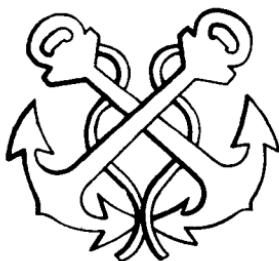




ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ

ΤΟΜΟΣ Α'

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ



**ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΝ ΚΕΙΜΕΝΟΝ
ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΩΝ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ, ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ, ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**



ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
(Διὰ Μηχανικούς)

1. *Μαθηματικά*
2. *Πυρηνική Φυσική*
3. *Αγγλικά*
4. *Τεχνική Μηχανική*
5. *Θερμοδυναμική*
6. *Μεταλλογνωσία - Μεταλλοτεχνία*
7. *Λέβητες*
8. *Άτμομηχαναί (Παλιωδό. - Στρόβιλοι)*
9. *M.E.K.*
10. *Ηλεκτροτεχνία*
11. *Μηχανήματα Σκάφους*
12. *Ψυκτική Έγκαταστάσεις*
13. *Στοιχεῖα Ναυπηγίας*
14. *Καύσιμα - Αιταντικά*
15. *Τηλεκίνησις - Αυτόματισμὸς συγχρόνων πλοίων*
16. *Ηλεκτρονική*
17. *Μηχανονογική Τεχνολογία*
18. *Σχέδιον*
19. *Γενικαὶ ἐπαγγελματικαὶ γνώσεις*
20. *Τεχνικὴ δρυδολογία πλοίου*
21. *Έλληνικά*
22. *Ἐφόδια*

‘Ο Εὐγένιος Εὐγενίδης, ιδρυτής και χορηγός τοῦ «'Ιδρύματος Εὐγενίδου» προείδεν ἐνωρίτατα και ἐσχημάτισε τὴν βαθέλαν πεποίθησιν, δτὶ ἀναγκαῖον παράγοντα διὰ τὴν πρόσδον τοῦ ἔθνους θὰ ἀπετέλει ἡ δρτία κατάρτισις τῶν τεχνικῶν μας ἐν συνδυασμῷ πρὸς τὴν ἡθικὴν ἀγωγὴν αὐτῶν.

Τὴν πεποίθησιν τοῦ αὐτὴν τὴν μετέτρεψεν εἰς γενναιόφρονα πρᾶξιν ενεργεσίας, δταν ἐκληροδότησε σεβαστὸν ποσὸν διὰ τὴν σύστασιν 'Ιδρύματος, ποὺ θὰ εἴχε σκοπὸν νὰ συμβάλῃ εἰς τὴν τεχνικὴν ἐκπαίδευσιν τῶν νέων τῆς 'Ελλάδος.

Διὰ τοῦ B. Διατάγματος τῆς 10ης Φεβρουαρίου 1956, συνεστήθη τὸ 'Ιδρυμα Εὐγενίδου και κατὰ τὴν ἐπιθυμίαν τοῦ διαθέτου ἐτέθη ὑπὸ τὴν διοίκησιν τῆς ἀδελφῆς του Κυρίας Μαρ. Σίμου. Ἀπὸ τὴν στιγμὴν ἐκείνην ἥρχισαν πραγματοποιούμενοι οἱ σκοποὶ ποὺ ὠραματίσθη ὁ Εὐγένιος Εὐγενίδης και συγχρόνως ἡ πλήρωσις μᾶς ἀπὸ τὰς βασικωτέρας ἀνάγκας τοῦ ἔθνικοῦ μας βίου.

* * *

Κατὰ τὴν κλιμάκωσιν τῶν σκοπῶν του, τὸ 'Ιδρυμα προέταξε τὴν ἔκδοσιν τεχνικῶν βιβλίων τόσον διὰ λόγους θεωρητικούς δσον και πρακτικούς. Ἐκρίθη, πράγματι, δτὶ ἀπετέλει πρωταρχικὴν ἀνάγκην ὁ ἐφοδιασμὸς τῶν μαθητῶν μὲ σειρὰς βιβλίων, αἱ δποῖαι θὰ θέτον δρθὰ θεμέλια εἰς τὴν παιδείαν των και αἱ δποῖαι θὰ ἀπετέλουν συγχρόνως πολύτιμον βιβλιοθήκην διὰ κάθε τεχνικόν.

Τὸ δλον ἔργον ἥρχισε μὲ τὴν ὑποστήριξιν τοῦ 'Υπουργείου Βιομηχανίας, τότε ἀρμοδίου διὰ τὴν τεχνικὴν ἐκπαίδευσιν, και συνεχίζεται ἡδη μὲ τὴν Ἑγκρίσιν και τὴν συνεργασίαν τοῦ 'Υπουργείου 'Εθνικῆς Παιδείας, βάσει τοῦ Νομοθετικοῦ Διατάγματος 3970/1959.

Αἱ ἔκδοσεις τοῦ 'Ιδρύματος διαιροῦνται εἰς τὰς ἀκολούθους βασικὰς σειράς, αἱ δποῖαι 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,

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

Αἱ σειραὶ αὗται θὰ ἐμπλουτισθοῦν καὶ μὲ βιβλία εὐρυτέρουν τεχνικοῦ ἐνδιαφέροντος χρήσιμα κατὰ τὴν ἀσκησιν τοῦ ἐπαγγέλματος.

* * *

Οἱ συγγραφεῖς καὶ ἡ Ἐπιτροπὴ Ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος καταβάλλουν κάθε προσπάθειαν, ὥστε τὰ βιβλία νὰ εἰναι ἐπιστημονικᾶς ἀρτιαίας ἀλλὰ καὶ προσημοσμένα εἰς τὰς ἀνάγκας καὶ τὰς δυνατότητας τῶν μαθητῶν. Δι' αὐτὸν καὶ τὰ βιβλία αὐτὰ ἔχουν γραφῆ εἰς ἀπλῆν γλῶσσαν καὶ ἀνάλογον πρὸς τὴν στάθμην τῆς ἐκπαίδευσεως δι' ἣν προορίζεται ἐκάστη σειρὰ τῶν βιβλίων. Ἡ τιμὴ των ὡρίσθη τόσον χαμηλή, ὥστε νὰ εἰναι προσιτὰ καὶ εἰς τὸν ἀπόρον μαθητάς.

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

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ἀλέξανδρος Ι. Παππάς, Ὄμ. Καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος

Χριστόστομος Φ. Καβουνίδης, Διπλ.-Μηχ. - Ἡλ. ΕΜΠ. Διοικητής Ο.Τ.Ε., Ἀντι-πρόεδρος

Μιχαὴλ Γ. Ἀγγελόπουλος, Τακτικός Καθηγητής ΕΜΠ, Διοικητής ΔΕΗ

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

Ἐπιστημ. Σύμβουλος, Γ. Ροδσσος, Χιμ. - Μηχ. ΕΜΠ

Σύμβουλος ἐπὶ τῶν ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος, Κ. Α. Μανάφης, Μόν. Ἐπικ. Καθηγητής Παν/μίου Ἀθηνῶν

Γραμματεὺς, Δ. Π. Μεγαρίτης

Διατελέσαντα μέλη ἡ σύμβουλοι τῆς Ἐπιτροπῆς

Γεώργιος Κακωιδῆς † (1955 - 1959) Καθηγητής ΕΜΠ, Ἀγγελος Καλογερᾶς † (1957 - 1970) Καθηγητής ΕΜΠ, Δημήτριος Νιάνιας (1957 - 1965) Καθηγητής ΕΜΠ, Μιχαὴλ Σπετσιέρης (1956 - 1959), Νικόλαος Βισιώτης (1960 - 1967)



Ι ΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

ΜΩΥΣΕΩΣ Μ. ΜΟΣΧΟΒΙΤΣ
ΔΙΠΛ. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ - ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ
ΕΠΙΜΕΛΗΤΟΥ Ε.Μ.Π.

ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ

ΤΟΜΟΣ Α'

ΑΘΗΝΑΙ

1976



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Εἰς τὸ παρὸν βιβλίον κατεβλήθη προσπάθεια νὰ δοθῇ ώλοκληρωμένη εἰκὼν τῶν ἐννοιῶν τῆς ἡλεκτροτεχνίας κατὰ τρόπον, ὥστε, χωρὶς νὰ παραλείπεται τίποτε, κάθε θέμα νὰ ἀναπτύσσεται δπως καὶ δσον εἰναι ἀπαραίτητον διὰ τοὺς μηχανολόγους, πρὸς τοὺς δποῖους ἀπευθύνεται. "Ἐτοι ἀπεφεύχθησαν αἱ θεωρητικαὶ ἀναπτύξεις καὶ περιαρθρίσθησαν εἰς τὸ ἑλάχιστον οἱ τύποι, οἱ δποῖοι δύονται εἰς πολὺ δλγας περιπτώσεις, διὰ νὰ ὑπάρχῃ δυνατότης ἐκτελέσεως βασικῶν μόνον ὑπολογισμῶν.

'Ἐκτὸς λοιπὸν ἀπὸ τὰς ἐννοιὰς τῆς ἡλεκτροτεχνίας καὶ τὰς μονάδας μετρήσεως δλων τῶν ἡλεκτρικῶν μεγεθῶν, περιελήφθησαν εἰς τὴν ὅλην τοῦ βιβλίου σωρεία τεχνικῶν ἐφαρμογῶν, αἱ δποῖαι βασίζονται εἰς τὰ περιγραφόμενα φαινόμενα καὶ νόμους τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Αἱ ἐφαρμογαὶ αὐταὶ θὰ βοηθήσουν εἰς τὴν καλυτέραν κατανόησιν τῶν ἐννοιῶν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ καὶ ἐπὶ πλέον δι' αὐτῶν θὰ γνωρίσουν οἱ σπουδασταὶ μηχανολόγοι δλας τὰς ἐφαρμογὰς τῆς ἡλεκτροτεχνίας ποὺ θὰ συναρτήσουν εἰς τὴν ἔργασίαν των. Περιελήφθησαν δηλαδὴ εἰς τὸ βιβλίον τοῦτο μεταξὺ τῶν ἀλλων καὶ βασικαὶ γνώσεις ἐκ τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν, αἱ ἡλεκτροθερμικαὶ ἐφαρμογαὶ, αἱ ἡλεκτροχημικαὶ ἐφαρμογαὶ, δ.τι ἀπαιτεῖται ἐκ τῶν ἡλεκτρικῶν ἐγκαταστάσεων κτηρίων καὶ αἱ ἀπαραίτητοι διὰ τὴν χρῆσιν τῶν ἡλεκτρικῶν δργάνων μετρήσεως γνώσεις. Τοῦτο δέ, διότι οἱ σπουδασταὶ-μηχανολόγοι εἰς τὸ μάθημα τῆς ἡλεκτρολογίας θὰ πρέπει νὰ διδαχθοῦν συνοπτικῶς δλα δσα οἱ ἡλεκτρολόγοι διδάσκονται ἐν ἐκτάσει εἰς εἰδικὰ μαθήματα.

Διὰ τὴν καλυτέραν κατανόησιν τοῦ κειμένου, ὑπάρχουν πολυάριθμα σχήματα, πολλὰ ἀπὸ τὰ δποῖα εἰναι πολύχωρα διὰ νὰ εἰναι περισσότερον παραστατικά.

Νομίζω δτι μὲ τὸ ἀνὰ χεῖρας βιβλίον, οἱ μηχανολόγοι ἐφοδιάζονται μὲ τὰς ἡλεκτροτεχνικὰς γνώσεις, αἱ δποῖαι θὰ τοὺς χρειασθοῦν κατὰ τὴν ἐν τῇ πράξει ἔξασκησιν τοῦ ἐπαγγέλματος των.

Περαίνων τὸν σύντομον αὐτὸν πρόλογον, ἐκφράζω τὴν ἔλπιδα δτι οἱ κ. συνάδελφοι, ποὺ θὰ ἀγαλάβουν τὴν διδασκαλίαν, θὰ ἔχουν εἰς χεῖρας των χρήσιμον καὶ σύγχρονον ἐγχειρίδιον ἡλεκτρολογίας. 'Ἐπιθυμῶ, τέλος, νὰ ἐκφράσω τὰς θερμὰς εὐχαριστίας μον πρὸς τὴν 'Ἐπιτροπὴν 'Ἐκδόσεων τοῦ 'Ιδρυματος Εὐγενίδου διὰ τὴν πολύτιμον συμβολήν της εἰς τὴν Ἑκδοσιν τοῦ βιβλίου.

•Ο συγγραφεὺς

ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

Βασικαι ἔννοιαι

Κ Ε Φ. 1 'Η φύσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ	1
Κ Ε Φ. 2 'Ηλεκτρικὰ φορτία καὶ δυνάμεις	

2 - 1 Τὸ ἡλεκτρικὸν φορτίον	3
2 - 2 Αἱ ἡλεκτρικαὶ δυνάμεις	3
2 - 3 Σώματα ἀγώγιμα καὶ σώματα μονωτικά	4
2 - 4 Ποσότης ἡλεκτρισμοῦ, μονὰς μετρήσεως αὐτῆς	6
2 - 5 'Ηλεκτρικὸν δυναμικόν, διαφορὰ δυναμικοῦ, μονάδες	6
2 - 6 'Ηλεκτρικὴ χωρητικότης, πυκνωταί, μονάδες χωρητικότητος	7
2 - 7 'Ερωτήσεις	11

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Τὸ συνεχὲς ρεῦμα

Κ Ε Φ. 3 Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα

3 - 1 'Η ἡλεκτρικὴ πηγή. Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. 'Ηλεκτρεγερτικὴ δύναμις..	12
3 - 2 Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα εἰς τοὺς ἡλεκτρικοὺς ἀγωγοὺς.....	12
3 - 3 Φορὰ τοῦ ρεύματος	13
3 - 4 Εἶδη ρεύματος	13
3 - 5 "Εντασις ρεύματος, πυκνότης ρεύματος, μονάδες	14
3 - 6 Τὸ ἡλεκτρικὸν κύκλωμα	14
3 - 7 'Ερωτήσεις	15

Κ Ε Φ. 4 'Η ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις

4 - 1 Ἀντίστασις καὶ ἀγωγιμότης, μονάδες	16
4 - 2 Νόμος τοῦ "Ωμ	17
4 - 3 Ἀντίστασις τῶν συρμάτων, μεταβολὴ τῆς ἀντίστάσεως	18
4 - 4 'Ερωτήσεις	20

Κ Ε Φ. 5 Συνδέσεις ἡλεκτρικῶν ἀντιστάσεων.

5 - 1 Συνδεσμολογία σειρᾶς, ἐφαρμογαί	21
5 - 2 Πτῶσις τάσεως εἰς τοὺς ἀγωγούς	22

5 – 3 Παράλληλος συνδεσμολογία, Νόμος του Kirchhoff, έφαρμογατ.....	23
5 – 4 Μικτή συνδεσμολογία	26
5 – 5 Έρωτήσεις	28

Κ Ε Φ. 6 Έργον και Ισχὺς

6 – 1 Ήλεκτρική ένέργεια	29
6 – 2 Ήλεκτρική Ισχύς	30
6 – 3 Βαθμός δποδόσεως	31
6 – 4 Έρωτήσεις	32

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

Μαγνητισμός - Ήλεκτρομαγνητισμός

Κ Ε Φ. 7 Μαγνητισμός

7 – 1 Φυσικοί και τεχνητοί μαγνήται, μαγνητικοί πόλοι, μαγνήτισις έξ έπαγωγής	33
7 – 2 Μόνιμοι μαγνήται, μαγνητικὸν πεδίον, έφαρμογατ	35
7 – 3 Έρωτήσεις	38

Κ Ε Φ. 8 Ήλεκτρομαγνητισμός

8 – 1 Μαγνητικὸν πεδίον δγωγοῦ και πηνίου διαρρεομένων ύπό ρεύματος	39
8 – 2 Ήλεκτρομαγνήται και έφαρμογατ αύτῶν	42
8 – 3 Αγωγός και πηνία διαρρέομενα ύπό ρεύματος μαγνητικοῦ πεδίου	46
8 – 4 Παραγωγὴ ρεύματος έξ έπαγωγῆς	49
8 – 5 Αύτεπαγωγὴ	53
8 – 6 Έρωτήσεις	54

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

Έναλλασσόμενον ρεύμα

Κ Ε Φ. 9 Μορφὴ τοῦ έναλλασσομένου ρεύματος.

9 – 1 Περίοδος και συχνότης τοῦ έναλλασσομένου ρεύματος, ήμιτονοει- δής μορφὴ έναλλασσομένου ρεύματος	55
9 – 2 Μεγίστη τιμὴ και ένδεικνυμένη τιμὴ έναλλασσομένου ρεύματος	57
9 – 3 Έρωτήσεις	60

Κ Ε Φ. 10 Κύκλωμα έναλλασσομένου ρεύματος

10 – 1 Κύκλωμα μὲ ώμικήν κατανάλωσιν	61
10 – 2 Κύκλωμα μὲ έπαγωγικήν κατανάλωσιν	62

10 - 3 Κύκλωμα μὲ χωρητικήν κατανάλωσιν	64
10 - 4 Κύκλωμα μὲ σύνθετον κατανάλωσιν	66
10 - 5 Ἐρωτήσεις	67

Κ Ε Φ. 11 Μονοφασικά καὶ τριφασικά ρεύματα

11 - 1 Μονοφασικά καὶ τριφασικά ρεύματα, μονοφασικά καὶ τριφασικά κα- τανάλώσεις	68
11 - 2 Ἰσχὺς ἐναλλασσομένου ρεύματος, ἰσχὺς τριφασικοῦ ρεύματος	72
11 - 3 Ἐρωτήσεις	73

ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟΝ

Ἡλεκτρικαὶ μηχαναὶ

Κ Ε Φ. 12 Ἡλεκτρικαὶ μηχαναὶ συνεχοῦς ρεύματος

12 - 1 Κατασκευὴ	75
12 - 2 Γεννήτριαι συνεχοῦς ρεύματος	77
12 - 3 Κινητήρες συνεχοῦς ρεύματος	80
12 - 4 Ἐρωτήσεις	83

Κ Ε Φ. 13 Ἡλεκτρικαὶ μηχαναὶ ἐναλλασσομένου ρεύματος

13 - 1 Γενικά	85
13 - 2 Γεννήτριαι ἐναλλασσομένου ρεύματος	86
13 - 3 Τριφασικοὶ κινητήρες ἐναλλασσομένου ρεύματος	88
13 - 4 Μονοφασικοὶ κινητήρες ἐναλλασσομένου ρεύματος	98
13 - 5 Γενικὰ στοιχεῖα κινητήρων ἐναλλασσομένου ρεύματος	100
13 - 6 Ἐρωτήσεις	112

Κ Ε Φ. 14 Μετασχηματισταί, στρεφόμενοι μετατροπεῖς, ἀνορθωταὶ

14 - 1 Μετασχηματισταὶ	114
14 - 2 Στρεφόμενοι μετατροπεῖς	124
14 - 3 Ἀνορθωταὶ	127
14 - 4 Ἐρωτήσεις	132

ΜΕΡΟΣ ΕΚΤΟΝ

Ἐφαρμογαὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ

Κ Ε Φ. 15 Ἡλεκτροθεραία, ἡλεκτρομηχανικαὶ ἐφαρμογαὶ, ἡλεκτρικαὶ ἐφαρμογαὶ

15 - 1 Θερμικά ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ	133
15 - 2 Ἡλεκτρικὰ θερμαντικά στοιχεῖα, ἡλεκτρικά μαγειρεῖα, ἡλεκτρικοὶ θερ- μοσίφωνες κ.λπ. Ἡλεκτρική θέρμανσις χώρων	135

XIV

15 – 3 Ἡλεκτρικοί βιομηχανικοί κλίθανοι (φοῦρνοι)	143
15 – 4 Ἡλεκτροσυγκολλήσεις	153
15 – 5 Ἡλεκτρική ψῦξις	160
15 – 6 Ἡλεκτρομηχανικαὶ καὶ ἡλεκτρονικαὶ ἔφαρμογαῖ	165
15 – 7 Καταναλώσεις τῶν διαφόρων ἡλεκτρικῶν συσκευῶν	168
15 – 8 Ἐρωτήσεις	170

Κ Ε Φ. 16 Ἡλεκτροχημεία

·16 – 1 Χημικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ	172
16 – 2 Ἡλεκτρολύται, ἡλεκτρόλυστις	172
16 – 3 Ἔφαρμογαῖ τῆς ἡλεκτρολύσεως	175
16 – 4 Ἡλεκτρικά στοιχεῖα	179
16 – 5 Συσσωρευταὶ	186
16 – 6 Ἐρωτήσεις	199

ΜΕΡΟΣ ΕΒΔΟΜΟΝ

Ἡλεκτρικαὶ ἐγκαταστάσεις

Κ Ε Φ. 17 Παραγωγή, μεταφορὰ καὶ διανομὴ ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας

17 – 1 Σταθμοὶ παραγωγῆς	200
17 – 2 Μεταφορὰ ὑπὸ ὑψηλήν τάσιν. Ὑποσταθμοὶ	210
17 – 3 Διανομὴ	213
17 – 4 Ἐρωτήσεις	244

ΜΕΡΟΣ ΟΓΔΟΝ

Ἡλεκτρικαὶ μετρήσεις

Κ Ε Φ. 18 Ὁργανα ἡλεκτρικῶν μετρήσεων

18 – 1 Ἡλεκτρικαὶ μετρήσεις. Εἰδη καὶ κατηγορίαι δργάνων	245
18 – 2 Θέσεις δργάνων καὶ κλίμακες μετρήσεων	249
18 – 3 Ἐσωτερικὸς μηχανισμὸς ἡλεκτρικῶν δργάνων	250
18 – 4 Μετρηταὶ ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας	260
18 – 5 Ἐρωτήσεις	263

Κ Ε Φ. 19 Μέθοδοι ἡλεκτρικῶν μετρήσεων

19 – 1 Συνδεσμολογία ἡλεκτρικῶν μετρήσεων	264
19 – 2 Τρόπος ἀναγνώσεως δργάνων	267
19 – 3 Ἐρωτήσεις	271

ΜΕΡΟΣ ΕΝΑΤΟΝ

Κίνδυνοι τοῦ ήλεκτρισμοῦ

Κ Ε Φ.	Κίνδυνοι απὸ τὸ ήλεκτρικὸν ρεῦμα, τὸ ήλεκτρικὸν ἀτύχημα, μέτρα προστασίας	272
20 – 1	Κίνδυνοι απὸ τὸ ήλεκτρικὸν ρεῦμα. Τὸ ήλεκτρικὸν ἀτύχημα.....	272
20 – 2	Μέτρα προστασίας ἔναντι τῶν κινδύνων τοῦ ήλεκτρισμοῦ.....	275
20 – 3	Ἐρωτήσεις	280
 Κ Ε Φ. 21 Πρόταται βοήθεια εἰς περίπτωσιν ήλεκτροπληξίας. ‘Οδηγίαι διὰ τὴν ἀσφαλῆ χρῆσιν τοῦ ήλεκτρισμοῦ		
21 – 1	Τεχνητὴ ἀναπνοή	281
21 – 2	‘Οδηγίαι διὰ τὴν ἀσφαλῆ χρῆσιν τοῦ ήλεκτρισμοῦ	286
21 – 3	Ἐρωτήσεις	291



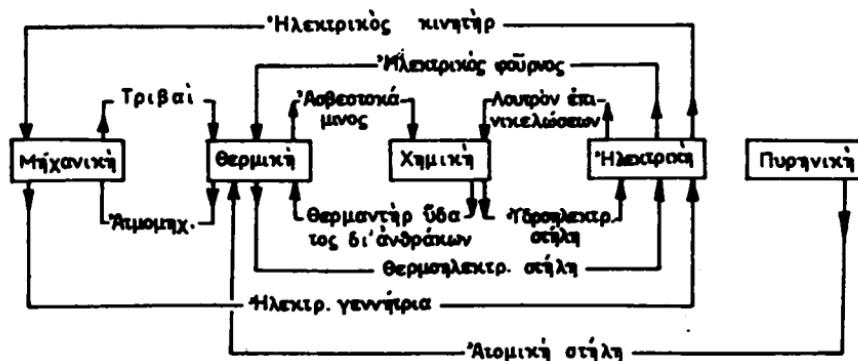
ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΒΑΣΙΚΑΙ ΕΝΝΟΙΑΙ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 1

Η ΦΥΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ.

Έάν παρατηρήσωμεν γύρω μας, θά διακρίνωμεν τά διάφορα σώματα ή συγκροτήματα σωμάτων, τά δποια δυνάμεθα νά όπομονώσωμεν νοερῶς ἐκ τοῦ ὑπολοίπου σύμπαντος· π.χ. ἔνα σωρὸν ἀπό κάρβουνα, ἔνα συμπιεσμένον ἐλαστήριον, ἔνα δοχεῖον μὲ θερμὸν ὄνδωρ. Πολὺ συχνά παρατηροῦμεν ἐπίστης δτι ὡρισμένα ἐκ τῶν σωμάτων αὐτῶν τροποποιοῦνται (μεταβάλλουν μορφήν, σχετικὴν θέσιν, θερμοκρασίαν, ταχύτητα κ.λπ.) καὶ συγχρόνως προκαλοῦν τὴν τροποποίησιν ἄλλων σωμάτων. Ούτω, τὸ συμπιεσμένον ἐλαστήριον, ἐκτονούμενον, ἀνυψώνει βάρος· τὰ κάρβουνα καιόμενα μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ ὁξυγόνου τοῦ



Σχ. 1.

ἀέρος θερμαίνουν τὸ ὄνδωρ λέβητος· δ ὅτιδος δοχείου μὲ θερμὸν ὄνδωρ, ἐκτονούμενος ἐντὸς κυλίνδρου, μετατοπίζει ἔνα ἔμβολον.

‘Η ιδιότης ἐνὸς συστήματος σωμάτων νὰ δύναται νὰ προκαλῇ τροποποιήσεις εἰς ἄλλα συστήματα καλεῖται ἐνέργεια.

Κατὰ τὰς τροποποιήσεις αὐτὰς λέγομεν, ὅτι συμβαίνει μετατόπισις ἐνεργείας ἐκ τοῦ ἐνὸς συστήματος σωμάτων εἰς τὸ ἄλλο. Αἱ μετατόπισεις αὐταὶ τῆς ἐνεργείας δυνατὸν νὰ εἰναι διαφόρου φύσεως καὶ χαρακτηρίζονται ἐκ τοῦ φυσικοῦ φαινομένου, τὸ δποῖον συνοδεύει κάθε μετατόπισιν. Ἡ πτῶσις π.χ. σώματος εἰναι μηχανικὸν φαινόμενον, διὰ τοῦτο λέγομεν ὅτι τὸ σύστημα σώματος-γῆς προσδίδει, κατὰ τὴν πτῶσιν, μηχανικὴν ἐνέργειαν· ἡ καῦσις τοῦ ἀνθρακος εἰναι χημικὸν φαινόμενον, διὰ τοῦτο λέγομεν ὅτι τὸ σύστημα : ἀνθραξ - δξυγόνον προσδίδει χημικὴν ἐνέργειαν, κ.ο.κ. Μία ἀπὸ τὰς μορφὰς τῆς ἐνεργείας εἰναι καὶ ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια, ἡ δποία δφείλεται, ὡς εἰναι γνωστὸν ἐκ τῆς Φυσικῆς, εἴτε εἰς τὴν συσσώρευσιν ἢ ἀραιώσιν ἡλεκτρονίων ἐπὶ ἐνὸς σώματος, εἴτε εἰς τὴν μετατόπισιν των ἐντὸς τοῦ σώματος. Ἡ μετάβασις ἐκ τῆς μιᾶς μορφῆς ἐνεργείας εἰς τὴν ὅλην εἰναι δυνατὸν νὰ πραγματοποιηθῇ ἀμέσως ἢ ἐμμέσως, δπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 1.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 2

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ

2.1 Τὸ ἡλεκτρικὸν φορτίον.

Τὰ ἡλεκτρόνια, ὡς εἶναι γνωστὸν ἐκ τῆς Φυσικῆς, περιστρέφονται μὲ μεγάλην ταχύτητα συνεχῶς γύρω ἀπὸ τὸν πυρῆνα, διότι ὁ πυρὴν καὶ τὰ ἡλεκτρόνια ἔλκονται ἀμοιβαίως. Ἡ ἴδιότης τοῦ πυρῆνος καὶ τῶν ἡλεκτρονίων νὰ ἔλκωνται μεταξύ των καλεῖται ἡλεκτρικὴ ἴδιότης καὶ τὰ ἀμοιβαίως ἔλκόμενα σωματίδια (πυρὴν καὶ ἡλεκτρόνια) λέγομεν διτὶ εἶναι ἡλεκτρικῶς φορτισμένα.

Κατόπιν πολλῶν ἐρευνῶν ἀπεδείχθη, διτὶ ἀπὸ τὰ τρία εἰδη σωματίδιων ποὺ περιέχει τὸ ἄτομον, μόνον τὰ πρωτόνια καὶ τὰ ἡλεκτρόνια ἔχουν ἡλεκτρικὰ φορτία, ἐνῶ τὰ οὐδετερόνια δὲν ἔλκουν οὔτε ἔλκονται ἀπὸ τὰ ἄλλα σωματίδια τοῦ ἀτόμου, ἐπομένως δὲν εἶναι ἡλεκτρικῶς φορτισμένα (εἶναι ἡλεκτρικῶς οὐδέτερα).

Τὰ ἡλεκτρόνια εἶναι, ὅπως εἴδομεν, ἡλεκτρικῶς φορτισμένα ἀλλά, ἀντὶ νὰ ἔλκωνται μεταξύ των, ἀπωθοῦνται. Τὰ ἀνωτέρω μᾶς δύνηγοῦν νὰ διακρίνωμεν δύο εἰδη ἡλεκτρικῶν φορτίων.

α) Τὰ θετικὰ φορτία, μὲ τὰ ὅποια εἶναι φορτισμένα τὰ πρωτόνια, καὶ β) τὰ ἀρνητικὰ φορτία, μὲ τὰ ὅποια εἶναι φορτισμένα τὰ ἡλεκτρόνια. "Ἐτσι, τὰ ἑτερώνυμα ἡλεκτρικὰ φορτία ἔλκονται, ἐνῶ τὰ διμώνυμα ἀπωθοῦνται.

Τὸ ἡλεκτρικὸν φορτίον ἐνὸς ἡλεκτρονίου εἶναι ἵσον μὲ τὸ ἡλεκτρικὸν φορτίον ἐνὸς πρωτονίου. Τὰ δύο αὐτὰ φορτία ἀλληλοεξουδετεροῦνται, ὅταν εύρεθοῦν πλησίον καὶ δὲν ἐπηρεάζουν ἄλλα ἡλεκτρικὰ φορτία (πρωτόνια ἢ ἡλεκτρόνια) εύρισκόμενα μακράν των.

2.2 Αἱ ἡλεκτρικαὶ δυνάμεις.

Εἰς τὴν φυσικήν του κατάστασιν κάθε ἄτομον ἔχει τόσα ἡλεκτρόνια δσα καὶ πρωτόνια, ἐπομένως καὶ συμφώνως πρὸς τὰ λεχθέντα κάθε ἄτομον εἰς τὴν φυσικήν του κατάστασιν εἶναι ἡλεκτρικῶς οὐδέτερον ὡς πρὸς τὰ ἄλλα ἄτομα τοῦ αὐτοῦ σώματος ἢ τὰ ἄτομα ἄλλων σωμάτων.

"Ἐάν, μὲ κάποιον τρόπον, ἔνα ἢ περισσότερα ἡλεκτρόνια ἀφαιρε-

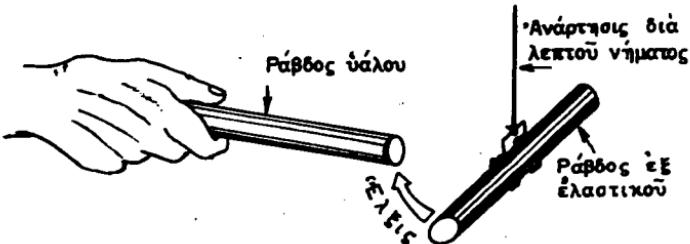
θούν όποια από τα δύο σώματα που είναι σε απόσταση μεταξύ τους, τότε το μέν πρώτον ήλεκτροίζεται θετικώς, ενώ το δεύτερον ήλεκτροίζεται άρνητικώς.

Τόσα σώματα, τα οποία τα δύο σώματα είναι ήλεκτρισμένα θετικώς, λέγεται θετικώς ήλεκτρισμένα σώματα, ενώ τόσα σώματα, τα οποία τα δύο σώματα είναι ήλεκτρισμένα άρνητικώς, λέγεται άρνητικώς ήλεκτρισμένα.

Αἱ δυνάμεις πού διαπιπτύσσονται μεταξύ των ήλεκτρισμένων δύο σώματων μεταδίδονται και είσιν τα σώματα, είσιν τα δύο σώματα που διαπιπτύσσονται μεταξύ τους. Επομένως :

Δύο σώματα ήλεκτρισμένα θετικώς ή δύο σώματα ήλεκτρισμένα άρνητικώς (δύο σώματα φορτισμένα) απωθοῦνται.

Δύο σώματα, έκ των δύο σώματων τό ένα είναι ήλεκτρισμένο θετικώς και τό άλλο άρνητικώς (έτερων δύο σώματα φορτισμένα) έλκονται (σχ. 2.2).



Σχ. 2.2.

Η διαφορά της ηλεκτρικής φοράς μεταξύ δύο σώματος, δηλαδή η ηλεκτρισης δύο σώματος, γίνεται με διαφόρους τρόπους, δηλαδή π.χ.:

- α) Διά της τριβής δύο σώματων. β) Διά της έπαφής δύο σώματων.
- γ) Διά έπιδράσεως, έξι αποστάσεως, ένδιπλης ή διπλής ηλεκτρισμένου σώματος ήπια ένδιπλης στοιχείων. δ) Διά συμπιέσεως ένδιπλης σώματος (πιεζοηλεκτρισμός).
- ε) Διά θερμάνσεως ή ψύξεως ένδιπλης σώματος (πυροηλεκτρισμός) κ.λπ.

2.3 Σώματα άγνωμα και σώματα μονωτικά.

Τά στρεφόμενα γύρω από τόν πυρήνα ήλεκτρόνια (παράγρ. 2.1) εύρισκονται, δηλαδή είναι γνωστόν τα Φυσικήν, είναι διαφόρους αποστάσεις από τόν πυρήνα. Επομένως δηλαδή τό πλέον απομακρυσμένον από τόν πυρήνα, δηλαδή μόνον ήλεκτρόνια, τά δύο σώματα συγκρατοῦνται διαθενῶς

ύπὸ τοῦ πυρῆνος. Ἐνίστε τὰ ἡλεκτρόνια αὐτὰ ἀποσπῶνται ἀπὸ τὴν ἔλξιν τοῦ πυρῆνος καὶ ἀπομακρύνονται ἀπὸ τὰ ἄτομα, εἰς τὰ δποῖα ἀνήκουν. Τὰ ἡλεκτρόνια αὐτὰ πλανῶνται εἰς τὰ μεταξὺ τῶν ἀτόμων διάκενα (μετακινούμενα εύκόλως μεταξὺ τῶν ἀτόμων), μέχρις δτου συγκρουσθοῦν μὲ δλλα ἄτομα, ἐκ τῶν δποίων πάλιν θὰ ἀποσπασθοῦν δλλα ἔξωτερικὰ ἡλεκτρόνια κ.ο.κ. Τὰ ἡλεκτρόνια αὐτά, ποὺ ὀνομάζονται ἐλεύθερα ἡλεκτρόνια, ἀποτελοῦν, κατὰ κάποιον τρόπον, ἔνα εἶδος ἡλεκτρονικοῦ ἀερίου, τοῦ δποίου τὰ στοιχειώδη σώματίδια (δπως καὶ εἰς τὰ δέρια) εύρισκονται εἰς διαρκῆ κίνησιν. Ἐὰν εἰς ἔνα σώμα αὐτοῦ τοῦ εἶδους προστεθοῦν ἡλεκτρόνια εἰς ἔνα σημεῖον του (ἀρνητικὴ ἡλεκτρισις), τὰ ἡλεκτρόνια αὐτὰ θὰ διαχυθοῦν ταχέως εἰς δλόκληρον τὴν μᾶζαν τοῦ σώματος, δπως ἔνα δέριον εἰς δεδομένον χῶρον. Ἐὰν ἔξ δλλου ἀφαιρεθοῦν ἡλεκτρόνια ἀπὸ ἔνα σημεῖον τοῦ σώματος, τότε ἔρχονται ἐλεύθερα ἡλεκτρόνια ἀπὸ τὰ ὑπόλοιπα μέρη τοῦ σώματος διὰ νὰ συμπληρώσουν τὸ ἔλλειμμα. Ἔτσι δημιουργεῖται μία προσανατολισμένη δμαδικὴ κίνησις ἡλεκτρονίων πρὸς τὸ σημεῖον τῆς ἡλεκτρίσεως, μὲ ἀποτέλεσμα τελικῶς δλόκληρον τὸ σώμα νὰ παρουσιάζῃ ἔλλειμμα ἡλεκτρονίων. Τὰ σώματα αὐτὰ καλοῦμεν καλοὺς ἀγωγοὺς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ή ἀγώγιμα σώματα ή ἀπλῶς ἀγωγούς. Εἰς τὴν κατηγορίαν αὐτὴν τῶν σωμάτων ἀνήκουν κυρίως τὰ μέταλλα, τὰ δποῖα παρουσιάζουν μικρὰ δντίστασιν εἰς τὴν κίνησιν τῶν ἡλεκτρονίων ἐντὸς αὐτῶν. Ἀντιθέτως τὰ σώματα, ποὺ δὲν ἔπιτρέπουν καμμίαν σχεδὸν μετακίνησιν ἡλεκτρονίων ἐντὸς αὐτῶν καὶ δὲν ἔχουν παρὰ ἐλάχιστα ἐλεύθερα ἡλεκτρόνια, καλοῦνται μονωτικὰ σώματα ή ἀπλῶς μονωτικά ή κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ή ἀκόμη διηλεκτρικά. Μονωτικὰ σώματα εἶναι τὸ μάρμαρον, ή πορσελάνη, ή ὑαλος, τὸ ἐλαστικόν, δ ἔβονίτης, δ χάρτης, τὸ ξηρὸν ξύλον, δ ξηρὸς ἄτηρ, ή ρητίνη κ.λπ. Εἰς τὰ μονωτικά σώματα, τὰ φαινόμενα τῆς ἡλεκτρίσεως (περίσσεια ή ἔλλειψις ἡλεκτρονίων) παραμένουν ἐντοπισμένα εἰς τὸ σημεῖον τοῦ σώματος, εἰς τὸ δποῖον γίνεται ή ἡλεκτρισις.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὰ ἀγώγιμα καὶ τὰ μονωτικὰ σώματα ὑπάρχει καὶ τρίτη κατηγορία : Τὰ ἡμιαγωγὰ σώματα, τὰ δποῖα ἔπιτρέπουν μικρὰ ἐλευθερίαν εἰς τὴν μετακίνησιν τῶν ἐλευθέρων ἡλεκτρονίων. Ἡμιαγωγά σώματα εἶναι : δ γαληνίτης, τὸ σελήνιον, τὸ γερμάνιον κ.λπ. Τὰ σώματα αὐτὰ ἀλλοτε συμπεριφέρονται ως ἀγωγοὶ καὶ δλλοτε ως μονωτικά.

2·4 Ποσότης ήλεκτρισμοῦ, μονάς μετρήσεως αὐτῆς.

Εἴδομεν (παράγρ. 2·2), ότι ή ήλεκτρισις ἐνὸς σώματος προκαλεῖται ἀπό τὴν περίσσειαν ἢ τὸ ἔλλειμμα ήλεκτρονίων. "Οσον μεγαλυτέρα είναι ἡ περίσσεια (ἢ τὸ ἔλλειμμα) τῶν ήλεκτρονίων, τόσον περισσότερον ήλεκτρισμένον είναι τὸ σῶμα αὐτό. "Ἐτσι προκύπτει ἡ ἐννοία τῆς ποσότητος ήλεκτρισμοῦ. "Ενα ήλεκτρισμένον σῶμα, λοιπόν, χαρακτηρίζεται ἀπό τὴν ποσότητα τοῦ ήλεκτρισμοῦ ποὺ ἔχει, δηλαδὴ ἀπό τὸ πλῆθος τῶν ήλεκτρονίων (τὸ ήλεκτρικὸν φορτίον), ποὺ εὑρίσκονται εἰς περίσσειαν ἢ εἰς ἔλλειμμα εἰς τὸ σῶμα αὐτό.

"Ως μονάς μετρήσεως τῆς ποσότητος ήλεκτρισμοῦ χρησιμοποιεῖται τὸ κουλόμ (Coulomb), τὸ δόπιον συμβολίζεται διεθνῶς μὲ τὸ σύμβολον C. 1 C είναι τὸ ήλεκτρικὸν φορτίον $6,28 \cdot 10^{18}$ ήλεκτρονίων.

2·5 Ήλεκτρικὸν δυναμικόν, διαφορὰ δυναμικοῦ, μονάδες.

Διὰ νὰ χαρακτηρισθῇ ἡ ήλεκτρικὴ κατάστασις ἐνὸς ήλεκτρισμένου σώματος, ἔγινε ἡ εἰσαγωγὴ τῆς ἐννοίας τοῦ ήλεκτρικοῦ δυναμικοῦ τοῦ σώματος.

"Οπως ἀκριβῶς ἡ θερμοκρασία χαρακτηρίζει τὴν θερμικὴν κατάστασιν ἐνὸς σώματος, ἔτσι καὶ τὸ ήλεκτρικὸν δυναμικὸν χαρακτηρίζει τὴν ήλεκτρικὴν κατάστασιν τοῦ σώματος.

Δύο σώματα μὲ τὸ αὐτὸ δυναμικὸν εὑρίσκονται εἰς ήλεκτρικὴν Ισορροπίαν, δηλαδὴ ἔαν ἐνωθοῦν δι' ἐνὸς μεταλλικοῦ σύρματος, δὲν προκαλοῦν ροήν ήλεκτρικῶν φορτίων ἐκ τοῦ ἐνὸς σώματος εἰς τὸ ἄλλο. Ἐάν, ἀντιθέτως, δύο ἀγώγιμα σώματα ἔχουν διαφορετικὸν δυναμικόν, ἡ σύνδεσίς των δι' ἐνὸς ἀγώγοῦ προκαλεῖ ροήν ήλεκτρικῶν φορτίων ἐκ τοῦ σώματος μὲ τὸ ύψηλότερον δυναμικὸν, μέχρις διου ἐπέλθῃ ἔξισωσις τῶν δυναμικῶν των. Παρατηροῦμεν δηλαδὴ, ὅτι δύπως ἡ διαφορὰ τῆς θερμοκρασίας είναι ἡ αἰτία ἡ διοία κινεῖ τὴν θερμότητα ἀπό ἐνα σῶμα εἰς ἄλλο (ἀπό τὴν ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν πρὸς τὴν χαμηλοτέραν), ἡ δύπως ἡ διαφορὰ στάθμης ἡ πιέσεως είναι ἡ αἰτία ἡ διοία προκαλεῖ τὴν μετακίνησιν ὑγροῦ ἀπό ἐνα δοχεῖον εἰς ἄλλο, ἐφ' ὅσον τὰ δύο δοχεῖα συγκοινωνοῦν, ἔτσι καὶ ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ δύο ἀγώγιμων σωμάτων είναι ἡ αἰτία, ἡ διοία κινεῖ τὰ ήλεκτρικὰ φορτία ἐκ τοῦ ἐνὸς σώματος πρὸς τὸ ἄλλο. Τὸ δυναμικὸν τῆς γῆς λαμβάνεται, αὐθαιρέτως, ἵσον πρὸς μηδέν.

Τὸ δυναμικὸν ἐνὸς θετικῶς φορτισμένου σώματος λέγομεν δτὶ εἶναι θετικὸν καὶ τὸ δυναμικὸν ἐνὸς ἀρνητικῶς φορτισμένου σώματος λέγομεν δτὶ εἶναι ἀρνητικόν. Ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ δύο σωμάτων καλεῖται καὶ ἡλεκτρικὴ τάσις· διὰ τοῦ ὅρου αὐτοῦ ἐκφράζομεν, δτὶ τὰ θετικὰ ἡλεκτρικὰ φορτία τοῦ ἐνὸς σώματος τείνουν νὰ μετακινηθοῦν πρὸς τὸ ἄλλο σῶμα, ποὺ ἔχει ἀρνητικὰ φορτία, ἢ, διλιγώτερα θετικὰ φορτία (τὰ θετικὰ φορτία μετακινοῦνται πρὸς σημεῖα ἐλασττουμένου δυναμικοῦ).

Μονὰς μετρήσεως τοῦ ἡλεκτρικοῦ δυναμικοῦ καὶ ἐπομένως καὶ τῆς ἡλεκτρικῆς τάσεως, εἶναι τὸ βόλτη, συμβολιζόμενον διεθνῶς διὰ τοῦ λατινικοῦ γράμματος V.

Πολλαπλάσια καὶ ὑποπολλαπλάσια τοῦ βόλτη εἶναι:

$$1 \text{ κιλοβόλτη} = 1000 \text{ V} \text{ καὶ συμβολίζεται : kV}$$

$$1 \text{ μιλλιβόλτη} = \frac{1}{1000} \text{ V} \text{ καὶ συμβολίζεται : mV}$$

$$1 \text{ μικροβόλτη} = \frac{1}{1\,000\,000} \text{ V} \text{ καὶ συμβολίζεται : μV}$$

2·6 Ήλεκτρική χωρητικότης, πυκνωταί, μονάδες χωρητικότητας.

a) Ήλεκτρικὴ χωρητικότης.

Ἐάν συνδέσωμεν ἕνα ἡλεκτρισμένον ἀγώγιμον σῶμα (ἀγωγὸν) μὲ δυναμικὸν U πρὸς ἕνα ὄλλο μονωμένον* ἀγώγιμον σῶμα μὴ ἡλεκτρισμένον, ὅπότε αὐξάνεται ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἡλεκτρισμένου σώματος, τὸ ὑπάρχον φορτίον βεβαίως δὲν μεταβάλλεται, ὄλλα διαμοιράζεται εἰς τοὺς δύο ἀγωγούς, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἐλαστωθῇ τὸ δυναμικὸν τοῦ πρώτου σώματος. Διὰ νὰ ἐπαναφέρωμεν τὸ δυναμικὸν εἰς τὴν ἀρχικήν του τιμὴν U πρέπει νὰ προσθέσωμεν καὶ ὄλλο φορτίον. Ἐπομένως, δόσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἐπιφάνεια ἐνὸς ἀγωγοῦ, τόσον περισσότερον φορτίον ἀπαιτεῖται διὰ νὰ ἔχῃ ὁ ἀγωγὸς αὐτὸς ἔνα ὀρισμένον δυναμικόν. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν λέγομεν, ὅτι ὁ ἀγωγὸς ἔχει μεγαλυτέραν ἡλεκτρικὴν χωρητικότητα, δηποτες ἀκριβῶς λέγομεν δτὶ ἕνα σῶμα ἔχει μεγαλυτέραν θερμοχωρητικότητα ἀπὸ ἕνα ὄλλο, ἐάν χωρῆ περισσότερας θερμίδας δηπὸ τὸ ὄλλο σῶμα, ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

* Μονωμένον λέγεται τὸ ἀγώγιμον σῶμα, τὸ ὅποιον δὲν συνδέεται ἀγωγίμως πρὸς ὄλλα ἀγώγιμα σώματα.

Ηλεκτρική χωρητικότης λοιπὸν ἐνὸς ἀγωγοῦ καλεῖται δ λόγος τοῦ φορτίου Q τοῦ ἀγωγοῦ πρὸς τὸ δυναμικὸν αὐτοῦ U ; δηλαδή, ἐὰν συμβολίσωμεν μὲ C τὴν χωρητικότητα, θὰ ἔχωμεν :

$$C = \frac{Q}{U}$$

β) Πυκνωταὶ.

Ηλεκτρικὸς πυκνωτὴς εἶναι σύστημα δύο ἀγωγίμων σωμάτων, τὰ δποία χωρίζονται διὰ τῆς παρεμβολῆς μονωτικοῦ ύλικοῦ.

Διὰ τοῦ πυκνωτοῦ αὐξάνεται σημαντικῶς ἡ χωρητικότης τοῦ ἐνὸς ἀγωγοῦ.

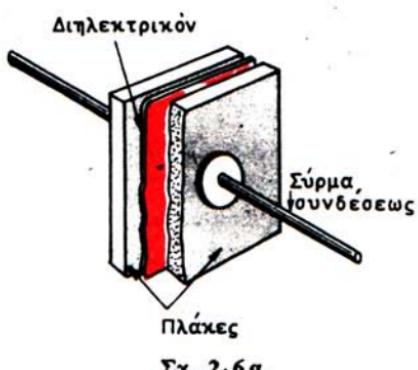
Οἱ δύο ἀγωγοὶ λέγονται δπλισμοὶ τοῦ πυκνωτοῦ καὶ τὸ μονωτικὸν ύλικόν, ποὺ μεσολαβεῖ μεταξὺ τῶν δπλισμῶν, λέγεται διηλεκτρικὸν τοῦ πυκνωτοῦ.

Ἡ χωρητικότης ἐνὸς πυκνωτοῦ εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, δσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἐπιφάνεια τῶν δπλισμῶν του καὶ δσον πλησιέστερον εύρισκονται οἱ δπλισμοὶ μεταξύ των. Ἡ χωρητικότης ἐνὸς πυκνωτοῦ ἔξαρτᾶται καὶ ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ παρεμβαλλομένου διηλεκτρικοῦ.

Ὑπάρχουν πολλαὶ μορφαὶ πυκνωτῶν, ἐκ τῶν δποίων ἀπλουστέρα εἶναι ἑκείνη τοῦ ἐπιπέδου πυκνωτοῦ. Ὁ πυκνωτὴς αὐτὸς ἀποτελεῖται ἀπὸ ἐπιπέδους ἀγωγίμους πλάκας τοποθετημένας παραλλήλως καὶ εἰς μικρὰν ἀπόστασιν μεταξύ των (σχ. 2·6α). Τὸ διηλεκτρικὸν τῶν πυκνωτῶν δύναται νὰ εἶναι οἰρανδήποτε μονωτικὸν στερεόν ἢ ύγρὸν σῶμα,

π.χ. χάρτης, μίκα, ύαλος, ἥλαιον ἢ καὶ δ ἀτμοσφαιρικὸς ἄήρ.

Διὰ νὰ ἔχῃ ἔνας πυκνωτὴς μεγάλην χωρητικότητα, πρέπει, δπως εἴπομεν, νὰ ἔχῃ μεγάλην ἐπιφάνειαν καὶ οἱ δπλισμοὶ του νὰ εύρισκονται εἰς δσον τὸ δυνατὸν μικροτέραν ἀπόστασιν μεταξύ των. Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν, ἀλλὰ καὶ διὰ νὰ ἔξιοκονομῆται χῶρος, κάθε δπλισμὸς μοιράζεται εἰς πολλὰ λεπτὰ μεταλλικὰ φύλλα, ποὺ ἐνώνονται μεταξύ των ἀγωγίμως. Τὰ φύλλα τοῦ ἐνὸς δπλισμοῦ τοποθετοῦνται μεταξύ τῶν φύλλων τοῦ ἄλλου δπλισμοῦ ἔτσι, ὥστε κάθε δπλισμὸς

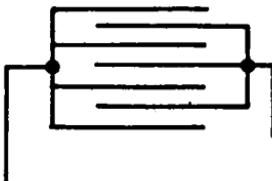


ται μεταξύ των ἀγωγίμως. Τὰ φύλλα τοῦ ἐνὸς δπλισμοῦ τοποθετοῦνται μεταξύ τῶν φύλλων τοῦ ἄλλου δπλισμοῦ ἔτσι, ὥστε κάθε δπλισμὸς

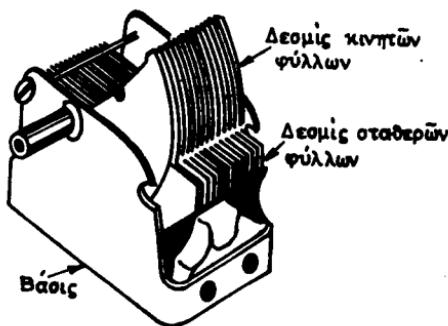
νὰ είναι ήλεκτρικῶς μονωμένος ἀπὸ τὸν δὲλλον. Ἡ μόνωσις ἐπιτυγχάνεται εἴτε μὲ τὸ στρῶμα τοῦ δέρος ποὺ μεσολαβεῖ εἴτε μὲ δὲλλο μονωτικὸν ύλικὸν (σχ. 2·6β).

Ἐάν δὲ πυκνωτής ἀποτελῆται ἀπὸ ἔλασματα ἢ ἡμικυκλικούς δίσκους παραλλήλους καὶ οἱ δίσκοι τοῦ ἐνὸς δπλισμοῦ δύνανται νὰ εἰσέρχωνται καὶ νὰ ἔξερχωνται μεταξὺ τῶν δίσκων τοῦ δὲλλου δπλισμοῦ, σχηματίζεται δὲ μεταβλητὸς πυκνωτής.

Ἐνας μεταβλητὸς πυκνωτής φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 2·6γ. Οἱ δίσκοι τοῦ ἐνὸς δπλισμοῦ είναι σταθεροί, στερεωμένοι ἐπὶ τῆς βάσεως τοῦ πυκνωτοῦ, ἐνῷ οἱ δίσκοι τοῦ δὲλλου δπλισμοῦ είναι στερεωμένοι ἐπὶ ἄξονος, δὲ δποιοῖς δύνανται νὰ περιστρέφεται.



Σχ. 2·6β.



Σχ. 2·6γ.

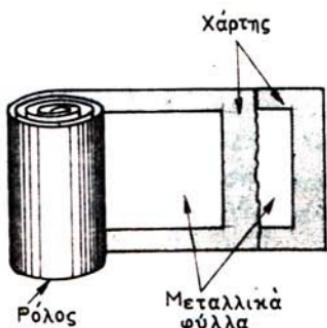
Μεταβλητὸς πυκνωτής μὲ διπλεκτρικὸν τὸν δέρον.

καὶ ἔξωτερικῶς ἀπὸ ἕνα φύλλου παραφινωμένου χάρτου. Άι ταίνιαι αὐταὶ τυλίσονται κατόπιν κατὰ τρόπον, ὥστε νὰ σχηματισθῇ ἔνας ρόλος κυλινδρικὸς ἢ πεπλατυσμένος (σχ. 2·6δ καὶ 2·6ε). Ο ρόλος αὐτὸς τοποθετεῖται ἐντὸς μεταλλικοῦ κυτίου, τὸ δποιοῖν κλείεται μὲ κατάλληλον ούσιαν (π.χ. πίσσαν) διὰ νὰ ἐμποδίζεται ἡ εἰσόδος τῆς υγρασίας.

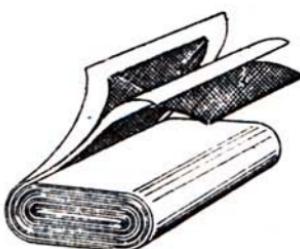
Ἄλλη κατηγορία πυκνωτῶν μικροῦ δγκου ἀλλὰ μεγάλης χωρητικότητος είναι οἱ ἡλεκτρολυτικοὶ πυκνωταί.

Εἰς αὐτούς, μεταξὺ δύο φύλλων ἀλουμινίου παρεμβάλλεται κατάλ-

ληλον ύγρον διάλυμα (ύγρῳ ήλεκτρολυτικοὶ πυκνωταὶ) ή φύλλον ἀπορροφητικοῦ χάρτου ἐμποτισμένον μὲ τὸ κατάλληλον διάλυμα (ξη-

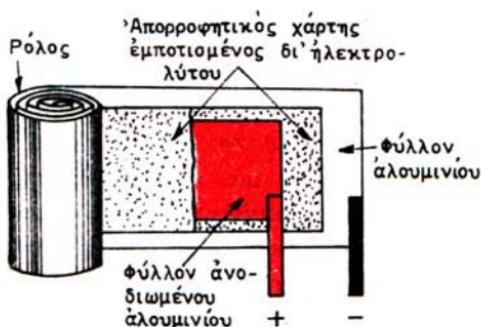


Σχ. 2·6 δ.



Σχ. 2·6 ε.

οι ήλεκτρολυτικοὶ πυκνωταί). Τοὺς ὅπλισμοὺς τῶν πυκνωτῶν αὐτῶν ἀποτελοῦν τὸ ἔνα φύλλον ἀλουμινίου καὶ τὸ ύγρὸν (ήλεκτρολύτης), ποὺ τὸ περιβάλλει, ἐνῷ ὡς διηλεκτρικὸν χρησιμεύει λεπτότατον στρῶμα δξειδίου τοῦ ἀλουμινίου, τὸ ὅποιον εἶναι μονωτικόν. Τὸ στρῶμα αὐτὸ σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ ἔξ ἀλουμινίου ὅπλισμοῦ δι' ἡλεκτρολύσεως (παράγρ. 16·2). Τὸ φύλλον ἀλουμινίου, ἐπὶ τοῦ



Σχ. 2·6 στ.

Ξηρὸς ήλεκτρολυτικὸς πυκνωτῆς.
(Διηλεκτρικόν: 'Οξείδιον ἀλουμινίου).

κόκκινον χρῶμα η τὴν λέξιν θετικός (σχ. 2·6 στ.).

ὅποίου σχηματίζεται τὸ μονωτικὸν στρῶμα, πρέπει νὰ συνδέεται μὲ τὸν θετικὸν πόλον τῆς πηγῆς καὶ τὸ ἄλλο μὲ τὸν ἀρνητικὸν (παράγρ. 3·1). Οἱ ήλεκτρολυτικοὶ πυκνωταὶ πρέπει, συνεπῶς, νὰ συνδέωνται μόνον εἰς κυκλώματα συνεχοῦς ρεύματος (παράγρ. 3·6). Διὰ νὰ ἀποφεύγωνται λάθη κατὰ τὴν σύνδεσιν, οἱ πυκνωταὶ αὐτοὶ φέρουν εἰς τὸν ἔνα ἀκροδέκτην τὸ σύμβολον + η

γ) Μονάδες χωρητικότητος.

Μονάς μετρήσεως τῆς χωρητικότητος είναι τὸ φαράντ (Farad), συμβολίζεται δὲ διεθνῶς μὲ τὸ γράμμα F.

Ένας πυκνωτής μὲ χωρητικότητα 1 F, ὅταν φορτισθῇ μὲ τάσιν 1 V, ἀποκτᾷ φορτίον 1 C.

Ἐπειδὴ ἡ χωρητικότης 1 F είναι πολὺ μεγάλη, χρησιμοποιοῦνται συνήθως ὑποπολλαπλάσια αὐτῆς, ὥσπερ :

$$1 \text{ μικροφαράντ} = \frac{1}{1\,000\,000} \text{ F καὶ συμβολίζεται : } \mu\text{F}$$

$$1 \text{ νανοφαράντ} = \frac{1}{1000} \mu\text{F καὶ συμβολίζεται : } \text{nF}$$

$$1 \text{ πικοφαράντ} = \frac{1}{1\,000\,000} \mu\text{F καὶ συμβολίζεται : } \text{pF}$$

2.7 Έρωτήσεις.

1. Τί είναι τὰ θετικὰ ἡλεκτρικὰ φορτία καὶ τί τὰ ἀρνητικά ;
2. Τί είναι αἱ ἡλεκτρικαὶ δυνάμεις καὶ πῶς ἀναπτύσσονται ;
3. Ποία σώματα καλούμεν ἀγώγιμα καὶ ποία μονωτικά ;
4. Ποία είναι ἡ μονάς ποσότητος ἡλεκτρισμοῦ ;
5. Τί καλεῖται ἡλέκτρισις ἐνὸς σώματος καὶ πῶς ἐπιτυγχάνεται ;
6. Τί καλεῖται ἡλεκτρικὴ τάσις καὶ ποία ἡ μονάς μετρήσεως αὐτῆς καὶ τὰ πολλαπλάσια καὶ ὑποπολλαπλάσιά της ;
7. Τί καλεῖται ἡλεκτρικὴ χωρητικότης ἐνὸς ἀγώγου καὶ ποία ἡ ἀνάλογος περίπτωσις εἰς τὴν θερμότητα.
8. Ἀπὸ τί ἔχαρτάται ἡ χωρητικότης ἐνὸς πυκνωτοῦ ;
9. Ποία είναι ἡ μονάς τῆς ἡλεκτρικῆς χωρητικότητος καὶ ποία τὰ ὑποπολλαπλάσιά της ;
10. Ἀπὸ τί ἀποτελεῖται ὁ πυκνωτής ;
11. Τί είναι ὁ μεταβλητὸς πυκνωτής ;
12. Τί εἶδους ἡλεκτρολυτικούς πυκνωτάς ἔχομεν ;
13. Ποιὸν τὸ μειονέκτημα τῶν ἡλεκτρολυτικῶν πυκνωτῶν καὶ διατί χρησιμοποιοῦνται αὐτοί ;

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΤΟ ΣΥΝΕΧΕΣ ΡΕΥΜΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 3

ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΡΕΥΜΑ

3·1 Ήλεκτρική πηγή. Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις.

Ἡλεκτρικὴ πηγὴ καλεῖται μία συσκευὴ ἢ μηχανή, ἢ ὅποια δημιουργεῖ καὶ διατηρεῖ μεταξὺ δύο ἀγωγῶν, πού καλοῦνται πόλοι τῆς πηγῆς, διαφορὰν δυναμικοῦ. Αἱ ἡλεκτρικαὶ πηγαὶ χρησιμοποιοῦν μηχανικὴν ἢ χημικὴν ἐνέργειαν διὰ νὰ λειτουργήσουν.

Συμφώνως πρὸς τὰ ἀναφερόμενα εἰς τὴν παράγραφον 2·5, δταν δύο ἀγωγοὶ μὲ διαφορετικὰ δυναμικὰ συνδεθοῦν δι’ ἐνὸς ὅλου ἀγωγοῦ, προκαλεῖται μετατόπισις ἡλεκτρικοῦ φορτίου ἐκ τοῦ ἐνὸς ἀγωγοῦ εἰς τὸν ὅλον διὰ τοῦ συνδετικοῦ ἀγωγοῦ, μέχρις δτοῦ ἐπέλθη ἔξισωσις τῶν δυναμικῶν. Εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς πηγὰς δύως, διὰ καταναλώσεως ἐνεργείας ἢ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν πόλων διατηρεῖται συνέχῶς εἰς σταθερὰν τιμὴν εἰς τρόπον, ὡστε νὰ μὴ σταματᾶ ἢ ὡς δῶν μετατόπισις φορτίου· τὴν μετατόπισιν αὐτὴν καλοῦμεν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα.

Ἄφοῦ, ὅπως εἴδομεν, μία ἡλεκτρικὴ πηγὴ θέτει εἰς κίνησιν ἡλεκτρικὰ φορτία, λέγομεν δτι ἡ πηγὴ αὐτὴ ἀναπτύσσει ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν (Η.Ε.Δ.), ἢ ὅποια ὠθεῖ τὰ ἡλεκτρικὰ φορτία πρὸς κατεύθυνσιν ἐντελῶς καθωρισμένην. Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις μιᾶς πηγῆς μετρεῖται εἰς βόλτη.

3·2 Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα εἰς τοὺς ἡλεκτρικοὺς ἀγωγούς.

Ἐὰν οἱ δύο πόλοι μιᾶς πηγῆς συνδεθοῦν δι’ ἐνὸς ἀγωγοῦ (π.χ. σύρματος), θὰ ἀρχίσουν διὰ τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ νὰ μετατοπίζωνται ἡλεκτρικὰ φορτία ἐκ τοῦ πόλου μὲ τὸ ὑψηλότερον δυναμικὸν πρὸς τὸν πόλον μὲ τὸ χαμηλότερον δυναμικόν, ἐπομένως θὰ δημιουργηθῇ συνε-

χες ήλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἐάν δὲ ἔνας πόλος τῆς πηγῆς εἴναι θετικῶς φορτισμένος (θετικὸς πόλος), καὶ δὲ ὅλος ἀρνητικῶς (ἀρνητικὸς πόλος), τὸ ήλεκτρικὸν ρεῦμα θὰ ἀποτελῇται ἀπὸ θετικὰ φορτία κινούμενα ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον (παράγρ. 2·5).

3.3 Φορὰ τοῦ ρεύματος.

Εἰς τὴν πραγματικότητα γίνεται, ὡς γνωρίζομεν, μετακίνησις ήλεκτρονίων ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου τῆς πηγῆς (τῆς διποίας οἱ πόλοι συνδέονται ἔξωτερικῶς) πρὸς τὸν θετικὸν πόλον αὐτῆς, δηλαδὴ ροή ἀρνητικῶν φορτίων.

Παλαιότερον, ἐπειδὴ δὲν ἦτο γνωστόν, διτὶ τὸ ήλεκτρικὸν ρεῦμα εἴναι ροή ήλεκτρονίων, εἶχε γίνει αὐθαιρέτως δεκτόν, διτὶ ἡ φορὰ τοῦ ήλεκτρικοῦ ρεύματος εἴναι ἡ φορὰ τῆς κινήσεως τῶν θετικῶν φορτίων, δηλαδὴ, εἰς τὸ ἔξωτερικὸν τῶν πηγῶν, ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον (σχ. 3·3).



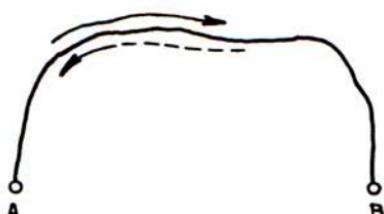
Σχ. 3.3.

3.4 Είδη ρεύματος.

Βασικῶς, διακρίνομεν δύο είδη ρεύματος :

α) Τὸ συνεχὲς ρεῦμα, τὸ διποίον χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴν συνεχῆ ροήν ήλεκτρονίων πρὸς μίαν μόνον φοράν, διπως εἶδομεν ἀνωτέρω, καὶ

β) τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, τὸ διποίον χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴν κίνησιν ήλεκτρονίων, ἐντὸς ἀγωγοῦ, πότε κατὰ τὴν μίαν φορὰν καὶ πότε κατὰ τὴν ἀντίθετον. Ἔτσι, ἐάν τὸ διὰ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ σχήματος 3·4 διερχόμενον ρεῦμα ήλεκτρονίων ἔχῃ διαδοχικῶς φοράν ἐκ τοῦ A πρὸς τὸ B, κατόπιν ἐκ τοῦ B πρὸς τὸ A καὶ πάλιν ἐκ τοῦ A πρὸς τὸ B κ.ο.κ., τότε λέγομεν, διτὶ διὰ τοῦ ἀγωγοῦ ρέει ἐναλλασσόμενον ήλεκτρικὸν ρεῦμα. Τὸ ρεῦμα αὐτὸς θὰ ἔτο



Σχ. 3·4.

δυνατὸν νὰ παραχθῇ, ἐὰν οἱ πόλοι τῆς πηγῆς ἥλλασσον διαδοχικῶς συνεχῶς πολικότητα.

3·5 Ἐντασῖς ρεύματος, πυκνότης ρεύματος, μονάδες.

Οπως εἰς τὸ ὑδάτινον ρεῦμα, ἔτσι καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος εἰσόγεται ἐνα μέγεθος καλούμενον ἔντασις, τὸ δόποιον δίδει τὴν ποσότητα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἢ δποίᾳ διέρχεται διὰ μέσου ἐνὸς ἀγωγοῦ εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.

Ἡ ἔντασις τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ἀγωγοῦ, διὰ τοῦ δόποιον διέρχεται τὸ ρεῦμα* καὶ ίσουται μὲ τὸ πηλίκον τῆς ποσότητος ἡλεκτρισμοῦ, ποὺ διέρχεται ἀπὸ μίαν διατομὴν τοῦ ἀγωγοῦ, διὰ τοῦ χρόνου εἰς τὸν δόποιον διέρχεται ἡ ποσότης αὐτῆς. Μονὰς μετρήσεως τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος εἶναι τὸ ἀμπέρ (Ampère), συμβολίζομενον διεθνῶς μὲ τὸ γράμμα A. Τὸ ρεῦμα ἔχει ἔντασιν 1 A, ὅταν διέρχεται δι' ἐνὸς ἀγωγοῦ ποσότης ἡλεκτρισμοῦ 1 C εἰς 1 δευτερόλεπτον.

Ἐνα ἄλλο χρήσιμον εἰς τὴν Ἡλεκτροτεχνίαν μέγεθος εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ ρεύματος. Καλεῖται πυκνότης ρεύματος ἡ ποσότης ἡλεκτρισμοῦ ποὺ διέρχεται ἀνὰ δευτερόλεπτον διὰ τῆς μονάδος ἐπιφανείας τῆς διατομῆς τοῦ ἀγωγοῦ. Ἡ πυκνότης τοῦ ρεύματος δίδεται ἐπομένως ἀπὸ τὸ πηλίκον τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος διὰ τῆς διατομῆς τοῦ ἀγωγοῦ.

Μονὰς τῆς πυκνότητος εἶναι τὸ A ἀνὰ τετραγωνικὸν χιλιοστὸν καὶ συμβολίζεται : A/mm².

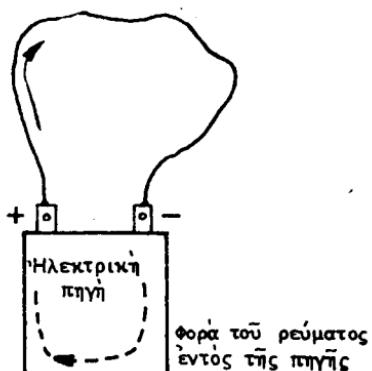
3·6 Τὸ ἡλεκτρικὸν κύκλωμα.

Τὸ σύνολον, τὸ ἀποτελούμενον ἀπὸ τὴν ἡλεκτρικὴν πηγὴν καὶ ἀπὸ τὸν ἀγωγόν, ποὺ συνδέει τὸν πόλους τῆς πηγῆς, καλεῖται ἡλεκτρικὸν κύκλωμα.

Ἡλεκτρικὸν κύκλωμα ἀποτελοῦν ἐπίσης μία ἡ περισσότεραι πηγαί, μία ἡ περισσότεραι συσκευαὶ μετασχηματισμοῦ τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας εἰς ἐνέργειαν ἄλλης μορφῆς (ἡλεκτρικὴ συσκευαὶ) καὶ οἱ συν-

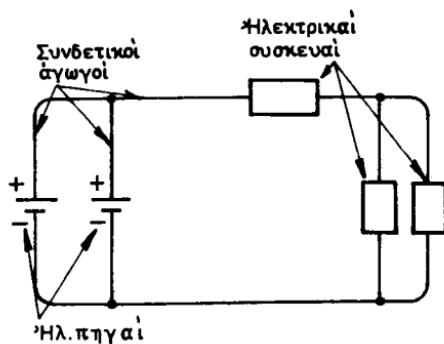
* Τοῦτο ἔξηγείται, ἐὰν ληφθῇ ὑπ' ὅψιν δτι ὁ ἄηρ, ποὺ περιβάλλει τὸν ἀγωγόν, εἶναι μονωτικὸς καὶ ἐπομένως δὲν εἶναι δυνατὸν εἰς οἰονδήποτε σημεῖον τοῦ ἀγωγοῦ νὰ προστεθοῦν ἡ νὰ ἀφαιρεθοῦν φορτία διὰ μέσου τοῦ ἀέρος.

δέοντες όλα αύτά μεταξύ των ήλεκτρικοί ἀγωγοί (σχ. 3·6α και 3·6β).



Σχ. 3·6α.

'Ηλεκτρικόν κύκλωμα.



Σχ. 3·6β.

"Οπως προκύπτει ἀπὸ τὰς παραγράφους 3·1 και 3·2, ροὴ ρεύματος γίνεται μόνον, ἐφ' ὅσον διατίθεται κλειστὸν ήλεκτρικὸν κύκλωμα, δηλαδὴ ἐφ' ὅσον διατίθεται μὴ διακοπτομένη δίοδος τοῦ ρεύματος ἀπὸ τὸν ἕνα πόλον τῆς πηγῆς μέχρι τὸν ἄλλον.

3.7 Έρωτήσεις.

- Ποῖος είναι ὁ προορισμὸς τῆς ήλεκτρικῆς πηγῆς καὶ πῶς ἐπιτυγχάνεται ;
- Τί είναι ἡ Η.Ε.Δ.;
- Πῶς δημιουργεῖται τὸ ήλεκτρικὸν ρεῦμα καὶ ποία ἡ φορὰ ροῆς του ;
- Ποία τὰ βασικὰ εἶδη ρεύματος ;
- Μὲ ποίας μονάδας μετροῦνται ἡ ἔντασις καὶ ἡ πυκνότης τοῦ ρεύματος ;
- Ποία είναι ἡ προϋπόθεσις ροῆς ήλεκτρικοῦ ρεύματος ;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 4

Η ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ

4.1 Αντίστασις και άγωγιμότης, μονάδες.

Όταν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ρέι δι' ἐνὸς ἀγωγοῦ, συναντᾶ ὡρισμένην ἀντίστασιν. Ἡ ἀντίστασις αὐτῇ ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὸ ὑλικὸν τοῦ ἀγωγήμου σώματος καὶ καλεῖται ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις· συμβολίζεται μὲ τὸ λατινικὸν γράμμα R. Μονάς μετρήσεως τῆς ἡλεκτρικῆς ἀντίστασεως είναι τὸ Ωμ (ἀπὸ τὸ δύνομα τοῦ Γερμανοῦ φυσικοῦ Ohm) καὶ συμβολίζεται μὲ τὸ κεφαλαίον Ἑλληνικὸν γράμμα Ω.

Πολλαπλάσια τῆς μονάδος Ωμ είναι τὰ ἔξῆς :

$$1 \text{ κιλοώμ} = 1000 \Omega \text{ καὶ συμβολίζεται : } k\Omega$$

$$1 \text{ μεγγάμ} = 1\,000\,000 \Omega \text{ καὶ συμβολίζεται : } M\Omega$$

Όταν ἔνας ἀγωγὸς παρουσιάζῃ μικρὰν ἀντίστασιν εἰς τὴν ροήν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, λέγομεν δtti ἅγει καλῶς τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἢ δtti παρουσιάζει μεγάλην ἡλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα. Ἀντιστρόφως, ἀγωγὸς μὲ μεγάλην ἡλεκτρικὴν ἀντίστασιν παρουσιάζει μικρὰν ἡλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα.

Ἡ ἡλεκτρικὴ ἀγωγιμότης συμβολίζεται μὲ τὸ λατινικὸν γράμμα G καὶ ἔχει μονάδα τὸ σῆμενς (Siemens) ἢ τὸ μώ (mho). Σύμβολον τῆς μονάδος σῆμενς είναι τὸ S. Ἡ ἀγωγιμότης είναι τὸ ἀντίστροφον τῆς ἡλεκτρικῆς ἀντίστάσεως, δηλαδή :

$$\text{ἀντίστασις} = \frac{1}{\text{ἀγωγιμότης}} \quad \text{ἢ}$$

$$R = \frac{1}{G} \quad \text{καὶ} \quad 1 \Omega = \frac{1}{1S}$$

Ωρισμένα στοιχεῖα κυκλωμάτων, ποὺ κατασκευάζονται εἰδικῶς διὰ νὰ παρεμβάλλουν ἀντίστασιν εἰς τὴν ροήν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, καλοῦνται ἀντιστάσεις. Τὰ στοιχεῖα αὐτὰ ἀποτελοῦνται εἴτε ἀπὸ μονωτικὸν σῶμα, πέριξ τοῦ ὅποιου τυλίσσεται σύρμα ἀπὸ κατάλληλον ὑλικόν, εἴτε ἀπὸ σωλῆνα ἐκ κεραμικοῦ ὑλικοῦ, ἐπὶ τοῦ ὅποιου τίθεται στρῶμα ἐκ σκληροῦ ἀνθρακος (ἀγώγιμον στρῶμα).

4.2 Νόμος τοῦ "Ωμ.

"Η ἀντίστασις, τὴν ὅποιαν συναντᾶ εἰς τὴν ροήν του τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ὑπερνικᾶται ἀπὸ τὴν ἡλεκτρικὴν τάσιν (παράγρ. 2.5). "Οσον μεγαλυτέρα είναι ἡ ἡλεκτρικὴ τάσις, ποὺ ἐφαρμόζεται εἰς τὰ ἄκρα ἐνὸς ἀγωγοῦ (π.χ. σύρματος), τόσον μεγαλυτέρα είναι ἡ ὥθησις ἐπὶ τῶν ἐλευθέρων ἡλεκτρονίων τοῦ ἀγωγοῦ, τὰ ὅποια κινοῦνται μὲν μεγαλυτέραν ταχύτητα, ὑπερνικοῦν τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀγωγοῦ καὶ μεταφέρουν ἔτσι μεγαλύτερον φορτίον εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου. "Οσον μεγαλυτέρα, λοιπόν, είναι ἡ τάσις, ποὺ ἐφαρμόζεται εἰς τὰ ἄκρα ἐνὸς ἀγωγοῦ ὡρισμένης ἡλεκτρικῆς ἀντίστασεως, τόσον μεγαλυτέρα είναι καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ τοῦ ἀγωγοῦ. "Εξ ἄλλου ὅσον μεγαλυτέρα είναι ἡ ἀντίστασις ἐνὸς ἀγωγοῦ, εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ὅποιού ἐφαρμόζεται ὡρισμένη ἡλεκτρικὴ τάσις, τόσον μικροτέρα είναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος διὰ τοῦ ἀγωγοῦ αὐτοῦ.

Μὲ τὰς διαπιστώσεις αὗτάς, ὁ Γερμανὸς φυσικὸς Γεώργιος Όμηδιετύπωσε τὸν βασικὸν νόμον τῆς Ἡλεκτροτεχνίας, ποὺ ἐλαβε τὸ δνομά του καὶ ἀναφέρεται ὡς νόμος τοῦ "Ωμ.

Συμφώνως πρὸς τὸν νόμον αὐτὸν, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος διὰ μέσου ἐνὸς ἀγωγοῦ, εὑρίσκεται, ἐὰν διαιρέσωμεν τὴν τάσιν, ποὺ ἐφαρμόζεται εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ἀγωγοῦ, διὰ τῆς ἡλεκτρικῆς ἀντίστασεως τοῦ ἀγωγοῦ.

"Ἐτσι, θὰ είναι :

$$\text{ἔντασις ρεύματος} = \frac{\text{τάσις}}{\text{ἀντίστασις}}$$

ἢ, ἐὰν συμβολίσωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος μὲ I,

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{καὶ} \quad 1 A = \frac{1 V}{1 \Omega}$$

Δυνάμεθα, ἐξ ὅσων εἴπομεν ἀνωτέρω, νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, ἐὰν είναι γνωστὰ ἡ τάσις καὶ ἡ ἀντίστασις. Τὸ αὐτὸ ισχύει καὶ δι' οίονδήποτε ἀπὸ τὰ τρία μεγέθη, ποὺ εἰσέρχονται εἰς τὸν τύπον τοῦ νόμου τοῦ "Ωμ, ἐὰν είναι γνωστὰ τὰ ἄλλα δύο.

Παράδειγμα 1.

"Ἐὰν ἀγωγὸς παρουσιάζῃ ἀντίστασιν $1,5 \Omega$ καὶ τὰ ἄκρα του συνδεθοῦν μὲ τοὺς πόλους μιᾶς πηγῆς, ποὺ παράγει τάσιν $4,5 V$, τότε ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος θὰ είναι :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{4,5 \text{ V}}{1,5 \Omega} = 3 \text{ A}$$

Παράδειγμα 2.

Έάν θέλωμεν δι' ένδος δγωγού άντιστάσεως 11Ω νά διέλθη έντασης 20 A , πρέπει νά συνδέσωμεν τάξιδα του μὲ τοὺς πόλους μιᾶς πηγῆς πού παράγει τάσιν :

$$U = R \cdot I = 11 \Omega \times 20 \text{ A} = 220 \text{ V}$$

Μὲ τὸν νόμον τοῦ "Ωμ είναι δυνατὸν νὰ δρισθῇ ἡ μονὰς μετρήσεως τῆς τάσεως, τὸ βόλτ. Οὕτω βόλτ είναι ἡ τάσις ποὺ ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ροήν ρεύματος ἐντάσεως 1 A διὰ μέσου άντιστάσεως 1Ω .

4.3 Άντιστασις τῶν συρμάτων, μεταβολὴ τῆς άντιστάσεως.

α) Ή άντιστασις τῶν συρμάτων ἔξαρτᾶται, ὡς άνεφέρθη καὶ εἰς τὴν παράγραφον 4.1, ἀπὸ τὸ ύλικόν, ἀπὸ τὸ δποιὸν είναι κατεσκευασμένα, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὰς διαστάσεις των, δηλαδὴ ἀπὸ τὸ ἐμβαδὸν τῆς διατομῆς των καὶ ἀπὸ τὸ μῆκος των. Τοῦτο είναι φανερόν, ἔάν σκεφθῶμεν ὅτι, ὅσον μεγαλύτερον είναι τὸ μῆκος τοῦ σύρματος, τόσον περισσότερα ἀτομα θὰ συναντήσουν εἰς τὸν δρόμον των τὰ κινούμενα ἡλεκτρόνια (παράγρ. 2.3). αὐτὸ σημαίνει ὅτι τόσον περισσότεραι συγκρούσεις θὰ προκληθοῦν (μεταξύ ἡλεκτρονίων καὶ ἀτόμων) καὶ θὰ δημιουργηθῇ ἔτσι μεγαλυτέρα ἡλεκτρική άντιστασις. Εξ ἀλλου, ὅσον μεγαλυτέρα είναι ἡ διατομὴ τοῦ σύρματος, τόσον μεγαλύτερος χῶρος παρέχεται εἰς τὰ κινούμενα ἡλεκτρόνια, ποὺ κινοῦνται ἔτσι μὲ μεγαλυτέρων εύκολίαν.

Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω, ἡ άντιστασις ἔνδος σύρματος είναι δυνατὸν νὰ εύρεθῇ, ἔάν γνωρίζωμεν τὸ ύλικὸν τοῦ σύρματος, τὸ μῆκος του καὶ τὴν διατομήν του. Κάθε ύλικὸν παρουσιάζει διαφορετικὴν άντιστασιν εἰς τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος καὶ ἡ κατάταξις τῶν διαφόρων ύλικῶν, ἀπὸ ἀπόψεως ἡλεκτρικῆς άντιστάσεως, γίνεται μὲ βάσιν τὴν άντιστασιν ποὺ παρουσιάζει σύρμα ἀπὸ τὸ ύλικὸν αὐτὸ μήκους 1 m καὶ διατομῆς 1 mm^2 . Ή άντιστασις αὗτὴ καλεῖται εἰδικὴ ἀντίστασις τοῦ ύλικοῦ, συμβολίζεται μὲ τὸ μικρὸν ἑλληνικὸν γράμμα ρ καὶ ἔχει μονάδα μετρήσεως τὸ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Η άντιστασις ἔνδος σύρματος ύπολογίζεται, συμφώνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω, ἀπὸ τὸν τύπον :

$$\text{άντιστασις} = \text{εἰδικὴ άντιστασις} \frac{\text{μῆκος}}{\text{διατομή}}$$

ἥ, ἐὰν συμβολίσωμεν μὲ l τὸ μῆκος τοῦ σύρματος εἰς μέτρα, m , καὶ μὲ q τὴν διατομήν του εἰς τετραγωνικὰ χιλιοστά, mm^2 , θὰ ἔχωμεν :

$$R = \rho \cdot \frac{l}{q}$$

Παράδειγμα 3.

‘Η ἀντίστασις ἐνὸς σύρματος διατομῆς $4 mm^2$ καὶ μήκους $200 m$, τοῦ δποίου τὸ ύλικὸν εἶναι χαλκὸς μὲ εἰδικὴν ἀντίστασιν :

$$\rho = 0,0178 \Omega \frac{mm^2}{m} \quad \text{θὰ εἴναι ἵση πρός :}$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{q} = 0,0178 \Omega \frac{mm^2}{m} \times \frac{200 m}{4 mm^2} = 0,89 \Omega$$

Μὲ τὸν τύπον τῆς ἀντίστασεως τῶν συρμάτων, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίζωμεν οἰονδήποτε ἀπὸ τὰ τέσσαρα μεγέθη ποὺ ἀπαντοῦν εἰς τὸν τύπον αὐτόν, ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν τὰ ἄλλα τρία. Πρέπει δῆμως νὰ χρησιμοποιῶμεν τὰς μονάδας μετρήσεως, διὰ τὰς δποίας ἴσχύει ὁ τύπος, δπως φαίνεται εἰς τὸ παράδειγμα.

β) ‘Η ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις τῶν σωμάτων μεταβάλλεται μὲ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος. *Ετσι, ἄλλην ἀντίστασιν παρουσιάζει ἕνα σύρμα εἰς θερμοκρασίαν $20^\circ C$ καὶ ἄλλην εἰς $80^\circ C$.

Τὰ μέταλλα κυρίως ἔχουν τὴν ἰδιότητα νὰ αὐξάνουν τὴν ἀντίστασίν των, δταν αὐξάνεται ἡ θερμοκρασία των, ἐνῶ ἄλλα ύλικά, δπως π.χ. ὁ ἀνθραξ, ἔχουν τὴν ἰδιότητα νὰ ἐλαττώνουν τὴν ἀντίστασίν των, δταν αὐξάνεται ἡ θερμοκρασία των. Εἰς τὸν Πίνακα 4.3.1 ἀναγράφον-

Π Ι Ν Α Ζ 4.3.1

Εἰδικὴ ἀντίστασις ὅλικῶν ὑπὸ θερμοκρασίαν $20^\circ C$

‘Υλικὸν	Εἰδικὴ ἀντίστασις ρ εἰς $\Omega \cdot \frac{mm^2}{m}$
‘Αργυρος	0,0167
Χαλκὸς	0,0178
‘Άλουμινιον	0,0278
Νικελίνης	0,4
Κωνσταντάν	0,49
‘Ανθραξ	65

ται τὰ συνηθέστερα δγώγιμα ύλικά καὶ αἱ εἰδικαὶ ἀντιστάσεις τῶν ὑπὸ θερμοκρασίαν 20°C .

4·4 Ἐρωτήσεις.

1. Ποία ἡ σχέσις μεταξὺ ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως καὶ ἡλεκτρικῆς δγωγιμότητος ;
2. Ποῖαι αἱ μονάδες ἀντιστάσεως καὶ δγωγιμότητος ;
3. Ποῖος είναι ὁ νόμος τοῦ "Ωμ" ;
4. Πῶς κατατάσσονται τὰ διάφορα ύλικά ἀπὸ ἀπόψεως ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως ;
5. Ἀπὸ τί ἔξαρτᾶται ἡ ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις ἐνὸς σύρματος ;
6. Ἐχει ἐπίδρασιν ἐπὶ τῆς ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως τῶν σωμάτων ἡ θερμοκρασίαν καὶ ποίαν ;
7. Ἐάν συνδέσωμεν μὲ πηγὴν 220 V σύρμα ἀντιστάσεως $10\ \Omega$, ποίας ἀντάσεως ρεῦμα θὰ διέλθῃ διὰ τοῦ σύρματος ;
8. Ἐάν ἔνα σύρμα είναι κατεσκευασμένον ἀπὸ νικελίνην καὶ ἔχῃ μῆκος 100 m καὶ διατομήν 10 mm^2 , ποίαν ἀντίστασιν παρουσιάζει εἰς τὴν ροήν τοῦ ρεύματος ;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 5

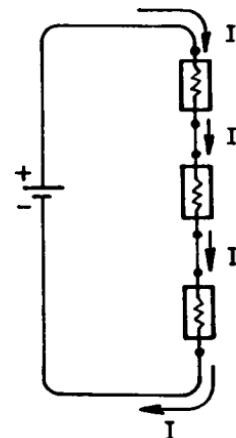
ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΗΓΩΝ

5.1 Συνδεσμολογία σειρᾶς, έφαρμογαί.

Κατά τὴν διαμόρφωσιν τῶν ἡλεκτρικῶν κυκλωμάτων (παράγρ. 3.6), αἱ διάφοροι πηγαὶ καὶ αἱ ἡλεκτρικαὶ συσκευαί, αἱ δποῖαι καλοῦνται καὶ ἡλεκτρικαὶ καταναλώσεις*, συνδέονται μεταξύ τῶν μὲ τὴν βοήθειαν τῶν συνδετικῶν ἀγωγῶν (συρμάτων) κατὰ διαφόρους τρόπους. Ἐνας ἀπὸ τοὺς τρόπους αὐτοὺς εἶναι ἡ λεγομένη συνδεσμολογία σειρᾶς. Κατὰ τὴν συνδεσμολογίαν αὐτῆν, αἱ διάφοροι καταναλώσεις συνδέονται, δπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 5.1α ἔτσι, ώστε νὰ διαρρέωνται δλαι ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ ρεύματος. Ἡ συνδεσμολογία γίνεται ὡς ἔξῆς : Τὸ τέλος τῆς μιᾶς ἐνώνεται μὲ τὴν ἀρχὴν τῆς ἄλλης, δπότε τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα δὲν διακλαδίζεται πουθενά καὶ, ἐπομένως, δὲν ἀλλάσσει ἔντασιν εἰς οὐδὲν σημείον τοῦ κυκλώματος. Ἡ τάσις, δμως, ἡ δποία έφαρμόζεται εἰς τὰ ἄκρα τοῦ συνόλου τῶν καταναλώσεων, διαμοιράζεται εἰς τὰς διαφόρους καταναλώσεις τοῦ κυκλώματος, διαλόγως τῆς ἀντιστάσεως αὐτῶν. Ἔτσι, ἐὰν U εἶναι ἡ τάσις εἰς τὰ ἄκρα τοῦ συνόλου τῶν καταναλώσεων, εἰς τὰ ἄκρα κάθε καταναλώσεως θὰ ἐπικρατοῦν τάσεις U_1, U_2, U_3 κ.λπ., αἱ δποῖαι θὰ εἶναι ἵσαι πρὸς $R_1 \cdot I, R_2 \cdot I, R_3 \cdot I$ κ.λπ., συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τοῦ "Ωμ. Ἡ τάσις U , δμως, εἶναι ἵση μὲ τὸ ἀνθροισμα τῶν τάσεων U_1, U_2, U_3 κ.λπ., ἀρα καὶ ἡ συνολικὴ ἀντίστασις R τοῦ συνόλου τῶν ἐν σειρᾶ καταναλώσεων θὰ εἶναι ἵση πρός :

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \dots$$

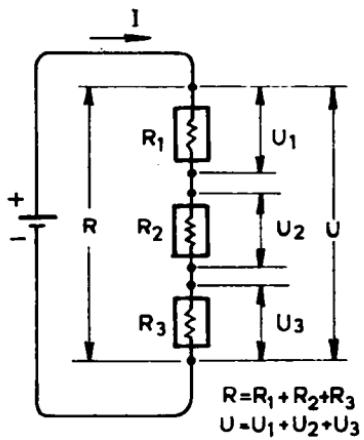
δπως φαίνεται καὶ εἰς τὸ σχῆμα 5.1β.



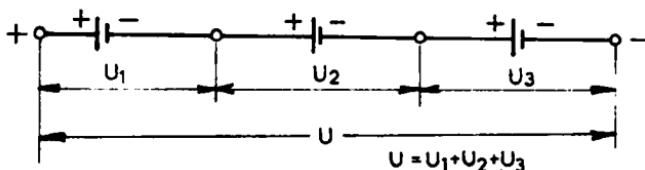
Σχ. 5.1 α.

* Αἱ ἡλεκτρικαὶ συσκευαὶ ἡ μηχαναὶ καλοῦνται καὶ ἡλεκτρικαὶ καταναλώσεις, διότι διὰ νὰ λειτουργήσουν καταναλίσκουν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν, τὴν δποίαν μετατρέπουν εἰς ἐνέργειαν ἄλλης μορφῆς. Ὄλαι αἱ καταναλώσεις παρουσιάζουν ἡλεκτρικὴν ἀντίστασιν.

Εις τὸ εἶδος αὐτὸ τῆς συνδεσμολογίας ὑπάρχει τὸ ἔξῆς μειονέκτημα : Ἐὰν προκληθῇ διακοπὴ εἰς μίαν ὅπὸ τὰς καταναλώσεις, διακόπτεται δὲν τὸ κύκλωμα.



Σχ. 5.1 β.



Σχ. 5.1 γ.

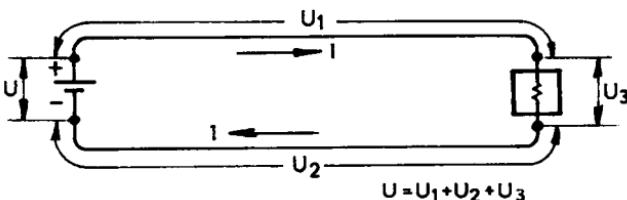
Ἐφαρμογὴν τῆς συνδεσμολογίας σειρᾶς ἔχομεν καὶ κατὰ τὴν χρησιμοποίησιν τῶν ἀντίστάσεων σειρᾶς. Αὔταὶ συνδέονται ἐν σειρᾷ μὲν κατανάλωσιν, δταὶ ἡ διαθέσιμος πηγὴ ἔχῃ τάσιν μεγαλυτέραν ὅπὸ τὴν τάσιν λειτουργίας (δνομαστικὴν τάσιν) τῆς καταναλώσεως. Ἡ ἀντίστασις σειρᾶς ἐκλέγεται, βεβαίως, καταλλήλως, ὥστε νὰ μειοῦται ἡ τάσις τόσον, δσον ἀκριβῶς χρειάζεται διὰ νὰ ἐπικρατῇ τελικῶς εἰς τὰ ἀκρα τῆς καταναλώσεως ἡ ἀπαιτουμένη τάσις λειτουργίας τῆς.

Ἄλλη ἐφαρμογὴ τῆς συνδεσμολογίας σειρᾶς εἶναι ἡ αὔξησις τῆς διατιθεμένης τάσεως διὰ συνδέσεως πολλῶν πηγῶν ἐν σειρᾷ.

5.2 Πτῶσις τάσεως εἰς τοὺς ἀγωγούς.

Εις ἕνα κύκλωμα πλὴν τῶν ἀντίστάσεων τῶν καταναλώσεων ὑπάρχουν καὶ αἱ ἀντίστάσεις τῶν συνδετικῶν ἀγωγῶν, αἱ δποῖαι,

έπειδή είναι πολύ μικραί ἐν συγκρίσει μὲ τὰς ὀντιστάσεις τῶν καταναλώσεων, δὲν ἔλήθησαν ὑπ' ὅψιν εἰς τὴν παράγραφον 5.1. Ἐπειδὴ οἱ συνδετικοὶ ἀγωγοὶ είναι συνδεδεμένοι ἐν σειρᾷ μὲ τὰς καταναλώσεις, ἡ τάσις τῆς πηγῆς κατανέμεται: α) Εἰς τὸν ἀγωγὸν ποὺ ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὸν ἓνα πόλον τῆς πηγῆς (θετικὸν πόλον) καὶ φθάνει εἰς τὸ ἔνα ἄκρον τῆς καταναλώσεως. β) Εἰς τὴν κατανάλωσιν καὶ γ) εἰς τὸν ὄλλον ἀγωγόν, ποὺ ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὸ ἄλλο ἄκρον τῆς καταναλώσεως καὶ ἐπιστρέφει εἰς τὸν ὄλλον πόλον τῆς πηγῆς (ἀρνητικὸν πόλον). Ἔτσι ἡ διατίθεμένη τάσις εἰς τὰ ἄκρα τῆς καταναλώσεως είναι μικροτέρα ἀπὸ τὴν τάσιν τῆς πηγῆς, διότι διατίθεται μέρος τῆς τάσεως αὐτῆς διὰ τοὺς δύο συνδετικοὺς ἀγωγούς (σχ. 5.2). Ἡ ἐλάττωσις τῆς τάσεως



Σχ. 5.2.

τῆς πηγῆς, ποὺ ὀφείλεται εἰς τὴν διάθεσιν τμήματος τῆς τάσεως εἰς τοὺς συνδετικοὺς ἀγωγούς, καλεῖται πτῶσις τάσεως.

Ἡ πτῶσις τάσεως είναι τόσον μεγαλύτερα, δόσον μεγαλύτεραι είναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ποὺ κυκλοφορεῖ εἰς τὸ κύκλωμα καὶ ἡ ὀντιστάσις τῶν συνδετικῶν ἀγωγῶν. Ἡ πτῶσις αὐτὴ είναι ὀνειριθύμητος, διότι δὲν χρησιμεύει εἰς τίποτε.

5.3 Παράλληλος συνδεσμολογία. Νόμος των Kirchhoff, έφαρμογαί.

Ἐάν αἱ ἡλεκτρικαὶ καταναλώσεις ἐνδέ κυκλώματος συνδεθοῦν δπῶς φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 5.3α, δηλαδὴ ἡ ἀρχὴ κάθε καταναλώσεως συνδεθῇ μὲ τὸν θετικὸν πόλον τῆς πηγῆς καὶ τὸ τέλος κάθε καταναλώσεως μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς πηγῆς, λέγομεν δτὶ αἱ καταναλώσεις αὐταὶ εύρισκονται εἰς παράλληλον συνδεσμολογίαν ἡ δτὶ συνδέονται κατὰ διακλάδωσιν.

Εἰς τὴν παράλληλον συνδεσμολογίαν δλαι αἱ καταναλώσεις εύρισκονται ὑπὸ τὴν αὐτὴν τάσιν. Εἰς τὴν συνδεσμολογίαν αὐτήν, είναι

δυνατότον νὰ διακοπῇ ή τροφοδότησις μιᾶς καταναλώσεως, χωρὶς τοῦτο νὰ ἐπηρεάζῃ τὴν λειτουργίαν τῶν λοιπῶν καταναλώσεων. Τοῦτο εἴδομεν δτὶ δὲν συμβαίνει εἰς τὴν συνδεσμολογίαν σειρᾶς.

Ἡ δυνατότης ἀνεξαρτήτου λειτουργίας τῶν ήλεκτρικῶν καταναλώσεων κατὰ τὴν παράλληλον σύνδεσιν καθιστᾶ τὴν σύνδεσιν αὐτὴν κατάλληλον νὰ χρησιμοποιῆται διὰ τὴν τροφοδότησιν τῶν καταναλώσεων ὑπὸ τῶν δικτύων διανομῆς τῆς ήλεκτρικῆς ἐνέργειας.

Όπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 5.3α, τὸ ρεῦμα ἔξερχόμενον ἀπὸ τὸν θετικὸν πόλον τῆς πηγῆς, διδεύει πρὸς

τὰς καταναλώσεις καὶ διακλαδίζεται πρὸς τοὺς διαφόρους παραλλήλους κλάδους τοῦ κυκλώματος. Ἡ ἐντασις τοῦ συνολικοῦ ρεύματος (πρὸ τῆς διακλαδώσεως) ἴσουται μὲ τὸ ἀθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν ρευμάτων τῶν διαφόρων κλάδων, δηλαδὴ :

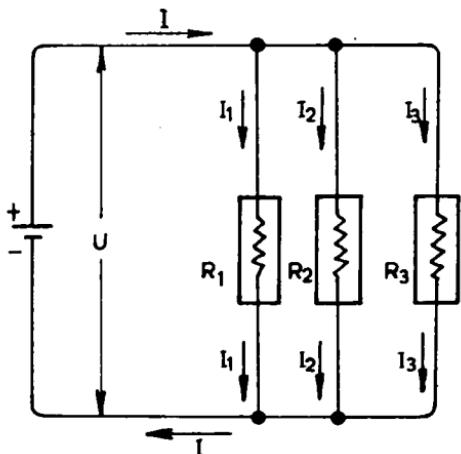
$$I = I_1 + I_2 + \dots$$

Ἡ σχέσις αὐτὴ ἐκφράζει τὸν νόμον τοῦ Kirchhoff (Κίρχωφ). Συμφώνως πρὸς τὸν νόμον αὐτὸν : Τὰ ρεύματα τῶν διαφόρων κλάδων ἔξερχόμενα ἀπὸ τὰς καταναλώσεις συντίθενται πάλιν εἰς τὸ ἀρχικὸν ρεῦμα εἰς τὸν συνδετικὸν ἀγωγὸν ἐπιστροφῆς πρὸς τὴν πηγὴν (τὸν ἀρνητικὸν πόλον).

Ἄπὸ τὸν νόμον τοῦ Κίρχωφ συνάγεται, δτὶ ἡ συνολικὴ ἀντίστασις ποὺ παρουσιάζουν εἰς τὴν ροήν τοῦ ρεύματος δλαι αἱ καταναλώσεις κατὰ τὴν παράλληλον συνδεσμολογίαν, ὑπολογίζεται ἀπὸ τὸν ἀκόλουθον τύπον :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

ὅπου : R είναι ἡ συνολικὴ ἀντίστασις καὶ R_1, R_2 κ.λπ. αἱ ἀντίστασεις τῶν καταναλώσεων εἰς κάθε κλάδον.



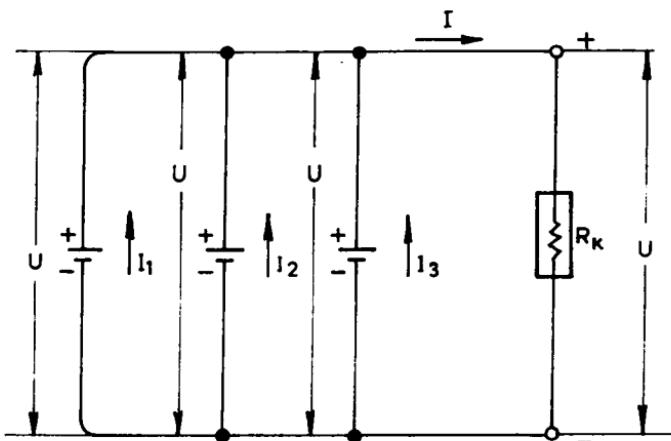
Σχ. 5.3 α.

Παράδειγμα.

Η συνολική άντιστασις (Ισοδύναμος άντιστασις) δύο άντιστάσεων 6Ω και 4Ω συνδεδεμένων έν παραλλήλω θὰ είναι ίση πρός:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{6} + \frac{1}{4}} = 2,4 \Omega$$

Πλὴν τῶν καταναλώσεων καὶ αἱ πηγαὶ δύνανται νὰ συνδεθοῦν έν παραλλήλω. Πρὸς τοῦτο συνδέονται μεταξύ τῶν δλοὶ οἱ θετικοὶ πόλοι τῶν πηγῶν καθὼς καὶ δλοὶ οἱ ἀρνητικοὶ τῶν πόλοι, δπῶς φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 5.3β.



Σχ. 5.3 β.

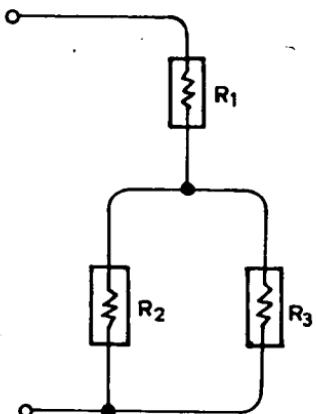
Η συνολικὴ τάσις, ποὺ ἐπικρατεῖ εἰς τὰ ἄκρα τῆς ὁμάδος τῶν πηγῶν, είναι ίση πρὸς τὴν τάσιν κάθε πηγῆς, ἀλλὰ τὸ συνολικὸν ρεῦμα είναι ίσον πρὸς τὸ ἀθροισμα τῶν ρευμάτων τῶν διαφόρων πηγῶν. Η παράλληλος συνδεσμολογία τῶν πηγῶν ἐπιβάλλει, έν γένει, τὴν χρησιμοποίησιν πηγῶν ίσης τάσεως.

Κατὰ τὴν παράλληλον συνδεσμολογίαν, λοιπόν, ἡ συνολικὴ άντιστασις εἰς τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος είναι μικροτέρα καὶ τῆς μικρότερας άντιστάσεως τῆς ὁμάδος, ἐνῶ εἰς τὴν περίπτωσιν παραλλήλου συνδέσεως πηγῶν, τὸ διαθέσιμον συνολικὸν ρεῦμα ὑπὸ τῆς ὁμάδος τῶν πηγῶν είναι μεγαλύτερον ὅπὸ τὸ ρεῦμα κάθε πηγῆς.

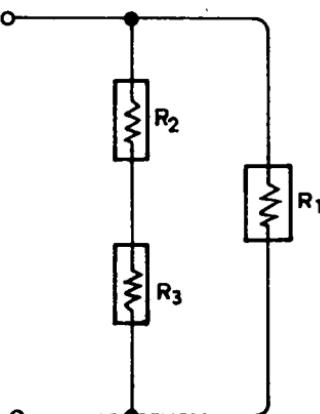
Όπως άνεφέρθη καὶ προηγουμένως, αἱ διάφοροι συσκευαὶ καὶ μηχαναὶ διὰ νὰ λειτουργήσουν τροφοδοτοῦνται ἀπὸ τὸ δίκτυον διανομῆς τῆς ήλεκτρικῆς ἐνέργειας (π.χ. δίκτυον πόλεως). Διὰ τοῦτο, ἐφ' ὅσον συνδέονται κατὰ διακλάδωσιν, πρέπει νὰ εἰναι κατεσκευασμέναι διὰ τὴν αὐτὴν τάσιν λειτουργίας (τὴν τάσιν ποὺ διαθέτει τὸ δίκτυον διανομῆς).

5.4 Μικτὴ συνδεσμολογία.

Ἐάν ἔχωμεν τρεῖς καταναλώσεις καὶ τάς συνδέσωμεν κατὰ ἓνα ἐκ τῶν δύο τρόπων ποὺ φαίνονται εἰς τὰ σχήματα 5.4α καὶ 5.4β, λέγομεν ὅτι αἱ καταναλώσεις αὗται εύρισκονται εἰς μικτὴν συνδεσμολογίαν.



Σχ. 5.4 α.

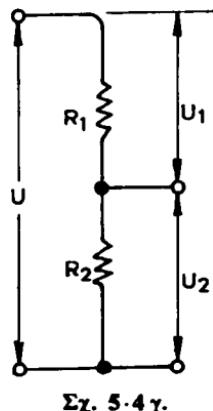


Σχ. 5.4 β.

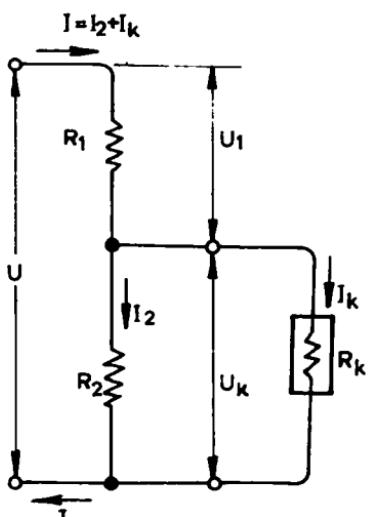
Εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ σχήματος 5.4α, ἡ κατανάλωσις ἀντιστάσεως R_1 συνδέεται ἐν σειρᾶ ἢ μὲ τὰς ἐν παραλλήλῳ συνδεδεμένας καταναλώσεις ἀντιστάσεων R_2 καὶ R_3 ; εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ σχήματος 5.4β ἡ κατανάλωσις ἀντιστάσεως R_1 συνδέεται ἐν παραλλήλῳ μὲ τὰς ἐν σειρᾶ συνδεδεμένας καταναλώσεις ἀντιστάσεων R_2 καὶ R_3 . Καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις ἔχομεν χρησιμοποίησιν τῶν δύο τρόπων συνδεσμολογίας (παράγρ. 5.1 καὶ 5.3) ταυτοχρόνως, δι' αὗτὸς καλοῦμεν τὴν συνδεσμολογίαν αὕτην μικτήν.

Ἐφαρμογὴν τῆς μικτῆς συνδεσμολογίας ἀποτελεῖ ὁ λεγόμενος καταμεριστῆς τάσεως (ποτενσιόμετρον), τὸ ὅποιον ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἀντιστάσεις R_1 καὶ R_2 συνδεδεμένας ἐν σειρᾶ (σχ. 5.4γ).

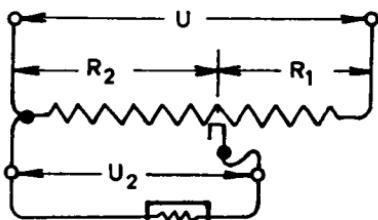
Συμφώνως πρὸς ὅσα ἔξετέθησαν εἰς τὴν παράγραφον 5.1, ἡ τάσις U , ποὺ ἐφαρμόζεται εἰς τὰ ἄκρα τοῦ καταμεριστοῦ τάσεως, κατανέμεται εἰς τὰ δύο ἀντιστάσεις αὐτοῦ (σχ. 5.4γ). Ἐάν εἰς τὰ ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως R_2 συνδεθῇ παραλλήλως κατανάλωσις ἀντιστάσεως R_x , δπως εἰς τὸ σχῆμα 5.4δ, τότε ἡ τάσις U θὰ κατανεμηθῇ πάλιν εἰς τὴν ἀντιστάσιν R_1 καὶ τὴν δμάδα ἀντιστάσεων R_2 καὶ R_x . Ἐτοι, ἐάν ἔχωμεν διαθέσιμον τάσιν U καὶ θέλωμεν νὰ τροφοδοτήσωμεν μίαν κατανάλωσιν μὲ μικρότεραν τάσιν, τὴν τροφοδοτοῦμεν ἀπὸ τὰ ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως R_2 ἐνὸς καταμεριστοῦ τάσεως. Συνήθως, χρησιμοποιοῦνται καταμερισταὶ τάσεως, ποὺ ἀποτελοῦνται ἀπὸ μίαν ἀντιστασιν, κατὰ μῆκος τῆς ὁποίας διοισθίανει σύρτης. Ἀπὸ τὸν σύρτην αὐτὸν ἀναχωρεῖ τὸ σύρμα, τὸ ὁποῖον συνδέεται εἰς τὸ ἔνα ἄκρον τῆς καταναλώσεως, ἐνῶ τὸ ὄλλο ἄκρον τῆς συνδέεται σταθερῶς μὲ ἔνα ἀπὸ τὰ δύο ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως (σχ. 5.4ε). Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, ἀναλόγως πρὸς τὴν



Σχ. 5.4 γ.



Σχ. 5.4 δ.



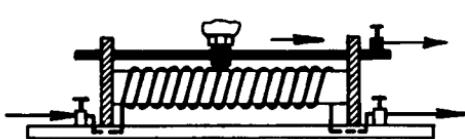
Σχ. 5.4 ε.

θέσιν τοῦ κινητοῦ σύρτου ἐπὶ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ καταμεριστοῦ, ἡ ἀντιστασις αὐτὴ χωρίζεται εἰς δύο τμήματα ἀντιστάσεων, R_1 καὶ R_2 , τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ αὔξομειώνωνται συνεχῶς. Ἐτοι ἐπι-

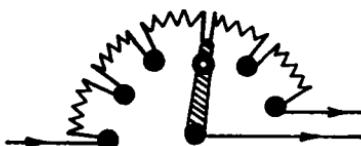
τυγχάνεται ἡ συνεχής (χωρὶς βαθμίδας) ρύθμισις τῆς τάσεως εἰς τὰ

ἄκρα τῆς ἀντιστάσεως R_2 , ποὺ σχηματίζεται κάθε φοράν διὰ κάθε θέσιν τοῦ κινητοῦ σύρτου.

Εἰς τὴν πραγματικότητα, τόσον αἱ ἀντιστάσεις σειρᾶς, ποὺ εἶδομεν εἰς τὴν παράγραφον 5·1, ὅσον καὶ οἱ καταμερισταὶ τάσεως ἀποτελοῦνται συνήθως ἀπὸ γυμνὸν σύρμα, τὸ ὅποιον ἔχει περιτυλιχθῆ ἐπὶ ἐνὸς κυλίνδρου ἐκ μονωτικοῦ ύλικοῦ (π.χ. πορσελάνης). Ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου δλισθαίνει, εύρισκόμενος πάντοτε ἐν ἐπαφῇ μὲν τὸ σύρμα, ἐνας μεταλλικὸς σύρτης, κινούμενος κατὰ μῆκος τοῦ κυλίνδρου αὐτοῦ (σχ. 5·4 στ.). Ἀλλῃ μορφὴ μεταβλητῶν ἀντιστάσεων ἡ καταμεριστῶν είναι ἡ τοῦ σχήματος 5·4ζ. Ἡ ὅλη ἀντίστασις ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλὰ



Σχ. 5·4 στ.



Σχ. 5·4 ζ.

μικρὰ τμήματα, ποὺ καταλήγουν εἰς μεταλλικὰ δισκοειδῆ πλακίδια, πρὸς τὰ ὅποια ἔρχεται εἰς ἐπαφήν, κατὰ τὴν περιστροφήν του, ἐνα χειροστρόφαλον, ποὺ ἀποτελεῖ τὴν κεντρικὴν λῆψιν.

5·5 Ἐρωτήσεις.

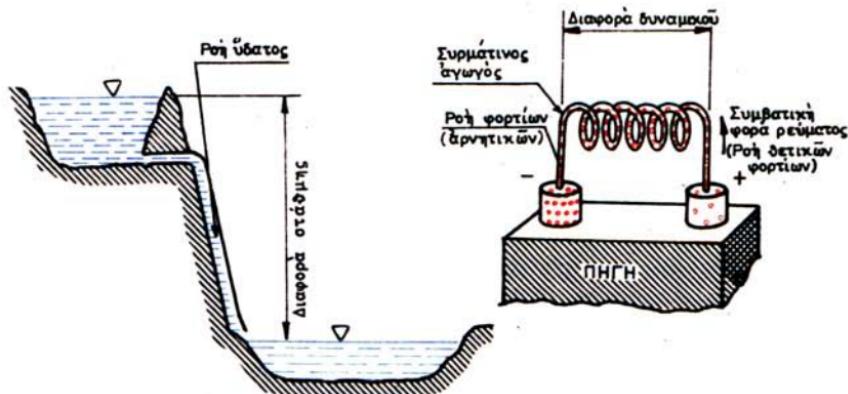
- Πῶς ὑπολογίζεται ἡ συνολικὴ (Ισοδύναμος) ἀντίστασις εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς συνδεσμολογίας σειρᾶς ;
- Ποιὰ ἡ σχέσις τῆς τάσεως, ποὺ ἐπικρατεῖ εἰς τὰ ἄκρα μιᾶς ὀμάδος ἀντιστάσεων συνδεδεμένων ἐν σειρᾷ μὲν τὰς τάσεις ποὺ ἐπικρατοῦν εἰς τὰ ἄκρα κάθε ἀντιστάσεως ;
- Εἰς ποιάς περιπτώσεις χρησιμοποιοῦνται αἱ ἀντιστάσεις σειρᾶς ;
- Τί είναι ἡ πτῶσις τάσεως καὶ πῶς δημιουργεῖται ;
- Πῶς συνδέονται αἱ ἡλεκτρικαὶ καταναλώσεις εἰς τὴν παραλλήλου συνδεσμολογίαν ;
- Ποίον τὸ πλεονέκτημα τῆς παραλλήλου συνδεσμολογίας ἔναντι τῆς συνδεσμολογίας σειρᾶς ; Πῶς ἀξιοποιεῖται τὸ πλεονέκτημα τοῦτο ;
- Πῶς ὑπολογίζεται ἡ συνολικὴ ἀντίστασις εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς παραλλήλου συνδεσμολογίας ;
- Πότε συνδέομεν ἐν παραλλήλῳ τὰς ἡλεκτρικὰς πηγάς ;
- Τί είναι καὶ πῶς λειτουργεῖ ὁ καταμεριστής τάσεως (ποτενσιόμετρον) ;
- Πῶς είναι κατεσκευασμέναι αἱ ἀντιστάσεις σειρᾶς καὶ οἱ καταμερισταὶ τάσεως ;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 6

ΕΡΓΟΝ ΚΑΙ ΙΣΧΥΣ

6.1 Ήλεκτρική ένέργεια.

"Οπως γυνωρίζομεν άπό τήν Φυσικήν, έαν είς δύο θέσεις μὲ διαφορετικὴν στάθμην προκληθῇ ροή ύδατος άπό τήν ύψηλοτέραν στάθμην πρὸς τήν χαμηλοτέραν (σχ. 6.1), μετὰ τήν πτῶσιν του τὸ ύδωρ θὰ ἔχῃ κινητικὴν ένέργειαν, ἡ ὅποια θὰ είναι ἵση πρὸς τὸ γινόμενον τοῦ βάρους τοῦ πίπτοντος ύδατος ἐπὶ τήν διαφορὰν τῆς στάθμης (τὸ ύψος τῆς πτώσεως). Εντελῶς ἀναλόγως, έαν ύπάρχῃ διαφορὰ δυναμικοῦ μεταξὺ δύο σημείων καὶ προκληθῇ (δι' ὅγωντος συνδέσεως τῶν σημείων τούτων) ροή ἡλεκτρικῶν φορτίων (ἡλεκτρικὸν ρεῦμα) άπό τὸ σημεῖον ύψηλοτέρου δυναμικοῦ πρὸς τὸ σημεῖον χαμηλοτέρου δυναμικοῦ (παράγρ. 2.5), παράγεται ἔργον ἵσον πρὸς τὸ γινόμενον τοῦ ρέοντος συνολικοῦ φορτίου ἐπὶ τήν διαφορὰν δυναμικοῦ.



Σχ. 6.1.

"Ωστε ἡ ἡλεκτρικὴ ένέργεια τοῦ ρέοντος φορτίου είναι ἵση πρὸς :

$$A = U \cdot Q$$

ὅπου : A είναι ἡ ἡλεκτρικὴ ένέργεια, U ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ (ἡλεκτρικὴ τάσις) καὶ Q τὸ ἡλεκτρικὸν φορτίον.

Έαν τὸ φορτίον Q μεταφέρεται ἀπὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἐντάσεως I ἕπι χρόνου t (παράγρ. 3·5), ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια θὰ είναι :

$$\mathbf{A} = \mathbf{U} \cdot \mathbf{I} \cdot t$$

6·2 ἡλεκτρικὴ ίσχυς.

Όπως γνωρίζομεν ἀπὸ τὴν Φυσικήν, ἡ ίσχυς είναι τὸ ἑκτελούμενον εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου ἔργον, ἐπομένως καὶ ἡ ἡλεκτρικὴ ίσχυς, ἡ ὅποια συμβολίζεται μὲν N, θὰ είναι ἵση (παράγρ. 6·1) μὲν :

$$\mathbf{N} = \mathbf{U} \cdot \mathbf{I}$$

Μονάς μετρήσεως τῆς ἡλεκτρικῆς ίσχύος είναι τὸ βάττ (ἀπὸ τὸ δύνομα τοῦ Ἀγγλου μηχανικοῦ J. Watt) μὲ διεθνὲς σύμβολον τὸ κεφαλαῖον λατινικὸν γράμμα W.

Έαν ἡ τάσις τοῦ συνεχοῦς ρεύματος ἐκφράζεται εἰς βόλτ καὶ ἡ ἐντασις εἰς ἀμπέρ, τὸ γινόμενόν των ἐκφράζεται εἰς βάττ. Η προηγουμένη σχέσις, λοιπόν, ποὺ δίδει τὴν ἡλεκτρικὴν ίσχύν, μὲ τὴν χρησιμοποίησιν τῶν μονάδων ποὺ δινεφέραμεν γίνεται :

$$\text{Βάττ} = \text{Βόλτ} \times \text{Ἀμπέρ} \quad \text{ἢ}$$

$$\mathbf{W} = \mathbf{V} \cdot \mathbf{A}$$

Έαν πολλαπλασιάσωμεν τὴν ίσχυν εἰς βάττ ἕπι τὸν χρόνον εἰς δευτερόλεπτα, θὰ ἔχωμεν τὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς Ws. Έαν ὡς μονάς χρόνου χρησιμοποιηθῇ ἡ ὥρα (σύμβολον h), ὡς μονάς ἐνεργείας προκύπτει ἡ βαττώρα, συμβολίζομένη διεθνῶς μὲ τὸ σύμβολον Wh.

Πολλαπλάσια καὶ ὑποπολλαπλάσια τῶν προηγουμένων μονάδων είναι τὰ διάκριτα :

$$\text{Τὸ κιλοβάττ} = 1000 \text{ W} \text{ καὶ συμβολίζεται : } \text{kW}$$

$$\text{Τὸ μιλλιβάττ} = \frac{1}{1000} \text{ W} \text{ καὶ συμβολίζεται : } \text{mW}$$

$$\text{Η κιλοβαττώρα} = 1000 \text{ Wh} \text{ καὶ συμβολίζεται : } \text{kWh}$$

Ως γνωστόν, εἰς τὴν μηχανολογίαν μονάδες ἔργου καὶ ίσχύος είναι, ἀντιστοίχως, τὸ κιλοπόνυμετρον (kpm) καὶ δ ἴππος (PS). Αἱ σχέσεις τῶν μονάδων αὐτῶν μὲ τὰς ἡλεκτρικὰς ἀντιστοίχους μονάδας είναι :

$$1 \text{ kpm} = 9,81 \text{ Ws} = 0,00272 \text{ Wh}$$

$$1 \text{ PS} = 736 \text{ W} = 0,736 \text{ kW}$$

6.3 Βαθμὸς ἀποδόσεως.

Κατὰ τὴν μετατροπὴν τῆς ἐνεργείας ἀπὸ μίαν μορφὴν εἰς δὲλλην, μὲ τὴν βιόθειαν π.χ. μηχανῆς, δὲν ἔπιτυγχάνεται ἡ μετατροπὴ δλοκλήρου τοῦ διατιθεμένου ποσοῦ ἐνεργείας εἰς τὴν ἔπιθυμητὴν μορφὴν. Αὐτὸς συμβαίνει, διότι, ταυτοχρόνως, μικρὸν μέρος τῆς διατιθεμένης ἐνεργείας μετατρέπεται καὶ εἰς δὲλλας μορφάς, αἱ δόποιαι εἶναι δχρηστοι διὰ τὸν ἔπιδιωκόμενον ἀπὸ τὴν συγκεκριμένην μηχανὴν σκοπόν. Ἔτσι, ὁ ἡλεκτρικὸς κινητὴρ μετατρέπει τὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς μηχανικήν, ἐνῶ ταυτοχρόνως παράγεται καὶ θερμικὴ ἐνέργεια. Αὐτὴ χάνεται, χωρὶς νὰ εἶναι δυνατὸν νὰ δξιοποιηθῇ, καὶ ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νὰ θερμαίνῃ τὸν κινητῆρα καὶ τὸν δέρα ποὺ τὸν περιβάλλει. Ἡ ἀνεπιθύμητος αὐτὴ θερμικὴ ἐνέργεια καλεῖται ἀπώλεια ἐνεργείας.

Ἡ ποσοτικὴ σχέσις τῶν ἐνεργειῶν, ἐπομένως, διὰ κάθε περίπτωσιν μετασχηματισμοῦ ἐνεργείας ἔχει ὡς ἀκολούθως :

Παραλαμβανομένη ἐνέργεια = ὠφέλιμος ἐνέργεια + ἀπώλεια ἐνεργείας

Ἡ σχέσις αὐτὴ ἐφαρμόζεται βεβαίως καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς ισχύος, διότι δὲν ἔπιηρεάζεται ἀπὸ τὸν χρόνον λειτουργίας τῶν μηχανῶν ἢ συσκευῶν.

Θὰ ἔχωμεν λοιπόν :

Παραλαμβανομένη ισχὺς = ὠφέλιμος ισχὺς + ἀπώλεια ισχύος

Τὸ πηλίκον τῆς ὠφελίμου ισχύος (ἀποδιδομένης ισχύος) πρὸς τὴν παραλαμβανομένην ισχὺν καλεῖται βαθμὸς ἀποδόσεως μιᾶς μηχανῆς ἢ συσκευῆς καὶ συμβολίζεται μὲ τὸ μικρὸν Ἑλληνικὸν γράμμα η. Διὰ τοῦ πηλίκου αὐτοῦ ἔχομεν εἰκόνα τοῦ μεγέθους τῶν ἀπωλειῶν ισχύος.

Πράγματι, ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως η, πού, δπως εὐκόλως προκύπτει ἀπὸ τὴν διατυπωθεῖσαν ἀνωτέρω σχέσιν ισχύος, εἶναι πάντοτε ἀριθμὸς μικρότερος τῆς μονάδος, πλησιάζει τόσον περισσότερον πρὸς τὴν μονάδα, δσον μικρότεραι εἶναι αἱ ἀπώλειαι ισχύος. Μία μηχανή, λοιπόν, ἢ μία συσκευὴ εἶναι τόσον καλυτέρα (οἰκονομικωτέρα), δσον μεγαλύτερον βαθμὸν ἀποδόσεως ἔχει. Ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως μιᾶς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς μεταβάλλεται μὲ τὸ φορτίον τῆς μηχανῆς (τὴν ἀποδιδομένην ισχὺν τῆς μηχανῆς) καὶ γίνεται μέγιστος, δταν ἡ μηχανὴ λειτουργῇ μὲ τὴν δνομαστικὴν της ισχύν. Ἐὰν θέλωμεν, ἐπομένως, μία μηχανὴ νὰ λειτουργῇ κατὰ τὸν οἰκονομικώτερον τρόπον, πρέπει νὰ τὴν φορτί-

ζωμεν μὲ τὴν ὀνομαστικὴν τῆς ίσχύν καὶ ὅχι μὲ μεγαλυτέραν ἢ μικροτέραν. Εἰς τὸν Πίνακα 6.3.1 δίδονται, ἐνδεικτικῶς, οἱ βαθμοὶ ἀποδόσεως ὡρισμένων μηχανῶν καὶ συσκευῶν.

ΠΙΝΑΞ 6.3.1

Βαθμοὶ ἀποδόσεως

α/α	Ηλεκτρικὴ κατανάλωσις	Βαθμὸς ἀποδόσεως
1	Βραστήρ ἐμβαπτίσεως 100W	0,95
2	Θερμοσίφων 80 λίτρων	0,87
3	Κινητήρ ἔνσλ. ρεύματος 100W	0,50
4	Λαμπτήρ πυρακτώσεως 40W	0,015
5	Μαγειρικὴ ἑστία 2 kW	0,65
6	Μετασχηματιστής 1 kVA	0,90
7	Τριφασικὸς κινητήρ 1 kW	0,80

6.4 Ἐρωτήσεις.

- Ποία ἡ ἀναλογία μεταξὺ ροῆς ὑδατος καὶ ροῆς φορτίου ἡλεκτρικοῦ ρεύματος εἰς τὴν παραγωγὴν ἔργου;
- Ποία ἡ ἔκφρασις τοῦ ἡλεκτρικοῦ ἔργου καὶ τῆς ἡλεκτρικῆς ίσχύος;
- Μὲ πόσα kW ισοδυναμεῖ ἔνας ἵππος (PS);
- Διατί ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως χαρακτηρίζει ποιοτικῶς μίαν μηχανὴν ἢ συσκευὴν;

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ—ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 7

ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

7.1 Φυσικοὶ καὶ τεχνητοὶ μαγνῆται, μαγνητικοὶ πόλοι, μαγνήτισις ἐξ ἐπαγωγῆς.

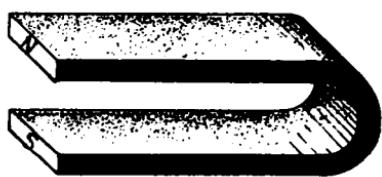
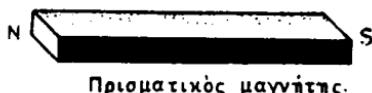
Όπως είναι γνωστὸν ἀπὸ τὴν Φυσικήν, ὑπάρχει ἔνα δρυκτὸν (τὸ δρεῖδιον τοῦ σιδήρου), ποὺ ἔχει τὴν ἴδιότητα νὰ ἔλκῃ καὶ νὰ συγκρατῇ δλλα σώματα ἐκ σιδήρου (χάλυβος, χυτοσιδήρου), νικελίου ἢ κοβαλτίου. Τὴν ἐλκτικὴν αὐτὴν ἴδιότητα ὀνομάζομεν μαγνητισμὸν καὶ τὸ δρυκτὸν ποὺ τὴν ἔχει μαγνήτην (ἐπειδὴ τὸ δρυκτὸν τοῦτο εύρεθη κατὰ πρῶτον εἰς τὴν Μαγνησίαν τῆς Μ. Ἀσίας).

Τὰ ύλικά, ποὺ ἔλκονται ἀπὸ τὸν μαγνήτην, καλοῦνται σιδηρομαγνητικά ἢ ἀπλῶς μαγνητικά ύλικά.

Τὰ ύλικά, ποὺ δὲν ἔλκονται ἀπὸ τὸν μαγνήτην (δπως δ χαλκός, τὸ ἀλουμίνιον.κ.λπ.), καλοῦνται μὴ μαγνητικά.

Τὸ δρυκτόν, ποὺ ἀνεφέραμεν ἀνωτέρω, είναι φυσικὸς μαγνήτης· ὑπάρχουν δμως καὶ τεχνητοὶ μαγνῆται, οἱ δποῖοι κατασκευάζονται ἀπὸ χάλυβα ἢ κράματα αὐτοῦ μὲ κατάλληλον ἐπεξεργασίαν (σχ. 7.1α).

Ἡ ἐλκτικὴ δύναμις τῶν μαγνητῶν δὲν είναι ίδια εἰς δλα τὰ σημεῖα των. Ἐτσι, ἐὰν ἔχωμεν ἔνα πρισματικὸν μαγνήτην καὶ τὸν πλησιάσωμεν εἰς σιδηρᾶ μικροσαντικείμενα (καρφάκια, ρινίσματα, καρφί-



Σχ. 7.1α.
Συνήθη σχήματα μαγνητῶν.

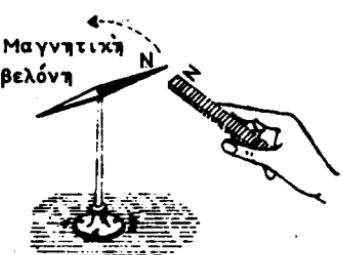
τοες κ.λπ.), θὰ διαπιστώσωμεν ότι ή έλκτική δύναμις είναι μεγίστη εἰς τὰ ἄκρα τοῦ μαγνήτου καὶ ἐλαττώνεται, βαθμηδόν, δσον ἀπομακρυνόμεθα ἐκ τῶν ἄκρων, μηδενιζομένη τελείως εἰς τὸ μέσον. Αἱ θέσεις τῆς μεγίστης Ἐλξεως (τὰ ἄκρα) καλοῦνται πόλοι τοῦ μαγνήτου, ἐνώ τὸ μέσον αὐτοῦ καλεῖται οὐδετέρα ζώη.

Ἐάν διαπιστήσωμεν ἔνα μαγνήτην ἀπὸ τὸ κέντρον βάρους του, θὰ παρατηρήσωμεν ότι προσανατολίζεται πάντοτε κατὰ τρόπον, ὥστε ὁ αὐτὸς πόλος νὰ κατευθύνεται πάντοτε πρὸς τὸν βορρᾶν καὶ ὁ ἄλλος πόλος πρὸς νότον. Οἱ δύο πόλοι, λοιπόν, δὲν είναι ἴδιοι καὶ, πρὸς διάκρισιν, δ ἔνας καλεῖται βόρειος πόλος τοῦ μαγνήτου καὶ ὁ ἄλλος νότιος πόλος. Ὁ βόρειος πόλος συμβολίζεται μὲ τὸ κεφαλαῖον λατινικὸν γράμμα N καὶ ὁ νότιος πόλος μὲ τὸ γράμμα S (ἐκ τῶν λέξεων Nord = Βορρᾶς καὶ Sud = Νότος).

Ἐάν πλησιάσωμεν τὸν βόρειον πόλον ἐνὸς μαγνήτου εἰς τὸν βόρειον πόλον ἐνὸς ἄλλου μαγνήτου δυναμένου νὰ κινῆται εὐκόλως, θὰ παρατηρήσωμεν ότι οἱ δύο αὐτοὶ πόλοι ἀπωθοῦνται. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει, ἐάν πλησιάσωμεν μεταξύ των δύο νοτίους πόλους. Ἐάν, δικασ, πλησιάσωμεν τὸν βόρειον πόλον τοῦ ἐνὸς μαγνήτου πρὸς τὸν νότιον πόλον τοῦ ἄλλου μαγνήτου, θὰ παρατηρήσωμεν ότι αὐτοὶ οἱ δύο πόλοι ἐλκούνται (σχ. 7·1β). Ἀπὸ τὰς παρατηρήσεις αὐτὰς ὀδηγήθησαν εἰς τὸ συμπέρασμα, ότι: οἱ διμώνυμοι πόλοι τῶν μαγνητῶν ἀπωθοῦνται, ἐνῶ οἱ ἑτερώνυμοι ἐλκούνται.

Ἐάν κόψωμεν ἔνα μαγνήτην (π.χ. μορφῆς πρισματικῆς ράβδου) εἰς τὸ μέσον καὶ ἐλέγξωμεν τὰ δύο τεμάχια, μὲ τὴν μαγνητικὴν βελόνην, θὰ διαπιστώσωμεν ότι κάθε τεμάχιον είναι ἔνας τέλειος μαγνήτης μὲ βόρειον καὶ νότιον πόλον καὶ οὐδετέραν ζώην.

Ἐάν κάθε ἔνα ἀπὸ τὰ δύο τεμάχια κοπῆ εἰς τὸ μέσον, θὰ προκύψουν τέσσαρες τέλειοι μαγνῆται [σχ. 7·1γ (α)]. Τέλος, ἐάν φαντασθῶμεν, ότι συνεχίζομεν τὴν διαίρεσιν τοῦ ἀρχικοῦ μαγνήτου, μέχρις δου χωρισθῆ εἰς τὰ μόριά του, τότε κάθε ἔνα ἀπὸ αὐτὰ θὰ είναι ἔνας τέλειος στοιχειώδης μαγνήτης. Τὰ μόρια ἐνὸς οἰουδήποτε σώματος ἐκ σιδηρομαγνητικοῦ ύλικοῦ είναι στοιχειώδεις μαγνῆται, οἱ δποτοί,

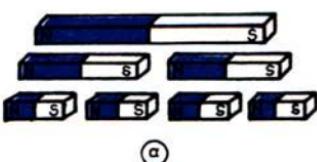


Σχ. 7·1β.

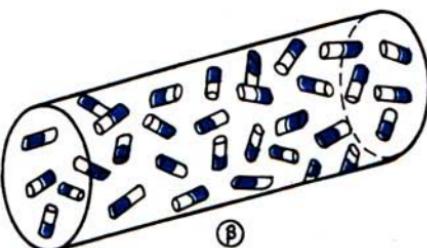
ὅμως, ὅταν τὸ σῶμα δὲν εἶναι μαγνητισμένον, εἶναι προσανατολισμένοι ἐντελῶς τυχαίως [σχ. 7.1γ (β)] κατὰ τρόπον, ώστε δὲ βόρειος πόλος ἐνὸς μορίου νὰ ἔξουδετερώνεται ἀπὸ τὸν νότιον πόλον ἄλλων μορίων, ποὺ γειτονεύουν μὲ αὐτό, ὅπότε ἔξωτερικῶς δὲν ἐκδηλώνεται καμμία μαγνητικὴ δύναμις. Ἐὰν δὲν πλησιάσωμεν εἰς τὸ ἔνα ἄκρον τοῦ σώματος αὐτοῦ ἔνα ἰσχυρὸν μαγνήτην, θὰ προκληθῇ ἔλξις πρὸς τὸ μέρος τοῦ ἰσχυροῦ μαγνήτου ὁλῶν τῶν πόλων τῶν μορίων τοῦ σώματος, οἱ δῆποιοι εἶναι ἑτερώνυμοι πρὸς τὸν πόλον τοῦ ἰσχυροῦ μαγνήτου. Δι' αὐτοῦ τοῦ τρόπου τὰ μόρια τοῦ σώματος περιστρέφονται καὶ διατάσσονται, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 7.1γ (γ). Κατόπιν τούτου τὸ σῶμα μετατρέπεται εἰς μαγνήτην, δεδομένου δὲν ὁλα τὰ μόρια τοῦ ἐνὸς ἄκρου του ἔχουν τὸν βόρειον πόλον των ἑστραμμένων πρὸς τὰ ἔξω, ὅπως καὶ τὰ μόρια τοῦ ἄλλου ἄκρου ἔχουν τὸν νότιον πόλον των ἑστραμμένων ἐπίστης πρὸς τὰ ἔξω ἀπὸ τὴν ἀντίθετον πλευράν. Εἰς τὰ ἄκρα τοῦ σώματος, λοιπόν, δημιουργοῦνται μαγνητικοὶ πόλοι, ἐνῶ εἰς τὸ μέσον του, δῆποιοι ἀντίθετοι πόλοι ἄλληλοεξουδετερώνονται, δημιουργεῖται οὐδετέρα ζώνη. Ο τρόπος αὐτὸς μαγνητίσεως ἐνὸς ἀρχικῶς οὐδετέρου σώματος καλεῖται μαγνήτισις ἐξ ἐπαγωγῆς.

7.2 Μόνιμοι μαγνήται, μαγνητικὸν πεδίον, ἐφαρμογαὶ.

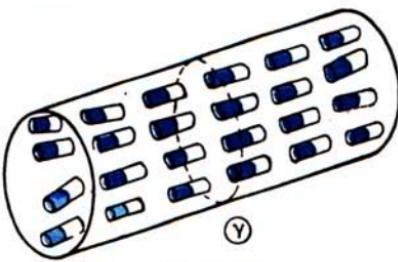
Ὑπάρχουν σιδηρομαγνητικά ὄλικά, ὅπως εἶναι δὲ σίδηρος, ποὺ μετὰ τὴν μαγνήτισίν των (π.χ. μετὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τοῦ μαγνήτου, εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς μαγνητίσεως ἐξ ἐπαγωγῆς, ποὺ περιεγράφη



ⓐ



ⓑ



ⓒ

Σχ. 7.1γ.

εἰς τὴν παράγραφον 7.1) χάνουν τὸν μαγνητισμὸν τῶν, διότι ὅλα σχεδὸν τὰ μόριά των ἐπιστρέφουν εἰς τὴν κατάστασιν ὀταξίας, ποὺ ἐπεκράτει πρὸ τῆς μαγνητίσεως. Ἀλλα σιδηρομαγνητικά ύλικά, ὅμως, ὅπως εἶναι ὁ χάλυψ (καὶ μάλιστα ὁ χάλυψ ποὺ ἔχει ὑποστῆ κατεργασίαν σκληρύνσεως, δηλαδὴ ὁ βαμμένος χάλυψ) διατηροῦν τὸν μαγνητισμὸν τῶν, διότι μετὰ τὴν μαγνήτισίν των ὅλα σχεδὸν τὰ μόριά των (οἱ στοιχειώδεις μαγνήται), λόγω ἐσωτερικῆς τριβῆς, δὲν ἐπιστρέφουν εἰς τὴν κατάστασιν ὀταξίας, ἀλλὰ παραμένουν προσανατολισμένα.

Ὑπάρχει ἐν τούτοις τρόπος καὶ τὰ ύλικά ποὺ διατηροῦν τὸν μαγνητισμὸν τῶν νὰ ἀπομαγνητισθοῦν. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται εἴτε διὰ θερμάνσεως εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν εἴτε διὰ σφυρηλατήσεως, ὅπότε τὰ δυσκόλως μετακινούμενα μόρια τῶν ύλικῶν τούτων μετακινοῦνται τελικῶς καὶ λαμβάνουν τὴν ἀκανόνιστον θέσιν τῶν.

Ἡ ιδιότης τοῦ χάλυβος νὰ μὴ χάνῃ τὸν μαγνητισμὸν του, ποὺ ἀνεφέρθη ἀνωτέρω, τὸν κάμνει κατάλληλον διὰ τὴν κατασκευὴν τεχνητῶν μαγνητῶν, ποὺ καλοῦνται μόνιμοι μαγνῆται. Διὰ νὰ μαγνητίσωμεν μίαν ράβδον ἐκ χάλυβος τρίβομεν αὐτὴν δι’ ἐνὸς τῶν πόλων μαγνήτου, σύροντες αὐτὸν ἀπὸ τὸ ἔνα ἄκρον τῆς ράβδου πρὸς τὸ ὄλλον, πολλὰς φοράς, καὶ πάντοτε κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν (σχ. 7.2α). Κατ’ ἄλλον

τρόπον, μαγνητίζομεν μίαν ράβδον ἐκ χάλυβος ἐάν τρίψωμεν αὐτὴν κατὰ τὸ ἥμισυ διὰ τοῦ πόλου N μαγνήτου καὶ κατὰ τὸ ὄλλο ἥμισυ διὰ τοῦ πόλου S. Τέλος, δυνάμεθα νὰ μαγνητίσωμεν μίαν ράβδον, τρίβοντες συγχρόνως διὰ δύο πόλων N καὶ S δύο ἰσχυρῶν μαγνητῶν ἀπὸ τὸ μέσον τῆς ράβδου πρὸς τὰ ἄκρα αὐτῆς. Εἰς τὴν περιοχὴν ἐνὸς μαγνήτου ἔξασκοῦνται, δυνάμεις εἴτε ἐλκτικαὶ εἴτε ἀπωθητικαὶ (π.χ. τεμάχια ἐκ σιδηρομαγνητικῶν ύλικῶν ἐλ-

κονταὶ ὑπὸ τοῦ μαγνήτου, δταν εὐρεθοῦν πλησίον αὐτοῦ). Κάθε χῶρος, ἐντὸς τοῦ ὅποιου ἔξασκοῦνται δυνάμεις μεταξὺ τῶν ἐντὸς αὐτοῦ εὐρισκομένων σωμάτων, χωρὶς νὰ γίνεται οἰαδήποτε ἐπαφὴ μεταξὺ αὐτῶν, λέγομεν δτι ἀποτελεῖ δυναμικὸν πεδίον. Εἰς τὴν περίπτωσιν



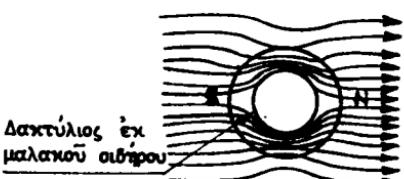
Σχ. 7.2 α.

τῶν μαγνητῶν, εἰς τὴν περιοχὴν τῶν ὅποιων ἔξασκοῦνται δυνάμεις ἐξ ἀποστάσεως, ἔχομεν, εἰδικώτερον, μαγνητικὸν πεδίον.

Ἐάν κάτω ἀπὸ ὑαλίνην πλάκα τοποθετήσωμεν ραβδοειδῆ μαγνήτην καὶ ἐπάνω εἰς τὴν πλάκα ρίψωμεν ρινίσματα σιδήρου ἢ κόνιν νικελίου, αὐτὰ μετατρεπόμενα εἰς πολὺ μικροὺς μαγνήτας προσανατολίζονται ἔτσι, ὡστε νὰ σχηματίζουν τοξοειδεῖς γραμμάτων, οἵ ὅποιαι κατεύθυνονται ἀπὸ τὸν ἔνα πόλον πρὸς τὸν ἄλλον (σχ. 7.2β).

Συμβατικῶς ἔχει καθορισθῆ ὅτι ἡ φορὰ τῶν γραμμῶν αὐτῶν, ποὺ καλοῦνται μαγνητικαὶ γραμμαὶ καὶ καθορίζουν τὴν μορφὴν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, εἶναι ἐκ τοῦ βορείου πόλου πρὸς τὸν νότιον πόλον ἐκτὸς τοῦ μαγνήτου, καὶ ἐκ τοῦ νοτίου πόλου πρὸς τὸν βόρειον πόλον ἐντὸς τοῦ μαγνήτου, διότι αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ εἶναι ἀκλεισταῖ. Ἐάν αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ εἶναι παραλληλοι καὶ ἔχουν τὴν αὐτὴν μεταξύ των ἀπόστασιν, λέγομεν ὅτι ἔχομεν ὅμοιόμορφον μαγνητικὸν πεδίον. Ἐάν αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ εἶναι πυκναί, λέγομεν ὅτι ἔχομεν ἴσχυρὸν μαγνητικὸν πεδίον (αἱ ἔξασκοῦμεναι δυνάμεις εἶναι μεγάλαι), ἐνῶ, ἐάν εἶναι ἀραιαί, τὸ μαγνητικὸν πεδίον εἶναι ἀσθενές.

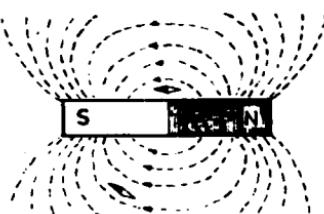
Ἐάν ἐντὸς ὅμοιομόρφου μαγνητικοῦ πεδίου τοποθετήσωμεν τεμάχιον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ κάμπτουνται καὶ διέρχονται διὰ τῆς μάζης τοῦ σιδήρου (σχ. 7.2γ),



Σχ. 7.2γ.

ὅπότε εἰς τὸν περιβάλλοντα χῶρον ἀραιώνονται ἡ καὶ ἐκλείπουν τελείωσ. Ἡ ιδιότης τοῦ μαλακοῦ σιδήρου νὰ συγκεντρώνῃ ἐντὸς τῆς μάζης του τὰς μαγνητικὰς γραμμάς, διφείλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι ὁ σίδηρος ἔχει μεγαλυτέραν μαγνητικὴν διαπερατότηταν ἀπὸ τὸν ἄλλον.

Διὰ τῶν μονίμων μαγνητῶν ἀσκοῦνται σχετικῶς ἴσχυραι δυνάμεις, πρᾶγμα τὸ ὅποιον ἀξιοποιεῖται εἰς τὴν τεχνικὴν διὰ τὴν κατασκευὴν διαφόρων διατάξεων συγκρατήσεως ἀντικειμένων ἐκ σιδηρομαγνητικῶν ύλικῶν.



Σχ. 7.2β.

"Ετοι κατασκευάζονται διατάξεις συγκρατήσεως ἐκ μονίμων μαγνητῶν διὰ τὴν ἔλξιν καὶ συγκράτησιν μεταλλικῶν ἀντικειμένων ἐπὶ τῶν ἐργαλειομηχανῶν κατὰ τὴν μηχανικὴν κατεργασίαν αὐτῶν, ἐπὶ τῶν μηχανῶν συγκολλήσεως διὰ τὴν διευκόλυσιν τῆς συγκολλήσεως κ.λπ.

Οἱ μόνιμοι μαγνῆται εύρισκουν, ἐπίστης, ἐφαρμογὴν εἰς τὴν κατασκευὴν διατάξεων μαγνητικοῦ κλεισίματος θυρῶν, εἰς τὴν μεταφορὰν μικρῶν ἀντικειμένων, εἰς τὴν συγκράτησιν σιδηρῶν σωμάτιδίων, τὰ δποῖα παρασύρονται ἐντὸς διαφόρων ρευστῶν (π.χ. Ἐλαίων λιπάνσεως) καὶ τὰ δποῖα πρέπει νὰ ἀφαιρεθοῦν κ.λπ.

7.3 Ἐρωτήσεις.

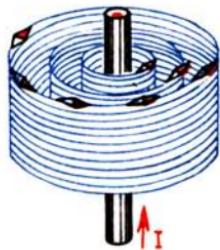
1. Ποῖα ύλικά είναι σιδηρομαγνητικά;
2. Ποῖαι δυνάμεις ἀναπτύσσονται μεταξὺ τῶν πόλων δύο μαγνητῶν;
3. Πῶς ἔχηγεῖται ἡ μαγνήτισις ἐνὸς σώματος ἐκ μαγνητικοῦ ύλικοῦ;
4. Πῶς κατασκευάζεται ὁ μόνιμος μαγνήτης;
5. Ποία ἡ κατεύθυνσις τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν;
6. Μὲ ποίον μέσον καθορίζεται ἡ μορφὴ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου;
7. Πῶς δυνάμεθα νὰ ἀπομαγνητίσωμεν ἕνα μαγνητισμένον σῶμα;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 8

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

8.1 Μαγνητικὸν πεδίον ἀγωγοῦ καὶ πηνίου διαρρεομένων ὑπὸ ρεύματος.

Ἐὰν δι' ἐνὸς εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ διέλθῃ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα καὶ περιφέρωμεν τὴν μαγνητικὴν βελόνην ἐπὶ περιφερείας κύκλου, τοῦ δποίου τὸ κέντρον εύρισκεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ καὶ τὸ ἐπίπεδόν του είναι κάθετον ἐπ' αὐτοῦ (σχ. 8.1α), θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ μαγνητικὴ βελόνη λαμβάνει τὴν θέσιν τῆς ἐφαπτομένης εἰς τὴν περιφέρειαν.



Σχ. 8.1 α.

Ἐὰν ἀντιστρέψωμεν τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος διὰ τοῦ εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ μαγνητικὴ βελόνη ἔξακολουθεῖ νὰ λαμβάνῃ τὴν θέσιν τῆς ἐφαπτομένης εἰς τὴν περιφέρειαν ὀλλὰ ἀντιστρέφεται εἰς τρόπον, ὥστε διόρειος πόλος αὐτῆς νὰ λάβῃ τὴν θέσιν ποὺ εἶχε προηγουμένως δὲ νότιος πόλος.

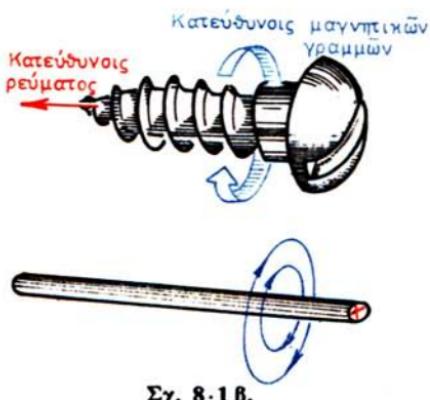
Ἐκ τῶν παρατηρήσεων αὐτῶν ἔχάγεται τὸ συμπέρασμα, ὅτι ἀγωγὸς διαρρεόμενος ὑπὸ ρεύματος παράγει μαγνητικὸν πεδίον περὶ αὐτόν. Αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ ἔχουν μορφὴν συγκεντρικῶν κύκλων μὲ ἐπίπεδα κάθετα πρὸς τὸν ἀγωγὸν καὶ κατεύθυνσιν ἔξαρτωμένην ἐκ τῆς φορᾶς τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.

Ἡ κατεύθυνσις τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν διαπιστώνεται ἀπὸ τὴν κατεύθυνσιν τῆς μαγνητικῆς βελόνης, τῆς δποίας δὲ βόρειος πόλος προσανατολίζεται πάντοτε πρὸς τὴν κατεύθυνσιν αὐτῶν. Ἡ κατεύθυνσις τοῦ ρεύματος εἰς τοὺς ἀγωγοὺς παριστάνεται εἰς τὰ σχήματα μὲ μίαν κουκκίδα (.), ἐὰν τὸ ρεῦμα ὀδεύῃ πρὸς τὸν παρατηρητήν, ἢ ἔνα χῖ (x), ἐὰν ὀπομακρύνεται ἀπὸ αὐτόν.

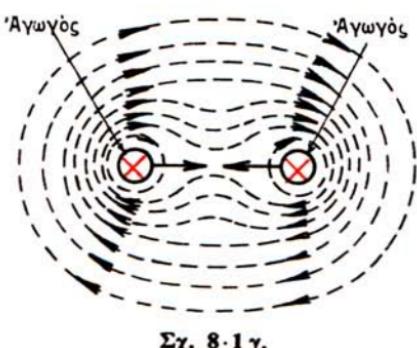
Διὰ τὴν εὑρεσιν τῆς κατεύθυνσεως τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ποὺ δημιουργεῖται περὶ ἔνα εὐθύγραμμον ἀγωγόν, χρησιμοποιεῖται δὲ λεγόμενος κανὼν τοῦ κοχλίου ἢ κανὼν τοῦ ἐκπωματιστοῦ. Συμφώνως πρὸς τὸν κανόνα αὐτόν, ἐὰν φαντασθῶμεν ἔνα δεξιόστροφον κοχλίαν, τοῦ δποίου δὲ ἄξων είναι παράλληλος πρὸς τὸν

δξονα τοῦ δγωγοῦ, καὶ θεωρήσωμεν ὅτι περιστρέφεται, εἰς τρόπον, ὡστε νὰ προχωρήσῃ κατά τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος, ποὺ ρέει ἐντὸς τοῦ δγωγοῦ, ἡ φορὰ περιστροφῆς τοῦ κοχλίου δίδει τὴν κατεύθυνσιν τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν (σχ. 8.1β).

Ἐάν δι' ἑνὸς εὐθυγράμμου δγωγοῦ ρέη ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, δημιουργεῖται πάλιν περὶ τὸν δγωγὸν μαγνητικὸν πεδίον, τὸ δποιὸν, ὅμως, μεταβάλλει συνεχῶς κατεύθυνσιν, δπως καὶ τὸ ρεῦμα ποὺ τὸ προκαλεῖ. Τὸ πεδίον τοῦτο καλεῖται ἐναλλασσόμενον μαγνητικὸν πεδίον.



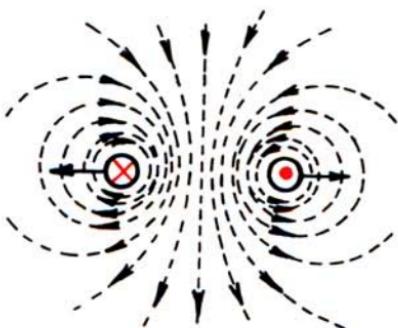
Ἐάν λάβωμεν δύο παραλλήλους εὐθυγράμμους δγωγοὺς (σχ. 8.1γ) καὶ διοχετεύσωμεν δι' αὐτῶν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα τῆς αὐτῆς φορᾶς, τὰ μαγνητικὰ πεδία τῶν δύο δγωγῶν θὰ συντεθοῦν εἰς τρόπον, ὡστε τὸ συνιστάμενον πεδίον νὰ περιβάλλῃ τοὺς δύο δγωγούς, δπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 8.1γ.



γνητῶν, προέκυψεν, δτι αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ τείνουν νὰ βραχυθοῦν, ὡσάν νὰ ἥσαν λεπτότατα τεντωμένα ἔλαστικὰ νημάτια καὶ δτι ἀπωθοῦνται μεταξὺ τῶν. Ἀπὸ τὰς ίδιότητας αὐτὰς τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν προκύπτει, δτι μεταξὺ τῶν δύο δγωγῶν τοῦ σχήματος 8.1γ ἀναπτύσσεται ἐλκτικὴ δύναμις.

Ἐάν εἰς τοὺς δύο παραλλήλους εὐθυγράμμους δγωγούς διοχετεύσωμεν ρεῦμα ἀντιθέτου φορᾶς (σχ. 8.1δ), αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ τοῦ

συνισταμένου πεδίου μεταξὺ τῶν δύο ἀγωγῶν θὰ ἔχουν τὴν φορὰν ποὺ φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα καὶ συνεπῶς ἀπωθούμεναι μεταξύ των θὰ δημιουργήσουν ἀπωστικὴν δύναμιν καὶ μεταξὺ τῶν ἀγωγῶν.

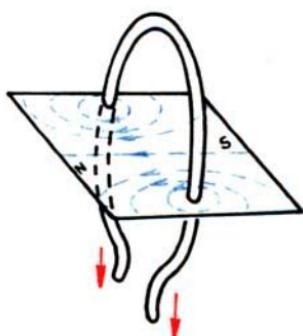


Σχ. 8·1 δ.

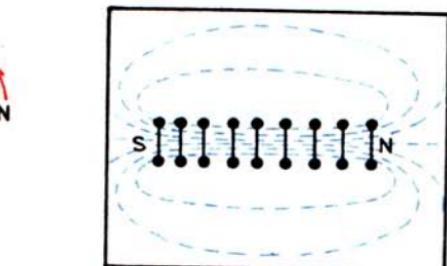
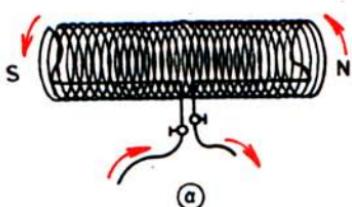
Ἐάν δὲ τὸ δύο παραλλήλων εὐθυγράμμων ἀγωγῶν ἔχωμεν κυκλικὸν ἀγωγὸν διαρρεόμενον ὑπὸ ρεύματος, τὸ μαγνητικὸν πεδίον ποὺ δημιουργεῖται ἀπὸ τὴν σχηματιζομένην σπείραν εἶναι ὅμοιον μὲ τὸ μαγνητικὸν πεδίον τῶν δύο παραλλήλων εὐθυγράμμων ἀγωγῶν.

Τοῦτο δύναται νὰ ἀποδειχθῇ, ἐάν δὲ κυκλικὸς ἀγωγὸς διαπεράσῃ καθέτως φύλλον χάρτου εἰς δύο σημεῖα κατὰ διάμετρον καὶ ἐπὶ τοῦ χάρτου ρίψωμεν ρινίσματα σιδήρου (σχ. 8·1ε).

Ἐάν, τέλος, διοχετεύσωμεν ρεῦμα δι' ἐνὸς πηνίου [σχ. 8·1 στ. (α)], τὸ δποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλὰς κυκλικὰς σπείρας, παραλλήλους, μονωμένας μεταξύ των καὶ εὐρισκομένας εἰς ἵσας μικρὰς ἀποστάσεις ἢ μία ἀπὸ τὴν ἀλλην, θὰ παρατηρήσωμεν διὰ τὰ μαγνητικὰ πεδία τῶν διαφόρων σπειρῶν συντίθενται διὰ νὰ δώσουν συνολικὸν μαγνητικὸν πεδίον ὡς τὸ τοῦ σχήματος



Σχ. 8·1 ε.



Σχ. 8·1 στ.

8·1στ (β). Αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ βαίνουν παραλλήλως εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ πηνίου καὶ εἰς ἵσας ἀποστάσεις μεταξύ των (δύοιόμορφον πεδίον), ἐνῶ καμπυλοῦνται ἔκτὸς τοῦ πηνίου, σχηματίζουσαι κλειστὰς καμπύλας, διπώς ἀκριβῶς συμβαίνει καὶ εἰς τοὺς μαγνήτας. Τὸ πηνίον, λοιπόν, ἔξομοιώνεται πρὸς μαγνήτην. Ἡ θέσις ἔξόδου τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν ἀπό τὸ πηνίον εἶναι ὁ βόρειος πόλος καὶ ἡ θέσις εἰσόδου αὐτῶν ἐντὸς τοῦ πηνίου εἶναι ὁ νότιος πόλος.

Διὰ τὴν εὑρεσιν τῆς κατευθύνσεως τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν εἰς ἕνα πηνίον, ἐφαρμόζομεν τὸν κανόνα τοῦ κοχλίου διὰ μίαν σπεῖραν, ὅπότε προσδιορίζομεν καὶ τὴν κατεύθυνσιν τοῦ συνολικοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἀπὸ τὴν διποίαν καθορίζεται καὶ ἡ θέσις τοῦ βορείου καὶ τοῦ νοτίου πόλου.

8·2 Ήλεκτρομαγνήται καὶ ἐφαρμογαὶ αὐτῶν.

Όπως εἴδομεν εἰς τὴν παράγραφον 7·2, ἐὰν εἰς μαγνητικὸν πεδίον τοποθετήσωμεν τεμάχιον ἀπὸ μαλακὸν σίδηρον, τοῦτο, λόγῳ τῆς μεγάλης μαγνητικῆς του διασπερατότητος, συγκεντρώνει μέγα πλῆθος μαγνητικῶν γραμμῶν ἐντὸς τῆς μάζης του. (*)

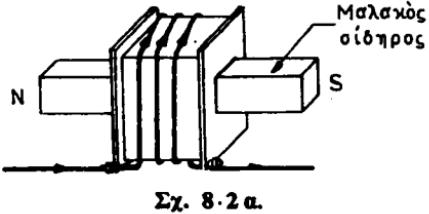
Εἰς τὴν θέσιν, λοιπόν, τοῦ τεμαχίου ἀπὸ μαλακὸν σίδηρον, τὸ δημιουργούμενον μαγνητικὸν πεδίον εἶναι πολὺ ἴσχυρότερον ἀπὸ τὸ μαγνητικὸν πεδίον ποὺ ὑπῆρχε πρὸ τῆς τοποθετήσεως τοῦ σίδηροῦ τεμαχίου (πύκνωσις τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν). Εἴδομεν ἐπίσης εἰς τὴν παράγραφον 8·1, διτὶ τὸ πηνίον συμπεριφέρεται καὶ ὡς μαγνήτης καὶ ἐπομένως, δταν διαρρέεται ἀπὸ ἡλεκτρικὸν ρεύμα, ἐλκεῖ τὰ μαγνητικά ύλικά. Ἡ ἐλκτικὴ δύναμις ποὺ ἀσκεῖ ἔνα πηνίον εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, δσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος, ποὺ ρέει διὰ τῶν σπειρῶν τοῦ πηνίου καὶ δσον περισσότεραι εἶναι αἱ σπεῖραι αὐταί. "Ἐτοι ἡ ἐλκτικὴ δύναμις ἐνὸς πηνίου (καὶ ἐπομένως ἡ ἐντασις τοῦ μαγνητικοῦ του πεδίου) εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ γινόμενον τῆς ἐντάσεως

* Ο μαλακὸς σίδηρος, διπὼς καὶ κάθε ἄλλον μαγνητικὸν ύλικόν, δταν εἰσέλθῃ ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου μαγνητίζεται (παράγρ. 7·1 καὶ σχ. 7·1γ), δηλαδὴ τὰ μόριά του προσανατολίζονται πρὸς τὴν κατεύθυνσιν τοῦ πεδίου (στοιχειώδεις μαγνήται), σχηματίζομένων ἔτσι μαγνητικῶν γραμμῶν εἰς τὸ ἐσωτερικόν, αἱ δποίαι συνδέονται μὲ τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ ἔξωτερικοῦ πεδίου, ποὺ κάμπτονται διὰ νά καταλήξουν εἰς τὸ τεμάχιον τοῦ μαλακοῦ σιδήρου. Τοῦτο δὲν συμβαίνει βεβαίως εἰς τὰ μὴ μαγνητικά ύλικά (χαλκός, δλουμίνιον).

τοῦ ρεύματος ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν σπειρῶν. Τὸ γινόμενον αὐτὸν καλεῖται ἀμπερελήγματα, διότι αἱ σπεῖραι καλοῦνται καὶ ἐλήγματα.

Ἐάν συνδυάσωμεν τὰς δύο αὐτὰς παρατηρήσεις καὶ τοποθετήσωμεν εἰς τὸ ἑσωτερικὸν ἐνὸς πηνίου σιδηρᾶν ράβδον, θὰ ἔχωμεν κατασκευάσει ἡλεκτρομαγνήτην (σχ. 8.2α).

Ἡ σιδηρᾶς ράβδος, ποὺ εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν καλεῖται πυρήνη, ἐνισχύει τὸ μαγνητικὸν πεδίον τοῦ πηνίου, μετατρεπομένη, μὲ τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος, εἰς τέλειον μαγνήτην.



Σχ. 8.2 α.

Οσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἔντασις, ποὺ διέρχεται ἀπὸ ὠρισμένον πηνίον, τόσον περισσότερα μόρια τοῦ σιδηροῦ πυρῆνος προσανατολίζονται καὶ, ἐπομένως, τόσον ἴσχυρότερον γίνεται τὸ μαγνητικὸν πεδίον. Ὄταν, δημοσιευτοῦν δλα τὰ μόρια τοῦ πυρῆνος, τότε λέγομεν δτι δ πυρήνη αὐτὸς ἔχει κορεσθῆ μαγνητικῶς καὶ δὲν ἐνισχύεται περισσότερον τὸ μαγνητικὸν πεδίον, ἐάν συνεχίσῃ νὰ αὔξανεται ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος.

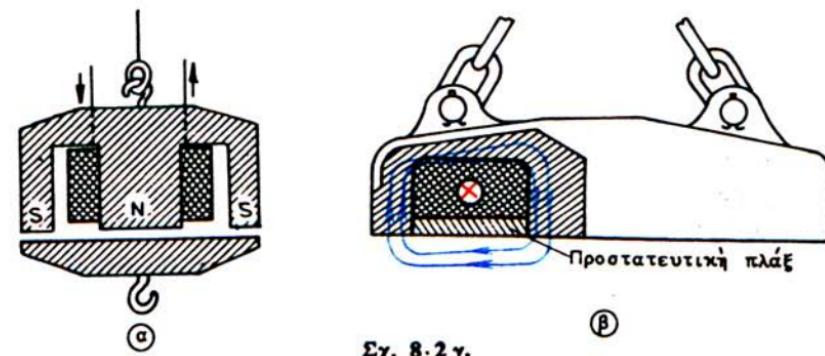
Όταν παύσῃ νὰ διέρχεται ρεῦμα διὰ τοῦ πηνίου, δ σιδηροῦς πυρήνη ἀπομαγνητίζεται σχεδὸν τελείως (πρᾶγμα ποὺ δὲν θὰ συνέβαινε, δπως γνωρίζομεν, ἐάν τὸ ύλικὸν τοῦ πυρῆνος ήτο χάλυψ). [Πλὴν τῶν μεθόδων ἀπομαγνήσεως ἐνὸς μονίμως μαγνητισθέντος σώματος, αἱ δποῖαι ἔξετεθησαν εἰς τὴν παράγραφον 7.2, ὑπάρχει καὶ ἡ ἀκόλουθος, ἡ δποία χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἀπομαγνήσιν ἐργαλείων, ὡρολογίων, κ.λπ. Τὸ πρὸς ἀπομαγνήσιν ἀντικείμενον τοποθετεῖται ἐντὸς πηνίου διαρρεομένου ὑπὸ ἐναλλασσομένου ρεύματος καὶ ἀνασύρεται ἀπὸ αὐτὸ βραδέως. Ἡ διαδικασία αὐτῇ ἐπαναλαμβάνεται, μέχρις δτου τὸ ἀντικείμενον ἀπομαγνητισθῇ πλήρως].

Οἱ ἡλεκτρομαγνῆται ἔχουν πολλάς ἔφαρμογάς εἰς τὴν τεχνικὴν καὶ κατασκευάζονται εἰς διάφορα μεγέθη καὶ μορφάς, ποὺ ἀποτελοῦν, δημοσιευτοῦν τῆς εἰς τὸ σχῆμα 8.2β βασικῆς μορφῆς, ἥτοι ἀποτελοῦνται : α) Ἀπὸ δύο σκέλη ἐκ σιδήρου, τὰ δποῖα συνδέονται μὲ ἓνα ζύγωμα, ὡστε νὰ σχηματίζουν πυρῆνα σχήματος π. β) Ἀπὸ δύο πηνία, ποὺ περιβάλλουν τὰ σκέλη τοῦ πυρῆνος καὶ συνδέονται κατὰ τρόπον, ὡστε μὲ τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος νὰ ἐμφανισθοῦν δύο ἀντί-

θετοι πόλοι είς τὰ ἄκρα τῶν σκελῶν καὶ γ) ἀπὸ τεμάχιον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, ποὺ καλεῖται ὅπλισμός τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου καὶ είναι

κινητόν, ἔρχεται δὲ εἰς ἑπαφὴν μὲ τοὺς πόλους τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου λόγῳ τῆς ἐλξεως, ποὺ δημιουργοῦν οἱ πόλοι μὲ τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος. Ὁ ὅπλισμός, ποὺ καλύπτει ὀλόκληρον τὴν ἐπιφάνειαν τῶν πόλων, δημιουργεῖ ἔνα κλειστὸν μαγνητικὸν κύκλωμα, ὥστε αἱ γραμμαὶ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου νὰ διέρχωνται μόνον διὰ μέσου σιδηρῶν μαζῶν, αἱ δποῖαι, δπως γνωρίζομεν, ἔχουν μεγάλην μαγνητικὴν διαπερατότητα καὶ ἐνισχύουν τὸ μαγνητικὸν πεδίον.

Οἱ ἡλεκτρομαγνῆται χρησιμοποιοῦνται δπου καὶ οἱ μόνιμοι μαγνῆται (παράγρ. 7·2), μὲ δυνατότητας, δμως, ἔξασκήσεως πολὺ μεγαλυτέρων δυνάμεων, καθὼς καὶ εἰς διαφόρους ἀλλοις τομεῖς τῆς τεχνικῆς. Ἔτσι, διὰ τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν είναι δυνατὴ ἡ ἀνύψωσις βαρῶν



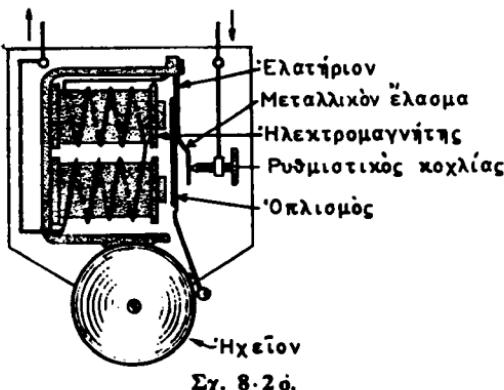
Σχ. 8·2 γ.

πολλῶν τόνων (ἀντικείμενα ἐκ σιδηρομαγνητικῶν ὄλικῶν). Εἰς τὸ σχῆμα 8·2γ φαίνονται δύο ἡλεκτρομαγνῆται ἀνυψώσεως βαρῶν, οἱ δποῖοι ἔχουν σχῆμα χύτρας. Ὁ ἔνας ἡλεκτρομαγνήτης [σχ. 8·2 γ (α)] ἔχει τὸ ἔνα σκέλος τοῦ πυρῆνος, τὸ δποῖον περιβάλλεται ἀπὸ τὸ πηνίον, εἰς τὸν ἀξονα, ἐνῶ τὸ ἄλλο σκέλος ἔχει σχῆμα κοίλου κυλίνδρου καὶ περιβάλλει τὸ πηνίον. Ὁ ἄλλος ἡλεκτρομαγνήτης [σχ. 8·2 γ (β)] ἔχει

ένα περίβλημα άπό χυτοσίδηρον, έντος του όποιου είναι τοποθετημένος ο πυρήνας και τὸ πηνίον, διά τὴν προστασίαν του όποιου, έναντι έκτινασσομένων σιδηρῶν τεμαχίων, ὑπάρχει μία πλάξη άπό μή μαγνητικὸν ύλικόν. Ἐπειδή, ὅταν παύσῃ νὰ διέρχεται ρεῦμα διὰ τοῦ πηνίου, ο διπλισμὸς ἢ τὸ ἀνυψούμενον φορτίον δὲν ἀπομαγνητίζονται τελείως ἀμέσως (παραμένων μαγνητισμός), τὸ φορτίον δὲν ἀποσπᾶται ταχέως. Διὰ τὴν ταχεῖαν ἀπόσπασιν τοῦ φορτίου άπό τὸν ἡλεκτρομαγνήτην, εἰς τοὺς ἡλεκτρομαγνήτας ἀνυψώσεως βαρῶν, ποὺ τροφοδοτοῦνται πάντοτε μὲ συνεχὲς ρεῦμα, ὑπάρχει διάτοξις ἀντιστροφῆς τῶν πόλων.

Οἱ ἡλεκτρομαγνήται χρησιμοποιοῦνται, ἐπίσης, εἰς τὴν κατασκευὴν συνδέσμων (ἡλεκτρομαγνητικοὶ σύνδεσμοι), ποὺ χρησιμεύουν εἰς τὴν μετάδοσιν ροπῶν στρέψεως, εἰς τὴν κατασκευὴν ἡλεκτρομαγνητικῶν φρένων διὰ τὴν ταχεῖαν πέδησιν (φρενάρισμα) κινητήρων, εἰς τὴν κατασκευὴν διατάξεων ἰσχυρᾶς συγκρατήσεως τεμαχίων ἐκ μαγνητικοῦ ύλικοῦ πρὸς κατεργασίαν εἰς ἔργα λειμηχανὰς κ.λπ.

Ἄλλῃ ἔφαρμογή τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν είναι οἱ ἡλεκτρικοὶ κώδωνες. Οἱ ἡλεκτρικοὶ κώδωνες ἀποτελοῦνται άπό ἡλεκτρομαγνήτην (σχ. 8·2δ), τοῦ όποιου ο διπλισμὸς διατηρεῖται εἰς ὠρισμένην ἀπόσπασιν άπό τοὺς πόλους του μὲ τὴν βοήθειαν ἐλαστηρίου. Ἐπὶ τοῦ διπλισμοῦ είναι στερεωμένον μικρὸν μεταλλικὸν ἔλασμα. Τοῦτο εύρισκεται ἐν ἐπαφῇ μὲ κοχλίσιν ρυθμισεως,



Σχ. 8·2δ.

ὅταν δὲν λειτουργῇ ο κώδων (δὲν διέρχεται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα άπό τὸν ἡλεκτρομαγνήτην). Ὁταν διέλθῃ ρεῦμα άπό τὸ κύκλωμα, τοῦτο θὰ περάσῃ άπό τὸν ρυθμιστικὸν κοχλίαν, άπό τὸ ἔλασμα ποὺ εύρισκεται ἐν ἐπαφῇ μὲ τὴν αίχμην του, άπό τὸν διπλισμὸν καὶ τὸ ἐλαστηρίον συγκρατήσεως του καὶ, τέλος, άπό τὰς σπείρας τῶν πηνίων τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου. Ο πυρήνας τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου μαγνητίζόμενος ἔλκει τὸν διπλισμὸν του, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ παύσῃ καὶ ἡ ἐπαφὴ μεταξὺ τοῦ μικροῦ ἔλάσματος καὶ τῆς αίχμης τοῦ ρυθμιστικοῦ

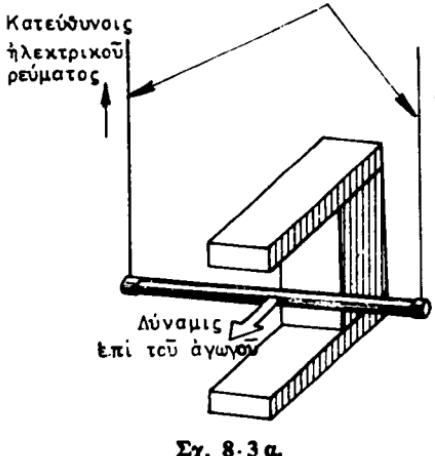
κοχλίου, δπότε τὸ ἡλεκτρικὸν κύκλωμα διακόπτεται. Μὲ τὴν διακοπὴν τοῦ κυκλώματος, δὲν κυκλοφορεῖ ρεῦμα διὰ τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου, δ ὅπλισμός του ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικήν του θέσιν μὲ τὴν δύναμιν τοῦ ἔλαστηρίου, δπότε, καὶ τὸ μικρὸν ἔλασμα ἐφάπτεται πάλιν μὲ τὸν ρυθμιστικὸν κοχλίαν καὶ κλείει, ἐκ νέου, τὸ ἡλεκτρικὸν κύκλωμα, ἐπαναλαμβανομένης ἔτσι ὀλης τῆς διαδικασίας ἀπὸ τὴν ἀρχήν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον δ ὅπλισμός τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου κινεῖται παλινδρομικῶς μὲ ταχύτητα, ποὺ ρυθμίζεται ἀπὸ τὸν ρυθμιστικὸν κοχλίαν, δ ὅποιος, μετακινούμενος, ἔλασττώνει ἢ αὔξάνει τὴν ἀπόστασιν τοῦ ὅπλισμοῦ ἀπὸ τοὺς πόλους καὶ τὸ μῆκος τῆς συνολικῆς διαδρομῆς του. Ἐπὶ τοῦ ὅπλισμοῦ είναι στερεωμένη μικρὰ σφῦρα, ἢ ὅποια προσκρούει ἐπὶ μεταλλικοῦ ἥχείου (καμπανάκι) κάθε φοράν ποὺ ἔλκεται δ ὅπλισμός.

Οἱ ἡλεκτρομαγνῆται εύρισκουν μεγάλην ἐφαρμογὴν καὶ εἰς τὸν τομέα τῆς ἡλεκτρικῆς προστασίας (παράγρ. 17·3).

8·3 Ἀγωγὸς καὶ πηνία διαρρεόμενα ὑπὸ ρεύματος ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου.

"Οπως είναι γνωστὸν ἀπὸ τὴν Φυσικήν, εἰς τὸν ἡλεκτρομαγνητισμὸν μελετῶνται τόσον αἱ ἐπιδράσεις τῶν ρεύμάτων ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν ἀνάρτησις τῶν δσον καὶ αἱ ἐπιδράσεις τῶν μαγνητῶν ἐπὶ τῶν ρεύμάτων.

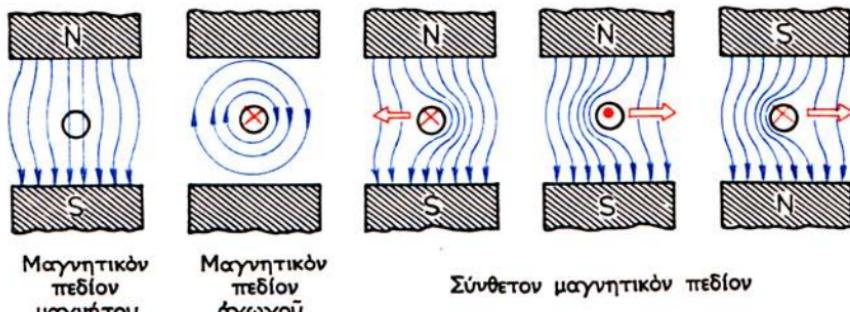
Κινητὴ ἀνάρτησις τῶν δσον καὶ αἱ ἐπιδράσεις τῶν μαγνητῶν ἐπὶ τῶν ρεύμάτων.



"Ἐτσι, εἰς τὴν παράγραφον 8·1 π.χ. εἴδομεν, δτι ἀγωγὸς διαρρεόμενος ὑπὸ ρεύματος δημιουργεῖ περὶ αὐτὸν μαγνητικὸν πεδίον καὶ ἐπιδρᾶ ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Ἐάν, ἢδη, θέσωμεν ἀγωγὸν ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐνὸς μαγνήτου μὲ τὴν βοήθειαν τῆς διαστάξεως τοῦ σχήματος 8·3α, θὰ παρατηρήσωμεν δτι, δσον δὲν διέρχεται ρεῦμα διὰ τοῦ ἀγωγοῦ, τὸ μαγνητικὸν πεδίον τοῦ μαγνήτου

ούδεμίσιαν ἐπίδρασιν ἔχει ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ. Μόλις δμως διέλθῃ ρεῦμα, δσκεῖται ὠρισμένη δύναμις ἐπ' αὐτοῦ, ἢ ὅποια τὸν ἀναγκάζει νὰ

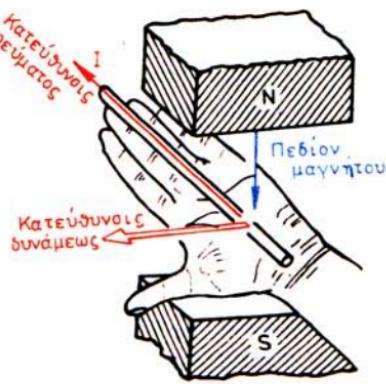
άποκλίνη άπό τήν θέσιν ισορροπίας του (τήν κατακόρυφον). Ή κατεύθυνσις τῆς δυνάμεως, και ἐπομένως τῆς άποκλίσεως, ἔχαρταται ἀπό τήν κατεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ μαγνήτου και ἀπό τήν κατεύθυνσιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος (τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ ρεύματος). Ή ἐμφάνισις τῆς δυνάμεως, ποὺ προκαλεῖ τήν άποκλι-



Σχ. 8·3β.

σιν τοῦ ἀγωγοῦ, ἔξηγεῖται, ἐὰν ἐνθυμηθῶμεν τὰς ίδιότητας τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν (παράγρ. 8·1) και ἐάν, συνθέτοντες τὸ μαγνητικὸν πεδίον τοῦ ἀγωγοῦ μὲ τὸ μαγνητικὸν πεδίον τοῦ μαγνήτου, σχηματίσωμεν τὸ σύνθετον μαγνητικὸν πεδίον, δπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 8·3β.

Ἡ κατεύθυνσις τῆς δυνάμεως, ποὺ ἀσκεῖται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ, δύναται νὰ εὐρεθῇ πρακτικῶς μὲ τήν βοήθειαν τοῦ κανόνος τῆς ἀριστερᾶς χειρού. Συμφώνως πρὸς τὸν κανόνα αὐτὸν, ἐὰν τοποθετήσωμεν τήν ἀριστερὰν χεῖρα κατά τρόπον, ὥστε αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ τοῦ πεδίου τοῦ μαγνήτου νὰ κατευθύνωνται ἐκ τοῦ βορείου πόλου καθέτως πρὸς τήν ἑσωτερικὴν ἐπιφάνειαν τῆς παλάμης και οἱ τέσσαρες τεταμένοι δάκτυλοι νὰ κατευθύνωνται πρὸς τήν κατεύθυνσιν τοῦ ρεύματος, διεγάλος δάκτυλος, τεταμένος, θὰ δεικνύῃ τήν κατεύθυνσιν τῆς δυνάμεως, ποὺ ἀσκεῖται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ (σχ. 8·3γ). [Δύναμις ἐπὶ ρευματοφόρου ἀγωγοῦ, τοποθετουμένου ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου μα-



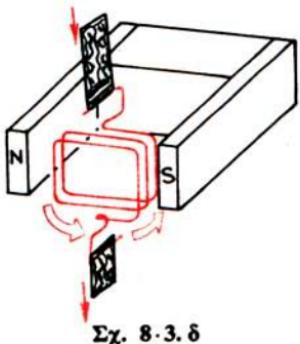
Σχ. 8·3γ.

γνήτου, ἀσκεῖται, ἐφ' ὅσον δὲ ἀγωγὸς τοποθετηθῇ καθέτως πρὸς τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς καὶ δχι παραλλήλως πρὸς αὐτάς. Ἡ δύναμις αὐτὴ εἶναι κάθετος τόσον πρὸς τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ πεδίου τοῦ μαγνήτου, ὅσον καὶ πρὸς τὸν ἀγωγόν, καὶ εἶναι τόσον μεγαλυτέρα,

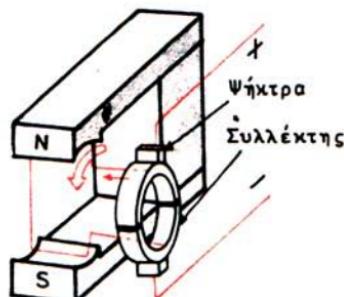
ὅσον μεγαλύτερον εἶναι τὸ ρεῦμα, ὅσον Ισχυρότερον εἶναι τὸ μαγνητικὸν πεδίον καὶ δον μεγαλύτερον μῆκος τοῦ ἀγωγοῦ εύρισκεται ἐντὸς τοῦ πεδίου.] Ἐάν, ἀντὶ ἀγωγοῦ, θέσωμεν πηνίον ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου μαγνήτου, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 8.3δ, τότε ἐπ' αὐτοῦ θὰ ἀναπτυχθῇ ροπὴ στρέψεως, ἡ δοποίᾳ ἔξηγείται, ὡς καὶ προηγουμένως, ἐάν ἔξετάσωμεν τὸ δημιουργούμενον σύνθετον μαγνητικὸν πεδίον. Εἰς κάθε σπείραν τοῦ πηνίου ἐπενεργοῦν δύο δυνάμεις, ὅπως ἔξηγήσαμεν προ-

προγουμένως, μία εἰς κάθε πλευρὰν αὐτῆς, κάθετοι πρὸς τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ πεδίου τοῦ μαγνήτου. Αἱ δύο αὗται δυνάμεις δημιουργοῦν ζεῦγος δυνάμεων, ποὺ προκαλεῖ τὴν περιστροφὴν τῆς σπείρας. Μὲ κάθε σπείραν τοῦ πηνίου περιστρέφεται ταυτοχρόνως καὶ δλόκληρον τὸ πηνίον. Ἡ περιστροφὴ τοῦ πηνίου σταματᾶ, ὅταν τοῦτο ἔλθῃ εἰς θέσιν, ὡστε τὸ μαγνητικὸν του πεδίου νὰ εἶναι παράλληλον πρὸς τὸ πεδίον τοῦ μαγνήτου.

Ἡ περιστροφὴ μιᾶς σπείρας, συνεπῶς καὶ ἐνδὸς πηνίου, εἶναι δυνατὸν νὰ μὴ σταματᾶ, ἐάν συνδέσωμεν τὴν ἀρχήν της μὲ ἡμιδακτύλιον ἐκ χαλκοῦ καὶ τὸ τέλος της μὲ ἄλλον ἡμιδακτύλιον ἐκ χαλκοῦ, δὲ δοποῖος εἶναι ἡλεκτρικῶς μονωμένος ἀπὸ τὸν πρῶτον καὶ σχηματίζει μὲ αὐτὸν πλήρη δακτύλιον (σχ. 8.3ε). Τὸ πλήρες σύστημα ἀποτελεῖ τὴν ἀπλῆν μορφὴν συλλέκτου (παράγρ. 12.1). Ὁ συλλέκτης περιστρέφεται μαζὶ μὲ τὴν σπείραν. Τὸ συνεχὲς ρεῦμα, ποὺ τροφοδοτεῖ τὴν σπείραν, διέρχεται διὰ μέσου αὐτοῦ, ἀφοῦ προηγουμένως διέλθῃ ἀπὸ δύο σταθερὰ πρισματικὰ ἀγώγιμα τεμάχια



Σχ. 8.3δ



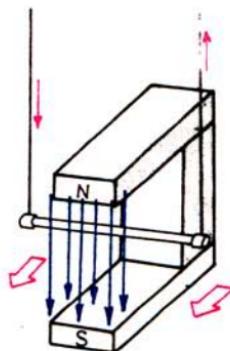
Σχ. 8.3ε.

(άπό άνθρακα), πού έφάπτονται συνεχῶς μὲ τὸν συλλέκτην καὶ καλοῦνται ψῆκτρα (παράγρ. 12·1). "Οταν ἡ σπείρα περιστρεφομένη ὑπερβῇ δλίγον, λόγω ὀδρανείας, τὴν θέσιν εἰς τὴν ὅποιαν παύει ἡ περιστροφή, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ συλλέκτου ἀντιστρέφεται ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος. Οὕτως εἰς τὴν περιοχὴν κάθε πόλου τοῦ μαγνήτου εύρισκεται πάντοτε μία πλευρὰ τῆς σπείρας μὲ τὴν αὐτὴν φορὰν ρεύματος, ὅποτε ἡ περιστροφὴ συνεχίζεται. Ἡ διάταξις αὐτὴ χρησιμοποιεῖται εἰς τοὺς ἡλεκτρικοὺς κινητῆρας συνεχοῦς ρεύματος, ὅπως θὰ ἴδωμεν εἰς τὴν παράγραφον 12·1, ὅπου ἐπάνω εἰς ἓνα κυλινδρικὸν πυρῆνα ἀπὸ σίδηρον (διὰ τὴν ἐνίσχυσιν τοῦ πεδίου) στερεώνονται πολλαὶ σπείραι (ποὺ κάνουν ίσχυροτέραν τὴν ροπὴν στρέψεως καὶ ὁμαλωτέραν τὴν περιστροφήν), αἱ ἔπωϊαι συνδέονται μὲ τὸν συλλέκτην.

8.4 Παραγωγή ρεύματος έξι έπαγωγῆς.

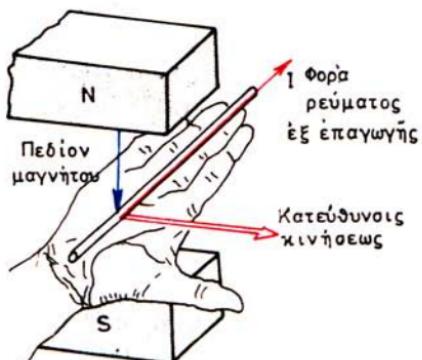
'Εὰν θέσωμεν ἕνα ἀγωγὸν ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου μαγνήτου, ὅπως εἴδομεν καὶ εἰς τὴν παράγραφον 8·3, καὶ μετακινήσωμεν τὸν ἀγωγὸν αὐτὸν οὕτως, ὥστε νὰ τέμνῃ τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι κατὰ τὴν μετακίνησιν δημιουργεῖται εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ἀγωγοῦ διαφορὰ δυναμικοῦ (ἡλεκτρική τάσις). Ἡ ἡλεκτρικὴ αὐτὴ τάσις καλεῖται τάσις ἐξ ἐπαγωγῆς καὶ τὸ φαινόμενον ἡλεκτρομαγνητικὴ ἐπαγωγὴ (σχ. 8·4α).

Τὸ ἀνωτέρω φαινόμενον εἶναι ἀκριβῶς ἀντίθετον ἀπὸ τὸ φαινόμενον, ποὺ ἔξητάσαμεν εἰς τὴν παράγραφον 8·3. 'Εκεī ἡ διέλευσις ρεύματος διὰ μέσου ἀγωγοῦ, τοποθετημένου καθέτως πρὸς τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ πεδίου ἐνὸς μαγνήτου, εἶχεν ὡς ἀποτέλεσμα τὴν μετακίνησιν τοῦ ἀγωγοῦ καθέτως πρὸς τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς. Ἐδῶ ὅμως ἡ κίνησις τοῦ ἀγωγοῦ πρὸς τὴν αὐτὴν κατεύθυνσιν (ώσαν νὰ θέλωμεν νὰ κόψωμεν, μὲ τὸν ἀγωγόν, τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς) ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νὰ ἐμφανισθῇ, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς κινήσεως, τάσις ἐξ ἐπαγωγῆς, δηλαδή, ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις. Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ αὐτὴ δύναμις προκαλεῖ, ὅταν κλείσωμεν τὸ κύκλωμα, τὴν ροὴν ρεύματος διὰ μέσου τοῦ ἀγωγοῦ, τοῦ ὅποιου ἡ διεύθυνσις εύρισκεται μὲ τὸν κανόνα τῆς δεξιᾶς χειρός. Συμφώνως πρὸς τὸ κανόνα αὐτὸν, ἐὰν τοπο-



Σχ. 8·4 α.

θετήσωμεν τὴν δεξιάν χεῖρα οὔτως, ὥστε αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ τοῦ πεδίου τοῦ μαγνήτου νὰ κατευθύνωνται ἐκ τοῦ βορείου πόλου καθέτως πρὸς τὴν ἑσωτερικὴν ἐπιφάνειαν τῆς παλάμης καὶ ὁ μεγάλος δάκτυλος, τεταμένος, νὰ κατευθύνεται πρὸς τὴν κατεύθυνσιν τῆς κινήσεως, οἱ τέσσαρες τεταμένοι δάκτυλοι θὰ δεικνύουν τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος ἐξ ἐπαγωγῆς (σχ. 8·4β). Βλέπομεν, λοιπόν, ὅτι ἡ κίνησις ἀγωγῶν

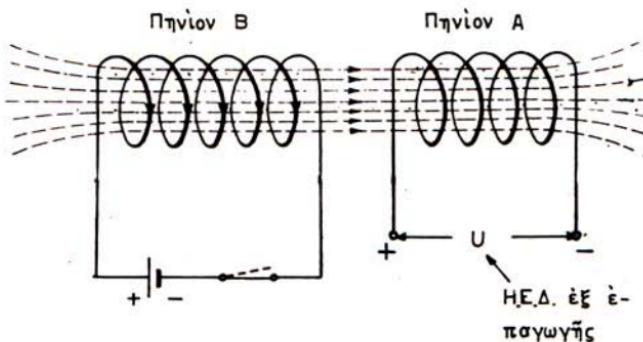


Σχ. 8·4β.

ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου δημιουργεῖ ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν, τῆς ὅποιας ἡ φορὰ ἔξαρτᾶται ἐκ τῆς κατεύθυνσεως τῆς κινήσεως καὶ ἐκ τῆς κατεύθυνσεως τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ἡ ἐξ ἐπαγωγῆς τάσις είναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον μεγαλυτέρα είναι ἡ ταχύτης τοῦ κινουμένου ἀγωγοῦ, ὅσον Ισχυρότερον είναι τὸ μαγνητικὸν πεδίον καὶ ὅσον μεγαλύτερον είναι τὸ μῆκος τοῦ ἀγωγοῦ, ποὺ εύρισκεται ἐντὸς τοῦ πεδίου. Τάσις ἐξ ἐπαγωγῆς ἐμφανίζεται καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὅποιαν δὲν κινεῖται ὁ ἀγωγός, ἀλλὰ κινεῖται ὁ μαγνήτης ὡς πρὸς τὸν ἀγωγόν, διότι καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν τέμνονται ὑπὸ τοῦ ἀγωγοῦ μαγνητικαὶ γραμμαὶ. Ἡ ίδια τάσις, ἀναπτύσσεται ἐπίσης καὶ εἰς τὰς σπείρας ἐνὸς πηνίου, δταν τοῦτο περιστρέφεται ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν μεταβάλλεται τὸ πλῆθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ ὅποιαι περιβάλλονται ἀπὸ τὰς σπείρας τοῦ πηνίου. Ἡ παραγωγὴ ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως (H.E.D.) ἐξ ἐπαγωγῆς χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κατασκευὴν ἡλεκτρικῶν γεννητριῶν (Κεφάλ. 12 καὶ 13), ὅπου ἐπάνω εἰς ἓνα κυλινδρικὸν πυρῆνα στερεώνονται πολλαὶ σπείραι, ποὺ συνδέονται καταλλήλως, ὥστε νὰ προστίθενται αἱ ἀναπτυσσόμεναι H.E.D.

Τὸ φαινόμενον τῆς παραγωγῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς δὲν παρατηρεῖται, ὡς εἶναι φυσικόν, μόνον ἐντὸς μαγνητικῶν πεδίων μαγνητῶν, ἀλλὰ καὶ ἐντὸς μαγνητικῶν πεδίων προερχομένων ἐκ τῆς ροῆς ἡλεκτρικῶν ρευμάτων. Ἐτσι, ἐὰν τοποθετήσωμεν πηνίον Α πλησίον ἐνὸς δλλου πηνίου Β, ποὺ δύναται νὰ συνδέεται μὲ πηγὴν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, κάθε φορὰν ποὺ συνδέεται τὸ πηνίον τοῦτο μὲ

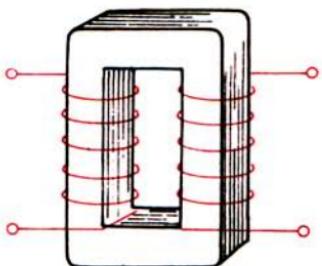
τὴν πηγὴν καὶ διέρχεται δι' αὐτοῦ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα (ἀνάπτυξις μαγνητικοῦ πεδίου), ἐμφανίζεται, στιγμιαίως, εἰς τὸ πηνίον Α ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις έξι έπαγωγῆς. Αὐτὸ δόφειλεται εἰς τὸ ὅτι, ἐνῶ αἱ σπεῖραι τοῦ πηνίου Α δὲν περιέβαλον οὐδεμίαν μαγνητικὴν γραμμήν, αἰφνιδίως περιβάλλουν μερικὰς ἀπὸ τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ πεδίου



Σχ. 8·4γ.

τοῦ πηνίου B. Ἡ μεταβολή, λοιπόν, τοῦ πλήθους τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, ὡς ἀνεφέρθη, είναι αἰτίᾳ ἐμφανίσεως ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως έξι έπαγωγῆς, ἡ ὅποια, ὅμως, διαρκεῖ ὅσον διαρκεῖ καὶ ἡ μεταβολὴ ποὺ τὴν προκαλεῖ (σχ. 8·4γ). Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις έξι έπαγωγῆς ἀναπτύσσεται, ἐπίσης: Στιγμιαίως εἰς τὸ πηνίον Α, ὅταν τὸ πηνίον B, τὸ διποϊον δημιουργεῖ τὸ μαγνητικὸν πεδίον, ἀποσυνδέεται ἀπὸ τὴν πηγὴν (αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ ἔλασττώνονται ἀποτόμως μέχρι μηδενισμοῦ), ἢ, ὅταν αὔξομειώνεται ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, ποὺ διέρχεται ἀπὸ τὸ πηνίον αὐτὸ (αὔξομείωσις τοῦ πλήθους τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν).

Οταν τὰ πηνία A καὶ B, είναι τυλιγμένα γύρω ἀπὸ κοινὸν σιδηροῦν πυρῆνα, ὅπως εἰς τὸ σχῆμα 8·4δ, δλαι σχεδὸν αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ τοῦ πεδίου τοῦ ἐνὸς πηνίου διέρχονται διὰ μέσου τοῦ σιδηροῦ πυρῆνος καὶ, ἐπομένως, περιβάλλονται ἀπὸ τὰς σπείρας τοῦ ἄλλου πηνίου. Ἡ τάσις έξι έπαγωγῆς, ποὺ ἀναπτύσσεται εἰς τὸ πηνίον τοῦτο, είναι τόσον μεγαλύ-



Σχ. 8·4δ.

τέρα, ὃσον μεγαλύτερον είναι τὸ πλῆθος τῶν σπειρῶν του καὶ ὃσον ταχυτέρα είναι ἡ μεταβολὴ τοῦ πλήθους τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ πεδίου τοῦ ἄλλου πηνίου. Ἡ τάσις ἔξ ἐπαγωγῆς, ποὺ ἀναπτύσσεται εἰς ἕνα πηνίον, είναι τὸ ἄθροισμα τῶν τάσεων ἔξ ἐπαγωγῆς, αἱ δποῖαι ἀναπτύσσονται εἰς κάθε σπείραν του.

Ἐφαρμογὴν τοῦ φαινομένου τῆς ἐπαγωγῆς ἀποτελεῖ ὁ πολλαπλασιαστής, ποὺ χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ αὐτοκίνητα διὰ τὴν παραγωγὴν μεγάλων τάσεων, πρὸς δημιουργίαν ἡλεκτρικῶν σπινθήρων εἰς τοὺς σπινθηριστάς (μπουζί). Ὁ πολλαπλασιαστής ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο πηνία τυλιγμένα ἐπάνω εἰς κοινὸν πυρῆνα (σχ. 8.4δ). Τὸ ἔνα πηνίον συνδέεται καὶ ἀποσυνδέεται διαδοχικῶς (μέσω διακόπτου) μὲ τὴν συστοιχίαν συσσωρευτῶν (μπαταρίαν) τοῦ αὐτοκινήτου, ποὺ είναι πηγὴ συνεχοῦς ρεύματος μικρᾶς τάσεως (π.χ. 6 V ἢ 12 V). Εἰς τὸ ἄλλον πηνίον ἀναπτύσσεται μεγάλη τάσις ἔξ ἐπαγωγῆς (εἰς κάθε σύνδεσιν καὶ ἀποσύνδεσιν), διότι ἀποτελεῖται ἀπὸ πάρα πολλὰς σπείρας. Κάθε φορὰν ποὺ ἀναπτύσσεται ὑψηλὴ τάσις (μερικαὶ χιλιάδες βόλτ) εἰς τὰ ἄκρα τοῦ πηνίου, ποὺ συνδέονται μὲ τοὺς σπινθηριστάς, ἐκσπᾶ ἡλεκτρικὸς σπινθήρ.

Ἄλλη συσκευή, δμοία μὲ τὴν τοῦ σχήματος 8.4δ, χρησιμοποιεῖται διὰ τὸν μετασχηματισμὸν τάσεως ὥρισμένης τιμῆς εἰς τάσιν ἀλλης τιμῆς καὶ καλεῖται μετασχηματιστής (Κεφάλ. 14). Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν τὸ ἔνα πηνίον δὲν συνδέεται καὶ ἀποσυνδέεται διαδοχικῶς ἀπὸ τὴν πηγὴν, ἀλλὰ τροφοδοτεῖται χωρὶς διακοπὰς ἀπὸ μίαν πηγὴν, ἡ δποίᾳ, ὅμως, είναι ἐναλλασσομένου ρεύματος. Ἔτσι, τὸ μαγνητικὸν πεδίον, ποὺ δημιουργεῖται, αὐξομειώνεται συνεχῶς, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἀναπτύσσεται συνεχῶς εἰς τὸ ἄλλον πηνίον τάσις ἔξ ἐπαγωγῆς, ποὺ θὰ αὐξομειώνεται καὶ αὐτὴ συνεχῶς (ἐναλλασσομένη τάσις).

Μὲ τὴν μεταβολὴν τοῦ πλήθους τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν ἐνὸς πεδίου, τάσις ἔξ ἐπαγωγῆς δὲν δημιουργεῖται μόνον εἰς τὰς σπείρας, ποὺ εύρισκονται ἐντὸς τοῦ πεδίου, ἀλλὰ καὶ εἰς τοὺς σιδηροῦς πυρῆνας ποὺ εύρισκονται ἐντὸς αὐτοῦ. Ὁ σιδηροῦς πυρήν, ὡς ἀγώγιμον σῶμα, δύναται νὰ θεωρηθῇ, δτι ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλὰς κλειστὰς σπείρας, ἐντὸς τῶν δποίων θὰ κυκλοφορήσουν ρεύματα ἔξ ἐπαγωγῆς. Τὰ ρεύματα αὐτὰ καλοῦνται δινορρεύματα, διότι κυκλοφοροῦν ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ πυρῆνος, χωρὶς νὰ ἀκολουθοῦν κανένα καθωρισμένον δρόμον. Τὰ δινορρεύματα, ἐπειδὴ δὲν συναντοῦν μεγάλην ἡλεκτρικὴν ἀντίστα-

σιν είς τὴν ἀγώγιμον μᾶζαν τοῦ πυρῆνος, εἶναι σημαντικὰ καὶ ἔχουν ὡς ἀποτέλεσμα τὴν θέρμανσιν τοῦ σιδηροῦ πυρῆνος (παράγρ. 15·1).

8.5 Αύτεπαγωγή.

Τάσις ἔξ ἐπαγωγῆς εἰς ἓνα πηνίον δὲν ἀναπτύσσεται μόνον, ὅταν αἱ σπεῖραι του περιβάλλουν τὰς μεταβαλλομένας εἰς πλῆθος μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ πεδίου ἐνὸς μαγνήτου ἢ ἐνὸς ἄλλου πηνίου, ἀλλὰ καὶ ὅταν περιβάλλουν τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ πεδίου ποὺ δημιουργεῖται ἀπὸ τὸ ἴδιον τὸ πηνίον, ἐὰν διέλθῃ δ' αὐτοῦ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Διὰ τὸν λόγον αὐτόν, ἐὰν συνδέσωμεν πηνίον μὲ πηγὴν (συνεχοῦς ρεύματος), τὴν στιγμὴν ἀκριβῶς τῆς συνδέσεως, ὅπότε αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ ἀναπτύσσονται μὲ τὴν δίοδον τοῦ ρεύματος, δημιουργεῖται τάσις ἔξ ἐπαγωγῆς, τῆς ὅποιας ἡ φορὰ εἶναι ἀντίθετος τῆς φορᾶς τῆς τάσεως τῆς πηγῆς. Ἐπειδὴ ἡ τάσις αὐτὴ ἔξ ἐπαγωγῆς ὀφείλεται εἰς τὸ μαγνητικὸν πεδίον τοῦ ἴδιου τοῦ πηνίου, καλεῖται εἰδικώτερον τάσις ἔξ αὐτεπαγωγῆς. Τὴν στιγμὴν τῆς συνδέσεως μὲ τὴν πηγὴν ἡ τάσις ἔξ αὐτεπαγωγῆς εἶναι ἵστη, κατὰ μέγεθος, μὲ τὴν τάσιν τῆς πηγῆς, ὅπότε, ἐπειδὴ ἔχει ἀντίθετον φοράν, ἔχουνδετερώνει τὴν τάσιν τῆς πηγῆς καὶ ἔτσι τὸ ρεῦμα τὴν πρώτην στιγμὴν εἶναι μηδέν. Ἀμέσως μετὰ ὅμως ἡ μεταβολὴ τοῦ πλήθους τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ πεδίου ἐλαττώνεται μέχρι μηδενισμοῦ, ὅπότε καὶ ἡ τάσις ἔξ αὐτεπαγωγῆς ἐλαττώνεται, μέχρις ὅτου μηδενισθῇ. Τὸ ρεῦμα, λοιπόν, αὔξανεται ἀπὸ τὴν ἀρχικὴν μηδενικὴν τιμὴν μέχρι τὴν τελικὴν μόνιμον τιμὴν του, ποὺ δίδεται ἀπὸ τὸν τύπον τοῦ νόμου τοῦ "Ωμ.

Ἡ τάσις ἔξ αὐτεπαγωγῆς ἔξαρταται ἀπὸ τὸ μαγνητικὸν πεδίον ποὺ δημιουργεῖται εἰς κάθε πηνίον, ὅταν διέρχεται δι' αὐτοῦ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα· τὸ μαγνητικὸν πεδίον ἔξ ἄλλου ἔξαρταται ἀπὸ τὴν μορφὴν τοῦ πηνίου, δηλαδὴ ἀπὸ τὸ ἐὰν περιέχῃ σιδηροῦν πυρῆνα ἢ δχι κ.λπ. Κάθε πηνίον λοιπὸν ἥ, γενικώτερον, κάθε κύκλωμα, χαρακτηρίζεται ἀπὸ ἓνα μέγεθος, ποὺ καλεῖται αὐτεπαγωγὴ καὶ μετρεῖται μὲ μονάδας, ποὺ ὄνομάζονται ἀνρὸν (ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ ἀμερικανοῦ φυσικοῦ Hengy).

"Ἐνα πηνίον ἔχει αὐτεπαγωγὴν 1 ἀνρὸν, ἐὰν ἀναπτύσσεται εἰς αὐτὸ τάσις 1 βόλτη, ὅταν διαρρέεται ἀπὸ ρεῦμα ποὺ μεταβάλλεται (αὔξανεται ἢ ἐλαττώνεται) κατὰ 1 ἀμπελὸν ἀνὰ δευτερόλεπτον.

Ως σύμβολον τῆς μονάδος ἀνρὸν χρησιμοποιεῖται τὸ κεφαλαῖον λατινικὸν γράμμα H. Τὸ φαινόμενον τῆς αὐτεπαγωγῆς δὲν παρουσιά-

ζεται, βεβαιώς, μόνον κατά τήν σύνδεσιν τοῦ πηνίου μὲ τήν πηγὴν ἀλλὰ καὶ κατά τήν ἀποσύνδεσιν ἀπὸ αὐτήν. Εἰς τήν τελευταίαν αὐτήν περίπτωσιν ἡ ἀναπτυσσομένη τάσις ἔξ αὐτεπαγωγῆς ἔχει τήν αὐτήν φορὰν μὲ τήν τάσιν τῆς πηγῆς.

8·6 Έρωτήσεις.

1. Πῶς προσδιορίζεται ἡ κατεύθυνσις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ποὺ σχηματίζεται περὶ ρευματοφόρων ἀγωγῶν;
2. Τί δυνάμεις διαπιπτύσσονται μεταξὺ δύο παραλλήλων ἀγωγῶν, ποὺ διαρρέουνται ἀπὸ ρεύματα τῆς αὐτῆς φορᾶς, καὶ τί δυνάμεις μεταξὺ δύο παραλλήλων ἀγωγῶν διαρρεομένων ἀπὸ ρεύματα ἀντιθέτου φορᾶς;
3. Τί είναι τὰ ἀμπελίγματα;
4. Ἀπὸ τί ἀποτελεῖται βασικῶς ὁ ηλεκτρομαγνήτης καὶ πῶς κατασκευάζεται εἰς τήν πρᾶξιν;
5. Ποίος ὁ προορισμὸς τοῦ σιδηροῦ πυρῆνος εἰς τοὺς ηλεκτρομαγνήτας;
6. Πῶς προσδιορίζεται ὁ βρόειος καὶ ὁ νότιος πόλος εἰς τὸ πηνίον;
7. Ἀναφέρατε τὰς κυριωτέρας ἐφαρμογάς τῶν ηλεκτρομαγνητῶν.
8. Τί θὰ συμβῇ, ἐὰν ἀγωγὸς διαρρεύμενος ἀπὸ ηλεκτρικὸν ρεύμα τοποθετηθῇ ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου;
9. Ποίος είναι ὁ κανὼν τῆς ἀριστερᾶς χειρός;
10. Ἀπὸ τί ἔκαρτάται ἡ κατεύθυνσις τῆς δυνάμεως ποὺ ἀσκεῖται εἰς τοὺς ρευματοφόρους ἀγωγούς, ποὺ εὐρίσκονται ἐντὸς μαγνητικῶν πεδίων;
11. Πῶς ἐπιτυγχάνεται ἡ συνεχής περιστροφὴ μιᾶς σπείρας, ποὺ διαρρέεται ἀπὸ ηλεκτρικὸν ρεύμα, ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου;
12. Πῶς είναι δυνατὸν υὰ ἀναπτυχθῆ εἰς ἀγωγὸν ηλεκτρικὴ τάσις μὲ τήν βοήθειαν μαγνητικοῦ πεδίου;
13. Ποίος είναι ὁ κανὼν τῆς δεξιᾶς χειρός;
14. Ἀπὸ τί ἔκαρτάται τὸ μέγεθος τῆς τάσεως ἐξ ἐπαγωγῆς, ποὺ ἀναπτύσσεται εἰς ἑνα πηνίον, ποὺ εὐρίσκεται μέσα εἰς τὸ μαγνητικὸν πεδίον ἐνὸς ἄλλου πηνίου;
15. Ἀναφέρατε ἐφαρμογάς τοῦ φανομένου τῆς ἐπαγωγῆς.
16. Τί είναι τὰ δινορρεύματα καὶ πότε δημιουργοῦνται;
17. Ποια ἡ φορὰ τῆς τάσεως ἐξ αὐτεπαγωγῆς;
18. Πῶς δρίζεται ἡ μονάς ἀνρύ καὶ πῶς συμβολίζεται;

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΝ ΡΕΥΜΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 9

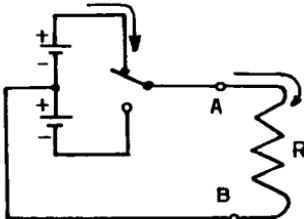
ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

9.1 Περίοδος και συχνότης τοῦ έναλλασσομένου ρεύματος, ήμιτονο-ειδής μορφή έναλλασσομένου ρεύματος.

'Εναλλασσόμενον λέγεται τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, τοῦ ὅποίν μεταβάλλεται περιοδικῶς ἡ φορὰ καὶ ἡ ἔντασις.

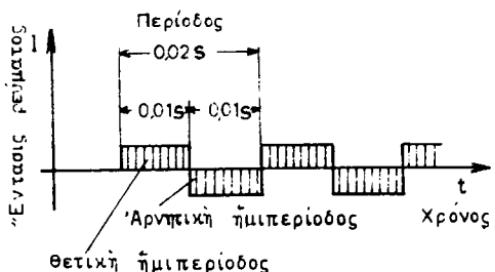
'Εάν ἔχωμεν δύο πηγὰς συνεχοῦς ρεύματος καὶ τὰς συνδέσωμεν, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 9.1α, τότε, ἐάν διακόπτης εύρισκεται εἰς τὴν θέσιν ποὺ ἔχει καὶ εἰς τὸ σχῆμα, τὸ ρεῦμα θὰ κυκλοφορήσῃ εἰς τὴν ἀντίστασιν R ἀπὸ τὸ σημεῖον A πρὸς τὸ σημεῖον B. 'Εάν διακόπτης λάβῃ τὴν ἄλλην θέσιν, ποὺ συνδέει τὴν ἄλλην πηγήν, τὸ ρεῦμα θὰ κυκλοφορήσῃ ἀπὸ τὸ σημεῖον B πρὸς τὸ σημεῖον A. 'Εάν διακόπτης μετακινήται συνεχῶς καὶ καταλαμβάνῃ διαδοχικῶς τὴν μίαν καὶ τὴν ἄλλην θέσιν, θὰ δημιουργηθῇ εἰς τὴν ἀντίστασιν R έναλλασσομένη ροὴ ἡλεκτρονίων, ἡ ὅποια ἀποτελεῖ τὸ έναλλασσόμενον ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Τὴν στιγμὴν ἀκριβῶς ποὺ διακόπτης συνδέει τὸ κύκλωμα τοῦ σχήματος 9.1α μὲ τὴν μίαν πηγήν, ἀρχίζει ἡ κίνησις τῶν ἡλεκτρονίων πρὸς τὴν

μίαν κατεύθυνσιν (π.χ. ἀπὸ τὸ σημεῖον A πρὸς τὸ σημεῖον B)· τὴν στιγμὴν ποὺ διακόπτης ἀποσυνδέει τὴν πηγήν, σταματᾶ ἡ κίνησις αὐτῆς, ὅπότε λέγομεν ὅτι τὸ έναλλασσόμενον ρεῦμα ἔχει κάμει μίαν θετικὴν ἐναλλαγὴν ἡ θετικὴν ἡμιτερέοδον. Μόλις διακόπτης λάβῃ τὴν ἄλλην θέσιν καὶ συνδέσῃ τὴν ἀντίστασιν μὲ τὴν ἄλλην πηγήν, ἀρχίζει ἡ κίνησις τῶν ἡλεκτρονίων ἐκ τοῦ B πρὸς τὸ A. 'Η κίνησις αὐτῆς σταματᾶ, ὅταν διακόπτης ἀποσυνδέσῃ τὴν πηγὴν αὐτὴν διὰ νὰ λάβῃ



Σχ. 9.1α.

πάλιν τὴν προηγουμένην θέσιν. Τότε λέγομεν ὅτι τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ἔχει κάμει μίαν ἀρνητικὴν ἐναλλαγὴν ἡ ἀρνητικὴν ἡμιπερίοδον. Δύο διαδοχικαὶ ἐναλλαγαὶ (μία θετικὴ καὶ μία ἀρνητικὴ) ἀποτελοῦν μίαν περίοδον. Ὁ χρόνος, ποὺ παρέχεται διὰ τὴν πραγματοποίησιν μιᾶς πλήρους περιόδου, καλεῖται διάρκεια τῆς περιόδου καὶ συμβολίζεται μὲ τὸ κεφαλαῖον γράμμα T , μετρεῖται δὲ εἰς δευτερόλεπτα. Ἐάν παραστήσωμεν γραφικῶς τὴν μεταβολὴν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος μὲ τὸν χρόνον, θὰ ἔχωμεν τὸ σχῆμα 9.1 β. Εἰς τὸ σχῆμα αὐτὸν κάθε ἡμιπερίο-



Σχ. 9.1 β.

δος διαρκεῖ 0,01 τοῦ δευτερόλεπτου, ὅπότε ἡ περίοδος διαρκεῖ 0,02 τοῦ δευτερόλεπτου.

Τὸ πλῆθος τῶν περιόδων, ποὺ πραγματοποιεῖ τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα κατὰ τὴν διάρκειαν ἐνὸς δευτερόλεπτου, καλεῖται συχνότης τοῦ ἐναλλασσομένου

ρεύματος, συμβολίζεται μὲ τὸ λατινικὸν γράμμα f καὶ μετρεῖται εἰς μονάδας χερτς (ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ γερμανοῦ φυσικοῦ Hertz) μὲ σύμβολον τὸ Hz.

Ἡ συχνότης τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος εἶναι 1 Hz, ὅταν ἡ περίοδός του διαρκῇ 1 s.

Ίσοδύναμος μὲ τὴν μονάδα Hz εἶναι καὶ ἡ ἔκφρασις, ποὺ χρησιμοποιεῖται πολλὰς φορὰς ἀντὶ τοῦ Hz, περίοδοι ἀνὰ δευτερόλεπτον ἡ κύκλοι ἀνὰ δευτερόλεπτον καὶ ἔχει ὡς σύμβολον τὸ c/s ἢ c.p.s.

Ἡ συχνότης εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ σχήματος 9.1 β εὑρίσκεται διὰ διαιρέσεως τοῦ 1 s μὲ τὴν διάρκειαν τῆς περιόδου, ποὺ εἶναι 0,02 s, ἵση πρὸς $\frac{1}{0,02} = \frac{100}{2} = 50$ Hz ἢ 50 περιόδους ἀνὰ δευτερόλεπτον.

Εἶναι, δηλαδή, πάντοτε $f = \frac{1}{T}$.

Ἡ συχνότης τοῦ βιομηχανικοῦ ρεύματος (βιομηχανικὴ συχνότης), ποὺ χρησιμοποιεῖται διὰ φωτισμὸν καὶ κίνησιν, εἶναι εἰς τὴν Εὐρώπην γενικῶς ἵση πρὸς 50 Hz καὶ εἰς τὴν Ἀμερικὴν 60 Hz.

Εἰς τοὺς ἡλεκτρικοὺς σιδηροδρόμους χρησιμοποιεῖται ἡ συχνότης

$16 \frac{2}{3}$ Hz, ένως είς τὴν τηλεφωνίαν χρησιμοποιοῦνται έναλλασσόμενα ρεύματα συχνότητος 300 Hz ἕως 3400 Hz. Τέλος, εἰς τὴν ραδιοφωνίαν καὶ τηλεόρασιν χρησιμοποιοῦνται πολὺ μεγαλύτεραι συχνότητες, ποὺ διὰ νὰ παρασταθοῦν μὲν ἀριθμοὺς συνήθους μεγέθους καθιερώθησαν τὰ ἀκόλουθα πολλαπλάσια τῆς μονάδος Hz :

α) Τὸ κιλοχέρτς, ποὺ ἰσοῦται πρὸς 1000 Hz καὶ συμβολίζεται : kHz.

β) Τὸ μεγαχέρτς, ποὺ ἰσοῦται πρὸς 1000 kHz καὶ συμβολίζεται : MHz.

‘Αναλόγως τοῦ τρόπου, μὲ τὸν ὅποῖον μεταβάλλεται ἡ ἔντασις τοῦ έναλλασσομένου ρεύματος κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς περιόδου, προκύπτουν αἱ διάφοροι μορφαὶ αὐτοῦ, ποὺ παριστῶνται γραφικῶς μὲ διαφόρους καμπύλας.

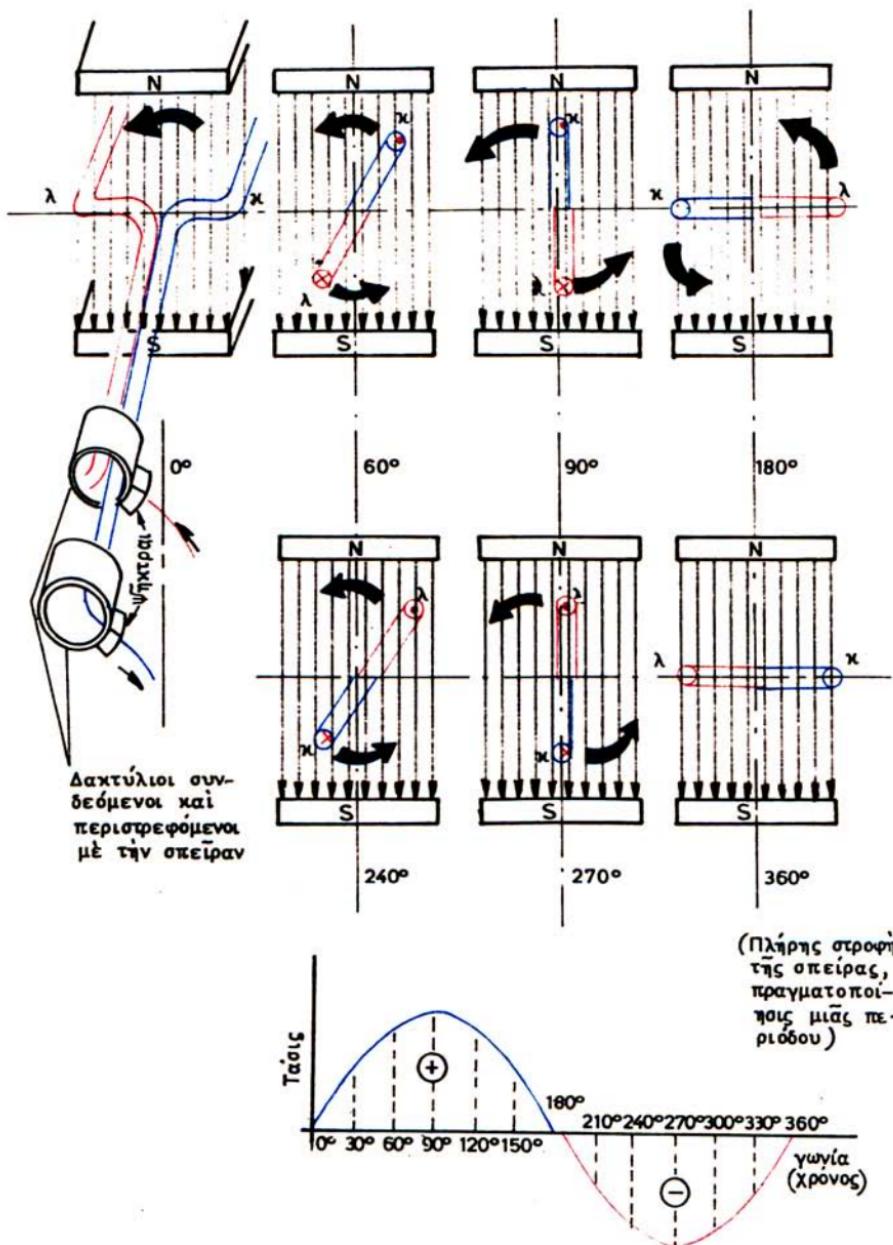
Τὰ έναλλασσόμενα ρεύματα, ποὺ χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν πρᾶξιν, ἔχουν ὅλα ἡμιτονοειδῆ μορφὴν (κατὰ μεγάλην προσέγγισιν).

‘Εάν ἐντὸς δομοιμόρφου μαγνητικοῦ πεδίου περιστραφῇ μὲ σταθερὰν ταχύτητα ἀγώγιμος σπεῖρα, ἡ τάσις ἔξ ἐπαγωγῆς, ποὺ θὰ ἀναπτυχθῇ εἰς τὴν σπεῖραν αὐτήν, θὰ εἶναι έναλλασσομένη καὶ θὰ ἔχῃ ἡμιτονοειδῆ μορφὴν. ‘Η τάσις ἔξ ἐπαγωγῆς, δηλαδή, δὲν ἀλλάσσει μόνον φορὰν κατὰ τὴν περιστροφήν, ἀλλὰ καὶ μέγεθος, διότι μεταβάλλεται τὸ πλῆθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, ποὺ ἀποκόπτει ἡ περιστρεφομένη σπεῖρα, ὅπως θὰ ἔξηγηθῇ εἰς τὴν ἐπομένην παράγραφον. ‘Η μεταβολὴ τοῦ μεγέθους τῆς τάσεως αὐτῆς μὲ τὸν χρόνον, ἀν παρασταθῆ γραφικῶς, θὰ μᾶς δώσῃ ἡμιτονοειδῆ καμπύλην (σχ. 9.1 γ).

‘Ημιτονοειδῆς εἶναι ἡ καμπύλη ποὺ προκύπτει, ἐάν εἰς ἓνα σύστημα συντεταγμένων λάβωμεν ὡς τετμημένας διαφόρους γωνίας καὶ ὡς τεταγμένας τὰς τιμὰς τῶν ἀντιστοίχων ἡμιτόνων καὶ ἐνώσωμεν τὰ σχετικὰ σημεῖα.

9.2 Μεγίστη τιμὴ καὶ ένδεικνυμένη τιμὴ έναλλασσομένου ρεύματος.

‘Η ἡμιτονοειδῆς τάσις ἡ τὸ ἡμιτονοειδὲς ρεῦμα, ὅπως φαίνεται ἀπὸ τὸ σχῆμα 9.1γ, παρουσιάζει, κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς περιόδου, μίαν μεγίστην θετικὴν τιμήν, μίαν μεγίστην ἀρνητικὴν τιμήν, ἵσην κατὰ μέγεθος μὲ τὴν μεγίστην θετικὴν τιμήν, καὶ διαφόρους ἄλλας στιγμιαίας τιμάς. Κάθε στιγμιαία τιμὴ θὰ ἰσοῦται μὲ U·τημα, ὅπου U εἶναι ἡ μεγίστη



Σχ. 9.1 γ.

τιμή και α ή άντιστοιχος γωνία στροφής. Πράγματι, έân ή σπεῖρα τοῦ σχήματος 9·1γ περιστραφῆ μὲ σταθερὰν ταχύτητα, δπως δεικνύει τὸ σχῆμα αὐτό, εἰς τὴν ἀρχὴν οἱ ἀγωγοὶ τῆς κ καὶ λ θὰ κινηθοῦν μὲ κατεύθυνσιν παράλληλον πρὸς τὰς μαγνητικὰς γραμμάς, δπότε ή άναπτυσσομένη τάσις ἔξ ἐπαγωγῆς θὰ εἶναι μηδενική. Ἀμέσως μετά δύμως ή κατεύθυνσις κινήσεως θὰ λάβῃ πλαγίαν θέσιν ὡς πρὸς τὰς μαγνητικὰς γραμμάς, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἀρχίσῃ νὰ άναπτυσσεται δλονὲν μεγαλυτέρα τάσις ἔξ ἐπαγωγῆς, μέχρις δτου ή κατεύθυνσις κινήσεως τῶν ἀγωγῶν γίνη κάθετος πρὸς τὰς μαγνητικὰς γραμμάς καὶ ή τάσις ἔξ ἐπαγωγῆς λάβῃ τὴν μεγίστην τιμὴν τῆς. Κατόπιν ή τάσις ἀρχίζει νὰ ἐλαττώνεται βαθμιαίως (ή κατεύθυνσις τῆς κινήσεως γίνεται πάλιν πλαγία ὡς πρὸς τὰς μαγνητικὰς γραμμάς), μέχρις δτου μηδενισθῇ, δταν ἐκ νέου ή κατεύθυνσις κινήσεως τῶν ἀγωγῶν γίνη παράλληλος πρὸς τὰς μαγνητικὰς γραμμάς. Τότε ή σπεῖρα θὰ ἔχῃ περιστραφῆ κατὰ γωνίαν 180°. Μετά, καθὼς συνεχίζεται ή περιστροφή, ή τάσις ἔξ ἐπαγωγῆς, ποὺ ἀναπτύσσεται εἰς τὴν σπεῖραν, μεταβάλλεται δπως καὶ πρὶν. Τώρα δύμως ἀλλάσσει ή φορὰ τῆς τάσεως αὐτῆς, δπως εὔκόλως συνάγεται δπὸ τὴν θέσιν ποὺ ἔχουν οἱ ἀγωγοὶ τῆς σπείρας. Τὰς αὐτὰς μεταβολάς, βεβαίως, θὰ παρατηρήσωμεν καὶ εἰς τὸ ρεῦμα ποὺ θὰ κυκλοφορήσῃ διὰ τῶν ἀγωγῶν τῆς σπείρας, έân κλείστη τὸ κύκλωμά της μὲ ήλεκτρικὴν κατανάλωσιν.

Άφοῦ τὸ έναλλασσόμενον ρεῦμα μεταβάλλεται συνεχῶς, ἀνακύπτει τὸ πρόβλημα τοῦ καθορισμοῦ μιᾶς τιμῆς, δπὸ τὰς πολλὰς ποὺ λαμβάνει ή μεταβαλλομένη ἔντασίς του, ποὺ νὰ λαμβάνεται γενικῶς ύπ' ὅψιν εἰς τοὺς ὑπολογισμοὺς ὡς τιμὴ τοῦ έναλλασσομένου ρεύματος. Λογικὸν θὰ ἔτοι νὰ ληφθῇ ὡς τιμὴ τοῦ έναλλασσομένου ρεύματος ή μέση τιμὴ αὐτοῦ κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς περιόδου. Τοῦτο, δύμως, δποκλείεται, διότι ή τιμὴ αὐτὴ εἶναι μηδενική, δπως εὔκόλως προκύπτει καὶ δπὸ τὴν γραφικὴν παράστασιν τοῦ σχήματος 9·1γ εἰς αὐτὸ δφείλεται ἀλλωστε ή ἀδυναμία ἐπιτεύξεως π.χ. ήλεκτροχημικῶν ἀποτελεσμάτων μὲ τὸ έναλλασσόμενον ρεῦμα, δπως θὰ ἴδωμεν εἰς τὴν παράγραφον 16·1. Ἐν ἀντιθέσει δύμως μὲ τὰ ήλεκτροχημικὰ φαινόμενα, τὸ έναλλασσόμενον ρεῦμα ἔχει θερμικὰ ἀποτελέσματα δπως καὶ τὸ συνεχὲς ρεῦμα (παράγρ. 15·1). Διὰ τοῦτο ἐκλέγομεν ὡς τιμὴν τοῦ έναλλασσομένου ρεύματος τὴν τιμὴν τοῦ συνεχοῦς ρεύματος, ή δποία κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς περιόδου θὰ προεκάλει ἀκριβῶς τὰ ἴδια θερμικὰ ἀποτε-

λέσματα, πού προκαλεῖ τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον. Τὴν τιμὴν αὐτῆν καλούμενην ἐνδεικνυμένην τιμὴν τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος. Κατ' ἄλλην διατύπωσιν, ἐνδεικνυμένη τιμὴ ἐναλλασσομένου ρεύματος είναι ἡ τιμὴ αὐτοῦ, ἡ ὅποια ἔὰν διετηρεῖτο σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς περιόδου, θὰ μᾶς ἔδιε τὰ αὐτὰ θερμικὰ ἀποτελέσματα πού δίδουν αἱ διάφοροι τιμαὶ τῆς συνεχῶς μεταβαλλομένης, εἰς τὴν πραγματικότητα, ἐντάσεως κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς περιόδου. Εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ ἡμιτονοειδοῦς ἐναλλασσομένου ρεύματος, ἡ ἐνδεικνυμένη τιμὴ ἀποδεικνύεται ὅτι ἰσοῦται πρὸς τὰ 0,707 τῆς μεγίστης τιμῆς. Εἶναι, δηλαδή:

$$I_{\text{ενδ}} = 0,707 \cdot I_{\mu\text{εγ}} = \frac{I_{\mu\text{εγ}}}{\sqrt{2}}$$

Κατ' ἀντιστοιχίαν πρὸς τὸ ρεῦμα, διακρίνομεν καὶ εἰς τὴν ἐναλλασσομένην τάσιν, πλὴν τῆς μεγίστης τιμῆς αὐτῆς, ἐνδεικνυμένην τιμὴν, ἡ ὅποια καὶ ἔχει μεγαλυτέραν σημασίαν εἰς τὴν πρᾶξιν καὶ διὰ τὴν ὅποιαν θὰ ἴσχύῃ, πάλιν, ἡ σχέσις :

$$U_{\text{ενδ}} = 0,707 \cdot U_{\mu\text{εγ}} = \frac{U_{\mu\text{εγ}}}{\sqrt{2}}$$

Τὰ ὅργανα μετρήσεως τῆς ἐντάσεως τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος (ἀμπερόδμετρα) είναι βαθμολογημένα ἔτσι, ὥστε νὰ δεικνύουν κατ' εὐθείαν τὴν ἐνδεικνυμένην τιμὴν, ἡ ὅποια συνήθως λαμβάνεται εἰς τὴν πρᾶξιν ως τιμὴ τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος.

9.3 Ἐρωτήσεις.

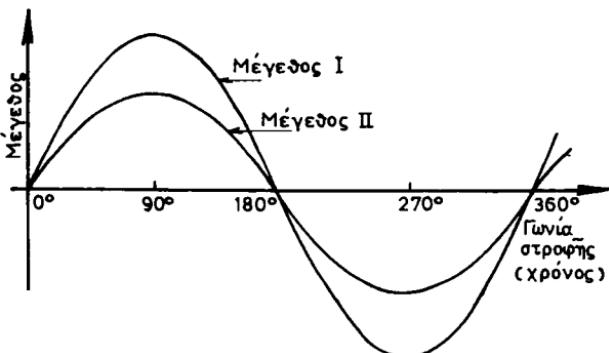
1. Τί καλούμεν περίοδον τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος ;
2. Τί καλούμεν συχνότητα τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος ;
3. Ποία ἡ μονάς μετρήσεως τῆς συχνότητος καὶ ποία ἡ βιομηχανικὴ συχνότης ;
4. Πότε τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα λέγομεν ὅτι ἔχει ἡμιτονοειδῆ μορφὴν ;
5. Ποῖαι αἱ χαρακτηριστικαὶ τιμαὶ τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος ;
6. Ποίαν τιμὴν λαμβάνομεν, συνήθως, ως τιμὴν τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος καὶ ποία ἡ σχέσις τῆς τιμῆς αὐτῆς μὲ τὴν μεγίστην τιμὴν ;
7. Ποία τιμὴ τῆς ἐναλλασσομένης τάσεως ἐνδιαφέρει περισσότερον εἰς τὴν πρᾶξιν ;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 10

ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

10·1 Κύκλωμα μὲ ώμικὴν κατανάλωσιν.

Ἐὰν δύο ἐναλλασσόμενα μεγέθη (π.χ. δύο ἐναλλασσόμεναι τάσεις ἢ ἐντάσεις ἢ μία ἐναλλασσομένη τάσις καὶ μία ἐναλλασσομένη ἐντάσις) τῆς αὐτῆς συχνότητος παρουσιάζουν τὴν αὐτὴν στιγμὴν τὴν μεγίστην τιμὴν των καὶ τὴν αὐτὴν στιγμὴν τὴν τιμὴν μηδέν (σχ. 10·1α), τότε λέγομεν ὅτι τὰ μεγέθη αὐτὰ εὑρίσκονται ἐν φάσει.

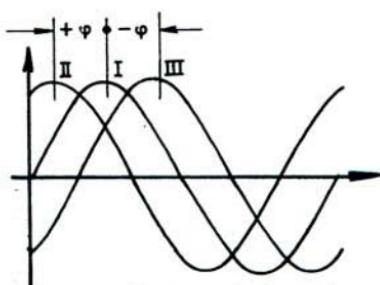


Σχ. 10·1 α.

Ἐὰν δύο ἐναλλασσόμενα μεγέθη τῆς αὐτῆς συχνότητος παρουσιάζουν τὴν μεγίστην τιμὴν των εἰς διάφορον χρόνον καὶ τὴν μηδενικὴν τιμὴν των ἐπίστης εἰς διάφορον χρόνον (σχ. 10·1β), ἐὰν ἔχουν δηλαδὴ χρονικὴν διαφοράν, τότε λέγομεν ὅτι τὰ δύο αὐτὰ μεγέθη παρουσιάζουν φασικὴν ἀπόκλισιν. Ἡ χρονικὴ αὐτὴ διαφορὰ μεταξὺ τῶν δύο μεγεθῶν, ποὺ ὀνομάσαμεν φασικὴν ἀπόκλισιν, μετρεῖται μὲ τὴν γωνίαν κατὰ τὴν διαφοράν διαφέρει τὸ ἔνα μέγεθος ἀπὸ τὸ ὄλλο (γωνία φασικῆς ἀποκλίσεως). Πλὴν τῆς γωνίας φασικῆς ἀποκλίσεως ὅμως πρέπει νὰ γνωρίζωμεν καὶ ποῖον ἀπὸ τὰ δύο μεγέθη προπορεύεται τοῦ ὄλλου ἢ ποῖον ἐπιπορεύεται (καθυστερεῖ) τοῦ ὄλλου.

Κύκλωμα ἐναλλασσομένου ρεύματος καλεῖται τὸ κύκλωμα, τοῦ διποίου ἢ πηγή ἐιναι ἐναλλασσομένου ρεύματος. Ἐὰν εἰς τὸ κύκλωμα

αύτό ή κατανάλωσις δὲν παρουσιάση οὔτε χωρητικότητα οὔτε αύτεπαγωγή, λέγομεν ότι έχει καθαράν ώμικήν ἀντίστασιν. Τοῦτο δέ, διότι

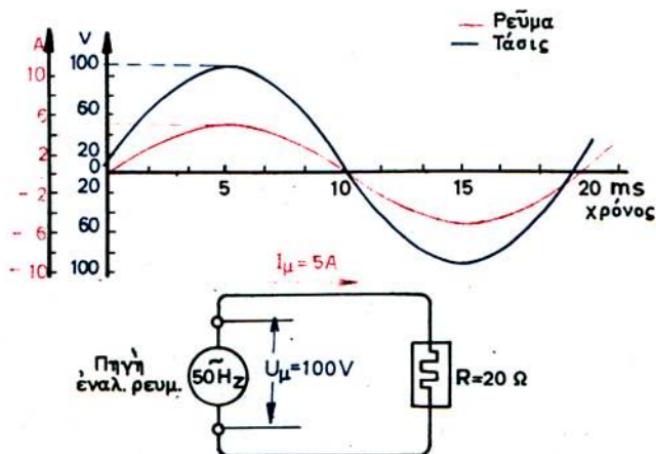


φ - γωνία φασικής αποκλίσεως
Τὸ II προπορεύεται τοῦ I.
Τὸ III ἐπιπορεύεται τοῦ I.

Σχ. 10.1 β.

τὸ ρεῦμα, ποὺ θὰ διέλθῃ διὰ τῆς καταναλώσεως αὐτῆς, δταν κλείστη τὸ κύκλωμα, είναι τὸ ύπολογιζόμενον ἀπὸ τὸν νόμον τοῦ "Ωμ". είναι δηλαδὴ ίσον πρὸς τὸ ρεῦμα ποὺ θὰ ἐκυκλοφόρει διὰ τῆς καταναλώσεως αὐτῆς, ἐάν συνεδέετο εἰς κύκλωμα συνεχοῦς ρεύματος, μὲ πηγὴν τῆς αὐτῆς τάσεως. Καταναλώσεις μὲ ώμικήν ἀντίστασιν είναι, π.χ. οἱ λαμπτῆρες πυρακτώσεως, αἱ ἡλεκτρικαὶ θερμάστραι, τὰ ἡλεκτρικὰ μαγειρεῖα, αἱ ἡλεκτρικαὶ ἀντιστάσεις μὲ στρῶμα ἀνθρακος.

Εἰς κύκλωμα έναλλασσομένου ρεύματος μὲ κατανάλωσιν ἔξ ώμικῆς ἀντίστασεως, ἡ τάσης καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ποὺ κυκλοφορεῖ εύρισκονται ἐν φάσει (σχ. 10.1γ).



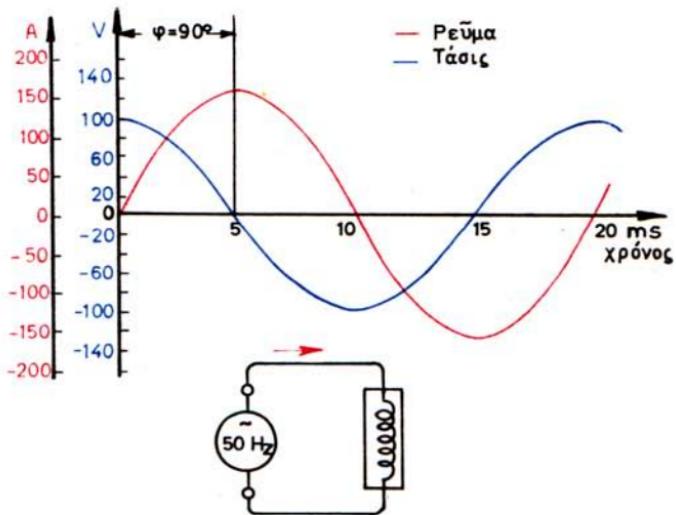
Σχ. 10.1 γ.

10.2 Κύκλωμα μὲ ἐπαγωγικὴν κατανάλωσιν.

Εἰς κύκλωμα συνεχοῦς ρεύματος μὲ κατανάλωσιν, ποὺ παρουσιά-

ζει αύτεπαγωγήν (π.χ. πηνίον) και πολύ μικράν ώμικήν άντιστασιν, ώστε νὰ δύναται νὰ δρυνοθῇ, τὸ ρεῦμα ποὺ θὰ κυκλοφορήσῃ θὰ ἔχῃ πολύ μεγάλην τιμήν, συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τοῦ "Ωμ· τὴν πρώτην στιγμὴν, ὅμως, μετὰ τὸ κλείσιμον τοῦ κυκλώματος, θὰ ἔχῃ μικράν τιμήν (παράγρ. 8·5). Εἰς κύκλωμα ἐναλλασσομένου ρεύματος, ὅμως, ή ἴδια, ώς καὶ προηγουμένως κατανάλωσις (έπαγωγικὴ κατανάλωσις), θὰ ἔχῃ ὡς ἀποτέλεσμα τὴν κυκλοφορίαν μικροτέρου ἀπὸ πρὶν ρεύματος. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ή μεταβολὴ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ποὺ παρατηρεῖται εἰς τὸ κύκλωμα συνεχοῦς ρεύματος μόνον εἰς τὴν ἀρχήν, συνεχίζεται εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν διελεύσεως τοῦ ρεύματος καὶ ή τάσις ἔξ αύτεπαγωγῆς ἀντιτίθεται συνεχῶς εἰς τὴν τάσιν τῆς πηγῆς. Ἔτσι ή ἔπαγωγικὴ κατανάλωσις ἐμφανίζεται εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, ώστὲ, ἀν χρησιμοποιήσωμεν καὶ ἑδῶ τὸν τύπον τοῦ "Ωμ, νὰ λάβωμεν τὸ ρεῦμα ποὺ κυκλοφορεῖ διὰ τῆς καταναλώσεως.

Ἡ ἀντίστασις ποὺ παρουσιάζει ἔνα πηνίον εἰς τὴν δίοδον τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος (έπαγωγικὴ ἀντίσταση), εἶναι τόσον μεγαλυτέ-



Σχ. 10·2.

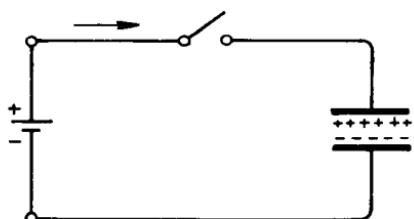
ρα, ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ή συχνότης τοῦ ρεύματος καὶ, βεβαίως, ὅσον

μεγαλυτέρα είναι ή αύτεπισγωγή του. "Ετσι πηνίον μὲ μικρὰν ὡμικήν ἀντίστασιν ἀποτελεῖ φραγμὸν διὰ τὰ ρεύματα ὑψηλῆς συχνότητος (ὑψίσυχα φεύγα), ἐνῶ διὰ τὰ χαμηλῆς συχνότητος ρεύματα παρουσιάζει μικρὰν ἀντίστασιν.

Εἰς τὰ κυκλώματα ἔναλλασσομένου ρεύματος, ποὺ περιλαμβάνουν μόνον ἐπαγωγικήν ἀντίστασιν (θεωρητικὴ περίπτωσις, διότι εἰς τὴν πραγματικότητα δλαι αἱ καταναλώσεις παρουσιάζουν καὶ κάποιαν ὡμικήν ἀντίστασιν), ή τάσις καὶ ή ἔντασις δὲν εύρισκονται ἐν φάσει, ἀλλὰ παρουσιάζουν φασικήν ἀπόκλισιν 90° , τὸ δὲ ρεῦμα ἐπιπορεύεται τῆς τάσεως (σχ. 10·2).

10·3 Κύκλωμα μὲ χωρητικὴν κατανάλωσιν.

Ἐὰν συνδέσωμεν πυκνωτὴν εἰς κύκλωμα συνεχοῦς ρεύματος (σχ. 10·3α), τότε εἰς τὸν δπλισμὸν του, ποὺ συνδέεται μὲ τὸν θετικὸν πόλον



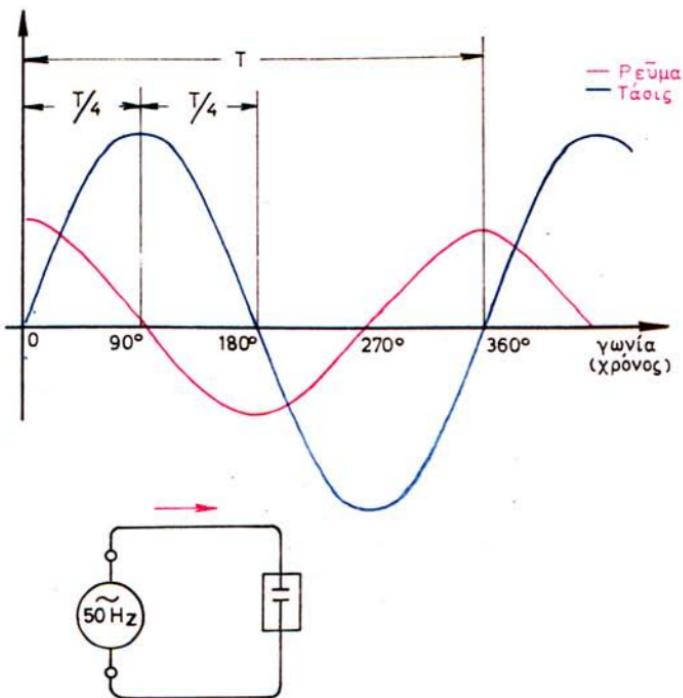
Σχ. 10·3 α.

τῆς πηγῆς, θὰ ἐμφανισθοῦν θετικὰ ἡλεκτρικὰ φορτία καὶ εἰς τὸν ἄλλον δπλισμὸν θὰ ἐμφανισθοῦν ἀρνητικὰ ἡλεκτρικὰ φορτία. Δηλαδὴ ή ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις τῆς πηγῆς ἔξαναγκάζει τὰ ἐλεύθερα ἡλεκτρόνια τοῦ ἐνὸς δπλισμοῦ νὰ μετακινηθοῦν διὰ μεσούτης πηγῆς πρὸς τὸν ἄλλον

δπλισμόν. Ή ροή αὐτὴ τῶν ἡλεκτρονίων (ἡλεκτρικὸν ρεῦμα) είναι στιγμιαία, δηλαδὴ διαρκεῖ μόνον, μέχρις ὅτου εἰς τοὺς δπλισμοὺς τοῦ πυκνωτοῦ συσσωρευθῆ φορτίον τόσον, ὥστε μεταξὺ τῶν δπλισμῶν του νὰ ἐπικρατήσῃ τάσις ἵση πρὸς τὴν ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν τῆς πηγῆς. Τότε λέγομεν ὅτι δ πυκνωτὴς ἔχει φορτισθῆ. Πράγματι, ή ὑπαρξίς ἡλεκτρικῆς τάσεως μεταξὺ τῶν δπλισμῶν τοῦ πυκνωτοῦ ἀποτελεῖ αἴτιαν μετακινήσεως τῶν θετικῶν φορτίων ἀπὸ τὸν ἐνα δπλισμὸν εἰς τὸν ἄλλον (ἐκφόρτισις τοῦ πυκνωτοῦ). ή μετακίνησις ὅμως αὐτὴ δὲν δύναται νὰ γίνη διὰ μέσου τοῦ πυκνωτοῦ, λόγω τῆς διακοπῆς τοῦ κυκλώματος ἀπὸ τὸ διηλεκτρικὸν καὶ διὰ τοῦτο τείνει νὰ πραγματοποιηθῇ διὰ μέσου τῆς πηγῆς. Βλέπομεν, δηλαδὴ, ὅτι ή τάσις τοῦ πυκνωτοῦ ἀντιτίθεται εἰς τὴν ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν τῆς πηγῆς, δπότε, ὅταν ἔξισωθῇ μὲ αὐτὴν, ή μία τάσις ἔξουδετερώνει τὴν ἄλλην καὶ τὸ

ρεῦμα μηδενίζεται. Όποιας πυκνωτής άποτελεῖ, ἐπομένως, διακοπήν διὰ τὸ συνεχές ρεῦμα. Τὸ ρεῦμα φορτίσεως τοῦ πυκνωτοῦ ἀπὸ τὴν πρώτην στιγμὴν ἐλαττώνεται συνεχῶς, μέχρις ὅτου μηδενισθῇ, ὅταν τελειώσῃ ἡ φόρτισις τοῦ πυκνωτοῦ. Όποιας πυκνωτής παραμένει τότε φορτισμένος, ἔστω καὶ ἂν ἀποσυνδεθῇ ἀπὸ τὸ κύκλωμα, καὶ ἐκφορτίζεται, ὅταν συνδέσωμεν ἀγωγήμας τοὺς δπλισμούς του.

Ἐάν, τώρα, συνδέσωμεν πυκνωτὴν εἰς κύκλωμα ἐναλλασσομένου ρεύματος (σχ. 10·3β), δὲ πυκνωτὴς φορτίζεται ὀλονέν περισσότερον,



Σχ. 10·3 β.

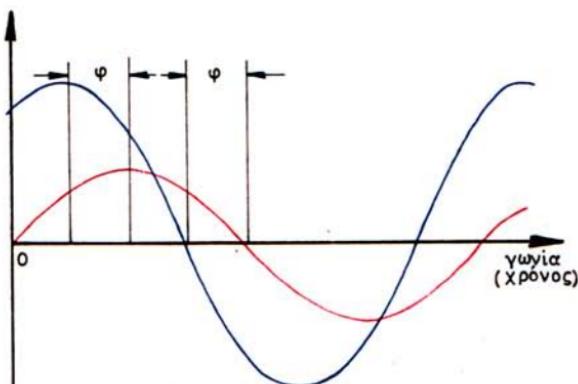
ὅσον διαρκεῖ ἡ αὔξησις τῆς τάσεως τῆς πηγῆς (πρῶτον τέταρτον τῆς περιόδου) καὶ ἐκφορτίζεται, ὅσον χρόνον διαρκεῖ ἡ ἐλάττωσις τῆς τάσεως τῆς πηγῆς (δεύτερον τέταρτον τῆς περιόδου). Τὸ ρεῦμα ἐκφορτίσεως ἔχει, ὅπως εἰναι φυσικόν, δινήθετον φοράν ἀπὸ τὸ ρεῦμα φορτίσεως. Ἔτσι δὲ πυκνωτὴς δὲν ἀποτελεῖ διακοπήν τοῦ κυκλώματος διὰ τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, τὸ δποῖον ρέει κανονικῶς καὶ εἰναι τόσον μεγα-

λύτερον, δσον μεγαλυτέρα είναι ή χωρητικότης τοῦ πυκνωτοῦ καὶ δσον μεγαλυτέρα είναι ή συχνότης τοῦ ρεύματος. Ὁ πυκνωτής ἀποτελεῖ, ἐπομένως, διὰ τὸ ἔναλλασσόμενον ρεῦμα μίαν κατανάλωσιν, ή ὅποια δύναται νὰ θεωρηθῇ ὅτι παρουσιάζει ἀντίστασιν εἰς τὴν δίοδον τοῦ ρεύματος, ή ὅποια μᾶς ἐπιτρέπει νὰ χρησιμοποιοῦμεν καὶ εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν τὸν τύπον τοῦ Ὠμ. Ἡ χωρητικὴ ἀντίστασις, ή ὅποια είναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅπως εἴπομεν, δσον μικροτέρα είναι ή συχνότης τοῦ ρεύματος, ἀποτελεῖ φραγμὸν διὰ τὰ ρεύματα χαμηλῆς συχνότητος (τὸ συνεχὲς ρεῦμα, ποὺ είναι ρεῦμα μηδενικῆς συχνότητος, διακόπτεται τελείως), ἐνῶ ἀφήνει τὰ ρεύματα ὑψηλῆς συχνότητος νὰ ρέουν μὲ εὐκολίαν.

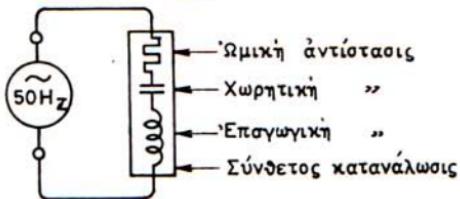
Εἰς τὰ κυκλώματα ἔναλλασσομένου ρεύματος, ποὺ περιλαμβάνουν μόνιν χωρητικὴν ἀντίστασιν (χωρητικὴ κατανάλωσις), ή ἔντασις παρουσιάζει φασικὴν ἀπόκλισιν 90° ὡς πρὸς τὴν τάσιν, ὅπως καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς ἐπαγωγικῆς ἀντιστάσεως, ἀλλὰ τὸ ρεῦμα προπορεύεται τῆς τάσεως (σχ. 10·3β).

10·4 Κύκλωμα μὲ σύνθετον κατανάλωσιν.

Εἰς κύκλωμα ἔναλλασσομένου ρεύματος είναι δυνατὸν νὰ ὑπάρχουν ταυτοχρόνως περισσότερα ἀπὸ ἓνα εἴδη καταναλώσεων συνδεσμολογημένα καθ' οίονδή ποτε τρόπον (συνδεσμολογία σειρᾶς, παραλληλος, μικτή), ή, ἀκόμη, σύνθετοι καταναλώσεις, ποὺ παρουσιάζουν πλὴν τῆς ώμικῆς ἀντιστάσεως, καὶ ἐπαγωγικὴν ἢ καὶ χωρητικὴν ἀντίστασιν. Εἰς τὸ ἔναλλασσόμενον ρεῦμα, ή σύνθετος κατανάλωσις παρουσιάζει τὴν λεγομένην σύνθετον ἀντίστασιν. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτὰς αἱ μεταβολαὶ τῆς τάσεως μὲ τὸν χρόνον δὲν συμβαδίζουν γενικῶς μὲ τὰς μεταβολὰς τῆς ἔντάσεως, ή ὅποια είναι δυνατὸν νὰ καθυστερῇ ὡς πρὸς τὴν τάσιν ἢ νὰ προηγήται αὐτῆς περισσότερον ἢ δλιγάτερον, πρᾶγμα ποὺ καθορίζεται ἀπὸ τὸ εἶδος τῆς ἀντιστάσεως ποὺ ὑπερισχύει ὡς καὶ τὸ μέγεθός της (σχ. 10·4). Ἐὰν αἱ χωρητικαὶ καὶ ἐπαγωγικαὶ ἀντιστάσεις ἀλληλοεξουδετερώνωνται, ή τάσις καὶ ἡ ἔντασις εὐρίσκονται ἐν φάσει. Ἐὰν δμως μετὰ τὴν σύνθεσιν δλων τῶν ἀντιστάσεων τοῦ κυκλώματος παραμείνῃ ἐπαγωγικὴ ἢ χωρητικὴ ἀντίστασις μὲ κάποιαν ώμικὴν ἀντίστασιν, θὰ παρατηρηθῇ ἐνδιάμεσος γωνία φασικῆς ἀποκλίσεως μεταξὺ 0° καὶ 90° .



Σχ. 10.4.



10·5 Έρωτήσεις.

- Πότε λέγομεν ότι μία κατανάλωσις έχει μόνον ώμικην άντίστασιν;
- 'Από τί έξαρτάται ή έπαγγική άντίστασις, πουν παρουσιάζει εἰς τὸ έναλλασσόμενον ρεῦμα ἑνα πηνίον;
- Τί θὰ συμβῇ ἐὰν εἰς κύκλωμα συνεχοῦς ρεύματος παρεμβάλλωμεν πυκνωτήν;
- Εἰς ποίαν περίπτωσιν ἡ έναλλασσόμενή τάσις εύρισκεται ἐν φάσει μὲ τὸ ρεῦμα πουν προκαλεῖ; Πότε παρουσιάζεται φασική ἀπόκλισις 90° ;
- Εἰς ἑνα κύκλωμα έναλλασσόμενον ρεύματος μὲ σύνθετον κατανάλωσιν, πότε τὸ ρεῦμα πουν κυκλοφορεῖ προπορεύεται τῆς ἐφαρμοζούμενης τάσεως καὶ πότε ἐπιπορεύεται αὐτῆς;
- 'Ἐὰν μέσα ἀπὸ ἡλεκτρικὸν δύγωγόν, δ ὅποιος ἀπὸ ἑνα σημεῖον καὶ ἔπειτα διακλαδίζεται εἰς δύο παραλλήλους κλάδους, διέρχωνται ταυτοχρόνως δύο έναλλασσόμενα ρεύματα, ἑνα ύψηλῆς συχνότητος καὶ ἑνα χαμηλῆς συχνότητος, πῶς δυνάμενα νὰ ἐπιτύχωμεν δλόκληρον σχεδὸν τὸ ρεῦμα ύψηλῆς συχνότητος νὰ διέρχεται ἀπὸ τὸν ἑνα κλάδον, ἑνῶ δλόκληρον σχεδὸν τὸ ρεῦμα χαμηλῆς συχνότητος νὰ διέρχεται ἀπὸ τὸν δλλον κλάδον;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 11

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΑ ΚΑΙ ΤΡΙΦΑΣΙΚΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

11.1 Μονοφασικά και τριφασικά ρεύματα, μονοφασικαὶ καὶ τριφασικαὶ καταναλώσεις.

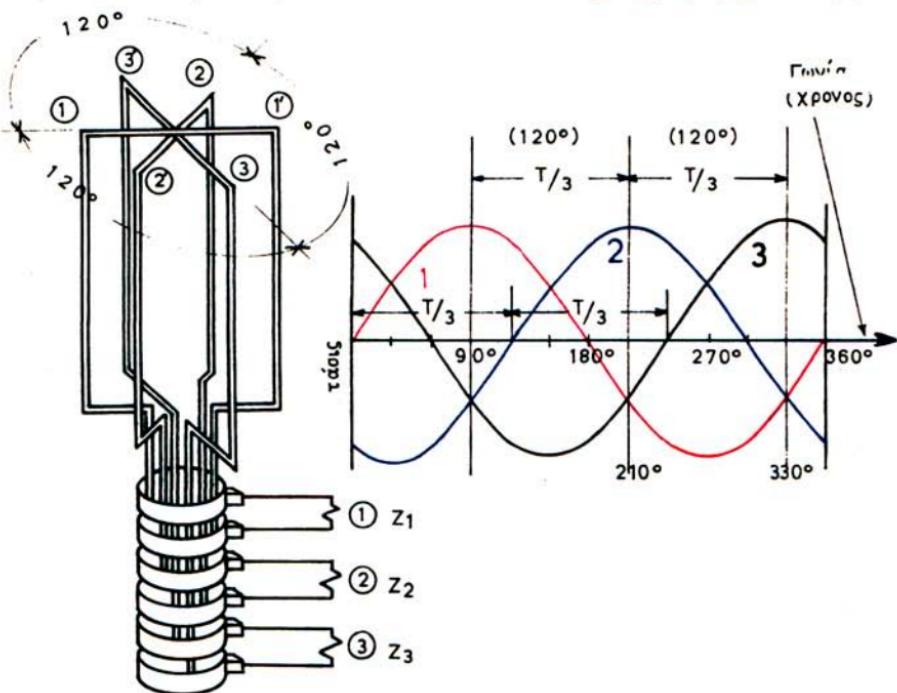
Ἡ ἐναλλασσόμενη τάσις καὶ τὸ ἀντίστοιχον ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, ποὺ παράγονται μὲ τὴν διάταξιν τοῦ σχήματος 9·1γ, δπως καὶ δλα τὰ ἐναλλασσόμενα ρεύματα ποὺ ἐμελετήσαμεν μέχρι τώρα, ὁνομάζονται μονοφασικά. Εἰς τὴν πρᾶξιν δμως αἱ πηγαὶ ἐναλλασσόμενου ρεύματος (γεννήτριαι) παράγουν ταυτοχρόνως τρία μονοφασικά ρεύματα, ποὺ διὰ τὸν λόγον αὐτὸν λέγονται τριφασικά καὶ ἀποτελοῦν, δπως θὰ ἔξηγήσωμεν κατωτέρω, σύστημα ἐναλλασσόμενων ρευμάτων (τριφασικὸν σύστημα), τὸ δποιὸν παρουσιάζει πολλὰ πλεονεκτήματα ἔναντι τοῦ ἀπλοῦ μονοφασικοῦ ρεύματος. Σπανιώτερον χρησιμοποιοῦνται καὶ ἄλλα πολυφασικά συστήματα· πλὴν τοῦ τριφασικοῦ, δπως εἶναι τὸ διφασικόν, τὸ τετραφασικὸν καὶ τὸ ἔξαφασικόν.

Ἐὰν εἰς τὸ μαγνητικὸν πεδίον τοῦ σχήματος 9·1γ περιστρέψωμεν μὲ σταθεράν ταχύτητα ἀντὶ μιᾶς σπείρας τρεῖς ἀπολύτως δμοίας στερεωμένας (σχ. 11·1α) ἔτσι, ὥστε νὰ σχηματίζουν μεταξύ των, ἀνὰ δύο, γωνίας 120° , θὰ παραχθοῦν ἀντίστοιχως τρεῖς ίσαι ἡμιτονοειδεῖς τάσεις ἐξ ἐπαγγωγῆς. Αἱ τάσεις αὗται θὰ λαμβάνουν τὴν μεγίστην θετικὴν τιμήν των διαδοχικῶς ή μία μετά τὴν ἄλλην μὲ χρονικὴν διαφορὰν $1/3$ τῆς περιόδου. Ἐὰν συνδέσωμεν τὰ ἄκρα τῶν τριῶν σπειρῶν μέσω δακτυλίων καὶ ψηκτρῶν εἰς τρεῖς ἀπολύτως δμοίας καταναλώσεις Z_1 , Z_2 , Z_3 (σχ. 11·1α), θὰ κυκλοφορήσουν τρία ίσα ρεύματα, ποὺ θὰ παρουσιάζουν καὶ αὐτὰ μεταξύ των ἀνὰ δύο φασικὴν ἀπόκλισιν 120° . Τὸ σύστημα τῶν τριῶν αὐτῶν ρευμάτων ἀποτελεῖ συμμετρικὸν τριφασικὸν σύστημα.

“Οπως βλέπομεν, δι’ ἓνα τριφασικὸν σύστημα ἀπαιτοῦνται 6 δγωγοὶ διὰ τὴν σύνδεσιν τῆς τριφασικῆς πηγῆς μὲ τὰς τρεῖς καταναλώσεις. Είναι δυνατὸν δμως νὰ μειώσωμεν τὸ πλῆθος τῶν ἀπαιτουμένων δγωγῶν διὰ τὴν μεταφορὰν τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας ἀπὸ τὴν πηγὴν εἰς τὰς καταναλώσεις, χρησιμοποιοῦντες τοὺς ἀκολούθους δύο τρόπους

συνδέσεως, που δὲν έπιφέρουν καμμίσαν μεταβολήν εἰς τὸ σύστημα. Ἐτοι ἐπιτυγχάνομεν οἰκονομίαν ὑλικοῦ καὶ ἀπλότητα κατασκευῶν. Οἱ τρόποι εἰναι οἱ ἔξις :

α) Εἰς ἓνα κοινὸν κόμβον συνδέομεν τὰ ἄκρα 1', 2', 3' τῶν σπειρῶν (ἢ πηνίων). Τὸν κόμβον αὐτὸν συνδέομεν εἰς ἓνα δακτύλιον (ἀντὶ τῶν τριῶν, ποὺ ἀπητοῦντο προηγουμένων). Ὁμοίως εἰς ἓνα κοινὸν κόμβον συνδέομεν τὰ τρία ἄκρα τῶν καταναλώσεων Z_1 , Z_2 , Z_3 (σχ. 11·1β).

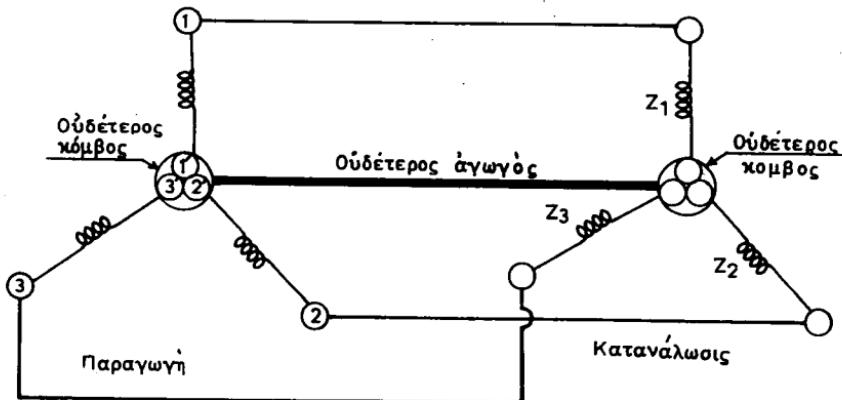


Σχ. 11·1 α.

Ἐτοι, ἔὰν συνδέσωμεν τοὺς δύο κοινοὺς κόμβους δι' ἑνὸς ἀγωγοῦ, θὰ ἀπαιτηθοῦν συνολικῶς 4 ἀγωγοὶ ἀντὶ 6. Ἡ σύνδεσις αὐτὴ καλεῖται ἀστεροειδῆς ἢ κατ' ἀστέρα καὶ δὲ κοινὸς κόμβος, διπλῶς καὶ δὲ κοινὸς ἀγωγός, καλοῦνται οὐδέτερος κόμβος καὶ οὐδέτερος ἀγωγός.

Τὸ ρεῦμα, ποὺ διέρχεται κάθε στιγμὴν ἀπὸ τὸν οὐδέτερον ἀγωγὸν εἰς τὴν ἀστεροειδῆ σύνδεσιν, εἰναι ἵσον πρὸς τὸ ἀλγεβρικὸν ἀθροϊσμα τῶν ἀντιστοίχων στιγμιαίων τιμῶν τῶν ρευμάτων, τὰ δηποτα

θὰ διήρχοντο διὰ τῶν τριῶν ἀγωγῶν, ποὺ ἀντικαθιστᾶ ὁ οὐδέτερος ἀγωγός. Τὸ ἀθροισμα ὅμως αὐτὸ τῶν ἀντιστοίχων στιγμαίων τιμῶν



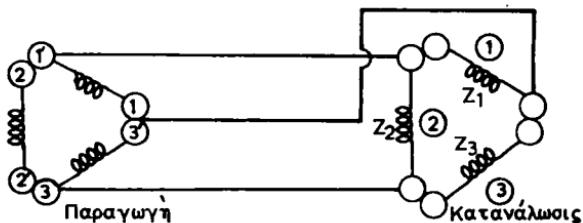
Σχ. 11.1 β.
Αστεροειδής σύνδεσις.

είναι, κάθε στιγμήν, ἵσον πρὸς μηδέν, ὅπως προκύπτει ἀπὸ τὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος 11.1α, ἐὰν τὸ τριφασικὸν σύστημα είναι συμμετρικόν· ἐάν, δηλαδὴ, αἱ καταναλώσεις παρουσιάζουν ὅλαι τὴν αὐτὴν σύνθετον διάτοξαν (παράγρ. 10.4). Ἀφοῦ, λοιπόν, εἰς συμμετρικὸν τριφασικὸν σύστημα ὁ οὐδέτερος ἀγωγός δὲν διαρρέεται ἀπὸ ρεῦμα, είναι δυνατὸν νὰ παραλειφθῇ. Ἐτσι, δταν τὸ τριφασικὸν σύστημα είναι συμμετρικόν, τὸ πλήθος τῶν ἀγωγῶν δύναται νὰ μειωθῇ τελικῶς εἰς 3.

β) Συνδέομεν τὸ τέλος τῆς μιᾶς σπείρας (ἢ πηνίου) μὲ τὴν ἀρχὴν τῆς ἐπομένης κ.ο.κ. σχηματίζοντες ἔτοι τρίγωνον μὲ πλευρὰς τὰ πηνία (σχ. 11.1γ). Εἰς τὸ τρίγωνον δροῦν 3 ἡλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις, αἱ ὅποιαι ὅμως λόγῳ τῆς συμμετρίας τῶν ἔχουν κάθε στιγμὴν ἀθροισμα μηδέν, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ μὴ κυκλοφορῇ ρεῦμα ἐντὸς τῶν πλευρῶν τοῦ τριγώνου πρὶν ἀπὸ τὴν σύνδεσιν τῶν καταναλώσεων. Καθ' ὅμοιον τρόπον δύναται νὰ συνδεθοῦν μεταξύ τῶν καὶ αἱ τρεῖς καταναλώσεις Z_1 , Z_2 , Z_3 , ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 11.1γ. Ἡ σύνδεσις αὐτὴ καλεῖται τριγωνικὴ ἢ κατὰ τρίγωνον.

Αἱ καταναλώσεις, ὅπως εἶδομεν προηγουμένως, συνδέονται κατ' ἀστέρα ἢ κατὰ τρίγωνον καὶ ἀποτελοῦν τὰς λεγομένας τριφασικὰς

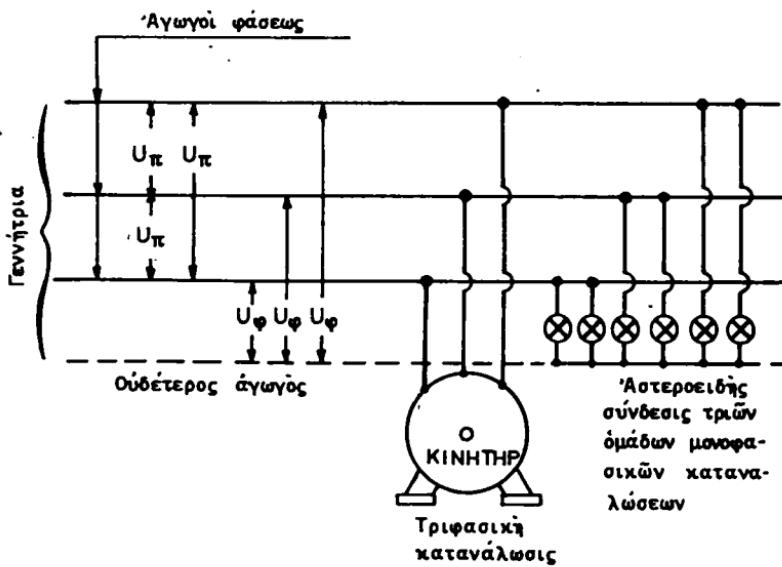
καταναλώσεις. Ή τριφασική κατανάλωσης έχει τρία άκρα (άκροδέκτας), τὰ δόποια συνδέονται μὲ τοὺς τρεῖς δύγωγούς, πού ἀναχωροῦν



Σχ. 11·1 γ.
Τριγωνική σύνδεση.

ἀπὸ τοὺς ίσαριθμοὺς ἄκροδέκτας τῆς τριφασικῆς πηγῆς. Οἱ τρεῖς αὐτοὶ δύγωγοί, πού καλοῦνται ἀγωγοὶ φάσεως ἢ φάσεις, ἀποτελοῦν τὴν τριφασικὴν γραμμὴν τοῦ ἡλεκτρικοῦ δικτύου.

Ἄσχετως τοῦ ἔαν τὰ πηνία (τυλίγματα) τῆς τριφασικῆς πηγῆς



Σχ. 11·1 δ.

εύρισκωνται εἰς σύνδεσιν τριγωνικὴν ἢ ἀστεροειδῆ, αἱ τριφασικαὶ καταναλώσεις δύνανται νὰ συνδεθοῦν ἐπὶ τῆς τριφασικῆς γραμμῆς εἴτε αἱ

μονοφασικὰ καταναλώσεις, ἀπὸ τὰς ὅποίας ἀποτελοῦνται, εἶναι συνδεδεμέναι κατὰ τρίγωγον εἴτε κατ' ἀστέρα. Εἰς μίαν τριφασικὴν γραμμὴν (σχ. 11·1δ) δυνάμεθα νὰ συνδέσωμεν εἴτε τριφασικὰς συσκευὰς ἢ μηχανὰς εἴτε μονοφασικὰς συσκευὰς ἢ μηχανάς. [Μία τριφασικὴ συσκευὴ ἢ μηχανὴ ἀποτελεῖται ἀπὸ τρεῖς ἵσας συνθέτους ἀντιστάσεις, εἰς σύνδεσιν τριγώνου ἢ ἀστέρος, καί, ἐπομένως, εἶναι συμμετρικὴ τριφασικὴ κατανάλωσις]. Προσπαθοῦμεν δῆμως νὰ τὰς διατάξωμεν καθ' διάδας ἵσης συνθέτου ἀντιστάσεως εἰς ἀστεροειδῆ ἢ τριγωνικήν σύνδεσιν, ὥστε νὰ ἀπορροφῆται ἡ αὐτή, κατὰ τὸ δυνατόν, ἔντασις ρεύματος ἀπὸ κάθε διάδα, διὰ νὰ μὴ καταστρέφεται ἡ συμμετρία τοῦ τριφασικοῦ συστήματος, τὴν ὅποιαν ἐπιδιώκομεν διὰ τὰ πλεονεκτήματα ποὺ παρουσιάζει.

11·2 Ἰσχὺς ἐναλλασσομένου ρεύματος, Ἰσχὺς τριφασικοῦ συστήματος.

“Οπως εἶναι γνωστὸν (παράγρ. 6·2), ἡ ἡλεκτρικὴ Ἰσχὺς εἰς τὸ συνεχὲς ρεῦμα δίδεται ἀπὸ τὸ γινόμενον τῆς τάσεως ἐπὶ τὴν ἔντασιν. Εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, δῆμως, τὸ γινόμενον αὐτὸ δὲν μᾶς δίδει τὴν πραγματικὴν Ἰσχύν, ποὺ καταναλίσκει μία συσκευὴ ἢ ποὺ παράγει μία μηχανή. Τὸ γινόμενον αὐτὸ εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα δίδει μίαν ἐνδεικτικὴν Ἰσχύν, χαρακτηριστικὴν τοῦ μεγέθους τῶν μηχανῶν ἢ συσκευῶν, ποὺ καλεῖται φαινομένη Ἰσχὺς καὶ μετρεῖται, πρὸς διάκρισιν ἀπὸ τὴν πραγματικὴν Ἰσχύν, εἰς μονάδας βολταμπέρα ἢ κιλοβολταμπέρα μὲ σύμβολα VA καὶ kVA ἀντιστοίχως.

‘Η πραγματικὴ Ἰσχὺς μιᾶς συσκευῆς ἢ μηχανῆς ἐναλλασσομένου ρεύματος, ποὺ καλεῖται καὶ ἐνεργὸς Ἰσχύς, ἀποδεικνύεται ὅτι εἶναι ἵση πρὸς τὸ γινόμενον τῆς ἐνδεικνυμένης τιμῆς τῆς τάσεως ἐπὶ τὴν ἐνδεικνυμένην τιμὴν τῆς ἐντάσεως ἐπὶ τὸ συνημίτονον τῆς γωνίας φασικῆς ἀποκλίσεως μεταξὺ τῆς τάσεως καὶ τῆς ἐντάσεως. Θά εἶναι, δηλαδή, ἐὰν χρησιμοποιήσωμεν τὰ σύμβολα τῆς παραγράφου 6·2:

$$N = U \cdot I \cdot \text{συνφ}$$

ὅπου : τὸ συνφ καλεῖται συντελεστὴς Ἰσχύος. Εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα διακρίνομεν καὶ ἐνὸς ἄλλου εἴδους Ἰσχύν, τὴν ἀεργον Ἰσχύν, ποὺ δίδεται ἀπὸ τὸ γινόμενον $U \cdot I \cdot \text{ημφ}$.

Εἰς μίαν τριφασικὴν γραμμὴν (σχ. 11·1δ) ἡ τάσις, ποὺ ἐπικρατεῖ μεταξὺ δύο οἰωνδήποτε ἀγωγῶν τῆς γραμμῆς, καλεῖται πολικὴ τάσις τῆς γραμμῆς, ἐνῶ ἡ τάσις ποὺ ἐπικρατεῖ μεταξὺ οἰουδήποτε ἀγωγοῦ

τῆς γραμμῆς καὶ τοῦ οὐδετέρου ἀγωγοῦ ή τοῦ οὐδετέρου κόμβου αὐτῆς, δὲ ὅποιος εἴτε ὑπάρχει πράγματι εἰς τὴν γραμμὴν εἴτε θὰ ἡδύνατο νὰ ὑπάρχῃ εἰς αὐτήν, καλεῖται φασικὴ τάσις τῆς γραμμῆς. Ἐὰν συμβολίσωμεν μὲ U_{π} τὴν πολικήν τάσιν τῆς γραμμῆς καὶ μὲ U_{ϕ} τὴν φασικήν τάσιν αὐτῆς, ἀποδεικνύεται διτὶ ὑπάρχει πάντοτε μεταξὺ τῶν δύο τάσεων ἡ σχέσις :

$$U_{\pi} = \sqrt{3} \cdot U_{\phi} = 1,73 \cdot U_{\phi}$$

Ἡ πολικὴ τάσις, δηλαδή, εἶναι πάντοτε μεγαλυτέρα τῆς φασικῆς τάσεως. Ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος, ποὺ διέρχεται δι' ἐνὸς οἰουδήποτε ἀγωγοῦ τῆς γραμμῆς, καλεῖται πολικὴ ἐντασις.

Εἰς συμμετρικὸν τριφασικὸν σύστημα, ἡ ισχὺς ποὺ καταναλίσκει μία τριφασικὴ κατανάλωσις ὑπολογίζεται ἀπὸ τὸν ἀκόλουθον τύπον :

$$N = \sqrt{3} \cdot U_{\pi} \cdot I_{\pi} \cdot \text{συνφ}$$

ὅπου : N εἶναι ἡ συνολικὴ ισχὺς (τριφασικὴ ισχὺς) ποὺ καταναλίσκουν καὶ αἱ τρεῖς μαζὶ μονοφασικαὶ καταναλώσεις, ἀπὸ τὰς ὅποιας ἀποτελεῖται ἡ τριφασικὴ κατανάλωσις. U_{π} ἡ πολικὴ τάσις τῆς γραμμῆς. I_{π} ἡ πολικὴ ἐντασις τῆς γραμμῆς φὴ γωνία φασικῆς ἀποκλίσεως μεταξὺ τάσεως, ποὺ ἔπικρατεῖ εἰς τὰ ἄκρα οἰασδήποτε μονοφασικῆς καταναλώσεως (ἀπὸ τὰς τρεῖς ἐκ τῶν ὅποιων ἀποτελεῖται ἡ τριφασικὴ κατανάλωσις) καὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, ποὺ κυκλοφορεῖ ἐντὸς τῆς μονοφασικῆς αὐτῆς καταναλώσεως (συντελεστὴς ισχύος τῆς τριφασικῆς καταναλώσεως). Ἡ τριφασικὴ ισχύς, λοιπὸν, εἶναι τὸ γινόμενον :

$$\sqrt{3} \times \text{πολικήν τάσιν} \times \text{πολιτικήν} \times \text{συνφ} \text{ τῆς καταναλώσεως}$$

Ἡ τριφασικὴ ισχύς, ποὺ καταναλίσκει μία τριφασικὴ κατανάλωσις, παρέχεται πρὸς αὐτήν, ὅπως εἶναι φανερόν, καὶ ἀπὸ τὰς τρεῖς φάσεις τῆς γραμμῆς ἐπομένως κάθε φάσις παρέχει τὸ 1/3 τῆς ισχύος ποὺ ὑπολογίζεται ἀπὸ τὸν ἀνωτέρω τύπον.

11·3 Ἐρωτήσεις.

1. Ἀπὸ τί ἀποτελεῖται τὸ συμμετρικὸν τριφασικὸν σύστημα ρευμάτων ;
2. Πόσοι ἀγωγοὶ ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν σύνδεσιν τριφασικῆς πηγῆς μὲ τριφασικὴν κατανάλωσιν ;
3. Ἐὰν τὰ τυλίγματα τριφασικῆς πηγῆς εύρισκωνται εἰς τριγωνικὴν σύνδεσιν, εἶναι δυνατὸν νὰ συνδέσωμεν εἰς τὴν τριφασικὴν γραμμήν, ποὺ ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὴν

πηγήν αύτήν, τρεῖς ίσας μονοφασικάς καταναλώσεις εύρισκομένας είς άστερειδῆ σύνδεσιν ;

4. 'Υπὸ ποίαν προϋπόθεσιν δὲν κυκλοφορεῖ ρεῦμα διὰ τοῦ οὐδετέρου ἀγωγοῦ ἐνὸς τριφασικοῦ συστήματος ;

5. 'Εάν συνδέσωμεν μίαν μονοφασικήν κατανάλωσιν μεταξὺ ἐνὸς ἀγωγοῦ φάσεως καὶ τοῦ οὐδετέρου ἀγωγοῦ, εἰς τριφασικὸν σύστημα μὲ σύδετερον ἀγωγὸν (4 ἀγωγοί), ὑπὸ ποίαν τάσιν θὰ εύρεθῇ ἡ κατανάλωσις, ἔὰν ἡ πολικὴ τάσις τοῦ συστήματος είναι 380 V; 'Εάν συνδέσωμεν τὴν Ιδίαν κατανάλωσιν μεταξὺ δύο ἀγωγῶν φάσεως, ποία θὰ είναι ἡ τάσις εἰς τὰ δάκρα τῆς καταναλώσεως ;

6. 'Εάν εἰς τριφασικήν γραμμὴν χωρὶς οὐδέτερον ἀγωγὸν συνδέσωμεν τρεῖς ίσας μονοφασικάς καταναλώσεις εύρισκομένας εἰς άστερειδῆ σύνδεσιν, ποία τάσις θὰ ἐπικρατῇ εἰς τὰ δάκρα κάθε καταναλώσεως ;

7. Πόσος είναι ὁ συντελεστὴς Ισχύος μιᾶς χωρητικῆς καταναλώσεως καὶ πόση είναι ἡ πραγματικὴ Ισχὺς ποὺ ἀπορροφεῖται ἀπὸ αύτήν ;

ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ

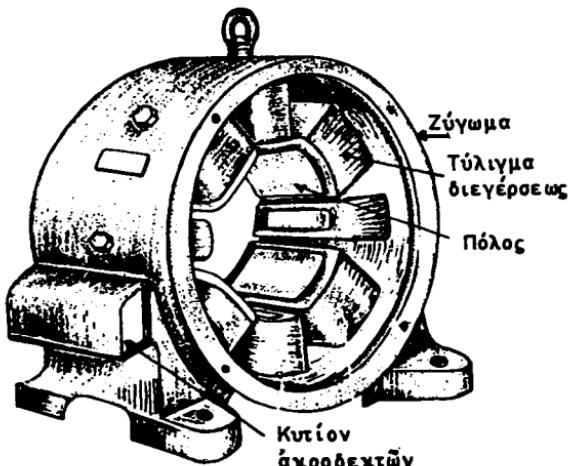
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 12

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

12·1 Κατασκευή.

Αἱ ἡλεκτρικαὶ μηχαναὶ, διὰ τῶν ὅποίων ἐπιτυγχάνεται ἡ μετατροπὴ τῆς μηχανικῆς ἐνέργειας εἰς ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν καὶ ἀντιστρόφως, ἀποτελοῦνται ἀπὸ δύο βασικὰ μέρη :

Τὸ μέρος ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ ἀκίνητα στοιχεῖα καὶ καλεῖται στάτης καὶ τὸ μέρος ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ κινητὰ (περιστρεφόμενα) στοιχεῖα καὶ καλεῖται δρομεύς.

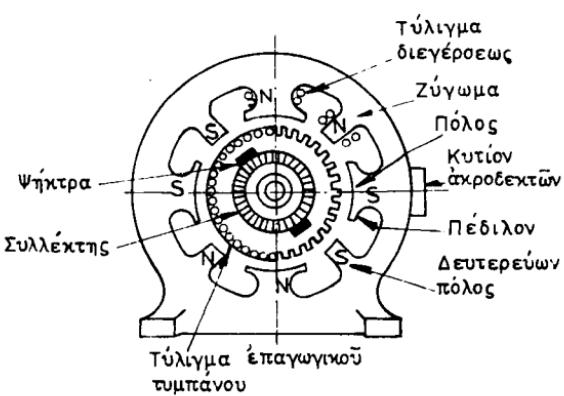


Σχ. 12·1 α.

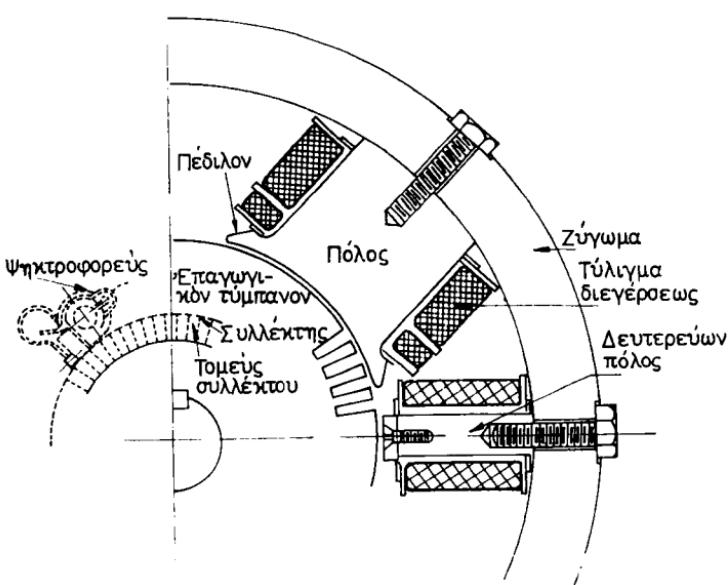
Ο στάτης τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος ἀποτελεῖται : α) Ἀπὸ στεφάνην ἐκ χάλυβος, ἥ ὅποία καλεῖται ζύγωμα, β) ἀπὸ τοὺς μαγνητικοὺς πόλους (2 διὰ τὰς πολὺ μικρὰς μηχανὰς, περισσότεροι διὰ τὰς μεγαλυτέρας), οἱ ὅποιοι ἀποτελοῦνται ἀπὸ τὸν πυρήνα καὶ τὸ πέδιλον καὶ στηρίζονται ἐπὶ τοῦ ζυγώματος, καὶ γ) ἀπὸ

τὸ πηνίον ποὺ περιβάλλει τὸν πυρῆνα καὶ καλεῖται τύλιγμα διεγέρσεως (σχ. 12·1α).

Οἱ μαγνητικοὶ πόλοι ἀποτελοῦνται ἐκ δέσμης εἰδικῶν ἐλασμάτων μονωμένων μεταξύ των.



‘Ο δρομεὺς τῶν μηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος ἀποτελεῖται ἀπὸ τύμπανον ἔξι ἐλασμάτων μονωμένων μεταξύ των καὶ ἀπὸ ἕνα κυλινδρικὸν τμῆμα. Κατὰ μῆκος τῆς κυλινδρικῆς ἐπιφανείας τοῦ τυμπάνου εἶναι στερεωμένοι ἀγωγοὶ (τύλιγμα) εἰς ᾧσας

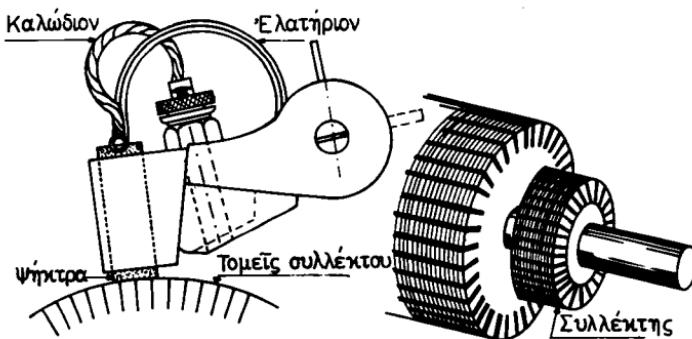


Σχ. 12·1 β.

ἀποστάσεις μεταξύ των (ἐπαγωγικὸν τύμπανον). Τὸ κυλινδρικὸν τμῆμα εύρισκεται ἐμπροσθεν τοῦ τυμπάνου καὶ εἶναι στερεωμένον εἰς τὸν

αύτὸν ἄξονα, ἀποτελεῖται δὲ ἀπὸ τεμάχια ἐκ σκληροῦ χαλκοῦ μονωμένα μεταξύ των καὶ πρὸς τὸν ἄξονα. Τὸ κυλινδρικὸν τοῦτο τμῆμα καλεῖται συλλέκτης καὶ τὰ τμήματα, ἀπὸ τὰ ὅποια ἀποτελεῖται, καλοῦνται τομεῖς τοῦ συλλέκτου (σχ. 12·1β).

Ἐπάνω εἰς τὸν στάτην εἶναι στερεωμένον ἔξαρτημα, ποὺ καλεῖται ψηκτροφορεύς, καὶ φέρει μικρὰ πρισματικὰ τεμάχια ἀπὸ γραφίτην.



Σχ. 12·1 γ.
Ψηκτροφορεύς.

Τὰ τεμάχια αὐτὰ καλοῦνται ψήκτραι (καρβουνάκια) καὶ ἐφάπτονται ἐπὶ τῶν τομέων τοῦ συλλέκτου μὲ πίεσιν, ἡ ὅποια δύναται νὰ ρυθμίζεται (σχ. 12·1γ).

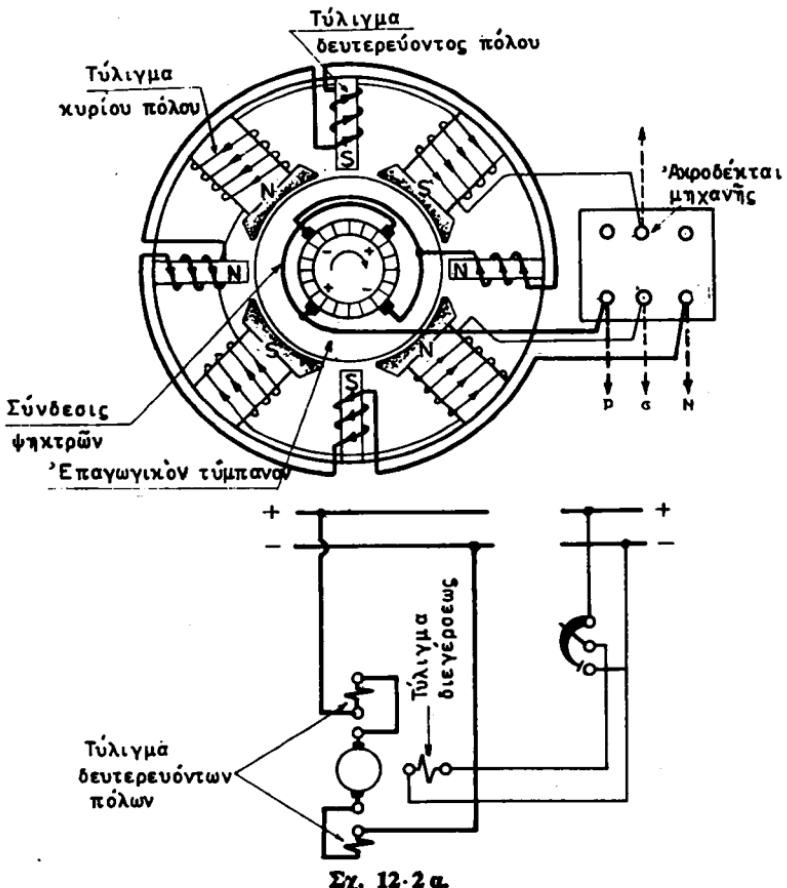
12·2 Γεννήτριαι συνεχούς ρεύματος.

1) Συνδεσμολογίαι.

Αἱ γεννήτριαι εἶναι ἡλεκτρικαὶ μηχαναὶ, ποὺ μετατρέπουν τὴν μηχανικὴν ἐνέργειαν εἰς ἡλεκτρικήν. Ἡ μηχανικὴ ἐνέργεια παρέχεται εἰς τὸν ἄξονα τῶν γεννητριῶν, ὑπὸ μορφὴν κινητικῆς ἐνέργειας, ἀπὸ κινητηρίαν μηχανήν. Αἱ γεννήτριαι συνεχούς ρεύματος ἀποτελοῦν πηγὰς συνεχοῦς ρεύματος καὶ λαμβάνουν κίνησιν, συνήθως, ἀπὸ πετρελαιοκινητῆρας.

Κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ τυμπάνου τῶν γεννητριῶν συνεχοῦς ρεύματος, ποὺ καλεῖται καὶ ἐπαγώγιμον, γεννᾶται εἰς τοὺς ἀγωγοὺς τοῦ τυλίγματος αὐτοῦ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις, διότι οἱ ἀγωγοὶ κινοῦνται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τῶν πόλων (παράγρ. 8·4). Διὰ τῆς περιστροφῆς τοῦ ἐπαγώγικοῦ τυμπάνου παράγεται, συνεπῶς,

ἐναλλασσομένη ἡλεκτρεγερτική δύναμις εἰς τὰ ἄκρα τῶν ἀγωγῶν τοῦ τυλίγματος αὐτοῦ· τὸ ρεῦμα ὅμως, τὸ ὅποιον λαμβάνομεν μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ συλλέκτου καὶ τῶν ψηκτρῶν, αἱ ὅποιαι γλιστροῦν ἐπὶ τῶν τομέων παραμένουσαι πάντοτε ἐν ἑπαφῇ μὲ αὐτούς, εἰναι συνεχές, δηλαδὴ τῆς αὐτῆς πάντοτε φορᾶς.



Αἱ γεννήτριαι συνεχοῦς ρεύματος διακρίνονται εἰς τέσσαρας κατηγορίας ἀναλόγως τοῦ τρόπου συνδέσεως τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως αὐτῶν :

α) Γεννήτραιαι μὲ ξένην διέγερσιν. Εἰς αὐτὰς τὸ τύλιγμα διεγέρσεως τροφοδοτεῖται ὑπὸ ξένης πηγῆς (σχ. 12.2α).

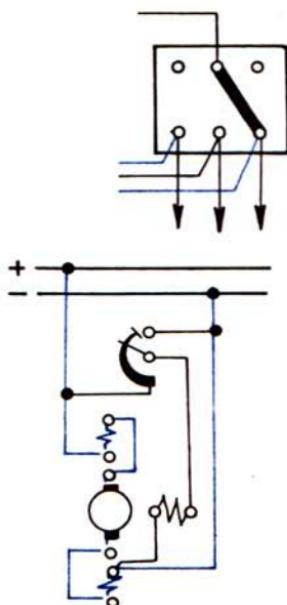
β) *Γεννήτριαι μὲ παραλλήλων διέγερσιν.* Είς αύτάς τὸ τύλιγμα διεγέρσεως είναι συνδεδεμένον ἐν παραλλήλῳ μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ ἑπαγωγικοῦ τυμπάνου (σχ. 12·2β).

γ) *Γεννήτριαι μὲ διέγερσιν σειρᾶς.* Είς αύτάς τὸ τύλιγμα διεγέρσεως είναι συνδεδεμένον ἐν σειρᾷ μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου (σχ. 12·2γ).

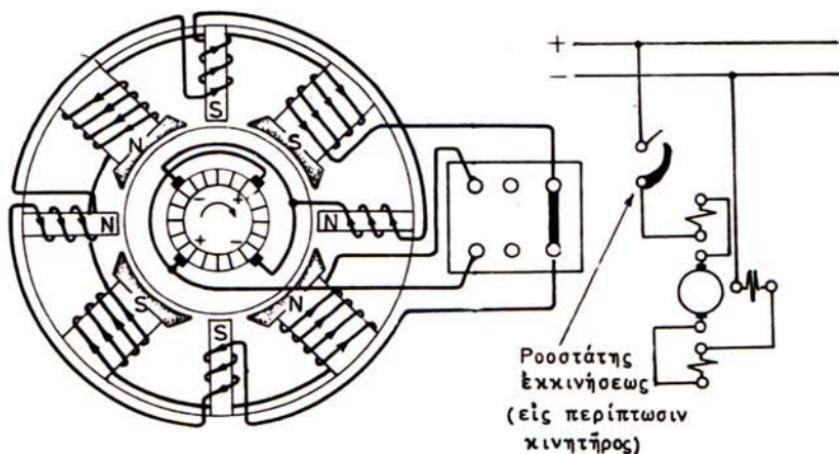
δ) *Γεννήτριαι συνθέτον διεγέρσεως.* Αἱ γεννήτριαι αὐταὶ ἔχουν δύο τυλίγματα διεγέρσεως, ἕνα ἐν παραλλήλῳ πρὸς τὸ τύμπανον καὶ ἕνα ἐν σειρᾷ πρὸς αὐτὸ (σχ. 12·2δ).

2) Δευτερεύοντες πόλοι.

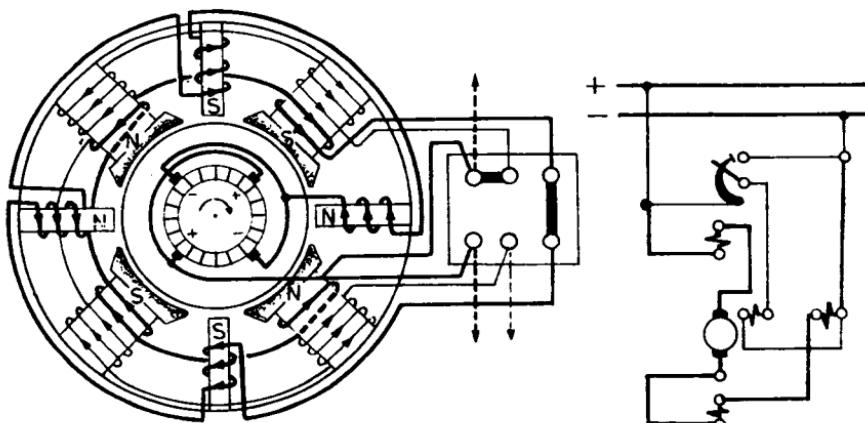
Κατὰ τὴν λειτουργίαν τῶν γεννητριῶν συνεχοῦς ρεύματος ὑπὸ φορτίον, προκαλοῦνται σπινθηρισμοὶ εἰς τὰς ψήκτρας, διὰ τὴν ἀποφυγὴν τῶν ὅποιών, εἰς τὰς μέσας καὶ μεγάλας μηχανάς, μεταξὺ τῶν κυρίων μαγνητικῶν πόλων τοποθετοῦνται μικρότεροι πόλοι, ποὺ καλοῦνται δευτερεύοντες μαγνητικοὶ πόλοι ἢ βοηθητικοὶ πόλοι (σχ. 12·1β).



Σχ. 12·2δ



Σχ. 12·2γ.



Σχ. 12.2 δ.

12·3 Κινητῆρες συνεχοῦς ρεύματος.

1) Αερήλια λειτουργίας.

Οι ήλεκτρικοὶ κινητῆρες εἰναι ήλεκτρικαὶ μηχαναὶ, ποὺ μετατρέπουν τὴν ήλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς μηχανικὴν ἐνέργειαν.

Οι ήλεκτρικοὶ κινητῆρες συνεχοῦς ρεύματος, οἱ ὅποιοι δὲν παρουσιάζουν σχεδὸν καμμίαν κατασκευαστικὴν διαφορὰν ἀπὸ τὰς γεννητρίας συνεχοῦς ρεύματος, εἰναι μηχαναὶ, εἰς τὰς ὅποιας τὸ ρεῦμα διεγέρσεως τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως καὶ τὸ ρεῦμα τοῦ τυλίγματος τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου παρέχονται ἐκ τοῦ δικτύου ήλεκτροδοτήσεως. Χρησιμοποιοῦνται καὶ μηχαναὶ ισχύος μέχρι 20 kW χωρὶς τύλιγμα διεγέρσεως, μὲ μαγνητικούς πόλους ἀποτελουμένους ἀπὸ μονίμους μαγνήτας. Οἱ μαγνητικοὶ πόλοι (εἴτε ἀποτελοῦνται ἀπὸ μονίμους μαγνήτας εἴτε ἀπὸ ήλεκτρομαγνήτας) δημιουργοῦν μαγνητικὸν πεδίον, ἐντὸς τοῦ ὅποιου ἐύρισκονται οἱ ἀγωγοὶ τοῦ τυλίγματος τοῦ τυμπάνου, οἱ ὅποιοι διαρρέονται ὑπὸ ρεύματος. Ἐπὶ τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου δημιουργεῖται ροπὴ στρέψεως, ἡ ὅποια θέτει εἰς περιστροφὴν τὸ τύμπανον (παράγρ. 8·3).

2) Περιγραφὴ κυρίων μερῶν.

Οι κινητῆρες συνεχοῦς ρεύματος ἀποτελοῦνται ἀπὸ τὰ αὐτὰ κύρια μέρη, ἀπὸ τὰ ὅποια ἀποτελοῦνται καὶ αἱ γεννήτριαι συνεχοῦς

ρεύματος. Εἰς τοὺς κινητῆρας, ὅμως, τὰ μέρη κατασκευάζονται οὕτως, ὥστε νὰ παρεμποδίζεται ἡ εἰσαγωγὴ ἐντὸς τοῦ ζυγώματος κόνεως καὶ ὑδατος, διότι ὁ κινητήρης πρέπει νὰ δύναται νὰ λειτουργῇ καὶ μὲ δυσμενεῖς συνθήκας περιβάλλοντος. Πρὸς τοῦτο ὁ ἀνεμιστήρης, ὁ δόποιος εὐρίσκεται ἐπάνω εἰς τὸν ἄξονα τοῦ κινητῆρος εἰς τὴν ἀντίθετον πλευρὰν τοῦ ἐπαγγωγίμου, ἀπὸ ἑκείνην εἰς τὴν ὅποιαν εὐρίσκεται ὁ συλλέκτης, χρησιμεύει διὰ τὴν ψῦξιν τοῦ κινητῆρος. Ὁ ἀνεμιστήρης τοποθετεῖται ἔξω ἀπὸ τὰ καλύμματα ποὺ προστατεύουν τὸν κινητήρα, ἐντὸς εἰδικοῦ περιβλήματος ἐνῶ, ἔξ αλλου, τὸ ζύγωμα ἔχει ραβδώσεις διὰ νὰ ἐνισχύεται ἡ ψῦξις τοῦ κινητῆρος.

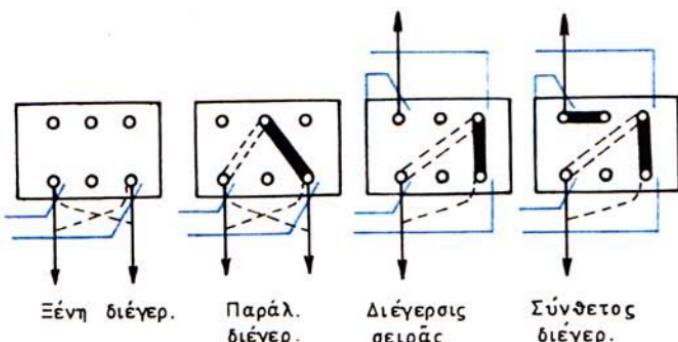
3) Ἀναστροφὴ φορᾶς περιστροφῆς, ταχύτης, ἀπόδοσις, ἐκκίνησις.

Εἰς τοὺς κινητῆρας συνεχοῦς ρεύματος, οἱ δόποιοι ἔχουν τὸ τύλιγμα διεγέρσεως αὐτῶν συνδεσμολογημένον μὲ τοὺς ίδιους τρόπους ποὺ εἶναι συνδεσμολογημένον τὸ τύλιγμα διεγέρσεως τῶν γεννητριῶν, εἶναι δυνατὸν νὰ ἀντιστρέψωμεν τὴν φορὰν περιστροφῆς των κατὰ δύο τρόπους :

α) Μὲ τὸ νὰ ἀντιστρέψωμεν τὴν διεύθυνσιν τοῦ πεδίου τῶν πόλων, ἀντιστρέφοντες τὸ ρεῦμα διεγέρσεως καὶ β) μὲ τὸ νὰ ἀντιστρέψωμεν τὴν διεύθυνσιν τοῦ πεδίου τοῦ τυμπάνου, ἀντιστρέφοντες τὸ ρεῦμα, ποὺ ρέει ἐντὸς τοῦ τυλίγματος τοῦ τυμπάνου. Διὰ νὰ ἀντιστραφῇ τὸ ρεῦμα θὰ πρέπει νὰ ἀφαιρέσωμεν τὸ κάλυμμα ἐνὸς κυτίου, τὸ δόποιον ὑπάρχει ἐπάνω εἰς τὸ σῶμα τῆς μηχανῆς καὶ λέγεται κυτίον ἀκροδεκτῶν, καὶ νὰ ἐναλλάξωμεν τὴν θέσιν τῶν δύο ἀγωγῶν, ποὺ ἔρχονται ἀπὸ τὸ δίκτυον τροφοδοτήσεως καὶ συνδέονται εἰς τοὺς ἀκραίους ἀκροδέκτας τοῦ κινητῆρος (σχ. 12·3α). Ἐάν ἐντὸς τοῦ κυτίου ἀκροδεκτῶν ὑπάρχῃ γεφύρωσις (λαμάκι), ποὺ καταλήγει εἰς ἀκραίον ἀκροδέκτην, πρέπει καὶ αὐτὴ νὰ ἀκολουθήσῃ εἰς τὴν μετάθεσιν τὸν ἀντίστοιχον ἀγωγὸν τοῦ δικτύου. Εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν κινητήρων διεγέρσεως σειρᾶς καὶ συνθέτου διεγέρσεως ἀλλάσσομεν θέσιν μόνον εἰς τὸν ἐνα ἀπὸ τοὺς τροφοδοτικοὺς ἀγωγούς.

‘Ο ἀριθμὸς στροφῶν (ταχύτης) τῶν κινητήρων συνεχοῦς ρεύματος εἶναι τόσον μεγαλύτερος, ὃσον μικροτέρα εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος διεγέρσεως καὶ ὃσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἔντασις ποὺ κυκλοφορεῖ εἰς τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου. ’Ἐτοι, ἐάν αὐξηθῇ ἡ τάσις, ἡ δόποια ἐφαρμόζεται ἐπὶ τοῦ τυμπάνου (αὐξησις τοῦ ρεύματος), αὐξάνεται ἡ ταχύτης

τοῦ κινητῆρος, ἐνῶ ἔὰν ἐλαττωθῇ ἢ τάσις εἰς τὸ τύλιγμα διεγέρσεως (ἐλάττωσις τοῦ ρεύματος διεγέρσεως), αὐξάνεται πάλιν ἢ ταχύτης τοῦ κινητῆρος. Ἡ δυνατότης συνεχοῦς ρυθμίσεως τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν



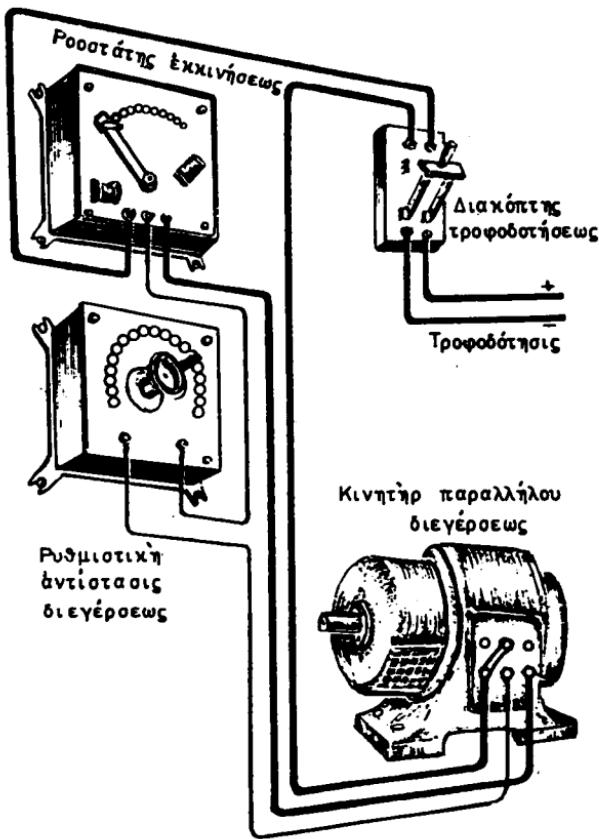
Σχ. 12·3 α.

εἰς εὔρεα δρια ἀποτελεῖ χαρακτηριστικὸν τῶν κινητήρων συνεχοῦς ρεύματος.

Ἡ ἀπόδοσις τῶν κινητήρων συνεχοῦς ρεύματος ἐκφράζεται μὲ τὸν λόγον τῆς ἀποδιδομένης ὑπὸ τοῦ κινητῆρος ἴσχυος πρὸς τὴν προσδιδομένην εἰς αὐτὸν ἴσχυν. Ὁ λόγος αὐτὸς καλεῖται βαθμὸς ἀπόδοσεως καὶ εἶναι τόσον μεγαλύτερος, ὃσον μικρότεραι εἶναι αἱ διάφοροι ἀπώλειαι τοῦ κινητῆρος, ποὺ προέχονται κυρίως ἐκ τῆς ροῆς τοῦ ρεύματος εἰς τὰ διάφορα τυλίγματα καὶ τὰς ρυθμιστικὰς ἀντιστάσεις (θερμικαὶ ἀπώλειαι, παράγρ. 6·3 καὶ 15·1).

Πρὶν ἐκκινήσῃ ὁ κινητὴρ συνεχοῦς ρεύματος, τὸ ρεῦμα εἰς τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου προσδιορίζεται μόνον ἀπὸ τὴν ἐπιβαλλομένην τάσιν εἰς τοὺς ἀκροδέκτας τοῦ κινητῆρος καὶ ἀπὸ τὴν μικρὰν ἀντίστασιν τοῦ τυλίγματος τοῦ τυμπάνου. Μετὰ τὴν ἐκκίνησιν, τὸ ρεῦμα εἰς τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου ἐλαττώνεται, διότι εἰς τὸ τύλιγμα ἀναπτύσσεται ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἀντίθετος τῆς τάσεως, ποὺ ἐφαρμόζεται εἰς τοὺς ἀκροδέκτας τοῦ κινητῆρος. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν, αὐτὴ καλεῖται ἀντιηλεκτρεγερτικὴ δύναμις (Α.Η.Γ.Δ.). Ἡ Α.Η.Γ.Δ. ἀναπτύσσεται, διότι τὸ τύλιγμα κινεῖται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τῶν πόλων. Ἔτσι, ἔὰν ἐπιβληθῇ ἐπὶ τοῦ τυμπάνου ἡ πλήρης τάσις λειτουργίας, θὰ ρεύσῃ διὰ τοῦ τυλίγματος ρεῦμα μεγάλης ἐντάσεως.

Πρὸς ἀποφυγὴν τούτου, πλὴν τῶν μικρῶν κινητήρων, οἱ κινητῆρες συνεχοῦς ρεύματος ἐκκινοῦν μὲν ἡλαττωμένην τάσιν, ἡ δποία μετὰ τὴν ἐκκίνησιν αὔξανεται βαθμηδόν. Ἡ ἐκκίνησις κατὰ τὸν τρόπον αὐτὸν



Σχ. 12·3β.

ἐπιτυγχάνεται μὲν μεταβλητὴν ἀντίστασιν συνδεομένην ἐν σειρᾶ μὲ τὸ τύμπανον (παράγρ. 5·1), ἡ δποία λέγεται ροοστάτης ἐκκινήσεως (σχ. 12·3β). Οἱ κινητῆρες συνεχοῦς ρεύματος δύνανται νά ἀναπτύξουν μεγάλην ροπὴν ἐκκινήσεως.

12·4 Ἐρωτήσεις.

1. Εἰς τί χρησιμεύει ὁ συλλέκτης εἰς τὰς γεννητρίας συνεχοῦς ρεύματος;

2. Ποιαί είναι αἱ βασικαὶ κατηγορίαι συνδεσμολογίας τῶν γεννητριῶν συνεχοῦς ρεύματος ;
 3. Ποῖος δὲ προορισμὸς τῶν δευτερεύοντων πόλων ;
 4. Ποία τὰ βασικὰ χαρακτηριστικά τῶν κινητήρων συνεχοῦς ρεύματος ;
 5. Πῶς ἐπιτυγχάνεται ἡ ἀντιστροφὴ τῆς φορᾶς περιστροφῆς κινητῆρος συνεχοῦς ρεύματος ;
 6. Πῶς γίνεται ἡ ρύθμισις τῶν στροφῶν (τῆς ταχύτητος) κινητῆρος συνεχοῦς ρεύματος ;
 7. Τί θὰ συμβῇ, ἐὰν συνδέσωμεν ἕνα κινητήρα εἰς τὴν πλήρη τάσιν τοῦ δικτύου ;
 8. Ποιαί αἱ συνδεσμολογίαι τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως εἰς τοὺς κινητῆρας συνεχοῦς ρεύματος ;
-

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

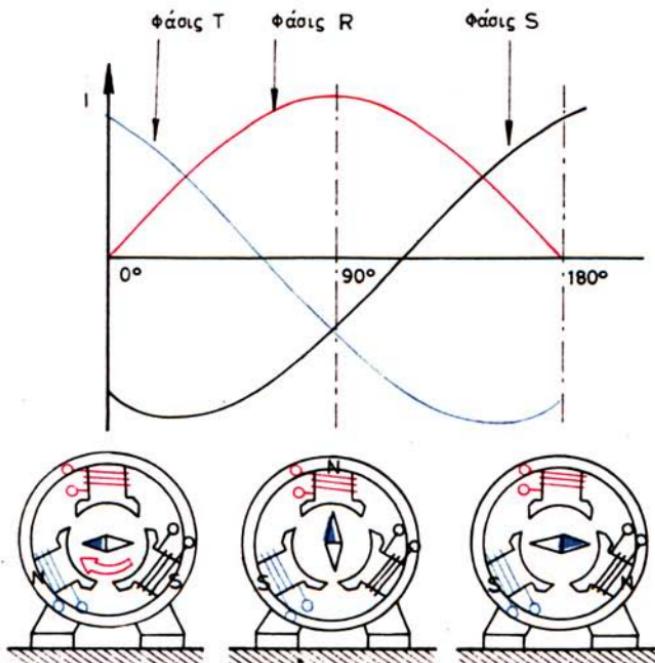
13·1 Γενικά.

Αἱ ἡλεκτρικαὶ μηχαναὶ ἐναλλασσομένου ρεύματος παράγουν ἢ καταναλίσκουν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν ὑπὸ μορφῆν ἐναλλασσομένου ρεύματος μονοφασικοῦ ἢ πολυφασικοῦ.

“Οταν τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου εἶναι διαμορφωμένον οὕτως, ὥστε νὰ μένουν ἐλεύθερα μόνον δύο ἄκρα, τότε λέγομεν ὅτι τὸ τύλιγμα εἶναι μονοφασικὸν καὶ ἡ ἡλεκτρικὴ μηχανὴ εἶναι μονοφασική.” Οταν τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου ἀποτελῆται ἀπὸ δύο, τρία, ἢ περισσότερα μονοφασικὰ τυλίγματα, ὅταν δηλαδὴ μένουν ἐλεύθερα 4, 6 ἢ περισσότερα ἄκρα, τότε λέγομεν ὅτι τὸ τύλιγμα εἶναι διφασικόν, τριφασικὸν κ.λπ. καὶ ἡ ἡλεκτρικὴ μηχανὴ εἶναι διφασική, τριφασική κ.λπ. Ἐάν εἰς τὴν διάταξιν τοῦ σχήματος 13·1 τροφοδοτήσωμεν τὰ τυλίγματα τῶν τριῶν πόλων, οἱ δόποιοι σχηματίζουν μεταξὺ των ἀνὰ δύο γωνίας 120° , μὲ τριφασικὸν ρεῦμα, ἡ κατεύθυνσις τοῦ συνισταμένου μαγνητικοῦ πεδίου, ἡ δόποια προκύπτει ἀπὸ τὴν σύνθεσιν τῶν τριῶν μαγνητικῶν πεδίων τῶν πόλων, θὰ προσδιορίζεται κάθε στιγμὴν ἀπὸ τὰς σχέσεις μεταξὺ τῶν στιγμισίων τιμῶν τῶν τριῶν ἐναλλασσομένων ρευμάτων, ἀπὸ τὰ δόποια ἀποτελεῖται τὸ τριφασικὸν ρεῦμα. Ἡ κατεύθυνσις αὐτῆ, ποὺ δύναται νὰ προσδιορισθῇ μὲ τὴν βοήθειαν τῆς μαγνητικῆς βελόνης, ἔκτελεῖ κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς περιόδου, μίαν πλήρη περιστροφήν. Τὸ μαγνητικὸν τοῦτο πεδίον καλεῖται στρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίον. Στρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίον παράγεται καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν δόποιαν ἑνας μαγνήτης περιστρέφεται οὕτως, ὥστε οἱ πόλοι του νὰ διαγράφουν περιφέρειαν κύκλου.

Εἰς τὰς τριφασικὰς ἢ καὶ μονοφασικὰς ἡλεκτρικὰς μηχανὰς χρησιμοποιοῦνται τὰ στρεφόμενα μαγνητικὰ πεδία. Ἐάν εἰς τὰς μηχανὰς αὐτὰς ὁ δρομεὺς περιστρέφεται μὲ ταχύτητα ἵσην πρὸς τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ στάτου, λέγομεν ὅτι αἱ ἡλεκτρικαὶ μηχαναὶ εἶναι σύγχρονοι μηχαναὶ, ἐνῶ ἐὰν ἡ ταχύτης τοῦ δρο-

μέως διαφέρη ἀπὸ τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ στάτου, αἱ ἡλεκτρικαὶ μηχαναὶ καλοῦνται ἀσύγχρονοι μηχαναὶ.



Σχ. 13.1.

13.2 Γεννήτριαι ἐναλλασσομένου ρεύματος.

Αἱ γεννήτριαι ἐναλλασσομένου ρεύματος, ποὺ καλοῦνται καὶ ἐναλλακτῆρες, κατασκευάζονται σήμερον σχεδόν πάντοτε ὡς σύγχρονοι μηχαναί.

Οἱ ἐναλλακτῆρες εἰναι πηγαὶ ἐναλλασσομένου ρεύματος καὶ κινοῦνται εἴτε ἀπὸ πετρελαιομηχανάς, δταν πρόκειται διὰ μικροὺς ἐναλλακτῆρας, εἴτε ἀπὸ ἀτμοστροβίλους ἢ ὑδροστροβίλους, δταν οἱ ἐναλλακτῆρες εἰναι μεγάλοι καὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς τοὺς κεντρικοὺς σταθμοὺς παραγωγῆς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας.

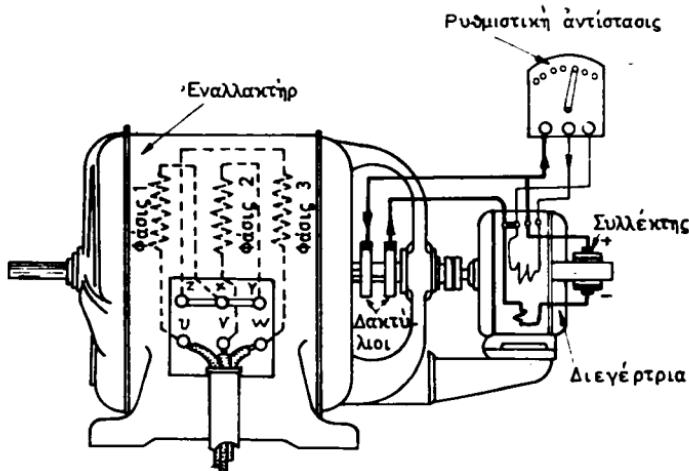
Εἰς τὸν ἐναλλακτῆρα, οἱ μαγνητικοὶ πόλοι δὲν εἰναι στερεωμένοι εἰς τὸν στάτην τῆς μηχανῆς, πλὴν τῆς περιπτώσεως τῶν μικρῶν ἐναλλακτήρων, ἀλλὰ εἰς τὸν δρομέα αὐτῆς· ἔξ αλλου τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπα-

γωγικοῦ τυμπάνου είναι τοποθετημένον εἰς τὸν στάτην καὶ μένει ἀκίνητον. Ἐὰν οἱ ἐναλλακτῆρες κινοῦνται μὲν μεγάλῃ ταχύτητα (μέγας ἀριθμὸς στροφῶν), δὲν ἔχουν ἐπὶ τοῦ δρομέως ὄρατοὺς πόλους μὲ πυρῆνα καὶ τύλιγμα ποὺ προεξέχουν. Ὁ δρομεὺς τότε είναι κυλινδρικὸν τύμπανον ἐπὶ τοῦ ὅποιου, ἐντὸς ἐγκοπῶν, είναι τοποθετημένον τὸ τύλιγμα διεγέρσεως (λεῖοι πόλοι).

Διὰ τὴν δημιουργίαν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς τὸ τύλιγμα διεγέρσεως διοχετεύεται συνεχὲς ρεῦμα διὰ μέσου δύο ψηκτρῶν καὶ ίσαριθμῶν δακτυλίων, ποὺ είναι στερεωμένοι ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ ἐναλλακτῆρος. Τὸ ρεῦμα αὐτὸν παράγεται, συνήθως, ἀπὸ μίαν γεννήτριαν συνεχοῦς ρεύματος, ποὺ καλεῖται διεγέρτρια καὶ είναι συνδεδεμένη μὲ τὸν ἄξονα τοῦ ἐναλλακτῆρος, ἀπὸ τὸν ὅποιον λαμβάνει κίνησιν.

Είναι δυνατὸν τὸ ρεῦμα διεγέρσεως νὰ παρέχεται ἀπὸ δίκτυου, ἢ ἀπὸ τὸν ἴδιον τὸν ἐναλλακτῆρα, ἀφοῦ προηγουμένως μετατραπῆ εἰς συνεχὲς μέσω δινορθωτῶν (παράγρ. 14·3), δπότε δὲν ἀπαιτεῖται ἡ ὑπαρξία διεγέρτριας.

Ο στάτης τῶν τριφασικῶν ἐναλλακτήρων φέρει τρία μονοφασικὰ τυλίγματα, ἐπὶ τῶν ὅποιών τὸ μαγνητικὸν πεδίον τοῦ δρομέως, ποὺ



Σχ. 13·2.

στρέφεται (στρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίον), δημιουργεῖ τριφασικὸν σύστημα ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων. Τὰ ἄκρα τοῦ τριφασικοῦ τυλί-

γμάτος τοῦ στάτου, ποὺ μένουν ἐλεύθερα, συνδέονται μὲ τοὺς ἀκροδέκτας τῆς μηχανῆς. Μὲ αὐτοὺς συνδέεται τὸ φορτίον ποὺ θέλουμεν νὰ τροφοδοτήσωμεν (σχ. 13·2). Ἐὰν οἱ μαγνητικοὶ πόλοι εύρισκωνται εἰς τὸν στάτην καὶ τὸ ἐπαγωγικὸν τύμπανον εἰς τὸν δρομέα, τὰ ἐλεύθερα ἄκρα τοῦ τυλίγματος τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου συνδέονται μὲ ίσαρθμους δακτυλίους καὶ ἀπὸ ἐκεῖ μέσω ψηκτρῶν τὸ παραγόμενον ρεῦμα δδηγεῖται εἰς τοὺς ἀκροδέκτας τῆς μηχανῆς.

13·3 Τριφασικοὶ κινητῆρες ἐναλλασσομένου ρεύματος.

1) Ἀρχὴ λειτουργίας τριφασικῶν κινητήρων.

Οἱ πλέον διαδεδομένοι στήμερον ἡλεκτρικοὶ κινητῆρες εἰναι οἱ κινητῆρες ἐναλλασσομένου ρεύματος, ποὺ κατασκευάζονται εἴτε ὡς τριφασικοὶ εἴτε ὡς μονοφασικοὶ κινητῆρες.

Οἱ κινητῆρες ἐναλλασσομένου ρεύματος κατασκευάζονται, συνήθως, ὡς ἀσύγχρονοι μηχαναί. Σύγχρονοι κινητῆρες κατασκευάζονται μόνον δι' εἰδικὰς χρήσεις, ὅπως εἰναι π.χ. ἡ διόρθωσις τοῦ συντελεστοῦ ἰσχύος μιᾶς ἐγκαταστάσεως (λειτουργία ἐν κένῳ) ή ἡ κίνησις φορτίου μὲ μεγάλην σταθερότητα στροφῶν (ἡλεκτρικὰ ὠρολόγια, πικάπ ἀνωτέρας ποιότητος). Διὰ βιομηχανικὰς χρήσεις κατασκευάζονται, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, τριφασικοὶ ἀσύγχρονοι κινητῆρες ἐναλλασσομένου ρεύματος.

Διακρίνομεν δύο διαφοράς ἀσυγχρόνων τριφασικῶν κινητήρων, τοὺς κινητῆρας ἐπαγωγῆς καὶ τοὺς κινητῆρας μετὰ συλλέκτου. Κυριωτέρα διαφορά, τὴν δύοιαν καὶ ἔξετάζομεν ἐνταῦθα, εἰναι ἡ διαφορά τῶν κινητήρων ἐπαγωγῆς, οἱ δποῖοι ἔχουν τὰς περισσοτέρας χρήσεις.

Οἱ τριφασικοὶ κινητῆρες ἐπαγωγῆς ἔχουν στάτην ὅμοιον μὲ τὸν στάτην τῶν συγχρόνων μηχανῶν (σχ. 13·3α) καὶ δρομέα, δ ὅποῖς φέρει ἀγώγοὺς βραχυκυλωμένους μεταξύ των εἰς τὰ ἄκρα. Βραχυκύλωσις καλεῖται ἡ ἀγώγιμος σύνδεσις δύο σημείων κυκλώματος διαφόρου θυναμικοῦ μέσω πολὺ μικρᾶς (ἀμελητέας) ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως.

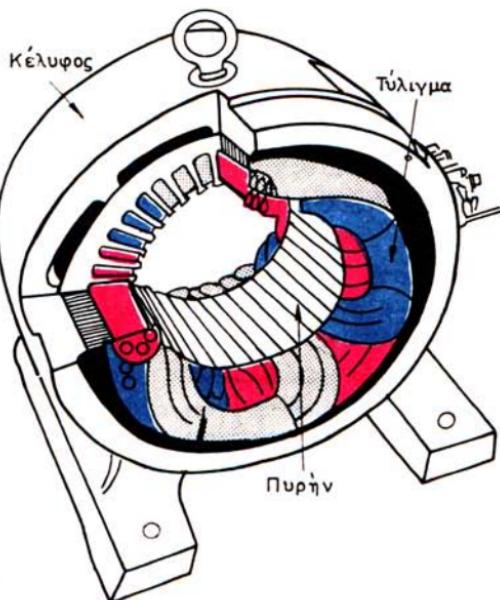
"Οταν δ δρομεὺς τοῦ κινητῆρος εἰναι ἀκίνητος καὶ συνδέσωμεν τὸ τύλιγμα τοῦ στάτου μὲ τριφασικὸν δίκτυον, τὸ στρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίον, ποὺ θὰ δημιουργηθῇ ἀπὸ τὸν στάτην, θὰ προκαλέσῃ τὴν ἐμφάνισιν ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς εἰς τοὺς ἀγώγούς

τοῦ δρομέως, ποὺ εύρισκονται ἀκίνητοι ἐντὸς τοῦ πεδίου τούτου (παράγρ. 8.4.). Ἀφοῦ ὅμως τὰ ἄκρα τῶν ἀγωγῶν τοῦ δρομέως εἰναι βραχυκυκλωμένα, ἡ λεκτρεγερτικὴ δύναμις, ποὺ θὰ ἀναπτυχθῇ ἐντὸς τῶν ἀγωγῶν τούτων, θὰ ἔχῃ ὡς ἀποτέλεσμα ροήν ρεύματος διὰ μέσου αὐτῶν. Ἐτσι, οἱ ἀγωγοὶ τοῦ δρομέως διαρρέονται ἀπὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα καὶ εύρισκονται ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου, δόποτε, ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν αὐτῶν θὰ ἀσκηθοῦν δυνάμεις, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν δημιουργίαν ροπῆς στρέψεως, ἡ δποία καὶ θέτει εἰς περιστροφὴν τὸν δρομέα (παράγρ. 8.3). Μετὰ τὴν ἐκκίνησιν τοῦ κινητῆρος, ὁ δρομεὺς τείνει νὰ φθάσῃ τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, χωρὶς ὅμως νὰ τὴν φθάνῃ πιοτέ, διότι, ἐὰν ὁ δρομεὺς κατώρθωνε νὰ περιστρέφεται μὲ τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, οἱ ἀγωγοὶ τοῦ δρομέως θὰ ἥσαν ἀκίνητοι ὡς πρὸς τὸ μαγνητικὸν πεδίον καὶ, ἐπομένως, δὲν θὰ ἔδημιουργεῖτο Η.Ε.Δ. ἐντὸς αὐτῶν, ἅρα οὔτε καὶ ροπὴ στρέψεως. Ἡ ταχύτης τοῦ δρομέως, λοιπόν, εἶναι μικρότερα τῆς ταχύτητος τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου (ἀσύγχρονοι μηχαναί), ἡ δὲ διαφορὰ τῶν δύο ταχυτῶν ἐκφράζεται ἐκατοστιαίως μὲ ἔνα μέγεθος ποὺ καλεῖται διολίσθησις.

Οἱ τριφασικοί κινητῆρες ἐπαγωγῆς ἀναλόγως τῆς κατασκευῆς τοῦ δρομέως των εἶναι δύο εἰδῶν : α) *Κινητῆρες μετὰ δακτυλίων* καὶ β) *κινητῆρες μετὰ βραχυκυκλωμένου δρομέως*.

2) *Κινητῆρες μετὰ δακτυλίων - Κατασκευή.*

Οἱ κινητῆρες μετὰ δακτυλίων ἔχουν σχεδὸν πάντοτε στερεωμένον



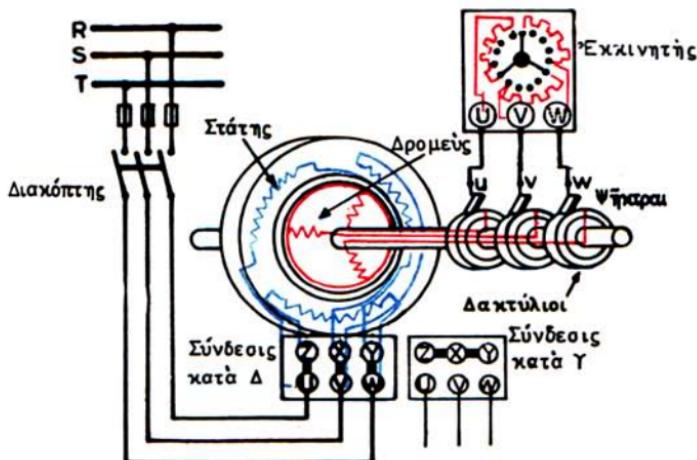
Σχ. 13. 3 α.

ἐπὶ τοῦ δρομέως τῶν τριφασικὸν τύλιγμα, ποὺ εύρίσκεται, συνήθως, εἰς ἀστεροειδῆ σύνδεσιν εἰς τὸ ἑσωτερικὸν τοῦ τυλίγματος.

Τὰ τρία ἄκρα, ποὺ μένουν ἐλεύθερα, συνδέονται εἰς τρεῖς ὀρειχαλκίνους δακτυλίους, στερεωμένους ἐπάνω εἰς τὸν ἄξονα τοῦ δρομέως.

Οἱ δακτύλιοι αὐτοὶ εἰναι ἡλεκτρικῶς μονωμένοι τόσον μεταξύ τῶν δύον καὶ πρὸς τὸν ἄξονα. Ἐπὶ τῶν τριῶν δακτυλίων ἐφάπτονται ἴσαριθμοι ψῆκτραι, τῶν ὅποιων αἱ ψηκτροθήκαι εἰναι στερεωμέναι ἐπὶ τοῦ καλύμματος τῆς μηχανῆς.

Διὰ μέσου τῶν ψηκτρῶν, αἱ τρεῖς φάσεις τοῦ δρομέως συνδέονται μὲ τρεῖς ρυθμιστικὰς ἀντιστάσεις σειρᾶς, αἱ ὅποιαι εἰναι συνδεδεμέναι κατ' ἀστέρα (τριφασικὴ ρυθμιστικὴ ἀντιστασις, ἡ ὅποια καλεῖται ἐκκινητής), ὅπερ δεικνύει τὸ σχῆμα 13.3β. Ἐτσι οἱ ἀγωγοὶ τοῦ τυλί-



Σχ. 13.3 β.

γματος εἰναι βραχυκυκλωμένοι εἰς τὰ ἄκρα, μέσω τοῦ στροφάλου τοῦ ἐκκινητοῦ, δ ὅποιος εἰναι κοινὸς καὶ διὰ τὰς τρεῖς ἀντιστάσεις.

Ἄποδεικνύεται, ὅτι τὸ ρεῦμα ἐκκινήσεως ἀσυγχρόνου κινητῆρος εἰναι τόσον μεγαλύτερον, ὃσον μεγαλύτερον εἰναι τὸ ρεῦμα τοῦ δρομέως του. Ἐτσι, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ ἐκκινητοῦ δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν μικρὰν ἔντασιν ἐκκινήσεως. Οἱ κινητῆρες μετὰ δακτυλίων ἀναπτύσσουν μεγάλην ροπὴν κατὰ τὴν ἐκκίνησιν καὶ παρέχουν τὴν δυνατότητα ρυθμίσεως τῆς ταχύτητος περιστροφῆς αὐτῶν.

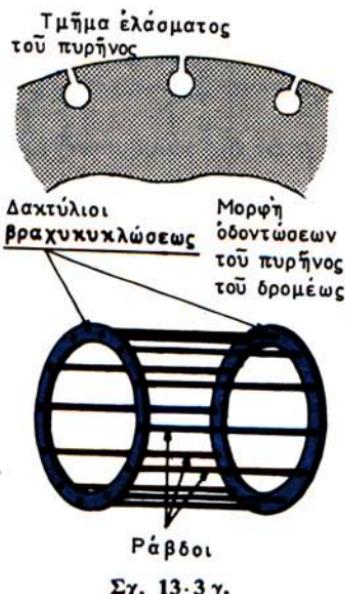
Μετά τὴν ἐκκίνησιν, ἀφαιροῦνται βαθμιαίως αἱ ρυθμιστικαὶ ἀντιστάσεις τοῦ ἐκκινητοῦ.

Εἰς πολλοὺς κινητῆρας μετὰ δακτυλίων ὑπάρχει εἰδικὸς μηχανισμὸς ἀνυψώσεως τῶν ψηκτρῶν. Αὐτὸς μὲ τὴν βοήθειαν χειροστροφάλοι, μετὰ τὴν ἀφαίρεσιν τῶν ἀντιστάσεων τοῦ ἐκκινητοῦ (ὅταν δηλαδὴ δικινητήριο στρέφεται πλέον μὲ τὸν κανονικὸν ἀριθμὸν στροφῶν), ἀπομακρύνει τὰς ψήκτρας ἀπὸ τοὺς δακτυλίους καὶ ταυτοχρόνως βραχυκυκλώνει αὐτούς. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἀποφεύγεται ἡ φθορὰ τῶν ψηκτρῶν καὶ ἡ ἀνάπτυξις θερμότητος λόγω τριβῶν (θερμικαὶ ἀπώλειαι).

3) Κινητῆρες μετὰ βραχυκυκλωμένου δρομέως - Κατεσκευή.

Οἱ κινητῆρες μετὰ βραχυκυκλωμένου δρομέως εἰναι οἱ πλέον διαδεδομένοι τριφασικοὶ κινητῆρες, διότι εἰναι καὶ οἱ ἀπλούστεροι τόσον ἀπὸ κατεσκευαστικῆς, ὅσον καὶ ἀπὸ λειτουργικῆς πλευρᾶς καὶ ἐπομένως οἱ εὐθηνότεροι. Ο δρομεὺς τῶν κινητήρων αὐτῶν ἀποτελεῖται, ὡς γνωστόν, ἀπὸ κυλινδρικὸν τύμπανον, τὸ ὅποιον εἰναι κατεσκευασμένον ἀπὸ πολλὰ λεπτὰ ἔλασματα μονωμένα μεταξύ των, φέρει δὲ ἐντὸς ἐγκοπῶν, ποὺ διαμορφώνονται εἰς τὴν κυλινδρικήν του ἐπιφάνειαν, ράβδους κυκλικῆς ἢ περίπου κυκλικῆς μορφῆς ἐκ χαλκοῦ ἢ ἀλουμινίου. Αἱ ἐγκοπαὶ αὐταὶ σχηματίζουν τὰς λεγομένας ὁδοντώσεις τοῦ πυρῆνος τοῦ δρομέως. Μία ὁδόντωσις ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα αὐλακα (λούκι) καὶ τὸν παραπλεύρως εύρισκόμενον ὁδόντα. Αἱ ράβδοι αὐταὶ βραχυκυκλώνονται καὶ εἰς τὰ δύο ὅκρα μὲ τὴν βοήθειαν δακτυλίων βραχυκυκλώσεως. Αἱ ράβδοι καὶ οἱ δακτύλοι βραχυκυκλώσεως σχηματίζουν εἶδος κλωβοῦ, πού, ἐπὶ πλέον, συγκρατεῖ καὶ τὰ ἔλασματα τοῦ πυρῆνος καὶ καλεῖται τύλιγμα κλωβοῦ (σχ. 13.3γ).

Οἱ κινητῆρες μετὰ βραχυκυκλωμένου δρομέως ἔχουν μεγάλης ἐν-

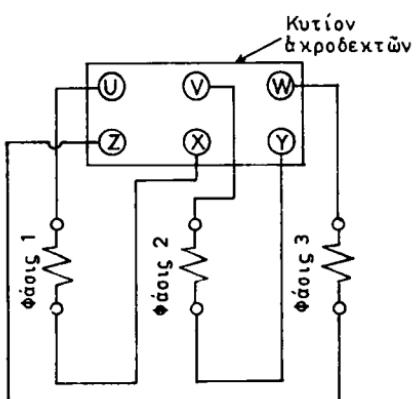


Σχ. 13.3γ.

τάσεως ρεῦμα ἔκκινήσεως καὶ μικρὸν ροπῆν ἔκκινήσεως, διότι εἰς αὐτοὺς δὲν ὑπάρχουν αἱ ρυθμιστικαὶ ὀντιστάσεις σειρᾶς, ποὺ συνδέονται μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ δρομέως, ὅπως συμβαίνει εἰς τοὺς κινητῆρας μετὰ δακτυλίων. Παρὰ ταῦτα, ἡ ἀπλότης τῆς κατασκευῆς καὶ τῆς χρήσεως, ἡ εὐθηνὴ τιμὴ, αἱ μικραὶ ἀπαιτήσεις συντηρήσεως καὶ ἡ λειτουργία χωρὶς τὴν δημιουργίαν ραδιοφωνικῶν παρασίτων, ἀποτελοῦν τοὺς λόγους ποὺ ἐπέβαλον τοὺς κινητῆρας τούτους, ὅπου δὲν ὑπάρχουν εἰδικαὶ ἀπαιτήσεις ἀπὸ τὴν φύσιν τοῦ φορτίου.

4) Ζεῦξις τριφασικῶν κινητήρων.

Τὰ ἔλευθερα ἄκρα τῶν τριῶν φάσεων τοῦ τριφασικοῦ τυλίγματος τοῦ στάτου ἐνὸς τριφασικοῦ κινητῆρος συνδέονται μὲ τοὺς 6 ἀκροδέκτας, ποὺ εὑρίσκονται εἰς τὸ κυτίον ἀκροδεκτῶν τοῦ κινητῆρος (σχ. 13·3δ).



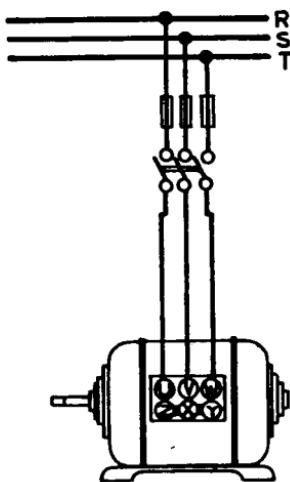
Σχ. 13·3δ.

Ἐάν τοποθετήσωμεν γεφυρώσεις (λαμάκια) μεταξὺ τῶν ἀκροδεκτῶν τῆς μηχανῆς, δυνάμεθα, ἀναλόγως τοῦ τρόπου μὲ τὸν ὅποιον θὰ τοποθετήσωμεν τὰ λαμάκια, νὰ συνδέσωμεν τὰ τρία μονοφασικά τυλίγματα κατ’ ἀστέρα ἢ κατὰ τρίγωνον. Εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς ἀστεροειδοῦς συνδέσεως τοῦ τριφασικοῦ τυλίγματος τοῦ στάτου, ποὺ ἐπιτυγχάνεται ἐάν τοποθετήσωμεν τὰ λαμάκια, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆ-

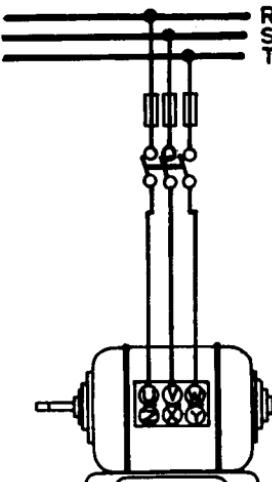
μα 13·3ε, κάθε φάσις τοῦ τυλίγματος θὰ εύρεθῇ, μετὰ τὴν σύνδεσιν (ζεῦξιν) μὲ τὸ τριφασικὸν δίκτυον, ὑπὸ τὴν φασικὴν τάσιν τοῦ δικτύου (παράγρ. 11·1). Εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς τριγωνικῆς συνδέσεως (σχ. 13·3στ), κάθε φάσις τοῦ τυλίγματος μετὰ τὴν σύνδεσιν μὲ τὸ δίκτυον θὰ εύρεθῇ ὑπὸ τὴν πτολικὴν τάσιν τοῦ δικτύου (παράγρ. 11·1).

Ο τρόπος συνδέσεως τοῦ τυλίγματος κατ’ ἀστέρα ἢ κατὰ τρίγωνον προσδιορίζεται ἀπό : α) τὴν τάσιν, μὲ τὴν ὅποιαν ἔχουν ὑπολογισθῆ νὰ ἔργαζωνται αἱ φάσεις τοῦ τυλίγματος ἐνὸς τριφασικοῦ κινητῆρος ἀπὸ τὸν κατασκευαστὴν του, καὶ β) τὰς τάσεις, ποὺ διατίθενται ἀπὸ τὸ τριφασικὸν δίκτυον τροφοδοτήσεως [παράγρ. 13·5(1)].

Κατά τὴν στιγμὴν τῆς ζεύξεως τριφασικοῦ κινητῆρος μὲ τὸ δίκτυον τροφοδοτήσεως, ὁ κινητήρος λαμβάνει ἀπὸ τὸ δίκτυον ἐντασιν ρεύματος, ποὺ δύναται νὰ φθάσῃ εἰς τιμὴν 8 φορὰς μεγαλυτέραν ἀπὸ τὴν ἐντασιν κανονικῆς λειτουργίας ἢ καὶ περισσότερον.



Σχ. 13·3 ε.
Σύνδεσις κατ' ἀστέρα.



Σχ. 13·3 στ.
Σύνδεσις κατὰ τρίγωνον.

Ἡ μεγάλη αὐτὴ ἐντασις ἐκκινήσεως εἶναι ἐπικίνδυνος διὰ τὰ τυλίγματα τοῦ κινητῆρος, τὰ ὅποια ὑπερθερμαίνονται καὶ ὑπάρχει κίνδυνος νὰ καοῦν, ἐνῶ ἔξ αλλοι αἱ ἐπιχειρήσεις ἡλεκτρισμοῦ, ὅπως εἶναι ἐν Ἑλλάδι ἢ Δ.Ε.Η., δὲν ἐπιτρέπουν τὴν ἀπορρόφησιν μεγάλων ἐντάσεων ἐκκινήσεως ἀπὸ τὸ δίκτυον, διὰ νὰ μὴ δημιουργοῦνται εἰς αὐτὸν ἀπότομοι μεταβολαὶ τῆς τάσεως. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν διὰ τὴν ἐκκίνησιν χρησιμοποιοῦνται διάφοροι διατάξεις ἐλαττώσεως τοῦ ἀπορροφουμένου ρεύματος.

Ἐτσι, ἔὰν ἔξαιρέσωμεν τοὺς πολὺ μικροὺς κινητῆρας, τῶν ὅποιων ἡ ζεῦξις πραγματοποιεῖται ἀπ' εὐθείας εἰς τὸ δίκτυον, μέσω ἀπλοῦ μαχαιρωτοῦ διακόπτου, οἱ μεγαλύτεροι κινητῆρες συνδέονται μὲ τὸ δίκτυον μέσω τῶν εἰδικῶν διατάξεων ἐλαττώσεως τοῦ ρεύματος ἐκκίνησεως, ἐφ' ὅσον πρόκειται διὰ κινητῆρας μὲ βραχυκυκλωμένον δρόμεα. Οἱ κινητῆρες μετὰ διακυλίων συνδέονται ἀπ' εὐθείας μὲ τὸ δίκτυον, ὅπότε ἡ ἐλαττώσις τοῦ ρεύματος ἐκκινήσεως ἐπιτυγχάνεται, ὡς ἀνε-

φέρθη, μὲ τὰς ρυθμιστικὰς ἀντιστάσεις τοῦ ἐκκινητοῦ· αἱ ἀντιστάσεις αὐταὶ συνδέονται ἐν σειρᾷ μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ δρομέως, αὐξάνουν τὴν ἀντίστασιν τοῦ τυλίγματός του καὶ ἐλαττώνουν τὸ ρεῦμα τοῦ δρομέως, ἐπομένως καὶ τὸ ρεῦμα ἐκκινήσεως.

Εἰς τοὺς κινητῆρας μετὰ βραχυκυκλωμένου δρομέως, αἱ διατάξεις ἐλαττώσεως τοῦ ἀπορροφουμένου ρεύματος κατὰ τὴν ἐκκίνησιν ἐκπληροῦν τὸν προορισμόν των δι’ ἐλαττώσεως τῆς τάσεως ποὺ ἐφαρμόζεται ἐπὶ τοῦ κινητῆρος. Ἔτσι, κατὰ τὴν ἐκκίνησιν, δικινητήρης ἀπορροφεῖ μικρὰν σχετικῶς ἐντασιν ρεύματος, ἀφοῦ λειτουργεῖ ὑπὸ τάσιν μικροτέρων τῆς τάσεως κανονικῆς λειτουργίας του· μετὰ τὴν ἐκκίνησιν ὅμως καὶ δταν ἀποκτήσῃ περίπου τὴν κανονικήν του ταχύτητα περιστροφῆς, ἐφαρμόζεται ἐπὶ τοῦ κινητῆρος ἡ τάσις κανονικῆς λειτουργίας του. Ἡ ροπὴ ἐκκινήσεως καὶ ἡ ἴσχυς τοῦ κινητῆρος εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς τάσεως ποὺ ἐφαρμόζεται ἐπὶ τοῦ κινητῆρος. Ἐπομένως ἡ μειωμένη τάσις ἐκκινήσεως ἔχει ὡς συνέπειαν τὴν ἐκκίνησιν τοῦ κινητῆρος μὲ μειωμένην ἴσχυν καὶ ροπήν. Αἱ κυριώτεραι διατάξεις ἐκκινήσεως κινητήρων μετὰ βραχυκυκλωμένου δρομέως εἶναι αἱ ἀκόλουθοι:

α) Διακόπτης ἀστέρος-τριγώνου.

Ο διακόπτης αὐτὸς χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἐκκίνησιν κινητήρων, οἱ δποῖοι εἶναι κατεσκευασμένοι διὰ νὰ λειτουργοῦν μὲ σύνδεσιν τριγώνου εἰς τὴν πολικήν τάσιν τοῦ δικτύου (π.χ. 380 V). Εἰς τὴν περίπτωσιν χρησιμοποιήσεως διακόπτου ἀστέρος-τριγώνου, ἐντὸς τοῦ κυτίου ἀκροδεκτῶν τοῦ κινητῆρος δὲν ὑπάρχουν λαμάκια, ἀλλὰ ἀπὸ τοὺς 6 ἀκροδέκτας ὀνταχωροῦν 6 ἀγωγοί, οἱ δποῖοι καταλήγουν εἰς τὸν ἐν λόγῳ διακόπτην.

Ο διακόπτης αὐτὸς ἔχει τρεῖς θέσεις. Εἰς τὴν πρώτην θέσιν εἶναι ἀνοικτός, εἰς τὴν δευτέραν συνδεσμολογεῖ τὸν κινητῆρα κατ’ ἀστέρα καὶ εἰς τὴν τρίτην τὸν συνδεσμολογεῖ κατὰ τρίγωνον. Ἔτσι πραγματοποιεῖται, αὐτὸ ποὺ θὰ ἐπραγματοποιεῖτο διὰ τῶν γεφυρώσεων. Εἰς τὴν δευτέραν καὶ τρίτην θέσιν δηλαδὴ διακόπτης ἀστέρος-τριγώνου, ποὺ διαθέτει σειρὰν ἐπαφῶν, πρὸς τὰς δποίας συνδέονται οἱ 6 ἀγωγοὶ τοῦ κινητῆρος καὶ οἱ τρεῖς ἀγωγοὶ ποὺ ἔρχονται ἀπὸ τὸ δίκτυον, βραχυκυκλώνει ὠρισμένας κάθε φοράν ἀπὸ τὰς ἐπαφάς αὐτὰς (σχ. 13·3ζ) καὶ ἐπιτυγχάνει τὴν ἀλλαγὴν τῆς συνδεσμολογίας. Διὰ τὴν ἐκκίνησιν, λοιπόν, τοποθετοῦμεν, μὲ τὴν βοήθειαν ἐνὸς στροφάλου, τὸν διακόπτην

είς τὴν θέσιν ποὺ είναι σημειωμένη μὲ γ· ὅταν αἱ στροφαὶ τοῦ κινητῆρος αὐξηθοῦν μέχρι τοῦ κανονικοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν (πρᾶγμα τὸ δῆποτε ἀντιλαμβανόμεθα ἀπὸ τὸ γεγονός, ὅτι αἱ στροφαὶ τοῦ κινητῆρος παύουν τότε νὰ αὔξανουν), στρέφομεν τὸν στρόφαλον εἰς τὴν θέσιν ποὺ σημειώνεται μὲ Δ. (Οἱ χειρισμοὶ αὐτοὶ δύνανται νὰ γίνουν καὶ αὐτομάτως μὲ εἰδικὸν μηχανισμόν).

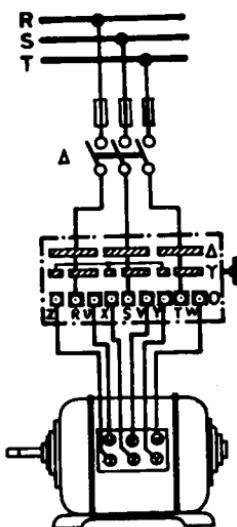
Εἰς τὴν θέσιν γ τοῦ διακόπτου ἀποδεικνύεται εὐκόλως, ὅτι ἡ ἔντασις ποὺ ἀπορροφεῖται ἀπὸ τὸ δίκτυον είναι τὸ $\frac{1}{3}$ τῆς ἔντάσεως ποὺ θὰ ἀπερροφεῖτο, ἐὰν δὲ κινητὴρ εἰς τὴν ἑκκίνησιν συνεδέετο κατὰ τρίγωνον.

Ως ἐλέχθη καὶ δινωτέρω, ἐὰν κινητὴρ λειτουργῇ κανονικῶς ὑπὸ τάσιν 380 V, δύναται νὰ ἑκκινήσῃ μὲ διακόπτην ἀστέρος-τριγώνου εἰς τριφασικὸν δίκτυον πολικῆς τάσεως 380 V, διότι κατὰ τὴν ἑκκίνησιν μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ διακόπτου ἡ τάσις ποὺ θὰ ἐφαρμόζεται εἰς κάθε φάσιν τοῦ τυλίγματος θὰ είναι 220 V. Ἐάν, δημως, δὲ κινητὴρ λειτουργῇ κανονικῶς ὑπὸ τάσιν 220 V εἰς σύνδεσιν τριγώνου καὶ διαθέτωμεν πάλιν τριφασικὸν δίκτυον πολικῆς τάσεως 380 V, διὰ τὴν ἑκκίνησιν δὲν δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν διακόπτην ἀστέρος-τριγώνου, διότι εἰς ἀστεροειδῆ σύνδεσιν τοῦ κινητῆρος ἡ τάσις θὰ είναι ἵση μὲ τὴν κανονικὴν τάσιν λειτουργίας αὐτοῦ.

Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτῆς, δημως καὶ εἰς περιπτώσεις κατὰ τὰς δόποιας θέλομεν νὰ ἔχωμεν δμαλήν ἑκκίνησιν τοῦ κινητῆρος, χρησιμοποιούμεν εἴκινητάς μὲ ἀντιστάσεις.

β) Ἐκκινητής μὲ ἀντιστάσεις.

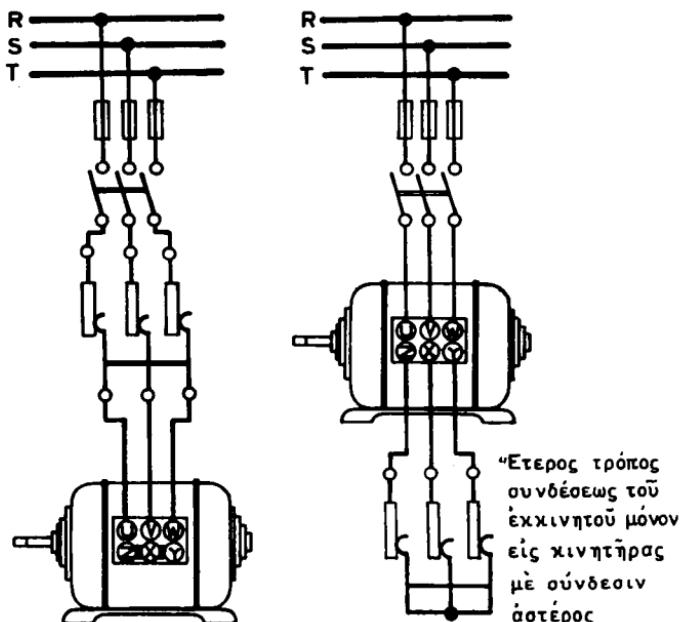
Οἱ ἑκκινητής αὐτὸς ἀποτελεῖται ἀπὸ τρεῖς ἀντιστάσεις, ποὺ συνδέονται ταυτοχρόνως ἐν σειρᾷ πρὸς τὰς τρεῖς φάσεις τοῦ τυλίγματος τοῦ κινητῆρος (σχ. 13. 3η). Αἱ ἀντιστάσεις αὐταὶ ἀφαιροῦνται προοδευτικῶς, ὅσον αὔξανονται αἱ στροφαὶ τοῦ κινητῆρος, ταυτοχρόνως καὶ ἀπὸ τὰς τρεῖς φάσεις τοῦ τυλίγματος μὲ τὴν βοήθειαν κοινοῦ



Σχ. 13. 3 ζ.

Διακόπτης ἀστέρος - τριγώνου.

στροφάλου. Αἱ ἀντιστάσεις σειρᾶς ὑποβιβάζουν τὴν τάσιν, ποὺ ἐφαρμόζεται ἐπὶ τοῦ κινητῆρος καὶ ἐλαττώνεται ἔτσι ἡ ἔντασις ἐκκινήσεως.



γ) Ἐκκίνησις μὲ αὐτομετασχηματιστήν.

Κατὰ τὴν μέθοδον αὐτὴν ἡ μείωσις τῆς τάσεως κατὰ τὴν ἐκκίνησιν ἐπιτυγχάνεται μὲ τὴν βοήθειαν αὐτομετασχηματιστοῦ (παράγρ. 14·1), ἐνῶ κατὰ τὴν κανονικήν λειτουργίαν ὁ κινητήρας τροφοδοτεῖται ἀπ’ εὐθείας ἀπὸ τὸ δίκτυον. Ἡ μέθοδος αὐτὴ χρησιμοποιεῖται εἰς μεγάλους κινητῆρας βραχυκυκλωμένου δρομέως.

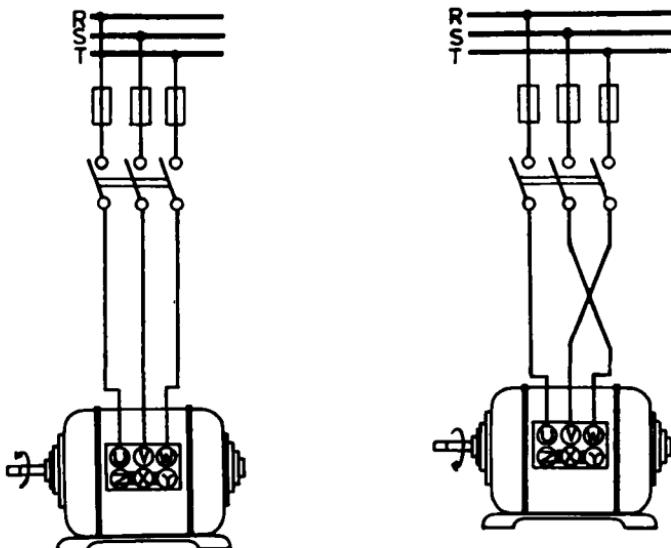
Εἰς τοὺς κινητῆρας μὲ δακτυλίους, ὅπως ἔχομεν ἦδη περιγράψει, ἡ ἐκκίνησις πραγματοποιεῖται μὲ τοὺς ἀκολούθους χειρισμούς :

α) Βεβαίούμεθα ὅτι τὸ σύστημα διὰ τὴν ὀνύψωσιν τῶν ψηκτρῶν, ἐὰν ὑπάρχῃ, εὐρίσκεται εἰς τὴν θέσιν ἐπαφῆς τῶν ψηκτρῶν μὲ τοὺς δακτυλίους καὶ ὅτι ὁ στρόφαλος τοῦ ἐκκινητοῦ εὐρίσκεται εἰς τὴν ἀρχικήν θέσιν (ὅλοκληροι ἢ ἀντιστάσεις τοῦ ἐκκινητοῦ εὐρίσκονται ἐν σειρᾷ μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ δρομέως). κατόπιν κλείομεν τὸν διακόπτην τῆς

γραμμῆς, ποὺ ἔρχεται ἀπὸ τὸ δίκτυον τροφοδοτήσεως τοῦ κινητῆρος.

β) Μετὰ τὸ κλείσιμον τοῦ διακόπτου δικτύου κινητήρος ἀρχίζει νὰ στρέφεται πολὺ ἀργά, διπότε ἀφαιροῦντες δλίγον κατ' δλίγον τὰς ἀντιστάσεις σειρᾶς τοῦ ἐκκινητοῦ διὰ βραδείας περιστροφῆς τοῦ στροφάλου, φθάνομεν εἰς τὴν τελικήν θέσιν τοῦ ἐκκινητοῦ. Εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν ἔχουν ἀφαιρεθῆ δλόκληροι αἱ ἀντιστάσεις καὶ δ δρομεὺς εἰναι βραχυκυκλωμένος. Τότε δικτύο κινητήρος στρέφεται μὲ τὴν κανονικήν του ταχύτητα. Ἐὰν δικινητής περιλαμβάνῃ καὶ θέσιν τοῦ στροφάλου μὲ πλήρη διακοπὴν τοῦ κυκλώματος, δικινητήρος δὲν ἐκκινεῖ μόνον μὲ τὸ κλείσιμον τοῦ διακόπτου, ἀλλὰ ἀπαιτεῖται καὶ ἡ τοποθέτησις τοῦ στροφάλου εἰς τὴν δευτέραν θέσιν.

γ) Ἐὰν δικινητήρος ἔχῃ σύστημα ἀνυψώσεως ψηκτρῶν, μετὰ τὴν τοποθέτησιν τοῦ στροφάλου τοῦ ἐκκινητοῦ εἰς τὴν τελικήν θέσιν, ἀνυψώνομεν τὰς ψήκτρας, διπότε, ταυτοχρόνως, βραχυκυκλώνονται οἱ



Σχ. 13.3 θ.

δακτύλιοι καὶ ἀπὸ τὸν μηχανισμὸν τοῦ συστήματος ἀνυψώσεως τῶν ψηκτρῶν.

Διὰ νὰ ἀντιστρέψωμεν τὴν φορὰν περιστροφῆς ἐνὸς τριφασικοῦ κινητῆρος, ἀρκεῖ νὰ ἀντιστρέψωμεν τὴν φορὰν περιστροφῆς τοῦ στρε-

φομένου μαγνητικοῦ πεδίου. Αὐτὸ τὸ ἐπιτυγχάνομεν εύκόλως, ἐὰν ἀντιμεταθέσωμεν δύο οἰουσδήποτε ἀπὸ τοὺς τρεῖς τροφοδοτικοὺς ἀγωγούς εἰς τὰ σημεῖα συνδέσεώς των μὲ τοὺς ἀκροδέκτας τοῦ κινητῆρος (σχ. 13.3θ).

13.4 Μονοφασικοὶ κινητῆρες ἐναλλασσομένου ρεύματος.

Οἱ μονοφασικοὶ κινητῆρες ἐναλλασσομένου ρεύματος χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς διαφόρους συσκευὰς οἰκιακῆς καὶ ἀναλόγου χρήσεως μετὰ κινητῆρος ὡς καὶ εἰς τὰ μικρὰ μηχανουργικὰ ἔργα λεῖται καὶ συσκευάς. Οἱ κινητῆρες αὐτοὶ συνδέονται εἰς τὰς μονοφασικὰς γραμμὰς φωτισμοῦ (μεταξὺ φάσεως καὶ οὐδετέρου). Οἱ μονοφασικοὶ κινητῆρες κατασκευάζονται εἴτε ὡς ἀσύγχρονοι κινητῆρες ἐπαγωγῆς εἴτε ὡς ἀσύγχρονοι κινητῆρες μετὰ συλλέκτου.

Εἰς τοὺς ἀσυγχρόνους κινητῆρας ἐπαγωγῆς ὀντίκουν οἱ μονοφασικοὶ κινητῆρες μετὰ βραχυκυλωμένου δρομέως. Διὰ τὴν ἐκκίνησιν τῶν κινητήρων αὐτῶν ἀπαιτεῖται ἡ ὑπαρξία στρεφομένου μαγνητικοῦ πεδίου. "Οπως γνωρίζομεν, δύμως, στρεφόμενα μαγνητικὰ πεδία δημιουργοῦνται μόνον ἀπὸ πολυφασικὰ συστήματα ρευμάτων. Διὰ νὰ δημιουργηθῇ, λοιπόν, στρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίον καὶ εἰς μονοφασικὸν κινητῆρα, παρ' ὅλον πού, ὡς γνωστόν, τροφοδοτεῖται ἀπὸ μονοφασικὴν γραμμὴν, εἰς τὸν στάτην τοῦ κινητῆρος, ἐκτὸς τοῦ κυρίου μονοφασικοῦ τυλίγματος, τοποθετεῖται καὶ ἕνα βοηθητικὸν τύλιγμα, ποὺ καλεῖται βοηθητικὴ φάσις. Τὸ βοηθητικὸν αὐτὸ τύλιγμα συνδέεται ἐν παραλλήλῳ μὲ τὸ κύριον τύλιγμα καὶ εἶναι ἐγκατεστημένον εἰς ὡρισμένην ἀπόστασιν ἀπὸ αὐτὸ ἐπὶ τοῦ στάτου (σχηματισμὸς γωνίας εἰς τὸν χῶρον).

"Ἐπίσης τὸ βοηθητικὸν τύλιγμα παρουσιάζει εἴτε μεγάλην ὡμικήν ἀντίστασιν εἴτε χωρητικότητα (ἔχει συνδεδεμένους ἐν σειρᾶ 1 ἥ καὶ 2 πυκνωτὰς) εἰς τρόπον, ὡστε τὸ ρεῦμα ποὺ διέρχεται ἀπὸ αὐτό, νὰ παρουσιάζῃ φασικὴν ἀπόκλισιν ἀπὸ τὸ ρεῦμα τοῦ κυρίου τυλίγματος. Μὲ τὴν ὑπαρξίαν λοιπὸν ἡλεκτρικῆς γωνίας (φασικῆς ἀποκλίσεως) καὶ ἀντιστοίχου γωνίας εἰς τὸν χῶρον, δημιουργεῖται, διὰ τὴν ἐκκίνησιν, στρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίον. Μετὰ τὴν ἐκκίνησιν, ὅταν ὁ κινητὴρ ἀποκτήσῃ περίπου τὸν κανονικὸν του ἀριθμὸν στροφῶν, τὸ βοηθητικὸν τύλιγμα ἀποσυνδέεται συνήθως ἀπὸ τὸ κύκλωμα μὲ τὴν βοήθειαν ἐνὸς φυγοκεντρικοῦ διακόπτου· τοῦτο δέ, διότι ὅταν ὁ

δρομέως περιστρέφεται ήδη, δημιουργεῖται στρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίον ἀπὸ τὸ ρεῦμα τοῦ κυρίου τυλίγματος καὶ ἀπὸ τὸ ρεῦμα ποὺ κυκλοφορεῖ ἐντὸς τῶν ἀγωγῶν τοῦ δρομέως (σχ. 13·4α). Δι' αὐτὸν τὸν λόγον, ὅταν ἔνας τριφασικὸς κινητήρης μὲ βραχικυκλωμένον δρομέα περιστρέφεται καὶ διακοπῆ ἡ τροφοδότησις τῆς μιᾶς φάσεως, ὅπότε αἱ δύο ἄλλαι φάσεις εὑρίσκονται συνδεδεμέναι ἐν σειρᾷ, ὅπως εἰς μονοφασικὸν τύλιγμα, ὁ κινητήρης αὐτὸς ἔξακολουθεῖ νὰ περιστρέφεται.

Εἰς τοὺς ἀσυγχρόνους κινητῆρας μετὰ συλλέκτου ἀνήκουν οἱ κινητῆρες σειρᾶς, οἱ κινητῆρες γιουνιβέρσαλ καὶ οἱ κινητῆρες ἀντιδράσεως (ἢ ὥστικοὶ κινητῆρες).

α) Κινητῆρες σειρᾶς.

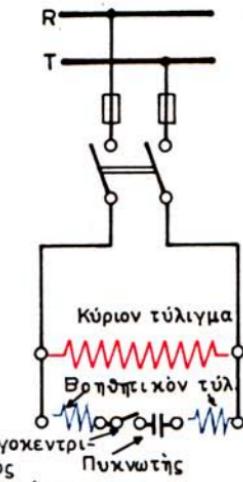
Εἶναι δμοιοὶ μὲ τοὺς κινητῆρας συνεχοῦς ρεύματος μὲ διέγερσιν σειρᾶς διαφέρουν δμως κατὰ τοῦτο : ὁ στάτης τῶν μονοφασικῶν κινητήρων σειρᾶς δὲν ἔχει μαγνητικοὺς πόλους, ἀλλὰ μονοφασικὸν τύλιγμα ἐντὸς αὐλάκων, ὅπως οἱ μονοφασικοὶ κινητῆρες μὲ βραχικυκλωμένον δρομέα. Οἱ κινητῆρες σειρᾶς λειτουργοῦν βάσει τῆς ἀρχῆς, κατὰ τὴν ὅποιαν ὅταν εἰς κινητῆρα συνεχοῦς ρεύματος ἀντιστρέψωμεν τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος εἰς τὸ ἐπαγωγικὸν τύμπανον καὶ εἰς τὸ τύλιγμα διεγέρσεως, ἡ φορὰ περιστροφῆς τοῦ κινητῆρος δὲν ἀλλάσσει (παράγρ. 12·3). Ἐτσι, ἐὰν εἰς κινητῆρα, ποὺ ἔχει τὸ τύλιγμα διεγέρσεως ἐν σειρᾷ μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, διαβιβάσωμεν ἔναλλασσόμενον μονοφασικὸν ρεῦμα, ἡ ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος ἀνὰ ἡμιπερίοδον δὲν θὰ μεταβάλῃ τὴν φορὰν περιστροφῆς.

β) Κινητῆρες γιουνιβέρσαλ.

Εἶναι μικροὶ μονοφασικοὶ κινητῆρες σειρᾶς, κατάλληλοι δμως νὰ λειτουργοῦν καὶ εἰς τὸ ἔναλλασσόμενον καὶ εἰς τὸ συνεχὲς ρεῦμα.

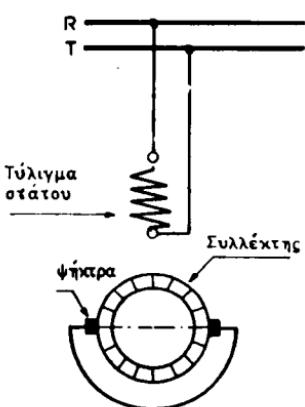
γ) Κινητῆρες ἀντιδράσεως.

Εἰς αὐτοὺς τὸ τύλιγμα τοῦ δρομέως δὲν συνδέεται μὲ τὸ δίκτυον, ἀλλὰ αἱ ψήκτραι ποὺ ἐφάπτονται εἰς τὸν συλλέκτην εἶναι βραχικυκλω-

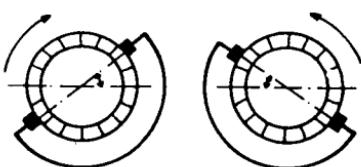


Σχ. 13·4 α.

μέναι μεταξύ των, σπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 13·4β. Ἐὰν δὲ ἄξων τῶν ψηκτρῶν σχηματίζῃ μὲ τὸν ἄξονα τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου γωνίαν 90° ἢ συμπίπτη μὲ αὐτόν, δὲν δημιουργεῖται ροπὴ στρέψεως εἰς τὸν δρομέα



καὶ δὲ κινητὴρ δὲν περιστρέφεται, ἐνῶ διὰ τὰς ἐνδιαμέσους γωνίας δὲ κινητὴρ περιστρέφεται μὲ διαφόρους ταχύτητας. Εἰς τοὺς κινητῆρας ἀντιδράσεως εἰναι δυνατὸν νὰ ἀλλάσσωμεν τὴν θέσιν τοῦ ἄξονος



Σχ. 13·4 β.

τῶν ψηκτρῶν καὶ νὰ μεταβάλλωμεν ἔτσι τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ κινητῆρος ἀπὸ τοῦ μηδενὸς μέχρι τῆς μεγίστης τιμῆς. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται δι’ εἰδικοῦ μηχανισμοῦ, μὲ τὴν περιστροφὴν ἐνὸς στροφάλου. Μὲ τὸν αὐτὸν μηχανισμὸν ἀντιστρέφεται καὶ ἡ φορὰ περιστροφῆς τοῦ κινητῆρος.

13·5 Γενικὰ στοιχεῖα κινητήρων έναλλασσομένου ρεύματος.

1) Γενικὰ κατασκευαστικὰ στοιχεῖα, προστασία.

Οἱ ἡλεκτρικοὶ κινητῆρες κατασκευάζονται εἰς διαφόρους μορφάς, εἴτε δι’ ὅριζοντίαν εἴτε διὰ κατακόρυφον ἔγκατάστασιν, διὰτὰς ἔξασφαλίζεται ἡ προσαρμογή των εἰς τὰς ἀπαίτησεις τοῦ μηχανήματος ποὺ πρόκειται νὰ κινήσουν. Ἡ ἔξωτερικὴ μορφὴ τῶν κινητήρων (ἀλλὰ καὶ ὅλων τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν γενικῶς) χαρακτηρίζεται διεθνῶς μὲ σύμβολον, ποὺ ἀπαρτίζεται ἀπὸ ἓνα γράμμα τοῦ λατινικοῦ ἀλφαβήτου καὶ ἓνα ἀριθμόν. Τὸ γράμμα ἀντιστοιχεῖ εἰς μίαν γενικήν μορφὴν ἀδράσεως τῆς μηχανῆς, ἐνῶ δὲ ἀριθμὸς χαρακτηρίζει τὰς ἑκάστοτε εἰδικὰς μορφὰς αὐτῆς. Ἔτσι: Τὰ σύμβολα A1 ἔως A6 χαρακτηρίζουν μηχανὰς ὅριζοντίας διατάξεως ἀνευ ἀδράνων διαφόρων μορφῶν.

Τὰ σύμβολα B3 ἔως B14 χαρακτηρίζουν μηχανὰς ὁριζοντίας διατάξεως μετὰ ἐδράνων διαφόρων μορφῶν.

Τὰ σύμβολα C1 ἔως C4 ὀντάξεων ται εἰς μηχανὰς ὁριζοντίας διατάξεως μετὰ ἑξατερικῶν ἐδράνων ἐπὶ πλέον τῶν κανονικῶν.

Τὰ σύμβολα V1 ἔως V19 εἰς μηχανὰς κατακορύφουν διατάξεως μετὰ ἐδράνων.

Τὰ περιβλήματα τῶν ἡλεκτρικῶν κινητήρων εἶναι κατεσκευασμένα κατὰ διαφόρους τρόπους, διὰ νὰ προστατεύουν τὸν κινητήρα καὶ τὸ περιβάλλον του, ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν ποὺ ἐπικρατοῦν εἰς κάθε περίπτωσιν. Τὰ κυριώτερα εἶδη προστασίας, εἶναι :

α) 'Η προστασία προσώπων ἔναντι ἐπαφῆς μὲ τὰ ὑπὸ τάσιν τμήματα τοῦ κινητῆρος ἢ τὰ ἐντὸς τοῦ περιβλήματος κινούμενα μέρη καὶ ἡ προστασία τοῦ κινητῆρος ἔναντι τῆς εἰσχωρήσεως ξένων στερεῶν σωμάτων.

β) 'Η προστασία τοῦ κινητῆρος ἔναντι τῆς ἐπιβλαβοῦς εἰσχωρήσεως ὕδατος.

'Εκαστον εἶδος προστασίας ἐπιτυγχάνεται εἰς διαφόρους βαθμούς ἀναλόγως τῆς κατασκευῆς τοῦ περιβλήματος. 'Ο βαθμὸς προστασίας συμβολίζεται διεθνῶς μὲ τὰ γράμματα «IP» ἀκολουθούμενα ἀπὸ δύο ἀριθμούς. 'Εξ αὐτῶν διερῶτος (ἀπὸ 0 ἔως 6) καθορίζει τὸν βαθμὸν τοῦ πρώτου εἴδους προστασίας καὶ δεύτερος (ἀπὸ 0 ἔως 8) καθορίζει τὸν βαθμὸν τοῦ δευτέρου εἴδους προστασίας, π.χ. IP21, IP54. 'Εκτὸς ἀπὸ τὰ δύο εἶδη προστασίας, ποὺ ἀνεφέραμεν, ὑπάρχουν καὶ ἄλλα, τὰ διποία ἐφαρμόζονται, ὅταν οἱ κινητῆρες προορίζωνται διὰ λειτουργίαν ἐντὸς ἐκρηκτικῶν ἀτμοσφαιρῶν, διαβρωτικῶν ἀτμῶν κ.λπ.

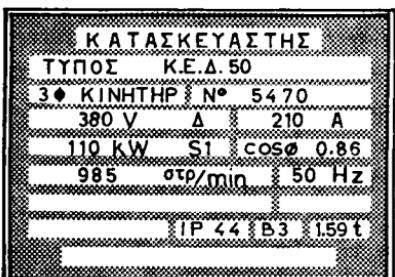
'Εάν μεταξύ τῶν γραμμάτων IP καὶ τῶν δύο ἀριθμῶν ὑπάρχῃ τὸ γράμμα W, δικινητὴρ εἶναι εἰδικώτερον προστατευμένος ἔναντι τῶν καιρικῶν ἐπιδράσεων.

Τέλος οἱ κινητῆρες ἀναλόγως τῆς ἐργασίας διὰ τὴν διποίαν προορίζονται, κατασκευάζονται ως : Κινητῆρες συνεχοῦς λειτουργίας μὲ χαρακτηριστικὸν σύμβολον S1. Κινητῆρες βραχυχρονίου ἢ περιοδικῶς διακοπτομένης λειτουργίας μὲ χαρακτηριστικὰ σύμβολα S2 καὶ S3 ἀντιστοίχως, ἀκολουθούμενα ἀπὸ τὸν χρόνον λειτουργίας ἢ ἀπὸ τὴν σχετικήν διάρκειαν ζεύξεως (% τῆς χρονικῆς περιόδου).

Τόσον οἱ κινητῆρες περιοδικῶς διακοπτομένης λειτουργίας, ὅσον καὶ οἱ κινητῆρες συνεχοῦς λειτουργίας ἔχουν διαφόρους παραλλαγάς,

ἀναλόγως τοῦ τρόπου φορτίσεως, ἡλεκτρικῆς πεδήσεως καὶ ἐκκινήσεως, ποὺ συμβολίζονται μὲ τὰ σύμβολα S4, S5, S6, κ.λπ.

“Ολαι αἱ ἡλεκτρικαὶ μηχαναὶ, ἐπομένως καὶ οἱ ἡλεκτρικοὶ κινητῆρες ἑναλλασσομένου ρεύματος, φέρουν ἐπάνω εἰς τὸ περίβλημά των, ἐνδεικτικὴν πινακίδα (σχ. 13.5), ἐπὶ τῆς διποίας ἀναγράφονται τὰ



Σχ. 13.5.

δηλαδὴ τὰ γράμματα καὶ τὸν ἀριθμὸν, ἢ τὸ ἔνα ἐκ τῶν δύο, μὲ τὰ διποία δικασκευαστής χαρακτηρίζει τὸ πρότυπον (μοντέλον).

γ) Τὸ εἶδος τοῦ ρεύματος, π.χ. M.P. ἢ 1Φ (μονοφασικὸν ρεῦμα), T.P. ἢ 3Φ (τριφασικὸν ρεῦμα) καὶ τὸ εἶδος τῆς μηχανῆς, ἐν προκειμένῳ: κινητήρ.

δ) Τὸν αὔξοντα ἀριθμὸν σειρᾶς κατασκευῆς.

ε) Τὴν ὀνομαστικὴν τάσιν τοῦ κινητῆρος εἰς βόλτ. Εἰς ἔνα τριφασικὸν κινητῆρα, ἀναγράφεται πρὶν ἢ μετὰ τὴν τάσιν τὸ σύμβολον Δ, π.χ. 380 V Δ, ἢ ἀναγράφονται δύο τάσεις, π.χ. 380/660 V, ἢ ἀναγράφονται δύο τάσεις ἀκολουθούμεναι ἀπὸ τὰ σύμβολα Δ/Y, π.χ. 380/660 V Δ/Y. “Ολα αὐτὰ εἰναι ἰσοδύναμα καὶ σημαίνουν, ὅτι δικινητήρ ἐργάζεται κανονικῶς εἰς δίκτυον πολικῆς τάσεως 380 V μὲ τριγωνικὴν σύνδεσιν τυλίγματος στάτου καὶ εἰς δίκτυον πολικῆς τάσεως 660 V ($660 = \sqrt{3} \times 380$) μὲ ἀστερειδῆ σύνδεσιν.

στ) Τὸ ὀνομαστικὸν ρεῦμα τοῦ κινητῆρος εἰς ἀμπέρ.

ζ) Τὴν ὀνομαστικὴν ἴσχυν, δηλαδὴ τὴν ἐνεργὸν ἀποδιδομένην εἰς τὸν ἀξονα τοῦ κινητῆρος ἴσχυν εἰς βάττη ἢ κιλοβάττ.

η) Τὸ εἶδος λειτουργίας, διὰ τῶν συμβόλων S1, S2, κ.λπ.

θ) Τὸν συντελεστὴν ἴσχυος, συνφ ἢ cosφ.

ι) Τὸν ὀνομαστικὸν ἀριθμὸν στροφῶν εἰς στρ./min.

- ια) Τὴν δνομαστικὴν συχνότητα εἰς Hz.
- ιβ) Τὸ εἶδος προστασίας διὰ τῶν συμβόλων IP.
- ιγ) Τὴν μορφὴν ἔδρασεως, διὰ τῶν συμβόλων A, B κ.λπ.
- ιδ) Τὸ κατὰ προσέγγισιν βάρος εἰς τόννους, διὰ μηχανὰς συνολικοῦ βάρους μεγαλυτέρου τοῦ 1 t.

2) Ζυγοστάθμισις.

Ο δρομεὺς τῶν ἡλεκτρικῶν κινητήρων ἀπέχει πολὺ δλίγον ἀπὸ τὸν στάτην αὐτῶν, ὥστε τὸ σχηματιζόμενον διάκενον νὰ είναι συχνὰ μικρότερον τοῦ 1 mm. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ὁ δρομεὺς πρέπει νὰ ἔχῃ τελείαν ἔδρασιν καὶ νὰ μὴ παρουσιάζωνται κάμψεις τῆς ἀτράκτου τοῦ δρομέως καὶ δονήσεις ἢ κραδασμοί, ποὺ δφείλονται εἰς ἀνομοιόμορφον κατανομὴν τῆς μάζης τοῦ δρομέως. Διαφορὰ εἰς τὴν κατανομὴν τοῦ βάρους τοῦ δρομέως δύναται νὰ προέλθῃ, ἐπὶ παραδείγματι, ἀπὸ τὴν ἀνισιόν κατανομὴν τοῦ τυλίγματος ἐπ' αὐτοῦ. Διὰ τὸν λόγον αὐτόν, εἰς τοὺς δρομεῖς τῶν ἡλεκτρικῶν κινητήρων γίνεται διόρθωσις κάθε διαφορᾶς εἰς τὴν κατανομὴν τοῦ βάρους των, ὥστε τὸ κέντρον βάρους των νὰ συμπίπτη μὲ τὸν ἀξονα περιστροφῆς των. Ή διόρθωσις αὐτὴ καλεῖται στατικὴ ζυγοστάθμισις τῶν δρομέων. Εἰς τοὺς δρομεῖς τῶν ἡλεκτρικῶν κινητήρων, δμως, πλὴν τῆς στατικῆς ζυγοσταθμίσεως γίνεται μὲ τὴν βοήθειαν εἰδικῶν μηχανημάτων καὶ ἡ λεγομένη δυναμικὴ ζυγοστάθμισις. Ή δυναμικὴ ζυγοστάθμισις πραγματοποιεῖται εἰς τοὺς δρομεῖς τῶν ἡλεκτρικῶν κινητήρων, λόγω τῆς ἐπιμήκους μορφῆς των. Ἐτσι, ἐνῷ τὸ συνολικὸν κέντρον βάρους τοῦ δρομέως είναι δυνατὸν νὰ συμπίπτη μὲ τὸν ἀξονα περιστροφῆς, τὰ μερικὰ κέντρα βάρους τῶν μερῶν τοῦ τυμπάνου ἐνδέχεται νὰ μὴ συμπίπτουν δλα ἐπὶ τοῦ ἀξονος, ὅπότε κατὰ τὴν περιστροφὴν θὰ δημιουργηθοῦν ζεύγη δυνάμεων ἐκ τῶν ἀναπτυσσομένων φυγοκέντρων δυνάμεων, ποὺ προκαλοῦν πάλιν δονήσεις.

3) Ἀνάγκαι ισχύος εἰς τὰς διαφόρους ἐφαρμογὰς τῶν κινητήρων ἐκλογὴ κινητῆρος.

Εἰς τὰς διαφόρους χρήσεις τῶν ἡλεκτρικῶν κινητήρων ἀπαιτοῦνται κινητῆρες διαφόρων εἰδῶν καὶ μεγεθῶν, ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν λειτουργίας καὶ τῶν ἀπαιτήσεων ισχύος τῶν μηχανῶν, αἱ δποιαὶ κινοῦνται ἀπὸ τοὺς ἡλεκτροκινητῆρας. Εἰς τὸν Πίνακα 13·5·1, περιλαμβάνονται διάφοροι ἐφαρμογαὶ τῶν ἡλεκτροκινητήρων ἐναλλασσομένου

Π Ι Ν Α Ζ 13.5.1

Ἐφαρμογαὶ καὶ ἐκλογὴ ἡλεκτροκινητήρων

Οἱ ἡλεκτροκινητῆρες ἔταξιν ομήθησαν, ἀναλόγως τῶν χαρακτηριστικῶν ταχύτητος αὐτῶν, ὡς ἔξῆς :

1. Κινητὴρες σταθερᾶς ταχύτητος (Σ.Τ.), δηλαδὴ κινητῆρες εἰς τοὺς ὅποιους ἡ ταχύτης εἶναι πρακτικῶς σταθερὰ δινεξαρτήτως τοῦ ἐπιβαλλομένου φορτίου. Εἰς τοὺς κινητῆρας αὐτοὺς παραστηρεῖται μικρὰ μόνον μεταβολὴ τῆς ταχύτητος ἀπὸ τὴν λειτουργίαν ἐν κενῷ εἰς τὴν λειτουργίαν ὑπὸ φορτίου (πλὴν τῶν συγχρόνων κινητήρων). Παραδείγματα κινητήρων αὐτοῦ τοῦ εἰδούς εἶναι οἱ κινητῆρες ἐπαγωγῆς μὲν μικράν διοιλισθησιν καὶ οἱ κινητῆρες συνεχοῦς ρεύματος μὲν παράλληλον διέγερσιν.

2. Κινητὴρες μεταβλητῆτος ταχύτητος (Μ.Τ.), δηλαδὴ κινητῆρες εἰς τοὺς ὅποιους ἡ ταχύτης μεταβάλλεται ἀναλόγως τοῦ φορτίου (ἐλαστοῦται μὲν τὴν αὔξησιν τοῦ φορτίου). Κινητῆρες αὐτοῦ τοῦ εἰδούς εἶναι π.χ. οἱ κινητῆρες ἐπαγωγῆς βραχυκυκλωμένου δρομέως μεγάλης διοιλισθησεως καὶ οἱ κινητῆρες συνεχοῦς ἢ ἐναλλασσομένου ρεύματος μὲν διέγερσιν σειρᾶς.

3. Κινητὴρες ρυθμιζόμενης ταχύτητος (Ρ.Τ.), δηλαδὴ κινητῆρες ἐφωδιασμένοι μὲν διάταξιν ρυθμίσεως τῆς ταχύτητος διὰ ρυθμιστικῶν ἀντιστάσεων. Π.χ. κινητήρες ἐπαγωγῆς μετὰ δακτυλίων καὶ ρυθμιστικάς ἀντιστάσεις εἰς τὸν δρομέα εἴναι τύπου : P.M.T., διότι αἱ διάφοροι ταχύτητες, ποὺ λαμβάνει ὁ κινητήρες αὐτὸς μὲν τὴν βοήθειαν τῆς ρυθμιστικῆς ἀντιστάσεως, μεταβάλλονται ἐν συνεχείᾳ μὲν τὴν μεταβολὴν τοῦ φορτίου.

Κατὰ τὴν ἐκλογὴν ἐνὸς κινητῶρος πρέπει νὰ λαμβάνεται ὑπὲρ δψιν καὶ ὁ ἀριθμὸς στροφῶν αὐτοῦ, διὰ νὰ ἐκλεγῇ καταλλήλως καὶ ἡ διάταξις μεταδόσεως τῆς κινήσεως εἰς τὸ πρὸς κίνησιν μηχανήματα (ἀπὸ εὐθείας σύζευξις, μειωτήρ στροφῶν κ.λπ.).

Εἶδος κινουμένου μηχανήματος	Ἀπαιτούμενη ἰσχὺς εἰς ἴππους	Τύπος κινητῶρος Εἶδος λειτουργίας Προστασία
A. Μηχαναὶ κατεργασίας μετάλλων		
1. Δράτανον	0,1 ἔως 2	Σ.Τ. S1/IP21
2. Τόρνος	0,4 ἔως 15	Ρ.Σ.Τ.S1/IP11
3. Πλάνη		Σ.Τ. S1/IP11
4. Φραΐζα	0,1 ἔως 5	Ρ.Σ.Τ.S1/IP21
5. Πριόνι	1 ἔως 8	Σ.Τ. S1/IP01
6. Λειαντικὴ μηχανὴ	5 ἔως 15	Ρ.Σ.Τ.S1/IP44
7. Μηχανὴ κοπῆς σπειρωμάτων	0,25 ἔως 2	Σ.Τ. S1/IP21
8. Ψαλίδι	1 ἔως 12	Σ.Τ. S1/IP01
9. "Ελαστρον	6 ἔως 30	Σ.Τ. S1/IP00
10. Καμπτικὴ μηχανὴ (στράντζα)	12 ἔως 30	Ρ.Σ.Τ.S1/IP00

→

Είδος κινουμένου μηχανήματος	Απαιτουμένη Ισχύς εις ίππους	Τύπος κινητήρος Είδος λειτουργίας Προστασία
11. Σφῦρα	0,5 έως 10	P.S.T.S1/P11
12. Διατρητική μηχανή (πρέσσα)		S.T. S1/IP00
B. Μηχαναὶ κατεργασίας ξύλου		
1. Πριόνι	2 έως 5	S.T. S1/IP44
2. Τόρνος ξύλου	0,5 έως 5	»
3. Πλάνη	1,5 έως 16	»
4. Δισκοπρίονον	5 έως 15	»
5. Πριόνι πολλαπλούν	2 έως 34	»
6. Φραΐζα	13	»
C. Τυπογραφικαὶ μηχαναὶ		
1. Ἐπίπεδα πιεστήρια	0,5 έως 1	S.T. S1/IP01
2. Ταχυπιεστήρια ἐπιπέδου βάσεως ...	1 έως 2,5	P.S.T.S1/IP01
3. Ταχυπιεστήρια δύο ταχυτήτων	2 έως 5	»
3. Ἀπλᾶ περιστροφικά πιεστήρια	6 έως 7	»
5. Δίβυμα περιστροφικὰ πιεστήρια	έως 15	»
6. Δίχρωμοι μηχαναὶ	2 έως 3	»
D. Κρεατομηχαναὶ		
1. Πριόνι κοπῆς θότῶν.....	0,25 έως 0,75	S.T. S1/IP44
2. Μύλος κρέατος (ἀλεστικὴ μηχανή) ..	1 έως 6	»
3. Μηχανὴ ἀναμίξεως κρέατος	0,25 έως 1	»
4. Κοπτικὴ μηχανὴ κρέατος.....	0,75 έως 1	»
E. Μηχαναὶ ἀρτοποιείου		
1. Ζυμωτικὴ μηχανὴ	1 έως 6	»
2. Δισχωριστικὴ μηχανὴ ζύμης διὰ ψωμάτια	1	»
F. Αγροτικαὶ μηχαναὶ		
1. Ἀλωνιστικαὶ μηχαναὶ (περίπου 350 kg/h μὲ διάταξιν καθαρισμοῦ) ...	2,5 έως 4	»
2. Εύρειαι ἀλωνιστικαὶ μηχαναὶ (περίπου 500 kg/h μὲ διπλοῦν καθαρισμόν).....	6 έως 8	»
3. Εύρειαι ἀλωνιστικαὶ μηχαναὶ (περίπου 1000 έως 4000 kg/h μὲ αὐτόματον τροφοδότησιν, πιεστήριον ἀχύρου καὶ καθαρισμόν)	24 έως 48	»
4. Μηχαναὶ καθαρισμοῦ σίτου	0,5 έως 3	»
5 'Ηλεκτρικὸν ἀρτοτρον	40 έως 90	M.T. S2/IP44 90 min

Είδος κινουμένου μηχανήματος	'Απαιτουμένη Ισχύς εις ίππους	Τύπος κινητήρος Είδος λειτουργίας Προστασία
6. Καλλιεργητικά μηχαναί	15 έως 20	M.T. S2/IP44 90 min
7. Μεγάλαι άλωνιστικά μηχαναί	50 έως 90	S.T. S1/IP44
8. Ανυψωτικά μηχαναί χόρτου και σανού (περίπου 3000 kg/ήμερ.)	1 έως 2	S.T. S2/IP24 60 min
9. Άντλια λιπάσματος	1,3 έως 2	S.T. S1/IP44
10. Πιεστήρια χονδρού χόρτου	6 έως 12	S.T. S1/IP24
11. Πιεστήρια λείου χόρτου με διάταξιν δε- σίματος	3 έως 5	»
12. Μηχαναί κοπῆς χόρτου, κοσκινίσματος και άνυψωσεως		S.T. S1/IP44
13. Μεταφορική τανιά, άναδευτήρες	3 έως 6	S.T. S1/IP10
14. Μηχαναί κοπῆς τεύτλων	2,5	S.T. S1/IP10
15. Μηχαναί συνθλίψεως βρώμης	2 έως 3	S.T. S1/IP23
16. Μηχαναί συνθλίψεως πατάτας	0,75	»
17. Εηραντήρια	20 έως 30	S.T. S1/IP20
18. Μύλος λεπτής άλεσεως	6 έως 14	S.T. S1/IP44
19. Μύλος χονδρής άλεσεως	2 έως 6	»
Z. Μηχαναί σιδηρουργείου		
1. Δράπανον, τόρνος, λειαντικός τροχός, φυστήρ, συνολικώς	2 έως 3	S.T. S1/IP11
2. Αερόσφυρα	1 έως 8	S.T. S1/IP10
3. Σφύρα πτώσεως	2 έως 6	»
H. Μηχαναί πλινθοποιείου		
1. Κοπτικά μηχαναί	6 έως 10	S.T. S1/IP23
2. Πλινθόπρεσσα	4 έως 17	»
Θ. Μηχαναί ραφείου		
1. Ραπτικά μηχαναί	0,1 έως 0,5	S.T. S1/IP44
2. Μηχαναί κοπτικής	0,33 έως 0,75	»
I. Άλεστικαί μηχαναί (μύλοι)	4 έως 30	»
IA. Δομικά μηχαναί		
1. Μηχανή άσβεστοκονιάματος	5	»
2. Μηχανή σκυροκονιάματος	3 έως 6	»
3. Θραυστήρες λίθων με διάταξιν κοσκι- νίσματος (2 έως 4,5 m ³ /h)	20 έως 34	»

Είδος κινουμένου μηχανήματος	'Απαιτουμένη Ισχύς εἰς ίππους	Τύπος κινητήρος Είδος λειτουργίας Προστασία
IΒ. 'Υφαντούργικαι μηχαναι 1. Άργαλειά	0,33 έως 1	P.Σ.T.S1/IP44
2. Κλωστικαι μηχαναι.....	0,5 έως 3	»
IΓ. 'Αντλιαι 1. Έμβολοφόροι (60 έως 150 στρ/min) ..	2 έως 30	Σ.Τ. S1/IP23
2. Φυγοκεντρικαι (1000 έως 3000 στρ/min	1 έως 15	»
IΔ. 'Εξαεριστήρεις		»
IΕ. 'Ανυψωτικαι μηχαναι 1. Γερανογέφυραι	3 έως 30	M.Τ. S3/IP10 25% ή 15%
2. 'Αναβατήρεις φορτιών μετά ή δενευ δόηγού μετ' άντιθάρου .	2 έως 10	Σ.Τ. S2/IP00 60 min
3. 'Ανελκυστήρεις προσώπων	2 έως 8	»
IΣΤ. Σιδηρόδρομοι 1. Περιστρεφόμενα δάπεδα	6 έως 10	M.Τ. S2/IP44 60 min
2. Μεταφορικαι έξεδραι	16 έως 22	»
3. Βαρούλκαι	έως 3	Σ.Τ. S2/IP44 30 min
4. Γερανοι δινθρακοι	3 έως 4	M.Τ. S3/IP44 40%
5. Συμπιεσται	15 έως 100	Σ.Τ. S1/IP01
6. Θραυστήρεις δινθρακοι	10 έως 20	Σ.Τ. S1/IP44
7. Λειαντικη μηχανη βάκτρων έμβολων ..	10	Σ.Τ. S1/IP11
8. Ψαλίδι συρμάτων	5	»
9. Μηχανη καθαρισμοῦ σωληνώσεων λε- βήτων	· 10	»
IΖ. 'Ηλεκτρικοι σιδηρόδρομοι 1. Σιδηρόδρομοι δρυχείων, δασικοι, ύπερ- αστικοι, διασυνδετικοι κρατῶν	10 έως 200	M.Τ. S2/IP44 60 min
2. Σιδηρόδρομοι μακρᾶς διποστάσεως ...	1000 έως 3000	M.Τ. S2/IP00 60 min

ρεύματος, δίδονται δὲ δι' ἑκάστην : 'Η περιοχὴ τῶν συνήθως ἀπαιτουμένων ἰσχύων, δ τύπος τοῦ ἡλεκτροκινητῆρος, τὸ εἶδος τῆς λειτουργίας του ὡς καὶ τὸ εἶδος προστασίας αὐτοῦ. 'Ο πίναξ αὐτὸς μᾶς πληροφορεῖ διὰ τὸ εἶδος τοῦ κινητῆρος ποὺ ὑπάρχει εἰς τὰ διάφορα μηχανήματα, εἰς ὧρισμένας δὲ περιπτώσεις χρησιμεύει εἰς τὴν ἐκλογὴν τοῦ καταλλήλου κινητῆρος, διὰ τὴν χρῆσιν διὰ τὴν ὅποιαν προορίζεται ἀπὸ πλευρᾶς γενικῶν χαρακτηριστικῶν. 'Ο ἀκριβής καθορισμὸς ὅλων τῶν στοιχείων ἐνὸς κινητῆρος εἰς κάθε συγκεκριμένην περίπτωσιν δὲν πρόκειται νὰ μᾶς ἀπασχολήσῃ, διότι εἴναι ἔργον τῶν ἡλεκτρολόγων.

4) Ἐπιθεώρησις, συντήρησις, βλάβαι κινητήρων.

Εἰς τοὺς ἡλεκτροκινητῆρας τὰ σημεῖα, τὰ ὅποια ὑπόκεινται εἰς ἴδιαιτέρων φθοράν, εἴναι τὰ ἔδρανα, αἱ ψῆκτραι, δ συλλέκτης καὶ οἱ δακτύλιοι. 'Η ἐλαστωματικὴ λειτουργία ἐνὸς ἔδρανου, λόγω βλάβης, φέρει εὔκόλως τὸν δρομέα εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸν στάτην, δπότε δ δρομεὺς προστριβόμενος ἐπὶ τοῦ στάτου χαράσσεται. Συνέπεια τούτου εἴναι ἡ ταχεῖα καταστροφὴ δλοκλήρου τοῦ κινητῆρος. 'Η φθορὰ τῶν ἔδρανων, ἔξ αλλου, ἐπιτείνεται ἀπὸ συνδέσμους καὶ τροχαλίας μεταδόσεως κινήσεως ζυγοσταθμισμένους ἢ εύθυγραμμισμένους κακῶς, ὡς ἐπίστης καὶ ἀπὸ ὑπερβολικὴν τάνυσιν τῶν ἴμαντων, ποὺ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν μετάδοσιν τῆς κινήσεως. 'Απὸ ὅσα εἴπομεν, ἔξαγεται τὸ συμπέρασμα, ὅτι ἐπιβάλλεται ἡ τακτικὴ λίπανσις τῶν ἔδρανων τῶν κινητήρων, ἐνῶ θὰ πρέπει νὰ ἀντικαθίσταται ἔγκαιρως ἓνα ἐλαστωματικὸν ἔδρανον καὶ νὰ ἀποφεύγεται ἡ κακῶς ἐννοούμενη οἰκονομία, ποὺ δῆγει τελικῶς εἰς τὴν μείωσιν τῆς διαρκείας ζωῆς τοῦ κινητῆρος.

'Απὸ τὰ λοιπὰ τμήματα τοῦ ἡλεκτροκινητῆρος ὑποφέρουν ἴδιαιτέρως αἱ ψῆκτραι, αἱ ὅποιαι πρέπει νὰ εἴναι ὅλαι τοῦ αὐτοῦ τύπου, ὡστε νὰ ἀποφεύγεται ἡ ἀνομοιόμορφος φθορά, οἱ δὲ δακτύλιοι ἢ δ συλλέκτης δὲν πρέπει νὰ ἔχουν χαραγάς. Τυχὸν ὑπάρχουσαι χαραγαὶ καὶ αὐλακώσεις πρέπει νὰ ἀπαλείφωνται διὰ καταλλήλου λειάνσεως τῶν δακτυλίων ἢ τοῦ συλλέκτου.

'Απὸ τὰ ἀνωτέρω δῆγούμεθα καὶ εἰς τὸν τρόπον, μὲ τὸν ὅποιον πρέπει νὰ γίνεται ἡ ἐπιθεώρησις τῶν ἡλεκτροκινητήρων διὰ τὴν ἔγκαιρον διαπίστωσιν ἀρχομένων ἀνωμαλιῶν καὶ, ἐπομένως, τὴν πρόληψιν μελλοντικῶν βλαβῶν. Κατὰ τὴν ἐπιθεώρησιν, πρέπει νὰ πραγματοποι-

ῆται ἐπίστης : α) Ἡ λίπανσις τῶν ἡλεκτροκινητήρων, εἰς ὅσα σημεῖα καὶ κατὰ τὸν τρόπον ποὺ ὑποδεικνύει δικαστικής των εἰς τὰς σχετικὰς ὀδηγίας. β) Ὁ καθαρισμὸς αὐτῶν ἀπὸ τὴν κόνιν καὶ τὰς λοιπὰς ἀκαθαρσίας, ποὺ συσσωρεύονται ἐπάνω καὶ μέσα εἰς τὴν μηχανὴν ἀπὸ τὸ περιβάλλον. Αἱ ἀκαθαρσίαι αὐταὶ πλήν τῶν ἄλλων ἀνωμαλιῶν, ποὺ ἔνδεχεται νὰ προκαλέσουν εἰς τὸν κινητῆρα, φράσσουν τὰς διόδους κυκλοφορίας τοῦ ἀέρος ψύξεως αὐτοῦ, μὲ ἀποτέλεσμα ἡ μηχανὴ νὰ ὑπερθερμαίνεται.

Ἡ συντήρησις καὶ ἀποκατάστασις τῶν βλαβῶν εἰναι, βεβαίως, ἔργον τοῦ ἡλεκτρολόγου, ἀλλὰ δι μηχανολόγος, δ ἔχων τὴν ἐποπτείαν τῶν μηχανῶν, πρέπει νὰ γνωρίζῃ πότε δ ἡλεκτροκινητήρ ἔχει ἀνάγκην συντηρήσεως. Ὁ Πίναξ 13·5·2 παρέχει στοιχεῖα διὰ τὴν ἀναγνώρισιν τῶν συμπτωμάτων, ποὺ παρουσιάζονται εἰς ἓνα κινητῆρα, ὅταν ἔχῃ συμβῇ κάποια βλάβη ἢ ὅταν ἔχουν ἐπέλθει φθορά.

Π Ι Ν Α Ξ 13·5·2

Συνήθεις βλάβαι ἡλεκτροκινητήρων ἐναλλασσομένου ρεύματος

ΣΥΜΠΤΩΜΑ	ΠΙΘΑΝΗ ΑΙΤΙΑ
1. Ὁ κινητήρ δὲν ἔκκινει	<ol style="list-style-type: none"> Διακοπὴ εἰς τοὺς ἀγωγοὺς τροφοδοτήσεως ἢ εἰς τὸν ἔκκινητήν, τῆξις ἀσφαλείας ἢ δινοιγμα (πτῶσις) αὐτομάτου διακόπτου Διακοπὴ εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ δρομέως. Π.χ. διακοπὴ εἰς τὸ τύλιγμα τοῦ δρομέως ἢ εἰς τὰς ἀντιστάσεις ἢ ἐπαφὰς τοῦ ἔκκινητοῦ ἢ κακὴ ἐπαφὴ τῶν ψηκτρῶν
2. Ὁ κινητήρ ἔκκινει μὲν δυσκολίαν, ἡ ταχύτης του ἐλαττοῦται σημαντικῶς μὲ τὴν φόρτισιν	<ol style="list-style-type: none"> Ἡ φόρτισις εἶναι πολὺ μεγάλη Ἐλαττωματικὴ ἐπαφὴ εἰς τὸν διακόπτην ἀστέρος-τριγώνου Ἐλαττωματικὰ ἔδρασα Βλάβη εἰς τὸν μηχανισμὸν τῶν ψηκτρῶν, ἀνωμαλίαι εἰς τοὺς δακτυλίους Βραχυκυκλωμέναι σπείραι εἰς τὸ τύλιγμα τοῦ στάτου Κινητήρ προβλεπόμενος διὰ σύνδεσιν τριγώ-

ΣΥΜΠΤΩΜΑ	ΠΙΘΑΝΗ ΑΙΤΙΑ
3. Κατὰ τὴν ἔκκινησιν, αἱ ἀσφάλειαι τῆκονται (καίονται) ἢ ὁ αὐτόματος διακόπτης ἀνοίγει (πίπτει)	<p>νου, εἰς τὴν διατιθεμένην τάσιν, συνδεσμολογημένος, κατὰ λάθος, εἰς ἀστεροειδῆ σύνδεσιν</p> <p>7. Τάσις τροφοδοτήσεως πολὺ χαμηλή</p> <p>8. Χαλαραὶ ράβδοι κλωβοῦ</p> <p>9. Ἐλασττωματικὸς πυκνωτής (μονοφασικοὶ κινητῆρες)</p>
4. Ὁ κινητὴρ ὑπερθερμαίνεται ἢ ὁ αὐτόματος διακόπτης ἀνοίγει (πίπτει)	<p>1. Βραχυκυκλωμένοι ἄγωγοι μεταξὺ αὐτομάτου διακόπτου καὶ στάτου</p> <p>2. Βραχυκυκλωμένοι ἄγωγοι μεταξὺ δρομέως καὶ ἔκκινητοῦ ἢ βραχυκύκλωμα μεταξὺ δύο ψητροφορέων</p> <p>3. Δύο φάσεις τοῦ στάτου είναι βραχυκυκλωμέναι μεταξύ των ἢ πρὸς τὸν πυρήνα</p> <p>4. Βραχυκυκλωμένοι διακύλοι ἢ σπεῖραι τοῦ τύλιγματος τοῦ δρομέως</p> <p>5. Βραχυκυκλωμένος πυκνωτής (μονοφασικοὶ κινητῆρες)</p> <p>6. Ἐλασττωματικὸς φυγοκεντρικὸς διακόπτης (μονοφασικοὶ κινητῆρες)</p>
5. Τὸ ἀμπερόμετρον εἰς τὴν γραμμὴν τροφοδοτήσεως ἀμφιταλαντεύεται ὑπὸ σταθερὸν φορτίον	<p>1. Ἡ φόρτισις είναι πολὺ μεγάλη</p> <p>2. Ὁ κινητὴρ λειτουργεῖ μόνον μὲ 2 φάσεις</p> <p>3. Ἡ τάσις τοῦ δικτύου τροφοδοτήσεως είναι πολὺ ὑψηλὴ</p> <p>4. Ἡ τάσις τροφοδοτήσεως είναι πολὺ χαμηλὴ</p> <p>5. Βραχυκύκλωμα μεταξὺ φάσεων εἰς τὸ τύλιγμα τοῦ στάτου ἢ μεταξὺ φάσεων καὶ πυρήνας</p> <p>6. Βραχυκυκλωμέναι σπεῖραι εἰς τὸ τύλιγμα τοῦ στάτου</p> <p>7. Πολὺ μεγάλη τριβὴ μεταξὺ ψηκτρῶν καὶ δικτυλίων</p> <p>8. Κακὴ ἐπαφὴ εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ δρομέως</p> <p>9. Ὁ δρομεὺς προσκρούει ἐπὶ τοῦ στάτου</p> <p>Κακὴ ἐπαφὴ εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ δρομέως</p>

ΣΥΜΠΤΩΜΑ	ΠΙΘΑΝΗ ΑΙΤΙΑ
6. Ο κινητήρ άπερθερμαίνεται κατά τὴν λειτουργίαν ἐν κενῷ	Κινητήρ κατεσκευασμένος δι' ἀστεροειδῆ σύνδεσιν, εἰς τὴν διατίθεμένην τάσιν, συνδεσμολογημένος, κατὰ λάθος, εἰς σύνδεσιν τριγώνου
7. Σπινθηρισμοὶ εἰς τὰς ψήκτρας	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς τῶν ψηκτρῶν δὲν εἶναι λεῖα ἢ αἱ ψηκτραι δὲν ἔχουν τὴν ἀπαιτουμένην πίεσιν ἐπὶ τῶν δακτυλίων 2. Ἀνώμαλοι ἢ ἀκάθαρτοι δακτύλιοι 3. Μὴ κυκλικοὶ δακτύλιοι
8. Ο κινητήρ λειτουργεῖ μὲθόρυβον	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ἐλασττωματικά ἕδρανα 2. Ο μηχανικὸς σύνδεσμος τῆς μηχανῆς δὲν εἶναι εύθυγραμμισμένος 3. Κακὴ ζυγοστάθμισις τοῦ δίσκου τοῦ συνδέσμου 4. Διακοπὴ τῆς μιᾶς φάσεως (π.χ. τῆξις ἀσφαλείας). Τοῦτο εἶναι δυνατόν νὰ ἔχῃ συμβῆδεν ὁ κινητήρ, κατὰ τὴν λειτουργίαν του, ἀρχίσῃ αἰφνιδίως νὰ κάμνῃ ἄπερθολικὸν θόρυβον
9. Ἀπὸ τὸν κινητῆρα ἔξέρχεται, κατὰ τὴν λειτουργίαν, καπνός.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Βραχυκύλωμα εἰς τὸ τύλιγμα 2. Βλάβη εἰς τὸν φυγοκεντρικὸν διακόπτην, δὸποιος δὲν ἀνοίγει τὸ κύλωμα τοῦ βοηθητικοῦ τυλίγματος (μονοφασικοὶ κινητῆρες) 3. Ἐλασττωματικά ἕδρανα 4. Ὑπερφόρτισις
10. Ο κινητήρ βομβεῖ δλλὰ δὲν ἔκκινει	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ἐλασττωματικὸς πυκνωτής (μονοφασικοὶ κινητῆρες) 2. Διακοπὴ εἰς τὸ βοηθητικὸν τύλιγμα (μονοφασικοὶ κινητῆρες) 3. Ἡ φόρτισις εἶναι πολὺ μεγάλη

“Οταν εἰς τὰς πιθανὰς αἱτίας μιᾶς βλάβης περιλαμβάνωνται :

- Διακοπαὶ εἰς τοὺς δύγωγοὺς τροφοδοτήσεως,
- Τήξεις ἀσφαλειῶν,
- Ἀνοιγμα τοῦ αὐτομάτου διακόπτου,
- Κακαὶ ἐπαφαὶ εἰς τοὺς διακόπτας καὶ ἐκκινητάς,
- Λανθασμέναι ἡ κακαὶ συνδέσεις εἰς τοὺς ἀκροδέκτας,
- Κακὴ εύθυγράμμισις τοῦ συνδέσμου,
- Ὑπερβολικὸν φορτίον,

είναι δυνατὸν νὰ ἔπειμβῃ διὰ τὴν πιθανὴν ἀποκατάστασιν τῆς βλάβης καὶ διὰ μηχανολόγος. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτάς, πρὶν ἀπὸ κάθε δλλην ἐνέργειαν, ἀπομονοῦται ὁ κινητήρι ἀπὸ τὸ δίκτυον τροφοδοτήσεως, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ ὑπάρχοντος εἰς τὴν γραμμὴν τροφοδοτήσεως διακόπτου καὶ πραγματοποιεῖται ὁ Ἐλεγχος. Κατ’ αὐτὸν ἐνδεχομένως νὰ ἀπαιτηθῇ :

- α) Ἡ ἀντικατάστασις μιᾶς καμένης ἀσφαλείας.
- β) Ἡ ἀλλαγὴ ἡ βελτίωσις τῶν συνδέσεων εἰς τοὺς ἀκροδέκτας.
- γ) Ἡ ἐλάττωσις τοῦ φορτίου.
- δ) Ἡ τοποθέτησις μεγαλυτέρου κινητῆρος κ.λπ.

13.6 Ἐρωτήσεις.

1. Πῶς πραγματοποιεῖται ἔνα στρεφόμενον μαγνητικὸν πεδίον ;
2. Ποιας ἐφαρμογάς εύρισκουν τὰ στρεφόμενα μαγνητικὰ πεδία ;
3. Πότε μία ἡλεκτρικὴ μηχανὴ καλεῖται σύγχρονος καὶ πότε ἀσύγχρονος ;
4. Πῶς είναι κατεσκευασμένος ὁ δρομεὺς τῶν ἐναλλακτήρων ;
5. Πῶς δημιουργεῖται τὸ τριφασικὸν σύστημα Η.Ε.Δ. εἰς τοὺς τριφασικοὺς ἐναλλακτῆρας ;
6. Τί είδους ἡλεκτρικαὶ μηχαναὶ είναι οἱ κινητῆρες ἐναλλασσομένου ρεύματος ;
7. Πόσα είδη ἀσυγχρόνων τριφασικῶν κινητήρων ἔχομεν καὶ ποια ;
8. Ποία ἡ ἀρχὴ λειτουργίας τῶν τριφασικῶν κινητήρων ἐπαγωγῆς ;
9. Πόσα είδη τριφασικῶν κινητήρων ἐπαγωγῆς ἔχομεν καὶ ποια ; Ποια τὰ βασικὰ χαρακτηριστικὰ τῶν κινητήρων κάθε είδους ;
10. Ἐὰν διατίθεται τριφασικὸν δίκτυον 220/380 V καὶ πραγματοποιήσωμεν εἰς τὸ κιβώτιον ἀκροδεκτῶν τοῦ κινητῆρος σύνδεσιν τοῦ τυλίγματος τοῦ στάτου κατά τρίγωνον, μετά τὴν ζεῦξιν τοῦ κινητῆρος μὲ τὸ δίκτυον, ὑπὸ ποίαν τάσιν θὰ εὔρεθῇ κάθε φάσις τοῦ τυλίγματος αὐτοῦ ;
11. Πῶς ἐπιτυγχάνεται ἡ ἐλάττωσις τοῦ ρεύματος ἐκκινήσεως : α) Εἰς τοὺς κινητῆρας μετά βραχυκυλωμένου δρομέως ; β) Εἰς τοὺς κινητῆρας μετά δακτυλίων ;
12. Δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν διακόπτην ἀστέρος-τριγώνου διὰ τὴν ἐκκίνησιν κινητῆρος μὲ κανονικὴν τάσιν λειτουργίας 220 V εἰς σύνδεσιν τριγώνου, ἐάν

διατίθεται τριφασικὸν δίκτυον πολικῆς τάσεως 380 V ; Δικαιολογήσατε τὴν ἀπάντησιν.

13. Πῶς ἐπιτυγχάνεται ἡ ἀντιστροφὴ τῆς φορᾶς περιστροφῆς ἐνὸς τριφασικοῦ κινητῆρος ;
14. Ποῖα εἶδη μονοφασικῶν κινητήρων ἔχουμεν ;
15. Πῶς συμβολίζονται αἱ διάφοροι ἔξωτερικαὶ μορφαὶ τῶν ἡλεκτρικῶν κινητήρων ;
16. Ποῖα εἰναι τὰ βασικὰ εἶδη προστασίας, ποὺ παρέχουν τὰ περιβλήματα τῶν κινητήρων καὶ ποῖον τὸ σχετικὸν σύμβολον ;
17. Ποῖα χαρακτηριστικὰ καλοῦνται ὀνομαστικὰ χαρακτηριστικὰ ἐνὸς κινητῆρος καὶ πῶς δυνάμεθα νὰ τὰ πληροφορηθῶμεν ;
18. Πόσα εἶδη ζυγοσταθμίσεως διακρίνομεν ;
19. Ποῖα εἰναι τὰ κυριώτερα σημεῖα ἐνὸς κινητῆρος, ποὺ πρέπει νὰ ἐπιθεωροῦνται καὶ ποῖαι εἰναι αἱ βασικαὶ ἐργασίαι, ποὺ πρέπει νὰ ἐκτελοῦνται κατὰ τὴν ἐπιθεώρησιν ;
20. Πότε εἰναι δυνατὸν νὰ ἐπέμβῃ ὁ μηχανολόγος διὰ τὴν πιθανὴν ἀποκατάστασιν μιᾶς βλάβης ἡλεκτρικοῦ κινητῆρος ;

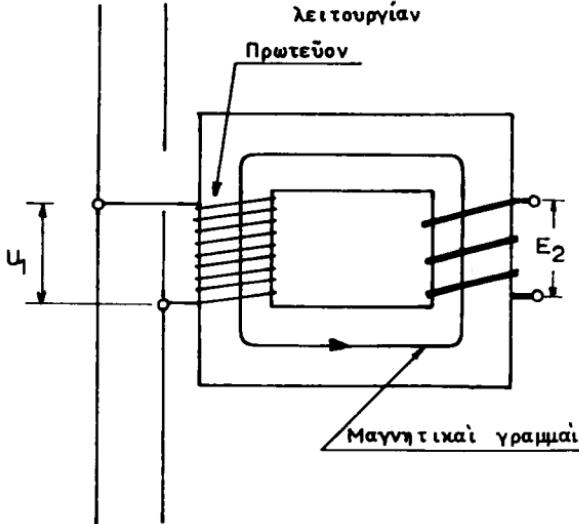
**ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΑΙ, ΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ,
ΑΝΟΡΘΩΤΑΙ**

14·1 Μετασχηματισταί.

1) Μονοφασικοὶ μετασχηματισταῖ.

Όπως εἶδομεν εἰς τὴν παράγραφον 8·4, ἐὰν δύο ἀνεξάρτητα πηνία περιβάλλουν ἔνα κοινὸν σιδηροῦν πυρῆνα καὶ διὰ μέσου τοῦ ἐνὸς ἀπὸ τὰ πηνία αὐτὰ διέλθῃ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, θὰ δημιουργηθῇ ἐναλλασσόμενον μαγνητικὸν πεδίον. Αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ τοῦ πεδίου αὐτοῦ διερχόμεναι διὰ τοῦ κοινοῦ πυρῆνος, θὰ περιβάλλουν τόσον τὰς σπείρας τοῦ πηνίου, ποὺ διαρρέεται ἀπὸ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ὃσον

$I_o = \text{ρεῦμα πρωτεύοντος}$
 κατὰ τὴν ἐν κενῷ
 λειτουργίαν

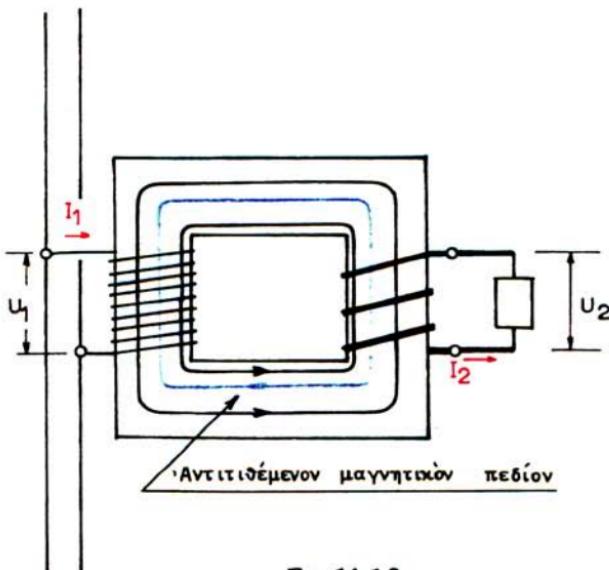


Σχ. 14·1 a.

καὶ τὰς σπείρας τοῦ γειτονικοῦ πηνίου. Ἐτσι, εἰς τὸ τύλιγμα τοῦ πηνίου, ποὺ συνδέεται μὲ τὴν πηγὴν τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος καὶ καλεῖται πρωτεῦον (σχ. 14·1a), ἀναπτύσσεται ἡλεκτρεγερτικὴ δύνα-

μις έξι αύτεπαγωγής. Αύτή άντισταθμίζει, σχεδόν, τήν τάσιν πού έφαρμόζεται εις τὰ ἄκρα τοῦ πρωτεύοντος τυλίγματος καὶ ἐπέρχεται ἡλεκτρικὴ ίσορροπία. Εἰς τὸ τύλιγμα τοῦ ἄλλου πηνίου, ἔξι ἄλλου, πού καλεῖται δευτερεῦον, ἀναπτύσσεται ἐναλλασσομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἔξι ἐπαγωγῆς.

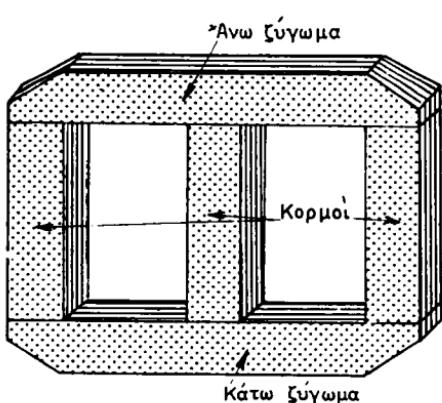
Ἐάν τώρα, εἰς τὰ ἄκρα τοῦ δευτερεύοντος τυλίγματος (δηλαδὴ τοῦ τυλίγματος πού δὲν συνδέεται μὲ τὴν πηγὴν) συνδέσωμεν μίαν κατα-



Σχ. 14·1 β.

νάλωσιν (σχ. 14·1β), τότε, ὑπὸ τὴν ἐπενέργειαν τῆς ἐπικρατούσης εἰς τὸ τύλιγμα τοῦτο ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἔξι ἐπαγωγῆς, θὰ κυκλοφορήσῃ ρεῦμα (ἀνάλογον τῆς ἀντιστάσεως πού παρουσιάζει ἡ κατανάλωσις διὰ δεδομένην Η.Ε.Δ.). Ἐξ αἵτίας τοῦ ρεύματος αὐτοῦ θὰ δημιουργηθῇ ἐναλλασσόμενον μαγνητικὸν πεδίον ἀντιτιθέμενον εἰς τὸ μαγνητικὸν πεδίον τοῦ ρεύματος τοῦ πρωτεύοντος. Οἰαδήποτε δύμας ἐλάττωσις τοῦ ἀρχικοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἔχει ὡς συνέπειαν τὴν μείωσιν τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἔξι αύτεπαγωγῆς. Ἀπὸ τὴν μείωσιν αὐτὴν προκαλεῖται διαφορὰ μεταξὺ τῆς ἐπιβαλλομένης ἀπὸ τὴν πηγὴν τάσεως καὶ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἔξι αύτεπαγωγῆς, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ κυκλοφορήσῃ εἰς τὸ πρωτεύον μεγαλύτερον ρεῦμα. Κατ’ αὐ-

τὸν τὸν τρόπον τὸ μαγνητικὸν πεδίον παραμένει σταθερόν. Μὲ τὴν διάταξιν αὐτήν, λοιπόν, ποὺ καλεῖται μετασχηματιστής, μεταφέρεται ἡλεκτρικὴ ίσχυς ἀπὸ τὸ ἔνα τύλιγμα εἰς τὸ ἄλλο, μὲ τὴν βοήθειαν μόνον τοῦ ἀναπτυσσομένου μαγνητικοῦ πεδίου, χωρὶς δηλαδὴ νὰ ὑπάρχῃ ἀγώγιμος σύνδεσις μεταξὺ τῶν τυλιγμάτων.



Σχ. 14. 1 γ.

Ο πυρήν ἐνὸς μετασχηματιστοῦ ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλὰ λεπτὰ ἔλασματα, ὅπως καὶ οἱ πυρῆνες τῶν πόλων καὶ τὰ ἐπαγγειακὰ τύμπανα τῶν ἡλεκτρικῶν γεννητριῶν καὶ κινητήρων. Τὰ κατακόρυφα μέρη τοῦ πυρῆνος ἐνὸς μετασχηματιστοῦ ὁνομάζονται κορμοί, ἐνῷ τὰ δοριζόντια ὁνομάζονται ζυγώματα (σχ.

14. 1γ). Κάθε κορμὸς τοῦ πυρῆνος φέρει δύο ἀνεξάρτητα τυλίγματα, ἀπὸ τὰ δοποίᾳ τὸ ἔνα ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλὰς σπείρας λεπτοῦ μονωμένου σύρματος, ἐνῷ τὸ ἄλλον ἀποτελεῖται ἀπὸ δίλγας, σχετικῶς, σπείρας χονδροῦ μονωμένου σύρματος (σχ. 14. 1δ).

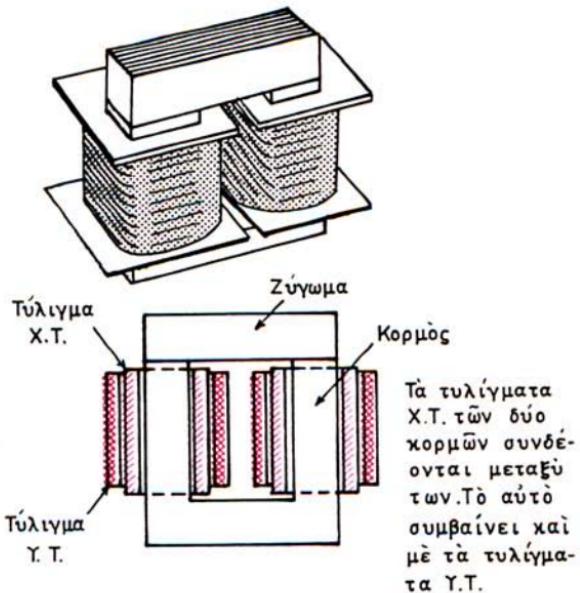
Ἐστω τώρα, ὅτι τὸ τύλιγμα μὲ τὸν μικρὸν ἀριθμὸν σπειρῶν συνδέεται μὲ μίαν πηγὴν τάσεως U_1 . Τότε αὐτὸ θὰ ἀποτελέσῃ τὸ πρωτεῦον τύλιγμα τοῦ μετασχηματιστοῦ. Εἰς τὸ δευτερεῦον τύλιγμα ἔξ ἄλλου θὰ ἀναπτυχθῇ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἔξ ἐπαγγωγῆς, ἢ ὅποια ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν τῶν σπειρῶν τοῦ τυλίγματος αὐτοῦ (παράγρ. 8. 4). Η δύναμις αὐτὴ θὰ εἴναι τόσον μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν τάσιν ποὺ ἐφαρμόζεται εἰς τὸ πρωτεῦον, δσον μεγαλύτερος είναι δ ἀριθμὸς τῶν σπειρῶν τοῦ δευτερεύοντος ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν τῶν σπειρῶν τοῦ πρωτεύοντος. Δηλαδὴ, ἐὰν καλέσωμεν τὴν $H.E.D.$ τοῦ δευτερεύοντος E_2 , θὰ εἴναι:

$$\frac{U_1}{E_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

ὅπου : T_1 καὶ T_2 είναι οἱ ἀριθμοὶ τῶν σπειρῶν (ἔλιγμάτων) πρωτεύοντος καὶ δευτερεύοντος τυλίγματος ἀντιστοίχως (ώς ἀριθμὸς σπειρῶν νοεῖται τὸ ἀθροισμα τῶν σπειρῶν ἐνὸς τυλίγματος, ποὺ ὑπάρχουν καὶ εἰς τὸν ἔνα κορμὸν καὶ εἰς τὸν ἄλλον καὶ συνδέονται μεταξὺ τῶν σει-

ρᾶ). Τὸ πηλίκον $\frac{T_1}{T_2}$ καλεῖται σχέσις μετασχηματισμοῦ ή σχέσις μεταφορᾶς τοῦ μετασχηματιστοῦ.

Ἐάν εἰς τὸ δευτερεῦον τύλιγμα συνδέσωμεν μίαν κατανάλωσιν, θὰ κυκλοφορήσῃ διὰ μέσου αὐτοῦ ρεῦμα I_2 , ὅπότε διὰ τοῦ πρωτεύοντος τυλίγματος θὰ κυκλοφορήσῃ ρεῦμα I_1 (σημαντικῶς μεγαλύτερον τοῦ



Σχ. 14·1 δ.

ρεύματος ποὺ ἐκκλοφόρει προηγουμένως). [Τὸ ρεῦμα ποὺ κυκλοφορεῖ εἰς τὸ πρωτεῦον τύλιγμα, ὅταν τὸ δευτερεῦον τύλιγμα είναι ἀνοικτὸν (λειτουργία τοῦ μετασχηματιστοῦ ἐν κενῷ), είναι τὸ $1/10$ ἔως $1/20$ τοῦ ρεύματος I_1 ποὺ κυκλοφορεῖ εἰς τὸ πρωτεῦον, ὅταν ὁ μετασχηματιστής ἔργαζεται μὲ τὸ κανονικόν του φορτίον εἰς τὸ δευτερεῦον.] Τὸ πηλίκον τῶν δύο ὡς ἄνω ρευμάτων θὰ είναι περίπου ἵσον πρὸς τὸ ἀντίστροφον τῆς σχέσεως μετασχηματιστοῦ, δηλαδή :

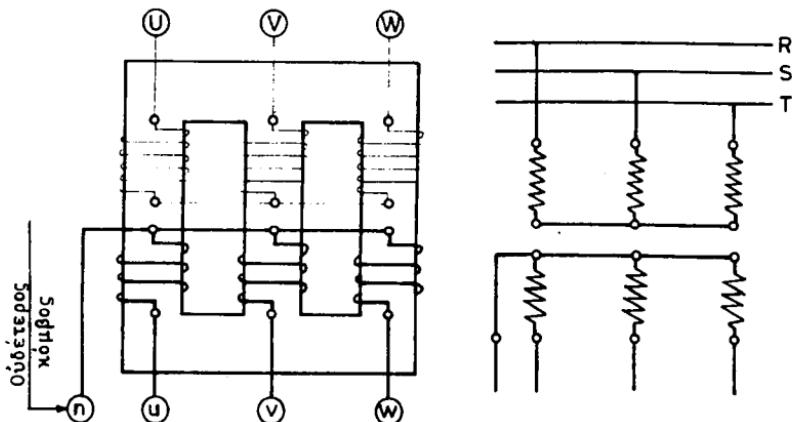
$$\frac{I_1}{I_2} \cong \frac{T_2}{T_1}$$

ὅπως εὔκόλως ἀποδεικνύεται, ἐάν ἔξισώσωμεν τὴν ἡλεκτρικὴν ίσχύν εἰσόδου (πρωτεύοντος) καὶ ἔξόδου (δευτερεύοντος) τοῦ μετασχηματιστοῦ.

Μὲ τὸν μετασχηματιστήν, λοιπόν, εἰναι δυνατὸν νὰ μεταβάλλωμεν (νὰ μετασχηματίσωμεν) τὴν τάσιν τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος. Δυνάμεθα, δηλαδή, νὰ ἀνψύσωμεν ἢ νὰ ὑποβιβάσωμεν τὴν τάσιν, πρᾶγμα τὸ δόποιον, δπως θὰ ἴδωμεν κατωτέρω (Μέρος 7ον καὶ 8ον), ἔχει κυρίως ἐφαρμογὴν εἰς τὴν μεταφορὰν καὶ διανομὴν τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας καὶ τὰς ἡλεκτρικὰς μετρήσεις.

Εἰς τὴν πλευρὰν τῆς χαμηλῆς τάσεως τοῦ μετασχηματιστοῦ, δπως προκύπτει ἀπὸ τὴν ἀνωτέρω διατυπωθείσαν σχέσιν τῶν ρευμάτων, τὸ ρεῦμα ἔχει μεγάλην ἔντασιν, διὰ τοῦτο εἰς τὸ τύλιγμα τῶν δλίγων σπειρῶν χρησιμοποιοῦμεν χονδρὸν σύρμα, τὸ δόποιον παρουσιάζει μικρὰν ἀντίστασιν. Ἀντιθέτως, εἰς τὴν πλευρὰν τῆς ὑψηλῆς τάσεως (τύλιγμα μεγάλου ἀριθμοῦ σπειρῶν) χρησιμοποιοῦμεν λεπτὸν σύρμα, διότι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, ποὺ κυκλοφορεῖ ἐν προκειμένῳ, εἶναι μικρά.

Οἱ μετασχηματισταὶ ποὺ ἔχουν, δπως εἴδομεν ἀνωτέρω, ἕνα τύλιγμα χαμηλῆς τάσεως καὶ ἕνα τύλιγμα ὑψηλῆς τάσεως εἶναι μονοφασικοὶ μετασχηματισταί.



Σχ. 14·1ε.

Τριφασικὸς μετασχηματιστής εἰς συνδεσμολογίαν ἀστέρος - ἀστέρος.

2) Τριφασικοὶ μετασχηματισταί.

Οἱ τριφασικοὶ μετασχηματισταὶ δποτελοῦνται ἀπὸ τρεῖς μονοφασικοὺς μετασχηματιστάς, ἕνα διὰ κάθε φάσιν, οἱ δποῖοι συνδέονται μεταξύ τῶν εἴτε μὲ σύνδεσιν ἀστέρος εἴτε μὲ σύνδεσιν τριγώνου (σχ.

14·1ε). Ή σύνδεσις τῶν τριῶν μονοφασικῶν μετασχηματιστῶν πραγματοποιεῖται καὶ εἰς τὰ πρωτεύοντα τυλίγματα καὶ εἰς τὰ δευτερεύοντα. Αἱ σχέσεις τάσεων καὶ ἐντάσεων, ποὺ ἀνεφέρθησαν προηγουμένως, ίσχύουν καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν τριφασικῶν μετασχηματιστῶν καὶ ἀναφέρονται εἰς κάθε φάσιν χωριστά. Ως σχέσις μετασχηματισμοῦ δύμως λαμβάνεται ὁ λόγος τῶν πολικῶν τάσεων τῶν δικτύων, μὲ τὰ δόποια συνδέονται τὰ δύο τριφασικά τυλίγματα (πρωτεύον καὶ δευτερεύον) τοῦ μετασχηματιστοῦ.

3) Ψύξις μετασχηματιστῶν.

Κατὰ τὴν λειτουργίαν τῶν μετασχηματιστῶν, ὅπως συμβαίνει καὶ μὲ τὰς ἡλεκτρικὰς γεννητρίας καὶ τοὺς ἡλεκτροκινητήρας, διαπτύσσεται θερμότης (παραγρ. 6·3, 12·3 καὶ 15·1) λόγω τῆς ροής τοῦ ρεύματος διὰ τῶν ἡλεκτρικῶν ἀντιστάσεων. Ή θερμότης αὐτὴ (θερμικαὶ ἀπώλεια) πρέπει νὰ ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὸν μετασχηματιστήν, διὰ νὰ ἀποφεύγεται αὔξησις τῆς θερμοκρασίας τῶν τυλιγμάτων πέρα ώρισμένου δρίου. Ή ύπερβασις τοῦ δρίου τούτου ἔχει ὡς συνέπειαν τὰ τυλίγματα νὰ διατρέχουν κίνδυνον καταστροφῆς.

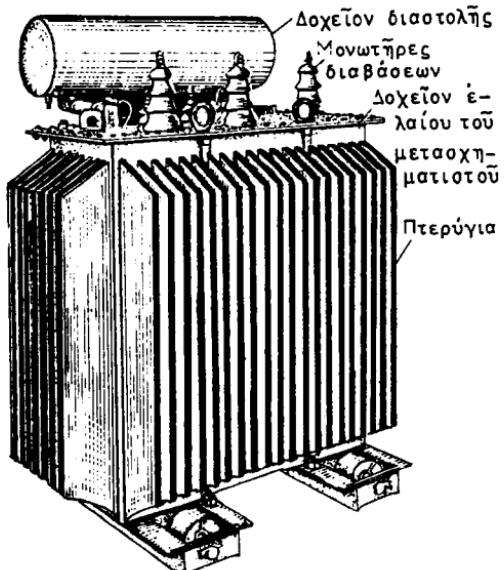
Ή ἀπαγωγὴ τῆς θερμότητος ἐπιτυγχάνεται μὲ τὴν βοήθειαν συστήματος ψύξεως τοῦ μετασχηματιστοῦ. Εἰς αὐτό, τὸ ψυκτικὸν μέσον δύναται νὰ εἴναι ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἄτηρ (ξηροὶ μετασχηματισταί), ἢ εἰδικὸν μονωτικὸν δρυκτέλαιον (μετασχηματισταὶ ἔλαιον). Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ἡ διαπτυσσομένη θερμότης παραλαμβάνεται ἀπὸ τὸν ἀέρα ποὺ περιβάλλει τὸν μετασχηματιστήν καὶ κυκλοφορεῖ πρὸς τὰ ἔξω, ἀνανεώμενος συνεχῶς, πολλάκις μὲ τὴν βοήθειαν ἀνεμιστῆρος.

Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν ὁ μετασχηματιστής καὶ τὸ εἰδικὸν μονωτικὸν ἔλαιον εύρισκονται ἐντὸς σιδηροῦ δοχείου (σχ. 14·1στ), ὃ δὲ μετασχηματιστὴς εἶναι βιθισμένος ἐντὸς τοῦ ἔλαιου. Τὴν παραγομένην τότε θερμότητα παραλαμβάνει τὸ εἰδικὸν μονωτικὸν δρυκτέλαιον καὶ τὴν μεταφέρει τελικῶς εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα μὲ τὴν βοήθειαν πτερυγίων, ποὺ φέρει ἔξωτερικῶς τὸ δοχεῖον τοῦ μετασχηματιστοῦ.

Εἰς ώρισμένους μετασχηματιστὰς τὸ δοχεῖον δὲν ἔχει πτερύγια ἀλλὰ σωλῆνας, εἰς ἄλλους, μὲ ἴδιαιτέρας ἀπαιτήσεις ψύξεως, τὸ ἔλαιον διοχετεύεται μὲ ὀντλίας εἰς εἰδικὰ ψυγεῖα, ὅπου τοῦ ἀφαιρεῖται ἡ θερμότης τὴν δόποιαν παραλαμβάνει.

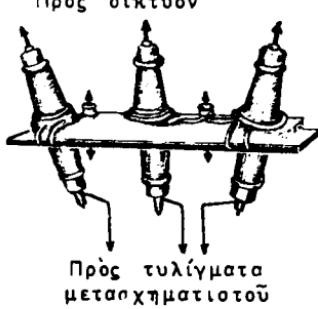
Εἰς τοὺς περισσοτέρους μετασχηματιστὰς ἔλαιου ύπάρχει εἰς τὸ

έπάνω μέρος τοῦ δοχείου τῶν ἕνα μικρόν, σχετικῶς, κυλινδρικὸν δοχεῖ-



Σχ. 14.1 στ.

ον, ποὺ συγκοινωνεῖ ἀφ' ἑνὸς μὲ τὸ δοχεῖον ἔλαίου, μέσω σωλῆνος, καὶ ἀφ' ἑτέρου μὲ τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Τὸ δοχεῖον τοῦτο, ποὺ εἶναι κατὰ τὸ ἥμισυ πλῆρες ἔλαίου, εἶναι δοχεῖον διαστολῆς.



Σχ. 14.1 ζ.

‘Ως γνωστόν, τὸ δοχεῖον διαστολῆς παρέχει τὴν δυνατότητα ἐλευθέρας διαστολῆς τοῦ ύγροῦ μιᾶς ἐγκαταστάσεως, ἐν προκειμένῳ τοῦ ἔλαίου τοῦ μετασχηματιστοῦ, ὅταν αὐξάνῃ ἡ θερμοκρασία του.

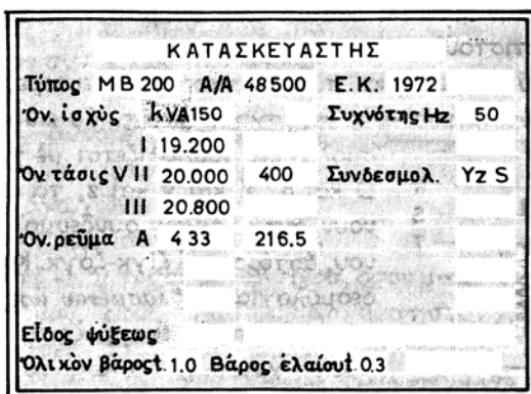
Τὸ ἔλαιον, ἐκτὸς ἀπὸ τὴν ψῦξιν συμβάλλει καὶ εἰς τὴν μόνωσιν τῶν τυλιγμάτων τοῦ μετασχηματιστοῦ.

‘Ο μετασχηματιστής εἶναι, συνήθως, στερεωμένος εἰς τὸ ἐπάνω κάλυμμα τοῦ δοχείου ἔλαίου. Ἀπὸ τὸ κάλυμμα αὐτὸ ἔξερχονται καὶ οἱ λεγόμενοι μονωτῆρες διαβάσεως (σχ. 14.1ζ). Αύτοὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἐπιμήκη

ἀγώγιμα στελέχη, πού περιβάλλονται καθ' ὅλον τὸ μῆκος των ἀπὸ μονωτικὸν ὑλικὸν (π.χ. ἀπὸ κέλυφος ἐκ πορσελάνης πλῆρες ἐλαίου). Εἰς τὰ κάτω ἄκρα τῶν στελεχῶν τῶν μονωτήρων αὐτῶν ὑπάρχουν ἀκροδέκται, μὲ τοὺς δόποιούς συνδέονται τὰ ἐλεύθερα ἄκρα τῶν τυλιγμάτων τῶν μετασχηματιστῶν. Εἰς τὰ ἐπάνω ἄκρα τῶν ὑπάρχουν ἐπίστης ἀκροδέκται διὰ τῶν δόποιών συνδέονται οἱ μετασχηματισταὶ μὲ τὸ δίκτυον ποὺ τοὺς τροφοδοτεῖ καὶ μὲ τὸ δίκτυον διαφορετικῆς τάσεως, ποὺ οἱ ἴδιοι τροφοδοτοῦν.

4) Γενικὰ στοιχεῖα μετασχηματιστῶν.

Οἱ μετασχηματισταί, ὅπως εἴδομεν ὀντωτέρω, δὲν περιλαμβάνουν περιστρεφόμενα ἢ κινούμενα μέρη, ὅπως οἱ ἡλεκτροκινητῆρες ἢ αἱ ἡλεκτρικαὶ γεννήτριαι, δι' αὐτὸν καὶ καλοῦνται *στατοί*. Ἡ ἔλλειψις κινουμένων μερῶν παρέχει εἰς τοὺς μετασχηματιστὰς πολλὰ πλεονεκτήματα, ὅπως : ἀπλότητα εἰς τὴν κατασκευὴν καὶ τὴν χρησιμοποίησιν καὶ μικρὰν μόνον παρακολούθησιν καὶ συντήρησιν.



Σχ. 14·1 η.

"Οπως κάθε μηχάνημα ἔτσι καὶ οἱ μετασχηματισταὶ φέρουν ἐνδεικτικὴν πινακίδα (σχ. 14·1η), εἰς τὴν δόποιαν ἀναγράφονται τὰ ὀνομαστικά των χαρακτηριστικά, ὅπως :

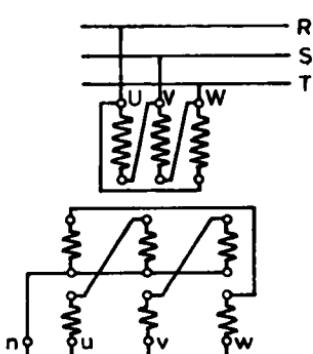
- α) 'Ο τύπος τοῦ μετασχηματιστοῦ (χαρακτηριστικὰ μοντέλου. παράγρ. 13·5).
- β) 'Ο αὗξων ἀριθμὸς σειρᾶς κατασκευῆς.

γ) Τὸ ἔτος κατασκευῆς.

δ) Ὁ ἀριθμὸς φάσεων.

ε) Ἡ δύναμαστικὴ ἴσχυς, τάσις (πρωτεύοντος καὶ δευτερεύοντος) ἔντασις (πρωτεύοντος καὶ δευτερεύοντος), συχνότης. [Ὦ δύναμαστικὴ ἴσχυς ἐνὸς μετασχηματιστοῦ δίδεται ἡ φαινομένη ἴσχυς αὐτοῦ (παράγρ. 11·2) ἡ δποία, διὰ τοὺς τριφασικοὺς μετασχηματιστάς, εἰναι ἵση πρὸς $\sqrt{3}$ ·Ε·Ι, δπου Ε καὶ Ι ἡ δύναμαστικὴ τάσις καὶ ἡ δύναμαστικὴ ἔντασις ἀντιστοίχως. Ὡς δύναμαστικὴ τάσις τυλίγματος νοεῖται ἡ ἐφαρμοζόμενη ἡ ἀναπτυσσομένη τάσις κατὰ τὴν ἐν κενῷ λειτουργίαν, μεταξὺ τῶν ἄκρων τοῦ μετασχηματιστοῦ, ποὺ συνδέονται εἰς τὴν γραμμὴν τοῦ δικτύου (πολικὴ τάσις προκειμένου περὶ τριφασικῶν μετασχηματιστῶν). Εἰς μικροὺς μετασχηματιστὰς δίδεται, πολλάκις, ὡς δύναμαστικὴ ἀναπτυσσομένη τάσις ἡ τάσις τοῦ τυλίγματος (δευτερεύοντος) ὑπὸ φορτίον, τὸ δποίον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν δύναμαστικὴν ἔντασιν, ὑπὸ συνφ = 1 καὶ δχι ἐν κενῷ. Ἡ τάσις αὕτη, πού ἀναπτύσσεται εἰς τὸ δευτερεύον τύλιγμα ὑπὸ φορτίον, διαφέρει τῆς ἀναπτυσσομένης ἐν κενῷ τάσεως, κατὰ τὴν πτῶσιν τάσεως ποὺ συμβαίνει εἰς τὰ τυλίγματα τοῦ μετασχηματιστοῦ].

στ) Ἡ συνδεσμολογία πρωτεύοντος καὶ δευτερεύοντος τυλίγματος διὰ τοὺς τριφασικοὺς μετασχηματιστάς. Τὸ εἶδος τῆς συνδεσμολογίας συμβολίζεται μὲ τὰ γράμματα D καὶ d, Y καὶ y, καὶ z, τὰ δποία σημαίνουν ἀντιστοίχως συνδεσμολογία τριγώνου, ἀστέρος καὶ ζίγκ-ζάγκ. Κατὰ τὴν συνδεσμολογίαν τεθλασμένου ἀστέρος ἡ ζίγκ-ζάγκ, ἡ δποία ἐφαρμόζεται εἰς τὰ τυλίγματα χαμηλῆς τάσεως, τὸ τύλιγμα χαμηλῆς τάσεως κάθε κορμοῦ ἀποτελεῖται ὅπό δύο μέρη καὶ κάθε μέρος συνδέεται ἐν σειρᾷ μὲ ἓνα ὅπό τὰ μέρη τοῦ τυλίγματος χαμηλῆς τάσεως ἐνὸς ὅλου κορμοῦ (σχ. 14·1θ). Ἡ συνδεσμολογία αὕτῃ χρησιμοποιεῖται, ὅταν εἰς τὴν πλευρὰν χαμηλῆς



Σχ. 14·1θ.

τάσεως τὸ φορτίον παρουσιάζῃ μεγάλην δσυμμετρίαν. Τὰ κεφαλαῖα γράμματα ἀναφέρονται εἰς τὸ τύλιγμα ὑψηλῆς τάσεως καὶ τὰ μικρὰ εἰς τὸ τύλιγμα χαμηλῆς τάσεως.

ζ) Τὸ εἶδος τῆς ψύξεως, μὲ τὴν βοήθειαν συμβόλων.

η) Τὸ ὀλικὸν βάρος καὶ τὸ βάρος τοῦ μονωτικοῦ ἐλαίου.

θ) Τὸ εἶδος τοῦ μετασχηματιστοῦ εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὅποιαν πρόκειται περὶ εἰδικοῦ μετασχηματιστοῦ (αὐτομετασχηματιστής, μετασχηματιστής ρυθμίσεως κ.λπ.).

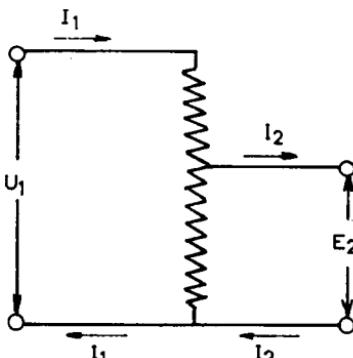
5) Αὐτομετασχηματισταί, μετασχηματισταί ρυθμίσεως.

Αὐτομετασχηματισταί καλοῦνται οἱ μετασχηματισταί, εἰς τοὺς ὅποιους ὑπάρχει ἔνα μόνον τύλιγμα ἀνὰ φάσιν, ποὺ ἀποτελεῖ τὸ τύλιγμα ὑψηλῆς τάσεως, καὶ μέρος τοῦ τυλίγματος αὐτοῦ ἀποτελεῖ τὸ τύλιγμα χαμηλῆς τάσεως (σχ. 14·1). Εἰς τὸ κοινὸν τμῆμα τοῦ τυλίγματος κυκλοφορεῖ ρεῦμα, ποὺ προέρχεται ἐκ τῆς συνθέσεως τῶν ρευμάτων πρωτεύοντος καὶ δευτερεύοντος. Ἐτσι, ἡ μεταφορὰ ἴσχυος ἀπὸ τὸ πρωτεύον εἰς τὸ δευτερεύον κύκλωμα γίνεται καὶ διὰ τῆς μαγνητικῆς συνδέσεως (παράγρ. 14·1) καὶ ἀπ’ εὐθείας διὰ τῆς ἀγωγήμου συνδέσεως τῶν κυκλωμάτων αὐτῶν.

Εἰς τοὺς αὐτομετασχηματιστὰς ἔχομεν σημαντικὴν οἰκονομίαν ἀγωγήμου ὑλικοῦ (ἀγωγῶν), σιδηρῶν μαζῶν (πυρῆνος) καὶ ἀπωλειῶν καὶ ἡ οἰκονομία αὐτὴ εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, δσον μικροτέρα εἶναι ἡ σχέσις μετασχηματισμοῦ. Ἐτσι, οἱ αὐτομετασχηματισταί χρησιμοποιοῦνται διὰ μικρὰς σχέσεις μετασχηματισμοῦ καὶ εἰς ἔφαρμογάς εἰς τὰς ὅποιας δὲν παίζει σοβαρὸν ρόλον ἡ ἐλλειψις χωριστῶν κυκλωμάτων πρωτεύοντος καὶ δευτερεύοντος.

Οἱ αὐτομετασχηματισταὶ ἔχουν μεγάλην ὀμοιότητα μὲ τοὺς καταμεριστὰς τάσεως (παράγρ. 5·4), παρουσιάζουν ὅμως τὸ πλεονέκτημα νὰ ἔχουν μικροτέρας ἀπωλείας καὶ τάσιν ἔξόδου ἐπηρεαζομένην ὀλιγώτερον ἐκ τοῦ φορτίου.

Εἰς τοὺς αὐτομετασχηματιστὰς, ὅπως καὶ εἰς τοὺς μετασχηματιστὰς, ὁ λόγος τῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων πρωτεύοντος καὶ δευτερεύοντος εἶναι ἵσος πρὸς τὸν λόγον τῶν ἀριθμῶν τῶν ἐλιγμάτων αὐτῶν.



Σχ. 14·1.

Εἰς τούς μετασχηματιστὰς ἢ αὐτομετασχηματιστὰς ρυθμίσεως, διὰ καταλλήλου διατάξεως δυνάμεθα νὰ μεταβάλλωμεν τὴν σχέσιν μετασχηματισμοῦ καί, ἐπομένως, νὰ ἐπιτυγχάνωμεν μεταβολὴν τῆς τάσεως ἔξόδου.

14·2 Στρεφόμενοι μετατροπεῖς.

Εἰς δλας, σχεδόν, τὰς βιομηχανικὰς ἑφαρμογὰς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ χρησιμοποιεῖται σήμερον τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα. Διὰ τοῦτο εἰς τὰς περιπτώσεις ποὺ ἀπαιτεῖται ἢ χρῆσις συνεχοῦς ρεύματος, ὅπως εἶναι ἐν μέρει ἡ ἡλεκτρικὴ ἔλξις (τροχιόδρομοι, μικροὶ σιδηρόδρομοι), αἱ ἡλεκτροχημικαὶ ἑφαρμογαὶ κ.λπ., χρησιμοποιοῦνται εἰδικαὶ ἡλεκτρικαὶ μηχαναί, ποὺ καλοῦνται στρεφόμενοι μετατροπεῖς καὶ μετατρέπουν τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα τοῦ δικτύου τῆς πόλεως εἰς συνεχές.

Ἡ χρησιμοποίησις ἡλεκτροπαραγωγῶν ζευγῶν, δηλαδὴ μιᾶς κινητηρίας μηχανῆς (π.χ. πετρελαιομηχανῆς), καὶ μιᾶς γεννητηρίας συνεχοῦς ρεύματος εἶναι λύσις ἀντιοικονομική.

Μὲ στρεφομένους μετατροπεῖς εἶναι δυνατὸν νὰ μεταβληθοῦν ἔκτὸς ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος καὶ ἄλλα χαρακτηριστικὰ αὐτοῦ, ὅπως ἐπὶ παραδείγματι ἡ τάσις, ἡ συχνότης κ.λπ. Κατωτέρω ἔξετάζονται διάφορα εἶδη στρεφομένων μετατροπέων.

1) Ζεῦγος κινητῆρος - γεννητήριας.

Τὸ ζεῦγος κινητῆρος-γεννητηρίας ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα κινητῆρα ἐναλλασσομένου ρεύματος καὶ μίαν γεννήτριαν συνεχοῦς ρεύματος, συζευγμένα, συνήθως, ἀπ' εὐθείας μεταξύ των, μὲ τὴν βοήθειαν ἐνὸς μηχανικοῦ συνδέσμου. Ὁ κινητήρ τροφοδοτεῖται μὲ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα καὶ κινεῖ τὴν γεννητριαν ποὺ παράγει συνεχὲς ρεῦμα.

Ο βαθμὸς ἀποδόσεως τοῦ ζεύγους κινητῆρος-γεννητηρίας εἶναι χαμηλός, διότι εἶναι ἵσος πρὸς τὸ γινόμενον τῶν βαθμῶν ἀποδόσεως αὐτῶν. Π.χ. ὅταν ὁ κινητήρ ἔχῃ βαθμὸν ἀποδόσεως 0,8 καὶ ἡ γεννήτρια βαθμὸν ἀποδόσεως 0,75, τὸ ζεῦγος κινητῆρος-γεννητηρίας θὰ ἔχῃ βαθμὸν ἀποδόσεως $0,8 \times 0,75 = 0,6$.

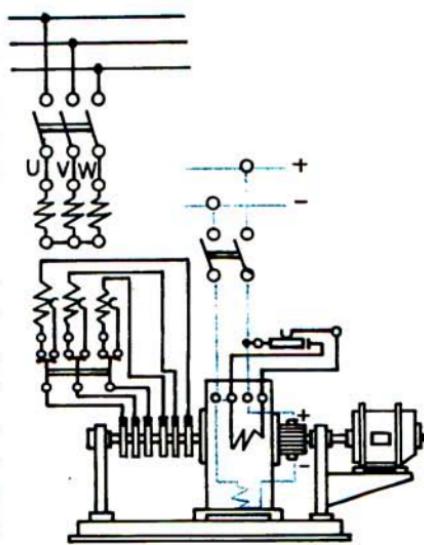
2) Σύγχρονος μετατροπεύς.

Ο σύγχρονος (ἢ στρεφόμενος) μετατροπεὺς εἶναι ἡλεκτρικὴ μηχανὴ μετατροπῆς τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος εἰς συνεχὲς ἢ καὶ ἀντι-

στρόφως. Φέρει ἔνα μόνον δρομέα, δ ὅποιος ἔχει ἀπὸ τὴν μίαν πλευρὰν τοῦ τυμπάνου δακτυλίους (συνήθως 6) καὶ ἀπὸ τὴν ἄλλην πλευρὰν ἔνα συλλέκτην. Ὁ στρεφόμενος μετατροπεὺς συνδέεται μὲ τὸ τριφασικὸν δίκτυον, τὸ δποῖον τροφοδοτεῖ μὲ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου, διὰ ψηκτρῶν, ποὺ ἐφάπτονται ἐπὶ τῶν δακτυλίων. Τὸ συνεχὲς ρεῦμα λαμβάνεται ἀπὸ τὸν συλλέκτην, πάλιν μὲ ψήκτρας (σχ. 14·2α). Ἡ μετατροπῆ τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος εἰς συνεχὲς ἐπιτυγχάνεται μὲ τὸν συλλέκτην. Εἶναι δυνατὸν διμοιρία νὰ συμβῇ καὶ τὸ ἀντίθετον δηλαδὴ νὰ τροφοδοτηθῇ δ μετατροπεὺς μὲ συνεχὲς ρεῦμα ἀπὸ τὸν συλλέκτην καὶ νὰ λάβωμεν ἐναλλασσόμενον ἀπὸ τοὺς δακτυλίους μὲ τὴν βοήθειαν ψηκτρῶν. Ἔτσι, ἡ τάσις τοῦ συνεχοῦς ρεύματος ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τάσιν τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος καὶ ἀντιστρόφως. Τὸ τριφασικὸν ρεῦμα, μὲ τὸ δποῖον τροφοδοτεῖται (ἢ τὸ δποῖον παρέχει) δ μετατροπεύς, ἔχει πολικήν τάσιν ἵσην πρὸς τὰ 0,61 περίπου τῆς τάσεως τοῦ συνεχοῦς ρεύματος, τὸ δποῖον παρέχει (ἢ μὲ τὸ δποῖον τροφοδοτεῖται). Διὰ δεδομένην τάσιν, λοιπόν, συνεχοῦς ρεύματος προκύπτει τάσις (μικροτέρα) ἐναλλασσομένου ρεύματος, ἡ ὥποια δίδεται ἀπὸ τὸ τριφασικὸν δίκτυον μέσω μετασχηματιστοῦ, δπως δεικνύει τὸ σχῆμα 14·2α.

Τὸ τύλιγμα τῶν μαγνητικῶν πόλων, ποὺ εύρισκονται εἰς τὸν στάτην τοῦ μετατροπέως, τροφοδοτεῖται μὲ συνεχὲς ρεῦμα, δπως δεικνύει τὸ σχῆμα 14·2α (παράγρ. 12·2).

Ἡ τάσις εἰς τὴν πλευρὰν τοῦ συνεχοῦς ρεύματος εἶναι δυνατὸν νὰ ρυθμίζεται διὰ μεταβολῆς τῆς τάσεως εἰς τὴν πλευρὰν τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος. Ὁ στρεφόμενος μετατροπεὺς εἶναι σύγχρονος μηχανή, δι' αὐτὸν καλεῖται σύγχρονος μετατροπεύς. Διὰ νὰ λειτουργήσῃ ἔνας σύγχρονος μετατροπεύς, τίθεται πρῶτον εἰς κίνησιν μὲ κάποιον τρό-



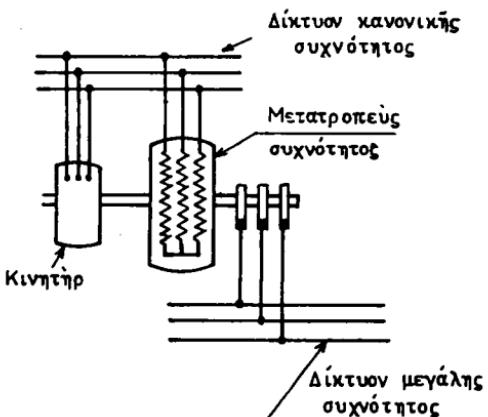
Σχ. 14·2 α.

πον (π.χ. μὲ βοήθητικὸν μικρὸν ἀσύγχρονον κινητῆρα), καὶ ἐν συνέχεια ἀποκτᾶ τὸν κανονικὸν ἀριθμὸν στροφῶν του, μὲ τὴν βοήθειαν καταλλήλου διατάξεως.

3) Μετατροπεῖς συχνότητος.

Οἱ μετατροπεῖς συχνότητος ἀποτελοῦνται ἀπὸ τριφασικὸν κινητῆρα βραχυκυκλωμένου δρομέως καὶ μηχανῆς ἐπαγωγῆς μετὰ δακτυλίων, ποὺ ἔχουν συζευχθῆ μεταξύ των διὰ μηχανικοῦ συνδέσμου (σχ. 14.2β).

Ἐὰν ὁ κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέως στρέψῃ τὸν δρομέα τῆς μηχανῆς μὲ δακτυλίους κατὰ φορὰν ἀντίθετον πρὸς τὴν φορὰν περιστροφῆς τοῦ στρεφομένου μαγνητικοῦ πεδίου, τὸ δόποιον δημιουργεῖ-



Σχ. 14.2β.

ται ἀπὸ τὸ τύλιγμα τοῦ στάτου τῆς μηχανῆς μὲ δακτυλίους, τότε τὸ τύλιγμα τοῦ δρομέως αὔτῆς θὰ τέμνῃ τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς μὲ ταχύτητα μεγαλυτέραν τῆς ταχύτητος τοῦ στρεφομένου πεδίου. Ἐτσι ἡ τάσις ποὺ ἐπικρατεῖ εἰς τοὺς δακτυλίους, ἔχει μεγαλυτέραν συχνότητα ἀπὸ τὴν συχνότητα τοῦ δικτύου, μὲ τὸ δόποιον συνδέονται οἱ στάται τῶν δύο μηχανῶν τοῦ μετατροπέως. Διὰ

τῶν μετατροπέων συχνότητος, ποὺ περιγράφονται ἐδῶ, ἀλλὰ καὶ διὰ μετατροπέων ἄλλου τύπου, είναι δυνατὸν νὰ αὔξηθῇ ἢ καὶ νὰ ἐλαττωθῇ ἡ συχνότητα τοῦ δικτύου. Συχνότητες μεγαλύτεραι τῶν 50 Hz, π.χ. 100 ἔως 500 Hz, χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν τροφοδότησιν κινητήρων ἐπαγωγῆς, διὰ νὰ ἐπιτευχθοῦν μεγάλαι ταχύτητες περιστροφῆς. Ἐτσι, εἰς τὴν κατεργασίαν τοῦ ξύλου, ἐπὶ παραδείγματι, δπου ἀπαιτοῦνται μηχαναὶ μὲ ἀριθμὸν στροφῶν μέχρι 18 000 ἀνὰ λεπτόν, χρησιμοποιοῦνται κινητῆρες τροφοδοτούμενοι μὲ ρεῦμα συχνότητος μεγαλυτέρας τῶν 50 Hz.

14·3 Ανορθωταί.

Οι άνορθωταί είναι συσκευαί, που μετατρέπουν, δπως και οι στρεφόμενοι μετατροπεῖς, τὸ έναλλασσόμενον ρεύμα εἰς συνεχές. Οι άνορθωταί, ἐπειδὴ δὲν ἔχουν κινούμενα μέρη, καλοῦνται στατοὶ μετατροπεῖς, τείνουν δὲ νὰ ἀντικαταστήσουν τοὺς στρεφομένους μετατροπεῖς ίδιας εἰς τὴν παραγωγὴν συνεχοῦς ρεύματος ὑψηλοτέρων τάσεων.

Διακρίνομεν τριῶν εἰδῶν ἀνορθωτάς :

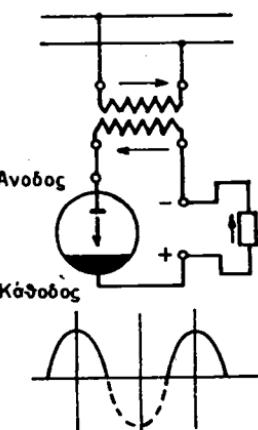
- Τοὺς ἀνορθωτὰς ὑδραργύρου.
- Τοὺς ξηροὺς ἀνορθωτὰς (ἀνορθωτὰς δι' ἡμιαγωγῶν).
- Τοὺς ἀνορθωτὰς πυρακτωμένης καθόδου.

1) Ἀνορθωτὰ ὑδραργύρου.

Χρησιμοποιοῦνται κυρίως διὰ τὴν τροφοδότησιν μὲ συνεχὲς ρεύμα μεγάλων ἐγκαταστάσεων, δπως είναι π.χ. οἱ ἡλεκτρικοὶ τροχιόδρομοι.

Ἄποτελοῦνται ὅπο δοχεῖον ἔξ ὑάλου ἢ χάλυβος ἀερόκενον ἢ πλῆρες εὐγενοῦς ἀερίου (ἥλιον, ἀργόν), τὸ ὅποιον καλεῖται λυχνία (σχ. 14·3α). Ἐντὸς τῆς λυχνίας ὑπάρχουν δύο ἀγώγιμα σώματα, που καλοῦνται ἡλεκτρόδια (Κεφάλ. 16) καὶ καταλήγουν εἰς τὸ ἔξωτερικὸν τῆς λυχνίας, διαπερνῶντα αὐτὴν ἀεροστεγῶς. Τὸ

ἡλεκτρόδιον, ποὺ εύρισκεται εἰς τὸ ἄνω μέρος τῆς λυχνίας, καλεῖται ἄποδος καὶ είναι κοτεσκευασμένον ὅπο χάλυβα ἢ γραφίτην. Τὸ ἡλεκτρόδιον, ποὺ εύρισκεται εἰς τὸ κάτω μέρος τῆς λυχνίας, καλεῖται κάθοδος καὶ ὅποτελεῖται ὅπο ποσότητα ὑδραργύρου, ἢ ὅποια συνδέεται δι' ἀγωγοῦ μὲ τὸ ἔξωτερικὸν τῆς λυχνίας. Ἡ ἀνοδος συνδέεται μὲ τὸ ἔνα ἄκρον τοῦ δευτερεύοντος τοῦ μετασχηματιστοῦ (μονοφασικοῦ), ἐνῶ τὸ πρωτεῦον τοῦ μετασχηματιστοῦ συνδέεται μὲ τὸ δίκτυον ἐναλλασσομένου ρεύματος ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν ἀνορθωτήν. Τὸ ὄλλο ἄκρον τοῦ δευτερεύοντος τοῦ μετασχηματιστοῦ συνδέεται μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς πλευρᾶς συνεχοῦς ρεύματος τοῦ ἀνορθωτοῦ. Ἡ κάθοδος, ἔξ ὄλλου, συνδέεται μὲ τὸν θετικὸν πόλον τῆς πλευρᾶς συνεχοῦς ρεύματος. Ἀπὸ τοὺς δύο αὐτοὺς πόλους τροφοδοτεῖται μὲ συνεχὲς ρεῦμα τὸ φορτίον (σχ. 14·3α).

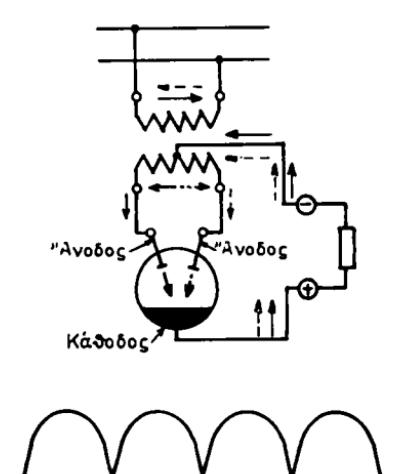


Σχ. 14·3 α.

Έαν ένα σημείον τῆς έπιφανείας τοῦ ύδραργύρου πυρακτωθῇ, κατὰ κάποιον τρόπον, τότε ἀπὸ τὸ σημεῖον αὐτὸ ἀρχίζουν νὰ ἀναπτηδοῦν ἡλεκτρισμένα ἀρνητικῶς σωματίδια (*ἰόντα*), ποὺ ἀποκαθίστοῦν, μὲ τὸν τρόπον αὐτόν, συνεχῇ ἐκπομπήν ἡλεκτρονίων, τὰ ὅποια διεύουν πρὸς τὴν ἀνοδον. Ή ροὴ αὐτὴ τῶν ἡλεκτρονίων ἀποτελεῖ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, τὸ ὅποιον ρέει κατὰ τὴν συμβατικὴν φοράν, ἢτοι ἀπὸ τὸν θετικὸν πόλον πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον, διὰ μέσου καταναλώσεως, τὴν ὅποιαν, ὡς ἀνεφέρθη, συνδέομεν μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ ἀνορθωτοῦ.

Τὸ ρεῦμα αὐτὸ ρέει μόνον, ὅταν ἡ τάσις εἰς τὸ δευτερεῦον τοῦ μετασχηματιστοῦ ἔχῃ τὴν κατεύθυνσιν τοῦ βέλους τοῦ σχήματος 14·3α, ἐνῶ ὅταν ἡ ἐναλλασσομένη τάσις ἔχῃ κατεύθυνσιν ἀντίθετον, δὲν διέρχεται ρεῦμα ἀπὸ τὸν ἀνορθωτήν· ἔτσι λέγομεν, ὅτι ὁ ἀνορθωτής ἀποτελεῖ βαλβῖδα διὰ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα.

Η καμπύλη τῆς ἐναλλασσομένης τάσεως, ποὺ παρέχει ὁ μετασχηματιστής, φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 14·3α. Ή τάσις, ποὺ δίδει ὁ ἀνορθωτής, θὰ ἀποτελῆται ἀπὸ τὸ ἥμισυ τοῦ πλήθους τῶν ἡμιπεριόδων,



Σχ. 14·3 β.

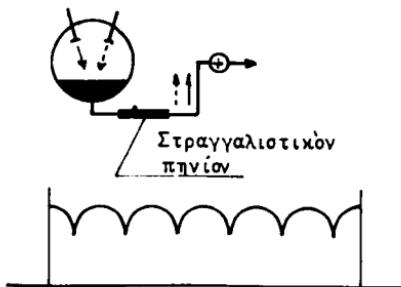
τῆς τάσεως τοῦ μετασχηματιστοῦ, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα. Εἰς τὴν κατανάλωσιν, λοιπόν, ἔχομεν διακοπτόμενον ρεῦμα μιᾶς μόνον κατευθύνσεως, ποὺ καλεῖται ἀνωρθωμένον.

Έαν ἀντὶ μιᾶς ἀνόδου χρησιμοποιήσωμεν δύο καὶ πραγματοποιήσωμεν τὴν συνδεσμολογίαν τοῦ σχήματος 14·3β, θὰ χρησιμοποιηθοῦν εἰς τὴν ἀνόρθωσιν καὶ αἱ δύο ἡμιπεριόδοι τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος. Κατ’ αὐτὸν τὸν τρόπον, εἴτε τὴν μίαν κατεύθυνσιν ἔχει ἡ τάσις εἰς τὸ δευτερεῦον τοῦ μετασχηματιστοῦ εἴτε τὴν ἄλλην, θὰ ὑπάρχῃ πάντοτε ροὴ ρεύματος διαδοχικῶς διὰ τῶν δύο ἀνόδων. Ή μορφὴ τοῦ παραγομένου ἀνορθωμένου ρεύματος, ποὺ φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 14·3β, δύναται νὰ ἔξομαλυνθῇ ἀκόμη, ὥστε νὰ πλησιάζῃ περισσότε-

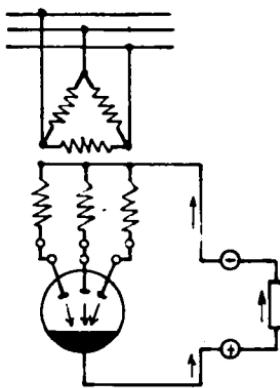
χη πάντοτε ροὴ ρεύματος διαδοχικῶς διὰ τῶν δύο ἀνόδων. Ή μορφὴ τοῦ παραγομένου ἀνορθωμένου ρεύματος, ποὺ φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 14·3β, δύναται νὰ ἔξομαλυνθῇ ἀκόμη, ὥστε νὰ πλησιάζῃ περισσότε-

ρον τὴν μορφὴν τοῦ ρεύματος, τὸ δποῖον παράγεται ἀπὸ τὰς πηγὰς συνεχοῦς ρεύματος μὲ τὴν βοήθειαν ἐνὸς πηνίου μεγάλης αὐτεπαγωγῆς (στραγγαλιστικὸν πηνίον), τὸ δποῖον συνδέεται ἐν σειρᾷ μὲ τὴν κάθοδον (σχ. 14.3 γ).

Ἐκτὸς ἀπὸ τὸν ἀνορθωτήν, τὸν δποῖον περιεγράψαμεν καὶ δ



Σχ. 14.3 γ.



Σχ. 14.3 δ.

δποῖος είναι μονοφασικὸς ἀνορθωτής, ὑπάρχουν καὶ οἱ τριφασικοὶ ἀνορθωταί. Εἰς αὐτοὺς ἡ λυχνία ἔχει τρεῖς ἀνόδους, αἱ δποῖαι συνδέονται εἰς τὸ δευτερεῦον ἐνὸς τριφασικοῦ μετασχηματιστοῦ (σχ. 14.3 δ). Ο τριφασικὸς ἀνορθωτής δίδει μορφὴν ρεύματος, ποὺ πλησιάζει ἀκόμη περισσότερον πρὸς τὸ συνεχές ρεῦμα.

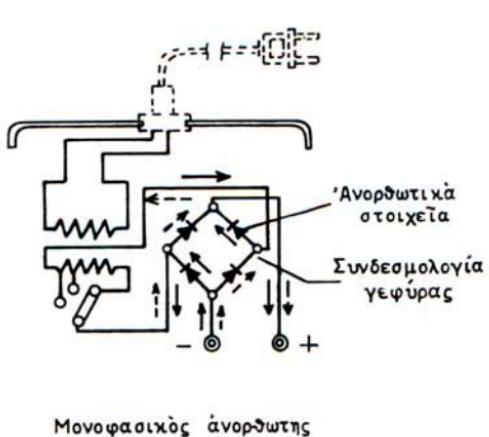
Διὰ νὰ τεθῇ εἰς λειτουργίαν δ ἀνορθωτής, πρέπει νὰ πραγματοποιηθῇ ἡ ἔνασις αὐτοῦ, δηλαδὴ ἡ πυράκτωσις ἐνὸς σημείου τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου (κηλίς). Ἡ κηλίς ἔχει θερμοκρασίαν 3000°C καὶ δημιουργεῖ ἀτμοὺς ὑδραργύρου, οἱ δποῖοι ἐρχόμενοι εἰς ἐπαφὴν μὲ τὰ ψυχρὰ τοιχώματα τῆς λυχνίας ψύχονται καὶ ἐπιστρέφουν πάλιν, ὑπὸ μορφὴν σταγόνων ὑδραργύρου, εἰς τὴν κάθοδον. Ἡ ἔνασις ἐπιτυγχάνεται μὲ ἴδιαίτερον ἡλεκτρόδιον (ἀνοδὸς ἀφῆς). Τὸ ἡλεκτρόδιον αὐτὸ βυθίζεται στιγμαίως ἐντὸς τοῦ ὑδραργύρου καὶ κλείει τὸ κύκλωμα, ἐν συνεχείᾳ δὲ ἔξερχεται ἀποτόμως τοῦ ὑδραργύρου, ὅπότε μὲ τὸ ἡλεκτρικὸν τόξον, ποὺ προκαλεῖται κατὰ τὴν διακοπήν, δημιουργεῖται ἡ πυρακτωμένη κηλίς.

2) Ξηροὶ ἀνορθωταὶ (ἀνορθωταὶ δι' ἡμιαγωγῶν).

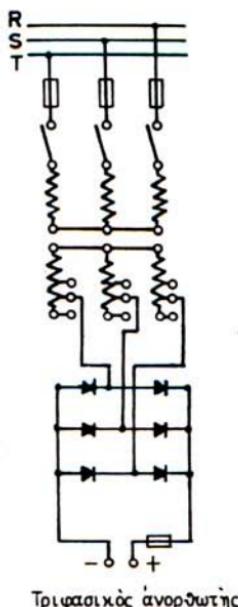
Οἱ ξηροὶ ἀνορθωταὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν φόρτισιν συσσωρευτῶν εἰς τηλεγραφικάς καὶ τηλεφωνικάς ἐγκαταστάσεις κ.λπ.

"Οπως είδομεν εἰς τὴν παράγραφον 2·3, πλὴν τῶν ἀγωγῶν καὶ τῶν μονωτικῶν σωμάτων ὑπάρχουν καὶ τὰ ἡμιαγωγὰ σώματα. Τὰ σώματα αὐτὰ ἔχουν τὴν ἴδιότητα νὰ μεταβάλλουν τὴν ἡλεκτρικήν των ἀντίστασιν ἀναλόγως τῆς φορᾶς τοῦ διερχομένου δι' αὐτῶν ρεύματος. Ἐτσι, ἐνῶ κατὰ τὴν μίαν φορὰν τὸ ρεῦμα συναντᾷ πολὺ μεγάλην ἀντίστασιν κατὰ τὴν διελευσίν του διὰ μέσου τῶν ἡμιαγωγῶν, κατὰ τὴν ἀντίθετον φορὰν συναντᾷ πολὺ μικρὰν ἀντίστασιν.

Εἰς τοὺς ξηροὺς ἀνορθωτὰς γίνεται ἐκμετάλλευσις τῆς ἀνωτέρω ἴδιότητος τῶν ἡμιαγωγῶν. Ἐδῶ θὰ περιγράψωμεν δύο συνήθη εἴδη ξηρῶν ἀνορθωτῶν, τοὺς ἀνορθωτὰς σεληνίου καὶ τοὺς ἀνορθωτὰς ὑποξειδίου τοῦ χαλκοῦ. Καὶ τὰ δύο εἴδη ἀνορθωτῶν ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἀνορθωτικὰ στοιχεῖα, συνδεσμολογημένα ἐν σειρᾶ ἢ ἐν παραλλήλῳ, ἀναλόγως τῆς τάσεως καὶ τῆς ἐντάσεως ποὺ ἐπιθυμοῦμεν νὰ λάβωμεν ἀπὸ τὸν ἀνορθωτήν. Εἰς περιπτώσεις ἀνορθωτῶν, διὰ τῶν διόποιων διέρχονται μεγάλαι ἐντάσεις ρεύματος, παρεμβάλλονται μεταξύ τῶν στοι-



Σχ. 14.3 ε.



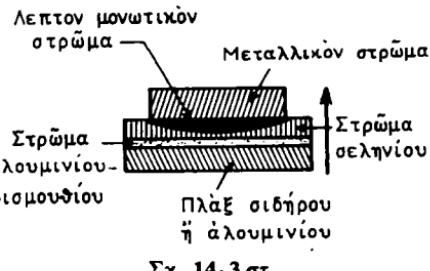
Τριφασικὸς ἀνορθωτής

χείων μεγάλοι μεταλλικοί δίσκοι, οἱ διόποιοι ἔχουν σκοπὸν νὰ ἀπάγουν τὴν παραγομένην ἐντὸς τῶν στοιχείων θερμότητα (παράγρ. 15·1).

Εἰς τὸ σχῆμα 14.3 ε φαίνεται ἡ πλέον εύνοϊκὴ συνδεσμολογία

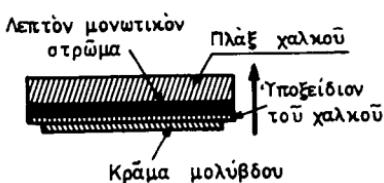
τῶν ἐν σειρᾶ ἢ ἐν παραλλήλω συνδεδεμένων ἀνορθωτικῶν στοιχείων ἐνὸς μονοφασικοῦ καὶ ἐνὸς τριφασικοῦ ἀνορθωτοῦ. Ἡ συνδεσμολογία αὐτὴ καλεῖται συνδεσμολογία γεφύρας.

Εἰς τοὺς ἀνορθωτὰς σεληνίου, τὰ ἀνορθωτικὰ στοιχεῖα ἀποτελοῦνται ἀπὸ μίαν πλάκα ἐκ σιδήρου ἢ ἀλουμινίου, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἔχει ἀποτελῆ λεπτὸν στρῶμα ἐκ κράματος ἀλουμινίου-βισμουθίου. Τὸ στρῶμα αὐτὸν προκαλεῖ καλυτέραν ἐπαφήν τῆς πλακός μὲ τὸ στρῶμα σεληνίου, τὸ ὅποιον ἀποτίθεται ἐπὶ τοῦ στρώματος ἀλουμινίου-βισμουθίου. Ἐπὶ τοῦ στρώματος τοῦ σεληνίου (ἡμιαγωγοῦ) ἐφάπτεται μεταλλικὸν στρῶμα, τὸ ὅποιον δὲν καλύπτει τελείως τὸ στρῶμα τοῦ σεληνίου, ὥστε νὰ ἀποφευχθῇ τὸ ἐνδεχόμενον βραχυκυκλώματος μεταξὺ τῆς σιδηρᾶς ἢ ἐξ ἀλουμινίου πλακός καὶ τοῦ τελικοῦ τούτου μεταλλικοῦ στρώματος. Μεταξὺ τοῦ τελικοῦ μεταλλικοῦ στρώματος καὶ τοῦ σεληνίου δημιουργεῖται πολὺ λεπτὸν μονωτικὸν στρῶμα (μικρότερον ἀπὸ 0,01 mm). Τὸ ἀνορθωτικὸν στοιχεῖον σεληνίου ἐπιτρέπει τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος, ὅταν τοῦτο κατευθύνεται ἀπὸ τὸ σελήνιον πρὸς τὸ τελικὸν μεταλλικὸν στρῶμα (σχ. 14·3 στ.).



Σχ. 14·3 στ.

Εἰς τοὺς ἀνορθωτὰς ὑποξειδίου τοῦ χαλκοῦ, τὰ ἀνορθωτικὰ στοιχεῖα ἀποτελοῦνται ἀπὸ χαλκίνην πλάκα, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἔχει ἀποτελῆ στρῶμα ὑποξειδίου τοῦ χαλκοῦ. Ἐπὶ τοῦ στρώματος ὑποξειδίου τοῦ χαλκοῦ (ἡμιαγωγοῦ) τοποθετεῖται διὰ συμπιέσεως πλάξ συνήθως ἐκ κράματος μολύβδου. Μεταξὺ τῆς πλακός τοῦ χαλκοῦ καὶ τοῦ ἡμιαγωγοῦ στρώματος ὑποξειδίου τοῦ χαλκοῦ δημιουργεῖται πολὺ λεπτὸν μονωτικὸν στρῶμα. Τὸ ἀνορθωτικὸν στοιχεῖον ὑποξειδίου τοῦ χαλκοῦ ἐπιτρέπει τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος, ὅταν τοῦτο κατευθύνεται ἀπὸ τὸ ὑποξειδίον τοῦ χαλκοῦ πρὸς τὴν χαλκίνην πλάκα (σχ. 14·3 ζ.). Οἱ ἀνορθωταὶ



Σχ. 14·3 ζ.

ΣΤΡΩΜΑ ΗΜΙΑΓΩΓΟΥ

ΣΤΡΩΜΑ ΧΑΛΚΟΥ

ΣΤΡΩΜΑ ΜΟΛΥΒΔΟΥ

ύποξειδίου τοῦ χαλκοῦ είναι κατάλληλοι διὰ τὴν τροφοδότησιν ὄργάνων μετρήσεως.

3) Ἀνορθωταὶ πυρακτωμένης καθόδου.

Ἄποτελοῦνται ἀπὸ σωλῆνα ἀερόκενον κυλινδρικὸν μὲ ἐσφραγισμένα ἄκρα, ἐντὸς τοῦ ὅποιού είναι τοποθετημένα δύο ἡλεκτρόδια, ἢ ἄνοδος καὶ ἡ κάθοδος. Οἱ ὡς ἀνω ἀνορθωταὶ λειτουργοῦν διὰ πυρακτώσεως τῆς καθόδου των, ἢ ὅποια τότε ἔκπεμπει ἡλεκτρόνια, χρησιμεύουν δὲ διὰ τὴν ἀνόρθωσιν ἐναλλασσομένων ρευμάτων μικρῶν ἐντάσεων (μέχρις 100 mA περίπου). Αύτοι εύρισκουν ἐφαρμογὴν κυρίως εἰς τὰς ραδιοφωνικὰς ἢ τηλεοπτικὰς συσκευάς.

14.4 Ἐρωτήσεις.

- Ποίον τύλιγμα καλεῖται πρωτεῦον καὶ ποίον δευτερεῦον εἰς τοὺς μετασχηματιστάς;
- Ποία ἡ διαφορὰ μεταξὺ τάσεως ἐν κενῷ καὶ τάσεως ὑπὸ φορτίου εἰς τὸ δευτερεῦον τύλιγμα τοῦ μετασχηματιστοῦ;
- Τί καλεῖται σχέσις μετασχηματισμοῦ τοῦ μετασχηματιστοῦ;
- Τί ἐπιτυγχάνομεν μὲ τοὺς μετασχηματιστάς;
- Εἰς τί χρησιμεύει τὸ ἔλαιον εἰς τὸν μετασχηματιστὴν ἔλαιον;
- Ποία είναι ἡ σχέσις μετασχηματισμοῦ εἰς τοὺς τριφασικοὺς μετασχηματιστάς;
- Πῶς συμβολίζεται ἡ συνδεσμολογία τῶν τριφασικῶν μετασχηματιστῶν;
- Τί είναι οἱ αὐτομετασχηματισταὶ καὶ τί οἱ μετασχηματισταὶ ρυθμίσεως;
- Εἰς τί χρησιμεύουν οἱ στρεφόμενοι μετατροπεῖς;
- Ποία ἡ διαφορὰ μεταξὺ στρεφομένων μετατροπέων καὶ ἀνορθωτῶν;
- Πόσα είδη ἀνορθωτῶν ἔχομεν;
- Πότε διέρχεται ρεῦμα διὰ μέσου ἐνδέσ ἀνορθωτοῦ ὑδραργύρου;
- Ποίος ἀνορθωτής ὑδραργύρου δίδει συνεχές ρεῦμα μὲ μορφὴν ποὺ πλησιάζει περισσότερον πρὸς τὴν μορφὴν τοῦ ρεύματος ποὺ παράγουν αἱ πηγαὶ συνεχοῦς ρεύματος;
- Ποῦ χρησιμοποιοῦνται οἱ ἀνορθωταὶ ὑδραργύρου καὶ ποῦ οἱ ξηροὶ ἀνορθωταί;
- Τί είδους σώματα χρησιμοποιοῦνται εἰς τοὺς ξηροὺς ἀνορθωτάς καὶ διατί;

ΜΕΡΟΣ ΕΚΤΟΝ

ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 15

ΗΛΕΚΤΡΟΘΕΡΜΙΑ, ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ

15.1 Θερμικά άποτελέσματα του ηλεκτρισμού.

Κατά τὴν διέλευσιν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ τῶν ἀγωγῶν παράγεται ἐντὸς αὐτῶν θερμότης. Ἡ θερμότης αὐτὴ προέρχεται ἀπὸ τὰς συγκρούσεις τῶν κινουμένων ἡλεκτρονίων ἐπὶ τῶν ἀτόμων τοῦ ἀγωγοῦ καὶ τὴν ὡς ἐκ τούτου μετατροπήν τῆς κινητικῆς ἐνεργείας των εἰς θερμικήν. "Οσον περισσότερα είναι τὰ κινούμενα ἡλεκτρόνια καὶ ὅσον μεγαλυτέρα είναι ἡ ταχύτης των, τόσον περισσότεραι καὶ ἴσχυρότεραι είναι αἱ συγκρούσεις καὶ συνεπῶς τόσον μεγαλυτέρα είναι καὶ ἡ ἀναπτυσσομένη θερμότης. Ἔτσι, αἱ συγκρούσεις τῶν ἡλεκτρονίων ἀπορροφοῦν μέρος τῆς ἐνεργείας ποὺ μεταφέρει τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα καὶ τὸ μετατρέπουν εἰς θερμότητα.

Διὰ δεδομένην ἔντασιν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διέρχεται καὶ ὡρισμένος ὀριθμὸς ἡλεκτρονίων ἀνὰ δευτερόλεπτον διὰ τῆς διατομῆς ἐνὸς ἀγωγοῦ· ἐπομένως ὅσον μικροτέρα είναι ἡ διατομὴ τοῦ ἀγωγοῦ (ὅσον μεγαλυτέρα είναι ἡ ἡλεκτρική του ἀντίστασις), τόσον ταχύτερον κινοῦνται τὰ ἡλεκτρόνια αὐτά. Ὡς ἐκ τούτου τόσον μεγαλυτέρα θερμότης ἀναπτύσσεται (μεγάλη πυκνότης ρεύματος, παράγρ. 3.5). Αὐτὸς είναι ὁ λόγος πού, ἐνῶ τὸ νῆμα λαμπτῆρος φωτισμοῦ θερμαίνεται μέχρι πυρακτώσεως, οἱ ἀγωγοὶ ποὺ καταλήγουν εἰς τὸν λαμπτῆρα αὐτόν, διὰ νὰ τὸν τροφοδοτήσουν, θερμαίνονται ἀνεπαισθήτως, παρ' ὅλου διτι διέρχεται δι' αὐτῶν ἡ αὐτὴ ἔντασις ρεύματος (εἰς τὴν σύγκρισιν αὐτὴν δὲν λαμβάνεται ὑπ' ὅψιν ἡ διαφορὰ τῆς ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως, ἡ διποία ὀφείλεται εἰς τὰ διαφορετικὰ ὄλικὰ τῆματα καὶ ἀγωγῶν).

Ο Ἀγγλος ἐρευνητής Τζέιμς Τζούλ (James Joule) ἐμελέτησε τὰ θερμικά άποτελέσματα τοῦ ηλεκτρισμοῦ καὶ ἀπέδειξε, ὅτι ἡ ποσότης

τῆς παραγομένης θερμότητος εἰς ἀγώγιμον σύρμα διαρρεόμενον ὑπὸ ρεύματος είναι ἀνάλογος τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀγωγοῦ, τοῦ τετραγώνου τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος τούτου καὶ τοῦ χρόνου, κατὰ τὸν δόποιον διέρχεται τὸ ἐν λόγῳ ρεῦμα. Τὸ φαινόμενον τῆς παραγωγῆς θερμότητος κατὰ τὴν δίοδον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος δι' ἐνὸς ἀγωγίμου σώματος, ἔλαβε τὸ ὄνομα τοῦ ἐρευνητοῦ του καὶ καλεῖται φαινόμενον *Tζούλ*. 'Ο νόμος ποὺ διέπει τὸ φαινόμενον αὐτὸ διατυπώνεται μαθηματικῶς ὡς ἀκολούθως :

$$W = R \cdot I^2 \cdot t$$

ὅπου : W είναι ἡ ἀναπτυσσομένη θερμική ἐνέργεια· I ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος· t ἡ διάρκεια τῆς διόδου τοῦ ρεύματος· R ἡ ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις τοῦ σύρματος, ἡ δόποία ἔξαρτᾶται, ὡς γνωστόν, ἀπὸ τὸ πλῆθος τῶν συγκρούσεων τῶν ἡλεκτρονίων.

Δυνάμεθα, λοιπόν, νὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἡ ἀναπτυσσομένη εἰς ἔνα ἀγωγὸν θερμότης είναι τόσον μεγαλυτέρα, ὃσον μεγαλυτέρα είναι : ἡ ἔντασις τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ὁ χρόνος ἐπὶ τὸν δόποιον διέρχεται τὸ ρεῦμα καὶ ἡ ἀντίστασις τὴν δόποίαν παρουσιάζει ὁ ἀγωγός.

'Εὰν ἡ ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις R ἐκρρασθῇ εἰς Ω , ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος I εἰς A καὶ ὁ χρόνος t εἰς s , τότε ἡ θερμικὴ ἐνέργεια W θὰ ἐκφράζεται εἰς $W \cdot s$.

'Η μονὰς ἐνέργειας $W \cdot s$ ὄνομάζεται καὶ τζούλ συμβολιζομένη μὲ τὸ κεφαλαίον γράμμα J ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ Joule.

'Η ἀντίστοιχος θερμικὴ ίσχὺς ἐκφραζομένη εἰς βάττ θὰ δίδεται ἀπὸ τὸ γινόμενον $R \cdot I^2$.

Διὰ τὴν εὔρεσιν τῆς ἀναπτυσσομένης ποσότητος θερμότητος εἰς kcal κατὰ τὸ φαινόμενον τζούλ, πρέπει νὰ πολλαπλασιάζωμεν τὴν ἐνέργειαν εἰς Wh ἢ kWh ἐπὶ τὸν ἀριθμόν, ποὺ ἐκφράζει τὴν ίσοδυναμίαν ἡλεκτρικῆς καὶ θερμικῆς ἐνέργειας καὶ ίσοῦται πρὸς 860 kcal /kWh.

'Ο ἀριθμὸς αὐτὸς μᾶς δίδει τὸ πλήθος τῶν θερμίδων πού δυνάμεθα νὰ λάβωμεν καταναλίσκοντες 1 kWh καὶ καλεῖται ἡλεκτρικὸν ίσοδύναμον τῆς θερμότητος.

Τὸ μέρος τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας, τὸ δόποιον μετατρέπεται διὰ τοῦ φαινομένου τζούλ εἰς θερμότητα, δὲν δύναται τὰς περισσοτέρας φορὰς νὰ χρησιμοποιηθῇ, καὶ δι' αὐτὸ θεωρεῖται ὡς ἀπώλεια ἐνέργειας. 'Η θερμότης αὐτὴ θερμαίνει τοὺς ἡλεκτρικοὺς ἀγωγούς, οἱ δόποιοι, εἰς ὀρισμένας περιπτώσεις, ἀποκτοῦν ἐπικινδύνως ὑψηλὴν θερμοκρασίαν

(κίνδυνος καταστροφῆς ή καὶ ἀναφλέξεως τῶν μονωτικῶν περιβλημάτων τῶν ἀγωγῶν κ.λπ.). Διὰ τὴν ἀποφυγὴν τῶν κινδύνων αὐτῶν, ἔφαρμόζεται ἡ ψῦξις τῶν ἡλεκτρικῶν συσκευῶν καὶ μηχανῶν, ἡ ὅποια συνεπάγεται προσθέτους δαπάνας ἐνέργειας (ἐνέργεια διὰ τὴν κίνησιν ἀνεμιστήρων κ.λπ.).

Εἰς ἄλλας περιπτώσεις, ὅμως, γίνεται ἐπωφελής ἀξιοποίησις τοῦ φαινομένου τζούλ. Η θερμότης, ποὺ παράγεται διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, εἶναι ἐπιδεκτική ἀκριβοῦς καὶ εύχεροῦς ρυθμίσεως καὶ ἐλέγχου, δὲν συνοδεύεται ἀπὸ φλόγα καὶ καυσαέρια, εἶναι χημικῶς οὔδετέρα καὶ δύναται νὰ ἀναπτυχθῇ ἀκόμη καὶ εἰς τὸ ἐσωτερικὸν αὐτοῦ τούτου τοῦ πρὸς θέρμανσιν σώματος, τὸ δποῖον, ἐάν ἔχῃ θερμικήν μόνωσιν, δύναται νὰ λάβῃ πολὺ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν.

Τὰ πλεονεκτήματα αὐτὰ τῆς μετατροπῆς τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας εἰς θερμότητα δικαιολογοῦν τὰς πολυπληθεῖς καὶ σημαντικάς ἔφαρμογάς αὐτῆς, ποὺ μελετᾶ εἰδικὸς κλάδος τῆς τεχνικῆς ἡ ἡλεκτροθερμία.

Αἱ ἔφαρμογαὶ αὐταὶ, αἱ δποῖαι συναντῶνται τόσον εἰς τὴν βιομηχανίαν δσον καὶ εἰς τὰς οἰκιακὰς χρήσεις (ἡλεκτρικοὶ φοῦρνοι, ἡλεκτροσυγκολλήσεις, διάφοροι θερμικαὶ συσκευαί, ἡλεκτρικὴ θέρμανσις, ἡλεκτρικὰ μαγειρεῖα, φωτισμὸς διὰ λαμπτήρων πυρακτώσεως κ.λπ.) ἔξετάζονται εἰς τὰς ἐπομένας παραγράφους.

15.2 Ήλεκτρικά θερμαντικά στοιχεία, ἡλεκτρικὰ μαγειρεῖα, ἡλεκτρικοὶ θερμοσίφωνες κ.λπ. Ήλεκτρική θέρμανσης χώρων.

1) Ήλεκτρικά θερμαντικά στοιχεία.

Τὰ πλεονεκτήματα τῆς θερμότητος, ποὺ προέρχεται ἀπὸ τὸ φαινόμενον Τζούλ (παράγρ. 15.1), καὶ ἡ καθαριότης, ποὺ χαρακτηρίζει ἐν γένει τὰς ἔφαρμογὰς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, συνέβαλον, ὥστε αἱ ἄλλαι πτηγαὶ θερμότητος νὰ ἐκτοπισθοῦν σχεδόν ἀπὸ τὰς περισσοτέρας βιομηχανικάς, βιοτεχνικάς καὶ γεωργικάς χρήσεις καὶ ἀπὸ ὅλας τὰς οἰκιακάς χρήσεις.

Η θερμότης εἰς τὰς οἰκιακάς καὶ τὰς βιομηχανικάς ἔφαρμογὰς τῆς ἡλεκτρικῆς θερμάνσεως παράγεται συνήθως ἐντὸς ἡλεκτρικῶν ἀντιστάσεων, ποὺ ἔχουν μορφὴν σύρματος ἢ ταινίας ἐκ παραλλήλου μετάλλου. Αἱ ἀντιστάσεις αὐταὶ μονώνονται ἐντὸς ὄρυκτῶν μονωτικῶν ὑλικῶν καὶ καλοῦνται θερμαντικά στοιχεία.

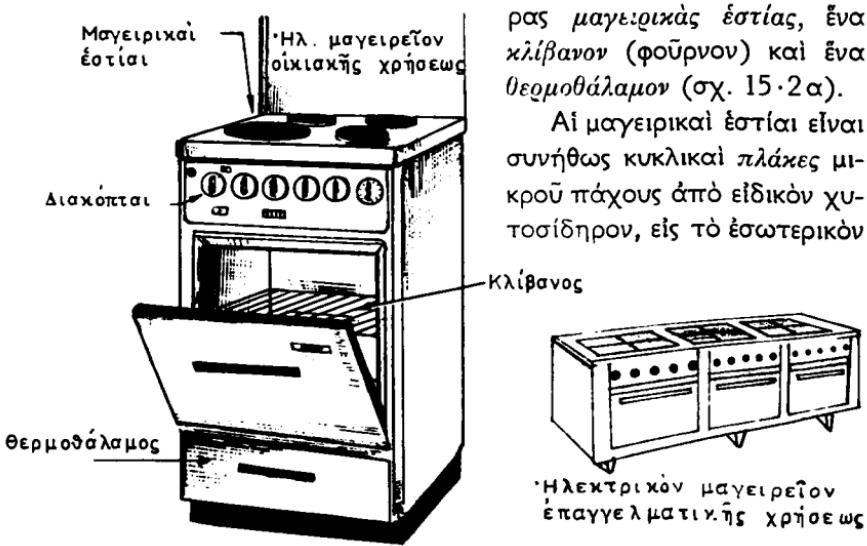
Δεδομένου ὅτι τὰ ύλικά, ποὺ χρησιμεύουν διὰ τὴν ἡλεκτρικὴν μόνωσιν, εἰναι συγχρόνως καὶ θερμομονωτικὰ ύλικά, ἐπιδιώκεται ἡ μόνωσις αὐτὴ εἰς τὰ θερμαντικὰ στοιχεῖα νὰ ἔχῃ τὸ μικρότερον δυνατὸν πάχος. Συνέπεια τούτου εἰναι αἱ θερμικαὶ συσκευαὶ νὰ μὴ ἔχουν πολὺ πλούσιαν ἡλεκτρικὴν μόνωσιν, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ παρατηρῆται συχνὰ διαρροὴ μικρᾶς ποσότητος ρεύματος, διὰ τῆς μονώσεως, ἀπὸ ἀγωγοῦ εἰς ἀγωγὸν ἢ ἀπὸ τοὺς ἀγωγοὺς πρὸς τὸ μετελλικὸν περίβλημα. Τὸ ρεῦμα τούτο, ποὺ καλεῖται ρεῦμα διαφυγῆς, ἐπιτρέπεται νὰ φθάσῃ, π.χ. εἰς ἕνα ἡλεκτρικὸν μαγειρεῖον ίσχυος 10 kW, μέχρι 10 mA, ἐνῶ εἰς τὰς μὴ θερμικὰς συσκευὰς τῆς αὐτῆς ίσχυος τὸ ρεῦμα διαφυγῆς εἰναι ἐν γένει μικρότερον.

2) ἡλεκτρικὰ μαγειρεῖα.

Τὰ ἡλεκτρικὰ μαγειρεῖα εἰναι συσκευαί, ποὺ χρησιμεύουν εἰς τὸ μαγείρευμα τῶν τροφῶν. Συνήθως ἀποτελοῦνται ἀπὸ δύο ἔως τέσσα-

ρας μαγειρικὰς ἑστίας, ἕνα κλίβανον (φοῦρνον) καὶ ἕνα θερμοθάλαμον (σχ. 15·2α).

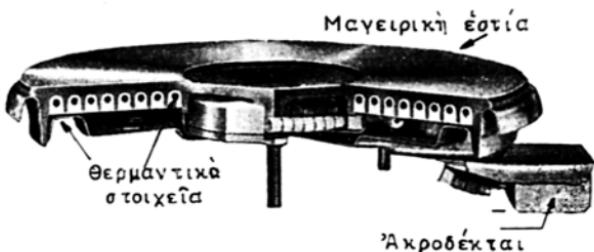
Αἱ μαγειρικαὶ ἑστίαι εἰναι συνήθως κυκλικαὶ πλάκες μικροῦ πάχους ἀπὸ εἰδικὸν χυτοσίδηρον, εἰς τὸ ἐσωτερικὸν



Σχ. 15·2 α.

τῶν δποίων διαμορφώνονται δμόκεντροι αὐλάκες. Ἐντὸς τῶν αὐλάκων τοποθετοῦνται διὰ συμπιέσεως τὰ θερμαντικὰ στοιχεῖα (σχ. 15·2 β). Αύτὰ ἀποτελοῦνται ἐκ θερμαντικῶν ἀντιστάσεων ἐκ χρωμιονικελίνης ὑπὸ μορφὴν σπειροειδῶν συρμάτων συμπιεσμένων ἐντὸς μονωτικῆς

μάζης δόξειδίου τοῦ μαγνησίου. Αἱ μαγειρικαὶ πλάκες τὴν θερμότητα ποὺ παράγεται εἰς τὰ θερμαντικὰ στοιχεῖα, τὴν μεταδίδουν δι' ἀγωγιμότητος πρὸς τὰ τοποθετούμενα ἐπ' αὐτῶν μαγειρικὰ σκεύη. Πλὴν τῶν μαγειρικῶν πλακῶν, κατασκευάζονται καὶ μαγειρικαὶ ἔστιαι ἀπο-



Σχ. 15.2 β.

τελούμεναι ἀπὸ πεπλατυσμένα σωληνωτὰ θερμαντικὰ στοιχεῖα, κεκαμένα σπειροειδῶς (σπιράλ). Αἱ ἔστιαι αὐταὶ μεταδίδουν τὴν θερμότητα τόσον δι' ἀγωγιμότητος ὅσον καὶ δι' ἀκτινοβολίας. Τὰ σωληνωτὰ θερμαντικὰ στοιχεῖα ἀποτελοῦνται ἀπὸ σωλῆνας ἐκ χάλυβος ἢ χαλκοῦ, ἐντὸς τῶν ὁποίων εἶναι τοποθετημένη ἡ θερμαντικὴ ἀντίστασις, βυθισμένη εἰς τὸ κέντρον πεπιεσμένης μονωτικῆς μάζης (μαγνησίας). Ο κλίβανος φέρει εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν τοιχωμάτων του θερμαντικὰ στοιχεῖα, ποὺ δύνανται νὰ εἶναι καὶ γυμνὰ σύρματα στερεωμένα ἐπὶ μονωτικῶν χανδρῶν. Εἰς τὴν ὄροφήν του, ἐξωτερικῶς, φέρει ὄρατὸν ἀκτινοβολοῦν θερμαντικὸν στοιχεῖον (γκρίλλ), ποὺ εἶναι τοῦ σωληνωτοῦ τύπου καὶ θερμαίνει δι' ἀκτινοβολίας.



Ἀκτινοβολοῦν θερμαντικὸν στοιχεῖον (γκρίλλ) τοποθετούμενον ἐντὸς ψούριοι ἥλεκ. μαγειρείου ἢ ἐντὸς ψητείρας

Σχ. 15.2 γ.

Ο θερμοθάλαμος ἀποτελεῖ μικρὸν κλίβανον θερμαινόμενον τόσον, ὥστε ἡ θερμοκρασία του νὰ διατηρῆται σταθερῶς εἰς χαμηλὸν ἐπίπεδον καὶ χρησιμεύει διὰ τὴν διατήρησιν τῶν τροφῶν θερμῶν. Τὰ τμή-

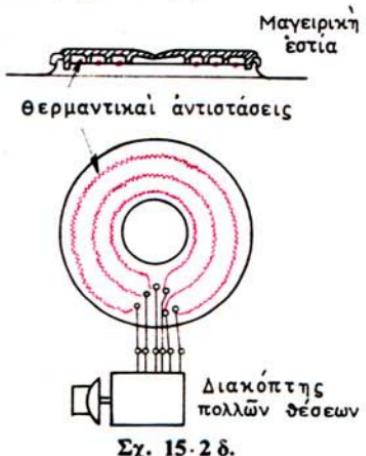
ματα τά ένδος ήλεκτρικού μαγειρείου είναι δυνατόν νά αποτελοῦν και άνεξαρτήτους συσκευάς, όπως είναι π.χ. αἱ ἐπιτραπέζιοι μαγειρικοί πλάκες (μάτια), αἱ ψηστιέραι (γκρίλλ) κ.λπ. (σχ. 15·2γ).

Τὰ θερμαντικὰ στοιχεῖα τῆς μαγειρικῆς ἔστιας ἡ τοῦ κλιβάνου δύνανται νά συνδέωνται μεταξύ των, μὲ τὴν βοήθειαν διακοπτῶν πολλῶν θέσεων, κατὰ διαφόρους τρόπους (ἐν σειρᾶ, ἐν παραλλήλῳ κ.λπ.), ώστε νά ἐπιτυγχάνωνται διάφοροι βαθμίδες θερμάνσεως (σχ. 15·2δ).

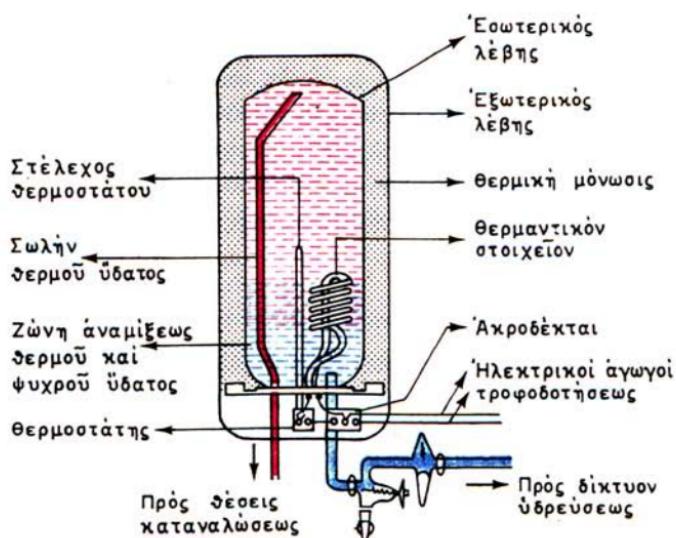
3) Ήλεκτρικοὶ θερμοσίφωνες.

Οἱ ήλεκτρικοὶ θερμοσίφωνες είναι συσκευαί, ποὺ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν θέρμανσιν ὑδατος διὰ διαφόρους χρήσεις.

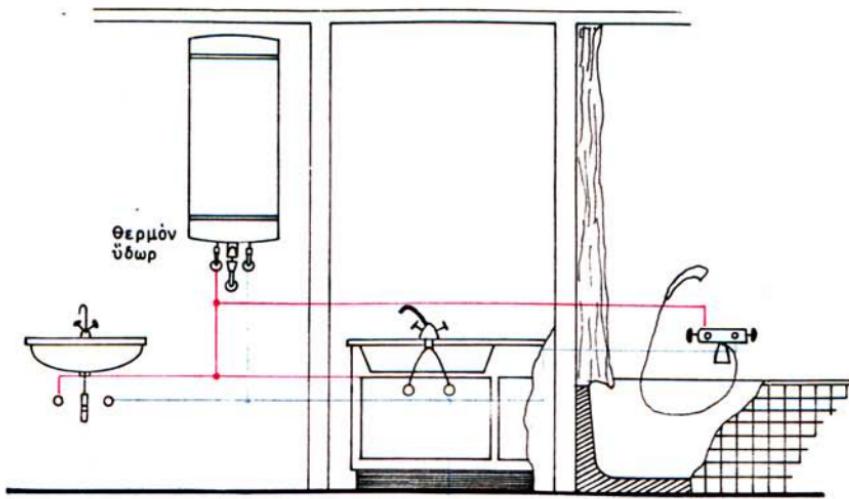
Ἄποτελοῦνται ἀπὸ κυλινδρικὸν λέβητα χωρητικότητος 5 ἕως 120 lt, ἀπὸ ἐπιψευδαργυρωμένον χαλυβδέλασμα. Εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ λέβητος εύρισκονται τὸ πρὸς θέρμανσιν ὑδωρ, τὸ θερμαντικὸν στοιχεῖον (σωληνωτοῦ τύπου) καὶ τὸ στέλεχος τοῦ θερμοστάτου. [Θερμοστάτης είναι ἔνα ἔξαρτημα, ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ ἔνα μεταλλικὸν στέλεχος, τὸ δποῖον εύρισκεται ἐντὸς τοῦ θερμαίνομένου ὑδατος, καὶ ἀπὸ ἔνα διμεταλλικὸν στοιχεῖον, τὸ δποῖον εύρισκεται ἐκτὸς τοῦ λέβητος καὶ λαμβάνει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὑδατος μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ στελέχους. Τὸ διμεταλλικὸν στοιχεῖον εἰς ὥρισμένην θερμοκρασίαν παραμορφώνεται καὶ ἀνοίγει, ὀμέσως ἡ ἐμμέσως, τὸ ήλεκτρικὸν κύκλωμα τροφοδοτήσεως. "Οταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑδατος κατέληθ ἐκ νέου, τὸ διμεταλλικὸν στοιχεῖον λαμβάνει τὸ ἀρχικὸν του σχῆμα, δόποτε κλείει τὸ ήλεκτρικὸν κύκλωμα.] "Ετσι ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμαίνομένου ὑδατος δὲν ἀνέρχεται περισσότερον ἀπὸ ἔνα προκαθωρισμένον ὅριον, π.χ. 80° C. Ο περιέχων τὸ ὑδωρ λέβητης τοῦ θερμοσίφωνος περιβάλλεται ἀπὸ ἔνα ὄλλον μεγαλύτερον λέβητα καὶ μεταξὺ τῶν δύο λεβήτων παρεμβάλλεται θερμικὴ μόνωσις (π.χ. ὑαλοβάμβαξ, φελλός), ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 15·2 ε, διὰ τῆς ὁποίας τὸ θερμανθὲν ὑδωρ διατηρεῖται θερμὸν ἐπὶ πολλὰς ὥρας. "Οταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑδατος



Σχ. 15·2δ.



Σχ. 15.2 ε.



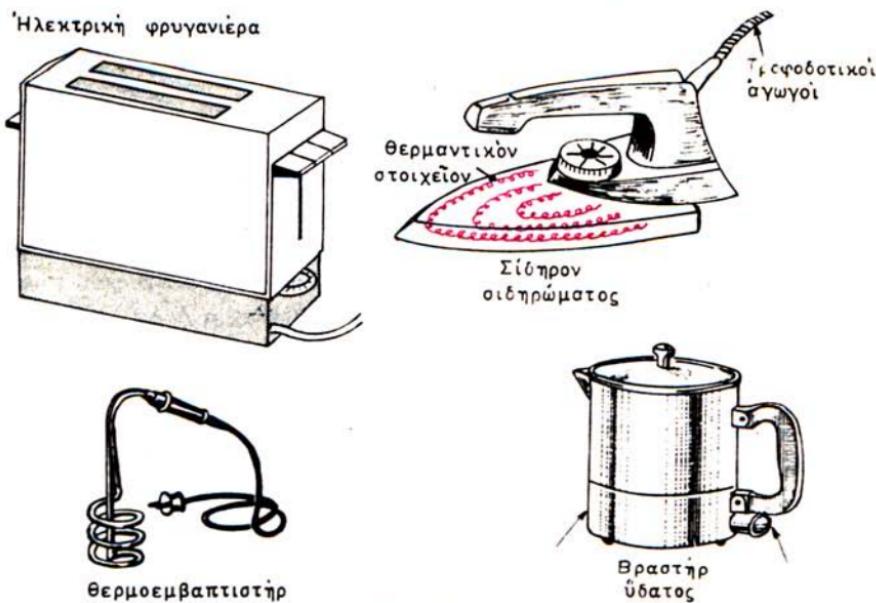
Μυχρόν ύδωρ

Σχ. 15.2 στ.

παύση νὰ άνέρχεται, μὲ τὴν ἐπενέργειαν τοῦ θερμοστάτου, τὸ ὄδωρο ψύχεται βραδέως (λόγω τῆς θερμικῆς μονώσεως). ὅταν δὲ ἡ θερμοκρασία κατέλθῃ ὠρισμένους βαθμούς κάτω τοῦ ἀνωτάτου ὀρίου, ὁ θερμοστάτης κλείει πάλιν τὸ ἡλεκτρικὸν κύκλωμα ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν θερμοσίφωνα καὶ ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται ἐκ νέου. Ἔτσι, δὴ ἡλεκτρικὸς θερμοσίφων διατηρεῖ εἰς σταθερὰν θερμοκρασίαν τὸ ἐντὸς αὐτοῦ θερμὸν ὄδωρο, τὸ δποῖον διοχετεύεται εἰς τὰς διαφόρους θέσεις χρησιμοποιήσεως (σχ. 15·2 στ.).

4) Λοιπαὶ ηλεκτρικαὶ θερμικαὶ συσκευαί.

Πλὴν τῶν θερμικῶν συσκευῶν, ποὺ ἔξητάσθησαν εἰς τὰς προηγουμένας παραγράφους, ὑπάρχει δλόκληρος σειρὰ ἀπὸ ἡλεκτρικὰς θερμικὰς συσκευάς, ὅπως εἶναι τὸ σίδηρον σιδηρώματος, ὅπου τὰ θερμαντικὰ ἡλεκτρικὴ φρυγανιέρα



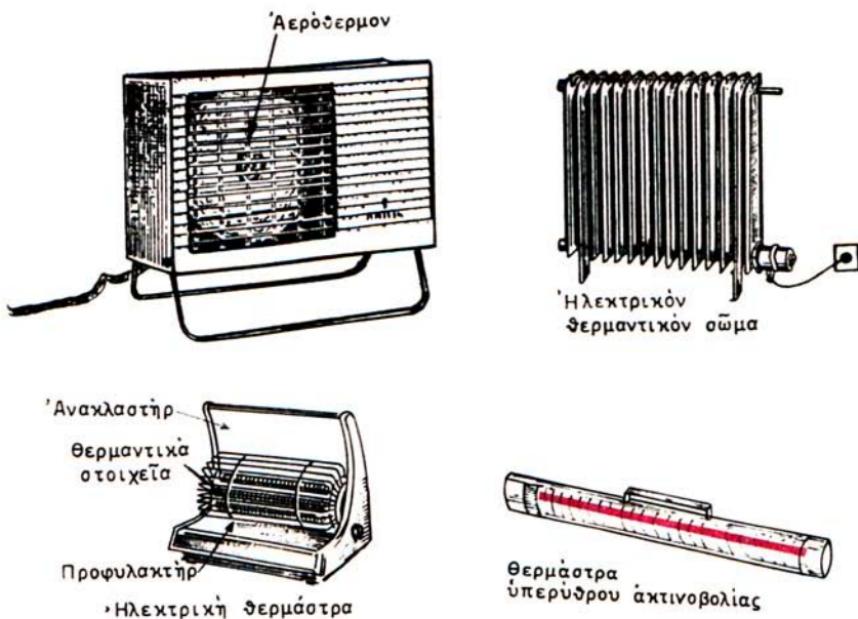
Σχ. 15·2 ζ.

στοιχεῖα εύρισκονται ἐνσωματωμένα εἰς τὸ μεταλλικὸν πέλμα σιδηρώματος (σχ. 15·2 ζ). Ὁ βραστήρ ὄδατος, διὰ τὴν θέρμανσιν μικρῶν ποσοτήτων ὄδατος. Ὁ θερμοεμβαπτιστήρ, διὰ τὴν θέρμανσιν ὄδατος περιεχομένου ἐντὸς δοχείου. Ἡ φρυγανιέρα, δὲ κλινοθερμαντήρ, τὰ ἡλε-

κτρικῶς θερμαινόμενα κλινοσκεπάσματα, τάπητες κ.λπ. Αἱ συσκευαὶ διὰ τὴν φροντίδα τῆς κόμης. Αἱ συσκευαὶ διὰ τὰς ἀγροτικὰς χρήσεις (ἐκκολαπτήρια, θερμοκήπια, ἔηραντήρια φρούτων, λαχανικῶν καὶ χόρτου κ.λπ.). Αἱ συσκευαὶ διὰ τὰς διαφόρους βιομηχανικὰς καὶ ἐμπορικὰς χρήσεις (κλίβανοι ἀρτοποιίας καὶ ζαχαροπλαστικῆς, θερμαντῆρες κόλλας ἔνδυσης ἢ ἔργαστρον χάρτου, διάφοροι συσκευαὶ βιοτεχνιῶν δέρματος, κλίβανοι κεραμικῆς, ἡλεκτρικὰ κολλητήρια, στεγνωτῆρες χειρῶν, ἴατρικαὶ θερμικαὶ συσκευαὶ κ.ἄ.).

5) Ήλεκτρική θέρμανσης χώρων.

Διὰ τὴν θέρμανσιν τῶν χώρων ἡ θερμότης μεταδίδεται ἐκ τῶν πηγῶν αὐτῆς εἰς τὸ πρὸς θέρμανσιν περιβάλλον εἴτε διὰ μεταφορᾶς, μέσω τοῦ ἀέρος τοῦ χώρου, εἴτε δι' ἀκτινοβολίας.



Σχ. 15.2 η.

Αἱ θερμικαὶ ἡλεκτρικαὶ συσκευαὶ καὶ ἐγκαταστάσεις διὰ τὴν θέρμανσιν τῶν χώρων βασίζονται καὶ εἰς τοὺς δύο αὐτοὺς τρόπους μετα-

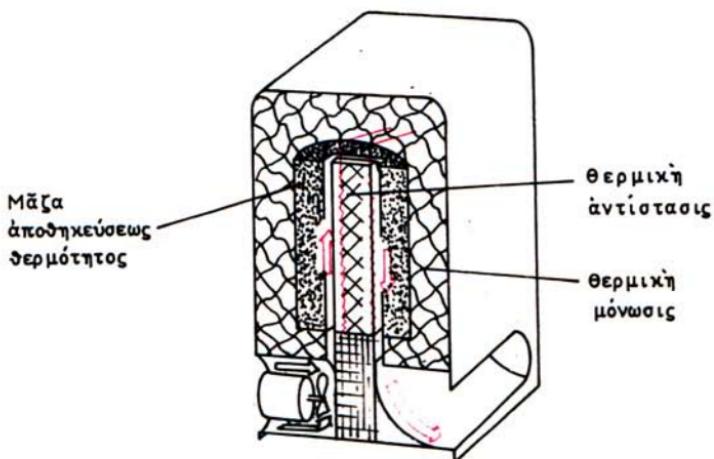
δόσεως τῆς θερμότητος. Μία ἀπὸ αὐτὰς εἶναι τὸ ἀερόθερμον (σχ. 15·2 η), τὸ ὅποιον περιλαμβάνει θερμαντικὰ στοιχεῖα καὶ ἕνα ἀνεμιστῆρα. Ὁ ἀνεμιστῆρ ἀπορροφεῖ ἀέρα ἀπὸ τὸ περιβάλλον, τὸν διοχετεύει διὰ τῶν θερμαντικῶν στοιχείων, ὃπου θερμαίνεται, καὶ τὸν ἔξαποστέλλει πάλιν εἰς τὸν πρὸς θέρμανσιν χῶρον. Ἀλλαὶ συσκευαὶ εἶναι τὰ ἡλεκτρικὰ θερμαντικὰ σώματα (ἡλεκτρικὰ καλοριφέρ), τὰ ὅποια διὰ θερμαντικῶν στοιχείων θερμαίνουν ἔνα ύγρον (ὕδωρ, ἔλαιον) περιεχόμενον ἐντὸς δοχείων καταλλήλων σχημάτων. Αἱ ἡλεκτρικαὶ θερμάστραι ἔξι ἄλλου ἔχουν ὁρατῶς φωτοβολοῦντα θερμαντικὰ στοιχεία καὶ μεταλλικούς ἀνακλαστῆρας.

Ἡλεκτρικὴ θέρμανσις διὰ καθαρᾶς ἀκτινοβολίας γίνεται διὰ τῶν συσκευῶν παραγωγῆς ὑπερύθρου ἀκτινοβολίας. Αὔται εἶναι δυνατὸν νὰ εἶναι : α) Μεταλλικαὶ πλάκες, ποὺ ἔχουν ἐσωτερικῶς θερμαντικὰ στοιχεῖα. β) Σωλῆνες ἐκ μετάλλου ἢ χαλαζίου (κβάρτζ), ποὺ περιέχουν θερμαντικὰ στοιχεῖα καὶ εἶναι τοποθετημένοι ἐντὸς ἀνακλαστῆρων, καὶ κυρίως γ) εἰδικαὶ λυχνίαι ὑαλίνου κώδωνος, ὅπως οἱ λαμπτῆρες φωτισμοῦ, μὲν νῆμα βολφραμίου, ποὺ πυρακτώνεται μὲ τὴν διέλευσιν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, καὶ ἐνσωματωμένον ἀνακλαστῆρα. Ἡ ὑπέρυθρος ἀκτινοβολία ἀπορροφεῖται ἄλλοτε περισσότερον καὶ ἄλλοτε δλιγώτερον ἀπὸ τὰ ἀδιαφανῆ σώματα καὶ ἡ ἐνέργεια, τὴν ὅποιαν μεταφέρει, μετατρέπεται ἐντὸς αὐτῶν εἰς θερμότητα.

Τέλος, κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ἔχει διαδοθῆ ἡ ἡλεκτρικὴ θέρμανσις χώρων διὰ θερμαστρῶν ἀποθηκεύσεως. Αἱ θερμάστραι αὔται (σχ. 15·2 θ) ἔχουν σωληνωτὰ θερμαντικὰ στοιχεῖα ἢ θερμαντικὰ στοιχεῖα μὲ ἀντίστασιν ἀγωγίμου στρώματος καὶ ἀποθηκεύουν τὴν παραγομένην ὑπ' αὐτῶν θερμότητα εἰς εἰδικὴν δρυκτὴν ἢ κεραμικὴν μᾶζαν πυρίμαχον μὲ μεγάλην θερμοχωρητικότητα (π.χ. πυρότουβλα). Ἡ μᾶζα αὐτὴ ὅταν κορεσθῇ, ἀποδίδει εἰς τὸν πρὸς θέρμανσιν χῶρον τὴν ἀποθηκευθεῖσαν θερμότητα δι' ἀκτινοβολίας ἢ διὰ μεταφορᾶς.

Ἡ ποσότης τῆς ἀποδιδομένης θερμότητος διὰ μεταφορᾶς ρυθμίζεται μὲ τὴν βοήθειαν ρυθμιστικῶν διαφραγμάτων (ντάμπερ) ἢ μὲ ἀνεμιστῆρα. Ἡ συσσώρευσις τῆς θερμότητος εἰς τὰς θερμάστρας ἀποθηκεύσεως γίνεται κατὰ τὰς νυκτερινάς, κυρίως, ώρας, διότι τότε τροφοδοτοῦνται μὲ ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν εὐθηγοῦ τιμολογίου. Αἱ ἡλεκτρικαὶ ἐπιχειρήσεις (ἐν Ἑλλάδι ἢ Δ.Ε.Η.) προκειμένου νὰ αὐξήσουν τὴν κατανάλωσιν κατὰ τὴν νύκτα, ὅτε τὰ φορτία εἶναι γενικῶς χαμηλά, προσ-

φέρουν ειδικά, πολὺ εύθηνότερα τῶν ἡμερησίων, τιμολόγια νυκτερινῆς καταναλώσεως. Αἱ θερμάστραι ἀποθηκεύσεως, ἐπομένως, εἰναι δ



Σχ. 15·20.

μόνος τρόπος ἡλεκτρικῆς θερμάνσεως, ποὺ δύναται νὰ συναγωνισθῇ οἰκονομικῶς τὰ ἄλλα εἶδη θερμάνσεως (μὲ πετρέλαιον, ἀνθρακα κ.λπ.).

15·3 Ήλεκτρικοί βιομηχανικοί κλίβανοι (φοῦρνοι).

1) Φοῦρνοι δι' ἀντιστάσεως.

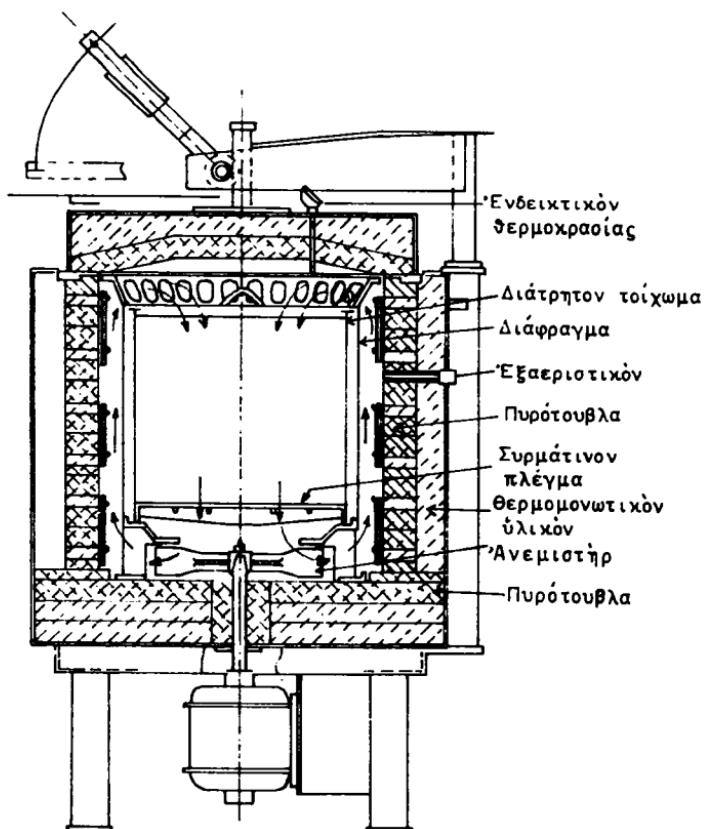
Εἰς τὴν βιομηχανίαν οἱ ἡλεκτρικοὶ φοῦρνοι εὐρίσκουν πολὺ μεγάλην ἔφαρμογήν τόσον εἰς τὰς ἡλεκτροχημικὰς (Κεφάλ. 16) καὶ ἡλεκτρομεταλλουργικὰς ἔργασίας, ὅσον καὶ εἰς τὴν θέρμανσιν διὰ διαφόρους σκοπούς, τῆξιν, ἀλλαγὴν μορφῆς καὶ μεταβολὴν τῶν φυσικῶν καὶ χημικῶν ἰδιοτήτων (θερμικαὶ καὶ χημικαὶ κατεργασίαι) στερεῶν, ὑγρῶν καὶ ἀερίων σωμάτων.

Οἱ ἡλεκτρικοὶ φοῦρνοι δι' ἀντιστάσεως παράγουν τὴν ἀπαίτουμένην θερμότητα εἴτε ἐντὸς θέρμαντικῶν στοιχείων (ἔμμεσος θέρμανσις) εἴτε ἐντὸς αὐτοῦ τούτου τοῦ πρὸς θέρμανσιν σώματος (ἄμεσος θέρμανσις), διὰ τοῦ ὅποιου διέρχεται τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα καὶ τοῦ ὅποιου ἡ ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις προκαλεῖ τὴν ἐμφάνισιν τοῦ φαινομένου Τζούλ.

Αἱ ἡλεκτρικαὶ ἀντιστάσεις τῶν θέρμαντικῶν στοιχείων εἰναι : α) ἀπὸ σύρμα ἢ ταινίαν κράματος χρωμιονικελίνης (νικέλιον - σίδηρος -

χρώμιον ή νικέλιον-χρώμιον 80 % - 20 %) ή κράματος σιδήρου-χρωμίου-άλουμινίου διὰ τὰς ύψη λοτέρας θερμοκρασίας ή β) ἀπὸ ράβδους, σωλῆνας ή χοάνας ἐκ μὴ μεταλλικοῦ ύλικου (ἄνθρακος, γραφίτου, καρβιδίου τοῦ πυριτίου) διὰ τὰς πολὺ ύψη λας θερμοκρασίας (ἄνω τῶν 1300° C).

Οι φούρνοι ἐμμέσου θερμάνσεως δι' ἀντιστάσεων χρησιμοποιοῦνται κυρίως διὰ τὰς θερμικάς κατεργασίας και σπανιότερον διὰ τὴν τῆξιν τῶν σωμάτων.

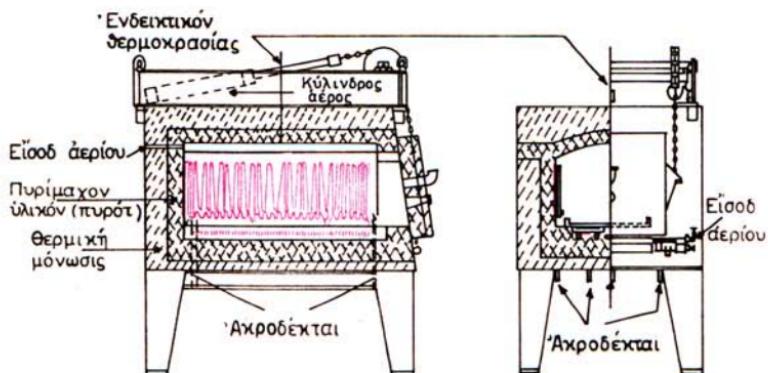


Σχ. 15·3 α.

Φούρνοι ἀμέσου θερμάνσεως χρησιμοποιοῦνται σπανιότερον, παρ' ὅλον ὅτι δὲν ἔχουν θερμικάς ἀπωλείας, διότι ἀπαιτοῦν μεγάλην

καὶ δαπανηράν ἡλεκτρικήν ἔγκατάστασιν (μετασχηματιστής κ.λπ.), διὰ τὴν παροχὴν μεγάλων ἐντάσεων ρεύματος ὑπὸ χαμηλᾶς τάσεις καὶ διότι ἐπιτυγχάνουν δύοιόμορφον θέρμανσιν μόνον ἐπὶ ἀντικειμένων διπλῆς μορφῆς. Οἱ φούρνοι αὐτοὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν τῆξιν τῆς οὐάλου, τὰς θερμικὰς κατεργασίας τῶν μετάλλων ἐντὸς λουτροῦ ἀλάτων (φούρνοι λουτροῦ ἀλάτων δι' ἡλεκτροδίων), εἰς τὴν γραφιτοποίησιν κ.λπ.

Ἡ θέρμανσις ἐντὸς τῶν φούρνων δι' ἀντιστάσεως γίνεται ἀναλόγως τῆς περιπτώσεως, εἴτε ἀπουσίᾳ ἀέρος (ἐντὸς κενοῦ) εἴτε ἐντὸς εἰδικῆς ἀτμοσφαίρας (ὑδρογόνου, μίγματος ὑδρογόνου-ἀζώτου κ.λπ.).



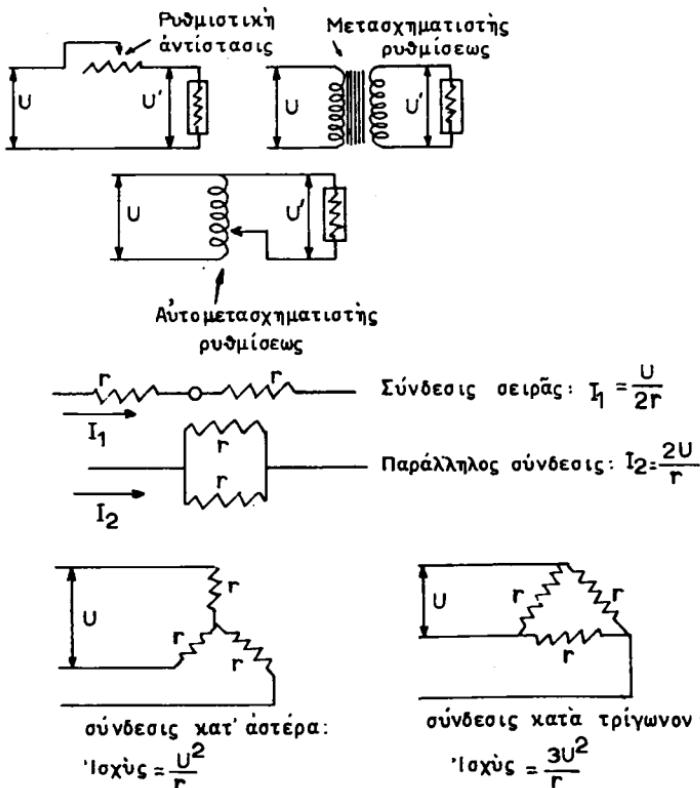
Σχ. 15·3 β.

Αἱ μορφαὶ τῶν φούρνων δι' ἀντιστάσεως καθορίζονται ἀναλόγως τῆς χρησιμοποιουμένης μεθόδου θερμικῆς κατεργασίας καὶ τῶν πρὸς κατεργασίαν ἀντικειμένων, τόσον ἀπὸ πλευρᾶς ὑλικοῦ ὅσον καὶ ἀπὸ πλευρᾶς μορφῆς καὶ μεγέθους (σχ. 15·3 α καὶ 15·3 β).

Οἱ φούρνοι δι' ἀντιστάσεως εἰναι ἐφωδιασμένοι μὲ αὐτόματον ρύθμισιν θερμοκρασίας (πρόληψις ὑπερθερμάνσεως τοῦ φούρνου καὶ τοῦ φορτίου του). Διαθέτουν δὲ ὅλα τὰ ἀπαιτούμενα διὰ τὴν λειτουργίαν καὶ τὸν ἔλεγχον ὅργανα μετρήσεως καὶ συσκευάς διακοπῆς, προστασίας καὶ ἐλέγχου συγκεντρωμένα εἰς μίαν κυψέλην ἢ ἐπὶ ἐνὸς πίνακος.

Ἡ ρύθμισις τῆς παρεχομένης εἰς τὸν φούρνον ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας καὶ ἐπομένως τῆς ἀναπτυσσομένης θερμοκρασίας, γίνεται : α) διὰ μεταβολῆς τῆς τάσεως, μέσω ρυθμιστικῆς ἀντιστάσεως, μετασχηματιστοῦ

ἡ αύτομετασχηματιστοῦ ρυθμίσεως κ.λπ., β) διὰ μεταβολῆς τῆς θερμαντικῆς ἀντιστάσεως, διὰ καταλλήλου συνδέσεως τῶν θερμαντικῶν στοιχείων (σύνδεσις ἐν σειρᾷ - ἐν παραλλήλῳ, κατὰ τρίγωνον - κατ'



Σχ. 15·3 γ.

ἀστέρα), γ) διὰ ρυθμίσεως τοῦ χρόνου, κατὰ τὸν ὅποιον ὁ φοῦρνος παραμένει ὑπὸ τάσιν (διάρκεια θερμάνσεως) (σχ. 15·3 γ).

2) Φοῦρνοι δι' ἐπαγωγῆς.

Οἱ φοῦρνοι δι' ἐπαγωγῆς χρησιμοποιοῦν διὰ τὴν λειτουργίαν τῶν τόσον τὸ φαινόμενον Τζούλ ὅσον καὶ τὸ φαινόμενον τῆς ήλεκτρικῆς ἐπαγωγῆς (παράγρ. 8·4). Εἰς τὸ εἶδος αὐτὸς τῶν φούρνων, ἡ ήλεκτρικὴ τάσις, ποὺ προκαλεῖ τὸ ρεῦμα θερμάνσεως πού διέρχεται διὰ

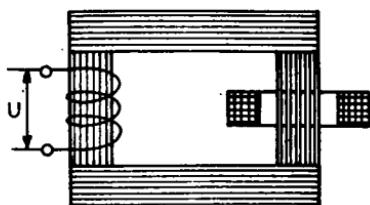
τῆς ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως, παράγεται δι' ἐπαγωγῆς. Τελικῶς, δηλαδή, ἡ θέρμανσις δι' ἐπαγωγῆς ἀνάγεται πάλιν εἰς τὴν θέρμανσιν δι' ἀντιστάσεως.

Δυνάμεθα νὰ παρομοιάσωμεν ἐνα φοῦρνον δι' ἐπαγωγῆς μὲ μετασχηματιστὴν (παράγρ. 14-1), εἰς τὸν ὅποιον ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἔξ ἐπαγωγῆς (εἰς τὸ δευτερεύον) εἶναι τόσον μεγαλύτερα, δσον Ισχυρότερον εἶναι τὸ μαγνητικὸν πεδίον καὶ δσον ταχυτέρα εἶναι ἡ μεταβολὴ τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ πεδίου (παράγρ. 8-4). Τὸ μαγνητικὸν πεδίον Ισχυροποιεῖται, ὡς γνωστόν, ἐὰν αἱ σπείραι ποὺ τὸ παράγουν δὲν εὐρίσκωνται ἐντὸς τοῦ ἀέρος, ἀλλὰ περιβάλλονται ἐνα σιδηροῦν πυρήνα καὶ ἡ μεταβολὴ τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ πεδίου γίνεται ταχυτέρα, ἐὰν ἡ συχνότης (παράγρ. 9-1) τοῦ ἑναλλασσομένου ρεύματος, ποὺ ρέει διὰ τοῦ πρωτεύοντος, αὔξηθῇ.

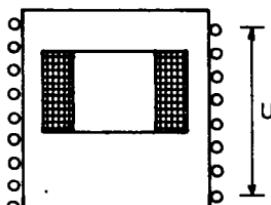
Ὑπὸ τὴν ἐπενέργειαν, λοιπόν, τῆς Η.Ε.Δ. ἔξ ἐπαγωγῆς, διὰ τοῦ δευτερεύοντος, τὸ ὅποιον, ἐν προκειμένῳ εἶναι βραχυκυκλωμένον, ρέει ρεῦμα, ποὺ ἔχει ὡς συνέπειαν τὴν δημιουργίαν θερμότητος ἐντὸς τῆς ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως τοῦ δευτερεύοντος, συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τοῦ Τζούλ.

Οἱ φοῦρνοι δι' ἐπαγωγῆς ταξινομοῦνται εἰς δύο βασικὰς κατηγορίας :

Τοὺς φούρνους χαμηλῆς συχνότητος. Αὐτοὶ περιλαμβάνουν : α) ἐνα κλειστὸν μαγνητικὸν κύκλωμα, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 15-3 δ, παρόμοιον μὲ τὸ κύκλωμα τῶν μετασχηματιστῶν (ἀπὸ σιδηρᾶ ἐλάσματο), β) ἐνα πρωτεῦον τύλιγμα, συνδεόμενον μὲ τὴν πηγὴν ἑναλλασσομένου ρεύματος χαμηλῆς (βιομηχανικῆς) συχνότητος 50 Hz καὶ γ) τὸ δευτερεύον τύλιγμα, ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ πρὸς θέρμανσιν ὑλικὸν ὑπὸ μορφὴν βραχυκυκλωμένης σπείρας.



Σχ. 15-3 δ.



Σχ. 15-3 ε.

Τοὺς φούρνους ὑψηλῆς συχνότητος. Αὐτοὶ δὲν φέρουν συνήθως μαγνητικὸν κύκλωμα (σχ. 15-3 ε). Τὸ πρὸς θέρμανσιν ὑλικὸν ἀποτελεῖται τὸ δευτερεύον τύλιγμα καὶ τοποθετεῖται εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ πρωτεύ-

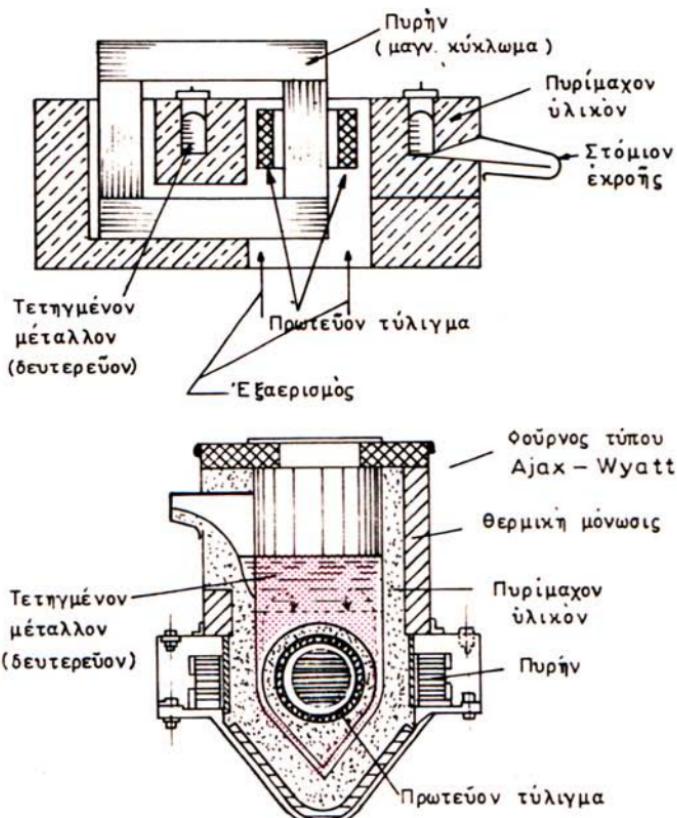
οντος τυλίγματος, ποὺ τροφοδοτεῖται μὲ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα ὑψηλῆς συχνότητος (500 ἔως 10 000 Hz). Ἡ θέρμανσις δι’ ἐπαγωγῆς εἰς τοὺς φούρνους αὐτοὺς παρουσιάζει πολλὰ πλεονεκτήματα, ἐν σχέσει μὲ τὴν θέρμανσιν δι’ ἀντικαταστάσεων. Τὰ πλεονεκτήματα αὗτὰ ὀφείλονται βασικῶς εἰς τὸ ὅτι ἡ θερμότης παράγεται ἀπ’ εύθειας ἐντὸς τῆς μάζης τῶν πρὸς θέρμανσιν ἀντικειμένων. Εἰς τοὺς φούρνους δι’ ἀντιστάσεως, ἡ θερμότης μεταδίδεται, ὅπως γνωρίζομεν, ἀπὸ τὰ θερμαντικὰ στοιχεῖα, δι’ ἀκτινοβολίας, μεταφορᾶς ἢ καὶ ἀγωγιμότητος· τοῦτο, ὅμως, περιορίζει τὴν ἴσχυν καὶ τὴν θερμοκρασίαν των, διότι διὰ τὴν αὔξησιν τῆς ἴσχύος τῶν φούρνων καὶ τῆς θερμοκρασίας τῶν πρὸς ἐπεξεργασίαν ἀντικειμένων ἀπαιτεῖται ὑπερβολικὴ θερμοκρασία τῶν θερμαντικῶν στοιχείων μὴ δυναμένη νὰ πραγματοποιηθῇ. Εἰς τοὺς φούρνους δι’ ἐπαγωγῆς, ἀντιθέτως, είναι δυνατὸν νὰ προσδίδεται πολὺ μεγάλη ἴσχυς καὶ ἡ θερμοκρασία τῶν θερμαίνομένων ἀντικειμένων δύναται νὰ ἀνέλθῃ εἰς πολὺ μεγάλα ὅρια. Μόνος περιορισμὸς είναι ἡ ἀντοχὴ τῶν πυριμάχων ύλικῶν, ἀπὸ τὰ δποῖα είναι κατεσκευασμένος ὁ φούρνος. Οἱ φούρνοι δι’ ἀντιστάσεως ἀμέσου θερμάνσεως παρουσιάζουν, βεβαίως, τὰ αὐτὰ πλεονεκτήματα μὲ τοὺς φούρνους δι’ ἐπαγωγῆς, ἀλλ’ ἐφαρμόζονται εἰς δλίγας μόνον περιπτώσεις, εἰς τὰς ὅποιας δὲν περιλαμβάνεται ἡ τῆξις τῶν ύλικῶν.

“Αλλα πλεονεκτήματα τῶν φούρνων δι’ ἐπαγωγῆς ἔναντι τῶν φούρνων δι’ ἀντιστάσεως είναι : Μικροτέρα φθορὰ τῶν πυριμάχων ἐπενδύσεων, διότι αὗται ὑφίστανται μικροτέρας θερμοκρασίας. Δυνατότης καλυτέρας θερμικῆς μονώσεως, λόγω κυρίως μικροτέρου ὅγκου. Μικρὰ θερμικὴ ἀδράνεια, διότι οἱ φούρνοι δι’ ἐπαγωγῆς ἔχουν ἐκ κατασκευῆς μικροτέρας μάζας.

“Αλλο εἶδος θερμάνσεως, ποὺ ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν δημιουργίαν θερμότητος ἐπίστης ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ πρὸς θέρμανσιν ἀντικειμένου, είναι ἡ διηλεκτρικὴ θέρμανσις. Κατ’ αὐτὴν χρησιμοποιοῦνται πηγαὶ ἐναλλασσόμενου ρεύματος πολὺ ὑψηλῆς συχνότητος (1 000 000 ἔως 100 000 000 Hz). Μὲ τὸ εἶδος αὐτὸ τῆς θερμάνσεως θέρμαίνονται τὰ μονωτικὰ σώματα, ὅπως είναι ἡ ὄαλος, τὸ ἐλαστικόν, ὁ ἐβονίτης κ.λπ. διὰ μεταφορᾶς τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας εἰς τὸ πρὸς κατεργασίαν ἀντικειμένον ὅχι πλέον δι’ ἐπαγωγικῆς συνδέσεως ἀλλὰ διὰ χωρητικῆς συνδέσεως. Τὸ πρὸς θέρμανσιν ἀντικείμενον, δηλαδή, τοποθετεῖται μεταξὺ δύο δπλισμῶν, ποὺ σχηματίζουν ἐνα εἶδος πυκνωτοῦ καὶ τρο-

φοδοτοῦνται ἀπὸ πηγὴν πολὺ ύψηλῆς συχνότητος. Ή θέρμανσις τοῦ μεταξὺ τῶν δπλισμῶν ἀντικειμένου προκαλεῖται ἀπὸ τὰς διηλεκτρικὰς ἀπωλείας, αἱ δποῖαι ἐμφανίζονται ἐντὸς αὐτοῦ, διότι τὸ ὀντικείμενον τοῦτο ἀποτελεῖ τὸ διηλεκτρικὸν ἐνὸς πυκνωτοῦ, τοῦ δποίου οἱ δπλισμοὶ συνδέονται μὲ πηγὴν ἐναλλασσομένου ρεύματος πολὺ ύψηλῆς συχνότητος (παράγρ. 10·3). Ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς βασίζεται καὶ ἡ ἐφαρμοζομένη ὑπὸ τῆς ιατρικῆς διαθερμία.

(Διὰ λόγους, ποὺ δὲν θὰ ἀναπτυχθοῦν ἔδω, οἱ πυκνωταί, δταν συνδέονται



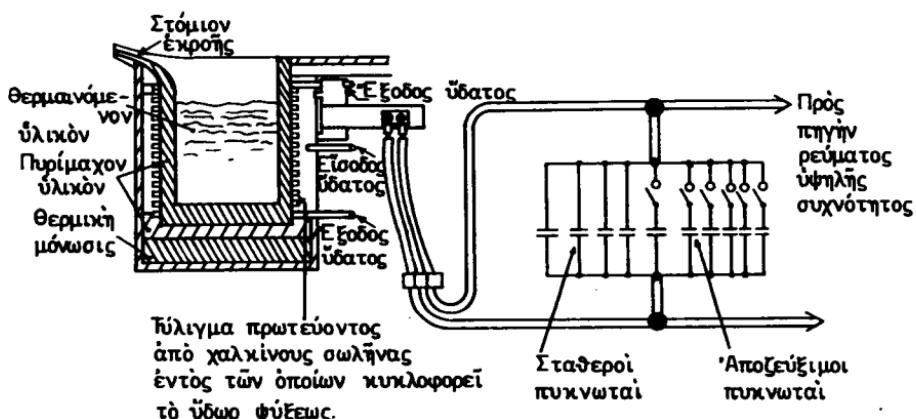
Σχ. 15·3 στ.

εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, δὲν ἀποτελοῦν μίαν ἐντελῶς καθαρὰν χωρητικότητα, ἀλλὰ εἶναι δυνατόν νὰ θεωρηθῇ δτι περιλαμβάνουν ἐν παραλήλω πρὸς τὴν χωρητι-

κόπτητα καὶ μίαν ώμικήν ἀντίστασιν. Τὸ ρεῦμα ποὺ ρέει διὰ τῆς ώμικῆς ἀντίστάσεως προκαλεῖ, ὡς γνωστόν, θερμικὰς ἀπώλειας, ποὺ καλούνται, διηλεκτρικαὶ ἀπώλειαι καὶ εἶναι τόσον μεγαλύτεραι, δυσανατέρα είναι ἡ συχνότης τοῦ ρεύματος).

Οἱ φοῦρνοι δι' ἐπαγωγῆς χρησιμοποιοῦνται εἴτε διὰ θερμικὰς κατεργασίας εἴτε διὰ τὴν σιδήρου, χάλυβος, χαλκοῦ, δρειχάλκου, νικελίου, ἀλουμινίου, ψευδαργύρου καὶ τῶν κραμάτων των.

Οἱ φοῦρνοι δι' ἐπαγωγῆς χαμηλῆς συχνότητος ἔχουν τὰς μορφὰς τοῦ σχήματος 15·3 στ., ἐνῷ οἱ φοῦρνοι ὑψηλῆς συχνότητος κατασκεύαζονται διπώς δεικνύει τὸ σχῆμα 15·3 ζ. Αὐτοὶ διὰ τὴν τροφοδότησίν



Σχ. 15.3 ζ.

των ἀπαιτοῦν ώρισμένην διάταξιν διὰ τὴν παραγωγὴν ρεύματος ὑψηλῆς συχνότητος (π.χ. μετατροπέα συχνότητος, παράγρ. 14·2) καὶ διάδακτα πυκνωτῶν διὰ τὴν βελτίωσιν (ἀνύψωσιν) τοῦ συντελεστοῦ Ισχύος συνφ., δ ὅποῖς εἰς τὰς ἐγκαταστάσεις φούρνων ὑψηλῆς συχνότητος δι' ἐπαγωγῆς εἶναι πολὺ χαμηλὸς (τῆς τάξεως τοῦ 0,1).

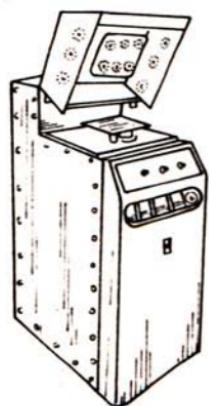
Αἱ συσκευαὶ διηλεκτρικῆς θερμάνσεως χρησιμεύουν διὰ τὴν θέρμανσιν ξύλινων φύλλων (π.χ. κόντρα-πλακέ), πρὸς συνένωσιν τούτων, τὴν προθέρμανσιν πλαστικῶν ύλικῶν πρὸ τῆς δριστικῆς των μορφοποιήσεως, διὰ τὴν ἐλεγχομένην ἤρανσιν χάρτου, ὑφασμάτων κ.λπ., τὴν θέρμανσιν (βουλκανιζάρισμα) τοῦ ἐλαστικοῦ, τὴν ἀνόπτησιν τῆς ύάλου, τὸν πολυμερισμὸν τῶν ρητινῶν κ.λπ. Εἰς τὸ σχῆμα 15·3 η φαίνεται ἓνας διηλεκτρικὸς θερμαντής διὰ πλαστικὰ ύλικά. Τέλος, γί-

νεται προσπάθεια κατά τὰ τελευταῖα ἔτη νὰ ἐφαρμοσθῇ ἡ διηλεκτρικὴ θέρμανσις καὶ εἰς τὴν μαγειρικήν. Οἱ χρόνοι μαγειρεύματος τότε μειώνονται κατά τρόπον ἐντυπωσιακὸν, ἡ δὲ θέρμανσις τῶν τροφῶν πραγματοποιεῖται ἐντελῶς ὁμοιομόρφως, χωρὶς νὰ προκαλῆται ἐντονον ἐπιφανειακὸν ψήσιμον, διότι ἡ διηλεκτρικὴ θέρμανσις, ὅπως ἀλλωστε καὶ ἡ θέρμανσις δι' ἐπαγωγῆς, δημιουργεῖται ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ θερμαινομένου ὑλικοῦ, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ ἄλλα εἶδη θερμάνσεως.

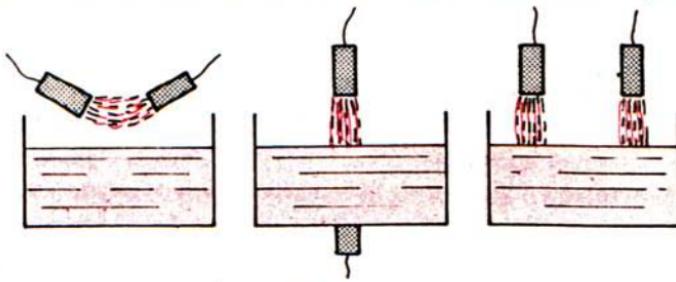
3) Φοῦρνοι διὰ τόξου.

Οἱ φοῦρνοι διὰ τόξου βασίζονται εἰς τὰς θερμικὰς ίδιότητας τοῦ ἡλεκτρικοῦ τόξου. "Οπως εἶναι γνωστὸν ἀπὸ τὴν Φυσικήν, τὸ ἡλεκτρικὸν τόξον (βολταῖκὸν τόξον) δημιουργεῖται μεταξὺ δύο ἡλεκτροδίων (ἀπὸ γραφίτην ἢ ἀνθρακα) εύρισκομένων εἰς διαφορὰν δυναμικοῦ καὶ εἰς ὥρισμένην μεταξὺ τῶν ἀπόστασιν. Εἰς τὸ ἡλεκτρικὸν τόξον λαμβάνει χώραν ροὴ ἡλεκτρονίων διὰ τοῦ ἀέρος, ὃ ὅποιος περιβάλλει τὰ δύο ἀπέναντι ὀλλήλων εύρισκομενα ἡλεκτρόδια. Τὸ ἔνα ἀπὸ τὰ ἡλεκτρόδια (ἢ κάθοδος) πυρακτώνεται (παράγρ. 14.3), ἐφ' ὅσον τὰ ἡλεκτρόδια συνδέωνται μὲ πηγὴν συνεχοῦς ρεύματος, ἐνῶ ὅταν αὐτὰ συνδέωνται μὲ πηγὴν ἐναλλασσομένου ρεύματος, πυρακτώνονται καὶ τὰ δύο ἡλεκτρόδια.

Εἰς τὸ ἡλεκτρικὸν τόξον ἔχομεν ροήν ἡλεκτρονίων (ἡλεκτρικὸν



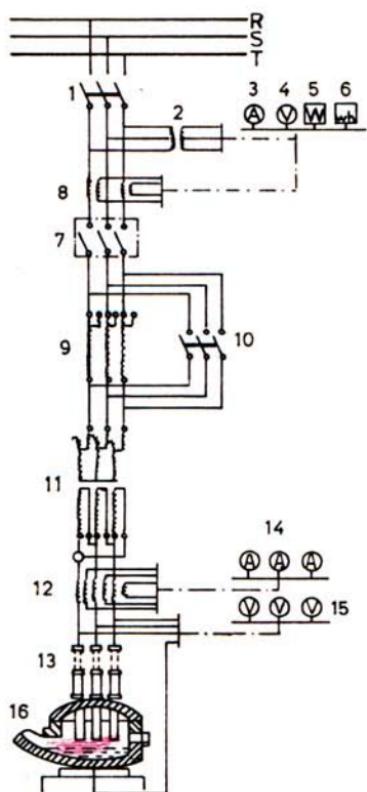
Σχ. 15.3 η.



Σχ. 15.3 θ.

ρεῦμα), διὰ τοῦτο ἐφαρμόζεται καὶ ἐδῶ ὁ νόμος τοῦ Τζούλ. Ἐπειδὴ δῆμος ἡ ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις τοῦ τόξου ἐλαττώνεται, ὅταν αὔξανεται

ή εντασις του ρεύματος, ή θερμαντική ίσχυς αύξανεται άναλόγως της έντασεως του ρεύματος και δχι του τετραγώνου αύτης (παράγρ. 15.1). Ή έλαττωσις, λοιπόν, αύτη της άντιστάσεως έχει ως αποτέλεσμα νά μή ίσχυη φανερά δ νόμος του Τζούλ, άλλα νά έμφανίζεται παρηλλαγμένος.



1. Διακόπτης
2. Μετασχηματιστής
τάσεως
3. Άμπερόμετρον
4. Βολτόμετρον
5. Βατόμετρον
6. Μετρητής
ηλ. ένεργειας
7. Διακόπτης
8. Μετασχηματιστής
έντασεως
9. Στραγγαλιστικά
πηνία
10. Διακόπτης γεφυρώσεως
11. Μετασχηματιστής
12. Μετασχηματιστής έντασεως
13. Καλώδια
14. Άμπερόμετρα
15. Βολτόμετρα
16. Φούρνος διὰ τόξου

Σχ. 15.3 Ι.

Τό ήλεκτρικόν τόξον, ποὺ δύναται νά είναι μονοφασικόν, τριφασικόν ή διφασικόν, άναπτύσσεται είτε μεταξύ τῶν ήλεκτροδίων (έμεσον τόξου), χωρὶς νά έφαπτεται μὲ τὸ πρὸς κατεργασίαν ύλικόν, είτε μεταξύ ήλεκτροδίων καὶ τοῦ πρὸς κατεργασίαν ύλικοῦ (άμεσον τόξον), δπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 15.3 θ.

Οι φούρνοι διὰ τόξου χρησιμεύουν πρὸς τῆξιν τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ χάλυβος ως καὶ διὰ τὴν ἀναγωγὴν τῶν μετάλλων. Συνδέονται μὲ

τὸ δίκτυον ὑψηλῆς τάσεως διὰ μέσου μετασχηματιστοῦ μὲ πολλὰς λήψεις, διότι ἔστι δημιουργοῦνται πολλαὶ τάσεις εἰς τὸ δευτερεύον (χρησιμοποίησις ὑψηλῶν τάσεων μὲ μεγάλην ἴσχυν κατὰ τὴν τῆξιν καὶ χαμηλοτέρων τάσεων μὲ μικροτέραν ἴσχυν μετὰ τὴν ὑγροποίησιν). Ἡ ἀπορροφουμένη ἐντασις εἰς τοὺς φούρνους διὰ τόξου, ἡ ὅποια ἀνέρχεται εἰς 1000 ἕως 40 000 A, παρουσιάζει ἀστάθειαν κυρίως κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως. Ἡ ἀστάθεια αὐτὴ ἀντιμετωπίζεται μὲ τὴν παρεμβολὴν συνήθως ἐνὸς στραγγαλιστικοῦ πηνίου (σχ. 15.3 i). Μὲ τὴν ρύθμισιν τῆς ἀποστάσεως μεταξὺ ἡλεκτροδίων καὶ τηκομένης μάζης διὰ μεταβολῆς τοῦ μήκους τοῦ τόξου, εἴναι δυνατὴ ἡ ρύθμισις τοῦ ἀπορροφουμένου ρεύματος καὶ τῆς ἀπορροφουμένης ἴσχυος. Ἡ ρύθμισις αὐτὴ ἐπιτυγχάνεται διὰ μετακινήσεως τῶν ἡλεκτροδίων. Ἡ ἡλεκτρικὴ ἐγκατάστασις ἐνὸς φούρνου διὰ τόξου περιλαμβάνει καὶ σειρὰν δργάνων μετρήσεως διὰ τὴν παρακολούθησιν τῆς τάσεως, τῆς ἐντάσεως, τῆς ἴσχυος καὶ τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας (σχ. 15.3 i).

15.4 Ήλεκτροσυγκολλήσεις.

Ἡ συγκόλλησις δύο σωμάτων ἐπιτυγχάνεται, ὡς γνωστόν, διὰ τοπικῆς θερμάνσεώς των εἰς τὰ σημεῖα τῆς συνενώσεως. Ἡ θέρμανσις διαρκεῖ, μέχρις ὅτου τὰ σώματα πλαστικοποιηθοῦν ἢ τακοῦν εἰς τὰ σημεῖα τῆς συνενώσεως, ὅπότε πραγματοποιεῖται ἡ συγκόλλησις, ἐφαρμοζομένης πολλάκις καὶ πιέσεως ἐπ' αὐτῶν.

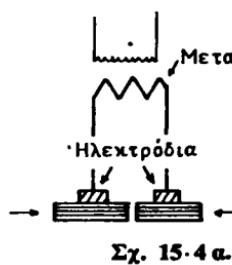
Κατὰ τὴν ἡλεκτρικὴν συγκόλλησιν, ἡ ἀπαιτουμένη θερμότης παράγεται ἡλεκτρικῶς. Διακρίνομεν, κυρίως δύο εἴδη ἡλεκτροσυγκολλήσεως : α) Τὴν ἡλεκτροσυγκόλλησιν διὰ τόξου, κατὰ τὴν ὅποιαν τὰ σημεῖα συγκολλήσεως θερμαίνονται μέχρι τήξεως μὲ τὴν βοήθειαν ἡλεκτρικοῦ τόξου· καὶ β) τὴν ἡλεκτροσυγκόλλησιν δι' ἀντιστάσεως, κατὰ τὴν ὅποιαν τὰ σημεῖα συγκολλήσεως θερμαίνονται διὰ τῆς διόδου ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, μέχρις ὅτου ἀποκτήσουν ἐπαρκῆ πλαστικότητα (διὰ τὴν ἐπαφὴν τῶν μορίων), ὅπότε διὰ πιέσεως ἐπέρχεται ἡ συνένωσις τῶν μετάλλων.

1) Ἁλεκτροσυγκόλλησις δι' ἀντιστάσεως.

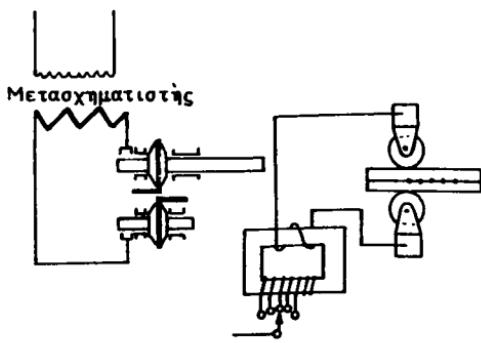
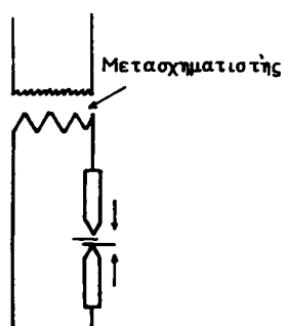
Εἰς τὴν ἡλεκτροσυγκόλλησιν μεταλλικῶν τεμαχίων δι' ἀντιστάσεως, ἡ ἀπαιτουμένη θερμότης παράγεται ἐντὸς βραχυτάτου χρονικοῦ διαστήματος κατὰ τὴν διέλευσιν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος μεγάλων ἐντά-

σεων (μέχρι 100 000 A ύπό τάσεις μέχρι 15 V) δπό τό ένα τεμάχιον είς τό άλλο, διὰ μέσου τής μεγάλης ήλεκτρικής άντιστάσεως, ποὺ παρουσιάζει ή διακοπή τής πλήρους συνεχείας τοῦ μετάλλου εἰς τό σημεῖον τῆς έπαφῆς τῶν πρὸς συγκόλλησιν τεμαχίων (φαινόμενον Τζούλ). Μὲ τὴν ήλεκτροσυγκόλλησιν δι' άντιστάσεως πραγματοποιοῦνται συνενώσεις ἄκρου πρὸς ἄκρον (σχ. 15.4α), κατὰ σημεῖα (σχ. 15.4β) καὶ κατὰ γραμμήν (ραφιδευτική συγκόλλησις) (σχ. 15.4γ.)

Κατὰ τὴν ήλεκτροσυγκόλλησιν κατὰ σημεῖα, χρησιμοποιοῦνται ήλεκτρόδια ἀπὸ χαλκὸν ἢ κράματα αὐτοῦ, ποὺ ψύχονται δι' θύρας.



Επαφῆς τῶν πρὸς συγκόλλησιν τεμαχίων (φαινόμενον Τζούλ). Μὲ τὴν ήλεκτροσυγκόλλησιν δι' άντιστάσεως πραγματοποιοῦνται συνενώσεις ἄκρου πρὸς ἄκρον (σχ. 15.4α), κατὰ σημεῖα (σχ. 15.4β) καὶ κατὰ γραμμήν (ραφιδευτική συγκόλλησις) (σχ. 15.4γ.)



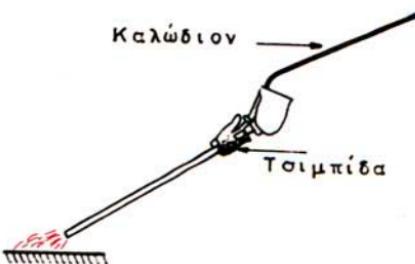
Τὰ ήλεκτρόδια πιέζουν καὶ ἀπὸ τὰς δύο πλευρὰς τὰς πρὸς συγκόλλησιν λωρίδας μεταλλικῶν ἐλασμάτων, αἱ δποῖαι τίθενται ἡ μία ἐπὶ τῆς ἄλλης, εἰς ισαπέχοντα σημεῖα (δπως γίνεται καὶ ἡ ἡλωσις).

Οταν ἡ συγκόλλησις τῶν ἐλασμάτων πρέπει νὰ γίνῃ στεγανή, ἔφαρμόζεται ἡ ραφιδευτική συγκόλλησις. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτήν, τὰ ήλεκτρόδια είναι τροχοί, μεταξὺ τῶν δποίων διέρχεται ἡ πρὸς συγκόλλησιν γραμμή. Τὰ μεταξὺ τῶν τροχῶν διερχόμενα ἐλάσματα πιέζονται ίσχυρῶς ὑπ' αὐτῶν.

Διὰ καταλλήλων μηχανικῶν κινουμένων συσκευῶν είναι δυνατὸν νὰ πραγματοποιηθοῦν καὶ διακεκομμέναι συγκολλήσεις μὲ ἐνδιαμέσους διακοπὰς τοῦ ρεύματος.

2) Ήλεκτροσυγκόλλησις διὰ τόξου.

Μὲ τὴν ἡλεκτροσυγκόλλησιν διὰ τόξου πραγματοποιοῦνται συγκολλήσεις αὐτογενεῖς καὶ ἐτερογενεῖς. Κατὰ τὰς αὐτογενεῖς τὰ πρὸς συγκόλλησιν μεταλλικὰ τεμάχια τίκονται μὲ τὴν βοήθειαν ἡλεκτρικοῦ τόξου εἰς τὰ σημεῖα τῆς συγκολλήσεως. Μαζὶ μὲ τὰ πρὸς συγκόλλησιν τεμάχια τίκεται καὶ μία βοηθητικὴ ράβδος ἀπὸ τὸ αὐτὸ μέταλλον, ἡ ὅποια ἀκουμβᾶ ἐπὶ τῶν συγκολλουμένων τεμαχίων. Μὲ τὸν τρόπον αὐτὸν πληροῦνται ἡ κοιλότης, ποὺ σχηματίζεται μεταξὺ τῶν λοξούτομημένων, διὰ τὴν συγκόλλησιν, ἐπιφανειῶν. Κατὰ τὰς ἐτερογενεῖς μεταξὺ τῶν πρὸς συγκόλλησιν ὅμογενῶν ἡ μὴ μεταλλικῶν τεμαχίων, τὰ ὅποια διατηροῦνται εἰς στερεάν κατάστασιν, χύνεται ἔνα εὔτηκτότερον κράμα εἰς ρευστήν κατάστασιν. Τὸ κράμα αὐτὸ προσκολλᾶται ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν πρὸς συγκόλλησιν τεμαχίων καὶ εἰσδύει εἰς τὸ μεταξὺ τῶν διάκενον. "Ενας τρόπος ἡλεκτροσυγκολλήσεως διὰ τόξου εἶναι αὐτὸς ποὺ δεικνύει τὸ σχῆμα 15·4δ. Τὸ ἡλεκτρικὸν τόξον σχηματίζεται μεταξὺ ἑνὸς ἡλεκτροδίου καὶ τῶν πρὸς συγκόλλησιν τεμαχίων· τὸ ἡλεκτρόδιον εἶναι ἀπὸ τὸ ἴδιον μέταλλον μὲ τὰ πρὸς συγκόλλησιν τεμάχια. Τὸ ἀπαιτούμενον διὰ τὴν συγκόλλησιν βοηθητικὸν μέταλλον προέρχεται ἀπὸ τὴν τῆξιν τῶν ἡλεκτροδίων. Τὸ μεταλλικὸν ἡλεκτρόδιον δύναται νὰ ἔχῃ ἐπένδυσιν ἀπὸ ταχερὰ (σκωριωτικὰς ἡ συλλιπαντικὰς ούσίας) πρὸς ἀποφυγὴν τῆς δξειδώσεως καὶ ἀπομάκρυνσιν τῶν τυχὸν σχηματιζομένων δξειδίων. Εἰς ἄλλας πάλιν περιπτώσεις τὸ ἡλεκτρόδιον εἶναι γυμνὸν καὶ ἡ συλλιπαντικὴ ούσία ρίπτεται ὑπὸ μορφὴν κόνεως ἐπὶ τοῦ σημείου σχηματισμοῦ τοῦ τόξου, πού, εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτήν, δημιουργεῖται κάτω ἀπὸ τὸ σχηματιζόμενον στρῶμα κόνεως, χωρὶς νὰ φαίνεται.

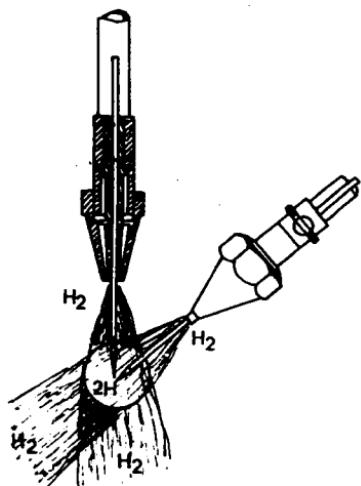


Σχ. 15·4δ.

"Άλλο σύστημα ἡλεκτροσυγκολλήσεως διὰ τόξου εἶναι ἡ τοξοατομηλεκτρικὴ συγκόλλησις. Κατ' αὐτήν, τὸ ἡλεκτρικὸν τόξον σχηματίζεται μεταξὺ δύο ἡλεκτροδίων λοξῶς τοποθετημένων ὑπεράνω τῆς πρὸς συγκόλλησιν θέσεως· τὰ πρὸς συγκόλλησιν τεμάχια δὲν διαρ-

ρέονται υπό ρεύματος, ἐνῶ βιοθητική ράβδος παρέχει τὸ ἀναγκαῖον διὰ τὴν συγκόλλησιν μέταλλον.

Τὰ ἡλεκτρόδια, ἐν προκειμένῳ, ποὺ χρησιμεύουν μόνον διὰ τὸν



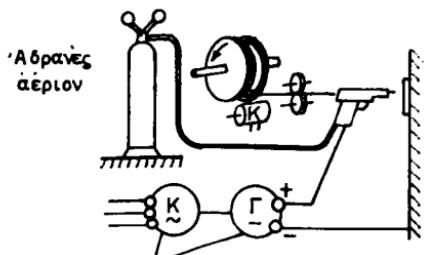
Σχ. 15·4ε

σχηματισμὸν τοῦ τόξου καὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ βιολφράμιον, εἰναι προστηρομοσμένα εἰς ἀκροφύσια, διὰ τῶν ὅποιων προσφυσᾶται εἰς τὸ τόξον ὑδρογόνον (σχ. 15·4ε). Τὸ ὑδρογόνον τοῦτο εύρισκεται, βεβαίως, εἰς μοριακὴν κατάστασιν, H_2 , ἀλλὰ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ τόξου διασπᾶται εἰς ἀτομικὴν, $H = H + H$, μὲ ταυτόχρονον ἀπορρόφησιν μεγάλου ποσοῦ θερμότητος. Τὸ εἰς μικροτέραν θερμοκρασίαν εύρισκόμενον πρὸς συγκόλλησιν μέταλλον ἐνεργεῖ καταλυτικῶς ἐπὶ τοῦ ὑδρογόνου, ποὺ συντίθεται πάλιν εἰς μοριακὸν μὲ ἀπόδοσιν τῆς ἀπορροφηθείσης θερμότητος καὶ μεγά-

λην ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας. Πλὴν τούτου, τὸ ὑδρογόνον σχηματίζει προστατευτικὸν περίβλημα διὰ τὸ τόξον καὶ τὸ μέταλλον καὶ ἔτσι ἀποφεύγεται ἡ δξείδωσις καὶ ἡ ἐνωσις τοῦ μετάλλου μὲ τὸ ἄζωτον.

Κατὰ νεωτέραν μέθοδον συγκολλήσεως ἀντὶ ὑδρογόνου χρησιμοποιεῖται ἥλιον ἢ ἀργόν, δηλαδὴ ἀδρανῆ ἀέρια, διὰ τὴν ἀποτελεσματικὴν προστασίαν τοῦ μετάλλου ἀπὸ τὴν δξείδωσιν. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν χρησιμοποιεῖται ἔνα μόνον ἡλεκτρόδιον ἀπὸ τὸ αὐτὸ μέταλλον μὲ τὰ συγκολλώμενα τεμάχια, ποὺ τήκεται καὶ πα-

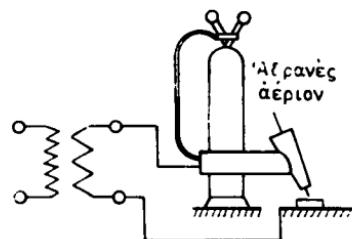
ρέχει τὸ ἀπαιτούμενον πρόσθετον μέταλλον (σχ. 15·4στ). Ἡ μέθοδος αὐτὴ καλεῖται καὶ συγκόλλησις MIG, ἀπὸ τὰ ἀρχικὰ τῶν ἀγγλικῶν



Ζεῦγος κινητῆρος γεννητρίας διὰ τὴν παραγωγὴν συνεχοῦς ρεύματος

Σχ. 15·4στ.

λέξεων Metal-Inert-Gas (μέταλλον-άδρανες-άέριον). Παρομοία μέθοδος είναι και έκείνη, κατά τήν διποίαν χρησιμοποιεῖται ήλεκτρόδιον άπό βολφράμιον μόνον διὰ τὸν σχηματισμὸν τοῦ τόξου. Κατ' αὐτὴν, τὸ ἀναγκαῖον διὰ τὴν συγκόλλησιν μέταλλον παρέχεται ἀπὸ βοηθητικὴν ράβδον (σχ. 15·4ζ). Ή τελευταία αύτὴ μέθοδος καλεῖται συγκόλλησις TIG, ἀπὸ τὰς λέξεις Tungsten-Inert-Gas (Βολφράμιον-άδρανες-άέριον).



Σχ. 15·4ζ.

Ἡ τοξοστομηλεκτρικὴ συγκόλλησις ὡς καὶ αἱ συγκολλήσεις MIG καὶ TIG χρησιμοποιοῦνται κυρίως διὰ τὰ μὴ σιδηρούχα μέταλλα (ἀλουμίνιον, μαγγάνιον, χαλκὸς καὶ κράματα αὐτῶν).

3) Λουπαὶ μέθοδοι ήλεκτροσυγκολλήσεως.

Πλὴν τῆς ήλεκτροσυγκολλήσεως δι' ἀντιστάσεως καὶ διὰ τόξου, ἀνεπτύχθησαν κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη καὶ ἄλλα εἰδὴ ήλεκτροσυγκολλήσεως, ὅπως είναι ἡ συγκόλλησις σωλήνων δι' ὑψηλῆς συχνότητος, ἡ συγκόλλησις δι' ὑπερήχων, ἡ συγκόλλησις δι' ἐκτοξεύσεως σπινθῆρος καὶ ἡ συγκόλλησις μὲ δέσμην ἡλεκτρονίων ἢ μὲ ἀκτῖνας λέηζερ.

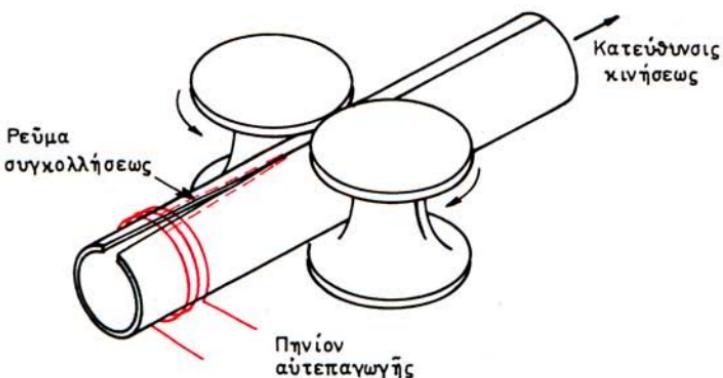
Εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς συγκολλήσεως σωλήνων δι' ὑψηλῆς συχνότητος, οἱ σωλήνες καθὼς σχηματίζονται, συγκολλῶνται ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 15·4η κατὰ τὴν γενέτειραν. Ἡ συγκόλλησις πραγματοποιεῖται, ὅταν αἱ ἀκμαὶ τοῦ ἐλάσματος ἔλθουν εἰς ἐπαφήν, διότι τὸ ρεῦμα ὑψηλῆς συχνότητος, ποὺ συγκεντρώνεται εἰς τὴν γωνίαν ποὺ σχηματίζουν αἱ ἀκμαὶ καθὼς κλείνουν, τὰς ἔχει θερμάνει ἐπαρκῶς.

Τὸ ρεῦμα ὑψηλῆς συχνότητος κυκλοφορεῖ εἰς τὸν σχηματιζόμενον σωλήνα εἴτε παρεχόμενον πρὸς αὐτὸν δι' ἀγωγίμου συνδέσεως, μέσω ἐπαφῶν ποὺ διλογίανουν κατὰ μῆκος τῶν ἀκμῶν, εἴτε παραγόμενον εἰς αὐτὸν τοῦτον τὸν σωλήνα δι' ἐπαγωγῆς.

Διὰ τῶν ὑπερήχων πραγματοποιοῦνται συγκολλήσεις λεπτῶν μεταλλικῶν φύλλων καὶ λεπτῶν ἐλασμάτων ἡ συρμάτων ἡ θερμοπλαστικῶν ύλικῶν. Ἐν προκειμένῳ ἡ ήλεκτρικὴ ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς μηχανικὴν (κραδασμοὶ) καὶ ἐν συνεχείᾳ εἰς θερμικήν.

Εἰς τὴν συγκόλλησιν διὰ δέσμης ἡλεκτρονίων γίνεται μετατροπὴ

τῆς κινητικῆς ένεργείας τῶν ήλεκτρονίων εἰς θερμότητα ἐντὸς κενοῦ. Διὰ τὴν συγκόλλησιν ήλεκτρονικῶν μικροεξαρτημάτων χρησιμοποιούνται ἐπιτυχῶς αἱ ἀκτῖνες λέηζερ, διὰ τῶν δποίων ἐπιτυγχάνεται πολὺ μεγάλη σημειακή συγκέντρωσις ένεργείας.



Σχ. 15·4 η.

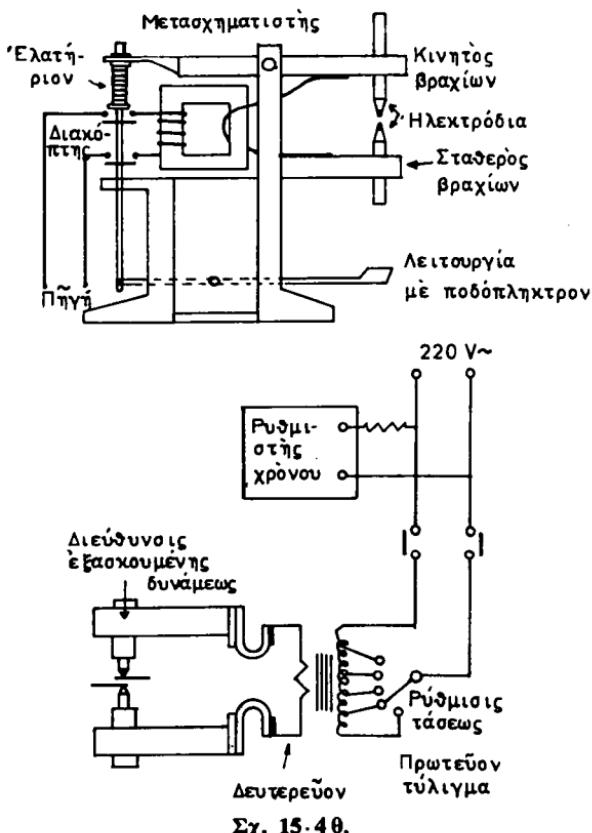
Ἀκτῖνες λέηζερ καλοῦνται λεπτόταται δέσμαι μονοχρωματικοῦ φωτὸς πολὺ μεγάλης ἐντάσεως.

Τέλος, εἰς τὴν συγκόλλησιν δι’ ἔκτοξεύσεως σπινθῆρος, ἔνα ήλεκτρόδιον πλησιάζει καὶ ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὸ μέταλλον ἐπὶ τοῦ δποίου θέλομεν νὰ κολλήσωμεν ἔνα ἄλλο μεταλλικὸν στρῶμα (π.χ. καρβίδιον τοῦ βιολφραμίου). Κάθε φορὰν ποὺ τὸ ήλεκτρόδιον πλησιάζει τὸ μέταλλον βάσεως, γίνεται ἐκφόρτισις πυκνωτοῦ, κατὰ τὴν δποίαν παράγεται ήλεκτρικὸς σπινθῆρ, διὰ τοῦ δποίου ἔνα σωματίδιον ἀπὸ τὸ ήλεκτρόδιον τήκεται ὑπὸ πολὺ μεγάλην θερμοκρασίαν καὶ προσκολλᾶται ἐπὶ τοῦ μετάλλου βάσεως, μετὰ τοῦ δποίου ἀποτελεῖ ἔνα σῶμα.

4) Ἐξοπλισμὸς ηλεκτροσυγκολλήσεων.

Ἡ ηλεκτροσυγκόλλησις δι’ ἀντιστάσεως πραγματοποιεῖται εἰς εἰδικὰς μηχανὰς ηλεκτροσυγκολλήσεως, εἰς τὰς δποίας δυνάμεθα νὰ ρυθμίσωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος συγκολλήσεως, τὴν διάρκειαν συγκολλήσεως καὶ τὴν ἔξασκουμένην ὑπὸ τῶν ήλεκτροδίων πίεσιν, ἀναλόγως τοῦ εἶδους καὶ τοῦ πάχους τῶν πρὸς συγκόλλησιν τεμάχίων (σχ. 15·4θ).

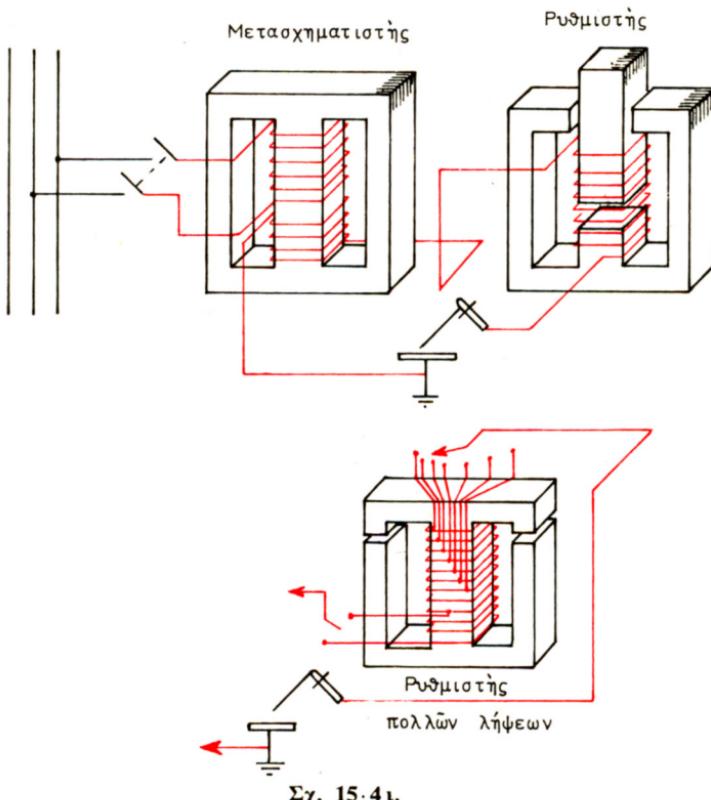
Εις τὴν ἡλεκτροσυγκόλλησιν διὰ τόξου καὶ ἀναλόγως τοῦ εῖδους τοῦ χρησιμοποιουμένου ρεύματος, χρησιμοποιοῦνται : α) Ζεύγη κινητῆρος-γεννητρίας (παράγρ. 14·2), εἴτε ἀνορθωταὶ (παράγρ. 14·3), ἐν συνδυασμῷ μὲ μετασχηματιστάς, διὰ τὴν μετατροπὴν τοῦ ρεύματος



Σχ. 15·40.

τοῦ δικτύου, ἐφ' ὅσον ἡ συγκόλλησις πραγματοποιεῖται μὲ συνεχὲς ρεῦμα. β) Μονοφασικοὶ μετασχηματισταὶ, διὰ τὸν ὑποβιβασμὸν τῆς τάσεως τοῦ δικτύου εἰς 70 V κατὰ μέγιστον (συνήθως 30 ἔως 40 V) διὰ λόγους ἀσφαλείας (παράγρ. 17·4), ἐφ' ὅσον ἡ συγκόλλησις πραγματοποιεῖται μὲ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα. Εἰς τὴν τελευταίαν αὐτὴν περίπτωσιν συνδέονται εἰς τὸ κύκλωμα καὶ πυκνωταὶ διὰ τὴν βελτίωσιν (ἀνύψωσιν) τοῦ συντελεστοῦ ίσχύος συνφ. Τὸ ρεῦμα συγκολλή-

σεως, που συνήθως ποικίλλει άναλόγως της χρησιμοποιουμένης μεθόδου συγκολλήσεως άπό 15 Α έως 1500 Α, δύναται νά ρυθμίζεται είτε



Σχ. 15.41.

συνεχώς μὲν μεταβολὴν τῆς μαγνητικῆς ροῆς, εἴτε κατὰ βήματα δι’ ἀλαγῆς τῶν λήψεων εἰς μετασχηματιστὴν μὲν πολλὰς λήψεις (σχ. 15.41).

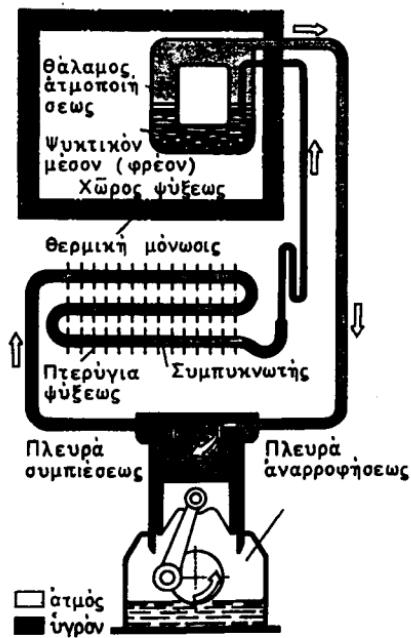
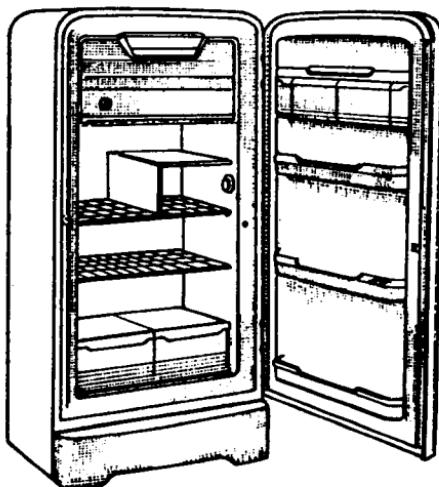
15.5 Ήλεκτρική ψῦξις.

Μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, πλὴν τῆς θερμότητος εἶναι δυνατὸν νὰ παραχθῇ καὶ ψῦξις. Ἡ ἡλεκτρικὴ ψῦξις εὑρίσκει ἐφαρμογὴν εἰς τὰ ἡλεκτρικὰ ψυγεῖα, τοὺς ψυκτικοὺς θαλάμους κ.λπ. Μὲ τὰ ἡλεκτρικὰ ψυγεῖα διατηροῦνται τὰ τρόφιμα εἰς χάμηλὴν θερμοκρασίαν (2°C έως 12°C περίπου), εἰς εἰδικὸν δὲ χῶρον αὐτῶν ἡ θερμοκρασία δύναται νὰ κατέλθῃ μέχρι -18°C ή καὶ εἰς ἀκόμη χαμηλότερα ἐπί-

πεδα. Εἰς τὸν χῶρον αὐτόν, ποὺ καλεῖται χῶρος ἡ διαμέρισμα καταψύξεως, διατηροῦνται ἐπὶ μακρὸν τὰ ἥδη κατεψυγμένα τρόφιμα χωρὶς καμίαν ἀλλοίωσιν. Εἰς τοὺς ψυκτικοὺς θαλάμους δημιουργεῖται ψῦξις διαφόρων βαθμῶν διὰ διαφόρους βιομηχανικοὺς ἢ πειραματικοὺς σκοπούς, ὅπως εἶναι ἡ κατάψυξις τῶν τροφίμων, ἡ δημιουργία κλιματιστικῶν συνθηκῶν διὰ τὴν διεξαγωγὴν δοκιμῶν κ.λπ.

Διὰ νὰ δημιουργηθῇ ψῦξις ἀπαιτεῖται νὰ ἀφαιρεθῇ θερμότης ἀπὸ τὸν πρὸς ψῦξιν χῶρον καὶ τὰ ἐντὸς αὐτοῦ εύρισκόμενα σώματα. Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιεῖται κατάλληλον ψυκτικὸν ρευστόν, ὅπως εἶναι ἡ ἀμμωνία (NH_3), τὸ διοξείδιον τοῦ θείου (SO_2) ἢ οἱ φθοριωμένοι ίνδρογονάνθρακες (π.χ. CF_2Cl_2) μὲ τὰ ἐμπορικὰ ὄνόματα Φρέον ἢ Φριγκέν, τὰ ὅποια, ὅταν εὑρεθοῦν εἰς τὴν κατάλληλον πίεσιν, ἔξτιμίζονται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος. Ἡ ἀπαιτουμένη διὰ τὴν ἀτμοποίησιν θερμότης ἀφαιρεῖται ἀπὸ τὰ πρὸς ψῦξιν σώματα. Ἐὰν τὸ ἀτμοποιηθὲν ρευστὸν (ψυκτικὸν μέσον) συμπιεσθῇ, θὰ ὑγροποιηθῇ πάλιν, καὶ θὰ ἀποδώσῃ τὴν ἀφαιρεθεῖσαν κατὰ τὴν ἀτμοποίησιν θερμότητα. Ἡ ἀπόδοσις τῆς θερμότητος γίνεται φυσικὰ πρὸς τὰ ἔξω. Ἐτσι, μὲ τὴν ἀτμοποίησιν καὶ τὴν ὑγροποίησιν ἐπιτυγχάνεται ἡ μεταφορὰ θερμότητος ἀπὸ τὰ ἀντικείμενα, ποὺ εύρισκονται ἐντὸς τοῦ ψυγείου καὶ περιβάλλονται ἀπὸ θερμικὴν μόνωσιν, εἰς τὸν περιβάλλοντα τὸ ψυγεῖον ἔξωτερικὸν χῶρον.

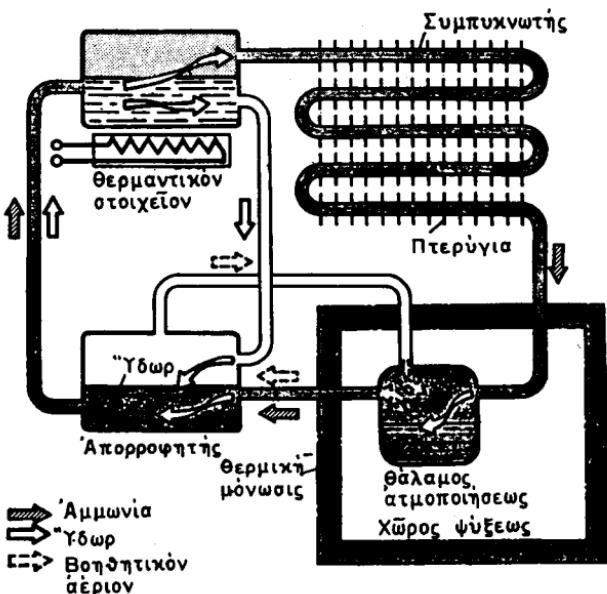
Ὑπάρχουν δύο εἰδῶν ψυγεῖα : τὰ ψυγεῖα συμπιέσεως καὶ τὰ ψυγεῖα ἀπορροφήσεως. Εἰς τὰ ψυγεῖα συμπιέσεως, ἢ συμπιέσις πραγματοποιεῖται ἀπὸ συμπιεστήν, ποὺ κινεῖται μὲ ήλεκτροκινητῆρα (σχ. 15.5α). Ὁ συμπιεστής ἀναρροφεῖ τὸ ψυκτικὸν μέσον ἀπὸ τὸν θάλαμον ἀτμοποιήσεως, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 15.5α, καὶ τὸ συμπιέζει εἰς δοφιοειδῆ σωλῆνα (σερπαντίνα), μέχρι τοῦ θαλάμου καταψύξεως. Μὲ τὴν ἀναρρόφησιν ἐλαττώνεται ἡ πίεσις εἰς τὸν θάλαμον ἀτμοποιήσεως, τὸ ψυκτικὸν μέσον ἀτμοποιεῖται καὶ ἀφαιρεῖ θερμότητα ἀπὸ τὰ πρὸς ψῦξιν σώματα. Ταυτοχρόνως δ συμπιεστής συμπιέζει τὸν ἀτμὸν τοῦ ψυκτικοῦ μέσου, ποὺ μετατρέπεται πάλιν εἰς ὑγρὸν (συμπύκνωσις), καὶ ἀποδίδει εἰς τὸ περιβάλλον τὴν ἀφαιρεθεῖσαν ἀπὸ τὸν χῶρον ψύξεως θερμότητα μὲ τὴν βοήθειαν πτερυγίων. Τέλος τὸ ὑγρὸν πλέον ψυκτικὸν μέσον ὁδηγεῖται διὰ μέσου τριχοειδοῦς σωλῆνος πρὸς τὸν θάλαμον ἀτμοποιήσεως. Ὁ τριχοειδής σωλήνης παρεμποδίζει τὴν ἔξισσην πιέσεων συμπυκνωτοῦ καὶ θαλάμου ἀτμοποιήσεως.



Σχ. 15.5 α.

Η θερμοκρασία τοῦ ψυγείου διατηρεῖται σταθερά εἰς τὴν ἐπιλεγόμενην τιμὴν μὲ τὴν βοήθειαν θερμόστάτου, δ ὅποιος ἀνοίγει καὶ κλείει καταλλήλως τὸ κύκλωμα τροφοδοτήσεως τοῦ ἡλεκτροκινητῆρος καὶ ἐπιδρᾶ ἔτσι ἐπὶ τῆς διαρκείας λειτουργίας τοῦ κινητῆρος τοῦ ψυγείου.

Εἰς τὰ ψυγεῖα ἀπορροφήσεως, ὡς ψυκτικὸν μέσον χρησιμοποιεῖται, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, ἀμμωνία. Η ἀμμωνία διαλύεται (ἀπορροφεῖται) ἐντὸς ὑδατος εἰς τὸν ἀπορροφητήν (σχ. 15.5β) καὶ ἀπὸ ἐκεῖ τὸ



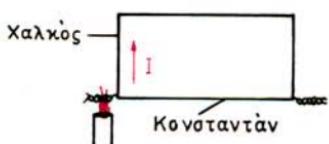
Σχ. 15.5β.

διάλυμα εἰσέρχεται εἰς θάλαμον, δ ὅποιος θερμαίνεται δι' ἡλεκτρικοῦ θερμαντικοῦ στοιχείου. Ἐκεῖ ἡ ἀμμωνία ἀποβάλλεται εἰς ἀέριον κατάστασιν ἀπὸ τὸ διάλυμα καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν συμπυκνωτήν, ἐνῷ τὸ ὑδωρ ἐπιστρέφει εἰς τὸν ἀπορροφητήν. Εἰς τὸν συμπυκνωτήν ἡ ἀμμωνία συμπυκνώνεται, ἀποβάλλουσα θερμότητα πρὸς τὸ περιβάλλον, καὶ ἐπιστρέφει εἰς ὑγράν κατάστασιν εἰς τὸν θάλαμον ἀτμοποιήσεως ἐντὸς τοῦ ψυγείου· ἐκεῖ ἀφαιρεῖ θερμότητα ἀπὸ τὰ πρὸς ψῦξιν σώματα καὶ ἀτμοποιεῖται βοηθουμένη καὶ ἀπὸ ἓνα βοηθητικὸν ἀέριον (π.χ. ὑδρο-

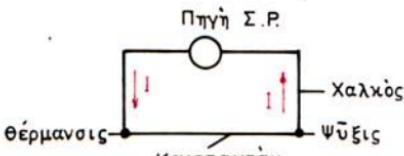
γόνον), πού κυκλοφορεῖ, όπως δεικνύει τὸ σχῆμα 15.5β. Ο ἀτμὸς τῆς ἀμμωνίας δόηγεται κατόπιν εἰς τὸν ἀπορροφητήν, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ σχηματιζομένου κενοῦ κατὰ τὴν διάλυσιν (ἀπορρόφησιν) τοῦ ἀτμοῦ αὐτοῦ ἐντὸς τοῦ ὄδατος.

Τὰ ψυγεῖα ἀπορροφήσεως ἔχουν μεγαλύτερον κόστος λειτουργίας ἀπὸ τὰ ψυγεῖα συμπιέσεως καὶ διὰ τοῦτο δὲν χρησιμοποιοῦνται παρ' ὅλον ὅτι εἶναι ἀθόρυβα, ἀφοῦ δὲν περιλαμβάνουν κινούμενα μέρη.

Κατὰ τὴν δημιουργίαν ψύξεως μὲ τὴν βοήθειαν ψυκτικοῦ μέσου, οἱ ηλεκτρισμὸς χρησιμοποιεῖται ἐμμέσως. Τελευταίως, δῆμος, γίνονται προσπάθειαι ἀμέσου χρησιμοποιήσεως τοῦ ηλεκτρισμοῦ διὰ τὴν ψύξιν. "Οπως εἶναι γνωστὸν ἀπὸ τὴν Φυσικήν, ἐὰν δύο ἀγωγοὶ ἀπὸ διαφορετικὰ μέταλλα (π.χ. χαλκός καὶ κονσταντάν) συνδεθῶν, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 15.5 γ, καὶ τὸ ἕνα ἄκρον τῆς συνδέσεως θερμανθῆ, τότε μεταφέρονται ηλεκτρόνια ἀπὸ τὸ ἕνα μέταλλον εἰς τὸ ἄλλο, μὲ συνέπειαν νὰ ἀναπτυχθῇ ηλεκτρεγερτική δύναμις. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον δημιουργεῖται μία πηγὴ συνεχοῦς ρεύματος, πού καλείται θερμοστοιχεῖον ή θερμοηλεκτρικὸν ζεῦγος. Εάν,



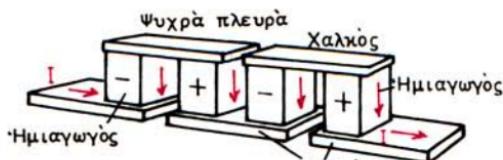
Σχ. 15.5 γ.



Σχ. 15.5 δ.

ἀντιστρόφως, ἀντὶ νὰ θερμάνωμεν τὸ ἕνα ἄκρον τῆς συνδέσεως, προκαλέσωμεν κυκλοφορίαν συνεχοῦς ηλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ τοῦ θερμοστοιχείου, τότε ἀναπτύσσεται διαφορὰ θερμοκρασίας εἰς τὰ δύο ἄκρα τῆς συνδέσεως (σχ. 15.5δ).

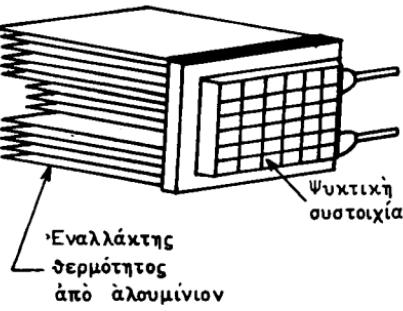
'Αναλόγως τῆς διευθύνσεως τοῦ ρεύματος, εἰς τὸ ἕνα ἄκρον τῆς συνδέσεως ἔχομεν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας καὶ εἰς τὸ ἄλλο πτῶσιν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐμελετήθη ἀπὸ τὸν Γάλλον Πελτιέ (Peltier) καὶ φέρει τὸ ὄνομά του. Διὰ χρησιμοποιή-



Σχ. 15.5 ε.

σεως ήμιαγωγῶν, π.χ. βισμούθιου καὶ τελλούριου, κατασκευάζονται τὰ ὄνομαζόμενα στοιχεῖα Πελτιέ, πού δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν εἰς ἐγκαταστάσεις ψύξεως καὶ κλιματισμοῦ. Τὰ στοιχεῖα αὐτὰ συνδέονται ἐν σειρᾶ καὶ σχηματίζουν ψυκτικὴν συ-

στοιχίαν, ἀπὸ τὴν μίαν πλευρὰν τῆς ὁποίας εύρισκονται αἱ θερμαὶ συνδέσεις καὶ ἀπὸ τὴν ἄλλην αἱ ψυχραὶ (σχ. 15·5ε). Ἔτσι, ἀπὸ τὴν θερμὴν πλευρὰν ἀποδίδεται πρὸς τὰ ἔξω θερμότης μὲ τὴν βιοθείαν ἐναλλάκτου θερμότητος ἀπὸ ἀλουμίνιον, ἐνῶ ἀπὸ τὴν ψυχρὰν πλευρὰν ἀπορροφεῖται θερμότης, μὲ συνέπειαν τὴν ψῦξιν τοῦ χώρου ἐντὸς τοῦ ὁποίου εύρισκεται ἡ πλευρὰ αὐτῆς. Ἐάν ἀντιστρέψωμεν τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος, ἡ ψυχρὰ πλευρὰ γίνεται θερμὴ καὶ ἀποδίδει θερμότητα. Κατ’ αὐτὸν τὸν τρόπον ἡ συστοιχία Πελτὶς εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῇ τόσον διὰ τὴν ψῦξιν ὅσον καὶ διὰ τὴν θέρμανσιν, δηλαδὴ εἶναι κατάλληλος δι’ ἕγκαταστάσεις κλιματισμοῦ.



Σχ. 15·5 στ.

Τὰ στοιχεῖα Πελτὶς ἔγκαθιστῶνται ἐντὸς ἑποχειδικῆς ρητίνης καὶ συνδεόμενα σχηματίζουν τὴν συστοιχίαν (σχ. 15·5στ). Εἰς τὰς συστοιχίας αὐτὰς ἡ θερμοκρασία, εἴτε κατὰ τὴν ψῦξιν εἴτε κατὰ τὴν θέρμανσιν, ρυθμίζεται εὐκόλως διὰ ρυθμίσεως τοῦ ρεύματος λειτουργίας.

15·6 Ήλεκτρομηχανικαὶ καὶ ηλεκτρονικαὶ ἐφαρμογαὶ.

1) Ήλεκτρομηχανικαὶ ἐφαρμογαὶ.

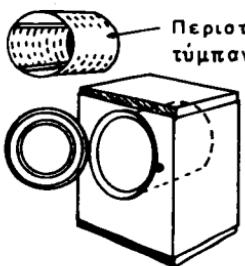
Πλὴν τῶν θερμικῶν ἐφαρμογῶν τοῦ ηλεκτρισμοῦ, ποὺ ἔξητάσαμεν εἰς τὰς προηγουμένας παραγράφους, ἔχομεν καὶ τὰς μηχανικὰς ἐφαρμογὰς αὐτοῦ, κατὰ τὰς ὁποίας δὲ ηλεκτρισμὸς χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν πρόκλησιν κινήσεως. Ήλεκτρομηχανικαὶ εἶναι π.χ. αἱ ἐφαρμογαὶ, εἰς τὰς ὁποίας περιλαμβάνεται πάντοτε ἓνας ἢ περισσότεροι ηλεκτροκινητῆρες.

Ἡλεκτρομηχανικὰς ἐφαρμογὰς συναντῶμεν εἰς μεγάλην κλίμακα τόσον εἰς τὴν βιομηχανίαν ὅσον καὶ εἰς τὰς ἐμπορικὰς καὶ οἰκιακὰς χρήσεις.

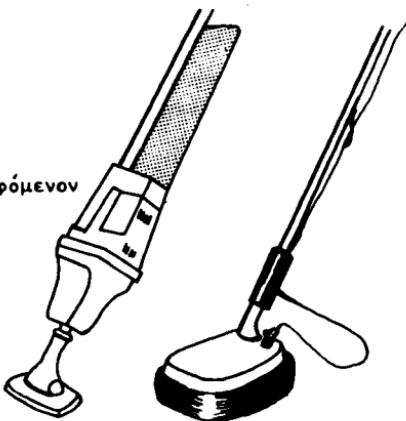
Εἰς τὴν βιομηχανίαν ὅλαι σχεδὸν αἱ χρησιμοποιούμεναι μηχαναὶ καὶ συσκευαὶ περιλαμβάνουν ηλεκτροκίνησιν (Πίναξ 13·5·1). Εἰς τὰς οἰκιακὰς καὶ ἐμπορικὰς χρήσεις, ἔξι ἄλλου, ἔχομεν σειρὰν διαύλοπρον ηλεκτρομηχανικῶν ἐφαρμογῶν, ἡ ὁποία αὐξανομένῃ διαρκῶς διὰ τῆς συνεχοῦς ἐμφανίσεως νέων συσκευῶν συντελεῖ εἰς τὴν ταχείαν, ἀκοπον καὶ τελείαν διεξαγωγὴν τῶν ἐργασιῶν. Περιοριζόμεθα ἐπομένως, εἰς τὴν ἀπαρίθμησιν τῶν κυριωτέρων ἀπὸ αὐτὰς (σχ. 15·6) : Τὰ ηλε-

κτρικά πλυντήρια, διὰ τῶν δποίων πραγματοποιεῖται ἡ πλύσις τῶν ρούχων καὶ τῶν μασγειρικῶν σκευῶν· δ ἀναρροφητῆς κόνεως (ήλεκτρική σκούπα), διὰ τὸν καθαρισμὸν δαπέδων καὶ ἄλλων ἐπιφανειῶν· δ ἡλ-

·Ηλεκτρικὸς ἀναμικτήρ
(μιξερ)



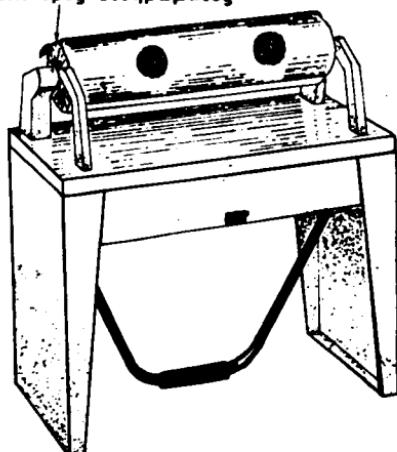
·Ηλ. πλυντήριον



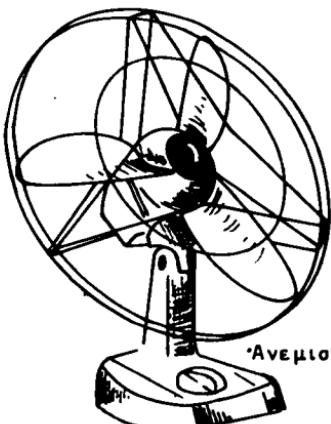
·Ηλ. σκουόσα

·Ηλ. παρκετέζα

Κύλινδρος σιδηρώματος



Ποδοκίνητον οἰκιακὸν σιδηρωτήριον



·Ανεμιστήρ

Σχ. 15-6.

κτρικὸς στιλβωτῆς δαπέδων (παρκετέζα) διὰ τὴν ἐπίστρωσιν τοῦ κηροῦ, τὴν στιλβωσιν καὶ τὴν συντήρησιν τῶν ξυλίνων δαπέδων· τὸ ηλεκτρικὸν στεγνωτήριον, διὰ τὸ στέγνωμα τῶν ύγρῶν ρούχων· τὸ

ήλεκτρικὸν σιδηρωτήριον, εἰς τὸ δποῖον ἔνα τύμπανον, κινούμενον ἀπὸ ήλεκτροκινητῆρα, πιέζει τὸ πρὸς σιδήρωμα ἀντικείμενον (π.χ. ἔνδυμα) ἐπὶ ἑνὸς ἄλλου θερμαινομένου τυμπάνου ἢ θερμαινομένης πλαστός· δὲ ηλεκτρικὸς ἀναμικτὴρ διὰ τὴν ἀνάμιξιν φρούτων ἢ τροφῶν πρὸς παρασκευὴν ἐδεσμάτων· δὲ ἀνεμιστὴρ καὶ ὁ ἔξαεριστὴρ διὰ τὴν δημιουργίαν ρευμάτων ἀέρος κ.ἄ.

Πολλαὶ ἀπὸ τὰς συσκευὰς μετὰ κινητῆρος εἰναι μικταί, διότι πλὴν τοῦ ήλεκτροκινητῆρος περιλαμβάνουν καὶ θερμαντικὰ στοιχεῖα διὰ τὴν παραγωγὴν θερμότητος, δπότε δὲ ηλεκτρισμὸς χρησιμοποιεῖται εἰς αὐτὰς τόσον διὰ τὴν κίνησιν ὅσον καὶ διὰ τὴν θέρμανσιν. Εἰς τὸ σχῆμα 15·6 φαίνονται ὡρισμέναι ἀπὸ τὰς συσκευὰς μετὰ κινητῆρος οἰκιακῆς χρήσεως.

Τέλος, εἰς τὰς ήλεκτρομηχανικὰς ἔφαρμογὰς περιλαμβάνεται καὶ ἡ ηλεκτρικὴ ἔλξις (ήλεκτρικοὶ σιδηρόδρομοι ἢ τροχιόδρομοι, ηλεκτρικὰ αὐτοκίνητα ἢ δχήματα γενικῶς).

2) Ήλεκτρονικὰ έφαρμογαί.

Ηλεκτρονικὴ εἰναι ἡ ἐπιστήμη, ἡ δποία ἀναφέρεται εἰς τὴν δίοδον τοῦ ήλεκτρισμοῦ διὰ τῶν ἀερίων, τοῦ κενοῦ ἢ τῶν ήμιαγωγῶν.

Αἱ ήλεκτρονικαὶ συσκευαὶ ἔφαρμόζονται τόσον εἰς τοὺς τομεῖς τῆς ραδιοφωνίας, τῆς τηλεοράσεως, καὶ, γενικῶς, τῆς ἀσυρμάτου τηλεπικοινωνίας, ὅσον καὶ εἰς τοὺς τομεῖς τοῦ ἐλέγχου καὶ τῆς ρυθμίσεως, ποὺ κατέστησαν δυνατὸν τὸν αὐτοματισμὸν τῆς βιομηχανικῆς παραγωγῆς καὶ τῆς ἐπεξεργασίας τῶν πληροφοριῶν (ήλεκτρονικοὶ υπολογισταί).

Αἱ ήλεκτρονικαὶ συσκευαὶ περιλαμβάνουν ηλεκτρονικὰς λυχνίας, δηλαδὴ ἐσφραγισμένους ύαλίνους σωλῆνας, ποὺ ἔχουν ἐσωτερικῶς ηλεκτρόδια (παράγρ. 14·3), στοιχεῖα μὲ ἄλλεπάλληλα στρώματα ήμιαγωγῶν (π.χ. τρανζίστορ) ὡς καὶ ἄλλα ηλεκτρικὰ στοιχεῖα (πυκνωτάς, ὡμικάς καὶ ἐπαγωγικάς ἀντιστάσεις κ.λπ.), τὰ δποῖα συνδέονται μεταξύ των καὶ ἀποτελοῦν ἔτσι τὰ ηλεκτρονικὰ κυκλώματα.

Εἰς τὰ ηλεκτρονικὰ κυκλώματα γίνεται χειρισμὸς ἀσθενῶν ρευμάτων (π.χ. ἐνίσχυσις) διὰ τὴν ἐπίτευξιν διαφόρων ἀποτελεσμάτων (ἀκουστικῶν, ὀπτικῶν, ρυθμίσεως δι' ἐπεμβάσεως εἰς κυκλώματα Ισχυρῶν ρευμάτων κ.λπ.).

Εἰς τὴν βιομηχανίαν δὲ ἐλεγχος καὶ ἡ ρύθμισις τῶν διαφόρων μηχανῶν ἐπιτυγχάνεται μὲ μεγάλην ἀκρίβειαν καὶ εὐελιξίαν χάρις εἰς τὰς

ἥλεκτρονικάς διατάξεις. Τὰ ἥλεκτρονικὰ κυκλώματα εύρισκουν ἐπίσης ἐφαρμογὴν εἰς τὰ ὅργανα ἥλεκτρικῶν μετρήσεων καὶ εἰς τὴν κατασκευὴν ἥλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν.

15·7 Καταναλώσεις τῶν διαφόρων ἥλεκτρικῶν συσκευῶν.

Αἱ διάφοροι ἥλεκτρικαὶ συσκευαί, ἀναλόγως τοῦ προορισμοῦ των, ἀπορρόφοῦν διαφορετικὴν εἰς κάθε περίπτωσιν ἰσχὺν καὶ συνεπῶς καταναλίσκουν ἀνάλογον ἥλεκτρικὴν ἐνέργειαν, ποὺ ἔχαρταῖται ὅπως γνωρίζομεν, ὅπὸ τὴν διάρκειαν λειτουργίας τῆς συσκευῆς.

Εἰς τὸν Πίνακα 15·7·1 δίδεται ἡ συνήθης ἰσχὺς καὶ διάφορα ἄλλα στοιχεῖα ὡρισμένων βασικῶν ἥλεκτρικῶν συσκευῶν.

Π Ι Ν Α Ζ 15·7·1

Εἶδος ἐφαρμογῆς	Ἀπορροφουμένη ἰσχὺς (εἰς kW)	Παρατηρήσεις
Θερμοσίφων 5 ἕως 10 lt	0,50 ἕως 2	Πλύσιμον πιαστικῶν, καθαρισμὸς σώματος*
» 15 lt	2 ἕως 4	Καταιόνησις (ντούς), πλύσιμον πιαστικῶν
» 50 ἕως 60 lt	0,60 ἕως 6	Λουτρόν εἰς μικρὸν λουτῆρα
» 80 ἕως 100 lt	1 ἕως 6	Λουτρόν εἰς κανονικὸν λουτῆρα, τροφοδότησις πολλῶν λήψεων (λουτρὸν καὶ μαγειρείον)
Μαγειρικὴ ἐστία	0,80 ἕως 1,50	
Θερμοεμβαπτιστήρ	0,70 ἕως 1	
Βραστήρ ὑδατος 2 lt	0,80 ἕως 1	
Μαγειρείον	5 ἕως 9,80	
Σίδηρον σιδηρώματος	0,50 ἕως 1	

*Διὰ θερμοκρασίαν τοῦ λαμβανομένου ὑδατος 37°C καὶ θερμοκρασίαν τοῦ ψυχροῦ ὑδατος 12°C περίπου. Υπὸ τὰς προϋποθέσεις αὐτάς, ἀπατεῖται θερμὸν ὑδωρ 85°C ποσότητος 80 lt διὰ λουτρὸν εἰς κανονικὸν λουτῆρα, 60 lt διὰ λουτρὸν εἰς μικρὸν λουτῆρα, 15 lt διὰ καταιόνησιν, 3 ἕως 7 lt διὰ λούσιμον (μακρὰ κόμη), 2 ἕως 4 lt διὰ λούσιμον (βραχεῖα κόμη) καὶ 1 ἕως 2 lt διὰ πλύσιμον χειρῶν. 1 kWh, ἐξ ἀλλοῦ, δίδει 10 lt θερμὸν ὑδωρ 85°C ἢ 30 lt θερμὸν ὑδωρ 50°C περίπου.

Είδος έφαρμογής	Απορροφουμένη Ισχύς (εις kW ή kVA)	Παραστηρήσεις
Σιδηρωτήριον	1,20 έως 3	
Πλυντήριον	2 έως 4,70	Μὲ τήλεκτρικήν θέρμανσιν
Στεγνωτήριον	2 έως 3	Διὰ θερμού αέρος
Άναμικτήρες (μίξερ)	0,15 έως 0,50	
Στεγνωτήρες χειρῶν	1,50 έως 2	
Στεγνωτήρες κόμης	0,35 έως 0,60	
Ψυγείον άπορροφήσεως	0,10 έως 0,16	Xωρητικότης : 40 έως 80 lt
Ψυγείον συμπιεσεώς	0,09 έως 0,20	» 100 έως 200 lt
Συσκευή κλιματισμού	1,30 έως 2,60	
Άναρροφητής κόνεως	0,20 έως 0,60	
Στιλβωτής δαπέδων	0,25 έως 0,60	
Άνεμιστήρ	0,02 έως 0,06	
Θερμαντικά σώματα	1,50 έως 3	
Θερμάστραι	0,75 έως 1,50	
Άερόθερμα	1,50 έως 3	
Συσκευαὶ θερμάνσεως δι' ἀκτινοβολίας	1 έως 2	
Θερμάστραι ἀποθηκεύσεως	1 έως 8	
Φούρνοι διὰ τόξου διὰ τῆξιν χάλυβος καὶ χυτοσιδήρου	700 έως 45000	Διὰ φορτίον 1 έως 150 t. Τάσεις πρωτεύοντος 6 έως 110 kV
Φούρνοι δι' ἐπαγωγῆς διὰ τῆξιν χάλυβος (μέστος συχνότητος)	10 έως 4000	Συχνότητες : 0,5 έως 10 kHz Φορτίον : 1 έως 10 000 kg
Φούρνοι δ' ἐπαγωγῆς διὰ τῆξιν χάλυβος (βιομηχανικῆς συχνότητος)	100 έως 5000	Συχνότης : 50 Hz Φορτίον : 0,5 έως 30 t
Φούρνοι δι' ἐπαγωγῆς διὰ χαλκὸν καὶ κράματα χαλκοῦ (βιομηχανικῆς συχνότητος)	70 έως 1800	Συχνότης : 50 Hz Φορτίον : 0,25 έως 15 t
Φούρνοι δι' ἐπαγωγῆς διὰ χλουμίνιον (βιομηχανικῆς συχνότητος)	250 έως 900	Συχνότης : 50 Hz Φορτίον : 1 έως 10 t
Φούρνοι δι' ἐπαγωγῆς διὰ ψευδάργυρον (βιομηχανικῆς συχνότητος)	250 έως 1000	Συχνότης : 50 Hz Φορτίον : 12 έως 100 t
Φούρνοι δι' ἀντιστάσεως	έως 1500	

15·8 Ἐρωτήσεις.

1. Ἀπὸ τί ἔξαρτάται ἡ ἀναπτυσσομένη εἰς ἕνα ἀγωγὸν θερμότης, δταν δι' αὐτοῦ διέρχεται ἡλεκτρικὸν ρεύμα;
2. Πῶς δυνάμεθα νὰ ὑπολογίζωμεν τὴν ἀναπτυσσομένην ποσότητα θερμότητος, εἰς καλ, εἰς ἀγωγὸν ποὺ διαρρέεται ἀπὸ ρεύμα;
3. Τὸ φαινόμενον Τζούλ δξιοποιεῖται ἐπωφελῶς η συνεπάγεται ἀπωλείας ἐνεργείας;
4. Ποῖα τὰ πλεονεκτήματα τῆς ἡλεκτρικῆς θερμάνσεως;
5. Τί είναι τὰ θερμαντικὰ στοιχεῖα;
6. Πῶς μεταδίδεται ἡ θερμότης ἀπὸ τὰς μαγειρικὰς ἐστίας εἰς τὰ ἐπ' αὐτῶν τοποθετούμενα μαγειρικὰ σκεύη;
7. Ἀπὸ τί ἀποτελεῖται ὁ ἡλεκτρικὸς θερμοσίφων;
8. Τί περιλαμβάνει τὸ ἡλεκτρικὸν μαγειρείον;
9. Ἀναφέρατε μερικὰς ἡλεκτρικὰς θερμικὰς συσκευάς δι' οἰκιακὰς ἀγροτικὰς, βιοτεχνικὰς καὶ ἐμπορικὰς χρήσεις.
10. Ποῖαι συσκευαὶ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἡλεκτρικὴν θέρμανσιν τῶν χώρων, ποῖαι ἔξ αὐτῶν είναι συναγωνίσιμοι οἰκονομικῶς μὲ τὰ μὴ ἡλεκτρικὰ εἶδη θερμάνσεως καὶ πῶς λειτουργοῦν;
11. Πόσα εἰδή ἡλεκτρικῶν βιομηχανικῶν φούρων ἔχομεν;
12. Πῶς ἐπιτυγχάνεται ἡ ρύθμισις τῆς ἀναπτυσσομένης θερμοκρασίας εἰς τοὺς φούρους δι' ἀντιστάσεως;
13. Πόσα εἰδή φούρων δι' ἐπαγωγῆς ἔχομεν καὶ ἀπὸ τί ἀποτελεῖται κάθε εἶδος;
14. Ποῖα τὰ πλεονεκτήματα τοῦ φούρων δι' ἐπαγωγῆς;
15. Τί περιλαμβάνει μία ἐγκατάστασις φούρουν ὑψηλῆς συχνότητος δι' ἐπαγωγῆς;
16. Ποῖα εἰδή ἡλεκτρικῆς θερμάνσεως ἔχουν κοινὸν χαρακτηριστικὸν μὲ τὴν θέρμανσιν δι' ἐπαγωγῆς καὶ ποῖον είναι τὸ χαρακτηριστικὸν αὐτό;
17. Ποῦ χρησιμοποιεῖται ἡ διηλεκτρικὴ θέρμανσις;
18. Ἀπὸ τί ἀποτελεῖται ἡ ἐγκατάστασις φούρουν διὰ τόξου;
19. Ποῖα εἰδή ἡλεκτροσυγκολλήσεως δι' ἀντιστάσεως διακρίνομεν;
20. Κατὰ πόσους τρόπους είναι δυνατόν νὰ συγκολλήσωμεν δύο μεταλλικὰ τεμάχια διὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ τόξου;
21. Ποῖα εἰδή συγκολλῶνται δι' ὑψηλῆς συχνότητος καὶ πῶς ἐπιτυγχάνεται τοῦτο;
22. Μὲ ποῖον εἶδος ἡλεκτροσυγκολλήσεως είναι δυνατή ἡ συγκόλλησις θερμοπλαστικῶν ύλικῶν;
23. Ποῦ ἐφαρμόζεται ἡ συγκόλλησις δι' ἐκτοξεύσεως σπινθῆρος;
24. Ποῖαι ρυθμίσεις ὑπάρχουν εἰς τὰς μηχανὰς ἡλεκτροσυγκολλήσεως δι' ἀντιστάσεως;
25. Ποῖος δ ἀπαιτούμενος ἔξοπλισμὸς εἰς τὰς ἡλεκτροσυγκολλήσεις διὰ τόξου;
26. Ποῖον τὸ πλεονέκτημα καὶ ποῖον τὸ μειονέκτημα τῶν ψυγείων ἀπορροφήσεως;

27. Πώς χρησιμοποιείται διάφορος σύνθετος διάλογος για την παραγωγήν ψύξεως ;
28. Πώς έπιπλυγχάνεται η διαστήρησης της θερμοκρασίας έντος ψυγείου συμπλέσεως εις σταθεράν τιμήν ;
29. Ποιον είδος ψύξεως θά κάτιο δυνατόν να χρησιμοποιηθῇ έπιπλυγχῶς εις τὰς ἔγκαταστάσεις κλιματισμοῦ ;
30. Ἀναφέρατε ἐνδεικτικῶς ώρισμένας διάφοροις μηχανικάς έφαρμογάς.
31. Εἰς ποίους τομεῖς εὑρίσκουν έφαρμογὴν αἱ διάφοροι συσκευαὶ καὶ τὰ περιλαμβάνοντα κυρίως ;
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 16

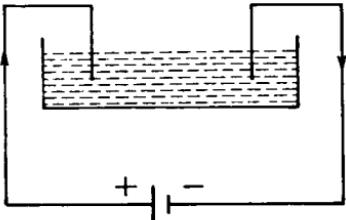
Η ΛΕΚΤΡΟΧΗΜΕΙΑ

16·1 Χημικά άποτελέσματα του ήλεκτρισμοῦ.

Αγώγιμα σώματα δὲν είναι μόνον ώρισμένα ἀπὸ τὰ στερεὰ σώματα, ὅπως εἴδομεν μέχρι τοῦτο, ἀλλὰ καὶ ἀρκετὰ ἀπὸ τὰ ὑγρά. Ὅταν, λοιπόν, μέρος ήλεκτρικοῦ κυκλώματος ἀποτελῆται ἀπὸ ἀγώγιμον ὑγρόν, τὸ ρεῦμα κυκλοφορεῖ κανονικῶς καὶ διὰ μέσου τοῦ ὑγροῦ τούτου. Ἡ διέλευσις, δημως, τοῦ ρεύματος δι' ἐνὸς ὑγροῦ ἀγώγου συνοδεύεται συνήθως ἀπὸ χημικὰ φαινόμενα, τὰ ὅποια μελετᾶ ἡ Ἡλεκτροχημεία. Τὰ χημικά ἀποτελέσματα τοῦ ήλεκτρισμοῦ ἀξιοποιοῦνται κατὰ διαφόρους τρόπους, ὅπως περιγράφεται εἰς τὰς παραγράφους πού ἀκολουθοῦν.

16·2 Ἡλεκτρολύται, ήλεκτρόλυσις.

Ἐὰν ἀπὸ τὸν θετικὸν καὶ τὸν ἀρνητικὸν πόλον μιᾶς πηγῆς συνεχοῦς ρεύματος ἐκκινήσουν δύο ἀγώγοι (σύρματα), ὅπως φαίνεται εἰς

“Ανοδος” “Κάνοδος”

τὸ σχῆμα 16·2α, καὶ τὰ ἔλεύθερα ἄκρα των βυθισθοῦν εἰς ἐνα δοχεῖον ποὺ περιέχει ὑγρόν, θὰ παρατηρηθῇ ἐνα ἀπὸ τὰ ἀκόλουθα δύο φαινόμενα:

α) Τὸ ὑγρὸν διακόπτει τὸ ήλεκτρικὸν κύκλωμα, συμπεριφερόμενον ὥσταν μονωτικὸν ύλικόν. Τοῦτο συμβαίνει εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὅποιαν τὸ ὑγρὸν είναι καθαρὸν ὕδωρ, πετρέλαιον, βενζίνη ἢ ἀλλα καθαρὰ ὑγρά.

β) Τὸ ήλεκτρικὸν κύκλωμα κλείει διὰ μέσου τοῦ ὑγροῦ καὶ τὸ ρεῦμα κυκλοφορεῖ κανονικῶς, πρᾶγμα τὸ ὅποιον συμβαίνει, ὅταν τὸ ὑγρὸν είναι ὑδράργυρος, τετηγμένον μέταλλον, ἀραιὸν δέσυ, τῆγμα ἢ διάλυμα μεταλλικοῦ ἀλατος κ.λπ. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτήν, τὸ ὑγρὸν είναι καλὸς ἀγώγος τοῦ ήλεκτρισμοῦ. Ἐὰν τὸ ἀγώγιμον ὑγρὸν είναι ἀπλοῦν σῶμα (ὑδράργυρος, τετηγμένον μέταλλον), τὸ ρεῦμα διέρχεται

Σχ. 16·2 α.

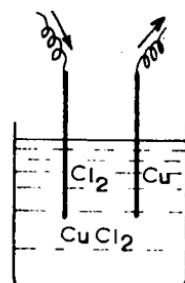
διὰ μέσου αὐτοῦ, χωρὶς νὰ προκαλῇ εἰς αὐτὸν χημικήν ἀλλοίωσιν. Ἐάν, δῆμως, τὸ ἀγώγιμον ὑγρὸν εἶναι τετηγμένον ἄλας, δέξι, βάσις ἢ ἄλας διαλελυμένον ἐντὸς ὑδατος ἢ ἐντὸς ωρισμένων διαλυτικῶν, ὅπως εἶναι τὸ οἰνόπνευμα, ἢ ὑγροποιημένη ἀμμωνία κ.ἄ., τότε ἢ διέλευσις τοῦ ρεύματος ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν χημικήν ἀποσύνθεσιν αὐτοῦ.

Τὰ ὑγρά, ποὺ ἀποσυντίθενται μὲ τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος, καλοῦνται ἀγωγοὶ δευτέρου εἴδους (πρὸς διάκρισιν ἀπὸ τὰ λοιπὰ ἀγώγιμα σώματα, ὑγρὰ ἢ στερεά, ποὺ καλοῦνται καὶ ἀγωγοὶ πρώτου εἴδους) ἢ ἡλεκτρολύται καὶ τὸ φαινόμενον τῆς ἀποσυνθέσεως καλεῖται ἡλεκτρόλυσις. Τὰ δύο ἀγώγιμα σύρματα, ποὺ βυθίζονται ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, καλοῦνται ἡλεκτρόδια. Τὸ ἔνα ἀπὸ τὰ ἡλεκτρόδια, ποὺ χρησιμεύει διὰ τὴν εἰσοδον τοῦ ρεύματος ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ καὶ συνδέεται μὲ τὸν θετικὸν πόλον τῆς πηγῆς, καλεῖται, εἰδικώτερον, ἀνοδος. Τὸ ἄλλο ἡλεκτρόδιον, ποὺ χρησιμεύει διὰ τὴν ἔξοδον τοῦ ρεύματος, καλεῖται κάθοδος.

Μὲ τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος, τὰ μόρια τοῦ ἡλεκτρολύτου διαχωρίζονται (ἡλεκτρόλυσις) εἰς κινούμενα, ἡλεκτρικῶς φορτισμένα σωματίδια, ποὺ καλοῦνται ιόντα. Ἐτσι, ἔάν εἰς μίαν διάλυσιν χλωριούχου χαλκοῦ ($CuCl_2$) βυθίσωμεν δύο ραβδόμορφα ἡλεκτρόδια ἀπὸ ἀνθρακα, τὰ δόποια συνδέονται μὲ τοὺς πόλους μιᾶς πηγῆς συνεχοῦς ρεύματος (σχ. 16·2β), θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι, ἐνῶ εἰς τὴν ἀνοδον ἐκλύεται ἀέριον χλώριον, εἰς τὴν κάθοδον ἀποτίθεται χαλκός, ὅπότε μετὰ παρέλευσιν ὀλίγου χρόνου ἡ κάθοδος θὰ καλυφθῇ ἀπὸ στρῶμα χαλκοῦ. Ἐπίσης, ἔάν βυθίσωμεν δύο ἡλεκτρόδια ἐντὸς ὑδατικῆς διαλύσεως ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος (HCl), μὲ τὴν δίοδον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος προκαλεῖται ἡλεκτρόλυσις, κατὰ τὴν δόποιαν ιόντα ὑδρογόνου (H) καὶ χλωρίου (Cl), ὀδεύουν πρὸς τὴν κάθοδον καὶ τὴν ἀνοδον ἀντιστοίχως. Κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν, λοιπόν, ἡ δόποια πραγματοποιεῖται μόνον μὲ συνεχὲς ρεῦμα, εἰς κάθε περίπτωσιν :

α) Τὰ προϊόντα τῆς ἀποσυνθέσεως ἀναφαίνονται μόνον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἡλεκτρόδιων καὶ οὐδέποτε εἰς τὴν μᾶζαν τοῦ ἡλεκτρολύτου.

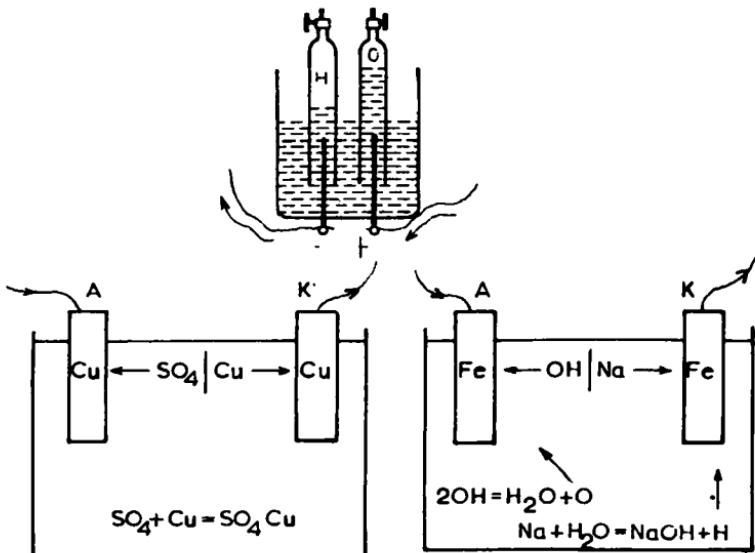
β) Τὸ μέταλλον τοῦ ἡλεκτρολύτου ἢ τὸ ὑδρογόνον ἀποτελοῦν .



Σχ. 16·2β.

τὰ θετικῶς φορτισμένα ιόντα, τὰ δποῖα διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ἔλκουται ἀπὸ τὴν κάθοδον καὶ καλοῦνται κατιόντα, ἐνῷ ἡ ρίζα τοῦ ὀξέος, τὸ ὀξυγόνον ἢ τὸ μεταλλοειδές, δποτελοῦν τὰ ἀρνητικῶς φορτισμένα ιόντα, ποὺ ἔλκονται ἀπὸ τὴν ἀνοδον καὶ καλοῦνται ἀνιόντα. (Τὸ μέταλλον ἢ τὸ ὑδρογόνον κινεῖται πρὸς τὴν κατεύθυνσιν τοῦ ρεύματος, ἐνῷ τὸ ὀξυγόνον κινεῖται ἀντιθέτως πρὸς τὴν κατεύθυνσιν τοῦ ρεύματος).

Τὸ θετικῶς φορτισμένον ίὸν ὑδρογόνου, δταν φθάνη εἰς τὴν κάθοδον, δπου ὑπάρχει περίσσεια ἡλεκτρονίων, λαμβάνει τὸ ἡλεκτρόνιον ποὺ τοῦ λείπει, γίνεται οὐδέτερον ἀτομον ὑδρογόνου καὶ ἀνέρχεται ὑπὸ ἀέριον μορφήν. Τὰ μεταλλικὰ ιόντα οὐδετεροποιοῦνται ἐπίσης εἰς τὴν κάθοδον, ἢ δποῖα καλύπτεται ἀπὸ στρῶμα τοῦ μετάλλου τούτου. Εἰς πολλὰς περιπτώσεις, τὰ προϊόντα τῆς ἡλεκτρολύσεως δὲν είναι αὐτά, ποὺ θὰ ἀνέμενε κανείς, συμφώνως πρὸς ὅσα ἀνεφέρθησαν ἀνωτέρω. Τοῦτο δφείλεται εἰς τὰς δευτερεούσας χημικὰς ἀντιδράσεις,



Σχ. 16.2 γ.

αἱ δποῖαι γίνονται μεταξὺ τῶν προϊόντων τῆς ἡλεκτρολυτικῆς ἀποσυνθέσεως καὶ τοῦ ύλικοῦ τῶν ἡλεκτροδίων, τοῦ διαλυτικοῦ ὕγροῦ ἢ τοῦ ἡλεκτρολύτου ἢ ὀκόμη μεταξὺ αὐτῶν τούτων τῶν προϊόντων τῆς

ἡλεκτρολύσεως. "Ετσι, ἐὰν τὰ δύο ἡλεκτρόδια είναι ἀπὸ σύρμα λευκοχρύσου καὶ ὁ ἡλεκτρολύτης ἀποτελεῖται ἀπὸ ὀλίγον θειικὸν δξὺ (H₂SO₄) διαλελυμένον ἐντὸς ὑδατος, κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν τὸ H₂SO₄ χωρίζεται εἰς H₂ καὶ SO₄ καὶ τὸ μὲν H₂ ἀναφαίνεται εἰς τὴν κάθοδον, ἐνῶ τὸ SO₄ φέρεται πρὸς τὴν ἄνοδον. Τὸ SO₄ ὅμως ἀποσυντίθεται εἰς SO₃, ποὺ ἐνώνεται μὲ τὸ ὑδωρ πρὸς σχηματισμόν, πάλιν, H₂SO₄, καὶ εἰς O, ποὺ ἐκλύεται εἰς τὴν ἄνοδον. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἀποσυντίθεται τελικῶς τὸ ὑδωρ εἰς τὰ συστατικά του, ποὺ δύνανται νὰ συλλεγοῦν ὑπὸ δέριον μορφὴν εἰς τὰ ἡλεκτρόδια, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 16.2γ, διόπου φαίνονται καὶ ἄλλα παραδείγματα δευτερευουσῶν ἀντιδράσεων.

"Αποσύνθεσις τοῦ ὑδατος ἐπιτυγχάνεται καὶ εἰς ἄλλας περιπτώσεις δευτερευουσῶν ἀντιδράσεων, ὅπως π.χ. ὅταν γίνη ἡλεκτρόλυσις ὑδατος, ἐντὸς τοῦ ὅποιου ἔχει προστεθῆ NaOH. Τὸ NaOH ἡλεκτρολύεται, ἀλλὰ ἀναγενᾶται εἰς τρόπον, ὡστε νὰ δίδεται ἡ ἐντύπωσις διτο γίνεται ἀποσύνθεσις τοῦ ὑδατος εἰς δξυγόνον καὶ ὑδρογόνον.

"Η ἡλεκτρόλυσις ἔχει πολυαριθμούς ἐφαρμογὰς εἰς τὴν Μεταλλουργίαν καὶ Χημείαν γενικώτερον, ποὺ ἔξετάζονται εἰς τὴν ἐπομένην παραγραφον.

16.3 Ἐφαρμογαὶ τῆς ἡλεκτρολύσεως.

Αἱ ἐφαρμογαὶ τῆς ἡλεκτρολύσεως είναι σημαντικώταται καὶ ἀπασχολοῦν δλοκλήρους βιομηχανίας, αἱ διποῖαι εἰς ὡρισμένας περιπτώσεις καταναλίσκουν τεραστίας ποσότητας ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας ('Ηλεκτροβόροι βιομηχανίαι). Αἱ ἡλεκτροχημικαὶ καὶ ἡλεκτρομεταλλουργικαὶ βιομηχανίαι καταναλίσκουν ἡλεκτρικήν ἐνέργειαν, τόσον διὰ τὴν πραγματοποίησιν τῆς ἡλεκτρολύσεως ὅσον καὶ διὰ τὴν θέρμανσιν (ἡλεκτροθερμία) τῶν διαφόρων χημικῶν ἐνώσεων (π.χ. τῆξις ἀλάτων πρὸς ἡλεκτρόλυσιν, χημικαὶ ἀντιδράσεις διὰ θερμάνσεως κ.λπ.). "Ετσι, πλὴν τῶν δοχείων ἡλεκτρολύσεως, εἰς τὴν 'Ηλεκτρομεταλλουργίαν καὶ 'Ηλεκτροχημείαν γίνεται χρῆσις καὶ ἡλεκτρικῶν φούρνων (π.χ. ἀναγωγικοὶ φοῦρνοι).

1) Παραγωγὴ ἀερίων καὶ χημικῶν ἐνώσεων.

Διὰ τῆς ἡλεκτρολύσεως διαφόρων ὑδατικῶν διαλύσεων παρασκευάζονται διάφορα ἀέρια, ὅπως είναι τὸ δξυγόνον, τὸ ὑδρογόνον, τὸ χλώριον κ.λπ. καὶ χημικαὶ ἐνώσεις (ὑποχλωριώδη, χλωρικά).

2) Ἡλεκτροχημικαὶ δξειδώσεις.

Αἱ ἡλεκτροχημικαὶ δξειδώσεις ἐπιτυγχάνονται μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ ἐκλυομένου εἰς τὴν ἄνοδον δξυγόνου μὲ κατάλληλον ἡλεκτρόλυσιν (ἄνοδικαὶ δξειδώσεις). Τὸ πρὸς δξείδωσιν μέταλλον, δηλαδή, τοποθετεῖται ως ἄνοδος ἐντὸς καταλλήλου ἡλεκτρολύτου, δ ὅποιος ἡλεκτρολύμενος δίδει πρὸς τὴν ἄνοδον δξυγόνου. Τὸ δξυγόνον, ἐκλυόμενον εἰς τὴν ἄνοδον, προκαλεῖ τὴν ἐπιθυμητὴν δξείδωσιν.

3) Ἡλεκτροχημικαὶ ἀναγωγαί.

Αἱ ἡλεκτροχημικαὶ ἀναγωγαὶ πραγματοποιοῦνται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ὑδρογόνου, ποὺ ἐκλύεται κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν εἰς τὴν κάθοδον. Ἐκλέγοντες κατάλληλον ἡλεκτρολύτην, ἔχομεν, κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν, ἐκλυσιν ὑδρογόνου εἰς τὴν κάθοδον, ὅπου γίνεται ἡ ἀναγωγή.

4) Ἡλεκτρολυτικὴ ἔξαγωγὴ τῶν μετάλλων.

Ἐάν, κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν χρησιμοποιηθῆ ἄνοδος ἀπὸ κρᾶμα τοῦ πρὸς ἔξαγωγὴν μετάλλου καὶ ως ἡλεκτρολύτης διάλυσις ἀλατος τοῦ αὐτοῦ μετάλλου, θὰ ληφθῆ ἐπὶ τῆς καθόδου ἀπόθεμα καθαροῦ μετάλλου ἀπὸ τὸ ἄλας (π.χ. ἐὰν ὁ ἡλεκτρολύτης εἴναι θειικὸς χαλκός, λαμβάνομεν καθαρὸν χαλκόν).

5) Ἡλεκτρολυτικὴ κάθαρσις τῶν μετάλλων.

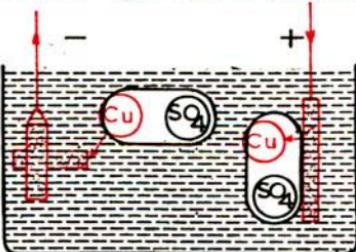
Διὰ τὴν κάθαρσιν τῶν μετάλλων χρησιμοποιεῖται ως ἄνοδος τὸ πρὸς κάθαρσιν μέταλλον καὶ ως ἡλεκτρολύτης διάλυσις ἀλατος τοῦ αὐτοῦ μετάλλου. Ὁσάκις ἡλεκτρολύεται διάλυσις μεταλλικοῦ ἀλατος μὲ ἄνοδον ἀπὸ τὸ αὐτὸ μέταλλον (σχ. 16·2γ), τὸ μέταλλον τοῦ ἡλεκτρολύτου ἀποτίθεται ἐπὶ τῆς καθόδου, ἐνῷ ἡ ρίζα προσβάλλει τὴν ἄνοδον, τὴν δόποιαν διαλύει, μὲ ἀποτέλεσμα ἡ πυκνότης τῆς διαλύσεως νὰ παραμένῃ σταθερά. "Ετσι, τελικῶς, τὸ μέταλλον τῆς ἄνοδου μεταφέρεται εἰς τὴν κάθοδον (ἡλεκτρόλυσις μὲ διαλυτὴν ἄνοδον).

Διὰ τῆς μεθόδου αὐτῆς ἐπιτυγχάνεται π.χ. ὁ ἡλεκτρολυτικὸς καθαρισμὸς τοῦ χαλκοῦ.

6) Γαλβανοτεχνική.

Η γαλβανοτεχνική περιλαμβάνει τὴν γαλβανοστεγίαν καὶ τὴν γαλβανοπλαστικήν.

Διὰ τῆς γαλβανοστεγίας πραγματοποιοῦνται αἱ διάφοροι ἐπιμεταλλώσεις, κατὰ τὰς ὅποιας ἀντικείμενα ἀπὸ δξειδούμενα μέταλλα ἐπικαλύπτονται μὲ στρῶμα ἀνοξειδώτου μετάλλου, ὅπως εἰναι τὸ νικέλιον, ὁ ψευδάργυρος, ὁ ἄργυρος, ὁ χρυσός, τὸ χρώμιον κ.λπ., τὸ ὅποιον προσφύεται ἰσχυρῶς ἐπὶ τοῦ μεταλλικοῦ ἀντικειμένου. Αἱ ἐπιμεταλλώσεις πραγματοποιοῦνται δι’ ἡλεκτρολύσεως μὲ διαλυτὴν ἄνοδον ἀπὸ τὸ ἀνοξειδωτὸν μετάλλον (σχ. 16·3α).



Σχ. 16·3 α.

Διὰ τῆς γαλβανοπλαστικῆς ἀναπάραγονται διάφορα ἀντικείμενα, π.χ. μετάλλινα νομίσματα, ἀγαλμάτια κ.λπ. ὡς ἔξης :

Κατασκευάζεται κοίλη μήτρα τοῦ πρὸς παραγωγὴν ἀντικειμένου ἀπὸ εὔπλαστον ύλικὸν (κηρός, γύψος, γουταπέρκα κ.λπ.), ἡ ὅποια καλύπτεται ἀπὸ λεπτὸν στρῶμα γραφίτου διὰ νὰ γίνῃ ἀγώγιμος. Η μήτρα αὐτῇ βυθίζεται ὡς κάθοδος ἐντὸς ἡλεκτρολυτικοῦ λουτροῦ, ποὺ περιέχει διάλυσιν ἀλατος τοῦ μετάλλου (συνήθως χαλκοῦ), μὲ τὸ ὅποιον εἰναι ἐπιθυμητὴ ἡ ἀναπαραγωγὴ. Κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν, ἡ μήτρα καλύπτεται ἀπὸ μεταλλικὸν στρῶμα πάχους ἀναλόγου πρὸς τὸν χρόνον τῆς διόδου καὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος· τὸ στρῶμα αὐτὸ κατόπιν ἀποσπᾶται ἀπὸ τὴν μήτραν καὶ ἐμφανίζει τὸ ἀναπαραγόμενον ἀντικείμενον. Μὲ τὴν μέθοδον αὐτὴν κατασκευάζονται καὶ αἱ μεταλλικαὶ μῆτραι διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν δίσκων γραμμοφώνου. Πρὸς τοῦτο ἀρχικῶς κατασκευάζεται μήτρα ἀπὸ χαλκὸν διὰ τῆς γαλβανοπλαστικῆς, ἡ ὅποια ἀποτελεῖ τὴν βάσιν διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν τελικῶν μητρῶν συμπιέσεως, ἀπὸ τὰς ὅποιας παράγονται οἱ δίσκοι.

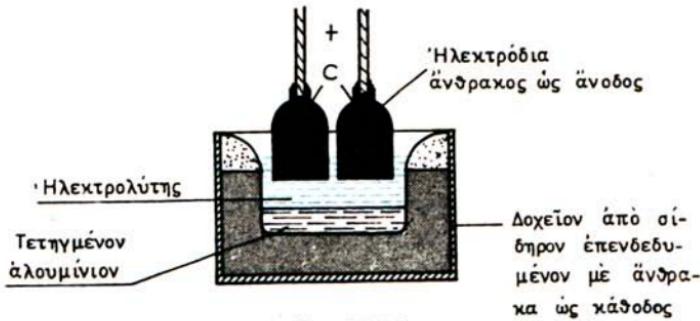
7) Ἀνοδίωσις ('Ελοξάλ).

Η ἀνοδίωσις ἀποτελεῖ μέθοδον ἀνοδικῆς δξειδώσεως τοῦ ἀλουμινίου, κατὰ τὴν ὅποιαν ἀντικείμενα ἀπὸ ἀλουμίνιον τοποθετοῦνται

έντὸς ήλεκτρολυτικοῦ λουτροῦ ὡς ἄνοδοι μὲ καθόδους πλάκας μολύβδου. Ο ήλεκτρολύτης, ποὺ ἀποτελεῖται. ἀπὸ θειικὸν δξύ (H₂SO₄), ήλεκτρολύται, ὅπως ἡδη γνωρίζομεν, καὶ εἰς τὴν ἄνοδον ἐκλύεται δξυγόνον. Τὸ δξυγόνον τοῦτο ἔνούμενον μὲ τὸ ἀλουμίνιον σχηματίζει πολὺ σκληρὸν στρῶμα δξειδίου, τὸ ὅποιον εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τοῦ ήλεκτρισμοῦ· εἶναι δινθεκτικὸν εἰς τὰς χημικὰς ἐπιδράσεις καὶ δύναται νὰ χρωματισθῇ. Οὕτω, τὰ ἀντικείμενα ἀπὸ ἀλουμίνιον προστατεύονται ἀποτελεσματικῶς ἀπὸ τὴν διάβρωσιν.

8) Ήλεκτροδλυσις τετηγμένων ἀλάτων.

Διὰ νὰ ἀποφεύγωνται κατὰ τὴν ήλεκτροδλυσιν αἱ δευτερεύουσαι διντιδράσεις, ποὺ γίνονται μὲ τὴν παρουσίαν ὑδατος, πραγματοποιεῖται εἰς ὠρισμένας περιπτώσεις ήλεκτροδλυσις τετηγμένων ἀλάτων πρὸς ἔξαγωγὴν τοῦ μαγνησίου, τοῦ ἀλουμινίου, τοῦ ἀσβεστίου, τοῦ να-



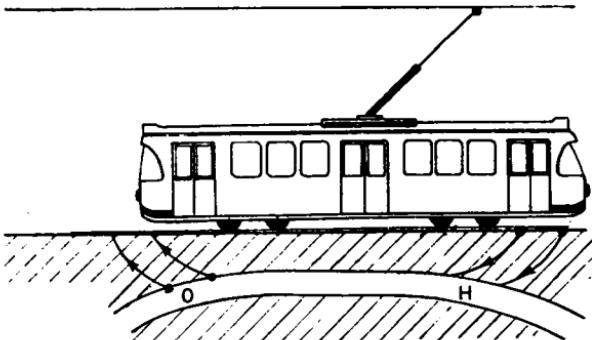
Σχ. 16.3 β.

τρίου, τοῦ καισίου κ.ἄ. Ἔτσι, εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ ἀλουμινίου, ποὺ ἀποτελεῖ τὴν σημαντικωτέραν ἐφαρμογὴν τῆς μεθόδου αὐτῆς, γίνεται ήλεκτροδλυσις τῆς ἀλουμίνας (Al₂O₃) διαλελυμένης ἐντὸς λουτροῦ τετηγμένου κρυολίθου (σχ. 16.3β).

9) Ήλεκτρολυτικὰ διαβρώσεις.

Πλὴν τῶν ἐφαρμογῶν τῆς ήλεκτρολύσεως, αἱ ὅποιαι εἶναι, ὅπως εἶδομεν, χρησιμώταται, τὸ φαινόμενον τῆς ήλεκτρολύσεως ἔχει καὶ ὠρισμένας ἐπιζημίους καὶ ἐπομένως δινέπιθυμήτους συνεπείσας. Πράγματι, εἰς τὸ ἔδαφος κυκλοφοροῦν τόσον φυσικὰ ήλεκτρικὰ ρεύματα μικρᾶς ἐντάσεως, ἀγνώστου προελεύσεως, δσον καὶ παράσιτα συνεχῆ

ρεύματα, που προέρχονται από ήλεκτροχημικάς τάσεις (παράγρ. 16·4) ή από διαφυγάς των δικτύων έλξεως (π.χ. ήλεκτρικών τροχιοδρόμων). Γενικώς ήλεκτρικόν ρεῦμα κυκλοφορεῖ διὰ τῆς γῆς, όταν τὰ ήλεκτρικά δίκτυα χρησιμοποιοῦν τὴν γῆν ὡς ἀγωγὸν ἐπιστροφῆς τοῦ ρεύματος ἢ ἔχουν σημεῖα ἐπαφῆς πρὸς αὐτήν. Εάν, λοιπόν, πλησίον τῆς σιδηροτροχιᾶς ἐνὸς δικτύου ήλεκτρικῆς έλξεως, που χρησιμεύει καὶ ὡς ἀγωγὸς ἐπιστροφῆς, εύρισκεται μία ύπόγειος μεταλλικὴ



Σχ. 16·3 γ.

κατασκευὴ (π.χ. μεταλλικὴ σωλήνωσις), τότε απὸ τὴν σιδηροτροχιὰν διακλαδίζεται ἔνα παράσιτον ρεῦμα πρὸς τὴν μεταλλικὴν κατασκευὴν (σχ. 16·3 γ.). Τὸ ρεῦμα τοῦτο διέρχεται διὰ τοῦ ἑδάφους καὶ διὰ τμήματος τῆς κατασκευῆς καὶ ήλεκτρολύει τὸ ὄδωρο, που περιέχεται ἐντὸς τοῦ ἑδάφους. Τὸ δέσυγόνον, που παράγεται ὀδεύει ἀντιθέτως πρὸς τὴν κατεύθυνσιν τοῦ ρεύματος (πρὸς τὴν ἀνοδον) καὶ διαβιβρώσκει τὴν μεταλλικὴν κατασκευὴν εἰς τὰ σημεῖα, ὅπου τὸ ρεῦμα τὴν ἐγκαταλείπει.

16·4 Ήλεκτρικά στοιχεία.

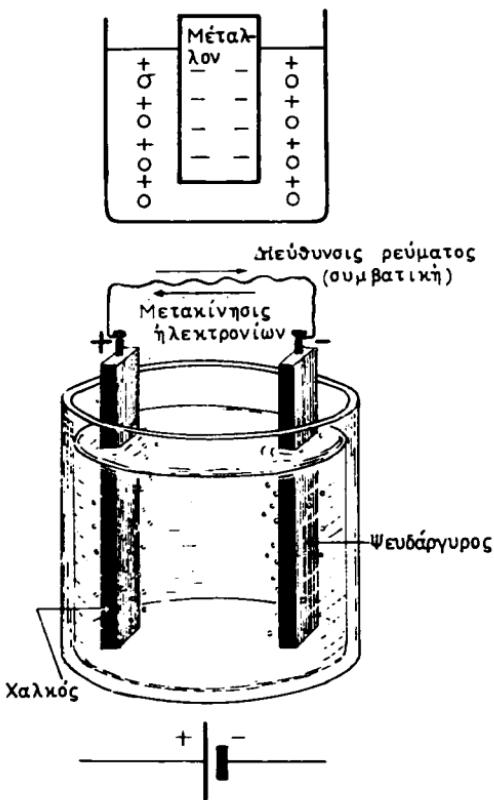
1) Γενικά.

Ἐὰν βυθίσωμεν ἔνα μέταλλον ἐντὸς οίουδήποτε ήλεκτρολύτου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ μέταλλον τοῦτο ἐκπέμπει θετικά ίόντα, ποὺ διαλύονται ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ καὶ μεταφέρουν τὸ θετικὸν φορτίον τῶν εἰς αὐτό. Ἐτσι, τὸ ὑγρὸν φορτίζεται θετικῶς, ἐνῷ τὸ μέταλλον, ἀφοῦ χάνει θετικὸν φορτίον, φορτίζεται ἀρνητικῶς. Τὰ θετικὰ ίόντα, ἐντὸς

τοῦ ύγροῦ, ἀπωθοῦνται μεταξύ των καὶ μάλιστα τόσον περισσότερον, δύον πολυπληθέστερα είναι. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, ἡ τάσις τοῦ μετάλλου νὰ ἐκτοξεύῃ τὰ ίόντα του εἰς τὸ ύγρον, ἡ δόποια είναι σταθερὰ καὶ καλεῖται πίεσις ιονισμοῦ, ἀντισταθμίζεται ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἀπὸ τὰς αὐξανομένας δυνάμεις ἀπώσεως, ποὺ ἔχασκοῦνται μεταξύ τῶν ίόντων. Ἔτσι, ὅταν αἱ ἀπωστικαὶ δυνάμεις, ποὺ ἀποτελοῦν τὴν λεγο-

μένην πίεσιν ίόντων, ἔχισω-
θοῦν μὲ τὴν πίεσιν ιονισμοῦ,
ἡ ἐκτόξευσις ίόντων τοῦ με-
τάλλου ἐντὸς τοῦ ύγρου θὰ
σταματήσῃ.

Ἐντὸς ἐνδὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ ύγροῦ ἡ πίεσις ιονισμοῦ είναι διαφορετική εἰς τὰ διάφορα μέταλλα. Ἐάν, λοιπόν, ἐντὸς ἡλεκτρολύτου τοποθετηθοῦν δύο ἡλεκτρόδια ἀπὸ διαφο-
ρετικὰ μέταλλα, π.χ. ἀπὸ χαλκόν, Cu, καὶ ψευδάργυ-
ρον, Zn, ἡ διαφορὰ δυναμι-
κοῦ μεταξὺ Zn καὶ ύγρου θὰ είναι μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ μεταξὺ Cu καὶ ύγρου, δεδομένου ὅτι ὁ Zn ἐκπέμπει πρὸς τὸ ύγρον περισσότερα θετικὰ ίόντα ἀπὸ τὸν Cu. Ἔτσι, μεταξὺ Cu καὶ Zn, ἀναπτύσσεται ἔξωτερικῶς διαφορὰ δυναμι-
κοῦ καὶ ὁ Zn εύρισκεται εἰς χαμηλότερον δυναμικόν. Ἐάν συνδέσωμεν ἔξωτερικῶς τὰ δύο ἡλεκτρόδια μὲ ἔνα σύρμα,



Σχ. 16·4 α.

τότε μὲ τὴν ἐπενέργειαν τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ, ποὺ ἐπικρατεῖ, θὰ κυκλοφορήσῃ ἡλεκτρικὸν ρεύμα, τὸ ὅποιον θὰ τείνῃ νὰ ἔχισώσῃ τὰ δυ-
ναμικὰ τῶν δύο ἡλεκτροδίων ἐπαναφέροντάς τα εἰς τὴν ἀρχικήν των

κατάστασιν. Ἐπειδὴ ὅμως μὲ τὴν κυκλοφορίαν τοῦ ρεύματος τὰ θετικά ίόντα ἀπομακρύνονται, δὲ Zn, μὲ τὴν μεγαλυτέραν πίεσιν ιονισμοῦ, θὰ ἐκτοξεύσῃ νέα θετικά ίόντα πρὸς τὸ ύγρόν, καὶ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα θὰ συνεχίσῃ νὰ κυκλοφορῇ μέχρι πλήρους διαλύσεως τοῦ Zn.

Τὸ σύστημα αὐτό, ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο διαφορετικὰ ἡλεκτρόδια (σχ. 16·4α) βυθισμένα ἐντὸς ἡλεκτρολύτου, καλεῖται ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον ἢ ἡλεκτροχημικὸν ζεῦγος. Τὸ ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον, πού, ὅπως εἶδομεν, διατηρεῖ συνεχῶς τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο ἡλεκτροδίων χάρις εἰς τὴν χτιμικὴν δρᾶσιν μεταξὺ μετάλλου καὶ ἡλεκτρολύτου, ἀποτελεῖ πηγὴν συνεχοῦς ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Τὰ δύο ἡλεκτρόδια ἀποτελοῦν τοὺς πόλους τῆς πηγῆς μὲ ἀρμητικὸν πόλον τὸ ἡλεκτρόδιον μὲ τὴν μεγαλυτέραν πίεσιν ιονισμοῦ, π.χ. Zn, καὶ θετικὸν πόλον τὸ ἄλλο ἡλεκτρόδιον, π.χ. Cu. Ἡ διαφορὰ δυναμικοῦ ἀποτελεῖ τὴν ἡλεκτρογερετικὴν δύναμιν τῆς πηγῆς.

Τὰ ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα παράγουν, κατὰ τὰ ἀνωτέρω, ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν μὲ κατανάλωσιν χημικῆς ἐνέργειας, ὅπως εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς γεννητρίας παράγεται ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια, ὅταν καταναλίσκεται μηχανικὴ ἐνέργεια.

2) Πόλωσις τῶν ἡλεκτροδίων.

Ἐὰν ἐντὸς δοχείου, τὸ ὀποῖον περιέχει ἀραιὸν θειικὸν δξύ, H_2SO_4 , βυθίσωμεν δύο ἡλεκτρόδια ἀπὸ λευκόχρυσον, Pt, καὶ διαβιβάσωμεν, δι’ αὐτῶν συνεχὲς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἀπὸ ἔξωτερικὴν πηγὴν, τότε θὰ ἐμφανισθῇ (παράγρ. 16·2) εἰς μὲν τὴν ἀνοδὸν δξυγόνον, εἰς δὲ τὴν κάθοδον ὑδρογόνον. Τὰ δύο αὐτὰ ἀέρια δημιουργοῦν εἶδος μανδύου γύρω ἀπὸ κάθε ἡλεκτρόδιον λευκοχρύσου καὶ καθιστοῦν ἔτσι τὰ ἡλεκτρόδια διαφορετικά. Τὸ φαινόμενον αὐτὸν καλεῖται πόλωσις τῶν ἡλεκτροδίων. Τὰ δύο διαφορετικὰ ἡλεκτρόδια δημιουργοῦν ἥδη ἡλεκτρογερετικὴν δύναμιν ἀντίθετον τῆς τάσεως τῆς ἔξωτερικῆς πηγῆς (ἀντιηλεκτρογερετικὴν δύναμιν). [Διὰ νὰ είναι δυνατὴ ἡ ἡλεκτρόλυσις, πρέπει ἡ τάσις τῆς ἔξωτερικῆς πηγῆς νὰ είναι μεγαλυτέρα τῆς ἀντιηλεκτρογερετικῆς δυνάμεως πολώσεως.] Ἡ ἡλεκτρογερετικὴ δύναμις πολώσεως δύναται νὰ προκαλέσῃ τὴν κυκλοφορίαν ρεύματος, ποὺ θὰ μετατοπίσῃ ἀντιστρόφως τὸ δξυγόνον καὶ τὸ ὑδρογόνον (ἀποπολωτικὸν ρεῦμα), μὲ ἀποτέλεσμα νὰ καταστρέψῃ τὰ ἀποτελέσματα τῆς πολώσεως.

Τὸ φαινόμενον τῆς πόλωσεως παρατηρεῖται καὶ εἰς τὰ ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα. Πράγματι, μὲ τὴν διέλευσιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ἐπὶ τοῦ ἑνὸς πόλου, τοῦ Cu, ἀποτίθεται ὑδρογόνον, τὸ ὅποιον εἰσχωρεῖ ἐν μέρει εἰς τὸ μέταλλον καὶ τροποποιεῖ τὴν φύσιν τοῦ ἡλεκτροδίου. Ἐτσι, τὰ δύο ἡλεκτρόδια δὲν γίνονται βεβαίως ὅμοια, ἀλλὰ ἀποτελοῦν πλέον ἕνα στοιχεῖον μὲ πολὺ μικροτέραν ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν.

3) Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις καὶ διαφορὰ δυναμικοῦ (τάσις) εἰς τοὺς πόλους στοιχείου.

Τὸ ρεῦμα, ποὺ κυκλοφορεῖ εἰς ἕνα ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον, διέρχεται διὰ τῆς ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως R τοῦ σύρματος, ποὺ συνδέει τοὺς δύο πόλους τῆς πηγῆς ἔξωτερικῶς, καὶ διὰ τῆς ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως r τοῦ ἡλεκτρολύτου (ἔσωτερικῆς ἀντιστάσεως). Συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τοῦ "Ωμ, ἐφαρμοζόμενον εἰς τὸ κλειστὸν κύκλωμα, ποὺ σχηματίζεται ἀπὸ τὰς ἀντιστάσεις R καὶ r , θὰ ἔχωμεν :

$$E = I (R + r) = I \cdot R + I \cdot r$$

ὅπου : E εἶναι ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις (H.E.D.) τοῦ ἡλεκτρικοῦ στοιχείου καὶ I ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, ποὺ κυκλοφορεῖ διὰ τοῦ στοιχείου.

Ἐπειδὴ ἡ ἡλεκτρικὴ τάσις U τοῦ στοιχείου εἰς τοὺς πόλους αὐτοῦ, κατὰ τὸν νόμον τοῦ "Ωμ, εἶναι ἵση πρὸς $R \cdot I$, θὰ εἴναι :

$$U = E - r \cdot I$$

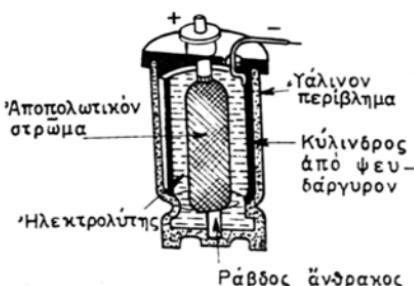
"Οταν, ἐπομένως, τὸ στοιχεῖον παρέχῃ ρεῦμα, ἡ τάσις U εἶναι μικροτέρα τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως E . Ὁταν δὲν ὅμως τὸ κύκλωμα εἶναι ἀνοικτόν, τὸ $I = 0$ καὶ ἡ $E = U$. Ἡ τάσις ἐν κενῷ λοιπὸν εἶναι ἵση πρὸς τὴν H.E.D. τῆς πηγῆς.

4) Στοιχεῖα ψευδαργύρου - ἄνθρακος.

Τὸ περισσότερον διαδεδομένον ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον εἶναι τὸ στοιχεῖον ψευδαργύρου-ἄνθρακος. Τὸ στοιχεῖον αὐτὸν κατασκευάζεται εἴτε ὑπὸ μορφὴν ὑγροῦ στοιχείου εἴτε ὑπὸ μορφὴν ξηροῦ στοιχείου. Τὸ ὑγρὸν στοιχεῖον (σχ. 16·4β) ἀποτελεῖται ἀπὸ κύλινδρον ἐκ ψευδαργύρου, δὲ ὅποιος ἀποτελεῖ τὸν ἀρνητικὸν πόλον, εἰς τὸ κέντρον τοῦ ὅποιού εἶναι τοποθετημένη ράβδος ἄνθρακος, ποὺ περιβάλλεται ἀπὸ στρῶμα ἐκ μίγματος διοξειδίου τοῦ μαγγανίου (MnO_2), αιθάλης καὶ γραφίτου καὶ ἀποτελεῖ τὸν θετικὸν πόλον. Μεταξὺ τῶν δύο ἡλεκτρο-

δίων ύπαρχει ήλεκτρολύτης από διάλυμα χλωριούχου άμμωνίου, NH_4Cl , ή άλλης ένώσεως έντος χημικῶς καθαροῦ θέρατος. Τὸ διοξείδιον τοῦ μαγγανίου χρησιμεύει ως άποπολωτής διὰ τὴν δέσμευσιν τοῦ ἀναφαινομένου εἰς τὸν θετικὸν πόλον θέραγόνου (τὸ θέραγόνον συντίθεται μὲ τὸ δξυγόνον τοῦ MnO_2 πρὸς σχηματισμὸν θέρατος).

Τὸ ξηρὸν στοιχεῖον (σχ. 16·4γ) περιέχει μεταξὺ ψευδαργύρου καὶ θετικοῦ πόλου μίαν ἀδρανῆ μᾶζαν (π.χ. ρηνίσματα ξύλου, ζύμην,



Σχ. 16·4β.



Συστοιχία



Σχ. 16·4γ.

χάρτην κ.λπ.) ἐμποτισμένην μὲ χλωριούχον άμμώνιον καὶ εἶναι ἀεροστεγῶς κεκλεισμένον, ὥστε νὰ ἀποφεύγεται ἡ πρὸς τὰ ἔξω διαρροὴ τοῦ ήλεκτρολύτου.

Τὰ ξηρὰ στοιχεῖα κατασκευάζονται ύπό κυλινδρικήν μορφὴν (σχ. 16·4γ).

‘Η ήλεκτρεγερτική δύναμις ἐνὸς καινουργοῦσ ουσίου ψευδαργύρου-ἄνθρακος εἶναι περίπου 1,5 V.

Διὰ τὴν κατασκευὴν πηγῶν μεγαλυτέρων τάσεων, χρησιμοποιοῦνται πολλὰ στοιχεῖα, τὰ ὅποια συνδέονται ἐν σειρᾷ. Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν χρησιμοποιοῦνται ξηρὰ στοιχεῖα, ποὺ τοποθετοῦνται τὸ ἔνα πλησίον τοῦ ἄλλου, συμπιέζονται καὶ περιβάλλονται ἀπὸ κάλυμμα, ὡστε νὰ ἀποτέλεσουν μίαν συστοιχίαν (μπαταρία), τῆς ὅποιας ἡ τάσις εἶναι πολλαπλάσιον τοῦ 1,5 V (σχ. 16·4γ).

Τὰ στοιχεῖα ψευδαργύρου-ἄνθρακος δὲν διατηροῦνται ἐπὶ πολὺν χρόνον ἔστω καὶ ἀν δὲν χρησιμοποιοῦνται, διότι δὲ ψευδάργυρος καταστρέφεται μὲ ἀργὸν ρυθμὸν καὶ ὅταν ἀκόμη δὲν κυκλοφορῇ ρεῦμα (ἀντοεκφόρτισις). Τὰ στοιχεῖα ψευδαργύρου-ἄνθρακος κατασκευάζονται καὶ ύπὸ διαφόρους ἄλλας παραλλαγὰς διὰ τὴν καλυτέραν ἔχουσαν την τοῦ σκοποῦ διὰ τὸν ὅποιον προορίζονται. Ξηρὰ στοιχεῖα κατασκευάζονται ἐπίσης καὶ μὲ ήλεκτρόδια ἀπὸ ἄλλα ύλικά.

Τὰ ήλεκτρικὰ στοιχεῖα καὶ κυρίως τὰ ξηρὰ στοιχεῖα χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν τροφοδότησιν φανῶν τσέπης, φορητῶν ραδιοφώνων, ήλεκτρικῶν παιχνιδίων, ήλεκτρικῶν ὀρολογίων, φωτογραφικῶν καὶ κινηματογραφικῶν μηχανῶν, δργάνων μετρήσεως, κ.λπ. Χρησιμοποιοῦνται, ἐπίσης, εἰς τὰς τηλεπικοινωνίας.

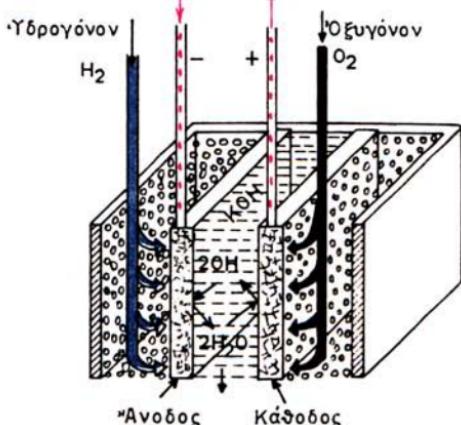
δ) Στοιχεῖα καυσίμου.

Τὰ στοιχεῖα καυσίμου χρησιμεύουν διὰ τὴν ἀπ' εὐθείας μετατροπὴν τῆς χημικῆς ἐνέργειας τῶν καυσίμων εἰς ήλεκτρικὴν ἐνέργειαν (ψυχρὰ καύσις). Τὰ στοιχεῖα αὐτὰ λειτουργοῦν μὲ καύσιμα στερεά, ὑγρὰ ἢ ἀέρια. Εἰς στοιχεῖον αὐτοῦ τοῦ εἶδους τὸ καύσιμον (π.χ. ὑδρογόνον) εἰσάγεται ἐκ τῶν ἔξω (σχ. 16·4 δ), δσάκις ἀπαιτεῖται παραγωγὴ ἐνέργειας.

Τὸ καύσιμον ἐντὸς τοῦ στοιχείου ἐνώνεται μὲ δξυγόνον, τὸ ὅποιον εἰσάγεται ἐπίσης ἐκ τῶν ἔξω. Εἰς τὸ στοιχεῖον καυσίμου ὑδρογόνου-δξυγόνου ὡς ήλεκτρολύτης χρησιμοποιεῖται διάλυμα καυστικοῦ καλίου, KOH. Κάθε φοράν, ποὺ τὸ καύσιμον (ὑδρογόνον) δξειδοῦται, μεταφέρονται ήλεκτρόνια ἀπὸ τὰ ἀτομά αὐτοῦ πρὸς τὰ ἀτομά τοῦ μέσου δξειδώσεως (δξυγόνου). Τὰ ήλεκτρόνια αὐτὰ ἀναγκάζονται νὰ δεδύσουν πρὸς τὸ μέσον δξειδώσεως διὰ τοῦ ἔξωτεροῦ κυκλώματος (ροὴ ήλεκτρικοῦ ρεύματος).

Τὸ ήλεκτρόδιον, ποὺ εύρισκεται πρὸς τὴν πλευράν τοῦ ὑδρογόνου, ἀποτελεῖται ἀπὸ πορῶδες νικέλιον, ἐνῷ τὸ ήλεκτρόδιον πρὸς τὴν πλευράν τοῦ δξυγόνου ἀποτε-

λείται άπό πορώδη ανθρακα (χωρὶς νὰ ἀποκλείωνται καὶ δὲλλα ύλικὰ διὰ τὰ ήλεκτρόδια, διπος εἶναι ὁ ἀργυρος, ὁ λευκόχρυσος κ.λπ.). Εἰς τούς πόρους κάθε ήλεκτροδίου εἰσχωρεῖ άπό τὴν μίαν πλευρὰν τὸ ἀέριον καὶ ἀπὸ τὴν ἄλλην ὁ ήλεκτρολύτης, πού, δῶν ἔλθουν εἰς ἐπαφήν, δημιουργοῦν διαφορὰς δυναμικοῦ (τάσεις) διαφόρους εἰς



Σχ. 16·4 δ.
Χημικαὶ Ἀντιδράσεις:
 $H_2 \rightarrow 2H$

Εἰς τὴν ἀνοδὸν: $2H + 2OH^- \rightarrow 2H_2O + 2e^-$ (e^- : σύμβολον ήλεκτρονίου)

Εἰς τὴν κάθοδον: $\frac{1}{2} O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^-$

κάθε ήλεκτροδίου. Μεταξὺ τῶν δύο ήλεκτροδίων δημιουργεῖται, ἔτσι, διαφορὰ τάσεως (περίπου 1,2 V ἐν κενῷ).

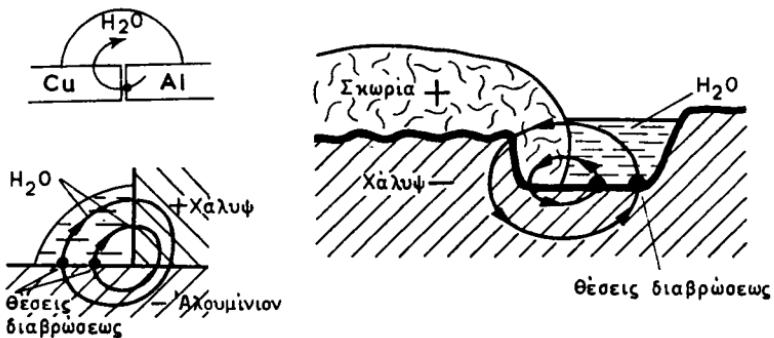
Τὰ στοιχεῖα καυσίμου μὲ δύναγόνον καὶ ὑδρογόνον λειτουργοῦν ὑπὸ θερμοκρασίαν 20° C ἔως 100° C (στοιχεῖα χαμηλῆς θερμοκρασίας). Εἰς ὑψηλοτέρας θερμοκρασίας καὶ πιέσεις εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἀντὶ ἀερίων ύγρα (π.χ. οινόπνευμα) καὶ, τέλος, εἰς πολὺ ύψηλάς θερμοκρασίας εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθοῦν εὐθηνότερα καύσιμα, τὰ δόποια δόμως δξειδώνονται δυσκόλως.

Τὰ στοιχεῖα καυσίμου ἔχουν μεγάλην διάρκειαν ζωῆς, ἐν σχέσει πρὸς τὰ λοιπὰ ήλεκτρικὰ στοιχεῖα, διότι τὸ καύσιμον τροφοδοτεῖται ἐκ τῶν ἔξω κάθε φοράν, ποὺ θὰ ζητηθῇ ήλεκτρικὴ ἐνέργεια. "Έχουν, ἐπίσης, μικρότερον δγκον καὶ μικρότερον βάρος, ἀνὰ μονάδα Ισχύος, W, δπὸ τὰ λοιπὰ στοιχεῖα, δὲ βαθμὸς ἀποδόσεώς των εἶναι ὑψηλός, η συντήρησίς των εἶναι μικρὰ καὶ η εὐαισθησία των εἰς τὰς ὑπερφορτίσεις εἶναι ἐπίσης μικρά.

6) Διαβρώσεις.

Τὸ κοινὸν ὅνωρ, δῶν περιλαμβάνη ἔστω καὶ μικρὰν ποσότητα ἀλάτων η δέξιος, εἶναι δυνατὸν μὲ δύο διαφορετικὰ μέταλλα νὰ ἀποτε-

λέση τήλεκτρικὸν στοιχεῖον. Ἔτσι, ἐὰν εὐρεθοῦν ἐν ἑπαφῇ δύο διαφορετικὰ μέταλλα, π.χ. χαλκός καὶ ἀλουμίνιον, ἐντὸς ὑγρᾶς ἀτμοσφαίρας, θὰ δημιουργηθῇ ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον, τοῦ δποίου τὸ κύκλωμα κλείει μὲ τὴν ἴδιαν τὴν ὑγρασίαν. Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ποὺ θὰ κυκλοφορήσῃ, θὰ ἔχῃ ὡς ἀποτέλεσμα νὰ ἐκλυθῇ δξυγόνον ἐπὶ τοῦ ἐνὸς μετάλλου, τὸ δποῖον βαθμιαίως θὰ διαβρωθῇ εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐπαφῆς μὲ τὸ ἄλλο μέταλλον (σχ. 16·4ε). Μὲ αὐτὸν τὸν τρόπον ἔξηγει-



Σχ. 16·4ε.

ται ὁ σχηματισμὸς τῆς σκωρίας ἐπὶ τοῦ σιδήρου, ὁ δποῖος δὲν εἶναι ἐντελῶς καθαρός, ἀλλὰ ἔχει διαφόρους προσμίξεις ἀλλων μετάλλων.

16·5 Συσσωρευταί.

Εἰς τὴν παράγραφον 16·4 (2) εἴδομεν ὅτι ἔξ αἰτίας τοῦ φαινομένου τῆς πολώσεως τὰ δύο ὅμοια ἡλεκτρόδια λευκοχρύσου μετέτραπτησαν εἰς ἀνόμοια, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ δημιουργηθῇ ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον. Τὸ ρεῦμα ποὺ κυκλοφορεῖ, δταν συνδέσωμεν ἔξωτερικῶς τοὺς δύο πόλους τοῦ στοιχείου αὐτοῦ (ἀποπολωτικὸν ρεῦμα), ἐπαναφέρει τὰ ἡλεκτρόδια εἰς τὴν ἀρχικήν των κατάστασιν. Τὸ ἀποπολωτικὸν τοῦτο ρεῦμα διαρκεῖ δλίγον, διότι οἱ ἀλλαγαί, ποὺ ἐπέρχονται εἰς τὰ ἡλεκτρόδια μὲ τὴν πόλωσιν, εἶναι ἐπιφανειακαί. Ἐάν, λοιπόν, αἱ ἀλλαγαί αύται ἡσαν βαθύτεραι καὶ μεγαλύτεραι, θὰ προέκυπτεν ἰσχυρὸν ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον, τὸ δποῖον θὰ ἡδύνατο νὰ προκαλέσῃ τὴν κυκλοφορίαν ρεύματος μεγάλης διαρκείας. Αύτὸ ἀκριβῶς ἐπιτυγχάνεται εἰς τοὺς ἡλεκτρικοὺς συσσωρευτάς.

Οἱ ἡλεκτρικοὶ συσσωρευταὶ, ὅπως καὶ τὰ ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα, ἀποτελοῦν πηγὰς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας συνεχοῦς ρεύματος, αἱ δποῖαι, ὅμως, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα, δημιουργοῦνται μὲ τὴν διοχέτευσιν ἐκ τῶν ἔξω ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας. Ἡ ἐνέργεια αὐτή, ὅταν τελειώσῃ ὁ σχηματισμὸς τῆς πηγῆς, δύναται νὰ ἀποδοθῇ πάλιν πρὸς τὰ ἔξω. Εἰς τοὺς συσσωρευτάς, δηλαδή, γίνεται ἀποθήκευσις τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας, ἡ δποῖα συσσωρεύεται ἐντὸς αὐτῶν διὰ νὰ ληφθῇ πάλιν, ὅταν καὶ ὅπου ὑπάρχῃ ἀνάγκη. Οἱ συσσωρευταὶ ἔχουν τὸ πλεονέκτημα ἔναντι τῶν ἄλλων πηγῶν συνεχοῦς ρεύματος νὰ δύνανται νὰ σχηματίζωνται ἐκ νέου μὲ τὴν διοχέτευσιν ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας ὑπὸ μορφὴν συνεχοῦς ρεύματος, ὅταν ἀποδώσουν δλόκηρον τὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν, ποὺ εἶχον συσσωρεύσει προηγουμένως.

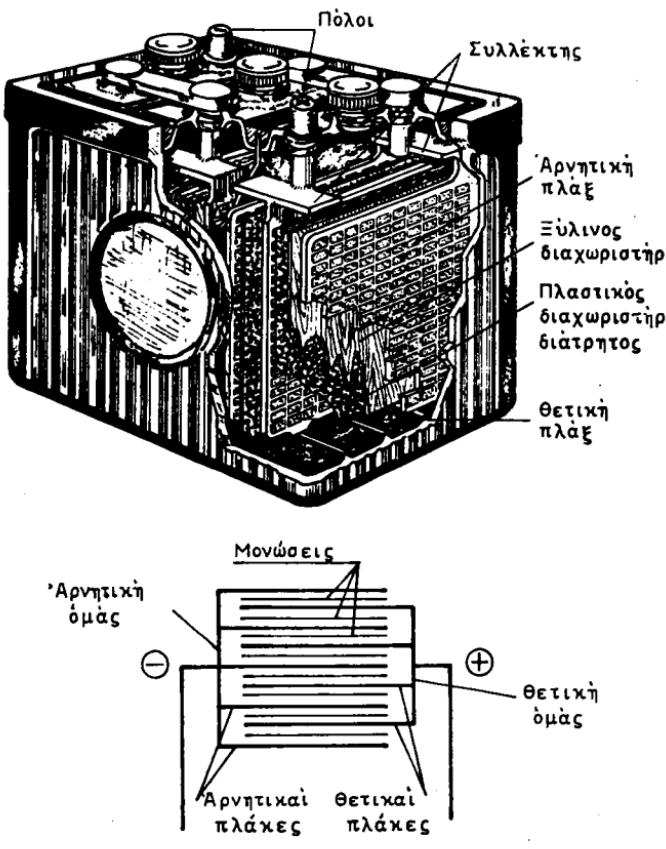
1) Συσσωρευταὶ μολύβδον.

Οἱ συσσωρευταὶ μολύβδον ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἓνα ἥ περισσότερα στοιχεῖα, κάθε ἔνα ἀπὸ τὰ δποῖα ἔχει τάσιν 2 V. Ἐὰν συνδέσωμεν ἡλεκτρικῶς πολλὰ στοιχεῖα συσσωρευτοῦ (Κεφόλ. 5), σχηματίζομεν μίαν συστοιχίαν συσσωρευτοῦ (μπαταρία). Τὸ στοιχεῖον τοῦ συσσωρευτοῦ ἀποτελεῖται βασικῶς: α) Ἀπὸ μίαν σειρὰν θετικῶν καὶ μίαν σειρὰν ἀρνητικῶν πλακῶν ἐκ σκληροῦ κράματος μολύβδου καὶ ἀντιμονίου ὑπὸ μορφὴν πλέγματος, εἰς τὰ διάκενα τοῦ δποίου τοποθετεῖται λασπῶδες ύλικόν. β) Ἀπὸ τὸ δοχεῖον, ἐντὸς τοῦ δποίου τοποθετοῦνται αἱ πλάκες, καὶ γ) ἀπὸ τὸν ἡλεκτρολύτην, ποὺ περιβάλλει τὰς πλάκας.

Αἱ θετικαὶ πλάκες ἔνδος στοιχείου συνδέονται μεταξύ των μὲ μολύβδινον ἔλασμα, ἐπὶ τοῦ δποίου ὑπάρχει κυλινδρικὸς ἀκροδέκτης καὶ τὸ δποῖον καλεῖται γέφυρα ἥ συλλέκτης (κτένι) εἰς τρόπον, ὡστε νὰ ἀποτελοῦν μίαν δμάδα πλακῶν (σχ. 16·5α). Μὲ τὸν ἴδιον τρόπον συνδέονται καὶ αἱ ἀρνητικαὶ πλάκες καὶ ἀποτελοῦν τὴν ἀρνητικὴν δμάδα πλακῶν. Αἱ δύο δμάδες πλακῶν εἰσέρχονται ἥ μία ἐντὸς τῆς ἄλλης οὔτως, ὡστε κάθε θετικὴ πλάκα νὰ περιβάλλεται ἀπὸ δύο ἀρνητικὰς πλάκας καὶ κάθε ἀρνητικὴ ἀπὸ δύο θετικάς, ἐκτὸς ἀπὸ τὰς ἀκραίας, ποὺ εἶναι πάντοτε ἀρνητικαί. Βλέπομεν, δηλαδὴ ὅτι ἡ δμάδας τῶν ἀρνητικῶν πλακῶν ἔχει μίαν πλάκαν ἐπὶ πλέον, ἀπὸ δσας ἔχει ἡ δμάδας τῶν θετικῶν πλακῶν.

Αἱ πλάκες, θετικαὶ καὶ ἀρνητικαί, χωρίζονται μεταξύ των μὲ μο-

νωτικά διαφράγματα, τούς διαχωριστήρας, (πού είναι άπό ξύλον, διάτρητον φύλλον σκληρού έλαστικού ή πλαστικού, φύλλον άπό πλέγμα ή αλονήματος ή άπό συνδυασμὸν αὐτῶν), διὰ νὰ μὴ είναι δυνατὸν νὰ



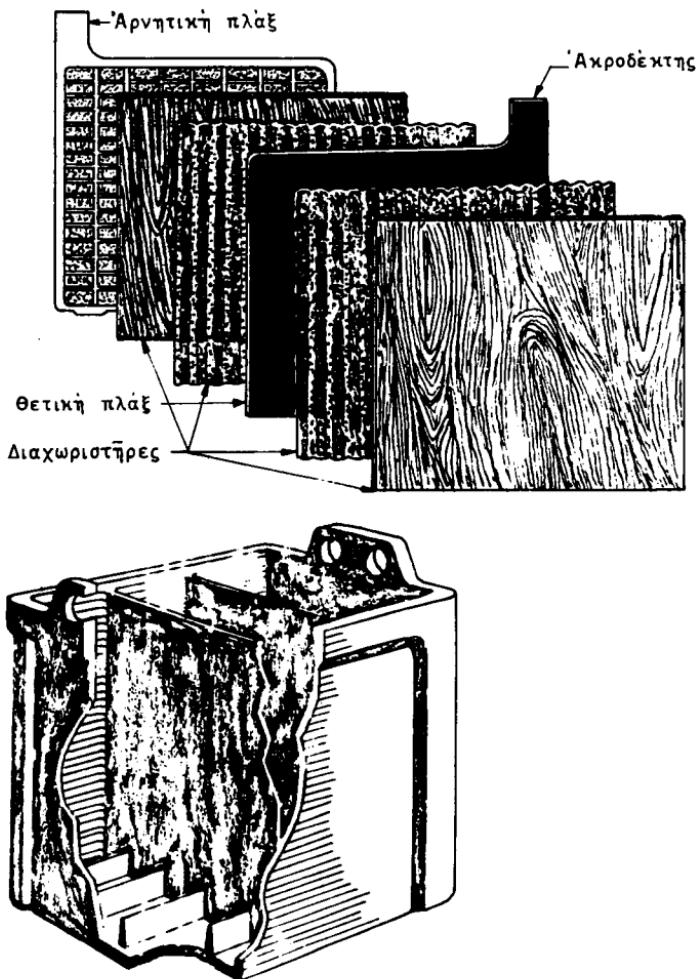
Σχ. 16.5 α.

ἔλθουν εἰς ἐπαφὴν αἱ θετικαὶ μὲ τὰς ἀρνητικὰς πλάκας καὶ προκληθοῦν οὕτως ἐσωτερικὰ βραχυκυκλώματα.

Οἱ διαχωριστῆρες πρέπει νὰ είναι ἀνθεκτικοὶ εἰς τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ἡλεκτρολύτου καὶ πορώδεις διὰ τὴν διακίνησιν τῶν ιόντων.

Κάθε στοιχείον τοποθετεῖται εἰς ἴδιαίτερον διαμέρισμα τοῦ κιβωτίου τοῦ συσσωρευτοῦ, ποὺ σχηματίζεται ἀπὸ ἐσωτερικὰ χωρίσματα καὶ ἀποτελεῖ τὸ δοχεῖον τοῦ στοιχείου. Τὸ κιβώτιον τοῦ συσσωρευτοῦ

είναι κατεσκευασμένον ἀπό σκληρὸν ἔλαστικὸν ἢ ἀπό πλαστικὸν ἢ είναι ύάλινον (σχ. 16·5β). Τὰ δοχεῖα τῶν στοιχείων πληρώνονται μὲ τὸν ἡλεκτρολύτην, ποὺ είναι ύδατικὸν διάλυμα θειικοῦ δξέος πυκνότητος



Σχ. 16·5 β.

1,20 ἔως 1,28 g/cm³. Τὸ κιβώτιον τοῦ συσσωρευτοῦ κλείει εἰς τὸ ἐπάνω μέρος μὲ κάλυμμα ἀπὸ τὸν ὕδιον ύλικόν, ἀπὸ τὸ δποῖον είναι κατεσκευασμένον τὸ κιβώτιον καὶ εἰς τὸν σχηματιζόμενον ὄρμὸν τοπο-

θετεῖται στεγανοποιητικὸν ύλικὸν (πίσσα). Τὸ κάλυμμα εἰς τὸ τμῆμα ποὺ ἀντιστοιχεῖ κάθε στοιχείον, φέρει δύο ὅπτὰς διὰ τὴν διέλευσιν τῶν κυλινδρικῶν ἀκροδεκτῶν καὶ μίαν ὅπτὴν μὲ βιδωτὸν πῶμα εἰδικῆς κατασκευῆς διὰ τὸν ἔξαερισμὸν καὶ τὴν συμπλήρωσιν μὲ ἡλεκτρολύτην. Διὰ κάθε δύο στοιχεία ὑπάρχει μία γέφυρα διὰ τὴν σύνδεσιν τῶν στοιχείων ἐν σειρᾷ (διὰ τὴν ἄσθροισιν τῶν τάσεων τῶν στοιχείων), διπλῶς δεικνύει τὸ σχῆμα 16.5α.

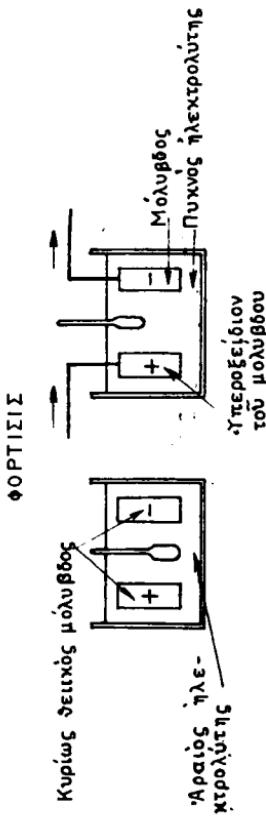
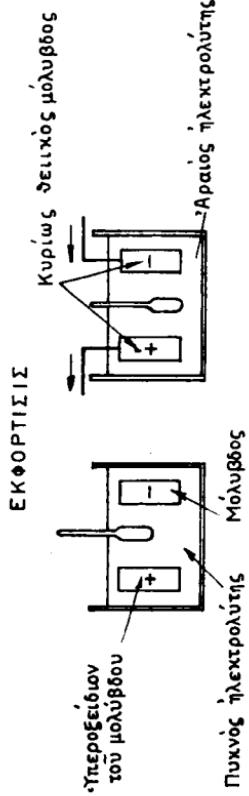
Τὸ λασπῶδες ύλικὸν (ἐνεργὸς μᾶζα) ποὺ τοποθετεῖται, διπλῶς ἀνεφέρθη, εἰς τὰς ἀρνητικὰς καὶ θετικὰς πλάκας, ἀποτελεῖται ἀπὸ δξείδια τοῦ μολύβδου. Μετὰ ἀπὸ ἡλεκτροχημικὴν ἐπεξεργασίαν (φορμάρισμα) ἡ ἐνεργὸς μᾶζα τῶν θετικῶν πλακῶν μετατρέπεται εἰς ὑπεροξείδιον τοῦ μολύβδου, καστανοῦ χρώματος, ἐνῶ ἡ μᾶζα τῶν ἀρνητικῶν πλακῶν μετατρέπεται εἰς σπογγώδη καθαρὸν μόλυβδον φαιοῦ χρώματος.

Ἐάν συνδέσωμεν τοὺς δύο ἀκροδέκτας συσσωρευτοῦ μὲ ἔξωτερικὴν κατανάλωσιν, θὰ κυκλοφορήσῃ συνεχὲς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ποὺ θὰ ἔξαρταται ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν τῆς καταναλώσεως καὶ τὴν τάσιν τοῦ συσσωρευτοῦ. "Οταν δὲ συσσωρευτής τροφοδοτῇ ἔξωτερικὴν κατανάλωσιν, λέγομεν διτὶ ἐκφορτίζεται. Κατὰ τὴν ἐκφόρτισιν γίνονται αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις τοῦ σχήματος 16.5γ (ἐκφόρτισις) καὶ αἱ πλάκες ὀλλοιώνονται, μετατρεπόμεναι εἰς θειικὸν μόλυβδον, $PbSO_4$.

"Οταν, λοιπόν, τὰ στοιχεῖα μιᾶς συστοιχίας συσσωρευτοῦ ἐκφορτισθοῦν τελείωσι, τὰ ἡλεκτρόδια γίνονται δμοια, δηλαδὴ θειικὸς μόλυβδος, καὶ ἡ τάσις μηδενίζεται. Ἐάν συνδέσωμεν ἐκφορτισμένον συσσωρευτήν μὲ ἔξωτερικὴν πηγὴν συνεχοῦς ρεύματος, ὥστε νὰ κυκλοφορήσῃ δι' αὐτοῦ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, μὲ φορὰν ἀντίθετον τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος ἐκφορτίσεως, θὰ γίνουν αἱ ἀντιδράσεις τοῦ σχήματος 16.5γ (φόρτισις) καὶ θὰ μεταβληθοῦν πάλιν αἱ πλάκες, λαμβάνουσαι τὴν ἀρχικὴν τῶν μορφήν. Ἡ τροφοδότησις τῶν συσσωρευτῶν ἀπὸ ἔνην πηγὴν καλεῖται φόρτισις.

Κατὰ τὴν ἐκφόρτισιν. δ ἡλεκτρολύτης ἀραιώνεται, ἐνῶ κατὰ τὴν φόρτισιν πυκνώνεται καὶ πάλιν.

Χωρητικότης ἐνὸς πλήρως φορτισμένου συσσωρευτοῦ καλεῖται ἡ ποσότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ποὺ δύναται νὰ δώσῃ δ συσσωρευτής αύτος, δταν ἐκφορτισθῇ μὲ ὥρισμένην ἔντασιν ρεύματος. Ἡ χωρητικότης τῶν συσσωρευτῶν ἐκφράζεται εἰς ἀμπερώρια, μὲ σύμβολον Ah. Ἐάν π.χ. συσσωρευτής δύναται νὰ μᾶς δώσῃ κατὰ τὴν ἐκφόρτισιν

**ΧΗΜΙΚΑΙ ΑΝΤΙΔΑΡΑΣΕΙΣ****Σκ. 16·5γ.**

ρεῦμα 6 A ἐπὶ 5 h, λέγομεν ὅτι ἔχει χωρητικότητα $6 \times 5 = 30$ Ah.

Ἡ χωρητικότης ἐνὸς συσσωρευτοῦ εἰναι τόσον μεγαλύτερα, ὃσον περισσοτέρας πλάκας ἔχει κάθε στοιχείον του καὶ ὃσον μεγαλύτερα εἰναι τὸ βάρος καὶ ἡ ἐπιφάνεια κάθε πλακός. ᩴ χωρητικότης, λοιπόν, ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὰς διαστάσεις καὶ τὸ βάρος τῆς συστοιχίας τοῦ συσσωρευτοῦ. Οἱ μικροὶ συσσωρευταὶ ἔχουν χωρητικότητα 15 ἕως 20 Ah, ἐνῶ οἱ μεγάλοι ἔχουν χωρητικότητα μέχρι 10 000 Ah.

Ἡ χωρητικότης τῶν συσσωρευτῶν μολύβδου μεταβάλλεται πολὺ μὲ τὸν τρόπον ἐκφορτίσεως αὐτῶν. Ἐάν, δηλαδή, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, μὲ τὴν ὅποιαν γίνεται ἡ ἐκφόρτισις, εἰναι ὑψηλή, ἡ χημικὴ ἐνέργεια, ποὺ περικλείουν αἱ πλάκες, δὲν χρησιμοποιεῖται πλήρως. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν, ἔὰν ἔχωμεν συσσωρευτὴν μὲ χωρητικότητα 120 Ah καὶ τὸν ἐκφορτίσωμεν μὲ ἔντασιν 6 A, ἡ ἐκφόρτισις θὰ διαρκέσῃ 20 h. Ἐάν ὅμως ἡ ἐκφόρτισις γίνη μὲ ἔντασιν 12 A, ἡ διάρκεια τῆς ἐκφορτίσεως δὲν θὰ εἰναι 10 h, ποὺ ἀντιστοιχοῦν πάλιν εἰς 120 A, ἀλλὰ μόνον 8 h, ποὺ ἀντιστοιχοῦν εἰς $12 \times 8 = 96$ Ah. Βλέπομεν, λοιπόν, ὅτι ἡ χωρητικότης ἐλαττώνεται, ὅταν ἡ διάρκεια τῆς ἐκφορτίσεως ἐλαττώνεται, δι' αὐτὸ οἱ κατασκευασταὶ τῶν συσσωρευτῶν δίδουν τρεῖς τιμὰς χωρητικότητος, ποὺ ἀντιστοιχοῦν εἰς τρεῖς χρόνους ἐκφορτίσεως, 3 ὥρῶν, 10 ὥρῶν καὶ 20 ὥρῶν.

Πολλὰς φοράς διὰ τὸν χαρακτηρισμὸν τῶν συσσωρευτῶν, ἐκτὸς ἀπὸ τὴν χωρητικότητα δίδεται καὶ τὸ βάρος τῶν πλακῶν του. Πρὸς τὸῦτο οἱ κατασκευασταὶ συσσωρευτῶν δίδουν τὴν εἰδικὴν χωρητικότητα, μὲ τὴν ὅποιαν ἡ χωρητικότης ἀναφέρεται εἰς τὸ χιλιόγραμμον βάρους τῶν πλακῶν, π.χ. εἰδικὴ χωρητικότης 10 Ah/kg.

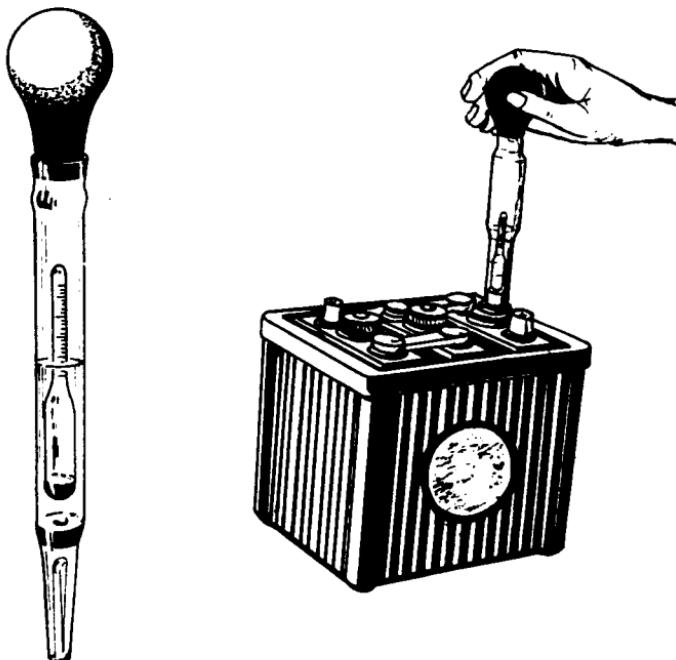
Οἱ συσσωρευταὶ, λόγω τῆς κατασκευῆς των, καὶ ὅταν ἀκόμη δὲν παρέχουν ρεῦμα, ὅταν δηλαδὴ τὸ ἔξωτερικόν των κύκλωμα εἰναι ἀνοικτόν, ἐκφορτίζονται μὲ ἀργὸν ρυθμὸν καὶ χάνουν μέχρις 1 % τῆς χωρητικότητός των κάθε ἡμέραν. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ καλεῖται αὐτο-εκφόρτισις καὶ εἶναι τόσον ἐντονώτερον, ὃσον ὑψηλοτέρα εἰναι ἡ θερμοκρασία τοῦ περιβάλλοντος, ἐντὸς τοῦ ὅποιου εύρισκεται ὁ συσσωρευτής, καὶ ὃσον διλιγώτερον καθαρὸς εἶναι δὲ λεκτρολύτης. Λόγω τοῦ φαινομένου αὐτοῦ, οἱ συσσωρευταὶ δὲν πρέπει νὰ μένουν ἀχρησιμοποίητοι, συνήθως περισσότερον ἀπὸ 20 ἡμέρας, διότι, ἔὰν δ συσσωρευτής ἐκφορτισθῇ πέραν ὠρισμένου δρίου, καταστρέφεται.

Ἐὰν θέλωμεν νὰ ἀποθηκεύσωμεν συσσωρευτὴν διὰ μέγα χρ-

νικὸν διάστημα, λαμβάνομεν κατάλληλα μέτρα διὰ νὰ μὴ καταστραφῇ.

Ἐτσι φορτίζομεν τὸν ἀποθήκευμένον συσσωρευτὴν περιοδικῶς μὲ μικρὰν ἔντασιν (π.χ. κάθε μῆνα μέχρι 10 h μὲ ἔντασιν 1 ἔως 3A), ἐὰν ἡ ἀποθήκευσις γίνῃ διὰ χρονικὸν διάστημα 2 ἢ 3 μηνῶν. Ἐὰν προβλέπωμεν ἀποθήκευσιν 3 ἔως 6 μηνῶν ἀποθηκεύομεν τὸν συσσωρευτὴν φορτισμένον, ἀλλὰ χωρὶς ἡλεκτρολύτην. Τέλος, ἐὰν προβλέπεται ἀποθήκευσις ἄνω τῶν 6 μηνῶν, τὸν ἀποθηκεύομεν φορτισμένον καὶ χωρὶς ἡλεκτρολύτην ἀλλὰ καὶ μετὰ ἀπὸ καλὴν ξήρανσιν τῶν πλακῶν του, ἀφοῦ προηγουμένως τὰς πλύνομεν μὲ ἀπεσταγμένον ὕδωρ.

Ὀπως εἶδομεν προηγουμένως, ὅσον περισσότερον φορτισμένος εἰναι ὁ συσσωρευτής, τόσον πυκνότερος εἰναι ὁ ἡλεκτρολύτης του. Δυνάμεθα, ἐπομένως, νὰ προσδιορίζωμεν τὴν κατάστασιν φορτίσεως ἐνὸς συσσωρευτοῦ, μετροῦντες τὴν πυκνότητα τοῦ ἡλεκτρολύτου του.



Σχ. 16.5 δ.

Πρὸς τοῦτο, χρησιμοποιοῦμεν τὸ πυκνόμετρον, ὅπως γνωρίζομεν ἀπὸ τὴν Φυσικήν, μὲ τὸ ὅποιον εἰναι δυνατή ἡ ἀναρρόφησις ύγρου ἀπὸ τὸ

δοχείον κάθε στοιχείου, όπως δεικνύει τὸ σχῆμα 16·5 δ, καὶ ἡ μέτρησις τῆς πυκνότητος αὐτοῦ, ποὺ δίδεται εἴτε εἰς g/cm^3 εἴτε εἰς βαθμοὺς Μπωμὲ (μπωμόμετρον). Ἡ ἀντιστοιχία πυκνότητος καὶ καταστάσεως φορτίσεως κάθε συσσωρευτοῦ δίδεται ἀπὸ τὸν Πίνακα 16·5·1.

Π Ι Ν Α Ξ 16·5·1

Ἀντιστοιχία πυκνότητος καὶ καταστάσεώς συσσωρευτῶν

Πυκνότης τοῦ ήλεκτρολύτου εἰς βαθμοὺς Μπωμὲ	Πυκνότης τοῦ ήλεκτρολύτου εἰς g/cm^3	Κατάστασις φορτίσεως τοῦ συσσωρευτοῦ	
		Βαθμὸς φορτίσεως %	Τάσις τῶν στοι- χείων ἐν κενῷ εἰς V
12	1,08		
13	1,09		
14	1,10		
15	1,11		
16	1,12		
17	1,13		
18	1,14		
19	1,15		
20	1,16		
21	1,17		
22	1,18		
23	1,19		
24	1,20		
25	1,21		
26	1,22		
27	1,23		
28	1,24		
29	1,25		
30	1,26		
31	1,27		
32	1,28		
		Ἐκφορτισμένος Συσσωρευτής	1,96
		25 %	2,00
		50 %	2,04
		75 %	2,08
		100 %	2,10
			2,15

Κατὰ τὴν ἐκφόρτισιν ἐνὸς συσσωρευτοῦ, ἡ τάσις αὐτοῦ παραμένει περίπου σταθερὰ ἐπὶ ἀρκετὸν διάστημα, μέχρις ὅτου ἡ χωρητικότης ἀρχίσῃ νὰ ἔξαντληται σημαντικῶς, ὅπότε ἡ τάσις πίπτει ταχέως. Ἡ ἐκφόρτισις τοῦ συσσωρευτοῦ δὲν ἐπιτρέπεται νὰ συνεχισθῇ, ὅταν ἡ τάσις φθάσῃ εἰς 1,8 V, διότι τότε ὑπάρχει κίνδυνος νὰ καταστραφοῦν αἱ πλάκες καὶ ὡς ἐκ τούτου δὲν θὰ είναι δυνατὸν νὰ φορτισθοῦν ἐκ νέου.

Πράγματι, είς τὴν περίπτωσιν αύτήν, ὅπως καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν μακροχρονίου ἀποθηκεύσεως χωρὶς τὴν λῆψιν τῶν καταλλήλων μέτρων, ὁ θειικὸς μόλυβδος, ποὺ σχηματίζεται εἰς τὰς πλάκας, σχηματίζει χονδρούς λευκούς κρυστάλλους, οἱ δποῖοι μειώνουν τὴν ἀπόδοσιν τοῦ συσσωρευτοῦ καὶ τελικῶς τὸν καταστρέφουν. Τὸ φαινόμενον αὐτὸν καλεῖται θειίκωσις καὶ ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νὰ χάσῃ ὁ συσσωρευτής τὴν δυνατότητα ἐπαναφορτίσεως. Θειίκωσιν εἶναι δυνατὸν νὰ ὑποστῇ ὁ συσσωρευτής καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν, κατὰ τὴν δποῖαν λειτουργεῖ χωρὶς ὁ ἡλεκτρολύτης νὰ καλύπτῃ τελείως τὰς πλάκας.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὴν θειίκωσιν, ἡ ἀνοδος τῆς θερμοκρασίας τοῦ συσσωρευτοῦ ἀπὸ ὑπερφορτίσεις, ἡ χαλάρωσις τοῦ ἐνεργοῦ ὄλικοῦ τῶν πλακῶν λόγω παραμονῆς τοῦ συσσωρευτοῦ εἰς πολὺ ψυχρὸν περιβάλλον, ἵδιας ὅταν εἶναι ἐκφορτισμένος, καὶ ἡ μακροχρόνιος χρῆσις τοῦ συσσωρευτοῦ ἔχουν ὡς ἀποτέλεσμα διαφόρους καταστροφὰς τῶν μερῶν, ἀπὸ τὰ δποῖα ἀποτελεῖται (σκελετὸς τῶν πλακῶν, μονωτικὰ διαφράγματα κ.λπ.) κυρίως, ὅμως τὸ ἐνεργὸν ὄλικὸν πίπτει εἰς τὸν πυθμένα τοῦ κιβωτίου, ὅπου δλίγον κατ' δλίγον δημιουργεῖται ὀγώγιμον στρῶμα, ποὺ, ὅταν ἀποκτήσῃ ἀρκετὸν πάχος, φθάνει εἰς τὸ κάτω μέρος τῶν πλακῶν, τὰς δποῖας βραχικυκλώνει. "Οταν ὁ συσσωρευτής βραχικυκλωθῇ ἐσωτερικῶς, δὲν δύναται νὰ ἐπαναφορτισθῇ.

Ἡ διάρκεια ζωῆς ἐνὸς συσσωρευτοῦ ἐκφράζεται ἀπὸ τὸ πλῆθος τῶν ἐπαναλαμβανομένων φορτίσεων, καὶ ἐκφορτίσεων ποὺ δύναται νὰ ὑποστῇ χωρὶς νὰ ἀπολέσῃ περισσότερον ἀπὸ 20%, τῆς δημοστικῆς του χωρητικότητος. "Ενας καλὸς συσσωρευτής χάνει 20%, τῆς δημοστικῆς του χωρητικότητος μετὰ ἀπὸ 200 ἔως 250 φορτίσεις καὶ ἐκφορτίσεις.

Διὰ τὴν φόρτισιν ἐνὸς συσσωρευτοῦ, ἀκολουθοῦμεν τὰς δδηγίας τοῦ κατασκευαστοῦ διὰ τὸν τύπον τοῦ συσσωρευτοῦ ποὺ ἔχομεν. Γενικῶς, γεμίζομεν τὸν συσσωρευτήν, ἔὰν εἶναι κενός, μὲ ἡλεκτρολύτην πυκνότητος 1,24 καὶ τὸν ἀφήνομεν ἀρκετὸν χρόνον διὰ νὰ ποτισθοῦν καλῶς αἱ πλάκες του (π.χ. 12 ή 24 h, εἰς τὴν περίπτωσιν πρώτης φορτίσεως καινουργοῦς συσσωρευτοῦ, 2 h, εἰς τὴν περίπτωσιν φορτίσεως ἀποθηκευμένου συσσωρευτοῦ, κενοῦ μὲ ξηρανθείσας πλάκας). Ἔν συνεχείᾳ, ἀφοῦ συμπληρώσωμεν τὸν συσσωρευτήν μὲ ἡλεκτρολύτην, μέχρις ὅτου ἡ στάθμη του ὑπερβῇ δλίγον τὸ ἐπάνω μέρος τῶν πλακῶν, τὸν συνδέομεν μὲ πηγὴν συνεχοῦς ρεύματος, Τὸ ρεῦμα φορτίσεως ρυθμίζεται οὕτως, ώστε νὰ εἶναι, συνήθως, ἵσον πρὸς τὸ 1/20 ή τὸ 1/10 τῶν ἀμπερωρίων.

Ἐφ' ὅσον διατηροῦμεν σταθερὸν τὸ ρεῦμα φορτίσεως, ἡ τάσις τροφοδοτήσεως τοῦ φορτιζομένου συσσωρευτοῦ αὐξάνει. "Οταν αὐτὴ φθάσῃ τὰ 2,4 V περίπου, τότε ἐκλύονται ἀφθονα ἀέρια. Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος φορτίσεως ἀπὸ τοῦ σημείου αὐτοῦ θὰ πρέπει νὰ ἐλαττωθῇ (2 ἔως 5 A) καὶ ἡ φόρτισις νὰ συνεχισθῇ, μέχρις ὅτου ἡ πυκνότης τοῦ ἡλεκτρολύτου παύσῃ γὰρ ἀνέρχεται. Ἐάν ἡ φόρτισις τοῦ συσσωρευτοῦ δλοκληρωθῇ, ἀλλὰ παρ' ὅλα αὐτὰ συνεχίσωμεν νὰ τὸν τροφοδοτοῦμεν, ἐπειδὴ ὁ συσσωρευτής δὲν θὰ δύναται νὰ ἀποθηκεύσῃ ἄλλην ἐνέργειαν, ἡ ἐνέργεια ποὺ τοῦ δίδομεν θὰ καταναλίσκεται ἀπλῶς διὰ τὴν παραγωγὴν θερμότητος καὶ ἀερίων.

Ἡ φόρτισις τοῦ συσσωρευτοῦ δύναται νὰ πραγματοποιηθῇ καὶ ταχύτερον, διὰ ταχείας φορτίσεως. Εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς φορτίσεως, τὸ ρεῦμα είναι 7 ἔως 10 φορᾶς μεγαλύτερον τοῦ κανονικοῦ καὶ ἐν συνεχείᾳ μειώνεται προοδευτικῶς, ὅσον αὐξάνει ἡ τάσις τοῦ συσσωρευτοῦ. Ἔτσι δὲν ἐκλύονται πολλὰ ἀέρια κατὰ τὴν φόρτισιν. Ἐπειδὴ τὰ ἀέρια αὐτὰ είναι δξειγόνον καὶ ὑδρογόνον, ἀπαιτεῖται καλὸς ἀερισμὸς τοῦ θαλάμου φορτίσεως διὰ τὴν ἀποφυγὴν τοῦ κινδύνου ἐκρήξεως.

Ἐπειδὴ κατὰ τὴν φόρτισιν δημιουργεῖται ἄνοδος τῆς θερμοκρασίας, τὸ ὑδωρ τοῦ διαλύματος τοῦ ἡλεκτρολύτου, πλὴν τῶν ἀπωλειῶν, ποὺ δφείλονται εἰς τὸν σχηματισμὸν τῶν ἀερίων, ύφισταται ἀπωλείας καὶ λόγω ἔξατμίσεως. Πρέπει, λοιπόν, κατὰ διαστήματα, νὰ προστίθεται εἰς τὸν συσσωρευτήν ἀπεσταγμένον ὑδωρ.

2) Λοιποὶ τύποι συσσωρευτῶν.

Ἐκτὸς ἀπὸ τοὺς συσσωρευτὰς μολύβδου, χρησιμοποιοῦνται ἐπίστης οἱ συσσωρευταὶ χάλυβος ἢ ἀλκαλικοὶ συσσωρευταὶ καὶ οἱ συσσωρευταὶ ἀργύρου-ψφενδαργύρου.

Οἱ ἀλκαλικοὶ συσσωρευταὶ ἔχουν συνθετικὰς πλάκας ἀποτελουμένας ἀπὸ σωλῆνας ἐπινικελωμένου χάλυβος, ἐντὸς τῶν ὅποιων τοποθετεῖται ἐνεργὸς μᾶζα ἀπὸ ὑδροξείδιον τοῦ νικελίου· αἱ ἀρνητικαὶ πλάκες τῶν είναι ἀπὸ ἐπινικελωμένου χάλυβα ὑπὸ μορφὴν διατρήτων δοχείχειων, ἐντὸς τῶν ὅποιων τοποθετοῦνται ὀξείδια τοῦ σιδήρου ἢ τοῦ καδμίου (σχ. 16·5 ε). Ὁ ἡλεκτρολύτης τῶν συσσωρευτῶν αὐτῶν είναι διάλυμα καυστικοῦ καλίου πυκνότης $1,2 \text{ g/cm}^3$. Δὲν μετέχει δὲ σχεδὸν καθόλου εἰς τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις τῆς φορτίσεως καὶ ἐκφορτίσεως· χρησιμεύει μόνον ὡς ἀγώγιμον μέσον μεταξὺ τῶν ἡλεκτροδίων. Ἔτσι,

ή κατάστασις φορτίσεως τῶν συσσωρευτῶν αὐτῶν δὲν δύναται νὰ διαπιστωθῇ ἀπὸ τὴν πυκνότητα τοῦ ἡλεκτρολύτου, ή ὅποια δὲν μεταβάλλεται σχεδὸν καθόλου.

Οἱ ἀλκαλικοὶ συσσωρευταὶ ἐν συγκρίσει πρὸς τοὺς συσσωρευτὰς μολύβδου ἔχουν :

α) Μέσην τάσιν ἐν κενῷ (H.E.D.) μόνον 1,2 V.

β) Ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν μεγαλυτέραν.

γ) Μικρότερον βαθμὸν ἀποδόσεως.

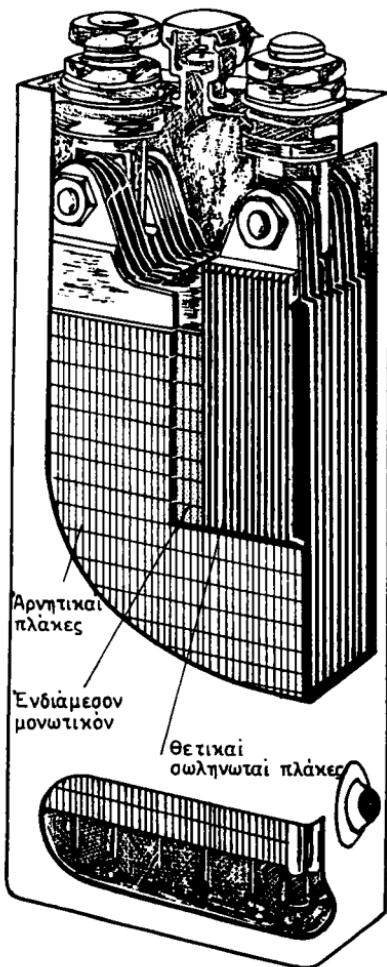
δ) Εἰδικὴν χωρητικότητα σημαντικῶς μεγαλυτέραν (περίπου 14 Ah/kg) ἐν συγκρίσει πρὸς τοὺς συσσωρευτὰς μολύβδου (11 Ah/kg).

ε) Ἐλάττωσιν τῆς H.E.D. ἀπὸ τὴν ἔναρξιν τῆς ἐκφορτίσεως μέχρι τὸ πέρας αὐτῆς μεγαλυτέραν (30%) ἐν συγκρίσει πρὸς τοὺς συσσωρευτὰς μολύβδου (15%).

Ϛ) Κόστος σημαντικῶς μεγαλύτερον.

Ἡ σταθερότης τῆς τάσεως τῶν συσσωρευτῶν μολύβδου (μικρὰ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις), ἡ μεγαλυτέρα τάσις ἀνὰ στοιχεῖον καὶ τὸ μικρὸν κόστος αὐτῶν εἶναι αἱ βασικαὶ αἵτιαι, διὰ τὰς ὅποιας οἱ συσσωρευταὶ αὔτοὶ εὑρίσκουν τὰς περισσοτέρας ἑφαρμογάς.

Οἱ ἀλκαλικοὶ συσσωρευταὶ ἔχουν μεγαλυτέραν μηχανικὴν ἀντοχήν, ἀπαιτοῦν μικροτέραν ἐπίβλεψιν καὶ συντήρησιν καὶ δύνανται νὰ



Σχ. 16·5 ε.

μείνουν ἀφόρτιστοι ἐπὶ μῆνας χωρὶς ζημίαν, ἐνῶ ἡ ἐκφόρτισις δύναται νὰ παραταθῇ ὅσονδήποτε. Ἡ χωρητικότης εἰς αὐτοὺς δὲν μεταβάλλεται μὲ τὸν τρόπον ἐκφορτίσεως.

Ἐκ τῶν ἀλκαλικῶν συσσωρευτῶν, οἱ συσσωρευταὶ νικελίου-καδμίου δύνανται νὰ φορτισθοῦν μὲ πολὺ μικρὰν ἔντασιν ρεύματος καὶ παρουσιάζουν μικροτέραν ἀπώλειαν τάσεως.

Οἱ συσσωρευταὶ ἀργύρου-ψευδαργύρου ἔχουν θετικὴν ἐνεργὸν μᾶζαν ἀπὸ δξείδιον τοῦ ἀργύρου καὶ ἀρνητικὴν μᾶζαν ἀπὸ ψευδάργυρον. Ὁ ἡλεκτρολύτης εἶναι ἄλας ἀμετάβλητον κατὰ τὴν ἐκφόρτισιν ἢ φόρτισιν. Ὁ συσσωρευτὴς αὐτὸς ἔχει πολὺ καλὸν βαθμὸν ἀποδόσεως καὶ εἶναι κατὰ πολὺ ἐλαφρότερος τῶν συσσωρευτῶν μολύβδου διὰ τὴν αὐτὴν παροχὴν ἐνεργείας.

3) Χρήσεις.

Οἱ συσσωρευταὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς ὅσας περιπτώσεις δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἔχωμεν παροχὴν ρεύματος ἀπὸ τὸ δίκτυον τῆς πόλεως. Ἔτοι, ἔχομεν τοὺς συσσωρευτὰς διὰ τὴν ἑκκίνησιν τῶν αὐτοκινήτων (συσσωρευταὶ μολύβδου) καὶ τὴν τροφοδότησιν τῶν φανῶν καὶ λοιπῶν ἡλεκτρικῶν ἔξαρτημάτων αὐτῶν, τοὺς συσσωρευτὰς διὰ τὴν ἑκκίνησιν μοτοσυκλετῶν, τοὺς συσσωρευτὰς ἐλεσεως διὰ τὴν κίνησιν ἡλεκτρικῶν αὐτοκινήτων, τοὺς συσσωρευτὰς διὰ τὸν βοηθητικὸν φωτισμὸν καὶ φωτισμὸν ἀσφαλείας θεάτρων, νοσοκομείων κ.λπ. Εἰς τοὺς συσσωρευτὰς αὐτούς, αἱ συστοιχίαι των ἐγκαθίστανται οὕτως, ὥστε νὰ φορτίζωνται ὅταν δὲν λειτουργοῦν καὶ νὰ ἀναλαμβάνουν αὐτομάτως, δι’ εἰδικοῦ μεταγωγέως, τὴν τροφοδότησιν δι’ ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας, ὅταν σημειωθῇ διακοπὴ τῆς παροχῆς τοῦ δικτύου τῆς πόλεως. Ἐπίστης συσσωρευταὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν τηλεφωνίαν ἢ τὴν σηματοδότησιν (εἰς ἀπομεμακρυσμένους σηματοδότας χρησιμοποιοῦνται συσσωρευταὶ μικρᾶς συντηρήσεως, δηλαδὴ ἀλκαλικοὶ συσσωρευταὶ). ἔχομεν ἀκόμη τοὺς συσσωρευτὰς ἡλεκτρικῶν ὑποσταθμῶν, τοὺς ναυτικοὺς συσσωρευτὰς (πλοίων καὶ ὑποβρυχίων), τοὺς συσσωρευτὰς ἀεροπλάνων (συσσωρευταὶ μικροῦ βάρους, δηλαδὴ συσσωρευταὶ ἀργύρου-ψευδαργύρου) κ.ἄ.

16. 6. Έρωτήσεις.

1. Τὰ ύγρα είναι καλοὶ ἡ κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ; 'Αναφέρατε παραδείγματα .
2. Εἰς ποῖα ἀπὸ τὰ ύγρα λαμβάνει χώραν ἡλεκτρόλυσις μὲ τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος ;
3. Εἰς τί συνίσταται τὸ φαινόμενον τῆς ἡλεκτρολύσεως ;
4. Κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν πῶς ὀδεύει τὸ ἴὸν ὑδρογόνου ἡ μετάλλου ἐν σχέσει πρὸς τὴν κατεύθυνσιν τοῦ ρεύματος καὶ πῶς τὸ δξενγόνου ;
5. Ποῦ ὀφείλεται ἡ ἀποσύνθεσις τοῦ ὄντας κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν ;
6. Ποῖαι είναι αἱ ἔφαρμογαὶ τῆς ἡλεκτρολύσεως ;
7. Τί ἐπιτυγχάνομεν μὲ τὴν γαλβανοστεγίαν καὶ πῶς ;
8. Εἰς τί ἀποβλέπει ἡ ἔφαρμογή τῆς ἀνοδιώσεως τοῦ ἀλουμινίου ;
9. Πῶς ἔχηγοῦνται αἱ ἡλεκτρολυτικαὶ διαβρώσεις ;
10. Τί καλεῖται ἡλεκτρικὸν στοιχεῖον καὶ ποῦ χρησιμοποιεῖται τοῦτο ;
11. Ποία ἡ διαφορὰ H.E.D. καὶ τάσεως εἰς τοὺς πόλους ἐνὸς στοιχείου ;
12. Ποῖαι είναι αἱ μορφαὶ, ὑπὸ τάς ὅποιας κατασκευάζονται τὰ ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα ; Πόστη είναι ἡ H.E.D. ἐνὸς στοιχείου ψευδαργύρου-ἄνθρακος ;
13. Ποῦ χρησιμοποιοῦνται τὰ ξηρὰ στοιχεῖα ;
14. Τί είναι τὰ στοιχεῖα καυσίμου ; Ποία πλεονεκτήματα παρουσιάζουν ἐν συγκρίσει πρὸς τὰ λοιπὰ στοιχεῖα ;
15. Ποία ἡ βασικὴ διαφορὰ μεταξὺ ἡλεκτρικῶν στοιχείων καὶ συσσωρευτῶν ;
16. 'Απὸ τὶ ἀποτελοῦνται οἱ συσσωρευταὶ μολύβδου ;
17. Εἰς ποῖον φαινόμενον βασίζεται ἡ λειτουργία τῶν συσσωρευτῶν ;
18. Πῶς δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὰς θετικάς ἀπὸ τὰς ἀρνητικάς πλάκας ἐνὸς φορτισμένου συσσωρευτοῦ μολύβδου ;
19. Μὲ ποῖον τρόπον δυνάμεθα νὰ ἀναγνωρίζωμεν τὸν βαθμὸν φορτίσεως ἐνὸς συσσωρευτοῦ μολύβδου ;
20. Πόσας ὥρας δύναται νὰ λειτουργήσῃ ἔνας συσσωρευτής μολύβδου 100 Ah εἰς 10ωρον ἐκφόρτισιν μὲ σταθερὰν ἔντασιν 10 A ; Μὲ σταθερὰν ἔντασιν 20 A ;
21. 'Απὸ τὶ κινδυνεύει ἔνας συσσωρευτής μολύβδου, ἐὰν ὀφεθῇ νὰ ἐκφορτισθῇ τελείως ; 'Υπάρχουν συσσωρευταὶ χωρὶς αὐτὸν τὸν κίνδυνον ;
22. Μεταξὺ δύο συσσωρευτῶν τοῦ αὐτοῦ τύπου καὶ τῆς αὐτῆς χωρητικότητος, ἀπὸ τοὺς ὅποιους ὁ ἔνας ἔχει εἰδικὴν χωρητικότητα 9 Ah/kg καὶ ὁ ὄλλος 11 Ah/kg, ποῖος είναι ὁ καλύτερος ;
23. 'Εὰν θέλωμεν νὰ χρησιμοποιήσωμεν συσσωρευτάς, οἱ ὅποιοι θὰ παραμένουν ἐπὶ μεγάλα χρονικά διαστήματα διχρησιμοποίητοι, ποίου εἶδους συσσωρευτάς θὰ ἐκλέξωμεν διὰ νὰ ἔχωμεν τὴν ἐλαχίστην δυνατήν συντήρησιν ;
24. 'Εὰν ὡς κριτήριον ἐκλογῆς τῶν συσσωρευτῶν ἔχωμεν τὸ βάρος, εἰς ποῖον εἶδος συσσωρευτῶν θὰ καταφύγωμεν ;

ΜΕΡΟΣ ΕΒΔΟΜΟΝ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 17

ΠΑΡΑΓΩΓΗ, ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

17·1 Σταθμοί παραγωγῆς.

Διὰ τὴν παραγωγὴν τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας, τόσον αἱ ἐπιχειρήσεις κοινῆς ὥφελείας ὅσον καὶ αἱ βιομηχανίαι, ποὺ τυχὸν διαθέτουν ἴδικήν των παραγωγήν, χρησιμοποιοῦν συγχρόνους γεννητρίας (παράγρ. 13·2). Αἱ γεννήτριαι αὐταὶ (ἐναλλακτῆρες) κινοῦνται εἴτε ὑπὸ ὑδροδυναμικῶν, εἴτε ὑπὸ θερμικῶν κινητηρίων μηχανῶν.

Αἱ μηχαναὶ, ὁ λοιπὸς ἔξοπλισμὸς διὰ τὴν παραγωγὴν τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας καὶ τὸ κτήριον, ἐντὸς τοῦ ὅποιου εἰναι ἐγκατεστημένα αὐτά, ἀποτελοῦν τὸν σταθμὸν παραγωγῆς. Ἀναλόγως τῆς κινητηρίας μηχανῆς, διακρίνομεν :

α) Ἀτμοηλεκτρικοὺς σταθμοὺς παραγωγῆς (Α.Η.Σ.Π.), εἰς τοὺς ὅποιους, σήμερον, ὡς κινητήριαι μηχαναὶ χρησιμοποιοῦνται ἀτμοστρόβιλοι.

β) Δηζελοηλεκτρικοὺς σταθμοὺς παραγωγῆς (Δ.Η.Σ.Π.), εἰς τοὺς ὅποιους ὡς κινητήριαι μηχαναὶ χρησιμοποιοῦνται πετρελαιομηχαναὶ Ντζεζελ.

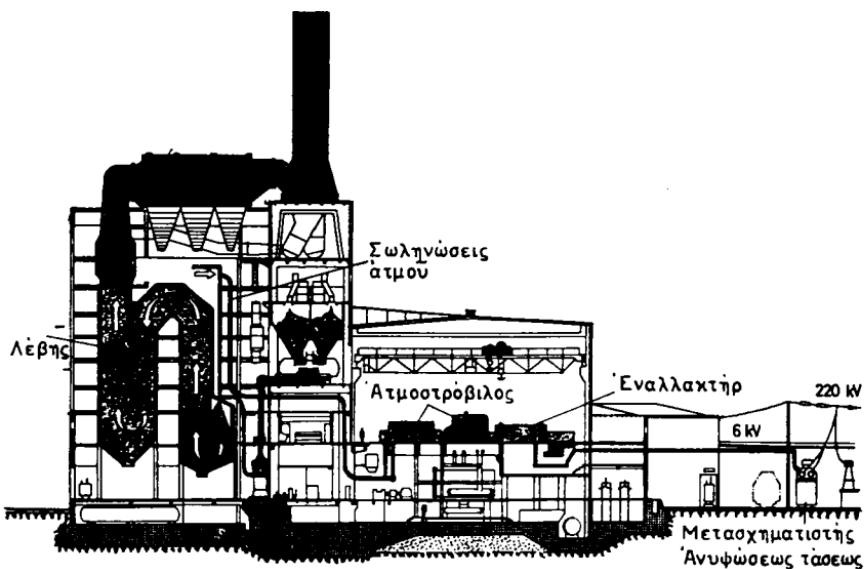
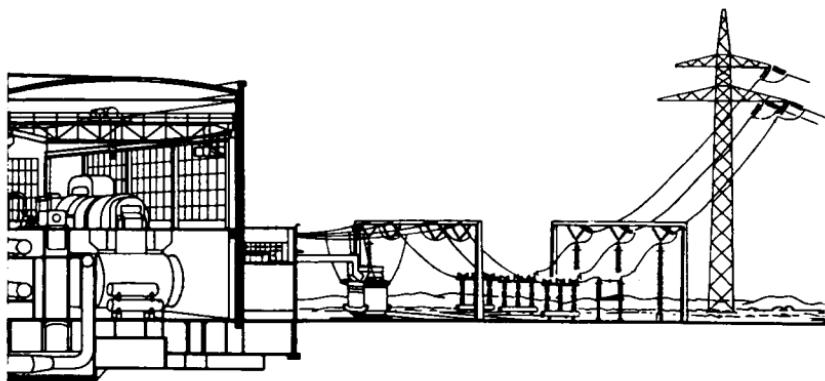
γ) Υδροηλεκτρικοὺς σταθμοὺς παραγωγῆς (Υ.Η.Σ.Π.), εἰς τοὺς ὅποιους χρησιμοποιοῦνται ύδροστρόβιλοι.

δ) Πυρηνοηλεκτρικοὺς σταθμοὺς παραγωγῆς, εἰς τοὺς ὅποιους χρησιμοποιοῦνται πυρηνικοὶ ἀντιδραστῆρες καὶ,

ε) ἀεριοηλεκτρικοὺς σταθμοὺς παραγωγῆς, εἰς τοὺς ὅποιους χρησιμοποιοῦνται ἀεριοστρόβιλοι.

Εἰς τοὺς θερμοηλεκτρικοὺς σταθμοὺς παραγωγῆς (Θ.Η.Σ.Π.) ἡ ἀποθηκευμένη εἰς τὰ καύσιμα χημικὴ ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς ἡλεκτρικήν ἐνέργειαν.

Εις τούς Α.Η.Σ.Π. τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ καύσεως τῶν καυσίμων καὶ θερμάνσεως, μὲ τὴν ἐκλυομένην θερμότητα, ὅπου τὸ ὕδωρ ἀτμοποιεῖται. Ἀπὸ τὸν λέβητα τοῦ σταθμοῦ



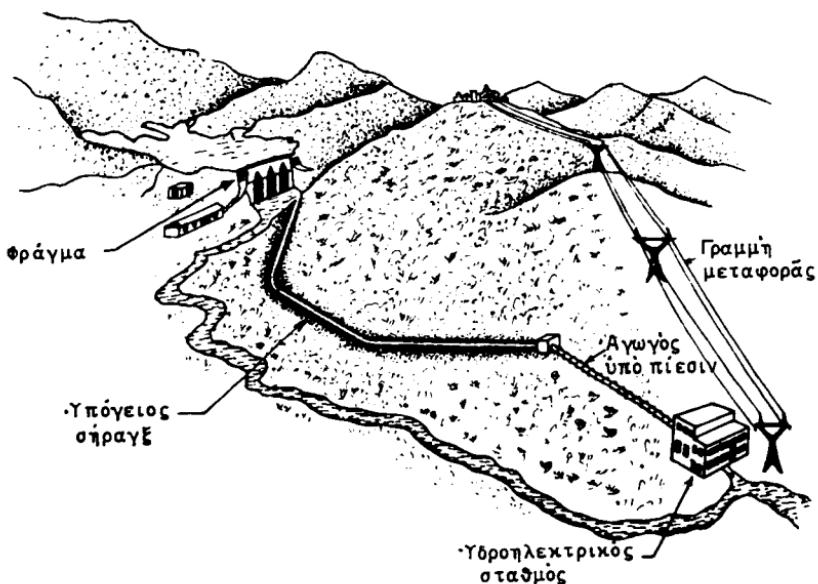
Σχ. 17·1 a.

ἔξερχεται, τελικῶς, ὑπέρθερμος ἀτμὸς ὑψηλῆς πιέσεως, ὁ ὃποῖος κινεῖ τὸν ἀτμοστρόβιλον· αὐτὸς μὲ τὴν σειράν του κινεῖ τὸν ἐναλλακτῆρα (σχ. 17·1α).

Εις τούς Δ.Η.Σ.Π. τὸ καύσιμον (πετρέλαιον) κινεῖ ἔνα ντηζελοκινητῆρα, ό δόποιος κινεῖ ἐν συνεχείᾳ τὸν ἐναλλακτῆρα.

Εις τοὺς πυρηνοηλεκτρικούς σταθμούς παράγεται ὀτμὸς μὲ τὴν ἐκλυσιμένην εἰς τὸν πυρηνικὸν ἀντιδραστῆρα θερμότητα.

Εις τοὺς ὑδροηλεκτρικούς σταθμούς, ό δύροστροβίλος, ποὺ κινεῖ τὸν ἐναλλακτῆρα, κινεῖται μὲ ὕδωρ ποὺ πίπτει ἀπὸ μέγα ὕψος (ὑδατόπτωσις) ἢ ρέει γενικῶς πρὸς κάποιαν κατεύθυνσιν (σχ. 17.1β).



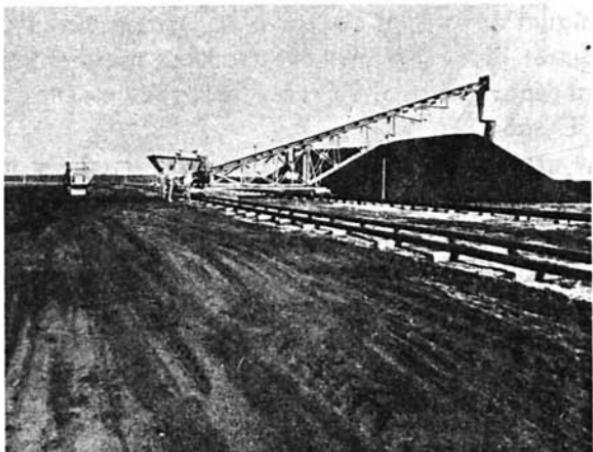
Σχ. 17.1β.

Τὰ καύσιμα ἐνὸς θερμοηλεκτρικοῦ σταθμοῦ παραγωγῆς είναι στερεά, ύγρα, εἰς ωρισμένας δὲ περιπτώσεις ἀέρια.

α) *Στερεὰ καύσιμα.*

Στερεὰ καύσιμα είναι οἱ γαιάνθρακες (όρυκτοι ἄνθρακες), ποὺ ἔχαγονται ἀπὸ τὴν γῆν δι' ἔξορύξεως. Αὐτοὶ χαρακτηρίζονται ἀπὸ τὴν θερμογόνον δύναμιν, δηλαδὴ ἀπὸ τὴν θερμότητα ποὺ δύναται νὰ ἀποδώσῃ καιομένη ποσότης 1 kg γαιανθράκων. Ή θερμογόνος δύναμις ἐκφράζεται εἰς χιλιοθερμίδας (σύμβολον: kcal) ἀνὰ kg καυσίμου, δηλαδὴ εἰς kcal/kg καὶ ἀποτελεῖ ποιοτικὸν χαρακτηριστικὸν τῶν καυσίμων.

Γαιανθράκων ἔχομεν πολλὰ εῖδη (ὅπως εἰναι οἱ λιθάνθρακες, οἱ λιγνῖται, οἱ όπτανθρακες ἢ κώκ, ποὺ προέρχονται ἀπὸ ἀπόσταξιν λιθανθράκων κ.λπ.) ἀπὸ τὰ δποῖα, εἰς τὴν Ἑλλάδα διὰ τοὺς σταθμούς παραγωγῆς χρησιμοποιοῦμεν ἐνα μόνον, τοὺς λιγνίτας. Οἱ λιγνῖται ἔχουν μικρὰν θερμογόνον δύναμιν (2500 ἔως 6000 kcal/kg), ὅμως χρησιμοποιοῦνται, διότι εἰς τὴν Ἑλλάδα ὑπάρχουν μεγάλα κοιτάσματα λιγνιτῶν, ὅπως εἰναι τοῦ Ἀλιβερίου, τῆς Πτολεμαΐδος, τῆς Μεγαλοπόλεως κ.ἄ. Οἱ λιγνῖται ἔξορύσσονται εἰς εἰδικὰ δρυχεῖα, ἀπὸ στρώματα ποὺ εύρισκονται εἰς μέγα βάθος, ἐντὸς τῆς γῆς, μὲ τὴν βοήθειαν ὑπογείων στοῶν. Ὁρισμένα κοιτάσματα, ὅμως, εύρισκονται σχεδὸν



Σχ. 17·1 γ.
Ἐπιφανειακὴ ἔξόρυξις λιγνίτου.

εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἔδαφους (ἐπιφανειακὰ κοιτάσματα) καὶ ἐπομένως ἡ ἔξόρυξις δὲν ἀπαιτεῖ πολυδαπάνους ὑπογείας στοάς, δόποτε καὶ τὸ κόστος τοῦ λιγνίτου εἰναι πολὺ μικρόν. Κοιτάσματα ἐπιφανειακὰ εἰς Ἑλλάδα ἔχομεν εἰς τὴν Πτολεμαΐδα, τὴν Μεγαλόπολιν κ.λπ. (σχ. 17·1γ).

Οἱ λιγνῖται μετὰ τὴν ἔξόρυξιν ἄλλοτε θραύσονται καὶ τὰ τεμάχια ποὺ προκύπτουν καθαρίζονται καὶ ἀφήνονται νὰ στεγνώσουν εἰς τὸ ὑπαίθρον, διὰ νὰ φύγῃ ἐνα μέρος ἀπὸ τὴν ὑγρασίαν των, ἄλλοτε πάλιν κονιοποιοῦνται, ξηραίνονται καὶ μετατρέπονται εἰς πλίνθους (μπρικέττες) διὰ νὰ αὐξηθῇ ἡ θερμογόνος δύναμις τῷ καυσίμῳ.

Αναλόγως τοῦ είδους τοῦ χρησιμοποιούμενου γαιάνθρακος καὶ τοῦ μέσου μεγέθους τῶν τεμαχίων του, χρησιμοποιοῦνται καὶ διάφοροι τύποι ἐσχαρῶν εἰς τοὺς λέβητας τῶν σταθμῶν παραγωγῆς. Τοῦτο γίνεται, διὰ νὰ ἀξιοποιῆται κατὰ τὸν καλύτερον δυνατὸν τρόπον ἡ καῦσις τοῦ καυσίμου.

β) Ὑγρὰ καύσιμα.

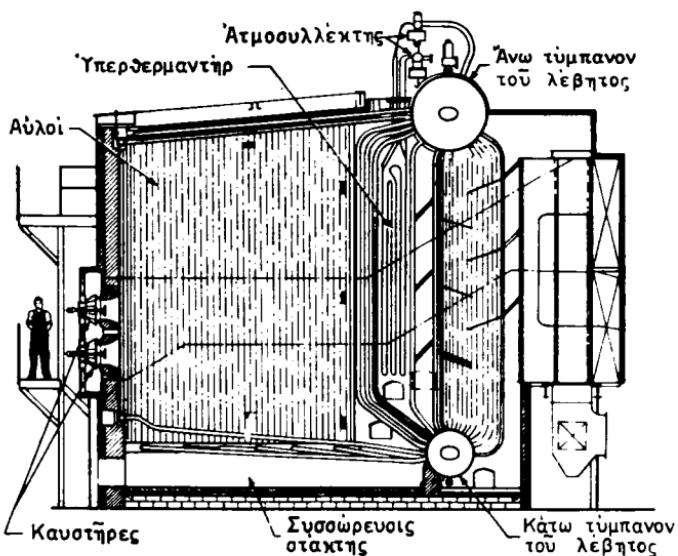
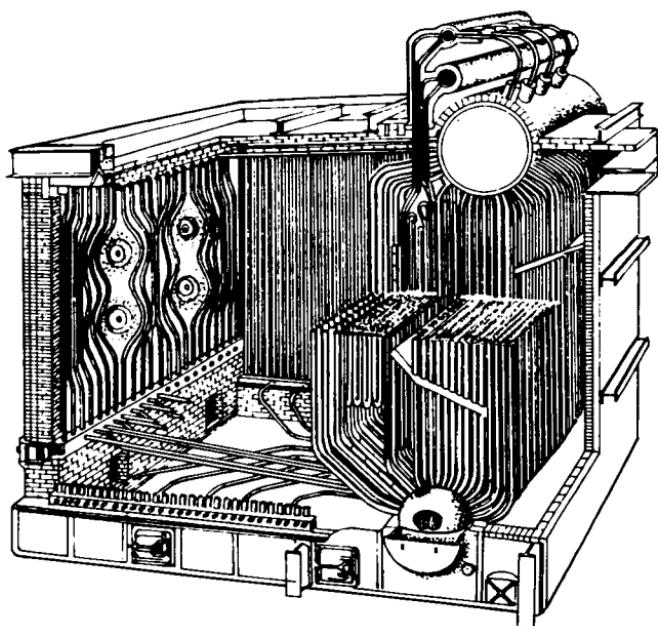
Ὑγρὰ καύσιμα, ποὺ χρησιμοποιοῦνται εἰς τοὺς σταθμοὺς παραγωγῆς, εἶναι τὸ βαρὺ πετρέλαιον (μαζούτ) καὶ τὸ πετρέλαιον ντῆζελ.

γ) Ἀέρια καύσιμα.

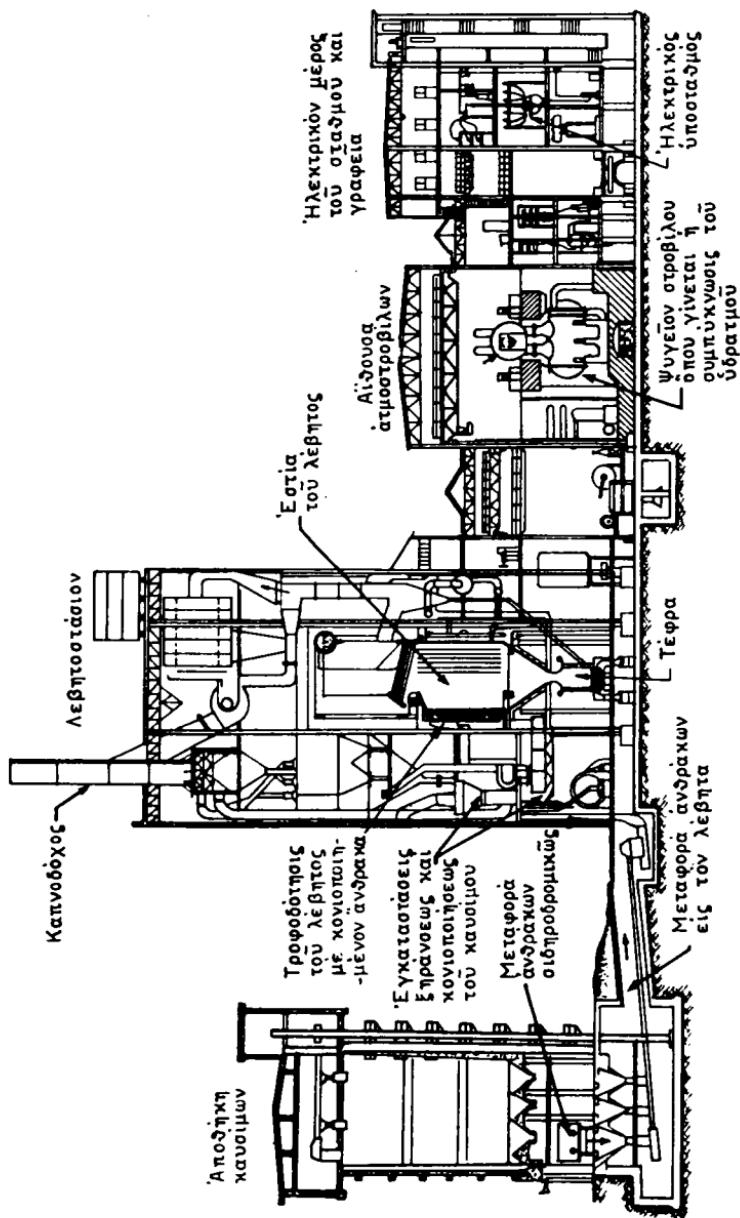
Τὰ καύσιμα αὐτὰ εἶναι φυσικὰ ἡ τεχνητὰ ἀέρια μεγάλης θερμογόνου δυνάμεως. Εἰς τοὺς ἑλληνικοὺς σταθμοὺς παραγωγῆς δὲν χρησιμοποιοῦνται ἀέρια καύσιμα, διότι δὲν ὑπάρχουν εἰς ἐπαρκεῖς ποσότητας εἰς τὴν Ἑλλάδα.

Εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν ἀτμοηλεκτρικῶν σταθμῶν παραγωγῆς, τὰ καύσιμα διοχετεύονται εἰς τὸν λεγόμενον θάλαμον καύσεως τοῦ λέβητος, ὃπου καίονται μὲ κατάλληλον προσαγωγὴν ἀέρος καὶ θερμαίνουν τὸ ὄνδωρ, τὸ δόποιον κυκλοφορεῖ ἐντὸς μιᾶς σειρᾶς αὐλῶν στερεωμένων ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν παρειῶν τοῦ θαλάμου καύσεως (σχ. 17·1 δ). Τὸ ὄνδωρ θερμαινόμενον μετατρέπεται εἰς ἀτμὸν ὑψηλῆς θερμοκρασίας καὶ πιέσεως δὲ ὅποιος δόηγεῖται διὰ σωληνώσεως εἰς τὴν εἰσοδον τοῦ ἀτμοστροβίλου (σήμερον χρησιμοποιοῦνται θερμοκρασίαί ἀκόμη καὶ 600° C καὶ πιέσεις 200 ἀτμοσφαιρῶν). Ὁ ἀτμὸς ἔκτονώνεται ἐντὸς τοῦ ἀτμοστροβίλου καὶ περιστρέφει μὲ μεγάλην ταχύτητα (3000 στρ /min) τὸ στροφεῖον του. Ὁ ἄξων τοῦ ἀτμοστροβίλου εἶναι συζευγμένος μὲ τὸν ἄξονα τῆς ἡλεκτρογεννητρίας (ἐναλλακτῆρος) καί, κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, ἡ περιστροφὴ μεταδίδεται εἰς τὸν δρομέα τῆς γεννητρίας, ἡ δόποια παράγει τὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν.

Ο ἀτμὸς μετὰ τὴν ἔκτονωσίν του ἐντὸς τοῦ στροβίλου, δόηγεῖται ὑπὸ πολὺ χαμηλὴν πίεσιν (μικροτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς) εἰς ἐναλλάκτην θερμότητος, ποὺ καλεῖται ψυγεῖον ἢ συμπυκνωτής. Ἐκεῖ ψύχεται μὲ τὴν βοήθειαν ψυχροῦ ὄνδατος, ποὺ κυκλοφορεῖ εἰς καταλλήλους σωληνώσεις. Ὁ ἀτμὸς ψυχρόμενος συμπυκνώνεται καὶ ἐπιστρέφει ὑπὸ μορφὴν ὄνδατος εἰς τὸν λέβητα διὰ νὰ ἀκολουθήσῃ, πάλιν, τὸν αὐτὸν θερμικὸν κύκλον (σχ. 17·1 ε).



Σχ. 17·1 δ.



Σχ. 17-1ε.

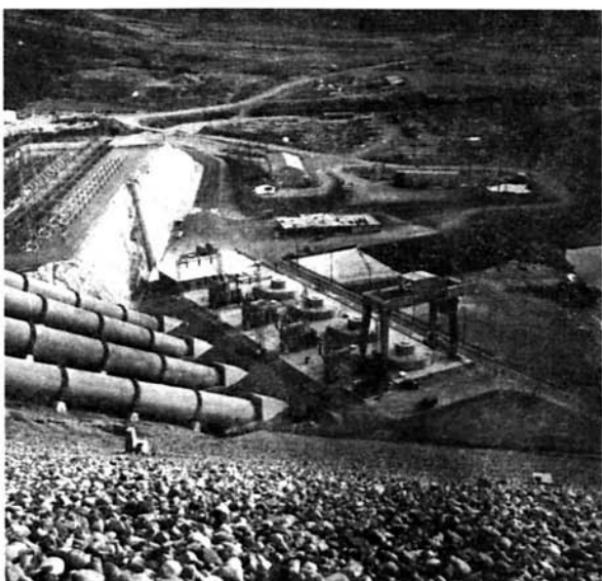
Τὸ ὄδωρ ψύξεως, ποὺ κυκλοφορεῖ εἰς τὸ ψυγεῖον, λαμβάνεται ἀπὸ γειτονικούς ποταμοὺς ἢ λίμνας ἢ καὶ ἀπὸ τὴν θάλασσαν. Εἰς τοὺς σταθμοὺς παραγωγῆς τοῦ Κερατσινίου καὶ τοῦ Ἀλιβερίου ὡς ὄδωρ ψύξεως χρησιμοποιεῖται τὸ θαλάσσιον, παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι μειονεκτεῖ ἔναντι τοῦ ὄδατος τῶν ποταμῶν καὶ λιμνῶν, διότι περιέχει ἀλατα ποὺ φράσσουν τὰς σωληνώσεις.



Σχ. 17·1 στ.

*Όταν πλησίον τοῦ σταθμοῦ δὲν ὑπάρχῃ ποταμός, λίμνη ἢ ἔστω καὶ θάλασσα, καταφεύγομεν εἰς κλειστὸν σύστημα κυκλοφορίας τοῦ ὄδατος ψύξεως.*Έκεī τὸ ὄδωρ, μετὰ τὴν ἐκτέλεσιν τοῦ προορισμοῦ του, ὁδηγεῖται, εἰς ὑπαίθριον ὄδατόπνυχον, ὃπου καταιονιζόμενον ἀπὸ ὡρισμένον ὑψος ψύχεται ἀπὸ τὸν ἀέρα, ποὺ κυκλοφορεῖ μέσω τοῦ πύργου διὰ φυσικοῦ ἐλκυσμοῦ (σχ. 17·1 στ.).*Απὸ τὸν πύργον ψύξεως τὸ ὄδωρ ἐπιστρέφει ψυχρὸν πλέον εἰς τὸ ψυγεῖον τοῦ σταθμοῦ.

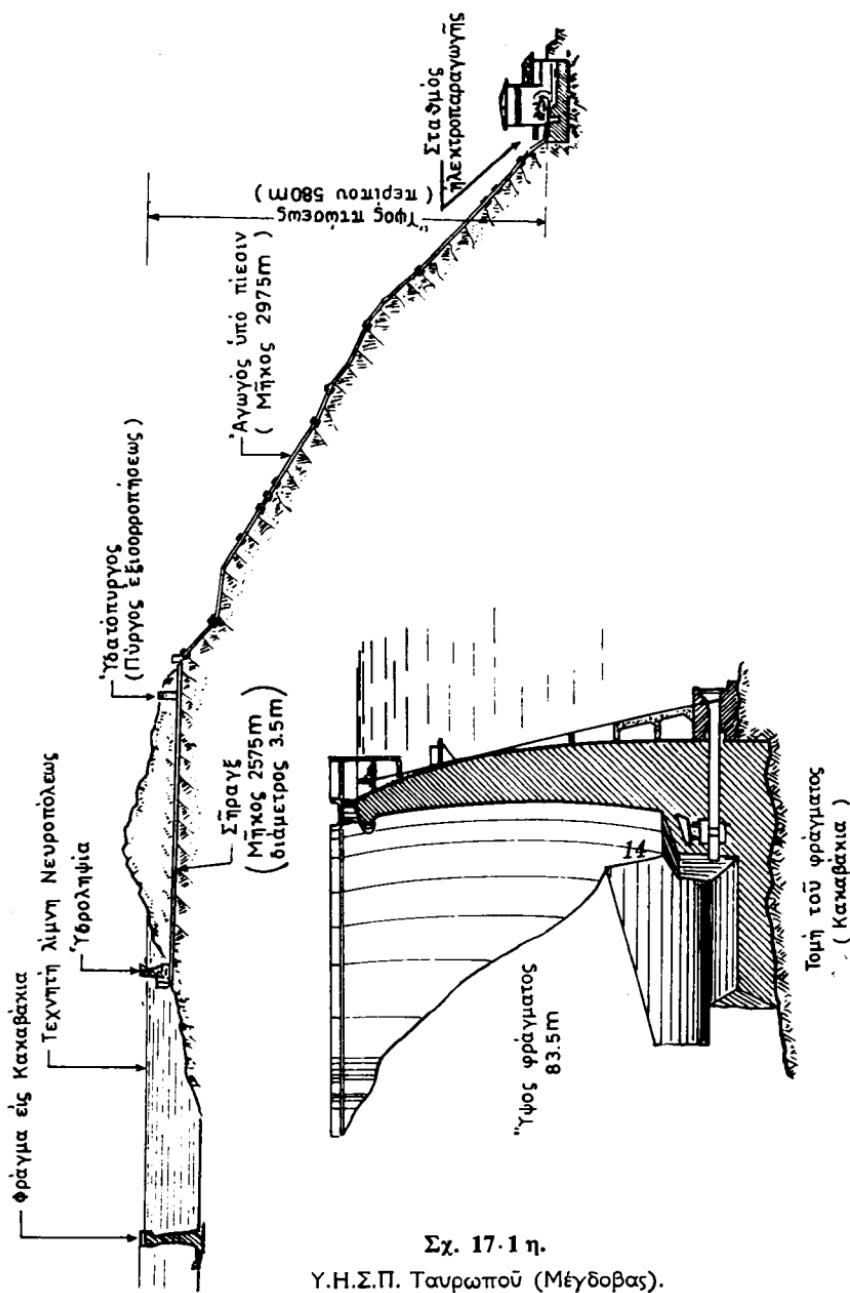
Διὰ νὰ κατασκευασθῇ ύδροηλεκτρικὸς σταθμὸς παραγωγῆς ἀπαιτεῖται, ὅπως εἴδομεν, ἡ ὑπαρξίς ποταμοῦ διὰ νὰ μετατραπῇ ἡ κινητικὴ ἐνέργεια τῶν κινουμένων ύδάτων εἰς ἡλεκτρικήν ἐνέργειαν. Ἐπειδὴ, ὅμως ἡ παροχὴ τοῦ ὕδατος τῶν ποταμῶν δὲν είναι σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους (μεγάλη παροχὴ τὸν χειμῶνα, μικρὰ παροχὴ τὸ θέρος), κατασκευάζεται μία μεγάλη ὑδατοδεξαμενή, ποὺ λόγω τοῦ μεγέθους της καλεῖται τεχνητὴ λίμνη, εἰς τὴν ὧδοιαν ἀποθηκεύεται τὸ ὕδωρ, ὅταν παρέχεται ἀφθόνως ἀπὸ τὴν φύσιν (ἰδίως κατὰ τὸν χειμῶ-



Σχ. 17·1 ζ.

Υ.Η.Σ.Π. Καστρακίου. Ἀριστερὰ διακρίνονται οἱ ἀγωγοὶ ὑπὸ πίεσιν.

να). Ἡ τεχνητὴ λίμνη κατασκευάζεται εἰς μέγα ὑψόμετρον, ὥστε τὸ ὕδωρ τῆς πίπτον ἀπὸ μέγα ὕψος νὰ ἀποκτᾶ μεγάλην κινητικὴν ἐνέργειαν. Τὸ ὕδωρ ἀπὸ τὴν τεχνητὴν λίμνην διοχετεύεται εἰς ὑπόγειον σήραγγα (τοῦνελ) ποὺ ἔχει μικράν κλίσιν καὶ μέγα μῆκος (π.χ. 10 km). Εἰς τὸ τέρμα τῆς σήραγγος ὑπάρχει σωλὴν μεγάλης διαμέτρου (2 ἄως 5 m περίπου) καὶ πολὺ μεγάλης κλίσεως (σχ. 17·1 ζ), ὅπου τὸ ὕδωρ ἀποκτᾶ μεγάλην πίεσιν (ἀγωγὸς ὑπὸ πίεσιν). Ὁ ἀγωγὸς ὑπὸ πίεσιν



δύενει έπι της έπιφανείας του έδαφους και όδηγει, τέλος, τὸ ὄντος, ποὺ ἔχει πλέον μεγάλην ταχύτητα, εἰς τὸ ἐργοστάσιον ὃπου ὑπάρχει ὁ ὄνδροςτρόβιλος. Τὸ ὄντος διέρχεται ἀπὸ τὸν ὄνδροστρόβιλον, τὸν περιστρέφει και τελικῶς ἐκχύνεται πρὸς τὰ ἔξω. Εἰς τὸ τέλος τῆς σήραγγος, πρὶν ἀπὸ τὸν ἀγωγὸν ὑπὸ πίεσιν, ὑπάρχει ἐνας πύργος ἔξισορροπήσεως, εἰς τὸν ὅποιον εἰσέρχεται τὸ ὄντος πίπτει και ἀποφεύγεται, ἔτσι, ἡ δημιουργία μεγάλων και ἀποτόμων πιέσεων εἰς τὸν ἀγωγὸν ὑπὸ πίεσιν, ὅταν ἀνοίγουν ἢ κλείουν αἱ εἰσοδοι (βάννες) τοῦ ὄντος εἰς τὸ ἐργοστάσιον (σχ. 17·1.η).

17·2 Μεταφορὰ ὑπὸ ὑψηλὴν τάσιν. Ὑποσταθμοί.

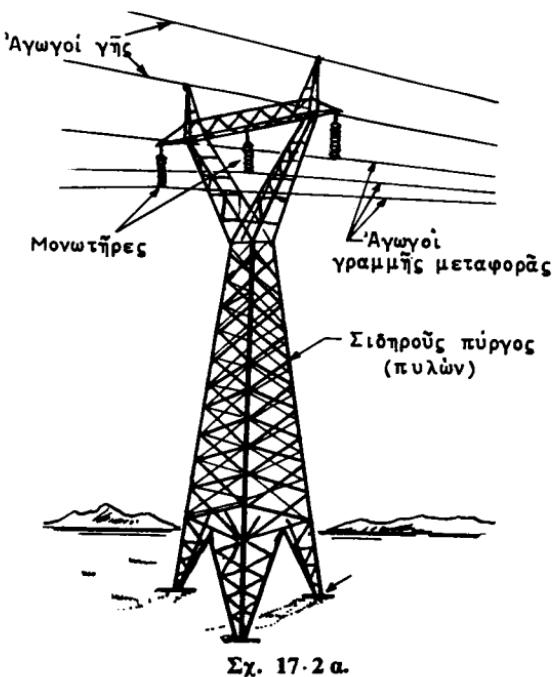
Όπως γνωρίζομεν (παράγρ. 6·2), ἡ ἡλεκτρικὴ ἰσχὺς δίδεται ἀπὸ τὸ γινόμενον τῆς ἡλεκτρικῆς τάσεως ἐπὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος. Δηλαδή, ἐὰν καλέσωμεν τὴν ἰσχὺν N, ἡ ἰσχὺς αὐτῇ θὰ είναι ἵση πρὸς :

$$N = U \cdot I$$

ὅπου: U είναι ἡ τάσις και I είναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος.

Ἐὰν ἀπὸ τὸν σταθμὸν παραγωγῆς παράγεται ἰσχὺς N, διὰ νὰ μεταφερθῇ ἡ ἰσχὺς αὐτῇ εἰς τὰς θέσεις τῶν καταναλώσεων, χρησιμοποιοῦνται ἡλεκτρικὰ γραμμαὶ (σχ. 17·2 α), ποὺ ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἡλεκτρικοὺς ἀγωγοὺς (σύρματα). Κατὰ μῆκος τῶν ἡλεκτρικῶν γραμμῶν, ἡ ροή τοῦ ρεύματος προκαλεῖ ἀπωλείας, ποὺ ὀφείλονται εἰς τὸ φαινόμενον Τζούλ (παράγρ. 15·1) και είναι ἵσαι πρὸς R · I², ὃπου R είναι ἡ ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις, τὴν ὅποιαν παρουσιάζουν οἱ ἀγωγοὶ τῆς γραμμῆς (σχ. 17·2 α). Διὰ τὴν ἐλάττωσιν τῶν ἀπωλειῶν αὐτῶν θὰ πρέπει εἴτε νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἀγωγοὶ μὲ μεγάλην διατομήν, ἐπομένως μὲ μικρὰν ἀντίστασιν R (παράγρ. 4·3), εἴτε νὰ ἐλαττωθῇ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος I. Ἐπειδή, δμως, ἡ ἐλάττωσις τῆς ἀντίστασεως προϋποθέτει τὴν ἐγκατάστασιν ἀγωγῶν μὲ μέγια πάχος, ἡ πρώτη λύσις δικαιολογεῖται οἰκονομικῶς μόνον μέχρις ἐνὸς ὥρισμένου σημείου, διότι ὅσον αὔξανει ἡ διατομή, αὔξανει και τὸ κόστος τῶν ἀγωγῶν και ἡ ἐγκατάστασί των γίνεται πολὺ δαπανηρά. Καταφεύγομεν, λοιπόν, εἰς τὴν ἐλάττωσιν τοῦ ρεύματος, πρᾶγμα τὸ ὅποιον μᾶς ἀναγκάζει, διὰ νὰ διατηρηθῇ ἡ ἡλεκτρικὴ ἰσχὺς σταθερά, νὰ αὔξησωμεν τὴν τάσιν μὲ τὴν ὅποιαν μεταφέρεται ἡ ἰσχὺς αὐτῇ. Ἡ αὔξησις τῆς τάσεως ἐπιτυγχάνεται εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, ὃπως γνωρίζομεν (παράγρ. 14·1), μὲ τὴν βοήθειαν μετασχηματιστῶν.

Μέτρην αύξησιν τής τάσεως, λοιπόν, ή εντασις διατηρεῖται εἰς τιμάσ, αἱ δόποιαι μᾶς ἐπιτρέπουν νὰ μεταφέρωμεν τὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς πολὺ μεγάλας ἀποστάσεις χωρὶς μεγάλας ἀπωλείας ἴσχυος $R \cdot I^2$ ἀλλὰ καὶ χωρὶς μεγάλας πτώσεις τάσεως (παράγρ. 5·2).



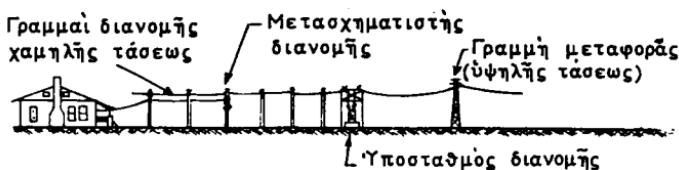
Σχ. 17·2 α.

Εἰς τὸν σταθμὸν παραγωγῆς, ή τάσις ποὺ παράγεται εἰς τοὺς ἀκροδέκτας τοῦ ἐναλλακτῆρος, εἶναι 10 ἔως 20 kV.

Εὐθὺς μετὰ τὸν ἐναλλακτῆρα τὸ ρεῦμα δόδηγεται εἰς παρακείμενον μετασχηματιστήν, ὃπου πραγματοποιεῖται ἀνύψωσις τῆς τάσεως εἰς τιμὴν εὔρισκομένην, ἀναλόγως τῆς περιπτώσεως, μεταξὺ 60 καὶ 380 kV ή εἰς ὅκομη μεγαλυτέραν τιμὴν (ἔως 750 kV).

Μετὰ τὴν ἀνύψωσιν τῆς τάσεως, τὸ ρεῦμα ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὸν σταθμὸν παραγωγῆς καὶ διὰ μέσου ἡλεκτρικῶν γραμμῶν, ποὺ καλοῦνται εἰδικώτερον γραμμαὶ μεταφορᾶς, μεταφέρεται εἰς τὰ διάφορα κέντρα καταναλώσεως, ποὺ εύρισκονται εἰς μεγάλας ἀποστάσεις. Ἐκεῖ, εἰς εἰδικὰς ἐγκαταστάσεις (σχ. 17·2β), τῶν δόποιων ὁ βασικὸς ἔξοπλισμὸς ἀποτελεῖται ἀπὸ μετασχηματιστὰς καὶ αἱ δόποιαι καλοῦνται ὑποσταθμοὶ

διανομῆς, ή τάσις τοῦ ρεύματος ύποβιβάζεται (π.χ. ἀπὸ 150 kV εἰς 20 kV). Τοῦτο γίνεται, διότι εὐρισκόμεθα πλέον πλησιέστερον τῶν καταναλωτῶν καὶ αἱ ἀποστάσεις, τὰς ὅποιας πρόκειται νὰ διανύσῃ τὸ ρεῦμα, δὲν εἶναι πολὺ μεγάλαι. Ἐτσι, τὸ ρεῦμα μὲν μικροτέραν τάσιν (μέσην τάσιν), ἀπὸ 3 ἕως 30 kV, διανέμεται μὲ τὰς γραμμὰς διανομῆς μέστης τάσεως εἰς διαφόρους θέσεις, πλησίον τῶν καταναλωτῶν, ὃπου μὲ τὴν βοήθειαν μετασχηματιστῶν διανομῆς ἡ τάσις ύποβιβάζεται εἰς τὴν τιμὴν τῶν 220/380 V, ποὺ ἀποτελεῖ τὴν συνηθεστέραν τιμὴν



Σχ. 17.2β.

τῆς λεγομένης χαμηλῆς τάσεως (σχ. 17.2β). Μὲ τὴν χαμηλὴν τέλος τάσιν τῶν 220/380 V διανέμεται τὸ ρεῦμα μὲ τὰς γραμμὰς διανομῆς χαμηλῆς τάσεως εἰς τοὺς διαφόρους καταναλωτὰς δι’ οἰκιακήν, ἀγροτικήν, ἐμπορικήν καὶ βιοτεχνικήν χρῆσιν (σχ. 17.2β). Εἰς τοὺς μεγάλους καταναλωτάς, ὅπως εἶναι αἱ βιομηχανίαι καὶ ὥρισμέναι μεγάλαι πολυκατοικίαι καὶ συγκροτήματα γραφείων καὶ καταστημάτων, ἡ ηλεκτρική ἔνέργεια παρέχεται μὲ μέσην τάσιν καὶ μετατρέπεται ἐντὸς αὐτῶν εἰς χαμηλήν τάσιν διὰ τὴν τροφοδότησιν τῶν διαφόρων μηχανῶν καὶ συσκευῶν καταναλώσεως.

Εἰς ὥρισμένας πολὺ μεγάλας βιομηχανίας ἡ ηλεκτρικὴ ἔνέργεια παρέχεται κατ’ εύθειαν μὲ ύψηλήν τάσιν καὶ ύποβιβάζεται ἐντὸς αὐτῶν εἰς χαμηλοτέρας τάσεις.

Αἱ ηλεκτρικαὶ γραμμαὶ μεταφορᾶς (ύψηλῆς τάσεως) κατασκευάζονται ώς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἐναέριοι, ἐνῶ αἱ γραμμαὶ διανομῆς (μέστης καὶ χαμηλῆς τάσεως) κατασκευάζονται ἄλλοτε ἐναέριοι καὶ ἄλλοτε ὑπόγειοι, ὅπότε χρησιμοποιοῦνται εἰδικοὶ μονωμένοι ἀγωγοί, ποὺ διονομάζονται ὑπόγεια καλώδια. Πλήν τῶν ἐναερίων καὶ ύπογείων ηλεκτρικῶν γραμμῶν, εἰς ὥρισμένας περιπτώσεις, κατασκευάζονται καὶ ύποβρύχιοι γραμμαί.

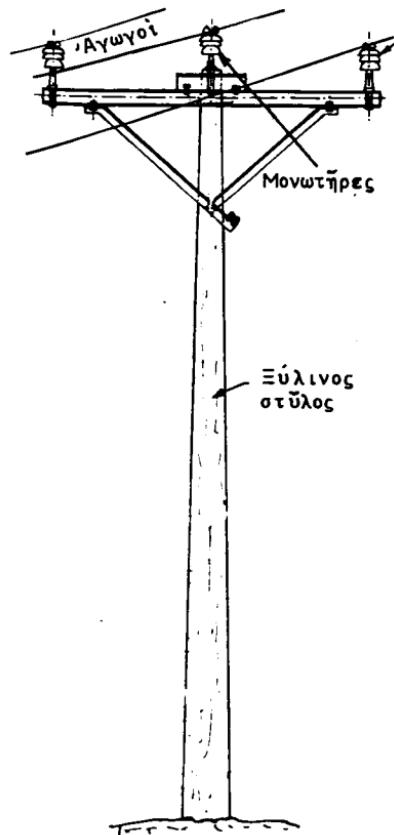
Οἱ ἀγωγοὶ τῶν ἐναερίων γραμμῶν στηρίζονται ἐπὶ μεταλλικῶν,

ξυλίνων ή δπό ώπλισμένον σκυρόδεμα φορέων (σχ. 17·3 α, 17·3 α'), πού καλούνται στῦλοι (ειδικώτερον είς τὴν ὑψηλὴν τάσιν οἱ στῦλοι εἰναι χαλύβδιναι δικτυωταὶ κατασκευαῖ, πού καλούνται πυλῶνες).

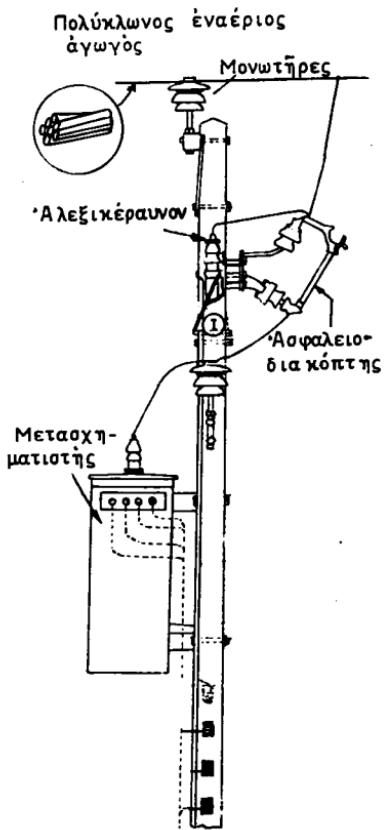
17·3 Διανομή.

1) Ἐναέρια δίκτυα.

Τὰ ἐναέρια δίκτυα διανομῆς ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἐναερίους ἡλεκτρικὰς γραμμὰς διανομῆς, πού συνδέονται μεταξύ των εἰς διάφορα σημεῖα



Σχ. 17·3 α.



Σχ. 17·3 β.

εἰς τρόπον, ώστε νά δημιουργοῦνται διάφοροι σχηματισμοί. Μία ἐναέριος γραμμὴ ἀποτελεῖται βασικῶς δπό τοὺς ἡλεκτρικοὺς ἄγωγούς

(ένας διὰ κάθε φάσιν και ἐνδεχομένως ένας ούδετερος), ποὺ στερεώνονται ἐπὶ μιᾶς σειρᾶς στύλων ἐπάνω εἰς εἰδικά ἔξαρτήματα ἀπὸ μονωτικὸν ύλικὸν (συνήθως πτορσελάνη), ποὺ καλοῦνται μονωτῆρες (σχ. 17·3 α). Περιλαμβάνει ἐπίσης και ὡρισμένας ἄλλας συσκευάς διαγκαίας διὰ τὴν ἑκτέλεσιν τῶν ἀπαιτουμένων χειρισμῶν διακοπῆς, ζεύξεως, μετασχηματισμοῦ, προστασίας κ.λπ., δπως είναι οἱ διακόπται, οἱ μετασχηματισταί, τὰ ἀλεξικέραννα κ.λπ. (σχ. 17·3 β). Οἱ ἀγωγοὶ τῆς ἐναερίου γραμμῆς είναι γυμνὰ σύρματα ἀπὸ χαλκόν, ἀπὸ ἀλουμίνιον ἢ ἀπὸ ἀλουμίνιον και χάλυβα. Ἀν δὲ γωγὸς ἀποτελῆται ἀπὸ ἐνα μόνο σύρμα, τὸν δνομάζομεν μονόκλων, ἐνῷ ἀν ἀποτελῆται ἀπὸ πολλὰ (διὰ συστροφῆς), τὸν δνομάζομεν πολύκλων (σχ. 17·3β).

2) Ὑπόγεια δίκτυα.

Τὰ ὑπόγεια δίκτυα διανομῆς ἀποτελοῦνται ἀπὸ ὑπογείους ήλεκτρικὰς γραμμὰς συνδεομένας μεταξύ των εἰς διάφορα σημεῖα. Οἱ ἀγωγοὶ τῶν ὑπογείων γραμμῶν είναι πολύκλωνοι και περιβάλλονται ἀπὸ κατάλληλον μόνωσιν, γύρω ἀπὸ τὴν δποίαν ὑπάρχει εἰδικὸν περίβλημα διὰ τὴν μηχανικὴν προστασίαν. Οἱ μονωμένοι αὐτοὶ πολύκλωνοι ἀγωγοὶ καλοῦνται μονοπολικὰ ὑπόγεια καλώδια. Είναι δυνατὸν περισσότεροι ἀπὸ ἐνας πολύκλωνοι μονωμένοι ἀγωγοὶ νὰ είναι πλεγμένοι μεταξύ των και γύρω ἀπὸ δλους αύτοὺς νὰ ὑπάρχῃ ἄλλη μόνωσις, ἐνῷ ἐπάνω ἀπὸ τὴν δμαδικὴν αύτὴν μόνωσιν τίθεται τὸ προστατευτικὸν περίβλημα. Εἰς τὴν περίπτωσιν αύτὴν τὸ ὑπόγειον καλώδιον καλεῖται πολυπολικόν (π.χ. τριπολικόν, ἐὰν ἡ γραμμὴ είναι τριφασική χωρὶς ούδετερον κ.λπ.).

Τὰ ὑπόγεια δίκτυα, παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι ἔχουν μεγαλύτερον κόστος ἀπὸ τὰ ἐναέρια δίκτυα, ἔγκαθίστανται εἰς τὰς μεγάλας πόλεις διὰ πολλοὺς λόγους, οἱ κυριώτεροι τῶν δποίων είναι ἡ μεγαλυτέρα ἀσφάλεια τὴν δποίαν παρέχουν ἐναντί ήλεκτροπληξίας (παράγρ. 20·1) και ζημιῶν, ἡ ἀπαίτησις μικροτέρου χώρου διὰ τὴν ἔγκατάστασίν των και τὸ γεγονὸς ὅτι είναι ἀθέατα και, ἐπομένως, ἀπὸ αἰσθητικῆς ἀπόψεως είναι προτιμότερα.

3) Ἰδιωτικοὶ ὑποσταθμοί.

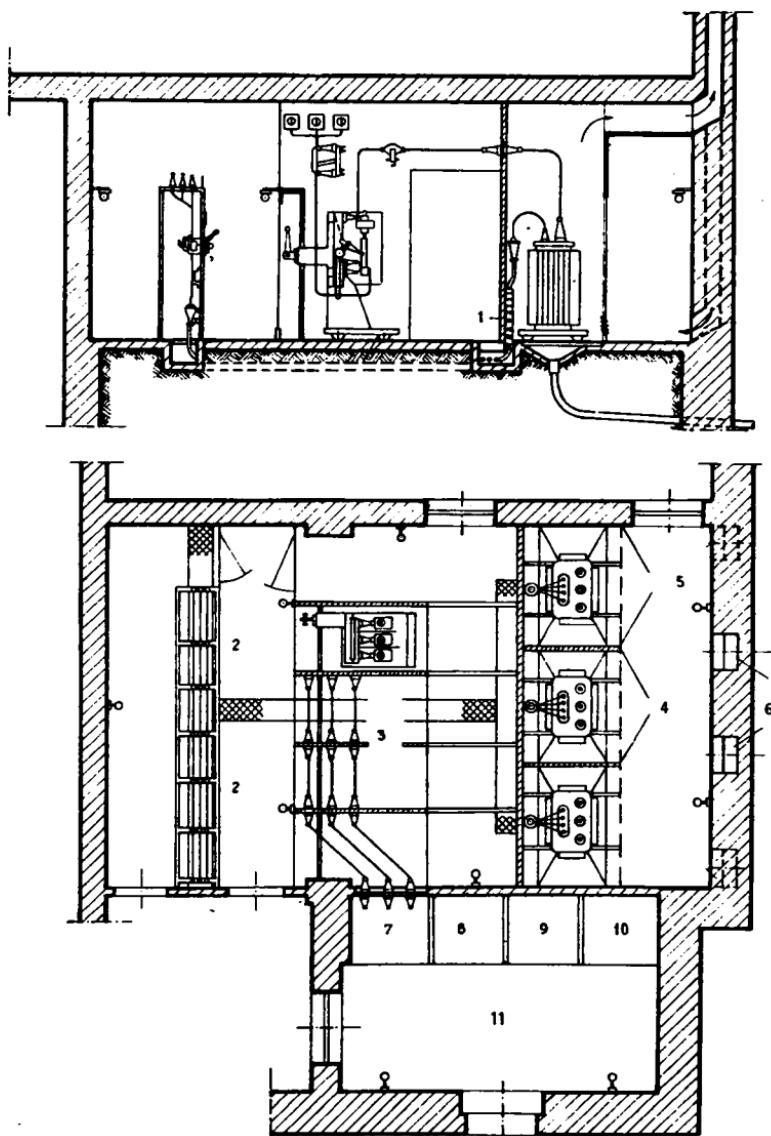
Διὰ τὴν μετατροπὴν τῆς μέστης τάσεως (π.χ. 20 kV ἢ 15 kV) εἰς χαμηλὴν (220/380 V) χρησιμοποιοῦνται, δπως γνωρίζομεν, μετασχη-

ματισταί, πού μαζί μὲ τὰ συνοδεύοντα αὐτοὺς ἔξαρτήματα, συσκευάς καὶ ὅργανα ἀποτελοῦν τοὺς ὑποσταθμοὺς τοῦ δικτύου διανομῆς χαμηλῆς τάσεως. Οἱ ὑποσταθμοὶ αὐτοὶ ἡ ἐγκαθίστανται ἐναερίως ἐπὶ στύλων ἢ ἐντὸς κλειστοῦ χώρου (εἰδικὰ κτήρια, μεταλλικὰ περίπτερα, ἴδιατερος χῶρος ἐντὸς τῶν οἰκοδομῶν) ἢ ἀκόμη ὑπαιθρίως ἀλλὰ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ἐντὸς περιφράγματος.

Οἱ ὑποσταθμοὶ κλειστοῦ χώρου κατασκευάζονται πολλὰς φοράς (ἴδιως εἰς τὸ κέντρον τῶν πόλεων) εἰς εἰδικούς ὑπογείους χώρους, πού ἔξασφαλίζουν, κατὰ τὸ δυνατόν, στεγανότητα καὶ ἀερισμὸν τῶν ἐγκαταστάσεων.

Ἐκτός, διμως, ἀπὸ τοὺς ὑποσταθμοὺς τοῦ δικτύου, πού ἐγκαθιστᾶ ἡ Ἐπιχείρησις πού διανέμει καὶ πωλεῖ τὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν εἰς τοὺς καταναλωτάς, ἔχομεν καὶ τοὺς λεγομένους ἴδιωτικοὺς ὑποσταθμούς, οἱ ὅποιοι κατασκευάζονται ἀπὸ τοὺς μεγάλους καταναλωτάς (π.χ. βιομηχανίας) διὰ τὴν μετατροπήν, δπως εἶδομεν δινωτέρω, τῆς μέστης τάσεως εἰς χαμηλήν.

Οἱ καταναλωταί, πού καταναλίσκουν μεγάλην ἡλεκτρικὴν ἰσχύν, ἔχουν συμφέρον νὰ τροφοδοτοῦνται μὲ ρεῦμα μέστης ἢ, ἀκόμη, καὶ ὑψηλῆς τάσεως, διότι πωλεῖται ἀπὸ τὴν ἡλεκτρικὴν Ἐπιχείρησιν εὔθηνότερον τοῦ ρεύματος χαμηλῆς τάσεως. Ἔτσι, παραλαμβάνουν τὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν ἀπὸ τὸ δίκτυον μέστης τάσεως τῆς ἡλεκτρικῆς Ἐπιχειρήσεως, ὑποβιβάζουν τὴν τάσιν αὐτῆς εἰς ίδικούς των ὑποσταθμούς καὶ τὴν διανέμουν μὲ ίδικόν των δίκτυον χαμηλῆς τάσεως εἰς τὰς διαφόρους θέσεις καταναλώσεως. Οἱ ίδιωτικοὶ ὑποσταθμοὶ (σχ. 17.3 γ) περιλαμβάνουν πάντοτε ἕνα τμῆμα, μὲ ίδιαιτέρων ἡσφαλισμένην είσοδον, δπου φθάνουν τὰ καλώδια μέστης τάσεως τῆς ἡλεκτρικῆς Ἐπιχειρήσεως καὶ ὅπου γίνεται ἡ μέτρησις τῆς παρεχομένης ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας μὲ εἰδικὰ ὅργανα (παράγρ. 18.2). Τὸ τμῆμα αὐτὸ ἀνήκει εἰς τὴν ἡλεκτρικὴν Ἐπιχείρησιν. Ὁλα τὰ ἄλλα τμήματα τοῦ ὑποσταθμοῦ, πού περιλαμβάνουν τὸν ἢ τοὺς μετασχηματιστάς, τὰ ὅργανα διακοπῆς, προστασίας καὶ μετρήσεως κ.λπ., ἀνήκουν εἰς τὸν καταναλωτήν, δ ὅποιος καὶ φροντίζει διὰ τὴν συντήρησιν καὶ τὴν ἐν γένει ἐπιβλεψιν τῆς λειτουργίας τοῦ ὑποσταθμοῦ. Ὁ ὑποσταθμός, δπως βλέπομεν εἰς τὸ σχῆμα 17.3 γ, χωρίζεται εἰς τὸ ἐσωτερικόν του μὲ μεταλλικὰ πλέγματα εἰς διαμερίσματα, πού καλοῦνται κυψέλαι, διὰ νὰ διαχωρίζεται δ ἔξοπλισμὸς χαμηλῆς τάσεως ἀπὸ τὸν ἔξοπλισμὸν ὑψη-



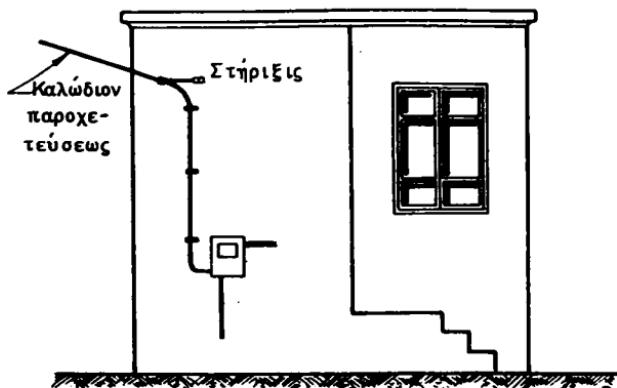
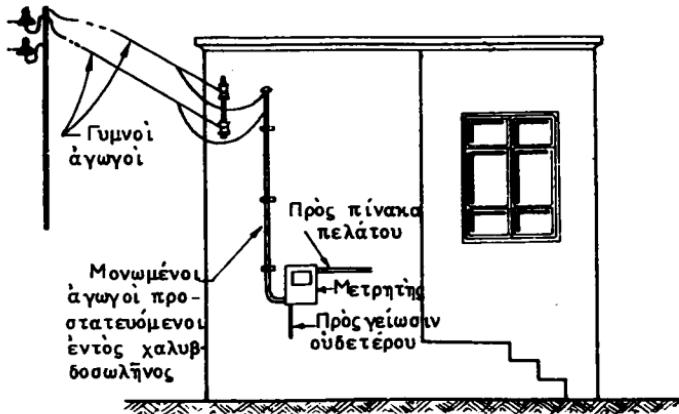
Σχ. 17-3 γ.

1. Προστατευτικός σωλήν. 2. Πίνακες χαμηλής τάσεως. 3. Ζυγοί ύψηλης τάσεως. 4. Χώρος μεταχηματιστῶν. 5. Έξοδος δέρος. 6. Είσοδος δέρος. 7. Κυψέλη δργάνων. 8. Αύτόματος διακόπτης. 9, 10. Ύπόγεια καλώδια. 11. Θάλαμος ύψηλης τάσεως τῆς Επιχειρήσεως ηλεκτρισμού.

λῆς τάσεως καὶ ὁ μετασχηματιστής ἀπὸ τὰ ἄλλα τμήματα τοῦ ὑποσταθμοῦ.

4) Καλώδιον παροχετεύσεως, μέτρησις ἐνεργείας.

Ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια παρέχεται εἰς τοὺς διαφόρους καταναλωτὰς μὲ τὴν βοήθειαν καλωδίων, ποὺ διακλαδίζονται ἀπὸ τὸ ἐναέριον ἢ ὑπόγειον δίκτυον χαμηλῆς τάσεως (ἢ ἄλλων τάσεων, ἐφ' ὅσον διατίθε-



Σχ. 17·3 δ.

ταὶ ἴδιωτικὸς ὑποσταθμὸς) τῆς ἡλεκτρικῆς Ἐπιχειρήσεως (σχ. 17·3δ). Τὰ καλώδια αὐτὰ καλοῦνται καλώδια παροχετεύσεως καὶ ὁδεύουν ἐναερίως ἢ ὑπογείως, ἀναλόγως τοῦ ἐὰν διακλαδίζωνται ἀπὸ ἐναέριον

ἡ ύπόγειον δίκτυον πρὸς τὰ κτήρια τῶν καταναλωτῶν, ποὺ πρόκειται νὰ τροφοδοτήσουν. Εἰς τὸ κτήριον τοῦ καταναλωτοῦ, τὸ καλώδιον παροχετεύσεως στερεώνεται εἰς σημεῖον πλησίον τῆς εἰσόδου καὶ ἐν συνεχείᾳ εἰσέρχεται εἰς κιβώτιον, στερεωμένον ἐπὶ τοῦ τοίχου. Τὸ κιβώτιον περιλαμβάνει ὀσφαλείας [παράγρ. 17·3·(5)], μίαν διὰ κάθε φάσιν, καὶ ἔνα ὄργανον μετρήσεως τῆς παρεχομένης ἡλεκτρικῆς ένεργειάς, ποὺ καλεῖται μετρητὴς ἢ γνώμων (παράγρ. 18·2). Τὸ καλώδιον παροχετεύσεως, ἐντὸς τοῦ κιβωτίου τούτου, συνδέεται μὲ τοὺς ἀκροδέκτας τῶν ἀσφαλειῶν, αἱ ὅποιαι συνδέονται, ἐν συνεχείᾳ, μὲ τὸν μετρητὴν τῆς ένεργειάς, ἀπὸ τὸν ὅποιον ἀναχωρεῖ ἄλλον καλώδιον καὶ πηγαίνει εἰς τὸ ἑσωτερικὸν τοῦ κτηρίου. Εἰς τὸν μετρητὴν γίνεται ἡ μέτρησις τῆς ἡλεκτρικῆς ένεργειάς ποὺ καταναλίσκει ὁ καταναλωτής, διὰ νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ χρέωσίς του ἀπὸ τὴν ἡλεκτρικὴν Ἐπιχείρησιν, ποὺ πωλεῖ τὴν ἐνέργειαν αὐτήν. Τὸ κιβώτιον τοῦ μετρητοῦ σφραγίζεται ἀπὸ τὴν ἡλεκτρικὴν Ἐπιχείρησιν, διὰ νὰ μὴ ὑπάρχῃ δυνατότης ἐπεμβάσεως καὶ λήψεως ρεύματος ἀπὸ σημεῖον εὐρισκόμενον πρὸ τοῦ μετρητοῦ τῆς ένεργειάς.

Εἰς τὸ σχῆμα 17·3 δ φαίνονται δύο περιπτώσεις παροχετεύσεων χαμηλῆς τάσεως.

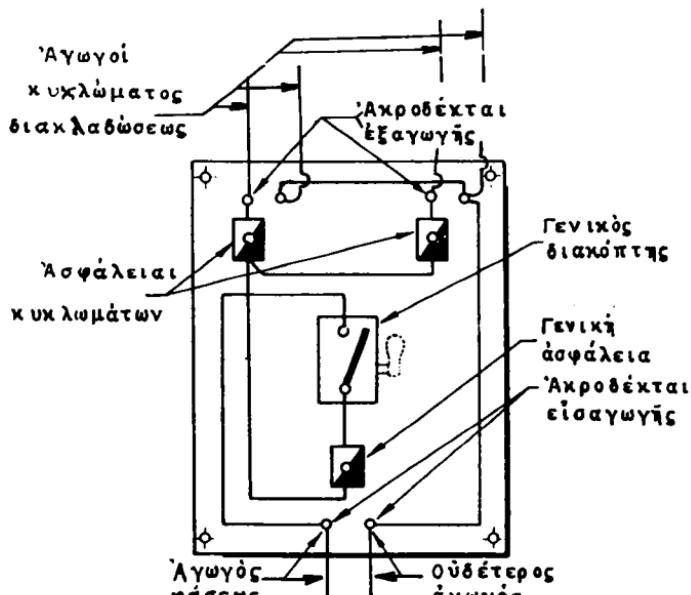
5) *Πίνακες διανομῆς, διακόπται, αὐτόματοι διακόπται, ἀσφάλειαι.*

a) *Πίνακες διανομῆς.*

Τὸ καλώδιον, ποὺ ἔρχεται ἀπὸ τὸν μετρητὴν, καταλήγει εἰς τὸ ἑσωτερικὸν τοῦ κτηρίου εἰς ἔνα πίνακα, ὁ ὅποιος κατασκευάζετο παλαιότερον ἀπὸ μάρμαρον καὶ ἐστερεώνετο ἐπὶ τοῦ τοίχου. Σήμερον κατασκευάζεται ἐντοιχισμένος, ὥστε ἡ ἑσωτερικὴ ἐπιφάνειά του νὰ ἀποτελῇ συνέχειαν τῆς ἐπιφανείας τοῦ τοίχου καὶ εἶναι, συνήθως, μεταλλικὸς ἢ ἀπὸ ἄκαυστον πλαστικὸν ύλικόν. Ὁ πίναξ αὐτὸς καλεῖται πίναξ διανομῆς καὶ ἐπ' αὐτοῦ εἶναι ἔγκατεστημένα τὰ ὄργανα προστασίας καὶ ἐλέγχου τῆς ἑσωτερικῆς ἡλεκτρικῆς ἐγκαταστάσεως τοῦ καταναλωτοῦ. Τὰ καλώδια ποὺ ἔρχονται ἀπὸ τὸν μετρητὴν τῆς ἡλεκτρικῆς ένεργειάς ἀποτελοῦνται ἀπὸ τρεῖς ἀγωγοὺς φάσεων, ἔνα οὐδέτερον ἀγωγὸν καὶ, ἐνδεχομένως, ἔνα ἀγωγὸν προστασίας (παράγρ. 17·5), ἐάν ἡ παροχὴ εἶναι τριφασική. Ἐάν ἡ παροχὴ εἶναι μονοφασική, ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἔνα ἀγωγὸν φάσεως, ἔνα οὐδέτερον καὶ, ἐνδεχομένως, ἔνα ἀγωγὸν προστασίας.

Ό αγωγός ή οι αγωγοί φάσεων συνδέονται μὲ τοὺς ἀκροδέκτας ἐνὸς διακόπτου (γενικός διακόπτης), ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 17·3ε, ὁ ὅποιος διακόπτει δλόκληρον τὴν ἡλεκτρικὴν ἐγκατάστασιν τοῦ καταναλωτοῦ. Ό γενικὸς διακόπτης συνδέεται, ἐν συνεχείᾳ, μὲ μίαν ἢ τρεῖς ἀσφαλείας (γενικαὶ ἀσφάλειαι), ἀναλόγως τῆς περιπτώσεως.

Ἄπο τὸν γενικὸν πίνακα καὶ μάλιστα μετὰ τὴν γενικὴν ἢ τὰς γενικὰς ἀσφαλείας, ἀναχωροῦν ἀγωγοί, ποὺ τροφοδοτοῦν εἴτε



Σχ. 17·3ε.

ἄλλους μερικωτέρους πίνακας, ποὺ καλοῦνται ὑποπίνακες, εἴτε, κατ' εὐθεῖαν, τὰ τοπικὰ κυκλώματα διακλαδώσεως τῆς ἐσωτερ. ἐγκαταστάσεως.

Τὰ κυκλώματα δι' οίκιακούς καταναλωτὰς εἶναι σχεδὸν πάντοτε μονοφασικὰ καὶ τροφοδοτοῦν τὰς συσκευὰς φωτισμοῦ, τοὺς ρευματοδότας οίκιακῆς χρήσεως καὶ τὰς μεγάλας οίκιακὰς συσκευὰς (ήλεκτρικὸν μαγειρεῖον, ήλεκτρικὸς θερμοσίφων κ.λπ.). Τὰ κυκλώματα διακλαδώσεως τῶν βιομηχανικῶν καὶ βιοτεχνικῶν ἐσωτερικῶν ἔγκαταστάσεων εἶναι τριφασικὰ καὶ τροφοδοτοῦν τριφασικάς μηχανὰς καὶ συσκευάς.

Μετὰ τὸν γενικὸν πίνακα εἶναι δυνατὸν νὰ ὑπάρχουν ὑποπίνακες, εἰς τοὺς ὅποιους συγκεντρώνονται τὰ διάφορα κυκλώματα κατὰ κατηγορίας, δηλαδὴ τὰ φωτιστικὰ κυκλώματα (*πίνακες φωτισμοῦ*) καὶ τὰ βιομηχανικὰ κυκλώματα (*πίνακες κινήσεως*). Οἱ πίνακες κινήσεως εἶναι πάντοτε τριφασικοί, ἐνῶ οἱ πίνακες φωτισμοῦ, παρ' ὅλον ὅτι τροφοδοτοῦν μονοφασικὰ κυκλώματα, δύνανται νὰ εἶναι εἴτε μονοφασικοὶ εἴτε τριφασικοὶ (ἐὰν τὰ κυκλώματα διακλαδώσεως εἶναι πολλά).

'Ἐπάνω εἰς τοὺς πίνακας εἶναι ἔγκατεστημένα τὰ κάτωθι ὅργανα:

α) Διάφοροι διατάξεις ἀκροδεκτῶν (μπόρνες), ἐπὶ τῶν ὅποιων γίνονται αἱ συνδέσεις τῶν διαφόρων ἀγωγῶν (π.χ. ἀγωγοὶ μετρητοῦ πίνακος, ἀγωγοὶ κυκλωμάτων διακλαδώσεως κ.λπ.).

β) Διακόπται, μὲ τοὺς ὅποιους συνδέονται καὶ ἀποσυνδέονται τὰ διάφορα κυκλώματα τῆς ἐσωτερικῆς ήλεκτρικῆς ἔγκαταστάσεως μὲ τὴν τροφοδότησιν.

γ) Ἀσφάλειαι ἢ μικροαυτόματοι, ποὺ χρησιμεύουν διὰ τὴν προστασίαν, ὅπως θὰ ἴδωμεν, τῶν κυκλωμάτων, ποὺ ἀναχωροῦν ἀπὸ τὸν πίνακα.

δ) Ἐνδεχομένως ὡρισμένοι εἰδικοὶ διακόπται (π.χ. διακόπται ἔκκινησεως κινητήρων) καὶ ὅργανα μετρήσεως (ὅργανα μετρήσεως τάσεως, ἐντάσεως κ.λπ.).

ε) Ἐνδεχομένως ἐνδεικτικαὶ λυχνίαι, δηλαδὴ μικροὶ λαμπτῆρες, ποὺ συνδέονται ἐν παραλλήλῳ εἰς κάθε κύκλωμα, ποὺ ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὸν πίνακα μετὰ τοὺς διακόπτας καὶ τὰς ἀσφαλείας. Αἱ λυχνίαι αὐταὶ φωτοβιολοῦν, ὅταν τὸ κύκλωμα συνδέεται μὲ τὴν τροφοδότησιν καὶ δεικνύουν, ἔτσι, πότε ἓνα κύκλωμα εύρισκεται ὑπὸ τάσιν (εἶναι συνδεδεμένον μὲ τὴν τροφοδότησιν) καὶ πότε ὅχι.

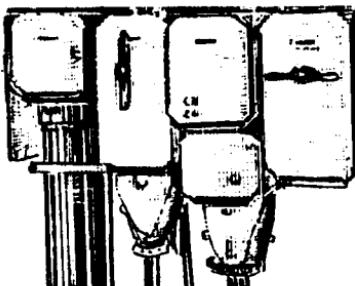
Ἡ συνδεσμολογία τῶν διαφόρων ὄργάνων, ποὺ ἀνεφέρθησαν δινωτέρω, γίνεται εἰς τὸ ὅπίσω μέρος τοῦ πίνακος μὲ τὴν βοήθειαν ἀγωγῶν. Ἔτσι οἱ ἀκροδέκται, εἰς τοὺς ὅποιους καταλήγουν τὰ καλώ-

δια, ποὺ ἔρχονται ἀπὸ τὸν μετρητήν, συνδέονται μὲ τὸν γενικὸν διακόπτην. Ό γενικὸς διακόπτης συνδέεται μὲ τὴν γενικήν ἢ τὰς γενικὰς ἀσφαλείας (εἰς περίπτωσιν τριφασικῆς τροφοδοτήσεως). Αἱ γενικαὶ ἀσφαλείαι συνδέονται μὲ τοὺς μερικοὺς διακόπτας, ποὺ τυχὸν ὑπάρχουν εἰς τὰ κυκλώματα διακλαδώσεως, ἢ ἀπ' εύθειας μὲ τὰς μερικὰς ἀσφαλείας, ποὺ τοποθετοῦνται πάντοτε εἰς κάθε κύκλωμα διακλαδώσεως. Τέλος, αἱ μερικαὶ ἀσφαλείαι συνδέονται μὲ ἀκροδέκτας, ἀπὸ τοὺς δόποιους ἀναχωροῦν οἱ ἀγωγοὶ τῶν κυκλωμάτων διακλαδώσεως. Εἰς ὅλας αὐτὰς τὰς συνδέσεις, ὅπως εἴπομεν καὶ προηγουμένως, μετέχουν μόνον οἱ ἀγωγοὶ φάσεων, διότι ὁ οὐδέτερος ἀγωγὸς (συνήθως) καὶ ὁ ἀγωγὸς προστασίας (πάντοτε) ἐὰν ὑπάρχῃ, δὲν ἐπιτρέπεται νὰ διακόπτωνται, ὅπότε συνδέονται μόνον εἰς τοὺς ἀκροδέκτας εἰσαγωγῆς καὶ ἔξαγωγῆς ἀπὸ τὸν πίνακα (σχ. 17·3 ε).

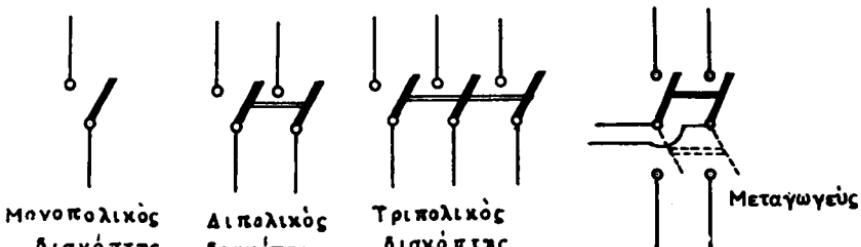
Πλὴν τῶν πινάκων, ποὺ ἔγνωρίσαμεν ἀνωτέρω, ὑπάρχει καὶ ἄλλο εἶδος πινάκων, εἰς τοὺς ὅποιους τὰ διάφορα ὅργανα δὲν στηρίζονται ἐπὶ κοινῆς βάσεως, ἀλλὰ ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἀνεξάρτητα ὅργανα τοποθετημένα ἐντὸς χυτοσιδηρῶν κιβωτίων. Αὐτὰ στερεώνονται ἐπὶ τοῦ τοίχου, τὸ ἔνα πλησίον τοῦ ἄλλου, καὶ συνδέονται μεταξύ των μὲ ἀγωγούς ἐντὸς χαλυβδοσωλήνων (σχ. 17·3 στ.). Οἱ πίνακες αὗτοὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς βιομηχανικὰς ἐγκαταστάσεις καὶ καλοῦνται χυτοσιδηροὶ στεγανοὶ πίνακες (χυτοσιδηρᾶ διανομή).

β) Διακόπται.

"Οπως εἴδομεν, οἱ διακόπται εἰναι ὅργανα ποὺ χρησιμεύουν διὰ τὴν σύνδεσιν μὲ τὴν τροφοδότησιν καὶ ἀποσύνδεσιν ἐξ αὐτῆς τῶν κυκλωμάτων, ποὺ ἀναχωροῦν ἀπὸ τοὺς πίνακας. Οἱ διακόπται συμβολίζονται, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 17·3 ζ, καὶ δύνανται εἴτε νὰ συνδέουν καὶ ἀποσυνδέουν δύο ἀγωγούς, ὅπότε καλοῦνται μονοπολικοὶ διακόπται, εἴτε νὰ συνδέουν καὶ ἀποσυνδέουν ταυτοχρόνως περισσότερα ἀπὸ ἑνα ζεύγη ἀγωγῶν, ὅπότε καλοῦνται πολυπολικοὶ (διπολικοί,

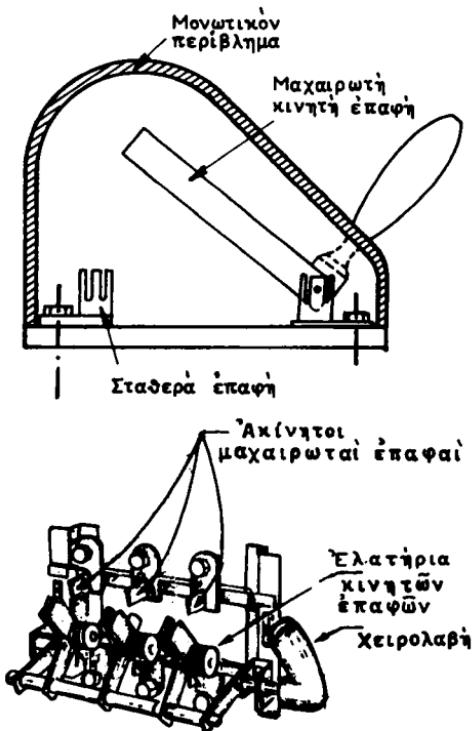


Σχ. 17·3 στ.



Σχ. 17-3ζ.

τριπολικοί κ.λπ.). Έπιστης, ύπαρχουν διακόπται, που δύνανται νά συνδέουν ένα άγωγόν με δύο άλλους άνεξαρτήτους άγωγούς, πότε μὲ τὸν ένα καὶ πότε μὲ τὸν άλλον καὶ καλούνται διακόπται δύο κατευθύνσεων (μεταγωγεῖς).



Σχ. 17-3η.

Τριπολικός μαχαιρωτός διακόπτης.

ριωτά έλάσματα καλούνται ἐπαφαὶ (κινητὴ καὶ σταθερὰ ἐπαφή), διότι μὲ τὴν ἐπαφήν των πραγματοποιεῖται ή ἀγώγιμος σύνδεσις (ἀπο-

δέουν ένα άγωγόν μὲ δύο άλλους άνεξαρτήτους άγωγούς, πότε μὲ τὸν ένα καὶ πότε μὲ τὸν άλλον καὶ καλούνται διακόπται δύο κατευθύνσεων (μεταγωγεῖς).

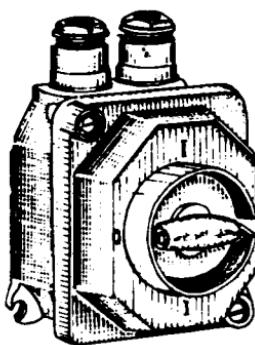
Οἱ συνηθέστεροι διακόπται πίνακος εἰναι οἱ λεγόμενοι μαχαιρωτοὶ διακόπται (σχ. 17-3η). Οἱ διακόπται αὐτοὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ μίαν κινητὴν λεπίδα, ή δοποία μετακινεῖται μὲ τὴν βοήθειαν μοχλοῦ καὶ εἰσέρχεται εἰς σχισμήν, ποὺ σχηματίζουν δύο ἔλαστηριωτά έλάσματα. Έτσι ἐπιτυγχάνεται ή σύνδεσις (ἀποκατάστασις) τοῦ κυκλώματος. Εἰς ώρισμένους μαχαιρωτοὺς διακόπτας ή λεπτὶς εἰναι ἀκίνητος καὶ κινοῦνται τὰ ἔλαστηριωτά έλάσματα.

Η λεπτὶς καὶ ή σχισμή, ποὺ σχηματίζουν τὰ έλαστηριωτά έλάσματα, καλούνται ἐπαφαὶ (κινητὴ καὶ σταθερὰ ἐπαφή), διότι μὲ τὴν ἐπαφήν των πραγματοποιεῖται ή ἀγώγιμος σύνδεσις (ἀπο-

κατάστασις τῆς συνεχείας) τοῦ κυκλώματος. Τὰ μεταλλικὰ μέρη ἐνὸς διακόπτου (έπαφαι κ.λπ.) κλείονται ἐντὸς μονωτικοῦ περιβλήματος διὰ λόγους ἀσφαλείας, καὶ ὁ μοχλὸς χειρισμοῦ, ποὺ εύρισκεται ἔξω ἀπὸ τὸ περιβλῆμα τοῦτο, είναι ἀπὸ μονωτικὸν ύλικόν. Ὁ διακόπτης αὐτὸς καλεῖται διακόπτης τύπου *Βάλτερ*.

"Ἄλλος τύπος μαχαιρωτοῦ διακόπτου είναι ὁ λεγόμενος ἀσφαλειοδιακόπτης, ὁ ὅποιος εύρισκεται ἐντὸς στεγανοῦ κιβωτίου καὶ ἔχει ἀσφαλείας συνδεδεμένας ἐν σειρᾷ μὲ τὰς ἔπαφάς του." Ετσι, ὁ διακόπτης αὐτὸς ἀποτελεῖ συνδυασμὸν δύο ὄργάνων, διακόπτου καὶ ἀσφαλείας.

"Ἄλλος τύπος διακόπτου πίνακος είναι ὁ περιστροφικὸς διακόπτης, ὁ ὅποιος ἀνοίγει καὶ κλείει ὅχι πλέον μὲ ἀνατρεπόμενον μοχλὸν (χειρολαβήν), ὅπως γίνεται εἰς τοὺς μαχαιρωτοὺς διακόπτας, ἀλλὰ μὲ περιστρεφομένην λαβήν (σχ. 17·3θ). Ὁ συνηθέστερος περιστροφικὸς διακόπτης είναι ὁ διακόπτης τύπου *Πάκκο* (Pacco).

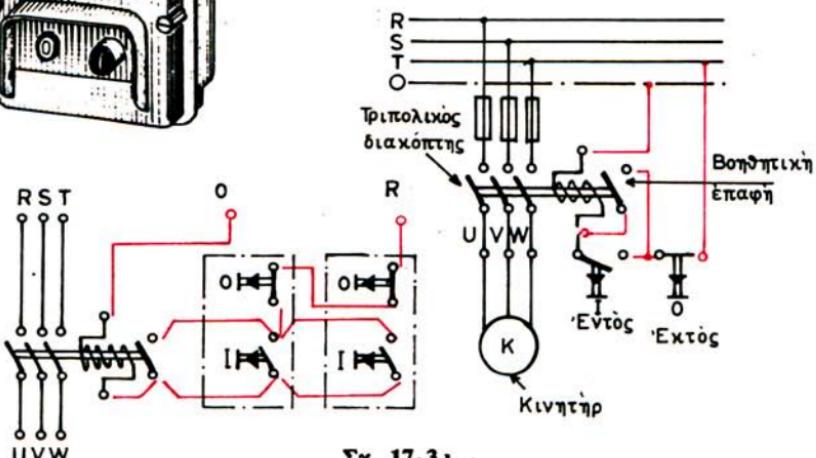
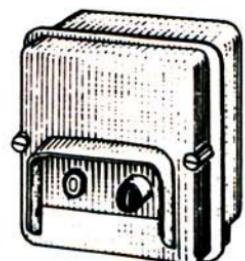


Σχ. 17·3θ.
Διακόπτης τύπου Πάκκο.

'Εκτὸς ἀπὸ τοὺς δύο αὐτοὺς τύπους διακοπτῶν (μαχαιρωτὸς καὶ περιστροφικός), τῶν ὅποιών ὁ χειρισμὸς γίνεται μὲ τὴν χεῖρα, ὑπάρχουν καὶ διακόπται, τῶν ὅποιών ὁ χειρισμὸς πραγματοποιεῖται μὲ τὴν πίεσιν δύο κομβίων, ἐνὸς διὰ τὸ ἄνοιγμα καὶ ἐνὸς διὰ τὸ κλείσιμον τῶν ἔπαφῶν τοῦ διακόπτου. Αὔτοὶ οἱ διακόπται χρησιμοποιοῦνται συνήθως εἰς τὰς ἔγκαταστάσεις κινήσεως καὶ ὁ χειρισμὸς των δύναται νὰ γίνη καὶ ἐξ ἀποστάσεως. Οἱ διακόπται μὲ κομβία λειτουργοῦν μὲ τὴν βοηθητικὴν ἔπαφήν, διὰ τῆς ὅποιας ὁ διακόπτης παραμένει εἰς τὴν κλειστήν θέσιν (σχ. 17·3ι). "Οταν ὁ διακόπτης μὲ κομβία είναι ἀνοικτός, αἱ ἔπαφαι του εύρισκονται εἰς τὰς θέσεις ποὺ δεικνύει τὸ σχῆμα 17·3ι (θέσεις ἡρεμίας). Έὰν πιέσωμεν τὸ κομβίον Ι (Ἐντός), διέρχεται ρεῦμα διὰ τοῦ πηνίου τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου, ὁ ὅπλισμὸς τοῦ ὅποιου ἔλκεται καὶ κλείει ὅπως εἴπαμεν, τόσον τὰς κυρίας ἔπαφὰς τοῦ διακόπτου ὃσον καὶ τὴν βοηθητικὴν ἔπαφήν. "Οταν ἀφήσωμεν τὸ κομβίον

I, τὸ κύκλωμα τοῦ ήλεκτρομαγνήτου δὲν ἀνοίγει, χάρις εἰς τὴν βοηθητικὴν ἐπαφὴν ποὺ είναι κλειστὴ.

Ἐτσι, ὁ διακόπτης παραμένει κλειστός. Ἐάν, τώρα, πιέσωμεν τὸ κομβίον O ('Εκτός), τὸ κύκλωμα τοῦ ήλεκτρομαγνήτου ἀνοίγει καὶ ὁ δόπλισμός του, ποὺ τώρα είναι ἐλεύθερος, ἐπιστρέφει εἰς τὴν θέσιν ἡρεμίας τοῦ



Σχ. 17.3 i.

σχήματος 17.3i: μὲ τὴν ἐπενέργειαν μιᾶς ἐπανατακτικῆς δυνάμεως, δπῶς είναι ἡ δύναμις ἐνὸς ἑλαστηρίου ἢ ἡ βαρύτης.

Τὸ βασικὸν πλεονέκτημα τῶν ήλεκτρονόμων είναι ἡ δυνατότης ποὺ ἔχουν νὰ ἐπιτυγχάνουν ἐλεγχὸν τῶν μεγάλῃς ἴσχύος κυρίων κυκλωμάτων μὲ μικρὰν ἴσχὺν εἰς τὸ κύκλωμα ἐλέγχου (κύκλωμα ήλεκτρομαγνήτου). Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται, διότι τὸ κύκλωμα τοῦ ἐλέγχου κλείει ἀπὸ ὀρισμένην διάταξιν, ἡ δποία μεταβιβάζει τὴν ἐντολὴν κλεισίματος τοῦ διακόπτου *. Οἱ διακόπται μὲ ήλεκτρονόμον δύνανται, ἐπίστης, νὰ ἔχουν μίαν ἡ καὶ περισσοτέρας διατάξεις μεταβιβάσεως τῆς ἐντο-

* Εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν ἡ ἐντολὴ κλεισίματος τοῦ διακόπτου δίδεται ἀπὸ τὸν χειριστὴν καὶ μεταβιβάζεται ἀπὸ τὸ κομβίον πιέσεως. Εἰς δλλας περιπτώσεις, ἡ ἐντολὴ κλεισίματος τοῦ διακόπτου δίδεται, αὐτομάτως, ἀπὸ τὴν μεταβολὴν ἐνὸς φυσικοῦ μεγέθους (π.χ. ἐντάσεως ρεύματος), δταν ἡ μεταβολὴ αὐτὴ ὑπερβῆ προκαθωρισμένην τιμὴν, καὶ μεταβιβάζεται π.χ. ἀπὸ αὐτὸ τοῦτο τὸ φυσικὸν μέγεθος.

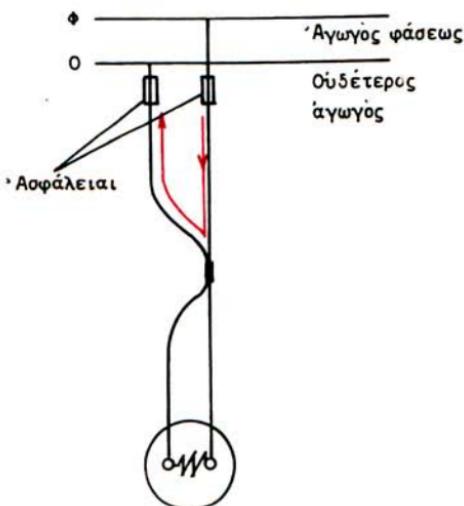
λῆσ (έν προκειμένω τὰ κομβία πιέσεως) εἰς οἰανδήποτε ἀπόστασιν ἀπὸ τὴν μηχανὴν ποὺ θέλομεν νὰ διακόψωμεν (σχ. 17.3 1).

Τέλος ἐπὶ τῶν πινάκων δύνανται νὰ ἐγκατασταθοῦν καὶ εἰδικοὶ διακόπται ὅπως εἶναι οἱ διακόπται ἐκκινήσεως τῶν κινητήρων, τοὺς δόπιούς περιεγράψαμεν εἰς τὸ Πέμπτον Μέρος.

γ) Αὐτόματοι διακόπται.

Ἐκτὸς ἀπὸ τοὺς διακόπτας μὲ κομβία, ποὺ εἶδομεν εἰς τὴν προτυγουμένην παράγραφον, ὑπάρχουν καὶ διακόπται τῶν δόπιοιν δ χειρισμὸς δύνανται νὰ γίνη μὲ κομβία ἀλλὰ καὶ αὐτομάτως, εἰς τὴν περίπτωσιν ποὺ θὰ συμβῇ κάποια ἀνωμαλία εἰς τὸ κύκλωμα ποὺ ἔλεγχουν. Ἐὰν τὸ κύκλωμα τροφοδοτῇ κατανάλωσιν καὶ συμβῇ, ἀπὸ καταστροφὴν π.χ. τῆς μονώσεως τῶν ἀγωγῶν, νὰ ἔλθουν εἰς ἐπαφὴν οἱ ἀγωγοὶ τοῦ κυκλώματος, τὸ ρεῦμα θὰ κυκλοφορήσῃ μόνον διὰ μέσου τῆς ἀντιστάσεως τῶν τροφοδοτικῶν ἀγωγῶν (σχ. 17.3 1α), ἡ δόποια, ὅπως γνωρίζομεν (παράγρ. 5.2), εἶναι πολὺ μικρὰ (βραχυκύκλωμα).

Ἐτσι, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος θὰ εἶναι πολὺ μεγάλη καὶ ὑπάρχει μέγας κίνδυνος νὰ καταστραφοῦν οἱ ἀγωγοὶ καὶ αἱ συσκευαί, ποὺ τυχὸν εἶναι συνδεδεμέναι πρὶν ἀπὸ τὴν θέσιν τοῦ βραχυκυκλώματος, ἡ νὰ δημιουργηθοῦν πυρκαϊαὶ κ.λπ. Πρὸς ἀποφυγὴν, λοιπόν, τῶν κινδύνων αὐτῶν, εἰς τὴν ἀρχὴν κάθε κυκλώματος τοποθετεῖται ἔνα ὅργανον προστασίας, ποὺ διακόπτει ὀμέσως τὴν τροφοδότησιν, ὅταν τὸ ρεῦμα, ποὺ κυκλοφορεῖ, γίνη μεγαλύτερον τοῦ κανονικοῦ ρεύματος τοῦ κυκλώματος. Ἐνα ὅργανον αὐτοῦ τοῦ εἶδους εἶναι καὶ ὁ αὐτόματος διακόπτης. Ὁ χειρισμὸς τῶν αὐτομάτων διακοπτῶν δύνανται νὰ γίνη μὲ κομβία, ὅπως καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν διακοπτῶν μὲ κομβία, ἀλλὰ τὸ ἀνοιγμα γίνεται καὶ

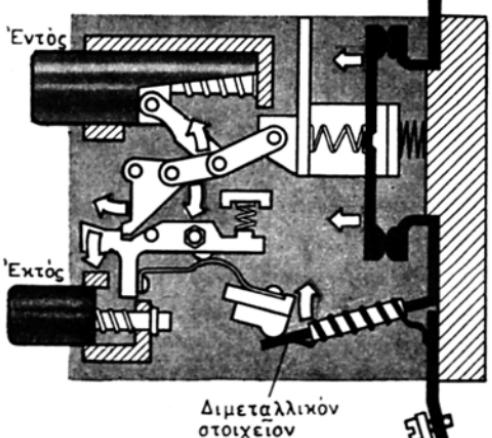


Σχ. 17.3 1α.

αύτομάτως μὲ τὴν δίοδον, διὰ μέσου αὐτῶν, ρεύματος μεγαλυτέρου ἀπὸ τὸ κανονικόν.

Εἰς τὰ κυκλώματα εἶναι δυνατὸν νὰ παρατηρηθοῦν μικραὶ σχετικῶς αὔξησεις τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος πέρα τῆς κανονικῆς, αἱ ὅποιαι καλοῦνται ὑπερφορτίσεις καὶ διείλονται εἰς διαφόρους αἰτίας. Εἶναι δυνατὸν ἐπίσης νὰ παρατηρηθοῦν μεγάλαι αὔξησεις τοῦ ρεύματος, εἰς περίπτωσιν βραχυκυκλωμάτων. Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν τὸ μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ κανονικὸν αὐτὸ ρεῦμα, μὲ τὴν διέλευσίν του ἀπὸ τὸν αὐτόματον διακόπτην, θερμαίνει δύο μεταλλικὰ ἔλάσματα μὲ διαφορετικὸν συντελεστὴν διαστολῆς, τὰ ὅποια εἶναι συγκολλημένα μεταξὺ των καὶ κάμπτονται, ὅταν θερμανθοῦν, λόγω τῆς διαφορετικῆς ἐπιμηκύνσεως (διαστολῆς) τοῦ ἐνὸς ὡς πρὸς τὸ ἄλλο. Μὲ τὴν κάμψιν τῆς διμεταλλικῆς αὐτῆς διατάξεως, ποὺ καλεῖται θερμικὸν στοιχεῖον τοῦ

αὐτομάτου διακόπτου, ἀνοίγουν δύο ἐπαφαὶ αὐτοῦ (σχ. 17.3 iβ) καὶ τὸ κύκλωμα διακόπτεται. Τὸ θερμικὸν στοιχεῖον χρησιμεύει διὰ τὸ ἀνοιγμα τοῦ διακόπτου εἰς περίπτωσιν ὑπερφορτίσεως. Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν τοῦ βραχυκυκλώματος, ὅπου τὸ ρεῦμα εἶναι μεγαλύτερον τοῦ κανονικοῦ, δ αὐτόματος διακόπτης ἀνοίγει τὸ κύκλωμα σχεδὸν ἀκαριαίως μὲ τὴν βοήθειαν μαγνητικοῦ στοιχείου, ποὺ λειτουργεῖ πολὺ ταχύτερον τοῦ θερμικοῦ. Τὸ ρεῦμα τοῦ κυκλώματος διέρχεται ἀπὸ τὸ πηνίον ἐνὸς ἡλεκτρο-



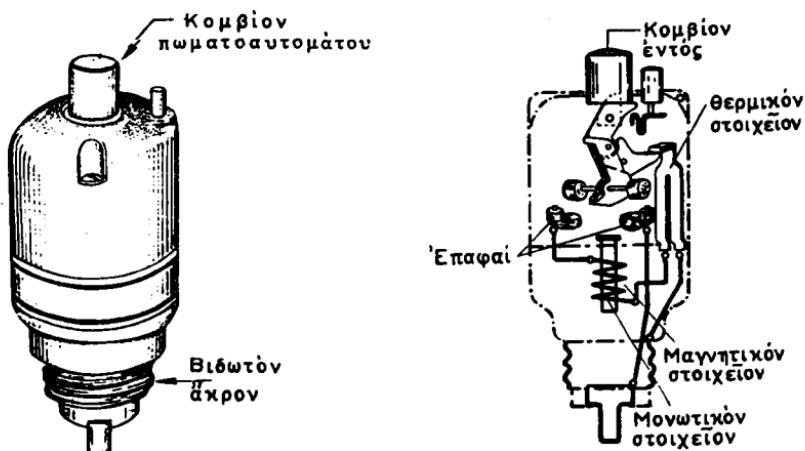
Σχ. 17.3 iβ.

μαγνήτου, ποὺ εύρισκεται ἐντὸς τοῦ διακόπτου. "Οταν, λοιπόν, συμβῇ βραχυκύκλωμα, ἡ ἐντασίς τοῦ ρεύματος θὰ γίνη πολὺ μεγάλη, δ ἡλεκτρομαγνήτης τότε ἔλκει ἔνα ὅπλισμὸν καὶ κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἀνοίγουν δύο ἐπαφαὶ μὲ ἀποτέλεσμα - τὸ ἀνοιγμα τοῦ κυκλώματος. "Οταν δ αὐτόματος διακόπτης ἀνοίξῃ ἔνα κύκλωμα, τοῦτο παραμένει,

συνήθως, άνοικτὸν καὶ μετὰ τὴν ἀποκατάστασιν τῆς βλάβης, ἡ ὅποια προεκάλεσε τὴν αὔξησιν τῆς ἐντάσεως, χάρις εἰς ἓνα μηχανισμὸν μανδαλώσεως τοῦ διακόπτου εἰς τὴν ἀνοικτὴν θέσιν. "Ἐτσι, διὰ νὰ κλείσῃ πάλιν τὸ κύκλωμα, ἀπαιτεῖται ἡ πίεσις ἐνὸς κομβίου, ποὺ ἐπαναφέρει τὸν διακόπτην (ἐπανόπλισις) εἰς κατάστασιν λειτουργίας.

Οἱ αὐτόματοι διακόπται διαιροῦνται εἰς τοὺς αὐτομάτους ἔλαιον, εἰς τοὺς ὅποιους αἱ ἐπαφαὶ διακόπτονται ἐντὸς μονωτικοῦ ἔλαιου, καὶ εἰς τοὺς αὐτομάτους ἀέρος, εἰς τοὺς ὅποιους αἱ ἐπαφαὶ ἀνοίγουν ἐντὸς τοῦ ἀέρος.

"Ἐνα εἶδος μικροαυτομάτου διακόπτου ἀέρος εἰναι ὁ λεγόμενος πωματοαυτόματος (σχ. 17·3 ιγ). Ὁ διακόπτης αὐτὸς ἔχει παρὰ τὴν βάσιν του σπείρωμα, μὲ τὸ ὅποιον βιδώνεται ἐπάνω εἰς τὸν πίνακα ἐντὸς εἰδικῆς ὑποδοχῆς, καὶ εἰς τὴν κορυφὴν του δύο κομβία χειρισμοῦ,



Σχ. 17·3 ιγ.

ἀπὸ τὰ ὅποια τὸ ἓνα ἐκτινάσσεται πρὸς τὰ ἔξω, δταν λειτουργήσῃ ὁ διακόπτης καὶ διακόψῃ τὸ κύκλωμα. Διὰ νὰ ἐπανοπλισθῇ ὁ διακόπτης, πρέπει νὰ πιεσθῇ τὸ κομβίον ποὺ ἔχει ἐκτιναχθῆ.

"Υπάρχουν καὶ ἄλλα εἴδη αὐτομάτων διακοπτῶν, οἱ ὅποιοι ἀνοίγουν αὐτομάτως τὸ κύκλωμα, δταν παρουσιασθῇ κάποια ἀνωμαλία, ὅπως π.χ. εἰναι :

— Οἱ αὐτόματοι ἐλλείψεως τάσεως, οἱ ὅποιοι ἀνοίγουν αὐτομάτως

τὸ κύκλωμα, ὅταν ἡ τάσις τοῦ ρεύματος κατέλθῃ κάτω ἀπὸ ὡρισμένην τιμήν. Αὐτοὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ κυκλώματα κινητήρων, οἱ ὅποιοι, ὅπως γνωρίζομεν, εἶναι δυνατὸν νὰ καταστραφοῦν, ὅταν ἡ τάσις μειωθῇ πολύ.

— Οἱ διακόπται μὲ κομβία [παράγρ. 17·3 (5, β)], προστατεύουν τὸ κύκλωμα ἀπὸ ἔλλειψιν τάσεως, διότι, ὅταν ἡ τάσις μειωθῇ πολύ, προσγματοποιεῖται αὐτομάτως διακοπὴ τοῦ κυκλώματος.

— Οἱ αὐτόματοι ὑπερτάσεως, ποὺ διακόπτουν τὸ κύκλωμα, ὅταν ἡ τάσις ἀνέλθῃ εἰς τιμὴν μεγαλυτέραν τῆς κανονικῆς.

Ἐκτὸς ἀπὸ τοὺς αὐτομάτους διακόπτας προστασίας ἔχομεν καὶ αὐτομάτους διακόπτας ρυθμίσεως, οἱ ὅποιοι ἀνοίγουν τὸ κύκλωμα αὐτομάτως ὑπὸ ὡρισμένας συνθήκας, τὰς ὅποιας καθορίζομεν ἐκ τῶν προτέρων. Διακόπται αὐτοῦ τοῦ εἶδους εἶναι π.χ. οἱ χρονοδιακόπται, οἱ ὅποιοι περιλαμβάνουν ὡρολογιακὸν μηχανισμὸν καὶ ἀνοίγουν ἡ κλείσουν τὸ κύκλωμα εἰς ὡρισμένην χρονικὴν στιγμήν, διὰ καταλλήλου ρυθμίσεως αὐτῶν.

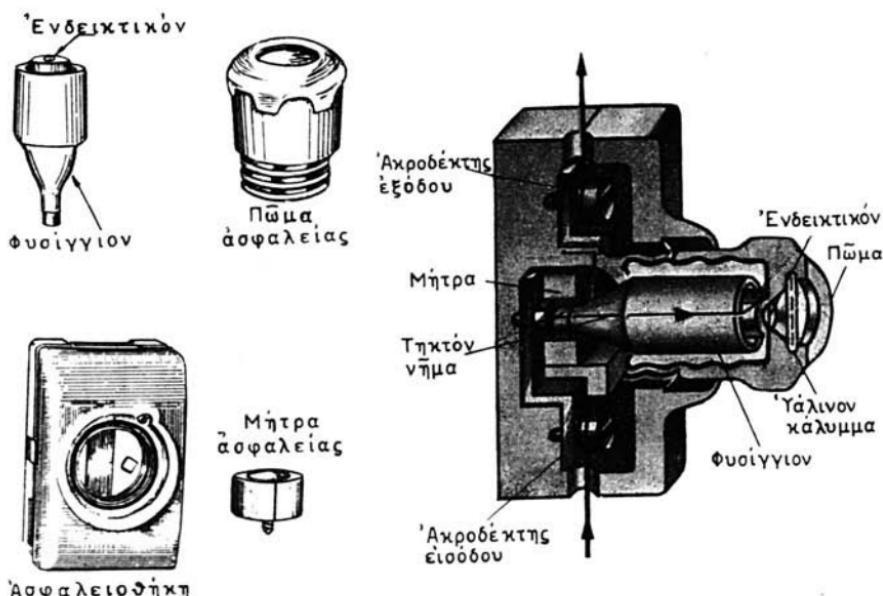
δ) Ἀσφάλειαι.

“Οπως εἴδομεν εἰς τὴν προηγουμένην παράγραφον 17·3 (5, γ), εἰς τὴν ἀρχὴν κάθε κυκλώματος τοποθετεῖται ἕνα ὅργανον προστασίας. “Οργανα προστασίας, ἐκτὸς ἀπὸ τοὺς αὐτομάτους διακόπτας, εἶναι καὶ αἱ ἀσφάλειαι τηκτῶν.

Αἱ ἀσφάλειαι τοποθετοῦνται ἐπὶ τῶν πινάκων διανομῆς εἰς τὴν ἀρχὴν κάθε κυκλώματος καὶ μάλιστα ἐν σειρᾶ πρὸς τὸν ἡ τοὺς ἀγωγοὺς φάσεων εἰς τρόπον, ὡστε νὰ διέρχεται διὰ μέσου αὐτῶν ὀλόκληρον τὸ ρεῦμα τοῦ κυκλώματος. Εἰς τὴν περίπτωσιν βραχυκυκλώματος, ἀπὸ τὸ ὅποιον κυρίως αἱ ἀσφάλειαι προστατεύουν τὰς ἡλεκτρικὰς ἔγκαταστάσεις, τὸ μέγα ρεῦμα προκαλεῖ τὴν τῆξιν λεπτοῦ, εὔτήκτου συρματιδίου, ποὺ καλεῖται τηκτὸν καὶ εύρισκεται ἐντὸς τῆς ἀσφαλείας· κατ’ αὐτὸν τὸν τρόπον διακόπτεται ἡ συνέχεια τοῦ κυκλώματος. Ἡ ἀσφάλεια χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴν ὄνομαστικὴν τῆς τάσιν καὶ ἀπὸ τὴν ὄνομαστικὴν της ἔντασιν, δηλαδὴ ἀπὸ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος ποὺ δύναται νὰ διέρχεται συνεχῶς διὰ μέσου αὐτῆς, χωρὶς νὰ τήκεται τὸ τηκτόν της. Κάθε ἔντασις μεγαλυτέρα τῆς ὄνομαστικῆς προκαλεῖ τὴν τῆξιν τοῦ τηκτοῦ τῆς ἀσφαλείας καὶ ἐπομένως τὴν διακοπὴν τοῦ κυκλώματος εἰς χρόνον τόσον μικρότερον, ὃσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἔντασις αὐτή.

‘Υπάρχουν πολλῶν είδῶν ἀσφάλειαι διὰ τὰ διάφορα εἶδη ἐγκαταστάσεων, εἰς τὰ δόποια τοποθετοῦνται :

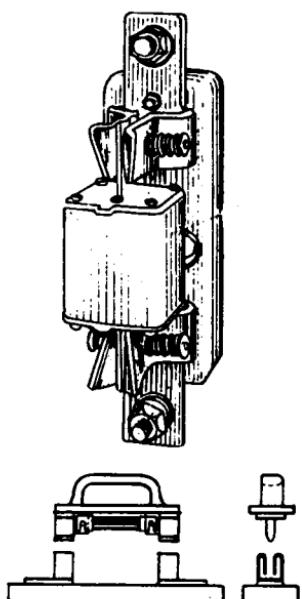
— Αἱ βιδωταὶ ἀσφάλειαι (σχ. 17·3 ιδ), αἱ δόποιαι ἀποτελοῦν τὴν συνηθεστέραν μορφὴν ἀσφαλείας χαμηλῆς τάσεως καὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ τὸ φυσίγγιον, τὴν βάσιν (ἀσφαλειοθήκην) καὶ τὸ πῶμα. Τὸ φυσίγγιον εἶναι ἀπὸ πορσελάνην καὶ φέρει εἰς τὸ ἔσωτερικόν του τὸ τηκτὸν νῆμα τῆς ἀσφαλείας. Εἰς τὸ ἔνα ἄκρον τοῦ νήματος ὑπάρχει ἐν-



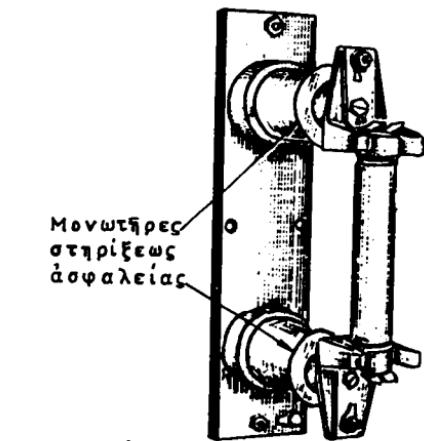
Σχ. 17·3 ιδ.

δεικτικὸν (μικρὸς δίσκος), τὸ δόποιον παύει νὰ συγκρατῆται εἰς τὴν θέσιν του καὶ πίπτει μόλις λειώσῃ τὸ τηκτὸν καὶ ἔτσι δεικνύει ὅτι ἡ ἀσφάλεια κάηκε. Ἡ βάσις τῆς ἀσφαλείας στερεώνεται εἰς τὸν πίνακα διανομῆς καὶ ἐπάνω της βιδώνει τὸ πῶμα τῆς ἀσφαλείας, τὸ δόποιον συγκρατεῖ τὸ φυσίγγιον. Διὰ νὰ χρησιμοποιηται ἡ ίδια βάσις διὰ περισσότερα μεγέθη φυσιγγίων (μὲ διαφορετικὰς ὀνομαστικὰς ἐντάσεις), ἐπὶ τῆς βάσεως στερεώνεται διὰ κάθε μέγεθος μία μῆτρα προσαρμογῆς. Ἐπὶ τῶν βάσεων τῶν ἀσφαλειῶν βιδώνονται καὶ οἱ πωματοαυτόματοι διακόπται [παράγρ. 17·3 (5, γ)].

— Αἱ μαχαιρωταὶ ἀσφάλειαι (σχ. 17·3 ιε), αἱ ὅποιαι χρησιμοποιοῦνται εἰς ἔγκαταστάσεις μεγάλων ἐντάσεων ρεύματος. Αὐταὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἕνα κεντρικὸν σῶμα, εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ὅποιου εἰναι τοποθετημένον τὸ τηκτόν, καὶ ἀπὸ δύο λεπίδας, ποὺ χρησιμεύουν διὰ τὴν στερέωσίν της ἐπὶ μιᾶς καταλλήλως διαμορφωμένης βάσεως μὲ τὸν τρόπον ποὺ κλείουν αἱ ἐπαφαὶ τῶν μαχαιρωτῶν διακοπτῶν. Διὰ τὸν χειρισμὸν τῶν ἀσφαλειῶν αὔτῶν, ὅταν ἡ ἔγκατάστασις εὑρίσκεται ἐν λειτουργίᾳ, διὰ τὴν προστασίαν τοῦ χειριστοῦ, χρησιμοποιοῦμεν μονωτικὰς λαβίδας ἢ τὴν τυχὸν ὑπάρχουσαν ἐνσωματωμένην εἰς τὴν ἀσφάλειαν μονωτικὴν λαβὴν (σχ. 17·3 ιε).



Σχ. 17·3 ιε.



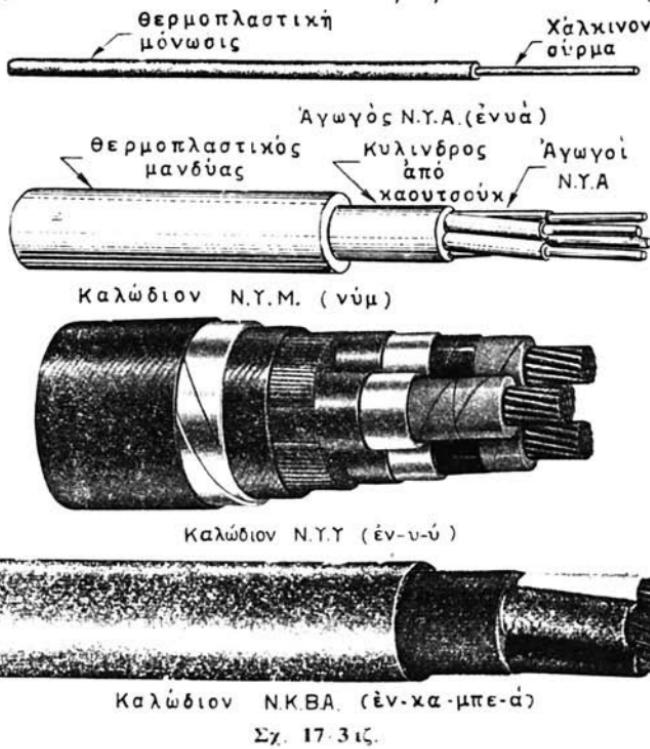
Σχ. 17·3 ιστ.

— Αἱ κυλινδρικαὶ ἀσφάλειαι (σχ. 17·3 ιστ), αἱ ὅποιαι χρησιμοποιοῦνται εἰς ἔγκαταστάσεις ύψηλῆς τάσεως καὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ μονωτικὸν κύλινδρον, εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ὅποιου τοποθετεῖται τὸ τηκτόν.

Αἱ ἀσφάλειαι ἐκλέγονται οὕτως, ὥστε ἡ ὀνομαστικὴ τῶν ἐντασιῶν νὰ ἀντιστοιχῇ εἰς τὴν ἐντασιν ποὺ δύναται νὰ διέρχεται συνεχῶς ἀπὸ τοὺς ἀγωγοὺς τοῦ κυκλώματος χωρὶς κίνδυνον ὑπερθερμάνσεως· ἡ ἐντασις αὐτὴ ἔχει τὴν διατομὴν τῶν ἀγωγῶν.

6) Έσωτερη ήλεκτρική έγκαταστασις. Υλικά έσωτερης ήλεκτρικής έγκαταστάσεων.

Από τὸν πίνακα διανομῆς ἀναχωροῦν οἱ ήλεκτρικοὶ ὄγωγοι τῶν διαφόρων κυκλωμάτων διάκλαδώσεως εἴτε ὑπὸ μορφὴν μονωμένων συρμάτων ἐντὸς ήλεκτρικῶν σωλήνων εἴτε ὑπὸ μορφὴν καλωδίων, ποὺ ἔγκαθίστανται χωνευτὰ ἢ δρατὰ κατὰ μῆκος τῶν τοίχων καὶ ὁροφῶν ἢ, ἀκόμη, κάτω ἀπὸ τὸ δάπεδον. Οἱ ἀγωγοὶ αὐτοὶ καταλήγουν εἰς



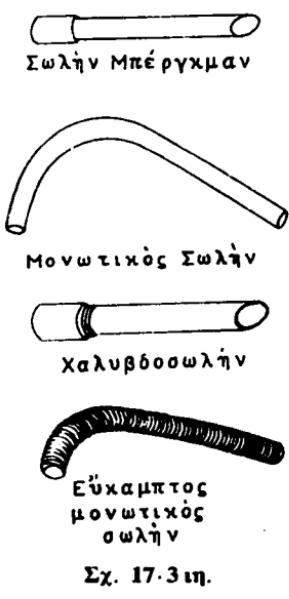
διάφορα σημεῖα ρευματοληψίας, ἀπὸ ὅπου τροφοδοτοῦνται αἱ διάφοροι ήλεκτρικαὶ καταναλώσεις (ήλεκτρικαὶ συσκευαὶ ἢ μηχαναῖ). Οἱ ήλεκτρικοὶ ὄγωγοι μαζὶ μὲ τὰ διάφορα ἔξαρτήματα, ποὺ ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν λειτουργίαν τῆς έγκαταστάσεως, ἀποτελοῦν τὴν λεγομένην έσωτερην ήλεκτρικὴν έγκαταστασιν.

Τὰ βασικὰ ύλικά τῆς έσωτερηκῆς ήλεκτρικῆς έγκαταστάσεως εἶναι:

α) Οἱ ήλεκτρικοὶ ἀγωγοὶ τῶν κυκλωμάτων διάκλαδώσεως (σχ.

17.3 ιζ), οι δποίοι είναι, συνήθως, μονωμένα σύρματα ή καλώδια άποτελούμενα άπό περισσότερα του ένας μονωμένα σύρματα, γύρω άπό τα δποία ύπαρχει κοινὸν μονωτικὸν περίβλημα. Τὸ περίβλημα περιβάλλεται καὶ αὐτὸ άπό ένα ή περισσότερα προστατευτικὰ περίβλημα, διὰ τὴν προστασίαν τοῦ καλωδίου άπό διαφόρους καταπονήσεις καὶ ἐπιδράσεις (π.χ. μηχανικαὶ καταπονήσεις, ἐπίδρασις υγρασίας κ.λπ.).

β) Οἱ ηλεκτρικοὶ σωλῆνες (σχ. 17.3 ιη), οἱ δποίοι κατασκευάζονται άπό μέταλλον ή άπό μονωτικὸν ύλικὸν καὶ χρησιμεύουν διὰ νὰ



προστατεύουν τοὺς μονωμένους ἀγωγοὺς τῆς ἐσωτερικῆς ἐγκαταστάσεως. Οἱ σωλῆνες τῶν ηλεκτρικῶν ἐγκαταστάσεων, ὅταν άποτελοῦνται άπό μονωτικὰ ύλικὰ χωρὶς ἔξωτερικὸν μεταλλικὸν περίβλημα, καλοῦνται μονωτικοὶ σωλῆνες, ἐνῶ ὅταν ἐπάνω εἰς τὸ μονωτικὸν ύλικὸν ύπάρχῃ μεταλλικὸς δπλισμὸς άπό λεπτήν ἐπιμολυβδωμένην λαμαρίναν ή άπό ἀλουμίνιον ή δρείχαλκον, δ σωλήνην καλεῖται ὡπλισμένος μονωτικὸς σωλήνη (γνωστὸς ὡς σωλήνη Μπέργκμαν). Ἐάν δ μεταλλικὸς δπλισμὸς είναι άπό χάλυβα, δ σωλήνην καλεῖται χαλυβδοσωλήνη μὲν ἐὰν φέρῃ ραφήν, μεταλλικὸς σωλήνη δέ, ἐὰν δὲν φέρῃ ραφήν. Ἐάν, τέλος, δ μεταλλικὸς δπλισμὸς είναι άπό λεπτὸν ἔλασμα καταλλήλου μορφῆς (ταινία ἔλικοειδῶς τυλιγμένη γύρω άπό τὴν ἐσωτερικὴν μόνωσιν), ὥστε νὰ ἐπι-

τρέπῃ τὴν εὔκολον κάμψιν τοῦ σωλῆνος, δ σωλήνην καλεῖται εύχαμπτος μονωτικὸς σωλήνη.

Οἱ συνηθέστεροι ηλεκτρικοὶ σωλῆνες είναι οἱ σωλῆνες Μπέργκμαν καὶ χρησιμεύουν, δπως καὶ δλοι οἱ ἄλλοι σωλῆνες ἄλλωστε, διὰ νὰ προστατεύωνται κυρίως οἱ κοινοὶ ἀγωγοὶ ἐσωτερικῶν ἐγκαταστάσεων. Ως κοινοὶ ἀγωγοὶ χρησιμοποιοῦνται σήμερον οἱ ἀγωγοὶ NYA (σχ. 17.3 ιζ) μὲ θερμοπλαστικὴν μόνωσιν εἰς τὴν θέσιν τῶν παλαιότερον χρησιμοποιουμένων ἀγωγῶν NGA μὲ μόνωσιν ἐξ ἔλαστικοῦ. Οἱ σωλῆνες Μπέργκμαν χρησιμοποιοῦνται, συνήθως, εἰς τὰς χωνευτὰς

έγκαταστάσεις τῶν ξηρῶν (χωρὶς ύγρασίαν) χώρων, τοποθετούμενοι κάτω ἀπὸ τὸ ἐπίχρισμα τῶν τοίχων. Οἱ χαλυβδοσωλῆνες καὶ οἱ μεταλλικοὶ σωλῆνες χρησιμοποιοῦνται εἰς ύγρούς χώρους, διότι ἔξασφαλίζουν στεγανότητα.

Οἱ μονωτικοὶ σωλῆνες χρησιμοποιοῦνται κυρίως εἰς τὰς διαβάσεις (περάσματα) διὰ μέσου χωρισμάτων (τοίχων). Οἱ σωλῆνες αὐτοὶ κατασκευάζονται συνήθως ἀπὸ σκληρὸν ἑλαστικόν, ἀλλὰ τελευταίως κατασκευάζονται καὶ ἀπὸ πλαστικὸν ύλικὸν καὶ χρησιμοποιοῦνται συχνὰ ἀντὶ τῶν σωλήνων Μπέργκμαν.

Οἱ εὔκαμπτοι μονωτικοὶ σωλῆνες κάμπτονται διὰ τῆς χειρός, χωρὶς νὰ ἀπαιτοῦνται εἰδικὰ ἐργαλεῖα καὶ ἔξαρτήματα διὰ τὸν σχηματισμὸν καμπύλων, γωνιῶν κ.λπ. Οἱ σωλῆνες αὐτοί, λόγω τοῦ μεγαλυτέρου κόστους των, χρησιμοποιοῦνται μόνον εἰς εἰδικὰς περιπτώσεις (διαδρομαὶ μὲν πολλὰς καμπύλας, ὅπου ύπαρχουν ἀπαιτήσεις εὐκαμψίας καὶ μηχανικῆς προστασίας κ.λπ.).

Οἱ ἡλεκτρικοὶ σωλῆνες κατασκευάζονται εἰς διάφορα μεγέθη χαρτηριζόμενα ἀπὸ τὴν ἐσωτερικήν των διάμετρον. Τὸ πλῆθος τῶν ἀγωγῶν NYA, ποὺ ἐπιτρέπεται νὰ τοποθετήσωμεν κατὰ μέγιστον ὄριον ἐντὸς σωλῆνος, ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴν διάμετρόν του.

Διὰ τὴν ἔγκαταστασιν τῶν σωλήνων ἀπαιτοῦνται εἰδικὰ ἔξαρτήματα (σχ. 17·3 ιθ), τὰ κυριώτερα τῶν ὅποιων εἰναι :

— Οἱ σύνδεσμοι (μοῦφες), ποὺ χρησιμεύουν διὰ τὴν ἐνωσιν δύο τεμαχίων σωλῆνος.

— Αἱ καμπύλαι καὶ αἱ γωνίαι, ποὺ χρησιμεύουν διὰ τὴν ἐνωσιν δύο τεμαχίων σωλῆνος ποὺ ἔγκαθίστανται ύπὸ γωνίαν.

— Οἱ διακλαδωτῆρες ταῦ, ποὺ χρησιμεύουν διὰ τὴν πραγματοποίησιν διακλαδώσεων.

— Τὰ περιλαίμια στηρίξεως (κολλάρα), διὰ τὴν στερέωσιν τῶν σωλήνων Μπέργκμαν ἐπὶ τῶν τοίχων, εἰς ὁρατὰς ἔγκαταστάσεις.

— Τὰ κυτία διακλαδώσεως ἢ ἐνώσεως (μπονάτ), ποὺ χρησιμεύουν διὰ τὴν πραγματοποίησιν διακλαδώσεως μιᾶς γραμμῆς πρὸς δύο ἢ καὶ περισσοτέρας κατευθύνσεις ἢ διὰ τὴν ἐνωσιν δύο τεμαχίων ἀγωγῶν. Τὰ κυτία διακλαδώσεως ἢ ἐνώσεως εἰναι εἴτε σιδηρᾶ, μὲ ἐπικάλυψιν μολύβδου καὶ ἐσωτερικὴν μονωτικὴν ἐπένδυσιν, εἴτε πλαστικά. Εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν κυτίων διακλαδώσεως τοποθετοῦνται διακλαδωτῆρες ἀπὸ πορσελάνην ἢ βακελίτην, μὲ τὴν βοήθειαν τῶν ὅποιων

γίνονται αἱ διάφοροι συνδέσεις τῶν ἀγωγῶν. Αἱ συνδέσεις αὐταὶ εἰναι δυνατὸν νὰ ἐπιθεωροῦνται δόποτε δι' ἀφαιρέσεως τοῦ καλύμματος τοῦ κυτίου, ποὺ εἰναι εἴτε βιδωτὸν εἴτε ἐφαρμοστόν. Τὰ κυτία διακλαδώσεως κατασκευάζονται εἰς διάφορα μεγέθη ἀναλόγως τῆς διαμέτρου τῶν σωλήνων ποὺ συνδέονται ἐπ' αὐτῶν, ἐνῶ οἱ διακλαδωτῆρες ἔχουν μέγεθος ἀνάλογον τῆς διατομῆς τῶν ἀγωγῶν τοὺς



Σύνδεσμος (μούφα)



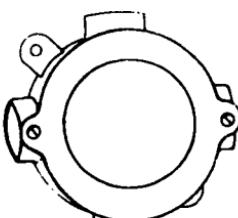
Καμπύλη



Γωνία



Διακλαδωτήρ πορσελάνης



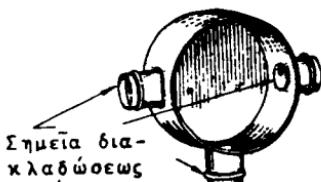
Κυτίον διακλαδώσεως χαλύβδινον 2 δύπων



Περιλαίμιον στηρίξεως (χολλάρο)



Διακλαδωτήρ ταῦ



Σημεῖα διακλαδώσεως σωλήνων μπέργκμαν

Κυτίον διακλαδώσεων



Κοχλιωτή μούφα χαλυβθόσωλήνων

Σχ. 17.3 ΙΘ.

δποίους συνδέονται. Τὰ κυτία διακλαδώσεως, ἐκτὸς ἀπὸ τὰς θέσεις, εἰς τὰς δποίας γίνονται αἱ διακλαδώσεις τῶν ἡλεκτρικῶν γραμμῶν ἢ τὰς θέσεις εἰς τὰς δποίας προβλέπεται νὰ γίνουν μελλοντικῶς διακλαδώσεις, τοποθετοῦνται καὶ διὰ νὰ δεικνύουν τὴν διαδρομὴν ποὺ ἀκολουθοῦν αἱ δθέατοι, χωνευταὶ ἡλεκτρικαὶ σωληνώσεις. Πρὸς τοῦτο τοποθετοῦνται κυτία διακλαδώσεως εἰς εύθειας διαδρομάς χωνευτῶν σωλήνων

μεγάλου μήκους (κάθε 6 μέτρα), όταν ἡ γραμμὴ μεταβαίνῃ ἀπὸ ἓνα δωμάτιον εἰς ἄλλο καὶ ὅταν ἡ γραμμὴ παρουσιάζῃ πολλὰς καμπύλας (συνήθως ὅπου αἱ καμπύλαι ὑπερβαίνουν τὴν μίαν).

γ) Οἱ διακόπται τοίχου, οἱ ὅποιοι στερεώνονται εἰς τοὺς τοίχους καὶ χρησιμεύουν, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, διὰ τὸν Ἐλεγχὸν τοῦ φωτισμοῦ τῶν διαφόρων χώρων. Οἱ διακόπται αὐτοὶ ἐγκαθίστανται εἴτε χωνευτοὶ εἴτε ἔξωτεροι ἐπάνω εἰς τοὺς τοίχους (σχ. 17.3 κ.).

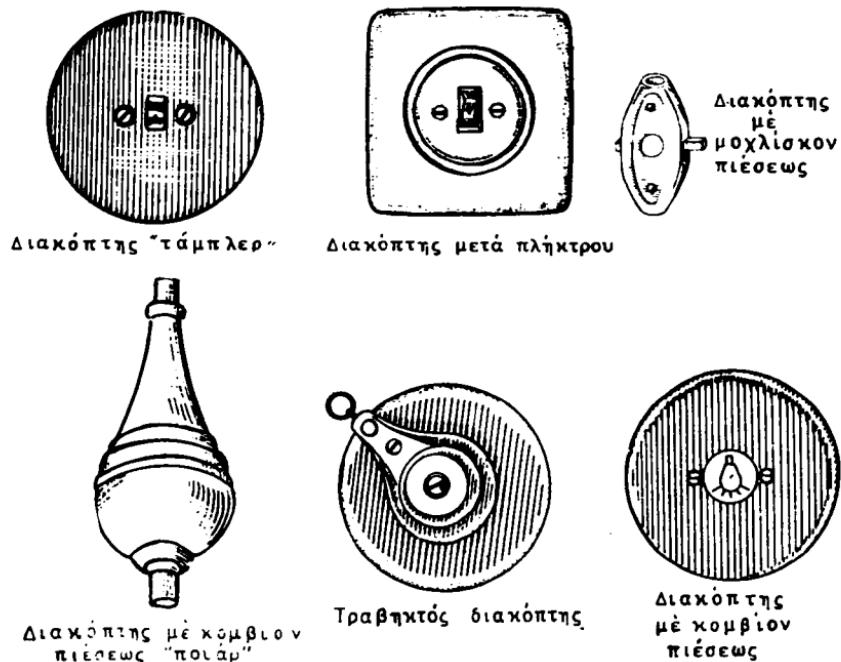


Ἐξωτερικὸς διακόπτης χωνευτὸς διακόπτης
Σχ. 17.3 κ.

Οἱ διακόπται τοίχου εἰναι, συνήθως, περιστροφικοί (σχ. 17.3 κ.), μετὰ ἀνατρεπομένου μοχλίσκου (διακόπται τάμπλερ) ἢ μετὰ πλήκτρου. Ὑπάρχουν, ἐπίσης, διακόπται μὲ κομβίον πιέσεως (διακόπται κλιμακοστασίων) ἢ τραβηγκτοὶ (σχ. 17.3 κα).

Ὑπάρχουν τὰ ἔχης εἰδῆ διακοπτῶν τοίχου ὀναλόγως τοῦ ἐπιτυγχανομένου ἐλέγχου τῶν φωτιστικῶν συσκευῶν: α) Ἀπλοὶ διακόπται, διὰ τῶν ὅποιων ἀνοιγομεν καὶ κλείομεν ἓνα κύκλωμα φωτισμοῦ μὲ ἓνα ἢ περισσότερα φωτιστικὰ σημεῖα. β) Διακόπται διαδοχῆς (κομμιτάτερ), διὰ τῶν ὅποιων δυνάμεθα νὰ ἐλέγχωμεν δύο φωτιστικὰ σημεῖα ἢ δύο δμάδας φωτιστικῶν σημείων ἀνάπτομεν πρῶτα τὴν μίαν δμάδα μόνον, κατόπιν (μὲ δευτέραν περιστροφὴν τοῦ διακόπτου) τὰς δύο δμάδας μαζὶ καὶ τέλος (μὲ τρίτην περιστροφὴν) τὴν δευτέραν δμάδα μόνον. δ) Διακόπται ἐναλλαγῆς (ἀλλè-ρετούρ), διὰ τῶν ὅποιων ἐλέγχομεν (ἀνάπτομεν καὶ σβήνομεν) τὸ ἴδιον φωτιστικὸν σημεῖον ἢ δμάδα φωτιστικῶν σημείων ἀπὸ διαφόρους θέσεις ἐνὸς μεγάλου χώρου (π.χ. διαδρόμου, κλιμακοστασίου κ.λπ.). Οἱ διακόπται ἐναλλαγῆς τοποθετοῦνται, ἐπομένως, εἰς δύο τουλάχιστον θέσεις. Εἰς περιπτώσεις κατὰ τὰς ὅποιας θέλομεν νὰ ἐλέγχωμεν ἓνα φωτιστικὸν σημεῖον ἀπὸ περισσότερας τῶν δύο θέσεις, τοποθετοῦμεν καὶ ὄλλους διακόπτας; ποὺ καλοῦνται ἐνδιάμεσοι ἐναλλαγῆς, εἰς τὰς διαφόρους αὐτὰς θέσεις μεταξὺ

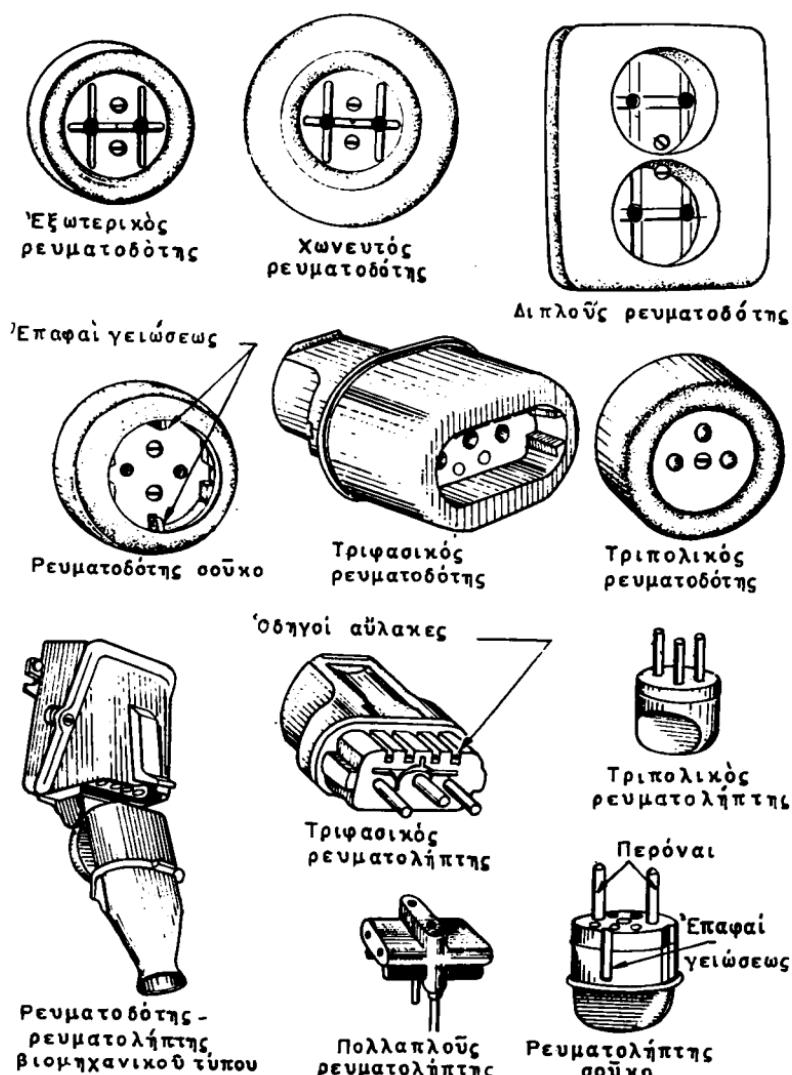
τῶν δύο ἀκραίων θέσεων. "Ολοὶ αὐτοὶ οἱ διακόπται, ὅπως εἴδομεν καὶ εἰς τὴν παράγραφον 17·3 (5,α) διακόπτουν μόνον τὸν ἄγωγὸν φάσεως.



Σχ. 17·3 κα.

δ) Οἱ ρευματοδόται (πρίζαι) καὶ οἱ ρευματολῆπται (φίς).

Οἱ ρευματοδόται, ὅπως καὶ οἱ διακόπται τοίχου, ἔγκαθίστανται εἰς τὸν τοίχον καὶ χρησιμεύουν διὰ νὰ τροφοδοτοῦνται αἱ φορηταὶ ἡλεκτρικαὶ συσκευαί. Διὰ τὴν τροφοδότησιν μιᾶς φορητῆς μονοφασικῆς ἡλεκτρικῆς συσκευῆς ἀπαιτεῖται ἔνας ρευματολήπτης, εἰς τὸ ὅκρον τοῦ εὐκάμπτου καλωδίου, διὰ μέσου τοῦ δποίου τροφοδοτεῖται ἡ συσκευή· δὲ ρευματολήπτης φέρει δύο ἢ τρία βύσματα (περόνας), πού εἰσάγονται εἰς τὰς ἀντιστοίχους ὑποδοχάς τοῦ ρευματοδότου (σχ. 17·3 κβ). Τὸ ἔνα ἀπὸ τὰ βύσματα τοῦ ρευματολήπτου χρησιμεύει διὰ τὴν σύνδεσιν τοῦ ἄγωγοῦ προστασίας. "Υπάρχουν, δημως, καὶ ρευματοδόται-ρευματολῆπται, ὅπου ἡ σύνδεσις τοῦ ἄγωγοῦ προστασίας γίνεται μὲ τὴν βοήθειαν εἰδικῶν ἑπαφῶν (σχ. 17·3 κβ), οἱ δποίοι καλοῦνται ρευματοδόται ἢ ρευματολῆπται σοῦκο. Διὰ τὴν τροφοδότησιν τριφα-

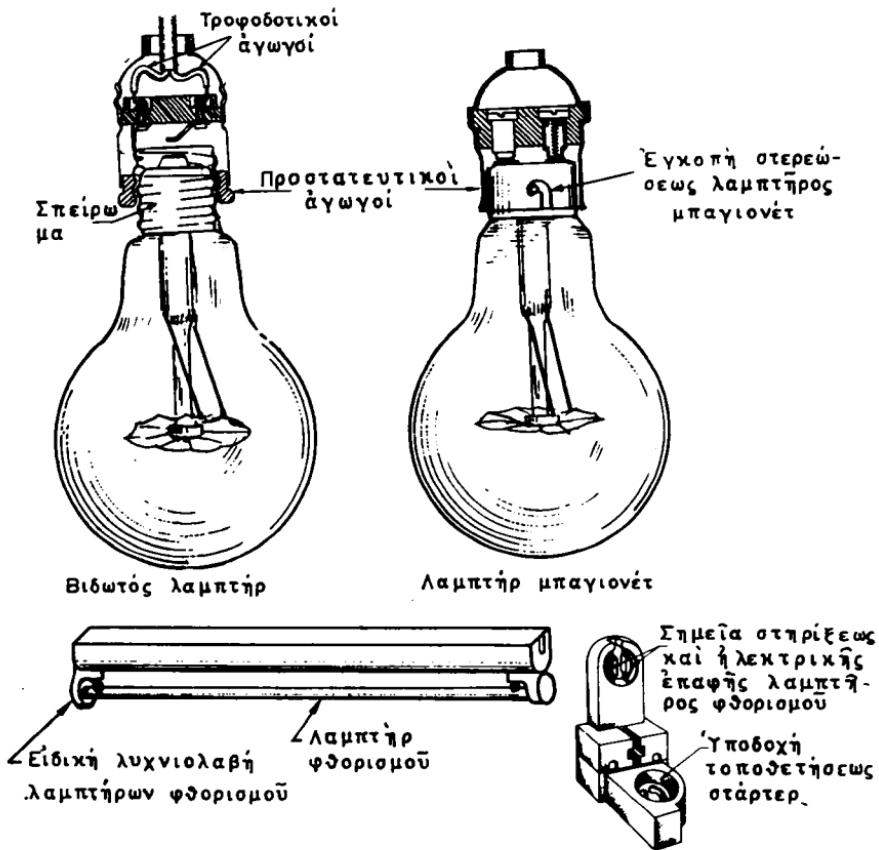


Σχ. 17·3 κβ.

Σικών καταναλώσεων (π.χ. ήλεκτροκινητήρων) χρησιμοποιούνται τριφασικοί ρευματοδόται καὶ ρευματολήπται (σχ. 17·3 κβ.).

ε) Αἱ λυχνιολαβαὶ (ντουΐ), ποὺ χρησιμέουν διὰ τὴν στερέωσιν

τῶν λάμπτηρων φωτισμοῦ καὶ τὴν τροφοδότησίν των διὰ μέσου τροφοδοτικῶν ἀγωγῶν (σειρίδος), ἀπὸ τὴν σταθερὰν ηλεκτρικὴν ἐγκατάστασιν, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 17.3 κγ.

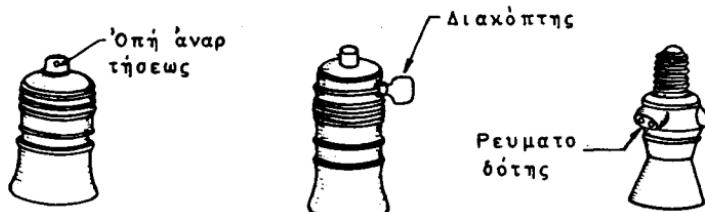


Σχ. 17.3 κγ.

Ὑπάρχουν διαφόρων εἰδῶν λυχνιολαβαί, ὀνταλόγως τοῦ εἶδους τοῦ λαμπτήρος (λαμπτήρες πυρακτώσεως, λαμπτήρες φθορισμοῦ κ.λπ.) καὶ τῆς κατασκευῆς του (βιδωτοί λαμπτήρες, λαμπτήρες μπαγιονέτ). Ἐπίστης ὑπάρχουν καὶ συνδυασμοὶ λυχνιολαβῶν μὲρευματοδότην ἢ μὲριακόπτην (σχ. 17.3 κδ).

Ἄπὸ τὰ διάφορα σημεῖα ρευματοληψίας, εἰς τὰ ὅποια καταλήγουν αἱ ηλεκτρικαὶ γραμμαὶ εἰς μίαν ἐσωτερικὴν ηλεκτρικὴν ἐγκατά-

στασιν, τροφοδοτούνται, όπως είδομεν, αἱ διάφοροι ἡλεκτρικαὶ καταναλώσεις (συσκευαὶ καὶ μηχαναῖ). Ἡ προστασία τόσον τῶν ἡλεκτρικῶν ἀγωγῶν δόσον καὶ τῶν συσκευῶν καὶ μηχανῶν ἐπιτυγχάνεται μὲ τὰ ὅργανα προστασίας τοῦ πίνακος διανομῆς (ἀσφάλειαι, αὐτόματοι διακόπται). Ὁ ἔλεγχός των (σύνδεσις καὶ ἀποσύνδεσις τῶν διαφόρων καταναλώσεων μὲ τὴν ἡλεκτρικὴν τροφοδότησιν) πραγματοποιεῖται μὲ τοὺς διακόπτας τοῦ πίνακος διανομῆς, τοὺς διακόπτας τοίχου ἢ, ἀκόμη τοὺς διακόπτας ποὺ εἶναι ἔγκατεστημένοι ἐπάνω εἰς



Σχ. 17.3 κδ.

τὰς συσκευὰς ἢ μηχανάς. Εἰδικῶς εἰς τὰς ἔγκαταστάσεις κινήσεως, ὑπάρχουν, κατὰ κανόνα, διὰ τὸν ἔλεγχον καὶ τὴν προστασίαν τῶν κινητήρων (έκτὸς ἀπὸ τὰ ὅργανα προστασίας καὶ ἔλέγχου ποὺ ὑπάρχουν εἰς τὸν πίνακα διανομῆς διὰ κάθε κύκλωμα ποὺ ἀναχωρεῖ ἀπὸ αὐτὸν), τὰ ἀκόλουθα ὅργανα :

— "Ἐνας μαχαιρωτὸς διακόπτης.

— "Ἐνας αὐτόματος διακόπτης μὲ θερμικὸν καὶ μαγνητικὸν στοιχεῖον, διὰ τὴν προστασίαν τοῦ κινητῆρος ἀπὸ ὑπερεντάσεις καὶ μικρὰ βραχυκυκλώματα (ἀπὸ τὰ μεγάλα βραχυκυκλώματα μᾶς προστατεύουν αἱ ἀσφάλειαι τηκτῶν), καὶ μαγνητικὸν στοιχεῖον ἐλλείψεως τάσεως.

— "Ἐνας ἐκκινητής (π.χ. διακόπτης ἀστέρος-τριγώνου).

7) Πηγαὶ φωτισμοῦ.

Ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια ἔκτὸς ἀπὸ τὰς ἄλλας πολυπληθεῖς ἐφαρμογάς της χρησιμεύει καὶ διὰ τὴν παραγωγὴν φωτός.

Τὸ ἡλεκτρικὸν φῶς παράγεται κατὰ δύο τρόπους : α) Διὰ διοχετεύσεως ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ μέσου λεπτοῦ μεταλλικοῦ σύρματος, τὸ δόποιον θερμαίνεται, λόγω τοῦ φαινομένου Τζούλ, ἐρυθροπυρώνεται καὶ ἀκτινοβολεῖ. β) Δι' ἡλεκτρικῆς ἐκκενώσεως μεταξὺ δύο

ήλεκτροδίων (ροῆς ήλεκτρονίων) ἐντὸς ἀερίου ή μεταλλικοῦ ὅτμοῦ, ὅπότε προκαλεῖται φωτεινὴ ἀκτινοβολία εἴτε ἀπὸ αὐτὴν τὴν ίδιαν τὴν ἑκκένωσιν εἴτε ἀπὸ τὴν μετατροπὴν τῆς μὴ φωτεινῆς ἀκτινοβολίας τῆς ἑκκενώσεως εἰς φωτεινὴν ἀκτινοβολίαν μὲ τὴν βοήθειαν διαφόρων φυσικούς σῶν οὔστῶν.

—Ο πρῶτος τρόπος χρησιμοποιεῖται ἀπὸ τοὺς λεγομένους λαμπτῆρας πυρακτώσεως, οἱ ὅποιοι ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἐσφραγισμένον ὄλινον κώδωνα κενὸν ἀέρος ή πλήρη ἀερίου (ἀργοῦ ή ἀζώτου), ἐντὸς τοῦ ὅποιου ὑπάρχει λεπτὸν σύρμα βολφραμίου στερεωμένον ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 17·3 κγ· τὸ σύρμα θερμαίνομενον μὲ τὴν διέλευσιν τοῦ ήλεκτρικοῦ σύρματος, παράγει φωτεινὴν ἀκτινοβολίαν. Εἰς τοὺς λαμπτῆρας πυρακτώσεως χρησιμοποιεῖται σύρμα βολφραμίου, διότι τὸ ὄλικὸν τοῦτο ἔχει σημεῖον τήξεως 3400° C καὶ ἐπομένως ἀντέχει εἰς τὰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας, αἱ ὅποιαι εἰναι ἀπαραίτητοι διὰ τὴν παραγωγὴν τῆς φωτεινῆς ἀκτινοβολίας.

Ἡ διάρκεια ζωῆς τῶν λαμπτῆρων πυρακτώσεως καὶ ἡ παραγωγὴ φωτὸς ἔξαρτῶνται πολὺ ἀπὸ τὴν τάσιν λειτουργίας αὐτῶν, ἐν σχέσει μὲ τὴν ὀνομαστικὴν των τάσιν.

Ἐτοι, τάσις λειτουργίας μεγαλυτέρα τῆς ὀνομαστικῆς, κατὰ 5% μόνον, ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν αὐξῆσιν τῆς φωτεινῆς ἀποδόσεως τῶν λαμπτῆρων πυρακτώσεως κατὰ 20% καὶ τὴν ἐλάττωσιν κατὰ 50% περίπου τῆς διαρκείας ζωῆς τῶν λαμπτῆρων, ἡ ὅποια κατὰ μέσον ὅρου φθάνει τὰς 1000 ὥρας. Ἡ ἐλάττωσις τῆς τάσεως λειτουργίας ἔχει τὰ ἀντίθετα ἀποτελέσματα.

Εἰς τοὺς λαμπτῆρας πυρακτώσεως, τὸ σύρμα βολφραμίου ἔξαχνοῦται βραδέως καὶ τὰ ἄτομα τοῦ βολφραμίου ἔξέρχονται ἀπὸ τὸ πυρακτωμένον νῆμα καὶ κατευθύνονται πρὸς τὰ ἐσωτερικά τοιχώματα τοῦ ὄλινου κώδωνος τοῦ λαμπτῆρος. Ἡ ἐπικάθησις λεπτοῦ στρώματος ἀπὸ τὸ ὄλικὸν τοῦ νήματος ἐπὶ τοῦ ὄλινου δοχείου ἐλαττώνει τὸν συντελεστὴν διαφανείας του (μαύρισμα), μὲ ἀποτέλεσμα νὰ μειώνεται ἡ φωτεινὴ ἀπόδοσις τῶν λαμπτῆρων.

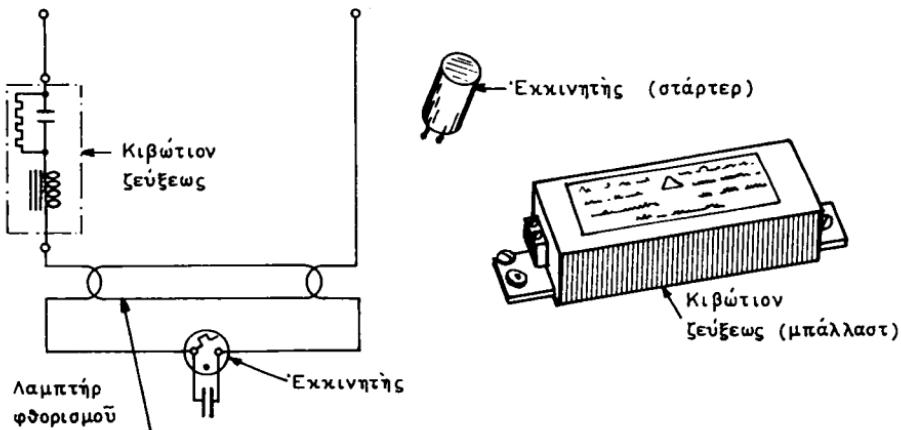
Τὸ μαύρισμα τοῦ ὄλινου κώδωνος εἶναι μικρότερον εἰς τοὺς λαμπτῆρας πυρακτώσεως μετ' ἀερίου, τὸ ὅποιον ἔμποδίζει κάπως τὴν ἔξαχνωσιν τοῦ νήματος, συγκριτικῶς πρὸς τοὺς λαμπτῆρας κενοῦ, ἀποφεύγεται δὲ τελείως, ἐὰν εἰς τὸ ἀέριον προστεθῇ ποσότης ὀλογόνων (π.χ. ιωδίου ή βρωμίου). Εἰς τὸ τελευταῖον αὐτὸν εἶδος λαμπτῆρων,

οι παραγόμενοι ἀτμοὶ βιολφραμίου ἐνώνονται μὲ τὸ Ἰώδιον καὶ σχηματίζουν Ἰωδιοῦχον βιολφράμιον ὑπὸ ἀέριον μορφὴν· αὐτό, λόγω τοῦ σχηματιζομένου θερμικοῦ ἀνοδικοῦ ρεύματος, ὅδεύει πρὸς τὸ πυρακτωμένον νῆμα καὶ ἐκεῖ, μὲ τὴν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ποὺ ἐπικρατεῖ πλησίον τοῦ νήματος, διασπᾶται πάλιν εἰς Ἰώδιον καὶ βιολφράμιον, τὸ διποίον ἐπιστρέφει ἐπάνω εἰς τὸ νῆμα. Οἱ λαμπτῆρες πυρακτώσεως μὲ ἀλογόνα λειτουργοῦν μὲ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ διὰ τούτο ὡς ὑλικὸν κώδωνος χρησιμοποιεῖται χαλαζιακὴ ὄναλος. Οἱ λαμπτῆρες πυρακτώσεως μὲ ἀλογόνα ἔχουν μεγαλυτέραν φωτεινὴν ἀπόδοσιν ἀπὸ τοὺς κοινοὺς λαμπτῆρας, διπλασίαν περίπου μέσην διάρκειαν ζωῆς καὶ μικροτέρας διαστάσεις. Ἡ χρησιμοποίησις χαλαζιακῆς ὄναλου διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ κώδωνος τῶν λαμπτήρων ἀλογόνων ἐπιτρέπει τὴν μείωσιν τῶν διαστάσεων τῶν λαμπτήρων τούτων καὶ τὴν πλήρωσιν αὐτῶν δι’ ἀερίου μεγαλυτέρας πιέσεως, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ αὔξανεται ἡ ἱκανότης φορτίσεως τοῦ νήματος καί, ἐπομένως, ἡ φωτεινὴ ἀπόδοσις. Οἱ λαμπτῆρες ἀλογόνων χρησιμοποιοῦνται συνήθως εἰς προβολεῖς αὐτοκινήτων, εἰς κινηματογραφικοὺς προβολεῖς ἢ προβολεῖς διαφανεῖῶν, εἰς προβολεῖς στούντιο κινηματογραφήσεως, εἰς προβολεῖς ἀθλητικῶν γηπέδων κ.λπ.

—Ο δεύτερος τρόπος παραγωγῆς φωτὸς χρησιμοποιεῖται ἀπὸ τοὺς λαμπτῆρας ἐκκενώσεων, οἱ διποίοι εἰναι ἐσφραγισμένοι ὄναλινοι κώδωνες ἢ σωλῆνες, ἐντὸς τῶν διποίων ὑπάρχουν ἀέρια ἢ μεταλλικοὶ ἀτμοὶ ὑπὸ χαμηλὴν ἢ ὑψηλὴν πίεσιν καὶ δύο ἡλεκτροδία. Μεταξὺ τῶν ἡλεκτροδίων προκαλεῖται συνεχῆς ἡλεκτρικὴ ἐκκένωσις, ἡ διποία εἴτε ἀκτινοβολεῖ εἰς τὴν φωτεινὴν περιοχὴν τοῦ φάσματος, ὅπως γνωρίζομεν ἀπὸ τὴν Φυσικήν, εἴτε ἀποδίδει τὸ μεγαλύτερον μέρος τῆς ἀκτινοβολίας της ὑπὸ μορφὴν ὑπεριωδῶν ἀκτίνων. Αἱ ἀκτίνες αὐταὶ ἐπιδροῦν ἐπὶ τῆς ἐπικαλύψεως τῶν ἐσωτερικῶν παρειῶν τῶν σωλήνων τῶν λαμπτήρων, ἡ διποία ἀποτελεῖται ἀπὸ φθοριζούσας ούσιας, μὲ συνέπειαν νὰ ἐκπέμπτωνται ἀπὸ τὴν ἐπικάλυψιν αὐτὴν φωτειναὶ ἀκτίνες.

Λαμπτῆρες ἐκκενώσεων εἰναι οἱ σωλῆνες νέοι, ποὺ χρησιμοποιοῦνται, κυρίως, εἰς τὰς φωτεινὰς ἐπιγραφὰς τῶν διαφημίσεων, οἱ λαμπτῆρες δι’ ἀτμῶν νατρίου, οἱ λαμπτῆρες δι’ ἀτμῶν ὑδραργύρου χαμηλῆς καὶ ὑψηλῆς πιέσεως καί, τέλος, οἱ γνωστότεροι λαμπτῆρες φθορισμοῦ. Οἱ λαμπτῆρες φθορισμοῦ εἰναι ὄναλινοι σωλῆνες, ἐντὸς τῶν διποίων πραγματοποιεῖται ἡλεκτρικὴ ἐκκένωσις διὰ μέσου ἀτμῶν ὑδραργύρων

ρου και οί δποίοι έχουν έσωτερικήν έπικαλυψιν φθοριζουσῶν ούσιῶν. Διὰ τὴν ἔναρξιν και τὴν συνέχισιν τῆς λειτουργίας τῶν λαμπτήρων φθορισμοῦ ἀπαιτεῖται εἰδίκὸς διακόπτης μικρῶν διαστάσεων, ποὺ καλεῖται ἐκκινητής (στάρτερ), και ἔνα κιβώτιον μὲ πηνία αὐτεπαγωγῆς και πυκνωτάς, ποὺ καλεῖται κιβώτιον ζεύξεως (μπάλλαστ). Τὰ ἔξαρ-



Σχ. 17.3 κε.

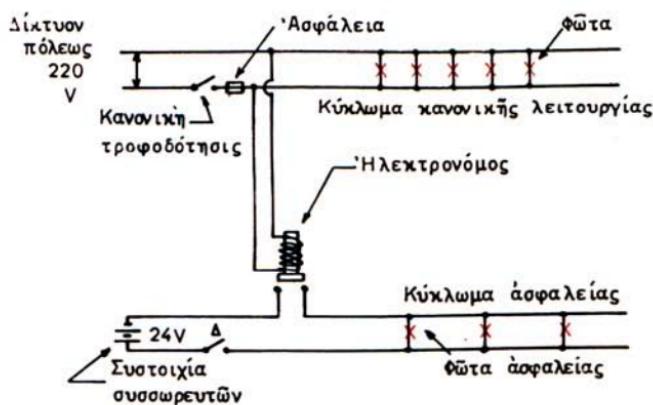
τήματα αύτὰ ἔγκαθίστανται ιπλησίον τῶν λαμπτήρων φθορισμοῦ (σχ. 17.3 κγ και 17.3 κε) και είναι ἀπαραίτητα διὰ νὰ γίνη ἡ ἐκκένωσις, δταν θέτωμεν τὸν λαμπτήρα ὑπὸ τάσιν μὲ τὸ κλείσιμον τοῦ κυκλώματος.

Ἡ διάρκεια ζωῆς τῶν λαμπτήρων φθορισμοῦ μειώνεται μὲ τὴν συχνότητα ἀνάμματος και σθησίματός των. Τοῦτο, διότι μὲ κάθε ἀναμμα ἀποσπᾶται ἀπὸ τὸ νῆμα τῶν ἡλεκτροδίων των ποσότης ἐνεργοῦ ούσιας (μεταλλικῶν δξειδίων), ἡ δποία ἐπικάθεται ἐπὶ τῶν ὑαλίνων τοιχωμάτων τοῦ λαμπτῆρος, κυρίως κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ σωλῆνος. Αὔτὸ ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νὰ μαυρίζῃ ὁ ὑάλινος σωλήν καί, ἐπομένως, νὰ μειώνεται ἡ φωτεινή του ἀπόδοσις και νὰ δημιουργοῦνται ἐνοχλητικαὶ διακυμάνσεις τοῦ φωτός, δταν τὰ ἡλεκτρόδια χάσουν τὰ μεταλλικὰ δξειδία, μὲ τὰ δποία καλύπτονται.

Οι λαμπτῆρες φθορισμοῦ πλεονεκτοῦν, συγκρινόμενοι μὲ τοὺς λαμπτῆρας πυρακτώσεως, διότι ἔχουν μικρὰν λαμπρότητα και δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν χωρὶς φωτιστικὸν σῶμα· δὲν προκαλοῦν

θάμβωσιν είς τὰ μάτια, δίδουν φῶς ήμέρας εἰς κλειστούς χώρους καὶ ἔχουν μεγαλυτέραν φωτεινήν ἀπόδοσιν (ἀποδίδουν 3 ἕως 6 φοράς περισσότερον φῶς μὲν ἀπορρόφησιν τῆς αὐτῆς ἰσχύος)· ἀναπτύσσουν μικρὰς θερμοκρασίας (δύνανται, ἐπομένως, νὰ χρησιμοποιηθοῦν διὰ τὸν φωτισμὸν προθηκῶν καταστημάτων τροφίμων, ποὺ δὲν ἀντέχουν εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας) καὶ δίδουν ὁμοιόμορφον φωτισμὸν μὲν ἐλαφρὰς μόνον σκιάς ἔχουν πολὺ μεγαλυτέραν μέσην διάρκειαν ζωῆς, ἀλλὰ εἶναι ἀκριβότεροι ἀπὸ τοὺς λαμπτῆρας πυρακτώσεως. Τὸ εἶδος τοῦ λαμπτῆρος, ποὺ πρέπει νὰ χρησιμοποιῆται διὰ κάθε χῶρον, πρέπει νὰ ἔκλεγεται πάντοτε ἀναλόγως τοῦ εἶδους τοῦ χώρου. (Οἱ λαμπτῆρες φθορισμοῦ κατασκευάζονται διὰ διάφορα χρώματα φωτὸς καὶ δὲν ἀποδίδουν ὅλοι τὰ χρώματα τῶν φωτιζομένων ἀντικειμένων καὶ προσώπων μὲ πιστότητα, ἐνῶ εἰς ὡρισμένους χώρους κατοικιῶν πρέπει νὰ ἔγκαθίστανται λαμπτῆρες πυρακτώσεως).

Ἐκτὸς ἀπὸ τὰς συνηθισμένας ἔγκαταστάσεις φωτισμοῦ, ὑπάρχουν καὶ ὡρισμέναι εἰδικαὶ ἔγκαταστάσεις, ὅπως εἶναι ἡ ἔγκατάστασις φω-



Σχ. 17·3 κατ.

τισμοῦ ἀσφαλείας, ποὺ πρέπει νὰ ὑπάρχῃ εἰς χώρους συγκεντρώσεως πολλῶν ἀνθρώπων (κινηματογράφοι, θέατρα, ἔργοστάσια, νοσοκομεῖα κ.λπ.). Ἐγκατάστασις αὐτοῦ τοῦ εἶδους φαίνεται σχηματικῶς εἰς τὸ σχῆμα 17·3 κατ. Ἐάν, διὰ κάποιον λόγον, σταματήσῃ ἡ παροχὴ ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας ἀπὸ τὸ δίκτυον τῆς πόλεως, τὰ φῶτα τῆς κανονικῆς ἔγκαταστάσεως φωτισμοῦ σβήνουν, ἀλλὰ δὲ ὁ ὀπλισμὸς τοῦ



ήλεκτρομαγνήτου, πού συνδέεται εις τὴν ἀρχὴν τοῦ κυκλώματος κανονικοῦ φωτισμοῦ, πίπτει καὶ κλείει τὸ κύκλωμα φωτισμοῦ ἀσφαλείας, μὲν ἀποτέλεσμα νὰ μὴ διακοπῇ ὁ φωτισμὸς τοῦ χώρου.

17.4 Ἐρωτήσεις.

1. Πόσων εἰδῶν σταθμούς παραγωγῆς ήλεκτρικῆς ένεργειας ἔχομεν ;
2. Πῶς ἐπιτυγχάνεται ἡ παραγωγὴ ήλεκτρικῆς ένεργειας εἰς ἑνα Α.Η.Σ.Π. ;
3. Διατί ἡ μεταφορὰ τῆς ήλεκτρικῆς ένεργειας εἰς μεγάλας ἀποστάσεις πραγματοποιεῖται μὲν ὑψηλὴν τάσιν ;
4. Μὲ ποίαν τάσιν παρέχεται τὸ ρεῦμα εἰς τοὺς καταναλωτάς (ύψηλὴν ἢ χαμηλήν) ;
5. Πῶς είναι κατεσκευασμένοι οἱ ἀγωγοὶ τῆς ἐναερίου ήλεκτρικῆς γραμμῆς καὶ πῶς είναι κατεσκευασμένα τὰ ὑπόγεια καλώδια ;
6. Ποιοι είναι οἱ βασικοὶ λόγοι ἐγκαταστάσεως ὑπογείων δικτύων καὶ ποῦ ἐγκαθίστανται τὰ δίκτυα αὐτά ;
7. Εἰς ποίας περιπτώσεις κατασκευάζονται ίδιωτικοὶ ὑποσταθμοὶ καὶ διατί ;
8. Πῶς παρέχεται ἡ ήλεκτρικὴ ένέργεια ἀπὸ τὸ δίκτυον τῆς ήλεκτρικῆς ἐπιχείρησεως εἰς τοὺς καταναλωτάς ;
9. Τί καλείται πίναξ διανομῆς καὶ πῶς είναι κατεσκευασμένος ; Ποια δργανα φέρει ἔνας πίναξ διανομῆς καὶ πῶς συνδέονται μεταξύ των τὰ δργανα αὐτά ;
10. Ποια εἰδὴ διακοπῶν πίνακος διακρίνομεν ;
11. Τί είναι οἱ αὐτόματοι διακόπται καὶ εἰς τί χρησιμεύουν ;
12. Ποιοι διακόπται χρησιμοποιοῦνται συνήθως εἰς τὰς ἐγκαταστάσεις κινήσεως καὶ ποία ἡ ἀρχὴ λειτουργίας αὐτῶν.
13. Ποῦ τοποθετοῦνται αἱ ἀσφαλείαι τηκτῶν καὶ πῶς είναι κατεσκευασμέναι ; Ποίος δὲ προορισμός των ;
14. Πῶς είναι κατεσκευασμένοι οἱ ήλεκτρικοὶ ἀγωγοὶ τῶν ἐσωτερικῶν ήλεκτρικῶν ἐγκαταστάσεων ;
15. Εἰς τί χρησιμεύουν οἱ ήλεκτρικοὶ σωλῆνες ;
16. Τί δργανα ἐγκαθίστῶμεν διὰ τὴν προστασίαν καὶ ἐλεγχον τῶν κινητήρων ;
17. Ποῦ ἐγκαθίστανται κιβώτια διακαλδώσεως ἢ ἐνώσεως καὶ διατί ;
18. Ποια εἰδὴ διακοπῶν τοίχου ἔχομεν ἀπὸ ἀπόψεως λειτουργίας καὶ τρόπου ἐλέγχου τῶν κυκλωμάτων ;
19. Πόσας ἐπαφάς δύναται νὰ ἔχῃ ὁ μονοφασικὸς ρευματοδότης-ρευματολήπτης καὶ πόσας δὲ τριφασικός ;
20. Ποιοι είναι οἱ δύο τρόποι παραγωγῆς φωτός ; Ποια εἰδὴ λαμπτήρων χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν παραγωγὴν φωτός μὲ κάθε ἔνα ἀπὸ τοὺς δύο τρόπους ;
21. Ποια ἔξαρτήματα ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν λειτουργίαν τῶν λαμπτήρων φθορισμοῦ ; Ποια τὰ πλεονεκτήματα τῶν λαμπτήρων τούτων ἔναντι τῶν λαμπτήρων πυρακτώσεως ;
22. Ποῦ χρησιμοποιεῖται ὁ φωτισμὸς ἀσφαλείας καὶ πῶς λειτουργεῖ ;

ΜΕΡΟΣ ΟΓΔΟΟΝ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 18

ΟΡΓΑΝΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

18.1 Ήλεκτρικαὶ μετρήσεις. Εἰδη καὶ κατηγορίαι ἡλεκτρικῶν δργάνων.

Τὰ διάφορα ἡλεκτρικὰ μεγέθη, ὅπως είναι ἡ ἡλεκτρικὴ τάσις, ἡ ἐντασις, ἡ ἀντίστασις κ.λπ. μετροῦνται μὲ τὴν βοήθειαν εἰδικῶν δργάνων, ποὺ καλοῦνται δργαναὶ ἡλεκτρικῶν μετρήσεων. Μὲ τὰ δργαναὶ αὐτὰ εύρισκομεν τὴν ἀριθμητικὴν τιμὴν ἐνὸς ἡλεκτρικοῦ μεγέθους, ἐκπεφρασμένην εἰς τὰς μονάδας διὰ τῶν δποίων μετροῦμεν τὸ μέγεθος τούτο. "Ετσι, εύρισκομεν π.χ. πόση είναι ἡ τάσις εἰς βόλτη, ποὺ ἐπικρατεῖ μεταξὺ δύο σημείων, πόση είναι ἡ ἀντίστασις εἰς "Ωμ, ποὺ παρουσιάζει ἔνα σύρμα κ.ο.κ.

Μὲ τὰ δργαναὶ ἡλεκτρικῶν μετρήσεων είναι δυνατὸν νὰ μετρήσωμεν καὶ μὴ ἡλεκτρικὰ μεγέθη, ὅπως είναι ἡ θερμοκρασία, ἡ ύγρασία, ἡ στάθμη ύγρων κ.λπ. διὰ καταλλήλου ἀναγωγῆς εἰς μετρήσεις ἡλεκτρικῶν μεγεθῶν.

Τὰ δργαναὶ τῶν ἡλεκτρικῶν μετρήσεων είναι διαφόρων ειδῶν, ἀναλόγως τοῦ ἡλεκτρικοῦ μεγέθους τὸ δποίον μετροῦν. "Ετσι, διὰ τὴν μέτρησιν τῆς τάσεως χρησιμοποιοῦνται βολτόμετρα, τῆς ἐντάσεως ἀμπερόμετρα, τῆς ἀντιστάσεως ὡμόμετρα, τῆς ισχύος βαττόμετρα, τῆς συχνότητος συχνόμετρα, τοῦ συντελεστοῦ ισχύος συνημιτόμετρα τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας μετρηταὶ (γνώμονες).

Τὰ δργαναὶ τῶν ἡλεκτρικῶν μετρήσεων διαιροῦνται εἰς διαφόρους κατηγορίας ἀναλόγως τῆς ἀπόψεως ἀπὸ τὴν δποίαν ἔξετάζονται. Οὕτως, ὡς πρὸς τὴν ἀκρίβειαν τῆς παρεχομένης μετρήσεως, διαιροῦνται εἰς δργαναὶ βιομηχανικῆς ἀκριβείας καὶ εἰς δργαναὶ ἐργαστηριακῆς ἀκριβείας.

"Οπως εἰς κάθε μέτρησιν, ἔτσι καὶ εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς προκύπτουν

άναπτόφευκτα σφάλματα. Αύτά προέρχονται από ότιέλειαν έκτελέσεως της μετρήσεως ή από ότιέλειαν τῶν χρησιμοποιουμένων δργάνων ή, δικόμη, από άλλας αίτιας, όπως είναι αἱ ἐπιδράσεις τοῦ περιβάλλοντος κ.λπ.

Τὰ σφάλματα τῶν μετρήσεων διακρίνονται εἰς ἀπόλυτα καὶ εἰς σχετικά. Ἀπόλυτον σφάλμα είναι ἡ διαφορά τῆς τιμῆς τοῦ μεγέθους, ποὺ εύρισκομεν μὲ τὴν μέτρησιν, ἀπὸ τὴν πραγματικὴν τιμήν του. Σχετικὸν σφάλμα είναι τὸ πηλίκον τοῦ ἀπόλυτου σφάλματος διὰ τῆς πραγματικῆς τιμῆς. Ἡ ἀπόκλισις τῆς τιμῆς μετρήσεως ἀπὸ τὴν πραγματικὴν τιμήν, ἀνηγμένη εἰς τὴν πραγματικὴν τιμήν, δηλαδὴ τὸ σχετικὸν σφάλμα, δίδεται ὡς ἑκατοστιαῖον ποσοστὸν (%) καὶ ἔκφραζει τὴν ἀκρίβειαν τῆς μετρήσεως.

Ἡ ἀκρίβεια ἐνὸς δργάνου, ἔξ δὲ, καθορίζεται ἀπὸ τὸ μέγιστον σφάλμα, ποὺ ὀφείλεται μόνον εἰς τὸ δργανόν, καὶ δίδεται, συνήθως, ὡς ἑκατοστιαῖον ποσοστὸν τῆς τελικῆς τιμῆς τῆς κλίμακος μετρήσεως τοῦ δργάνου (παράγρ. 18·14).

Κατὰ τὰ ἀνωτέρω, ἐὰν τ είναι ἡ πραγματικὴ τιμὴ ἐνὸς μεγέθους καὶ τ' ἡ ἔνδειξις τοῦ δργάνου κατὰ τὴν μέτρησιν τοῦ μεγέθους αὐτοῦ, τὸ ἀπόλυτον σφάλμα θὰ είναι $\tau' - \tau = \Delta$, ἐνῶ τὸ σχετικὸν σφάλμα θὰ είναι :

$$\delta = \frac{\tau' - \tau}{\tau} = \frac{\Delta}{\tau}$$

ἢ, ἐπὶ τοῖς ἑκατόν,

$$\delta \% = \frac{\Delta}{\tau} \cdot 100 \%$$

Τὸ σχετικὸν σφάλμα ἰσοῦται, περίπου, καὶ πρὸς $\frac{\Delta}{\tau}$.

Ἡ ἀκρίβεια ἐνὸς δργάνου, ὅπως εἴπομεν, είναι ἵση πρὸς τὸ μέγιστον σφάλμα, ποὺ δύναται νὰ κάμη κατὰ τὴν μέτρησιν τὸ δργανόν καὶ δίδεται ὡς ποσοστὸν ἐπὶ τοῖς ἑκατὸν τῆς τελικῆς τιμῆς τῆς κλίμακος μετρήσεως. Ἐάν, ἐπομένως, ἔνα δργανόν μετρήσεως π.χ. τῆς τάσεως (βολτόμετρον), δύναται νὰ μετρήσῃ τάσεις μέχρι 300 V μὲ ἀκρίβειαν $\pm 0,5\%$ καὶ εἰς μίαν συγκεκριμένην μέτρησιν μετρήσῃ 150 V, τότε τὸ μέγιστον ἀπόλυτον σφάλμα τοῦ δργάνου θὰ είναι :

$$\Delta = \frac{\pm 0,5 \times 300}{100} = \pm 1,5 \text{ V}$$

συνεπῶς ἡ μετρηθεῖσα τάσης θὰ ἔχῃ πραγματικὴν τιμήν τ, ποὺ θὰ εύρισκεται μεταξὺ τῶν τιμῶν 148,5 V καὶ 151,5 V, ἐάν, βεβαίως, λη-

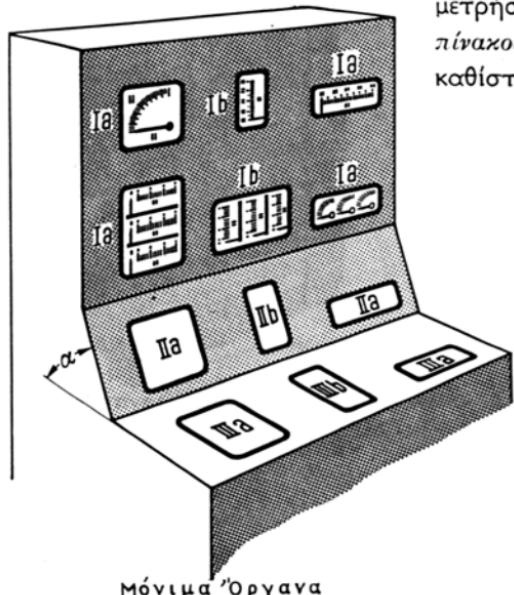
φθῆ ὑπ' ὅψιν μόνον τὸ σφάλμα τοῦ ὄργανου. Τὸ μέγιστον σχετικὸν σφάλμα τοῦ ὄργανου εἶναι :

$$\delta \% = \frac{\pm 1,5 \text{ V} \times 100}{150} \% = \pm 1 \%$$

διὰ τὴν ὑπ' ὅψιν μέτρησιν.

Τὰ ὄργανα βιομηχανικῆς ἀκριβείας, ποὺ χρησιμοποιοῦμεν κυρίως διὰ μετρήσεις ἐπὶ τόπου τῶν ἐγκαταστάσεων ἔχουν ἀκριβεῖαν ἀπὸ 5% ἔως 1% καὶ χωρίζονται εἰς διαφόρους κλάσεις ἀκριβείας (π.χ. κλάσις 1,5 ποὺ σημαίνει ἀκριβεῖαν $\pm 1,5\%$, κλάσις 2,5 ποὺ σημαίνει ἀκριβεῖαν $\pm 2,5\%$ κ.ο.κ.). Τὰ ὄργανα ἐργαστηριακῆς ἀκριβείας, ποὺ χρησιμοποιοῦνται σχεδὸν ἀποκλειστικῶς ἐντὸς ἐργαστηρίων, ἔχουν μεγάλην ἀκριβεῖαν, ποὺ κυμαίνεται ἀπὸ 0,5% ἔως 0,1% καὶ χωρίζονται ἐπίσης εἰς ἀντιστοίχους κλάσεις ἀκριβείας, π.χ. 0,2 (ἀκριβεῖα $\pm 0,2\%$).

Ἄπὸ ἀπόψεως τρόπον ἐγκαταστάσεως, τὰ ὄργανα ἡλεκτρικῶν μετρήσεων διακρίνονται εἰς ὄργανα πίνακος ἢ μόνιμα ὄργανα, ποὺ ἐγκαθίστανται μονίμως ἐπάνω εἰς πί-



Σχ. 18·1 α.

νακας ἢ τραπέζας μετρήσεων καὶ εἰς φορητὰ ὄργανα, ποὺ δύνανται νὰ μεταφέρωνται ἀπὸ θέσεως εἰς θέσιν διὰ μετρήσεις ἐπὶ τόπου εἰς τὰς διαφόρους ἡλεκτρικὰς ἐγκαταστάσεις (σχ. 18·1 α).

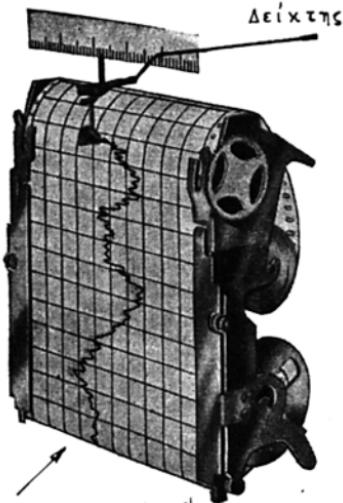


‘Απὸ ἀπόψεως τρόπον, κατὰ τὸν δόποῖον δίδεται τὸ ἀποτέλεσμα τῆς μετρήσεως, τὰ ἡλεκτρικὰ ὄργανα χωρίζονται εἰς διαφόρους κατηγορίας. Μία ἀπὸ αὐτὰς εἶναι τὰ ἐνδεικτικὰ ὄργανα, εἰς τὰ δόποια τὸ ἀποτέλεσμα τῆς μετρήσεως δεικνύεται ἀπὸ ἓνα δείκτην (ὄργανα μετὰ δείκτου). ‘Ο δείκτης αὐτὸς κινεῖται πρὸ μιᾶς κλίμακος, ποὺ φέρει ἡριθμημένας ὑποδιαιρέσεις καὶ σταματᾷ εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν τῆς κλίμακος ποὺ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν ἀριθμὸν τῶν μονάδων τοῦ μετρουμένου μεγέθους.

“Ἄλλαι κατηγορίαι ὄργάνων εἶναι αἱ ἔξῆς : α) Τὰ καταγραφικὰ ὄργανα, ποὺ φέρουν καὶ αὐτὰ δείκτην, εἰς τὸ ἐλεύθερον ἄκρον τοῦ δόποίου, ὅμως, στερεώνεται γραφίς. ‘Η γραφὶς σημειώνει ἐπάνω εἰς διηρημένον χάρτην, δὸς δόποιος κινεῖται μὲν σταθεράν ταχύτητα κάτω ἀπὸ τὴν γραφίδα, μίαν συνεχῆ γραμμὴν ἢ μίαν κουκκίδα ἀνὰ κανονικὰ χρονικὰ διαστήματα εἰς διαφόρους θέσεις ἐπὶ τοῦ χάρτου, ἀναλόγως τῆς θέσεως



Καταγραφικὸν ὄργανον
μὲ χάραξιν καμπύλης
μὲ κουκκίδας



Καταγραφικὸν ὄργανον
μὲ χάραξιν συνεχοῦς
καμπύλης

Σχ. 18·1β.

ποὺ ἔχει ἔκείνην τὴν στιγμὴν δὸς κινητὸς δείκτης. ‘Ετσι χαράσσεται ἐπὶ τοῦ χάρτου καμπύλη, ἡ δόποια παριστᾶ τὴν μεταβολὴν τοῦ μεγέθους ποὺ μετροῦμεν, συναρτήσει τοῦ χρόνου (σχ. 18·1β).

β) Οἱ καθοδικοὶ παλμογράφοι, οἱ δόποιοι εἶναι ἡλεκτρονικὰ ὄργανα, ποὺ πραγματοποιοῦν, ἐπίστης, μετρήσεις μὲ χάραξιν τῆς καμπύλης μεταβολῆς ταχέως μεταβαλλομένων ἡλεκτρικῶν μεγεθῶν. Εἰς τὰ ὄργανα αὐτὰ ἡ καμπύλη ἐμφανίζεται ἐπὶ εἰδικῆς ὁθόνης.

γ) Τὰ δργανα ψηφιακῆς ἐνδείξεως. Εἰς αὐτὰ τὸ ἀποτέλεσμα τῆς μετρήσεως δίδεται κατ' εὐθεῖαν μὲ ἀριθμούς, ποὺ σχηματίζονται μὲ μίαν σειρὰν ψηφίων εἴτε ὑπὸ ἀπαριθμητικοῦ μηχανισμοῦ εἴτε ὑπὸ ἡλεκτρονικοῦ συστήματος. Εἰς τὴν τελευταίαν περίπτωσιν οἱ ἀριθμοὶ εἰναι φωτεινοί, διότι σχηματίζονται μὲ λυχνίας.

δ) Τὰ δργανα μετὰ γεφύρας. Εἰς αὐτὰ τὸ ἀποτέλεσμα τῆς μετρήσεως δεικνύεται, συνήθως, ἀπὸ ἀκίνητον δείκτην, ἔμπροσθεν τοῦ δποίου περιστρέφομεν ἡμεῖς κυκλικὴν κλίμακα βαθμολογημένην καταλλήλως, μέχρις ὅτου μηδενισθῇ ἡ ἐνδείξις ἐνὸς ἐνδεικτικοῦ δργάνου, τὸ δποῖον εἰναι συνήθως ἐνσωματωμένον μὲ τὸ δργανον μετρήσεως.

18·2 Θέσεις δργάνων και κλίμακες μετρήσεων.

Τὰ ἡλεκτρικὰ δργανα κατὰ τὴν χρῆσιν των πρέπει νὰ τοποθετοῦνται εἰς τὴν κανονικὴν θέσιν, ποὺ προβλέπει δι' αὐτὰ δ κατασκευαστῆς των. Ἡ θέσις αὐτὴ δύναται νὰ εἰναι
 δριζοντία, κατακόρυφος ἢ πλαγία (μὲ ὥρισμένην γωνίαν).

'Η κλίμαξ μετρήσεως τῶν δργάνων. φέρει, ὅπως ἐλέχθῃ, ὑποδιαιρέσεις (σχ. 18·2α)

και πολλὰς φοράς, ὅταν ἡ ἀκρίβεια τοῦ δργάνου ἀναφέρεται εἰς τμῆμα μόνον τῆς ὅλης κλίμακος, δύο τελείας εἰς τὴν ἀρχὴν και τὸ τέλος τοῦ τμήματος τούτου τῆς κλίμακος.

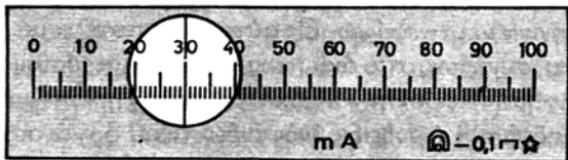
'Ἐπάνω ἀπὸ τὴν κλίμακα αὐτὴν τῶν μετρήσεων κινεῖται δ δείκτης τοῦ δργάνου, ποὺ εἰναι κατεσκευασμένος ἀπὸ κρᾶμα ἀλουμινίου διὰ νὰ εἰναι ἐλαφρός. 'Υπάρχουν και δργανα ὅμως, εἰς τὰ δποῖα δ δείκτης ἀποτελεῖται ὀπὸ ἑνα φωτεινὸν εἰδωλον. Τὰ δργανα αὐτὰ καλοῦνται δργανα μετὰ φιωτεινῆς κηλιδος. 'Ο μηχανισμὸς τοῦ δργάνου κινεῖ μικρὸν κάτοπτρον, τὸ δποῖον μὲ τὴν βοήθειαν λαμπτῆρος ἀποστέλλει λεπτὴν φωτεινὴν δέσμην ἐπάνω εἰς τὴν κλίμακα τοῦ δργάνου. Τότε ἐπὶ τῆς κλίμακος προβάλλεται φωτεινὴ κηλὶς μὲ μίαν χαραγὴν εἰς τὸ κέντρον (σχ. 18·2β). 'Ο φωτεινὸς αὐτὸς δείκτης (ἡ φωτεινὴ κηλὶς) κινεῖται κατὰ μῆκος τῆς κλίμακος και σταματᾷ εἰς τὴν ὑποδιαιρεσιν, ποὺ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ ἀποτέλεσμα τῆς μετρήσεως (σχ. 18·2β).

Εἰς τὰ ἡλεκτρικὰ δργανα μετρήσεως, ἔκτὸς ἀπὸ τὴν κλάσιν ἀκριβείας των (παράγρ. 18·1) ἔχουν σημασίαν και δύο ἀκόμη χαρακτηριστικά, ἡ εὐαισθησία τοῦ δργάνου και ἡ ἴδια κατανάλωσις αὐτοῦ.



Σχ. 18·2 α.

Εύαισθησία ένδος όργανου καλείται τὸ πηλίκον τῆς μετακινήσεως τοῦ δείκτου εἰς πμ διὰ τῆς μεταβολῆς τοῦ μετρουμένου μεγέθους, π.χ. 8 mm/A, ποὺ σημαίνει ὅτι διὰ κάθε αὔξησιν τῆς μετρουμένης ἐντάσεως τοῦ ρεύματος κατὰ 1 A, δ δείκτης μετακινεῖται κατὰ 8 mm. Εύαι-



Σχ. 18. 2 β.

σθητον όργανον χαρακτηρίζεται ἑκεῖνο, εἰς τὸ ὅποιον λαμβάνει χώραν μεγάλη μετακίνησις τοῦ δείκτου διὰ μικρὰν μεταβολὴν τοῦ μετρουμένου μεγέθους.

Ἡ ἴδια κατανάλωσις ἐκφράζεται συνήθως εἰς mW ή mVA καὶ εἰς μὲν τὰ βολτόμετρα εἶναι τὸ γινόμενον τῆς μετρουμένης τάσεως ἐπὶ τὴν ἔντασιν, ποὺ ἀπορροφεῖ τὸ όργανον, εἰς δὲ τὰ ἀμπερόμετρα εἶναι τὸ γινόμενον τῆς μετρουμένης ἐντάσεως ἐπὶ τὴν πτῶσιν τάσεως, ποὺ προκαλεῖ ἡ ἔντασις αὐτῆς, ὅταν διέρχεται διὰ τοῦ όργανου. Εἶναι φανερόν, ὅτι ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ ἴδια κατανάλωσις, εἰς μὲν τὰ βολτόμετρα ἔχομεν μικρὰν ἀπορρόφησιν ρεύματος (δηλαδὴ τὸ όργανον ἔχει μεγάλην ἀντίστασιν εἰς Ω), εἰς δὲ τὰ ἀμπερόμετρα ἔχομεν μικρὰν πτῶσιν τάσεως (δηλαδὴ τὸ όργανον ἔχει μικρὰν ἀντίστασιν εἰς Ω). Μὲ τὴν παρεμβολὴν τοῦ όργανου εἰς τὸ κύκλωμα διὰ τὴν ἐκτέλεσιν τῆς μετρήσεως, μεταβάλλεται δλίγον τὸ πρὸς μέτρησιν μέγεθος, διότι εἰς τὴν ἡλεκτρικὴν ἀντίστασιν τοῦ κυκλώματος προστίθεται καὶ ἡ ἀντίστασις τοῦ ἴδιου τοῦ όργανου. Ἐπομένως ἔνα όργανον μὲ μικρὰν ἴδιαν κατανάλωσιν ἐπηρεάζει πολὺ δλίγον τὸ μετρούμενον μέγεθος.

Κατὰ κανόνα, τὰ όργανα μὲ μικρὰν ἴδιαν κατανάλωσιν ἔχουν καὶ μεγάλην εύαισθησίαν.

18.3 Ἐσωτερικὸς μηχανισμὸς ἡλεκτρικῶν όργανων.

Ἀναλόγως τοῦ ἐσωτερικοῦ μηχανισμοῦ, ποὺ χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ όργανα ἡλεκτρικῶν μετρήσεων, διακρίνομεν τὰς ἀκολούθους κατηγορίας όργανων (ἡ μέτρησις τῶν διαφόρων ἡλεκτρικῶν μεγεθῶν πρα-

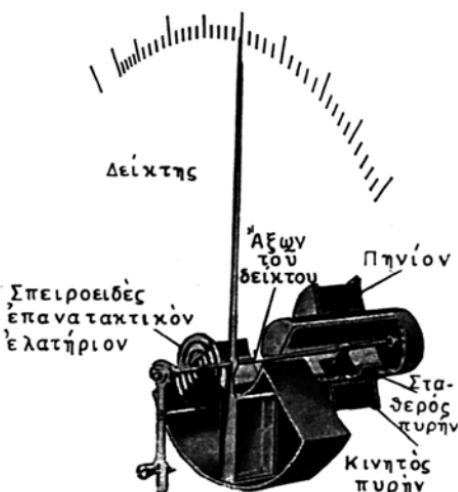
γματοποιεῖται πάντοτε, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, τὸ δόποιον διέρχεται διὰ μέσου τοῦ δργάνου) :

a) *"Οργανα μετὰ κινητοῦ σιδήρου.*

Τὰ δργανα αὐτὰ περιλαμβάνουν ἔνα πηνίον, εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ δόποιου ὑπάρχουν ὡς πυρῆνες ἔνα σταθερὸν τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου καὶ ἔνα κινητὸν τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου στερεωμένον εἰς τὸν ἄξονα τοῦ δείκτου. "Οταν συνδέωμεν τὸ δργανον εἰς ἡλεκτρικὸν κύκλωμα διὰ τὴν ἔκτελεσιν μετρήσεως, διὰ τοῦ πηνίου διέρχεται ρεῦμα, τὸ δόποιον δημιουργεῖ μαγνητικὸν πεδίον. Τὸ πεδίον αὐτὸν μαγνητίζει τοὺς δύο πυρῆνας πρὸς τὴν αὐτὴν κατεύθυνσιν, μὲ ἀποτέλεσμα τὰ δύο σιδηρᾶ τεμάχια νὰ ἀπωθοῦνται. "Ετοι, ὁ κινητὸς πυρὴν περιστρέφεται μαζὶ μὲ τὸν ἄξονα τοῦ δείκτου, μέχρις ὅτου ἀντισταθμίσῃ τὴν ἀντιτιθεμένην ροπὴν ἐνὸς σπειροειδοῦς ἐλατηρίου (σχ. 18·3α), τοῦ ἐπανατακτικοῦ ἐλατηρίου. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἡ στρεπτικὴ ροπὴ, ποὺ ἀναπτύσσεται μεταξὺ τῶν πυρήνων, εἶναι ἀνάλογος τῆς ἐντάσεως τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ πηνίου ρεύματος καὶ ἀποτελεῖ μέτρον τῆς ἐντάσεως αὐτῆς, ἡ δόποια δεικνύεται μὲ τὴν ἀνάλογον ἀπόκλισιν τοῦ δείκτου.

Εἰς τὰ δργανα μετὰ κινητοῦ σιδήρου ἡ μαγνήτισις τῶν δύο πυρήνων ἔχει πάντοτε τὴν αὐτὴν κατεύθυνσιν, οἰσδήποτε καὶ ἄν εἶναι ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος διὰ τοῦ πηνίου. Ἐπομένως τὰ δργανα αὐτὰ εἶναι κατάλληλα διὰ μετρήσεις καὶ εἰς συνεχὲς καὶ εἰς ἐναλλασσόμενον ρεῦμα.

"Ἐχουν ἐπίστης σχετικῶς ὑψηλὴν ίδίαν κατανάλωσιν καὶ ἐπομένως δὲν εἶναι κατάλληλα διὰ τὴν μέτρησιν μικρῶν τιμῶν, ὅπως π.χ. μικρῶν ἐντάσεων ἡ τάσεων. Ἐπίστης, δὲν ἔχουν εύαισθησίαν εἰς ὑπερ-

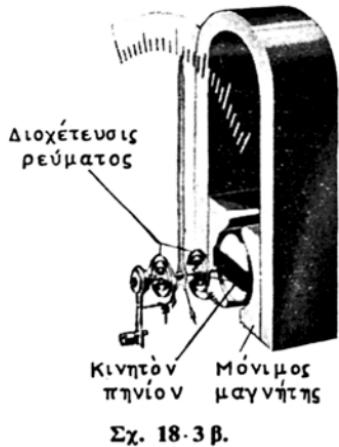


Σχ. 18·3 α.

φορτίσεις μικρᾶς διαρκείας καὶ χρησιμοποιοῦνται κυρίως ὡς ὅργανα πίνακος καὶ ὡς συνήθη φορητὰ ὅργανα διὰ μετρήσεις σειρᾶς.

β) Όργανα μετὰ κινητοῦ πηνίου.

Εἰς τὰ ὅργανα αὐτά ὁ δείκτης στερεώνεται εἰς τὸν ἄξονα ἐνὸς πηνίου, τὸ δόποιον δύναται νὰ περιστρέφεται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐνὸς μονίμου μαγνήτου. Τὸ ρεῦμα τοῦ κυκλώματος, εἰς τὸ δόποιον συνδέεται τὸ ὅργανον, διέρχεται διὰ δύο σπειροειδῶν ἐλαστηρίων ἐκ χαλκοῦ (σχ. 18·3β) καὶ διὰ τοῦ κινητοῦ πηνίου, τὸ δόποιον περιστρέφεται τότε, μέχρις ὅτου ἀντισταθμίσῃ τὴν ροπὴν ποὺ ἔξασκοῦν τὰ ἐλαστήρια.



Σχ. 18·3β.

Ἐάν ἀλλάξῃ ἡ διεύθυνσις τοῦ ρεύματος, τὸ πηνίον στρέφεται κατ' ἀντίστροφον φοράν. Τὰ ὅργανα αὐτά, λοιπόν, εἰναι κατάλληλα μόνον διὰ μετρήσεις εἰς κυκλώματα συνεχοῦς ρεύματος.

Τὰ ὅργανα μετὰ κινητοῦ πηνίου εἰναι πολὺ εὐαίσθητα καὶ ἔχουν μικράν ίδιαν κατανάλωσιν, χρησιμοποιοῦνται δὲ ὡς ὅργανα ἀκριβείας.

Ἐπειδὴ τὰ ὅργανα μετὰ κινητοῦ πηνίου ἔχουν τὴν μεγαλυτέραν ἀπὸ ὅλα τὰ ἄλλα ὅργανα εὐαίσθησίαν (εἰς αὐτὰ ἀνήκουν καὶ τὰ ὅργανα μὲ τὴν ίδιαιτέρως μεγάλην εὐαίσθησίαν, ποὺ καλοῦνται γαλβανόμετρα), εἰναι ἐπιθυμητὸν νὰ χρησιμοποιοῦνται καὶ διὰ μετρήσεις εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα, πρᾶγμα ποὺ ἐπιτυγχάνεται μὲ τὴν παρεμβολὴν διατάξεως ἀνορθωτῶν (σχ. 18·3γ). Αἱ ἀνορθωτικαὶ διατάξεις χρησιμοποιοῦνται συνήθως εἰς ὅργανα μετὰ κινητοῦ πηνίου πολλῶν περιοχῶν μετρήσεως.

γ) Θερμικὰ ὅργανα.

Τὰ θερμικὰ ὅργανα παρουσιάζουν τρεῖς παραλλαγάς. Εἰς τὴν μίαν

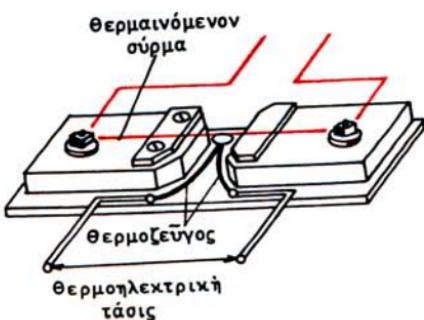


Σχ. 18·3γ.
Διάταξις ἀνορθωτῶν.

ἀπό αύτάς τὸ ρεῦμα τοῦ κυκλώματος διέρχεται διὰ μέσου σύρματος ἀπό ίριδιούχον λευκόχρυσον, τὸ δόποιον θερμαινόμενον διαστέλλεται. Τότε διὰ καταλλήλου διαστάξεως (σχ. 18·3δ) ἄλλων συρμάτων, τὸ σύρμα τοῦτο στρέφει τελικῶς τὸν δείκτην τοῦ όργανου. Τὰ ὅργανα αὐτὰ ἔχουν σχεδὸν ἀντικατασταθῆ στήμερον ἀπό ὅργανα, εἰς τὰ δόποια



Σχ. 18·3δ.



Σχ. 18·3ε.

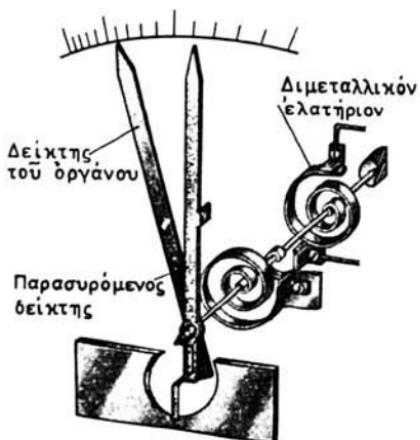
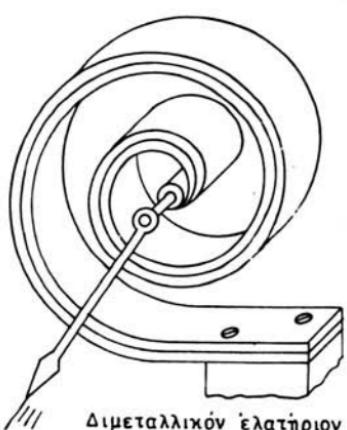
ἡ θερμότης τοῦ θερμαινομένου σύρματος μεταδίδεται εἰς θερμοηλεκτρικὸν ζεῦγος συγκολλημένον ἐπὶ τοῦ σύρματος (σχ. 18·3ε). Τὸ θερμοηλεκτρικὸν τοῦτο ζεῦγος θερμαινόμενον παράγει, ὅπως γνωρίζομεν ἀπό τὴν Φυσικήν, ἡλεκτρικὴν τάσιν, ἡ δόποια μετρεῖται μὲν ὅργανον κινητοῦ πηνίου. Τρίτον εἶδος θερμικῶν όργάνων εἶναι τὰ ὅργανα μὲν διμεταλλικὸν στοιχεῖον. Τὰ ὅργανα αὐτὰ ἀποτελοῦνται ἀπό ἕνα σπειροειδὲς ἐλαττήριον κατεσκευασμένον ἀπό δύο μεταλλικὰς ταινίας διαφορετικοῦ συντελεστοῦ διαστολῆς, συγκολλημένας μεταξύ των. "Οταν διὰ τοῦ ἐλαττηρίου αὐτοῦ διέλθῃ ρεῦμα, τοῦτο παραμορφώνεται καὶ στρέφει τὸν δείκτην τοῦ όργανου (σχ. 18·3στ).

Τὰ θερμικὰ ὅργανα λειτουργοῦν καὶ εἰς συνεχὲς καὶ εἰς ἑναλλασσόμενον ρεῦμα, διότι τὸ θερμικὸν ἀποτέλεσμα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἶναι ἀνεξάρτητον τοῦ εἶδους τοῦ ρεύματος, ὅπως γνωρίζομεν ἡδη.

Τὰ θερμικὰ ὅργανα μετροῦν τὴν ἐνδεικνυμένην τιμὴν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ἀνεξαρτήτως τῆς συχνότητος αὐτοῦ, δι’ αὐτὸ χρησιμοποιοῦνται καὶ εἰς κυκλώματα ὑψηλῆς συχνότητος.

Τὰ ὅργανα μὲν διμεταλλικὸν στοιχεῖον χρησιμοποιοῦνται συνήθως διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῶν μεγίστων τιμῶν ἐντάσεων ρεύματος

(ἀμπερόμετρα μεγίστου). Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν, ἐκτὸς ἀπὸ τὸν κυρίως δείκτην ὑπάρχει καὶ ἕνας δεύτερος δείκτης, μὴ συνδεόμενος μὲ τὸν μηχανισμὸν τοῦ ὄργανου (σχ. 18·3στ.). Ὁ δεύτερος αὐτὸς δείκτης παρασύρεται ἀπὸ τὸν κυρίως δείκτην καὶ παραμένει, κάθε φοράν, εἰς τὴν μεγαλυτέραν τιμὴν ποὺ ἔχει φθάσει ὁ κυρίως δείκτης. Τὸν παρασυρόμενον δείκτην ἐπαναφέρει εἰς τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος αὐτὸς ποὺ ἐκτελεῖ



Σχ. 18·3στ.

τὴν μέτρησιν, μὲ τὴν βοήθειαν ἐνὸς ἔξωτερικοῦ κοχλίου χειρισμοῦ, στερεωμένου ἐπάνω εἰς τὸ κάλυμμα τοῦ ὄργανου.

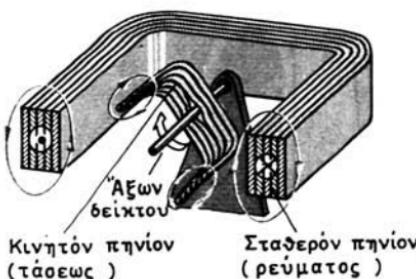
Τὰ ὄργανα μὲ διμεταλλικὸν στοιχεῖον, λόγῳ τῆς ἀδρανείας ποὺ παρουσιάζουν, δὲν μετροῦν στιγμιαίας ὑπερεντάσεις ἀλλὰ ὑπερεντάσεις μεγαλυτέρας διαρκείας. Τὰ ὄργανα αὐτὰ εἰναι εὐθηνὰ καὶ πολὺ ἀνθεκτικά, βιομηχανικῆς ἀκριβείας 1,5 ἔως 2,5 %.

δ) Ἡλεκτροδυναμικὰ ὄργανα.

Τὰ ἡλεκτροδυναμικὰ ὄργανα ἔχουν δύο πηνία, ἕνα σταθερὸν καὶ ἕνα κινητὸν (σχ. 18·3ζ.). Τὸ κινητὸν πηνίον εύρισκεται ἐντὸς τοῦ σταθεροῦ πηνίου καὶ ἀποτελεῖ, συνήθως, τὸ λεγόμενον πηνίον τάσεως, ἐνῷ τὸ σταθερὸν πηνίον ἀποτελεῖ τὸ πηνίον ἐντάσεως. Ἐὰν διέλθῃ ρεῦμα συγχρόνως καὶ ἀπὸ τὰ δύο πηνία, ἐπὶ τοῦ κινητοῦ πηνίου δοκεῖται ροπὴ στρέψεως, διὰ τῆς ὅποιας κινεῖται ὁ δείκτης τοῦ ὄργα-

νου. Έάν άντιστραφή ή φορά τοῦ ρεύματος καὶ εἰς τὰ δύο πηνία ταυτοχρόνως, ἡ ροπή στρέψεως δὲν ἀλλάσσει φοράν. Τὰ ήλεκτροδυναμικὰ δργανα, ἐπομένως, εἶναι κατάλληλα καὶ διὰ συνεχὲς καὶ δι' ἐναλλασσόμενον ρεῦμα.

Τὰ ήλεκτροδυναμικὰ δργανα χρησιμεύουν διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ίσχύος. Πρὸς τοῦτο τὸ πηνίον τάσεως συνδέεται μεταξὺ δύο σημείων τοῦ κυκλώματος, εἰς τὰ δόποια ἐπικρατεῖ ἡ τάσις λειτουργίας αὐτοῦ καὶ τὸ πηνίον ἐντάσεως συνδέεται κατὰ τρόπον, ὥστε νὰ διέρχεται δι' αὐτοῦ ἡ ἔντασις τοῦ κυκλώματος (παράγρ. 19·1). Ἐτσι, ἡ στρεπτική ροπή ἡ ἀσκουμένη ἐπὶ τοῦ κινητοῦ πηνίου θὰ εἶναι ἀνάλογος τοῦ γινομένου τῆς τάσεως ἐπὶ τὴν ἔντασιν, δηλαδὴ ἀνάλογος τῆς ήλεκτρικῆς ίσχύος.



Σχ. 18·3ζ.

ε) Ὁργανα μετὰ διεσταυρωμένων πηνίων.

Τὰ δργανα μετὰ διεσταυρωμένων πηνίων εἶναι κατεσκευασμένα ὅπως τὰ δργανα μετὰ κινητοῦ πηνίου. Μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ μονίμου μαγνήτου εἶναι τοποθετημένα δύο κινητὰ πηνία στρεψαμένα τὸ ἔνα ἐπὶ τοῦ ἄλλου σταυροειδῶς. Ἐν σειρᾶ πρὸς κάθε πηνίον συνδέεται μία ἀντίστασις (σχ. 18·3η) οὕτως, ὥστε νὰ δημιουργοῦνται δύο κλάδοι, ποὺ συνδέονται παραλλήλως πρὸς μίαν πηγὴν ρεύματος.

Ἄπὸ τὴν πηγὴν τὸ ρεῦμα διοχετεύεται εἰς τὰ δύο πηνία, τὰ δόποια στρεφόμενα μὲ τὴν ἀναπτυσσομένη ροπὴν στρέψεως, στρέφουν τὸν δείκτην τοῦ δργάνου, ποὺ εἶναι στρεψαμένος ἐπὶ τῶν δύο διεσταυρωμένων πηνίων.

Εἰς τὰ δργανα μετὰ διεσταυρωμένων πηνίων δὲν ἀσκεῖται καμμία ἑπανατακτική ροπὴ μέσω ἐλατηρίων· ἔτσι ὁ δείκτης, ὅταν τὸ δργανον δὲν λειτουργῇ, παραμένει εἰς οἰσανδήποτε θέσιν ἐπὶ τῆς κλίμακος.

Τὰ δργανα μετὰ διεσταυρωμένων πηνίων χρησιμεύουν ὡς ωμόμετρα, διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῶν ήλεκτρικῶν ἀντιστάσεων, διότι εἶναι διαμορφωμένα οὕτως, ὥστε ἡ θέσις ποὺ λαμβάνουν τὰ πηνία νὰ ἔχει-

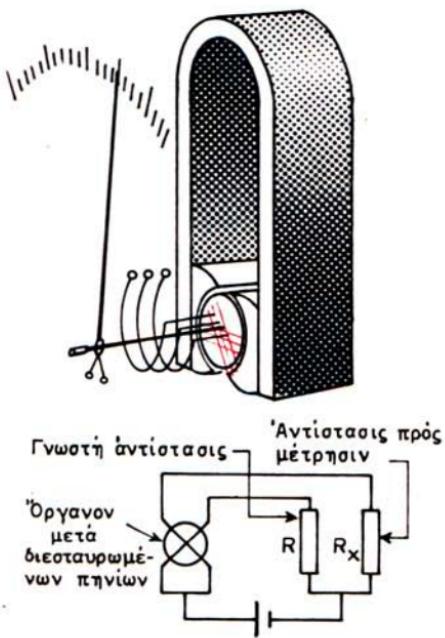
τᾶται ἀπὸ τὸ πηλίκον τῶν δύο ρευμάτων, ποὺ ρέουν εἰς κάθε παράλληλον κλάδον (σχ. 18·3η). Ἐὰν λοιπὸν ἡ μία ἀπὸ τὰς ἀντίστασεis τῶν δύο κλάδων εἴναι γνωστή καὶ θέλωμεν νὰ προσδιορίσωμεν τὴν

ἄλλην, τοῦτο γίνεται εὐκόλως, διότι ἡ θέσις τοῦ δείκτου καθορίζει τὸ πηλίκον τῶν δύο ρευμάτων ἢ τὸ πηλίκον τῶν δύο ἀντίστασεων καὶ ἐπομένως μᾶς προσδιορίζει τὴν τιμὴν τῆς ἀγνώστου ἀντίστασεως. Ἐπειδὴ κατὰ τὸν προσδιορισμὸν μᾶς ἀντίστασεως δὲν ὑπάρχει καμμία ροὴ ρεύματος εἰς τὸ κύκλωμα, τὸ ρεῦμα διὰ τῶν δύο πηνίων παρέχεται, ὅπως εἴδομεν, ἀπὸ μίαν ἐνσωματωμένην εἰς τὸ ὅργανον πηγὴν. Ἡ πηγὴ αὐτὴ εἴναι εἴτε ξηρὰ συστοιχία (μπαταρία) εἴτε μικρὰ μαγνητολεκτρικὴ μηχανὴ (μικρὰ γεννήτρια μὲ μονίμους μαγνήτας), ἢ διπολία στρέφεται διὰ τῆς χειρὸς μὲ τὴν βοήθειαν ἔξωτερικῆς χειρολαβῆς.

Τὰ ὡμόμετρα, ὅταν χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν μέτρησιν ἀντί-

στάσεων μεγάλων τιμῶν (π.χ. ἀντίστασεων μονώσεων), καλοῦνται μεγκώμετρα καὶ ἔχουν μεγαλυτέραν ἀκρίβειαν εἰς τὰς περιοχὰς τῶν μεγάλων τιμῶν ($M\Omega$). Ὅπαρχουν ἐπίσης ὡμόμετρα εἰδικὰ διὰ τὴν μέτρησιν ἀντίστασεων γειώσεως, ποὺ καλοῦνται μέγκερ (ἀπὸ τὸ ξενόγλωσσον Megger).

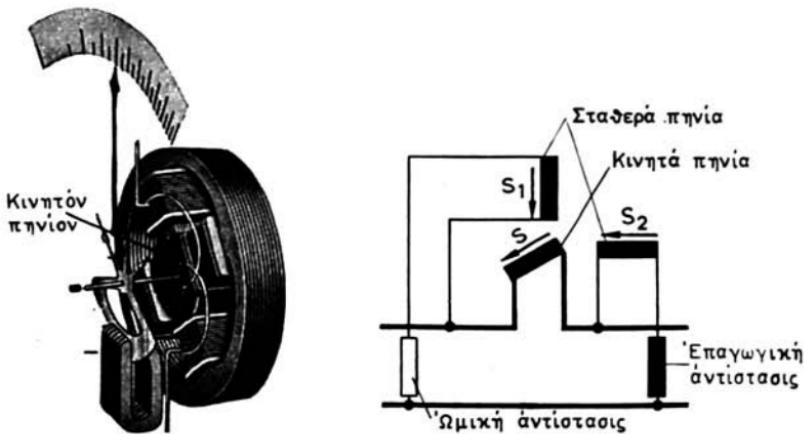
Τὰ ὅργανα μετὰ διεσταυρωμένων πηνίων χρησιμεύουν ἐπίσης διὰ τὴν μέτρησιν θερμοκρασιῶν. Ἡ πρὸς μέτρησιν θερμοκρασία μεταβάλλει, ὅπως γνωρίζομεν, τὴν ήλεκτρικὴν ἀντίστασιν ἐνὸς ἀγωγοῦ. Ἐάν, ἐπομένως, μὲ ἓνα ὅργανον μετὰ διεσταυρωμένων πηνίων μετροῦμεν τὴν ἀντίστασιν ἐνὸς καταλλήλου ἀγωγοῦ, προσδιορίζομεν ἐμμέσως καὶ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος τοῦ ἀγωγοῦ τούτου. Τὰ ὅργανα αὗτά τότε εἴναι βαθμολογημένα εἰς $^{\circ}\text{C}$.



Σχ. 18·3η.

στ) Συνημιτόμετρα.

Τὰ συνημιτόμετρα είναι δργανα, μὲ τὰ δποῖα μετρεῖται ὁ συντελεστής ίσχύος εἰς ἓνα κύκλωμα. Είναι διαφόρων εἰδῶν (ήλεκτροδυναμικά, μετὰ κινητοῦ σιδήρου κ.λπ.) καὶ κατάλληλα διὰ μονοφασικά ἢ τριφασικά κυκλώματα. Ἐδῶ θὰ περιγράψωμεν, συντόμως, ἓνα τύπον συνημιτομέτρου κατάλληλον κυρίως διὰ μονοφασικά κυκλώματα. Τὰ δργανα αὐτὰ ἀποτελοῦνται ἀπὸ τρία πηνία (σχ. 18·3θ), ἐκ τῶν δποίων τὰ δύο είναι σταθερὰ καὶ συνδέονται εἰς τὴν τάσιν τοῦ κυκλώματος, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 18·3θ, διατασσόμενα κατὰ δρθῆν γωνίαν εἰς



Σχ. 18·3θ.

τὸν χῶρον. Εἰς τὸ ἓνα ἀπὸ τὰ σταθερὰ πηνία συνδέεται ώμική ἀντίστασις καὶ εἰς τὸ ἄλλο ἐπαγωγική ἀντίστασις. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον σχηματίζεται πλήν τῆς δρθῆς γωνίας εἰς τὸν χῶρον καὶ μία ήλεκτρική δρθή γωνία μεταξὺ τῶν ἀξόνων τῶν μαγνητικῶν πεδίων, ποὺ δημιουργοῦνται ἀπὸ τὰ σταθερὰ πηνία. Μεταξὺ τῶν σταθερῶν πηνίων κινεῖται ἓνα κινητὸν πηνίον, τὸ δποῖον συνδέεται εἰς τὴν ἔντασιν τοῦ κυκλώματος. Ἐπ' αὐτοῦ είναι στερεωμένος δείκτης τοῦ δργάνου. Ἡ θέσις, τὴν δποίαν λαμβάνει τὸ κινητὸν πηνίον, ἔχαρταται ἀπὸ τὴν φασικήν γωνίαν μεταξὺ τάσεως καὶ ἐντάσεως.

Εἰς τὰ δργανα μετρήσεως τοῦ συντελεστοῦ ίσχύος δὲν ύπάρχει ἐπανατακτικὸν ἐλατήριον, καί, ἐπομένως, δείκτης, ὅταν δὲν διέρ-

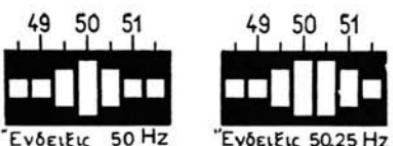
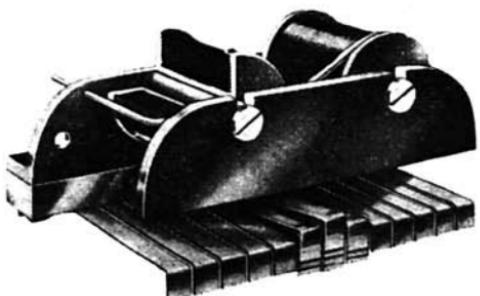
χεται ρεῦμα διὰ τοῦ ὄργάνου, παραμένει εἰς οἰανδήποτε τυχαίαν θέσιν ἐπὶ τῆς κλίμακος.

Ἡ κλίμαξ τῶν ὄργάνων αὐτῶν εἶναι βαθμολογημένη εἰς τιμᾶς τοῦ συνημιτόνου τῶν φασικῶν ἀποκλίσεων.

ζ) Ὁργανα μετὰ παλλομένων ἔλασμάτων.

Τὰ ὄργανα μετὰ παλλομένων ἔλασμάτων χρησιμεύουν διὰ τὴν μέτρησιν τῆς συχνότητος (συχνόμετρα) καὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ μίαν σειρὰν ἔλασμάτων (σχ. 18·3 i), τὰ ὅποια πάλλονται μεταξὺ τῶν πό-

λων ἡλεκτρομαγνήτου. Πλὴν τῶν συχνομέτρων μὲ παλλόμενα ἔλάσματα ὑπάρχουν καὶ συχνόμετρα ἀνήκοντα εἰς ἄλλας κατηγορίας ὄργάνων ἀπὸ τὰς ἥδη περιγραφείσας. Τὰ ἔλάσματα αὗτὰ ἔχουν διαφορετικὸν μῆκος κάθε ἔνα, ὥστε κάθε ἔλασμα νὰ πάλλεται μὲ τὴν συχνότητα ποὺ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ μῆκος του. Ἐὰν ἀπὸ τὸ πηνίον τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου διαβιβάσωμεν τὸ ρεῦμα, τοῦ ὅποιου θέλομεν νὰ μετρήσωμεν τὴν συχνότητα, τὰ ἔλασματα θὰ ἀρχί-



Σχ. 18·3 i.

σουν νὰ πάλλωνται. Τὸ ἔλασμα, ποὺ ἔχει μῆκος ἀντίστοιχον πρὸς τὴν συχνότητα τοῦ ρεύματος, θὰ παρουσιάζῃ τὸ μεγαλύτερον εὔρος ταλαντώσεως, ἐνῶ τὰ ἔλασματα, ποὺ εὑρίσκονται ἀπὸ τὴν μίαν καὶ ἀπὸ τὴν ἄλλην πλευρὰν τοῦ ἔλασματος αὐτοῦ, θὰ πάλλωνται μὲ μικρότερα εὔρη ταλαντώσεων. Τὸ σχῆμα 18·3 i δεικνύει πῶς μετρεῖται ἡ συχνότης εἰς τὰ ὄργανα αὗτὰ μὲ τὴν βοήθειαν τῶν παλλομένων ἔλασμάτων καὶ τῆς πλησίον καὶ κατὰ μῆκος τῆς σειρᾶς τῶν ἔλασμάτων εύρισκομένης κλίμακος τοῦ ὄργάνου, ποὺ εἶναι βαθμολογημένη εἰς Hz.

η) Ἡλεκτροστατικὰ ὄργανα.

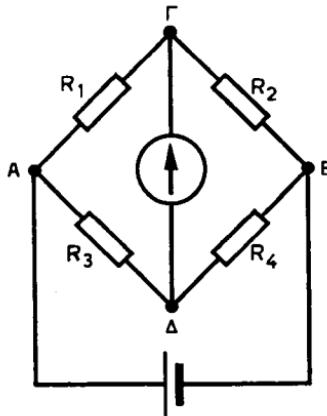
Τὰ ἡλεκτροστατικὰ ὄργανα ἔχουν μηχανισμὸν βασιζόμενον εἰς

τὰς δυνάμεις, αἱ ὅποιαι ἀναπτύσσονται μὲ τὴν ἡλέκτρισιν τῶν σωμάτων (παράγρ. 2·2). Τὰ ὅργανα αὐτὰ ἔχουν πολὺ μικρὰν ίδίαν κατανάλωσιν καὶ χρησιμοποιοῦνται, συνήθως, διὰ τὴν μέτρησιν ὑψηλῶν τάσεων συνεχοῦς καὶ ἐναλλασσομένου ρεύματος.

θ) Ὅργανα μετὰ γεφύρας

Τὰ ὅργανα μετὰ γεφύρας ὀποτελοῦνται ἀπὸ δύο καταμεριστὰς τάσεως, ποὺ συνδέονται ἐν παραλλήλῳ, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 18·3ια καὶ τροφοδοτοῦνται ἀπὸ μίαν πηγὴν (π.χ. ξηρὰν συστοιχίαν). Ἐάν δὲ καταμεριστὴς R_3, R_4 διαιρῇ τὴν τάσιν τῆς πηγῆς εἰς τὰ αὐτὰ τμήματα, ποὺ τὴν διαιρεῖ καὶ ὁ καταμεριστὴς R_1, R_2 , τότε τὰ σημεῖα Γ καὶ Δ θὰ εύρισκονται εἰς τὸ αὐτὸ δυναμικόν. Ἐτοι, μεταξὺ τῶν σημείων Γ καὶ Δ δὲν θὰ ἔπικρατῇ καμία ἡλεκτρικὴ τάσις, ὅπως διαπιστώνεται μὲ τὸ ἀμπερόμετρον (ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον γαλβανόμετρον), τὸ δόπιον ὑπάρχει πάντοτε εἰς τὰ ὅργανα μετὰ γεφύρας. Τὸ ἀμπερόμετρον τοῦτο δεικνύει δηλαδή, ὅτι δὲν διέρχεται ἡλεκτρικὸν ρεῦμα μεταξὺ τῶν σημείων Γ καὶ Δ . Ὁταν τὸ ἀμπερόμετρον δεικνύῃ ὅτι τὸ ρεῦμα εἶναι μηδενικόν, λέγομεν ὅτι ἡ γέφυρα τῶν τεσσάρων ἀντιστάσεων ἰσορροπεῖ καὶ γνωρίζομεν ὅτι ὁ λόγος τῶν τιμῶν τῶν ἀντιστάσεων R_3 καὶ R_4 εἶναι ἵσος πρὸς τὸν λόγον τῶν ἀντιστάσεων R_1 καὶ R_2 . Ἐάν, ἐπομένως, μία ἀπὸ τὰς τέσσαρας ἀντιστάσεις εἴναι ἀγνώστος (πρὸς προσδιορισμόν), προσδιορίζεται εὐκόλως ἀπὸ τὰς σχέσεις ἰσότητος τῶν δύο λόγων.

Τὰ ὅργανα μετὰ γεφύρας ἔχουν, ἔξωτερικῶς, ἔνα στρεπτὸν κομβίον, διὰ τοῦ δόπιού δυνάμεθα νὰ μεταβάλλωμεν τὴν σχέσιν τῶν ἀντιστάσεων R_3 καὶ R_4 , ὥστε νὰ ἔπιτυγχάνεται τελικῶς ὁ μηδενισμὸς τοῦ γαλβανομέτρου (ἰσορροπία). Μὲ αὐτὸν τὸν τρόπον προσδιορίζεται τὸ μέγεθος τῆς ἀγνώστου ἀντιστάσεως R_2 , ποὺ δίδεται, συνήθως, κατ' εὐθεῖαν εἰς ὅμι ἀπὸ ἔνα δείκτην, ἐμπροσθεν τοῦ δόπιού περιστρέφεται συγχρόνως μὲ τὸ κομβίον χειρισμοῦ



Σχ. 18·3ια.

μία κυκλικὴ κλῖμαξ (σχ. 18·3ιβ).

Τὰ ὄργανα μετὰ γεφύρας χρησιμοποιοῦμεν διὰ τὴν ἀκριβῆ μέτρησιν τῶν ἡλεκτρικῶν ἀντιστάσεων.

18·4 Μετρηταὶ ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας (γνώμονες).

Ὥπως ἀνεφέρθη καὶ εἰς τὴν παράγραφον 17·3, ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια, ποὺ παρέχεται ἀπὸ τὴν ἡλεκτρικὴν ἐπιχείρησιν εἰς τοὺς διαφόρους καταναλωτάς, μετρεῖται εἰς τὸ σημεῖον τῆς παροχετεύσεως. Βάσει τῆς μετρήσεως αὐτῆς χρεώνεται ὁ καταναλωτής.

Διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας χρησιμοποιοῦνται εἰδικὰ ἡλεκτρικὰ ὄργανα, οἱ μετρηταὶ ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας ἡ γνώμονες. Αὐτοὶ μᾶς δίδουν τὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν, ἡ ὅποια καταναλίσκεται ἀπὸ τὸ κύκλωμα εἰς τὸ δόποιον εἶναι συνδεδεμένοι, εἰς κιλοβαττώρας (kWh).

Τὰ ὄργανα αὐτὰ εἶναι διαφόρων εἰδῶν. Ἀλλὰ ἀπὸ αὐτὰ εἶναι κατάλληλα διὰ μέτρησιν ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας εἰς κυκλώματα συνεχοῦς ρεύματος, ἀλλὰ διὰ κυκλώματα ἐναλλασσομένου ρεύματος καὶ ἀλλα κυκλώματα καὶ τῶν δύο εἰδῶν.

Τὸ συνηθέστερον εἶδος μετρητοῦ εἶναι ὁ ἐπαγωγικὸς μετρητής, ὁ ὅποιος χρησιμεύει μόνον διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας μονοφασικῶν ἡ τριφασικῶν κυκλωμάτων ἐναλλασσομένου ρεύματος. Ὁ ἐπαγωγικὸς μετρητής λειτουργεῖ ὅπως ὁ ἀσύγχρονος κινητήρι βραχυκυκλωμένου δρομέως. Ὁ μηχανισμὸς τοῦ μετρητοῦ αὐτοῦ (σχ. 18·4 α) περιλαμβάνει δύο ἡλεκτρομαγνήτας. Ὁ ἕνας ἡλεκτρομαγνήτης ἔχει δύο σκέλη, ἐπὶ τῶν ὅποιων εἶναι τυλιγμένα δύο πηνία συνδεδεμένα ἐν σειρᾷ. Μέσω αὐτῶν διέρχεται τὸ ρεῦμα τοῦ κυκλώματος, τοῦ ὅποιού θὰ μετρήσωμεν τὴν ἐνέργειαν [παράγρ. 18·3 (δ) πηγίον

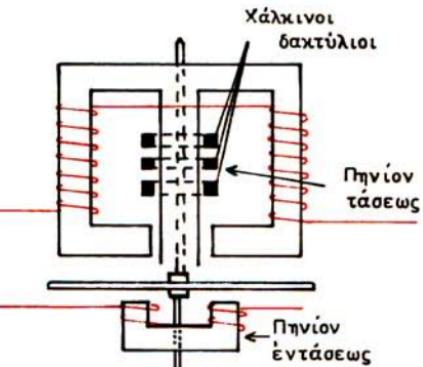


Σχ. 18·3ιβ.

έντάσεως]. Ό ο διλός ήλεκτρομαγνήτης έχει τρία σκέλη, εις δύο άπο τὰ διποια είναι τυλιγμένα δύο πηνία συνδεδεμένα ἐν σειρᾷ. Τὰ άκρα τῶν πηνίων αὐτῶν συνδέονται μεταξύ δύο σημείων τοῦ κυκλώματος, εις τὰ διποια ἐπικρατεῖ ἡ τάσης αὐτοῦ (πηνίον τάσεως). "Ετσι, δ παράλληλος μαγνήτης, δ μαγνήτης δηλαδὴ ποὺ περιβάλλεται ἀπὸ τὸ πηνίον τάσεως, δημιουργεῖ μαγνητικὸν πεδίον διάλογον πρὸς τὴν τάσην τοῦ κυκλώματος. Τὸ πηνίον τάσεως, ὡς γνωστόν, διαρρέεται ἀπὸ ἔντασιν διάλογον τῆς τάσεως τοῦ κυκλώματος, ἐνῷ δ μαγνήτης σειρᾶς δημιουργεῖ μαγνητικὸν πεδίον διάλογον τῆς ἔντάσεως τοῦ κυκλώματος.

"Ο παράλληλος μαγνήτης είναι ἔτι κατεσκευασμένος, ὥστε αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ τοῦ μαγνητικοῦ του πεδίου νὰ διέρχωνται ἀπὸ τὸ κεντρικὸν σκέλος.

Μεταξὺ τῶν δύο ήλεκτρομαγνητῶν είναι τοποθετημένος κατὰ τρόπον, ὥστε νὰ δύναται νὰ περιστρέφεται, λεπτὸς δίσκος ἐξ ἀλουμινίου, δ ὅποιος ἀποκόπτει τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τῶν πεδίων ἀμφοτέρων τῶν ήλεκτρομαγνητῶν. "Ἐπὶ τοῦ δίσκου ἔξασκεῖται ροπὴ στρέψεως, ποὺ προέρχεται ἀπὸ τὴν ἀλληλεπίδρασιν τῶν μαγνητικῶν πεδίων τῶν δύο ήλεκτρομαγνητῶν καὶ τῶν δινορρευμάτων (παράγρ. 8.4), τὰ διποῖα ἐπάγονται ἀπὸ τοὺς ήλεκτρομαγνήτας αὐτοὺς ἐπὶ τοῦ δίσκου. "Ετσι, δ δίσκος περιστρέφεται καὶ μάλιστα τόσον ταχύτερον, δσον μεγαλυτέρα είναι ἡ ἴσχυς, ποὺ διέρχεται διὰ τοῦ κυκλώματος τοῦ διποίου μετροῦμεν τὴν ἔνέργειαν. "Ο μετρητής περιλαμβάνει ἀπαριθμητικὸν μηχανισμόν, δ ὅποιος καταμετρεῖ τὸν συνολικὸν ἀριθμὸν στροφῶν τοῦ δίσκου, ποὺ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν συνολικῶς καταναλωθεῖσαν ήλεκτρικὴν ἔνέργειαν (δ ἀριθμὸς στροφῶν είναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἴσχυν καὶ τὸν χρόνον, ἐπὶ τὸν διποῖον διετηρήθη ἡ ἀπορρόφησις ἴσχυος ἀπὸ τὸ κύκλωμα). "Ἐπειδὴ ὡρισμένος ἀριθμὸς στροφῶν τοῦ δίσκου ἀντιστοιχεῖ, εἰς ἓνα συγκεκριμένον μετρητήν, εἰς μίαν κιλοβαττώραν (ὄνομαστικὸς ἀριθμὸς στροφῶν), δ ἀπαριθμητικὸς μηχανισμὸς μᾶς

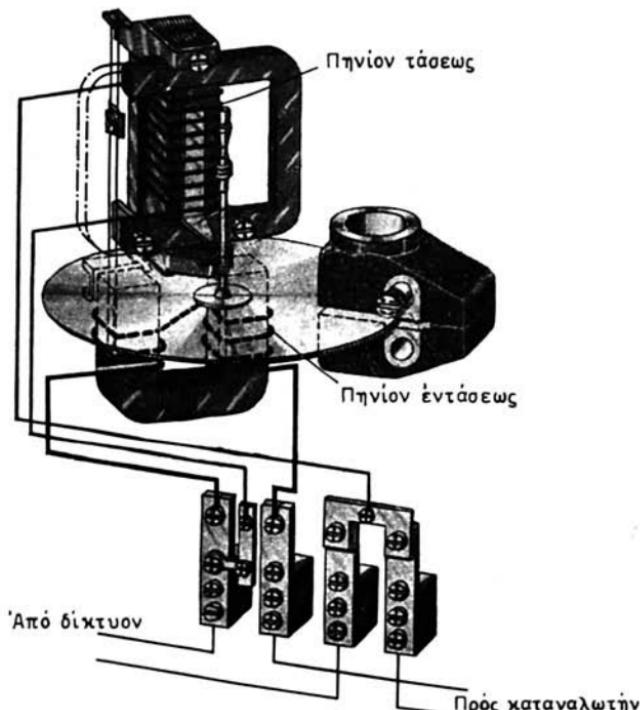


Σχ. 18.4 α.

δίδει, συνήθως κατ' εύθεταν, ἀριθμὸν κιλοβαττωρῶν καὶ δχι συνολικὸν ἀριθμὸν στροφῶν τοῦ δίσκου.

Εἰς τὸ κεντρικὸν σκέλος τοῦ παραλλήλου ἡλεκτρομαγνήτου ὑπάρχει καὶ ἔνα πηνίον ἀποτελούμενον ἀπὸ χαλκίνους δακτυλίους, μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ ὅποιου τὸ συνιστάμενον μαγνητικὸν πεδίον τοῦ μαγνήτου τούτου παρουσιάζει φασικὴν ἀπόκλισιν 90° ὡς πρὸς τὴν τάσιν τοῦ κυκλώματος. Τοῦτο εἶναι ἀπαραίτητον διὰ τὴν δημιουργίαν τοῦ στρεφομένου μαγνητικοῦ πεδίου, ποὺ περιστρέφει τὸν δίσκον, ὅπως εἰς τὸν μονοφασικὸν κινητῆρα ἐπαγωγῆς.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὴν ἀνωτέρω διαμόρφωσιν τοῦ μηχανισμοῦ τῶν ἐπα-



Σχ. 18·4 β.

γωγικῶν μετρητῶν ὑπάρχουν καὶ ἄλλαι παραλλαγαί, βασιζόμεναι πάντοτε ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς λειτουργίας, ὅπως π.χ. ὁ μετρητὴς τοῦ σχήματος 18·4 β.

‘Ο μετρητής πού περιγράφεται ἀνωτέρω είναι διὰ μονοφασικὰ κυκλώματα. Ἀναλόγου κατασκευῆς είναι καὶ ὁ τριφασικὸς μετρητής.

18·5 Ἐρωτήσεις.

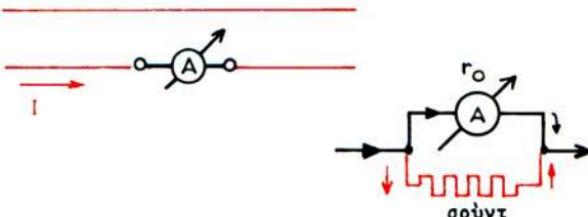
1. Εἰς τί χρησιμοποιοῦνται τὰ δργανα ἡλεκτρικῶν μετρήσεων ;
2. Ποῖα είναι τὰ βασικὰ δργανα τῶν ἡλεκτρικῶν μετρήσεων ;
3. Ποῖαι είναι αἱ κατηγορίαι τῶν ἡλεκτρικῶν δργάνων ἀπὸ ἀπόψεως ἀκριβείας ;
4. Τί σημαίνει κλάσις ἀκριβείας 1,5 ;
5. Ποῖαι αἱ κατηγορίαι τῶν ἡλεκτρικῶν δργάνων ὡς πρὸς τὸν τρόπον ποὺ δίδεται τὸ ἀποτέλεσμα τῆς μετρήσεως ;
6. Τί είναι τὰ δργανα μετὰ φωτεινῆς κηλίδος ;
7. Τί καλοῦμεν εὔαισθησίαιν ἡλεκτρικοῦ δργάνου καὶ τί ίδιαιν κατανάλωσιν ;
8. Ἀπὸ ἀπόψεως ἑσωτερικοῦ μηχανισμοῦ τῶν ἡλεκτρικῶν δργάνων μετρήσεως, ποῖαι είναι αἱ διάφοροι κατηγορίαι αὐτῶν ;
9. Μὲ ποῖα δργανα μετροῦμεν τὰς ἡλεκτρικὰς ἀντιστάσεις ;
10. Εἰς τί χρησιμεύουν τὰ δργανα μετὰ παλλομένων ἐλασμάτων ;
11. Εἰς ποίας κατηγορίας δργάνων δύναται ὁ δείκτης αὐτῶν νὰ παραμένῃ εἰς οιανδήποτε θέσιν ἐπὶ τῆς κλίμακος, χωρὶς νὰ ἐπιστρέφῃ εἰς τὸ μηδὲν αὐτῆς ;
12. Ποίας κατηγορίας δργανα χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἡλεκτρικῆς ισχύος ;
13. Ποία είναι ἡ ἀρχὴ λειτουργίας τῶν μετρητῶν ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας ;
14. Δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν ἐπαγωγικὸν μετρητήν διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας ἐνὸς κυκλώματος συνεχοῦς ρεύματος ;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 19

ΜΕΘΟΔΟΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

19.1 Συνδεσμολογία τηλεκτρικῶν μετρήσεων.

"Όπως είδομεν, εἰς τὴν παράγραφον 18·3, αἱ μετρήσεις τῶν διαφόρων ήλεκτρικῶν μεγεθῶν πραγματοποιοῦνται πάντοτε μὲ τὴν βοήθειαν τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ δργάνου ρεύματος. Ἐτσι, ἐὰν θέλωμεν νὰ μετρήσωμεν αὐτὸ τοῦτο τὸ ρεῦμα ἐνὸς κυκλώματος, πρέπει νὰ διακόψωμεν τὸν ἔνα ἀπὸ τοὺς ἀγωγοὺς τοῦ κυκλώματος καὶ νὰ παρεμβάλωμεν ἐν σειρᾷ ἑνα ἀμπερόμετρον (σχ. 19·1 α) μιᾶς τῶν γνωστῶν κατηγοριῶν ὅπο ἀπόψεως ἐσωτερικοῦ μηχανισμοῦ. Τὰ ἀμπερόμετρα



Σχ. 19·1 α.

ἔχουν κλίμακα βαθμολογημένην εἰς ἀμπέρ, A, καὶ μικρὰν ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν (παράγρ. 18·2).

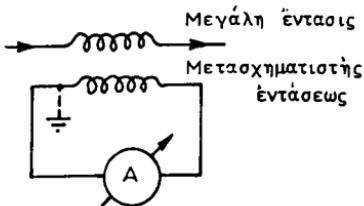
Διὰ νὰ ἐπεκτείνωμεν τὴν περιοχὴν μετρήσεως ἐνὸς ἀμπερομέτρου τοποθετοῦμεν παραλλήλως πρὸς αὐτὸ μίαν γνωστὴν ἀντίστασιν (σχ. 19·1 α), διπότε ὅπο τὸ δργανον, δπως γνωρίζομεν, θὰ διέλθῃ μέρος μόνον τῆς ἐντάσεως τοῦ κυκλώματος, διότι αὐτὴ θὰ διακλαδωθῇ πρὸς τὸ ἀμπερόμετρον καὶ τὴν ἐν παραλλήλῳ ἀντίστασιν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον μὲ διαφόρους ἀντιστάσεις κατὰ διακλάδωσιν, ποὺ καλοῦνται διεθνῶς σούντ (Shunt), δυνάμεθα νὰ μετροῦμεν ἐντάσεις ρεύματος ὅσονδήποτε μεγάλας μὲ ἑνα ἀμπερόμετρον, διὰ τοῦ ὅποιου ἡ μεγίστη ἐντασις ποὺ ἐπιτρέπεται νὰ διέλθῃ είναι μικρὰ (π.χ. 5 A).

Τὰ σούντ, ποὺ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἐπέκτασιν τῆς περιοχῆς μετρήσεως τῶν ἀμπερομέτρων, εἴτε συνδέονται, κάθε φοράν, ἐξωτερικῶς

εἰς τοὺς ἀκροδέκτας τοῦ ὄργανου, εἴτε είναι ἐνσωματωμένα εἰς τὸ ὄργανον, ἐντὸς τοῦ περιβλήματός του· εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν δύνανται νὰ είναι περισσότερα ἀπὸ ἕνα καὶ νὰ συνδέωνται καὶ νὰ ἀποσύνδεωνται μὲ τὴν βοήθειαν διακοπῆῶν εύρισκομένων ἐπάνω εἰς τὸ ὄργανον εἰς τρόπον, ὡστε νὰ ἔχωμεν πολλάς περιοχάς μετρήσεως.

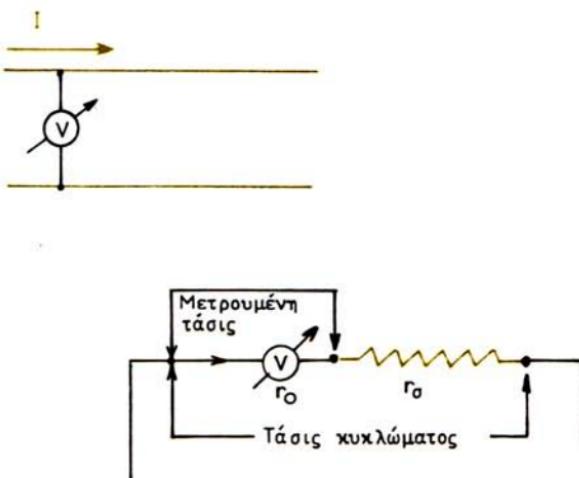
Μεγάλας ἐντάσεις ρεύματος δυνάμεθα νὰ μετροῦμεν καὶ δι' ἄλλου τρόπου, ὅταν ὅμως πρόκειται δι' ἐναλλασσόμενον ρεῦμα. Εἰς τὰ ἀμπερόμετρα, ἀπὸ τὰ δόποια ἐν γένει δὲν ἐπιτρέπεται νὰ περάσουν ἐντάσεις ρεύματος μεγαλύτεραι τῶν 5 A, χρησιμοποιοῦμεν εἰδικούς μετασχηματιστὰς μετρήσεως, ἐν προκειμένω μετασχηματιστὰς ἐντάσεως, διὰ τῶν δόποιών ὑποβιβάζεται ἡ πρὸς μέτρησιν ἐντάσις. Ὡρισμένα ἀμπερόμετρα, τὰ ἀμπερόμετρα μετὰ κινητοῦ σιδήρου, δέχονται πρὸς μέτρησιν καὶ μεγάλας ἐντάσεις ρεύματος (100 A ἢ καὶ μεγαλυτέρας). Ο μετασχηματιστὴς ἐντάσεως συνδέεται ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 19.1 β. Οἱ μετασχηματισταὶ ἐντάσεως χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης πρὸς μέτρησιν τῆς ἐντάσεως εἰς κυκλώματα ὑψηλῆς τάσεως, ὅπου τὰ ἀμπερόμετρα δὲν ἐπιτρέπεται νὰ συνδέωνται ἀπ' εὐθείας εἰς τὸ κύκλωμα.

'Εὰν θέλωμεν νὰ μετρήσωμεν τὴν τάσιν μεταξὺ δύο σημείων κυκλώματος, δὲν ἀπαιτεῖται ἡ διακοπὴ τοῦ κυκλώματος, ὅπως συμβαίνει εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς ἀμπερομετρήσεως, ἀλλὰ ἡ σύνδεσις ἐνὸς βολτομέτρου (σχ. 19.1 γ) ἐν παραλλήλῳ πρὸς τὴν κατανάλωσιν τοῦ κυκλώματος. Τὸ βολτόμετρον είναι ὄργανον μιᾶς τῶν γνωστῶν κατηγοριῶν, ἀπὸ ἀπόψεως ἐσωτερικοῦ μηχανισμοῦ, καὶ ἔχει κλίμακα βαθμολογημένην εἰς βόλτ, V, καὶ μεγάλην ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν (παράγρ. 18.2), ἡ δόποια ἐπιτυγχάνεται μὲ τὴν σύνδεσιν ἐν σειρᾷ πρὸς τὴν ἀντίστασιν τοῦ μηχανισμοῦ του μιᾶς μεγάλης ἀντίστασεως. "Ἐτσι, ὅταν τὸ βολτόμετρον συνδεθῇ μεταξὺ τῶν σημείων, εἰς τὰ δόποια θέλομεν νὰ μετρήσωμεν τὴν ἐπικρατοῦσαν τάσιν, θὰ διέλθῃ διὰ τῆς συνολικῆς ἐσωτερικῆς ἀντίστασεως αὐτοῦ ρεῦμα, τὸ δόποιον θὰ είναι ἀνάλογον τῆς ἐπικρατούσης τάσεως· ἡ τάσις αὐτὴ θὰ μετρηθῇ μὲ τὴν βοήθειαν τῆς βαθμολογημένης κατ' εὐθείαν εἰς βόλτ κλίμακος τοῦ ὄργανου. Διὰ νὰ ἐπεκτείνωμεν τὴν περιοχὴν μετρήσεως ἐνὸς βολτομέτρου, συν-



Σχ. 19.1 β.

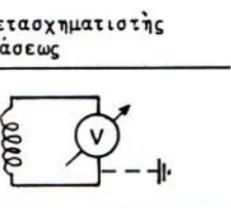
δέομεν, ὅπως καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν ἀμπερομέτρων, μίαν γνωστὴν ἀντίστασιν r_s ἐν σειρᾷ μὲ τὸ ὅργανον (σχ. 19.1γ). Ἐτσι, ἡ τάσις ποὺ



Σχ. 19.1γ.

θὰ μετρήσῃ τὸ ὅργανον θὰ εἶναι μέρος μόνον τῆς πρὸς μέτρησιν τάσεως τοῦ κυκλώματος. Εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν κυκλωμάτων ἐναλλασσομένου ρεύματος, ἐκτὸς ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν σειρᾶς, χρησιμοποιοῦνται εἰδικοὶ μετασχηματισταὶ μετρήσεως (μετασχηματισταὶ τάσεως), ποὺ συνδέονται ὅπως δεικνύει

τὸ σχῆμα 19.1δ. Οἱ μετασχηματισταὶ αὐτοὶ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν μέτρησιν ὑψηλῶν τάσεων, ὅταν ἡ μέτρησις γίνεται μὲ ὅργανα, εἰς τὰ δόποια δὲν ἐπιτρέπεται νὰ ἐπιβληθῇ ὑψηλὴ τάσις.



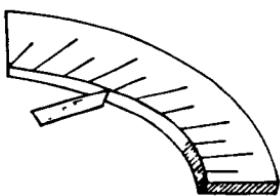
Σχ. 19.1δ.

Οἱ ἀκροδέκται τῶν ἀμπερομέτρων καὶ βολτομέτρων χρησιμεύουν διὰ νὰ συνδέωνται τὰ ὅργανα αὐτά, ὅπως εἴδομεν, εἰς τὰ κυκλώματα, ἐπὶ τῶν δόποιων θέλομεν νὰ κάμωμεν μετρήσεις. Ἐκτὸς δύος ἀπὸ τὰ δύο αὐτὰ εἶδη ὅργάνων καὶ ὅλα τὰ ἄλλα εἶδη συνδέονται μέσω καταλλήλων ἀκροδεκτῶν εἴτε ἐν παραλλήλῳ εἴτε ἐν σειρᾷ εἰς τὸ κύκλωμα, ποὺ γίνεται ἡ μέτρησις ἡ, ἀκόμη, ταυτοχρόνως ἐν παραλλήλῳ καὶ ἐν

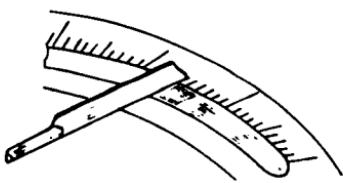
σειρᾶ (βαστόμετρα, συνημιτόμετρα κ.λπ.). Ἐπὶ τῶν ἀκροδεκτῶν ἐπίστης συνδέεται καὶ ἡ ὅγνωστος ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις, ποὺ θέλομεν νὰ προσδιορίσωμεν εἰς τὰ ὀμόμετρα καὶ τὰ ὅργανα μετὰ γεφύρας. Ἐκτὸς ἀπὸ τοὺς ἀκροδέκτας, τὰ διάφορα ὅργανα ἔχουν, συνήθως, καὶ διαφόρους διακόπτας διὰ τὴν ἀλλαγὴν τῆς περιοχῆς μετρήσεως, τὴν ζεῦξιν καὶ ἀπόζευξιν τοῦ ἥδη συνδεδεμένου εἰς τὸ κύκλωμα ὅργάνου κ.λπ. Συνήθως τὰ ἡλεκτρικὰ ὅργανα μετρήσεως μετὰ τὴν ἐκτέλεσιν τῶν μετρήσεων τίθενται ἐκτὸς κυκλώματος μὲ τὴν βοήθειαν τῶν διακοπτῶν ποὺ ἀνεφέραμεν, ἐὰν δὲν θέλωμεν νὰ τὰ ἀποσυνδέσωμεν τελείως ἀπὸ τοὺς ἀκροδέκτας.

19.2 Τρόπος άναγνώσεως δργάνων.

Κατὰ τὴν ἀνάγνωσιν τῶν ἡλεκτρικῶν δργάνων μετρήσεως προκαλεῖται συνήθως ἔνα σφάλμα ἀναγνώσεως. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός, ὅτι δὲν βλέπομεν τὸν δείκτην τοῦ ὅργάνου ἐντελῶς κατακορύφως ἀλλὰ πλαγίως, ὅπότε τὸ ἀποτέλεσμα τῆς μετρήσεως διαφέρει δλίγον τῆς πραγματικῆς. Τὸ σφάλμα αὐτὸ ἐκ τῆς ἀναγνώσεως προκαλεῖται, διότι ὁ δείκτης εὐρίσκεται εἰς κάποιον ἀπόστασιν ἐπάνω ἀπὸ τὴν κλίμακα τοῦ ὅργάνου καὶ καλεῖται σφάλμα παραλλάξεως. Διὰ νὰ ἀποφεύγωνται τὰ σφάλματα παραλλάξεως κατασκευάζονται συχνὰ δργανα μὲ τὸν δείκτην ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου μὲ τὴν κλίμακα (σχ. 19.2 α). Ἀλλοτε πάλιν, εἰς τὰ ὅργανα ἀκριβείας ὑπάρχει κάτω ἀπὸ



Σχ. 19.2 α.



Σχ. 19.2 β.

τὸν δείκτην καὶ κατὰ μῆκος τῆς κλίμακος μία λωρίδα κατοπτρικὴ (σχ. 19.2 β), ὅπότε ἐπιτυγχάνονται ἀναγνώσεις ἀπηλλαγμέναι παραλλάξεως, ἐὰν βλέπωμεν τὸν δείκτην κατὰ τρόπον, ὡστε νὰ συμπίπτῃ μὲ τὸ εἶδωλόν του ἐπὶ τοῦ κατόπτρου.

Πρὸ τῆς λειτουργίας ἐνὸς δργάνου, ἐπιβάλλεται νὰ ἐλέγχωμεν κατὰ πόσον ὁ δείκτης του εὐρίσκεται ἀκριβῶς εἰς τὸ μηδὲν τῆς κλίμα-

κος. Ἐὰν δὲν συμβαίνη αὐτό, προβαίνομεν εἰς τὸν λεγόμενον **μηδενισμὸν** τοῦ όργάνου, κατὰ τὸν ὅποιον, μὲ τὴν βοήθειαν ἐνὸς εἰδικοῦ πρὸς τοῦτο ἔξωτερικοῦ ρυθμιστικοῦ κοχλίου, φέρομεν τὸν δείκτην ἀκριβῶς εἰς τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος (σχ. 19·2 γ). Ὁ ρυθμιστικὸς κοχλίας μηδενισμοῦ ὑπάρχει εἰς ὅλα τὰ ὅργανα μετὰ δείκτου, πλὴν τῶν όργάνων ἔκεινων εἰς τὰ ὅποια, ὅπως εἴδομεν, ὁ δείκτης παραμένει εἰς οἰανδήποτε θέσιν τῆς κλίμακος, ὅταν δὲν λειτουργοῦν.

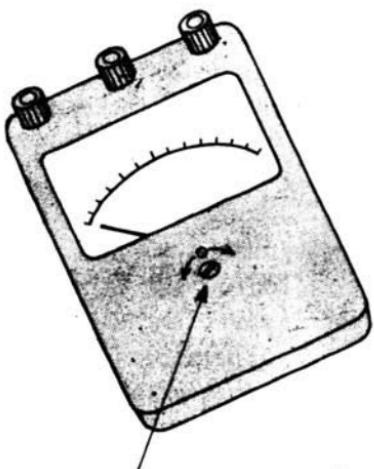
"Οπως εἴδομεν εἰς τὴν παράγραφον 18·1 εἰς τὸ παράδειγμα τοῦ βιολτομέτρου, τὸ μέγιστον σχετικὸν σφάλμα τοῦ όργάνου, τὸ ὅποιον ἀναφέρεται εἰς τὴν μετρουμένην τιμήν, διὰ τιμᾶς ὑρισκομένας εἰς τὸ μέσον τῆς κλίμακος τοῦ όργάνου (δηλαδὴ τιμᾶς περὶ τὰ 150 V ἐπὶ κλίμακος ἐκτεινομένης μέχρι 300 V), είναι διπλάσιον τοῦ ἔκατον στιαίου σφάλματος τῆς κλάσεως ἀκριβείας τοῦ όργάνου. Διὰ τιμᾶς εύρισκομένας εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς κλίμακος, τὸ ἐπὶ τῆς μετρουμένης τιμῆς ἀνηγμένον

Κοχλίας μηδενισμοῦ

Σχ. 19·2 γ.

ἔκατον στιαίον σφάλμα θὰ είναι πολλαπλάσιον τοῦ σφάλματος τῆς κλάσεως τοῦ όργάνου (π.χ. εἰς τὸ 1/5 τῆς κλίμακος τὸ μέγιστον σχετικὸν σφάλμα θὰ είναι πενταπλάσιον τοῦ σφάλματος τῆς κλάσεως ἀκριβείας τοῦ όργάνου). Κατόπιν τούτων, είναι προφανές, ὅτι διὰ νὰ ἔχωμεν ἀκριβείαν εἰς τὰ μετρήσεις, πρέπει, κατὰ τὸ δυνατὸν νὰ ἐκλέγεται ἡ περιοχὴ μετρήσεως τοῦ όργάνου κατὰ τρόπον, ὥστε ἡ τιμὴ τοῦ μετρουμένου μεγέθους νὰ εύρισκεται εἰς τὸ τελευταῖον τρίτον τῆς κλίμακος. Ἡ ἀλλαγὴ τῆς περιοχῆς μετρήσεως ἐνὸς όργάνου ἐπιτυγχάνεται, συνήθως, μὲ τὴν προσθήκην ἀντιστάσεων σούντ ἡ ἀντιστάσεων σειρᾶς, ἡ ὅποια πραγματοποιεῖται μὲ τὴν στροφήν ἐνὸς μεταγωγέως εἰς τὰ ὅργανα περισσοτέρων τῆς μιᾶς περιοχῶν μετρήσεως. Ἐὰν δὲν είναι δυνατὴ ἡ ἀλλαγὴ τῆς περιοχῆς μετρήσεως κατὰ τὰ ἀνωτέρω, χρησιμοποιοῦμεν, ἐὰν είναι δυνατόν, ἀλλο ὅργανον μετρήσεως.

Διὰ τὸν χειρισμόν, γενικῶς, ἐνὸς όργάνου μετρήσεως πρέπει νὰ



άκολουθούνται πιστῶς αἱ ὁδηγίαι τοῦ κατασκευαστοῦ τοῦ δργάνου, μὲ τὰς ὅποιας συνοδεύεται πάντοτε κάθε δργανον μετρήσεως ἢ αἱ ὅποιαι ἀναγράφονται ἐν συντομίᾳ ἐπάνω εἰς τὸ δργανον (π.χ. εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ καλύμματος τοῦ δργάνου ἢ ἐπὶ τῆς βάσεως τοῦ δργάνου). Ἔτσι καὶ ἀκρίβειαν μετρήσεως ἐπιτυγχάνομεν καὶ τὸ δργανον προφυλάσσομεν ἀπὸ τυχὸν βλάβην.

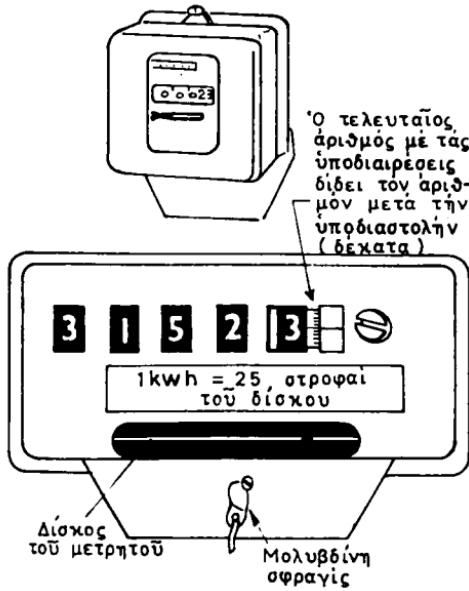
Πλησίον τῆς κλίμακος κάθε δργάνου ὑπάρχει πάντοτε μία σειρὰ ἀπὸ σύμβολα καὶ ὡρισμένα ἄλλα στοιχεῖα τοῦ δργάνου διὰ νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ ἀναγνώρισί του. Ἔτσι, ἀναγράφονται :

- α) Τὸ ἐμπορικὸν σῆμα τοῦ κατασκευαστοῦ τοῦ δργάνου.
- β) Ὁ ἀριθμὸς σειρᾶς κατασκευῆς τοῦ δργάνου.
- γ) Τὸ σύμβολον τῆς μονάδος μετρήσεως τοῦ μετρουμένου μεγέθους, π.χ. mA.
- δ) Μία σειρὰ συμβόλων, τὰ ὅποια ἀναγράφει ὁ Πίναξ 19·2·1 (σελ. 270).

Ἡ ἀνάγνωσις τῶν μετρητῶν ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας, διὰ τὴν εὔρεσιν τῆς καταναλώσεως κάθε μηνὸς (ἢ διμήνου) γίνεται ὡς ἔξῆς : Ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν (ἔνδειξιν) ποὺ ἐμφανίζεται ἐπὶ τοῦ μετρητοῦ, ἀφαιροῦμεν τὴν ἀντιστοιχὸν ἔνδειξιν τοῦ προτιγουμένου μηνός. Ἡ διαφορὰ μᾶς δίδει εἰς kWh τὴν κατανάλωσιν ἐνεργείας τοῦ καταναλωτοῦ, εἰς τὸν ὅποιον εἶναι ἔγκατεστημένος ὁ μετρητής.

Τοῦτο γίνεται, διότι ἡ ἔνδειξις τοῦ ἀπαριθμητικοῦ μηχανισμοῦ τῶν μετρητῶν, ὡς γνωστόν, εἶναι συνεχής, δὲν μηδενίζεται δηλαδὴ κάθε φοράν ποὺ λαμβάνομεν τὴν ἔνδειξιν.

Ὑπάρχουν μετρηταί, εἰς τοὺς ὅποιους ἡ ἔνδειξις ἀντιπροσωπεύει τὸν συνολικὸν ἀριθμὸν στροφῶν τοῦ δίσκου (σχ. 19·2 δ). Ἔτσι, ἐάν



Σχ. 19·2 δ.

Μετρητής μὲ σταθερὰν 0,04 kWh/στρ.

Π Ι Ν Α Σ 19·2·1

Συνηθέστερα σύμβολα άπό τα άναγραφόμενα έπι της κλίμακος των ηλεκτρικών όργάνων

'Εσωτερικός μηχανισμός των όργάνων		Είδος ρεύματος	
Περιγραφή	Σύμβολον	Περιγραφή	Σύμβολον
"Οργανον μετά κινητοῦ στόρου		Συνεχὲς ρεῦμα 'Εναλλασσόμενον ρεῦμα 'Εναλλασσόμενον και Συνεχὲς ρεῦμα	
"Οργανον μετά κινητοῦ πηνίου (μὲν μόνιμον μαγνήτην)		Θέσις όργάνου	
"Οργανον μετά κινητοῦ πηνίου και δινορθωτοῦ		Περιγραφή	Σύμβολον
"Οργανον μετά διεσταυρωμένων πηνίων		Κατακόρυφος θέσις 'Οριζοντία θέσις Πλαγια θέσις (π.χ. ίππο γωνίαν 60°)	
Θερμικὸν δργανον μετά κινητοῦ πηνίου (μὲν θερμοηλεκτρικὸν ζεύγος)		Τάσις δοκιμῆς τῆς μονώσεως τοῦ όργάνου (άντοχὴ εἰς τάσιν)	
Θερμικὸν δργανον μὲ διμεταλλικὸν στοιχεῖον		Περιγραφή	Σύμβολον
"Ηλεκτροδυναμικὸν δργανον		Τάσις δοκιμῆς 500 V Τάσις δοκιμῆς μεγαλυτέρα τῶν 500V (π.χ. 2kV) Καμμία τάσις δοκιμῆς	
"Οργανον μετά παλλομένων ἔλασμάτων		Λοιπὰ σύμβολα	
"Ηλεκτροστατικὸν δργανον		Περιγραφή	Σύμβολον
"Οργανον ἐπαγωγῆς		'Ονομαστικὴ συχνότης (π.χ. 50Hz)* Κλάσις ἀκριβείας (π.χ. 1,5) Σχέσις μετασχηματισμοῦ μετασχηματιστοῦ μετρήσεως (π.χ. 50/5A) Σύμβολον κοχλίου μηδενισμοῦ	$\sim \frac{50}{1,5}$ 50/5A

* Εάν παρά τὸ σύμβολον τοῦ ρεύματος δὲν ύπάρχῃ ἀριθμός, τότε ἡ ὀνομαστικὴ συχνότης εἶναι 45 ἥως 65Hz.

ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν ποὺ μᾶς δεικνύει διαφορέσωμεν τὸν ἀριθμὸν τοῦ προηγουμένου μηνός, θὰ ἔχωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν στροφῶν, ποὺ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν κατανάλωσιν ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας τοῦ μηνός. Πρὸς εὔρεσιν τῆς ἐνεργείας εἰς kWh πρέπει νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὸν ἀριθμὸν στροφῶν τοῦ μηνὸς ἐπὶ τὴν λεγομένην σταθερὰν τοῦ μετρητοῦ, ποὺ ἔκφραζει τὸν ἀριθμὸν τῶν κιλοβαττωρῶν ἀνὰ στροφὴν τοῦ δίσκου (π.χ. 0,04 kWh /στροφήν).

19·3 Έρωτήσεις.

1. Πῶς συνδέεται ἔνα βολτόμετρον διὰ τὴν μέτρησιν τῆς τάσεως ;
2. Πῶς συνδέεται ἔνα ἀμπερόμετρον διὰ τὴν διεξαγωγὴν ἀμπερομετρήσεως ;
3. Πῶς δυνάμεθα νὰ ἐπεκτείνωμεν τὴν περιοχὴν μετρήσεως ἐνὸς ἀμπερομέτρου ;
- ‘Ενὸς βολτομέτρου ;
4. Μὲ ποιὸν τρόπον δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν μεγάλας ἐντάσεις συνεχοῦς ρεύματος καὶ μὲ ποιὸν μεγάλας ἐντάσεις ἐναλλασσομένου ρεύματος ;
5. Πῶς συνδέομεν ἔνα βαττόμετρον ; ‘Ἐνα μετρητὴν ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας ;
6. Εἰς ποιὸν τμῆμα τῆς κλίμακος ἐνὸς ὅργανου ἔχομεν μεγαλυτέραν ἀκρίβειαν μετρήσεως ;
7. Τί πρέπει νὰ κάμωμεν διὰ νὰ χειρισθῶμεν ἔνα ἡλεκτρικὸν ὅργανον μετρήσεως χωρὶς κίνδυνον βλάβης του.
8. Ποιὰ είναι ἡ πρώτη φροντίς μας, πρὶν θέσωμεν εἰς λειτουργίαν ἔνα ὅργανον ἡλεκτρικῶν μετρήσεων ;
9. ‘Ἐάν ἔνα ὅργανον ἔχῃ συνδεθῆ μονίμως εἰς ἔνα κύκλωμα, πῶς δύναται νὰ ἀπομονώνεται μετὰ τὴν διεξαγωγὴν τῶν ἀναγκαίων μετρήσεων ;
10. Πῶς γίνεται ἡ διάγνωσις ἐνὸς μετρητοῦ ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας (γνώμονος) ;

ΜΕΡΟΣ ΕΝΑΤΟΝ

ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 20

ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΟ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΡΕΥΜΑ, ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΑΤΥΧΗΜΑ, ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

20·1 Κίνδυνοι από τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Τὸ ἡλεκτρικὸν ἀτύχημα.

"Οπως εῖδομεν μέχρι τώρα, ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια εἰναι ἡ πλέον εὔχρηστος μορφὴ ἐνεργείας καὶ διὰ τοῦτο ἔχει λάβει τεραστίαν διάδοσιν ἀποτελοῦσα ἔνα ἀπὸ τοὺς κυριωτέρους ἃν ὅχι τὸν κυριώτερον βιοθὸν τοῦ ἀνθρώπου. "Οπως πολλὰ πράγματα ὅμως, ποὺ συντελοῦν εἰς τὴν πρόοδον, τὸν πολιτισμὸν καὶ τὴν ἀνεστιν τοῦ ἀνθρώπου ἔτσι καὶ ὁ ἡλεκτρισμὸς δημιουργεῖ ὠρισμένους κινδύνους, ποὺ δφείλονται ὅμως μόνον εἰς τὴν κακὴν χρῆσιν του. Τὰ ἡλεκτρικὰ ἀτυχήματα, ὅπως λέγονται, εἰναι σπάνια, ἀφ' ἐνὸς λόγῳ τῶν μέτρων, τὰ ὅποια λαμβάνονται διὰ τὴν ἀποφυγὴν των καὶ ἀφ' ἐτέρου διότι ὅλοι οἱ ἀνθρωποι εἰς τὴν ἐποχὴν μας γνωρίζουν εἰς γενικὰς γραμμὰς πῶς πρέπει νὰ χρησιμοποιοῦν τὸν ἡλεκτρισμὸν καὶ ποῖα σημεῖα πρέπει νὰ προσέχουν, διὰ νὰ μὴ ὑπάρχῃ καὶ ὁ παραμικρὸς κίνδυνος. Διὰ νὰ κατανοηθοῦν καλύτερον αἱ δλίγαι, ἄλλωστε, ὁδηγίαι, τὰς ὅποιας πρέπει νὰ ἐφαρμόζωμεν διὰ τὴν ἀσφαλῆ χρῆσιν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἀλλὰ καὶ τὰ μέτρα προστασίας, ποὺ χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς ἐγκαταστάσεις, θὰ ἀσχοληθῶμεν δι' δλίγων μὲ τὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἐπὶ τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος.

Τὸ ἀνθρώπινον σῶμα, ὅπως ἄλλωστε καὶ τὸ σῶμα τῶν ζώων, εἰναι καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἐπομένως, ὅταν εὐρεθῇ μεταξὺ δύο σημείων, εἰς τὰ ὅποια ἐπικρατεῖ διαφορὰ δυναμικοῦ (ἡλεκτρικὴ τάσις), διαρρέεται ἀπὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἡ διέλευσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ διὰ τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος καλεῖται ἡλεκτροπληξία. Τὸ ἀνθρώπινον σῶμα δύναται νὰ εὐρεθῇ μεταξὺ δύο σημείων, εἰς τὰ ὅποια ἐπικρατεῖ

ήλεκτρική τάσις: α) όταν δύο διαφορετικά μέρη τοῦ σώματός του έλθουν εἰς έπαφήν μὲ δύο σημεῖα ήλεκτρικῆς έγκαταστάσεως εύρισκό-μενα εἰς διαφορετικόν δυναμικόν (π.χ. ἐὰν μὲ τὴν μία χεῖρα ἔγγιζη ἔνα ἀγωγὸν φάσεως καὶ μὲ τὴν ἄλλην ἔνα ἀγωγὸν ἄλλης φάσεως) καὶ β) όταν ἔνα μέρος τοῦ σώματος ἔλθῃ εἰς έπαφήν μὲ ἔνα σημεῖον ήλεκτρικῆς έγκαταστάσεως, τό δποιον παρουσιάζει ήλεκτρικήν τάσιν ὡς πρὸς τὴν γῆν, καὶ ταυτοχρόνως ἔνα ἄλλο μέρος τοῦ σώματος εύρισκεται εἰς έπαφήν μὲ τὴν γῆν. Π.χ. όταν πατοῦμεν ἐπάνω εἰς ἔνα μὴ μονωτικόν δάπεδον καὶ ἔγγισωμεν ἔνα σημεῖον τῆς έγκαταστάσεως, δπως είναι δ ἀγωγὸς φάσεως μιᾶς ήλεκτρικῆς γραμμῆς, ποὺ παρουσιάζει ήλεκτρικήν τάσιν ὡς πρὸς τὴν γῆν. 'Ο οὐδέτερος κόμβος τῶν τριφασικῶν συστημάτων (παράγρ. 11·2) είναι πάντοτε συνδεδεμένος μὲ τὴν γῆν, δπως θὰ ἴδωμεν, καὶ, ἐπομένως, οἱ ἀγωγοὶ φάσεως παρουσιάζουν διαφορὰν δυναμικοῦ ὡς πρὸς τὴν γῆν ἵστην πρὸς τὴν φασικήν τάσιν τοῦ δικτύου. "Ετσι, εἰς τὴν προηγουμένην περίπτωσιν τό διαθρώπινον σῶμα θὰ εύρεθῇ ὑπὸ τάσιν 220 V.

Αἱ συνέπειαι τῆς διόδου τοῦ ρεύματος διὰ τοῦ διαθρωπίνου σώματος είναι :

α) *Προσβολὴ* τῆς καρδίας καὶ συγκεκριμένως ἴνιδικὴ συστολὴ ἢ μαρμαργὴ τῶν καρδιακῶν κοιλιῶν.

β) *'Εγκαύματα*, *ἔξωτερικά* καὶ *ἔσωτερικά* (λόγω τοῦ θερμικοῦ ἀποτελέσματος τοῦ ήλεκτρισμοῦ).

γ) *Προσβολὴ* τοῦ ἀναπνευστικοῦ κέντρου μὲ έπακόλουθον τὴν ἀναστολὴν τῆς ἀναπνοῆς, δηλαδὴ τὴν ἀσφυξίαν.

Αἱ διατέρω συνέπειαι είναι διαφόρου βαθμοῦ σοβαρότητος ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν τῆς ήλεκτροπληξίας, δηλαδὴ ἀναλόγως :

α) Τοῦ εἴδους τοῦ ρεύματος (τὸ συνεχὲς ρεῦμα είναι δλιγάτερον ἐπικίνδυνον ἀπὸ τὸ ἀναλλασσόμενον).

β) Τῆς τάσεως τοῦ ρεύματος, διότι εἰς τὰς ὑψηλὰς τάσεις είναι δυνατὸν νὰ προκληθῇ ήλεκτροπληξία καὶ χωρὶς έπαφήν· ἐὰν πλησιάσωμεν π.χ. εἰς ἔνα σημεῖον τούς ἀγωγούς ὑψηλῆς τάσεως, τότε γίνεται διάσπασις τοῦ ἀέρος καὶ τὸ κύκλωμα κλείει μὲ τὸ ήλεκτρικόν τόξον, ποὺ ἐκποτᾶ μεταξὺ τοῦ σημείου τῆς ήλεκτρικῆς έγκαταστάσεως ὑψηλῆς τάσεως καὶ τοῦ σώματος. 'Εξ ἄλλου, ἡ ὑψηλὴ τάσις ἔχει τὴν ίδιοτητανὰ ἀπωθῆ τὸ διαθρώπινον σῶμα, ποὺ κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ήλεκτροπληξίας ἐκτινάσσεται, ἐνῷ ἡ χαμηλὴ τάσις συστᾶ τὰ νεῦρα καὶ δ

ήλεκτροπληκτος δὲν δύναται νὰ ἀποκολληθῇ ἀπὸ τὸ ὑπὸ τάσιν στοιχεῖον, ὅπότε αὐξάνεται ὁ χρόνος ἐπαφῆς.

γ) Τῆς ἀντάσεως τοῦ ρεύματος. Ἀναλόγως τῆς ἀντιστάσεως ποὺ παρουσιάζει τὸ ἀνθρώπινον σῶμα, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι μεγαλυτέρα ἢ μικροτέρα. Ἡ ηλεκτρικὴ ἀντίστασις τοῦ ἀνθρώπινου σώματος εἶναι μεταβλητὴ καὶ εἶναι τόσον μικροτέρα ὅσον:

- μεγαλυτέρα εἶναι ἢ τάσις,
- τελειοτέρα εἶναι· ἢ ἐπαφή,
- μεγαλύτερος εἶναι ὁ χρόνος ἐπαφῆς καί,

— ὑγρότερον εἶναι τὸ δέρμα. Ἡ ἀντίστασις τοῦ σώματος ποικίλλει ἀπὸ $1000\ \Omega$, ὅταν τοῦτο εἶναι ὑγρόν, μέχρι μερικᾶς χιλιάδας ὥμ, ὅταν εἶναι ξηρόν. Δι' ἐφαρμογῆς τοῦ νόμου τοῦ "Ωμ προσδιορίζεται ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, ποὺ ἀρχίζει νὰ εἶναι ἐπικίνδυνος, ὅταν ὑπερβῇ τὰ 25 mA.

δ) Τῆς ἰσχύος. Ἡ πηγὴ παραγωγῆς τοῦ ρεύματος πρέπει νὰ εἶναι ἰσχυρὰ διὰ νὰ ἔχῃ τὸ ρεῦμα κάποιαν ἐπίδρασιν ἐπὶ τοῦ ἀνθρώπινου ὀργανισμοῦ.

ε) Τῆς συχνότητος τοῦ ρεύματος εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα. "Οσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ συχνότης τοῦ ρεύματος, τόσον ὀλιγώτερον ἐπικίνδυνον εἶναι τοῦτο.

'Ο κίνδυνος ἀπὸ τὸ ηλεκτρικὸν ρεῦμα ἔξαρταται ἐπίσης ἀπὸ τὴν κατάστασιν τοῦ ὀργανισμοῦ τοῦ ἀνθρώπου κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐπαφῆς καὶ ἀπὸ τὴν διαδρομὴν τοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος. "Ετσι, τὰ ἀποτελέσματα τῆς ηλεκτροπληξίας εἶναι σοβαρώτερα, ἐάν τὸ ρεῦμα διέλθῃ διὰ τῆς καρδίας (π.χ. ἀπὸ τὴν μία χεῖρα εἰς τὴν ἄλλην, ἀπὸ τὴν ἀριστερὰν χεῖρα πρὸς τοὺς πόδας). Γενικῶς, ὡς δριον μεταξὺ ἐπικίνδυνων καὶ ἀκινδύνων τάσεων θεωροῦμεν συνήθως τὰ 50 V.

Εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς προσβολῆς τῆς καρδίας (συνήθως ἀπὸ ἐπαφὴν μὲ τάσεις ἀπὸ 100 V ἕως 1000 V), ἐφ' ὅσον προκληθῇ μόνιμος συστολή, δὲν ὑπάρχει πρακτικῶς ἐφαρμόσιμος θεραπεία, διότι, αἱ μέχρι σήμερον γνωσταὶ μέθοδοι θεραπείας ἀπαιτοῦν τὴν ἀμεσον ἐπέμβασιν εἰδικοῦ πρὸς ἐφαρμογήν των. "Ετσι, ἐπέρχεται σχεδὸν πάντοτε δὲ θάνατος.

Εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν ἔξωτερικῶν ἐγκαυμάτων ἀπαιτεῖται ἡ συνήθης θεραπεία τούτων, ἀναλόγως τοῦ βαθμοῦ καὶ τῆς ἀκτάσεώς των.

Τὰ ἔσωτερικὰ ἐγκαύματα (συνήθως ἀπὸ ηλεκτροπληξίαν ρευμά-

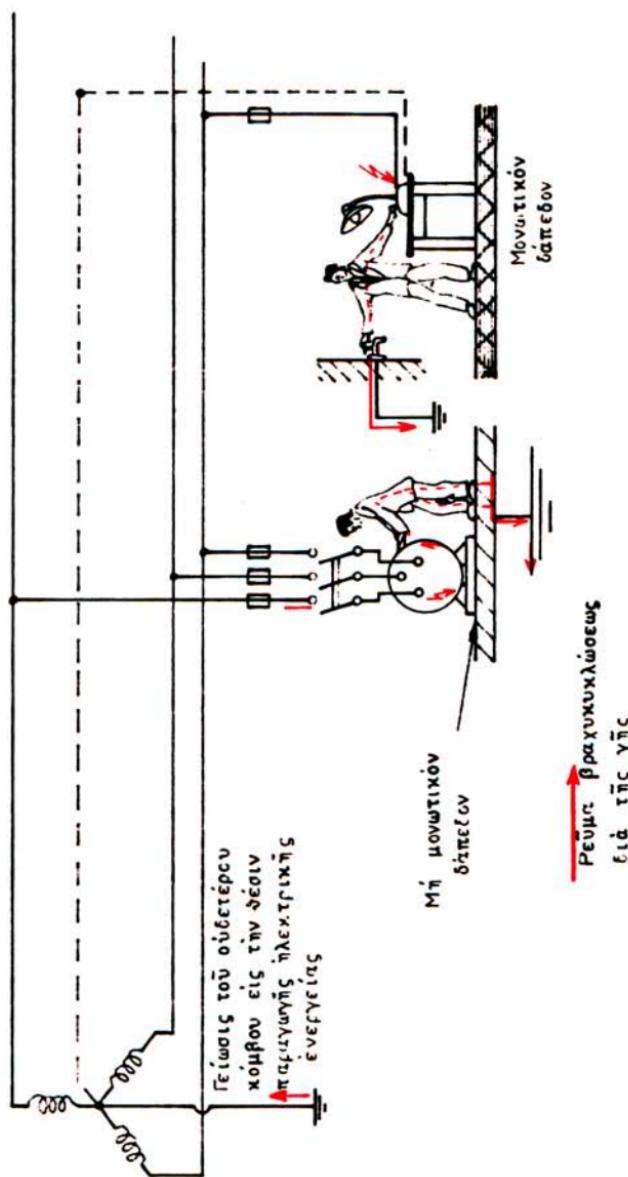
των ύψηλης τάσεως) προκαλούνται όπό την ηύξημένη θερμοκρασίαν, τήν δποίαν δημιουργεῖ τό ήλεκτρικὸν ρεῦμα κατά τήν διέλευσίν του διὰ τοῦ σώματος. Ἡ θερμοκρασία αὐτὴ προξενεῖ τήν διάλυσιν τῶν μυῶν, όπό τοὺς δποίους ὀποβάλλεται δξινος μυοσφαιρίνη, ή δποία εἰσέρχεται εἰς τὰ οὔρα καὶ τὸ κυκλοφορικὸν σύστημα καὶ προκαλεῖ σὺν τῷ χρόνῳ δηλητηρίασιν τῶν νεφρῶν μὲ συνέπειαν τὸν θάνατον. Ἡ δηλητηρίασις αὐτὴ εἶναι δυνατόν νὰ προληφθῇ, εἰς ώρισμένας περιπτώσεις, όπό τὸν ίατρόν, ποὺ πρέπει νὰ κληθῇ ἀμέσως.

Εἰς τήν περίπτωσιν τῆς προσβολῆς τοῦ ἀναπνευστικοῦ συστήματος, ἐπέρχεται ἄπνοια, ή δποία ὀποτελεῖ καὶ τήν συνηθεστέραν περίπτωσιν ἡλεκτροπληξίας. Εἰς τήν περίπτωσιν αὐτὴν καὶ ἔαν ἀκόμη δ ἡλεκτρόπληκτος ἔχῃ τήν εἰκόνα τοῦ νεκροῦ, πρᾶγμα ποὺ συμβαίνει πολλὰς φοράς, πρέπει χωρὶς καμμίαν καθυστέρησιν νὰ ἐφαρμοσθῇ ἡ τεχνητὴ ἀναπνοή, ἔστω καὶ δὲν μᾶς πληροφορήσουν, δτι ἡ ἡλεκτροπληξία συνέβη πρὸ ἀρκετοῦ χρόνου, διότι δὲν δυνάμεθα νὰ γνωρίζωμεν πότε ἀκριβῶς ἔσταμάτησεν ἡ ἀναπνοή. Ἡ τεχνητὴ ἀναπνοή, λοιπόν, πρέπει νὰ ἀρχίζῃ τὸ ταχύτερον δυνατόν, διότι κάθε ἐπερχόμενον δευτερόλεπτον ἀπό τήν στιγμὴν ποὺ θὰ σταματήσῃ ἡ ἀναπνοή ἐλασττώνει τὰς πιθανότητας διασώσεως.

Διὰ τὸν τρόπον ἐφαρμογῆς τῆς τεχνητῆς ἀναπνοῆς ἀναφερόμεθα εἰς τήν παράγραφον 21·1.

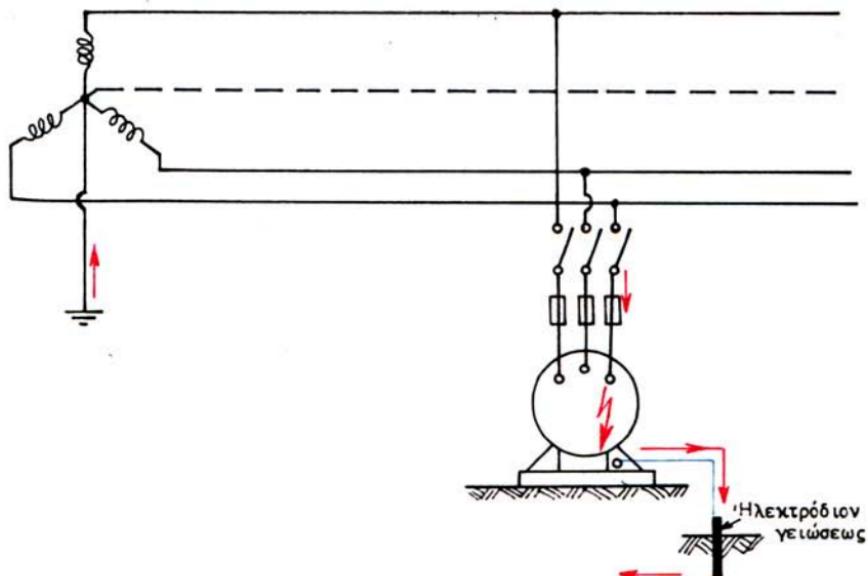
20·2 Μέτρα προστασίας έναντι τῶν κινδύνων του ήλεκτρισμοῦ.

Ο ούδετερος κόμβος τῶν τριφασικῶν συστημάτων εἰς τοὺς σταθμοὺς παραγωγῆς καὶ εἰς τὰ ἡλεκτρικὰ δίκτυα, διὰ λόγους ποὺ δὲν θὰ ἀναφερθοῦν ἐδῶ, συνδέεται ἀγωγίμως μὲ τήν γῆν. Ἡ σύνδεσις αὐτὴ καλεῖται γείωσις. Μὲ τήν γείωσιν οἱ ἀγωγοὶ φάσεως παρουσιάζουν, δπως ἔχει ἦδη ἀναφερθῇ προηγουμένως, διαφορὰν δυναμικοῦ ὡς πρὸς τήν γῆν ἵσην πρὸς τήν φασικὴν τάσιν τοῦ δικτύου. Ἐτσι, ἔαν ἔνας διθρωπός ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μὲ ἔνα ἀγωγὸν φάσεως καὶ πατᾶ ταυτοχρόνως ἐπὶ τοῦ ἑδάφους, θὰ εύρεθῇ ὑπὸ τήν φασικὴν τάσιν τοῦ δικτύου (π.χ. 220 V) καὶ θὰ ὑποστῇ ἡλεκτροπληξίαν. Διὰ νὰ ὀποφύγωμεν, λοιπόν, τὸν κίνδυνον αὐτὸν τῆς ἡλεκτροπληξίας, χρησιμοποιοῦμεν παντοῦ ἡλεκτρικὰς μονώσεις, δηλαδὴ περιβάλλομεν δλα τὰ ὑπὸ τάσιν εύρισκόμενα στοιχεῖα τῶν ἡλεκτρικῶν ἐγκαταστάσεων, μηχανῶν καὶ συσκευῶν μὲ μονωτικὰ ὑλικά, ὡστε νὰ ὀποκλείεται ἡ ἐπαφὴ μὲ αὐτά.



Ζη. 20. 2 α.

Εις μίαν ήλεκτρικήν συσκευήν ή μηχανήν π.χ. τά ύπό τάσιν τμήματα (π.χ. ήλεκτρικαί δάντιστάσεις) όποιονώνονται όπό τα τυχόν ύπαρχοντα έξωτερικά μεταλλικά μέρη τῆς συσκευῆς διά παρεμβολῆς μονωτικῶν ύλικῶν. Δυνάμεθα, ἐπομένως, νὰ πιάσωμεν τὴν συσκευήν ἀφόβως, διότι δὲν κινδυνεύομεν νὰ ύποστωμεν ήλεκτροπληξίαν. Τὰ έξωτερικά μεταλλικά τμήματα μιᾶς συσκευῆς ὅμως, τὰ όποια, ὅπως εἴδομεν, κανονικῶς δὲν εύρισκονται ύπό τάσιν, εἰναι δυνατὸν νὰ εύρεθοῦν ύπό τάσιν, ἐὰν τυχόν καταστραφῆ ἡ μόνωσις τῶν (σχ. 20·2 α). Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτῆς, ἐὰν ἔγγισωμεν τὴν συσκευήν, θὰ ύποστωμεν ήλεκτροπληξίαν. Διὰ λόγους ἀσφαλείας, λοιπόν, γειώνονται δλα τὰ μεταλλικά μέρη μιᾶς συσκευῆς ἢ τοῦ ήλεκτρικοῦ ἔξοπλισμοῦ γενικώτερον, τὰ όποια δὲν εύρισκονται κανονικῶς ύπό τάσιν, ἀλλὰ δύνανται νὰ εύρεθοῦν, ὅταν ἔλθουν εἰς ἐπαφήν μὲ τὰ ύπό τάσιν στοιχεῖα λόγω



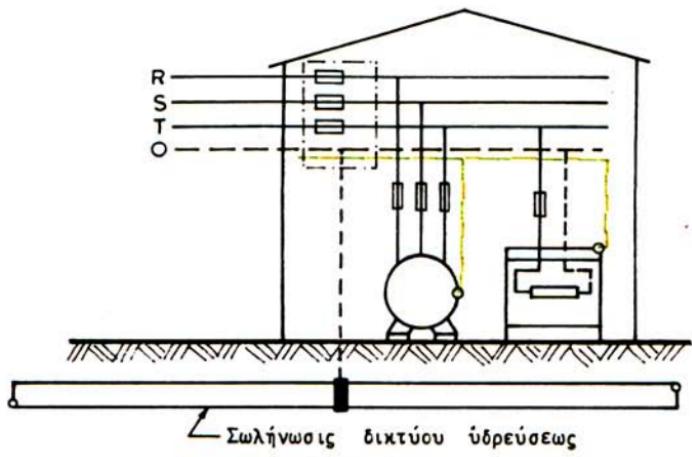
Σχ. 20·2 β.

τυχαίας ἀνωμαλίας. Μὲ αὐτὸν τὸν τρόπον, ὅταν, λόγω βλάβης, τὰ ύπό τάσιν στοιχεῖα μιᾶς συσκευῆς ἔλθουν εἰς ἐπαφήν μὲ τὰ μὴ ρευματοφόρα μεταλλικά μέρη αὐτῆς, θὰ κλείσῃ τὸ σχηματιζόμενον ήλεκτρικὸν κύκλωμα μέσω τῆς γῆς (σχ. 20·2 β) καὶ θὰ κυκλοφορήσῃ ήλε-

κτρικὸν ρεῦμα. Αὐτό, ἐπειδὴ συναντᾶ πολὺ μικρὰν ἡλεκτρικὴν ἀντίστασιν εἰς τὴν διέλευσίν του, θὰ είναι πολὺ μεγάλης ἐντάσεως (βραχυκύκλωμα) καὶ θὰ τήξῃ (λειώσῃ) ταχύτατα τὸ τηκτὸν τῆς ἀσφαλείας, πού είναι ἔγκατεστημένη εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ κυκλώματος (ἡ θὰ ἀνοίξῃ τὸν αὐτόματον διακόπτην). Ὡς ἐκ τούτου θὰ διακοπῇ ἀμέσως τὸ κύκλωμα καὶ θὰ ἀπομονωθῇ ἡ συσκευὴ μὲ τὴν βλάβην, χωρὶς νὰ ἀποτελῇ πλέον κίνδυνον διὰ τὰ πρόσωπα πού τὴν χρησιμοποιοῦν.

Ἡ γείωσις αὐτὴ καλεῖται γείωσις προστασίας, πρὸς διάκρισιν ἀπὸ τὴν γείωσιν τοῦ οὐδετέρου κόμβου τῶν τριφασικῶν συστημάτων, πού γίνεται διὰ λειτουργικούς λόγους τοῦ ἡλεκτρικοῦ συστήματος καὶ καλεῖται γείωσις λειτουργίας.

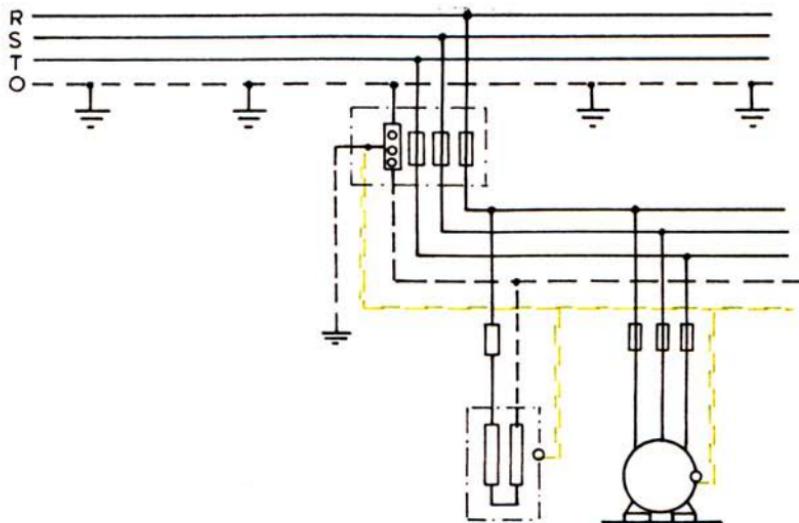
Ἡ γείωσις προστασίας, πού ἀνεφέραμεν, είναι δυνατὸν νὰ πραγματοποιηθῇ εἴτε μὲ τὴν λεγομένην ἄμεσον γείωσιν· εἴτε μὲ τὴν οὐδετέρωσιν. Κατὰ τὴν ἄμεσον γείωσιν, συνδέομεν, συνήθως, μὲ ἔνα ἀντικείμενον ἔγκατεστημένον ὑπογείως, τὸν ἴδιαίτερον ἀγωγὸν προστασίας· δ ἀγωγὸς αὐτὸς ἔγκαθίσταται, ὅπως γνωρίζομεν ἡδη, μαζὶ μὲ τοὺς ἀγωγούς φάσεως καὶ τὸν οὐδετέρον ἀγωγὸν καὶ συνδέεται μὲ



Σχ. 20. 2 γ.

δλας τὰς ρευματοληψίας μιᾶς ἔγκαταστάσεως. Ὁ ἴδιαίτερος ἀγωγὸς προστασίας, δηλαδή, εἰς τὸν πίνακα διανομῆς τῆς ἡλεκτρικῆς ἔγκαταστάσεως, συνδέεται μὲ ἔνα χάλκινον ἀγωγόν, δ ὅποιος συνδέεται μὲ τὸ καλῶς γειωμένον μεταλλικὸν ἀντικείμενον, πού ἀνεφέρθη ἀνωτέρω.

Τὸ γειωμένον ἀντικείμενον, μὲ τὸ ὅποιον συνδέεται δὶς ἰδιαίτερος ἀγωγὸς προστασίας, καλεῖται ἡλεκτρόδιον γειώσεως. Ὡς καλύτερον καὶ οἰκονομικώτερον ἡλεκτρόδιον γειώσεως δύναται νὰ θεωρηθῇ τὸ δίκτυον ὑδρεύσεως, ἐφ' ὅσον ὑπάρχῃ, διότι ἔχει μεγάλην ἕκτασιν ἐντὸς τῆς γῆς καὶ παρουσιάζει μικρὰν ἡλεκτρικὴν ἀντίστασιν διαβάσεως τοῦ ρεύματος πρὸς τὴν γῆν (σχ. 20·2 γ). Εάν δὲν διατίθεται δίκτυον ὑδρεύσεως, ὡς ἡλεκτρόδιον γειώσεως χρησιμοποιεῖται συνήθως μία ἡ περισσότεραι μεταλλικαὶ ράβδοι ἢ σωλῆνες. Αὐταὶ τοποθετοῦνται εἰς ὠρισμένον βάθος ἐντὸς τοῦ ἐδάφους καὶ συνδέονται μεταξύ τῶν καὶ πρὸς τὸν ἀγωγὸν προστασίας διὰ χαλκίνου σύρματος.



Σχ. 20·2 δ.

Κατὰ τὴν οὐδετέρωσιν (σχ. 20·2 δ), δὶς ἰδιαίτερος ἀγωγὸς προστασίας συνδέεται εἴτε εἰς τὸν πίνακα διανομῆς εἴτε εἰς τὸ κιβώτιον τοῦ μετρητοῦ μὲ τὸν οὐδέτερον ἀγωγόν. Τότε ὅμως δὶς οὐδετέρος ἀγωγὸς ἐκτὸς ἀπὸ τὴν γείωσίν του εἰς τὸν οὐδέτερον κόμβον (γείωσις λειτουργίας) γειώνεται κατὰ διαστήματα καθ' ὅλον τὸ μῆκος του εἰς τὸ δίκτυον διανομῆς (πολλαπλῶς γειωμένος οὐδέτερος ἀγωγὸς) καὶ εἰς τὴν εἰσοδον τῆς παροχῆς εἰς τὴν ἐγκατάστασιν τοῦ καταναλωτοῦ.

Αἱ μονώσεις τῶν ἀγωγῶν φάσεως, τοῦ οὐδετέρου καὶ τοῦ ἀγωγοῦ προστασίας ἔχουν διάφορα χρώματα διὰ νὰ ἀναγνωρίζωνται. Σημαν-

ΤΙΚΟΝ είναι νὰ γνωρίζωμεν, δτι ὁ ούδετερος ἀγωγὸς είναι πάντοτε γκρίζος (*σταχτόχρονος*), ἐνῶ ὁ ἀγωγὸς προστασίας είναι κίτρινος ἢ φέρει ἐναλλάξ λωρίδας κιτρίνου καὶ πρασίνου χρώματος.

Ἡ ἀντίστασις τῆς γειώσεως πρέπει νὰ ἔχῃ ἀρκετά μικράν τιμήν, ὥστε τὸ ρεῦμα, ποὺ θὰ κυκλοφορήσῃ εἰς περίπτωσιν ἀνωμαλίας, νὰ είναι ἀρκετὸν διὰ νὰ τήξῃ τὸ τηκτόν τῆς ἀσφαλείας ἢ νὰ ἀνοίξῃ τὸν αὐτόματον διακόπτην ἐντὸς τὸ πολὺ 5 sec. Τοῦτο πρέπει νὰ γίνη, δταν ἡ τάσις, ποὺ ἀναπτύσσεται μεταξὺ ἔξωτερικοῦ περιβλήματος τῆς συσκευῆς καὶ γῆς (τάσις ἐξ ἐπαφῆς), ὑπερβῇ τὰ 50 V, ποὺ θεωρεῖται ὄριον μεταξὺ ἀκινδύνων καὶ ἐπικινδύνων τάσεων.

Εἰς τοὺς χώρους, λοιπόν, ποὺ ἀπαιτεῖται ἡ ἐφαρμογὴ γειώσεως προστασίας, εἰς ὅλας τὰς ρευματοληψίας (ρευματοδόται ἢ ἀπολήγεις ἀγωγῶν τῶν διαφόρων κυκλωμάτων τῆς σταθερᾶς ἡλεκτρικῆς ἐγκαταστάσεως) ὑπάρχει, ἐκτὸς ἀπὸ τοὺς ἀγωγοὺς φάσεως ἢ καὶ τὸν ούδετερον ἀγωγὸν, καὶ ὁ ἀγωγὸς προστασίας. Ἀντιστοίχως, τὰ καλώδια, ποὺ συνδέουν τὰς ἡλεκτρικὰς συσκευάς ἢ μηχανὰς μὲ τὴν σταθερὰν ἐγκατάστασιν, εἴτε μονίμως εἴτε μέσω ρευματοληπτῶν, ἔχουν καὶ αὐτά ἀγωγὸν προστασίας. Τὸ ἔνα ἄκρον αὐτοῦ τοῦ ἀγωγοῦ συνδέεται μὲ τὰ ἔξωτερικά, προσιτὰ μεταλλικά μέρη (περίβλημα) καὶ τὸ ἄλλο συνδέεται εἴτε ἀπ' εὐθείας μὲ τὸν ἀγωγὸν προστασίας τῆς σταθερᾶς ἐγκαταστάσεως εἴτε μὲ τὴν εἰδικὴν ἐπαφὴν γειώσεως τοῦ ρευματοληπτοῦ (βύσμα ἢ Ἐλασμα γειώσεως ρευματοληπτῶν σοῦκο).

Οπως εἶπομεν καὶ εἰς τὴν παράγραφον 20·1, ἐκτὸς ἀπὸ τὰ μέτρα προστασίας, ποὺ λαμβάνονται εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς ἐγκαταστάσεις διὰ τὴν ἀποφυγὴν τῶν κινδύνων τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, πρέπει νὰ ἀκολουθοῦνται καὶ ὠρισμέναι ὀδηγίαι, ποὺ παρατίθενται εἰς τὴν παράγραφον 21·2. Αἱ ὀδηγίαι αὐταὶ ἀναφέρονται τόσον εἰς τὰ ἡλεκτρικὰ ἀτυχήματα, ποὺ δύνανται νὰ συμβοῦν εἰς τὴν βιομηχανίαν ὅσον καὶ, γενικώτερον, εἰς τὰ ἡλεκτρικὰ ἀτυχήματα τῆς καθημερινῆς μας ζωῆς.

20·3 Ἐρωτήσεις.

1. Πότε προκαλεῖται ἡλεκτροπληξία ; Ποιαὶ αἱ συνέπειαι τῆς ἡλεκτροπληξίας ;
2. Ἀπὸ ποίους παράγοντας ἔχαρτάται ἡ σοβαρότης ἐνὸς ἡλεκτρικοῦ ἀτυχήματος ;
3. Ποια τὰ μέτρα ποὺ λαμβάνονται εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς ἐγκαταστάσεις διὰ τὴν προστασίαν ἀπὸ τοὺς κινδύνους τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ; Πῶς ἐπιτυγχάνεται ἡ προστασία αὐτῆ ;
4. Ποια είναι τὰ χαρακτηριστικὰ χρώματα τοῦ ούδετέρου ἀγωγοῦ καὶ τοῦ ἀγωγοῦ προστασίας;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 21

ΠΡΩΤΑΙ ΒΟΗΘΕΙΑΙ ΕΙΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΕΙΑΣ, ΟΔΗΓΙΑΙ ΔΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΗ ΧΡΗΣΙΝ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

21·1 Τεχνητή άναπνοή.

Διὰ νὰ ἐφαρμόσωμεν τὴν τεχνητὴν ἀναπνοήν, πρέπει πρῶτον νὰ ἀποσπάσωμεν ἀμέσως τὸν ἡλεκτρόπληκτον ἀπὸ τοὺς ὄγωγοὺς ἢ τὴν συσκευὴν, ποὺ προεκάλεσε τὴν ἡλεκτροπληξίαν, δταν τὸ θῦμα παραμένη προσκεκολλημένον ἐπ' αὐτῶν, χωρὶς νὰ δύναται νὰ ἀπομακρυνθῇ. Τοῦτο ὅμως πρέπει νὰ γίνη μὲ μεγάλην προσοχὴν διὰ νὰ μὴ ὑποστῶμεν καὶ ἡμεῖς ἡλεκτροπληξίαν κατὰ τὴν ἔταφήν μας μὲ τὸ θῦμα, ποὺ εὔρισκεται ὑπὸ τάσιν. Πρὸς τοῦτο πρέπει ἀπαραιτήτως ἢ νὰ διακόψωμεν τὴν παροχὴν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἢ νὰ μονωθῶμεν δύο φοράς. *Πρέπει, δηλαδή, νὰ πατήσωμεν ἐπάνω εἰς μονωτικὸν ψιλόν, δπως εἶναι π.χ. τὸ ἐλαστικόν, τὸ ξηρὸν ξύλον ἢ δηρὸς χάρτης καὶ δχι κατ' εὐθεῖαν ἐπάνω εἰς τὸ δάπεδον, ποὺ θὰ εἶναι π.χ. μπετόν, μωσαϊκόν, πλακάκια, βρεγμένον ξύλον κ.λπ. Κατόπιν νὰ ἐγγίσωμεν τὸ θῦμα πάλιν μὲ κάπιον μονωτικόν ψιλόν, δπως π.χ. μὲ μίαν ξυλίνην ράβδον, ἔνα ξύλινον κάθισμα, μὲ ἐλαστικὰ γάντια ἢ ἀκόμη ἀφθονον ὑφασμα ἢ χάρτην, μὲ τὸν δποῖον τυλίσσομεν τὰς χεῖρας μας καὶ σύρομεν τὸ θῦμα κατὰ προτίμησιν ἀπὸ τὰ ροῦχα του.*

'Αφοῦ ἀποσπάσωμεν τὸν ἡλεκτρόληκτον, ἀρχίζομεν χωρὶς ἀλλην καθυστέρησιν τὴν τεχνητὴν ἀναπνοήν, τὴν δποίαν συνεχίζομεν χωρὶς διακοπήν, μέχρις ὅτου τὸ θῦμα συνέλθῃ ἢ διαπιστωθῇ ἀσφαλῶς ἀπὸ Ιατρὸν δ. θάνατος. ('Υπάρχει γνωστὴ περίπτωσις διασώσεως μετὰ ἐφαρμογὴν τεχνητῆς ἀναπνοῆς ἐπὶ 8 ὥρας). Κάθε μεταφορὰ τοῦ θύματος ἀπαγορεύεται.

'Η τεχνητὴ ἀναπνοή, ποὺ ἐφαρμόζεται δχι μόνον εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς ἡλεκτροπληξίας ἀλλὰ καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν πνιγμοῦ ἢ ἀσφυξίας οἰασδήποτε ἀλλης μορφῆς, συνίσταται εἰς τὴν ἐφαρμογὴν ὡρισμένων κινήσεων ἐπὶ τοῦ θύματος, διὰ τῶν δποίων προκαλεῖται ἀναρρόφησις καὶ ἐκδίωξις ἀέρος ἀπὸ τοὺς πνεύμονας αὐτοῦ. "Οταν κάποιος

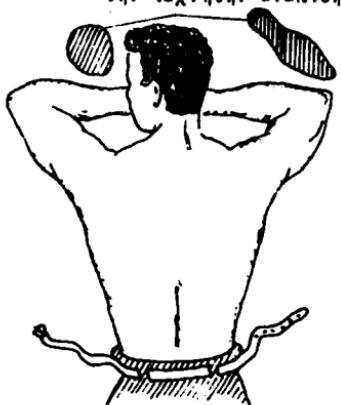
ἀναλάβῃ τὴν ἐκτέλεσιν τῆς τεχνητῆς ἀναπνοῆς, δὲν πρέπει νὰ ὀσχοληθῇ μὲ τίποτε ἄλλο, ὥστε νὰ κερδίσῃ χρόνον. Τὴν χαλάρωσιν τῶν ἐνδυμάτων τοῦ θύματος καὶ τὴν εἰδοποίησιν ἰατροῦ ἢ τοῦ Σταθμοῦ

Α' Βοηθειῶν πρέπει νὰ τὰ ἀναλάβῃ κάποιος τρίτος.

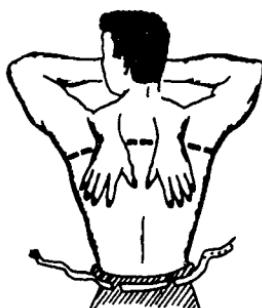
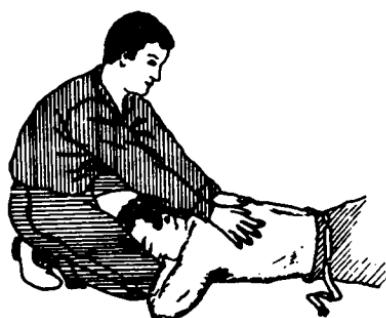
‘Η τεχνητὴ ἀναπνοὴ ἐκτελεῖται σήμερον κατά δύο, κυρίως, μεθόδους, διὰ τὴν ἐφαρμογὴν τῶν διοίων ἀπαιτεῖται βεβαίως προηγουμένη ἔξασκησις.

‘Η πρώτη μέθοδος εἶναι ἡ μέθοδος τοῦ Δανοῦ Ιατροῦ H. Nielsen. Κατ’ αὐτὴν τοποθετεῖται τὸ θῦμα εἰς πρηνὴ θέσιν (μὲ τὸ πρόσωπον πρὸς τὸ ἔδαφος, μπρούμυτα), εἰ δυνατὸν μὲ ἐλαφρὰν κλίσιν εἰς τρόπον, ὥστε νὰ διευκολύνεται ἡ ἀποστράγγισις τῶν ύγρῶν τοῦ ἀναπνευστικοῦ

συστήματος. ‘Η κεφαλὴ του πρέπει νὰ ἐκτείνεται πρὸς τὰ ὅπισω, διότι, ἐδὺ κάμπτεται πρὸς τὰ ἐμπρός, ἐπέρχεται ἔμφραξις τοῦ ἀναπνευστικοῦ συστήματος. Κάμπτομεν τούς ὁγκῶνας τοῦ θύματος (σχ. 21·1 α.)



Σχ. 21·1 α.



Σχ. 21·1 β.

καὶ τοποθετοῦμεν τὰς χεῖρας του τὴν μίαν ἐπάνω εἰς τὴν ἄλλην. ‘Η κεφαλὴ τοποθετεῖται ἐπάνω εἰς τὰς χεῖρας ἐλαφρῶς ἐστραμμένη πρὸς τὴν

μίαν πλευράν. Αύτὸς ποὺ θὰ κάμη τὴν τεχνητὴν ἀναπνοὴν θὰ πρέπει νὰ γονατίσῃ ἐμπρὸς εἰς τὴν κεφαλὴν τοῦ θύματος (σχ. 21·1β). Εὔθὺς ἀμέσως ἐλέγχει τὸ στόμα τοῦ θύματος διὰ ξένα ὀντικείμενα καὶ τοῦ σύρει τὴν γλῶσσαν πρὸς τὰ ἔξω.

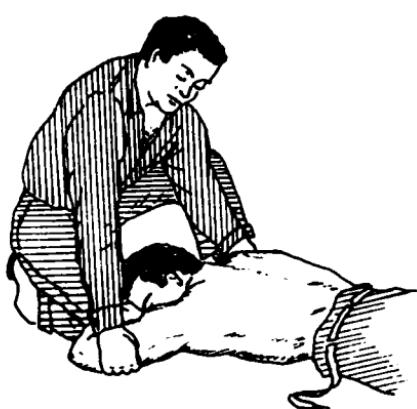
Κατόπιν τοποθετεῖ τὰς χεῖρας του ἐπάνω εἰς τὴν ράχην τοῦ θύματος, κάτω ἀπὸ τὴν γραμμὴν τῆς μασχάλης, μὲ τὰ δάκτυλα ἀνοικτὰ καὶ πρὸς τὰ ἔξω καὶ κάτω καὶ τοὺς ἀντίχειρας σχεδὸν ἐνωμένους.

’Απὸ τὴν θέσιν αὐτὴν κύππει ἐμπρὸς μὲ τεντωμένους ἄγκῶνας ἔτσι, ὥστε αἱ χεῖρες του νὰ Ἐλθουν κατακορύφωσ, ἀφήνων τὸ βάρος τοῦ σώματός του νὰ πέσῃ ἀργά, σταθερὰ καὶ δμοιόμορφα εἰς τὰς χεῖρας του καὶ δι’ αὐτῶν εἰς τὴν πλάτην τοῦ θύματος, χωρὶς πρόσθετον πίεσιν (σχ. 21·1γ). Μὲ τὸν τρόπον αὐτὸν ἐπιτυγχάνεται ἡ τεχνητὴ ἐκπνοή.

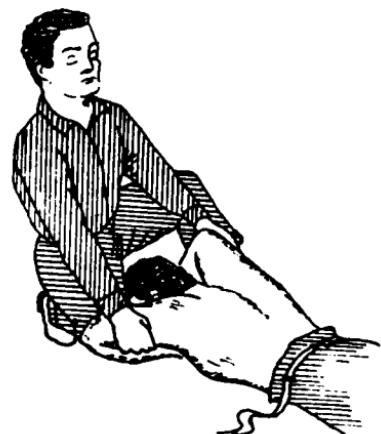
’Ἐν συνεχείᾳ ἐλαττώνει τὴν πίεσιν, χωρὶς ἀπότομον κίνησιν, κι-



Σχ. 21·1 γ.



Σχ. 21·1 δ.



νούμενος ἀργά πρὸς τὰ ὅπισω, ἀπομακρύνων συγχρόνως τὰς χεῖρας ἀπὸ τὴν ράχην, ὥστε νὰ διευκολυνθῇ ἡ διεύρυνσις τοῦ θώρακος. Αύτὴ

είναι ἡ φάσις τῆς τεχνητῆς εἰσπνοῆς, πού διὰ νὰ διευκολυνθῇ ἀκόμη περισσότερον, ὁ ἐκτελῶν αὐτὴν πιάνει τοὺς βραχίονας τοῦ θύματος κοντά εἰς τοὺς ἀγκῶνας καὶ τοὺς ἔλκει καθὼς κινεῖται ἀργά πρὸς τὰ δπίσω, χωρὶς πρόσθετον μυϊκήν δύναμιν. Τέλος, μὲ τοὺς ἀγκῶνας τεντωμένους πάντα, σηκώνει τοὺς βραχίονας τοῦ θύματος, μέχρις ὅτου αἰσθανθῇ πίεσιν, δπότε χαμηλώνει πάλιν αὐτοὺς ἡρέμως καὶ τοὺς τοποθετεῖ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν (σχ. 21·1δ). Ὁ κύκλος αὐτὸς ἐκπνοῆς-εἰσπνοῆς ἐπαναλαμβάνεται 12 περίπου φοράς τὸ λεπτόν, μὲ ρυθμὸν δμοιόμορφον καὶ σταθερόν. Ἐπειδὴ ἡ τεχνητὴ ἀναπνοὴ πρέπει νὰ συνεχισθῇ ἐπὶ μακρὸν χρόνον, είναι ἀνάγκη, κατὰ τὸ δυνατόν, νὰ γίνεται ἑναλλαγὴ τῶν προσώπων ποὺ ἐκτελοῦν αὐτήν, χωρίς, δμως, νὰ χάνεται ὁ ρυθμός.

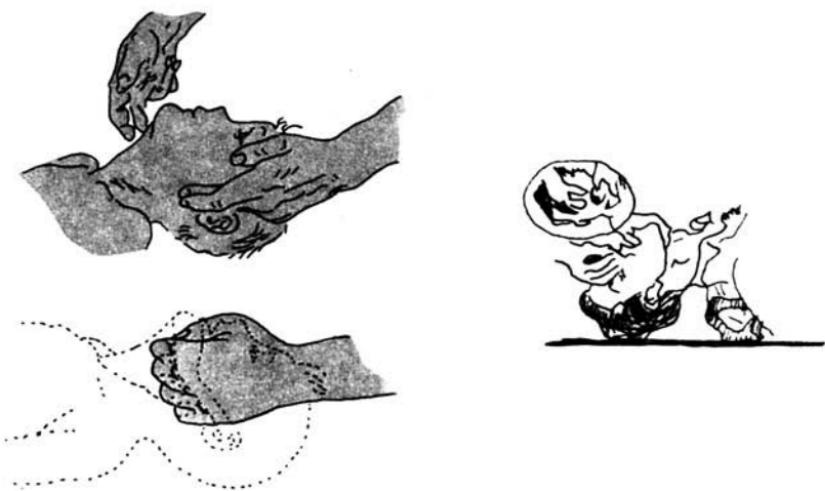
Ἡ δευτέρα μέθοδος είναι ἡ μέθοδος ἐμφυσήσεως ἀέρος ἀπὸ στόματος εἰς στόμα (τὸ φιλὶ τῆς ζωῆς). Ἡ μέθοδος αὐτὴ συνιστᾶται κυρίως



Σχ. 21·1 ε.

διὰ βρέφη καὶ μικρὰ παιδιά ἢ δι’ ἐνήλικας, εἰς τοὺς δποίους δὲν είναι δυνατή ἡ ἐφαρμογὴ τῆς προηγουμένης μεθόδου (π.χ. δταν ὑπάρχουν κατάγματα πλευρῶν κ.λπ.). Κατ’ αὐτὴν καθαρίζεται πρῶτον τὸ στόμα τοῦ θύματος ἀπὸ οἰονδήποτε ξένον ἀντικείμενον, μὲ τὸ μέσον δάκτυλον τῆς δεξαῖς χειρὸς (σχ. 21·1 ε) καὶ κατόπιν ἐλκεται ἡ γλῶσσα, μὲ τὸν αὐτὸν δάκτυλον, πρὸς τὰ κάτω καὶ ἔξω. Κατόπιν τοποθετεῖ ὁ ἐκτελῶν τὴν τεχνητὴν ἀναπνοὴν τὸ θῦμα ἐπάνω εἰς τὴν χεῖρα του,

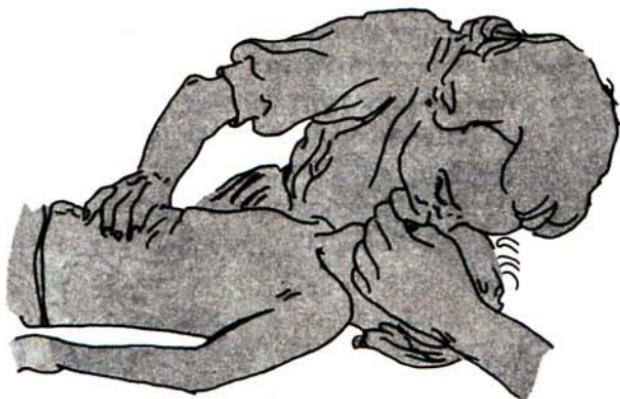
ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 21·1 ε, ἐὰν τὸ θῦμα δὲν είναι ἐνήλικος, καὶ μὲ τὴν ἄλλην χεῖρα τοῦ πιέζει σχετικῶς ἵσχυρῶς τὴν ράχην. Ἔτσι ἐπιδιώκεται ἡ ἔξοδος κάθε ξένου σώματος ἀπὸ τὰς ἀεροφόρους ὁδούς, Ἐν συνεχείᾳ, τοποθετεῖ τὸ θῦμα ὑπτιον (ἀνάσκελα) καὶ διὰ τῶν μέσων δακτύλων καὶ τῶν δύο χειρῶν σηκώνει τὴν σιαγόνα του δι' ὥθήσεως πρὸς τὰ ἔξω καὶ τὴν συγκρατεῖ εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν μὲ τὴν μίαν μόνον χεῖρα. Τὸ αὐτὸ δύναται νὰ ἐπιτευχθῇ, ἐὰν τεθῇ ὁ ἀντίχειρ εἰς τὰ δόντια



Σχ. 21·1 στ.

τοῦ θύματος (σχ. 21·1 στ) καὶ συρθῇ ἡ κάτω σιαγών του πρὸς τὰ ἀνω καὶ ὅπίσω. Ὁπως εἴπομεν, κρατεῖ μὲ τὴν μίαν χεῖρα τὸ στόμα τοῦ θύματος εἰς τὴν ἡμίκλειστον θέσιν, τοποθετῶν τὴν κεφαλήν του εἰς ὑπερέκτασιν (θέτων, ἐνδεχομένως, ἔνα μαξιλάρι κάτω ἀπὸ τοὺς ὠμούς του). Μετά, τοποθετεῖ τὸ στόμα του ἐπάνω εἰς τὸ στόμα τοῦ θύματος καὶ φράσσων τοὺς ρώθωνας τοῦ θύματος μὲ τὴν ὄλλην χεῖρα ἡ μὲ τὴν παρειάν του, φυσᾶ ἐντὸς τοῦ στόματος, μέχρις ὅτου παρατηρήσῃ τὸ στέρνον τοῦ θύματος νὰ ἀνέρχεται. Συγχρόνως, ἐὰν ἡ χείρ του είναι ἐλευθέρα, τὴν τοποθετεῖ ἐπάνω εἰς τὴν κοιλίαν τοῦ θύματος, μεταξὺ διφαλοῦ καὶ πλευρῶν καὶ πιέζει συνεχῶς καὶ ἐλαφρῶς πρὸς παρεμπόδισιν τῆς εἰσόδου ἀέρος ἐντὸς τοῦ στομάχου (σχ. 21·1 ζ). Ὁταν φουσκώσουν οἱ πνεύμονες μὲ τὸν ἀέρα, ὁ ἐκτελῶν τὴν ἀναπνοὴν λαμβάνει

βαθεῖαν εἰσπνοήν, ἀπομακρύνων τὸ στόμα του διὰ νὰ γίνη ἡ ἐκπνοὴ εἰς τὸ θῦμα. Ὁ κύκλος αὐτὸς ἐπαναλαμβάνεται μὲ ρυθμὸν 20 φορὰς περίπου κατὰ λεπτὸν διὰ παιδιά καὶ 12 φορὰς δι᾽ ἐνήλικας. Μετὰ ἀπὸ κάθε 20 κύκλους, διακόπτεται ἡ ἐφαρμογὴ τῆς τεχνητῆς ἀναπνοῆς ἕπι ὅσον διάστημα χρειάζεται διὰ μίαν βαθεῖαν ἀναπνευστικήν κίνησιν καὶ πάλιν συνεχίζεται. Ἐὰν ὑπάρξῃ ἀντίστασις κατὰ τὸ φύ-



Σχ. 21·1 ζ.

στημα καὶ τὸ στέρνον τοῦ θύματος δὲν σηκώνεται, ἐλέγχεται ἡ θέσις τῆς κεφαλῆς του καὶ ἐρευνᾶται, μήπως ὑπάρχουν ξένα σώματα εἰς τὰς ἀεροφόρους δόδούς.

“Οταν τὸ θῦμα συνέλθη, πρέπει νὰ διατηρηθῇ θερμὸν μὲ κουβέρτας, νὰ τοῦ χορηγηθοῦν τονωτικά πιοτά (ποτέ, δόμως, οἰνοπνευματώδη) καὶ νὰ συνεχισθῇ ἡ παρακολούθησί του, μέχρις ὅτου ἔλθῃ διατρός.

21·2 Ὁδηγίαι διὰ τὴν ἀσφαλῆ χρῆσιν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ.

1. Ἡ βασικωτέρα προϋπόθεσις διὰ τὴν ἀσφαλῆ λειτουργίαν τῶν ἡλεκτρικῶν ἐγκαταστάσεων είναι ἡ τακτικὴ συντήρησις αὐτῶν ἀπὸ ἀρμόδιον ἀδειοῦχον ἐγκαταστάτην ἡλεκτρολόγον. Ὁ ἴδιος πρέπει νὰ ἐκτελῇ ὑπευθύνως κάθε ἀπαραίτητον μετατροπὴν ἡ ἐπέκτασιν. Αἱ πρόχειροι καὶ αὐθαίρετοι ἐπεκτάσεις είναι, συν-



ήθως, καὶ ἐπικίνδυνοι, ίδιως ὅταν πραγματοποιοῦνται ἀπό ἀνεύθυνα πρόσωπα.

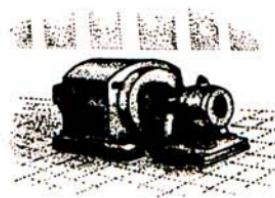
2. Τὰ καμένα φυσίγγια τῶν ἀσφαλειῶν πρέπει νὰ ἀντικαθίστανται μὲ καινουργῆ, ποὺ ἀναγράφουν ἐπ' αὐτῶν τὴν αὐτὴν ὄνομαστικὴν ἔντασιν εἰς ἀμπέρ. Ἡ ἐπιδιόρθωσις τῶν φυσιγγίων μὲ συρματάκια καὶ χρυσόχαρτα ἀπαγορεύεται, διότι εἶναι ἐπικίνδυνος. Ἡ συχνὴ καταστροφὴ τῶν φυσιγγίων τῶν ἀσφαλειῶν δεικνύει, δτὶ «κάτι συμβαίνει» καὶ πρέπει νὰ καλέσωμεν τὸν ἡλεκτρολόγον διὰ νὰ εὔρῃ καὶ ἐπισκευάσῃ τὴν βλάβην, ποὺ πρέπει νὰ ὑπάρχῃ ἢ διὰ νὰ δώσῃ τὰς καταλλήλους συμβουλὰς ἐπὶ τοῦ τρόπου λειτουργίας τῆς ἐγκαταστάσεως.



3. Οἱ σπασμένοι διακόπται, πρίζες, ντουΐ καὶ ἄλλα ἔξαρτήματα, ὅπως ἐπίστης καὶ τὰ ἐφθαρμένα καλώδια, πρέπει νὰ ἀντικαθίστανται ἀμέσως μὲ καινουργῆ.



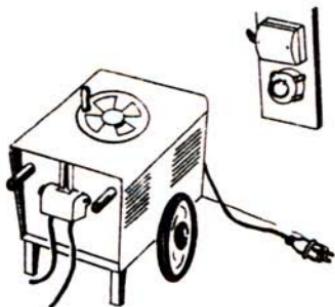
4. Τὰ καλύμματα τῶν κυτίων διακλαδώσεως καὶ τῶν ὑπὸ τάσιν τμημάτων τῶν ἡλεκτρικῶν συσκευῶν καὶ μηχανῶν πρέπει νὰ εἶναι πάντοτε τοποθετημένα εἰς τὰς θέσεις των. Τὰ καμένα ἢ σπασμένα καλύμματα πρέπει νὰ ἀντικαθίστανται ὅπωσδήποτε, προτοῦ δοθῇ ρεῦμα. Τὰ μηχανήματα καὶ αἱ συσκευαί, ποὺ ἔχουν βλάβας, πρέπει νὰ ἐπισκευάζωνται ἀμέσως.



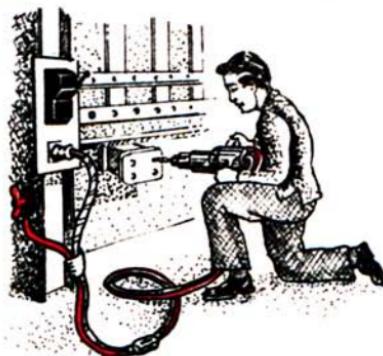
5. Αἱ πρόχειροι ἡλεκτρικαὶ συσκευαὶ εἶναι πάντοτε ἐπικίνδυνοι καὶ δι' αὐτὸν τὸν λόγον δὲν πρέπει νὰ χρησιμοποιοῦνται ποτέ. Πρέπει νὰ ἀγοράζωμεν μόνον συσκευάς ἐγκεκριμένας, ποὺ ἀναγράφουν ἐπ' αὐτῶν τὸν ὑπεύθυνον κατασκευαστὴν των, ἄλλως, ἢ τυχὸν οἰκονομία ποὺ θὰ ἐπιτύχωμεν θὰ εἶναι ἀσύμφορος.



6. Προτού άρχισωμεν οίονδή-ποτε καθαρισμὸν ἢ μετακίνησιν ἡλεκτρικῶν συσκευῶν ἢ μηχανημάτων, πρέπει νὰ φροντίζωμεν ἀπαραιτήτως νὰ ἀφαιροῦμεν τὸ καλώδιον, ποὺ τὰ τροφοδοτεῖ ἀπὸ τὴν πρίζαν ἢ νὰ διακόπτωμεν τὴν τροφοδότησιν ἀπὸ τὸν πίνακα διανομῆς. Φυσικὰ δὲ καθαρισμὸς δὲν θὰ γίνεται μὲν ὑδωρ, σαπουνάδας καὶ τὰ παρόμοια, διότι ἡ ὑγρασία ποὺ θὰ μείνῃ δύναται νὰ προκαλέσῃ ἐπικίνδυνα βραχυκύκλωματα.



7. Κάθε ἡλεκτρικὴ ἔγκατάστασις καὶ κάθε συσκευὴ πρέπει νὰ γειώνεται ἢ νὰ οὐδετερώνεται, ίδιως ὅταν χρησιμοποιῆται εἰς χώρους μὲ μὴ μονωτικὸν δάπεδον (μωσαϊκόν, χῶμα κ.τ.τ.), ύγρους κ.λπ. Τὰ μικρὰ φορητὰ ἡλεκτρικὰ ἔργαλεῖα καὶ συσκευαί, ὅπως εἶναι τὰ δράπανα, πριόνια, θερμάστραι κ.λπ., ἐπιβάλλεται ἐπίστης νὰ γειώνωνται. Πρὸς τοῦτο πρέπει νὰ τροφοδοτοῦνται μὲ τριπολικὰ καλώδια καὶ τριπολικοὺς ρευματοδότας-ρευματολήπτας (3 βυσμάτων ἢ σοῦκο). Τυχὸν χρησιμοποιούμενα καλώδια ἐπεκτάσεως, πρέπει νὰ εἶναι τριπολικὰ καὶ νὰ ἔχασφαλίζουν καλὴν σύνδεσιν τῶν ἀγωγῶν τροφοδοτήσεως καὶ γειώσεως.



8. Δὲν πρέπει νὰ ἐγγίζωμεν διακόπτας, ρευματοδότας καὶ ἡλεκτρικὰς μηχανὰς ἢ συσκευὰς μὲ βρεγμένας ἢ πολὺ ιδρωμένας χειρας, διότι εἶναι ἐπικίνδυνον. Ἡ χρῆσις συνήθων ἡλεκτρικῶν θερμαστρῶν, ραδιοφώνων, ἀποξηραντήρων μαλλιῶν κ.ἄ. εἰς τὸ λουτρόν, τὸ πλυντήριον καὶ ἄλλους παρομοίους ύγρους χώρους ἀπαγορεύεται.



9. Διὰ νὰ ἀλλάξωμεν ἔνα καμένον λαμπτήρα, πρέπει νὰ ἔξασφαλίσωμεν προτιγουμένως τὴν διακοπὴν τοῦ κυκλώματος, ποὺ τὸν τροφοδοτεῖ ἀπὸ τὸν πίνακα διανομῆς.



10. Πρέπει νὰ ἀφαιροῦμεν τὰ τροφοδοτικὰ καλώδια τῶν συσκευῶν ἀπὸ τὴν πρίζαν καὶ νὰ διακόπτωμεν τὴν παροχὴν τοῦ ρεύματος εἰς τὰ μηχανήματα, ὅταν δὲν τὰ χρησιμοποιοῦμεν. Δὲν πρέπει νὰ πιάνωμεν τὸν ρευματολήπτην ἀπὸ τὸ καλώδιον, ὅταν τὸν ἀφαιροῦμεν ἀπὸ τὸν ρευματοδότην (πρίζα), διότι σιγά-σιγά τὸ καλώδιον θὰ φθαρῇ καὶ γίνεται ἔτσι ἐπικίνδυνον.



11. Προκειμένου περὶ μικρῶν φορητῶν μηχανημάτων ἢ συσκευῶν, ὅπως οἱ σβούρες, τὰ δράπανα κ.λπ., ὅπως καὶ εἰς ὑπερβολικὰ ὑγρούς χώρους πρέπει νὰ γίνεται χρῆσις πολὺ χαμηλῆς τάσεως (42 V).



12. Ὁταν αἰσθανθῶμεν διαρροήν εἰς οἰανδήποτε ἡλεκτρικήν συσκευὴν ἢ τμῆμα τῆς ἐγκαταστάσεως, πρέπει νὰ καλέσωμεν ἀμέσως τὸν ἡλεκτρολόγον.



13. Πρὶν ἀπὸ κάθε χρῆσιν, πρέπει νὰ ἐλέγχωμεν μὲ προσοχὴν τὴν καλὴν λειτουργίαν καὶ μόνωσιν κάθε ἡλεκτρικῆς συσκευῆς ἢ μηχανήματος, τὰ δποῖα χρησιμοποιοῦνται σπανίως.



14. Οι φορητοί ήλεκτρικοί λαμπτήρες (μπαλαντέζες) πρέπει νά έχουν μονωτική λαβήν, τὸν λαμπτήρα έντὸς καταλλήλου προστατευμένης ύποδοχῆς καὶ ειδικὸν προστατευτικὸν κάλυμμα. Μπαλαντέζες ποὺ κατασκευάζονται προχείρως μὲ ἔνα ντουΐ καὶ λίγο σύρμα, είναι ἐπικίνδυνοι.



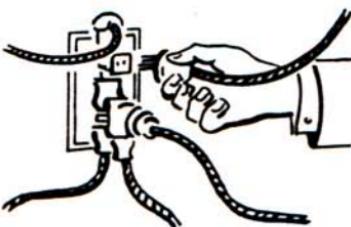
15. "Όταν ἔργαζόμεθα ἐπὶ ήλεκτρικῶν ἔγκαταστάσεων, πρέπει νὰ χρησιμοποιοῦμεν ἔργαλεῖα γερά καὶ κατάληλα (μὲ μονωμένας λαβὰς καὶ ειδικὴν ἀντιολισθηρὰν κατασκευήν).



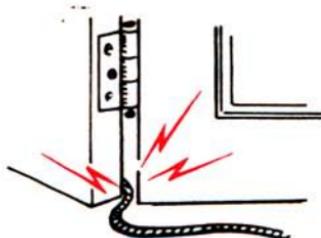
16. "Όταν γίνεται ἔργασία συντρήσεως εἰς ήλεκτρικὰς ἔγκαταστάσεις, πρέπει αἱ συσκευαὶ καὶ τὰ κυκλώματα, εἰς τὰ δποῖα γίνεται ἡ ἔργασία αὐτὴ, νὰ τίθενται ἐκτὸς τάσεως μὲ τὸ ἄνοιγμα τῶν ἀντιστοίχων διακοπτῶν καὶ τὴν ἀφαίρεσιν τῶν ἀσφαλειῶν ἀπὸ τὸν πίνακα διανομῆς. Πρέπει, ἐπίσης, νὰ ἀνατῶνται σχετικαὶ προειδοποιητικαὶ πινακίδες.



17. Κάθε ήλεκτρικὴ ἔγκατάστασις πρέπει νὰ ἔχῃ ἀρκετὰ φωτιστικὰ σημεῖα καὶ πρίζες, δπου χρειάζεται. "Ἐτσι ἀποφεύγεται ἡ τροφοδότησις πολλῶν ήλεκτρικῶν συσκευῶν ἀπὸ τὴν ίδιαν πρίζαν, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ὑπερθέρμανσιν τῶν ἀγωγῶν ποὺ καταλήγουν εἰς τὴν πρίζαν αὐτὴν καὶ τὴν δημιουργίαν, ἐκ τοῦ λόγου τούτου, κινδύνου πυρκαϊᾶς.



18. Απαγορεύεται τό πρόχειρον στερέωμα ήλεκτροφόρων καλωδίων με κοινά καρφιά, τό πέρασμα καλωδίων άπό τό συνοιγμα παρασθύρων, θυρῶν κ.ά., έπισης έπάνω ή πλησίον θερμαντικῶν σωμάτων, θερμαστρῶν κ.λπ. ή κάτω άπό χαλιά, διαδρόμους κ.λπ.



19. Όχι μόνον ή άμεσος έπαφή άλλα και ή έμμεσος ή τό άπλοιν πλησίασμα μιᾶς έναερίου ήλεκτρικῆς γραμμῆς π.χ. μέσω σιδηροσωλῆνος ή ύψηλοῦ όχήματος (γερανοῦ, έκσκαφέως, γεωτρυπάνου κ.λπ.) δύναται νά προκαλέσῃ σοβαρὸν ήλεκτρικὸν άτυχημα.



20. Τὰ άποκοπέντα και εύρισκόμενα έπι τοῦ ἐδάφους ή ἔστω κρεμασμένα σύρματα δυνατόν νά είναι έπικινδυνα. Δι' αὐτὸν τὸν λόγον, δὲν πρέπει νά τὰ ἐγγίζωμεν ή νά τὰ πλησιάζωμεν, ἔστω και ἀν γυνωρίζωμεν, διτὶ ἔχει διακοπῆ τὸ ρεῦμα, διότι αὐτὸ δύναται νά ἐπανέλθῃ ἀπροειδοποίητα κάθε στιγμήν. Ή τεχνητὴ βροχή, δ ψεκασμὸς δένδρων, τὸ πέταγμα χαρταετῶν και τὰ παρόμοια πλησίον έναερίων ήλεκτρικῶν γραμμῶν είναι έπικινδυνα.



21·3 Ερωτήσεις.

- Πώς δυνάμεθα νά έπιδιορθώσωμεν ένα φυσίγγιον άσφαλείας, δταν καή;
- Τί είναι ή τεχνητὴ δάναπνοή και πώς έφαρμόζεται;
- Πώς έξηγοῦνται αι δδηγίαι ήπ' ἀριθ. 8 και 20; Διατί και τό άπλοιν πλησίασμα εις τοὺς ἀγωγούς μιᾶς ήλεκτρικῆς γραμμῆς είναι έπικινδυνον (δδηγία ήπ' ἀριθ. 19);



ΕΥΡΕΤΗΡΙΟΝ

(Οι αριθμοί άναφέρονται εἰς σελίδας)

- Άγνωμα σώματα 5
άγωγιμότης, ήλεκτρική 16
άγωγοι 5
άγωγοι δευτέρου είδους 173
— πρώτου είδους 173
άγωγός 5
—, ούδετερος 69
— προστασίας 218
— φάσεως 71
δερόθερμον 142
άκριβεια μετρήσεως 246
— δργάνου 246
άκροδεκτης 71
άκροδεκτών, κυτίον 81
άλεικιέραυνον 214
άμπερ 14
άμπερελγματα 43
άμπερόμετρον 245
άμπερώρια 190
άναμικτήρ, ήλεκτρικός 167
άναρροφητής κόνεως 166
άναστροφή φορδς περιστροφῆς 81
άνεμιστήρ, ήλεκτρικός 167
άνιόντα 174
άνοδιωσις ('Ελοξάλ) 177
άνοδος 173, 127
—, άφης 129
άνόρθωσις 128
άνορθωτής 127
— δι' ήμιαγωγῶν 129
—, μονοφασικός 129
— πυρακτωμένης καθόδου 132
— σεληνίου 130
—, τριφασικός 129
— ύδραργύρου 127
— ύποξειδίου τοῦ χαλικοῦ 130
άνορθωτικὸν στοιχεῖον 130
Άνρυ 53
άντιηλεκτρεγερτική δύναμις 82, 181
άντιστάσεις σειρᾶς 22
άντιστασις, ειδική ήλεκτρική 18
—, έπαγωγική 63
—, ήλεκτρική 16
—, σύνθετος 66
—, χωρητική 66

- , ώμική 62
άνηψωσις ψηκτρῶν 91
άπομαγνήτισ 36, 43
άπωλεια, ένεργειας 31, 34
— Ισχύος 31
άστεροειδής σύνθεσις 69
άσύγχρονοι κινητήρες 88
— μηχανοί 86
άσφαλεια, κυλινδρική 230
—, μαχαιρωτή 230
— τηκτῶν 219, 220, 228
άσφαλειας, βάσις 229
—, άνδεικτικόν 229
—, μήτρα προσαρμογῆς 229
—, πῶμα 229
—, φυσίγγιον 229
άσφαλειοδιακόπτης 223
αύτεπαγωγή 53
αύτοεκφόρτωσις 192
αύτομετασχηματιστής 123
— ρυθμίσεως 123
- Βαθμὸς ἀποδόσεως 31
βάττ 30
βαττόμετρον 245
βαττώρα 30
βιομηχανικοὶ κλίβανοι (φοῦρνοι), ή-
λεκτρικοὶ 143
βόλτη 7
βολταμπέρ 72
βολτόμετρον 245
βραστήρ ύδατος 140
- Γαλβανόμετρον 252
γαλβανοπλαστική 177
γαλβανοστεγία 177
γαλβανοτεχνική 177
γειώσεως, ήλεκτρόδιον 279
γείωσις, ἀμεσος 278
— λειτουργίας 278
— προστασίας 278
γεννήτρια 50, 77
— έναλλασσομένου ρεύματος 86
— συνεχούς ρεύματος 77
— — μὲ ξένην διέγερσιν 78

- — μὲ παράλληλον διέγερσιν 79
- — μὲ διέγερσιν σειρᾶς 79
- — συνθέτου διεγέρσεως 79
- γεφύρωσις 81
- γνώμων 218, 245, 260
- γραμμή διανομῆς 212
 - , έναέριος 212
 - , ήλεκτρική 210
 - μεταφορᾶς 211
 - , τριφασική 71
 - , ύπόγειος 212
- γωνία 233
- Δαιτύλιοι βραχυκυκλώσεως** 91
- διάβρωσις 185
- δισθερμία 149
- διακλαδωτήρ 233
 - ταῦ 233
- διακόπτης διατρεπτομένου μοχλί-
- σκου 235
- διπλοῦς 235
- διστέρος - τριγώνου 94
- διακόπτης, αύτόματος 225
 - — άερος 227
 - — έλαιου 227
 - — έλλειψεως τάσεως 227
 - — ύπερτάσεως 228
 - , γενικός 219
 - διαδοχής 235
 - δύο κατευθύνσεων 222
 - έναλλαγής 235
 - έξωτερικὸς 235
 - κομβίου πιέσεως 235
 - , μαχαιρωτός 222
 - μὲ κομβία 223
 - μικροαυτόματος 227
 - μονοπολικός 221
 - πλήκτρου 235
 - περιστροφικός 223, 235
 - πολυπολικός 221
 - πωματοαυτόματος 227
 - τοίχου 235
 - , τραβηγτός 235
 - , χωνευτός 235
- διαφυγῆς, ρεῦμα 136
- διεγέρτρια 87
- διηλεκτρικαὶ διπλώλειαι 149
- διηλεκτρική θέρμανσις 148
- διηλεκτρικὸν 5
- διηλεκτρικός θερμαντής 150
- δίκτυα, έναέρια 213
 - , ύπόγεια 214
- δινορρεύματα 52
- δίωδος 132

- δρομεὺς 75
- δυναμικόν, ήλεκτρικόν 6
- δυναμικοῦ, διαφορὰ 6
- Έκπινητής** 90
 - λαμπτήρων φθορισμοῦ 242
 - μὲ ἀντιστάσεις 95
- έλιγμαστα 43
- έλξις, ήλεκτρική 167
- έναλλαγή, ἀρνητική 56
 - , θετική 55
- έναλλακτήρ 86
- ένδεικνυμένη τιμὴ έναλλασσομένου ρεύ-
ματος 60
- ένδεικτική πινακίς 102
- ένέργεια 1
- έντασις, πολική 73
- έπαγωγή, ήλεκτρομαγνητική 49
- έπαγωγή τύμπανον 76
- έπαγωγιμον 77
- έπειχεργασία πληροφοριῶν 167
- έξαριστήρ, ήλεκτρικὸς 167
- Ζεύγος κινητήρος - γεννητρίας** 124
- ζεῦξις τριφασικῶν κινητήρων 92
- ζηγκ-ζάγκ, συνδεσμολογία 122
- ζυγοστάθμησις, στατική 103
 - , δυναμική 103
- ζύγωμα 75, 116
 - ήλεκτρομαγνήτου 43
- Ήλεκτρεγερτική δύναμις** 12, 181
- ήλεκτρική, δύναμις 3
 - ένέργεια 29
 - ίσχὺς 30
- ήλεκτρική κατανάλωσις 21
 - — έπαγωγική 62
 - — μονοφασική 72
 - — σύνθετος 66
 - — τριφασική 70
 - — χωρητική 64
 - — ώμικη 61
- ήλεκτρική μηχανή 75
 - , μόνωσις 275
 - , πηγὴ 12
 - γεννήτρια 50, 77
- ήλεκτρικόν, διτύχημα 272
 - ἔργον 29
 - κύκλωμα 14
 - ρεῦμα 12
 - , έναλλασσόμενον 13, 55
 - , συνεχὲς 13
 - φορτίον 3
- ήλεκτρικοῦ ρεύματος, έντασις 14

- —, πυκνότης 14
- —, φορά 13
- ήλεκτρισμού, ποσότης 6
- ήλεκτρισις 4
- ήλεκτροδίον 127
- ήλεκτροθερμία 135, 173
- ήλεκτρόλυσης 173
 - μὲ διαλυτήν άνοδον 176
- ήλεκτρολύται 173
- ήλεκτρολυτική, διάβρωσης 178
 - έξαγωγή μετάλλων 176
 - κάθαρος μετάλλων 176
- ήλεκτρομαγνήτης 43
- ήλεκτρομαγνητικοί σύνδεσμοι 45
- ήλεκτρομαγνητισμός 39, 46
- ήλεκτρομαγνήτου, όπλισμός 44
 - , σκέλη 43
- ήλεκτρομηχανική έφαρμογαί 165
- ήλεκτρονικά κυκλώματα 167
- ήλεκτρονική έφαρμογαί 167
- ήλεκτρονική 167
 - λυχνία 167
 - ρύθμισης 167
- ήλεκτρονικός έλεγχος 167
 - ύπολογιστής 167
- ήλεκτρονιον 2 - 6
- ήλεκτροπλήξια 272
- ήλεκτροσυγκόλλησης 153
 - άκρου πρὸς άκρον 154
 - αύτογενής 155
 - διά τόξου 155
 - δί' ἀντιστάσεως 153
 - δί' ἐκτοξεύσεως σπινθῆρος 157
 - δί' ύπερήχων 157
 - , έτερογενής 155
 - κατά γραμμήν 154
 - κατά σημεία 154
 - μὲ δάκτινας λέγερ 157
 - μὲ δέσμην ήλεκτρονίων 157
 - MIG 156
 - σωλήνων δί' ύψηλῆς συχνότητος 157
 - TIG 157
- ήλεκτροχημεία 172
- ήλεκτροχημική, άναγωγή 176
 - δξείδωσης 176
- ήμιαγωγά σώματα 5
- ήμιπερίοδος, άρνητική 56
 - , θετική 55
- ήμιτονοειδής μορφή 57
- Θείκωσις** 195
- θερμαντικά σώματα, ήλεκτρικά 142
- θερμαντικόν στοιχείον 135
- —, δάκτινοβολοῦν 137
- —, σωληνωτὸν 137
- θερμάστραι, ήλεκτρικαὶ 142
 - —, ἀποθηκεύσεως 142
- θερμοεμβαπτιστήρ 140
- θερμοηλεκτρικὸν ζεῦγος 164
- θερμοθάλαμος 136
- θερμοσφρών, ήλεκτρικός 138
- θερμοστάτης 138
- θερμοστοιχείον 164
- Ίδν** 128, 173
- ΐόντων, πίεσις 180
- ΐππος 30
- ΐσχύος, συντελεστής 72
- ΐσχύς, πραγματική 72
 - — ένεργος 72
 - — φαινομένη 72
 - διεργος 72
 - τριφασική 73
- Κάθοδος** 127, 173
- καλώδιον παροχετεύσεως 217
 - — μονοπολικὸν 214
 - — πολυπολικόν 214
 - — ύπτιογειον 214
- καμπύλη 233
- κανῶν τῆς ἀριστερᾶς χειρὸς 47
 - τῆς δεξιᾶς χειρὸς 49
 - τοῦ ἑκπωματιστοῦ 39
 - τοῦ κοχλίου 39
- καταμεριστής τάσεως 26
- καύσιμα, δέρια 204
 - , στερεὰ 202
 - , ύγρα 204
- κιβώτιον ζεύξεως (μπάλλαστ) 242
- κιλοπόδην μέτρον 30
- κινητήριος διατίθρασεως 99
 - — βραχυχρονίου λειτουργίας 101
 - γιονυνιθέρσαλ 99
 - έναλλασσομένου ρεύματος, μονοφασικὸς 98
 - έναλλασσομένου ρεύματος, τριφασικὸς 88
- κινητήριος, ἐπαγωγῆς 88
 - ήλεκτρικός 80
 - μετά βραχυκυκλωμένου δρομέως 89, 91
 - μετά βραχυκυκλωμένου δρομέως, μονοφασικὸς 98
 - μετά δακτυλίων 89
 - μετά συλλέκτου 88
 - σειρᾶς 99

- — περιοδικῶς διακοπτομένης λειτουργίας 101
- — συνεχούς λειτουργίας 101
- συνεχούς ρεύματος 49, 80
- ώστικός 99
- κινητήρος, διάκενον** 103
- κινητήρων, ἀνάγκαι ισχύος** 103
- , βλάβρια 108
- , ἐκλογή 103
- , ἐπιθεώρησις 108
- , συντήρησις 108
- κινητήρων, μορφαὶ ἐδράσεως** 100
- , προστασία 101
- κινητήρων συνεχούς ρεύματος, ἀπόδοσης** 82
- — —, ἐκκίνησης 82
- — —, ταχύτητος 81
- Κίρχαφ, νόμος τοῦ** 24
- κορμὸς 116
- κουλόμ 6
- κύκλωμασ διακλαδώσεως 219
- κυτίον διακλαδώσεως 233

- Λαμπτήρ πυρακτώσεως** 240
- — ἀτμῶν ὑδραργύρου 241
- — —, νατρίου 241
- φθορισμοῦ 21
- λυχνία, ἐνδεικτική** 220
- λυχνιολαβὴ (ντούτι) 237

- Μαγειρεῖα ἡλεκτρικά** 136
- μαγειρικὴ ἐστία 137
- μαγειρικὸς κλίβανος 136
- μαγνῆτης 33
- , μόνιμος 36
- , στοιχειώδης 34
- , τεχνητὸς 33, 36
- μαγνητική, γραμμὴ 37
- διαπερατότης 37
- μαγνητικὸν κύκλωμα, κλειστὸν 44
- μαγνητικὸν ὄλικὸν 33
- μαγνητικὸς κόρος 43
- πόλος 75
- —, δευτερεύων 79
- —, λεῖος 87
- μαγνήτισις 35, 36
- ἐξ ἐπαγωγῆς 35, 36
- μαγνητισμὸς 33
- παραμένων 45
- μεγίστη τιμὴ ἐναλλασσομένου ρεύματος 57
- μεγκώμετρον 256
- μεταγωγὴς 222
- μετασχηματιστὴ διανομῆς 212

- μετασχηματιστὴς 52, 114
- ἔλαιον 119
- , μονοφασικὸς 114
- , ξηρὸς 119
- , ρυθμίσεως 124
- , τριφασικὸς 118
- μετασχηματιστοῦ, δοχεῖον** 119
- , δοχεῖον διαστολῆς 120
- , σύστημα ψύξεως 119
- μετατροπές, στρεφόμενος** 124
- , σύγχρονος 124
- , συνχνότητος 126
- , στατός 127
- μετρητής** 218, 245, 260
- μονωτὴρ διαβάσεως 120
- μονωτικὰ σώματα 5
- μώλ 16

- Όνομαστικά χαρακτηριστικά** 102
- δργάνον μετρήσεως ἐνδεικτικὸν** 248
- — ἡλεκτροδυναμικὸν 254
- — ἡλεκτροστατικὸν 258
- — θερμικὸν 252
- — καταγραφικὸν 248
- — μὲ διμεταλλικὸν στοιχεῖον μετά γεφύρας 249, 259
- — μετά διεσταυρωμένων πηνίων 255
- — μετά κινητοῦ πηνίου 252
- — μετά κινητοῦ σιδήρου 251
- — μετά παλλομένων ἑλασμάτων 258
- — μετά φωτεινῆς κηλίδος 249
- — μόνιμον 247
- — πίνακος 247
- — φορητὸν 247
- — ψηφιακὸν 249
- δργάνου μετρήσεως, εὐαισθησία** 249
- — —, ίδια κατανάλωσις 249
- — —, περιοχὴ μετρήσεως 268
- οὐδετέρας ζώνη** 34
- οὐδέτερος, ἀγωγὸς** 69
- κόμβος 69
- οὐδετέρωσις 278

- Παλμογράφος, καθοδικὸς** 248
- παροχετεύσεως, καλώδιον 217
- πέδιλον 75
- πεδίον, δυναμικὸν** 36
- , μαγνητικὸν 37
- , στρεφόμενον μαγνητικὸν 85
- Πελτίε, στοιχεῖον** 164
- περιλαίμιον στηρίξεως 233
- περίοδος 56

- περιόδου, διάρκεια 56
 πτηνίον 41
 πίναξ, διανομής 218
 - κινήσεως 220
 - φωτισμού 220
 - , χυτοσιδηρούς στεγανός 221
 πλυντήριον, ήλεκτρικόν 166
 πολλαπλασιαστής 52
 πόλοι, μαγνητικοί 34
 πόλος, βόρειος 34
 - , νότιος 34
 πόλωσις ήλεκτρικής πηγής 12
 - , θετικός 13
 - , άριθμητικός 13
 πόλωσις ήλεκτροδίων 181
 ποτενσιόμετρον 26
 πτώσις τάσεως 22
 πυλών (πύργος) 213
 πυρήν 43, 75
 πυκνωτής 8
 - , ήλεκτρολυτικός 9
 - , μεταβλητός 9
 πυκνωτού, έκφραστις 64
 - , φόρτισης 64

Ραδιοφωνία 167
 ρεύμα, έναλλασσόμενον 13, 55

 - , μονοφασικόν 68
 - , συνεχὲς 13
 - , τριφασικόν 68
 ρευματοδότης 236

 - σύνκο 236
 ρευματολήπτης 236

 - σύνκο 236
 ροοστάτης έκκινησεως 83

Σήμενς 16
 σιδηρομαγνητικόν ύλικόν 33
 σιδήρον σιδηρώματος 140
 σιδηρωτήριον, ήλεκτρικόν 167
 σταθμός παραγωγῆς

 - — σταθμολεκτρικός 200
 - — δηζελολεκτρικός 200
 - — θερμολεκτρικός 200
 - — πυρηνολεκτρικός 200
 - — ύδρολεκτρικός 200
 στάτης 75
 στεγνωτήριον, ήλεκτρικόν 166
 στιγμιαία τιμή έναλλασσόμενον ρεύματος 57
 στιλβωτής δαπέδων, ήλεκτρικός 166
 στοιχείον, ήλεκτρικόν 181

 - — ψευδαργύρου - άνθρακος 182
 - — ξηρόν 183
 — — ήγρόν 182
 στοιχείον καυσίμου 184
 στύλος 213
 σύγχρονοι μηχαναι 85
 συλλέκτης 48; 77
 συλλέκτου, τομεύς 77
 σύμβολα όργάνων μετρήσεως 269
 συνδεσμολογία γεφύρας 131
 συνδεσμολογία σειρᾶς 21

 - κατά διακλάδωσιν 23
 - , μικτή 26
 - , παράλληλος 23
 συνδεσμός 233
 συνημιτόμετρον 245, 257
 συσσωρευταί 186

 - άλκαλικοί 196
 - άργυρου - ψευδαργύρου 196
 - μολύβδου 187
 - χάλυβος 196
 συσσωρευτού, συστοιχία 187

 - , φόρτισης 190
 - , χωρητικότης 190
 συστοιχία 184
 συχνόμετρον 245, 258
 συχνότης 56
 σφάλμα μετρήσεως 246
 σχέσις μετασχηματισμού 117

 - μεταφορᾶς 117
 σωλήν εύκαμπτος μονωτικός 232

 - , ήλεκτρικός 232
 - , μεταλλικός 232
 - , μονωτικός 232
 - Μπέργκμαν 232
 - , ώπλισμένος 232
 - «νέου» 241

Τακερά 155
 τάσις, ήλεκτρική 7

 - , πολική 72
 - , φασική 73
 τάσις έξ έπαφής 280
 τεθλασμένου άστέρος, συνδεσμολογία 122
 τεχνητή άναπνοή 275
 Τζάλ, φανόμενον 134
 τηλεπικοινωνία, άσύρματος 167
 τηλεόρασις 167
 τοξοστομηλεκτρική συγκόλλησις 155
 τραυζίστορ 167
 τριγωνική σύνδεσις 70
 τριφασικόν σύστημα 68

 - — συμμετρικόν 68
 τύλιγμα 71

 - — βοηθητικόν 98

- διεγέρσεως 76
- κύριον 98
- κλωβοῦ 91

Υδατόπτωσις 202
 ὑπερύθρου ἀκτινοβολίας, συσκευα 142
 ὑποπίναξ 219
 ὑποσταμόι διανομῆς 211, 215
 —, ίδιωτικοι 215

Φαράντ 11
 φασική ἀπόκλισις 61
 φάσις 61
 —, βοηθητική 98
 φούρνοι δι' ἀντιστάσεως 143
 — δι' ἐπαγωγῆς 146
 — διὰ τάξου 151
 — — ὑψηλῆς συχνότητος 147

— — χαμηλῆς συχνότητος 147
 φωτισμὸς ἀσφαλείας 243

Χαλιβδοσωλὴν 232
 Χέρτς 56
 χρονοδιακόπτης 228
 χωρητικότης, ἡλεκτρική 7

Ψήκτρα 49, 77
 ψηκτροφορεὺς 77
 ψυγεῖα, ἀπορροφήσεως 161
 — συμπιέσεως 161
 ψυκτική συστοιχία 164
 ψυκτικὸν μέσον 161
 ψῦξις, ἡλεκτρική 160

Τῷη 16
 — νόμος τοῦ 17
 ώμόμετρον 245

COPYRIGHT ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΕΚΤΥΠΩΣΙΣ - ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ : Α/ΦΩΝ Γ. ΡΟΔΗ - ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ 59 - ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΝ

