχνότητα τῆς τάσεως τομῆς, π.χ. πάνω ἀπὸ μερικοὺς Mc/s. Ἀρα, ἡ λήψη μὲ ὑπερανάδραση εἶναι δυνατὴ μόνο σὲ βραχέα ἢ ὑπερβραχέα κύματα.

‘Ο δέκτης μὲν ύπερανάδραση έχει έξαιρετικὰ μεγάλη εύαισθησία (χάρη στὴν ισχυρότατη ἐνίσχυση Γ.Σ.), ἐνῶ συγχρόνως δὲν ἐπηρεάζεται πολὺ ἀπὸ δρισμένα ἐξωτερικὰ παράσιτα, ἔστω καὶ ισχυρά. ’Έχει δημως πτωχὴ ἐπιλογή, σὲ σχέση μὲν ἀλλούς συνηθισμένους δέκτες. ’Ἐπίσης ἡ παραπόρφωση τοῦ σύμματος Χ.Σ. εἶναι, πολλὲς φορές, ἐντονώτατη. Τελικά, ἐνας τέτοιος δέκτης ἐμφανίζεται σὰν κάπως παράξενο κατασκεύασμα, ἵνανδριστόσο νὰ προσφέρῃ πολύτιμες υπηρεσίες σὲ δρισμένες εἰδικὲς περιπτώσεις.

17·7 Δέκτες για διαμόρφωση συχνότητας.

Τί εἶναι ἡ διαμόρφωση συχνότητας (F.M.), τὸ ἔξιγγήσαριε στὴν παράγραφο 11·6. Κατόπιν (παρ. 12·9) εἴπαμε πῶς γίνεται, κατ’ ἀρχήν, ἡ φώραση σημάτων μὲ διαμόρφωση, συγχρόνητας. ’Εδῶ, θὰ δώσωμε κάπως περισσότερες πληροφορίες γιὰ τὴν φώραση, καθὼς καὶ γιὰ τὴν δῆλη συγκρότηση τοῦ δέκτη, ποὺ εἶναι γενικὰ ύπερετερόδυνου τύπου.

Η ύψηλὴ (φέρουσα) συγχρότητα μιᾶς φαδιωφωνικῆς ἐκπομπῆς μὲ διαμόρφωση συχνότητας ἀνήκει συνήθως στὴν περιοχὴ τῶν 100 Mc/s (ύπερθραγέα κύματα). Τὸ τιμῆμα Γ.Σ. ἐνὸς ύπερετερόδυνου δέκτη F.M. περιλαμβάνει γενικὰ μία τουλάχιστον βαθμίδα ἐνισχύσεως Γ.Σ., πού, ἀπὸ τὴν μιὰ μεριά, προστατεύει τὸ δέκτη ἀπὸ τὶς εἰδωλοσυχνότητες, καὶ ἀπὸ τὴν ἄλλη, βελτιώνει τὸ λόγο σημα/θόρυβος. Γιὰ τὴν ἄλλαχη συγχρότητας, χρησιμοποιεῖται συνήθως χωριστὸς τοπικὸς ταλαντωτῆς (μὲ τρίοδη λυχνία). Η μεσαία συγχρότητα έχει ύψηλὴ τιμή, γύρω στοὺς 10 Mc/s . Τὸ τιμῆμα μεσαίας συγχρότητας περιλαμβάνει, τὶς περισσότερες φορές, δύο βαθμίδες ἐνισχύσεως. Η ζώνη διαβάσεως τῶν μετασχηματιστῶν μεσαίας συγχρότητας εἶναι πολὺ μεγαλύτερη ἀπὸ δ, τι στοὺς δέκτες γιὰ διαμόρφωση πλάτους, τῆς τάξεως τῶν 200 kc/s . Αὕτη δφείλεται στὸ γεγονὸς διὰ τὴν διαμόρφωση συγχρότητας ἀντιστοιχεῖ σὲ ἐκτεταμένο φάσμα συγχρότητων, ποὺ δὲν θέλομε ἄλλωστε νὰ

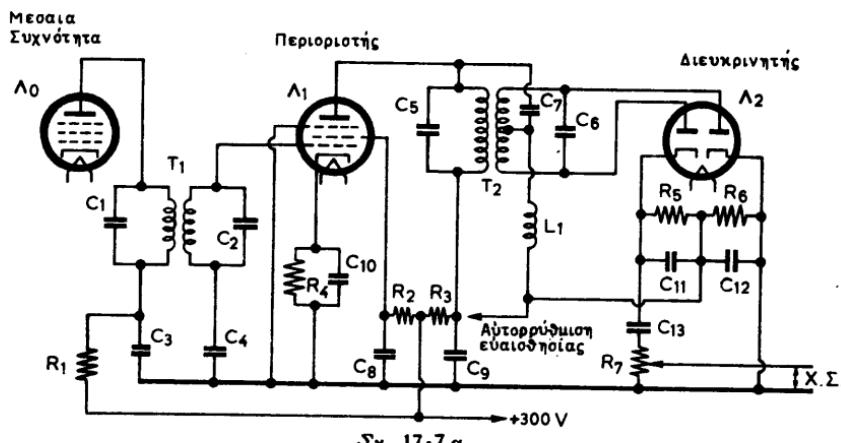
τὸ περιορίσωμε πολὺ γιὰ νὰ μὴ βλάψωμε τὴν πιστότητα τοῦ δέκτη. Ἀκολουθεῖ ἡ φώραση. Τέλος, τὸ σῆμα χαμηλῆς συχνότητας, ποὺ βγαίνει ἀπὸ τὴν φώραση, διεγείρει τὸ τμῆμα Χ.Σ. τοῦ δέκτη (ἢ ἔνα χωριστὸ ἐνισχυτὴ Χ.Σ.). Ἐκτὸς ἀπὸ αὐτά, μποροῦμε νὰ συναντήσωμε καὶ ὅρισμένες εἰδικὲς διατάξεις καὶ ρυθμίσεις. Πρέπει ἐπίσης δ δέκτης νὰ διαθέτῃ προσεγμένη εἰδικὴ κεραία, ποὺ βελτιώνει σημαντικὰ τὴν λήψη.

"Αν ἔξαιρέσωμε τὴν φώραση, ὅλα τὰ ἄλλα τμῆματα ἐνὸς δέκτη γιὰ διαμόρφωση συχνότητας εἶναι οὐσιαστικὰ ὅμοια μὲ τὰ ἀντίστοιχα τμῆματα ἐνὸς δέκτη γιὰ διαμόρφωση πλάτους. Μόνο ποὺ τὰ τμῆματα αὐτὰ ἀναπτύσσονται ἐδῶ σὲ περισσότερες βαθμίδες, ὅπως συμβαίνει ἀλλωστε σὲ ὅποιοιδήποτε καλὸ δέκτη ὑπερβραχέων κυμάτων. Ἐπειδὴ δὲ δ δέκτης λειτουργεῖ σὲ σχετικὰ πολὺ ὑψηλὴ συχνότητα, δ κατασκευαστής πρέπει νὰ παίρνῃ ὅλες τὶς εἰδικὲς προφυλάξεις γιὰ τὴν πολὺ ὑψηλὴ συχνότητα (ἐκλογὴ τῆς κατάλληλης θέσεως τῶν διαφόρων τεμαχίων, καλὲς προσγειώσεις, Ηωρακίσεις, τὰ βραχύτερα δυνατὰ σύρματα συνδέσεως, κλπ).

"Ἐκεῖνο ποὺ διαφέρει βασικὰ σὲ ἔνα δέκτη μὲ διαμόρφωση συχνότητας εἶναι τὸ τμῆμα φωράσεως. Ἡ συνδεσμολογία τοῦ σχήματος 17 · 7 α ἀποτελεῖ ἔνα τυπικὸ παράδειγμα, ἀνάμεσα σὲ ποικίλες ἄλλες περιπτώσεις. Τὸ τμῆμα φωράσεως ἀποτελεῖται, στὸ παράδειγμα τοῦ σχήματος, ἀπὸ ἔνα περιοριστὴ καὶ ἔνα διευκρινητὴ. "Ας γνωρίσωμε κάπως καλύτερα αὐτὲς τὶς δύο βαθμίδες (βλ. καὶ παρ. 12 · 9).

"Ο περιοριστὴς ἔχει σκοπό, ὅπως ξέρομε, νὰ ξαναδίνῃ στὸ ὑψησυχνὸ σῆμα (μεσαίας συχνότητας) ἔνα σταθερὸ πλάτους, ἀπαλλάσσοντάς το ἀπὸ κάθε μεταβολὴ πλάτους (ποὺ μπορεῖ νὰ προέρχεται εἴτε ἀπὸ τὶς συνθῆκες διαδόσεως τῶν κυμάτων, εἴτε ἀπὸ ἐπιδραση παραστῶν). Ἡ λειτουργία ἐνὸς περιοριστῆ μὲ τρίοδη ἢ πέντοδη λυχνία βασίζεται στὰ φαινόμενα κόρου καὶ ἀποκοπῆς. "Οταν τὸ σῆμα εἰσόδου (στὸ ὅδηγδ πλέγμα) ὑπερβῇ μιὰ δρικὴ

τιμή πρὸς τὶς θετικὲς τάσεις, ή λυχνία φθάνει σὲ ἕνα εἰδος κόρου καὶ ἡ ἀνοδικὴ τάση σταθεροποιεῖται, χωρὶς πιὰ νὰ ἀκολουθῇ τῇ μεταβολῇ τοῦ σήματος εἰσόδου. Τὸ ἔδιο συμβαίνει καὶ δταν τὸ σῆμα εἰσόδου ὑπερβῆ μιὰ ἀρνητικὴ δρικὴ τιμή, ἵση μὲ τὴν πόλωση ἀποκοπῆς τῆς λυχνίας. Τότε, τὸ ἀνοδικὸ ρεῦμα παραμένει



Τιμῆμα φωράσεως (περιοριστής καὶ διευκρινητής) ἐνὸς δέκτη γιὰ διαμόρφωση συχνότητας (ὑψηλὴ συχνότητα τοῦ φέροντος κύματος 88 - 108 Mc/s, μεσαία συχνότητα 10,7 Mc/s).

C_1, C_2, C_5, C_6, C_7 , τρίμμερο 22 - 50 pF (μίκας)	Λ_2 λυχνία 6AL5 (διευκρινητής)
C_3, C_4 1500 pF/400 V (μίκας)	R_1 500 Ω /0,5W
C_8, C_{10} 1500 pF/200 V (μίκας)	R_2 150 k Ω /1W
C_9 500 pF/400 V (μίκας)	R_3, R_4, R_5 100 k Ω /0,5W
C_{11}, C_{12} 250 pF/200 V (μίκας)	R_6 68 Ω /0,5W
C_{13} 0,1 μ F/200 V. (μίκας)	R_7 1M Ω (ποτανσιόμετρο ἄνθρακος)
L_1 ἀποπνικτικὸ πηνίο 2,5 mH	T_1, T_2 μετασχηματιστὲς M.Σ. (10,7 Mc/s)
Λ_0 λυχνία 6BJ6 (ἐνισχύτρια M.Σ.)	
Λ_1 λυχνία 6AU6 (περιοριστής)	

σταθερὰ περίπου μηδενικὸ καὶ ἡ ἀνοδικὴ τάση σταθεροποιεῖται καὶ πάλι. Ἔτσι, μὲ κατάλληλη ρύθμιση τῶν δυναμικῶν τῆς λυχνίας, τὸ πλάτος τοῦ σήματος περιορίζεται καὶ πρὸς τὶς θετικὲς καὶ πρὸς τὶς ἀρνητικὲς τιμὲς ἔτσι, ὥστε ἡ ἔξοδος τοῦ περιοριστῆ νὰ παρέχῃ ἔνα σῆμα μὲ σταθερὸ πλάτος.

Μποροῦμε νὰ ἐπιτύχωμε τὸ ἕδιο ἀποτέλεσμα, χρησιμοποιώντας δύο δίστας λυχνίες (ἢ κρυσταλλικοὺς φωρατὲς) σὲ κατάλληλη συνδεσμολογίᾳ. Ἡ λειτουργία ἐνδὸς τέτοιου περιοριστῆ βασίζεται στὸ γεγονὸς δτὶ ἡ δίοδη λυχνία ἀποτελεῖ σχεδὸν βραχυκύλωμα, δταν ἡ ἄνοδος εἶναι θετικὴ ὡς πρὸς τὴν κάθοδο, ἐνῷ προβάλλει πολὺ μεγάλη ἀντίσταση στὴν ἀντίθετη περίπτωση.

Ἡ ἔξοδος τοῦ περιοριστῆ διεγείρει τὴν εἰσόδο τοῦ διευκρινητῆ, ποὺ εἶναι εἰδικότερα ἔνας διευκρινητής φάσεως. Ἡ συνδεσμολογία περιλαμβάνει (σχ. 17.7α) μία διπλὴ δίοδη λυχνία, ποὺ τὸ κάθε δίοδο τμῆμα τῆς λειτουργεῖ σὰν συνηθισμένη φωράτρια πλάτους. Ὁταν τὸ σῆμα εἰσόδου ἔχῃ ἀκριβῶς τὴν τιμὴ τῆς φέρουσας συχνότητας, ἡ φώραση δίνει πάνω στὶς ἀντιστάσεις R_5 καὶ R_6 δύο συνεχεῖς τάσεις ἵσες καὶ ἀντίθετες, δόπτε τὸ ἀθροισμά τους ἰσοῦται μὲ μηδέν. Ἀν δημιουργήσει τοῦ σήματος εἰσόδου εἶναι μεγαλύτερη ἢ μικρότερη ἀπὸ τὴν φέρουσα, τότε τὰ συντονισμένα κυκλώματα T_2 , ποὺ εὑρίσκονται σὲ κατάλληλη σύζευξη μεταξύ τους, ἐπεμβαίνουν κατὰ τέτοιο τρόπο, ὥστε τὰ δύο τμήματα τῆς φωράτριας νὰ δέχωνται τάσεις διαφορετικοῦ πλάτους. Ἡ φώραση δίνει λοιπὸν πάνω στὶς ἀντιστάσεις R_5 καὶ R_6 δύο ἄνισες συνεχεῖς τάσεις, ποὺ ἡ διαφορά τους (θετικὴ ἢ ἀρνητικὴ) εἶναι ἀνάλογη πρὸς τὴν διαφορὰ μεταξὺ τῆς συχνότητας τοῦ σήματος εἰσόδου καὶ τῆς τιμῆς τῆς φέρουσας συχνότητας. Ἔτσι, οἱ μεταβολὲς συχνότητας, ποὺ ὀφείλονται στὴ διαμόρφωση συχνότητας, μετατρέπονται μετὰ τὴν φώραση σὲ μεταβολὲς τάσεως X.Σ., ποὺ παρακολουθοῦν τὸ ρυθμὸ τῆς διαμορφώσεως. Ἐπὶ πλέον, αὐτὴ ἡ τάση X.Σ. ἀναδεικνύει μόνο τὴν ὀφέλιμη διαμόρφωση συχνότητας, ἀφοῦ κάθε παρασιτικὴ μεταβολὴ πλάτους τοῦ ὑψίσυχου σήματος ἔχῃ προηγουμένως ἔξαλειφθῇ ἀπὸ τὸν περιοριστῆ.

Ἡ συνδεσμολογία τοῦ διευκρινητῆ φάσεως μπορεῖ νὰ τροποποιηθῇ ἐλαφρά, ὥστε νὰ συμπεριλάβῃ καὶ τὴν λειτουργία τοῦ περιοριστῆ, χωρὶς πιὰ νὰ ἀπαιτήται ξεχωριστὴ βαθμίδα γιὰ τὸν πε-

ριεριστή. Ή τροποποιημένη αύτὴ συνδεσμολογία δνομάζεται **κλασματικὸς φωρατῆς καὶ πραγματοποιεῖται μὲ μίᾳ μόνῳ διπλῇ δίοδῃ λυχνίᾳ** (ἢ δύο κρυσταλλικοὺς φωρατές). Υπάρχουν καὶ ποικίλες ἄλλες συνδεσμολογίες, ποὺ δὲν χρησιμοποιοῦνται στὶς συνηθισμένες κατασκευές.

Ο δέκτης γιὰ διαμόρφωση συχνότητας εἶναι, δημος βλέπομε, σημαντικὰ πολυπλοκώτερος, καὶ στὴ λειτουργία του καὶ στὴν κατασκευὴ του, ἀπὸ ὅ, τι δέκτης γιὰ διαμόρφωση πλάτους. Παρ’ ὅλο αὐτό, ἡ ἐξέλιξη ὁδηγεῖ πρὸς τὴ διαμόρφωση συχνότητας καὶ τοῦτο, γιατὶ αὐτὸς ὁ τρόπος διαμορφώσεως εἶναι ἀπαλλαγμένος πρακτικὰ ἀπὸ τὴν ἐπιδραση τῶν παρασίτων καὶ εἶναι κατάλληλος γιὰ ἀναπαραγωγὴ μὲν ψήλῃ πιστότητα (παρ. 11·6). Ή μετάδοση προγραμμάτων μουσικῆς μὲ διαμόρφωση συχνότητας εἶναι τόσο ἀνώτερης ποιότητας, ὥστε ὁ μουσικός φιλος νὰ μὴ θέλῃ πιὰ νὰ ἀκούσῃ μουσικὴ ἀπὸ ραδιόφωνο μὲ διαμόρφωση πλάτους. Τὸ κακὸ εἶναι ὅτι τὰ ὑπερβραχέα κύματα, ποὺ χρησιμοποιοῦνται στὴ διαμόρφωση συχνότητας, δὲν διαδίδονται σὲ μεγάλες ἀποστάσεις. Κανονικά, ἡ ἀπόσταση διαδόσεως ξεπερνᾷ κατὰ λίγο τὴν ἀπόσταση τοῦ διπτικοῦ δρίζοντα (μέχρι 100 ἢ 200 χιλιόμετρα). Πρέπει λοιπὸν νὰ ἀναπτυχθῇ, σὲ κάθε χώρα, διλόκληρο δίκτυο σταθμῶν ἐκπομπῆς μὲ διαμόρφωση συχνότητας.

Πολλὲς φορές, ἔνας δέκτης γιὰ διαμόρφωση συχνότητας περιλαμβάνει τὰ τιμῆματα ἀπὸ τὴν ὑψηλὴ συχνότητα μέχρι καὶ τὴ φωραση, ἐνῶ τὸ τιμῆμα χαμηλῆς συχνότητας ἀπουσιάζει. Ἐνας τέτοιος δέκτης δνομάζεται εἰδικότερα συντονιστῆς γιὰ διαμόρφωση συχνότητας (tuner F.M.) καὶ ὑποτίθεται βέβαια ὅτι ἡ ἔξοδός του θὰ συνδεθῇ μὲ ἓνα χωριστὸ ἐνισχυτὴ X.S. καὶ χωριστὰ μεγάφωνα (δηλαδὴ μὲ μίᾳ «ἀλυσίδα X.S.»). Ή μουσικὴ ἀπόδοση γίνεται, τότε, ἀκόμη καλύτερη (κατηγορία «ὑψηλῆς πιστότητας»). Ορισμένοι συντονιστὲς μποροῦν νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἐπίσης καὶ γιὰ διαμόρφωση πλάτους (tuner F.M./A.M.), ἀλλά,

τότε, τὰ παράσιτα καὶ οἱ παραμορφώσεις κάνουν τὴν « ἀλυσίδα ύψηλῆς πιστότητας » περιττή πολυτέλεια (ἐφ' δοσον ύπαρχη τὴν χρησιμοποιοῦμε βέβαια, ἀλλὰ μᾶλλον γιὰ νὰ διατηρήσωμε τὴν συνοχὴν τῆς ἐγκαταστάσεως).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 18

ΕΝΙΣΧΥΤΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ — ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

18·1 Είδη και χρήσεις ένισχυτών Χ.Σ.

Στὸ Κεφάλαιο 9 δώσαμε τὶς βασικὲς γνῶσεις γιὰ τὴν ἐνίσχυση τάσεως καὶ τὴν ἐνίσχυση ἴσχυος χαμηλῆς συχνότητας (καλὸς εἶναι ὁ μαθητὴς νὰ ξαναδιαβάσῃ τὸ Κεφάλαιο αὐτό). "Οσα δῆμως εἴπαμε ἔκει δὲν εἶναι ἀρκετά. Θὰ τὰ συμπληρώσωμε ἐδῶ, ἀφοῦ ἔξηγήσωμε καλύτερα τὸ ζήτημα τῶν παραμορφώσεων καὶ μελετήσωμε κάπως λεπτομερέστερα τὶς διάφορες συνδεσμολογίες. Ἔξακολουθοῦμε, ὥστόσο, νὰ μιλοῦμε γιὰ συνδεσμολογίες μὲ γῆλετρονικὲς λυχνίες, ἀφήνοντας τὰ τρανζίστορ (κρυσταλλολυχνίες) γιὰ τὰ ἀμέσως ἐπόμενα Κεφάλαια.

Τὸ τελευταῖο τμῆμα ἐνὸς δέκτη ἀποτελεῖται κατὰ κανόνα ἀπὸ ἔναν ἐνισχυτὴ Χ.Σ., ποὺ συγκροτεῖται συνήθως ἀπὸ μία βαθμίδα τάσεως καὶ μία βαθμίδα ἴσχυος. Ἡ εἰσοδος τοῦ ἐνισχυτῆ διεγείρεται ἀπὸ τὴν φωράτρια, μὲ τάση λίγων βρότ. Γιὰ ἀναπαραγωγὴ μουσικῆς, ποὺ θὰ εἶναι καὶ τὸ κύριο παράδειγμά μας, ὁ ἐνισχυτὴ Χ.Σ. ὀφείλει νὰ ἐνισχύῃ δμοιόρφωφα καὶ χωρὶς αἰσθητὴ παραμόρφωση δλόκληρη τὴν περιοχὴ τῶν ἀκουστῶν συχνοτήτων (ἀπὸ 20 ἕως 20 000 c/s περίπου, γιὰ ἔξαιρετικὰ καλὴ ποιότητα ἀναπαραγωγῆς). Ἡ περιοχὴ χαμηλῶν συχνοτήτων περιορίζεται (θεωρητικὰ) σὲ μία μόνη συχνότητα (ἥ, πρακτικά, σὲ μία πολὺ στενὴ περιοχὴ) γιὰ λήψη τηλεγραφικοῦ σήματος, ἐνῶ ἐπεκτείνεται σὲ μερικοὺς Mc/s στοὺς δέκτες τηλεοράσεως.

Ἐκτὸς δῆμως ἀπὸ τὴν χρησιμοποίησή τους στοὺς δέκτες, οἱ ἐνισχυτὲς Χ.Σ. χρησιμοποιοῦνται καὶ σὰν ἀνεξάρτητες αὐτοτελεῖς συσκευὲς σὲ πολλὲς ἄλλες περιπτώσεις: γῆλεκτρόφωνα, ἐγκαταστάσεις δημοσίας ἀκροάσεως, διαμορφωτὲς πομπῶν, ἐγγραφὴ σὲ

δίσκους, μαγνητόφωνα, διμιλῶν κινηματογράφος, συσκευὲς βαρυκοῖς κλπ. Τὸ σῆμα διεγέρσεως παρέχεται ἀπὸ κάποιο κατάλληλο ὅργανο καὶ ἡ τάση του μπορεῖ νὰ κυμαίνεται ἀπὸ 0,01 ὁς 1 βόλτη περίπου (π.χ. 0,02 V γιὰ ἐνα μικρόφωνο, 0,5 V γιὰ δρισμένους φωνολήψπτες, κλπ.).

"Ἔχομε λοιπὸν μία μεγάλη ποικιλία ἀπὸ ἐνισχυτὲς X.Σ., ποὺ μποροῦν νὰ διαφέρουν μεταξύ τους ἀπὸ πολλὲς ἀπόψεις (τάση διεγέρσεως, περιοχὴ ἐνισχυομένων συχνοτήτων, ἀνεκτὴ παραμόρφωση, ίσχὺς ἔξόδου, δγκος καὶ βάρος, κλπ.). Δὲν εἶναι βέβαια δυνατὸν νὰ περιγράψωμε ἐνα-ἐνα χωριστὰ δλα αὐτὰ τὰ εἰδή, οὕτε καὶ θὰ χρειαζόταν γιὰ τὸ βιβλίο μας. "Ο, τι δημιουργεῖται παρακάτω, ἀποτελεῖ τὴν βάση γιὰ τὴν κατανόηση τῆς λειτουργίας κάθε ἐνισχυτῆ X.Σ.

"Ἄς ὑπενθυμίσωμε, τέλος, δτι ὑπάρχουν καὶ οἱ ἐνισχυτὲς ὑψηλῆς συχνότητας (Κεφ. 14) καὶ δτι τὰ δρια ἀνάμεσα στὴ «χαμηλὴ» καὶ στὴν «ὑψηλὴ» συχνότητα· συγχέονται καμμιὰ φορὰ (π.χ. στοὺς ἐνισχυτὲς «χαμηλῆς» συχνότητας, ποὺ ἐνισχύουν τὸ σῆμα εἰκόνας τῆς τηλεοράσεως, ἀφοῦ τὸ σῆμα εἰκόνας περιέχῃ συχνότητες μέχρι μερικοὺς Mc/s). Υπάρχουν ἐπίσης καὶ δρισμένοι εἰδικοὶ ἐνισχυτές, ποὺ γιὰ ἄλλους θὰ πούμε λίγα πράγματα καὶ ἄλλους θὰ παραλείψωμε ἐντελῶς.

18 · 2 Γιὰ τὶς παραμορφώσεις γενικά.

Τὸ ζήτημα τῶν παραμορφώσεων ἀποκτᾶ, στοὺς ἐνισχυτὲς X.Σ., βασικὴ σημασία. Πρεγματικά, κάθε εἰδικοὺς παραμόρφωση ἔχει ἀμεση συνέπεια πάνω στὴν ποιότητα τῆς ἀναπαραγωγῆς τοῦ ηχοῦ (εἰδικότερα τῆς μουσικῆς, ποὺ τὴν πήραμε σὰν ἀντιπροσωπευτικὸ παράδειγμα).

Στὴν περίπτωση ἐνὸς δέκτη, ἡ παραμόρφωση δὲν ἔχει τὴν ίδια σημασία γιὰ τὰ τμήματα ὑψηλῆς (καὶ μεσαίας) συχνότητας. Ἡ ὑψηλὴ συχνότητα εἶναι, πραγματικά, δπως ξέρομε, ἐνα

μέσο μεταφορᾶς καὶ ἐπιτρέπεται νὰ ὑποστῇ διάφορες παραμορφώσεις, ἀρκεῖ μόνο νὰ μὴ θιγῇ ἡ διαμόρφωση ποὺ μεταφέρει. "Ετοι ἡ Γ.Σ. παθαίνει, π.χ. στὴ φώραση, ἔξαιρετικὴ παραμόρφωση (ἀποκοπὴ τῶν ἀρνητικῶν ἥμιτεριόδων), χωρὶς ὥστόσο νὰ βλάπτεται δὲ κύριος προορίσμος τοῦ δέκτη (ἔφ' ὅσον βέβαια ἡ φώραση εἶναι καλὰ ρυθμισμένη). Τύπαρχουν βέβαια καὶ παραμορφώσεις ποὺ πρέπει καὶ ἐδῶ νὰ ἀποφεύγωνται, ὅμως τὸ βασικὸ πρόβλημα γιὰ τὰ τμῆματα Γ.Σ. εἶναι κυρίως ἡ ἐπιλογή.

Αφοῦ, λοιπόν, ἔξετάσαμε τὴν ἐπιλογὴν σχετικὰ μὲ τὰ τμῆματα Γ.Σ., τώρα, ποὺ ἔχομε νὰ ἀσχοληθοῦμε μὲ τὸ τμῆμα Χ.Σ., στρέφομε τὴν προσοχὴν μας πρὸς τὶς παραμορφώσεις. Δὲν πρέπει ὅμως νὰ φαντασθοῦμε δτὶ τὰ προβλήματα αὐτὰ χωρίζονται ἐντελῶς. Πρόβλημα ἐπιλογῆς μπορεῖ νὰ γεννηθῇ καὶ γιὰ ἓνα ἐνισχυτὴ Χ.Σ. (π.χ. στὴν περίπτωση τηλεγραφικοῦ δέκτη) ὅπως ἐπίσης ζήτημα παραμορφώσεως ὑπάρχει καὶ γιὰ μιὰ βαθμίδα Γ.Σ. (π.χ. γιὰ τὴ βαθμίδα φωράσεως). Χωρίζομε ἀπλῶς ἐδῶ τὰ προβλήματα γιὰ νὰ ἐκθέσωμε τὰ κυριότερα χαρακτηριστικά τους στὶς καταληγότερες θέσεις, ἀφήνοντας στὸν ἀναγνώστη τὴν φροντίδα νὰ μεταφέρῃ καὶ νὰ προσαρμόζῃ τὶς γνώσεις του σὲ ἄλλες ἀνάλογες περιπτώσεις.

Τὸ πρόβλημα τῶν παραμορφώσεων στὸν ἐνισχυτὴ Χ.Σ. θὰ μᾶς ἀπασχολήσῃ πρῶτα ἀπὸ μία γενικὴ ἀποψη, προτοῦ ἀρχίσωμε νὰ ἔξετάσωμε τὶς διάφορες συνδεσμολογίες. "Ετοι, οἱ ἐπόμενες παράγραφοι, εἶναι ἀφιερωμένες σὲ τρία κύρια εἰδῆ παραμορφώσεων (συγνότητας, φάσεως καὶ πλάτους), καθὼς καὶ στὸν θορύβους καὶ βόμβους τῶν ἐνισχυτῶν Χ.Σ.

18·3 Παραμόρφωση συχνότητας.

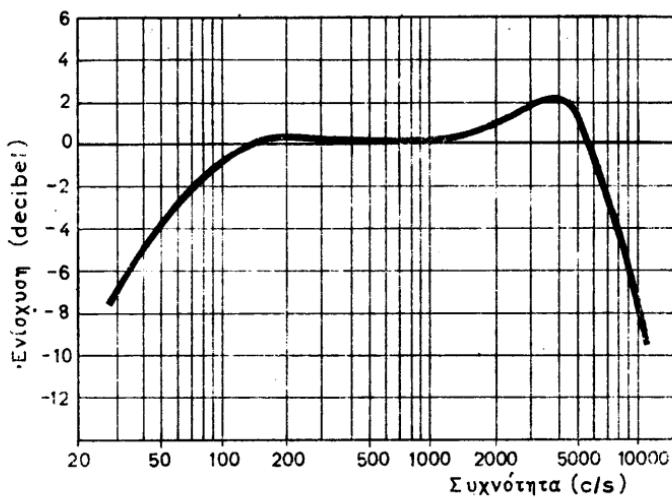
Μία ἐνισχυτικὴ βαθμίδα τάσεως Χ.Σ. ἀποτελεῖται ἀπὸ τὴν ἐνισχύτρια λυχνία καὶ τὰ κυκλώματά της. Ἐκτὸς ἀπὸ τὶς ὡμικὲς ἀντιστάσεις, ποὺ ἡ τιμὴ τους δὲν ἔξαρτάται κατ' ἀρχὴν ἀπὸ

τῇ συχνότητα, ή συνδεσμολογία περιλαμβάνει γενικὰ καὶ στοιχεῖα (κυρίως πυκνωτές καὶ, σπανιότερα, πηνία), ποὺ ή ἀντίστασή τους μεταβάλλεται ἔντονα μὲ τὴ συχνότητα ($1/\omega C$, ωL). Εἶναι λοιπὸν φανερό, ὅπως τὸ εἴπαμε καὶ στὴν παράγραφο 9·6, ὅτι η ἐνισχυση τῆς βαθμίδας ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴ συχνότητα. Ἀφοῦ ὅμως προσοριζμὸς τοῦ ἐνισχυτῆ εἶναι νὰ ἐνισχύῃ δρμούμορφα δλεες τὶς συχνότητες μιᾶς περιοχῆς (π.χ. ἀπὸ 20 δι 20 000 c/s), μία τέτοια ἔξαρτηση εἶναι ἀνεπιθύμητη καὶ ἀποτελεῖ ἀκριβῶς αὐτὸ ποὺ λέμε παραμόρφωση συχνότητας. Ἐξ αἰτίας αὐτῆς τῆς παραμορφώσεως, οἱ διάφορες ἀρμονικὲς συνιστῶσες ἑνὸς σήματος (παρ. 2·7) δὲν ἐνισχύονται δρμούμορφα καὶ τὸ σῆμα, στὴν ἔξοδο τοῦ ἐνισχυτῆ, εὑρίσκεται ἀλλοιωμένο.

Γιὰ νὰ μελετήσωμε τὴν παραμόρφωση συχνότητας, μετροῦμε (ἢ ὑπολογίζομε) τὴν ἐνισχυση γιὰ διάφορες συχνότητες καὶ χαράζομε τὴν καμπύλη ἀποκρίσεως τοῦ ἐνισχυτῆ, δηλαδὴ τὴν καμπύλη ποὺ δίνει τὴν ἐνισχυση (σὲ decibel) γιὰ διάφορες συχνότητες (σὲ λογαριθμικὴ κλίμακα, βλ. σχ. 9·10α). Τὰ decibel τῆς ἐνισχύσεως λογαριάζονται μὲ βάση τὴν ἐνισχυση σὲ κάποια ἑνδιάμεση συχνότητα τῆς περιοχῆς (π.χ. στοὺς 1 000 c/s). Ἡ ἰδανικὴ καμπύλη ἀποκρίσεως θὰ ἥταν μία δριζόντια εὐθεῖα γραμμὴ σὲ δλόκληρη τὴν ἔκταση τῆς θεωρουμένης περιοχῆς συχνοτήτων, δπότε δὲν θὰ ὑπῆρχε παραμόρφωση συχνότητας. Συνήθως δόμως ὑπάρχει κάποια μεγάλυτερη, ἢ μικρότερη παραμόρφωση, ποὺ ἐκδηλώνεται μὲ πτώση τῆς ἐνισχύσεως τόσο πρὸς τὶς χαμηλότερες, ὡσο καὶ πρὸς τὶς ὑψηλότερες συχνότητες τῆς περιοχῆς. Ἐκτὸς ἀπὸ αὐτές τὶς πτώσεις πρὸς τὰ δύο ἄκρα τῆς περιοχῆς, ἡ καμπύλη ἀποκρίσεως παρουσιάζει συγχὰ καὶ ἐλαφρὲς ἑνδιάμεσες κυματώσεις, σπανιότερα δὲ καὶ ἐντοπισμένες ἔξαρσεις (σχ. 18·3α).

Οἱ ἐλαφρὲς κυματώσεις δὲν ἔχουν πρακτικὴ σημασία, γιατὶ τὸ αὐτί μας μόλις μπορεῖ νὰ διακρίνῃ μεταβολές μικρότερες ἢ

ζεις πρὸς 1 db περίπου. Σημαντικέτερες δημος μεταβολές (π.χ. μεγαλύτερες απὸ 3 ή 6 db) προκαλοῦν αἰσθητές άλλοιώσεις, απαράδεκτες γιὰ καλὴ ἀναπαραγωγὴ μουσικῆς. Ἐπὶ πλέον, μιὰ σημαντικὴ ἔξαρση τῆς καμπύλης ἀποκρίσεως, μπορεῖ νὰ συνοδεύεται καὶ ἀπὸ παραλιόρφωση πλάτους, γιὰ τὴν δποίᾳ μιλοῦμε παρακάτω.



Σχ. 18-3 α.

Καμπύλη ἐνισχύσεως ἐνὸς ἐνισχυτῆ Χ.Σ. (θετικὲς τιμὲς τῆς ἐνισχύσεως σὲ db σημαίνουν ἐνίσχυση μεγαλύτερη ἀπὸ δ, τι στοὺς 1 000 c/s, ἐνῶ ἀρνητικὲς τιμὲς σημαίνουν μικρότερη ἐνίσχυση).

"Οσα λέμε ἐδῶ γιὰ μία μένη βαθμίδα ἐνισχύσεως, ἴσχύουν καὶ γιὰ περισσότερες συνεχόμενες βαθμίδες (ἢ ἐνίσχυση ὀλόκληρης τῆς ἀλυσίδας ἵσονται μὲ τὸ γινόμενο τῶν ἐνισχύσεων τῶν διαδοχικῶν βαθμίδων, ἢ, διταν εἰ ἐνισχύσεις ἐκφράζονται σὲ decibel, μὲ τὸ ἀθροισμα τῶν db). Ἡ συγκατή καμπύλη ἀποκρίσεως, ὀλόκληρης τῆς ἀλυσίδας εἶναι τὸ ἀθροισμα τῶν καμπύλων, που ἀνήκουν σὲ κάθε βαθμίδα χωριστὰ (ἐφ' ᾧσον ἡ ἐνίσχυση ἐκφράζεται σὲ db). "Αν, λοιπόν, κάποια δρισμένη παραμόρφωση τῆς καμπύλης ἀποκρίσεως μιᾶς βαθμίδας ἀντιστοιχῇ σὲ ἀντίθετη πα-

ραμόρφωση τῆς καμπύλης μιᾶς ἄλλης βαθμίδας, οἱ παραμορφώσεις αὐτὲς ἔξουδετεράνονται μεταξύ τους. Τοῦτο παρέχει μία δυνατότητα διορθώσεως τῆς συνολικῆς καμπύλης ἀποκρίσεως.

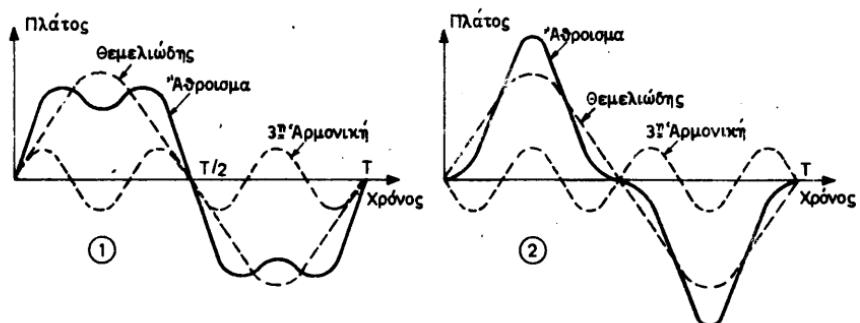
Ἄλλες δυνατότητες διορθώσεως ὑπάρχουν καὶ γιὰ κάθε βαθμίδα χωριστά. Τέτοιες διορθώσεις γίνονται, ὅταν προσθέτωμε στὴ συνδεσμολογία κατάλληλα στοιχεῖα κυκλώματος ἢ δίκτυα στοιχείων. Ὁρισμένα ἀπὸ αὐτὰ τὰ στοιχεῖα (κυρίως ἀντιστάσεις ἢ πυκνωτὲς) μποροῦν καὶ νὰ ρυθμίζωνται ἔξωτερικά, διότε εἰναι δυνατὸν νὰ διαπλάσωμε τὴν καμπύλη ἀποκρίσεως λίγο-πολὺ κατὰ βούληση, εύνοώντας ἄλλοτε τοὺς βαρεῖς καὶ ἄλλοτε τοὺς δέξεις ἥχους (ρύθμιση τῆς χροιᾶς).

18 · 4 Παραμόρφωση φάσεως.

Οταν ἔνα σῆμα, ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ ἐναλλασσόμενες συνιστῶσες μὲ διάφορες συχνότητες, περνᾶ μέσα ἀπὸ κυκλώματα μὲ ὡμικὲς ἀντιστάσεις καὶ πυκνωτὲς (ἢ καὶ μὲ πηνία), τὸ κύριο ἀποτέλεσμα εἰναι, δπως εἰδαμε, ὅτι γενικὰ οἱ ἀναλογίες ἀνάμεσα στὰ πλάτη τῶν διαφόρων συνιστωσῶν δὲν διατηροῦνται σταθερὲς (παραμόρφωση συχνότητας). Ἐκτὸς δμως ἀπὸ αὐτό, ἡ διάβαση τοῦ σήματος μέσα ἀπὸ τέτοια κυκλώματα ἐπηρεάζει καὶ τὶς φάσεις τῶν διαφόρων συνιστωσῶν σὲ τρόπο, ὃστε οὕτε οἱ σχέσεις μεταξὺ τῶν φάσεων νὰ παραμένουν σταθερές. Ἡ τελευταία αὐτὴ ἀλλοίωση ἀποτελεῖ τὴν παραμόρφωση φάσεως.

Γιὰ νὰ καταλάβωμε καλύτερα ἀυτὸν τὸ εἶδος παραμορφώσεως, ἀς πάρωμε γιὰ παράδειγμα τὴν περίπτωση ποὺ τὸ σῆμα ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο συνιστῶσες, μία θεμελιώδη ἡμιτονικὴ συνιστώσα καὶ τὴν τρίτη ἀρμονικὴ τῆς, μὲ τριπλάσια συχνότητα (γιὰ τὴν ἀρμονικὴ ἀνάλυση, μιλήσαμε στὴν παρ. 2 · 7). Οταν οἱ δύο αὐτὲς συνιστῶσες ἔχουν μεταξύ τους τὴν φασικὴ σχέση, ποὺ δείχνουν οἱ διακεκομμένες καμπύλες στὴ θέση (1) τοῦ σχήματος 18 · 4 α, τότε ἡ συνισταμένη τους ἔχει τὴν μορφὴν ἑνὸς λίγο-πολὺ δρυθογω-

νέου σχήματος (συνεχής καμπύλη, στήν ίδια θέση τοῦ σχήματος). "Αν τώρα, οἱ δύο συνιστῶσες εὑρεθοῦν σὲ μία ἀλλη φασικὴ σχέση (διακεκομμένες καμπύλες στή θέση 2), ή συνισταμένη τοὺς δίγει ἕνα σῆμα μὲ τριγωνικὴ μᾶλλον μορφὴ (συνεχῆς καμπύλη). "Αρχ, ή παραμόρφωση φάσεως, ποὺ μπορεῖ νὰ ὑπάρχῃ σὲ ἕναν ἐνισχυτὴ Χ.Σ., δῆγηε σὲ σημαντικὲς ἀλλοιώσεις τῆς μορφῆς τοῦ σήματος ζεόδου.



Σχ. 18·4 α.

Η μορφὴ τοῦ σήματος (άθροισμα) στὶς δύο θέσεις (1) καὶ (2) τοῦ σχήματος εἶναι πολὺ διάφορεταικὴ μόνο καὶ μόνο γιατὶ ἄλλαξε ἡ φασικὴ σχέση μεταξὺ θεμελιώδους καὶ 3ης ἀρμονικῆς.

Παρ' ὅλα αὐτά, ἡ παραμόρφωση φάσεως δὲν εἶναι ἐπικίνδυνη γιὰ ἕναν ἐνισχυτὴ ἀναπαραγωγῆς ἦχου. Καὶ τοῦτο, γιατὶ τὸ αὐτὶ μας, κατὰ παράξενο τρόπο, δὲν εἶναι εὐαίσθητο σὲ ἀλλοιώσεις τῆς μορφῆς τῶν σημάτων, ὅταν οἱ ἀλλοιώσεις διφεύλωνται σὲ παραμόρφωση φάσεως (ἐνῷ, ἀντίθετα, εἶναι πολὺ εὐαίσθητο σὲ ἀλλοιώσεις μορφῆς, ποὺ διφεύλονται σὲ ἄλλες αἰτίες, ὅπως π.χ. στήν προσθήκη νέων συχνοτήτων). "Ετοί, προκειμένου γιὰ ἐνισχυτὲς ἦχου, δὲν δίνομε συνήθως προσοχὴ στήν παραμόρφωση φάσεως.

Τὰ πράγματα παρουσιάζονται διαφορετικά, ὅταν πρόκειται γιὰ δέκτες τηλεοράσεως. Στήν περίπτωση αὐτή, δὲν εἴσχυτὴς τοῦ σήματος εἰκόνας πρέπει νὰ μὴ προκαλῇ παραμόρφωση φάσεως

(πρέπει, δηλαδή, νὰ σέβεται τὶς σχετικὲς φάσεις τῶν συνιστωσῶν τοῦ σήματος). Πραγματικά, τὸ μάτι μας εἶναι εὐαίσθητο σὲ δροια-δήποτε ἀλλοίωση τῆς μορφῆς τοῦ σήματος. Εἴμαστε λοιπὸν ὑπο-χρεωμένοι νὰ καταπολεμήσωμε τὴν παραμόρφωση φάσεως, διότε μάλιστα περιορίζεται συγχρόνως καὶ ἡ παραμόρφωση συχνότητας.

18·5 Παραμόρφωση πλάτους.

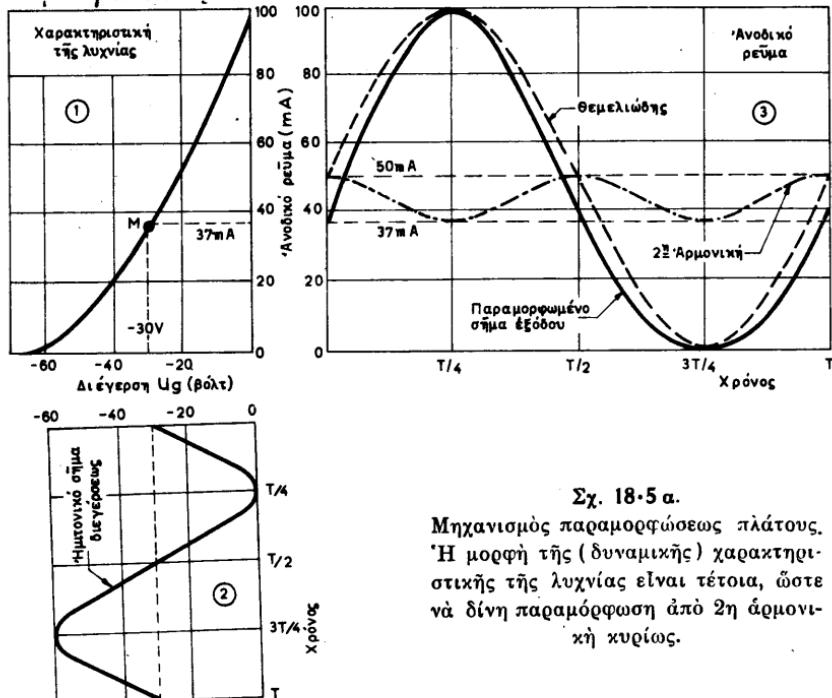
Μένει νὰ ἔξετάσωμε τὴν παραμόρφωση πλάτους, ποὺ δνομά-ζεται ἐπίσης καὶ μὴ γραμμικὴ παραμόρφωση. Αὐτὸ τὸ εἶδος τῆς παραμορφώσεως προέρχεται ἀπὸ τὸ γεγονὸς ὅτι οἱ λυχνίες δὲν ἔχουν εὐθύγραμμες, ἀλλὰ καμπύλες χαρακτηριστικὲς (Κεφ. 8).

“Οταν τὸ σῆμα διεγέρσεως τῆς λυχνίας ἔχῃ ἀρκετὰ μικρὸ πλάτος, σὲ τρόπο, ὥστε ἡ λυχνία νὰ ἐργάζεται σὲ ἔνα μικρὸ καὶ σχεδὸν εὐθύγραμμο τμῆμα τῆς χαρακτηριστικῆς της, τότε βέβαια δὲν ὑπάρχει πρακτικὰ παραμόρφωση πλάτους. Αὐτὸ συμβαίνει συνήθως στοὺς ἐνισχυτὲς τάσεως (ὅπου ὅμως μπορεῖ νὰ ὑπάρχῃ σημαντικὴ παραμόρφωση συχνότητας). Ἡ συνθήκη μικροῦ πλά-τους διεγέρσεως δὲν ἔφαρμόζεται γενικὰ γιὰ τὶς ἐνισχύτριες ἰσχύος. Καὶ τοῦτο, γιατὶ δὲν εἶναι δυνατὸ νὰ ἀναπτυχθῇ σημαν-τικὴ ἰσχὺς ἐξόδου χωρὶς ἀρκετὰ ἰσχυρὸ σῆμα διεγέρσεως. Ἀρα, μία ἐνισχύτρια ἰσχύος προκαλεῖ ὅπωδήποτε μία μικρότερη ἢ μεγαλύτερη παραμόρφωση πλάτους.

Ο μηχανισμὸς τῆς παραμορφώσεως πλάτους μπορεῖ νὰ ἔξη-γγῆθῃ μὲ τὴ βοήθεια τοῦ σχήματος 18·5 α. Στὴ θέση (1) ἔχομε τὴν χαρακτηριστικὴ καμπύλη (U_g , I_a) μιᾶς τρίοδης λυχνίας. Τὸ σημεῖο M εἶναι τὸ σημεῖο λειτουργίας, ποὺ ἀντιστοιχεῖ σὲ ἀνοδικὸ ρεῦμα ἡρεμίας ἵσο π.χ. μὲ 37 mA. Στὸ δδηγὸ πλέγμα ἔφαρμόζομε μία ἡμιτονικὴ τάση διεγέρσεως (θέση 2). Δίνομε στὴ διέγερση τὸ μεγαλύτερο δυνατὸ πλάτος (30 βδλτ) μὲ σκοπὸ νὰ πάρωμε τὴ μεγαλύτερη δυνατὴ ἰσχὺν ἐξόδου, χωρὶς ὅμως νὰ ξεπε-ράσωμε πρὸς τὰ ἀριστερὰ τὴν πόλωση ἀποκοπῆς (ἵση μὲ — 60

βόλτ), ούτε νὰ μποῦμε πρὸς τὰ δεξιὰ σὲ θετικὲς τάσεις πλέγματος.

Ἡ ἀντίστοιχη μεταβολὴ τοῦ ἀνοδικοῦ ρεύματος φαίνεται στὴ θέση (3) τοῦ σχήματος (συνεχῆς καμπύλη). Διαπιστώνομε ἀμέσως ὅτι τὸ ἀνοδικὸ ρεῦμα (σῆμα ἔξόδου) δὲν εἶναι πιὰ ἡμιτονικό. Ἡ θετικὴ του ἡμιπερίοδος εἶναι σχετικὰ δέξιατερη, ἐνῶ ἡ ἀρνητικὴ ἡμιπερίοδος ἔχει διαπλατυνθῆ, ἐξ αἰτίας τῆς καμπυλότητας τοῦ κάτω τμήματος τῆς χαρακτηριστικῆς. Τέτοιου εἰδούς ἀλλοιώσεις τῆς μορφῆς τοῦ σήματος ἔξόδου ἀποτελοῦν ἀκριβῶς τὴν παραμόρφωση πλάτους.



Σχ. 18·5 a.

Μηχανισμὸς παραμόρφωσεως πλάτους.
Ἡ μορφὴ τῆς (δυναμικῆς) χαρακτηριστικῆς τῆς λυχνίας εἶναι τέτοια, ὥστε νὰ δίνῃ παραμόρφωση ἀπὸ 2η ἀρμονικὴ καταλάβωμε καλύτερα τὴν βαθύτερη σῆμασία τῆς παραμορφώσεως πλάτους, ἢς σχηματίσωμε τὴ διαφορὰ ἀνάμεσα στὸ παραμορφωμένο ἀνοδικὸ ρεῦμα (συνεχῆς καμπύλη τοῦ σχήματος) καὶ στὴν ἰδανικὴ ἡμιτονικὴ καμπύλη (τὴ θεμελιώδη), ποὺ ἀντιστοιχεῖ στὴν ἴδια μεταβολὴ ἀπὸ κορυφὴ σὲ κορυφὴ (διακεκομμένη

Γιὰ νὰ καταλάβωμε καλύτερα τὴ βαθύτερη σῆμασία τῆς παραμορφώσεως πλάτους, ἢς σχηματίσωμε τὴ διαφορὰ ἀνάμεσα στὸ παραμορφωμένο ἀνοδικὸ ρεῦμα (συνεχῆς καμπύλη τοῦ σχήματος) καὶ στὴν ἰδανικὴ ἡμιτονικὴ καμπύλη (τὴ θεμελιώδη), ποὺ ἀντιστοιχεῖ στὴν ἴδια μεταβολὴ ἀπὸ κορυφὴ σὲ κορυφὴ (διακεκομμένη

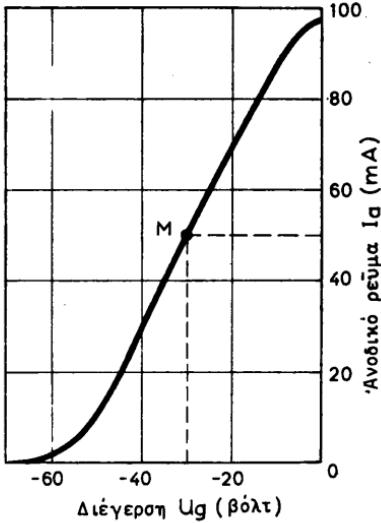
γραμμή). Ἡ διαφορὰ αὐτὴ, ποὺ ἐκφράζει τὴν παραμόρφωση, ἔχει σχεδιασθῆ μὲ μικτὴ γραμμὴ στὸ σχῆμα. Βλέπομε ὅτι ἡ παραμόρφωση ἀποτελεῖται ἀπὸ μία σχεδὸν καθαρὴ ἡμιτονικὴ συνιστώσα μὲ συχνότητα διπλάσια ἀπὸ ἐκείνην τοῦ ἀρχικοῦ σήματος, εἰναι δηλαδὴ μία δεύτερη ἀρμονικὴ (παρ. 2·7). Ἐπειδὴ μάλιστα, στὸ παράδειγμά μας, τὸ πλάτος αὐτῆς τῆς παρείσακτης δεύτερης ἀρμονικῆς εἶναι περίπου 13% τοῦ πλάτους τῆς θεμελιώδους, λέμε ὅτι ἔχομε 13% παραμόρφωση πλάτους.

Τὸ συμπέρασμα εἶναι γενικὰ ὅτι ἡ παραμόρφωση πλάτους προσθέτει στὸ σῆμα ἔξοδου ἀρμονικὲς συνιστῶσες, ποὺ δὲν ὑπῆρχαν στὸ σῆμα εἰσόδου. Ἔτσι, στὸ σῆμα ἔξοδου μπαίνουν λαθραῖα νέες, ξένες, συχνότητες, ποὺ ἀλλοιώνουν τὸν ἀρχικὸν ἥχο. Στὸ προηγούμενο παράδειγμα τῆς τρίσδης λυχνίας, εἴχαμε παραμόρφωση ἀπὸ 2η ἀρμονικὴ κυρίως. Γιὰ ἀλλες δύμως λυχνίες, ποὺ ἔχουν π.χ. χαρακτηριστικές, σὰν αὐτὴ τοῦ σχήματος 18·5β, τὸ σῆμα ἔξοδου διαπλατύνεται καὶ πρὸς τὶς θετικὲς καὶ πρὸς τὶς ἀρνητικὲς ἡμιπεριόδους, δπότε ἔχομε κυρίως παραμόρφωση ἀπὸ 3η ἀρμονική. Στὴ γενικότερη περίπτωση μπαίνουν καὶ ἀρμονικὲς ἀνώτερης τάξεως (4ης, 5ης,... τάξεως), ποὺ ἔχουν δύμως ὅλο καὶ μικρότερο σχετικὸ πλάτος.

Αὐτὲς οἱ παραμορφώσεις εἶναι ἐνοχλητικὲς καὶ μάλιστα τόσο περισσότερο, δσο ἡ τάξη τῶν παρασιτικῶν ἀρμονικῶν εἶναι ὑψηλότερη. Πραγματικά, τὸ αὐτὸν μας ἀνέχεται ἀρκετὲς μονάδες στὶς ἐνατὸ γιὰ παραμορφώσεις ἀπὸ 2η ἀρμονική, ἀλλὰ διαμαρτύρεται γιὰ παραμορφώσεις ἔστω καὶ 1% ἀπὸ ἀνώτερες ἀρμονικές. Ἡ ἐξήγηση εἶναι ὅτι ἡ 2η ἀρμονικὴ ἔχει συχνότητα ἀκριβῶς διπλάσια ἀπὸ τὴ θεμελιώδη, ἀπέχει δηλαδὴ ἀπὸ αὐτὴ μία δικτάθα καὶ εὑρίσκεται μαζί της σὲ συμφωνία. Ἀντίθετα, οἱ ἀνώτερες ἀρμονικὲς σχηματίζουν μὲ τὴ θεμελιώδη διαφωνίες.

Τὸ κακὸ δύμως δὲν σταματᾶ, δυστυχῶς, ὡς ἐδῶ. "Οσα εἴπαμε προηγούμενα ὑποθέτουν ὅτι τὸ σῆμα εἰσόδου εἶναι ἡμιτονικό. Στὴν

πραγματικότητα, δημοσίευση, τὰ σήματα τῆς μουσικῆς ἢ τῆς ὁμιλίας εἰναι, δημοσίευση, συνθετώτερα. Ἐνα σύνθετο σήμα, ἐξ ἄλλου, ἀναλύεται, σύμφωνα μὲ τὴν ἀρμονικὴν ἀνάλυσην, σὲ ἀθροιστικὰ μιᾶς θεμελιώδους καὶ πολλῶν ἀρμονικῶν. Ἡ εἰσοδος, λοιπόν, τοῦ ἐνισχυτῆς δέχεται συγχρόνως περισσότερες ἀπὸ μία ἡμιτονικές συνιστῶσες.



Σχ. 18.5β.

Μιὰ τέτοια μορφὴ (διναμικῆς) χαρακτηριστικῆς τῆς λυχνίας, δίνει κυρίως παραμόρφωση ἀπὸ 3η ἀρμονικῆ.

Ἄν, τώρα, ἡ γχρακτηριστικὴ τῆς ἐνισχύτριας λυχνίας ἦταν γραμμικὴ (εὐθύγραμμη), οἱ ἡμιτονικές συνιστῶσες τοῦ σήματος εἰσόδου θὰ ἐνισχυόταν καθεμία χωριστά, κατὰ ἀνεξάρτητο τρόπο, χωρὶς νὰ ἀλληλεπιδροῦν ἡ μία πάνω στὴν ἄλλη. Ὁμως ἡ γχρακτηριστικὴ τῆς λυχνίας εἶναι καμπύλη. Ἄρα, θὰ ὑπάρχῃ ἀλληλεπιδροση ἀνάμεσα στὶς διάφορες συνιστῶσες καὶ μάλιστα μὲ τὰ μηγανέλια ποὺ μάθαμε μὲ ἀφοριη τὴν ἀλλαγὴ συγχύτητας (παρ. 15.4). Τὸ ἀποτέλεσμα εἰναι ἡ εἰσοδος τοῦ ἐνισχυτῆς νὰ περιλαμβάνῃ, ἐκτὸς ἀπὸ τὶς ἀρχικές συνιστῶσες τοῦ σήματος εἰσό-

δου, καὶ ἄλλες ἀκόμα παρείσακτες συνιστῶσες μὲ συγχονότητες ἵσες πρὸς τὶς διαφορὲς καὶ τὰ ἀθροίσματα τῶν ἀρχικῶν συχνοτήτων. Τὸ φαινόμενο αὐτὸ τὸ ὄνομά τοις εἰδικότερα ἀλληλοδιαμόρφωση (*intermodulation*). Ἡ παραμόρφωση ἀπὸ ἄλληλοδιαμόρφωση είναι τὸ ἕδιο δυσάρεστη, ὅσο καὶ ἡ καθαυτὸ παραμόρφωση πλάτους. Καὶ τὸ χειρότερο είναι πώς, ὅταν ἡ ἀλληλοδιαμόρφωση εἰσχωρήσῃ σὲ κάποια βαθμίδα τοῦ ἐνισχυτῆ, είναι πιὰ ἀδύνατο νὰ ἀναιρεθῇ σὲ ἑπόμενες βαθμίδες.

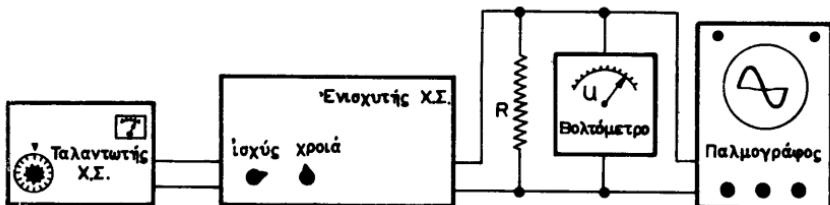
Τελικά, παραμόρφωση πλάτους καὶ ἀλληλοδιαμόρφωση ἀλλοιώνουν τὸ σῆμα ἔξόδου, προσθέτοντάς του ἔνες παρασιτικὲς συγχονότητες. Μὲ τί τρόπο θὰ ἔπειρε ἀραγε νὰ ἐκτιμήσωμε τὴ συνολικὴ ἀλλοίωση; Προφανῶς ἀπὸ τὸ συνολικὸ δυσάρεστο ἀποτέλεσμα, ποὺ ἡ συνολικὴ ἀλλοίωση προκαλεῖ στὸν ἀκροατή. Ἀλλὰ αὐτὸ είναι δύσκολο καὶ δὲν μπορεῖ εὔκολα νὰ μετρηθῇ. Η' αὐτὸ περιφριζόμενας συνήθως νὰ καθορίζωμε τὴν παραμόρφωση ἀπὸ ἔνα συνολικὸ ποσοστὸ πλάτους τῶν παρασιτικῶν συνιστωμάν. Συχνὰ μάλιστα ἀπλουστεύομε ἀκόμη περισσότερο καὶ δίνομε μόνο τὸ ποσοστὸ πλάτους τῆς πιὸ σημαντικῆς παρασιτικῆς ἀρμονικῆς. Ἔτσι, στὴν περίπτωση π.χ. τοῦ σχήματος 18·5 α, λέμε ὅτι ἔχομε συνολικὴ παραμόρφωση πλάτους 13 %, παρ' ὅλο ὅτι τὸ ποσοστὸ αὐτὸ ἀφορᾶ μόνο στὴ 2η ἀρμονική, ἐνῶ μπορεῖ νὰ ὑπάρχουν, σὲ πολὺ μικρότερα ἔστω ποσοστά, καὶ δριμένες ἄλλες ἀνώτερες παρασιτικὲς ἀρμονικές.

18·6 Θόρυβοι καὶ βόμβοι.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὶς παραμορφώσεις, ἡ καλὴ ἀναπαραγωγὴ τοῦ ἥχου μπορεῖ νὰ ζημιώθῃ ἐπίσης ἀπὸ διαφόρους θορύβους καὶ βόμβους. Τέτοιοι θόρυβοι καὶ βόμβοι δψεύλονται σὲ κατακεναστικὲς ἀτέλειες ἡ ἄλλους λέγους, σπως τὸ ἔξηγομε παρακάτω.

Γιὰ νὰ μετρήσωμε τὸ συνολικὸ ἀποτέλεσμα τῶν θορύβων καὶ βόμβων, χρησιμοποιοῦμε τὴ διάταξη τοῦ σχήματος 18·6 α (γ)

ἴδια διάταξη χρησιμοποιεῖται καὶ γιὰ ἄλλες μετρήσεις στοὺς ἐνισχυτὲς Χ.Σ., ὅπως π.χ. στὸν καθορισμὸν τῆς καμπύλης ἀποκρίσεως). Ρυθμίζομε τὴν συχνότητα τοῦ μετρητικοῦ ταλαντωτῆς σὲ κάποια ἐνδιάμεση ἀκουστικὴ συχνότητα, π.χ. στοὺς 1000 c/s, καὶ διεγέρομε τὴν εἰσοδὸ τοῦ ἐνισχυτῆ μὲ τάση στὴ συχνότητα αὐτῆ. Τὸ κοινοπλίτικός τοῦ ἐνισχυτῆ τοποθετεῖται στὴ θέση τοῦ μεγίστου, ἐνῷ τὰ κοινοπλίτικα χροιαῖς τοῦ ἥχου στὶς ἐνδιάμεσες « κανονικὲς » θέσεις τους. Τὰ μεγάφωνα ἀποσυνδέονται καὶ ἀντικαθί-



Σχ. 18·6 α.

Διάταξη μετρήσεων σὲ ἐνισχυτὲς Χ.Σ.

στῶνται ἀπὸ μία ισοδύναμη ἀντίσταση φόρτου, ἀρκετῶν βάττ. Ἡ τάση ἐξόδου, στὰ ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως φόρτου, μετρᾶται μὲ ἔνα γῆλεκτρονικὸ βολτόμετρο. Παράλληλα πρὸς τὸ βολτόμετρο, συνδέομε συνήθως καὶ ἔνα παλμογράφο (Κεφ. 22), γιὰ νὰ μᾶς δείχνῃ τὴν μορφὴν τοῦ σήματος ἐξόδου καὶ νὰ ξέρωμε ἂν ὑπάρχῃ σημαντικὴ παραμόρφωση καὶ τί εἶδους. "Ας σημειωθῇ ὅτι ἡ παραμόρφωση εἶναι περίπου 5 % μόλις οἱ κορυφὲς τῶν ἡμιτονιῶν καμπύλων ἀρχίζουν νὰ διαπλατύνωνται. 'Απὸ κεῖ καὶ πέρα ἀρχίζει ὁ κόρος τοῦ ἐνισχυτῆ καὶ ἡ παραμόρφωση μεγαλώνει. 'Αν ὑπάρχῃ μία τόση ἡ μεγαλύτερη παραμόρφωση, ἐλαττώνομε τὴν διέγερση τοῦ ἐνισχυτῆ, ὥστε ἡ παραμόρφωση νὰ μένῃ μικρότερη, ἀπὸ ἔνα προκαθορισμένο ὅριο. 'Αντίθετα, ἢν μὲν ἡ διέγερση, εἶναι μικρότερη, τὴν κινδύνομε, ὥστε νὰ φθάσωμε περίπου τὸ ὅριο κυττό.

"Εστοι U_{σ} ἡ τάση (π.χ. 3 βόλτα) ποὺ δείχνει, τότε, τὸ βολ-

τόμετρο $\hat{\epsilon}$ ξόδου στὰ ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως $\hat{\epsilon}$ ξόδου R (π.χ. 2 Ω). Η ίσχυς (βάττ) τοῦ σύμματος $\hat{\epsilon}$ ξόδου θὰ είναι, σύμφωνα μὲ τὸ νόμιο τοῦ "Ωμ, $P_{\sigma} = U_{\sigma}^2/R = 3^2/2 = 4,5 \text{ W}$.

"Τοτερα ἀπὸ τὴν μέτρηση αὐτῇ, ἀποσυνδέομε τὸν μετρητικὸν ταλαντωτὴν καὶ βραχυκυλώνομε τὴν εἰσόδο τοῦ ἐνισχυτῆ (δηλαδὴ συγδέομε τὸ δῦνγηρὸν πλέγμα τῆς πρώτης λυχνίας του μὲ τὸ σασί). "Αν ἡ ἐνισχυτὴς δὲν γεννοῦσε κανένα θόρυβο, τότε ήταν τάση $\hat{\epsilon}$ ξόδου θὰ ἦταν ίση μὲ μηδέν. Ἐπειδὴ σμικρὰ αὐτὸ δὲν συμβαίνει, μετροῦμε στὸ βολτόμετρο $\hat{\epsilon}$ ξόδου μία μικρὴ τάση $U_{\theta} (\text{π.χ. } 0,003 \text{ V})$, ποὺ ἀντιστοιχεῖ σὲ μία ίσχυν θορύβου $P_{\theta} = U_{\theta}^2/R = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ W}$. Ο λόγος τῶν ισχύων σύμματος/θόρυβος είναι $P_{\sigma}/P_{\theta} = 10^6$ καὶ ἀντιστοιχεῖ σὲ 60 decibel (παρ. 9 · 10). Αὐτὸ σημαίνει ὅτι ήταν ίσχυς θορύβου τοῦ ἐνισχυτῆ είναι 60 db κάτω ἀπὸ τὴν υψηλότερη στάθμη σύμματος $\hat{\epsilon}$ ξόδου. Γι' αὐτὸ λέμε ὅτι ἔνας τέτοιος ἐνισχυτὴς ἔχει θόρυβο — 60 db. Οἱ καλοὶ ἐνισχυτές X.Σ. ἔχουν συνήθως θόρυβο ἀπὸ — 40 Ως — 80 db.

"Ο θόρυβος στοὺς ἐνισχυτές X.Σ. προέρχεται ἀπὸ ἕνα πλήθος αἰτίες. "Ενα μέρος τοῦ θορύβου ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ θόρυβο βάθους, ποὺ τὴν φύση του τὴν $\hat{\epsilon}$ ξηγγύσαμε ἦδη τὴν παράγραφο 15 · 7. Ο θόρυβος βάθους παίρνει σημασία στὴν πρώτη κυρίως βαθμίδα τοῦ ἐνισχυτῆ, ὅπου καὶ πρέπει νὰ τὸν καταπολεμοῦμε ὅσο μποροῦμε (κατάλληλη λυχνία, μικρὴ ἀντίσταση διαφυγῆς στὸ δῦνγηρὸν πλέγμα, κλπ.). "Ἐρχεται κατόπιν μία σειρὰ ἀπὸ πηγὴς θορύβου, ποὺ οἱ κυριότερες είναι οἱ $\hat{\epsilon}$ ξῆς:

Βόμβος (hum). "Πάρχουν βόμβοι μὲ διάφορες προελεύσεις. Γενικὰ δύμας οἱ βόμβοι διείλονται στὴν προφοδότηση ἀπὸ τὸ δίκτυο ἐναλλασσομένου ρεύματος, ποὺ ἔχει, ὅπως ξέρομε, συχνότητα 50 c/s. Μπορεῖ, εἴτε, νὰ ἔχωμε βόμβους ἀπὸ πυράκτωση τῶν καθόδων, ἀπὸ ἀνεπαρκεῖς φιλτράρισμα τῆς ἀνοδικῆς τάσεως ἢ ἀπὸ διάφορες ἀναδράσεις. "

"Η πυράκτωση τῶν καθόδων μὲ ἐναλλασσόμενο ρεύμα μπορεῖ

νὰ δίνη βόμβο σὲ συχνότητα 50 c/s. Γιὰ νὰ τὴν καταπολεμήσωμε, χρησιμοποιοῦμε λυχνίες ἐμπέρασμα θερμάνσεως καὶ τροφοδοτοῦμε τὰ νήματά τους μὲ δύο ἀγωγοὺς στριψιμένους σὲ πλόκαμο, δόπτες περιορίζεται ἡ ἡλεκτρομαγνητικὴ ἐπαγωγὴ πρὸς ἄλλα στοιχεῖα τοῦ ἐνισχυτῆ. Στὴν ἀνάγκη, πρέπει νὰ ἀναζητηγθῇ ἡ καλύτερη τοποθέτηση δλῶν τῶν ἀγωγῶν τροφοδοτήσεως μὲ ρεῦμα 50 c/s.

Τὸ ἀνεπαρκὲς φιλτράρισμα τῆς ἀνοδικῆς τάσεως (Κεφ. 23) ἀφήνει στὴν ἀνοδικὴ τάση μία κυμάτωση μὲ διπλάσια συχνότητα 100 c/s (ἐφ' ὅσον, ὃς συνήθως, ἡ ἀνοδικὴ τάση παρέχεται ἀπὸ διπλὴ ἀνόρθωση). Ὁ ἀντίστοιχος βόμβος 100 c/s ἔλαττώνεται, ἀν βελτιώσωμε τὸ φιλτράρισμα εἴτε γιὰ δλόκληρο τὸν ἐνισχυτή (στὴ βαθμίδα ἀνορθώσεως), εἴτε τοπικὰ στὴ βαθμίδα, ποὺ εἶναι ὑπεύθυνη γιὰ τὸ βόμβο. Τὴν ὑπεύθυνη βαθμίδα τὴν εὑρίσκομε ἀν ἀφαιρέσωμε δλες τὶς λυχνίες, ἐκτὸς ἀπὸ τὴν ἀνορθώτερια καὶ τὴν (ἢ τὶς) τελευταία λυχνία ἰσχύος. Τοποθετοῦμε κατόπιν μία - μία λυχνία μὲ κατεύθυνση ἀπὸ τὴν ἔξοδο πρὸς τὴν εἴσοδο καὶ ἐντοπίζομε τὸ βόμβο.

Οἱ ἡλεκτρικὲς καὶ μαγνητικὲς ἀναδράσεις ἡ συζεύξεις προκαλοῦν βόμβους, ποὺ εἶναι καὶ οἱ πιὸ δύσκολοι γιὰ νὰ ἔξαλει- φθοῦν. Τέτοιοι βόμβοι ἐμφανίζονται κυρίως σταν δ ἐνισχυτῆς δίνη πολὺ μεγάλη συνολικὴ ἐνισχυση. Τότε, ἡ παραμικρὴ ἡλεκτροστατικὴ ἐπίδραση ἡ ἡλεκτρομαγνητικὴ ἐπαγωγὴ ἀπὸ τὴν ἔξοδο πρὸς τὴν εἴσοδο προκαλεῖ ἀνάδραση μὲ πολὺ δυσάρεστα ἀποτελέσματα (βόμβος, γένεση ταλαντώσεων, κλπ.). Τὰ μέτρα καταπολεμήσεως εἶναι γὰρ ἀποικαρύνωμε τὶς πρώτες βαθμίδες εἰςόδου ἀπὸ τὴν ἔξοδο καὶ ἀπὸ τὸ μετασχηματιστὴ τροφοδοτήσεως, καθὼς καὶ νὰ θωρακίσωμε δραστικὰ τὰ στοιχεῖα τῶν βαθμίδων εἰςόδου. Π.χ. ὁ ἀγωγός, ποὺ φέρνει τὴ διέγερση στὴν πρώτη βαθμίδα εἰςόδου, πρέπει νὰ εἶναι θωρακισμένος. Τὸ ἕδιο καὶ ὁ μετασχηματιστῆς εἰςόδου, ἀν ὑπάρχῃ. Καλὸς εἶναι ἀκόμα ἡ μία ἡ δύο πρώτες βαθμίδες νὰ κλείωνται μέσα σὲ ἓνα προσγειωμένο μεταλλικὸ κουτί.

Στήν ανάγκη, ίδιαίτερα σε ένισχυτές με όψη λήγη εύαισθησία και με πολλές εισόδους, οι πρώτες βαθμίδες ξεχωρίζονται διλότελα σε δικό τους σασί και άπονελούν τὸ λεγόμενο προενισχυτή. Γιάρχει, τότε, κάθε άνεση για νὰ πάρωμε δλα τὰ δυνατὰ μέτρα έναντιον δοιασδήποτε αναδράσεως ή συζεύξεως.

Βενζινακάτωση (motorboating). Τὸ ονομα αὐτὸ τοῦ θορύβου δψελεται στὸ δτι ἐκδηλώνεται μὲ ἔντονα διαδοχικὰ « πάτπάτ », σὰν τοὺς κρότους ἔξατμίσεως μιᾶς βενζινακάτου.

Ἡ βενζινακάτωση εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα ταλαντώσεων πολὺ χαμηλῆς συχνότητας, ποὺ γεννιοῦνται στὸν ένισχυτὴ ἀπὸ παρασιτικὴ ἀνάδραση τῆς ἔξοδου πρὸς τὴν εἰσοδό του. Ἡ ἀνάδραση γίνεται συνήθως μέσα ἀπὸ τὴν πηγὴ τροφοδοτήσεως σὲ ἀνοδικὸ ρεῦμα (κυρίως δταν ὁ ένισχυτὴς ἔχη πολλές βαθμίδες και δίνη μεγάλη ένισχυση). Ἡ πηγὴ τροφοδοτήσεως ἔχει κάποια σύνθετη ἀντίσταση και, καθὼς ή ἀντίσταση αὐτὴ εἶναι κοινὴ γιὰ δλες τὶς βαθμίδες, δημιουργεῖται ἀνάδραση ἀπὸ τὶς τελευταῖς πρὸς τὶς πρῶτες βαθμίδες τοῦ ένισχυτῆ.

Παρ’ ὅλο ὅτι ἔνας πυκνωτὴς μὲ μεγάλη χωρητικότητα (πυκνωτὴς ἀποσυζεύξεως) εύρισκεται κατὰ κανόνα ἐνωμένος στὰ ἄκρα τῆς πηγῆς τροφοδοτήσεως, τοῦτο δὲν ἀρκεῖ πολλὲς φορὲς γιὰ νὰ ἔξουδετερώσῃ ἐντελῶς τὴν ἀνάδραση, ίδιας στὶς πολὺ χαμηλές συχνότητες. Π.χ. ἀκόμη και ἔνας πυκνωτὴς ἀποσυζεύξεως $C = 32 \mu F$, ἔχει χωρητικὴ ἀντίσταση σὲ συχνότητα $1 c/s$ μὲ $1/\omega C = 1/(2\pi \cdot 1 \cdot 32 \cdot 10^{-6})$, δηλαδὴ περίου $5\,000\Omega$. Ἀρα, ἡ πηγὴ τροφοδοτήσεως διατηρεῖ μία σημαντικὴ ἀντίσταση και εἶναι δυνατὸν ή ἀνάδραση νὰ εἶναι ἀρκετὴ γιὰ νὰ προκαλῇ ταλαντώσεις μὲ συχνότητα λίγων c/s .

Γιὰ νὰ καταργηθῇ ή βενζινακάτωση, ή πηγὴ τροφοδοτήσεως ἔκλεγεται, ὥστε νὰ ἔχῃ τὴ χαμηλότερη δυνατὴ σύνθετη ἀντίσταση, οι πρῶτες βαθμίδες τοῦ ένισχυτῆ ἐφοδιάζονται, ἀν χρειάζεται, μὲ τοπικὲς πρόσθετες ἀποσυζεύξεις (μὲ ωμικὴ ἀντί-

σταση καὶ πυκνωτή) καὶ, στὴν ἀνάγκη, χρησιμοποιεῖται χωρίστη τροφοδέτηση γιὰ τὶς πρώτες βαθμίδες. Ἐπίσης, δὲ ἕδιος σκεπὸς ἔξυπηρετεῖται καὶ μὲ τὸ νὰ δώσωμε στὴν καμπύλη ἀποκρίσεως τοῦ ἐνισχυτῆ τέτοια μορφή, που ἡ ἐνισχυση νὰ πέφτη ἀπότομα πρὸς τὶς πολὺ χαμηλὲς συχνότητες.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὶς ταλαντώσεις σὲ πολὺ χαμηλὲς συχνότητες, δὲ ἐνισχυτῆς μπορεῖ νὰ παράγῃ καὶ παρασιτικὲς ταλαντώσεις σὲ ὑψηλότερες συχνότητες, αὐτὲς δημιουργοῦνται συνήθως σὲ ἐλειπῆ θωράκιση τῶν βαθμίδων εἰσόδου (ἐκτὸς βέβαια ἀν τέτοιες ταλαντώσεις διφεύλωνται ἀπὸ τὴν ἀρχὴ σὲ κακὸ ὑπολογισμὸ τοῦ ἐνισχυτῆ).

Μικροφωνισμοὶ (*microphonics*). Εἶναι ἀκανόνιστοι θόρυβοι, που διφεύλονται σὲ μηχανικὲς δονήσεις λυχνιῶν ἢ ἄλλων στοιχείων τοῦ ἐνισχυτῆ. Τέτοιες δονήσεις μετατρέπονται σὲ ἀντίστοιχες ἡλεκτρικὲς μεταβολές, που ἐνισχύονται καὶ ἀκούονται σὰν «μικροφωνικοὶ θόρυβοι».

Μικροφωνισμοὶ μπορεῖ νὰ ἐμφανισθοῦν σὲ ἐνισχυτὲς X.Σ. (ἢ σὲ δέκτες), που εἶναι ἐγκατεστημένοι πάνω σὲ δονούμενο σύστημα (αὐτοκίνητο, ἀεροπλάνο, κλπ.). Ἡ ἐγκατάσταση, σὲ τέτοιες περιπτώσεις, πρέπει νὰ γίνεται μὲ ἐλαστικὲς ἔξαρτήσεις.

Ἄλλὰ καὶ αὐτὰ τὰ ἕδια τὰ ἡχητικὰ κύματα, που βγαίνουν ἀπὸ τὸ μεγάφωνο, μποροῦν νὰ προκαλοῦν μηχανικὲς δονήσεις καὶ μικροφωνισμούς. Γι' αὐτὸ καλὸ εἶναι εἰ πρώτες λυχνίες νὰ ἀπομονώνωνται ἀπὸ τὴν ἐπίδραση τῶν ἡχητικῶν κυμάτων ἢ, ἀκόμα καλύτερα, τὰ μεγάφωνα νὰ τοποθετοῦνται σὲ χωριστὸ κουτὶ ἀπὸ τὸν ἐνισχυτῆ.

Διάφορες κατασκευαστικὲς ἀτέλειεις εἶναι ἐπίσης δυνατὸ νὰ προκαλέσουν μικροφωνισμούς. Π.χ. τὸ χαλαρὸ σφέζιμο στὰ ἐλάσματα τῶν μετασχηματιστῶν. Μία γερὴ μηχανικὴ κατασκευὴ εἶναι πάντοτε ἐπιθυμητή.

Πολλὲς φορές, μποροῦμε νὰ σταματήσωμε τοὺς μικροφωνι-

σμούς, ἀλλάζοντας ἀπλῶς μία - δύο ἀπὸ τὶς πρώτες λυχνίες μὲ ἄλλες τοὺς ἰδίους τύπου. Πραγματικά, δύο ἀδελφές λυχνίες μπορεῖ νὰ παρουσιάζουν ἀνεπαίσθητες, κατὰ τὰ ὅλα, κατασκευαστικὲς διαφορές, ἀρκετὲς ὅμως γιὰ νὰ τὶς διακρίνουν ὡς πρὸς τοὺς μικροφυτικούς. Ὑπάρχουν, ἐξ ἄλλου, δρισμένοι τύποι λυχνιῶν, ποὺ δίνουν λιγότερους μικροφωνικοὺς θορύβους.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὶς πηγὲς θορύβου, ποὺ ἀναφέραιμε ὅς ἐδὼ, προστίθενται καὶ μιερικὲς ἀλλες. Π.χ. διάφορα παράσιτα τοῦ δικτύου, ποὺ καταπολεμοῦνται μὲ κατάλληλες θωρακίσεις τοῦ μετασχηματιστὴ τροφοδοτήσεως καὶ μὲ πυκνωτὲς διαρροῆς πρὸς τὴν γῆ. Ἐπίσης, κρότοι ἀπὸ μηχανικὲς ἀτέλειες στὸ μεγάφωνο (σχισμένος κάνονς, ἔκκεντρο πηγής φωνῆς, κλπ.).

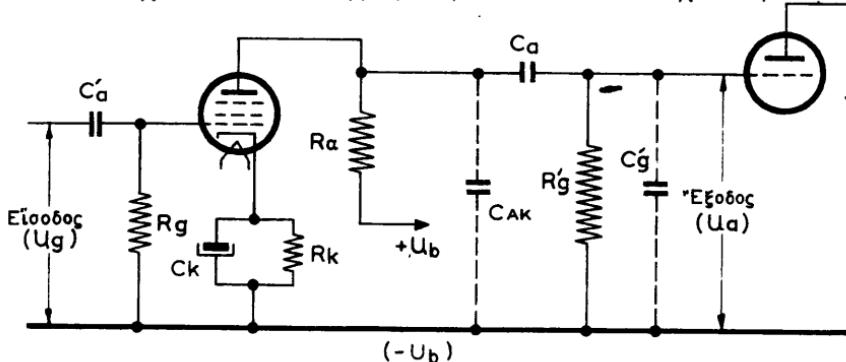
Τελικά, ἡ κατασκευὴ ἑνὸς καλοῦ ἐνισχυτῆ X.Σ., μὲ μικρές παραμορφώσεις καὶ χαμηλὸ θόρυβο, δὲν εἰναι, ὅπως βλέπομε, καὶ τόσο εὔκολο πρᾶγμα. Στὴ συνέχεια θὰ ἐξετάσωμε εἰδικότερα τὶς διάφορες συνδεσμολογίες, τὴν λειτουργία τους καὶ τὶς ἰδιότητές τους.

18.7 Ἐνισχυτὴς τάσεως μὲ ἀντιστάσεις.

Ἡ πιὸ συνηθισμένη διάταξη γιὰ ἐνίσχυση τάσεως X.Σ. εἰναι δὲ ἐνισχυτὴς μὲ ὡμικὲς ἀντιστάσεις, ποὺ τὸν γνωρίσαμε ἦδη ἀπὸ τὴν παράγραφο 9.6. Ἐδὼ θὰ συμπληρώσωμε μὲ τὰ σχετικὰ πρὸς τὴν παραμόρφωση συχνότητας, ποὺ εἰναι καὶ τὸ κυριότερο εἰδος παραμορφώσεως γιὰ ἔνα τέτοιον ἐνισχυτῆ.

Τὸ σχῆμα 18.7 α εἰναι στὴν οὐσίᾳ ἀντιγραφὴ τοῦ σχήματος 9.6 α (ἐνισχυτικὴ βαθμίδα τάσεως μὲ πέντοδη λυχνία). Μόνο ποὺ παραλείψαιμε τὰ κυκλώματα τοῦ προστατευτικοῦ πλέγματος καὶ τοῦ πλέγματος ἀναστολῆς, ἐνῷ ἀντίθετα σγιμειώσαμε τὶς παρασιτικὲς χωρητικότητες C_{AK} στὴν εἴσοδο τῆς θεωρουμένης βαθμίδας καὶ C_g στὴν εἴσοδο τῆς ἐποιμένης βαθμίδας (βλ. καὶ παρ. 14.1). Οἱ συνεχεῖς τάσεις (ἀνόδου, προστατευτικοῦ πλέγματος

καὶ πολώσεως) ύποτέθενται σταθερές, ύποθέτομε δηλαδὴ ὅτι οἱ άντιστοιχοὶ πυκνωτὲς διαρροῆς (ἢ ἀποσυγεύεταις) ἔχουν ἀρκετὰ

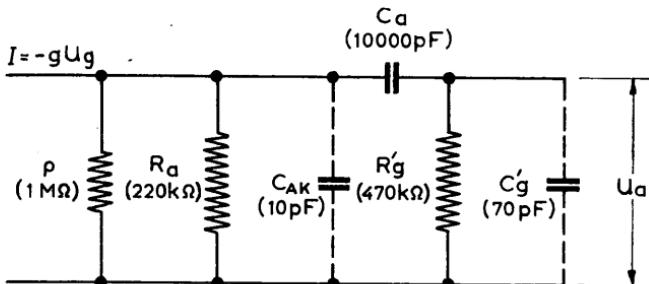


Σχ. 18·7 α.

Ένισχυτής τάσεως με άντιστάσεις.

μεγάλη χωρητικότητα, ὥστε νὰ μὴ προβάλουν σημαντικὴ χωρήτικὴ άντισταση, ἀκόμα καὶ στὶς χαμηλότερες ἀκουστικὲς συγγρήτητες.

Τὸ ισοδύναμο κύκλωμα μιᾶς τέτοιας συνδεσμολογίας φαίνεται στὸ σχῆμα 18·7 β (οἱ ἀριθμοὶ μέσα σὲ παρενθέσεις δίνονται



Σχ. 18·7 β.

Ίσοδύναμο κύκλωμα τοῦ ἐνισχυτῆ τοῦ σχήματος 18·7 α.

γιὰ παράδειγμα). Τὸ σχῆμα αὐτὸ εἶναι πάλι τὸ ἕδιο μὲ τὸ σχῆμα

9.4β, μὲ τὴ διαφορὰ ὅτι ἔχομε τύρα προσθέσει καὶ τὰ ἄλλα στοιχεῖα κυκλώματος. Ἡ ἐνίσχυση τῆς βαθμίδας εἶναι, ὅπως ξέρομε:

$$A = \frac{U\alpha}{Ug} \quad (1)$$

καὶ μπορεῖ νὰ ὑπολογισθῇ μὲ τὴ βοήθεια τοῦ ισοδυνάμου κυκλώματος. "Αν θέλαιμε νὰ κάνωμε τὸν ὑπολογισμό, λαμβάνοντας ὑπ' ὄψη μας ὅλα συγγρόνως τὰ στοιχεῖα κυκλώματος, θὰ εὑρίσκαμε δυσκολίες. Τὰ πράγματα δημιουργοῦνται, ἀν δεξιωρίσωμε δρισμένες εἰδικές περιπτώσεις.

"Ας σταθοῦμε, πρῶτα, σὲ μία συχνότητα (π.χ. 1 000 c/s) πρὸς τὸ μέσο τῆς περισχῆτος συχνότητον, ποὺ θέλομε νὰ ἐνισχύσωμε. Σὲ τέτοιες ἐνδιάμεσες συχνότητες, ὅλοι οἱ πυκνωτὲς μποροῦν νὰ παραλειφθοῦν στὸ ισοδύναμο κύκλωμα. Πραγματικά, δι πυκνωτῆς συζεύξεως C_a ἐξοιστήνεται, τότε, πρακτικὰ μὲ βραχυκύκλωμα (πολὺ μικρὴ χωρητικὴ ἀντίσταση), ἐνῷ οἱ παράλληλοι παραστικοὶ πυκνωτὲς C_{AK} καὶ C'_g ἐξοιστήνονται μὲ ἀνοιχτὸ κύκλωμα (πολὺ μεγάλη χωρητικὴ ἀντίσταση). "Αρα, γὰρ ἐνίσχυση στὶς ἐνδιάμεσες αὐτὲς συχνότητες, εἶναι (βλ. πγρ. 9.5):

$$A_M = g R_M \quad (2)$$

ὅπου g γὰρ διαγωγιμότητα τῆς ἐνισχύτριας λυχνίας καὶ R_M γὰρ ἀντίσταση, ποὺ ισοδυναμεῖ πρὸς τὶς τρεῖς παράλληλες ἀντίστασεις ρ (ἐσωτερικὴ ἀντίσταση τῆς λυχνίας), R_a (ἀνοδικὸ φορτίο) καὶ R'_g (ἀντίσταση διαφυγῆς τοῦ πλέγματος τῆς ἐπομένης λυχνίας), δηλαδή:

$$R_M = \frac{\rho R_a R'_g}{\rho R_a + R_a R'_g + \rho R'_g} \quad (3)$$

Στὸ παράδειγμά μας ($\rho = 1 M\Omega$, $R_a = 0,22 M\Omega$, $R'_g = 0,47 M\Omega$) εἶναι $R_M = 0,13 M\Omega$ ή $130 k\Omega$ καὶ ἡ διαγωγιμότητα τῆς λυχνίας εἶναι $g = 2 m A/V$, θὰ ἔχωμε $A_M = 260$.

‘Η ἐνίσχυση αὐτὴ σὲ ἐνδιάμεσες συχνότητες εἶναι κανονικὰ γῆ μεγαλύτερη ἐνίσχυση, ποὺ μπορεῖ νὰ δώσῃ δ ἐνίσχυτής. Στὶς χαμηλότερες ἢ στὶς ὑψηλότερες συχνότητες τῆς περιοχῆς, γ’ ἐνίσχυση ἐλαττώνεται.

Στὶς χαμηλότερες συχνότητες τῆς περιοχῆς, οἱ παράλληλοι παρασιτικοὶ πυκνωτές μποροῦν καὶ πάλι νὰ παραλειφθοῦν στὸ ἴσοσύναμο κύκλωμα, ἀφοῦ γ’ χωρητική τους ἀντίσταση εἶναι τῷρα ἀκόμα πιὸ μεγάλη. Δὲν μποροῦμε δμιως νὰ παραλείψωμε τὸν πυκνωτὴ συζεύξεως C_a . ‘Ο πυκνωτὴς αὐτὸς παρουσιάζει ἐπίσης μία αἰσθητὴ χωρητικὴ ἀντίστασή πρὸς τὶς χαμηλότερες συχνότητες καὶ, καθὼς εἶναι συνδεμένος σὲ σειρά, προκαλεῖ μία πτώση τάσεως, ποὺ μειώνει τὴν ἐνίσχυση. ”Αν ὑπολογίσωμε τὴν ἐνίσχυση, λαμβάνοντας ὑπ’ ὅψη μας τὸν πυκνωτὴ συζεύξεως C_a , καταλήγομε στὸ ἔκτης ἐγδιαφέρον ἀποτέλεσμα:

‘Η ἐνίσχυση, πρὸς τὶς χαμηλότερες συχνότητες τῆς περιοχῆς, πέφτει στὰ 70,7 % τῆς μεγίστης ἐνίσχύσεως A_M , δηλαδὴ ὑποθέαζεται κατὰ 3 decibel, γιὰ τὴν συχνότητα ἔκεινη f_x , γιὰ τὴν ἕποια ἔχομε:

$$R_x = \frac{1}{2\pi f_x C_a} \quad (4)$$

ὅπου R_x εἶναι γ’ ἀντίσταση, ποὺ σχηματίζεται ἀπὸ τὴν ἀντίσταση R'_g σὲ σειρὰ πρὸς τὶς δύο παράλληλες ἀντιστάσεις ρ καὶ R_a , δηλαδὴ:

$$R_x = R'_g + \frac{\rho R_a}{\rho + R_a}. \quad (5)$$

Μὲ ἄλλα λέγια, δταν γ’ συχνότητα τοῦ σήματος εἰσόδου χαμηλότητα τόσο, ὥστε νὰ πάρῃ τὴν τιμή:

$$f_x = \frac{1}{2\pi R_x C_a} \quad (6)$$

τότε γ’ ἐνίσχυση ὑποθεάζεται κατὰ 3 db. Στὸ παράδειγμα ποὺ πήραμε, εὑρίσκομε $R_x = 0,65 \text{ M}\Omega$, ἀρχ:

$$f_x = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,65 \cdot 10^6 \cdot 10000 \cdot 10^{-12}} = 24 \text{ c/s.}$$

Ανάλογα πράγματα συμβαίνουν και πρὸς τὶς ὑψηλότερες συχνότητες τῆς περιοχῆς. Αὐτὴ τῇ φορᾷ, παραλείπομε τὸν πυκνωτὴν συζεύξεως C_o (βραχυκύλωμα), λαμβάνομε δημος ὑπὸ ὄψη μας τὸν παραλλήλους παρασιτικὸν πυκνωτὴν και μάλιστα μὲ τὸ ἀθροισμά τους $C_o = C_{AK} + C'_g$. Πραγματικά, δὲ ισοδύναμος πυκνωτὴς C_o ἀρχῖται νὰ ἔχῃ και αὐτὸς σχετικὰ μικρὴ χωρητικὴ ἀντίσταση πρὸς τὶς ὑψηλότερες συχνότητες, δπότε δημος ἀποτελεῖ ἕνα εἶδος πυκνωτὴν διαρροής, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ὑποθιθάζεται ἡ τάση ἐξέδου, ἀκρα και ἡ ἐνίσχυση. Λαμβάνομε λοιπὸν ὑπὸ ὄψη μας τὸν ισοδύναμο παραλληλο πυκνωτὴν C_o και καταλήγομε στὸ ἐξῆς συμπέρασμα:

Ηρές τὶς ὑψηλότερες συχνότητες τῆς περιοχῆς, ἡ ἐνίσχυση πέφτει στὰ 70,7 % (δηλαδὴ κατὰ 3 db) ως πρὸς τὴν μεγίστη ἐνίσχυση A_M γιὰ ἐκείνη τὴν συχνότητα f_Y , γιὰ τὴν δποία ἔχομε:

$$R_M = \frac{1}{2\pi f_Y C_o}, \quad (7)$$

ὅπου R_M ἡ ισοδύναμη ἀντίσταση, ποὺ δίνεται ἀπὸ τὴν ἐξισωση (3).

Όταν, ἐποιείνως, ἡ συχνότητα τοῦ σήματος εἰσέδοι ὑψηλὴ ἕστε νὰ γίνη:

$$f_Y = \frac{1}{2\pi R_M C_o}, \quad (8)$$

ἡ ἐνίσχυση ὑποθιθάζεται κατὰ 3 db. Π.χ. γιὰ $R_M = 0,13 \text{ M}\Omega$ και $C_o = 80 \text{ pF}$, θὰ ἔχωμε:

$$f_Y = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,13 \cdot 10^6 \cdot 80 \cdot 10^{-12}} = 15000 \text{ c/s.}$$

Όπως βλέπομε, και πρὸς τὰ δύο ἀκρα τῆς περιοχῆς, ποὺ θέλομε νὰ ἐνισχύσωμε, ἡ ἐνίσχυση ὑποθιθάζεται κατὰ 3 db γιὰ

τὶς συγνότητες, ποὺ ἐπαληθεύουν τὶς ἀντίστοιχες κατάλληλες σχέσεις:

ὅμικὴ ἀντίσταση = χωρητικὴ ἀντίσταση.

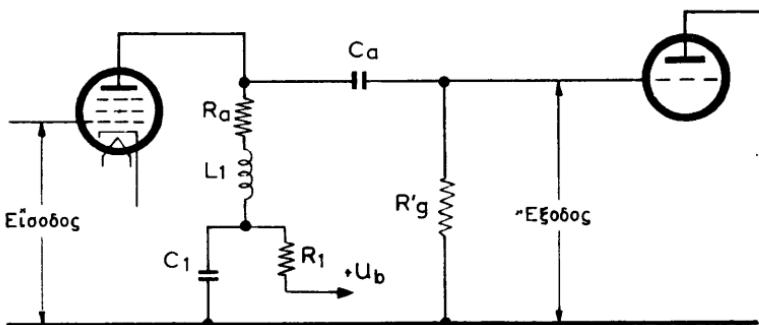
Ἄπὸ τὶς σχέσεις αὐτὲς ὑπολογίζονται οἱ ἀκριβεῖς συγνότητες f_x καὶ f_y . "Αν μάλιστα δεχθοῦμε ὅτι δὲ ὑποθιέσθωμες κατὰ 3 db ἀποτελεῖ τὸ δριώ τῆς ἀνεκτῆς παραμορφώσεως συγνότητας, τότε οἱ δύο συγνότητες f_x καὶ f_y καθορίζονται τὸ πλάτος τῆς περιοχῆς, ποὺ ἔνισχύεται πρακτικὰ διμοιριόφα. Στὸ παράδειγμα μας τὸ πλάτος τῆς περιοχῆς ἔκτείνεται ἀπὸ 24 c/s ὧς 15 000 c/s (γιὰ ἀνεκτὴ παραμόρφωση 3 db, καλὸ εἶναι νὰ τὸ ὑπενθυμίζωμε πάντοτε).

"Ο ὑπολογισμὸς καὶ τὸ παράδειγμα, ποὺ δώσαμε, δείχνουν ὅτι ἔνας ἔνισχυτής τάσεως μὲ ἀντιστάσεις μπορεῖ νὰ ἔνισχύῃ πρακτικὰ διμοιριόφα διλόκληρη τὴν περιοχὴ τῶν ἀκουστικῶν συγνοτήτων (ἀπὸ 20 ὧς 20 000 c/s περίπου), φθάνει νὰ διαλέξωμε σωστὰ τὴν κατάλληλη λυχνία καὶ τὰ κατάλληλα στοιχεῖα κυκλώματος. Τί γίνεται ὅμως, ὅταν θέλωμε νὰ ἔνισχυστοιες διμοιρφα μία πολὺ πλατύτερη περιοχή; Τέτοια περίπτωση παρουσιάζεται π.χ. στὴν τηλεόραση γιὰ τὴν ἔνισχυση τοῦ σήματος εἰκόνας, ὅπου ἡ περιοχὴ συγνοτήτων ἔκτείνεται ἀπὸ 0 ὧς μερικοὺς Mc/s.

Γιὰ νὰ ἐπεκτείνωμε τὴν περιοχὴ συγνοτήτων πρὸς τὶς ὑψηλέτερες συγνότητες, χρησιμοποιοῦμε μικρὸ ἀνοδικὸ φορτίο (δόποτε αὐξάνεις ἡ συγνότητα f_y), διαλέγομε λυχνία μὲ μεγάλη διαγωγιμότητα (π.χ. μέχρι 10 mA/V σὲ τρόπο, ὃστε νὰ μὴ πέσῃ πολὺ ἡ μεγίστη ἔνισχυση) καὶ, στὴν ἀνάγκη, χρησιμοποιοῦμε καὶ «ἀντιστάθμιση», δηλαδὴ κατάλληλα πρόσθετα στοιχεῖα κυκλώματος. Ή ἀπλούστερη ἀντιστάθμιση, πρὸς τὶς ὑψηλότερες συγνότητες, γίνεται μὲ ἔνα πηγίο σὲ σειρὰ πρὸς τὸ ἀνοδικὸ φορτίο (σχ. 18·7 γ). Τὸ πηγίο αὐτὸ L₁ ἀνεβάζει τὴν ἀνοδικὴ συγνότητα ἀντί-

σταση (άρα και τὴν ἐνίσχυση) στις ὑψηλότερες συχνότητες, ἐνῶ δὲν δρᾶ πρακτικὰ στις χαμηλότερες συχνότητες.

Ἡ περιοχὴ ἐπεκτείνεται πρὸς τὶς χαμηλότερες συχνότητες μὲ δὲ λλες κατάλληλες ἀντισταθμίσεις. Ἡ ἀπλούστερη εἶναι μιὰ ἀντισταση παραλληλισμένη μὲ πυκνωτή, σὲ σειρὰ πρὸς τὸ ἀνοδικὸ φορτίο (σχ. 18·7γ). Ἔνα τέτοιο δίκτυο $R_1 C_1$ δὲν ἐπηρεάζει αἰσθητὰ τὶς ὑψηλότερες συχνότητες, αὐξάνει δὲ μᾶς τὴν ἀνοδικὴ σύνθετη ἀντισταση καὶ τὴν ἐνίσχυση στις χαμηλότερες συχνότητες.



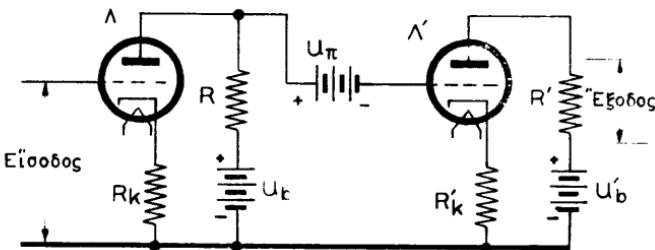
Σχ. 18·7γ.

Ἀντιστάθμιση γιὰ τὶς ὑψηλότερες συχνότητες (μὲ πηνίο L_1) καὶ τὶς χαμηλότερες συχνότητες (μὲ στοιχεῖα $R_1 C_1$) μᾶς πλατεῖας περιοχῆς συχνοτήτων.

18·8 Ένισχυτής συνεχοῦς τάσεως.

“Οταν θέλωμε νὰ ἐνισχύωμε πολὺ χαμηλές συχνότητες (λεγων c/s) ἡ, ἀκόμη περιβατέρο, μία συνεχὴ τάση (πὸὺ ἀντιστοιχεῖ σὲ συχνότητα μηδέν), μᾶς ἐμποδίζει κυρίως ὁ πυκνωτής συζεύξεως C_α (σχ. 18·7α). “Οσο καὶ νὰ αὐξήσωμε τὴν χωρητικότητά του, ἡ χωρητική του ἀντισταση παραμένει σημαντικὴ στὶς πολὺ χαμηλές συχνότητες, ἐνῶ ἀποτελεῖ διακοπὴ στὴ συνεχὴ τάση. Δὲν ὑπάρχει λοιπὸν ἄλλος τρόπος παρὰ νὰ βραχυκυκλώσωμε τέλεια τὸν πυκνωτὴ συζεύξεως, δηλαδὴ νὰ συγδέσωμε τὴν ἐπομένη βαθμῖδα ἀπ’ εὐθείας μὲ ἔναν ἀγωγό. Συγχρόνως πα-

ραλείπομε και τους πυκνωτές αποσυζεύξεως C_k της πολώσεως από την κάθοδο, όφού και αυτοί παρουσιάζουν πιά τόση άντισταση, ώστε να γίνωνται αχρηστοί.



Σχ. 18·8 α.

Άρχη του ένισχυτή συνεχούς τάσεως.

Φθάνομε, εποιητικά, στους ένισχυτές συνεχούς τάσεως με απ' εύθειας σύγχρονη, που ή αρχή τους φαίνεται στὸ σχῆμα 18·8 α (συνήθως χρησιμοποιούνται τρίσδες λυχνίες). Τὸ σχῆμα δείχνει τὴν απ' εύθειας σύγχρονη ἀνάμεσα στὴν ἀνοδὸ τῆς πρώτης λυχνίας Λ καὶ στὸ πλέγμα τῆς ἐπομένης λυχνίας Λ' μέσα ἀπὸ μία πηγὴ πολώσεως. "Οταν τὸ σῆμα εἰσόδου (τάση συνεχῆς ή πολὺ χαμηλῆς συχνότητας) μεταβάλλεται, τὸ ἀνοδικὸ φεῦμα τῆς λυχνίας Λ παρακολουθεῖ τὶς μεταβολές, ὅπως ἐπίσης καὶ ή ἀνοδικὴ τάση, δηλαδὴ ή τάση στὰ ἄκρα τοῦ ἀνοδικοῦ φορτίου R ἀναπαράγει ἐνισχυμένες τὶς μεταβολές τοῦ σύμπτος εἰσόδου. "Γ' στερα ἀπὸ μία δεύτερη ἐνισχυση ἀπὸ τὴν λυχνία Λ', τὸ σῆμα ἐξόδου λαμβάνεται στὰ ἄκρα τοῦ φορτίου R'. "Εννοεῖται διτ, διο ή τάση εἰσόδου μιένει σταθερή, ή τάση ἐξόδου είναι ἐπίσης σταθερή, ἔχει διμως μεγαλύτερη τιμὴ σὲ βόλτ, δηλαδὴ ή συνδεσμολογία ἐνισχύει τὶς συνεχεῖς τάσεις.

"Η συνδεσμολογία τοῦ σχήματος 18·8 α ἔχει, ὥστεσσο, πολλὰ μειονεκτήματα: "Η πηγὴ πολώσεως U_π δὲν ἔχει κανένα πόλο τῆς προσγειωμένο. Τὸ φορτίο ἐξόδου R' διαρρέεται ἀπὸ τὸ ἀνοδικὸ φεῦμα τῆς δεύτερης λυχνίας καὶ δὲν ἔχει ἐπίσης κανένα

ἄκρο του προσγειωμένο. Ὁποιαδήποτε μεταβολὴ στὶς τροφοδοτήσεις (ἀνέδων, πολώσεως ἢ πυρακτώσεως τῶν νημάτων) προκαλεῖ μεταβολές, ποὺ συγχέονται μὲ τὶς μεταβολές ἀποκρίσεως σὲ σήματα εἰσόδου.

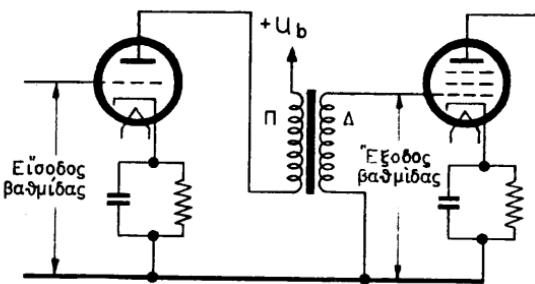
Γιὰ δὲ λόγους αὐτοὺς τοὺς λόγους, οἱ ἐνισχυτὲς συνεχοῦς τάσεως, ποὺ γρηγοριοποιοῦνται στὴν πρᾶξη, εἰναι ἀρκετὰ πολυπλοκότεροι (ἢ ἀρχικὴ συνδεσμολογία τροποποιεῖται, ὡςτε νὰ ἔξασφαλίζωνται οἱ ἀπαραίτητες προσγειώσεις, ἐφαρμόζονται διάφορες ἀντισταθμίσεις καὶ ρυθμίσεις, οἱ τροφοδοτήσεις γίνονται ἀπὸ σταθεροποιημένες πηγές, κλπ.). Συναντοῦμε τέτοιους ἐνισχυτὲς σὲ ἡλεκτρονικὰ βολτόμετρα συνεχοῦς τάσεως, σὲ ἀπαριθμητές, σὲ παλμογράφους καὶ σὲ διάφορες ἄλλες διατάξεις.

18.9 Ἐνισχυτὴς τάσεως μὲ μετασχηματιστή.

Ὁ ἐνισχυτὴς τάσεως μὲ ἀντιστάσεις εἶναι σχετικὰ φθηνός, καταλαμβάνει μικρὸ δύγκο καὶ δίνει, γενικά, ἵκανοποιητικὰ ἀποτελέσματα. Σὲ δρισμένες ὅμως περιπτώσεις προτιμούμε νὰ ἀντικαταστήσωμε τὴν ἀνοδικὴν ἀντισταση φόρτου R_a (σχ. 18·7α) ἡνὶα μετασχηματιστή. Καταλήγομε, ἔτσι, στὴ συνδεσμολογία τοῦ ἐνισχυτῆ τάσεως μὲ μετασχηματιστὴ συζεύξεως (σχ. 18·9α).

Σὲ ἔνα τέτοιον ἐνισχυτή, ἡ συνεχὴς τάση τροφοδοτήσεως δίνεται στὴν ἀνοδὸ μέσα ἀπὸ τὸ πρωτεῦον τοῦ μετασχηματιστῆ. Ἐπειδὴ ἡ ὡμικὴ ἀντισταση τοῦ πρωτεύοντος εἶναι χαμηλή, δὲν ὑπάρχει σημαντικὴ πτώση συνεχοῦς τάσεως. Ἔτσι, ἀντίθετα ἀπὸ ὅ,τι συμβαίνει στὸν ἐνισχυτὴ μὲ ἀντιστάσεις, σχεδὸν ὀλόκληρη ἡ συνεχὴς τάση τῆς πηγῆς τροφοδοτήσεως φθάνει ὧς τὴν ἀνοδὸ. Τὸ γεγονὸς αὐτὸ ἐπιτρέπει στὸ ἐναλλασσόμενο σῆμα εἰσόδου νὰ παίρνῃ πολὺ μεγαλύτερο πλάτος, χωρὶς ἀπαράδεκτη παραμόρφωση πλάτους, ἀρχ ἢ διέγερση τῆς ἐπομένης βαθμίδας μπορεῖ νὰ γίνεται πιὸ δραστήρια. Ἀν μάλιστα τὸ δευτερεῦον (Δ) ἔχει περισσότερες σπεῖρες ἀπὸ τὸ πρωτεῦον (Π), ἡ διέγερση ὑψώνεται

ἀκόμη περισσότερο. Ἐνάμεσα στοὺς κυριότερους λόγους γιὰ τοὺς ὅποιους προτιμοῦμε καμμιὰ φορὰ τὴ σύζευξη μὲ μετασχηματιστή, εἶναι κάτι τέτοιες δυνατότητες στὴ διέγερση τῆς ἐπομένης βαθμίδας (ποὺ μπορεῖ νὰ εἴναι καὶ ἡ τελευταία βαθμίδα ?συγένος).



Σχ. 18·9 α.

Σύζευξη μὲ μετασχηματιστή. Παρ’ ὅλη τὴ φαινομενικὴ ἀπλότητα, ἡ λειτουργία γίνεται πολύπλοκη, ἐξ αἰτίας τῶν παρασιτικῶν στοιχείων (ποὺ δὲν ἔχουν σχεδιασθῆ).

Τὸ ἀνοδικὸ φορτίο δὲν ἀποτελεῖται πιὰ ἀπὸ μία ὑψηλὴ ἀντίσταση, ἀλλὰ ἀπὸ τὴ σύνθετη ἀντίσταση, τοῦ μετασχηματιστῆ, ὅπου μάλιστα πρέπει νὰ λαμβάνωνται ὑπ’ ὄψη καὶ σὶ παρασιτικὲς χωρητικότητες τοῦ μετασχηματιστῆ καὶ τῶν λυχνιῶν. Ἡ ἐνίσχυση ἔξακολουθεῖ νὰ ὑπολογίζεται μὲ τὸν ἕδιο κατ’ ἀρχὴν τρόπο, ὅπως καὶ στοὺς ἐνισχυτὲς μὲ ἀντιστάσεις, καθὼς ὅμως τώρα τὸ ἀνοδικὸ φορτίο εἴναι μία σύνθετη ἀντίσταση, σὶ μεταβολὲς τῆς ἐνισχύσεως μὲ τὴ συγνότητα κινδυνεύουν νὰ γίνουν πολὺ μεγάλες. Γιὰ νὰ ἀποφύγωμε τυχὸν ἀπαράδεκτη παραμόρφωση συγνότητας, χρησιμοποιοῦμε μία τρίσδηη καὶ σχετικά πλέοντος, λυχνία. Ἐπειδὴ, ἡ τρίσδηη λυχνία ἔχει χαμηλὴ ἐπωτερικὴ ἀντίσταση (π.χ. 5 000 ἢ 10 000 Ω), ἡ σύνθετη ἀντίσταση τοῦ φορτίου παραμένει πολὺ μεγαλύτερη, ὅπότε ἀποδεικνύεται: ὅτι σὶ μεταβολὲς τοῦ φορτίου μὲ τὴ συγνότητα δὲν ἐπηγγείζουν σγιγκαντικὰ τὴν ἐνίσχυση. Μὲ αὐτὸν τὸν τρόπον παίρνομε μία ἀρκετὰ καλὴ καμπύλη ἀποκρίσεως σὲ συγνότητα, ἐνώ ἡ τρίσδηη λυχνία δίνει ἐνίσχυση λιγότερη, ἀπὸ σ.τι μία πέντος.

Ραδιοτεχνία B'

Οἱ δυσκολίες δὲν περιορίζονται στὴν παραμόρφωση συχνότητας. Δύσκολο εἶναι ἀκόμη νὰ ὑπολογίσωμε καὶ νὰ κατασκευάσωμε ἔνα καλὸ μετασχηματιστὴν, συζεύξεως (μὲς ὑψηλὴ σύνθετη ἀντίσταση καὶ ἀσθενῆ παρασιτικὰ στοιχεῖα). Ἐπὶ πλέον, ἔνας τέτοιος μετασχηματιστὴς εἶναι σχετικὰ ἀκριβός καὶ δηγωδής. Ἔπειροις καὶ ἄλλες ἀκόμη δυσκολίες, ποὺ συντελοῦν στὸ νὰ μὴ γρῆσιμοποιοῦνται καὶ τόσῳ πολὺ σὲ ἐνισχυτὲς τάσεως μὲ μετασχηματιστή. Ἀν διτέσσο αὐτὸν εἶναι ἀλγήθεια γιὰ ἐνισχυτὲς μὲ γῆλεκτρονικὲς λυγνίες, δὲν ἀληθεύει τὸ ἵδιο καὶ γιὰ ἐνισχυτὲς μὲ τρανζίστορ. Ή σύζευξη μὲ μετασχηματιστὴν προσαρμόζεται, πραγματικά, μὲ ἀρκετὴ ἐπιτυχία στὰ τρανζίστορ, ὅπου καὶ χρησιμοποιεῖται τελευταῖα πολύ.

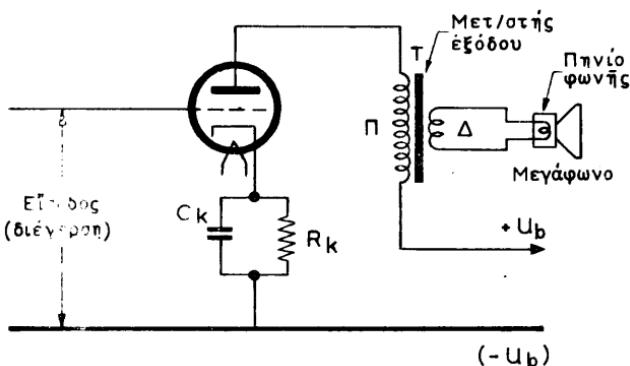
18 · 10 Ἐνισχυση ἰσχύος μὲ τρίοδη λυχνία.

Ἄς πηγήσωμε, τώρα, στὴν τελευταῖα βαθμίδα ἐνδὲς ἐνισχυτὴ X.Σ., ποὺ εἶναι ἡ βαθμίδα (ἢ οἱ βαθμίδες) ἰσχύος — ἐκεὶ δηλαδή, ποὺ ἀναπτύσσεται ἡ τελικὴ ἰσχὺς ἔξοδου (συγκριτικὰς ἀπὸ λίγα βάττ μέχρι δεκάδες βάττ). Τὴν ἀρχὴν τῆς λειτουργίας τὴν εἴπαμε στὴν παράγραφο 9 · 7. Θὰ θεωρήσωμε ὅσα εἴπαμε γνωστὰ καὶ θὰ ἀσχοληθοῦμε ἐδῶ κυρίως μὲ τὴν ἀπόδοση καὶ τὶς παραμορφώσεις. Καθὼς μάλιστα πρόκειται γιὰ βαθμίδες ἰσχύος, ἡ προσοχὴ μας πρέπει νὰ στραφῇ πρὸς τὴν παραμόρφωση πλάτους.

Στὴν παράγραφο αὐτὴν θὰ πάρωμε τὴν περίπτωση, ποὺ γίγαντιδα ἰσχύος πραγματοποιεῖται μὲ μία τρίοδη λυχνία (σχ. 18 · 10 α). Τὸ κυριότερο στοιχεῖο τῆς συνδεσμολογίας εἶναι ὁ μετασχηματιστὴς ἔξοδου (Τ). Ὁ ρόλος του εἶναι, ὅπως ξέρομε, νὰ «προσαρμόζῃ» τὴν χαμηλὴ ἀντίσταση τοῦ μεγαφόνου πρὸς τὴν πολὺ ὑψηλότερη ἐσωτερικὴ ἀντίσταση, τῆς λυχνίας. Ἄς ἔξετάσωμε καπάως καλύτερα τὸ ἕγιττυ μικρὸν.

Ἐνα μεγάφωνο (καὶ πιὸ συγκεκριμένα τὸ πηγήσ φωνῆς τοῦ μεγαφόνου) ἴσσοδυναμεῖ, στὴν χαμηλὴ συγγνότητα, μὲ μία σχετικὰ

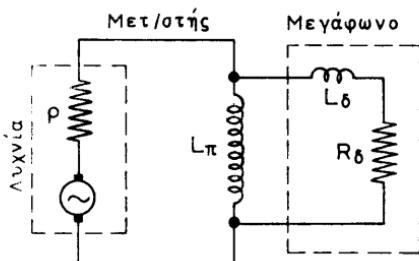
μικρή ώμικη άντεσταση R_μ (συνήθως 1 ή 20 Ω) σε σειρά με ένα πηγένιο L_μ . Τὰ στοιχεῖα αύτὰ « μεταφέρονται » στὸ πρωτεύον πολλαπλασιασμένα ἐπὶ n^2 , ὅπου n εἶναι ὁ λόγος μετασχηματισμοῦ



Σχ. 18·10 α.

Ένισχυση ίσχυος με τρίοδη λυχνία.

τοῦ μετασχηματιστῆ (βλ. παρ. 9·7). "Ετσι, τὸ ισοδύναμο κύκλωμα τῆς βαθμίδας ἔξοδου παίρνει τὴ μορφὴ ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 18·10 β. Σ' αὐτὸ τὸ ἀπλοποιημένο ισοδύναμο κύκλωμα, L_π εἶναι



Σχ. 18·10 β.

Ίσοδύναμο κύκλωμα τοῦ ἔνισχυτῆ, ποὺ φαίνεται στὸ σχῆμα 18·10 α.

ἡ αὔτε παγωγὴ τοῦ πρωτεύοντος τοῦ μετασχηματιστῆ (ἢ δοιά πρέπει νὰ εἶναι ἀρκετὰ μεγάλη), ἐνῶ $R_\delta = n^2 R_\mu$ καὶ $L_\delta = n^2 L_\mu$

εἶναι τὰ στοιχεῖα τοῦ μεγαφώνου, μεταφερμένα στὸ πρωτεῦον. Ήπειρ' ὅτι οἱ αὐτεπαγωγὲς L_p καὶ L_d παίζουν τὸ ρόλο τους πρὸς τὶς ἀκραῖες συχνότητες μιᾶς δρισμένης περιοχῆς συχνοτήτων, ἐν τούτοις μποροῦμε νὰ θεωρήσωμε ὅτι, στὶς ἐνδιάμεσες τουλάχιστο συχνότητες, τὸ ἀνοδικὸ φορτίο ἀποτελεῖται μόνο ἀπὸ τὴν ἴσοδύναμη ἀντίσταση R_d τοῦ μεγαφώνου. Τὸ πρόβλημα λοιπὸν εἶναι: ποιά τιμὴ πρέπει νὰ δώσωμε σ' αὐτὴ τὴν ἀντίσταση φόρτου (μὲν ἀλλα λόγια, ποιός εἶναι ὁ κατάλληλος λόγος μετασχηματισμού), ἵστε ἡ ἴσχυς ἔξόδου νὰ γίνη ἡ μεγαλύτερη δυνατὴ (ἀφοῦ καθορίσωμε ἀπὸ πρὸ τῆς συνεχῆ ἀνοδικῆ τάση καὶ τῇ μεγίστῃ παραδεκτῇ παραμόρφωσῃ).

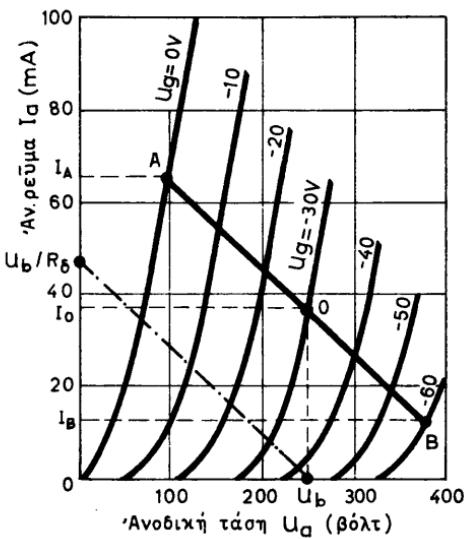
Σύμφωνα μὲν ὅσα εἴπαμε γιὰ τὴν προσαρμογὴν, στὴν παράγραφο 9 · 8, θὰ ἔπρεπε ἀπλούστατα νὰ ἐπιδιώξωμε νὰ ἐξισώσωμε τὴν ἀντίσταση φόρτου πρὸς τὴν ἐσωτερικὴ ἀντίσταση τῆς λυχνίας ($R_d = \rho$). Δυστυχῶς δημοσιεύτηκε τὴν ἐπιθήκην προσαρμογῆς προ-υποθέτει ὅτι ἡ λυχνία εἶναι ἕνα γραμμικὸ στοιχεῖο, ὅτι δηλαδὴ τὰ ρεύματα στὴ λυχνία εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὶς τάσεις ποὺ τὰ προκαλοῦν. Τούτο θὰ ἐσήμαινε ὅτι οἱ χαρακτηριστικὲς τῆς λυχνίας θὰ ἥσαν εὐθεῖες γραμμές, ἐνῶ ἔρομε ὅτι οἱ χαρακτηριστικὲς εἶναι καμπύλες. Τὸ γεγονός αὐτὸν περιπλέκει τό πρόβλημα. Η λύση του ἐπιτυγχάνεται μὲν κατάλληλες γραφικὲς κατασκευὲς πάνω στὸ δίκτυο τῶν χαρακτηριστικῶν τῆς λυχνίας (ἡ λύση γίνεται πολὺ πιὸ δύσκολη, ἂν θελήσωμε νὰ λάβωμε ὑπ' ὄψη μας καὶ τὶς αὐτεπαγωγὲς L_p καὶ L_d).

Τὸ εὐτύχημα εἶναι ὅτι τὴν δουλειὰ αὐτὴ τὴν ἔχουν κάνει οἱ κατασκευαστὲς τῶν λυχνιῶν καὶ ἔτσι δὲν εἶναι ἀπαραίτητο νὰ τὴν ξανακάνωμε ἐμεῖς. Ο κατασκευαστὴς τῆς λυχνίας δίνει, πραγματικά, τὴν κατάλληλη τιμὴ τοῦ ἀνοδικοῦ φορτίου R_d . Η τιμὴ αὐτῆ, γιὰ μία τρίσδη λυχνία, εἶναι μεγαλύτερη (μέχρι καὶ τὸ διπλάσιο) ἀπὸ τὴν ἐσωτερικὴ ἀντίσταση τῆς λυχνίας. Ἐμεῖς δὲν ἔχομε παρὰ νὰ διαλέξωμε ἕνα μετασχηματιστὴ ἔξόδου μὲν λόγο

μετασχηματισμοῦ $n = \sqrt{R_\delta/R_\mu}$ (π.χ. γιὰ $R_\delta = 5\,200\ \Omega$ καὶ $R_\mu = 2\ \Omega$, εὑρίσκομε $n = \sqrt{5\,200/2} = 51$).

Ωστόσο, χρειάζεται τουλάχιστο νὰ ἀπαντήσωμε στὸ ἔξῆς ἐρώτημα: "Οταν ἔχωμε τὶς χαρακτηριστικὲς (U_a , I_a) τῆς λυχνίας καὶ ξέρομε τὴν τιμὴ τοῦ ἀνοδικοῦ φορτίου R_δ , μὲ ποιό τρόπο μποροῦμε νὰ καθορίσωμε πόσο θὰ εἶναι τὸ ποσοστὸ τῆς παραμορφώσεως πλάτους;

Ηὰ ἀπαντήσωμε μὲ τὴ βοήθεια τοῦ σχήματος 18·10 γ.



Σχ. 18·10 γ.

Ἡ εὐθεία φόρτου ΑΟΒ περνᾶ ἀπὸ τὸ σημεῖο λειτουργίας Ο καὶ ἀντιστοιχεῖ σὲ ἀνοδικὸ φορτίο $R_\delta = 5,2\ k\Omega$. Οἱ μεταβολὲς τῆς ἀνοδικῆς τάσεως καὶ τοῦ ἀνοδικοῦ ρεύματος καθορίζονται ἀπὸ αὐτὴ τὴν εὐθεία ΑΟΒ (ποὺ γ' αὐτὸ λέγεται καὶ δυναμικὴ χαρακτηριστική).

Τοποθετοῦμε πρῶτα τὸ σημεῖο λειτουργίας Ο, ποὺ ἔντιστοιχεῖ στὴ συνεχὴ τάση τῆς πηγῆς τροφοδοτήσεως (π.χ. $U_6 = 250\ V$) καὶ τὸ ἀνοδικὸ ρεῦμα ἡρεμίας (π.χ. $I_0 = 37\ mA$). Ἄς σημειώθῇ ὅτι τὸ σημεῖο λειτουργίας ἀντιστοιχεῖ στὴ συνεχὴ τάση τῆς

πηγῆς τροφοδοτήσεως, γιατί ή τροφοδότηση γίνεται μέσα από τὸ πρωτεὺον τοῦ μετασχηματιστῆ, ἀρα χωρὶς αἰσθητὴ πτώση τάσεως, πρᾶγμα ποὺ ἔξηγήσαμε στὴν προηγουμένη παράγραφο.

Κατόπιν χαράζομε τὴν εὐθεία φόρτου, γιὰ τὴν δποία μιλήσαμε στὴν παράγραφο 9 · 3. Ἡ διαφορὰ ἐδῶ εἶναι ὅτι γε εὐθεία φόρτου πρέπει νὰ περνᾷ ὑποχρεωτικὰ ἀπὸ τὸ σημεῖο Ο. Γιὰ εὔκολία, χαράζομε στὴν ἀρχὴ μία βοηθητικὴ εὐθεία φόρτου (εὐθεία — τοῦ σχ.), ἀκριβῶς ὅπως ἔξηγήσαμε στὴν παράγραφο 9 · 3 καὶ, ὑστερε, χαράσσομε ἀπὸ τὸ σημεῖο Ο τὴν εὐθεία φόρτου AOB, παράλληλη πρὸς τὴν βοηθητικὴ. Τὴν εὐθεία φόρτου AOB τὴν σταματοῦμε στὰ σημεῖα A καὶ B. Τὸ ἐπάνω σημεῖο A ἀντιστοιχεῖ σὲ μηδενικὴ περίου τάση ὅδηγοῦ πλέγματος. Ἀν τώρα προχωρούσαμε πιὸ πάνω, τὸ πλέγμα θὰ γινόταν θετικό, πρᾶγμα ποὺ τὸ ἀποφεύγομε. Τὸ κάτω σημεῖο B φθάνει μέχρι τὰ καμπύλα τμῆματα τῶν χαρακτηριστικῶν, χωρὶς διμως νὰ εἰσχωρῇ πολὺ μέσα σ' αὐτὰ καί, πολὺ περισσότερο, χωρὶς νὰ κατεβαίνῃ μέχρι τὸν ὅριζόντιο ἄξονα, ἐπου τὸ ἀνοδικὸ ρεύμα μηδενίζεται. Μὲ αὐτὲς τὶς συνθήκες γε λυχνία ἐργάζεται σὰν ἐνισχύτρια σὲ « τάξη A » (παρ. 9 · 9) καὶ γε παραμόρφωση πλάτους δὲν γίνεται ὑπερβολική. Ἐπὶ πλέον, τὰ σημεῖα A καὶ B πρέπει νὰ ἀντιστοιχοῦν σὲ πολάρσεις, ποὺ νὰ ἀπέχουν ἔξι ἵσου ἀπὸ τὴν πόλωση στὸ σημεῖο Ο. Μὲ τὸν τρόπο αὐτόν, ἀπὸ τὴν μιὰ μεριά τὸ σημεῖο Ο μᾶς δείχνει τὴν συνεχὴ πόλωση τοῦ πλέγματος τῆς λυχνίας (— 30 V, στὸ παράδειγμά μας), ἐνῶ, ἀπὸ τὴν ἄλλη μεριά, τὰ σημεῖα A γε B καθορίζουν τὸ πλάτος τῆς μεγαλύτερης δυνατῆς διεγέρσεως (πλάτος 30 V στὸ σχῆμα, δηλαδὴ συγκοινωνία μεταβολὴ μεταξὺ O καὶ — 60 V ἀπὸ κορυφῆ σὲ κορυφῆ).

Ἄφοῦ κάνωμε αὐτὴ τὴν κατασκευή, γε παραμόρφωση πλάτους ὑπολογίζεται εὔκολα. Ἄρκει νὰ σημειώσωμε πάνω στὸ σχῆμα τὰ ρεύματα I_O καὶ I_A, ποὺ ἀντιστοιχοῦν στὰ σημεῖα O καὶ A νὰ ἐφαρμόσωμε τὸν τύπο:

$$\text{παραμόρφωση } \delta = \frac{2 I_O - I_A}{2 I_A} \cdot 100\% \quad (1)$$

Στὸ παράδειγμά μας, $I_O = 37 \text{ mA}$ καὶ $I_A = 67 \text{ mA}$, ἀρα $\delta = \frac{2 \times 37 - 67}{2 \times 67} 100 = 5,2\%$. Αὐτὴν ἡ παραμόρφωση πλάτους, ποὺ προέρχεται ἀπὸ μία τρίοδη λυχνία, εἶναι, ὅπως ξέρομε, παραμόρφωση ἀπὸ 2η ἀρμονικὴ κυρίως.

*Ας ὑπολογίσωμε καὶ τὴν ὁφέλιμη ισχὺ χαμηλῆς συγνότητας. Τὸ μεγαλύτερο δυνατὸ πλάτος ρεύματος X.Σ. εἶναι, σύμφωνα μὲ τὸ σχῆμα, $I = \frac{1}{2} (I_A - I_B) = \frac{1}{2} (67 - 12,5) = 27 \text{ mA}$, ἐνῶ τὸ πλάτος τῆς ἀντίστοιχης τάσεως εἶναι $U = \frac{1}{2} (U_B - U_A) = \frac{1}{2} (378 - 94) = 142 \text{ V}$. *Αρα ἡ μεγαλύτερη δυνατὴ ισχὺς X.Σ. στὴν ἔξοδο εἶναι:

$$P_{X\Sigma} = \frac{1}{V^2} U \cdot \frac{1}{V^2} I = \frac{1}{2} \times 142 \times 0,027 = 1,9 \text{ βάττ}$$

(οἱ δύο παραγόντες $1/V^2$ μπαίνουν γιὰ νὰ περάσωμε στὶς ἐνεργὲς τιμές). Γιὰ νὰ πάρωμε αὐτὴν τὴν ισχὺ X.Σ., ἡ πηγὴ τροφοδοτήσως παρέχει συνεχὴ ισχύ:

$$P_0 = U_0 I_0 = 250 \times 0,037 = 9,25 \text{ βάττ.}$$

*Άρα, ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς λυχνίας εἶναι:

$$\eta = \frac{P_{X\Sigma}}{P_0} 100\% = \frac{1,9}{9,25} 100\% = 20\% \text{ περίπου.}$$

Τὰ ὑπόλοιπα 80% τῆς συνεχοῦς ισχύος μετατρέπονται σὲ θερμότητα πάνω στὴ λυχνία. Στὴν κατάσταση ἡρεμίας (χωρὶς διέγερση) ἐλέκτρη γὰρ συνεχὴς ισχὺς $U_0 I_0$ μετατρέπεται σὲ θερμότητα καὶ ἀποτελεῖ τὴν γνωστὴ μικρὰ ἀνοδικὴ κατανάλωση (βλ. παρ. 8·4). Δὲν πρέπει βέβαια νὰ ξεγνοῦμε ὅτι ἡ ἀνοδικὴ κατανάλωση δὲν ἐπιτρέπεται νὰ εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὸ ἀνώτερο ἔριο, ποὺ καθορίζει ὁ κατασκευαστὴ τῆς λυχνίας.

Ἐνας βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς τάξεως τοῦ 20 % δὲν εἶναι περίφημος. Ἡ μορφὴ τῶν χαρακτηριστικῶν μιᾶς τρίοδης λυχνίας δὲν ἔπιτρέπει γενικὰ μεγάλους βαθμοὺς ἀποδόσεως (σὲ τάξη A). Ὁταν θέλωμε νὰ βελτιώσουμε τὴν ἀπόδοσην, πρέπει νὰ γρηγοροποιήσωμε πέντοδες λυχνίες, γιατὶ συγχρόνως βελτιώνεται καὶ ἡ εύσυμθησία τῆς διατάξεως, δηλαδὴ, μία ὅρισμένη ἵσχυ τὴν παίρνομε μὲ μικρότερη, διέγερση. Γι: ἀντέ, τὶς περισσότερες φορές, οἱ βαθμοὺς ἵσχυος κατασκευάζονται μὲ πέντοδες λυχνίες καὶ μάλιστα μὲ λυχνίες «κατευθυνομένης δέσμηνς» (βλ. παρ. 8·8 καὶ 8·9).

18·11 Ἐνίσχυση ἴσχυος μὲ πέντοδη λυχνία.

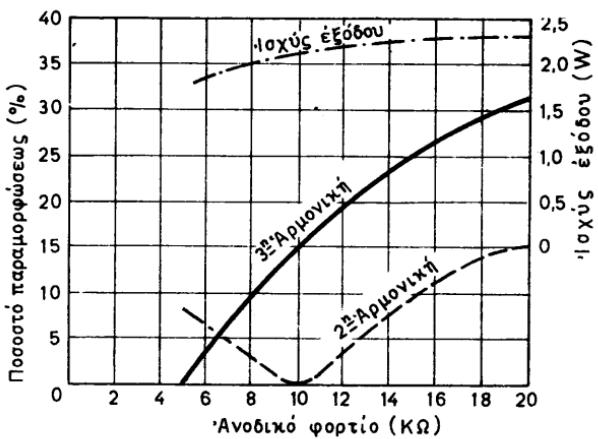
Μία βαθμίδα ἵσχυος μὲ πέντοδη λυχνία συγδειμολογεῖται σὺσιαστικὰ μὲ τὸν ἕδιο τρόπο, ὅπως στὴν προγραμμένη περίπτωση τῆς τρίοδης λυχνίας, μόνο ποὺ προστίθεται τὸ κύκλωμα τροφοδοτήσεως τοῦ προστατευτικοῦ πλέγματος. (Παράδειγμα συνδεσμολογίας μὲ πέντοδη λυχνία δίνεται στὸ σχῆμα 9·7α). Ἡ λειτουργία ἔξετάζεται ἐπίσης μὲ τοὺς ἕδιους τρόπους, ἀλλὰ οἱ ἀριθμοὶ καὶ τὰ συμπεράσματα εἶναι διαφορετικά. Οἱ κυριότερες διαφορὲς εἶναι οἱ ἀκόλουθες:

Τὸ εὐνοϊκὸ ἀνοδικὸ φορτίο (δηλαδὴ τὸ φορτίο ἐκεῖνο, ποὺ ἔξασφαλίζει τὴ μεγαλύτερη δυνατὴ ἴσχυ γιὰ μία γνωστὴ συνεχὴ τάση τροφοδοτήσεως τῆς ἀνόδου καὶ ἔνα προκαθορισμένο ὅριο παραμορφώσεως πλάτους) εἶναι, τώρα, μικρότερο ἀπὸ τὴν ἐσωτερικὴ ἀντίσταση τῆς λυχνίας. Μποροῦμε π.χ. νὰ εὔρωμε εὐνοϊκὸ ἀνοδικὸ φορτίο 10 kΩ γιὰ μία πέντοδη λυχνία μὲ ἐσωτερικὴ ἀντίσταση 50 ή 100 kΩ. ¹ Ας σημειωθῇ, ἐξ ἀλλού, ὅτι οἱ πέντοδες λυχνίες ἵσχυος ἔχουν γενικὰ ἐσωτερικὴ ἀντίσταση πολὺ μικρότερη ἀπὸ τὶς πέντοδες τάσεως ἥδη ὑψηλῆς συγχόνητας (στὶς τελευταῖς, γιὰ ἐσωτερικὴ ἀντίσταση εἶναι τῆς τάξεως τοῦ MΩ).

Ὁταν τὸ ἀνοδικὸ φορτίο ἔχῃ τὴν εὐνοϊκὴν τιμὴν του, ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως (σὲ τάξη A) μπορεῖ νὰ ἀνέρηγε γύρω στὰ 40 % (δη-

λαδή λίγο - πολὺ νὰ διπλασιασθῇ σχετικά μὲ τὴν τρίσδη λυχνία). Ή κῦξηση τῆς ἀποδόσεως καὶ συγχρόνως ἡ μεγαλύτερη εὔαισθησία ἀποτελοῦν τὰ βασικότερα πλεονεκτήματα τῆς πέντοδης λυχνίας ίσχυος.

Τὸ πάραχουν, δημως, καὶ τὰ δυσάρεστα. Η πέντοδη ἔχει τὴν κακὴ διάθεση νὰ δίνῃ μεγαλύτερη καὶ πιὸ δυσάρεστη παραμόρφωση ἀπὸ ὅ, τι ἡ τρίσδη λυχνία. Η παραμόρφωση πλάτους, ποὺ προκαλεῖ μία πέντοδη λυχνία, διφείλεται σὲ 2η καὶ σὲ 3η ἀριμονική συγχρόνως. Τὸ σχῆμα 18-11 α δείχνει μὲ ποιό τρόπο μεταβαλλονται τὰ ἀντίστοιχα ποσοστὰ παραμορφώσεως (καθὼς καὶ



Σχ. 18-11 α.

Μεταβολὴ τῆς παραμορφώσεως καὶ τῆς ίσχυος ἔξόδου μὲ τὸ ἀνοδικὸ φορτίο (πέντοδη λυχνία).

ἥτις ίσχυς ἔξόδου), διταν τὸ ἀνοδικὸ φορτίο μεταβάλλεται. Οπως βλέπομε, ἡ παραμόρφωση ἀπὸ 2η ἀριμονική μπορεῖ νὰ μηδενισθῇ γιὰ μία κατάλληλη τιμὴ ἀνοδικοῦ φορτίου ($10 \text{ k}\Omega$ τοὺς περίπτωσις τοὺς σχῆματος), στὸ μεταξὺ δημως ἡ παραμόρφωση ἀπὸ 3η ἀριμονική, ποὺ εἶναι καὶ πιὸ δυσάρεστη, ἀνεβαίνει σὲ ἀρκετὰ ὄψηλὸ ποσοστὸ (περίπου 15% τὸ σχῆμα). Εὐτυχῶς ἔτι ἡ κατάσταση

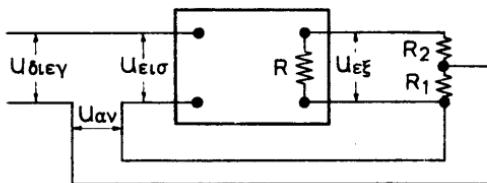
μπορεῖ νὰ βελτιωθῇ, ὅταν τουλάχιστο μποροῦμε νὰ γρηγοριοποιήσωμες δριψιμένα μέσα, πὼν τὰ ἔξγραφοις παρακάτω.

18·12 Αρνητική ἀνάδραση.

"Ενας τρόπος γιὰ νὰ μειώσωμε σημαντικὰ τὴν παραμόρφωση εἶναι νὰ γρηγοριοποιήσωμε τὴν ἀρνητικὴ ἀνάδραση. "Οπως ξέρομε, ἀνάδραση, σημαίνει νὰ ξεχωρίσωμε ἕνα ποσοστὸ ἀπὸ τὴν ἐνισχυμένη τάση ἐξόδου του ἐνισχυτῆ καὶ ὑστερά νὰ τὴν ἐφαρμόσωμε πίστι πρὸς τὴν εἰσόδο του. Ἐπὶ πλέον, τὴν τάση ἀναδράσεως (αὐτὴν πὸν γυρίζει πίσω πρὸς τὴν εἰσόδο του ἐνισχυτῆ) τὴν παίρνομε ἐδὴ ἔτσι, ὅτε νὰ εἴναι ἀντίθετη (σὲ ἀντίφαση) πρὸς τὸ σῆμα διεγέρσεως. Γι' αὐτὸ λέμε ὅτι κάνομε ἀρνητικὴ ἀνάδραση. Γιὰ νὰ τὴν πραγματοποιήσωμε, γρηγοριοποιοῦμε ἕνα κατάλληλο κύκλωμα, τὸ οὐκλωμα ἀναδράσεως.

Ποὺν προγράψωμε, πρέπει νὰ πούμε ἀμέσως ὅτι γί αρνητικὴ ἀνάδραση ἐλαττώνει τὴν ἐνισχυση, τῆς βαθμίδας, στὴν ὁποία ἐφαρμόζεται. Ἀπαραίτητο, λοιπόν, είναι ὁ ἐνισχυτής νὰ διαθέτῃ ἐνισχυση παραπάνω ἀπὸ ὅτι κανονικὰ γρειάζεται, ὅπότε μποροῦμε νὰ θυσιάσωμε τὴν παραπάνισια ἐνισχυση γιὰ νὰ μειώσωμε τὴν παραμόρφωση, δηλαδὴ νὰ κερδίσωμε σὲ ποιότητα.

ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ



Σχ. 18·12 α.
Αρνητικὴ ἀνάδραση τάσεως.

Τὸ σχῆμα 18·12 α δείχνει μὲ ποιό τρόπο πραγματοποιεῖται: κατ' αρχὴν γί αρνητικὴ ἀνάδραση τάσεως (τὴν πράξη συνατοῦμε διάφορες παρόμιοις συνδεσιολογίες). Ἐπειδὴ, ακθόις ξέ-

ροιει, ή τάση, έξόδου είναι όποι μόνη της σε άντιφαση μὲ τὴν τάση διεγέρσεως (παρ. 9·3), ἀρκεῖ νὰ πάρωμε κατ' εὐθείαν ἕνα ποσοστὸ τῆς τάσεως έξόδου καὶ νὰ τὸ γυρίσωμε πίσω πρὸς τὴν εἰσόδο. Στὴν περίπτωση τοῦ σχήματος, αὐτὸ τὸ ἐπιτυγχάνομε μὲ τὸ διαιρέτη, τάσεως $R_1 R_2$. Ετοι τὸ κλάσμα $\frac{R_1}{R_1 + R_2}$ τῆς τάσεως έξόδου ἐπιστρέψει στὴν εἰσόδο. Τὸ κλάσμα αὐτὸ δηνομάζεται ποσοστὸ ἀναδράσεως καὶ τὸ σημειώνομε μὲ 6. Στὸ παράδειγμα μας:

$$6 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

ὅπότε γη τάση ἀναδράσεως (U_{av}), αὐτὴ δηλαδὴ ποὺ ἐπιστρέψει στὴν εἰσόδο, είναι:

$$U_{av} = 6U_{e\xi} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{e\xi}, \quad (2)$$

Ἐποι $U_{e\xi}$ είναι γη τάση έξόδου (ἄς σημειωθῇ ὅτι ἀσχολούμαστε μόνος μὲ τὸ ἐναλλασσόμενα μεγέθη, ἀφήνοντας κατὰ μέρος τὶς συνεχεῖς τάσεις καὶ τὰ συνεχῆ ρεύματα).

Καθὼς γη τάση ἀναδράσεως είναι ἀντίθετη πρὸς τὴν τάση διεγέρσεως ($U_{διεγ}$), ἀφαιρεῖται ἀπὸ τὴν τελειταία, ὅπότε στὴν εἰσόδο τοῦ ἐνισχυτῆ μένει γη τάση:

$$U_{eis} = U_{διεγ} - U_{av}. \quad (3)$$

"Ἄς σημειώμει τῶρα μὲ A τὴν ἐνισχύση τῆς συνδεσμολογίας γωρίς ἀνάδραση, καὶ μὲ A' τὴν ἐνισχύση, μὲ ἀνάδραση, (τὶς ἐνισχύεις τὶς λογαριάσμεις τὸν θετικὸν ἀριθμούν, δηλαδὴ ἀμελοῦμε ἐδὴ τὴν ἀνατροφὴν φάσεως, ποὺ κάνει ὁ ἐνισχυτής). "Αν θυμηθοῦμε ὅτι $A = U_{e\xi}/U_{eis}$ καὶ $A' = U_{e\xi}/U_{διεγ}$, μποροῦμε νὰ καταλήξωμε, ὅτερα ἀπὸ μερικές πράξεις, τὸ έξης ἀποτέλεσμα:

$$A' = \frac{A}{1 + 6A}. \quad (4)$$

"Ο τύπος αὐτὸς δίνει τὴν ἐνισχύση A' τῆς συνδεσμολογίας, σταν τὴν έχωμε ἐφαρμόσει μία ἀργητική, ἀνάδραση, τάσεως. "Αν

π.γ. τὸ ποσσοτὸ ἀνάδρασεως εἰναι: $\delta = 0,2$ καὶ ἡ ἐνίσχυση γωρίς ἀνάδραση, εἰναι: $A = 20$, τότε ἡ ἐνίσχυση μὲν ἀνάδραση θὰ εἰναι:

$$A' = \frac{20}{1 + 0,2 \times 20} = \frac{20}{5} = 4.$$

Τὸ παράδειγμα δεῖγει: ὅτι ἡ ἀρνητικὴ ἀνάδραση μπορεῖ νὰ μειώσῃ την σγηνατικὰ τὴν ἐνίσχυσην. Τίποτα δμως δὲν μᾶς ἐμποδίζει νὰ αὐξήσουμε ἀνάθλογα τὴν τάση διεγέρσεως (κρατώντας, στὸ μεταξύ, τὴν ἕδια πάντα πόλωση, τῆς λυχνίας), διότε ἡ τάση ἔξοδου, καθὼς καὶ ἡ ἴσχυς ἔξοδου, μποροῦν νὰ πλησιάσουν τὶς κανονικές τους τιμές. Ἀρκεῖ βέβαια νὰ διαθέτωμε μιὰ τέτοια μεγαλύτερη διέγερση, γωρίς μάλιστα οἱ προηγούμενες βαθμίδες, ποὺ δίνουν αὐτὴ τὴν μεγάλη διέγερση, γὰ προκαλοῦν παραμορφώσεις ἀπὸ τὴν δική τους πλευρά.

"Ἄξ δοῦμε, τώρα, πῶς ἡ ἀρνητικὴ ἀνάδραση, περιορίζει τὶς παραμορφώσεις. "Εστω ὅτι ἔχομε ἓνα ἐνισχυτὴ ἴσχυος, ποὺ γεννᾷ μιὰ ὁρισμένη ἀρμονική, γωρίς ἡ ἀρμονικὴ αὐτὴ νὰ ὑπάρχῃ ἀρχικὰ στὸ σῆμα διεγέρσεως. "Ἐνα μέρος τῆς ἀρμονικῆς γυρίζει στὴν -εῖς-οδὸ καὶ ἐνισχύεται, ἡ ἐνισχυμένη δμως ἀρμονικὴ ειρήσκεται, στὴν ἔξοδο τοῦ ἐνισχυτῆ, σὲ ἀντίφαση μὲ τὴν προέλευσή της. "Ετοι, ἡ ἀρνητικὴ ἀνάδραση μειώνει τὴν παραμορφώση πλάτους καὶ μάλιστα στὴν ἕδια ἀναλογία, ποὺ μικραίνει καὶ τὴ συγ-ολικὴ ἐνίσχυση τῆς συνδεσμολογίας.

"Ἡ ἀρνητικὴ ἀνάδραση τάσεως ἔχει καὶ ἓνα ἄλλο ἀποτέλεσμα: Ἐλαττώνει τὴν ἐσωτερικὴ ἀντίσταση τῆς λυχνίας, πρᾶγμα ποὺ εἰναι: πολλὲς φορὲς γρήσιμο. "Εστω ὅτι ἡ λυχνία, γωρὶς ἀνάδραση, ἔχει ἐσωτερικὴ ἀντίσταση ρ. "Οταν ἐφαρμόσωμε τὴν ἀνάδραση, ἡ λυχνία παρουσιάζει μία φαινομενικὴ ἐσωτερικὴ ἀντίσταση ρ' καὶ ἀποδεικνύεται ὅτι ἔχομε:

$$\rho' = \frac{\rho}{1 + \delta\mu}, \quad (5)$$

ζπου μ δ συντελεστής ένισχύσεως τής λυχνίας. Έπειδη δ συντελεστής ένισχύσεως μ είναι πάντα μεγαλύτερος από τήν ένισχυση A, ή έσωτερική άντισταση έλαττώνεται περισσότερο από δ, τι ή ένισχυση και ή παραμόρφωση πλάτους. Π.χ. για μία πέντοδη λυχνία ίσχύσεως μὲ $\rho = 100 \text{ k}\Omega$, $\mu = 300$ καὶ γιὰ άνάδραση μὲ ποσοστὸ $\beta = 0,2$, θὰ έχωμε $\rho' = \rho/61 = 100/61 = 1,64 \text{ k}\Omega$, δηλαδὴ πολὺ χαμηλὴ φωτισμενική έσωτερική άντισταση.

Τπάρχει καὶ κάτι ἄλλο ἀκόμα: Ή ἀρνητική άνάδραση έλαττώνει τήν παραμόρφωση συχνότητας. Αὐτὸ δὲ οφέρει περισσότερο τοὺς ένισχυτές τάσεως. Εστω δὲ έφαρμόζομε, σὲ ένα τέτοιο ένισχυτή, ἀρνητική άνάδραση μὲ ποσοστὸ $\beta = 0,1$ καὶ δὲ ή ένισχυση χωρὶς άνάδραση είναι A = 200. Τὸ γ. οὕτε έΑ ίσουνται μὲ $0,1 \times 200 = 20$ καὶ, στὸ παρόδειγμά μας, παραμένει μεγάλος δὲ πρὸς τὴν μονάδα. Τότε, στὸν τύπο (4) μποροῦμε νὰ παραλεῖψομε τὸ 1 μπροστὰ στὸ βΑ = 20 καὶ νὰ γράψωμε:

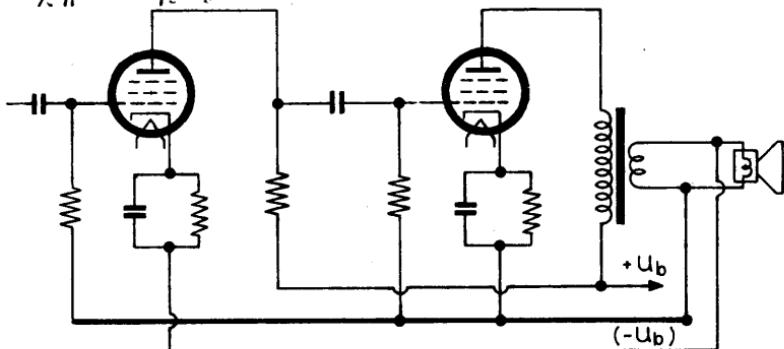
$$A' = \frac{A}{\beta A}, \quad \text{δηλαδὴ } A' = \frac{1}{\beta}. \quad (6)$$

Στὸ παρόδειγμα ποὺ πήραμε, ή ένισχυση μὲ άνάδραση θὰ είναι A' = 1/β = 1/0,1 = 10. Μία τέτοια ένισχυση είναι βέβαια μικρή, καθορίζεται δημοσίου μόνο απὸ τὸ ποσοστὸ άναδράσεως, χωρὶς πιὰ νὰ έπειμαίνῃ καθόλου τὸ κύκλωμα τῆς λυχνίας. "Αν λοιπὸν τὸ κύκλωμα άναδράσεως δὲν έπειρείται αἰσθήτᾳ απὸ τὴν συγχρότητα (ἀν π.χ. ἀποτελήται ἀπὸ ωμικὲς άντιστάσεις), τότε τὸ ίδιο θὰ συμβαίνῃ καὶ μὲ τὴν ένισχυση, δηλαδὴ δὲν θὰ έχωμε πρακτικὰ παραμόρφωση συγχρότητας. Τούτο είναι προφανῶς ἀκραία περίπτωση, πραγματικὰ δύμως ή ἀρνητική άνάδραση μπορεῖ νὰ περιορίσῃ πάρα πολὺ τὴν παραμόρφωση συγχρότητας.

Τὸ γενικὸ συμπέρασμα είναι δὲ ή ἀρνητική άνάδραση τάσεως περιορίζει τὶς παραμόρφώσεις καὶ έλαττώνει τὴν έσωτερική άντισταση τῆς λυχνίας, έντο συγχρόνως μικραίνει καὶ τὴν ένισχυση. Οταν ή έλάττωση τῆς ένισχύσεως δὲν μέχες ένδιαφέρη (π.χ.

γιατί μπορούμε νά αύξησωμε τήν διέγερση), τότε ή χρησιμοποίηση τής άρνητικής άναδράσεως άποθαίνει πολὺ εύνοϊκή. Πρέπει ώστόσο νά προσέχωμε μήπως σὲ έρισμένες συγχύτητες (συγήθως έξω απὸ τήν περιοχήν συχνοτήτων, που θέλομε νά ένισχυσωμε) ή άναδραση ἀπὸ άρνητική γίνεται θετική, διότε ή συνδεσμολογία μπορεῖ νά μετατρέπεται σὲ ταλαντωτή.

Τὸ σχῆμα 18·12 β δίνει ἔνα παράδειγμα ένισχυτῆ μὲ άρνητική άναδραση τάσεως. Ἐδῶ χρησιμοποιοῦμε σὰν τάση άναδράσεως ὀλόκληρη τήν τάση στὸ δευτερεύον τοῦ μετασχηματιστῆ ἐξόδου καὶ τήν ἐφαρμόζομε κατάλληλα στήν προηγούμενη βαθμίδα, ποὺ κάνει ένισχυση τάσεως. Μὲ τὸν τρόπο αὐτόν, ή άναδραση κατανέμεται καλύτερα σὲ δύο βαθμίδες, ἐνῷ συγχρόνως παίρνει μέρος καὶ ὁ μετασχηματιστής ἐξόδου. Ἐπομένως, ή διέρθωση τῶν παραμορφώσεων περιλαμβάνει καὶ ἐκεῖνες, ποὺ προκαλεῖ ὁ μετασχηματιστής ἐξόδου.



(Κύκλωμα άναδράσεως)
Σχ. 18·12 β.

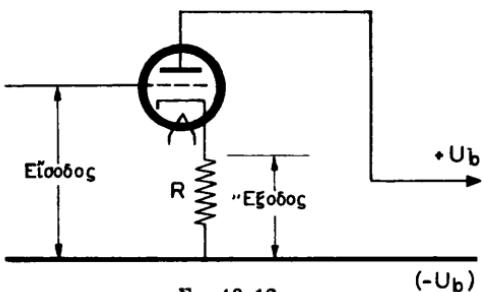
Παράδειγμα ἐφαρμογῆς άρνητικῆς άναδράσεως στὶς δύο τελευταῖς βαθμίδες ἑνὸς ένισχυτῆ (οἱ συνδέσεις τῶν προστατευτικῶν πλεγμάτων καὶ τῶν πλεγμάτων άναστολῆς παρελείφθησαν γιὰ ἀπλότητα).

"Ας σημειωθῇ, τέλος, ὅτι ὑπάρχει καὶ μία άναδραση ἄλλου εἴδους. Στὰ προηγούμενα, ὑποθέσαμε ὅτι ή τάση άναδράσεως εἶναι άνάλογη πρὸς τήν τάση ἐξόδου καὶ εἶχαμε άναδραση τάσεως.

Μπορεῖ δημοσίευση, μὲ ἀλλὴ κατάλληλη συνδεσμολογία, ἢ τάση ἀναδράσεως νὰ προέρχεται ἀπὸ τὸ ρεῦμα ἔξιδου, ὅπότε ἔχομε ἀνάδραση φεύγοντος. Ή ἀνάδραση φεύγοντος ἔξιτάζεται μὲ ἀνάλογο τρόπο, ἢν καὶ δρισμένα ἀποτελέσματα εἰναι διαφορετικά (π.χ. ἢ ἐσωτερικὴ ἀντίσταση τῆς λυχνίας αὐξάνεται, ἀντὶ νὰ ἔλαττώνεται).

18·13 Ένισχυτής μὲ καθοδικὸ φορτίο.

Μία εἰδικὴ συνδεσμολογία μὲ ἀρνητικὴ ἀνάδραση εἰναι αὐτὴ ποὺ φαίνεται στὸ σχῆμα 18·13 α (βλ. ἐπίσης καὶ σχ. 16·7 α). Ή εἰδος τῆς συνδεσμολογίας εὑρίσκεται μεταξὺ πλέγματος καὶ



Σχ. 18·13 α.
Ένισχυτής μὲ καθοδικὸ φορτίο.

γῆς, ὅπως γίνεται συνήθως. Τὸ φορτίο δημοσίευση τῆς λυχνίας δὲν συνδέεται πιὰ στὴν ἄνοδό της, ἀλλὰ στὴν κάθοδο. Ή ἔνας εἰδος ἐνώνεται κατ' εὐθείαν μὲ τὴν πηγὴ τροφοδοτήσεως σὲ συνεχὴ τάση. Στὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα, ποὺ κυρίως μᾶς ἐνδιαφέρει, ἢ πηγὴ τροφοδοτήσεως ἔχει γενικὰ ἀμελητέα ἀντίσταση, δηλαδὴ ἡ ἄνοδος εἶναι βραχυκυλωμένη μὲ τὴ γῆ ὡς πρὸς τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα (συνδεσμολογία μὲ προσγειωμένη ἔνοδο). Αλλὰ τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα διαρρέει σὲ σειρὰ τὴν ἀντίσταση καθόδου R (τὸ φορτίο) καὶ ἀναπτύσσει πάνω σ' αὐτὴ μία ἐναλλασσομένη τάση. Ή ἔνοδος λοιπὸν τῆς συνδεσμολογίας εὑρίσκεται στὰ ἄκρα τοῦ φορτίου τῆς καθόδου.

‘Η διάταξη αὐτὴ εἶναι τέτοια, όπου διλόκληρη ἡ τάση ἐξόδου νὰ ἀποτελῇ συγχρόνως καὶ μέρος τῆς τάσεως εἰσόδου. Καθώς, ἐπὶ πλέον, οἱ δύο αὐτές τάσεις ἀφαιροῦνται γιὰ νὰ δύοσυν τὴν τάση μεταξὺ πλέγματος καὶ καθόδου, ἔχομε ἀρνητική ἀνάδραση καὶ μάλιστα διική, δηλαδὴ μὲ ποσοστὸν ἀναδράσεως $\beta = 1$ (διλόκληρη ἡ τάση ἐξόδου ἐφαρμοζεῖται στὴν εἰσόδο).’ Αρα, σύμφωνα μὲ τὸν τύπο (4) τῆς προηγουμένης παραγράφου, ἡ συνδεσμολογία δίνει ἐνίσχυση:

$$A' = \frac{A}{1+A}; \quad (1)$$

ὅπου A εἶναι ἡ ἐνίσχυση χωρὶς ἀνάδραση, δηλαδὴ ἡ ἐνίσχυση ποὺ θὰ παίρναμε, ἀν τὸ σῆμα ἐφαρμοζόταν κατ’ εὐθείαν μεταξὺ πλέγματος καὶ καθόδου τῆς λυχνίας. (Εἶναι φανερὸν δτι, ἡ συνδεσμολογία θὰ λειτουργοῦσε τότε, σὰν ἔνας συνηθισμένος ἐνίσχυτής, ἀδιάφορος ἂν τὸ φορτίο εὑρίσκεται στὴν κάθοδο).

Ἐστω π.χ. δτι $A = 20$. Ἡ ἐνίσχυση τῆς συνδεσμολογίας εἶναι, στὴν περίπτωση αὐτή, $A' = 20/21 = 0,95$, δηλαδὴ κάτι λιγότερο ἀπὸ τὴ μονάδα. Τὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸν εἶναι γενικό. ‘Αρα, ἔνας ἐνίσχυτής μὲ καθοδικὸ φορτίο δὲν προκαλεῖ στὴν πραγματικότητα ἐνίσχυση τάσεως, ἀλλὰ μᾶλλον μία ἐλαφρὴ ἐξασθένηση. Τί εἰδους ἐνδιαφέρον μπορεῖ λοιπὸν νὰ ἔχῃ μία τέτοια συνδεσμολογία; Τὸ ἐνδιαφέρον ὑπάρχει καὶ δρείλεται σὲ δρισμένες ἄλλες ίδιότητες τῆς συνδεσμολογίας, ποὺ τὴν κάνουν ίδιαίτερη γρήσιμη σὲ πολλὲς περιπτώσεις. Οἱ ίδιότητες αὐτές εἶναι μὲ συντομία οἱ ἀκόλουθες:

1. — Ἡ τάση ἐξόδου (στὴν κάθοδο) εἶναι σὲ φάση μὲ τὴν τάση εἰσόδου (ἐνῶ στοὺς συγηθισμένους ἐνίσχυτὲς εἶναι σὲ ἀντίφαση). Ἐτοι, ἡ τάση ἐξόδου παρακολουθεῖ ἀπὸ κοντὰ τὴν τάση εἰσόδου καὶ κατὰ πλάτος, ἀφοῦ ἡ ἐνίσχυση ἵσσεται σχεδὸν μὲ τὴ μονάδα, καὶ κατὰ φάση — ἀπὸ ἐπουν καὶ τὸ ἀγγλικὸ σημεῖο τῆς συνδεσμολογίας cathode follower = παρακολουθητής καθόδου.

"Ας σημειωθῇ ότι οἱ δύο τάσεις (εἰσόδου καὶ ἔξοδου) εἰναι σὲ φάση ὡς πρὸς τὴν γῆ, πρέπει δὲ νὰ τὶς ἀφαιρέσωμε γιὰ νὰ βροῦμε τὴν τάση μεταξὺ πλέγματος καὶ καθόδου.

2. — Ἡ ἀντίσταση εἰσόδου τῆς συνδεσμολογίας εἰναι δψηλὴ (π.χ. τῆς τάξεως τοῦ 1 M Ω), ἐνῶ ἡ ἀντίσταση ἔξοδου μπορεῖ νὰ γίνῃ πολὺ χαμηλὴ (π.χ. τῆς τάξεως τῶν 100 ή 1 000 Ω). Ἀρα, δ ἐνισχυτής μὲ καθοδικὸ φορτίο μπορεῖ νὰ συνδεθῇ στὴν εἰσόδο του μὲ μία πηγὴ μὲ μεγάλη ἐσωτερικὴ ἀντίσταση καὶ στὴν ἔξοδό του μὲ μία κατανάλωση μὲ μικρὴ ἀντίσταση. Ὁ ἐνισχυτής ἔξασφαλίζει, τότε, τὴν προσαρμογὴ τῆς καταναλώσεως πρὸς τὴν πηγή.

3. — Παρ' δλο ὅτι δὲν ὑπάρχει ἐνίσχυση τάσεως, ὑπάρχει ώστόσο ἐνίσχυση ίσχυός. Πραγματικά, στὴν ἔξοδο ξαναβρίσκομε περίπου τὴν ἥδια τάση εἰσόδου· δημος στὴν ἔξοδο κυκλοφορεῖ ἀρκετὰ ίσχυρὸ ρεῦμα, ἀρα ἀναπτύσσεται σημαντικὴ ίσχύς, ποὺ δὲν ὑπάρχει στὸ σῆμα εἰσόδου. Ἡ μεγαλύτερη δυνατὴ ἐναλλασσομένη ίσχυς ἔξοδου ἴσχυται μὲ $\frac{1}{2}$ RI₀², δημο I₀ εἰναι ἡ τιμὴ τοῦ συνεχοῦς ρεύματος ἥρεμίας.

4. — Ἡ ἀρνητικὴ ἀνάδραση μειώνει σημαντικὰ τόσο τὴν παραμόρφωση πλάτους, δσο καὶ τὴν παραμόρφωση συγνότητας.

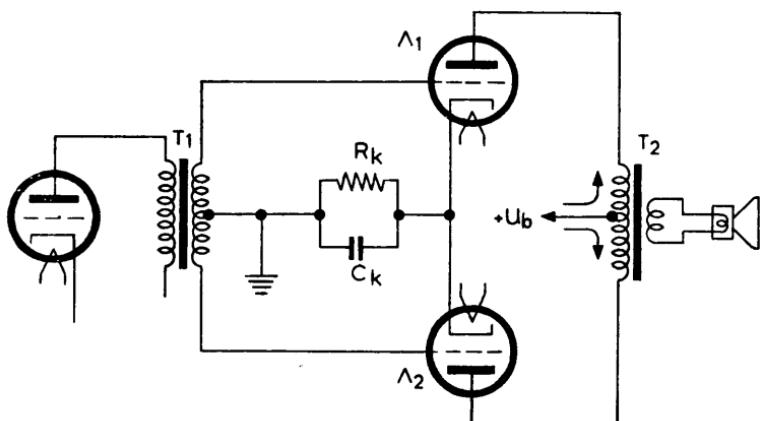
"Οπως βλέπομε, τὰ προτερήματα δὲν εἰναι καθόλου εὐκαταφρόνητα. Γι' αὐτὸ καὶ δ ἐνισχυτής μὲ καθοδικὸ φορτίο εὑρίσκει σημαντικὲς ἐφαρμογές. Στὴν πράξη συναντοῦμε διάφορες ποικιλίες τῆς βασικῆς συνδεσμολογίας, ποὺ ἔξετάσαμε ἦδη.

18·14 Συμμετρικός ένισχυτής ίσχυός.

"Οταν μία λυχνία δὲν εἰναι ἀρκετὴ γιὰ νὰ δώσῃ τὴν ίσχὺν ἔξοδου ποὺ θέλωμε, τότε χρησιμοποιοῦμε δύο δημοιες λυχνίες, σὲ συμμετρικὴ σύνδεση, δημος δείχνει τὸ σχῆμα 18·14 α . Αὐτὸς εἰναι δ συμμετρικὸς ένισχυτής ίσχυός (Push-Pull), ποὺ πολὺ συχνὰ ἀποτελεῖ τὴν τελευταία βαθμιδα ίσχυός. ἐνὸς ἐνισχυτῆς χαμηλῆς

συχνότητας. Ή χρησιμοποιήσεί του δικαιολογείται καὶ ἀπὸ δρι-
σιένα σημαντικὰ πρόσθετα πλεονεκτήματα.

“Οπως βλέπομε στὸ σχῆμα, ή διέγερση τοῦ ἐνισχυτῆ γίνεται
μὲ τὴ βοήθεια ἑνὸς μετασχηματιστῆ συζεύξεως T_1 (ύπάρχουν
δμως καὶ ἄλλοι τρόποι διεγέρσεως). “Ἐνα ἔχωριστὸ γνώρισμα
ἀντοῦ τοῦ μετασχηματιστῆ εἰναι: δτ: τὸ δευτερεύον τοῦ φέρει μία
μεσαία λήψη, ή ὁποία προσγειώνεται. “Ἐστω δτ: ή τιμὴ τῆς ἐναλ-
λασσομένης τάσεως ἀπὸ ἄκρο σὲ ἄκρο τοῦ δευτερεύοντος εἰναι,
σὲ μία δρισμένη στιγμή, ἵση μὲ 20 βόλτ. “Αν εἶχαμε προσγειώ-
σει τὸ ἔνα ἄκρο τοῦ δευτερεύοντος, δπως κάνομε στὶς συνηθισμέ-



Σχ. 18·14 α.
Συμμετρικὸς ἐνισχυτής ισχύος.

νες συνδεσμολογίες (βλ. π.χ. σχ. 18·9 α), τὸ ἄλλο ἄκρο (τὸ «θερμό», δηλαδὴ τὸ μὴ προσγειωμένο ἄκρο) θὰ εἴχε τάση
 $+ 20V$ η $- 20V$. ἂς ποῦμε $+ 20V$. Τώρα, δμως, ποὺ ἔχομε
προσγειώσει τὴ μεσαία λήψη, τὸ ἔνα ἄκρο τοῦ δευτερεύοντος θὰ
ἔχῃ ὑποχρεωτικὰ τάση ὡς πρὸς τὴ γῆ $+ 10V$ καὶ τὸ ἄλλο ἄκρο
 $- 10V$. “Ετσι, τὸ δῦνηγδ πλέγμα κάθε λυχνίας δέχεται τὴ μισὴ
τάση διεγέρσεως, ἐνῶ συγχρόνως τὰ δύο δῦνηγδ πλέγματα εὑρί-

σκονταὶ διαρκῶς σὲ ἀντίθεση φάσεως (διεγείρονται μὲν τοις καὶ ἀντίθετες τάσεις).

Ἄφοῦ οἱ διεγέρεις εἰναι τὰ ἀντίφαση, τὸ διό τοι συμβαίνει καὶ μὲ τὰ σῆματα ἔξόδου. "Αν, λοιπόν, διαβιβάζεις τὰ σῆματα αὐτὰ μέσα ἀπὸ ἕνα συνηθισμένο μετασχηματιστὴν ἔξόδου, τὸ ἔνα σῆμα θὰ ἀναιροῦσε τὸ ἄλλο καὶ τὸ συνοικὸ σῆμα ἔξόδου θὰ ἤταν μηδέν. Μιὰ τέτοια καταστροφὴ τὴν ἀποφεύγοις χρησιμοποιώντας ἕνα μετασχηματιστὴν ἔξόδου Τ₂, ποὺ ἔχει καὶ αὐτὸς μία μεσοία λήψη, ἀλλὰ στὸ πρωτεύον του. Τὰ σῆματα ἔξόδου τῶν δύο λυχνιῶν συγδυάζονται, πάνω στὸ μετασχηματιστὴν ἔξόδου, ἐπίσης κατὰ ἀντίφαση. "Ετοι, καθὼς δύο ἀρνήσεις κάνονται μία κατάφαση, τὸ ἔνισχυμένο σῆμα ἔστατη στὸ δευτερεύον τοῦ μετασχηματιστὴν ἔξόδου καὶ τροφοδοτεῖ κανονικὰ τὸ μεγάφωνο (ἢ ἀλλη συσκευὴ ἔξόδου).

Τέτοιοι συμμετρικοὶ ἔνισχυτες κατασκευάζονται μὲ τὶς διάταξεις τρίοδες ἢ πέντοδες λυχνίες ίσχύος, ποὺ χρησιμοποιοῦνται καὶ στοὺς ἀπλοὺς ἔνισχυτές. Η λειτουργία εἰναι ἐπίσης κατὰ έθοις, μὲ τὴ διαφορὰ ὅτι ἡ συμμετρικὴ κατασκευὴ ἔξασφαλίζει τὰ ἀκόλουθα πλεονεκτήματα (μὲ τὴν προϋπόθεση ὅτι οἱ δύο λυχνίες εἰναι ἐντελῶς ὅμοιες μεταξύ τους).

1. Ο μετασχηματιστὴς ἔξόδου ἐργάζεται ὑπὸ καλύτερες συνθῆκες καὶ μπορεῖ νὰ εἰναι μικρότερος σὲ ὅγκο, γιὰ τὴν διάταξην ἀφέλειμη ἵσχυος ἔξόδου. Αὗτὸ διφεύλεται στὸ γεγονός ὅτι τὰ συνεχῆ φεύγοντα τὸ δύο λυχνιῶν διαχρέουν τὰ δύο μισά τοῦ πρωτεύοντος κατὰ ἀντίθετες κατευθύνσεις. Αντίθετες εἰναι, λοιπόν, καὶ οἱ ἀντίστοιχες μαγνητίσεις στὸν πυρήνα τοῦ μετασχηματιστῆς. "Ετοι, οἱ συνεχεῖς καντές μαγνητίσεις ἔξουδετερώνονται μεταξύ τους καὶ δὲν ἐπιφορτίζουν τὸν σιδηροπυρήνα (τὸ διό τοι δύος δὲν συμβαίνει, εἰτύχως, καὶ μὲ τὶς μαγνητίσεις ἀπὸ ἐναλλασσόμενο φεῦμα, γιατὶ τότε πιὰ δὲν θὰ εἴχαμε οὕτε σῆμα).

2. Εντελῶς ἀνάποδη εἰναι ἡ κατάσταση στὸν ἀγωγό, ποὺ

συνδέει τὴν μεσαία λήψη, τοῦ πρωτεύοντος πρὸς τὴν πηγὴν τροφοδοτήσεως τάξιν τὰ συνεχή, τάξιν, (+ Uε). Στὸν ἀγωγὸν αὐτὸν τροφοδοτήσεως τὰ συνεχή, φεύματα τῶν δύο λυχνιῶν προστίθενται. Τὰ ἐναλλακτικά σύμβολα, πάντοτε ἀντίθετα μεταξύ τους, ἀλληλοεξουδετερώνονται. Ἔτοι, ὁ ἀγωγὸς τροφοδοτήσεως, ἀρά καὶ γη πηγὴ, συνεχοῦς τάξεως, δὲν διαρρέονται ἀπὸ ἐναλλασσόμενο φεύμα. Μὲ ἀλλα λόγια, τὸ σῆμα (καὶ μάλιστα ἐνισχυμένο) δὲν διαφεύγει πρὸς τὴν πηγὴν τροφοδοτήσεως. Μὲ τὸν τρόπον αὐτὸν ἀποφεύγεται γη ἀνάδραση τοῦ ἐνισχυμένου σύμματος πρὸς ἄλλες προγραμματευές βαθμίδες, ποὺ τροφοδοτοῦνται ἀπὸ τὴν ἕδια πηγὴν συνεχοῦς τάξεως. Τὸ κέρδος εἶναι σημαντικό, γιατί, δπως ξέρομε, τέτοιες ἀνεπιθύμητες ἀναδράσεις προκαλοῦν δυσάρεστα ἀποτελέσματα. Ἔνα ἀκόμη πρόσθετο κέρδος εἶναι ὅτι μποροῦμε πιὰ νὰ παραλείψωμε τὸν πυκνωτὴν διαρροής. Καὶ στὴν πόλωση ἀπὸ τὴν κάθιδο, ἀφοῦ δὲν ὑπάρχουν πιὰ ἐναλλασσόμενα φεύματα γιὰ νὰ ἐπιστρέψουν στὴν κάθιδο μέσα ἀπὸ πυκνωτὴν διαρροή.

3. Ὁ βόλμεος, ποὺ διείλεται σὲ κυμάτωση τῆς συνεχοῦς τάξεως τροφοδοτήσεως τῶν ἀνόδων, ἔχαφανίζεται. Πραγματικά, τὰ ἀντίστοιχα φεύματα κυκλοφοροῦν στὰ δύο μισά τοῦ πρωτεύοντος τοῦ T₂ κατὰ τέτοιον τρόπον, ὥστε νὰ ἔξουδετερώνωνται μεταξύ τους.

4. Η παραμόρφωση πλάτους ἀπὸ ἀρτίες ἀρμονικές (καὶ εἰδικότερα ἀπὸ 2η ἀρμονική), ποὺ παράγεται ἀπὸ τὴν μία λυχνία, ἔξουδετερώνεται ἀπὸ τὴν δισηνίαν, γιὰ τὸν παραμόρφωσην, ποὺ προκαλεῖ γη ἀλληλ λυχνία. Δυστυχῶς, αὐτὸ δὲν ἴσχυει γιὰ τὶς περιττὲς ἀρμονικές, καὶ εἰδικότερα γιὰ τὴν 3η ἀρμονική. "Οταν, λοιπόν, χρησιμοποιοῦμε πέντοδες λυχνίες, γη παραμόρφωση ἀπὸ τὴν 3η ἀρμονική παραμένει. Ἐπειδὴ ἀκριβῶς γη πέντοδη λυχνία ἐνδιαφέρει περισσότερο σὰν λυχνία ἴσχυος, γι' αὐτὸ ἀναζητήθηκε καὶ βρέθηκε ἔνας τρόπος γιὰ νὰ μειώνεται καὶ γη παραμόρφωση, ἀπὸ 3η ἀρμονική. Ο τρόπος αὐτὸς συγίσταται στὸ νὰ συνδέσωμε τὰ προστατευτικὰ πλέγματα τῶν λυχνιῶν σὲ εἰδικές λήψεις πάνω στὰ

πρωτεύον τοῦ μετασχηματιστή ἔξέδου (χρησιμοποιοῦμε βέβαια, γιὰ
αὐτὸ τὸ σκοπό, εἰδικοὺς μετασχηματιστὲς ἔξέδου). Σχηματίζεται,
ἔτσι, μία συγδεσμολογία, ποὺ τὴν δινομάζομε ύπερ-γραμμικὸ ἐνι-
σχυτή.

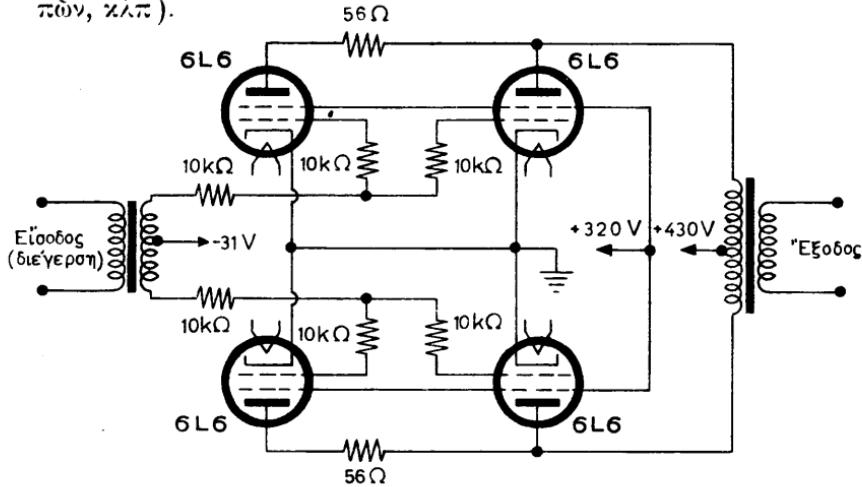
“Ωστε, σὰν συμπέρασμα, τὰ πλεονεκτήματα τοῦ συμμετρικοῦ
ἐνισχυτῆ ἵσχους διὰ πρὸς τὸν ἀπλὸ ἐνισχυτὴ εἶναι: μεγαλύτερη
ῶφέλιμη ἵσχυς ἔξέδου (δύο λάμπες), σχετικὰ μικρότερος μετα-
σχηματιστῆς ἔξέδου, λιγότερες ἀνεπιθύμητες ἀναδράσεις, λιγότε-
ρος βόμβος καὶ μικρότερη παραμόρφωση πλάτους. Φυσικά, ὅλα
αὐτὰ τὰ κερδίζομε πληρώνοντας μία πιὸ σημαντικὴ συγδεσμο-
λογία.

Μποροῦμε, διμως, νὰ κερδίσωμε ἀκόμα περισσότερο, νὰ κερ-
δίσωμε δηλαδὴ καὶ σὲ βαθμὸ ἀποδέσεως. Τοῦτο σχετίζεται μὲ
τὸν τρόπο λειτουργίας τοῦ συμμετρικοῦ ἐνισχυτῆ, σὲ τάξη A ἢ
σὲ τάξη B (βλ. καὶ παρ. 9·9).

“Αν ὁ ἐνισχυτῆς ἐργάζεται σὲ τάξη A (δηλαδὴ μὲ πόλωση
tétoia, ποὺ τὸ ἀνοδικὸ ρεῦμα νὰ μὴ μηδενίζεται ποτέ), δ βαθμὸς
ἀποδέσεως εἶναι περίου δ ἕδιος, δπως καὶ στὸν ἀντίστοιχο ἀπλὸ
ἐνισχυτὴ σὲ τάξη A. Αὐτὸς δ τρόπος λειτουργίας χρησιμοποιεῖται
γιὰ μικρὲς μᾶλλον ἴσχεις (π.χ. μέχρι 10 βάττη ἢ κάτι περισ-
σότερο). Ως πρὸς τὸ ἀνοδικὸ φορτίο, ἀς σημειωθῇ ὅτι τὸ φορτίο
ἀπὸ ἀνοδὸ σὲ ἀνοδὸ εἶναι τὸ διπλάσιο τοῦ ἀνοδικοῦ φορτίου γιὰ
μία μόνη, λυχνία σὲ τάξη A.

‘Αλλὰ δ συμμετρικὸς ἐνισχυτῆς μπορεῖ πολὺ καλὰ νὰ λει-
τουργήσῃ καὶ σὲ τάξη B, χωρὶς καθόλου ἢ παραμόρφωση νὰ γίνη,
στὸ μεταξὺ ἀπαράδεκτη. Λειτουργία σὲ τάξη B σημαίνει, δπως
ἔξεριμε, ὅτι οἱ λυχνίες εἶναι πολωμένες περίπου στὴν ἀποκοπὴ τοῦ
ἀνοδικοῦ ρεύματος. “Οταν διάρχη μία ἡμιιπερίδο τοῦ σήματος καὶ ἡ
ἄλλη λυχνία τὴν ἀρνητικὴ ἡμιιπερίδο. Στὸ μετασχηματιστὴ ἔξέ-
δοι γίνεται ἀνασύνθεση τῶν δύο ἡμιιπερίδων καὶ σὲ τρόπο, ὥστε

νά παίρνωμε στήγην 3ξοδού τὸ ἀρχικὸ σῆμα ἐνισχυμένο. "Ετοι, μία δρισμένη ώφελιμη ἴσχυς ἐξόδου δίνεται ἀπὸ λυχνίες, που λειτουργοῦν μὲν μικρότερα συνεχῆ ρεύματα (ἐξ αἰτίας τῆς ἴσχυρῆς πολώσεως), ἔχομε δηλαδὴ, μικρότερη κατανάλωση σὲ συνεχές ρεύμα. "Αρα, σὲ σχέση μὲν τὴν λειτουργία σὲ τάξη A, ἐ βαθιδες ἀποδέσεως καλυτερεύει καὶ φθάνει π.χ. σὲ 60% (στὴν μέγιστη ἴσχυν ἐξόδου). Τὰ μειονεκτήματα εἶναι ὅτι ἡ παραμόρφωση πλάτους εἶναι λίγο μεγαλύτερη ἀπὸ τὸ σὲ τάξη A καὶ ὅτι ἡ λειτουργία εἶναι εὐαίσθητη σὲ τυχὸν μεταβολὴν τῶν τάξεων τροφοδοτήσεως καὶ πολώσεως. Ή λειτουργία σὲ τάξη B χρησιμοποιεῖται γιὰ μεγάλες ἴσχεις ἐξόδου (μεγάλες δημιόσιες ἀκροάσεις, διαμορφωτὲς πομπῶν, κλπ.).



Σχ. 18·14 β.

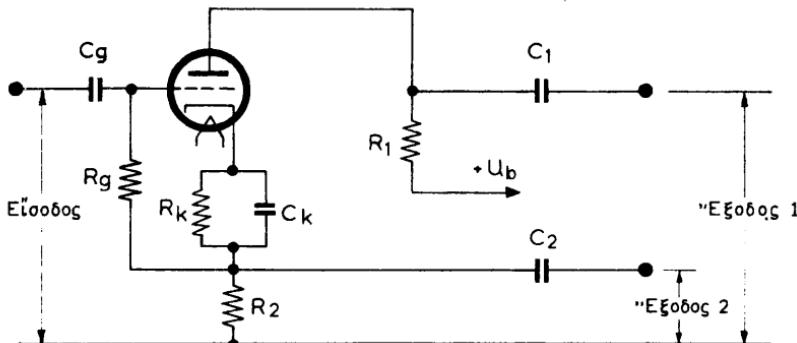
Συμμετρική βαθιδειδα ἴσχυνος γιὰ ἴσχυν ἐξόδου 70 βάττ (οἱ ἀντιστάσεις σὲ σειρὰ στὰ πλέγματα καὶ στὶς ἀνόδους ἐμποδίζουν τὴν ἀνάδραση μεταξὺ λυχνιῶν).

"Εκτὸς ἀπὸ τὶς τάξεις A καὶ B, χρησιμοποιεῖται πολλὲς φορὲς καὶ ἡ ἐνδιάμεση τάξη λειτουργίας AB. Τὰ ἀποτελέσματα εἶναι ἐπισηματικά. Ή τάξη AB χρησιμοποιεῖται γιὰ μέτριες ἴσχεις ἐξόδου (π.χ. μέγρι λίγες δεκάδες βάττ).

Γιὰ μεγάλες ίσχεζες έξόδου (π.χ. τῆς τάξεως τῶν 100 βάττ), μπορούμε νὰ χρησιμοποιούμεσ εἶνα συμμετρικὸ ἐνισχυτὴ σὲ τάξη ΑΒ, ὅπου δημοσ ακθένα ἀπὸ τὰ δύο σκέλη τοῦ ἐνισχυτῆ ἀποτελεῖται ἀπὸ εἴκοσι δύο λυχνιῶν σὲ παράλληλη σύνδεση (σχ. 18·14 β). Γιὰ ικανότερη λυχνιών, ή ἐναλλασσομένη τάξη μένει ή ίδια, τὸ ἐναλλασσόμενο δημοσ ρεῦμα εἶναι διπλάσιο ἀπὸ δ, τι γιὰ μία μόνη λυχνία, ἀρα διπλάσια εἶναι καὶ η ωφέλιμη ίσχυς. "Ας σημειωθῇ ὅτι εἰ λυχνίες πρέπει νὰ εἶναι ἐντελῶς δημοσιες μεταξύ τους.

18·15 Βαθμίδα άναστροφής φάσεως.

"Η διεγέρση, ἐνδεικτικοῦ ἐνισχυτῆ τάξεως πρέπει νὰ γίνεται, ὅπως εἶδαμε, μὲ δύο ίσες καὶ ἀντίθετες ἐναλλασσόμενες τάξεις, δηλαδὴ μὲ δύο τάξεις ίσες καὶ σὲ διαφορὰ φάσεως 180° .



Σχ. 18·15 α.
Βαθμίδα άναστροφής φάσεως.

Στὴν προηγουμένη παράγραφο χρησιμοποιούμεσ, γι' αὐτὸ τὸ σκοπό, εἴκοσι δημοσιες λυχνιῶν (ή διεγέρσεως) μὲ μεσαία λήψη στὸ διεύθυνσιν. Πολλὲς φορὲς δημοσ, ἀντὶ γιὰ μετασχηματιστή, πρότιμον μὲ νὰ χρησιμοποιούμεσ, γιὰ τὸν ίδιο σκοπό, μία εἰδικὴ βαθμίδα άναστροφῆς φάσεως, π.χ. σὰν αὐτὴ ποὺ δείχνει τὸ σχήμα 18·15 α, συνδεσμολογγικὴ μὲ ἀντιστάσεις καὶ πυκνωτές.

Η εἶσοδος μιᾶς τέτοιας βαθμίδας δέχεται, ώς συνήθως, μία τάση σήματος ως πρὸς τὴ γῆ, ἀλλὰ ἔχει δύο ἐξόδους, ποὺ δίνουν δύο ἵσα σήματα σὲ ἀντίφαση. Η ἐξόδος 1 πραγματοποιεῖται, ὅπως σὲ ἔνα συνηθισμένο ἐνισχυτὴ μὲ ἀνοδικὸ φορτίο R_1 ἐνῷ τὸ σῆμα, ποὺ βγαίνει ἀπὸ αὐτὴν βρίσκεται σὲ ἀντίφαση μὲ τὸ σῆμα εἰσόδου. Η ἀλληληγορία 2 ἀντιστοιχεῖ στὸ καθοδικὸ φορτίο R_2 καὶ δίνει, ὅπως συμβαίνει στὸν ἐνισχυτὴ μὲ καθοδικὸ φορτίο, ἔνα σῆμα σὲ φάση μὲ τὸ σῆμα εἰσόδου. Επομένως, τὰ σήματα στὶς δύο ἐξόδους εὑρίσκονται σὲ ἀντίφαση. Επὶ πλέον, καθὼς οἱ δύο ἀντιστάσεις R_1 καὶ R_2 διαρρέονται σὲ σειρὰ ἀπὸ τὸ ἕδιο ἀνοδικὸ ρεῦμα, ἀρκεῖ νὰ πάρωμε $R_1 = R_2$ γιὰ νὰ ἔχουν οἱ δύο τάσεις ἐξόδου ἓσα μέτρα.

Αἱ προσθέσωμε ἀκόμα ὅτι γῇ συνδεσμολογίᾳ, ποὺ ἐξετάζομε, ἀποτελεῖ στὴν πραγματικότητα ἔναν ἐνισχυτὴ τάσεως μὲ ἀρνητικὴ ἀνάδραση. Επειδὴ $R_1 = R_2$, ἔχομε ποσοστὸν ἀναδράσεως $\epsilon = 1/2$. Η ἐνίσχυση λοιπὸν τῆς βαθμίδας, μαζὶ μὲ τὴν ἀνάδραση, εἶναι: ($\beta\lambda.$ τύπο 4 τῆς παρ. 18·12) $A' = \frac{A}{1 + 0,5\epsilon}$. Αν παραλείψωμε τὸ 1 μπροστὰ στὸ $0,5A$, ἀφοῦ συνήθως γῇ ἐνίσχυση A χωρὶς ἀνάδραση εἶναι πολὺ μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ μονάδα, εὑρίσκομε $A' = 2$. Αρα, γῇ συνολικὴ τάση ἐξόδου εἶναι πρακτικὰ διπλάσια ἀπὸ τὴν τάση εἰσόδου, γ., μὲ ἀλλα λόγια, οἱ δύο μισές τάσεις στὶς ἐξόδους 1 καὶ 2 εἶναι μεταξύ τους ἴσες (κατὰ τὸ μέτρο τους) καὶ ἴσες ἐπίσης πρὸς τὴν τάση εἰσόδου. Η συνδεσμολογίᾳ δὲν κάνει τίποτε ἀλλο παρὰ νὰ ἐπαναλαμβάνῃ στὴν ἐξόδο 2 τὸ σῆμα εἰσόδου καὶ νὰ δίνῃ καὶ ἓνα ἀλλο ἴσο (καὶ ἀντίθετο) σῆμα στὴν ἐξόδο 1.

Στὴν πραγματικότητα, ὅταν οἱ παραχωτικὲς χωρητικότητες παῖζουν κάποιο ρόλο, γῇ ἀναστροφὴ φάσεως δὲν εἶναι τέλεια, δηλαδὴ γῇ διαφορὰ φάσεως δὲν ἴσογεται ἀκριβῶς μὲ 180° . Γενικά, δημιουργία μπορεῖ νὰ γίνῃ πολὺ ἰκανοποιητική. Εκτὸς

ἀπὸ τὴν συγδεσμολογία, ποὺ ἀναφέραιε, χρησιμοποιοῦνται: στὴν πράξη καὶ διάφορες ἄλλες ἀνάλογες συγδεσμολογίες.

18·16 Ἐνισχυτὲς ὑψηλῆς πιστότητας.

Ἐνας συγκριτικός ἐνισχυτὴς X.S., καὶ τὰ σχεδιασμένα καὶ κατασκευασμένα, μπορεῖ νὰ δώσῃ ἀρκετὰ ἵκανοποιήτική, ἀναπαραγωγή, τῆς μουσικῆς. Τελευταία ἔμως χρησιμοποιούνται, σὲ ὅλο καὶ μεγαλύτερη, αλίμακα, ὁριζόντες τελειόποιήτεις, ποὺ χωρὶς νὰ ἀλλάξουν σὺναστικὰ τὴν βάση λειτουργίας, καταλήγουν στὸν λεγομένους ἐνισχυτὲς ὑψηλῆς πιστότητας (*High Fidelity* ή *Hi-Fi*). Τὸ κύριο χαρακτηριστικὸν αὐτῶν τὸν ἐνισχυτὸν εἶναι: οἱ πολὺ μικρὲς παραμορφώσεις συγχόνηταις καὶ πλάτους. Τὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸν ἐπιτυγχάνεται μὲ διάφορα μέσα, ἀπὸ τὰ ὅποια ἀναφέρομε παρακάτω τὰ πιὸ συγκριτικά (ὑπάρχουν καὶ ἄλλα πιὸ πολύπλοκα).

1. Ἐφαρμόσομε συστηματικὰ τὴν ἀρνητική, ἀνάδραση.

2. Κατασκευάζομε, πολλὲς φορές, ἕχομε στὸν καλὸν προσνισχυτὴν τάσεως, ποὺ περιλαμβάνει συγκριτικὰ καὶ δλεῖς τὶς ρυθμίσεος γιὰ τὶς βαριές καὶ ὁρεῖς γένεταις.

3. Ή τελευταία βαθμῖδα ἰσχύος ἀποτελεῖται: συγχάντιο μία συμμετρικὴ συγδεσμολογία. Γιὰ νὰ μειώσωμε ἀκόμη περισσότερο τὴν παραμόρφωση πλάτους, μποροῦμε νὰ χρησιμοποιήσωμε λυγγίες ἵκανες νὰ δώσουν ἀρκετὰ μεγαλύτερη ἰσχὺν ἀπὸ ὅτι πραγματικὰ τοὺς ζητοῦμε.

4. Χρησιμοποιοῦμε ἔνα μετασχηματιστὴν ἐξόδου πολὺ καλῆς πιστότητας καὶ γιὰ ἰσχὺν μεγαλύτερη ἀπὸ ἐκείνη, γιὰ τὴν ὅποια πραγματικὰ ἐργάζεται. Ή καλὴ πιστότητα τοῦ μετασχηματιστῆς ἐξόδου παῖζει σημαντικὸν ρόλο.

5. Σημαντικότατο ἐπίσης ρόλο παῖζουν τὰ μεγάφωνα. Συμβάλλει πολλὲς φορὲς αὐτὸς ἐπίσης ἐνισχυτὴς νὰ εἶναι πολὺ

καλός, ἀλλὰ τὸ τελικὸν ἀποτέλεσμα νὰ είναι μέτρο, ἐξ αἰτίας τὸν μεγαφόνιον.

6. Χρησιμοποιούμε, ἂν θέλωμε, τὸ « στερεοφωνικὸν » σύστημα ἀναπαραγωγῆς τοῦ γήχου, γραμματηριστικὸν ὃ πού είναι νὰ προκαλῇ στὸν ἀκροατὴν τὴν ἐντύπωση τῆς φυσικῆς κατανομῆς τοῦ γήχου στὸ γόνωρο (δὲν θὰ μπορέσωμε νὰ ἐπεκταθοῦμε ἐδό).¹

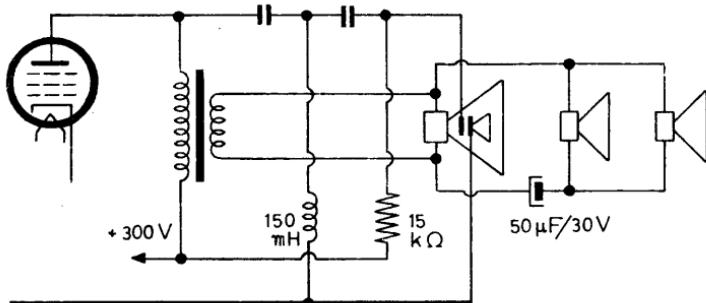
Παίρνοντας τέτοια καὶ ἄλλα ἀνάλογα μέτρα, μποροῦμε νὰ φθάσωμε σὲ ἐξαιρετικὰ καλὰ ἀποτελέσματα. Ἡ καμπύλη ἀποκρίσεως τοῦ ἐνισχυτῆς μπορεῖ νὰ είναι πρακτικὰ εὐθεῖα γραμμὴ (μὲ προσέγγιση, π.χ. ± 1db) γιὰ περιοχὴ συγχονοτήτων ἀπὸ 20 ὅς 50 000 c/s. Ἡ παραμόρφωση πλάτους μπορεῖ νὰ γίνῃ μικρότερη ἀπὸ 1% σὲ πλήρη ἵχον ἐξόδου. Ἡ στάθιμη θορύβου καὶ βρόμων κατεβαίνει σὲ — 80db. Ἄς σημειωθῆ πάντως δτι γιὰ νὰ ἐπωφεληθοῦμε πραγματικὰ ἀπὸ δλεῖς κύτες τὶς τελειοποιήσεις, πρέπει βέβαια νὰ διατέωμε ἐν τοῖς πολὺ καὶ δραχτὸς εἰσόδου (πίκαπ, ἢ μαγνητόφωνο, ἢ ραδιόφωνο μέγρι τὴν φόρμαση, ἀνάλογα μὲ τὴν περίπτωση). Είναι φανερὸ δτι δλα τὰ τιμήματα τῆς ἀλυσίδας (δργανοῦ εἰσόδου — ἐνισχυτῆς X. Σ.—μεγάφωνα) πρέπει νὰ είναι τῆς ἰδιαίτερης περίπου καλῆς ποιότητας, ὥστε τὰ πλεονεκτήματα τοῦ ἐνδιαφέροντος νὰ μὴ καταστρέψωνται ἀπὸ τυχὸν ἐλαττώματα τοῦ ἀλλού. Μποροῦμε, ἔτσι, νὰ ἐπιτύχωμε μία τέσσαρα καλὴ ἀναμετάδοση π.χ. τῆς μουσικῆς, ὥστε νὰ ἔχωμε (σχεδὸν) τὴν ἐντύπωση, δτι ἀκοῦμε ἀπὸ εὐθεῖας τὴν δργήστρα.

Γιὰ τὰ μεγάφωνα θὰ ἔπειπε νὰ πούμε κάτι περισσότερο. Ἡ σίσια είναι δτι ἐνας βαρὺς γήχος δὲν μπορεῖ νὰ ἀποδοθῇ παρὰ ἀπὸ ἐνα μεγάλο μεγάφωνο, ἐνθὲ γιὰ τοὺς δξεῖς γήχους γρειάς εται: μικρὸ μεγάφωνο. Ἀν θέλωμε λοιπὸ μία ἐξαιρετικὴ ἀναπαραγωγὴ τοῦ γήχου πρέπει ἀναγκαστικὰ νὰ γρηγοροποιήσωμε πολλὰ μεγάφωνα συγγρόνως, κατάλληλα συνδεσμοὶ σημένα. Τὸ σχῆμα 18 · 16 α δίνει ἐνα τέτοιο παράδειγμα. Οἱ βαριὲς νέτες (δεκάδες ἡ λίγες ἑκατοντάδες c/s) ἀποδίδονται ἀπὸ ἐνα μεγάλο μεγάφωνο,

με διάμετρο π.χ. 25 ή 30 cm. Στὸ κέντρο αὐτοῦ τοῦ μεγαφόρου εὑρίσκεται τοποθετημένο κατάλληλα ἵνα λιαρὸ «γλεκτροστατικό» μεγάφωνο γιὰ τὸν πολὺ δὲξεῖς γῆχους (π.χ. ἀπὸ 5 000 ḫς 20 000 c's). Οἱ μέτριοι γῆγοι ἀναπαράγονται ἀπὸ δύο μεγάφωνα

2000 pF

25000 pF



Σχ. 18·16a.

Παράδειγμα συνδεσμολογίας πολλῶν μεγαφώνων.

συνηθισμένων διαστάσεων. Η κατανοητὴ τῶν συγκοστήτων σὲ ἀδιάφορα αὐτὰ μεγάφωνα γίνεται μὲ τὴ συνδεσμολογία ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα. Απαραίτητο εἶναι τὰ μεγάφωνα νὰ τοποθετηθοῦν μέσα σὲ ἕνα κουτὶ (ἀντγχεῖσ) ἐντελῶς ακλειστὸ καὶ γερὰ κατασκευασμένο ἀπὸ ἔνυλο μὲ πάχος 2 cm περίπου. Στὸ παράδειγμά μας, τὸ ἀντγχεῖσ θὰ ἔπειπε νὰ εἰχε π.χ. τὶς ἔξης ἑστερικῆς διαστάσεις: πλάτος 60 cm, ὕψος 45 cm, βάθος 36 cm. Τὰ δύο μεγάφωνα γιὰ τὸν μέτριον γῆχον μποροῦν νὰ βιδωθοῦν ἀπ' εὐθείας ἕνα σὲ κάθε πλευρικὴ ἔψη τοῦ ἀντγχείσ. Τὸ συγκρέτημα τῶν μεγάλων καὶ μικροῦ μεγαφόρου στερεώνεται πρῶτα πάνω σὲ λίγα χωριστὴ ἔγγλιγι πλάκα καὶ ἡ πλάκα αὐτὴ βιδώνεται ὑστερα στὴν μπροστινὴ ἔψη, τοῦ ἀντγχείσ μὲ τέτοιον τρόπο, ὥστε νὰ ἀφήνῃ μία σχισμή πάχυσις 1 ḫς 2 cm.

Τὸ ἀντγχεῖσ, ποὺ περιγράψαμε, δὲν ἀποτελεῖ προσφανῶς παρὰ ἀπλῶς ἕνα παράδειγμα. Τὸ ζήτημα εἶναι ὅτι πρέπει πάντας νὰ ὑπάρχῃ, ἀπαραίτητα ἕνα ἀντγχεῖσ μὲ κατάλληλες διαστά-

σεις, που νὰ περιέχῃ, μένος τὰ μεγάφωνα (για τοποθέτηση για μεγα-
φόνων καὶ ἐνισχυτή, μέσα στὸ ίδιο κούτι, διπλοὺς π.γ., στὰ φαδιά-
φωνα, εἰναὶ λίγη ἀναγκη, που γενικὰ τὴν ἀποφεύγοντας στὴν ὑ-
ψηλὴ πιστότητα, γιατὶ συγκρίνεται: ἀπὸ διάφορα μειονεκτήματα,
διπλοὺς εἰναὶ οἱ μικροφωνισμοί, κλπ.). Τὸ ἀντηγείο συμβιετέχει
ἐνεργὸν στὶς ἡγητικὲς δονήσεις, που προκαλοῦν τὰ μεγάφωνα καὶ
για ἀπόδοση, βελτιώνεται ακτὰ τρόπο σύστασις. "Αν δὲν γρή-
ζεις ποιηθῆται κλειστὸ κατάλληλο ἀντηγείο, πρέπει τουλάχιστο τὰ
μεγάφωνα νὰ στερεωθοῦν πάνω σὲ μία μεγάλη γερὴ ἔγκλιση πλά-
κα, που ὀνομάζεται: μικάρλ (baffle). Τὸ μικάρλ ἐμποδίζει τὰ ἡγη-
τικὰ κύματα τοὺς ἀέρας νὰ γυρίσουν πρὸς τὴν πίσω πλευρὰ τῶν με-
γαφώνων, πράγμα που θὰ ἔτεινε νὰ ἔξισθη τὴν πίστη τοὺς ὀέρα
καὶ νὰ πνίξῃ τὸν ἥγκο, διεισέρχονταν πρόκειται γιὰ τὶς ἀργὲς με-
ταλλικὲς πιέσεων, δηλαδὴ, γιὰ τὸν βαρεῖς ἥγκον.

Αἰτά τὰ λίγα, που εἴπαμε, δείχνουν ὅτι τὰ μεγάφωνα καὶ
τὸ ἀντηγείο τους ἀποτελοῦν ἔνα σύστημα πρόστιμη, διέτοις γιὰ τὴν
ὑψηλὴ πιστότητα.

ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΛΥΧΝΙΕΣ (ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ) - ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

Μέγιστη πρὸς ἀπὸ λίγα γράμμα, τὸ βασικὸ δργανό γιὰ τὶς διάφορες λειτουργίες (ἐνίσχυση, παραγωγὴ ταλαντώσεων, φόραση, κλπ) γίταν γίγλεκτρονικὴ λυχνία (Κεφ. 8).

Κατὰ τὴν τελευταία, δημος, δεκαπετία, οἱ γίγλεκτρονικὲς λυχνίες ἐκτοπίζονται δῆλο καὶ περισσότερο ἀπὸ ἕνα νέο εἰδος δργάνου, ποὺ δύναμέται κρυσταλλολυχνία (ἢ τρανζίστορ). Καὶ αὐτὸς συμβάνει γιατί, πραγματικά, οἱ κρυσταλλολυχνίες παρούσιαί οὖν, θπως θὰ δοῦμε, πολλὰ πλεονεκτήματα σχετικὰ μὲ τὶς γίγλεκτρονικὲς λυχνίες (γωρὶς βέβαια νὰ λείπουν ἐγτελῶς καὶ δρισμένα μειονεκτήματα).

Τὸ δὲν μιλήσαμε περισσότερο, ὡς τώρα, γιὰ τὶς κρυσταλλολυχνίες, δὲν τὸ κάναμε γιατὶ ἔχουν μικρότερη σπουδαιότητα ἀπὸ τὶς γίγλεκτρονικὲς λυχνίες — κάθε ἀλλο. Αὗτὸς ἔγινε, γιατὶ ὁ μηχανισμὸς τῆς ἀγωγμούτητας (δηλαδὴ ἡ τρέπος σγηγματισμοῦ τοῦ ρεύματος) γίνεται πιὸ εύκολα κατανοήδης μὲ τὶς γίγλεκτρονικὲς λυχνίες καὶ γιατί, μ' αὐτές, καταλαβαίνει κανεὶς εύκολότερα τὶς διάφορες βασικὲς λειτουργίες.

"Γίτερα ἀπὸ δύο ἔχομε πεῖ ὥς ἐδῶ, εἴμαστε πιὰ ἔτοιμοι νὰ γνωρίσωμε καὶ τὶς κρυσταλλολυχνίες. Θὰ τοὺς ἀφιερώσωμε δύο Κεφάλαια. Σ' αὐτὸς ἐδὴ θὰ μιλήσωμε γιὰ τοὺς ἄμμαγμοὺς καὶ τὰ διάφορα εἰδή, κρυσταλλολυχνιών, ἐνῷ στὸ ἐπόμενο θὰ ἔξετάσωμε πάλι τὶς διάφορες βασικὲς λειτουργίες καὶ θὰ περιγράψωμε μερικὲς συνδεσμολογίες μὲ κρυσταλλολυχνίες.

19·1. Ήμιαγωγοί.

"Ἄς θυμηθοῦμε λίγα πράγματα ἀπὸ τὴν ἀγωγὴν ὅτητα τῶν στερεῶν σωμάτων. "Οπως ἔέρομε, ἔνα μέταλλο είναι ἀγωγὸς καὶ

ή ἀγωγιμότητά του ὀφείλεται σὲ ἐνα πολὺ μεγάλο ἀριθμὸς ἀπὸ ἑλεύθερα ἡλεκτρόνια, ποὺ μποροῦν νὰ μετακινοῦνται μὲ ἀρκετὴ εὐκολία μέσα ἀπὸ τὸ πλέγμα τῶν ιόντων τοῦ μετάλλου. Ἀντίθετα, ἄλλα στερεὰ σώματα, ὅπως π.χ. ή πορσελάνη, δὲν δικτέονται ἑλεύθερα ἡλεκτρόνια καὶ εἶναι μονωτικά. Σὲ ἐνα μονωτικὸ σῶμα, πρακτικῶς ὅλα τὰ ἡλεκτρόνια εἶναι δεσμευμένα, δηλαδὴ δὲν μποροῦν νὰ ἀποσπασθοῦν εὔκολα ἀπὸ τὰ ἀτομά καὶ τὰ μόρια, ὅπου ἀνήκουν. Ἔτοι, ή ἀγωγιμότητα ἐνὸς μονωτικοῦ εἶναι πρακτικὰ μηδενική.

‘Ανάμεσα σ’ αὐτὲς τὶς δύο ἀκραίες περιπτώσεις (καλοὶ ἀγωγοὶ καὶ καλὰ μονωτικὰ) ὑπάρχει καὶ ή ἐνδιάμεση περίπτωση ἡ περίπτωση τῶν ἡμιαγωγῶν. Ἡμιαγωγές, λοιπόν, εἶναι ἐνα στερεὸ σῶμα, ποὺ παρουσιάζει μιᾶς κάποιας ἀγωγιμότητα, πολὺ μικρότερη, μὲν ἀπὸ τὴν ἀγωγιμότητα ἐνὸς μετάλλου, μεγαλύτερη δημοσίας.

‘Η ἀγωγιμότητα τῶν ἡμιαγωγῶν, αὐτὴ ή μικρὴ ἔστω ἀγωγιμότητα, ὀφείλεται στὸ γεγονός ὅτι τὰ σώματα αὐτὰ περιέχουν ἐνα ὄρισμένο πλῆθος ἀπὸ ἑλεύθερα ἡλεκτρόνια, ἀν καὶ ὅχι μεγάλο. Μὲ τὴν ἐπίδραση μιᾶς ἐξωτερικῆς τάσεως, δηλαδὴ εἶναι ἀπὸ ἐνα ἀσθενές ρεῦμα. Ὁ τρόπος σχηματισμοῦ τοῦ ρεύματος εἶναι πιὸ πολύπλοκος ἀπὸ δ.τι στὰ μεταλλα. Ἀρκεῖ νὰ πούμε ὅτι, τὸ ρεῦμα δὲν σχηματίζεται, σὴν πραγματικότητα, μόνος ἀπὸ μετακίνηση ἑλεύθερων ἡλεκτρονίων, ποὺ εἶναι, ὅπως ἔροιε, φορεῖς ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἄλλα καὶ ἀπὸ μετακίνηση ἄλλων ἰδιαίτερων θετικῶν φορέων (ποὺ θὰ τοὺς ὀνομάσωμε ὑπέρ). Ὁ μηχανισμὸς τῆς ἀγωγιμότητας ἐξ ἄλλου, εἶναι, τέτοιος, ὃτε εἰ ἀγωγιμότητα νὰ ανδάρῃ μὲ τὴ θερμοκρασία τοῦ ἡμιαγωγοῦ, ἀντίθετα δηλαδὴ, μὲ δ.τι συμβαίνει στὰ μεταλλα.

‘Ἀκόμη, ή ἀγωγιμότητα ἐνὸς ἡμιαγωγοῦ ἐξαρτάται πολὺ ἀπὸ τὴ γηραιότητα του καθαρότητα (καθόλες καὶ ἀπὸ ὄρισμένες ἄλλες συνθῆκες). Πρέπει λοιπὸν νὰ ἔχωμεν τοὺς γηραιάκα καθαροὺς

ήμιαγωγούς, που τοὺς λέιτε αὐτοτελεῖς ήμιαγωγούς, και ἐκεί-
νους που περιέχουν ξένες προσμίξεις, δηλαδὴ τοὺς ήμιαγωγούς
προσμίξεως.

Βλέπομε ἀπὸ τώρα ὅτι γῆ μελέτη, τῶν ήμιαγωγῶν δὲν Ήὰ
εἶναι και τόσο εὔκολη. Ή βαθύτερη μελέτη, εἰναι πραγματικὰ δύ-
σκολη, και περὶ λαμβάνεται στὴ θεωρία που λέγεται σύμμετρα θεω-
ρία τοῦ στερεοῦ σώματος. Εἰπεῖς οὕτως δὲν ἔχοιτε ἀνάγκη, νὰ πά-
με τόσα μιακούα. Ήὰ ἀπλοποιήσωμε τὰ πράγματα και Ήὰ περισ-
ριζθεῖτε τοῦ βάσικὰ ἐκεῖνα φυσικέα, που γῆ κατανόηται, τοὺς
εἶναι ἀπεραίτητη, γιὰ τὶς τεγνικὲς ἐφαρμογές. Αλλὰ και πάλι
γρειάζεται νὰ πάρωμε τὰ πράγματα μὲ τὴν σειρά τους και νὰ κα-
ταξέλωμε τὴν ἀνάλογη προσπάθεια.

19·2 Η κρυσταλλική δομή (γερμάνιο και πυρίτιο).

Οἱ ήμιαγωγοί, που γρηγοριούνται περιττερο στὴν πρά-
ξη, εἶναι τὸ γερμάνιο (γηγενὸν σύμμετρο Ge) και τὸ πυρίτιο (σύμ-
μετρο Si). Εἰπεῖς Ήὰ ἀσχοληθεῖτε κυρίως μὲ τὸ γερμάνιο, ἀλλὰ
ὅταν Ήὰ πούλε γι' αὐτὸν Ήὰ ισχύσουν και γιὰ τὸ πυρίτιο, ἐκτὸς ἀπὸ
ὅτι σημένες διευθοράζεις, που Ήὰ ἀναφέρωμε τὶς κυριότερες.

Τὸ γερμάνιο (ὅπως και τὸ πυρίτιο) εἶναι ἕνα γηγενὸν στοι-
χεῖο, που παρουσιάζεται, στὶς Ιουγλίστρες Ηεριναρκασίες, σὸν ἕνα
στερεὸν κρυσταλλὸν σθόμια. "Ἄς ὑπενθυμίσωμε ὅτι κρύσταλλος λέ-
γεται ἕνα σθόμια, σταγὴ τὰ ἀτομα, που τὸ ἀποτελοῦν, εἶναι τακτο-
ποιηγένα στὸ γήρως ἔτοι, τοτε γὰ σχηματίζουν κατὰ διμάδες κα-
νονικὰ γεωμετρικὰ σχήματα, τὰ δοπεῖα ἐπαναλαμβάνονται: τὸ ὅλη,
τὴν ἔκτασην τοῦ σύμματος. Τὰ ἀτομα σχηματίζουν ἔτοι ἕνα κανο-
νικὸ δίκτυο, που ὁγορίζεται κρυσταλλικὸ πλέγμα. "Αν τὰ ἀτομα
(ἢ τὰ μόρια) ἔνδει σώματος δὲν παρουσιάζουν μία κανονικὴ διά-
ταξη, τότε τὸ σθόμια δὲν εἶναι: κρύσταλλος* και λέγεται: ἀμυρόσ-
τομια.

Μέσα σὲ ἕνα κρύσταλλο, τὰ ἀτομα, που τὸν ἀποτελοῦν, συν-

δέονται μεταξύ τους με δριμένους δεσμούς, που τοις λέγεις χημικούς δεσμούς. Τα πάργουν διαφόρων ειδών χρημάτων δεσμού. Στήν περίπτωση, τον γεριανίου, που μάς ενθιαχθέρει εδώ, ο δεσμός δημιουργείται ως έξης: Κάθε άτομο γεριανίου σχει ενα εξωτερικό γήλεκτρονικό « φλοιό », που περιλαμβάνει 4 γήλεκτρόνια. Μέσα στο αρισταλλικό πλέγμα, κάθε άτομο γεριανίου συνδέεται με δέλτα 4 γειτονικά άτομα. Η σύνδεση (ο δεσμός) γίνεται με τη βοήθεια των εξωτερικών γήλεκτρονίων των άτομων, που γι' αյτών διλογίστε θυγατρίζεται και ήλεκτρόνια σθένους. Δύο άτομα, που συνδέονται μεταξύ τους, δίνουν το καθένα άπλων ενα εξωτερικό γήλεκτρόνιο, οπότε σχηματίζεται ενα ζευγάρι γήλεκτρονίων, και για τα δύο άτομα. (1) Ο σχηματισμός έγδεικνει τέτοιου ζεύγους άπλων γήλεκτρόνια, που



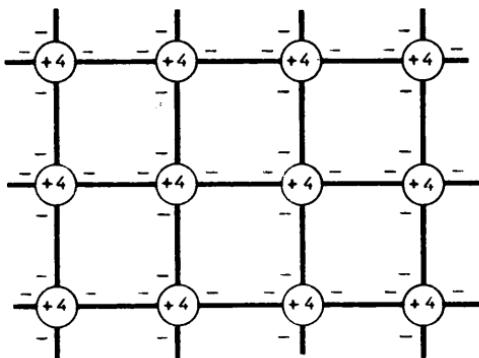
Σχ. 19·2 α.

Κάθε ζεύγος ήλεκτρονίων (\textcircled{o} \textcircled{o}) εξασφαλίζει εναν θυμοτοπολικό δεσμό.

Ανήκουν ταυτογρόγως και στα δύο άτομα, δημιουργείται ίσαρθρος μεταξύ των άτομων ενα δεσμό. Ένας τέτοιος δεσμός θυγατρίζεται ομοιοπολικός δεσμός. Κάθε άτομο γεριανίου συνδέεται με 4 ομοιοπολικούς δεσμούς πρὸς 4 γειτονικά άτομα τον αρισταλλικό πλέγματος (σχ. 19·2 α και 19·2 β).

Επεκτείνει προηγούμενα ότι το άτομο του γεριανίου σχει 4 εξωτερικά γήλεκτρόνια. Αλλαν σχει διπλούς μόνον αύτά. Τα πάργουν

ἀλλα 28 ήλεκτρόνια, κατανεμηγγιένα στοὺς ἐσωτερικοὺς ήλεκτρονικοὺς φλοιοὺς τοῦ ἀτόμου. "Ετοι, κάθε ἀτομο ἔχει συνολικὰ 32 ήλεκτρόνια. Τὸ ἀριθμικὸ ήλεκτρικὸ φορτίο αὐτῶν τῶν ηλεκτρονίων ἔξουδετερώνεται: ἀπὸ τὰ 32 πρωτόνια τοῦ πυρίγχ, ποὺ φέρουν θετικὸ φορτίο. "Αν δὲν λάθωμε δόψη μας τὰ 4 ἐξωτερικὰ ηλεκτρόνια, τότε περισσεύουν βέβαια τὰ θετικὰ φορτία 4 πρωτονίων, δηλαδὴ τὸ ἀτομο παρουσιάζεται φορτικιένο μὲ 4 θετικὰ στοιχειώδη φορτία. Τέτοια φορτικιένα ἀτομα ὄνται ἔχουται, δημοι-



Σχ. 19·2 β.

"Απλοποιημένη μορφὴ τοῦ κρυσταλλικοῦ πλέγματος (στὴν πραγματικότητα τὸ πλέγμα δὲν εἶναι ἐπίπεδο, ἀλλὰ ἐκτείνεται καὶ πρὸς τὶς τρεῖς διαστάσεις τοῦ χώρου").

ξέροιτε, ίώνται (θετικὰ ίώνται, στὴν περίπτωσή μας). Στὰ προηγούμενα σχῆματα οἱ κύκλοι: μὲ 4 παριστάνονται θετικὰ ίώνται γερμανίου. Τὰ φορτία δημιουργοῦνται, μέσα στὸν κρύσταλλο, ἀπὸ τὰ ἐξωτερικὰ ηλεκτρόνια, ποὺ ἔχουσαν καὶ τοὺς χρυσοὺς δεσμούς. "Ετοι, ἔνας κρύσταλλος γερμανίου (χρυσοὺς καθαρὸς) εἶναι ηλεκτρικὰ οὐδέτερος.

"Ολα τὰ παραπάνω ἴσχουν καὶ γιὰ τὸ πυρίτιο, μὲ διαφορές, ποὺ δὲν ἔχουν ἑδὴ ἴδιαίτερη σημασία. Ή. γ. τὸ πυρίτιο ἔχει στὸν

πυρήνα του 14 πρωτόνια (άντι για 32 τοῦ γερμανίου), τὰ ἐξωτερικὰ σημιωτικά ήλεκτρόνια σθένους είναι: καὶ πάλι: 4.

Μπορούμε, τέλος, νὰ ἀναφέρωμε καὶ μερικὲς ἄλλες ιδιότητες τοῦ γερμανίου καὶ τοῦ πυρήνου (σὲ καθαρὴ κρυσταλλικὴ κατάσταση). Τις συνοψίζομε στὸν παρακάτω Πίνακα 9.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9

Ίδιότητες τοῦ γερμανίου καὶ τοῦ πυρήνου

	Γερμανίο	Πυρήνας
Άτομικὸς ἀριθμὸς (ἀριθμὸς πρωτογίων τοῦ πυρήνα)	32	14
Όμάδα τοῦ περιοδικοῦ συστήματος (*)	IV	IV
Άτομικὸς βάρος (ώς πρὸς τὸ 1/16 τοῦ βάρους ἑνὸς ἀτόμου διξυγόνου)	72,60	28,09
Πυκνότητα (gr/cm ³)	5,35	2,49
Σημείον τήξεως (°C)	958,5	1 420
Εἰδικὴ ἀγωγομότητα (mho/m)	2,13	0,00048
Άνεκαλύψθη ὑπὸ τοῦ:	Winkler	Berzélius
τὸ ἔτος:	1886	1823

* Ο ἀριθμὸς τῆς « ὁμάδας » (ἐδῶ ὁ ἀριθμὸς τέσσερα) οὐσιῶς: γενικὰ μὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐξωτερικῶν ἡλεκτρογίων σθένους τοῦ ἀτόμου.

19·3 Έλεύθερα ἡλεκτρόνια καὶ ὄπες.

Ἄν ἔνας κρύσταλλος γερμανίου, σπινος τὸν περιγράψωμε παραπάνω, είναι τελείως καθαρὸς ἀπὸ διένεξης προσιμείξεις (δηλαδὴ ἀποτελεῖται ἀποκλειστικὰ ἀπὸ ἀτομά γερμανίου, τακτοποιημένα σὲ κάνονας πλέγμα), τότε ὁ κρύσταλλος ἀποτελεῖ, σπινος εἴπαμε, ἔναν αὐτοτελὴ ἡμιαγωγό.

"Ενας τέτοιος αύτοτελής ήμιαγωγὸς δὲν διαθέτει ἐλεύθερα ήλεκτρόνια, θεωρητικὰ μάλιστα δὲν διαθέτει καθόλου ἐλεύθερα ήλεκτρόνια, ἀφοῦ ὅλα τὰ ἔξωτερικὰ ήλεκτρόνια τῶν ἀτόμων εἰναὶ δεσμευμένα σὲ χημικοὺς δεσμούς. Αὐτὸς δημος εἶναι μόνο θεωρητικός. Στὴν πραγματικότητα ὑπάρχουν διάφορες αἰτίες ποὺ συντελοῦν, ὥστε μερικὰ ήλεκτρόνια, ἂν καὶ ὀλιγάριθμα, νὰ ἐλεύθερώνωνται καὶ νὰ συμπεριφέρωνται σὰν ἐλεύθερα. "Ετοι, ἐ αύτοτελῆς ήμιαγωγὸς δὲν εἶναι τελείως μονωτικὸς (ὅπως θὰ τὸ γέθελε η θεωρία), ἀλλὰ παρουσιάζει μία μικρὴ ἀγωγιμότητα, ποὺ τὴν λέμε ἐνδογένη ἀγωγιμότητα.

Πρέπει νὰ δοῦμε κάπως ἀπὸ πιὸ κοντὰ πῶς δημιουργεῖται γιανδογενής αὐτὴ ἀγωγιμότητα. Η ὑπαρξή της διφείλεται στὶς αἰτίες, ποὺ γεννοῦν ἐλεύθερα ήλεκτρόνια. Μιὰ τέτοια βασικὴ αἰτία εἶναι τὸ γεγονός ὅτι τὰ ἀτομα τοῦ κρυσταλλικοῦ πλέγματος δὲν εἶναι ἀκίνητα, ἀλλὰ εὑρίσκονται σὲ διαρκὴ θερμικὴ κίνηση (για θερμότητα, ποὺ ἔχει τὸ σημα, διφείλεται ἀκριβῶς στὴν κινητικὴ ἐνέργεια δονήσεως τῶν ἀτόμων του). Η θερμικὴ κίνηση δὲν εἶναι ἀκριβῶς γιὰ ὅλα τὰ ἀτομα τοῦ σώματος. Εἶναι, λοιπόν, δυνατὸν νὰ συιτηθῇ, ὥστε για θερμικὴ κίνηση ἐνὸς ὅρισμένου ἀτόμου νὰ γίνῃ σὲ ὅρισμένη στιγμὴ τέσσο ἔντονη, ποὺ ὁ χημικὸς δεσμὸς ἐνὸς ἔξωτερικοῦ ήλεκτρονίου τοῦ ἀτόμου νὰ μπορῇ, νὰ «σπάσῃ». Γιὰ νὰ γίνῃ, αὐτὸς πρέπει για κινητικὴ ἐνέργεια τῆς θερμικῆς δονήσεως νὰ ξεπεράσῃ πρὸς στιγμὴ μιὰ ὅρισμένη τιμή, δπότε τὸ ήλεκτρόνιο ἀποκτᾶ ἀρκετὴ ἐνέργεια γιὰ νὰ σπάσῃ τὸ χημικὸ δεσμὸ καὶ νὰ ἐλεύθερωθῇ. Ο θερμικὸς αὐτὸς τρόπος δίνει, πάντως, ἓνα μικρὸ ἀριθμὸ ἀπὸ ἐλεύθερα ήλεκτρόνια.

"Αλλοις τρόποις εἶναι νὰ φωτίσωμε τὸν ήμιαγωγὸ μὲ κάποιο εἰδὸς φωτὸς (π.χ. μὲ δρατὸ φῶς). "Οποις ξέρομε, τὸ φῶς εἶναι ἀκτινοσεολία, δηλαδὴ ἐνέργεια, καὶ ἀποτελεῖται ἀπὸ πλήθος μικρῶν κόκκων ἐνεργείας, ποὺ ὄνομάζονται φωτόνια. "Οταν, λοιπόν, ἓνα ἔξωτερικὸ ήλεκτρόνιο ἀπορροφήσῃ τὴν ἐνέργεια ἐνὸς

καταλλήλου φωτονίου, αύτὸς μπορεῖ νὰ τοῦ εἰναι ἀρκετὸς γιὰ νὰ ἐλευθερωθῇ. "Εγχριμεῖς εἴτε τὸ λεγόμενο φωτοηλεκτρικὸ τρέπο παραγωγῆς ἐλευθέρων γήλεκτρονίων.

Τὰ ἐλεύθερα γήλεκτρόνια (θερμικὰ ἢ φωτοηλεκτρικὰ) μποροῦν, ύπὸ τὴν ἐπίδραση, μιὰς ἐξωτερικῆς τάξεως, νὰ σγηματίσουν γήλεκτρικὸ φεύγα. Σ' αὐτὸς τὸ φεῦγα ἡλεκτρογόνων προστίθεται καὶ ἔνα ἄλλο φεύγα, ποὺ ἡ ὑπαρξή του δὲν φαίνεται μὲ πρώτη ματιά. Ἡ σγηματία του, δημοσ, εἰναι τὸ ἕδιο μεγάλη, δοσο καὶ ἡ σγηματία του φεύγατος γήλεκτρονίων. Πρέπει, λοιπόν, νὰ ἐξηγήσωμε τὸ ζήτημα καὶ.

"Οταν ἔνα γήλεκτρόνιο σπάζῃ, τὸ γημικὸ δεσμό του καὶ ἐλεύθερώνεται, ἀφήνει βέβαια πίσω του μία ἀδειανὴ θέση. Τὸ ἀτομο ἀπὸ ὅπου τὸ γήλεκτρόνιο ἔφυγε, ἔχει ἔνα γήλεκτρόνιο λιγότερο ἀπὸ τὴν συγκρισμένη οὐδέτερη κατάσταση, ἀρα τοῦ περισσεύει ἔνα θετικὸ φορτίο πρωτονίου, δηλαδὴ, τὸ ἀτομο γίνεται ἔνα θετικὸ ίόν.

Τὸ θετικὸ ίόν τείνει νὰ ἀρπάξῃ, τὸ γήλεκτρόνιο ποὺ τοῦ λείπει, νὰ συμπληρώσῃ τὸν ἀδειο χημικὸ του δεσμὸ καὶ νὰ γυρίσῃ στὴν οὐδέτερη κατάσταση. Βοηθεῖται σ' αὐτὸς ἀπὸ τὴν θερμικὴ κίνηση, τῶν γειτονικῶν του ἀτόμων. "Ετσι, ἔνα γήλεκτρόνιο ἔνδις γειτονικοὺς ἀτόμους δὲν ἀργεῖ νὰ τραβηγχθῇ ἀπὸ τὸ θετικὸ ίόν. Τότε, δημοσ, τὸ γήλεκτρόνιο αὐτὸς ἀφήνει πίσω του μία ἄλλη ἀδειανὴ θέση. Στὴν θέση αὐτὴ ἔλκεται ἔνα ἄλλο γήλεκτρόνιο, ποὺ ἀφήνει πάντα πίσω του μία νέα ἀδειανὴ θέση, κ.ο.κ.

Κάθε ἀδειανὴ θέση, ποὺ μετακινεῖται ἀπὸ ἀτομο σὲ ἀτομο μὲ τὸν τρέπο ποὺ περιγράψαμε, ὁνομάζεται ὀπή. Μία ὀπὴ ἀντιπροσωπεύει ἔνα κινούμενο φορέα θετικοῦ γήλεκτρισμοῦ, τὸ ἕδιο ὅπως ἔνα ἐλεύθερο γήλεκτρόνιο εἰναι ἔνας ἀρνητικὸς φορέας (ἢς σγημειώσωμε, πάντως, στὶς οἱ ὀπὲς ἔχουν γενικὰ μικρότερη, «εὐκινησία» ἀπὸ ὅ,τι τὰ γήλεκτρόνια). Παρ' ὅλο στὶς μία ὀπὴ, εἰναι ἔνας θετικὸς φορέας, δὲν πρέπει νὰ τὴν συγχέωμε ωὲ τὰ θετικὰ ίόντα

τοῦ κρυσταλλικοῦ πλέγματος. Τὰ θετικὰ λόντα δὲν μετακινοῦνται (ἄν ἔξαιρέσωμε τὴν θερμική τους δόνηση), ἐνῶ οἱ ὀπὲς περιπλανοῦνται ἀπὸ ἄτομο σὲ ἄτομο. "Αν ἔνας θετικὸς φορέας δὲν παρουσιάζῃ πιὰ τέτοια εὐκινησία, δὲν μπορεῖ νὰ δονομασθῇ « ὀπή ».

Τελικά, μποροῦμε νὰ φαντασθοῦμε τις ὀπὲς σὰν φορεῖς θετικοῦ γῆλεκτρισμοῦ, ποὺ ἔχουν ἀπαραίτητα μιὰ δρισμένη εὐκινησία καὶ μετακινοῦνται κατὰ διεύθυνση ἀντίθετη πρὸς τὴν διεύθυνση τῶν γῆλεκτρονίων.

"Γιὸ τὴν ἐπίδραση, μιὰς ἔξωτερικῆς τάξεως δὲν ἔχομε μόνο μετακίνηση γῆλεκτρονίων πρὸς τὰ θετικὰ πόλοι τῆς ἔξωτερικῆς πηγῆς, ἀλλὰ ἔχομε συγχρόνως καὶ ἀντίθετη μετακίνηση, τῶν θετικῶν ὅπων πρὸς τὸν ἀρνητικὸ πόλο τῆς πηγῆς. Τέτοιες ἀντίθετες μετακινήσεις ἀντίθετων φορέων σχηματίζουν ρεύματα, ποὺ προστίθενται. "Ετοι, τὸ συνολικὸ ρεύμα τοῦ ήμιαγωγοῦ είναι τὸ ἄθροισμα ἑνὸς ρεύματος γῆλεκτρονίων καὶ ἑνὸς φεύματος ὀπῶν.

"Οπως βλέπομε, τὰ δύο εἰδή φορέων (γῆλεκτρόνια καὶ ὀπὲς) συμπεπέχουν ἔξι ἵσου καλὰ στὸ σχηματισμὸ τοῦ συνολικοῦ ρεύματος. Τὸ ρεύμα αὐτὸ είναι βέβαια ἀσθενές, ἀντιστοιχεῖ ὅμως σὲ μιὰ δρισμένη μικρὴ ἀγωγιμότητα τοῦ ήμιαγωγοῦ, ποὺ τὴν ἀνομάσαμε ἐνδογενὴ ἀγωγιμότητα. Ἐπειδὴ ὁ ἀριθμὸς φορέων αὐξάνει μὲ τὴν θερμοκρασία (ἡ θερμικὴ κίνηση γίνεται τότε ἐντονότερη), ἡ ἐνδογενὴ ἀγωγιμότητα αὐξάνει ἐπίσης μὲ τὴν θερμοκρασία, ἐνῷ στὰ μέταλλα συμβαίνει τὸ ἀντίθετο. Οἱ αὐτοτελεῖς ήμιαγωγοί, ποὺ παρουσιάζουν ἐνδογενὴ ἀγωγιμότητα, λέγονται πολλὲς φορὲς καὶ ήμιαγωγοὶ τύπου i (ἀπὸ τὴν λέξη intrinsic = ἐνδογενής).

19·4 Ἡμιαγωγοὶ προσμείξεως (τύπου π καὶ τύπου ρ).

Μιλάγομε, μέχρι τώρα γιὰ τὸν αὐτοτελεῖς ήμιαγωγούς, δηποτὲ είναι π.γ. τὸ καθαρὸ γερμάνιο. Γιὰ νὰ μποροῦμε νὰ θεωρήσωμε τὸ γερμάνιο τὸν « καθαρό », πρέπει τὸ κρυσταλλικὸ πλέγμα

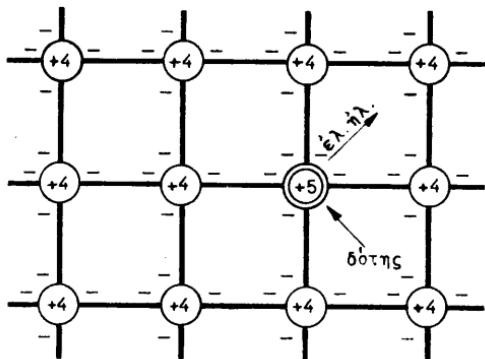
νὰ μὴ περιέχῃ ξένα ἄτομα περισσότερα π.χ. ἀπὸ 1 σὲ 1 τρισ-
κατομύριο (10^{12}) ἄτομα γερμανίου. Τώρα θὰ ἔξετάσωμε τοὺς
ἡμιαγωγοὺς προσμείξεως, ποὺ περιέχουν διγλαδή, ξένα ἄτομα σὲ
ποστοστό, ποὺ μπορεῖ π.χ. νὰ είναι: 1 ξένο ἄτομο σὲ 1 δισεκ-
τομύριο (10^9) ἄτομα γερμανίου, ἢ κάπως περισσότερο (ἔστω 1
πρὸς 10^8). Μιὰ τέτοια δέση προσμείξεως είναι βέβαια πολὺ μικρή,
είναι δημιουργοῦ καὶ νὰ αὐξῆσῃ σημαντικὰ τὴν ἀγωγιμότητα
τοῦ ημιαγωγοῦ καὶ νὰ ἀλλάξῃ οὐσιαστικὰ τὶς ιδιότητές του. Τὸ
νέο εἶδος ἀγωγιμότητας, ποὺ ὑψείλεται στὴν παρουσία προσμεί-
ξεων, ονομάζεται ἐξωγένης ἀγωγιμότητα (σὲ ἀντίθεση, πρὸς τὴν
ἐνδογενή, ἀγωγιμότητα τοῦ καθαροῦ αὐτοτελοῦς ημιαγωγοῦ).

Οἱ προσμείξεις, ποὺ προστίθενται συγήθως στοὺς ημιαγωγοὺς
γιὰ νὰ ρυθμίσουν τὶς ιδιότητές τους, είναι δύο εἶδῶν. Τὸ
εἶδος ἀποτελεῖται ἀπὸ χημικὰ στοιχεῖα προσμείξεως, ποὺ τὰ ἄτο-
μά τους ἔχουν 5 ἐξωτερικὰ ἡλεκτρόνια σθένους (πεντασθενή, στοι-
χεῖα) καὶ ποὺ ἀνήκουν στὴν ὅμιλον V τοῦ περισδικοῦ συστήμα-
τος. Τέτοια στοιχεῖα είναι ὁ φωσφέρος (σύμβολο P), τὸ ἀρσενικὸ
(As), τὸ ἀντιμόνιο (Sb), κλπ. Τὸ ἄλλο εἶδος προσμείξεως ἀπο-
τελεῖται ἀπὸ στοιχεῖα μὲ 3 ἐξωτερικὰ ἡλεκτρόνια (τρισθενή στοι-
χεῖα), ποὺ ἀνήκουν στὴν ὅμιλον III τοῦ περισδικοῦ συστήματος.
Τέτοια είναι τὸ βόριο (B), τὸ ἀργιλλίο ἢ ἀλουμίνιο (Al), τὸ
γάλλιο (Ga), τὸ ἵνδιο (In), κλπ. Τὰ δύο αὗτὰ εἶδη προσμεί-
ξεως δίνουν στὸν ημιαγωγὸ διαφορετικές καὶ ιάλιστα ἀντίθετες,
ιδιότητες.

"Ας δοῦμε, πρῶτα, τὴν περίπτωση προσμείξεως μὲ πεντα-
σθενὲς στοιχεῖο, π.χ. μὲ ἀντιμόνιο (σύμβολο Sb). "Οπως εἴπαμε,
τὸ ποσοστὸ προσμείξεως είναι γενικὰ πολὺ μικρό, δόποτε ἔνα δρι-
σμένο ἄτομο ἀντιμονίου περιβάλλεται, μέσα στὸ κρυσταλλικὸ
πλέγμα, ἀπὸ ἄτομα γερμανίου καὶ μόνο. Στὸ σχῆμα 19·4 α ἔνα
τέτοιο ἄτομο ἀντιμονίου ἔχει σχημειωθῆ μὲ τὸ σύμβολο + 5.

Τὸ ἄτομο τοῦ ἀντιμονίου ἔχει 5 ἐξωτερικὰ ἡλεκτρόνια, ἀπὸ

τὰ δύοια μόνο τὰ 4 ἀπασχολοῦνται σὲ χημικοὺς δεσμοὺς μὲν ἵσαριθμα γειτονικὰ ἀτομά γερμανίου. Μένει λοιπὸν ἔνα ἐξωτερικὸν ἡλεκτρόνιο, ποὺ πολὺ εὐκολα μπορεῖ νὰ ἀποσπασθῇ ἀπὸ τὸ ἀτομο ἀντιψενίου καὶ νὰ γίνῃ ἐλεύθερο (πολὺ εὐκολώτερα ἀπὸ ὅτι ἔνα ἐξωτερικὸν ἡλεκτρόνιο γερμανίου). Ἡ ἀπόσπαση ἀπαιτεῖ ἔνα μικρὸ πιστὸ ἐνέργειας, ποὺ παρέχεται εὐκολα ἀπὸ τὴν κινητικὴν ἐνέργεια τῆς θερμικῆς δονήσεως. Ἀρα, κάθε ἀτομο προσμείξεως δίνει ἀπὸ ἔνα ἐλεύθερο ἡλεκτρόνιο. Γιὰ τὸ λόγο αὐτόν, τὰ ἀτομικά πεντασθενοῦς προσμείξεως δυομάζονται δότες (δίνουν ἡλεκτρόνια).



Σχ. 19·4 α.

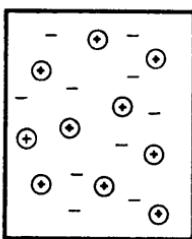
Δότης (+5) μέσα σὲ κρυσταλλικὸ πλέγμα γερμανίου.

Ἡ ἀπόσπαση, ἐνδὲς ἡλεκτρονίου ἀπὸ ἔνα ἀτομο ἀντιψενίου δὲν ἔφηνε: στὴ θέση του μία ὁπῆ. Πραγματικά, δταν φεύγγῃ τὸ ἡλεκτρόνιο, τὸ ἀτομο τοῦ ἀντιψενίου γίνεται μὲν ἔνα θετικὸ ἴὸν (ἀξιὸ τοῦ περισσεύει ἔνα θετικὸ φορτίο πρωτονίου), ἔνα σμικρὸ τέτοιο θετικὸ ἴὸν μένει ἐντοπισμένο ἐκεῖ ποὺ παράγεται, δὲν ἔχει δηλαδὴ καλιμὰ κινητότητα. Γιὰ νὰ ποῦμε δτι ἔνας φορέας ἀποτελεῖ ὁπῆ, δὲν φθάνει νὰ φέρῃ θετικὸ φορτίο, πρέπει ἀπαραίτητα, ἐπως ἔχομε πεῖ, νὰ μετακινήται ἀπὸ ἀτομο σὲ ἀτομο. Ἐπομένως, τὸ ἐντοπισμένο θετικὸ ἴὸν ἀντιψενίου δὲν ἀποτελεῖ ὁπῆ.

"Οχι μόνον αὐτό, ἀλλὰ καὶ οἱ περισσότερες ἀπὸ τις λίγες διάπεις, ποὺ δημιουργοῦνται κανονικὰ σὲ ἔνα καθαρὸ κρύσταλλο, ἐξαφανίζονται τώρα, γιατὶ οἱ διπλές αὐτές ἐνώνυμται μὲ ἐλεύθερα γῆλεκτρόνια, ποὺ δίνουν οἱ δότες. "Ετι, ἐνῷ ἔχομε σημαντικὴ αὔξηση τῶν ἐλευθέρων γῆλεκτρονίων, ἔχομε συγχρόνως μείωση τῶν διπλῶν ποὺ διπλήρχαν στὸν καθαρὸ κρύσταλλο. Λέμε, γι' αὐτό, δτὶ σὲ ἔνα τέτοιο γηιμιαγωγὸ προσμείξεως τὰ ἐλεύθερα γῆλεκτρόνια εἰναι πλειοψηφοῦντες φορεῖς, ἐνῷ οἱ διπλές εἰναι μειοψηφοῦντες φορεῖς.

Τὸ συμπέρασμα εἰναι δτὶ, στὴν περίπτωση ποὺ ἔξετάζομε, ἡ ἀγωγὴμότητα αὐξάνει σημαντικὰ καὶ διείλεται, σχεδὸν ἀποκλειστικά, σὲ μετακίνηση ἐλευθέρων γῆλεκτρονίων. Ἐπειδὴ τὰ γῆλεκτρόνια φέρουν ἀρνητικὸ γῆλεκτροσιμό, ἔνας γηιμιαγωγὸς μὲ δότες (μὲ πεντασθενὴ πρόσμειξη) λέγεται γηιμιαγωγὸς τύπου n (τὸ n εἰναι τὸ πρῶτο γράμμα τῆς λέξεως negative, ποὺ σημαίνει ἀρνητικός). Τὸ σχῆμα 19·4 β παριστάνει ἔνα γηιμιαγωγὸ τύπου n.

Τύπου n



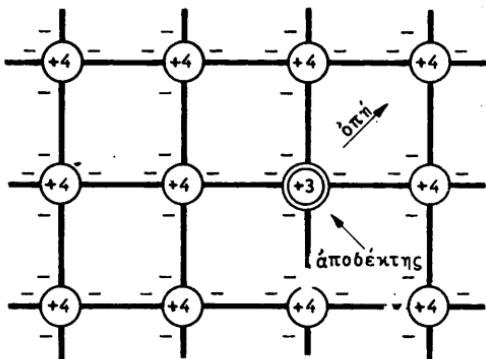
⊕ δότες
- ἐλεύθερα γῆλεκτρόνια

Σχ. 19·4 β.
Γηιμιαγωγὸς τύπου n.

Στὸ σχῆμα δείχνομε μόνο τὰ ἐλεύθερα γῆλεκτρόνια (σύμβολο —) καὶ τοὺς δότες, ποὺ τοὺς σημειώνομε μὲ ἔνα + μέσα σὲ ἔνα κύκλο, ἐπειδὴ οἱ δότες ἀποτελοῦν θετικὰ ιόντα (ἐντοπισμένα). Οἱ δότες εἰναι σχετικὰ ὀλιγάριθμοι καὶ σκορπισμένοι τυχαῖα μέσα στὸ κρύσταλλο δίκτυο. Τὰ ἀτομά τοῦ γερμανίου δὲν τὰ δείχνομε

στὸ σχῆμα. Καὶ τοῦτο, γιατί, σύμφωνα μὲ δσα εἰπαμε παραπάνω, τὰ ἀτομα τοῦ γερμανίου παῖζουν πιὰ ἔνα πεθητικὸ ρόλο καὶ δὲν παίρουν ἐνεργὸ μέρος στὸ λιγχανισμὸ τῆς ἀγωγιμότητας. Τὸν ἐνεργὸ ρόλο τὸν παῖζουν, τώρα, οἱ δύτες, στοὺς ἑποίσους καὶ διείλεται ἡ αὐξηση τῆς ἀγωγιμότητας. Άρκει μία δόση 1 πρὸς 10^8 γιὰ νὰ αὐξηθῇ πάνω ἀπὸ 10 φορὲς ἡ ἀγωγιμότητα τοῦ ήμιαγώγου.

"Ἄς ἔρθωμε, κατόπιν, στὴν περίπτωση, προσμείξεως μὲ προσθενὲς στοιχεῖο, π.γ. μὲ γάλλιο (σύμβολο Ga).



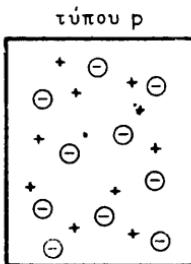
Σχ. 19·4 γ.

Αποδέκτης (+3) μέσα στὸ κρυσταλλικὸ πλέγμα γερμανίου.

"Οσα εἰπαμε προγρούμενα, λίγο - πολὺ ἀντιστρέψονται. "Ἐνα ἀτομο τρισθενοῦς προσμείξεως ἔχει μένο 3 ἐξωτερικὰ γήλεκτρόνια, ἐνῷ τοῦ χρειάζονται 4 γήλεκτρόνια γιὰ νὰ συμπληρώσῃ τὸν δεσμούν. μὲ τὰ γειτονικὰ ἀτομα γερμανίου. Τὸ ἀτομο προσμείξεως τείνει, λοιπόν, νὰ προσλάβῃ, τὸ γήλεκτρόνιο ποὺ τοῦ λείπει ἀπὸ κάποιος ἄλλος κοντινὸ ἀτομο γερμανίου, πρᾶγμα ἄλλωστε ποὺ γίνεται μὲ μεγάλῃ εὐκολίᾳ. Τότε, ὅμως, τὸ γήλεκτρόνιο αὐτὸ ἀφύγει πέρι του μία ὅπη, ἡ ὅπεια μετακινεῖται παραπέρα, ὅπως στὴν περίπτωση, τῆς ἐνδογενοῦς ἀγωγιμότητας. Αὐτὸ φαίνεται στὸ σχῆμα 19·4 γ, ὅπου τὸ ἀτομο τῆς τρισθενοῦς προσμείξεως ἔχει: σγημειωθῆ-

μὲ τὸ σύμβολο + 3. Ἐπειδὴ τὰ ἀτομα τρισθενοὶς προσμείξεις δέχονται γῆλεκτρόνια καὶ δημιουργοῖν ὁπές. τὰ ἐνοριάζομενά ποδέκτες.

"Οταν ἔνας ἀποδέκτης πάρῃ ἔνα περισσευκόλενο γῆλεκτρόνιο, δημιουργεῖται βέβαια ἔνα ἀρνητικὸν ίόν. Τὸ δὲν ὅμιλος μένει δεσμευμένο στὴ θέση, τένυ, καί, ἀφοῦ δὲν μπορεῖ νὰ μετακινηθῇ, δὲν ἀποτελεῖ φορέα ἀγωγῆμάτητας. Ἐπὶ πλέον, τὰ περισσέτερα ἀπὸ τὰ ἐλεύθερα γῆλεκτρόνια ποὺ ὑπήρχαν στὸν καθαρὸν αρυταλλὸν ἔξουδετερώνονται ἀπὸ ὁπές. "Αρα, πλειοψηφοῦντες φορεῖς εἰναι: τώρα οἱ ὁπές, ἐνῷ τὰ ἐλεύθερα γῆλεκτρόνια εἰναι μειωψηφοῦντες φορεῖς. Ή ἀγωγῆμάτητα τοὺς γῆμιαγωγοὺς ὁφείλεται, σχεδὸν ἀποκλειστικά, σὲ μετακίνηση, θετικῶν φορέων (τῶν ὁπῶν) καί, γι' αὐτό, δὲ γῆμιαγωγὸς λέγεται τύπου p (p ἀπὸ τὴ λέξη positive = θετικός). Τὸ σχῆμα 19·4 δὲ παριστάνει ἔνα γῆμιαγωγὸ τύπου p (παραλείποντας πάντοτε γὰ σγημείστωμεν τὰ ἀτομα τοῦ γεριανίου).



Θ ἀποδέκτες
+ ὁπές

Σχ. 19·4 δ.
Γῆμιαγωγὸς τύπου p.

Εἰναι ἀσφαλῶς δυνατὸν ἔνας γῆμιαγωγὸς νὰ περιέχῃ συγχρόνως προσμείξεις καὶ ἀπὸ τὰ δύο εἰδῆ, δηλαδὴ νὰ περιέχῃ καὶ δότες καὶ ἀποδέκτες. "Αν. οἱ δότες εἰναι περισσότεροι: ἀπὸ τοὺς ἀποδέκτες, δὲ γῆμιαγωγὸς ἔχει ιδιότητες τύπου n, ἐνῷ, ἂν περισσεύσουν ἀποδέκτες, ἔχομεν γῆμιαγωγὸ τύπου p. Στὸ μεταξύ, ἡ πρόσ-

μειξηὶ μὲ τὸ μικρότερο ποσοστὸ προφανὸς ἐξουδετερώνεται ἀπὸ τὴν ἀντίθετη ἴσχυρότερη πρόσημειξη.

‘Η ἐξουδετέρωση αὐτὴ ὁνομάζεται ἀντιστάθμιση. ‘Οταν τὰ ποσοστὰ τῶν δύο προσμείξεων εἰναι ἵσα, τότε ἔχομε πλήρη ἀντιστάθμιση καὶ ὁ ήμιαγωγὸς συμπεριφέρεται περίπου σὰν νὰ ἔται καθαρός.

‘Ο Πέντακας 10 συγκεντρώνει μερικὲς γνώσεις, που πρέπει νὰ μάζεψενται προστιθοῦν.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ : 0

Κατάταξη καὶ ίδιότητες τῶν ήμιαγωγῶν (περίπτωση γερμανίου ἢ πυριτίου)

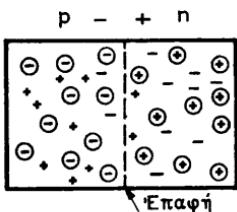
Αὐτοτελεῖς ήμιαγωγοί :	Θερμικὴ κίνηση. Φωτογενετρι- σμός.	Ήμιαγωγοὶ προσμείξεως :
Τύπος ἀγωγιμότητας :	Ἐνδογενής (τύπου i).	Ἐξωγενής : Τύπου n. Τύπου p.
Φορεῖς :	Ἐλεύθερα ἡλεκτρόνια καὶ δύές.	Ἐλεύθερα ἡλεκτρόνια. Οπές.
Σημεῖο φορέων :	+ καὶ —	—
Εἶδος προσμείξεως :		Πεντασθενής. Τρισθενής.
Παραδείγματα ἀτόμων προσμείξεως :		Φωσφόρος. Βόριο. Αρσενικό. Αργίλλιο. Αντιμένιο. Γάλλιο. "Ιγδιο.
Όνομασία ἀτόμων προσμείξεως :		Δότες. Αποδέκτες.
Σημεῖο ἰόγτων προσμείξεως (ἐντεπισμένων) :		

"Ας σημειωθή ότι τὰ φαινόμενα ποὺ ἀναφέραμε ἐξηγοῦνται βαθύτερα μὲ τὶς νεώτερες θεωρίες τῆς Ἀτομικῆς Φυσικῆς (δι μηχανισμὸς τῆς ἀγωγιμότητας περιγράφεται, τότε, μὲ τὶς λεγόμενες ἐνεργειακὲς ζῶνες).

19·5 Έπαφή.

Τὰ διάφορα εἰδη ήμιαγωγῶν (αὐτοτελής, τύπου n, τύπου p) δὲν ἔχουν ἀπὸ μόνα τους κακομιὰ ιδιαίτερη χρησιμότητα, ὅταν τὰ πάροντα τὸ ακθένα ἔχωριστά. Ἡ χρησιμότητά τους φανερώνεται ὅταν τὰ συνδυάσωμα μεταξύ τους καὶ, εἰδικότερα, ὅταν πάροιμε ἔναν ήμιαγωγὸ τύπου p καὶ ἔναν ἄλλον τύπου n καὶ τοὺς φέρωμε σὲ στενὴ ἐπαφὴ μεταξύ τους ἔτσι, ὥστε νὰ συγματίσουν μπλόκο. "Ενα τέτοιο μπλόκο τὸ ὁνομάζομε ἐπαφὴ p-n. Τὸ πάχος τῆς ἐπαφῆς, δημοσιεύεται τὸ πέρασμα ἀπὸ τὸ τμῆμα p στὸ τμῆμα n, εἶναι τῆς τάξεως τοῦ ἔνδει μικροῦ (10^{-6} m).

"Ας δοῦμε κάπως λεπτομερέστερα τὶς ιδιότητες μιᾶς τέτοιας ἐπαφῆς. Πρῶτα θὰ πάρωμε τὴν ἐπαφὴν μόνη της, χωρὶς δηλαδὴ νὰ τὴν συνδέσωμε στοὺς πόλους μιᾶς ἔξωτερηκῆς πηγῆς (σχ. 19·5 a). Παρ' ὅλο ότι δὲν ὑπάρχει ἔξωτερηκή πηγή, ῥωτόσω δρι-



Σχ. 19·5 a.

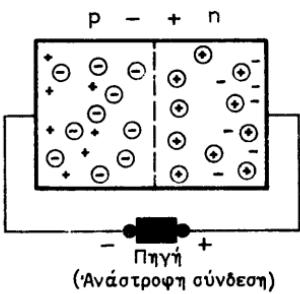
Ἐπαφὴ p - n (διάχυση φορέων μέσα ἀπὸ τὴν ἐπαφὴν)

σμένα ἐλεύθερα γέλεκτρόνια περνοῦν ἀπὸ τὴν περιοχὴν n στὴν περιοχὴ p, διασχίζοντας τὴν ἐπαφήν, ἐνῷ μερικές διπές περνοῦν στὴν περιοχὴn. Αὕτη τὸ πέρασμα φορέων στὶς ἀντίθετες περιοχές δυνομάζεται διάχυση.

‘Η διάχυση ἔχει τὰ ἔξης ἀποτελέσματα: Οἱ δύο πλευρὲς τῆς ἐπαφῆς φορτίζονται μὲ ἀντίθετα φορτία. ’Ετσι, ἀνάμεσα στὶς δύο περιοχὲς τοῦ γῆμικωγοῦ ἀναπτύσσεται μία ἡλεκτρικὴ τάση, ἵνα εἰδὸς ἐσωτερικῆς ἡλεκτρογερατικῆς δυνάμεως (ΗΕΔ). ‘Η ἐσωτερικὴ ΗΕΔ ἔχει τέτοια φορά, ὥστε νὰ ἀντιτίθεται στὴν παραπέρα διάχυση φορέων. ’Ιστερα, λοιπόν, ἀπὸ ἓνα μικρὸ χρονικὸ διάστημα, ἡ ἐσωτερικὴ ΗΕΔ γίνεται ἀρκετὴ (τῆς τάξεως μερικῶν δεκάτων τοῦ βόλτη) γιὰ νὰ ἐμποδίσῃ τὴν παραπέρα μετακίνηση φορέων, ὅπότε ἡ διάχυση σταματᾷ καὶ ἀποκαθίσταται μία δρισμένη κατάσταση ἴσορροπίας.

’Εστω, τώρα, ὅτι οἱ δύο περιοχὲς τοῦ γῆμικωγοῦ συνδέονται πρὸς τοὺς πόλους μιᾶς ἐξωτερικῆς πηγῆς. ’Πάρχοντας βέβαια δύο τρόποι συνδέσεως, ποὺ θὰ τοὺς ἔξετάσωμες ἔγγρωριστά.

Στὸ σχῆμα 19·5 β οἱ πόλοι τῆς πηγῆς ἔχουν συνδεθῆ, μὲ



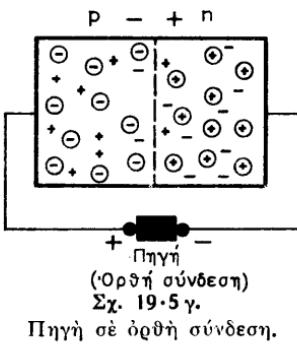
Σχ. 19·5 β.
Πηγὴ σὲ ἀνάστροφη σύνδεση.

ἐτερόνυμες περιοχὲς τοῦ γῆμικωγοῦ (ἕ πόλος + μὲ τὸ η καὶ ἕ πόλος — μὲ τὸ p). Στὴν περίπτωση αὐτή, ἡ πηγὴ ἀπορροφᾷ ἐτερονύμους φορεῖς (ἡλεκτρόνια ἀπὸ τὸ θετικὸ πόλο τῆς καὶ ὅπερ ἀπὸ τὸν ἀρνητικὸ πόλο). Αὕτῳ σημαίνει ὅτι στὶς δύο πλευρὲς τῆς ἐπαφῆς ἐμφανίζονται νέα ἡλεκτρικὰ φορτία ἀπὸ δότες καὶ ἀποδέκτες. Τὰ φορτία αὐτὰ δημιουργοῦν, δημιουργοῦν, δὲν ὑπάρχῃ ἐξωτερικὴ πηγὴ, μία ἐσωτερικὴ ΗΕΔ, ποὺ ἀντιτίθεται στὴν πα-

ραπέρα κίνηση φορέων. Ή εσωτερική ΗΕΔ ανδένει τώρα τόσο, ώστε νὰ ἀντισταθμίζῃ πρακτικὰ τὴν τάση τῆς πηγῆς, διπότε ἔχομε μία νέα κατάσταση, ισορροπίας.

Άρα, ένας τέτοιος τρόπος συνδέσεως τῆς πηγῆς καταλήγει στὸ ἔξης ἀποτέλεσμα: Άμεσως μὲ τὴ σύνδεση, ἐνα δρισμένο ἡλεκτρικὸ ρεῦμα κυκλοφορεῖ, τὸ ρεῦμα διμως αὐτὸ διακόπτεται ὑστερα ἀπὸ μικρὸ χρονικὸ διάστημα καὶ γέπαφὴ παύει νὰ εἰναι ἀγώγιη (ὅπως θὰ δοῦμε στὴν ἐπομένη παράγραφο, τὸ ρεῦμα δὲν διακόπτεται ἐντελῶς, ἀλλὰ διατηρεῖ μία μικρὴ ἔνταση). Λέμε, λοιπόν, ὅτι γέγονη σύνδεση, τὸν πόλων μιᾶς πηγῆς πρὸς τὶς ἐτερόνυμες περιοχὲς μιᾶς ἐπαφῆς p - n εἰναι σύνδεση κατὰ τὴν ἀνάστροφη φορά.

Ο ἄλλος τρόπος συνδέσεως (σχ. 19-5 γ) εἶναι ἐκεῖνος, ὃπου



Πηγὴ σὲ ορθὴ σύνδεση.

οἱ πόλωις τῆς πηγῆς ενόντωνται: πρὸς διμόνυμες περιοχὲς τοῦ ἥμιαγγοῦ (ὁ πόλως + μὲ τὸ p καὶ ὁ πόλως — μὲ τὸ n). Στὴν περίπτωση αὐτῆ, ἐνα ἡλεκτρικὸ ρεῦμα κυκλοφορεῖ μονίμως μέσα στὸ κύκλωμα καὶ λέμε ὅτι ἔχομε σύνδεση τῆς πηγῆς κατὰ τὴν ορθὴ φορά.

Τὸ φαινόμενο ἔξηγεῖται ὡς ἔξης: Τὰ ἐλεύθερα ἡλεκτρόνια μετακινοῦνται, ὃπως πάντοτε, πρὸς τὴ θετικὸ πόλω τῆς πηγῆς καὶ οἱ ὀπὲς πρὸς τὸν ἀρνητικὸ πόλω. Κατὰ τὴ μετακίνηση αὐτῆ, εἰναι ἀλγήθεια ὅτι μερικὰ ἐλεύθερα ἡλεκτρόνια συγχωνεῦν στὸ

δρόμο τους ὅπες καὶ ἔξαφανίζονται μαζί τους. Τώρα δημως, ἡ πηγὴ ἔχει συνδεθῆ κατὰ τρόπον ποὺ νὰ δίνῃ διαρκῶς νέα ἐλεύθερα ἥλεκτρόνια ἀπὸ τὸν ἀρνητικό της πόλο. Ἔτσι, τὰ πισσοστὰ τῶν φορέων διατηροῦνται μέσα στὸν ἡμιαγωγὸ καὶ ἡ κυκλοφορία ρεύματος γίνεται μόνιμη κατάσταση.

Πρέπει ἀκόμα νὰ παρατηρήσωμε ὅτι ὑπάρχει καὶ πάλι μία ἐσωτερικὴ ΗΕΔ. Οἱ κινήσεις, δημως, τῶν ἥλεκτρονίων καὶ τῶν ὁπῶν ἔχουν, τώρα, τέτοια κατεύθυνση, ὡστε ἡ ἐσωτερικὴ ΗΕΔ νὰ μικραίνῃ. Ἐπὶ πλέον, ἡ ἐσωτερικὴ ΗΕΔ δὲν ἀντιτίθεται πιὰ στὴν τάση τῆς ἐξωτερικῆς πηγῆς, ἀλλὰ βοηθᾶ στὴν κυκλοφορία τοῦ ρεύματος. Δηλαδὴ, στὴν περίπτωση συνδέσεως τῆς πηγῆς κατὰ τὴν ὄρθη φορά, ἔχομε μία μικρὴ ἐσωτερικὴ ΗΕΔ ποὺ συνεργάζεται μὲ τὴν πηγή.

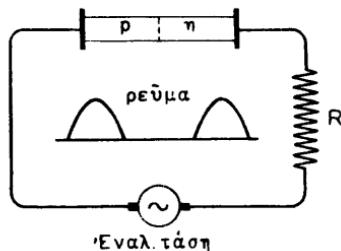
Τὸ συμπέρασμα εἶναι ὅτι μία ἐπαφὴ p - n συμπεριφέρεται σὰν εἰδος ἀνορθωτῆ, εἶναι δηλαδὴ ἀγώγιμη κατὰ μία κατεύθυνση καὶ μὴ ἀγώγιμη κατὰ τὴν ἄλλη. Μπορεῖ, ἐπομένως, νὰ χρησιμοποιηθῇ κατὰ τὸν ἕδιο τρόπο, ὅπως καὶ ἡ δίσδη ἥλεκτρονικὴ λιγνία.

19·6 Κρυσταλλοδίοδη ἐπαφῆς.

Οἱ ἴδιες τῆς ἐπαφῆς p - n χρησιμοποιούνται γιὰ τὴν κατασκευὴ ὅρισμένων «λυχνιῶν», ποὺ δνομάζονται κρυσταλλοδίοδες ἐπαφῆς. Τέτοιες κρυσταλλοδίοδες εὑρίσκονται στὸ ἐμπόριο σὲ μεγάλη ποικιλία (ἀναλόγως τοῦ εἰδούς τοῦ ἡμιαγωγοῦ, τῶν ποιοστῶν προσμείξεως, τοῦ τρόπου πραγματοποιήσεως τῆς ἐπαφῆς). Οἱ ἐφαρμογές τους δὲν περιορίζονται στὴν ἀνόρθωση, ἀλλὰ ἐπεκτείνονται σε πολλὲς ἄλλες περιπτώσεις.

Τὸ σχῆμα 19·6 α δείχνει τὴν ἐξωτερικὴν ὅψη μιᾶς μικρῆς κρυσταλλοδίοδης, μὲ τὸ κάλυμμα της, σὲ φυσικὴ μέγεθος. Στὸ σχῆμα 19·6 β φαίνεται ἡ συνδεσμολογία μιᾶς κρυσταλλοδίοδης σὲ κύκλωμα ἀνορθώσεως. Ἡ ἀνόρθωση γίνεται οὐσιαστικὰ μὲ τὸν

Έδοι τρόπο, που έχομε εξηγήσει στήν περίπτωση μιάς γήλεκτρονικής δίοδης λυχνίας (παρ. 8·4). Τη πάρχουν, όμως, και άριστες χαρακτηριστικές διαφορές, που πρέπει να τις άναψερωμε.



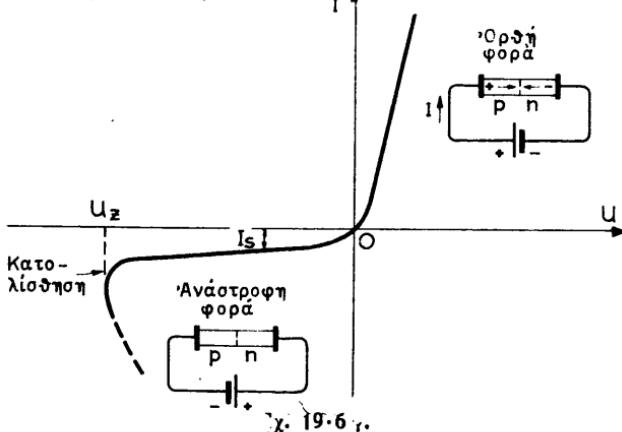
Σχ. 19·6 α.

Έξωτερη δημητριακή δύνη κρυσταλλοδίοδης
(σε φυσικό μέγεθος).

Σχ. 19·6 β.

Άνορθωση μὲν κρυσταλλοδίοδη.

Οι διαφορές αὐτές φαίνονται: καλύτερα, ἢν γαράξωμε τήν χαρακτηριστική καμπύλη τάση-ρεύμα (σχ. 19·6 γ). "Όταν γή έξω-



Χαρακτηριστική καμπύλη (τάση, ρεύμα) μιᾶς κρυσταλλοδίοδης ἐπαφῆς.

τερική τάση ἔχη συνδεθῆ κατὰ τήν δρθή φορά (δεξιὸς μέρος τοῦ σχήματος), κυκλοφορεῖ στὸ κύκλωμα ἕνα ρεύμα, που αὐξάνει γρήγορα μὲ τήν τάση.

Κατὰ τὴν ἀνάστροφη φορά, τὸ ρεῦμα εἶναι στὴν ἀρχὴ σχετικὰ μικρό, ἀλλὰ δχὶ μηδενικό. Τὸ ἀνάστροφο αὐτὸ ρεῦμα I_s εἶναι σγμαντικὰ μεγαλύτερο ἀπὸ τὸ ἀντίστοιχο ἀνάστροφο ρεῦμα μιᾶς δίσδης γήλεκτρονικῆς λυχνίας. Τὸ δόνομάζομε ρεῦμα κόρου καὶ ἡ ὑπαρξὴ του ἔξηγεῖται ὡς ἔξῆς:

Εἶναι ἀλγήθεια ὅτι ἡ ἀγωγιμότητα·ένδος ἡμιαγωγοῦ προσμείξεως καθορίζεται, δπως ἔχομε πεῖ, ἀπὸ τὸ ρόλο ποὺ παίζουν οἱ δότες καὶ οἱ ἀποδέκτες. Στὸ μεταξύ, διμως, δὲν παύει νὰ ὑπάρχῃ καὶ ἡ ἐνδογενῆς ἀγωγιμότητα. Ἀκόμη, ἡ ἐνδογενῆς ἀγωγιμότητα δὲν ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴ φορὰ τῆς ἐφαρμοσμένης ἔξωτερικῆς τάσεως. "Αρα, ὡς πρὸς τὴν ἐνδογενὴ ἀγωγιμότητα, δ ἡμιαγωγὸς p - n συμπειριφέρεται σὰν μία ὀμβικὴ ἀντίσταση, ποὺ δὲν διακρίνει τὶς δύο κατευθύνσεις τοῦ ρεύματος. Τὸ ρεῦμα κόρου I_s διφείλεται, κατὰ τὸ μεγαλύτερο μέρος του, στὴν ἐνδογενὴ ἀγωγιμότητα τοῦ κρυστάλλου.

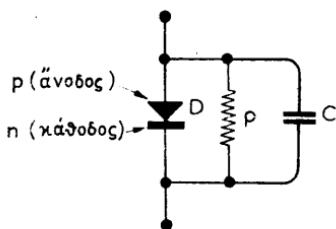
"Ἐπειδὴ ἡ ἐνδογενῆς ἀγωγιμότητα ἔξαρτᾶται κυρίως ἀπὸ τὴ θερμοκρασία τοῦ κρυστάλλου, τὸ ρεῦμα κόρου ἔξαρτᾶται καὶ αὐτὸ ἀπὸ τὴ θερμοκρασία (καὶ σχεδὸν καθόλου ἀπὸ τὴν ἐφαρμοσμένη ἔξωτερική τάση). Γιὰ τὸν κρύσταλλο γερμανίου, τὸ ρεῦμα κόρου πρακτικὰ διπλασιάζεται σὲ κάθε αὔξηση τῆς θερμοκρασίας κατὰ 9°C. Ἡ ὑπαρξὴ ἔνδος σγμαντικοῦ ρεύματος κόρου ἀποτελεῖ σοβαρὸ μειονέκτημα γιὰ μία κρυσταλλοδίοδη μὲ γερμάνιο, ἀφοῦ, γιὰ νὰ εἶναι: ἔνας ἀνορθωτὴς ιδανικός, θὰ ἔπειπε τὸ ρεῦμα νὰ μηδενίζεται: τελείως κατὰ τὴν ἀνάστροφη φορά. Ἀπὸ τὴν ἀποψὴ αὐτή, ἡ κρυσταλλοδίοδη πυριτίου εἶναι προτιμότερη, γιατὶ ἔχει ἐνδογενὴ ἀγωγιμότητα περίπου 1 000 φορὲς μικρότερη ἀπὸ τὸ γερμάνιο.

"Ἡ ἐνδογενῆς ἀγωγιμότητα αὔξανει, ἔπεισης, δέσσος δ κρύσταλλος φωτίζεται ἐντονώτερα. Ἀλλὰ αὐτὸ μποροῦμε νὰ τὸ ἀποφύγωμε εύκολα προστατεύοντας τὸν κρύσταλλο μὲ ἔνα ἀδιαφανὲς περίβλημα.

"Τύπαρχει ἀκόμα καὶ ἔνας δῆλος παράγοντας: ἡ ἐπαφὴ p - n

παρουσιάζει μία δρισμένη, χωρητικότητα: "Η χωρητικότητα αὐτή προσδίλλει στὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα μιὰ χωρητικὴ ἀντίσταση, ποὺ δὲν ἔξαρτάται ἀπὸ τὶς ἐναλλαγῆς τῆς πολικότητας τῆς ἔξωτερης τάξεως." Εγχειρίδιον, λοιπόν, ἔνα ρεῦμα διαφυγῆς.

"Η παρασιτικὴ αὐτὴ χωρητικότητα γίνεται τόσο πιὸ ἐνοχλητική, ὅσο ἡ συγχέτητα τῆς ἔξωτερης τάξεως αὐξάνει (όπότε ἡ χωρητικὴ ἀντίσταση ἐλαττώνεται: καὶ τὸ ρεῦμα διαφυγῆς αὐξάνει). Γιὰ τὸ λόγο αὐτό, οἱ κρυσταλλοδίօδες ἐπαφῆς δὲν εἰναι πιὰ κατάλληλες στὴν ὑψηλὴ συγχέτητα (ἀντὶ γι' αὐτές, χρησιμοποιοῦμε τότε τὶς κρυσταλλοδίօδες ἀκίδας, ποὺ ήταν τὶς ἔξετάσωμε στὴν ἐπομένη παράγραφο).

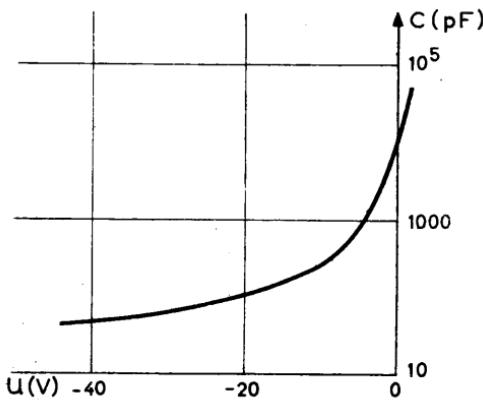


Σχ. 19-6 δ.

Ίσοδύναμο κύκλωμα μιᾶς κρυσταλλοδίօδης ἐπαφῆς.

Τὸ σχῆμα 19-6 δ δείχνει μία συνδεσμολογία, ποὺ ίσοδυναμεῖ μὲ μία πραγματικὴ κρυσταλλοδίօδη. Είναι μιὰ συνδεσμολογία, ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ τρία στοιχεῖα σὲ παράλληλη σύνδεση: τὸ ιδανικὸ ἀνορθωτικὸ στοιχεῖο D, τὴν παρασιτικὴ ἀντίσταση ρ καὶ τὴν παρασιτικὴ χωρητικότητα C. Τὸ ιδανικὸ ἀνορθωτικὸ στοιχεῖο D παριστάνεται ὅπως φαίνεται: στὸ σχῆμα τὸ τμῆμα ρ τοῦ ήμιαγωγοῦ παρομοιάζεται μὲ τὴν ἀνοδὸ μιᾶς δίօδης γλεκτρονικῆς λυγνίας καὶ τὸ τμῆμα ρ μὲ τὴν κάθοδο. Η παρασιτικὴ ἀντίσταση ρ δεῖται, ὅπως εἴπαμε, στὴν ἐνδογενὴ ἀγωγιμότητα. "Οσο γιὰ τὴν παρασιτικὴ χωρητικότητα C πρέπει νὰ πούμε κάτι: περισσότερο.

Η παρασιτική χωρητικότητα μιᾶς κρυσταλλοδίοδης δὲν μοιάζει καὶ τόσο μὲ τὴν χωρητικότητα ἐνὸς συνηθισμένου πυκνιωτῆς.
Η ὑπαρξή της σχετίζεται στενά μὲ τὴν κατανομὴ τῶν γῆλεκτρο-κῶν φορτίων πρὸς τὶς δύο πλευρές τῆς έπαφῆς p-p, δπως ἐπίσης καὶ μὲ τὸν τρόπο, μὲ τὸν δποῖον ἔχει πραγματοποιηθῆ ἡ έπαφὴ (ἀπότομο ἢ προσδευτικὸ πέρασμα ἀπὸ τὸ ἔνα τμῆμα τοῦ γῆμιαγωγοῦ στὸ ἄλλο). Ετοι, ἡ παρασιτική χωρητικότητα δὲν ἔχει μία σταθερὴ τιμὴ, ἀλλὰ ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τιμὴ τῆς ἐξωτερικῆς τάσεως καὶ ἀπὸ τὸ εἶδος τῆς έπαφῆς, ἐπὶ πλέον δὲ αὐξάνει μὲ τὴ θερμοκρασία καὶ ἐλαττώνεται μὲ τὴ συγνότητα τῆς ἐφαρμοσμένης τάσεως.



Σχ. 16·6 ε.

Μεταβολὴ τῆς χωρητικότητας C μιᾶς κρυσταλλοδίοδης έπαφῆς, δταν μετα-βάλλεται ἡ ἐφαρμοσμένη τάση U .

Οπως δείχνει τὸ σχῆμα 19·6 ε, ἡ χωρητικότητα C μιᾶς κρυσταλλοδίοδης ἔχει στενὴ ἔξαρτηση ἀπὸ τὴν ἐφαρμοσμένη τάση U . Τὸ γεγονός αὐτὸν ἔχει μεγάλη σημασία καὶ εὑρίσκει σημαντικὲς πρακτικὲς ἐφαρμογές. Η έπαφὴ p-p χρησιμοποιεῖται τελευταῖς μὲ πολὺ ἐπιτυχίᾳ σὲ πολλὲς περιπτώσεις, δπου ἔχομε ἀνάγκη ἀπὸ ἔνα μεταβλητὸ πυκνωτή. Πραγματικά, ἡ έπαφὴ p-p ἀπο-τελεῖ ἔνα εἶδος μεταβλητοῦ πυκνωτῆς καὶ μάλιστα μὲ τὸ πλεονέ-

κτημά ὅτι: ἡ χωρητικότητά του μπορεῖ νὰ ρυθμίζεται εύκολα μὲ
ἡλεκτρικὸν τρόπο (μὲ μεταβολὴν τῆς τάξεως U) καὶ ὅγι: μὲ μηχα-
νικὸν τρόπο. "Εχομε καὶ ἐδῶ μία περίπτωση, ὅπου ἔνα στοιχεῖο
(ἡ παρασιτικὴ χωρητικότητα), ἀνεπιθύμητο γιὰ μιὰ δρισμένη
ἐργασία (γιὰ τὴν ἀνόρθωση) μπορεῖ νὰ μᾶς φανῇ χρήσιμο σὲ
ἄλλες περιπτώσεις.

Δὲν τελειώμε ὥστέω. "Αν κοιτάξωμε πάλι τὴν χαρακτη-
ριστικὴν καμπύλην τῆς κρυσταλλοδίοδης (σχ. 19·6γ), θὰ δοῦμε
ὅτι ὑπάρχει μία δρισμένη ἀρνητικὴ τάση U_z, πού, ὅταν τὴν φύλα-
σωμε, συμβαίνουν περίεργα πράγματα. "Οταν ἡ ἐφαρμοσμένη τά-
ση φθάσῃ τὴν τιμὴν U_z, τὸ ἀνάστροφο ρεύμα αὐξάνει ἀπότομα καὶ
τείνει νὰ πάρῃ ὑπερβολικὰ μεγάλες τιμές. Εἰναι φανερὸ δῆτι, κανο-
νικά, δὲν πρέπει νὰ φθάνωμε ὧς αὐτὴ τὴν ἀρνητικὴν τάσην U_z, ποὺ
τὴν ὄνομάζομε μεγίστη ἀνάστροφη τάση (τῆς τάξεως τῶν 200
ἢ 300 βέλτων). "Αλλὰ καὶ ἂν τὴν φθάσωμε, τὸ στοιχεῖο συνήθως
δὲν καταστρέψεται καὶ μπορεῖ νὰ ξαναγυρίσῃ στὴν κανονικὴν του
κατάσταση.

"Η ἀπότομη αὔξηση τοῦ ἀναστρόφου ρεύματος ὀφείλεται σὲ
πολύπλοκα φαινόμενα, ποὺ παρουσιάζονται μέσα στὸν ἡμιχρωγό.
Πρόκειται κυρίως γιὰ ἀθρόους ἰονισμοὺς ἀτόμων τοῦ κρυσταλλικοῦ
πλέγματος (φαινόμενο κατελισθήσεως) καὶ, κατὰ δεύτερο λόγο,
γιὰ ἐξαγωγὴν ἡλεκτρικῶν φορέων ἀπὸ τὸ ἴσχυρὸ ἡλεκτρικὸ πεδίο,
ποὺ ἀντιστοιχεῖ στὴν τάση U_z (φαινόμενο Zener).

"Οπως καὶ νὰ ἔχῃ τὸ πρᾶγμα, τὸ ἀποτέλεσμα εἰναι δῆτι ἡ τάση
U_z διατηρεῖ μία σταθερὴ τιμὴ, ἀνεξάρτητη σχεδὸν ἀπὸ τὴν τιμὴν
τοῦ ρεύματος. Εἰναι, λοιπόν, φανερὸ δῆτι ἡ κρυσταλλοδίοδη μπορεῖ
νὰ χρησιμοποιηθῇ, μὲ δρισμένες προφυλάξεις καὶ σὲ κατάλληλα
κυκλώματα, σὰν σταθερωτὴς τάσεως (ὅπως περίπου χρησιμο-
ποιούνται, γιὰ τὸν ἔδιο σκοπό, καὶ οἱ διεδεεῖς ἡλεκτρονικὲς λυγνίζει
μὲ ἀέριο).

"Απὸ τὰ παραπάνω, καταλαβαίνει κανεὶς δῆτι οἱ κρυσταλλο-

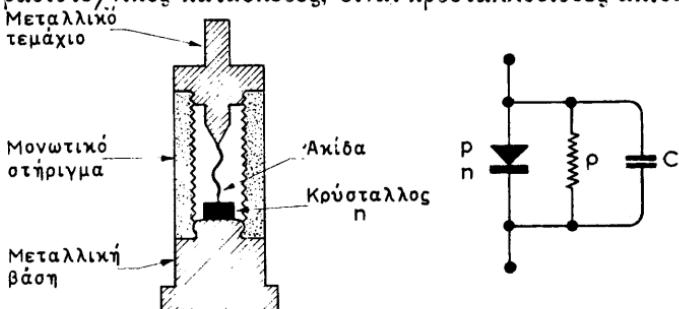
δίοδες εἶναι πολὺ ἀξιόλογα ὅργανα γιὰ τὴν Ραδιοτεχνία. Σὰν ἀνορθώτριες ἔχουν θέσαια δρισμένα μειονεκτήματα, σὲ σύγκριση μὲ τὶς δίοδες ἡλεκτρονικὲς λυχνίες, ἔχουν ὄμιως καὶ σημαντικὰ πλεονεκτήματα: δὲν ἀπαιτοῦν βοηθητικὸ κύκλωμα θερμάνσεως τῆς καθόδου, εἶναι γενικὰ στερεῶτερα κατασκευάσματα καὶ προκαλοῦν μικρότερη πτώση τάσεως στὸ ἐσωτερικό τους. Ἐπὶ πλέον, ἔχουν τέτοιες ιδιότητες, ὡστε μποροῦν νὰ χρησιμοποιηθοῦν μὲ πολὺ ἐπιτυχία σὲ διάφορες ἄλλες ἐφαρμογὲς (μεταβλητοὶ πυκνωτὲς μὲ ἡλεκτρικὴ ρύθμιση, σταθερωτὲς τάσεως, κλπ.).

19·7 Κρυσταλλοδίοδη ἀκίδας.

Γιὰ νὰ μπορῇ μία κρυσταλλοδίοδη νὰ χρησιμοποιῆται σὲ ψυγήλες συγχρότητες, πρέπει νὰ ἔλαττωθῇ πολὺ ἡ παρασιτικὴ τῆς χωρητικότητα. Αὐτὸ σγημαίνει ἔλαττωση στὶς ἐπιφάνειες τῶν ἡλεκτροδίων καὶ, πρὸ παντός, στὴν ἐπιφάνεια τῆς ἐπαφῆς. Ἡ ἀπατησηγη γιὰ μικρὴ χωρητικότητα ἐκπληρώνεται περίφημα μὲ τὶς κρυσταλλοδίοδες ἀκίδας, ποὺ προσηγγήθηκαν μᾶλιστα χρονολογικὰ, ἀφοῦ ἀποτελοῦν ἔξελιξη τοῦ παλαιοῦ γνωστοῦ μας κρυσταλλικοῦ φωρατῆ μὲ γαληνίτη (παρ. 12·5).

Ἡ κατασκευὴ μιᾶς κρυσταλλοδίοδης ἀκίδας φαίνεται στὸ σχῆμα 19·7 α. Μιὰ ἀκίδα, κατασκευασμένη ἀπὸ λεπτὸ σύρμα βολφραμίου ἢ γρυσοῦ, ἀκονιμπᾶ πάνω σὲ μία παστίλια ἀπὸ κρύσταλλο γερμανίου (ἢ πυριτίου) τύπου π. Κατὰ τὴν κατασκευὴν, γύρω ἀπὸ τὴν αἰχμὴν τῆς ἀκίδας τοποθετεῖται μικρὴ ποσότητα ὄλικοῦ, ποὺ περιέχει πρόσμειξη τύπου ρ, μεταξὺ δὲ ἀκίδας καὶ κρυστάλλου διαθέτει: ἔνα ἀρκετὰ ἴσχυρὸ ρεῦμα, γιὰ μικρὸ χρονικὸ διάστημα. Ἡ θερμότητα, ποὺ ἀναπτύσσει τὸ ρεῦμα, προκαλεῖ σύντηξη τῆς ἀκίδας, ἐνῷ συγχρόνως δὲ κρύσταλλος, σὲ μία μικρὴ περιοχὴ γύρω ἀπὸ τὴν ἀκίδα, μετατρέπεται: σὲ κρύσταλλο τύπου ρ. Δημιουργεῖται, ἔτοι, μία ἀνορθωτικὴ ἐπαφὴ ρ-π, ἀλλὰ μὲ πολὺ μικρὴ ἐπιφάνεια.

Η κρυσταλλοδίοδη άκιδας έχει μικρή παρασιτική χωρητικότητα, που μπορεί να κατέβη ώς 0,3 pF. Τούτο έπιτρέπει τη χρήσιμοποίησή της σχετικά μόνο στη συνηθισμένη ανόρθωση, αλλά και στη φώραση και στην αλλαγή συχνότητας, γιατί όψηλες συχνότητες μέχρι δεκάδες χιλιάδες MHz (μικροκύματα). Οι περισσότερες κρυσταλλοδίοδες, που συναντούμε σήμερα σε ένα πλήθος από ραδιοτηγάκια κατασκευές, είναι κρυσταλλοδίοδες άκιδας.



Κρυσταλλοδίοδη άκιδας (άριστερά, σε μεγέθυνση) και τὸ ισοδύναμο κύκλωμά της (δεξιά).

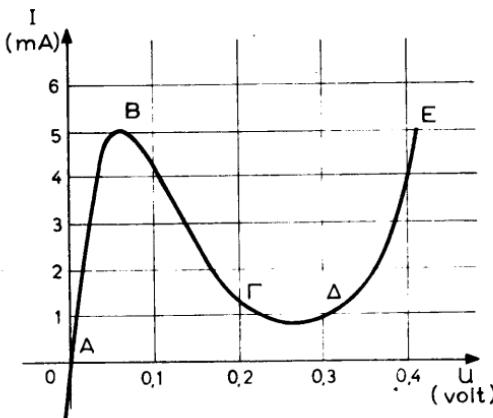
19.8 Κρυσταλλοδίοδες σήραγγας.

Έτσι ονομάζονται δρισμένες είδικες κρυσταλλοδίοδες, που περιέχουν ένα σχετικά μεγάλο ποσοστό από προσμείξεις.

Οι συνηθισμένες κρυσταλλοδίοδες (έπαφης ή άκιδας) δεν περιέχουν πάνω από 10^{16} άτομα προσμείξεως κάθε cm³ (κυρίως έκατοστό). Οι κρυσταλλοδίοδες σήραγγας περιέχουν πάνω από $5 \cdot 10^{19}$ (για τὸ γερμάνιο) ή $2 \cdot 10^{19}$ (για τὸ πυρίτιο) άτομα προσμείξεως σε κάθε cm³ (ένδι, συγχρόνως, τὸ πάχος τῆς έπαφῆς γίνεται έξαιρετικά μικρό, τῆς τάξεως τοῦ 1/100 τοῦ μικροῦ, δηλαδὴ δεκάδες φορές μικρότερο από τὸ πάχος τῆς έπαφῆς μιᾶς συνηθισμένης κρυσταλλοδίοδης).

Τὸ ένδιαφέρον που έχει μία κρυσταλλοδίοδη σήραγγας, εύρισκεται στην είδική μορφή τῆς χαρακτηριστικῆς καμπύλης (U , I)

(σχ. 19·8 α). Παρατηρούμε ότι η χαρακτηριστική παρουσιάζει ενα κατερχόμενο τμήμα (ΒΓ), που μάζι θυμίζει την κατάδυση της χαρακτηριστικής μιας τέτροδης ήλεκτρονικής λυγνίας (σχ. 8·8 α).



Σχ. 19·8 α.

Χαρακτηριστική μιας κρυσταλλοδίοδης σήραγγας (όταν τὸ συγκρίνετε μὲ τὸ σχῆμα 8·8 α, νὰ προσέξετε ὅτι οἱ κλίμακες εἰναι διαφορετικὲς).

"Οποιος ἀκριβῶς καὶ στὴν περίπτωση τῆς τέτροδης, ἔτοι καὶ ἐπὸδη ἡ κρυσταλλοδίοδη, ἵσθιναμεῖ μὲ μᾶς ἀρνητικὴ ἀντίσταση, ὅταν ἐργάζεται στὸ κατερχόμενο τμῆμα (ΒΓ). Μιὰ διαφορὰ εἰναι: ὅτι ἡ ἴσθιναμη, ἀρνητικὴ ἀντίσταση ἔχει τώρα μικρότερη ἀπόλυτη, τοῦτο (λέγα ὅμι τὴ δεκάδες ὅμι) ἀπὸ ὅτι στὴν τέτροδη (χιλιάδες ὅμι). Λότος, ἔμως, σχ.: μέρος δὲν εἰναι: σὺνδιδεῖς, ἀλλὰ ἀποδεικνύεται: ὅτι εἰναι καὶ πλεονεκτικὸ σὲ πολλὲς περιπτώσεις.

Πληρακούμενη σήραγγα χρησιμοποιεῖται: τελευταῖα μὲ ἀξιόλογα ἀποτελέσματα σὲ πολλὲς ἐφαριστήσεις (ἐνισχυτὲς μὲ γχιγ-λὲ (ιέρινο, ταλαντωτές, πολυδυνητές)). Σὰν ταλαντωτή, γηδίση σήραγγας μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθῇ ὅπως γη τέτροδη λυγνία σὲ συγδετισλαγία «δύνατρον» (παρ. 10·4). Οἱ συγγότυπες λειτουργίας μποροῦν νὰ φθάσουν μέχρι λίγες γχιλιάδες MHz.

"Αἱ σημειώσωμε ὅτι γη ὄνομασία «σήραγγας» ὁφεῖται:

στὸν τρέπο, μὲ τὸν ὁποῖο λειτουργεῖ μὲν τέτοια κρυσταλλοδίσθη (τὰ ἐλεύθερα ἡλεκτρόνια περνοῦνται ως καὶ ἔνα « φράγμα δυνατοῦ »).

19.9 Ξηροὶ ἀνορθωτές.

Αν φέρωμε σὲ στενὴ ἐπαφὴ ἔνα μέταλλο μὲν ἔναν ήμιαγωγή, η ἐπαφὴ μετάλλου-ήμιαγωγοῦ μπορεῖ νὰ παρουσιάσῃ, φαινόμενα ἀνάλογα μὲ μιὰ ἐπαφὴ p-n (φράγμα δυναμικοῦ). Τέτοιες ἐπαφὲς μετάλλου-ήμιαγωγοῦ ἔχουν ἀνορθωτικές ίδιότητες (η ἀγωγούπιστη τα εἰναι πολὺ μεγαλύτερη πρὸς τὴν μία κατεύθυνση, παρὰ πρὸς τὴν ἄλλην) καὶ γρηγοριούνται σὲν ἀνορθωτές. Οἱ ἀνορθωτὲς αὗτοὶ ὄνομάζονται συνήθως ξηροὶ ἀνορθωτές.

Στὴν πρότεινη, γρηγοριούνται κυρίως δύο εἴδη ξηρῶν ἀνορθωτῶν: οἱ ἀνορθωτὲς σιδήρου/σεληνίου καὶ οἱ ἀνορθωτὲς χαλκοῦ/δεξερίου τοῦ χαλκοῦ (σχ. 19.9 α). Οἱ ήμιαγωγὲς (σελήνιος η, δεξερίος τοῦ χαλκοῦ) σχηματίζει ἔνα λεπτὸ στρῶμα ἀνάμεσα σὲ δύο πλάκες ἀπὸ διαφορετικὰ μέταλλα. Επειδὴ οἱ μίας γρηγοριούνται δύο ἐπαφές, ἀπὸ τις δυοῖς δύμοις μόνο η μία ἔχει ἀνορθωτικές ίδιότητες (σχ. 19.9 α). Τὰ τεχνικὰ γαραντηριστικὰ δίδονται στὸν Ημίτονον 11.

ΠΙΝΑΚΑΣ 11

Χαρακτηριστικὰ ξηρῶν ἀνορθωτῶν

	Σεληνίου	Οξειδίου τοῦ χαλκοῦ
Μεγίστη ἀνάστροφη τάση (volt)	20	6
Έλαχίστη γιὰ ἀνόρθωση τάση (volt)	0,3	0,1
Καργικὴ πυκνότητα ρεύματος (mA/cm^2)	50	30
Μεγίστη ἀγεντή θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$)	70	50



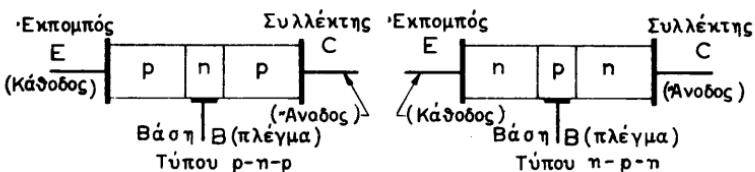
Σχ. 19·9 α.

Τὰ δύο κυριότερα είδη ξηρῶν ἀνορθωτῶν.

19·10 Κρυσταλλοτρίοδη έπαφῆς ή άλύσεως (τρανζίστορ).

"Οπως καὶ γιὰ τὶς γῆλεκτρικὲς λυχνίες, ἔτσι ἀναζητήθηκε καὶ γιὰ τὶς κρυσταλλολυχνίες ἔνας τρόπος, ποὺ νὰ ἐπιτρέπῃ νὰ προστεθῇ ἔνα τρίτο ρυθμιστικὸ στοιχεῖο, σὰν τὸ πλέγμα μιᾶς τρίοδης λυχνίας. Ἡταν ἀπὸ τὴν ἀρχὴν φυνερὸ δτὶ μιὰ τέτοια ἐπιτυχία θὰ δημιουργοῦνται πολλὲς καὶ σημαντικὲς νέες δυνατότητες (π.χ. τὴ δυνατότητα ἐνισχύσεως). "Ετσι γεννήθηκαν οἱ κρυσταλλοτρίοδες (τρανζίστορ), ἀπὸ τὶς δύοις θὰ ἔξετάσωμε πρῶτα τὶς κρυσταλλοτρίοδες έπαφῆς ή άλύσεως (παρ' ὅλο δτὶ οἱ κρυσταλλοδίοδες ἀκίδας προηγήθηκαν χρονολογικά).

Μία κρυσταλλοτρίοδη έπαφῆς μπορεῖ νὰ θεωρηθῇ ὅτι ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο κρυσταλλοδίοδες έπαφῆς p-p-η ἐνωμένες στὴ σειρά. Ἡ ἔνωση ὅμως μπορεῖ νὰ γίνη κατὰ δύο τρόπους, ὁ πρῶτος σχηματίζονται οἱ δύο τύποι κρυσταλλοτρίοδων, ὁ τύπος p-p-p καὶ ὁ τύπος n-p-n (σχ. 19·10 α.). Στὴν πραγματικότητα, ἡ



Σχ. 19·10 α.

Κρυσταλλοτρίοδες τύπου p-n-p καὶ τύπου n-p-n.

κρυσταλλοτρίοδη κατασκευάζεται σὰν ἔνα ἑνιαῖο σύνολο. Τὰ τρία τμῆματα τῆς κρυσταλλοτρίοδης συντήκονται μὲ ἀντίστοιχα γῆ-

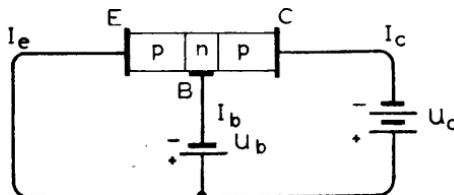
κτρόδια. Γιὰ λέγους ποὺ θὰ ἔξηγήσωμε παρακάτω, τὰ τρία τμῆματα (καὶ τὰ ἡλεκτρόδια τους) παίρνουν τὰ δνόματα ἐκπομπὸς E, βάση Β καὶ συλλέκτης C, ἀντιστοιχοῦν δὲ μὲ τὴν σειρὰ στὴν κάθοδο, τὸ πλέγμα καὶ τὴν ἄνοδο μᾶς ἡλεκτρονικῆς τρίσιδης λυχνίας (σχ. 19 · 10 α). Τὸ τμῆμα τῆς βάσεως ἔχει πάχος ἀπὸ λίγα μικρὰ ὅως λίγες δεκάδες μικρά. Ἡ ἐπαφὴ ἐκπομποῦ / βάσεως ἔχει μικρότερη ἐπιφάνεια καὶ τὸ ποσοστὸ προσμείζεως τοῦ ἐκπομποῦ εἶναι μεγαλύτερο ἀπὸ ὅτι τοῦ συλλέκτη. Τὸ σχῆμα 19 · 10 β δείχνει τὴν ἔξιτερική δύνη μᾶς κρυσταλλοτρίοδης.



Σχ. 19 · 10 β.

Ἐξωτερική δύνη κρυσταλλοτρίοδης (σὲ φυσικὸ μέγεθος).

Γιὰ νὰ δούμε κάπως καλύτερα τὰ πράγματα, ἀς πάρωμε σὰν παράδειγμα τὸν τύπο p - n - p. Μεταξὺ ἐκπομποῦ καὶ συλλέκτη, ἀς συνδέσωμε μία πηγὴ U_c (π.χ. μιὰ στήλη) κατὰ τὴν ἀνάστροφη φορά, δηλαδὴ δείχνει τὸ σχῆμα 19 · 10 γ (ὑποτίθεται ὅτι ἡ βάση



Σχ. 19 · 10 γ.

Συνδεσμολογία μᾶς κρυσταλλοτρίοδης (μὲ κοινὸ ἐκπομπό).

δὲν ἔχει ἀκόμη συνδεθῆ μὲ ἄλλη πηγὴ). Ἀνάστροφη φορὰ σημαίνει ἐδῶ ὅτι ὁ ἀρνητικὸς πόλως τῆς πηγῆς συνδέεται μὲ τὸ συλλέκτη (τὸ — στὸ C). Ἁς παρατηρήσωμε ὥστός ὁτι, ἂν ἀν-

τις τρέψωμε τους πόλους της πηγής (τὸ + στὸ C), τότε θὰ εἴχαμε άνάστροφη σύνδεση τοῦ ἐκπομποῦ E. "Αρα, μὲ δποιοδήποτε τρόπο καὶ ἂν συνδεθῇ ἡ πηγὴ U_c, μέα ἀπὸ τῆς δύο ἐπαφὲς p - n γη p - p θὰ εύρεθῇ σὲ άνάστροφη σύνδεση. Πάντως, ἡ πηγὴ U_c συνδέεται γενικά μὲ τὸν τρόπο ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα.

"Αφοῦ ἡ σύνδεση τῆς πηγῆς εἶναι άνάστροφη, ἡ κρυσταλλοτρίοδη θὰ διαρρέεται ἀπὸ τὸ γνωστό μας πολὺ μικρὸ ρεῦμα κόρου (ποὺ δῷξει λεῖται κυρίως στὴν ἐνδογενὴ ἀγωγικότητα). Αὐτὸ πράγματικά γίνεται, ὑποθέτοντας πάντα δτι ἡ βάση δὲν ἔχει συνδεθῆ σὲ ἄλλη πηγή. Μέγρις ἐδὴ ἡ ὑπόθεση δὲν ἔχει κανένα ιδιαίτερο ἐνδιαφέρον. Τί θὰ γίνη οἱμως ἀν δύσωμε στὴ βάση μία τάση;

Αὐτὴν ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴν πολικότητα τῆς πηγῆς U_b, πρὸς τὴν ὅποια συγδέομε τὴ βάση. "Αν ἡ βάση B συνδεθῇ μὲ τὸν θετικὸ πόλο τῆς πηγῆς U_b, τότε ἡ σύνδεση θὰ εἶναι άνάστροφη, ὅπότε ἡ κατάστασι οὐσιαστικά μένει περίπου ἡ ἕδια.

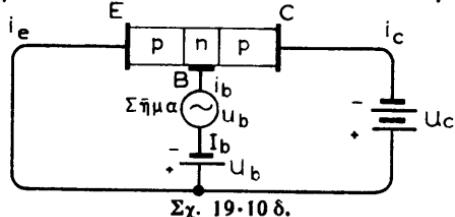
"Εστω, οἱμως, δτι ἡ βάση B συνδέεται κατὰ τὴν δρυθὴ φορὰ μὲ τὴν πηγὴ U_b (τὸ — στὸ B, δπως στὸ σγ. 19·10γ). Τότε, βέβαια, ἡ ἔχωμε κάποιο ρεῦμα I_b μέσα στὸ κύκλωμα τῆς βάσεως. Ἀλλὰ τὸ παράξενο (καὶ σημαντικὸ) εἶναι δτι τὸ ρεῦμα βάσεως I_b παραμένει μικρό, ἐνῷ ξαφνικὰ τὸ ρεῦμα I_c στὸ κύκλωμα τοῦ συλλέκτη, (κύκλωμα ECU_c) γίνεται: δυσανάλογα μεγάλο. Τὸ ἄθροισμα, ἐξ ἄλλου τῶν δύο αὐτῶν ρευμάτων ισοῦται μὲ τὸ ρεῦμα I_e τοῦ ἐκπομποῦ ἔχομε δηλαδὴ I_e = I_b + I_c:

Ηδὲ γίνεται αὐτό; Τὰ πράγματα ἔχουν ως ἔξης: Ο ἐκπομπὸς (τύπῳ p) διακίνεται ἔνα ἀρκετὰ μεγάλο ἀριθμὸ γήλεκτρικῶν φορέων (θετικὸν ὀπῖσην), ποὺ ἔλκονται πρὸς τὴ βάση (τύπου n, μὲ ἀρνητικὴ τάση). Μποροῦμε νὰ ποῦμε, μὲ ἄλλα λόγια, δτι ὁ ἐκπομπὸς E ἐκπέμπει διπές, ποὺ ἔλκονται πρὸς τὴ βάση. Η λειτουργία τῆς «ἐκπομπῆς» δικαιολογεῖ καὶ τὸ δνομα «ἐκπομπὸς» καὶ τὴν ἀντιστοιχία αὐτοῦ τοῦ τμήματος πρὸς τὴν κάθοδο μιᾶς τριβολῆς γήλεκτρουνικῆς λυγνίας, ἀσχετικὰ μία κάθοδος ἐκπέμπη-

ηλεκτρόνια και ξηράς όπερας (για τὸ σηματα « βάση » ήξενος εστὶ στὴν ιγνέζεια).

(ii) φορεῖς ομοιως μέσα στὴν βάση, έχουν πάρει γῆδη, μιὰν ταχύτητα καὶ ἔλκονται ἀπὸ τὸ συλλέκτη (θετικές όπερας, ποὺ ἔλκονται ἀπὸ τὴν ἀρνητική, βάση, τοῦ συλλέκτη). Ή κατάσταση, εἰναι τέτοια, ὥστε οἱ περισσότεροι φορεῖς νὰ περνοῦν πρὸς τὸ συλλέκτη, ποὺ τὸ βεῦμα του γίνεται, ἔτσι, πολὺ μεγαλύτερο ἀπὸ τὸ βεῦμα τῆς βάσεως. Εὑρίσκομε συγγρόνως καὶ τὴ δικαιολογία τοῦ ὄντος « συλλέκτης » : εἰναι τὸ τμῆμα τῆς κρυσταλλοστρίοδης, ποὺ συλλέγει (μαζεύει) τοὺς περισσοτέρους φορεῖς ποὺ ἐκπέμπονται ἀπὸ τὸν ἐκπομπό.

Μὲ λήξαμε ὡς ἐδῶ γιὰ συνεχεῖς τάσεις καὶ συνεχῆ βεύματα. Άλλα ἐκεῖνο ποὺ μᾶς ἐνδιαφέρει περισσότερο εἰναι: τὰ ἐναλλασσόμενα μεγέθη, ἀφοῦ οἱ κρυσταλλοστρίοδες θὰ χρησιμοποιηθοῦν, βέβαια, γιὰ νὰ παράγουν τὴν γιὰ νὰ ἔνισχυσουν τῆματα, τὰ δποτα εἰναι: (τὴ μποροῦν νὰ ἀναλυθοῦν σὲ) ἐναλλασσόμενα μεγέθη. "Ας δεῦμε λοιπὸν πώς ἔχουν τὰ πράγματα μὲ τὴ συνδεσμολογία τοῦ σχήματος 19 · 10 δ, δηλαδὴ δὲν τὶς συνεχεῖς πηγὴς τροφοδοτήσεως, ἔχοντες καὶ μιὰ ἐναλλασσόμενη, πηγὴν (τὴν πηγὴν τοῦ σήματος).



Σχ. 19-10 δ.

"Οπως τὸ σχ. 19-10 γ, ἀλλὰ μὲ τὴν προσθήκη μιᾶς πηγῆς σήματος (ὑποθέτομε ἐδῶ ὅτι ἡ πηγὴ σήματος ἔχει μηδενικὴ ἐσωτερικὴ ἀντίσταση καὶ ὅτι ὁ συλλέκτης εἰναι βραχυκλωμένος, δηλαδὴ δὲν ὑπάρχει ἀντίσταση φόρτου στὸ κύκλωμα τοῦ συλλέκτη).

ματος). Τὰ ἐναλλασσόμενα μεγέθη τὰ σημειώσαμε ἐδῶ μὲ μικρὰ γράμματα (γιὰ νὰ τὰ διακρίνομε ἀπὸ τὰ συνεχῆ μεγέθη, μὲ κεφαλαῖα γράμματα).

Τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα τοῦ συλλέκτη, i_c εἶναι καὶ πάλι πολὺ μεγαλύτερο ἀπὸ τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα ιὸ τῆς βάσεως, ἐνῶ τὸ ἀθροισμα αὐτῶν τῶν δύο ρευμάτων δίδει πάντοτε τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα ιὲ τοῦ ἐκπομποῦ:

$$i_e = i_b + i_c. \quad (1)$$

Ο λόγος τῶν ρευμάτων i_c/i_e (τοῦ ρεύματος τοῦ συλλέκτη πρὸς τὸ συνολικὸ ρεῦμα τοῦ ἐκπομποῦ) παῖζει βασικὸ ρόλο στὴ λειτουργία τῆς κρυσταλλοτρίοδης καὶ σημειώνεται μὲ τὸ γράμμα α :

$$\alpha = \frac{i_c}{i_e} = \frac{i_c}{i_b + i_c}. \quad (2)$$

Αφοῦ τὸ ρεῦμα τοῦ συλλέκτη εἶναι πολὺ μεγαλύτερο ἀπὸ τὸ ρεῦμα τῆς βάσεως καὶ ίσούται σχεδὸν πρὸς τὸ συνολικὸ ρεῦμα τοῦ ἐκπομποῦ, ὁ λόγος α εἶναι προφανῶς γειτονικὸς πρὸς τὴ μονάδα. Συνήθως, ὁ λόγος αὐτὸς εἶναι μεγαλύτερος ἀπὸ 0,90.

Στὴν περίπτωση, τῆς συνδεσμολογίας ποὺ ἔξετάζομε (σχ. 19·10δ), περισσότερο ἐνδιαφέρον ἔχει ὁ λόγος i_c/i_b , δηλαδὴ ἀπ' εὐθείας ὁ λόγος τοῦ ρεύματος ἔξεδου (συλλέκτης) πρὸς τὸ ρεῦμα εἰσέδου (βάσης). Μὲ ἀπλὲς πρᾶξεις, ἡ προηγούμενη ἔξιση (2) δίδει:

$$\frac{i_c}{i_b} = \frac{\alpha}{1 - \alpha}. \quad (3)$$

Ἐπειδὴ τὸ α εἶναι γειτονικὸ πρὸς τὴ μονάδα, ἡ τιμὴ αὐτοῦ τοὺς λόγους εἶναι μεγάλη, συνήθως μεταξὺ 20 καὶ 100 (π.χ. γὰρ $\alpha = 0,97$, ἔχεις $\frac{\alpha}{1 - \alpha} = \frac{0,97}{1 - 0,97} = \frac{0,97}{0,03} = \frac{97}{3} = 32$). Ὁ λόγος αὐτὸς ὀνομάζεται συντελεστὴς ἐνισχύσεως ρεύματος καὶ τὸν εὑρίσκομε συνήθως γραμμένο μὲ β ἢ μὲ α' (ἢ ἀκόλιγ, αὐτὸν ἢ α_e).

Γιατὶ ὅμως ὄνομαδεῖται «συντελεστὴς ἐνισχύσεως»; Γιὰ τὸν ἀπλούστατο λόγο ὅτι μία μεταβολὴ ρεύματος ιὸ τὸ κύκλωμα τῆς βάσεως πολλαπλασιάζεται ἐπὶ τὸ λόγο αὐτὸς γιὰ νὰ ζήσῃ, τὴν

ἀντίστοιχη μεταβολή ρεύματος i_0 στὸ κύκλωμα τοῦ συλλέκτη. Ή κρυσταλλοτρόδη λειτουργεῖ λοιπὸν τὰν ἐνισχύτραια φεύγατος μὲ σιγατελεστὴ ἐνισχύσεις $\frac{\alpha}{1-\alpha}$. Τὸ ρεῦμα βάσεως πατέει ἐδὴ τὸ ρυθμὸςτικὸν ρέον τῆς τάξεως πλέγματος σὲ μιὰ τρίοδη κενοῦ. Αὐτά, βέβαια, ἀναφέρονται στὴ συνδεσμολογία τοῦ σχήματος $1 \cdot 10 \delta$, δηποὺ μάλιστα ὡς συλλέκτης εἰναι βραχιανάλωμένος (δὲν ὑπάρχει ἀντίσταση φόρτου). Στὴν πραγματικότητα, ὑπάρχει, δηποὺ θὰ δοῦμε, μιὰ ἀντίσταση φόρτου, ὅποτε τὸ ρεῦμα τοῦ συλλέκτη δὲν πολλαπλασιάζεται ἐπὶ $\frac{\alpha}{1-\alpha}$, ἀλλὰ μὲ ἕνα κάπως μικρότερο ἀριθμόν, ποὺ τὸν λέμε ἐνίσχυση ἢ ἀπολαβὴ (ἐνισχύση ἢ ἀπολαβὴ ρεύματος).

Οσα εἶπαμε παραπάνω γιὰ τὴν κρυσταλλοτρόδη ἐπαφῆς τύπου p-n-p [σχύουν καὶ στὴν περίπτωση τοῦ τύπου n-p-n (ἀρκεῖ νὰ ἔντετραφούν οἱ πολικότητες — καὶ — καὶ τῶν δύο συνεχῶν πηγῶν τροφοδοτήσεως U_b καὶ U_c). Πρέπει νὰ θυμόμαστε ὅτι, καὶ στὶς δύο περιπτώσεις, ἡ πηγὴ πολώσεως (τῆς βάσεως) συνδέεται ὀρθά, ἐνῷ ἡ κυρία πηγὴ τροφοδοτήσεως (τοῦ συλλέκτη) συνδέεται ἀνάστροφα.

19.11 Κρυσταλλολυχνίες καὶ λυχνίες κενοῦ.

Οἱ συνγθισμένες κρυσταλλοτρόδες ἐπαφῆς λειτουργοῦν ἵκανοποιητικὰ γιὰ συχνότητες μέχρι 100 MHz περίπου. Ἀνάμεσα στὶς κρυσταλλοτρόδες καὶ τὶς γῆλεκτρονικὲς τρόδες ὑπάρχουν πολλὲς διμοιότητες, ποὺ μερικὲς τὶς ἀναφέραμε στὰ προηγούμενα. Ὡπάρχουν δημοτικὲς καὶ διεκφορές. Π.χ. σὲ μιὰ γῆλεκτρονικὴ τρόδη, ἡ ἀνοδος συνδέεται κατὰ τὴν ὄρθη φορὰ (στὸ + τῆς πηγῆς τροφοδοτήσεως) καὶ τὸ πλέγμα κατὰ τὴν ἀνάστροφῃ συνήθως φορὰ (στὸ — τῆς πηγῆς πολώσεως), ἐνῷ στὴν κρυσταλλοτρόδη συμβαίνει, ὅποις εἴδημε, τὸ ἀντίθετο. Ἐπειδὴ ἡ βάση τῆς κρυσταλλοτρόδης συνδέεται κατὰ τὴν ὄρθη φορά, ὑπάρχει βέβαια

πάντοτε ἔνα, μικρὸ ἔστω, ρεῦμα βάσεως, ἐνῷ στὴν ἡλεκτρονικὴ τρίσδη, δὲν ἔχομε συνήθως ρεῦμα πλέγματος. Τὸ ρυθμιστικὸ ρόλο τῆς τάσεως πλέγματος, τὸν παῖζει, στὴν κρυσταλλοτρίσδη, τὸ ρεῦμα βάσεως.

Ἐκτὸς ἀπὸ αὐτὲς τὶς διαφορές, οἱ κρυσταλλοτρίσδες παρουσιάζουν, ὡς πρὸς τὶς τρίσδες ἡλεκτρονικὲς λυχνίες, τὰ ἔξης πλεονεκτήματα:

— Δὲν ὑπάρχει κύκλωμα γιὰ τὴ θέρμανση νήματος (ἄρα οἶκον μηδὲν ισχύος καὶ μεγαλύτερη στερεότητα).

— Ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίσταση τῆς κρυσταλλοτρίσδης εἶναι μικρὴ καὶ οἱ τάσεις λειτουργίας ἀνάλογα μικρές.

— Οἱ κρυσταλλοτρίσδες ἔχουν πολὺ μικρότερο ὅγκο καὶ βάρος.

— Τὰ ρεύματα λειτουργίας εἶναι μικρὰ καὶ, ἐπομένως, μποροῦν νὰ γρηγοροποιηθοῦν ἐξαρτήματα κυκλωμάτων (ἀντιστάσεις, ποτανοτύπερα, κλπ.) μὲν μικρὴ ισχύ, δηλαδὴ μὲν μικρὸ ὅγκο καὶ βάρος (συγδεσμολογίες μινιατοῦρες).

— Ἡ μηχανικὴ ἀντοχὴ τῶν κρυσταλλοτρισδών εἶναι μεγαλύτερη, καὶ ὡς χρόνος ξωῆς μακρότερη.

— Ἡ κατασκευὴ τους δὲν ἀπαιτεῖ τὴν πραγματοποίηση, κανοῦ μέσα σὲ ἔνα περίβλημα.

— (1) Βάθμος ἀποδόσεως εἶναι γενικὰ μεγαλύτερος. Ὕπαρχοιν ὅμιοις, καὶ μειονεκτήματα.

— Ηρόινος βάθμοις μεγαλύτερος ἀπὸ ὅ.τι στὶς ἡλεκτρονικὲς τρίσδες.

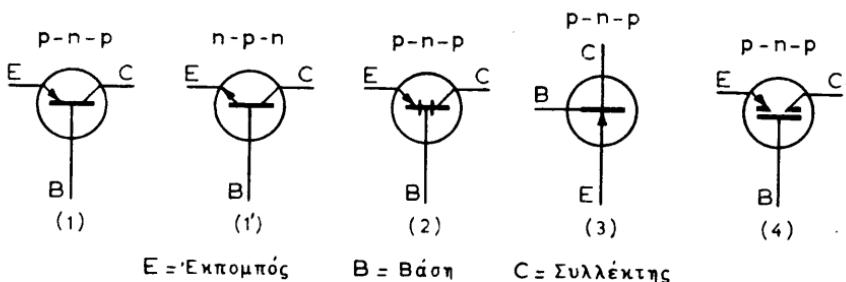
— Εἴσαι θηγάνα στὶς μεταβολὲς τῆς θερμοκρασίας.

— Πολυπλοκότερο ἰσοδύναμο κύκλωμα καὶ δυσκολότερος ὑπολογισμός.

Τὰ μειονεκτήματα αὐτὰ ὅσο πᾶνε καὶ περιορίζονται καὶ οἱ πρόσδοσι ποὺ γίνονται συνεχῶς, ἐπιτρέπουν νὰ ἐλπίζωμε ὅτι σύντομα ήταν γάστου τὴ σημασία τους. Ἐξ ἄλλου, τὰ πλεονεκτήματα εἶναι ἥδη πολλὰ καὶ πιὸ σημαντικά, γι' αὗτὸ καὶ ἡ χρήση

τόπῳ κρυσταλλολυχνίων ἐπεκτείνεται ἀλματιώδῶς, σχεδὸν σὲ δῆλος τὶς ἡλεκτρονικὲς κατασκευές, ἐνῷ νέες ἐψαρμογὲς ἐμφανίζονται: διαρκός. Συγχρόνως, δημιουργοῦνται καὶ διάφορες ἀλλες παραλλαγὲς κρυσταλλολυχνῶν, ποὺ παρουσάζουν ἀλλες νέες ίδιότητες. Μία τέτοια παραλλαγὴ λειτουργεῖ ἵκανοποιητικὰ γιὰ συγχότητες μέχρι 1 000 MHz. Τὸ πάρχουν ἐπίσης καὶ οἱ κρυσταλλοστέροδες. Παράλληλα, ἔξελέσσονται καὶ οἱ κρυσταλλοστέροδες ἰσχύος. Ο δύνατος τοὺς καὶ τὸ βάρος τοὺς εἰναι: βέβαια μεγαλύτερα ἀπὸ τὶς συνήθως σημειώνεται παραγενήσεις μιὰς κρυσταλλοστέροδης ἐπαφῆς.

Τὸ σχῆμα 19·11 α δείχνει τὰ σύμβολα, ποὺ γρηγοροῦνται: συνήθως γιὰ νὰ παραγενήσουν μιὰς κρυσταλλοστέροδης ἐπαφῆς.



Σχ. 19·11 α.

Συμβολικὴ παράσταση κρυσταλλοτριόδων ἐπαφῆς (τὰ σύμβολα 1 καὶ 1' χρησιμοποιοῦνται καὶ γιὰ τὶς κρυσταλλοτριόδες ἀκίδας). Τὸ βέλος πρὸς τὰ κάτω σημαίνει τύπο p - n - p (π.χ. ή παράσταση 1), ἐνῶ τὸ βέλος πρὸς τὰ πάνω σημαίνει τύπο n - p - n (π.χ. ή παράσταση 1'). Ο κύκλος τοῦ περιβλήματος εἶναι προαιρετικὸς (μπορεῖ καὶ νὰ λείπῃ).

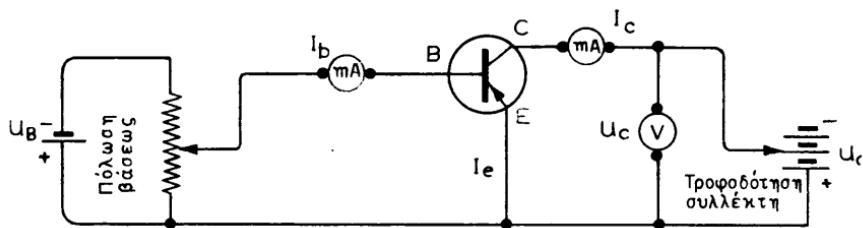
19·12 Χαρακτηριστικὲς καμπύλες.

Γιὰ νὰ γνωρίσωμε καλύτερα τὴν κρυσταλλοστέροδη, πρέπει νὰ γιαράξωμε τὶς χαρακτηριστικὲς καμπύλες τῆς, ὅπως εἶχαμε κάνει καὶ γιὰ τὴν τρίσδη ἡλεκτρονικὴ λυχνία (παρ. 8·5 καὶ 8·6). Ηρόκειτο: γιὰ τατικὲς χαρακτηριστικές, ποὺ γιαράζουνται, δηλαδὴ, γιὰ συνεγέξις τάξεις καὶ βεύματα.

Ηραγματοποιοῦμε, λοιπόν, μία συνδεσμολογία σὰν αὐτὴ που

δείχνει τὸ σχῆμα 19·12 α. Ἡ συνδεσμολογία αὐτὴ μοιάζει μὲ τὴ συνδεσμολογία τῆς τρίοδης ἡλεκτρονικῆς λυχνίας (σχ. 8·5 β), παρουσιάζει δὲ διαφορές:

- Δὲν ὑπάρχει ἐδῶ κύκλωμα θερμάνσεως.
- Στὸ κύκλωμα βάσεως, ὑπάρχει ἔνα μιλλιαμπερόμετρο (ἀντὶ γυὰ βολτόμετρο στὸ κύκλωμα πλέγματος τῆς τρίοδης).
- Ἡ πηγὴ πολύσεως τῆς βάσεως (U_B) καὶ ἡ κυρία πηγὴ τροφοδοτήσεως τοῦ συλλέκτη (U_C) ἔχουν ἔνα κοινὸ σημεῖο, ὃπου συναντῶνται δύο νυμφοὶ (καὶ ὅχι ἑτερώνυμοι) πόλοι. Στὴν περίπτωση τοῦ σχήματος 19·12 α (κρυσταλλοτρίοδη p-n-p), στὸ



Σχ. 19·12 α.

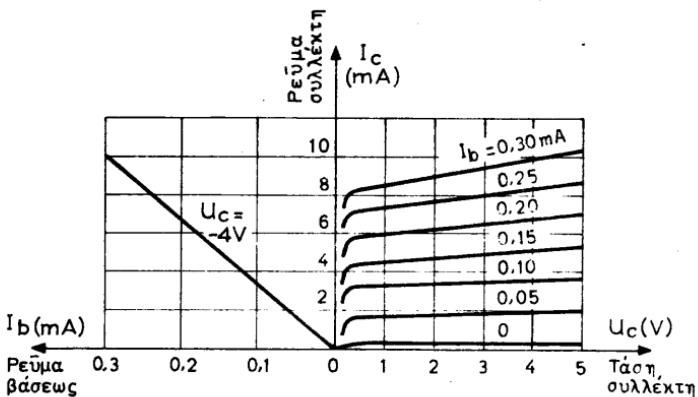
Συνδεσμολογία μιᾶς κρυσταλλοτρίοδης p-n-p (μὲ κοινὸ ἐκπομπὸ E) — (μπορεῖ νὰ συγχριθῇ μὲ τὸ σχ. 8·5 β, ποὺ δείχνει τὴ συνδεσμολογία μιᾶς ἡλεκτρονικῆς τρίοδης, μὲ κοινὴ κάθοδο).

κοινὸ σημεῖο συναντῶνται οἱ πόλοι: + τῶν πηγῶν. Ἐπὶ πλέον, τὸ κοινὸ αὐτὸ σημεῖο ἐνώνεται καὶ μὲ τὸν ἐκπομπὸ E. Ἐχομε, δηλαδή, συνδεσμολογία μὲ κοινὸ ἐκπομπὸ (καὶ τὸ λέμε αὐτό, γιατὶ ὑπάρχουν, ὅπως θὰ δοῦμε, καὶ ἄλλων εἰδῶν συνδεσμολογίες). Ἡ συνδεσμολογία μὲ κοινὸ ἐκπομπὸ ἀντιστοιχεῖ στὴ συνδεσμολογίᾳ μὲ προσγειωμένη κάθοδο τῆς τρίοδης λυχνίας (σχ. 8·5 β).

Ἄς ἀρχίσωμε, τώρα, νὰ χαράξωμε τὶς χαρακτηριστικές καμπύλες. Μποροῦμε νὰ χαράξωμε τὸ σημῆνος τῶν καμπύλων τοῦ συλλέκτη (I_C , U_C), ποὺ δείχνουν πῶς μεταβάλλεται τὸ ρεῦμα I_C τοῦ συλλέκτη, ὅταν μεταβάλλεται ἡ τάση U_C , ποὺ ἐφαριστεῖται πάνω

σ' αυτόν. Στὸ μεταξύ, κατὰ τὴν χάραξη μιᾶς δρισμένης καμπύλης τοῦ συμήνους, κρατοῦμε σταθερὸ τὸ ρεῦμα βάσεως I_b , ἐνῶ, ἀπὸ καμπύλη σὲ καμπύλη, μεταβάλλομε τὸ ρεῦμα βάσεως κατὰ τὸ ἕδιο πάντα ποσό. "Ας ὑπενθυμίσωμε ὅτι τὸ ρόλο ποὺ παίζει ἐδῶ τὸ ρεῦμα βάσεως I_b , τὸν ἔπαιξε ἡ τάση πλέγματος U_g στὴν τρίοδη λυχνία. Θὰ δοῦμε ὅτι αὐτὴ ἡ ἀνταλλαγὴ ρόλων ἔχει γενικότερη σημασία.

"Ετοι χαράζεται τὸ συμήνος (I_c , U_c), ποὺ βλέπομε στὸ δεξιὸν μέρος τοῦ σχήματος 19·12β. "Ας συγκρίνωμε τὸ συμήνος αὐτὸ



Σχ. 19·12β.

Χαρακτηριστικὲς καμπύλες μιᾶς κρυσταλλοτρίοδης (συνδεσμολογημένης ὅπως δείχνει τὸ σχ. 19·12α) — (μπορεῖ νὰ γίνῃ σύγκριση μὲ τὰ σχ. 8·5 γ καὶ 8·6 α, ποὺ ἀντιστοιχοῦν στὴν ἡλεκτρονικὴ τρίοδη).

μὲ τὸ συμήνος τῶν χαρακτηριστικῶν ἀνόδου (I_a , U_a) μιᾶς τρίοδης λυχνίας (σχ. 8·5 γ). Παρατηροῦμε ὅτι οἱ χαρακτηριστικὲς τοῦ συλλέκτη (I_c , U_c) ἔχουν ἀρκετὰ διαφορετικὴ μορφὴ, ἐνῶ συγχρόνως ἡ διάταξή τους εἶναι μᾶλλον κανονικότερη. Σὲ ρεῦμα $I_b = 0$ (ἀνοιχτὸ κύκλωμα βάσεως), ἀντιστοιχεῖ ἔνα μικρὸ ρεῦμα I_c σχεδὸν σταθερό, ποὺ παριστάνει, ὅπως ξέρομε, τὸ ρεῦμα τῆς ἐνδογενοῦς ἀγωγιμότητας (τὸ σημειώνομε εἰδικότερα μὲ I_{co}). "Ο-

σο αὐξάνει τὸ ρεῦμα βάσεως I_b, τόσο ὡς καμπύλες I_c παίρνουν μιὰ κάποια κλίση. Ἡ κλίση τους δμως μένει πάντα μικρή. Τοῦτο σημαίνει ὅτι ὁ συλλέκτης παρουσιάζει σχετικὰ μικρὴ ἀγωγιμότητα, δηλαδὴ μεγάλη ἀντίσταση (σὲ σχέση μὲ τὴν τρίοδη λυγνία).

Μποροῦμε, ἐπίσης, νὰ χράξωμε καμπύλες (I_c, I_b) ποὺ δεῖχνουν πῶς μεταβάλλεται τὸ ρεῦμα τοῦ συλλέκτη I_c μὲ τὸ ρεῦμα βάσεως I_b, κρατώντας σταθερὴ τὴν τάση U_c τοῦ συλλέκτη (ἀριστερὸ μέρος τοῦ σχ. 19·12 β). Συγκρίνοντας μὲ τὶς ἀντίστοιχες καμπύλες (I_a, U_g) τῆς τρίοδης λυχνίας (σχ. 8·6 α), βλέπομε ὅτι ἡ χαρακτηριστικὴ (I_c, I_b) μιᾶς κρυσταλλοτρίοδης παρουσιάζει μία ἔξαιρετη γραμμικότητα, πλησιάζει δηλαδὴ πολὺ περισσότερο σὲ μία εὐθεία γραμμή.

"Οσα εἴπαμε γιὰ τὴν κρυσταλλοτρίοδη p - n - p ισχύουν καὶ γιὰ τὸν τύπο n - p - n (ἀρκεῖ νὰ ἀνταλλάξωμε τὰ σημεῖα + καὶ — τῶν πυργῶν πολώσεως καὶ τροφοδοτήσεως). Ἐξ ἄλλου, ἐκτὸς ἀπὸ τὶς καμπύλες ποὺ χράξαμε, μποροῦν ἀκόμα νὰ χαραχθοῦν καὶ τὰ σμήνη (U_b, I_b) καὶ (U_b, U_c).

19·13 Παράμετροι.

Ξέρομε ὅτι ἡ λειτουργία μιᾶς τρίοδης λυχνίας μπορεῖ νὰ περιγραφῇ (γιὰ τὰ εὐθύγραμμα τουλάχιστον τμῆματα τῶν χαρακτηριστικῶν καμπύλων της) μὲ τρεῖς παραμέτρους: τὴν ἐσωτερικὴν ἀντίσταση ρ, τὸ συντελεστὴν ἐνισχύσεως μ καὶ τὴ διαγωγιμότητα g τῆς λυχνίας. Ἐπειδὴ, μάλιστα, οἱ τρεῖς παράμετροι συνδέονται μεταξύ τους μὲ τὴ σχέση μ = ρ g (τύπος 1, παρ. 8·7), φθάνει νὰ γνωρίζωμε δύο μόνο παραμέτρους, διπότε μποροῦμε νὰ καθορίσωμε τὴ λειτουργία τῆς λυχνίας.

Στὶς κρυσταλλοτρίοδες, τὸ ζήτημα τῶν παραμέτρων εἶναι; δυστυχῶς, πολυπλοκώτερο. "Ενας βασικὸς λόγος δυσκολίας εἶναι τὸ γεγονός ὅτι ὑπάρχει πάντα ἕνα ρεῦμα βάσεως (ἐνῶ δὲν ὑπῆρχε

συνήθως ρεύμα πλέγματος στὴν τρίσδη λυχνία), ἐπὶ πλέον δὲ ἔξακολουθεῖ ἔδω νὰ ὑπάρχῃ καὶ μία τάση βάσεως. Εἴμαστε, λοιπόν, ὑποχρεωμένοι νὰ πάρωμε συγχρόνως ὑπὸψη μας περισσότερα μεγέθη.

Τελικά, ἡ περιγραφὴ τῆς λειτουργίας μιᾶς κρυσταλλοτρίοδης ἀπαιτεῖ νὰ γνωρίζωμε 4 τουλάχιστον παραμέτρους. Στὴν πραγματικότητα, ὅμως, εἰναι: δυνατὸν νὰ ὅρισθοῦν περισσότερες ἀπὸ 4 παράμετροι, δόπτε γεννᾶται: ζήτημα νὰ διαλέξωμε μεταξύ τους αὐτές ποὺ προτιμοῦμε. Ἀλλὰ ποιές ἀκριβῶς νὰ διαλέξωμε; Κατὰ κακὴ τύχη, δὲν ὑπάρχει ἀκόμα πάνω σ' αὐτὸ μιὰ ὅριστικὴ γενικὴ συμφωνία. Στὶς δυσκολίες αὐτές, προστίθεται: καὶ τὸ γεγονός ὅτι ἡ σημασία καὶ ἡ συμπεριφορὰ τῶν παραμέτρων, εἰναι, ἔδω, ἀρκετὰ πολυπλοκώτερες. Θὰ ξανάρθωμε στὸ ζήτημα αὐτὸ στὸ ἐπόμενο κεφάλαιο.

19.14 Κρυσταλλοτρίοδη ἀκίδας.

Ἡ κρυσταλλοτρίοδη ἀκίδας χρονολογεῖται: ἀπὸ τὸ 1948 (προγράφητηκε ἀπὸ τὴν κρυσταλλοτρίοδη ἐπαφῆς). Κατασκευάζεται: ὅπως ἡ κρυσταλλοδίοδη ἀκίδας (σχ. 19.7α), ἀλλὰ δίπλα στὴν ἀκίδα τῆς δίσδης, προστίθεται: μιὰ δεύτερη μεταλλικὴ ἀκίδα. Ἡ ἀπόσταση ἀνάμεσα στὶς δύο ἀκίδες εἰναι μικρὴ (τῆς τάξεως τοῦ δεκάτου τοῦ χιλιοστοῦ).

Ο κρύσταλλος γερμανίου εἰναι, ὅπως καὶ στὴν κρυσταλλοδίοδη, τύπου π. Γύρω ἀπὸ τὶς ἀκίδες σχηματίζονται, κατὰ τὴν κατασκευή, μικρές περισχές τύπου π. Ἔτοι, ἡ κρυσταλλοτρίοδη ἀκίδας εἰναι τοῦ τύπου π-π-ρ. Ἡ μία περισχὴ π δινομάζεται ἐκπομπός, ἡ ἄλλη περισχὴ π συλλέκτης καὶ ὁ κρύσταλλος τύπου π βάση. Τὸ ζνομικ «βάση» εἰναι ἔδω ἀρκετὰ δικαιολογημένο, ἀπὸ τότε ὅμως παρέμεινε καὶ γιὰ τὸ μεσαῖο τιμῆμα μιᾶς κρυσταλλοτρίοδης ἐπαφῆς, χωρὶς πιὰ νὰ ὑπάρχῃ φανερὴ δικαιολογία.

Μία βασική (και ἀρκετά περίεργη), διαφορὰ ἀνάμεσα στὶς κρυσταλλοτρίοδες ἀκίδας και ἐπαφῆς εἶναι ἡ ἔξης: 'Ο λόγος ρευμάτων:

$$\alpha = \frac{i_c}{i_e}, \quad (1)$$

γιὰ τὸν ὅποιο ἔχομε μιλάτει, δὲν εἶναι πιὰ λίγο μικρότερος τοῦ 1, ἀλλὰ γίνεται, στὶς κρυσταλλοτρίοδες ἀκίδας, τῆς τάξεως τοῦ 2 ἢ και ἡ περισσότερο. Αὐτὸς σημαίνει ὅτι τὸ ρεῦμα τοῦ συλλέκτη εἶναι ἐδῶ σχετικὰ μεγάλο. "Ενα μέρος του περνᾶ στὸ κύκλωμα τῆς βάσεως, μὲ κατεύθυνση ἀντίθετη πρὸς τὸ ρεῦμα, ποὺ τείνει νὰ κινήσῃ ἢ πηγὴ U ἢ τῆς βάσεως. Τὸ φαινόμενο αὐτὸν δὲν ἔχει ἀκόμα ἔξηγηθή ἀρκετὰ καλά, παίζει δημοσίας βασικὸν ρόλο στὴ λειτουργία μιᾶς κρυσταλλοτρίοδης ἀκίδας.

Ἡ διαφορετικὴ συμπεριφορὰ τῆς κρυσταλλοτρίοδης ἀκίδας ὁδηγεῖ και σὲ διαφορετικὴ ἀντιστοιχίᾳ τῶν ἡλεκτροδίων τῆς πρὸς τὰ ἡλεκτρόδια μιᾶς ἡλεκτρονικῆς τρίοδης κενοῦ. 'Ο συλλέκτης ἀντιστοιχεῖ πάντα πρὸς τὴν ἄνοδο τῆς τρίοδης, οἱ ἀντιστοιχίες δημιουργοῦνται και τῆς βάσεως εἶναι ἀντίστροφες ἀπὸ ὅτι συμβαίνει μὲ τὴν κρυσταλλοτρίοδη ἐπαφῆς. Οἱ ἀντιστοιχίες κατέτενονται στὸν Πίνακα 12.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 12
'Αντιστοιχίες ἡλεκτροδίων

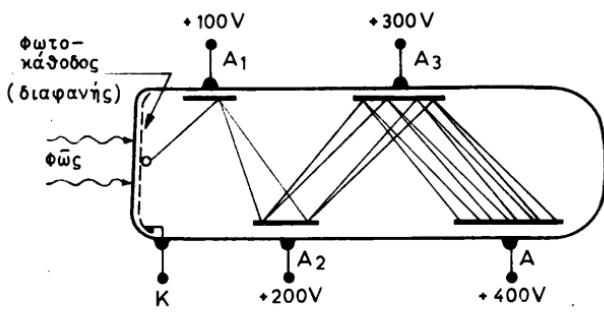
Τρίοδη λυχνία κενοῦ	Κρυσταλλοτρίοδη ἐπαφῆς	Κρυσταλλοτρίοδη ἀκίδας
Κάθοδος	Ἐκπομπὸς	Βάση,
Ιλλέγμα	Βάση	Ἐκπομπὸς
"Ανοδος	Συλλέκτης	Συλλέκτης

"Αν μία κρυσταλλοτρίοδη ἀκίδας συνδεθῇ κατὰ τὸ σχῆμα 19·10γ, ἡ λειτουργία τῆς εἶναι ἀσταθής και ὑπάρχει κίνδυνος

καταστροφής της άπό ύπερθρολικά μεγάλα ρεύματα (έκτος ότι πάρωμε κατάλληλες προφυλάξεις). Ο κίνδυνος μεγαλώνει άπό τό γεγονός ότι οι έπαφές p-n και n-p έχουν έδω πολὺ μικρές έπιφανειες, άρα θερμαίνονται γρήγορα, δταν τό ρεῦμα γίνη κάπως σημιχντικό. Έκτος άπό αυτό, δ θόρυβος βάθους μιᾶς κρυσταλλοτροδης άκιδας είναι μεγαλύτερος άπό τό θόρυβο μιᾶς κρυσταλλοτροδης έπαφής. Υπάρχουν άκριμα καὶ ἀλλοι λόγοι, ποὺ κάνουν ώστε οι κρυσταλλοτροδης άκιδας νὰ χρησιμοποιούνται στὴν πράξη ἀρκετὰ σπάνια.

19.15 Φωτοκύτταρα καὶ φωτοστοιχεῖα.

Θὰ ξαναγυρίσωμε, γιὰ λίγο, στὰ φωτοκύτταρα, μὲ σκοπὸν νὰ κάνωμε μερικὲς συμπληρώσεις, μιὰ καὶ γνωρίσαμε τοὺς ήμιαγωγούς. Στὴν παράγραφο 8.12 μιλήσαμε γιὰ τὴ φωτοηλεκτρικὴ ἔκπειπὴ ηλεκτρονίων (φωτοηλεκτρικὸ φαινόμενο), γιὰ τὰ φωτοηλεκτρόνια καὶ γιὰ τὰ φωτοκύτταρα (κενοῦ ἢ μὲ ἀέριο). Πρὸν συμπληρώσωμε μὲ δσα ἀφοροῦν στοὺς ήμιαγωγούς, θὰ πούμε λίγα λόγια γιὰ τοὺς φωτοπολλαπλασιαστές.



Σχ. 19.15 α.
Φωτοπολλαπλασιαστής.

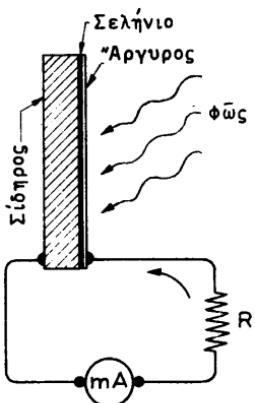
Ο φωτοπολλαπλασιαστής (σχ. 19.15 α.) είναι: ἔνα εἰδικὸ φωτοκύτταρο μὲ μεγάλη εύαισθησία. Αποτελεῖται: άπὸ σωλήνη

μὲ μία φωτοκάθιδο (κάθιδος ἵκανη, νὰ ἐκπέμπῃ φωτογλεκτρόνια, δταν φωτίζεται), ἔνα δρισμένο πλήθος ἀπὸ βιογθητικὰ ἡλεκτρόδια (A1, A2,...) και μία ἄνοδο (A). Οἱ τάσεις ποὺ ἐφαρμόζονται στὰ βιογθητικὰ ἡλεκτρόδια εἰναι: θετικές και αὐξάνουν πρὸς τὴν κατεύθυνση τῆς ἀνόδου. [¶] Οταν ἔνα φωτογλεκτρόνιο προσπέσῃ πάνω στὸ πρῶτο βιογθητικὸ ἡλεκτρόδιο, διώχνει ἀπὸ αὐτὸ 3 ὁς 4 δευτερογενῆ ἡλεκτρόνια, καθένα πάλι ἀπὸ αὐτὰ διώχνει ἄλλα τόσα ἡλεκτρόνια ἀπὸ τὸ δεύτερο βιογθητικὸ ἡλεκτρόδιο, κ.ο.κ. [¶] Ετοι, ἡ παραμικρὴ προσθολὴ τῆς καθόδου μὲ φῶς, δίνει ἔνα σημαντικὸ ἀνοδικὸ ρεῦμα (κάθε φωτογλεκτρόνιο τῆς καθόδου μπορεῖ νὰ δώσῃ μέχρι ἔνα ἑκατομμύριο ἡλεκτρόνια στὴν ἄνοδο). Τέτοιοι φωτοπολλακλιστικοὶ χρησιμοποιοῦνται: π.γ. σὲ πειραματικὲς διατάξεις τῆς Πυργικῆς Φυσικῆς.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὰ φωτοκύτταρα, ὑπάρχουν και ἄλλα ἀνάλογα ὅργανα, ποὺ κατασκευάζονται μὲ γῆμιαγωγοὺς και λέγονται φωτοστοιχεῖα. Τὸ φωτοστοιχεῖο μοιάζει πολὺ μὲ ἔνα ξηρὸ ἀνορθωτὴ (παρ. 19·9) μὲ τὴ διαφορὰ ὅτι τὸ ἔνα ἀπὸ τὰ ἡλεκτρόδια εἰναι διαφανές. Στὸ παράδειγμα τοῦ σχήματος 19·15 β, τὸ φωτοστοιχεῖο ἀποτελεῖται: ἀπὸ ἔνα σιδερένιο δίσκο, ποὺ φέρει στρῶμα γῆμιαγωγοῦ (σεληγίου) μὲ μιὰ λεπτὴ ἐπικάλυψη ἀργύρου (διαπερατὴ ἀπὸ τὸ φῶς). [¶] Αν τὸ φωτοστοιχεῖο συνδεθῇ σὲ κύκλωμα, ποὺ δὲν περιλαμβάνει καμμιὰ πηγή, και ρέξωμε πάνω στὸ φωτοστοιχεῖο φῶς, τότε τὸ κύκλωμα διαρρέεται: ἀπὸ ἡλεκτρικὸ ρεῦμα, τὸ ὅποιο εἶναι ἀνάλογο πρὸς τὴ φωτεινὴ ροή. Αὐτὸ διφείλεται στὸ γεγονὸς ὅτι τὸ φῶς ἐλευθερώνει ἡλεκτρόνια μέσα στὸ φωτοστοιχεῖο (φωτογλεκτρόνια), ἀπότε τὸ φωτοστοιχεῖο ἀναπτύσσει μία ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμι, σὰν νὰ ἥταν πηγὴ. Τὰ φωτοστοιχεῖα χρησιμοποιοῦνται σὲ διάφορες ἐφαρμογὲς (π.γ. σὲ φωτόμετρα).

Μὲ ποιό τρόπο παράγονται: τὰ φωτογλεκτρόνια μέσα σὲ ἔνα φωτοστοιχεῖο; Αὐτὸ δὲν εἶναι ἀκέμη ἐντελῶς γνωστό. Πάντως, ἔνα μέρος φωτογλεκτρογίων διφείλεται στὸ λεγόμενο ἐσωτερικὸ

φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Μὲ τὸ ὅνομα αὐτὸν ἔννοοῦμε τὴν ἀπόσπαση ἡλεκτρονίων ἀπὸ τὸ ἐσωτερικὸν ἑνὸς ἡμιαγωγοῦ, ὅταν τὸν φωτιζόμενο μὲ κατάλληλη ἀκτινοθεραπείᾳ. "Ἄς θυμηθοῦμε, ἂλλωστε, ὅσα εἴπαμε γιὰ τὴν ἐνδογενὴν ἀγωγιμότητα τῶν ἡμιαγωγῶν. Εἴχαμε πεῖ ὅτι ἡ ἐνδογενὴς ἀγωγιμότητα διείλεται σὲ ἡλεκτρόνια, ποὺ ἀπελευθερώνονται ὅχι μόνον ἐξ αἰτίας τῆς θερμικῆς κινήσεως, ἀλλὰ καὶ ἐξ αἰτίας φωτισμοῦ.



Σχ. 19.15 β.
Φωτοστοιχεῖο.

Τὸ ἐσωτερικὸ φωτοηλεκτρικὸ φαινόμενο τὸ ἐκμεταλλεύμαστε, γενικότερα, γιὰ κατακευάζωμε φωτοαντιστάσεις (ἀντιστάσεις, ποὺ ἡ τιμὴ τους μεταβάλλεται ἀνάλογα μὲ τὴν ἔνταση τοῦ προσπίπτοντος φωτός), φωτοδίοδες γερμανίου (δίοδες p-n εὐαίσθητες στὸ φῶς) καὶ διάφορες ἄλλες φωτοκρυσταλλολυχνίες.

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 20

ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΕΣ ΜΕ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΛΥΧΝΙΕΣ (ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ)

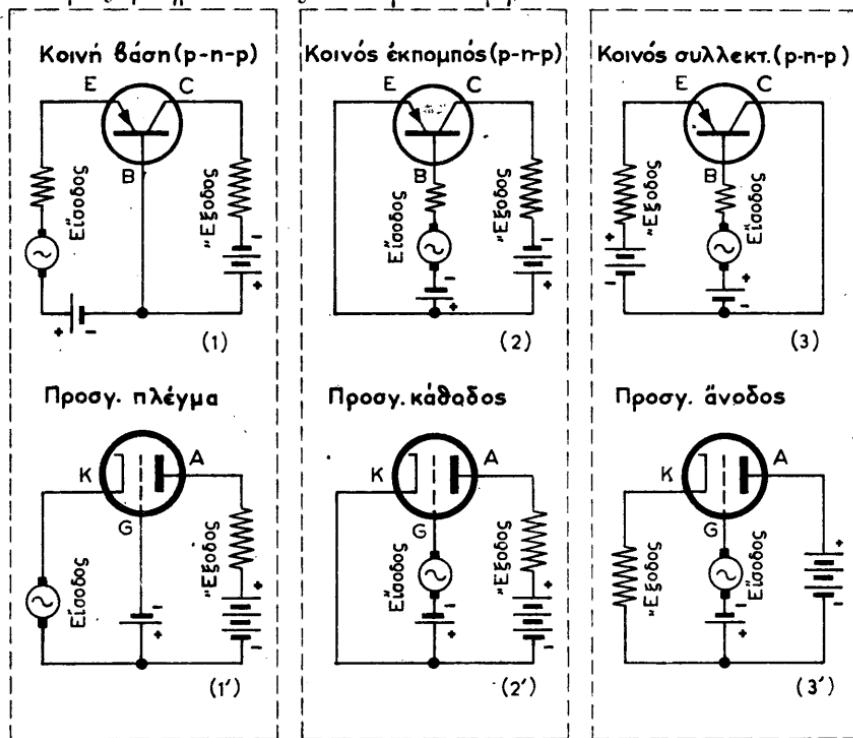
20·1 Οι τρεῖς βασικὲς συνδεσμολογίες.

Ξέρομε δτι μία ήλεκτρονική λυχνία κενοῦ (π.χ. μία τρίοδη) μπορεῖ νὰ συνδεσμολογηθῇ κατὰ τρεῖς βασικοὺς τρόπους: μὲ προσγειωμένο πλέγμα (παρ. 14·5), μὲ προσγειωμένη κάθοδο (παρ. 9·1) ή μὲ προσγειωμένη ἄνοδο (μὲ καθοδικὸ φορτίο, παρ. 18·13) (ὑπενθυμίζομε δτι ή «προσγείωση» ἀφορᾶ στὰ ἐναλλασσόμενα μεγέθη, δχι ὅμως ἀναγκαστικὰ καὶ στὰ συνεχῆ). Εἴδαμε μάλιστα δτι οἱ τρεῖς συνδεσμολογίες ἔχουν διαφορετικὲς ιδιότητες.

Ἄνάλογα πράγματα συμβαίνουν καὶ μὲ τὶς κρυσταλλοτρίοδες (δταν λέμε κρυσταλλοτρίοδες θὰ ἐννοοῦμε τὶς κρυσταλλοτρίοδες ἐπαφῆς, ποὺ χρησιμοποιοῦνται συνηθέστερα, ἐκτὸς ἀν τὸ καθορίζωμε διαφορετικά). Οἱ ἀντίστοιχοι βασικοὶ τρόποι συνδεσμολογίας εἰναι: μὲ κοινὴ βάση, μὲ κοινὸ ἐκπομπό, μὲ κοινὸ συλλέκτη. Οἱ ἀντίστοιχίες ἀνάμεσα στὶς συνδεσμολογίες κρυσταλλοτρίοδων καὶ τρίοδων κενοῦ φαίνονται καθαρὰ στὸ σχῆμα 20·1 α. Ή πιὸ πολὺ χρησιμοποιούμενη συνδεσμολογία εἰναι μὲ κοινὸ ἐκπομπὸ (τὸ ἔδιο δπως καὶ ή συνδεσμολογία μὲ προσγειωμένη κάθοδο στὶς τρίοδες κενοῦ). Καὶ τοῦτο, γιατὶ ή συνδεσμολογία αὐτὴ δίνει τὴ μεγαλύτερη ἐνίσχυση ἰσχύος καὶ γιατὶ μπορεῖ νὰ λειτουργῇ μὲ μία μόνη πηγὴ τροφοδοτήσεως. Παρ’ ὅλο αὐτό, εἰναι ἀπαραίτητο νὰ ἔξετάσωμε καὶ τὶς ἄλλες συνδεσμολογίες. Εἰναι μάλιστα σκόπιμο, δπως τὸ κάνομε στὸ σχῆμα 20·1 α, νὰ προτάξωμε τὴ συνδεσμολογία μὲ κοινὴ βάση.

Πρὶν προχωρήσωμε, μποροῦμε νὰ δώσωμε μιὰ συγκριτικὴ εἰκόνα ἀνάμεσα στὶς τρεῖς συνδεσμολογίες, συνοψίζοντας σὲ ἓναν

Πίνακα τὶς σημαντικότερες ἴδιότητές τους (Πίνακας 13). Οἱ ἀριθμοὶ αὐτοῦ τοῦ Πίνακα ἀναφέρονται στὴν κρυσταλλοτρίοδη OC70, ὅμως ἡ σημασία τους εἶναι γενικότερη.



Σχ. 20·1 α.

Οἱ τρεῖς δυνατές συνδεσμολογίες γιὰ κρυσταλλοτρίοδες (1, 2, 3) καὶ γιὰ τρίοδες κενοῦ (1', 2', 3'). Στὸ σχῆμα ὑποτίθεται ὅτι ἡ κρυσταλλοτρίοδη εἶναι τύπου p - n - p (γιὰ κρυσταλλοτρίοδες n - p - n, πρέπει νὰ ἀντιστραφοῦν οἱ πολικότητες ὅλων τῶν ἀντιστοίχων πηγῶν τροφοδοτήσεως).

20·2 Ισοδύναμα κυκλώματα — Ένίσχυση.

Μία λυχνία κενοῦ (π.χ. μία τρίοδη) λειτουργεῖ συνήθως, ὅπως ἔρομε, μὲ ἀρνητικὴ τάση πλέγματος, δόπτε δὲν ἔχομε πρακτικὰ ρεῦμα πλέγματος. Τὸ μόνο κύκλωμα τῆς λυχνίας, ποὺ διαρ-

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 13

Ίδιότητες τῶν τριῶν συνδεσμολογιῶν
μιᾶς κρυσταλλοτρίοδης (π. χ. τῆς ΟC'70)

	Κοινή Βάση	Κοινός 'Εκπομπὸς	Κοινός Συλλέκτης
Ένισχυση ρεύματος	σχεδόν — 1	νψηλὴ (12,5)	νψηλὴ (— 30)
Ένισχυση τάσεως	νψηλὴ (1060)	νψηλὴ (— 560)	σχεδόν 1
Ένισχυση ισχύος	σημαντικὴ (814)	νψηλὴ (7000)	άσθενής (29)
Σύνθ. ἀντίσταση εἰσόδου	πολὺ ἀσθενής	ἀσθενής	νψηλὴ
Σύνθ. ἀντίσταση ἔξόδου	πολὺ νψηλὴ	ψηλὴ	άσθενής
Φάση τῆς τάσεως τοῦ σήματος ἔξόδου ὡς πρὸς τὸ σήμα εἰσόδου	σὲ φάση	σὲ ἀντίφαση	σὲ φάση

ρέεται ἀπὸ ρεῦμα σύμματος, είναι τὸ ἀνοδικὸ κύκλωμα. "Ετοι εἰναι εὔκολο νὰ ἀντικαταστήσωμε τὴ λυχνία μὲ ἐνα ἀπλὸ ἰσοδύναμο κύκλωμα. Στὴν παράγραφο 9·4 γνωρίσαμε τὰ ἰσοδύνυχμα κυκλώματα μὲ πηγὴ σταθερῆς τάσεως ἢ σταθεροῦ ρεύματος. Εἰδίκει μὲ ἐπίσης ὅτι τὰ κυκλώματα αὐτὰ διευκολύνουν πολὺ τοὺς διαφόρους ὑπολογισμούς, π.χ. τὸν ὑπολογισμὸ τῆς ἐνισχύσεως (ὑπενθυμίζομε ὅτι τὰ ἰσοδύναμα κυκλώματα ισχύουν μόνον ὡς πρὸς τὰ ἐναλλασσόμενα μεγέθη καὶ μάλιστα ὅταν τὰ πλάτη τους εἰναι ἀρκετὰ μικρά).

Στὶς κρυσταλλολυχνίες, είναι ἐπίσης ἀπαραίτητο, γιὰ νὰ μποροῦν νὰ γίνουν οἱ ἀντίστοιχοι ὑπολογισμοί, νὰ καθορίσωμε ἀνάλογα ἰσοδύναμα κυκλώματα (ποὺ θὰ ισχύουν ὑπὸ ἀνάλογες συνθῆκες). "Ομως, γιὰ τὶς κρυσταλλοτρίοδες ὑπάρχει ἡ οὖσιώδης διαφορὰ ὅτι στὸ κύκλωμα εἰσόδου (π.χ. στὸ κύκλωμα τῆς βάσεως σὲ συνδεσμολογία μὲ κοινὸ ἐκπομπὸ) κυκλοφορεῖ πάντοτε ἓνα ρεῦμα. Ἐκτὸς ἀπὸ αὐτό, ἡ ἀντίσταση εἰσόδου μιᾶς κρυσταλλοτρί-

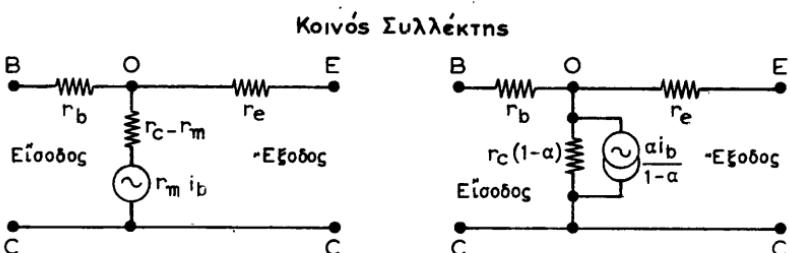
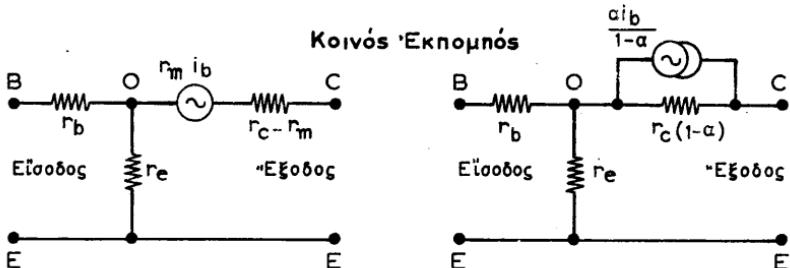
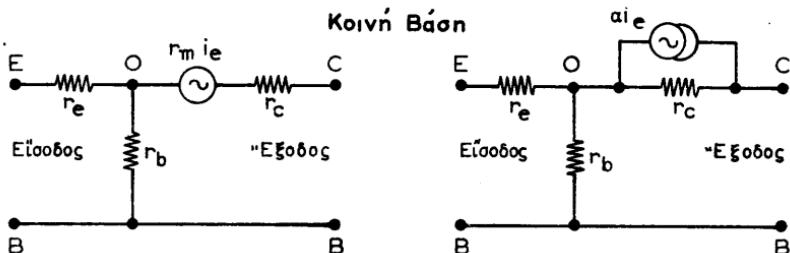
οδηγις εἶναι σχετικὰ μικρή (ἐνώ στὴν τρίοδη κενοῦ εἶναι πολὺ μεγάλη). Ἀκόμη, οἱ μεταβολὲς τοῦ ρεύματος ἔξιδου ἐπιδροῦν πάνω στὸ ρεῦμα εἰσόδου, ἔχομε δηλαδὴ ἔνα εἶδος ἀναδράσεως (ποὺ στὴν τρίοδη κενοῦ κανονικὰ δὲν ὑπάρχει ἢ μπορεῖ νὰ ἀμεληθῇ). Οἱ διαφορὲς αὐτὲς σημαίνουν προφανῶς ὅτι μία κρυσταλλοτρίοδη δὲν μπορεῖ νὰ παρασταθῇ μὲ ἔνα τόσο ἀπλὸ ἰσοδύναμο κύκλωμα, ὅπως ἡ τρίοδη κενοῦ. Θὰ ἔχωμε λοιπὸν νὰ κάνωμε μὲ πολυπλοκότερα ἰσοδύναμα κυκλώματα.

Εἶναι δυνατὸν γὰρ φαντασθοῦμε διαφόρων εἰδῶν ἰσοδύναμα κυκλώματα γιὰ νὰ παραστήσωμε μία κρυσταλλοτρίοδη. Ἄνάμεσά τους, τὰ χρησιμότερα εἶναι αὐτὰ ποὺ ἀνομάζονται δίκτυα T (δηλαδὴ δίκτυα ποὺ ἡ μορφή τους θυμίζει τὸ σχῆμα ἑνὸς T). Ἀλλά, καὶ πάλι, καθεμιὰ ἀπὸ τὶς τρεῖς βασικὲς συνδεσμολογίες ἔχει ἀναγκαστικὰ τὸ δικό της ἰσοδύναμο κύκλωμα, ποὺ μπορεῖ μάλιστα νὰ τὸ σχεδιάσωμε εἴτε μὲ πηγὴ σταθερῆς τάσεως, εἴτε μὲ πηγὴ σταθεροῦ ρεύματος. Ἔχομε, λοιπόν, τὸ λιγότερο, 6 ἰσοδύναμα κυκλώματα (δύο γιὰ καθεμιὰ ἀπὸ τὶς τρεῖς βασικὲς συνδεσμολογίες). Ὁλα αὐτὰ τὰ βλέπομε στὸ σχῆμα $20 \cdot 2\alpha$, ἐνώ τὸ σχῆμα $20 \cdot 2\beta$ ἀποτελεῖ ἔνα ἀριθμητικὸ παράδειγμα.

Καθένα ἀπὸ τὰ ἰσοδύναμα κυκλώματα τοῦ σχήματος $20 \cdot 2\alpha$ παριστάνει τὴν ἰσοδύναμη ἐσωτερικὴ συγκρότηση τῆς κρυσταλλοτρίοδης (αὐτῆς τῆς 瘰疬ας, χωρὶς τὰ ἔξωτερικὰ κυκλώματα, ποὺ δὲν τὰ ἔχομε ἄλλωστε σημειώσει στὸ σχῆμα $20 \cdot 2\alpha$) ἀπὸ τὴν ἀποψὴ τῆς λειτουργίας της, στὴν κάθε συγκεκριμένη περίπτωση. Ἄνάμεσα σὲ ἔνα ἰσοδύναμο κύκλωμα σταθερῆς τάσεως καὶ τὸ ἀντίστοιχο κύκλωμα σταθεροῦ ρεύματος (γιὰ ἔνα καὶ τὸ 瘰疬ο συνδεσμολογίας) δὲν ὑπάρχει οὐσιαστικὴ διαφορά. Μποροῦμε, δηλαδή, νὰ χρησιμοποιοῦμε τὸ ἔνα ἢ τὸ ἄλλο ἰσοδύναμο κύκλωμα, δποιο μᾶς βολεύει καλύτερα.

Τὸνθυμίζομε δτὶ πηγὴ σταθερῆς τάσεως (σημειωμένη στὰ σχήματα μὲ ἔνα ἀπλὸ κύκλο) σημαίνει μία 瘰疬ικὴ πηγὴ, σὲ σύνδεση

σειράς, μὲ σταθερή γέλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) καὶ μηδενική ἐσωτερική ἀντίσταση (οἱ ἐσωτερικὲς ἀντιστάσεις σημειώνονται



Παράδειγμα (κρυσταλλοτρίοδη OC 70):

$$r_b = 1 \text{ k}\Omega, r_c = 1,428 \text{ M}\Omega, r_e = 38 \Omega, r_m = 1,381 \text{ M}\Omega,$$

$$(r_c - r_m - 47 \text{ k}\Omega \approx r_c(1 - \alpha), \alpha = 0,968 \approx r_m/r_c).$$

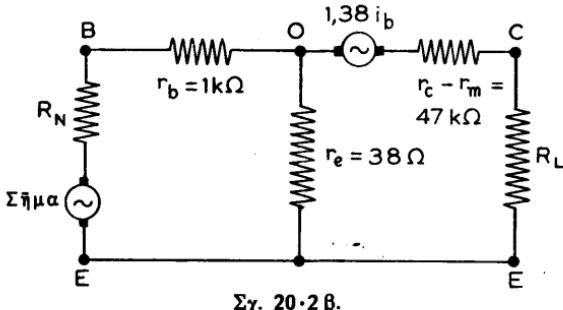
Σχ. 20 · 2 α.

Τὰ ισοδύναμα κυκλώματα μιᾶς κρυσταλλοτρίοδης κατὰ τὶς τρεῖς συνδεσμολογίες τηι:

Δεξιά: μὲ πηγὴ σταθεροῦ φεύγματος.

Αριστερά: μὲ πηγὴ σταθερῆς τάσεως.

χωριστά). Όμοια, πηγή σταθερού ρεύματος (σημειωμένη μὲ διπλὸ κύκλῳ) σημαίνει ιδανικὴ πηγὴ σὲ παράλληλη σύνδεση, που παρέχει στὸν κύκλωμα ἔνα σταθερὸ ρεῦμα καὶ ἔχει ἀπειρη ἐσω-



Σχ. 20·2β.

Παράδειγμα ισοδυνάμου κυκλώματος μὲ πηγὴ σταθερῆς τάσεως, σὲ συνδεσμολογία μὲ κοινὸ ἐκπομπό (κρυσταλλούχηνία OC 70). Οἱ συνεχεῖς τάσεις δὲν ἐσημειώθησαν. Οἱ ἑξωτερικὲς ἀντιστάσεις R_N (διεγέρσεως) καὶ R_L (φόρτου) νὰ μὴ συγχέωνται μὲ τὶς ἑσωτερικὲς ἀντιστάσεις r (μποροῦμε π.χ. νὰ πάρωμε $R_N = 1,5 \text{ k}\Omega$ καὶ $R_L = 66 \text{ k}\Omega$).

τερικὴ ἀντισταση (μία ἀπειρη ἀντισταση σὲ παράλληλη σύνδεση εἶνα: σὰν νὰ μὴ διπάρχῃ). Η ΗΕΔ ἡ τὸ σταθερὸ ρεῦμα κάθε πηγῆς ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὸ εἰδὸς τῆς κρυσταλλοτρίοδης καὶ ἀπὸ τὸ ἐφαρμοζόμενο σῆμα εἰσόδου (ὅπως καὶ στὶς τρίοδες κενοῦ). Οἱ τιμές τους ἔχουν σημειωθῆ στὸ σχῆμα 20·2α, γιὰ καθεμιὰ ἀπὸ τὶς 6 περιπτώσεις.

Τὰ σύμβολα r_b , r_c , r_e καὶ r_m , ποὺ βλέπομε πάνω στὸ ισοδύναμο κύκλωμα, παριστάνουν ισοδύναμες ἀντιστάσεις. Οἱ τρεῖς πρῶτες (r_b , r_c , r_e) εἶναι ἔνα εἰδὸς ἑσωτερικὲς ἀντιστάσεις τῆς κρυσταλλοτρίοδης σὲ σχέση πρὸς τὰ τρία ἡλεκτρόδια τῆς (βάση, συλλέκτης, ἐκπομπός). Στὴν περίπτωση τῆς τρίοδης κενοῦ, ὅπου διπάρχει μόνο ἔνα ἀνοδικὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα, εἴχαμε νὰ κάνωμε μόνο μία ἑσωτερικὴ ἀντισταση. Η κρυσταλλοδίοδη ἔχει τρεῖς τέτοιες ἀντιστάσεις. Ἐπὶ πλέον, ἔχομε τώρα καὶ μιὰ τέταρτη ισοδύναμη ἀντισταση, ποὺ τὴ σημειώσαμε μὲ r_m . Η ἀντισταση αὐτὴ

ἐκφράζει δρισμένες ιδιότητες τῆς κρυσταλλοτρίοδης καὶ ἀποδεικνύεται ὅτι εἶναι (μὲν ἀρκετὴ προσέγγιση):

$$\Gamma_m = \alpha \Gamma_c . \quad (1)$$

ὅπου α δ λόγος ρευμάτων, ποὺ γνωρίσχμε στὴν παρ. 19·10.

Βέλη, ποὺ νὰ δείχνουν πρὸς ποιές κατευθύνσεις κυκλοφοροῦν τὰ διάφορα ρεύματα, δὲν σημειώθηκαν στὸ σχῆμα 20·2 α. Καὶ αὐτὸ δῆγινε γιὰ ἀπλούστευση τοῦ σχήματος. Παρ' ὅλο ὅτι πρόκειται γιὰ ἐναλλασσόμενα ρεύματα, πρέπει κανόνικὰ νὰ σημειώνωνται οἱ φορές τους, π.χ. οἱ φορὲς ποὺ ἀντιστοιχοῦν σὲ μιὰ δρισμένη στιγμή. Ἀλλοτε πάλι σημειώνονται ὅχι οἱ πραγματικές, ἀλλὰ δρισμένες αὐθαίρετες φορές, δόπτε ἔνα ρεῦμα εἶναι θετικὸ ἢ ἀρνητικὸ ἀνάλογα μὲ τὸ ἣν κυκλοφορῇ σύμφωνα ἢ ἀντίθετα πρὸς τὴν σημειωμένη φορά του. Τὸ ζήτημα εἶναι ἀρκετὰ λεπτό.

Τὰ ισοδύναμα κυκλώματα χρησιμόποιοῦνται γιὰ τοὺς διαφόρους ὑπολογισμούς, π.χ. γιὰ τὸν ὑπολογισμὸ τῆς ἐνισχύσεως. Γιὰ τὸ σκοπὸν αὐτό, ἡ κρυσταλλοτρίοδη θεωρεῖται, ἃς ποῦμε, σὰν ἔνα κούτι ποὺ ἔχει τέσσερις ἀκροδέκτες. "Ἐνα τέτοιο συγκρότημα μὲ τέσσερις ἀκροδέκτες (δύο εἰσόδου καὶ δύο ἐξόδου), ἀπὸ διεδήποτε καὶ ἀν ἀποτελῆται, δύνομάζεται γενικὰ τετράπολο (σχ. 20·2 γ). Στὴν περίπτωσή μας, τὸ κούτι τοῦ τετραπόλου περιέχει τὴν κρυσταλλολυχνία, ποὺ τὴν ἀντικαθιστοῦμε, γιὰ τὸν ὑπολογισμό, μὲ ἔνα ἀπὸ τὰ γνωστά μας ισοδύναμα κυκλώματα. Σχεδιάζομε δηλαδή, μέσα στὸ πλαίσιο τοῦ τετραπόλου, τὸ κατάλληλο ισοδύναμο κύκλωμα, ἐνώνοντας τοὺς 4 πόλους του μὲ τοὺς 4 ἀκροδέκτες τοῦ τετραπόλου (ἀπὸ τὰ μέσα). Κατόπιν, προσθέτομε τὰ ἐξωτερικὰ κυκλώματά, εἰσόδου καὶ ἐξόδου. "Ετσι, σχηματίζεται ἔνα δίκτυο ποὺ ἡ λύση του δίνει τὰ ζήτούμενα ἀποτελέσματα. Ἡ λύση γίνεται μὲ τὴ βοήθεια τῶν κανόνων τοῦ Kirchhoff (ἢ μὲ μεθόδους, ποὺ βγαίνουν ἀπὸ τοὺς κανόνες αὐτούς). Τὸ ζήτημα

Δὲν μπορεῖ νὰ μᾶς ἀπασχολήσῃ περισσότερο, θὰ ἀναφέρωμε δῆμως στὴν συνέχεια ὅρις μένα ἀποτελέσματα.



Σχ. 20·2 γ.

Τετράπολο, ποὺ ἔδω παριστάνει τὸ κύκλωμα μιᾶς κρυσταλλοτριόδης.

Τὰ κυριότερα μεγέθη, ποὺ ὑπολογίζονται μὲ τὸν τρόπο αὐτό, εἰναι οἱ ἐνισχύσεις καὶ οἱ ἀντιστάσεις εἰσόδου καὶ ἔξόδου.
Τὰ μεγέθη αὗτὰ ὅριζονται ως ἔξης:

$$\text{ἐνίσχυση ρεύματος: } A_i = \frac{i_2}{i_1}, \quad (2)$$

$$\text{ἐνίσχυση τάσεως: } A_u = \frac{u_2}{u_1}, \quad (3)$$

$$\text{ἐνίσχυση ισχύος (δταν δλα τὰ στοιχεῖα τοῦ δικτύου εἰναι ὡμικὲς ἀντιστάσεις): } G = A_i A_u, \quad (4)$$

$$\text{σύνθετη ἀντίσταση εἰσόδου: } Z_s = \frac{u_1}{i_1}, \quad (5)$$

$$\text{σύνθετη ἀντίσταση ἔξόδου: } Z_o = \frac{u_2}{i_2}. \quad (6)$$

ὅπου (u_1, i_1) καὶ (u_2, i_2) οἱ τάσεις καὶ τὰ ρεύματα εἰσόδου καὶ ἔξόδου (σχ. 20·2 γ).

Βάλαμε πρώτη τὴν ἐνίσχυση ρεύματος, γιατί, δπως ξέρομε, μιὰ κρυσταλλοδίδη εἰναι κατ' ἀρχὴν μιὰ ἐνισχύτρια ρεύματος (μπορεῖ δῆμως νὰ χρησιμοποιηται κάλλιστα καὶ σὰν ἐνισχύτρια τάσεως ἢ ἴσχυος).

20·3 Παράμετροι και έξισώσεις.

Ό μαθητής θὰ παρατήρησε ἀσφαλῶς δτι, ἀπὸ τὴν ἀρχὴν αὐτοῦ τοῦ Κεφαλαίου, μιλοῦμε συστηματικὰ πρῶτα γιὰ τὴν συνδεσμολογία μὲ κοινὴ βάση καὶ ἔπειτα γιὰ ὅλες τὶς ἄλλες. Αὕτη τὸ κάνομε, ἐπειδὴ ἡ συνδεσμολογία μὲ κοινὴ βάση εἶναι ἡ πρώτη συνδεσμολογία, ποὺ χρησιμοποιήθηκε στὶς κρυπταλλοτρίδες. Ἀπὸ τότε, ἡ συνδεσμολογία αὐτὴ ἀπέκτησε μιὰ προτεραιότητα ποὺ παραμένει, ἀν καὶ ἀργότερα ἀποδείχθηκε χρησιμότερη ἡ συνδεσμολογία μὲ κοινὸν ἐκπομπό. Γιὰ τὸ λόγο ἄλλωστε αὐτόν, καθὼς ἐπίσης καὶ γιὰ νὰ μὴ σπάσωμε ἀπότομα τὶς συνήθειες ποὺ ἀποκτήσαμε ἀπὸ τὶς λυχνίες κενού, πήραμε σὰν παράδειγμα, στὸ προηγούμενο κεφάλαιο, τὴν συνδεσμολογία μὲ κοινὸν ἐκπομπὸ (ἀντίστοιχη πρὸς τὴν συγγριψμένη συνδεσμολογία μὲ προσγειωμένη κάθισδος τῆς τρίσδης κενού).

Δυστυχῶς ὅμως δὲν ἥταν δυνατὸν νὰ συνεχίσωμε μὲ τὸν ἵδιο τρόπο. "Οχι! τόσο γιὰ νὰ μὴ ἔρθωμε σὲ ἀντίθεση μὲ τὰ καθιερωμένα, ἀλλὰ γιατὶ οἱ κατασκευαστὲς ἔξακολουθοῦν νὰ δίδουν πάντα προτεραιότητα στὶς παραμέτρους ποὺ ἀναφέρονται στὴ συνδεσμολογία μὲ κοινὴ βάση. "Ετσι, ἀν προσέξῃ κανεὶς τὶς παραμέτρους τ., ποὺ εἶναι γραμμένες πάνω στὰ ἴσσοδύναμα κυκλώματα τοῦ σχήματος 20·2 α, θὰ δῆ δτι ἡ ἀπλοίστερη (ἡ ἀρχική) γραφή τους εὑρίσκεται στὴ συνδεσμολογία μὲ κοινὴ βάση. Στὶς ἄλλες συνδεσμολογίες ἔχομε παραμέτρους μὲ πολυπλοκώτερη γραφή. Τὸ πολύπλοκο τῆς γραφῆς εἶναι βέβαια ἐνα μειονέκτημα, ἔχει ὅμως τὸ προτέρημα δτι χρησιμοποιοῦνται παντοῦ τὰ ἵδια σύμβολα τ., ποὺ δέθηκαν γιὰ τὴ συνδεσμολογία μὲ κοινὴ βάση. Θὰ μπορούσαμε, ἀσφαλῶς, ὅπως τὸ συνηθίζουν δρισμένοι συγγραφεῖς, νὰ χρησιμοποιήσωμε γιὰ κάθε συνδεσμολογία καὶ νέα σύμβολα μὲ ἐνα μόνο γράμμα, ἀλλὰ μὲ διακριτικοὺς τόνους ἢ δεῖκτες. Τὸ μόνο ὅμως ποὺ θὰ ἐπιτυγχάναμε τότε θὰ ἥταν νὰ μετατοπίσωμε τὴ δυσκολία σὲ ἄλλο μέρος, χωρὶς νὰ τὴν ἔξαφανίσωμε.

Γιὰ τοὺς λόγους αὐτούς, προτιμοῦμε νὰ μὴ ἔχωμε νὰ κάνωμε παρὰ μόνο μὲ τὶς ἀρχικὲς παραμέτρους γ τῆς συνδεσμολογίας μὲ κοινὴ βάση. Γιὰ τὶς ἄλλες συνδεσμολογίες, οἱ παράμετροι ἔχουν τὶς πολυπλοκώτερες ἐκφράσεις, ποὺ εἶναι γραμμένες πάνω στὸ σχῆμα 20·2α. Στὶς τρίοδες κενοῦ, οἱ ἀρχικὲς παράμετροι (ρ , μ , g) ἔτυχε νὰ δρισθοῦν ἀπ' εὑθείας γιὰ τὴ συνδεσμολογία μὲ προσγειωμένη κάθεσδον ἀπὸ καὶ πέρα χρησιμοποιήθηκαν, ἐπίσης στὶς δύο ἄλλες συνδεσμολογίες.

Χωρὶς νὰ παραγνωρίζωμε τὶς ποικίλες διαφορές, μποροῦμε νὰ παραλληλίσωμε τὶς παραμέτρους μιᾶς κρυσταλλοτρίοδης καὶ μιᾶς τρίοδης κενοῦ κατὰ τὸ ἑπόμενο σχῆμα:

$$\left. \begin{array}{l} \text{κρυσταλλοτρίοδη: } \frac{\tau_b, \tau_c, \tau_e}{\rho}, \quad \tau_m \quad (\text{ἢ } \alpha = \tau_m/\tau_c), \\ \text{τρίοδη κενοῦ} \quad : \quad g \quad (\text{ἢ } \mu = \rho g) \end{array} \right\} \quad (1)$$

"Ενας τέτοιος παραλληλισμὸς δὲν ἔχει σημασία παρὰ μένο γιὰ βοήθεια τῆς μνήμης. Μᾶς θυμίζει π.χ. ὅτι ἡ λειτουργία μιᾶς κρυσταλλοτρίοδης ἀπαιτεῖ νὰ γνωρίζωμε 4 παραμέτρους, ἐνῶ γιὰ τὴν τρίοδη κενοῦ φθάνουν μόνο δύο. Μὲ αὐτές τὶς 4 παραμέτρους μποροῦμε νὰ καθορίζωμε τὴ λειτουργία τῆς κρυσταλλοτρίοδης, τοῦτο ὅμως πάντοτε γιὰ μικρὰ πλάτη τῶν ἐναλλασσομένων μεγεθῶν. Ο περιορισμὸς αὐτός, ποὺ δὲν πρέπει ποτὲ νὰ τὸν ἔχηνοῦμε, λισχύει δποιειδήποτε καὶ ἀν εἶναι οἱ παράμετροι ποὺ χρησιμοποιοῦμε.

Τὶς παραμέτρους γ τὶς δύο μάζας μὲ τὰ γνωστά μας ἵσοδύναμα κυκλώματα, ποὺ ἔχουν μορφὴ T . Εἶναι, θὰ λέγαμε, οἱ ἀπλούστερες, οἱ ἀμεσώτερα κατανοητὲς παράμετροι, παρουσιάζουν ὅμως καὶ δρισμένα μειονεκτήματα. Τὰ κυριότερα μειονεκτήματα εἶναι ὅτι, οἱ παράμετροι γ δὲν μποροῦν νὰ καθορισθοῦν ἀπὸ τὶς στατικὲς χαρακτηριστικὲς καμπύλες τῆς κρυσταλλοτρίοδης, οὕτε καὶ μποροῦν νὰ μετρηθοῦν ἀπ' εὑθείας.

Μπροστά στις δυσκολίες αύτές, προτάθηκαν διάφορα άλλα συστήματα παραμέτρων. Άπο τὰ συστήματα αὐτά, έκεινο που έχει περιεστερη σγημασία και τὸ συναντοῦμε ἀρκετὰ συχνὰ εἶναι τὸ σύστημα τῶν μικτῶν παραμέτρων \vec{h} . Ή μέτρηση αὐτῶν τῶν παραμέτρων εἶναι πραγματικὰ εὔκολη.

Οἱ μικτὲς παράμετροι σχετίζονται μὲ τὴν παράσταση μιᾶς κρυσταλλοτρίοδης σὰν τετράπολο. Αἱ ξαναγυρίσωμε, λοιπόν, στὸ σχῆμα $20 \cdot 2\alpha$, δπου ὑποθέτομε πάντοτε ὅτι τὰ ἐναλλασσόμενα μεγέθη εἰσόδου (u_1, i_1), και ἐξόδου (u_2, i_2) ἔχουν μικρὰ πλάτη. Μποροῦμε, τότε, νὰ γράψωμε τὶς ἐπόμενες σχέσεις:

$$u_1 = h_{11} i_1 + h_{12} u_2, \quad \left. \right\} \quad (2)$$

$$i_2 = h_{21} i_1 + h_{22} u_2, \quad (3)$$

ὅπου $h_{11}, h_{12}, h_{21}, h_{22}$ εἶναι οἱ μικτὲς παράμετροι. Ή σγημασία τους εἶναι ἢ έξης:

h_{11} παριστάνει τὴ σύνθετη ἀντίσταση εἰσόδου τοῦ τετραπόλου (τῆς κρυσταλλοτρίοδης), ὅταν ἡ ἐξόδος εἶναι βραχυκυκλωμένη (γιὰ τὰ ἐναλλασσόμενα μεγέθη). Πραγματικά, βραχυκυκλωμένη ἐξόδος σγημαίνει $u_2 = 0$, δπότε ἡ έξισωση (2) δίνει $h_{11} = u_1/i_1$, δηλαδὴ τὴν ἀντίσταση εἰσόδου.

h_{12} εἶναι τὸ ἀντίστροφο ἐνὸς συντελεστὴν ἐνισχύσεως τάσεως, ὅταν τὸ κύκλωμα εἰσόδου εἶναι ἀνοικτὸ ($i_1 = 0$). Γιὰ $i_1 = 0$, ἡ έξισωση (2) δίνει $u_1 = h_{12} u_2$, ἀρα $h_{12} = u_1/u_2$.

h_{21} εἶναι ἔνας συντελεστὴς ἐνισχύσεως ρεύματος, ὅταν τὸ κύκλωμα ἐξόδου εἶναι βραχυκυκλωμένο ($u_2 = 0$). Ή έξισωση (3) δίνει, τότε, $i_2 = h_{21} i_1$, δηλαδὴ $h_{21} = i_2/i_1$.

h_{22} παριστάνει τὴ σύνθετη ἀγωγιμότητα ἐξόδου (τὸ ἀντίστροφο τῆς σύνθετης ἀντίστασεως ἐξόδου), ὅταν τὸ κύκλωμα εἰσόδου εἶναι ἀνοικτὸ ($i_1 = 0$). Σύμφωνα μὲ τὴν έξισωση (3) ἔχειμε τότε: $i_2 = h_{22} u_2$, ἀρα $h_{22} = i_2/u_2$.

Στὴν πραγματικότητα, ἡ εἰσοδος καὶ ἡ ἔξοδος οὔτε βραχυκυλλόνοται, οὔτε μένουν σὲ ἀνοικτὸ κύκλωμα. Στὶς πραγματικὲς συνδεσμολογίες, ἡ πηγὴ τοῦ σήματος στὴν εἰσοδο ἔχει μιὰ διακή τῆς ἐσωτερικὴ σύνθετη ἀντίσταση, Z_N , ἐνῷ στὴν ἔξοδο συνδέεται μία σύνθετη ἀντίσταση φόρτου Z_L . Μποροῦμε τότε νὰ ὑπολογίσωμε, μὲ τὴν βοήθεια τῶν παραμέτρων h , τὶς σύνθετες ἀντίστασεις εἰσόδου Z_e καὶ ἔξοδου Z_s τῆς κρυσταλλοτρίοδης, ἕτοι ὅπως τὶς δρίσαμε στὴν προγρουμένη παράγραφο (ἐξιώσεις ὡς καὶ h , ὅπου δμως οἱ τάσεις καὶ τὰ ρεύματα δὲν ἔχουν πιὰ τὶς παραπάνω τιμές βραχυκυλλώσεως καὶ ἀνοικτοῦ κυκλώματος, ἀλλὰ ἄλλες τιμές). Οἱ ὑπολογισμὸι δίνει τὰ ἔξης ἀποτελέσματα:

$$Z_e = \frac{h_{11} h_{22} - h_{12} h_{21} + \frac{h_{11}}{Z_L}}{h_{22} + \frac{1}{Z_L}} \quad (4)$$

$$Z_s = \frac{h_{11} + Z_N}{h_{11} h_{22} - h_{12} h_{21} + h_{22} Z_N}. \quad (5)$$

Καμμιὰ σύγχυση δὲν ἐπιτρέπεται ἀνάμεσα σ' αὐτές τὶς ἀντίστασεις εἰσόδου καὶ ἔξοδου τῆς κρυσταλλοτρίοδης (Z_e καὶ Z_s) καὶ στὶς ἀντιστάσεις Z_N καὶ Z_L , ποὺ κλείνουν ἀπ' ἔξω τὰ κυκλώματα τῆς κρυσταλλοτρίοδης καὶ εἰναὶ ἀνεξάρτητες ἀπὸ αὐτῆν. Παρατηροῦμε, ωστόσο, ὅτι οἱ ἀντιστάσεις εἰσόδου καὶ ἔξοδου (Z_e καὶ Z_s) ἔξαρτωνται, ὡς ἔνα βαθμό, ἀπὸ τὶς ἀντιστάσεις Z_N καὶ Z_L .

Μποροῦμε ἐπίσης νὰ ὑπολογίσωμε τὶς διάφορες ἐνισχύσεις. Οἱ ὑπολογισμὸι δίνει:

$$\text{ἐνίσχυση ρεύματος: } A_i = \frac{h_{21}}{h_{22} Z_L + 1} \quad (6)$$

$$\text{ἐνίσχυση τάσεως: } A_u = -\frac{h_{21}}{h_{11} h_{22} - h_{12} h_{21} + \frac{h_{11}}{Z_L}} \quad (7)$$

ἐνίσχυση ἀπόχύσ (ύποθέτοντας δτι ὅλες οἱ ἀντιστάσεις τοῦ κυκλώματος εἰναι: ὡμικὲς ἀντιστάσεις):

$$\mathbf{G} = -\mathbf{A}_1 \mathbf{A}_0. \quad (8)$$

Γιὰ νὰ ἔξασται λέπωμε τὶς καλύτερες συνθῆκες ἐνίσχυσεως ἰσχύος, πρέπει νὰ πραγματισποιήσωμε αὐτὸν ποὺ λέγεται προσαρμογὴ τῆς κρυσταλλοστρόβηγρης σὲ σχέση μὲ τὶς ἀντιστάσεις διεγέρσεως (Z_N) καὶ φόρτου (Z_L). "Εχοιτε ἔχαναι λήσει γιὰ τὴν προσαρμογή. Εδο, προσαρμογὴ σημαίνει νὰ διαλέξωμε τὶς ἀντιστάσεις Z_N καὶ Z_L μὲ τέτοιο τρόπο, ὥστε νὰ ἔχωμε τὶς ἴσοτητες:

$$Z_N = Z_e \text{ καὶ } Z_L = Z_s. \quad (9)$$

"Αν ἔχωμε νὰ κάνωμε ὅλο μὲ ὄμικὲς ἀντιστάσεις (ὅπότε $Z_N = R_N$ καὶ $Z_L = R_L$), τότε ἐπιτυγχάνομε τὴν προσαρμογή, ὅταν πάρωμε:

$$R_N = h_{11} \sqrt{1 - \frac{h_{12} h_{21}}{h_{11} h_{22}}} \quad (10)$$

$$\text{καὶ } R_L = \frac{1}{h_{22} \sqrt{1 - \frac{h_{12} h_{21}}{h_{11} h_{22}}}}. \quad (11)$$

Ο μαθητὴς δὲν πρόκειται βέβαια νὰ μάθῃ ἀπ' ἔξω ὅλες αὐτὲς τὶς ἔξισώσεις, εῦτε καὶ νὰ μάθῃ νὰ τὶς χρησιμοποιῇ μὲ εὐκολία. Τὶς δύσκολες, δημος, γιατὶ γι μορφή τους πρέπει νὰ εἰναι: γραμμή καὶ γιατὶ ἵσως μερικοὶ μαθητὲς μπορεῖ νὰ τὶς γρεῖ: καθούν σὲ ὁρισμένες περιπτώσεις.

Καὶ τὸ κακὸ εἶναι δτι: Ήδη συνεχίσωμε, σ' αὐτὴ τὴν παράγραφο, νὰ δίνωμε σύμβολα καὶ ἔξισώσεις. Ηραγματικά, ύπαρχει καὶ τὸ θέμα μὲ τὶς τρεῖς διαφορετικές συνδεσμολογίες μιᾶς κρυσταλλοστρόβηγρης. Εύτυχῶς, ποὺ οἱ ὁρισμοὶ γιὰ τὶς μικτὲς παραμέτρους. καθίσι καὶ οἱ παραπάνω ἔξισώσεις, ἵσχουν ὅπως ἀκριβῶς δέσμηκαν. καὶ γιὰ τὶς τρεῖς συνδεσμολογίες. Μόνο πού, γιὰ καθεμιὰ συνδεσμολογία, οἱ τημένες τῶν ή ἀλλάζουν. Ηρέπει λοιπὸν νὰ ἔχωμε τῷ

τὰ ἡ καθεμιᾶς συνδεσμολογίας. Ἐδῶ μᾶς συμφέρει νὰ εἰσάγωμε
ξεχωριστὲς παραμέτρους γιὰ καθεμιὰ συνδεσμολογία, παρὰ νὰ ξα-
ναρχίσωμε νὰ δίνωμε νέους δρισμοὺς καὶ νέες ἔξισώσεις.

Κάνομε, λοιπόν, τὶς ἔξῆς συμφωνίες: "Θταν γράφωμε ἡ
(h_{11} , h_{12} , h_{21} , h_{22}), χωρὶς ἀλλο διακριτικὸ σημεῖο, θὰ ἐννοοῦμε
τὶς μικτὲς παραμέτρους γιὰ τὴ συνδεσμολογία μὲ κοινὴ βάση (ἡ
ὅποια πάλι διατηρεῖ προτεραιότητα). Γιὰ τὴ συνδεσμολογία μὲ
κοινὸ ἑκπομπὸ θὰ γράφωμε h' (h'_{11} , h'_{12} , h'_{21} , h'_{22}) μὲ διακριτι-
κὸ σημεῖο ἔνα τόνο. Η συνδεσμολογία μὲ κοινὸ συλλέκτη θὰ δια-
κρίνεται μὲ δύο τόνους, θὰ γράφωμε δηλαδὴ h'' (h''_{11} , h''_{12} , h''_{21} ,
 h''_{22}). Οἱ προηγούμενες ἔξισώσεις θὰ ἐφαρμόζωνται ὅπως ἔχουν,
ἀλλὰ μὲ παραμέτρους h' ἢ h'' , σύμφωνα μὲ τὴ συνδεσμολογία.

Εἶναι, τέλος, φανερὸ δτι ἀνάμεσα στὶς παραμέτρους τ καὶ
στὶς νέες παραμέτρους h (ἢ h' , ἢ h''), ὅπως ἐπίσης καὶ ἀνάμεσα
σ' αὐτὲς τὶς ἕδιες τὶς παραμέτρους h , h' , h'' , πρέπει νὰ ὑπάρχουν
δρισμένες σχέσεις (ἀφοῦ ὅλες τους περιγράφουν μία καὶ τὴν ἕδια
κρυσταλλοτρίοδη). Τὶς σχέσεις αὐτὲς τὶς δίνομε συγκεντρωμένες
στὸν Πίνακα 14. Στὸν ἕδιο Πίνακα γράφομε καὶ τὶς ἔξισώσεις, ποὺ
δίνουν τὶς ἐνισχύσεις μὲ τὴ βοήθεια τῶν παραμέτρων τ καὶ ὅχι,
ὅπως προηγούμενα, μὲ τὶς παραμέτρους h . Ο Πίνακας 15 περι-
λαμβάνει μερικὰ ἀριθμητικὰ παραδείγματα.

"Ας σημειωθῇ, τέλος, δτι ὅλες οἱ παράμετροι (τ ἢ h) μᾶς
κρυσταλλοτρίοδης παρουσιάζουν σημαντικὲς μεταβολές, ὅταν ἀλ-
λάζουν οἱ συνθῆκες λειτουργίας (τάσεις τροφοδοτήσεως, θερμο-
κρασία, συγνότητα). Οἱ μεταβολὲς αὐτὲς εἶναι πολὺ σημαντικότε-
ρες ἀπὸ ἐκεῖνες τῶν παραμέτρων (ρ , g , μ) μᾶς τρίοδης λυχνίας
κενοῦ.

20·4 Ἐπίδραση τῆς συχνότητας.

Στὴ μελέτῃ, ποὺ κάναμε ὥς ἐδῶ, θεωρήσαμε δτι τὰ ?ισοδύ-
ναμα κυκλώματα περιλαμβάνουν μόνο ὡμικὲς ἀντιστάσεις. Στὴν

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 14

Σχέσεις άνάμεσα στις παραμέτρους h και r , και έξισώσεις που δίνουν τις ένισχύσεις.
 (Το σύμβολο \simeq σημαίνει περίπου 1%).

Συγδεσμολογία μὲ κοινὴ βάση (σχ. 20·1α, 1)

$r_b = \frac{h_{12}}{h_{22}}$	$h_{11} \simeq r_e + (1 - \alpha) r_b$	$A_i \simeq -\frac{\alpha}{1 + \frac{R_L}{r_c}}$
$r_c = \frac{1 - h_{12}}{h_{22}} \simeq \frac{1}{h_{22}}$	$h_{12} = \frac{r_b}{r_b + r_c} \simeq \frac{r_b}{r_c}$	$A_u \simeq \frac{\alpha R_L / r_b}{1 - \alpha + \frac{R_L}{r_c}}$
$r_e = h_{11} - \frac{h_{12}(1 + h_{21})}{h_{22}}$	$h_{21} = -\frac{r_b + r_m}{r_b + r_c} = -\alpha$	$G = -A_i A_u$
$r_m = \frac{h_{12} - h_{21}}{h_{22}} \simeq \frac{-h_{21}}{h_{22}}$ ($\alpha = -h_{21} \simeq r_m/r_c$)	$h_{22} = \frac{1}{r_b + r_c} \simeq \frac{1}{r_c}$	

Συγδεσμολογία μέ κοινὸ ἐκπομπὸ (σχ. 20·1α, 2)

$h'_{11} = \frac{h_{11}}{1 + h_{21}}$	$h'_{11} = r_b + \frac{r_e}{1 - \alpha}$	$A'i \simeq -\frac{\alpha}{1 - \alpha + \frac{R_L}{r_c}}$
$h'_{12} = \frac{h_{11} h_{22}}{1 + h_{21}} - h_{12}$	$h'_{12} = \frac{r_e}{(1 - \alpha) r_c}$	$A'u \simeq -\frac{\alpha R_L / r_b}{1 - \alpha + \frac{R_L}{r_c}}$
$h'_{21} = \frac{-h_{21}}{1 + h_{21}}$	$h'_{21} = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$	$G' = -A'i A'u$
$h'_{22} = \frac{h_{22}}{1 + h_{21}}$	$h'_{22} = \frac{1}{(1 - \alpha) r_c}$	

Συγδεσμολογία μὲ κοινὸ συλλέκτη (σχ. 20·1α, 3)

$h''_{11} = \frac{h_{11}}{1 + h_{21}}$	$h''_{11} = r_b + \frac{r_e}{1 - \alpha}$	$A''i = -\frac{1}{1 - \alpha + \frac{R_L}{r_c}}$
$h''_{12} = 1 + h_{12} - \frac{h_{11} h_{22}}{1 + h_{21}}$	$h''_{12} = 1 - \frac{r_e}{(1 - \alpha) r_c}$	$A''u \simeq -\frac{R_L / r_b}{1 - \alpha + \frac{R_L}{r_c}}$
$h''_{21} = -\frac{1}{1 + h_{21}}$	$h''_{21} = -\frac{1}{1 - \alpha}$	$G'' = -A''i A''u$
$h''_{22} = \frac{h_{22}}{1 + h_{21}}$	$h''_{22} = \frac{1}{(1 - \alpha) r_c}$	

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 15

Άριθμητικὰ παραδείγματα γιὰ τὴν ἔφαρμογὴ τῶν ἐξισώσεων αὐτῆς τῆς παραγράφου (οἱ ἀριθμητικὲς τιμὲς ἀναφέρονται στὴν ἀντιπροσωπευτικὴ περίπτωση τῆς κρυσταλλοτρόδης OC 70).

(Ἔπενθυμίζομε ὅτι τὸ mho = μὼ εἶναι μνάδα ἀγωγιμότητας καὶ δρᾶται ἵσο πρὸς τὸ ξντίστροφο τοῦ ohm = ὄμ.

Συνδεσμολογία μὲ κοινὴ βάση	Συνδεσμολογία μὲ κοινὸ ἔκπομπὸ	Συνδεσμολογία μὲ κοινὸ συλλέκτη
$r_b = 1\,000 \Omega$, $r_c = 1\,428\,000 \Omega$, $r_e = 38 \Omega$, $r_m = 1\,381\,000 \Omega$, $(\alpha = 0,968 \simeq r_m/r_c)$, ($\sigma_{\chi} = 20 \cdot 2 \alpha$).		
$h_{11} = 70 \Omega$	$h'_{11} = 2\,190 \Omega$	$h''_{11} = 2\,190 \Omega$
$h_{12} = 0,000\,7$	$h'_{12} = 0,000\,83$	$h''_{12} = 1$
$h_{21} = -0,968$	$h'_{21} = 30$	$h''_{21} = -31$
$h_{22} = 0,7 \cdot 10^{-6} \text{mho}$	$h'_{22} = 22 \cdot 10^{-6} \text{mho}$	$h''_{22} = 22 \cdot 10^{-6} \text{mho}$
Μὲ $Z_N = R_N = 1\,000 \Omega$ καὶ $Z_L = R_L = 10\,000 \Omega$:		
$Z_e = R_e =$	77Ω	$1\,900 \Omega$
$Z_s = R_s =$	$760\,000 \Omega$	$72\,000 \Omega$
$A_i =$	$-0,968$	$39,6$
$A_u =$	125	-157
$G =$	121	$6\,250$
“Γιτερχ ἀπὸ προσαρμογὴ (ἐξισώσεις 10 καὶ 11):		
μὲ $Z_N = R_N = 270 \Omega$ μὲ $Z_N = R_N = 1\,500 \Omega$ μὲ $Z_N = R_N = 56\,000 \Omega$ καὶ $Z_L = R_L = 370\,000 \Omega$ καὶ $Z_L = R_L = 66\,000 \Omega$ καὶ $Z_L = R_L = 1\,800 \Omega$		
$Z_e = R_e =$	270Ω	$1\,500 \Omega$
$Z_s = R_s =$	$370\,000 \Omega$	$66\,000 \Omega$
$A_i =$	$-0,768$	$12,5$
$A_u =$	$1\,060$	-560
$G =$	814	$7\,000$
		$56\,000 \Omega$
		$1\,800 \Omega$
		-30
		$0,964$
		$28,9$

πραγματικότητα, θυμως, μιὰ κρυσταλλοτρίδη $\ddot{\chi}$ ει καὶ δρισμένες χωρητικότητες ἀκόμη, (τὸ εἶδαμε ἡδη στὴν περίπτωση τῶν κρυσταλλοδιόδων). Ἐπίσης τὰ κυκλώματα, ποὺ συνδέονται ἀπ' $\ddot{\chi}$ ω μὲ τὴν κρυσταλλοτρίδη, δὲν εἰναι γενικὰ καθαρὰ δημιουργικά κυκλώματα (ὅπως τὰ πήραμε γιὰ ἀπλότητα στὰ παραδείγματά μας), ἀλλὰ περιλαμβάνουν σύνθετες ἀντιστάσεις, ποὺ ἀποτελοῦνται ἀπὸ δημιουργικές, χωρητικὲς καὶ αὐτεπαγωγικὲς ἀντιστάσεις.

Μιὰ πιὸ πλήρης μελέτη θὰ ἀπαιτοῦσε ἀσφαλῶς νὰ συμπληρώσωμε τὰ ἴσοδύναμα κυκλώματα μὲ τὶς ἀντιστοιχεῖς χωρητικότητες τῆς κρυσταλλοτρίδης, ἐπίσης δὲ νὰ λάβωμε ὑπ' ὄψη μας δὴ τὶς ἀντιστάσεις διεγέρσεως καὶ φόρτου εἰναι σύνθετες. Εἴχαμε κάνει τέτοιου εἰδῶν εργασία σὲ διάφορες περιπτώσεις μὲ λυχνίες κενοῦ. Λὲν θὰ ἐπιχειρήσωμε νὰ μποῦμε ἐδῶ σὲ λεπτομέρειες, γιατὶ οἱ κρυσταλλοτρίδες παρουσιάζουν πολὺ περισσότερες δυσκολίες.

Θὰ κρατήσωμε, διστόσο, τὸ ἔξις: Ἐπειδὴ, ὅπως ξέρομε, οἱ σύνθετες ἀντιστάσεις μεταβάλλονται μὲ τὴ συχνότητα, εἰναι: φανέρδ ὅτι οἱ διάφορες ἰδιότητες (π.χ. ή ἐνίσχυση μιᾶς συνδεσμολογίας μὲ κρυσταλλοτρίδη) ἔξαρτῶνται ἐπίσης ἀπὸ τὴ συχνότητα. Ἡ ἐνίσχυση, εἰδικότερα, ἐλαττώνεται: ὅσο η συχνότητα αὔξανει. Στὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸ συντείνει καὶ τὸ γεγονός ὅτι, μέσα στὸν ἡμιαγωγό, τὰ ἐλεύθερα ἡλεκτρόνια καὶ οἱ ὀπὲς $\ddot{\chi}$ ουν μία περιορισμένη εύκινησία, δηλαδὴ η μετακίνησή τους ἀπαιτεῖ ἔναν δρισμένο χρόνο διαδρομῆς. Ἔτσι, οἱ συνηθισμένες κρυσταλλοτρίδες λειτουργοῦν ἵκανοποιητικὰ μόνο μέχρι μερικὲς δεκάδες MHz, ἐνῶ ἄλλες φθάνουν μέχρι μερικὲς ἵκατοντάδες MHz.

20·5 Διατάξεις πολώσεως.

⁷Ηρθε πιὰ ὁ καιρὸς νὰ δοῦμε καὶ μερικὰ ζητήματα σχετικὰ μὲ τὴν πρακτικὴ χρησιμοποίηση τῶν κρυσταλλολυχνῶν καὶ νὰ περιγράψωμε, στὴ συνέχεια, διάφορες ἐφαρμογὲς (ἐνισχυτές, ταλαντωτές, κλπ.).

Ἐδῶ θὰ ἔξετάσωμε τὸ ζήτημα τῆς πολώσεως τῆς θάσεως σὲ μιὰ συνδεσμολογία μὲ κοινὸ ἐκπομπό, αὐτὴ ποὺ χρησιμοποιεῖται περισσότερο (καὶ ποὺ ἀντιστοιχεῖ στὴν τρίοδη μὲ προσγειωμένη κάθοδο).

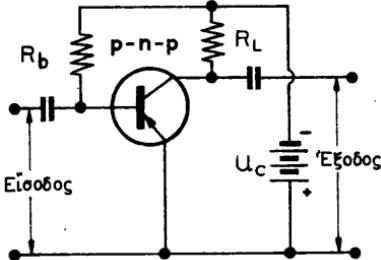
Εἶναι φανερό δτι ἡ πόλωση τῆς βάσεως μπορεῖ νὰ γίνη μὲ μία ξεχωριστὴ πηγὴ, ὅπως δείχνει τὸ σχῆμα 20·1 α (2). Αὐτὸ δημοσ ἔχει ἐκτὸς τῶν ἄλλων καὶ τὸ μειονέκτημα, δτι ἀπαιτεῖ δύο πηγὲς τροφοδοτήσεως (π.χ. στήλες), μία γιὰ τὴ βάση καὶ μία γιὰ τὸ συλλέκτη. Ἀναζητήθηκαν λοιπὸν καὶ εὑρέθηκαν τρόποι γιὰ νὰ μπορῇ ἡ πόλωση τῆς βάσεως νὰ ἔξασφαλίζεται ἀπὸ τὴν πηγὴ τροφοδοτήσεως τοῦ συλλέκτη, δπότε μένει μία μόνο πηγὴ τροφοδοτήσεως (τοῦ συλλέκτη).

Τὸ ἕδιο εἶχε γίνει, ὅπως θυμόμαστε, καὶ μὲ τὶς λυχνίες κενοῦ μὲ αὐτοπόλωση, ὅπου δηλαδὴ ἡ πόλωση ἔξασφαλίζεται ἀπὸ τὴν πηγὴ τροφοδοτήσεως τῆς ἀνόδου μὲ τὴ βοήθεια ἑνὸς κυκλώματος RC στὴν κάθοδο (κύκλωμα $R_k C_k$ στὸ σχῆμα 9·6 α). Δὲν πρέπει νὰ ξεχνοῦμε, ὥστόσο, δτι μιὰ τρίοδη κενοῦ πολώνεται μὲ μιὰ τάση, ἐνῶ ἡ πόλωση μιὰς κρυσταλλολυχνίας ζητεῖ ἔνα δρισμένο ρεῦμα. Ὑπάρχει ἐπίσης ἔνα ζήτημα πολικότητας (+ καὶ —), ποὺ στὶς κρυσταλλοτρίοδες παρουσιάζεται γενικὰ μὲ ἔνα διαφορετικὸ τρόπο.

Μιὰ ἀρκετὰ ἀπλὴ μέθοδος, ποὺ θὰ μποροῦσε νὰ φαντασθῇ κανεῖς, εἶναι αὐτὴ ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 20·5 α. Ἐστω π.χ. δτι ἡ πηγὴ τροφοδοτήσεως τοῦ συλλέκτη ἔχει μεταξὺ τῶν πόλων τῆς τάση 4,5 βόλτ καὶ δτι ἡ πόλωση τῆς κρυσταλλοτρίοδης ἀπαιτεῖ ρεῦμα 45 μΑ (μικροαμπέρ). Γιὰ νὰ ἔξασφαλίσωμε αὐτὸ τὸ ρεῦμα πολώσεως ἀρκεῖ στὴν πράξη νὰ διαλέξωμε μία ἀντίσταση πολώσεως R_b μὲ τιμὴ $R_b = 4,5/45 = 0,1 \text{ M}\Omega$ (δηλαδὴ 100 kΩ).

Ο λογαριασμὸς αὐτὸς γίνεται βέβαια κατὰ προσέγγιση, ἀφοῦ ἡ τάση στὶς ἀκρες τῆς ἀντιστάσεως R_b δὲν εἶναι ἀκριβῶς ἵση μὲ 4,5 βόλτ, μιὰ καὶ ὑπάρχει, ὅπως εἶναι φανερό, μία πτώση τάσεως

μέσα στήν κρυσταλλοτρίοδη (ἀπό τήν πλευρά τῆς βάσεως). Άλλα και αύτή ή πτώση τάξεως είναι σχετικά μικρή και μπορούμε να τήν άμελήσουμε.



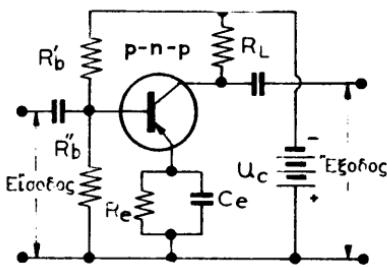
Σχ. 20·5 α.

Μια μέθοδος πολώσεως της βάσεως, ή όποια δύναται δεν χρησιμοποιεῖται συνήθως στήν πράξη.

Τέ κακό δὲν είναι αύτό. Τὸ κακὸ είναι ὅτι ἀνάμεσα σὲ μιὰ κρυσταλλοτρίοδη μὲ δρισμένη ὄνομασία (π.χ. OC70) καὶ σὲ μιὰ ἄλλη κρυσταλλοτρίοδη μὲ τήν ἵδια ὄνομασία ὑπάρχουν μικρὲς διαφορές, ποὺ μποροῦν ὠστόσο νὰ ἐπηρεάσουν σημαντικὰ τὴ λειτουργία. Ὑπάρχει ἐπίσης καὶ ἡ περίφημη ἐπίδραση τῆς θερμοκρασίας, ποὺ είναι καὶ αύτὴ σημαντική. Ἐν λοιπὸν χρησιμοποιούσαμε πραγματικὰ τήν πόλωση τοῦ σχήματος 20·5 α, θὰ ἔπειπε κάθε φορὰ (γιὰ κάθε συγκεκριμένη κρυσταλλοτρίοδη) νὰ ρυθμίζωμε ἀκριβῶς στήν κατάλληλη τιμὴ τήν ἀντίσταση πολώσεως R_b καὶ, ἐπὶ πλέον, νὰ εὑρίσκαμε ἔνα τρόπο γιὰ τήν αὐτόματη ἀντιστάθμιση τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας. Γιὰ τοὺς λόγους αὗτούς, ή μέθοδος ποὺ ἀναφέραμε δὲν χρησιμοποιεῖται: συνήθως.

Τὴ σωστὴ λύση τὴ δίνει ἡ συνδεσμολογία τοῦ σχήματος 20·5 β, ποὺ ἐφαρμόζεται πολύ, ἀν καὶ είναι πολυπλοκότερη. Σύμφωνα μὲ τὴ μέθοδο αὐτὴ, ἡ βάση πολώνεται καὶ ἀπὸ τήν πλευρὰ τῆς βάσεως (μὲ τὴ διακλάδωση R' ή R'') καὶ ἀπὸ τήν πλευρὰ τοῦ συλλέκτη (μὲ τὸ κύκλωμα $ReCe$, ποὺ ἐργάζεται δύποις περίπου καὶ τὸ κύκλωμα αὐτοπολώσεως μιᾶς τρίοδης κε-

νοῦ). Ἐχομε, ἔτοι, δύο πολώσεις, ποὺ εἶναι ἀντίθετες μεταξύ τους. Οἱ δύο αὐτές πολώσεις ὑπολογίζονται ἔτοι, ώστε νὰ εἶναι ἴσχυρότερες ἀπὸ τὴν κανονικὴ καὶ νὰ ἔχουν τιμὲς τέτοιες, ποὺ ἡ διαφορά τους νὰ ἴσσούται μὲ τὴν ἐπιθυμητὴ πόλωση τῆς βάσεως. Οἱ ἀντιστάσεις πολώσεως εἶναι συνήθως τάξεως μεγέθους $R' = 30\text{ k}\Omega$, $R'' = 3\text{ k}\Omega$, $R_e = 200\Omega$ (δὲ πυκνωτής διαρροής ὑπολογίζεται μὲ βάση τῆς συχνότητας λειτουργίας τῆς συνδεσμολογίας).



Σχ. 20·5 β.

Ἡ διάταξη πολώσεως, ποὺ χρησιμοποιεῖται μὲ ἐπιτυχίᾳ.

Μιὰ τέτοια διάταξη πολώσεως λειτουργεῖ μὲ τέτοιον τρόπο, ώστε νὰ ἀντισταθμίζῃ αὐτόματα τὶς διάφορες μεταβολές, παρουσιάζοντας τελικὰ ἀρκετὴ σταθερότητα.

20·6 Ἐφαρμογὲς τῶν κρυσταλλολυχνιῶν.

Οἱ κρυσταλλολυχνίες εὑρίσκουν ἐφαρμογὲς σὲ δλεις τὶς γνωστὲς ἀπὸ τὶς λυχνίες κενοὺ περιπτώσεις (ἐνισχυτὲς διαφόρων εἰδῶν, ταλαντωτές, φώραση, ἀλλαγὴ συχνότητας, ἀλλαγὴ φάσεως, κλπ.). Ἔτοι: κατασκευάζονται σήμερα δλόκηγρα συγκροτήματα ἐφοδιασμένα ἀποκλειστικὰ μὲ κρυσταλλολυχνίες (δέκτες φαδιστῶν αἱρετῶν, σημειωτές, σημειωτές μετρήσεως, ὑπολογιστὲς μηχανές, κλπ.). (Ἡι συσκευὲς αὐτὲς ἐπωφελοῦνται ἀπὸ τὰ ποικίλα πλεονεκτήματα πού, σπουδὴ ἔργοι, παρουσιάζουν σὲ κρυσταλλολυχνίες.

‘Ἡ συγκρότηση τῶν κυκλωμάτων καὶ δύπολογισμὸς γίνονται ἐδῶ μὲ τὴν ακτάλληλη μεταφορὰ τῶν μεθόδων, ποὺ μᾶς εἰναι ἥδη γνωστὲς ἀπὸ τὶς λυχνίες κενοῦ (συζεύξεις μεταξὺ βαθμιδῶν, ἀνάδραση, χρησιμοποίηση τῶν χαρακτηριστικῶν καμπύλων, εὐθεῖες φόρτου, παραχυστροφήσεις, βαθμὸς ἀποδότεις κλπ.). Οἱ μέθοδοι αὗτὲς χρησιμοποιοῦνται: βέβηται μὲ τὶς τροποποιήσεις ποὺ ἐπιεΐλλουν σὲ διαφορὲς ἀνάμεσα στὶς αρυσταλλολυγγίες καὶ τὶς λυχνίες κενοῦ, μένουν δημοσίες οὐραστικὰ παρόμιοιες. Ἐχομε, ἄλλωστε, ἔξιγγήσεις ἀρκετὰ αὗτὲς τὶς διαφορές, ἐνῶ παράλληλα ἔχομε τονίσει καὶ τὶς ὑπάρχουσες ἀντιστοιχίες.

Δὲν θὰ ξαναρχίσωμε λοιπὸν ἀπὸ τὴν ἀρχή, θὰ δώσωμε, δημοσίες, στὴν συνέχεια μερικὰ παραδείγματα ἐφαρμογῶν, ποὺ διευκρινίζονται ἀρκετὰ τὸν τρόπο, μὲ τὸν ὁποῖο χρησιμοποιοῦνται στὴν πράξη οἱ αρυσταλλολυγγίες.

20·7 Ἐνισχυτὲς χαμηλῆς συχνότητας.

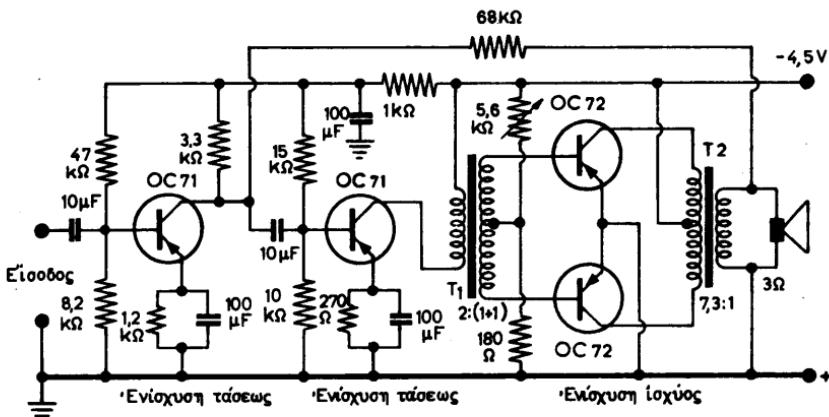
Τὸ σχῆμα 20·7 α ἀποτελεῖ παράδειγμα ἑνὸς ἐνισχυτῆς χαμηλῆς συγκρότητας (Χ.Σ.). Ἡ συγκρότησή του εἰναι παρόμοια πρὸς τοὺς ἐνισχυτὲς Χ.Σ. μὲ λυχνίες κενοῦ (Κεφ. 9 καὶ 18). Δύο εἰναι οἱ κυριότερες διαφορές, ἀπὸ τὴν ἀποφη τῶν κυκλωμάτων:

1) Οἱ πολύσεις τῶν αρυσταλλοστρούδων ἔχουν γίνει σύμφωνα μὲ ὅσα εἴπαμε στὴν παράγραφο 20·5.

2) Οἱ πυκνωτὲς συζεύξεως καὶ διαρροής ἔχουν τιμές μεγαλύτερες ἀπὸ δ, τ: στὰ κυκλόριατα μὲ λυχνίες κενοῦ. Αὕτη συμβαίνει, γιατὶ οἱ πυκνωτὲς αὗτοὶ συνεργάζονται μὲ ωμικὲς ἀντιστάσεις ποὺ ἔχουν χαμηλὲς τιμές (ὑπενθυμίζομε, εἰδικότερα, δτ: οἱ αρυσταλλολυγγίες ἔχουν χαμηλὲς ἀντιστάσεις εἰςόδου). Καθὼς λοιπὸν τὸ γινόμενο RC (ἡ σταθερὰ χρόνου) διείλει νὰ διατηρῇ περίπου τὴν ὕδια τιμήν, οἱ χωρητικότητες C πρέπει νὰ εἰναι μεγάλες.

Κατὰ τὰ ἄλλα, δ ἐνισχυτῆς τοῦ σχῆματος 20·7 α ἀποτελεῖ-

ται ἀπὸ δύο συνηθισμένες βαθμίδες ἐνισχύσεως τάσεως (μὲ ὡμικὲς ἀντιστάσεις καὶ πυκνωτὲς) καὶ μία συμμετρικὴ βαθμίδα ἐνισχύσεως ἴσχύος. Η βαθμίδα ἴσχύος διεγείρεται μὲ τὴ βοήθεια ἐνδὸς μετασχηματιστῆ συξεύσεως T_1 (μὲ μεσαίᾳ λήψη). Γιὰ τὴ μείωση τῶν παραμορφώσεων, χρησιμοποιεῖται, κατὰ τὰ γνωστά,



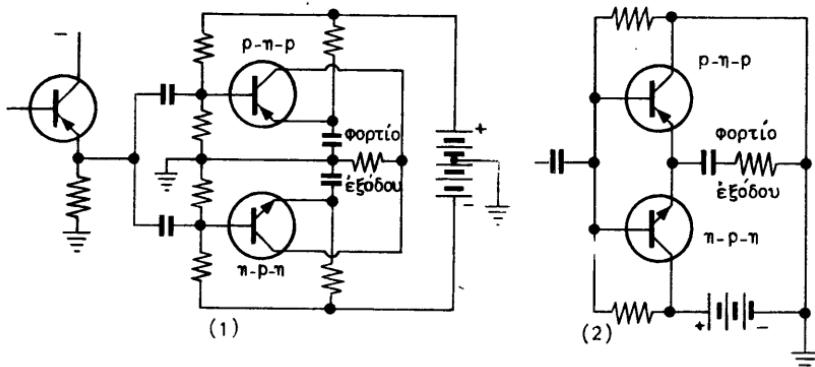
Σχ. 20·7 α.

Ἐνισχυτής χαμηλῆς συχνότητας μὲ κρυσταλλούχνιες (p - n - p).

ἀρνητικὴ ἀνάδραση (ἡ τάση ἀναδράσεως παίρνεται πάνω στὸ δευτερεύον τοῦ μετασχηματιστῆ ἔξοδου T_2 καὶ δδηγεῖται, μέσα ἀπὸ μία ἀντίσταση 68 k Ω , πρὸς τὴν εἰσόδο τῆς δεύτερης βαθμίδας ἐνισχύσεως τάσεως). Οἱ κρυσταλλοτρίοδες εἰναι συνδεσμολογιμένες μὲ κοινὸ ἐκπομπό. Η τροφοδότηση τοῦ ἐνισχυτῆ ἐξασφαλίζεται μὲ μία μόνο στήλη τῶν 4,5 βόλτ.

Καλὸ εἶναι νὰ ποῦμε κάτι περισσότερο γιὰ τὸν συμμετρικὸ ἐνισχυτὴ μὲ κρυσταλλούχνιες. Η συγκρότησή του, καθὼς καὶ ἡ λειτουργία του (σὲ τάξη A η B), δὲν διαφέρουν οὐσιαστικὰ ἀπὸ τοὺς συμμετρικοὺς ἐνισχυτὲς μὲ λυχνίες κενοῦ (παρ. 18·14). "Ἄς σημειωθῇ δμως δτι, χάρη στὴ διαφορετικὴ μορφὴ τῶν χαρακτη-

ριστικών τους καμπύλων, οι κρυσταλλούχνιες είναι πιὸ κατάλληλες γιὰ τὴ λειτουργία σὲ τάξη B ἀπὸ ὅ, τι οἱ λυχνίες κενοῦ. Ο βαθμὸς ἀποδόσεως σὲ τάξη B μπορεῖ νὰ φθάσῃ πραγματικὰ τὸ 78 %. Ἔτσι, τὸ πιὸ μεγάλο μέρος τῆς ισχύος τροφοδοτήσεως μετατρέπεται σὲ ὡφέλιμη ισχὺ σήματος, ἐνῶ οἱ ἀπώλειες περιορίζονται πολὺ. Ἀποτέλεσμα είναι δτὶ οἱ στήλες, ποὺ τροφοδοτοῦν τὸν ἐνισχυτή, μποροῦν νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἐπὶ μεγαλύτερο χρονικὸ διάστημα.



Σχ. 20·7β.

Συμμετρικὲς βαθμίδες ἐνισχύσεως μὲ κρυσταλλούχνιες p - n - p καὶ n - p - n.

Ἐκτὸς ἀπὸ αὐτά, οι κρυσταλλούχνιες ἐπιτρέπουν καὶ δρισμένες νέες συγδεσμολογίες σὲ συμμετρικοὺς ἐνισχυτές. Τοῦτο ὀφείλεται στὸ γεγονὸς δτὶ ὑπάρχοντον δύο εἰδῶν κρυσταλλούχνιες, p - n - p καὶ n - p - n. Μποροῦμε, λοιπόν, νὰ πραγματοποιήσωμε τὶς συμμετρικὲς συγδεσμολογίες, ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 20·7β. Στὶς συγδεσμολογίες αὐτές, δλεσοὶ κρυσταλλούχνιες λειτουργοῦν σὲ τάξη B, οἱ δὲ βάσεις ἐνὸς συμμετρικοῦ ζεύγους διεγείρονται σὲ φάση (καὶ ὅχι, ὅπως συνήθως, σὲ ἀντίφαση). Ή κρυσταλλούχνια p - n - p ἐνὸς ζεύγους ἔργάζεται κατὰ τὴν ἀρνητικὴ ἡμιπερίοδο τῆς διεγέρσεως, ἐνῶ ἡ κρυσταλλούχνια n - p - n είναι ἀργάγιη, κατὰ τὴν θετικὴ ἡμιπερίοδο. Μὲ τὸν τρόπο αὐτὸν καταργεῖ-

ταὶ ὁ μετασχηματιστὴς διεγέρσεως (ἢ ἡ βαθμῖδα ἀναστροφῆς φά-
σσως), καθὼς ἐπίσης καὶ ὁ μετασχηματιστὴς ἐξέδον. Τὸν κέρδος
εἶναι τηγιαντικό. Οἱ δύο νέες συνδεσμολογίες τοῦ σχήματος 20 · 7 β
διαφέρουν μόνον ὡς πρὸς τὸν τρόπο τροφοδοτήσεως: ἀριστερὰ ἡ τρο-
φοδότηση, γίνεται ἀπὸ μίᾳ στήλῃ μὲ μεσαίᾳ λήψῃ προσγειωμένη,
ἐνῷ δεξιὰ ἔχομε τροφοδότηση, ἀπὸ μίᾳ μόνῃ συνηθισμένῃ στήλῃ.

20 · 8 Σύζευξη μὲ μετασχηματιστή.

Ἡ σύζευξη μὲ μετασχηματιστή, ἀνάμεσα σὲ δύο βαθμῖδες ἐνι-
σχύσεως χαμηλῆς συχνότητας, χρησιμοποιεῖται ἀρκετὰ συγχρό-
νας κρυσταλλολυχνίες, πάντως συγνότερα ἀπὸ ὅ.τι μὲ λυχνίες κε-
νοῦν. Στὴν παράγραφο 18 · 9 περιγράψαμε κύτῳ τὸ εἰδός συζεύξεως
καὶ ἔξιγγήσαμε γιὰ ποιοὺς λόγους δὲν ταιριάζει πολὺ στὶς λυχνίες
κενοῦν (ἐκτὸς ἀπὸ εἰδικές περιπτώσεις). Οἱ λόγοι: αὐτοὶ ἀντιστρέ-
φονται λίγο - πολὺ γιὰ τὶς κρυσταλλολυχνίες καὶ κάνουν τὴν χρη-
σιμοποίηση τοῦ μετασχηματιστή συζεύξεως ἀρκετὰ πλεονεκτική.
Καὶ νὰ γιατί.

1) "Οπως ξέρομε, ἡ ἀντίσταση ἐξέδον μιᾶς κρυσταλλολυ-
χνίας μπορεῖ νὰ εἴναι ἀρκετὰ ὑψηλή, ἐνῷ ἡ ἀντίσταση εἰσόδου
τῆς κρυσταλλολυχνίας τῆς ἐπομένης βαθμίδας εἶναι χαμηλή. Ὁ
μετασχηματιστὴς συζεύξεως, ποὺ μπαίνει ἀνάμεσα στὶς δύο βα-
θμῖδες, μπορεῖ νὰ προσαρμόσῃ αὐτὲς τὶς δύο ἀντιστάσεις. Αὐτὸν γί-
νεται μὲ τὸν ἕδιο ἀκριβῶς τρόπο, ποὺ ἔνας μετασχηματιστὴς
ἐξέδον προσαρμόζει τὴν ὑψηλὴ ἀντίσταση ἐξέδον τῆς τελευταίας
βαθμίδας ισχύος ἐνὸς ἐνισχυτῇ Χ.Σ. πρὸς τὴν χαμηλὴ ἀντίσταση
τοῦ μεγαφόνου, ἢ καὶ ἀντίστροφα (παρ. 18 · 10). Ἀρκεῖ γιὰ αὐτὸν
τὸ σκοπὸν ὁ μετασχηματιστὴς συζεύξεως νὰ ἔχῃ κατάλληλα λιγό-
τερες σπείρες στὸ δευτερεύον. Μὲ τὸν τρόπο αὐτόν, ὅχι μόνο ἐπι-
τυγχάνεται ἡ προσαρμογὴ τῶν ἀντιστάσεων, ἀλλὰ συγχρόνως τὸ
ρεῦμα τοῦ δευτερεύοντος γίνεται μεγαλύτερο ἀπὸ τὸ ρεῦμα τοῦ
πρωτεύοντος (πολλαπλασιασμένο ἐπὶ τὸ λόγο μετασχηματισμοῦ).

Αὐτὸς εἶναι εύνοϊκὸς γιὰ μὰ κρυσταλλολυχνία, γιατὶ, ὅπως ξέρομε, ἡ διέγερση μιὰς κρυσταλλολυχνίας (ἐδὼ, τῆς ἐπομένης βαθμίδας) γίνεται βάσικὰ μὲ ἔνα ρεῦμα (καὶ ὅχι μὲ μιὰ τάση, ὅπως στὶς λυχνίες κενοῦ). "Ἄν, λοιπόν, ἡ προηγουμένη βαθμίδα δὲν δίνῃ ἀρκετὸ ρεῦμα γιὰ τὴ διέγερση τῆς ἐπομένης βαθμίδας, τότε δι μετασχηματιστὴς συζεύξεως μπορεῖ νὰ ἀποδειχθῇ πολὺ χρήσιμος.

2) Τὰ ρεύματα, ποὺ κυκλώφοροῦν στὰ κυκλώματα μὲ κρυσταλλολυχνίες, εἶναι πολὺ μικρότερα ἀπὸ τὰ ἀντίστοιχα ρεύματα στὶς λυχνίες κενοῦ. "Ἄρα, τὰ τυλίγματα τοῦ μετασχηματιστῆς μποροῦν νὰ γίνουν μὲ πολὺ φιλὸδ σύρμα καὶ συγχρόνως δι μαγνητικὸς πυρήνας μπορεῖ νὰ κατασκευασθῇ μὲ μικρὸ ὅγκο, χωρὶς νὰ κινδυνεύῃ νὰ φθάσῃ στὸ μαγνητικὸ κέρο. Οἱ μετασχηματιστὲς συζεύξεως γιὰ κρυσταλλολυχνίες εἶναι, λοιπόν, μικροί, ἐλαφροί καὶ σχετικὰ ὅχι ἀκριβοί.

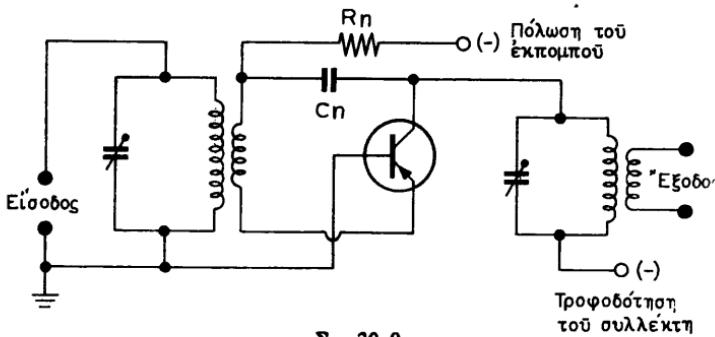
Παρ' ὅλα αὐτά, ἡ σύζευξη μὲ ὠμικὲς ἀντιστάσεις καὶ πυκνωτὲς παραμένει ἡ ἀπλούστερη δυνατή.

20·9 Ἐνισχυτὲς ὑψηλῆς συχνότητας.

Ἡ κυρία δυσκολία, στὸν ἐνισχυτὲς Γ.Σ. μὲ κρυσταλλοτρίδες, εἶναι, ὅπως καὶ μὲ τὶς λυχνίες κενοῦ, δι κίνδυνος μετατροπῆς τοῦ ἐνισχυτῆς σὲ ταλαντωτὴ ἐξ αἰτίας πρὸ παντὸς τῶν παρασιτικῶν χωρητικοτήτων καὶ γενικότερα τῶν παρασιτικῶν ἀναδράσεων μεταξὺ εἰσόδου καὶ εξόδου (Κεφ. 14). Οἱ κίνδυνος αὐτὸς εἶναι μικρότερος στὴν συνδεσμολογία μὲ κοινὴ βάση, σὲ σχέση μὲ τὶς ἄλλες δύο συνδεσμολογίες, ὅπως συμβαίνει καὶ στὶς λυχνίες κενοῦ μὲ προσγειωμένο πλέγμα (παρ. 14·5). Γι' αὐτό, οἱ ἐνισχυτὲς Γ.Σ. μὲ κοινὴ βάση εἶναι ἀρκετὰ συνγρήσιμένοι.

Ωστόσο, ἀκόμα καὶ μὲ κοινὴ βάση, παραμένει κάποια ἀνάδραση, ποὺ πρέπει νὰ ἔξουδετερωθῇ. Ὑπάρχουν διάφορα κυκλώματα ἔξουδετερωσεως (νετροδυνώσεως), ἀνάλογα μὲ τὰ κυκλώματα γιὰ λυχνίες κενοῦ. Τὰ πιὸ συνγρήσιμένα περιλαμβάνουν ἔνα

πυκνωτή $\hat{\epsilon}$ ξουδετερώσεως C_n (τάξεως π.χ. 5 ή 10 pF). Τὸ σχῆμα 20·9 α δείχνει ἔνα συνηθισμένο τρόπο $\hat{\epsilon}$ ξουδετερώσεως. Ἀς ση-

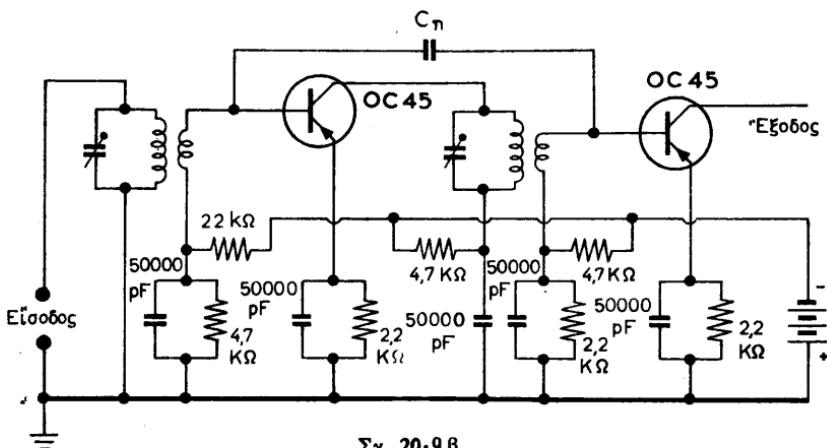


Σχ. 20·9 α.

Ἐνισχυτής Υ.Σ. μὲ κοινὴ βάση καὶ μὲ $\hat{\epsilon}$ ξουδετέρωση (C_n R_n).

μειωθή, γενικότερα, ὅτι ἡ $\hat{\epsilon}$ ξουδετέρωση χρησιμοποιεῖται πολὺ πιὸ εὐρύτερα στὶς κρυσταλλούχηνες, ἐπειδὴ οἱ παρασιτικὲς ἀναδράσεις εἰναι πιὸ σημαντικές, ἀπὸ δ. τι στὶς λυχνίες κενοῦ.

Μιὰ ἄλλη περίπτωση ἐνισχυτῆς Υ.Σ. (μὲ κοινὸ ἑκπομπὸ καὶ μὲ $\hat{\epsilon}$ ξουδετέρωση) δίδεται στὸ σχῆμα 20·9 β.



Σχ. 20·9 β.

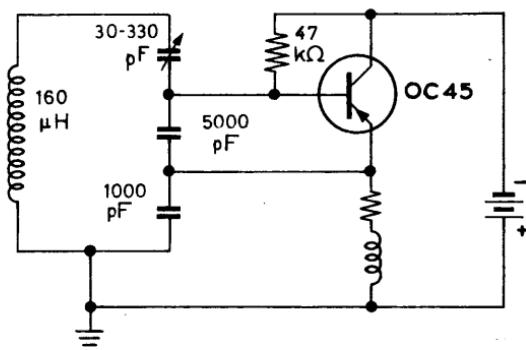
Ἐνισχυτής Υ.Σ. μὲ κοινὸ ἑκπομπὸ καὶ μὲ $\hat{\epsilon}$ ξουδετέρωση (C_n).

Όρισμένες παρατηρήσεις ώς πρός τὰ συντονισμένα κυκλώματα ἐπιβάλλονται. Συνήθως τὰ κυκλώματα αὗτα παίρνουν ἐδῶ τὴ μορφὴν μετασχηματιστῶν Γ.Σ. μὲ ἀσυντόνιστο δευτερεύον. Ἡ ἀνάγκη αὗτὴ δψεῖται στὴ χαμηλὴ ἀντίσταση εἰσόδου τῶν κρυσταλλούχηνιών. Ἡ ἀντίσταση εἰσόδου, ποὺ παραλληλίζει τὸ δευτερεύον, εἶναι συνήθως τόσο χαμηλή, ὥστε νὰ κάνῃ πρακτικὰ ἀνώφελη τὴν προσπάθεια γιὰ συντονισμὸν τοῦ δευτερεύοντος. Προτιμοῦμε, λοιπόν, ἔνα ἀσυντόνιστο δευτερεύον, ποὺ τὸ χρησιμοποιοῦμε μᾶλιστα (μὲ τὸν τρόπο ποὺ ἔξηγήσαμε στὴν προηγουμένη παράγραφο) γιὰ νὰ προσαρμόσωμε τὶς ἀντιστάσεις ἐξόδου καὶ εἰσόδου ἀνάμεσα σὲ δύο κρυσταλλούχηνες (τὸ δευτερεύον κατασκευάζεται μὲ κατάλληλα λιγότερες σπειρες ἀπὸ τὸ πρωτεύον).

20·10 Ταλαντωτές.

Ολα τὰ κυκλώματα ταλαντωτῶν μὲ λυχνίες κενοῦ, ποὺ γνωρίσαμε στὸ Κεφάλαιο 10 (ταλαντωτὲς Χάρτλεϋ, Κόλπιτς, TPTG κλπ) ἐπαναλαμβάνονται σύσιαστικὰ τὰ ἕδια μὲ κρυσταλλούχηνες.

Ἔστερα ἀπὸ ὅσα ἔχομε πεῖ, οἱ κυριότερες διαφορὲς (π.χ.



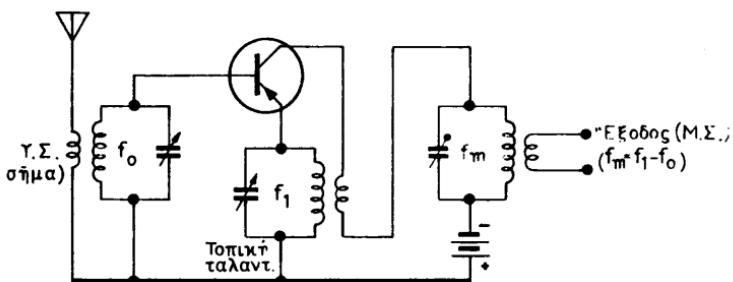
Σχ. 20·10 α.

Είδος ταλαντωτῆς Κόλπιτς. Οἱ ἀριθμητικὲς τιμὲς εἶναι κατάλληλες γιὰ παραγωγὴ ταλαντώσεων μὲ συχνότητα γύρω στὸν 1 Mc/s.

σχετικὰ μὲ τὴν πολικότητα τῶν πηγῶν τροφοδοτήσεως) πρέπει νὰ εἰναι πιὰ αὐτονόητες (ύπάρχουν καὶ δρισμένα εἰδικότερα ξητήματα, ποὺ δὲν θὰ μπορέσωμε νὰ τὰ ἀναπτύξωμε ἐδῶ). Τὸ παράδειγμα τοῦ σχήματος 20·10 αἱ ποτελεῖ ἔνα εἰδος ταλαντωτῆς Κόλπιττες, ποὺ ταυτοποιεῖ πολὺ μὲ κρυσταλλούχνιες.

20.11 Ἀλλαγὴ συχνότητας.

Ἡ ἀλλαγὴ συχνότητας μὲ κρυσταλλούχνιες γίνεται οὐσιαστικὰ μὲ τοὺς ἵδιους τρόπους, ποὺ μάθαμε γιὰ τὶς λυχνίες κενοῦ (Κεφ. 15). Ωστόσο, οἱ λυχνίες κενοῦ μποροῦν νὰ ἔχουν πολλὰ πλέγματα καὶ προσφέρουν, ἔτσι, δυνατότητες πλουσιότερες ἀπὸ ὅτι μιὰ κρυσταλλοτρίοδη. Παρὰ τὸ γεγονός αὐτό, ἡ ἀλλαγὴ συχνότητας μὲ κρυσταλλοτρίοδες δὲν παρουσιάζει δυσκολία καὶ γίνεται: ἵεταν ἴδιο γνωστό μας μηχανισμό.



Σχ. 20.11 α.

Ἄρχη ἀλλαγῆς συχνότητας μὲ μία μόνο κρυσταλλοτρίοδη.

Ὕπάρχουν δύο εἰδῶν κυκλώματα ἀλλαγῆς συχνότητας μὲ κρυσταλλοτρίοδες. Τὸ πρῶτο εἰδός περιλαμβάνει δύες κρυσταλλοτρίοδες, ἀπὸ τὶς ὁποῖες ἡ μία λειτουργεῖ γιὰ αὐτὴ τὴν ἴδια τὴν ἀλλαγὴ συχνότητας, ἐνώ γ' ἀλλη ἀποτελεῖ χωριστὸ τοπικὸ ταλαντωτή. Ὕπάρχει δὲ μιᾶς καὶ τὸ ἄλλο εἰδός, ὅπου καὶ οἱ δύο λειτουργίες ἔξασφαλίζονται ταυτοχρόνως ἀπὸ μία μόνη κρυσταλλοτρίοδη (σχ. 20.11 β.).

20·12 Διάφορες ἄλλες ἐφαρμογές.

"Οσα εἶπαμε γιὰ τὶς κρυσταλλολυγήες, μαζὶ μὲ τὰ κυκλώματα ποὺ δύωσαμε σὰν παραδείγματα γιὰ τὴν χρησιμοποίησή τους, εἰναὶ νομίζομε ἀρκετὰ γιὰ νὰ δύωσουν στὸ μαθητὴ τὴν ἕκανότητα νὰ γνωρίζῃ καὶ νὰ μπορῇ νὰ « διαβάζῃ » τὰ κυκλώματα ποὺ προσφέρουνται: γιὰ τὶς διάφορες ἐφαρμογές.

Τὸ πλήθος τῶν κυκλωμάτων δὲν ἔχει βέβαια τέλος. "Οχι μόνο ξαναβρίσκομε πρακτικὰ δλες τὶς περιπτώσεις μὲ λυγήες κενοῦ, ἀλλὰ προστίθενται καὶ νέα κυκλώματα, ποὺ βγαίνουν ἀπὸ τὶς ἰδιαίτερες ἰδιότητες τῶν κρυσταλλολυγνιῶν (ἐκτὸς ἀπὸ δρισμένων παραδείγματα ποὺ ἀναφέρχομε, ὑπάρχουν ἀκόμη τὰ κυκλώματα γιὰ γῆλεκτρονικοὺς διακόπτες μὲ κρυσταλλολυγήες καὶ πολλὰ ἄλλα).

'Ανάμεσα στὶς περιπτώσεις, γιὰ τὶς ὁποῖες δὲν μιλάσσουμε εἰδικότερα στὸ Κεφάλαιο αὐτό, εἰναι καὶ οἱ ἔξης:

- ἐνισχυτὲς συνεχούς τάξεως (παρ. 18·8), γιὰ τοὺς ὁποίους μάλιστα οἱ κρυσταλλολυγήες ἀποδεικνύονται καταληλότερες ἀπὸ τὶς λυγήες κενοῦ,
- ἐνισχυτὲς μὲ καθοδικὸ φορτίο (παρ. 18·13), ποὺ διατηροῦν σύσιαστικὰ τὶς ἰδιότητες καὶ χρησιμοποιοῦνται σὲ ἀνάλογες ἐφαρμογές,
- φόραση, ἀν καὶ στὸ Κεφάλαιο 12 εἴχαμε γῆδη ἀναφέρει τὴν φόραση, μὲ κρυσταλλολυγήες.

Τέτοιου εἶδους ἐπαναλήψεις καὶ συμπληρώσεις ὁ μαθητὴς μπορεῖ πιὰ νὰ τὶς κάνῃ μόνος του, πρᾶγμα ποὺ θὰ τοῦ δώσῃ ἀλλωτετε τὴν εὑκαιρία νὰ ξανκοιτάξῃ τὸ μεγαλύτερο μέρος τοῦ βιβλίου καὶ μ' αὐτὸν τὸν τρόπο νὰ στερεύσῃ καλύτερα τὶς γνώσεις του.

ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΚΕΡΑΙΕΣ

21·1 Κυκλώματα μὲ κατανεμημένα στοιχεῖα.

“Οταν, στὴν ἀρχὴ τοῦ βιβλίου (Κεφ. 3 ὥς 7), μελετούσαμε τὰ κυκλώματα, εἴχαμε πάντοτε ὑποθέσεις ὅτι οἱ διάφορες ἀντιστάσεις (δύμικές, αὐτεπαγωγικές, χωρητικές) ἦταν συγκεντρωμένες σὲ καθορισμένες θέσεις πάνω στὸ κύκλωμα. Οἱ ἀντιστάσεις αὐτὲς προέρχονταν ἀπὸ συγκεντρωμένα στοιχεῖα (δύμικὲς ἀντιστάσεις, πηγία, πυκνωτές), τοποθετημένα σὲ καθορισμένες θέσεις. Τέτοιου εἰδούς κυκλώματα τὰ δνομάζομε κυκλώματα μὲ συγκεντρωμένα στοιχεῖα. “Ολες οἱ συνδεσμολογίες, ποὺ γνωρίσαμε στὴν, συνέχεια, χωρὶς λυχνίες ἢ μὲ λυχνίες, ἦταν σχετικὲς μὲ τέτοιου εἰδούς κυκλώματα.

Εἴχαμε, ὅμως, προειδοποιήσεις ὅτι ἀκόμα καὶ ἔνα ἀπλὸ κοινότατο σύρμα παρουσιάζει συγχρόνως δύμική, αὐτεπαγωγική καὶ χωρητική ἀντισταση. Είναι μάλιστα δύσκολο νὰ ποὺρε γιὰ ἔνα κομμάτι σύρμα, ὅτι καθεμιὰ ἀπὸ τὶς τρεῖς αὐτὲς ἀντιστάσεις εἶναι συγκεντρωμένες (ἐντοπισμένες) σὲ αὐτὸν ἢ ἐκεῖνο τὸ μέρος τοῦ σύρματος. Καὶ δο οὖν ἡ συγνότητα δὲν εἶναι πολὺ ὑψηλή, εὑρίσκομε πάντα ἔνα τρόπο νὰ ἀπλοποιήσωμε τὰ πράγματα. “Οταν δημιουργήσεις σύρμα, παίρνουν διαρκῶς καὶ μεγαλύτερη σημασία. Ἐπὶ πλέον, εἶναι πιὰ ἀδύνατο νὰ ισχυρισθοῦμε ὅτι οἱ ἀντιστάσεις αὐτὲς συγκεντρώνονται σὲ καθορισμένες θέσεις τοῦ σύρματος. Εἴμαστε τότε ὑποχρεωμένοι, θέλομε δὲν θέλομε, νὰ παραδεχθοῦμε τὴν πραγματικότητα. Καὶ ἡ πραγματικότητα λέει ὅτι ἡ δύμική ἀντισταση, ἡ αὐτεπαγωγή καὶ ἡ χωρητικότητα δὲν εἶναι:

πιὰ συγκεντρωμένες, ἀλλὰ σκορπισμένες (κατανεμημένες) σὲ δῆλο τὸ μῆκος τοῦ σύρματος. Φθάνομε, ἔτσι, στὸ συμπέρασμα ὅτι ἔνα ἀπλὸ σύρμα ἀποτελεῖ, σὲ πολὺ ὑψηλὴ συχνότητα, ἔνα πολύπλοκο τιμῆμα κυκλώματος καὶ μάλιστα μὲ κατανεμημένα στοιχεῖα.

Τὸ ἀπλούστερο παράδειγμα κυκλώματος μὲ κατανεμημένα στοιχεῖα εἰναι αὐτὸ ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 21·1 α. Ἀποτελεῖται ἀπὸ μία πηγὴ (πολὺ ὑψηλῆς συχνότητας), ποὺ τροφοδοτεῖ ἔνα φορτίο (κατανάλωση) μέσα ἀπὸ δύο παράλληλα σύρματα. Τὸ θέμα ποὺ θὰ μᾶς ἀπασχολήσῃ ἐδῶ εἰναι: αὐτὰ τὰ δύο παράλληλα σύρματα, αὐτὸ τὸ τιμῆμα κυκλώματος μὲ κατανεμημένα στοιχεῖα. Οἱ δύο παράλληλοι ἀγωγοὶ λέμε ὅτι: σχηματίζουν μία γραμμὴ μεταφορᾶς, δηλαδὴ μία γραμμὴ ποὺ μεταφέρει τὴν ἐνέργεια ἀπὸ τὴν πηγὴ στὸ φορτίο.

Μία πρώτη ἔντονη διαφορὰ ἀπὸ τὰ γνωστά μας κυκλώματα μὲ συγκεντρωμένα στοιχεῖα (σὲ ὅχι πολὺ ὑψηλὴ συχνότητα) εἰναι γέ εἶται: "Οπως ἔστορε, σὲ ἔνα τέτοιο ἀπλὸ κύκλωμα, ή τάση, καὶ τὸ ρεῦμα μεταβάλλονται ἀπὸ στιγμὴ σὲ στιγμὴ (ἀφοῦ εἶναι ἐναλλασσόμενα μεγέθη): σὲ μία δρισμένη διμοσι στιγμὴ καὶ η τάση, καὶ τὸ ρεῦμα ἔχουν μιὰ καὶ τὴν ἕδεια τιμὴ σὲ δῆλο τὸ μῆκος τοῦ κυκλώματος. Στὴν πολὺ ὑψηλὴ συγγνότητα, αὐτὸ δὲν εἰναι ἀλήθεια. Η τάση καὶ τὸ ρεῦμα μεταβάλλονται: ὅχι μόνο ἀπὸ στιγμὴ σὲ στιγμὴ, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ θέση, τὰ θέση. Πραγματικά, ἐν κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς τοῦ σχήματος 21·1 α εἴγαμε τοποθετήσει:

Ιηγή



Γραμμή



Φορτίο

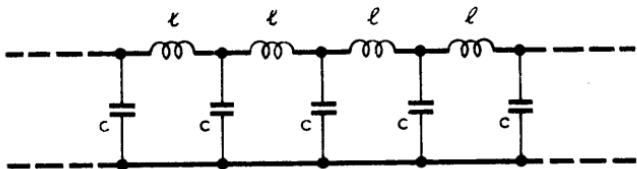
Σχ. 21·1 α.

Γραμμὴ μεταφορᾶς μὲ δύο παράλληλα σύρματα (συμμετρική γραμμή).

Βολτόμετρα (παράλληλα) καὶ ἀμπερόμετρα (σὲ σειρά), οἱ ἐγδείξεις τους θὰ γίταν διαφορετικὲς ἀπὸ θέση σὲ θέση. Γιπάρχει λοιπὸν ὅχι μόνο μιὰ μεταβολὴ, μὲ τὸ χρόνο, ἀλλὰ καὶ μιὰ κατανομὴ, τῶν

τάξεων καὶ τὸν ρευμάτων στὸ χῶρο (ἀπὸ θέση, σὲ θέση). Αὐτὸν διειλέται προφανῶς στὸ γεγονός ὅτι κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς ὑπάρχουν κατανεμημένα τὰ τοία εἰδή ἀντιστάτεων, ποὺ ἐπηρεάζουν τὴν τάση καὶ τὸ ρεῦμα καὶ τοὺς δίνουν διαφορετικές τιμές ἀπὸ θέση σὲ θέση.

Τὸ σχῆμα 21·1 α δὲν δείχνει τίποτε ἀπὸ σλα αὐτά. Γιὰ νὰ τονίσωμε κάπως καλύτερα τὴν ὑπαρξην κατανεμημένων στοιχείων κυκλώματος, μποροῦμε νὰ φαντασθοῦμε ὅτι ἡ γραμμὴ ἵσσουν αμεῖ μὲν αὐτὸν, σὰν αὐτὸν ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 21·1 β. Αφήνομε ἔσθι κατὰ μέρος τὴν ὥμικην ἀντίσταση, διαιροῦμε τὴν γραμμὴν σὲ ἀρκετὰ μικρὰ τμήματα καὶ θεωροῦμε ὅτι κάθε μικρὸ τμῆμα ἔχει μιὰ συγκεντρωμένη αὐτεπαγωγὴν καὶ μιὰ συγκεντρωμένη χωρητικότητα ε. Τόροις καταλαβαίνομε καλύτερα γιατὶ ἡ τάση καὶ τὸ ρεῦμα μεταβάλλονται ἀπὸ θέση σὲ θέση (σὲ μιὰ δρισμένη γενικὴ στιγμή).

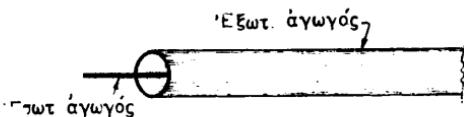


Σχ. 21·1 β.

Τοποδύναμο κύκλωμα μιᾶς γραμμῆς μεταφορᾶς.

Ἡ γραμμὴ, μὲν δύο παραλλήλους ἀγωγοὺς ἔχει τὸ μειονέκτημα νὰ ἐπικοινωνῇ πολὺ μὲ τὸν ἐλεύθερο χῶρο. Ἱπάρχει, ἐπομένως, σημαντικὴ ἀλληγλεπιδραση μεταξὺ τῆς γραμμῆς καὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ περιβάλλοντος. Αὐτὸν ἐκδηλώνεται μὲ πολλοὺς τρόποις, ἔνας ἀπὸ τοὺς ἕποις εἶναι: καὶ τὸ γεγονός ὅτι ἡ γραμμὴ ἀκτινοθελεῖ ἐνέργεια πρὸς τὸν ἐξωτερικὸ χῶρο (ὅπως ἀκτινοθελοῦν οἱ κεραῖες, ποὺ θὰ τὶς ἐξετάσωμε σὴν συνέχεια). Ἡ ἀκτινοθελία εἶναι: ἐνέργεια, ποὺ δὲν φθάνει μέχρι τὸ φορτίο· ἀποτελεῖ δηλαδὴ ἀπώλεια.

‘Η ἀπώλεια ἀπὸ ἀκτινοθολία προστίθεται στὶς ἀπώλειες ἀπὸ ὥμικὴ ἀντίσταση τοῦ σύρματος (ἀπώλειες Τέάουλ) καὶ στὶς ἀπώλειες ἀπὸ ἀτέλειες τοῦ μονωτικοῦ (τοῦ ἀέρα ἢ ἄλλου) μεταξὺ τῶν συρμάτων τῆς γραμμῆς (διηλεκτρικὲς ἀπώλειες). Γιὰ νὰ ἀποφύγωμε τουλάχιστον τὴν ἀπώλεια ἀπὸ ἀκτινοθολία, δίνομε συχνὰ στὴν γραμμὴ τὴν μορφὴ τοῦ σχήματος 21·1 γ. Ό ἐνας ἀγωγὸς γίνεται κούφιος σωλήνας, ποὺ περιβάλλει τελείως τὸν ἄλλο. Ετσι, οἱ ἀλληλεπιδράσεις μὲ τὸ περιβάλλον καταργοῦνται.



Σχ. 21·1 γ.
Όμοαξονική γραμμή.

Οἱ δύο κυριότερες μορφὲς γραμμῶν ποὺ ἀναφέρομε, διακρίνονται μὲ ξειρωιστὰ δύναματα: ἡ γραμμὴ μὲ δύο παραλλήλους ἀγωγοὺς λέγεται συμμετρικὴ γραμμή, ἐνῶ ἡ ἄλλη λέγεται διμοαξονικὴ γραμμὴ, ἐπειδὴ οἱ ἔξονες τοῦ ἐξωτερικοῦ καὶ τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀγωγοῦ συμπίπτουν. Οσα θὰ ποῦμε παρακάτω, γιὰ τὶς βασικὲς ιδιότητες τῶν γραμμῶν, μποροῦν νὰ ἐφαρμοσθοῦν κατάλληλα σὲ δποιαδήποτε μορφὴ γραμμῆς.

21·2 Χαρακτηριστική άντίσταση.

‘Ας ξανάρθωμε στὸ σχῆμα 21·1 α. Η πηγὴ διαθέτει στοὺς πέλους τῆς μιὰ τάση καὶ προκαλεῖ τὴν κυκλοφορία ἐνὸς ρεύματος. Ο λόγος τάση / ρεύμα, στὴν εἰσοδὸς τῆς γραμμῆς (πρὸς τὴν πλευρὰ τῆς πηγῆς), καθορίζει μίαν ἀντίσταση, ποὺ τὴν ἐνοικάζομε ἀντίσταση εἰσόδου καὶ ποὺ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ μῆκος καὶ τὸ φορτίο τῆς γραμμῆς.

Εστω, τώρα, δτι ἡ γραμμὴ ἐκτείνεται στὸ ἀπειρο πρὸς τὴν πλευρὰ τὴν ἀπέναντι: τῆς πηγῆς, ἐστι δηλαδὴ δτι ἔχομε μία

γραμμὴ ἀπείρου μήκους. Τότε, ἡ ἀντίσταση εἰσόδου παίρνει μιὰ ἴδιαίτερη χαρακτηριστικὴ τιμὴ καὶ δύναμίζεται χαρακτηριστικὴ ἀντίσταση τῆς γραμμῆς (σύμβολο R_c).

Ἡ χαρακτηριστικὴ ἀντίσταση R_c ἐξηρτάται μόνο ἀπὸ τὴν συγκρότησην αὐτῆς τῆς ἴδιας τῆς γραμμῆς, εἰναι δὲ ἀνεξάρτητη καὶ ἀπὸ τὴν πηγὴν καὶ ἀπὸ τὸ φορτίο. Μὲ ἄλλα λόγια, εἰναι μιὰ σταθερὰ τῆς γραμμῆς. Μιὰ τέτοια ἀντίσταση R_c δὲν ἔμπορεται βέβαια στὴν πραγματικότητα ἐνωμένη στὴν εἰσόδο τῆς γραμμῆς: εἰναι δηλαδὴ μιὰ ισοδύναμη ἀντίσταση. Ο ρόλος της στὴ λειτουργία τῆς γραμμῆς εἰναι σημαντικός. Πρέπει ἀκόμη νὰ ποῦμε ὅτι ἡ χαρακτηριστικὴ ἀντίσταση εἰναι συνήθως μιὰ σχεδὸν καθαρὴ ὀμοικὴ ἀντίσταση, πρακτικὰ ἀνεξάρτητη ἀπὸ τὴν συχνότητα.

Ἡ θεωρία ἀποδεικνύει ὅτι ἡ χαρακτηριστικὴ ἀντίσταση δίνεται ἀπὸ τοὺς παρακάτω τύπους, μὲ ἕκανοποιητικὴ προσέγγιση:

$$\text{γενικά: } R_c = \sqrt{\frac{L_o}{C_o}}, \text{ (ώμ),} \quad (1)$$

ὅπου L_o καὶ C_o ἡ αὐτεπαγωγὴ καὶ ἡ χωρητικότητα ἀνὰ μονάδα μήκους τῆς γραμμῆς,

$$\text{γιὰ συμμετρικὴ γραμμή: } R_c = 276 \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \lambda \operatorname{oy} \left(\frac{2D}{d} \right), \text{ (ώμ),} \quad (2)$$

ὅπου μ καὶ ϵ ἡ μαγνητικὴ διαπερατότητα καὶ ἡ διηλεκτρικὴ σταθερὰ (ώς πρὸς τὸ κενό) τοῦ ὑλικοῦ μέσου ἀνάμεσα στοὺς δύο ἀγωγοὺς τῆς γραμμῆς (γιὰ τὸν ἀέρα $\mu = 1$ καὶ $\epsilon = 1$), $\lambda \operatorname{oy} = \delta$ δεκαδικὸς λογάριθμος, D ἡ ἀπόσταση ἀνάμεσα στοὺς ἀξονες τῶν δύο ἀγωγῶν καὶ d ἡ διάμετρος τοῦ ἑνὸς ἀπὸ τοὺς δύο διαμοιούς ἀγωγοὺς τῆς γραμμῆς,

$$\text{γιὰ διμοαξονικὴ γραμμή: } R_c = 138 \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \lambda \operatorname{oy} \left(\frac{D}{d} \right), \text{ (ώμ),} \quad (3)$$

ὅπου D ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀγωγοῦ καὶ d ἡ διάμετρος τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀγωγοῦ (τὰ ἄλλα σύμβολα, ἵδια μὲ τὰ προηγούμενα).

"Οπως βλέπομε, η χαρακτηριστική άντισταση εξαρτάται από τις διαμέτρους τῶν ἀγωγῶν καὶ τὴ σχετική τους θέση, καθὼς καὶ ἀπὸ τὴ φύση τοῦ μονωτικοῦ ποὺ τοὺς χωρίζει. Εἰδικότερα, η χαρακτηριστική άντισταση αὐξάνει, δταν μεγαλώνη δ λόγος D/d (μεγάλες ἀποστάσεις μεταξὺ λεπτῶν συρμάτων) καὶ δταν μικραί-νη η διηλεκτρική σταθερὰ τοῦ μονωτικοῦ (η μαγνητική διαπερα-τήτητα εἶναι συνήθως $\mu = 1$). Οἱ συνηθισμένες τιμὲς τῆς χαρ-ακτηριστικῆς άντιστάσεως κυμαίνονται ἀπὸ 200 ὅς 800 Ω (π.χ. 600 Ω) γιὰ τὴ συμμετρική γραμμὴ καὶ ἀπὸ 20 ὅς 100 Ω (π.χ. 80 Ω) γιὰ τὴν διμοιχονική γραμμή.

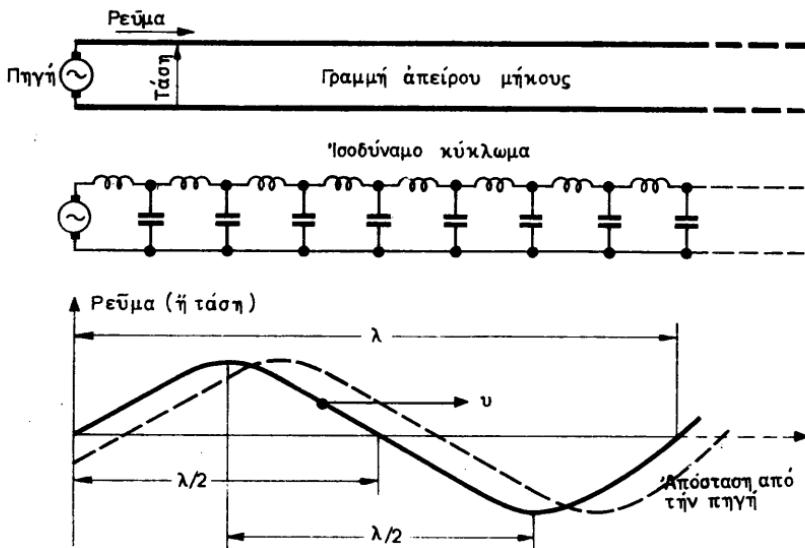
21·3 Κύματα ρεύματος και τάσεως.

"Ας πάρωμε πάλι τὴν περίπτωση μιᾶς γραμμῆς ἀπείρου μῆ-κους καὶ ἀς ὑποθέσωμε, ἐπὶ πλέον, δτι η γραμμὴ ἔχει μικρὲς (ἀμελητέες) ἀπώλειες. Ή πηγὴ τροφοδοτήσεως ὑποτίθεται δτι παράγει μιὰ ἐναλλασσομένη ήμιτονικὴ τάση.

"Οπως εἴπαμε στὴν ἀρχή, τὸ ρεῦμα καὶ η τάση ἔχουν, σὲ μία δρισμένη στιγμή, διαφορετικὲς τιμὲς ἀπὸ θέση σὲ θέση πάνω στὴ γραμμή. Μὲ λίγη φαντασία, ἀς ὑποθέσωμε δτι παίρνουμε μιὰ στιγμιότυπη φωτογραφία τῆς κατανομῆς τοῦ ρεύματος ἀπὸ θέση σὲ θέση, σὲ μιὰ δρισμένη στιγμὴ (δσα λέμε γιὰ τὸ ρεῦμα ἴσχυσυν ἀνάλογα καὶ γιὰ τὴν κατανομὴ τῆς τάσεως μεταξὺ δύο ἀπέναντι σημείων τῆς γραμμῆς). Θὰ βλέπαμε, τότε, δτι τὸ ρεῦμα ἔχει μιὰ κατανομὴ στὸ χῶρο, ποὺ παριστάνεται ἀπὸ τὴν ήμιτονικὴ καμ-πύλη τοῦ σχήματος 21·3 α.

Μιὰ ἄλλη φωτογραφία, σὲ μιὰ ἐπομένη χρονικὴ στιγμή, θὰ ἔδειχνε τὴν ἵδια ήμιτονικὴ κατανομὴ τοῦ ρεύματος στὸ χῶρο, μὲ τὴ διαφορὰ δτι η ήμιτονικὴ καμπύλη θὰ ήταν μετατοπισμένη. Ή μετατόπιση αὐτὴ στὸ χῶρο θὰ συνεχιζόταν στὶς ἐπόμενες χρονικὲς στιγμές, πρᾶγμα ποὺ θὰ τὸ βλέπαμε βέβαια καλύτερα ἀν κινημα-τιγραφούσαμε τὴν κατανομὴ τοῦ ρεύματος. Τὴν εἰκόνα διμως μιᾶς

τέτοιας μετατοπίσιμης ήμιτονικῆς καιμπύλης τὴν ἔχομε ἀπλούστερα, ἀν φαντασθοῦμε ἔνα σχοινί, ποὺ κινοῦμε περιῳδικὰ τὸ ἔνα ἄκρο του.



Σχ. 21·3 α.

Κύματα ρεύματος (ἢ τάσεως) κατὰ μῆκος μιᾶς γραμμῆς μεταφορᾶς.

Ἡ εἰκόνα αὐτὴ μᾶς περιγράφει μὲ ποιό τρόπο μεταβάλλεται τὸ ρεῦμα στὸ χῶρο καὶ στὸ χρόνο. Σὲ μιὰ δρισμένη στιγμή, τὸ ρεῦμα κατανέμεται ἡμιτονικὰ κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς. Ἀν, ἀντίθετα, σταθοῦμε σὲ μιὰ δρισμένη θέση τῆς γραμμῆς, διαπιστώνομε ὅτι τὸ ρεῦμα μεταβάλλεται ἐκεῖ ἡμιτονικὰ μὲ τὸ χρόνο (σύμφωνα μὲ τὸ ρυθμὸ τῆς πηγῆς τροφοδοτήσεως). Ἐνὸς τέτοιου εἰδούς μεταβολὴ στὸ χῶρο καὶ στὸ χρόνο ὀνομάζεται κῦμα. Δηλαδὴ τὸ ρεῦμα (καὶ ἢ τάση) σχηματίζουν κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς κύματα. Ἐπειδὴ μάλιστα τὰ κύματα αὗτὰ παριστάνονται ἀπὸ μετακινούμενες ἡμιτονικὲς καιμπύλες, τὰ ὀνομάζομε εἰδικότερα ὄλευοντα κύματα. Τὸ κῦμα τοῦ ρεύματος καὶ τὸ κῦμα τῆς τάσεως

εύρισκονται σὲ φάση (οἱ μηδενισμοὶ, τὰ μέγιστα καὶ τὰ ἐλάχιστα συμπίπτουν).

‘Η ταχύτητα μετακινήσεως τῆς ἡμιτονικῆς καμπύλης εἶναι ἡ ταχύτητα μετακινήσεως ἥ, ὅπως λέμε, ἡ ταχύτητα διαδόσεως τοῦ κύματος (σύμβολο v).’ Η τιμὴ τῆς ἐξαρτᾶται: ἀποκλειστικὰ ἀπὸ τὴν φύση τοῦ μονωτικοῦ ἀνάμεσα στοὺς ἀγωγοὺς τῆς γραμμῆς στὸν ἀέρα. ‘Η ταχύτητα διαδόσεως εἶναι σχεδὸν ἵση μὲ τὴν ταχύτητα διαδόσεως τοῦ φωτὸς στὸ κενό ($3 \cdot 10^8$ km/sec).’ Ιδίᾳ ἔνα ἄλλο μονωτικό, ἡ ταχύτητα διαδόσεως εἶναι μικρότερη (διαιρεῖται μὲ V_{em}), παραμένει πάντως πολὺ μεγάλη. Δὲν πρέπει ὅτι τὸ σύνολο νὰ ἔχειούμε στὶ μεγάλη δὲν θὰ πῆ ἀπειροῦ — καὶ αὐτὸς ἔγειται φαλάως σημασία.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὴν ταχύτητα διαδόσεως, ἔνα κῦρια ἔχει, ὅπως ξέρομε, καὶ ἔνα δρασμένο μῆκος κύματος (σύμβολο λ). Τὸ μῆκος κύματος εἶναι ἡ ἀπόσταση μεταξὺ δύο δημοιών μηδενισμῶν ἢ μεταξὺ δύο μεγίστων τιμῶν τοῦ ρεύματος ἢ τῆς τάσεως (σχ. 21·3α). Οἱ σχέσεις ἀνάμεσα στὸ μῆκος κύματος, τὴν ταχύτητα διαδόσεως καὶ τὴν συχνότητα μᾶς εἶναι γνωστὲς (παρ. 2·1).

“Ολα τὰ προηγούμενα ἴσχουν γιὰ γραμμὴν ἀπειρουν μήκους (καὶ μὲ ἀμελητέες ἀπόλειτες).” Οταν ἡ γραμμὴ ἔχει ἀπειρο μῆκος, τότε τὰ πράγματα ἀλλάζουν, ἐκτὸς ἀπὸ μία εἰδικὴ περίπτωση, ποὺ εἶναι καὶ ἔχειρετικὰ ἐνδιαφέρουσα. Στὴν περίπτωση αὐτή, ἡ γραμμὴ τερματίζεται: πάνω σὲ μία καθαρὴ ὠμικὴ ἀντίσταση ἵση μὲ τὴ γαρκατγριστικὴ ἀντίσταση τῆς γραμμῆς ($R_L = R_c$). Τότε, τὸ ρεύμα καὶ ἡ τάση, ἔχουν ἀκριβῶς τὶς κατανοητὲς ποὺ εἴπαμε προηγούμενα καί, γενικότερα, ἡ γραμμὴ λειτουργεῖ σὰν νὰ εἴχε ἀπειρο μῆκος.

21·4. Ανάκλαση.

Τί γίνεται στὴν περίπτωση ποὺ τὸ φορτίο ἐξακολουθεῖ μὲν γὰρ ἀποτελῆται ἀπὸ μία ὠμικὴ ἀντίσταση R_L , δχ; δημος ἵση μὲ

τη χαρακτηριστική άντισταση R_c τῆς γραμμῆς; Θὰ ἔξετάσωμε τὸ ζήτημα πάνω στὸ ἀριθμητικὸ παράδειγμα, ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 21·4 α, ὅπου πήραμε $R_c = 600 \Omega$, $R_L = 2\,400 \Omega$ καὶ τροφοδοτοῦμε τὴν γραμμὴν μὲ μιὰ πηγή, ποὺ ἔχει ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη $E = 300 \text{ V}$ καὶ ἐσωτερικὴ άντισταση $R_i = 600 \Omega$.

"Αν τὸ φορτίο ήταν ἵσο μὲ τὴν χαρακτηριστικὴν άντιστασην R_c , ή ἀντισταση εἰσόδου τῆς γραμμῆς θὰ ήταν, δπως ξέρομε, ἐπίσης ἵση μὲ R_c . "Αρα, ή πηγὴ θὰ κατανάλωνε πάνω σὲ ἀντισταση R_c καὶ, σύμφωνα μὲ τὸ νόμο τοῦ "Ωμ, θὰ κινοῦσε ρεῦμα $I_{\pi\varrho} = \frac{E}{R_i + R_c} = \frac{300}{600 + 600} = 0,25 \text{ Αμπέρ}$. Ή τάση στοὺς πόλους τῆς πηγῆς θὰ ήταν $U_{\pi\varrho} = E - R_i I_{\pi\varrho} = 300 - 600 \cdot 0,25 = 300 - 150 = 150 \text{ βόλτα}$.

"Ωστε ή πηγή, ἀπὸ τὴν στιγμὴν ποὺ συνδέεται στὴν γραμμὴν, ἀρχίζει νὰ κινῇ ἕνα ρεῦμα μὲ πλάτος $0,25 \text{ A}$. Τὸ ρεῦμα προχωρεῖ σὰν κῦμα πρὸς τὸ τέρμα τῆς γραμμῆς μὲ μιὰ καθορισμένη ταχύτητα διαδόσεως καὶ χωρὶς νὰ ξέρῃ βέβαια τὸ φορτίο θὰ συναντήσῃ στὸ τέρμα. Αὐτὸς εἶναι τὸ προσπίπτον κῦμα ρεύματος ($I_{\pi\varrho}$). Ή τιμὴ του καθορίζεται ἀπὸ τὴν χαρακτηριστικὴν άντισταση τῆς γραμμῆς (καὶ ἀπὸ τὰ στοιχεῖα E καὶ R_i τῆς πηγῆς).

Τὸ προσπίπτον κῦμα δὲν φθάνει ἀκαριαῖα στὸ τέρμα τῆς γραμμῆς. "Οσο καὶ δὴ η ταχύτητα διαδόσεως εἶναι πολὺ μεγάλη, εἴπαμε ὅτι δὲν εἶναι ἀπειρη. Χρειάζεται λοιπὸν ἕνα μικρὸ μέν, ἀλλὰ καθορισμένο χρονικὸ διάστημα τὸ γιὰ νὰ «αἰσθανθῇ» τὸ φορτίο τὴν ἄφιξη τοῦ ρεύματος. Αὐτὸς τὸ χρονικὸ διάστημα τὸ δονομάζεται χρόνος καθυστερήσεως καὶ ἀντιστοιχεῖ σὲ μιὰ καθυστέρηση τῆς φάσεως τοῦ ρεύματος. Τὸ ρεῦμα φθάνει σὲ ἕνα δρισμένο σημεῖο τῆς γραμμῆς μὲ μιὰ δρισμένη καθυστέρηση φάσεως.

"Ανάλογα βέβαια πράγματα ισχύουν καὶ γιὰ τὸ κῦμα τῆς τάσεως, ποὺ διαδίδεται ταυτόχρονα μὲ τὸ ρεῦμα. Επομένως, οστερα ἀπὸ χρόνο t , καταφθάνουν στὸ φορτίο ή προσπίπτουσα τάση $U_{\pi\varrho}$

= 150 βόλτα και τὸ προσπίπτον ρεῦμα $I_{\pi\varrho} = 0,25$ άμπέρ. Άλλα
ἔνα ρεῦμα 0,25 άμπερ εἶναι ἀδύνατο νὰ κυκλοφορήσῃ μέσα σὲ
μιὰ ἀντίσταση $R_L = 2\,400$ ὄμβρια ὅπο τάση 150 βόλτ. Πραγματικά,
ὅτι νόμος τοῦ "Ωμ ἀπαίτεῖ νὰ ἔχωμε $R_L = \text{τάση}/\text{ρεῦμα}$ και ἐδῶ
ἔχομε ($\text{τάση}/\text{ρεῦμα} = 150/0,25 = 600 \Omega$ και ὅχι $2\,400 \Omega$!)

Τί θὰ γίνη λοιπόν; "Απλούστατα, ἔνα μέρος τοῦ ρεύματος
διφεύλει νὰ γυρίσῃ πίσω ἀπὸ ἐκεῖ ποὺ ἤρθε. Τὸ φαινόμενο αὐτὸ^{τῆς}
ἐπιστροφῆς μέρους τοῦ ρεύματος ἀπὸ τὸ φορτίο πρὸς τὴν πη-
γὴ τὸ δυνομάζομε ἀνάκλαση (ὕπως συμβάνει και μὲ τὴν ἀνάκλαση
τοῦ φωτὸς στὴν "Οπτική). Στὸ παράδειγμά μας, εὑρίσκομε ὅτι τὸ
φορτίο ἀνακλᾶ πρὸς τὰ πίσω ἔνα ρεῦμα μὲ πλάτος $I_{av} = 0,15$
άμπέρ.

"Άλλα ἔνα ρεῦμα πρέπει πάντοτε νὰ κινηθῇ ἀπὸ μιὰ τάση.
Η τάση αὐτὴ προέρχεται ἀπὸ μιὰ ἀνάλογη ἀνάκλαση τοῦ κύμα-
τος τῆς τάσεως πάνω στὸ φορτίο. Η τιμὴ τῆς ἀνακλωμένης τά-
σεως U_{av} καθορίζεται ἔτσι, ὡστε δ λόγος U_{av}/I_{av} νὰ ισούται μὲ τὴν
χαρακτηριστικὴ ἀντίσταση R_c τῆς γραμμῆς. Στὸ παράδειγμά μας
θὰ ἔχωμε $U_{av}/0,15 = 600$, ἀρα $U_{av} = 90$ βόλτ.

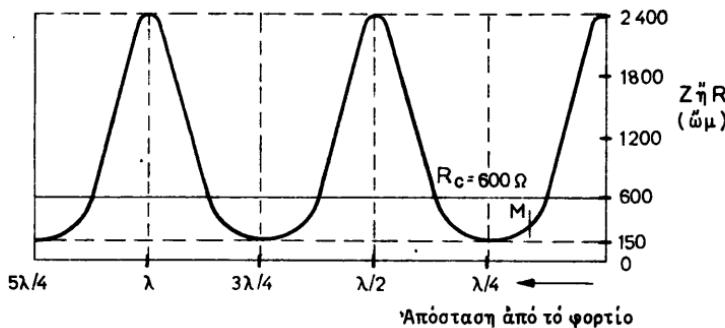
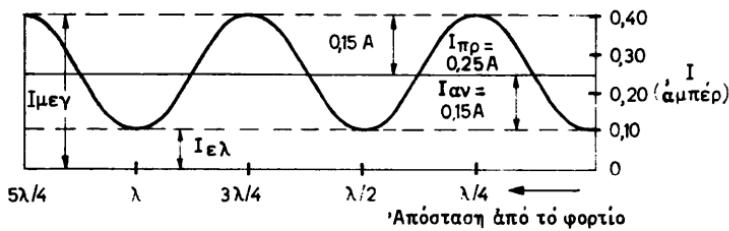
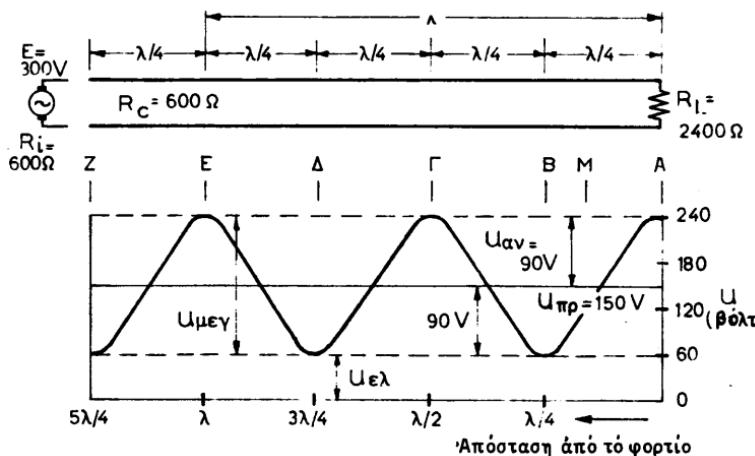
Τελικά, η κατάσταση στὸ φορτίο εἶναι η ἔξης: "Απὸ τὸ
προσπίπτον ρεῦμα ἀφαιρεῖται τὸ ἀνακλώμενο ρεῦμα και μένει στὸ
φορτίο ρεῦμα μὲ πλάτος $I_L = I_{\pi\varrho} - I_{av} = 0,25 - 0,15 = 0,10$
άμπέρ. Αντίθετα, στὴν προσπίπτουσα τάση προστίθεται η ἀνα-
κλωμένη τάση και στὰ ἄκρα τοῦ φορτίου ἔχομε τάση μὲ πλάτος
 $U_L = U_{\pi\varrho} + U_{av} = 150 + 90 = 240$ βόλτ. "Ετσι ἔχομε στὸ
φορτίο λόγο ($\text{τάση}/\text{ρεῦμα} = 240/0,1 = 2\,400 \Omega$, ἔχομε δηλαδὴ
 $R_L = U_L/I_L$, δόποτε δλα πᾶνε καλὰ και δ νόμος τοῦ "Ωμ παύει
νὰ διαμαρτύρεται.

Στὸ μεταξύ, δημως, ἀνακαλύψαμε ἔνα ἐνδιαφέρον φαινόμενο,
ποὺ οὔτε κἄν τὸ ὑποπτευόμαστε ἀπὸ τὶς παληγές μας γνώσεις. Δη-
λαδή, ὅχι μόνο τὸ ρεῦμα και η τάση διαδίδονται στὴ γραμμὴ κα-
τὰ κύματα, ἀλλὰ τὰ κύματα αὐτὰ παθαίνουν και ἀνάκλαση πάνω

σὲ ὅποιοιδήποτε φορτίο, ποὺ δὲν ισοῦται μὲ τὴ γραμματηριστικὴν ἀντίστασην, τῆς γραμμῆς. "Ἄρα, σὲ ἔνα τυχαῖο σημεῖο τῆς γραμμῆς, τὸ ρεῦμα καὶ ἡ τάση καθορίζονται ἀπὸ τὸ συνδυασμὸν (συμβολὴ) ἐνὸς προσπίπτοντος καὶ ἐνὸς ἀνακλωμένου κύματος. Ο συνδυασμὸς αὐτὸς δίνει πλάτην ρεύματος καὶ τάσεως, ποὺ διαφέρουν ἀπὸ σημεῖο σὲ σημεῖο. Τοῦτο δφείλεται στὸ γεγονός ὅτι τὸ προσπίπτον καὶ τὸ ἀνακλώμενο κύμα φθάνουν σὲ κάθε σημεῖο μὲ διαφορετικὲς καθυστερήσεις φάσεως καὶ ἔτοι τὰ δύο κύματα ἀλλοτε προστίθενται καὶ ἀλλοτε ἀφαιροῦνται.

Στὸ σχῆμα 21·4 α βλέπομε δλαδσα εἰπαμε παραπάνω. Βλέπομε, πραγματικά, ὅτι ἡ τάση, καὶ τὸ ρεῦμα ἔχουν πλάτην, ποὺ περιοῦν διαδοχικὰ ἀπὸ μέγιστα καὶ ἀπὸ ἐλάχιστα (σὲ μέγιστο πλάτος τάσεως ἀντιστοιχεῖ ἐλάχιστο πλάτος ρεύματος — καὶ ἀντιστρόφως). Δὲν πρέπει, ὥστε, νὰ κάνωμε καμπύλα σύγχυση ἀνάμεσα στὸ σχῆμα αὐτὸ καὶ στὸ σχῆμα 21·3 α, ποὺ ἀφοροῦσε σὲ γραμμὴ ἀπείρου μήκους. Οἱ καμπύλες, ποὺ ὑπάρχουν στὰ δύο αὐτὰ σχήματα, λένε ἐντελῶς διαφορετικὰ πράγματα. Στὸ σχῆμα 21·3 α, ἡ ἡμιτονικὴ καμπύλη δίνει στιγμαῖς τιμές καὶ δείχνει πῶς γεννιέται τὸ κύμα ρεύματος ἡ τάσεως, ἀλλὰ τὰ κύματα αὐτὰ ἔχουν σὲ δλαδσα σημεῖα τῆς γραμμῆς τὰ ἵδια πλάτη. Ἀπὸ τὴν ἀλλη μεριά, οἱ καμπύλες τοῦ σχήματος 21·4 α δείχνουν τὸ πῶς ἀκριβῶς μεταβάλλονται τὰ πλάτη τοῦ ρεύματος καὶ τῆς τάσεως ἀπὸ μία θέση τῆς γραμμῆς σὲ ἄλλη. Σὲ κάθε θέση, τὸ ρεῦμα καὶ ἡ τάση, εἰναι πάντα ἐνακλάσομενα μεγέθη, ἐδῶ δημιως τὸ πλάτος ἀλλάζει ἀπὸ θέση σὲ θέση. Οἱ κατανομὲς πλάτους ἐπαναλαμβάνονται κατὰ διαστήματα ἵσα μὲ λ/2. Αὐτὴ ἡ ἐπαναληπτικότητα κατὰ λ/2 ἀποτελεῖ γενικὴ ἵδιότητα τῶν γραμμῶν.

"Η αὐξομείωση τοῦ πλάτους δφείλεται βέβαια στὸ γεγονός ὅτι ὑπάρχει, ἐδῶ, ἔνα ἀνακλώμενο κύμα. Γιὰ γὰ καθορίζωμε τὸ μεγεθος τῆς ἀνακλάσεως, δρίζομε ἔνα συντελεστὴ ἀνακλάσεως (σύμβολο ρ) κατὰ τὸν ἔξης τρόπο:



Σχ. 21·4 α.

Γραμμή μεταφορᾶς μὲν φορτίο R_L διάφορο ἀπὸ τὴν χαρακτηριστικὴν ἀντίστασην R_c . Κατανομὲς τάσεων, ρευμάτων καὶ ἀντιστάσεων κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς (ζεκινώντας ἀπὸ τὸ φορτίο).

Ραδιοτεχνία B'

16

$$\rho = \frac{U_{av}}{U_{\pi\rho}} = \frac{I_{av}}{I_{\pi\rho}}.$$

Στὸ παράδειγμά μας ἔχομε $\rho = 90/150 = 0,15/0,25 = 0,60$ (δηλαδὴ τὰ ἀνακλώμενα κύματα εἰναι τὰ 60 % τῶν προσπιπτόντων κυμάτων). Ὅσο μεγαλύτερος εἰναι δὲ συντελεστὴς ἀνακλάσεως, τόσο τὰ ἀνακλώμενα κύματα εἰναι ἴσχυρότερα καὶ τόσο τὰ πλάτη τοῦ ρεύματος καὶ τῆς τάσεως αὐξομειώνονται περισσότερο κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς.

Ἐστω U καὶ I τὰ πλάτη τάσεως καὶ τοῦ ρεύματος σὲ μιὰ δρισμένη θέση τῆς γραμμῆς. Οἱ λόγοις U/I καθορίζει πάντοτε μιὰ ἀντίσταση ἡ, δπως ἐδῶ, μιὰ ἰσοδύναμη ἀντίσταση. Τὴν ἀντίσταση αὐτὴ τὴν δονομάζομε ἀντίσταση τῆς γραμμῆς στὴν κάθε θέση. Ἐπειδὴ τὰ πλάτη τάσεως καὶ ρεύματος μεταβάλλονται ἀπὸ θέση σὲ θέση, μεταβάλλεται ἐπίσης καὶ ἡ ἀντίσταση τῆς γραμμῆς. Ο τρόπος μεταβολῆς τῆς ἀντιστάσεως φαίνεται στὸ κάτω μέρος τοῦ σχῆματος $21 \cdot 4\alpha$ (δὲν ᔁχομε πιὰ νὰ κάνωμε μὲν ἡμιτονικὴ καμπύλη). Πρέπει νὰ τονισθῇ ὅτι ἡ ἀντίσταση στὶς διάφορες θέσεις τῆς γραμμῆς εἰναι μιὰ σύνθετη ἀντίσταση Z , ἡ δποίᾳ γίνεται ὡμικὴ ἀντίσταση μόνο σὲ θέσεις ποὺ ἡ ἀπόστασή τους ἀπὸ τὸ φορτίο εἰναι ἀκέραιο πολλαπλάσιο τοῦ $\lambda/4$ (καὶ ὑπὸ τὴν προϋπόθεση ὅτι τὸ φορτίο εἰναι ὡμικό). Ἐπομένως, οἱ τιμὲς ποὺ βλέπομε στὸ σχῆμα δίνουν ἀπλῶς τὸ μέτρο τῆς σύνθετης ἀντίστασεως Z (χωρὶς νὰ λένε τίποτα γιὰ τὶς φάσεις).

Καὶ δλα αὐτὰ γιὰ τὴν περίπτωση ποὺ τὸ φορτίο εἰναι μιὰ καθαρὴ ὡμικὴ ἀντίσταση R_L (καὶ ὅταν, ἐπὶ πλέον, ἀμελοῦμε τὶς ἀπώλειες τῆς γραμμῆς). Τί θὰ συνέβαινε ὅμως ἂν τὸ φορτίο ἦταν μία σύνθετη ἀντίσταση Z_L ; Φυσικά, τὰ πράγματα μπλέκονται τότε ἀκόμη περισσότερο. Ωστόσο, τὰ βασικὰ φαινόμενα εἰναι παρόμοια καὶ ἔνανθρίσκομε τὸ φαινόμενο τῆς ἀνακλάσεως. Μὲ τὴ διαφορὰ ὅτι ἡ σύνθετη ἀντίσταση τοῦ φορτίου ἀλλάζει τὶς φάσεις καὶ δὲν πολογισμὸς εἰναι πιὰ δύσκολος νὰ γίνῃ μὲ τὸν προηγού-

μενο δπλό τρόπο. Η άντισταση τής γραμμής μεταβάλλεται και πάλι από θέση σε θέση και είναι γενικά μια σύνθετη άντισταση.

21·5 Στάσιμα κύματα.

"Ας ξανάρθωμε στὸ σχῆμα 21·4 α. "Αν τὸ φορτίο τῆς γραμμῆς ἡταν ὥσο μὲ τὴν χαρακτηριστικὴ ἀντίσταση, τότε τὸ πλάτος τῆς τάσεως (ἢ τοῦ ρεύματος) θὰ ἡταν σταθερὸ κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς καὶ θὰ ἡταν ὥσο ἵε U_{πρ} (ἢ I_{πρ}). Αὐτὸ τὸ δείγνυμε στὸ σχῆμα μὲ τὶς δριζόντιες γραμμὲς U_{πρ} = 150 (ἢ I_{πρ} = 0,25 A).

"Επειδὴ τὸ φορτίο εἶναι διάφορο ἀπὸ τὴν χαρακτηριστικὴ ἀντίσταση, ὑπάρχει ἀνάκλαση καὶ τὸ πλάτος τῆς τάσεως (ἢ τοῦ ρεύματος) μεταβάλλεται ἀπὸ θέση σε θέση. Σύμφωνοι, ἀλλὰ σὲ κάθε θέση ὑπάρχει ἔνα δρισμένο πλάτος. "Επίσης ὑπάρχουν σταθερὲς θέσεις, δπου τὸ πλάτος γίνεται μέγιστο ἢ ἐλάχιστο. Π.χ. στὸ σχῆμα 21·4 α τὸ πλάτος τῆς τάσεως γίνεται μέγιστο στὶς θέσεις A, Γ, E... καὶ ἐλάχιστο στὶς θέσεις B, Δ, Z,..., ἐνῶ γιὰ τὸ ρεῦμα τὰ μέγιστα καὶ τὰ ἐλάχιστα εἶναι μετατοπισμένα κατὰ λ/4. Οἱ σταθερὲς θέσεις μεγίστου πλάτους δύομάζονται κοιλίαι καὶ οἱ σταθερὲς θέσεις ἐλαχίστου πλάτους δεσμοί. Γιὰ νὰ δηλώσωμε ὅτι ὑπάρχουν τέτοιες σταθερὲς θέσεις (καθὼς καὶ δρισμένες ἄλλες ιδιότητες), δύομάζομε τὸ κύμα τῆς τάσεως (ἢ τοῦ ρεύματος) στάσιμο κύμα. "Ετοι γίνεται ἡ διάκριση ἀπὸ τὸ δδεῦσον κύμα, ποὺ γνωρίζαμε στὴν παράγραφο 21·3 καὶ στὸ ὅποιο δὲν ὑπάρχουν δεσμοί καὶ κοιλίαι. Σὲ ἔνα στάσιμο κύμα, ἔνας δεσμὸς ἀπέχει ἀπὸ τὴ γειτονικὴ κοιλία ἀπόσταση λ/4, ἐνῶ δύο γειτονικοὶ δεσμοί (ἢ κοιλίαι) ἀπέχουν λ/2.

"Ενα στάσιμο κύμα χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὸ λόγο στασίμων κυμάτων (σύμβολο S), ποὺ δριζεται ἀπὸ τὴ σχέση:

$$S = \frac{U_{μεγ}}{U_{ελ}} = \frac{I_{μεγ}}{I_{ελ}}, \quad (1)$$

δηλαδὴ ἀπὸ τὸ λόγο τοῦ μεγίστου πρὸς τὸ ἐλάχιστο πλάτος τῆς

τάσεως (ή τοῦ ρεύματος) — (βλ. καὶ σχ. 21·4 α). Στὸ παράδειγμα τοῦ σχήματος 21·4 α, ἔχομε $S = 240/60 = 0,40/0,10 = 4$.

Ο λόγος στασίμων κυμάτων εἶναι πολὺ χρήσιμο μέγεθος, γιατὶ μπορεῖ νὰ μετρηθῇ εὖκολα καὶ διευκολύνει τὴν πειραματικὴ μελέτη μιᾶς γραμμῆς.

Εἶναι φανερὸ δτι, ἂν δὲν ὑπάρχῃ ἀνάκλαση ($R_L = R_C$), τότε $U_{μεγ} = U_{ελ}$ καὶ $S = 1$. Όσο ἡ ἀνάκλαση γίνεται ἐντονώτερη, τέσσο δ λόγος στασίμων κυμάτων γίνεται μεγαλύτερος ἀπὸ τὴν μονάδα.

Εἶναι ἐπίσης φανερὸ δτι δ λόγος στασίμων κυμάτων S καὶ δ συντελεστὴς ἀνακλάσεως ρ (παρ. 21·4) πρέπει νὰ σχετίζωνται μεταξύ τους. Αποδεικνύεται, πραγματικά, δτι ἔχομε:

$$S = \frac{1 + \rho}{1 - \rho} \quad (2)$$

$$\text{καὶ: } \rho = \frac{S - 1}{S + 1} \quad (3)$$

(ὑποθέτοντας πάντα δτι τὸ φορτίο ἀποτελεῖται ἀπὸ ὡμικὴ ἀντίσταση). Στὸ παράδειγμά μας εἶναι $\rho = 0,6$ καὶ $S = \frac{1 + 0,6}{1 - 0,6} = \frac{1,6}{0,4} = 4$, ενρίσκομε δηλαδὴ τὴν ἕδια τιμὴ δπως καὶ προηγουμένως.

21·6 Προσαρμογή.

Προσαρμογή, δπως ξέρομε, σημαίνει γενικὰ δτι ἐξασφαλίζομε τὶς συνθῆκες ἐκεῖνες, ποὺ ἐπιτρέπουν νὰ μεταφέρωμε τὴν μεγαλύτερη δυνατὴ ἴσχυ ἀπὸ μιὰ δοσμένη πηγὴ σὲ ἔνα δρισμένο φορτίο (ἄν καὶ δ δρισμὸς αὐτὸς μπορεῖ νὰ τροποποιηθῇ, ἀνάλογα μὲ τὶς περιστάσεις).

Στὴν περίπτωση, ποὺ μᾶς ἐνδιαφέρει ἔδῶ, ή θεωρητικὰ τέλεια προσαρμογὴ ἐξασφαλίζεται μόνον δταν ἔχωμε ταυτοχρόνως:

έσωτ. άντίσταση πηγής $R_i = \text{χαρακτ.}$ άντίσταση γραμμής R_c και άντίσταση φορτίου $R_L = \text{χαρακτ.}$ άντίσταση γραμμής R_c (1)

Τὰ κυριότερα πλεονεκτήματα μιᾶς τέτοιας προσαρμογῆς είναι τὰ ἔξης:

1. Τὸ φορτίο τροφοδοτεῖται μὲ τὴ μεγαλύτερη ἴσχυ, ποὺ μπορεῖ νὰ δώσῃ ἥ πηγή. Στὸ παράδειγμα, ποὺ ἔχομε πάρει (σχ. 21·4α), ἀν εἴχαμε τέλεια προσαρμογὴ ($R_i = R_L = R_c = 600\Omega$), ἥ πηγὴ θὰ ἔστελνε στὸ φορτίο ἴσχυ:

$$P_{\pi\varrho} = \frac{1}{2} U_{\pi\varrho} I_{\pi\varrho} = \frac{1}{2} 150 \cdot 0,25 = 18,75 \text{ βάττ}$$

(διαντελεστὴς $\frac{1}{2}$ μπαίνει, γιατὶ συγγειώσαμε μὲ $U_{\pi\varrho}$ και $I_{\pi\varrho}$ τὰ πλάτη, τῆς τάσεως και τὸν ρεύματος, και ὅγι: τὸς ἐνεργεῖς τημές τους). "Όταν δὲν ὑπάρχῃ, τέλεια προσαρμογή, π.γ. $R_i = 600\Omega$ και $R_L = 2400\Omega$ (ὅπως ἥ περίπτωση, τὸ σχ. 21·4α), τὸ φορτίο δέχεται ἀπὸ τὴν πηγὴν $R_L = \frac{1}{2} U_L I_L = \frac{1}{2} 240 \cdot 0,1 = 12$ βάττ, ποὺ εἶναι μικρότερη, ἀπὲ 18,75 βάττ.

2. Η μεταφορὰ τῆς μεγίστης δυνατῆς ἴσχύος ἐπιτυγχάνεται, κατὰ τὴν τέλεια προσαρμογή, ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὸ μῆκος τῆς γραμμῆς και ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὴν συγνότητα. Αὕτα εἶναι προτερήματα μὲ μεγάλη πρακτικὴ ἀξία:

3. Κατὰ τὴν τέλεια προσαρμογή, οἱ ἀπώλειες ἴσχύος και ὁ κίνδυνος διαρρύζεως τοῦ μοντικοῦ τῆς γραμμῆς ἀπὸ τοπικὲς ἀνυψώσεις τῆς τάσεως μικραίσιου στὸ ἐλάχιστο δυνατό.

Η τέλεια δημος προσαρμογὴ δὲν εἶναι πάντοτε δυνατή. Συμβαίνει, πραγματικά, πολλὲς φορές, νὰ εἴμαστε ὑπογρεωμένοι νὰ γρηγοριοποιήσωμε μιὰν πηγὴν, μὲ ἀντίσταση, διαφορετικὴ ἀπὸ τὴν ἀντίσταση, τοῦ φορτίου. Τότε βένται, οἱ δύο αὐτὲς διαφορετικὲς ἀντιστάσεις δὲν μποροῦν νὰ γίνουν και οἱ δύο ἵσες μὲ τὴν γραμμήν, ἀντίσταση, τῆς γραμμῆς. Καταφεύγομε, τότε, σὲ μιὰ

μέση λύση, μιὰ μερικὴ προσαρμογή, γιὰ τὴν ὅποια μιλοῦμε ἀμέσως παρακάτω.

21·7 Μετασχηματισμὸς ἀντιστάσεων.

"Ἄσ ύποθέσωμε ὅτι, στὸ σχῆμα 21·4 α, κόθοιμε τὴ γραμμὴ στὴ θέση M καὶ κρατοῦμε μόνο τὸ κοιμάτι MA. Αὐτὸ ποὺ δομάσαμε ἀντίσταση τῆς γραμμῆς στὴ θέση M, εἰναι ἡ ἀντίσταση εἰσόδου τοῦ τμῆματος MA. "Ἄν συνδέαμε τὴν πηγὴν στὴ θέση M, ἡ πηγὴ θὰ δεχόταν στοὺς πόλους τῆς αὐτὴν ἀκριβῶς τὴν ἀντίσταση εἰσόδου. Σύμφωνα μὲ δσα ἔχομε πεῖ, ἡ ἀντίσταση εἰσόδου στὴ θέση M εἰναι μιὰ σύνθετη ἀντίσταση Z_M , ποὺ γίνεται ὡμικὴ ἀντίσταση μόνο ὅταν τὸ μῆκος MA εἰναι ἀκέραιο πολλαπλάσιο τοῦ $\lambda/4$ (πχ. στὶς θέσεις B, Γ, Δ, . . .).

"Οπως φαίνεται στὸ κάτω μέρος τοῦ σχῆματος 21·4 α, τὸ μέτρο Z_M τῆς σύνθετης ἀντιστάσεως στὴ θέση M εἰναι $Z_M = 300 \Omega$, δηλαδὴ διαφέρει ἀπὸ τὸ φορτίο $R_L = 2\,400 \Omega$. Ἐπομένως, τὸ τμῆμα MA τῆς γραμμῆς μετασχηματίζει τὸ φορτίο σὲ μιὰ ἄλλη σύνθετη ἀντίσταση μὲ διαφορετικὸ μέτρο. Λέμε γι' αὐτὸ ὅτι ἔνα κοιμάτι γραμμῆς μπορεῖ νὰ λειτουργῇ σὰν μετασχηματιστὴς ἀντιστάσεων. Λέμε ἐπίσης ὅτι ἔνα κοιμάτι γραμμῆς μεταφέρει ἡ ἀνάγει στὴν εἰσοδὸ του μιὰ ἀντίσταση διαφορετικὴ ἀπὸ ἐκείνη ποὺ εἰναι ἔνωμένη στὸ τέρμα του. Μόνον ὅταν τὸ τμῆμα γραμμῆς ἔχῃ μῆκος ἀκέραιο πολλαπλάσιο τοῦ $\lambda/2$ ἡ ἀνηγμένη ἀντίσταση ισοῦται μὲ τὸ φορτίο (γενικὴ ἰδιότητα τῶν γραμμῶν).

"Αλλὰ ἔνα κοιμάτι γραμμῆς δὲν κάνει μόνο μετασχηματισμὸ ἀντιστάσεων. Λειτουργεῖ ἐπίσης καὶ σὰν μετασχηματιστὴς τάξεως ἡ ρεύματος. Αὐτὸ φαίνεται ἀπὸ τὶς καμπύλες μεταβολῆς τάξεως ἡ ρεύματος τοῦ σχῆματος 21·4 α. Π.χ. στὸ σημεῖο B ἔχομε πλάτος ἐναλλασσομένης τάξεως 60 βόλτ, ἐνῷ στὸ A τὸ πλάτος εἰναι 240 βόλτ. "Ἄρα, ἡ γραμμὴ BA λειτουργεῖ σὰν μετασχηματιστὴς τάξεως μὲ λόγο μετασχηματισμοῦ $n = 60/240$ ἢ $1/4$, δη-

λαδή παίζει τὸ ρόλο ἐνὸς συνήθισμένου μετασχηματιστῆ μὲ σπεῖρες στὸ δευτερεύον 4 φορὲς περισσότερες ἀπὸ ὅ, τι στὸ πρωτεῦον. Τὸ ἵδιο αὐτὸν τμῆμα γραμμῆς BA, ποὺ λειτουργεῖ καὶ σὰν μετασχηματιστῆς ρεύματος, δίνει στὴν ἔξοδό του 4 φορὲς μικρότερο ρεῦμα ἀπὸ τὸ ρεῦμα εἰσόδου (ὅταν ἡ τάση ἔξοδου μεγαλώνῃ, τὸ ρεῦμα ἔξοδου μικραίνει). Τέλος, τὸ ἵδιο πάντα τμῆμα BA, σὰν μετασχηματιστῆς ἀντιστάσεων, μεταφέρει στὴν εἰσοδό του μιὰ ἀντίσταση ἵση, μὲ τὴν ἀντίσταση ἔξοδου πολλαπλασιασμένη ἐπὶ τὸ τετράγωνο τοῦ λόγου μετασχηματισμοῦ, δηλαδὴ ἡ ἀντίσταση εἰσόδου εἶναι:

$$R_B = n^2 R_L = \left(\frac{1}{4}\right)^2 \cdot 2400 = \frac{2400}{16} = 150 \Omega$$

(ἀνάλογα πράγματα εἴχαμε πεῖ στὴν παράγραφο 9 · 7 γιὰ ἐνα συνήθισμένο μετασχηματιστῆ ἔξοδου ἐνὸς ἐνισχυτῇ λισχύος μὲ τὴν διαφορὰ ὅτι, ἐκεῖ, εἴχαμε λόγο μετασχηματισμοῦ μεγαλύτερο ἀπὸ 1, γιατὶ τὸ δευτερεύον εἶχε λιγότερες σπεῖρες ἀπὸ τὸ πρωτεῦον).

Τὸ γεγονός ὅτι ἔνα κοινάτι γραμμῆς μπορεῖ νὰ λειτουργῇ σὰν μετασχηματιστῆς ἀντιστάσεων εὑρίσκει πολλὲς πρακτικὲς ἑφαρμογές. Καὶ τοῦτο γιατὶ ἡ κατασκευὴ συνήθισμένων μετασχηματισῶν γιὰ πολὺ ὑψηλὴ συγχρόνητα εἶναι δύσκολη ἢ ἀδύνατη.

Γιάρχουν καὶ εἰδικὰ διαγράμματα (ὅπως τὸ διάγραμμα τοῦ Σμίθ) ποὺ μᾶς διευκολύνουν νὰ εὑρίσκωμε τὴν ἀνηγμένη ἀντίσταση καὶ νὰ λύνωμε διάφορα προβλήματα τῶν γραμμῶν.

Μὲ ἀπὸ τίς ἑφαρμογὲς εἶναι καὶ ἡ μερικὴ προσαρμογὴ μιᾶς πηγῆς, ποὺ ἔχει ἐσωτερικὴ ἀντίσταση R_i διαφορετικὴ ἀπὸ τὸ φορτίο R_L (ὅπότε ἡ τέλεια προσαρμογὴ τῆς προηγουμένης παραγράφου εἶναι πιὰ ἀδύνατη). Εστω π.χ. ὅτι ἔχομε $R_i = 150 \Omega$ καὶ $R_L = 2400 \Omega$. Τότε, σύμφωνα μὲ τὸ σχῆμα 21 · 4 α, ἀρκεῖ ἀπλούστατα νὰ συνδέσωμε τὴν πηγὴ στὴ θέση B τῆς γραμμῆς (ἢ ἐπίσης στὴ θέση Δ, ἀλλὰ εἶναι ἀνώφελο νὰ χρησιμοποιήσωμε

γραμμή μὲ μεγαλύτερο μῆκος, ἐκτὸς ἀν ὑπάρχη εἰδικός λόγος). Πραγματικά, στὴ θέση B ἡ ἀντίσταση εἰσόδου τῆς γραμμῆς εἶναι: $R_B = 150 \Omega$ καὶ ἡ πηγὴ εὑρίσκεται προσαρμοσμένη ($R_i = R_B = 150 \Omega$).

Πρέπει, ώστόσο, νὰ παρατηρήσωμε τὸ ἔξιγῆς μειονέκτημα: Ἐφοῦ τὸ τμῆμα τῆς γραμμῆς BA κλείνεται καὶ πρὸς τὰ δύο ἀκρα του μὲ ἀντίστασεις διαφορετικές ἀπὸ τὴ γραμμῆς BA ἀντίσταση τῆς γραμμῆς, θὰ ἔχωμε ἀνακλάσεις ρεύματος καὶ τάσεως καὶ μάλιστα καὶ ἀπὸ τὰ δύο ἀκρα τῆς γραμμῆς. Ἡ σύνδεση δηλαδὴ, τῆς πηγῆς στὴν εἰσόδο τῆς γραμμῆς ἀκολουθεῖται ἀπὸ τέτοιες πολλαπλές ἀνακλάσεις, ποὺ σταθεροποιοῦνται, ὥστερα ἀπὸ μικρὸν γρόνο, σὲ μιὰ μόνιμη κατάσταση. Αὐτό, καθὼς καὶ ἀλλαζόνται στάσεις, δείχγει ὅτι ἡ μερικὴ προσαρμογὴ δὲν ἔχει τὰ πλεονεκτήματα τῆς τέλειας προσαρμογῆς, ἀλλὰ δὲν γίνεται ἀλλοιώδες.

Στὸ παράδειγμά μας, ἐπιτύχαιε μερικὴ προσαρμογὴ μὲ τιμὲς $R_i = 150 \Omega$, $R_L = 2\,400 \Omega$ καὶ $R_c = 600 \Omega$. Οἱ τιμὲς αὗτὲς ἵκανοποιοῦν τὴν σχέση:

$$R_c = \sqrt{R_i \cdot R_L} \quad (1)$$

Πραγματικά: $\sqrt{R_i \cdot R_L} = \sqrt{150 \cdot 2\,400} = \sqrt{360 \cdot 000} = 600 \Omega = R_c$. Αὐτὸν ισχύει γενικά: "Οταν θέλωμε νὰ προσαρμόσωμε μιὰ πηγὴ μὲ ἀντίσταση R_i σὲ ἕνα φορτίο R_L πρέπει νὰ διαλέξωμε ἕνα κομμάτι γραμμῆς μὲ μῆκος $\lambda/4$ (ἢ περιττὸ πολλαπλάσιο τοῦ $\lambda/4$) καὶ μὲ γραφακτηρίστικὴ ἀντίσταση $R_c = \sqrt{R_i \cdot R_L}$.

Στὴν περίπτωση, ποὺ ἡ πηγὴ ἡ τὸ φορτίο, ἡ καὶ τὰ δύο, δὲν ἀποτελοῦν ώμικές, ἀλλὰ σύνθετες ἀντίστασεις (Z_i καὶ Z_L), ἡ προσαρμογὴ εἶναι καὶ πάλι δυνατή, ὅπὸ τὸν ὄρον ὅτι θὰ ἔξουδετερώσωμε κατάλληλα τὴν ἐπαγγεικὴ ἢ τὴν χωρητικὴ ἀντίσταση τῆς πηγῆς καὶ τοῦ φορτίου. Αὐτὸν μπορεῖ νὰ γίνη, γιατὶ ἡ ἐπαγγεικὴ καὶ ἡ χωρητικὴ ἀντίσταση ἔχουν δρισμένες τους ἴδιότητες ἀντίθετες (Κεφ. 4 καὶ 5). "Ετσι, ἀν π.χ. τὸ φορτίο ἔχῃ ώμικὴ

καὶ ἐπαγωγικὴ ἀντίσταση, μποροῦμε νὰ τὸ συνδέσιωμε μὲ μιὰ κατάλληλη χωρητικὴ ἀντίσταση (μὲ ἐνα πυκνωτὴ), δ ὅποιος νὰ ἔξουδετερώνη τὴ δική του ἐπαγωγικὴ ἀντίσταση καὶ νὰ μένῃ μόνο ὡμικὸ φορτίο. Φυσικά, αὐτὸ ἀπαιτεῖ δρισμένους πρόσθετους ὑπολογισμούς, ποὺ δὲν θὰ τοὺς ἀναφέρωμε ἐδῶ.

21·8 Ή γραμμή σὰν συντονισμένο κύκλωμα.

Δὲν ἔξετάσαμε, ὡς ἐδῶ, τὶς περιπτώσεις, κατὰ τὶς ὅποιες τὸ τέρμα τῆς γραμμῆς μένει ἀνοικτὸ ἢ βραχυκυλώνεται. Οἱ ἀκριτες αὐτὲς περιπτώσεις εἶναι πολὺ ἐνδιαφέρουσες.

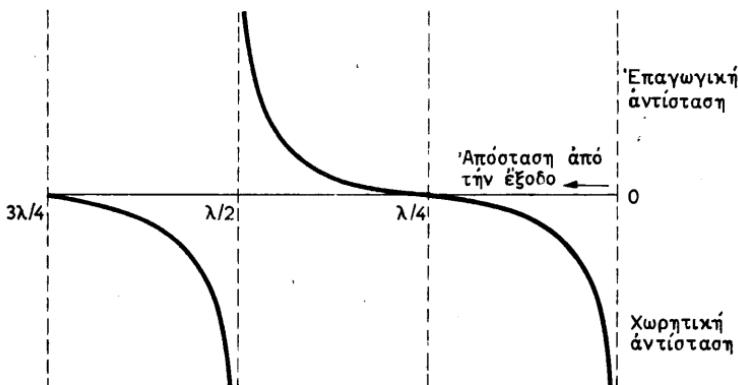
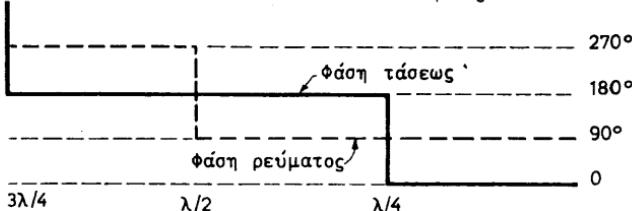
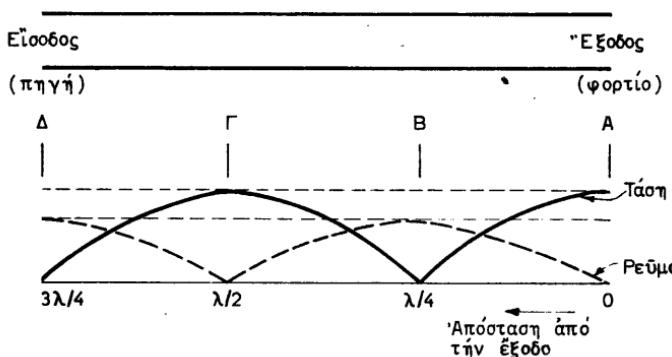
Θὰ ὑποθέσωμε πάλι δτι ἡ γραμμὴ ἔχει τόσο μικρὲς ἀπώλειες λιγύος, ὥστε νὰ μποροῦμε νὰ τὶς θεωρήσωμε ἀμελητέες. "Οταν τὸ τέρμα τῆς γραμμῆς εἶναι ἀνοικτὸ (ἄπειρο φορτίο), τὸ ρεῦμα στὸ τέρμα γίνεται ὑποχρεωτικὰ μηδενικό. Συγχρόνως, τὸ πλάτος τῆς τάσεως γίνεται μέγιστο. Ό συντελεστὴς ἀνακλάσεως στὸ ἀνοικτὸ ἀκρο εἶναι $\rho = 1$. Τὸ ρεῦμα καὶ ἡ τάση σχηματίζουν στάσιμα κύματα, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 21·8 α. Παρατηροῦμε μάλιστα δτι, στὴν ἀκραίᾳ αὐτῇ περίπτωση ($\rho = 1$), τὰ ἐλάχιστα τῶν στασίμων κυμάτων φθάνουν μέχρι τοῦ μηδενισμοῦ (μὲ τὴν ὑπόθεση δτι ἡ γραμμὴ ἔχει μηδενικὲς ἀπώλειες, ἀλλοιῶς τὰ ἐλάχιστα θὰ ἦταν μὲν βαθειά, δχι ὅμως μηδενικά). Ό λόγος στασίμων κυμάτων γίνεται ἄπειρος. "Οσο γιὰ τὶς φάσεις τῆς τάσεως καὶ τοῦ ρεύματος, ἡ μεταβολή τους ἔχει ἐπίσης παρασταθῆ στὸ σχῆμα 21·8 α. Βλέπομε δτι ἡ φάση κάνει ἐνα πήδημα 18⁰ στὶς θέσεις ἐλαχίστης τάσεως ἢ ρεύματος, ἐνῶ στὰ μεταξὺ διαστήματα ἡ φάση μένει σταθερὴ (δταν ἡ γραμμὴ ἔχῃ αἰσθητὲς ἀπώλειες, τὸ πήδημα φάσεως δὲν εἶναι τόσο ἀπότομο καὶ ὑπάρχει κάποια μεταβολὴ στὰ μεταξὺ διαστήματα).

Η ἀντίσταση κατὰ μῆκος τῆς ἀνοικτῆς γραμμῆς μεταβάλλεται ἐπίσης κατὰ τρόπο ἀκραίο. Σὲ ὅποιαδήποτε θέση, ποὺ ἀπέχει ἀπὸ τὸ φορτίο ἀπόσταση διαφορετικὴ ἀπὸ ἐνα ἀκέραιο πολ-

λαπλάσιο τοῦ $\lambda/4$, ἡ ἀντίσταση τῆς γραμμῆς εἶναι εἴτε καθαρὰ χωρητική, εἴτε καθαρὰ ἐπαγωγική καὶ μεταβάλλεται ἀπὸ θέση σὲ θέση, δπως φαίνεται στὸ κάτω μέρος τοῦ σχήματος 21·8 α (γιὰ γραμμὴ μὲ ἀπώλειες, ὑπάρχει καὶ ἔνα διμικὸ μέρος). Στὶς θέσεις $\lambda/4$, $3\lambda/4$, ... ἡ ἀντίσταση τῆς γραμμῆς μηδενίζεται (στὴν πραγματικότητα ἔχομε, ἐκεῖ, ἐξ αἰτίας τῶν ἀπωλειῶν, μία πολὺ μικρὴ διμικὴ ἀντίσταση). Στὶς θέσεις $\lambda/2$, λ , ... ἡ ἀντίσταση τῆς γραμμῆς γίνεται διμικὴ καὶ παίρνει ξαφνικὰ ἀπειρη τιμὴ (στὴν πραγματικότητα πολὺ μεγάλη τιμὴ, ἀλλὰ ὅχι ἀπειρη).

Ἐστω τώρα, δτὶ τὸ τέρμα τῆς γραμμῆς εἶναι βραχυκυλωμένο (φορτίο μηδενικό). Ἡ τάση στὸ τέρμα γίνεται ὑποχρεωτικὰ μηδενική, τὸ ρεῦμα μέγιστο καὶ ὁ συντελεστὴς ἀνακλάσεως στὸ βραχυκυλωμένο ἄκρο παίρνει τὴν τιμὴ $\rho = -1$. Οἱ κατανομὲς τάσεως, ρεύματος καὶ ἀνηγγιμένης ἀντίστάσεως μένουν οἱ ἔδιες, δπως στὴν προηγουμένη περίπτωση τῆς ἀνοικτῆς γραμμῆς, μὲ τὴ διαφορὰ δτὶ μετατοπίζονται κατὰ $\lambda/4$, κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς. Δηλαδὴ, οἱ κατανομὲς ἔξακολουθοῦν νὰ δίνωνται ἀπὸ τὸ σχῆμα 21·8 α, ἀν μετατοπίσωμε τὴν ἀρχὴν Ο στὴ θέση $\lambda/4$ καὶ ἀγνοήσωμε τὸ κομμάτι AB τῆς γραμμῆς.

“Ἐνα πρώτῳ ἀμεσο συμπέρασμα ἀπὸ δλα αὐτὰ εἶναι τὸ ἔξτης: Εἴδαιμε δτὶ ἔνα κομμάτι γραμμῆς μὲ μῆκος μικρότερο ἀπὸ $\lambda/4$, καὶ μὲ ἀνοικτὸ ἡ βραχυκυλωμένο τέρμα, ἔχει μία χωρητικὴ ἡ μία ἐπαγωγικὴ ἀντίσταση εἰσόδου, ποὺ μεταβάλλεται σὲ πλατειὰ δρια (βλέπε περιοχὲς AB ἡ BG τοῦ σχ. 21·8 α).” Αρα, ἔνα τέτοιο κομμάτι γραμμῆς παίζει περίφημα τὸ ρόλο ἐνὸς πυκνωτῆ ἡ ἐνὸς πηγίου, τοῦ δποίου ἡ χωρητικότητα ἡ ἡ αὐτεπαγωγὴ ρυθμίζεται ἀπλὸντατα μεταβάλλοντας κατάλληλα τὸ μῆκος τῆς γραμμῆς. Πραγματικά, τέτοια τιμῆματα γραμμῆς χρησιμοποιοῦνται στὴν πολὺ ὑψηλὴ συγνότητα σὰν πυκνωτὲς ἡ πηγία. Θὰ ἡταν μάλιστα δύσκολο ἡ ἀδύνατο νὰ κατασκευάσωμε συνηθισμένους



Σχ. 21·8 α.

Κατανομές τάσεως, ρεύματος και αντιστάσεως κατά μῆκος μιᾶς άνοικτης γραμμής, ξεκινώντας από τὸ άνοικτὸ τέρμα Α (οἱ ἕιδες κατανομές ισχύουν καὶ γιὰ βραχυκύλωμένη γραμμή, ἀρκεῖ νὰ πάρωμε τὴ βραχικύλωση στὴ θέση Β καὶ νὰ ἀγνοήσωμε τὸ πρὸς τὰ δεξιὰ τμῆμα ΒΑ).

πυκνωτὲς καὶ πηγία, ποὺ νὰ λειτουργοῦν ἵκανοποιητικὰ σὲ πολὺ ὑψηλὴ συχνότητα.

Ἐνα ἄλλο συμπέρασμα εἶναι τὸ ἀκόλουθο: "Εστω ἔνα κομμάτι ἀνοικτῆς γραμμῆς μὲ μῆκος $\lambda/4$. Ἡ ἀντίσταση εἰσόδου εἶναι, ὅπως εἴδαμε, μιὰ πολὺ μικρὴ ὀμικὴ ἀντίσταση. Αὐτὸ δέδεια εἶναι ἀλήθεια, ὅπὸ τὸν ὅρον δτι ἡ συχνότητα εἶναι τόση, ὥστε τὸ μῆκος τῆς γραμμῆς νὰ εἶναι ἀκριβῶς $\lambda/4$. Ἀν ἡ συχνότητα μετα-
θληθῇ, μεταβάλλεται καὶ τὸ μῆκος κύματος λ , δπότε ἔνα δοσμένο κομμάτι γραμμῆς δὲν ἔχει πιὰ μῆκος $\lambda/4$. "Οταν λοιπὸν ἡ συγχό-
τητα μεταβάλλεται, ἡ ἀντίσταση εἰσόδου ἐνδὲ δρισμένου τμήματος γραμμῆς μεγαλώνει, γιατὶ παρουσιάζεται καὶ ἔνα μέρος χωρητι-
κῆς ἡ ἐπαγωγικῆς ἀντίστασεως. Αὐτὰ μᾶς θυμίζουν ἀπολύτως τὴ συμπεριφορὰ ἐνδὲ συντονισμένου κυκλώματος σειρᾶς. Ἡ συχνότητα συντονισμοῦ εἶναι, τώρα, ἐκείνη γιὰ τὴν δποία τὸ μῆκος τοῦ τμή-
ματος τῆς ἀνοικτῆς γραμμῆς ἴσωται ἀκριβῶς μὲ $\lambda/4$.

Τὸ ἀντίστοιχο ἐνδὲ παραλλήλου συντονισμένου κυκλώματος τὸ εὑρίσκομε, ἀν πάρωμε ἔνα κομμάτι βραχυκυλωμένης γραμμῆς μὲ μῆκος $\lambda/4$. Στὴ συχνότητα συντονισμοῦ (δηλαδὴ ἐκείνη, γιὰ τὴν δποία τὸ μῆκος τῆς βραχυκυλωμένης γραμμῆς ἐξισώνεται ἀκριβῶς μὲ $\lambda/4$), ἡ ἀντίσταση εἰσόδου τῆς γραμμῆς εἶναι μιὰ πολὺ μεγάλη ὀμικὴ ἀντίσταση. Γενικά, ἔνα κομμάτι γραμμῆς $\lambda/4$ ἀντιστρέψει τὴν ἀντίσταση τέρματος.

Τέτοια ἀνοικτὰ ἡ βραχυκυλωμένα τμήματα γραμμῶν μὲ μῆκος $\lambda/4$ εὑρίσκονται σὲ τρέχουσα γρήση, σὰν συντονισμένα κυκλώματα στὴν πολὺ ὑψηλὴ συχνότητα. Τὸ μεγάλο τοὺς προτέρημια εἶναι ὅτι ἀντίστοιχοι σὲ ἔνα συντελεστὴ ποιότητας Ω πολὺ μεγαλύτερο ἀπὸ ὅτι θὰ εἶχε ἔνα συνηθισμένο συντονισμένο κύκλωμα L r C , ἀκόμια καὶ σὲ πολὺ χαμηλότερες συχνότητες. Ὁ συντελεστὴς ποιότητας Ω μιὰς γραμμῆς $\lambda/4$ φθάνει μερικὲς χιλιάδες (π.χ. 2 000 ἢ 3 000), ἐνῷ τὰ συνηθισμένα συντονισμένα κυκλώματα δὲν ξεπερνοῦν λίγες ἑκατοντάδες.

· Βλέπομε, τελικά, ότι οι γραμμές είναι έξι ή σου καλά χρήσιμες για μεταφορά ισχύος, όσο και σάν στοιχεῖα κυκλώματος, στήν πολὺ ύψηλή συχνότητα.

21·9 Γραμμές καθυστερήσεως — Τεχνητές γραμμές.

Σὲ δρισμένες έφαρμογές, χρειάζεται νὰ ἐπιβάλωμε σὲ ἕνα σῆμα μιὰ δρισμένη χρονικὴ καθυστέργηση (ἢ τὴν ἀντίστοιχη διαφορὰ φάσεων). Ήλομε, δηλαδή, νὰ ἐπιτύγωμε ὅστε ἔνα σῆμα, ποὺ φθάνει σὲ μιὰ θέση Μ ἐνὸς κυκλώματος, νὰ μεταφερθῇ σὲ μιὰ ἄλλη, θέση Α μιὰ δρισμένη χρονικὴ καθυστέρηση τ (καὶ χωρὶς ἀπαράδεκτη παραμόρφωση τοῦ σήματος).

Τὴν ἀνάγκη αὐτὴν μποροῦμε κατ' ἀρχὴν νὰ τὴν ἱκανοποιήσωμε μὲ ἔνα κομμάτι γραμμῆς ΜΑ, χρησιμοποιώντας ἔνα ἀπὸ τὰ εἰδῆ γραμμῶν (συμμετρικὴ ἢ διμοαξονικὴ γραμμή). Ξέρομε, πραγματικά, ότι μιὰ τέτοια γραμμή προκαλεῖ μιὰ κάποια χρονικὴ καθυστέρηση τ στὴ μεταβίβαση ἐνὸς σήματος (παρ. 21·4). Χρειάζονται, δημος, μερικὲς ἑκατοντάδες μέτρα τέτοιας γραμμῆς γιὰ χρόνο καθυστερήσεως 1 msec (1 μικροδευτερόλεπτο = 1 ἑκατομμυριοστὸ τοῦ sec). Καὶ οἱ χρόνοι καθυστερήσεως, ποὺ ἔγινονται στὴν πράξη, είναι τῆς τάξεως τοῦ msec.

Γιὰ νὰ ἐλάττωσωμε τὸ μῆκος τῆς γραμμῆς, κατασκευάζομε εἰδικές γραμμές, π.χ. διμοαξονικὴ γραμμὴ μὲ τὸν ἐσωτερικὸ ἀγωγὸ ὃ διπλὸ μιρρῷ σύρματος τυλιγμένου σὲ σπεῖρες πάνω σὲ σιδηρομαγνητικὸ πυρήνα. Τέτοιες εἰδικές γραμμὲς δίνουν χρόνο καθυστερήσεως 2 ἢ 3 msec ἀνὰ μέτρο (ἢ χαρακτηριστικὴ τοὺς ἀντίσταση ἀνεβαίνει σὲ 1000 ἢ 2 000 Ω).

"Αλλη λύση είναι νὰ χρησιμοποιήσωμε μιὰ τεχνητὴ γραμμὴ. Θυμόμαστε τὸ ἰσοδύναμο κύκλωμα μιᾶς γραμμῆς (σχ. 21·1 β). Παίρνομε, λοιπόν, πηγή καὶ πυκνωτές μὲ κατάλληλες τιμὲς (καὶ μὲ ὅσο τὸ δυνατὸ μικρότερες ἀπόλειες) καὶ πραγματοποιοῦμε ἀπ' εὑθείας μιὰ τέτοια συνδεσμολογία ἢ ἄλλη ἀνάλογη. Κατασκευά-

ζομε ἔτσι ἔνα δίκτυο μὲ συγκεντρωμένα στοιχεῖα, τὸ δποῖο ὅμιλος, ἐξ αἰτίας τῆς κατασκευῆς του, συμπεριφέρεται: σχεδὸν σὰν γραμμὴ καὶ ὀνομάζεται τεχνητὴ γραμμή. Οἱ τεχνητὲς γραμμὲς δίνουν χρόνο καθυστερήσεως πολλῶν μησεῶν ἀνὰ μέτρο (μὲ μεγαλύτερη μὲν ἀπὸ δ, τι πρὸν, ἀλλὰ ὅχι ἀπαράδεκτη παραμόρφωση τοῦ σήματος).

“Οταν μιὰ δποιαδήποτε γραμμὴ χρησιμοποιηται σὰν μέσο χρονικῆς καθυστερήσεως, ὀνομάζεται εἰδικότερα γραμμὴ καθυστερήσεως.

21·10 Ἡλεκτρομαγνητικὸ πεδίο — Ἀκτινοβολία.

Εὐθὺς ἀπὸ τὴν ἀρχὴν τοῦ βιβλίου (Κεφ. 1) εἴχαμε πεῖ λίγα πράγματα γιὰ τὴν ἡλεκτρομαγνητικὴ ἀκτινοθολία καὶ γιὰ τὶς κεραῖες. Θὰ κάνωμε τώρα λίγες συμπληρώσεις, χωρὶς δύμως νὰ μποροῦμε νὰ μποῦμε σὲ πολλὲς λεπτομέρειες.

Ἡ μελέτη τῶν γραμμῶν μεταφορᾶς μᾶς ἔδειξε τὸ ἔξῆς βασικὸ γεγονός: “Οταν τὸ μῆκος τῶν ἀγωγῶν (ἀκόμα καὶ τῶν πιὸ ἀπλῶν εὐθυγράμμων ἀγωγῶν) γίνεται ἵσο μὲ κάποιο σημαντικὸ κλάσμα ἢ ἔνα πολλαπλάσιο τοῦ μῆκους κύματος λ., τότε οἱ ἀγωγοὶ συμπεριφέρονται σὰν δίκτυα μὲ κατανεμημένα στοιχεῖα. Τὸ ρεῦμα καὶ ἡ τάση διαδίδονται, τότε, σὰν κύματα κατὰ μῆκος τῶν δύο ἀγωγῶν τῆς γραμμῆς. Ταυτόχρονα ἀνάμεσα στοὺς δύο ἀγωγοὺς ἀναπτύσσεται ἔνα συνδυασμένο ἡλεκτρικὸ καὶ μαγνητικὸ πεδίο, ἔνα ἡλεκτρομαγνητικὸ πεδίο, ποὺ διαδίδεται καὶ αὐτὸ κατὰ κύματα καὶ καθοδηγεῖται στὴ διάδεσσή του ἀπὸ τοὺς ἀγωγοὺς τῆς γραμμῆς.

Τὴν ὑπαρξὴν τοῦ ἡλεκτρομαγνητικοῦ πεδίου δὲν τὴν εἴγαμε προσέξει πολὺ ὡς ἐδῶ, γιατὶ δὲν ἔτσιν ἐντελῶς ἀπαραίτητο γιὰ τὴν κατανόηση τῆς λειτουργίας μᾶς γραμμῆς. Μᾶς γρειάζεται δύμως πολὺ στὴ συνέχεια.

Ἡλεκτρικὸ πεδίο εἰναι, ὅπως ξέρομε, ὁ χώρος γύρω ἀπὸ ἡλεκτρικὰ φορτία, ὅπου μποροῦν νὰ ἀσκηθοῦν ἡλεκτρικὲς δυνάμεις (καὶ

ποὺ ἀσκοῦνται: πραγματικὰ πάνω σὲ ἄλλα γήλεκτρικὰ φορτία, ἀντὶ τὸ ποποθετήσωμε μέσα στὸ χῶρο τοῦ πεδίου). Π.χ. ὁ χῶρος ἀνάμεσα στὶς πλάκες ἐνὸς φορτισμένου πυκνωτῆ γίνεται ἔνα γήλεκτρικὸ πεδίο. "Εστι U (βόλτ) ή τάση καὶ l (μέτρα) ή ἀπόσταση, ἀνάμεσα στὶς πλάκες τοῦ πυκνωτῆ, τέτε ή ἔνταση E τοῦ γήλεκτρικοῦ πεδίου τοῦ πυκνωτῆ, εἰναι E = U/l καὶ μετρεῖται σὲ βόλτ ἀνὰ μέτρο (V/m). Ή ἔνταση, τοῦ πεδίου αὐξάνεται ὅσο αὐξάνομε τὴν τάση καὶ ὅσο πληριάζεται τὶς πλάκες τοῦ πυκνωτῆ. Ἐπὶ πλέον, ή ἔνταση, E ἔχει μιὰ κατεύθυνση (φορά), ποὺ εἰναι ή φορὰ κατὰ τὴν ὅποια ἀσκοῦνται οἱ γήλεκτρικὲς διυγάμεις. Στὸ παράδειγμα τοῦ πυκνωτῆ ή ἔνταση, κατεύθυνεται ἀπὸ τὴν θετικὴν πρὸς τὴν ἀρνητικὴν πλάκα. Γενικότερα, ἔνα γήλεκτρικὸ πεδίο εἶναι γνωστό, ὅταν ἔρωμε γιὰ κάθε σγημένο του τέσσα τὴν τιμὴν τῆς ἔντάσεως E (σὲ V/m), ὅσο καὶ τὴ φορά της. Οἱ γραμμὲς ποὺ δείχνουν, σὲ κάθε σγημένο, τὴ φορὰ τῆς ἔντάσεως δυοιμάζεται δυναμικὲς γραμμὲς τοῦ πεδίου.

Ανάλογα πράγματα λογίουν καὶ γιὰ τὸ μαγνητικὸ πεδίο, δηγλαχθή, τὸ χῶρο γύρω ἀπὸ «μαγνητικὲς μάζες» ή γύρω ἀπὸ ρευματοφόρους ἀγωγούς, ὅπου μποροῦν νὰ ἀσκηθοῦν μαγνητικὲς δυνάμεις. Τὸ μαγνητικὸ πεδίο καθορίζεται ἀπὸ τὴν ἔνταση H, ποὺ παρουσιάζει: Εὰ κάθε σγημένο του. Γιὰ τὴν ἔνταση H πρέπει ἐπίσης νὰ ἔρωμε τὴν τιμὴν της, ποὺ μετρεῖται σὲ ἀμπέρ ἀνὰ μέτρο (A/m) καὶ τὴ φορὰ της (ή φορὰ εἶναι ἐξ ἵσου τηνδαχτὸς πρᾶγμα, ὅσο καὶ η τιμὴ της ἔντάσεως).

Τὸ γήλεκτρομαγνητικὸ πεδίο εἶναι ἔνα συνδυασμένο γήλεκτρικὸ καὶ μαγνητικὸ πεδίο. Συνδυασμένο σγημάτει: ὅτι τὰ δύο πεδία (γήλεκτρικὸ καὶ μαγνητικὸ) εἰναι στενὰ συνδεδεμένα μεταξύ τους, τέσσα στενὰ ὥστε τὸ ἔνα νὰ μὴ μπορῇ νὰ νοῆται χωρὶς τὸ ἄλλο. Τὰ δύο πεδία δηγλαχθή, ἀποτελοῦν μία μοναδικὴ δύνατητα. Ηλεκτρομαγνητικὸ πεδίο δημιουργεῖται γύρω ἀπὸ ἀγωγούς, ποὺ διαρ-

ρέονται ἀπὸ ἐναλλασσόμενο ρεύμα. Ή σημασία του ὅμως γίνεται σημαντική, ὅταν ἡ συγγράτητα τοῦ ρεύματος εἰναι ἀρκετὰ ὑψηλὴ.

Βασικὴ ἴδιατητα τῶν πεδίων (ἡλεκτρικοῦ, μαγνητικοῦ ἢ ηλεκτρομαγνητικοῦ) εἰναι νὰ φέρουν ἐνέργεια. Ή ἐνέργεια τοῦ ηλεκτρομαγνητικοῦ πεδίου μπορεῖ, ὑπὸ δριζμένες συνθῆκες, νὰ ἀποσπάται ἀπὸ τὸ κύκλωμα, ἀπὸ τὸ δρόμο προέρχεται, καὶ νὰ διαδίδεται στὸν κενὸ χώρο, μὲ τὴν ταχύτητα c τοῦ φωτὸς ($c = 300\,000\,000 \text{ m/sec}$). Ή ηλεκτρομαγνητικὴ αὐτὴ ἐνέργεια δομήσεται εἰδικότερα ηλεκτρομαγνητικὴ ἀκτινοθεσία καὶ παίζει πολὺ σπουδαῖο ρόλο στὴ Φυσικὴ καὶ στὴν Τεχνική. Ή ὑπαρξή της ἔκδηλώνεται στὴν ὑψηλὴ συγγράτητα. Τὰ κυκλώματα, ποὺ τὴν παράγουν ἔχουν, γενικά, γεωμετρικὲς διαστάσεις ποὺ εἰναι ὑπολογίσιμα κλάσματα ἢ πολλαπλάσια τοῦ μήκους κύματος.

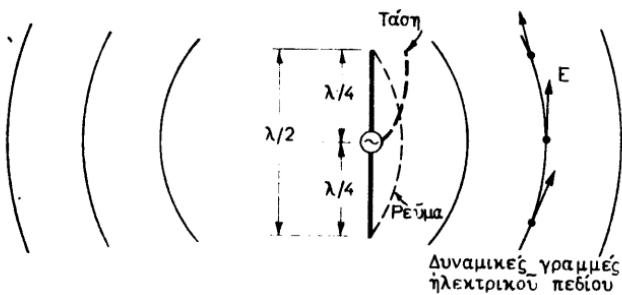
21.11 Κεραῖες.

Σὲ μιὰ γραμμὴ μεταφορᾶς, τὸ ηλεκτρομαγνητικὸ πεδίο, ποὺ ἀναπτύσσεται μεταξὺ τῶν δύο ἀγωγῶν τῆς γραμμῆς, καθοδηγεῖται ἀπὸ τοὺς ἀγωγοὺς καὶ παρακινεῖ: στεγά συνδεδεμένο πρὸς αὐτούς.

Τὸ πάρχει πολὺ λίγη, ἢ κατόλου ηλεκτρομαγνητικὴ ἐνέργεια, ποὺ νὰ διεφύγῃ, καὶ νὰ διαδίδεται στὸ γύρω χώρο. Μὲ ἄλλα λόγια, ἡ γραμμὴ πρακτικὰ δὲν ἀκτινοθεσίει (ἐξ ἄλλου ἡ ἀκτινοθεσία ἀποτελεῖ γιὰ τὴ γραμμὴ, ἀπόλεια, ἀφοῦ σκοπός της εἰναι: νὰ μεταφέρῃ ἐνέργεια στὸ φορτίο).

"Αν θέλωμε νὰ πάρωμε περισσότερη, ἀκτινοθεσία, πρέπει προφανῶς νὰ αὐξήσουμε τὴ σύγχρονη ἀνάμεσα. στοὺς ἀγωγοὺς τῆς γραμμῆς καὶ στὸν ἐλεύθερο χώρο. "Ας πάρωμε λοιπὸν π.χ. ἐνα κομμάτι γραμμῆς $\lambda/4$ μὲ ἀνοικτὸ τέρμα καὶ ἂς τὸ ἀναπτύξωμε, ὅπως δείχνει τὸ σχῆμα 21.11α. Είναι φανερὸ ὅτι, τώρα, τὸ ηλεκτρομαγνητικὸ πεδίο ἐκτείνεται σὲ πολὺ μεγαλύτερο μέρος τοῦ γύρου. Τὸ πάρχει κάθε λόγιος νὰ περιμένωμε ὅτι: ἐνα

τέτοιο άνοικτό κύκλωμα άκτινοθολεῖ στὸ χῶρο ἡγητικὴ ἐνέργεια, ὅποις καὶ πραγματικὰ γίνεται. Όποιοσδήποτε τέτοιος σύστημα, ἵκανὸν νὰ ἐκπέμπῃ στὸ χῶρο άκτινοθολία, δυσμάξεται κεραία.



Σχ. 21·11 α.

Κεραία $\lambda/2$ (δίπολο ήμικύματος). Οἱ δυναμικὲς γραμμὲς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εὑρίσκονται σὲ κάθετα ἐπίπεδα.

Στὴν περίπτωση τοῦ σχῆματος 21·11 α, ἔχομε μία κεραία $\lambda/2$ (συνολικοῦ μήκους $\lambda/2$), ποὺ τὴν ὄνομαζομε καὶ δίπολο ήμικύματος. Ἡ κεραία, σὰν κεραία ἐκπομπῆς, τροφοδοτεῖται ἀπὸ μία πηγὴ στὸ κέντρο τῆς. Τὸ ρεῦμα καὶ ἡ τάση ἔχουν, κατὰ μῆκος τῆς κεραίας, κατανομέες, ποὺ θυμίζουν τὴν γραμμὴν $\lambda/4$ μὲ ἀνοικτὸ τέρμα. Αγλαδὴ τὸ ρεῦμα καὶ ἡ τάση σχηματίζουν στάσιμα κύματα μὲ κοιλία (μέγιστο πλάτος) ρεύματος στὴ θέση τῆς πηγῆς καὶ κοιλίες τάσεως στὰ ἄκρα κεραίας. Ἡ πηγὴ τροφοδοτήσας βλέπει τὴν κεραία περίπου σὰν ἓνα συντονισμένο κύκλωμα σειρᾶς.

Γύρω ἀπὸ τὴν κεραία, δηλιούργειται βέβαια ἕνα γήλεκτρο-μαγνητικὸ πεδίο. Πρέπει ὅμως νὰ δεικθῶνται δύο περιοχὲς γύρω ἀπὸ τὴν κεραία: μιὰ κοντινὴ περιοχὴ, στὴν ἀπειση γειτονιά τῆς, ποὺ ἐκτείνεται σὲ ἀποστάσεις μερικῶν μηκῶν κύματος, καὶ τὶ, μακρινότερη περιοχὴ.

Στὴν κοντινὴ περιοχὴ ἔχομε μιὰ μεγάλη συγκέντρωση γήλεκτρομαγνητικοῦ πεδίου, ποὺ μένει ὅμως ἀκόμη στενὰ συνδεδεμέ-

νο μὲ τὴν κεραία. Τὸ μεγαλύτερο μέρος τῆς ἐνέργειας αὐτοῦ τοῦ πεδίου πηγαινοέρχεται ἀπλῶς μεταξὺ τῆς κεραίας καὶ τοῦ κοντινοῦ χώρου, χωρὶς νὰ ἀκτινοβολῇται μακρύτερα. Τὸ κοντινὸ αὐτὸ γλεκτρομαγνητικὸ πεδίο λέγεται πεδίο ἐπαγωγῆς. Βασικὴ του ἴδιότητα εἶναι νὰ μεταβάλλεται ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τὸ τετράγωνο τῆς ἀποστάσεως ἀπὸ τὴν κεραία (δηλαδὴ ἐλαττώνεται μὲ τὸ r^2). Π.χ. σὲ διπλάσια ἀπόσταση, ἡ ἔνταση τοῦ πεδίου ἐπαγωγῆς διαιρεῖται μὲ τὸ 4.

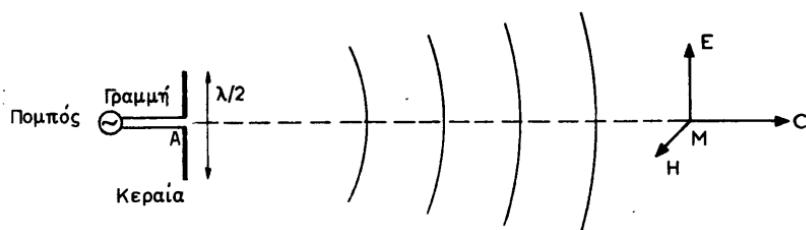
"Ενα μέρος ἀπὸ τὴν ἐνέργεια τοῦ κοντινοῦ γλεκτρομαγνητικοῦ πεδίου ἀποσπᾶται ἀπὸ τὴν κεραία, χωρὶς νὰ τοῦ εἴναι πιὰ δυνατὸ νὰ γυρίσῃ πίσω πρὸς αὐτήν. Αὐτὸ τὸ μέρος ἐνέργειας ἀποχωρεῖται δριστικὰ ἀπὸ τὴν κεραία, ἀπομακρύνεται ἀπὸ αὐτὴν μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς καὶ διαδίδεται στὸν ἐλεύθερο χώρο σὰν ἀκτινοβολία. Ἡ ἔνταση τοῦ γλεκτρομαγνητικοῦ πεδίου τῆς ἀκτινοβολίας μεταβάλλεται ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τὴν ἀπόσταση ἀπὸ τὴν κεραία (δηλαδὴ ἐλαττώνεται μὲ τὸ r , καὶ ὅχι μὲ τὸ r^2). Σὲ διπλάσια π.χ. ἀπόσταση, ἡ ἔνταση τοῦ πεδίου διαιρεῖται μὲ τὸ 2. "Αρα, τὸ πεδίο τῆς ἀκτινοβολίας ἐλαττώνεται μὲ τὴν ἀπόσταση λιγότερο ἀπὸ δ.τι τὸ πεδίο ἐπαγωγῆς. "Ετοι, σὲ μακρινὲς ἀπόστασεις, τὸ πεδίο ἐπαγωγῆς ἔχει πρακτικὰ ἔξαφανισθῆ καὶ μένει μόνο τὸ πεδίο ἀκτινοβολίας. Ἡ σύνδεση μεταξὺ μιᾶς κεραίας ἐκπομπῆς καὶ μιᾶς μακρυνῆς κεραίας λήψεως γίνεται ἀκριβῶς μὲ τὴ βοήθεια αὐτοῦ τοῦ πεδίου ἀκτινοβολίας.

"Εστιω τὸ ἀπλὸ παράδειγμα μιᾶς κεραίας $\lambda/2$, ποὺ ἀκτινοβολεῖ στὸν ἐλεύθερο χώρο (σχ. 21.11 β). Ἡ ἔνταση τοῦ γλεκτρικοῦ πεδίου Ε τῆς ἀκτινοβολίας, σὲ σημεῖα Μ τοῦ ἐπιπέδου ποὺ περνᾷ ἀπὸ τὸ κέντρο τῆς κεραίας καὶ εἶναι κάθετο πρὸς αὐτή, δίδεται ἀπὸ τὸν τύπο :

$$E = \frac{60 I_o}{r}, \quad (1)$$

· σπου I_o τὸ μέγιστο πλάτος ρεύματος στὸ κέντρο τῆς κεραίας (σὲ

χμπέρ), την άπόσταση του μακρυνού σημείου M από την κεραία (σε μέτρα) και E την ένταση του γήλεκτρικού πεδίου (σε V/m). Π.χ. όταν γη πηγή τροφοδοτήσεως δίνη ρεύμα με πλάτος $I = 5 \text{ A}$, την ένταση του γήλεκτρικού πεδίου σε απόσταση $r = 100\,000 \text{ m}$ (100 km) θα είναι: $E = 60 \cdot 5 / 100\,000 = 0,003 \text{ V/m}$.



Σχ. 21·11 β.

Το γήλεκτρομαγνητικό πεδίο σε μεγάλη άπόσταση από την κεραία.

Αλλά το γήλεκτρομαγνητικό πεδίο περιέχει και ένα άναποδεπάχτο μαγνητικό πεδίο με ένταση H . Στὸν έλευθερο κενό χώρο, μακριά από την κεραία, οι έντασεις E και H τῶν δύο πεδίων συνδέονται με τὴν σχέση:

$$\frac{E}{H} = 377 \quad (\text{ώμ}) \quad (2)$$

(ό λόγος E/H μετρεῖται σε ώμ, γιατὶ παριστάνει λόγο βόλτ/χμπέρ, ὃν οι λέξεις δὲ ἀντίσταση τοῦ κενοῦ). Αρα, στὸ παράδειγμά μας, την ένταση του μαγνητικού πεδίου θὰ είναι $H = E/377 = 0,003/377 = 0,000\,008 \text{ A/m}$ περίπου, ή γλαδή $8 \mu\text{A/m}$ (μικροαμπέρ ἢ μέτρο).

Τοπάρχει και τὸ ζήτημα γιὰ τὶς διευθύνσεις τῶν δύο πεδίων. Η ένταση του γήλεκτρικού πεδίου είναι παράλληλη πρὸς τὸ σύρμα τῆς κεραίας, (ἐψ' οὓς μένομε μέσα στὸ κάθετο ἐπίπεδο, που εἰπειλεῖ), ἐνῷ η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι κάθετη, (ὅπως δεῖγμει τὸ σχ. 21·11 β.). Οι έντασεις και τὴν δύο πεδίων είναι,

ἔξ ἄλλου, κάθετες πρὸς τὴν διεύθυνση διαδόσεως τοῦ κύματος (δηλαδὴ πρὸς τὴν διεύθυνση τῆς ταχύτητας διαδόσεως ε). Ἐτοι, οἱ τρεῖς διευθύνσεις Ε, Η, ε, σχηματίζουν ἐνα τρισορθογώνιο σύστημα (ὅπως αὐτὸς ποὺ σχηματίζεται σὲ μιὰ γωνιὰ ἐνὸς δωματίου).

Εἶγα: ἐνδιαφέρον νὰ ποῦμε ὅτι, στὸ παράδειγμά μας, ἡ ἔνταση, τοῦ ἡλεκτρικοῦ πεδίου στὸ σημεῖο Μ μένει σταθερὰ παράλληλη, πρὸς τὴν κεραία. Τὸ πεδίο εἶναι βέβαια ἐναλλασσόμενο καὶ ἡ ἔντασή του μεταβάλλεται κατὰ τὸ γυμνότερό πέρας μὲ τὸ γρόνο, γωρὶς ἔμιως νὰ ἀλλάξῃ διεύθυνση. Ἐνα τέτοιο ἡλεκτρομαγνητικὸ πεδίο, ποὺ οἱ ἐντάσεις του (ἡ ἡλεκτρίκη, ἥρα καὶ ἡ μαγνητική) διατηρεῖν σταθερὰς διευθύνσεις στὸ χῶρο, λέμε ὅτι ἔχει εὐθύγραμμὴ πόλωση.

Ἡ εὐθύγραμμη πόλωση δὲν εἶναι ἡ γενικὴ περίπτωση, εἶναι μιὰ εἰδικὴ περίπτωση. Μιὰ ἄλλη εἰδικὴ περίπτωση, εἶναι ἡ κυκλικὴ πόλωση. Ἐχομε, τότε, ἐνα ἡλεκτρικὸ πεδίο, ποὺ ἡ ἔντασή του διατηρεῖ σταθερὴ τιμὴ στὸ γρόνο, ἡ διεύθυνση δμώς τῆς ἐντάσεως περιστρέφεται γύρω ἀπὸ τὸ θεωρούμενο σημεῖο μὲ σταθερὴ κυκλικὴ συγκρότητα (ἴση μὲ τὴν κυκλικὴ συγκρότητα τῆς ἀκτινοθελίας). Ἡ γενικὴ περίπτωση εἶναι πιὸ πολύπλοκη (ἐλλειπτικὴ, πέλλιτη). Τὸ εἶδος τῆς πολώσεως ἔξαρταται κατ’ ἀρχὴν ἀπὸ τὸ εἶδος τῆς κεραίας, μπορεῖ δμώς, δπως γίνεται συγνά, ἡ πόλωση νὰ ἀλλάξῃ κατὰ τὴν διάδοση τοῦ κύματος. Αὐτὸς μπορεῖ νὰ συμβῇ π.χ. ἀπὸ ἀνακλάσεις τῆς ἀκτινοθελίας πάνω σὲ διάφορα ἐμπόδια. Ἡ πόλωση εἶναι ἐνα σημαντικὸ χαρακτηριστικὸ τῆς ἀκτινοθελίας καὶ ἔχει πρακτικὴ σημασία.

Ἡ ισχὺς τῆς ἀκτινοθελίας P_{ax} (βάττ), δηλαδὴ ἡ ἐνέργεια ποὺ ἐκπέμπεται ἀνὰ δλ ἀπὸ τὴν κεραία πρὸς τὸν ἔξω χῶρο, παρέγεται βέβαια ἀπὸ τὴν πηγὴν τροφοδοτήσεως τῆς κεραίας. Ἡ πηγὴ τροφοδοτήσεως παρέχει στὴν πραγματικότητα μία μεγαλύτερη, ισχὺ P (βάττ), ποὺ ἐνα μέρος τῆς εἶναι ἡ ισχὺς ἀκτινοθελίας

Παχ καὶ τὸ ὑπέρλοιπο Ραπ ἵσοφαρίζει τὰς διάφορες ἀπώλειες ἵσχυός, ποὺ ὑπάρχουν πάντα σὲ μιὰ κεραία. Ἔχομε:

$$\text{συνολικὴ } \dot{\text{ι}}\text{σχὺς } P = P_{\text{αχ}} + P_{\text{απ}}. \quad (3)$$

(Οὐοιάζομε, ὅτι συγήθως, βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς κεραίας τὸ λόγος:

$$\eta = \frac{\text{ἀφέλιμη } \dot{\text{ι}}\text{σχὺς } (\text{ἀκτινοθολία})}{\text{συνολικὴ } \dot{\text{ι}}\text{σχὺς}} = \frac{P_{\text{αχ}}}{P}. \quad (4)$$

Σύμφωνα μὲν ἐνα παληὸς γνωστό μας τρόπο (παρ. 4·6), μποροῦμε νὰ φαντασθοῦμε ὅτι ἡ ἵσχυς ἀκτινοθολίας $P_{\text{αχ}}$ καταναλίσκεται πάνω σὲ μιὰ ἴσοδύναμη, ὥμικὴ ἀντίσταση $R_{\text{αχ}}$, ποὺ διαρρέεται ἀπὸ τὸ ρεῦμα I_0 . Τὸ ἕδος καὶ γιὰ τὴν ἵσχυν ἀπολεῖται. Οἱ ἀντίστασιγες ἴσοδύναμες ὥμικες ἀντίστάσεις δρᾶσσονται ἀπὸ τοὺς γνωστοὺς τύπους:

$$R_{\text{αχ}} = \frac{2 P_{\text{αχ}}}{I_0^2}, \quad R_{\text{απ}} = \frac{2 P_{\text{απ}}}{I_0^2}. \quad (5)$$

(ὅ συντελεστὴς 2 ὀφείλεται στὸ ὅτι τὸ I_0 παριστάνει ἔδος τὸ πλάτος καὶ ὅχι τὴν ἐνεργὴ τιμὴν τοῦ ρεύματος, διότε ἡ ἵσχυς εἶναι:

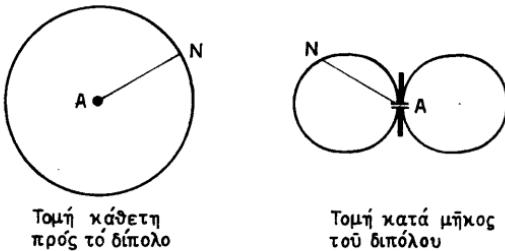
$$P = \frac{1}{2} R I_0^2.$$

Ἡ ὥμικὴ ἀντίσταση $R_{\text{αχ}}$ δονομάζεται ἀντίσταση ἀκτινοβολίας τῆς κεραίας (ώς πρὸς τὸ ρεῦμα I_0) καὶ ἡ ὥμικὴ ἀντίσταση $R_{\text{απ}}$ ἀντίσταση ἀπωλεῖῶν. Π.χ. γιὰ τὴν κεραία $\lambda/2$, εὑρίσκομε (ώς πρὸς τὸ ρεῦμα τῆς πηγῆς) $R_{\text{αχ}} = 73 \Omega$. "Οταν τὸ ρεῦμα τῆς πηγῆς ἔχῃ πλάτος $I_0 = 5 \text{ A}$ (ὅπως πάραμε προηγούμενα), ἡ ἵσχυς ἀκτινοθολίας εἶναι: $P_{\text{αχ}} = \frac{1}{2} R_{\text{αχ}} I_0^2 = \frac{1}{2} 73 \cdot 5^2 = 912$ βάττ (τυχεδὸν 1 kW).

Ἡ πηγὴ καταναλίσκει πάνω στὴν συνολικὴ ὥμικὴ ἀντίσταση $R = R_{\text{αχ}} + R_{\text{απ}}$. Αὐτὴ εἶναι ἡ ὥμικὴ ἀντίσταση εἰσόδου τῆς κεραίας. Γενικά, ἡ ἀντίσταση εἰσόδου τῆς κεραίας ἔχει: καὶ ἐνα μέρος ἐπαγγειακῆς ἢ χωρητικῆς ἀντίστάσεως, εἶναι δηλαδὴ μία

σύνθετη ἀντίσταση. Ἐπιδιώκομε, δῆμως, γὰρ ἔξουδετερώνωμε τὸ ἐπαγγεικὸν ἢ τὸ χωρητικὸν μέρος καὶ νὰ ἐπιτυγχάνωμε προσαρμογὴν τῆς κεραίας πρὸς τὴν πηγὴν τροφοδοσίης εως, ὅπως κάνωμε περίπου καὶ στὴν περίπτωση τῶν γραμμῶν.

Ἡ ἀκτινοθολία μιᾶς κεραίας δὲν σκορπίζεται στὸ χῶρο ὁμοιόμορφα πρὸς ὅλες τὶς κατευθύνσεις. Ἀλλοῦ ἔχομε μεγαλύτερη καὶ ἀλλοῦ μικρότερη συγκέντρωση, τῆς ἀκτινοθολίας. Τὸ σχῆμα 21·11 γ παριστάνει πῶς κατανέμεται στὸ χῶρο ἡ ἀκτινοθολία μιᾶς κεραίας $\lambda/2$. Βλέπομε ὅτι τὸ ἥλεκτρομαγνητικὸν πεδίον ἔχει τὴν μεγαλύτερη τιμήν του γύρω - γύρω ἀπὸ τὴν κεραία, ἐνῷ κατὰ τὶς προεκτάσεις τῆς τὸ πεδίον εἰναι μηδέν. Ἄπαρχουν λοιπόν, γενικά, εὐνοούμενες διευθύνσεις τοῦ χώρου, ὅπου ἔχομε μεγαλύτερη συγκέντρωση ἀκτινοθολίας. Αὐτὸν τὸ ἐκφράζομε λέγοντας ὅτι ἡ κεραία ἔχει μιὰ ὄρισμένη κατευθυντικότητα.



Σχ. 21·11 γ.

Διαγράμματα ἀκτινοθολίας ἐνὸς διπόλου $\lambda/2$ (σὲ κάθετη καὶ κατὰ μῆκος τομῇ). Τὰ μήκη AN τὰ παίρνομε ἀνάλογα πρὸς τὴν τιμὴν τῆς ἐντάσεως τοῦ ἥλεκτρικοῦ πεδίου, ποὺ τὴν ὑπολογίζομε πρῶς τὴν κατεύθυνση τοῦ σημείου N σὲ μιὰ καὶ τὴν ἕδια ἀπόσταση γιὰ ὅλες τὶς κατευθύνσεις.

Οἱ ἀπλεῖς κεραῖες ἔχουν μικρὴν κατευθυντικότητα. Μποροῦμε δῆμως νὰ αὐξήσωμε πολὺ τὴν κατευθυντικότητα μὲ πιὸ πολύπλοκες κεραῖες ἢ μὲ δίκτυα κεραιῶν. Μποροῦμε ἔτσι νὰ συγκέντρωσωμε πρακτικὰ ὅλη τὴν ἀκτινοθολία τῆς κεραίας σὲ πολὺ στενὲς δέσμεις (μὲ πλάτος π.χ. τῆς τάξεως τῆς μιᾶς μοίρας). Κατεύθυντας τὴν δέσμην ἐκπομπῆς πρὸς τὴν κατεύθυνση τοῦ δέκτη (ἐφ' ὅσον βέβαια

υπάρχη μιὰ δρισμένη κατεύθυνση λήψεως), έπιτυγχάνομε στή λήψη ἐναὶ ισχυρὸς σῆμα, πολὺ ισχυρότερο ἀπὸ τοῦ; Ήταν παίρναμε, ἀνὴραία σκορποῦμε δρισμόρφα τὴν ἀκτινοθολία της σὲ σῶσι τὸ γόνωρο. "Αρχ, μιὰ κεραία μὲ κατευθυντικότητα πραγματοποιεῖ ἐναὶ οὐρδοῖς, μιὰ ἀπολαβή, δηλαδὴ χρησιμοποιεῖ καλύτερα τὴν ισχὺ ποὺ τὴν τροφοδοτεῖ (τὴν ισχὺ τοῦ πομποῦ). "Ετοι, μὲ τὴν ἑδιαὶ ισχὺ τροφοδοτήσεως μποροῦμε νὰ ἔπιτύχωμε στή λήψη σῆμα κατὰ 100, 1 000 ηὲ καὶ 1 000 000 φορὲς ισχυρότερο (ἀντίστοιχες ἀπολαβὲς 20, 30 ηὲ καὶ 60 decibel).

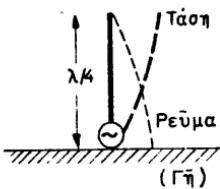
"Εξαιρετικὲς κατευθυντικότητες μποροῦμε νὰ ἔπιτύχωμε ἀρκετὰ εὔκολα σὲ πάρα πολὺ ὑψηλές συγχύτητες (μικροκύματα). Στὶς συγχύτητες αὐτές ή γήλεκτρομαγνητικὴ ἀκτινοθολία συμπεριφέρεται περίπου σὰν τὸ φῶς, δηλαδὴ μπορεῖ νὰ ἀνακλᾶται, νὰ διεγιλᾶται καὶ πάνω σὲ συνηθισμένα ἀντικείμενα. Οἱ κεραίες γάνων, στὶς συγχύτητες αὐτές, τὴν μορφὴν, σύρματος καὶ γίνονται ἀκτινοθολοῦσες ἐπιφάνειες. "Η κατασκευὴ τους εἶναι εὔκολη, (ἐκτὸς βέβαια σὲ πορόκειται γιὰ ἔξαιρετικὲς ἐπιδόσεις) καὶ ὁ βαθμὸς ἀπόδοσεως καλός.

Σὲ λίγο γαμηλότερες συγχύτητες (ὑπερβραχέα κύματα), οἱ συρματόμορφες κεραίες μποροῦν νὰ χρησιμοποιηθοῦν καὶ μάλιστα μὲ τὴν ἀπλὴ, μορφὴν διπόλου. Τέτοια εἶναι π.χ. ἡ περίπτωση τῆς τηλεοράσεως.

Σὲ τὰ βραχέα κύματα γρηγοριοποιοῦνται: συγχὰ πολυπλοκώτερες κεραίες (π.χ. ροιδοειδεῖς), ποὺ διατηροῦν κάποια σγιμαντικὴ κατευθυντικότητα.

Σὲ τὰ μεσαῖα κύματα γρηγοριοποιεῖται ἐναὶ εἰδος κεραίας, ποὺ ἐπανέρχεται λίγο - πολὺ στὸ διπόλο. "Εστω ὅτι θέλομε μιὰ κεραία ραδιοφωνίας, ποὺ νὰ λειτουργῇ σὲ συγχύτητα $f = 1000 \text{ kc/s}$, δηλαδὴ, σὲ μῆκος κύματος $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300\,000 \text{ km/s}}{1\,000 \text{ kc/s}} = 300 \text{ μέτρα}$. Μιὰ κεραία $\lambda/2$ θὰ ἔπειπε νὰ εἴγε συνσλικὸ μῆκος 150 m.

Αλλὰ θὰ ἡταν πολὺ μεγάλη. Καταφεύγομε λοιπὸν ετὴν ἔξης λύση: Κατασκευάζομε ἐνα πυλώνα μὲ ψῆφος $\lambda/4$ (ἢ περίπου) καὶ τὸν προσγειώνομε (στὸ παράδειγμα, ὃ πυλώνας θὰ ἔχῃ ψῆφος $7\frac{1}{2}$ περίπου). Ἡ γῇ δρᾷ, στὶς συγνότητες αὐτές, περίπου σὰν ἐνας ἀγωγὸς καὶ ἀντικαθίστα τὸ ἄλλο μισὸν ($\lambda/4$) τοῦ διπόλου. Ἐτοι, ὃ προσγειωμένος πυλώνας $\lambda/4$ λειτουργεῖ σὰν δίπολο $\lambda/2$ (σχ. 21·11δ). Ἡ κατασκευὴ, ωστόσο, εἰναι ἀκριβή καὶ γρειάζεται προσπάθεια γιὰ ἐνα καλὸ βαθμὸν ἀποδόσεως. Ἡ ἐνέργεια ψηλῆς συγνότητας μεταφέρεται: ἀπὸ τὸν πομπὸ στὴν κεραία μὲ γραμμὴ μεταφορᾶς (προσαρτισμένη).



Σχ. 21·11δ.
Προσγειωμένη κεραία λ. 4.

"(Ι)ος τὸ μῆκος κύματος γίνεται μεγαλύτερο (μακρὰ κύματα), τόσο οἱ διαστάσεις τῆς κεραίας πρέπει νὰ γίνονται μεγαλύτερες, ἢν θέλωμε νὰ διατηρήσωμε κάποιο ἀνεκτὸ βαθμὸν ἀποδόσεως. Στὰ πολὺ μακρὰ κύματα, οἱ κεραίες ἐκπομπῆς γίνονται πελώριες (δλέκληγρα γιλιόμετρα). Αὐτὸς εἰναι ἐνας σοβαρὸς λόγος, ποὺ δύσκολεύει τὴν γρηγοριστικήν, τῶν μακρῶν κυμάτων.

"Η κεραία λήψεως, ἀπὸ τὴν πλευρά της, ἔχει πολλὲς ἰδιότητες ἵδιες μὲ τὶς ἰδιότητες ποὺ θὰ εἰχε, ἢν τὴν γρηγορισμοποιούσαμε σὰν κεραία ἐκπομπῆς. Ορισμένοι δμως παράγοντες παίζουν διαφορετικὸ καὶ βασικὸ ρόλο, ἐπως π.χ. ἡ πόλωση. "Ας ξαναγυρίσωμε στὸ σχῆμα 21·11β. "Αν στὸ σημεῖο Μ τοποθετήσωμε σὰν κεραία λήψεως ἐνα δίπολο $\lambda/2$, δμοιο μὲ τὸ δίπολο ἐκπομπῆς, θὰ παρατηρήσωμε δτὶ ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη (ἢ τάση τοῦ σύμπλεκτοῦ).

τος), που τὸ ήλεκτρομαγνητικὸ πεδίο ἀναπτύσσει πάνω στὴν κεραία λήψεως, ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴν διεύθυνση τῆς τελευταίας. Τὸ σῆμα λήψεως εἶναι μέγιστο, ὅταν γῆ κεραία λήψεως εἶναι παράλληλη πρὸς τὴν κεραία ἐκπομπῆς, καὶ γίνεται μηδὲν στὴν κάθετη θέση.

Γενικά, ἂν εἶναι E γῆ ἔνταση τοῦ ήλεκτρικοῦ πεδίου τῆς ἀκτινοθολίας στὴ θέση λήψεως, τότε ὁ δέκτης λαμβάνει σῆμα, τοῦ δποίου τὸ μεγαλύτερο δυνατὸ πλάτος δίνεται ἀπὸ τὸν τύπο:

$$U = E \cdot h_{ev} \quad (6)$$

ὅπου h_{ev} εἶναι αὐτὸς που λέμε ἐνεργὸς ύψος τῆς κεραίας λήψεως. Ή.χ. ἔνα δίπολο $\lambda/2$ ἔχει ἐνεργὸς ύψος $h_{ev} = 0,32\lambda$ περίπου. "Αν πάρωμε π.χ. $\lambda=4$ m (μέτρα), θὰ ἔχωμε $h_{ev}=0,32 \cdot 4=1,28$ m. Μὲ τὶς ἀριθμητικὲς τιμὲς που εἴχαμε δῆμει στὸ παράδειγμα τοῦ σχήματος $21 \cdot 11 \beta$ ($E=0,003$ V/m σὲ ἀπόσταση 100 km ἀπὸ τὸν πομπό), τὸ σῆμα λήψεως θὰ ἔχῃ τάση $U=E \cdot h_{ev}=0,003 \cdot 1,28 = 0,00384$ βόλτ, δηλαδὴ 3,84 mV (μιλλιβόλτ). Αὐτὸς εἶναι τὸ σῆμα εἰσόδου τοῦ δέκτη.

Οἱ κεραίες λήψεως κατασκευάζονται γενικὰ (ἐκτὸς ἀπὸ ἔξαιρέσεις) μὲ λιγότερη ἐπιμέλεια ἀπὸ ὅτι σὲ κεραίες ἐκπομπῆς. Πολλὲς φορὲς μᾶς ἀρκεῖ ἔνα κοινάτι σύριγχο. "Οσος δημοτικὸς πιὸ ἀσήμαντη, εἶναι γῆ κεραία λήψεως, τόσο τὸ ἐνεργὸς ύψος τῆς εἶναι: μικρότερο καὶ τόσο τὸ σῆμα εἰσόδου τοῦ δέκτης εἶναι ἀσθενέστερο. Η ὑπερβολικὴ ἀπλοποίηση τῆς κεραίας λήψεως δὲν συμφέρει.

21·12 Διάδοση.

Τὸ γενικὸ πρόβλημα τῆς ἀσύριατης τηλεπικοινωνίας συντίθεται ὡς ἔξης: Πόσης (τοῦ) πρέπει: γὰρ ἔχει, ὁ ποιητὴς καὶ ποιῶν πρέπει: γὰρ εἶναι γῆ κεραία ἐκπομπῆς, ὥστε γὰρ μποροῦμε γὰρ ἔχομες στὴ λήψη, ἔνα ἵκανοποιητικὸ λέγον σήματού τοῦ (βλ. παρ. 15·7).

Οἱ παράγοντες, ποὺ παῖσσον τὸ βόλτα τοὺς στὴ λήψη τοῦ

προσθλήματος, εἰναὶ πάρα πολλοῖς. Σὲ δύσους ἔχοιε ἀναφέρει μέχρι τώρα, προστίθενται καὶ οἱ συνθῆκες τῆς διαδόσεως τῆς ἀκτινοθολίας. Ήταν ποὺμε λοιπὸν λίγα λόγια γιὰ τὴ διάδοση.

Ἡ διάδοση τῆς ἀκτινοθολίας, ἀνάμεσα στὸν πομπὸ καὶ στὸ δέκτη, περιπλέκεται ἀπὸ τὴν παρουσία τῆς γῆς, τῆς ἀτμοσφαίρας, διαφόρων ἐμποδίων κλπ. Ὅταν γὰρ ἀκτινοθολία διαδίδεται: λίγο-πολὺ κατ' εὐθείαν ἀπὸ τὸν πομπὸ στὸ δέκτη, δύναται περίπου στὸν ἀπέραντο ἑλεύθερο χώρο, λέμε δὲ γὰρ σύνδεση πομποῦ-δέκτη γίνεται: μὲν ἀπὸ εὐθείας κῦμα. Σὲ ἄλλες περιπτώσεις, γὰρ σύνδεση πομποῦ-δέκτη γίνεται: μὲν τὸ κῦμα ἐδάφους, δηλαδὴ μὲν ἀκτινοθολία ποὺ παρακολουθεῖ ἀπὸ ἀρκετὰ κοντὰ τὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς. Τὸ κῦμα ἐδάφους ἀπορροφᾶται γρήγορα ἀπὸ τὴ γῆ στὰ βραχέα καὶ στὰ βραχύτερα μήκη κύμικτος.

Ἄλλῃ σημαντικῇ περιπτωσῃ, εἰναὶ: ἐκείνῃ, δημοσίᾳ ἀκτινοθολίᾳ διευθύνεται: πρὸς δριπιένα στρόματα τῆς ὑψηλῆς ἀτμοσφαίρας, ἀνακλάται πάνω σὲ αὐτὰ καὶ ἔναντι γίνεται: πρὸς τὴ γῆ γιὰ νὰ συναντήσῃ τὸ δέκτη. Τέτοια ἀνακλαστικὰ στρόματα εὑρίσκονται: στὴν ἀτμόσφαιρα σὲ ὅψη, ἀπὸ 100 ὥς 400 km περίπου καὶ σχηματίζουν τὴν ιονόσφαιρα. Ὅταν μετολαβῇ γὰρ ιονόσφαιρα, λέμε δὲ γὰρ σύνδεση πομποῦ-δέκτη, γίνεται μὲν ιονοσφαιρικὸ κῦμα.

Τὸ ιονοσφαιρικὸ κῦμα χρησιμοποιεῖται κυρίως γιὰ συνδέσεις σὲ βραχέα κύμικτα (τὰ ὑπερβραχέα κύμικτα διαπεροῦν χωρὶς ἀνάκλαση τὴν ιονόσφαιρα, ἐνῷ τὰ μεσαῖα κύμικτα ἀπορροφοῦνται σὲ σημαντικὸ βαθὺ ἀπὸ αὐτήν).

Γιὰ κάθε περιοχὴν συγγενοτίτων ήπόρους: ἐνας τρόπος διαδόσεως, ποὺ εἴτε εἰναι: ὁ ακαλύτερος γιὰ κύμικτην, εἴτε εἰναι: ὁ μόνος διανατός. Πρέπει βέβαια νὰ διαλέγομε. Οσο μποροῦμε φυσικά, ἐκείνο τὸν τρόπον διαδέσεως, ποὺ ἔξασφαλίζει τὴ λήψη σὲ δύο τὸ δυνατὸ μεγαλύτερη, ἀπόσταση, γιὰ μιὰ διετρέμη, ίσχυν ἐκπομπής. Ἡ μεγαλύτερη αὐτὴ δυνατὴ, ἀπόσταση, δημοσίᾳ γίνεται: ἀκόμη, ἵκανος ποιγτική, λέγεται: ἐμβέλεια.

‘Η διάδοση οἷως ἔχει πολλὰς ἰδιορρυθμίες. Ἡ ἀπορρόφηση, ἀπὸ τὴν γῆ, καὶ ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιρα, οἱ μεταβολὲς καὶ οἱ μετακινήσεις τῶν στρωμάτων τῆς ιονοσφαίρας, οἱ ἀνακλάσεις τῆς ἀκτινοθεολίας πάνω σὲ διάφορα ἐμπόδια, κλπ., ἐπηρεάζουν τὸ σῆμα ποὺ παίρνομε πραγματικὰ στὸ δέκτη, καὶ μάλιστα κατὰ τρόπο ἀκανόνιστο ἡ ἀπρόθλεπτο. Οἱ διακυμάνσεις στὸ σῆμα λήψεως λέγονται διαλείψεις (fading). Καὶ ὅσο οἱ διαλείψεις δὲν κατεβάζουν τὸ λόγο τῆς θέρυψος κάτω ἀπὸ ἕνα δρισμένο δριστικό, τὰ πράγματα πᾶνε καλά, γιατὶ οἱ δέκτες ἔχουν συνήθως διάταξη, ἀντιδιαλείψεις. Οἱ διαλείψεις, οἷως, μποροῦν νὰ φθάνουν καὶ μέχρι διακοπῆς τῆς συνδέσεως πομποῦ - δέκτη. Γεννιέται ἔτοι ἕνα πρόβλημα ἀσφαλείας, ποὺ σημαίνει δια πρέπει νὰ παίρνωνται μέτρα ἐναντίον δροικασθῆποτε πιθανῆς διακοπῆς τῆς συνδέσεως. Τὸ πρόβλημα τῆς ἀσφαλείας είναι σημαντικὸ σὲ δρισμένες περιπτώσεις (ραδιοτηλεφωνικὲς συνδέσεις, στρατιωτικὲς ἐπικοινωνίες, κλπ.).

‘Ο Ηγανακ 16 συνοψίζει μερικὰ βασικὰ δεδομένα γιὰ τὴν αστρογλαστρικὴν συνδέσειν, σύμφωνα μὲ τὸ χρησιμοποιούμενο μῆκος κύματος.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 1 6

Δεδομένα γιὰ ραδιολεκτρικὲς συνδέσεις σὲ διάφορες περιοχὲς κυμάτων.

Κύματα	Μῆκος κύματος λ	Συγκότητα	Τοόπος διαδοσεώς	Προσερήματα	Έλαττάματα
Πολὺ μακρά :	≥20 - 10 km	15 - 30 kc/s	Κύμα ἐδάφους,	Μεγάλη, ἐμβέλεια. Ασφάλεια.	Μεγάλη λογίς καὶ πολὺ μεγάλη κεραία.
Μεσαία (χιλιομέτρων) :	10 - 1 km	30 - 300 kc/s	Κύμα ἐδάφους,	Μεγάλη, ἐμβέλεια. Ασφάλεια.	Μεγάλη λογίς καὶ ἀρχετά μεγάλη κεραία.
Μεσαία (εκατομέτρων) :	1000 - 100 m	0,3 - 3 Mc/s	Κύμα ἐδάφους καὶ ιονοσφαιρικὸ κύμα.	Καλὴ ἐμβέλεια κατὰ τὴν κύκλο. Μέραια λογίς καὶ μέραια κεραία.	Διαλεγχεῖς.
Βραχέα (δεκαμετρών) :	100 - 10 m	3 - 30 Mc/s	Ιονοσφαιρικὸ κύμα.	Μεγάλη ἐμβέλεια μὲν μερικῷ λογίῳ. Κεραία μὲν αισθητῇ, κατευθυντικότητα.	Λιαλεγχεῖς. 'Ανωμαλίες διαδόσεως.
Υπερβραχέα (μετρών) :	10 - 1 m	30 - 300 Mc/s	Κατ' εὐθεταν κύμα.	Κατευθυντικότητα.	Εἰλιασθησία στὰ βιομηχανικά παραίστατα. Εμβέλεια περιορισμένη περιποτῶν διατρικοῦ ορίζοντα τῆς κεραίας.
Μικροσύνημα (δεκατομετρών) :	100 - 10 cm	300 - 3000 Mc/s	Κατ' εὐθείαν κύμα (καὶ διάγνωση ἀπό τὴν τροποσφαιρια).	Κατευθυντικότητα. Δυνατότητα αὐξήσεως τῆς ἐμβέλειας πέρα ἀπὸ τὸν ορίζοντα.	Διαλεγχεῖς ἀπὸ ἀνακλάσεις πάνω στὸ έδαφος. 'Απ' εὐθείας εἰμβέλεια περιορισμένη περιποτῶν οπτικοῦ ορίζοντα.
Μικροσύνημα (έκατοντομετρών) :	10 - 1 cm	3 000 - 30 000 Mc/s			'Ενοχλήσεις τῆς διαδόσεως απὸ βροχή, κλπ.

ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ ΚΑΙ ΡΑΝΤΑΡ

22·1 Καθοδικὸς σωλήνας.

Ο καθοδικὸς σωλήνας εἶναι ἴδιαιτερη μορφὴ μιᾶς ἡλεκτρονικῆς λυχνίας. Εἶναι πολὺ χρόνιμο ἴσχυρος, γιατὶ εἶναι ἕκανδο νὰ δένῃ ὅρατὴ εἰκόνα διαφόρων ἡλεκτρικῶν φαινομένων, ποὺ μποροῦμε ἔτσι νὰ τὰ βλέπωμε καὶ νὰ τὰ μελετοῦμε ἀπ' εὐθείας. Οἱ ἐφαρμογές του εἶναι πάρα πολλὲς καὶ πικίλες (παλιογράφος, συσκευές μετρήσεων, τηλεόραση, ραντάρ, κλπ.).

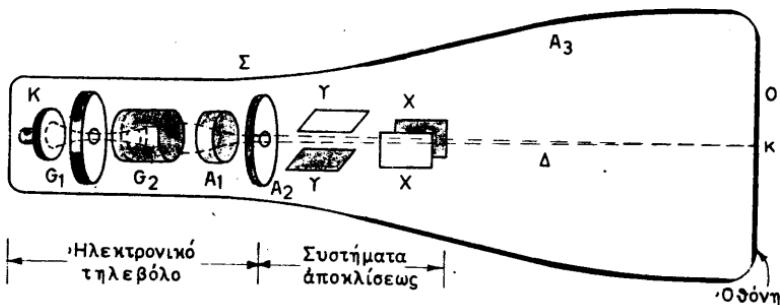
Ἐνας καθοδικὸς σωλήνας ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ἓνα γιάλινο σωλήνα, ποὺ εἶναι κενὸς ἀπὸ ἀέρα (ἀερόκενος) καὶ περιλαμβάνει τὰ ἔξι τρία μέρη: τὸ ἡλεκτρονικὸ τηλεούρο, τὰ συστήματα ἀποκλίσεως καὶ τὴν ὄθόνη (σχ. 22·1 α). Παρακάτω περιγράφομε μὲ συντομίᾳ τὰ τρία αὐτὰ μέρη.

Ἡλεκτρονικὸ τηλεβόλο: Ἀποτελεῖται ἀπὸ μερικὰ ἡλεκτρόδια (πέντε στὸ σχ. 22·1 α), ποὺ ἔχουν σκοπὸ νὰ παράγουν μιὰ λεπτὴ δέσμην ἡλεκτρονίων. Τὰ ἡλεκτρόδια τῆς δέσμης κινοῦνται μὲ μεγάλες ταχύτητες καὶ βομβαρδίζουν τὴν ὄθόνη σὲ μιὰ μικρὴ περιοχή, ὅπου σχηματίζεται μιὰ φωτεινὴ κηλίδα. Η δέσμη πρέπει νὰ εἶναι λεπτὴ καὶ γή κηλίδα νὰ εἶναι τόση μικρή, ὅταν νὰ ἀποτελῇ πρακτικὰ ἔνα φωτεινὸ σημεῖο.

Τὸ πρώτο ἡλεκτρόδιο τοῦ ἡλεκτρονικοῦ τηλεούρου εἶναι μιὰ κάθοδος ἐλμέσου θερμάνσεως, ή δοπία λειτουργεῖ ὅπως η κάθοδος μιᾶς ἡλεκτρονικῆς λυχνίας (θερμικήται καὶ ἐκπέμπει ἡλεκτρόνια). Τὰ υπόλοιπα ἡλεκτρόδια τοῦ τηλεούρου χρησιμεύουν γιὰ νὰ ρυθμίζουν τὴν ἡλεκτρονικὴ δέσμη.

Αιμέσως μετά τὴν κάθοδο ἔχομε ἔνα ὄδηγὸ πλέγμα, ποὺ λέγεται καὶ βένελτ (ἀπὸ τὸ ἐνομικ τοῦ ἐφευρέτη τοι). Στὴν πρα-

γιματικότητα τὸ γῆλεκτρόδιο αὐτὸς (G_1 στὸ σχ. 22·1α) ἔχει μορφὴ κυλίνδρου μὲ μιὰ τρύπα στὴν βάση, τοι γιὰ νὰ περνοῦν τὰ γῆλεκτρόνια. Στὸ ὅδηγὸ πλέγμα ἐφαρμόζεται μιὰ μικρὴ συνεχῆς τάση, ἀρνητικὴ ὡς πρὸς τὴν κάθοδο. Μεταβάλλοντας τὴν τάση αὐτῆς, μποροῦμε νὰ ρυθμίζωμε τὴν ἔνταση τῆς γῆλεκτρονικῆς δέσμης, ἀρα τὴν φωτεινότητα τῆς κηλίδας. Ἐπιτυγχάνομε ἔτσι τὴν φύσιμην τῆς φωτεινότητας.



Σχ. 22·1α.

Καθοδικὸς σφωλήνας.

Σ = γιαλινος σολήνας (κενὸς ἀπὸ άέρα). K = κάθοδος. G_1 = ὅδηγὸ πλέγμα ἢ βένελτ (φύσιμη φωτεινότητας). G_2 = γῆλεκτρόδιο ἐπιταχύνσεως. A_1 = πρώτη ἄνοδος (ἐστίαση). A_2 = δεύτερη ἄνοδος. A_3 = ἄνοδικὴ ἐπικάλυψη (γὰ μεταγενέστερη ἐπιτάχυνση τῆς δέσμης). XX = πλάκες γιὰ τὴν δριξόντια ἀπόκλιση. YY = πλάκες γιὰ τὴν κατακόρυφη ἀπόκλιση. Δ = δέσμη γῆλεκτρονιών. O = θόρνη. κ = κηλίδα.

Ἄκολουθεῖ ἔνα δεύτερο πλέγμα (G_2), ποὺ τὸ λέμε πλέγμα ἐπιταχύνσεως. Ἀποτελεῖται καὶ πάλι ἀπὸ ἔνα μεταβάλλικὸ κύλινδρο μὲ ἔνα ἢ δύο διάτρητα διαφράγματα. Πάνω του ἐφαρμόζομε μιὰ συνεχῆς τάση, ὡς πρὸς τὴν κάθοδο, ὅπτε τὰ γῆλεκτρόνια ἔλκονται πρὸς αὐτὸν καὶ ἐπιταχύνονται.

Τὰ δύο τελευταῖα γῆλεκτρόδια εἰναι δύο ἄνοδοι (A_1 καὶ A_2), ποὺ ἔχουν ἐπίσης κυλινδρικὴ ἢ δισκοειδὴ μορφὴ. Ή συνεχῆς θετικὴ τάση, ποὺ ἐφαρμόζεται στὴ δεύτερη ἄνοδο A_2 , ἔχει ύψηλὴ τιμὴ (χιλιάδες βόλτ) καὶ εἰναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν θετικὴ τάση τῆς

πρώτης ἀνόδου A₁. Οἱ δύο ἀνοδοὶ αὐξάνουν τὴν ταχύτητα τῶν ἡλεκτρονίων καὶ συμπληρώνουν τὴν συγκέντρωσή τους σὲ λεπτή δέσμη. Στὴν συγκέντρωση ὅμως τῆς δέσμης συνεργάζονται καὶ τὰ προηγούμενα ἡλεκτρόδια. Τὸ σύστημα ὅλων τῶν ἡλεκτροδίων ἔχει πάνω στὴν ἡλεκτρονικὴ δέσμη ἐπίδραση ἀνάλογη πρὸς τὴν ἐπίδραση ἑνὸς συστήματος φακῶν πάνω σὲ μιὰ δέσμη φωτός. Γι' αὐτὸν τὸ λόγο λέμε ὅτι τὸ σύστημα τῶν ἡλεκτροδίων ἀποτελεῖ ἐδῶ ἕνα σύστημα ἀπὸ ἡλεκτροφυκούς φακούς. Ἡ ἐπίδραση τοῦ συστήματος πάνω στὴν ἡλεκτρονικὴ δέσμη ἔχει τάξις: ἀπὸ τὸ σχῆμα καὶ ἀπὸ τὴν τάση τοῦ κάθη ἡλεκτροδίου, δηλαδὴ ἀπὸ τὴν μορφὴν καὶ τὴν ἔντασην τοῦ ἡλεκτρικοῦ πεδίου στὸ χώρο τῆς δέσμης. Τὰ ζητήματα αὐτὰ ἔχεται: λεπτομερέστερα σὲ χωριστὸν κλάδο τῆς Ἡλεκτρονικῆς, ποὺ λέγεται Ἡλεκτροφυκὴ Ὀπτική.

Ἡ συγκέντρωση τῶν ἡλεκτρονίων σὲ λεπτὴ δέσμη δημιουργεῖται ἐστίαση (λέγῃ γνωστὴ ἀπὸ τὴν Ὀπτική). Γιὰ νὰ ἐπιτύγχωμε καλὴν ἐστίαση, γιὰ νὰ πάρωμε δηλαδὴ τὴν μικρότερη δυνατὴν κηλίδα πάνω στὴν δύνη, ρυθμίζομε στὴν πράξη τὴν τάση τῆς πρώτης ἀνόδου A₁ στὴν καταλληλότερη τιμή της. Ἡ ἐστίασμένη δέσμη περνᾷ μέσα ἀπὸ τὰ συστήματα ἀποκλίσεως καὶ συνεχίζει τὸ δρόμο της πρὸς τὴν δύνην. Γιὰ νὰ αὐξήσωμε ἀκόμα περισσότερο τὴν ἐπιτάχυνση τῆς δέσμης, τῆς ἐφαρμόζομε μιὰ μεταγενέστερη ἐπιτάχυνση, δηλαδὴ ἐπιτάχυνση ποὺ ἐπιδρᾷ μετὰ ἀπὸ τὸ πέρασμα τῆς δέσμης ἀπὸ τὰ συστήματα ἀποκλίσεως. Τούτο τὸ ἐπιτυγχάνομε μὲ τὴ βοήθεια μιᾶς ἀγώγιμης ἐπικαλύψεως (A₃ στὸ σχ. 22·1α), ποὺ τὴ συνδέομε μὲ μιὰ συνεχὴ θετικὴ τάση ἐπιτάχυνσεως (ἐνώνομε π.χ. τὴν ἐπικάλυψη μὲ τὴ δεύτερη ἀνοδο).

Τὸ σύστημα, ποὺ περιγράφωμε παραπάνω γιὰ τὴν ἐστίαση, βασίζεται στὴν ἡλεκτροστατικὴ ἐστίαση. Τὸ σύστημα αὐτὸν χρησιμοποιεῖ γιὰ τὴν ἐστίαση ἡλεκτρικὰ πεδία, τὰ δποῖα προέρχονται ἀπὸ συνεχεῖς ἡλεκτρικὲς τάσεις ἐφαρμοσμένες πάνω σὲ μεταλλικὰ ἡλεκτρόδια. Αὐτὸς ὁ τρόπος εἶναι ὁ ἀπλούστερος καὶ γρη-

σιμοποιεῖται πολὺ συχνά. Ήσολλές φορὲς ὅμως προστιμοῦμε τὴν μαγνητικὴν ἑστίασην. Ἡ ἔστιαση, γίνεται, τότε, μὲ μαγνητικὴ πεδία, ποὺ τὰ δημιουργοῦμε μὲ κατάλληλα πηγία. Ἔτοι. μποροῦμε π.χ. νὰ ἀντικαταστήσωμε τὴν δεύτερη ἄνοδο Α₂ τοῦ σχήματος 22·1 α μὲ ἓνα πηγίον ἑστιάσεωις, τοποθετημένο γύρω ἀπὸ τὸ λαχιστὸν ὡσλήγνα. Γιὰ νὰ ρυθμίσωμε τὴν ἑστίαση, μεταβάλλομε τὸ φεῦμα τοῦ πηγίου.

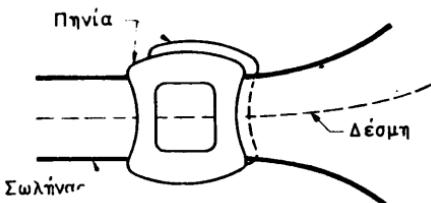
Συστήματα ἀποκλίσεως: Ἡ κατασκευὴ τοῦ καθοδικοῦ σιωπῆνα εἰναι τέτοια, ὃστε ἡ ἡλεκτρονικὴ δέσμηνη γίνεται ἀρχικὰ πρὸς τὸ κέντρο τῆς διόνησης. Πρέπει ὅμως νὰ ὑπάρχῃ ἕνας τρόπος γιὰ νὰ μποροῦμε νὰ μεταβάλλωμε τὴν διεύθυνση τῆς δέσμης, γιατὶ τέτε μένο τὸ δργανον γίνεται χρήσιμο στὴν πράξη. Ἡ ἀλλαγὴ διευθύνσεως, δηλαδὴ ἡ ἀπόκλιση τῆς δέσμης, γίνεται μὲ τὰ συστήματα ἀποκλίσεως.

“Οπως καὶ γιὰ τὴν ἑστίαση, ἔτοι. καὶ γιὰ τὴν ἀπόκλιση, μποροῦμε νὰ χρησιμοποιήσωμε εἴτε ἡλεκτροστατικά, εἴτε μαγνητικὰ πεδία. Γενικὰ ὅμως τὸ σύστημα ἀποκλίσεως εἰναι ἀπλούστερο ἀπὸ τὸ σύστημα ἑστιάσεως.

“Ἡ ἡλεκτροστατικὴ ἀπόκλιση ἐπιτυγχάνεται μὲ ἐπίπεδες μεταλλικὲς πλάκες, ποὺ σχηματίζουν πυκνωτές. Στὸ σχῆμα 22·1 α, ἔνας τέτοιος πυκνωτὴς σχηματίζεται ἀπὸ τὶς δριζόντιες πλάκες YY. “Αν ἐφαρμόσωμε μιὰ τάση ἀνάμεσα στὶς δύο αὐτὲς πλάκες, τὰ ἡλεκτρόνια τῆς δέσμης ἔλκονται πρὸς τὴν θετικὴν πλάκα. “Αρα, γιὰ δέσμη θὰ ἀποκλίνῃ πρὸς τὰ ἐπάνω ἢ πρὸς τὰ κάτω, ἀναλόγως τοῦ ἀν εἰναι θετικὴ ἢ ἐπάνω ἢ ἡ κάτω πλάκα. “Ἐτοι, οἱ δριζόντιες πλάκες YY ἔξασφαλίζουν τὴν κατακόρυφη ἀπόκλιση τῆς δέσμης. Κατὰ τὸν ἰδιο τρόπο οἱ κατακόρυφες πλάκες XX δίνουν τὴν δριζόντια ἀπόκλιση, δταν ἐφαρμόσωμε σ’ αὐτὲς μία ἄλλη τάση, ἀποκλίσεως. Οἱ τάσεις ἀποκλίσεως, ποὺ ἐφαρμόζονται πάνω στὶς δριζόντιες ἡ κατακόρυφες πλάκες, μεταβάλλονται συνήθως ἀπὸ 10 ḥε 100 βόλτ περίπου. Ἡ ἀπόκλιση τῆς κηλίδας πάνω στὴν

ζθόνη είναι άνάλογη πρὸς τὴν ἀντίστοιχη τάση ἀποκλίσεως. Ἡ κηλίδα μπορεῖ ἔτσι νὰ μετατοπίζεται δριζόντια καὶ κατακέρυφα, μπορεῖ δηλαδὴ νὰ παίρνῃ δύοιαδήποτε θέση πάνω στὴν ζθόνη.

Γιὰ νὰ ἐπιτύχωμε μαγνητικὴ ἀπόκλιση, χρησιμοποιοῦμε πηνία, ποὺ τὰ τοποθετοῦμε πλευρικὰ πάνω στὸ λαιμὸ τοῦ σωλήνα. Τὸ σχῆμα 22·1 β δείχνει ἔνα τέτοιο ζευγάρι πηνίων ἀποκλίσεως. Ἔνα ζευγάρι ἀπὸ κατακόρυφα π.χ. πηνία (ὅπως στὸ σχῆμα), ποὺ διαρρέονται ἀπὸ ἕνα δρισμένο ρεῦμα, προκαλεῖ κατακόρυφη ἀπόκλιση τῆς δέσμης (δηλαδὴ συμβαίνει τὸ ἀντίστροφο ἀπὸ δ, τι συνέβαινε προηγούμενα μὲ τὸ ἡλεκτροστατικὸ σύστημα). Ἡ ἀπόκλιση τῆς κηλίδας είναι άνάλογη, πρὸς τὸ ρεῦμα τοῦ πηνίου, τὸ ρεῦμα δὲ αὐτὸ μεταβάλλεται συνήθως ἀπὸ 1 ὅς 20 μιλιαμπέρ περίπου.



Σχ. 22·1 β.

Τὰ κατακόρυφα πηνία δίνουν κατακόρυφη ἀπόκλιση τῆς δέσμης.

Ἡ ἡλεκτροστατικὴ ἀπόκλιση είναι ἀπλούστερη καὶ χρησιμοποιεῖται πάρα πολὺ σὲ ὅργανα μετρήσεως μὲ καθοδικοὺς σωλήνες. Ἡ μαγνητικὴ δημιουργία ἀπόκλισης ἔχει δρισμένα ἄλλα πλεονεκτήματα, ποὺ τὴν κάνουν καταλληλότερη γιὰ ἄλλες χρήσεις, ὅπως π.χ. στοὺς δέκτες τηλεοράσεως.

Ἄς σημειωθῇ ὅτι ἡ ἡλεκτρονικὴ δέσμη παρακολουθεῖ πρακτικὰ στιγμιαῖα κάθε μεταβολὴ τῆς τάσεως ἢ τοῦ ρεύματος ἀποκλίσεως (ἐκτὸς ἂν ἡ μεταβολὴ είναι ἔξαιρετικὰ γρήγορη). Αὐτὸ δὲ φέρεται στὴν πολὺ μικρὴ ἀδράνεια τῶν ἡλεκτρονίων ἢ μὲ ἄλλα λόγια στὴ μεγάλη εύκινησία τους. Ἡ ἔλλειψη αἰσθητῆς ἀδρά-

νείας είναι ἀκριβῶς ἔνα ἀπὸ τὰ βασικὰ πλεονεκτήματα, ποὺ δίνουν στὸν καθοδικὸ σωλήνα τόσο ἴδιαίτερη ἀξία.

Οὐθόνη: Ἡ ἀθόνη τοῦ καθοδικοῦ σωλήνα (σχ. 22·1α) ἀποτελεῖται ἀπὸ ἔνα γυάλινο τοίχωμα, ποὺ ἔχει ἐπικαλυφθῆ μὲ μία εἰδικὴ οὐσία, ποὺ δνομάζεται « φθορίζουσα οὐσία » καὶ ἔχει τὴν ἴδιότητα νὰ φωτίζῃ, δταν βομβαρδίζεται ἀπὸ τὰ ἡλεκτρόνια τῆς δέσμης. Ἔτσι σχηματίζεται ἡ φωτεινὴ κηλίδα.

Τύπαρχουν πολλὰ εἴδη φθορίζουσῶν οὐσιῶν, ποὺ διαφέρουν ὡς πρὸς τὴν φωτεινή τους ἀπόδοση, τὸ χρώμα τοῦ φωτός, τὴν διάρκεια τῆς φωτεινῆς ἐκπομπῆς, κλπ. Γιὰ τὴ διάρκεια τῆς φωτεινῆς ἐκπομπῆς πρέπει γὰ ποῦμε ὅτι ἡ φωτεινὴ ἐκπομπὴ τῆς κηλίδας δὲν παύει ἀμέσως, δταν διακοπὴ ἐ βομβαρδισμὸς μὲ ἡλεκτρόνια. Ἡ φωτεινὴ ἐκπομπὴ παρατείνεται: γιὰ ἔνα χρονικὸ διάστημα, μετὰ τὴ διακοπὴ τῆς δέσμης. Ἀνάλογα μὲ τὴ σύνθεση τῆς φθορίζουσας οὐσίας, ἡ παράταση διαρκεῖ ἀπὸ λίγα μικροδευτερόλεπτα μέχρι ἔνα λεπτὸ περίπου. Τὸ εἶδος τῆς οὐσίας αὐτῆς τὸ διαλέγει δ κατασκευαστής σύμφωνα μὲ τὴ χρήση, γιὰ τὴν δποία προσορίζεται δ καθοδικὸς σωλήνας.

Τὰ ἡλεκτρόνια τῆς δέσμης πρέπει, μετὰ ἀπὸ τὸ βομβαρδισμὸ δθόνης, νὰ μὴ μείνουν πάνωσ' αὐτήν, ἀλλὰ νὰ ἐπιστρέψουν στὴν κάθιδο τοῦ σωλήνα (μέσα ἀπὸ τὴν πηγὴ τροφοδοτήσεως). Ἡ φθορίζουσα οὐσία δμως είναι μονωτικὸ διλικό. Γιὰ νὰ τὴν κάνωμε λοιπὸν ἀγώγιμη, τὴν καλύπτομε μὲ μία πολὺ λεπτὴ ἐπικάλυψη ἀπὸ ἀλουμίνιο καὶ συνδέομε τὴν ἐπικάλυψη αὐτὴ μὲ ἔνα ἀνοδικὸ ἡλεκτρόδιο. Ἡ ἐπικάλυψη είναι τόσο λεπτή, δστε νὰ μὴ ἐμποδίζῃ τὸ βομβαρδισμὸ τῆς οὐσίας. Ἄλλος τρόπος είναι καὶ δ ἔξης: δὲν ἐπιστρέψουν αὐτὰ τὰ ἴδια τὰ ἡλεκτρόνια τῆς δέσμης, ἀλλὰ ἔξασφαλίζεται ἡ ἐπιστροφὴ τῶν ἀντιστοίχων δευτερογενῶν ἡλεκτρονίων, ποὺ παράγονται κατὰ τὸ βομβαρδισμὸ τῆς οὐσίας. Καὶ στὴ μιὰ καὶ στὴν ἄλλη περίπτωση ἀποφεύγεται νὰ φορτισθῇ ἀρνητικὰ

ή διθόνη μὲν ἡλεκτρόνια, πρᾶγμα ποὺ θὰ ἐμπόδιζε τὴν ἀπρόσκοπτη συνεχὴ λειτουργία τοῦ σωλήνα.

22·2 Παλμογράφος.

Ἡ χρησιμοποίηση τοῦ καθοδικοῦ σωλήνα μπορεῖ νὰ γίνη μὲ τόσους πολλοὺς διαφορετικούς τρόπους, ποὺ θὰ ἥταν ἀδύνατο νὰ τοὺς περιγράψωμε ἔδω. Θὰ περιορισθοῦμε λοιπὸν σὲ δρισμένες χαρακτηριστικὲς περιπτώσεις.

Εἴπαμε στὰ προηγούμενα, δτι ἡ ἀπόκλιση τῆς κηλίδας πάνω στὴν διθόνη εἶναι ἀνάλογη πρὸς τὴν τάση ἀποκλίσεως ποὺ ἔχουν οἱ πλάκες (στὴν ἡλεκτροστατικὴν μέθοδο). *Ἄρα, δ. καθοδικὸς σωλήνας μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθῇ σὰν βολτόμετρο (ἡ ἄγνωστη τάση ἐφαρμόζεται σὲ ἓνα ζευγάρι πλακῶν καὶ μετρεῖται ἀπὸ τὴν ἀπόκλιση τῆς κηλίδας).*

Ἡ χαρακτηριστικότερη ὅμως περίπτωση εἶναι ὁ παλμογράφος. Τὸ ὄργανο αὐτὸν εἶναι ἀπὸ τὶς πολυτιμότερες ἐργαστηριακὲς συσκευές. Ἀποτελεῖται βασικὰ ἀπὸ ἓνα καθοδικὸ σωλήνα ιαῦν μὲ τὶς διαφορετικές ρυθμίσεις τοῦ καὶ ἀλλες βοηθητικὲς διατάξεις. Τὴν λειτουργία του μποροῦμε νὰ τὴν καταλάβωμε καλύτερα ἀπὸ τὰ ἐπόμενα.

Ἐστω δτι ρυθμίσαμε τὴν ἑστίαση καὶ τὴ φωτεινότητα. Πρέπει τότε νὰ ἔχωμε μιὰ μικρὴ φωτεινὴ κηλίδα στὸ κέντρο τῆς διθόνης. *Ἄν ἡ κηλίδα δὲν πίπτῃ στὸ κέντρο τῆς διθόνης, τότε κάνομε τὴ ρύθμιση ποὺ λέγεται πλαισίωση.* Γιὰ τὸ σκοπὸ αὐτό, δ. παλμογράφος διαθέτει δρισμένες βοηθητικές συνεχεῖς τάσεις, ποὺ μποροῦμε νὰ τὶς ἐφαρμόσωμε στὰ συστήματα τῆς δριζοντίας ἢ τῆς κατακόρυφης ἀποκλίσεως καὶ νὰ φέρωμε, ἔτοι, τὴν κηλίδα στὸ κέντρο τῆς διθόνης.

Κατόπιν ἀς ἐφαρμόσωμε μία ἐναλλασσομένη τάση στὶς πλάκες YY κατακόρυφης ἀποκλίσεως. Συνήθως ἡ τάση αὐτὴ δὲν ἐφαρμόζεται ἀπ' εὐθείας πάνω στὶς πλάκες, ἀλλὰ μὲ τὴ μεσολάβηση

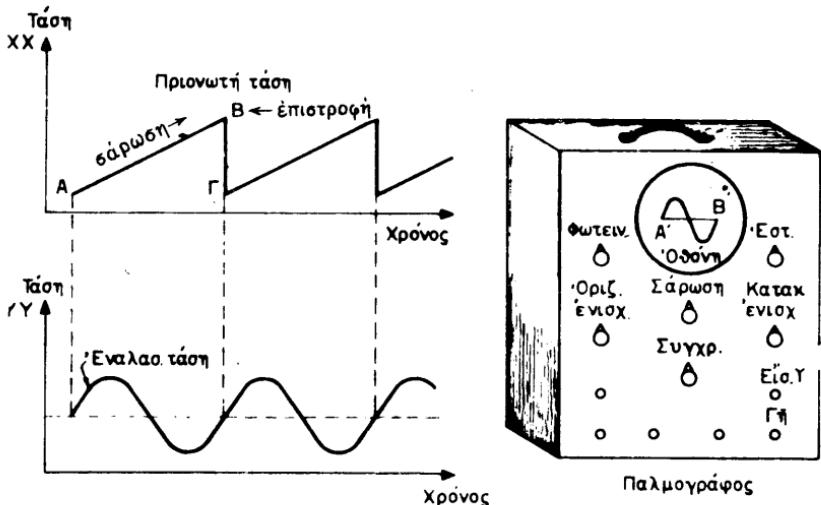
ένδεις ένισχυτή, ποὺ περιέχεται μέσα στὸ κιθώτιο τοῦ παλμογράφου. "Αν γί τάση, ποὺ ἐφαρμόζομε στὴν εἰσοδο τοῦ ένισχυτῆ, δὲν εἰναι: οὕτε πολὺ μικρή, οὕτε πολὺ μεγάλη, τότε γί κηλίδα θὰ πηγαίνοσέρχεται πάνω - κάτω καὶ θὰ γράφη στὴν δύνην ἔνα δρισμένο κατακέρυφο τμῆμα εὐθείας γραμμῆς. Παίρνομε λοιπὸν ἔως ἑδῶ ἔνα εὐθύγραμμο τμῆμα σὰν εἰκόνα μιᾶς ἐναλλασσομένης τάσεως. Τὸ ἀποτέλεσμα δὲν εἰναι: ἀκόμη περίφημο.

"Εστω δημως δτι τώρα ἐφαρμόζομε στὶς πλάκες XX τῆς δριζοντίας ἀποκλίσεως μία τάση, ποὺ μεταβάλλεται: δπως δείχνει: τὸ σχῆμα 22·2 α. Ή τάση αὐτὴ λέγεται, ἐξ αἰτίας τῆς μορφῆς της, προιωτὴ τάση. "Ας ὑποθέσωμε, ἀκόμη, δτι δὲν ἔχει: ἐφαρμοσθῆ στὸ μεταξὺ καμμιὰ τάση στὶς πλάκες YY. Τότε, κατὰ τὴ μεταβολὴ AB τάσεως XX, γί κηλίδα θὰ μετακινήται πάνω στὴν δύνην, γράφοντας ἔνα δριζόντιο εὐθύγραμμο τμῆμα A'B' καὶ μάλιστα μὲ σταθερὴ ταχύτητα. Ή λειτουργία αὐτὴ δύνομάξεται: σάρωση. Κατὰ τὴ μεταβολὴ BG, γί κηλίδα θὰ ἐπανέρχεται: ἀπότομα στὴν ἀρχική της θέση A', ἀφοῦ γί τάση μεταξὺ τῶν πλακῶν XX ἔαναπαίρνει τὴν ἀρχικὴ τιμή της. "Έχομε ἔτσι τὴ λειτουργία τῆς ἐπιστροφῆς. Τὰ φαινόμενα αὐτὰ ἐπαναλαμβάνονται κατὰ τὶς ἐπόμενες περιοδοὺς τῆς πριονωτῆς τάσεως.

Τί θὰ γίνη, δταν ἐφαρμόσωμε ταυτόχρονα μία πριονωτὴ τάση XX καὶ μία ἐναλλασσομένη τάση YY; Εἰναι φανερὸ δτι γί κηλίδα θὰ μετακινήται ίσοταχῶς κατὰ τὴν δριζόντια καὶ συγχρόνως θὰ παρακολουθῇ τὴν ἐναλλασσομένη τάσην κατὰ τὴν κατακέρυφη ἔννοια. Θὰ πάρωμε, ἔτσι, τὴν γνώριμη εἰκόνα τῆς ἡμιτονικῆς καμπύλης, ποὺ παριστάνει πῶς μεταβάλλεται γί τάση YY μὲ τὸ χρόνο. Αὐτὸ δίναι ἀσφαλῶς ἔνα πολὺ ὥραῖο ἀποτέλεσμα, γιατὶ μᾶς δίνει τὴ δυνάτητα νὰ « βλέπωμε » μία τάση, καὶ μάλιστα μιὰ δποιασδήποτε τάση (ἡμιτονικὴ γί ἀλλη), ἀρκεῖ νὰ τὴν ἐφαρμόσωμε στὶς πλάκες YY τοῦ παλμογράφου. Μποροῦμε ἔτσι νὰ ἔξετάζωμε τὴ μορφὴ δποιασδήποτε περιοδικῆς τάσεως (ἐκτὸς ἂν γί συγνό-

τητά της είναι πάρα πολὺ ύψηλή, π.χ. μεγαλύτερη από μερικές έκατοντάδες Mc/s).

Ούσιωδης λεπτομέρεια: για να πάρωμε καθαρή και σταθερή τὴν ἡμιτονική είκόνα του σχήματος 22·2 α, πρέπει ἀπαραίτητα



Σχ. 22·2 α.

Αρχὴ τῆς λειτουργίας τοῦ παλμογράφου.

ἡ περίοδος τῆς πριονωτῆς τάξεως XX νὰ είναι ἵση ἢ ἀκέραιο πολλαπλάσιο τῆς περιόδου τῆς τάξεως YY. Ἀλλοιῶς η είκόνα τῆς δόθηντος περιπλέκεται. Τὴν συνθήκη αὐτὴ τὴν ἐπιτυγχάνομε ρύθμιζόντας τὴν περίοδο (ἢ τὴν συγχρόνητα) τῆς πριονωτῆς τάξεως, ποὺ παράγεται ἀπὸ εἰδικὴ διάταξη τοῦ παλμογράφου. Η ρύθμιση αὐτὴ λέγεται συγχρονισμός. ὜πάρχουν καὶ διάφορες ἄλλες λεπτομέρειες καὶ πολλοὶ ἄλλοι τρόποι χρησιμεποιήσεως τοῦ παλμογράφου, ποὺ δὲν θὰ τοὺς ἀναφέρωμε ἐδῶ.

22·3 Παλμοκυκλώματα.

Ἡ πριονωτὴ τάση σαρώσεως ἐνὸς παλμογράφου είναι μία εἰδικὴ μορφὴ τάξεως. Ἡ τάση αὐτὴ δὲν είναι ἡμιτονική, ἀλλὰ ἔχει

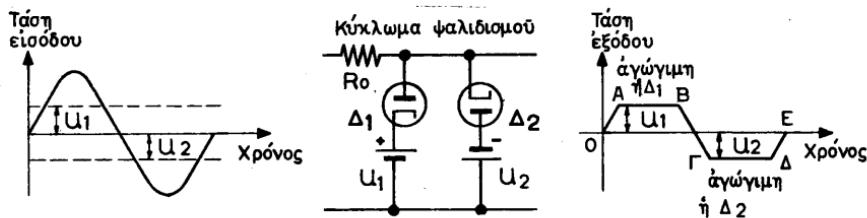
τριγωνική μορφὴ (σχ. 22·2 α). Σὲ ἄλλες περιπτώσεις, χρησιμοποιοῦνται γιὰ διαφορετικοὺς σκοποὺς ἀλλες εἰδικὲς μορφὲς τάσεως, π.χ. τάσεις μὲ δρθογώνια μορφὴ ἢ μὲ μορφὴ παλμῶν. Τέτοιες τάσεις παράγονται ἀπὸ εἰδικὲς συνδεσμολογίες, πού, ἀνάλογα μὲ τὴν περίπτωση, τὶς λέμε χρονοκυκλώματα, παλμοκυκλώματα ἢ εἰδικὲς γεννήτριες.

Οἱ εἰδικὲς αὐτὲς συνδεσμολογίες εἰναι πάρα πολλές. Διακρίνονται ὅμως γενικὰ σὲ δύο κατηγορίες. Ἡ μία κατηγορία περιλαμβάνει συνδεσμολογίες, ποὺ δέχονται στὴν εἰσοδό τους μία τάση δρισμένης μορφῆς (π.χ. μία ἡμιτονικὴ τάση) καὶ δίνουν στὴν ἔξοδο·τὴν ἐπιθυμητὴν μορφὴ τάσεως, ἀφοῦ μεσολαβήσουν κατάληγες λειτουργίες (φαλιδισμός, δόλοκλήρωση, διαφόριση, κλπ.). Στὴν ἄλλη κατηγορία περιλαμβάνονται εἰδικὲς γεννήτριες, ποὺ δίνουν ἀπ' εὐθείας τὴν ἐπιθυμητὴν μορφὴ τάσεως (πολυδονητές, ταλαντωτές ἀποκοπῆς, πριονωτὲς γεννήτριες, κλπ.). Θὰ περιορισθοῦμε νὰ ἀναφέρωμε ἐδῶ δρισμένες μόνο περιπτώσεις.

Ψαλιδισμός: "Εστω ὅτι μία ἡμιτονικὴ τάση ἐφαρμόζεται στὴν εἰσοδο μιᾶς συνδεσμολογίας μὲ δύο δίοδες λυχνίες, σὲ ἀνάστροφη σύνδεση (σχ. 22·3 α). Οἱ λυχνίες εἰναι πολωμένες μὲ δύο ἵσες καὶ ἀντίθετες συνεχεῖς τάσεις U_1 καὶ U_2 . Ἡ ἀντίσταση R_0 ἔχει ἐκλεγῆ πολὺ μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἐσωτερικὴ ἀντίσταση τῶν λυχνιῶν (ὅταν εἰναι ἀγώγιμες). Ποιά μορφὴ θὰ ἔχῃ ἡ τάση ἔξόδου;

"Ας θυμηθοῦμε ὅτι μία δίοδος γίνεται ἀγώγιμη, ὅταν ἡ τάση τῆς ἀνόδου εἴναι θετικὴ ὡς πρὸς τὴν κάθοδο ἢ ἐπίσης, πρᾶγμα ποὺ σημαίνει πάλι τὸ ἴδιο, ὅταν ἡ κάθοδος εἴναι ἀρνητικότερη ἀπὸ τὴν ἀνόδο. Στὸ σχῆμα 22·3 α, δօσο ἡ τάση εἰσόδου ἔχει στιγμιαία τιμὴ μεταξὺ U_1 καὶ — U_2 , καμιαὶ ἀπὸ τὶς δίοδες δὲν εἴναι ἀγώγιμη, ἐξ αἰτίας τῶν πολώσεών. Οἱ δίοδες εἴναι, τότε, σὰν νὰ μὴ οὐπάρχουν καὶ ἡ τάση εἰσόδου μεταβιβάζεται ἀπ' εὐθείας στὴν

έξοδο. Η αίρνομε έτσι τὰ τμήματα OA, BG, ΔΕ,... τῆς τάσεως έξόδου.



Σχ. 22·3 α.

Ψαλιδισμός μὲ δύο πολωμένες δίοδες λυχνίες, σὲ άναστροφη σύνδεση.

Στὰ ένδιαμεσα τμήματα AB, ΓΔ,... μία ἀπὸ τὶς δύο δίοδες γίνεται αγώγημη. Ἀλλά, τότε, ἡ τάση έξόδου πάνει πιὰ νὰ παρακολουθῇ τὴν τάση εἰσόδου καὶ μένει πρακτικὰ ἵση εἴτε μὲ τὴν τιμὴ U_1 εἴτε μὲ — U_2 . Ἡ λειτουργία αὐτή, ὅπου ἀποκόπτονται οἱ κορυφὲς τῆς τάσεως εἰσόδου, δημοάζεται ψαλιδισμός.

Ἄποτέλεσμα τοῦ ψαλιδισμοῦ εἶναι: νὰ ξεκινοῦμε ἀπὸ μία ήμιτονικὴ τάση καὶ νὰ παίρνωμε μία τραπεζοειδὴ τάση. Ἐν τὴν τραπεζοειδὴ τάση τὴν ἐνισχύσωμε καὶ τῆς ἐφαρμόσωμε ἔνα δεύτερο ψαλιδισμό, ἡ νέα τάση έξόδου παίρνει αἰσθητὰ μία δρθιογώνια μορφή. Ἡ δρθιογώνια μορφὴ βελτιώνεται μὲ ἄλλη ἐνίσχυση καὶ τρίτο ψαλιδισμό.

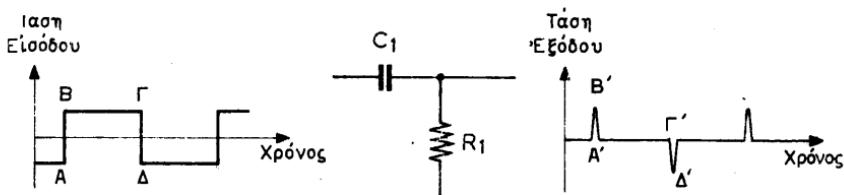
Ψαλιδισμὸς μποροῦμε νὰ κάνωμε καὶ μὲ τρίση λυχνία, ἐφαρμόζοντας τὴν τάση εἰσόδου μεταξὺ πλέγματος καὶ καθόδου. Τὸ τμῆμα πλέγμα - κάθοδος λειτουργεῖ μὲ τὸν ἕδιο τρόπο, ὅπως. προηγούμενα ἡ δίοδος Δ_1 καὶ ψαλιδίζει τὶς θετικὲς κορυφὲς τῆς τάσεως εἰσόδου. Οἱ ἀρνητικὲς κορυφὲς ψαλιδίζονται ἀπὸ τὸ γεγονὸς ὅτι ἡ πόλωση τῆς λυχνίας γίνεται τότε μεγαλύτερῃ ἀπὸ τὴν πόλωση ἀποκοπῆς. Ὁ ψαλιδισμὸς μὲ τρίση λυχνία ἔχει τὸ πλεονέκτημα νὰ συνδυάζεται καὶ μὲ ἐνίσχυση.

Τὰ παραπόνω κυκλώματα ψαλιδισμοῦ περιορίζουν τὴν μεγί-

στη τιμή της τάσεως έξέδου και γι' αυτό συνομάζονται και περιοριστές. Έπάρχουν δύος και άλλα είδη ψαλιδισμού, που έπιτυγχάνονται με μία ποικιλία κυκλωμάτων.

Διαφόριση και διοικητικότητα: Η διαφόριση και ή διοικητικότητα σημαίνει πράξεις τῶν άνωτέρων μαθηματικῶν. Καὶ μπορεῖ ἐμεῖς μὲν νὰ μὴ μάθαμε νὰ κάνωμε τέτοιες πράξεις, τὸ πρᾶγμα δύος εἶναι ἀπλούστατος γιὰ ἔνα κατάλληλο κύκλωμα RC μὲ δικιὴ ἀντίσταση και πυκνωτή, χωρὶς καμμία λυχνία. Τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι ὅτι, μὲ ἔνα τέτοιο κύκλωμα, μποροῦμε νὰ μετατρέπωμε εύκολα μιὰ έρισμένη μορφὴ τάσεως σὲ μιὰ ἄλλη.

Τὸ σχῆμα 22·3 β δείχνει ἔνα κύκλωμα διαφορίσεως, που ἀποτελεῖται ἀπὸ ἔνα μικρὸ πυκνωτὴ C_1 σὲ σειρὰ μὲ μία μικρὴ



Σχ. 22·3 β.

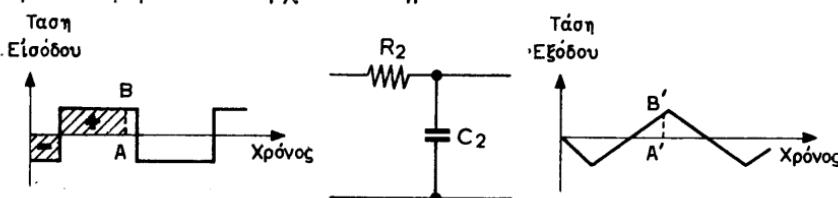
Διαφόριση μιᾶς τάσεως (πρέπει νὰ εἶναι $R_1C_1 < T_{ελ}$).

ἀντίσταση R_1 και μὲ έξέδος στὰ ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως. Ἐν τὸ σῆμα εἰσόδου εἶναι π.χ. μία τάση μὲ δρθιογόνια μορφὴ (δπως στὸ σχῆμα), ή τάση έξέδου θὰ ἀποτελῆται ἀπὸ παλμοὺς μὲ μικρὴ διάρκεια, που θὰ εἶναι διαδοχικὰ θετικοὶ και ἀρνητικοὶ. Ἔνας θετικὸς παλμὸς Α'Β' ἀντιστοιχεῖ σὲ ἔνα μέτωπο άνόδου ΑΒ τοῦ σήματος εἰσόδου, ἐνώ ἔνας ἀρνητικὸς παλμὸς Γ'Δ' ἀντιστοιχεῖ σὲ μέτωπο πτώσεως ΓΔ. Τὸ σχῆμα και η θέση τῶν παλμῶν ἔξαρτῶνται γενικὰ ἀπὸ τὴν μορφὴ τοῦ σήματος εἰσόδου (η στιγμιαία τιμὴ τῆς τάσεως έξέδου εἶναι ἀνάλογη πρὸς τὴν ἀντίστοιχη κλίση τῆς καμπύλης τοῦ σήματος εἰσόδου).

Τὸ σχῆμα εἰσόδου μπορεῖ νὰ ἀναλυθῇ, δπως ξέρομε, σὲ μία

θεμελιώδη συνιστώσα και πολλές άρμονικές (παρ. 2·7). Άναμεσα σὲ δλες τὶς άρμονικές, ποὺ διατηροῦν ἵνα αἰσθητὸ πλάτος, ὑπάρχει μία άρμονικὴ μὲ περίσσο μικρότερη ἀπὸ δλες τὶς ἄλλες. Ἐστω T_e ἡ μικρότερη αὐτὴ περίσσος. Ἀπὸ τὴν ἄλλη μερὶα τὸ κύκλωμα διαφορίσεως χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὸ γινόμενο R_1C_1 (τὴ σταθερὰ χρόνου τοῦ κυκλώματος). Γιὰ νὰ εἶναι ἵκανο ποιητικὴ ἡ λειτουργία τῆς διαφορίσεως, πρέπει ἡ σταθερὰ χρόνου R_1C_1 νὰ εἶναι πολὺ μικρὴ σὲ σύγκριση, μὲ τὴ μικρότερη άρμονικὴ περίσσος $T_{μεγ}$.

Ἡ δλοκλήρωση ἀποτελεῖ ἕνα εἰδος ἀντίστροφης λειτουργίας. Τὸ κύκλωμα δλοκληρώσεως συγχροτεῖται ἀπὸ μία μεγάλη ἀντίσταση R_2 σὲ σειρὰ μὲ ἔνα μεγάλο πυκνωτὴ C_2 και μὲ ἔξοδο στὰ ἄκρα τοῦ πυκνωτῆ (σχ. 22·3 γ). Γιὰ νὰ ἔχωμε ἵκανο ποιητικὴ, λειτουργία, πρέπει ἡ σταθερὰ χρόνου τοῦ κυκλώματος R_2C_2 νὰ εἶναι πολὺ μεγάλη σὲ σύγκριση μὲ τὴ μεγαλύτερη άρμονικὴ περίσσος $T_{μεγ}$, ποὺ ὑπάρχει στὸ σῆμα εἰσόδου.



Σχ. 22·3 γ.

·Ολοκλήρωση μιᾶς τάσεως (πρέπει νὰ εἶναι $R_2C_2 \gg T_{μεγ}$).

Ἄν ἡ τάση εἰσόδου εἶναι μία δρθογώνια τάση (δπως στὸ σχ. 2·23 γ), ἡ τάση ἔξοδου ἔχει τριγωνικὴ μορφή. Γενικά, ἡ στιγμιαία τιμὴ $A'B'$ τῆς τάσεως ἔξοδου εἶναι ἀνάλογη πρὸς τὸ διαγραμμισμένο ἐμβαδόν, ποὺ εὑρίσκεται ἀριστερὰ ἀπὸ τὴν ἀντίστοιχη θέση AB στὴ γραφικὴ παράσταση, τοῦ σύμματος εἰσόδου (τὰ ἐμβαδὰ κάτω ἀπὸ τὸν ἀξονα τοῦ χρόνου παίρνονται ἀρνητικά, ἐνῶ τὰ πρὸς τὰ ἐπάνω θετικά).

Ἡ διαφόριση καὶ ἡ δλοκλήρωση μποροῦν ἐπίσης νὰ γίνουν καὶ μὲ πολυπλοκώτερες εἰδικές συνδεσμολογίες, ὅπου παίρνουν μέρος καὶ λυχνίες. Οἱ συνδεσμολογίες αὐτὲς λειτουργοῦν σὸν ἐνισχυτὲς καὶ ἔχουν τὸ πλεονέκτημα νὰ δίνουν λισχυρὸ σῆμα ἐξόδου.

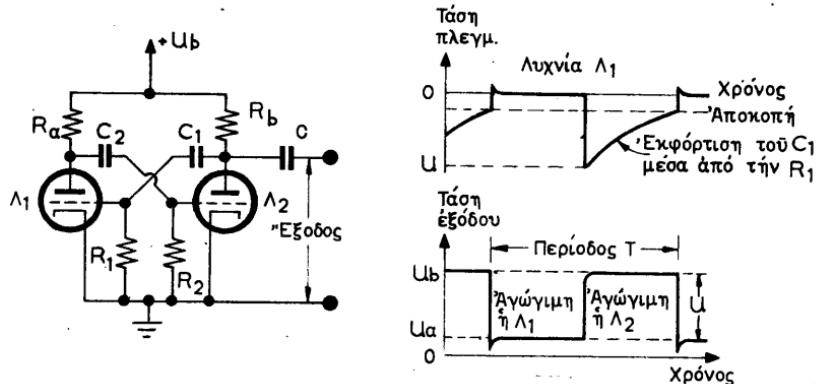
Πολυδονητές: Οἱ πολυδονητές, ὅπως ἐπίσης ὁ ταλαντωτὴς ἀποκοπῆς καὶ οἱ πριονωτοὶ ταλαντωτές, ἀνήκουν σὲ μία γενικότερη κατηγορία ταλαντωτῶν, ποὺ λέγονται ταλαντωτὲς ἀνατροπῆς. Γενικὸ χαρακτηριστικὸ τῶν ταλαντώσεων ἀνατροπῆς εἶναι ὅτι ἡ παραγωγὴ τοὺς σχετίζεται μὲ τὸ μηχανισμὸ φορτίσεως καὶ ἐκφορτίσεως πυκνωτῶν μέσα ἀπὸ ἀντιστάσεις (παρ. 5·2).

Τὸ σχῆμα 22·3 δ δείχνει μία ὑνδεσμολογία πολυδονητῆς, ποὺ εἶναι καὶ ἡ βασικὴ συνδεσμολογία. Γιὰ νὰ καταλάβωμε τὴ συνδεσμολογία αὐτῆς, μποροῦμε νὰ τὴ θεωρήσωμε σὰν ἔναν ἐνισχυτὴ μὲ ἀντιστάσεις καὶ πυκνωτές, μὲ δύο βαθμίδες καὶ μὲ ἀνάδραση (ἡ τάση ἐξόδου τῆς δεύτερης λυχνίας γυρίζει πίσω στὴν εἰσόδο τῆς πρώτης λυχνίας). Ἡ ἀνάδραση εἶναι θετικὴ καὶ τὸ σύνολον ἐργάζεται σὰν ἔνας ταλαντωτὴς (παρ. 10·2). Ἀλλὰ δ ταλαντωτὴς αὐτὸς δὲν παράγει ἡμιτονικὴ τάση, παράγει μία σχεδὸν ὀρθογώνια τάση μὲ περίοδο Τ (βλ. κάτω δεξιὰ στὸ σχῆμα 22·3 δ).

Ἡ λειτουργία τῆς συνδεσμολογίας χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὸ γεγονός ὅτι ἡ μία λυχνία κατὰ ἔνα μέρος τῆς περιόδου Τ εἶναι ἀγώγιμη καὶ ἡ ἄλλη δὲν εἶναι, ἐνῶ κατὰ τὸ ὑπόλοιπο μέρος τῆς περιόδου οἱ ρόλοι τῶν δύο λυχνιῶν ἀντιστρέφονται. Τοῦτο καθορίζεται ἀπὸ τὴ μορφὴ τῆς τάσεως πλέγματος (βλ. ἐπάνω δεξιὰ στὸ σχῆμα 22·3 δ.). Ἡ περίοδος τῆς ὀρθογώνιας ταλαντώσεως (ἄρα καὶ ἡ συχνότητά της) ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὶς σταθερὲς χρόνου R_1C_1 καὶ R_2C_2 , καθὼς καὶ ἀπὸ τὶς συνεχεῖς τάσεις πολώσεως καὶ τροφοδοτήσεως.

Ἐνας πολυδονητὴς μπορεῖ νὰ συγχρονισθῇ μὲ ἔνα ἐξωτερικὸ σῆμα (ἡμιτονικὸ ἡ κατὰ παλμούς). Τὸ ἐξωτερικὸ σῆμα ἐφαρμόζεται, γιὰ τὸ σκοπὸ αὐτό, στὸ πλέγμα τῆς μιᾶς ἢ στὰ πλέγμα-

τα και τῶν δύο λυχνιῶν. Τότε, ἂν είναι f_σ ή συχνότητα τοῦ σήματος συγχρονισμοῦ και f ή συχνότητα τῆς ταλαντώσεως τοῦ πολυδιογήτη, ή λειτουργία είναι τέτοια, ώστε νὰ ἔχωμε $\alpha f = \beta f_\sigma$, ὅπου α και β ἀκέραιοι ἀριθμοί. Μποροῦμε π.χ. νὰ ἔχωμε $\alpha = 1$ και $\beta = 3$ (δηλαδὴ $f = 3 f_\sigma$), ή και ἀντίστροφα $\alpha = 3$ και $\beta = 1$ (δηπότε $f = \frac{1}{3} f_\sigma$). Αὐτὴ ή δυνατότητα συγχρονισμοῦ ἐνδέξ πολυδιογήτη γρηγοριοποιεῖται σὲ διάφορες ἐφαρμογές.



Σχ. 22·3δ.

Πολυδονητής (ἀριστερά ή συνδεσμολογία και δεξιά ή λειτουργία του).

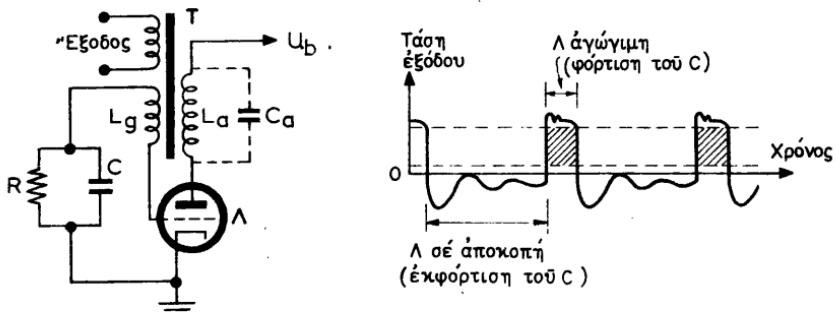
Ἡ συνδεσμολογία τοῦ σχήματος 22·3δ είναι μία βασικὴ περίπτωση πολυδονητῆς, ὅχι ὅμως και ή μόνη. Διάφορες ἄλλες παραλλαγές, ποὺ λειτουργοῦν κατ' ἀνάλογο τρόπο, μποροῦν νὰ δούσουν ἀλλα ἐνδιαφέροντα ἀποτελέσματα. Τέτοιες συνδεσμολογίες πραγματοποιοῦνται εἴτε μὲ ηλεκτρονικὲς λυχνίες, εἴτε μὲ κρυσταλλολυχνίες.

Οἱ πολυδονητὲς χρησιμοποιοῦνται στὴν πράξη κατὰ διαφόρους τρόπους. Ἡ χρησιμοποίησή τους στηρίζεται στὶς ἑξῆς ἰδιότητές τους:

1) Μποροῦν νὰ παράγουν εἴτε δρθισγώνιες τάσεις, εἴτε παλμούς.

- 2) Μπορούν νὰ συγχρονισθοῦν μὲ ἔνα ἔξιωτερικὸ σῆμα.
 3) Οἱ τάξεις ποὺ παράγουν περιέχουν πάρα πολλὲς ἀρμονικὲς (βλ. ἀρμονικὴ ἀνάλυση, παρ 2·7).

Ταλαντωτής ἀποκοπῆς: Εἶναι ἔνας ἴδιότροπος ταλαντωτής μὲ συντονισμένη ἀνοδο, ποὺ χρακτηρίζεται ἀπὸ μία πολὺ στενὴ σύνεψη, ἀνάμεσα στὰ πηγία ἀνόδου καὶ πλέγματος (σχ. 22·3 ε). Τὰ δύο αὐτὰ πηγία σχηματίζουν ἔνα μετασχηματιστὴ (T).



Σχ. 22·3 ε.

Ταλαντωτής ἀποκοπῆς (ἀριστερὰ ἡ συνδεσμολογία, δεξιὰ τὸ σῆμα ἔξοδου).

Τὸ συντονισμένο κύκλωμα τῆς ἀνόδου ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ πηγία τοῦ πρωτεύοντος τοῦ μετασχηματιστῆς καὶ ἀπὸ τὶς παραστικὲς χωρητικότητες τοῦ μετασχηματιστῆς καὶ τῆς λυχνίας. Τὸ κύκλωμα πλέγματος περιλαμβάνει σὲ σειρὰ τὸ δευτερεύον τοῦ μετασχηματιστῆς καὶ ἔνα κύκλωμα RC (μὲ μικρὸ C, ἀλλὰ μὲ μεγάλη σταθερὰ χρόνου RC).

‘Ο μηχανισμὸς λειτουργίας εἶναι κάπως πολύπλοκος. Ἀρχίζοντας ἀπὸ μία ὁρισμένη στιγμή, ὅπου γί λυχνία εἶναι ἀγώγιμη, ἔχουμε μία γρήγορη φόρτιση τοῦ πυκνωτῆς C μέσα ἀπὸ τὴν λυχνία. Τοῦτο δίνει στὸ πλέγμα μία τάση πολὺ ἀρνητικότερη ἀπὸ τὴν πέλωση ἀποκοπῆς, ὅπότε γί λυχνία παύει νὰ εἶναι ἀγώγιμη. Στὸ μεταξύ, δὲ πυκνωτής C ἐκφορτίζεται ἀργὰ μέσα ἀπὸ τὴν ἀγίσταση R, ἐνῷ συγχρόνως παράγονται ἀποσθενόμενες ταλαντώ-

σεις, που δρείλονται στὸ συντονισμένο κύκλωμα τῆς ἀνόδου. "Οταν δὲ πυκνωτὴς C ἐκφορτισθῇ ἀρκετά, η λυχνία ξαναγίνεται ἀγώγιμη γιὰ μία ἡμιπερίοδο ταλαντώσεως, ἔχομε νέα φόρτιση τοῦ πυκνωτῆς C, κ.ο.κ.

Τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι νὰ παίρνωμε στὴν ἔξοδο παλμούς, που ἀντιστοιχοῦν στὶς ἡμιπερίοδες ἀγωγιμότητας τῆς λυχνίας. Οἱ παλμοὶ αὐτοὶ ἔχουν τὸ πλεονέκτημα ὅτι μποροῦν νὰ εἶναι πολὺ δξεῖς (ἡ διάρκειά τους ρυθμίζεται ἀπὸ 0,1 ἕως 25 μικροδλ. περίπου). Η μορφή τους εἶναι σχεδὸν δρθιογώνια. Μποροῦμε μάλιστα νὰ πάρωμε μία πολὺ καλὴ δρθιογώνια μορφὴ παλμῶν, ἀν φαλιδίσωμε τὶς κορυφὲς καὶ τὶς βάσεις τῆς τάσεως ἔξοδου καὶ κρατήσωμε μόνο τὰ διαγραμμισμένα τμήματα, που φαίνονται στὸ σχῆμα 22·3 ε.

Η συχνότητα ἐπαναλήψεως τῶν παλμῶν (ἀριθμὸς παλμῶν ἀνὰ sec) ρυθμίζεται εὔκολα, μεταβάλλοντας τὴν ἀντίσταση R. Είναι, ἔξ αλλου, δυνατὸν νὰ συγχρονίσωμε τὴν συχνότητα ἐπαναλήψεως μὲ τὴν συχνότητα ἑξωτερικοῦ σήματος, δπως καὶ στὸν πολυδονητές.

Ο ταλαντωτὴς ἀποκοπῆς χρησιμοποιεῖται κυρίως γιὰ νὰ παράγῃ παλμοὺς μὲ μικρὴ διάρκεια καὶ μὲ μεγάλη τάση κορυφῆς. Πρέπει δημοσιεύεις νὰ προσέχωμε στὴν κατασκευὴ του καὶ ἰδιαίτερα στὸ μετασχηματιστή, που θὰ γρηγορισμοποιήσωμε.

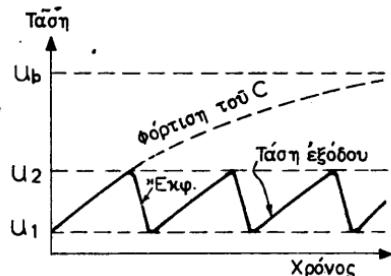
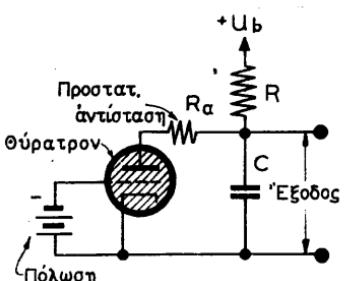
Πριονωτὲς γεννήτριες: Μία συνηθισμένη γεννήτρια πριονωτῆς τάσεως φαίνεται στὸ σχῆμα 22·3 ζ. Στὰ ἀκρα ἐνὸς κυκλώματος RC ἐφαριδόζεται μία συνεχῆς τάση U_ε, ἐνῷ οἱ ἀκροδέκτες τοῦ πυκνωτῆς C συνδέονται μὲ τὴν ἀνοδὸ καὶ τὴν κάθοδο μᾶς τροδηγῆς λυχνίας θύρωτρον (παρ. 8·10). Τὸ πλέγμα τῆς λυχνίας πολώνεται: ἔτσι, ὅστε η τάση ἐναύσεως U₂ τῆς λυχνίας νὰ εἶναι μικρὴ ὥς πρὸς τὴν συνεχῆ τάση U_ε.

Αἱμέσως μετὰ τὴν ἐφαρισγὴ τῆς τάσεως U_ε, ἔτσι η θύρωτρον δὲν εἶναι ἀκόμη ἀγώγιμη, δὲ πυκνωτὴς C φορτίζεται σύμφω-

να μὲ τὸ γνωστὸ νόμιο, ποὺ ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴν σταθερὰ χρόνου RC (παρ. 5·2).

Όταν δημοσίη ἡ τάση στὰ ἄκρα τοῦ πυκνωτῆς φθάσῃ τὴν τιμὴν ἐναύσεως, ἡ θύρατρον λονίζεται καὶ γίνεται ἀγώγημη. Ἐπειδὴ ἡ ἀντίσταση τῆς λυχνίας σὲ ἀγώγημη κατάσταση εἶναι μικρή, δι πυκνωτῆς ἐκφορτίζεται γρήγορα μέσα ἀπὸ τὴν λυχνία. Η ἐκφόρτιση διακόπτεται, διταν ἡ τάση στὰ ἄκρα τοῦ πυκνωτῆς πέσῃ μέχρι τὴν τάση σθέσεως U_1 τῆς λυχνίας. Μαναρχόμαστε, τότε, στὴν κατάσταση ὅπου ἡ θύρατρον δὲν εἶναι ἀγώγημη καὶ ἀρχίζει νέα περίοδος. Ἐτσι, ἡ τάση ἔξοδου στὰ ἄκρα τοῦ πυκνωτῆς ἔχει τὴν πριονωτὴν μορφὴν τοῦ σχήματος 22·3 ζ (δεξιά).

Ο τρόπος αὐτὸς παραγγῆς πριονωτῆς τάσεως ἀποτελεῖ χα-



Σχ. 22·3 ζ.

Πριονωτὴ γεννήτρια μὲ θύρατρον (ταλαντώσεις ἀνατροπῆς).

ρακτηριστικὴ περίπτωση ταλαντώσεων ἀνατροπῆς. Η συχνότητα τῆς πριονωτῆς τάσεως ρυθμίζεται, ἂν μεταβάλωμε τὴν ἀντίσταση R ἢ τὸν πυκνωτὴν C (χωρὶς νὰ ἀλλάξῃ στὸ μεταξὺ τὸ πλάτος τῆς ταλαντώσεως). Η μεγαλύτερη συχνότητα, ποὺ μποροῦμε νὰ ἐπιτύχωμε μὲ μία θύρατρον, εἶναι τῆς τάξεως τῶν 50 kc/s. Η συχνότητα τῆς πριονωτῆς γεννήτριας μπορεῖ εύκολα νὰ συγχρονισθῇ μὲ ἔνα ἐξωτερικὸ σῆμα, ὅπως καὶ στοὺς πολυιδονητὲς (τὸ σῆμα συγχρονισμοῦ ἔφαρμόζεται σὲ σειρὰ στὸ πλέγμα τῆς θύρατρον).

‘Η θύρατρον μπορεῖ νὰ ἀντικατασταθῇ μὲ μία λυχνία κενοῦ ἢ μὲ μία κρυσταλλολυχνία. ‘Η εἰσόδος τῆς λυχνίας πρέπει, τότε, νὰ διεγείρεται ἀπὸ καταλλήλους παλμούς, ποὺ νὰ κάνουν περιοδικὰ τὴ λυχνία ἀγώγιμη καὶ μὴ ἀγώγιμη. Μποροῦμε ἀκόμα νὰ κατασκευάσωμε πριονωτὲς γεννήτριες, χρησιμοποιώντας ἐνα πολυθονητή, ἵνα ταλαντωτὴ ἀποκοπῆς, ἢ καὶ μία ήμιτονικὴ γεννήτρια, ἀφεῖ νὰ προσθέσωμε στὴν ἔξοδο τὰ κατάλληλα κυκλώματα RC.

Μία πριονωτὴ τάση πρέπει νὰ είναι ὅσο τὸ δυνατὸ γραμμικὴ (νὰ ἔχῃ δηλαδὴ μορφή, ποὺ νὰ ἀποτελῇται ἀπὸ εὐθύγραμμα τμῆματα ἀνυψώσεως καὶ ἐπιστροφῆς), δ χρόνος ἐπιστροφῆς πρέπει νὰ είναι σχετικὰ πολὺ μικρὸς καὶ οἱ διαδοχικὲς ταλαντώσεις πρέπει νὰ είναι δημοιες μεταξύ τους. Σὲ δρισμένες ἐφαρμογὲς οἱ ἀπαιτήσεις αὗτες γίγονται αὐστηρότερες ἀπὸ τὸ συνηθισμένο, δπότε ἡ μορφὴ τῆς πριονωτῆς τάσεως πρέπει νὰ βελτιώνεται μὲ ἄλλα κατάλληλα κυκλώματα.

Δώσαμε, στὴν παράγραφο αὐτῆ, μερικὲς ἀρχὲς γιὰ τὰ παλμοκυκλώματα καὶ τὶς γεννήτριες τάσεως μὲ εἰδικὲς μορφές. Τὰ κυκλώματα αὗτὰ μποροῦν νὰ παρουσιάζωνται μὲ διάφορες ἀλλες ποικιλίες, έπωες μποροῦν ἐπίσης νὰ συνδυάζωνται μεταξύ τους. Δημιουργεῖται ἔτσι: ἓνα πλήθος ἀπὸ εἰδικὲς συνδεσμολογίες, ποὺ χρησιμοποιοῦνται σὲ πολλές ἐφαρμογές, δπως π.χ. στὶς διατάξεις σαρώσεως τῶν παλμογράφων, στὴν τηλεόραση, σὲ συσκευὲς γιὰ πειράματα τῆς Φυσικῆς, κλπ.

22·4 Αρχὴ τῆς τηλεοράσεως.

Τηλεόραση δημιάζομε τὴν ἀσύρματη διαδίκαση εἰκόνων σὲ μακρυνὲς ἀποστάσεις. Οἱ εἰκόνες μπορεῖν νὰ είναι μονωμένες φωτογραφίες χωρὶς κίνηση, συνήθως δημιουργεῖται μὲ διαδοχικὲς εἰκόνες ποὺ δίνουν τὴν ἐντύπωση τῆς κινήσεως, δπως στὸν κινηματογράφο. ‘Η τηλεόραση μπορεῖ ἐξ ἄλλου νὰ μεταδόση εἴτε ἀσπρόμαυρες

εἰκόνες (μὲν ὅλες τὶς διαβαθμίσεις τοῦ γκρίζου) εἴτε ἔγχρωμες εἰκόνες. Θὰ ἀσχοληθοῦμε κυρίως μὲ τὶς ἀσπρόμαυρες εἰκόνες καὶ θὰ πούμε στὸ τέλος λίγα λόγια γιὰ τὴν ἔγχρωμη τηλεόραση, ποὺ ἄλλωστε ἡ χρήση της εἶναι πρὸς τὸ παρόν περισσότερο.

Μία εἰκόνα δὲν μπορεῖ νὰ διαβιβασθῇ ἀλόκληρη, μὲ μᾶς. Ή μετάδοση γίνεται « σημεῖο πρὸς σημεῖο », διόπου κάθε « σημεῖο » ἀντιπροσωπεύει στὴν πράγματικότητα ἕνα μικρὸ τετραγωνάκι τῆς εἰκόνας. Τὰ τετραγωνάκια αὐτὰ ὀνομάζονται ψηφίδες ἢ στοιχεῖα. Η ὑποδιαίρεση σὲ στοιχεῖα λέγεται ἀνάλυση τῆς εἰκόνας.

Η ἀνάλυση μιᾶς εἰκόνας γίνεται κατὰ ὄριζόντιες (ἢ μᾶλλον κατὰ ἐλαφρὰ κεκλιμένες) γραμμές, ποὺ τὶς ὀνομάζομε γραμμὲς ἢ σειρὲς ἢ λωρίδες. Μποροῦμε, ἔτοι, νὰ παρεμοιάσωμε μία εἰκόνα μὲ μία σελίδα βιβλίου, ποὺ οἱ ἀράδες τῆς ἀντιστοιχοῦ στὶς γραμμὲς τῆς εἰκόνας καὶ τὰ γράμματα στὰ στοιχεῖα τῆς εἰκόνας. “Οπως μάλιστα τὸ ἕνα γράμμα διαφέρει γενικὰ ἀπὸ τὸ ἄλλο, ἔτοι καὶ κάθε στοιχεῖο εἰκόνας ἔχει τὴ δική του φωτεινότητα.

Γιὰ νὰ μεταδώσωμε μία εἰκόνα, ἐργαζόμαστε ὡς ἔξης: Μετατρέπομε στὸν πομπό, τὴν φωτεινότητα κάθε στοιχείου τῆς εἰκόνας σὲ ἀντιστοιχὸ ἡλεκτρικὸ σῆμα. Η μετατροπὴ αὐτὴ γίνεται μὲ τὴ βοήθεια ἑνὸς εἰδικοῦ τροποποιημένου καθοδικοῦ σωλήνα, ποὺ λέγεται σωλήνας φωτοληψίας. Ο σωλήνας φωτοληψίας κάνει αὐτὴ τὴ μετατροπὴ μὲ μία καθορισμένη τάξη, ἵδια μὲ τὴν τάξη ποὺ διαβάζομε μία σελίδα βιβλίου, δηλαδὴ διατρέχοντας τὰ στοιχεῖα μιᾶς γραμμῆς ἀπὸ τὰ ἀριστερὰ πρὸς τὰ δεξιά καὶ πηδώντας ἀπὸ τὴν μία γραμμὴ στὴν ἐπομένη τῆς. Μιὰ τέτοια « ἀνάγνωση » τῆς εἰκόνας, ποὺ γίνεται ἀπὸ τὴν κηλίδα τοῦ σωλήνα φωτοληψίας, λέγεται ἐξερεύνηση τῆς εἰκόνας. Η ἐξερεύνηση δίνει ἓνα πολύπλοκο ἡλεκτρικὸ σῆμα, ποὺ παρακολουθεῖ τὶς μεταβολὲς φωτεινότητας ἀπὸ στοιχεῖο σὲ στοιχεῖο καὶ ὀνομάζεται σῆμα εἰκόνας (σῆμα video). Τὸ σῆμα εἰκόνας (μαζὶ μὲ δρισμένα ἄλλα βοηθητικὰ σήματα) χρησιμοποιεῖται γιὰ νὰ διαμορφώσῃ κατὰ πλάτος

τὸ φέρον κῦμα τοῦ πομποῦ. Τέλος, τὸ διαμορφωμένο κῦμα ὑψηλῆς συχνότητας ἀκτινοβολεῖται στὸ χῶρο ἀπὸ τὴν κεραία ἐκπομπῆς.

Στὸ δέκτη οἱ λειτουργίες αὐτὲς ἀντιστρέφονται. Ἡ φώραση ἔχωρίζει ἀπὸ τὴν ὑψηλὴν συχνότητα τὸ σῆμα εἰκόνας καὶ τὰ διάφορα βοηθητικὰ σήματα. Τὸ σῆμα εἰκόνας ἐφαρμόζεται στὸ γῆλεκτρόδιο φωτεινότητας ἐνδεικοῦ καθοδικοῦ σωλήνα καὶ ρυθμίζει τὴ φωτεινότητα τῆς κηλίδας. Τὰ βοηθητικὰ σήματα χρησιμοποιοῦνται γιὰ νὰ συγχρονίζουν τὴ σάρωση τοῦ καθοδικοῦ σωλήνα ἔτσι, ὥστε κάθε στοιχεῖο τῆς εἰκόνας νὰ ἀναπαράγεται στὴν ἴδια σχετικὴ θέση, ποὺ εἶχε καὶ στὴν ἀρχικὴ εἰκόνα. Αὐτὸς ὁ συγχρονισμὸς εἶναι τελείως ἀπαραίτητη λειτουργία, γιατὶ διαφορετικὰ τὰ στοιχεῖα μπλέκονται μεταξύ τους καὶ ἡ εἰκόνα γίνεται ἀγνώριστη. "Οταν ἡ φωτεινότητα τῆς κηλίδας μεταφράζῃ σωστὰ τὸ σῆμα εἰκόνας καὶ δταν ὁ συγχρονισμὸς γίνεται μὲ ἀρκετὴ ἀκρίβεια, ἡ ἀρχικὴ εἰκόνα ἀναπαράγεται μὲ ίκανοποιητικὴ πιστότητα πάνω στὴν ὅθινη τοῦ καθοδικοῦ σωλήνα.

Ἡ ἐντύπωση τῶν κινουμένων εἰκόνων γίνεται δυνατὴ γάρη στὸ γεγονὸς δτι τὸ μάτι μας ἔχει ἔνα εἰδος ἀδρανείας. "Οταν δηλαδὴ παρατηροῦμε ἔνα ἀντικείμενο καὶ τὸ ἀντικείμενο πάψῃ ἔμφασικὰ νὰ ὑπάρχῃ, ἐμεῖς καὶ μετὰ τὴν ἔξαφάνισή του ἔξαφολου-θοῦμε νὰ διατηροῦμε τὴν ἐντύπωση δτι τὸ βλέπομε γιὰ ἔνα μικρὸ χρονικὸ διάστημα (περίπου 1/20 τοῦ sec). "Αν μέσα σ' αὐτὸ τὸ χρονικὸ διάστημα μᾶς προβληθῇ μία ἄλλη λίγο διαφορετικὴ εἰκόνα τοῦ ἀντικειμένου, ἡ ἐντύπωσή μας εἶναι δτι ἡ δεύτερη εἰκόνα εἶναι: συνέχεια τῆς πρώτης. Γιὰ νὰ παρακολουθήσωμε λοιπὸν τὴν κίνηση, ἀρκεῖ νὰ μᾶς προβάλλωνται διαδοχικὲς εἰκόνες μὲ ἀρκετὴ ταχύτητα. Π.χ. στὸν κινηματογράφο προβάλλονται συνήθως 24 εἰκόνες στὸ sec, ἐνῶ στὴν τηλεόραση 30 εἰκόνες στὸ sec.

"Αρα, μία εἰκόνα τηλεοράσεως πρέπει νὰ μεταδοθῇ π.χ. μέσα σὲ 1/30 sec. Στὸ μικρὸ αὐτὸ χρονικὸ διάστημα πρέπει νὰ μεταδοθοῦν δλα τὰ στοιχεῖα μᾶς εἰκόνας. Τὰ στοιχεῖα αὐτὰ εἶναι:

πολυάριθμα και μάλιστα δυο πιθανότητες είναι, τόσο ή εἰκόνα μεταδίδεται καθαρότερη, έχομε δηλαδή, δύος λέμε, καλύτερο προσδιορισμό. Ένας καλδεανός προσδιορισμός απαιτεί άναλυση της εἰκόνας σε 200 000 στοιχεῖα ή περισσότερα. Όταν σὲ κάθε sec μεταδίδωνται 30 εἰκόνες, αὐτὸς θὰ πηδεί σε 200 000 × 30 = 6 000 000 στοιχεῖα σὲ κάθε sec.

Άς υποθέσωμε τώρα, ἀπλοποιώντας τὰ πράγματα, ὅτι τὰ στοιχεῖα μιᾶς γραμμῆς είναι διαδοχικὰ ἀσπρα και μαύρα και ὅτι ἔνα ζευγάρι ἀσπρο-μαύρο ἀντιστοιχεῖ σὲ μία περίοδο τοῦ σήματος εἰκόνας. Άφοῦ τὸ σῆμα εἰκόνας περιέχη τουλάχιστον 3 000 000 ζευγάρια ἀσπρο-μαύρο, ή συγχότητα τοῦ σήματος εἰκόνας θὰ είναι τουλάχιστον 3 Mc/s. Τὸ σῆμα αὐτὸς διαμορφώνει κατὰ πλάτος τὴν ύψης γραμμῆς νὰ γίνη ή διαμόρφωση, πρέπει νὰ ἔχωμε τουλάχιστον 10 ή 20 περιόδους Γ.Σ. μέσα σὲ κάθε περίοδο τοῦ σήματος εἰκόνας. Επομένως, ή Γ.Σ. τοῦ φέροντος κύματος πρέπει νὰ είναι μεγαλύτερη ἀπὸ 30 ή 60 Mc/s, ἃς πούμε μεγαλύτερη ἀπὸ 50 Mc/s (50 ὁς 1 000 Mc/s). Αὐτὸς σημαίνει ὅτι οἱ ἐκπομπὲς τηλεοράσεως γίνονται υποχρεωτικὰ σὲ υπερβραχέα κύματα (μὲ μῆκος κύματος ἀπὸ 6 μέτρα ὁς 30 ἑκατοστά).

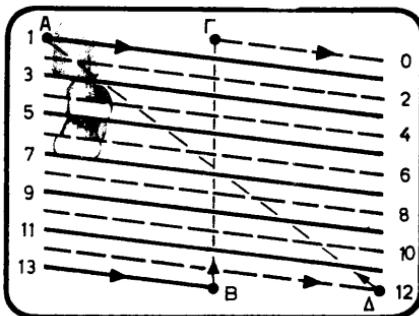
Τὰ υπερβραχέα δικινητά κύματα διαδίδονται μόνο μέχρι τὸν ὀπτικὸ δρίζοντα τῆς κεραίας ἐκπομπῆς ή λίγο πάρα - πέρα. Και τούτο, γιατὶ τὰ κύματα αὐτὰ οὕτε ἀνακλῶνται ἀπὸ τὴν ιονόσφαιρα, οὕτε παρακολουθοῦν πολὺ τὴν καμπυλότητα τῆς γῆς (παρ. 21·12). "Αρα, οἱ ἐκπομπὲς τηλεοράσεως μποροῦν νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἄμεσα σὲ ἀποστάσεις μέχρι 100 km περίπου. Γιὰ μεγαλύτερες ἀποστάσεις παρεμβάλλονται σταθμοὶ ἀναμεταδόσεως, δηλαδή σταθμοί, ποὺ παίρνουν τὸ σῆμα τοῦ ἀρχικοῦ σταθμοῦ και τὸ ἐκπέμπουν πάλι. Τελευταῖα γίνονται και ἄμεσες ἐκπομπὲς τηλεοράσεως, χωρὶς ἀναμετάδοση, σὲ πολὺ μεγάλες ἀποστάσεις (δεκάδες χιλιάδες km) μὲ τὴ βοήθεια τεχνητῶν δορυφόρων.

‘Η μετάδοση εἰκόνων τηλεοράσεως συνοδεύεται συνήθως μὲ σύγχρονη μετάδοση ἥχου. Ο ἥχος ἐκπέμπεται μὲ χωριστὸ φέρον κύμα ποὺ διαμορφώνεται κατὰ συχνότητα.

Αὐτὴ εἶναι ἡ ἀρχὴ τῆς τηλεοράσεως. Ἄλλὰ ἀπὸ τὴν ἀρχὴν, ποὺ εἶναι ἀρκετὰ ἀπλῆ, μέχρι τὴν πρακτικὴ πραγματοποίησην ὑπάρχει ἀπόσταση. Οἱ κατασκευαστικὲς λεπτομέρειες, τὰ διάφορα τεχνάσματα, ἡ ἀκρίβεια, μὲ τὴν δποία λειτουργοῦν πολύπλοκες διατάξεις, συντελοῦν, ὥστε τὰ σημερινὰ συστήματα τηλεοράσεως νὰ εἶναι ἀπὸ τὰ πιὸ ἔξυπνα δημιουργήματα τοῦ ἀνθρώπου. Ωστέο, δὲν θὰ μπορέσωμε νὰ δώσωμε ἐδῶ παρὰ λίγες μόνο ἀκόμη, πληροφορίες.

22·5 Έξερεύνηση τῆς είκόνας καὶ συγχρονισμός.

‘Η ἐξερεύνηση τῆς είκόνας (τόσο στὴν ἐκπομπή, δσο καὶ στὴ λόγιψη) γίνεται σύμφωνα μὲ τὸ μηχανισμό, ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 22·5 α, ἀρχέσοντας ἀπὸ τὸ ἐπάνω ἀριστερὸ ἄκρο Α τῆς είκόνας.



Σχ. 22·5 α.

‘Ο μηχανισμὸς ἐξερευνήσεως τῆς είκόνας (ὁ ἀριθμὸς γραμμῶν εἶναι στὴν πραγματικότητα πολὺ μεγαλύτερος).

‘Οταν ἡ κγλίδα ἐξερευνήσεως φθάσῃ στὸ τέλος τῆς γραμμῆς No 1, ἡ κγλίδα ἐπιστρέφει στὴν ἀρχὴ ὅχι τῆς γραμμῆς No 2, ἀλλὰ τῆς γραμμῆς No 3. Μὲ τὸν ἵδιο τρόπο σαρώνονται διαδοχικὰ ὅλες

οι γραμμές περιττής τάξεως (1, 3, 5, 7,...), εώς ότου ή κηλίδα φθάση στὸ μέσο τῆς τελευταίας γραμμῆς (σημεῖο Β τοῦ σχήματος). Ἀπὸ ἐκεῖ ή κηλίδα ἐπιστρέφει στὸ μέσο (Γ) τῆς γραμμῆς Νο 0 καὶ σαρώνει διαδοχικά, πάντοτε ἀπὸ τὰ ἀριστερὰ πρὸς τὰ δεξιά, ὅλες τὶς γραμμές ἀρτίας τάξεως (0, 2, 4, 6,...).

Μὲ τὸν τρόπον κάθε εἰκόνα συγκροτεῖται ἀπὸ δύο σύνολα γραμμῶν, ποὺ δυνομάζονται πεδία. Τὸ ἔνα πεδίο σχηματίζεται ἀπὸ τὶς περιττές γραμμές καὶ τὸ ἄλλο ἀπὸ τὶς ἀρτίες γραμμές. Τὰ δύο πεδία συνυφαίνονται καὶ ἀποδίδουν τὴν ἀρχικὴν εἰκόναν. Ἐνα τέτοιο εἶδος συνυφάνσεως χρησιμοποιεῖται, γιατὶ ἔξασφαλίζει δρισμένα πλεονεκτήματα καὶ εἰδικότερα γιατὶ ἔτσι ἀποφεύγεται κάθε περίπτωση νὰ τρεμοσβήνῃ ή εἰκόνα στὴν δθόνη τοῦ δέκτη.

Κατὰ τὴν ἐπιστροφὴν τῆς ἀπὸ τὸ τέλος μιᾶς γραμμῆς στὴν ἀρχὴν τῆς ἐπομένης, ή κηλίδα ἔξαφαντεῖται, ἢ δηποτε λέμε ἀμαυρώνεται σὲ τρόπο, ὥστε ή ἐπιστροφὴ νὰ μὴ γίνεται δρατὴ ἀπὸ τὸ θεατή. Ἄμαυρωση γίνεται ἐπίσης καὶ κατὰ τὴν ἐπιστροφὴν τῆς κηλίδας ἀπὸ τὸ τέλος ἐνδές πεδίου στὴν ἀρχὴν τοῦ ἐπομένου. Πρέπει μάλιστα νὰ σημειωθῇ ὅτι ή ἐπιστροφὴ ἀπὸ πεδίο σὲ πεδίο δὲν γίνεται στὴν πραγματικότητα κατὰ τὶς εὐθεῖες γραμμές ΒΓ καὶ ΔΑ τοῦ σχήματος 22·5 α, ἀλλὰ κατὰ ἓνα ἄλλο δρόμο ζίγκ-ζάγκ.

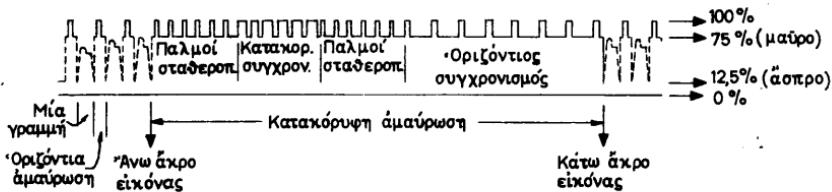
Ο δλικὸς ἀριθμὸς γραμμῶν, στὶς ἑποῖες ἀναλύεται μία εἰκόνα (δύο πεδία), διαφέρει στὶς διάφορες χῶρες ἀνάλογα μὲ τοὺς κανονισμοὺς ἃ τὰ πρότυπα, ποὺ ἔχει δεγχθῆ κάθε χώρα. Στὴν Ἀμερικὴ (Η.Π.Α.) ἔχομε 525 γραμμές ἀνὰ εἰκόνα, στὴν Εὐρώπη 625 καὶ ἔξαιρετικὰ στὴ Γαλλία 819 γραμμές ἀνὰ εἰκόνα. Ἀπὸ τοὺς ἀριθμοὺς αὐτοὺς ἀφαιροῦνται οἱ γραμμές, ποὺ ἀντιστοιχοῦν στὸ χρόνο ἐπιστροφῆς τῆς κηλίδας ἀπὸ πεδίο σὲ πεδίο. Η.χ. ἀπὸ τὶς 525 γραμμές τῆς ἀμερικανικῆς τηλεοράσεως πρέπει νὰ ἀφαιρεθοῦν 40 γραμμές γιὰ τὴν κατακόρυφη ἐπιστροφή, διό-

τε χρησιμοποιοῦνται στὴν πραγματικότητα 485 γραμμὲς ἀνὰ εἰκόνα.

“Οσο μεγαλύτερος εἶναι ὁ ἀριθμὸς γραμμῶν ἀνὰ εἰκόνα, τόσο καλύτερος εἶναι ὁ προσδιορισμὸς τῆς εἰκόνας, δηλαδὴ, η λόγῳ εἶναι κατ’ ἀρχὴν καθαρότερη. Ταυτόχρονα ὅμως η συγχρόνια τοῦ σύμματος εἰκόνας γίνεται ὑψηλότερη, δπότε ἀνάλογα ὑψηλότερη πρέπει νὰ εἶναι καὶ η συγχρόνη τοῦ φέροντος κύματος. Μὲ αὗτες τὶς συνθῆκες, οἱ κατατκευὲς γίνονται δυσκολώτερες.

“Η ἔξερεύνηση καὶ η διαδοχὴ πεδίων καὶ εἰκόνων πρέπει, ὅπως εἴπαμε, νὰ εἶναι αὐτηρὰ συγχρονισμένες ἀνάμεσα στὸν πομπὸ καὶ στὸ δέκτη. Ο συγχρονισμὸς ἐπιτυγχάνεται ιὲ εἰδικοὺς παλμούς, ποὺ παράγονται στὸν πομπὸ καὶ ἀκτινοθεόλουνται σὰν μέρος τῆς διαμορφώσεως τοῦ φέροντος κύματος.

Τελικά, τὸ σῆμα διαμορφώσεως τοῦ φέροντος κύματος παίρνει τὴν μορφὴν τοῦ σχύματος 22·5 β. Η στάθμη 12,5 % τοῦ φέ-



Σχ. 22·5 β.

Τὸ κανονικὸ (τυποποιημένο) σῆμα διαμορφώσεως (κατὰ τοὺς ἀμερικανικοὺς κανονισμοὺς) καὶ εἰδικότερα τὸ μῆμα τοῦ σήματος, ποὺ ἀντιστοιχεῖ στὸ πέρασμα ἀπὸ ἕνα πεδίο σὲ ἄλλο. Οἱ ταλαντώσεις ὑψηλῆς συγχρόνητας δὲν ἔχουν σχεδιασθῆ.

ροντος κύματος ἀντιστοιχεῖ (κατὰ τὰ ἀμερικανικὰ πρότυπα) στὸ ἀσπρό, ἐνῷ η στάθμη 75 % τοῦ μεγίστου ἀντιστοιχεῖ στὸ μαῦρο. Οἱ παλμοὶ συγχρονισμοῦ παράγονται κατὰ τὰ διαστήματα ἀμιαυρώσεως καὶ τοποθετοῦνται ἀνάμεσα στὶς στάθμας 75 % καὶ 100 % (μεταδίδονται δηλαδὴ σὰν σήματα « πιὸ μαύρα » ἀπὸ τὸ μαῦρο).

Παρατηρώντας τὸ σχῆμα 22·5 β ἀπὸ τὰ ἀριστερὰ πρὸς τὰ δεξιά, βλέπομε ὅτι τὸ σῆμα κάθε γραμμῆς ἀκολουθεῖται ἀπὸ ἕνα παλμὸ δριζοντίας ἀμαυρώσεως, ποὺ ἔχει ἀπὸ πάνω του ἕνα παλμὸ ὁριζοντίου συγχρονισμοῦ (συγχρονισμοῦ δριζοντίας γραμμῆς). Κατόπιν ἀρχίζει ἡ περίοδος τῆς κατακόρυφης ἀμαυρώσεως, ποὺ ἀντιστοιχεῖ στὸ πέρασμα ἀπὸ ἕνα πεδίο σὲ ἄλλο. Ἡ περίοδος αὐτὴ περιλαμβάνει: παλμοὺς σταθεροποιήσεως, γιὰ τὴ σταθεροποίηση τοῦ ρυθμοῦ περάσματος ἀπὸ πεδίο σὲ πεδίο, παλμοὺς κατακόρυφου συγχρονισμοῦ, ἄλλους παλμοὺς σταθεροποιήσεως καὶ παλμοὺς δριζοντίου συγχρονισμοῦ.

Οἱος αὐτοὶ οἱ παλμοὶ παράγονται στὸν πομπὸ ἀπὸ εἰδικὴ γεννήτρια συγχρονισμοῦ. Ἡ γεννήτρια αὐτὴ εἶναι ἕνα συγκρότημα ἀπὸ παλμούς κλώματα, ποὺ τὶς βασικὲς ἀρχές τους τὶς ἀναφέραμε στὴν παράγραφο 22·3.

22·6 Σωλήνες φωτοληψίας.

Ἡ μετατροπὴ μιᾶς εἰκόνας σὲ ἡλεκτρικὸ σῆμα εἰκόνας (video) γίνεται, ὅπως εἴπαμε, μὲ ἕνα σωλήνα φωτοληψίας (camera). Ὁ σωλήνας φωτοληψίας εἶναι τὸ πρῶτο κατὰ σειρὰ δργανό ἐνδὲ πομποῦ τηλεοράσεως καὶ ὁ ρόλος του εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ μηχρόφωνο ἐνδὲ πομποῦ ραδιοφωνίας.

Τὸ πάραφον διάφορα εἰδὴ ἀπὸ σωλήνες φωτοληψίας, ποὺ ἔχουν διάφορα διάμετρα: εἰκονοσκόπιον, δρομικόν, βίντικον, κλπ. Οἱος τους εἶναι στὴν οὐσία εἰδικοὶ τροποποιημένοι καθεδικοὶ σωλήνες, γιὰ τοὺς ὅποιους μιλήσαμε γενικὰ στὴν παράγραφο 22·1. Παρ’ ὅτι τὸ εἰκονοσκόπιο εἶναι παλαιότερο (ἀνακαλύφθηκε τὸ 1934 ἀπὸ τὸν Ζεύρουκιν), θὰ περιγράψωμε κυρίως τὸ δρομικόν, ποὺ γρηγοροποιεῖται σήμερα εὐρύτατα χάρη στὴ μεγάλη του εύαισθησία καὶ στὴν ἵκαντητά του νὰ δίνῃ καθαρότερες εἰκόνες.

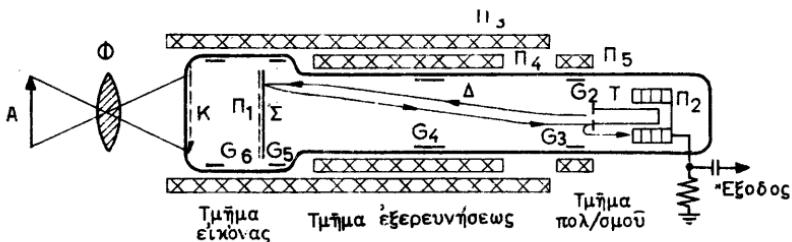
Ἐνας σωλήνας δρομικὸν εἶναι κατασκευασμένος ὅπως δείχνει τὸ σχῆμα 22·6 α. Τὸ τιτῆμα εἰκόνας τοῦ σωλήνα ἀντικαθίστα-

τὴν ὁθόνη ἐνὸς συνγθισμένου καθοδικοῦ σωλήνα καὶ ἀποτελεῖται ἀπὸ μία φωτοκάθοδο, ἵνα προστατεύτικὸ πλέγμα καὶ ἔνα στόχο. Ἡ φωτοκάθοδος (τὰν αὐτὴν ποὺ χρησιμοποιεῖται στὰ φωτοκύτταρα, παρ. 8·12) ἀποτελεῖται ἀπὸ ἔνα φύλλο τόσο λεπτό, ὥστε, ὅταν ἡ μία ὅψη του προσβάλλεται μὲν φῶς, γὰρ ἐκπέμπη φωτογλεκτρόνια ἀπὸ τὴν ἄλλη ὅψη. Τὸ προστατευτικὸ πλέγμα εἰνὸς ἔνα λεπτὸ μεταλλικὸ δικτυωτὸ μὲ ἑκατοντάδες χιλιάδες βρόγους. Ο στόχος εἶναι πολὺ κοντά στὸ προστατεύτικὸ πλέγμα καὶ ἀποτελεῖται ἀπὸ λεπτὴ γυάλινη πλάκα, ποὺ ἔχει ὅμιλος μία θρισμένη ἀγωγιμότητα ἔτι, ὥστε νὰ μποροῦν νὰ μετακινοῦνται γήλεκτρόνια μέσα ἀπὸ τὸ δικιό της, ἀπὸ τὴν μία ὅψη της τὴν ἄλλη.

Τὰ ὑπόλοιπα τμῆματα τοῦ ὁρθικὸν μοιάζουν κάπως περισσότερο μὲ τὸν συνγθισμένο καθοδικὸ σωλήνα, ἔχουν ὅμιλος καὶ οὐσιώδεις διαφορές. Π.χ. στὸ τμῆμα ἐξερευνήσεως, ὅπως ἄλλωστε καὶ στὰ ἄλλα τμῆματα τοῦ σωλήνα, χρησιμοποιοῦνται εἰδικὰ συστῆματα ἑστιάσεως (μαγνητικοῦ καὶ γήλεκτροστατικοῦ εἴδους). Ἐλλαγὴ διαφορὰ εἶναι ὅτι τὸ γήλεκτρονικὸ τηλεβόλο τοῦ σωλήνα περιέχει ἀλλεται ἀπὸ ἔνα φωτοπολλαπλασιαστὴν (παρ. 1·9·15) ποὺ ἀποτελεῖ κύριο ὅργανο τοῦ τμήματος πολλαπλασιασμοῦ (σχῆμα 22·6·α).

Τὸ ὁρθικὸν λειτουργεῖ μὲ τὸν ἑξῆς τρόπο. Ἀφοῦ τὰ διάφορα γήλεκτρόδια τοῦ σωλήνα τροφοδοτηθοῦν μὲ τὶς κατάλληλες συνεγείταις τάξεις, ἡ εἰκόνα, ποὺ θέλοιμε νὰ μεταδώσωμε, προσβάλλεται μὲ τὴν βούθεια ἐνὸς καταλλήλου συστήματος φακὸν πάνω στὴν ἐξωτερικὴ ὅψη τῆς φωτοκαθόδου. Ἀπὸ τὴν ἐσωτερικὴν ὅψη τῆς καθόδου ἐκπέμπονται τότε φωτογλεκτρόνια, ποὺ δὲ ἀριθμός τους δὲ κάθε θέσῃ τῆς φωτοκαθόδου εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν φωτεινότητα τοῦ ἀγνιστούχου στοιχείου τῆς εἰκόνας. Τὰ φωτογλεκτρόνια ἔλκονται πρὸς τὸ προστατευτικὸ πλέγμα, τὰ περισσότερα ὅμιλος ἀπὸ αὐτὰ περνοῦν μέσα ἀπὸ τοὺς βρόγους τοῦ προστατευτικοῦ πλέγματος καὶ κτυποῦν πάνω στὸ γυάλινο στόχο. Κατὰ τὴν α-

νικήσῃ τους αὐτή, τὰ φωτογλεκτρόνια ἔστιάζονται πάνω στὸ στόχο μὲ συνδυασμένη δράση τοῦ πηγήσου ἔστιάσεως καὶ τοῦ πλέγματος Χε (i).



Σχ. 22·δ α. Σωλήνας φωτοληψίας όρθικόν.

Λ = ἀντεικείμενο (ἡ εἰκόνα, ποὺ θέλουμε νὰ μεταδώσωμε). Φ = σύστημα φακῶν. K = φωτοκάθοδος (-600 βόλτ.). Π_1 = προστατευτικὸ πλέγμα ($+1$ βόλτ.). Σ = στόχος. Δ = ἡλεκτρονικὴ δέσμη. $T + G_2$ = ἡλεκτρονικὸ τηλεβόλο (προσγειωμένο, 0 βόλτ.). Π_2 = φωτοπλατλασιαστής. Π_3 = πηνίο ἔστιάσεως. Π_4 = πηνία δριξοντίας καὶ κατακόρυφης ἀπολίσεως. Π_5 = πηνίο εὐθυγραμμίσεως τῆς δέσμης. G_3 = πλέγμα γιὰ τὴν ἀπόκλιση τῆς δέσμης πρὸς τὸ φωτοπόλ/στή. G_4 = πλέγμα ποὺ βελτιώνει τὴν ἔστιαση τῆς δέσμης. G_5 = πλέγμα ποὺ ἐπιβραδύνει τὰ ἡλεκτρόνια τῆς δέσμης πρὸς κτυπήσουν στὸ στόχο. G_6 = πλέγμα ποὺ βοηθᾶ τὴν ἔστιαση τῶν φωτογλεκτρονίων ἀπὸ τὴν φωτοκάθοδο πρὸς τὸ στόχο.

Τὰ ἀρχικὰ (πρωτογενῆ) φωτογλεκτρόνια βοηθαρδίζουν τὸ στόχο καὶ προκαλοῦν ἀπὸ μέρους του δευτερογενῆ ἐκπομπὴ ἡλεκτρονίων (παρ. 8·2 καὶ 8·8). Τὰ δευτερογενῆ ἡλεκτρόνια ἔλικονται πρὸς τὸ προστατευτικὸ πλέγμα. Καθὼς δημοσ ὁ στόχος χάνει ἔτοι: ἡλεκτρόνια, φανερώνονται στὶς διάφορες θέσεις του θετικὰ ἡλεκτρικὰ φορτία. Τὸ θετικὸ φορτίο σὲ κάθε θέση εἶναι τόσο μεγαλύτερο, ὅσο ἡ φωτεινότητα τοῦ ἀντιστοίχου στοιχείου τῆς εἰκόνας εἶναι μεγαλύτερη. "Αρα, ἡ κατανομὴ τῶν θετικῶν φορτίων πάνω στὸ στόχο ἀναπαράγει τὴν κατανομὴ τῆς φωτεινότητας πάνω στὴν εἰκόνα. Ο φορτισμένος στόχος ἀποτελεῖ λοιπὸν τὴν ἡλεκτρικὴ ἀποτύπωση τῆς φωτεινῆς εἰκόνας.

"Η ἡλεκτρικὴ ἀποτύπωση πρέπει τώρα νὰ ἐξερευνηθῇ ἀπὸ

τὴν ἡλεκτρονικὴν δέσμην τοῦ σωλήνα. Ἡ ἐξερεύνηση γίνεται ἀπὸ τὴν πίσω ὅψη τοῦ στόχου, ποὺ σαρώνεται ἀπὸ τὴν ἡλεκτρονικὴν κηλίδα. Σὲ κάθε θέση τοῦ στόχου, ἡ δέσμη ἀφύγει τόσα ἡλεκτρόνια, ὃσα χρειάζονται γιὰ νὰ ἔξουδετερωθῇ τὸ θετικὸ φορτίο στὴ θέση αὐτῆς. Τὰ ὑπόλοιπα ἡλεκτρόνια τῆς δέσμης γυρίζουν πίσω πρὸς τὸ ἡλεκτρονικὸ τηλεβόλο. Ἡ δέσμη ἐπιστροφῆς ἔχει ἔνταση, ποὺ μεταβάλλεται ἀνάλογα μὲ τὴ φωτεινότητα τῶν διαδοχικῶν στοιχείων τῆς εἰκόνας.

Τὰ πολλὰ ἡλεκτρόνια τῆς δέσμης ἐπιστροφῆς βομβαρδίζουν τὸ πλέγμα No 2 τοῦ ἡλεκτρονικοῦ τηλεβόλου καὶ προκαλοῦν νέα δειντερεύουσα ἐκπομπὴν ἡλεκτρονίων. Τὰ δειντερεύοντα αὐτὰ ἡλεκτρόνια ὑποχρεώνονται, ἀπὸ τὴν τάση τοῦ πλέγματος No 3, νὰ κατευθυνθοῦν πρὸς τὸ φωτοπολλαπλασιαστή. Ο ρέλος τοῦ φωτοπολλαπλασιαστῆς εἶναι νὰ ἔνισχύῃ τὶς μεταβολές ἐντάσεως τῆς ἡλεκτρονικῆς δέσμης. "Ἐτσι, παίρνομε στὴν ἔξοδο τοῦ φωτοπολλαπλασιαστῆς ἕνα ἔνισχυμένο σῆμα, ποὺ ἀναπαράγει τὶς μεταβολές φωτεινότητας τῶν διαδοχικῶν στοιχείων τῆς ἀρχικῆς εἰκόνας. "Ενα μαύρο στοιχεῖο τῆς εἰκόνας ἀντιστοιχεῖ σὲ μέγιστο τοῦ σήματος ἔξόδου, ἐνῶ ἔνα ἀσπρό στοιχεῖο δίνει ἐλάχιστο στὸ σῆμα ἔξόδου.

Τὰ ἄλλα εἰδη σωλήνων φωτοληψίας διαφέρουν κυρίως κατὰ τὴν ἡλεκτρικὴν ἀποτύπωση τῆς εἰκόνας καὶ τὴν ἐξερεύνηση. Π.χ. στὸ σωλήνα βίντικον, τὸ φωτοπαθές ὑλικὸ εἶναι ἥμιαγωγός, ποὺ ἡ λειτουργία τοῦ στηρίζεται στὸ ἐσωτερικὸ φωτοηλεκτρικὸ φανόμενο (παρ. 19 · 15). Τὸ βίντικον εἶναι ἀπλούστερο ἀπὸ τὸ δρυικόν, παρ' ὅλο ἔτι ἔχει τὴν ἴδια περίπου εὐαίσθησίαν. Ἡ ἀπόδοση τῆς μιας τῶν εἰκόνων, καὶ ἴδιως γιὰ σκηνὴς μὲ γρήγορη κίνηση, δὲν εἶναι τὸ ἴδιο καλή (πρὸς τὸ παρὸν τουλάχιστον).

Τὸ εἰκονοσκόπιο χρησιμοποιεῖ γιὰ τὴν ἡλεκτρικὴν ἀποτύπωση τῆς εἰκόνας ἔνα μωσαϊκό. Τὸ μωσαϊκὸ ἀποτελεῖται ἀπὸ πολυάριθμα μικροσκοπικὰ σταγονίδια φωτοπαθοῦς οὖσίας (καὶ τούς),

ποὺ συγκρατοῦνται: χωρισμένα μεταξύ τους πάνω σὲ ἐναὶ ἐπίπεδο φύλλο μονωτικοῦ ὄλικοῦ (μίκας). Ἡ ἀλληλή ἔψη τοῦ φύλλου εἰναι καλυμμένη μὲ μία στρώσῃ ἀπὸ ἀγώγιμο ὄλικὸ (ἀπὸ γραφίτη). Κάθε σταγονίδιο σχηματίζει μὲ τὴν ἀγώγιμη στρώση ἐναὶ μικροσκοπικὸ πυκνωτή.

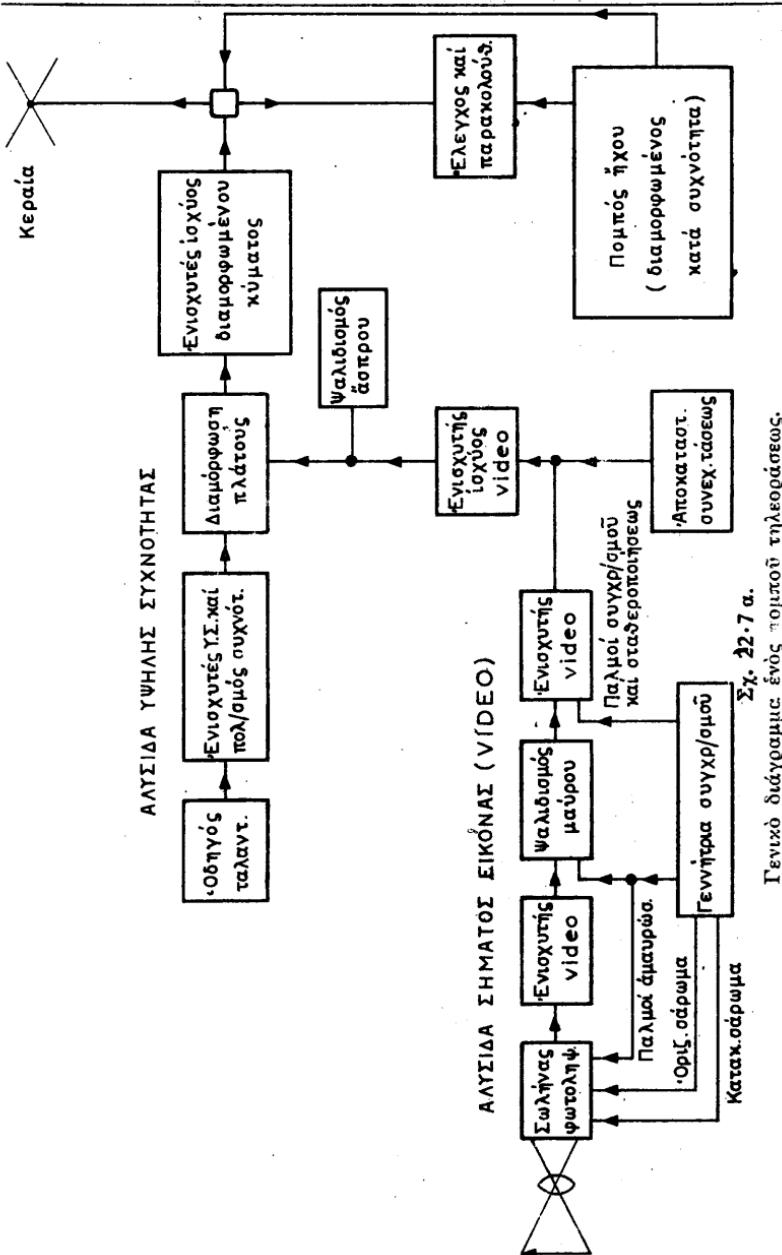
“Οταν μία εἰκόνα προβάλλεται πάνω στὸ μωσαϊκὸ τοῦ εἰκονοσκοπίου, τὰ σταγονίδια ἐκπέμπουν φωτογλεκτρόνια καὶ οἱ μικροσκοπικοὶ πυκνωτὲς φορτίζονται. Ἡ φόρτιση σὲ κάθε θέση εἰναι τόσο μεγαλύτερη, ὅσῳ ὁ φωτισμὸς στὴ θέση αὐτῇ εἰναι ἰσχυρότερος. Ἐτοι, ἡ φωτεινὴ εἰκόνα ἀποτυπώνεται σὲ μία κατανομὴ ἀπὸ δυναμικὰ (τάσεις) φορτίσεως. Ἡ γλεκτρικὴ ἀποτύπωση μετατρέπεται σὲ σῆμα εἰκόνας, ἐκφορτίζοντας τὸν μικροσκοπικὸν πυκνωτὲς τὸν ἐνα ὑστερα ἀπὸ τὸν ἀλλο. Τὸ μέσο ἐκφορτίσεως εἰναι ἡ γλεκτρονικὴ δέσμη τοῦ σωλήνα, ἡ ὁποία σαρώνει τὸ μωσαϊκό.

Τὸ εἰκονοσκόπιο ἔχει σχετικὰ μικρὴ εὐαισθησία καὶ χρησιμοποιεῖται γιὰ μετάδοση εἰκόνων μὲ ἴσχυρὸ φωτισμὸ ἢ γιὰ μετάδοση κινηματογραφικῶν φίλμ.

22.7 Πομποὶ τηλεοράσεως.

Τὸ γενικὸ διάγραμμα ἐνὸς κανονικοῦ πομποῦ τηλεοράσεως φαίνεται στὸ σχῆμα 22.7 α. Στὸ συγκρότημα ἐνσωματώνονται ἐνας πομπὸς εἰκόνας καὶ ἐνας πομπὸς ἥχου. Ὁ πομπὸς εἰκόνας ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ τὴν ἀλυσίδα ὑψηλῆς συχνότητας καὶ διαμορφώσεως, τὴν ἀλυσίδα εἰκόνας (video) καὶ συγχρονισμοῦ, τὸ τμῆμα τῆς κεραίας ἐκπομπῆς, τὸ τμῆμα τῶν ὀργάνων ἐλέγχου καὶ παρακολούθησεως, τὶς ἐγκαταστάσεις γιὰ τὴν τροφοδότηση σὲ ἴσχυ, περιλαμβάνει δὲ καὶ διάφορες βοηθητικὲς διατάξεις. Εἰναι ἀλήθεια ὅτι ἐνα τέτοιο διάγραμμα θυμίζει μὲν τὸν πομπὸ ραδιοφωνίας (Κεφ. 1·1, σχ. 11·5 γ), εἰναι δημως πολυπλοκότερο καὶ παρουσιάζει διαφορὲς ἀρκετὰ σημαντικές.

‘Ἡ ἀλυσίδα ὑψηλῆς συχνότητας ἀποτελεῖται ἀπὸ τὰ ἔξης



μέρη. Ἐπὶ κεφαλῆς εὑρίσκεται ἔνας ὀδηγὸς ταλαντωτῆς μὲ κρύσταλλο (παρ. 11·3), ποὺ παράγει μία συχνότητα χαμηλότερη ἀπὸ τὴν Γ.Σ. τοῦ φέροντος κύματος. Ἡ ταλάντωση αὐτῇ ἐνισχύεται: μὲ ἐνισχυτές Γ.Σ. σὲ τάξη Γ (παρ. 9·9 καὶ Κεφ. 14). Συγχρόνως ἡ συχνότητα πολλαπλασιάζεται: μέχρις ὅτου πάρη τὴν τιμὴν ποὺ θέλομε νὰ δώσωμε στὴν συχνότητα τοῦ φέροντος κύματος (μέσα στὴν περιοχὴ 50 ὥς 1000 Mc/s, ὑπερβραχέα κύματα). Ἔνας ἐνισχυτής Γ.Σ. κάνει πολλαπλασιασμὸς τῆς συχνότητας, ὅταν ἡ ἔξοδός του εἶναι συντονισμένη σὲ μία ἀρμονικὴ (ἔνα πολλαπλάσιο) τῆς συχνότητας εἰσόδου.

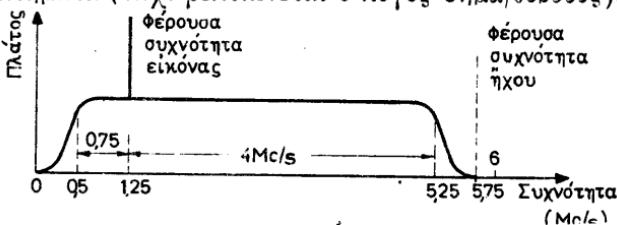
Τὸ φέρον κύμα ὀδηγεῖται ἀκολούθως στὴν βαθμίδα διαμορφώσεως, δπου συναντᾶται μὲ τὸ ἐνισχυμένο σῆμα εἰκόνας. Ἡ διαμόρφωση κατὰ πλάτος γίνεται ἀπὸ τὸ πλέγμα τῆς λυχνίας διαμορφώσεως. Κατόπιν, τὸ διαμορφωμένο φέρον κύμα ἐνισχύεται καὶ ἀκτινοθολεῖται ἀπὸ τὴν κεραία ἐκπομπῆς. Οἱ τελικὲς βαθμίδες κατασκευάζονται: εἴτε μὲ εἰδικὲς τρίοδες λογιώς γιὰ ὑπερβραχέα κύματα, εἴτε μὲ ἄλλες εἰδικὲς λυχνίες (καλύστρον λογιώς).

Πρέπει νὰ δώσωμε ἐδῶ δρισμένες συμπληρωματικὲς πληροφορίες γιὰ τὸ σύστημα διαμορφώσεως ποὺ χρησιμοποιεῖται συνήθως στὴν τηλεόραση. Ξέρομε ἀπὸ παληγὰ (παρ. 2·5) ὅτι ἔνα φέρον κύμα διαμορφωμένο κατὰ πλάτος καταλαμβάνει μία ὀλόκληρη ζώνη συχνοτήτων, ποὺ λέγεται φάσμα ἐκπομπῆς. Τὸ φάσμα αὐτὸν ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο συμμετρικὲς πλευρικὲς ζώνες συχνοτήτων, μία κάτω καὶ μία πάνω ἀπὸ τὴν φέρουσα συχνότητα (σχ. 2·5γ). Κάθε πλευρικὴ ζώνη ἔχει πλάτος ἵσο μὲ τὴν ἔκταση, ποὺ ἔχει τὸ φάσμα, τοῦ σήματος διαμορφώσεως (κάμποσοι kc/s στὴ ραδιοφωνία, δσσ δηλαδὴ εἶναι τὸ φάσμα τοῦ ηχου).

Στὴν τηλεόραση, τὸ φάσμα τοῦ σήματος εἰκόνας εἶναι πολὺ πλατύτερο: ἐκτείνεται σὲ πολλοὺς Mc/s. "Αρα, τὸ πρόβλημα τῆς ἀνεπαρκείας τῶν συχνοτήτων, γιὰ τὸ ὅποιο μιλήσαμε στὴν παράγραφο 2·5, παρουσιάζεται: ἐδῶ ὅξυτερο (περιορίζεται δ ἀριθμὸς

τῶν πομπῶν ποὺ μποροῦν νὰ « χωρέσουν » σὲ μία δρισμένη περιοχὴ συχνοτήτων). Ἐνας τρόπος γιὰ νὰ ἀντιμετωπίσωμε τὸ πρόβλημα αὐτὸ εἶναι νὰ ἔξαφανίσωμε, κατὰ τὴν ἐκπομπή, τὴ μία ἀπὸ τὶς δύο πλευρὰς ζῶνες, π.χ. τὴν κατώτερη. Εύτυχῶς αὐτὸ εἶναι δυνατὸ καὶ, ὑπὸ δρισμένες συνθῆκες, δὲν βλάπτει τὴ μετάδοση τοῦ σήματος εἰκόνας. Πραγματικά, οἱ δύο πλευρικὲς ζῶνες εἶναι ἐντελῶς δημοιες μεταξὺ τους καὶ μποροῦμε νὰ κρατήσωμε μόνο τὴ μία. Μὲ τὸν τρόπο αὐτό, μία δρισμένη περιοχὴ συχνοτήτων μπορεῖ νὰ « χωρέσῃ » διπλάσιο περίπου ἀριθμὸ πομπῶν (λέμε περίπου, γιατὶ ἔνα μέρος ἀπὸ τὴν ἀνεπιθύμητη πλευρικὴ ζώνη παραμένει).

Στὶς ἐκπομπές, λοιπόν, τηλεοράσεως ἡ κατώτερη πλευρικὴ ζώνη διαμορφώσεως ἔξαφανίζεται (σὲ ἄλλου εἰδους ἐκπομπές, ἔξαφανίζεται καὶ αὐτὴ ἡ ἵδια ἡ φέρουσα συχνότητα, ποὺ ἐπίσης δὲν εἶναι ἀπαραίτητη στὴ μετάδοση τοῦ σήματος, δπότε ἔχει τὸ σύστημα μεταδόσεως μὲ μοναδικὴ πλευρικὴ ζώνη). Ἡ κατώτερη πλευρικὴ ζώνη ἔξαφανίζεται, ἀν συντονίσωμε κατάλληλα τὰ κυκλώματα τῶν ἐνισχυτῶν τοῦ διαμορφωμένου φέροντος κύματος. Ἡ ζώνη συντονισμοῦ αὐτῶν τῶν κυκλωμάτων τοποθετεῖται, τότε, ὡς πρὸς τὴ φέρουσα συχνότητα, μὲ τὸν τρόπο ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 22·7 β. Αὐτὸς δ τρόπος μεταδόσεως ἔχει καὶ δρισμένα ἄλλα πλεονεκτήματα (π.χ. βελτιώνεται δ λόγος σῆμα/θόρουθος).



Σχ. 22·7 β.

Ορια τοῦ φάσματος ἐκπομπῆς (κατὰ τὴν ἀμερικανικὴ τηλεόραση). Πήραμε αὐθαίρετα σὰν συχνότητα μηδὲν τὸ κάτω ἄκρο τῆς ζώνης συχνοτήτων, μέσα στὴν ὥποια πρέπει νὰ περιορισθῇ ἡ ἐκπομπή (ἄν π.χ. ἡ φέρουσα συχνότητα εἰκόνας εἶναι 200 Mc/s, τὸ μηδὲν τοῦ σχήματος ἀντιστοιχεῖ σὲ 200 - 1,25 = 198,75 Mc/s).

‘Η ἀλυσίδα τοῦ σήματος εἰκόνας (video) ἀρχίζει ἀπὸ τὸ σωλήνα φωτοληψίας (σχ. 22·7α).’ Υστερα ἀπὸ μία πρώτη ἐνίσχυση, τὸ σῆμα εἰκόνας, μαζὶ μὲ τοὺς παλμοὺς ἀμαυρώσεως, ἐφαρμόζεται στὴν εἰσοδῷ μιᾶς ἐνισχυτικῆς διατάξεως φαλιδισμοῦ (παρ. 22·3). ‘Η διάταξῃ αὐτῇ φαλιδίζει τὶς κορυφὲς τῶν παλμῶν ἀμαυρώσεως, ποὺ ἔειπερνοῦν τὴν στάθμην τοῦ μαύρου.

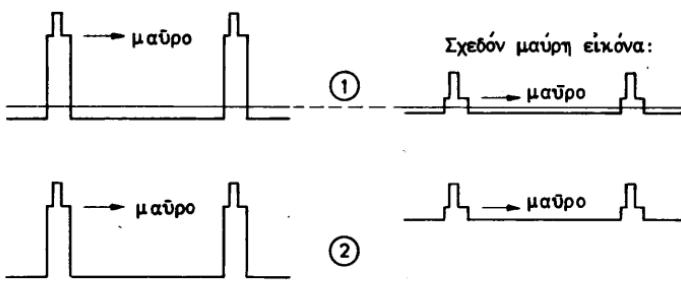
Υστερα ἀπὸ αὐτό, προστίθενται οἱ παλμοὶ συγχρονισμοῦ καὶ σταθεροποιήσεως, ποὺ παράγονται ἀπὸ τὴν γεννήτρια συγχρονισμοῦ. Σχηματίζεται, ἔτοι, ἔνα σύνθετο σῆμα εἰκόνας, ποὺ ἐνισχύεται μέχρις ὅτου ἡ ἴσχυς του γίνη ἀρκετή γιὰ τὴ λειτουργία τῆς διαμορφώσεως.

Τὸ συγκρότημα τῶν ἐνισχυτῶν τοῦ σήματος εἰκόνας πρέπει νὰ μὴ προκαλῇ σημαντικὲς παραμορφώσεις συχνότητας, φάσεως ἢ πλάτους (Κεφ. 18). Καθὼς τὸ φάσμα τοῦ σήματος εἰκόνας εἶναι πλατύ (ἀρκετοὶ Mc/s), οἱ ἐνισχυτὲς ὑπολογίζονται καὶ κατασκευάζωνται μὲ ἰδιαίτερη ἐπιμέλεια.

‘Ο τελευταῖος ἐνισχυτής ἴσχυος δέχεται στὴν εἰσοδό του ὃχι μόνο τὸ σῆμα ἔξόδου τοῦ προηγουμένου ἐνισχυτῆ video, ἀλλὰ καὶ τὴν τάση ποὺ προέρχεται ἀπὸ μία διάταξη ἀποκαταστάσεως τῆς συνεχοῦς τάσεως.’ Η ἀνάγκη γιὰ μία τέτοια ἀποκατάσταση γεννιέται ἀπὸ τὸ ἔξῆς γεγονός: Τὸ σῆμα ἔξόδου τοῦ προηγουμένου ἐνισχυτῆ, πρὸιν γίνη ἀποκατάσταση, ἔχει, στὶς ἀκραῖες περιπτώσεις τοῦ ἀσπροῦ καὶ τοῦ μαύρου, τὴ μορφὴ (1) τοῦ σχήματος 22·7γ. ‘Εγα τέτοιο ὅμως σῆμα δὲν συμφωνεῖ μὲ τὴν κανονικὴ μορφὴ τοῦ σχήματος 22·5β, γιατὶ τὸ μαύρο εὑρίσκεται σὲ διαφορετικὲς στάθμες.’ Η διάταξῃ ἀποκαταστάσεως προσθέτει, κάθε φορά, ἀκριβῶς τὴν τάση ποὺ χρειάζεται, ὥστε τὸ μαύρο νὰ ἀντιστοιχῇ πάντα σὲ μία καὶ τὴν ἵδια στάθμη, ἀσχετα μὲ τὸ φωτισμὸ τῆς εἰκόνας (μορφὴ 2 τοῦ σχήματος 22·7γ). Τὸ σῆμα ἔξόδου τοῦ ἐνισχυτῆ ἴσχυος ἐφαρμόζεται στὸ πλέγμα τῆς βαθμίδας διαμορφώσεως μὲ ἀπ’ εὐθείας σύνδεση (χωρὶς τὴ μεσολάβηση πυ-

κυωτή, ποὺ θὰ ἔκοθε τὴ συνεχῆ τάση). Στὸ μεταξύ, δημως, τὸ σῆμα πρέπει νὰ φαλιδισθῇ γιὰ μία ἀκόμα φορά. Ο φαλιδισμὸς αὐτὸς ἀποκόπτει τὶς ἀρνητικὲς κορυφὲς τοῦ σήματος, ποὺ πέφτουν κάτω ἀπὸ τὴ στάθμη τοῦ ἀσπροῦ.

*Ασπρη εἰκόνα:



Σχ. 22·7 γ.

Σύνθετα σήματα εἰκόνας πρὶν (1) καὶ μετά (2) ἀπὸ τὴν ἀποκατάσταση συνεχοῦς τάσεως.

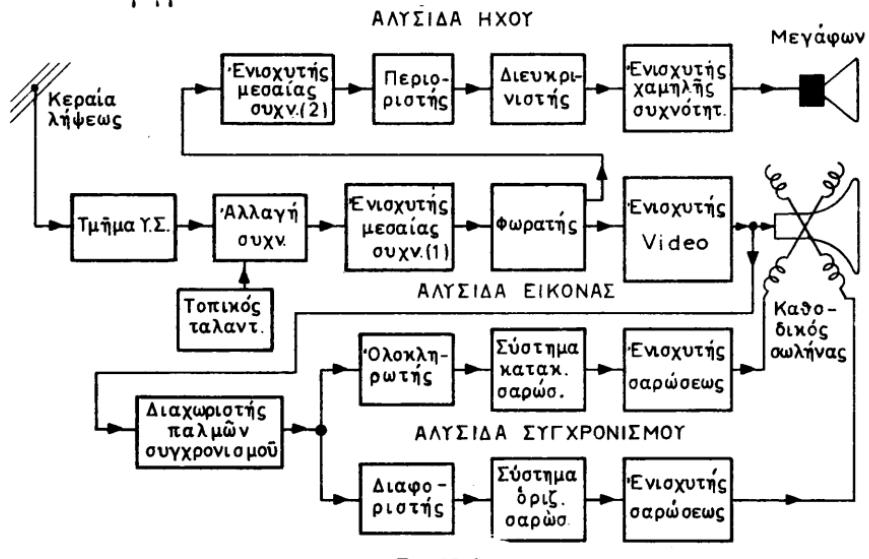
Ο πομπὸς ἥχου εἶναι ἔνας ξεχωριστὸς πομπὸς διαμορφωμένος κατὰ συχνότητα (παρ. 11·6). Ἡ ἐκπομπὴ τοῦ ἥχου γίνεται συνήθως ἀπὸ τὴν ἵδια κεραία, ποὺ χρησιμοποιεῖται καὶ γιὰ τὴν ἐκπομπὴ τῆς εἰκόνας. Ἡ τροφοδότηση τῆς κεραίας ἀπὸ τοὺς δύο πομποὺς γίνεται μέσα ἀπὸ κατάλληλη διάταξη (π.χ. μία ζερροπηγμένη γέφυρα), ποὺ ἐμποδίζει τοὺς πομποὺς νὰ ἐπιδροῦν μεταξύ τους.

22·8 Δέκτες τηλεοράσεως.

Τὸ σχῆμα 22·8 α δείχνει τὸ γενικὸ διάγραμμα ἐνὸς συνηθισμένου δέκτη τηλεοράσεως. Μέχρι τὴ φώραση, τὸ διάγραμμα εἰναι: τὸ ἵδιο μὲ τοὺς γνωστοὺς ὑπερετερόδυνους δέκτες (Κεφ. 16), ἐκτὸς ἀπὸ τὶς διαφορὲς ποὺ ἐπιβάλλονται: ἐξ αἰτίας τῆς πολὺ ὑψηλῆς συχνότητας (50 ὁς 1 000 Mc/s) καὶ τοῦ μεγάλου πλάτους τοῦ φάσματος διαμορφώσεως (ἀρκετοὶ Mc/s). Γιὰ νὰ μπορῇ αὐτὸς τὸ πλατὺ φάσμα συχνοτήτων νὰ περνᾶ ἐλεύθερα, τὰ συν-

τονισμένα κυκλώματα Υ.Σ. φορτίζονται μὲ παράλληλες άντιστάσεις, ώστε νὰ έχουν άρκετά πλατειές και πύλες συντονισμοῦ.

Τὸ τμῆμα ὑψηλῆς συχνότητας περιλαμβάνει συγκρήτως μία ἡ δύο βαθμίδες ἐνισχύσεως (Κεφ. 14) καὶ ἀκολουθεῖται ἀπὸ τὴ βαθμίδα ἀλλαγῆς συχνότητας (Κεφ. 15). Ἡ μεσαία συχνότητα εἶναι τῆς τάξεως τῶν 25 ἢ τῶν 45 Mc/s. Ὁ ἐνισχυτής μεσαίας συχνότητας διαθέτει τρεῖς ἢ τέσσερις βαθμίδες. Κατόπιν έχομε τὴ βαθμίδα φωράσεως, ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ μία λυχνία κενοῦ ἢ μία δίσος γερμανίσου.



Σχ. 22·8 α.
Γενικὸ διάγραμμα ἐνὸς δέκτη τηλεοράσεως.

Στὸ παρόδειγμα τοῦ σχήματος 22·8 α., ὁ χωρισμὸς τῶν σημάτων εἰκόνας καὶ ἡχου γίνεται πάνω στὴ φώραση. Ὁ χωρισμὸς γίνεται ὡς ἔξης: Τὰ φέροντα κύματα τῶν δύο σημάτων συμβάλλουν πάνω στὸ φωρατή, διότε, χάρη στὸ γνωστὸ μηχανισμὸ ἀλλαγῆς συχνότητας, παράγεται μία νέα μεσαία συχνότητα ἵση μὲ τὴ διαφορὰ συχνότητας τῶν δύο κυμάτων (4,5 Mc/s στὴν ἀμερι-

κανική τηλεόραση). Ή νέα μεσαία συχνότητα φέρει μαζί της τὸ ἡχητικὸ σῆμα μὲ τὴν ἀρχικὴν του μορφὴν τῆς διαμορφώσεως κατὰ συχνότητα. Αύτῃ ἡ διαμορφωμένη μεσαία συχνότητα ξειχωρίζεται στὴν ἔξοδο τοῦ φωρατῆ μὲ ἐνα κατάλληλο συντονισμένο κύκλωμα καὶ ἐφαρμόζεται στὴν εἰσόδο μιᾶς συνηθισμένης διατάξεως λήψεως γιὰ διαμόρφωση συχνότητας (παρ. 17·7).

Ἐκτὸς ἀπὸ τὴν λειτουργία αὐτῆς, διφωρατῆς δίνει στὴν ἔξοδό του καὶ τὸ σῆμα εἰκόνας (video). Τὸ σῆμα αὐτὸ δίνει συνεχέστερα: ἀπὸ μία ἡ δύο βαθμίδες video, ποὺ δὲν πρέπει νὰ προκαλοῦν αἰσθητήτες παραμορφώσεις (Κεφ. 18). Ἐπειδὴ δημός στὸ μεταξὺ ἡ συνεχής τάση τοῦ σήματος εἰκόνας ἔχει ἐξαφανισθῆ, τὴν ἀποκαθιστοῦμε πάλι ἐδῶ. Ἡ ἀποκατάσταση τῆς συνεχοῦς τάσεως εἰναῖς ἀπαραίτητη καὶ πρέπει νὰ γίνεται ἔτσι, ὥστε οἱ παλμοὶ ἀμαυρώσεως νὰ ἔχουν ἵσα-ἵσα τὸ ἀπαραίτητο ὑψός, γιὰ νὰ προκαλοῦν τὴν ἐξαφάνιση τῆς κηλίδας τοῦ καθοδικοῦ σωλήνα, ἀσχετα ἀπὸ τὴν μορφὴ τοῦ σήματος εἰκόνας.

Ἡ τελευταία βαθμίδα τοῦ ἐνισχυτῆ video τροφοδοτεῖ τὸν καθοδικὸ σωλήνα καὶ τὴν ἀλυσίδα συγχρονισμοῦ. Ὁ καθοδικὸς σωλήνας (ποὺ λέγεται ἐδῶ καὶ κινησιοσκόπιο) ἔχει κατάλληλη εἰδικὴ κατασκευὴ καὶ χρησιμοποιεῖ συστήματα μαγνητικῆς ἀποκλίσεως. Καθὼς ἡ ἔνταση τῆς ἡλεκτρονικῆς δέσμης ρυθμίζεται: ἀπὸ τὸ σῆμα εἰκόνας καὶ καθὼς ἡ σάρωση τῆς δέσμης εἰναι συγχρονισμένη μὲ τὴ σάρωση τοῦ σωλήνα φωτοληψίας στὴν ἐκπομπή, ἡ φωτεινότητα τῆς κηλίδας στὴν δέσμη τοῦ δέκτη μεταβάλλεται μὲ τέτοιο τρόπο, ὥστε νὰ ἀναπαράγῃ τὴν ἀρχικὴν εἰκόνα.

Ἡ ἀλυσίδα συγχρονισμοῦ λειτουργεῖ σύμφωνα μὲ τὶς ἀρχές τῶν παλμοκυκλωμάτων, γιὰ τὶς διοικεῖς μιλήσαμε στὴν παράγραφο 22·3.

Ο δέκτης συμπληρώνεται μὲ διάφορες βιοηθητικὲς καὶ ρυθμιστικὲς διατάξεις, καθὼς καὶ μὲ τὶς διατάξεις τροφοδοτήσεως. Ἡ συστηματικὴ χρησιμοποίηση κρύσταλλοι υγιεινῶν ἐπιτρέπει τελευ-

ταῖα νὰ κατασκευάζωνται δέκτες τηλεοράσεως μὲ μικρότερο βάρος καὶ ὅγκο, ἀκόμα δὲ καὶ φορητοὶ δέκτες. Τὸ πρόδλημα ὅμως μιᾶς μεγάλης ὁθόνης λήψεως δὲν ἔχει ἀκόμα λυθῆ ἵκανοποιητικά.

22.9 "Εγχρωμη τηλεόραση.

Γιατί νὰ μὴν ἔχωμε ἔγχρωμη τηλεόραση; Πῶς ἔχομε ἔγχρωμη φωτογραφία σὲ φίλμ, σὲ χαρτὶ ἢ σὲ τυπογραφικὴ ἐκτύπωση; "Ας θυμηθοῦμε πρῶτα μὲ ποιό τρόπο λειτουργεῖ ἡ ἔγχρωμη τυπογραφία. Ὡπάρχουν πολλὰ συστήματα. "Ενα ἀπὸ τὰ ἀπλούστερα εἰναὶ ἡ τριχρωματία. Ἡ ἔγχρωμη δηλαδὴ εἰκόνα ἀναλύεται σὲ τρία κλισέ, ποὺ τὸ καθένα τους ἀντιστοιχεῖ σὲ ἓνα ἀπὸ τὰ βασικὰ χρώματα (κόκκινο, μπλὲ καὶ πράσινο). Κατὰ τὴν ἐκτύπωση, τὰ τρία χρώματα τυπώνονται: ἔχωριστὰ πάνω στὸ ἕδιο χαρτί, προσέχοντας ὥστε νὰ πέφτουν τὸ ἓνα πάνω στὸ ἄλλο στὶς ἕδιες θέσεις καὶ μὲ τὶς ἕδιες ἀναλογίες ποὺ εἶχαν στὴν ἀρχικὴ σίκνογα. "Έχωμε ἔτσι μία σύνθεση χρωμάτων, ποὺ ἀναπαράγει δλες περίου τὶς ἀρχικὲς ἀποχρώσεις μὲ ἀρκετὴ ἀκρίβεια καὶ τὸ ἀποτέλεσμα εἰναι μία ἔντυπη ἔγχρωμη εἰκόνα ἀρκετὰ ἵκανοποιητική.

"Αν θέλωμε νὰ ἐφαρμόσωμε τὴν ἕδια ἀκριβῶς ἕδεα στὴν τηλεόραση, πρέπει νὰ ἐργασθοῦμε ώς Ἑξῆς: Χωρίζομε τὴν ἔγχρωμη εἰκόνα στὰ τρία βασικὰ χρώματα (μὲ κατάλληλα φίλτρα), στέλνομε τὸ κάθε χρῶμα σὲ ἔχωριστη σωλήνα φωτοληψίας, ἐνισχύομε καὶ ἐκπέμπομε τὰ σήματα τῶν τριῶν γρωμάτων (φροντίζοντας ὅμως νὰ μὴ μπερδευθοῦν μεταξὺ τους), παίρνομε στὸ δέκτη τὰ τρία σήματα καὶ τελικὰ τὰ ἐφαρμόσομε σὲ ἓνα καθοδικὸ σωλήνα, ποὺ νὰ εἴναι ἵκανὸς νὰ ξαναδώσῃ στὴν δήση του τὰ τρία βασικὰ χρώματα. Αὐτὸ σημαίνει ότι τὸ σῆμα τοῦ κόκκινου πρέπει νὰ δίνῃ κόκκινη αηλίδα (μὲ τὴν ἀνάλογη ἔνταση), τὸ σῆμα τοῦ μπλὲ μπλὲ αηλίδα, τὸ σῆμα τοῦ πράσινου πράσινη αηλίδα. Τὸ πρᾶγμα δὲν είναι ἀδύνατο, γιατί, ὅπως ξέρομε, τὸ χρῶμα τῆς αηλίδας ἔξαρταται ἀπὸ τὸ είδος τῆς « φθορίζουσας οὐσίας » μὲ τὴν δύοις

ἔχει ἐπικαλυφθῆ ἢ δθόνη. Ἀρκεῖ λοιπὸν ἡ ἐπικάλυψη τῆς δθόνης νὰ ἀποτελῆται ἀπὸ τρία κατάλληλα ὑλικά, ποὺ τὸ καθένα τους νὰ διεγείρεται ἀπὸ τὸ σήμα τοῦ ἀντιστοίχου χρώματος. Αὐτὸ μπορεῖ π.χ. νὰ γίνη μὲ ἐπικάλυψη σὲ μία στρώση, ἢ δποία νὰ ἀποτελῆται ἀπὸ σταγονίδια τῶν τριῶν ὑλικῶν σὲ κατάλληλη διάταξη, κάθε δὲ ὑλικὸ νὰ διεγείρεται: ἀπὸ ἔγχωριστὴ γλεκτρονικὴ δέσμη, ὑποθέτοντας βέβαια δτὶ ἔχομε καθοδικὸ σωλήνα μὲ τρεῖς συνδυασμένες δέσμες (μία γιὰ κάθε χρῶμα).

Ἡ ἰδέα μιᾶς τέτοιας ἔγχρωμης τηλεοράσεως προσκρούει σὲ σοθαρὲς δυσκολίες. Πρῶτα ἀπ' ὅλα, τὸ φάσμα τοῦ σήματος μιᾶς ἔγχρωμης εἰκόνας παίρνει μία ἀπαράδεκτα μεγάλη ἔκταση (ἀφοῦ στὴ μονόχρωμη τηλεόραση, ἀσπρο-μαύρο, τὸ φάσμα εἶναι ἥδη πλατύ). Ἐπειτα, τὰ κατασκευαστικὰ προβλήματα πολλαπλασιάζονται τρομερὰ (χρειάζεται, ἀς ποῦμε, ἔνας τριπλὸς πομπὸς καὶ ἕνας τριπλὸς δέκτης, ποὺ νὰ λειτουργοῦν μάλιστα μὲ ἔξαιρετικὲς ἀπαιτήσεις ἀκριβείας).

Τίποτα ὁστόσο δὲν ἀπελπίζει τοὺς τεχνικοὺς — καὶ μάλιστα τοὺς γλεκτρονικούς. Ἡ παραπάνω ἰδέα ἔμεινε σὰν βάση, μόνο ποὺ τροποποιήθηκε. Αὐτὲς οἱ τροποποιήσεις ἔνῳ φαίνονται, μὲ μιὰ πρώτη ματιά, δτὶ συγχέουν ἀκόμα περισσότερο τὸ ζήτημα, στὴν πραγματικότητα τὸ ἀπλοποιοῦν καὶ παραμερίζουν τουλάχιστον δριμένες κρίσιμες δυσκολίες. Ἐτοι ἡ ἔγχρωμη τηλεόραση εύρισκεται σήμερα σὲ λειτουργία, παρ' ὅλο δτὶ ἡ χρήση της εἶναι ἀκόμα περιορισμένη. Παράλληλα γίνονται συνεχῶς διάφορες μετατροπὲς καὶ τελειοποιήσεις.

22·10 Μικροκύματα.

Μικροκύματα δονομάζομε τὰ γλεκτρομαγνητικὰ κύματα, ποὺ ἔχουν μῆκος κύματος ἀπὸ 1 mm ἕως 30 cm περίπου (χιλιοστομετρικά, ἑκατοστομετρικὰ καὶ δεκατομετρικὰ κύματα). Οἱ ἀντίστοιχες συγνότητες ἔκτείνονται ἀπὸ 1 000 δις 300 000 Mc/s.

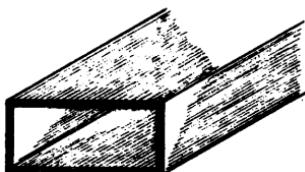
Τὰ μικροκύματα χαρακτηρίζονται ἀπὸ τὸ γεγονός ὅτι ἔχουν μήκη κύματος ἀνάμεσα στὰ σχετικὰ μεγάλα μήκη κύματος τῆς συνηθισμένης Ραδιοτεχνίας καὶ στὰ πολὺ μικρὰ μήκη, κύματος τῆς Ὀπτικῆς (« μεγάλα » ἢ « μικρά » σὲ σύγκρισι, μὲ τὶς διαστάσεις τῶν πειραματικῶν συσκευῶν). Τὸ γεγονός αὐτὸν καθορίζει τὶς ἰδιαίτερες ἴδιότητες τῆς περιοχῆς τῶν μικροκύματων, τὴν ἔξεχωριστὴν τεχνικὴν τους καὶ τὶς ἐφαρμογές τους. Ἡ μελέτη τῶν μικροκύματων θὰ μποροῦσε νὰ περιληφθῇ σὲ ἕνα ὀλόκληρο χωριστὸ βιβλίο. Θὰ προσπαθήσωμε εἰμιώς νὰ συνοψίσωμε εὖῶ μερικὲς στοιχειώδεις πληροφορίες.

Τὰ κυκλώματα μικροκύματων ἀποτελοῦνται ἀπὸ κομμάτια, ποὺ δὲν θυμίζουν καθόλου τὰ συνηθισμένα στοιχεῖα κυκλώματος.

Ἄς ἀρχίσωμε ἀπὸ τὸ ἀπλούστερο ζήτημα τῆς μεταφορᾶς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας μὲ ἀγωγούς. Ὁπως ἔέροιμε, οἱ ἀγωγοὶ ποὺ μεταφέρουν ἐνέργεια στὴν πολὺ ὑψηλὴ συγχρόνητα παίρνουν τὴν μορφὴν γραμμῶν μεταφορᾶς (Κεφ. 21). Γιὰ νὰ ἀποφεύγωνται οἱ ἀπώλειες ἵσχυος ἀπὸ ἀκτινοβολία, προτιμότερες εἶναι οἱ ὁμοαξονικὲς γραμμές. Παρ’ ὅλον ὅτι οἱ ὁμοαξονικές γραμμές δὲν ἀποκλείονται ἐντελῶς στὰ μικροκύματα, ὥστό το οἱ ἀπώλειες αὐξάνουν πολὺ πρὸς τὰ βραχύτερα μήκη κύματος, ἐξ αἰτίας κυρίως τῆς παρουσίας τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀγωγοῦ. Ὁ καλύτερος τρόπος, γιὰ νὰ περιορίσωμε τὶς ἀπώλειες, εἶναι νὰ ἀφαιρέσωμε ἐντελῶς τὸν ἐσωτερικὸν ἀγωγό. Ἡ ὁμοαξονικὴ γραμμὴ γίνεται, τότε, ἔνας κούφιος μεταλλικὸς σωλήνας. Τέτοιοι σωλῆνες μὲ διάφορες μορφὲς διατομῆς (μὲ κυκλικὴ ἢ συνηθέστερα δρθογώνια διατομὴ) δύομάζονται κυματοδημοί (σχ. 22·10α). Καὶ τοῦτο, γιατὶ ὁ σωλήνας χρησιμοποιεῖται γιὰ νὰ δῦηγῃ τὰ ἡλεκτρομαγνητικὰ κύματα μέσα ἀπὸ τὸν ἐσωτερικό του κενὸν χῶρο.

Ωστε, ἡ ἐνέργεια στὰ μικροκύματα μεταφέρεται μὲ κυματοδηγούς (κούφιους σωλῆνες μὲ μεταλλικὰ τοιχώματα, ποὺ συχνὰ εἰναὶ ἐπαργυρωμένα). Φορέας τῆς ἐνέργειας εἶναι τὸ ἡλεκτρομα-

γνητικὸ πεδίο, ποὺ διαδέδεται μέσα στὸν κυματοδηγό. Ἀπὸ δῶ
καὶ πέρα θὰ ἔχωμε νὰ κάνωμε ἀπ' εὐθείας μὲ τὸ ἡλεκτρομαγνη-
τικὸ πεδίο, καὶ σχὶ πιὰ μὲ ρεύματα καὶ τάσεις. Ρεύματα καὶ τά-
σεις ὑπάρχουν βέβαια στὰ τοιχώματα τοῦ κυματοδηγοῦ, χάνουν
δμως τὴ συγκεκριμένη σημασία ποὺ ξέρομε.



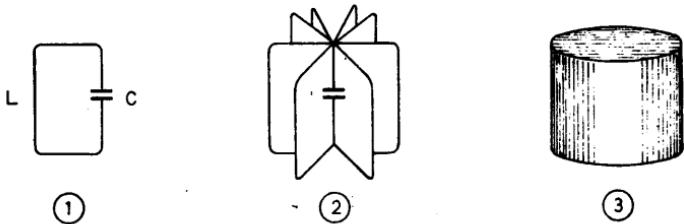
Σχ. 22·10α.

Κυματοδηγοὶ (οἱ διαστάσεις τους εἰναι τῆς ἵδιας τάξεως μὲ τὸ μῆκος κύμα-
τος τῆς ἀκτινοβολίας).

Καὶ τί γίνεται μὲ τὰ πηγία; τοὺς πυκνωτές; τὶς ἀντιστάσεις;
Πῶς μποροῦμε νὰ φαντασθοῦμε τέτοια πράγματα μέσα σὲ ἔνα κού-
φιο σωλήνα; Πρέπει νὰ τὰ ἔχεισσαμε καὶ αὐτά; Ἄσφαλῶς ναὶ, μὲ
τὴ μορφὴ τουλάχιστον ποὺ τὰ ἔρχαμε. Τὸ ρόλο τῶν πηγίων καὶ
τῶν πυκνωτῶν τὸν παῖζουν τώρα διάφορα μεταλλικὰ ἐμπόδια (δια-
φράγματα, βίδες, κλπ), ποὺ τοποθετοῦνται μέσα στὸν κυματοδηγό.
Οσο γιὰ τὶς ὡμικὲς ἀντιστάσεις, ποὺ δουλειά τους εἰναι νὰ κατα-
ταναλίσκουν ἐνέργεια, τὶς ἀντικαθιστοῦμε τώρα μὲ γραφιτωμένες
λάμες ἢ ἄλλα κατάλληλα ἀπορροφητικὰ ἐμπόδια ποὺ τὰ λέμε
ἔξασθενητές.

Καὶ τὸ συντονισμένο κύκλωμα; Ἄλλαζει καὶ αὐτό. Γιὰ νὰ
τὸ καταλάβωμε, ἀς θυμηθοῦμε ὅτι ἡ συχνότητα συντονισμοῦ ἔνδει
συνηθισμένὸν κυκλώματος LC γίνεται τόσο ὑψηλότερη, ὅσο ἡ αὐ-
τεπαγωγὴ L καὶ ἡ χωρητικότητα C μικραίνουν. Ζητώντας νὰ
ὑψώσωμε ὅσο μποροῦμε τὴ συχνότητα, ἀς πάρωμε γιὰ L ἔνα ἀπλὸ
σύρμα καὶ γιὰ C ἔνα πολὺ μικρὸ πυκνωτὴ (σχ. 22·10β, θέση 1).
Πάλι δμως δὲν φθάνομε στὰ μικροκύματα. Τότε, ἀς βάλωμε πολ-

λὰ σύρματα παράλληλα, γιὰ νὰ μικρύνωμε ἀκόμα περισσότερο τὴν αὐτεπαγωγὴ (θέση 2 τοῦ σχῆματος): Οὕτε καὶ αὐτὸ φθάνει. Δὲν μένει πιὰ παρὰ νὰ ἀπαλλαγοῦμε δλωσδιόλου ἀπὸ ~~τὴν~~ συγκεντρωμένη χωρητικότητα καὶ νὰ ἐνσωματώσωμε τὰ σύρματα, ὅστε νὰ σχηματίσουν τελικὰ ἔνα κλειστὸ κουτί. "Ἐνα τέτοιο κούφιο μεταλλικὸ κουτὶ λέγεται ἡλεκτρομαγνητικὸ ἀντηχεῖο (θέση 3 τοῦ σχ. 22·10 β.). Τὸ ἡλεκτρομαγνητικὸ πεδίο, ποὺ ἀναπτύσσεται μέσα στὸ ἀντηχεῖο, σχηματίζει στάσιμα κύματα, δἰπος περίπου συμβαίνει καὶ στὰ γνωστά μας ἥχητικὰ ἀντηχεῖα.



Σχ. 22·10 β.

"Ἡ ἑξέλιξη τοῦ συντονισμένου κυκλώματος LC σὲ ἡλεκτρομαγνητικὸ ἀντηχεῖο (οἱ διαστάσεις τοῦ ἀντηχείου, στὴ θέση 3, εἰναι τῆς ἴδιας τάξεως μὲ τὸ μῆκος κύματος συντονισμοῦ).

"Ἐτσι, ἀντὶ γιὰ συντονισμένα κυκλώματα LC, ἔχομε στὰ μικροκύματα τὰ ἀντηχεῖα (κούφια κουτιὰ μὲ μεταλλικὰ τοιχώματα, κατὰ προτίμηση ἐπαργυρωμένα). Τὰ πιὸ συνηθισμένα ἀντηχεῖα (κυλινδρικὰ ἢ δρθιογύνια) μποροῦμε νὰ τὰ θεωρήσωμε σὰν κλειστὰ κομμάτια ἀπὸ κυματοδηγούς. Μέσα στὸ ἀντηχεῖο ἀναπτύσσονται κατὰ τὸ συντονισμὸ στάσιμα ἡλεκτρομαγνητικὰ κύματα, ποὺ ἀντιπροσωπεύουν ἔνα ποσὸ ἐνεργείας. "Οπως καὶ τὰ συντονισμένα κυκλώματα LC, ἔτσι καὶ κάθε ἀντηχεῖο ἔχει ἔνα συντελεστὴ ποιότητας Q (δ δρισμὸς τοῦ Q διατυπώνεται διαφορετικά, ἀλλὰ μένει οὐσιαστικὰ δ ἵδιος). Ἐπειδὴ μάλιστα ἔνα κλειστὸ κουτὶ δὲν ἀκτινοβολεῖ, ἐνῶ συγχρόνως ὅλες οἱ ἄλλες ἀπώλειεις ἐνεργείας εἶναι μικρές, οἱ ωντελεστὲς ποιότητας Q τῶν ἀντηχείων εἶναι πολὺ μεγάλοι (π.χ. 10 000 ἢ καὶ περισσότερο).

Τηπάρχουν και ἀλλα περίεργα πράγματα στὰ κυκλώματα μικροκυμάτων. Τελικά, δὲν μένει τίποτα ποὺ νὰ θυμίζῃ τὰ γνωστά μας κυκλώματα. Οἱ διαφορές εἶναι τόσο μεγάλες, ώστε ἀνύπάρχη κάτι ἀλλο ποὺ νὰ μοιάζῃ περισσότερο μὲ τὶς συνδεσμολογίες μικροκυμάτων, αὐτὸς εἶναι μᾶλλον, μποροῦμε νὰ ποῦμε, οἱ ὑδρυχλικὲς ἐγκαταστάσεις!

Οἱ πηγὲς ἐνεργείας στὰ μικροκύματα, δηλαδὴ οἱ ταλαντωτές μικροκυμάτων, παρουσιάζουν ἐπίσης σημαντικὲς διαφορές.

Ἄς πάρωμε κάπως τὰ πράγματα μὲ τὴν σειρά. "Οταν μελετούσαμε τοὺς ἐνισχυτὲς ὑψηλῆς συχνότητας (Κεφ. 14), εἴδαμε τὸ δυσάρεστο ρόλο, ποὺ παίζουν οἱ παρασιτικὲς χωρητικότητες και αὐτεπαγγέζες. Τέτοια παρασιτικὰ στοιχεῖα μπαίνουν ὅχι μόνο ἀπὸ τὰ ἔξωτερικὰ κυκλώματα, ἀλλὰ και ἀπὸ αὐτὰ τὰ ἰδια τὰ ἡλεκτρόδια τῆς ταλαντώτριας λυχνίας. Ἡ ἀνάγκη τοῦ περιορισμοῦ τους, καθὼς και τοῦ περιορισμοῦ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ χρόνου διαδρομῆς, γιὰ τὸν ὅποιο μιλοῦμε παρακάτω, ὁδήγησε στὸ νὰ κατασκευασθοῦν ἀπλοποιημένες τρίσοδες ἡλεκτρονικὲς λυχνίες μὲ ἔξαιρετικὰ μικρὲς γεωμετρικὲς διαστάσεις, π.χ. μὲ συνολικὸ μῆκος τῆς τάξεως τοῦ ἑκατοστοῦ. Τέτοιες εἰδικὲς μικρὲς λυχνίες, κατάλληλες γιὰ πόλὺ ὑψηλὲς συχνότητες, εἶναι οἱ βαλανοειδεῖς (ποὺ μοιάζουν ἔξωτερικὰ μὲ βελανῖδι), οἱ λυχνίες φάροι (ποὺ η κατασκευὴ τους θυμίζει φάρο), κλπ. Οἱ λυχνίες αὐτὲς συνδεσμολογοῦνται συνήθως μὲ εἰδικὰ συντονισμένα κυκλώματα (μὲ συντονισμένα τμῆματα γραμμῶν, μὲ τὸ λεγόμενο «κύκλωμα μπατερφλάϊ» κλπ). Κατασκευάζονται ἔτσι ταλαντωτές, ποὺ η συχνότητά τους μπορεῖ νὰ φθάσῃ μέχρι 1 000 ή 2 000 Mc/s.

Γιὰ ἀκόμα ὑψηλότερες συχνότητες, ποὺ νὰ πέφτουν γιὰ καλὰ μέσα στὴν περιοχὴ τῶν μικροκυμάτων, τὰ πράγματα δυσκολεύονται: Οἱ εἰδικὲς τρίσοδες δὲν μποροῦν πιὰ νὰ γίνουν τόσο μικρές, ώστε η λειτουργία τους νὰ μὴ ματαιώνεται ἀπὸ τὰ φαινόμενα, ποὺ ὅφελονται κυρίως στὸ χρόνο διαδρομῆς. Τί εἶναι δμως δ χρόνος

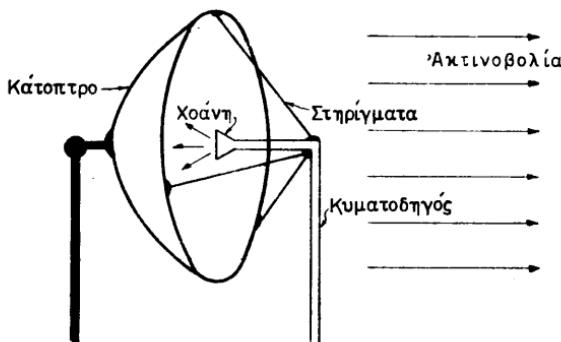
διαδρομής; Είναι δέ χρόνος, που χρειάζονται τὰ ἡλεκτρόνια για νὰ μετακινηθεῦν ἀπὸ τὴν κάθοδο στὴν ἄνοδο. Ὁ χρόνος αὐτὸς εἶναι βέβαια μικρός, γιατὶ τὰ ἡλεκτρόνια κινοῦνται γρήγορα. Δὲν εἶναι δύμως μηδενικός. Ἐτοι, στὶς πάρα πόλυ ὑψηλές συχνότητες, που ἔντοτε ιχοῦν σὲ μικρὴ περίοδο, δέ χρόνος διαδρομῆς γίνεται κάποιο σημαντικὸν κλάσμα τῆς περιόδου. Ἀποδεικνύεται τότε διποιαδήποτε συνηθισμένη ἡλεκτρονικὴ λυχνία χάνει τὶς ἐνισχυτικές της ἐκανότητες καὶ εἶναι πιὰ ἀδύνατο νὰ λειτουργήσῃ.

Δηλαδὴ δέ χρόνος διαδρομῆς καταδίκασε δριστικὰ τὶς συνηθισμένες ἡλεκτρονικὲς λυχνίες στὴν περιοχὴ τῶν μικροκυμάτων. Καὶ ἀναγνηθήτηκαν νέες ἀρχές. Αὗτες οἱ νέες ἀρχές δὲν ἀποφεύγουν βέβαια τὸ χρόνο διαδρομῆς, ἀλλὰ ἀκριβῶς κατορθώνουν νὰ τὸν χρησιμοποιοῦν ὡφέλιμα. Χρησιμοποιοῦν ἐπίσης τὶς ἰδιότητες διαδόσεως τῶν ἡλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων καὶ τὶς ἀλληλεπιδράσεις κυμάτων καὶ ἡλεκτρόνιων. Κατασκευάσθηκαν, ἔτοι, μιὰ σειρὰ ἀπὸ διαφόρους σωλῆνες μικροκυμάτων (κλίνστρον, σωλῆνες οδευόντων κυμάτων, καρκίνοτρον, μάγνετρον), που χρησιμοποιοῦνται σὰν ταλαντωτὲς γιὰ μήκη κύματος μέχρι λίγα χιλιοστά (μέχρι 100 000 Mc/s περίπου) καὶ γιὰ ίσχεῖς ἀπὸ κλάσμα τοῦ βάττη μέχρι πολλὰ kW. Παρόμοιοι σωλῆνες χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης γιὰ ἐνίσχυση ἢ γιὰ ἀλλαγὴ συχνότητας.

Μία ἀλλη, ἐντελῶς νέα ἀρχή, ἀνακαλύφθηκε τὰ τελευταῖα χρόνια. Ἡ ἀρχὴ αὐτὴ βασίζεται κατ' εὐθείαν σὲ φαινόμενα τῆς Ἀτομικῆς Φυσικῆς. Ἀπὸ ἐδῶ ἐπινοήθηκαν ἀλλοι ταλαντωτὲς μικροκυμάτων, που δύνομάσθηκαν μάζερ. Τὸ βασικό τους πλεονέκτημα εἶναι ὅτι ἡ παραγωγὴ ταλαντώσεων δὲν ἐπηρεάζεται πιὰ ἀπὸ τὴν θερμικὴ δύνηση τῶν ἡλεκτρονίων καὶ, ἐπομένως, δύναμις βάθους (παρ. 15. 7) γίνεται ἐξαιρετικὰ μικρός. Ἡ ἵδια ἡ ἀρχὴ τοῦ μάζερ ἐφαρμόσθηκε καὶ γιὰ συχνότητες πολὺ πιὸ ὑψηλές ἀπὸ δ. τι στὴν περιοχὴ τῶν μικροκυμάτων, φθάσαμε δηλαδὴ στὶς συχνότητες τοῦ φωτός. Οἱ νέες πηγὲς φωτὸς δύνομάσθηκαν λάζερ. Οἱ ἴδιο-

τητές τους είναι τόσο καταπληκτικές, ώστε άνοιγουν νέα διάσκληρα κεφάλαια στήν έπιστήμη και στήν τεχνική.

Οι κεραῖες, μὲ τὴ σειρά τους, πῆραν καὶ αὐτὲς διαφορετικές μορφές στήν περιοχή τῶν μικροκυμάτων. Ἡ γνωστὴ συρμάτινη κεραία ἐκτοπίσθηκε (μόνο τὸ δίπολο παρέμεινε ὡς ἔνα βαθμό). Στήν πραγματικότητα δὲν ἔχομε πιὰ κεραῖες, ἀλλὰ ἰδιόμορφα συστήματα ἀκτινοβολίας, ποὺ θυμίζουν μᾶλλον Ὀπτική. Τὰ μικροκύματα ἀκτινοβολοῦνται πολὺ συχνὰ μὲ χοάνες ἢ μέσα ἀπὸ ἀπλὰ ἀνοίγματα καὶ ἡ ἀκτινοβολία κατευθύνεται πρὸς τὸ δέκτη, μὲ κατάλληλα μεταλλικὰ κάτοπτρα (σχ. 22·10 γ). Ἡ συγκέντρωση τῆς ἀκτινοβολίας γίνεται ἐπίσης μὲ φακούς, μὲ τὸν ἕδει κατ' ἀρχὴν τρόπο ποὺ ξέρομε ἀπὸ τὴν Ὀπτική. Ανάλογα συστήματα χρησιμοποιοῦνται καὶ στὴ λήψη.



Σχ. 22·10 γ.

Παράδειγμα χοανοειδοῦς κεραίας μὲ παραβολικὸ κάτοπτρο (τὸ ἄνοιγμα τοῦ κατόπτρου εἶναι μεγάλο πολλαπλάσιο τοῦ μήκους κύματος).

Τὸ γεγονὸς ὅτι τὰ μικροκύματα μποροῦν νὰ συγκεντρωθοῦν, μὲ ὅχι πολὺ δαπανηρὰ καὶ δηκώδῃ, συστήματα, σὲ πολὺ λεπτὲς δέσμιες ἀκτινοβολίας, τὸ γεγονὸς δηλαδὴ ὅτι μποροῦμε νὰ ἐπιτύγμωμε σχετικὰ εὔκολα μεγάλη κατευθυντικότητα, ἀποτελεῖ ἀκριβῶς ἓνα ἀπὸ τὰ μεγαλύτερα πλεονεκτήματα τῶν μικροκυμάτων.

Πραγματικά, καθώς ή ακτινοβολία συγχεντρώνεται, χωρίς νὰ σκορπίζεται αδικα στὸ χῶρο, εἶναι δυνατὸ νὰ ἐπιτύχωμε καλὲς ραδιοηλεκτρικὲς συνδέσεις μὲ πολὺ μικρὴν ὰσχὺν (π.χ. μὲ ὰσχὺν ἑνὸς βάττυ μποροῦμε νὰ ἐπιτύχωμε τὸ ἔδιο ἀποτέλεσμα δυσὶ καὶ μὲ ἓνα kW).

"Αλλῃ βασικῇ ἴδιότητα τῶν μικροκυμάτων εἶναι δτὶ διαδίδονται σχεδὸν κατ' εὐθεία γραμμή. "Αρα, συνδέσεις μποροῦν νὰ γίνουν μέχρι τὸν διπτικὸ δρόζοντα τῆς κεραίας (καὶ λίγο περισσότερο, δηλαδὴ σὲ ἀποστάσεις μέχρι 100 ή 150 kW, ἀνάλογα μὲ τὴν ὑπερύψωση τῆς κεραίας ὡς πρὸς τὴν γῆ). Παρ' δλο δτὶ η ἴδιότητα αὐτὴ περιορίζει τὴν ἀπόσταση τῆς ἀμέσου μεταδόσεως, ἀποδεικνύεται προτέρημα ἀπὸ δρισμένες ἄλλες πλευρές.

Οἱ ἐφαρμογὲς τῶν μικροκυμάτων εἶναι πολλὲς καὶ διάφορες: Στὶς τηλεπικοινωνίες (π.χ. στὰ μουλτιπλέξ γιὰ ταυτόχρονη μετάδοση πολλῶν συνδιαλέξεων μὲ ἓνα μόνο φέρον κῦμα καὶ μὲ εἰδικὰ συστήματα διαμορφώσεως). Στὶς ἀναμεταδόσεις τηλεοράσεως. Στὴν ἐπιστημονικὴ ἔρευνα (ραδιοαστρονομία, φασματοσκοπία μικροκυμάτων). Στὸ ραντάρ, κλπ.

22·11 Αρχὴ τοῦ ραντάρ.

"Ας παρακολουθήσωμε τὸ ἔντζες ἀπλὸ πείραμα: "Ενας ἄνθρωπος, ποὺ ἔχει ἕνα πιστόλι, εὑρίσκεται στὸ ὅπατιθρο σὲ μία ἀγνωστὴ ἀπόσταση ἀπὸ ἕνα ἐμπόδιο (π.χ. ἀπὸ ἕνα λόφο). Πῶς μπορεῖ νὰ βρῇ τὴν ἀγνωστὴν ἀπόστασην; Δὲν ἔχει παρὰ νὰ ρίξῃ ἕνα πυροβόλισμό καὶ νὰ μετρήσῃ τὸ χρόνο τὸ ἀνάμεσα στὴν λάμψη τοῦ πυροβολισμοῦ καὶ στὴν στιγμὴν ποὺ θὰ ἐπιστρέψῃ η ἥχω (δ ἥχος ἀνακλᾶται πάνω στὸ ἐμπόδιο καὶ γυρίζει πίσω σὰν ἥχω). Έπειδὴ δ ἥχος διαδίδεται στὸν αέρα μὲ ταχύτητα 330 m/sec, καὶ ἀφοῦ τ εἶναι δ χρόνος πήγαινε - ἔλα τοῦ ἥχου, τὸ γινόμενο 330 · t παριστάνει τὸ διπλάσιο τῆς ἀγνωστῆς ἀπόστασεως. "Αρα, η ἀγνωστὴ ἀπόσταση εἶναι 165 · t μέτρα (μὲ τὸ χρόνο t σὲ sec). Π.χ. ἂν η

ήχῳ ἀκουσθῆ 6στερα ἀπὸ χρόνο $t = 3$ sec, τὸ ἐμπόδιο εὑρίσκεται: σὲ ἀπόσταση $165 \cdot 3 = 495$ m.

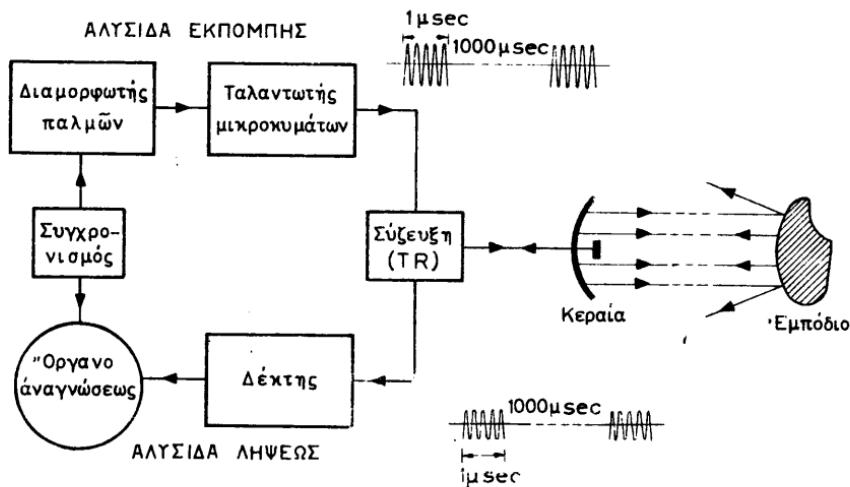
Τὸ ραντάρ βασίζεται σ' αὐτὴ τὴν ἀπλὴ ἀρχὴν. Μὲ τὴ διαφορὰ ὅτι ἀντὶ γιὰ ἡχητικὰ κύματα χρησιμοποιοῦνται ἡλεκτρομαγνητικὰ κύματα. Ή διαφορὰ αὐτὴ ἔχει σημασία, γιατὶ τὰ ἐδῶ εἰδη κυμάτων ἔχουν διαφορετικές ιδιότητες. Ἀνάμεσα στὶς ιδιότητες τῶν ἡλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων, ποὺ ἔχουν ἐδῶ ξεχωριστὴ σημασία, είναι οἱ ἔξις δύο: 1) τὰ ἡλεκτρομαγνητικὰ κύματα διαδίδονται στὸ κενὸν (καὶ πρακτικὰ καὶ στὸν ἀέρα) μὲ ταχύτητα $300\,000$ km/sec (ταχύτητα πολὺ μεγαλύτερη ἀπὸ ἐκείνη τοῦ ἥχου) καὶ 2) τὰ ἡλεκτρομαγνητικὰ κύματα μποροῦν νὰ συγκεντρώνωνται σὲ πολὺ στενὲς δέσμεις (ἰδίως στὶς πολὺ ὑψηλὲς συγκέντητες τῶν μικροκυμάτων).

Πάνω στὶς βάσεις αὐτὲς στηρίχθηκε τὸ ραντάρ, ποὺ τὸ γενικό του διάγραμμα φαίνεται στὸ σχῆμα 22·11 α. Ή ἀλυσθα ἐκπομπής ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ἕνα ταλαντωτὴ μικροκυμάτων, ποὺ διαμορφώνεται κατὰ παλμούς. Ἐτοι, δ πομπὸς παράγει παλμούς (δηλαδὴ συρμούς ἀπὸ ταλαντώσεις μικροκυμάτων), ποὺ ἐπαναλαμβάνονται κατὰ κανονικὰ χρονικὰ διαστήματα (π.χ. 1 000 παλμοὶ ἀνὰ δλ.). Οἱ παλμοὶ αὐτοὶ είναι πολὺ ἴσχυροι (ἴκατοντάδες kW), διαρκοῦν διμοις πολὺ λίγο (π.χ. 1 μsec, δηλαδὴ ἐνα ἑκατομμυριοστὸ τοῦ δλ).

"(ταν ἔνας παλμός, ποὺ ἀκτινοβολεῖται ἀπὸ τὴν κεραία, πέση ἐπάνω σὲ ἔνα ἐμπόδιο, ἔνα μέρος ἀπὸ τὴν ἐνέργεια τοῦ παλμοῦ ἀνακλάται πάνω στὸ ἐμπόδιο καὶ γυρίζει: πίσω). Ή ἐνέργεια ποὺ ἐπιστρέψει λέγεται καὶ ἐδῶ ἥχῳ (ἡλεκτρομαγνητικῇ ἥχῷ). Ή ἥχῳ λαμβάνεται συνήθως ἀπὸ τὴν ἰδια κεραία, ποὺ γρηγορεύει γιὰ τὴν ἐκπομπήν. Ἐχομε, ἔτοι, ἔνα σῆμα λήψεως, ποὺ ὁδηγεῖται πρὸς τὸ δέκτη, μέσα ἀπὸ μία εἰδικὴ διάταξη συζεύξεως. Ή διάταξη αὐτὴ, γνωστὴ μὲ τὸ σηματάριο TR, κατὰ μὲν τὴν ἐκπομπὴν ἐμποδίζει κάθε διαφυγὴ ἴσχυος πρὸς τὸν δέκτη, προστατεύοντάς τον

ἀπὸ τοὺς ἴσχυροὺς παλμοὺς ἐκπομπής, ἐνῷ κατὰ τὴν λήψη ἀφίγνει ἑλεύθερη τὴν διάθαση, τοῦ σῆματος πρὸς τὸν δέκτη.

Ἡ ἀλυσίδα λήψεως ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ τὸν δέκτη, καὶ μία συσκευὴ ἀναγνώσεως. Ὁ δέκτης εἶναι εἰδικὰ κατασκευασμένος γιὰ παλμοὺς μικροκυμάτων, ἔχει δὲ μεγάλη εὐασθησία καὶ γχαμηλὸ θόρυβο βάθους. Ἡ συσκευὴ ἀναγνώσεως εἶναι ἐνας εἰδικὸς σωλήνας, ποὺ στὴν δέκτη του μποροῦμε νὰ βλέπωμε τοὺς παλμοὺς ἐκπομπῆς καὶ λήψεως. Τὸ σύστημα σαρώσεως τοῦ σωλήνα εἶναι συγχρονισμένο μὲ τοὺς παλμοὺς ἐκπομπῆς.

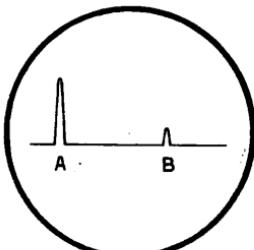


Σχ. 22·11 α.

Γενικὸ διάγραμμα ἐνὸς ραντάρ.

"Ἐνας ἀπλὸς τρόπος ἀναγνώσεως εἶναι ὁ ἔξιγξ: "Ἐστω ὅτι ἐνας παλμὸς ἐκπομπῆς ἀναφαίνεται στὴ θέση A πάνω στὴν διθύρη, ἐνῷ ἡ ἀντίστοιχη ἥχι ἀναφαίνεται στὴ θέση B (σχῆμα 22·11 β.). Ἐπειδὴ ἡ ταχύτητα τῆς σαρώσεως εἶναι γνωστή, μποροῦμε νὰ ξέρωμε τὸ χρόνο t sec, ποὺ ἀντιστοιχεῖ στὸ διάστημα AB. Ξέροντας, ἐπὶ πλέον, ὅτι τὰ ἡλεκτρομαγνητικὰ κύματα δια-

δίδονται στὸ χῶρο μὲ ταχύτητα 300 000 km/sec, εὑρίσκομε ὅτι τὸ διάστημα πήγαινε - ἔλα ἀνάμεσα στὸ ραντάρ καὶ στὸ ἐμπόδιο εἶναι $300\,000 \cdot t$ km. Τὸ μισὸ αὐτοῦ τοῦ γινομένου, δηλαδὴ $150\,000 \cdot t$ km, δίνει τὴν ἀπόσταση τοῦ ἐμποδίου (ὅπως καὶ στὴν περίπτωση τοῦ ἥχου). Συνήθως δὲ χρόνος t μετρεῖται ἐδῶ σὲ μsec, διότε ἡ ἀπόσταση τοῦ ἐμποδίου εἶναι $0,15 \cdot t$ σὲ km. Π.χ. ἂν οἱ παλμοὶ A καὶ B ἀπέχουν πάνω στὴν δύνη κατὰ 100 μsec, τὸ ἐμπόδιο, ποὺ στέλνει πίσω τὴν ἥχω, εὑρίσκεται σὲ ἀπόσταση $0,15 \cdot 10^6 = 15$ km.



Σχ. 22·11 β.

Παλμοὶ στὴν οιδόνη τοῦ καθοδικοῦ σωλήνα.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὴν ἀπόσταση, μποροῦμε νὰ ξέρωμε καὶ τὴν διεύθυνση τοῦ ἐμποδίου. Η διεύθυνση καθορίζεται ἀπὸ τὸν προσανατολισμὸ τῆς κεραίας. Πραγματικά, ἡ κεραία εἶναι κινητὴ καὶ μπορεῖ νὰ στρέψεται πρὸς διάφορες διευθύνσεις, ἀναζητώντας τὰ τυχὸν ἐμπόδια στὸ γύρω χῶρο. Καθὼς μάλιστα ἡ κεραία συγκεντρώνει τὴν ἀκτινοθολία σὲ μία λεπτὴ δέσμη, ἡ διεύθυνση τοῦ ἐμποδίου καθορίζεται μὲ ίκανοποιητικὴ ἀκρίβεια.

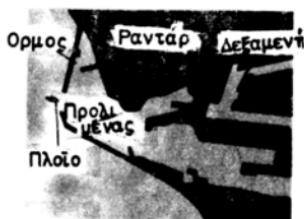
Άλλος τρόπος ἀναγνώσεως, καλύτερος καὶ πιὸ συνηθισμένος, εἶναι δὲ ἔξῆς: Η ἀπόκλιση τῆς κηλίδας, πάνω στὴν δύνη τοῦ καθοδικοῦ σωλήνα, δὲν γίνεται δριζόντια, ἀλλὰ ἀκτινωτά, δηλαδὴ ἡ κηλίδα ξεκιγνᾶ σὲ κάθε περίοδο σαρώσεως ἀπὸ τὸ κέντρο τῆς δύνης καὶ προχωρεῖ πρὸς τὴν περιφέρεια. Συγχρόνως, κάθε ξεκίνα σαρώσεως παίρνει στὸ ξεκίνημά της διεύθυνση, ἀντίστοιχη

πρὸς τὴν γωνία στροφῆς τῆς κεραίας κατὰ τὴν ἕδια στιγμὴν (ἢ διεύθυνση σαρώσεως εἶναι συγχρονισμένη μὲ τὴν θέση τῆς κεραίας, ἢ ἐποίει στρέφεται συνεχῶς). Ἡ ἡγώ, ποὺ προέρχεται ἀπὸ ἓνα ἐμπόδιο, ἀναφαίνεται πάνω στὴν ὁθόνη σὰν φωτεινή κηλίδα, ἐνῷ, ὅταν δὲν ὑπάρχῃ ἡγώ, ἢ ὁθόνη μένει σκοτεινή. Τὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸς τὸ ἐπιτυγχάνομε, ρυθμίζοντας τὴν μόνιμη πόλωση φωτεινότητας τοῦ καθοδικοῦ σωλήνα ἔτσι, ὥστε ἡ κηλίδα μόλις νὰ χάνεται. "Αν, τώρα, δὲκτής λαμβάνη μία ἡγώ, τὸ σῆμα λήψεως μικραίνει τὴν πόλωση καὶ ἡ κηλίδα ἀναφαίνεται.

Ἡ ἀπόσταση τῆς κηλίδας ἀπὸ τὸ κέντρο τῆς ὁθόνης ἀντιστοιχεῖ στὴν ἀπόσταση τοῦ ἐπιπόδου ἀπὸ τὴν συσκευὴν τοῦ ραντάρ, ἐνῷ ἡ γωνιακὴ θέση τῆς κηλίδας καθορίζει τὴν διεύθυνση τοῦ ἐπιπόδου. Μπορούμε, ἔτσι, νὰ δοῦμε πάνω στὴν ὁθόνη τὸ χάρτη τῆς περιοχῆς γύρω ἀπὸ τὸ ραντάρ (σχ. 22·11 γ). Ἐννοεῖται ὅτι τὸ ραντάρ δὲν « βλέπει » παρὰ τὰ ἀντικείμενα, ποὺ μποροῦν νὰ δώσουν ἡλεκτρομαγνητικὴ ἡγώ (δηλαδὴ ἔκεινα, ποὺ προκαλοῦν ἀρκετὴ ἀνάκλαση τῆς ἡλεκτρομαγνητικῆς ἀκτινοθολίας).



(A)



(B)

Σχ. 22·11 γ.

- (A) Παράδειγμα εἰκόνας στὴν ὁθόνη καθοδικοῦ σωλήνα μὲ ἀκτινωτὴ σάρωση.
 (B) Ἀναπαράσταση τοῦ χάρτη τῆς περιοχῆς.

Ἡ κατασκευὴ ἐνὸς ραντάρ γίνεται σύμφωνα μὲ τὴν τεχνικὴ τῶν μικροκυμάτων (βλ. προηγουμένη παράγραφο). Συνήθως γρηγοριωποιούνται μήκη κύματος τῆς τάξεως τῶν 3 cm (συγχρότερα

10 000 M/cs) και σπανιότερα τῶν 10 cm (συγχρόνητα 3 000 Mc/s). Ο πομπὸς και δέκτης ἀποτελοῦν μία ἑνιαία ἐγκατάσταση, ἀλλα σημαντικὰ μέρη τῆς ὅποιας εἰναι: ἡ κεραία, οἱ τροφοδοτήσεις ἵσχυος και διάφορες βοηθητικὲς διατάξεις.



Σχ. 22·11 δ.

Φωτογραφία ἐνὸς στρατιωτικοῦ ραντάρ (ἡ κεραία προστατεύεται μὲ μονοτικὸ κάλυμμα).

Τὸ ραντάρ ἔχει πολλὲς και σημαντικὲς ἐφαρμογές. Χρησιμοποιεῖται: σὰν βοηθητικὸ μέσο στὴ νυκτὸ πλοσία και στὶς συγκοινωνίες (πλοῖα, λιμένες, ἀεροπλάνα, ἀεροδρόμια), δῆμου προσφέρει πολύτιμες ὑπηρεσίες, ἀφοῦ μάλιστα οὔτε ἡ νύχτα οὔτε ἡ δριμύλη ἐμποδίζουν τὴ λειτουργία του. Όρισμένα ραντάρ μποροῦν νὰ παίρνουν ἥχιο ἀπὸ διάφορες ἀτμοσφαιρικὲς συμπυκνώσεις (νέφη, βροχὴ, κλπ.) και γρηγοροποιοῦνται: στὴ μετεωρολογία. "Οσο γιὰ τὶς στρατιωτικὲς ἐφαρμογές, αὐτὲς δυστυχῶς μᾶς εἰναι: ἀρκετὰ γνωστὲς (ἐπισήμανση στόχων, δύναμης τῆς βολῆς τηλεεθόλων, ἀντι-αεροπορικὴ ἀμύνα, κλπ.). Τὸ σχῆμα 22·11 δ δείχνει: ἀκριβῶς τὴ μορφὴ ἐνὸς στρατιωτικοῦ ραντάρ.

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 23

ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ — ΑΝΟΡΘΩΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

23.1 Πηγές τροφοδοτήσεως.

Μποροῦμε νὰ ποῦμε γενικὰ ὅτι κάθε ραδιοτεχνικὴ συνδεσμολογία ἀποτελεῖ μία συσκευή, που παίρνει ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια ἀπὸ μία ἡ περισσότερες πηγὲς τροφοδοτήσεως καὶ τὴν μετατρέπει, ἢν ἀφῆσωμε κατὰ μέρος τὶς ἀπώλειες, σὲ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια μὲ διαφορετικὰ χαρακτηριστικὰ (πλάτος, συχνότητα, φάση). Στὰ προηγούμενα κεφάλαια αὐτοῦ τοῦ βιβλίου περιγράψαμε πῶς γίνονται καὶ πῶς χρησιμοποιοῦνται αὐτὲς οἱ μετατροπὲς ἐνεργείας. Ήριν ὅμως τελειώσωμε πρέπει νὰ ποῦμε λίγα πράγματα καὶ γι' αὐτὲς τὶς ἵδιες τὶς πηγὲς τροφοδοτήσεως (τὸ θέμα ἀνήκει περισσότερο στὴν Ἡλεκτροτεχνία).

Οἱ ἡλεκτρονικὲς λυγγίες (Κεφ. 8) γρειάζονται τὶς πηγὲς τροφοδοτήσεως γιὰ τρεῖς διαφορετικοὺς σκοπούς:

- 1) γιὰ τὴν θέρμανση τῆς καθόδου,
- 2) γιὰ παροχὴ ἐνεργείας στὰ κυκλώματα ἀνόδου καὶ προστατευτικοῦ πλέγματος, καὶ
- 3) γιὰ τὴν πόλωση τοῦ ὁδηγοῦ πλέγματος (ἢ καὶ ἄλλων πλεγμάτων).

Στὶς κρυσταλλολυγγίες (Κεφ. 19 καὶ 20), οἱ πηγὲς τροφοδοτήσεως παίζουν ἀναλόγους ρόλους, μόνο ποὺ δὲν ὑπάρχει θέρμανση καθόδου καὶ οἱ ισχεῖς τῶν πηγῶν εἶναι γενικὰ μικρότερες.

Τὸ πάρχουν τρία εἰδὴ πηγῶν τροφοδοτήσεως: οἱ στήλες, οἱ συσσωρευτὲς καὶ τὸ βιομηχανικὸ ἡλεκτρικὸ δίκτυο. Οἱ στήλες καὶ οἱ συσσωρευτὲς δίνουν πολὺ ἀκριβὴ ἐνέργεια, δεκάδες φορὲς ἀκριβότερη ἀπὸ τὴν ἐνέργεια τοῦ δικτύου. Οἱ δέκτες μὲ κρυσταλλολυγγίες κατασκευάζονται ἡστόσο μὲ στήλες, γιατὶ ἔχουν μικρές

ἀπαιτήσεις ἐνεργείας. Γιὰ τὶς στήλες καὶ τοὺς συσσωρευτές, ποὺ εἶναι ἀπ' εὐθείας πυργὸς συνεγχοῦς ρεύματος, παραπέμπουμε στὴν Ἡλεκτροτεχνία. Ήτά ἀσχοληθεῖσι τὸ ἔδοι μὲ τὶς ἀνορθωτικὲς διατάξεις, ποὺ μετατρέπουν τὸ ἐγαλλασσόμενο ρεῦμα τοῦ βιομηχανικοῦ δικτύου σὲ συνεχές, θὰ κάνωμε δὲ καὶ ὅρισμένες ἄλλες συμπληρώματα.

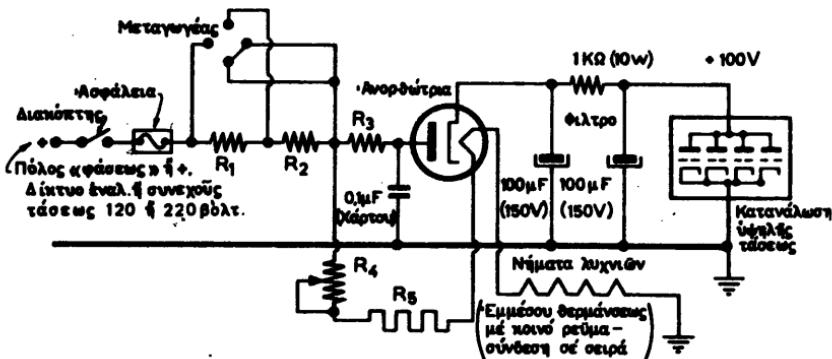
23·2 Θέρμανση τῶν καθόδων.

Σὲ μία φαδιστεγνικὴ κατασκευὴ χρησιμοποιοῦνται συνήθως ὅχι μία, ἀλλὰ περισσότερες ἥλεκτρονικὲς λυχνίες. Γιὰ νὰ εἶναι δυνατὴ, ἡ θέρμανση τῶν καθόδων ἀπὸ μία μόνη πυργή, πρέπει νὰ χρησιμοποιοῦνται λυχνίες, ποὺ νὰ ἔχουν τὴν ἴδια τάση, ἢ τὸ ἴδιο ρεῦμα θερμάνσεως. "Οταν οἱ λυχνίες ἔχουν τὴν ἴδια τάση θερμάνσεως, τὰ κυκλώματα θερμάνσεως συνδέονται παραλλήλα πρὸς τὴν πυργὴ τροφοδοτήσεως." Αν ἔχωμε λυχνίες μὲ καινὸ ρεῦμα θερμάνσεως, συνδέομε τὰ νύμφατα θερμάνσεως σὲ σειρά.

Οἱ τάσεις καὶ τὰ ρεύματα θερμάνσεως εἶναι τυποποιημένα γιὰ νὰ διευκολύνωνται οἱ κατασκευές. Οἱ πιὸ συνηθισμένες τυποποιημένες θερμάνσεις στὶς λυχνίες λύψεως εἶναι: 1,4 βόλτ (γιὰ θέρμανση μὲ στήλες), 2 βόλτ (γιὰ συσσωρευτὲς) καὶ 6,3 βόλτ (κατηγορία, δημοφιλεῖς σὲ περισσότερες λυχνίες λύψεως), ἐνώ τὰ ρεύματα θερμάνσεως ποικίλλουν ἀπὸ 0,1 ὧς 1 ἀμπέρ περίπου. Τὰ τυποποιημένα ρεύματα θερμάνσεως εἶναι συνήθως 200, 150 ἢ 100 mA μὲ ἀντίστοιχες τάσεις θερμάνσεως ἀπὸ 6 ὧς 50 βόλτ περίπου. Λεπτομέρειες ἀναγράφονται στοὺς καταλόγους λυχνιῶν.

Ἡ θέρμανση τῆς καθόδου γίνεται, ὅπως ξέρομε, ἢ μὲ ἀμεσοῦ ἢ μὲ ἔμπιεσσο τρόπο (παρ. 8·2). Οἱ λυχνίες λύψεως ἀμέσου θερμάνσεως θερμαίνονται ἀπὸ πυργὸς συνεγχοῦς τάσεως (στήλες ἢ συσσωρευτές), οἱ περισσότερες δημοφιλεῖς λυχνίες εἶναι ἔμπιεσσο θερμάνσεων καὶ μποροῦν νὰ θερμαίνονται ἀπὸ πυργὸς συνεγχοῦς ἢ ἐγαλλασσομένης τάσεως (π.χ. ἀπὸ τὸ δίκτυο μὲ μετασχηματιστὴ 220/11,3 V).

Ανάλογα μὲ τὸν τρόπο τροφοδοτήσεως σὲ ίσχυ, ἐπεκράτησε στὸ ἐμπόριο ἡ συνήθεια νὰ ξεχωρίζωμε τὰ ραδιόφωνα σὲ « ραδιόφωνα ἐναλλασσομένου φενμάτος » (110 ή 220 βόλτ, βλ. σχ. 23·3 γ), σὲ « ραδιόφωνα δῶντων φενμάτων » (110 ή 220 βόλτ συνεχῆς ή, ἐναλλασσόμενο, σχ. 23·2 α) καὶ σὲ « ραδιόφωνα μπα-



Σχ. 23·2 α.

Τροφοδότηση ἑνὸς ραδιοφώνου « ὅλων τῶν φενμάτων ». Ἡ συνδεσμολογία δὲν χρησιμοποιεῖ μετασχηματιστή. Οἱ ἀντιστάσεις R_1 , R_2 , R_3 , σὲ συνδυασμὸν μὲ τὰ μεταγωγέα, χρησιμεύουν γιὰ νὰ προκαλοῦν τὴν πτώση τάσεως ποὺ χρειάζεται γιὰ νὰ φθάνῃ στὴν ἀνορθωτρία ἢ ίδια πάντα τάση (π.χ. 110 βόλτ) ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὴν τάση τοῦ δικτύου. Ἡ ἀντιστάση R_4 ρυθμίζει τὴν συνολικὴ τάση πνευατισμοῖς τῶν νήματῶν τῶν λυχνιῶν. Η R_5 εἶναι μία εἰδικὴ ἀντίσταση ποὺ προστατεύει τὰ νήματα ἀπὸ τὰ μεγάλα φεύματα κατὰ τὶς πρότεις στιγμὲς εὐθὺς μετὰ τὴν σύνδεση τοῦ ραδιοφώνου στὸ δίκτυο (Ἡ ἀντιστάση R_5 θερμαίνεται τότε ἀπότομα, ὅσο τὰ νήματα τῶν λυχνιῶν εἶναι ἀκόμη φυγά, καὶ παίρνει μεγάλη τιμὴ σὲ δῆμ, ἐνῶ στὴ σινέχεια ἡ θερμοκρασία τῆς καὶ ἡ τιμὴ τῆς σὲ δῆμ ἔλαττωνται, ὥστε κανονικὲς συνθῆκες λειτουργίας). Όλες αὐτὲς οἱ ἀντιστάσεις ὑπολογίζονται κατάλληλα (σὲ δῆμ καὶ σὲ βάττ.), ἀνάλογα μὲ τὴν κάθε συγκεκριμένη περίπτωση.

ταρίας α (γιὰ στήλες η συσσωρευτές, αὐτὸς δῆμως τὸ εἰδιοφόνου λιὲν γλεκτρονικὲς λυγγίες ἐγκαταλείπεται: τελευταῖς καὶ ἀντικαθίσταται: ἀπὸ τὰ ραδιόφωνα μὲ κρυσταλλολυγγίες). Ήριν συνδέσωμις μία συσκευὴ, ἡ μία δριζιεύνη, π.γ.γ. τροφοδοτήσεως, πρέπει νὰ ἔλεγχωμε προσεκτικὰ ἀν ἡ πηγὴ ἔχῃ τὴν κατάλληλη

ἐναιλλαισσομένη ἢ συνεχὴ τάση καὶ ἂν χρειάζεται: νὰ προσαρμόσωμε τὴν συσκευὴν τὴν τάση τῆς πηγῆς ἵ, νὰ ματαιώσωμε δλωσδέλους τὴν σύγχεσην.

23-3 Ανορθωτικές διατάξεις.

Τὰ ἀνορθωτικὰ κυκλώματα τῶν λυχνιῶν μιᾶς ραδιοτεχνικῆς συσκευῆς τροφοδοτοῦνται, δπως ξέρομε, ἀπὸ πηγὴς συνεχοῦς τάσεως, ποὺ τὶς λέμε καὶ πηγὴς ὑψηλῆς τάσεως (100 ὁς 300 βδλτ τὶς λυχνίες λήψιμως, χιλιάδες βδλτ τὶς λυχνίες ἐκπομπῆς). "Οταν ἡ ισχὺς παρέχεται ἀπὸ ἐναλλασσόμενο βιομηχανικὸ δίκτυο (μὲ συγχρήτητα 50 c/s), τότε, ἀνάμεσα τὸ δίκτυο καὶ τὴν συσκευήν, πρέπει: νὰ μεσολαβήσῃ μία ἀνηρθρωτικὴ μάίταξη (γιὰ τὴν ἀρχὴ τῆς ἀνορθωτικῆς, δηλαδὴ, τῆς μετατροπῆς μιᾶς ἐναλλασσομένης τάσεως σὲ συνεχὴ τάση, ἔχομε ἥδη μιλήσεις στὴν παρ. 8-4).

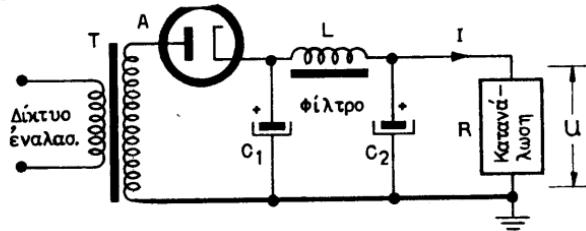
Τὸ κύριο στοιχεῖο μιᾶς ἀνορθωτικῆς διατάξεως εἶναι: ἔνας ἀνορθωτής (ἢ περισσότεροι ἀνορθωτές). Τὰ σπουδαιότερα εἰδη ἀνορθωτῶν εἰναι: δίσεις λυχνίες κενοῦ ἢ μὲ ἀέρος (Κεφ. 8), οἱ κρυσταλλοδίσεις καὶ οἱ Ἑγροὶ ἀνορθωτές (Κεφ. 19). Οἱ κατασκευαστὲς καθηρέζουν στοὺς καταλόγους τοὺς τὰ τεχνικὰ γαρακτηρίστακα καὶ τὶς προφυλάξεις ποὺ ἀπαιτοῦνται κατὰ τὴν χρησιμοποίηση τῶν διαφόρων ἀνορθωτῶν. Ή ἐκλογὴ, τοῦ καταλλήλου ἀνορθωτῆς, σὲ κάθε εἰδοκή περίπτωση, ἔξαρταται:

1) Ἀπὸ τὶς τιμές τῆς συνεχοῦς τάσεως καὶ τοῦ συνεγοῦς φεύγιματος, ποὺ θέλομε νὰ ἔχωμε τὴν κατανάλωση, καὶ

2) ἀπὸ τὴν συνθετικούς τῆς ἀνορθωτικῆς διατάξεως.

Πραγματικά, ἡ ἀνορθωτικὴ διατάξη, ἐκτὸς ἀπὸ τὸν ἢ τοὺς ἀνορθωτές, περιλαμβάνει: καὶ ἄλλα στοιχεῖα, ποὺ μποροῦν νὰ συνδεσμολογοῦνται: κατὰ διαφόρους τρόπους. Λημματοργοῦνται: ἔτοι: διάφορα εἰδη, ἀνορθωτικῶν διατάξεων, ποὺ ἔχουνται ἕνες πρὸς τὶς λεπτομέρειες τῆς λειτουργίας καὶ ἕνες πρὸς τὶς ἐπιδόσεις τους. Γιὰ τὶς κυριότερες συγκεκριμένες μελώμεις παρακάτω μὲ τινατομία.

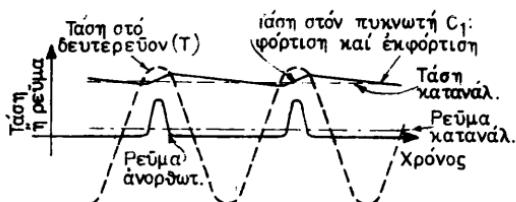
‘Ημιανόρθωση (σχ. 23·3 α). Η διάταξη αποτελείται από ένα μετασχηματιστή (T), έναν άνορθωτή (A) και ένα φίλτρο (C_1, L, C_2).



Σχ. 23·3 α.

Διάταξη ήμιανορθώσεως (οι πυκνωτές C_1 , και C_2 τοῦ φίλτρου είναι συνήθως ήλεκτρολιντικοί μὲν χωρητικότητα πολλῶν μF , τὸ πηνίο L είναι μὲν σιδηροπυρήνα καὶ ἔχει αὐτεπαγογή πολλῶν henry).

Ο μετασχηματιστής ἀνεβάζει ἢ κατεβάζει τὴν ἐναλλασσομένη τάση τοῦ διεκτύου στὴν τιμὴ ποὺ χρειάζεται γιὰ νὰ πάρωμε τελικὰ τὴν ζητούμενη συνεχὴ τάση. “Οσο ἡ ίσχυς στὴν κατανάλωση είναι μεγαλύτερη, τόσο ὁ μετασχηματιστής είναι δύκινος (καὶ ἀκριβότερος).



Σχ. 23·3 β.

Λειτουργία τῆς ήμιανορθώσεως μὲν φίλτρῳ CLC (διάταξη τοῦ σχ. 23·3 α).

Ο ἀνορθωτής ἀφύγει τὸ ρεύμα νὰ κυκλοφορῇ πρὸς τὴν μία μόνο κατεύθυνση, ἐνῶ πρὸς τὴν ἄλλην κατεύθυνση ἀποτέλει διακοπὴ (λειτουργία βαλβίδας). Τὸ εἶδος τοῦ ἀνορθωτῆς ἐκλέγεται ἕτσι, ὅτε ὁ ἀνορθωτής νὰ μπορῇ νὰ ὑποφέρῃ τὰ ρεύματα καὶ τὶς τάξεις, ποὺ ἀναπτύσσονται κατὰ τὴν λειτουργία τῆς διατάξεως.

Τὸ φίλτρο ἔξομαλύνει τὶς μεταβολές ρεύματος, ποὺ ἀπομένουν μετὰ τὴν ἀνόρθωση. Ξέρομε, πραγματικά, ὅτι ἡ ἀνόρθωση δίνει ἔνα κυματοειδὲς ρεῦμα, ποὺ ἔχει μὲν τὴν ἕδια πάντα φορά, δὲν εἶναι ὅμως συνεχές. Ἐξ αἰτίας μάλιστα τοῦ φίλτρου, τὸ ρεῦμα δὲν διαρρέει τὸν ἀνορθωτή σὲ δλη τὴν ἡμιπερίσδο ἀγωγιμότητας, ἀλλὰ μόνο κατὰ ἔνα μέρος τῆς ἡμιπεριόδου (σχ. 22·3 β).

Ἡ κατάσταση βελτιώνεται πρῶτα καὶ κύρια ἀπὸ τὸν πυκνωτὴ C₁. Ο πυκνωτὴς αὐτὸς φορτίζεται κατὰ τὶς κορυφὲς τῆς τάσεως εἰςδύου, δισταρχοῦ οἱ παλμοὶ τοῦ ρεύματος στὸν ἀνορθωτή, καὶ ἐκφορτίζεται πρὸς τὴν κατανάλωση κατὰ τὰ διαστήματα ποὺ ἐ ἀνορθωτής δὲν εἶναι ἀγωγιμος. Μὲ ἄλλα λόγια, δ πυκνωτὴς αὐτὸς παῖζει τὸ ρόλο μιᾶς δεξαμενῆς, ποὺ παίρνει νερὸν κατὰ δόσεις καὶ δίνει μία περίπου σταθερὴ παροχὴ.

Θὰ ἔμεναν ὅμως ἀκόμα σημαντικὲς μεταβολές ρεύματος. Τότε μεσολαβεῖ τὸ πηγής, πού, χάρη στὴ μεγάλη ἐπαγωγική του ἀντίσταση, ἀποτελεῖ σιθαρὸ διπόδιο στὸ μεταβαλλόμενο ρεῦμα. Ἀλλὰ καὶ πάλι ἔνα μικρὸ μεταβαλλόμενο ρεῦμα θὰ εἴχε τὴ δυνατέτητα νὰ περάσῃ. Ο πυκνωτὴς C₂ ἀναλαμβάνει νὰ βραχυκυκλώσῃ αὐτὸ τὸ ὑπόλοιπο μεταβαλλόμενο ρεῦμα, τουλάχιστον κατὰ τὸ μεγαλύτερο μέρος του. Ἐτοι, ἡ κατανάλωση διαρρέεται τελικὰ ἀπὸ ἔνα ρεῦμα I πρακτικὰ συνεχές. Τὸ ἕδιο πρακτικὰ συνεχῆς εἶναι καὶ ἡ τάση U στὰ ἄκρα τῆς καταναλώσεως (ἡ κατανάλωση ἰσοδυναμεῖ μὲ μία ὀμικὴ ἀντίσταση R καὶ ἔχομε U = RI).

Παρ’ ὅλα αὐτά, ἡ τάση στὴν κατανάλωση δὲν εἶναι τελείως συνεχής. Ἀπομένουν πολὺ μικρὲς μεταβολές, μία μικρὴ κυμάτωση (π.χ. τῆς τάξεως τοῦ 1%), ποὺ ἔχει συχνότητα 50 c/s. Ἡ κυμάτωση αὐτὴ δὲν ἐμποδίζει συνήθως τὴν καλὴ λειτουργία τῶν ραδιοτεχνικῶν συσκευῶν. Ωστόσο ἡ κυμάτωση τῆς συνεχοῦς τάσεως δίνει πολλὲς φορὲς ἐνοχλητικὸ βόμβο στὸ μεγάφωνο ἐνδεικτικοῦ της τάσεως C (παρ. 18·6). Ἀν θέλωμε ἀκόμη μικρότερη κυμάτωση, μποροῦμε νὰ χρησιμοποιήσωμε φίλτρο μὲ

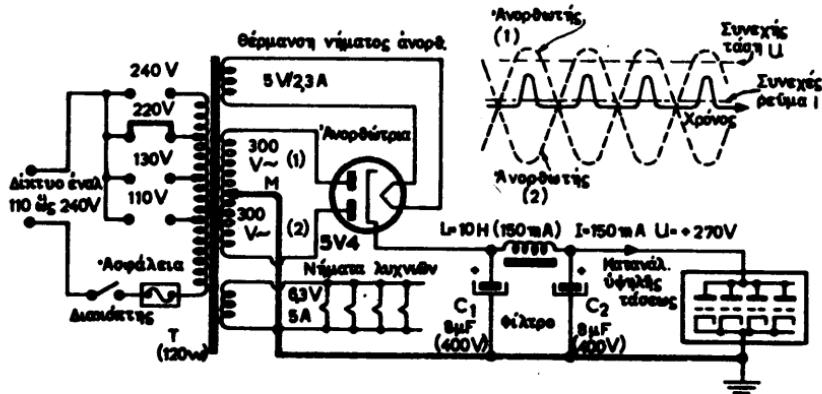
· δύο κύτταρα CLC, τὸ ἔνα μετὰ τὸ ἄλλο (ἢ καὶ νὰ χρησιμοποιήσωμε διάταξη πλήρους ἀνορθώσεως). Ἀλλες φορές, δταν ζητοῦμε νὰ κάνωμε σίκονομία όλικοῦ, ἀντικαθιστοῦμε τὸ πηγίο μὲ μία ώμι-κὴ ἀντίσταση, ποὺ προκαλεῖ ὅμως συμπλοκὴν πτώση τάσεως καὶ ἀπορρεψά ἴσχυ. Σὲ ἄλλες περιπτώσεις, παραλείπομε τὸν πρώτο πυ-κνιτή καὶ χρησιμοποιοῦμε φίλτρο LC, ποὺ λειτουργεῖ διαφορετι-κὰ ἀπὸ ὅ,τι λειτουργεῖ τὸ προηγούμενο φίλτρο CLC.

Τὸ σχῆμα 23 · 3 β δείχνει κάποις λεπτομερέστερα μὲ ποιό τρό-πο λειτουργεῖ μία διάταξη ἡμιανορθώσεως μὲ φίλτρο CLC. Λέμε ἡμιανορθώσεως, γιατὶ ὑπάρχει ἔνας μόνο ἀνορθωτής πού, δπως εἰπαριε, διαρρέεται ἀπὸ ρεῦμα κατὰ ἔνα μέρος τῆς μιᾶς μόνο ἡμι-περιόδου τῆς ἐναλλασσομένης τάσεως εἰςόδου. Ή ἀνορθωμένη συν-εγκής τάση ἰσούται περίπου μὲ τὴν ἐνεργὴ τιμὴ τῆς ἐναλλασσομέ-νης τάσεως στὸ δευτερεύον τοῦ μετασχηματιστή (ἢ συνεχής τάση ήταν ἐξεισιγόνταν μὲ τὴν μεγίστη τιμὴ τῆς ἐναλλασσομένης τάσεως στὸ δευτερεύον, ἂν οἱ χρηητικότητες καὶ ἡ χύτεπαγωγὴ τοῦ φίλ-τρου μποροῦσαν νὰ πάρουν πάρα πολὺ μεγάλες τιμές).

Ιλλήρους ἀνορθωση (σχ. 23 · 3 γ). Η διάταξη αὐτή περι-λαμβάνει δύο ἀνορθωτές (ἢ ἔνα διπλὸ ἀνορθωτή), ποὺ ὁ ἔνας τοὺς διαρρέεται ἀπὸ ρεῦμα κατὰ ἔνα μέρος τῆς μιᾶς ἡμιπεριόδου τῆς ἐναλλασσομένης τάσεως εἰςόδου, ἐνώ ὁ ἄλλος λειτουργεῖ κατὰ ἔνα μέρος τῆς ἐπομένης ἡμιπεριόδου. Μὲ τὸν τρόπο αὐτὸν χρησι-μοποιοῦνται καὶ οἱ δύο ἡμιπεριόδοι.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὴν διαφορὰ αὐτῆς, σὲ σύγκριση μὲ τὴ διάταξη ἡμιανορθώσεως, ὁ μετασχηματιστής ἔχει τόρα μία μεταίχ λήψη, ποὺ προσγειώνεται. Η ἀνορθωμένη συνεχής τάση ἰσούται περίπου μὲ τὴν ἐνεργὴ τιμὴ τῆς τάσεως σὲ κάθε μισὸ τοῦ δευτερεύοντος. Λοιπά, σὲ σύγκριση, μὲ τὴν ἡμιανορθωση, χρειάζεται ἀς ποῦμε ἔνα διπλάξιο δευτερεύον γιὰ νὰ πάρουμε τὴν ἔδια ἀνορθωμένη συνεχή τάση. Στὸ μεταξύ ὅμως, καθήκως ἔχουμε τόρα δύο ἀνορθωτές, τὸ συ-εγκές ρεῦμα στὴν κατανάλωση, πρακτικὰ διπλακιάζεται..

Στήν πραγματικότητα, τό δτ: έχομε μεγαλύτερο δευτερεύον δὲν συγγίνει δτ: διασχηματιστής γίνεται δύο φορές ακριβότερος. Καὶ τοῦτο γιατί, ἐκτὸς τῶν ἄλλων, διασχηματιστής ἔργαζεται τώρα ύπο καλύτερες συνθῆκες. Πραγματικά, τὰ ρεύματα τῶν ἀνορθωτικῶν κυκλοφοροῦν στὰ δύο μισά δευτερεύοντα κατὰ ἀντίθετες κατεύθυνσις. Ο μετασχηματιστής δὲν φορτώνεται λοιπὸν μὲ μόνιμη μαγνήτιση καὶ η κατασκευή του γίνεται σχετικά ἐλαφρότερη.



Σχ. 23-3 γ.

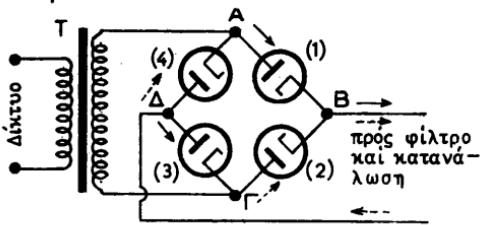
Πλήρης ἀνόρθωση μὲ φίλτρο CLC (π.χ. γιὰ ἓνα μεγάλο φαδιόφωνο, μὲ συμμετρικὸ ἐνισχυτὴ ισχίους Χ.Σ.). Χρησιμοποιεῖται μία διπλὴ ἀνόρθωτρια λυχνία (5V4) καὶ μετασχηματιστής (πραγματικῆς ισχίους 120 W) μὲ μεσαία λήψη (στὸ σχῆμα ἀναγράφονται οἱ ἐνεργὲς τιμὲς τῶν ἐναλλασσομένων μεγεθῶν). Οἱ ἐναλλασσόμενες τάσεις στὰ δύο μισά δευτερεύοντα εὑρίσκονται σὲ ἀντίσταση. Η ἐξήγηση τῆς λειτουργίας δίνεται ἀπὸ τὶς καμπύλες, πάνω δεξιὰ (σύγχρινε μὲ τὴν περίπτωση τῆς ήμιανορθωτικῆς, σχ. 23·3α καὶ 23·3β). Η κυμάτωση τῆς συνεχοῦς τάσεως στὴν κατανάλωση είναι περίπου 0,5%. Τὰ νήματα τῶν λιγνιτῶν θερμαίνονται ἀπὸ ξεχωριστὸ δευτερεύον (λιγνίες ἐμμέπον θερμισμός, μὲ κοινὴ τάση θερμισμοῦ, νήματα σὲ παρύλληλη σύνδεση).

"Αλλὸς συγγίνεται πλεονέκτημα εἰναὶ δτ: η κυμάτωση τῆς συνεχοῦς τάσεως στὴν κατανάλωση γίνεται μικρότερη (η μισὴ περίπου ἡπέδη ἔκείνη ποὺ ὑπάρχει στὴν ήμιανορθωτική). Αὐτὸ δέ φα-

λεται: προφανώς στὸ δτ: οἱ δύο ἀνορθωτὲς δίγνουν πυκνότερους παλμοὺς ρεύματος, ἵνα παλμὸς σὲ κάθε ἡμιπερίοδο. Ἐπειδὴ μάλιστα γι συγχέτητα τῆς κυματώσεως εἰναι τώρα ὑψηλότερη ($2 \cdot 50 = 100$ c/s), γι λειτουργία τοῦ φίλτρου γίνεται δραστικότερη (οἱ χωρητικὲς ἀντιστάσεις μικραίνουν, ἐνῷ γι ἐπαγωγικὴ ἀντισταση αὔξανε). Μποροῦμε λοιπὸν νὰ περιορισθοῦμε σὲ κάπως μικρότερους πυκνωτὲς καὶ μικρότερο πηγής.

Γιὰ δλους αὐτοὺς τοὺς λόγους, προτιμοῦμε γενικὰ τὴν πλήρη ἀνόρθωση, παρ' ὅλο δτ: ἀπαιτεῖ κάπως περισσότερο ὄλικό.

Γέφυρα ἀνορθώσεως (σχ. 23·3δ). Ἡ συνδεσμολογία αὐτὴ κάνει πλήρη ἀνόρθωση, χωρὶς νὰ χρειάζεται μετασχηματιστὴ μὲ διπλὸ δευτερεύον καὶ μὲ μεσαίᾳ λήψη. Ἀπαιτεῖ δμως τέσσερις ἀνορθωτές, ἀντὶ γιὰ δύο.



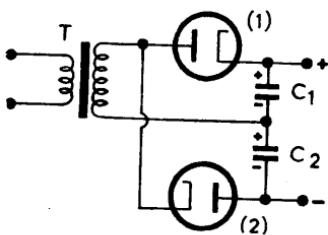
Σχ. 23·3δ.
Γέφυρα ἀνορθώσεως.

Ἡ γέφυρα λειτουργεῖ ὡς ἔξης: Κατὰ τὴν μία ἡμιπερίοδο τῆς ἐναλλασσομένης τάσεως τροφοδοτήσεως, δταν τὸ ἄκρο Α εἰναι θετικὸ ὡς πρὸς τὸ Γ (σχ. 23·3δ), ἀγώγιμοι εἰναι οἱ ἀνορθωτὲς (1) καὶ (3), ἐνῷ οἱ ὄλλοι δύο ἀνορθωτὲς ἀποτελοῦν διακοπές. Κατὰ τὴν ἔπομένη ἡμιπερίοδο (ἄκρο Γ θετικὸ ὡς πρὸς τὸ Α) γίνονται ἀγώγιμοι οἱ ἀνορθωτὲς (2) καὶ (4). Ἐτσι, γι κατανάλωσῃ, μέσα ἀπὸ τὴν ἔποια κλείνει τὸ κύκλωμα, διαρρέεται ἀπὸ ρεῦμα μὲ μία καὶ τὴν ἕδια πάντοτε κατεύθυνση.

Ἡ συνδεσμολογία σὲ γέφυρα χρησιμοποιεῖται πολὺ μὲ ἔηροὺς ἀνορθωτές. Ἡ χρήση τῆς μὲ λυχνίες κενοῦ δὲν συνηθίζεται, για-

τι οι κάθοδοι εύρισκονται σε διαφορετικά δυναμικά, πρᾶγμα που δημιουργεῖ δυσκολίες.

Διπλασιαστής τάσεως (σχ. 23·3 ε). Κατὰ τὴν μίαν ἡμιπεριόδο τῆς ἐναλλασσομένης τάσεως τροφοδοτήσεως, ἀγώμιμος είναι π.χ. δ ἀνορθωτής (1), ἐνῶ δ πυκτωτής C_1 φορτίζεται μὲ τὴν πολικότητα (+ καὶ —) που δείχνει τὸ σχῆμα. Κατὰ τὴν ἔπομένη ἡμιπεριόδο είναι ἀγώμιμος δ ἀνορθωτής (2), που φορτίζει τὸν πυκνωτή C_2 μὲ τέτοια πολικότητα, ὥστε οἱ τάσεις τῶν δύο πυκνωτῶν νὰ προστίθενται. Ἐτοι, η συνεχής τάση στὴν ἔξοδο είναι περίπου διπλασία ἀπὸ τὴν ἐνεργὸ τιμὴ τῆς ἐναλλασσομένης τάσεως στὸ δευτερεῦον τοῦ μετασχηματιστῆ (θεωρητικά, ἂν οἱ πυκνωτὲς εἰγαν ἀπειρη χωρητικότητα, η συνεχῆς τάση θὰ ἦταν ἵση μὲ τὸ διπλάσιο τῆς μεγίστης τιμῆς τῆς ἐναλλασσομένης τάσεως). Ή ἔξομάλυνση τῆς συνεχοῦς τάσεως γίνεται συνήθως μόνο μὲ τοὺς δύο πυκνωτές, δὲν γρηγοροποιεῖται δηλαδὴ πολυπλοκώτερο φίλτρο.



Σχ. 23·3 ε.
Διπλασιαστής τάσεως.

Τὸ πάργουν καὶ διάφορες ἄλλες ἀνορθωτικὲς διατάξεις, που δὲν θὰ τὶς ἐκθέσωμε ἐδῶ. Δὲν θὰ ἔξετάσωμε ἐπίσης τὶς ἀνορθωτικὲς διατάξεις, που τροφοδοτοῦνται ἀπὸ ἐναλλασσόμενο τριφασικὸ δίκτυο. Τέτοιες πολυφασικὲς διατάξεις χρηγοροποιοῦνται γιὰ μεγάλες ἴσχεις (πάνω π.χ. ἀπὸ 1 kW) καὶ τὶς συναντοῦμε συνήθως στοὺς πολυπούς, ἐνῶ γιὰ μικρότερες ἴσχεις ἀρκοῦν οἱ μονοφασικὲς διατάξεις, που ἀναφέραμε προηγούμενως.

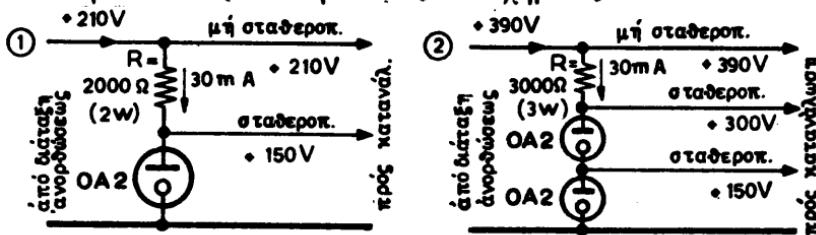
23.4 Σταθεροποίηση τάσεως.

Η ανόρθωση μὲ φίλτρο, δπως τὴ γνωρίσαμε στὴν προηγουμένη παράγραφο, ἀφήνει μία μικρὴ κυμάτωση πάνω στὴν ἀνορθωμένη συνεχὴ τάση. Ἐκτὸς ἀπὸ αὐτό, ἡ συνεχὴς ἀνορθωμένη τάση ἐλαττώνεται σημαντικά (μέχρι 30 % ἢ καὶ περισσότερο), δταν τὸ συνεχὲς ρεῦμα στὴν κατανάλωση αὐξάνη ἀπὸ μηδὲν μέχρι τὴ μεγίστη ἐπιτρεπομένη τιμὴ του. Τέλος, κάθε μεταβολὴ τῆς ἐναλλασσομένης τάσεως τοῦ δικτύου (καὶ ξέρομε δτι: ἡ τάση τοῦ δικτύου «παίζει» σὲ ἀρκετὰ πλατειὰ δρια) γίνεται: ἅμεσα κἰσθητὴ στὴν ἀνορθωμένη συνεχὴ τάση.

Ολα αὐτὰ τὰ μειονεκτήματα δὲν ἔχουν πολλὲς φορὲς ἴδιαίτερη σημασία. Ὡπάρχουν δμως περιπτώσεις, ποὺ ἡ τροφοδότηση πρέπει νὰ δίνῃ μία συνεχὴ τάση χωρὶς κυμάτωση καὶ ἀνεξάρτητη ἀπὸ τὸ συνεχὲς ρεῦμα στὴν κατανάλωση ἢ ἀπὸ τὶς μεταβολὲς τῆς ἐναλλασσομένης τάσεως τοῦ δικτύου. Χρησιμοποιοῦμε τότε μία ἀπὸ τὶς γνωστὲς ἀνορθωτικὲς διατάξεις (π.χ. πλύρους ἀνορθωσεως μὲ φίλτρο), ποὺ τὴ συμπληρώνομε μὲ μία διάταξη σταθεροποιήσεως τῆς συνεχοῦς τάσεως.

Ωπάρχουν διάφορες διατάξεις σταθεροποιήσεως. Μποροῦμε π.χ. νὰ χρησιμοποιήσωμε λυχνίες μὲ ἀέριο καὶ μὲ φυχρὴ κάθεδο (παρ. 8·10). Οἱ λυχνίες αὐτὲς διατηροῦν μία σταθερὴ πτίση τάσεως μεταξὺ ἀνόδου καὶ καθόδου. Ἐπὶ πλέον, ἡ σταθερὴ αὐτὴ συνεχὴς τάση μένει ἡ ἕδια, ἔστω καὶ ἀν τὸ συνεχὲς ρεῦμα μεταβάλλεται σὲ ἀρκετὰ πλατειὰ δρια. Τέτοιες είναι π.χ. οἱ λυχνίες ΟΑ2 (ποὺ διατηροῦν σταθερὴ συνεχὴ τάση 150 βδλτ γιὰ συνεχὴ ρεύματα ἀπὸ 5 ἁρ 30 mA), ΟΒ2 (108 βδλτ γιὰ τὶς ἕδιες μεταβολὲς ρεύματος), κλπ. Οπως δμως εἴπαμε στὴν παράγραφο 8·10, γιὰ νὰ ξεκινήσῃ ἡ λειτουργία αὐτῶν τῶν λυχνιῶν πρέπει νὰ τὶς τροφοδοτήσωμε στὸ ξεκίνημα μὲ μία υψηλότερη τάση ἐναύσεως (τουλάχιστον 185 V γιὰ τὴν ΟΑ2, 133 V γιὰ τὴν ΟΒ2). Ξέρομε ἐπίσης δτι: οἱ λυχνίες αὐτὲς πρέπει νὰ προστατεύνονται: ἀπὸ ὑπερ-

βολική μεγάλα ρεύματα (μεγαλύτερα από 30 mA στα παραδείγματα OA2 και OB2) μὲ μία προστατευτική άντισταση σὲ σειρά. Φτάνγοις εἶτα: στὶς συνδεσμολογίες τοῦ σχήματος $23 \cdot 4\alpha$.



Σχ. 23·4 α.

Σταθεροποίηση τάσεωις μὲ λυχνίες άρειον (μία ή δύο λυχνίες σὲ σειρά). Τὸ σταθεροποιημένο συνεχὲς ρεῦμα στὶς καταναλώσεις δὲν πρέπει νὰ ξεπερνᾷ τὰ 25 mA, (τὰ ύπολοιπα 5 mA, ποὺ ἀπομένουν ἀπὸ τὸ μέγιστο ἐπιτρεπόμενο ρεῦμα τῶν 30 mA, εἶναι τὸ μικρότερο ἀπαραίτητο ρεῦμα γιὰ τὶς λυχνίες OA2). Γιὰ τάσεις εἰσόδου διαφορετικὲς ἀπὸ +210 V η +390 V, οἱ προστατευτικὲς ἀντιστάσεις R θὰ ἔχουν ἄλλες τιμὲς (σύμφωνα μὲ τὸ νόμο τοῦ "Ωμ"). "Οταν θέλωμε νὰ αὐξήσωμε τὴν τάση η τὸ ρεῦμα ἔξοδου πρέπει νὰ χρησιμοποιήσωμε περισσότερες λυχνίες σὲ σειρὰ η σὲ παράλληλη σύνδεση.

"Αλλες καλύτερες διατάξεις σταθεροποιήσεωις μποροῦν νὰ κατακευκυθῶν μὲ λυχνίες κενοῦ σὲ συνδυασμὸ μὲ λυχνίες άρειον η μὲ συσσωρευτές. Ή ἀρχὴ, τῆς λειτουργίας τοὺς εἶναι: ή ἔξης: "Ενα μέρος τῆς συνεχοῦς τάσεωις ἔξοδου ἐφαρμόζεται: τὰν πόλωση, τὰς ὁδηγὶς πλέγμα μιᾶς πέντεσης λυχνίας κενοῦ, ποὺ η κάθισταις της πολώνυται: ἐπίσης μὲ μία σταθερὴ συνεχὴ τάση, ἀναφορᾶς (η τελευταία αὐτὴ δίνεται: ἀπὸ λυχνία άρειον η ἀπὸ συσσωρευτή). Κάθε μεταβολὴ τῆς συνεχοῦς τάσεωις ἔξοδου, δίνει μία διαφορὰ ἀνάγκεια στὶς δύο πολώνιεις καὶ η διαφορὰ αὐτὴ ἀποτελεῖ ἐνα σῆμα σφάλματος. Τὸ σῆμα σφάλματος ἐφαρμόζεται: στὸ πλέγμα μιᾶς τρίσετης λυχνίας. "Οταν τὸ σῆμα σφάλματος εἶναι: θετικό, η ἔσωτρεικὴ ἀντίσταση, τῆς τρίσετης αὐξάνει: καὶ, καθὼς η τρίσετη ἔχει συνδεθῆ σὲ σειρὰ μὲ τὴν κατανάλωση, η συνεχὴ τάση ἔξοδου μηχρίγιει. Τὸ ἀντίθετο συμβαίνει, διταν τὸ σῆμα σφάλματος εἶναι: ἀρνητικό. "Μέτοι, η συνεχὴ τάση στὶν κατανάλωση διατηρεῖται:

σταθερή. Ἐν ἡ κατανάλωση ἀπαιτή μεγάλα συνεχὴ ρεύματα, χρησιμοποιοῦμε περισσότερες λυχνίες σὲ παράλληλη σύνδεση.

Ἄς ἀναφέρωμε, τέλος, ἔνα ἄλλο εἶδος σταθερωτῶν τάσεων: τὶς κρυσταλλοδίδες, πὼν ἐκμεταλλεύονται τὰ φαινόμενα κατολισθήσεως καὶ Zener (παρ. 19 · 6). Τέτοιες κρυσταλλοδίδες ἄρχισαν τελευταῖς νὰ χρησιμοποιοῦνται σὲ κατάλληλα κυκλώματα γιὰ σταθεροποίηση τῆς τάσεως.

23 · 5 Πολὺ ὑψηλὲς συνεχεῖς τάσεις (τηλεόραση).

Ορισμένες συσκευές, δπως π.χ. οἱ καθοδικοὶ σωλήνες στοὺς παλμογράφους ἢ στὸν δέκτες τηλεοράσεως, χρειάζονται τροφοδότηση μὲ πολὺ ὑψηλὲς συνεχεῖς τάσεις (χιλιάδες ἢ δεκάδες χιλιάδες βόλτ). Τὸ ζητούμενο δμιώς συνεχὲς ρεῦμα εἰναι: μικρὸ (τῆς τάξεως τοῦ 1 mA).

Στὸν δέκτες τηλεοράσεως, μποροῦμε νὰ παράγωμε τὴν πολὺ ὑψηλὴ τάση κατὰ τὸν ἔξης τρόπο: Ὁ καθοδικὸς σωλήνας τὸν δέκτη ἔχει μαγνητικὰ συστήματα ἀποκλίσεως τῆς γήλεκτρονικῆς δέσμης (παρ. 22 · 1). Τὰ πηγνία ἀποκλίσεως τροφοδοτοῦνται μὲ ρεῦμα (τὸ ρεῦμα σαρώσεως), ποὺ ἀκολουθεῖ τὴ γνωστὴ πρισνωτὴ, μεταβολὴ. Τὰ τμῆματα τῆς μεταβολῆς, ποὺ ἀντιστοιχοῦν στὴ διαδρομὴ ἐπιστροφῆς τῆς κηλίδας, εἰναι σχεδὸν κατακόρυφα. Διγλαδί, κατὰ τὴ διάρκεια τῆς ἐπιστροφῆς, τὸ ρεῦμα σαρώσεως μεταβάλλεται πολὺ γρήγορα. Εέρομε δμιώς ἀπὸ τὴν Ἡλεκτροτεγχία (νόμος τῆς ἐπαγωγῆς) ὅτι μία γρήγορη μεταβολὴ, ρεύματος μπορεῖ νὰ ἀναπτύξῃ μία ὑψηλὴ τάση ἐξ ἐπαγωγῆς. Μία τέτοια ὑψηλὴ μεταβαλλομένη τάση μποροῦμε νὰ τὴν κάνωμε ἀκόμα ὑψηλότερη μὲ τὴ βοήθεια ἑνὸς μετασχηματιστῆ. Ὁ μετασχηματιστῆς τροφοδοτεῖ στὴ συνέχεια μία ἀνορθωτικὴ διάταξη, ποὺ δίνει τὴ ζητούμενη πολὺ ὑψηλὴ συνεχὴ τάση.

Συμβαίνει μάλιστα ὅτε ἡ τάση ἐξ ἐπαγωγῆς νὰ ἔχῃ συγνότητα ἵση μὲ τὴ συγνότητα σαρώσεως, ποὺ εἰναι ἀρκετὰ ὑψηλὴ,

(15 750 c/s για τὴν δριζόντια σάρωση, στὴν ἀμερικανικὴ τηλεόραση). Ἀρα, τὸ φίλτρο τῆς ἀνορθωτικῆς διατάξεως μπορεῖ νὰ κατασκευασθῇ μὲ μικροὺς πυκνωτές. Ἐπειδὴ, ἐπὶ πλέον, τὸ συνεχὲς ρεῦμα εἶναι μικρό, τὸ πηγό του φίλτρου μπορεῖ νὰ ἀντικατασταθῇ μὲ μία ὡμικὴ ἀντίσταση, χωρὶς σημαντικὲς ἀβαρίες. Τὸ φίλτρο περιορίζεται ἔτσι σὲ ἕνα ἀπλοποιημένο κύτταρο.

Οἱ ἀνορθωτικὲς διατάξεις πολὺ ὑψηλῆς τάσεως πρέπει, ἐξ ἄλλου, νὰ μὴ εἶναι ἐπικίνδυνες γιὰ ἡλεκτροπληξίες. Ἡ ἡλεκτροπληξία προκαλεῖται, ὅπως ξέρομε, ὅταν ἕνα ρεῦμα ἀπὸ μερικὲς δεκάδες μιλλιαμπέρ περάσῃ μέσα ἀπὸ τὸ σῶμα τοῦ ἀνθρώπου. Ἡ ἀνορθωτικὴ διάταξη, ποὺ περιγράψαμε παραπάνω, εἶναι κατασκευασμένη γιὰ μικρότερα ρεύματα καὶ περιλαμβάνει μικροὺς πυκνωτές, ποὺ δὲν μποροῦν νὰ δώσουν μεγάλα ρεύματα ἐκφορτίσεως. Εἶναι λοιπὸν κατ' ἄρχην ἀκίνδυνη, παρ' ὅλο ὅτι οἱ τάσεις εἶναι πολὺ ὑψηλές.

“Ἄλλος τρόπος παραγωγῆς πολὺ ὑψηλῆς τάσεως εἶναι ὁ ἑξῆς: Κατασκευάζομε ἕνα συνηθισμένο ταλαντωτὴ μὲ συχνότητα μερικὲς ἑκατοντάδες kc/s. Τὸ συντονισμένο κύκλωμα τοῦ ταλαντωτῆ τὸ φέρομε σὲ μαγνητικὴ σύζευξη μὲ ἄλλο συντονισμένο κύκλωμα LC, ποὺ νὰ ἔχῃ μεγάλο συντελεστὴ ποιότητας Q. Ἐξ αἰτίας τοῦ φαινομένου τῆς ὑπερτάσεως (παρ. 6·4), ἡ τάση στὰ ἄκρα τοῦ πυκνωτῆ C εἶναι πολὺ ὑψηλή. Τὴν ἐφαρμόζομε λοιπὸν σὲ μία ἀνορθωτικὴ διάταξη (ἥμιανορθώσεως ἢ διπλασιασμοῦ τάσεως) καὶ παρανομεῖ τὴ ζητουμένη πολὺ ὑψηλὴ συνεχὴ τάση. Ἐπειδὴ καὶ πάλι ἡ ἐναλλασσομένη τάση εἰσάδου ἔχει σχετικὰ ὑψηλὴ συχνότητα ἕνα ἀπλοποιημένο φίλτρο C_1RC_2 εἶναι ἀρκετό.

23·6 Τροφοδότηση άπό πηγή χαμηλής συνεχούς τάσεως.

Στὰ αὐτοκίνητα καὶ τὰ ἀεροπλάνα, ἡ μόνη πηγὴ ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας εἶναι συνήθως ἕνας συσσωρευτής, ποὺ δίνει: συνεχὴ τάση μεταξὺ 6 καὶ 32 βόλτ. Ἡ χαμηλὴ αὐτὴ συνεχὴς τάση εἶναι:

μὲν κατάλληλη γιὰ νὰ θερμαίνη τὶς καθόδους ἡλεκτρονικῶν λυγνῶν, δὲν εἶναι δύμιος ἀρκετὴ σὰν ἀνοδική τάση.

Γιὰ νὰ μετατρέψωμε μία καμπλή συνεχὴ τάση σὲ ὑψηλὴ συνεχὴ τάση, μποροῦμε νὰ χρησιμοποιήσωμε διάφορες μεθόδους. Μία ἀπὸ αὐτὲς στηρίζεται στὴ μετατροπὴ τῆς συνεχοῦς τάσεως τοῦ συσσωρευτῆ σὲ ἐναλλασσομένη ὑψηλὴ τάση, ἢ ὅποια στὴ συνέχεια δίνει τὴν ζητούμενη, ὑψηλὴ συνεχὴ τάση μὲ τὴ βοήθεια μικροθυτικῆς διατάξεως.

‘Η μετατροπὴ ἀπὸ συνεχὲς σὲ ἐναλλασσόμενο μπορεῖ νὰ γίνη, μὲ ἔνα δονητή. ‘Ο δονητής εἶναι ἔνα εἰδος ἡλεκτρικοῦ κουδουνιοῦ (ἄλλα κινητὰ καμπάνα καὶ σφυράκι), ποὺ λειτουργεῖ σὰν ἡλεκτρική κακοδιακόπτης. ‘Εξ αιτίας τῆς παρουσίας τοῦ δονητή, ὁ συσσωρευτής δίνει ἔνα ρεῦμα μὲ ἀπότομες μεταβολές. Τὸ ρεῦμα αὐτὸς περνᾷ μέσα ἀπὸ τὸ πρωτεύον ἐνδέ μετασχηματιστή, ἐπότε ἀναπτύσσεται: στὸ δευτερεύον μία μεταβαλλομένη ὑψηλὴ τάση. ‘Ακολουθεῖ μία ἀνορθωτική διάταξη, ποὺ παραλαμβάνει τὴν μετανέλλωμένη, τάση, καὶ δίνει ὑψηλὴ συνεχὴ τάση (τῆς τάξεως τῶν 100 ή 200 βόλτων).

‘Αντὶ γιὰ ἔνα δονητή, μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθῇ μία κρυσταλλοειδή συνθετικούς γηγημένη σὲ ἔνα εἰδος ταλαντωτή.

Μία ἄλλη, μέθοδος στηρίζεται στὴν χρησιμοποίηση μιᾶς μικρής διπλής ἡλεκτρικής μηχανῆς συνεχοῦς ρεύματος, ποὺ λειτουργεῖ πρὸς τὴν μία πλευρά τῆς σὰν κινητήρας καὶ πρὸς τὴν ἄλλη, πλευρά σὰν γεννήτρια. ‘Η πλευρά τοῦ κινητήρα συνδέεται μὲ συσσωρευτή, ἐπότε τὸ τύμπανο τῆς μηχανῆς στρέφεται καὶ παράγεται: ἔτοι ἀπὸ τὴν ἄλλη, πλευρά ἡ ζητούμενη ὑψηλὴ συνεχὴς τάση. ‘Η μέθοδος αὐτὴ μὲ κινητήρα - γεννήτρια εἶναι ἀκριβέστερη, ἄλλα ἡ μηχανή, εἶναι πιὸ γερή καὶ σχεῖται καλύτερη, ἀπόδοση ἀπὸ ε.τ.: ἡ διάταξη, μὲ δονητή.

23·7 Πηγὲς πολώσεως.

Οἱ τάσεις πολώσεως, ποὺ ἐφαρμόζονται στὰ ὁδηγὰ πλέγματα τῶν γῆλεκτρονικῶν λυχνιῶν λήψεως, εἰναι συνήθως ἀρνητικὲς ὡς πρὸς τὴν « γῆ » (τὴν μάζα ἢ τὸ σκοσί) καὶ, καθὼς τὸ ἀντίστοιχο ρεῦμα εἶναι πρακτικὰ μηδενικό, οἱ πηγὲς πολώσεως δὲν καταναλίσκουν σχεδὸν καθόλου ἰσχύ. Μικρὴ εἶναι ἐπίσης ἡ ἰσχὺς πολώσεως στὶς κρυσταλλολυχνίες. Στὶς μεγάλες ὅμως λυχνίες ἐκπομπῆς χρειάζεται συχνὰ νὰ χρησιμοποιήσωμε σᾶν πηγὴν πολώσεως μία χωριστὴ ἀνορθωτικὴ διάταξη.

Γιὰ τὶς λυχνίες λήψεως καὶ τὶς κρυσταλλολυχνίες, ἡ πόλωση, μπορεῖ νὰ γίνῃ μὲ στῆλες. Συνήθως ὅμως προτιμούμε τὴν αὐτοπλάσιη, ποὺ δὲν χρειάζεται χωριστὴ πηγὴ πολώσεως.

Ἡ αὐτοπλάσιη γίνεται κατὰ διαφόρους τρόπους, δπως εἴχαμε τὴν εὐκαιρία νὰ τὸ ἐξηγήσωμε στὶς διάφορες περιπτώσεις. Συνήθως μία γῆλεκτρονικὴ λυχνία πολώνεται ἀπὸ τὴν κάθεοδό της μὲ τὴν βιογήθεια ἐνὸς κυκλώματος $R_k C_k$ (παρ. 9·6), ἄλλες φορὲς ὅμως (ταλχντωτές, φωρατές, προενισχυτές χαμηλῆς συγνότητας) ἡ πόλωση γίνεται ἀπὸ τὸ πλέγμα μὲ κύκλωμα $R_g C_g$. Γιὰ τὴν πόλωση τῶν κρυσταλλολυχνιῶν, μιλήσαμε στὸ Κεφάλαιο 20 (παρ. 20·5).



ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

(Οι άριθμοί που είναι μέσα σε παρένθεση αναφέρονται στὸν Α' τόμο).

- 'Άκτινοβολία 254 (11, 12)
- alignment 56
- άλλαγή συχνότητας 228
- άλληλοδιαμόρφωση 59, 63, 114
- άλυσίδα είκονας (video) 298, 302
- άλυσίδα ιψηλής πιετότητας 102
- άλυσίδα ιψηλής συχνότητας 298
- άλυσίδα χαμηλής συχνότητας 101
- άμφορο πάμια 159
- άναδρασεως ποσοστό 139
- άνάδραση 7 (224, 247)
- άνάδραση άρνητική 138
- άνάδρασης ρεύματος 143
- άνάδραση τάσεως 142
- άνάκλαση 237, 239
- άνάστροφη σύνδεση 173
- άνορθώσεως γέφυρας 328
- άνορθωση πλήρης 326
- άνορθωτικές διατάξεις 320, 323
- άντισταθμιση 125, 171
- άντιστάσεις εισόδου-εξόδου 208, 233
- άντισταση άκτινοβολίας τῆς κεραίας 261
- άντισταση άπωλειῶν 261
- άντισταση τοῦ κενοῦ 259
- άντισταση δύμική εισόδου τῆς κεραίας 261
- άποκαταστάσεως τῆς εισόδου τάσεως διάταξη 302
- άποκλίσεων συστήματα 272
- άπολαβή 190 (214, 236)
- άπολαβή μεταλλαγής 40 (214, 236)
- άποτύπωση ήλεκτρική 296
- άρνητική άντισταση 183
- άτμισφαιρική παράσιτα 43
- A.V.C. 70
- αύτόδυνος φωρατής 91
- αύτοπολώσεως κύκλωμα 219
- αύτοπόλωση 335
- αύτορρύθμιση εύαισθησίας 69, 70
- αύτορρύθμιση τοῦ συντονισμοῦ 75
- αύτοσυγνοισμός 75
- αύτοτελής ήμιαγωγή 159 (162)
- Βαθμίδα άνάστροφης φάσεως 151
- βαλανοειδεῖς λυχνίες 311
- βάση Β 186, 196
- βένελτ 269
- βενζινακάτωση (motor boating) 118
- video 288, 298, 305
- βίντεο 294
- βοηθεία 114, 116
- Γεννήτρια συγχρόνισμού 294
- γεννήτριες είδικες 278
- γεννήτριες πριονωτές 285
- γερμανίο 159
- γέφυρα άνορθώσεως 328
- γλύστρημα 75
- collins 91
- γραμμές καθυστερήσεως 253
- γραμμές τεχνητές 253
- Δέκτες γιὰ διαμόρφωση συχνότητας 97
- Δέκτες έπαγγελματικοὶ 89
- Δέκτες μὲν υπεραντίδραση 93
- δέκτης άσταθής 9
- δέκτης τηλεοράσεως 303
- δέκτης υπερετερόδυνου 1
- δεσμοὶ 243
- διαγογυμότητα μεταλλαγῆς 38
- διάδοση 265
- διαχροτήματα 23
- διαλείψεις 69, 267
- διαμόρφωση πλάτους (A.M.) 79 (16, 265)
- διαμόρφωση συχνότητας (F.M.) 79 (268)
- διαφρίση 280
- διάχυση 172
- διεύρυνση περιοχῆς 73
- διευκρινιστής 76, 98 (289)
- διευκρινιστής φάσεως 100
- δίκτυα Τ 204
- διπλασιαστής τάσεως 329
- δονήτης 334
- δότες 167
- δυναμικές γραμμές 255
- δύνατρον 183 (254)

Έγχωμη τηλεόραση 306
 είδικες γεννήτριες 278
 ελκονοσκόπιο 294
 έκπομπός Ε 186, 196
 έλευθερα ήλεκτρόνια 162
 έμβλεμα 266
 ένδεικτης συντονισμού 74
 ένδιαμεση συχνότητα 33
 ένδογενής άγωγμάτητα 163, 165
 ένεργειακές ζώνες 172
 ένίσχυση 190, 203
 ένίσχυση ισχύος με πέντοδη λυχνία 136
 ένίσχυση ισχύος με τρίοδη λυχνία 130
 ένίσχυση μεταλλαγής 40
 ένίσχυση Υ.Σ. 1, 2
 ένισχυτές ύψηλής πιστότητας (High Fidelity) 153
 ένισχυτές ύψηλής συχνότητας 225
 ένισχυτές χαμηλής συχνότητας 103, 221
 ένισχυτής άσυντόνιστος 18
 ένισχυτής ισχύος συμμετρικός (push - pull) 145
 ένισχυτής με καθοδικό φορτίο 143
 ένισχυτής συνεχούς τάσεως 126
 ένισχυτής συντονισμένος 12
 ένισχυτής τάσεως με άντιτασεις 120
 ένισχυτής με μετασχηματιστή 128
 ένισχυτής υπερφραμμικός 149
 έξασθενητής 309
 έξοδη λυχνία 36
 έξερευνήση της εικόνας 291
 έξουδετερώσεως κυκλώματα 225
 έξουδετέρωση 10
 έξωγενής άγωγμάτητα 166
 έπαφή p - n 172
 έπιλογή 64, 81 (23, 39, 138, 144, 152)
 έπιλογή μεταβλητή 74
 έπιτάχυνση μεταγενέστερη 271
 έπτοδη λυχνία 36
 έστιαση 271
 έσωτερική ήλεκτρεγερτική δύναμη 173
 έτεροδύνωση 22, 51
 ενάιασθησία 80
 ενάιασθησίας χαρακτηριστική 80
 ενάιασθησίας χρησιμοποιήσιμη 42, 81
 ενύδρυγράμμιση Μ.Σ. 66
 ενύδρυγράμμιση Υ.Σ. 58, 56

Zβορώνικ 294
 Zener φαινόμενο 180, 332

ήλεκτρική άποτύπωση 296
 ήλεκτρομαγνητικό αντηχείο 310
 ήλεκτρομαγνητικό πεδίο 254
 ήλεκτρόνια σύνθετος 160
 ήλεκτρονική όπτικη 271
 ήλεκτρονικό τηλεβόλο 269
 ήλεκτρονικοί φακοί 271
 ήλεκτρονικός φλοιός 160
 ήλεκτροστατική έστίαση 272
 ήλεκτροστατικό μεγάφωνο 155
 ήμιαγογή 157
 ήμιαγωγή αντοτελής 159
 ήμιαγογή προσμίξεως 159, 165
 ήμιαγωγοί τύπου i 165
 ήμιαγωγοί τύπου π 168
 ήμιαγωγοί τύπου p 170
 ήμιανόρθωση 324, 326

Θερμική κίνηση 163
 θόρυβοι 40, 141
 θόρυβοι άναλαμπών 47
 θόρυβοι βάθους 43, 116
 θόρυβοι βολής 47
 θόρυβοι έξωτερικοί 43
 θόρυβοι έσωτερικοί 43
 θόρυβοι κατανομής 47

Τονόσφαιρα 266
 Ιονοσφαιρικό κύμα 266
 Ιόντα 161
 Ισοδύναμα κυκλώματα 203 (216)

Camera 294
 καμπύλη άποκρισεως 105
 καμπύλη έπιλογής 13 (144)
 καμπύλη συντονισμού (133, 137, 152)
 καρκίνοτρον 312
 κασκόντ (cascode) 20
 κατενθυντικότητα 262
 κατολισθήσεως φαινόμενα 332
 κεραία ληφεως 1 (18)
 κεραία τεχνητή 57
 κεραίες 256
 κινησιοσκόπιο 305
 κλινισματικός φωρατής 101
 κλίση μεταλλαγής 39
 κλύστρον 312
 κοινοίς έκπομπός 193
 κυνισταλλικό πλέγμα 159
 κυνισταλλοδίοδες σήραγγας 182
 κυνισταλλοδίοδη έπαφής 175, 185
 κυνισταλλούχνιες 157, 190
 κυνισταλλοτριόδη έπαφής 201
 κυνισταλλοτριόδη ίκιδας 181, 196

κίνηλωμα αντοπολώσεως 219
 κίνηλωμα μπατερφλάϊ 311
 κίνηλωμα συμπιεσμένο 1
 κίνηλωμα συμπιεσμένο άνοδικό 6
 κινηλόματα έξουδετερώστεως 225
 κινηλόματα μὲ συγκεντρωμένα στοιχεῖα 230
 κινηλόματα μικροχυμάτων 308
 κύμα απ' εὐθείας 266
 κύμα έδαφους 266
 κύμα φεύγοτος προσπίπτον 288
 κύματα φεύγοτος καὶ τάξεως 235
 κυματοδηγοί 308

Λάζερ 312
 λόγος σῆμα δόρυβος 40
 λόγος στασιμών κυμάτων 243
 λυχνία έπαγωγικής άντιστάσεως 76
 λυχνία μίζεως 36
 λυχνίες βαλανοειδεῖς 311
 λυχνίες κενού 190
 λυχνίες καπετάνιον μένης δέσμης 185
 λυχνίες φάρες 311

Μάγνητον 312
 μαγνητική έστίαση 272
 μάζεψ 312
 μεγίστη άνάστροφη τάση 180
 μειοψηφούντες φορεῖς 168, 170
 μεσαία συχνότητα 33
 μεταγενέστερη έπιτάχυνση 271
 μεταλλάκτρια 36
 μετασχηματισμός άντιστάσεων 246
 μετασχηματιστής μεσαίας συχνότητας 17, 66 (162)
 μικροχύματα 307
 μικροφωνισμοί 119
 μίξη 29, 36
 μῆκος κύματος 237 (7, 27)
 μονοχειρισμός 55
 μοντλιπάξ 314
 μπάτερφλάϊ κύκλωμα 311
 μπάφλ (Baffle) 156
 μπλόκ Y.Σ. 78
 μισσικό 297

Νετρόδυνο 10
 νετροδυνώσεως κυκλόματα 225

Όδεύοντα κύματα 236
 οινόνη 274
 οιλοκλήρωση 280
 ομοιοξωνική γραμμή 233
 ομοιοπολικός δεσμός 160

όπλες 162
 οριζόντιος συγχρονισμός 294
 ορθικόν 294
 Παλμογάφος 275
 παλμοκυκλόματα 277, 278
 παρακολούθηση καθόδου 144
 παράμετροι 195, 209 (190)
 παράμετροι μικτές 211
 παράμετροι ή 211
 παραμόρφωση 104 (229)
 παραμόρφωση μή γραμμική 110
 παραμόρφωση πλάτους 110
 παραμόρφωση συχνότητας 105
 παραμόρφωση φάσιος 108
 παράσιτα 40
 παράσιτα άτμοσφαιρικά 44
 παράσιτα βιομηχανικά 44
 παράσιτα κοσμικά 44
 πεδίο άκτινοβολίας 268
 πεδίο έπαγωγῆς 258
 πεντάπλεγμη λυχνία 36
 περιοριστής 98
 πιστότητα 83 (39, 40)
 πιστότητας χαρακτηριστική 83
 πλέγμα έπιταχυνσεως 270
 πλειοψηφούντες φορεῖς 168, 170
 πολυδονήτες 282
 πολώσεως διατάξεις 217
 πολώσεως πηγές 335
 πόλωση άποκοπής 110 (188)
 πόλωση άναδράσεως 139
 πόλωση ενθύγαμη 260
 πόλωση κυκλική 260
 πομποί τηλεοράστως 298
 πομπός είκόνων 298
 πομπός-ήχου 308
 ποσοστό άναδράσεως 139
 πριονωτές γεννήτριες 285
 πριονωτή τάση 276
 προεπιλογή 61, 64
 προσαρμογή 244 (227, 230)
 πυκνογόνης έξουδετερώστεως 11
 πυρίτιο 159
 push - pull 145

Ραδιόφωνα έναλλασσομένων φευμάτων 322
 ραδιόφωνα μπαταριών 322
 ραδιόφωνα όλων τῶν φευμάτων 322
 ραδιοφωνικοί δέκτες 84
 φεῦμα βάσεως 194
 φεῦμα ηλεκτρονίων 164
 φεῦμα κόφου 176

- ρεῖμα ὀπῶν 165
 ρύθμιση ἔντάσεως ἥχου 68
 ρύθμιση πιστότητας 73
 ρύθμιση τῆς χροιᾶς τοῦ ἥχου 72, 108
 ρύθμιση φοιτεινότητας 270
- Σύρωση 276
 σήμα εἰκόνας (video) 288
 σήμα σφάλματος 331
 σήραγγα 183
 stabilize 91
 σταθεροποίηση τάσεως 330
 σταθερωτής τάσεως 180
 στερεοφωνικό σύστημα 154
 συγχρονισμός 277, 289
 συγχρονισμός γεννήτραιας 294
 συγχρονισμός ὄριζοντιος 294
 συγχρότηση 23
 σινεμένη μὲν μετασχηματιστὴ 223
 συλλέκτης 196
 συλλέκτης C 186
 συμβολή 23
 συμμετρική γραμμή 233
 συντελεστής ἐνισχύσεως ορύματος 189 (185)
 συντονιστής διαμορφώσεως συγχό-
 -τητας 101
 συστήματα ἀποκλίσεως 272
 συχνότητα φέρουσα 22 (263)
 συχνότητας ἀλλαγὴ 22, 24
 συχνότητας εἰδώλο 60
 συχνότητας πλευρικὸ φάσμα 22
 σφρίγματα 59, 61
 σωλήνας φωτοληψίας 288, 294
 σωλήνες ὀδογωτῶν κυμάτων 312
- Ταλαντωτής ἀνατροπῆς 282
 ταλαντωτής ἀποκοπῆς 284
 ταλαντωτής διακροτημάτων 88
 ταλαντωτής κόλπιττς 227
 ταλαντωτής TPTG 227
 ταλαντωτής χάρτλεϋ 227 (247)
 τάση τομῆς 94
 τεχνητές γραμμές 258
 τηλεγραφικοὶ δέκτες 87
 τηλεόραση 287
 τηλεόραση ἔγχρωμη 306
- τηλεοράσεως πομποὶ 298
 τρανζίστορ 157, 185
 τρίμερο ἕξι
 τρίοδη ἑξιδη λυχνία 38
 τριόδη - ἑπτοδη λυχνία 38
 τριχρωμά 306
 τροφοδότηση 320, 322
 tuner F.M./A.M. 101
- Ὑπεργραμμικός ἐνισχυτής 149
 ὑπερετερόδυνος 22, 52
 ὑπερετερόδυνος δέκτης 49, 76
 ὑψηλές συνεγείς τάσεις 332
 ὑψηλή πιστότητα 101
 ὑψηλῆς τάσεως πηγές 323
- Φαινόμενο ἀποκοπῆς 98
 φανόμενο κόρον 98
 φαινόμενο zener 180
 φθοριζούσαι ούσαι 274
 φίλτρο 324
 φράγμα δυναμικοῦ 184
 φώφαση 83, 51 (182, 272)
 φωρατής αὐτόδυνος 91
 φωρατής κλασματικός 101
 φωτοαντιστάσεις 200
 φωτοδίαδες 200
 φωτοηλεκτρικὸ φαινόμενο ἐσωτερι-
 κὸ 200
 φωτοκύτταρα 198 (205)
 φωτοκρυσταλλολυχνίες 200
 φωτοληψίας σωλήνας 288
 φωτοπόλλαπλασιαστής 198
 φωτοστοιχεία 198, 199
 φωτόνια 163
- Χαρακτηριστικὴ ἀντίσταση γραμμῆς 234
 χαρακτηριστικὴ πιστότητας 83
 χημικοὶ δεσμοὶ 160
 χοάνη 313
 χρονοκυκλώματα 278
 χρόνος διαδρομῆς 217
 χρόνος καθυστερήσεως 238
- Ψαλιδισμὸς 278, 279
 ψηφίδες 288

COPYRIGHT ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

