



ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΤΗ  
**ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ**

ΤΟΜΟΣ Β'



1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ  
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ



ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΗ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΤΗ

Ειδικότητες Μηχανοτεχνίτη και Ἡλεκτροτεχνίτη

- 1.— *Μαθηματικά τόμοι Α', Β', Γ'.*
- 2.— *Μηχανονογική Τεχνολογία τόμοι Α', Β', Γ'.*
- 3.— *Κινητήριες Μηχανές τόμοι Α', Β'.*
- 4.— *Τεχνικό Σχέδιο τόμοι Α', Β', Γ', Δ', Ε'.*  
*Τετράδια Ασκήσεων Σχεδίου Α', Β', Γ', Δ'.*
- 5.— *Χημεία.*
- 6.— *Ἡλεκτροτεχνία τόμοι Α', Β', Γ', Δ', Ε'.*
- 7.— *Φυσική.*
- 8.— *Στοιχεῖα Μηχανῶν.*
- 9.— *Μηχανική.*
- 10.— *Ύλικά.*
- 11.— *Μηχανολογικό Μνημόνιο.*
- 12.— *Ἡλεκτρολογικό Μνημόνιο.*
- 13.— *Πρόληψη Ατυχημάτων.*
- 14.— *Ἡλεκτροτεχνία Μηχανοτεχνίτη.*
- 15.— *Ἡλεκτρικό Σύστημα του Αὐτοκινήτου.*
- 16.— *Αὐτοκίνητο.*

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

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

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

\* \* \*

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

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

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

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

Ἐξ αὐτῶν ἡ πρώτη περιλαμβάνει τὰ βιβλία τῶν Σχολῶν Τεχνιτῶν,

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

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

\* \* \*

Οἱ συγγραφεῖς καὶ ἡ Ἐπιτροπὴ Ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος καταβάλλουν κάθε προσπάθειαν, ὥστε τὰ βιβλία νὰ εἰναι ἐπιστημονικῶς ἄρτια ἀλλὰ καὶ προσηρμοσμένα εἰς τὰς ἀνάγκας καὶ τὰς δυνατότητας τῶν μαθητῶν. Δι' αὐτὸ καὶ τὰ βιβλία ἀντὰ ἔχον γραφῆ εἰς ἀπλῆν γλῶσσαν καὶ ἀνάλογον πρὸς τὴν στάθμην τῆς ἐκπαίδευσεως δι' ἧν προορίζεται ἐκάστη σειρὰ τῶν βιβλίων. Ἡ τιμὴ των ὀρίσθη τόσον χαμηλή, ὥστε νὰ εἰναι προσιτὰ καὶ εἰς τοὺς ἀπόρους μαθητάς.

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

### ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΑΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΑΔΟΥ

Ἄλεξανδρος Ι. Παππᾶς, Ὁμ. Καθηγητὴς ΕΜΠ, Πρόεδρος

Χρυσόστομος Φ. Καβουνίδης, Διπλ.-Μηχ.-Ήλ. ΕΜΠ, Ἀντιπρόεδρος

Μιχαὴλ Γ. Ἀγγελόπουλος, Τακτικὸς Καθηγητὴς ΕΜΠ

Θεόδωρος Α. Κουζέλης, Διπλ. Μηχ.-Ήλ.-Ἐπιθ. Ἐπαγγ. Ἐκπ. Υπ. Παιδείας

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

Σύμβουλος ἐπὶ τῶν ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος, Κ. Α. Μανάφης Μον. Ἐπικ.

Καθηγητὴς Παν/μίου Ἀθηνῶν

Γραμματεὺς, Δ. Π. Μεγαρίτης

### Διατελέσαντα μέλη ἡ σύμβουλοι τῆς Ἐπιτροπῆς

Γεώργιος Κακριδῆς † (1955 - 1959) Καθηγητὴς ΕΜΠ, Ἀγγελος Καλογερᾶς † (1957 - 1970) Καθηγητὴς ΕΜΠ, Δημήτριος Νιάνιας (1957 - 1965) Καθηγητὴς ΕΜΠ, Μιχαὴλ Σπετσιέρης (1956 - 1959), Νικόλαος Βασιώτης (1960 - 1967), Θεόδωρος Κουζέλης (1968 - 1977).

Ι ΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΤΗ

ΣΠΥΡΙΔΩΝΟΣ Ν. ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ  
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ  
ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΟΥ Ε. Μ. Π.

# ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ

ΤΟΜΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΣ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

ΑΘΗΝΑΙ

1977





## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

‘Ο δεύτερος αυτός τόμος της ‘Ηλεκτροτεχνίας, στή σειρά τῶν βιβλίων τῆς «Βιβλιοθήκης τοῦ Τεχνίτη», ποὺ ἔκδιδει τὸ ‘Ιδρυμα Εὐγενίδου, περιλαμβάνει τις ‘Ηλεκτρικές Μηχανές.

Τὸ βιβλίο διαιρεῖται στὴν Εἰσαγωγὴ καὶ σὲ ἐπτά κεφάλαια. Στὴν Εἰσαγωγὴ ἔξηγεῖται τί ἐννοοῦμε ὅταν λέμε ἡλεκτρικές μηχανές. Τὰ δύο πρῶτα κεφάλαια (1, 2) περιλαμβάνουν τις ἡλεκτρικές μηχανές γιὰ συνεχὲς ρεῦμα. Τὰ ἐπόμενα τέσσερα κεφάλαια (3, 4, 5, 6) περιλαμβάνουν τις ἡλεκτρικές μηχανές γιὰ ἑναλλασσόμενο ρεῦμα. Στὸ τελευταῖο κεφάλαιο (7) δίνονται χρήσιμες ὀδηγίες γιὰ τὴν συντήρηση τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν καὶ γιὰ τὸ πῶς ἀνακαλύπτομε καὶ ἐπισκευάζομε τις βλάβες τους.

‘Ο συγγραφεὺς προσπάθησε στὸ βιβλίο αὐτὸν νὰ περιλάβῃ ὅ,τι νόμισε πὼς εἶναι βασικὸ καὶ ἀναγκαῖο νὰ γνωρίζῃ γιὰ τις ἡλεκτρικές μηχανές κάθε ἡλεκτροτεχνίτης. Κύριο μέλημά του λοιπὸν ἐθεώρησε νὰ δώσῃ στὸν σπουδαστὴ νὰ καταλάβῃ πῶς εἶναι κατασκευασμένες καὶ πῶς λειτουργοῦν οἱ ἡλεκτρικές μηχανές καὶ νὰ ἔξηγήσῃ, δισο ἡταν δυνατὸν ἀπλούστερα, τὴν ἀρχὴ τῆς λειτουργίας τους.

‘Ετσι, ὁ ἡλεκτροτεχνίτης, ποὺ θὰ ἀσχοληται μὲ τὴν ἐπίβλεψη τῆς λειτουργίας καὶ τὴν συντήρηση ἡλεκτρικῶν μηχανῶν, θὰ ἔχῃ σαφὴ γνώση τῶν μηχανῶν αὐτῶν καὶ τοῦ τρόπου μὲ τὸν ὄποιο λειτουργοῦν κανονικά. Θὰ ἀποφύγῃ χειρισμοὺς βλαβεροὺς γιὰ τις ἡλεκτρικές μηχανές καὶ, βοηθούμενος ἀπὸ δσα περιέχονται στὸ κεφάλαιο 7 καὶ ἀπὸ τὴν πείρα του, θὰ εἶναι σὲ θέση νὰ συντηρῇ σωστὰ τις μηχανές αὐτὲς καὶ νὰ ἐπισκευάζῃ τουλάχιστον τις συνηθέστερες ἀπὸ τις βλάβες ποὺ θὰ τοῦ παρουσιάζονται.

Εἰδικότερα, γιὰ τὸν ἡλεκτροτεχνίτη ποὺ ἐπιθυμεῖ νὰ ἀσχοληθῇ καὶ μὲ βλάβες στὰ τυλίγματα τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν, ἔχοντα περιληφθῆ στὸ βιβλίο καὶ ἐκτυπωθῆ μὲ ψιλὰ γράμματα μερικὰ βασικὰ στοιχεῖα καὶ ἀπλὰ παραδειγματα ἀπὸ τυλίγματα ἡλεκτρικῶν μηχανῶν. ‘Ετσι δὲν θὰ τοῦ εἶναι δύσκολο νὰ ἀντικαθιστᾶ τὰ βλαμμένα τύμηματα ἀπὸ τὸ τύλιγμα ὅποιασδήποτε μηχανῆς συνεχοῦς ἡ ἐναλλασσομένου ρεύματος.

‘Ἐπίσης, γιὰ τὸν ἡλεκτροτεχνίτη ποὺ θὰ ἀσχοληται μὲ τὴν κατασκευὴ ἡλεκτρικῶν μηχανῶν, τὸ βιβλίο αὐτὸ δίνει τις βασικὲς γνώσεις. Δὲν μπορεῖ δῶμας νὰ θεωρηθῇ, ὅτι δίνει ὅλα τὰ στοιχεῖα ποὺ δ τεχνίτης αὐτὸς ἔχει ἀνάγκη. Στὴν περίπτωση αὐτὴ θὰ πρέπει νὰ συμπληρώσῃ τις γνώσεις του στὸ ἐργοστάσιο ποὺ θὰ ἔργασθη.

Γιὰ τὴν ἐγκατάσταση ἡλεκτρικῶν μηχανῶν δ ἐνδιαφερόμενος θὰ βρῇ χρήσιμα συμπληρωματικὰ στοιχεῖα στὸ ‘Ηλεκτρολογικὸ Μνημόνιο, ποὺ περιλαμβάνεται ἐπίσης στὴ σειρά «Βιβλιοθήκη τοῦ Τεχνίτη» τοῦ ‘Ιδρυμάτος Εὐγενίδου.

Στὸ βιβλίο αὐτὸ τηρήθηκε μὲ σχολαστικότητα ἡ ἀρχὴ νὰ προτάσσεται ἡ περιγραφὴ τῆς κατασκευῆς μιᾶς μηχανῆς καὶ ἀκολούθως νὰ δίνεται ἡ δόκιμη ποτέ θεωρητικὴ ἀνάπτυξη γύρω ἀπ' αὐτήν. 'Η περιγραφὴ ἔγινε μὲ τὴ χρησιμοποίηση ὅσο τὸ δυνατὸ περισσοτέρων σχημάτων. Παρ' ὅλα αὐτὰ ἡ χρησιμοποίηση ἐποπτικῶν μέσων κατὰ τὴν διδασκαλία τοῦ μαθήματος θεωρεῖται ἀπαραίτητη γιὰ νὰ ἀποκτήσῃ ὁ σπουδαστὴς σαφὴ καὶ μόνιμη γνώση γιὰ τὶς ἡλεκτρικὲς μηχανές.

'Ο χωρισμὸς, τῶν κεφαλαίων σὲ παραγράφους, ὅπως καὶ ἡ ἀριθμηση τῶν παραγράφων ἀκολουθεῖ καὶ στὸ βιβλίο αὐτὸ τὴν καθιερωμένη γιὰ ὅλα τὰ βιβλία τῆς «Βιβλιοθήκης τοῦ Τεχνίτη» μέθοδο. Τὸ ἴδιο ἴσχυε καὶ γιὰ τὴν ἀριθμηση τῶν σχημάτων τοῦ βιβλίου. 'Ἐπὶ πλέον πολλὲς φορὲς οἱ παραγραφοι ὑποδιαιροῦνται σὲ ἑδάφια, ποὺ εἰναι καὶ αὐτὰ ἀριθμημένα. Πρίν, δημως, ἀπὸ τὸν ἀριθμὸ τῶν ἑδάφιων δὲν μπαίνει ὁ ἀριθμὸς τῶν παραγράφων καὶ τῶν κεφαλαίων στὰ διποῖα τὰ ἑδάφια αὐτὰ ἀνήκουν.

Χαλκίδα, Δεκέμβριος 1958

'Ο Συγγραφεὺς

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

## ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

#### Γεννήτριες συνεχοῦς ρεύματος.

	Σελίδα
Παράγρ.	
1-1 Γενικά . . . . .	3
1-2 Πῶς είναι κατασκευασμένες οἱ μηχανές συνεχοῦς ρευμάτος . . .	4
1. Ὁ στάτης. 2. Ὁ δρομέας. 3. Ὁ ψηκτροφορέα	
1-3 Διέγερση τῶν μηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος . . . . .	16
1-4 Ἡ ἀρχὴ τῆς λειτουργίας τῶν γεννητριῶν συνεχοῦς ρεύματος . .	19
1. Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη. 2. Παραγωγὴ ἐναλλασσομένου ρεύματος. 3. Παραγωγὴ συνεχοῦς ρεύματος	
1-5 Τυλίγματα μηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος . . . . .	27
1. Γενικά. 2. Ἄναπτυγμα ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου. 3. Βροχοτύλιγματα. 4. Ἡ θέση τῶν ψηκτρῶν. 5. Κυματοτυλίγματα.	
6. Τὰ τυλίγματα στὴν πράξη	
1-6 Λειτουργία τῶν γεννητριῶν συνεχοῦς ρεύματος . . . . .	43
1. Λειτουργία ἐν κενῷ. 2. Λειτουργία ὑπὸ φορτίου. 3. Βοηθητικοὶ πόλοι	
1-7 Εἶδος γεννητριῶν συνεχοῦς ρεύματος . . . . .	52
1. Γενικά. 2. Γεννήτριες μὲν ἔνη διέγερση. 3. Γεννήτριες μὲν παράλληλη διέγερση. 4. Γεννήτριες μὲ διέγερση σειρᾶς. 5. Γεννήτριες μὲ σύνθετη διέγερση. 6. Πῶς θέτομε σὲ λειτουργία μία γεννήτρια. 7. Παράλληλη λειτουργία γεννητριῶν	
1-8 Ἰσχὺς καὶ βαθμὸς ἀποδόσεως . . . . .	70
1. Ἰσχὺς γεννήτριας. 2. Ἀπώλεις. 3. Βαθμὸς ἀποδόσεως.	

## Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 2

## Κινητήρες συνεχοῦς ρεύματος.

Παράγρ.	Σελίδα
2-1 Γενικά . . . . .	74
2-2 Πῶς λειτουργοῦν οἱ κινητῆρες συνεχοῦς ρεύματος . . . . .	76
1. Ἡ ἀρχὴ τῆς λειτουργίας. 2. Ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς περιστροφῆς.	
3. Ἀντιηλεκτρεγερτικὴ δύναμη. 4. Πῶς ἔκπινοῦν οἱ κινητῆρες συνεχοῦς ρεύματος. 5. Λειτουργία ἐν κενῷ. 6. Λειτουργία ὑπὸ φορτίου. 7. Ἀντίδραση τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου.	
8. Ρύθμιση τῆς ταχύτητας περιστροφῆς	
2-3 Εἰδὴ κινητήρων συνεχοῦς ρεύματος . . . . .	90
1. Γενικά. 2. Κινητῆρες μὲν παράλληλη διέγερση. 3. Ἐκκινητής.	
4. Πῶς ρυθμίζεται ἡ ταχύτητα περιστροφῆς σὲ κινητῆρες μὲν παράλληλη διέγερση. 5. Κινητῆρες μὲν διέγερση σειρᾶς. 6. Ρυθμιστής στροφῶν. 7. Κινητῆρες μὲν σύνθετη διέγερση	
2-4 Ἰσχὺς καὶ βαθμὸς ἀποδόσεως . . . . .	114
1. Ἰσχὺς τοῦ κινητήρα. 2. Βαθμὸς ἀποδόσεως . . . . .	114

## Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 3

## Γεννήτριες ἐναλλασσομένου ρεύματος.

3-1 Γενικά . . . . .	118
1. Γιατί χρησιμοποιοῦμε τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα. 2. Εἰδὴ ἐναλλακτήρων	
3-2 Πῶς εἶναι κατασκευασμένοι οἱ ἐναλλακτῆρες . . . . .	123
1. Γενικά. 2. Ἐναλλακτῆρες μὲν ἐξωτερικούς πόλους. 3. Ἐναλλακτῆρες μὲν ἐσωτερικούς πόλους. 4. Στροβιλοεναλλακτῆρες.	
3-3 Ἡ ἀρχὴ τῆς λειτουργίας τῶν ἐναλλακτήρων . . . . .	134
1. Ἐναλλακτῆρες μὲν ἐξωτερικούς πόλους. 2. Ἐναλλακτῆρες μὲν ἐσωτερικούς πόλους	
3-4 Τυλίγματα ἐναλλασσομένου ρεύματος . . . . .	141
1. Γενικά. 2. Μονοφασικὰ τυλίγματα. 3. Διφασικὰ τυλίγματα.	
4. Τριφασικὰ τυλίγματα. 5. Συνδεσμολογία τριφασικῶν τυλιγμάτων. 6. Τὰ τριφασικὰ τυλίγματα στὴν πράξη	

<b>Παράγρ.</b>	<b>Σελίδα</b>
3-5 Λειτουργία ἐναλλακτήρων . . . . .	160
1. Πῶς θέτομε σὲ λειτουργία ἐναλλακτήρᾳ. 2. Παράλληλη λειτουργία ἐναλλακτήρων	
3-6 Ἰσχὺς καὶ βαθμὸς ἀποδόσεως . . . . .	168
1. Ἰσχὺς μονοφασικοῦ ἐναλλακτήρᾳ. 2. Ἰσχὺς τριφασικοῦ ἐναλλακτήρᾳ	

**Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 4****Μετασχηματιστές.**

4-1 Πῶς είναι κατασκευασμένοι οἱ μετασχηματιστές . . . . .	171
1. Γενικά. 2. Τριφασικοὶ μετασχηματιστές. 3. Μονοφασικοὶ μετασχηματιστές. 4. Ψύξη τῶν μετασχηματιστῶν	
4-2 Ἡ ἀρχὴ τῆς λειτουργίας τῶν μετασχηματιστῶν . . . . .	181
1. Ἁλεκτρογεγερτικὴ δύναμις στὸ δευτερεῦον. 2. Σχέση μεταφορᾶς τοῦ μετασχηματιστῆ. 3. Φόρτιση τοῦ μετασχηματιστῆ	
4-3 Συνδεσμολογία τυλιγμάτων σὲ τριφασικοὺς μετασχηματιστές . .	188
4-4 Ἰσχὺς τοῦ μετασχηματιστῆ . . . . .	192
1. Μονοφασικοὶ μετασχηματιστές. 2. Τριφασικοὶ μετασχηματιστές	

**Λ Α Ι Ο 5****Κινητήρες ἐναλλασσομένου ρεύματος.**

5-1 Γενικά . . . . .	195
5-2 Σύγχρονοι κινητήρες . . . . .	196
1. Πῶς λειτουργοῦν. 2. Σύγχρονος ἀριθμὸς στροφῶν. 3. Ἐκκίνηση καὶ χρήση τῶν συγχρόνων κινητήρων	
5-3 Ἀσύγχρονοι τριφασικοὶ κινητήρες μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα .	204
1. Πῶς είναι κατασκευασμένοι. 2. Πῶς λειτουργοῦν. 3. Τάση λειτουργίας τριφασικοῦ κινητήρᾳ. 4. Πῶς θέτομε σὲ κίνηση τοὺς κινητήρες μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα	
5-4 Ἀσύγχρονοι τριφασικοὶ κινητήρες μὲ δακτυλίδια . . . . .	220

## Περάγρ.

## Σελίδα

1. Πώς είναι κατασκευασμένοι. 2. Πώς λειτουργούν. 3. Πώς θέτομε σε κίνηση τούς κινητήρες μὲ δακτυλίδια. 4. Πώς ρυθμίζεται ή ταχύτητα περιστροφής	
5-5 Μονοφασικοὶ κινητῆρες μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα . . . . .	227
1. Γενικά. 2. Πώς λειτουργοῦν οἱ μονοφασικοὶ κινητῆρες μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα. 3. Μονοφασικοὶ κινητῆρες ἀντιστάσεως. 4. Μονοφασικοὶ κινητῆρες μὲ πυκνωτή	
5-6 Μονοφασικοὶ κινητῆρες μὲ συλλέκτη . . . . .	234
1. Μονοφασικοὶ κινητῆρες σειρᾶς. 2. Κινητῆρες Γιουνιβέρσαλ (Universal). 3. Κινητῆρες ἀντιδράσεως	
5-7 Τσχὺς κινητήρων ἐναλλασσομένου ρεύματος . . . . .	237

## Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 6

## Μετατροπεῖς - Ανορθωτές.

6-1 Γενικά . . . . .	240
6-2 Ζεῦγος κινητήρα - γεννήτριας . . . . .	240
6-3 Στρεφόμενοι μετατροπεῖς . . . . .	241
6-4 Ανορθωτές . . . . .	244
1. Γενικά. 2. Ανορθωτές ὑδραργύρου. 3. Ξηροὶ ἀνορθωτές	

## Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 7

## Συντήρηση καὶ βλάβες ἡλεκτρικῶν μηχανῶν.

7-1 Γενικά . . . . .	256
7-2 Συντήρηση ἡλεκτρικῶν μηχανῶν . . . . .	257
1. Ἡ λίπανση. 2. Καθάρισμα τῶν μηχανῶν. 3. Τὰ μηχανικὰ μέρη. 4. Τὰ ἡλεκτρικὰ μέρη. 5. Συντήρηση βιοηθητικῶν συσκευῶν	
7-3 Πώς ἀποσυναρμολογοῦμε μιὰ ἡλεκτρικὴ μηχανή . . . . .	266
7-4 Βλάβες ἡλεκτρικῶν μηχανῶν . . . . .	271
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ . . . . .	282

# ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

"Οπως ξέρομε δλοι, στὰ σπίτια μας, στὰ μαγαζιά, στὰ έργοστάσια χρησιμοποιούμε τὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν γιὰ φωτισμό, γιὰ μαγείρευμα, γιὰ νὰ βάζωμε σὲ κίνηση διάφορα μηχανήματα κ.λ.π. Αὐτὴ ἡ ἐνέργεια, ποὺ μεταφέρεται μὲ τὰ ἡλεκτρικὰ δίκτυα, παράγεται σὲ εἰδικὰ έργοστάσια, τοὺς κεντρικοὺς σταθμούς.

Ἡ παραγωγὴ τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας στοὺς κεντρικοὺς σταθμούς γίνεται μὲ εἰδικὲς μηχανὲς ποὺ δνομάζομε ἡλεκτρικὲς γεννήτριες ἢ ἀπλὰ γεννήτριες. Γιὰ νὰ δώσουμε ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν, οἱ γεννήτριες πρέπει νὰ πάρουν περιστροφικὴ κίνηση ἀπὸ ἄλλες μηχανὲς ποὺ τὶς δνομάζομε κινητῆρες μηχανές. Τέτοιες μηχανὲς είναι οἱ πετρελαιομηχανές, οἱ ἀτμομηχανές, οἱ ἀτμοστρόβιλοι, οἱ ὑδροστρόβιλοι κ.ἄ.

"Οπως εἶπαμε παραπάνω, τὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν τὴν χρησιμοποιοῦμε καὶ γιὰ νὰ κινοῦμε διάφορα μηχανήματα: ἀντλίες, γερανούς, ἔργαλειομηχανές κ.λ.π. Αὐτὸς γίνεται μὲ τὴν βοήθεια εἰδικῶν μηχανῶν ποὺ τὶς δνομάζομε ἡλεκτρικοὺς κινητῆρες ἢ ἀπλὰ κινητῆρες. Οἱ κινητῆρες, δηλαδή, παίρνουν τὴν ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν καὶ τὴν μετατρέπουν σὲ κίνηση.

'Ανάλογα μὲ τὸ εἶδος τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ποὺ παράγουν, οἱ γεννήτριες δνομάζονται γεννήτριες συνεχοῦς ρεύματος ἢ, γεννήτριες ἐναλλασσομένου ρεύματος. "Ομοια οἱ κινητῆρες δνομάζονται κινητῆρες συνεχοῦς ρεύματος, δταν εἶναι κατασκευασμένοι γιὰ νὰ ἔργαζωνται μὲ συνεχὲς ρεῦμα, καὶ κινητῆρες ἐναλλασσομένου ρεύματος, δταν εἶναι κατασκευασμένοι γιὰ νὰ ἔργαζωνται μὲ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα.

'Έκτὸς ἀπὸ τὶς ἡλεκτρικὲς γεννήτριες καὶ τοὺς ἡλεκτρικούς

κινητήρες, ύπάρχουν καὶ ἄλλα ἡλεκτρικὰ μηχανήματα ποὺ χρησιμεύουν γιὰ νὰ μετατρέπουν τὸ είδος ἢ τὰ χαρακτηριστικὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Τέτοια μηχανήματα εἶναι οἱ μετασχηματιστές, οἱ στρεφόμενοι μετατροπεῖς, οἱ ἀνορθωτὲς κ.ἄ.

Οἱ μετασχηματιστές μᾶς χρησιμεύουν γιὰ νὰ ἀνυψώνωμε ἢ νὰ κατεβάζωμε τὴν τάση στὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα.

Οἱ στρεφόμενοι μετατροπεῖς χρησιμεύουν γιὰ νὰ μετατρέπουν τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα σὲ συνεχὲς ἄλλα καὶ ἀντίστροφα τὸ συνεχὲς σὲ ἐναλλασσόμενο.

Οἱ ἀνορθωτές, τέλος, χρησιμεύουν μόνο γιὰ νὰ μετατρέπουν τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα σὲ συνεχές.

Οἱ γεννήτριες, οἱ κινητήρες, οἱ μετασχηματιστές, οἱ ἀνορθωτὲς καὶ οἱ μετατροπεῖς δύνομάζονται ἡλεκτρικὲς μηχανές.

Παρακάτω, στὸ βιβλίο αὐτό, θὰ δοῦμε πῶς εἶναι κατασκευασμένες, πῶς λειτουργοῦν καὶ πῶς χρησιμοποιοῦνται οἱ ἡλεκτρικὲς μηχανές. Τὰ χρησιμοποιούμενα σχήματα, ποὺ ἔξηγοῦν τὸν τρόπο κατασκευῆς τῶν διαφόρων τμημάτων τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν, ἀναφέρονται κάθε φορὰ σὲ μιὰ δρισμένη κατασκευή. Πρέπει δημιως νὰ ἔχωμε ὑπὲρ δψη μας, δτι τὰ διάφορα ἔργοστάσια κατασκευῆς ἡλεκτρικῶν μηχανῶν κάνουν κατασκευές ποὺ εἶναι διαφορετικές στὶς λεπτομέρειές τους, χωρὶς αὐτὸν νὰ ἄλλάζῃ σημαντικὰ τὴν μορφὴ τῶν μηχανῶν.

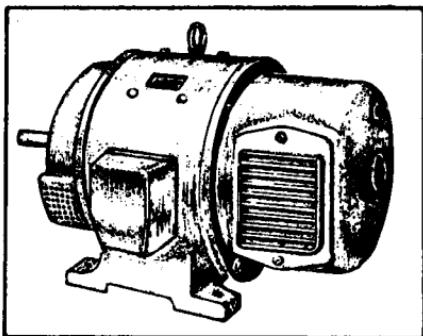
Ἡ λειτουργία τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν βασίζεται σὲ μερικὲς γενικὲς ἀρχὲς τῆς Ἡλεκτροτεχνίας. Τὶς ἀρχὲς αὗτές, ὅταν χρειάζεται, θὰ τὶς ἀναφέρωμε μόνο, χωρὶς νὰ τὶς ἔξηγοῦμε, γιατὶ στὸ βιβλίο αὐτὸν θὰ θεωροῦνται γνωστὰ δσα διδάσκαιη Ἡλεκτροτεχνία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

### ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

#### 1.1 Γενικά.

Όπως είπαμε, οι γεννήτριες συνεχούς ρεύματος παίρνουν κίνηση άπό τις κινητήριες μηχανές και τὴν μετατρέπουν σὲ ηλεκτρική ένέργεια ύποδ μορφή συνεχούς ρεύματος. Ή κίνηση δίνεται άπό τὴν κινητήρια μηχανή στὸν ἀξονα τῆς γεννήτριας μὲ τὴ βοήθεια μιᾶς τροχαλίας ή ἐνδὸς μηχανικοῦ συνδέσμου. Τὸ σχῆμα 1.1 α δείχνει μιὰ γεννήτρια συνεχούς ρεύματος. Στὸ ἀριστερὸ μέρος τῆς γεννήτριας διακρίνεται ὁ ἀξονάς της.



Σχ. 1.1 α.

Τὴν ηλεκτρικὴν ένέργεια τὴν παίρνομε άπὸ τοὺς ἀκροδέκτες ποὺ βρίσκονται κάτω ἀπὸ τὸ μικρὸ κάλυμμα ποὺ εἶναι στὸ μπροστινὸ μέρος τῆς γεννήτριας.

Στὴν ἑπόμενη παράγραφο θὰ δοῦμε πῶς εἶναι κατασκευασμένες οἱ γεννήτριες συνεχούς ρεύματος, περιγράφοντας τὰ διάφορα μέρη τους.

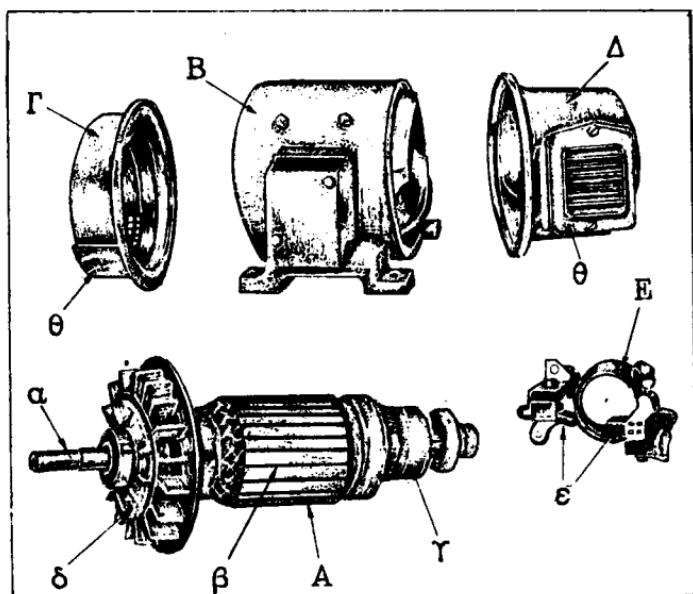
Οἱ κινητῆρες συνεχούς ρεύματος ἀποτελοῦνται ἀπὸ τὰ ἵδια ἀκριβῶς μέρη, ἀπὸ τὰ ἅποια ἀποτελοῦνται καὶ οἱ γεννήτριες συ-

νεχοῦς ρεύματος. Στὴν κατασκευή τους, δηλαδή, οἱ γεννήτριες καὶ οἱ κινητῆρες συνεχοῦς ρεύματος εἶναι δημοιες μηχανές. Για αὐτὸν τὸν λόγο στὴν περιγραφὴ τῆς κατασκευῆς θὰ μιλᾶμε γιὰ μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος, χωρὶς νὰ κάμωμε διάκριση ἀν πρόκειται γιὰ γεννήτρια ἢ γιὰ κινητῆρα. Ἡ ἀρχὴ δημως τῆς λειτουργίας τῶν γεννήτριών συνεχοῦς ρεύματος εἰναι διαφορετικὴ, ἀπὸ τὴν ἀρχὴ λειτουργίας τῶν κινητῶν, οποιως Ήτα τὸ ἔγγρυγμα τοῦ

στὰ ἀντίστοιχα κεφάλια.

### 1.2 Πῶς εἶναι καὶ σκευασμένες οἱ μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος.

Τὸ σχῆμα 1.2α δείχνει τὴν γεννήτρια τῆς παραγράφου



Σχ. 1.2α. Μηχανὴ συνεχοῦς ρεύματος ἀποσυναρμολογημένη.

1.1 ἀποσυναρμολογημένη ἔτοι, ὥστε νὰ φαίνωνται τὰ κύρια μέρη, ἀπὸ τὰ ὅποῖα ἀποτελεῖται μιὰ μηχανὴ συνεχοῦς ρεύματος. Διακρίνομε τὸν δρομέα (A), που εἶναι τὸ περιστρεφόμενο μέρος τῆς

μηχανῆς. Ὁ δρομέας ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν ἄξονα (α), τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο ἢ ἐπαγώγιμο (β), τὸν συλλέκτη (γ) καὶ τὸν ἀνεμιστήρα (δ).

Τὸ ἀκίνητο μέρος τῆς μηχανῆς ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν στάτη (Β), τὰ δύο καλύμματα (Γ) καὶ (Δ) καὶ τὸν ψηκτροφορέα (Ε) μὲ τὶς ψῆκτρες (ε)

‘Ο στάτης ἔχει στὸ ἐσωτερικό του τοὺς μαγνητικοὺς πόλους (δὲν διακρίνονται στὸ σχῆμα) ποὺ δημιουργοῦν τὸ μαγνητικὸ πεδίο, μέσα στὸ δποῖο περιστρέφεται τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο τῆς μηχανῆς. Ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια πού, ὅπως θὰ δοῦμε, παράγεται στὶς γεννήτριες μέσα στὸ τύλιγμα ποὺ φέρει τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο, δδηγεῖται μέσα ἀπ’ τὸν συλλέκτη στὶς ψῆκτρες καὶ ἀπὸ ἐκεῖ στοὺς ἀκροδέκτες τῆς μηχανῆς.

Τὰ καλύμματα χρησιμεύουν γιὰ νὰ προφυλάγουν τὸ ἐσωτερικὸ τῆς μηχανῆς καὶ γιὰ νὰ στηρίζουν τὰ ἔδρανα μέσα στὰ δποῖα περιστρέφεται δ ἄξονας τοῦ δρομέα. Τὰ καλύμματα φέρουν τὰ ἀνοίγματα (θ) ἀπ’ τὰ δποῖα περνᾶ μὲ τὴ βοήθεια τοῦ ἀνεμιστήρα δ ἀέρας ποὺ ψύχει τὴν μηχανή.

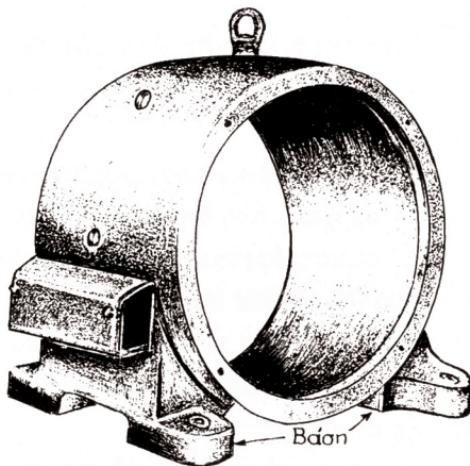
Αρχίζομε τὴν περιγραφὴ τῆς μηχανῆς ἀπὸ τὸν στάτη, ποὺ εἶναι τὸ σημαντικότερο ἀπὸ τὰ ἀκίνητα μέρη τῆς.

### 1. Ὁ στάτης.

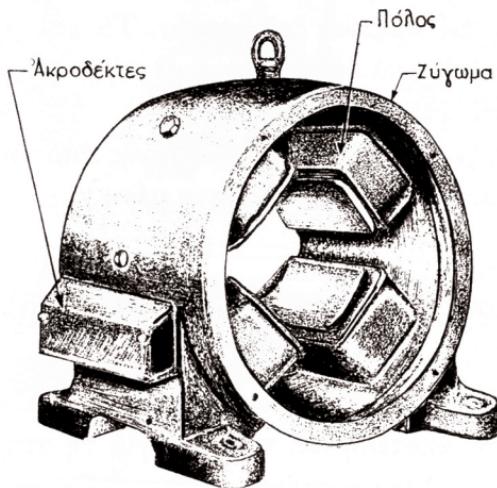
Στὶς μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος δ στάτης ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ ζύγωμα καὶ τοὺς μαγνητικοὺς πόλους. Τὸ ζύγωμα εἶναι τὸ κυλινδρικὸ μέρος τοῦ στάτη καὶ εἶναι ἔτσι διαμορφωμένο στὸ κάτω μέρος του, ὥστε ν’ ἀποτελῇ καὶ τὴ βάση γιὰ τὴ στήριξη τῆς μηχανῆς (σχ. 1·2 β). Στὸ ἐσωτερικὸ μέρος τοῦ ζυγώματος στερεώνονται, συνήθως μὲ βίδες, οἱ πόλοι τῆς μηχανῆς, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα 1·2 γ.

Οἱ πόλοι χρησιμεύουν, ὅπως εἴπαμε, γιὰ νὰ δημιουργοῦν τὸ μαγνητικὸ πεδίο, μέσα στὸ δποῖο περιστρέφεται τὸ ἐπαγωγικὸ

τύμπανο. Κάθε πόλος ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν πυρήνα καὶ τὸ τύλιγμα, ποὺ εἶναι ἡλεκτρικὰ μονωμένα μεταξύ τους.



Σχ. 1·2 β. Ζύγωμα.

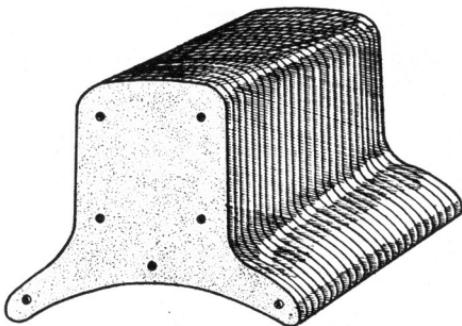


Σχ. 1·2 γ. Στάτης.

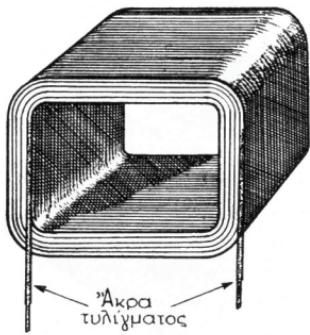
Ο πυρήνας κατασκευᾶται συνήθως ἀπὸ εἰδικὰ σιδερένια ἐλάσματα (μαγνητικὰ ἐλάσματα), τὰ δποῖα κόβομε στὴ μορφὴ ποὺ φαίνεται στὸ σχῆμα 1·2 δ. Ὁταν πολλὰ τέτοια ἐλάσματα ἔνώ-

νωνται μεταξύ τους μὲ μακρυὰ καρφιά, δπως τὸ δείχνει τὸ σχῆμα 1·2 δ, ἀποτελοῦν τὸν πυρήνα τοῦ πόλου.

Τὸ τύλιγμα κάθε πόλου ἀποτελεῖται ἀπὸ μονωμένο χάλκινο σύρμα μὲ πολλὲς σπεῖρες οἱ δποῖες, ἀφοῦ διαμορφωθοῦν σ' ἓνα καλοῦπι στὴ μορφὴ ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 1·2 ε, τυλίγονται μὲ βαμβακερὴ ταινία καὶ βαπτίζονται σὲ μονωτικὸ βερνίκι. Τὰ ἄκρα τοῦ



Σχ. 1·2 δ. Πυρήνας πόλου.

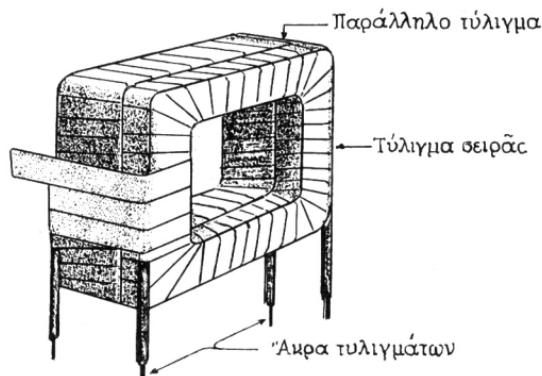


Σχ. 1·2 ε. Τύλιγμα πόλου.

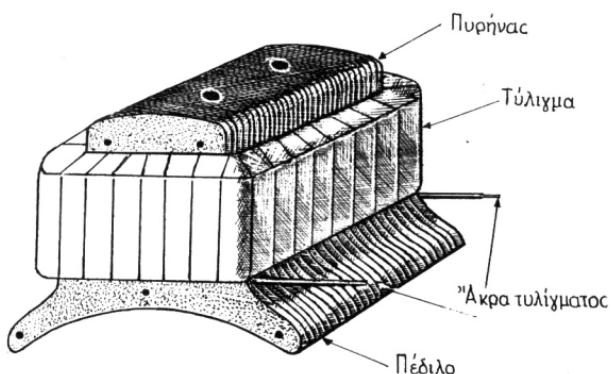
τυλίγματος μένουν ἐλεύθερα, διότι, δπως θὰ δοῦμε στὰ ἔπόμενα, μέσα ἀπὸ αὐτὰ διοχετεύομε τὸ ἡλεκτρικὸ ρεῦμα ποὺ θὰ δημιουργήσῃ τὸ μαγνητικὸ πεδίο.

Σὲ πολλὲς μηχανές συνεχούς ρεύματος ἔχομε δύο τυλίγματα σὲ κάθε πόλο, τὸ ἓνα ἀνεξάρτητο ἀπὸ τὸ ἄλλο. Στὶς περιπτώσεις αὐτὲς τὸ ἓνα τύλιγμα ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλὲς σπεῖρες λεπτοῦ

σύρματος καὶ ὀνομάζεται παράλληλο τύλιγμα, τὸ δὲ ἄλλο ἀπὸ λίγες σχετικὰ σπεῖρες χονδροῦ σύρματος καὶ ὀνομάζεται τύλιγμα σειρᾶς. Ἀφοῦ τυλιχθῆ ἔχωριστὰ κάθε τύλιγμα μὲ βαμβακερὴ ταινίᾳ, μετὰ τυλίγονται καὶ τὰ δύο μαζὶ ὅπως δείχνει τὸ σχῆμα 1·2 ζ.



Σχ. 1·2 ζ. Σύνθετο τύλιγμα πόλου.



Σχ. 1·2 η. Πλήρης πόλος.

Ἄπὸ κάθε τύλιγμα μένουν πάλι ἐλεύθερα τὰ δύο του ἄκρα. Τὰ τυλίγματα αὐτὰ ὀνομάζονται σύνθετα τυλίγματα.

Ἄφοῦ διαμορφωθῆ τὸ τύλιγμα ὅπως περιγράψαμε παραπάνω, τοποθετεῖται στὸν πυρήνα τοῦ πόλου ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα 1·2 η. Τὸ σχῆμα αὐτὸ δείχνει ἓνα πλήρη μαγνητικὸ πόλο μη-

χανῆς συνεχοῦς ρεύματος. Πολλὲς φορὲς μεταξὺ τοῦ τυλίγματος καὶ τοῦ πυρήνα παρεμβάλλομε ἔνα στρῶμα ἀπὸ μονωτικὸ χαρτὶ γιὰ νὰ ἔχωμε καλύτερη μόνωση μεταξύ τους. Ο πόλες τοποθετεῖται κατόπιν στὸ ἐσωτερικὸ τοῦ ζυγώματος (σχ. 1·2 γ) καὶ στερεώνεται στὴ θέση του μὲ βίδες. Τὸ πλατύτερο μέρος τοῦ πυρήνα, ποὺ τοποθετεῖται πρὸς τὸ κέντρο τοῦ ζυγώματος, δνομάζεται πέδιλο τοῦ πόλου.

Ανάλογα μὲ τὸν ἀριθμὸ τῶν πόλων ποὺ ἔχει μιὰ μηχανὴ δνομάζεται διπολικὴ, τετραπολικὴ, ἑξαπολικὴ κ.λ.π. Οἱ ἡλεκτρικὲς μηχανὲς ἔχουν πάντα ἄρτιο ἀριθμὸ πόλων.

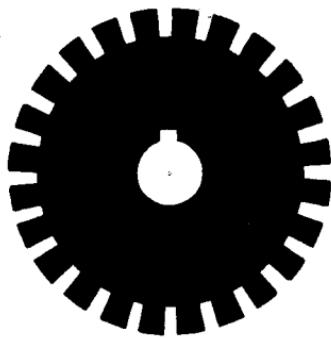
## 2. Ο δρομέας.

Οπως εἶπαμε, δ δρομέας είναι τὸ περιστρεφόμενο μέρος τῆς μηχανῆς. Τὰ κυριότερα μέρη τοῦ δρομέα είναι τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο καὶ δ συλλέκτης ποὺ είναι στερεωμένα ἐπάνω στὸν ἀξονα καὶ στρέφονται μαζὶ μ' αὐτόν. Τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο πιάνει τὸν χῶρο ποὺ ἀφήνουν ἐλεύθερο οἱ πόλοι στὸ κέντρο τῆς μηχανῆς (βλ. σχ. 1·2 γ). Μεταξὺ τῶν πεδίλων τῶν πόλων καὶ τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου ὑπάρχει ἔνα δμοιόμορφο μικρὸ διάκενο ποὺ ἐπιτρέπει στὸ τύμπανο νὰ περιστρέφεται ἐλεύθερα.

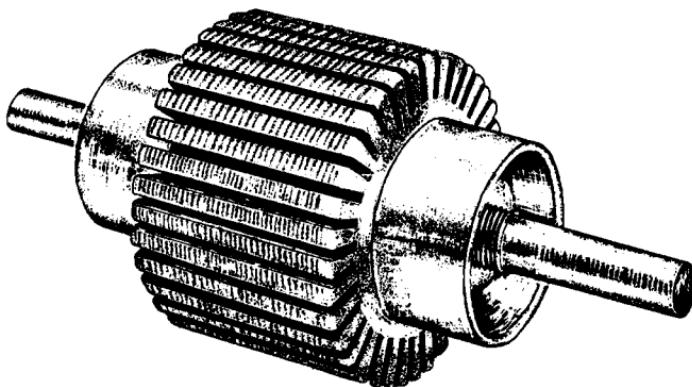
Τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν πυρήνα τοῦ τυμπάνου καὶ ἀπὸ τὸ τύλιγμα. Ο πυρήνας κατασκευάζεται ἀπὸ πολλὰ μαγνητικὰ ἐλάσματα, τὸ ἔνα κοντὰ στὸ ἄλλο, τὰ δποῖα ἔχουν κοπῆ σὲ εἰδικὲς πρέσσες στὴ μορφὴ τοῦ σχήματος 1·2 θ. Τὰ ἐλάσματα αὐτὰ στερεώνονται στὸν ἀξονα τοῦ δρομέα μὲ τὴ βοήθεια μᾶς σφήνας ἔτσι, ὥστε τὰ δόντια νὰ σχηματίζουν αὐλάκια παράλληλα πρὸς τὸν ἀξονα (σχ. 1·2 ι), ποὺ δνομάζομε λούκια. "Ενα λούκι μὲ τὸ διπλανό του δόντι ἀποτελεῖ μία ὀδόντωση τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου.

Τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου είναι ἡ καρδιὰ τῆς μηχανῆς. Μέσα σ' αὐτὸ γεννιέται ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη ποὺ

δημιουργεῖ τὸ ηλεκτρικὸ ρεῦμα. Τὸ τύλιγμα ἀποτελεῖται ἀπὸ σπεῖρες μονωμένου χάλκινου σύρματος ποὺ τοποθετοῦνται μέσα στὰ λούκια τῶν δόσοντών εων.



Σχ. 1·2 θ.

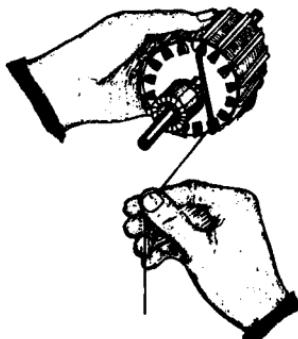


Σχ. 1·2 ι. Πυρήνας ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου.

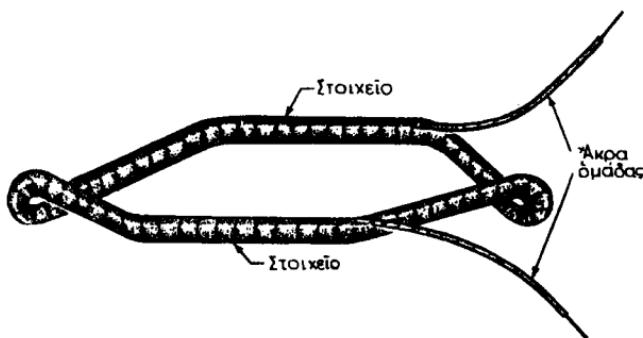
Στὶς μικρὲς διπολικὲς μηχανὲς οἱ σπεῖρες τυλίγονται μὲ τὸ χέρι ἐπάνω στὸν πυρήνα τοῦ τυμπάνου, δπως φαίνεται στὸ σχῆμα 1·2 κ. Στὶς περιπτώσεις αὐτὲς τοποθετοῦμε πρῶτα μέσα στὰ λούκια μονωτικὸ χαρτὶ (συνήθως πρεσπάν), γιὰ νὰ μὴ ἀκουμπᾶ τὸ μονωμένο σύρμα στὸν πυρήνα καὶ μετὰ κάνομε τὴν περιέλιξη. Τὰ τυλίγματα αὐτὰ δημάζονται χειροποίητα τιλίγματα.

Στὶς μεγαλύτερες μηχανὲς οἱ σπεῖρες τοῦ τυλίγματος δια-

μορφώνονται πρώτα κατά διάδεινα σὲ εἰδικὰ καλούπια ή σὲ εἰδικὲς μηχανές καὶ ἔπειτα τοποθετοῦνται μέσα στὶς δδοντώσεις τοῦ τυμπάνου. Κάθε διάδεινα ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλὲς σπεῖρες μονωμένου σύρματος, οἱ δόποις περιτυλίγονται δλες μαζὶ μὲ μονωτικὴ ται-



Σχ. 1·2 κ.



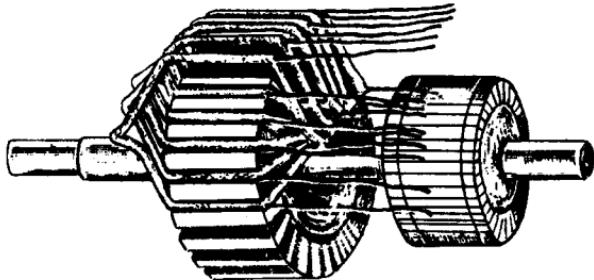
Σχ. 1·2 λ. Ὁμάδα τυλίγματος.

νία. Τὸ σχῆμα 1·2 λ δείχνει μία διάδεινα τυλίγματος στὴν τελικὴ της μορφή. Κάθε διάδεινα ἔχει δύο ἄκρα ποὺ είναι τὰ ἄκρα τοῦ μονωμένου σύρματος, ἀπὸ τὸ δόποιο ἔχουν κατασκευασθῆ ὥις σπεῖρες της. Τὰ ἄκρα αὐτά, δπως θὰ ἐξηγήσωμε στὰ ἐπόμενα, συνδέονται μὲ τὸν συλλέκτη.

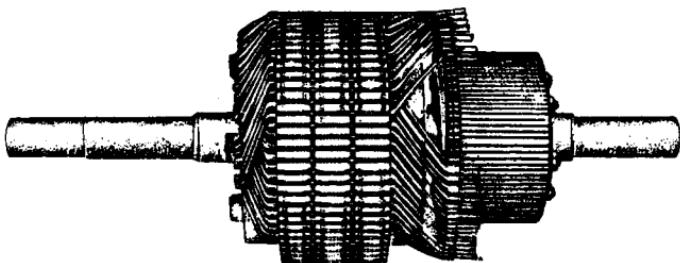
Τὸ μέρος τῆς διάδεινας ποὺ τοποθετεῖται μέσα στὸ λοῦκι ὀνομάζεται στοιχεῖο. Κάθε διάδεινα ἔχει, λοιπόν, δύο στοιχεῖα. Οἱ

διμάδες τοποθετοῦνται στις δδοντώσεις τοῦ τυμπάνου κατὰ τέτοιο τρόπο, ώστε σὲ κάθε λούκι νὰ μπάρχουν δύο στοιχεῖα ἀπὸ δύο διαφορετικὲς διμάδες, τὸ ἐναὶ ἐπάνω στὸ ἄλλο. Τὸ σχῆμα  $1 \cdot 2 \mu$  δείχνει πῶς γίνεται ἡ τοποθέτηση αὐτῆς.

Σὲ μερικὲς μηχανὲς τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου ἀποτελεῖται ἀπὸ διμάδες ποὺ κάθε μιὰ ἔχει μόνο μία σπείρα. Στὴν περίπτωση αὐτὴ ὅτι σπείρες εἰναι κατασκευασμένες ἀπὸ χάλκινες ράβδους δρθιογωνικῆς διατομῆς, οἱ δποῖες, ἀφοῦ διαμορφω-



Σχ.  $1 \cdot 2 \mu$ .

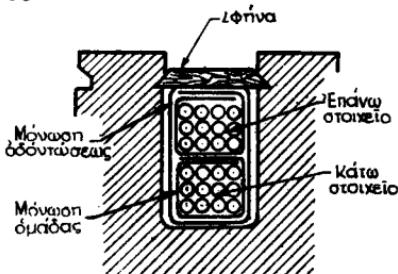


Σχ.  $1 \cdot 2 \nu$ .

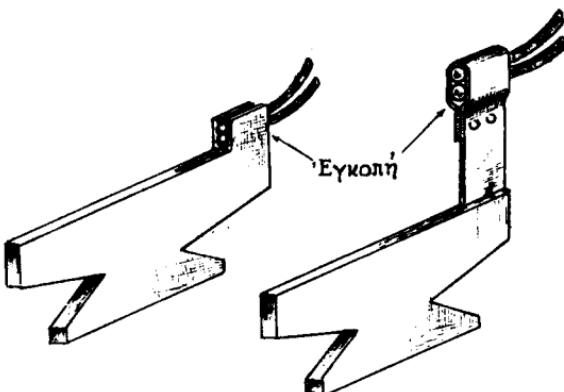
Θοῦν πρῶτα στὸ κατάλληλο σχῆμα καὶ μονωθοῦν μὲ μονωτικὴ ταινία, τοποθετοῦνται στὶς δδοντώσεις τοῦ τυμπάνου. Τὸ σχῆμα  $1 \cdot 2 \nu$  δείχνει ἐναὶ τέτοιο τύλιγμα.

Γιὰ νὰ συγκρατῆται τὸ τύλιγμα στὴ θέση του, δταν περιστρέφεται τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο, τοποθετοῦμε σφῆνες στὰ ἄκρα τῶν δδοντώσεων, δπως φαίνεται στὸ σχῆμα  $1 \cdot 2 \xi$ . Τὸ σχῆμα αὐτό, ποὺ παριστάνει τὴν τομὴ μιᾶς δδοντώσεως ἐπαγωγικοῦ τυμπά-

νου, δείχνει καὶ πῶς είναι τοποθετημένα τὰ δύο στοιχεῖα ἀπὸ διαφορετικὲς διμάδες, πού, δπως εἶπαμε, ὑπάρχουν μέσα σὲ κάθε λούκι. Ἐκτὸς ἀπὸ τὶς σφῆνες ποὺ συγκρατοῦν τὰ στοιχεῖα τῶν διμάδων μέσα στὰ λούκια, γιὰ μεγαλύτερη ἀσφάλεια δένομε περιφερειακὰ μὲ χαλυβδόσυρμα καὶ τὰ μέρη τοῦ τυλίγματος ποὺ βρίσκονται ἔξω ἀπὸ τὶς δδοντώσεις καὶ ἀπὸ τὶς δύο πλευρὲς τοῦ πυρήνα τοῦ τυμπάνου.



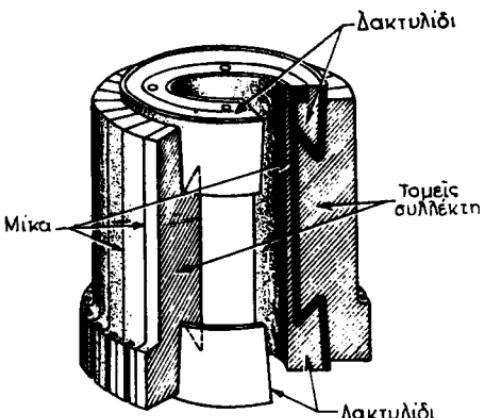
Σχ. 1·2 ξ. Ὁδόντωση τυμπάνου.



Σχ. 1·2 ο. Τομεῖς συλλέκτη.

Ο συλλέκτης είναι κατασκευασμένος ἀπὸ πολλὰ χάλκινα ἐλάσματα, διαμορφωμένα δπως δείχνει τὸ σχῆμα 1·2 ο, ποὺ δνομάζονται τομεῖς τοῦ συλλέκτη. Οἱ τομεῖς στερεώνονται ἀνάμεσα σὲ δύο σιδερένια δακτυλίδια, δπως φαίνεται στὸ σχῆμα 1·2 π, ὥστε νὰ σχηματίζουν τὴν κυλινδρικὴ ἐπιφάνεια τοῦ συλλέκτη.

Κάθε τομέας μονώνεται άπό τους διπλανούς του καὶ άπό τὸ σῶμα τῆς μηχανῆς μὲ μίκα. Στὶς ἐγκοπὲς ποὺ φέρουν οἱ τομεῖς (σχ. 1·2ο) συγκολλοῦνται τὰ ἄκρα τῶν διμάδων άπό τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου. Στὰ σχήματα 1·2μ καὶ 1·2ν φαίνονται συλλέκτες άπό δύο διαφορετικὲς μηχανὲς τοποθετημένοι ἐπάνω στοὺς ἀξόνες τῶν δρομέων.



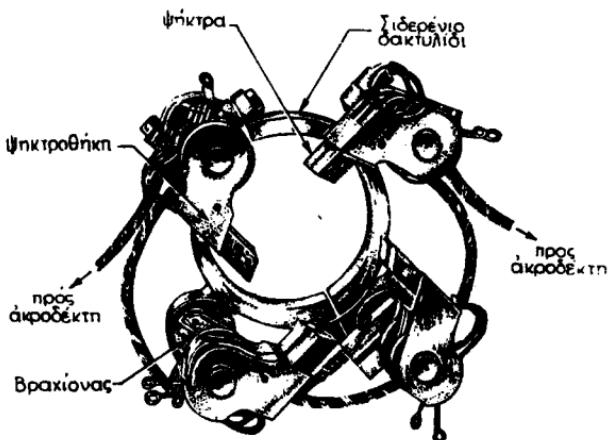
Σχ. 1·2π. Μερικὴ τομὴ συλλέκτη.

### 3. Ο ψηκτροφορέας.

Ἐπάνω στὸν ψηκτροφορέα στερεώνονται οἱ φῆκτρες ποὺ χρησιμεύουν γιὰ νὰ παίρνουν τὸ ἡλεκτρικὸ ρεῦμα άπό τὸν συλλέκτη καὶ νὰ τὸ διοχετεύουν στοὺς ἀκροδέκτες τῆς μηχανῆς. Ο ψηκτροφορέας (σχ. 1·2ρ) ἀποτελεῖται άπὸ ἕνα σιδερένιο δακτυλίδι, ἐπάνω στὸ δποῖο στερεών, ονται δύο ἦ τέσσερεις ἦ καὶ περισσότεροι βραχίονες. Ο ψηκτροφορέας τοῦ σχήματος 1·2ρ ἔχει τέσσερεις βραχίονες. Οἱ βραχίονες εἰναι ἡλεκτρικὰ μονωμένοι άπὸ τὸ δακτυλίδι τοῦ ψηκτροφορέα.

Στοὺς βραχίονες στηρίζονται οἱ ψηκτροφορέες, ποὺ εἰναι μεταλλικὲς θῆκες, μέσα στὶς δποῖες τοποθετοῦνται οἱ ψηκτρες. Κάθε βραχίονας μπορεῖ νὰ ἔχῃ περισσότερες άπὸ μία ψηκτροθήκης. Τὸ σχήμα 1·2σ δείχνει ἕνα βραχίονα μὲ δύο ψηκτροθήκης.

Οι ψήκτρες είναι κατασκευασμένες άπό σκληρό δινθρακα ή άπό γραφίτη (φυσικό δινθρακα) ή άπό μίγμα δινθρακος και χαλκού (μεταλλικές ψήκτρες). Στὸ ἐνα ἀκρο τῆς ψήκτρας στερεώνε-



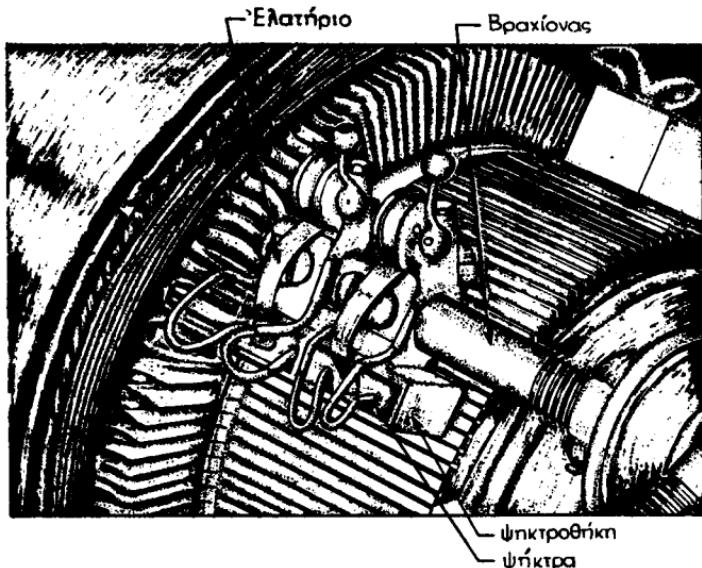
Σχ. 1·2 φ. Ψηκτροφορέας.

ται ἐνα εὐλύγιστο χάλκινο σύρμα, δπως φαίνεται στὸ σχῆμα 1·2 τ. Τὸ σύρμα αὐτὸ χρησιμεύει γιὰ νὰ δδηγῇ τὸ θλεκτρικὸ ρεῦμα άπὸ τὴν ψήκτρα στὸν ἀγωγό, ποὺ τὴ συνδέει μὲ ἐνα άπὸ τοὺς ἀκροδέκτες τῆς μηχανῆς (βλ. καὶ σχ. 1·2 ρ).

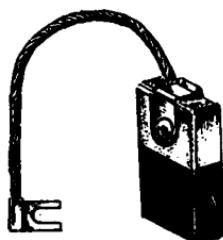
“Οπως εἴπαμε καὶ παραπάνω, οἱ ψήκτρες τοποθετοῦνται μέσα στὶς ψηκτροθήκης καὶ πιέζονται ἐπάνω στὸν συλλέκτη μὲ μικρὰ ἔλατήρια ποὺ διακρίνονται στὸ σχῆμα 1·2 σ. Τὰ ἔλατήρια αὐτὰ ρυθμίζονται ἔτσι, ὥστε ἡ πίεση ποὺ ἀσκεῖ ἡ ψήκτρα ἐπάνω στὸ συλλέκτη νὰ μὴν εἶναι πολὺ μεγάλη γιατὶ τότε θὰ φθαρῇ γρήγορα ἡ ψήκτρα, ἀλλὰ οὕτε καὶ πολὺ μικρὴ γιατὶ τότε δὲν θὰ ἔχωμε καλὴ ἐπαφὴ μεταξὺ συλλέκτη καὶ ψήκτρας.

‘Ο ψηκτροφορέας στερεώνεται στὸ κάλυμμα τῆς μηχανῆς ποὺ βρίσκεται στὴν πλευρὰ ποὺ εἶναι δ συλλέκτης. Ή στερέωση αὐτὴ γίνεται μὲ τὴ βούθεια τοῦ σιδερένιου δακτυλιδιοῦ τοῦ ψηκτροφορέα κατὰ τέτοιο τρόπο, ὥστε νὰ μπορδῦμε ὅταν θέλωμε νὰ στρέψωμε λίγο τὸν ψηκτροφορέα. “Οπως θὰ δοῦμε ἀργότερα, ἡ θέση

τῶν ψηκτρῶν σχετικά μὲ τοὺς μαγνητικοὺς πόλους τῆς μηχανῆς εἶναι δρισμένη. Θὰ πρέπει, λοιπόν, στρέφοντας λίγο τὸν ψηκτροφορέα, νὰ μποροῦμε νὰ μεταθέτωμε τὶς ψηκτρες, ὅποτε νὰ παίρνουν τὴν σωστὴ τους θέση.



Σχ. 1·2 σ. Ψηκτροθήκης.



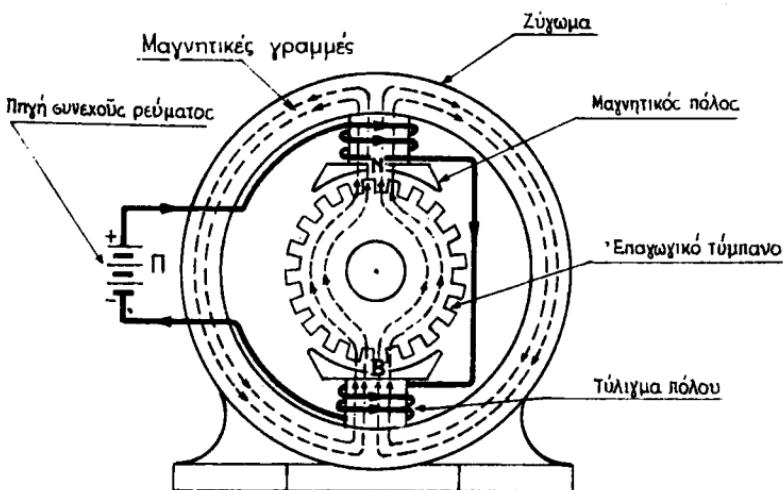
Σχ. 1·2 τ. Ψήκτρα.

### 1·3 Διέγερση τῶν μηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος.

Στὴν περιγραφὴ τῆς κατασκευῆς τῶν μηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος ἀναφέραμε ὅτι οἱ πόλοι χρησιμεύουν γιὰ νὰ δημιουργοῦν τὸ μαγνητικὸ πεδίο μέσω στὸ δόποιο περιστρέφεται τὸ ἐπαγωγικὸ

τύμπανο τῆς μηχανῆς. Τὸ μαγνητικὸ πεδίο τὸ δημιουργοῦμε τροφοδοτώντας τὰ τυλίγματα τῶν πόλων μὲ συνεχὲς ρεῦμα.

Τὸ σχῆμα 1·3 α παριστάνει σχηματικὰ μιὰ διπολικὴ μηχανή, τῆς δόποιας τὰ δύο τυλίγματα τῶν πόλων ἔχουν συνδεθῆ σειρὰ καὶ τροφοδοτοῦνται μὲ γῆλεκτρικὸ ρεῦμα ἀπὸ μιὰ πηγὴ συνεχοῦς ρεύματος Π. "Οπως εἶναι γνωστὸ ἀπὸ τὴν Ἡλεκτροτεχνία, τὸ γῆλεκτρικὸ ρεῦμα περνώντας μέσα ἀπὸ τὰ τυλίγματα τῶν πόλων θὰ δημιουργήσῃ ἐνα μαγνητικὸ πεδίο. Η διεύθυνση, τῶν μα-



Σχ. 1·3 α. Διέγερση διπολικῆς μηχανῆς.

γνητικῶν γραμμῶν αὐτοῦ τοῦ πεδίου ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φορὰ τοῦ ρεύματος, τὴν βρίσκομε δὲ ἐφαρμόζοντας τὸν κανόνα τοῦ δεξιότροφου κοχλία. Σύμφωνα μὲ τὴν φορὰ τοῦ ρεύματος, ποὺ εἶναι σημειώμένη ἐπάνω στὰ τυλίγματα, οἱ μαγνητικὲς γραμμὲς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου θὰ ἔχουν διεύθυνση ἀπὸ κάτω πρὸς τὰ ἐπάνω μέσα στοὺς πυρῆνες τῶν πόλων καὶ στὸ τύμπανο. Δηλαδή, ἂν φαντασθούμε τὸ ζύγωμα καὶ τοὺς πόλους μὲ τὸ τύλιγμα σὰν ἐνα γῆλεκτρομαγνήτη, τότε ὁ κάτω πόλος θὰ εἶναι ὁ βόρειος καὶ ὁ ἐπάνω ὁ νότιος. Οἱ μαγνητικὲς γραμμὲς ἔκεινοιν ἀπὸ τὸ βόρειο πόλο,

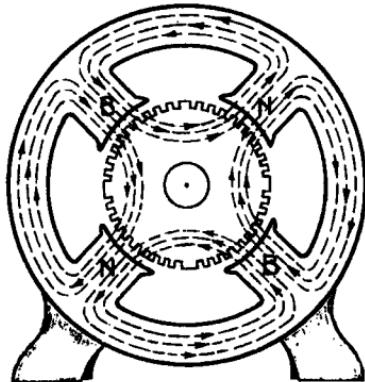
'Ηλεκτροτεχνία B'

?

περνοῦν τὸ διάκενο, μετὰ τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο, ὅπως δείχνει τὸ σχῆμα 1·3 α, περνοῦν τὸ ἐπάνω διάκενο, μπαίνουν στὸν νότιο πόλο καὶ, γιὰ νὰ ξαναγυρίσουν ἀπὸ ἐκεῖ ποὺ ξεκίνησαν, ἀκολουθοῦν τὶς δύο πλευρὲς τοῦ ζυγώματος ἀπὸ ἐπάνω πρὸς τὰ κάτω.

"Αν ἀλλάξωμε τὴ διεύθυνση τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος ποὺ περνᾶ μεσαὶ ἀπὸ τὰ τυλίγματα τῶν πόλων, τότε ἡ πολικότητά τους θὰ ἀλλάξῃ. Δηλαδή, δ βόρειος πόλος θὰ γίνη νότιος καὶ δ νότιος βόρειος. Οἱ μαγνητικὲς γραμμὲς θὰ ἀκολουθοῦν τώρα διαδρομὴ ἀντίθετη ἀπὸ αὐτὴν ποὺ περιγράψαμε παραπάνω.

Σὲ μιὰ τετραπολικὴ μηχανὴ κάνομε τὴ σύνδεση τῶν τυλιγμάτων τῶν πόλων ἔτσι, ὥστε νὰ ἔχωμε διαδοχικὰ ἕνα βόρειο πέ-



Σχ. 1·3 β. Μαγνητικὸ πεδίο τετραπολικῆς μηχανῆς.

λο ἔπειτα ἕνα νότιο, πάλι βόρειο καὶ νότιο. Τὸ σχῆμα 1·3 β δείχνει πῶς διευθύνονται οἱ μαγνητικὲς γραμμὲς σὲ μιὰ τετραπολικὴ μηχανὴ.

Η ἵδια διαδοχὴ τῶν πόλων ὑπάρχει καὶ στὶς μηχανὲς οἱὲ περιεστότερους ἀπὸ τέσσερεις πόλους.

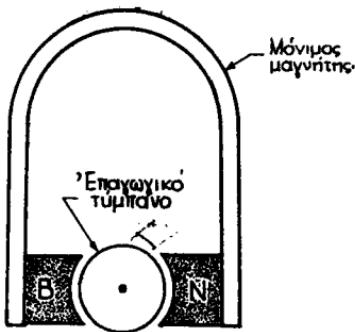
Η δημιουργία τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου μιᾶς γεννήτριας ἡ ἐνὸς κινητήρα ἀπὸ τὸ ηλεκτρικὸ ρεῦμα δύνομάζεται διέγερση τῆς μηχανῆς. Τὸ τύλιγμα τῶν πόλων δύνομάζεται τύλιγμα διεγέρσεως

τῆς ιηχανῆς καὶ τὸ ηλεκτρικὸ ρεῦμα, ποὺ περνᾷ μέσα ἀπ' αὐτό, ρεῦμα διεγέρσεως.

Τὸ μαγνητικὸ πεδίο, μέσα στὸ δποῖο πρέπει νὰ περιστρέφεται τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο, μπορεῖ νὰ παραχθῇ καὶ ἀπὸ ἕνα μόνιμο μαγνήτη εἰδικὰ διαμορφωμένο, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 1·3 γ.

Οἱ ηλεκτρικὲς μηχανὲς, ποὺ ἔχουν τύλιγμα διεγέρσεως δνομάζονται δυναμομηχανὲς (δυναμό). Δηλαδὴ, στὶς δυναμομηχανὲς τὸ μαγνητικὸ πεδίο δημιουργεῖται ἀπὸ τὸ ηλεκτρικὸ ρεῦμα. Τέτοιες εἰναι σχεδὸν δλες οἱ κατασκευαζόμενες σήμερα μηχανὲς (γεννήτριες ἢ κινητῆρες συνεχοῦς καὶ ἐναλλασσομένου ρεύματος).

Οἱ ηλεκτρικὲς μηχανὲς, ποὺ τὸ μαγνητικὸ τους πεδίο δημιουργεῖται ἀπὸ μόνιμο μαγνήτη, δνομάζονται μαγνητομηχανὲς (μανιατό). Τέτοιες μηχανὲς κατασκευάζονται σήμερα πολὺ λίγες, γιὰ εἰδικὲς χρήσεις, π. χ. γιὰ τὰ ὅργανα μὲ τὰ δποῖα μετροῦμε



Σχ. 1·3 γ.

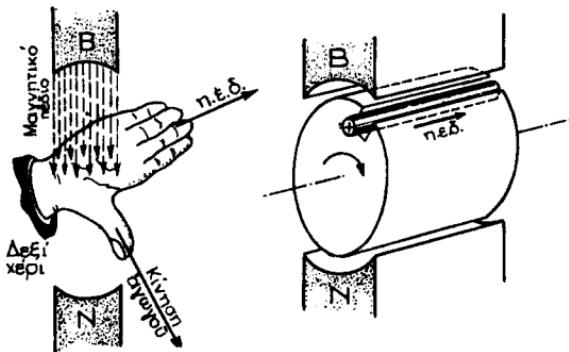
μονώσεις, γιὰ τὶς μηχανὲς ἑσωτερικῆς καύσεως κ.τ.λ. Μὲ τὶς μαγνητομηχανὲς δὲν θὰ ἀσχοληθοῦμε περισσότερο στὸ βιβλίο αὐτό.

#### 1·4 Η άρχη τῆς λειτουργίας τῶν γεννητριῶν συνεχοῦς ρεύματος.

##### 1. Ηλεκτρογερατικὴ δύναμη.

Στὴν παράγραφο 1·2 (ἔδαφο 2) εἶδαμε ὅτι τὸ τύλιγμα

τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλὲς σπεῖρες μονωμένου χάλκινου ἀγωγοῦ τοποθετημένες στὶς δδοντώσεις τοῦ τυμπάνου. Γιὰ νὰ ἀντιληφθοῦμε τὴν ἀρχὴ μὲ τὴν δποία λειτουργοῦν οἱ γεννήτριες συνεχοῦς ρεύματος, ἀς φαντασθοῦμε ἕνα ἐπαγωγικὸ τύμπανο ποὺ νὰ ἔχῃ μία μόνο δδόντωση μὲ ἕνα ἀγωγὸ μέσα στὸ λοūκι τῆς. Τὸ τύμπανο περιστρέφεται, δπως δείχνει τὸ τόξο στὸ σχῆμα 1·4 α, μέσα στὸ μαγνητικὸ πεδίο ποὺ δημιουργοῦν οἱ δύο πόλοι τῆς μηχανῆς.

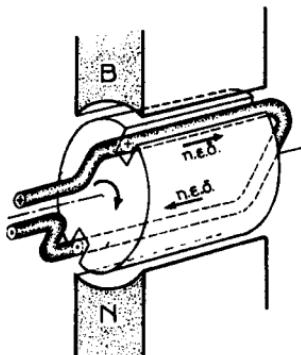


Σχ. 1·4 α. Κανόνας τοῦ δεξιοῦ χεριοῦ.

"Ἐχομε λοιπόν, στὴν ἀπλὴ αὐτὴ μηχανὴ ποὺ περιγράψαμε παραπάνω, ἕνα ἀγωγὸ ποὺ κινεῖται μέσα στὸ μαγνητικὸ πεδίο. "Οπως ἔρομε ἀπὸ τὴν 'Ηλεκτροτεχνία, ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη ἀπὸ ἐπαγωγὴ (η.ε.δ.) θὰ δημιουργηθῇ μέσα στὸν ἀγωγὸ αὐτόν. 'Η διεύθυνση ποὺ θὰ ἔχῃ η ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη δίνεται ἀπὸ τὸν κανόνα τοῦ δεξιοῦ χεριοῦ, δπως τὸν ἔξηγει τὸ σχῆμα 1·4 α. Δηλαδή, μέσα στὸν ἀγωγὸ ποὺ κινεῖται ἀπὸ ἀριστερὰ πρὸς τὰ δεξιά, θὰ δημιουργηθῇ, τὴ στιγμὴ ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 1·4 α, ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη ποὺ θὰ διευθύνεται ἀπὸ τὰ ἔξω πρὸς τὰ μέσα, δπως τὴ δείχνει τὸ βέλος δίπλα στὸν ἀγωγό. Τὸ μαγνητικὸ πεδίο διευθύνεται πάντα ἀπὸ τὸ βόρειο πόλο (B) πρὸς τὸ νότιο (N), δηλαδή, στὸ σχῆμα 1·4 α, ἀπὸ τὰ ἐπάνω πρὸς τὰ κάτω.

Τὸ μέγεθος τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, ποὺ δημιουργεῖται στὸν ἀγωγό, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ πόσο ἴσχυρὸ εἶναι τὸ μαγνητικὸ πεδίο, δηλαδὴ, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἔνταση τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου καὶ ἀπὸ τὴν ταχύτητα μὲ τὴν ὅποια κινεῖται ὁ ἀγωγός, δηλαδὴ ἀπὸ τὸν ἀριθμὸ στροφῶν τοῦ τυμπάνου στὸ λεπτό.<sup>1</sup> Όσο πιὸ ἴσχυρὸ εἶναι τὸ μαγνητικὸ πεδίο καὶ ὅσο πιὸ μεγάλη εἶναι ἡ ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ τυμπάνου, τόσο μεγαλύτερη εἶναι καὶ ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη τοῦ ἀγωγοῦ.

Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη τοῦ ἀγωγοῦ ἀλλάζει διεύθυνση, δταν ἀλλάξωμε πολικότητα στοὺς μαγνητικοὺς πόλους τῆς μηχανῆς. Τὸ ἵδιο ἀποτέλεσμα ἔχει καὶ ἡ ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς περι-



Σχ. 1·4 β.

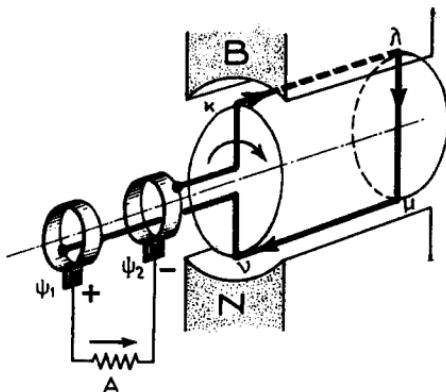
στροφῆς τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, δταν δὲν ἀλλάξῃ ἡ πολικότητα τῶν πόλων. Αὐτὰ ἐξηγοῦνται εὔκολα μὲ τὴ βοήθεια πάντα τοῦ κανόνα τοῦ δεξιοῦ χεριοῦ.

Ἄς νποθέσωμε τώρα ὅτι τὸ τύμπανο ἔχει καὶ δεύτερη ὁδόντωση, σὲ θέση διαμετρικὰ ἀντίθετη μὲ τὴν πρώτη ( $180^{\circ}$ ), καὶ ὅτι μέσα σ' αὐτὴν ὑπάρχει ἐπίσης ἔνας ἀγωγὸς (σχ. 1·4 β). Καὶ στὸν δεύτερο αὐτὸν ἀγωγὸ θὰ δημιουργηθῇ ἐπίσης ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη, ἡ ὅποια δμως θὰ διευθύνεται ἀπὸ τὰ μέσα πρὸς τὰ ἔξω (σύμφωνα πάλι μὲ τὸν κανόνα τοῦ δεξιοῦ χεριοῦ), τὴ στιγμὴ

ποὺ στὸν πρῶτο ἀγωγὸ διευθύνεται ἀντίθετα. Δηλαδὴ, ἐν τοὺς δύο ἀγωγούς τοὺς συνδέσωμε δπως δεῖχνει τὸ σχῆμα 1·4β, τότε οἱ ἡλεκτρεγερτικές τους δυνάμεις θὰ ἐνεργοῦν κατὰ τὴν ἔθια φορὰ μέσα στὴ σπείρα ποὺ σχηματίζεται καὶ συνεπῶς θὰ ἀθροίζωνται.

## 2. Παραγωγὴ ἐναλλασσομένου ρεύματος.

Γιὰ νὰ μπορέσωμε νὰ χρησιμοποιήσωμε τὴν ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη ποὺ παράγεται μέσα στὴν σπείρα, συνδέομε τὰ δύο ἑλεύθερα ἄκρα της σὲ δύο μεταλλικὰ δακτυλίδια, τὰ δποῖα εἰναι στερεωμένα ἐπάνω στὸν ἄξονα τοῦ τυμπάνου καὶ στρέφονται μαζὶ μὲ αὐτὸν. Τὰ δύο αὗτὰ δακτυλίδια εἰναι ἡλεκτρικὰ μονωμένα ἀπὸ τὸν ἄξονα. Δύο ψήκτρες  $\Psi_1$  καὶ  $\Psi_2$  (σχ. 1·4γ), ποὺ οἱ ψήκτροι θῆ-

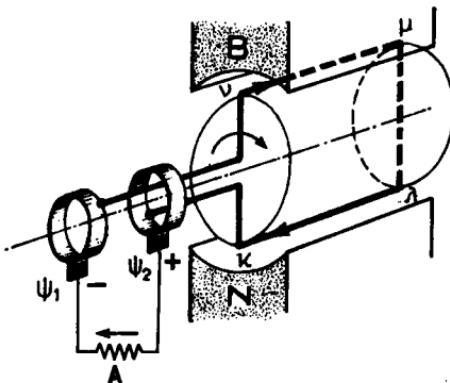


Σχ. 1·4γ.

κες τους εἰναι στερεωμένες στὸ ἀκίνητο μέρος τῆς μηχανῆς, ἐφάπτονται στὰ δακτυλίδια. Οἱ ψήκτρες συνδέονται μεταξύ τους μὲ τὴν ἐξωτερικὴ ἀντίσταση  $A$ , ποὺ παριστάνει τὴν συσκευὴ στὴν δποῖα θέλομε νὰ χρησιμοποιήσωμε τὸ ρεῦμα, ποὺ θὰ παραχθῇ ἀπὸ τὴν ἀπλὴ αὐτὴ μηχανή. Ἡ  $A$ , δηλαδὴ, εἰναι τὸ φορτίο τῆς μηχανῆς.

Γιὰ ἀπλούστευση στὸ σχῆμα 1·4γ δὲν ἔχουν σχεδιασθῆ ὅι δδοντώνταις τοῦ τυμπάνου.

Όπως εἶπαμε καὶ παραπάνω, κατὰ τὴν περιστροφὴ τοῦ τυμπάνου (σχ. 1·4 γ) δημιουργεῖται μέσα στὸν ἐπάνω ἀγωγὸν καὶ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη ποὺ διευθύνεται ἀπὸ τὸ καὶ πρὸς τὸ λ. Τὴν ἕδια χρονικὴ στιγμὴ στὸν κάτω ἀγωγὸν νῦν ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη διευθύνεται ἀπὸ τὸ μ πρὸς τὸ ν. Οἱ ἡλεκτρεγερτικὲς αὐτὲς δυνάμεις ποὺ προστίθενται, παράγουν ἔνα ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, τὸ δόποιο στὴν ἀντίσταση Α θὰ διευθύνεται, τὴ στιγμὴ ποὺ ἔξετάζομε, ἀπὸ τὴν φήκτρα  $\Psi_1$  πρὸς τὴν φήκτρα  $\Psi_2$ , δπως τὸ δείχνει καὶ τὸ βέλος στὴν ἀντίσταση Α (σχ. 1·4 γ). Αὐτὸς δμως σημαίνει δτι ἡ φήκτρα  $\Psi_1$  εἶναι ὁ θετικὸς πόλος, ἐνῷ ἡ  $\Psi_2$  εἶναι ὁ ἀρνητικὸς πόλος τῆς μηχανῆς.



Σχ. 1·4 δ.

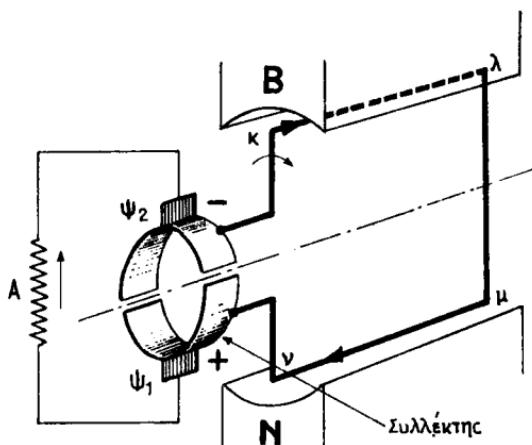
Ἐπειτα ἀπὸ ἔνα χρονικὸν διάστημα τὸ τύμπανο θὰ βρίσκεται στὴ θέση ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 1·4 δ. Δηλαδή, θὰ ἔχῃ στραφῆ κατὰ  $180^\circ$  καὶ ὁ ἀγωγὸς νῦν θὰ βρίσκεται τώρα ἀπέναντι ἀπὸ τὸν βόρειο πόλο, ἐνῷ ὁ καὶ ἀπέναντι ἀπὸ τὸν νότιο. Αὐτὴ τὴ χρονικὴ στιγμὴ, οἱ ἡλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις θὰ διευθύνωνται, σύμφωνα πάντα μὲ τὸν κανόνα τοῦ δεξιοῦ χεριοῦ, δπως δείχνουν τὰ βέλη στοὺς ἀγωγοὺς νῦν καὶ καλ. Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα στὴν ἀντίσταση Α θὰ πηγαίνῃ τώρα ἀπὸ τὴν φήκτρα  $\Psi_2$  πρὸς τὴ φήκτρα  $\Psi_1$ . Δηλαδὴ τώρα ἡ  $\Psi_2$  ἔγινε θετικὸς πόλος καὶ ἡ  $\Psi_1$  ἀρνητικός.

Όταν τὸ τύμπανο περιστραφῇ κατὰ  $180^{\circ}$  ἀκόμα, θὰ ἔχωμε πάλι τὴν περίπτωση τοῦ σχῆματος 1 · 4 γ. Δηλαδή, θὰ ἀναστραφῇ πάλι τὸ ρεῦμα, ποὺ περνᾷ μέσα στὴν ἀντίσταση A.

Οσα εἴπαμε περαπάνω μᾶς δόθηγοῦν στὸ ἀκόλουθο συμπέρασμα: Κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ τυμπάνου μέσα στὸ μαγνητικὲ πεδίο τῶν πόλων, δημιουργεῖται μέσα στὴ σπείρα τῶν ἀγωγῶν μία ἐναλλασσομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη, ποὺ παράγει ἐναλλασσόμενο ρεῦμα στὴν ἔξωτερικὴ ἀντίσταση A.

### 3. Παραγωγὴ συνεχούς ρεύματος.

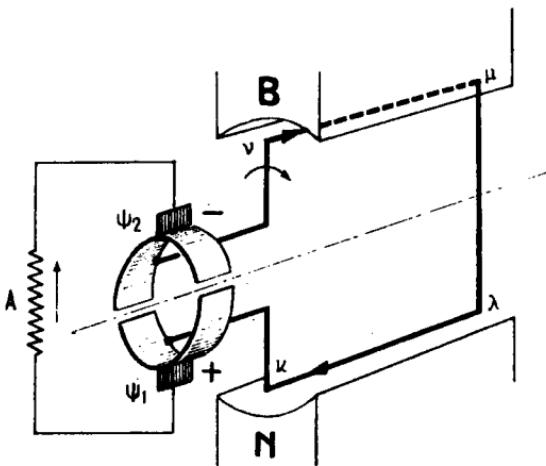
Στὶς γεννήτριες συνεχούς ρεύματος, κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, δημιουργεῖται μέσα στὶς σπείρες τῶν ἀγωγῶν ἐναλλασσομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη, δπως τὴν περιγράψαμε. Στὴν ἔξωτερικὴ δύναμης ἀντίσταση παίρνομε συνεχὲς ρεῦμα καὶ αὐτὸ γίνεται μὲ τὴ βοήθεια τοῦ συλλέκτη.



Σχ. 1.4 ε.

Ἄς φαντασθοῦμε ἔνα συλλέκτη ποὺ ν' ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο τομεῖς, δπως τὸν δείχνει ἀπλοποιημένα τὸ σχῆμα 1 · 4 ε, στερεωμένο στὸν ἀξονα τοῦ τυμπάνου, ὥστε νὰ περιστρέφεται μαζύ του.

Όπως εἴπαμε στὴν παράγραφο 1·2 (ἐδάφιο 2), οἱ τοιεῖς εἰναι μονωμένοι καὶ μεταξύ τους καὶ πρὸς τὸν ἄξονα τῆς μηχανῆς. Τὰ δύο ἀκρα τῆς σπείρας τῶν δύο ἀγωγῶν τὰ συνδέομε μὲ τοὺς δύο τομεῖς τοῦ συλλέκτη. Παρατηροῦμε τώρα, δτι τὴν διεύθυνση ποὺ ἔχει τὸ ρεῦμα στὴν ἔξωτερη ἀντίσταση A, δταν τὸ περιστρεφόμενο τύμπανο βρίσκεται στὴ θέση ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 1·4 ε, τὴν διατηρεῖ καὶ δταν τὸ τύμπανο στραφῇ κατὰ  $180^{\circ}$  (σχ. 1·4 ζ). Δηλαδή, οἱ φῆκτρες, δπως λέμε, δὲν ἀλλάζουν πολικότητα.

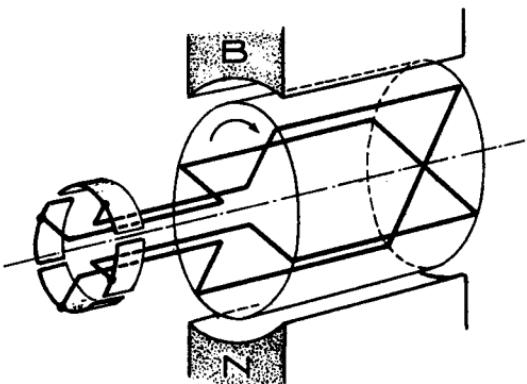


Σχ. 1·4 ζ.

Χρησιμοποιῶντας τὸν συλλέκτη, ἐπιτύχαμε, δπως εἴδαμε, νὰ ἔχωμε στὸ ἔξωτερικὸ κύκλωμα (τὴν ἀντίσταση) ἡλεκτρικὸ ρεῦμα τὸ δποῖο δὲν ἀλλάζει διεύθυνση. Η ἑνταση, δμως, τοῦ ρεύματος ποὺ περνᾶ μέσα ἀπὸ τὴν ἀντίσταση δὲν εἶναι σταθερή. Αὐτὸ δφείλεται στὸ δτι δὲν εἶναι σταθερὴ ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη ποὺ δημιουργεῖται μέσα στοὺς ἀγωγοὺς κατὰ τὴν περιστροφὴ τοῦ τυμπάνου. Η ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη ἐνὸς ἀγωγοῦ ἔχει τὴ μεγαλύτερη τιμὴ της δταν ὁ ἀγωγὸς βρίσκεται κάτιῳ ἀπὸ τὸ πέδιλο τοῦ πόλου, γιατὶ ἔκει τὸ μαγνητικὸ πεδίο εἶναι πιὸ ?σχυρό. "Οσο ὁ ἀγωγὸς μὲ τὴν περιστροφὴ τοῦ τυμπάνου ἀπομακρύνεται ἀπὸ

τὸν πόλο, τόσο ἐλαττώνεται: ή γέλεκτρεγερτικὴ δύναμη, ή δποία μηδενίζεται: δταν δ ἀγωγὸς βρεθῆ στὸ μέσο δύο πόλων. "Οταν δ ἀγωγὸς περάσῃ στὴν περιοχὴ τοῦ ἐπομένου πόλου, ή γέλεκτρεγερτικὴ δύναμη μέσα σ' αὐτὸν ἀλλάζει διεύθυνση, ή ἔνταση δμως τοῦ ρεύματος στὴν ἔξωτερικὴ ἀντίσταση, δπως ἔξηγήσαμε, δὲν ἀλλάζει φορά.

Στὶς γεννήτριες συνεχοῦς ρεύματος, γιὰ νὰ ἐπιτύχωμε περίπου σταθερὴ ἔνταση στὸ ἔξωτερικὸ κύκλωμα, δηλαδὴ, σταθερὴ τάση μεταξὺ τῶν φυκτρῶν, κατασκευάζομε τὰ ἐπαγωγικὰ τύμπανα μὲ πολλὲς δδοντώσεις (βλ. σχ. 1·2ι), μέσα στὶς δποίες



Σχ. 1·4η.

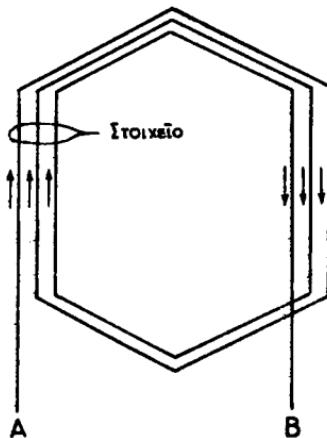
τοποθετοῦμε τοὺς ἀγωγούς. Ἀγωγοὶ οἱ δποῖοι: βρίσκονται σὲ δδοντώσεις, ποὺ ή μεταξὺ τοὺς ἀπόσταση εἰναι δση εἰναι ή ἀπόσταση δύο διαδοχικῶν πόλων, καὶ ποὺ τὴν δνομάζομε πολικὸ βῆμα, συνδέονται ἀνὰ δύο καὶ σχηματίζουν σπεῖρες σὰν αὐτὲς τοῦ σχήματος 1·4ε. Τὰ ἐλεύθερα ἄκρα τῶν σπειρῶν συνδέονται πάλι: στοὺς τομεῖς τοῦ συλλέκτη.

Τὸ σχῆμα 1·4η δεῖχνει ἕνα ἐπαγωγικὸ τύμπανο μὲ τέσσερεις ἀγωγούς, μὲ τοὺς δποίους σχηματίζομε δύο σπεῖρες. Ο συλλέκτης ἔχει τέσσερεις τομεῖς.

## 1.5 Τυλίγματα μηχανών συνεχούς ρεύματος.

### 1. Γενικά.

Στήν προηγούμενη παράγραφο 1·4 έξηγήσαμε πῶς άναπτυσσεται; ή γλεκτρεγερτική δύναμη μέσα στήν άπλή σπείρα τῶν δύο άγωγῶν. Στὰ πραγματικά τυλίγματα τῶν μηχανῶν συνεχούς ρεύματος, συνήθως τοποθετοῦνται μέσα στὶς ἵδιες δόδοντώσεις ἀντὶ μιᾶς πολλές σπείρες ποὺ ἔχουν συνδεθῆ σὲ σειρά, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 1·5 α.



Σχ. 1·5 α. Όμαδα τυλίγματος.

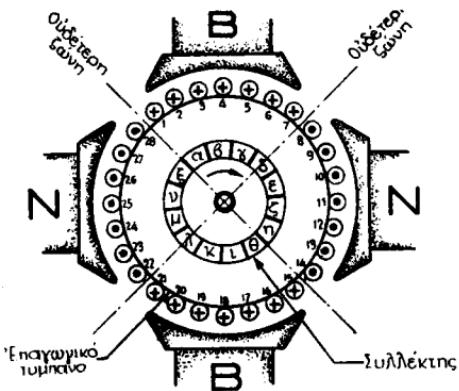
Οἱ γλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις ποὺ δημιουργοῦνται μέσα στοὺς άγωγοὺς προστίθενται καὶ, ἔτσι, μεταξὺ τῶν ἄκρων A καὶ B, ποὺ συνδέονται στοὺς τομεῖς τοῦ συλλέκτη, ἔχομε τάση ἵση μὲ τὸ ἀθροισμά τους. Τὸ σύνολο αὐτὸ τῶν σπειρῶν τὸ δνομάζομε δμάδα τοῦ τυλίγματος. Στήν παράγραφο 1·2 έξηγήσαμε πῶς διαμορφώνονται οἱ δμάδες τοῦ τυλίγματος. Τὸ σχῆμα 1·2 λ δείχνει μιὰ τέτοια δμάδα. Οἱ δύο πλευρὲς τῆς δμάδας (ποὺ τοποθετοῦνται μέσα στὰ λούκια τῶν δόδοντώσεων) δνομάζονται, δπως εἰπαμε, στοιχεῖα. Δηλαδή, κάθε στοιχεῖο ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα ή περισσό-

τερους ἀγωγούς. Στὸ σχῆμα 1·5 α κάθε στοιχεῖο ἔχει τρεῖς ἀγωγούς.

“Οπως εἴδαμε, τὰ ἄκρα τῆς σπείρας ἢ τῆς διμάδας, δταν ἔχωμε πολλὲς σπείρες ποὺ ἔχουν συνδεθῆ σὲ σειρά, συνδέονται μὲ τοὺς τομεῖς τοῦ συλλέκτη. Δηλαδὴ, οἱ διμάδες ἐνδε τυλίγματος εἰναι ἡλεκτρικὰ μονωμένες μεταξύ τους. Μηχανές, ποὺ τὰ τυλίγματά τους ἀποτελοῦνται ἀπὸ τέτοιες μονωμένες μεταξύ τους διμάδες, παρουσιάζουν σημαντικὰ μειονεκτήματα στὴ λειτουργία τους. Γι' αὐτὸ τὸ λόγο τὰ τυλίγματα τῶν μηχανῶν, ποὺ κατασκευάζονται σήμερα, ἀποτελοῦνται βασικὰ ἀπὸ διμάδες, δπως τὶς περιγράψαμε, ἀλλὰ τὰ ἄκρα τῶν διμάδων συνδέονται μεταξύ τους ἀνὰ δύο ἐπάνω στοὺς τομεῖς τοῦ συλλέκτη, δπως θὰ ἔξηγήσωμε στὰ ἐπόμενα.

## 2. Ἀνάπτυγμα ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου.

Τὸ σχῆμα 1·5 β παριστάνει σχηματικὰ μιὰ τετραπολικὴ μηχανή με το ἐπαγωγικὸ τύμπανο, τὸν συλλέκτη καὶ τοὺς πό-



Σχ. 1·5 β.

λους τῆς. Στὴν περιφέρεια τοῦ τυμπάνου 28 ἀγωγοί. Γιὰς ἀπλὸύστευση δὲν ἔχουν σχεδιασθῆ οἱ δδοντώσεις τοῦ τυμπάνου. Στὸ σχῆμα 1·3 β εἴδαμε πῶς διευθύνονται οἱ μαγνητικὲς

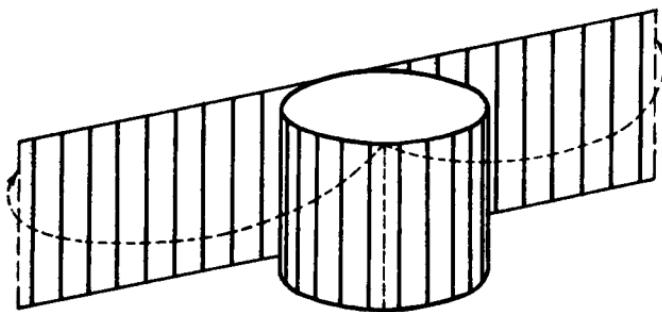
γραμμές σὲ μιὰ τετραπολική μηχανή. "Όταν τὸ τύμπανο περιστρέφεται, ἀναπτύσσονται μέσα στοὺς ἀγωγοὺς ἡλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις, ποὺ ἡ διεύθυνσή τους δίνεται πάντα ἀπ' τὸν κανόνα τοῦ δεξιοῦ χεριοῦ. Στὴ μηχανή τοῦ σχῆματος 1·5 β, μὲ τὴ σημειώμένη φορὰ περιστροφῆς τοῦ τυμπάνου, ἡ διεύθυνση τῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων, στοὺς ἀγωγοὺς ποὺ εἰναι ἀπέναντι ἀπὸ βρρειο πόλο, θὰ εἰναι ἀπὸ ἐμπρὸς πρὸς τὰ πίσω. Αὐτὸ τὸ σημειώνομε στὸ σχέδιο μὲ τὸ σύμβολο +. Ἀντίθετα, στοὺς ἀγωγοὺς ποὺ εἰναι ἀπέναντι ἀπὸ νότιο πόλο, οἱ ἡλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις θὰ διευθύνωνται ἀπὸ τὰ πίσω πρὸς τὰ ἐμπρός. Αὐτὸ τὸ σημειώνομε στὸ σχέδιο μὲ τὸ σύμβολο •.

"Οπως ἔξηγήσαμε στὴν παράγραφο 1·4, δταν ἔνας ἀγωγὸς κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ τυμπάνου περνᾶ ἀπὸ τὴν περιοχὴν τοῦ ἑνὸς πόλου στὴν περιοχὴν τοῦ ἐπόμενου πόλου, ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη μέσα σ' αὐτὸν ἀλλάζει διεύθυνση. Τὴ στιγμὴν ποὺ βρίσκεται στὸ μέσο τοῦ διαστήματος μεταξὺ δύο διαδοχικῶν πόλων ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη μηδενίζεται. Αὐτὸ γίνεται γιατὶ στὶς θέσεις αὐτές, ποὺ δονομάζομε σύδετερες ζῶνες (βλ. σχ. 1·5 β), μηδενίζεται τὸ μαγνητικὸ πεδίο.

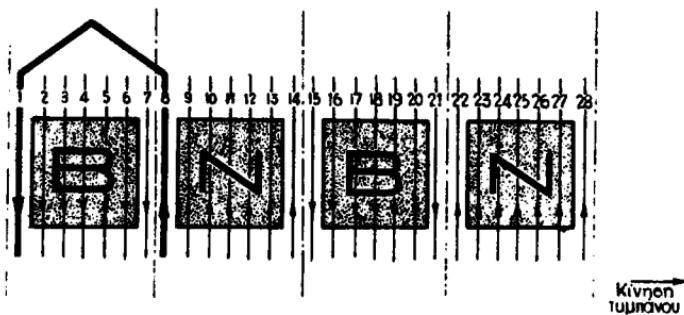
Γιὰ εὐκολώτερη σχεδίαση τῶν τυλιγμάτων χρησιμοποιοῦμε τὸ ἀνάπτυγμα τῆς κυλινδρικῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου. Φανταζόμαστε δηλαδὴ, δτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου ξεδιπλώνεται ἐπάνω σὲ ἔνα ἐπίπεδο, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 1·5 γ, τὸ δπότο δείχνει ἐπίσης τὶς θέσεις ποὺ παίρνουν οἱ ἀγωγοὶ ἐπάνω στὸ ἀνάπτυγμα.

Τὸ σχῆμα 1·5 δ εἰναι τὸ ἀνάπτυγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου τῆς τετραπολικῆς μηχανῆς τοῦ σχῆματος 1·5 β. Ἐπάνω στοὺς ἀγωγοὺς ἔχουν σημειωθῆ καὶ οἱ διευθύνσεις τῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων. Ἐπίσης στὸ ἀνάπτυγμα μποροῦμε νὰ σημειώσωμε καὶ τὶς θέσεις ποὺ ἔχουν οἱ μαγνητικοὶ πόλοι τὴ χρονικὴ στιγμὴ ποὺ παριστανει τὸ σχέδιο. Δὲν πρέπει δμως νὰ ξεχνοῦμε

δτι οι άγωγοι μετακινούνται σε σχέση με τους πόλους που είναι άκινητοι.



Σχ. 1.5 γ. Ανάπτυγμα έπαγωγικοῦ τυμπάνου.



Σχ. 1.5 δ.

Θὰ ἔξηγήσωμε τώρα πῶς πρέπει νὰ συνδεθοῦν οἱ άγωγοὶ, ώστε νὰ σχηματίσουν ἕνα τύλιγμα μὲ ἔνα άγωγὸ σὲ κάθε στοιχεῖο (δηλαδὴ κάθε διμάδα νὰ ἀποτελῆται ἀπὸ μιὰ σπείρα). Ἡς ἀρχίσωμε ἀπὸ τὸν ἄγωγὸ 1. Σύμφωνα μὲ δσα εἰπαμε στὴν παράγραφο 1·4 γιὰ τὸν σχηματισμὸ τῶν σπειρῶν, δ ἄγωγὸς αὐτὸς πρέπει νὰ συνδεθῇ μὲ ἔνα άγωγὸ ποὺ νὰ ἀπέχῃ ἀπὸ<sup>τ</sup> αὐτὸν ἀπόσταση περίπου 1ση μὲ τὴν ἀπόσταση δύο διαδοχικῶν πόλων. Ἔνας τέτοιος ἄγωγὸς στὸ σχῆμα 1·5 δ είναι δ ἄγωγὸς 8. Τὸ σχῆμα δείχνει τὴ σύνδεση τῶν δύο ἄγωγῶν.

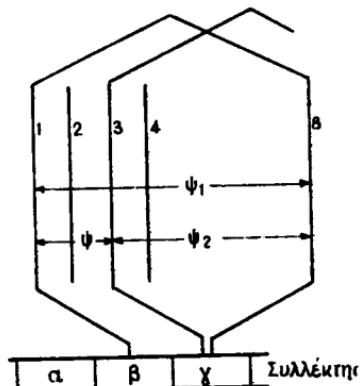
Ἡ σύνδεση τῶν διπολοίπων δύο ἄκρων τῶν ἄγωγῶν 1 καὶ 8 πρέπει γίνη, δπως ἔξηγήσαμε στὴν παράγραφο 1·4 (ἐδάφιο 3), μὲ δύο τομεῖς τοῦ συλλέκτη. Ἡ σύνδεση αὐτὴ μπορεῖ νὰ γίνη κατὰ δύο τρόπους, δπότε ἔχομε δύο εἰδῆ τυλιγμάτων: τὰ βροχοτυλίγματα καὶ τὰ

κυματοτυλίγματα. Παρακάτω θὰ ἔξετάσωμε χωριστά τὰ δύο αὐτὰ εἰδη τῶν τυλιγμάτων.

### 3. Βροχοτυλίγματα.

Σ' αὐτὰ τὰ τυλίγματα τὰ δύο ἐλεύθερα ἀκρα τῆς διμάδας συνδέονται σὲ δύο γειτονικούς τομεῖς τοῦ συλλέκτη, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 1.5 ε. Στὸ σχῆμα αὐτὸ δ συλλέκτης παριστάνεται καὶ αὐτὸς μὲ τὸ ἀνάπτυγμά του. Φανταζόμαστε, δηλαδὴ, δτι ἡ διάμετρος τοῦ συλλέκτη εἶναι ἵση μὲ τὴ διάμετρο τοῦ τυμπάνου καὶ κάνομε τὸ ἀνάπτυγμά του ἐπάνω στὸ ἰδιο ἐπίπεδο ποὺ εἶναι τὸ ἀγάπτυγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου.

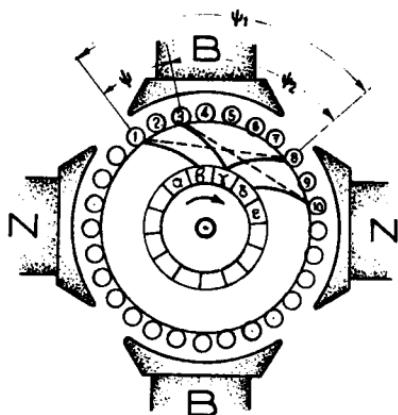
"Οπως ἀναφέραμε, στὰ πραγματικὰ τυλίγματα τὰ ἀκρα τῶν διμάδων συνδέονται ἀνὰ δύο στοὺς τομεῖς τοῦ συλλέκτη. "Αρα, στὸν τομέα γ (σχ. 1.5 ε) ποὺ ἔχει συνδεθῆ τὸ τέλος τῆς διμάδας τῶν ἀγωγῶν 1 καὶ 8



Σχ. 1.5 ε.

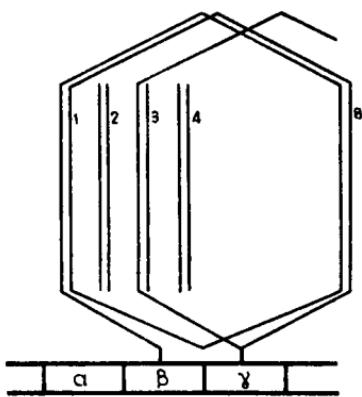
πρέπει νὰ συνδεθῇ καὶ ἡ ἀρχὴ τῆς ἐπόμενης διμάδας. 'Ο πρῶτος ἀγωγὸς αὐτῆς τῆς διμάδας πρέπει νὰ ἀπέχῃ ἀπὸ τὸν ἀγωγὸ 1 κατὰ δύο ἀγωγούς (στοιχεῖα), ἀρα πρέπει νὰ εἶναι δ ἀγωγὸς 3. 'Ο ἀγωγὸς αὐτὸς θὰ σχηματίσῃ διμάδα μὲ τὸν ἀγωγὸ 10. Οἱ συνδέσεις ποὺ ἀναφέραμε φαίνονται παραστατικότερα στὸ σχῆμα 1.5 ζ, δπου μὲ συνεχῆ γραμμή σημειώνονται οἱ συνδέσεις μὲ τοὺς τομεῖς τοῦ συλλέκτη, (μετωπικές συνδέσεις) καὶ μὲ διακοπόμενη γραμμή οἱ συνδέσεις στὴν ἀντίθετη πλευρὰ (δποσθιεὶς συνδέσεις).

Στὸ παράδειγμα ποὺ ἔξετάζομε θεωρήσαμε δτὶ κάθε στοιχεῖο τοῦ τυλίγματος ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα ἀγωγό. Τίποτε δὲν ἀλλάζει ἀπὸ δσα εἰπαμε, ἀν ἀντὶ γιὰ ἕναν ἔχωμε περισσότερους ἀγωγοὺς σὲ κάθε



Σχ. 1.5 ζ.

στοιχεῖο. Τὸ σχῆμα 1.5 η δείχγει μέρος ἀπὸ ἕνα δροχοτύλιγμα μὲ δύο ἀγωγούς σὲ κάθε στοιχεῖο (κάθε δμάδα ἔχει δύο σπεῖρες). Δηλαδὴ, ἡ



Σχ. 1.5 η.

ἀρίθμηση ποὺ χρησιμοποιοῦμε ἀντιστοιχεῖ στὰ στοιχεῖα καὶ δχὶ στοὺς ἀγωγούς.

Τὸ διάστημα  $\psi$ , (σχ. 1.5 ε καὶ σχ. 1.5 ζ) μεταξὺ τῶν δύο

στοιχείων μιᾶς διμάδας δυνομάζεται μερικό βῆμα τοῦ τυλίγματος καὶ μετρεῖται σὲ ἀριθμὸν στοιχείων. Εἶναι: δηλαδὴ στὸ παράδειγμά μας:

$$\psi_1 = 8 - 1 = 7 \text{ στοιχεῖα.}$$

Τὸ διάστημα  $\psi$ , μεταξὺ τοῦ τελευταίου στοιχείου μιᾶς διμάδας καὶ τοῦ πρώτου στοιχείου τῆς ἐπόμενης, δυνομάζεται ἐπίσης μερικό βῆμα τοῦ τυλίγματος. Μετρεῖται καὶ αὐτὸν σὲ ἀριθμὸν στοιχείων:

$$\psi_2 = 8 - 3 = 5 \text{ στοιχεῖα.}$$

Τέλος, τὸ διάστημα μεταξὺ τοῦ πρώτου στοιχείου μιᾶς διμάδας καὶ τοῦ πρώτου στοιχείου τῆς ἐπομένης διμάδας δυνομάζεται βῆμα τοῦ τυλίγματος ( $\psi$  στὸ σχ. 1·5 ε'). Τὸ βῆμα τοῦ τυλίγματος συνδέεται μὲ τὰ μερικὰ βῆματα μὲ τὴ σχέση:

$$\psi = \psi_1 - \psi_2$$

Στὸ παράδειγμα εἶναι:

$$\psi = 7 - 5 = 2 \text{ στοιχεῖα.}$$

Σὲ κάθε μηχανή συνεχούς ρεύματος τὰ  $\psi_1$ ,  $\psi_2$ , καὶ  $\psi$  εἶναι σταθερὰ γιὰ δλες τὶς διμάδες τοῦ τυλίγματός της.

Τὸ διάστημα μεταξὺ τῶν ἀξόνων δύο διαδοχικῶν πόλων δυνομάζεται, ὅπως εἴπαμε, πολικὸ βῆμα καὶ μετρεῖται συνήθως σὲ στοιχεῖα. Στὸ παράδειγμα ποὺ ἔξετάζομε τὸ πολικὸ βῆμα εἶναι ἵσο μὲ 7 στοιχεῖα.

“Αγ τώρα συνεχίσωμε τὶς συγδέσεις τῶν 28 στοιχείων τῆς τετραπολικῆς μηχανῆς ποὺ ἔξετάζομε, φροντίζοντας νὰ κρατοῦμε σταθερὰ τὰ βῆματα τοῦ τυλίγματος, θὰ σχηματίσωμε τὸν Πίνακα 1 (σελ. 34) συγδέσεων.

“Οπως παρατηροῦμε στὸν Πίνακα αὐτόν, τὸ τύλιγμα, ἀφοῦ περιέλαβε δλα τὰ στοιχεῖα, ἔκλεισε στὸ στοιχεῖο ἀπὸ τὸ δποτὸ ἀρχίσαμε. Μὲ βάση τὸν Πίνακα αὐτόν, μποροῦμε νὰ σχεδιάσωμε τώρα δλο τὸ τύλιγμα στὸ ἀνάπτυγμα τοῦ τυμπάνου (σχ. 1·5 θ).

‘Απ’ δσα εἴπαμε στὰ προηγούμενα συμπεραίνομε, δτι δ ἀριθμὸς τῶν τομέων τοῦ συλλέκτη εἶναι ἵσος μὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν διμάδων τοῦ τυλίγματος, δηλαδὴ μὲ τὸ μισὸ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 1.

Όπισθιες συγδέσεις	Μετωπικὲς συγδέσεις.
Στοιχεῖο 1 μὲ τὸ $1 + 7 = 8$	Στοιχεῖο 8 μὲ τὸ $8 - 5 = 3$
» 3 » » $3 + 7 = 10$	» 10 » » $10 - 5 = 5$
» 5 » » $5 + 7 = 12$	» 12 » » $12 - 5 = 7$
» 7 » » $7 + 7 = 14$	» 14 » » $14 - 5 = 9$
» 9 » » $9 + 7 = 16$	» 16 » » $16 - 5 = 11$
» 11 » » $11 + 7 = 18$	» 18 » » $18 - 5 = 13$
» 13 » » $13 + 7 = 20$	» 20 » » $20 - 5 = 15$
» 15 » » $15 + 7 = 22$	» 22 » » $22 - 5 = 17$
» 17 » » $17 + 7 = 24$	» 24 » » $24 - 5 = 19$
» 19 » » $19 + 7 = 26$	» 26 » » $26 - 5 = 21$
» 21 » » $21 + 7 = 28$	» 28 » » $28 - 5 = 23$
» 23 » » $23 + 7 = 30$ δηλ. 2	» 2 » » $30 - 5 = 25$
» 25 » » $25 + 7 = 32$ δηλ. 4	» 4 » » $32 - 5 = 27$
» 27 » » $27 + 7 = 34$ δηλ. 6	» 6 » » $34 - 5 = 29$ δηλ. 1

## 4. Ή θέση τῶν ψηκτρῶν.

"Ἄς δοῦμε τώρα ποὺ πρέπει νὰ τοποθετηθοῦν οἱ φῆκτρες.

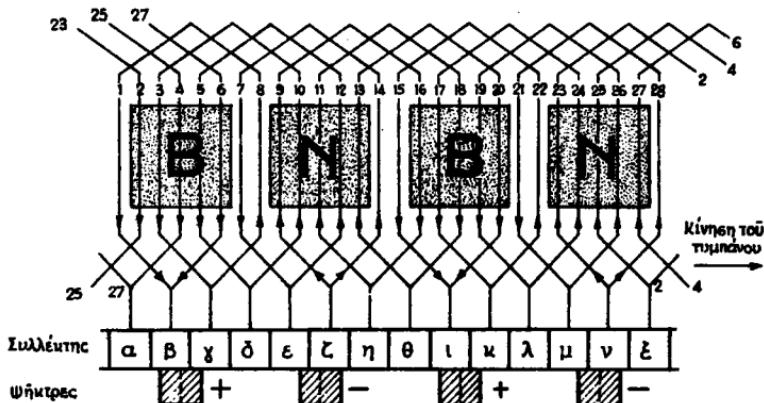
"Οπως ἀναφέρχιμε καὶ στὴν παράγραφο 1·2 (ἐδάφις 3), οἱ φῆκτρες παίρνουν τὸ ρεῦμα ἀπὸ τοὺς τομεῖς τοῦ συλλέκτη ἥ, ἀντίστροφα, διοχετεύουν τὸ ρεῦμα μέσα ἀπὸ τοὺς τομεῖς τοῦ συλλέκτη στὸ τύλιγμα. Στὶς γεννήτριες τὸ ρεῦμα ἀκολουθεῖ τὴ διεύθυνση τῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων ποὺ δημιουργοῦνται μέσα

στοὺς ἀγωγούς. Θὰ πρέπει, λοιπόν, νὰ τοποθετήσωμε φῆκτρες στοὺς τομεῖς ἐκείνους, ποὺ συνδέονται μὲ ἀγωγούς μέσα στοὺς δόποιους οἱ ἡλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις ἔχουν τὴν ἕδια διεύθυνση.

"Οταν οἱ ἡλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις διευθύνωνται πρὸς τὸν τομέα τοῦ συλλέκτη, ἥ φῆκτρα εἶναι θετική. Τέτοιοι τομεῖς εἶναι οἱ β

καὶ εἰ στὸ σχῆμα 1.5θ. Ὅταν οἱ τήλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις διευθύνωνται ἀντίθετα, τότε οἱ φῆκτρες ποὺ τοποθετοῦμε εἶναι ἀρνητικές. Ἐτοι στὸ σχῆμα 1.5θ οἱ φῆκτρες, ποὺ ἐφάπτονται στοὺς τομεῖς ζ καὶ ν, εἶναι ἀρνητικές.

Στὴν πραγματικότητα τὸ τύλιγμα καὶ διαλέκτης περιστρέφονται, ἐνῶ οἱ πόλοι καὶ οἱ φῆκτρες μένουν ἀκίνητοι. Ἐν σχεδιάσωμε τὸ τύλιγμα σὲ διάφορες θέσεις ὡς πρὸς τοὺς πόλους, θὰ



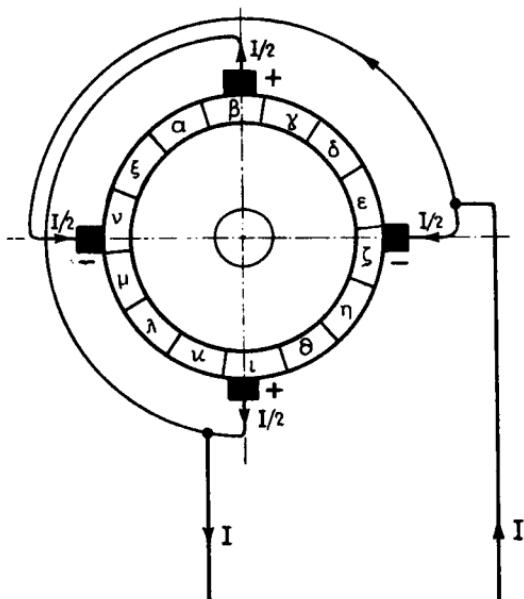
Σχ. 1.5θ. Βροχοτύλιγμα τετραπολικῆς μηχανῆς.

δοῦμε τότε δτι: τῇ θέσῃ στὴν δποίᾳ πρέπει νὰ βάλωμε μία φῆκτρα, μετατοπίζεται λίγο, πότε ἀριστερὰ καὶ πότε δεξιά, ἐν σχέσει μὲ μιὰ θέση ποὺ εἶναι στὸν ἀξονα τοῦ πόλου. Γι' αὐτὸ τὸ λόγο οἱ φῆκτρες στὸ σχῆμα 1.5θ δὲν τοποθετήθηκαν ἀκριβῶς στὶς θέσεις τῶν τομέων β, ζ, ι καὶ ν, ἀλλὰ στοὺς ἀξονες τῶν ἀντιστοίχων πόλων.

Βλέπομε, λοιπόν, δτι: στὴν τετραπολικὴ μηχανὴ ποὺ ἔξετάζομε μὲ τὰ 28 στοιχεῖα καὶ μὲ βροχοτύλιγμα, πρέπει νὰ τοποθετήσωμε τέσσερες φῆκτρες, δηλαδή, δύο θετικές καὶ δύο ἀρνητικές. Αὐτὸς εἶναι γενικὸς κανόνας στὰ βροχοτύλιγματα, δηλαδή, δ ἀριθμὸς τῶν φῆκτρῶν, νὰ εἶναι ἵσος μὲ τὸν ἀριθμὸ τῶν πόλων.

Οἱ θετικές καὶ οἱ ἀρνητικές φῆκτρες συνδέονται μεταξύ

τους δπως δείχνει τὸ σχῆμα 1·5 i, ὥστε στοὺς ἀκροδέκτες τῆς μηχανῆς νὰ πηγαίνουν μόνο δύο ἀγωγοὶ (βλέπε καὶ σχ. 1·2 p). Τὸ σχῆμα 1·5 i δείχνει ἐπίσης πῶς μοιράζεται τὸ δλικὸ ρεῦμα I



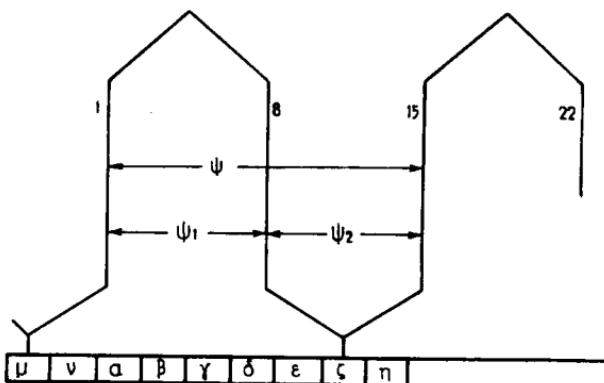
Σχ. 1·5 i. Σύνδεση ψηκτρών.

μιᾶς γεννήτριας συνεχούς ρεύματος στὶς θετικὲς καὶ ἀρνητικὲς ψῆκτρες.

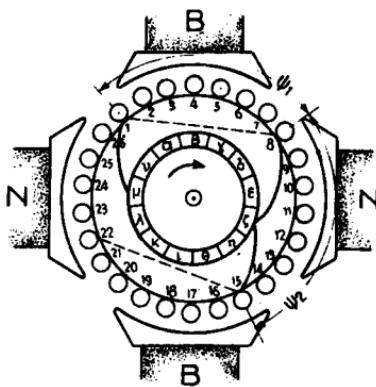
### 5. Κυματοτυλίγματα.

Στὰ τυλίγματα αὐτά, τὰ ἀκρα τῆς διμάδας δὲγ συγδέονται σὲ γειτονικοὺς τομεῖς τοῦ συλλέκτη (δπως στὰ βροχοτυλίγματα), ἀλλὰ σὲ τομεῖς ποὺ ἀπέχουν πολὺ μεταξύ τους. Τὸ σχῆμα 1·5 κ δίνει ἔνα παράδειγμα διμάδων ποὺ ἀγήκουν σὲ κυματοτύλιγμα. Τὰ ἀκρα τῆς διμάδας 1-8 συγδέονται στοὺς τομεῖς μ καὶ ζ, ποὺ ἀπέχουν μεταξύ τους ἐπτὰ τομεῖς τοῦ συλλέκτη. Στὸν τομέα ζ συγδέεται καὶ ἡ ἀρχὴ τῆς ἐπόμενης διμάδας 15-22. Δηλαδὴ, δπως καὶ στὰ βροχοτυλίγματα, τὰ ἀκρα τῶν διμάδων συγδέονται καὶ ἐδῶ ἀγὰ δύο στοὺς τομεῖς τοῦ συλλέκτη. Οἱ συγδέσεις τῶν δύο διμάδων ποὺ ἀγαφέραμε φαίνονται παραστα-

τικότερα στὸ σχῆμα 1·5 λ, ποὺ δείχνει ἕνα τύμπανο τετραπολικῆς μηχανῆς μὲ 26 στοιχεῖα. Τὰ μερικὰ βήματα τοῦ τυλίγματος καθὼς καὶ τὸ βῆμα τοῦ τυλίγματος δρίζονται δπως στὰ βροχοτυλίγματα. Ἡ μόνη



Σχ. 1·5 κ.



Σχ. 1·5 λ.

διαφορὰ εἶναι, δτὶ στὰ κυματοτυλίγματα τὸ βῆμα  $\psi$  εἶναι ἵσο μὲ τὸ ζῆροισμα τῶν μερικῶν βημάτων  $\psi_1$  καὶ  $\psi_2$ :

$$\psi = \psi_1 + \psi_2$$

Στὸ προηγούμενο παράδειγμα ἔχομε:

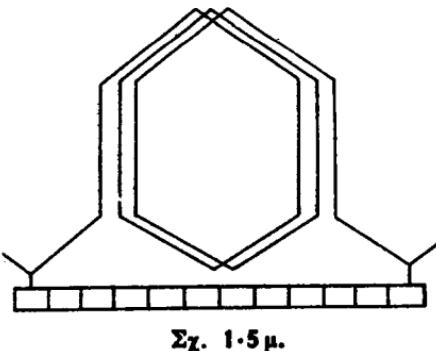
$$\psi_1 = 7 \text{ στοιχεῖα} \quad \psi_2 = 7 \text{ στοιχεῖα}$$

καὶ ἐπομένως:  $\psi = 7 + 7 = 14$  στοιχεῖα.

Όπως στὰ βροχοτυλίγματα ἔτσι καὶ ἐδῶ τὰ στοιχεῖα μπορεῖ

γ' ἀποτελοῦνται ἀπὸ περισσότερους ἀπὸ ἕνα ἀγωγούς. Τὸ σχῆμα 1·5 μ δείχνει μὲν ὅμαδα ἀπὸ κυματοτύλιγμα ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ τρεῖς σπεῖρες, δηλαδὴ, μὲ τρεῖς ἀγωγούς σὲ κάθε στοιχεῖο.

Τόσο στὰ κυματοτύλιγματα δοῦ καὶ στὰ βροχοτυλίγματα ἡ ἐκλογὴ τῶν μερικῶν βῆμάτων  $\psi_1$  καὶ  $\psi_2$  (ἀπὸ τὰ δύο προκύπτει τὸ βῆμα  $\psi$ ) δὲν γίνεται αὐθαίρετα. Γιὰ νὰ είναι δυνατὸν νὰ πραγματοποιηθῇ ἔνα τύλιγμα πρέπει τὰ  $\psi_1$  καὶ  $\psi_2$ , νὰ πληροῦν δρισμένες συνθῆκες. Οἱ συνθῆκες αὐτὲς μᾶς καθορίζουν καὶ τὸ εἶδος τοῦ τυλίγματος ποὺ μπο-



Σχ. 1·5 μ.

ροῦμε νὰ κάνωμε κάθε φορά. "Αγ π.χ. θελήσωμε νὰ κάνωμε κυματοτύλιγμα μὲ τὰ 28 στοιχεῖα τοῦ παραδείγματος ποὺ ἔχετάσσει στὰ «Βροχοτυλίγματα» (σελίδα 31 κ. ἐ.), θὰ δοῦμε δτὶ αὐτὸ δὲν είναι πραγματοποιήσιμο. Μὲ 26 δμως στοιχεῖα μποροῦμε γὰρ κάνωμε ἔνα κυματοτύλιγμα μὲ μερικὰ βῆματα:

$$\psi_1 = 7 \text{ καὶ } \psi_2 = 7.$$

"Ο παρακάτω Πίνακας 2 δίγει τὶς συνδέσεις ποὺ πρέπει νὰ γίνουν. Παρατηροῦμε δτὶ τὸ τύλιγμα είναι πραγματοποιήσιμο, ξεκινώντας ἀπὸ τὸ στοιχεῖο 1 περνᾶμε ἀπὸ δλα τὰ στοιχεῖα καὶ ξαναρχίμαστε στὸ 1. Τὸ σχῆμα 1·5 ν δείχνει τὸ τύλιγμα αὐτὸ στὸ ἀγάπτυγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου.

"Η θέση ὧν ψηκτρῶν καθορίζεται καὶ ἑδῶ μὲ βάση τὴν ἴδια σκέψη ποὺ ἀναφέραμε στὰ βροχοτυλίγματα. Στὸ σχῆμα 1·5 ν ἔχουν τοποθετηθῆ ὥστε ἀπαιτούμενες ψῆκτρες. "Οπως παρατηροῦμε, ἡ θέση τους είναι πάλι στὸν ἀξονα τῶν πόλων. Χωρὶς νὰ τὸ ἐξηγήσωμε ἀγκφέρομε μόνο, δτὶ στὰ κυματοτύλιγμα δ ἀριθμὸς τῶν ψηκτρῶν δὲν είναι πάντοτε ἴσος μὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν πόλων. "Η σύγδεση τῶν θετικῶν καὶ

## ΠΙΝΑΚΑΣ 2.

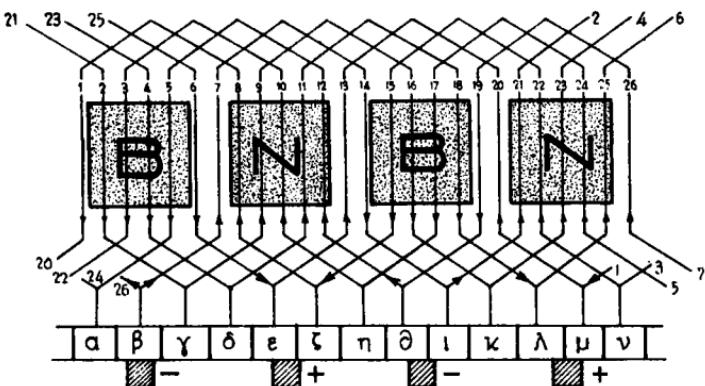
Όπισθιες συνδέσεις	Μετωπικές συνδέσεις
Στοιχείο 1 μὲ τὸ $1 + 7 = 8$	Στοιχείο 8 μὲ τὸ $8 + 7 = 15$
» 15 » » $15 + 7 = 22$	» 22 » » $22 + 7 = 29$ δηλ. 3
» 3 » » $3 + 7 = 10$	» 10 » » $10 + 7 = 17$
» 17 » » $17 + 7 = 24$	» 24 » » $24 + 7 = 31$ δηλ. 5
» 5 » » $5 + 7 = 12$	» 12 » » $12 + 7 = 19$
» 19 » » $19 + 7 = 26$	» 26 » » $26 + 7 = 33$ δηλ. 7
» 7 » » $7 + 7 = 14$	» 14 » » $14 + 7 = 21$
» 21 » » $21 + 7 = 28$ δηλ. 2	» 2 » » $2 + 7 = 9$
» 9 » » $9 + 7 = 16$	» 16 » » $16 + 7 = 23$
» 23 » » $23 + 7 = 30$ δηλ. 4	» 4 » » $4 + 7 = 11$
» 11 » » $11 + 7 = 18$	» 18 » » $18 + 7 = 25$
» 25 » » $25 + 7 = 32$ δηλ. 6	» 6 » » $6 + 7 = 13$
» 13 » » $13 + 7 = 20$	» 20 » » $20 + 7 = 27$ δηλ. 1

ἀρνητικῶν ψηκτρῶν μεταξύ τους γίνεται σύμφωνα μὲ δσα εἴπαμε στὲ μέρος ποὺ μιλήσαμε γιὰ τὴν θέση τῶν ψηκτρῶν (σελ. 34·36).

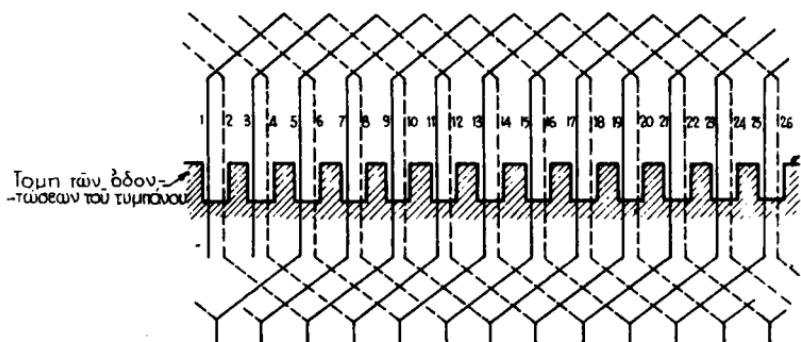
## 6. Τὰ τυλίγματα στὴν πράξη.

Τὰ σχήματα  $1 \cdot 5\theta$  καὶ  $1 \cdot 5\nu$  ἔχουν σχεδιασθῆ σὰν νὰ ἔχουν τὰ στοιχεῖα τοῦ τυλίγματος δόμοιόμορφα τοποθετημένα ἔνα· ἔνα μέσα στὶς δδοντώσεις τοῦ τυμπάνου. Στὴν πράξη, δπως ἀναφέραμε καὶ στὴν παράγραφο  $1 \cdot 2$ , τὰ στοιχεῖα τοποθετοῦνται μέσα στὶς δδοντώσεις κατὰ τέτοιο τρόπο, ὥστε σὲ κάθε λούκι νὰ ὑπάρχουν δύο στοιχεῖα, ἔνα κάτω καὶ ἔνα ἐπάνω. Δηλαδή, τὰ στοιχεῖα τοῦ τυλίγματος σχηματίζουν δύο στρώσεις. "Αν π.χ. θελήσωμε νὰ τοποθετήσωμε τὰ στοιχεῖα τοῦ τυλίγματος ποὺ παριστάνει τὸ σχῆμα  $1 \cdot 5\nu$  κατ' αὐτὸν τὸν τρόπο, τότε θὰ πρέπει κάθε στοιχεῖο ποὺ ἔχει ἀρτιο ἀριθμὸ νὰ πάη στὴν κάτω στρωση καὶ κάθε στοιχεῖο ποὺ ἔχει περιττὸ ἀριθμὸ νὰ πάη στὴν ἐπάνω στρώση, δπως φαίνεται στὸ σχῆμα  $1 \cdot 5\theta$ . Τὰ μέρη τοῦ τυλίγματος

που έχουν σχεδιασθή μὲ διακοπτόμενη γραμμή, τοποθετοῦνται στὴν κάτω στρώση. Στὸ ἵδιο αὐτὸ σχῆμα ἔχει σχεδιασθῆ καὶ ἡ τομὴ τῶν δδογτώσεων τοῦ τυμπάνου, ὥστε νὰ φαίνεται ποιὰ στοιχεῖα μπαίνουν στὸ ἵδιο λούκι.



Σχ. 1.5 ν. Κυματοτύλιγμα τετραπολικῆς μηχανῆς.



Σχ. 1.5 ξ. Τύλιγμα μὲ δύο στοιχεῖα σὲ κάθε δόδοντωση.

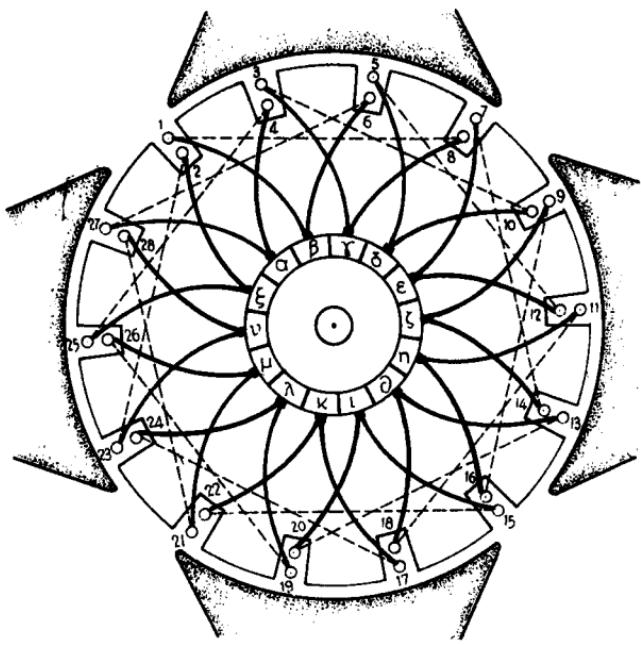
Τὸ σχῆμα 1.5 ο δείχνει τὸ βροχοτύλιγμα τοῦ σχῆματος 1.5 θ, δπως τοποθετεῖται στὴν πράξη μέσα στὶς δδογτώσεις τοῦ τυμπάνου μὲ τὰ στοιχεῖα σὲ δύο στρώσεις.

Κατὰ τὸν ἵδιο τρόπο τὸ σχῆμα 1.5 π (σελ. 42) δείχνει τὸ κυματοτύλιγμα τοῦ παραπάνω σχῆματος 1.5 ν.

Τὸ πῶς κατασκευάζονται καὶ διαμορφώνονται οἱ διμάδες γιὰ τυλίγματα μηχανῶν συνεχούς ρεύματος, ἔχει ἐξηγηθῆ στὸ μέρος που μιλήσαμε γιὰ τὸν δρομέα (σελ. 9-13). Τὸ σχῆμα 1.2 λ δείχνει μιὰ δια-

μορφωμένη διάδα. Στό σχήμα 1·2 μ φαίνεται δ τρόπος, μὲ τὸν διοίο τοποθετούμεναις οἱ διάδεις μέσα στὶς δδοντώσεις τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, ὡστε νὰ σχηματισθῇ τὸ τύλιγμα σὲ δύο στρώσεις, δπως τὸ περιγράψαμε.

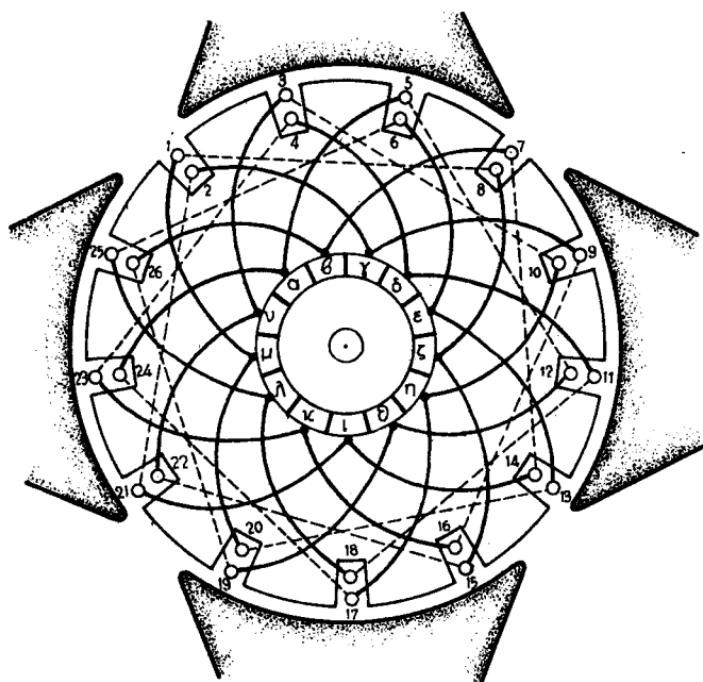
Αναφέρομε έπισης δτι πολλές φορές κατασκευάζονται τυλίγματα μὲ συγκροτήματα ἀπὸ 2 ή 3 δμάδες μαζύ, διαμορφωμένα δπως η δμάδα που δείχνει τὸ σχῆμα 1·2λ, δπότε έχομε 4 ή 6 ἐλεύθερα ἄκρα



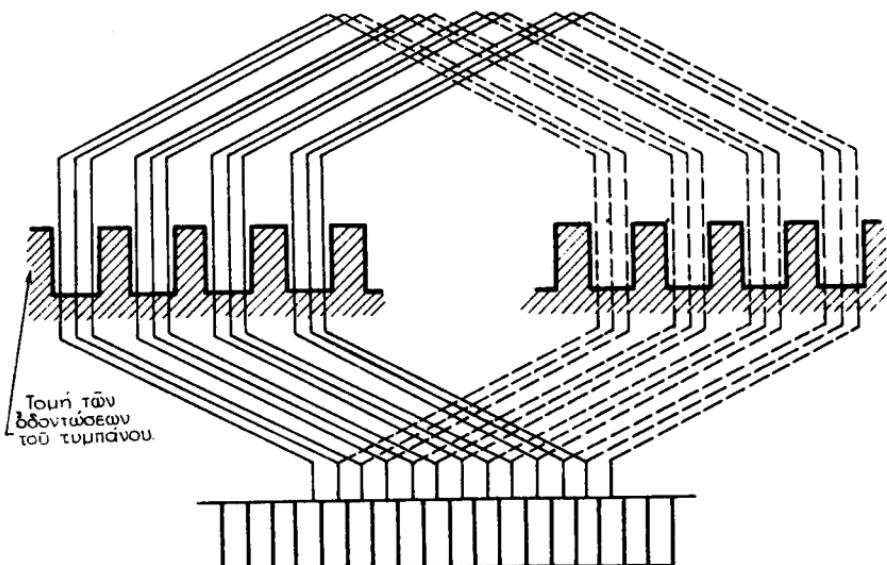
**Σχ. 1-5 ο. Βροχοτύλιγμα τετραπολικής μηχανής.**

ἀπὸ κάθε συγκρότημα. Τὰ συγκροτήματα αὐτὰ τοποθετοῦνται μέσα στις δδοντώσεις δπως οἱ διαμορφωμένες δμάδες, τὰ δὲ ἀκρα' τους συ- δέονται στοὺς τομεῖς τοῦ συλλέκτη, δπως δταν οἱ δμάδες είναι τοπο- θετημένες σὲ ξεχωριστὲς δδοντώσεις. Τὸ σχῆμα 1·5 ρ δείχνει ἔνα τμῆ- μα ἀπὸ βροχοτύλιγμα μὲ συγκροτήματα ἀπὸ τρεῖς δμάδες. Κάθε δμάδα ἔχει ἔνα ἀγωγὸ σὲ κάθε στοιχεῖο.

Τέλος, στὰ χειροποίητα τυλίγματα (βλ. καὶ σχ. 1·2κ), δὲν είναι δυνατὸν νὰ τηρηθῇ ή ἀρχὴ ποὺ ἀναφέραμε, δηλαδὴ δσα στοιχεῖα ἔχουν ἄρτιο ἀριθμὸν νὰ τοποθετούνται στή μία στρώση, καὶ δσα ἔχουν

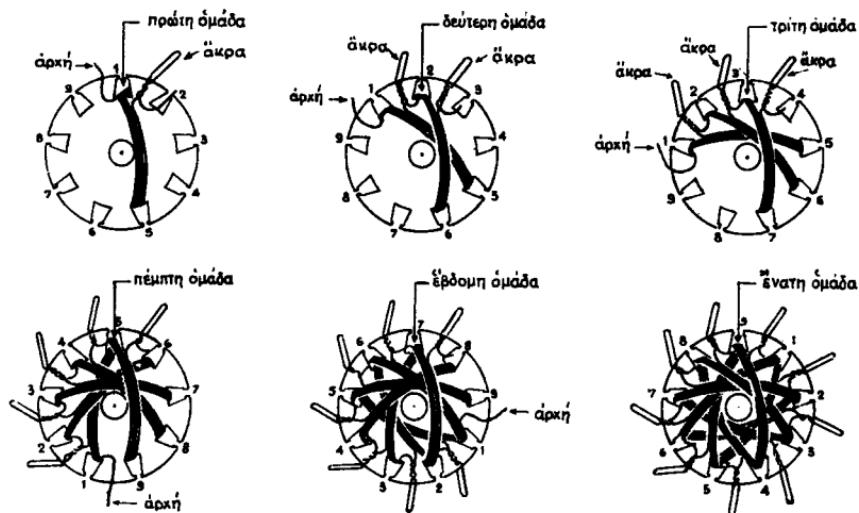


Σχ. 1-5 π. Κυματοτύλιγμα τετραπολικής μηχανῆς.



Σχ. 1-5 ρ.

περιττό δριθμό στήν ἀλλη. Τὸ τύλιγμα στὶς περιπτώσεις αὐτὲς γίνεται πάλι σε δύο στρώσεις, δπως φαίνεται καὶ στὸ σχῆμα 1·5 σ., ποὺ δείχνει μερικὰ ἀπὸ τὰ διαδοχικὰ στάδια, στὰ δποῖα γίνεται ἡ περιέλιξη σ' ἕνα χειροποίητο τύλιγμα μὲ ἐννέα δμάδες καὶ ἐννέα δδοντώσεις. Παρατη-



Σχ. 1·5 σ.

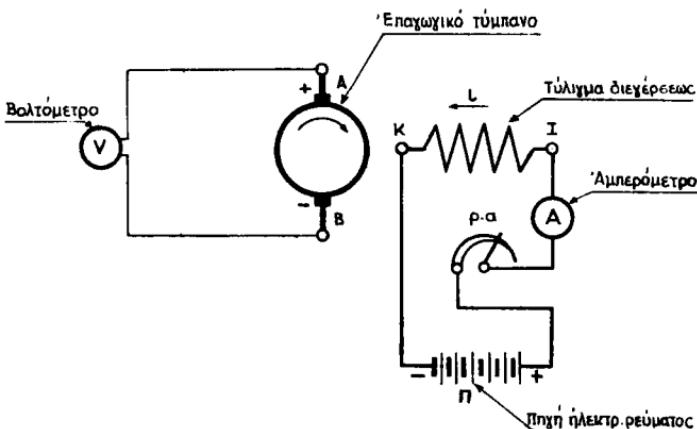
ροῦμε ὅτι δρισμένες δμάδες ἔχουν καὶ τὰ δύο στοιχεῖα στήν κάτω στρώση, ἐνώ ἄλλες ἔχουν καὶ τὰ δύο στοιχεῖα τους στήν ἐπάνω στρώση. Στὸ σχῆμα αὐτὸ δφαίνονται ἐπίσης τὰ ἄκρα τῶν δμάδων πού, δπως ἔξηγήσαμε, συγδέονται στοὺς τομεῖς τοῦ συλλέκτη.

## 1·6 Λειτουργία τῶν γεννητριῶν συνεχοῦς ρεύματος.

### 1. Λειτουργία ἐν κενῷ.

Ἄς ὑποθέσωμε ὅτι ἔχομε μία γεννήτρια συνεχοῦς ρεύματος, ποὺ τὸ ἐπαγωγικό τῆς τύμπανο περιστρέφεται ἀπὸ μία κινητήρια μηχανὴ μὲ ἕνα δρισμένο ἀριθμὸ στροφῶν στὸ λεπτό. Τὸ τύλιγμα διεγέρσεως τῆς γεννήτριας τροφοδοτεῖται ἀπὸ μία πηγὴ συνεχοῦς ρεύματος, δπως ἔξηγήσαμε στήν παράγραφο 1·3 (σχ.

1 · 3 α). Γιά νὰ μποροῦμε νὰ ρυθμίζωμε τὴν ἔνταση διεγέρσεως ἔχομε συνδέσει μιὰ μεταβλητὴ ἀντίσταση στὸ κύκλωμα διεγέρσεως καθὼς καὶ ἕνα ἀμπερόμετρο, μὲ τὸ δποῖο μετροῦμε τὴν ἔνταση ποὺ ἔχομε κάθε φορά. Ἡ γεννήτρια ἐργάζεται ἐν κενῷ, δηλαδὴ δὲν ἔχει συνδεθῆ φορτίο στοὺς ἀκροδέκτες τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου.



Σχ. 1 · 6 α.

Τὸ σχῆμα 1 · 6 α δείχνει τὴν συνδεσμολογία τῆς γεννήτριας ποὺ ἀναφέραμε παραπάνω. Τὰ A καὶ B εἶναι οἱ ἀκροδέκτες τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, δηλαδὴ οἱ ἀκροδέκτες τῆς μηχανῆς ποὺ συνδέονται μὲ τὶς ψῆκτρες. Τὸ KI παριστάνει δλο τὸ τύλιγμα διεγέρσεως, τὸ δποῖο, σπως εἰπαχιε, τροφοδοτεῖται ἀπὸ τὴν πηγὴν II. Ἡ μεταβλητὴ ἀντίσταση ρ·α ρυθμίζει τὴν ἔνταση διεγέρσεως καὶ γι' αὐτὸ δονομάζεται ρυθμιστικὴ ἀντίσταση διεγέρσεως.

Τὴν τάση ποὺ μᾶς δείχνει τὸ βολτόμετρο ποὺ ἔχει συνδεθῆ στοὺς ἀκροδέκτες A καὶ B (σχ. 1 · 6 α), δταν δὲν ὑπάρχῃ φορτίο συνδεμένο σ' αὐτούς, τὴν δονομάζομε τάση ἐν κενῷ τῆς γεννήτριας. Ἡ τάση αὐτὴ δὲν εἶναι τίποτα ἄλλο παρὰ ἡ ηλεκτρογερετικὴ δύναμη τῆς γεννήτριας, πού, δπως εἰδαμε, δημιουργεῖται ἀπὸ ἐπαγωγὴν μέσα στοὺς ἀγωγοὺς τοῦ τυλίγματος τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου.

vou. Οἱ ἀγωγοὶ αὐτοὶ, δπως ἔξηγήσαμε, εἰναι: διαμορφωμένοι σὲ δμάδες. Οἱ δμάδες πάλι: συνδέονται μεταξύ τους σὲ σειρὰ στοὺς τομεῖς τοῦ συλλέκτη (σχ. 1·5θ). "Αρα, ἀνάμεω στὶς ψῆκτρες θὰ ἐπικρατῇ μιὰ τάση ἵση μὲ τὸ ἀθροισμα τῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων δλων τῶν ἀγωγῶν ποὺ ἔχουν συνδεθῆ σὲ σειρὰ ἀνάμεσα στὶς θετικὲς καὶ ἀρνητικὲς ψῆκτρες.

"Αν μὲ τὴν ρυθμιστικὴν ἀντίσταση μεταβάλωμε τὴν ἔνταση διεγέρσεως *i*, ποὺ μᾶς δείχνει τὸ ἀμπερόμετρο (σχ. 1·6α), θὰ δοῦμε δτὶ μεταβάλλεται καὶ ἡ τάση ἐν κενῷ E ποὺ δείχνει τὸ βιολτόμετρο. "Αν τὸ *i* μεγαλώσῃ, θὰ μεγαλώσῃ καὶ τὸ E. "Αν τὸ *i* ἐλαττωθῇ, θὰ ἐλαττωθῇ καὶ τὸ E. "Η ἔξηγηση εἰναι: πολὺ ἀπλῆ. Ξέρομε δτὶ: ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη τῶν ἀγωγῶν τοῦ τυμπάνου ἔξαρταται ἀπὸ τὴν ἔνταση τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ποὺ δημιουργεῖ τὸ τύλιγμα διεγέρσεως. "Η ἔνταση τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου πάλι: ἔξαρταται ἀπὸ τὴν ἔνταση τοῦ ρεύματος διεγέρσεως. "Αρα, καὶ ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη τῆς γεννήτριας, δηλαδὴ ἡ τάση ἐν κενῷ, ἔξαρταται ἀπὸ τὴν ἔνταση διεγέρσεως.

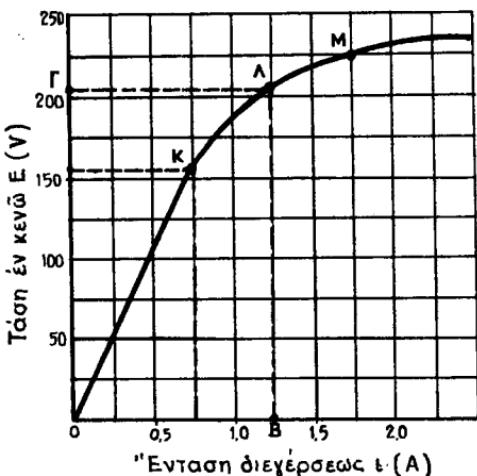
"Ἄσ φαντασθοῦμε τώρα δτὶ κάνομε τὸ ἀκόλουθο πείραμα. Κρατοῦμε σταθερὴ τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου τῆς γεννήτριας καὶ μετροῦμε τὴν τάση ἐν κενῷ E μὲ διάφορες ἔντάσεις διεγέρσεως *i*. "Αποκτοῦμε ἔτσι ζεύγη ἀντιστοίχων τιμῶν E καὶ *i*, ποὺ μᾶς δείχνουν πῶς μεταβάλλεται ἡ τάση ἐν κενῷ, δταν ἀλλάζῃ ἡ ἔνταση διεγέρσεως. Τὴν μεταβολὴν αὐτὴν τὴν δείχνει παραστατικότερα ἔνα διάγραμμα σὰν αὐτὸν τοῦ σχήματος 1·6β, ποὺ κατασκευάζεται μὲ τὰ ζεύγη αὐτὰ τῶν ἀντιστοίχων τιμῶν τῶν E καὶ *i*. Κάνομε δηλαδὴ τὸ ἔξης:

Χαράζομε δύο ἄξονες καθέτους μεταξύ τους καὶ συμφωνοῦμε, μὲ τὶς κλίμακες ποὺ δρίζομε ἐπάνω σ' αὐτούς, δ ἔνας νὰ παριστάνῃ τὶς ἔντάσεις διεγέρσεως καὶ δ ἀλλος τὶς τάσεις ἐν κενῷ.

"Ἐπειτα μεταφέρομε ἐπάνω στὸ διάγραμμα αὐτὸν τὰ ζεύγη ἀντιστοίχων τιμῶν E καὶ *i*. Μὲ ἔνα παράδειγμα θὰ ἔξηγήσωμε πῶς γίνεται αὐτό. "Ἄσ υποθέσωμε δτὶ στὶς μετρήσεις ποὺ κάναμε, μεταξύ τῶν ἀλλων πήραμε καὶ τὸ ἀκόλουθο ζεῦγος ἀντιστοίχων τιμῶν:

$$E = 205 \text{ V} \quad i = 1,25 \text{ A}$$

Στὸν ἀξονα τῶν ἐντάσεων διεγέρσεως ή ἔνταση  $i = 1,25 \text{ A}$  παριστάνεται ἀπὸ τὸ τμῆμα OB. Στὸν ἀξονα τῶν τάσεων, πάλι, ή τάση  $E = 205 \text{ V}$  παριστάνεται ἀπὸ τὸ τμῆμα OG. Ἀπὸ τὰ σημεῖα B καὶ G φέρνομε εὐθεῖες παράλληλες πρὸς τοὺς ἀξονες ποὺ τέμνονται στὸ ση-



Σχ. 1·6 β.

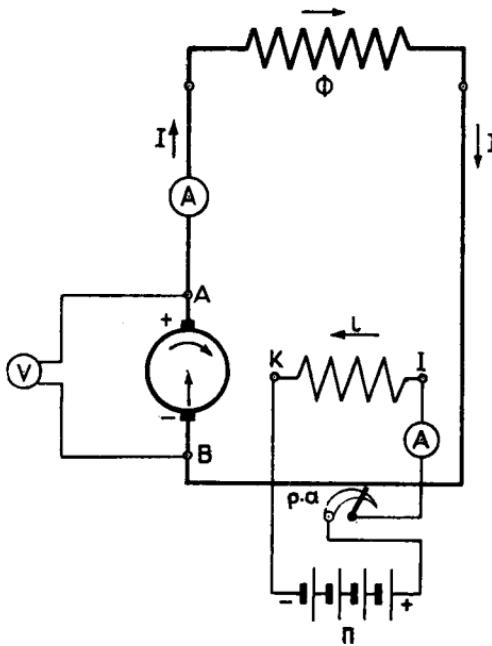
μετο Λ. Αὐτὸ τὸ σημεῖο παριστάνει τὸ ζεῦγος τιμῶν  $E = 205 \text{ V}$ ,  $i = 1,25 \text{ A}$ . Δηλαδὴ, παραδεχόμαστε ότι τὸ σημεῖο Λ ἔχει τὴν ἔξτης σημασία: "Οταν η ἔνταση διεγέρσεως είγαι ίση μὲ OB = 1,25 A, τότε η τάση ἐν κενῷ είγαι ίση μὲ τὸ τμῆμα BL, δηλαδὴ ίση μὲ τὸ OG, τὸ δποτὸ στὴν κλίμακα ποὺ ἔχομε δρίσει γιὰ τὶς τάσεις είγαι ίσο μὲ 205 V.

"Οπως καθορίζαμε τὸ σημεῖο Λ, καθορίζομε καὶ ἄλλα σημεῖα K, M κ.τ.λ. μὲ τὰ ὑπόλοιπα ζεύγη ἀντιστοίχων τιμῶν E καὶ i. Κατόπιν ἔνώνομε τὰ σημεῖα K, Λ, M κ.τ.λ. μὲ μία καμπύλη (σχ. 1·6 β.). Κάθε σημεῖο τῆς καμπύλης αὐτῆς ἔχει τὴ σημασία ποὺ δώσαμε παραπάνω στὸ σημεῖο Λ. Δηλαδὴ, η καμπύλη μᾶς δείχνει πῶς μεταβάλλεται η τάση ἐν κενῷ τῆς γεννήτριας, δταν ἀλλάζῃ η ἔνταση διεγέρσεως, ἐνῷ η ταχύτητα περιστροφῆς παραμένει σταθερή. Γι' αὐτὸ τὸν λόγο τὴν καμπύλη αὐτὴ τὴν δνομάζομε χαρακτηριστικὴ τάσεως ἐν κενῷ (ἢ στατικὴ χαρακτηριστικὴ) τῆς γεννήτριας.

## 2. Λειτουργία υπὸ φορτίο.

"Ας ύποθέσωμε τώρα ότι φορτίζομε τὴν γεννήτρια. Δηλαδή, συνδέομε στοὺς ἀκροδέκτες τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου ἐνα φορτίο  $\Phi$  (π.χ. μία ἀντίσταση), δπως δείχνει τὸ σχῆμα 1·6 γ.

"Η σύνδεση τοῦ φορτίου ἔχει σὰν συνέπεια νὰ περάσῃ μιὰ ἔνταση  $I$  μέσα ἀπ' αὐτὸ καὶ ἀπὸ τοὺς ἀγωγοὺς τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου.



Σχ. 1·6 γ.

"Ας δοῦμε τὶ ἀποτελέσματα ἔχει στὴ λειτουργία τῆς γεννήτριας ἡ ἔνταση αὐτή, ἐξετάζοντας τὶ συμβαίνει σὲ μιὰ διπολικὴ γεννήτρια. Τὰ συμπεράσματα, δημος, στὰ δύοῖς θὰ καταλήξωμε, ἵσχυον γιὰ κάθε γεννήτρια συνεχοῦς ρεύματος.

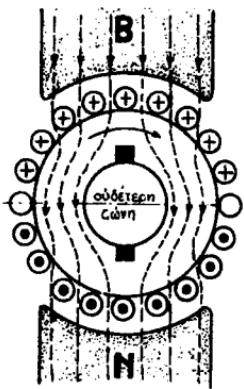
Τὸ σχῆμα 1·6 δ δείχνει τὸ μαγνητικὸ πεδίο ποὺ δημιουργεῖται ἀπὸ τοὺς πόλους τῆς μηχανῆς. Τὸ μαγνητικὸ αὐτὸ πεδίο δνομάζεται καὶ κύριο μαγνητικὸ πεδίο καὶ οἱ πόλοι δνομάζονται

**κύριοι πόλοι.** Στὸ ἕδιο σχῆμα ἔχουν σημειωθῆ καὶ οἱ διευθύνσεις τῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων μέσα στοὺς ἀγωγοὺς καθὼς καὶ οἱ φῆκτρες, πού, ὅποις εἴπαλιε στὴν παράγραφο 1 · 4 (ἔδάφιο 4) τοιούθετοῦται: στοὺς ἔξονες τῶν κυρίων πόλων.

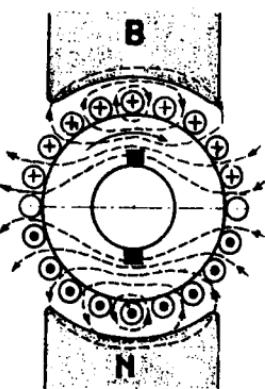
“Οταν ἡ μηχανὴ φορτισθῇ, θὰ περάσῃ μέσα ἀπ’ τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου ἡλεκτρικὸ ρεῦμα. Ἡ ἔνταση τοῦ ρεύματος μέσα στοὺς ἀγωγοὺς θὰ ἔχῃ τὴν ἕδια διεύθυνση μὲ τὶς ἡλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις. Γνωρίζομε, δμως, ἀπὸ τὴν Ἡλεκτροτεχνία, δτι, δταν ἔνας ἀγωγὸς διαρρέεται ἀπὸ ἡλεκτρικὸ ρεῦμα, δημιουργεῖ γύρω του ἔνα μαγνητικὸ πεδίο. Ἀρα, καὶ οἱ ἀγωγοὶ τοῦ τυμπάνου θὰ δημιουργήσουν ἔνα δικό τους μαγνητικὸ πεδίο. Οἱ μαγνητικὲς γραμμὲς τοῦ πεδίου αὐτοῦ θὰ διευθύνωνται ὅπως δείχνει τὸ σχῆμα 1 · 6 ε. Ὁταν λοιπὸν μία γεννήτρια συνεχοῦς ρεύματος ἐργάζεται ὑπὸ φορτίο, ἔχομε ἐκτὸς ἀπὸ τὸ κύριο μαγνητικὸ πεδίο καὶ τὸ μαγνητικὸ πεδίο τοῦ τυμπάνου. Τὸ ἀποτέλεσμα εἰναι νὰ παραμορφώνεται τὸ κύριο μαγνητικὸ πεδίο, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 1 · 6 ζ. Ἡ ἐπίδραση αὐτὴ τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, δταν διαρρέεται ἀπὸ ἡλεκτρικὸ ρεῦμα, στὸ κύριο μαγνητικὸ πεδίο δνομάζεται ἀντίδραση τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου.

Ἡ παραμόρφωση τοῦ κυρίου μαγνητικοῦ πεδίου ἔχει σὰν συνέπεια νὰ μετατοπισθῇ ἡ οὐδέτερη ζώνη, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 1 · 6 ζ. Οἱ φῆκτρες, γιὰ νὰ πληροῦν τὸν προσορισμὸ τους, πρέπει νὰ μετατεθοῦν σὲ μία θέση κάθετη πρὸς τὴν νέα οὐδέτερη ζώνη. Ἡ θέση αὐτό, θὰ ἔχωμε κατὰ τὴν λειτουργία τῆς μηχανῆς σπινθηρισμοὺς ἀνάμεσα στὸν συλλέκτη καὶ στὶς φῆκτρες. Ἡ μετάθεση αὐτὴ πρέπει νὰ εἰναι τόσο μεγαλύτερη, δσο μεγαλύτερη εἰναι ἡ ἔνταση ποὺ περνᾶ μέσα ἀπὸ τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο τῆς μηχανῆς, ἀφοῦ ἡ παραμόρφωση τοῦ κύριου μαγνητικοῦ πεδίου ἔξαρταται ἀπ’ τὴν ἔνταση τοῦ ρεύματος. Παρατηροῦμε ἀκόμια στὸ σχῆμα 1 · 6 ζ δτι, στὶς γεννήτριες ἡ μετάθεση τῶν ψηκτρῶν γίνεται κατὰ τὴν φορὰ περιστροφῆς τοῦ τυμπάνου τῆς μηχανῆς.

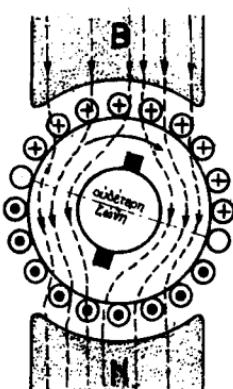
Στὴν πράξη τὶς φῆκτρες τὶς μεταθέτομε στρέφοντας τὸν φηκτροφορέα κατὰ μία σταθερή γωνία. Ἡ γωνία στροφῆς τοῦ φηκτροφορέα πρέπει νὰ εἶναι τέτοια, ὥστε νὰ μὴν ἔχωμε σπινθηρισμοὺς στὸν συλλέκτη, διὸν ἡ μηχανὴ ἐργάζεται' στὸ κανονικό τῆς φορτίο.



Σχ. 1·6δ.



Σχ. 1·6ε.



Σχ. 1·6ζ.

Μία ἄλλη συνέπεια ποὺ ἔχει ἡ ἀντίδραση τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου καὶ ἡ μετάθεση τῶν φηκτρῶν εἶναι διτὶ ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμι τῆς γεννήτριας ὑπὲ φορτίο εἰναι μικρότερη, ἀπὸ τὴν ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη ποὺ ἔχει ἐν κενῷ. Ἡ ἐξήγηση τοῦ φαινομένου αὐτοῦ ἔσφεύγει ἀπὸ τὸν προσορισμὸ τοῦ βιβλίου καὶ γι' αὐτὸ δὲν θ' ἀσχοληθοῦμε περισσότερο.

"Ἄς ὑποθέσωμε τώρα διτὶ μετροῦμε τὴν τάση τῆς γεννήτριας τοῦ σχήματος 1·6 γ μεταξὺ τῶν ἀκροδεκτῶν Α καὶ Β προτοῦ συνέσωμε τὸ φορτίο Φ. Δηλαδὴ, μετροῦμε τὴν τάση, Ε ἐν κενῷ γιὰ μιὰ δρισμένη ἔνταση διεγέρσεως. Κατόπιν φορτίζομε τὴν γεννήτρια μὲ ἔνταση φορτίσεως Ι χωρὶς νὰ μεταβάλωμε τὴν ἔνταση διεγέρσεως καὶ ξαναμετροῦμε τὴν τάση στοὺς ἀκροδέκτες τοῦ τυμπάνου τῆς. Θὰ δοῦμε τώρα, διτὶ τὸ βολτόμετρο δείχνει μία τάση, Ε ποὺ εἶναι μικρότερη ἀπὸ τὴν Ε καὶ μάλιστα τόσο μικρότερη,

'Ηλεκτροτεχνία Β'

δσο μεγαλύτερη είναι ή ένταση φορτίσεως I. Αύτο δφείλεται σε δύο λόγους:

‘Ο πρώτος λόγος είναι, ότι η ήλεκτρεγερτική δύναμη τῆς γεννήτριας ύπο φορτίο είναι μικρότερη, δπως εἴπαμε, ἀπὸ αὐτὴν ποὺ ἔχει ἐν κενῷ. ‘Ο δεύτερος λόγος είναι ή πτώση τάσεως μέσα στὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου ὅταν αὐτὸ διαρρέεται ἀπὸ τὴν ένταση φορτίσεως I. ‘Ο τελευταῖος αὐτὸς λόγος είναι ποὺ κάνει τὴν U νὰ είναι μικρότερη καὶ ἀπὸ τὴν ήλεκτρεγερτική δύναμη ποὺ ἔχει ή γεννήτρια ύπο φορτίο.

\*Ας φαντασθοῦμε τέλος, ότι στὴν γεννήτρια τοῦ σχήματος 1·6γ, ποὺ ἐργάζεται ύπο φορτίο, μεταβάλλομε μὲ τὴν ρυθμιστικὴ ἀντίσταση (ρ·α) τὴν ένταση διεγέρσεως I. Τὴν ένταση φορτίσεως I φροντίζομε νὰ τὴν κρατοῦμε σταθερὴ καθὼς καὶ τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ τυμπάνου. ‘Η τάση U, ποὺ μετρᾶ τὸ βολτόμετρο μεταξὺ τῶν ἀκροδεκτῶν A καὶ B, μεταβάλλεται καὶ αὐτή. Δηλαδή, μποροῦμε νὰ ρυθμίσωμε τὴν τάση ύπο φορτίο τῆς γεννήτριας, δπως καὶ τὴν τάση ἐν κενῷ, μεταβάλλοντας τὴν ένταση διεγέρσεως μὲ τὴν ρυθμιστικὴ ἀντίσταση.

‘Αν τὶς ἀντίστοιχες τιμὲς τῶν U καὶ τὶς βάλωμε σ’ ἔνα διάγραμμα σὰν αὐτὸ τοῦ σχήματος 1·6η, θὰ σχηματίσωμε μιὰ καμπύλη ποὺ θὰ μᾶς δείχνῃ πῶς μεταβάλλεται η τάση τῆς γεννήτριας, μὲ τὴν ένταση διεγέρσεως. ‘Η καμπύλη αὐτὴ (καμπύλη II στὸ σχῆμα 1·6η) δυομάζεται χαρακτηριστικὴ ύπο φορτίο. Στὸ ίδιο διάγραμμα ἔχει χαραχθῆ καὶ η χαρακτηριστικὴ ἐν κενῷ τῆς ίδιας μηχανῆς (καμπύλη I). ‘Οπως βλέπομε, γιὰ μιὰ ένταση διεγέρσεως I, η γεννήτρια ἔχει τάση ἐν κενῷ E καὶ τάση ύπο φορτίο U ποὺ είγαι μικρότερη τῆς E.

‘Αν π.χ. η ένταση διεγέρσεως είγαι:

$$i = 1,25 \text{ A}$$

τότε η τάση ἐν κενῷ τῆς γεννήτριας θὰ είναι:

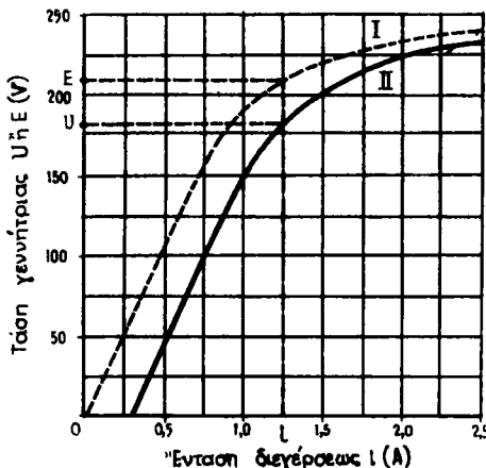
$$E = 210 \text{ V}$$

καὶ η τάση ύπο φορτίο:

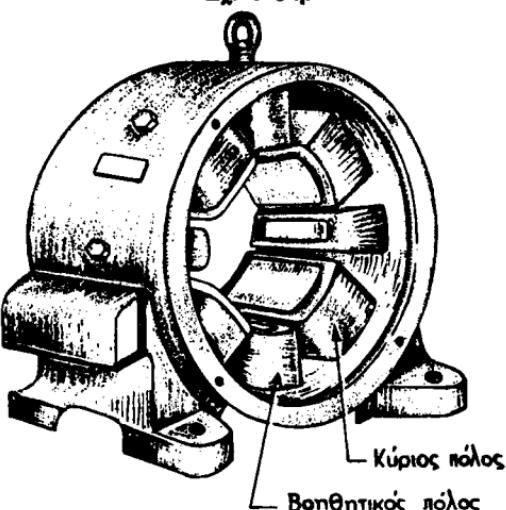
$$U = 180 \text{ V}.$$

### 3. Βοηθητικοὶ πόλοι.

Σήμερα οἱ κατασκευαστὲς τῶν περισσοτέρων μηχανῶν τοποθετοῦν μικροὺς μαγνητικοὺς πόλους στὶς οὐδέτερες ζῶνες τῆς μη-



Σχ. 1·6 η.



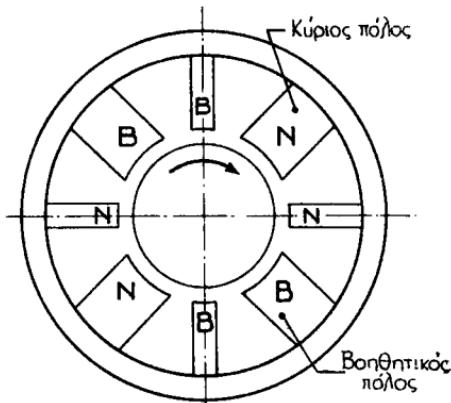
Σχ. 1·6 θ. Στάτης μὲ βοηθητικοὺς πόλους.

χανῆς (σχ. 1·6 θ). Οἱ πόλοι αὐτοὶ δνομάζονται βοηθητικοὶ πόλοι. Χρησιμοποιῶντας τοὺς πόλους αὐτούς, ἀποφεύγομε τοὺς σπιν-

θηρισμοὺς στὸν συλλέκτη, ὅταν ἡ μηχανὴ ἐργάζεται ὑπὸ φορτίο, χωρὶς νὰ κάμωμε μετάθεση τῶν φηκτρῶν.

Οἱ βοηθητικοὶ πόλοι ἀποτελοῦνται καὶ αὐτοὶ ἀπὸ τὸν πυρήνα καὶ τὸ τύλιγμα. "Οπως θὰ δοῦμε καὶ στὴν ἐποιμένη παράγραφο, τὰ τυλίγματα τῶν βοηθητικῶν πόλων συνδέονται σὲ σειρὰ μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου καὶ γι' αὐτὸ τὸ λόγο ἀποτελοῦνται ἀπὸ λίγες σπεῖρες χονδροῦ μονωμένου σύρματος.

Στὶς γεννήτριες συνεχοῦς ρεύματος τὰ τυλίγματα τῶν βοηθητικῶν πόλων συνδέονται κατὰ τέτοιο τρόπο, ὥστε νὰ ὑπάρχῃ διαδοχὴ κυρίων καὶ βοηθητικῶν πόλων, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα



Σχ. 1·6 i. Διαδοχὴ πόλων σὲ γεννήτρια συνεχοῦς ρεύματος.

1·6 i γιὰ μιὰ τετραπολικὴ γεννήτρια. Δηλαδή, ἡ σύνδεση γίνεται ἔτσι, ὥστε κατὰ τὴ φορὰ στροφῆς τοῦ τυμπάνου ὕστερα ἀπὸ κάθε βόρειο κύριο πόλο νὰ ἔρχεται ἔνας νότιος βοηθητικὸς καὶ ὕστερα ἀπὸ κάθε νότιο κύριο πόλο νὰ ἀκολουθῇ ἔνας βόρειος βοηθητικός.

## 1·7 Εἰδη γεννητριῶν συνεχοῦς ρεύματος.

### 1. Γενικά.

Προηγουμένως, γιὰ νὰ ἔξηγήσωμε πῶς λειτουργοῦν οἱ γεν-

νήτριες συνεχούς ρεύματος, δεχθήκαμε ότι τὸ τύλιγμα διεγέρσεως τροφοδοτεῖται ἀπὸ μία ξένη πηγή. Στὴν πραγματικότητα αὐτὸ δὲν συμβαίνει σ' ὅλες τὶς γεννήτριες συνεχούς ρεύματος. Τὸ τύλιγμα διεγέρσεως μπορεῖ νὰ τροφοδοτηθῇ καὶ ἀπὸ τὴν ἥδια τὴ μηχανὴ καὶ μάλιστα κατὰ διαφόρους τρόπους. Ἔτσι τὶς γεννήτριες, ἀνάλογα μὲ τὸν τρόπο ποὺ εἶναι συνδεμένο τὸ τύλιγμα: διεγέρσεως, τὶς διακρίνομε σὲ τέσσερεις κατηγορίες:

- α) Γεννήτριες μὲ ξένη διέγερση.
- β) Γεννήτριες μὲ παράλληλη διέγερση.
- γ) Γεννήτριες μὲ διέγερση σειρᾶς, καὶ
- δ) Γεννήτριες μὲ σύνθετη διέγερση.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὶς γεννήτριες μὲ ξένη διέγερση, ὅλες οἱ ἄλλες δονομάζονται καὶ αὐτοδιεγειρόμενες γεννήτριες γιὰ τὸν λόγο, ὅτι οἱ ἥδιες δίνουν τὸ ρεῦμα ποὺ χρειάζεται ἡ διέγερσή τους.

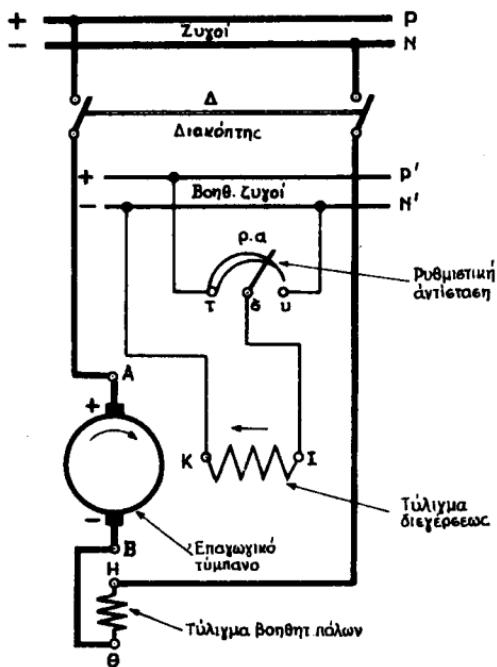
## 2. Γεννήτριες μὲ ξένη διέγερση.

Σ' αὐτὲς τὶς γεννήτριες τὸ τύλιγμα διεγέρσεως τροφοδοτεῖται ἀπὸ μιὰ ξένη πηγῆ, ὅπως ἐξηγήσαμε στὴν προηγούμενη παράγραφο 1·6. Ἡ συνδεσμολογία μιᾶς τέτοιας γεννήτριας φαίνεται στὸ σχῆμα 1·6 γ. Ἐὰν ἡ γεννήτρια ἔχῃ καὶ βοηθητικοὺς πόλους, τότε αὐτοὶ συνδέονται, ὅπως εἴπαμε, σὲ σειρὰ μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου τῆς μηχανῆς. Τὸ σχῆμα 1·7 α δείχνει τὴν συνδεσμολογία μιᾶς γεννήτριας μὲ ξένη διέγερση καὶ βοηθητικοὺς πόλους. Στὸ σχῆμα αὐτὸ τὰ τυλίγματα δλων τῶν βοηθητικῶν πόλων παριστάνονται μὲ τὸ ΗΘ.

Οἱ δύο παχειές γραμμὲς Ρ καὶ Ν στὸ σχῆμα 1·7 α παριστάνουν τοὺς ζυγοὺς τῆς γεννήτριας. Οἱ ζυγοὶ εἶναι συνήθως ράβδοι ἀπὸ χαλκὸ δρθιογωνικῆς διατομῆς ποὺ βρίσκονται στὸν πίνακα ἐλέγχου τῆς γεννήτριας. Στοὺς ζυγοὺς αὐτοὺς συνδέονται τὰ φορτία ποὺ πρόκειται νὰ τροφοδοτήσῃ ἡ γεννήτρια, ὅπως π. χ. οἱ

γραμμές ένδεικτον. "Όταν κλείσωμε τὸν διακόπτη  $\Delta$ , ή γεννήτρια τροφοδοτεῖ τὰ φορτία ποὺ εἶναι συνδεμένα στοὺς ζυγούς.

Στὶς μεγάλες γεννήτριες μὲ ξένη διέγερση ή πηγὴ συνεχούς ρεύματος τροφοδοτεῖ τοὺς βοηθητικοὺς ζυγούς  $P'$  καὶ  $N'$  (σχ. 1·7 α), στοὺς δποίους εἶναι συνδεμένο τὸ κύκλωμα διεγέρσεως τῆς γεννήτριας. Στὶς περιπτώσεις αὐτὲς οἱ βοηθητικοὶ ζυγοὶ

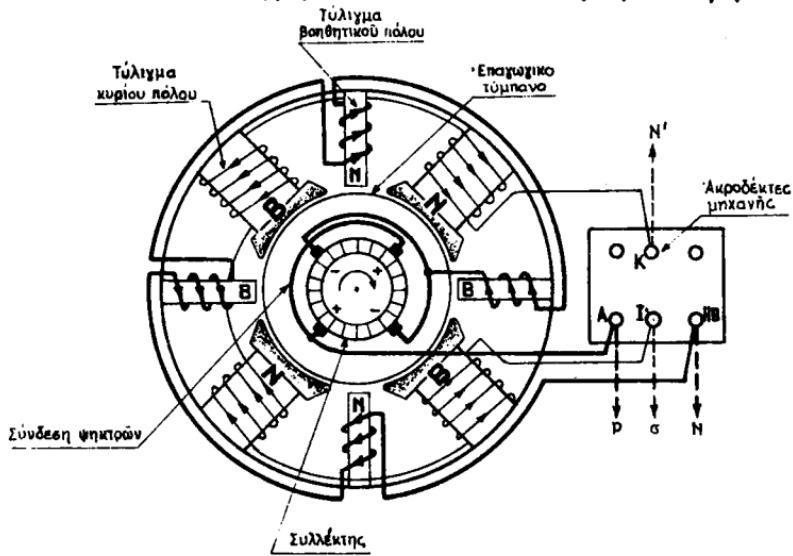


Σχ. 1·7 α. Γεννήτρια μὲ ξένη διέγερση.

εἶναι ἐπίσης τοποθετημένοι στὸν πίνακα ἐλέγχου τῆς γεννήτριας. Στὸν ἕδιο πίνακα βρίσκεται καὶ η ρυθμιστικὴ ἀντίσταση  $\rho \cdot \alpha$ , ποὺ μᾶς χρησιμεύει γιὰ νὰ μεταβάλλωμε τὸ ρεῦμα διεγέρσεως, δηλαδὴ, γιὰ νὰ μεταβάλλωμε τὴν τάση τῆς γεννήτριας.

Ἡ ρυθμιστικὴ ἀντίσταση εἶναι συνήθως στροφαλοφόρος μὲ πολλὲς ἐπαφὲς καὶ ἔχει τρεῖς ἀκροδέκτες, τοὺς  $\tau$ ,  $\sigma$  καὶ  $u$  (σχ. 1·7 α). Ο ἀκροδέκτης  $u$  συνδέεται μὲ τὸν ζυγὸν  $N'$ , δηλαδὴ οὐ-

σιαστικά μὲ τὸ ἄκρο Κ τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως. "Όταν θέλωμε νὰ διακόψωμε τὸ ρεῦμα διεγέρσεως, μεταφέρομε τὸν στρόφαλο τῆς ρυθμιστικῆς ἀντιστάσεως στὴν τελευταίᾳ ἐπαφή, ποὺ ἔναι συνδεμένη μὲ τὸν ἀκροδέκτη υ., δπότε βραχυκυκλώνονται τὰ ἄκρα Κ καὶ Ι τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπο ἀποφεύγομε σὲ σημαντικὸ βαθμὸ τὴν δημιουργία σπινθήρων στὶς ἐπαφὲς τῆς ἀντιστάσεως τὴν στιγμὴ ποὺ διακόπτεται τὸ ρεῦμα διεγέρσεως.



Σχ. 1.7 β. Τετραπολικὴ γεννήτρια μὲ ἔνη διέγερση.

Τὸ σχῆμα 1.7 β δείχνει τὴν πραγματικὴ συνδεσμολογία τῶν τυλιγμάτων σὲ μία τετραπολικὴ γεννήτρια μὲ ἔνη διέγερση καὶ βοηθητικοὺς πόλους. Τὰ βέλη ἐπάνω στὸν ἀγωγὸν τῶν τυλιγμάτων δείχνουν τὴν διεύθυνση τοῦ ρεύματος. Στὸ ἵδιο σχῆμα φαίνεται πῶς συνδέονται τὰ ἄκρα τῶν τυλιγμάτων στὸν ἀκροδέκτες τῆς μηχανῆς. Τὰ γράμματα, μὲ τὰ δποῖα ἔχομε χαρακτηρίσει τοὺς ἀκροδέκτες, εἶναι τὰ ἵδια μὲ ἐκεῖνα τοῦ σχῆματος 1.7 α.

Στὸν ἀκροδέκτη HB συνδέεται τὸ ἄκρο H τοῦ τυλίγματος τῶν βοηθητικῶν πόλων. Τὸ ἄλλο ἄκρο τοῦ τυλίγματος αὐτοῦ ἔχει

συνδεθῆ μέσα στὴ μηχανὴ μὲ τὸ Β τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, δηλαδὴ μὲ τὶς ἀρνητικὲς φῆκτρες. Ἐὰν ἡ μηχανὴ δὲν ἔχῃ βοηθητικοὺς πόλους, τότε τὸ ἄκρο Β τοῦ τυμπάνου θὰ συνδεθῆ κατ' εὐθείαν στὸν ἀκροδέκτη ΗΒ.

Τὰ βέλη μὲ τὶς διακοπτόμενες γραμμὲς (σχ. 1·7β) δείχνουν τὶς ἔξωτερικὲς συνδέσεις τῶν ἀκροδεκτῶν μὲ τοὺς ζυγοὺς (Ρ καὶ Ν), μὲ τὸν βοηθητικὸν ζυγὸν (Ν') καὶ μὲ τὴν ρυθμιστικὴν ἀντίσταση (σ).

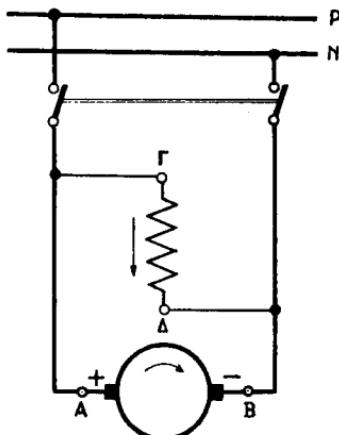
Ἄν σε μία γεννήτρια μὲ ξένη διέγερση ἀλλάξωμε τὴ διεύθυνση τοῦ ρεύματος διεγέρσεως, ἡ πολικότητα τῆς μηχανῆς ἀλλάζει. Δηλαδὴ οἱ φῆκτρες ποὺ ἤσαν θετικὲς προηγουμένως γίνονται τώρα ἀρνητικὲς καὶ οἱ ἀρνητικὲς γίνονται θετικές. Τὸ ἵδιο ἀποτέλεσμα ἔχει καὶ ἡ ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς περιστροφῆς τοῦ τυμπάνου τῆς μηχανῆς, διὰν δὲν ἀλλάξωμε τὴν διεύθυνση τοῦ ρεύματος διεγέρσεως. Ἡ ἐπαλήθευση αὐτῶν εἶναι εὔκολο νὰ γίνη μὲ τὴ βοήθεια τῆς ἀπλῆς γεννήτριας συνεχούς ρεύματος, ποὺ ἔξετάσαμε στὴν παράγραφο 1·4.

Ἄπὸ τὰ παραπάνω βγαίνει τὸ ἀκόλουθο συμπέρασμα: ὅταν σὲ μιὰ γεννήτρια μὲ ξένη διέργεση θελήσωμε νὰ ἀλλάξωμε τὴ φορὰ τῆς περιστροφῆς τῆς, χωρὶς νὰ ἀλλάξῃ ἡ πολικότητα τῆς μηχανῆς, θὰ πρέπει νὰ ἀλλάξωμε καὶ τὴ διεύθυνση στὸ ρεῦμα διεγέρσεως. Ἡ ἀλλαγὴ στὴ διεύθυνση τοῦ ρεύματος διεγέρσεως γίνεται εύκολα, ἀντιμεταθέτοντας τὶς συνδέσεις τῶν ἀκρων Κ καὶ Ι μὲ τὰ Ν' καὶ σ (σχ. 1·7α καὶ σχ. 1·7β). Ἐὰν ἡ μηχανὴ ἔχῃ καὶ βοηθητικοὺς πόλους, καμμιὰ ἀλλαγὴ δὲν πρέπει νὰ γίνη στὴ σύνδεση τῶν τυλιγμάτων τους.

### 3. Γεννήτριες μὲ παράλληλη διέγερση.

Στὶς γεννήτριες αὐτὲς τὸ τύλιγμα διεγέρσεως συνδέεται παράλληλα πρὸς τὸ ἔξωτερικὸν φορτίο τῆς μηχανῆς, διῶς δείχνει ἀπλοποιημένα τὸ σχῆμα 1·7γ. Στὸ σχῆμα αὐτὸν τὸ ΓΔ παριστά-

νει τὸ τύλιγμα διεγέρσεως. Φαίνεται περίεργο πῶς λειτουργεῖ μιὰ τέτοια μηχανὴ ἀφοῦ, γιὰ νὰ μᾶς δώσῃ μιὰ γεννήτρια τάση στοὺς ἀκροδέκτες τοῦ τυμπάνου της, πρέπει νὰ προϋπάρχῃ τὸ μαγνητικὸ πεδίο τῶν πόλων. Στὴν πραγματικότητα αὐτὸ περίπου συμβαίνει. Δηλαδὴ καὶ δταν δὲν περγᾶ ρεῦμα μέσα ἀπὸ τὸ τύλι-

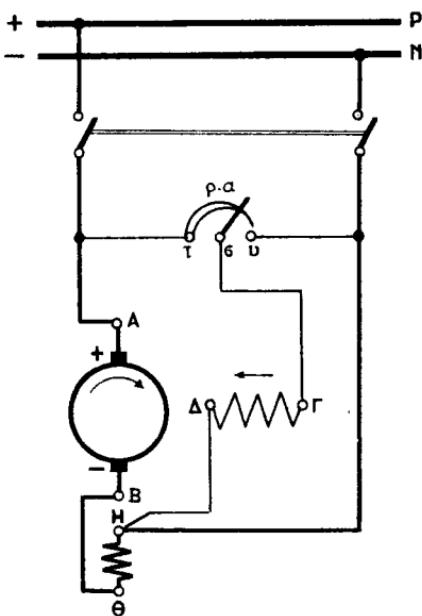


Σχ. 1.7 γ.

γμα τῆς διεγέρσεως, οἱ μαγνητικοὶ πόλοι εἶχουν μιὰ μικρὴ μαγνήτιση, ποὺ τὴν δνομάζομε παραμένοντα μαγνητισμό. Αὐτὸς παράγει ἔνα ἀδύνατο μαγνητικὸ πεδίο μέσα στὴ μηχανὴ, ποὺ εἶναι δημιας ἀρκετό, δταν θέσωμε σὲ περιστροφὴ τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο, νὰ δημιουργήσῃ μιὰ μικρὴ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη, δηλαδὴ μιὰ μικρὴ τάση μεταξὺ τῶν ἀκροδεκτῶν A καὶ B. Ή τάση αὐτὴ δημιουργεῖ ἔνα ἀδύνατο ρεῦμα μέσα στὸ τύλιγμα διεγέρσεως ΓΔ (τὸ φορτίο δὲν ἔχει συνδεθῆ ἀκόμα), τὸ δποῖο ἐνισχύει τὸ μαγνητικὸ πεδίο. Αὐτὸ ἔχει σὰν συνέπεια νὰ δημιουργηθῇ τώρα μιὰ μεγαλύτερη τάση μεταξὺ τῶν A καὶ B, ή δποία δημιουργεῖ ἔνα ἰσχυρότερο ρεῦμα μέσα στὸ τύλιγμα διεγέρσεως κ.ο.κ. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπο αὐτοδιεγείρεται, δπως λέμε, ή γεννήτρια.

Τὴν τάση στὴν δποία θέλομε νὰ φθάσῃ ή γεννήτρια τὴν κα-

νονίζομε μὲ τὴ ρυθμιστικὴ ἀντίσταση ρ·α. Ἡ ἀντίσταση αὐτὴ συνδέεται καὶ ἐδῶ σὲ σειρὰ μὲ τὸ τύλιγμα διεγέρσεως, ὅπως φαίνεται καὶ στὸ σχῆμα 1·7 δ, ποὺ δείχνει τὴ συνδεσμολογία μιᾶς γεννήτριας μὲ παράλληλη διέγερση καὶ μὲ βοηθητικοὺς πόλους (ΗΘ). Οἱ ἀκροδέκτης ω στὴ ρυθμιστικὴ ἀντίσταση χρησιμεύει



Σχ. 1·7 δ. Γεννήτρια μὲ παράλληλη διέγερση.

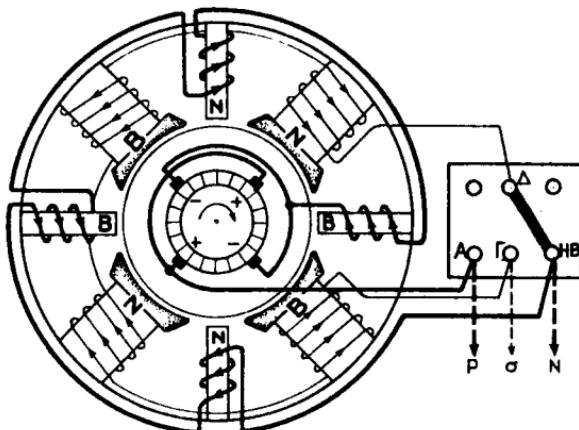
πάλι γιὰ νὰ βραχυκυλώνωμε τὸ τύλιγμα διεγέρσεως, ὅταν διακόπτωμε τὴ διέγερση, καὶ ἔτσι νὰ μὴ δημιουργῆται μεγάλος σπινθήρας στὶς ἐπαφές.

"Ἄν ἡ μηχανὴ δὲν ἔχῃ τύλιγμα βοηθητικῶν πόλων, τὸ ἄκρο Δ τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως συνδέεται κατ' εὐθείαν στὸν ἀκροδέκτη Β τοῦ ἐπαγγειοῦ τυμπάνου.

Στὸ σχῆμα 1·7 ε φαίνεται ἡ πραγματικὴ συνδεσμολογία τῶν τυλιγμάτων σὲ μιὰ τετραπολικὴ γεννήτρια μὲ παράλληλη διέγερση καὶ βοηθητικοὺς πόλους. "Οπως βλέπομε, ἡ σύνδεση

τοῦ ἄκρου Δ τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως μὲ τὸ ἄκρο Η τοῦ τυλίγματος τῶν βοηθητικῶν πόλων, γίνεται ἔξωτερικὰ στὸν ἀκροδέκτη HB μὲ ἓνα λαμάκι ( $\Delta$ -HB).

Ἄπ' ὅσα εἴπαμε γιὰ τὴν αὐτοδιέγερση τῶν γεννητριῶν συμπεραίνομε, ὅτι, γιὰ νὰ μπορέσῃ ν' αὐτοδιέγερθῇ ἡ μηχανή, πρέ-



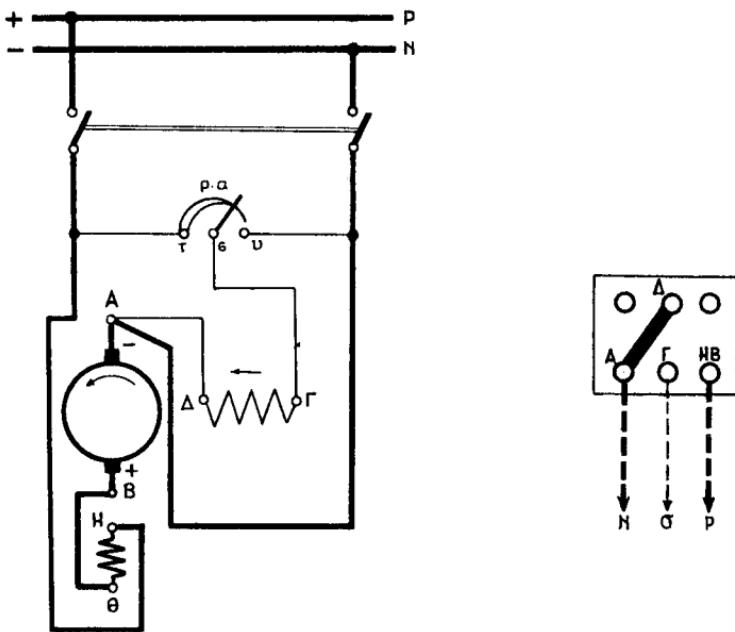
Σχ. 1·7 ε. Τετραπολικὴ γεννήτρια μὲ παράλληλη διέργεση.

πει ἡ φορὰ περιστροφῆς τοῦ τυμπάνου της νὰ εἶναι τέτοια, ὥστε τὸ ἀδύνατο ρεῦμα, ποὺ δημιουργεῖ στὸ τύλιγμα διεγέρσεως ἢ τάση ποὺ παράγεται ἀπὸ τὸν παραμένοντα μαγνητισμό, νὰ ἔχῃ διεύθυνση ποὺ νὰ ἐνισχύῃ τὸ μαγνητικὸ πεδίο. Διαφορετικὰ ἡ μηχανὴ χάνει τὸν παραμένοντα μαγνητισμὸ της καὶ δὲν αὐτοδιέγερεται. Τὸ ἔργοστάσιο κατασκευῆς κάθε γεννήτριας ἔχει δώσει μιὰ δρισμένη πολικότητα στὸν παραμένοντα μαγνητισμὸ της. Ἀρα, ἡ φορὰ περιστροφῆς μιᾶς ἔτοιμης γεννήτριας εἶναι καθορισμένη ἀπὸ τὴν πολικότητα αὐτῆς.

"Αν σὲ μιὰ ἔτοιμη γεννήτρια μὲ παράλληλη διέργεση θελήσωμε νὰ ἀλλάξωμε τὴν φορὰ περιστροφῆς, πού, δπως εἴπαμε, ἔχει καθορισθῆ ἀπὸ τὸν κατασκευαστή της, πρέπει νὰ ἀλλάξωμε καὶ τὴν σύνδεση τῶν ἄκρων τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως μὲ τοὺς ἀκρο-

δέκτες τοῦ τυμπάνου. Ή ἀλλαγὴ αὐτὴ στὴ σύγδεση τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως πρέπει νὰ γίνῃ ἔτσι, ὥστε τὸ ρεῦμα διεγέρσεως νὰ ἔξακολουθήσῃ νὰ ἔχῃ τὴν ἕδια διεύθυνση ποὺ εἶχε πρὶν ἀλλάξῃ ἡ φορὰ περιστροφῆς. "Ετοι ἡ μηχανὴ δὲν θὰ χάσῃ τὸν παραμένοντα μαγνητισμό της καὶ θὰ μπορῇ νὰ αὐτοδιεγείρεται. "Οταν δημιουργήσεις ἀλλάξωμε τὴν φορὰ περιστροφῆς τοῦ τυμπάνου μιᾶς γεννήτριας καὶ κρατήσωμε τὴν ἕδια διεύθυνση στὸ ρεῦμα διεγέρσεως, δπως ξέρομε (έδάφιο 1 τῆς παραγράφου 1 · 4) ἡ πολικότητα τῆς μηχανῆς ἀλλάζει.

Τὸ σχῆμα 1 · 7 ζ δείχνει τὴν συνδεσμολογία ποὺ πρέπει νὰ



Σχ. 1 · 7 ζ.

κάμιωμε στὴ γεννήτρια τοῦ σχήματος 1 · 7 δ, δταν θελήσωμε νὰ ἀλλάξωμε τὴ φορὰ περιστροφῆς της. "Οπως παρατηροῦμε, τὸ μόνο ποὺ ἔχομε νὰ κάμιωμε εἶναι νὰ μεταχέσωμε τὸ λαμάκι ἀπὸ τὴ θέση Δ - HB, ποὺ ἦταν προηγουμένως, στὴ θέση Δ - A, δπως τὸ

δείχνει η συνδεσμολογία τῶν ἀκροδεκτῶν, ποὺ βρίσκεται στὸ δεξιὸ μέρος τοῦ σχήματος 1·7 ζ. Καρμιὰν ἀλλαγὴ δὲν πρέπει νὰ κάμωμε στὴ σύνδεση τοῦ τυλίγματος τῶν βοηθητικῶν πόλων, οὕτε χρειάζεται νὰ ἐπέμβωμε στὶς λοιπὲς συνδέσεις στὸ ἑσωτερικὸ τῆς μηχανῆς. "Οπως ἀναφέραμε καὶ παραπάνω, ή πολικότητα τῆς μηχανῆς ἔχει τώρα ἀλλάξει. Θετικὸς πόλος εἰναι δ B, τὸν δποτὸ συνδέομε πιὰ μὲ τὸν ἀγωγὸ ποὺ πηγαίνει στὸν θετικὸ ζυγὸ P, τὸν δὲ A, ποὺ εἰναι δ ἀρνητικὸς πόλος, τὸν συνδέομε μὲ τὸν ἀγωγὸ ποὺ πηγαίνει στὸν ἀρνητικὸ ζυγὸ N.

Χρήσιμο εἰναι νὰ σημειώσωμε πῶς δὲν πρέπει νὰ περιμένωμε δτι θὰ βροῦμε σὲ κάθε μηχανὴ τῇ διάταξῃ τῶν ἀκροδεκτῶν ποὺ χρησιμοποιοῦμε στὰ σχήματα τοῦ βιβλίου αὐτοῦ. Γι' αὐτὸ τὸν λόγο, προτοῦ ἀποφασίσωμε νὰ κάμωμε δποιαδήποτε ἀλλαγὴ στὴ συνδεσμολογία τῶν ἀκροδεκτῶν μιᾶς μηχανῆς, πρέπει νὰ βεβαιωνόμαστε καλὰ πῶς συνδέονται τὰ διάφορα τυλίγματά της.

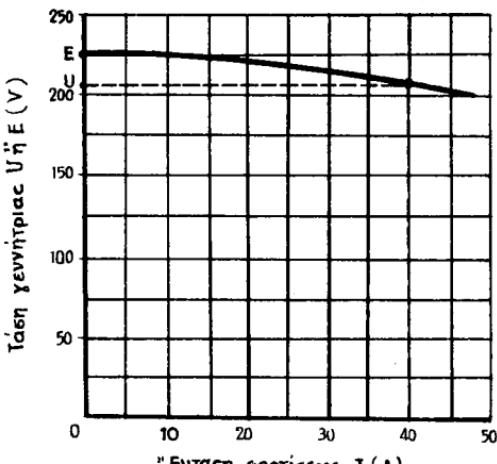
Σύμιτινα καὶ μὲ ὅταν εἴπαμε στὴν παράγραφο 1·6 (ἐδάχθη 2) ή τάση, ιιαὶς γεννήτριες μὲ παράλληλη, διέγεραν, πέφτει ὅτι αὐξάνει τὸ φορτίο της. Γιὰ νὰ κρατοῦμε σταθερὴ, τὴν τάση, της πρέπει νὰ αὐξάνωμε τὴν ἔνταση διεγέρσεως, δταν αὐξάνη τὸ φορτίο, στρέφοντας κατάλληλα τὸν στρόφαλο τῆς ρυθμιστικῆς ἀντιστάσεως.

Αὐτὸ ποὺ εἴπαμε παραπάνω φαίνεται καλύτερα στὴν καμπύλη τοῦ σχήματος 1·7 η. Ή καμπύλη αὐτὴ παριστάνει τὸ πῶς μεταβάλλεται ή τάση τῆς γεννήτριας, δταν ἀλλάζει ή ἔνταση φορτίσεως I. Οἱ μετρήσεις ποὺ κάνομε γιὰ νὰ χαράξωμε τὴν καμπύλη αὐτὴ γίνονται μὲ σταθερὴ ταχύτητα περιστροφῆς τῆς μηχανῆς, ἀλλὰ καὶ μὲ σταθερὴ τὴν θέση τοῦ στροφάλου στὴ ρυθμιστικὴ ἀντίσταση.

"Οπως φαίνεται καὶ ἀπὸ τὴν καμπύλη, ή τάση τῆς γεννήτριας πεφτει ὅσο αὐξάνει ή ἔνταση φορτίσεως. "Οταν ή γεννήτρια ἔργαζεται ἐν κενῷ, δηλαδὴ μὲ  $I = 0$ , ή τάση τῆς μηχανῆς εἰναι  $E = 225$  V. "Οταν ή ἔνταση φορτίσεως εἰναι  $I = 40$  A, ή τάση τῆς μηχανῆς γίνεται  $U = 205$  V, δηλαδὴ κατὰ 20 V λιγότερο ἀπὸ τὴν λειτουργία ἐν κενῷ.

Μπορούμε βέβαια και μὲ φορτίο  $I = 40 \text{ A}$  γὰ ξωμε τάση  $U = 225 \text{ V}$ , ἀν αὐξήσωμε, δπως εἰπαμε, τὴν ἔνταση διεγέρσεως μεταβάλλοντας τὴν θέση του στροφάλου στὴ ρυθμιστικὴ ἀντίσταση.

Ἡ χαρακτηριστικὴ ἐν κενῷ και ἡ χαρακτηριστικὴ ὑπὸ φορτίο μποροῦν γὰ χαραχθοῦν και γιὰ μία γεννήτρια μὲ παράλληλη διέγερση,



Σχ. 1.7 η.

δπως ἔξηγήσαμε στὰ ἑδάφια 1 και 2 τῆς παραγράφου 1 · 6. Τροφοδοτούμε δηλαδὴ τὸ τύλιγμα διεγέρσεως τῆς ἀπὸ μία ξένη πηγὴ συνεχοῦς ρεύματος.

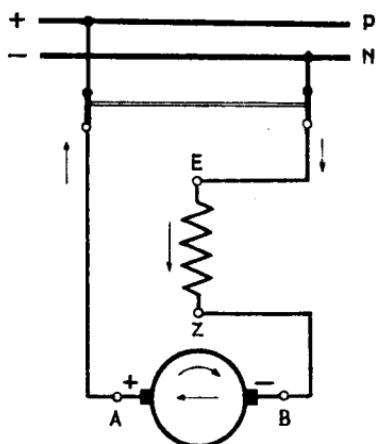
Στὰ σχήματα 1 · 7 β και 1 · 7 ε, τὰ τυλίγματα τῶν κυρίων πόλων παριστάνονται συνδεμένα μεταξύ τους σὲ σειρά. Αὐτὸ δὲν συμβαίνει σ' ὅλες τὶς γεννήτριες. Ἡ σύνδεση τῶν τυλιγμάτων τῶν κυρίων πόλων μπορεῖ νὰ εἶναι παράλληλη και μικτή. Αὐτὸ σὲ τίποτα σὲν ἀλλάζει δσα εἰπαμε γιὰ τὴ σύνδεση τῶν ἄκρων του τυλίγματος διεγέρσεως μὲ τοὺς ἄκροδέκτες τῆς μηχανῆς.

#### 4. Γεννήτριες μὲ διέγερση σειρᾶς.

Σ' αὐτὲς τὶς μηχανὲς τὸ τύλιγμα διεγέρσεως συνδέεται σὲ σειρὰ μὲ τὸ φορτίο τῆς μηχανῆς, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 1 · 7 θ. Ἡ αὐτοδιέγερση και αὐτῶν τῶν γεννητριῶν γίνεται δπως τὴν

έξηγήσαμε στις γεννήτριες μὲ παράλληλη διέγερση. Ή μόνη διαφορὰ εἶναι ότι τὸ φορτίο πρέπει νὰ εἶναι συνδεμένο στὴ μηχανὴ ἀπὸ τὴν ἀρχὴ, ὡστε νὰ μπορῇ νὰ κυκλοφορήσῃ ρεῦμα μέσα στὸ τύλιγμα διεγέρσεως.

Ἡ τάση στὶς γεννήτριες μὲ διέγερση σειρᾶς ρυθμίζεται μὲ μία ρυθμιστικὴ ἀντίσταση, ποὺ τὴν συνδέομε παράλληλα μὲ τὸ τύλιγμα διεγέρσεως. Ἔτοι ἔχομε τὴν δυνατότητα, μεταβάλλοντας τὴν ἀντίσταση, νὰ μεταβάλλωμε καὶ τὴν ἔνταση, διεγέρσεως καὶ συνεπῶς καὶ τὴν τάση τῆς μηχανῆς.

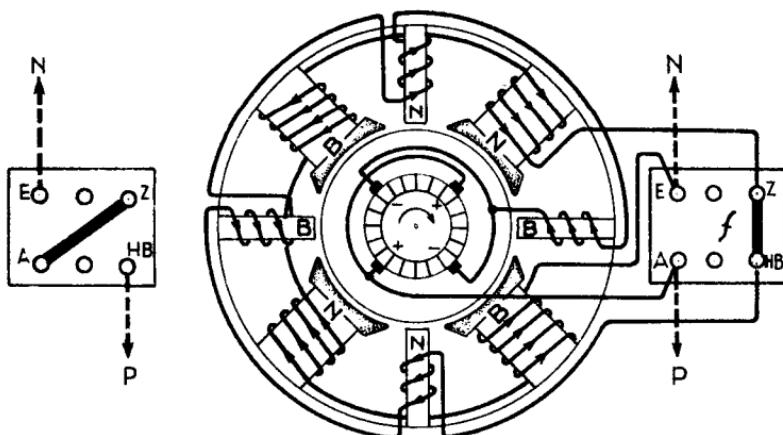


Σχ. 1.7 θ.

Στὶς γεννήτριες μὲ διέγερση σειρᾶς τὰ τυλίγματα τῶν κυρίων πόλων ἀποτελοῦνται ἀπὸ λίγες σπεῖρες χονδροῦ σύρματος, ἀφοῦ μέσα ἀπὸ αὐτὰ περνᾶ δόλο τὸ ρεῦμα τῆς μηχανῆς.

Τὸ σχῆμα 1.7 ι δείχνει τὴν συνδεσμολογία τῶν τυλιγμάτων μιᾶς τετραπολικῆς μηχανῆς μὲ διέγερση σειρᾶς καὶ μὲ βοηθητικοὺς πόλους. Ὅσα εἴπαμε στὶς γεννήτριες μὲ παράλληλη διέγερση γιὰ τὸν παραμένοντα μαγνητισμὸν καὶ γιὰ τὴν ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς περιστροφῆς ἴσχύουν καὶ ἐδῶ. Ἔτοι, ἂν θελήσωμε νὰ ἀλλάξωμε τὴ φορὰ περιστροφῆς στὴν γεννήτρια τοῦ σχήματος 1.7 ι,

πρέπει νὰ τοποθετήσωμε τὸ λαμάκι μεταξὺ τῶν ἀκροδεκτῶν A καὶ Z, δπως φαίνεται στὸ ἀριστερὸ μέρος τοῦ σχῆματος. Ή πολικότητα τῆς μηχανῆς ἀλλάζει. Θετικὸς ἀκροδέκτης θὰ εἴναι τώρα δ HB, ἐνῶ δ A, ποὺ συνδέεται μὲ τὸ E μέσα ἀπὸ τὸ τύλιγμα διέγρεσεως, γίνεται ἀρνητικός.



Σχ. 1·7 Ι. Τετραπολικὴ γεννήτρια μὲ διέγερση σειρᾶς.

### 5. Γεννήτριες μὲ σύνθετη διέγερση.

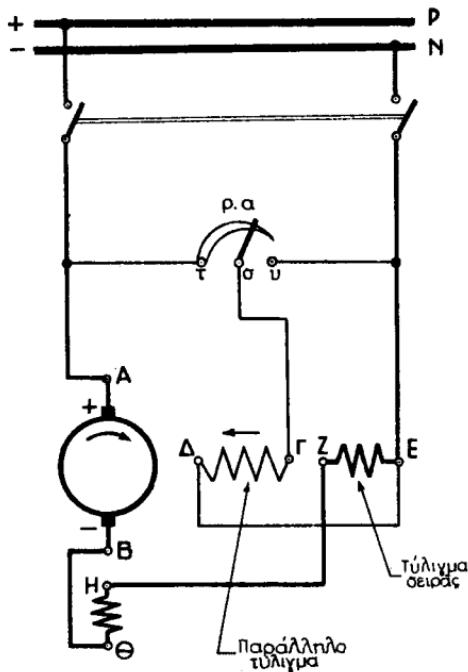
Στὶς μηχανὲς αὐτὲς τὸ τύλιγμα οὐθὲ κυρίου πόλου ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο μέρη—τὸ παράλληλο τύλιγμα καὶ τὸ τύλιγμα σειρᾶς—δπως τὸ περιγράφαμε στὴν παράγραφο 1·2 (σχ. 1·2 ζ). Τὰ τυλίγματα αὐτὰ συνδέονται δπως φαίνεται στὸ σχῆμα 1·7 κ, δηλαδὴ τὰ παράλληλα τυλίγματα τῶν πόλων δπως στὶς γεννήτριες μὲ παράλληλη διέγερση καὶ τὰ τυλίγματα σειρᾶς αὐτῶν δπως στὶς γεννήτριες μὲ διέγερση σειρᾶς.

Ἡ τάση ρυθμίζεται μὲ τὴν ἀντίσταση  $r \cdot \alpha$  ποὺ μπαίνει στὴν παράλληλη διέγερση.

Στὸ σχῆμα 1·7 λ φαίνεται ἡ πραγματικὴ συνδεσμολογία τῶν τυλιγμάτων σὲ μιὰ τετραπολικὴ γεννήτρια μὲ σύνθετὴ διέγερση καὶ βοηθητικοὺς πόλους. Παρατηροῦμε δτὶ ἡ σύνδεση τῶν

άκρων τῶν τυλιγμάτων μὲ τοὺς ἀκροδέκτες τῆς μηχανῆς γίνεται κατὰ τέτοιο τρόπο, ὅστε τὸ ρεῦμα μέσα στὸ τύλιγμα σειρᾶς νὰ ἔνισχύῃ τὸ μαγνητικὸ πεδίο, ποὺ δημιουργεῖ τὸ παράλληλο τύλιγμα.

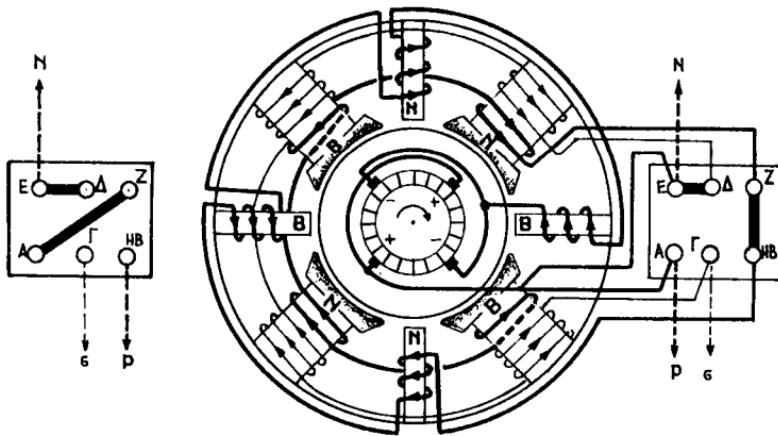
Οπως στὶς γεννήτριες ποὺ περιγράψαμε στὰ προηγούμενα,



Σχ. 1·7 α. Γεννήτρια μὲ σύνθετη διέγερση.

ἔτσι καὶ ἐδῶ, δταν θέλωμε ν' ἀλλάξωμε τὴ φορὰ περιστροφῆς μιᾶς γεννήτριας μὲ σύνθετη διέγερση, δὲν χρειάζεται νὰ ἐπέμβωμε στὸ ἑσωτερικὸ τῆς μηχανῆς ἀλλὰ μόνο στὴ σύνδεση τῶν ἀκροδεκτῶν. Στὴ γεννήτρια τοῦ σχήματος 1·7 λ., γιὰ ν' ἀλλάξωμε τὴ φορὰ περιστροφῆς πρέπει νὰ κάνωμε τὴ συνδεσμολογία τῶν ἀκροδεκτῶν ποὺ φαίνεται στὸ ἀριστερὸ μέρος τοῦ σχήματος. Ή ἐξήγηση είναι εύκολη σύμφωνα μὲ δσα εἴπαμε γιὰ τὶς γεννήτριες μὲ παράλληλη διέγερση καὶ μὲ διέγερση σειρᾶς.

Όταν θέτωμε σε λειτουργία μιά γεννήτρια μὲ σύνθετη διέγερση, τὸ φορτίο δὲν εἶναι συνδεμένο στὴν μηχανή. Ἀρα τὸ τύλιγμα σειρᾶς δὲν παῖζει κανένα ρόλο καὶ ἡ μηχανή αὐτοδιεγέρεται δπως ἀκριβῶς ἡ γεννήτρια μὲ παράλληλη μόνο διέγερση.

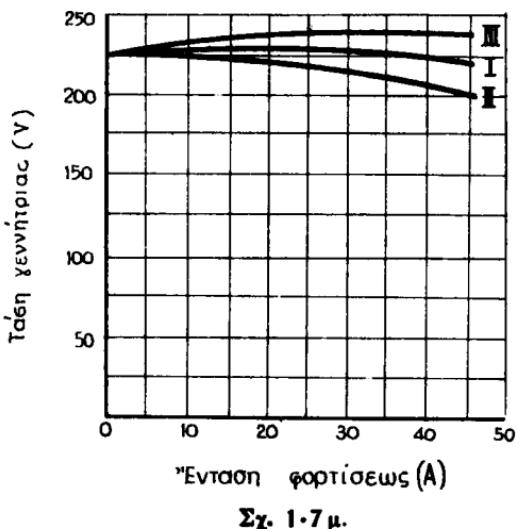


Σχ. 1·7λ. Τετραπολικὴ γεννήτρια μὲ σύνθετη διέγερση.

Μὲ τὴν ρυθμιστικὴ ἀντίσταση κανονίζομε τὴν τάση τῆς γεννήτριας καὶ ἔπειτα συνδέομε τὸ φορτίο. Τότε περνᾶ ρεῦμα μέσα ἀπὸ τὸ τύλιγμα σειρᾶς, τὸ δποῦ ἔτσι ἐνισχύει τὸ μαγνητικὸ πεδίο, ποὺ δημιουργεῖ τὸ παράλληλο τύλιγμα. Οσο μεγαλώνει τὸ φορτίο τόσο μεγαλώνει καὶ ἡ ἐνίσχυση. Αὐτὸ ἔξηγεται γιατὶ ἡ τάση στὶς γεννήτριες μὲ σύνθετη διέγερση, δταν αὐξάνη τὸ φορτίο, πέφτει πολὺ λιγότερο ἀπ' δσο στὶς γεννήτριες μὲ παράλληλη μόνο διέγερση.

Ἡ καμπύλη I στὸ σχῆμα 1·7 μ δείχνει πῶς μεταβάλλεται ἡ τάση, δταν μεταβάλλεται τὸ φορτίο σὲ μιὰ μηχανὴ μὲ σύνθετη διέγερση, καὶ ἡ καμπύλη II τὴ μεταβολὴ τῆς τάσεως στὴν ἴδια μηχανή, δταν ἔχη μόνο παράλληλη διέγερση. Μερικὲς φορὲς τὸ τύλιγμα σειρᾶς εἶναι ἔτσι ὑπολογισμένο, ὥστε ἡ μηχανὴ νὰ ἔχῃ ὑπὸ φορτίο τάση μεγαλύτερη ἀπὸ ἐκείνη που ἔχει δταν ἐργάζεται ἐν κενῷ (καμπύλη III στὸ σχ. 1·7 μ). Οἱ μηχανὲς αὐτὲς δινομάζονται γεννήτριες μὲ ὑπερσύνθετη διέγερση.

Σχεδόν δλες οι γεννήτριες συνεχούς ρεύματος που κατασκευάζονται σήμερα είναι μὲ παράλληλη διέγερση ή μὲ σύνθετη διέγερση. Γεννήτριες μὲ ξένη διέγερση ή μὲ διέγερση σειρᾶς σπάνια κατασκευάζονται καὶ προορίζονται γιὰ ειδικὲς χρήσεις.



Σχ. 1.7 μ.

## 6. Πῶς θέτομε σὲ λειτουργία μιὰ γεννήτρια.

Πρὶν θέσωμε σὲ λειτουργία μιὰ γεννήτρια συνεχούς ρεύματος, προσέχομε ὥστε δ στρόφαλος τῆς ρυθμιστικῆς ἀντιστάσεως νὰ βρίσκεται στὴν ἀρχικὴ θέση (δηλαδὴ στὴ θέση που η γεννήτρια δίνει τὴν μικρότερη τάση) καὶ διακόπτης τοῦ φορτίου νὰ είναι ἀνοικτός.

Κατόπιν θέτομε σὲ κίνηση τὴν κινητήρια μηχανὴ καὶ ρυθμίζομε τὴν ταχύτητά της ἔτσι, ὥστε νὰ γίνῃ ἵση μὲ τὸν κανονικὸ ἀριθμὸ στροφῶν στὸ λεπτὸ τῆς γεννήτριας. Ἐπειτα, μὲ τὴ ρυθμιστικὴ ἀντίσταση κανονίζομε τὴν τάση τῆς γεννήτριας, ὥστε τὸ βολτόμετρο νὰ δεῖξῃ τὴν ὀνομαστικὴ τῆς τάση. Κατόπιν κλείνομε τὸν γενικὸ διακόπτη τῆς γεννήτριας καὶ σὲ συνέχεια τοὺς διακόπτες τῶν διαφόρων φορτίων. Ἐτσι η γεννήτρια φορτίζεται. Ξα-

ρυθμίζομε ἂν χρειάζεται τὴν τάση τῆς γεννήτριας καὶ παρακολουθοῦμε τὸ ἀμπερόμετρο, ὥστε ἡ φόρτισή της νὰ μὴ ξεπεράσῃ τὴν ἐπιτρεπόμενη ἔνταση.

Γιὰ νὰ θέσωμε ἐκτὸς λειτουργίας μιὰ γεννήτρια συνεχούς ρεύματος πρῶτα ἀνοίγομε τοὺς διακόπτες τῶν φορτίων καὶ τὸν γενικὸ διακόπτη τῆς μηχανῆς. Κατόπιν φέρόμε σιγά-σιγά τὸν στρόφαλο τῆς ρυθμιστικῆς ἀντιστάσεως στὴν ἀρχική του θέση, δπότε πέφτει ἡ τάση τῆς γεννήτριας. Τέλος, σταματοῦμε τὴν κινητήρια μηχανή.

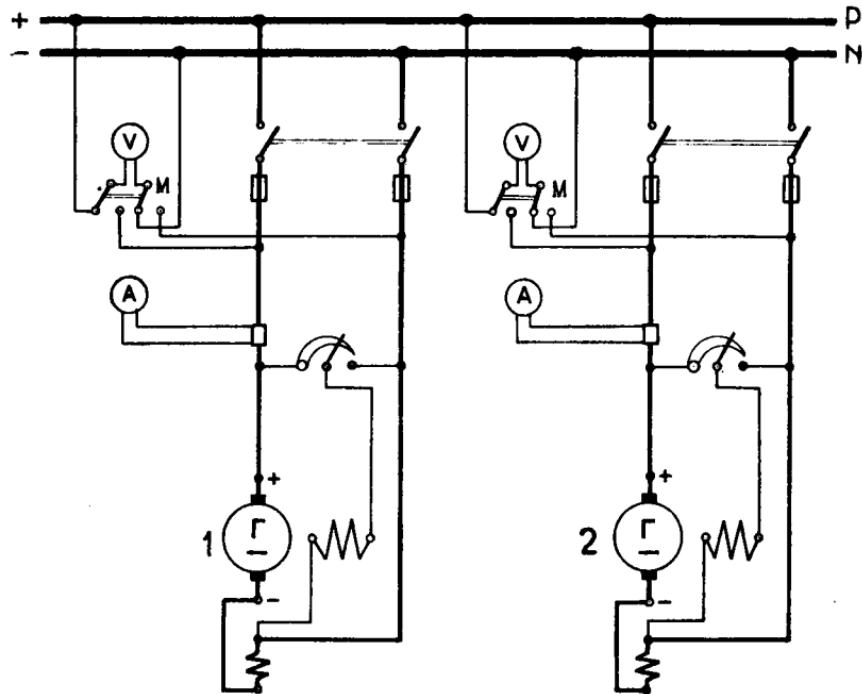
## 7. Παράλληλη λειτουργία γεννητριῶν.

Πολλὲς φορὲς χρειάζεται νὰ λειτουργοῦν μαζὶ δύο ἢ καὶ περισσότερες γεννήτριες γιὰ νὰ τροφοδοτηθῇ ἔνα φορτίο. Τότε λέμε ὅτι οἱ γεννήτριες λειτουργοῦν παράλληλα. Στὶς περιπτώσεις αὐτὲς οἱ γεννήτριες τροφοδοτοῦν κοινοὺς ζυγούς, στοὺς δποίους συνδέεται τὸ φορτίο ποὺ ἔξυπηρετοῦν.

Τὸ σχῆμα 1 · 7 ν δείχνει τὴν συνδεσμολογία δύο γεννητριῶν μὲ παράλληλη διέγερση, οἱ δποίες μποροῦν νὰ λειτουργήσουν παράλληλα. "Οταν τὸ φορτίο εἶναι μικρὸ ἐργάζεται μόνο ἡ μία μηχανὴ (π.χ. ἡ 1 στὸ σχῆμα)." "Οταν δημιουργεῖται νὰ αὐξηθῇ πρέπει νὰ παραλληλίσωμε, δπως λέμε, καὶ τὴν γεννήτρια 2, δηλαδὴ νὰ τὴν συνδέσωμε στοὺς ζυγούς, ὥστε νὰ πάρῃ καὶ αὐτὴ ἔνα μέρος τοῦ φορτίου. Θέτομε λοιπὸν σὲ λειτουργία τὴν γεννήτρια 2, δπως ἔξηγήσαμε στὸ προηγούμενο ἐδάφιο, καὶ προτοῦ κλείσωμε τὸν γενικὸ διακόπτη, κανονίζομε ὥστε ἡ τάση, της νὰ εἶναι ἕστη ἢ λίγο μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν τάση τῶν ζυγῶν. Αὐτὸς εἶναι εὔκολο νὰ γίνῃ γιατὶ τὸ βελτέμετρο κάθε γεννήτριας εἴναι ἐφοδιασμένο μὲ ἔνα μεταγωγέα M. Μὲ τὸν μεταγωγέα αὐτὸν μποροῦμε νὰ μετρήσωμε διαδοχικὰ τὴν τάση τῆς γεννήτριας καὶ τὴν τάση τῶν ζυγῶν.

"Οταν οἱ γεννήτριες παραλληλίζονται γιὰ πρώτη φορά, πρέ-

πει νὰ ἐλέγξωμε καὶ τὴν πολικότητά τους, ὅτι δηλαδὴ δ θετικὸς πόλος τῆς γεννήτριας 2 πρόκειται νὰ συνδεθῇ μὲ τὸν θετικὸν πόλο τῶν ζυγῶν καὶ δ ἀρνητικὸς μὲ τὸν ἀρνητικό. "Αν τὸ βολτόμετρο τοῦ πίνακα εἶναι μόνο συνεχοῦς ρεύματος, τότε δ ἔλεγχος τῆς πολικότητας γίνεται μὲ αὐτό. "Αν, δηλαδὴ, ἡ πολικότητα δὲν εἶναι σωστή, τότε τὸ βολτόμετρο θὰ δεῖξῃ σὲ μία ἀπὸ τις δύο θέσεις τοῦ μεταγωγέα ἀνάποδα.



Σχ. 1.7 ν. Παράλληλη λειτουργία γεννητριῶν.

"Αφοῦ λοιπὸν κανονίσωμε τὴν τάση τῆς γεννήτριας 2 νὰ εἶναι ἵση μὲ τὴν τάση τῶν ζυγῶν, κλείνομε τὸν διακόπτη. Γιὰ νὰ πάρῃ τώρα ἡ γεννήτρια φορτίο, πρέπει νὰ αύξησωμε τὴν ἔνταση διεγέρσεως μὲ τὴν ρυθμιστικὴν ἀντίσταση.

"Οταν δύο γεννήτριες ἔργαζωνται παράλληλα καὶ θέλωμε νὰ σταματήσωμε τὴν μία, κάνομε κατὰ σειρὰ τοὺς ἀκόλουθους χειρι-

σμούς: ξεφορτώνομε πρῶτα τὴν γεννήτρια ποὺ θέλομε νὰ σταματήσωμε, ἐλαττώνοντας τὴν διέγερσή της μὲ τὴν ρυθμιστικὴ ἀντίσταση. Ὅταν τὸ ἀμπερόμετρο δεῖξῃ δτι τὸ φορτίο τῆς γεννήτριας ἔγινε σχεδὸν μηδέν, ἀνοίγομε τὸν διακόπτη. Κατόπιν θέτομε τὴν μηχανὴ ἐκτὸς λειτουργίας, δπως ἔξηγήσαμε στὸ προηγούμενο ἔδαφιο.

## 1.8 Ισχὺς καὶ βαθμὸς ἀποδόσεως.

### 1. Ισχὺς γεννήτριας.

Ἡ ισχὺς τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας ποὺ παίρνομε ἀπὸ μιὰ γεννήτρια συνεχοῦς ρεύματος ὑπολογίζεται, δπως ξέρομε ἀπὸ τὴν Ἡλεκτροτεχνία (τομ. Α'), μὲ τὸ γινόμενο τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ποὺ μᾶς δίνει ἐπὶ τὴν τάση ποὺ ἐπικρατεῖ στοὺς ἀκροδέκτες τῆς γεννήτριας:

$$N = U \cdot I$$

Ὅταν ἡ τάση (U) μετριέται σὲ βόλτ (V) καὶ ἡ ἐνταση (I) σὲ ἀμπέρ (A), τότε ἡ ισχὺς (N) ποὺ μᾶς δίνει δ τύπος εἶναι σὲ βάττ (W).

Ἄν θέλωμε νὰ μᾶς δίνη δ τύπος τὴν ισχὺ σὲ κιλοβάττ (kW), τότε πρέπει νὰ τὸν γράψωμε:

$$N = \frac{U \cdot I}{1000}$$

Στὴν πινακίδα ποὺ ἔχει κάθε γεννήτρια ἀναφέρεται ἡ ὀνομαστικὴ ισχύς της. Αὐτὴ εἶναι ἡ πιὸ μεγάλη ισχὺς ποὺ μπορεῖ νὰ δίνῃ συνεχῶς ἡ γεννήτρια, δταν ἐργάζεται μὲ τὴν ὀνομαστικὴ τάση της (ποὺ τὴν ἀναφέρει ἐπίσης ἡ πινακίδα), χωρὶς νὰ ὑπάρχῃ κίνδυνος νὰ πάθῃ βλάβη ἡ μηχανὴ ἀπὸ ὑπερφόρτωση.

Σύμφωνα μὲ τὸν τύπο ποὺ γράψαμε παραπάνω, ἡ ὀνομαστικὴ ισχὺς τῆς γεννήτριας εἶναι ἵση μὲ τὸ γινόμενο τῆς ὀνομαστικῆς τάσεως ἐπὶ μία ἐνταση ποὺ τὴν ὀνομάζομε ὀνομαστικὴ ἐνταση.

Τὴν ἔνταση αὐτὴν τὴν ἀναφέρει ἐπίσης ἡ πινακίδα τῆς γεννήτριας. Συμπεραίνομε, λοιπόν, διὰ δὲν πρέπει νὰ φορτίζωμε τὴν γεννήτρια γιὰ μεγάλα χρονικὰ διαστήματα μὲ ἔνταση μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ὀνομαστικὴν ἔνταση τῆς μηχανῆς.

## 2. Ἀπώλειες.

Γιὰ νὰ μᾶς δώσῃ μιὰ γεννήτρια ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια, πρέπει νὰ θέσωμε σὲ περιστροφικὴ κίνηση τὸν δρομέα της μὲ μιὰ κινητήρια μηχανή. "Ἄρα, ἡ κινητήρια μηχανὴ δίνει μηχανικὴ ἐνέργεια στὴ γεννήτρια. "Αν μετρήσωμε τὴ μηχανικὴ ἐνέργεια, ποὺ ἡ κινητήρια μηχανὴ δίνει στὴ γεννήτρια μέσα σὲ ἕνα δρισμένο χρονικὸ διάστημα, π.χ. μέσα σὲ μιὰ ὥρα, καὶ μετρήσωμε καὶ τὴν ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια ποὺ πήραμε ἀπὸ τὴν γεννήτρια μέσα στὸ ἵδιο χρονικὸ διάστημα, θὰ δοῦμε δτὶ ἡ ἐνέργεια ποὺ ἔδωσε ἡ κινητήρια μηχανὴ εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἐνέργεια ποὺ πήραμε. Αὐτὸ δφείλεται στὸ δτὶ ἕνα μέρος ἀπὸ τὴν ἐνέργεια ποὺ ἔδωσε ἡ κινητήρια μηχανὴ καταναλώθηκε, δπως λέμε, σὲ ἀπώλειες μέσα στὴ γεννήτρια.

Οἱ ἀπώλειες μιᾶς γεννήτριας εἶναι: μηχανικές, ἡλεκτρικές καὶ μαγνητικές.

Μηχανικές ἀπώλειες εἶναι κατὰ κύριο λόγο οἱ ἀπώλειες τριβῆς μέσα στὰ ἔδραγα ποὺ περιστρέφεται δ ἀξονας τοῦ δρομέα καὶ οἱ ἀπώλειες τριβῆς τῶν ψηκτρῶν μὲ τὸν συλλέκτη. Οἱ ἀπώλειες αὐτές ἐμφανίζονται σὲ μορφὴ θερμότητας, ποὺ θερμαίνει τὰ ἔδρανα καὶ τὸν συλλέκτη.

Οἱ ἡλεκτρικές ἀπώλειες δφείλονται στὴ θερμότητα, ποὺ παράγεται στοὺς ἀγωγοὺς τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, στὸν συλλέκτη καὶ στὸ κύκλωμα τῆς διεγέρσεως, δταν διαρρέωνται ἀπὸ ἡλεκτρικὸ ρεῦμα.

Οἱ μαγνητικές ἀπώλειες ἐμφανίζονται καὶ αὐτές σὲ μορφὴ θερμότητας, ποὺ παράγεται στὰ μαγνητικὰ ἐλάσματα τῆς μηχανῆς. Οἱ μαγνητικές ἀπώλειες δφείλονται στὰ φαινόμενα ποὺ δνομάζομε δινορρεύματα καὶ μαγνητικὴ ὑστέρηση.

Όλες οι άπωλειες, που άναφέραιμε παραπάνω, έμφαντίζονται σαν θερμότητα μέσα στή μηχανή. Αύτδες είναι δ λόγος που κάθε γεννήσια, δταν λειτουργή, θερμαίνεται δηλαδή αυξάνεται ή θερμοκρασία της. Τελικά η θερμότητα που παράγεται από τις άπωλειες μεταδίδεται στὸν άέρα που είναι γύρω από τή μηχανή. Γιὰ νὰ διευκολύνωμε τή μεταφορά αυτή τῆς θερμότητας από τήν μηχανή στὸν άέρα, χρησιμοποιοῦμε τὸν ἀνεμιστήρα, που στερεώνεται, δπως εἶδαμε, στὸν ἄξονα τῆς μηχανῆς. Αύτὸ δμως σημαίνει δτι καὶ δ ἀνεμιστήρας ἀποτελεῖ μιὰ πρόσθετη άπωλεια, ἀφοῦ γιὰ νὰ θέση σὲ κίνηση τὸν άέρα καταναλίσκει καὶ αύτδες ἐνέργεια.

Είναι φανερό, δτι συμφέρο μας είναι νὰ κατασκευάζωμε ἔτσι τὶς μηχανές, ὥστε νὰ ἔχωμε δσο μποροῦμε μικρότερες άπωλειες. Δὲν είναι δμως δυνατὸ νὰ ἐπιτύχωμε μιὰ μηχανή που νὰ μὴν ἔχῃ άπωλειες. Γι' αὐτὸ τὸ λόγο, δπως εἶπαμε καὶ παραπάνω, ή ἐνέργεια, καὶ κατὰ συνέπεια καὶ ή ἰσχὺς που παίρνομε από μιὰ γεννήσια, είναι πάντοτε μικρότερη από τήν ἐνέργεια ή τήν ἰσχὺ που δίνομε.

### 3. Βαθμὸς ἀποδόσεως.

"Αν  $N$  είναι ή ἰσχὺς που παίρνομε από τήν γεννήσια καὶ  $N_1$  ή ἰσχὺς που δίνει ή κινητήρια μηχανή στὸν ἄξονα τῆς γεννήσιας, τότε δ λόγος :

$$\eta = \frac{N}{N_1}$$

δνομάζεται βαθμὸς ἀποδόσεως τῆς γεννήσιας.

Στὸν τύπο αὐτόν, τὰ  $N$  καὶ  $N_1$  πρέπει νὰ μετρῶνται μὲ τήν ἕδια μονάδα, π.χ. τὸ kW. Τὸ γ είναι πάντοτε μικρότερο τοῦ ἔνα.

Σὰν παράδειγμα ἀς ὑπολογίσωμε τὸν βαθμὸς ἀποδόσεως μιᾶς γεννήσιας, που τροφοδοτεῖ ἔνα φορτίο μὲ ἔνταση  $I = 100$  A καὶ τάση  $U = 220$  V, δταν ή ἰσχὺς που τῆς δίνει ή κινητήρια μηχανή είναι  $N_1 = 25$  kW.

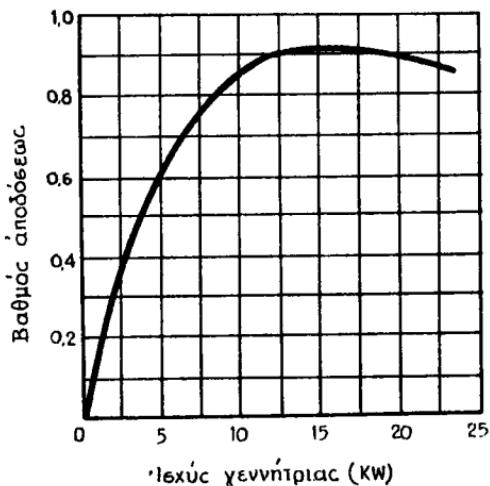
Η ίσχυς που μᾶς δίνει η γεννήτρια είναι:

$$N = \frac{U \cdot I}{1000} = \frac{220 \cdot 100}{1000} = 22 \text{ kW}$$

Άρα, ο βαθμός άποδόσεως της γεννήτριας θα είναι:

$$\eta = \frac{N}{N_1} = \frac{22}{25} = 0,88$$

Ο βαθμός άποδόσεως μιας γεννήτριας δὲν είναι σταθερός, αλλά έξαρταται από το φορτίο που δίνει η γεννήτρια. Η καμπύλη στὸ σχῆμα 1·8 δείχνει πώς μεταβάλλεται ο βαθμός άποδόσεως σε μια γεννήτρια



Σχ. 1·8. Καμπύλη βαθμού άποδόσεως γεννήτριας.

συνεχούς ρεύματος, δταν μεταβάλλεται η ίσχυς που δίνει. Συγήθως οι γεννήτριες είγαι έτσι υπολογισμένες, ώστε νὰ έχουν τόη πιό μεγάλο βαθμό άποδόσεως στὴν δυνομαστική τους ίσχυ.

## Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 2

### ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

#### 2.1 Γενικά.

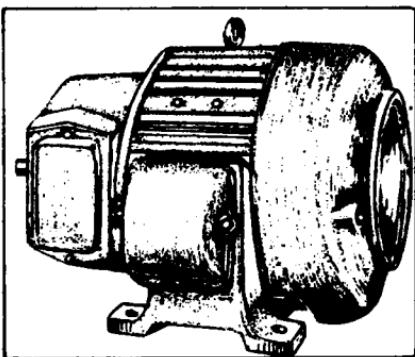
Στήγη είσαγωγή τοῦ βιβλίου αύτοῦ ἀναφέραμε, δτι ἥλεκτρικοὺς κινητῆρες ἢ ἀπλά κινητῆρες δνομάζομε τὶς μηχανὲς ἐκεῖνες, πού, δταν τὶς τροφοδοτήσωμε μὲ ἥλεκτρικὸ ρεῦμα (ἥλεκτρικὴ ἐνέργεια), μᾶς δίνουν κίνηση (μηχανικὴ ἐνέργεια) γιὰ νὰ κινήσωμε διάφορα μηχανήματα. Χρησιμοποιοῦμε π.χ. ἥλεκτρικοὺς κινητῆρες, δταν θέλωμε νὰ βάλωμε νὰ δουλέψῃ ἔνας τόρνος ἢ νὰ γυρίσῃ μιὰ ἀντλία ἢ νὰ περιστραφοῦν τὰ φτερὰ ἐνὸς ἀνεμιστήρα κ.λ.π.

Στὸ κεφάλαιο αύτὸ θὰ ἔξετάσωμε μόνο τοὺς κινητῆρες ποὺ λειτουργοῦν μὲ συνεχὲς ρεῦμα, δηλαδὴ τοὺς κινητῆρες συνεχοῦς ρεύματος, δπως τοὺς λέμε. Οἱ κινητῆρες αύτοὶ, δπως ἀναφέραμε καὶ στήγη παράγραφο 1·1, δὲν διαφέρουν οὐσιαστικά, τουλάχιστον στήγη κατασκευή τους, ἀπὸ τὶς γεννήτριες συνεχοῦς ρεύματος. Ἔτσι καὶ στοὺς κινητῆρες συνεχοῦς ρεύματος ἔχομε τὸν στάτη μὲ τοὺς πόλους καὶ τὰ τυλίγματά τους, ποὺ δημιουργοῦν τὸ μαγνητικὸ πεδίο, μέσα στὸ δποῖο περιστρέφεται τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο. Ὁ δρομέας ἀποτελεῖται καὶ ἐδῶ ἀπὸ τὸν ἄξονα, ἐπάνω στὸν δποῖο εἰναι στερεωμένος δ συλλέκτης καὶ τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο μὲ τὸ τύλιγμά του, ποὺ εἰναι δμοιο μὲ τὰ τυλίγματα τῶν γεννήτριων. Ὑπάρχει ἐπίσης δ ψηκτροφορέας μὲ τὶς ψηκτρες. Ὅλα εἰναι κατασκευασμένα δπως τὰ περιγράψαμε στήγη παράγραφο 1·2 γιὰ τὶς γεννήτριες.

Θὰ μποροῦσε λοιπὸν κανένας νὰ ὑποθέσῃ δτι μιὰ γεννήτρια συνεχοῦς ρεύματος μπορεῖ νὰ ἐργασθῇ καὶ σὰν κινητῆρας. Αύτὸ εἰναι πέρα γιὰ πέρα σωστό. "Αν, δηλαδὴ, μιὰ μηχανὴ συ-

νεχούνς ρεύματος, ποὺ ἐργαζόταν σὰν γεννήτρια, τὴν τροφοδοτήσωμε μὲ ἡλεκτρικὸ ρεῦμα ἀπὸ μιὰ πηγὴ, θὰ ἐργασθῇ σὰν κινητήρας καὶ μπορεῖ νὰ κινήσῃ ἔνα μηχάνημα συνδεμένο στὸν ἀξονά της. Μερικὲς λεπτομέρειες πρέπει νὰ προσέξωμε ἢν θέλωμε ἡ γεννήτρια νὰ ἐργασθῇ καλὰ καὶ σὰν κινητήρας. Αὐτὲς ἀφοροῦν τὴν ἔκκινηση τῆς μηχανῆς, τὴν μετάθεση τῶν φηκτρῶν κ.λ.π., ποὺ θὰ ἔξετάσωμε ἀναλυτικὰ στὰ ἐπόμενα.

Ἡ ἔξωτερικὴ μορφή, ποὺ τὰ ἐργοστάσια κατασκευῆς δίνουν στὶς γεννήτριες καὶ στὸν κινητῆρες, ἔξαρτάται ἀπὸ τὶς συνθῆκες, στὶς δποτεις πρόκειται νὰ ἐργασθοῦν. Οἱ κινητῆρες ἐργάζονται

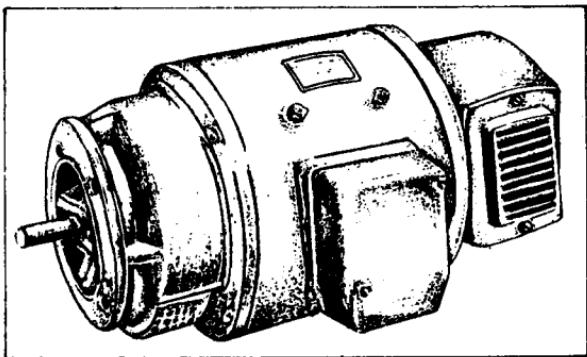


Σχ. 2·1 α. Κινητήρας συνεχούνς ρεύματος κλειστοῦ τύπου.

πολλὲς φορὲς σὲ συνθῆκες, ποὺ σπάνια βρίσκονται οἱ γεννήτριες (π.χ. σὲ μέρη ποὺ ἔχει σκόνη, ὑγρασία κ.λ.π.). Αὐτὸς είναι δ λόγος ποὺ οἱ κινητῆρες ἔξωτερικὰ διαφέρουν ἀπὸ τὴν μορφὴ ποὺ συνήθως δίνουν στὶς γεννήτριες. Τὸ σχῆμα 2·1 α δείχνει ἔνα κινητήρα συνεχούνς ρεύματος κλειστοῦ τύπου, δπως τὸν λέμε. Οἱ κινητῆρες αὐτοὶ προορίζονται γιὰ μέρη, δπου ὑπάρχει ὑγρασία ἢ πολλὴ σκόνη, ποὺ θὰ προκαλοῦσαν σὲ σύντομο χρονικὸ διάστημα βλάβες στὸ ἐσωτερικὸ τῆς μηχανῆς. Ό δέρας ποὺ φύχει τὸν κινητήρα δὲν κυκλοφορεῖ μέσα ἀπὸ τὸ ἐσωτερικὸ τῆς μηχανῆς αλλὰ ἔξωτερικά, μὲ τὴ βοήθεια τοῦ ἀνεμιστήρα, ποὺ βρίσκεται κάτω ἀπὸ τὸ δεξιὸ ἔξωτερικὸ κάλυμμα, δπως δείχνει τὸ σχῆμα. Ἐνα δεύ-

τερο ἐσωτερικὸ κάλυμμα δὲν ἐπιτρέπει στὸν ἀέρα νὰ κυκλοφορήσῃ μέσα ἀπὸ τὴ μηχανή.

Πολλὲς φορὲς ἐπίσης ἡ ἐξωτερικὴ μορφὴ τοῦ κινητήρα καθορίζεται ἀπὸ τὴ χρήση γιὰ τὴν δποία προσορίζεται. Τὸ σχῆμα 2·1 β δείχνει ἓνα κινητήρα, τοῦ δποίου τὸ ἓνα κάλυμμα, τὸ ἀρι-



Σχ. 2·1 β.

στερὰ στὸ σχῆμα, ἔχει διαμορφωθῆ κατάλληλα, ὥστε νὰ μπορῇ μ' αὐτὸν νὰ στερεώνεται ἐπάνω στὸ μηχάνημα ποὺ θὰ κινήσῃ.

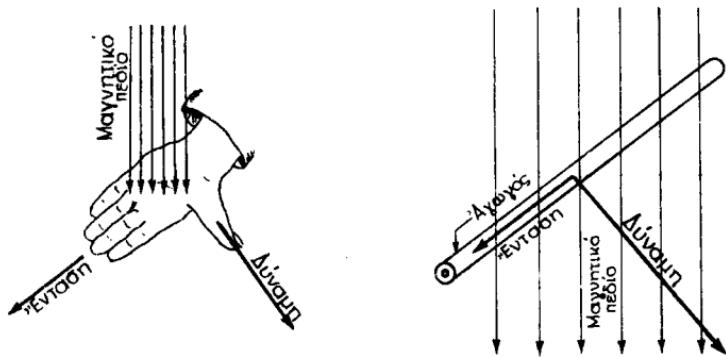
## 2·2 Πῶς λειτουργοῦν οἱ κινητήρες συνεχούς ρεύματος.

### 1. Ἡ δραχὴ τῆς λειτουργίας.

Οπως ἀναφέραμε καὶ στὴν προηγούμενη παράγραφο, τὸ ἐπαγγειακὸ τύμπανο τῶν κινητήρων συνεχοῦς ρεύματος ἔχει ἓνα τύλιγμα δμοιο μὲ τὸ τύλιγμα τῶν γεννητριῶν. Στὴν παράγραφο 1·4 εἰδαμε δτὶ τὸ βασικὸ στοιχεῖο τοῦ τυλίγματος τοῦ ἐπαγγειακοῦ τυμπάνου εἶναι ἡ σπείρα μὲ δύο ἀγωγούς, ποὺ τὰ ἄκρα της συνδέονται σὲ δύο τομεῖς τοῦ συλλέκτη.

Γιὰ νὰ ἐξηγήσωμε πῶς ἐργάζονται οἱ κινητήρες συνεχοῦς ρεύματος, θὰ δοῦμε τὶ γίνεται σὲ μιὰ σπείρα, ποὺ βρίσκεται μέσα στὸ μαγνητικὸ πεδίο ποὺ δημιουργοῦν οἱ πόλοι, δταν διοχετεύσωμε ἡλεκτρικὸ ρεῦμα μέσα ἀπὸ αὐτήν.

Από την 'Ηλεκτροτεχνία' ξέρομε ότι, όταν ένας άγωγός διαρρέεται από ήλεκτρικό ρεύμα και βρίσκεται μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο, άσκεται σ' αὐτὸν μιά δύναμη. Η δύναμη αυτή έχει τη διεύθυνση που δίνει ο κανόνας του άριστερού χεριού, δηλαδή έξιγγειται στὸ σχῆμα 2·2 α.



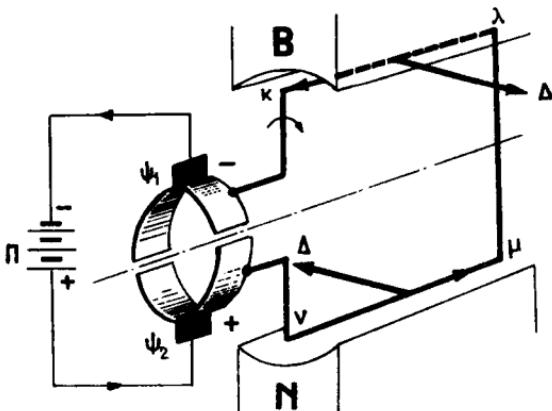
Σχ. 2·2 α. Κανόνας του άριστερού χεριού.

Τὸ μέγεθος τῆς δυνάμεως ποὺ ἀσκεῖται στὸν άγωγὸ έξαρτᾶται ςπὸ τὴν ἔνταση, τοῦ ρεύματος, ποὺ περνᾷ μέσα ἀπ' αὐτὸν καὶ ἀπὸ τὸ πόσῳ ισχυρὸ εἶναι τὸ μαγνητικὸ πεδίο, δηλαδὴ ἀπὸ τὴν ἔνταση τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Ἡ δύναμη μεγαλώνει, ὅταν αὔξηθῇ ἡ ἔνταση τοῦ ρεύματος η ἡ ἔνταση τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

"Ἄς φαντασθοῦμε τώρα ένα κινητήρα συνεχούς ρεύματος μὲ τὸ ἀπλούστερο δυνατὸ τύλιγμα στὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο, δηλαδὴ μὲ μιὰ σπείρα ἀπὸ δύο άγωγοὺς συνδεμένους στοὺς δύο τομεῖς τοῦ συλλέκτη. Μὲ τὴν βοήθεια τῶν φυκτρῶν διοχετεύομε ρεύμα μέσα στὴ σπείρα ἀπὸ μιὰ πηγὴ συνεχοῦς ρεύματος ΙΙ, δηλαδὴ στὸ σχῆμα 2·2 β. Τὸ τύμπανο, ποὺ δὲν ἔχει σχεδιασθῆ, γιὰ νὰ

είναι άπλούστερο τὸ σχῆμα, βρίσκεται μέσα στὸ μαγνητικὸ πεδίο ποὺ δημιουργοῦν οἱ δύο πόλοι τῆς μηχανῆς. Τὸ μαγνητικὸ πεδίο διευθύνεται ἀπὸ τὸν βόρειο πόλο πρὸς τὸν νότιο. Σύμφωνα μὲ δσα εἴπαμε παραπάνω, σὲ κάθε ἀγωγὴ θὰ ἀσκηθῇ μία δύναμη  $\Delta$ . Οἱ διευθύνσεις τῶν δυνάμεων  $\Delta$ , δπως προκύπτουν ἀπὸ τὸν κανόνα



Σχ. 2·2β.

τοῦ ἀριστεροῦ χεριοῦ, ᾔχουν σημειωθῆ στὸ σχῆμα. Παρατηροῦμε λοιπὸν δτι οἱ δυνάμεις αὐτὲς ἀποτελοῦν ἕνα ζεῦγος δυνάμεων. Τὸ ζεῦγος αὐτὸ ἀσκεῖ ροπὴ ἐπάνω στὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο ποὺ είναι στερεωμένη ἡ σπείρα. Ἀποτέλεσμα τῆς ροπῆς αὐτῆς είναι νὰ στραφῇ τὸ τύμπανο περὶ τὸν ἀξονά του κατὰ τὴ φορὰ ποὺ δείχνει τὸ τόξο (κάτω ἀπὸ τὸ κ). Είναι εὔκολο νὰ δῆ κανεὶς δτι καὶ ὅταν δ ἀγωγὸς νμ βρεθῇ κάτω ἀπὸ τὸ βόρειο πόλο καὶ δ κλ στὸ νότιο πόλο, πάλι ἡ φορὰ τῆς ροπῆς τῶν δυνάμεων είναι ἡ ἴδια. Δηλαδὴ τὸ τύμπανο θὰ στρέφεται πάντα κατὰ τὴν ἴδια φορά.

Τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου τῶν μηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος ἀποτελεῖται, δπως ἔξηγήσαμε στὴν παράγραφο 1·5, ἀπὸ πολλὲς σπείρες συνδεμένες σὲ σειρὰ καὶ διαμορφωμένες σὲ διαδεες. Οἱ διαδεες πάλι συνδέονται μεταξύ τους σὲ σειρὰ στὸν

τομεῖς τοῦ συλλέκτη. Συμπεραίνομε λοιπόν, ότι, όταν στοὺς ἀκροδέκτες τοῦ κινητήρα συνδέσωμε τοὺς πόλους μιᾶς πηγῆς συνεχοῦς ρεύματος, θὰ περάσῃ ἡλεκτρικὸ ρεῦμα μέσα ἀπ' ὅλους τοὺς ἀγωγοὺς τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου. Ἀρα, σύμφωνα μὲ δσα εἴπαμε παραπάνω, θὰ δημιουργηθοῦν ζεύγη δυνάμεων σὲ δλες τὶς σπείρες τοῦ τυλίγματος. Οἱ ροπὲς ὅλων αὐτῶν τῶν ζευγῶν ἐνεργοῦν κατὰ τὴν ἕδια φορὰ καὶ θέτουν σὲ περιστροφικὴ κίνηση τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο.

## 2. Ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς περιστροφῆς.

Εἶναι εὔκολο νὰ δῇ κανεὶς μὲ τὴ βοήθεια τοῦ σχήματος 2·2 β, ότι, όταν ἀλλάξωμε τὴ φορὰ τοῦ ρεύματος μέσα στοὺς ἀγωγοὺς τῆς σπείρας, διατηρώντας ὅμως τὴν πολικότητα στοὺς μαγνητικοὺς πόλους, θὰ ἀλλάξῃ καὶ ἡ φορὰ στροφῆς τοῦ τυμπάνου. Ἡ ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος γίνεται βέβαια μὲ ἀλλαγὴ στὴ σύνδεση τῶν ψηκτρῶν μὲ τοὺς πόλους τῆς πηγῆς II.

Τὸ ἕδιο ἀποτέλεσμα ἔχει καὶ ἡ ἀλλαγὴ τῆς πολικότητας τῶν μαγνητικῶν πόλων, όταν δὲν ἀλλάξῃ ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος μέσα στοὺς ἀγωγοὺς τοῦ τυμπάνου.

Ἄπὸ τὰ προηγούμενα βγαίνει τὸ ἀκόλουθο γενικὸ συμπέρασμα: Γιὰ νὰ ἀλλάξωμε τὴ φορὰ περιστροφῆς σ' ἓνα κινητήρα συνεχοῦς ρεύματος, ἀρκεῖ ν' ἀλλάξωμε μόνο τὴ φορὰ τοῦ ρεύματος στὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου ἢ μόνο τὴν πολικότητα τῶν μαγνητικῶν πόλων τῆς μηχανῆς.

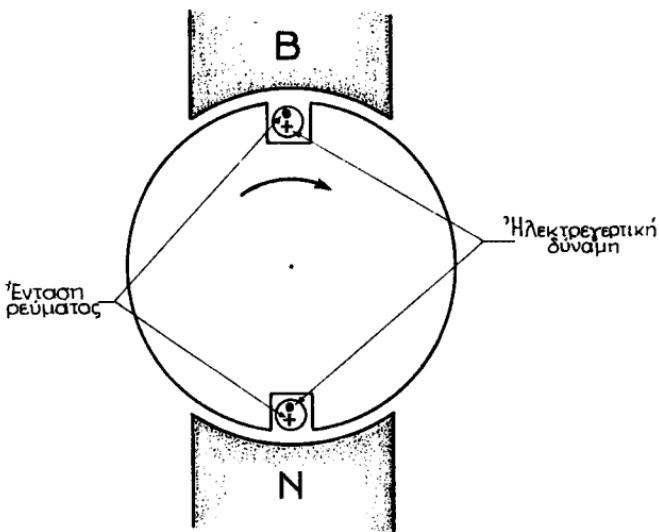
Εἶναι φανερὸ δτι, όταν ἀλλάξῃ καὶ ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος στὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου καὶ ἡ πολικότητα τῶν πόλων, ἡ φορὰ περιστροφῆς τῆς μηχανῆς δὲν ἀλλάζει.

## 3. Ἀντιηλεκτρεγερτικὴ δύναμη.

Στὰ προηγούμενα ἔξηγήσαμε γιατί, όταν μέσα ἀπὸ τοὺς ἀγωγοὺς τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου περνᾶ ἡλεκτρικὸ ρεῦμα, τὸ τύ-

μπανο θὰ περιστραφῇ. Ξέρομε, δημως, ἀπὸ δσα εἰπαμε στὶς γεννήτριες συνεχούς ρεύματος, δτι στοὺς ἀγωγοὺς ποὺ κινοῦνται μέσα σὲ μαγνητικὸ πεδίο δημιουργοῦνται γλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις. Αὐτὸ συμβαίνει καὶ στοὺς ἀγωγοὺς τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου τῶν κινητήρων. Ἀς δοῦμε πῶς διεύθυνονται αὐτὲς οἱ γλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις.

Τὸ σχῆμα 2 · 2 γ δείχνει τὴν σπείρα τῶν ἀγωγῶν τοῦ σχήματος 2 · 2 β σὲ τομὴ κάθετη πρὸς τὸν ἄξονα. Ἡ σπείρα παριστά-



Σχ. 2 · 2 γ.

νεται τοποθετημένη μέσα στὶς δδοντώσεις τοῦ τυμπάνου. Στὸ σχῆμα ἔχει σημειωθῆ μὲ τὰ γνωστὰ σύμβολα ἡ διεύθυνση ποὺ ἔχει ἡ ἔνταση τοῦ ρεύματος μέσα στοὺς ἀγωγοὺς τῆς σπείρας, καθὼς καὶ ἡ φορὰ κατὰ τὴν δποία περιστρέφεται τὸ τύμπανο ἀπὸ τὸ ζεῦγος τῶν δυνάμεων, ποὺ ἀσκοῦνται στοὺς ἀγωγούς.

Οἱ γλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις ποὺ δημιουργοῦνται μέσα στοὺς κινούμενους ἀγωγοὺς ἔχουν διεύθυνση ποὺ δρίζεται ἀπὸ τὸν κανόνα τοῦ δεξιοῦ χεριοῦ (βλ. σχ. 1 · 4 α καὶ σχ. 1 · 4 β). Ἐπομένως, στὸν

ἀπλὸς κινητήρα ποὺ παριστάνει τὸ σχῆμα 2·2 γ, ἢ διεύθυνση τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως στὸν ἐπάνω ἀγωγὸ θὰ εἴναι ἀπὸ ἐμπρὸς πρὸς τὰ πίσω, στὸν κάτω δὲ ἀγωγὸ ἀντίθετα, διπλαὶς ἔχουν σημειωθῆ στὸ σχῆμα.

Παρατηροῦμε ὅτι ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη μέσα στὴ σπείρα διευθύνεται ἀντίθετα ἀπὸ τὴν διεύθυνση ποὺ ἔχει ἡ ἔνταση τοῦ ρεύματος. Δηλαδὴ, ἡ τάση τῆς πηγῆς ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν κινητήρα πρέπει νὰ ὑπερινικήσῃ αὐτὴ τὴν ἀντίθετη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη γιὰ νὰ μπορέσῃ νὰ κυκλοφορήσῃ τὸ ρεῦμα στὸν ἀγωγὸν. Αὐτὸς εἴναι ὁ λόγος ποὺ ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη, ποὺ δημιουργεῖται μέσα στὸν κινούμενον ἀγωγὸν τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου τῶν κινητήρων, δινομάζεται ἀντιηλεκτρογερτικὴ δύναμη.

Ἄπ' ὅσα εἴπαμε, συμπεραίνομε ὅτι ἡ ἀντιηλεκτρεγερτικὴ δύναμη, ποὺ δημιουργεῖται μέσα στὸν ἀγωγὸν τοῦ περιστρεφομένου τυμπάνου καὶ ποὺ τὴν παριστάνομε μὲ τὸ σύμβολο  $E_a$ , εἴναι μικρότερη ἀπὸ τὴν τάση πηγῆς  $U$ . Ἡ διαφορά:

$$U - E_a$$

εἴναι ἡ τάση ποὺ προκαλεῖ τὴν ἔνταση  $I$  μέσα στὸν ἀγωγὸν. Θὰ εἴναι λοιπὸν ἵση μὲ τὴν πτώση τάσεως ποὺ δημιουργεῖ ἡ  $I$  στὸν ἀγωγὸν τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου (καὶ στὶς φήκτρες).

"Αν παραστήσωμε μὲ  $R$  τὴν ἀντίσταση τῶν ἀγωγῶν μαζὶ μὲ τὶς φήκτρες, τότε ἡ πτώση τάσεως εἴναι  $R \cdot I$  καὶ σύμφωνα μὲ αὐτὰ ποὺ εἴπαμε θὰ εἴναι:

$$U - E_a = R \cdot I$$

"Η σχέση αὐτὴ μπορεῖ νὰ γραφῇ καὶ ὡς ἕξῆς:

$$I = \frac{U - E_a}{R}$$

"Οπως ἀναφέραμε καὶ στὸ ἔδαφος 1 αὐτῆς τῆς παραγράφου, τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου τῶν κινητήρων συνεχοῦς ρεύματος ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλὲς σπεῖρες συνδεμένες σὲ σειρά, ποὺ

τροφοδοτούνται από τις φήκτρες της μηχανῆς. "Αρα, οι τύποι που γράφαμε παραπάνω για τὴ μία σπείρα, ισχύουν καὶ γιὰ δύο τὸ τύλιγμα τῆς μηχανῆς. Στὴν περίπτωση αὐτή, ἡ  $E_a$  εἶναι τὸ άθροισμα τῶν ἀντιηλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων δλων τῶν σπειρῶν που εἶναι συνδεμένες σὲ σειρά, καὶ δυνάμεις εἶναι ἀντιηλεκτρεγερτικὴ δύναμη τοῦ κινητήρα. Τὸ  $R$  εἶναι ἡ θλικὴ ἀντίσταση τοῦ τυλίγματος τοῦ ἐπαγγειακοῦ τυμπάνου μαζὶ μὲ τὶς φήκτρες. Τὰ  $I$  καὶ  $U$  εἶναι πάλι ἡ ἔνταση τοῦ ρεύματος που ἀπορροφᾶ τὸ τύμπανο καὶ ἡ τάση που δίνει ἡ πηγή.

Σὰν παράδειγμα ἀς ὑπολογίσωμε τὴν ἔνταση που ἀπορροφᾶ απὸ τὴν πηγὴ τὸ τύμπανο ἐνδὲς κινητήρα που εἶναι φτιαγμένος γιὰ νὰ ἐργάζεται σὲ τάση 220 V, δὲ δύοις στὸ κανονικὸ του φορτίο ἔχει ἀντιηλεκτρεγερτικὴ δύναμη 210 V καὶ τοῦ δύοις ἡ θλικὴ ἀντίσταση τυλίγματος τυμπάνου καὶ φήκτρων εἶναι 0,2 Ω. Θὰ εἶναι τότε:

$$I = \frac{220 - 210}{0,2} = 50 \text{ A}$$

#### 4. Πῶς ξεκινοῦν οἱ κινητήρες συνεχούς ρεύματος.

Οι τύποι τοῦ προηγούμενου ἐδαφίου μᾶς βοηθοῦν νὰ καταλάβωμε τὶ γίνεται στὸν κινητήρα τὴ στιγμὴ που τὸν θέτομε σὲ κίνηση, δηλαδὴ τὴ στιγμὴ που, κλείνοντας τὸν διακόπτη, συνδέομε τὴν πηγὴ II στοὺς ἀκροδέκτες τῆς μηχανῆς. Τὴ στιγμὴ αὐτὴ τὸ τύμπανο εἶναι ἀκίνητο, ἄρα, δὲν ὑπάρχει ἡ ἀντιηλεκτρεγερτικὴ δύναμη  $E_a$  μέσα στοὺς ἀγωγούς. "Οταν τὸ  $E_a = 0$ , οἱ προηγούμενοι τύποι γίνονται:

$$U = R \cdot I' \quad \text{καὶ} \quad I' = \frac{U}{R}$$

"Οπου  $I'$  εἶναι ἡ ἔνταση που ἀπορροφᾶ τὸ τύμπανο τοῦ κινητήρα τὴ στιγμὴ που τὸν θέτομε σὲ κίνηση. "Ἄς ὑπολογίσωμε τὴν

ἐνταση I' γιὰ τὸν κινητήρα τοῦ παραδείγματος ποὺ ἀναφέραμε στὸ προηγούμενο ἔδαφο. Θὰ εἰναι:

$$I' = \frac{220}{0,2} = 1\,100 \text{ A}$$

Δηλαδή, τὴ στιγμὴ ποὺ κλείνομε τὸν διακόπτη, κυκλοφορεῖ μέσα στὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου μία μεγάλη ἐνταση I' τέτοια, ὥστε μόνο ἡ πτώση τάσεως μέσα σ' αὐτὸν νὰ εἰναι ἵση μὲ τὴν τάση τῆς πηγῆς. Τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο βρίσκεται δμως μέσα στὸ μαγνητικὸ πεδίο ποὺ δημιουργοῦν οἱ πόλοι τῆς μηχανῆς. "Οπως ἔξηγήσαμε, τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο θὰ ἀρχίσῃ τότε νὰ περιστρέψεται. "Αρα, θὰ δημιουργηθοῦν μέσα στοὺς ἀγωγοὺς ἀντιηλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις, ποὺ τὸ μέγεθός τους θὰ αὐξάνῃ ὅσο αὐξάνει ἡ ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ τυμπάνου, σύμφωνα μὲ ὅσα εἴπαμε στὴν παράγραφο 1·4, γιὰ τὸ μέγεθος τῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων, ποὺ δημιουργοῦνται μέσα στοὺς ἀγωγούς. Αὐτὸν θὰ ἔχῃ σὰν ἀποτέλεσμα νὰ μικραίνῃ ἡ ἐνταση I' ὥσπου τὸ τύμπανο νὰ πάρῃ τὴν κανονικὴ τοῦ ταχύτητα. Τότε ἡ ἐνταση ποὺ θὰ ἀπορροφᾶ τὸ τύλιγμα, ἔξαρτᾶται πιὰ μόνο ἀπὸ τὸ φορτίο τοῦ κινητήρα.

"Οπως εἴδαμε, ἡ ἐνταση I' εἰναι πολὺ μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἐνταση I ποὺ ἀπορροφᾶ δικινητήρας στὸ κανονικὸ τοῦ φορτίο. Τόσο μεγάλη δμως ἐνταση εἰναι ἐπόμενο νὰ προκαλέσῃ βλάβη στὴν ἡλεκτρικὴ ἐγκατάσταση ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν κινητήρα καὶ σ' αὐτὸν τὸν ἴδιο τὸν κινητήρα. Γι' αὐτὸν τὸ λόγο, στοὺς κινητήρες συνεχοῦς ρεύματος συνδέομε σὲ σειρὰ μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου μιὰ μεταβλητὴ ἀντίσταση, ποὺ εἰναι συνήθως μὲ στρόφαλο (βλ. σχ. 2·3 γ). Η ἀντίσταση αὐτὴ δνομάζεται ἐκκινητής. Στὴν ἀρχὴ τῆς ἐκκινήσεως ὅλη ἡ ἀντίσταση τοῦ ἐκκινητῆς εἰναι σὲ σειρὰ μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου. Ο κινητήρας ἔκεινα ἔτσι μὲ ἐνταση ποὺ δὲν εἰναι σημαντικὰ μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἐνταση ποὺ ἀπορροφᾶ στὸ κανονικὸ τοῦ φορτίο. Κατόπιν ἐλαττώνομε σιγὰ σιγὰ τὴν ἀντίσταση τοῦ ἐκκινητῆς μεταθέτοντας τὸν στρόφαλο,

δπότε για ταχύτητα του κινητήρα αύξανεται. "Όταν άφαιρεθῇ ὅλῃ για ἀντίσταση, δικαιούεται θά ἔχῃ τὴν κανονική του ταχύτητα περιστροφῆς. Ἐτοι μὲ τὴν χρήση του ἐκκινητῆς κατορθώνομες νὰ ἐλαττώσωμε τὴν ἔνταση ἐκκινήσεως του κινητήρα. Πραγματικὰ για ἔνταση ἐκκινήσεως  $I_e$  δίνεται τώρα ἀπὸ τὸν τύπο :

$$I_e = \frac{U}{R + R_e}$$

ὅπου  $R_e$  εἶναι για ἀντίσταση του ἐκκινητῆς.

"Αν στὸν κινητήρα του προιγγουμένου παραδείγματος χρησιμοποιήσωμες ἔναν ἐκκινητὴς μὲ διλικὴ ἀντίσταση  $2\Omega$ , τότε για ἔνταση ἐκκινήσεως του κινητήρα θὰ εἶναι :

$$I_e = \frac{220}{0,2 + 2} = 100 \text{ A.}$$

Στὰ ἑπόμενα, ὅταν περιγράψωμε τὰ διάφορα εἰδη κινητήρων, θὰ ἔξηγήσωμε πῶς εἶναι κατασκευασμένοι καὶ οἱ ἐκκινητές τους.

## 5. Δειτουργία ἐν κενῷ.

Λέμε ὅτι δικαιούεται ἐν κενῷ διατάσσεται ἐν κενῷ διατάσσεται συνδεμένο φορτίο στὸν ἀξονά του, δηλαδὴ διατάσσεται κινή κανένα μηχάνημα. Στὴν περίπτωση αὐτὴ οἱ δυνάμεις ποὺ ἀσκοῦνται στοὺς ἀγωγοὺς του ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου ἔχουν νὰ νικήσουν μόνο τὶς τριβὲς του κινητήρα. "Αρα, στὴν λειτουργία ἐν κενῷ του κινητήρα οἱ δυνάμεις αὐτὲς θὰ εἶναι πολὺ μικρές. Γιὰ νὰ εἶναι δημιουργίας μικρές οἱ δυνάμεις, σύμφωνα μὲ δσα εἰπαμε στὸ ἔδαφοι 1 αὐτῆς τῆς παραγγράφου γιὰ τὸ μέγεθος τῶν δυνάμεων ποὺ ἀσκοῦνται στοὺς ἀγωγούς, πρέπει καὶ για ἔνταση ποὺ περνᾶ μέσα ἀπὸ τὸ τύλιγμα του τυμπάνου νὰ εἶναι μικρή. Αὐτὸς πραγματικὰ καὶ συμβαίνει. Ή ἔνταση ποὺ ἀπορροφᾶ δικαιούεται θὰ εἶναι πολὺ μικρή σχετικὰ μὲ τὴν ἔνταση ποὺ ἀπορροφᾶ δικαιούεται μὲ τὸ κανονικό του φορτίο.

Πολλές φορές τοὺς κινητῆρες τοὺς θέτομε σὲ κίνηση ἐν κενῷ. Αὐτὸς δὲν τὸ κάνομε γιὰ νὰ ἔλαττώσωμε τὴν ἔνταση ἐκκινήσεως. Αὐτὴ ἔξαρταται μόνον ἀπὸ τὴν τάση τῆς πηγῆς καὶ ἀπὸ τὶς ἀντιστάσεις τοῦ τυλίγματος τοῦ τυμπάνου καὶ τοῦ ἐκκινητῆ, ὅπως τὸ συμπεραίνει κανεὶς πολὺ εὔκολα ἀπὸ τὸν τελευταῖο τύπο τοῦ προγραμμένου ἐδαφίου. Ξεκινᾶμε τοὺς κινητῆρες ἐν κενῷ ὅταν θέλωμε νὰ ἔλαττώσωμε τὸ χρόνο ἐκκινήσεως, δηλαδὴ τὸ χρόνο ποὺ περνᾶ ἀπὸ τὴν στιγμὴν ποὺ θὰ τροφοδοτήσωμε τὸν κινητήρα μὲρυμα, ὡς τὴν στιγμὴν ποὺ θὰ ἔχῃ ἀποκτήση τὴν κανονική του ταχύτητα περιστροφῆς. Η ἔξηγηση αὐτοῦ εἶναι σχεδὸν φανερή. "Ολοι ξέρομε ὅτι: ἔνα μηχάνημα ξεκινᾶ πιὸ γρήγορα, ὅταν εἶναι ξεφόρτωτο, παρὰ ὅταν εἶναι φορτωμένο.

## 6. Λειτουργία ὑπὸ φορτίου.

"Οταν ὁ κινητήρας ἐργάζεται ὑπὸ φορτίου, ὅταν δηλαδὴ στὸν ἀξιονά του εἶναι συνδεμένο κάποιο μηχάνημα ποὺ τὸ κινῇ, τότε οἱ δυνάμεις ποὺ ἀσκοῦνται στὸν ἀγωγὸν τοῦ τυμπάνου πρέπει νὰ εἶναι ἀρκετὰ μεγάλες, ὥστε νὰ ὑπερνικήσουν τὶς τριβὲς τοῦ κινητήρα καὶ νὰ δώσουν καὶ τὴν ροπὴν ποὺ χρειάζεται γιὰ νὰ κινηθῇ τὸ μηχάνημα. Αὐτό, δημοσ., σημαίνει ὅτι: ὁ κινητήρας ἀπορροφᾷ ἀπὸ τὴν πηγὴν ποὺ τὸν τροφοδοτεῖ μεγαλύτερη ἔνταση ρεύματος ἀπὸ αὐτὴν ποὺ θὰ ἀπορροφοῦσε ἀν ἐργάζοταν ἐν κενῷ.

Τὸ πόσο ρεῦμα θὰ ἀπορροφήσῃ ὁ κινητήρας τὸ κανονικεῖ μόνος του ἀνάλογα μὲ τὸ φορτίο ποὺ ἔχει νὰ κινήσῃ. Πῶς συμβαίνει αὐτὸς εἶναι πολὺ εὔκολο νὰ ἔξηγηθῇ, ἀν παραδεχθοῦμε ὅτι: ἡ ἔνταση διεγέρσεως καὶ ἡ τάση τῆς πηγῆς, ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν κινητήρα, παραμένουν σταθερές. Ξέρομε ὅτι: ἡ ἔνταση ποὺ ἀπορροφᾷ τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο τοῦ κινητήρα δίνεται ἀπὸ τὸν τύπο:

$$I = \frac{U - E_a}{R}$$

"Οταν ὁ κινητήρας ἐργάζεται ἐν κενῷ, ἡ ἀντιηλεκτρεγερτικὴ δύ-

ναμη  $E_a$  πολὺ λίγο διαφέρει άπό τὴν τάση τῆς πηγῆς  $U$ . "Αρα, ή ἔνταση I ποὺ ἀπορροφᾶ ὁ κινητήρας εἶναι μικρή.

"Οταν ὁ κινητήρας φορτισθῇ, ἡ ταχύτητα περιστροφῆς του πέφτει λίγο. "Αρα, ἀφοῦ ή διέγερση εἶναι σταθερή, θὰ μικρύνη καὶ ή ἀντιηλεκτρεγερτική δύναμη  $E_a$ . Τότε ή διαφορά:

$$U - E_a$$

θὰ μεγαλώσῃ, δηλαδὴ θὰ μεγαλώσῃ καὶ ή ἔνταση ποὺ ἀπορροφᾶ ὁ κινητήρας.

"Ενα ἀριθμητικὸ παράδειγμα θὰ ἔξηγήση καλύτερα αὐτὰ ποὺ εἴπαμε. "Εστω δτι ἔνας κινητήρας φτιαγμένος γιὰ τάση 500 V ἔχει δλικὴ ἀντίσταση τυμπάνου 0,6 Ω. 'Ο κινητήρας αὐτός, δταν ἐργάζεται ἐν κενῷ, ἀναπτύσσει ἀντιηλεκτρεγερτική δύναμη:

$$E_a = 497,6 \text{ V.}$$

"Αρα ή ἔνταση ποὺ ἀπορροφᾶ δταν ἐργάζεται ἐν κενῷ εἶναι:

$$I = \frac{500 - 497,6}{0,6} = 4 \text{ A}$$

"Οταν ὁ κινητήρας φορτισθῇ μὲ τὸ κανονικό του φορτίο, ἡ ταχύτητα περιστροφῆς του πέφτει καὶ τότε ἀναπτύσσει ἀντιηλεκτρεγερτική δύναμη:  $E_a = 482 \text{ V}$

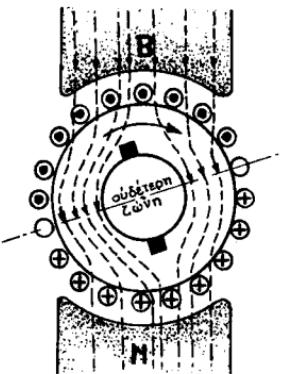
"Αρα ή ἔνταση ποὺ ἀπορροφᾶ δταν ἐργάζεται μὲ τὸ κανονικό του φορτίο εἶναι:

$$I = \frac{500 - 482}{0,6} = 30 \text{ A}$$

"Οταν ή φόρτιση τοῦ κινητήρα εἶναι πολὺ μεγάλη καὶ ξεπερνᾷ τὴν ἴκανότητά του, τότε ή ταχύτητα τοῦ κινητήρα θὰ πέσῃ πολὺ (ἐνδέχεται μάλιστα ὁ κινητήρας νὰ σταματήσῃ τελείως) καὶ θὰ αὔξηθῃ πολὺ η ἔνταση ποὺ ἀπορροφᾶ. Στὴν περίπτωση αὐτῇ ὁ κινητήρας θὰ διατρέξῃ τὸν κίνδυνο νὰ καταστραφῇ ἀπό τὴν θερμότητα ποὺ θὰ προκληθῇ ἀπό αὐτὴ τὴν μεγάλη ἔνταση.

### 7. Ἀντίδραση τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου.

"Οπως στὶς γεννήτριες συνεχοῦς ρεύματος ἔται καὶ στὸν κινητῆρες, τὸ ρεῦμα ποὺ κυκλοφορεῖ μέσα στὸν ἀγωγοὺς τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, δημιουργεῖ ἕνα δικό του μαγνητικὸ πεδίο. Τὸ μαγνητικὸ αὐτὸ πεδίο παραμορφώνει τὸ μαγνητικὸ πεδίο τῶν κυρίων πόλων τῆς μηχανῆς, μέσα στὸ διπολὸ περιστρέφεται, δπως ἔξερομε, τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο. Ή παραμόρφωση αὐτὴ ἔχει καὶ ἐδῶ σὰν ἀποτέλεσμα νὰ μετατοπίζεται ἡ οὐδέτερη ζώνη καὶ νὰ δημιουργοῦνται συνεπῶς σπινθηρισμοὶ στὸν συλλέκτη, δπως εἰχα-



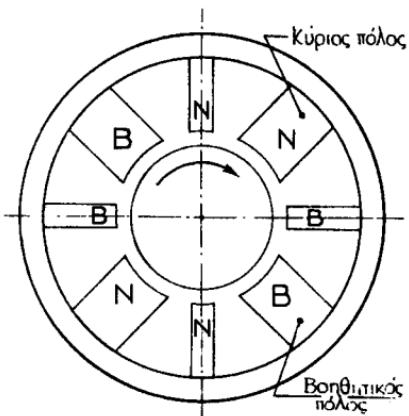
Σχ. 2·2 δ.

με δῆ δτι συμβαίνει καὶ στὶς γεννήτριες. Ή μόνη διαφορὰ εἶναι δτι στὸν κινητῆρες ἡ οὐδέτερη ζώνη μετατοπίζεται ἀντίθετα ἀπὸ τὴν φορὰ περιστροφῆς τοῦ τυμπάνου, δπως δείχνει καὶ τὸ σχῆμα 2·2 δ. Ή μετατόπιση εἶναι τόσο μεγαλύτερη, δσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ ἔνταση τοῦ ρεύματος ποὺ ἀπορροφᾶ δ κινητήρας.

"Οταν δ κινητήρας ἔργαζεται ἐν κενῷ, ἡ ἔνταση ποὺ ἀπορροφᾶ εἶναι, δπως ἔξηγήσαμε, πολὺ μικρὴ σχετικὰ μὲ τὴν ἔνταση ποὺ ἀπορροφᾶ δταν ἔργαζεται μὲ τὸ κανονικό του φορτίο. Γι' αὐτὸ τὸ λόγο, εἶναι δυνατὸν στὴν λειτουργία ἐν κενῷ τοῦ κινητήρα νὰ μὴν ἔμφανται σπινθηρισμοὶ στὸν συλλέκτη.

Τὴν ἐπίδραση αὗτὴ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ποὺ δημιουργεῖ τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο στὸ κύριο μαγνητικὸ πεδίο, τὴν ὀνομάζομε πάλι ἀντίδραση τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου. Γιὰ νὰ ἔχωμε λειτουργία τοῦ κινητήρα ὑπὸ φορτίο χωρὶς σπινθηρισμούς, μεταθέτομε λίγο τὶς φῆκτρες, ἀντίθετα δύμας ἀπὸ τὴ φορὰ περιστροφῆς τοῦ κινητήρα, ὅπως δείχνει τὸ σχῆμα 2·2 δ.

Ἐνας ἄλλος τρόπος γιὰ νὰ ἀποφύγωμε τοὺς σπινθηρισμοὺς στὸν συλλέκτη, χωρὶς νὰ μεταθέσωμε τὶς φῆκτρες, εἶναι νὰ χρησιμοποιήσωμε βοηθητικοὺς πόλους σὰν αὐτοὺς τῶν γεννητριῶν. Σήμερα οἱ περισσότεροι κινητήρες κατασκευάζονται μὲ βοηθητικοὺς πόλους. Τὰ τυλίγματα τῶν βοηθητικῶν πόλων συνδέονται καὶ ἐδῶ σὲ σειρὰ μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, ἀλλὰ κατὰ



Σχ. 2·2 ε. Διαδοχὴ πόλων σὲ κινητήρα συνεχούς ρεύματος.

τέτοιο τρόπο, ὥστε νὰ ἔχωμε τὴν διαδοχὴ κυρίων καὶ βοηθητικῶν πόλων ὅπως τὴν δείχνει γιὰ ἔνα τετραπολικὸ κινητήρα τὸ σχῆμα 2·2 ε. Δηλαδὴ κατὰ τὴν φορὰ στροφῆς τοῦ τυμπάνου τοῦ κινητήρα ὕστερα ἀπὸ βόρειο κύριο πόλο νὰ εἴναι βόρειος βοηθητικὸς καὶ ὕστερα ἀπὸ νότιο κύριο πόλο νὰ εἴναι νότιος βοηθητικός.

Παρατηροῦμε, δτι ἡ πολικότητα τῶν βοηθητικῶν πόλων

στοὺς κινητῆρες εἶναι ἀντίθετη ἀπὸ τὴν πολικότητα, ποὺ ἔχουν στὶς γεννήτριες γιὰ τὴν ἕδια φορὰ στροφῆς τῆς μηχανῆς.

### **8. Ρύθμιση τῆς ταχύτητας περιστροφῆς.**

Ἡ ρύθμιση τῆς ταχύτητας περιστροφῆς στοὺς κινητῆρες συνεχοῦς ρεύματος γίνεται εὔκολα καὶ μὲ ἀπλὰ μέσα. Αὐτὸς εἶναι ἔνα σημαντικὸ πλεονέκτημα τῶν κινητήρων συνεχοῦς ρεύματος σὲ σύγκριση μὲ τοὺς κινητῆρες ἐναλλασσομένου ρεύματος, ποὺ θὰ ἔξετάσωμε σὲ ἄλλο Κεφάλαιο.

Ὑπάρχουν δύο τρόποι, μὲ τοὺς ὅποίους μποροῦμε νὰ ρυθμίσωμε τὴν ταχύτητα περιστροφῆς σὲ ἔνα κινητήρα συνεχοῦς ρεύματος.

α. Ὁ πρῶτος τρόπος εἶναι νὰ κρατοῦμε σταθερὴ τὴν τάση ποὺ ἔφαρμόζεται στοὺς ἀκροδέκτες τοῦ ἐπαγγειακοῦ τυμπάνου τοῦ κινητήρα καὶ νὰ μεταβάλωμε τὴν ἔνταση τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τῶν πόλων, νὰ μεταβάλωμε δηλαδὴ τὴν ἔνταση διεγέρσεως. Ἐὰν ἐλαττωθῇ ἡ ἔνταση διεγέρσεως, ἡ ταχύτητα τοῦ κινητήρα αὐξάνεται. Ἀντίθετα, δταν αὐξηθῇ ἡ ἔνταση διεγέρσεως, ἡ ταχύτητα μικραίνει.

β. Ὁ δεύτερος τρόπος εἶναι νὰ κρατοῦμε τὴν ἔνταση διεγέρσεως σταθερὴ καὶ νὰ μεταβάλωμε τὴν τάση ποὺ ἔφαρμόζεται στοὺς ἀκροδέκτες τοῦ τυμπάνου. Ὅταν ἡ τάση αὐτὴ αὐξάνεται, τότε αὐξάνεται καὶ ἡ ταχύτητα τοῦ κινητήρα. Ὅταν ἡ τάση ἐλαττώνεται καὶ ἡ ταχύτητα τοῦ κινητήρα ἐλαττώνεται.

Ἡ ἀπόδειξη αὐτῶν, ποὺ εἴπαμε ἀμέσως παραπάνω, ἔφεύγει ἀπὸ τὸν σκοπὸ τοῦ βιβλίου αὐτοῦ. Στὰ ἐπόμενα δμως, ποὺ θὰ ἔξετάσωμε τὰ διάφορα εἰδῆ κινητήρων, θὰ δοῦμε πῶς ἔφαρμόζονται στὴν πράξη οἱ τρόποι αὐτοὶ γιὰ νὰ ἔχωμε ρύθμιση τῆς ταχύτητας περιστροφῆς στοὺς κινητῆρες.

## 2·3 Είδη κινητήρων συνεχοῦς ρεύματος.

### 1. Γενικά.

Στοὺς κινητήρες συνεχοῦς ρεύματος, δπως ἀκριβῶς καὶ στὶς γεννήτριες, γιὰ νὰ δημιουργηθῇ τὸ μαγνητικὸ πεδίο, μέσα στὸ δποῖο περιστρέφεται τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο, πρέπει νὰ τροφοδοτήσωμε τὸ τύλιγμα τῶν πόλων μὲ συνεχὲς ρεῦμα. Ἡ τροφοδότηση αὐτὴ γίνεται κατὰ τοὺς ἰδιους τρόπους ποὺ γίνεται καὶ στὶς γεννήτριες συνεχοῦς ρεύματος. Ἐχομε δηλαδὴ καὶ ἐδῶ τὰ παρακάτω τέσσερα εἰδῆ κινητήρων συνεχοῦς ρεύματος.

- α. *Κινητῆρες μὲ ξένη διέγερση.*
- β. *Κινητῆρες μὲ παράλληλη διέγερση.*
- γ. *Κινητῆρες μὲ διέγερση σειρᾶς, καὶ*
- δ. *Κινητῆρες μὲ σύνθετη διέγερση.*

Οἱ κινητῆρες μὲ ξένη διέγερση σπάνια κατασκευάζονται σήμερα καὶ προορίζονται γιὰ εἰδικὲς χρήσεις. Οἱ ἴδιοτητές τους εἶναι σχεδὸν οἱ ἴδιες μὲ τὶς ἴδιοτητες τῶν κινητήρων μὲ παράλληλη διέγερση. Στὰ παρακάτω δὲν θὰ ἀσχοληθοῦμε περισσότερο μὲ τοὺς κινητῆρες μὲ ξένη διέγερση.

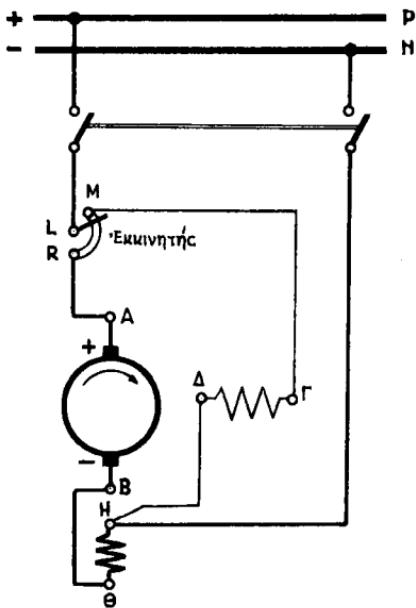
### 2. Κινητῆρες μὲ παράλληλη διέγερση.

Στοὺς κινητῆρες αὐτοὺς τὸ τύλιγμα διεγέρσεως συνδέεται παράλληλα μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, ἀκριβῶς δπως στὶς ἀντίστοιχες γεννήτριες. Τὸ σχῆμα 2·3 α δείχνει τὴν συνδεσμολογίαν ἐνδεικνύοντας τὴν κινητήρα μὲ παράλληλη διέγερση καὶ μὲ βοηθητικοὺς πόλους. Τὸ δίκτυο ἡ γενικότερα ἡ πηγὴ συνεχοῦς ρεύματος ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν κινητήρα, ἔχει ἀντικατασταθῆ στὸ σχέδιο ἀπὸ τοὺς ζυγοὺς P καὶ N (θετικὸ καὶ ἀρνητικὸ πόλο τῆς πηγῆς).

Σὲ σειρᾶ μὲ τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο συνδέεται καὶ δ ἐκκινητής, ποὺ χρησιμεύει, δπως εἰπαμε, γιὰ τὴν ἐκκίνηση τοῦ κινητή-

ρα. Τὸ ἀκρο  $\Gamma$  τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως δὲν συνδέεται στὸν ἀκροδέκτη  $A$  τοῦ τυμπάνου ἀλλὰ σὲ ἔνα τρίτο ἀκροδέκτη  $M$  ποὺ φέρει δὲ ἐκκινητής. Γιατὶ γίνεται αὐτὸ τὸ ἔξηγγήσωμε παρακάτω, δταν θὰ μιλήσωμε γιὰ τοὺς ἐκκινητὲς τῶν κινητήρων μὲ παράλληλη διέγερση.

Ἡ πραγματικὴ συνδεσμολογία τῶν τυλιγμάτων ἔνδε τετραπολικοῦ κινητήρα μὲ παράλληλη διέγερση καὶ βοηθητικοὺς πό-



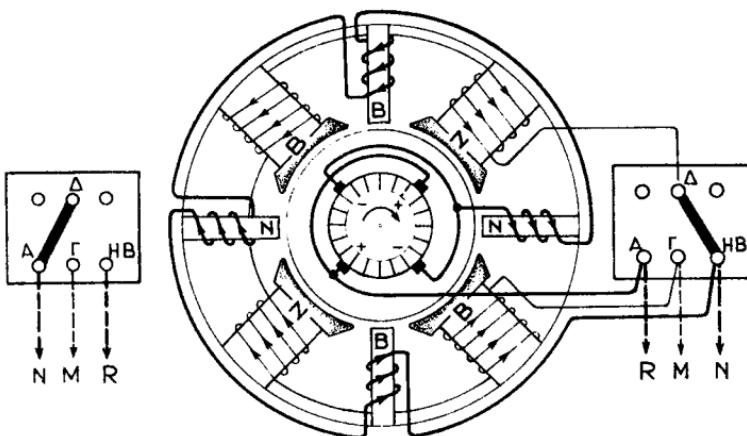
Σχ. 2·3 α. Κινητήρας μὲ παράλληλη διέγερση.

λους φαίνεται στὸ σχῆμα 2·3 β. Συγχρίνοντας τὸ σχῆμα αὐτὸ μὲ τὸ σχῆμα 1·7 ε, ποὺ παριστάνει μιὰ γεννήτρια μὲ παράλληλη διέγερση, παρατηροῦμε δτι ἡ συνδεσμολογία τῶν τυλιγμάτων εἶναι ἀκριβῶς ἡ ἓδια.

Γιὰ νὰ ἀλλάξωμε τὴ φορά, κατὰ τὴν ὅποια περιστρέφεται ἔνας κινητήρας μὲ παράλληλη διέγερση, συνήθως ἀλλάζομε τὴν φορὰ τοῦ ρεύματος μέσα στὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο, φροντίζοντας νὰ

κρατήσωμε τὴν ἕδια πολικότητα στοὺς κυρίους πόλους (βλ. ἑδάφιο 2 τῆς παραγράφου 2·2). Ἡ πολικότητα τῶν βοηθητικῶν πόλων πρέπει βέβαια νὰ ἀλλάξῃ γιὰ νὰ ἴσχυουν δσα εἴπαμε στὸ ἑδάφιο 7 τῆς παραγράφου 2·2.

Στὶς περιπτώσεις ποὺ θέλομε ν' ἀλλάξῃ μόνιμα φορὰ περιστροφῆς ὁ κινητήρας, ἡ ἀναστροφὴ τοῦ ρεύματος στὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο καὶ τοὺς βοηθητικοὺς πόλους γίνεται μὲ ἀλλαγὴ στὴν συνδεσμολογία τῶν ἀκροδέκτων, ὅπως φαίνεται στὸ ἀριστερὸ μέρος τοῦ σχήματος 2·3 β. Δηλαδὴ συνδέομε τὸν ἀκροδέκτη Α τοῦ ἐπα-



Σχ. 2·3β. Τετραπολικὸς κινητήρας μὲ παράλληλη διέγερση.

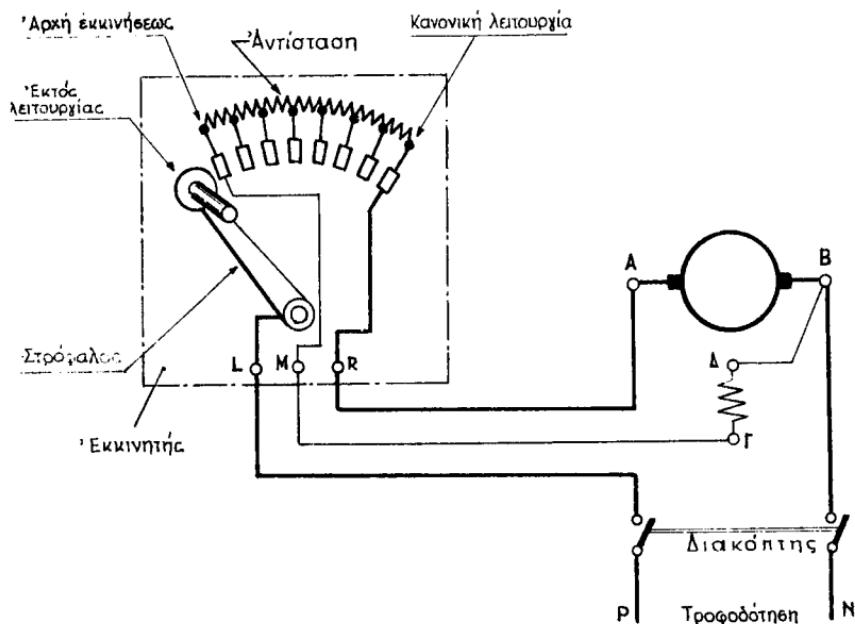
γωγικοῦ τυμπάνου μὲ τὸν ἀρνητικὸ πόλο τῆς πηγῆς (N) καὶ τὸν ἀκροδέκτη HB μὲ τὸν θετικὸ πόλο μέσω τοῦ ἐκκινητῆ (R). Γιὰ νὰ μείνῃ ἡ ἕδια φορὰ τοῦ ρεύματος μέσα στὰ τυλίγματα τῶν κυρίων πόλων, μεταθέτομε τὸ λαμάκι ὥστε νὰ συνδέη τοὺς ἀκροδέκτες Α καὶ Δ.

Ἐὰν ἡ ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς περιστροφῆς τοῦ κινητήρα χρειάζεται νὰ γίνεται τακτικὰ κατὰ τὴ λειτουργία του, διότι ἔτσι τὸ ἀπαιτεῖ τὸ μηχάνημα, ποὺ κινεῖται ἀπὸ τὸν κινητήρα, τότε γίνεται ἀναστροφὴ τοῦ ρεύματος στὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο γίνεται μὲ τὴ

βοήθεια εἰδικοῦ ἐκκινητῆροῦ ποὺ δνομάζεται ἐκκινητής — ἀναστροφέας.

### 3. Ἐκκινητής.

Στοὺς κινητήρες μὲ παράλληλη διέγερση δ ἐκκινητής εἶναι συνήθως μιὰ μεταβλητὴ ἀντίσταση μὲ στρόφαλο ποὺ συνδεσμολογεῖται δπως φαίνεται στὸ σχῆμα 2·3 γ.



Σχ. 2·3 γ. Συνδεσμολογία ἐκκινητῆρος γιὰ κινητήρα μὲ παράλληλη διέγερση.

“Οταν δ κινητήρας δὲν ἔργαζεται, δ στρόφαλος τοῦ ἐκκινητῆρος βρίσκεται στὴ θέση «έκτὸς λειτουργίας». Δηλαδὴ τὸ κύκλωμα ποὺ τροφοδοτεῖ τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο εἶναι ἀνοικτὸ καὶ δταν ἀκόμα κλείση δ διακόπτης ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν κινητήρα. Γιὰ νὰ ξεκινήσωμε τὸν κινητήρα κλείνομε πρῶτα τὸν διακόπτη καὶ κατόπιν φέρνομε τὸν στρόφαλο τοῦ ἐκκινητῆρος στὴν πρώτη ἐπαφὴ ποὺ τὴν δνομάζομε «ἀρχὴ ἐκκινήσεως». “Ολη ἡ ἀντίσταση τοῦ ἐκκινητῆρος εί-

ναι τώρα σὲ σειρὰ μὲ τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο καὶ δ̄ κινητήρας ἀρχίζει νὰ περιστρέφεται μὲ ἐλαττωμένη δ̄μως ἔντασθ̄ ἐκκινήσεως. Ὁπως ἔξηγήσαμε καὶ στὸ ἑδάφιο 4 τῆς παραγράφου 2·2, μεταθέτομε σιγὰ - σιγὰ τὸν στρόφαλο τοῦ ἐκκινητῆ μέχρι τὴν τελευταῖα ἐπαφὴ «κανονικὴ λειτουργία». Τότε ὅλη ἡ ἀντίσταση τοῦ ἐκκινητῆ ἔχει ἀφαιρεθῆ ἀπὸ τὸ κύκλωμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου καὶ δ̄ κινητήρας ἔχει ἀποκτήσει τὴν κανονική του ταχύτητα περιστροφῆς.

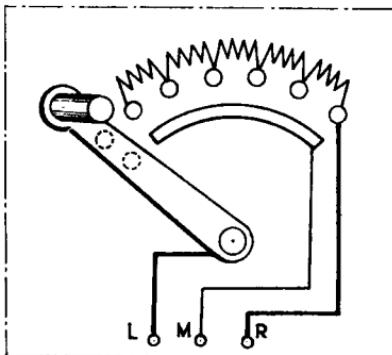
Τὸ ἄκρο Γ τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως δὲν συνδέεται στὸν ἀκροδέκτη Α τοῦ τυμπάνου, ἀλλὰ στὴν πρώτη ἐπαφὴ τοῦ ἐκκινητῆ μὲ τὴ βοήθεια τοῦ τρίτου ἀκροδέκτη Μ, ποὺ ἔχει κάθε ἐκκινητῆς γιὰ κινητήρα μὲ παράλληλη διέγερση. Αὐτὸ γίνεται γιατὶ τὸ τύλιγμα διεγέρσεως κατὰ τὴν ἐκκίνηση πρέπει νὰ βρεθῇ στὴν πλήρη τάση τῆς πηγῆς. Ἐτσι τὸ ρεῦμα ποὺ θὰ περάσῃ μέσα ἀπὸ αὐτὸ θὰ εἶναι ἰσχυρό, πρᾶγμα ποὺ θὰ ἔχῃ σὰν συνέπεια νὰ δημιουργηθῇ ἔνα ἰσχυρὸ μαγνητικὸ πεδίο. Ὅταν δ̄μως τὸ μαγνητικὸ πεδίο εἶναι ἰσχυρό, τότε καὶ οἱ δυνάμεις, ποὺ θὰ ἀσκηθοῦν στοὺς ἀγωγοὺς τοῦ τυμπάνου, θὰ εἶναι μεγάλες, δπως ἔξηγήσαμε στὴν παράγραφο 2·2 ἑδάφιο 1. Θὰ ἔχωμε λοιπόν, δπως λέμε, μεγάλη ροπὴ ἐκκινήσεως. Κατὰ συνέπεια δ̄ κινητήρας θὰ μπορέσῃ νὰ ξεκινήσῃ εύκολα καὶ νὰ ἀποκτήσῃ σύντομα τὴν κανονική του ταχύτητα.

Ἀντίθετα θὰ συνέβαιναν τὰ πράγματα ἂν τὸ ἄκρο Γ τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως ἦταν συνδεμένο στὸν ἀκροδέκτη Α. Κατὰ τὴν ἐκκίνηση, δταν ὅλη ἡ ἀντίσταση τοῦ ἐκκινητῆ εἶναι σὲ σειρὰ μὲ τὸ τύμπανο, ἔχομε μιὰ πτώση τάσεως μέσα σ' αὐτήν. Κατὰ συνέπεια στοὺς ἀκροδέκτες Α καὶ Β τοῦ τυμπάνου ἐφαρμόζεται μία τάση σημαντικὰ μικρότερη ἀπὸ τὴν τάση τῆς πηγῆς. Ἀρα τότε τὸ τύλιγμα διεγέρσεως θὰ βρισκόταν στὴ μικρὴ αὐτὴ τάση μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἔχωμε στὴν ἐκκίνηση ἀδύνατο μαγνητικὸ πεδίο. Ἀδύνατο δ̄μως μαγνητικὸ πεδίο σημαίνει μικρὴ ροπὴ καὶ

συνεπῶς μεγάλο χρόνο ἐκκινήσεως. Δηλαδὴ θὰ εἴχαμε κακή ἐκκίνηση τοῦ κινητήρα.

Στὴν κανονική λειτουργία τοῦ κινητήρα, δπότε δ στρόφαλος τοῦ ἐκκινητῆ βρίσκεται, δπως εἴπαμε, στὴν τελευταία ἐπαφή, τὸ ρεῦμα διεγέρσεως θὰ περνᾶ μέσα ἀπὸ τὴν ἀντίσταση τοῦ ἐκκινητῆ. Αὐτὸ διμως δὲν ἔχει σημασία, διότι τὸ ρεῦμα διεγέρσεως εἶναι σχετικὰ μικρὸ καὶ ἡ πτώση τάσεως, ποὺ δημιουργεῖ στὴν ἀντίσταση τοῦ ἐκκινητῆ, ἀσήμαντη. Ἔτσι στὴν κανονική λειτουργία τοῦ κινητήρα δὲν ἔχομε ἔξασθένιση τῆς ἐντάσεως διεγέρσεως.

Γιὰ γὰ ἀποφύγουν καὶ τὴ μικρὴ ἀυτὴ πτώση τάσεως στὴν ἀντίσταση τοῦ ἐκκινητῆ, πολλὰ ἐργοστάσια τοποθετοῦν στοὺς ἐκκινητὲς ποὺ κατασκευάζουν μιὰ ἴδιαίτερη συνεχὴ ἐπαφή, στὴν δποία συγδέε-



Σχ. 2·3·8.

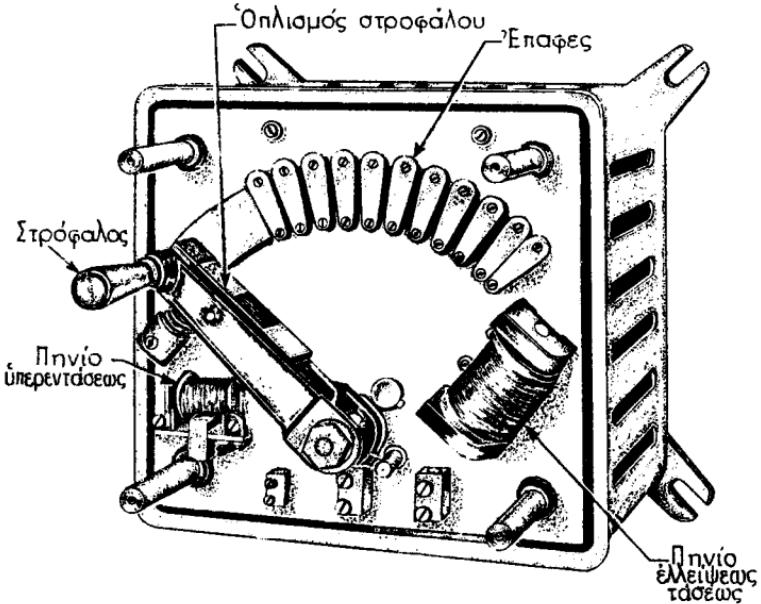
ται δ ἀκροδέκτης Μ, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 2·3·δ. Ἔτσι σὲ δποιαδή- ποτε θέση καὶ δν βρίσκεται δ στρόφαλος, στὸ τύλιγμα διεγέρσεως ἐφαρ- μόζεται δλόκληρη ἡ τάση τῆς πηγῆς.

Πολλὲς φορὲς οἱ ἐκκινητὲς εἶναι ἐφοδιασμένοι μὲ διάφορα συστή- ματα προστασίας τοῦ κινητήρα. Συγήθως φέρουν ἔναν ἡλεκτρομαγνήτη, ποὺ τὸν διομάζομε πηγὸν ἐλλείψεως τάσεως, δ δποῖος κρατᾶ τὸν στρόφαλο τοῦ ἐκκινητῆ στὴ θέση «κανονικὴ λειτουργία». Ἐάν, γιὰ ἔνα δποιαδήποτε λόγο, τὴν ὥρα ποὺ ἐργάζεται δ κινητήρας διακοπῆ ἡ τάση τροφοδοτήσεως, τότε δ ἡλεκτρομαγνήτης ἀφήνει ἐλεύθερο τὸν στρόφαλο, δ δποῖος μὲ τὴ βοήθεια ἔνδος ἐλατηρίου ἐπαγέρχεται στὴ

θέση «έκτδς λειτουργίας». Τό ίδιο συμβαίνει καὶ ὅταν, θέλοντας νὰ σταματήσωμε τὸν κινητήρα, ἀνοίξωμε τὸν διακόπτη. "Ετοι; δὲν ὑπάρχει φόδος, ὅταν ξαναέλθῃ ἡ τάση τοῦ δικτύου ἢ ὅταν κλείσωμε τὸν διακόπτη, νὰ βρεθῇ δ κινητήρας μὲ τὸν στρόφαλο στὴ θέση «κανονικὴ λειτουργία» καὶ νὰ ξεκινήσῃ χωρὶς τὴν ἀντίσταση τοῦ ἔκκινητῆ.

Πολλοὶ ἔκκινητὲς φέρουν καὶ ἕνα δεύτερο ἥλεκτρομαγνήτη, ποὺ τὸν δνομάζομε πηνίο ὑπερεντάσεως. Σκοπὸς τοῦ πηνίου αὐτοῦ εἶγαι νὰ διακόπτῃ τὴν τροφοδότηση τοῦ κινητήρα καὶ συνεπῶς νὰ τὸν θέτῃ ἔκτδς λειτουργίας, κάθε φορὰ ποὺ γιὰ ἔνα δποιοδήποτε λόγο θὰ περάσῃ μία ἔνταση μέσα ἀπὸ τὸν κινητήρα σημαντικὰ μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν κανονικὴ τοῦ ἔνταση.

Τὸ σχῆμα 2·3 ε παριστάνει ἔνα ἔκκινητὴ γιὰ κινητήρα μὲ πα-



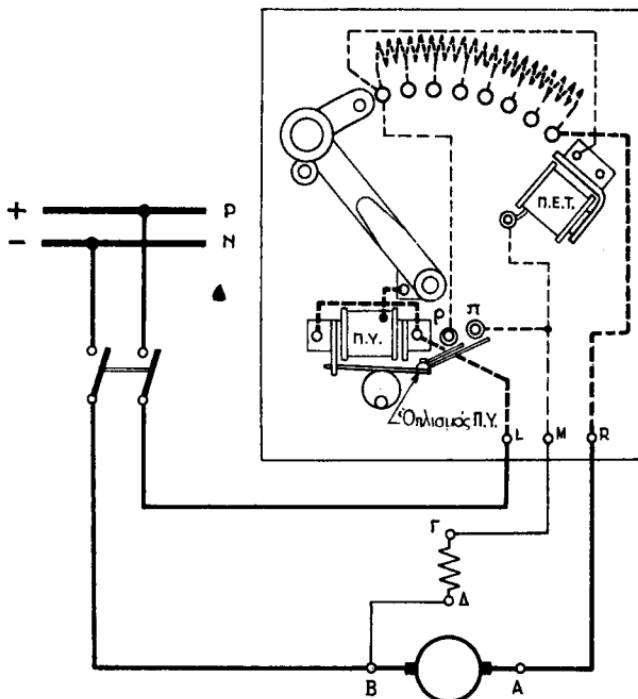
Σχ. 2·3 ε. Ἐκκινητὴς γιὰ κινητήρα μὲ παράλληλη διέγερση.

ράλληλη διέγερση, δ δποιος φέρει τὰ δύο πηνία ποὺ περιγράψαμε παραπάνω καὶ τὸ σχῆμα 2·3 ζ δείχνει τὴν συγδεσμολογία του.

"Οπως παρατηροῦμε στὸ τελευταῖο αὐτὸ σχῆμα, τὸ πηνίο ἐλλείψεως τάσεως (Π.Ε.Τ.) συγδέεται σὲ σειρὰ μὲ τὸ τύλιγμα διεγέρσεως τοῦ κινητήρα. "Ετοι, μόλις δ στρόφαλος τοῦ ἔκκινητῆ φθάσῃ στὴν τελευταῖα ἐπαφή, δ δπλισμὸς ποὺ εἶγαι στερεωμένος στὸν στρόφαλο ἀ-

κουμπά στὸν πυρήνα τοῦ πηγίου, τὸ δποῖο τὸν ἔλκει καὶ τὸν συγκρατεῖ σ' αὐτὴ τὴν θέση.

Όταν διακοπῆ τῇ τάσῃ, ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν κινητήρα, τὸ πηγίο παύει νὰ ἔλκῃ τὸν δπλισμὸ καὶ δ στρόφαλος ἔσαναγυρίζει στὴν ἀρχικὴ θέση «έκτὸς λειτουργίας» μὲ τὴν βοήθεια ἑνὸς ἐλατηρίου. Τὸ ίδιο συμβαίνει καὶ δταν ἢ τάσῃ τοῦ διεκτύου πέση πολύ, δπότε τὸ πηγίο



Σχ. 2·3 ζ. Συνδεσμολογία ἐκκινητῆ γιὰ κινητήρα μὲ παράλληλη διέγερση.

πάλι: δὲν μπορεῖ νὰ συγκρατῇ τὸν στρόφαλο. Ὅταν θέλωμε νὰ σταματήσωμε ἔνα κινητήρα ἐφοδιασμένο μὲ ἔναν τέτοιο ἐκκινητή, τὸ πιὸ σωστὸ εἶναι νὰ ἀνοίξωμε τὸν διακόπτη τροφοδοτήσεως τοῦ κινητήρα, δπότε θὰ συμβοῦν δσα περιγράψωμε παραπάνω ὅτι συμβαίνουν, δταν διακόπτεται ἢ τάσῃ τροφοδοτήσεως.

Τὸ πηγίο ὑπερεγτάσεως (Π.γ.) ἔχει ἔναν δπλισμό, ποὺ ἢ Ήση του σχετικὰ μὲ τὸν πυρήνα τοῦ πηγίου μπορεῖ νὰ ρυθμισθῇ. Ἔτσι ἔχομε τὴν δυνατότητα νὰ ρυθμίσωμε τὴν ἔνταση, ρεύματος, στὴν ὥποια

Θέλομε νὰ λειτουργῇ τὸ πηγνίο αὐτό. Τὸ τύλιγμα τοῦ πηγνίου, ѣπως φαίνεται καὶ στὸ σχῆμα 2. 3 ζ, συνδέεται: σὲ σειρὰ στὸ κύκλωμα ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν κινητήρα. Ἐάν δὲ ἔνταση τοῦ ρεύματος, ποὺ ἀπορροφᾷ δὲ κινητήρας, γίνη γιὰ δποιοδήποτε λόγο ἀρκετὰ μεγάλη, τότε τὸ πηγνίο Π.Γ. ἔλκει τὸν δπλισμό του, δ δποιος βραχυκυκλώνει τὶς δύο ἐπαφὲς ρ καὶ π. Οἱ ἐπαφὲς αὐτὲς εἰναι συνδεμένες μὲ τὰ δύο ἄκρα τοῦ πηγνίου ἐλλείψεως τάσεως. Ἔτσι βραχυκυκλώνεται τὸ πηγνίο αὐτό, τὸ δποιο συνεπῶς ἀφήγει: ἐλεύθερο τὸν στρόφαλο τοῦ ἐκκινητῆ νὰ ἔχαγυρίσῃ στὴ θέση «ἐκτὸς λειτουργίας» καὶ δ κινητήρας σταματᾶ. Στὶς περιπτώσεις αὐτές, ποὺ λειτουργησε τὸ πηγνίο Π.Γ., προτοῦ θέσωμε ἔχαντα τὸν κινητήρα σὲ λειτουργία, πρέπει νὰ ἔξετάσωμε τὶ προκάλεσε τὴν μεγάλη ἔνταση, ποὺ πέρασε.

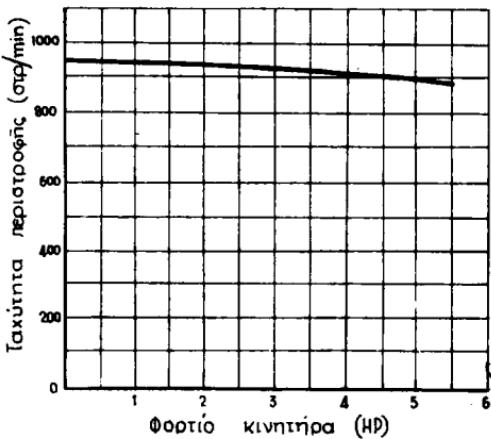
Γιὰ μεγάλους κινητήρες μὲ παράλληλη, διέγερση, οἱ ἐκκινητὲς κατασκευάζονται σὲ μορφὴ κατακόρυφου τυλιπάνου. Λεπτομέρειες τῆς κατασκευῆς τῶν ἐκκινητῶν αὗτῶν Ήὰ δοῦλιε παρακάτω, ὅταν Ήὰ μιλήσωμε γιὰ τοὺς ἐκκινητὲς - ρυθμιστὲς στροφῶν τῶν κινητήρων μὲ διέγερση, σειρᾶς. Ἐπίσγει τὴν ἴδια μορφὴν ἔχουν συνήθως καὶ οἱ ἐκκινητὲς - ἀναστροφεῖς, ποὺ χρησιμοποιοῦνται, ὅπως εἴπαμε, στὶς περιπτώσεις ποὺ ἔχομε τακτικὰ ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς περιστροφῆς κατὰ τὴν λειτουργία τοῦ κινητήρα.

#### 4. Πῶς ρυθμίζεται η ταχύτητα περιστροφῆς σὲ κινητῆρες μὲ παράλληλη διέγερση.

Μιὰ βασικὴ ἴδιότητα ποὺ ἔχει κάθε κινητήρας μὲ παράλληλη διέγερση, εἰναι ὅτι γι ταχύτητα περιστροφῆς του ἀλλάζει πολὺ λίγο, ὅταν ἀλλάζῃ τὴ φορτίο του. Γι' αὗτὸ τὸ λόγο οἱ κινητῆρες αὐτοὶ χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴν κίνηση μηχανημάτων ποὺ χρειάζονται σταθερότητα στροφῶν, ὅπως εἰναι οἱ ἀντλίες, τὰ μηχανουργικὰ ἐργαλεῖα, τὰ ὑφαντούργια καὶ μηχανήματα κ.τ.λ.

Τὸ σχῆμα 2. 3 γ, δείχνει μὲ μιὰ καμπύλη, πῶς μεταβάλλεται: γι ταχύτητα περιστροφῆς, ὅταν ἀλλάζῃ τὸ φορτίο σὲ ἔνα κινητήρα 4,5 ΗΡ (ἴππων), 900 στρ./πτώ (στροφῶν στὸ λεπτό), μὲ παράλληλη διέγερση.

Έαν θέλωμε νὰ ρυθμίζωμε τὴν ταχύτητα περιστροφῆς σὲ ἓνα κινητήρα, ἐφαρμόζομε ἓνα ἀπὸ τοὺς δύο τρόπους ποὺ ἀναφέραμε στὸ ἑδάφιο 8 τῆς παραγράφου 2·2. Στοὺς κινητῆρες μὲ παράλληλη διέγερση συναντοῦμε πιὸ τακτικὰ τὴν ρύθμιση μὲ μεταβολὴ



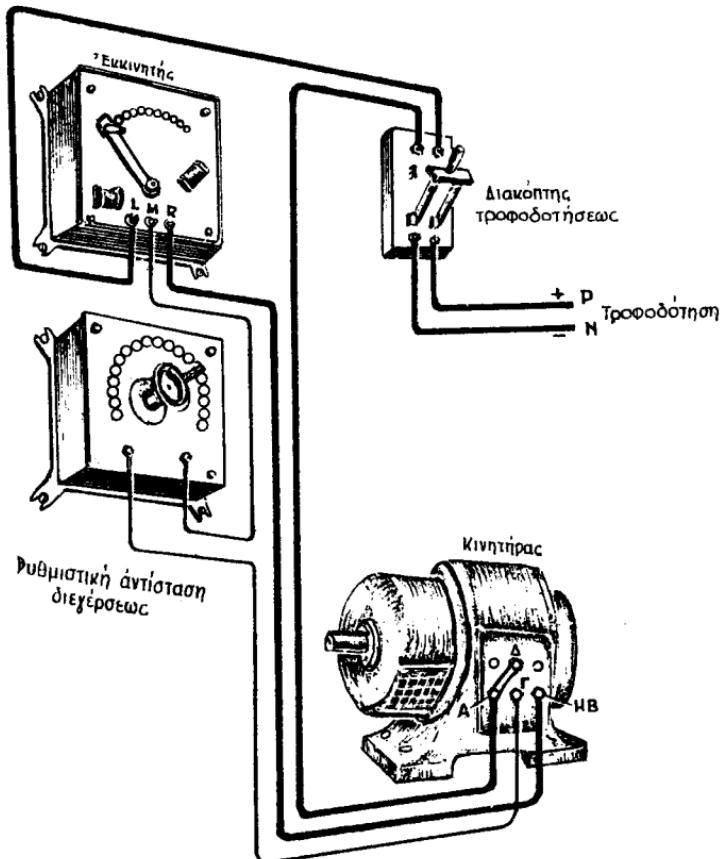
Σχ. 2·3 η.

στὴν ἔνταση διεγέρσεως. Συνδέομε δηλαδὴ σὲ σειρὰ μὲ τὸ τύλιγμα διεγέρσεως μιὰ ρυθμιστικὴ ἀντίσταση. "Οταν προσθέτωμε ἀντίσταση στὸ κύκλωμα, ἡ ἔνταση διεγέρσεως μικραίνει καὶ κατὰ συνέπεια ἡ ταχύτητα τοῦ κινητήρα αὐξάνεται.. Ἀντίθετα, δταν ἀφαιροῦμε ἀντίσταση, ἡ ἔνταση διεγέρσεως μεγαλώνει καὶ ἡ ταχύτητα ἔλαττωνεται.. Τὸ σχῆμα 2·3 θ δείχνει ὅλη τὴν συνδεσμολογία ἑνὸς κινητήρα μὲ παράλληλη διέγερση, μὲ τὸν ἔκκινητὴν καὶ μὲ τὴν ρυθμιστικὴν ἀντίσταση διεγέρσεως.

Μεταβάλλοντας τὴν ἔνταση διεγέρσεως μὲ τὴν βοήθεια τῆς ρυθμιστικῆς ἀντιστάσεως ποὺ ἀναφέραμε, μποροῦμε νὰ μεταβάλωμε σημαντικὰ τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ κινητήρα.

"Η καμπύλη τοῦ σχήματος 2·3 ι δείχνει πῶς μεταβάλλεται ἡ ταχύτητα περιστροφῆς, δταν ἀλλάζῃ ἡ ἔνταση διεγέρσεως, σὲ ἓνα κινητήρα ἴσγύος 2 ίππων μὲ παράλληλη διέγερση ποὺ ἐργάζεται ἐν κενῷ.

Κατὰ τὴν ἐκκίνησην ἑνὸς κινητήρα μὲ παράλληλη διέγερση, διαδρόμος τῆς ρυθμιστικῆς ἀντιστάσεως διεγέρσεως πρέπει νὰ βρίσκεται στὴν ἀρχικὴ θέση, δηλαδὴ στὴ θέση ἐκείνη ποὺ δλγὴ ἀντίσταση εἶναι ἐκτὸς κυκλώματος. "Ετοι ὁ κινητήρας ἔχεινα μὲ

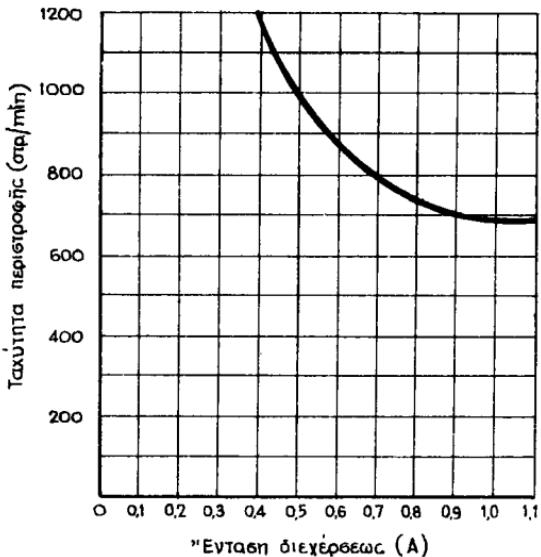


Σχ. 2-3 θ. Πλήρης συνδεσμολογία κινητήρα μὲ παράλληλη διέγερση.

μεγάλη ἔνταση διεγέρσεως, πρᾶγμα ποὺ τὸν κάνει, ὅπως εἴδαμε, νὰ ἔχῃ μεγάλη ροπὴ ἐκκινήσεως, δηλαδή, νὰ ἔχεινα εὔκολα. Γι: αὐτὸ τὸν λόγο δταν πρόκειται νὰ σταματήσωμε τὸν κινητήρα, ἐλαττώνομε πρῶτα τὴν ταχύτητά του μὲ τὴν ψυθμιστικὴ ἀντίσταση διεγέρσεως. "Ετοι ὁ στρόφαλός της ἐπανέρχεται στὴν ἀρχική

τού θέση, δπου και θά βρεθῇ όταν θελήσωμε νὰ θέσωμε σὲ κίνηση πάλι τὸν κινητήρα.

Πρέπει νὰ προσέχωμε πολὺ νὰ μὴ γίνη διακοπὴ στὸ κύκλωμα διεγέρσεως σὲ κινητήρα μὲ παράλληλη διέγερση. Γιατὶ ἂν



Σχ. 2·3·ι.

τὴ στιγμὴ τῆς διακοπῆς ὁ κινητήρας τύχῃ νὰ έργάζεται ἐν κενῷ, τὸ ἀποτέλεσμα θὰ εἴναι νὰ αὐξηθῇ πάρα πολὺ ἡ ταχύτητα περιστροφῆς του. Ο κινητήρας θὰ διατρέξῃ τότε κίνδυνο μηχανικῆς καταστροφῆς (μπορεῖ νὰ ἔκτιναχθοῦν οἱ ἀγωγοὶ ἀπὸ τὰ λούκια τοῦ ἐπαγγειακοῦ τυμπάνου) καὶ δὲν είναι ἀπίθανο νὰ συμβῇ καὶ κανένα ἀτύχημα σ' ὅποιον θὰ τύχαινε νὰ βρισκόταν κοντά στὸν κινητήρα.

Τὸ δτι: ἡ ταχύτητα περιστροφῆς αὐξάνεται πάρα πολὺ στὴ λειτουργία ἐν κενῷ, όταν ὁ κινητήρας βρεθῇ, δπως λέμε, χωρὶς διέγερση. φαίνεται καὶ ἀπὸ τὴν καμπύλη, τοῦ σχήματος 2·3·ι. Πραγματικά, δπως παρατηροῦμε στὸ διάγραμμα αὐτό, δσο μικραίνει ἡ ἔνταση διεγέρσεως, τόσο αὐξάνεται ἡ ταχύτητα περιστροφῆς. Σὲ μηδενικὴ διέγερση, δηλα-

δή, σε διακοπή τοῦ κυκλώματος διεγέρσεως, ἀντιστοιχεῖ μιὰ πολὺ μεγάλη ταχύτητα, ποὺ πέφτει ἔξω ἀπὸ τὰ δρια τοῦ διαγράμματος.

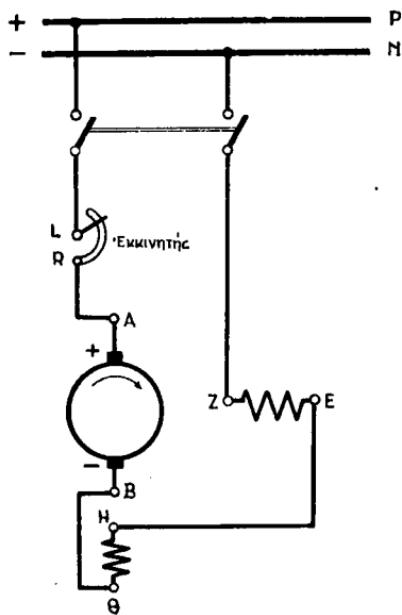
Τὴν ρύθμιση τῆς ταχύτητας περιστροφῆς μὲ μεταβολὴ τῆς τάσεως τοῦ τυμπάνου (ἔδάφιο 8 τῆς παραγράφου 2·2) τὴν ἐφαρμόζομε στοὺς κινητήρες μὲ παράλληλη διέγερση, ὅταν θέλωμε νὰ ἔχωμε μεταβολὴ τῆς ταχύτητας ἀπὸ πολὺ χαμηλὰ δρια. Στὶς περιπτώσεις αὐτὲς ἡ ρυθμιστικὴ ἀντίσταση διεγέρσεως δὲν μᾶς βολεύει, γιατὶ μὲ αὐτὴν δὲν μποροῦμε νὰ ἐπιτύχωμε ταχύτητες κάτω ἀπὸ ἕνα δρισμένο δριο. Τὸ δριο αὐτὸν εἶναι ἡ ταχύτητα ποὺ ἔχει ὁ κινητήρας ὅταν ὅλη ἡ ρυθμιστικὴ ἀντίσταση εἶναι ἐκτὸς κυκλώματος, δπότε μέσα ἀπὸ τὸ τύλιγμα διεγέρσεως περνᾶ τὸ μεγαλύτερο δυνατὸ ρεῦμα. Στὴν περίπτωση αὐτή, σύμφωνα μὲ ὅσα ἀναφέραμε στὸ ἔδάφιο 8 τῆς παραγράφου 2·2, θὰ ἔχωμε τὴν μικρότερη δυνατὴ ταχύτητα περιστροφῆς.

Ἡ ρύθμιση τῆς ταχύτητας περιστροφῆς μὲ μεταβολὴ τῆς τάσεως τοῦ τυμπάνου γίνεται μὲ τὴν σύνδεση σὲ σειρὰ μὲ τὸ τύμπανο μιὰς ρυθμιστικῆς ἀντίστασεως. Δηλαδὴ ἡ ρυθμιστικὴ αὐτὴ ἀντίσταση, ποὺ ὄνομάζεται καὶ ωυθμιστὴ στροφῶν, συνδέεται ἀκριβῶς ὅπως ὁ ἐκκινητὴς (βλ. σχ. 2·3 α). Συνήθως οἱ ρυθμιστὲς στροφῶν κατασκευάζονται σὲ μορφὴ κατακορύφου τυμπάνου, δπως θὰ τοὺς περιγράψωμε στοὺς κινητήρες μὲ διέγερση, σειρᾶς.

Ἡ οὖσιαστικὴ διαφορὰ μεταξὺ ἑνὸς ρυθμιστῆς στροφῶν καὶ ἑνὸς ἐκκινητῆς εἶναι, δτι δὲ ρυθμιστὴς στροφῶν χρησιμοποιεῖται συγεγός κατὰ τὴν διάρκεια τῆς λειτουργίας τοῦ κινητήρα, ἐνῷ ὁ ἐκκινητὴς χρησιμοποιεῖται μόνο στὴν ἐκκίνηση. "Αρα, οἱ ἀντίστασεις στοὺς ρυθμιστὲς στροφῶν εἶναι ἔτσι ὑπολογισμένες, ὅτε νὰ μποροῦν νὰ μένουν μεγάλο χρονικὸ διάστημα στὸ κύκλωμα καὶ νὰ διαρρέωνται ἀπὸ τὸ ρεῦμα τοῦ τυμπάνου, χωρὶς νὰ ὑπάρχῃ φόβος νὰ καταστραφοῦν ἀπὸ τὴν θεριότητα ποὺ παράγεται.

## 5. Κινητήρες μὲ διέγερση σειρᾶς.

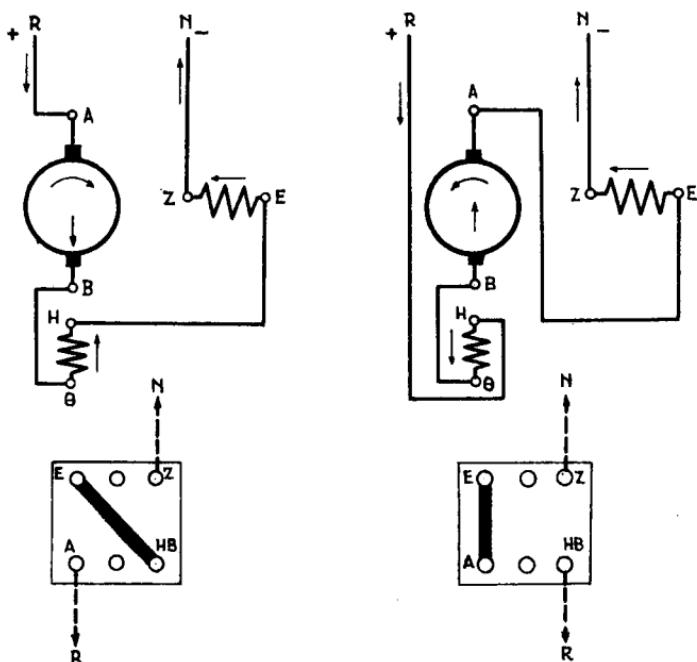
Στοὺς κινητήρες αὐτοὺς τὸ τύλιγμα διεγέρσεως εἶναι συνδεμένο σὲ σειρὰ μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου τῆς ιγχανῆς. Ἀρα, τὸ τύλιγμα τῶν μαγνητικῶν πόλων ἀποτελεῖται καὶ ἐδὴ, ὅπως στὶς ἀντίστοιχες γεννήτριες, ἀπὸ λίγες σπεῖρες χονδροῦ σύρματος, ἀφοῦ μέσα ἀπ' αὐτὸ περνᾷ ὅλο τὸ ρεῦμα τῆς μηχανῆς. Τὸ σχῆμα 2·3 κ δείχνει: τὴ συνδεσμολογία ἑνὸς κινητήρα μὲ διέγερση, σειρᾶς καὶ μὲ βογήθικοὺς πόλους.



Σχ. 2·3 κ. Κινητήρας μὲ διέγερση σειρᾶς.

(1) ἐκκινητής συνδέεται καὶ ἐδὼ σὲ σειρὰ μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου. Ἀπὸ τὴν ἄποψη, τῆς κατασκευῆς τοῦ, ὁ ἐκκινητής γιὰ κινητήρα μὲ διέγερση σειρᾶς εἶναι: ὅμοιος μὲ τοὺς ἐκκινητὲς ποὺ γρηγοριώποιούνται στοὺς κινητήρες μὲ παράλληλη διέγερση. Διαφέρει μόνος τὸ ὅτι δὲν ἔχει τὸν τρίτο ἀκροδέκτη, Μ γιὰ τὴ σύνδεση τοῦ τυλίγματος διεγέρσεως.

Ή αλλαγή τής φοράς περιστροφής και στους κινητήρες μὲ διέγερση σειρᾶς γίνεται συνήθως ιε ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος μέσα στὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο, ἐνῶ γ̄ πολικότητα τῶν κυρίων πόλων μένει γ̄ ίδια. Όταν θέλωμε νὰ ἔχωμε μόνιμη ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς περιστροφῆς, τότε ἀλλάζοιε τὴ συνδεσμολογία τῶν ἀκροδεκτῶν ὅπως δείχνει τὸ σχῆμα 2·3 λ. Ή δεξιὰ συνδεσμολογία



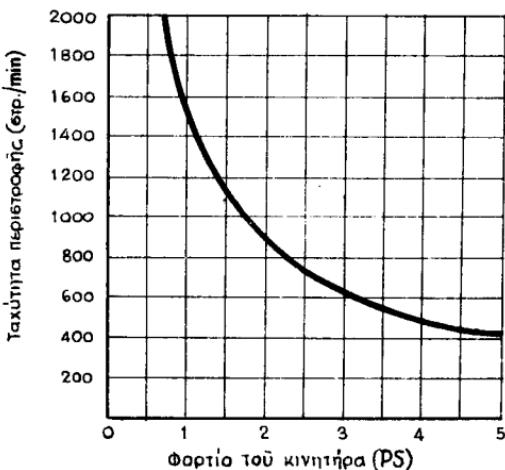
Σχ. 2·3 λ. Ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς περιστροφῆς σὲ κινητήρα μὲ διέγερση σειρᾶς.

τῶν ἀκροδεκτῶν στὸ σχῆμα αὐτό, μᾶς δίνει φορὰ περιστροφῆς τοῦ κινητήρα ἀντίθετη ἀπ' αὐτὴν ποὺ δίνει γ̄ συνδεσμολογία τῶν ἀκροδεκτῶν, ποὺ βρίσκεται στὸ ἀριστερὸ μέρος τοῦ σχήματος. Ή ἐπαλήθευση αὐτοῦ εἶναι πολὺ εὔκολη ἂν παρατηρήσῃ κανεὶς τὶς φορές τῶν ρευμάτων, ποὺ ἀντιστοιχοῦν στὶς δύο συνδεσμολογίες, ὅπως ἔχουν σημειωθῆ ἡ σχῆμα.

Ἐὰν γ̄ ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς περιστροφῆς γίνεται τακτικὰ κατὰ

τη λειτουργία της μηχανής, τότε χρησιμοποιούμε, δπως και στοὺς κινητήρες μὲ παράλληλη διέγερση, ἵναν ἐκκινητὴ - ἀναστροφέα, γη συχνότερα ἔνα ρυθμιστὴ στροφῶν - ἀναστροφέα, γιὰ τὸν δπως θὰ μιλήσωμε ἀργότερα.

Εἰδημες δτι: μία βασικὴ ὑδιότητα ποὺ ἔχουν οἱ κινητήρες μὲ παράλληλη διέγερση εἶναι δτι: ἡ ταχύτητα περιστροφῆς τους πολὺ λίγο ἀλλάζει, .δταν ἀλλάζῃ τὸ φορτίο. Ἀντίθετα, στοὺς κινητήρες μὲ διέγερση σειρᾶς ἡ ταχύτητα περιστροφῆς ἀλλάζει πολύ, δταν ἀλλάζῃ τὸ φορτίο.



Σχ. 2·3 μ.

Αὐτὸ φαίνεται και στὴν καμπύλη τοῦ σχήματος 2·3 μ, ποὺ δείχνει πῶς μεταβάλλεται ἡ ταχύτητα περιστροφῆς σὲ ἔνα κινητήρα μὲ διέγερση σειρᾶς δταν ἀλλάζῃ τὸ φορτίο, ἐνώ ἡ τάση τοῦ δικτύου, ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν κινητήρα, παραμένει σταθερή.

Η ἐξήγηση τῆς ὑδιότητας κινήτης ποὺ ἔχουν οἱ κινητήρες μὲ διέγερση, σειρᾶς εἶναι εὔκολη. "Οταν ὁ κινητήρας ἔχῃ μεγάλο φορτίο, τότε μέσα ἀπὸ τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου περνά μεγάλη ἔνταση ρεύματος. Η ἔνταση, δημος, αὐτὴ περνά και ἀπὸ τὸ τύλι-

γηια διεγέρσεως. "Αρα, σύμφωνα μὲς ὅσα εἴπαμε στὸ ἑδάφιο 8 τῆς παραγγάφου 2·2, ὁ κινητήρας θὰ ἐργασθῇ μὲς μικρὴ ταχύτητα. Ἐπειδὴ ὅμως ἔχοιει μεγάλη ἔνταση στὸ τύμπανο καὶ στὴν διέγερση, θὰ ἔχωμε καὶ μεγάλη ροπὴ στὸν ἀξονα τοῦ κινητήρα. Βλέπομε, λοιπόν, ὅτι ὅταν ὁ κινητήρας μὲ διέγερση, σειρᾶς ἔχῃ νὰ κινήσῃ μεγάλο φορτίο, ὅχι μόνο ἐλαττώνει τὴν ταχύτητα περιστροφῆς του, ἀλλὰ καὶ ἀναπτύσσει τις γάλην ταχύτητα περιστροφῆς του.

"Οταν ὅμως ὁ κινητήρας μὲ διέγερση σειρᾶς ἔχῃ νὰ κινήσῃ μικρὸ φορτίο, τότε γίνονται τὰ ἀντίθετα. Τότε, δηλαδὴ, ἀπορροφᾷ ἀπὸ τὸ δίκτυο ποὺ τὸν τροφοδοτεῖ μικρὴ ἔνταση. "Αρα, καὶ γῆ ἔνταση διεγέρσεως θὰ είναι μικρή. Δηλαδὴ, ὁ κινητήρας θὰ ἐργασθῇ μὲ τις γάλη ταχύτητα περιστροφῆς. Ἡ ροπή, ὅμως, ποὺ ἀναπτύσσει στὸν ἀξονά του είναι μικρή, ἀφοῦ είναι μικρές τόσο γῆ ἔνταση τοῦ τυμπάνου ὅσο καὶ γῆ ἔνταση τῆς διεγέρσεως.

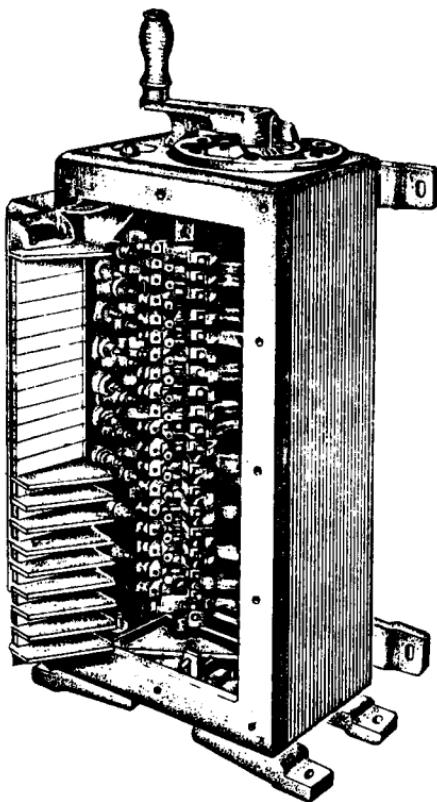
"Απὸ ὅσα εἴπαμε ἀλέσιως παραπάνω συμπεραίνομε ότι: γιὰ ἔνα κινητήρα μὲ διέγερση σειρᾶς δὲν πρέπει νὰ ὑπάρχῃ περίπτωση νὰ ἐργασθῇ ἐν κενῷ. Διότι τότε ἀναπτύσσει πολὺ μεγάλη ταχύτητα περιστροφῆς καὶ ὑπάρχει κίνδυνος μηχανικῆς καταστροφῆς του. Αὐτὸς είναι ὁ λόγος, ποὺ οἱ κινητῆρες μὲ διέγερση σειρᾶς συνδέονται πάντοτε μὲ τὸ φορτίο τὸ δύοτε κινοῦν μὲ μηχανικὸ σύνδεσμο (κόπλερ) γῆ μὲ δδοντικοὺς τροχοὺς (γρανάζια) καὶ ποτὲ μὲ ίμάντες, ποὺ είναι δυνατὸν νὰ κοποῦν καὶ νὰ μείνῃ ὁ κινητήρας χωρὶς φορτίο.

Στὴν πράξη οἱ κινητῆρες μὲ διέγερση σειρᾶς χρησιμοποιούνται γιὰ τὴν κίνηση τῶν τράμ, τρόλλεϋ, ἡλεκτρικῶν σιδηροδρόμων, βαρούλκων κ.τ.λ.

## 6. Ρυθμιστής στροφών.

"Η ρύθμιση τῆς ταχύτητας περιστροφῆς στοὺς κινητῆρες μὲ διέγερση σειρᾶς γίνεται συνήθως μὲ τὴ δεύτερη μέθοδο ποὺ ἀνα-

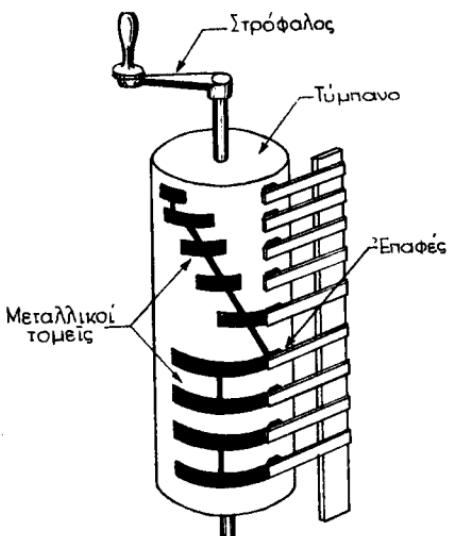
φέρχμε στὸ ἔδαφος 8 τῆς παραγράφου 2·2. Δηλαδὴ, μεταβάλλομε τὴν τάσιν τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου μὲ τὴν βοήθεια μιᾶς μετα-  
βλητῆς ἀντιστάσεως, ποὺ συνδέεται σὲ σειρὰ μὲ αὐτὸν καὶ ποὺ ὁνο-  
μάζεται, ὅπως εἶπαμε, ρυθμιστὴς στροφῶν. Στὶς περιπτώσεις αὐ-  
τὲς ὁ ρυθμιστὴς στροφῶν εἶναι καὶ ἐκκινητὴς τοῦ κινητήρα.



Σχ. 2·3 ν. Ρυθμιστὴς στροφῶν.

Οἱ ρυθμιστὲς στροφῶν τῶν κινητήρων μὲ διέγερση σειρᾶς, ὅπως καὶ τῶν μεγάλων κινητήρων μὲ παράλληλη, διέγερση, ἔχουν συνήθως τὴ μορφὴ ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 2·3 ν. Ἀποτελοῦνται, δηλαδή, ἀπὸ ἓνα κατακόρυφο τύμπανο, τὸ δποὺ μποροῦμε νὰ περι-  
στρέψουμε μὲ τὴ βοήθεια τοῦ στροφάλου, ποὺ φαίνεται στὸ ἐπάνω

μέρος τοῦ ρυθμιστῆρος. Στὴν κυλινδρικὴ ἐπιφάνεια τοῦ τυμπάνου εἰναι τοποθετηγμένοι μεταλλικοὶ τομεῖς, στοὺς διποίους ἐφάπτονται διάφορες ἐπαφὲς στερεωμένες στὸ ἀκίνητο μέρος τοῦ ρυθμιστῆρος (σχ. 2·3ξ). Στὶς ἐπαφὲς αὐτές, δημοσίες θὰ δισώμε καὶ παρακάτω, συνδέονται τὰ ἄκρα τῶν τυλιγμάτων τοῦ κινητήρα, οἱ ἀντιστάσεις ποὺ



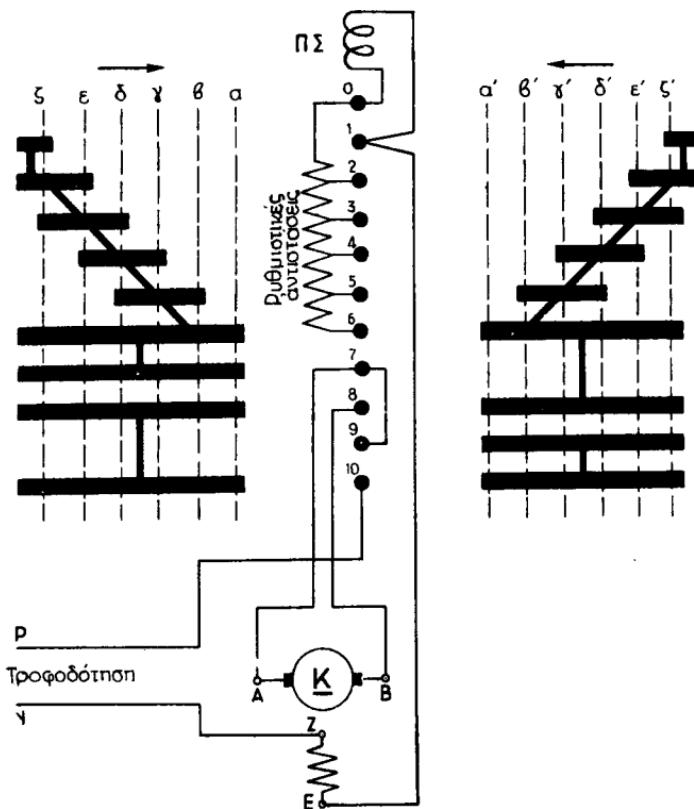
Σχ. 2·3ξ.

χρησιμεύουν γιὰ τὴν ρύθμιση τῶν στροφῶν καὶ οἱ ἀγωγοὶ τοῦ δικτύου ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν κινητήρα. "Ετοι, ἀνάλογα μὲ τὴν θέση ποὺ δίνομε στὸ τύμπανο τοῦ ρυθμιστῆρος, συνδέεται ὁ κινητήρας μὲ τὸ δίκτυο κάθε φορὰ σὲ σειρὰ μὲ διαφορετικὸ ἀριθμὸ ρυθμιστικῶν ἀντιστάσεων. Ἐπιτυγχάνομε, λοιπόν, διαφορετικὲς τάσεις στὰ ἄκρα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου τοῦ κινητήρα καὶ ἔχομε ἔτοι τὴν ρύθμιση στροφῶν ποὺ ἐπιθυμοῦμε.

Πρέπει νὰ σημειώσωμε ἐδῶ ὅτι, δημοσίς φαίνεται καὶ στὸ σχῆμα 2·3ξ, οἱ μεταλλικοὶ τομεῖς συνδέονται ἀγώγημα μεταξύ τοὺς κατὰ ἕνα δριζμένο τρόπο. Ἐπίσης δτοι οἱ ἀντιστάσεις, ποὺ παρει-βάλλονται σὲ σειρὰ μὲ τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο τοῦ κινητήρα, βρί-

σκονται σε ένα ιδιαίτερο κιβώτιο και μόνο τὰ ἄκρα τους συνδέονται: μὲ τὶς ἐπαφές, δπως εἰπαμε παραπάνω.

Γιὰ νὰ καταλάβωμε πῶς λειτουργεῖ ένας ρυθμιστής στροφῶν, σχεδιάζομε τὸ ἀνάπτυγμα τοῦ κατακορύφου τυμπάνου, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 2·3 o. Ο ρυθμιστής στροφῶν ποὺ παριστάνεται: στὸ σχῆμα αὐτὸ



Σχ. 2·3 o. Ρυθμιστής στροφῶν - ἀναστροφέας γιὰ κινητήρα μὲ διέγερση σειρᾶς.

χρησιμοποιεῖται καὶ γιὰ τὴν ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς περιστροφῆς τοῦ κινητήρα, εἰναι δηλαδὴ ένας ρυθμιστής στροφῶν - ἀναστροφέας γιὰ κινητήρα μὲ διέγερση σειρᾶς. Οἱ παχειές μαύρες γραμμὲς παριστάνουν τοὺς μεταλλικοὺς τόμεῖς πού, δπως εἰπαμε, συνδέονται μεταξὺ τους ἀγώγιμα.

Οι έπαφές, που είναι στερεωμένες στὸ ἀκίνητο μέρος τοῦ ρυθμιστῆ, φαίνονται στὸ σχῆμα ἀριθμημένες ἀπὸ 0 ἕως 10. Στὶς ἔπαφές αὐτὲς συνδέονται οἱ ἀγωγοὶ τροφοδοτήσεως, τὰ τυλίγματα τοῦ κινητήρα καὶ οἱ ρυθμιστικὲς ἀντιστάσεις, δηλατὸς τὸ δείχνει τὸ παραπάνω σχῆμα.

Τὸ πηγίο ΠΣ χρησιμεύει γιὰ νὰ σβύνῃ τοὺς σπινθῆρες ποὺ δημιουργοῦνται μεταξὺ ἔπαφῶν καὶ μεταλλικῶν ταμέων κάθε φορὰ ποὺ ἔχομε διακοπὴ ἔπαφῆς.

“Οταν τὸ κατακόρυφο τύμπανο βρίσκεται, σχετικὰ μὲ τὶς (ἀκίνητες) ἔπαφές, στὴ θέση ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 2·3 o, δικινητήρας είναι ἐκτὸς λειτουργίας. Οἱ μεταλλικοὶ τομεῖς, που είναι στὸ ἀριστερὸ μέρος τοῦ σχήματος, χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴ μία φορὰ περιστροφῆς τοῦ κινητήρα. Οἱ μεταλλικοὶ τομεῖς ποὺ βρίσκονται δεξιὰ χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴν ἀντίθετη φορὰ περιστροφῆς.

“Οταν θέλωμε νὰ ξεκινήση δικινητήρας, φέργομε τὸν στρόφαλο τοῦ ρυθμιστῆ στὴν πρώτη θέση, ποὺ είναι σημειωμένη ἐπάνω στὸ κάλυμμα, δηπότε τὸ τύμπανο τοῦ ρυθμιστῆ περιστρέφεται κατὰ μία δρισμένη γωνία. Αὐτό, στὸ ἀνάπτυγμα τοῦ τυμπάνου, ἀντιστοιχεῖ μὲ τέτοια μετάθεση κατὰ τὴ φορὰ τοῦ βέλους (ποὺ είναι στὸ ἀριστερὸ μέρος), ὥστε οἱ μεταλλικοὶ τομεῖς, ποὺ βρίσκονται στὴν κατακόρυφη γραμμὴ α, νὰ ἔλθουν σὲ ἔπαφὴ μὲ τὶς ἀντιστοιχεὶς ἔπαφές 6, 7, 8 καὶ 10. Παρατηροῦμε δτὶ στὴ θέση αὐτῇ συνδέονται σὲ σειρὰ μὲ τὰ τυλίγματα τοῦ ἔπαγγικοῦ τυμπάνου καὶ τῆς διεγέρσεως τοῦ κινητήρα καὶ δλες οἱ ἀντιστάσεις τοῦ ρυθμιστῆ καθὼς καὶ τὸ πηγίο ΠΣ. Ο κινητήρας κατὰ συνέπεια θὰ ξεκινήση καὶ θὰ μπορῇ νὰ ἐργασθῇ μὲ πολὺ μικρὴ ταχύτητα.

“Οταν μεταθέσωμε τὸν στρόφαλο τοῦ ρυθμιστῆ κατὰ μία θέση ἀκόμα, τότε θὰ ἔλθουν σὲ ἔπαφὴ οἱ μεταλλικοὶ τομεῖς, ποὺ βρίσκονται στὴν κατακόρυφη γραμμὴ β, μὲ τὶς ἀντιστοιχεὶς ἔπαφές 5, 6, 7, 8 καὶ 10. Παρατηροῦμε δτὶ στὴ θέση αὐτὴ τοῦ τυμπάνου γιὰ ἀντίσταση, ποὺ βρίσκεται μεταξὺ τῶν ἔπαφῶν 5 καὶ 6, θὰ βραχυκυκλωθῇ ἀπὸ τοὺς μεταλλικοὺς τομεῖς καὶ συνεπῶς θὰ μείνουν σὲ σειρὰ μὲ τὸ ἔπαγγικό τύμπανο τοῦ κινητήρα οἱ ὑπόλοιπες ἀντιστάσεις. Δηλαδή, δικινητήρας τώρα θὰ περιστρέφεται μὲ μεγαλύτερη ταχύτητα περιστροφῆς ἀπὸ δ, τι εἶχε προηγουμένως.

Μὲ αὐτὸν τὸν τρόπο, μεταθέτοντας τὸν στρόφαλο τοῦ τυμπάνου τοῦ ρυθμιστῆ, βραχυκυκλώνομε διαδοχικὰ τὶς ἀντιστάσεις καὶ ἔτσι ἐπι-

τυγχάνομε τὴν ταχύτητα ποὺ θέλομε νὰ ἔχῃ δὲ κινητήρας. "Οταν δὲ στρόφαλος τοῦ ρυθμιστῆς πάνη στὴν τελευταία θέση (ζ), τότε δλες οἱ ἀντιστάσεις του καθὼς καὶ τὸ πγνίο ΠΣ θὰ ἔχουν βραχυκυκλωθῆ καὶ δὲ κινητήρας θὰ βρίσκεται στὴν πλήρη τάση του δικτύου τροφοδοτήσεως. 'Ο κινητήρας στὴν περίπτωση αὐτῇ ἔχει τὴν μεγαλύτερη ταχύτητα περιστροφῆς, δὲ δποία ἔξαρταται πιά, δπως ἔξηγήσαμε, μόνο ἀπὸ τὸ φορτίο του.

"Οταν θέλωμε νὰ σταματήσωμε τὸν κινητήρα, γυρίζομε κατὰ τὴν ἀντίθετη διεύθυνση τὸν στρόφαλο τοῦ ρυθμιστῆς, δπότε παρεμβάλλονται διαδοχικὰ στὸ κύκλωμα οἱ ἀντιστάσεις, οἱ δποίες ἐλαττώνουν τὴν τάση του ἐπαγγωγικοῦ τυμπάνου του κινητήρα. "Οταν δὲ στρόφαλος ἐπανέληγε στὴν ἀρχική του θέση, θὰ διακοπῇ τὸ κύκλωμα τροφοδοτήσεως του κινητήρα, δὲ δποίος ἔται θὰ σταματήσῃ.

Εἶναι πολύ εύκολο νὰ δῆ κανεῖς δτι, δταν μεταθέσωμε τὸν στρόφαλο τοῦ ρυθμιστῆς κατὰ τὴν ἀντίθετη κατεύθυνση ἀπὸ πρὸν, για φορὰ περιστροφῆς του κινητήρα θὰ ἀναστραφῇ. Πραγματικὰ στὴν περίπτωση αὐτῇ χρησιμοποιοῦνται οἱ τομεῖς του ρυθμιστῆς, ποὺ εἶναι στὸ δεξιὸ μέρος του σχήματος 2·3 ο. Αὐτοὶ δμως εἶναι ἔται τοποθετημένοι, ὥστε τὸ ρεῦμα, ποὺ περνᾶ μέσα ἀπὸ τὸ ἐπαγγωγικὸ τύμπανο του κινητήρα, νὰ ἔχῃ ἀντίθετη διεύθυνση ἀπ' αὐτὴν ποὺ εἶχε προηγουμένως, χωρὶς νὰ ἀλλάξῃ διεύθυνση τὸ ρεῦμα διεγέρσεως. Καὶ κατὰ τὴν ἀντίστροφη λειτουργία του κινητήρα ἔχομε ρύθμιση τῆς ταχύτητας περιστροφῆς του, ποὺ ἐπιτυγχάνεται μὲ τὴν παρεμβολὴ τῶν ἀντιστάσεων του ρυθμιστῆς.

Οἱ ρυθμιστὲς στροφῶν, ποὺ περιγράψαμε παραπάνω, μεταβάλλον, δπως εἴπαμε, τὴν τάση του ἐπαγγωγικοῦ τυμπάνου του κινητήρα. Μποροῦμε, δμως, καὶ στοὺς κινητήρες μὲ διέγερση σειρᾶς νὰ ἔχωμε ρύθμιση τῆς ταχύτητας περιστροφῆς μὲ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως διεγέρσεως. 'Η μέθοδος, δμως, αὐτῇ σπάνια ἐφαρμόζεται καὶ δὲν θὰ μᾶς ἀπασχολήσῃ περισσότερο.

## 7. Κινητήρες μὲ σύνθετη διέγερση.

"Οπως ή γεννήτρια συνεχούς ρεύματος μὲ σύνθετη διέγερση, ἔται καὶ δὲ κινητήρας μὲ σύνθετη διέγερση ἔχει σὲ κάθε κύριο μιαγνητικὸ πόλω δύο τυλίγματα — τὸ παραλληλο τύλιγμα καὶ τὸ τύλιγμα σειρᾶς. Τὰ δύο αὐτὰ τυλίγματα εἶναι συνήθιως ἔται συνδε-

σημελογγημένα, ώστε τὸ τύλιγμα σειρᾶς νὰ ἐνισχύῃ τὸ μαγνητικὸ πεδίο, ποὺ δημιουργεῖ τὸ παράλληλο τύλιγμα. Οἱ κινητήρες αὐτοὶ ὀνομάζονται: κινητῆρες μὲ ἀθροιστικὴ σύνθετη διέγερση. Σπάνια κατασκευάζονται καὶ κινητῆρες μὲ διαφορικὴ σύνθετη διέγερση, στοὺς δποίους τὸ τύλιγμα σειρᾶς ἔξασθεντές εἰ: τὸ μαγνητικὸ πεδίο, ποὺ δημιουργεῖ τὸ παράλληλο τύλιγμα.

Οἱ κινητήρες μὲ ἀθροιστικὴ σύνθετη διέγερση ἔχουν χαρακτηριστικὰ λειτουργίας, ποὺ μοιάζουν μὲ τὰ χαρακτηριστικὰ τῶν κινητήρων μὲ διέγερση σειρᾶς ἢ τῶν κινητήρων μὲ παράλληλη διέγερση. Αὐτὸς ἔξαρτατας: ἀπὸ τὸ πιὸ ἀπὸ τὰ δύο τυλίγματα, δηλαδὴ, τὸ τύλιγμα σειρᾶς ἢ τὸ παράλληλο τύλιγμα, ἔχει ὑπολογισθῆναι νὰ είναι τὸ ἴσχυρότερο στὴ δημιουργία τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

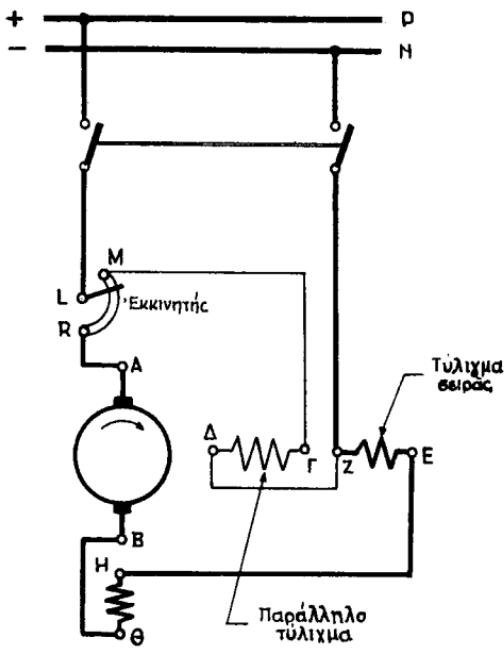
Οἱ κινητήρες μὲ διαφορικὴ σύνθετη διέγερση ἔχουν κατὰ τὴ λειτουργία τους σχεδὸν σταθερὴ ταχύτητα περιστροφῆς, δηλαδὴ, ταχύτητα ποὺ δὲν μεταβάλλεται μὲ τὴν ἀλλαγὴ τοῦ φορτίου. Ἀλλὰ δταν ὑπερφορτώνωνται, παρουσιάζουν οἱ κινητήρες αὐτοὶ σοβαρὰ μειονεκτήματα καθὼς καὶ στὴν ἔκκινηση καὶ γι' αὐτὸς τὸ λόγο κατασκευάζονται μόνο γιὰ εἰδικές χρήσεις.

Οἱ κινητήρες μὲ σύνθετη διέγερση καὶ τῶν δύο τύπων, ποὺ ἀναφέραιμε παραπάνω, στὴ λειτουργία τους ἐν κενῷ συμπεριφέρονται σὰν κινητήρες μὲ παράλληλη διέγερση, ἐπειδὴ μέσα ἀπὸ τὸ τύλιγμα σειρᾶς περνᾶ πολὺ μικρὸ ρεῦμα. Δὲν ὑπάρχει λοιπὸν φόρδος στοὺς κινητήρες αὐτούς, δταν μείνουν χωρὶς φορτίο, νὰ αὐξηθῇ πάρα πολὺ ἡ ταχύτητα περιστροφῆς, δπως συμβαίνει στοὺς κινητήρες μὲ διέγερση σειρᾶς.

Τὸ σχῆμα 2·3 π παριστάνει: τὴν συνδεσμολογία ἐνὸς κινητήρα μὲ ἀθροιστικὴ σύνθετη διέγερση καὶ μὲ βοηθητικοὺς πόλους. Ἡ ἔκκινηση, γίνεται μὲ τὴ βοήθεια ἐνὸς ἔκκινητη σὰν αὐτούς ποὺ χρησιμοποιοῦμε γιὰ κινητήρες μὲ παράλληλη διέγερση. Ο κινητήρας ἔσκινα καὶ σταριατὰ δπως οἱ κινητήρες μὲ παράλληλη, διέγερση.

Μπορούμε νὰ ρυθμίσωμε τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ κινητήρα μὲ σύνθετη διέγερση ἵει μιὰ ρυθμιστικὴ ἀντίσταση διεγέρσεως, ποὺ συνδέομε σὲ σειρὰ μὲ τὸ παράλληλο τύλιγμα, δπως ἀκριβῶς στοὺς κινητήρες μὲ παράλληλη διέγερση.

"Αν θέλωμε νὰ ἀλλάξωμε τὴ φορὰ κατὰ τὴν δροσία περιστρέψεται ἔνας κινητήρας μὲ σύνθετη διέγερση, πρέπει νὰ ἀλλάξωμε τὴ διεύθυνση τοῦ ρεύματος μέσα στὸ ἐπαγωγικὸ τύλιπανο καὶ τοὺς



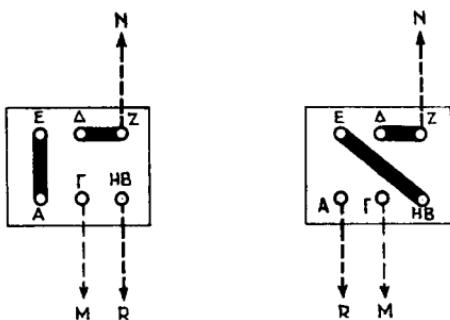
Σχ. 2·3 π. Κινητήρας μὲ σύνθετη διέγερση.

βογθητικοὺς πόλους. Ἡ διεύθυνση ὅμως τοῦ ρεύματος διεγέρσεως, τόσο μέσα στὸ παράλληλο τύλιγμα, δσο καὶ μέσα στὸ τύλιγμα σειρᾶς, πρέπει νὰ μείνῃ ἡ ἔδια.

Ἡ δεξιὰ συνδεσμολογία τῶν ἀκροδεκτῶν στὸ σχῆμα 2·3 ρ ἀντιστοιχεῖ στὴ συνδεσμολογία τοῦ κινητήρα ποὺ παριστάνει τὸ σχῆμα 2·3 π. Γιὰ νὰ ἀλλάξωμε τὴ φορὰ περιστροφῆς κάνοιμε τὴν

συνδεσμολογία τῶν ἀκροδεκτῶν, ποὺ φαίνεται ἀριστερὰ στὸ σχῆμα 2·3ρ.

"Οταν ἡ ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς περιστροφῆς πρέπει νὰ γίνεται τακτικὰ κατὰ τὴν λειτουργία τοῦ κινητήρα, χρησιμοποιοῦμε καὶ ἐδῶ ἔναν ἐκκινητὴ - ἀναστροφέα ἢ ἔνα ρυθμιστὴ στροφῶν - ἀναστροφέα.



Σχ. 2·3ρ.

## 2·4 Ισχὺς καὶ βαθμὸς ἀποδόσεως.

### 1. Ισχὺς τοῦ κινητήρα.

"Οπως ἔξηγήσαμε στὸ ἐδάφιο 1 τῆς παραγράφου 2·2, σὶ δυνάμεις ποὺ ἀσκοῦνται στοὺς ἀγωγοὺς τοῦ ἐπαγγυικοῦ τυμπάνου δημιουργοῦν ροπή, ἡ δποία μεταβιβάζεται στὸν ἔξονα τοῦ κινητήρα. Μὲ τὴν ροπὴν αὐτὴν δικινητήρας κινεῖ τὸ φορτίο του, δηλαδὴ τὸ μηχάνημα, ποὺ εἶναι συνδεμένο μὲ κάποιο τρόπο στὸν ἔξονα του. "Αν π.χ. ἡ σύνδεση αὐτὴ γίνεται μὲ τὴν βούθεια δύο τροχιλίων καὶ ἑνὸς ιμάντα, τότε ἡ ροπὴ μὲ τὴν δποία δικινητήρας κινεῖ τὸ μηχάνημα θὰ εἶναι ἵση, ὅπως ξέρομε ἀπὸ τὴν Μηχανική, μὲ τὸ γινόμενο τῆς δυνάμεως P ποὺ μεταβιβάζεται ἐν ιμάντας ἐπὶ τὴν ἀκτίνα τῆς τροχιλίας τοῦ κινητήρα, δηλαδή :

$$M = P \cdot r$$

"Αν στὸν τύπο αὐτὸν ἡ δύναμι της P ἐκφράζεται σὲ γλωσσαμικ

(kg) καὶ ἡ ἀκτίνα τοῦ μέτρα (m), τότε ἡ ροπὴ M προκύπτει σὲ χιλιογραμμόμετρα (kgm).

Ἡ ισχύς, ποὺ δὲ κινητήρας μᾶς δίνει στὸν ἀξονά του, ἔχειται ἀπὸ τὴν ροπὴν M καὶ ἀπὸ τὴν ταχύτητα περιστροφῆς του n.

Ἡ ισχὺς αὐτὴ δίνεται ἀπὸ τὸν τύπο :

$$N = \frac{M \cdot n}{716}$$

καὶ προκύπτει σὲ ιππους (PS) δταν τὸ M ἐκφράζεται σὲ kgm καὶ τὸ n σὲ στροφὲς στὸ λεπτό.

Ἐὰν θέλωμε ἡ ισχὺς νὰ προκύψῃ σὲ kW, τότε τὸν τύπο πρέπει νὰ τὸν γράψωμε ὡς ἔξης :

$$N = \frac{M \cdot n}{975}$$

Ἄσ ύπολογίσωμε μὲ τὴν βοήθεια τοῦ παραπάνω τύπου πόση είναι ἡ ισχὺς ἐνδὲ κινητήρα, ποὺ ἔργαζεται μὲ 1 450 στροφὲς στὸ λεπτὸ καὶ δίνει μιὰ ροπὴ στὸν ἀξονά του ίση μὲ 3,36 kgm

Ἡ ισχὺς αὐτὴ είναι :

$$N = \frac{3,36 \cdot 1\,450}{975} = 5 \text{ kW}$$

## 2. Βαθμὸς ἀποδόσεως.

Τὴν ισχύ, τὴν δόποια ἀπορροφᾶ δὲ κινητήρας κατὰ τὴν λειτουργία του ἀπὸ τὴν πηγὴν συνεχοῦς ρεύματος ποὺ τὸν τροφοδοτεῖ, δπως ἔρομε ἀπὸ τὴν Ἡλεκτροτεχνία (τόμος A'). μᾶς τὴν δίνει δὲ τύπος :

$$N_1 = U \cdot I$$

Οπου, U είναι ἡ τάση τῆς πηγῆς σὲ βόλτα (V) καὶ I είναι ἡ ἔνταση τοῦ ρεύματος, ποὺ ἀπορροφᾶ δὲ κινητήρας σὲ ἀμπέρ (A). Ἡ ισχὺς N<sub>1</sub>, ποὺ προκύπτει τότε ἀπὸ τὸν παραπάνω τύπο, είναι σὲ βάττα (W). Ἀν θέλωμε ἡ ισχὺς νὰ δίνεται σὲ kW, τότε τὸν τύπο πρέπει νὰ τὸν γράψωμε ὡς ἔξης :

$$N_1 = \frac{U \cdot I}{1000}$$

Η ίσχυς ποὺ δ κινητήρας δίνει στὸν ἀξονά του είναι πάντοτε μικρότερη ἀπὸ ἐκείνη ποὺ ἀπορροφᾶ ἀπὸ τὴν πηγὴ ποὺ τὸν τροφοδοτεῖ. Αὐτὸ διφείλεται στὸ δι τὴν μέρος τῆς ίσχύος, ποὺ πῆρε δ κινητήρας ἀπὸ τὴν πηγὴ, καταναλώθηκε σὲ ἀπώλειες μέσα στὴ μηχανή. Οἱ ἀπώλειες αὐτὲς είναι τῆς ίδιας μορφῆς μὲ τὶς ἀπώλειες, ποὺ ἀναφέραμε στὴν παραγράφο 1 · 8 ( ἐδάφιο 2 ) γιὰ τὶς γεννήτριες.

Ο λόγος τῆς ίσχύος, ποὺ μᾶς δίνει δ κινητήρας στὸν ἀξονά του, πρὸς τὴν ίσχὺ ποὺ ἀπορροφᾶ δυοιμάζεται βαθμὸς ἀποδόσεως τοῦ κινητήρα καὶ παριστάνεται μὲ τὸν τύπο :

$$\eta = \frac{N}{N_1}$$

Στὸν τύπο αὐτὸν τὰ  $N$  καὶ  $N_1$  πρέπει νὰ ἐκφράζωνται στὴν ίδια μονάδα μετρήσεως. Τὸ η είναι πάντοτε ἀριθμὸς μικρότερος τοῦ ἔνα ( 1 ) καὶ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ φορτίο ποὺ δίνει δ κινητήρας.

Σὰν παράδειγμα ἀς ὑπολογίσωμε τὸν βαθμὸ ἀποδόσεως ἐνὸς κινητήρα, ποὺ δίνει στὸν ἀξονά του ίσχὺ 7 PS καὶ ἀπορροφᾶ ἐνταση ρεύματος  $I = 14$  A ἀπὸ ἕνα δίκτυο συνεχοῦς ρεύματος, ποὺ ἔχει τάση 440 V.

Γιὰ νὰ ἐκφράσωμε τὴν ίσχὺ τοῦ κινητήρα σὲ kW πρέπει νὰ πολλαπλασιάσωμε τὴν ίσχὺ σὲ PS ἐπὶ 0,736. Δηλαδὴ δ κινητήρας ποὺ ἀναφέραμε ἔχει ίσχύ :

$$N = 7 \cdot 0,736 = 5,152 \text{ kW}$$

Η ίσχυς ποὺ ἀπορροφᾶ ἀπὸ τὸ δίκτυο ὑπολογίζομένη πάλι σὲ kW είναι :

$$N_1 = \frac{440 \cdot 14}{1000} = 6,16$$

Άρα, δ βαθμὸς ἀποδόσεως αὐτοῦ τοῦ κινητήρα είναι :

$$\eta = \frac{5,152}{6,16} = 0,835$$

Στὴν πινακίδα, ποὺ τὰ ἐργοστάσια κατασκευῆς τοποθετοῦν ἐπάνω σὲ κάθε κινητήρα, εἶναι γραμμένη ἡ ὀνομαστικὴ τάση καὶ ἡ ὀνομαστικὴ ἔνταση τοῦ κινητήρα.

Όνομαστικὴ τάση εἶναι ἡ τάση γιὰ τὴν οποίᾳ ὁ κινητήρας ἔχει κατασκευασθῆνατο λειτουργῆς ἐπομένως ὁ κινητήρας πρέπει νὰ συνδέεται μόνο μὲ δίκτυα ποὺ ἔχουν τὴν τάση αὐτήν.

Όνομαστικὴ ἔνταση εἶναι ἡ ἔνταση, ποὺ ἀπορροφᾶ ὁ κινητήρας, ὅταν ἔχῃ σύνδεσθη σὲ δίκτυο, ποὺ ἔχει τὴν ὀνομαστική του τάση καὶ δίνει στὸν δίξονά του τὴν ὀνομαστική του ἰσχὺ. Ἡ ὀνομαστικὴ ἰσχὺς εἶναι ἐπίσης γραμμένη ἐπάνω στὴν πινακίδα τοῦ κινητήρα καὶ ἐκφράζεται, δπως εἰπαμε, σὲ PS (ἢ HP) ἢ σὲ kW.

Απὸ τὰ προηγούμενα συμπεραίνομε ὅτι: γιὰ νὰ μὴν ὑπερφορτίζεται ὁ κινητήρας, δηλαδή, γιὰ νὰ μὴ δίνῃ ἰσχὺ παραπάνω ἀπὸ τὴν ὀνομαστική του, πρέπει ἡ ἔνταση, ποὺ ἀπορροφᾶ στὴν κανονική του λειτουργία, νὰ μὴν εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ὀνομαστική του ἔνταση. Αὐτὸς μποροῦμε νὰ τὸ ἐλέγξωμε μὲ ἐνα ἀμπερόμετρο ποὺ ἔχει συνδεθῆ στὸ κύκλωμα, ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν κινητήρα. "Οταν ἔνας κινητήρας ὑπερφορτίζεται, ὑπάρχει φόδιος νὰ καῇ, δπως λέμε, δηλαδή, νὰ καταστραφοῦν οἱ μονήσεις τῶν τυλιγμάτων του ἀπὸ τὴν μεγάλη θερμότητα ποὺ θὰ παραχθῇ.

Τέλος, ἐπάνω στὴν πινακίδα τοῦ κινητήρα εἶναι γραμμένη καὶ ἡ ὀνομαστικὴ ταχύτητα περιστροφῆς του. Αὐτὴ εἶναι ἡ ταχύτητα ποὺ ἔχει ὁ κινητήρας ὅταν ἐργάζεται μὲ τὴν ὀνομαστική του ἰσχὺ καὶ τὴν ὀνομαστική του τάση.

Άρκετὲς φορὲς στὸ Κεφάλαιο 2 τοῦ βιβλίου αὐτοῦ, γιὰ νὰ ἔξηγήσωμε τὴν λειτουργία τῶν κινητήρων συνεχοῦς ρεύματος, χρησιμοποιήσαμε τοὺς δρους κανονικὴ ἔνταση, κανονικὴ ταχύτητα κλπ. Μὲ τοὺς δρους αὐτοὺς ἐννοούσαμε τὰ ὀνομαστικὰ μεγέθη τοῦ κινητήρα, δπως τὰ δρίσαμε παραπάνω.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

## ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

### 3·1 Γενικά.

#### 1. Γιατί χρησιμοποιούμε τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα.

Στὰ δύο προηγούμενα Κεφάλαια περιγράψχρις τὶς γεννήτριες καὶ τοὺς κινητῆρες γιὰ συνεχὲς ρεῦμα. "(;)πως εἶδαμε, οἱ μηχανές χύτες εἶναι ἀρκετὰ ἀπλές καὶ στὴ κατασκευή τους καὶ στὴ λειτουργία τους. Ήταν μπορούμε, λοιπόν, νὰ πη κανένας ὅτι ἡ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια σὲ μορφὴ συνεχοῦς ρεύματος εἶναι πολὺ βελτική, γιὰ τὶς ἀνάγκες τοῦ ἀνθρώπου. Εἶναι εὔκολο νὰ παραγῇ καὶ εὔκολο καὶ ἀπλὸ νὰ χρησιμοποιῇ, γιὰ τὴν κίνησιν, καὶ φυσικὰ γιὰ τὸ φωτισμό. Τότε ἔρχεται μόνο τοι τὸ ἑρώτηγμα: Γιατί χρησιμοποιοῦμε σύμβρα τόσο πολὺ τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα; Γιὰ νὰ ἀπαντήσωμε στὸ ἑρώτηγμα αὐτὸν πρέπει νὰ διοùμε τὸ πλεονεκτόμενο παρουσιάζει τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα.

'Ο ἀνθρώπος ἔχει σύμβρα ἀνάγκη, ἀπὸ μεγάλες ποσότητες ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας γιὰ τὸ φωτισμὸν τῶν επιτηδίων καὶ τῶν καταστημάτων, γιὰ ἡλεκτρικὸ μικρείρεια, γιὰ τὴν κίνησιν, τῶν ἐργασιῶν, γιὰ πότισμα τῶν χωραφῶν κ.λ.π.

'Η παραγωγὴ αὐτῆς τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας γίνεται σὲ μεγάλους κεντρικοὺς σταθμούς, ποὺ βρίσκονται συνήθως μακριὰ ἀπὸ τοὺς τόπους ὅπου χρησιμοποιεῖται αὐτή, δηλαδὴ, ἀπὸ τὴν κατανάλωση. Αὐτὸν γίνεται γιατὶ τοὺς κεντρικοὺς σταθμοὺς τοὺς κατασκευάζομε τὶς περισσότερες φορὲς κοντά στοὺς τόπους ὅπου ὑπάρχει κάρβονος ή ὑδατοπτίσεις, ποὺ τροφοδοτοῦν τὶς κινητῆρες μηχανές. Στὴ γόρα μιας οἱ κεντρικοὶ σταθμοὶ 'Αλιθερίου, 'Αγρα, Λάδωνος κ.λ.π. βρίσκονται δεκάδες καὶ ἑκατοντάδες γιλιόμετρα μα-

κρυαλίτης πόλεις και τὰ χωριά ποὺ τροφοδοτοῦν μὲ γήλεκτρική ένέργεια.

Σύμπεραίνομε λοιπὸν ότι η γήλεκτρική ένέργεια πρέπει νὰ μεταφερθῇ ἀπὸ τοὺς κεντρικοὺς σταθμοὺς στοὺς τόπους δύποι καναλώνεται. Γιὰ καὶ μεταφέρωμε δημιουργικούς οἰκονομικὰ μεγάλες ποσότητες γήλεκτρικής ένέργειας σὲ τόσο μεγάλες ἀποστάσεις, πρέπει η μεταφορά, δύποι διδάσκει: η Ἕλεκτροτεχνία, καὶ γίνη μὲ ὑψηλὴ τάση. Στὰ συστήματα μεταφορᾶς χρησιμοποιοῦνται σήμερα τάσεις μέχρι 380 000 V. Στὴ γύρα μας, τὸ σύστημα μεταφορᾶς, τὸ δίκτυο δηλαδὴ ποὺ ἀποτελεῖται: ἀπὸ τὶς γραμμἱές ποὺ στηρίζονται ἐπάνω στοὺς ὑψηλοὺς γαλύθδιους πύργους, ἔχει τάση 150 000 V.

Ομοιοῦ, οὔτε η παραγωγὴ τῆς γήλεκτρικῆς ένέργειας οὔτε η χρησιμοποίηση, της ἀπὸ τοὺς καταναλωτὲς μπορεῖ νὰ γίνη μὲ τόσο ὑψηλὲς τάσεις. Χρειαζόμεντε λοιπὸν ἐναὶ μηχάνημα ποὺ νὰ μπορῇ νὰ ἀνυψώνῃ, τὴν τάση, τοῦ παραγομένου γήλεκτρικοῦ ρεύματος ή, ποὺ νὰ κατεβάσῃ, τὴν τάση, ποὺ ἔχει τὸ ρεῦμα στὸ δίκτυο μεταφορᾶς. Τὸ μηχάνημα αὐτὸν γιὰ τὸ ἀναλλασσόμενο ρεῦμα εἰναι δ μετασχηματιστής.

Μέχρι σήμερα δὲν βρέθηκε ἐναὶ παρόμιος ἀπλὸς μηχάνημα ποὺ νὰ κάνῃ, τὴν ἵδια δουλειὰ στὸ συνεχὲς ρεῦμα. Ήτοι, δὲν είναι οἰκονομικὸν νὰ μεταφέρωμε τὴν γήλεκτρική ένέργεια σὲ μεγάλες ἀποστάσεις παρὰ μόνο σὲ μορφὴ ἀναλλασσομένου ρεύματος.

Ο μετασχηματιστής, λοιπόν, είναι ἐκεῖνος ποὺ ἔθισε στὸ ἀναλλασσόμενο ρεῦμα δλα τὰ πλεονεκτήματα τῆς οἰκονομικῆς μεταφορᾶς τῆς γήλεκτρικῆς ένέργειας μὲ ὑψηλὴ τάση καὶ τῆς εὐκολογῆς μετατροπῆς της σὲ χρηματί, τάση, ποὺ μὲ λογικές προφυλάξεις γίνεται: ἀκίνδυνη, γιὰ τοὺς ἀνθρώπους.

Στὰ παρακάτω Κεφάλαια αὐτοῦ τοῦ βιβλίου θὰ ξετάσωμε τὰ διάφορα εἶδη τῶν μηχανῶν γιὰ ἀναλλασσόμενο ρεῦμα (γεννήτριες, κινητῆρες, μετασχηματιστὲς) καθὼς καὶ τὶς μηχανὲς ποὺ γρηγοριούμενεις γιὰ νὰ μετατρέπωμε τὸ ἀναλλασσόμενο ρεῦμα σὲ

συνεχές, δηλαδὴ τοὺς μετατροπεῖς καὶ τοὺς ἀνορθωτές. Οἱ τελευταῖες αὐτὲς μηχανὲς χρησιμοποιοῦνται, δπως θὰ δοῦμε καὶ στὸ ζντίστοιχο Κεφάλαιο, δταν γιὰ εἰδικὴ χρήση ἔχομε ἀνάγκη ἀπὸ συνεχὲς ρεῦμα. Ἀρχίζομε μὲ τὶς γεννήτριες ἐναλλασσομένου ρεύματος ποὺ τὶς δνομάζομε καὶ ἐναλλακτῆρες.

## 2. Εἰδη ἐναλλακτήρων.

Τπάρχουν δύο εἰδη ἐναλλακτήρων. Οἱ σύγχρονοι καὶ οἱ ἀσύγχρονοι ἐναλλακτῆρες.

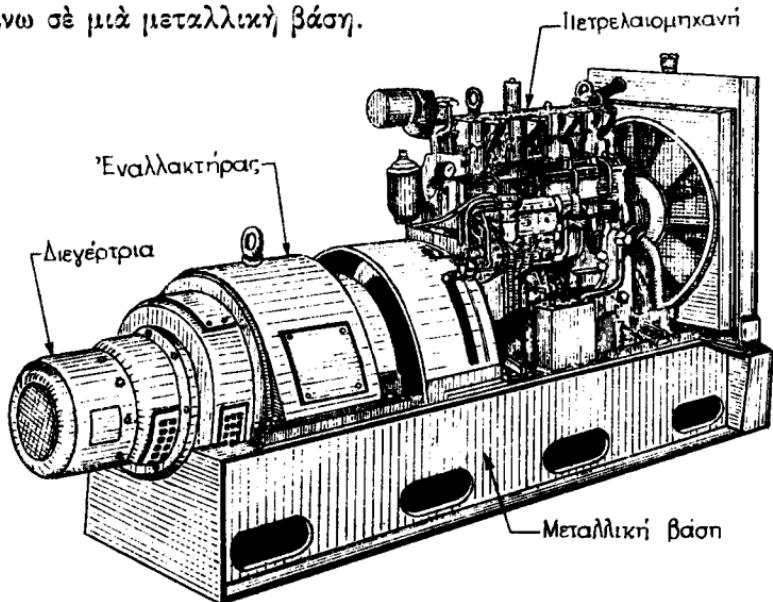
Κύριο χαρακτηριστικὸ τῶν συγχρόνων ἐναλλακτήρων εἶναι δτι ἔχουν διέγερση μὲ συνεχὲς ρεῦμα. Ἄπαρχουν δηλαδὴ, δπως στὶς μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος, μαγνητικοὶ πόλοι ποὺ τὰ τυλιγματά τους τροφοδοτοῦνται μὲ συνεχὲς ρεῦμα. Ἔνα δλλο χαρακτηριστικὸ τῶν συγχρόνων ἐναλλακτήρων εἶναι δτι ἡ συχνότητα τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος ποὺ παράγουν ἔξαρταται ἀπὸ τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τῆς μηχανῆς.

Στοὺς ἀσύγχρονους ἐναλλακτῆρες ἡ διέγερση τροφοδοτεῖται μὲ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα. Τέτοιοι ἐναλλακτῆρες σπάνια κατασκευάζονται σήμερα καὶ γι' αὐτὸ δὲ θὰ ἀσχοληθοῦμε περισσότερο μ' αὐτούς. Ἐτοι, δταν στὸ βιβλίο αὐτὸ θὰ μιλᾶμε γιὰ ἐναλλακτῆρες, θὰ ἐννοοῦμε τοὺς σύγχρονους ἐναλλακτῆρες.

Τὸ συνεχὲς ρεῦμα, ποὺ χρειαζόμαστε· γιὰ τὴ διέγερση τοῦ σύγχρονου ἐναλλακτήρα, τὸ παίρνομε συνήθως ἀπὸ μιὰ γεννήτρια συνεχοῦς ρεύματος, ποὺ γι' αὐτὸ δνομάζεται διεγέρτρια τοῦ ἐναλλακτήρα. Ἡ διεγέρτρια εἶναι τὶς περισσότερες φορὲς συνδεμένη ἀπ' εὑθείας στὸν ἄξονα τοῦ ἐναλλακτήρα καὶ παίρνει κίνηση ἀπ' αὐτὸν (βλ. σχ. 3 · 1 α).

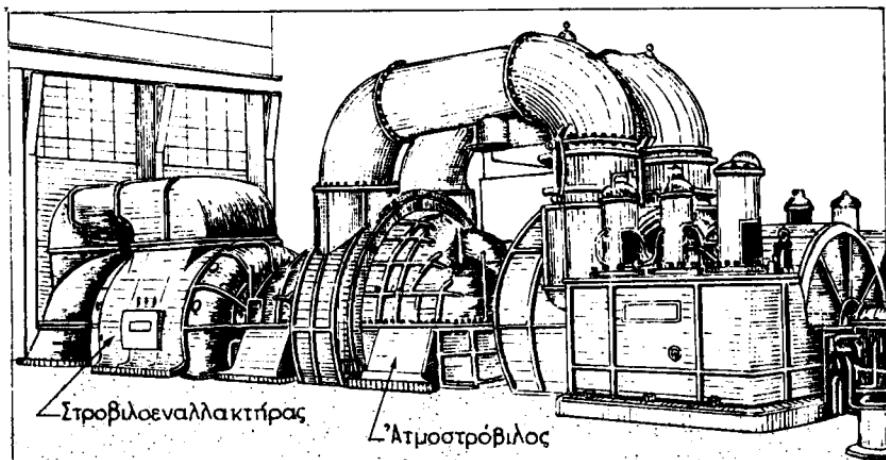
Οπως γιὰ γεννήτρια συνεχοῦς ρεύματος ἔτσι καὶ ὁ ἐναλλακτήρας, γιὰ νὰ δύσῃ ἡλεκτρικὴ, ἐνέργεια πρέπει νὰ πάρῃ, κίνηση ἀπὸ κάποια κινητήρια μηχανή. Αὐτὴ μπορεῖ νὰ εἶναι μιὰ πετρελαιομηχανή, ἔνας ἀτμοστρόβιλος, ἔνας ὅδροστρόβιλος κ.τ.λ.

Οι μικροί έναλλακτήρες ποὺ χρησιμοποιούνται: σὲ μικρὰ έργα στάσια ἡ ἀπομονωμένα κτύπα κινοῦνται συνήθως ἀπὸ πετρελαιομηχανές. Τὸ σχῆμα 3·1 α δείχνει μιὰ τέτοια ἡλεκτροπαραγωγὴ δύμαδα. Δηλαδή, ἔνα συγκρότημα ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ ἔνα έναλλακτήρα καὶ τὴν πετρελαιομηχανὴν ποὺ τὸν κινεῖ. Στὸ ἵδιο σχῆμα φαίνεται καὶ ἡ διεγέρτρια τοῦ έναλλακτήρα συνδεμένη ἀπὸ εὐθείας στὸν δέξιον του. "Όλη ἡ δύμαδα εἶναι τοποθετημένη ἐπάνω σὲ μιὰ μεταλλικὴ βάση.

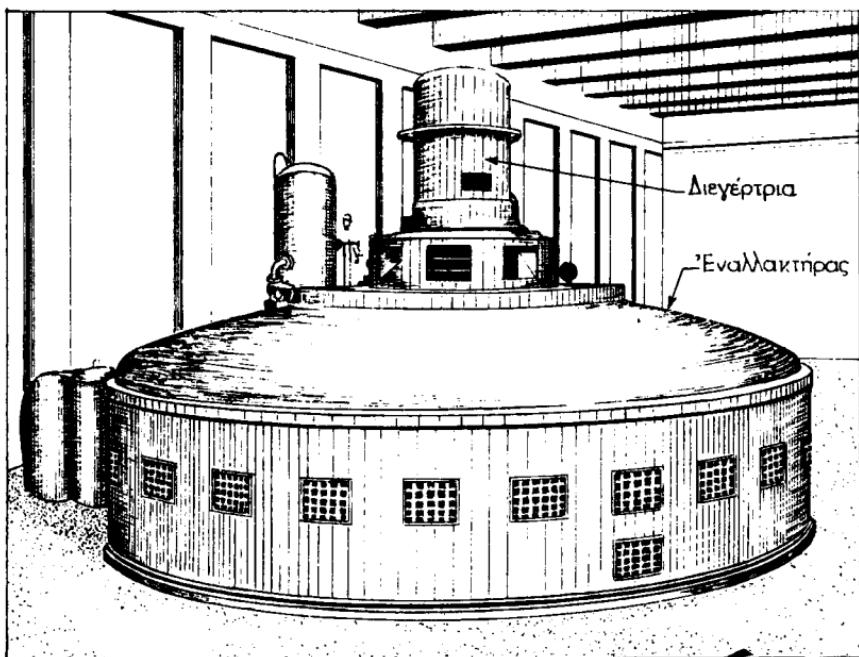


Σχ. 3·1 α. Πετρελαιοκίνητη ἡλεκτροπαραγωγὴ δύμαδα.

Οἱ μεγάλοι έναλλακτήρες, ποὺ χρησιμοποιούνται στοὺς κεντρικοὺς σταθμούς, κινοῦνται συνήθως ἀπὸ ἀτμοστροβίλους ἢ ὑδροστροβίλους. Οἱ έναλλακτήρες ποὺ κινοῦνται ἀπὸ ἀτμοστροβίλους ἔχουν καὶ ἔνα ἴδιαίτερο ὄνομα. Όνομάζονται στροβιλοεναλλακτήρες. Οἱ στροβιλοεναλλακτήρες ἔργαζονται μὲ μεγάλες ταχύτητες περιστροφῆς (π.χ. 3 000 στροφὲς στὸ λεπτὸ) καὶ ἔχουν εἰδικὴ κατασκευὴ, δπως θὰ δοῦμε στὰ ἐπόμενα. Τὸ σχῆμα 3·1 β δείχνει μιὰ ἡλεκτροπαραγωγὴ δύμαδα, ἀποτελουμένη ἀπὸ ἀτμοστρο-



Σχ. 3·1 β. Ήλεκτροπαραγωγής δύμαδα 85 000 kw.



Σχ. 3·1 γ. Έναλλακτήρας ύδροστροβίλουν.

ειλο καὶ στροβιλοεναλλακτύρα καὶ ἐγκατεστημένη σ' ἔνα κεντρικὸν σταθμό.

Οἱ ἐναλλακτῆρες ποὺ κινοῦνται ἀπὸ ὑδροστροβιλους κατασκευάζονται συνήθως μὲ τὸν ἀξονά τους κατακόρυφο, ὅπως δείχνει τὸ σχῆμα 3·1 γ. Οἱ ἐναλλακτῆρες αὐτοὶ ἐργάζονται μὲ μηρὲς ταχύτητες περιστροφῆς καὶ ἔχουν πολὺ μεγάλη διάμετρο σχετικὰ μὲ τὸ μῆκος τους.

### 3·2 Πώς είναι κατασκευασμένοι οἱ ἐναλλακτῆρες.

#### 1. Γενικά.

Οἱ ἐναλλακτῆρες, δηλαδὴ, οἱ γεννήτριες ἐναλλασσομένου ρεύματος, ἀποτελοῦνται, ὅπως καὶ οἱ γεννήτριες συνεχοῦς ρεύματος, ἀπὸ δύο κύρια μέρη: τὸν στάτη καὶ τὸν δρομέα. Οἱ στάτης είναι κι' ἐδῶ τὸ ἀκίνητο μέρος τῆς μηχανῆς καὶ ὁ δρομέας τὸ περιστρεφόμενο. *Μαγνητικοὶ πόλοι* καὶ ἐπαγωγικὸ τύμπανο ὑπάρχουν ἐπίσης καὶ στοὺς ἐναλλακτῆρες. Ἀντίθετα ὅμως ἀπὸ ὅτι συμβαίνει στὶς μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος, στοὺς ἐναλλακτῆρες οἱ μαγνητικοὶ πόλοι δὲν βρίσκονται πάντοτε στὸν στάτη. Μόνο στοὺς μικροὺς ἐναλλακτῆρες οἱ μαγνητικοὶ πόλοι τῆς μηχανῆς είναι στερεωμένοι στὸ ἐσωτερικὸ τοῦ στάτη. Οἱ ἐναλλακτῆρες αὐτοὶ ὄνομάζονται: *ἐναλλακτῆρες* μὲ ἐξωτερικοὺς πόλους ἢ *ἐναλλακτῆρες* μὲ σταθεροὺς πόλους. Τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο τοῦ ἐναλλακτήρα βρίσκεται τότε στὸ δρομέα ὅπως καὶ στὶς μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος.

Στοὺς μεγάλους ἐναλλακτῆρες οἱ μαγνητικοὶ πόλοι είναι στερεωμένοι στὸν ἀξονα τῆς μηχανῆς καὶ περιστρέφονται, ἐνῷ τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου είναι τοποθετημένο στὸν στάτη, καὶ μένει ἀκίνητο. Οἱ ἐναλλακτῆρες αὐτοὶ ὄνομάζονται: *ἐναλλακτῆρες* μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους ἢ *ἐναλλακτῆρες* μὲ περιστρεφόμενοὺς πόλους. Σ' αὐτοὺς τὸ ρεῦμα διεγέρειν διοχετεύεται στὰ

τυλίγματα τῶν πόλων μὲ τὴν βοήθεια ϕυγκτρῶν καὶ δύο δακτυλιδιῶν ποὺ εἶναι στερεωμένα ἐπάνω στὸν ἔξονα τῆς μηχανῆς.

Τέλος, οἱ στροβιλοειναλλακτῆρες εἶναι καὶ αὐτοὶ ἐναλλακτῆρες μὲ περιστρεφομένους πόλους, ἀλλὰ ἡ κατασκευὴ τοῦ δρομέα τους διαφέρει οὐσιαστικά ἀπὸ τοὺς παραπάνω ἐναλλακτῆρες μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους. Στοὺς στροβιλοειναλλακτῆρες δὲ δρομέας δὲν ἔχει δρατοὺς πόλους, δηλαδή, πόλους μὲ πυρήνα καὶ τύλιγμα δηπως τοὺς περιγράψαις στὶς μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος. Σ' αὐτοὺς δὲ δρομέας εἶναι ἔνα κυλινδρικὸ τύμπανο χωρὶς προεξοχές. Τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου εἶναι καὶ στοὺς στροβιλοειναλλακτῆρες τοποθετημένο στὸν στάτη.

Παρακάτω θὰ δοῦμε λεπτομερέστερα πῶς εἶναι κατασκευασμένο κάθε εἶδος ἐναλλακτῆρα.

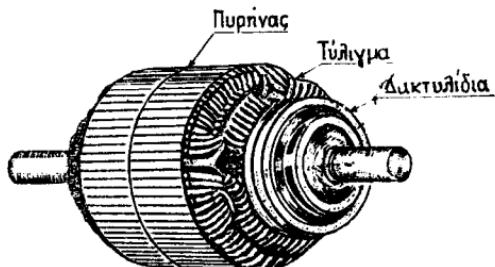
## 2. Ἐναλλακτῆρες μὲ ἐξωτερικοὺς πόλους.

Οἱ στάτης στοὺς ἐναλλακτῆρες αὐτοὺς μοιάζει στὴν κατασκευὴ του μὲ τὸν στάτη τῶν μηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος (σγ. 1·2γ). Οἱ μαγνητικοὶ πόλοι, στερεωμένοι στὸ ἐσωτερικὸ τοῦ στάτη, ἔχουν τυλίγματα ποὺ τροφοδοτοῦνται μὲ συνεχὲς ρεῦμα ἀπὸ τὴν διεγέρτρια. Οἱ ἀριθμὸς τῶν μαγνητικῶν πόλων εἶναι καὶ στοὺς ἐναλλακτῆρες πάντοτε ἄρτιοι.

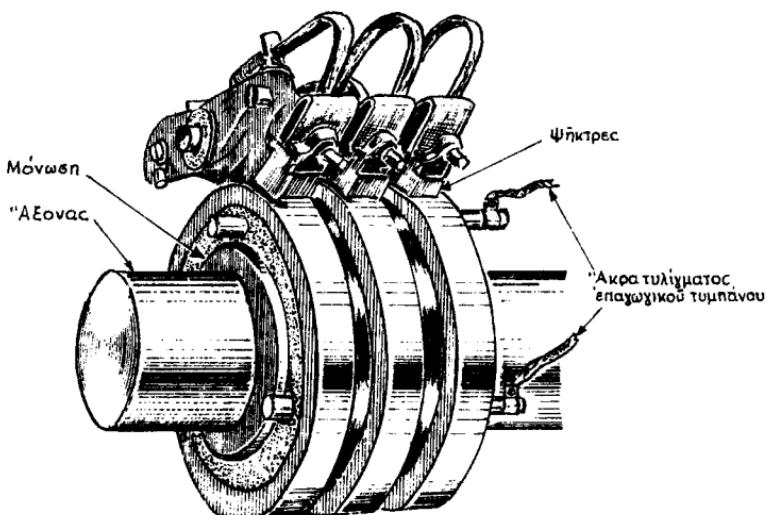
Οἱ δρομέας τῶν ἐναλλακτῆρων μὲ ἐξωτερικοὺς πόλους φέρει τὸν πυρήνα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου. Μέτα στὶς δδοντώσεις τοῦ πυρήνα εἶναι τοποθετημένο τὸ τύλιγμα, (σχ. 3·2α), δηπως καὶ στὶς μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος. Οσα θὰ ποῦμε παρακάτω γιὰ τὰ εἰδῆ τῶν τυλίγμάτων γιὰ ἐναλλακτῆρες μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους, καθὼς καὶ γιὰ τὴ διαμόρφωση καὶ σύνδεση τῶν διμάδων τους, ἴσχύουν καὶ γιὰ τὰ τυλίγματα τῶν ἐναλλακτῆρων μὲ ἐξωτερικοὺς πόλους.

Συλλέκτης δὲν ὑπάρχει στοὺς ἐναλλακτῆρες. Άντι γιὰ συλλέκτη στοὺς ἐναλλακτῆρες μὲ ἐξωτερικοὺς πόλους ἔχομε δακτυ-

λίδια κατασκευασμένα από όρείχαλκο. Τὰ δακτυλίδια αὐτὰ είναι στερεωμένα στὸν ἄξονα τοῦ δρομέα, ὅπως δείχνουν τὰ σχήματα 3·2 α καὶ 3·2 β καὶ είναι μονωμένα μεταξύ τους καὶ σχετικά μὲ τὸν ἄξονα. Οἱ ἀριθμὸι τῶν δακτυλίδων είναι 2 ἢ 3 ἢ 4, ἀνάλογα μὲ τὸν ἀριθμὸν φάσεων τοῦ ἐναλλακτήρα.



Σχ. 3·2 α.



Σχ. 3·2 β. Δακτυλίδια.

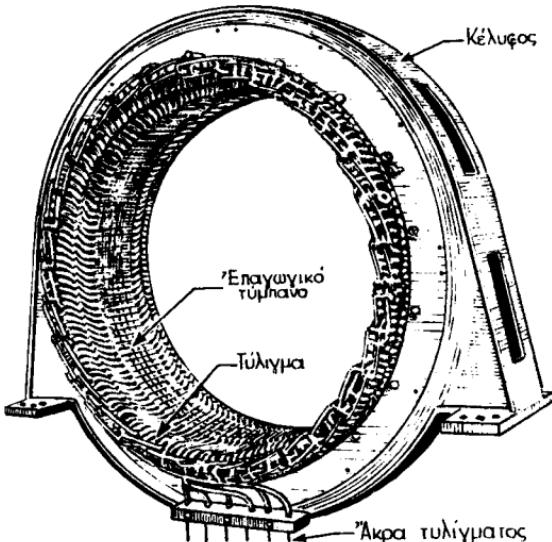
Στὰ δακτυλίδια συνδέονται τὰ ἔκρα τοῦ τυλίγματος τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου. Ἔτοι τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα ποὺ παράγεται, ὅπως θὰ δοῦμε, ἀπὸ τὴν ἡλεκτρεργετικὴν δύναμιν, ποὺ δημιουργεῖται στὰ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, ὁδηγεῖται ἀπὸ

τὰ δακτυλίδια καὶ τὶς φῆκτρες ποὺ ἐφάπτονται σ' αὐτὰ (σχ. 3·2 β) στοὺς ἀκροδέκτες τῆς μηχανῆς. Στοὺς ἀκροδέκτες αὐτοὺς συνδέομε τὸ φορεῖο ποὺ θέλομε νὰ τροφοδοτήσωμε μὲ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα.

"Οπως εἴπαμε, οἱ ἐναλλακτῆρες μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους κατασκευάζονται μόνο γιὰ μικρὲς ισχεῖς. "Ολοὶ οἱ ἄλλοι ἐναλλακτῆρες κατασκευάζονται μὲ ἐσωτερικούς, δηλαδὴ, περιστρεφομένους πόλους.

### 3. Ἐναλλακτῆρες μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους.

Στοὺς ἐναλλακτῆρες αὐτοὺς δ στάτης δὲν φέρει πιὰ τοὺς



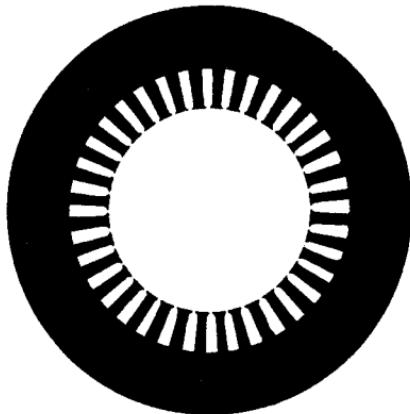
Σχ. 3·2 γ. Στάτης ἐναλλακτήρα μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους.

μαγνητικοὺς πόλους ἀλλὰ τὸ ἐπαγγικὸ τύμπανο μὲ τὸ τύλιγμα του. Δηλαδὴ, τώρα τὸ ἐπαγγικὸ τύμπανο εἶναι ἀκίνητο.

Τὸ σχῆμα 3·2 γ δείχνει δόλοκληρο τὸν στάτη ἀπὸ ἕνα ἐναλλακτήρα μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους. "Οπως φαίνεται καὶ στὸ σχῆμα, δ

στάτης ἔδω ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα ἔξωτερικὸν κέλυφος, κατασκευασμένο συνήθως ἀπὸ χαλύβδινα ἐλάσματα, μέσα στὸ ἅποιο τοποθετεῖται τὸ ἐπαγωγικὸν τύμπανο. Αὐτὸ πάλι ἀποτελεῖται, ὅπως καὶ στὶς μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος, ἀπὸ τὸν πυρήνα καὶ τὸ τύλιγμα.

Τὸν πυρήνα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου τὸν ἀποτελοῦν κι’ ἔδω πολλοὶ δίσκοι ἀπὸ μαγνητικὰ ἐλάσματα ποὺ κόβονται στὴ μορφὴ ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 3·2δ. Τὰ ἐλάσματα αὗτὰ τοποθετοῦνται τὸ ἕνα δίπλα στὸ ἄλλο μέσα στὸ κέλυφος τοῦ στάτη. Ἔτσι, μὲ τὶς δδοντώσεις ποὺ ἔχουν τὰ ἐλάσματα στὴν ἔσωτερική τους περιφέρεια, σχηματίζονται λούκια παράλληλα πρὸς τὸν ἄξονα τῆς μηχανῆς. Μέσα στὰ λούκια αὗτὰ τοποθετεῖται τὸ τύλιγμα, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα 3·2γ.

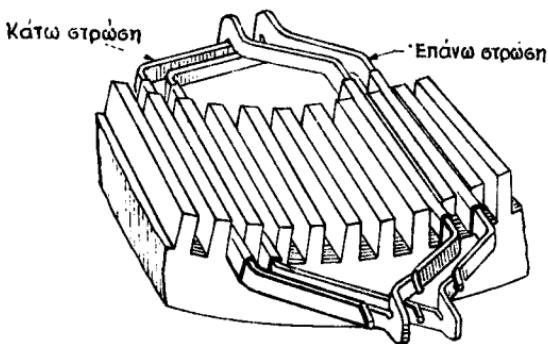


Σχ. 3·2δ.

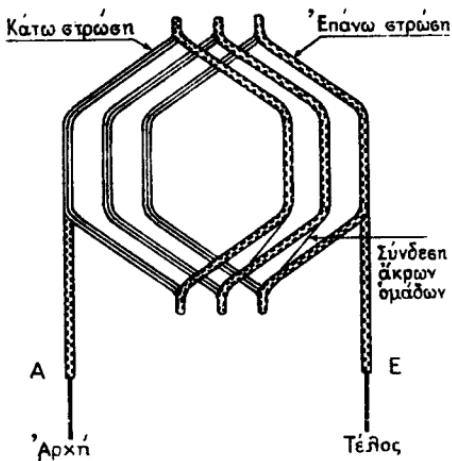
Τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου κατασκευᾶται καὶ στοὺς έναλλακτήρες ἀπὸ μονωμένους χάλκινους ἀγωγοὺς ἢ χάλκινες ράβδους, ποὺ διαμορφώνονται πάλι σὲ ὅμαδες. Τὸ τύλιγμα μπορεῖ νὰ κατασκευασθῇ ἢ σὲ δύο στρῶσεις, ὅπως στὶς μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος, ἢ σὲ μιὰ στρώση, δόποτε ὀνομάζεται καὶ συγκεντρωτικὸ τύλιγμα.

Τὸ σχῆμα 3·2ε δείχνει τὴν μορφὴ ποὺ ἔχουν οἱ ὅμαδες ἀπὸ

ένα τύλιγμα σε δύο στρώσεις και τὸ σχῆμα 3·2ζ πῶς συνδέονται τὰ ἄκρα τῶν διμάδων μεταξύ τους.



Σχ. 3·2ε. Τύλιγμα σε δύο στρώσεις.

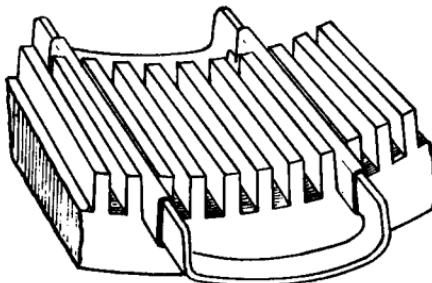


Σχ. 3·2ζ. Συγκρότημα διμάδων ἀπὸ τύλιγμα σε δύο στρώσεις.

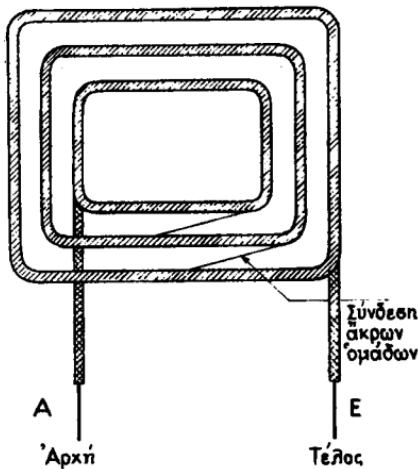
Τὸ σχῆμα 3·2η δείχνει μιὰ διμάδα ἀπὸ τύλιγμα συγκεντρωτικὸ (σὲ μιὰ στρώση) καὶ τὸ σχῆμα 3·2θ τὸν τρόπο ποὺ συνδέονται τὰ ἄκρα τῶν διμάδων. "Οπως παρατηροῦμε οἱ διμάδες στὴν περίπτωση τῶν συγκεντρωτικῶν τυλιγμάτων δὲν εἰναι πιὰ δλεις διμοιες μεταξύ τους ὅπως στὰ τυλίγματα μὲ δύο στρώσεις. Τέλος,

τὸ σχῆμα 3·2 ι δείχνει πῶς διαμορφώνονται στὰ συγκεντρωτικὰ τυλίγματα τὰ μέρη τῶν δμάδων ποὺ εἰναι ἔξω ἀπὸ τὸν πυρήνα, ὅπερ νὰ μπορῇ νὰ κατασκευασθῇ τὸ τύλιγμα.

Κάθε συγκρότημα δμάδων, σὰν αὐτὰ ποὺ δείχνουν τὰ σχῆματα 3·2 ζ καὶ 3·2 θ, συνδέεται στὸ τέλος του μὲ τὴν ἀρχὴν ἐνδός



Σχ. 3·2 η. Τύλιγμα σὲ μιὰ στρώση.

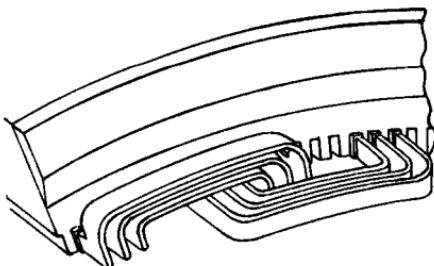


Σχ. 3·2 θ. Συγκρότημα δμάδων ἀπὸ τύλιγμα σὲ μιὰ στρώση.

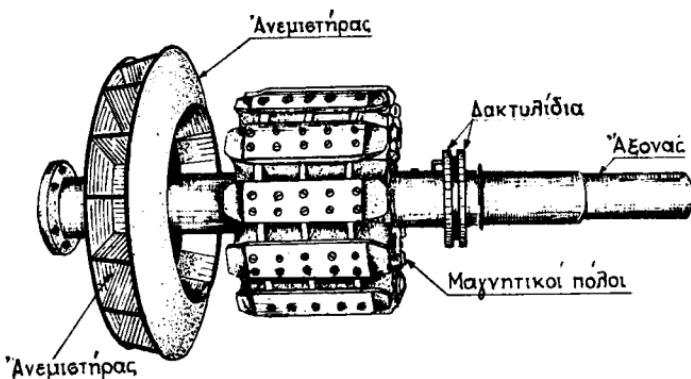
ἄλλου συγκροτήματος. "Οπως θὰ ἔξηγγήσωμε δταγ θὰ μιλήσωμε γιὰ τὰ τυλίγματα ἐναλλασσομένου ρεύματος, ἀπὸ τὸ τύλιγμα κάθε ἐναλλακτήρα μένουν ἐλεύθερα δρισμένα ἄκρα. Τὰ ἄκρα αὐτὰ τὰ συνδέομε μὲ τοὺς ἀκροδέκτες τῆς μηχανῆς (σχ. 3·2 γ) χωσὶς νὰ ἔχωμε ἀνάγκη ἀπὸ δακτυλίδια καὶ φήκτρες, ἀφοῦ τὸ τύ-

λιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου εἰναι: ἀκίνητο στοὺς ἔναλλακτῆρες μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους. Ἐτοι τὸ ἔναλλαξσόμενο ρεῦμα ἀπὸ τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου δδηγεῖται στοὺς ἀκροδέκτες τῆς μηχανῆς καὶ ἀπὸ ἐκεῖ στὸ φορτίο ποὺ θέλωμε νὰ τροφοδοτήσωμε.

Ο δρομέας στοὺς ἔναλλακτῆρες μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους φέ-



Σχ. 3·2 Ι.



Σχ. 3·2 ΙΙ. Δρομέας ἔναλλακτῆρα μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους.

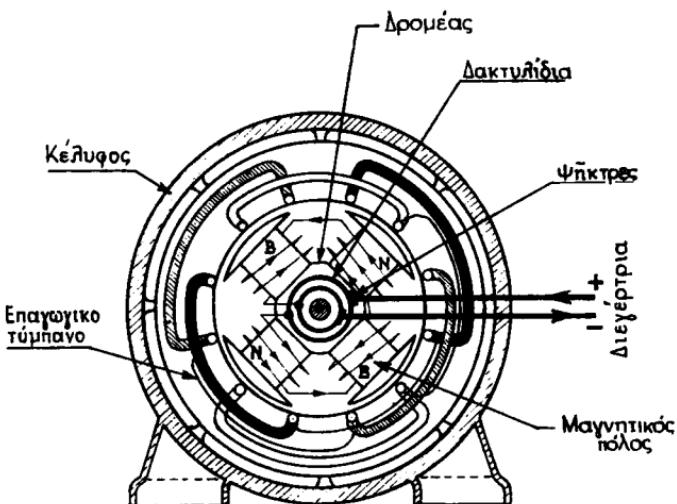
ρει τοὺς μαγνητικοὺς πόλους τῆς μηχανῆς. Τὸ σχῆμα 3·2 κ δείχνει τὸν δρομέα ἐνδὲ τέτοιῳ ἔναλλακτήρᾳ. Ὁπως φαίνεται καὶ στὸ σχῆμα οἱ πόλοι στερεώνονται ἀκτινωτὰ ἐπάνω στὸν δρομέα.

Κάθε πόλος ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν πυρήνα καὶ τὸ τύλιγμά του, ὅπως ἀκριβῶς καὶ στὶς μηχανὲς συνεχοὺς ρεύματος. Μέσα ἀπὸ τὰ τυλίγματα τῶν πόλων περνᾶ τὸ συνεχὲς ρεῦμα ποὺ δημιу-

ουργεῖ τὸ μαγνητικὸ πεδίο. Ἐάρα, ὅταν ὁ δρομέας περιστρέφεται, θὰ περιστρέφεται καὶ τὸ μαγνητικὸ πεδίο ποὺ δημιουργοῦν οἱ πόλοι.

Τὰ τυλίγματα τῶν πόλων συνδέονται μεταξύ τους συνήθως σὲ σειρὰ καὶ κατὰ τέτοιο τρόπο, ώστε διαδοχικά, ἔπειτα ἀπὸ βόρειο πόλο νὰ ἔχωμε νότιο, ἔπειτα νὰ ἔχωμε πάλι βόρειο, ἔπειτα πάλι νότιο κ.ο.κ. (σχ. 3·2λ). Πολλές φορὲς ἀντὶ γιὰ σύνδεση σὲ σειρὰ τῶν τυλιγμάτων μπορεῖ νὰ ἔχωμε σύνδεση μικτὴ ἢ παράλληλη.

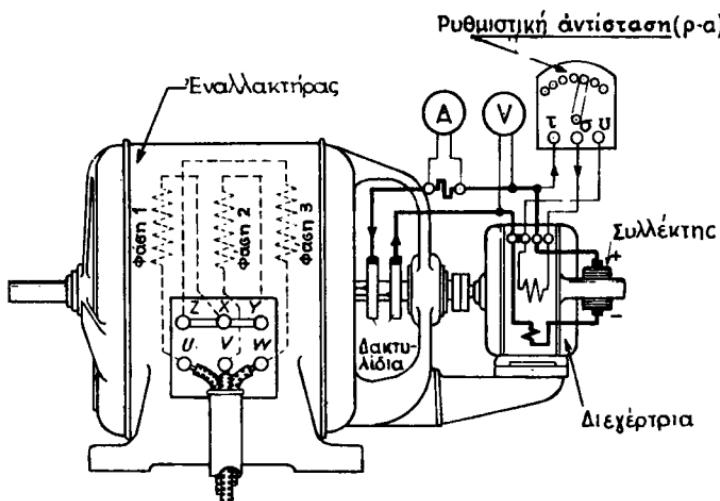
Τὰ δύο ἄκρα ποὺ μένουν ἐλεύθερα ἀπὸ τὴ σύνδεση αὐτὴ τῶν τυλιγμάτων τὰ συνδέομε στὰ δύο δακτυλίδια ποὺ είναι στερεωμέ-



Σχ. 3·2λ. Έναλλακτήρας μὲ έσωτερικοὺς πόλους.

να στὸν ἄξονα τοῦ δρομέα. Τὸ συνεχὲς ρεῦμα, πού, δπως εἴπαμε, παίρνομε ἀπὸ τὴν διεγέρτρια, τὸ διοχετεύομε ἔτσι (σχ. 3·2λ) μὲ τὴ βοήθεια ψηκτρῶν καὶ τῶν δύο δακτυλιδιῶν, στὰ τυλίγματα τῶν πόλων γιὰ νὰ δημιουργήσωμε τὸ μαγνητικὸ πεδίο.

Τὸ σχῆμα 3·2 μ δείχνει τὴ συνδεσμολογία τῆς διεγέρτριας ποὺ τροφοδοτεῖ τοὺς μαγνητικοὺς πόλους, σὲ ἓνα έναλλακτήρα μὲ έσωτερικοὺς πόλους.



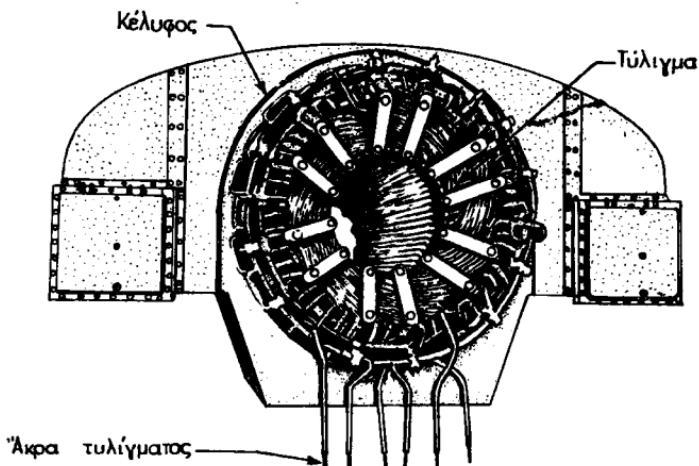
Σχ. 3·2 μ. Τριφασικός έναλλακτήρας με διεγέρτρια.

#### 4. Στροβιλοεναλλακτήρες.

Ο στάτης των έναλλακτήρων αύτων μοιάζει με τὸν στάτη τῶν έναλλακτήρων μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους. Φέρει, δηλαδὴ, ὁ στάτης καὶ ἐδῶ τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο μὲ τὸ τύλιγμά του.

Τὸ κέλυφος τοῦ στάτη ἔχει πολλὲς φωρὲς στοὺς στροβιλοεναλλακτῆρες μιὰ εἰδικὴ διαιρέρφωση (σχ. 3·2 ν). Αὐτὸ γίνεται γιατὶ στοὺς έναλλακτῆρες αὐτούς, ποὺ κατασκευάζονται συνήθως γιὰ μεγάλες ισχεῖς, ἔχομε, δπως λέμε, κλειστὸ κύκλωμα τοῦ ἀέρα ποὺ ψύχει τὴ μηχανή. Στὸ σύστημα αὐτὸ δὲ ἕδιος πάντα ἀέρας κυκλοφορεῖ μέσα στὴ μηχανή. Δηλαδὴ, δὲ ἀέρας ἔχαναγκάζεται ἀπὸ τοὺς ἀνεμιστῆρες, ποὺ εἶναι συνήθως δύο καὶ στερεωμένοι στὰ δύο ἄκρα τοῦ δρομέα, νὰ περάσῃ ἀπὸ τὰ διάφορα μέρη τῆς μηχανῆς. Ἐκεῖ θερμαίνεται ἀπὸ τὴ θερμότητα πού, δπως εἴδαμε καὶ στὶς μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος, παράγεται ἀπὸ τὶς ἀπώλειες. Ἔπειτα δὲ θερμίδες ἀέρας δόηγεῖται σὲ ἓνα εἰδικὸ ψυγεῖς ἀπὸ ἐπου, ἀφοῦ ψυχθῇ, ἐπανέρχεται σὰν ψυχρὸς ἀέρας πίσω στὴ μηχανή. Ἔτοι εἴμαστε βέβαιοι; δτο; δὲ ἀέρας εἶναι πάντα καθαρὸς καὶ δὲν πρόκειται

νὰ μεταφέρη ύγρασία ἢ σκόνες καὶ ἄλλες ἀκαθαρσίες στὰ τυλίγματα τοῦ έναλλακτήρα.



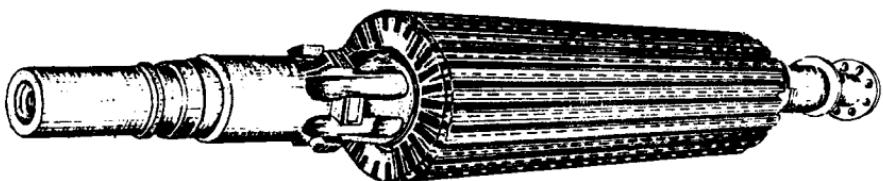
Σχ. 3.2 ν. Στάτης στροβιλοεναλλακτήρα.

Στοὺς πολὺ μεγάλους στροβιλοεναλλακτήρες (πάνω ἀπὸ 30 000 KW) χρησιμοποιοῦν σήμερα ὑδρογόνο ἀντί γιὰ ἀτμοσφαιρικὸ δέρα μέσα στὸ κλειστὸ κύκλωμα. Ἡ φύση μὲ ὑδρογόνο παρουσιάζει ἀρκετὰ τεχνικὰ πλεονεκτήματα. Ἀπὸ οἰκονομικὴ ἀποψη, δημως, συμφέρει νὰ γίνεται μόνο στοὺς πολὺ μεγάλους στροβιλοεναλλακτήρες.

‘Ο πυρήνας καὶ τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου στοὺς στροβιλοεναλλακτήρες κατασκευάζεται, δηπως καὶ στοὺς κοινοὺς έναλλακτήρες, μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους. Τὸ σχῆμα 3.2 ν δείχγει ἔνα πλύργη στάτη, στροβιλοεναλλακτήρα.

‘Ο δρομέας τῶν στροβιλοεναλλακτήρων διαφέρει οὐσιαστικὰ στὴν κατασκευὴ τοῦ ἀπὸ τὸν δρομέα τῶν ἄλλων έναλλακτήρων μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους. Ἐδὼ δὲν ὑπάρχουν ὅρατοι μαγνητικοὶ πόλοι: μὲ πυρήνα καὶ τύλιγμα. (1) δρομέας ἔχει τὴν μορφὴ ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 3.2 ξ. Ἀποτελεῖται, δηλαδή, ἀπὸ ἔνα χαλύβδινο κυλινδρικὸ τύμπανο, ἐπάνω στὸ δόποιο ἔχουν σχηματισθῆ ὅδοντώσεις παράλληλες πρὸς τὸν ἄξονα. Στὰ λούκια τῶν δόνοντώσεων τοποθετεῖται τὸ τύλιγμα διεγέρσεως, ποὺ τροφοδοτεῖται καὶ ἐδὼ μὲ

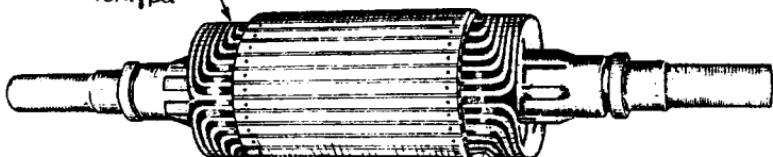
συνεχής ρεύμα από τὴν διεγέρτρια. Τὸ τύλιγμα αὐτὸ εἶναι διαμορφωμένο κατὰ τέτοιο τρόπο, ὅτε τὸ συνεχῆς ρεῦμα ποὺ τὸ διαρ-



Σχ. 3·2 ξ. Δρομέας στροβιλοεναλλακτήρα.

ρέει νὰ δημιουργῇ ἔνα μαγνητικὸ πεδίο μὲ δύο πόλους, ἔνα βόρειο καὶ ἔνα νότιο (διπολικὸς στροβιλοεναλλακτήρας). Ἐτοι, διατὰν περιστρέφεται ὁ δρομέας, περιστρέφεται καὶ τὸ μαγνητικὸ πεδίο, ὅπιος ἀκριβῶς συμβαίνει καὶ στοὺς κοινοὺς ἐναλλακτήρες μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους. Τὸ συνεχῆς ρεῦμα διογετεύεται πάλι: στὸ τύλιγμα διεγέρσεως μὲ τὴ βοήθεια δύο διακυλιδιῶν ποὺ εἶναι στερεωμένα στὸν ἀξονα τοῦ δρομέα.

Τύλιγμα —



Σχ. 3·2 ο. Δρομέας διπολικού στροβιλοεναλλακτήρα.

Τὸ σχῆμα 3·2 ο δείχνει ἔναν πλύργη δρομέα ἀπὸ διπολικὸ στροβιλοεναλλακτήρα. Μερικὲς φορὲς κατακενάζονται καὶ τετραπολικοὶ στροβιλοεναλλακτήρες, ἐπότε τὸ τύλιγμα διεγέρσεως εἶναι κατάλληλα διαμορφωμένο, ὥστε νὰ σχηματίζεται μαγνητικὸ πεδίο μὲ τέσσερεις πόλους.

### 3·3 Ἡ ἀρχὴ τῆς λειτουργίας τῶν ἐναλλακτήρων.

#### 1. Ἐναλλακτήρες μὲ ἑξωτερικοὺς πόλους.

Στὴν παράγραφο 1·4 (ἐδάφιο 2) εἰδαχεις πὼς ἀπὸ μιὰ ἀπλὴ

μηχανή, σὰν αὐτὴ ποὺ δείχνουν τὰ σχήματα 1·4 γ καὶ 1·4 δ, μποροῦμε νὰ πάρωμε ἐναλλασσόμενο ρεῦμα σὲ μιὰ ἡλεκτρικὴ ἀντίσταση A. "Οπως ἔξηγήσαμε ἐκεῖ, τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα μέσα στὴν ἀντίσταση δφείλεται στὴν ἐναλλασσομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη ποὺ δημιουργεῖται στοὺς ἀγωγοὺς τῆς σπείρας, δταν περιστρέφεται μέσα στὸ μαγνητικὸ πεδίο ποὺ δημιουργοῦν σὶ πόλοι τῆς μηχανῆς.

"Ας δοῦμε τώρα πιὸ ἀναλυτικὰ τὸ μέγεθος ποὺ ἔχει αὐτὴ ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη σὲ μερικὲς ἀπὸ τὶς θέσεις ποὺ περνᾶ ἡ σπείρα, καθὼς περιστρέφεται μὲ σταθερὴ ταχύτητα. Τὸ σχῆμα 3·3 α παριστάνει σὲ τῷμὴ κάθετη πρὸς τὸν ἄξονα τὴν μηχανὴ τοῦ σχήματος 1·4 γ μὲ τὸ ἐπαγωγικὸ τῆς τύμπανο σὲ διάφορες θέσεις.

Στὴ θέση Ο οἱ ἀγωγοὶ τῆς σπείρας βρίσκονται στὴν οὐδέτερη ζώνη. Ξέρομε, ὅμως, δτι ἐκεῖ δὲν ὑπάρχει μαγνητικὸ πεδίο. "Αρα, τὴ στιγμὴ ποὺ δείχνει ἡ θέση αὐτὴ δὲν δημιουργεῖται ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη, στοὺς ἀγωγούς, η, δπως λέμε, ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη, εἰναὶ μηδενική.

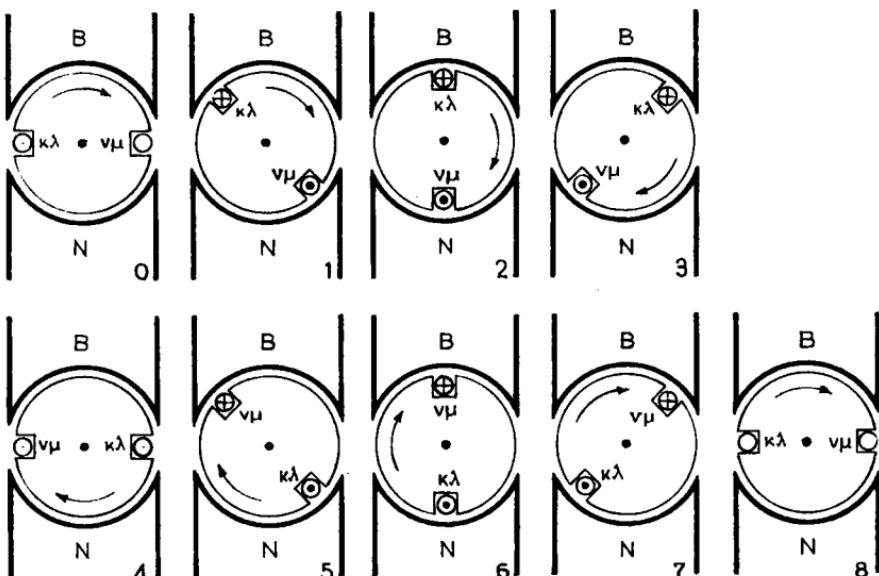
Μόλις οἱ ἀγωγοὶ ξεφύγουν ἀπὸ τὴν οὐδέτερη ζώνη, βρίσκονται μέσα στὸ διάκενο τῆς μηχανῆς δποὺ ὑπάρχει μαγνητικὸ πεδίο. Τὸ μαγνητικὸ πεδίο, ὅμως, στὶς θέσεις ποὺ εἰναὶ κοντὰ στὴν οὐδέτερη ζώνη εἰναὶ ἀδύνατο. "Αρα, μέσα στοὺς ἀγωγούς τῆς σπείρας δημιουργεῖται μία ἀδύνατη, ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη, ποὺ διευθύνεται δπως δείχνουν τὰ γνωστὰ σύμβολα στὸ σχῆμα 3·3 α (θέση 1).

Οἱ μαγνητικοὶ πόλοι τῶν ἐναλλακτήρων κατασκευάζονται κατὰ τέτοιο τρόπο, ὥστε τὸ μαγνητικὸ πεδίο νὰ γίνεται ἴσχυρότερο ὃσο πλησιάζομε στὸν ἄξονα τῶν πόλων. "Αρα καὶ μέσα σὲ κάθε ἀγωγὴ τῆς σπείρας δημιουργεῖται μία ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη ποὺ γίνεται δῆλο καὶ πιὸ ἴσχυρή, ὃσο ἐ ἀγωγὴς πλησιάζει στὸ μέσο τοῦ πόλου. "Ετοι, ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη ποὺ δημιουργεῖ-

ται στους άγωγούς, όταν βρίσκωνται στή Ήση, 2 του σχήματος 3·3 α, είναι πιὸ μεγάλη ἀπ' αυτή ποὺ είχαν στή Ήση 1.

"Οσα εἴπαμε παραπάνω γιὰ τὶς ηλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις στους άγωγούς λεγόντων καὶ γιὰ τὴν ηλεκτρεγερτικὴν δύναμην τῆς σπείρας πού, δπως ξέρομε, είναι: Λθροισμα τῶν ηλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων τῶν ἀγωγῶν της.

Μποροῦμε νὰ δεῖξωμε πῶς μεταβάλλεται τὸ μέγεθος τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως τῆς σπείρας κατὰ τὴν περιστροφὴ της μὲ ἔνα διάγραμμα (σχ. 3·3 β).

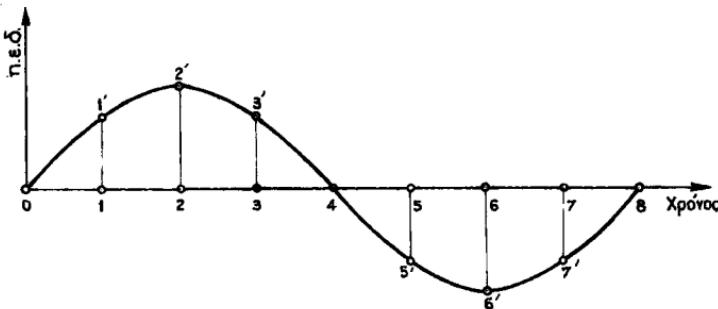


Σχ. 3·3 α.

Στὸν δριζόντιο ἄξονα παριστάνομε μὲ μιὰ δρισμένη κλίμακα τὸν χρόνο ποὺ κάνει τὸ τύμπανο γιὰ νὰ πάγη ἀπὸ τὴν μιὰ Ήση στὴν ἄλλη. "Ετοι, ἂν γιὰ ἀρχὴ μετρήσεως τοῦ χρόνου πάρωμε τὴν στιγμὴν ποὺ τὸ τύμπανο βρίσκεται στή Ήση 0 (σχ. 3·3 α), τότε οἱ χρονικὲς στιγμές, ποὺ τὸ τύμπανο βρίσκεται στὶς ἄλλες Ήσεις 1,

2, 3 κ.τ.λ. τοῦ σχήματος  $3 \cdot 3\alpha$ , παριστάνονται ἀντίστοιχα ἀπὸ τὰ σημεῖα 1, 2, 3 κ.τ.λ. τοῦ ἄξονα στὸ σχῆμα  $3 \cdot 3\beta$ .

Στὰ σημεῖα 0, 1, 2, 3 κ.τ.λ. φέρνομε καθέτους πρὸς τὸν ἄξονα καὶ σὲ κάθε μιὰ κάθετο δρίζομε ἔνα τμῆμα ἀνάλογο πρὸς τὸ μέγεθος ποὺ ἔχει ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμι (η.ε.δ.) μέσα στὴ σπείρα, δταν αὐτὴ βρίσκεται στὴν ἀντίστοιχη θέσῃ. Ἔτσι δρίζομε τὰ τμήματα 1-1', 2-2', 3-3', κ.λ.π.



Σχ. 3.3β.

Στὶς θέσεις 0, 4 καὶ 8 τοῦ σχήματος  $3 \cdot 3\alpha$  ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμι εἶναι, ὅπως εἴπαμε, μηδενική. Ἀρα, τὰ σημεῖα 0, 4 καὶ 8 τοῦ ἄξονα στὸ σχῆμα  $3 \cdot 3\beta$  παριστάνονται καὶ τὶς ἡλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις στὶς ἀντίστοιχες θέσεις.

Μετὰ τὴν θέση 4 (σχ. 3.3α) οἱ ἡλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις μέσα στὸν ἀγωγὸν ἔχουν ἀντίθετη φορὰ ἀπὸ αὐτὴν ποὺ είχαν στὶς προηγούμενες θέσεις. Ή.χ. στὸν ἀγωγὸν καὶ ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη διευθύνεται ἀπὸ ἐμπρὸς πρὸς τὰ πίσω σὲ δλες τὶς θέσεις 1, 2, 3, ἐνῷ στὶς θέσεις 5, 6, 7 διευθύνεται ἀντίθετα. Αὐτὸς εἶναι ὁ λόγος ποὺ στὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος  $3 \cdot 3\beta$  τὰ τμήματα 5-5', 6-6' καὶ 7-7' τὰ πύραμις νὰ διευθύνωνται πρὸς τὸ κάτω μέρος τοῦ ἄξονα.

Ἀπὸ ὅσα εἴπαμε παραπάνω καταλαβαίνομε γιατὶ ἡ καρπούλη ποὺ συνδέει τὰ σημεῖα 1', 2', 3' κ.τ.λ. παριστάνει τὴν μεταβο-

λὴ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, ποὺ δημιουργεῖται μέσα στὴ σπείρα ὅταν τὸ τύμπανο κάνῃ, μιὰ πλήρη στροφή.

Μετὰ τὴν Ήσηγ. 8, ποὺ εἰναι: ἔμοια μὲ τὴν Ήσηγ. 1 (σχ. 3·3α), Ήλ. ἐπαναληφθῆ ἡ ἔδια μεταβολὴ, τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως. "Αρα, ἡ καμπύλη τοῦ σχήματος 3·3β παριστάνει πὼς μεταβάλλεται ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη κάθε φορὰ ποὺ τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο στὴν περιστροφὴ του συμπληρώνει μιὰ πλήρη στροφή. Λέμε τότε ὅτι ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη ἔκανε ἔνα πλήρη κύκλο ἢ μιὰ πλήρη περίοδο.

Ἡ μεταβολὴ, τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἀπὸ τὸ 1 μέχρι τὸ 4 ἀποτελεῖ μιὰ ἡμιπερίοδο (Θετικὴ). "Ομοια, ἡμιπερίοδο (ἀρνητικὴ) ἀποτελεῖ ἡ μεταβολὴ ἀπὸ τὸ 4 μέχρι τὸ 8.

Τὸν ἀριθμὸ τῶν περιόδων (κύκλων) ποὺ γίνονται μέσα σ' ἔνα δευτερόλεπτο τὸν ὀνομάζομε, δπως ξέρομε ἀπὸ τὴν Ἡλεκτροτεγνία, συχνότητα τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος.

Ἡ καμπύλη τοῦ σχήματος 3·3β, ποὺ παριστάνει τὴ μεταβολὴ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως εἶναι μιὰ ἡμιτονοειδῆς καμπύλη. Γι' αὐτὸ καὶ τὰ ἐναλλασσόμενα ρεύματα, ποὺ μεταβάλλονται σύμφωνα μὲ αὐτὴν τὴν καμπύλη, τὰ ὀνομάζομες ἡμιτονοειδῆ ἐναλλασσόμενα ρεύματα.

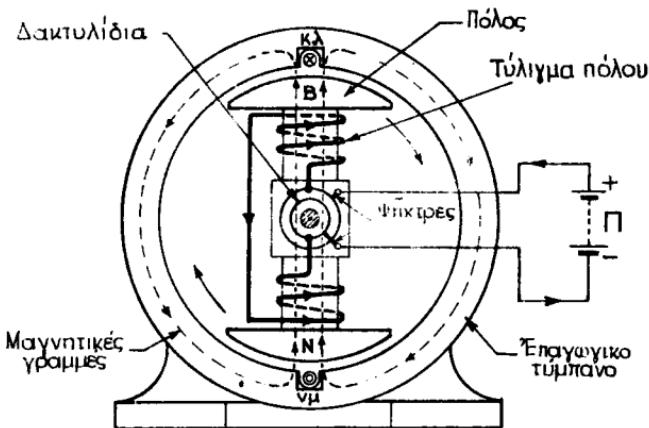
"Οπως εἴδαμε στὶς Ήσεις 2 καὶ 6 τοῦ σχήματος 3·3β ἀναπτύσσεται ἡ μεγαλύτερη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη, μέσα στοὺς ἀγωγούς. Ἡ τιμὴ ποὺ ἔχει τότε ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη, ὀνομάζεται: μεγίστη τιμὴ.

Ἐὰν συνδέσωμε ἔνα βολτόμετρο γιὰ ἐναλλασσόμενο ρεύμα στὶς ψήκτρες ποὺ ἐφάπτονται στὰ δύο δακτυλίδια, ποὺ εἰναι συνδειένα τὰ ἄκρα τῆς σπείρας τῶν δύο ἀγωγῶν (σχ. 1·4γ), Ήλ. δοῦμε ὅτι τὸ βολτόμετρο δείχνει μιὰ σταθερὴ, τάση πού, δπως ξέροιμε ἀπὸ τὴν Ἡλεκτροτεγνία, εἶναι ἡ ἐνδεικνυμένη τιμὴ τῆς ἐναλλασσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως.

## 2. Έναλλακτήρες με έσωτερικούς πόλους.

Στά προηγούμενα είδαμε πώς μεταβάλλεται ή ηλεκτρεγερτική δύναμη ποὺ δημιουργεῖται μέσα σὲ μιὰ σπείρα, δταν ή σπείρα αὐτή περιστρέφεται μέσα στὸ άκινητο μαγνητικὸ πεδίο ποὺ παράγονται σὶ πόλοις τῆς μηχανῆς. Αηλαδή, έξετάσαμε ἐνα ἀπλὸ ἔναλλακτήρα μὲ έσωτερικούς πόλους.

"Ας έξετάσωμε τύρα ἐνα δημοικά ἀπλὸ ἔναλλακτήρα ἀλλὰ μὲ έσωτερικούς πόλους, καὶ αὐτὸν ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 3·3 γ. Στοὺς ἔναλλακτήρες αὐτούς, δπως εἴπαμε, περιστρέφονται σὶ μαγνητικοὶ πόλοις ἐνῷ τὸ ἐπαγγιωγικὸ τύμπανο μένει ἀκίνητο. "Ετοι



Σχ. 3·3 γ.

βλέπομε στὸ σχῆμα 3·3 γ τοὺς πόλους στερεωμένους στὸν ἀξονα τῆς μηχανῆς, ποὺ περιστρέφεται ἀπὸ μιὰ κινητήρια μηχανή, δπως δείχνουν τὰ τόξα δίπλα στοὺς πόλους.

Τὰ τυλίγματα τῶν πόλων, συνδεσμολογημένα δπως φαίνεται στὸ σχῆμα, τροφοδοτοῦνται μὲ συνεχὲς ρεῦμα ἀπὸ μιὰ πηγὴ II ἢ ἀπὸ μιὰ γεννήτρια συνεχῶς ρεύματος (διεγέρτρια). Ἐπειδὴ τὰ τυλίγματα τῶν πόλων περιστρέφονται κι' αὐτὰ μαζὲ μὲ τοὺς

πόλους, γιὰ τὴν σύνδεσή τους μὲ τὴν διεγέρτρια χρησιμοποιοῦμες δύο δακτυλίδια καὶ φῆκτρες ὅπως ἔξηγήσαμε στὴν παράγραφο 3·2 (ἔδάφιο 3).

Τὸ συνεχὲς ρεῦμα ποὺ περνᾷ μέσα ἀπὸ τὰ τυλίγματα τῶν πόλων δημιουργεῖ ἔνα μαγνητικὸ πεδίο. Μὲ τὴν φορὰ τοῦ ρεύματος, ποὺ δείχνουν τὰ βέλη στὸ σχῆμα 3·3 γ, οἱ μαγνητικὲς γραμμὲς θὰ διευθύνωνται ἀπὸ τὸν κάτω πόλο πρὸς τὸν ἐπάνω. Ληλαδή, δὲπάνω πόλος θὰ εἰναι: ὁ βόρειος καὶ ὁ κάτω ὁ νότιος πόλος τοῦ ἡλεκτρομαγνήτη ποὺ σχηματίζεται. Ἀπὸ τὸν βόρειο πόλο οἱ μαγνητικὲς γραμμὲς περνοῦν στὸ διάκενο καὶ ἐπιστρέφονται στὸ νότιο πόλο μέσα ἀπὸ τὰ μαγνητικὰ ἐλάσματα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, ποὺ εἰναι στὸ στάτη. Καθώς, λοιπόν, περιστρέφονται οἱ πόλοι, περιστρέφεται καὶ τὸ μαγνητικὸ πεδίο ποὺ περιγράψαιε παραπάνω.

“Οπως εἴπαμε, στοὺς ἔναλλακτῆρες μὲ ἐταιρικοὺς πόλους τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου εἰναι τοποθετημένο μέσα στὶς ὁδοντώσεις τοῦ πυρήνα καὶ μένει ἀκίνητο. Τὸ σχῆμα 3·3 γ δείχνει μιὰ ἀπλὴ σπείρα ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἀγωγούς, καὶ καὶ νῦ, τοποθετηγμένους μέσα στὰ δύο λούκια τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου.

‘Απὸ τὴν Ἡλεκτροτεχνία (τόμος Α) ξέροιες δτι, δταν ἔνας ἀγωγὸς κινήται μέσα στὸ μαγνητικὸ πεδίο, δημιουργεῖται σ’ αὐτὸν ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη ἀπὸ ἐπαγωγή. Ἀντὶ διως νὰ κινήται ὁ ἀγωγός, μπορεῖ νὰ κινήται τὸ μαγνητικὸ πεδίο κατὰ τὴν ἀντίθετη διεύθυνση καὶ ὁ ἀγωγὸς νὰ μένῃ ἀκίνητος. Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη θὰ δημιουργηθῇ πάλι: στὸν ἀγωγὸ καὶ μάλιστα μὲ τὴν ἓδια διεύθυνση. Ληλαδή, γιὰ τὸν ἀγωγὸ εἰναι ἀδιάφορο ἀν κινήται: αὐτὸς ἢ τὸ μαγνητικὸ πεδίο. Τὸ ἓδιο συμβαίνει καὶ στὸν ἀπλὸ ἔναλλακτῆρα τοῦ σχῆματος 3·3 γ. Ληλαδή, σὲ κάθε ἔνα ἀπὸ τοὺς ἀγωγούς τῆς σπείρας θὰ δημιουργηθῇ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη. Ἡ διεύθυνσή της δίνεται πάλι ἀπὸ τὸν κανόνα τοῦ δεξιοῦ χεροῦ,

(σχ. 1·4α) μὲ τὴ διαφορά, δτι σὰν φορὰ κινήσεως τοῦ ἀγωγοῦ θὰ παίρνωμε τὴν ἀντίθετη ἀπὸ τὴ φορὰ κινήσεως τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Σύμφωνα μὲ τὸν κανόνα αὐτὸν ἔχουν σημειωθῆ ὅτι διευθύνσεις τῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων στοὺς ἀγωγοὺς καὶ καὶ για γιὰ τὴ χρονικὴ στιγμὴ ποὺ ἔχει σχεδιασθῆ τὸ σχῆμα 3·3γ.

"Οταν λοιπὸν περιστρέφεται τὸ μαγνητικὸ πεδίο καὶ μένουν ἀκίνητοι οἱ ἀγωγοί, ἔχομε ἀκριβῶς τὴν ἵδια ἀνάπτυξην ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἀπὸ ἐπαγωγὴ μέσα σ' αὐτούς, ὅπως δταν περιστρέφωνται οἱ ἀγωγοὶ καὶ μένει ἀκίνητο τὸ μαγνητικὸ πεδίο. "Αρα καὶ μέσα στὴ σπείρα τῶν δύο ἀγωγῶν τοῦ σχήματος 3·3γ θὰ δημιουργηθῆ πάλι μία ἐναλλασσομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη, ὅπως τὴν περιγράψαμε στὸ προηγούμενο ἐδάφιο, καὶ ποὺ θὰ μεταβάλλεται ὅπως τὸ δείχνει ἡ καμπύλη στὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος 3·3β.

### 3·4 Τυλίγματα έναλλασσομένου ρεύματος.

#### 1. Γενικά.

Στὴν προγρούμενη παράγραφο εἰδαμε πῶς δημιουργεῖται ἡ ἐναλλασσομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη σὲ δύο ἀπλοὺς ἐναλλακτῆρες, δηλαδή, σὲ ἑναν ἐναλλακτήρα μὲ ἔξωτερικοὺς πόλους καὶ σὲ ἑναν ἄλλον μὲ ἔσωτερικοὺς πόλους. Τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου καὶ στοὺς δύο αὐτοὺς ἐναλλακτῆρες τὸ ἀποτελοῦσσε μιὰ σπείρα μὲ δύο ἀγωγούς.

Στοὺς πραγματικοὺς ἐναλλακτῆρες τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλὲς σπείρες διαμορφωμένες σὲ ὅμιλδες. "Οσα εἴπαμε, στὸ ἐδάφιο 1 τῆς παραγράφου 1·5, γιὰ τὸν τρόπο ποὺ σχηματίζονται οἱ ὅμιλδες ἀπὸ τὶς σπείρες στὶς μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος, ἰσχύουν καὶ γιὰ τὰ τυλίγματα τῶν ἐναλλακτήρων μὲ ὅσα συμπληρωματικὰ ἀναφέραμε στὴν παραγράφῳ 3·2. Δηλαδή, στοὺς ἐναλλακτῆρες δὲν ὑπάρχει πιὰ συλλέκτης γιὰ

νὰ συνδέωνται τὰ ἄκρα τῶν διμάδων ὅπως στὶς μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος. Ἐδὼ τὰ ἄκρα τῶν διμάδων συνδέονται μόνο μεταξὺ τους. Δηλαδὴ, τὸ τέλος μιᾶς διμάδας συνδέεται μὲ τὴν ἀρχὴν τῆς ἐπόμενης κ.ο.κ., ὅπως τὸ δείχνον τὰ σχύλατα 3 · 2 ζ καὶ 3 · 2 θ.

“Οταν ὅλες οἱ διμάδες τοῦ τυλίγματος τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου εἰναι: συνδεμένες μεταξύ τους, ὥστε νὰ μένουν ἐλεύθερα μόνο δύο ἄκρα, δηλαδὴ, ἡ ἀρχὴ τῆς πρώτης διμάδας καὶ τὸ τέλος τῆς τελευταίας, τότε λέμε ὅτι ὁ ἐναλλακτήρας ἔχει μονοφασικὸ τύλιγμα ἢ ὅτι ὁ ἐναλλακτήρας εἰναι: μονοφασικός.

“Οταν οἱ μισὲς διμάδες τοῦ τυλίγματος σχηματίζουν ἐνα μονοφασικὸ τύλιγμα σὰν τὸ παραπάνω καὶ οἱ ἄλλες μισὲς ἐνα ἄλλο διμοιο μονοφασικὸ τύλιγμα, ὅταν δηλαδὴ τὸ τύλιγμα τοῦ ἐναλλακτήρα ἀποτελήται ἀπὸ δύο μονοφασικὰ τυλίγματα, ὅπότε Ήτα ὑπάρχουν 4 ἐλεύθερα ἄκρα, τότε λέμε ὅτι ὁ ἐναλλακτήρας εἰναι διφασικὸς ἢ ὅτι ἔχει διφασικὸ τύλιγμα.

“Ομοια λέμε ὅτι ἔνας ἐναλλακτήρας εἰναι τριφασικὸς ἢ ὅτι ἔχει τριφασικὸ τύλιγμα, ὅταν τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου εἰναι χωρισμένο σὲ τρία διμοιο μονοφασικὰ τυλίγματα. Τὸ κάθε μονοφασικὸ τύλιγμα περιλαμβάνει τότε τὸ ἔνα τρίτο τῶν διμάδων τοῦ δλου τυλίγματος. Σὲ κάθε τριφασικὸ τύλιγμα ἔχομε δι ἐλεύθερα ἄκρα ποὺ εἰναι τὰ ἄκρα τῶν τριῶν μονοφασικῶν τυλιγμάτων του, τῶν τριῶν φάσεων ὅπως λέμε (σχ. 3 · 2 μ).

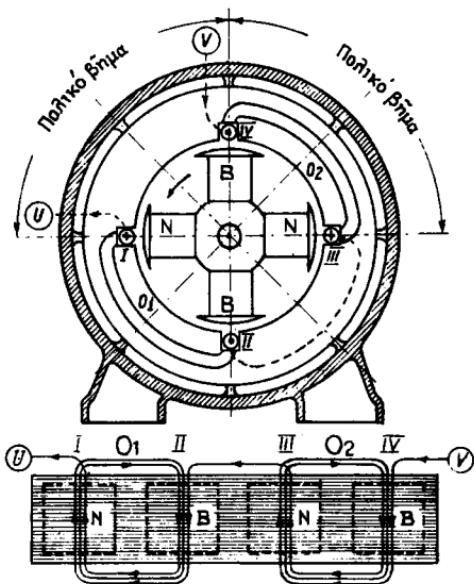
Σπάνια κατασκευάζονται καὶ πολυφασικοὶ ἐναλλακτῆρες ποὺ ἔχουν τύλιγμα ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου μὲ περισσότερα ἀπὸ τρία μονοφασικὰ τυλίγματα. Μ' αὐτοὺς δὲν πρόκειται νὰ ἀσχοληθοῦμε στὸ βιβλίο αὐτό.

Παρακάτω θὰ δοῦμε ἀπλωποιγμένα παραδείγματα τυλιγμάτων γιὰ μονοφασικούς, διφασικοὺς καὶ τριφασικοὺς ἐναλλακτῆρες. Τὰ παραδείγματα αὗτὰ θὰ ἀναφέρωνται σὲ τετραπολικούς ἐναλλακτῆρες μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους. “Οσα διμοις θὰ ποῦμε ἴσχύουν καὶ γιὰ ἐναλλακτῆρες μὲ περισσότερους πόλους καὶ γιὰ

έναλλακτήρες μὲ έξωτερικοὺς πόλους. Μετὰ τὴν περιγραφὴ τῶν ἀπλοποιημένων αὐτῶν τυλιγμάτων θὰ δώσωμε καὶ ἕνα παράδειγμα πλήρους τυλίγματος γιὰ τριφασικὸ έναλλακτήρο.

## 2. Μονοφασικὰ τυλίγματα.

Στὸ σχῆμα 3·4 α παριστάνεται ἀπλοποιημένη ἔνας μονοφασικὸς έναλλακτήρας μὲ μιὰ δδόντωση σὲ κάθε πολικὸ βῆμα. Ἔτοι τὸ ἐπαγωγικό του τύμπανο ἔχει συνολικὰ τέσσερεις δδοντώσεις, ἀφοῦ ὁ έναλλακτήρας εἶναι τετραπολικός.



Σχ. 3·4 α. Τύλιγμα μονοφασικοῦ έναλλακτήρα.

Τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου ἀποτελεῖται: ἀπὸ δύο διμάδεις ποὺ γιὰ κάθε μιὰ ἔχει τρεῖς σπείρες (τρεῖς ἀγωγοὶ σὲ κάθε λούκι). Οἱ ἀγωγοὶ ποὺ εἶναι στὰ λούκια I καὶ II ἀποτελοῦν τὴν διμάδα O<sub>1</sub>. Οἱ ἀγωγοὶ ποὺ εἶναι στὰ λούκια III καὶ IV ἀποτελοῦν τὴν διμάδα O<sub>2</sub>.

Ἡ σύνδεση τῶν διμάδων μεταξύ τους φαίνεται στὸ κάτω μέ-

ρος τοῦ σχῆματος 3·4 α ποὺ εἶναι ἀνάπτυγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου. "Οποις παρατηροῦμε τὸ τέλος τῆς διμάδας Ο, συνδέεται μὲ τὴν ἀρχὴν τῆς διμάδας Ο<sub>2</sub>. "Ἐτσι συνδέονται μεταξύ τους διλειπτικοὶ διμάδεις στὰ μονοφασικά τυλίγματα, ποὺ εἶναι βέβαια στὴν πράξη πολὺ περισσότερες ἀπὸ δύο.

Τὰ ἄκρα τοῦ μονοφασικοῦ τυλίγματος εἶναι ἡ ἀρχὴ U τῆς πρώτης διμάδας καὶ τὸ τέλος V τῆς τελευταίας διμάδας. Τὰ ἄκρα αὐτὰ συνδέονται, ὅπως εἴπαμε, μὲ τοὺς ἀκροδέκτες τῆς μηχανῆς.

Μὲ τὴν σύνδεση τῶν σπειρῶν καὶ τῶν διμάδων, ὅπως τὴν ἐξηγήσαμε παραπάνω, οἱ γῆλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις ποὺ δημιουργούνται μέσα στοὺς ἀγωγοὺς ἀθροῖσονται. Αὐτὸς φαίνεται καὶ στὸ ἀνάπτυγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου στὸ σχῆμα 3·4 α, ὅπου τὰ βέλη στοὺς ἀγωγοὺς δείχνουν τὴν φορὰ ποὺ ἔχουν οἱ γῆλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις τὴν στιγμὴν ποὺ ἐξετάζομε. Εἰδαμες δημοσίᾳ, ὅταν περιστρέφεται τὸ μαγνητικὸ πεδίο, δημιουργεῖται μέσα σὲ κάθε ἀγωγὴ μιὰ ἐναλλασσομένη γῆλεκτρεγερτικὴ δύναμη. "Αρα καὶ ἡ γῆλεκτρεγερτικὴ δύναμη δλου τοῦ τυλίγματος ποὺ μετράται μεταξύ τῶν ἄκρων U καὶ V θὰ εἶναι ἐναλλασσομένη. Μιὰ καμπύλη σὰν αὐτὴ τοῦ σχῆματος 3·3 β μπορεῖ νὰ παρατίσῃ καὶ ἐδὴ πῶς μεταβάλλεται ἡ ἐναλλασσομένη γῆλεκτρεγερτικὴ δύναμη, τοῦ μονοφασικοῦ αὐτοῦ τυλίγματος.

"Η μόνη διαφορὰ εἶναι, ὅτι τώρα, ἐπειδὴ ὁ ἐναλλακτήρας εῖναι τετραπολικός, ἀρκεῖ δ ἄξονας νὰ κάνῃ μισὴ στροφὴ γιὰ νὰ ἔχωμε μιὰ διλόκληρη, περίοδο τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος. Αὐτὸς εἶναι εὔκολος νὰ τὸ καταλάβωμε δὲν σκεφθοῦμε, ὅτι σὲ κάθε ἀγωγὴ ἀλλάζει ἡ διεύθυνση τῆς γῆλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως κάθε φορὰ ποὺ περνᾶ ἀπὸ μπροστά τοι ἔνας μαγνητικὸς πόλος ἀντίθετος ἀπὸ αὐτὸν ποὺ ήταν προηγουμένως. Στὴ μισὴ διμοιξία στροφὴ τοῦ ἄξονα περνᾶ μπροστὰ ἀπὸ κάθε ἀγωγὴ ἔνας βόρειος καὶ ἔνας νότιος πόλος (ἔνα ζεῦγος πόλων). "Αρα, ἡ γῆλεκτρεγερτικὴ δύναμη μέσα στὸν ἀγωγὴ θὰ συμπληρώσῃ στὴ μισὴ στροφὴ τοῦ ἄξονα μιὰ πλήρη

περίοδο, δημιουργήστε την παριστάνει ή καμπύλη στὸ σχῆμα 3·3β

Άπό αὐτὰ ποὺ εἴπαμε παραπάνω γιὰ μιὰ τετραπολικὴ μηχανὴ μποροῦμε νὰ βγάλωμε ἐνα τύπο, δ ὅποιος νὰ μᾶς δίνῃ τὸν ἀριθμὸ τῶν περιόδων ποὺ κάνει τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα στὸ δειντερόλεπτο, δηλαδὴ τὴν συχνότητά του, καὶ ποὺ νὰ ισχύῃ γιὰ ἐναν δοπιονδήποτε ἐναλλακτήρα, δσους πόλους καὶ ἣν ἔχῃ.

"Ἄς ύποθέσωμε ὅτι ἔχομε ἐνα ἐναλλακτήρα ποὺ ἔχει p ζεύγη πόλων καὶ ποὺ περιστρέφεται μὲ π στροφὲς στὸ λεπτό. Τότε σὲ κάθε ἀγωγὴ γιὰ μιὰ πλήρη στροφὴ τοῦ ἀξονα ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη θὰ κάμη p περιόδους. "Άρα μέσα σὲ ἐνα λεπτό, ποὺ δ ἐναλλακτήρας θὰ ἔχῃ κάνη π στροφές, θὰ ἔχωμε p · n περιόδους.

Σὲ ἐνα δειντερόλεπτο θὰ ἔχωμε  $\frac{p \cdot n}{60}$  περιόδους. "Οπως εἴπαμε στὴν παράγραφο 3·3 (ἐδάφιο 1) τὸν ἀριθμὸ τῶν περιόδων ποὺ κάνει τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα μέσα σὲ ἐνα δειντερόλεπτο τὸν δομάζομε συχνότητα. Τὴν συχνότητα τὴν παριστάνομε συνήθως μὲ τὸ γαλλικὸ γράμμα f. "Ετοι ἔχομε τὸν γενικὸ τύπο:

$$f = \frac{p \cdot n}{60}$$

ποὺ ισχύει γιὰ κάθε ἐναλλακτήρα (δσες φάσεις καὶ ἣν ἔχῃ τὸ τύλιγμά του).

Μὲ τὴν βοήθεια τοῦ παραπάνω τύπου συμπεραίνομε ὅτι στοὺς ἐναλλακτήρες, ἣν θέλωμε νὰ ἔχωμε σταθερὴ συχνότητα στὸ ρεῦμα ποὺ παράγουν, πρέπει νὰ κρατοῦμε σταθερὲς τὶς στροφὲς τῆς στροφῆς κινητήριας μηχανῆς.

"Αν ἐφαρμόσωμε τὸν τύπο αὐτὸν γιὰ τὸν τετραπολικὸ (p = 2) ἐναλλακτήρα ποὺ ἔξετάσαιμε προγρουμένως, ὅταν ὁ ἀξονάς του στρέφεται μὲ ταχύτητα n = 1 500 στροφὲς στὸ λεπτό, μποροῦμε νὰ ύπολογίσωμε τὴν συχνότητα τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος ποὺ θὰ παραχθῇ. "Έχομε:

$$f = \frac{2 \cdot 1 500}{60} = 50$$

Δηλαδή, θὰ παραχθῇ έναλλασσόμενο ρεῦμα 50 περιόδων στὸ δευτερόλεπτο ἢ δπως ἀλλοιώς λέμε, τὸ έναλλασσόμενο ρεῦμα θὰ ζχῃ συχνότητα 50 Hz (Χέρτς).

Στὴν Ἑλλάδα, καθὼς καὶ σὲ ὅλη τὴν Εὐρώπη, ἔχει καθιερωθῆ<sup>ται</sup> ἡ συχνότητα στὰ ἥλεκτρικὰ δίκτυα γιὰ έναλλασσόμενο ρεῦμα νὰ εἴναι 50 Hz. Ἀπὸ τὸν τύπο ποὺ γράψαμε παραπάνω μποροῦμε νὰ βροῦμε ποὺ ταχύτητα περιστροφῆς πρέπει νὰ ζήσωμε σὲ ἕνα έναλλακτήρα ποὺ ἔχει ρ ζεύγη πόλυν, γιὰ νὰ μᾶς δώσῃ συχνότητα 50 Hz. "Αν, δηλαδή, στὸν τύπο αὐτὸν βάλωμε δπου  $f = 50$  καὶ  $p = 1, 2, 3$  κ.τ.λ. βρίσκομε τὰ ζητίστοιχα ποὺ ἀναφέρει ὁ ἀκόλουθος πίνακας.

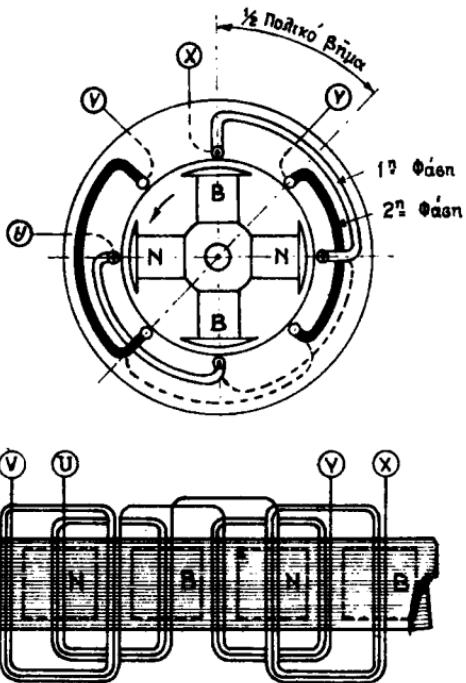
$p = 1$	$n = 3\,000$	στρ./min
$p = 2$	$n = 1\,500$	»
$p = 3$	$n = 1\,000$	»
$p = 4$	$n = 750$	»
$p = 5$	$n = 600$	»
$p = 6$	$n = 500$	»
$p = 8$	$n = 375$	»
$p = 10$	$n = 300$	»
$p = 12$	$n = 250$	» κ.τ.λ.

### 3. Διφασικὰ τύλιγματα.

"Αν στὰ μέσα τῶν ἀποστάσεων μεταξὺ τῶν δδοντώσεων τοῦ ἐπαγγειοῦ τυμπάνου τοῦ έναλλακτήρα, ποὺ ἔξετάσαμε στὸ προγράμμα  $\hat{\theta}$ δάφιο, τοποθετήσωμε πάλι μέσα σὲ δδοντώσεις ἕνα τύλιγμα συνδεσμολογημένο δπως τὸ πρῶτο, ἀποκτοῦμε τότε ἕνα έναλλακτήρα μὲ διφασικὸ τύλιγμα, δηλαδή, ἕνα διφασικὸ έναλλακτήρα. Στὸ σχῆμα 3·4 β φαίνεται στὸ ἐπάνω μέρος σχηματικὰ ἔνας τέτοιος ἀπλὸς διφασικὸς έναλλακτήρας.

Στὸ κάτω μέρος τοῦ ἵδιου σχήματος φαίνεται: τὸ τύλιγμα στὸ ἀνάπτυγμα τοῦ ἐπαγγειοῦ τυμπάνου. "Οποις βλέπομε, ἔνα διφασικὸ τύλιγμα ἔχει τέσσερα ἄκρα, δύο ἀρχὲς ποὺ τὶς χαρα-

κτηρίζομε στὸ σχῆμα μὲ τὰ γράμματα U καὶ V καὶ δύο πέρατα ποὺ τὰ χαρακτηρίζομε μὲ τὰ γράμματα X καὶ Y. Τὰ τέσσερα



Σχ. 3·4 β. Τύλιγμα διφασικού έναλλακτήρα.

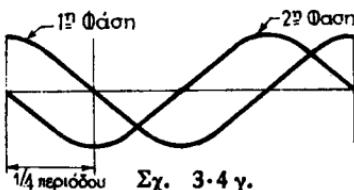
αὐτὰ ἔχρα συνδέονται μὲ τοὺς τέσσερεις ἀκροδέκτες τὴς μηχανῆς. Τὸ τύλιγμα μὲ τὰ ἔχρα U καὶ X ἀποτελεῖ, ὅπως λέμε, τὴν πρώτη φάση ἢ τὴν φάση U - X. Τὸ τύλιγμα V - Y ἀποτελεῖ τὴν δεύτερη φάση.

Σύμφωνα μὲ δσα εἰπαμε στὸ προηγούμενο ἐδάφιο, στὸ τύλιγμα κάθε φάσεως δημιουργεῖται ἐναλλακσομένη, ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη, ποὺ μπορεῖ νὰ παρασταθῇ μὲ μιὰ καμπύλη σὰν αὐτὴ τοῦ σχήματος 3·3 β. Οἱ συγχρόνητες τῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων ποὺ ἀναπτύσσονται στὶς δύο φάσεις είναι ἵσες. Τὸ ἵδιο ἴσχυει καὶ γιὰ τὰ μεγέθη (ἐνδεικνυμένες τυπὲς) τῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων. "Αν, δηλαδή, συνδέσωμε ἓνα διολτόμετρο ἐναλλακσομένο"

ρεύματος στά όκρα τής πρώτης φάσεως και ἔπειτα στά όκρα τής δεύτερης. Ήτα δυοήμερες δητι δείχνει τήν ίδια τάση.

Η μεταβολή δύμως τής ηλεκτρεγερτικής δυνάμεως μέσα στις δύο φάσεις δὲν γίνεται ταυτόχρονα. "Εχουν, δηλαδή, οἱ δύο ἐναλλασσόμενες ηλεκτρεγερτικές δυνάμεις μεταξύ τους, δπως λέμε, φασική ἀπόκλιση. Είναι εύχολο νὰ καταλάβῃ κανείς, παρακολουθώντας τὸ σχῆμα 3·4 β., δητι, γιὰ τὴ σημειούμενη σ' αὐτὸ διεύθυνση περιστροφῆς τοῦ δρομέα, η ηλεκτρεγερτική δύναμη στὴ φάση 2 Ήτα ἀποκτᾶ πρῶτα τὴ μεγίστη τιμή της, και ἔπειτα η ηλεκτρεγερτική δύναμη στὴ φάση 1.

"Αν θελήσωμε νὰ παραστήσωμε μὲ καμπύλες στὸ ίδιο διάγραμμα τὸ πῶς μεταβάλλονται οἱ ηλεκτρεγερτικές δυνάμεις τῶν δύο φάσεων, τότε ήτα πρέπει: ή καμπύλη τῆς φάσεως 2 νὰ είναι: μετατοπισμένη ὡς πρὸς τὴν καμπύλη τῆς φάσεως 1, δπως φαίνεται στὸ σχῆμα 3·4 γ. Η μετατοπιση αὐτὴ είναι: Ιση μὲ 1/4 τῆς περιόδου, ἀφοῦ τόσος είναι δ χρόνος



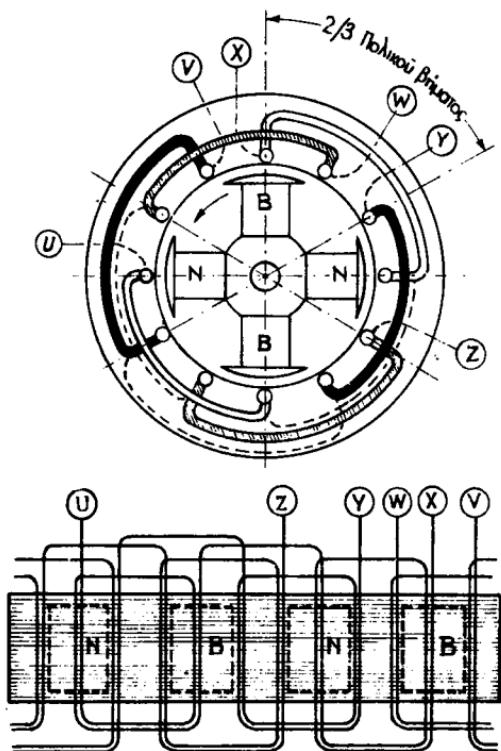
ποὺ κάνει: ἔνας πόλος τοῦ δρομέα γιὰ νὰ πάη ἀπὸ τὴ μιὰ φάση στὴν ἄλλη. Αὐτὸ ἔξιγενται εύκολα ἀν σκεψθῆ κανεὶς δητι, δταν δ δρομέας στραφῆ κατὰ ἔνα διπλὸ πολικὸ βῆμα (μισὴ στροφὴ στὶς τετραπολικὲς μηχανὲς) η ηλεκτρεγερτική δύναμη μέσα στὴ μιὰ φάση κάνει μία δλόχληργη περίοδο.

#### 4. Τριφασικὰ τυλίγματα.

"Οποις εἴπαμε, ἔνα τριφασικὸ τύλιγμα ἀποτελεῖται ἀπὸ τρία διμοιχια μονοφασικὰ τυλίγματα, ποὺ είναι τοποθετημένα μὲ κατάλληλο τρόπο μέσα στὶς διδοντώσεις τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου. Τὸ σχῆμα 3·4 δ δείχνει: ἔνα τριφασικὸ τύλιγμα μὲ ἔνα στοιχεῖο ἀπὸ κάθε φάση, σὲ κάθε πολικὸ βῆμα. Στὸ κάτιο μέρος τοῦ σχήματος φαίνεται τὸ τύλιγμα στὸ ἀνάπτυγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου. Σ' αὐτὸ βλέπομε δητι: κάθε στοιχεῖο ἔχει δύο ἀγωγούς.

Στὰ τριφασικὰ τυλίγματα λοιπὸν ἔχομε ἐξη ἄκρα. Τρεῖς ἀρχές, ποὺ τὶς σημειώνομε στὸ σχῆμα μὲ τὰ γράμματα U, V, W, καὶ τρία πέρατα, τὰ X, Y, Z. Τὸ τύλιγμα U - X ἀποτελεῖ τὴν πρώτη φάση, τὸ V - Y τὴν δεύτερη φάση καὶ τὸ W - Z τὴν τρίτη φάση.

Οπως στοὺς διφασικοὺς ἔται καὶ στοὺς τριφασικοὺς ἐναλλακτήρες τὰ μεγέθη (οἱ ἐνδεικνυμένες τιμὲς) τῶν ἐναλλασσούμενων

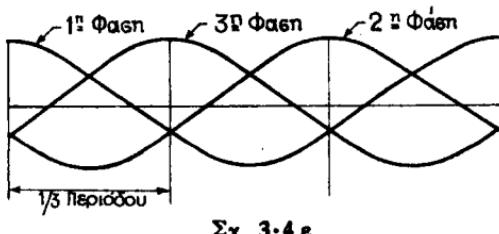


Σχ. 3·4 δ. Τύλιγμα τριφασικοῦ έναλλακτήρα.

γῆλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων εἰναι ἵσα καὶ στὶς τρεῖς φάσεις τοὺς τιμάλγματος. Τὸ ἴδιο ἴσχυει καὶ γιὰ τὶς συγχόνητες στὶς τρεῖς φάσεις.

Τὸ τύλιγμα κάθε φάσεως ἀπέχει ἀπὸ τὶς ἄλλες φάσεις ἀπόσταση ἵση μὲ 2/3 τοῦ πολικοῦ βήματος, ὅπως φαίνεται καὶ στὸ σχῆμα 3·4 δ.

"Αρα και οι έναλλασσόμενες ήλεκτρεγερτικές δυνάμεις που άναπτύσσονται στις τρεις φάσεις έχουν μεταξύ τους φασική απόκλιση. "Όταν δο δρομέας στρέφεται, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 3·4 δ, η ήλεκτρεγερτική δύναμη στη φάση 3 προηγεῖται ἀπὸ τὴν ήλεκτρεγερτικὴν δύναμην στη φάση 2 που πάλι προηγεῖται ἀπὸ τὴν τῆς φάσεως 1.



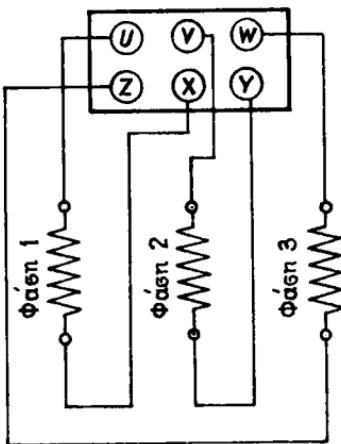
"Αν παραστήσωμε τὶς τρεις έναλλασσόμενες ήλεκτρεγερτικές δυνάμεις στὸ ίδιο διάγραμμα, σύμφωνα μὲ αὐτὰ που εἴπαμε στὸ προηγούμενο ἔδαφοι, θὰ έχωμε τρεις καμπύλες που είγαι μετατοπισμένες μεταξύ τους κατὰ  $1/3$  τῆς περιόδου, δπως τὶς δείχνει τὸ σχῆμα 3·4 ε.

## 5. Συνδεσμολογία τριφασικῶν τυλιγμάτων.

Τὰ 6 ἄκρα που μένουν ἐλεύθερα ἀπὸ ἕνα τριφασικὸ τύλιγμα τὰ συνδέομε μὲ τοὺς 6 ἄκροδέκτες τῆς μηχανῆς, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 3·2 μ. Δηλαδή, τὶς τρεις ἀρχὲς τὶς ἑνώνομε στοὺς ἄκροδέκτες U, V, W καὶ τὰ τρία πέρατα στοὺς ἄκροδέκτες Z, X, Y. Τὸ σχῆμα 3·4 ε παριστάνει σχηματικὰ τὴν ἵδια σύνδεση μὲ τὴ διαφορὰ δτι: ἔχει ἀναστραφῆ η δονομασία τῶν ἐπάνω καὶ κάτω ἄκροδέκτων.

"Αν συνδέσωμε ἕνα βολτόμετρο γιὰ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα στοὺς ἄκροδέκτες U καὶ X θὰ μᾶς δείξῃ κατὰ τὴν λειτουργία τῆς μηχανῆς μιὰ τάση, που εἰναι, δπως εἴπαμε, η ἐνδεικνυμένη τιμὴ τῆς ἐναλλασσομένης ήλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως που ἀναπτύσσεται μέσα στὸ τύλιγμα τῆς φάσεως 1. Ή τάση, χύτη, δονομάζεται φασικὴ ήλεκτρεγερτικὴ δύναμη η φασικὴ τάση τοῦ ἐναλλακτήρα. Τὴν ἵδια φασικὴ τάση θὰ μᾶς δείξῃ τὸ βολτόμετρο, ἀν τὸ συνδεσμός στὰ ἄκρα τῆς φάσεως 2 (V - Y) η τῆς φάσεως 3 (W - Z).

"Αν τὸ βολτόμετρο τὸ συνδέσωμε σὲ δύο ἀκροδέκτες ἀπὸ δύο διαφορετικὲς φάσεις (π.χ. στοὺς U καὶ V), δὲν θὰ δεῖξῃ τάση ἀφοῦ καμμία σύνδεση δὲν ὑπάρχει ἐσωτερικὰ μεταξὺ τῶν φάσεων. Τὰ τυλίγματα τῶν τριῶν φάσεων εἰναι, ὅπως λέμε, ἀνεξάρτητα.



Σχ. 3·4ζ.

"Απὸ κάθε, λοιπόν, φάσῃ ἔνδει τριφασικοῦ ἐναλλακτήρα μποροῦμε νὰ τροφοδοτήσωμε ἔνα φορτίο. Ληγλαχή, μὲ 6 ἀγωγοὺς συνδεμένους στοὺς 6 ἀκροδέκτες τοῦ ἐναλλακτήρα μποροῦμε νὰ τροφοδοτήσωμε τρία ἀνεξάρτητα φορτία.

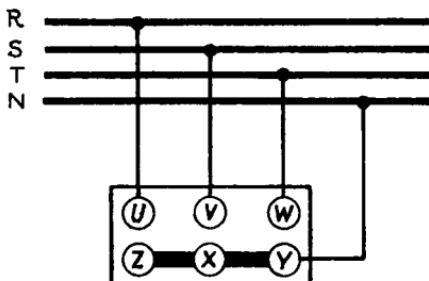
Στὴν πραγματικότητα τὰ τυλίγματα τῶν τριῶν φάσεων στοὺς τριφασικοὺς ἐναλλακτήρες δὲν τὰ ἀφίνοιε ἀνεξάρτητα, ἀλλὰ τὰ συνδέομε μεταξὺ τους. Ἡ σύνδεση, αὐτὴ γίνεται μὲ λαμάκια, πὼν τοποθετοῦμε μεταξὺ τῶν ἀκροδεκτῶν τῆς μηχανῆς, καὶ παρουσιάζει σημαντικὰ πλεονεκτήματα στὰ δίκτυα πὼν τροφοδοτοῦνται ἀπὸ τοὺς τριφασικοὺς ἐναλλακτήρες.

"Ὕπάρχουν δύο τρόποι γιὰ νὰ συνδέσωμε τὰ τυλίγματα τῶν τριῶν φάσεων μεταξύ τους. Ὁ ἕνας εἰναι: ἡ σύνδεση σὲ ἀστέρα καὶ ὁ ἄλλος ἡ σύνδεση σὲ τρύγωνο.

α. **Σύνδεση σὲ ἀστέρα.** Ἡ σύνδεση αὐτή, πὼν τὴν γαρακτηρί-

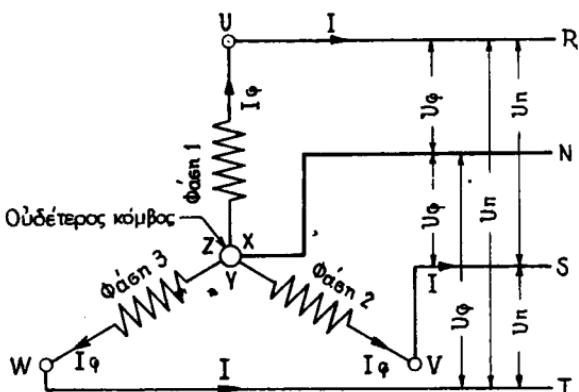
ζομε και μὲ τὸ γράμμα Y, γίνεται μὲ ἔνα λαμάκι ποὺ ἐνώνει μεταξύ τους τοὺς τρεῖς ἀκροδέκτες Z, X καὶ Y (σχ. 3·4 η). Οἱ τρεῖς αὐτοὶ ἀκροδέκτες ἀποτελοῦν τότε τὸν λεγόμενο οὐδέτερο κόμβο

Τριφασικό δίκτυο τεσσάρων ἀγωγῶν



Σχ. 3·4 η. Σύνδεση σὲ ἀστέρα.

τῆς μηχανῆς. Οἱ τρεῖς ἄλλοι ἀκροδέκτες U, V, W μένουν ἐλεύθεροι γιὰ νὰ συνδεθοῦν μὲ τὸ τριφασικὸ δίκτυο ποὺ πρόκειται νὰ τροφοδοτήσῃ δὲ έναλλακτήρας. Τὸ δίκτυο αὐτὸ δὲν χρειάζεται πιὰ νὰ ἔχῃ 6 ἀγωγούς, δπως θὰ χρειαζόταν δὲν εἶχαιε ἀνεξάρτη-



Σχ. 3·4 θ. Σύνδεση σὲ ἀστέρα.

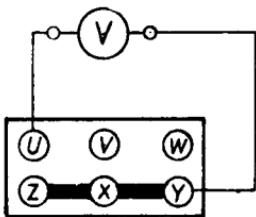
τα τυλίγματα στὸν τριφασικὸ έναλλακτήρα. Φθάνει νὰ ἔχῃ τέσσερεις ἀγωγούς. Απὸ αὐτοὺς οἱ τρεῖς, ποὺ ἐνομάζονται καὶ ἀγωγοὶ φάσεως (R, S, T) τοὺς δικτύου, συνδέονται στοὺς ἀκροδέκτες

U, V και W. Ο τέταρτος άγωγός, ποὺ δνομάζεται ουδέτερος άγωγός (N), συνδέεται στὸν οὐδέτερο κόμβο τοῦ έναλλακτήρα. Οι συνδέσεις αὐτὲς φαίνονται στὸ σχῆμα 3·4 γ.

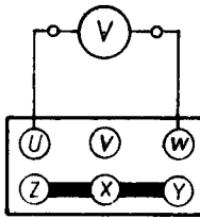
Τόσο ὁ οὐδέτερος κόμβος ὅσο καὶ ὁ οὐδέτερος άγωγὸς τῶν δικτύων, γιὰ λόγους ποὺ δὲν θὰ ξηγήσωμε ἐδῶ, προσγειώνονται ἡ γειώνονται, συνδέονται δηλαδὴ άγώγιμα μὲ τὴ γῆ.

Τὸ δίκτυο ποὺ περιγράφαμε παραπάνω δνομάζεται τριφασικὸ δίκτυο τεσσάρων άγωγῶν. Στὰ δίκτυα αὐτὰ τὰ μονοφασικὰ φορτία, δπως εἶναι π.χ. οἱ λαμπτήρες, οἱ ηλεκτρικὲς θερμάστρες κλπ. συνδέονται συνήθως μεταξύ ἑνὸς άγωγοῦ φάσεως καὶ τοῦ οὐδέτερου άγωγοῦ. Τὰ τριφασικὰ φορτία, δπως π.χ. εἶναι οἱ τριφασικοὶ κινητῆρες, συνδέονται στὸὺς τρεῖς άγωγοὺς φάσεως.

"Αν σὲ ἔνα τριφασικὸ δίκτυο ιστέρα μὲ σύνδεση σὲ άστέρα συνδέσωμε ἔνα βολτόμετρο γιὰ έναλλασσόμενο ρεῦμα μεταξὺ τοῦ οὐδέτερου κόμβου καὶ τοῦ ἐλεύθερου άκροδέκτου μιᾶς φάσεως, δπως



Σχ. 3·4 ι. Φασικὴ τάση.



Σχ. 3·4 κ. Πολικὴ τάση.

δείχνει τὸ σχῆμα 3·4 ι, θὰ μᾶς δείξῃ τάση ἵση μὲ τὴ φασικὴ τάση (U<sub>φ</sub>) τοῦ έναλλακτήρα. Αὐτὸς εἶναι φανερὸς ἀφοῦ μεταξὺ τοῦ άκροδέκτη καὶ τοῦ οὐδέτερου κόμβου ὑπάρχει τὸ τύλιγμα τῆς φάσεως 1 (σχ. 3·4 ζ)

"Αν τὸ βολτόμετρο τὸ συνδέσωμε δπως δείχνει τὸ σχῆμα 3·4 κ, δηλαδὴ ἀνάμεσα στὸὺς ἐλεύθερους άκροδέκτες δύο φάσεων, τότε θὰ μᾶς δείξῃ μιὰ ἄλλη τάση ποὺ τὴν δνομάζομε πολικὴ τάση (U<sub>π</sub>) τοῦ έναλλακτήρα. Η τάση αὐτὴ προέρχεται ἀπὸ τὰ

τυλίγματα τῶν φάσεων 1 καὶ 3, δηποτε φαίνεται καὶ στὸ σχῆμα 3·4θ, ποὺ δείχνει παραστατικότερα τὴν σύνδεση σὲ ἀστέρα τῶν τριῶν τυλιγμάτων.

Αποδεικνύεται δτι στὴ σύνδεση σὲ ἀστέρα ἡ πολικὴ τάση ἰσοῦται μὲ τὴν φασικὴ τάση πολλαπλασιασμένη ἐπὶ 1,73.

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

Αν π.χ. μετρήσωμε τὴν φασικὴ τάση σὲ ἓνα τριφασικὸν ἐναλλακτήρα καὶ βροῦμε δτι εἶναι ἵση μὲ 220V τότε ἡ πολικὴ του τάση θὰ εἶναι:

$$U_{\pi} = 1,73 \cdot 220 = 380V$$

Αὐτὸς εἶναι δ λόγος ποὺ σὲ ἓνα τέτοιο τριφασικὸν ἐναλλακτήρα τὸ ἔργοστάσιο κατασκευῆς γράφει στὴν πινακίδα του ἐναλλακτήρα δτι δίνει τάση:

$$220/380 V$$

Αὐτὸς σημαίνει δτι ὁ ἐναλλακτήρας δίνει φασικὴ τάση 220V καὶ πολικὴ τάση 380V.

Οσα εἴπαμε γιὰ τὴν φασικὴ καὶ πολικὴ τάση τῶν ἐναλλακτήρων ἴσχύουν ἀντίστοιχα καὶ γιὰ τὴν φασικὴ καὶ πολικὴ τάση τῶν τριφασικῶν δικτύων ποὺ τροφοδοτοῦνται ἀπὸ αὐτοὺς (σχ. 3·4θ).

Απὸ τὸ σχῆμα 3·4θ εἶναι φανερὸ δτι γι ἔνταση I φ ποὺ περνᾶ μέσα ἀπὸ τὸ τύλιγμα μιᾶς φάσεως του ἐναλλακτήρα εἶναι ἵση μὲ τὴν ἔνταση γραμμῆς I ποὺ ὑπάρχει στὴν ἀντίστοιχη γραμμή. Δηλαδὴ στὴ σύνδεση σὲ ἀστέρα ἔχομε:

$$I_{\phi} = I$$

β. Σύνδεση σὲ τρίγωνο. Στὴ σύνδεση αὐτῇ, ποὺ τὴν χρακτηρίζομε καὶ μὲ τὸ γράμμα Δ, ἔνώνομε μὲ τρία λαμάκια ἀνὰ δύο τους ἀκροδέκτες κατὰ τὴν ἀκόλουθη σειρὰ:

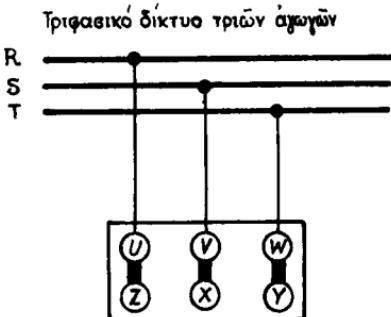
$$\text{τὸ } U \text{ μὲ } \text{τὸ } Z$$

$$\gg V \gg X$$

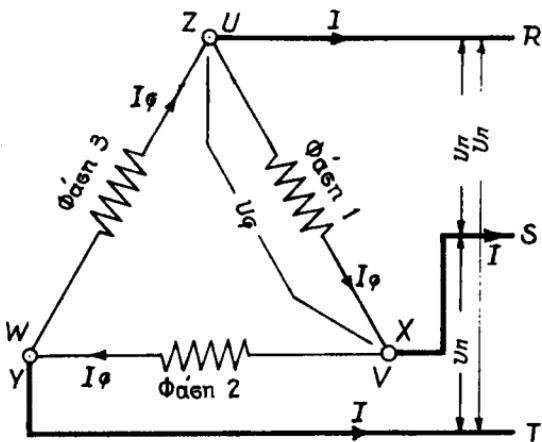
$$\gg W \gg Y$$

ζπως τὸ δείχνει τὸ σχῆμα 3·4 λ.

Είναι εύκολο νὰ καταλάβῃ κανεὶς μὲ τὴ βοήθεια καὶ τοῦ σχῆματος 3·4 μ., ποὺ δείχνει παραστατικότερα τὴ σύνδεση σὲ



Σχ. 3·4 λ. Σύνδεση σὲ τρίγωνο.



Σχ. 3·4 μ. Σύνδεση σὲ τρίγωνο.

τρίγωνο τῶν τυλιγμάτων τοῦ ἐναλλακτήρα, ὅτι τώρα ἡ τάση μεταξὺ δύο δποιωνδήποτε ἀπὸ τοὺς ἀκροδέκτες  $U - V - W$  (πολικὴ τάση) εἶναι ἵση μὲ τὴ φασικὴ τάση τῆς μηχανῆς.

$$U\pi = U\varphi$$

Αποδεικνύεται ὅτι στὴ σύνδεση σὲ τρίγωνο ἡ ἔνταση γραμμῆς  $I$  εἶναι ἵση μὲ τὴ φασικὴ ἔνταση  $I\varphi$  πολλαπλασιασμένη ἐπὶ 1,73

$$I = 1,73 \cdot I_f$$

Αὐτὸς ισχύει: σταυρός ή φόρτιση τοῦ έναλλακτήρα είναι συμμετρική. Γιατί τὴν συμμετρική φόρτιση θὰ μιλήσωμε στὰ έπόμενα.

Είναι φανερὸς πώς ἕνας έναλλακτήρας μὲ σύνδεση σὲ τρίγωνο μπορεῖ νὰ τροφοδοτήσῃ μόνο τριφασικὸ δίκτυο τριῶν ἀγωγῶν (σχ. 3·4λ). Στὰ δίκτυα αὐτὰ δὲν ὑπάρχει: οὐδέτερος ἀγωγὸς καὶ χρησιμεύοντος συνήθως γιὰ νὰ τροφοδοτοῦν καταναλώσεις ποὺ ἀποτελοῦνται μόνο ἀπὸ τριφασικοὺς κινητῆρες. Ἐπίσης τὰ δίκτυα ὑψηλῆς τάξεως είναι συνήθως τριφασικὰ τριῶν ἀγωγῶν.

Σπάνια χρησιμοποιοῦμες έναλλακτήρες μὲ σύνδεση σὲ τρίγωνο. Καὶ στὶς περιπτώσεις ποὺ ἔχομε νὰ τροφοδοτήσωμε τριφασικὸ δίκτυο τριῶν ἀγωγῶν χρησιμοποιοῦμες έναλλακτήρας μὲ σύνδεση σὲ ἀστέρα, ὅπότε, βέβαια, ὁ οὐδέτερος κόμβος δὲν συνδέεται μὲ τὸ δίκτυο. Στὶς περιπτώσεις αὐτὲς ὁ οὐδέτερος κόμβος χρησιμεύει μόνο γιὰ τὴν προσγείωση τοῦ συστήματος.

## 6. Τὰ τριφασικὰ τυλίγματα στὴν πράξη.

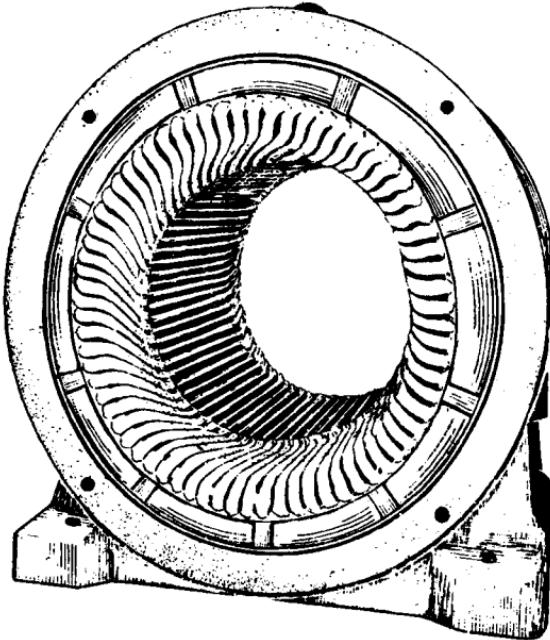
“Οπως ἀναφέραμε καὶ στὸ ἐδάφιο 3 τῆς παραγράφου 3·2, τὰ τυλίγματα τῶν ἐπαγωγικῶν τυμπάνων τῶν έναλλακτήρων τὰ διακρίνομε σὲ τυλίγματα ποὺ κατασκευάζονται σὲ δύο στρώσεις καὶ σὲ τυλίγματα ποὺ κατασκευάζονται σὲ μία στρώση.

Τὸ σχῆμα 3·4ν δείχνει ἕνα στάτη μηχανῆς έναλλασσομένου ρεύματος, ποὺ ἔχει τύλιγμα σὲ δύο στρώσεις. “Οπως βλέπομε καὶ στὸ σχῆμα οἱ διαδέσεις στὰ τυλίγματα αὐτὰ εἰναι δλες δμοιες μεταξύ τους. Σπάνια κατασκευάζονται καὶ τυλίγματα σὲ δύο στρώσεις μὲ διαδέσεις ποὺ δὲν εἰναι δλες δμοιες μεταξύ τους.

Τὸ σχῆμα 3·4ξ ἔξηγει πῶς συνδέονται οἱ διαδέσεις μεταξύ τους σὲ ἕνα τύλιγμα μὲ δύο στρώσεις γιὰ ἀποτελέσουν τὸ τύλιγμα τῆς μιᾶς φάσεως (π.χ. U — X) σὲ ἕνα τριφασικὸ έναλλακτήρα. “Οπως εἶπαμε καὶ στὸ ἐδάφιο 3 τῆς παραγράφου 3·2, οἱ διαδέσεις συνδέονται μεταξύ τους σὲ σειρὰ (σχ. 3·2ξ) γιὰ νὰ σχηματίσουν συγκροτήματα. Τὰ ἄκρα τῶν συγκροτημάτων συνδέονται δπως δείχνει τὸ σχῆμα 3·4ξ, δπου τὰ συγκροτήματα χαρακτηρίζονται μὲ τοὺς ἀριθμοὺς 1, 4, 7 καὶ 10.

Τὰ δύο ἄκρα ποὺ μένουν ἐλεύθερα, τὰ U καὶ X, ἀποτελοῦν τὴν ἀρχὴν καὶ τὸ τέλος τῆς φάσεως 1.

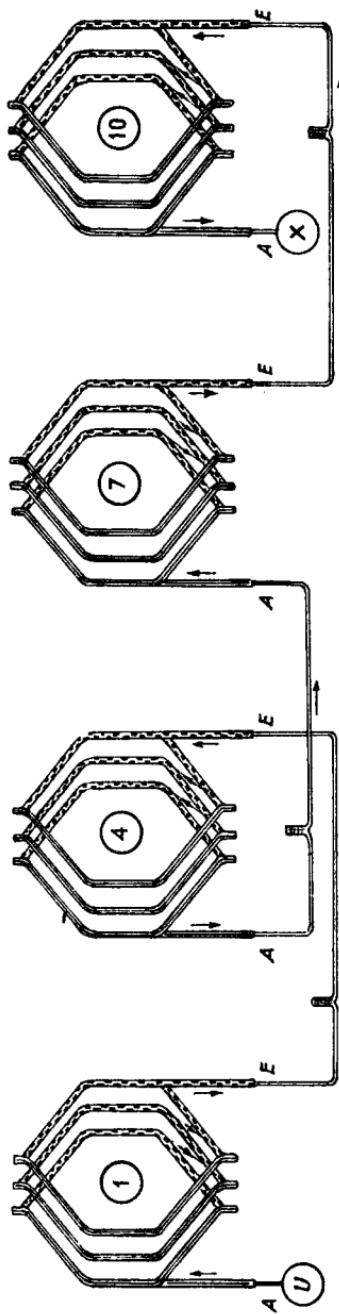
Τὸ τριφασικὸ τύλιγμα, στὸ δποῖο ἀνήκει: ἡ φάση ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 3·4ξ, ἔχει συνολικὰ 12 συγχροτήματα δμάδων. Ἀπὸ αὐτά,



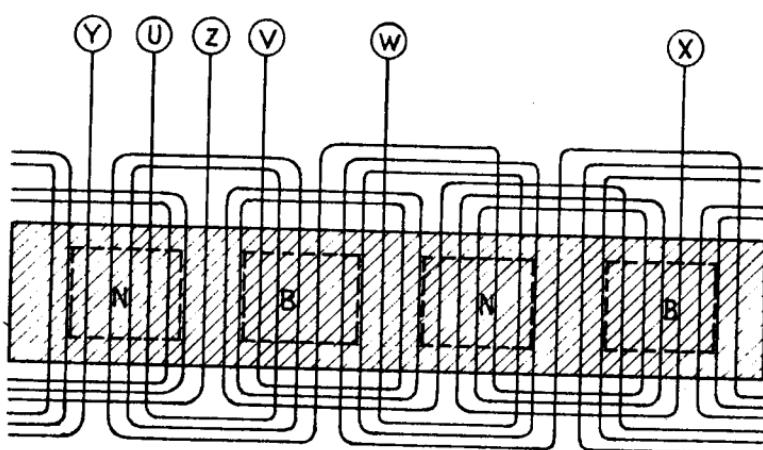
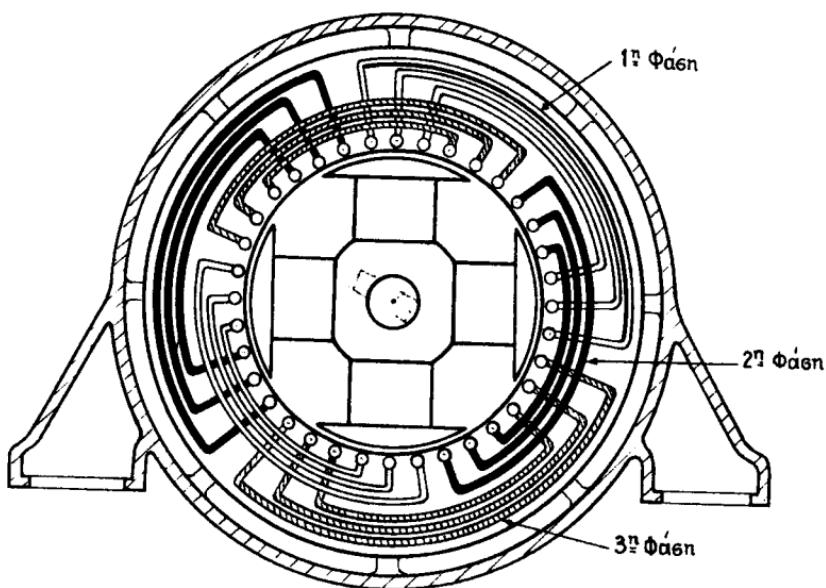
Σχ. 3·4 ν. Τύλιγμα σὲ δύο στρώσεις.

ὅπως εἴπαμε, τὰ 1, 4, 7 καὶ 10 ἀποτελοῦν τὴν φάση 1. Τὰ 2, 5, 8 καὶ 11 (δὲν σημειώνονται στὸ σχῆμα) τὴν φάση 2. Καὶ τὰ 3, 6, 9 καὶ 12 (δὲν σημειώνονται ἐπίσης στὸ σχῆμα) τὴν φάση 3. "Ολα αὐτὰ τὰ συγχροτήματα είναι συνδεσμολογημένα ὅπως ἔξηγήσαμε παραπάνω γιὰ τὴν φάση 1.

Τὰ τυλίγματα σὲ μιὰ στρώση (συγκεντρωτικὰ τυλίγματα) ἀποτελοῦνται ἀπὸ δμάδες ποὺ δὲν είναι δλες δμοιες μεταξύ τους. "Ενα ἀπλοποιημένο παράδειγμα συγκεντρωτικοῦ τυλίγματος είναι κι' αὐτὸ ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 3·4δ. Στὸ παρακάτω σχῆμα 3·4σ παριστάνεται ἔνα τριφασικὸ τύλιγμα σὲ μιὰ στρώση, ὅπως είναι τοποθετημένο στὸν στάτη τοῦ τετραπολικοῦ ἐναλλακτήρα. Στὸ κάτω μέρος τοῦ σχήματος φαίνεται τὸ 1όιο τύλιγμα στὸ ἀνάπτυγμα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπά-



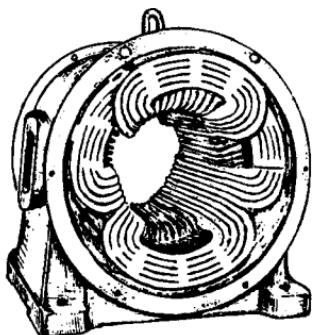
Σχ. 3.4 ξ Συνδεσιμότηγα της φάσεως U — X μέσω τριφασικού τύλιγμα σε δύο στρώσεις για τριφασικό έναλλασσομένο ρεύμα με 36 άξοντάσεις.



Σχ. 3·4 o. Τριφασικό τύλιγμα σε μιά στρώση.

νου. "Οπως παρατηροῦμε, σὲ κάθε λούκι (στοιχεῖο) υπάρχει ένας άγωγὸς καὶ ἀντιστοιχοῦν τρία στοιχεῖα ἀπὸ κάθε φάση σὲ ένα πολὺκό βῆμα. Κατασκευάζονται βέβαια καὶ συγκεντρωτικὰ τυλίγματα μὲ πολλοὺς άγωγούς σὲ κάθε στοιχεῖο, δπως ἔξηγήσαμε καὶ στὶς μηχανὲς συγεχοῦς ρεύματος.

Στὰ συγκεντρωτικὰ τυλίγματα τὰ μέρη τῶν δμάδων ποὺ εἰναι εξω ἀπὸ τὰ λούκια διαμορφώνονται μὲ κατάλληλο τρόπο, δπως ἀναφέραμε καὶ στὴ ἑδάφιο 3 τῆς παραγράφου 3·2 (σχ. 3·2). Τὸ σχῆμα



Σχ. 3·4 π.

3·4 π δείχνει ένα μέρος ἀπὸ τριφασικὸ συγκεντρωτικὸ τύλιγμα τοποθετημένο στὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο.

Σημειώνομε, τέλος, ὅτι στὴν πράξη υπάρχουν πολλὲς παραλλαγὲς ἀπὸ τὰ δύο βασικὰ εἰδη τριφασικῶν τυλιγμάτων ποὺ ἀναφέραμε παραπάνω. Οἱ παραλλαγὲς δμως αὐτὲς δὲν πρόκειται νὰ μᾶς ἀπασχολήσουν ἐδῶ.

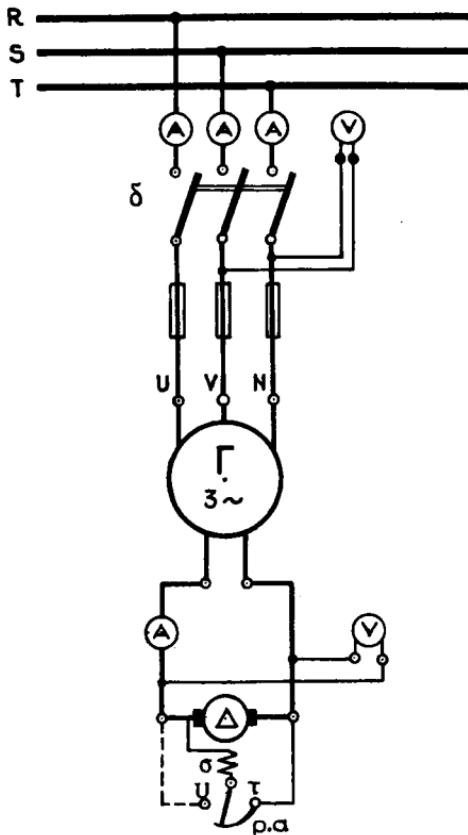
### 3·5 Λειτουργία Ἐναλλακτήρων.

#### 1. Πῶς θέτομε σὲ λειτουργία ένα Ἐναλλακτήρα.

Γιὰ νὰ θέσωμε σὲ λειτουργία ένα Ἐναλλακτήρα, ποὺ πρόκειται νὰ τροφοδοτήσῃ μόνος του ένα φορτίο (π.χ. ένα δίκτυο), κάνομε τὴν ἀκόλουθη σειρὰ χειρισμῶν :

Βάζομε πρῶτα σὲ κίνηση τὴν κινητήρια μηχανὴ καὶ ρυθμίζομε τὴν ταχύτητά της, ὡστε νὰ γίνη ἵση μὲ τὸν κανονικὸ ἀριθμὸ στροφῶν στὸ λεπτὸ τοῦ Ἐναλλακτήρα, δηλαδὴ τὸν ἀριθμὸ στρο-

φῶν στὸ λεπτὸ ποὺ γράφει ἡ πινακίδα του. Κατόπιν τροφοδοτοῦμε μὲ συνεχὲς ρεῦμα τὸ τύλιγμα διεγέρσεως τοῦ έναλλακτήρα, δηλαδὴ τὸ τύλιγμα τῶν μαγνητικῶν του πόλων. "Οπως εἶδαμε (σχ. 3·2 μ), τὸ συνεχὲς ρεῦμα, ποὺ χρειάζεται ἡ διέγερση τοῦ



Σχ. 3·5 α. Συνδεσμολογία τριφασικοῦ έναλλακτήρα.

έναλλακτήρα, τὸ δίνει ἡ διεγέρτρια ποὺ εἶναι συνήθως συνδεμένη στὸν δξονά του. Μὲ τὴν ρυθμιστικὴ ἀντίσταση  $r \cdot a$  (σχ. 3·2 μ καὶ σχ. 3·5 α) τῆς διεγέρτριας ( $\Delta$ ) ρυθμίζομε τὴν ἔνταση διεγέρσεως, ὥστε ἡ τάση ποὺ δείχνει τὸ βολτόμετρό του έναλλακτήρα νὰ γίνη ἵση μὲ τὴν κανονική του τάση. "Επειτα, ἐφ' ὅσον ἔ

έναλλακτήρας πρόκειται νὰ τροφοδοτήσῃ μόνος του τὸ δίκτυο, κλείνομε τὸν κύριο διακόπτη, (δ) καὶ ὁ έναλλακτήρας συνδέεται μὲ τὸ δίκτυο.

“Οπως στὶς γεννήσιες συνεχοῦς ρεύματος ἔτσι καὶ στοὺς έναλλακτήρες ἡ τάση τους μεταβάλλεται, δταν μεταβάλλεται ἡ ἔνταση φορτίσεως. Γι’ αὐτὸ τὸ λόγο κατὰ τὴ λειτουργία τοῦ έναλλακτήρα παρακολουθοῦμε τὸ βολτόμετρο καὶ κάθε φορὰ ποὺ ἡ τάση φεύγει ἀπὸ τὴν κανονική της τιμὴ τὴν ἐπαναφέρομε μὲ τὴν ρυθμιστικὴ ἀντίσταση ρ·α.

Οἱ πίνακες γιὰ τριφασικοὺς έναλλακτήρες ἔχονταν συνήθως τρία ἀμπερόμετρα φορτίου. “Ἐνα γιὰ τὴν κάθε φάση (σχ. 3·5 χ). Στοὺς έναλλακτήρες αὐτοὺς φροντίζομε νὰ μοιράζωμε τὰ φορτία ἔτσι, ὥστε σὲ κάθε φάση νὰ ὑπάρχουν τὰ ἕδια φορτία, διότε καὶ οἱ ἔντασεις ποὺ δείχνουν τὰ τρία ἀμπερόμετρα εἰναὶ μεταξύ τους ἴσες. Ἡ τέτοια φόρτιση τοῦ τριφασικοῦ έναλλακτήρα δνομάζεται συμμετρικὴ φόρτιση καὶ τὸ φορτίο συμμετρικὸ φορτίο. Στὴ συμμετρικὴ φόρτιση καὶ δταν ὑπάρχῃ οὐδέτερος ἀγωγὸς δὲν περνᾶ ἔνταση ρεύματος μέσα ἀπὸ αὐτὸν.

Κατὰ τὴ λειτουργία τοῦ έναλλακτήρα, δὲν πρέπει ἡ ἔνταση σὲ καμμιὰ ἀπὸ τὶς τρεῖς φάσεις νὰ περάσῃ, τὴν κανονικὴ ἔντασή του, ποὺ εἰναι, δπως ξέρομε, γραμμένη ἐπάνω στὴν πινακίδα τοῦ κατασκευαστῆ.

Τέλος καὶ στοὺς έναλλακτήρες παρακολουθοῦμε τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τῆς κινητήριας μηχανῆς, ὥστε νὰ εἰναι: πάντα ἴση μὲ τὸν κανονικὸ ἀριθμὸ στροφῶν στὸ λεπτὸ τοῦ έναλλακτήρα. “Οταν μεταβληθῇ ἡ ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ έναλλακτήρα, μεταβάλλεται καὶ ἡ συγνότητα τοῦ ρεύματος ποὺ παράγει (βλ. παράγραφος 3·4 ἐδάφις 2). ”Ετοι, γιὰ νὰ ἔχωμε σταθερὴ συγνότητα στὸ ρεύμα πρέπει νὰ κρατοῦμε σταθερὲς τὶς στροφὲς τῆς κινητήριας μηχανῆς.

Γιὰ νὰ παρακολουθοῦμε τὴν συχνότητα τοῦ ρεύματος, πολλὲς

έγκαταστάσεις ᔁχουν στὸν πίνακα τοῦ ἐναλλακτήρα ἕνα ὅργανο ποὺ τὲ λέμε συχνόμετρο. Τὸ ὅργανο αὐτὸ μᾶς δείχνει ἀπ' εὐθείας τὴ συχνότητα τοῦ ρεύματος ποὺ παράγει δ ἐναλλακτήρας. "Ετοι, παρακολουθώντας τὸ συχνόμετρο κανονίζομε τὶς στροφὲς τῆς κινητήριας μηχανῆς, ὥστε δ ἐναλλακτήρας νὰ δίνῃ ἐναλλαξόμενο ρεῦμα μὲ συχνότητα ἵση μὲ αὐτὴ ποὺ γράφει ἡ πινακίδα του.

Γιὰ νὰ σταματήσωμε ἔνα ἐναλλακτήρα, κάνομε τοὺς ἀκόλουθους χειρισμούς: Ἐλαττώνομε πρῶτα λίγο τὶς στροφὲς τῆς κινητήριας μηχανῆς, δόπτε ἀντίστοιχα ξεφορτώνεται λίγο καὶ δ ἐναλλακτήρας. Κατόπιν ἀνοίγομε τὸν κύριο διακόπτη δ. "Επειτα ἐλαττώνομε τὴν ἑνταση διέγέρσεως τοῦ ἐναλλακτήρα μὲ τὴν ρυθμιστικὴ ἀντίσταση ρ·α. Τέλος σταματοῦμε τὴν κινητήρια μηχανή.

## 2. Παράλληλη λειτουργία έναλλακτήρων.

"Οπως στὶς γεννήτριες συνεχοῦς ρεύματος ἔτσι καὶ στοὺς ἐναλλακτήρες, γιὰ νὰ τροφοδοτήσωμε ἔνα φορτίο (π.χ. ἔνα δίκτυο), χρησιμοποιοῦμε πολλὲς φωρὲς δύο ἢ καὶ περισσότερους ἐναλλακτήρες. Λέμε τότε, δτὶ οἱ ἐναλλακτήρες ἐργάζονται παράλληλα.

Γιὰ νὰ συνδέσωμε ἔνα ἐναλλακτήρα σὲ ἔνα δίκτυο ποὺ τροφοδοτεῖται ἀπὸ ἔνα ἄλλον ἐναλλακτήρα, πρέπει πρῶτα νὰ τὸν συγχρονίσωμε πρὸς τὸν ἐργαζόμενο ἐναλλακτήρα ἢ δπως ἄλλοιως λέμε, νὰ τὸν συγχρονίσωμε πρὸς τὸ δικτυο. Ὁ συγχρονισμὸς στοὺς ἐναλλακτήρες δὲν εἶναι τόσο ἀπλῆς ὅσσο δ παραλληλισμὸς στὶς γεννήτριες συνεχοῦς ρεύματος (παράγραφος 1·7, ἐδάφιο 7).

Γιὰ νὰ γίνη ὁ συγχρονισμὸς δύο ἐναλλακτήρων πρέπει νὰ πληροῦνται οἱ παρακάτω συνθῆκες, ποὺ θὰ τὶς ἀναφέρωμε μόνο χωρὶς νὰ τὶς ἀποδείξωμε.

α) Οἱ τάσεις τῶν δύο ἐναλλακτήρων πρέπει νὰ εἶναι ἵσες.

β) Οἱ συχνότητες τῶν δύο ἐναλλακτήρων πρέπει νὰ εἶναι ἵσες.

γ) (1) Οἱ δύο ἐναλλακτήρες (ὅταν εἶναι τριφασικοὶ) πρέπει νὰ

ἔχουν τὴν ἕδια διαδοχὴν φάσεων, δηλαδὴ ή φάση 1 τοῦ πρώτου ἐναλλακτήρα νὰ συνδεθῇ μὲ τὴν φάση 1 τοῦ δευτέρου, ή φάση 2 μὲ τὴν φάση 2 κ.ο.κ. Ἡ συνθῆκη αὐτή, δπως εἶναι φανερό, ἐλέγχεται μιὰ μόνο φορά, δηλαδὴ τὴν πρώτη φορὰ ποὺ ἔνας ἐναλλακτήρας θὰ συγχρονισθῇ γιὰ νὰ ἐργασθῇ παράλληλα μὲ ἔναν ἄλλο.

δ) Οἱ τάσεις τῶν δύο ἐναλλακτήρων πρέπει νὰ εἶναι, δπως λέμε, σὲ φάση. Δηλαδὴ οἱ καμπύλες (σχ. 3·3β) ποὺ παριστάνουν τὶς τάσεις τῶν δύο ἐναλλακτήρων νὰ εἶναι σύγχρονες. Μὲ ἄλλα λόγια δταν στὴ φάση 1 τοῦ ἐνδὸς ἐναλλακτήρα ή τάση γίνεται μεγίστη θετικὴ πρέπει καὶ στὴ φάση 1 τοῦ ἄλλου νὰ γίνεται ἔμοια. "Οταν γίνεται μηδενικὴ πρέπει καὶ στὸν ἄλλον νὰ γίνεται ταυτόχρονα μηδενικὴ κ.ο.κ.

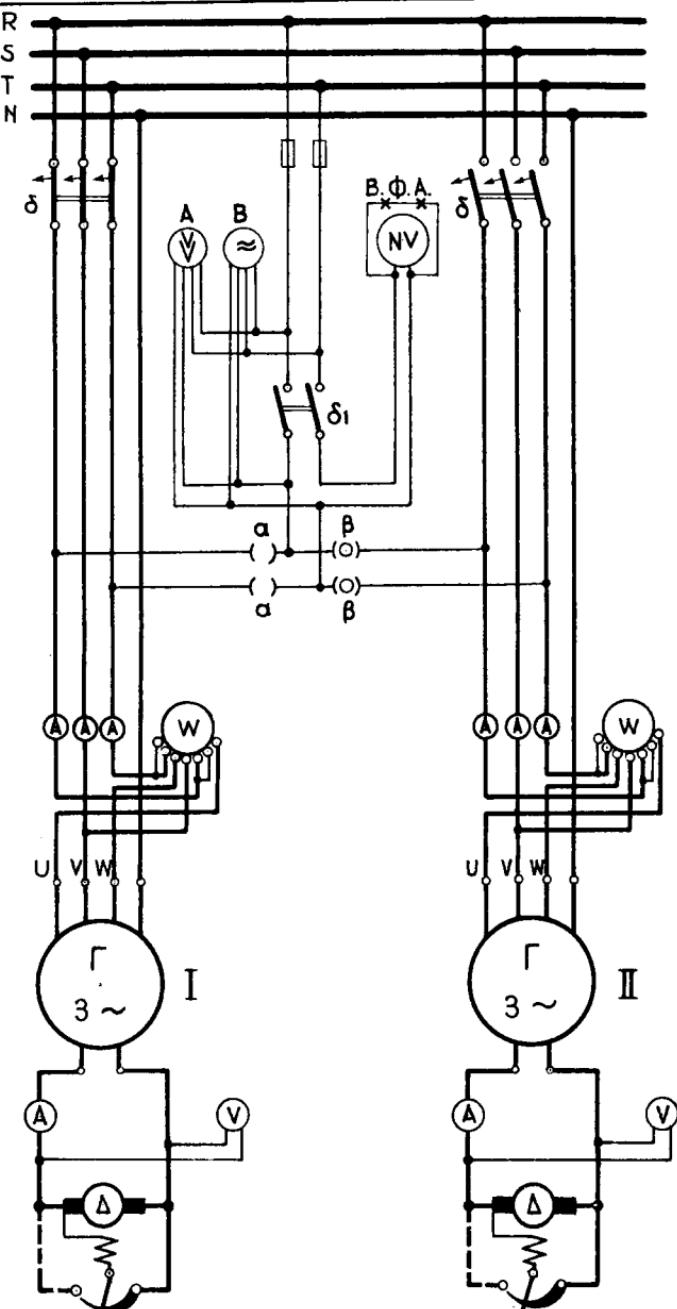
Ἐκτὸς ἀπὸ τὴν τρίτη συνθῆκη πού, δπως εἴπαμε, ἐλέγχεται τὴν πρώτη μόνο φορά, οἱ ἄλλες συνθῆκες πρέπει νὰ ἐλέγχωνται κάθε φορὰ ποὺ θέλομε νὰ συγχρονίσωμε ἔναν ἐναλλακτήρα γιὰ νὰ ἐργασθῇ παράλληλα μὲ ἔνα ἄλλον.

Τὸ σχῆμα 3·5β δείχνει πῶς γίνεται η συνδεσμολογία σὲ μία πλήρη ἐγκατάσταση δύο ἐναλλακτήρων γιὰ νὰ μποροῦν νὰ ἐργασθοῦν παράλληλα.

"Ας ὑποθέσωμε δτι δ ἐναλλακτήρας I ἐργάζεται καὶ τροφοδοτεῖ τὸ δίκτυο καὶ δτι θέλομε νὰ συγχρονίσωμε τὸν ἐναλλακτήρα II γιὰ νὰ ἐργασθῇ παράλληλα μὲ αὐτόν. Θέτομε πρῶτα σὲ λειτουργία τὸν ἐναλλακτήρα II καὶ προτού κλείσωμε τὸν διακόπτη δ, ποὺ θὰ τὸν συνδέσῃ στοὺς ζυγούς, ἐλέγχωμε τὶς συνθῆκες συγχρονισμοῦ.

Αὐτὸ γίνεται ως ἔξης:

Τὸ βολτόμετρο A (σχ. 3·5β) είγαι ἔνα διπλὸ βολτόμετρο. Στὸ ἐπάνω μέρος μᾶς δείχνει τὴν τάση τῶν ζυγῶν. Στὸ κάτω μέρος μᾶς δείχνει τὴν τάση τοῦ ἐναλλακτήρα, ποὺ δὲν ἔχει ἀκόμα συγδεθῆ στοὺς ζυγούς (τοῦ ἐναλλακτήρα II στὴν περίπτωση ποὺ ἔξετάζομε). Αὐτὸ γινεται μὲ τὴ βοήθεια ἐνὸς διπλοῦ βύσματος ποὺ τοποθετοῦμε στὴ



Σχ. 3.5 β. Παράλληλη ζεύξη τριφασικών έναλλακτήρων.

θέση β (σχ. 3·5 β). "Ετοι, δπως ἔξηγήσαμε καὶ στὸ προηγούμενο ἐδάφιο, ρυθμίζομε ἀπὸ τὴν διεγέρτριὰ του τὴν τάση του ἐναλλακτήρα II, ὥστε νὰ γίνη ἵση μὲ τὴν τάση τῶν ζυγῶν, δηλαδὴ μὲ τὴν τάση του ἐναλλακτήρα I ποὺ εἶναι συνδεμένος στοὺς ζυγούς. Μὲ αὐτὸν τὸν τρόπο πραγματοποιοῦμε τὴν πρώτη (α) συνθήκη συγχρονισμοῦ.

Τὸ δργανο Β εἶναι ἔνα διπλὸ συχνόμετρο ποὺ δείχνει, δπως καὶ τὸ διπλὸ βολτόμετρο, τὴν συχνότητα τῶν ζυγῶν καὶ τοῦ ἐναλλακτήρα II. Μὲ τὴν βοήθεια τοῦ ρυθμιστῆ στροφῶν τῆς κινητήριας μηχανῆς του ἐναλλακτήρα II κανονίζομε, ὥστε γι συχνόνητά του νὰ εἶναι ἵση μὲ τὴν συχνότητα τοῦ ἐναλλακτήρα I [δεύτερη (β) συνθήκη συγχρονισμοῦ].

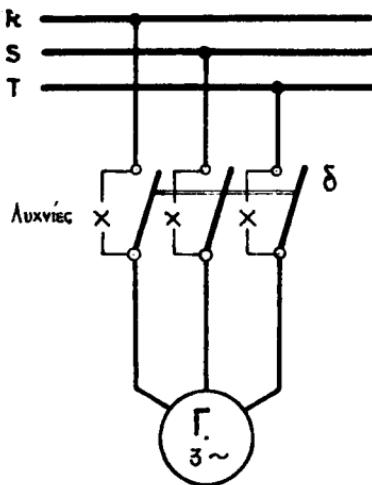
"Ἐδῶ πρέπει νὰ προσέξωμε δτι, γιὰ νὰ δίνουν οἱ δύο ἐναλλακτῆρες τὴν ἴδια συχνότητα, δὲν εἶναι ἀπαραίτητο νὰ ἔχουν καὶ τὶς ἴδιες στροφὲς στὸ λεπτό. Ο τύπος καὶ δ πίνακας ποὺ γράψαμε στὸ ἐδάφιο 2 τῆς παραγράφου 3·4 δίνουν πόσες στροφὲς πρέπει νὰ ἔχῃ δ κάθε ἐναλλακτήρας ἀντίστοιχα μὲ τὸν ἀριθμὸ τῶν ζευγῶν μαγνητικῶν πόλων ποὺ ἔχει, ὥστε οἱ δύο ἐναλλακτῆρες νὰ δίνουν τὶς ἴδιες συχνότητες.

"Οταν θὰ ἔχωμε ἐπιτύχει τὶς δύο πρώτες συνθήκες συγχρονισμοῦ, κλείνομε τὸν διακόπτη δ<sub>1</sub>. "Ετοι μπαίνει σὲ λειτουργία ἔνα βολτόμετρο (Β.Φ.Α. στὸ σχ. 3·5 β) ποὺ δείχνει τὴν τάση μεταξὺ μιᾶς φάσεως (W) τοῦ ἐναλλακτήρα II καὶ τῆς ἀντίστοιχου φάσεως (T) τῶν ζυγῶν (δηλαδὴ τοῦ ἐναλλακτήρα I). "Οταν πληροῦται καὶ ἡ τέταρτη (δ) συνθήκη συγχρονισμοῦ, δηλαδὴ, δταν οἱ δύο τάσεις ποὺ ἀναφέραμε παραπάνω εἶναι σὲ φάση, τότε τὸ βολτόμετρο δείχνει τάση μηδέν.

Παράλληλα μὲ τὸ βολτόμετρο Β.Φ.Α. εἶναι συνδεμένες καὶ δύο λυχνίες σὲ σειρά, δπως φαίνεται στὸ σχῆμα 3·5 β. Οἱ λυχνίες αὐτὲς εἶναι συνστὲς δταν τὸ βολτόμετρο δείχνη τάση μηδέν, καὶ ἀνάβουν δταν δὲν εἶναι σὲ φάση οἱ δύο τάσεις.

Στὴν πραγματικότητα οἱ λυχνίες στὸ συγχρονισμὸ δὲν μένουν συνστὲς (ἢ ἀναμμένες) συνεχῶς ἀλλὰ ἀναβοσβύνουν. "Ομοια καὶ δείκτης τοῦ βολτομέτρου πηγαινούρχεται. Μὲ τὸν ρυθμιστῆ στροφῶν τῆς κινητήριας μηχανῆς του ἐναλλακτήρα II μεταβάλλομε πολὺ ἀργὰ τὶς στροφές του, ὥστε νὰ δοῦμε δτι τὸ ἀναβόσβυμα τῶν λυχνιῶν γίνεται δσο πάει καὶ πιὸ ἀργό. Τότε σὲ μιὰ στιγμὴ ποὺ οἱ λυχνίες θὰ εἶναι συνστὲς κλείνομε τὸν κύριο διακόπτη δ τοῦ ἐναλλακτήρα II. Οἱ δύο μηχανῆς ἐργάζονται πιὰ παράλληλα.

Για πάρη φορτίο δ' έναλλακτήρας II δὲν ένεργούμε στήν ξυταση διεγέρσεώς του δπως στίς μηχανές συνεχούς ρεύματος, άλλα στὸν ρυθμιστὴ στροφῶν τῆς κινητήριας μηχανῆς, ποὺ κινεῖ τὸν έναλλακτήρα. Μὲ τὸν ἵδιο τρόπο, δηλαδὴ μὲ τὸν ρυθμιστὴ τῆς κινητήριας μηχανῆς, μεταβάλλομε καὶ τὸ φορτίο ποὺ παίρνει ἔνας έναλλακτήρας ποὺ ἐργάζεται παράλληλα μὲ ἔναν ἄλλον. Ὅταν θέλωμε νὰ αὐξήσωμε τὸ φορτίο, ένεργούμε σιγὰ - σιγὰ στὸν ρυθμιστὴ κατὰ τὴν ἔνγοια τῆς αὐξήσεως τῶν στροφῶν. Ἀντίθετα, δταν θέλωμε νὰ ἐλαττώσωμε τὸ φορτίο, ένεργούμε κατὰ τὴν ἔνγοιαν μειώσεως τῶν στροφῶν τῆς κινητήριας μηχανῆς. Τὴν μεταβολὴ τοῦ φορτίου τὴν παρακολουθοῦμε στὸ κιλοβαττόμετρο (W), ποὺ ὑπάρχει στὸν πίγακα τοῦ έναλλακτήρα (σχ. 3·5 β).



Σχ. 3·5 γ.

Ὅταν ἔνας έναλλακτήρας πρόκηται νὰ συγχρονισθῇ γιὰ πρώτη φορὰ μὲ τοὺς ζυγοὺς ἑνὸς κεντρικοῦ σταθμοῦ η μὲ ἔναν ἄλλον έναλλακτήρα, πρέπει νὰ ἐλέγχωμε, δπως εἴπαμε, καὶ τὴν τρίτη (γ) συνθήκη. Ὁ ἔλεγχος αὐτὸς μπορεῖ νὰ γίνῃ μὲ ἔνα εἰδικὸ δργανὸ η μὲ ἔνα μικρὸν τριφασικὸ κινητήρα η καὶ μὲ τρεῖς λυχνίες συνδεσμολογημένες, δπως φαίνεται στὸ σχῆμα 3·5 γ. Ὅταν οἱ λυχνίες στὸ συγχρονισμὸ (πρὶν κλείσωμε τὸν διακόπτη δ) ἀγαθοσύνουν ταυτόχρονα, τότε εἴμαστε βέβαιοι ὅτι ἔχομε στοὺς δύο έναλλακτήρες τὴν ἴδια διαδοχὴ φάσεων, δηλαδὴ, ὅτι ισχύει καὶ η τρίτη (γ) συνθήκη. Ἄν οἱ λυχνίες δὲν ἀν-

δοσδύγουν ταυτόχρονα, τότε πρέπει νὰ ἀντιμεταθέσωμε δύο ἀπὸ τοὺς αγωγοὺς φάσεως τοῦ ἐναλλακτήρα στὴ σύνδεσή τους μὲ τὸν διακόπτη δ. Γιὰ νὰ βεβαιωθοῦμε δτὶ τώρα πιὰ ἔχομε τὴν Ἰδία διαδοχὴ φάσεων, ἐπαναλαμβάνομε τὸν συγχρονισμὸ μὲ τὶς τρεῖς λυχνίες καὶ βλέπομε δτὶ αὐτὲς ἀναβοσδύγουν ταυτόχρονα.

Ἡ ἐγκατάσταση ποὺ παριστάνει τὸ σχῆμα 3.5β εἶναι ἀπὸ τὶς πιὸ ἀπλὲς ποὺ μποροῦν νὰ παρουσιασθοῦν. Τὴν χρησιμοποιήσαμε ἑδὴ γιὰ νὰ ἐξηγήσωμε μὲ ἀπλὸ τρόπο τὶς συνθῆκες συγχρονισμοῦ.

Οἱ ἐγκαταστάσεις ἐναλλακτήρων, ποὺ λειτουργοῦν παράλληλα στοὺς κεντρικοὺς σταθμούς, εἶναι πολὺ πιὸ σύνθετες, δταν μάλιστα ἔχωμε ἐναλλακτῆρες ποὺ παράγουν ἐναλλασσόμενο ρεῦμα σὲ ὑψηλὴ τάση. Ἐπίσης, τὰ ὅργανα συγχρονισμοῦ ποὺ χρησιμοποιοῦνται εἶναι πολλὲς φορὲς διαφορετικὰ ἀπ’ αὐτὰ ποὺ περιγράψαμε παραπάνω. Εἶναι δημιαὶ σχετικὰ εὔκολο νὰ κατατοπισθῇ κανεὶς στὴ λειτουργία μιᾶς τέτοιας ἐγκαταστάσεως, δταν ἔχῃ ὑπ’ δψη του τὶς βασικὲς ἀρχὲς ποὺ ἀναφέραμε γιὰ τὸ συγχρονισμό.

### 3.6 Ἰσχὺς καὶ βαθμὸς ἀποδόσεως.

#### 1. Ἰσχὺς μονοφασικοῦ ἐναλλακτήρα.

Ὅπως ξέρομε καὶ ἀπὸ τὴν Ἡλεκτροτεχνία, ἡ πραγματικὴ Ἰσχὺς N ποὺ δίνει ἔνας μονοφασικὸς ἐναλλακτήρας ὑπολογίζεται ἀπὸ τὸν τύπο:

$$N = U \cdot I \cdot \text{συνφ}$$

Στὸν τύπο αὐτὸν τὰ U καὶ I εἶναι ἡ τάση καὶ ἡ ἔνταση ποὺ δίνει δ ἐναλλακτήρας καὶ συνφ εἶναι δ συντελεστὴς Ἰσχύος τοῦ φορτίου ποὺ τροφοδοτεῖ. Γιὰ τὸ συνφ ξέρομε δτὶ εἶναι πάντα ἔνας ἀριθμὸς μικρότερος ἢ ἵσος μὲ τὴν μονάδα.

Οταν ἡ τάση U μετρᾶται σὲ βόλτ (V) καὶ ἡ ἔνταση I σὲ ἀμπέρ (A), τότε ἡ Ἰσχὺς (N) ποὺ μᾶς δίνει δ παραπάνω τύπος εἶναι σὲ βάττ (W).

Ἄν θέλωμε δ τύπος νὰ μᾶς δίνῃ τὴν Ἰσχὺ σὲ κιλοβάττ kW τότε πρέπει νὰ τὸν γράψωμε :

$$N = \frac{U \cdot I \cdot \text{συνφ}}{1\,000}$$

Σὰν παράδειγμα ἀς ὑπολογίσωμε τὴν ισχύ, ποὺ δίνει ἔνας μονοφασικὸς ἐναλλακτήρας ὁ δύοτοις τροφοδοτεῖ μὲ 100 A ἔνα φορτίο ποὺ ἔχει συντελεστὴ ισχύος 0,8. Ἡ τάση τοῦ ἐναλλακτήρα κατὰ τὴν λειτουργία του εἶναι 220 V. Ἐχομε:

$$N = \frac{220 \cdot 100 \cdot 0,8}{1\,000} = 17,6 \text{ kW}$$

## 2. Ισχὺς τριφασικοῦ ἐναλλακτήρα.

Ἡ ισχὺς N ποὺ δίνει ἔνας τριφασικὸς ἐναλλακτήρας ποὺ φορτίζεται συμμετρικὰ ὑπολογίζεται ἀπὸ τὸν τύπο:

$$N = 1,73 \cdot U_{\pi} \cdot I \cdot \text{συνφ}$$

ὅπου  $U_{\pi}$  εἶναι ἡ πολικὴ τάση τοῦ ἐναλλακτήρα καὶ I ἡ ἔνταση σὲ ἔνα ἀπὸ τοὺς ἀγωγοὺς τῆς γραμμῆς (εἶναι ἡ ἕδια καὶ στοὺς τρεῖς ἀγωγοὺς ἀφοῦ ἔχομε συμμετρικὴ φόρτιση). Τὸ συνφ εἶναι ὁ συντελεστὴς ισχύος τοῦ φορτίου ποὺ τροφοδοτεῖ ὁ ἐναλλακτήρας. Ὁ τύπος αὐτὸς ισχύει ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὸ ἓν ὁ ἐναλλακτήρας ἔχῃ τὰ τυλίγματά του συνδεμένα σὲ τρίγωνο ἢ σὲ ἀστέρα.

Ὁ παραπάνω τύπος δίνει τὴν ισχὺ N σὲ βάττ (W) δταν ἡ τάση εἶναι σὲ βόλτ (V) καὶ ἡ ἔνταση σὲ ἀμπέρ (A).

Ἄν θέλωμε νὰ ἔχωμε τὴν ισχὺ σὲ κιλοβάττ (kW), τότε τὸν τύπο πρέπει νὰ τὸν γράψωμε:

$$N = \frac{1,73 \cdot U_{\pi} \cdot I \cdot \text{συνφ}}{1\,000}$$

Ἄς ὑπολογίσωμε τὴν ισχὺ τὴν δύοια δίνει ἔνας τριφασικὸς ἐναλλακτήρας ποὺ τροφοδοτεῖ ἔνα συμμετρικὸ φορτίο μὲ ἔνταση  $I = 100 A$ , δταν ὁ συντελεστὴς ισχύος τοῦ φορτίου εἶναι συνφ = 0,8 καὶ ἡ πολικὴ τάση τοῦ ἐναλλακτήρα  $U_{\pi} = 380 V$ . Ἐχομε:

$$N = \frac{1,73 \cdot 380 \cdot 100 \cdot 0,8}{1\,000} \approx 52,6 \text{ kW}$$

"Οσα ἀναφέραμε στὴν παράγραφο 1·8 γιὰ τὶς ἀπώλειες καὶ τὸν βαθμὸν ἀποδόσεως στὶς γεννήτριες συνεχεῖς φεύματος ἴσχυουν καὶ γιὰ τοὺς ἐναλλακτῆρες. Ἡ μόνη διαφορὰ εἰναι δτι, γιὰ νὰ ὑπολογίσωμε τὸν βαθμὸν ἀποδόσεως ἐνὸς ἐναλλακτήρα. Θὰ χρησιμοποιήσωμε, γιὰ τὴν ἴσχὺ ποὺ μᾶς δίνει, ἐναν ἀπὸ τοὺς τύπους ποὺ ἀναφέραμε παραπάνω.

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ

**4.1 Πώς είναι κατασκευασμένοι οι μετασχηματιστές.**

#### 1. Γενικά.

"Οπως είπαμε καὶ στὸ ἐδάφιο 1 τῆς παραγράφου 3 · 1, οἱ μετασχηματιστὲς χρησιμεύουν γιὰ νὰ κατεβάζωμε ἢ νὰ ἀνυψώνωμε τὴν τάση στὰ δίκτυα ἢ στὶς ἐγκαταστάσεις γιὰ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα.

Στὴν πρώτη περίπτωση, ἔταν δηλαδὴ τὸν μετασχηματιστὴ τὸν τροφοδοτοῦμε μὲ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα ὑψηλῆς τάσεως καὶ μᾶς δίνῃ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα σὲ χαμηλότερη τάση, τὸν δνομάζομε μετασχηματιστὴ ὑποβιβασμοῦ. Στὴν ἄλλη περίπτωση, ὅπου μᾶς δίνει ἐναλλασσόμενο ρεῦμα μὲ τάση ὑψηλότερη, ἀπὸ δ, τι ἔχει τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα ποὺ τὸν τροφοδοτεῖ, τὸν δνομάζομε μετασχηματιστὴ ἀνυψώσεως.

"Ἐνας μετασχηματιστὴς ὑποβιβασμοῦ μπορεῖ νὰ ἔργασθῇ καὶ σὰν μετασχηματιστὴς ἀνυψώσεως. Ο διαχωρισμός, δηλαδὴ, αὐτὸς τῶν μετασχηματιστῶν γίνεται μὲ βάση τὴ διοικεία ποὺ τοὺς βάζομε νὰ κάνουν καὶ δχι: γιατὶ ὑπάρχει καιμικὰ βασικὴ διαφορὰ στὴν κατασκευή τους.

Οἱ μετασχηματιστὲς ποὺ χρησιμοποιοῦνται σήμερα είναι μονοφασικοὶ ἢ τριφασικοί.

Οἱ μονοφασικοὶ μετασχηματιστές, ὅπως τὸ λέει: καὶ τὸ δνομά τους, χρησιμοποιοῦνται γιὰ μονοφασικὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα. Οἱ τριφασικοὶ χρησιμοποιοῦνται: ὅταν θέλωμε ν' ἀλλάξωμε τὴν τάση σὲ ἕνα τριφασικὸ σύστημα.

"Οπως θὰ δοῦμε καὶ παρακάτω, οἱ μετασχηματιστές, ἔντιθεται ἀπὸ τὶς γεννήτριες καὶ τοὺς κινητῆρες ποὺ ἔξετάσαιμε ὅς τώ-

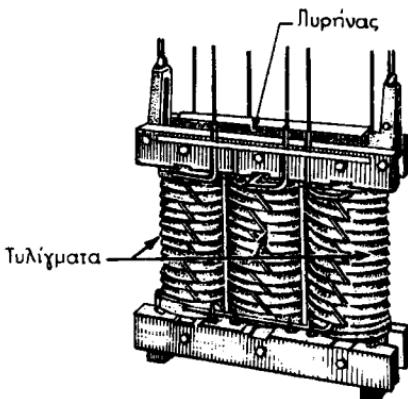
ρα, δὲν ἔχουν περιστρεφόμενα γῇ κινούμενα μέρη. Αὐτὸς εἶναι: ὁ λόγος ποὺ τοὺς ὀνομάζομε καὶ στατοὺς μετασχηματιστές.

Καταλαβαίνομε, λοιπόν, ἡμέωρις ὅτι: ἔνα τέτοιο μηχάνημα, ποὺ κάνει τὴ δουλειὰ ποὺ περιγράψιμε παραπάνω χωρὶς νὰ ἔχῃ κινούμενα μέρη, θὰ εἶναι: ἀπλὸς στήν κατασκευή του καὶ προπαντὸς στὴ χρήση του, δηλαδὴ, δὲν θὰ ἔχῃ ἀνάγκη ἀπὸ συνεχὴ παρακολούθηση καὶ συχνὴ συντήρηση.

Στὰ παρακάτω θὰ δοῦμε πῶς εἶναι: κατασκευασμένοι πρῶτα οἱ τριφασικοὶ μετασχηματιστὲς καὶ ἔπειτα οἱ μονοφασικοί. Τοὺς μονοφασικοὺς θὰ τοὺς περιγράψωμε πολὺ σύντομα.

## 2. Τριφασικοὶ μετασχηματιστές.

Τὸ σχῆμα 4·1 α δείχνει τὸ κύριο μέρος ἐνὸς τριφασικοῦ μετασχηματιστῆς, ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν πυρήνα καὶ τὰ τυλίγματα.

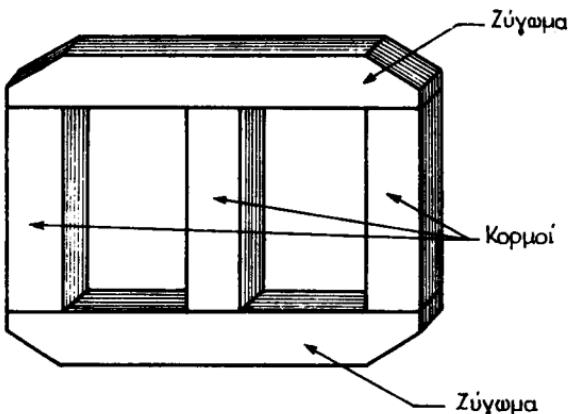


Σχ. 4·1 α. Τριφασικὸς μετασχηματιστής.

Ο πυρήνας κατασκευάζεται ἀπὸ πολλὰ μαγνητικὰ ἔλασματα, σὰν αὐτὰ ποὺ χρησιμοποιοῦνται στὰ ἐπαγγεγικὰ τύμπανα τῶν γεννητριῶν καὶ κινητήρων. Τὰ ἔλασματα αὐτὰ κόβονται πρῶτα εἰς κατάλληλα σχήματα καὶ ἔπειτα συναρμολογοῦνται, ὥπως δείγνει: τὸ σχῆμα 4·1 β, γιὰ νὰ ἀποτελέσουν τὸν πυρήνα. Τὰ κατα-

κόρυφα μέρη του πυρήνα τὰ δνομάζομε κορμούς καὶ τὰ δριζόντια μέρη ζυγώματα. Ἔτσι ὁ πυρήνας τοῦ τριφασικοῦ μετασχηματιστῆς ἔχει τρεῖς κορμούς καὶ δύο ζυγώματα.

Οἱ ἐνώσεις τῶν κορμῶν μὲ τὰ ζυγώματα γίνονται συνήθως θηλυκωτές, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 4·1 γ. Κόδομε δηλαδὴ τὰ



Σχ. 4·1 β. Πυρήνας τριφασικοῦ μετασχηματιστῆς.

ἔλασματα ἄλλα κοντήτερα καὶ ἄλλα μακρύτερα, ὥστε οἱ ἔξοχὲς τοῦ κορμοῦ νὰ ἀντιστοιχοῦν σὲ ἔσοχὲς τοῦ ζυγώματος καὶ ἀντίστροφα. Ἄλλοι κατασκευαστές πάλι κάλιουν τὶς ἐνόσεις αὐτὲς ἐπίπεδες.

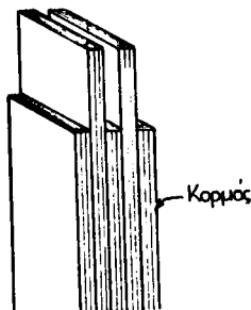
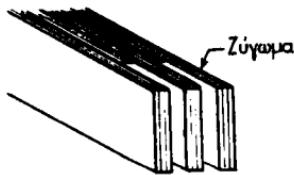
Τὰ μαγνητικὰ ἔλασματα στοὺς κορμοὺς συγκρατοῦνται μεταξύ τους μὲ ἥλους (καρφιὰ) ἢ κοχλίες ποὺ μονώνονται πρὸς τὸν πυρήνα (σχ. 4·1 δ). Στὰ ζυγώματα τὰ μαγνητικὰ ἔλασματα συγκρατοῦνται μεταξύ τους, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 4·1 ε, δηλαδὴ μὲ σιδηροδοκοὺς σχήματος □ καὶ μὲ κοχλίες.

Σὲ κάθε κορμὸ τοῦ πυρήνα τοποθετοῦνται δύο τυλιγμάτα ἀνεξάρτητα μεταξύ τους. Τὸ τύλιγμα ὑψηλῆς τάσεως (Υ.Τ.) καὶ τὸ τύλιγμα χαμηλῆς τάσεως (Χ.Τ.).

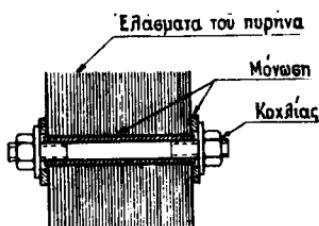
Τὸ τύλιγμα ὑψηλῆς τάσεως τὸ ἀποτελοῦν πολλὲς σπείρες

ἀπὸ λεπτὸ μονωμένο χάλκινο σύρμα, ἐνῷ τὸ τύλιγμα χαμηλῆς τάσεως τὸ ἀποτελοῦν λίγες σχετικὰ σπεῖρες ἀπὸ χονδρὸ μονωμένο σύρμα.

Τὸ σχῆμα 4·1 ε δείχνει πῶς τοποθετοῦνται τὰ τυλίγματα



Σχ. 4·1 γ.

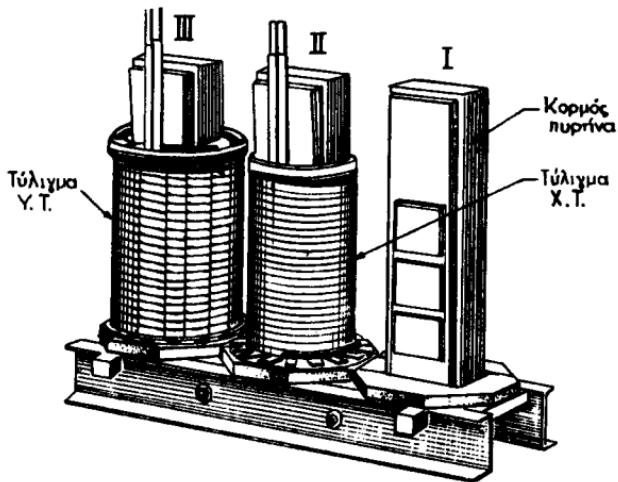


Σχ. 4·1 δ.

στοὺς κορμοὺς τοῦ πυρήνα. Στὸν κορμὸ I δὲν ἔχουν ἀκόλια τοποθετηθῆ τὰ τυλίγματα. Στὸν κορμὸ II ἔχει τοποθετηθῆ μόνο τὸ τύλιγμα χαμηλῆς τάσεως πού, ὅπως βλέπομε, σγυγιατίζει ἔνα κύλινδρο γύρω ἀπὸ τὸν κορμὸ τοῦ πυρήνα. Τέλος στὸν κορμὸ III ὑπάργουν καὶ τὰ δύο τυλίγματα. Ἐξωτερικὰ εἰναὶ τὸ τύλιγμα

ύψηλής τάσεως και έσωτερικά (δεν φαίνεται στὸ σχῆμα), τὸ τύλιγμα χαμηλής τάσεως. Τὰ δύο αὐτὰ τυλίγματα είναι ήλεκτρικά μονωμένα τόσο μεταξύ τους δυσο και πρὸς τὸν πυρήνα τοῦ μετασχηματιστῆ.

Μερικὲς φορὲς τὰ τυλίγματα χαμηλής και ύψηλής τάσεως δὲν τοποθετοῦνται τὸ ἕνα μέσα στὸ ἄλλο, δπως ἐξηγήσαμε παρα-

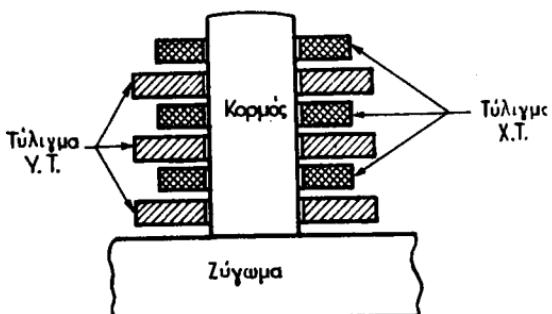


Σχ. 4·1 ε.

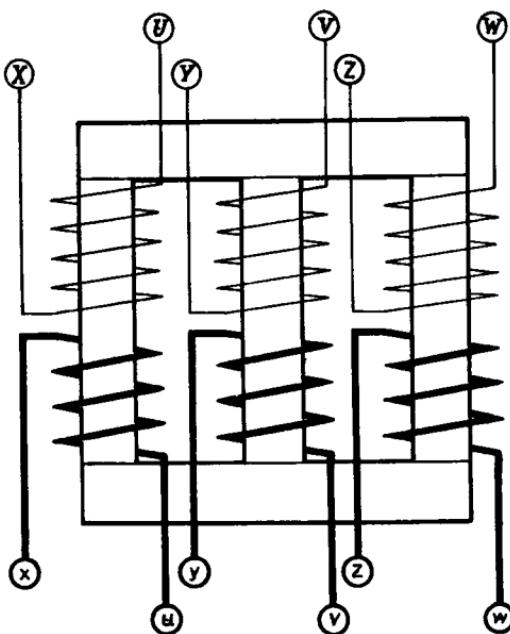
πάνω, ἀλλὰ τὸ ἕνα δίπλα στὸ ἄλλο. Τότε κάθε ἕνα ἀπὸ τὰ τυλίγματα αὐτὰ ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλὰ τμήματα διαμορφωμένα σὲ δίσκους, ποὺ τοποθετοῦνται στὸν κορμὸ τοῦ πυρήνα, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 4·1 ζ. "Ολα τὰ τμήματα τοῦ τυλίγματος χαμηλής τάσεως συνδέονται μεταξύ τους σὲ σειρά. Τὸ ἵδιο γίνεται και μὲ τὰ τμήματα τοῦ τυλίγματος ύψηλής τάσεως.

"Απὸ κάθε ἕνα ἀπὸ τὰ δύο τυλίγματα, ποὺ ὑπάρχουν στὸν κάθε κορμὸ τοῦ μετασχηματιστῆ, μένουν ἐλεύθερα τὰ δύο ἄκρα του. "Ετοι, ἔνας τριφασικὸς μετασχηματιστῆς ἔχει 6 ἄκρα ἀπὸ τὰ τυλίγματα Υ.Τ. και 6 ἄκρα ἀπὸ τὰ τυλίγματα Χ.Τ., δπως φαίνεται και στὸ σχῆμα 4·1 η. Μὲ τὰ κεφαλαῖα γράμματα U, V, W

παριστάνομε συνήθως τις τρεῖς άρχες τῶν τυλιγμάτων ύψηλης τάσεως καὶ μὲ τὰ γράμματα X, Y, Z τὰ πέρατά τους. Μὲ τὰ ἀντί-



Σχ. 4·1 ζ.

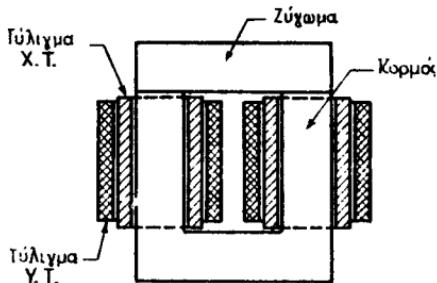


Σχ. 4·1 η. Τυλίγματα τριφασικοῦ μετασχηματιστῆ.

στοιχα μικρὰ γράμματα παριστάνομε τὰ ἄκρα τῶν τυλιγμάτων χαμηλῆς τάσεως. Στὰ ἐπόμενα θὰ δοῦμε πῶς συνδέονται μεταξύ τους τὰ ἄκρα αὐτά.

### 3. Μονοφασικοί μετασχηματιστές.

Στους μετασχηματιστές αύτούς δι πυρήνας έχει μόνο δύο κορμούς, στους δύο οὓς τοποθετοῦνται τὰ τυλίγματα, όπως στους τριφασικούς μετασχηματιστές. Έχομε, δηλαδή, σὲ κάθε κορμό ένα τύλιγμα ύψηλής τάσεως καὶ ένα τύλιγμα χαμηλής τάσεως, όπως φαίνεται στὸ σχῆμα 4.1 θ.



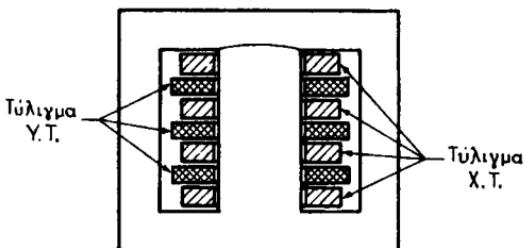
Σχ. 4.1 θ. Μονοφασικός μετασχηματιστής.

Τὰ δύο τυλίγματα χαμηλής τάσεως, ποὺ βρίσκονται στους δύο κορμούς τοῦ πυρήνα, συνδέονται μεταξύ τους σὲ σειρὰ (ἢ καμμιὰ φορὰ καὶ παράλληλα), ὡστε τελικὰ νὰ μένουν ἐλεύθερα δύο ἄκρα, ποὺ εἶναι τὰ ἄκρα ἀπὸ τὸ τύλιγμα χαμηλής τάσεως τοῦ μονοφασικοῦ μετασχηματιστῆς. Κατὰ τὸν ἕδιο τρόπο ἔχομε δύο μόνο ἄκρα ἀπὸ τὸ τύλιγμα ύψηλής τάσεως τοῦ μετασχηματιστῆς.

Στους μονοφασικούς μετασχηματιστές δι πυρήνας διαμορφώνεται καὶ ἀλλοιῶς, όπως δείχνει τὸ σχῆμα 4.1 ι. Δηλαδὴ δι πυρήνας έχει τώρα τρεῖς κορμούς· δι μεσαῖος έχει διπλάσια διατομὴ ἀπὸ τοὺς ἄλλους. Στους μετασχηματιστές αύτούς, ποὺ ὀνομάζονται μετασχηματιστές τύπου μανδύα, τὰ τυλίγματα τῆς ύψηλής καὶ τῆς χαμηλής τάσεως τοποθετοῦνται μόνο στὸν μεσαῖο κορμό, όπως φαίνεται στὸ σχῆμα. Οἱ ἄλλοι μετασχηματιστές, ποὺ ἔχομε ἐξετάσει ὡς τώρα, ὀνομάζονται μετασχηματιστές τύπου πυρήνα. Τριφασικοί μετασχηματιστές τύπου μανδύα κατασκευάζονται σπάνια.

#### 4. Ψύξη τῶν μετασχηματιστῶν.

Όπως οι γήλεκτρικὲς μηχανές, ποὺ ἔξετάσαιμε στὰ προηγούμενα κεφάλαια, ἔτοι καὶ οἱ μετασχηματιστὲς θερμαίνονται δταν βρίσκωνται σὲ λειτουργία. Αὐτὸ δφείλεται στὶς ἀπώλειες ποὺ ἐμφανίζονται καὶ στοὺς μετασχηματιστὲς σὲ μορφὴ θερμότητας. Πρέπει, λοιπόν, μὲ κάποιο μέσο νὰ ἀφαιροῦμε τὴν θερμότητα αὐ-



Σχ. 4·1·.

τή, δηλαδή, νὰ φύχωμε, δπως λέμε, τὸν μετασχηματιστή, γιατὶ διαφορετικὰ ἡ θερμοκρασία του θὰ ἀνεβῇ πολὺ καὶ θὰ διατρέξουν κίνδυνο καταστροφῆς τὰ τυλίγματά του.

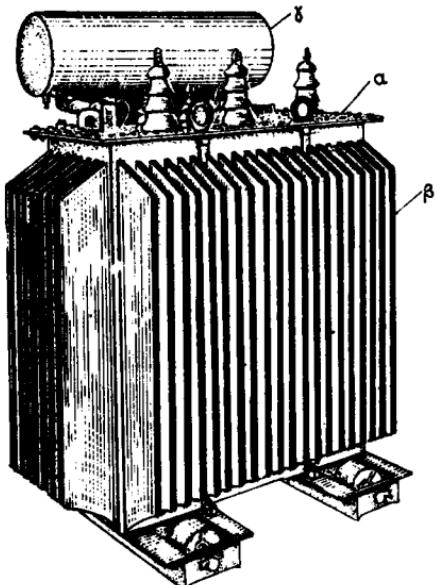
Ανάλογα μὲ τὸν τρόπο ποὺ γίνεται ἡ φύξη διακρίνομε τοὺς μετασχηματιστὲς σὲ ξηροὺς μετασχηματιστὲς καὶ σὲ μετασχηματιστὲς ἐλαίου.

Οἱ ξηροὶ μετασχηματιστὲς φύχονται μὲ τὸν ἀτμοσφαιρικὸ ἀέρα. Ή θερμότητα, στὴν περίπτωση αὐτῆ, μεταδίδεται ἀπὸ τὸν μετασχηματιστή ἀπ' εὐθείας στὸν ἀέρα ποὺ τὸν περιβάλλει. Γιὰ νὰ διευκολύνωμε τὴν μετάδοση αὐτῆ τοποθετοῦμε, δταν χρειάζεται, καὶ ἔναν ἀνεμιστήρα, ποὺ βοηθᾶ στὸ νὰ ἀνανεώνεται γρηγορώτερα δ ἀέρας γύρω ἀπὸ τὸν μετασχηματιστή. Ετοι ἡ μετάδοση τῆς θερμότητας γίνεται καλύτερα.

Οἱ μετασχηματιστὲς ἐλαίου βρίσκονται τοποθετημένοι μέσα σ' ἔνα σιδερένιο δοχεῖο, τὸ καζάνι τοῦ μετασχηματιστῆ, ποὺ εἶναι γεμάτο μὲ ἔνα εἰδικὸ δρυκτέλαιο γνωστὸ στὸ ἐμπόριο μὲ τὸ ὄνομα

λάδι μετασχηματιστῶν. Τὸ λάδι αὐτὸ παίρνει τὴ θερμότητα, ποὺ παράγεται ἀπὸ τὶς ἀπώλειες στὸν μετασχηματιστή, πολὺ καλύτερα ἀπὸ τὸν ἀέρα καὶ ταυτόχρονα καλυτερεύει καὶ συντηρεῖ τὴν μόνωση τῶν τυλιγμάτων του.

Τὸ σχῆμα 4·1 κ δείχνει ἔνα μετασχηματιστὴν ἐλαίου. "Οπως



Σχ. 4·1 κ. Τριφασικὸς μετασχηματιστὴς ἐλαίου.

παρατηροῦμε, τὸ καζάνι τοῦ μετασχηματιστῆ (α) ἔχει στὰ πλευρά του πτερύγια (β), μέσα στὰ δόποια ὑπάρχει ἐπίσης λάδι. Μὲ τὰ πτερύγια αὐτὰ διευκολύνομε τὴ θερμότητα; ποὺ πῆρε τὸ λάδι ἀπὸ τὸν μετασχηματιστή, νὰ μεταδοθῇ τελικὰ στὸν ἀτμοσφαιρικὸ ἀέρα.

Σὲ ἄλλους μετασχηματιστὲς ἔχομε σωλῆνες ἀντὶ γιὰ πτερύγια καὶ σὲ ἄλλους, δην δὲν ὑπάρχουν οὔτε πτερύγια οὔτε σωλῆνες, στέλνομε τὸ ζεστὸ λάδι μὲ ἀντλία σὲ εἰδικὰ ψυγεῖα. γιὰ νὰ τοῦ ἀφαιρέσωμε τὴν θερμότητα.

Οἱ περισσότεροι μετασχηματιστὲς ἐλαίου ἔχουν στὸ ἐπάνω

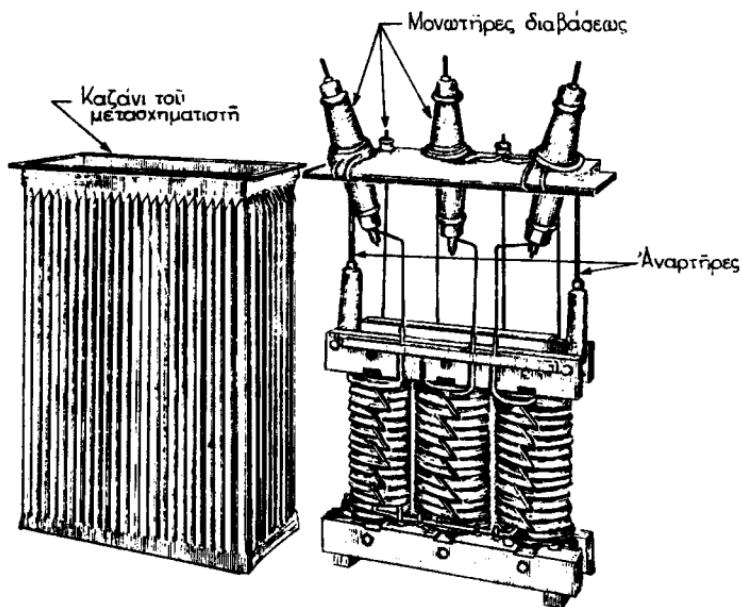
μέρος ἔνα κυλινδρικὸ δοχεῖο (τὸ γ στὸ σχῆμα 4·1κ), ποὺ συγκοινωνεῖ μὲ ἔνα σωλήνα μὲ τὸ καζάνι τοῦ μετασχηματιστῆ. Τὸ δοχεῖο αὐτό, ποὺ δνομάζεται δοχεῖο διαστολῆς, εἶναι περίπου μέχρι τὴ μέση γεμάτο μὲ λάδι. Τὸ δοχεῖο διαστολῆς στὸ ἐπάνω μέρος συγκοινωνεῖ μὲ τὸν ἀτμοσφαιρικὸ ἀέρα, ὥστε νὰ μπορῇ τὸ λάδι τοῦ μετασχηματιστῆ νὰ διαστέλλεται ἐλεύθερα, ὅταν αὐξάνῃ ἡ θερμοκρασία του.

Ο σωλήνας ποὺ συνδέει τὸ δοχεῖο διαστολῆς μὲ τὸ καζάνι τοῦ μετασχηματιστῆ εἶναι ἔτσι διαμορφωμένος στὸ ἐπάνω μέρος του, ὥστε νὰ ἀποφεύγεται ἡ κυκλοφορία ζεστοῦ λαδιοῦ ἀπὸ τὸ καζάνι πρὸς τὸ δοχεῖο. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπο τὸ λάδι μέσα στὸ δοχεῖο διαστολῆς εἶναι πάντα ψυχρό. Ἔτσι, ζεστὸ λάδι δὲν ἔρχεται σὲ ἐπαφὴ μὲ τὸν ἀτμοσφαιρικὸ ἀέρα, πρᾶγμα ποὺ ἔχει σὰν ἐπακόλουθο νὰ διατηρηται τὸ λάδι σὲ καλὴ κατάσταση γιὰ μεγάλα χρονικὰ διαστήματα.

Τὸ δοχεῖο διαστολῆς μᾶς ἔξασφαλίζει ἐπίσης τὸ δτι: ὁ μετασχηματιστῆς εἶναι πάντοτε γεμάτος μὲ λάδι ὡς τὸ ἐπάνω κάλυμμα τοῦ καζανιοῦ του. Ἔτσι, δὲν σχηματίζονται στὸ κάλυμμα αὐτὸς φυσαλίδες ἀπὸ ἀέρια ἐλαίου καὶ λέρα. Οἱ φυσαλίδες αὐτές, δταν σχηματίζωνται, εἶναι δυνατὸν νὰ προκαλέσουν ἔκρηξη δταν δημιουργηθῆ κάποιος σπινθήρας.

Μέσα στὸ καζάνι ὁ μετασχηματιστῆς βρίσκεται συνήθως κρεμασμένος ἀπὸ τὸ ἐπάνω κάλυμμα τοῦ καζανιοῦ μὲ δύο σιδερένιες ράβδους (ἀναρτῆρες), δπως φαίνεται στὸ δεξιὸ μέρος τοῦ σχήματος 4·1λ. Ἔτσι, δταν θέλωμε νὰ βγάλωμε τὸν μετασχηματιστῆ ἀπὸ τὸ καζάνι, δὲν ἔχομε παρὰ νὰ σηκώσωμε τὸ ἐπάνω κάλυμμα ποὺ συγκρατεῖ καὶ τὸν μετασχηματιστή.

Στὸ κάλυμμα αὐτό, δπως φαίνεται καὶ στὸ σχῆμα 4·1λ, εἶναι στερεωμένοι καὶ οἱ μονωτῆρες διαβάσεως. Στοὺς ἀκροδέκτες, ποὺ εἶναι στὸ κάτω μέρος τῶν μονωτήρων αὐτῶν, συνδέονται τὰ ἄκρα τῶν τυλιγμάτων τοῦ μετασχηματιστῆ. Στοὺς ἐπάνω ἀκροδέκτες τῶν μονωτήρων γίνεται ἡ σύνδεση τοῦ μετασχηματιστῆ μὲ τὸ δίκτυο ποὺ τὸν τροφοδοτεῖ καὶ μὲ τὸ δίκτυο ποὺ αὐτὸς τροφοδοτεῖ μὲ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα διαφορετικῆς τάσεως.



Σχ. 4·1λ.

## 4·2 Η άρχη τῆς λειτουργίας τῶν μετασχηματιστῶν.

### 1. Ἡ λειτουργερτικὴ δύναμη στὸ δευτερεῦον.

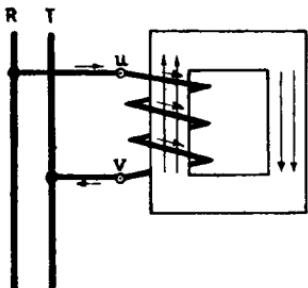
Γιὰ νὰ καταλάβωμε πῶς λειτουργοῦν οἱ μετασχηματιστές, θὰ ἔξετάσωμε τί συμβαίνει σὲ ἕνα μονοφασικὸ μετασχηματιστὴ κάπως ἀπλοποιημένο.

"Ἄσ υποθέσωμε, λοιπόν, δτι ἔχομε ἕνα μονοφασικὸ μετασχηματιστὴ μὲ ἕνα μόνο τύλιγμα στὸν ἕνα κορμὸ τοῦ πυρήνα καὶ κανένα τύλιγμα στὸν ἄλλο, ὅπως δηλαδὴ τὸν δείχνει τὸ σχῆμα 4·2 α.

"Ἄν τὸ τύλιγμα αὐτὸν (τὸ u-v στὸ σχῆμα) τὸ τροφοδοτύσωμε μὲ συνεχὲς ρεῦμα ποὺ νὰ ἔχῃ φορὰ ὅμοια μὲ ἐκείνη ποὺ δείχνουν τὰ βέλη ἐπάνω στὸ τύλιγμα, τότε, ὅπως ξέρομε ἀπὸ τὴν Ἡλεκτροτεχνία, θὰ δημιουργηθῇ ἕνα μαγνητικὸ πεδίο μέσα στὸν πυρήνα τοῦ μετασχηματιστῆ. Οἱ μαγνητικὲς γραμμὲς τοῦ πεδίου αὐτοῦ ἀκολουθοῦν τὸ κλειστὸ μαγνητικὸ κύκλωμα ποὺ σχηματίζει ὁ πυρήνας καὶ ἡ διεύθυνσή τους, σύμφωνα μὲ τὸν κανόνα τοῦ δεξιό-

στροφου κοχλία, είναι αύτή ποὺ δείχνουν τὰ βέλη ποὺ είναι σημειωμένα ἐπάνω στὸν πυρήνα.

"Ἄξ ύποθέσωμε τώρα ὅτι τὸ ρεῦμα ποὺ τροφοδοτεῖ τὸ τύλιγμα u-v δὲν είναι συνεχές, ἀλλὰ ἐναλλασσόμενο. Τότε στὴ μισὴ περίοδο τὸ ρεῦμα μέσα στὸ τύλιγμα θὰ διευθύνεται δπως είναι σημειωμένο στὸ σχῆμα 4·2 α καὶ, συνεπῶς, στὸν πυρήνα θὰ δημιουργῆται πάλι μαγνητικὸ πεδίο μὲ διεύθυνση αύτὴ ποὺ δείχνουν τὰ βέλη ἐπάνω σ' αὐτόν. Στὴν ἄλλη μισὴ περίοδο τὸ ρεῦμα μέσα στὸ τύλιγμα θὰ διευθύνεται ἀντίθετα. "Άρα, σύμφωνα πάντοτε μὲ τὸν



Σχ. 4·2 α.

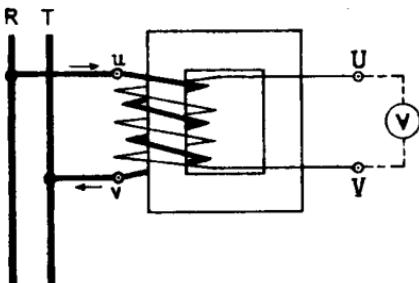
κανόνα τοῦ δεξιόστροφου κοχλία, καὶ οἱ μαγνητικὲς γραμμὲς μέσα στὸν πυρήνα θὰ ᾔχουν διεύθυνση ἀντίθετη, ἀπὸ αὐτὴν ποὺ δείχνουν τὰ βέλη στὸ σχῆμα 4·2 α.

Βλέπομε λοιπὸν ὅτι, ὅταν τὸ τύλιγμα τοῦ μετασχηματιστὴν τροφοδοτῆται μὲ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα, δημιουργεῖται μέσα στὸν πυρήνα τοῦ μετασχηματιστῆς ἕνα μαγνητικὸ πεδίο ποὺ είναι καὶ αὐτὸ ἐναλλασσόμενο. Φανερὸ είναι ὅτι ἡ συγνότητα, δηλαδὴ ὁ ἀριθμὸς τῶν περιόδων στὸ δευτερόλεπτο, τοῦ ἐναλλασσομένου μαγνητικοῦ πεδίου είναι: ἡ ἴδια μὲ τὴ συγνότητα τοῦ ρεύματος ποὺ τὸ δημιουργεῖ.

Τὸ τύλιγμα τοῦ μετασχηματιστῆς, τὸ δποῖο συνδέομε μὲ τὴν πηγὴν ποὺ τὸν τροφοδοτεῖ, π.χ. μὲ τοὺς ζυγοὺς R καὶ T στὸ σχῆμα 4·2 α, τὸ δνομάζομε πρωτεῦον τύλιγμα, ἀδιάφορο ἂν είναι τὸ

τύλιγμα ὅφηλῆς ή χαμηλῆς τάσεως. Τὸ ἄλλο τύλιγμα, ποὺ ὑπάρχει στὸν ἵδιο κορμὸ τοῦ μετασχηματιστῆ, τὸ δόνομάζομε δευτερεῦον τύλιγμα. Ὁπως θὰ δοῦμε ἀμέσως παρακάτω, ἀπὸ τὸ δευτερεῦον τύλιγμα παίρνομε ἐναλλασσόμενο ρεῦμα μὲ διαφορετικὴ τάση ἀπὸ αὐτὴ ποὺ τροφοδοτεῖ τὸ πρωτεῦον τύλιγμα.

Ἄς ὑποθέσωμε, λοιπόν, δτὶ στὸν μετασχηματιστὴ ποὺ ἔξετάζομε ὑπάρχει καὶ τὸ δευτερεῦον τύλιγμα στὸν ἵδιο κορμὸ τοῦ πυρήνα, δπως τὸ δείχνει τὸ σχῆμα 4.2 β, δπου τὸ πρωτεῦον τύ-



Σχ. 4.2 β.

λιγμα εἰναι τὸ  $u - v$  καὶ τὸ δευτερεῦον τὸ  $U - V$ . Στὸ δευτερεῦον τύλιγμα δὲν ὑπάρχει συνδεμένο φορτίο. Τὸ πρωτεῦον τύλιγμα τροφοδοτεῖται, δπως εἴπαμε, μὲ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα ἀπὸ τοὺς ζυγοὺς  $R - T$  καὶ δημιουργεῖ ἓνα ἐναλλασσόμενο, δηλαδή, μεταβαλλόμενο μαγνητικὸ πεδίο μέσα στὸν πυρήνα. Τὸ ἐναλλασσόμενο αὐτὸ μαγνητικὸ πεδίο περνᾶ καὶ μέσα ἀπὸ τὸ δευτερεῦον τύλιγμα. Ἀρα, δπως ξέρομε ἀπὸ τὴν Ἡλεκτροτεχνία, θὰ ἀναπτυχθῇ σὲ κάθε σπεῖρα στὸ δευτερεῦον τύλιγμα μιὰ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη ἀπὸ ἐπαγωγῆ. Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ αὐτὴ δύναμη εἰναι ἐπίσης ἐναλλασσομένη καὶ μάλιστα μὲ τὴν ἵδια συχνότητα ποὺ ἔχει τὸ μαγνητικὸ πεδίο καὶ τὸ ρεῦμα ποὺ τροφοδοτεῖ τὸ πρωτεῦον τύλιγμα.

Ἐπειδὴ οἱ σπεῖρες στὸ δευτερεῦον τύλιγμα εἰναι συνδεμένες σὲ σειρά, οἱ ἡλεκτρεγερτικὲς δύνάμεις ποὺ ἀναπτύσσονται μέσα σ'

αύτες ἀθροίζονται. "Αρα, ὅταν συνδέσωμε ἐνα βολτόμετρο γιὰ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα στὰ ἄκρα U καὶ V (σχ. 4·2β), θὰ μᾶς δεῖξῃ μιὰ τάση ποὺ εἶναι ἵση μὲ τὸ ἀθροίσμα δλων αὐτῶν τῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων. Εἶναι φανερὸ δτι ἡ τάση αὐτὴ θὰ εἶναι τόσο πιὸ μεγάλη δσο πιὸ πολλὲς σπεῖρες ἔχει τὸ δευτερεῦον τύλιγμα.

## 2. Σχέση μεταφορᾶς τοῦ μετασχηματιστῆς.

"Ας δοῦμε τώρα πόση εἶναι αὐτὴ ἡ ἐναλλασσομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη, δηλαδὴ ἡ τάση ποὺ δείχνει τὸ βολτόμετρο.

Χωρὶς νὰ τὸ ἀποδείξωμε ἀναφέρομε μόνο δτι: Γιὰ νὰ βροῦμε τὴν ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη E<sub>2</sub>, ποὺ ἀναπτύσσεται στὸ δευτερεῦον τύλιγμα, πρέπει νὰ πολλαπλασιάσωμε τὴν τάση U<sub>1</sub>, ποὺ ἐφαρμόζεται στὸ πρωτεῦον τύλιγμα, μὲ ἐνα κλάσμα, ποὺ ἔχει ἀριθμητὴ τὸν ἀριθμὸ τῶν σπειρῶν n<sub>2</sub> ποὺ ὑπάρχουν στὸ δευτερεῦον τύλιγμα καὶ παρανομαστὴ τὸν ἀριθμὸ τῶν σπειρῶν n<sub>1</sub> ποὺ ὑπάρχουν στὸ πρωτεῦον τύλιγμα. Εἶναι δηλαδή:

$$E_2 = U_1 \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

Καὶ ἀπὸ τὸν τύπο αὐτὸν βλέπομε, δτι δσο μεγαλύτερος εἶναι δ ἀριθμὸς τῶν σπειρῶν n<sub>2</sub> τόσο μεγαλύτερη εἶναι καὶ ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη στὸ δευτερεῦον τύλιγμα.

"Αν π.χ. ἐνας μετασχηματιστὴς ἔχη στὸ πρωτεῦον τύλιγμα 100 σπεῖρες ( $n_1 = 100$ ) καὶ στὸ δευτερεῦον 10 000 σπεῖρες ( $n_2 = 10\,000$ ), τότε ἡ τάση ποὺ θὰ πάρωμε στὸ δευτερεῦον τύλιγμα, δταν τὸ πρωτεῦον τροφοδοτηθῇ μὲ τάση U<sub>1</sub> = 200 V, εἶναι:

$$E_2 = 200 \cdot \frac{10\,000}{100} = 20\,000 \text{ V}$$

Δηλαδή, στὸν μετασχηματιστὴν αὐτὸν τὸ πρωτεῦον εἶναι τὸ τύλιγμα χαμηλῆς τάσεως καὶ τὸ δευτερεῦον τὸ τύλιγμα ὑψηλῆς τάσεως.

"Αν ἐνας ἄλλος μετασχηματιστὴς ἔχη στὸ πρωτεῦον τύλιγμα

5 000 σπεῖρες ( $n_1 = 5\,000$ ) καὶ στὸ δευτερεῦον 500 σπεῖρες ( $n_2 = 500$ ) καὶ τὸν τροφοδοτήσωμε μὲ τάση  $U_1 = 200\text{ V}$ , τότε θὰ μᾶς δώσῃ στὸ δευτερεῦον τύλιγμα τάση:

$$E_2 = 200 \cdot \frac{500}{5\,000} = 20\text{ V}$$

Στὸν μετασχηματιστὴν αὐτὸν τὸ πρωτεῦον εἶναι τὸ τύλιγμα ὑψηλῆς τάσεως καὶ τὸ δευτερεῦον τὸ τύλιγμα χαμηλῆς τάσεως.

Βλέπομε, λοιπὸν ὅτι ἡ τάση ποὺ θὰ μᾶς δώσῃ ἔνας μετασχηματιστὴς ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τάση μὲ τὴν δύναμιν θὰ τὸν τροφοδοτήσωμε, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴν σχέση τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σπειρῶν ποὺ ὑπάρχουν στὰ δύο τυλίγματα.

\*Ονομάζομε σχέση μεταφορᾶς τοῦ μετασχηματιστῆς τὸ κλᾶσμα:

$$\frac{n_1}{n_2}$$

Δηλαδή, τὸν ἀριθμὸ σπειρῶν τοῦ πρωτεύοντος, διηγημένο μὲ τὸν ἀριθμὸ σπειρῶν τοῦ δευτερεύοντος τυλίγριατος.

### 3. Φόρτιση τοῦ μετασχηματιστῆς.

Στὸν μετασχηματιστὴν ποὺ ἐξετάσαμε ὧς τόρα, παραδεχθήκαμε ὅτι δὲν ὑπάρχει συνδεμένο φορτίο στὸ δευτερεῦον τύλιγμα. Δηλαδή, ὅτι ἐργάζεται ἐν κενῷ. Τὸ ρεῦμα, ποὺ ἀπορροφᾶ τὸ πρωτεῦον τύλιγμα ἀπὸ τὸ δίκτυο ποὺ τὸ τροφοδοτεῖ, εἶναι τότε πολὺ μικρὸ συγκρινόμενο μὲ τὸ ρεῦμα ποὺ ἀπορροφᾶ ὁ μετασχηματιστὴς στὴν κανονική του λειτουργία (εἶναι τὸ  $1/10$  ἕως  $1/20$  τοῦ κανονικοῦ ρεύματος).

\*Αν συνδέσωμε ἔνα φορτίο στὸ δευτερεῦον τύλιγμα τοῦ μετασχηματιστῆς, τότε μέσα ἀπὸ αὐτὸν καὶ ἀπὸ τὸ δευτερεῦον τύλιγμα θὰ περάσῃ μία ἔνταση ἐναλλασσομένου ρεύματος  $I_2$ . \*Αν τόρα μετρήσωμε τὴν τάση  $U_2$  ποὺ ὑπάρχει μεταξὺ τῶν ἄκρων  $U$  καὶ  $V$  στὸ δευτερεῦον τύλιγμα, θὰ δοῦμε ὅτι αὐτὴ εἶναι λίγο μικρότερη, ἀπὸ τὴν ἡλεκτρεγρετικὴ δύναμη  $E_2$ , ποὺ εἶχαμε μετρήσει ὅταν ὁ μετασχηματιστὴς ήταν κανονικός.

τασχηματιστής έργαζόταν ἐν κενῷ, παρ' ὅλο ποὺ ἡ τάση ποὺ τροφοδοτεῖ τὸ πρωτεύον τύλιγμα δὲν ἀλλαξε. Αὐτὸ διφείλεται στὴν πτώση τάσεως μέσα στὰ τυλίγματα τοῦ μετασχηματιστῆ.

Γιάρχουν περιπτώσεις ποὺ ἡ τάση ὑπὸ φορτίο στὸ δευτερεῦον τοῦ μετασχηματιστῆ είναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν τάση ποὺ ὑπάρχει στὴν ἐν κενῷ λειτουργίᾳ. Αὐτὸ γίνεται συνήθως δταν τὸ φορτίο στὸ δευτερεῦον τοῦ μετασχηματιστῆ είναι δπως λέμε πολὺ χωρητικό, δηλαδὴ δταν δ μετασχηματιστής τροφοδοτῇ πυκνωτές ἢ ἀλλούς καταναλιωτές ποὺ ἔχουν μεγάλη χωρητικότητα.

Ἡ ἔνταση  $I_1$ , ποὺ ἀπορροφᾶ δ μετασχηματιστῆς ἀπὸ τὸ δίκτυο ποὺ τὸν τροφοδοτεῖ, είναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἔνταση ποὺ ἀπορροφᾶ δταν ἔργαζεται ἐν κενῷ. Μάλιστα είναι τόσο μεγαλύτερη δσο μεγαλύτερη είναι ἡ ἔνταση  $I_2$  στὸ δευτερεῦον. Ἀποδεικνύεται δτι ἡ ἔνταση  $I_1$  είναι περίπου ἵση μὲ τὴν  $I_2$  πολλαπλασιασμένη μὲ τὸ κλάσμα  $\frac{n_2}{n_1}$ . Δηλαδὴ είναι:

$$I_1 = I_2 \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

Ἄν στὸ πρῶτο ἀπὸ τὰ παραδείγματα, ποὺ ἔξετάσαμε στὸ προηγούμενο ἐδάφιο, δ μετασχηματιστῆς φορτίσθη στὸ δευτερεῦον μὲ ἔνταση  $I_2 = 1$  A, τότε τὸ πρωτεύον τύλιγμα θὰ ἀπορροφήσῃ ἀπὸ τὸ δίκτυο ἔνταση:

$$I_1 = 1 \cdot \frac{10\,000}{100} = 100 \text{ A}$$

Βλέπομε, δηλαδὴ, δτι ἡ μὲν τάση στὸ δευτερεῦον γίνεται 100 φορὲς μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν τάση στὸ πρωτεύον, ἡ δὲ ἔνταση στὸ δευτερεῦον είναι 100 φορὲς μικρότερη ἀπὸ τὴν ἔνταση στὸ πρωτεύον. Αὐτὸς είναι δ λόγος ποὺ τὰ τυλίγματα χαμηλῆς τάσεως κατασκευάζονται μὲ σύρμα πιὸ μεγάλης διατομῆς ἀπὸ τὰ τυλίγματα ὑψηλῆς τάσεως.

Ἀνάλογα μποροῦμε νὰ παρατηρήσωμε καὶ στὸ δεύτερο παράδειγμα ποὺ ἔξετάσαμε στὸ προηγούμενο ἐδάφιο. Ἄν ἦπισθέσωμε

δτι τὸ δευτερεῦον τοῦ μετασχηματιστῆς φορτίζεται μὲ ἔνταση  $I_2 = 100 \text{ A}$ , τότε τὸ πρωτεῦον θὰ ἀπορροφήσῃ ἔνταση:

$$I_1 = 100 \cdot \frac{500}{5\,000} = 10 \text{ A}$$

Δηλαδή, ἐδῶ ἡ τάση στὸ δευτερεῦον (ποὺ εἶναι τώρα τὸ τύλιγμα χαμηλῆς τάσεως) εἶναι 10 φορὲς μικρότερη ἀπὸ τὴν τάση στὸ πρωτεῦον καὶ ἡ ἔνταση 10 φορὲς μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἔνταση στὸ πρωτεῦον (ποὺ εἶναι τὸ τύλιγμα ὑψηλῆς τάσεως).

Ἄπὸ τὰ παραπάνω συμπεραίνομε δτι οἱ ἔντάσεις στὸ πρωτεῦον καὶ δευτερεῦον τύλιγμα εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογες πρὸς τὶς ἀντίστοιχες τάσεις:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1}$$

Δηλαδή, ὅσες φορὲς εἶναι μεγαλύτερη (ἢ μικρότερη) ἡ τάση στὸ δευτερεῦον ἀπὸ τὴν τάση στὸ πρωτεῦον, τόσες φορὲς εἶναι μικρότερη (ἢ μεγαλύτερη) ἡ ἔνταση στὸ δευτερεῦον ἀπὸ τὴν ἔνταση στὸ πρωτεῦον τύλιγμα.

"Οσα εἴπαμε προηγουμένως γιὰ τοὺς μονοφασικοὺς μετασχηματιστὲς ἴσχυουν καὶ δταν ὑπάρχουν τυλίγματα καὶ στοὺς δύο κορμοὺς τοῦ πυρήνα. Τότε τὸ π, εἶναι γιὰ τὸ πρωτεῦον τύλιγμα τὸ ἀθροισμα τῶν σπειρῶν, ποὺ ὑπάρχουν καὶ στοὺς δύο κορμοὺς τοῦ πυρήνα καὶ ποὺ συνδέονται σὲ σειρά. "Ομοια τὸ π, εἶναι γιὰ τὸ δευτερεῦον τύλιγμα τὸ ἀθροισμα τῶν σπειρῶν ποὺ ὑπάρχουν καὶ στοὺς δύο κορμούς τοῦ πυρήνα.

Στοὺς τριφασικοὺς μετασχηματιστὲς ἐφαρμόζονται ἐπίσης δσα εἴπαμε στὰ προηγούμενα. Οἱ σχέσεις ποὺ γράψαμε γιὰ τὶς τάσεις καὶ τὶς ἔντάσεις ἴσχυουν τότε γιὰ τὰ τυλίγματα κάθε μιᾶς φάσεως χωριστά, δηλαδή, γιὰ τὰ δύο τυλίγματα (Υ.Τ. καὶ Χ.Τ.) ποὺ ὑπάρχουν σὲ κάθε ἓνα ἀπὸ τοὺς τρεῖς κορμούς τοῦ πυρήνα.

#### 4.3 Συνδεσμολογία τυλιγμάτων σὲ τριφασικοὺς μετασχηματιστές.

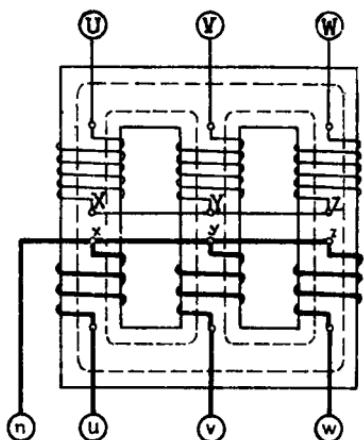
“Οπως ἔξηγήσαμε στὴν παράγραφο 4.1 (ἔδαφο 2), σὲ κάθε κοριμὸ τοῦ πυρήνα ἐνὸς τριφασικοῦ μετασχηματιστῆς ὑπάρχουν δύο τυλίγματα, τὸ τύλιγμα ὑψηλῆς τάσεως καὶ τὸ τύλιγμα χαμηλῆς τάσεως, ποὺ εἶναι ἡλεκτρικὰ μονωμένα μεταξύ τους. Στὸ σχῆμα 4.1 η φαίνονται σχηματικὰ σχεδιασμένα τὰ τρία τυλίγματα ὑψηλῆς τάσεως (μὲ λεπτὴ γραμμὴ) καὶ τὰ τρία τυλίγματα χαμηλῆς τάσεως (μὲ χονδρὴ γραμμὴ). Τὸ κάθε ἔνα ἀπὸ τὰ τυλίγματα αὐτὰ καταλαμβάνει ὅλο τὸν ἀντίστοιχο κοριμὸ τοῦ πυρήνα, σχεδιάσθηκαν ὅμως τὰν νὰ καταλαμβάνουν τὸ μισὸ κοριμὸ γιὰ νὰ εἶναι πιὸ εὔκολη ἢ διάκρισή τους.

Τὰ τρία τυλίγματα τῆς ὑψηλῆς τάσεως ἦ, ὅπως ἀλλοιώς τὰ λέμε, οἱ τρεῖς φάσεις τῆς ὑψηλῆς τάσεως στὸ σχῆμα 4.1η παριστάνονται σὰν νὰ εἶναι ἀνεξάρτητες μεταξύ τους. Τὸ ἕδιο συμβαίνει καὶ μὲ τὶς τρεῖς φάσεις τῆς χαμηλῆς τάσεως. Στὴν πραγματικότητα τὰ τυλίγματα αὐτὰ συνδέονται μεταξύ τους κατὰ ἔνα ἀπὸ τοὺς δύο τρόπους μὲ τοὺς ὅποιους, ὅπως εἴδαμε, συνδέονται τὰ τυλίγματα τῶν τριῶν φάσεων στοὺς τριφασικοὺς ἐναλλακτῆρες (παράγραφος 3.4, ἔδαφο 5). Δηλαδὴ, ἔχομε καὶ ἔδοι σύνδεση σὲ ἀστέρα (Υ) καὶ σύνδεση σὲ τρίγωνο (Δ ἢ ∆).

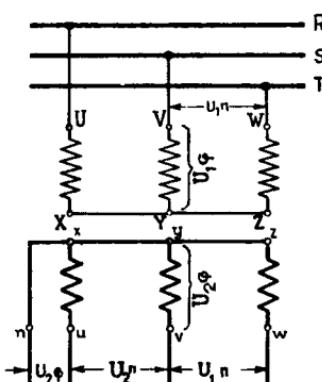
Οἱ τρεῖς φάσεις τοῦ τυλίγματος ὑψηλῆς τάσεως μπορεῖ νὰ εἶναι συνδεσμολογημένες σὲ ἀστέρα ἢ σὲ τρίγωνο ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὸ πῶς εἶναι συνδεσμολογημένες οἱ τρεῖς φάσεις τοῦ τυλίγματος χαμηλῆς τάσεως. Ἐτοι μποροῦμε νὰ ἔχωμε μετασχηματιστὲς ποὺ εἶναι συνδεσμολογημένοι σὲ τρίγωνο - τρίγωνο, δηλαδὴ σὲ τρίγωνο ἢ ὑψηλὴ καὶ σὲ τρίγωνο ἢ χαμηλὴ τάση, ἢ σὲ τρίγωνο - ἀστέρα κ.ο.κ.

Τὸ σχῆμα 4.3 α δείχνει τὰ τυλίγματα ἐνὸς τριφασικοῦ μετασχηματιστῆς σὲ συνδεσμολογία ἀστέρα-ἀστέρα, τὸ δὲ σχῆμα 4.3β τὴν ἕδια συνδεσμολογία ὅπως τὴν παριστάνομε συνήθως ἀπλο-

ποιημένα. Στή συνδεσμολογία αύτή τὰ τρία άκρα X, Y, Z τοῦ τυλίγματος ύψηλῆς τάσεως συνδέονται μεταξύ τους, τὰ δὲ ἄλλα τρία άκρα U, V, W ποὺ μένουν ἐλεύθερα συνδέονται στοὺς μονωτῆρες διαβάσεως ύψηλῆς τάσεως τοῦ μετασχηματιστῆ (βλ. παράγραφο 4·1, ἑδάφιο 4). Τὸ ἕδιο γίνεται καὶ μὲ τὴν χαμηλὴ τάση. Τὰ τρία άκρα x, y, z ποὺ συγδέονται μεταξύ τους ἀποτελοῦν τὸν οὐδέτερο κόμβο (n). "Οταν ὁ μετασχηματιστής πρόκειται νὰ



Σχ. 4·3 α.



Σχ. 4·3 β.

τροφοδοτήσῃ ἀπὸ τὸ τύλιγμα χαμηλῆς τάσεως τριφασικὸ δίκτυο τεισάρων ἀγωγῶν, τότε ὁ οὐδέτερος ἀγωγὸς τοῦ δικτύου συνδέεται μὲ τὸν οὐδέτερο κόμβο τοῦ μετασχηματιστῆ καὶ οἱ ἀγωγοὶ φάσεως τοῦ δικτύου στὰ τρία άκρα u, v, w. "Ολες αὐτὲς οἱ συνδέσεις γίνονται στοὺς μονωτῆρες διαβάσεως χαμηλῆς τάσεως ποὺ ὑπάρχουν ἐπάνω στὸ μετασχηματιστή.

"Οσα εἴπαμε στοὺς ἐναλλακτῆρες γιὰ τὶς φασικὲς καὶ πολικὲς τάσεις στὴ σύνδεση σὲ ἀστέρα καὶ στὴ σύνδεση σὲ τρίγωνο ἰσχύουν καὶ γιὰ τοὺς μετασχηματιστές. Π.χ. ἐὰν ὁ μετασχηματιστής τοῦ σχήματος 4·3 β τροφοδοτήται ἀπὸ τὴν Γ. Τ. (πρωτεῦον) μὲ τάση δικτύου  $U_1 \pi = 15\,000$  V, τότε ἡ τάση ποὺ ἔφαρμόζεται στὸ

τύλιγμα κάθε φάσεως, δηλαδή ή φασική τάση  $U_{1\varphi}$  στήν ύψηλή τάση, θά είναι:

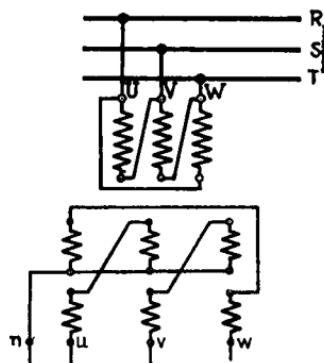
$$U_{1\varphi} = \frac{U_{1\pi}}{1,73} = \frac{15\,000}{1,73} = 8\,670 \text{ V.}$$

Εάν υποθέσωμε ότι η σχέση μεταφορᾶς  $\left( \frac{n_1}{n_2} \right)$  του μετασχηματιστή είναι τέτοια, ώστε νὰ δίνῃ στὸ δευτερεύον φασική τάση  $U_{2\varphi} = 220 \text{ V}$ , τότε ή πολική τάση στὸ δευτερεύον θὰ είναι:

$$U_{1\pi} = 1,73 \cdot U_{2\varphi} = 1,73 \cdot 220 = 380 \text{ V.}$$

Δηλαδή, δ μετασχηματιστής αὐτὸς μπορεῖ νὰ ἐργασθῇ τροφοδοτούμενος ἀπὸ ἕνα τριφασικὸ δίκτυο ύψηλῆς τάσεως 15 000 V καὶ νὰ τροφοδοτῇ ἕνα τριφασικὸ δίκτυο μὲ τέσσερις ἀγωγοὺς μὲ τάση 220/380 V.

Έκτὸς ἀπὸ τὶς δύο συνδεσμολογίες ποὺ ἀναφέραμε, δηλαδὴ σὲ τρίγωνο καὶ σὲ ἀστέρα, στὰ τυλίγματα χαμηλῆς τάσεως τῶν μετασχηματιστῶν γίνεται καὶ μιὰ ἄλλη συνδεσμολογία. Τὴν δυνάζομε ζήγκ - ζάγκ καὶ τὴν σημειώνομε μὲ τὸ γράμμα Z. Στὴ συ-



Σχ. 4·3 γ. Συνδεσμολογία τρίγωνο - ζήγκ - ζάγκ.

δεσμολογία αὐτὴ τὸ τύλιγμα χαμηλῆς τάσεως κάθε κορμοῦ του πυρήνα είναι χωρισμένο σὲ δύο μέρη. Τὸ κάθε ἔνα ἀπὸ τὰ μέρη αὐτὰ συνδέεται σὲ σειρὰ μὲ ἔνα μέρος ἀπὸ τὸ τύλιγμα χα-

μηλής τάσεως ένδος άλλου κορμού, δπως φαίνεται στὸ σχῆμα 4·3 γ, ποὺ παριστάνει ἔνα μετασχηματιστὴ σὲ συνδεσμολογία τρίγωνο στὴν Γ.Τ. καὶ ζιγκ-ζάγκ στὴ Χ.Τ. Ἡ συνδεσμολογία ζιγκ-ζάγκ χρησιμοποιεῖται: δταν ἔχωμε μεγάλη ἀνομοιομορφία φορτίου στὶς τρεῖς φάσεις τῆς χαμηλῆς τάσεως τοῦ μετασχηματιστῆ.

### Π Ι Ν Α Κ Α Σ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΩΝ ΤΡΙΦΑΣΙΚΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ		ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ	
ΔΙΕΘΝΗΣ	ΓΕΡΜΑΝΙΚΟΣ	ΤΥΛΙΓΜΑ Γ.Τ.	ΤΥΛΙΓΜΑ Χ.Τ.
0	Dd0	A	A1
	Yy0		A2
	Dz0		A3
5	Dy5	C	C1
	Yd5		C2
	Yz5		C3
6	Dd6	B	B1
	Yy6		B2
	Dz6		B3
11	Dy11	D	D1
	Yd11		D2
	Yz11		D3

\* Απὸ δσα εἴπαμε στὰ προηγούμενα καταλαβαίνει κανεὶς δτι ὑπάρχουν πολλοὶ συγδυασμοὶ στὶς συνδεσμολογίες τῶν τυλιγμάτων στοὺς

τριφασικούς μετασχηματιστές. Ο παραπάνω Πίνακας δίνει όλες τις δυνατές συνδεσμολογίες τριφασικών μετασχηματιστών.

Ο συμβολισμός που άναφέρει διάγραμμα στήν πινακίδα του καταχειρευτή που είναι τοποθετημένη στὸν μετασχηματιστή. Ο διεθνής μάλιστα συμβολισμός μᾶς δίνει και τὸ εἶδος τῆς συνδεσμολογίας τῶν τυλιγμάτων, δταν ἔχωμε ὑπ' ὅψη μας, δτι τὸ Δ σημαίνει συνδεσμολογία σὲ τρίγωνο γιὰ τὸ τύλιγμα Γ.Τ, τὸ d συνδεσμολογία σὲ τρίγωνο γιὰ τὸ τύλιγμα X.T x.o.x. Π.χ. τὸ DzO σημαίνει συνδεσμολογία σὲ τρίγωνο γιὰ τὸ τύλιγμα Y.T καὶ σὲ ζίγκ-ζάγκ γιὰ τὸ τύλιγμα X.T.

Οι μετασχηματιστές στὸν παραπάνω Πίνακα ἔχουν διαιρεθῆ σὲ τέσσερις κατηγορίες. Ή κάθε κατηγορία ἔχει ἕναν ἀριθμὸ (0, 5, 6, 11) στὸ διεθνή συμβολισμὸ ή ἕνα κεφαλαῖο γράμμα (A, B, C, D) στὸ γερμανικὸ συμβολισμό. Τὴν ἐξήγηση τοῦ χωρισμοῦ αὐτοῦ σὲ κατηγορίες δὲν θὰ τὴ δώσωμε στὸ βιβλίο αὐτό. Θὰ περιορισθοῦμε μόνο νὰ ἀναφέρωμε, δτι ἕνας μετασχηματιστὴς μιᾶς κατηγορίας δὲν μπορεῖ νὰ ἐργασθῇ παράλληλα μὲ ἕνα μετασχηματιστὴ ἀπὸ μιὰ ἄλλη κατηγορία. Δηλαδή, δὲν ἐπιτρέπεται δύο τέτοιοι μετασχηματιστές νὰ τροφοδοτοῦν ταυτόχρονα ἕνα κοινὸ δίκτυο καὶ νὰ τροφοδοτοῦνται ἀπὸ ἕνα ἄλλο ἐπίστης κοινὸ δίκτυο. Π.χ. ἕνας μετασχηματιστὴς συνδεσμολογίας YzO δὲν μπορεῖ νὰ ἐργασθῇ παράλληλα μὲ ἕνα μετασχηματιστὴ YzD. Αντίθετα ἕνας μετασχηματιστὴς DzO μπορεῖ νὰ ἐργασθῇ παράλληλα μὲ ἕνα μετασχηματιστὴ YzO, δταν ἔχουν κατασκευασθῆ γιὰ τὶς ἵδιες τάσεις στὸ πρωτεύον καὶ στὸ δευτερεύον.

#### 4.4 Ισχὺς τοῦ μετασχηματιστῆ.

##### 1. Μονοφασικοὶ μετασχηματιστές.

Η ισχὺς τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος, που δίνει ἕνας μονοφασικὸς μετασχηματιστὴς, ὑπολογίζεται ὅπως καὶ στὸν μονοφασικὸς ἐναλλακτῆρες (παράγραφος 3·6, ἐδάφιο 1) ἀπὸ τὸν τύπο :

$$N = U_s \cdot I_s \cdot \text{συνφ}$$

ὅπου  $U_s$  καὶ  $I_s$  εἰναι ἡ τάση καὶ ἡ ἔνταση τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος, που δίνει (στὸ δευτερεύον) δ μετασχηματιστὴς καὶ συνφ δ συντελεστὴς ισχύος τοῦ φορτίου που τροφοδοτεῖ.

Κάθε μετασχηματιστής είναι κατασκευασμένος γιὰ νὰ ἐργάζεται μὲ μιὰ δρισμένη, τάση στὸ πρωτεῦον καὶ νὰ δίνῃ μιὰ ἐπίσης δρισμένη τάση στὸ δευτερεῦον. Οἱ τάσεις αὐτές, ποὺ τὶς γράφει ἡ πινακίδα τοῦ κατασκευαστῆ, ὀνομάζονται: ἀντίστοιχα ὀνομαστικὴ τάση πρωτεύοντος καὶ ὀνομαστικὴ τάση δευτερεύοντος.

Ομοια ἔχομε τὶς ὀνομαστικὲς ἐντάσεις γιὰ τὸ πρωτεῦον καὶ γιὰ τὸ δευτερεῦον, ποὺ είναι καὶ αὐτὲς γραμμένες στὴν πινακίδα τοῦ κατασκευαστῆ. Ἡ φόρτιση τοῦ μετασχηματιστῆ δὲν πρέπει νὰ ξεπερνᾶ τὴν ὀνομαστικὴν ἑντασην, γιὰ μεγάλα χρονικὰ διαστήματα, ἢν θέλωμε ὁ μετασχηματιστής νὰ μὴ καταστραφῇ ἀπὸ ὑπερθέρμανση.

Τὸ γινόμενο αὐτό, ποὺ τὸ ὀνομάζομε φαινομενικὴ ὀνομαστικὴ ἰσχὺν ἢ ἀπλὰ ὀνομαστικὴ ἰσχὺν τοῦ μετασχηματιστῆ, τὸ γράφει πάντοτε ἡ πινακίδα τοῦ κατασκευαστῆ.

$$\text{Nov.} = U \cdot I$$

Τὸ γινόμενο αὐτό, ποὺ τὸ ὀνομάζομε φαινομενικὴ ὀνομαστικὴ ἰσχὺν ἢ ἀπλὰ ὀνομαστικὴ ἰσχὺν τοῦ μετασχηματιστῆ, τὸ γράφει πάντοτε ἡ πινακίδα τοῦ κατασκευαστῆ.

Ἡ ὀνομαστικὴ ἰσχὺς τοῦ μετασχηματιστῆ, ποὺ ὑπολογίζεται ἀπὸ τὸν παραπάνω τύπο, ἐκφράζεται: σὲ μιὰ μονάδα ποὺ τὴν ὀνομάζομε βολταμπὲρ καὶ τὴν σημιεύονται μὲ τὸ σύμβολο VA. Στοὺς μεγάλους μετασχηματιστὲς χρησιμοποιοῦμε μιὰ μονάδα 1 000 φορὲς πιὸ μεγάλη, ἀπὸ τὸ βολταμπὲρ ποὺ τὴν ὀνομάζομε κιλοβολταμπὲρ (kVA). Γιὰ νὰ προκύπτῃ ἡ ἰσχὺς τοῦ μετασχηματιστῆ στὴ μονάδα αὐτή, τὸν παραπάνω τύπο πρέπει νὰ τὸν γράψωμε ἔτσι:

$$\text{Nov.} = \frac{U \cdot I}{1\,000}$$

Σὰν παράδειγμα ἂξε πάρωμε νὰ ὑπολογίζωμε τὴν ὀνομαστικὴ ἰσχὺν ἐνὸς μετασχηματιστῆ, ποὺ ἔχει ὀνομαστικὴ τάση στὸ δευτερεῦον 220 V καὶ ὀνομαστικὴ ἑνταση στὸ δευτερεῦον 100 A.

Έχομε:

$$\text{Νον.} = \frac{220 \cdot 100}{1\,000} = 22 \text{ kVA}.$$

## 2. Τριφασικοί μετασχηματιστές.

Η ισχύς τοῦ τριφασικοῦ ρεύματος, ποὺ δίνει ἕνας μετασχηματιστής ὅταν ἡ φόρτισγή του είναι συμμετρική, ὑπολογίζεται ἀπὸ τὸν τύπο ποὺ άναφέραμε καὶ στοὺς τριφασικοὺς ἐναλλακτήρες:

$$N = 1,73 \cdot U_2 \cdot I_2 \cdot \text{συνφ}$$

ὅπου  $U_2$  είναι ἡ πολικὴ τάση στὸ δευτερεύον τοῦ μετασχηματιστῆς καὶ  $I_2$  ἡ ἔνταση σὲ μία ἀπὸ τὶς τρεῖς γραμμές, ποὺ τροφοδοτοῦν τὸ συμμετρικὸ φορτίο. Ο τύπος αὐτὸς ισχύει ὅποιαδήποτε καὶ ἄλλεν είναι ἡ συνδεσμολογία τῶν τυλιγμάτων τοῦ μετασχηματιστῆς.

Τὸ μέγεθος ἐνὸς τριφασικοῦ μετασχηματιστῆς χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὸ παρακάτω γινόμενο ποὺ τὸ δυναμάζομε καὶ ἐδῶ φανομενικὴ δύναμαστικὴ ισχὺν ἡ ἀπλὰ δύναμαστικὴ ισχὺν τοῦ μετασχηματιστῆς:

$$\text{Νόν.} = 1,73 \cdot U \cdot I$$

ὅπου  $U$  καὶ  $I$  είναι ἡ δύναμαστικὴ τάση καὶ ἡ ἀντίστοιχη δύναμαστικὴ ἔνταση τοῦ μετασχηματιστῆς. Η ισχύς αὐτὴ ἐκφράζεται πάλι σὲ βολταμπέρ (VA). Τὴν ισχὺν τοῦ τριφασικοῦ μετασχηματιστῆς σὲ kVA τὴν ὑπολογίζομε ἀπὸ τὸν τύπο:

$$\text{Νον.} = \frac{1,73 \cdot U \cdot I}{1\,000}$$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Σ

### ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

#### 5.1 Γενικά.

"Οπως είπαμε και άλλου, η χρήση του έναλλασσομένου ρεύματος έχει σήμερα σχεδόν γενικευθή. Γιατί νὰ μπορούμε λοιπόν νὰ κινοῦμε τὰ διάφορα μηχανήματα, χρειαζόμαστε κινητήρες που νὰ έργαζωντα: μὲ έναλλασσόμενο ρεύμα. Δηλαδή, νὰ παίρνουν ήλεκτρική ένέργεια σὲ μορφὴ έναλλασσομένου ρεύματος και νὰ μάς δίνουν κίνηση.

Τοὺς κινητήρες γιὰ έναλλασσόμενο ρεύμα τοὺς διακρίνομε σὲ δύο κατηγορίες, δηλαδή σέ:

- α. Σύγχρονους κινητήρες, και
- β. Ασύγχρονους κινητήρες.

Οι άσύγχρονοι κινητήρες ἀποτελοῦνται ἀπὸ δύο βασικὲς διιδάξεις, ποὺ εἰναι: οἱ :

- α. Ασύγχρονοι κινητήρες ἐπαγωγῆς, και
- β. Ασύγχρονοι κινητήρες μὲ συλλέκτη.

Κάθε μία ἀπὸ τὶς διιδάξεις αὐτὲς ὑποδιαιρεῖται σὲ διάφορα εἰδη κινητήρων. Π. χ., οἱ άσύγχρονοι κινητήρες ἐπαγωγῆς ἀποτελοῦνται ἀπὸ τοὺς κινητήρες μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα και ἀπὸ τοὺς κινητήρες μὲ δακτυλίδια.

Βλέπομε, λοιπόν, στι: ξέχομε πολλὰ εἰδη κινητήρων γιὰ έναλλασσόμενο ρεύμα. Τὸ κάθε εἰδος εἰναι κατάλληλο γιὰ όρισμένες χρήσεις. Στὰ ἐπόμενα θὰ ξέχετάσωμε μόνο τὰ εἰδη ἔκεινα τῶν κινητήρων ποὺ χρησιμοποιοῦνται περισσότερο.

Κάθε ένα ἀπὸ τὰ εἰδη τῶν κινητήρων ποὺ ἀναφέραιμε παραπάνω, μπορεῖ νὰ κατασκευασθῇ γιὰ νὰ έργαζεται μὲ μονοφα-

εικὸν ἢ μὲ τριφασικὸν έναλλασσόμενο ρεῦμα. Ἀντίστοιχα ἔχομε τοὺς μονοφασικοὺς ἢ τριφασικοὺς κινητῆρες. Πρέπει, λοιπόν, ὅταν θέλωμε νὰ προσδιορίσωμε ἀκριβῶς ἐνα κινητήρα, νὰ λέμε ὃν εἶναι: μονοφασικὸς ἢ τριφασικός. Η. χ., λέμε τριφασικὸς σύγχρονος κινητήρας ἢ μονοφασικὸς κινητήρας μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα κ.τ.λ.

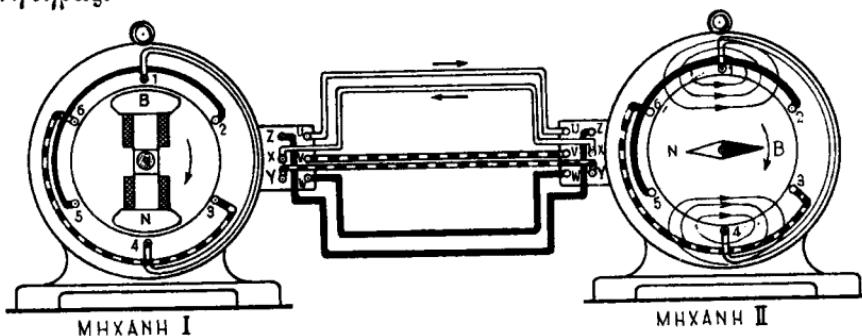
Ἀρχίζομε τὴν ἔξετασι τῶν κινητήρων γιὰ έναλλασσόμενο ρεῦμα ἀπὸ τοὺς σύγχρονους κινητῆρες.

## 5.2 Σύγχρονοι κινητῆρες.

### 1. Πῶς λειτουργοῦν.

Οἱ σύγχρονοι κινητῆρες εἰναι: ἀκριβῶς ὅμοιοι στὴν κατασκευὴ τους μὲ τὶς σύγχρονες γεννήτριες (έναλλακτῆρες), ποὺ περιγράφαμε στὴν παράγραφο 3.2. Μὲ ἄλλα λόγια μιὰ σύγχρονη μηχανὴ μπορεῖ νὰ ἐργασθῇ καὶ σὰν γεννήτρια καὶ σὰν κινητήρας.

Μονοφασικοὶ σύγχρονοι κινητῆρες σπάνια χρησιμοποιοῦνται. Θὰ δοῦμε λοιπὸν πῶς λειτουργεῖ ἐνας τριφασικὸς σύγχρονος κινητήρας.



Σχ. 5.2 α.

Τὸ σχῆμα 5.2 α δείχνει: σχηματικὰ δύο ὅμοιες σύγχρονες μηχανὲς (Ι καὶ ΙΙ), ποὺ ἔχουν ἀκριβῶς τὰ ἴδια τριφασικὰ τυλί-

γματα. Γιὰ ἀπλούστευση δεχόμαστε δτὶς οἵ μηχανὲς εἰναι: διπολικὲς καὶ δτὶς τὰ τυλίγματα ἔχουν ἔναν ἀγωγὸν ἀπὸ κάθε φάση, στὸ πολικὸν σχῆμα, ὅπως ἀκριβῶς δείχνει τὸ σχῆμα. Ἡ πρώτη, φάση, ἀποτελεῖται ἀπὸ τοὺς ἀγωγοὺς 1 καὶ 4. Ἡ δεύτερη, φάση, ἀπὸ τοὺς ἀγωγοὺς 3 καὶ 6 καὶ ἡ τρίτη, ἀπὸ τοὺς ἀγωγοὺς 5 καὶ 2.

Τὰ τυλίγματα τῶν ἀντιστοίχων φάσεων τῶν δύο μηχανῶν τὰ ἔχομε συνδέει μεταξὺ τοὺς, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα. Δηλαδὴ, ἡ πρώτη φάση, ποὺ καταλήγει στοὺς ἀκροδέκτες U—X τῆς μηχανῆς I, συνδέεται ἐξωτερικὰ μὲ τὴν πρώτη φάση τῆς μηχανῆς II, ποὺ καταλήγει στοὺς ἀντιστοίχους ἀκροδέκτες U—X. Τὸ ἵδιο κάνομε καὶ στὶς ἄλλες δύο φάσεις.

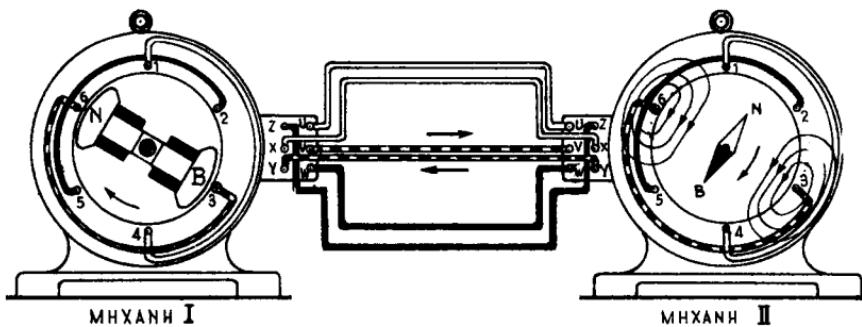
• Στὴ μηχανὴ II παραδεχόμαστε δτὶς δὲν ὑπάρχει διρομέας. Ἀντίθετα, ἡ μηχανὴ I εἰναι ἔνας πλύργυρος διπολικὸς ἐναλλακτήρας, ποὺ τὰ τυλίγματα τῶν μαγνητικῶν πόλων του τροφοδοτοῦνται μὲ συνεχὲς ρεῦμα. Παραδεχόμαστε ἐπίσης δτὶς τὸν δρομέα τῆς μηχανῆς I τὸν περιστρέψει μιὰ κινητήρια μηχανὴ. Ἄς δοῦμε τί θὰ συμβῇ στὴ μηχανὴ II.

Τὴν χρονικὴν στιγμὴν, ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 5·2 α στοὺς ἀγωγοὺς 1 καὶ 4, δηλαδὴ στὴν πρώτη φάση τῆς μηχανῆς I, δημιουργεῖται ἡ λεκτρεγερτικὴ δύναμη, ἀπὸ ἐπαγωγῆ, ὅπως ἐξηγήσαμε στὴν παράγραφο 3·3 (ἐδάφιο 2). Ἡ λεκτρεγερτικὴ αὐτὴ δύναμη θὰ δημιουργήσῃ ἡ λεκτρικὸν ρεῦμα τὸ δροῦσο, μὲ τὴν βοήθεια τῶν ἀγωγῶν ποὺ συνδέουν τὰ τυλίγματα τῶν δύο μηχανῶν, θὰ περάσῃ καὶ μέσα ἀπὸ τὸ τύλιγμα τῆς πρώτης φάσεως τῆς μηχανῆς II. Ἡ διεύθυνση, ποὺ ἔχει τὸ ρεῦμα αὗτό, ἔχει σημειωθῆ τόσο στοὺς ἀγωγούς τῶν τυλιγμάτων τῶν δύο μηχανῶν, δοῦ καὶ στοὺς ἀγωγούς πού συνδέουν τὶς δύο μηχανές.

Τὰ τύλιγμα, λοιπόν, τῆς πρώτης φάσεως τῆς μηχανῆς II διαρρέεται ἀπὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἐάρα, θὰ δημιουργηθῇ γύρω ἀπὸ τοὺς ἀγωγούς τῆς ἔνα μαγνητικὸ πεδίο πού θὰ ἔχῃ μαγνητικὲς γραμμές, σύμφωνα μὲ τὸν κανόνα τοῦ δεξιόστροφου κογλίξ,

ὅπως είναι συμμειωμένες στή μηχανή II τοῦ σχήματος 5·2 α. Τὸ μαγνητικὸ αὐτὸ πεδίο είναι σὰν νὰ προέρχεται ἀπὸ ἕνα μόνιμο μαγνήτη προσανατολισμένο ὅπως τὸ δείχνει τὸ σχῆμα, δηλαδὴ ὅριζόντια, μὲ τὸ βόρειο πόλο πρὸς τὰ δεξιά.

Καθὼς ὅμως περιστρέφεται ὁ δρομέας τῆς μηχανῆς I, ἔπειτα ἀπὸ λίγο χρόνο, θὰ βρεθῇ στὴ θέση, ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 5·2 β. Δηλαδή, θὰ ἔχῃ στραφῆ κατὰ  $120^{\circ}$  καὶ θὰ βρίσκεται

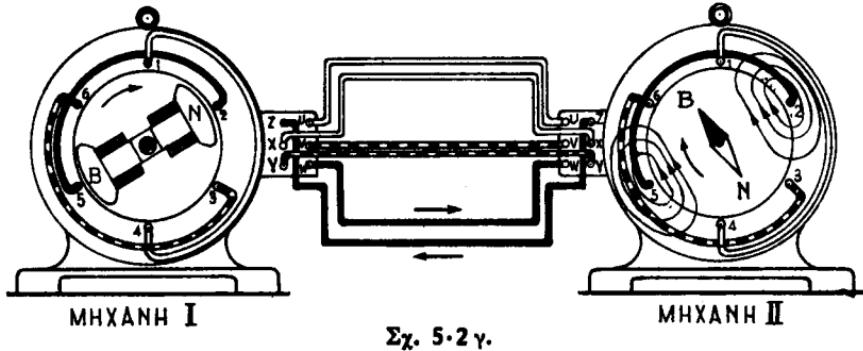


Σχ. 5·2 β.

τώρα ὁ βόρειος πόλος του ἀπέναντι ἀπὸ τὸν ἀγωγὸ 3 τῆς δεύτερης φάσεως τῆς μηχανῆς I. "Ο, τι συνέδαινε πρὶν μὲ τὴν πρώτη φάση (ἀγωγοὶ 1 καὶ 4) τῶν μηχανῶν I καὶ II, θὰ συμβῇ τώρα μὲ τὴ δεύτερη φάση, τους, δηλαδὴ μὲ τοὺς ἀγωγούς 3 καὶ 6. Στὴ μηχανή II οἱ ἀγωγοὶ αὐτοὶ θὰ δημιουργήσουν ἕνα μαγνητικὸ πεδίο, ὅπως τὸ δείχνει τὸ σχῆμα 5·2 β. Παρατηροῦμε ὅτι τὸ μαγνητικὸ πεδίο ἔχει στραφῆ τώρα σχετικὰ μὲ τὸν προσανατολισμὸ ποὺ είχε στὸ σχῆμα 5·2 α κατὰ  $120^{\circ}$ , διὸ δηλαδὴ ἐστράφη καὶ ὁ δρομέας τῆς μηχανῆς I.

Μετὰ ἀπὸ λίγο χρόνῳ ὁ δρομέας τῆς μηχανῆς I θὰ ἔχῃ στραφῆ κατὰ  $120^{\circ}$  ἀκόμα, δηλαδή, θὰ βρίσκεται στὴ θέση, ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 5·2 γ. Παρατηροῦμε ὅτι καὶ τὸ μαγνητικὸ πεδίο στὴ μηχανή II, ποὺ δημιουργεῖται τώρα ἀπὸ τὴν τρίτη φάση, θὰ ἔχῃ στραφῆ καὶ αὐτὸ κατὰ  $120^{\circ}$ .

"Αν συνεχίσωμε τις πάρατηρήσεις μας θὰ βγάλωμε τὸ ἀκόλουθο συμπέρασμα: τὸ μαγνητικὸ πεδίο ποὺ δημιουργεῖται στὴ μηχανὴ II περιστρέφεται μὲ τὴν ἴδια ταχύτητα ποὺ περιστρέφεται καὶ ὁ δρομέας στὴ μηχανὴ I.



"Ἄς παραδεχθοῦμε τώρα ὅτι ἡ μηχανὴ II εἶναι ἑνας πλήρης σύγχρονος κινητήρας, ὅτι ἔχει δηλαδὴ κι' αὐτὴ ἔνα δρομέα διπολικό, ποὺ τὰ τυλίγιατα τῶν πόλων του τροφοδοτοῦνται μὲ συνεχὲς ρεῦμα ἀπὸ τὴ διεγέρτρια. Οἱ μαγνητικοὶ πόλοι: τοὺς δρομέα τότε σχηματίζουν ἔναν ἡλεκτρομαγνήτη μὲ ἔνα βόρειο πόλο καὶ ἔνα νότιο. Εἶναι: εὔκολο νὰ καταλάβωμε ὅτι τώρα τὸ στρεφόμενο μαγνητικὸ πεδίο, ποὺ δημιουργεῖται ἀπὸ τὸ τύλιγια τῆς μηχανῆς II, συμπαρασύρει στὴν περιστροφή του καὶ τὸν δρομέα μὲ τὶς δυνάμεις πού ἀναπτύσσονται μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τοῦ ἡλεκτρομαγνήτη τοῦ δρομέα. Μάλιστα, ἡ ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ δρομέα εἶναι ἵση μὲ τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

"Ἀπὸ δοια εἴπαμε προηγουμένως ἔγινε φανερὸ πῶς ἡ μηχανὴ II ἐργάζεται σὰν σύγχρονος κινητήρας. "Οταν παίρνῃ ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια ἀπὸ τὸν ἐναλλακτήρα I, μπορεῖ νὰ κινήσῃ ἔνα μηχάνημα ποὺ θὰ εἶναι συνδεμένο στὸν ἀξονα τοῦ δρομέα της.

Στὴν πραγματικότητα οἱ σύγχρονοι τριφασικοὶ κινητήρες ἔχουν τυλίγιατα ποὺ ἀποτελοῦνται, ὅπως ἐξηγήσαμε στοὺς ἐναλλακτήρες, ἀπὸ πολλὲς διμάδες συνδεμένες σὲ σειρά. Μπορεῖ εύκο-

λα νὰ φαντασθῇ κανεὶς πῶς ἐπεκτείνεται ἡ ἀρχὴ τῆς λειτουργίας, ποὺ ἔξιγγήσαιε ἀπλωποιγμένα παραπάνω, στους πραγματικοὺς σύγχρονοὺς τριφασικοὺς κινητήρες. Ἐπίσης, δ σύγχρονος κινητήρας μπορεῖ νὰ ἔχῃ δροιδέα μὲ περισσότερους ἀπὸ δύο πόλους. Τότε καὶ τὸ τύλιγμα τοῦ ἐπαγγειακοῦ τυμπάνου εἶναι ἀντίστοιχα διαμορφωμένο γιὰ περισσότερους πόλους. Δημιουργεῖται πάλι ἐνα στρεφόμενο μαγνητικὸ πεδίο, ποὺ παρασύρει καὶ τὸν δρομέα στὴν περιστροφή του.

Γιὰ νὰ τροφοδοτήσωμε τὰ τυλίγματα τοῦ σύγχρονου τριφασικοῦ κινητήρα δὲν χρειαζόμαστε ή αγωγούς, δπως παριστάνει τὸ σχῆμα 5.2.α. Τὰ τυλίγματα τῶν τριῶν φάσεων κάθε σύγχρονού κινητήρα συνδέονται μεταξύ τους σὲ ἀστέρα ἢ σὲ τρίγωνο, δπως ἀκριβῶς ἔξιγγήσαιε στοὺς σύγχρονούς ἐναλλακτήρες (παράγρ. 3.4, ἐδάφ. 5). Ἐτοι ἀρκεῖν τρεῖς αγωγοὺς γιὰ τὴν τροφοδότηρα του, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 5.2.δ, ποὺ παριστάνει ἐνα πλήρη τριφασικὸ σύγχρονο κινητήρα μὲ τὰ τυλίγματά του συνδεσμολογημένα σὲ ἀστέρα. Στὸ ἕδιο σχῆμα φαίνεται καὶ ἡ συνδεσμολογία τῆς διεγέρτριας τοῦ σύγχρονου κινητήρα.

## 2. Σύγχρονος δριθμὸς στροφῶν.

Οπως ἔξιγγήσαιε στὴν παράγραφο 3.4 (ἐδάφιο 2) ἡ συγνότητα τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος ποὺ παράγει ἐνας σύγχρονος ἐναλλακτήρας δίνεται ἀπὸ τὴν τύπο :

$$f = \frac{p \cdot n}{60}$$

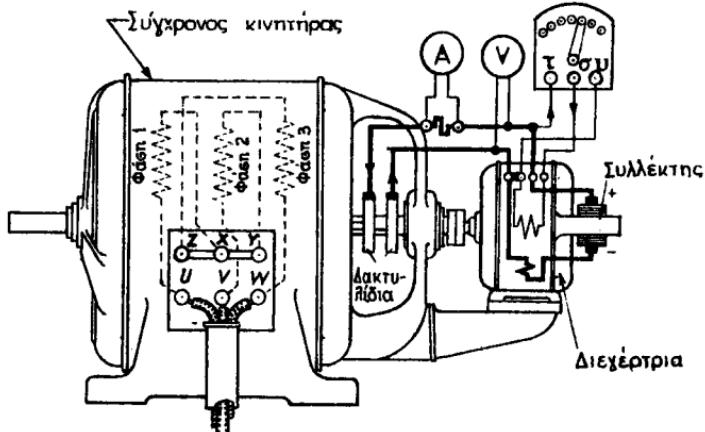
ὅπου,  $p$  εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν ζευγῶν τῶν μαγνητικῶν πόλων καὶ  $n$  οἱ στροφὲς στὸ λεπτὸ τῆς μηχανῆς.

Αν λύσωμε τὴν παραπάνω τύπο ὡς πρὸς  $n$  θὰ ἔχωμε :

$$n = \frac{60 \cdot f}{p}$$

Ότι τύπος αύτός μᾶς δίνει τὸν ἀριθμὸν τῶν στροφῶν στὸ λεπτὸ τῆς μηχανῆς I (τοῦ ἐναλλακτήρα) τοῦ προηγουμένου ἔδαφος, διὰ τὴν ξέρωμε τὴν συχνότητα  $f$  τοῦ ρεύματος ποὺ παράγει. "Ἄρα, διὸδιος τύπος θὰ μᾶς δίνῃ, σύμφωνα μὲ αὐτὰ ποὺ εἴπαμε, καὶ τὴν

θυθμιστικὴ ἀντίσταση  
(ρ.α.)



Σχ. 5·2 δ. Τριφασικὸς σύγχρονος κινητήρας.

ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τῆς μηχανῆς II (σύγχρονος κινητήρας), ποὺ εἶναι ἡ ἔδια μὲ τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ δρομέα της.

Αποδεικνύεται σχετικὰ εὖκολα δτὶ διὸδιος τύπος μᾶς δίνει τὴν ταχύτητα περιστροφῆς καὶ σὲ δποιοδήποτε σύγχρονο κινητήρα ποὺ ἔχει ριζεύγη πόλων καὶ τροφοδοτεῖται μὲ ρεῦμα συχνότητας  $f$ . Ή ταχύτητα αὐτῆ, ποὺ βγαίνει ἀπὸ τὸν παραπάνω τύπο, δνομάζεται σύγχρονη ταχύτητα ἢ σύγχρονος ἀριθμὸς στροφῶν στὸ λεπτὸ τοῦ συγχρόνου κινητήρα.

Γιὰ συχνότητα τοῦ ρεύματος 50 Hz ἡ σύγχρονη ταχύτητα τῶν κινητήρων, ποὺ ἔχουν ἀριθμὸν ζευγῶν μαγνητικῶν πόλων  $p = 1, 2, 3$  κλπ., δίνεται ἀπὸ τὸν πίνακα ποὺ γράψαμε στὴν παράγραφο 3·4, (ἔδάφιο 2). Π.χ., ἐνας τετραπολικὸς ( $p = 2$ ) σύγχρονος κινητήρας περιστρέφεται μὲ ταχύτητα  $n = 1\,500$  στρ./min. "Οσο

μεγαλύτερος είναι δ' ἀριθμὸς τῶν πόλων, τόσο πιὸ βραδύστροφος είναι δ' σύγχρονος κινητήρας.

"Οταν ἡ συχνότητα τοῦ ρεύματος, ποὺ τροφοδοτεῖ ἔνα σύγχρονο κινητήρα είναι σταθερή, τότε καὶ ἡ ταχύτητα περιστροφῆς του είναι σταθερή καὶ ἴσοῦται, δπως εἴπαμε, μὲ τὴ σύγχρονη ταχύτητα.

'Απὸ τὸν τύπο ποὺ γράψαμε πιὸ πάνω είναι εὔκολο νὰ καταλάβῃ κανεὶς, πώς, δταν μεταβληθῇ ἡ συχνότητα τοῦ ρεύματος ποὺ τροφοδοτεῖ ἔνα σύγχρονο κινητήρα, μεταβάλλεται κατὰ τὸ ἕδιο ποσοστὸ καὶ ἡ ταχύτητά του.

"Οταν τὸ φορτίο ποὺ είναι συνδεμένο στὸν ἄξονα ἐνὸς σύγχρονου κινητήρα μεταβάλλεται, ἡ ταχύτητά του δὲν μεταβάλλεται, δπως συμβαίνει στοὺς κινητῆρες συνεχοῦς ρεύματος. 'Εδῶ ἔχομε πάντοτε σταθερή ταχύτητα. "Αν τὸ φορτίο αὐξηθῇ πάρα πολὺ καὶ ξεπεράσῃ ἔνα δρισμένο δριο, τότε δ' κινητήρας ἀπότομα σταματᾷ. Αὐτὸ προκαλεῖ ἀνωμαλία στὸ δίκτυο καὶ μπορεῖ νὰ καταστραφῇ δ' κινητήρας, ἢν δὲν ἀνοίξῃ γρήγορα δ' αὐτόματος διακόπτης, δ' ὅποιος πρέπει νὰ ὑπάρχῃ στὸ κύκλωμα ποὺ τὸν τροφοδοτεῖ.

### 3. Ἐκκίνηση καὶ χρήση τῶν συγχρόνων κινητήρων.

"Ἐνας σύγχρονος κινητήρας δὲν μπορεῖ νὰ ἔκεινήσῃ μόνος του, δταν κλείσωμε τὸν διακόπτη ποὺ τὸν τροφοδοτεῖ. Πρέπει μὲ κάποιο βοηθητικὸ μέσο νὰ τὸν κάμιωμε νὰ ἔκεινήσῃ πρῶτα καὶ ὕστερα νὰ τὸν φέρωμε στὴ σύγχρονη ταχύτητά του.

Γιὰ τὴν ἔκκίνηση αὐτὴ χρησιμοποιεῖται μερικὲς φορὲς ἔνας μικρὸς ἀσύγχρονος κινητήρας. "Αλλοτε πάλι, δταν δ' σύγχρονος κινητήρας χρησιμεύῃ γιὰ νὰ κινῇ μιὰ γεννήτρια συνεχοῦς ρεύματος, στὴν ἔκκίνηση μετατρέπομε τὴν γεννήτρια αὐτὴ σὲ κινητήρα συνεχοῦς ρεύματος. Αὐτὸ μπορεῖ νὰ γίνη βέβαια μόνο δταν ἔχωμε

μιὰ ἄλλη πηγὴ συνεχοῦς ρεύματος γιὰ νὰ τροφοδοτήσωμε τὴν γεννήτρια.

Ἄφοῦ μὲ ἔνα ἀπὸ τὸν τρόπους αὐτοὺς θέσωμε σὲ κίνηση τὸν σύγχρονο κινητήρα καὶ τὸν φέρωμε στὴ σύγχρονη ταχύτητά του, τὸν παραλληλόμε εἴπειτα στὸ δίκτυο ἀπὸ τὸ δποῖο πρόκειται νὰ τροφοδοτηθῇ, ἀφοῦ τὸν συγχρονίσωμε, δπως θὰ κάμναμε ἀν ἥταν σύγχρονος ἐναλλακτήρας (παράγραφος 3·5, ἑδάφιο 2).

Μετὰ τὸν συγχρονισμὸν καὶ τὸ κλείσιμο τοῦ διακόπτη ποὺ τὸν τροφοδοτεῖ, μποροῦμε νὰ φορτώσωμε τὸν σύγχρονο κινητήρα μὲ τὸ φορτίο ποὺ πρόκειται νὰ κινήσῃ. Π. χ., ἀν κινή μιὰ γεννήτρια συνεχοῦς ρεύματος, συνδέομε τὴ γεννήτρια στὸ δίκτυο ποὺ θὰ τροφοδοτήσῃ μὲ συνεχὲς ρεῦμα.

Πολλὲς φορὲς ἐ σύγχρονος κινητήρας ἔχει ἀπὸ τὸν κατασκευαστὴ του στὰ πέδιλα τῶν μαγνητικῶν πόλων ἔνα τύλιγμα κλωβοῦ, σὰν αὐτὸ ποὺ θὰ διοῦμε δτὶ ἔχουν οἱ ἀσύγχρονοι κινητῆρες μὲ βραχυκύλωμένο δρομέα. Στὶς περιπτώσεις αὐτὲς δ σύγχρονος κινητήρας ἔεινα σὰν ἀσύγχρονος. Ἄφοῦ θέσωμε σὲ κίνηση τὸν σύγχρονο κινητήρα μὲ ἔνα ἀπὸ τὸν τρόπους, ποὺ θὰ δοῦμε δτὶ χρησιμοποιοῦμε στοὺς ἀσύγχρονους κινητῆρες, καὶ ἀποκτήσῃ ὅλοκληρη τὴν ταχύτητα περιστροφῆς, κλείνομε τὸ κύκλωμα ποὺ τροφοδοτεῖ τὴν διέγερσή του μὲ συνεχὲς ρεῦμα. Τότε δ κινητήρας αὐτοσυγχρονίζεται, δπως λέμε, καὶ περιστρέφεται πιὰ μὲ τὸν σύγχρονο ἀριθμὸ στροφῶν στὸ λεπτό.

Οἱ σύγχρονοι κινητῆρες χρησιμεύουν γιὰ τὸν ἀκόλουθο διπλὸ τυπό :

α. γιὰ νὰ κινοῦν ἄλλα μηχανήματα, καὶ

β. γιὰ νὰ διορθώνουν τὸν συντελεστὴν ἴσχυος μιᾶς ἐγκαταστάσεως.

Δηλαδή, δταν μία ἐγκατάσταση ἐναλλασσομένου ρεύματος ἔχῃ πολὺ μικρὸ συντελεστὴν ἴσχυος (συνφ), χρησιμοποιοῦμε ἔναν σύγχρονο κινητήρα γιὰ νὰ τὸν βελτιώσωμε. Ή ἔξήγηση, τοῦ

πᾶς γίνεται: αὐτὸς ἔειφεν γε: ἀπὸ τὸν προσφέρει μὲν τοῦ βιβλίου αὐτοῦ.

Οἱ σύγχρονοι κινητῆρες χρησιμοποιοῦνται: ἐπίσγις σὲ εἰδικὲς περιπτώσεις, στὶς διπολεῖς θέλοις νὰ ἔχωμεν μεγάλη σταθερότητα στροφῶν, ἀφοῦ, ὅπως εἴδαμε, περιστρέφονται πάντοτε μὲ τὴν τύχρονη ταχύτητα. Δὲν εἶναι συνεπῶς κινητῆρες γιὰ γενικὴ γρήγορη. Τέτοιοι κινητῆρες εἶναι οἱ ἀσύγχρονοι κινητῆρες ἐπαγωγῆς. Ἀπὸ αὐτοὺς θὰ περιγράψωμε στὶς ἑπόμενες δύο παραγράφους τοὺς τριφασικοὺς κινητῆρες μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα καὶ τοὺς τριφασικοὺς κινητῆρες μὲ δακτυλίδια.

### 5·3 Ἀσύγχρονοι τριφασικοὶ κινητῆρες μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα.

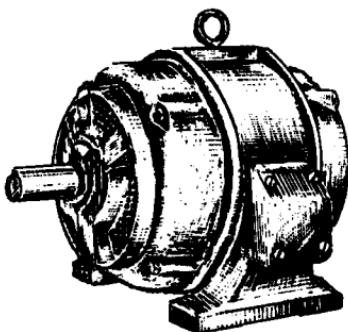
#### 1. Πῶς εἶναι κατασκευασμένοι.

Οἱ τριφασικοὶ κινητῆρες μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα εἶναι οἱ πιὸ ἀπλοὶ κινητῆρες, τόσο στὴν κατασκευὴ τους, όσο καὶ στὴ γρήγορη τους. Αὐτὸς εἶναι ὁ λόγος ποὺ σήμερα χρησιμοποιοῦνται παντοῦ, διότι λόγοι δὲν ἔπιβάλλουν νὰ χρησιμοποιηθῇ ἄλλου εἴδους κινητήρας. Ἀντλίες, ἐργαλειομηχανές, ξυλουργικὰ μηχανήματα, ἀεροσυμπιεστές, ἀνεμιστῆρες κλπ. κινοῦνται ἀπὸ τέτοιου εἴδους κινητῆρες.

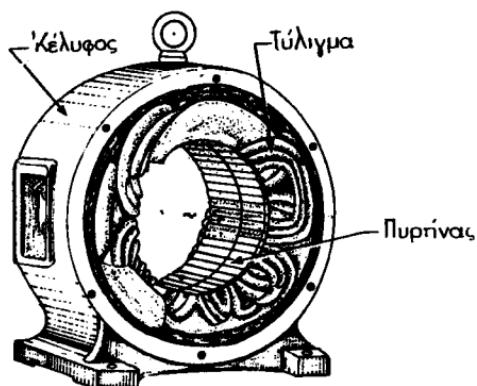
"Ἄς δοῦμε τώρα πῶς εἶναι κατασκευασμένοι οἱ ἀσύγχρονοι τριφασικοὶ κινητῆρες μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα. Τὸ σχῆμα 5·3 α δείχνει τὴν ἔξωτερην ὅψην ἑνὸς τέτοιου κινητήρα καὶ τὸ σχῆμα 5·3 β δείχνει τὸν στάτη ἄλλου κινητήρα μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα.

"Ο στάτης στοὺς κινητῆρες αὐτοὺς μοιάζει στὴν κατασκευὴ του μὲ τὸν στάτη τῶν μικρῶν τριφασικῶν ἐναλλακτήρων μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους. Δηλαδή, ἔχομε καὶ ἐδὴ στερεωμένο μέσα στὸ κέλυφος τοῦ στάτη τὸν πυρήνα ἀπὸ μαγνητικὰ ἐλάσματα, ποὺ στὰ λούκια του εἶναι τοποθετημένο καὶ διατηρούμενο μὲ τὸν τρόπο

ποὺ περιγράψαμε στοὺς ἐναλλακτήρες, τὸ τριφασικὸ τύλιγμα. Τὸ τύλιγμα μπορεῖ νὰ εἴναι καὶ ἐδῶ διπολικό, τετραπολικό κλπ.



Σχ. 5·3 α. Τριφασικὸς κινητήρας με βραχυκυκλωμένο δρομέα.



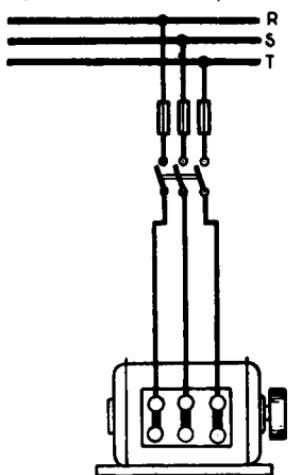
Σχ. 5·3 β. Στάτης τριφασικοῦ κινητήρα.

ὅπως θὰ ἦταν σὲ μιὰ σύγχρονη μηχανὴ μὲ δύο πόλους, τέσσερις πόλους κλπ. Τὰ ἀκρα τῶν τριῶν φάσεων τοῦ τυλίγματος συνδέονται στοὺς δὲ ἀκροδέκτες τοῦ κινητήρα. Μὲ λαμάκια, ὅπως ἔξηγήσαμε στὴν παράγραφο 3·4 (ἐδάφιο 5), μποροῦμε νὰ συνδεσμολογήσωμε τὶς τρεῖς φάσεις σὲ τρίγωνο ή σὲ ἀστέρα.

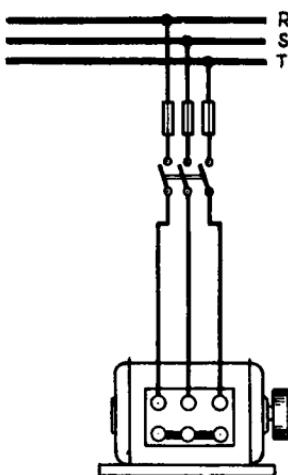
Τὸ σχῆμα 5·3 γ δείχνει πῶς ἔνας ἀσύγχρονος τριφασικὸς κινητήρας, συνδεσμολογημένος σὲ τρίγωνο, τροφοδοτεῖται ἀπὸ ἕνα

τριφασικὸ δίκτυο. "Ομοια, τὸ σχῆμα 5·3 δ δείχνει ἔνα τέτοιο κινητήρα. Συνδεσμωλογημένο σὲ ἀστέρα. "Οπως βλέπομε, καὶ δταν ἀκόμη ἔχωμε σύνδεση σὲ ἀστέρα τῶν τυλιγμάτων τῶν τριών φάσεων, ἀρκοῦν τρεῖς ἀγωγοὶ γιὰ τὴν τροφοδότηση τοῦ κινητήρα. Ο οὐδέτερος κόμβος τῶν κινητήρων δὲν χρειάζεται νὰ συνδεθῇ μὲ τὸν οὐδέτερο ἀγωγὸ τοῦ δικτύου. "Ετσι, ἀρκεῖ γιὰ τὴν τροφοδότηση ἐνὸς τριφασικοῦ κινητήρα νὰ ἔχωμε τριφασικὸ δίκτυο τριῶν ἀγωγῶν.

Τὸ περιστρεφόμενο μέρος τοῦ κινητήρα, δηλαδὴ ὁ δρομέας (σχ. 5·3 η), ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸν πυρήνα καὶ τὸ τύλιγμα κλωβοῦ.



Σχ. 5·3γ. Σύνδεση σὲ τρίγωνο.

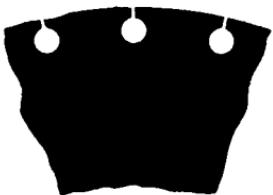


Σχ. 5·3δ. Σύνδεση σὲ ἀστέρα.

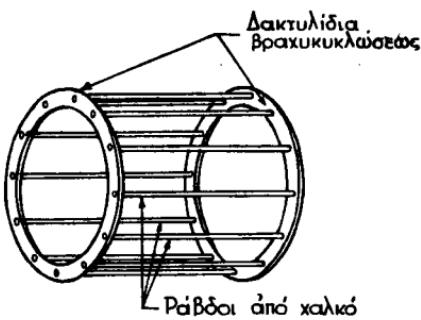
"Ο πυρήνας κατασκευάζεται ἀπὸ πολλὰ μαγνητικὰ ἔλασματα, δπως ὁ πυρήνας τοῦ δρομέα στὶς μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος. Ή μόνη διαφορὰ εἶναι στὶς δδοντώσεις, ποὺ ἔδω ἔχοντιν διαφορετικὴ μορφὴ, δπως φαίνεται στὸ σχῆμα 5·3 ε.

Στὰ λούκια, ποὺ σχηματίζουν οἱ δδοντώσεις τῶν μαγνητικῶν ἔλασμάτων τοῦ πυρήνα, τοποθετοῦνται περαστὰ ράβδοι ἀπὸ χαλκὸς γιωρὶς μόνιμης. Οἱ ράβδοι συνδέονται μεταξὺ τους στὰ δύο

ἄκρα μὲ δακτυλίδια ποὺ τὰ δυνομάζομε δακτυλίδια βραχυκυκλώσεως.<sup>7</sup> Ετοι σχηματίζεται στὸ δρομέα ἔνα τύλιγμα, ποὺ ἔχει τὴ μορφὴ κλωβοῦ καὶ γι' αὐτὸ δυνομάζεται τύλιγμα κλωβοῦ (σχ. 5.3 ζ). Τὸ τύλιγμα αὐτὸ δὲν συνδέεται μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ στάτη, οὕτε καὶ μὲ τὴν πηγή, ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν κινητήρα μὲ ἡλεκτρικὸ



Σχ. 5.3 ε.



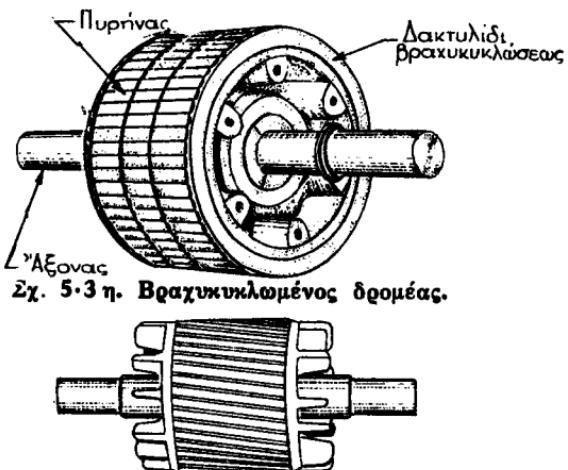
Σχ. 5.3 ζ. Τύλιγμα κλωβοῦ.

ρεῦμα. Οἱ ἀγωγοὶ (ράβδοι) τοῦ τυλίγματος κλωβοῦ βραχυκυκλώνονται μεταξὺ τους στὰ δύο ἄκρα ἀπὸ τὰ δακτυλίδια, καὶ γι' αὐτὸ δλος δ κινητήρας δυνομάζεται κινητήρας μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα.

Τὸ σχῆμα 5.3 η δείχνει ἔνα πλήρη, δρομέα ἀπὸ κινητήρα μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα. Πολλὰ ἐργοστάσια κατασκευάζουν τὸ τύλιγμα κλωβοῦ ἀπὸ χυτὸ ἀλογιμίνιο, δπότε δ δρομέας ἔχει τὴ μορφὴ, ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 5.3 θ.

'Απὸ τὴν περιγραφὴ ποὺ κάναμε παραπάνω γίνεται φανερὸ αὐτὸ ποὺ εἴπαμε καὶ στὴν ἀρχὴ τοῦ ἐδαφίου, δτι δηλαδὴ δ κινη-

τήρας μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα είναι πολὺ ἀπλὸς στὴν κατασκευὴ του, καὶ γι' αὐτὸς είναι δὲ πιὸ φθηνὸς κινητήρας.



Σχ. 5·3 η. Βραχυκυκλωμένος δρομέας.

## 2. Πῶς λειτουργοῦν.

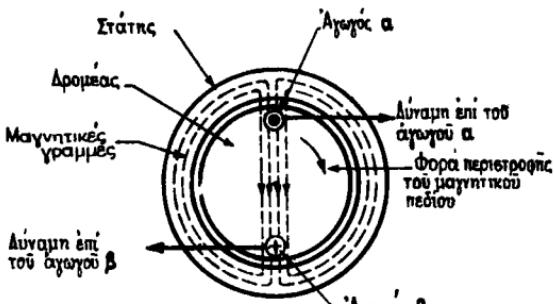
"Οπως ἀναφέραμε, τὸ τύλιγμα τοῦ στάτη στοὺς τριφασικοὺς κινητῆρες μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα είναι ὅμοιο μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ στάτη στὶς σύγχρονες μηχανὲς μὲ ἐσωτερικὸν πόλους. Ἀρα, σύμφωνα μὲ ὅσα εἴπαμε γιὰ τοὺς σύγχρονους κινητῆρες, ὅταν τροφοδοτήσωμε τὸ τύλιγμα τοῦ στάτη ἐνὸς ἀσύγχρονον τριφασικοῦ κινητήρα μὲ ἑναλλασσόμενο ρεῦμα, θὰ δημιουργηθῇ ἔνα στρεφόμενο μαγνητικὸ πεδίο. Ἡ ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου δίνεται πάλι ἀπὸ τὸν τύπο ποὺ γράψαμε στὴ παραγράφῳ 5·2 ( ἐδάφιο 2 ) καὶ δνομάζεται καὶ ἐδῶ σύγχρονη ταχύτητα τοῦ κινητήρα.

"Ἄς δοῦμε τώρα τί συμβαίνει στὸν βραχυκυκλωμένο δρομέα ἐνὸς τέτοιου κινητήρα. Γιὰ ἀπλούστευση παραδεγμάτε, ὅτι ὁ δρομέας ἔχει δύο μόνο ἀγωγοὺς (ράβδοις) στὸ τύλιγμα κλινοῦ, δημοσιεύεται τὸ σχῆμα 5·3 : .

Τὰ δύο δακτυλίδια βραχυκυκλώσεως τοῦ κλινοῦ δὲν φαί-

νονται στὸ σχῆμα. Ἐπίσης στὸ σχῆμα δὲν ἔχει σχεδιασθῆ τὸ τόλιγμα τοῦ στάτη, ἀλλὰ μόνο τὸ μαγνητικὸ πεδίο ποὺ δημιουργεῖ καὶ ἡ φορὰ περιστροφῆς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Ο δρομέας τοῦ κινητήρα εἶναι ἀκόμα ἀκίνητος. Ἀρα, οἱ ἀγωγοὶ α καὶ β τοῦ κλωδοῦ βρίσκονται μέσα σὲ ἕνα κινούμενο μαγνητικὸ πεδίο. Οπως ζέρομε, μέσα στοὺς ἀγωγοὺς θὰ δημιουργηθῇ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη ἀπὸ ἐπαγωγῆ, ποὺ θὰ διευθύνεται, δπως



Σχ. 5·3·ν

δείχνουν τὰ σύμβολα στοὺς ἀγωγοὺς α καὶ β, σύμφωνα μὲ τὸν κανόνα τοῦ δεξιοῦ χεριοῦ. Τὸν κανόνα αὗτὸν τὸν ἔξηγήσαμε στὴν παράγραφο 3·3, ἐδάφιο 2. Τὴν ἓδια διεύθυνσή μὲ τὴν ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμη θὰ ἔχῃ καὶ τὸ ρεῦμα ποὺ θὰ δημιουργηθῇ ἀπὸ αὐτῆν μέσα στοὺς ἀγωγούς καὶ ποὺ κλείνει τὸ κύκλωμα μέσα ἀπὸ τὰ δύο διακυλιθια βραχυκυλώσεως τὰ ὅποια συνδέονται τοὺς ἀγωγούς στὰ ἄκρα τοὺς.

Ἐχομε λοιπὸν τώρα ἀγωγοὺς (τοὺς α καὶ β) ποὺ διαρρέονται ἀπὸ ἡλεκτρικὸ ρεῦμα καὶ ποὺ βρίσκονται μέσα σὲ μαγνητικὸ πεδίο. Σύμφωνα καὶ μὲ δια επάμε στοὺς κινητήρες συνεχοῦς ρεύματος, ἐπάνω στοὺς ἀγωγούς θὰ ἀσκηθοῦν δυνάμεις ποὺ ἡ διεύθυνσή τους δρίζεται ἀπὸ τὸν κανόνα τοῦ ἀριστεροῦ χεριοῦ, δπως ἔχουν σημειωθῆ στὸ σχῆμα 5·3·ι.

Οπως παρατηροῦμε, οἱ δυνάμεις αὗτες ἀσκοῦν μιὰ ροπὴ ἐπάνω τὸν δρομέα τοῦ κινητήρα. Αποτέλεσμα τῆς ροπῆς αὗτῆς εἰναι,

ὅτι θὰ ἀρχίσῃ, ὁ κινητήρας νὰ περιστρέψεται. "Οπως φαίνεται καὶ στὸ σχῆμα ἡ φορὰ κατὰ τὴν ὅποια Ήτα περιστραφῇ ὁ δρομέας εἰναι; ἡ ἔδια μὲ τὴν φορὰ περιστροφῆς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Στὴν πραγματικότητα τὸ τύλιγμα κλωδοῦ τοῦ κινητήρα ἔχει πολὺ περισσότερους ἀπὸ δύο ἀγωγούς. "Οσα εἴπαμε παραπάνω γιὰ τοὺς δύο ἀγωγούς συμβαίνουν μὲ δλους τοὺς ἀγωγούς τοῦ τυλίγματος κλωδοῦ. Σὲ κάθε ἔνα ἀπὸ αὐτοὺς ἀσκεῖται μιὰ δύναμι. Ἡ δύναμι ἀντὶ δημιουργεῖ ροπὴ ποὺ ἔχει τὴν ἔδια φορὰ σὲ δλους τοὺς ἀγωγούς καὶ ποὺ βάζει σὲ περιστροφή, τὸν δρομέα τοῦ κινητήρα.

"Αφοῦ ἔσκινήσῃ ὁ δρομέας, προσπαθεῖ νὰ φθάσῃ τὴν ταχύτητα μὲ τὴν ὅποια περιστρέψεται: τὸ μαγνητικὸ πεδίο, δηλαδὴ νὰ φθάσῃ τὴν σύγχρονη ταχύτητα. Στὴν πραγματικότητα ὁ δρομέας, καὶ ἔταν ἀκόμη ὁ κινητήρας δὲν ἔγγι φορτίο, δὲν μπορεῖ νὰ φθάσῃ τὸν σύγχρονο ἀριθμὸ στροφῶν.

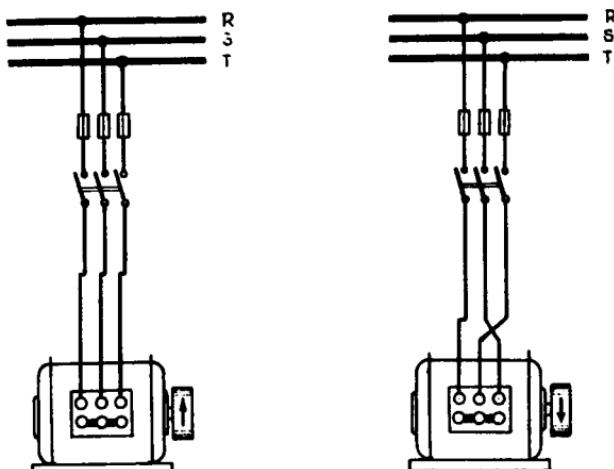
Αὐτὸ συμβαίνει γιατί, ὅταν ὁ δρομέας καὶ τὸ μαγνητικὸ πεδίο περιστρέφωνται μὲ τὴν ἔδια ταχύτητα, οἱ ἀγωγοὶ τοῦ κλωδοῦ εἰναι σὰν ἀκίνητοι ὡς πρὸς τὸ μαγνητικὸ πεδίο. "Αρα, δὲν Ήτα δημιουργήται μέσα σ' αὐτοὺς ἡλεκτρεγερτική δύναμι καὶ οὔτε Ήτα τοὺς διαρρέη ἡλεκτρικὸ ρεῦμα. Δηλαδὴ, τότε δὲν Ήτα ὑπάρχουν οὔτε δυνάμεις ποὺ νὰ ἀσκοῦνται ἐπάνω στοὺς ἀγωγούς καὶ νὰ παρασύρουν σὲ περιστροφή, τὸν δρομέα.

Οἱ ἀσύγχρονοι κινητῆρες ἐπαγωγῆς περιστρέφονται μὲ ταχύτητα ποὺ εἶναι πάντοτε μικρότερη ἀπὸ τὴ σύγχρονη ταχύτητα. Αὐτὸς εἰναι καὶ ὁ λόγος ποὺ ὄνομάζονται ἀσύγχρονοι. Ἡ ταχύτητα περιστροφῆς τοὺς ἔξαρτας: ἀπὸ τὸ φορτίο τοῦ κινητήρα. "Οσο μεγαλύτερο εἶναι: τὸ φορτίο τέσσερας μικρότερη, εἶναι ἡ ταχύτητα περιστροφῆς. Η.γ., ἔνας ἀσύγχρονος τριφασικὸς κινητήρας μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα, ποὺ ἔχει στὸν στάτη τοῦ τετραπολικὸ τύλιγμα, ἔχει σύγχρονο ἀριθμὸ στροφῶν, ἔταν τροφοδοτήται μὲ ρεῦμα συγνότητος 50 Hz, ἡ ὅποιος δίνεται: ἀπὸ τὸν τύπο:

$$n = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500 \text{ στρ./min.}$$

"Ενας τέτοιος κινητήρας, δταν έργαζεται: ἐν κενῷ, μπορεῖ νὰ ἔχῃ ταχύτητα περιστροφῆς 1 495 στρ/πιν καὶ, δταν έργαζεται: μὲ τὸ πλῆρες φορτίο του, μπορεῖ νὰ ἔχῃ ταχύτητα 1 450 στρ/πιν.

'Απὸ τὴν ἀρχὴν, τῆς λειτουργίας τῶν τριφασικῶν κινητήρων μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα, ποὺ ἀναπτύξαμε παραπάνω, βγαίνει εὔκολα τὸ συμπέρασμα, δτι γιὰ νὰ ἀλλάξωμε τὴ φορὰ κατὰ τὴν δποία περιστρέφεται ἔνας κινητήρας, πρέπει νὰ ἀλλάξωμε τὴ φορὰ περιστροφῆς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Αὐτὸ γίνεται πολὺ εὔκολα ἐν ἀντιμεταθέσωμε τὴ σύνδεση, μὲ τοὺς ἀκροδέκτες τοῦ κινητήρα σὲ δύο ἀπὸ τοὺς τροφοδοτικοὺς ἀγωγούς, ὅπως ἔξηγεῖται στὸ σχῆμα 5.3 κ.

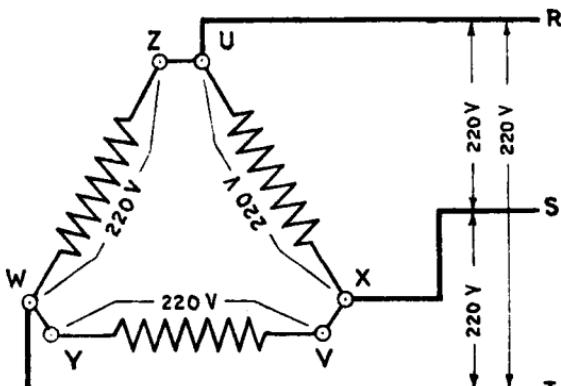


Σχ. 5.3 κ. Ἀλλαγὴ φορᾶς περιστροφῆς.

### 3. Τάση λειτουργίας τριφασικοῦ κινητήρα.

Τὰ τυλίγματα τῶν τριῶν φάσεων κάθε τριφασικοῦ κινητήρα εἶναι υπολογισμένα ἀπὸ τὸν κατασκευαστὴν νὰ έργαζωνται μὲ μιὰ δρισμένη τάση, π.χ. 220 V. "Ας δοῦμε τώρα ποιὰ πρέπει νὰ εἶναι ἡ τάση (πολικὴ) τοῦ δικτύου. στὸ ὅποιο μπορεῖ νὰ έργασθῇ ἔνας τέτοιος κινητήρας. Αντίστοιχα μὲ τὴ συνδεσμολογία τῶν τυλιγμάτων τῶν τριῶν φάσεων διακρίνομε δύο περιπτώσεις:

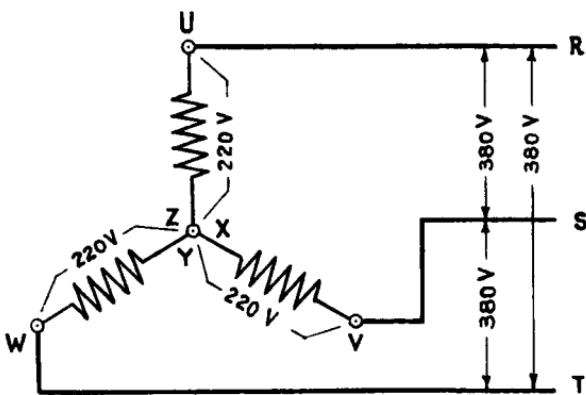
**α. Σύνδεση σε τρίγωνο.** "Οποις παρατηροῦμε στὸ σχῆμα 5·3 λ ποὺ παριστάνει τὴν συνδεσίην λαγία σὲ τρίγωνο τῶν τριῶν



Σχ. 5·3 λ.

φάσεων ἐνὸς τριφασικοῦ κινητήρα, γιὰ νὰ ἔχωμε τάση 220 V στὸ τύλιγμα τῆς κάθε φάσεως, πρέπει ἡ τάση τοῦ δικτύου (πολική τάση) ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν κινητήρα νὰ είναι 220 V.

**β. Σύνδεση σὲ άστέρα.** "Ας παραδεχθοῦμε τώρα δὲ τὸν ἕδιο



Σχ. 5·3 μ.

κινητήρα τὸν συνδέομε σὲ άστέρα (σχ. 5·3 μ). Γιὰ νὰ ἐπικρατῇ πάλι τάση 220 V στὸ τύλιγμα τῆς κάθε φάσεως, διῃ λαδὴ ἔχει προβλέψει δ κατασκευαστὴς γιὰ τὴν κανονικὴ λειτουργία τοῦ κι-

νητήρα, θὰ πρέπη νή τάση (πολική) τοῦ δικτύου νὰ είναι 1,73 φορὲς μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν τάση κάθε φάσεως. Αὐτὸς είναι: σύμφωνο μὲ δσα εἴπαμε στὴν παραγράφο 3·4 (ἔδαφος 5) γάλ τὴν σχέση μεταξὺ πολικής καὶ φασικῆς τάσεως στὴ σύνδεση, σὲ ἀστέρα. Πρέπει λοιπὸν τὸ δίκτυο νὰ ἔχῃ τάση:

$$1,73 \cdot 220 = 380 \text{ V}$$

Σὲ ἐνα τέτοιο κινητήρα, στὴν πινακίδα του, γή τάση είναι σημειωμένη ὡς ἔξης:

$$220/380 \text{ V}$$

πρᾶγμα ποὺ σημαίνει: ὅτι ὁ κινητήρας μπορεῖ νὰ ἔργασθῇ κανονικὰ μὲ τάση δικτύου 220V μὲ σύνδεση σὲ τρίγωνο καὶ μὲ τάση δικτύου 380V μὲ σύνδεση σὲ ἀστέρα. Ήσιλλὲς φορὲς μάλιστα μετὰ τὴν τάση σημειώνονται καὶ τὰ ἀντίστοιχα σύμβολα:

$$\Delta/Y$$

Ἄλλοτε πάλι: συναντοῦμε τὴν ἀκόλουθη γραφή τῆς τάσεως γιὰ ἐνα τέτοιο κινητήρα:

$$220 \text{ V } \Delta$$

ποὺ σημαίνει: ὅτι ὁ κινητήρας αὐτὸς μπορεῖ νὰ ἔργασθῇ μὲ σύνδεση σὲ τρίγωνο σὲ δίκτυο μὲ τάση 220V καί, συνεπῶς, ὅταν συνδεσμολογηθῇ σὲ ἀστέρα, θὰ μπορῇ νὰ ἔργασθῇ σὲ δίκτυο μὲ τάση 380V.

Ἀντίστοιχα, γιὰ ἐνα κινητήρα, ποὺ τὸ τύλιγμα κάθε φάσεως είναι καμιωμένο γιὰ νὰ ἔργαζεται μὲ τάση, 380V, μποροῦμε νὰ συναντήσωμε τὶς ἀκόλουθες ἀναγραφὲς τῆς τάσεως τοῦ κινητήρα στὴν πινακίδα του:

$$380 \text{ V } \Delta, \quad \text{γή}$$

$$380/660 \text{ V}, \quad \text{γή}$$

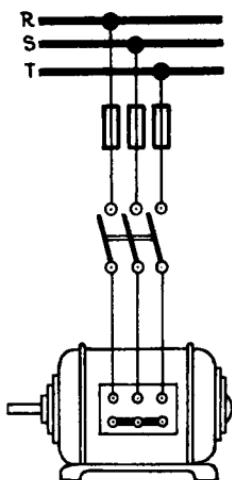
$$380/660 \text{ V } \Delta/Y.$$

Όλα αὐτὰ σημαίνουν τὸ ἴδιο πρᾶγμα. Δηλαδή, ὅτι ὁ κινητήρας μπορεῖ νὰ ἔργασθῇ μὲ σύνδεση σὲ τρίγωνο μὲ τάση δικτύου 380V καὶ μὲ σύνδεση σὲ ἀστέρα μὲ τάση δικτύου 660V ( $= 1,73 \cdot 380$ ).

**4. Πῶς θέτομε σὲ κίνηση τοὺς κινητῆρες μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα.**

Εἰδαμε πρὶν τί συμβαίνει μέσα στὸν κινητήρα κατὰ τὸ ξεκίνημά του καὶ πῶς λειτουργεῖ μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα. Ὁπως δημιουργεῖς οἱ κινητῆρες συνεχῶς ρεύματος, ἔτοι καὶ οἱ κινητῆρες μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα στὴν ἐκκίνηση (τὴν στιγμὴν ποὺ κλείνομε τὸν διακόπτη) ἀπορροφοῦν ἀπὸ τὸ δίκτυο μιὰ μεγάλη ἔνταση ρεύματος. Ἡ ἔνταση αὐτὴ μπορεῖ νὰ εἴναι ἡ ἕως 8 φορὲς μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἔνταση ποὺ ἀπορροφᾶ ὁ κινητήρας ἀπὸ τὸ δίκτυο στὴν κανονική του λειτουργία μὲ τὸ κανονικὸ φορτίο.

Στοὺς πολὺ μικροὺς τριφασικοὺς κινητῆρες μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα (μέχρι 1,1 kW κατὰ τοὺς γερμανικοὺς Κανονισμοὺς) ή ἐκκίνηση, γίνεται. χωρὶς νὰ λάβῃ προστατευτικὸ μέτρο γιὰ νὰ ἐλαττώσειε τὴν ἔνταση, ἐκκινήσεως. Ὁποις δείχνει τὸ σχῆμα ἡ .··, στὶς περιπτώσεις αὐτὲς ἡ ἔργη τοῦ κι-



Σχ. 5.3 ν.

νητήρα μὲ τὸ δίκτυο γίνεται μὲ ἐνα ἀπλὸ μαχαίρωτὸ διακόπτη (ἢ, ἐνα αὐτόματο διακόπτη) καὶ μὲ ἀσφάλειες.

Στοὺς μεγαλύτεροὺς τριφασικοὺς κινητῆρες μὲ βραχυκυκλω-

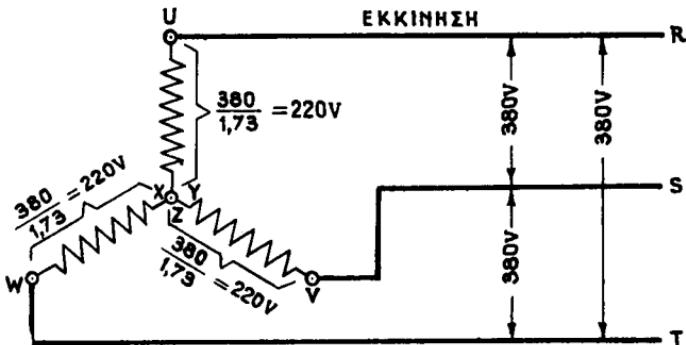
μένο δρομέα γρηγοριόποιούμε διάφορα μέσα, γιατί νά έλαττώνιμε τὸ ρεῦμα ἐκκινήσεως τοῦ κινητήρα. Τὸ μόνο ποὺ κατορθώνουν ζλα αὐτὰ τὰ μέσα εἰναι: ὅτι μᾶς ἐπιτρέπουν στὴν ἐκκίνηση γάτε φαρμάκωμε στὸν κινητήρα μιὰ τάση μικρότερη ἀπὸ τὴν τάση κανονικῆς λειτουργίας. *“Ετοι; ὁ κινητήρας ἔκεινα ἀπορροφώντας ἀπὸ τὸ δίκτυο μία μικρή σχετικὰ ἔνταση ἐκκινήσεως.* *‘Ἄφοι; ὁ κινητήρας ἔκεινήση καὶ ἀποκτήσῃ περίπου τὴν κανονική του ταχύτητα περιστροφῆς, τότε ἐφαρμόζομε τὴν πλήρη τάση τοῦ δίκτυου καὶ ὁ κινητήρας ἔργαζεται πιὰ κανονικὰ ἀποδίδοντας ζλη τὴν ισχύ του.* *‘Αντίστοιχα μὲ τὸ μέσο ποὺ γρηγοριόποιούμε ἔχομε τοὺς ἀκόλουθους τρόπους ἐκκινήσεως:*

**α. Ἐκκίνηση μὲ διακόπτη ἀστέρα - τρίγωνο.** Θὰ πάρωμε ἕνα παράδειγμα γιατί νά δοῦμε πῶς ἐφαρμόζεται ὁ τρόπος αὐτὸς.

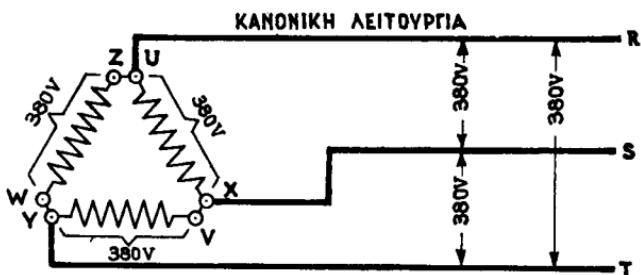
*“Ἄξιοποθέτωμε ὅτι ἔχομε ἔνα τριφασικὸ κινητήρα μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα κατασκευασμένο γιὰ νά ἔργαζεται σὲ τάση, 380 V μὲ σύνδεση, τῶν τυλιγμάτων τοι; σὲ τρίγωνο.* *“Οταν τὸν κινητήρα αὐτὸν τὸν συνδεσμολογήσωμε σὲ ἀστέρα, θὰ πρέπει τὸ δίκτυο, γιὰ νά ἔργασθῇ στὴν κανονική του τάση, ὁ κινητήρας, νά ἔχῃ, τάση, (πολική) 660 V (= 1,73 · 380).* *“Οταν λοιπὸν τὸν κινητήρα κύτον, ποὺ τὸν συνδεσμολογήσωμε σὲ ἀστέρα, τὸν βάλωμε νά ἔργασθῇ σὲ δίκτυο μὲ τάση, 380(1) V. τότε κάθε φάση, του θὰ βρεθῇ, σὲ τάση,  $\frac{380}{1,73} = 220$  V, δηλαδὴ, τάση, ποὺ εἰναι: μικρότερη, κατὰ 1,73 φορές ἀπὸ τὴν κανονική του τάση, (σ.γ. 5·3 ξ).*

*‘Αποδεικνύεται: ὅτι ὁ κινητήρας αὐτὸς ἀπορροφᾷ στὴν ἐκκίνησή του μιὰ ἔνταση, ποὺ εἰναι: 2/3 τῆς ἐντάσεως, ποὺ θὰ ἀπορροφοῦσε ἂν τὸν βάζαιε νά ἔκεινήσῃ μὲ τὴν κανονική του τάση, δηλαδὴ, μὲ σύνδεση τῶν τυλιγμάτων τοι; σὲ τρίγωνο. Τόρα πιὰ γι ἐνταση, ἐκκινήσεως εἰναι: μόνο 2/3 φορές μεγαλύτερη, ἀπὸ τὴν ἐνταση, ποὺ ὁ κινητήρας ἀπορροφᾷ ἀπὸ τὸ δίκτυο στὴν κανονική του λειτουργία.*

Αφοῦ ξεκινήσῃ ὁ κινητήρας, πρέπει τὰ τυλίγματά του νὰ συνδεσμολογηθοῦν σὲ τρίγωνο, γιὰ νὰ ἐπιχρατῇ ἡ κανονικὴ τάση σ' αὐτὰ (σχ. 5·3 o). Αὐτὸ δέ γίνεται μὲ τὴν βοήθεια ἐνὸς εἰδικοῦ διακόπτη ποὺ τὸν δονομάζει διακόπτη ἀστέρα - τρίγωνο.



Σχ. 5·3 ξ. Σύνδεση σὲ ἀστέρα.



Σχ. 5·3 o. Σύνδεση σὲ τρίγωνο.

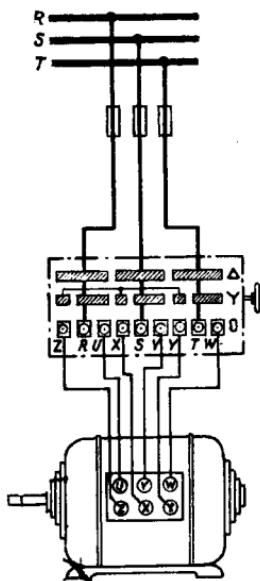
Τὸ σχῆμα 5·3 π δείχνει τὴν συνδεσμολογία ἐνὸς τέτοιου διακόπτη, τοποθετημένου στὸ κύκλωμα ποὺ τροφοδοτεῖ ἕνα τριφασικὸ κινητήρα μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα.

Τὸ ἀκίνητο μέρος τοῦ διακόπτη ἀστέρα - τρίγωνο τὸ ἀποτελεῖ κυρίως μία σειρὰ ἐπαφῶν Z, R, U, X, κλπ. ποὺ συνδέονται, ὅπως δείχνει τὸ σχῆμα 5·3 π, μὲ τὸ δίκτυο R, S, T καὶ τοὺς διακόπτες τοῦ κινητήρα (δὲν τοποθετοῦνται πιὰ λαμάκια σ' αὐτούς). Τὸ κινητὸ μέρος τοῦ διακόπτη ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα κύλινδρο ἀπὸ μονωτικό, ἐπάνω στὸν διπολὸ εἶναι τοποθετηγγιένοι το-

μεῖς ποὺ βραχυκυκλώνουν δρισμένες κάθε φορά ἀπὸ τὶς ἐπαφὲς ποὺ ἀναφέραμε παραπάνω, ἀνάλογα μὲ τὴ θέση, ποὺ δίνομε στὸν κύλινδρο. "Οπως, δηλαδή, εἴχαμε δεῖ ὅτι γίνεται στὸν ρυθμιστὲς στροφῶν τῶν κινητήρων συνεχοῦς ρεύματος.

"Οταν ὁ κύλινδρος βρίσκεται στὴ θέση ποὺ εἶναι σγμειωμένη μὲ οἱ ἐπάνω στὸν διακόπτη, δὲν γίνεται καμμιὰ βραχυκυκλωση ἐπαφῶν καὶ δικινητήρας βρίσκεται ἐκτὸς λειτουργίας.

"Οταν περιστρέψωμε τὸν κύλινδρο μὲ τὴν βοήθεια τοῦ ἔξωτερικοῦ στροφάλου του στὴ θέση, ποὺ εἶναι σγμειωμένη μὲ Y, τὰ τυ-



Σχ. 5·3 π. Διακόπτης ἀστέρα - τρίγωνο.

λήγματα τοῦ κινητήρα συνδεσμολογοῦνται: σὲ ἀστέρα. Πραγματικὰ τότε οἱ τομεῖς τοῦ κυλίνδρου βραχυκυκλώνουν (σχ. 5·3 π) τὶς ἐπαφὲς Z, X καὶ Y καὶ συνδέουν μεταξύ τους τὴν U μὲ τὴν R, τὴν V μὲ τὴν S καὶ τὴν W μὲ τὴν T. Εἶναι: ἡ θέση τοῦ διακόπτη, δπου ὁ κινητήρας ξεκινᾶ.

\*Αφοῦ ξεκινήσῃ ὁ κινητήρας καὶ ζοῦμε ὅτι οἱ στροφές του δὲν

αὐξάνουν πιά, στρέφομε τὸν στρόφαλο τοῦ διακόπτη, στὴ θέση ποὺ σημειώνεται μὲ Δ. Τὰ τυλίγματα τοῦ κινητήρα συνδεσμολογούνται τότε σὲ τρίγωνο. Οἱ τομεῖς στὴ θέση αὐτὴ βραχυκυκλώνουν μεταξύ τοις τίς ἐπαφὲς Z - R - U, X - S - V καὶ Y - T - W. Εἰναι: γ, θέση, τοῦ διακόπτη γιὰ τὴν κανονικὴ λειτουργία τοῦ κινητήρα.

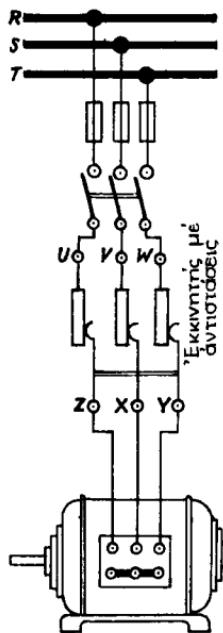
"Οπως εἰδαμε ἀπὸ τὰ παραπάνω, ἔνας κινητήρας μὲ τάση 380 V Δ (γ, 380/660 V) μπορεῖ νὰ ἐργασθῇ κανονικὰ σὲ δίκτυο μὲ (πολικὴ) τάση 380 V καὶ νὰ ξεκινᾷ μὲ τὴν βοήθεια ἐνὸς διακόπτη, ἀστέρα - τρίγωνο.

"Ἐνας κινητήρας μὲ τάση 220 V Δ (γ, 220/380 V) μπορεῖ νὰ ἐργασθῇ σὲ δίκτυο μὲ τάση 380 V ἢ τὸν συνδέσωμε σὲ ἀστέρα. 'Ο κινητήρας χώτδες δὲν μπορεῖ διμοις νὰ ξεκινήσῃ, δπως εἰναι: φανερό, μὲ διακόπτη ἀστέρα - τρίγωνο, ἀφοῦ γ κανονικὴ λειτουργία του εἰναι σὲ σύνδεση, ἀστέρα. "Ἐνας τέτοιος κινητήρας μπορεῖ νὰ ἐργασθῇ σὲ δίκτυο ποὺ ἔχει πολικὴ τάση 220 V (κανονικὴ λειτουργία σὲ τρίγωνο) καὶ νὰ ξεκινᾷ μὲ διακόπτη ἀστέρα - τρίγωνο σύμφωνα μὲ δσα εἴπαμε στὰ προηγούμενα.

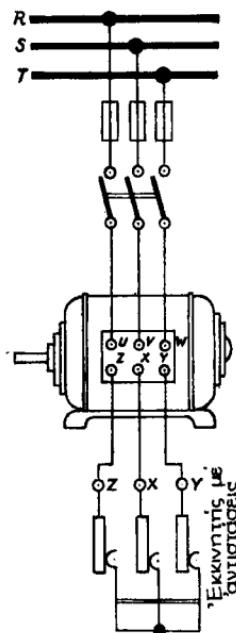
**β. Έκκίνηση μὲ ἀντιστάσεις.** "Οταν θέλωμε νὰ ἔχωμε διμαλὴ ἐκκίνηση τοῦ τριφασικού κινητήρα μὲ βραχυκυκλωμένο δροιλέα γ δταν δὲν μποροῦμε νὰ χρησιμοποιήσωμε διακόπτη, ἀστέρα - τρίγωνο (δπως ἐξηγήσαμε παραπάνω), χρησιμοποιοῦμε ἐκκινητὲς γιὲ ἀντιστάσεις. Οἱ ἐκκινητὲς χώτοι: μοιάζουν στὴν κατασκευή τους μὲ τοὺς ἐκκινητὲς ποὺ χρησιμοποιοῦμε στοὺς κινητήρες συνεχοῦς ρεύματος (σχ. 2 · 3 ε), μὲ τὴ διαφορὰ δτι: ἐδῶ ἔχομε τρεῖς διμάδες ἀντιστάσεων καὶ συνεπῶς τρεῖς σειρὲς ἐπαφῶν. Κάθε διμάδα ἀντιστάσεων συνδέεται σὲ σειρὰ μὲ τὸ τύλιγμα μιᾶς φάσεως τοῦ στάτη (σχ. 5 · 3 ρ). Μὲ τὸν κοινὸ στρόφαλο, ποὺ ἔχομε καὶ γιὰ τὰ τρία συστήματα ἐπαφῶν, κανονιζόμε ἡστε στὴν ἐκκίνηση νὰ παρειθάλλωνται: δλες οἱ ἀντιστάσεις σὲ σειρὰ μὲ τὰ τρία τυλίγματα τοῦ στάτη. 'Ο κινητήρας ξεκινᾷ ἔτσι: μὲ ἐλαττωμένη τάση, καὶ συνεπῶς γιὲ μικρὴ, ἔνταση, ἐκκινήσεως. "Οσο αὐξάνουν οἱ στροφὲς τοῦ

κινητήρα, τόσο, περιστρέφοντας τὸν στρόφαλο, ἀφαιροῦμε ἀντιστάσεις. Στὴν κανονική λειτουργία τοῦ κινητήρα δὲν μένουν πιὰ ἀντιστάσεις σὲ σειρὰ μὲ τὰ τυλίγματα τοῦ στάτη.

Πολλὲς φορὲς ὁ ἐκκινητής συγδέεται δπως δείχνει τὸ σχῆμα 5·3 σ. Αὐτὸς γίνεται βέβαια μόνον δταν δ κινητήρας πρέπη νὰ συνδεθῇ σὲ ἀστέρα γιὰ τὴν κανονική του λειτουργία. δπότε τὸν κόμβο τοῦ ἀστέρα τὸν κάμει ὁ ἐκκινητής.



Σχ. 5·3 ρ.



Σχ. 5·3 σ.

γ. Ἐκκίνηση μὲ αὐτομετασχηματιστή. Ή μέθοδος αὐτὴ χρησιμοποιεῖται μόνο σὲ μεγάλους κινητῆρες μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα. Στὶς περιπτώσεις αὐτὲς τὸν στάτη τὸν τροφοδοτοῦμε στὴν ἐκκίνηση μὲ ἐλαττωμένη τάση (περίπου 1/3 τῆς κανονικῆς), ποὺ μᾶς δίνει ἔνας αὐτομετασχηματιστής, δηλαδή, ἔνας μετασχηματιστής ποὺ ἔχει μόνο πρωτεύον τύλιγμα. Στὴν κανονική λειτουργία

δ κινητήρας τροφοδοτεῖται ἀπ' εὐθείας ἀπό τὸ δίκτυο μὲ τὴν κανονική του τάση.

#### 5.4 Ἀσύγχρονοι τριφασικοὶ κινητῆρες μὲ δακτυλίδια.

##### 1. Πῶς εἶναι κατασκευασμένοι.

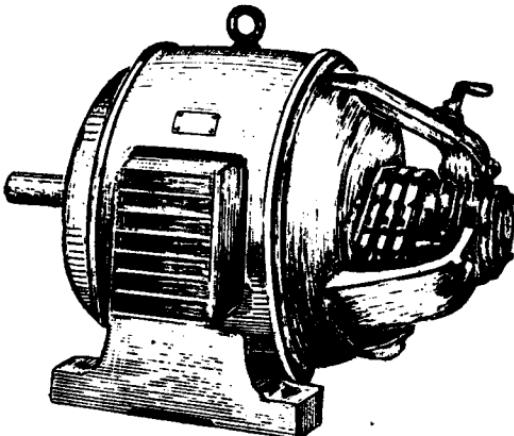
Μετὰ τοὺς κινητῆρες μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα, οἱ ἀσύγχρονοι τριφασικοὶ κινητῆρες μὲ δακτυλίδια εἶναι οἱ πιὸ συχνὰ χρησιμοποιούμενοι στὶς βιομηχανικὲς ἔγκαταστάσεις. Στὶς περιπτώσεις ποὺ θέλομε στὴν ἐκκίνηση δ κινητήρας νὰ ἀναπτύσσῃ μεγάλη ροπή, η ὅταν θέλωμε νὰ ἔχωμε τὴν δυνατότητα νὰ ρυθμίζωμε τὴν ταχύτητα περιστροφῆς στὴν κανονικὴ λειτουργία, χρησιμοποιοῦμε τέτοιου εἰδους κινητῆρες.

Στοὺς ἀσύγχρονους κινητῆρες μὲ δακτυλίδια, ὅπως θὰ δοῦμε καὶ στὰ ἑπόμενα, μποροῦμε νὰ ἐπιτύχωμε δσοδήποτε μικρὴ ἐνταση ἐκκινήσεως ήξλυμε. Αὐτὸς εἶναι ἔνας ἀκόμα λόγος ποὺ χρησιμοποιοῦμε τοὺς κινητῆρες μὲ δακτυλίδια, ὅταν δηλαδὴ εἶναι περισσισμένη η ἐνταση ἐκκινήσεως ποὺ ἐπιτρέπεται νὰ ἀπορροφήσῃ δ κινητήρας ἀπό τὸ δίκτυο.

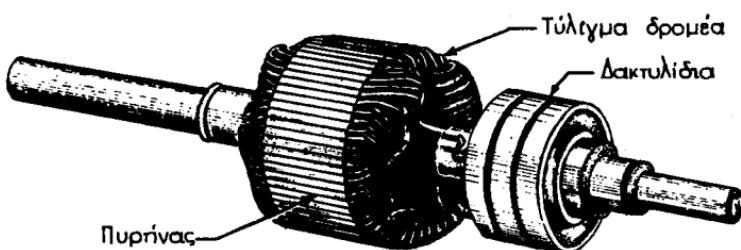
Τὸ σχῆμα 5.4 α δείχνει ἔναν ἀσύγχρονο τριφασικὸ κινητήρα μὲ δακτυλίδια. Ο στάτης τῶν κινητήρων αὐτῶν εἶναι ὅμοιος μὲ τὸν στάτη τῶν κινητήρων μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα (σχῆμα 5.3 β).

Κύριο χαρακτηριστικὸ τῶν κινητήρων μὲ δακτυλίδια εἶναι δτι στὸν δρομέα ἔχουν τριφασικὸ τύλιγμα σὰν αὐτὸ ποὺ περιγράφαμε στοὺς ἐναλλακτῆρες μὲ ἔξωτερικοὺς πόλους. Οἱ τρεῖς φάσεις τοῦ τυλίγματος αὐτοῦ συνδέονται συνήθως σὲ ἀστέρα. Τὰ τρία ἄκρα ποὺ μένουν ἐλεύθερα συνδέονται τότε στὰ τρία ὀρειχάλκινα δακτυλίδια (σχ. 5.4 β), ποὺ εἶναι στερεωμένα στὸν ἀξονὰ τοῦ δρομέα. Τὰ δακτυλίδια αὐτὰ εἶναι ἡλεκτρικὰ μονωμένα καὶ μεταξύ τους καὶ πρὸς τὸν ἀξονα.

"Οπως φαίνεται καὶ στὰ σχήματα 5·4 α καὶ 5·4 γ, στὰ δακτυλίδια ἐφάπτονται ψῆκτρες, ποὺ οἱ ψῆκτροθήκες τους εἶναι στερεωμένες στὸ κάλυμμα τῆς μηχανῆς. Μὲ τὴ βοήθεια τῶν ψῆκτρών αὐτῶν συνδέονται, ὅπως θὰ δοῦμε καὶ παρακάτω, οἱ τρεῖς φάσεις τοῦ δρομέα μὲ τρεῖς ἀντιστάσεις ποὺ γρηγορεύουν γιὰ τὴν διμελὴ ἐκκίνηση τοῦ κινητήρα.



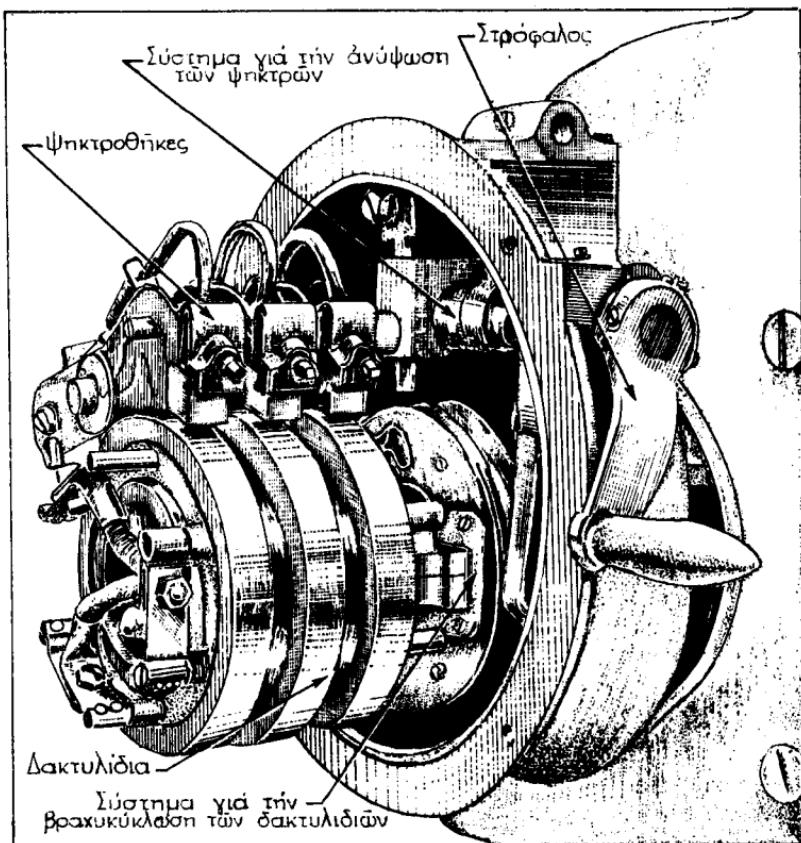
Σχ. 5·4 α.



Σχ. 5·4 β. Δρομέας κινητήρα μὲ δακτυλίδια.

Σὲ πολλοὺς ἀσύγχρονούς κινητήρες μὲ δακτυλίδια οἱ ψῆκτρες εἶναι στερεωμένες σὲ ἔνα μηχανισμὸ ποὺ μᾶς ἐπιτρέπει, ἀφοῦ ἔσεινήσῃ δὲ κινητήρας, νὰ ἀνυψώσωμε τὰς ψῆκτρες, ὥστε στὴν κανονικὴ λειτουργία νὰ μὴν ἐφάπτωνται στὰ δακτυλίδια. Ο μηχανισμὸς αὐτός, ποὺ τὸν δινομάδομε σύστημα γιὰ τὴν ἀνύψωση τῶν

ψηκτρῶν (σχ. 5·4 γ), βραχυκυκλώνει μεταξύ τους, ταυτόχρονα μὲ τὴν ἀνύψωση, τῶν ψηκτρῶν, καὶ τὰ τρία δακτυλίδια τοῦ δρομέα. Στὸ σχῆμα 5·4 γ ἐμπρὸς δεξιὰ φαίνεται: ἕνας στρόφαλος (χεροῦλι), ποὺ ἔμια τὸν στρέψωμε κατάλληλα, γίνοντας ἀπὸ τὸν μηχα-



Σχ. 5·4 γ. Σύστημα γιὰ τὴν ἀνύψωση τῶν ψηκτρῶν.

νισμὸς οἱ κινήσεις ποὺ ἀναφέραμε παραπάνω.

Μὲ τὴν ἀνύψωση τῶν ψηκτρῶν στὴν κανονικὴ λειτουργία δὲν ἔχομε φθορὰ στὶς φῆκτρες οὔτε καὶ τριβὲς ἀνάμεσα σ' αὐτὲς καὶ στὰ δακτυλίδια, ποὺ εἰναι: ἀπώλειες γιὰ τὸν κινητήρα.

## 2. Πώς λειτουργοῦν.

Η ἀρχὴ τῆς λειτουργίας τῶν κινητήρων μὲ δακτυλίδια εἰναι: ή ἔδια μὲ τοὺς κινητῆρες μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα. Πραγματικά, ἐν φαντασθοῦμε ὅτι τὰ τρία δακτυλίδια εἰναι βραχυκυλωμένα μεταξύ τους, τότε ἔχομε στὸ δροιέα τοὺς ἀγωγοὺς τοῦ τυλίγματος, ποὺ ἔχουν τὰ ἄκρα τους βραχυκυλωμένα (στὰ δακτυλίδια).

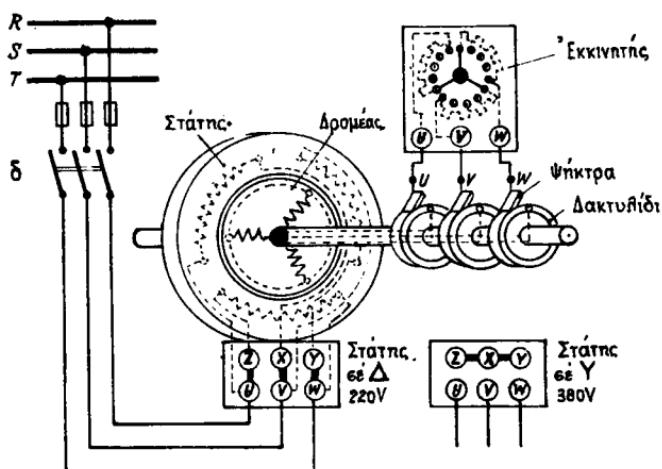
Οταν τροφοδοτήσωμε τὸ τύλιγμα τοῦ στάτη, μὲ τριφασικὸ ρεῦμα, δημιουργεῖται, ὅπως καὶ στοὺς κινητῆρες μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα, ἐνα στρεφόμενο μαγνητικὸ πέδιο. Αὗτὸ τὸ μαγνητικὸ πεδίο δημιουργεῖ ἡλεκτρεγερτικὲς δυνάμεις ἀπὸ ἐπαγωγὴ μέσα στοὺς ἀγωγοὺς τοῦ δρομέα. Ετοι ἀναπτύσσονται ἐντάσεις ρεύματος μέσα στοὺς ἀγωγούς, ποὺ ἔχουν σὰν ἀποτέλεσμα τὴν δημιουργία δυνάμεων, ποὺ θέτουν σὲ περιστροφὴ τὸν δρομέα, ὅπως ἀκριδῶς τὸ ἔνηγγήσαμε ἀναλυτικὰ στοὺς κινητῆρες μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα.

Η χρησιμότητα ὅμως τοῦ τριφασικοῦ τυλίγματος τοῦ δρομέα στοὺς κινητῆρες μὲ δακτυλίδια εἰναι: ὅτι μποροῦμε νὰ ξεκινοῦμε τοὺς κινητῆρες αὐτοὺς μὲ ιικρή σχετικὰ ἐντασγ, ἐκκινήσεως. Πραγματικὰ ἀποδεικνύεται: ὅτι: ή ἐντασγ, ἐκκινήσεως σὲ ἐνα ἀσύγχρονο κινητήρα εἰναι τόσο μικρότερη, ὅσο μεγαλύτερη, εἰναι: ή ἀντίσταση τοῦ τυλίγματος τοῦ δροιέα του.

Αν, λοιπόν, συνδέσωμε μιὰ μεταβλητὴ, τριφασικὴ, ἀντίσταση (ἐνα ἐκκινητή) στὶς φῆκτρες ποὺ ἐφάπτονται: στὰ δακτυλίδια τοῦ δρομέα, ὅπως δείχνει σχηματικὰ τὸ σχῆμα  $\textcircled{1} \cdot 4\delta$ , μποροῦμε στὴν ἐκκίνηση νὰ παρεμβάλωμε στὸ τύλιγμα τοῦ δροιέα ὅσες ἀντιστάσεις θέλομε. Βέβαια, τώρα, στὴν ἐκκίνηση τὰ τρία δακτυλίδια δὲν πρέπει πιὰ νὰ εἰναι βραχυκυλωμένα μεταξύ τους. Ήτα νὰ κλείνῃ ὅμως τὸ κύκλωμα, πρέπει τὰ ἄκρα τῶν τριῶν ἀντίστασεων τοῦ ἐκκινητῆ, ποὺ δὲν συνδέονται μὲ τὶς φῆκτρες, νὰ εἰναι βραχυκυλωμένα μεταξύ τους. Αὗτὸ γίνεται: μὲ τὸν κοινὸ καὶ γιὰ τὶς τρεῖς

λντιστάσεις στρόφαλς του έκκινητή, δημοις φαίνεται: στὸ σχῆμα 5·4 δ.

Τὸ τριφασικὸ τύλιγμα τοῦ στάτη στὸν κινητήρα μὲ δακτυλίδια, ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 5·4 δ, είναι κατασκευασμένο γιὰ τάση 220/380 V. Ἐποι., δταν ἡ πολικὴ τάση τοῦ διεκτύου είναι 220 V, συνδέομε τὰ τυλίγματα αὐτὰ σὲ τρίγωνο, δημοις είναι στὸ σχῆμα. Ἐὰν ἡ πολικὴ τάση τοῦ διεκτύου είναι: 380 V, τότε πρέπει νὰ συνδέσωμε τὰ τυλίγματα σὲ ἀστέρα. Αὐτὸς γίνεται: εύκολα, δημοις πολλὲς φορὲς ἐξηγγήσαμε δῆς τώρα, ἂν τοποθετήσωμε τὰ λαμάκια δημοις δείχνει: ἡ δεξιὰ κίνησις τῶν ἀκροδεκτῶν στὸ σχῆμα 5·4 δ.



Σχ. 5·4 δ. Κύρια μέρη ἐνὸς τριφασικοῦ κινητήρα μὲ δακτυλίδια.

Ἄνεξάρτητα ἀπὸ τὸ πός είναι συνδεσμολογημένα τὰ τυλίγματα τοῦ στάτη, τὰ τυλίγματα τοῦ δρομέα μποροῦν νὰ είναι συνδεσμολογημένα σὲ ἀστέρα (δημοις στὸ σχῆμα 5·4 δ) ή σὲ τρίγωνο.

### 3. Πῶς θέτομε σὲ κίνηση τοὺς κινητήρες μὲ δακτυλίδια.

Γ:ὰ νὰ θέσωμε σὲ κίνησις, ἔνας τέτοιος κινητήρα πρέπει:

α) τὸ σύστημα γιὰ τὴν ἀνύψωσι, τῶν ψηκτρῶν νὰ βρίσκεται στὴ θέση, ἐκείνη, δημοις οἱ ψηκτρες ἐψάπτονται στὰ δακτυλίδια καὶ

β) δ στρόφαλος τού ἐκκινητῆς νὰ βρίσκεται στὴν ἀρχικὴ θέση, δηλαδὴ στὴ θέση ἐκείνη, ὅπου οἱ ἀντιστάσεις του εἶναι συνθεμένες σὲ σειρὰ μὲ τὰ ἀντίστοιχα τυλίγματα τῶν τριῶν φάσεων τοῦ δρομέα.

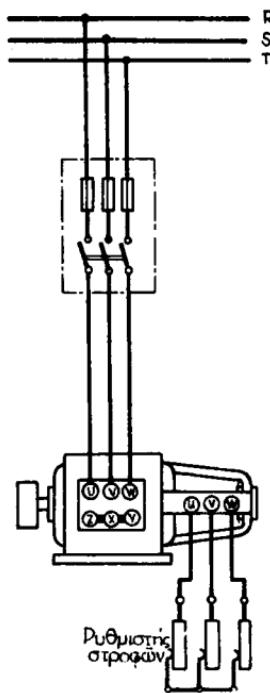
Αφοῦ βεβαιωθοῦμε ὅτι: συμβαίνουν τὰ παραπάνω, κλείνομε τὸν διακόπτη (δ στὸ σχῆμα 5·4δ) τοῦ κυκλώματος ποὺ τροφοδοτεῖ τὰ τυλίγματα τοῦ στάτη. Ο κινητήρας ἀρχίζει τότε νὰ περιστρέφεται πολὺ ἀργά καὶ μὲ ἐλαττωμένη ἔνταση, ἐκκινήσεως. Στρέφομε σιγά-σιγά τὸν στρόφαλο τοῦ ἐκκινητῆς, ὅπότε ἀφαιρεῖται ἀντίσταση ἀπὸ τὸ τύλιγμα τοῦ δρομέα. Αντίστοιχα ἡ ταχύτητα τοῦ κινητήρα αὐξάνεται. Οταν, στρέφοντας τὸν στρόφαλο τοῦ ἐκκινητῆς, φθάσωμε στὸ τελικὸ σημεῖο, δηλαδὴ στὸ σημεῖο ποὺ γράφει κανονικὴ λειτουργία, τότε δλεῖς οἱ ἀντιστάσεις τοῦ ἐκκινητῆς, ἔχουν ἀφαιρεθῆ ἀπὸ τὰ κύκλωμα καὶ τὰ τυλίγματα τῶν τριῶν φάσεων τοῦ δρομέα εἰναὶ βραχυκυκλωμένα. Αν δὲ κινητήρας ἔχῃ σύστημα γιὰ τὴν ἀνύψωση τῶν ψηκτρῶν, τότε ἀμέσως κατόπιν ἀνυψώνομε τὶς ψηκτρες, ὅπότε ἀπὸ τὸν μηχανισμὸ βραχυκυκλώνονται τὰ τρία δικτυαλίδια. Ο κινητήρας ἐργάζεται πιὰ μὲ τὸν κανονικό τοῦ ἀριθμὸ στροφῶν στὸ λεπτό.

Πολλοὶ ἐκκινητὲς στὴν ἀρχικὴ θέση, τοῦ στροφάλου τους ἔχουν διακοπὴ τοῦ κυκλώματος τοῦ δρομέα. Ετσι, δταν κλείσωμε τὸν διακόπτη δ, δ κινητήρας δὲν ἔσκινα. Γιὰ νὰ ἔσκινήσῃ πρέπει νὰ στρέψωμε λίγο τὸν στρόφαλο τοῦ ἐκκινητῆς ὥστε νὰ ἔλθῃ στὴν πρώτη, ἐπαφὴ, τῶν ἀντιστάσεων.

Γιὰ νὰ σταματήσωμε ἔνα κινητήρα μὲ δακτυλίδια, ἀρκεῖ νὰ ἀνοίξωμε τὸν διακόπτη δ. Πρέπει δημιουργὸ σταματήσῃ δ κινητήρας νὰ κατεβάσωμε τὶς ψηκτρες καὶ νὰ ἐπαναφέρωμε τὸν στρόφαλο τοῦ ἐκκινητῆς στὴν ἀρχική του θέση, δηλαδὴ στὴ θέση ἐκκινήσεως. Ετσι εἴμαστε βέβαιοι ὅτι, δταν θελήσωμε νὰ θέσωμε πάλι τὸν κινητήρα σὲ λειτουργία, δὲν πρόκειται ἀπὸ ἀπροσεξία νὰ γίνῃ κανένα σφάλμα στὴν ἐκκίνηση.

#### 4. Πώς ρυθμίζεται η ταχύτητα περιστροφής.

Στοὺς κινητήρες μὲ δακτυλίδια μποροῦμε σχετικὰ εῦκολα νὰ ἐπιτύχωμε ρύθμιση τῆς ταχύτητας περιστροφῆς στὴν κανονική τους λειτουργία. Δὲν χρειάζεται παρὰ μιὰ ρυθμιστικὴ τριφασικὴ ἀντίσταση σὰν αὐτὴ ποὺ χρησιμοποιοῦμε γιὰ τὴν ἐκκίνηση. Ή ἀντίσταση αὐτή, ποὺ συνδέεται δπως δ ἐκκινητὴς (σχ. 5·4ε),



Σχ. 5·4ε. Ρυθμιστής στροφῶν σὲ κινητήρα μὲ δακτυλίδια.

δηλαδὴ συνδέεται στὸ τύλιγμα τοῦ δρομέα μὲ τὴ βοήθεια τῶν φυκτῶν, μπορεῖ τότε νὰ χρησιμοποιηθῇται καὶ σὰν ἐκκινητὴς καὶ δομάζεται ρυθμιστής στροφῶν.

Ἡ μόνη διαφορὰ μεταξὺ τοῦ ρυθμιστῆς στροφῶν καὶ τοῦ ἐκκινητῆς εἶναι δτὶ οἱ ἀντίστασεις στὸν ρυθμιστὴν στροφῶν εἶναι ὑπολογισμένες, ὥστε νὰ μὴ διατρέχουν κίνδυνο νὰ καταστραφοῦν ἀπὸ

ύπερθέρμανση, όταν θὰ βρίσκωνται συνεχῶς στὸ κύκλωμα κατὰ τὴν λειτουργία τοῦ κινητήρα. Δὲν πρέπει, λοιπόν, ποτὲ νὰ χρησιμοποιούμε ἐναντὸν ἐκκινητὴ γιὰ ρύθμιση στροφῶν, γιατὶ οἱ ἀντιστάσεις του ἔχουν ὑπολογισθῆ μόνον γιὰ τὴν θερμότητα ποὺ παράγεται στὸ σύντομο χρονικὸ διάστημα ποὺ διαρκεῖ γῆ ἐκκίνηση τοῦ κινητήρα.

"Οσα εἴπαμε στὴν παράγραφο 5 · 3 (ἐδάφιο 2) γιὰ τὴν ἀλλαγὴ τῆς φορᾶς περιστροφῆς σὲ τριφασικοὺς κινητῆρες μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα ἴσχύουν καὶ γιὰ τοὺς τριφασικοὺς κινητῆρες μὲ δακτυλίδια. Γιὰ νὰ ἀλλάξωμε τὴν φορὰ περιστροφῆς τοῦ κινητήρα ἀρκεῖ νὰ ἀντιμεταθέσωμε τὴν σύνδεση μὲ τοὺς ἀκροδέκτες σὲ δύο διποιουσδήποτε ἀπὸ τοὺς τρεῖς τροφοδοτικοὺς ἀγωγοὺς τοῦ κινητήρα (σχ. 5 · 3 κ).

## 5.5 Μονοφασικοί κινητῆρες με βραχυκυκλωμένο δρομέα.

### 1. Γενικά.

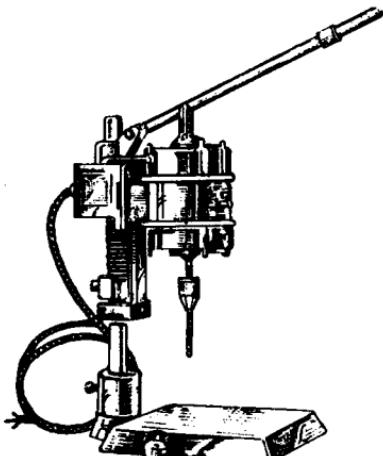
Στὶς δύο προηγούμενες παραγράφους ἔξετάσαμε τοὺς ἀσύγχρονους τριφασικοὺς κινητῆρες ἐπαγωγῆς, δηλαδή, τοὺς τριφασικοὺς κινητῆρες μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα καὶ τοὺς τριφασικοὺς κινητῆρες μὲ δακτυλίδια. "Οπως εἴδαμε, γιὰ τὴν τροφοδότηση τῶν κινητήρων αὐτῶν ἔχομε ἀνάγκη ἀπὸ ἕνα τριφασικὸ δίκτυο τριών ἀγωγῶν.

Πολλὲς φορές, δημως, θέλομε νὰ ἐγκαταστήσωμε ἕνα μικρὸ μηχάνημα, δπως π. χ. ἐναν ἀνεμιστήρα ἢ ἕνα ψυγεῖο ἢ ἕνα μικρὸ μηχανουργικὸ ἐργαλεῖο (σχ. 5 · 5 α) κλπ., μέσα σ' ἕνα σπίτι ἢ σ' ἕνα μαγαζί, δπου δὲν ὑπάρχει τριφασικὸ δίκτυο. Στὶς περιπτώσεις αὐτὲς χρησιμοποιοῦμε γιὰ τὴν κίνηση τῶν μηχανημάτων μονοφασικοὺς κινητῆρες, ποὺ τοὺς τροφοδοτοῦμε ἀπὸ τὴν μονοφασικὴ ἐγκατάσταση τοῦ φωτισμοῦ (φάση καὶ οὐδέτερος).

Στὰ δίκτυα φωτισμοῦ συνδέομε μονοφασικοὺς κινητῆρες μόνο

δταν είναι μικρής ισχύος. Γιά μεγαλύτερες ισχεῖς χρησιμοποιούμε τριφασικούς κινητήρες οι οποίοι είναι δύναται να κάψωμε τριφασική έγκατάσταση.

Τύπων πολλά είδη μονοφασικῶν κινητήρων. Στὴν παρά-



Σχ. 5·5 α. Έπιτραπέξιο τρυπάνι.

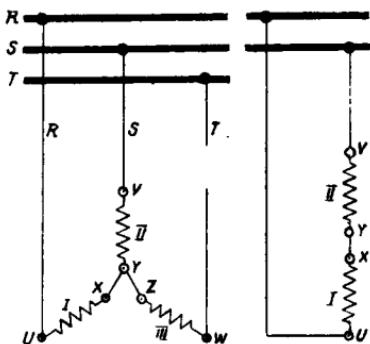
γραφο αὐτῇ θὰ ἔξετάσωμε τοὺς μονοφασικοὺς κινητῆρες μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα, ποὺ ἀνήκουν καὶ αὐτοὶ στὴν δμάδα τῶν ἀσύγχρονων κινητήρων ἐπαγωγῆς. Στὴν ἐπομένη παράγραφο θὰ ἔξετάσωμε τοὺς μονοφασικοὺς κινητῆρες μὲ συλλέκτη, ποὺ ἀνήκουν στὴν δμάδα τῶν ἀσύγχρονων κινητήρων μὲ συλλέκτη.

## 2. Πῶς λειτουργοῦν οἱ μονοφασικοὶ κινητῆρες μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα.

Γιὰ νὰ καταλάβωμε πῶς λειτουργοῦν οἱ κινητῆρες αὐτοὶ, θὰ δοῦμε τί συμβαίνει σὲ ἕνα τριφασικὸ κινητήρα μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα, δταν τὴν ὥρα ποὺ λειτουργεῖ διακόψιμε ἔναν ἀπὸ τοὺς τρεῖς ἀγωγοὺς ποὺ τροφοδοτοῦν τὸ τύλιγμα τοῦ στάτη του. Παρατηροῦμε τότε, δτι δ κινητήρας ἔξακολουθεῖ νὰ περιστρέψεται. Ἐὰν δμως σταματήσωμε τὸν κινητήρα αὐτὸν καὶ θελήσωμε νὰ τὸν θέσωμε πάλι σὲ κίνηση, τροφοδοτώντας τὸν μὲ τοὺς δύο

άγωγούς, θὰ δοῦμε ότι δὲν μπορεῖ νὰ ξεκινήσῃ. Εεκινᾶ δημος και μπορεῖ νὰ λειτουργήσῃ ἀν τοῦ δώσωμε, π.χ. μὲ τὸ χέρι, μιὰ σχυρὴ θήμηση περιστροφῆς.

Στὸ σχῆμα 5.5 β παριστάνονται τὰ τυλίγματα τοῦ στάτη



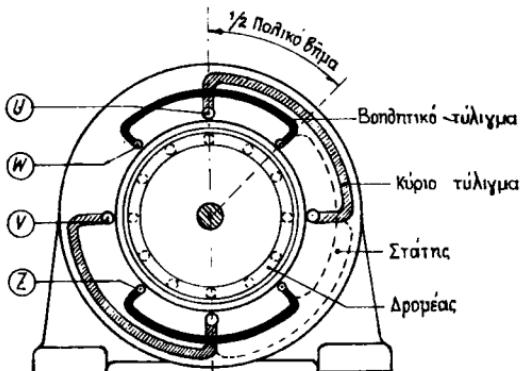
Σχ. 5.5 β.

(σύνδεση σὲ ἀστέρα) τοῦ κινητήρα ποὺ ἀναφέραμε παραπάνω, δηλαδὴ μὲ τὸν ἔνα ἀγωγὸ τροφοδοτήσεως κομμένο. "Οπως παρατηροῦμε, ἀπὸ τὴ φάση, III τοῦ κινητήρα δὲν περνᾶ πιὰ ρεῦμα. "Αρα στὶς περιπτώσεις αὐτὲς λειτουργοῦν μόνο τὰ τυλίγματα τῶν δύο φάσεων (τῶν I καὶ II) ποὺ εἶναι πιὰ συνδεμένα σὲ σειρά, δπως φαίνεται και στὸ δεξιὸ μέρος τοῦ σχῆματος 5.5 β. Εἶναι δηλαδὴ σὰν νὰ ἔχωμε ἔνα μονοφασικὸ τύλιγμα (παράγραφος 3·4, ἐδάφιος 2) ποὺ τροφοδοτεῖται: ἀπὸ μονοφασικὸ ρεῦμα.

"Απὸ δσα εἴπαμε στὰ προηγούμενα βγάζομε τὸ συμπέρασμα ότι ἔνας κινητήρας μὲ μονοφασικὸ τύλιγμα δὲν μπορεῖ νὰ ξεκινήσῃ μόνος του. Αὐτὸ δψεῖλεται: στὸ ότι τὸ μονοφασικὸ ρεῦμα δὲν μπορεῖ νὰ δημιουργήσῃ μόνο του στρεψόμενο μαγνητικὸ πεδίο. "Οταν δημος μὲ κάποιο τρόπο θέσωμε σὲ κίνηση τὸν μονοφασικὸ κινητήρα, τότε αὐτὸς συνεχίζει νὰ περιστρέφεται. Πραγματικὸ τότε, ἀφοῦ ξεκινήσῃ δ μονοφασικὸς κινητήρας, δημιουργεῖται στρεψόμενο μαγνητικὸ πεδίο μὲ τὴν ἐπιδραση και τοῦ ρεύματος, ποὺ κυκλοφορεῖ μέσα στοὺς ἀγωγοὺς τοῦ δρομέα του.

Πρέπει, λοιπόν, γιὰ νὰ μπορῇ διαμονοφασικὸς κινητήρας νὰ ξεκινᾶ μόνος του, νὰ δημιουργοῦμε μὲ κάποιο μέσο κατὰ τὸν χρόνο τῆς ἐκκινήσεως ἵνα στρεφόμενο μαγνητικὸ πεδίο. Αὐτὸς γίνεται ὅταν τὸποθετήσωμε στὸν στάτη τοῦ κινητήρα, ἐκτὸς ἀπὸ τὸ κύριο μονοφασικὸ τύλιγμα, καὶ ἕνα ἀκόμα τύλιγμα ποὺ τὸ δυναμάζομε βοηθητικὸ τύλιγμα ἢ βοηθητικὴ φάση.

Τὰ μονοφασικὰ τύλιγματα τῶν ἀσύγχρονων κινητήρων εἰναι δμοια μὲ τὰ μονοφασικὰ τύλιγματα τῶν ἐναλλακτήρων μὲ ἐσωτερικοὺς πόδους ποὺ περιγράψαμε στὴν παράγραφο 3·4 ἐδάφιο 2. Τὸ βοηθητικὸ τύλιγμα τοποθετεῖται σὲ ἀπόσταση μισοῦ πολικοῦ βήματος ἀπὸ τὸ κύριο τύλιγμα. Τὸ σχῆμα 5·5 γ δείχνει σχημα-



Σχ. 5·5 γ. Μονοφασικὸς κινητήρας μὲ βοηθητικὸ τύλιγμα.

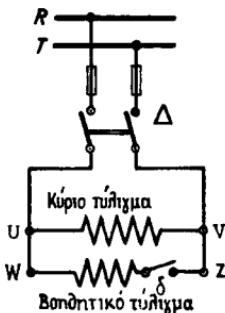
τικὰ πῶς διατάσσονται τὸ κύριο καὶ τὸ βοηθητικὸ τύλιγμα στὸν στάτη ἐνὸς μονοφασικοῦ κινητήρα μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα. Τὰ δύο αὐτὰ τύλιγματα συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα καὶ τροφοδοτοῦνται ἀπὸ τὸ ἔδιο μονοφασικὸ δίκτυο.

Γιὰ νὰ δημιουργηθῆ δμως τὸ στρεφόμενο μαγνητικὸ πεδίο δὲν ἀρκεῖ μόνο τὰ δύο τύλιγματα, τὸ κύριο καὶ τὸ βοηθητικό, νὰ εἶναι τοποθετημένα στὸν στάτη δπως ἐξηγήσαμε παραπάνω. Πρέπει καὶ τὸ ρεῦμα, ποὺ περνᾶ ἀπὸ τὸ βοηθητικὸ τύλιγμα, νὰ μὴν εἶναι σὲ φάση μὲ τὸ ρεῦμα ποὺ περνᾶ μέσα ἀπὸ τὸ κύριο τύλι-

γμα. Αύτὸς μποροῦμε νὰ τὸ ἐπιτύχωμε μὲ δύο τρόπους καὶ ἀντίστοιχα ἔχομε δύο εἰδὴ μονοφασικῶν κινητήρων μὲ βραχυκυλωμένο δρομέα, τοὺς μονοφασικοὺς κινητῆρες ἀντιστάσεως καὶ τοὺς μονοφασικοὺς κινητῆρες μὲ πυκνωτή.

### 3. Μονοφασικοί κινητῆρες ἀντιστάσεως.

Στοὺς κινητῆρες αὐτοὺς τὸ βοηθητικὸ τύλιγμα ἔχει μεγάλη ἀντίσταση. Ἀποτελεῖται, ἐπομένως, ἀπὸ πολλὲς σπεῖρες λεπτοῦ σύρματος καὶ εἶναι συνδεσμολογημένο δπως φαίνεται στὸ σχῆμα



Σχ. 5.5.8.

5.5.8. Ο διακόπτης δ στὸ βοηθητικὸ τύλιγμα εἶναι ἔνας φυγοκεντρικὸς διακόπτης στερεωμένος στὸν δξόνα τοῦ δρομέα.

Οταν δ κινητήρας δὲν ἔργαζεται, δ διακόπτης δ εἶναι κλειστός. Γιὰ νὰ θέσωμε σὲ κίνηση τὸν κινητήρα κλείνομε τὸν διακόπτη τροφοδοτήσεως Δ, δπότε δημιουργεῖται ἀπὸ τὰ δύο τυλίγματα (τὸ κύριο καὶ τὸ βοηθητικὸ) τὸ στρεφόμενο μαγνητικὸ πεδίο καὶ δ κινητήρας ἔσκινα. Οταν δ κινητήρας ἀποκτήσῃ περίπου τὴν κανονικὴ ταχύτητα περιστροφῆς, τότε ἀνοίγει δ φυγοκεντρικὸς διακόπτης δ καὶ τὸ βοηθητικὸ τύλιγμα δὲν διαρρέει πιὰ τὸ ρεῦμα. Ο κινητήρας ἔσκινοθεῖ νὰ ἔργαζεται μόνο μὲ τὸ κύριο τύλιγμα, ὅπως ἔξηγήσαμε στὸ προηγούμενο ἐδάφιο.

Αν θέλωμε νὰ ἀλλάξωμε τὴ φορὰ περιστροφῆς σὲ ἔνα μονοφασικὸ κινητήρα πρέπει νὰ ἀλλάξωμε μεταξύ τοὺς τὶς συνδέσεις

τῆς ἀρχῆς καὶ τοῦ τέλους τοῦ βοηθητικοῦ τυλίγματος μὲ τὸ κύριο τύλιγμα.

#### 4. Μονοφασικοὶ κινητῆρες μὲ πυκνωτή.

Οἱ κινητῆρες αὐτοὶ χρησιμοποιοῦνται ὅταν θέλωμε νὰ ἔχωμε μεγαλύτερη ροπὴ στὴν ἐκκίνηση ἀπὸ αὐτὴν ποὺ δίνουν οἱ μονοφασικοὶ κινητῆρες ἀντιστάσεως. Π.χ., χρησιμοποιοῦμε μονοφασικοὺς κινητῆρες μὲ πυκνωτὴν σὲ μικρὲς ἀντλίες, σὲ μικροὺς συμπιεστές κ.λ.π.

Στοὺς κινητῆρες αὐτοὺς σὲ εἰρὰ μὲ τὸ βοηθητικὸ τύλιγμα εἶναι συνδεμένος καὶ ἔνας πυκνωτής, ποὺ στερεώνεται συνήθως μέσα σὲ θήκη στὸ κέλυφος τοῦ κινητήρα.

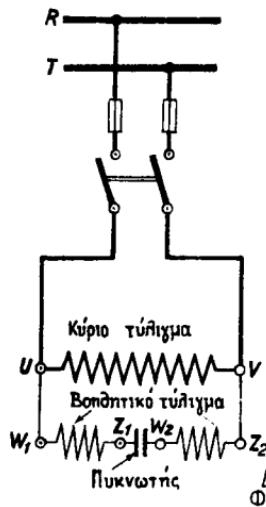
Σὲ δρισμένους κινητῆρες αὐτοῦ τοὺς εἰδους τὸ βοηθητικὸ τύλιγμα μὲ τὸν πυκνωτὴν παραμένουν συνδεμένα στὸ κύκλωμα σὲ δῆλη τὴ διάρκεια τῆς λειτουργίας τοῦ κινητήρα. Ἡ συνδεσμολογία τοὺς φαίνεται στὸ σχῆμα 5·5 ε.

Σὲ ἄλλους κινητῆρες ἔχομε δύο πυκνωτὲς συνδεμένους παράλληλα, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα 5·5 ζ. Ἀπὸ αὐτοὺς δὲ ἔνας πυκνωτής μὲ τὸ βοηθητικὸ τύλιγμα μένει στὸ κύκλωμα κατὰ τὴν λειτουργία τοῦ κινητήρα. Ὁ ἄλλος πυκνωτής ἔχει σὲ εἰρὰ συνδεμένο ἔνα φυγοκεντρικὸ διακόπτη καὶ παραμένει στὸ κύκλωμα μένο κατὰ τὴν ἐκκίνηση τοῦ κινητήρα.

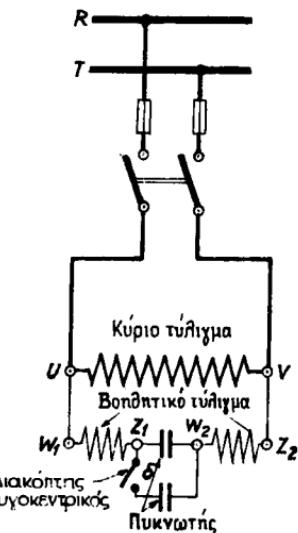
Τέλος, ὑπάρχουν μονοφασικοὶ κινητῆρες στοὺς ὅποίους τὸ βοηθητικὸ τύλιγμα μὲ τὸν πυκνωτὴν ἀποσυνδέεται ἀπὸ τὸ κύκλωμα μὲ τὴ βοήθεια τοῦ φυγοκεντρικοῦ διακόπτη δ (σχ. 5·5 η) μετὰ τὴν ἐκκίνηση τοῦ κινητήρα.

“Οταν δὲ πυκνωτής μένη στὸ κύκλωμα κατὰ τὴν λειτουργία τοῦ κινητήρα χρησιμοποιοῦμε πυκνωτὲς χάρτου. ”Οταν δὲ πυκνωτής ἀποσυνδέεται μετὰ τὴν ἐκκίνηση τοῦ κινητήρα, μποροῦμε νὰ χρησιμοποιήσωμε ἡλεκτρολυτικοὺς πυκνωτές. Στὶς περιπτώσεις αὐτὲς πρέπει νὰ ἔχωμε ὑπὸ δψη μας δτι, ἢν γιὰ ἔναν δποι-

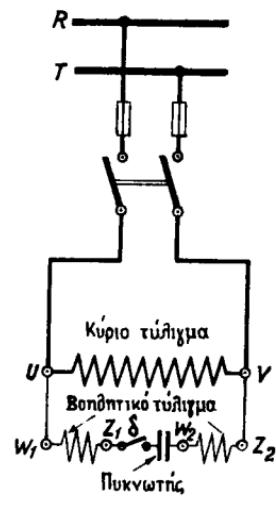
δύποτε λόγῳ δὲν λειτουργήσῃ ὁ φυγοκεντρικὸς διακόπτης, τότε δὴλεκτρολυτικὸς πυκνωτής, ποὺ θὰ μείνῃ στὸ κύκλωμα κατὰ τὴν λειτουργία τοῦ κινητήρα, θὰ καταστραφῇ.



Σχ. 5·5 ε.



Σχ. 5·5 ζ.



Σχ. 5·5 η.

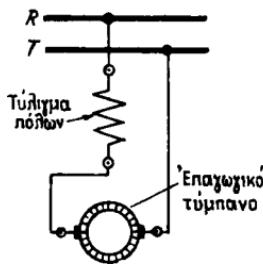
Ἐκτὸς ἀπὸ τὰ εἰδη, τῶν μονοφασικῶν κινητήρων μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα ποὺ περιγράψαμε στὰ προηγούμενα, ὑπάρχουν καὶ ἄλλα εἰδη, ποὺ χρησιμοποιοῦνται: σὲ εἰδικές περιπτώσεις. Π.χ. ἐνα εἰδος μονοφασικοῦ κινητήρα μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα, ποὺ χρησιμοποιεῖται: συνήθως στὰ ἡλεκτρικὰ γραμμισφωνα (πίκ-ἄπ), ἔχει: στὸν στάτη, ἐκτὸς ἀπὸ τὸ κύριο τύλιγμα, καὶ ἐνα βραχυκυκλωμένο τύλιγμα, ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ 2 ἐποις 3 σπεῖρες ἀπὸ χονδρὸς σύρμα. Μὲ τὴν βοήθεια αὐτοῦ τοῦ τυλιγματος δημιουργεῖται τὸ στρεφόμενο μαγνητικὸ πεδίο. Οἱ κινητήρες αὗτοι ἔχουν πολὺ μικρὸ βαθμὸ ἀποδόσεως καὶ κατασκευάζονται: μόνο γιὰ πολὺ μικρὲς ισχεῖς (μέχρι 100 W).

## 5·6 Μονοφασικοί κινητήρες μὲ συλλέκτη.

Ασύγχρονοι κινητήρες μὲ συλλέκτη, κατασκευάζονται καὶ τριφασικοί καὶ μονοφασικοί. Ολοι χρησιμοποιοῦνται σὲ εἰδικές χρήσεις. Εμεῖς θὰ ξετάσωμε ἐδῶ σύντομα μόνο τοὺς μονοφασικοὺς κινητήρες μὲ συλλέκτη. Τέτοιοι κινητήρες εἰναι: κυρίως οἱ κινητήρες σειρᾶς, οἱ κινητήρες Γιουνιβέρσαλ (*Universal*) καὶ οἱ κινητήρες ἀντιδράσεως. Αρχίζομε μὲ τοὺς μονοφασικοὺς κινητῆρες σειρᾶς.

### 1. Μονοφασικοί κινητήρες σειρᾶς.

Στοὺς κινητήρες συνεχοῦς ρεύματος εἶχαμε ἔξηγήσει, δτι ἡ φορὰ περιστροφῆς τοῦ κινητήρα ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φορὰ τοῦ ρεύματος μέσα στὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο καὶ ἀπὸ τὴν φορὰ τοῦ ρεύματος μέσα στὸ τύλιγμα τῶν πόλων (παράγραφος 2·2 ἐδάφιο 2). Οταν ἀλλάξῃ ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος καὶ μέσα στὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο καὶ μέσα στὸ τύλιγμα τῶν πόλων, ἡ φορὰ περιστροφῆς τοῦ κινητήρα δὲν ἀλλάζει.



Σχ. 5·6 α. Μονοφασικὸς κινητήρας σειρᾶς.

Ἄς δοῦμε τί θὰ συμβῇ σὲ ἓνα κινητήρα μὲ διέγερση σειρᾶς συνεχοῦς ρεύματος (σχ. 5·6 α), δταν τὸν τροφοδοτήσωμε μὲ μονοφασικὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα. Ή διεύθυνση τοῦ ρεύματος σὲ κάθε γμιπερίδο θὰ ἀλλάζῃ ταυτόχρονα τόσο στὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο ὅσο καὶ στὸ τύλιγμα τῶν πόλων. Αρά, ὁ δροιέας θὰ πρέπη νὰ περιστρέψεται πάντα κατὰ τὴν ἴδια φορά. Σ' αὐτὴ τὴν

ἀρχὴ στυρείζεται ἡ λειτουργία τῶν μονοφασικῶν κινητήρων σειρᾶς.

Ἐνας κινητήρας μὲ διέγερση σειρᾶς συνεχοῦς ρεύματος δὲν μπορεῖ δῆμας νὰ ἐργασθῇ ἵκανο ποιητικὰ καὶ στὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα σὰν μονοφασικὸς κινητήρας σειρᾶς, παρ' ὅλο ὅτι: ἔχόν την ἕδια ἀρχὴ λειτουργίας.

Ο δρομέας τῶν μονοφασικῶν κινητήρων σειρᾶς εἶναι δῆμοις στὴν κατασκευὴ του μὲ τὸν δρομέα τῶν κινητήρων συνεχοῦς ρεύματος. Ἐχει δηλαδὴ ἐπαγωγικὸ τύμπανο καὶ συλλέκτη, ὅπως τὰ περιγράψαμε στὴν παράγραφο 1·2 ἑδάφιο 2.

Ο στάτης τῶν μονοφασικῶν κινητήρων σειρᾶς δὲν ἔχει μαγνητικοὺς πόλους, ὅπως οἱ μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος, ἀλλὰ μονοφασικὸ τύλιγμα μέσα σὲ λούκια, ὅπως οἱ ἀσύγχρονοι μονοφασικοὶ κινητῆρες μὲ βραχυκυκλωμένο δρομέα. Ἐκτὸς ἀπὸ τὸ κύριο μονοφασικὸ τύλιγμα ὑπάρχουν συνήθως τοποθετημένα στὸν στάτη καὶ ἀλλα δύο τυλίγματα, τὸ βιοηθητικὸ τύλιγμα καὶ τὸ τύλιγμα ἀντισταθμίσεως. Τὰ τυλίγματα αὐτά, ποὺ εἰναι συνδεμένα σὲ σειρὰ μὲ τὸ κύριο τύλιγμα καὶ τὸ ἐπαγωγικὸ τύμπανο τοῦ δρομέα, χρησιμεύουν γιὰ νὰ ἐλαττώνουν τοὺς σπινθηρισμοὺς στὶς ψῆκτρες.

Οἱ μονοφασικοὶ κινητῆρες σειρᾶς ἔχουν τὶς ἕδιες ἕδιστητες μὲ τοὺς κινητῆρες μὲ διέγερση σειρᾶς συνεχοῦς ρεύματος (παράγραφος 2·3 ἑδάφιο 5). Αὐτὸς εἰναι ὁ λόγος ποὺ χρησιμοποιοῦνται κι' αὐτοὶ στὴν ἡλεκτρικὴ ἔλξη (σιδηρόδρομοι, τροχιδρομοι κλπ.).

## 2. Κινητῆρες Γιουνιβέρσαλ (Universal).

Οἱ κινητῆρες αὐτοὶ εἰναι μικροὶ μονοφασικοὶ κινητῆρες σειρᾶς κατάλληλοι γιὰ ἐναλλασσόμενο καὶ γιὰ συνεχὲς ρεῦμα. Χρησιμοποιοῦνται σὲ ἡλεκτρικὲς συσκευὲς τοῦ νοικοκυριοῦ, σὲ μικροὺς ἀνεμιστῆρες, σὲ ἡλεκτρικὰ τρυπάνια κλπ.

Ἡ ταχύτητα περιστροφῆς τῶν κινητήρων αὐτῶν ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὸ φορτίο, ὅπως σὲ ὅλους τοὺς κινητῆρες σειρᾶς. Ἐπίσης ἡ

ταχύτητα περιστροφῆς σὲ ἔνα ὅρισμένο φορτίο ἔξαρτᾶται: ἀπὸ τὸ ἄν δὲ κινητήρας τροφοδοτήτα: μὲ συνεχὲς θὲ μὲ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα. Τὸ μειονέκτημα αὐτὸ τὸ ἀποφεύγοιτε μὲ λήψεις ποὺ παίρνομες ἀπὸ τὸ τύλιγμα τοῦ στάτη. Τὸν κινητήρα τὸν συνδέομες σὲ ἄλλη λήψη δταν ἐργάζεται μὲ συνεχὲς ρεῦμα καὶ σὲ ἄλλη, δταν ἐργάζεται μὲ ἐναλλασσόμενο.

Οἱ κινητήρες Γιουνιθέρσαλ κατασκευάζονται: σινγήθιος γιὰ ταχύτητες περιστροφῆς πάνω ἀπὸ 3 000 στροφῶν στὸ λεπτό.

### 3. Κινητήρες ἀντιδράσεως.

Καὶ οἱ κινητήρες αὐτοὶ εἰναι: μονοφασικοὶ κινητήρες μὲ συλλέκτη. Στὴν ἀπλούστερη μορφῇ τους ἔχοντας στὸν στάτη, ἔνα μονοφασικὸ τύλιγμα γιὰ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα, τὰν αὐτὸ ποὺ εἴπαμε δτι: ἔχουν δλοὶ οἱ ἀσύγχρονοι μονοφασικοὶ κινητήρες. Στὸν δρομέα ἔχουν τύλιγμα συνεχοῦς ρεύματος καὶ συλλέκτη.

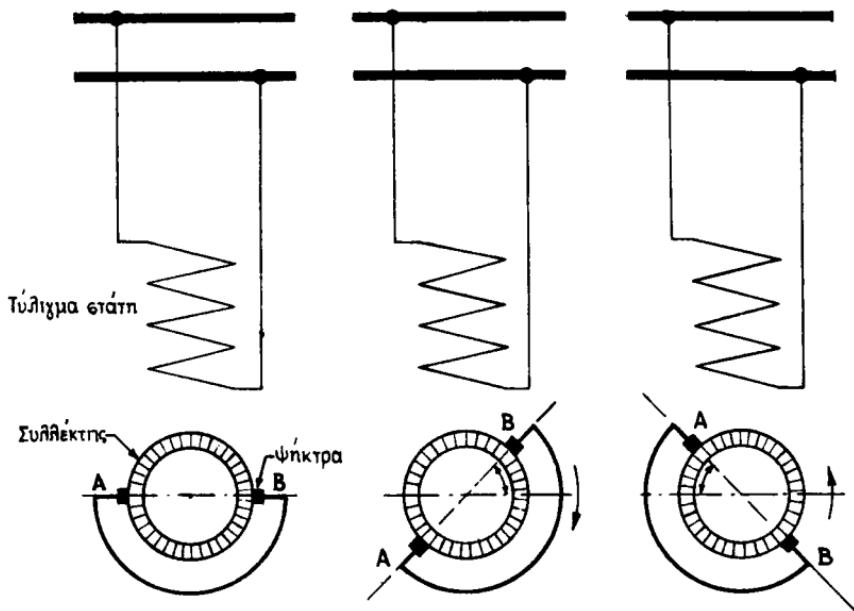
Τὸ τύλιγμα τοῦ στάτη, σινδέεται στὸ μονοφασικὸ δίκτυο ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν κινητήρα. Ἀντίθετα τὸ τύλιγμα τοῦ δρομέα δὲν συνδέεται μὲ τὸ δίκτυο. Οἱ ψήκτρες ποὺ ἔφαπτονται: στὸ συλλέκτη εἰναι: βραχυκλωμένες μεταξύ τους, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 5. 6 β.

Ἡ ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ δρομέα στοὺς κινητήρες ἀντιδράσεως ἔξαρτᾶται: ἀπὸ τὴ γιώνα, ποὺ σχηματίζει ὁ ἀξονας τῶν ψηκτρῶν (εὐθεία AB στὸ σχῆμα 5. 6 β) μὲ τὸν ἀξονα τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ποὺ δημιουργεῖ τὸ τύλιγμα τοῦ στάτη, (εἴδαμε δτι: στοὺς μονοφασικοὺς κινητήρες τὸ μαγνητικὸ πεδίο τοῦ στάτη δὲν εἰναι: στρεφόμενο).

“Οταν ὁ ἀξονας τῶν ψηκτρῶν σχηματίζῃ γιωνία 90° μὲ τὸν ἀξονα τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου (σχ. 5. 6 β), τότε δὲν δημιουργεῖται ρεπτή, στὸν δρομέα καὶ ὁ κινητήρας δὲν περιστρέφεται. Τὸ διὸ γίνεται καὶ δταν ὁ ἀξονας τῶν ψηκτρῶν συμπίπτη, μὲ τὸν ἀξονα τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Στοὺς κινητήρες ἀντιδράσεως οἱ ψήκτρες εἰναι: τοποθετημέ-

νες έπάνω σὲ ένα μηχανισμὸ ποὺ μᾶς ἐπιτρέπει μὲ τὴν περιστροφὴν ἑνὸς στροφάλου νὰ ἀλλάξωμε τὴν θέση τοῦ ἀξονα τῶν φηκτρῶν. Ἔτσι, σύμφωνα μὲ αὐτὰ ποὺ εἴπαμε παραπάνω, μποροῦμε νὰ μεταβάλωμε τὴν ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ κινητήρα ἀπὸ μηδὲν στροφὲς στὸ λεπτὸ ὡς ένα μέγιστο ἀριθμὸ στροφῶν, γιὰ τὸν ὅποιο εἶναι κατασκευασμένος ὁ κινητήρας. Ἐπίσης, μὲ τὸν ἕδιο



Σχ. 5.6 β.

Σχ. 5.6 γ.

Σχ. 5.6 δ.

μηχανισμὸ μποροῦμε μὲ κατάλληλη ἀλλαγὴ τῆς θέσεως τοῦ ἀξονα τῶν φηκτρῶν νὰ ἀναστρέψωμε τὴ φορὰ περιστροφῆς τοῦ κινητήρα. Ἡ θέση τοῦ ἀξονα τῶν φηκτρῶν, ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 5·6 δ., δίνει φορὰ περιστροφῆς τοῦ κινητήρα ἀντίθετη ἀπὸ αὐτὴ ποὺ δίνει ἡ θέση ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 5·6 γ.

## 5.7 Ισχὺς κινητήρων έναλλασσομένου ρεύματος.

“Οσα εἴπαμε στὴν παράγραφο 2·4 γιὰ τὴν ισχὺ ποὺ δίνει στὸν ἀξονά του ένας κινητήρας συνεχοῦς ρεύματος, καθὼς καὶ γιὰ

τὸ βαθμὸ ἀποδόσεως, ἐφαρμόζονται καὶ στοὺς κινητῆρες γιὰ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα. Ἡ μόνη διαφορὰ εἶναι, δτι, γιὰ νὰ ὑπολογίσωμε τὴν ἴσχυ ποὺ ἔνας δποιοσδήποτε κινητήρας γιὰ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα ἀπορροφᾷ ἀπὸ τὸ δίκτυο ποὺ τὸν τροφοδοτεῖ, πρέπει νὰ χρησιμοποιήσωμε τοὺς παρακάτω τύπους:

α. "Αν δὲ κινητήρας εἶναι μονοφασικός:

$$N_1 = \frac{U \cdot I \cdot \text{συνφ}}{1000}$$

ὅπου  $U$  εἶναι ἡ τάση τοῦ δικτύου,  $I$  ἡ ἐνταση ποὺ ἀπορροφᾶ δὲ κινητήρας καὶ συνφ ὁ συντελεστὴς ἴσχυος τοῦ μονοφασικοῦ κινητήρα. Ἡ ἴσχυς  $N_1$ , ποὺ δὲ κινητήρας παίρνει ἀπὸ τὸ δίκτυο, δίνεται ἀπὸ τὸν παραπάνω τύπο σὲ kW.

β. "Αν δὲ κινητήρας εἶναι τριφασικός:

$$N_1 = \frac{1,73 \cdot U \cdot I \cdot \text{συνφ}}{1000}$$

"Ομοια στὸν τύπο αὐτὸν τὸ  $U$  εἶναι ἡ τάση (πολική) τοῦ τριφασικοῦ δικτύου,  $I$  ἡ ἐνταση ποὺ δὲ κινητήρας ἀπορροφᾶ — μετρουμένη σὲ ἔνα ἀπὸ τοὺς τροφοδοτικοὺς ἀγωγοὺς — καὶ συνφ εἶναι δὲ συντελεστὴς ἴσχυος τοῦ τριφασικοῦ κινητήρα. Ἡ ἴσχυς  $N_1$  δίνεται ἀπὸ τὸν τύπο πάλι σὲ kW.

Σημειώνομε ἐδῶ δτι δὲ συντελεστὴς ἴσχυος (συνφ) καὶ στοὺς μονοφασικοὺς κινητῆρες καὶ στοὺς τριφασικοὺς ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὸ φορτίο τοῦ κινητήρα. "Οταν δὲ κινητήρας ἐργάζεται ἐν κενῷ ἢ μὲ μικρὸ φορτίο, ἔχει, δπως λέμε, κακὸ συντελεστὴ ἴσχυος, δηλαδὴ μικρὸ συνφ.

Σὰν παράδειγμα ἀς ὑπολογίσωμε τὸν βαθμὸ ἀποδόσεως ἐνὸς τριφασικοῦ κινητήρα 5 PS, δταν ἐργάζεται στὸ πλῆρες φορτίο καὶ δταν ἔρωμε, δτι τροφοδοτεῖται ἀπὸ ἔνα δίκτυο μὲ τάση 380 V, δτι ἀπορροφᾶ ἐνταση σὲ κάθε φάση  $I = 7,5$  A καὶ δτι ἔχει συντελεστὴ ἴσχυος στὸ πλῆρες φορτίο συνφ = 0,85.

Η ισχύς, που δικαιούεται στο πλήρες φορτίο, υπολογιζόμενη σε kW είναι:

$$N = 5 \cdot 0,736 = 3,68 \text{ kW}$$

Η ισχύς που δικαιούεται απόρροφα από το δίκτυο είναι:

$$N_1 = \frac{1,73 \cdot 380 \cdot 7,5 \cdot 0,85}{1\,000} = 4,19 \text{ kW}$$

Άρα, δικαιούεται στο πλήρες φορτίο του, είναι:

$$\eta = \frac{3,68}{4,19} = 0,87 \text{ ή } 87\%$$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ - ΑΝΟΡΘΩΤΕΣ

#### 6.1. Γενικά.

"Οπως είπαμε καὶ στὴν παράγραφο 3·1 ἐδάφιο 1, παρ' ὅλῳ ποὺ ἡ χρῆση τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος ἔχει σύμμερα σχεδὸν γενικευθῆ, ὑπάρχουν περιπτώσεις δποὺ μᾶς χρειάζεται δπωσδή-ποτε συνεχὲς ρεῦμα, ὅπως π.χ. γιὰ τὴ φόρτισγη τῶν συσσωρευτῶν, γιὰ τὴ γαλβανοπλαστικὴ καὶ ἄλλες ἡλεκτροχημικὲς κατεργασί-ες, γιὰ τὴν ἡλεκτρικὴ ἔλξη κλπ.

Στὶς περιπτώσεις ποὺ ἀναφέραμε παραπάνω τὸ συνεχὲς ρεῦ-μα ποὺ μᾶς χρειάζεται θὰ μπορούσαμε νὰ τὸ παράγωμε μὲ ἡλεκ-τροπαραγωγὰ ζεῦγη συνεχοῦς ρεύματος. Δηλαδὴ μὲ ζεῦγη ποὺ ἀποτελοῦνται: ἀπὸ μιὰ γεννήτρια συνεχοῦς ρεύματος καὶ μιὰ κινη-τήρια μηχανὴ (πετρελαιομηχανὴ κλπ.). Ἡ λύση, αὐτὴ, εἰναι: δα-πανηρή. Γι' αὐτὸ τὸ λόγο, δταν ἔχωμε στὴ διάθεσή μας ἐναλλασ-σόμενο ρεῦμα, π.χ. ἀπὸ τὸ δίκτυο τῆς πόλεως, χρησιμοποιοῦμε δρισμένα εἰδικὰ μηχανήματα ποὺ μᾶς μετατρέποιν τὸ ἐναλλασ-σόμενο ρεῦμα σὲ συνεχὲς μὲ ἀρκετὰ οίκονοιμικὸ τρόπο. Τέτοια μη-χανήματα εἰναι:

α. Τὸ ζεῦγος κινητήρα - γεννήτριας.

β. Οἱ στρεφόμενοι μετατροπεῖς.

γ. Οἱ ἀνορθωτές.

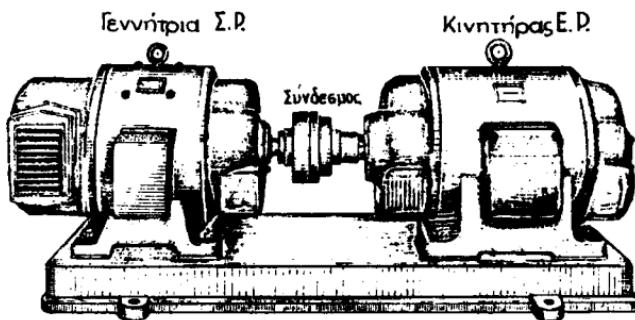
Στὰ ἐπόμενα θὰ ἔξετάσωμε σύντοικα τὰ μηχανήματα αὐτά.

#### 6.2 Ζεῦγος κινητήρα - γεννήτριας.

Τὸ ζεῦγος κινητήρα - γεννήτριας ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα κινη-τήρα ἐναλλασσομένου ρεύματος ποὺ κινεῖ μιὰ γεννήτρια συνεχοῦς ρεύματος. Δηλαδὴ ἔχοιτε δύο μηχανές ἡλεκτρικὰ ἀνεξάρτητες με-

ταξίδι τους, ποὺ εἶναι συνήθως ἀπ' εύθειάς συνδεμένες μὲ ἔνα μηχανικὸν σύνδεσμο (κόπλερ), δπως φαίνεται στὸ σχῆμα 6·2.

Ο κινητήρας μπορεῖ νὰ εἴναι ἔνας σύγχρονος κινητήρας ἢ ἔνας ἀσύγχρονος. Στὶς μεγάλες ἴσχεις χρησιμοποιοῦμε συνήθως σύγχρονους κινητήρες. Όταν τροφοδοτήσωμε μὲ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα τὸν κινητήρα, αὐτὸς θὰ κινήσῃ τὴν γεννήτρια. ποὺ θὰ μᾶς δώσῃ τὸ συνεχὲς ρεῦμα ποὺ θέλομε.



Σχ. 6·2. Ζεῦγος κινητήρα - γεννήτριας.

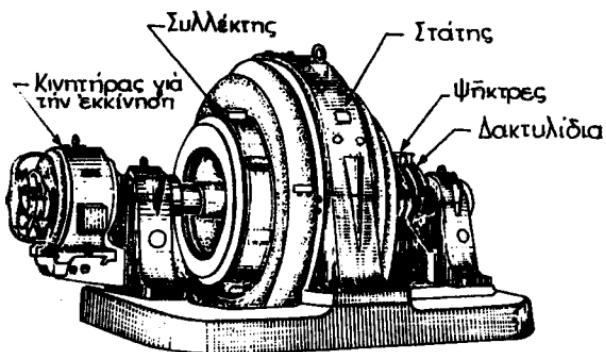
Ο δλικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως σὲ ἔνα τέτοιο ζεῦγος ὑπολογίζεται μὲ τὸ γινόμενο τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως τοῦ κινητήρα ἐπὶ τὸν βαθμὸν ἀποδόσεως τῆς γεννήτριας. Π.χ., ἂν ὁ κινητήρας καὶ ἡ γεννήτρια ἔχουν βαθμὸν ἀποδόσεως 0,8, τότε ὁ βαθμὸς ἀποδόσεως τοῦ ζεύγους εἶναι  $0,8 \cdot 0,8 = 0,64$  ἢ 64 %. Λύτο δημιαίνει δτὶς ἡ γεννήτρια συνεχοῦς ρεύματος μᾶς δίνει τὰ 64 % τῆς ἴσχυος, ποὺ δίνομε στὸν κινητήρα τοῦ ἐναλλασσομένῳ ρεύματος.

### 6·3 Στρεφόμενοι μετατροπείς.

Ο στρεφόμενος μετατροπέας εἶναι μιὰ ἡλεκτρικὴ μηχανή, ποὺ ἔχει ἔνα μόνο δρομέα καὶ μὲ τὴν δποία μποροῦμε νὰ μετατρέψωμε τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα σὲ συνεχὲς καὶ ἀντίστροφα, τὸ συνεχὲς ρεῦμα σὲ ἐναλλασσόμενο.

Στὴν κατασκευὴ του ὁ στρεφόμενος μετατροπέας μοιάζει

άρκετά μὲ τὶς μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος (σχ. 6·3 α). Ἐχει διμως στὸν δρομέα ἐκτὸς ἀπὸ τὸν συλλέκτη καὶ τρία δακτυλίδια τοποθετημένα στὴν ἄλλη πλευρὰ τοῦ τυμπάνου (καμμιὰ φορὰ ἔχει 6), σὰν αὐτὰ ποὺ χρησιμοποιῶμε στοὺς σύγχρονους κινητῆρες μὲ ἔξωτερικοὺς πόλους. Τόσο δ συλλέκτης δσο καὶ τὰ δακτυλίδια συνδέονται μὲ τὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου τοῦ δρομέα.



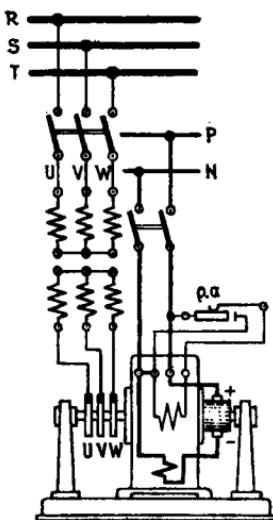
Σχ. 6·3 α. Στρεφόμενος μετατροπέας.

Στὸ σχῆμα 6·3 β φαίνεται ὅλη ἡ συνδεσμολογία ἀπὸ ἕνα στρεφόμενο μετατροπέα. Τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα, ποὺ παίρνομε ἀπὸ τὸ τριφασικὸ δίκτυο R, S, T, τὸ διοχετεύομε μὲ τὴν βοήθεια ψηκτρῶν στὰ δακτυλίδια. Ἀπὸ τὰ δακτυλίδια τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα διοχετεύεται στὸ τύλιγμα τοῦ τυμπάνου. Ἀπὸ τὸν συλλέκτη παίρνομε τὸ συνεχὲς ρεῦμα πάλ: μὲ ψηκτρες, ὅπως στὶς γεννήτριες συνεχοῦς ρεύματος. Δηλαδὴ στὸν στρεφόμενο μετατροπέα τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα μετατρέπεται ἀπ' εὐθείας σὲ συνεχές. Αὐτὸς εἰναι δ λόγος ποὺ ἡ τάση τοῦ συνεχοῦς ρεύματος στοὺς στρεφόμενους μετατροπεῖς ἔξαρταται ἀπὸ τὴν τάση τοῦ ρεύματος συσσωμένου ρεύματος. Ὁταν δ στρεφόμενος μετατροπέας τροφοδοτήται μὲ τριφασικὸ ρεῦμα, τότε ἡ (πολικὴ) τάση τοῦ ρεύματος χύτου πρέπει νὰ εἰναι τὰ 0,65 τῆς τάσεως τοῦ συνεχοῦς ρεύματος ποὺ θέλομε νὰ πάρωμε. Π.χ., ἂν θέλωμε νὰ πάρωμε τάση 230 V στὸ συνεχὲς

ρεῦμα, πρέπει νὰ τροφοδοτήσωμε τὸν στρεφόμενο μετατροπέα μὲ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα, ποὺ νὰ ἔχῃ πολική τάση:

$$0,65 \cdot 230 \simeq 150 \text{ V.}$$

Γιὰ νὰ ἔχωμε τὴν τάση αὐτή, τοποθετοῦμε στὴν πλευρὰ τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος τὸν τριφασικὸ μετασχηματιστὴ ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 6·3 β.



Σχ. 6·3 β. Συνδεσμολογία στρεφομένου μετατροπέα.

Τὸ τύλιγμα τῶν μαγνητικῶν πόλων ποὺ βρίσκονται στὸν στάτη τροφοδοτεῖται μὲ συνεχὲς ρεῦμα δπως στὶς γεννήτριες συνεχοῦς ρεύματος μὲ παράλληλη διέγερση. Στὸ σχῆμα 6·3 β φαίνεται καὶ ἡ ρυθμιστικὴ ἀντίσταση  $\rho \cdot \alpha$ , ποὺ συνδέεται σὲ σειρὰ μὲ τὸ τύλιγμα διεγέρσεως.

"Αν μεταβάλωμε τὴν ἔνταση διεγέρσεως, ἡ τάση τοῦ συνεχοῦς ρεύματος, ποὺ μᾶς δίνει δ στρεφόμενος μετατροπέας μεταβάλλεται πολὺ λίγο. "Αν θέλωμε νὰ ἔχωμε ρύθμιση στὴν τάση τοῦ συνεχοῦς ρεύματος, πρέπει νὰ μεταβάλωμε τὴν τάση στὴν πλευρὰ τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος. Αὐτὸ γίνεται ἡ μὲ τὸν μετασχηματι-

στὴ (σχ. 6·3 β) ἢ μὲ στραγγαλιστικὰ πηνία, ποὺ βάζομε στὸ κύκλωμα τροφοδοτήσεως τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος.

Πρέπει νὰ ἔχωμε ὑπὸ ὅψη μας ὅτι ὁ στρεφόμενος μετατροπέας ἔργαζεται: σὰν ἔνας σύγχρονος κινητήρας μὲ ἔξωτερικοὺς πόλους. "Ἄρα καὶ ἡ ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ μετατροπέα εἶναι σταθερὴ καὶ ἵση, μὲ τὸν σύγχρονο ἀριθμὸν στροφῶν. "Οπως ἔξηγήσαμε στὴν παράγραφο 5·2 (ἔδάφιο 2) ἡ ταχύτητα αὐτὴ δίνεται ἀπὸ τὸν τύπο:

$$\pi = \frac{60 \cdot f}{p}$$

ὅπου  $f$  εἶναι: ἡ συγνότητα τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν μετατροπέα καὶ  $p$  εἶναι: ὁ ἀριθμὸς τῶν ζευγῶν τῶν μαγνητικῶν πόλων.

Γιὰ νὰ θέσωμε σὲ λειτουργία τὸν στρεφόμενο μετατροπέα, πρέπει πρώτα νὰ τὸν ξεκινήσωμε, δηλαδὴ νὰ τὸν θέσωμε σὲ κίνηση μὲ κάποιο βοηθητικὸ μέσο (παράγραφος 5·2, ἔδάφιο 3) καὶ ἔπειτα νὰ τὸν συγχρονίσωμε στὸ δίκτυο τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος.

Γιὰ τὴν ἐκκίνηση χρησιμοποιοῦμε πολλὲς φορὲς ἓνα μικρὸ ζεύγχρονο κινητήρα, ὅπως δείχνει: τὸ σχῆμα 6·3 α. "Αλλοτε πάλι, σταν ἔχωμε διαθέσιμη πηγὴ συνεχοῦς ρεύματος, τὸν θέτομε σὲ κίνηση ἀπὸ τὴν πλευρὰ τοῦ συνεχοῦς ρεύματος σὰν κινητήρα συνεχοῦς ρεύματος. Τέλος, δριζμένοι μετατροπεῖς ἔχουν ἀπὸ τὸν κατασκευαστὴ τοὺς τύλιγμα κλωνὸς στὰ πέδιλα τῶν μαγνητικῶν πόλων καὶ ξεκινοῦν σὰν ἀσύγχρονοι κινητῆρες.

## 6·4 Ἀνορθωτές.

### 1. Γενικά.

Οἱ ἀνορθωτὲς χρησιμεύουν γιὰ νὰ μετατρέπουν τὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα, μονοφασικὸ ἢ τριφασικό, σὲ τρινεγές. Ἀνάλογα μὲ

τὴν κατασκευὴ τους καὶ τὸν τρόπον λειτουργίας, τοὺς διακρίνομε στὰ ἀκόλουθα τρία εἴδη:

α. Ἀνορθωτές ὑδραργύρου.

β. Εγροὶ ἀνορθωτές.

γ. Ἀνορθωτές μὲ πυρακτωμένῃ κάθοδῳ.

Θὰ ἔξετάσωμε ἐδῶ τὰ δύο πρῶτα εἴδη ἀνορθωτῶν, ποὺ εἶναι αὐτὰ ποὺ χρησιμοποιοῦνται συνήθως γιὰ βιομηχανικὲς χρήσεις.

## 2. Ἀνορθωτές ὑδραργύρου.

Τοὺς ἀνορθωτὲς αὐτοὺς γρηγοριώποιοιοῦμε κυρίως γιὰ νὰ τροφοδοτοῦμε μὲ συνεχὲς ρεύμα μεγάλες ἐγκαταστάσεις, βπως π.χ. ἡλεκτρικοὺς σιδηροδρόμους, δίκτυα φωτισμοῦ ἢ, κινήσεως κλπ.

Ἄς δοῦμε πρῶτα πὼς εἰναι κατασκευασμένος καὶ πὼς λειτουργεῖ ἔνας μονοφασικὸς ἀνορθωτής ὑδραργύρου.

α. *Μονοφασικὸς ἀνυρθωτής ὑδραργύρου.* Τὸ κύριο μέρος ἐνδὲ τέτοιου ἀνορθωτῆς εἰναι ἡ λυχνία, δηλαδὴ ἔνα κατάλληλα διαμορφωμένο κλειστὸ δοχεῖο ἀπὸ γυαλί ἢ, χάλυβα. Μέσα ἀπὸ τὴν λυχνία ἔχει ἀφαιρεθῆ ἢ περισσότερος ἀέρας, ἵστε νὰ ἐπικρατῇ ἔκει μιὰ πολὺ μικρὴ πίεση, (ἔνα ἑκατοιμιούστο τῆς ἀτμόσφαιρας).

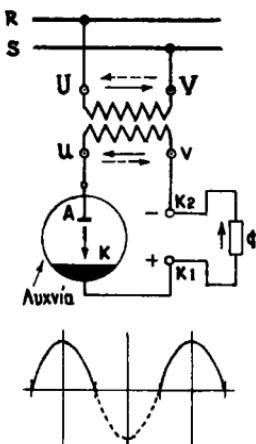
Δύο ἡλεκτρόδια, τὰ Α καὶ Κ στὸ σχῆμα 6·4 x, βρίσκονται κλεισμένα στὸ ἐσωτερικὸ τῆς λυχνίας καὶ συνδέονται μὲ τὸ ἔξωτερικὸ κατὰ τρόπον ἀεροστεγή, δηλαδὴ ἔτσι, πὼν νὰ πῇ μπορῇ νὰ μπῇ ἀέρας μέσα στὴ λυχνία.

Τὸ ἡλεκτρόδιο Α, πὼν ἐνσημάζεται καὶ ἄνωθεν, εἶναι κατατακευασμένο ἀπὸ μέταλλο ἢ, γραφίτη, καὶ συνδέεται μὲ τὸ ἄκρο οἱ τοῦ δευτερεύοντος τυλίγματος ἐνδὲ μονοφασικοῦ μετασχηματιστῆ. Τὸ ἄλλο ἄκρο ν τοῦ τυλίγματος αὐτοῦ συνδέεται μὲ τὸν ἀκροδέκτη Κ, ποὺ, δπως θὰ δοῦμε, εἰναι ὁ ἀρνητικὸς πόλος τῆς πηγῆς συνεχοῦς ρεύματος πὼν ἀποτελεῖ ὁ ἀνορθωτής. Τὸ πρωτεύον τοῦ

μετασχηματιστή συνδέεται στὸ μονοφασικὸ δίκτυο ἐναλλασσομένῳ ρεύματος, ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν ἀνορθωτή.

Τὸ ἡλεκτρόδιο  $K$  δνομάζεται κάθοδος καὶ ἀποτελεῖται ἀπὸ ὑδραργυροῦ, ποὺ βρίσκεται στὸ κάτω μέρος τῆς λυχνίας. "Ἐνας ἀγωγὸς συνδέει τὸ ἡλεκτρόδιο  $K$  μὲ τὸν ἀκροδέκτη  $K_1$ , ποὺ εἶναι διθετικὸς πόλος τοῦ ἀνορθωτῆ.

"Ἄς ὑποθέσωμε δτὶ ἀνάμεσα στοὺς ἀκροδέκτες  $K_1$  καὶ  $K_2$  ἔχει συνδεθῆ τὸ φορτίο  $\Phi$  (π.χ. μιὰ ἀντίσταση), ποὺ θέλομε νὰ τροφοδοτήσωμε μὲ συνεχὲς ρεῦμα. Φυσικὸ εἶναι νὰ σκεφθῆ κανεὶς δτὶ μέσα ἀπὸ τὸ φορτίο αὐτὸ δὲν θὰ περάσῃ καθόλου ρεῦμα, ἀφοῦ τὸ δευτερεῦον κύκλωμα τοῦ μετασχηματιστῆ παροισιάζει διακοπὴν



Σχ. 6·4 α. Μονοφασικὸς ἀνορθωτής ὑδραργύρου.

μεταξὺ τῶν ἡλεκτροδίων  $A$  καὶ  $K$ . Αὐτὸ πραγματικὰ συμβαίνει δταν τὸ ἡλεκτρόδιο  $K$  εἶναι φυχρό. "Οταν, δημοσ., μὲ κάποιο μέσο πυρακτώσωμε ἔνα σημεῖο τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου (ἡλεκτρόδιο  $K$ ), θὰ παρατηρήσωμε δτὶ μέσα ἀπὸ τὸ φορτίο  $\Phi$  περνᾶ ρεῦμα καὶ μάλιστα μόνο κατὰ τὴ μία διεύθυνσι, δηλαδὴ ἀπὸ τὸν ἀκροδέκτη  $K_1$  (θετικὸς πόλος) πρὸς τὸν ἀκροδέκτη  $K_2$  (ἀρνητικὸς πόλος). Αὐτὸ δημοσ. σημαίνει, δτὶ ἡλεκτρικὸ ρεῦμα θὰ περνᾶ

καὶ μέσα ἀπὸ τὴν λυχνία καὶ μάλιστα ἀπὸ τὸ ἡλεκτρόδιο Α πρὸς τὸ ἡλεκτρόδιο Κ.

‘Η ἐξήγηση τοῦ τελευταίου αὐτοῦ φαινομένου εἶναι ἀπλή. Ἀπὸ τὸ πυρακτωμένο σημεῖο τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλεκτροδίου Κ φεύγουν ἡλεκτρόνια, ποὺ πηγαίνουν στὸ ἡλεκτρόδιο Α. Εέρομε δμως ἀπὸ τὴν Ἡλεκτροτεχνία, δτὶ τῇ αὐτῇ τῶν ἡλεκτρογίων εἶναι ἡλεκτρικὸ ρεῦμα, ποὺ ἔχει διεύθυνση (συμβατικά) ἀντίθετη ἀπὸ τῇ διεύθυνση ποὺ κινοῦνται τὰ ἡλεκτρόνια.

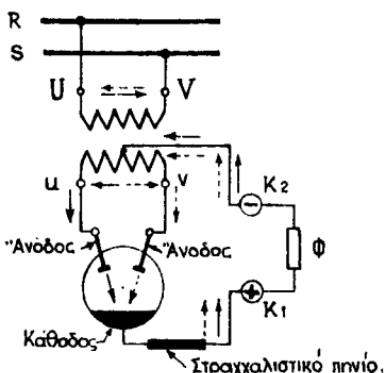
‘Αν παρατηρήσωμε καλύτερα τὸ ἡλεκτρικὸ ρεῦμα ποὺ περνᾶ μέσα ἀπὸ τὸ φορτίο Φ, θὰ διαπιστώσωμε δτὶ εἶναι ρεῦμα ποὺ ἔχει πάντα τὴν ἵδια διεύθυνση ἀλλὰ ποὺ δὲν εἶναι συνεχές. Θὰ παρατηρήσωμε δτὶ περνᾶ ρεῦμα κάθε φορά ποὺ τῇ ἐναλλασσομένῃ τάση στὸ δευτερεῦον τοῦ μετασχηματιστῆ διευθύνεται ἀπὸ τὸ ν πρὸς τὸ ιι. ‘Οταν διευθύνεται ἀντίθετα, δὲν περνᾶ ρεῦμα. Ή λυχνία λοιπὸν ἔργαζεται σὰν βαλβίδα, ποὺ ἐπιτρέπει στὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα νὰ περνᾶ μόνο κατὰ τὴν μία φορά.

Στὸ κάτω μέρος τοῦ σχήματος 6·4 α φαίνεται τῇ καμπύλῃ τῆς ἐναλλασσομένης τάσεως, ποὺ δίνει δ μετασχηματιστῆς στὸ δευτερεῦον. Σύμφωνα μὲ αὐτὰ ποὺ εἴπαμε, δ ἀνορθωτής ἀφήνει νὰ περνᾶ ρεῦμα π.χ. μόνο στὶς θετικὲς ἡμιπεριόδους (συνεχῆς γραμμή). Στὶς ἀρνητικὲς ἡμιπεριόδους (διακοπτόμενη γραμμή) δὲν περνᾶ ρεῦμα ἀπὸ τὸν ἀνορθωτή καὶ τὸ φορτίο. Δηλαδή, ἔχομε στὸ φορτίο ρεῦμα κατὰ τὴν μία διεύθυνση μόνο. Τὸ φαινόμενο αὐτὸ τὸ δνομάζομε ἀνόρθωση τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος.

‘Η λυχνία μὲ μία ἀνοδό, ποὺ περιγράφαμε παραπάνω, ἔχει τὰ μειονέκτημα δτὶ χρησιμοποιεῖ γιὰ τὴν ἀνόρθωση μόνο τὶς μισὲς ἡμιπεριόδους τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος. Γιὰ νὰ χρησιμοποιοῦμε στὴν ἀνόρθωση καὶ τὶς ἄλλες μισὲς ἡμιπεριόδους, μεταχειρίζομαστε λυχνίες μὲ δύο ἀνόδους, ποὺ συνδεσμολογοῦνται: δπως φαίνεται στὸ σχῆμα 6·4 β.

Στοὺς ἀνορθωτές μὲ τέτοιες λυχνίες δ ἀρνητικὸς ἀκροδέκτης

Κ, συνδέεται: στὸ μέσο τοῦ δευτερεύοντος τυλίγματος τοῦ μετασχηματιστῆ. Ἐτοι, δταν ἡ τάση μέσα στὸ τύλιγμα αὐτὸ διευθύνεται ἀπὸ τὸ ν πρὸς τὸ υ (βέλη μὲ συνεχὴ γραμμή), ἔχομε διέλευση ρεύματος ἀπὸ τὴν ἀριστερὴ ἀνοδὸ λυχγίας. Ὅταν διευθύνεται ἀντίθετα (βέλη μὲ διακοπτόμενη γραμμή), ἔχομε διέλευ-



Σχ. 6·4 β. Μονοφασικὸς ἀνορθωτὴς ὑδραργύρου μὲ δύο ἀνόδους.



Σχ. 6·4 γ.



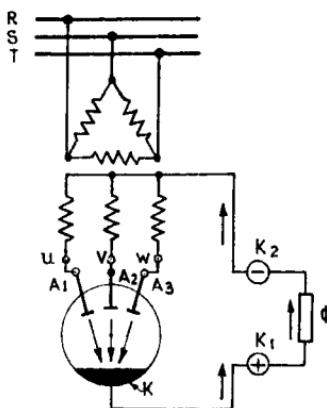
Σχ. 6·4 δ.

ση ρεύματος ἀπὸ τὴν δεξιὰ ἀνοδὸ. Τὸ σχῆμα 6·4 γ δείχνει τὴ μορφὴ ποὺ ἔχει τὸ ἀνορθωμένο ρεῦμα ποὺ περνᾶ μέσα ἀπὸ τὸ φορτίο  $\Phi$ .

Γιὰ νὰ γίνῃ πιὸ δμαλὸ τὸ ἀνορθωμένο αὐτὸ ρεῦμα, ὥστε νὰ πλησιάζῃ στὴ μορφὴ ποὺ ἔχει τὸ συνεχὲς ρεῦμα ποὺ παίρνομε π.χ. ἀπὸ μιὰ γεννήτρια, τοποθετοῦμε ἐνα στραγγαλιστικὸ πηνίο στὸ κύκλωμα τῆς καθόδου, ἵπας φαίνεται στὸ σχῆμα 6·4 β. Τὸ

στραγγαλιστικό πηγής είναι: ένα πηγής μὲ σιδερένιο πυρήνα, ώστε νὰ έχῃ μεγάλη αύτεπαγωγή. Τότε τὸ ρεῦμα ποὺ μᾶς δίνει ὁ άνορθωτής έχει τὴ μιρφή ποὺ δείχνει τὸ σχῆμα 6·4 δ.

β. Τριφασικὸς άνορθωτής ίδραργύρου. Απλοποιημένη μορφὴ ἀπὸ ένα τέτοιο άνορθωτὴν δείχνει τὸ σχῆμα 6·4 ε. "Οπως βλέπομε, τώρα γὴ λυχνία έχει τρεῖς ἀνόδους ( $A_1, A_2, A_3$ ). Ο μετασχηματιστής ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν άνορθωτὴν είναι τριφασικὸς καὶ έχει τὸ δευτερεύον του συνδεσμολογημένο σὲ ἀστέρα. Οι τρεῖς ἀνόδοι: συνδέονται: τὰ τρία άκρα  $u, v, w$  στὸ δευτερεύον τύλιγμα τοῦ μετασχηματιστῆς. Ο σύδετερος κόμβος τοῦ τυλίγματος αὐτοῦ

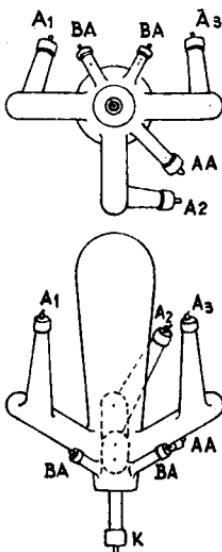


Σχ. 6·4 ε. Κύρια μέρη τριφασικοῦ άνορθωτῆς ίδραργύρου.

συνδέεται μὲ τὸν άρνητικὸ άκροδέκτη  $K_2$  τοῦ άνορθωτῆς. Ο θετικὸς άκροδέκτης  $K_1$  είναι συνδεμένος, δπως καὶ στοὺς μονοφασικοὺς άνορθωτές, μὲ τὴν κάθοδο.

Τὸ σχῆμα 6·4 ζ δείχνει σὲ ὅψη ἀπὸ κάτω καὶ πρόσψη τὴ μιρφή, ποὺ έχει στὴν πραγματικότητα μιὰ γυάλινη λυχνία ἀπὸ άνορθωτῆς ίδραργύρου μὲ τρεῖς ἀνόδους. "Οπως φαίνεται καὶ στὸ σχῆμα, μιὰ τέτοια λυχνία ἔκτὸς ἀπὸ τὶς τρεῖς κύριες ἀνόδους  $A_1, A_2, A_3$ , έχει καὶ δύο βοηθητικὲς ἀνόδους BA καθὼς καὶ μιὰ ἀνοδο ἀφῆς AA.

Η άνοδος άφης μαζί μὲ τὶς βιοηθητικὲς ἀνόδους χρησιμεύουν, δταν πρόκειται νὰ θέσωμε σὲ λειτουργία τὸν ἀνορθωτή, γιὰ νὰ δημιουργοῦμε τὸ πυρακτωμένο σγημεῖο (κηλίδα) ἐπάνω στὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ποὺ, δπως εἰπαμε, εἶναι ἀπαραίτητο νὰ ὑπάρχῃ γιὰ νὰ μπορῇ νὰ γίνῃ ἡ ἀνόρθωση. Η κηλίδα αὐτὴ ἔχει πολὺ μεγάλη θερμοκρασία ( $3\,000^{\circ}\text{C}$ ) καὶ δημιουργεῖ χτιμοὺς ὑδραργύρου, ποὺ δταν ἔλθουν σὲ ἐπαφὴ μὲ τὰ τοιχώματα τῆς λυχνίας φύχονται καὶ ἐπιστρέφουν στὴν κάθοδο τὰν ὑδράργυρος.

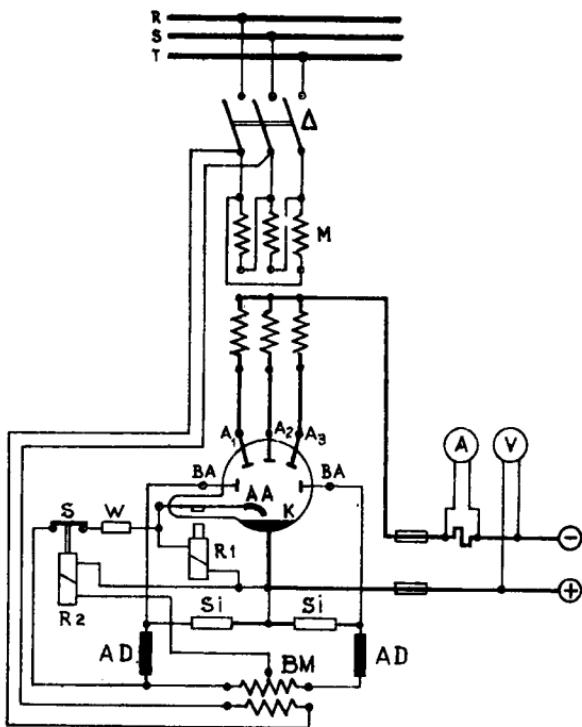


Σχ. 6·4 ζ. Λυχνία τριφασικοῦ ἀνορθωτῆ ὑδραργύρου.

Οἱ ἀνοδοὶ BA χρησιμεύουν ἐπίσης γιὰ νὰ διατηροῦν τὴν πυρακτωμένη κηλίδα στὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου, δταν δὲν ὑπάρχῃ φορτίο στὸ συνεχές, δπότε δὲν περνᾶ ρεῦμα ἀπὸ τὶς κύριες ἀνόδους καὶ δ ἀνορθωτής θὰ ἔσβυνε.

Τὸ σχῆμα 6·4 η δείχνει δλη τὴν συγδεσμολογία ἐνὸς τριφασικοῦ ἀνορθωτῆ ὑδραργύρου μὲ τὰ βιοηθητικὰ του κυκλώματα. "Οταν θέλωμε νὰ θέσωμε σὲ λειτουργία τὸν ἀνορθωτή, κλείγομε τὸν κύριο διακόπτη τροφοδοτήσεως Δ, δπότε παίρνουν τάση δ κύριος μετασχηματιστής Μ

καὶ δὲ βοηθητικὸς μετασχηματιστὴς  $BM$ . Ἀπὸ τὸ δευτερεύον τοῦ βοηθητικοῦ μετασχηματιστῆς τροφοδοτεῖται μὲν αὐτὸν τὸν τρόπο, μέσω τοῦ διακόπτη  $S$  καὶ τῆς ἀντιστάσεως  $W$ , τὸ πηνίο (ρελæτ)  $R_1$ . Τὸ πηνίο αὐτὸν ἔλκει τότε τὸν ἐπλισμὸ τῆς ἀνόδου ἀφῆς  $AA$  μέχρις ὅτου ἡ βελόνα, ποὺ εἶγαι συγδεμένη σ' αὐτὸν, βυθισθῇ μέσα στὸν ὑδράργυρο τῆς καθόδου. Μόλις βυθισθῇ ἡ βελόνα στὸν ὑδράργυρο τὸ τύλιγμα τοῦ πηνίου  $R_1$  βραχυκυκλώνεται.



Σχ. 6·4 η. Τριφασικὸς ἀνορθωτὴς ὑδραργύρου.

Τότε τὸ πηνίο ἀφήνει ἐλεύθερη τὴν βελόνα τῆς ἀνόδου αφῆς ποὺ ἀνυψώνεται ἀπότομα. Ἐτοι σχηματίζεται ἔνας σπιγμήρας διακοπῆς, ποὺ προκαλεῖ τὸ ἀναμμα τῶν βοηθητικῶν ἀνόδων  $BA$ . Ἀπὸ τις βοηθητικὲς ἀνόδους καὶ τὸ μέσο τοῦ δευτερεύοντος τυλίγματος τοῦ βοηθητικοῦ μετασχηματιστῆς  $BM$  τροφοδοτεῖται τώρα μὲν ρεῦμα τὸ πηνίο  $R_2$ , ποὺ ἔλκει τὸν ὀπλισμὸ τοῦ καὶ ἀγοίγει δὲ διακόπτης  $S$ . Ἐτοι ἔξασφαλίζομα-

στε δτι τὸ κύκλωμα πὸ χρησιμεύεις γιὰ τὸ ἄγαμμα τοῦ ἀνορθωτῆ, δὲν βρίσκεται πιὰ σὲ λειτουργία. Τὰ Si εἰναι ἀντιαρτάσεις ποὺ ἔξαρτωνται ἀπὸ τὴν χρησιμοποιούμενη τάση καὶ τὰ AD εἰναι πηγία συνδεμένα σὲ σειρὰ μὲ τὶς βοηθητικὲς ἀνόδους.

Τὸ ρεῦμα ποὺ περνᾷ ἀπὸ τὶς βοηθητικὲς ἀνόδους συντηρεῖ ἔτσι τὴν πυρακτωμένη κηλίδα στὴν κάθεδο, ποὺ θὰ χρησιμεύσῃ γιὰ νὰ μποῦν σὲ λειτουργία οἱ κύριες ἀνόδοι, δταν συνδεθῆ φορτίο γιὰ συνεχὲς ρεῦμα στὸν ἀνορθωτή.

### 3. Ξηροὶ ἀνορθωτές.

Οἱ ἀνορθωτές αὐτοὶ χρησιμοποιοῦνται συνήθως σὲ τηλεφωνικὲς καὶ τηλεγραφικὲς ἐγκαταστάσεις, γιὰ νὰ φορτίζωμε τυσσωρευτές, γιὰ νὰ τροφοδοτοῦμε κυκλώματα χειρισμῶν κλπ. Ὑπάρχουν τὰ ἀκόλουθα δύο εἶδη ξηρῶν ἀνορθωτῶν:

α) Ἀνορθωτές μὲ ὑποξείδιο τοῦ χαλκοῦ, καὶ

β) ἀνορθωτές μὲ σελήνιο.

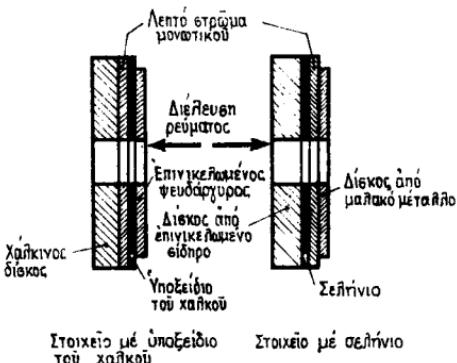
Καὶ ετὰ δύο αὐτὰ εἶδη τὸ βασικὸ μέρος τοῦ ἀνορθωτῆ εἰναι τὸ ἀνορθωτικὸ στοιχεῖο. Τὸ στοιχεῖο αὐτὸ παρουσιάζει στὸ ἐναλλασσόμενο ρεῦμα πολὺ μικρὴ ἀντίσταση κατὰ τὴ μιὰ διεύθυνση, ἐνῷ κατὰ τὴν ἄλλη διεύθυνση ἡ ἀντίστασή του εἰναι πολὺ μεγάλη.

Στὸ ἀριστερὸ μέρος τοῦ σχῆματος 6.4 Η φαίνεται πῶς εἰναι κατασκευασμένο ἕνα ἀνορθωτικὸ στοιχεῖο μὲ ὑποξείδιο τοῦ χαλκοῦ. "Οπως παρατηροῦμε, τὸ στοιχεῖο ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα δίσκο χαλκοῦ, ποὺ στὴν μιὰ πλευρά του ἔχει τοποθετηθῆ ἕνα στρῶμα ἀπὸ ὑποξείδιο τοῦ χαλκοῦ. 'Ανάμεσα ἀπ' αὐτὸ καὶ τὸν χάλκινο δίσκο ὑπάρχει ἕνα πολὺ λεπτὸ στρῶμα (πάχους 0,001 mm) ἀπὸ μονωτικό. Δίπλα στὸ ὑποξείδιο τοῦ χαλκοῦ τοποθετεῖται ἕνας δίσκος ἀπὸ ἐπινικελωμένο φευδάργυρο. Τὸ στοιχεῖο αὐτὸ παρουσιάζει πολὺ μικρὴ ἀντίσταση, στὸ ρεῦμα κατὰ τὴ διεύθυνση ἀπὸ τὸ ὑποξείδιο τοῦ χαλκοῦ πρὸς τὸν χάλκινο δίσκο, ὅπως δείχνει τὸ βέλος στὸ σχῆμα.

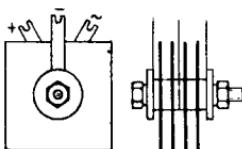
Στὸ δεξιὸ μέρος τοῦ σχῆματος 6.4 Η φαίνεται πῶς εἰναι

κατασκευασμένο ἔνα ἀνορθωτικὸ στοιχεῖο μὲ σελήνιο. Τὸ στοιχεῖο αὐτὸ ἐπιτρέπει νὰ περάσῃ τὸ ρεύμα ἀπὸ τὸ σελήνιο πρὸς τὸν δίσκο ἀπὸ μαλακὸ μέταλλο, ὅπως δείχνει: τὸ βέλος στὸ σχῆμα 6·4 θ.

Τὰ ἀνορθωτικὰ στοιχεῖα συνδέονται σὲ τειρὰ ἢ παράλληλα πολλὰ μαζύ, ἀνάλογα μὲ τὴν τάση καὶ τὴν ἔνταση τοῦ ρεύματος ποὺ θέλομε νὰ μᾶς δώσῃ ὁ ἀνορθωτής. Ιঃ<sub>ὰ</sub> γὰ γίνουν οἱ συνδέσεις



Σχ. 6·4 θ. Ἀνορθωτικὰ στοιχεῖα.

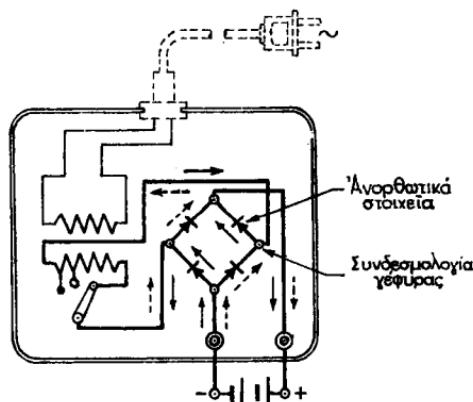


Σχ. 6·4 ι.

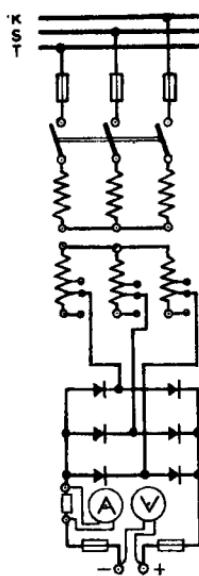
αὐτές, ὅπως δείχνει: καὶ τὸ σχῆμα 6·4 ι., στερεόνομε τὰ στοιχεῖα μὲ ἔνα κοχλία, τὸν ὅποιο περνοῦντες μέσα ἀπὸ τὴν τρύπα ποὺ ὑπάρχει στὸ κέντρο τῶν στοιχείων. "Οταν ὁ ἀνορθωτής εἰναι γιὰ μεγάλες ἐντάσεις, τότε μεταξὺ τῶν στοιχείων παρεμβάλλομε καὶ μεγάλους μεταλλικοὺς δίσκους, ποὺ χρησιμεύουν γιὰ νὰ μεταδίδουν στὴν ἀτμόσφαιρα τὴν θερμότητα ποὺ παράγεται μέσα στὰ στοιχεῖα.

Καὶ στοὺς μονοφασικοὺς καὶ στοὺς τριφασικοὺς ἔγροντς ἀνορθωτὲς τὰ στοιχεῖα συνδεσμολογοῦνται, ὅπως λέμε, σὲ συνδεσμο-

λογία γέφυρας. Τὸ σχῆμα 6·4 κ δείχνει τὴν συνδεσμολογία αὐτῇ γιὰ ἵνα μονοφασικὸ ἀνορθωτὴ καὶ τὸ σχῆμα 6·4 λ γιὰ ἵνα τριφασικό. Σὲ κάθε πλευρὰ τῆς γέφυρας ὑπάρχουν, δπως εἶπαμε καὶ



Σχ. 6·4 κ. Μονοφασικὸς ἔηρδος ἀνορθωτής.



Σχ. 6·4 λ. Τριφασικὸς ἔηρδος ἀνορθωτής.

παραπάνω, πολλὰ ἀνορθωτικὰ στοιχεῖα συνδεμένα σὲ σειρὰ ἢ παράλληλα.

Στὸ σχῆμα 6·4 καὶ ἔχει σημειωθῆ μὲ βέλη ἡ διεύθυνση τοῦ ρεύματος μέσα ἀπὸ τὰ ἀνορθωτικὰ στοιχεῖα. Τὰ βέλη μὲ συνεχὴ γραμμὴ δείχνουν τὴν διεύθυνση τοῦ ρεύματος στὶς θετικὲς π.χ. ἥμιπεριόδους τοῦ ἐναλλασσομένου ρεύματος ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν ἀνορθωτή, ἐνῶ τὰ βέλη μὲ διακοπτόμενη γραμμὴ δείχνουν τότε τὴν διεύθυνση τοῦ ρεύματος στὶς ἀρνητικὲς ἥμιπεριόδους.

Ο μετασχηματιστής, ποὺ τροφοδοτεῖ τὸν ἀνορθωτή, ἔχει λήψεις στὸ δευτερεύον του, ὅστε νὰ μποροῦμε νὰ ρυθμίζωμε τὴν τάση τοῦ συνεχοῦς ρεύματος ποὺ μᾶς δίνει δ ἀνορθωτής.

## Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 7

### ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΒΛΑΒΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

#### 7.1 Γενικά.

Συντήρηση, είναι: ή δουλειά ποὺ κάνομε γιὰ νὰ διατηροῦμε τὶς μηχανὲς σὲ καλὴ κατάσταση, λειτουργίας. Αύτὸ δέν σημαίνει, δτ: μὲ τὴ, συντήρηση ἀποκλείεται τὸ ἐνδεχόμενο νὰ τιμηθῇ βλάβῃ σὲ μιὰ μηχανῆ. "Οσο καλύτερη, είναι διμοις ἢ συντήρηση, τόσο λιγότερες βλάβες συμβαίνουν.

Ο καθένας καταλαβαίνει πολὺ εὔκολα, γιατὶ πρέπει νὰ ἀποφεύγωνται: οἱ βλάβες στὰ μηχανῆματα. Κάθε βλάβῃ μᾶς μηχανῆς σημαίνει δαπάνη, γιὰ τὴν ἐπισκευή της. Ἐκτὸς διμοις ἀπὸ αὐτό, ἡ βλάβῃ προξενεῖ καὶ ἄλλη ζημιά. Είναι ἢ ζημιὰ ἀπὸ τὰ σταμάτημα τῆς μηχανῆς ἀφοῦ, ἔτοις δτοις ἐπισκευασθῇ ἡ βλάβῃ, ἡ μηχανὴ δὲν ἐργάζεται, δηλαδὴ, δὲν ἀποδίδει. Πρέπει λοιπὸν νὰ φροντίζωμε νὰ συντηροῦμε καλὰ τὰ μηχανῆματα καὶ μάλιστα τόσο περισσότερο δισ ἢ πιθανότητα ποὺ ἔχουν νὰ παρουσιάσουν βλάβες είναι: μεγαλύτερη.

Είναι δουλειὰ τοῦ ἀνθρώπου ποὺ είναι: ὑπεύθυνος γιὰ τὴν λειτουργία ἑνὸς ἐργοστασίου ἢ μιᾶς ἐγκαταστάσεως, νὰ κάνῃ ἔνα πρόγραμμα γιὰ τὴν συντήρηση τῶν μηχανῆμάτων ἀνάλογα μὲ τὸ εἶδος τους καὶ μὲ τὶς συνθήκες λειτουργίας τους.

Η δουλειὰ τοῦ καλοῦ τεχνίτη, είναι: νὰ ἐφαριστῇ πιστὰ καὶ μὲ προσωχὴ τὸ πρόγραμμα αὐτό, ἔροντας δτ: ἀπὸ αὐτὸν κυρίως ἔξαρταται νὰ προλάβῃ φθορές ἢ μικρές βλάβες πρὶν γίνουν μεγάλες. Γιατὶ τότε γιὰ τὴν ἐπισκευή τους θὰ πρέπη νὰ σταματήσουν νὰ λειτουργοῦν ἔνα ἢ καὶ περισσότερα μηχανῆματα. Ἐφαριστούτας λοιπὸν τὸ πρόγραμμα αὐτὸ ὁ τεχνίτης πρέπει νὰ ἐπιθεωρῇ σὲ ὅρισμένα χρονικὰ διαστήματα τὰ διάφορα μέρη κάθε μηχανῆς,

ποὺ είναι στὴν ἐγκατάσταση, νὰ ἔξαχρισώνη ἀν πάρχη καμμιὰς ἀνωμαλίας η ἀν χρειάζεται νὰ ἐπισκευάσῃ η νὰ ἀντικαταστήσῃ κανένα φθαρμένο μέρος τῆς μηχανῆς.

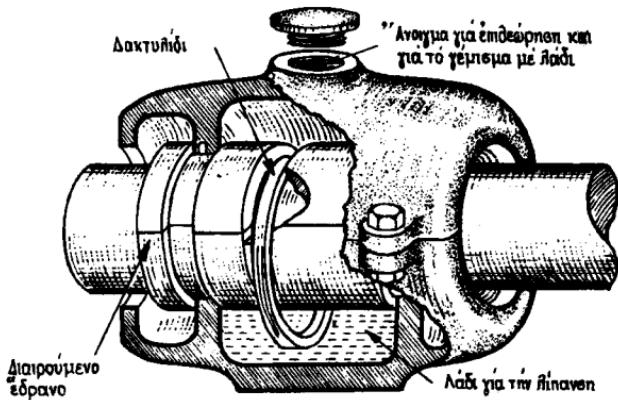
Αὐτὰ ποὺ εἰπαμε παραπάνω, μιλώντας γενικὰ γιὰ κάθε μηχάνημα, ἐφαρμόζονται βέβαια καὶ στὶς ήλεκτρικὲς μηχανές. Θὰ δοῦμε ἀμέσως παρακάτω πῶς πρέπει νὰ γίνεται η συντήρηση τῶν ήλεκτρικῶν μηχανῶν.

## 7-2 Συντήρηση ήλεκτρικῶν μηχανῶν.

### 1. Ἡ λίπανση.

Μία ἀπὸ τὶς σπουδαιότερες φροντίδες τῆς συντηρήσεως είναι η παρακολούθηση τῆς λιπόνσεως τῶν μηχανῶν. Στὶς ήλεκτρικὲς μηχανές τὰ μέρη ποὺ χρειάζονται λίπανση είναι λίγα. Είναι μόνο τὰ ἔδρανα, μέσα στὰ δόποια περιστρέφεται δ ἄξονας τοῦ δρομέα.

Όταν η μηχανὴ ἔχῃ ἔδρανα τριβῆς (κουσινέττα) μὲ δακτυ-



Σχ. 7-2 α. Ἔδρανο τριβῆς.

λίδια λαδιοῦ (σχ. 7-2 α.), στὴν ἐπιθεώρηση πρέπει νὰ βεβαιωθοῦμε δτὶ τὰ δακτυλίδια περιστρέφονται κατὰ τὴ λειτουργία τῆς μηχανῆς καὶ δτὶ παρασύρουν στὴν περιστροφή τους τὸ λιπαντικὸ λάδι. Ἐπίσης πρέπει νὰ προσέξωμε μήπως τὰ δακτυλίδια στὴν

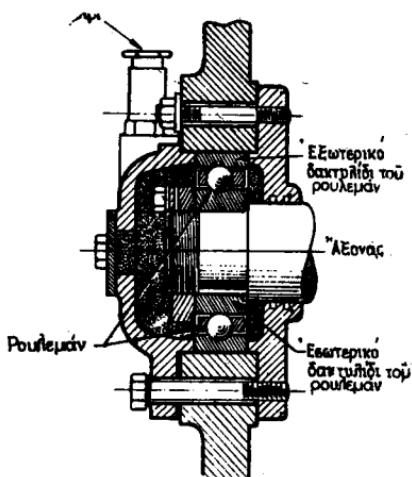
περιστροφή τους πηδούν έξω άπό τὰ αὐλάκια τοῦ κουσινέττου. Αὐτὸς γίνεται συνήθως δταν ἔχουν χάσει τὸ κυκλικό τους σχῆμα.

Τὴν ποσότητα τοῦ λαδιοῦ ποὺ ὑπάρχει στὸ ἕδρανο τὴν ἐλέγχομε, δταν ἡ μηχανὴ δὲν ἐργάζεται. Τὸ λάδι πρέπει νὰ φθάνῃ ὡς τὸν δείκτη, διαφορετικὰ πρέπει νὰ προσθέσωμε νέο λάδι. "Αν δὲν ὑπάρχη δείκτης λαδιοῦ, τότε κανονίζομε τὴν ποσότητα τοῦ λαδιοῦ ἔτσι, ὥστε τὸ ἔνα τρίτο περίπου τοῦ δακτυλιδιοῦ νὰ βρίσκεται μέσα στὸ λάδι. Ἐπίσης πρέπει νὰ ἔχωμε ὑπ' ὅψη μας δτι: δὲν πρέπει νὰ ὑπάρχῃ λάδι περισσότερο άπὸ τὸ κανονικὸ μέσα στὸ ἕδρανο, γιατὶ τότε μπορεῖ νὰ ἔφυγῃ άπὸ τὸν ἄξονα, νὰ διασκόρπισθῇ στὰ ηλεκτρικὰ μέρη τῆς μηχανῆς και νὰ προκαλέσῃ βλάβες.

"Ἐλέγχομε ἐπίσης τὴν κατάσταση τοῦ λαδιοῦ, συγκρίνοντας τὸ λάδι τῶν ἕδρανων μὲνα δείγμα άπὸ καινούργιο λάδι. "Αν δοῦμε δτι τὸ λάδι τῶν ἕδρανων εἶναι πολὺ ἀκάθαρτο, δηλαδὴ περιέχει ξένες ὕλες, τότε τὸ ἀντικαθιστοῦμε προσέχοντας νὰ ἀδειάσωμε πρώτα δλο τὸ παλαιὸ λάδι.

"Οταν ἡ μηχανὴ ἔχῃ ἕδρανα μὲνα ἔνσφαιρους τριβεῖς (ρουλέμάν), τότε χρησιμοποιοῦμε συνήθως γράσσο γιὰ λιπαντικό. Τὸ σχῆμα 7. 2 β δείχνει ἔνα ρουλεμάν ηλεκτρικῆς μηχανῆς τοποθετημένο μέσα στὸ ἕδρανό του. Ἡ λιπανση τῶν μηχανῶν αὐτῶν δὲν χρειάζεται μεγάλη παρακολούθηση. Τὸ πόσο τακτικὰ θὰ βάζωμε νέο γράσσο ἔξαρταται άπὸ τὶς δδηγίες τοῦ κατασκευαστῆ, τὶς δποῖες πρέπει νὰ ἀκολουθοῦμε πιστά. "Οταν δμως πρόκηται νὰ βάλωμε γράσσο, πρέπει νὰ προσέχωμε νὰ μὴν εἰσχωρήσουν ἀκαθαρσίες μέσα στὸ ρουλεμάν, πρᾶγμα ποὺ μπορεῖ νὰ τοῦ προξενήσῃ βλάβη.

Κανένα ἄλλο μέρος τῶν ηλεκτρικῶν μηχανῶν δὲν χρειάζεται λιπανση ἐκτὸς άπὸ τὸν μηχανισμὸ γιὰ τὴν ἀνύψωση τῶν φηκτρῶν στοὺς ἀσύγχρονους κινητήρες μὲ δακτυλιδια, ποὺ τὸν λιπαίνοιε κάποτε - κάποτε.



Σχ. 7·2β. Ρουλεμάν.

## 2. Καθάρισμα τῶν μηχανῶν.

Τὸ καθάρισμα τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν πρέπει νὰ ἀποτελῇ ἐπίσης μιὰ σοβαρὴ φροντίδα τοῦ συντηρητῆ. Πρέπει νὰ γίνεται τακτικά, ἀνάλογα μὲ τὶς συνθήκες ποὺ ἐπικρατοῦν στὸ χῶρο μέσα στὸν ὅποῖο ἔργαζεται ἡ μηχανή, καὶ νὰ ἀπομακρύνεται δλη ἡ σκόνη ἢ ἄλλες ἀκαθαρσίες (ροκανίδια κλπ.) ποὺ μπορεῖ νὰ ἔχουν καθίσει ἐπάνω ἢ μέσα σ' αὐτήν. Δὲν πρέπει νὰ ξεχνοῦμε δτὶ τέτοιου εἶδους ἀκαθαρσίες ἐκτὸς ἀπὸ ἄλλες ἀνωμαλίες, ποὺ μποροῦν νὰ φέρουν στὴ μηχανή, προκαλοῦν συνήθως καὶ ὑπερθέρμανση τῆς μηχανῆς γιατὶ φράζουν τὰ κανάλια, μέσα ἀπὸ τὰ ὅποῖα κυκλοφορεῖ δ ἀέρας ποὺ φύχει τὴν μηχανή. Τὰ ἐξωτερικὰ μέρη τῶν μηχανῶν τὰ καθαρίζομε μὲ ἔνα κοιμάτι οὐφασμα. Γιὰ τὰ τυλίγματα πρέπει νὰ χρησιμοποιοῦμε ἔνα φυσητήρα ἢ ἀπορροφητήρα σκόνης.

## 3. Τὰ μηχανικὰ μέρη.

Τὰ μηχανικὰ μέρη τῆς μηχανῆς, ποὺ πρέπει νὰ ἐπιθεωρῆ δ συντηρητής, εἰναι κυρίως τὰ ἔδρανα καὶ τὰ διάκενα ἀέρος τῆς μηχανῆς.

Στὰ ἔδρανα πρέπει νὰ ἐλέγχωμε τὴν φθορά τους καὶ ἀν κρίνεται ὑπερβολικὴ νὰ ἀντικαθιστοῦμε τὰ φθαρμένα μέρη (βλέπε παράγραφο 7.3).

Τὰ διάκενα ἀέρος, δηλαδὴ τὰ διάκενα ἀνάμεσα στὸν δρομέα καὶ στὸν στάτη τῆς μηχανῆς, μποροῦν γιὰ διαφόρους λόγους (δ συχνότερος εἶναι ἡ φθορὰ τῶν ἔδρανων) νὰ πάψουν νὰ εἶναι διμοιόμορφα πρὸς ὅλες τὶς διευθύνσεις γύρω ἀπὸ τὸν δρομέα. Γι' αὐτὸ τὸ λόγο μὲ εἰδὸν καὶ φίλερ μετροῦμε τὰ διάκενα τῆς μηχανῆς καὶ ἀν βροῦμε δτὶ σὲ κάποιο σημεῖο τὸ διάκενο εἶναι μικρότερο ἀπὸ τὰ 3/4 τοῦ ἀπέναντι διάκενου, φροντίζομε νὰ ξανακεντράρωμε τὸν δρομέα τῆς μηχανῆς. Ὁ ἐλεγχος στὰ διάκενα ἔχει μεγάλη σημασία στοὺς ἀσύγχρονους κινητήρες ἐπαγωγῆς, δπου τὰ διάκενα εἶναι μικρά. Οἱ μηχανὲς αὐτὲς παρουσιάζουν πιὸ τακτικὰ ἀνωμαλίες ποὺ δφείλονται σὲ ἀνομοιόμορφα διάκενα.

Ἄλλα μηχανικὰ μέρη, ποὺ πρέπει νὰ προσέχῃ ὁ συντηρητὴς στὴν ἐπιθεώρησή του, εἶναι οἱ συνδέσεις καὶ ἡ τάνυση (τὸ τέντωμα) τῶν ἴμαντων, ποὺ χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴν μετάδοση τῆς κινήσεως. Ἐπίσης πρέπει νὰ προσέχωμε ἀν οἱ τροχαλίες ποὺ χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴν μετάδοση τῆς κινήσεως εἶναι εὐθυγραμμισμένες.

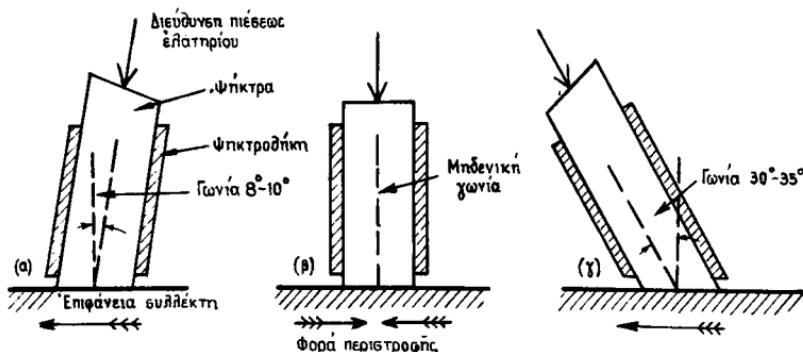
#### 4. Τὰ ηλεκτρικὰ μέρη.

Ἀπὸ τὰ ηλεκτρικὰ μέρη τῆς μηχανῆς ὁ συντηρητὴς ἐπιθεωρεῖ κυρίως τὸν μηχανισμὸ τῶν ψηκτρῶν καὶ τὸν συλλέκτη.

Στὸν μηχανισμὸ τῶν ψηκτρῶν ἔξετάζομε ἐὰν οἱ ψηκτρες κινοῦνται ἐλεύθερα μέσα στὶς ψηκτροθήκες τους, χωρὶς ὅμιλος νὰ παρουσιάζουν καὶ μεγάλο παίξιμο. Ἐπίσης ἐλέγχομε τὴν ἐπιφάνεια τῶν ψηκτρῶν, ποὺ ἐφάπτεται στὸν συλλέκτη καὶ ποὺ πρέπει νὰ εἶναι λεία, καθὼς καὶ τὴν γωνία τῶν ψηκτρῶν καὶ τὴν θέση, τους.

Σημασία γιὰ τὴν καλὴ λειτουργία ἔχει ἡ γωνία ποὺ σχηματίζουν οἱ ψηκτρες μὲ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ συλλέκτη. Τὸ σχῆμα

7·2 γ δείχνει τις γωνίες πού οι διάφοροι κατασκευαστές δένουν συνήθως στις φήκτρες. Πιὸ τακτικά, στις μηχανές πού περιστρέφονται κατὰ τὴν μιὰ διεύθυνση μόνο, χρησιμοποιεῖται ἡ κατασκευὴ πού φαίνεται ἀριστερὰ (α) στὸ παρακάτω σχῆμα. Ἡ κατασκευὴ (β) χρησιμοποιεῖται στις μηχανές πού περιστρέφονται καὶ κατὰ τὶς δύο διεύθυνσεις. Πρέπει λοιπὸν δ συντηρητής νὰ ἐλέγχῃ ἂν ἡ γωνία τῶν φηκτρῶν μὲ τὸν συλλέκτη εἶναι δπως τὴν ἔχει προβλέψει δ κατασκευαστῆς τῆς μηχανῆς.

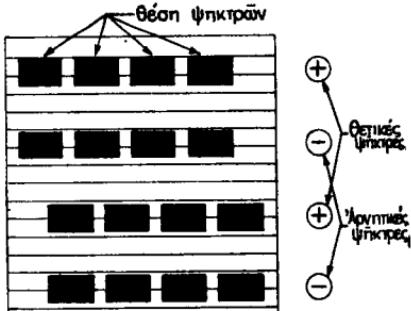


Σχ. 7·2 γ. Γωνίες φηκτρῶν μὲ συλλέκτη.

Ἡ θέση τῶν φηκτρῶν ἐπάνω στοὺς βραχίονες τοῦ φηκτροφορέα ἔχει σγημασία γιὰ τὴν δμοιόμορφη φθορὰ τοῦ συλλέκτη. Ἐλέγχομε λοιπὸν στὴν ἐπιθεώρηση ἂν οἱ φήκτρες εἶναι στὴ σωστὴ τοὺς θέση, μετατοπισμένες δπως ἀκριβῶς δείχνει τὸ σχῆμα 7·2 δ.

Δὲν χρειάζεται βέβαια οὕτε νὰ τὸ ἀναφέρομε δτὶ κύρια ἐπίσης φροντίδα τοῦ συντηρητῆ εἶναι νὰ ἀντικαθιστᾶ ὅσες φήκτρες ἔχουν φθαρῆ. Οἱ νέες φήκτρες ποὺ θὰ βάλωμε πρέπει νὰ εἶναι τοῦ ἕδιου τύπου (παράγραφος 1·2, ἑδάφιο 3) ποὺ εἶγε χρησιμοποιήσῃ, δ κατασκευαστῆς τῆς μηχανῆς. Ἀφοῦ τοποθετήσωμε τὶς νέες φήκτρες στὶς φηκτροθήκες τοὺς, στρώνομε τὴν ἐπιφάνειά τοὺς ποὺ θὰ ἐφάπτεται στὸν συλλέκτη. Αὐτὸ γίνεται μὲ σμυριδόπανο ποὺ τὸ τοποθετοῦμε ἐπάνω στὸν συλλέκτη (μὲ τὴ σμυριδωμένη ἐπιφάνεια

πρὸς τὴν ψήκτρα). Στρέφομε τὸν δρομέα τῆς μηχανῆς μπρὸς - πίσω, ὅστε νὰ τρίβεται ἡ ψήκτρα ἐπάνω στὸ σμυριδόπανο καὶ νὰ πάρῃ ἡ ἐπιφάνειά της τὴν καμπυλότητα τοῦ συλλέκτη. Χρησιμοποιοῦμε γιὰ τὸ σκοπὸν αὐτὸν πρῶτα χονδρὸ σμυριδόπανο. καὶ ἔπειτα πολὺ φίλο. Μετὰ τὸ στρώσιμο τῶν ψηκτρῶν καθαρίζομε καλὰ τὸν συλλέκτη ἀπὸ τὸ καρβουνῖδι τῶν ψηκτρῶν. Τέλος ἀφήνομε τὴ μηχανὴ νὰ δουλέψῃ λίγο χωρὶς φορτίο γιὰ νὰ στρώσουν τελείως οἱ νέες ψήκτρες.



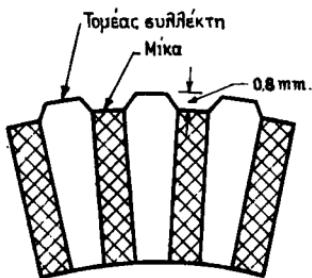
Άναπτυγμα ἐπιφανείας συλλέκτη

Σχ. 7-2 δ. Σωστὴ μετατόπιση τῶν ψηκτρῶν.

Ίδιαίτερη φροντίδα τοῦ συντηρητὴ ἀπαιτεῖ καὶ δ συλλέκτης τῆς μηχανῆς. Ο συλλέκτης, δταν εἶναι σὲ καλὴ κατάσταση, ἔχει τὴν ἐπιφάνειά του γυαλιστερὴ καὶ τελείως κυλινδρική. Μὲ τὴ λειτουργία τῆς μηχανῆς μπορεῖ νὰ παρουσιασθοῦν στὴν ἐπιφάνεια τοῦ συλλέκτη ἀνωμαλίες (αὐλάκια, γρατζουνίσματα), ποὺ δφείλονται σὲ σκληρὰ μόρια σκόνης ποὺ βρίσκονται στὴν ἐπιφάνεια τῶν ψηκτρῶν. Τὶς ἀνωμαλίες αὐτές, δταν εἶναι σημαντικές, τὶς ἀφαιροῦμε στὸν τόρνο. Μικρότερες ἀνωμαλίες στὴν ἐπιφάνεια τοῦ συλλέκτη τὶς ἀφαιροῦμε μὲ σμυριδόπανο ποὺ τὸ πιέζομε ἐπάνω στὸν συλλέκτη μὲ ἔνα κατάλληλα διαμορφωμένο ξύλινο καλοῦπι;, περιστρέφοντας ταυτόχρονα τὸν δρομέα.

Οταν παρουσιάζωνται στὴν ἐπιφάνεια τοῦ συλλέκτη προεξόχες τῆς μίκας ποὺ μονώνει τοὺς τομεῖς μεταξύ τους, τὶς ἀφαιροῦμε κόβοντας τὴ μίκα μὲ μιὰ λάμα ἀπὸ σιδηροπρέον. Τελικά, ἡ

έπιφάνεια τής μίκας πρέπει νὰ βρίσκεται περίπου 0,8 mm χαμηλότερα ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ συλλέκτη. Αὐτὸ φαίνεται καὶ στὸ σχῆμα 7·2 ε ποὺ δείχνει σὲ τομὴ ἓνα κομμάτι συλλέκτη. Ἐπίσης, ἀν χρειάζεται, στρογγυλεύομε (σπάζομε) τὶς γωνίες τῶν τομέων τοῦ συλλέκτη μὲ μιὰ λεπτὴ λίμα, δπως δείχνει τὸ σχῆμα 7·2 ε.



Σχ. 7·2 ε.

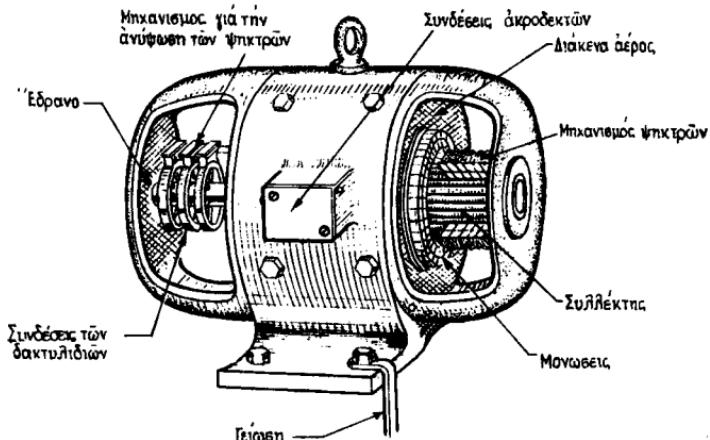
Ἄφοῦ κάνωμε τὶς ἔργασίες ποὺ ἀναφέρχμε παραπάνω, πρέπει νὰ γυαλίσωμε πάλι τὴν ἐπιφάνεια τοῦ συλλέκτη, πρᾶγμα ποὺ γίνεται μὲ ἓνα πολὺ λεπτὸ σμυριδόπανο δπως ἐξηγήσαμε στὰ προηγούμενα. Κατόπιν ἀφαιροῦμε τὶς σκόνες καὶ καθαρίζομε τὴν ἐπιφάνεια τοῦ συλλέκτη ἀπὸ λάδια κλπ. μὲ λίγη βενζίνη σὲ ἓνα κομμάτι πανί.

Ἀπὸ τὰ ὑπόλοιπα ηλεκτρικὰ μέρη τῶν μηχανῶν δ συντήρησης πρέπει νὰ προσέχῃ τὶς συνδέσεις τῶν ἀγωγῶν μὲ τοὺς ἀκροδέκτες τῆς μηχανῆς, ὡστε νὰ γίνωνται καλὲς ἐπαφές. Στοὺς κινητῆρες μὲ δακτυλίδια καὶ ἔκει ποὺ συνδέονται τὰ ἄκρα τοῦ τυλίγματος τοῦ δρομέα μὲ τὰ δακτυλίδια μπορεῖ νὰ παρουσιασθοῦν χαλαρωμένες συνδέσεις. Οἱ συνδέσεις αὗτες συνήθως δὲν προσέχονται ἀπὸ τὸν συντηρητὴ καὶ μπορεῖ νὰ προκαλέσουν ἀνωμαλίες δταν χαλαρώσουν.

Στοὺς κινητῆρες μὲ δακτυλίδια πρέπει νὰ ἐπιθεωροῦμε ἐπίσης τὸν μηχανισμὸ γιὰ τὴν ἀνύψωση τῶν ψηκτρῶν καθὼς καὶ τὸ

σύστημα ποὺ βραχυκυκλώνει τὰ δακτυλίδια μετά τὴν ἐκκίνηση τοῦ κινητήρα.

Τὸ σχῆμα 7.2 ζ δείχνει συγκεντρωτικὰ τὰ κύρια σημεῖα ποὺ ἀναφέρει προηγουμένως καὶ ποὺ πρέπει νὰ προσέχῃ ὁ συντηρητής ὅταν ἐπιθεωρῇ τὶς μηχανές. Τὸ σχῆμα αὐτὸν περιέχει



Σχ. 7.2 ζ

στοιχεῖα καὶ ἀπὸ μηχανὲς συνεχοῦς καὶ ἀπὸ μηχανὲς ἐναλλασσομένου ρεύματος. Βέβαια τὶς κάθε πραγματικὴ μηχανὴ ὑπάρχουν μόνο μερικὰ ἀπὸ τὰ στοιχεῖα καὶ τὰ συστήματα τοῦ μηχανού.

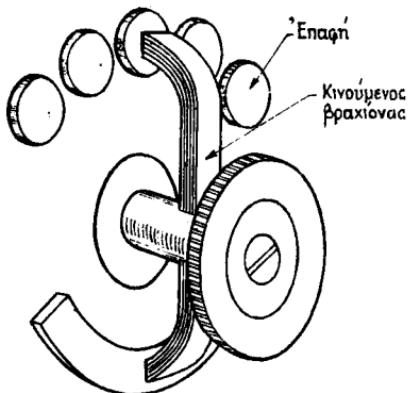
## 5. Συντήρηση βοηθητικῶν συσκευῶν.

Συντήρηση πρέπει νὰ γίνεται καὶ στὶς διάφορες βοηθητικὲς συσκευές, ποὺ χρησιμοποιοῦμε γιὰ τὸν ἔλεγχο τῆς λειτουργίας τῶν ηλεκτρικῶν μηχανῶν. Τέτοιες συσκευές, ὅπως περιγράψαμε στὰ προηγούμενα κεφάλαια, εἰναὶ οἱ διάφοροι διακόπτες, οἱ ρυθμιστικὲς ἀντιστάσεις γιὰ τὴν διέγερση καὶ γιὰ τὴν ἐκκίνηση, τῶν μηχανῶν, οἱ ρυθμιστὲς στροφῶν κ.λ.π.

Στὶς συσκευές αὗτες προσέχομε κυρίως τὶς ἐπαφὲς (σχ. 7.2 η). Οἱ ἐπαφὲς πρέπει νὰ καθαρίζωνται τακτικὰ μὲ ἔνα πολὺ

φιλό σμυριδόπανο καὶ ἔπειτα νὰ ἀλείφωνται μὲ ἔνα λεπτὸ στρῶμα βαζελίνης ποὺ θὰ τὶς προφυλάξῃ ἀπὸ τὴν δέεδωση.

"Αν οἱ ἐπαφὲς παρουσιάζουν φθορὰ ἀπὸ σπινθῆρες (κάψιμο) πρέπει νὰ στρώσωμε τὴν ἐπιφάνειά τους μὲ μιὰ λίμα. "Οταν ἡ φθορὰ εἶναι πολὺ μεγάλη πρέπει νὰ ἀντικαταστήσωμε τὶς ἐπαφὲς



Σχ. 7·2 η.

μὲ ἄλλες καινούργιες. Μεγάλες φθορὲς ἀπὸ σπινθῆρες στὶς ἐπαφὲς παρουσιάζονται συνήθως δταν δ κινούμενος βραχίονας (σχ. 7·2 η) δὲν ἐφάπτεται καλὰ καὶ μὲ ἀρκετὴ πίεση ἐπάνω στὶς ἐπαφές.

"Ἐὰν ὑπάρχουν αὐτόματοι διακόπτες ἢ ἄλλα δργανα ποὺ εἶναι κατασκευασμένα γιὰ νὰ ἐργάζωνται μέσα σὲ λάδι, πρέπει στὴν ἐπιθεώρηση νὰ ἐλέγχωμε τὴν κατάσταση τοῦ λαδιοῦ. "Αν διαπιστώσωμε δτι τὸ λάδι δὲν εἶναι καθαρό, πρέπει νὰ τὸ ἀλλάξωμε. Οἱ κατασκευαστὲς τέτοιων συσκευῶν, ἀνάλογα μὲ τὴν χρήση τους, δίνουν δδηγίες κάθε πότε πρέπει νὰ ἀλλάξωμε τὸ λάδι.

"Ο καλὸς συντηρητής πρέπει πάντοτε νὰ ἀκολουθῇ πιστὰ τὶς δδηγίες τοῦ κατασκευαστῆ κάθε μηχανήματος ἢ συσκευῆς. Π.χ., σὲ συσκευὲς σὰν αὐτὲς ποὺ ἀναφέραμε παραπάνω ὁ κατασκευαστῆς ἔχει σημειωμένη στὸ διοχεῖο τὴν στάθμη τοῦ λαδιοῦ. Δὲν πρέπει τὸ λάδι νὰ βρίσκεται κάτω ἀπὸ τὴν στάθμη κύτη γιατὶ

τότε υπάρχει φόδος οι έπαφές νὰ λειτουργοῦν ἔξω ἀπὸ τὸ λάδι: καὶ νὰ φθαροῦν ἀπὸ σπινθηρισμούς. Ἐπίσης οἱ σπινθηρισμοὶ σὲ τέτοιες περιπτώσεις μποροῦν νὰ προκαλέσουν πυρκαϊὰ ἢ ἔκρηξη. Πρέπει νὰ προσέχωμε ἀκόμα νὰ μὴν πάη νερὸ μέσα στὸ λάδι: γιατὶ τότε χάνει τὴ μονωτική του ἴκανότητα.

Δὲν χρειάζεται νὰ ἐπαναλάβωμε καὶ ἐδῶ δτι: ὁ συντηρητής πρέπει νὰ προσέχῃ καὶ στὶς βοηθητικὲς συσκευὲς τὶς συνδέσεις τῶν ἀγωγῶν μὲ τοὺς ἀκροδέκτες, ὥστε νὰ γίνωνται πάντοτε καλὲς καὶ ἀσφαλεῖς ἐπαφές.

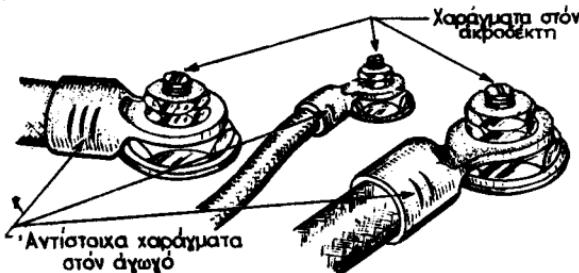
### 7.3 Πῶς ἀποσυναρμολογοῦμε μιὰ ἡλεκτρικὴ μηχανή.

Μερικὲς φορὲς γιὰ τὴν ἐπιθεώρηση ἢ γιὰ τὴν ἐπισκευὴ μιᾶς βλάβης χρειάζεται νὰ ἀποσυναρμολογηθῇ (νὰ διαλυθῇ) ἡ ἡλεκτρικὴ μηχανή. Πρέπει ὁ τεχνίτης νὰ προσέξῃ ὥστε ἡ δουλειὰ αὐτῇ νὰ γίνῃ κατὰ τέτοιο τρόπο, πὼν νὰ μὴν προκαλέσῃ στὴ μηχανὴ πρόσθετες βλάβες. Ἐπίσης πρέπει νὰ ἔχῃ στὸ νοῦ του δτι ἡ μηχανὴ θὰ ἔνασυναρμολογηθῇ καὶ δτι θὰ πρέπη κάθε μέρος τῆς νὰ πάη ἀκριβῶς στὴ θέση ποὺ ἦταν, γιὰ νὰ μπορέσῃ ἡ μηχανὴ νὰ λειτουργήσῃ κανονικά, δπως λειτουργοῦσε ὅις τώρα.

Παρακάτω ἀναφέρομε μερικὰ ἀπὸ τὰ σημεῖα ποὺ πρέπει ἰδιαίτερα νὰ προσέχῃ δ τεχνίτης, πὼν ἀποσυναρμολογεῖ μιὰ ἡλεκτρικὴ μηχανή. Δὲν εἰναι τὰ μόνα. Ἡ προσοχὴ καὶ ἡ πείρα θὰ συμπληρώσουν δσα γράφομε ἐδῶ:

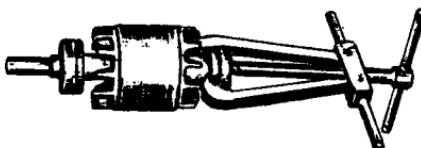
1. Πρὶν λύσης δποιοδήποτε ἀγωγὸ ἀπὸ τὸν ἀκροδέκτη του, πρέπει τόσο τὸν ἀγωγὸ δσο καὶ τὸν ἀντίστοιχο ἀκροδέκτη, στὸν δποτὸ εἰναι συνδεμένος, νὰ τοὺς σημειώσῃς μὲ ἔνα κατάλληλο σημάδι. Ἔτσι θὰ μπορῆς δταν ἔνασυναρμολογήσης τὴ μηχανὴ νὰ βρῆς σὲ ποιὸ ἀκροδέκτη πρέπει νὰ συνδεθῇ δ κάθε ἀγωγός. Αὐτὸ μπορεῖ νὰ γίνῃ π.χ. μὲ χαράγματα, πὼν κάνομε μὲ μιὰ λίμα τόσο στοὺς ἀκροδέκτες δσο καὶ στοὺς ἀγωγούς, δπως φαίνεται στὸ σχῆμα 7.3 α.

2. "Όταν άποσυναρμολογής μια μηχανή φρόντισε νὰ μὴ χειροτερέψῃς τὴ βλάβη ποὺ ἔχει ἡ μηχανή. Π.χ. οἱ ἔνσφαιροι τριβεῖς (ρουλεμάν) δὲν καλυτερεύουν ἀν τοὺς κτυπήσης μὲ σφυρί. "Ομοια ὑπάρχει φόδος σὲ δρισμένες περιπτώσεις ἀν δὲν χρησιμοποιησής ἔνδινο σφυρὶ νὰ σπάσης κανένα μέρος τῆς μηχανῆς, ποὺ εἶναι ἀπὸ χυτοσιδηρο.



Σχ. 7·3 α. Σημάδεμα μάγων καὶ ἀκροδεκτῶν.

3. Γιὰ νὰ βγάλης ἔνα ρουλεμάν μὴ χρησιμοποιητῆς κτυπήματα. Όσωστὸς τρόπος εἶναι νὰ ἐφαρμόσῃς πίεση π.χ. μὲ ἔνα εἰδικὸ ἔξοικεα δπως φαίνεται στὸ σχῆμα 7·3 β. Η πίεση πρέπει νὰ ἐφαρμόζεται πάντοτε στὸ μέρος τοῦ ρουλεμάν, ποὺ θέλομε νὰ μετακινηθῇ καὶ ἔτσι, ὥστε τὸ ρουλεμάν νὰ βρίσκεται πάντα σὲ δρθῆ



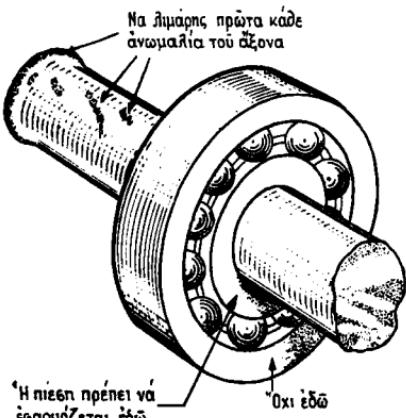
Σχ. 7·3 β. Εξοικέας γιὰ ρουλεμάν μικρῶν κινητήρων.

γωνίᾳ μὲ τὸν ἀξονα. Τὸ σχῆμα 7·3 γ ἔξηγγει αὐτὸ ποὺ εἴπαμε. Δηλαδὴ δταν θέλωμε νὰ βγάλωμε ἔνα ρουλεμάν ἀπὸ ἔναν ἀξονα πρέπει νὰ ἐφαρμόζωμε τὴν πίεση στὸ ἔσωτερικὸ δακτυλῖδι τοῦ καὶ δχι στὸ ἔσωτερικὸ δπότε μπορεῖ νὰ προκαλέσωμε βλάβη.

4. Αφοῦ βγάλης τὸ ρουλεμάν, ἔλεγξέ το ἀν εἶναι φθαρμένο. Πρόσεξε μήπως ἔχει παίξιμο κάθετα πρὸς τὸν ἀξονα. Επίσης,

γύρισέ το μὲ τὸ χέρι. "Ενα καλὸ ρουλεμάν περιστρέφεται εῦκολα καὶ ἐλεύθερα.

Πρόσεξε ἐπίσης στὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνεια τοῦ ρουλεμάν, ποὺ ἔρχεται σὲ ἐπαφὴ μὲ τὸν ἄξονα, καὶ στὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνεια, ποὺ ἔρχεται σὲ ἐπαφὴ μὲ τὸ κάλυμμα τῆς μηχανῆς, μήπως ὑπάρχουν ἵχνη ποὺ φανερώνουν διὰ τὸ ρουλεμάν γύριζε ἐπάνω στὸν



Σχ. 7.3 γ

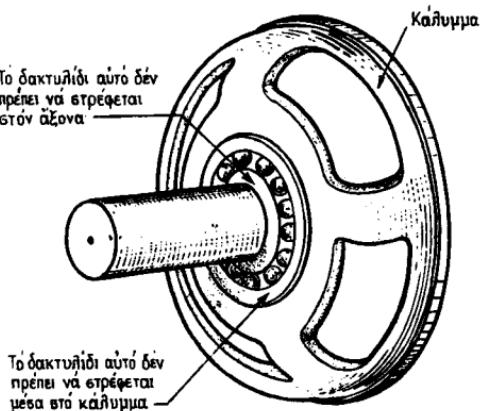
ἄξονα ἢ μέσα στὸ κάλυμμα. Τὸ σχῆμα 7.3 δὲ ἔνγρει αὐτὸν ποὺ λέμε. "Ἄν συμβαίνῃ κάτι τέτοιο, Ήτα πρέπη διαν θὰ ξανασυναρμολογήσωμε τὴ μηχανὴ νὰ λάθωμε μέτρα γιὰ νὰ σταματήσῃ.

Τὰ ρουλεμάν πρέπει κάθε τόσο, σύμφωνα μὲ τὶς ὁδηγίες τοῦ κατασκευαστῆ, νὰ καθαρίζονται καὶ νὰ ξαναγεμίζονται μὲ γράσσο. Κατὰ τὴν ἐκτέλεση αὐτῆς τῆς δουλειᾶς πρέπει νὰ κρατοῦμε σχολαστικὴ καθαριότητα, ὥστε νὰ μὴν ὑπάρξῃ περίπτωση νὰ μποῦν ξένα σώματα μέσα στὸ γράσσο τοῦ ρουλεμάν.

5. Ἐκτὸς ἀπὸ τὸ καθάρισμα καὶ τὸν ἔλεγχο τῶν ρουλεμάν ποὺ ἀναφέραμε παραπάνω, πρέπει, διαν ἀποσυναρμολογήσεις τῆς μηχανῆς, νὰ καθαρίσης προσεκτικὰ δλα τὰ ἄλλα μέρη τῆς χωρὶς νὰ ξεχάσῃς καὶ τὰ κανάλια, ἀπὸ τὰ ὅποια περνᾶ διέρας ποὺ φύγει τὴ μηχανῆ. Αφοῦ τελειώσῃ τὸ καθάρισμα, ἐπιθεώρυγε

κάθε στοιχείο τής μηχανής που μπορεί να έχη φθαρή ή να έχη πάθη βλάβη. Άντικατάστησε ή έπισκεύασε κάθε φθαρμένο ή βλαμμένο μέρος.

Πρόσεξε ιδιαίτερα τις μονώσεις. Ένσχυσε ή άντικατάστησε τὰ μονωτικὰ στὰ σημεῖα ποὺ παρουσιάζουν φθορὲς ή κάψιμο καὶ ξαναπέρασε μὲ βερνίκι δσα μέρη τοῦ τυλίγματος εἶναι ἐκτεθειμένα. Πρόσεχε νὰ χρησιμοποιῆς κατάλληλο μονωτικὸ βερνίκι. Όποιοδήποτε μαῦρο βερνίκι δὲν σημαίνει δτι κάνει γι: αὐτὴ τὴ δουλειά.



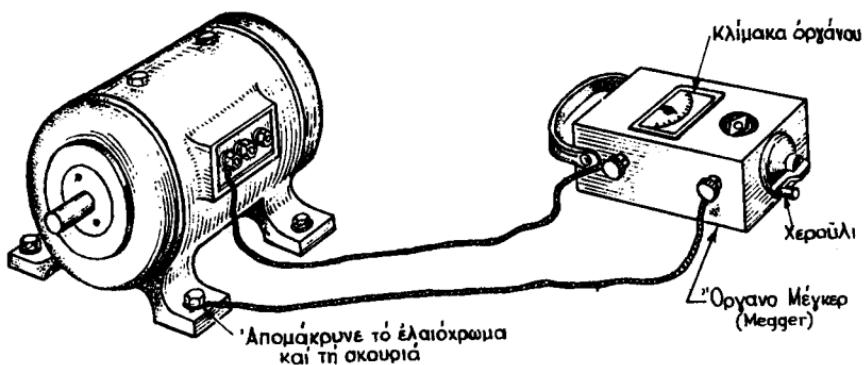
Σχ. 7.3.8.

6. Προτοῦ ξανασυναρμολογήσῃς τὴ μηχανὴ δοκίμασε τὴ μόνωση κάθε μέρους τῆς μηχανῆς. Ετοι: θὰ ἀποφύγης νὰ βρεθῆς στὴ δυσάρεστη θέσῃ νὰ ἀνακαλύψῃς μία βλάβη στὴ μόνωση, ἀφοῦ θὰ ξῆς συναρμολογήσει τὴ μηχανή.

7. Στὴ συναρμολόγηση, πρόσεξε τὸ κάθε μέρος τῆς μηχανῆς νὰ πάη στὴ σωστὴ τοῦ θέσῃ, καὶ δλοι: οἱ ἀγωγοὶ στοὺς δικοὺς τους ἀκροδέκτες. Δὲν εἶναι: σπάνιες οἱ περιπτώσεις ποὺ ἀπὸ τέτοιες λανθασμένες συνδέσεις τῶν ἀγωγῶν ξήσιμε ἀναστροφὴ, στὴν πολικότητα τῶν πόλων τῆς μηχανῆς ή στὴν πολικότητα τῶν ψηκτρῶν κ.λ.π., κ.λ.π.

8. Άφοῦ συναρμολογήσης τὴν μηχανή, προτού τὴν θέσης πάλι σὲ λειτουργία, πρέπει νὰ τὴν ἐλέγξῃς. Ίδιαίτερη προσοχὴ πρέπει νὰ δοθῇ στὸν ἔλεγχο τῶν μονώσεων τῆς μηχανῆς. Αὐτὸς γίνεται μὲνα εἰδικὸ δργανο ποὺ δνομάζεται *Μέγκερ* (*Megger*). Τὸ δργανο αὐτὸ ἔχει ἔνα χερούλι (σχ. 7·3ε) ποὺ ὅταν τὸ περιστρέψωμε ἀρκετὰ γρήγορα μποροῦμε νὰ διαβάσωμε τὴν μετρούμενη ἀντίσταση μονώσεως ἀπ' εὐθείας στὴν κλίμακα τοῦ δργάνου.

Γιὰ νὰ μετρήσωμε λοιπὸν τὴν ἀντίσταση μονώσεως, συνδέομε τὸν ἔνα ἀκροδέκτη τοῦ Μέγκερ στὸ τύλιγμα τῆς μηχανῆς καὶ τὸν ἄλλο στὸ σῶμα τῆς μηχανῆς, δπως φαίνεται στὸ σχῆμα 7·3ε.



Σχ. 7·3ε. Ἀπλὴ μέτρηση ἀντιστάσεως μονώσεως.

Στὴν τελευταία αὐτὴ σύνδεση πρέπει νὰ προσέξωμε, ὥστε νὰ ἀφαιρέσωμε πρῶτα τὸ ἔλαιοχρωμα ἢ τὴ σκουριὰ ποὺ μπορεῖ νὰ ὑπάρχῃ.

Ἡ ἕδια μέτρηση γίνεται: σὲ δλα τὰ ἀνεξάρτητα μεταξύ τους τυλίγματα τῆς μηχανῆς. Ἡ ἀντίσταση, ποὺ θὰ μᾶς δεῖξῃ τὸ δργανο γιὰ κάθε τύλιγμα, ἔξαρταται ἀπὸ τὸ μέγεθος καὶ ἀπὸ τὴν τάση λειτουργίας τῆς μηχανῆς. Γιὰ νὰ ἔχωμε λοιπὸν δεδομένα νὰ συγκρίνωμε τὰ ἀποτελέσματα αὐτῶν τῶν μετρήσεων, τὸ καλύτερο εἶναι νὰ ἔχωμε κάνει μᾶς φορὰ τὶς ἕδιες μετρήσεις, ὅταν ἡ μηχανὴ εἶναι σὲ καλὴ κατάσταση.

Φυσικά, ἀν ἀπὸ τίς παραπάνω μετρήσεις προκύψῃ δτὶ, μετὰ τὴν συναρμολόγηση τῆς μηχανῆς, ὑπάρχει σὲ κάποιο μέρος ἐλαττωμένη ἀντίσταση μονώσεως, θὰ πρέπη νὰ φροντίσωμε νὰ βροῦμε ποὺ εἶναι τὸ σφᾶλμα καὶ νὰ τὸ διωρθώσωμε προτοῦ θέσωμε τὴν μηχανὴ σὲ λειτουργία.

#### 7.4 Βλάβες ήλεκτρικῶν μηχανῶν.

Οπως εἴπαμε καὶ στὴν ἀρχὴν αὐτοῦ τοῦ κεφαλαίου, (στὴν παράγραφο 7·1), κατὰ τὴν διάρκεια τῆς λειτουργίας μιᾶς μηχανῆς εἶναι ἐνδεχόμενο νὰ παρουσιασθοῦν βλάβες, πού, δος καλὴ καὶ ἀν εἶναι ἡ συντήρηση ποὺ κάνομε στὴ μηχανή, εἶναι ἀδύνατον νὰ τὶς ἀποφύγωμε τελείως.

Οταν συμβῇ μιὰ βλάβη στὴ μηχανή, τότε στὴ λειτουργία της παρουσιάζεται κάποια ἀνωμαλία, δπως π.χ. σπινθηρισμοὶ στὸν συλλέκτη, θόρυβος στὴ μηχανὴ κ.τ.λ. Τὶς ἀνωμαλίες χύτες τὶς δυνομάζομε συμπτώματα τῆς βλάβης.

Μιὰ δρισμένη βλάβη μπορεῖ νὰ παρουσιάσῃ περισσότερα ἀπὸ ἕνα συμπτώματα. Ἐπίσης μπορεῖ τὸ σύμπτωμα νὰ ἐμφανισθῇ στὶς βοηθητικὲς συσκευὲς ποὺ τροφοδοτοῦν τὴ μηχανή, δπως π.χ. κάψιμο μιᾶς ἀσφάλειας κ.τ.λ., παρ’ δλος ποὺ ἡ βλάβη μπορεῖ νὰ εἶναι μέσα στὴ μηχανή. Πρέπει, τέλος, νὰ ἔχωμε ὑπ’ ὅψη μας δτὶ ἔνα δρισμένο σύμπτωμα μπορεῖ νὰ ἐκδηλωθῇ, ἀπὸ διάφορες αἰτίες.

Παρακάτω ἔχομε κατατάξεις σὲ πίνακες τὶς συνγένετερες βλάβες τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν. Σὲ κάθε σύμπτωμα βλάβης ἀναφέρομε τὶς πιθανότερες αἰτίες, ἀπὸ τὶς δποῖες μπορεῖ νὰ προέρχεται. Ἔτοι δ τεχνίτης μπορεῖ νὰ δηγγηθῇ καὶ νὰ βρῇ, ἀνάλογα μὲ τὸ παρουσιάζόμενο κάθε φορὰ σύμπτωμα, ποιά μέρη τῆς μηχανῆς ἡ τῆς ἐγκαταστάσεώς της πρέπει νὰ ἔξετάσῃ. Ο ἴδιος πίνακας ἀναφέρει καὶ τὴ σωστὴ θεραπεία τῆς βλάβης.

**Βλάβες Ἡλεκτρικῶν Μηχανῶν**  
**Μηχανὲς συνεχοῦς ρεύματος.**

Σύμπτωμα	Πιθανὴ αἰτία	Θεραπεία
1. Ὁ κινητήρας δὲν ξεκινᾶ.	<p>α. Διακοπὴ στοὺς ἀγωγοὺς τροφοδοτήσεως ἢ στὸν ἐκκινητή.</p> <p>β. Ἀσφάλεια καμένη.</p> <p>γ. Οἱ ψῆκτρες δὲν ἐφάπτονται στὸν συλλέκτη.</p> <p>δ. Διακοπὴ στὸ κύκλωμα τῆς διεγέρσεως.</p> <p>ε. Καμένες ἢ βραχυκυκλωμένες σπείρες στὸ τύλιγμα τοῦ δρομέα.</p>	<p>α. Ἐλεγξε τὸ κύκλωμα καὶ ἀποκατάστηση τῆς διακοπῆς.</p> <p>β. Ἀντικατάστηση τὴν ἀσφάλεια.</p> <p>γ. Ἀπομάκρυνε τὴν αἰτία, ἀντικατάστηση τῆς φθαρμένες ψῆκτρες.</p> <p>δ. Ἐλεγξε τὸ κύκλωμα καὶ ἀποκατάστηση τῆς διακοπῆς.</p> <p>ε. Νὰ σταλῇ γιὰ ἐπισκευὴ.</p>
2. Ὁ κινητήρας ξεκινᾷ ἀπότομα.	<p>α. Μικρὸς δὲν ἐκκινητής.</p> <p>β. Ὁ ἐκκινητὴς παρουσιάζει διακοπές ἢ έχει καμένες ἐπαρές.</p> <p>γ. Ὁ ἐκκινητὴς έχει συνδεσμολογηθῆ λάθος.</p> <p>δ. Ὑπάρχουν βραχυκυκλωμένες σπείρες στὸ τύλιγμα τοῦ δρομέα.</p>	<p>α. Νὰ ἀντικατασταθῇ.</p> <p>β. Ἐξέτασε καὶ ἐπισκεύασε τὸν ἐκκινητή.</p> <p>γ. Μελέτησε τὸ διάγραμμα συνδεσμολογίας.</p> <p>δ. Νὰ γίνῃ νέο τύλιγμα.</p>

Σύμπτωμα	Πιθανὴ αἰτία	Θεραπεία
	ε. Βραχυκυκλώματα μεταξὺ τῶν τομέων τοῦ συλλέκτη.	ε. Νὰ ἔξετασθῇ ἀπὸ εἰδικόν.
3. Ὁ κινητήρας ξε- κιγκ δύσκολα.	α. Βραχυκύκλωμα στους ἀγωγοὺς τροφοδοτήσεως ἢ σφάλμα πρὸς γῆ. β. Βραχυκύκλωμα στὸ τύλιγμα μὲ τὸ σῶμα τοῦ κινητήρα.	α. Νὰ ἐλέγξῃς τοὺς ἀγωγοὺς μὲ δργανοδοκιμῆς μογώσεων (Μέγκερ). β. Μὲ Μέγκερ νὰ διαπιστώσῃς τὸ σφάλμα καὶ νὰ δοθῇ γιὰ επισκευὴ, σὲ εἰδικό.
4. Ὁ κινητήρας πε- ριστρέφεται πο- λὺ γρήγορα.	α. Ὁ φηκτροφορέας δὲν ἔχει τοποθετηθῆ στὴ σωστὴ θέση (γωνία). β. Βραχυκυκλωμένες σπείρες στὸ τύλιγμα τῶν πόδων. γ. Ἡ τάση τοῦ δικτύου τροφοδοτήσεως εἶναι πολὺ ὑψηλὴ.	α. Τοποθέτησέ τον δ- πως εἶναι σημειωμένο ἀπὸ τὸν κατατασκευαστή. β. Νὰ γίνῃ γένα περιέλιξη στους πόλους. γ. Μέτρησε τὴν τάση τοῦ δικτύου.
5. Ἡ μηχανὴ λει- τουργεῖ μὲ θό- ρυβο.	α. Βλαμμένα ρουλεμάν. β. Ὁ μηχανικὸς σύνδεσμος τῆς μηχανῆς (κόπλερ) δὲν εἶναι εὐθυγραμμισμένος. γ. Κακὴ ζυγοστάθμιση τοῦ δίσκου τοῦ κόπλερ.	α. Ἀντικατάστησέ τα. β. Νὰ εὐθυγραμμίσης τὸν σύνδεσμο. γ. Νὰ ζυγοσταθμισθῇ μαζὶ μὲ τὸν δρομέα τῆς μηχανῆς.

Σύμπτωμα	Πιθανή αίτια	Θεραπεία
6. Σπινθηρισμοί στὸν συλλέκτη.	<p>α. Οἱ ψηκτρες δὲν βρίσκονται στὴ σωστὴ θέση.</p> <p>β. Πολὺ μικρὴ ἢ πίεση τῶν ψηκτρῶν.</p> <p>γ. Ἀκαθάρτη ἐπιφάνεια τοῦ συλλέκτη.</p> <p>δ. Ἀνώμαλη ἐπιφάνεια τοῦ συλλέκτη.</p> <p>ε. Οἱ τομεῖς τοῦ συλλέκτη εἰναι χαλαροί.</p> <p>ζ. Ὁ κινητήρας εἶναι ὑπερφορτωμένος.</p> <p>η. Βλαμμένα ἔδρανα.</p> <p>θ. Βραχυκύλωμα στὸ τύλιγμα τῶν βοηθητικῶν πόδων.</p>	<p>α. Βλέπε 4α.</p> <p>β. Ρύθμισε τὴν πίεση.</p> <p>γ. Καθάρισέ την. Βλέπε καὶ ἐδάφιο 4 τῆς παραγράφου 7·2.</p> <p>δ. Βλέπε ἐδάφιο 4 τῆς παραγράφου 7·2.</p> <p>ε. Νὰ σταλῇ γιὰ ἐπισκευή.</p> <p>ζ. Νὰ ἐλαττώσης τὸ φορτίο.</p> <p>η. Ἀντικατάστησέ τα.</p> <p>θ. Νὰ γίνῃ νέο τύλιγμα.</p>
7. Ἡ μηνανὴ ὑπερθερμαίνεται.	<p>α. Ὑπερφόρτωση.</p> <p>β. Ἡ τάση τοῦ δικτύου τροφοδοτήσεως εἶναι πολὺ ὑψηλή.</p>	<p>α. Ἐλάττωσε τὸ φορτίο ἢ ἐγκατάστησε μεγαλύτερη μηχανή.</p> <p>β. Ἐλεγξε τὴν τάση τοῦ δικτύου. Πρόσεξε ἂν εἶναι μέσα στὰ ἐπιτρεπόμενα δρια (5°, πάνω ἀπὸ τὴν δνομαστική).</p>

Σύμπτωμα	Πιθανή αιτία	Θεραπεία
γ. Ἡ τάση τοῦ δικτύου είναι πολὺ χαμηλή.	γ. Ἐλεγξε τὴν τάση τοῦ δικτύου καὶ τὰς διατομές τῶν ἀγωγῶν τροφοδοτήσεως	
δ. Βραχυκυκλωμένες σπείρες στὸ τύλιγμα τοῦ δρομέα.	δ. Νὰ γίνη νέο τύλιγμα.	
ε. Βραχυκυκλωμένες σπείρες στὸ τύλιγμα τῶν πόλων.	ε. Νὰ γίνη νέο τύλιγμα.	
ζ. Κακὸς ἀερισμός.	ζ. Καθάρισε τὰ κανάλια τοῦ ἀέρα ποὺ φύχει τὴν μηχανὴν καὶ τὸν ἀνεμιστήρα.	
η. Ὁ δρομέας βρίσκεται (έφαπτεται) στὸν στάτη.	η. Ἀλλαξε τὰ ἔδρανα.	
θ. Ὁ ἀνεμιστήρας δὲν περιστρέφεται κατὰ τὴν σωστὴν φορά.	θ. Ἀλλαξε τὴν φορὰν περιστροφῆς.	
8. Ἀνωμαλίες στὴν τάση ποὺ παράγει ἡ γεννήτρια.	α. Ἡ ρυθμιστικὴ ἀντίσταση διεγέρεσες ἔχει πάθει βλάβη. β. Ἀνωμαλίες στὸν συλλέκτη. γ. Κακὴ τοποθέτηση τοῦ φηκτροφορέα. δ. Βραχυκυκλωματικά τύλιγμα τοῦ δρομέα.	α. Νὰ τὴν ἀλλαξήσῃ. β. Βλέπε 6δ (σελ. 274). γ. Βλέπε 4α (σελ. 273). δ. Νὰ γίνη νέο τύλιγμα.

Σύμπτωμα	Πιθανή αιτία	Θεραπεία
	<p>ε. Βραχυκύκλωμα τυλίγματος με τὸ σῶμα τῆς μηχανῆς.</p> <p>ζ. Ἡ μηχανὴ ἀπομαγνητίσθηκε (έχαθηκε δὲ παραμένων μαγνητισμός).</p>	<p>ε. Μὲ Μέγκερ γὰ βρῆς τὴ θέση τῆς βλάβης καὶ νὰ ἐπισκευασθῇ ἀπὸ εἰδικὸν ἡ μόνωση τοῦ τυλίγματος τῶν πόλων ἢ τοῦ τυλίγματος τοῦ δρομέα.</p> <p>ζ. Νὰ γίνῃ νέα μαγνήτιση.</p>

### Μηχανὲς ἑναλλασσομένου ρεύματος (Τριφασικές).

Σύμπτωμα	Πιθανή αιτία	Θεραπεία
9. Ὁ κινητήρας δὲν ἔχειναι.	Βλέπε δσα ἀναφέραμε στὸ 1 (σελ. 272).	Βλέπε δσα ἀναφέραμε στὸ 1 (σελ. 272).
10. Ὁ κινητήρας ἔργαζεται μὲ θόρυβο.	<p>α. Βλέπε δσα ἀναφέραμε στὸ 5 (σελ. 273).</p> <p>β. Ὁ κινητήρας ἔργαζεται μόνο μὲ 2 φάσεις.</p>	<p>α. Βλέπε δσα ἀναφέραμε στὸ 5 (σελ. 273).</p> <p>β. Νὰ ἀναζητήσῃς τὴ διακοπή.</p>
11. Ὁ κινητήρας ἔχειναι δύσκολα.	α. Ἡ φόρτιση εἶναι πολὺ μεγάλη.	α. Ἐλάττωσε τὸ φορτίο ἢ τοποθέτησε μεγαλύτερο κινητήρα.

Σύμπτωμα	Πιθανή αίτια	Θεραπεία
	<p>β. Ἡ τάση τοῦ δικτύου τροφοδοτήσεως είναι πολὺ χαμηλή.</p> <p>γ. Χαλασμένες ἐπαφὲς στὸν διακόπτη ἀστέρα - τρίγωνο.</p> <p>δ. Βλαμμένα ξύλα.</p>	<p>β. Μέτρησε τὴν τάση. Ἐλεγξε τὴ διατομὴ τῶν ἀγωγῶν τροφοδοτήσεως.</p> <p>γ. Ἀντικατάστησέ τις.</p> <p>δ. Ἀλλαξε τὰ ξύλα.</p>
12. Ἡ ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ κινητήρα πέφτει στὴν φόρτιση.	<p>α. Ἡ φόρτιση είναι πολὺ μεγάλη.</p> <p>β. Βλάβη στὸ μηχανισμὸν τῶν φυκτρῶν, ἀνωμαλίες στὰ δακτυλίδια.</p> <p>γ. Βραχυκυκλωμένες σπείρες στὸ τύλιγμα τοῦ στάτη.</p> <p>δ. Ὁ διακόπτης ἀστέρα - τρίγωνο δὲν είναι σωστὰ συνδεσμολογημένος.</p>	<p>α. Βλέπε 11α.</p> <p>β. Ἐλεγξε τὸν μηχανισμὸν τῶν φυκτρῶν, στρώσε τὰ δακτυλίδια στὸν τόρνο.</p> <p>γ. Νὰ γίνῃ νέο τύλιγμα.</p> <p>δ. Διέρθωσε τὴ συνδεσμολογία.</p>
13. Σπινθηρισμοὶ στὶς φυκτρες.	α. Ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς τῶν φυκτρῶν φυκτρες δὲν είναι λεῖδη ή διατήρησης πιέζουν καλά στὰ δακτυλίδια.	α. Στρώσε τὶς φυκτρες (ἐδάφιο 4 τῆς παραγράφου 7·2), ρύθμισε τὴν πίεση.

Σύμπτωμα	Πιθανή αιτία	Θεραπεία
	<p>β. Δακτυλίδια ἀκάθαρτα ή ἀγώματα.</p> <p>γ. Μὴ κυκλικὰ δακτυλίδια.</p>	<p>β. Καθάρισε τὰ δακτυλίδια μὲ βενζίνη καὶ γυάλισέ τα μὲ σμυριδόπαγο. Νὰ τορνίρης τις ἀγώματίες.</p> <p>γ. Νὰ τορνίρης καὶ νὰ λειάνῃς τὰ δακτυλίδια.</p>
14. Ἡ μηχανὴ ὑπερθερμαίνεται.	<p>α. Φόρτιση πολὺ μεγάλη.</p> <p>β. Ο κινητήρας ἐργάζεται μόνο μὲ 2 φάσεις.</p> <p>γ. Ἡ τάση τοῦ δικτύου τροφοδοτήσεως εἶναι πολὺ ὑψηλή.</p> <p>δ. Ἡ τάση τοῦ δικτύου εἶναι πολὺ χαμηλή.</p> <p>ε. Βραχυκύκλωμα μεταξὺ φάσεων στὸ τύλιγμα τοῦ στάτη.</p> <p>ζ. Βραχυκύκλωμένες σπεῖρες στὸ τύλιγμα τοῦ στάτη.</p> <p>η. Πολλαπλὸ σφάλμα πρὸς τὸ σῶμα τῆς μηχανῆς.</p>	<p>α. Βλέπε 7α (σελ.274).</p> <p>β. Βλέπε 10β (σελ.276)</p> <p>γ. Βλέπε 7β (σελ.274).</p> <p>δ. Βλέπε 7γ (σελ.275).</p> <p>ε. Νὰ ἔξετασθῇ ἀπὸ εἰδικὸ καὶ ἀν χρεάζεται γὰ γίνη νέα περιέλιξη.</p> <p>ζ. Βλέπε ἀγωτ., 14ε.</p> <p>η. Βλέπε ἀγωτ., 14ε.</p>

Σύμπτωμα	Πιθανή αἰτία	Θεραπεία
	<p>θ. Πολὺ μεγάλη τριβὴ ψηκτρῶν καὶ δακτυλιδιῶν.</p> <p>ι. Κακὴ ἐπαφὴ στὸ κύκλωμα τοῦ δρομέα.</p> <p>κ. Ὁ δρομέας βρίσκεται (ἐφάπτεται) στὸ στάτη.</p>	<p>θ. Ρύθμισε τὴν πίεση τῶν ψηκτρῶν.</p> <p>ι. Νὰ ἐλέγξῃς τὶς ἐπαφὲς καὶ τὶς συνδέσεις.</p> <p>κ. Βλέπε 7η (σελ.275).</p>
15. Ἀνωμαλίες στὴν τάση ποὺ παράγει δ ἐναλλακτήρας.	<p>α. Ἡ διεγέρτρια δὲν δίνει τάση.</p> <p>β. Διακοπὴ στοὺς ἀγωγοὺς ποὺ τροφοδοτοῦν τοὺς μαγνητικοὺς πόλους (διέγερση) τοῦ ἐναλλακτήρα.</p> <p>γ. Βραχυκύκλωμα μεταξὺ τῶν ἀγωγῶν φάσεως η̄ μεταξὺ τῶν δακτυλιδιῶν.</p> <p>δ. Διακοπὴ στὸ τύλιγμα τοῦ στάτη.</p>	<p>α. Βλέπε δσα ἀναφέραμε στὸ 8 (σελ.275-6)</p> <p>β. Ἀναζήτησε τὴ διακοπὴ καὶ ἐπισκεύασε τὴ βλάβη.</p> <p>γ. Ἀναζήτησε τὸ βραχυκύκλωμα καὶ ἐπισκεύασε τὴ βλάβη.</p> <p>δ. "Οταν η̄ διακοπὴ είναι ἔξωτερικὴ κόβλησε τὴν δμάδα τοῦ τυλίγματος. "Οταν η̄ διακοπὴ είναι ἔξωτερικὴ ἀντικατάστησέ την.</p>

Σύμπτωμα	Πιθανή αίτια	Θεραπεία
	<p>ε. Μή συμμετρική φόρτιση (π.χ. μία φάση δέν γφορτίζεται).</p> <p>ζ. Ο ρυθμιστής στροφών δέν γέργαζεται ή γέργαζεται ασχημα.</p> <p>η. Χαλαρή έπαφή στό κύκλωμα τής διέγέρσεως.</p>	<p>ε. Κάνε τήν φόρτιση περίπου συμμετρική.</p> <p>ζ. Νὰ διορθωθῇ ὁ ρυθμιστής η νὰ άντικατασταθῇ.</p> <p>η. Νὰ ἐλέγξῃς τὶς έπαφὲς καὶ τὶς συνδέσεις.</p>

### Μετασχηματιστὲς

Σύμπτωμα	Πιθανή αίτια	Θεραπεία
16. Ο αύτόματος διακόπτης άνοιγει, οἱ άσφαλτεις καίγονται (χωρὶς νὰ θάρακη βραχυκύκλωμα μεταξὺ τῆς φάσεων η πρὸς τὴν γῆ).	<p>α. Ὑπερφόρτωση.</p> <p>β. Διάσπαση τῆς μονώσεως τῶν ἀκροδεκτῶν η βλάβη στὴ μόνωση, τοῦ τυλίγματος.</p>	<p>α. Νὰ ἐλαττώσῃς τὸ φορτίο.</p> <p>β. Νὰ ἐλέγξῃς μὲ Μέγκερ. Ἀντικατάστησε τοὺς ἀκροδέκτες, τὸ βλαμμένο τύλιγμα νὰ σταλῇ γιὰ ἐπισκευή.</p>
17. Ο μετασχηματιστής οὐ περ-θερμαίνεται.	<p>α. Ὑπερφόρτωση.</p> <p>β. Βραχυκύκλωμα στὰ τυλίγματα.</p> <p>γ. Βραχυκύκλωμα στὰ ἐλάσματα τοῦ πυρίγνα.</p>	<p>α. Βλέπε ἀνωτ., 16ια.</p> <p>β. Νὰ σταλῇ γιὰ ἐπισκευή.</p> <p>γ. Νὰ σταλῇ γιὰ ἐπισκευή.</p>

Σύμπτωμα	Πιθανή αίτια	Θεραπεία
	<p>δ. Διάσπαση στὴ μόνωση τῶν ἀκροδεκτῶν.</p> <p>ε. Ὁ χῶρος δὲν ἀερίζεται ἀρκετὰ καλά.</p>	<p>δ. Ἀυτικατάστησε τοὺς βλαψμένους ἀκροδέκτες.</p> <p>ε. Ὁ χῶρος γὰρ ἀερίσθη καλύτερα ὥστε ἡ θερμοκρασία του γὰρ μὴν ἀνεβαίνῃ πολύ.</p>



195A

## Ε Υ Ρ Ε Τ Η Ρ Ι Ο

(Οι άριθμοί αναφέρονται σε σελίδες)

- Άγωγός ούδετερος 153  
    > φάσεως 152
- Άκρα δύμάδας 11  
    > τυλίγματος διφασικού 146  
    >                > μετασχηματιστή 175  
    >                > μονοφασικού 144  
    >                > τριφασικού 149
- Άκροδεκτες 3, 263, 266
- Άλλαγή φορᾶς περιστροφῆς κινήτρων 79, 91, 104, 113, 211, 227, 231
- Άναπτυγμα 98
- Άναστροφέας 93, 98, 109
- Άνοδος 245  
    > άφης 249  
    > βοηθητική 249  
    > κυρία 249
- Άνορθωμένο ρεῦμα 248
- Άνορθωση 247
- Άνορθωτές 244  
    > μὲ σελήνιο 252  
    > μὲ υποξ. τοῦ χαλκοῦ 252  
    > ξηροὶ 252  
    > ύδραργύρου 245  
    >                > μονοφασικοὶ 245  
    >                > τριφασικοὶ 249
- Άνορθωτικὸ στοιχεῖο 252
- Άντιδραση ἐπαγ. τυμπάνου 48, 87
- Άντιλεκτρεγερτική δύναμη 79
- Άντισταση μονάσσεως 270  
    > ρυθμ. διεγέρσεως 44, 54, 99
- Άνύψωση ψηκτρῶν 221
- Άποκλιση φασική 148, 150
- Άπώλειες 71, 116
- Άρχῃ λειτουργίας ἀσυγχρ. κινητήρων 208, 223  
    >                γεννητριῶν σ.ρ. 19  
    >                έναλλακτήρων 184  
    >                κινητήρων σ.ρ. 76  
    >                μετασχηματιστῶν 181  
    >                μονοφ. κινητήρων 228, 235  
    >                συγχρ. κινητήρων 196
- Άστέρα σύνδεση 151, 188, 206, 212  
Άσυγχρονοι κινητήρες 204
- Άντοδιέγερση 53, 57
- Άντόματος διακόπτης 214, 265
- Άντοσυγχρονισμός 208
- Βαθμὸς ἀποδόσεως 72, 115, 170, 238
- Βερνίκι μονωτικό 7, 269
- Βήμα πολικὸ 26, 33  
    > τυλίγματος 33, 37  
    >                μερικὸ 33, 37
- Βλάβες ἡλ. μηχανῶν 271
- Βοηθητικὴ ἄνοδος 249  
    > φάση 230
- Βοηθητικὸ τύλιγμα 230, 235
- Βοηθητικοὶ πόλοι 51, 88
- Βολταμπέρ 193
- Βόρειος πόλος 17, 140
- Βροχοτύλιγμα 31, 40
- Γεννήτριες 3, 118  
    > μὲ διέγερση σειρᾶς 62  
    > μὲ ξένη διέγερση 53  
    > μὲ παράλληλη > 56  
    > μὲ σύνθετη > 64
- Δακτυλίδια 124, 207, 220
- Δευτερεύον τύλιγμα 183
- Διαδοχὴ πόλων 18, 52, 88
- Διάκενο δέρος 9, 260
- Διακόπτης ἀστέρα - τρίγωνο 216  
    > αὐτόματος 214, 265  
    > φυγοκεντρικὸς 231, 232
- Διέγερση 16, 120  
    > σύνθετη 64, 111  
    >                > ἀθροιστικὴ 112  
    >                > διαφορικὴ 112
- Διεγέρτρια 120, 131
- Δίκτυο τριφασικό 153, 156
- Δοχεῖο διαστολῆς 180
- Δρομέας 9, 124, 130, 133, 206, 220
- Δυναμομηχανὲς 19
- Έδρανα 5, 257, 259
- Έκκίνηση κινητήρων 82, 202, 214, 224

- 'Εκκινητής 83, 93, 103, 218, 223, 225  
 "Ελεγχος μονώσεως 269, 270  
 'Εναλλακτήρες 120
  - > δισύγχρονοι 120
  - > διφασικοί 142, 146
  - > μέ εξωτ. πόλους 123, 124, 134
  - > μέ εσωτ. πόλους 123, 126, 139
  - > μονοφασικοί 142, 143
  - > πολυφασικοί 142
  - > σύγχρονοι 120
  - > τριφασικοί 142
 'Εναλλασσόμενο ρεῦμα 138  
 'Ενδεικνυμένη τιμή 138  
 "Ενταση γραμμής 154
  - > διεγέρσεως 44
  - > έκκινησεως 84, 214, 223
  - > μετασχηματιστή 185
  - > όνομαστική 70, 117, 193
 'Εξολκέας 267  
 'Επαγγικό τύμπανο 9, 123  
 Ζεῦγος δυνάμεων 78  
 Ζεῦγος κινητήρα - γεννήτριας 240  
 Ζίγκ - ζάγκ σύνδεση 190  
 Ζυγοί 53  
 Ζύγωμα 5, 173  
 Ζώνη ούδετερη 29  
 "Ηλεκτρογερτική δύναμη 19, 44, 135, 140, 183  
 'Ηλεκτρολυτικός πυκνωτής 232  
 'Ηλεκτροπαραγωγός δύναμη 121  
 "Ημιτεριόδος 138  
 'Ημιτονοειδές έναλλ. ρεῦμα 138  
 Θέση ψηκτρῶν 34, 38, 261  
 'Ισχὺς γεννήτριας 70, 168
  - > κινητήρα 114, 237
  - > μετασχηματιστή 192
  - > όνομαστική 70, 117, 193, 194
 Καζάνι μετασχηματιστή 178  
 Καθάρισμα 259, 268  
 Κάθοδος 246  
 Καλύμματα 5  
 Κανόνας άριστεροῦ χεριοῦ 77
  - > δεξιοῦ χεριοῦ 20
  - > δεξιόστροφου κοχλία 17
 Κατηγορίες μετασχηματιστῶν 192  
 Κέλυφος 127, 132  
 Κιλοβολταμπέρ 193  
 Κινητήρας κλειστού τύπου 75  
 Κινητήρες 3, 74, 195
  - > άντιδράσεως 236
  - > άντιστάσεως 231
  - > δισύγχρονοι 204
  - > Γιουνιβέρσαλ 235
  - > μέ βραχ. δρομέα 204, 227
  - > μέ δακτυλίδια 220
  - > μέ διέγερση σειρᾶς 103
  - > μέ ξένη διέγερση 90
  - > μέ παράλληλη > 90
  - > μέ πυκνωτή 232
  - > μέ συλλέκτη 234
  - > μέ σύνθετη διέγερση 111
  - > μονοφασικοί 227, 234
  - > σειρᾶς 234
  - > σύγχρονοι 196
  - > Universal 235
 Κόμβος ούδετερος 152, 189  
 Κορμός 173  
 Κουσινέττο 257  
 Κύκλος 138  
 Κυματοτυλίγματα 36, 40  
 Κυρία ανοδος 249  
 Κύριο τύλιγμα 230, 235  
 Κύριοι πόλοι 48  
 Λάδι μετασχηματιστῶν 179  
 Λειτουργία γεννητριῶν σ.ρ. 43
  - > > παράλληλη 68
  - > έναλλακτήρων 160
  - > > παράλληλη 163
  - > κινητήρων σ.ρ. 84
  - > μετασχηματιστῶν 185
  - > > παράλληλη 192
 Λίπανση 257  
 Λούκια 9, 127  
 Αυχνία άνορθωτή 245, 247  
 Μαγνητικό πεδίο 16, 140
  - > > κύριο 47
  - > > στρεφόμενο 199, 230
 Μαγνητικός πόλος 5, 17, 128, 124, 130  
 Μαγνητισμὸς παραμένων 57  
 Μαγνητομηχανή 19  
 Μεγίστη τιμή 138  
 Μέγκερ 270  
 Μετάθεση ψηκτρῶν 48, 88  
 Μετασχηματιστὲς 119, 171
  - > έλαιον 178
  - > μανδύα 177

- Μετασχηματιστές μονοφασικοί** 177  
     > ξηροί 178  
     > πυρήνα 177  
     > τριφασικοί 172
- Μετασχηματιστών κατηγορίες** 192  
     > συμβολισμός 192
- Μετατροπεῖς στρεφόμενοι** 241
- Μονοφασικό φορτίο** 153
- Μονώσεως έλεγχος** 269, 270
- Μονωτήρες διαβάσεως** 180
- Μονωτικό βερνίκι** 7, 269
- Νότιος πόλος** 17, 140
- Σηρός άνορθωτής** 252  
     > μετασχηματιστής 178
- Όδοντώσεις** 9
- Όμάδα τυλίγματος** 11, 27
- Όνομαστική ένταση** 70, 117, 193  
     > ίσχυς 70, 117, 193, 194  
     > τάση 70, 117, 193  
     > ταχύτητα 117
- Ούδετερη ζώνη** 29
- Ούδετερος άγωγός** 153  
     > κόμβος 152, 189
- Παραγωγή ε.ρ.** 22, 135  
     > σ.ρ. 24
- Παραδόληλη λειτουργία γεν.** σ.ρ. 68  
     > > έναλλακτήρων 163  
     > > μετασχηματιστών 192
- Παράλληλο τύλιγμα** 8, 64, 111
- Παραμένων μαγνητισμός** 57
- Πέδιλο** 9
- Πεδίο κύριο** 47  
     > μαγνητικό 16, 140
- Περιόδος** 188
- Πηγές έλλειψεως τάσεως** 95  
     > στραγγαλιστικό 244, 248  
     > ύπερεντάσεως 96
- Πολική τάση** 153, 155
- Πολικό βήμα** 26, 33
- Πολικότητα μαγν.** πόλων 18  
     > ψηκτρῶν 25, 55
- Πόλος** δ, 17, 123, 124, 130  
     > βοηθητικός 51  
     > βόρειος 17, 140  
     > κύριος 48  
     > νότιος 17, 140
- Πρωτεύον τύλιγμα** 182
- Πτώση τάσεως** 50, 81, 186
- Πυκνωτής** 232  
     > ήλεκτρολυτικός 232  
     > χάρτου 232
- Πυρήνας μετασχηματιστή** 172  
     > πόλου 6, 190  
     > τυμπάνου 9, 127
- Ρεύμα άνορθωμένο** 248  
     > διεγέρσεως 19
- Ροπή** 78, 114
- Ρουλεμάν** 258, 267
- Ρύθμιση ταχύτητας** 89, 98, 106, 226
- Ρυθμιστής στροφών** 98, 102, 106, 226
- Ρυθμιστική άντ.** διεγέρσεως 44, 54, 99
- Στάτης** 5, 124, 126
- Στοιχείο άνορθωτικό** 252  
     > τυλίγματος 11, 27
- Στραγγαλιστικό πηνίο** 244, 248
- Στρεφόμενο μαγν.** πεδίο 199, 230
- Στρεφόμενοι μετατροπεῖς** 241
- Στροβιλοεναλλακτήρες** 121, 124, 132
- Στρώσεις τυλίγματος** 39, 127
- Συγκρότημα διάδων** 41
- Συγχρονισμός** 168
- Σύγχρονη ταχύτητα** 201, 208
- Σύγχρονοι κινητήρες** 196
- Σύγχρονος στροφών** 200, 244
- Συλλέκτης** 13, 24, 31, 36, 262
- Συμβολισμός μετασχηματιστών** 192
- Συμμετρική φόρτιση** 162
- Σύνδεση σε άστέρα** 151, 188, 206, 212  
     > σε ζίγκ - ζάγκ 190  
     > σε τρίγωνον 154, 205, 212  
     > ψηκτρῶν 35
- Συνδεσμολογία γέφυρας** 253  
     > τυλιγμάτων 150, 188
- Σύνθετη διέγερση** 64, 111  
     > > άθροιστική 112  
     > > διαφορική 112
- Σύνθετο τύλιγμα** 8
- Συντήξεις συγχρονισμού** 163
- Συντελεστής ίσχυός** 168, 192, 203, 238
- Συντήρηση** 257
- Συνγόμετρο** 163
- Συγνότητα** 138, 145
- Σχέση μεταφορᾶς** 184
- Τάση έν κενῷ** 44  
     > λειτουργίας κινητήρων 211  
     > όνομαστική 70, 117, 193  
     > πολική 153, 155

- Τάση φασική 150, 153, 155  
 Ταχύτητα δισυγχρ. κινητήρων 210  
     » δύνομαστική 117  
     » σύγχρονη 201, 208  
 Τομέας συλλέκτη 18, 263  
 Τρίγωνο σύνδεση 154, 205, 212  
 Τριφασικό δίκτυο 153, 156  
     » φορτίο 153
- Τύλιγμα άντιτοπθύμίσεως 235  
     » βοηθητικό 230, 235  
     » δευτερεύον 183  
     » διεγέρσεως 18  
     » διφασικό 142, 146  
     » έπαγ. τυμπάνου 9, 127, 133  
     » κλωβού 207  
     » κύριο 230, 235  
     » μονοφασικό 142, 143, 229  
     » παράλληλο 8, 64, 111  
     » πόλου 7, 180  
     » πρωτεύον 182  
     » σε δύο στρώσεις 127, 156  
     » σε μια στρώση 127, 157  
     » σειραϊς 8, 64, 111  
     » συγκεντρωτικό 127, 157  
     » σύνθετο 8  
     » τριφασικό 142, 148, 150,  
        156  
     » ύψηλής τάσεως 173  
     χαμηλής τάσεως 173

- Τύλιγμα χειροποίητο 10, 41  
 Τυλίγματα άνεξάρτητα 151  
     » έναλλ. φεύματος 141  
     » μετασχηματιστῶν 173  
 Τυλίγματος φάση 142, 147, 149  
 Τύμπανο έπαγωγικό 9, 123
- Φάση τυλίγματος 142, 147, 149  
 Φασική άποκλιση 148, 150  
     » τάση 150, 153, 155  
 Φορτίο ήλ. μηχανῆς 22, 47  
     » μονοφασικό 153  
     » τριφασικό 153  
 Φόρτιση μετασχηματιστή 185  
     » συμμετρική 162  
 Φυγοκεντρικός διακόπτης 231, 232
- Χαρακτηριστικές τάσεων 46, 50, 62  
 Χειροποίητο τύλιγμα 10, 41  
 Χρόνος έκκινησεως 85
- Ψήκτρα 14, 260  
 Ψηκτροθήκη 14, 256  
 Ψηκτροφορέας 14  
 Ψηκτρῶν θέση 34, 38, 261  
     » σύνθεση 35  
 Ψύξη μετασχηματιστῶν 178

---

COPYRIGHT ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

---

ΕΚΤΥΠΩΣΙΣ - ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ : ΓΡΑΦΙΚΑΙ ΤΕΧΝΑΙ "ΑΣΠΙΩΤΗ - ΕΛΚΑ" Α. Ε.