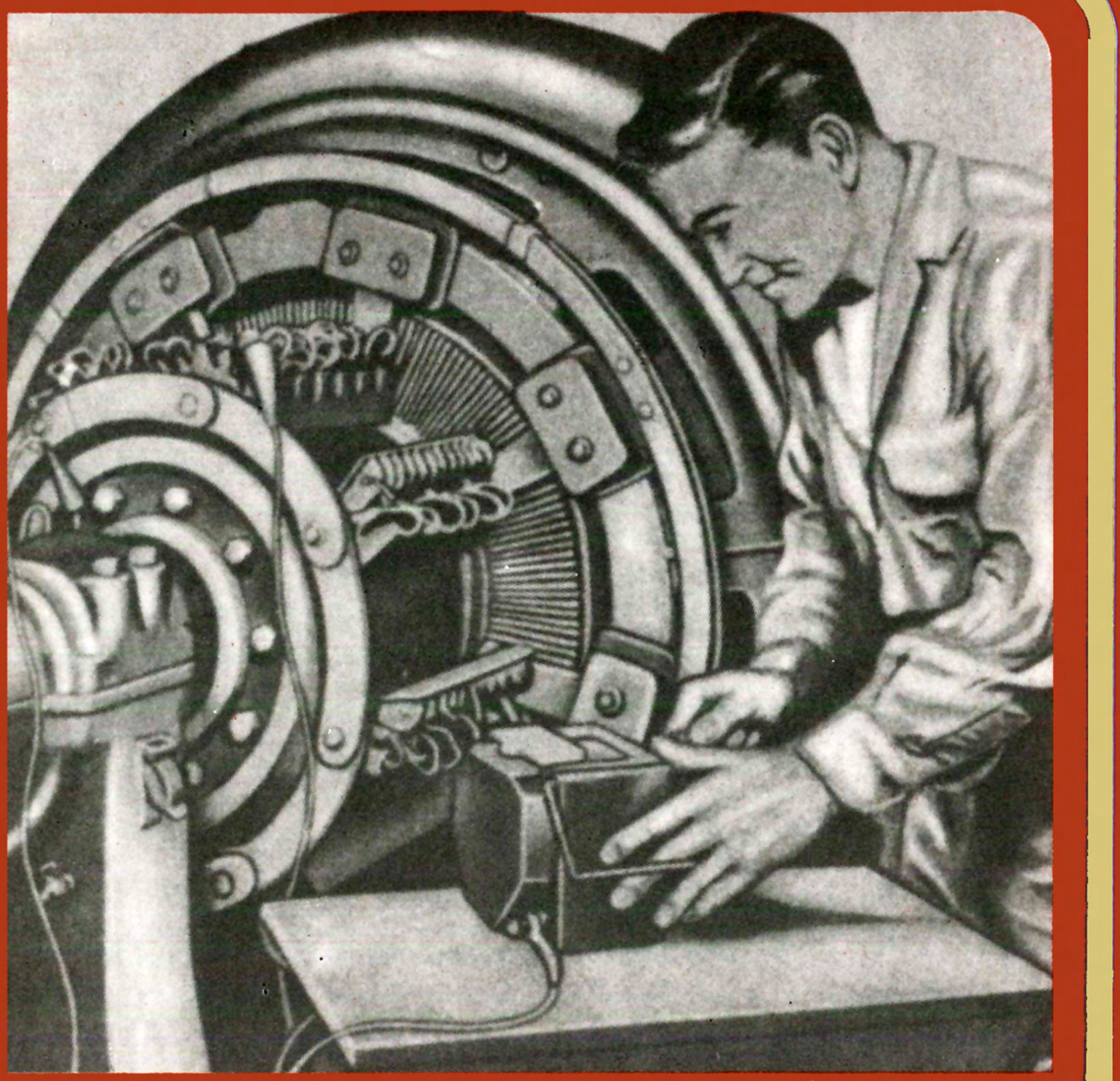
Β΄ Τεχνικών Επαγγελματικών Σχολών

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΩΝ

Αναστασίου Δημητριάδη

ΔΙΠΛ. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ Ε.Μ.Π.





1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

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

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

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

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

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

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

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

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

συμβάλλουν στη γλωσσική διαπαιδαγώγηση των μαθητών.

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

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

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

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Μιχαήλ Αγγελόπουλος, ομ. καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.
Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, ομ. καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς, Αντιπρόεδρος.
Ιωάννης Τεγόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ.
Σταμάτης Παλαιοκρασάς, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.
Χρήστος Σιγάλας, Δ/ντής Σπ. Δευτ. Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ.
Σύμβουλος εκδόσεων του Ιδρύματος **Κ. Α. Μανάφης**, καθηγ. Φιλ. Σχολής Παν/μίου Αθηνών.
Γραμματέας της Επιτροπής, **Γεώργιος Ανδρεάκος**.

Διατελέσαντα μέλη ή σύμβουλοι της Επιτροπής

Γεώργιος Κακριδής (1955-1959) Καθηγητής ΕΜΠ, *Άγγελος Καλογεράς* (1957-1970) Καθηγητής ΕΜΠ, *Δημήτριος Νιάνιας* (1957-1965) Καθηγητής ΕΜΠ, *Μιχαήλ Σπετσιέρης* (1956-1959), *Νικόλαος Βασιώτης* (1960-1967), *Θεόδωρος Κουζέλης* (1968-1976) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, *Παναγιώτης Χατζηιωάννου* (1977-1982) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, *Αλέξανδρος Ι. Παππάς* (1955-1983) Καθηγητής ΕΜΠ, *Χρυσόστομος Καβουνίδης* (1955-1984) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, *Γεώργιος Ρούσσος* (1970-1987) Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ, Δρ.*Θεοδόσιος Παπαθεοδοσίου* (1982-1984) Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ, *Ιγνάτιος Χατζηευστρατίου* (1985-1988) Μηχανολόγος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ, *Γεώργιος Σταματίου* (1988-1990) Ηλεκτρολόγος ΕΜΠ, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ, *Σωτ. Γκλαβάς* (1989-1993) Φιλόλογος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
1954

Β΄ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΩΝ ΣΧΟΛΩΝ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΩΝ

ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗ
ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΟΥ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ-ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ Ε.Μ.Π.



ΑΘΗΝΑ
1998



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το βιβλίο «Περιελίξεις ηλεκτρικών μηχανών» προορίζεται για τους σπουδαστές των Τεχνικών Επαγγελματικών Σχολών.

Επί πλέον καλύπτει ένα κενό της τεχνικής βιβλιογραφίας στον τομέα αυτό των ηλεκτρικών μηχανών, ο οποίος έχει μεγάλη εφαρμογή στον ελληνικό χώρο. Κατά συνέπεια το βιβλίο θα αποτελέσει πολύτιμο βοήθημα και για το τεχνικό προσωπικό που ασχολείται με κατασκευές περιελίξεων και επισκευές ηλεκτρικών μηχανών. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και από το κατώτερο προσωπικό κατασκευής περιελίξεων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών των σχετικών εργαστηρίων, αν παραλειφθούν οι θεωρητικές αναπτύξεις και οι μαθηματικοί υπολογισμοί που περιέχονται σ' αυτό. Στο κείμενο χρησιμοποιείται αδιαφόρως ο όρος περιέλιξη ή τύλιγμα.

Κατά τη διαπραγμάτευση των διαφόρων θεμάτων προηγείται περιληπτική εισαγωγή στις απαραιτήτες γνώσεις της θεωρίας των ηλεκτρικών μηχανών. Για περισσοτέρες όμως λεπτομέρειες γίνεται παραπομπή στα σχετικά κεφάλαια του βιβλίου Ηλεκτρικές Μηχανές του Ιδρύματος Ευγενίδου.

Το βιβλίο περιλαμβάνει 11 κεφάλαια που περιέχουν κατά σειρά:

Γενικά περί ηλεκτρικών μηχανών Σ.Ρ., τα σχετικά με τις μονώσεις και τα μονωτικά υλικά, τα σχετικά με τις περιελίξεις των πόλων μηχανών Σ.Ρ., τις κατηγορίες των τυλιγμάτων Σ.Ρ., την κατασκευή των επαγωγικών τυλιγμάτων Σ.Ρ, τις περιελίξεις των κινητήρων και γεννητριών Ε.Ρ., τις εργασίες λύσεως και αρμολογήσεως ΗΜ, τις μονώσεις και δοκιμές των τυλιγμάτων, τα διαγράμματα συνδεσμολογίας τυλιγμάτων, τις περιελίξεις των μετασχηματιστών και τα απαραίτητα για την κατασκευή και έλεγχο των περιελίξεων εργαλεία και συσκευές.

Με την ελπίδα ότι το βιβλίο θα βοηθήσει τους σπουδαστές και τους τεχνικούς της πράξεως στον τόσο ενδιαφέροντα τομέα της ηλεκτροτεχνικής, ευχαριστώ θερμά την Επιτροπή εκδόσεων και το Εκδοτικό Τμήμα του Ιδρύματος Ευγενίδου για την πολύτιμη βοήθειά τους στη συγγραφή και έκδοση του βιβλίου.

Ο συγγραφέας

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

Περιελίξεις μηχανών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Γενικά περί ηλεκτρικών μηχανών συνεχούς ρεύματος (Σ.Ρ.)

1.1 Αρχές λειτουργίας των Ηλεκτρικών Μηχανών Σ.Ρ 1
1.2 Τα κύρια μέρη μηχανής συνεχούς ρεύματος 1
1.3 Κατηγορίες γεννητριών συνεχούς ρεύματος 10
1.4 Κατηγορίες κινητήρων συνεχούς ρεύματος 16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Μονωτικά υλικά – Μόνωση

2.1 Γενικά 17
2.2 Ιδιότητες μονωτικών υλικών 17
2.3 Διηλεκτρική σταθερά μονωτικού υλικού 18
2.4 Διηλεκτρική αντοχή ή τάση διασπάσεως ενός διηλεκτρικού 19
2.5 Κλάσεις των μονώσεων και αντίστοιχα όρια θερμοκρασίας τους 21
2.6 Βαμβάκι 22
2.7 Λινάρι (λίνον) 23
2.8 Μετάξι 23
2.9 Μονωτική ταινία 24
2.10 Κηρόπανο 24
2.11 Χάρτης μονώσεως (πρεσπάν) 24
2.12 Μίκα 25
2.13 Μικανίτης 25
2.14 Αμίαντος 26
2.15 Ύφασμα γιάλινο (φιμπεργκλάς) 27
2.16 Βακελίτης 27
2.17 Μονωτικά βερνίκια 27
2.18 Φίμπερ 28
2.19 Σιλικόνες 28
2.20 Αγωγοί των τυλιγμάτων 29
2.21 Ασκήσεις 32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Περιελίξεις των πόλων μηχανών Σ.Ρ.

3.1 Εισαγωγή 33
3.2 Περιελίξεις των πόλων 33
3.3 Καθορισμός της πολικότητας των πόλων 34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Ταξινόμηση των περιελίξεων μηχανών συνεχούς ρεύματος

4.1 Γενικά 37
4.2 Κατηγορίες περιελίξεων 37
4.3 Σύνδεση των άκρων των ομάδων με το συλλέκτη 45
4.4 Τυλίγματα με δύο στρώσεις 48
4.5 Κλάδοι απλού βροχοτυλίγματος 51
4.6 Τυλίγματα με πολλαπλές ομάδες 52
4.7 Διπλά βροχοτυλίγματα 55
4.8 Προϋποθέσεις για να γίνει ένα βροχοτύλιγμα 60
4.9 Τύμπανα με δύο συλλέκτες 60
4.10 Ισοδυναμικές συνδέσεις 60
4.11 Κυματοτυλίγματα 62
4.12 Παράλληλοι κλάδοι κυματοτυλίγματος 64
4.13 Θέσεις των ψηκτρών στα κυματοτυλίγματα 66
4.14 Τυλίγματα με άεργη ή νεκρή ομάδα 67
4.15 Κυματοτυλιγματα με λαμάκια συλλέκτη πολλαπλάσια των οδοντώσεων του τυμπάνου 68
4.16 Πολλαπλά κυματοτυλίγματα 70
4.17 Παράλληλοι κλάδοι πολλαπλού κυματοτυλίγματος 71
4.18 Προϋποθέσεις για να γίνει ένα κυματοτύλιγμα 72
4.19 Τιμή της αναπτυσσόμενης ηλεκτρεγερτικής δυνάμεως γεννήτριας Σ.Ρ. 73
4.20 Ασκήσεις 75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Κατασκευή των επαγωγικών τυλιγμάτων των μηχανών συνεχούς ρεύματος

5.1 Τεχνικά στοιχεία τυλίγματος 77
5.2 Καταγραφή των στοιχείων κατά την αφαίρεση του τυλίγματος 78
5.3 Αφαίρεση των σφηνών 82
5.4 Αφαίρεση των τυλιγμάτων μετά την αφαίρεση του συλλέσκτη 82
5.5 Δοκιμή μονώσεως του συλλέκτη 83
5.6 Αποσυναρμολόγηση του τυμπάνου, χωρίς να αφαιρεθεί ο συλλέκτης 85
5.7 Αποσυναρμολόγηση του τυμπάνου μετά την αφαίρεση του συλλέκτη 85
5.8 Κατηγορίες οδοντώσεων 86
5.9 Μόνωση του πυρήνα 86
5.10 Μόνωση των οδοντώσεων 89
5.11 Κατάσκευή των χειροποιήτων τυλιγμάτων. Σχηματισμός ομάδων και τοποθέτηση σφηνών 94
5.12 Γενικές μέθοδοι περιελίξεως των χειροποίητων τυλιγμάτων 94
5.13 Εργασίες περιελίξεως μιας ομάδας χειροποίητου τυλίγματος 95
5.14 Τυλίγματα τύπου κουβαριού με ένα στοιχείο σε κάθε οδόντωση 99

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

5.15 Τυλίγματα τύπου κουβαριού με περισσότερα στοιχεία σε κάθε οδόντωση.... 100
5.16 Τυλίγματα τύπου κουβαριού που τυλίγονται με περισσότερα σύρματα συγχρόνως 101
5.17 Τυλίγματα με ομάδες παράλληλες (χορδοειδή) και με δύο βήματα 102
5.18 Τυλίγματα με ομάδες διασταυρούμενες κατά γωνία V 105
5.19 Τυλίγματα με ομάδες διασταυρούμενες διαμετρικά 106
5.20 Τυλίγματα με ομάδες κατά στρώσεις..... 107
5.21 Διάκριση των άκρων των ομάδων κατά την εκτέλεση 109
5.22 Τυλίγματα μηχανοποίητα..... 110
5.23 Κατασκευή των τυλιγμάτων με διαμορφούμενες ομάδες (καλούπια τυλίγματος)..... 110
5.24 Μηχάνημα για τη διαμόρφωση των ομάδων 113
5.25 Μόνωση των ομάδων..... 114
5.26 Πώς τοποθετούμε τις ομάδες μέσα στις οδοντώσεις..... 116
5.27 Συγκόλληση των ομάδων με το συλλέκτη 118
5.28 Συγκόλληση των ομάδων των τυλιγμάτων με το συλλέκτη..... 127
5.29 Περιφερειακοί ζωστήρες ασφάλειας..... 130
5.30 Δοκιμή των τυλιγμάτων του τυμπάνου μετά την περιέλιξη..... 132

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Περιελίξεις μηχανών Ε.Ρ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Περιελίξεις των κινητήρων και γεννητριών εναλλασσόμενου ρεύματος

6.1 Περιελίξεις των στατών των μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος. Γενικά 133
6.2 Καταγραφή των τεχνικών στοιχείων κατά την αφαίρεση (ξήλωμα) τυλίγματος εναλλασσόμενου ρεύματος..... 138
6.3 Τυλίγματα στατών των μονοφασικών ασυγχρόνων κινητήρων 141
6.4 Τυλίγματα των στατών των πολυφασικών κινητήρων..... 145
6.5 Τυλίγματα συγκεντρωμένα 146
6.6 Τυλίγματα κατανεμημένα..... 148
6.7 Πολικό βήμα τριφασικού τυλίγματος..... 149
6.8 Τριφασικά τυλίγματα με κλασματικό βήμα 149
6.9 Αλυσωτά τυλίγματα ή αλυσοτυλίγματα 152
6.10 Καλαθοτυλίγματα..... 153
6.11 Τοποθέτηση των ομάδων μέσα στις οδοντώσεις..... 154
6.12 Συνδέσεις..... 158
6.13 Δοκιμή του τυλίγματος 159
6.14 Μετατροπή των τυλιγμάτων του στάτη σε μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος 159
6.15 Επαγωγικοί κινητήρες πολλών ταχυτήτων 166
6.16 Συνδέσεις των τυλιγμάτων των κινητήρων σταθερής ισχύος..... 169
6.17 Σύνδεση των τυλιγμάτων στους κινητήρες σταθερής ροπής στρέψεως..... 172
6.18 Κινητήρες με μεταβαλλόμενη ροπή στρέψεως 174
6.19 Πολύστροφοι σύγχρονοι κινητήρες 176
6.20 Ασκήσεις 178

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Εργασίες λύσεως και συναρμολογήσεως των ηλεκτρικών μηχανών

7.1 Γενικά 180
7.2 Αφαίρεση των ακραίων καλυμμάτων της μηχανής 180
7.3 Αφαίρεση των εδράνων 184
7.4 Αφαίρεση των ψηκτρών 189
7.5 Αφαίρεση των εσωτερικών διακοπτών 192
7.6 Αφαίρεση των τυμπάνων και των δρομέων τυμπάνου 193
7.7 Αφαίρεση των πόλων 195
7.8 Συναρμολόγηση της μηχανής 196
7.9 Συναρμολόγηση των πόλων 196

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

Μόνωση και δοκιμή των περιελίξεων

8.1 Καθαρισμός των περιελίξεων 199
8.2 Έλεγχοι γειώσεων των τυλιγμάτων των τυμπάνων 200
8.3 Τύμπανα επαγωγικών δακτυλιοφόρων κινητήρων 203
8.4 Δοκιμές γειώσεων στα τυλίγματα στατών και διεγέρσεως 204
8.5 Έλεγχοι για βραχυκυκλώματα, διακοπές και κακές συνδέσεις 208
8.6 Έλεγχος τυμπάνων μικτών δακτυλιοφόρων κινητήρων 210
8.7 Έλεγχος των τυλιγμάτων στάτη και διεγέρσεως 212
8.8 Κακές συνδέσεις 220
8.9 Πολικότητα 221
8.10 Ξήρανση των τυλιγμάτων 227
8.11 Βελτίωση της μονώσεως των τυλιγμάτων με μονωτικά βερνίκια 228
8.12 Βελτίωση της μονώσεως των τυλιγμάτων με τη μέθοδο εμποτίσεως με πίεση .. 233

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

Διαγράμματα συνδέσεως περιελίξεων

9.1 Γενικά 235
9.2 Τύποι διαγραμμάτων σε εργαστήριο ηλεκτρικών μηχανών 235
9.3 Πώς χρησιμοποιούνται τα διαγράμματα συνδέσεως 238
9.4 Διαγράμματα συνδεσμολογίας των τυλιγμάτων του στάτη 238

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

Περιελίξεις μετασχηματιστών

10.1 Γενικά 254
10.2 Χαρακτηριστικά και τύποι μετασχηματιστών 255
10.3 Κατασκευή των μετασχηματιστών 258
10.4 Λειτουργία μετασχηματιστών σε κενό και υπό φορτίο 260
10.5 Τριφασικοί μετασχηματιστές 263
10.6 Κατασκευή πρωτεύουσας και δευτερεύουσας περιελίξεως 264
10.7 Συνδεσμολογία των περιελίξεων τριφασικών μετασχηματιστών 264
10.8 Παραλληλισμός τριφασικών μετασχηματιστών 267
10.9 Ασκήσεις 268

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

Εργαλεία και συσκευές περιελίξεων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

Εργαλεία και συσκευές ελέγχου εργαστηρίου ηλεκτρικών μηχανών

11.1 Εργαλεία 271
11.2 Όργανα και συσκευές ελέγχου 279
11.3 Επιθεώρηση και αναζήτηση βλαβών 282
11.4 Οπτική επιθεώρηση της μηχανής 283
11.5 Επιθεώρηση της μηχανής κατά τη λειτουργία 285
11.6 Πίνακες για την αναζήτηση των βλαβών 286

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΙΣ ΜΗΧΑΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (Σ.Ρ.)

1.1 Αρχές λειτουργίας των Ηλεκτρικών Μηχανών Σ.Ρ.

Η αρχή της λειτουργίας των γεννητριών και των κινητήρων συνεχούς ρεύματος περιγράφεται με λεπτομέρειες στο βιβλίο Ηλεκτρικές Μηχανές, του Ιδρύματος Ευγενίδου.

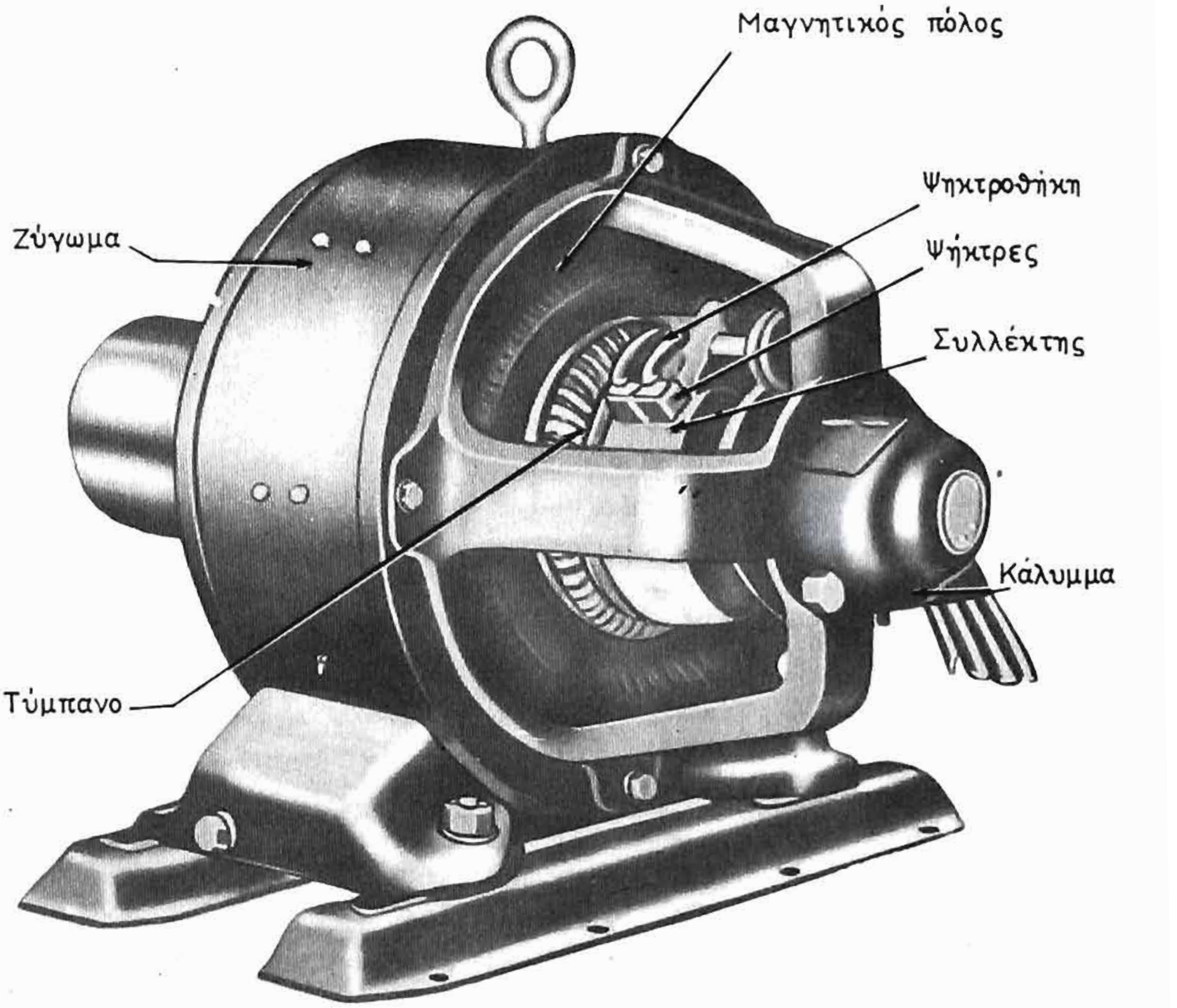
Οι παράγοντες, από τους οποίους εξαρτάται η παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος, είναι τρεις: το μαγνητικό πεδίο, ο αγωγός και η σχετική κίνηση μεταξύ του αγωγού και του μαγνητικού πεδίου. Αν λείψει ο ένας από τους παράγοντες αυτούς, η παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι αδύνατη. Το μέγεθος της παραγόμενης ηλεκτρικής δυνάμεως μεταβάλλεται ανάλογα με την ένταση του μαγνητικού πεδίου, δηλαδή τη διέγερση, το μήκος του αγωγού (το μήκος του αγωγού εξαρτάται από τον αριθμό των σπειρών) και την ταχύτητα με την οποία κινείται ο αγωγός. Συνεπώς η τάση μιας γεννήτριας αυξάνει, όσο αυξάνει η διέγερση και ο αριθμός των στροφών της.

1.2 Τα κύρια μέρη μηχανής συνεχούς ρεύματος.

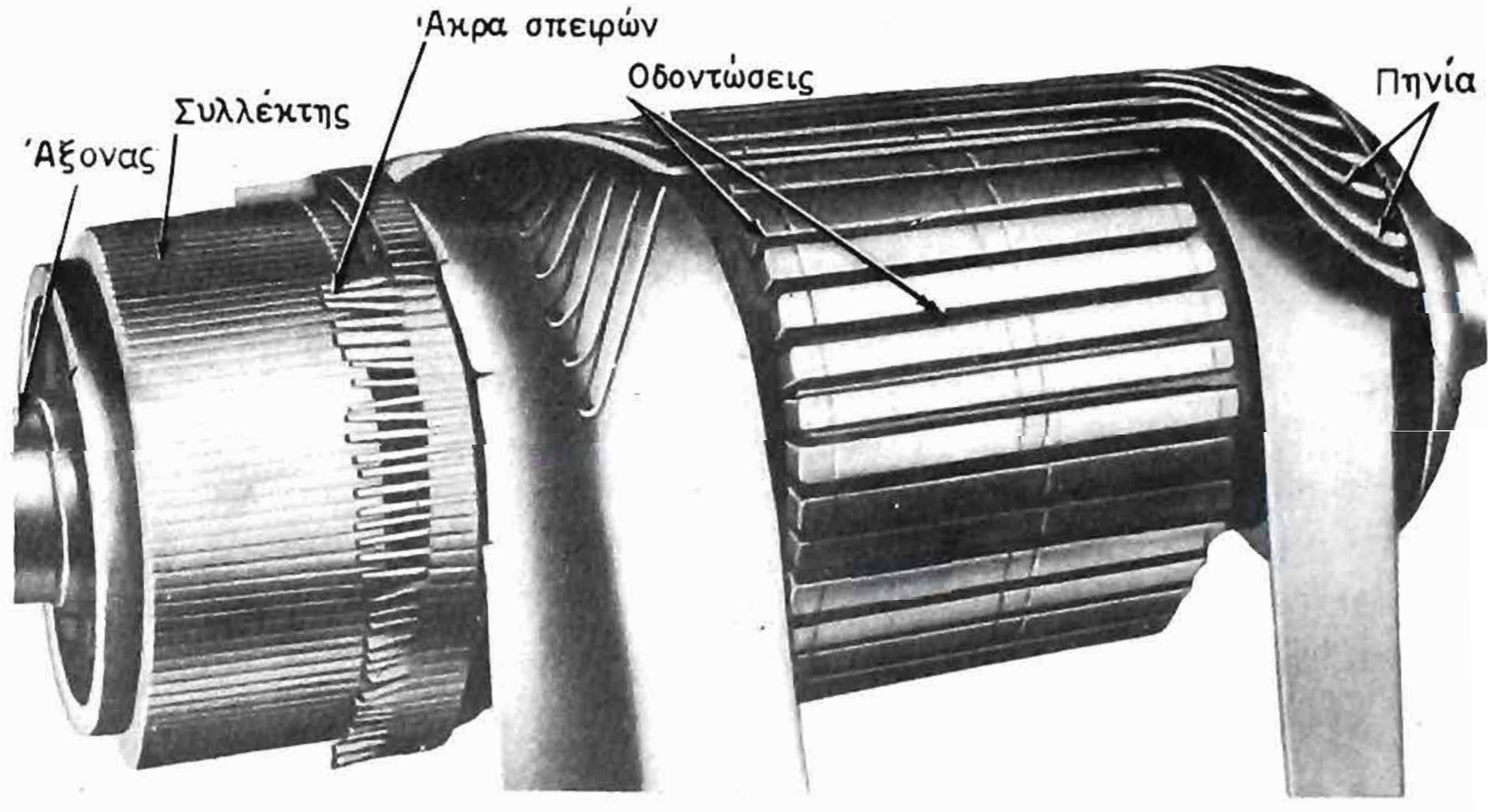
Τα κύρια μέρη, από τα οποία αποτελείται μία μηχανή συνεχούς ρεύματος, είναι το ***τύμπανο,*** ο ***συλλέκτης,*** το ***ζύγωμα*** και οι ***μαγνητικοί πόλοι,*** οι ***βοηθητικοί πόλοι,*** το ***τύλιγμα αντισταθμίσεως,*** ο ***ψηκτροφορέας*** και τα ***καλύμματα της μηχανής*** (σχ. 1.2α).

α) Το ***τύμπανο*** (δρομέας ή ρότορας, σχ. 1.2β) είναι το περιστρεφόμενο μέρος της μηχανής, επάνω στο οποίο τοποθετείται το επαγωγικό τύλιγμα. Το τύμπανο στερεώνεται σε άξονα, ο οποίος στηρίζεται στα δύο άκρα του με δύο ρουλεμάν. Περισσότερες κατασκευα-

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

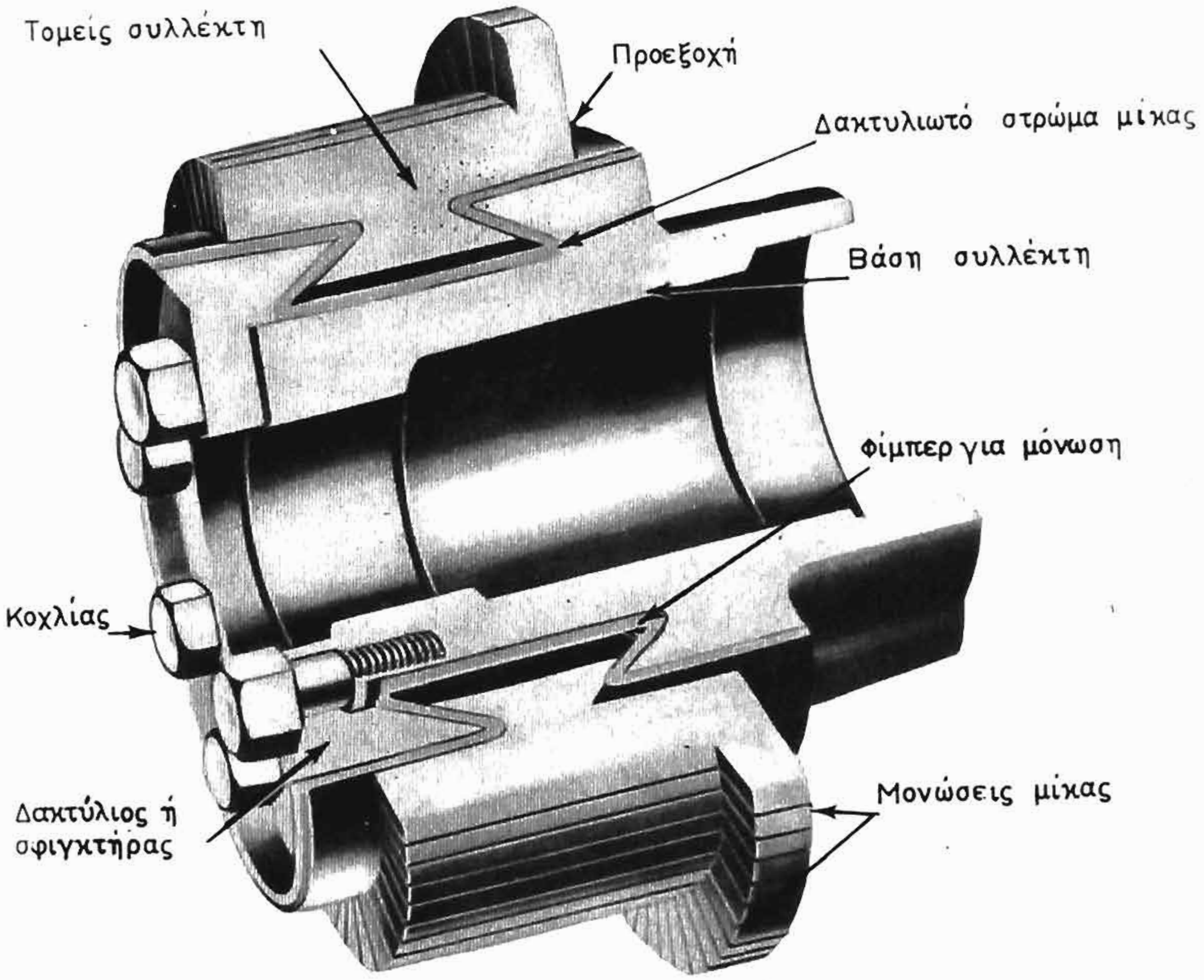


Σχ. 1.2α.
Γεννήτρια συνεχούς ρεύματος.



Σχ. 1.2β.
Το τύμπανο της μηχανής.

στικές λεπτομέρειες του τυμπάνου περιέχονται στο βιβλίο των Ηλεκτρικών Μηχανών. Σε ορισμένες περιπτώσεις, γύρω από το τύμπανο και μέσα σε περιφερειακές αύλακες, τυλίγονται χαλύβδινα σύρματα ή κορδόνια, για να συγκρατούν το τύλιγμα στη θέση του, ώστε να μη τινάσσεται από τη φυγόκεντρη δύναμη. Οι περιφερειακοί αυτοί ζωστήρες ονομάζονται ***ζωστήρες ασφάλειας.***



Σχ. 1.2γ.
Ο συλλέκτης.

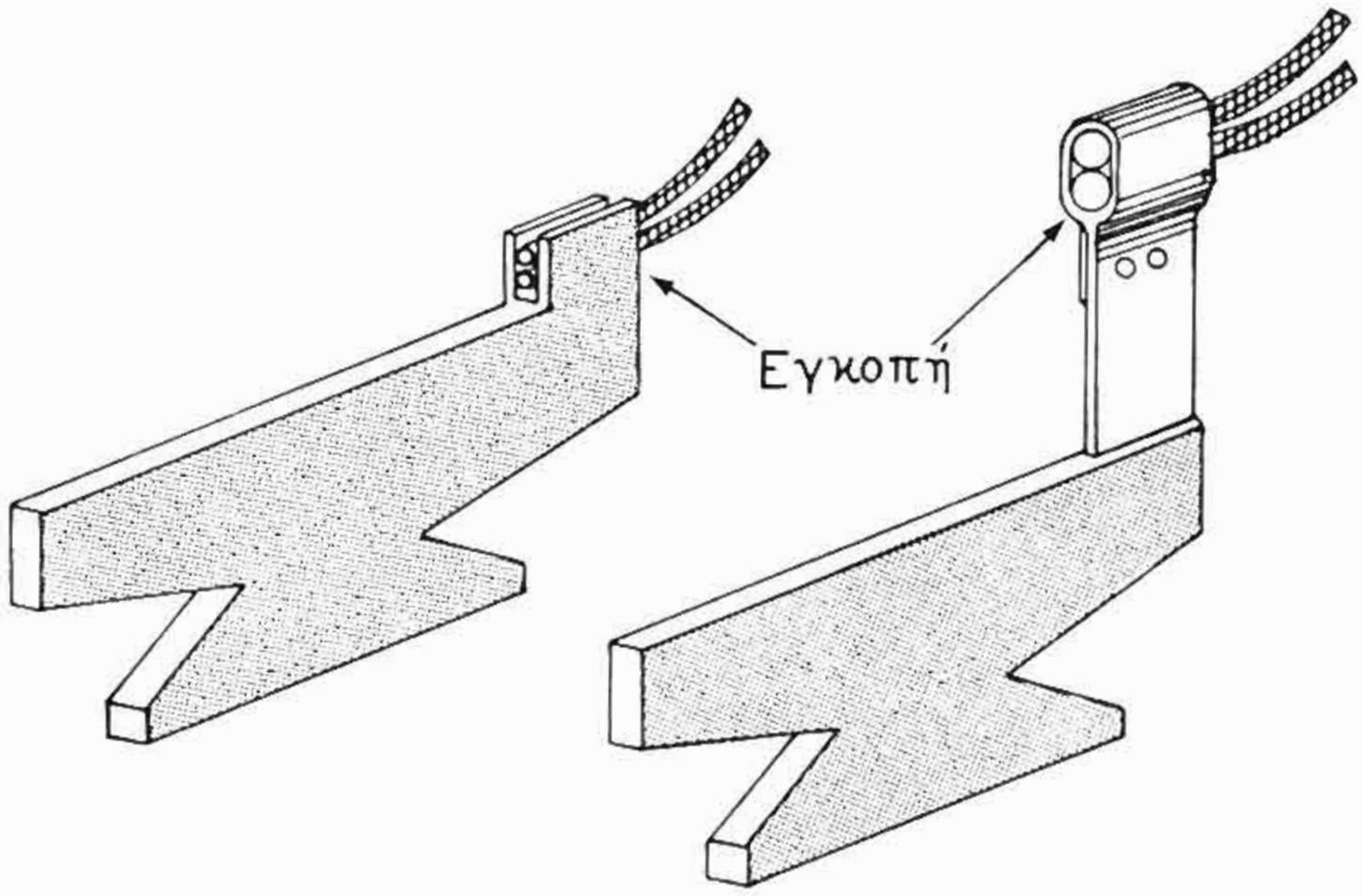
β) Ο ***συλλέκτης*** (σχ. 1.2γ) χρησιμεύει για να μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα, το οποίο παράγεται μέσα στη μηχανή, σε συνεχές. Μέσω του συλλέκτη, οι ψήκτρες, που βρίσκονται στο σταθερό μέρος της μηχανής, συνδέονται με τα άκρα των σπειρών του περιστρεφόμενου τυμπάνου. Ο συλλέκτης αποτελείται από τους ***τομείς*** του συλλέκτη, οι οποίοι κατασκευάζονται από σκληρό χαλκό, για να μη φθείρονται και έχουν το σχήμα της σφήνας. Οι τομείς του συλλέκτη, που λέγονται και ***λαμάκια*** συλλέκτη, στερεώνονται ανάμεσα σε δύο σιδερένιους δακτύλιους συσφίγξεως, οι

οποίοι έχουν σχήμα V, όπως δείχνει το σχήμα 1.2γ. Εξάλλου οι τομείς μονώνονται μεταξύ τους και προς τον άξονα με λεπτά φύλλα μίκας. Οι δακτύλιοι V, που συγκρατούν τους τομείς του συλλέκτη, κοχλιώνονται στη βάση του συλλέκτη με εξάγωνους φυτευτούς κοχλίες. Η βάση του συλλέκτη σφηνώνεται στον άξονα, που περιστρέφει το τύμπανο.

Μεταξύ των τομέων του συλλέκτη και της βάσεώς του υπάρχει μονωτικό δακτυλιωτό στρώμα μίκας.

Στο ένα άκρο των τομέων του συλλέκτη συνήθως υπάρχουν προεξοχές, προς τις οποίες συνδέονται μέσα σε εγκοπές τα άκρα των αντιστοίχων ομάδων του τυλίγματος και συγκολλούνται (σχ. 1.2δ). Οι προεξοχές αυτές προστατεύουν τις συγκολλητικές συνδέσεις, όταν οι τομείς του συλλέκτη φθαρούν (φαγωθούν). Όταν δεν υπάρχουν προεξοχές στα άκρα των τομέων του συλλέκτη, τότε ανοίγονται μικρές εγκοπές στο ένα άκρο των τομέων για να συγκολληθούν τα άκρα των ομάδων του τυλίγματος.

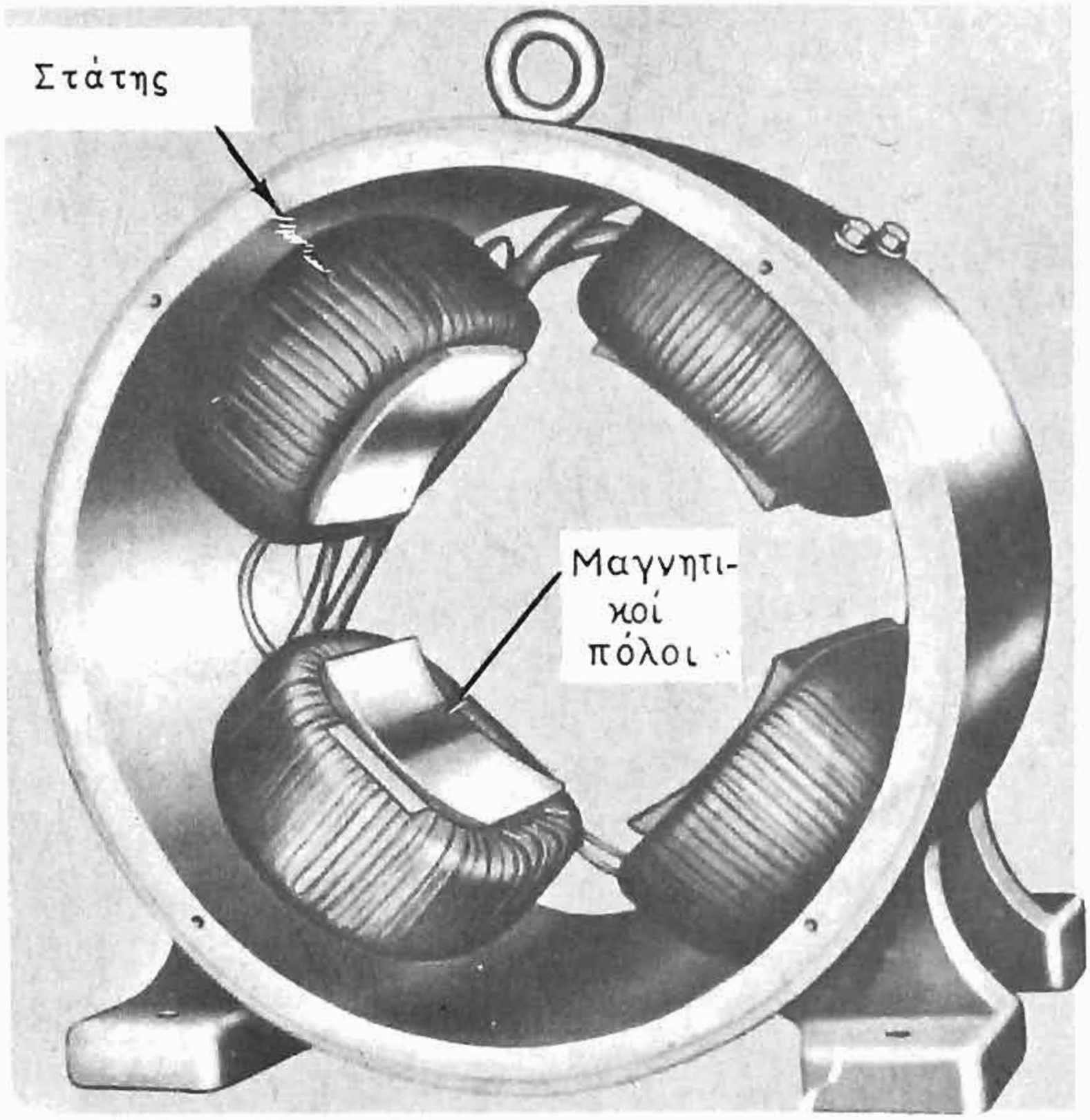
Όσο περισσότερα λαμάκια έχει ο συλλέκτης, τόσο ομαλότερο είναι το συνεχές ρεύμα που παράγει η μηχανή.



Σχ. 1.2δ.
Τομείς συλλέκτη.

γ) Το ***ζύγωμα*** και οι ***μαγνητικοί πόλοι.*** Το ζύγωμα της μηχανής χρησιμεύει ως μηχανικό στήριγμα, για να βαστάζει τα μέρη της μηχανής, αλλά και μέσω αυτού κλείνει το μαγνητικό κύκλωμα των πόλων της μηχανής. Το ζύγωμα κατασκευάζεται από ειδικό χάλυβα με ειδικές μαγνητικές ιδιότητες.

Οι μαγνητικοί πόλοι (σχ. 1.2ε) χρησιμεύουν για την παραγωγή της μαγνητικής ροής, η οποία διέρχεται από τους αγωγούς του τυμπά-



Σχ. 1.2ε.
Μαγνητικοί πόλοι.

νου. Για να συμπληρωθεί ένα μαγνητικό πεδίο απαιτούνται τουλάχιστον δύο πόλοι, ένας βόρειος και ένας νότιος. Παλαιότερα, μερικοί τύποι μηχανών κατασκευάζονταν με 2 πόλους, γρήγορα όμως αποδείχθηκε ότι οι διπολικές αυτές μηχανές παρουσίαζαν μεγάλη σκέδαση της μαγνητικής τους ροής. Σήμερα οι περισσότεροι τύποι των γεννητριών, που κυκλοφορούν στο εμπόριο, κατασκευάζονται με 4 ή περισσότερους πόλους, ανάλογα με την ταχύτητα περιστροφής του τυμπάνου της γεννήτριας.

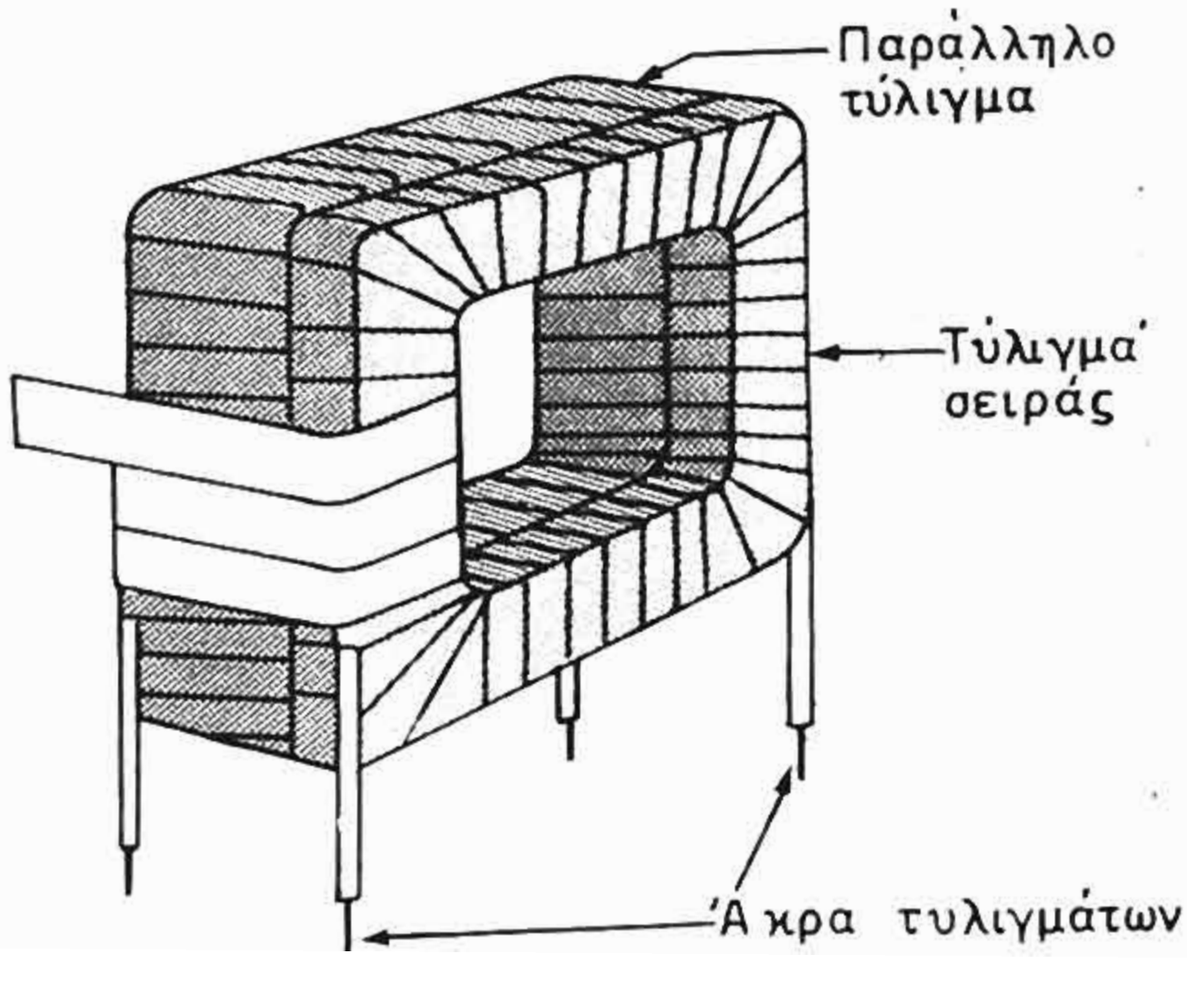
Στις γεννήτριες συνεχούς ρεύματος για κάθε ζεύγος πόλων χρειάζεται και ένα ζεύγος ψηκτρών. Δηλαδή μία 4πολική γεννήτρια πρέπει να έχει 4 ψήκτρες, μία 6πολική 6 ψήκτρες κλπ.

Οι μαγνητικοί πόλοι συνήθως στερεώνονται στο εσωτερικό μέρος του ζυγώματος με φυτευτούς κοχλίες. Σε μερικές μόνο μικρές μηχανές οι πόλοι κατασκευάζονται χυτοί, ενσωματωμένοι με το ζύγωμα. Οι περισσότεροι πόλοι αποτελούνται από ορθογωνικά ελάσματα, που συγκρατούνται μεταξύ τους με κοχλίες και ήλους (καρφιά). Το εσωτερικό μέρος του πόλου πάντοτε διαπλατύνεται και ονομάζεται ***πέδιλο.*** Το πέδιλο χρησιμεύει για να διανέμει ομαλά τη

ροή κάτω από τον πόλο και για να συγκρατεί το πηνίο στον πόλο.

Τα τυλίγματα των πόλων κατασκευάζονται από σπείρες χάλκινου σύρματος, που περιτυλίγονται σε σχήμα κουβαρίστρας, πριν τοποθετηθούν στον πυρήνα του πόλου. Τα πηνία, τα οποία θα συνδεθούν σε σειρά με το τύμπανο, τυλίγονται με λίγες σπείρες χονδρού σύρματος, ενώ τα πηνία παράλληλης ή ξένης διεγέρσεως τυλίγονται με πολλές σπείρες λεπτού σύρματος. Επομένως το τύλιγμα σειράς παρουσιάζει μικρή αντίσταση και μπορεί να μεταφέρει μεγαλύτερο ρεύμα, ενώ τα τυλίγματα παράλληλης διεγέρσεως παρουσιάζουν μεγάλη αντίσταση και επιτρέπουν τη δίοδο μικρού ρεύματος.

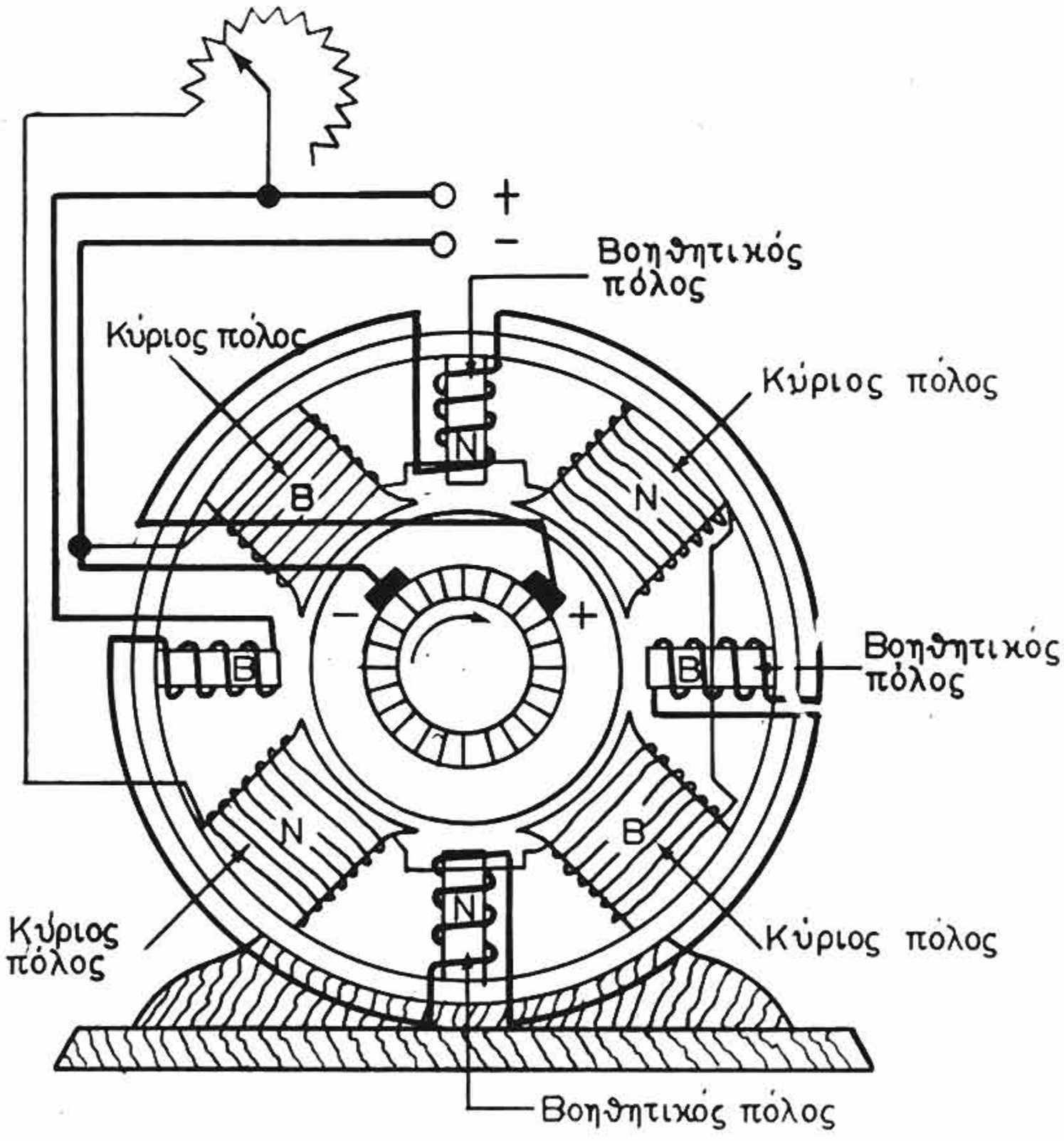
Τα τυλίγματα διεγέρσεως των γεννητριών σύνθετης διεγέρσεως περιλαμβάνουν πηνία σειράς και πηνία παράλληλης διεγέρσεως. Τα τυλίγματα αυτά γενικά τοποθετούνται ότις μεν μικρές μηχανές το ένα επάνω στο άλλο, ενώ στις μεγάλες μηχανές το ένα δίπλα στο άλλο. Στις μικρές μηχανές συνήθως τυλίγονται και μονώνονται ξεχωριστά το τύλιγμα παράλληλης διεγέρσεως και το τύλιγμα σειράς και μετά τυλίγονται και τα δύο μαζί με μονωτική ταινία, πριν τοποθετηθούν στον πυρήνα του πόλου (σχ. 1.2στ). Τα δύο άκρα κάθε τυλίγματος μένουν ελεύθερα. Τα πηνία διεγέρσεως των βοηθητικών πόλων κατασκευάζονται ως τυλίγματα σειράς.



Σχ. 1.2στ.
Σύνθετο τύλιγμα πόλου.

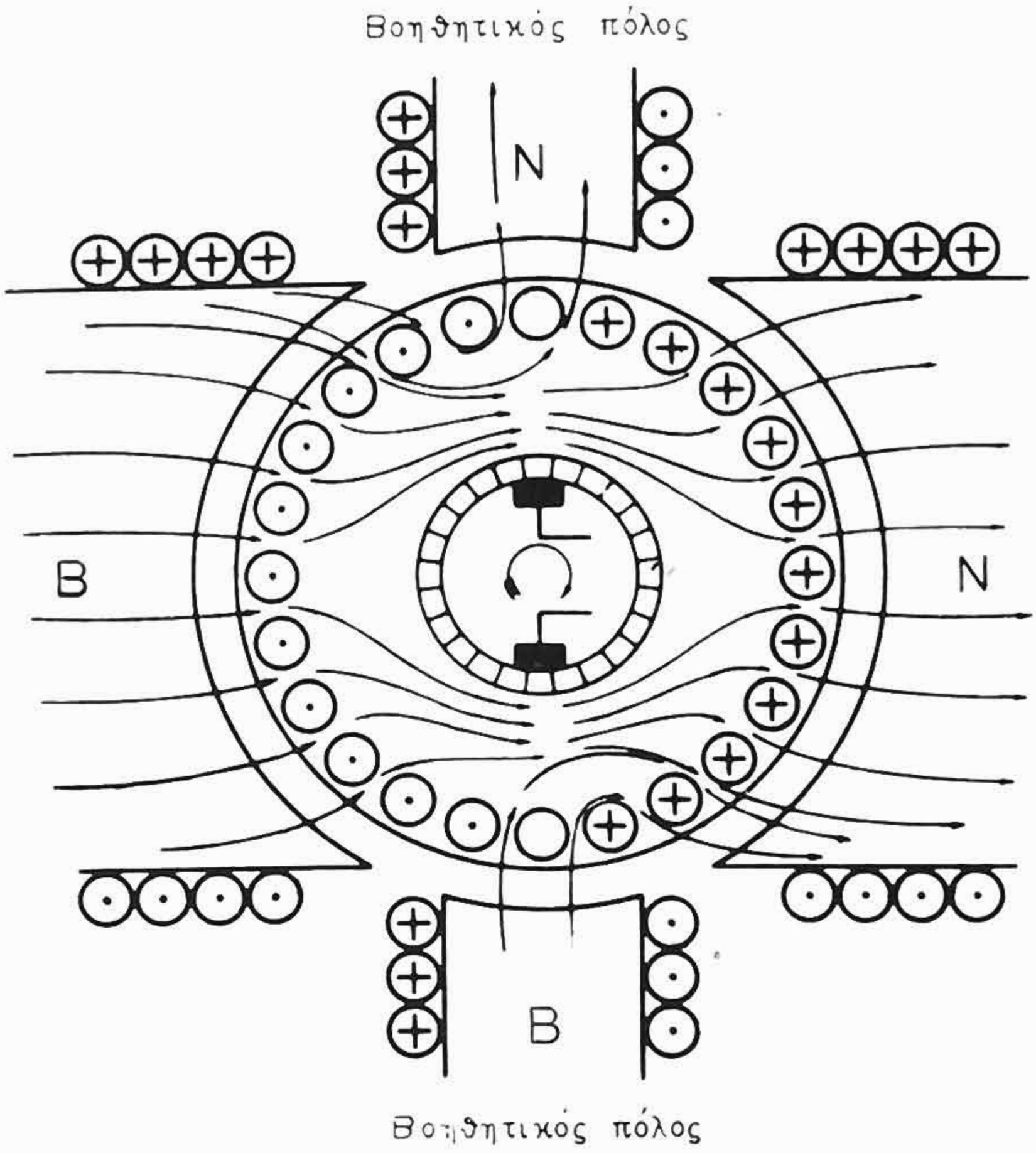
δ) Οι ***βοηθητικοί πόλοι*** και τα ***τυλίγματα αντισταθμίσεως.*** Οι βοηθητικοί πόλοι είναι μικροί πόλοι, που τοποθετούνται στα διάκενα των κυρίων πόλων και φέρουν τύλιγμα, το οποίο συνδέεται σε σειρά με το τύλιγμα του τυμπάνου. Σκοπός των βοηθητικών πόλων είναι να βελτιώσουν τη μορφή του ρεύματος, το οποίο ανορθώνει ο συλλέ-

κτης και να αυξήσουν τη διάρκεια ζωής της μηχανής, περιορίζοντας τους σπινθηρισμούς σε μία ορισμένη θέση των ψηκτρών. Στις γεννήτριες χωρίς βοηθητικούς πόλους, οι ψήκτρες τοποθετούνται λίγο πιο μπροστά από την ουδέτερη ζώνη προς τη διεύθυνση περιστροφής της μηχανής, ενώ στις γεννήτριες με βοηθητικούς πόλους οι ψήκτρες συμπίπτουν με τον άξονα των βοηθητικών πόλων (σχήματα 1.2ζ και 1.2η).

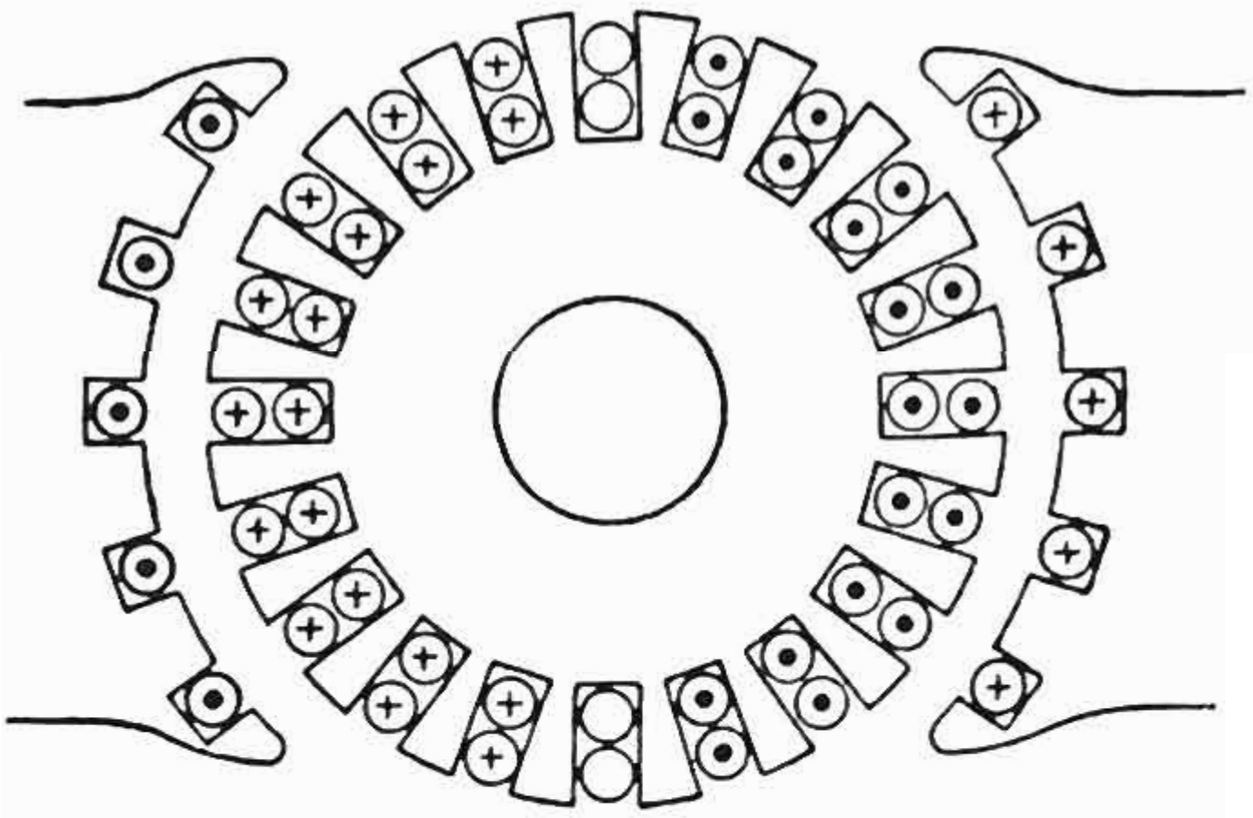


Σχ. 1.2ζ.
Βοηθητικοί πόλοι.

Εκτός από τους βοηθητικούς πόλους, ορισμένες γεννήτριες έχουν και τύλιγμα αντισταθμίσεως (σχήματα 1.2θ και 1.2ι). Αν στα πέδιλα των κυρίων πόλων ανοιχθούν οδοντώσεις και μέσα σ' αυτές τυλιχθεί ένα τύλιγμα σε σειρά με το τύλιγμα του τυμπάνου, διαρρεόμενο από ρεύμα αντίθετο προς το ρεύμα των απέναντι γειτονικών αγωγών του τυμπάνου, τότε η μορφή του μαγνητικού πεδίου καθώς και η μορφή του ρεύματος στην έξοδο της γεννήτριας θα παραμένουν σταθερά και κατά την σε κενό, αλλά και κατά την κάτω από πλήρες φορτίο λειτουργία της μηχανής. Τυλίγματα αντισταθμίσεως χρησιμοποιούνται σε λίγες γεννήτριες, γιατί στοιχίζει πολύ η κατασκευή τους. Χρησιμοποιούνται κυρίως στις γεννήτριες που έχουν

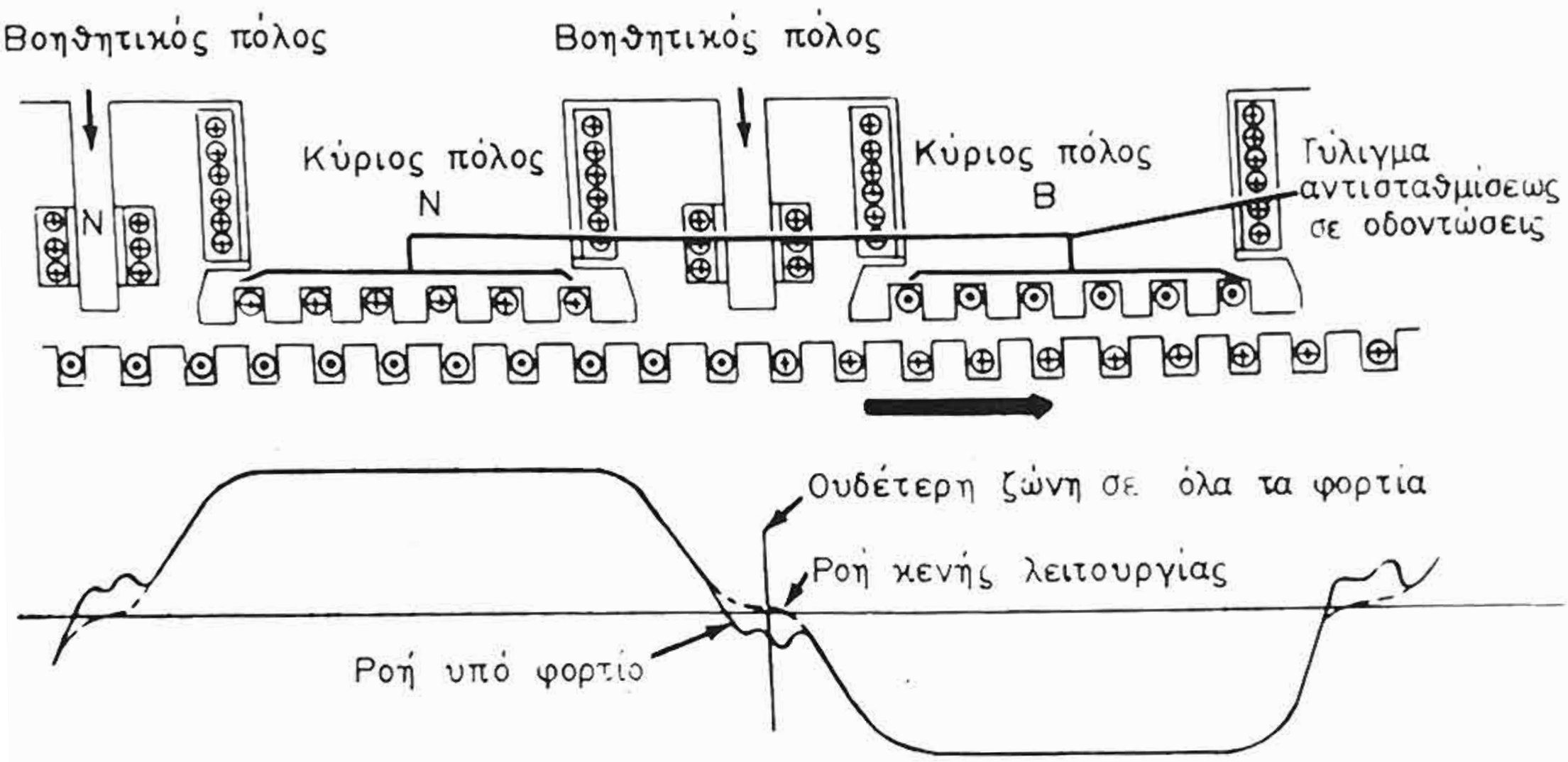


Σχ. 1.2η.
Επίδραση των βοηθητικών πόλων.



Σχ. 1.2θ.
Τύλιγμα αντισταθμίσεως.

πολύ μεγάλη ταχύτητα και υψηλή τάση. Για την κατασκευή των τυλιγμάτων πόλων των μηχανών συνεχούς ρεύματος γίνεται λόγος εκτενέστερα στο βιβλίο των Ηλεκτρικών Μηχανών.



Μορφή του μαγνητικού πεδίου στις γεννήτριες για βοηθητικούς πόλους και τυλίγματα αντισταθμίσεως.

Σχ. 1.2ι.
Επίδραση των βοηθητικών πόλων και των τυλιγμάτων αντισταθμίσεως.

ε) Οι ***ψήκτρες.*** Οι ψήκτρες σε μια γεννήτρια αποτελούν τα σημεία επαφής μεταξύ των αγωγών του εξωτερικού κυκλώματος και του συλλέκτη. Τα σημεία αυτά σαρώνουν το συλλέκτη έτσι, ώστε να παραλαμβάνουν την παραγόμενη ΗΕΔ της γεννήτριας. Οι ψήκτρες «πατούν» στην επιφάνεια του συλλέκτη και συγκρατούνται στη θέση τους με τους ***ψηκτροφορείς.*** Οι ψήκτρες κατασκευάζονται συνήθως από γραφιτούχο άνθρακα μεγάλης αντοχής και καλής ποιότητας˙ πολλές φορές είναι μεταλλικές από πλάκα χαλκού και μονώνονται από το σώμα της μηχανής. Επίσης είναι ελεύθερες να ολισθαίνουν μέσα στις ψηκτροθήκες προς τα πάνω και κάτω, για να μπορούν να ακολουθούν τα ανώμαλα σημεία της επιφάνειας του συλλέκτη. Ένας εύκαμπτος πολύκλωνος χάλκινος αγωγός συνδέει κάθε ψήκτρα με το εξωτερικό κύκλωμα, και ένα ελατήριο πιέζει κάθε ψήκτρα επάνω στο συλλέκτη με πίεση περίπου 0,1 έως 0,70 kg/cm^2. Τα ελατήρια είναι τοποθετημένα έτσι, ώστε η πίεση των ψηκτρών να μπορεί να ρυθμίζεται. Οι ψηκτροφορείς συνδέονται με βάση, η οποία επιτρέπει τη μετακίνηση των ψηκτρών επάνω στο συλλέκτη, χωρίς να αλλάζει η σχετική τους θέση.

στ) Τα ***καλύμματα.*** Τα καλύμματα στηρίζουν και προστατεύουν το τύμπανο, το σώμα και τους πόλους. Επίσης στηρίζουν τα έδρανα, μέσα στα οποία περιστρέφεται ο άξονας του τυμπάνου.

1.3 Κατηγορίες γεννητριών συνεχούς ρεύματος.

Οι γεννήτριες συνεχούς ρεύματος διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο διεγέρσεώς τους:

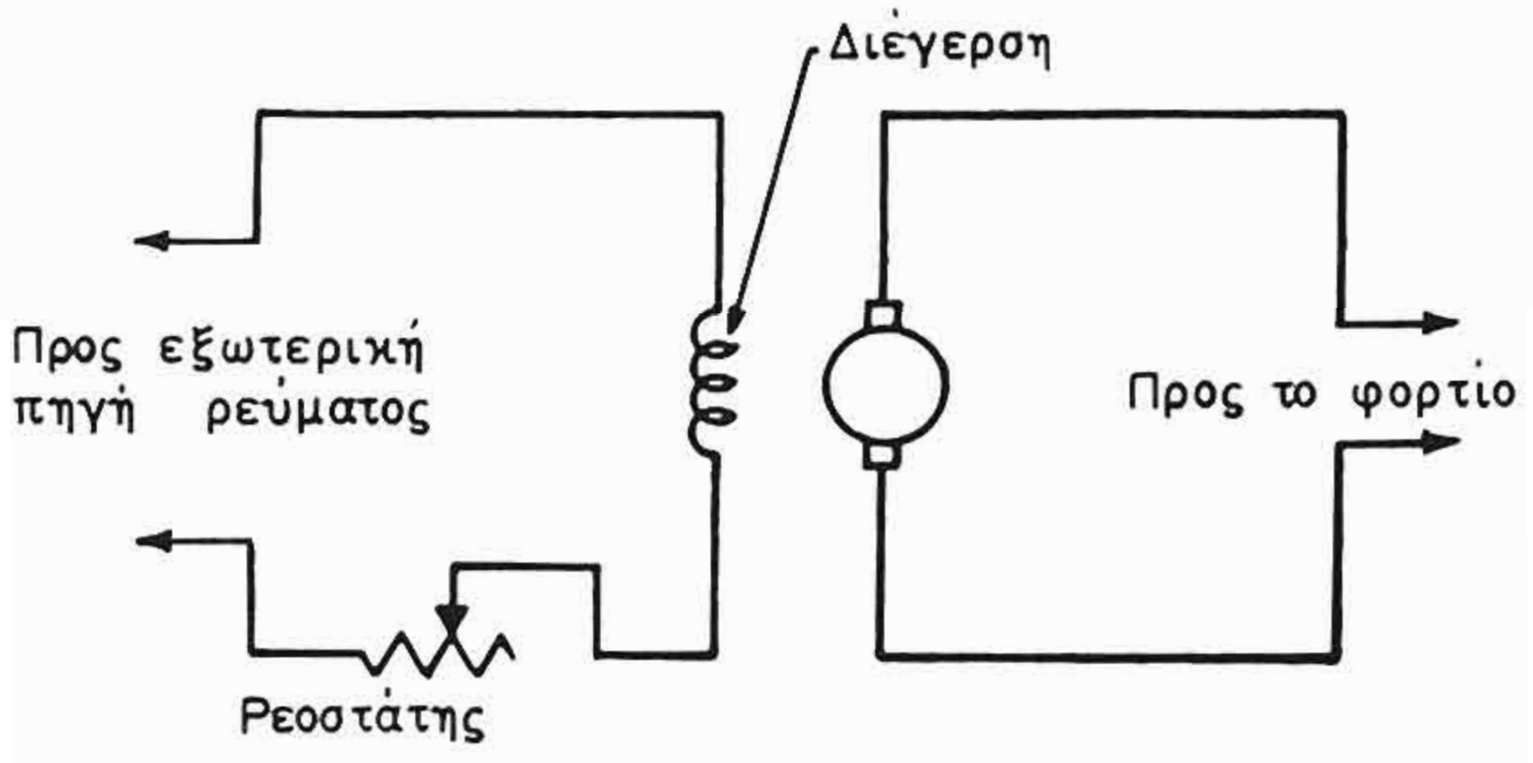
1) Ξένης διεγέρσεως και
2) αυτοδιεγειρομένες.

Οι αυτοδιεγειρόμενες γεννήτριες διακρίνονται επιπλέον, ανάλογα με τον τρόπο συνδέσεως των πηνίων διεγέρσεως, σε:

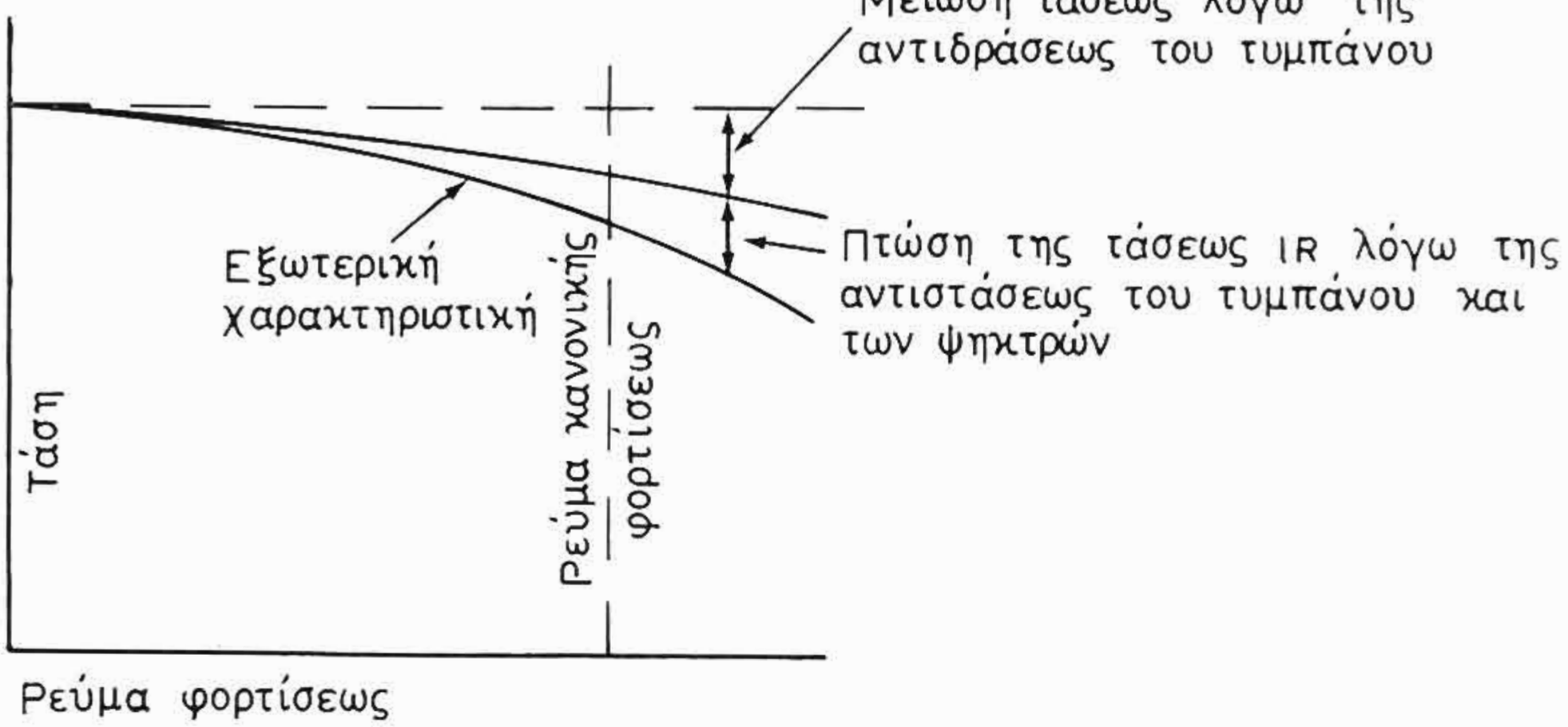
α) Γεννήτριες διεγέρσεως σειράς.
β) Γεννήτριες παράλληλης διεγέρσεως ή διακλαδώσεως και
γ) Γεννήτριες σύνθετης διεγέρσεως.

1) Γεννήτριες ξένης διεγέρσεως (σχ. 1.3α).

Γεννήτρια συνεχούς ρεύματος, η οποία διεγείρεται από ξένη πηγή (π.χ. από άλλη γεννήτρια, από συσσωρευτή ή από άλλη εξωτερική πηγή), καλείται γεννήτρια ξένης διεγέρσεως. Το σχήμα 1.3β δείχνει τις χαρακτηριστικές φορτίσεις μιας γεννήτριας ξένης διεγέρσεως. Όταν η γεννήτρια εργάζεται με σταθερές στροφές και σταθερή διέγερση, χωρίς να παρέχει ρεύμα στο εξωτερικό κύκλωμα, τότε η πολική τάση της γεννήτριας θα είναι ίση με την ηλεκτρεγερτική της δύναμη. Όταν όμως η γεννήτρια παρέχει ρεύμα, η πολική της τάση θα μειωθεί. Η μείωση αυτή θα είναι ίση με την πτώση τάσεως λόγω της αντιδράσεως του τυμπάνου και με την πτώση τάσεως μέσα στην ωμική αντίσταση του τυμπάνου και των ψηκτρών της.



Σχ. 1.3α.
Γεννήτρια ξένης διεγέρσεως.

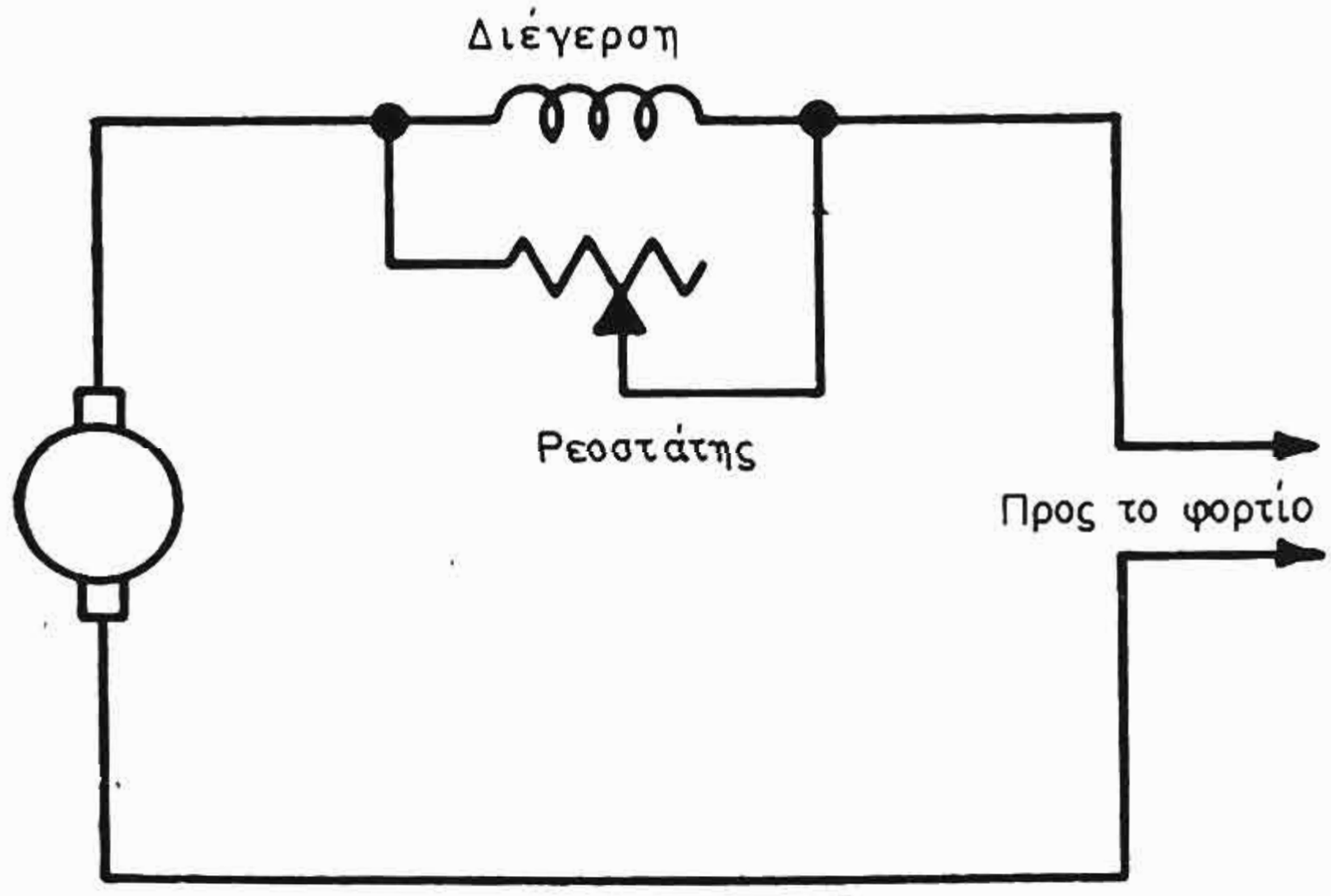


Σχ. 1.3β.
Χαρακτηριστικές φορτίσεις γεννήτριας ξένης διεγέρσεως.

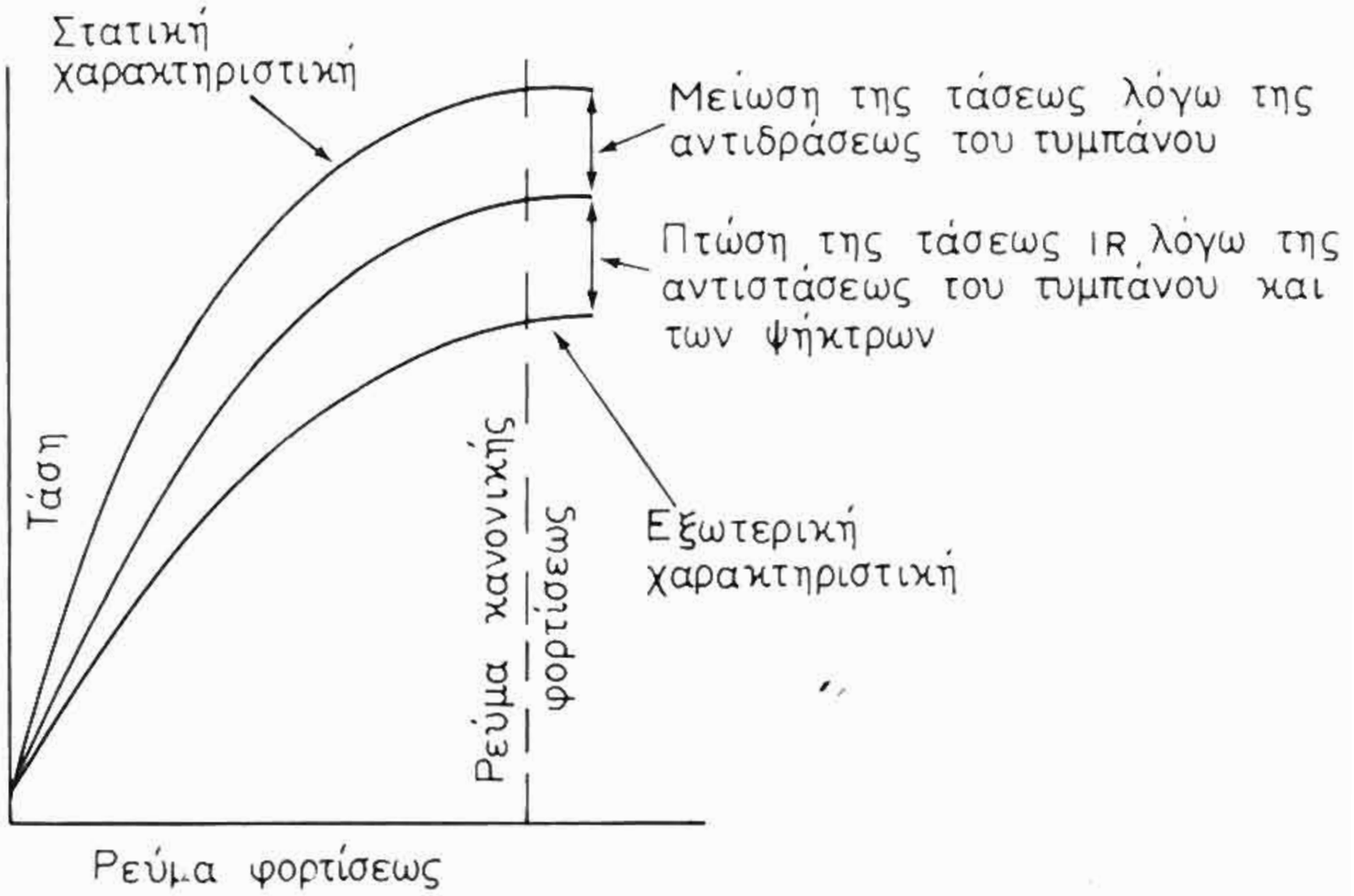
2) Αυτοδιεγειρόμενες γεννήτριες.

α) ***Γεννήτριες διεγέρσεως σειράς*** (σχ. 1.3γ). Όταν όλα τα τυλίγματα διεγέρσεως συνδέονται σε σειρά με το τύλιγμα του τυμπάνου, η γεννήτρια καλείται διεγέρσεως σειράς. Το σχήμα 1.3δ δείχνει τις χαρακτηριστικές φορτίσεις γεννήτριας σειράς.

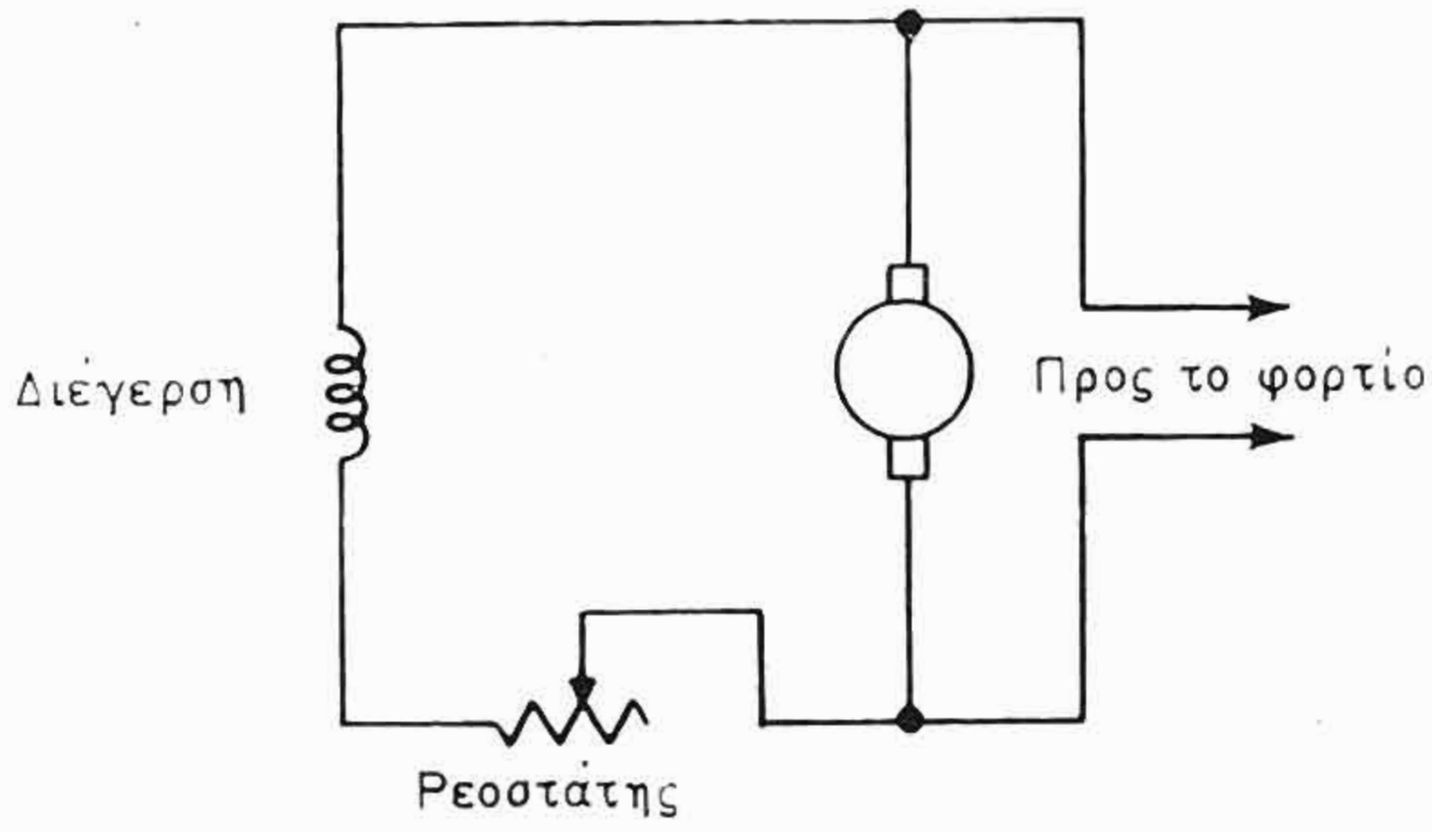
β) ***Γεννήτριες παράλληλης διεγέρσεως ή διακλαδώσεως*** (σχ. 1.3ε). Όταν τα τυλίγματα διεγέρσεως συνδέονται παράλληλα προς το τύμπανο, η γεννήτρια ονομάζεται παράλληλης διεγέρσεως. Η σύγκριση των χαρακτηριστικών φορτίσεως μιας γεννήτριας διακλαδώ-



Σχ. 1.3γ.
Γεννήτρια σειράς.

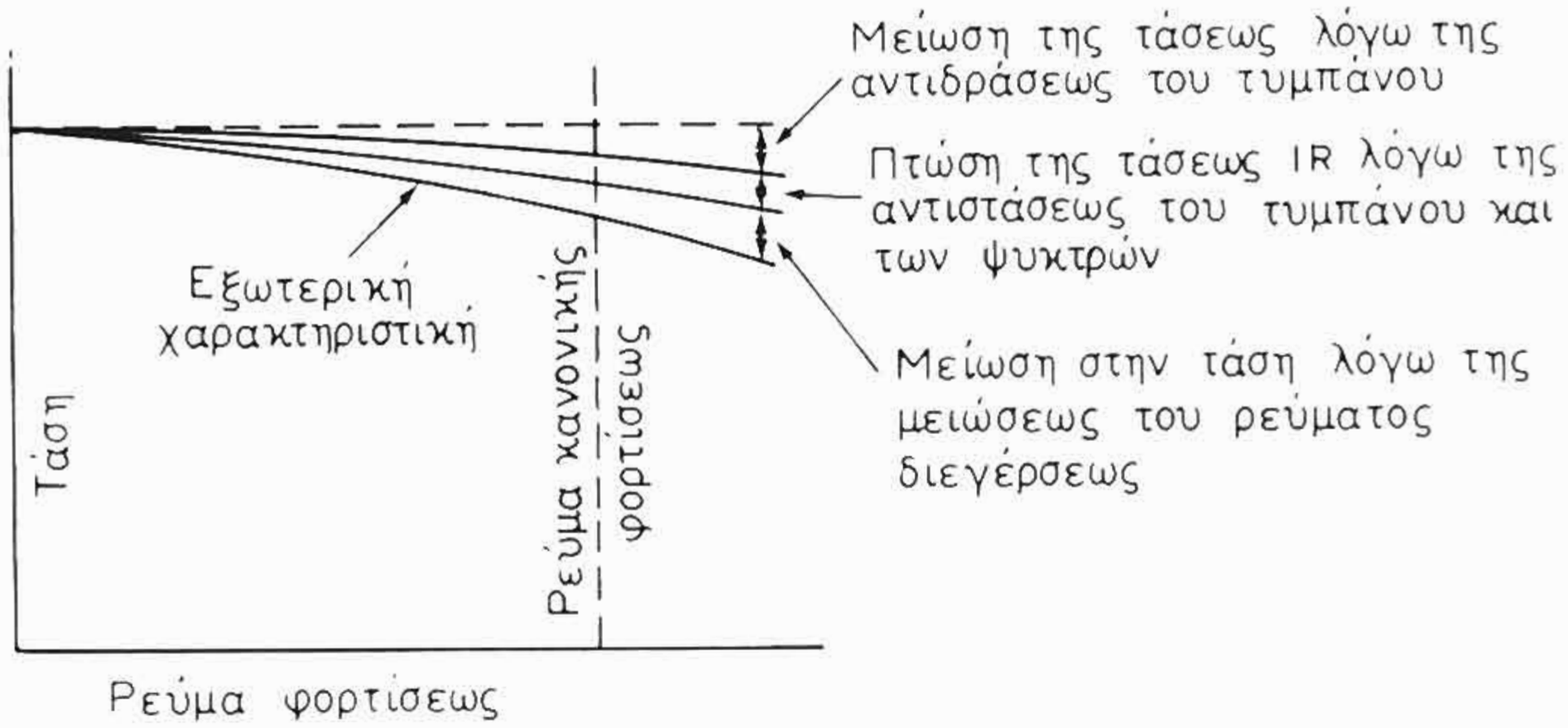


Σχ. 1.3δ.
Χαρακτηριστικές φορτίσεις γεννήτριας σειράς.



Σχ. 1.3ε.
Γεννήτρια διακλαδώσεως.

σεως (σχ. 1.3στ) δείχνει ότι αυτή συμπεριφέρεται κατά τον ίδιο τρόπο με τη γεννήτρια ξένης διεγέρσεως (σχ. 1.3β). Και στις δύο γεννήτριες βλέπομε ότι η πολική τάση πέφτει, λόγω της σε κενό λειτουργίας, όσο αυξάνεται το φορτίο της μηχανής, αλλά η πολική τάση της γεννήτριας διακλαδώσεως παραμένει σχεδόν σταθερή, έως ότου το φορτίο της φθάσει το κανονικό. Γι' αυτό, όπου απαιτείται σταθερή τάση με μεταβλητό φορτίο, συμφέρει να χρησιμοποιούμε γεννήτρια διακλαδώσεως αντί για γεννήτρια ξένης διεγέρσεως ή σειράς.

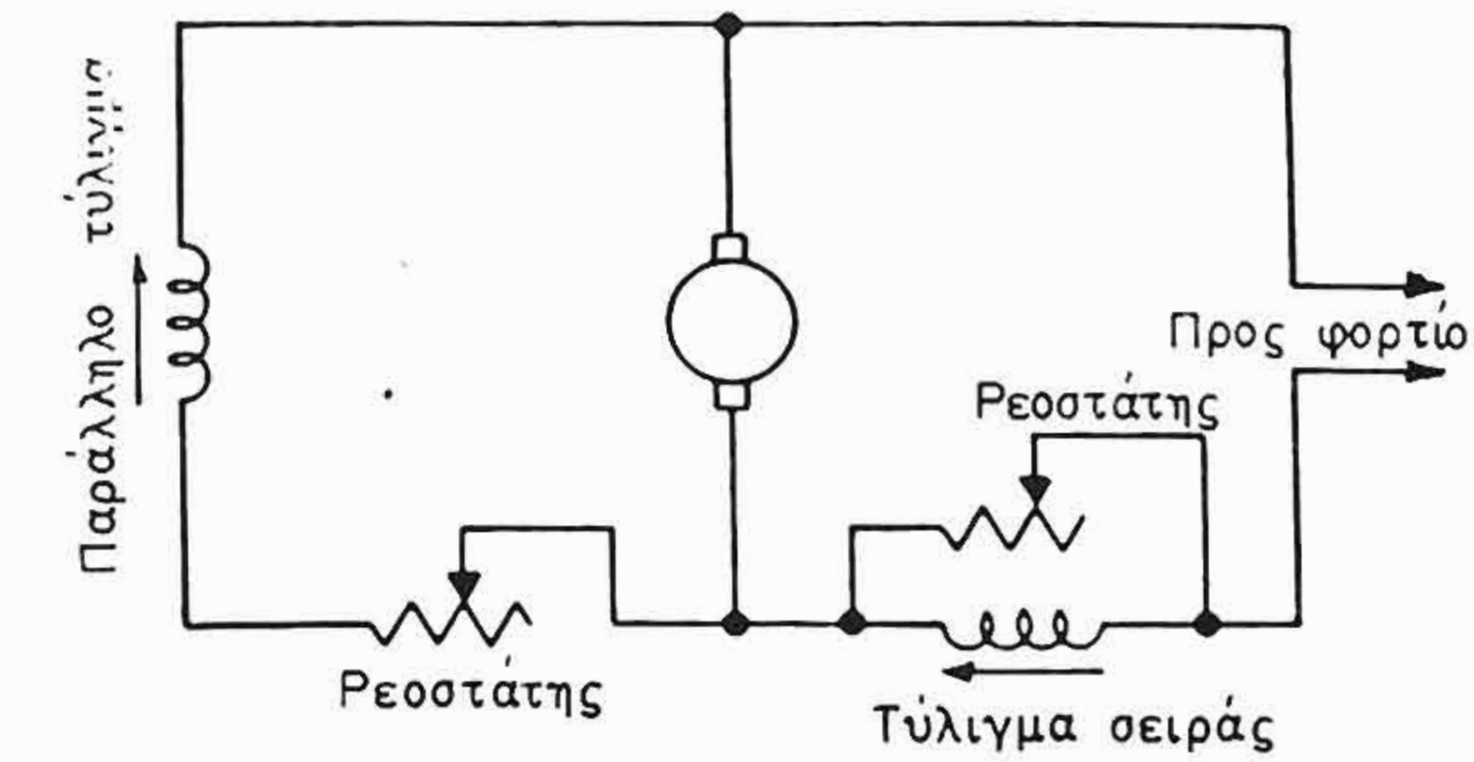


Σχ. 1.3στ.
Χαρακτηριστικές φορτίσεις γεννήτριας διακλαδώσεως.

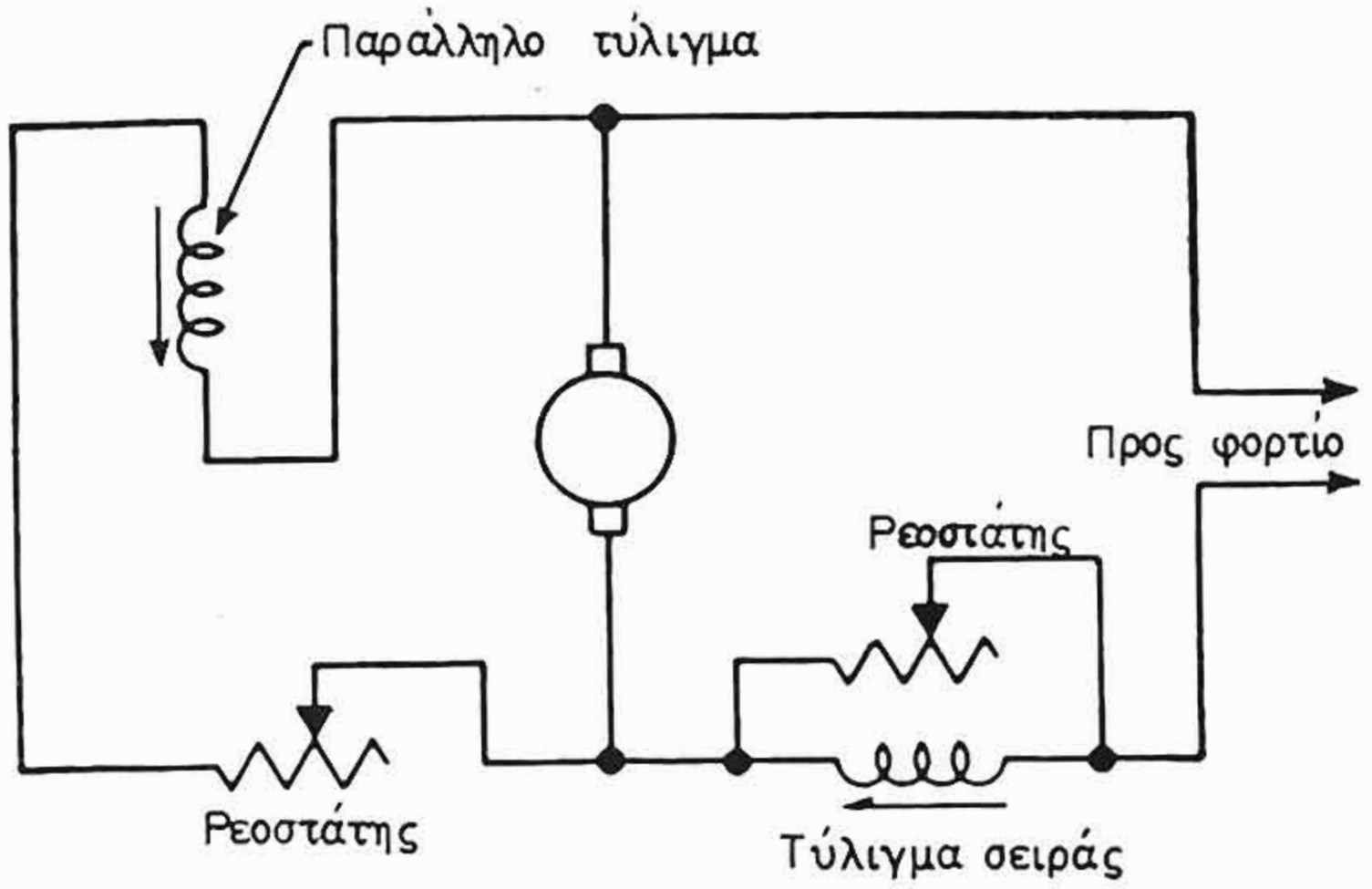
Οι γεννήτριες διακλαδώσεως χρησιμοποιούνται, όπου οι στροφές της κινητήριας μηχανής δεν είναι δυνατό να διατηρούνται σταθερές (όπως στις μηχανές αεροπλάνων, αυτοκινήτων κλπ.). Στις περιπτώσεις αυτές ρυθμίζομε το ρεύμα διεγέρσεως, μεταβάλλοντας την αντίσταση διεγέρσεως, για να αντισταθμίσομε τη μεταβολή του αριθμού των στροφών της κινητήριας μηχανής και να κρατήσομε την τάση σταθερή.

γ) ***Γεννήτριες σύνθετης διεγέρσεως.*** Στους δύο προηγούμενους τύπους γεννητριών, σειράς και διακλαδώσεως, είδαμε ότι οι πολικές τάσεις μεταβάλλονται αντίθετα (αυξάνονται στη γεννήτρια σειράς και μειώνονται στη γεννήτρια διακλαδώσεως), όταν μεταβάλλεται το φορτίο της μηχανής. Άρα, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.3ζ, αν χρησιμοποιούσαμε δύο τυλίγματα διεγέρσεως, ένα παράλληλο και ένα σειράς, θα μπορούσαμε με τον κατάλληλο υπολογισμό των δύο πηνίων διεγέρσεως, να κατασκευάσομε γεννήτρια με χαρακτηριστικές φορτίσεις μεταξύ των δύο προηγουμένων τύπων (σχ. 1.3η). Μεταβάλλοντας τον αριθμό των σπειρών στο τύλιγμα σειράς, μπορούμε να επιτύχομε 3 διαφορετικούς τύπους γεννητριών σύνθετης διεγέρσεως, που είναι οι παρακάτω:

– ***Γεννήτριες υπερσύνθετες.*** Αν ο αριθμός των σπειρών του τυλίγματος σειράς είναι μεγαλύτερος από τον κανονικό αριθμό σπειρών (δηλαδή τον αριθμό που απαιτείται για να δίνει η γεννήτρια την ίδια τάση σε όλα τα φορτία), η γεννήτρια ονομάζεται ***υπερσύνθετη.*** Τότε η πολική της τάση σε πλήρες φορτίο θα είναι μεγαλύτερη από την τάση κενής λειτουργίας. Οι γεννήτριες αυτές είναι κατάλληλες για μεταφορά ισχύος σε μεγάλη απόσταση. Η ανύψωση της παραγόμενης τάσεως αντι-



(α) Συνδεσμολογία μιας γεννητρίας με αθροιστική διέγερση

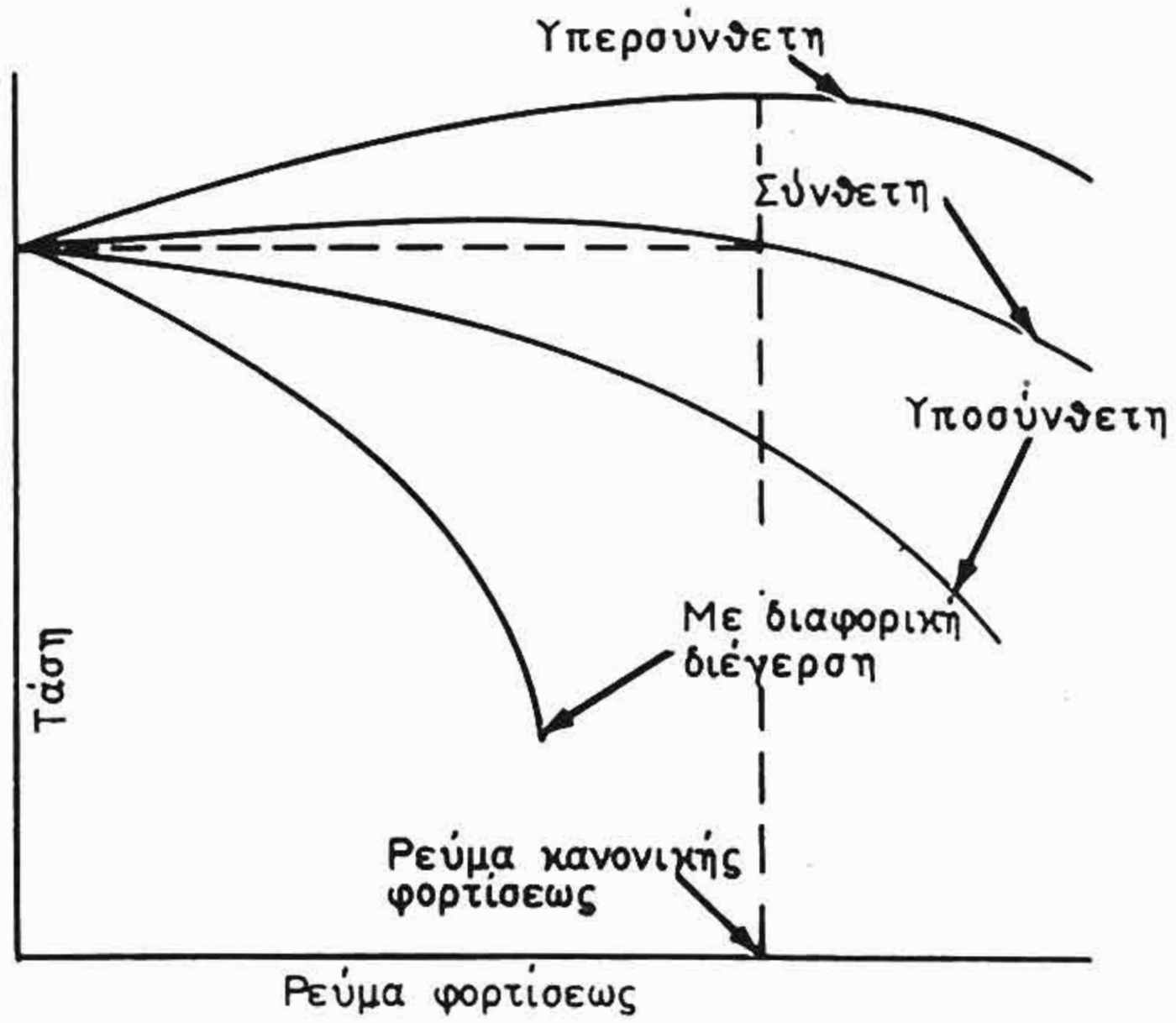


(β) Συνδεσμολογία μιας γεννητρίας με διαφορική σύνθετη διέγερση

Σχ. 1.3ζ.
Συνδέσεις γεννήτριας σύνθετης διεγέρσεως.

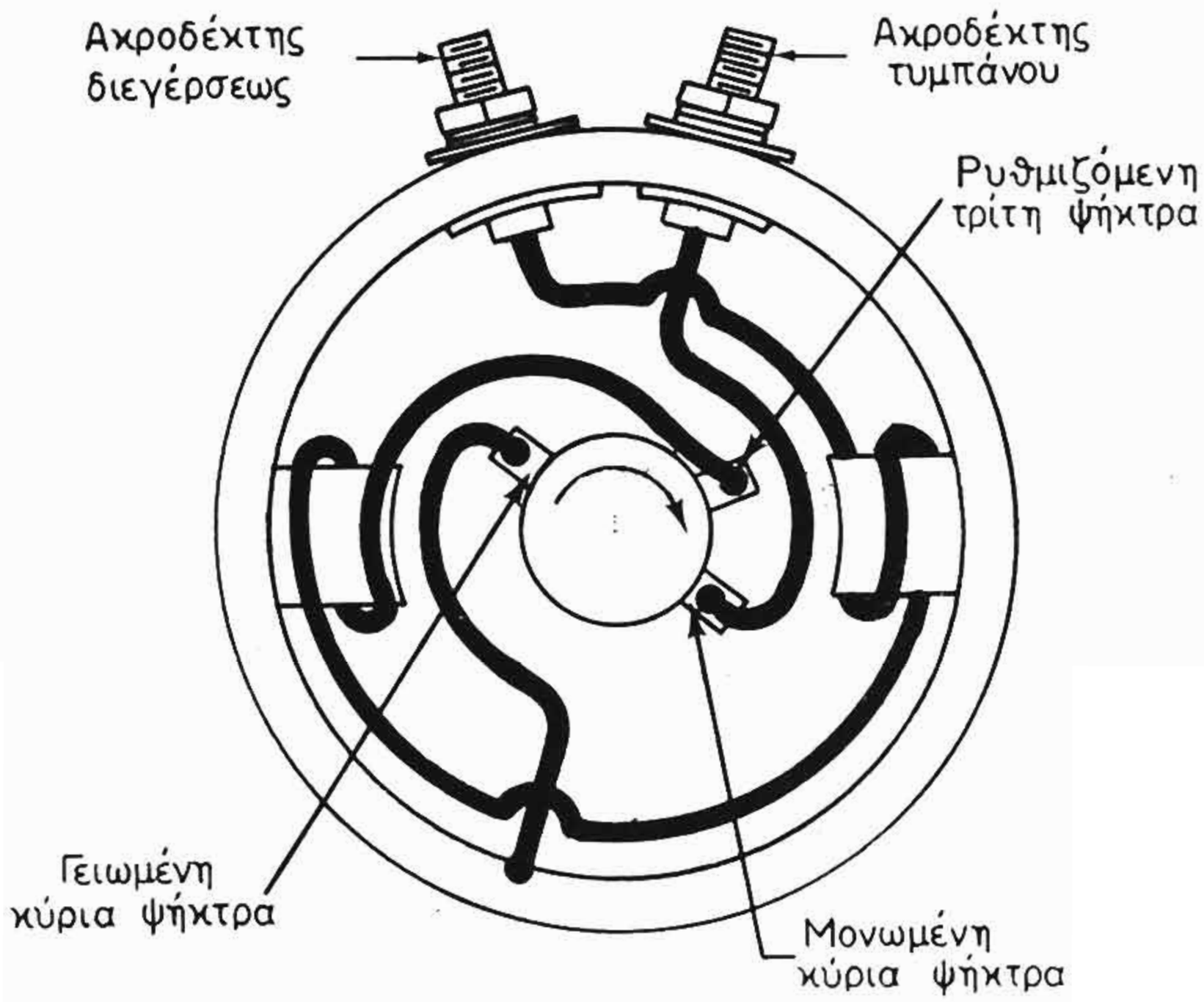
σταθμίζει την πτώση τάσεως στη γραμμή μεταφοράς.

– ***Γεννήτριες σύνθετες.*** Αν η σχέση μεταξύ των σπειρών του τυλίγματος σειράς και παράλληλης διεγέρσεως επιτρέπει να διατηρείται η πολική τάση περίπου σταθερή σε όλη την περιοχή μεταβολής του φορτίου, τότε η γεννήτρια καλείται ***σύνθετη.***
– ***Γεννήτριες υποσύνθετες.*** Αν το τύλιγμα σειράς είναι τυλιγμένο έτσι, ώστε να αποτελείται από λίγες σπείρες, οι οποίες δεν μπορούν να αντισταθμίσουν όλη την πτώση τάσεως, τότε η γεννήτρια καλείται ***υποσύνθετη.*** Στον τύπο αυτό της γεννήτριας η τάση σε πλήρες φορτίο είναι μικρότερη από την τάση κενής λειτουργίας. Μία υποσύνθετη γεννήτρια, στην οποία τα πηνία



Σχ. 1.3η.

Χαρακτηριστικές καμπύλες φορτίσεως γεννήτριας με σύνθετη διέγερση.



Σχ. 1.3θ.

Συνδεσμολογία γεννήτριας με τρεις ψήκτρες.

διεγέρσεως συνδέονται έτσι, ώστε το ένα να αντιτίθεται στο άλλο, ονομάζεται γεννήτρια με ***διαφορική σύνθετη διέγερση.*** Στη γεννήτρια αυτή η πολική τάση μειώνεται απότομα, όταν το φορτίο αυξάνεται. Γεννήτριες με διαφορική σύνθετη διέγερση χρησιμοποιούνται, όπου παρουσιάζονται μικρές υπερφορτίσεις, όπως στις ηλεκτροσυγκολλήσεις.

δ) ***Γεννήτριες με τρίτη ψήκτρα χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις.*** Ο τύπος αυτός της γεννήτριας (σχ. 1.3θ) τροφοδοτείται με ρεύμα διεγέρσεως από το τύμπανο με τη βοήθεια μιας τρίτης ψήκτρας, που υπάρχει στο συλλέκτη. Η έξοδος της γεννήτριας ρυθμίζεται με τη θέση της τρίτης ψήκτρας. Η τρίτη ψήκτρα ρυθμίζεται έτσι, ώστε να επωφελούμαστε από τη μείωση της παραγόμενης τάσεως σε ένα μέρος των τυλιγμάτων της γεννήτριας, όταν οι στροφές της γεννήτριας αυξάνονται. Με την τρίτη ψήκτρα το ρεύμα εξόδου αυξάνεται, έως ότου φθάσομε σε μία μέγιστη τιμή και κατόπιν μειώνεται με την αύξηση των στροφών. Η γεννήτρια αυτή χρησιμοποιείται πολύ στα αυτοκίνητα (δυναμό). Για τη μείωση του ρεύματος εξόδου χρησιμοποιείται και αυτόματος ρυθμιστής.

1.4 Κατηγορίες κινητήρων συνεχούς ρεύματος.

Στους κινητήρες συνεχούς ρεύματος, όπως ακριβώς και στις γεννήτριες συνεχούς ρεύματος, για να δημιουργηθεί το μαγνητικό πεδίο, μέσα στο οποίο περιστρέφεται το επαγωγικό τύμπανο, πρέπει να τροφοδοτήσομε το τύλιγμα των πόλων με συνεχές ρεύμα. Η τροφοδότηση αυτή γίνεται όπως και στις γεννήτριες συνεχούς ρεύματος. Επομένως και οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος χαρακτηρίζονται, ανάλογα με τον τρόπο διεγέρσεως, σε τέσσερις κατηγορίες:

α) Κινητήρες με ξένη διέγερση.
β) Κινητήρες με παράλληλη διέγερση.
γ) Κινητήρες με διέγερση σειράς.
δ) Κινητήρες με σύνθετη διέγερση.

Λεπτομερής περιγραφή του τρόπου συνδεσμολογίας καθώς και άλλα στοιχεία κάθε κατηγορίας κινητήρων συνεχούς ρεύματος υπάρχουν στο βιβλίο Ηλεκτρικές Μηχανές, του Ιδρύματος Ευγενίδου.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ – ΜΟΝΩΣΗ

2.1 Γενικά.

Τα διάφορα σώματα (στερεά, υγρά και αέρια) διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την ευκολία, με την οποία επιτρέπουν στο ηλεκτρικό ρεύμα να διέλθει από το σώμα τους.

Τα σώματα, διά των οποίων το ηλεκτρικό ρεύμα κινείται εύκολα, χωρίς να συναντήσει καμιά δυσκολία, τα ονομάζομε ***καλούς αγωγούς,*** ενώ τα σώματα, τα οποία παρουσιάζουν δυσκολία και δεν επιτρέπουν στο ηλεκτρικό ρεύμα να διέλθει ελεύθερα από αυτά, τα ονομάζομε ***κακούς αγωγούς*** ή ***μονωτικά.***

Δεν υπάρχει ασφαλώς κανένα σώμα, που να είναι ***τέλειος καλός αγωγός*** του ηλεκτρισμού, χωρίς δηλαδή να παρουσιάζει καμιά αντίσταση, ούτε και σώμα ***τέλειο μονωτικό,*** με άπειρη δηλαδή αντίσταση. Τα μονωτικά υλικά, όπως π.χ. το γιαλί, η μίκα, ο εβονίτης, κρατούν δεσμευμένα στα μόριά τους όλα τα ηλεκτρόνια και δεν έχουν καθόλου, ή σχεδόν καθόλου, ελεύθερα ηλεκτρόνια. Γι' αυτό το ρεύμα δεν μπορεί να κυκλοφορήσει μέσα από αυτά.

Όπως οι καλοί αγωγοί έτσι και τα μονωτικά υλικά χρησιμοποιούνται πολύ στην πράξη. Με αυτά μονώνομε τις περιελίξεις των ηλεκτρικών μηχανών, τις συσκευές που χρησιμοποιούμε για οικιακή χρήση, τα καλώδια, τα δίκτυα μεταφοράς κλπ. για να αποφεύγομε τον κίνδυνο της ηλεκτροπληξίας. Συνηθισμένες αποτελεσματικές μονωτικές ύλες είναι η μίκα, η πορσελάνη, το μάρμαρο, ο βακελίτης, το γιαλί, η γουταπέρκα, το καουτσούκ, το λάδι των μετασχηματιστών, το μονωτικό βερνίκι και πολλά άλλα υλικά.

2.2 Ιδιότητες μονωτικών υλικών.

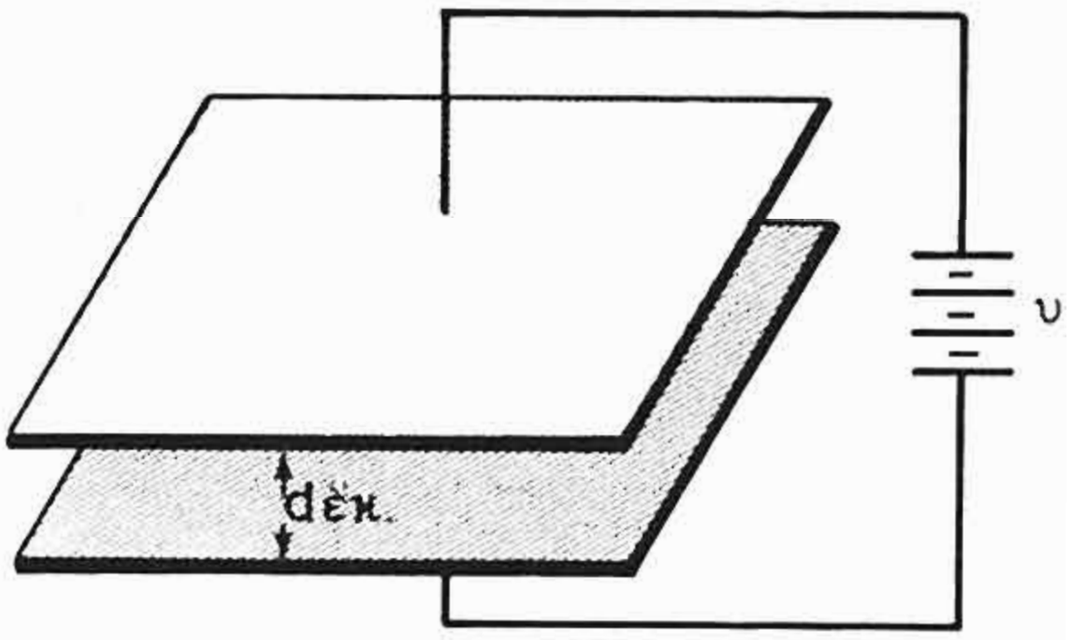
Τα μονωτικά υλικά, που χρησιμοποιούμε στις ηλεκτρικές εφαρμογές, πρέπει να παρουσιάζουν τις ακόλουθες γενικές ιδιότητες:

1) Να έχουν μεγάλη ***ηλεκτρική αντίσταση*** ή ***μικρή αγωγιμότητα.***

2) Να παρουσιάζουν μεγάλη ***διηλεκτρική αντοχή,*** για να ανθίστανται στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από τη μάζα τους, τόσο στις χαμηλές όσο και στις υψηλές τάσεις.
3) Να παρουσιάζουν ***ομοιογένεια υλικού.*** Τα μονωτικά υλικά δεν πρέπει να έχουν στη μάζα τους φυσαλίδες αέρα ή υγρασία.
4) Να παρουσιάζουν ***μηχανική αντοχή*** καθώς και ***θερμική αντοχή,*** για να μη θραύονται εύκολα και να ανθίστανται στην ανύψωση της θερμοκρασίας και στις καιρικές μεταβολές. Στην § 2.5 αναφέρεται η ικανότητα αντοχής των μονωτικών υλικών σε θερμοκρασία.
5) Να μην είναι ***υγροσκοπικά,*** οπότε θα απορροφούν υγρασία, με αποτέλεσμα να φουσκώνουν και να μειώνεται η μονωτική τους ικανότητα.
6) Να μην προσβάλλονται από λάδια, σκόνη, οξέα και διαβρωτικούς ατμούς.
7) Να καταλαμβάνουν όσο το δυνατό μικρότερο χώρο.
8) Να μην παρουσιάζουν μεγάλη απώλεια ισχύος ή να απορροφούν μικρή ηλεκτρική ενέργεια με μορφή θερμότητας.

2.3 Διηλεκτρική σταθερά μονωτικού υλικού.

Αν σε πυκνωτή δύο παραλλήλων πλακών (σχ. 2.3), με αέρα μεταξύ των δύο πλακών του, συνδέσομε τους δύο οπλισμούς του πυκνωτή με πηγή τάσεως V, τότε στις δύο πλάκες του πυκνωτή θα συγκεντρωθούν αντίθετα και ίσα ηλεκτρικά φορτία $Q_α$. Αν κατόπιν τοποθετήσομε μεταξύ των δύο πλακών του ίδιου πυκνωτή φύλλο από άλλο μονωτικό υλικό, π.χ. μίκα, χωρίς να αλλάξομε την τάση της πηγής, βλέπομε ότι το ηλεκτροστατικό πεδίο μεταξύ των δύο πλακών του πυκνωτή δυναμώνει. Αποτέλεσμα αυτού είναι να συγκεντρωθούν στις δύο πλάκες του πυκνωτή ίσα και αντίθετα



Σχ. 2.3.
Πυκνωτής δυο παραλλήλων πλακών.

φορτία $Q_δ$ περισσότερα από πριν, που είχαμε ως μονωτικό τον αέρα.

Μεταβάλλοντας τις συνθήκες των μετρήσεων βρίσκομε πάντοτε ότι, για το ίδιο διηλεκτικό υλικό, η σχετική αύξηση των φορτίων, δηλαδή ο λόγος $Q_δ/Q_α$, είναι σταθερός. Π.χ. για τη μίκα βρίσκομε πάντοτε ότι, με την τοποθέτησή της μεταξύ των πλακών του πυκνωτή, τα φορτία στις πλάκες επταπλασιάζονται.

Ο λόγος λοιπόν $Q_δ/Q_α$ αποτελεί χαρακτηριστική σταθερά για το κάθε μονωτικό υλικό και ονομάζεται ***διηλεκτρική σταθερά*** αυτού. Τη διηλεκτρική σταθερά τη σημειώνομε με το γράμμα ε και έχομε εξ ορισμού:

$$\text{διηλ. σταθερά } ε = \frac{\text{φορτίο } Q_δ \text{ του πυκνωτή με διηλ. υλικό}}{\text{φορτίο } Q_α \text{ του πυκνωτή με αέρα}} \qquad (1)$$

Ο αέρας είναι βέβαια και αυτός μονωτικό υλικό, δηλαδή διηλεκτρικό. Η διηλεκτρική σταθερά του αέρα $ε_α$ είναι σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Διηλεκτρική σταθερά αέρα } ε_α = \frac{Q_α}{Q_α} = 1$$

Όλα τα άλλα μονωτικά υλικά έχουν διηλεκτρική σταθερά μεγαλύτερη από τον αέρα, π.χ. το γιαλί έχει $ε = 5,1$, η προσελάνη $ε = 5,7$ κ.ο.κ.

Η διηλεκτρική σταθερά ως λόγος δύο ομοειδών μεγεθών είναι καθαρός αριθμός χωρίς φυσικές διαστάσεις.

Αφού η διηλεκτρική σταθερά πολλαπλασιάζει τα φορτία, που συγκρατούνται στις πλάκες του πυκνωτή, είναι φανερό ότι πολλαπλασιάζει και τη χωρητικότητα του πυκνωτή.

2.4 Διηλεκτρική αντοχή ή τάση διασπάσεως ενός διηλεκτρικού.

Κάθε διηλεκτρικό υλικό, ως μονωτικό σώμα, έχει και ορισμένη αντοχή, όταν τεθεί υπό τάση. Άλλα διηλεκτρικά υλικά μπορούν να ανθέξουν, χωρίς να καταστραφούν σε μεγάλες τάσεις, ενώ άλλα σε μικρότερες.

Η μέγιστη τάση, κάτω από την οποία διηλεκτρικό υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί, χωρίς να υποστεί καταστροφή, δηλαδή χωρίς να διατρηθεί από ηλεκτρικό σπινθήρα, ονομάζεται ***διηλεκτρική αντοχή*** ή ***τάση διασπάσεως*** αυτού και μετρείται σε βολτ ανά χιλιοστό πάχους του διηλεκτρικού. Όταν αυξάνεται το πάχος του διηλεκτρικού, αυξάνεται ανάλογα και η διηλεκτρική αντοχή του, ενώ το αντίστροφο συμβαίνει, όταν ελαττώνεται το πάχος του διηλεκτρικού.

Η διηλεκτρική αντοχή των διηλεκτρικών υλικών είναι σοβαρός παράγοντας, που πάντοτε πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, όταν πρόκειται να κατασκευάσομε ή να χρησιμοποιήσομε πυκνωτή. Περισσότερο ακόμη λαμβάνεται υπόψη στα κυκλώματα μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος, όπου η μεταφορά γίνεται με υψηλή τάση και υπάρχει ο κίνδυνος της διασπάσεως ή της δημιουργίας σπινθήρα μεταξύ των πλακών του πυκνωτή. Δεν πρέπει ποτέ να χρησιμοποιούμε πυκνωτή σε τάση μεγαλύτερη από εκείνη, για την οποία έχει κατασκευασθεί, γιατί το διηλεκτρικό του θα διασπαθεί και θα μεταβληθεί σε αγωγό, οπότε ο πυκνωτής θα αχρηστευθεί και δεν θα μπορεί να συγκρατήσει φορτία στις πλάκες του, οπότε λέμε ότι ο πυκνωτής ***βραχυκυκλώθηκε.***

Γι' αυτό στους βιομηχανικούς πυκνωτές σημειώνεται η χωρητικότητα και η τάση λειτουργίας τους. Με τον όρο ***τάση λειτουργίας*** ονομάζομε τη μέγιστη τάση με την οποία μπορεί να εργασθεί ο πυκνωτής με ασφάλεια, χωρίς να κινδυνεύσει να διασπασθεί το μονωτικό του. Π.χ. ένας πυκνωτής με την ένδειξη 0,5 μF, 600 V μπορεί να εργασθεί σε δίκτυο με ενδεικνυμένη τιμή τάσεως 600 V. Οι κατασκευαστές πάντοτε υπολογίζουν και ένα περιθώριο ασφάλειας, όταν ορίζουν την τάση λειτουργίας των πυκνωτών.

Ο πίνακας 2.4.1 δίνει τη διηλεκτρική σταθερά και τη διηλεκτρική αντοχή μερικών μονωτικών υλικών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4.1

Διηλεκτρική σταθερά ε και διηλεκτρική αντοχή Κ διηλεκτρικών υλικών

Μονωτικό	Διηλεκτρική σταθερά ε	Διηλεκτρική αντοχή σε kV/mm
Αέρας	1	2,14
Φίμπερ (ξηρό)	4-6	7
Χάρτης (ξηρός)	2-2,5	4
Παραφίνη	2-2,6	16
Καουτσούκ	2-3,5	10
Ξύλο (ξηρό)	2-7,7	7
Γουταπέρκα	2,5-4,9	10
Μίκα	2,5-8	60
Βακελίτης	4,5-7,5	10
Γιαλί	5,1-9,9	10-20
Πορσελάνη	5,7-6,8	9-15
Μάρμαρο	6,15	2
Λάδι μετασχηματιστών	2,2-2,5	20
Εβονίτης	2-3	30
Χαλαζίας (Κβαρτς)	3,7	40-80
Σελλάκ	2,7-3,7	35

2.5 Κλάσεις των μονώσεων και αντίστοιχα όρια θερμοκρασίας τους.

Η ικανότητα μιας ηλεκτρικής συσκευής καθορίζεται σχεδόν πάντοτε από τη μέγιστη θερμοκρασία, στην οποία τα υλικά της, ιδιαίτερα τα μονωτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μεγάλες περιόδους, χωρίς να καταστραφούν. Επιτρέπεται, εντούτοις, από πλευρά θερμοκρασίας, μικρή υπερφόρτιση της συσκευής για ορισμένο χρόνο.

Το Αμερικανικό Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων Μηχανικών (AIEE) κατέταξε τα μονωτικά υλικά σε 5 γενικές κλάσεις.

Κλάση Ο. Αυτή περιλαμβάνει το βαμβάκι, το μετάξι, το χαρτί και όμοια οργανικά υλικά, όταν δεν είναι εμποτισμένα με διηλεκτρικό υγρό, ή βυθισμένα σ᾽ αυτό.

Κλάση Α. Αυτή περιλαμβάνει:

1) Το βαμβάκι, το μετάξι, το χαρτί και άλλα όμοια οργανικά υλικά, όταν είναι εμποτισμένα με διηλεκτρικό υγρό ή βυθισμένα σ᾽ αυτό.
2) Χυτά υλικά ή άλλα υλικά διαμορφωμένα σε φύλλα και ποτισμένα με πλαστικές υγρές ουσίες, με φαινολικές ρητίνες και άλλες ρητίνες με όμοιες ιδιότητες.
3) Στρώματα και φύλλα κατασκευασμένα από ζελατίνη και άλλα παράγωγά της με όμοιες ιδιότητες.
4) Οργανικά βερνίκια και σμάλτο, όπως εφαρμόζονται στους αγωγούς.

Κλάση Β. Η κλάση αυτή περιλαμβάνει τη μίκα, το φίμπερ γιαλιού, τον αμίαντο κλπ. με κατάλληλες συγκολλητικές ουσίες. Άλλα υλικά και κράματα υλικών μπορεί να συμπεριληφθούν στην κλάση αυτή, αρκεί να αποδεικνύεται από επίσημες δοκιμές ότι είναι κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν στις θερμοκρασίες λειτουργίας της κλάσεως αυτής.

Κλάση Η. Σ᾽ αυτήν περιλαμβάνονται υλικά ή κράματα υλικών, όπως διάφορες σιλικόνες, το φίμπερ γιαλιού, η μίκα, ο αμίαντος κλπ. με κατάλληλες συνδετικές ουσίες, όπως π.χ. κατάλληλες ρητίνες σιλικόνης. Άλλα υλικά ή κράματα υλικών μπορεί να συμπεριληφθούν στην κλάση αυτή, αρκεί να αποδεικνύεται από επίσημες δοκιμές ότι είναι κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν στις θερμοκρασίες λειτουργίας της κλάσεως αυτής.

Κλάση C. Περιλαμβάνει αποκλειστικά και μόνο τη μίκα, την προσελάνη, το γιαλί, τα κρύσταλλα, τον αμίαντο και όμοια ανόργανα υλικά.

Θερμοκρασίες λειτουργίας. Οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες λειτουργίας κάθε κλάσεως είναι:

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Κλάση Ο: 90°C.
Κλάση Α: 105°C.
Κλάση Β: 130°C.
Κλάση Η: 180°C.
Κλάση C: δεν υπάρχουν όρια.

2.6 Βαμβάκι.

Το βαμβάκι λαμβάνεται από φυτό, που καλλιεργείται και αναπτύσσεται σε θερμά κλίματα και σε χώρες, που έχουν περίοδο παραγωγής τουλάχιστον 6 μηνών με συνεχή υψηλή θερμοκρασία.

Το βαμβάκι αρχικά καλλιεργήθηκε στην Ινδία, όπου καλλιεργείται για 26 αιώνες. Στην παγκόσμια παραγωγή βαμβακιού την πρώτη θέση κατέχουν οι ΗΠΑ και ακολουθούν η Ινδία, η Κίνα, η Βραζιλία και η Αίγυπτος. Καλύτερης ποιότητας είναι το αιγυπτιακό βαμβάκι.

Στην Ελλάδα καλλιεργείται σε πολλά μέρη και ιδίως στη Μακεδονία, Θεσσαλία, Φθιώτιδα και Βοιωτία. Η ελληνική παραγωγή βαμβακιού όχι μόνο καλύπτει την εγχώρια κατανάλωση, αλλά εξάγεται και στο εξωτερικό.

Από τις ελληνικές ποικιλίες καλύτερη είναι της Λήμνου, η οποία είναι εφάμιλλη με το αιγυπτιακό βαμβάκι.

Χρησιμότητα. Το βαμβάκι είναι χρησιμότατο προϊόν, γιατί με αυτό κατασκευάζονται τα διάφορα βαμβακερά υφάσματα, ατόφια ή αναμιγμένα με άλλες κλωστές, μεταξιού, λινού ή μαλλιού.

Στην ηλεκτροτεχνία το βαμβάκι χρησιμοποιείται για την κατασκευή ***βαμβακερών ταινιών*** από κλωστές βαμβακιού, οι οποίες, αν εμποτισθούν με ασφαλτικά υλικά και γεμίσουν με κερί, αποτελούν στρώματα μονώσεων των αγωγών. Στα μεγαλύτερα μεγέθη καλωδίων χρησιμοποιούνται βαμβακερές ταινίες εμποτισμένες με καουτσούκ σε πολλά στρώματα. Λεπτό στρώμα λαδιού ή πετρελαίου τοποθετείται μεταξύ των στρωμάτων. Η μόνωση με βαμβακερές ή μεταξωτές ταινίες αποτελείται από 1-3 στρώματα νημάτων περιτυλιγμένων στα σύρματα και εμποτισμένων συνήθως με παραφίνη ή βερνίκι.

Ως μονωτικό υλικό το βαμβάκι είναι ακατάλληλο για υψηλές θερμοκρασίες. Παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι είναι υγροσκοπικό, δηλαδή απορροφά υγρασία. Γι' αυτό πρέπει να απαλλαγεί από την υγρασία και να διαποτισθεί με λάδι ή άλλα μονωτικά υγρά, για να βελτιωθούν οι μονωτικές του ιδιότητες και να προστατεύεται από την υγρασία.

2.7 Λινάρι (λίνον).

Το λινάρι λαμβάνεται από φυτό της οικογένειας των λινιδών. Το φυτό του λίνου παράγει δύο προϊόντα, ***λιναρόσπορο,*** για την παραγωγή λινελαίου και ***κλωστή*** για την κατασκευή λινών υφασμάτων.

Ταινίες λινού υφάσματος εμποτισμένες με μονωτικά βερνίκια χρησιμοποιούνται ως μονωτικές ταινίες στις ηλεκτρικές εφαρμογές και για την επένδυση αγωγών και πηνίων. Το λινάρι, όπως το βαμβάκι και το μετάξι, απορροφά υγρασία και γι᾽ αυτό, πριν χρησιμοποιηθεί, πρέπει απαραίτητα να θερμανθεί για να αφαιρεθεί η υγρασία.

2.8 Μετάξι.

Το μετάξι είναι κλωστική ύλη από λεπτές ίνες, την οποία δημιουργούν οι μεταξοσκώληκες.

Ιδιότητες: Το μετάξι έχει μεγάλη στιλπνότητα και αντοχή, αποτελεί άριστο μονωτικό για τη θερμότητα και τον ηλεκτρισμό και αντέχει σε θερμοκρασία 170°C. Χημικά αποτελείται από 50-60% φιβροΐνη, 25% αλβουμίνη και 15-25% κερί, ρητίνη και χρωστικές ύλες. Το μετάξι έχει μεγαλύτερη διηλεκτρική αντοχή και χαμηλότερη διηλεκτρική σταθερά από το βαμβάκι. Δεν αντέχει στη θερμοκρασία όσο το βαμβάκι. Το μετάξι, που λαμβάνεται από τους μεταξοσκώληκες, λέγεται ***φυσικό*** (ή ***ζωικό***) προς διάκριση από το μετάξι, που παράγεται βιομηχανικά και λέγεται ***τεχνητό.*** Το τεχνητό μετάξι, γνωστό και με το γαλλικό όνομα ***ραιγιόν,*** έχει διαφορετική χημική σύσταση από το φυσικό, όμως είναι και αυτό εξ ίσου στιλπνό και χρησιμοποιείται για τις ίδιες ανάγκες.

Χρήση: Το μετάξι χρησιμοποιείται στην υφαντουργία, την πλεκτική, την κεντητική και ως μονωτικό της θερμότητας και του ηλεκτρισμού. Στον ηλεκτρισμό χρησιμοποιείται τόσο υπό μορφή υφάσματος και μονωτικών ταινιών από καθαρό ή βερνικωμένο μετάξι, όσον και υπό μορφή τοπικών χιτωνίων ή μονώσεων στα άκρα των συρμάτων. Πολλές φορές συναντούμε και μονώσεις καλωδίων, που αποτελούνται από βαμβακερές και μεταξωτές κλωστές σ᾽ ένα (1) έως τρία (3) στρώματα στο σύρμα. Οι στρώσεις αυτές συνήθως εμποτίζονται με παραφίνη ή βερνίκι.

Προκειμένου να χρησιμοποιήσομε το μετάξι ως μονωτικό υλικό πρέπει απαραίτητα να αφαιρέσομε την υγρασία και να το διαποτίσομε με διάφορα βερνίκια.

Για το ίδιο στρώμα μεταξιού και βαμβακιού το μετάξι παρουσιάζει

μεγαλύτερη μονωτική ικανότητα. Επειδή όμως είναι πιο ακριβό χρησιμοποιείται μόνο εκεί όπου απαιτείται οικονομία χώρου. Συνήθως χρησιμοποιείται για τη μόνωση των τυλιγμάτων των ηλεκτρομαγνητών.

2.9 Μονωτική ταινία.

Η μονωτική ταινία κατασκευάζεται από βαμβακερό ύφασμα εμποτισμένο με ρευστό καουτσούκ, πίσα ή διάφορα βερνίκια. Χρησιμεύει για την κάλυψη των γυμνών μερών των αγωγών στα σημεία συνδέσεώς τους. Στο εμπόριο συναντάται η μονωτική ταινία περιτυλιγμένη σαν κουβαρίστρα, άλλοτε λευκή και άλλοτε μαύρη ανάλογα με το υλικό το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή της.

Όταν εκτεθεί στον αέρα, ξηραίνεται και χάνει τη μονωτικότητά της, ενώ όταν είναι πρόσφατη, η διηλεκτρική της αντοχή φθάνει τα 100 βολτ ανά χιλιοστό πάχους.

2.10 Κηρόπανο.

Το κηρόπανο κατασκευάζεται από λινό ύφασμα εμποτισμένο με κερί. Υπάρχουν τρία είδη κεριού: ***Ζωικό, ορυκτό*** και ***φυτικό.*** Το ζωικό κερί λαμβάνεται από τις μέλισες, ενώ το φυτικό από τα φύλλα ενός φυτού της Βραζιλίας, που ονομάζεται Carnauba. Το ορυκτό προέρχεται από την απόσταξη των πετρελαίων και υπάγεται στους ανώτερους κορεσμένους υδρογονάνθρακες.

Ιδιότητες: Το κερί έχει χρώμα κίτρινο ή πρασινοκίτρινο. Είναι σκληρό, όταν είναι ψυχρό, αλλά πλάθεται εύκολα, όταν θερμανθεί. Είναι αδιάλυτο στο νερό και διαλύεται στη θερμή αλκοόλη και τον αιθέρα. Έχει ευχάριστη οσμή.

Χρήση: Στον ηλεκτρισμό το κηρόπανο χρησιμοποιείται για τη μόνωση των περιελίξεων των ηλεκτρικών μηχανών, στις ενώσεις των καλωδίων και κυρίως των υπογείων καλωδίων, καθώς και σε πολλές άλλες περιπτώσεις.

2.11 Χάρτης μονώσεως (πρεσπάν).

Το χαρτί μονώσεως είναι μονωτικό υλικό που χρησιμοποιείται συχνά στις εγκαταστάσεις φωτισμού και κινήσεως.

Εκτός από τα τηλεφωνικά καλώδια, στα οποία χρησιμοποιείται μολύβδινος μανδύας, σήμερα υπάρχει η τάση να χρησιμοποιούν το χαρτί ως σκελετό των μονωτικών στρωμάτων, λόγω των υγροσκοπικών του ιδιοτήτων. Το χαρτί Μανίλας έχει την καλύτερη διηλεκτρική

και μηχανική αντοχή και όταν επαλειφθεί με καλό μονωτικό βερνίκι γίνεται άριστο μονωτικό.

Χρήση: Διάφοροι τύποι παραφινούχου χαρτιού χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των πυκνωτών. Λόγω της ιδιότητάς του να κάμπτεται εύκολα και να αναδιπλώνεται, το χαρτί, εμποτισμένο με διάφορες μονωτικές ουσίες, χρησιμοποιείται παρά πολύ για την εσωτερική μονωτική επένδυση των οπλισμένων μονωτικών σωλήνων Μπέργκμαν και χαλυβδοσωλήνων των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων. Το χαρτόνι ***πρεσπάν,*** που χρησιμοποιείται για τη μόνωση των οδοντώσεων των τυμπάνων των μηχανών, είναι χαρτί εμποτισμένο με μονωτικό βερνίκι.

2.12 Μίκα.

Η μίκα είναι φυσικό ορυκτό, που συναντάται στη φύση σε διάφορα χρώματα και συνθέσεις. Η λευκή μίκα είναι η καλύτερη για τις ηλεκτρικές εφαρμογές. Οι πράσινες σκιές, που παρουσιάζονται στα φύλλα της μίκας, είναι τα μαλακότερα σημεία της. Το λευκό ήλεκτρὸ (κεχριμπάρι) του Καναδά είναι υλικό περισσότερο εύκαμπτο από τη μίκα. Η μίκα βρίσκεται στη φύση σε φύλλα, τα οποία λεπτύνονται βιομηχανικά μέχρι πάχους 0,00635 mm.

Ιδιότητες: Η μίκα έχει άριστες μονωτικές ιδιότητες. Η καλύτερη ποιότητά της έχει διηλεκτρική αντοχή K = 120 000 V/mm, διηλεκτρική σταθερά ε = 7, αντοχή σε κάμψη 3500-4900 kg/cm^2, αντοχή σε διάτμηση 1260-2660 kg/cm^2 και μέτρο ελαστικότητας 1 750 000-2 100 000 kg/cm^2.

Μειονεκτήματα: Τα μειονεκτήματα της μίκας είναι: Έλλειψη ευκαμψίας, ανομοιομορφία του υλικού σε όλη τη μάζα, με συνέπεια να δημιουργούνται επιφανειακές ρωγμές. Για να αποφευχθούν τα μειονεκτήματα αυτά έχουν κατασκευασθεί διάφορα προϊόντα μίκας, στα οποία μικρά τεμάχια μίκας ενώνονται και λαμβάνουν τη μορφή, που θέλομε, με τη βοήθεια συνδετικών υλικών, όπως είναι το βερνίκι Shellac, η κόλλα και ο βακελίτης.

Χρήση: Η μίκα χρησιμοποιείται ως άριστο μονωτικό υλικό για την κατασκευή μονώσεων θερμαντικών αντιστάσεων (ηλεκτρικά σίδερα κλπ.), για τη μόνωση των τομέων συλλέκτη μεταξύ τους και προς τον άξονα, καθώς και ως διηλεκτρικό υλικό για την κατασκευή των πυκνωτών.

2.13 Μικανίτης.

Ο μικανίτης αποτελείται από λεπτά φύλλα μίκας, που παίρνουν

την τελική τους μορφή, αφού υποστούν επεξεργασία με μονωτική γομαλάκα. Κάμπτεται εύκολα, όταν ζεσταθεί, και υφίσταται κατεργασία, όταν είναι ψυχρός σε φύλλα πάχους 0,25-0,30 mm.

Με κατάλληλες επεξεργασίες μπορούμε να επιτύχομε εύκαμπτες πλάκες, ύφασμα, ταινίες και χαρτί μικανίτη σε διάφορα πάχη. Έχει διηλεκτική σταθερά ε = 6-8 και διηλεκτρική αντοχή Κ = 16 000 V/mm.

Ο ***μεγγωμίτης*** είναι όμοιος με το μικανίτη, αλλά δεν περιέχει κολλητικές και συνδετικές ουσίες.

2.14 Αμίαντος.

Είναι ορυκτό, που αποτελείται από ίνες οι οποίες παρουσιάζουν μεγάλη αντίσταση στη θερμότητα και δεν καίονται. Οι ίνες του ομοιάζουν με μαλλί ή βαμβάκι και είναι οι μόνες ορυκτές ίνες, με τις οποίες κατασκευάζονται υφάσματα, χρησιμοποιούνται δε για την κατασκευή ενδυμάτων και υποδημάτων. Τα κυριότερα είδη αμίαντου θεωρούνται ο ***τρεμολίτης*** και ο ***χρυσολίτης,*** που είναι ενώσεις του μαγνησίου και του ασβεστίου με πυρίτιο. Φλέβες αμίαντου υπάρχουν μέσα σε σχιστολιθικά πετρώματα.

Ιδιότητες: Ο αμίαντος είναι υλικό μεγάλης αντοχής. Αντέχει σε μεγάλες εναλλαγές της θερμοκρασίας. Διατηρεί την αντοχή του σταθερά μέχρι τους 300°C. Δεν υφίσταται καμιά αλλοίωση από το ψύχος. Είναι αδιαπέραστος από το νερό, δεν σαπίζει, δεν παραμορφώνεται, δεν οξειδώνεται και δεν προσβάλλεται από τους ατμούς, καπνούς και βιομηχανικά αέρια. Παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση στη θερμότητα, τον ηλεκτρισμό και τον ήχο. Δεν προσβάλλεται από τις περισσότερες χημικές ουσίες ούτε και από το υδροχλωρικό οξύ. Έχει χρώμα λευκό, ανοικτό φαιό (σταχτί), υποπράσινο ή κίτρινο. Έχει διηλεκτρική αντοχή Κ = 4000 V/mm, ειδική αντίσταση $\rho = 16 \times 10^4 = \Omega mm^2/m$, αντοχή στην κάμψη 150-170 kg/cm^2, αντοχή στον εφελκυσμό περίπου 70 kg/cm^2, αντοχή στη θλίψη 500 kg/cm^2, ειδικό βάρος 2,1-2,2 και συντελεστή θερμικής διαστολής α = 0,00002.

Χρήση: Λόγω των εξαιρετικών του ιδιοτήτων ο αμίαντος έχει ευρύ πεδίο εφαρμογών. Ως πυρίμαχο υλικό χρησιμοποιείται για στολές και υποδήματα πυροσβεστών, για «φλάντζες» κεφαλών κινητήρων και εξατμίσεων και για αυλαίες θεάτρων. Ως θερμομονωτικό υλικό χρησιμοποιείται πολύ για τη μόνωση των σωλήνων μεταφοράς ατμού, τη μόνωση και κάλυψη στεγών (αμιαντόπλακες, κυματοειδείς λαμαρίνες, κεραμίδια κλπ.), επειδή δε έχει και μαλακή επιφάνεια, αντικαθιστά το ξύλο ως υλικό στέγης. Επίσης χρησιμοποιείται πολύ για κατασκευή αμιαντοσωλήνων, πλακών υαλοβάμβακα, φερμουίτ φρένων κλπ.

2.15 Ύφασμα γιάλινο (φιμπεργκλάς).

Τα ελαστικά νήματα γιαλιού, τα οποία ονομάζονται και ***φιμπεργκλάς*** χρησιμοποιούνται πολύ για τη θερμική μόνωση εγκαταστάσεων και σωληνώσεων με υψηλή θερμοκρασία. Από τα νήματα αυτά μπορούμε να κατασκευάσομε και πλεκτό γιάλινο ύφασμα, το οποίο έχει καλές μονωτικές ιδιότητες στη θερμότητα και τον ηλεκτρισμό, ανθίσταται στο νερό, τα οξέα και τα άλατα και στις ατμοσφαιρικές διαβρώσεις και οξειδώσεις. Γιάλινα φύλλα υφάσματος με βερνίκια από σιλικόνες, ως συνδετικό υλικό, χρησιμοποιούνται για μονώσεις υψηλών θερμοκρασιών και για στερεά μονωτικά.

2.16 Βακελίτης.

Ο βακελίτης είναι συνθετική πλαστική ύλη (τεχνητή ρητίνη) και παρουσιάζεται συνήθως σε δύο μορφές. Η μία μορφή του βακελίτη μαλακώνει και τήκεται σε ορισμένη θερμοκρασία, ενώ η άλλη είναι ανθεκτική στη θερμότητα.

Ιδιότητες: Έχει χρώμα ανοικτό χρυσοκίτρινο και είναι σκληρό και άκαυστο υλικό. Παρουσιάζει μεγάλη ηλεκτρική αντίσταση και αποτελεί άριστο μονωτικό υλικό. Καίγεται στους 250°C και γι᾽ αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πυρίμαχο υλικό στις περιπτώσεις υπερφορτίσεως ή βραχυκυκλωμάτων. Έτσι αποφεύγεται ο κίνδυνος πυρκαγιάς από βραχυκυκλώματα.

Ο βακελίτης μπορεί να χρωματισθεί, όταν είναι ακόμη σε ρευστή κατάσταση, και να λάβει διάφορα ανοικτά χρώματα.

Χρήση: Ο βακελίτης χρησιμοποιείται για θερμικές και ηλεκτρικές μονώσεις, για την κατασκευή διαφόρων οικιακών αντικειμένων (βάσεων κονδυλοφόρων και μολυβιών, χειρολαβών ομπρελών και μπαστουνιών, κατασκευή κουμπιών κλπ.), για την παρασκευή ειδικών μονωτικών βερνικιών κ.ά. Σήμερα ο βακελίτης αντικατέστησε στα στηρίγματα των ηλεκτρικών συσκευών το μάρμαρο, το ξύλο και το σχιστόλιθο. Ορισμένα είδη βακελίτη χρησιμοποιούνται για την παρασκευή βερνικιών, με τα οποία εμποτίζονται διάφορες ύλες για να προστατεύονται από τη διάβρωση.

2.17 Μονωτικά βερνίκια.

Τα μονωτικά βερνίκια χωρίζονται σε δύο γενικές κατηγορίες:

α) Βερνίκια προερχόμενα από ορυκτή άσφαλτο σε διάλυμα πετρελαίου και

β) βερνίκια προερχόμενα από ξηραινόμενα λάδια, λιναρόσπορο, κινέζικο ξύλο, φλοιούς καρυδιών και σπορέλαια ανάμικτα με

ρητίνες από φυσικές ή συνθετικές ουσίες αραιωμένες με προϊόντα πετρελαίου ή με άλλο διαλύτη.

Τα λιπαρά βερνίκια, ανάλογα με την ξηραντική τους ικανότητα και την πρώτη τους ύλη διακρίνονται σε βερνίκια ***ξηραινόμενα στον αέρα*** και ***ξηραινόμενα σε ξηραντήρια*** (φούρνο). Για να εξασφαλισθεί καλή μόνωση πρέπει ο διαλύτης των βερνικιών να εξατμίζεται τελείως κατά τη διάρκεια χρησιμοποιήσεως του βερνικού.

Το χρώμα των βερνικιών είναι κίτρινο ή μαύρο.

Τα βερνίκια χρησιμοποιούνται στην ηλεκτροτεχνία για την επικάλυψη με πινέλο ή με εμβάπτιση των συρμάτων περιελίξεων, πηνίων κλπ., για να προλαμβάνουν τα εσωτερικά βραχυκυκλώματα και να εξασφαλίζουν συνοχή μεταξύ των αγωγών μέσα στις οδοντώσεις και για να τα συγκρατούν κολλημένα, ώστε να μη κινούνται μέσα στις οδοντώσεις του τυμπάνου.

2.18 Φίμπερ.

Μεγάλο ποσοστό του φίμπερ προέρχεται από συνθετικές και ημισυνθετικές ουσίες. Για την παρασκευή του λαμβάνονται ίνες λιναριού, αμίαντου ή γιαλιού και άλλων υλικών και εμποτίζονται με μονωτικά βερνίκια, που περιέχουν βακελίτη. Κατόπιν, αφού αφαιρεθεί το διαλυτικό υγρό, ξηραίνονται και συμπιέζονται εν θερμώ σε θερμοκρασία 190°-220°C και σε πίεση 500-1500 ατμοσφαιρών σε υδραυλικά πιεστήρια.

Ιδιότητες: Το φίμπερ είναι σκληρή ρητινώδης ουσία και στη συνήθη θερμοκρασία μπορεί να χρωματισθεί σε διάφορα χρώματα. Είναι εξαιρετικό μονωτικό και δεν προσβάλλεται από τα οξέα ή τις διαλυτικές ουσίες. Το οργανικής προελεύσεως φίμπερ δεν απορροφά την υγρασία, όσο το φίμπερ φυτικής προελεύσεως. Έχει διηλεκτρική σταθερά 5.

Χρήση: Χρησιμοποιείται ως μονωτικό στις ηλεκτρικές εφαρμογές.

2.19 Σιλικόνες.

Οι σιλικόνες είναι πλαστικές ύλες που προέρχονται από τις ενώσεις της σίλικας (πυριτίου).

Το βερνίκι της σιλικόνης είναι μονωτικό υλικό, όπως το γιαλί, κατασκευασμένο από ρητίνη (ρετσίνι) της οικογένειας του διοξειδίου του πυριτίου (silica), το οποίο συναντάται ελεύθερο στη φύση.

Ιδιότητες: Οι σιλικόνες αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες μέχρι 250°C και στην υγρασία, συναντώνται δε σε στερεά και υγρή μορφή. Οι υγρές σιλικόνες είναι περισσότερο συμπιεστές και έχουν χαμη-

λότερο ιξώδες από τα περισσότερα υγρά. Έχουν μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας 150°-250°C, τάση εφελκυσμού 1960-2100 kg/cm^2, διηλεκτρική σταθερά ε = 2,75, πολύ μεγάλη διηλεκτρική αντοχή και ειδικό βάρος 0,96-0,97 και συγκαταλέγονται στα καλύτερα μονωτικά υλικά.

Χρήση: Χρησιμοποιούνται στα τυλίγματα τυμπάνων και στατών για την καλύτερη μόνωσή τους κατά της υγρασίας και για να αντέχουν σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Από δοκιμές που έγιναν σε ηλεκτρικές μηχανές, οι οποίες είχαν τυλίγματα μονωμένα με σιλικόνες, έχει παρατηρηθεί ότι, αν και λειτουργούσαν αρκετό χρόνο με υπέρθερμους αγωγούς ώσπου να ερυθροπυρωθούν, η μόνωσή τους δεν είχε καταστραφεί.

2.20 Αγωγοί των τυλιγμάτων.

Τα τυλίγματα των μηχανών συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος τυλίγονται είτε με μονωμένο σύρμα κυκλικής ή ορθογωνικής διατομής είτε με γυμνή ορθογωνική μπάρα από χαλκό.

Το στρογγυλό σύρμα χρησιμοποιείται συνήθως στις μικρότερες μηχανές. Με το ορθογωνικό σύρμα επιτυγχάνεται καλύτερος συντελεστής εκμεταλλεύσεως χώρου και κατασκευάζεται τύλιγμα μηχανικά ισχυρότερο.

Τα ***μεγέθη*** των συρμάτων περιελίξεων χαρακτηρίζονται:

1) Κατά το ευρωπαϊκό σύστημα, από τη διάμετρο του σύρματος σε δέκατα του χιλιοστού, π.χ. 12/10 = 1,2 mm.
2) Κατά το αμερικανικό σύστημα A.W.G. (American Wire Gage) από αριθμούς, οι οποίοι μεταβάλλονται αντίστροφα προς το μέγεθος του σύρματος, δηλαδή ο μεγάλος αριθμός δείχνει σύρμα μικρού μεγέθους.

Ο πίνακας 2.20.1 περιέχει τα στοιχεία των χαλκίνων συρμάτων περιελίξεως.

α) ***Είδη μονώσεων αγωγών περιελίξεων.*** Η μόνωση του σύρματος περιελίξεων αποτελείται από ένα στρώμα βερνικού εμαγιέ και επιπλέον από ***απλό βαμβακερό περίβλημα*** για τις μικρές μηχανές και ***διπλό βαμβακερό περίβλημα*** για τις μεγαλύτερες μηχανές. Οι μπάρες τυλίγονται με βαμβακερή ταινία πάχους 0,125 έως 0,175 mm. Η μόνωση με ***απλή μεταξωτή ταινία*** ή ***σμαλτωμένη μεταξωτή ταινία*** χρησιμοποιείται στις μικρές μηχανές και σε σύρματα διαμέτρου μέχρι $^{15}/_{10}$ του mm, όπως φαίνεται και από τον πίνακα 2.20.1. Αυτό γίνεται επειδή το μετάξι είναι ακριβό αλλά και για οικονομία χώρου.

β) ***Επιτρεπόμενη ένταση αγωγού,*** όπως γνωρίζομε, είναι το μεγαλύτερο ρεύμα, που είναι δυνατό να διαρρέει συνεχώς τον

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.20.1

Στοιχεία χαλκίνων συρμάτων περιελίξεων

Διάμετρος χαλκού σε mm	Διατομή χαλκού σε mm^2	Μέγιστη ένταση ρεύματος σε A		Αντίσταση 100 m σε Ωμ	Βάρος 1000 m σε g	Εμαγιέ	Αριθμός σπειρών ανά cm μήκους		Εμαγιέ	Αριθμός σπειρών ανά cm^2		Πλησιέστερη αντιστοιχία	
		μέχρι 50 W	άνω των 50 W				Βαμβακερό	Μεταξωτό		Βαμβακερό	Μεταξωτό	Αγγλ. S.W.G.	Αμερ. A.W.G.
0,05	0,002	0,003	0,005	9000	19	150	–	83	15000	–	4400	47	44
0,08	0,005	0,008	0,012	3500	48	105	–	66	7000	–	2800	44	40
0,10	0,008	0,012	0,020	2200	74	85	38	58	4800	1000	2250	42	38
0,13	0,013	0,020	0,032	1300	120	65	34	50	2800	800	1650	39	36
0,15	0,018	0,027	0,045	1000	165	55	32	45	2250	720	1400	38	34
0,20	0,031	0,047	0,077	560	290	45	27	37	1400	540	950	35	32
0,25	0,049	0,071	0,120	360	460	36	24	31	900	430	690	33	30
0,30	0,071	0,105	0,175	250	645	30,5	21,5	27	665	350	520	30	28
0,35	0,096	0,145	0,240	180	890	26	18	23,5	500	250	420	28	27
0,40	0,126	0,188	0,310	140	1160	23	16,5	21	390	210	330	27	26
0,45	0,159	0,240	0,400	110	1480	20	15	19	315	180	280	26	25
0,50	0,196	0,294	0,490	89	1830	18,5	14	17	252	160	230	25	24
0,60	0,283	0,425	0,708	63	2630	16	12	14,5	180	116	170	23	22
0,65	0,332	0,500	0,815	52	3000	14,5	11,5	13,5	160	106	150	22	21
0,70	0,385	0,575	0,960	46	3430	13,5	10,5	13	140	96	128	22	21
0,75	0,442	0,665	1,100	40	3950	12,5	10	12	120	85	114	21	20
0,80	0,503	0,795	1,325	35	4480	12	9,5	11,5	110	80	104	21	20
0,85	0,567	0,850	1,420	31	5070	11	9,3	10,5	100	73	94	20	19
0,90	0,639	0,950	1,585	28	5660	10,5	9	10	90	65	86	20	19
0,95	0,709	1,050	1,750	25	6340	10	8,5	9,5	83	59	78	19	18
1,00	0,785	1,180	1,960	23	7000	9	8	9	75	53	70	19	18
1,10	0,950	1,425	2,365	19	8460	9	7,5	8,5	61	44	57	18	17
1,20	1,131	1,700	2,840	15	10070	8	7	7,7	52	38	44	18	17
1,30	1,327	1,990	3,310	13	11810	7,3	6,5	7,2	43	32	39	17	16
1,40	1,539	2,305	3,850	11	13700	6,8	6,1	6,7	37	27	32	17	15
1,50	1,767	2,650	4,400	10	15730	6,4	5,7	6,3	31	23	27	16	15
1,60	2,011	3,020	5,025	9	17900	6	5,3	–	26	15	–	16	14
1,70	2,270	3,400	5,650	8	20200	5,6	5	–	20	13	–	16	14

αγωγό, χωρίς να κινδυνεύσει να καταστραφεί η μόνωση του αγωγού. Η επιτρεπόμενη ένταση εξαρτάται από τη θερμοκρασία, στην οποία αντέχει η μόνωσή του. Επομένως ένας αγωγός με μόνωση που αντέχει σε υψηλή θερμοκρασία, θα έχει και μεγάλη επιτρεπόμενη ένταση.

Πάντως καλό είναι κατά την αντικατάσταση της περιελίξεως ενός κινητήρα να εκλέγομε το ίδιο είδος μονώσεως σύρματος με το παλιό, εκτός αν περιτυλίξομε νέο τύλιγμα για άλλη τάση λειτουργίας, που να διαφέρει σημαντικά από την πρώτη.

γ) ***Συντελεστής θερμοκρασίας*** λέγεται ο αριθμός που δείχνει πόσο αυξάνει αντίσταση 1 ωμ, όταν η θερμοκρασία της αυξηθεί κατά 1°C, γιατί είναι γνωστό ότι η αντίσταση ενός αγωγού αυξάνει με τη θερμοκρασία. Ο συντελεστής θερμοκρασίας των υλικών είναι θετικός αριθμός. Εξαιρούνται ο άνθρακας, το γιαλί, οι ηλεκτρολύτες και τα μονωτικά υλικά, στα οποία είναι αρνητικός. Ο πίνακας 2.20.2 περιέχει την ειδική αντίσταση και το συντελεστή θερμοκρασίας των αγωγών που χρησιμοποιούνται στις ηλεκτρικές μηχανές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.20.2

Ειδική αντίσταση και συντελεστής θερμοκρασίας αγωγών

Είδος αγωγού	Ειδική αντίσταση σε 0°C	Συντελεστής θερμοκρασίας
Άργυρος	0,015	0,004
Χαλκός (σκληρός)	0,016-0,018	0,0043
Χαλκός (μαλακός)	0,0175	0,0040
Αλουμίνιο	0,027	0,0037
Μπρούντζος	0,055	0,025

Ο τύπος (2) δίνει την αντίσταση αγωγού στους Θ°C, όταν γνωρίζομε την αντίσταση του R_o στους O°C και το συντελεστή θερμοκρασίας του α:

$$R_\theta = R_o (1 + \alpha\Theta) \qquad (2)$$

Ο τύπος (3) δίνει την αντίσταση αγωγού στους Θ°C, όταν γνωρίζομε την αντίσταση του R_t στους t°C και το συντελεστή θερμοκρασίας του α:

$$R_e = R_t \frac{(1 + \alpha\Theta)}{(1 + \alpha t)}$$

Παράδειγμα.

Η αντίσταση του τυλίγματος τυμπάνου κινητήρα είναι Ω στους 20°C. Να βρεθεί η αντίστασή του κατά την ώρα της κανονικής λειτουργίας, όταν η θερμοκρασία του φθάσει τους 70°C.

Λύση: $$R_\theta = R_t \frac{(1+\alpha\Theta)}{(1+\alpha t)} = 2 \frac{(1+0{,}004\times 70)}{(1+0{,}004\times 20)} = 2{,}37\ \Omega$$

Βλέπομε ότι παρουσιάζεται αισθητή αύξηση της αντιστάσεως λόγω θερμοκρασίας.

2.21 Ασκήσεις.

1) Η αντίσταση του τυλίγματος ενός Μ/Τ είναι 0,4 Ω σε θερμοκρασία δωματίου 20°C. Όταν ο Μ/Τ φτάσει στη μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας του, η αντίστασή του γίνεται 0,46 Ω. Να υπολογισθεί η αύξηση της θερμοκρασίας του.

(Απάντηση: $\Theta - t = 37.50°C$)

2) Η αντίσταση ηλεκτρικού κινητήρα είναι 4 Ω στη θερμοκρασία της κανονικής λειτουργίας του 60°C. Ποια θα είναι η αντίσταση του τυλίγματός του στους 0°C, όταν οι αγωγοί του είναι από χαλκό; ***(Απάντηση:*** $R_o = 3{,}21\ \Omega$)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΙΣ ΤΩΝ ΠΟΛΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ Σ.Ρ.

3.1 Εισαγωγή.

Για να παραχθεί ηλεκτρεγερτική δύναμη από γεννήτρια, πρέπει να υπάρχουν τρία βασικά στοιχεία.

Η ***μαγνητική ροή,*** το ***τύλιγμα*** και η ***σχετική κίνηση*** μεταξύ του τυλίγματος και των πόλων της μηχανής. Στις γεννήτριες Σ.Ρ. περιστρέφεται το τύμπανο, που φέρει το τύλιγμα στερεωμένο επάνω σ' αυτό, ενώ οι πόλοι, που δημιουργούν το μαγνητικό πεδίο, είναι σταθεροί. Στις γεννήτριες Ε.Ρ. περιστρέφονται οι πόλοι, ενώ το τύλιγμα παραμένει σταθερό.

Οι πυρήνες του τυμπάνου και των μαγνητικών πόλων κατασκευάζονται από πολλά λεπτά μαγνητικά ελάσματα, για να μη θερμαίνονται από τα δινορρεύματα Φουκώ, τα οποία αναπτύσσονται και κυκλοφορούν μέσα στους πυρήνες, καθώς και από τα φαινόμενα μαγνητικής υστερήσεως.

3.2 Περιελίξεις των πόλων.

Οι περιελίξεις των πόλων συνήθως τυλίγονται πρώτα σε ξύλινα καλούπια που έχουν τις ίδιες διαστάσεις με τους πυρήνες των πόλων, επάνω στους οποίους τελικά θα τοποθετηθούν. Αφού τυλιχθούν τα πηνία στα καλούπια τους, αφαιρούνται με μεγάλη προσοχή, βυθίζονται σε λεκάνη με μονωτικό βερνίκι και κατόπιν ψήνονται σε κλίβανο (φούρνο) με κανονική θερμοκρασία. Έτσι τα πηνία αποκτούν μεγάλη μηχανική και ηλεκτρική αντοχή. Στη συνέχεια τα πηνία τοποθετούνται στους πυρήνες των πραγματικών πόλων και συνδέονται έτσι, ώστε τα ρεύματα στα διάφορα πηνία των πόλων να ρέουν κατά τις κανονικές τους διευθύνσεις, για να αναπτυχθούν οι κατάλληλες πολικότητες σε διάφορους πόλους.

Επιπλέον, είναι δυνατόν τα πηνία να συνδεθούν σε σειρά και παράλληλα. Πάντως εκείνο το οποίο πρέπει να θυμόμαστε είναι ότι,

αν εφαρμόσομε τον κανόνα της δεξιάς χειρός σε κάθε πηνίο πόλου, η μαγνητική πολικότητα πρέπει πάντοτε να είναι εναλλακτική μεταξύ δύο γειτονικών πόλων.

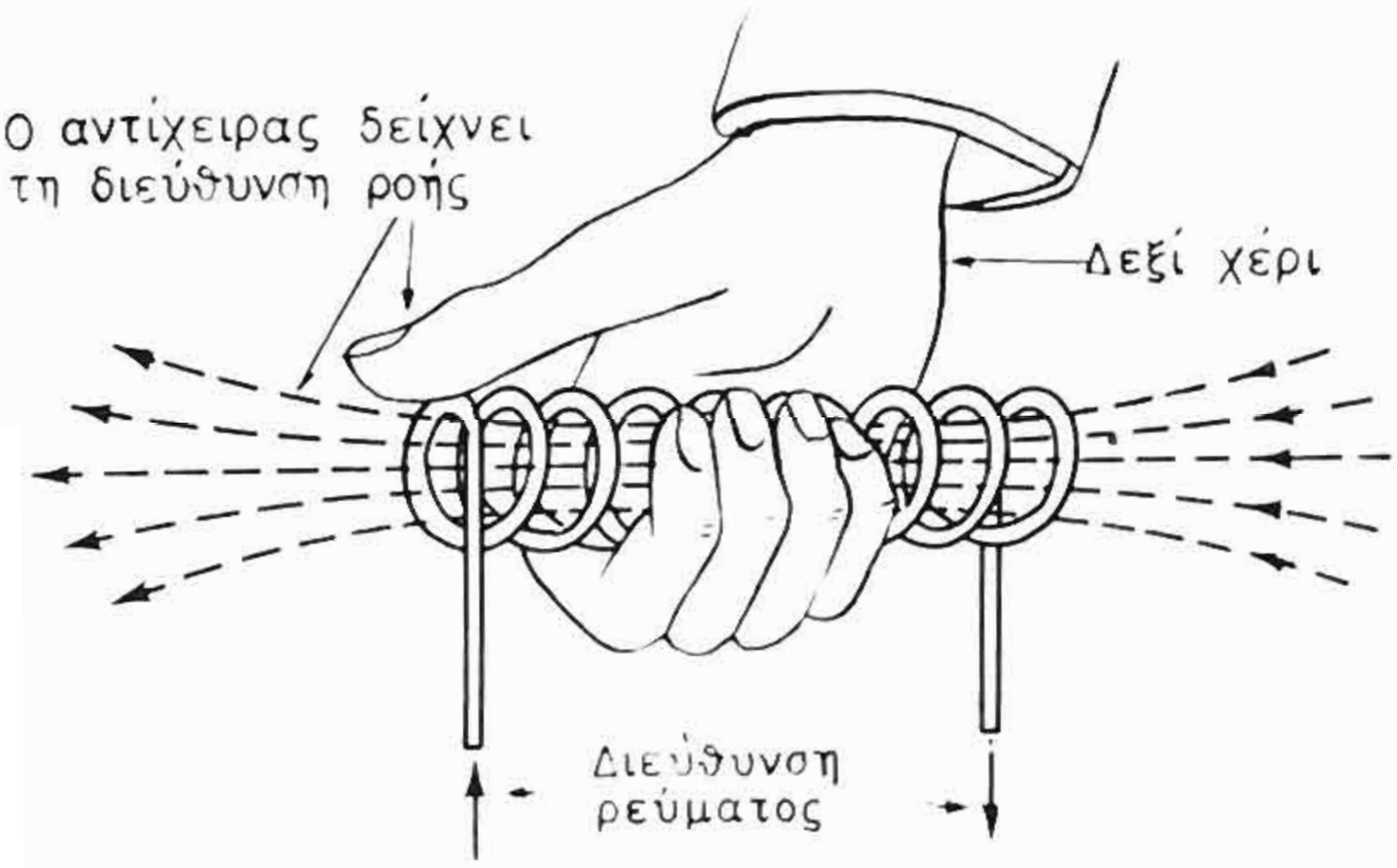
Η κατασκευή των περιελίξεων των πόλων, βάσει καλουπιών, και η στερέωση των πόλων στο ζύγωμα της μηχανής, περιγράφονται στις § 1.2(1) και 1.2(2) της Ηλεκτροτεχνίας, τόμος Β΄, του Ιδρύματος Ευγενίδου.

Οι περιελίξεις των πόλων, που ονομάζονται και ***πηνία διεγέρσεως,*** συνδέονται μεταξύ τους έτσι, ώστε να παράγουν εναλλακτικά βόρειους και νότιους πόλους, για να έχομε την κανονική διεύθυνση της ΗΕΔ στους αγωγούς του τυμπάνου. Τα πηνία διεγέρσεως των πόλων σχηματίζουν ηλεκτρομαγνήτη, ό οποίος παρέχει στη γεννήτρια απαραίτητη μαγνητική ροή. Τα πηνία διεγέρσεως των πόλων τροφοδοτούνται με ρεύμα από ξένη πηγή ή από την ίδια τη μηχανή, οπότε λέγονται ***αυτοδιεγειρόμενα.***

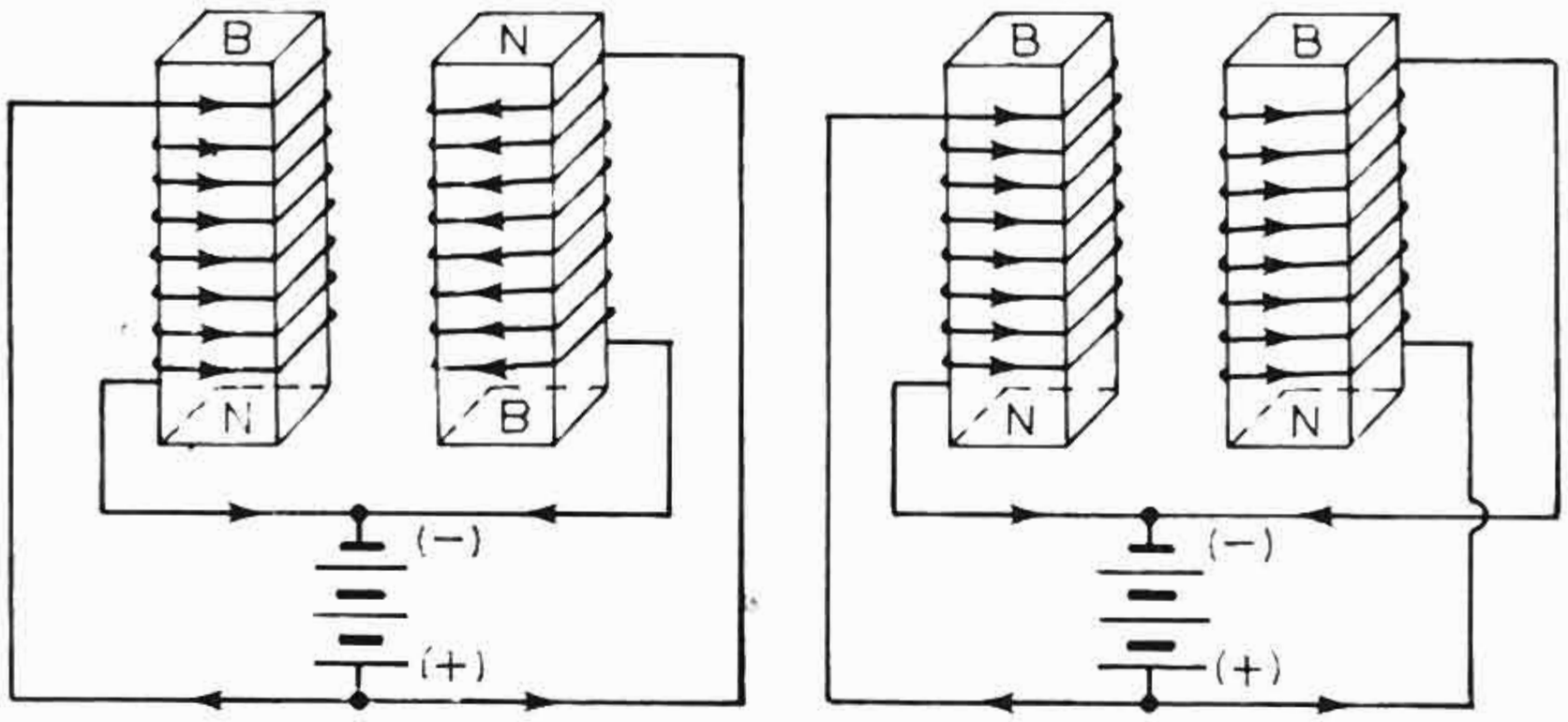
3.3 Καθορισμός της πολικότητας των πόλων.

Ο καθορισμός της πολικότητας των πόλων γεννήτριας ή κινητήρα συνεχούς ρεύματος γίνεται με την εφαρμογή ***του κανόνα της δεξιάς χειρός. Γι᾽ αυτό περιβάλλομε το πηνίο διεγέρσεως του πόλου με το δεξί μας χέρι έτσι, ώστε τα δάκτυλα της παλάμης να δείχνουν τη διεύθυνση, προς την οποία κινείται το ρεύμα μέσα στο πηνίο. Ο αντίχειρας τότε θα δείχνει το βόρειο πόλο*** (σχ. 3.3α).

Το σχήμα 3.3β(α) δείχνει τον τρόπο συνδέσεως δύο πηνίων, ώστε να σχηματισθούν δύο εναλλάξιμοι πόλοι, βόρειος και νότιος. Στο σχήμα 3.3β(β) τα ίδια πηνία συνδέονται με αντιμετάθεση των άκρων



Σχ. 3.3α.
Μέθοδος καθορισμού της πολικότητας πηνίου.

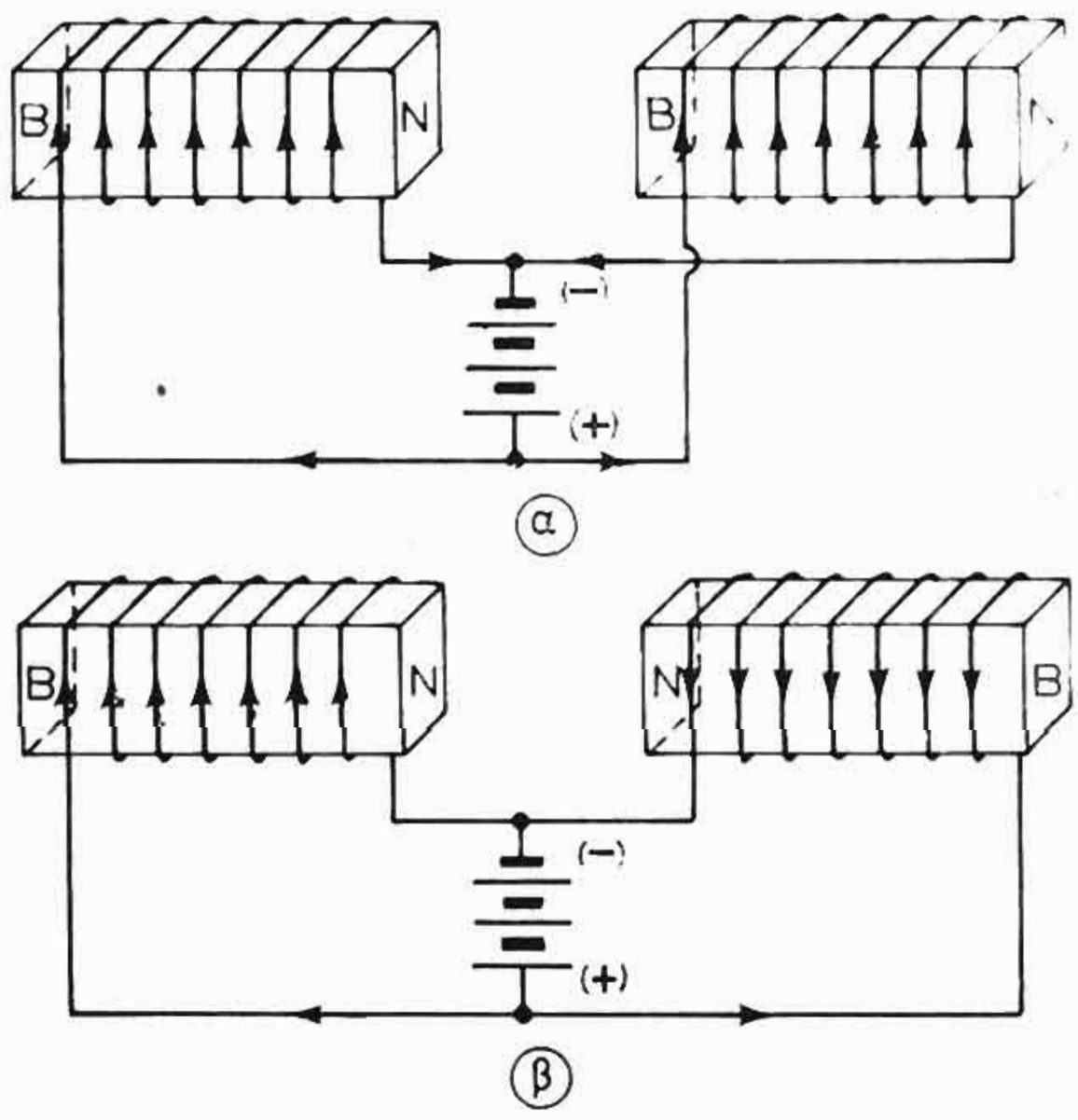


Σχ. 3.3β.
Μέθοδος συνδέσεως δυο πηνίων για να δοθεί ορισμένη πολικότητα στους πόλους.

του δεξιού πηνίου, οπότε η πολικότητά του αντιστρέφεται.

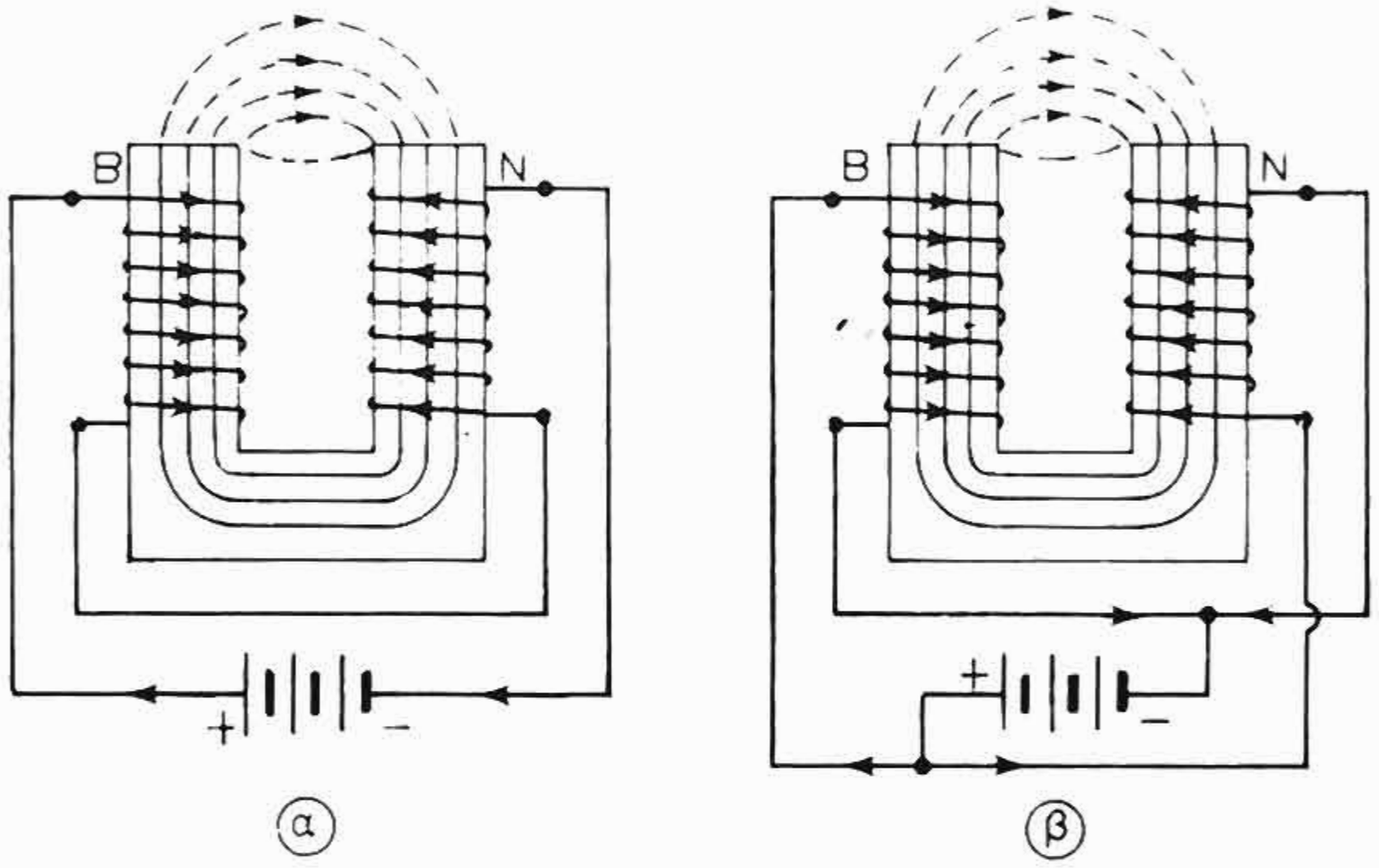
Το σχήμα 3.3γ(α) δείχνει τον τρόπο συνδεσμολογίας δύο πηνίων για το σχηματισμό δύο ηλεκτρομαγνητών ορισμένης πολιτικότητας. Εάν αντιμεταθέσομε τη συνδεσμολογία των αγωγών του δεξιού πηνίου, θα αντιστραφεί και η πολικότητα του πηνίου (ο βόρειος πόλος θα γίνει νότιος και ο νότιος θα γίνει βόρειος).

Σημείωση: Όπως γνωρίζομε, βόρειος πόλος μαγνήτη είναι ο πόλος, από τον οποίο εξέρχονται οι μαγνητικές γραμμές και νότιος εκείνος, από τον οποίο εισέρχονται.



Σχ. 3.3γ.
Σύνδεση δυο πηνίων κατά δυο διαφορετικούς τρόπους για να δοθεί ορισμένη πολικότητα στους πόλους.

Το σχήμα 3.3δ δείχνει δύο περιπτώσεις συνδέσεως των πηνίων πεταλοειδούς μαγνήτη, ώστε να δημιουργηθεί κλειστό μαγνητικό κύκλωμα. Στην αριστερή θέση (α) τα δύο πηνία συνδέονται σε σειρά, ενώ στη δεξιά (β) τα ίδια πηνία συνδέονται παράλληλα, χωρίς να αλλάξει η πολικότητα.



Σχ. 3.3δ.
Κύκλωμα μαγνητικών γραμμών σε πεταλοειδή μαγνήτη.
α) Σύνδεση σε σειρά. β) Σύνδεση παράλληλα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

4,1 Γενικά.

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι τρόποι περιελίξεως των τυλιγμάτων των μηχανών συνεχούς ρεύματος. Δεν υπάρχει διαφορά στην κατασκευή των επαγωγικών τυλιγμάτων των μηχανών συνεχούς ρεύματος από τα τυλίγματα των δρομέων των κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος, εκτός του ότι τα τελευταία φέρουν δακτύλιους αντί για συλλέκτη. Παρακάτω δίνονται ορισμένα κατασκευαστικά στοιχεία των τυλιγμάτων με διαγράμματα συνδεσμολογίας, για να διευκολυνθεί ο τεχνίτης περιελίξεων στην κατασκευή των τυλιγμάτων αυτών.

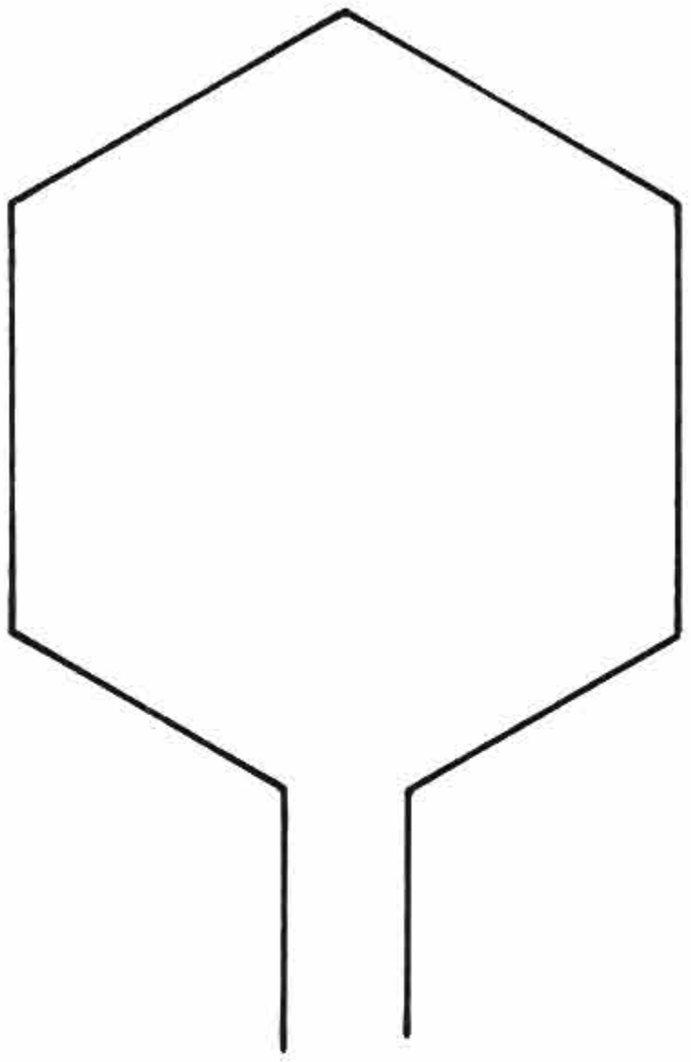
4.2 Κατηγορίες περιελίξεων.

Τα τυλίγματα των τυμπάνων κατατάσσονται σε δύο κύριες ομάδες: ***Βροχοτυλίγματα*** και ***κυματοτυλίγματα.*** Αυτά διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον τρόπο, με τον οποίο τα άκρα τους συνδέονται με τα λαμάκια του συλλέκτη. Κάθε ομάδα είναι δυνατόν να τυλιχθεί ***προοδευτικά*** ή ***αναδρομικά*** και να συνδεθεί με συνδεσμολογία ***απλού, διπλού*** ή ***τριπλού τυλίγματος.***

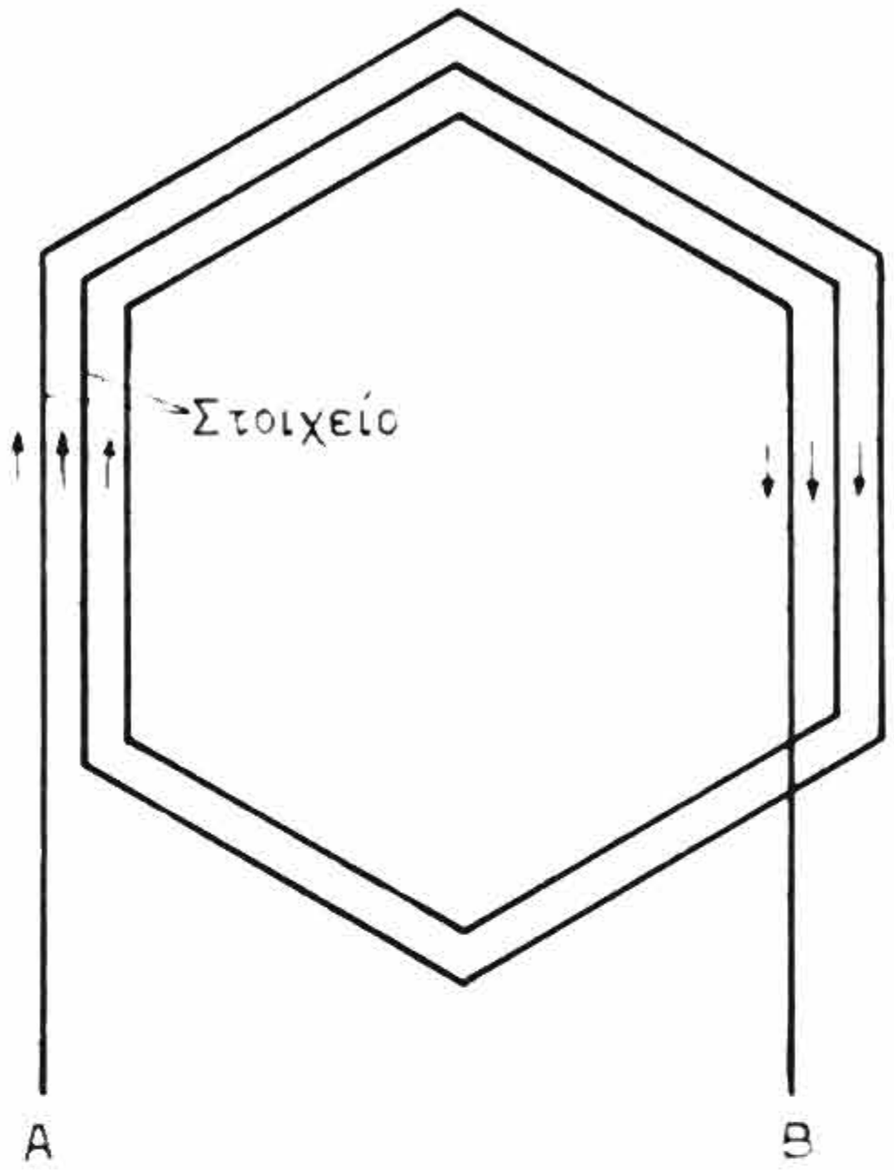
Πριν αρχίσομε την ανάπτυξη των τυλιγμάτων, θα εξηγήσομε *ορισμένα στοιχεία τους, τα οποία θα συναντάμε παρακάτω:*

Σπείρα τυλίγματος ονομάζομε δύο αγωγούς του τυλίγματος, που βρίσκεται μέσα σε δύο οδοντώσεις και συνδέονται μεταξύ τους κατά το ένα άκρο, τα δε άλλα δύο άκρα τους μένουν ελεύθερα για να συνδεθούν με άλλες σπείρες του τυλίγματος (σχ. 4.2α).

Ομάδα τυλίγματος ονομάζομε πολλές σπείρες, που έχουν τοποθετηθεί μέσα στις ίδιες οδοντώσεις και έχουν συνδεθεί σε σειρά, όπως δείχνει το σχήμα 4.2β έτσι, ώστε να μείνουν ελεύθερα δύο άκρα, τα οποία συνδέονται με τους τομείς του συλλέκτη. Έτσι οι



Σχ. 4.2α.
Σπείρα τυλίγματος.



Σχ. 4.2β.
Ομάδα τυλίγματος δυο στοιχείων.

ηλεκτρεγερτικές δυνάμεις, που δημιουργούνται μέσα στους αγωγούς, προστίθενται και, επομένως, μεταξύ των άκρων Α και Β, που συνδέονται με τους τομείς του συλλέκτη, έχομε τάση ίση προς το άθροισμά τους.

Στοιχείο ή ***ημιομάδα του τυλίγματος*** ονομάζομε κάθε πλευρά της ομάδας, που τοποθετείται σε μια οδόντωση.

α) Βροχοτυλίγματα.

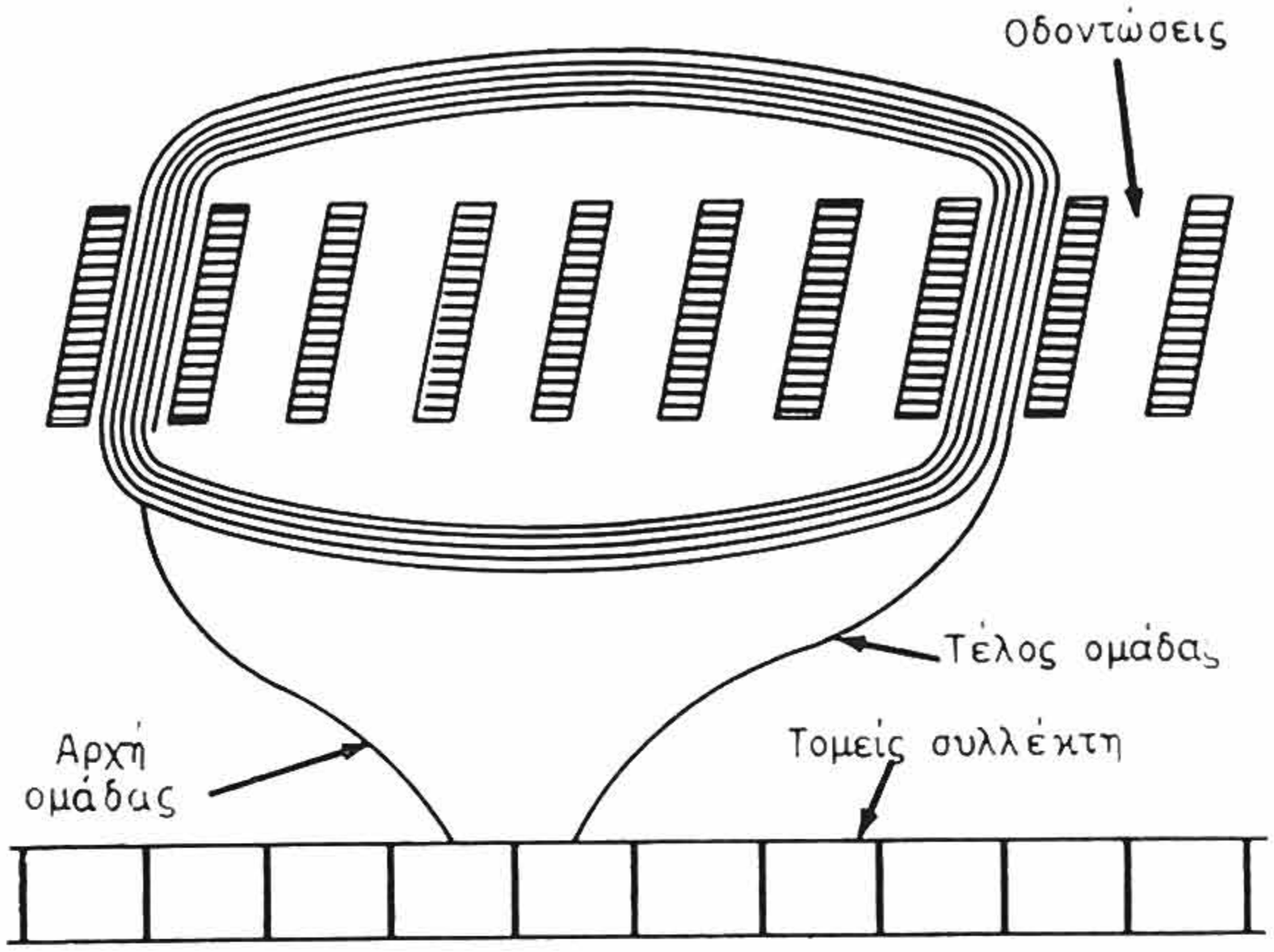
Βροχοτυλίγματα συναντούμε τριών ειδών: ***Απλά, διπλά*** και ***τριπλά.*** Κάθε είδος από αυτά μπορεί να τυλιχθεί ***προοδευτικά*** ή ***αναδρομικά.***

Στο απλό βροχοτύλιγμα η αρχή και το τέλος μιας ομάδας συνδέονται σε δύο γειτονικά λαμάκια συλλέκτη (σχ. 4.2γ).

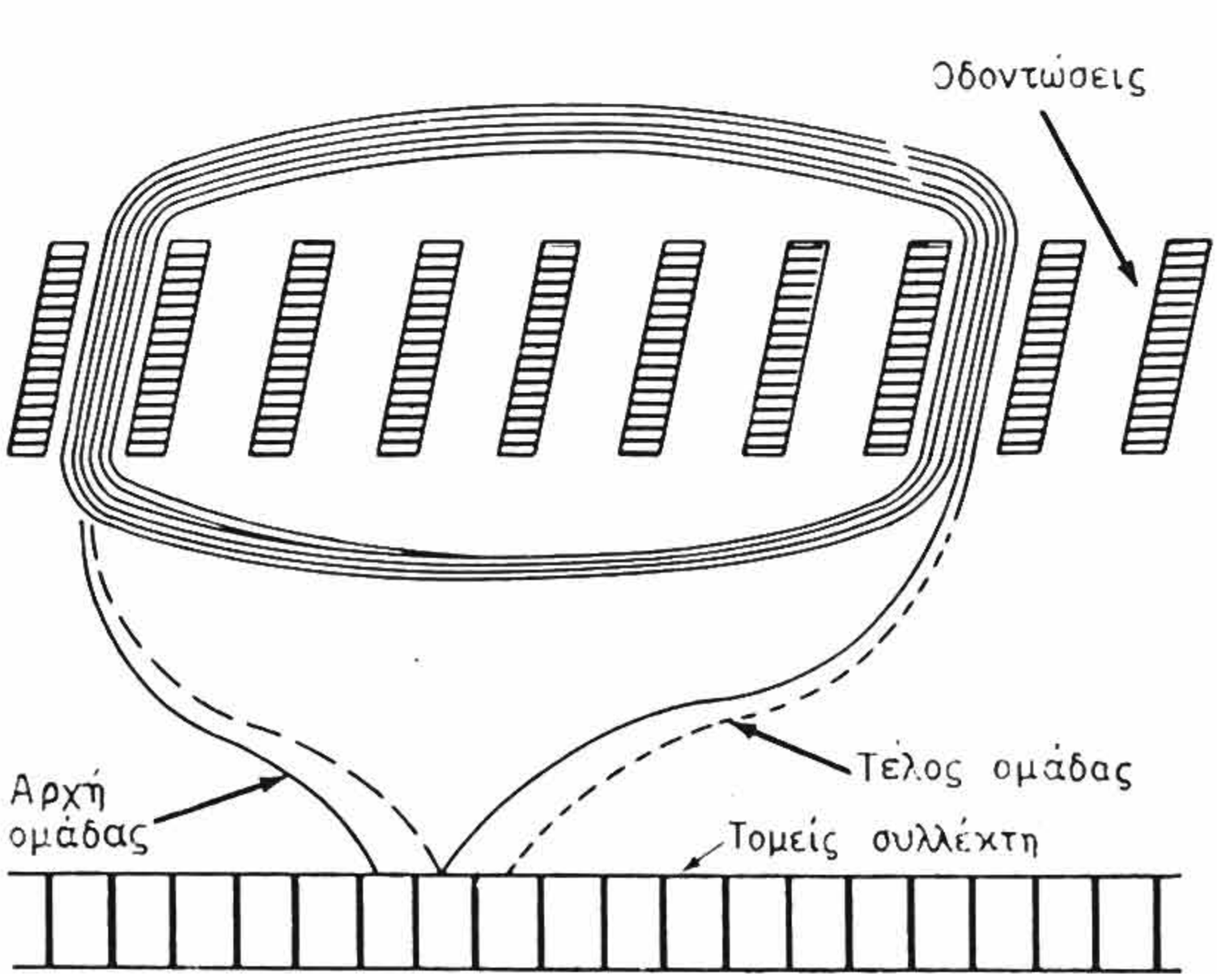
Απλό προοδευτικό βροχοτύλιγμα ονομάζομε το τύλιγμα, στο οποίο το ρεύμα, που διαρρέει μία ομάδα, καταλήγει στο πρώτο γειτονικό λαμάκι του συλλέκτη δεξιά από το λαμάκι εκκινήσεως.

Το σχήμα 4.2δ δείχνει τύλιγμα αυτού του είδους με δύο στοιχεία σε κάθε λούκι, ενώ το σχήμα 4.2ε δείχνει άλλο παρόμοιο τύλιγμα με 3 στοιχεία σε κάθε λούκι.

Απλό αναδρομικό βροχοτύλιγμα ονομάζομε το τύλιγμα, του οποίου ο τελευταίος αγωγός μιας ομάδας καταλήγει στο πρώτο γειτονικό λαμάκι αριστερά από το λαμάκι εκκινήσεως (σχ. 4.2στ). Αν μετατρέψομε τις συνδέσεις ενός τυλίγματος προοδευτικού σε συνδέσεις αναδρομικού, τότε θα αλλάξει και η φορά περιστροφής του τυμπάνου της μηχανής.

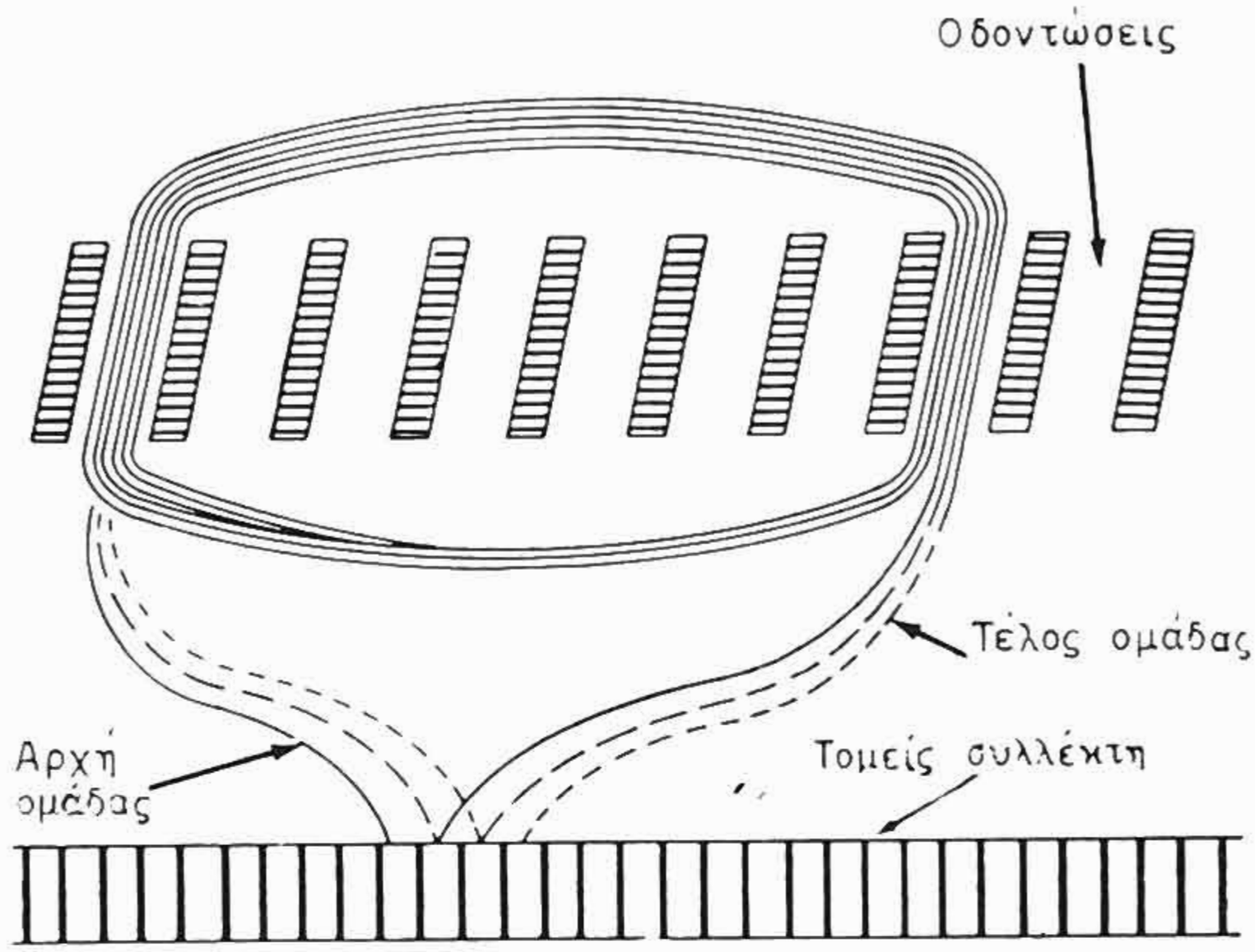


Σχ. 4.2γ.
Απλό βροχοτύλιγμα.

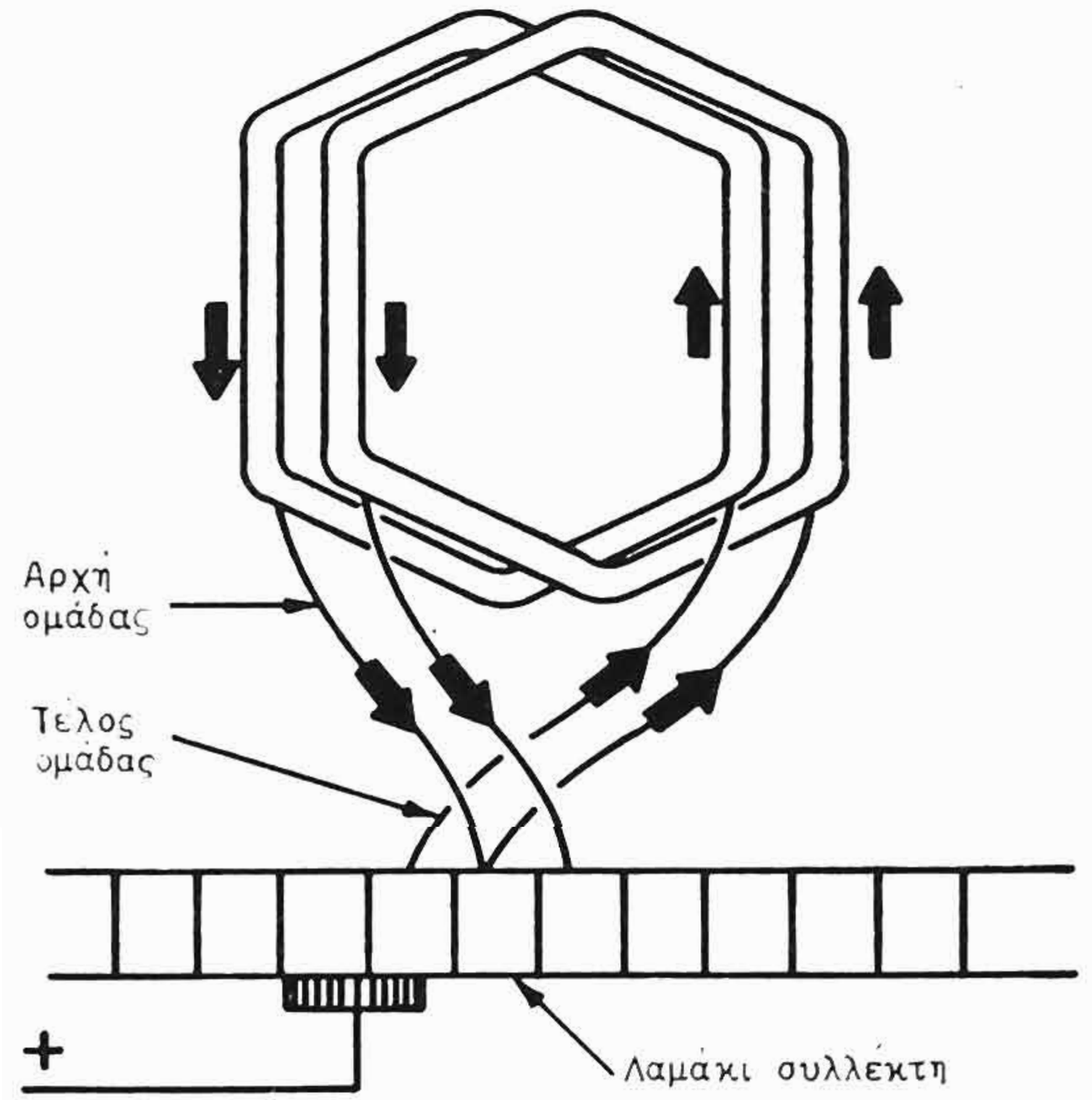


Σχ. 4.2δ.
Απλό προοδευτικό βροχοτύλιγμα με δυο στοιχεία σε κάθε λούκι.

Διπλό βροχοτύλιγμα ονομάζομε το τύλιγμα, στο οποίο τα δύο άκρα μιας ομάδας συνδέονται με δύο σημεία του συλλέκτη, που απέχουν μεταξύ τους κατά 2 λαμάκια. Ο τελευταίος αγωγός της πρώτης ομάδας και ο πρώτος αγωγός της τρίτης ομάδας συνδέονται στο ίδιο λαμάκι του συλλέκτη. (Το δεύτερο ενδιάμεσο λαμάκι



Σχ. 4.2ε.
Απλό προοδευτικό βροχοτύλιγμα με 3 στοιχεία σε κάθε λούκι.



Σχ. 4.2στ.
Απλό αναδρομικό βροχοτύλιγμα.

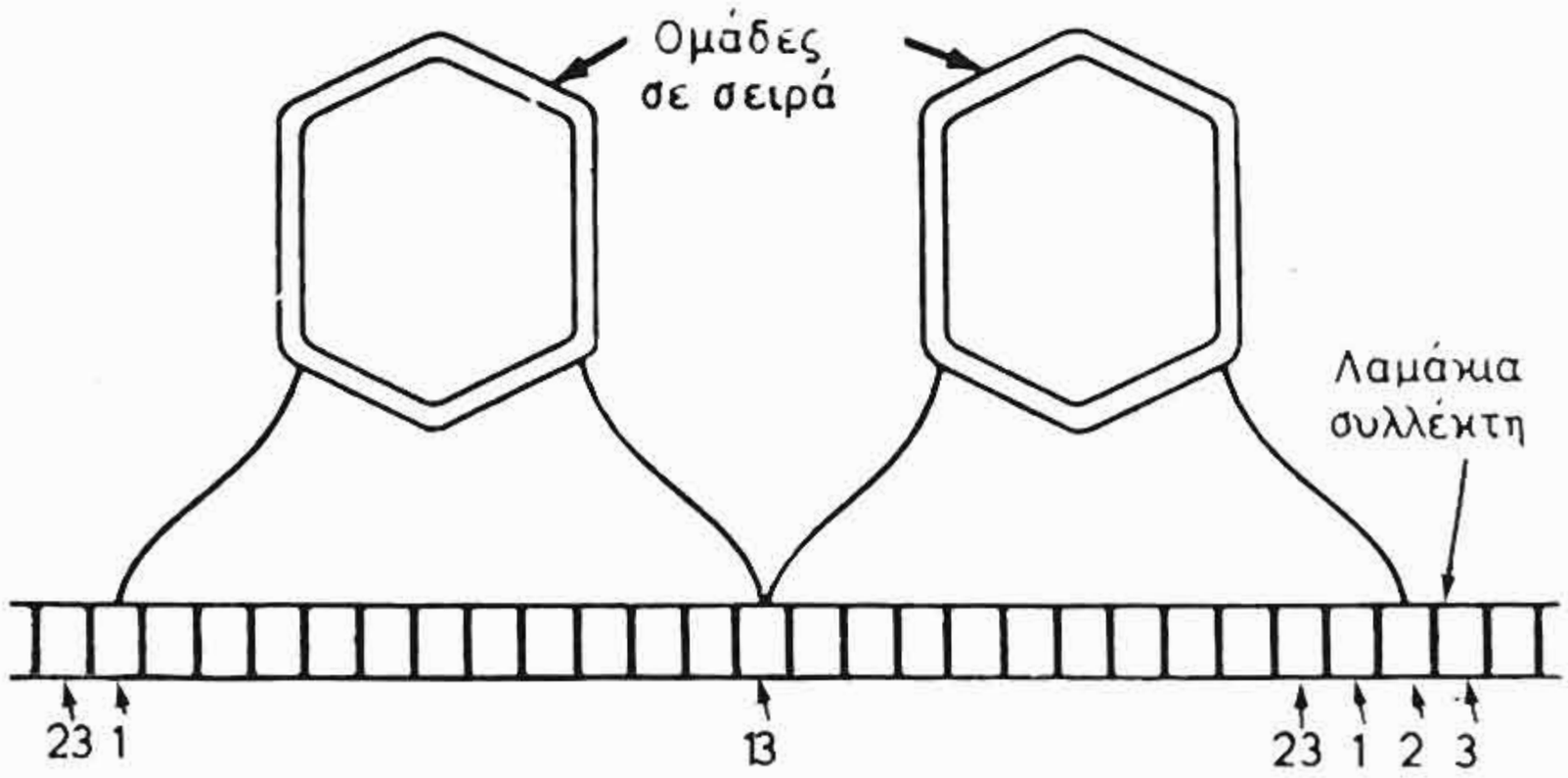
αφήνεται για τη δεύτερη ομάδα). Ο τελευταίος αγωγός της τρίτης ομάδας συνδέεται με την αρχή της πέμπτης ομάδα κλπ. (σχ. 4.7α).

Τριπλό βροχοτύλιγμα ονομάζομε το τύλιγμα, στο οποίο τα δύο άκρα μιας ομάδας συνδέονται σε δύο σημεία του συλλέκτη, που απέχουν μεταξύ τους κατά 3 λαμάκια. Ο τελευταίος αγωγός της πρώτης ομάδας και ο πρώτος αγωγός της 4ης ομάδας συνδέονται με ίδιο λαμάκι του συλλέκτη, ο τελευταίος αγωγός της 4ης ομάδας με την αρχή της 7ης ομάδας κλπ.

β) Κυματοτυλίγματα.

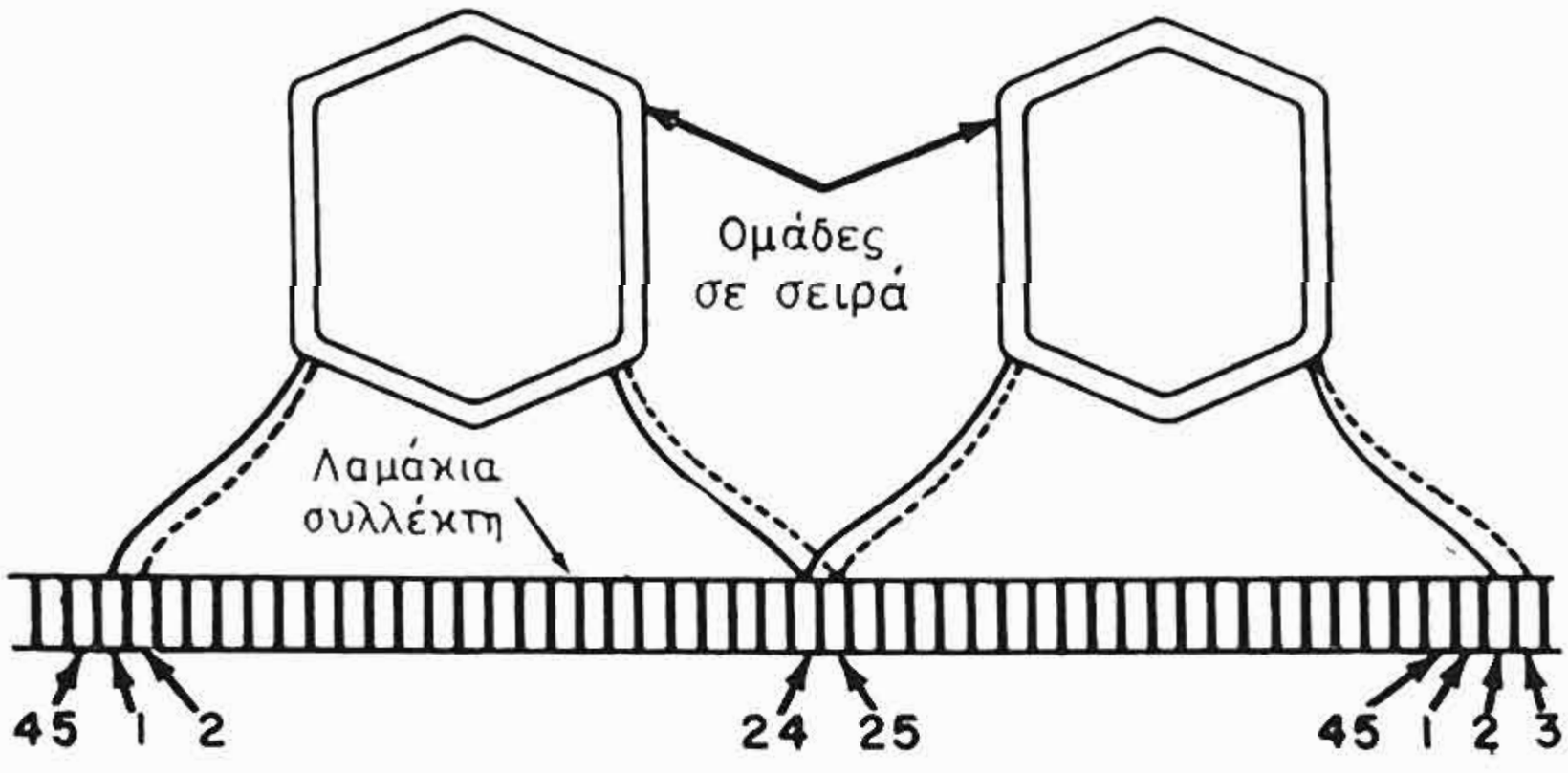
Τα κυματοτυλίγματα συναντώνται επίσης ως προοδευτικά και αναδρομικά και συνδέονται ως απλά, διπλά και τριπλά τυλίγματα.

Απλό προοδευτικό κυματοτύλιγμα ονομάζομε το τύλιγμα, στο οποίο το ρεύμα, αφού διέλθει από δύο σε σειρά ομάδες, καταλήγει στο λαμάκι, που βρίσκεται αμέσως μετά το λαμάκι εκκινήσεως. Ένα 4πολικό απλό προοδευτικό κυματοτύλιγμα, με ένα στοιχείο τοποθετημένο σε κάθε λούκι, φαίνεται στο σχήμα 4.2ζ. Άλλο τύλιγμα με 2 στοιχεία σε κάθε λούκι φαίνεται στο σχήμα 4.2η. Οι αριθμοί των



Σχ. 4.2ζ.

Απλό 4πολικό προοδευτικό κυματοτύλιγμα με ένα στοιχείο ανά οδόντωση.



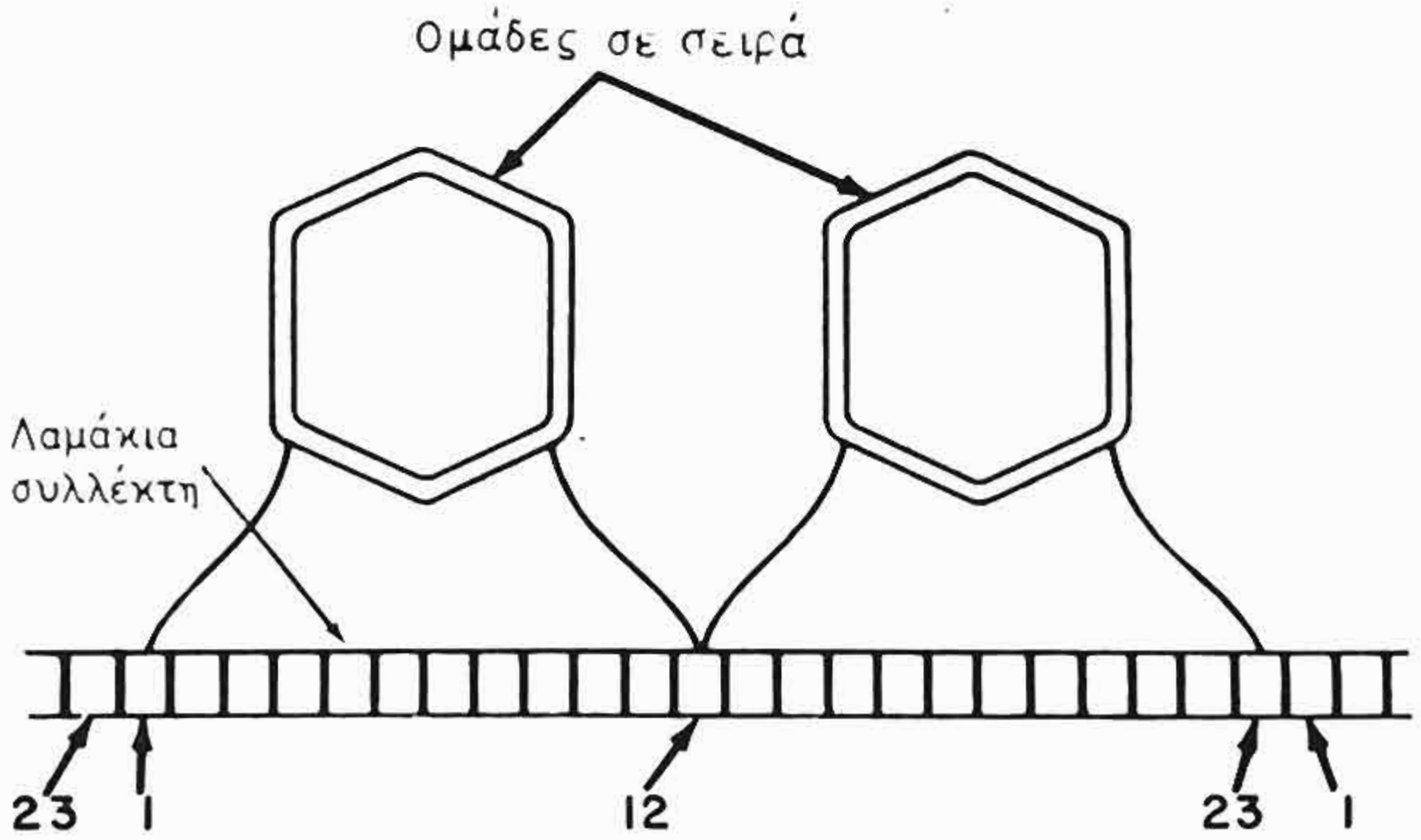
Σχ. 4.2η.

Προοδευτικό κυματοτύλιγμα με δυο στοιχεία ανά οδόντωση.

σχημάτων παριστάνουν τον αριθμό των τομέων του συλλέκτη.

Απλό αναδρομικό κυματοτύλιγμα ονομάζομε το τύλιγμα, στο οποίο το ρεύμα, αφού διέλθει από δύο σε σειρά ομάδες, καταλήγει στο λαμάκι, που βρίσκεται αμέσως πριν από το λαμάκι εκκινήσεως (σχ. 4.2θ). Οι συνδέσεις των άκρων των ομάδων στα κυματοτυλίγματα γίνονται σε αρκετή απόσταση μεταξύ τους. Σε ένα 4πολικό κινητήρα τα άκρα των ομάδων του τυλίγματος συνδέονται σε λαμάκια συλλέκτη, που απέχουν μεταξύ τους κατά το μισό του αριθμού των τομέων του συλλέκτη. Σε ένα 6πολικό κινητήρα τα άκρα των ομάδων απέχουν κατά το $^1/_3$ του αριθμού των τομέων του συλλέκτη και σε ένα 8πολικό κινητήρα κατά το $^1/_4$ του αριθμού των τομέων του συλλέκτη.

Τα αναδρομικά τυλίγματα σπάνια χρησιμοποιούνται, γιατί απαιτούν περισσότερο χαλκό.



Σχ. 4.2θ.
Απλό 4πολικό αναδρομικό κυματοτύλιγμα.

γ) Καθορισμός των βημάτων ενός τυλίγματος.

Βήμα τυλίγματος ή ***πολικό βήμα*** Ψ_p ονομάζομε τον αριθμό των οδοντώσεων, που παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο στοιχείων μιας ομάδας. Αν π.χ. τα δύο στοιχεία μιας ομάδας είναι τοποθετημένα *στις οδοντώσεις 1 και 13, το βήμα του τυλίγματος θα είναι 12 λούκια.* Όταν αποσυναρμολογηθεί (λυθεί) μία μηχανή, πρέπει απαραίτητα οι ομάδες να επανατοποθετηθούν σύμφωνα προς το αρχικό τους βήμα, για να λειτουργήσει ο συλλέκτης κανονικά, χωρίς σπινθηρισμούς, όταν συναρμολογηθεί.

Ακέραιο ή ***πλήρες βήμα.*** Αν τα δύο στοιχεία μιας ομάδας απέχουν μεταξύ τους όσο το κέντρο ενός πόλου από το κέντρο ενός γειτονικού πόλου, τότε λέμε ότι το τύλιγμα έχει ακέραιο ή πλήρες βήμα.

Κλασματικό βήμα. Αν τα δύο στοιχεία μιας ομάδας απέχουν μεταξύ τους λιγότερο από ένα ακέραιο βήμα, τότε λέμε ότι το τύλιγμα έχει κλασματικό βήμα. Το κλασματικό βήμα δεν πρέπει να είναι μικρότερο από τα 0,9 του ακέραιου βήματος. Αν το βήμα είναι πολύ μικρό, θα έχομε ουσιώδη μείωση της ΗΕΔ της μηχανής.

Σήμερα στην πράξη χρησιμοποιούνται γενικά τυλίγματα με κλασματικό βήμα, γιατί σ' αυτά παράγονται λίγοι σπινθηρισμοί και απαιτείται λιγότερος χαλκός, πράγμα που σημαίνει χαμηλότερη αντίσταση τυλίγματος τυμπάνου.

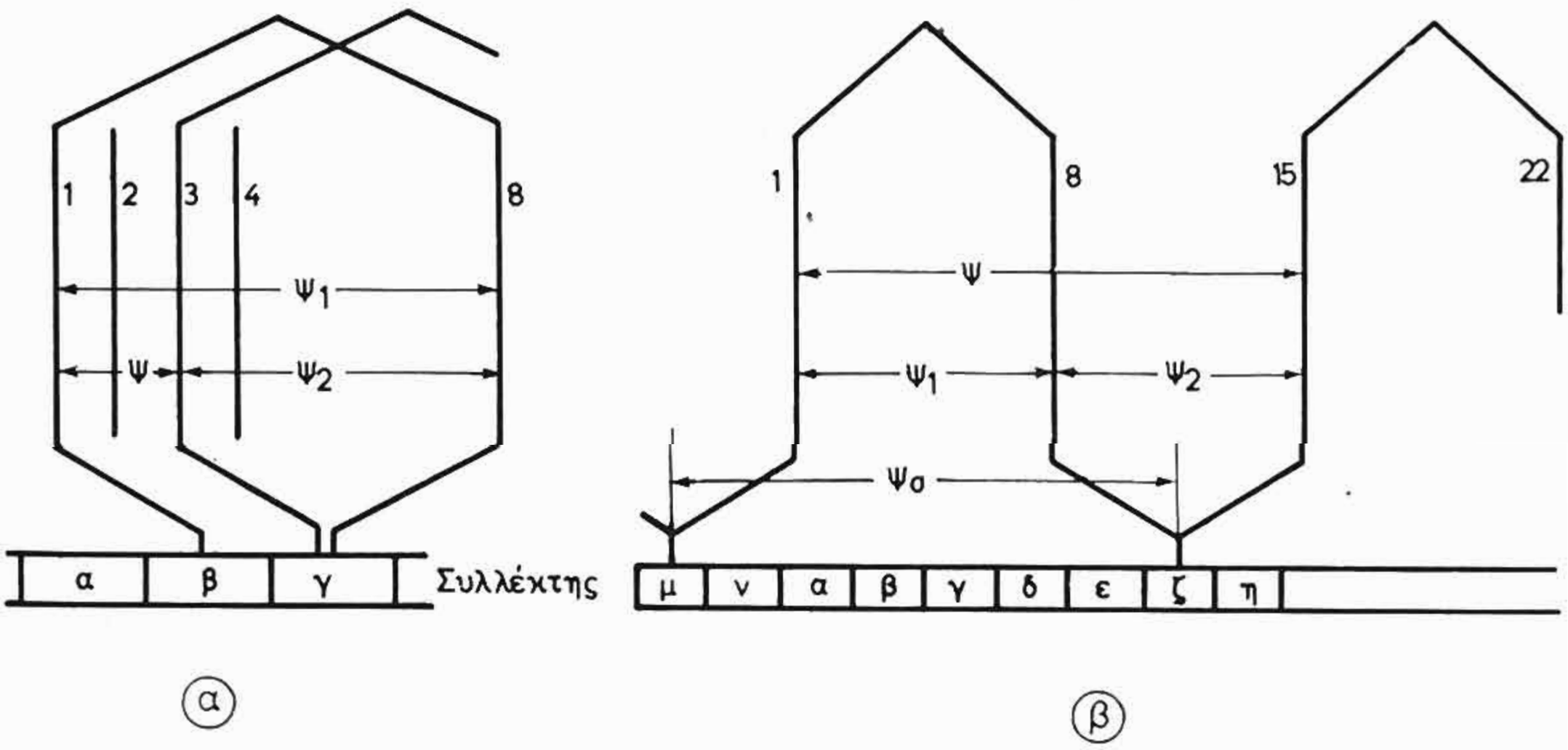
Οπίσθιο βήμα ή ***πρώτο μερικό βήμα Ψ_1 του τυλίγματος*** ονομάζομε την απόσταση μεταξύ των δύο στοιχείων μιας ομάδας, την οποία μετρούμε σε αριθμό στοιχείων και από την αντίθετη πλευρά του συλλέκτη.

Πρόσθιο βήμα ή ***δεύτερο μερικό βήμα Ψ_2 του τυλίγματος*** ονομάζομε την απόσταση μεταξύ του τελευταίου στοιχείου μιας ομάδας και του πρώτου στοιχείου της επόμενης ομάδας, την οποία μετρούμε σε αριθμό στοιχείων και από την πλευρά του συλλέκτη (σχ. 4.2ι).

Συνιστάμενο βήμα Ψ ονομάζομε το διάστημα μεταξύ του πρώτου στοιχείου μιας ομάδας και του πρώτου στοιχείου της επόμενης ομάδας (σχ. 4.2ι).

Το συνιστάμενο βήμα συνδέεται με τα μερικά βήματα με τη σχέση:

$$\Psi = \Psi_1 - \Psi_2 \text{ για βροχοτυλίγματα}$$
$$\Psi = \Psi_1 + \Psi_2 \text{ για κυματοτυλίγματα}$$



Σχ. 4.2ι.
Παράσταση βημάτων τυλίγματος.
α) Βροχοτύλιγμα. β) Κυματοτύλιγμα.

Βήμα συλλέκτη Ψ_σ ονομάζομε την απόσταση μεταξύ των δύο άκρων μιας ομάδας που τη μετρούμε σε αριθμό τομέων συλλέκτη. Π.χ. το βήμα συλλέκτη κυματοτυλίγματος είναι 24 τομείς όταν τα άκρα μιας ομάδας συνδέονται στους τομείς 1 και 25. Το βήμα συλλέκτη είναι 25 τομείς, όταν τα άκρα συνδέονται με τους τομείς 1 και 26.

Ο τύπος, που δίνει το βήμα συλλέκτη για τα κυματοτυλίγματα, είναι:

$$\text{Βήμα συλλέκτη} = \frac{\text{Αριθμός τομέων συλλέκτη} \pm 1}{\text{Αριθμός ζευγών πόλων}}$$

Π.χ. για 4πολική μηχανή, που έχει 49 τομείς συλλέκτη, το βήμα συλλέκτη θα είναι:

$$\Psi_\sigma = \frac{49 \pm 1}{2} = 24 \text{ ή } 25 \text{ τομείς συλλέκτη}$$

Όπως φαίνεται από την παραπάνω σχέση, το βήμα συλλέκτη μπορεί να λάβει μία από τις δύο τιμές. Αν χρησιμοποιήσομε το μικρότερο βήμα, το τύμπανο θα περιστρέφεται κατά τη μία διεύθυνση, ενώ αν χρησιμοποιήσομε το μεγαλύτερο βήμα, το τύμπανο θα περιστρέφεται κατά την αντίθετη διεύθυνση. Αν πρόκειται δε για γεννήτρια, θα έχομε αντιστροφή της πολικότητας της γεννήτριας.

Σε απλό βροχοτύλιγμα το βήμα συλλέκτη είναι $\Psi_\sigma = 1$, σε διπλό $\Psi_\sigma = 2$, σε τριπλό $\Psi_\sigma = 3$ κ.ο.κ.

δ) Σχέσεις μεταξύ των στοιχείων τυλίγματος.

Αν ονομάσομε με S τον αριθμό των οδοντώσεων του τυμπάνου, ρ τον αριθμό των ζευγών των πόλων, C τον αριθμό των στοιχείων σε κάθε οδόντωση

- Το πολικό βήμα θα δίνεται από τη σχέση:

$$\Psi_\rho = \frac{S}{2\,\rho} \qquad (4)$$

(προτιμούμε να λαμβάνομε το Ψ_ρ λίγο μικρότερο).

- Το οπίσθιο βήμα θα δίνεται από τη σχέση:

$$\Psi_1 = C\Psi_\rho + 1 \qquad (5)$$

- Το πρόσθιο ή δεύτερο μερικό βήμα θα είναι:

$$\Psi_2 = \Psi_1 \pm 2 \qquad (6)$$

Όταν χρησιμοποιείται η παραπάνω σχέση με το πλην (–), το

τύλιγμα γίνεται προοδευτικό και όταν χρησιμοποιείται με το (+), το τύλιγμα γίνεται αναδρομικό.

4.3 Σύνδεση των άκρων των ομάδων με το συλλέκτη.

Οι ακραίοι αγωγοί των ομάδων κάμπτονται δεξιά ή αριστερά και συνδέονται με λαμάκια συλλέκτη, τα οποία απέχουν από τον άξονα του πρώτου στοιχείου της ομάδας που ανήκουν.

Την απόσταση αυτή μεταξύ του πρώτου στοιχείου μιας ομάδας και του τομέα συλλέκτη, στον οποίο συνδέεται ο πρώτος αγωγός της ίδιας ομάδας, την ονομάζομε ***απόκλιση της αρχής του τυλίγματος*** (σχ. 4.3α) και τη μετρούμε σε αριθμό τομέων συλλέκτη. Η απόκλιση της αρχής δύσκολα μπορεί να μετρηθεί με το μάτι. Για να τη μετρήσομε χρησιμοποιούμε νήμα, το οποίο, αφού το περάσομε από το λούκι, μέσα στο οποίο βρίσκεται το πρώτο στοιχείο μιας ομάδας, το επεκτείνομε πάνω από το συλλέκτη μέχρι το κέντρο του άξονα της μηχανής. Έτσι εντοπίζομε το λαμάκι συλλέκτη, από το οποίο θα μετρήσομε την απόσταση μεταξύ του πρώτου στοιχείου μιας ομάδας και του σημείου συνδέσεώς του.

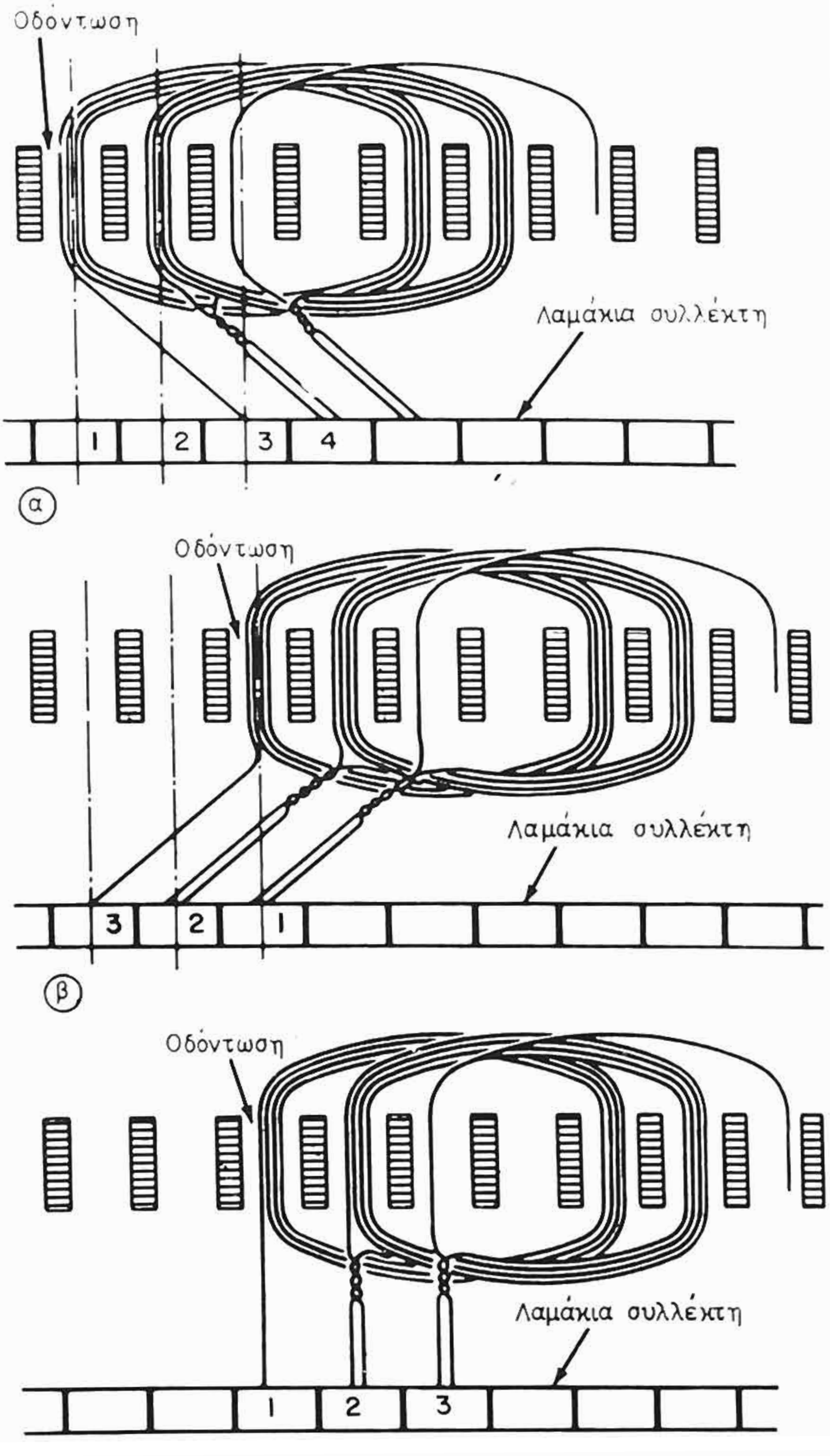
Η απόκλιση αυτή της αρχής είναι ένα πολύ σοβαρό στοιχείο για την περιέλιξη του τυλίγματος μιας μηχανής και πρέπει να μετρηθεί με ακρίβεια από τον τεχνίτη περιελικτή, για να μπορέσει να συνδέσει τα άκρα των ομάδων με τα κανονικά λαμάκια του συλλέκτη.

Για να μετρήσομε την κανονική απόκλιση της αρχής του τυλίγματος, για τύμπανα με ευθείες ή λοξές οδοντώσεις, ακολουθούμε την εξής μέθοδο:

α) Τύμπανα με ευθείες οδοντώσεις. (σχ. 4.3β).

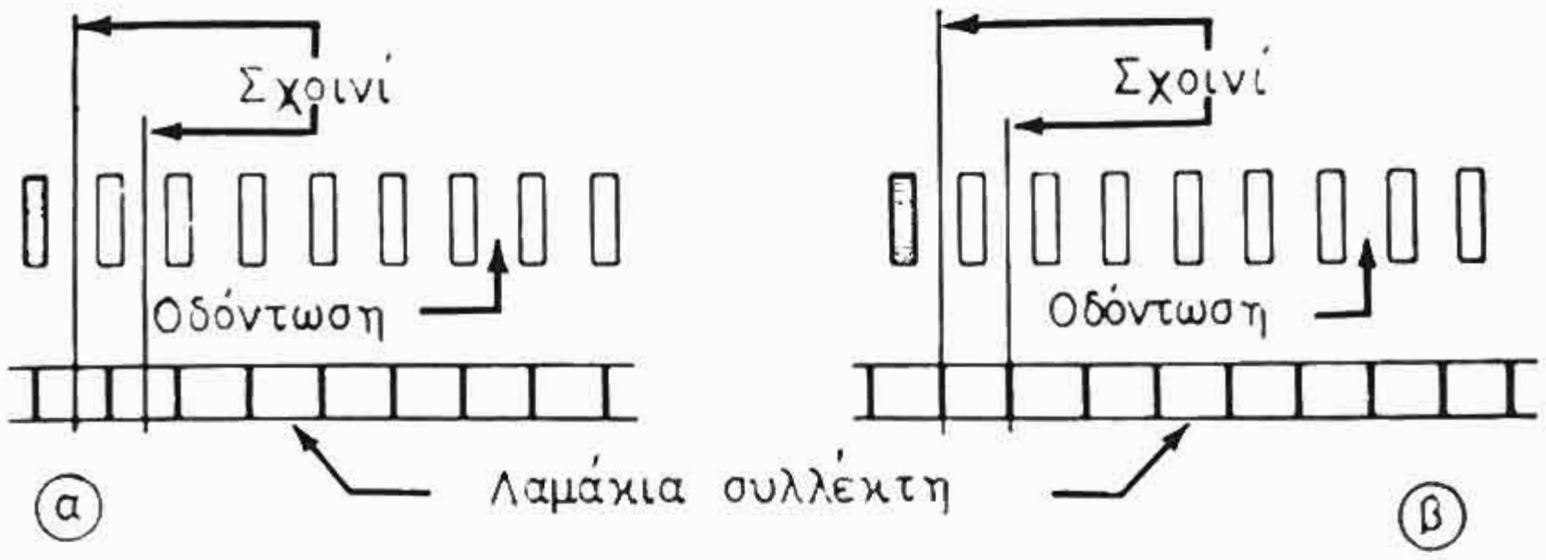
1) Τεντώνομε σχοινί επάνω από το κέντρο μιας οδοντώσεως, στην οποία βρίσκεται το πρώτο στοιχείο μιας ομάδας και το επεκτείνομε μέχρι το κέντρο του άξονα.
2) Παρατηρούμε αν το σχοινί συμπίπτει με την κεντρική γραμμή ενός τομέα συλλέκτη ή με τη διαχωριστική μίκα μεταξύ δύο τομέων. Μετρούμε τον αριθμό των τομέων συλλέκτη, οι οποίοι βρίσκονται δεξιά ή αριστερά από το λαμάκι συλλέκτη, που ευθυγραμμίζεται με το λούκι του πρώτου στοιχείου της ομάδας και του τομέα συλλέκτη, με το οποίο συνδέεται η αρχή της πρώτης ομάδας.
3) Αν το σχοινί ευθυγραμμίσεως συμπίπτει με τη διαχωριστική μίκα, μετρούμε τα λαμάκια αποκλίσεως της αρχής λαμβάνοντας ως πρώτο το αριστερό ή το δεξιό λαμάκι της μίκας.

Η απόκλιση αυτή των άκρων του τυλίγματος, την οποία μετρήσαμε



Σχ. 4.3α.

Τρεις περιπτώσεις αποκλίσεως αρχής τυλίγματος.
α) Απόκλιση δεξιά. β) Απόκλιση αριστερά. γ) Άκρα ομάδων ευθυγραμμισμένα με τις οδοντώσεις των ομάδων. Απόκλιση μηδέν.

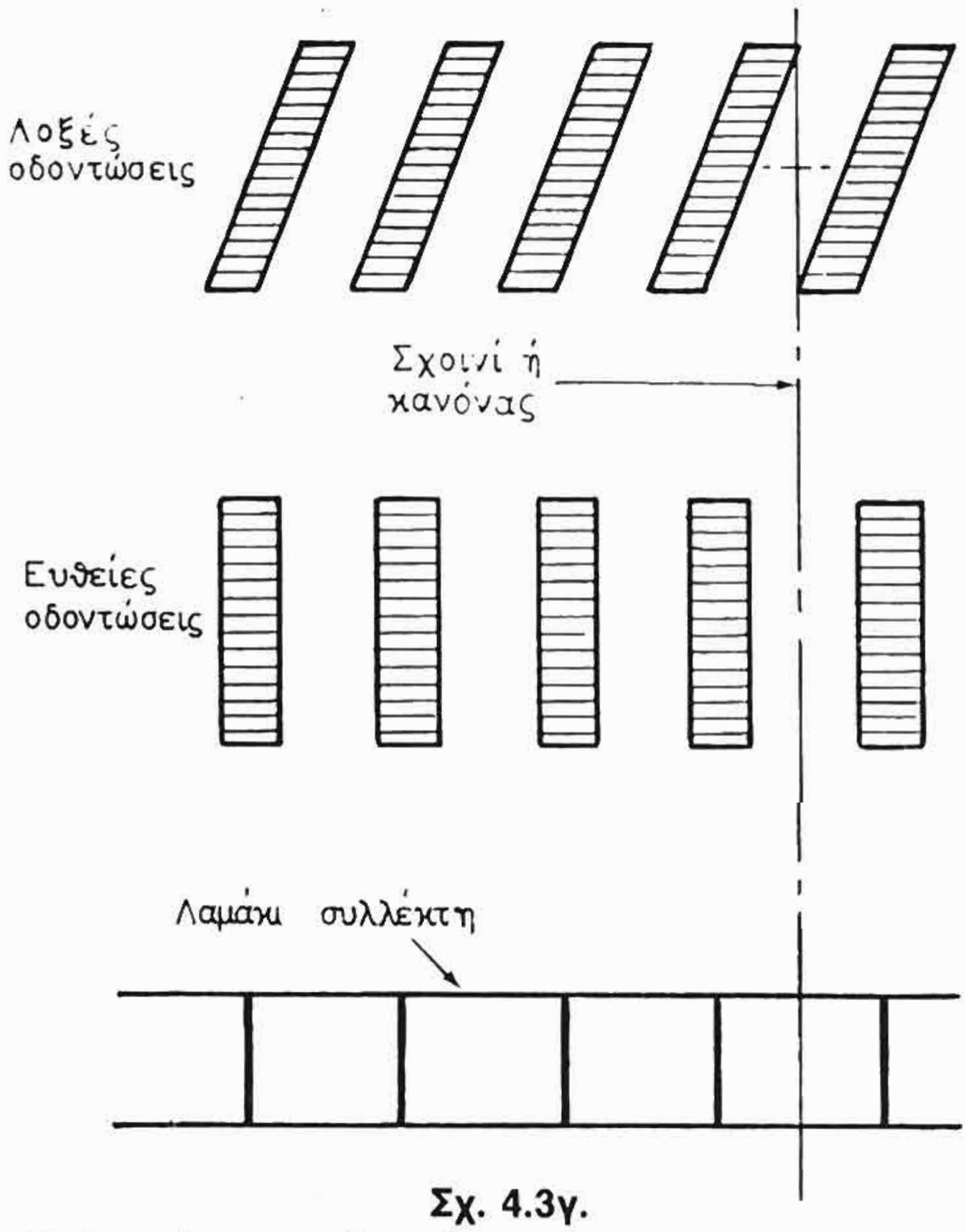


Σχ. 4.3β.
Ευθυγράμμιση οδοντώσεων και τομέων συλλέκτη.
α) Το κέντρο της οδοντώσεως συμπίπτει με το κέντρο του τομέα. β) Το κέντρο της οδοντώσεως συμπίπτει με τη μίκα.

για μία ομάδα, ισχύει για όλες τις ομάδες του τυμπάνου.

β) Τύμπανα με λοξές οδοντώσεις.

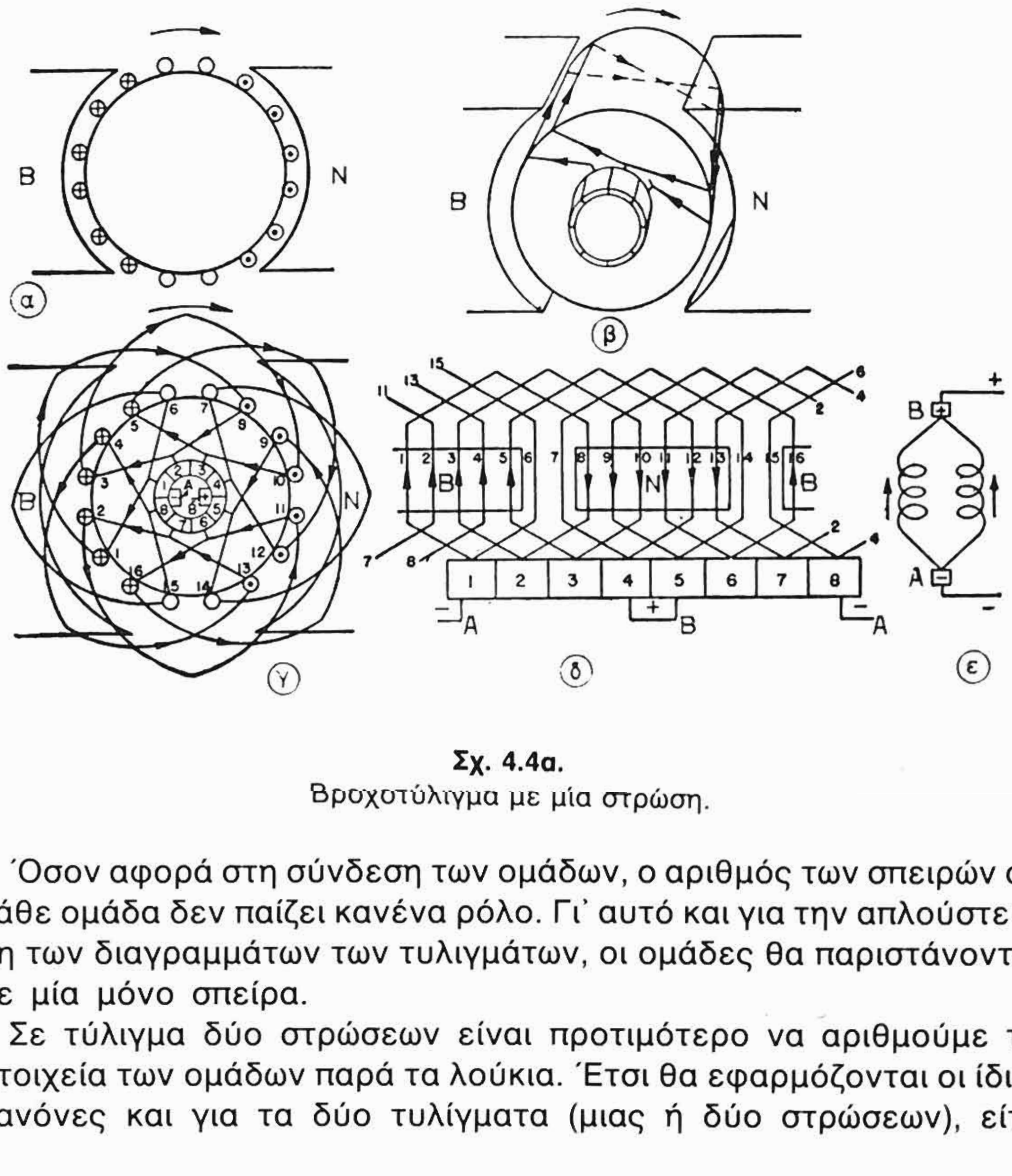
1) Σημειώνομε μία κεντρική γραμμή, η οποία να διέρχεται από το κέντρο μιας οδοντώσεως.
2) Τεντώνομε σχοινί, ώστε να ευθυγραμμισθεί με τη γραμμή που χαράξαμε και να καταλήγει στο κέντρο του άξονα του τυμπάνου (σχ. 4.3γ).
3) Εκτελούμε τις εργασίες 2, 3 των ευθυγράμμων οδοντώσεων.



Σχ. 4.3γ.
Ευθυγράμμιση οδοντώσεων και τομέων συλλέκτη.

4.4 Τυλίγματα με δύο στρώσεις.

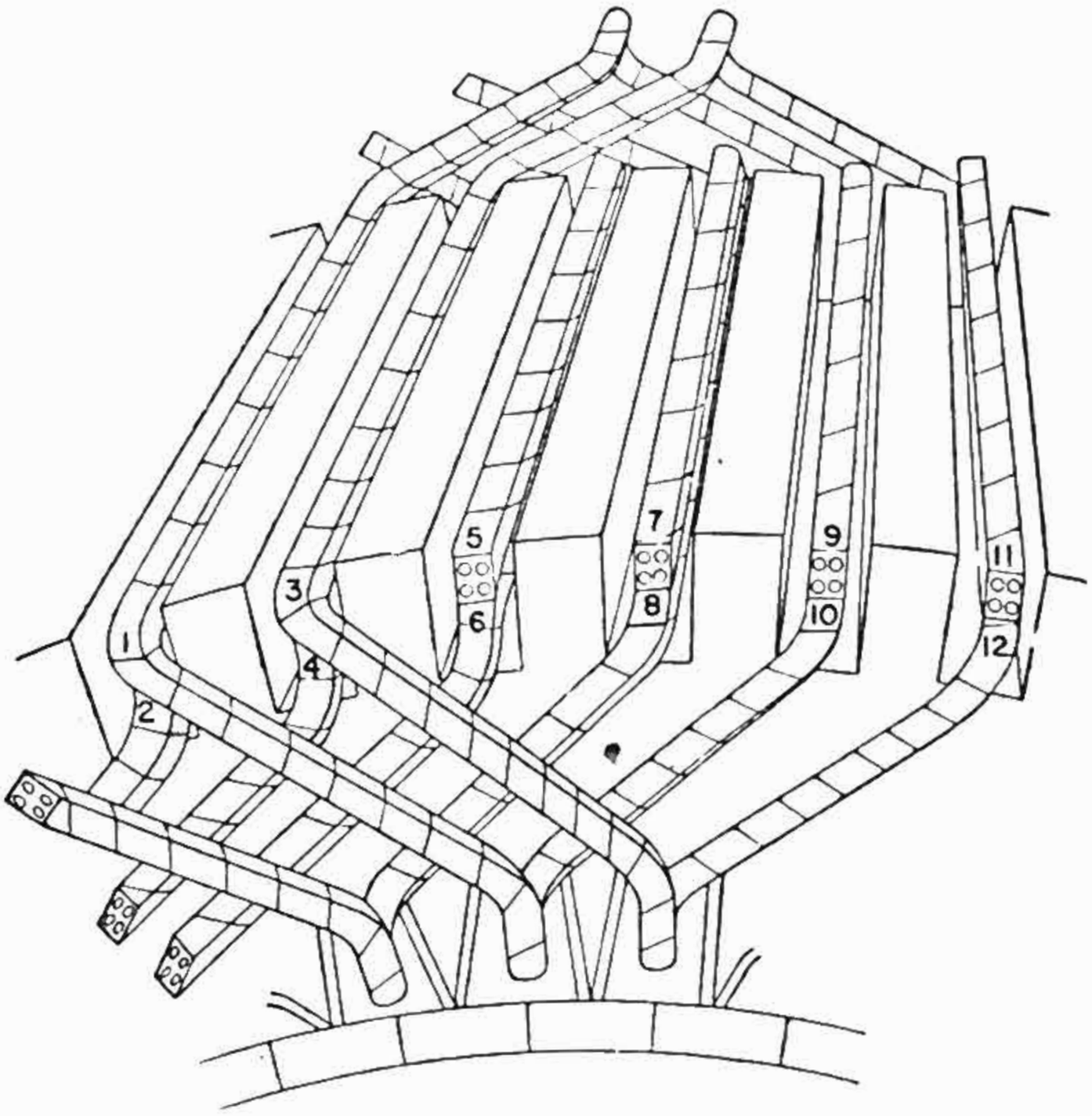
Όταν τα στοιχεία των ομάδων τοποθετούνται σε μία στρώση, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.4α, τότε είναι δύσκολο τα άκρα τους να διαταχθούν έτσι, ώστε να είναι εύκολη η εξαγωγή τους. Για να αποφύγομε αυτή τη δυσκολία, οι ομάδες τοποθετούνται γενικά σε δύο στρώσεις όπως φαίνεται στα σχήματα 4.4β και 4.4γ. Κάθε ομάδα έχει το ένα από τα στοιχεία της στο επάνω μέρος μιας οδοντώσεως και το άλλο στο κάτω μέρος μιας άλλης οδοντώσεως. Έτσι τα άκρα των ομάδων βρίσκονται το ένα παράπλευρα στο άλλο. Κάθε ομάδα τυλίγεται συνήθως με μηχανή κι έχει τον κατάλληλο αριθμό σπειρών. Κατόπιν βερνικώνεται και ψήνεται σε κλίβανο για την αφαίρεση της υγρασίας.



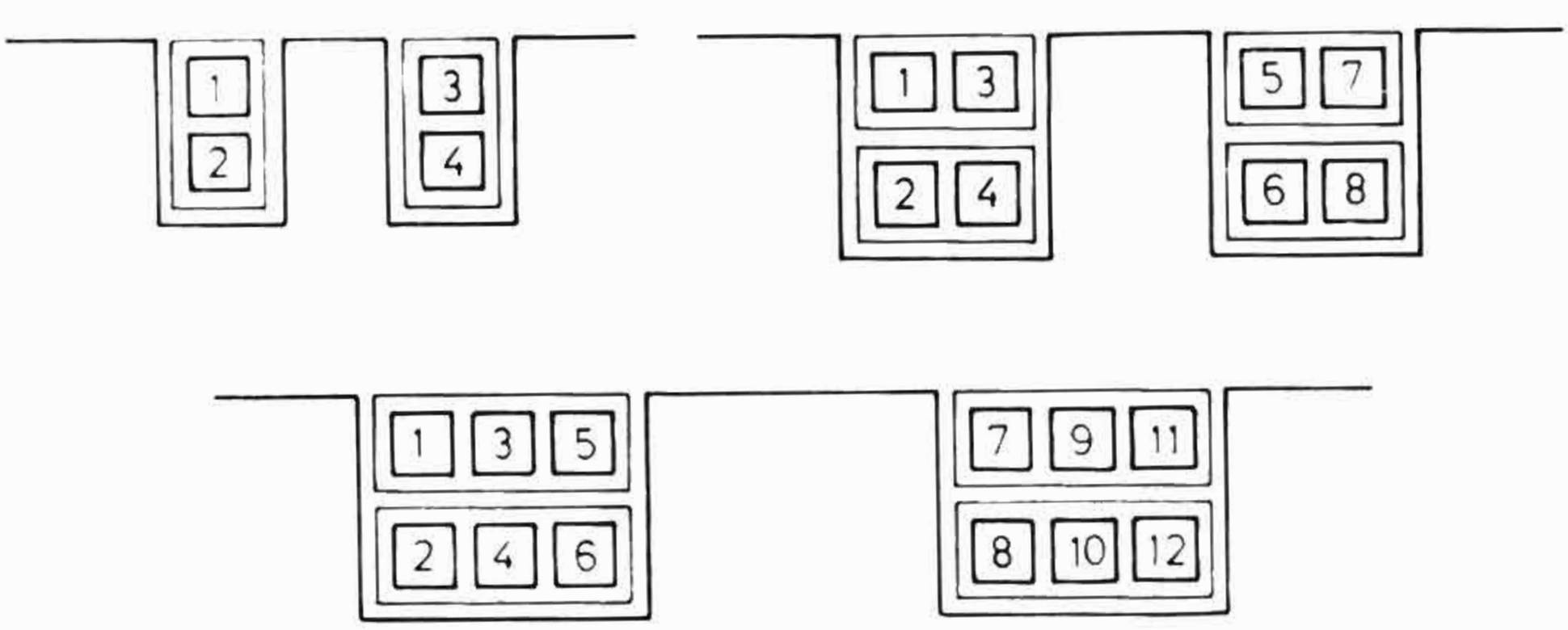
Σχ. 4.4α.
Βραχυτύλιγμα με μία στρώση.

Όσον αφορά στη σύνδεση των ομάδων, ο αριθμός των σπειρών σε κάθε ομάδα δεν παίζει κανένα ρόλο. Γι' αυτό και για την απλούστευση των διαγραμμάτων των τυλιγμάτων, οι ομάδες θα παριστάνονται με μία μόνο σπείρα.

Σε τύλιγμα δύο στρώσεων είναι προτιμότερο να αριθμούμε τα στοιχεία των ομάδων παρά τα λούκια. Έτσι θα εφαρμόζονται οι ίδιοι κανόνες και για τα δύο τυλίγματα (μιας ή δύο στρώσεων), είτε



Σχ. 4.4β.
Τύλιγμα με δυο στρώσεις.



Σχ. 4.4γ.
Μόνωση των οδοντώσεων σε τύλιγμα δυο στρώσεων.

βροχοτυλίγματα είναι αυτά είτε κυματοτυλίγματα. Τα στοιχεία αριθμούνται, όπως φαίνεται στα σχήματα 4.4β και 4.4γ. Τα στοιχεία της επάνω στρώσεως αριθμούνται με περιττό αριθμό, ενώ τα στοιχεία της κάτω στρώσεως αριθμούνται με άρτιο αριθμό.

Παράδειγμα.

Απλό 4πολικό βροχοτύλιγμα έχει 21 οδοντώσεις και τις ομάδες του σε δύο στρώσεις. Να βρεθούν το πολικό βήμα, το οπίσθιο βήμα, το πρόσθιο βήμα και το βήμα συλλέκτη.

Λύση: α) Πολικό βήμα $\Psi_\rho = \frac{S}{2\rho} = \frac{21}{4} = 5\ \frac{1}{4}$ οδοντώσεις

Επειδή το πολικό βήμα πρέπει να είναι ακέραιος αριθμός οδοντώσεων, το κλάσμα $^1/_4$ απορρίπτεται και λαμβάνεται $\Psi_\rho = 5$.

Άρα χρησιμοποιείται κλασματικό βήμα, το οποίο είναι

$$\frac{5}{5\,^1/_4} = 0{,}95$$

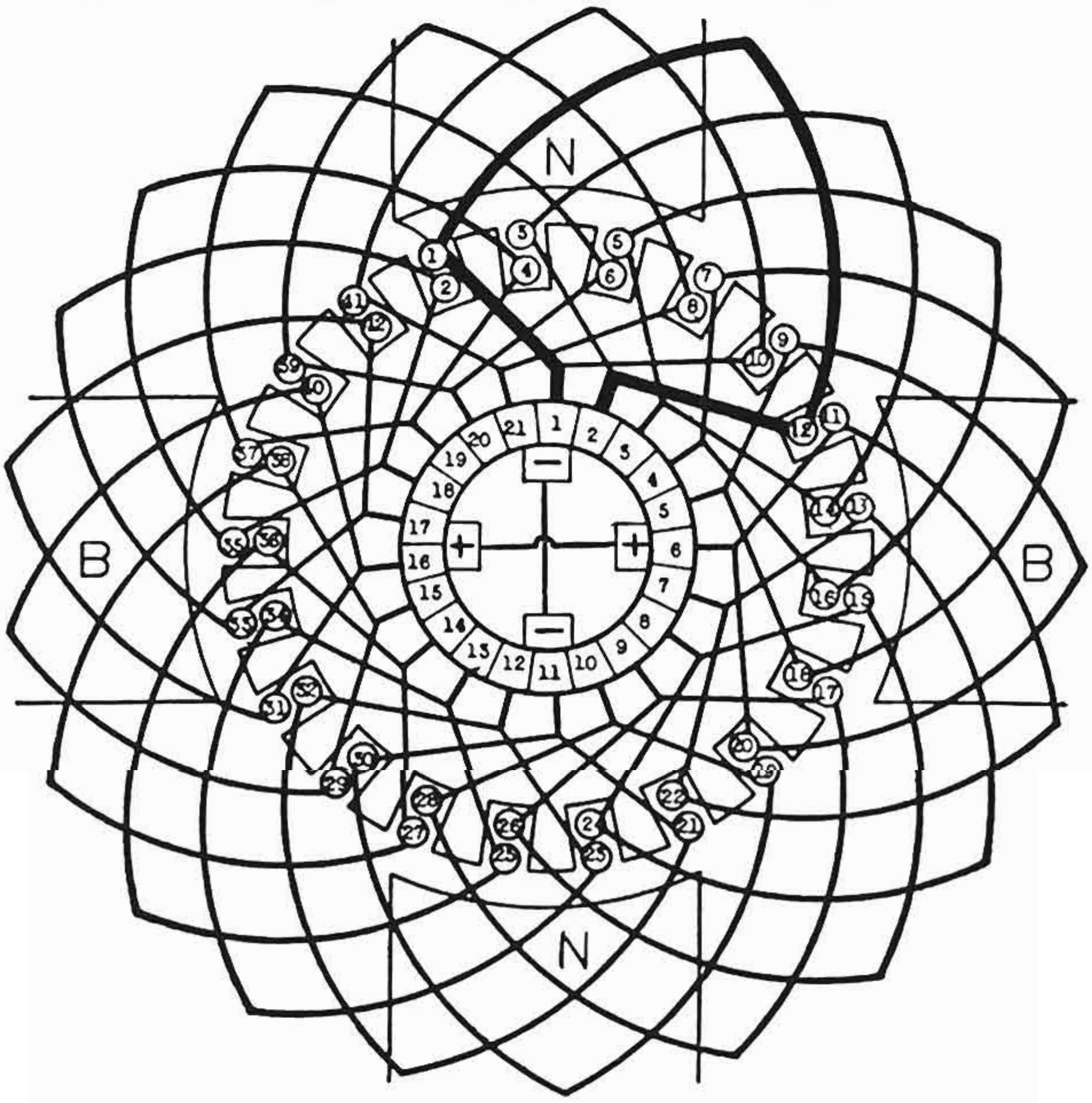
του πλήρους κανονικού πολικού βήματος.

β) Οπίσθιο βήμα $\Psi_1 = C\Psi_\rho + 1 = 2 \times 5 + 1 = 11$. Δηλαδή $\Psi_1 = 11$ (C = αριθμός στοιχείων σε κάθε οδόντωση) και συνεπώς το οπίσθιο βήμα της πρώτης ομάδας θα πηγαίνει από το 1 στο 12 κ.ο.κ.

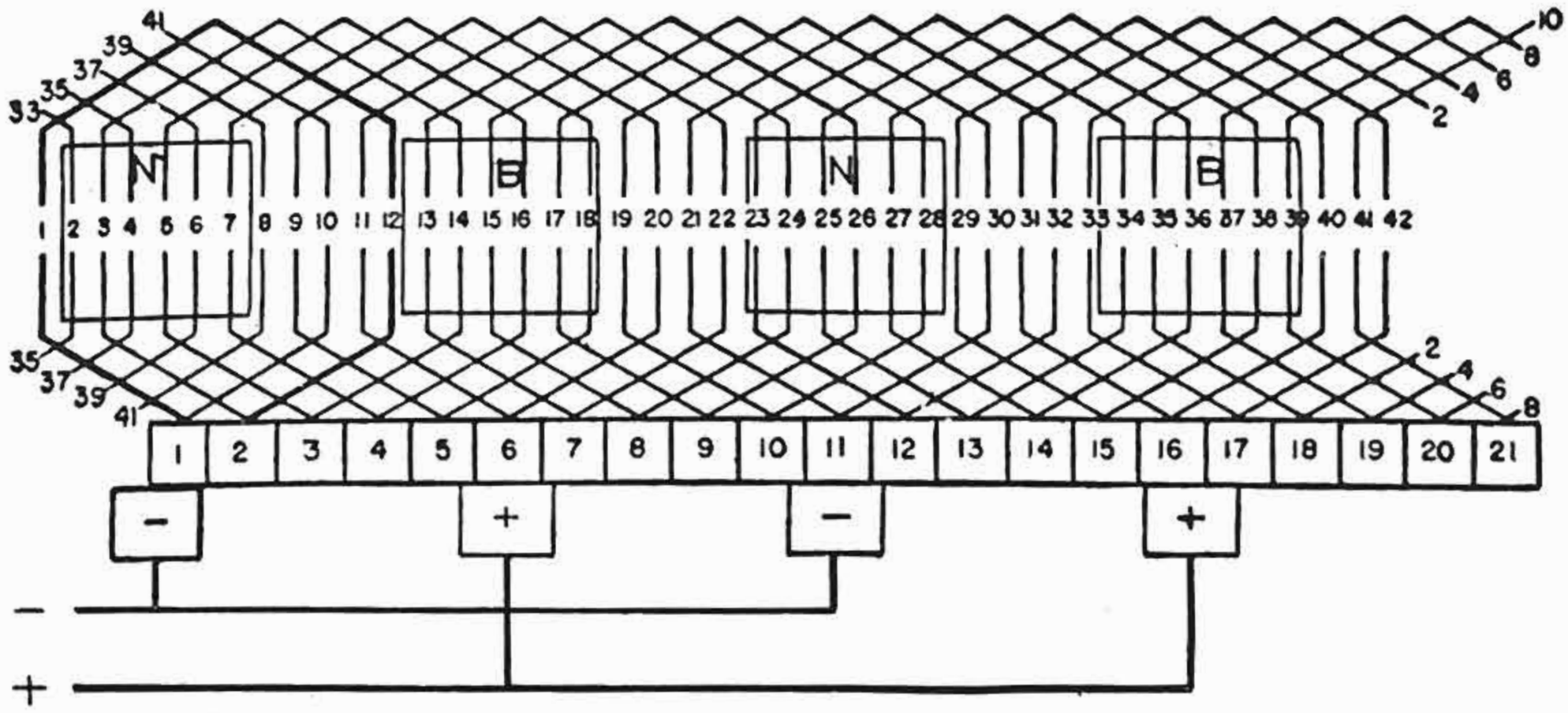
γ) Επειδή το τύλιγμα είναι απλό βροχοτύλιγμα θα έχει βήμα συλλέκτη $\Psi_\sigma = 1$.

δ) Αν θεωρήσομε προοδευτικό τύλιγμα, το πρόσθιο βήμα θα είναι: $\Psi_2 = \Psi_1 - 2 = 11 - 2 = 9$. Δηλαδή $\Psi_2 = 9$.

Το τύλιγμα αυτό παρίσταται γραφικά στα σχήματα 4.4δ και 4.4ε.



Σχ. 4.4δ.
Κυκλικό διάγραμμα βροχοτυλίγματος σε δυο στρώσεις.

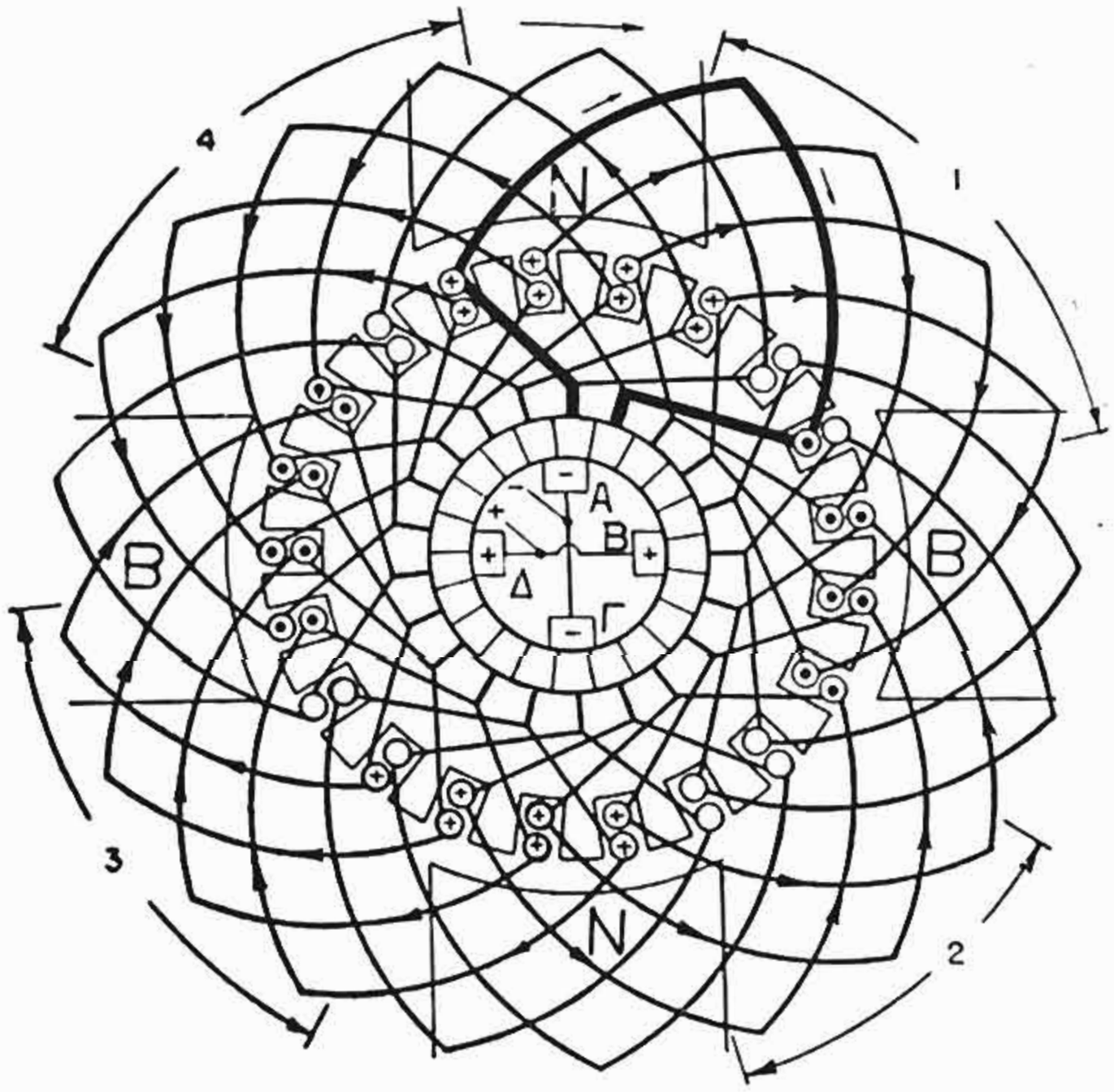


Σχ. 4.4ε.
Ανάπτυγμα βροχοτυλίγματος με δυο στρώσεις.

(Το σχήμα 4.4δ είναι το κυκλικό διάγραμμα του τυλίγματος, ενώ το σχήμα 4.4ε το ανάπτυγμα του ίδιου βροχοτυλίγματος).

4.5 Κλάδοι απλού βροχοτυλίγματος.

Στο απλό 4πολικό βροχοτύλιγμα, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.5α, υπάρχουν τέσσερις παράλληλοι κλάδοι μεταξύ αρνητικών και θετικών ψηκτρών. Ένας κλάδος αρχίζει από την αρνητική ψήκτρα Α και διά των ομάδων 1 οδεύει προς τη θετική ψήκτρα Β. Ένας δεύτερος



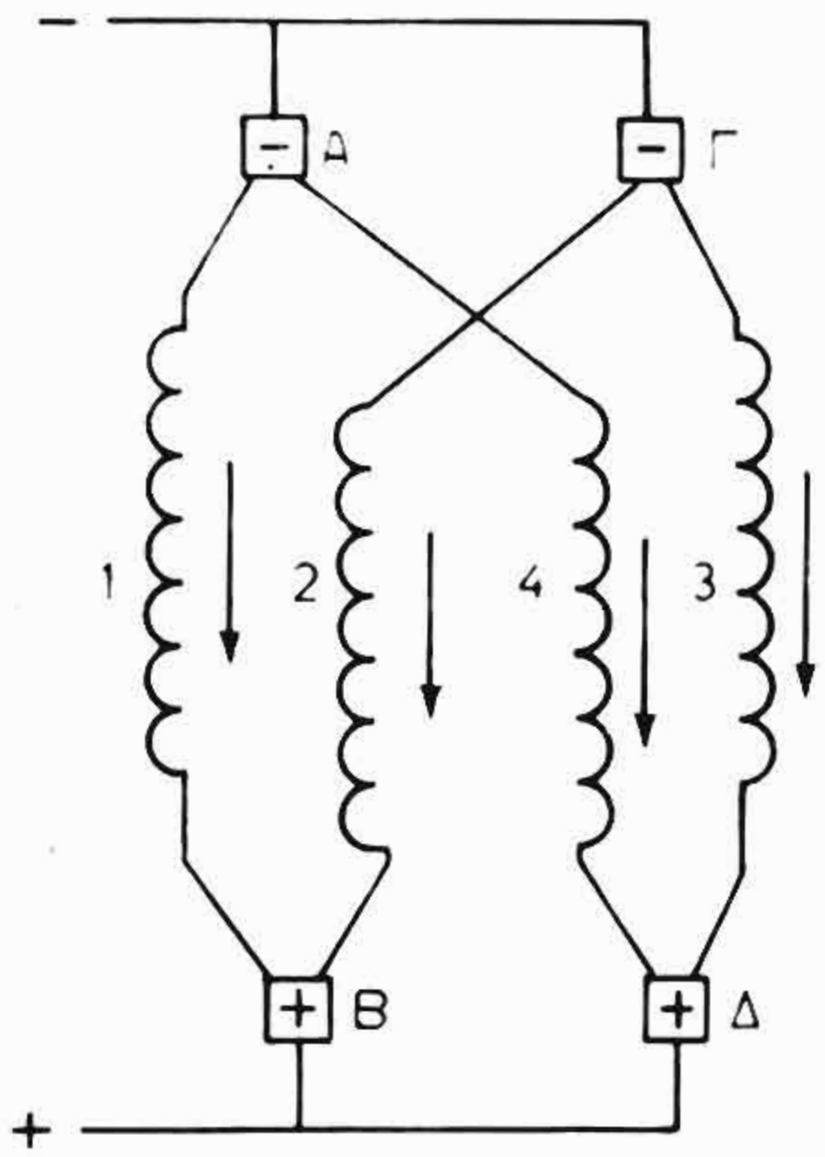
Σχ. 4.5α.
Απλό 4πολικό βροχοτύλιγμα.

κλάδος αρχίζει από την ψήκτρα Α και δια των ομάδων 4 οδεύει προς τη θετική ψήκτρα Δ. Ένας τρίτος κλάδος αρχίζει από την αρνητική ψήκτρα Γ και δια των ομάδων 2 οδεύει προς τη θετική ψήκτρα Β, ενώ ο τέταρτος κλάδος αρχίζει από την αρνητική ψήκτρα Γ και δια των ομάδων 3 οδεύει προς τη θετική ψήκτρα Δ.

Οι συνδέσεις των κλάδων αυτών, στην απλοποιημένη τους μορφή, φαίνονται στο σχήμα 4.5β.

Το τύλιγμα του σχήματος 4.5α έχει 4 πόλους και 4 παράλληλους κλάδους. Το 6πολικό τύλιγμα έχει 6 παράλληλους κλάδους, ενώ το 8πολικό 8 παράλληλους κλάδους κ.ο.κ. Άρα σε ***κάθε απλό βροχοτύλιγμα υπάρχουν πάντοτε τόσοι παράλληλοι κλάδοι, όσοι είναι και οι πόλοι.***

Αν κάθε κλάδος του τυλίγματος του σχήματος 4.5β παράγει 10 αμπέρ στα 120 V, η κάθε ψήκτρα θα αποδίδει 20 Α και η μηχανή θα παράγει 40 Α στα 120 V.

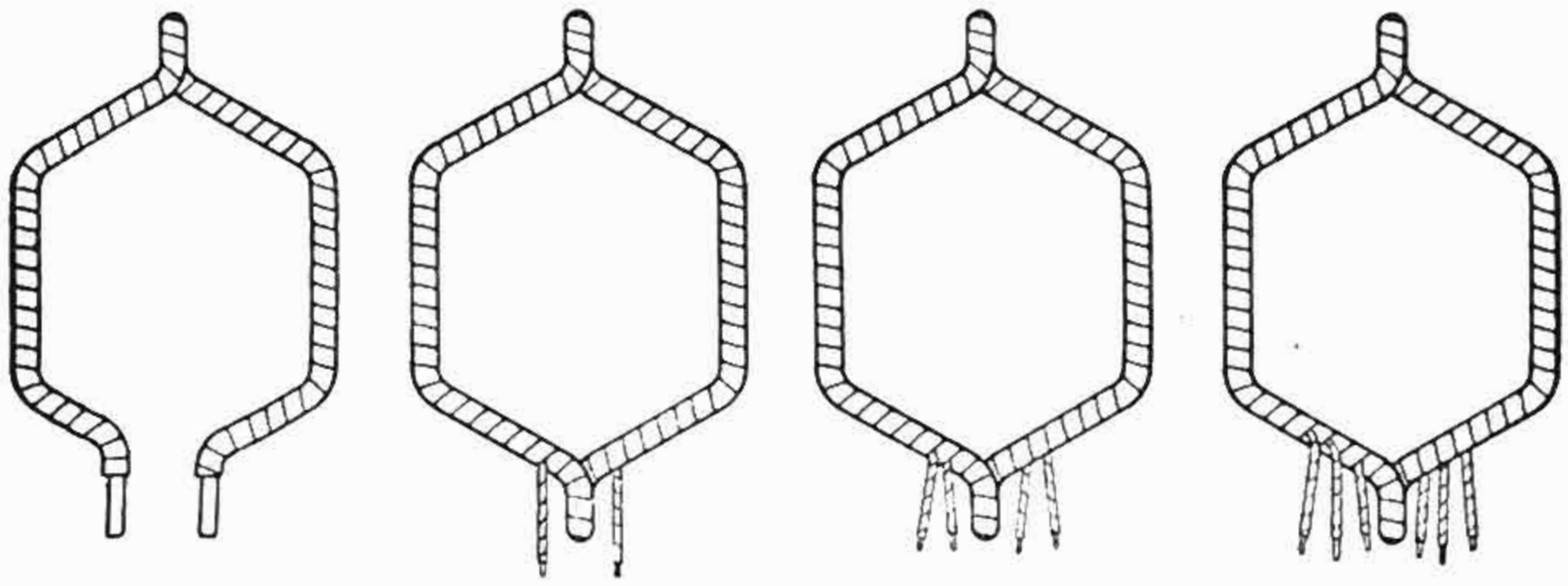


Σχ. 4.5β.

4.6 Τυλίγματα με πολλαπλές ομάδες.

Αν και στις περισσότερες μηχανές χρησιμοποιούνται τυλίγματα δύο στρώσεων, με δύο στοιχεία σε κάθε οδόντωση, σε άλλες μηχανές απαιτείται μεγάλος αριθμός οδοντώσεων για να κρατηθεί η τάση μεταξύ των γειτονικών τομέων συλλέκτη σε χαμηλή τιμή. Σε μερικές μηχανές για να γίνει αυτό θα χρειασθούν μικρές οδοντώ-

σεις, οπότε η σχέση της διατομής του χαλκού προς τη διατομή του δοντιού θα είναι μικρή. Επίσης οι ρίζες των δοντιών θα είναι τόσο στενές, ώστε τα δόντια του τυμπάνου να αδυνατίσουν πολύ. Για να εξαλειφθούν τα μειονεκτήματα αυτά χρησιμοποιούνται τύμπανα με λιγότερες οδοντώσεις από τα λαμάκια συλλέκτη και τοποθετούνται περισσότερα από δύο στοιχεία σε κάθε οδόντωση. Τα τυλίγματα, που έχουν περισσότερα από δύο στοιχεία σε κάθε οδόντωση, λέγονται ***τυλίγματα με πολλαπλές ομάδες.*** Τα τυλίγματα αυτά αποτελούνται από δύο ή περισσότερες ομάδες τυλιγμένες μαζί, όπως δείχνει το σχήμα 4.6α, και τοποθετημένες στην οδόντωση ως ένα συγκρότημα, ώστε η μία πλευρά της ομάδας να συμπληρώσει το κάτω μισό μιας άλλης οδοντώσεως.



Σχ. 4.6α.
Τυλίγματα με πολλαπλές ομάδες.

Τα στοιχεία αριθμούνται, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.4δ και συνδέονται με τον ίδιο τρόπο, όπως και τα απλά τυλίγματα. Πάντως, ***σε όλους τους τύπους των τυλιγμάτων συνδέονται πάντοτε 2 στοιχεία σε κάθε λαμάκι συλλέκτη, δηλαδή όλα τα τύμπανα έχουν αριθμό στοιχείων διπλάσιο από τα λαμάκια του συλλέκτη.***

Άρα ένα τύμπανο, που έχει αριθμό οδοντώσεων διπλάσιο από τον αριθμό των τομέων του συλλέκτη (σχ. 4.4α), πρέπει να έχει ένα στοιχείο σε κάθε οδόντωση. Άλλο τύμπανο, που έχει τόσες οδοντώσεις, όσα και τα λαμάκια του συλλέκτη του (σχ. 4.4β), πρέπει να έχει δύο στοιχεία σε κάθε οδόντωση. Αν εξάλλου έχει αριθμό οδοντώσεων το μισό του αριθμού των τομέων συλλέκτη, πρέπει να έχει 4 στοιχεία σε κάθε οδόντωση κ.ο.κ.

Ο αριθμός των στοιχείων σε κάθε οδόντωση υπολογίζεται από τη σχέση:

$$C = \frac{2\ \tau}{S}$$

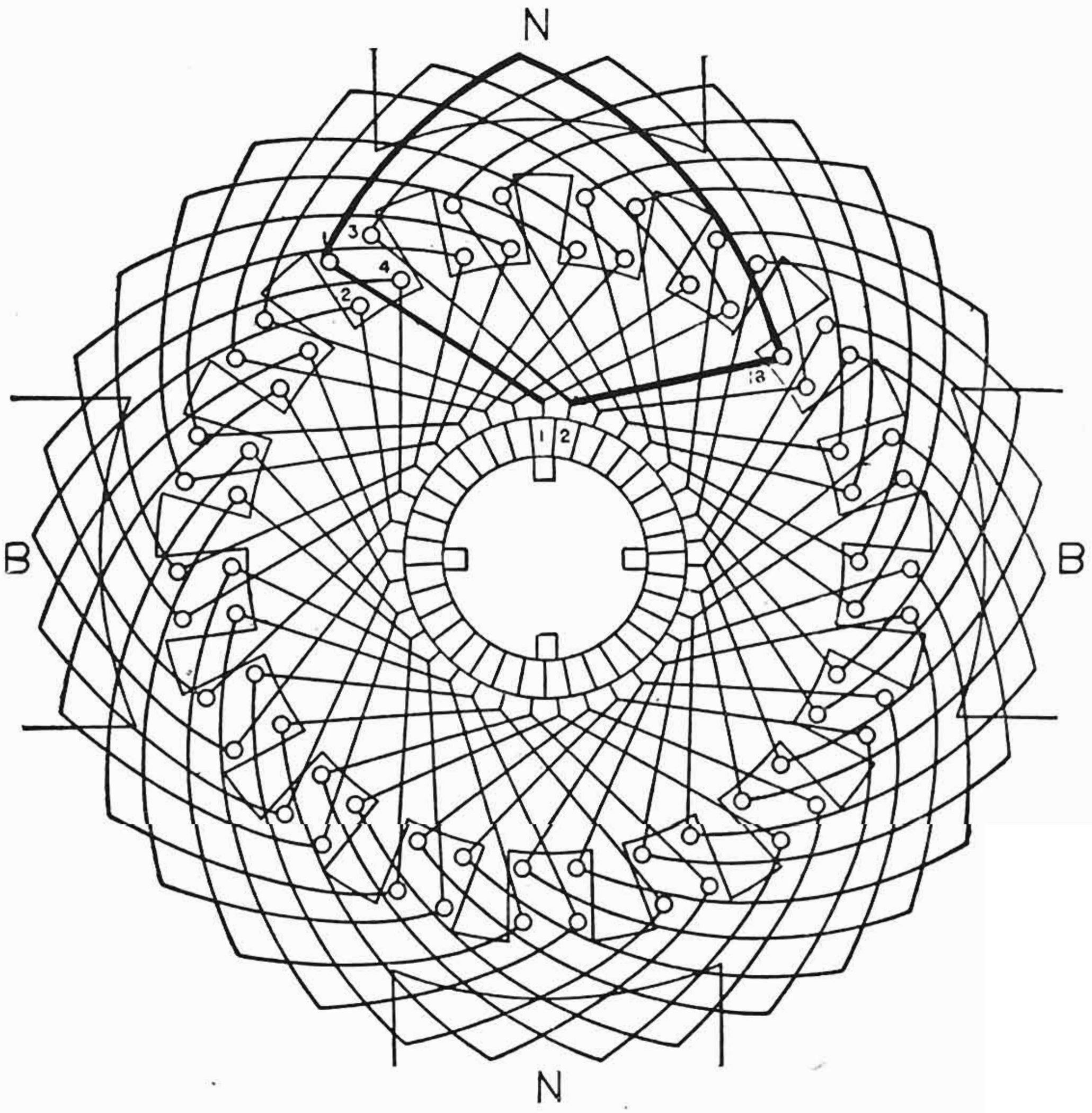
όπου: C είναι ο αριθμός των στοιχείων σε κάθε οδόντωση
τ ο αριθμός των τομέων του συλλέκτη και
S ο αριθμός των οδοντώσεων του τυμπάνου

Παράδειγμα.

Απλό 4πολικό βροχοτύλιγμα έχει 17 οδοντώσεις και 34 τομείς συλλέκτη. Να βρεθούν το οπίσθιο βήμα, το βήμα συλλέκτη και το πρόσθιο βήμα.

Λύση: Πολικό βήμα $\Psi_p = \frac{S}{2p} = \frac{17}{4} = 4\frac{1}{4}$

Αριθμός στοιχείων ανά οδόντωση $C = \frac{2\tau}{S} = \frac{2 \times 34}{17} = 4$



Σχ. 4.66.

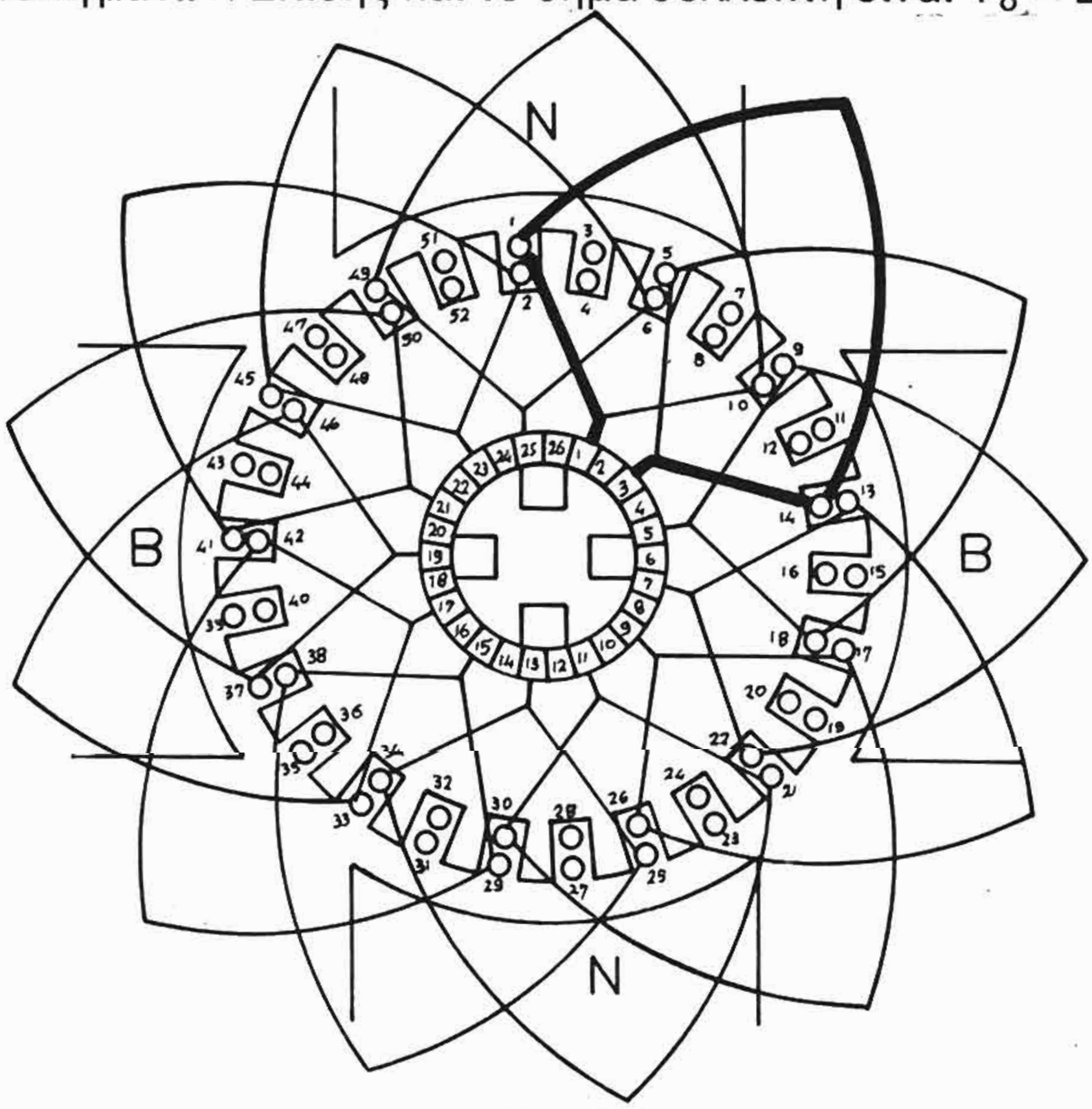
Λαμβάνομε $\Psi_\rho = 4$, οπότε:
Οπίσθιο βήμα $\Psi_1 = C \cdot \Psi_\rho + 1 = 4 \times 4 + 1 = 17$, $\Psi_1 = 17$.
Βήμα συλλέκτη $\Psi_\sigma = 1$.
Αν θεωρήσομε προοδευτικό τύλιγμα

$\Psi_2 = \Psi_1 - 2 = 17 - 2 = 15$, $\Psi_2 = 15$.

Το τύλιγμα φαίνεται στο σχήμα 4.6β.

4.7 Διπλά βροχοτυλίγματα.

Ένα τύμπανο, που παρέχει μεγάλο ρεύμα, συνήθως έχει πολλά τυλίγματα, στα οποία ο αριθμός τομέων συλλέκτη είναι ίδιος. Το σχήμα 4.7α, δείχνει 4πολικό τύλιγμα, το οποίο καταλαμβάνει ανά δύο τα λούκια και συνδέεται πάλι ανά δύο στα λαμάκια του συλλέκτη. Στην περίπτωση αυτή το οπίσθιο βήμα είναι $\Psi_1 = 13$, γιατί η πρώτη ομάδα αποτελείται από τα στοιχεία 1 και 14. Το στοιχείο 14 συνδέεται, προς την πλευρά του συλλέκτη, με το στοιχείο 5, οπότε το πρόσθιο βήμα γίνεται $\Psi_2 = 9$. Άρα το πρόσθιο βήμα διαφέρει από το οπίσθιο κατά 4 στοιχεία αντί 2, όπως συμβαίνει στην περίπτωση απλών τυλιγμάτων. Επίσης και το βήμα συλλέκτη είναι $\Psi_\sigma = 2$ αντί 1.



Σχ. 4.7α.
Διπλό βροχοτύλιγμα.

Επειδή τα στοιχεία του τυλίγματος αυτού τοποθετούνται εναλλάξ στις οδοντώσεις του τυμπάνου και συνδέονται σε εναλλάξ λαμάκια συλλέκτη, ένα άλλο παρόμοιο τύλιγμα είναι δυνατό να τοποθετηθεί στις ενδιάμεσες κενές οδοντώσεις και να συνδεθεί στα υπόλοιπα λαμάκια συλλέκτη. Το δεύτερο αυτό τύλιγμα προφανώς θα έχει τα ίδια βήματα Ψ_1, Ψ_2 και Ψ_σ με το πρώτο τύλιγμα. Τα δύο αυτά τυλίγματα είναι μονωμένα μεταξύ τους και συνδέονται με τις ψήκτρες, κάθε μία από τις οποίες εφάπτεται τουλάχιστον με δύο λαμάκια συλλέκτη.

Επομένως κάθε ψήκτρα θα συνδέει πάντοτε τα δύο τυλίγματα και θα επιτρέπει σε όλους τους κλάδους να δίνουν ρεύμα συνεχώς. Στην περίπτωση αυτή τα δύο τυλίγματά θα συνδέονται παράλληλα και επειδή κάθε τύλιγμα έχει 4 παράλληλους κλάδους, ο αριθμός των κλάδων του τυμπάνου θα είναι συνολικά διπλάσιος από τον αριθμό των πόλων. Το τύλιγμα αυτό λέγεται ***διπλό,*** γιατί έχει δύο τυλίγματα ηλεκτρικά ανεξάρτητα και κάθε ένα περιλαμβάνει τις μισές σπείρες του τυμπάνου.

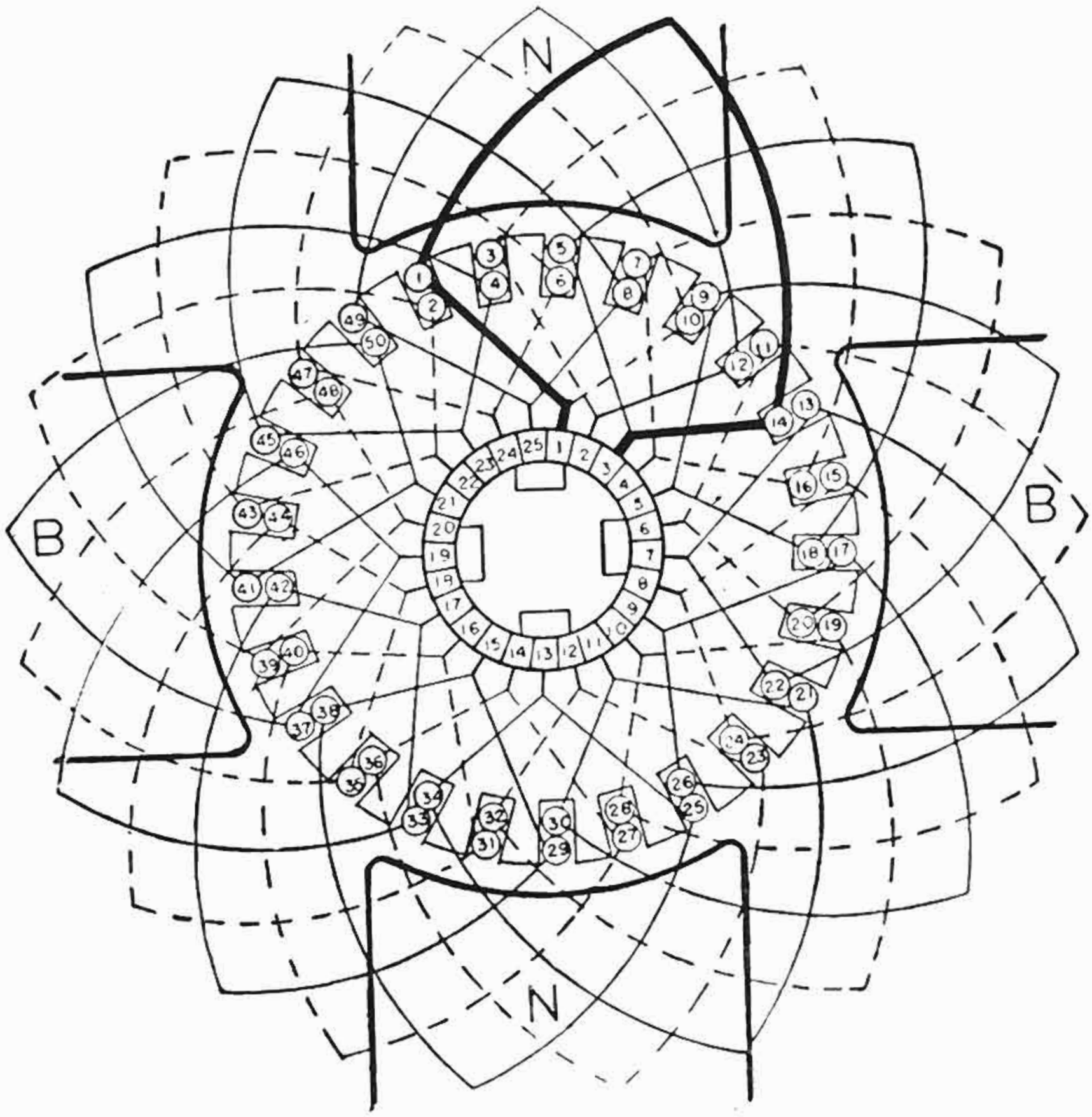
Ασφαλώς είναι δυνατό να τοποθετηθούν και τρία τυλίγματα σ' ένα τύμπανο, οπότε το τύλιγμα γίνεται ***τριπλό*** βροχοτύλιγμα κ.ο.κ. Ο αριθμός των παραλλήλων κλάδων κάθε βροχοτυλίγματος δίνεται από τη σχέση:

$$a = mp \qquad (7)$$

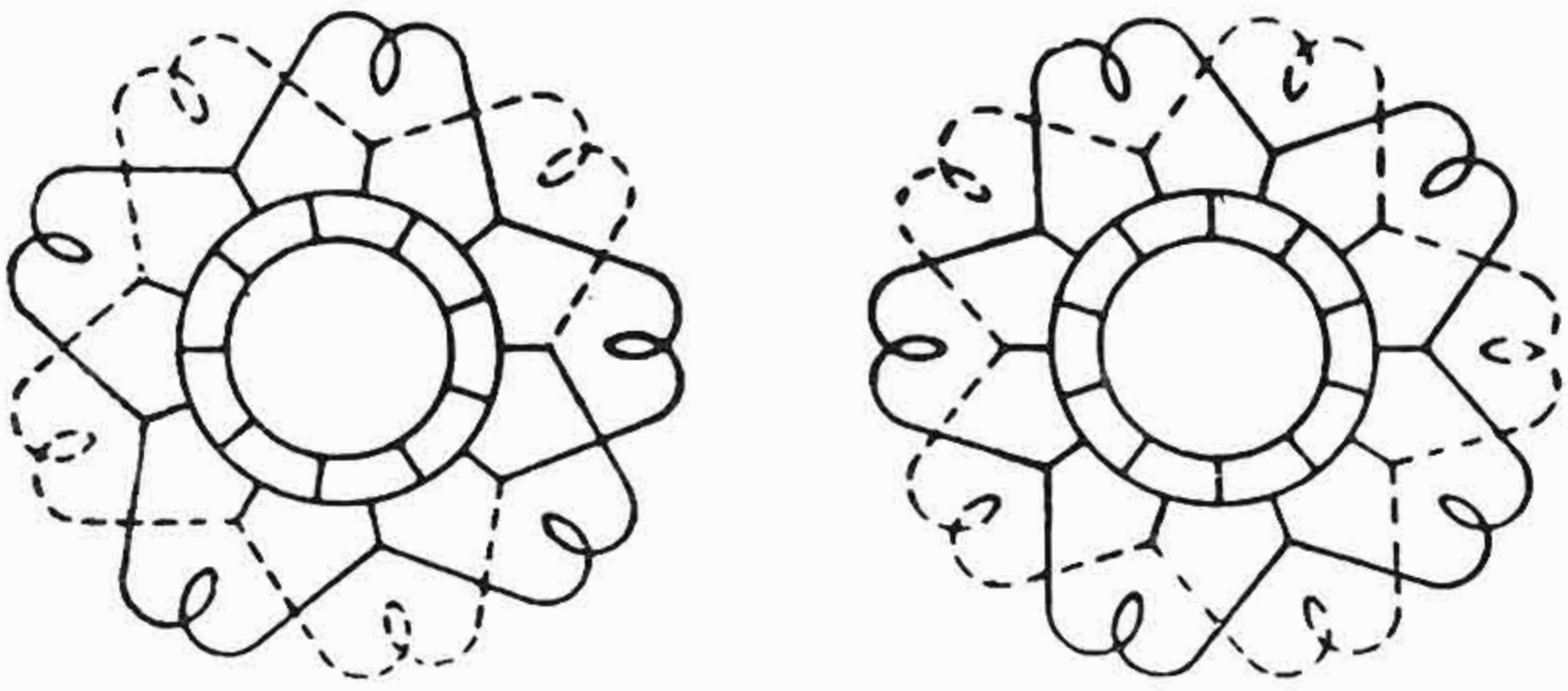
όπου: m είναι ο βαθμός πολλαπλότητας του τυλίγματος (για διπλό τύλιγμα m = 2, για τριπλό m = 3 κ.ο.κ.)
a ο αριθμός των ζευγών των παραλλήλων κλάδων και
p ο αριθμός των ζευγών των πόλων

Αν ο αριθμός των οδοντώσεων και των τομέων του συλλέκτη στο σχήμα 4.7α ήταν κατά ένα μεγαλύτερος ή μικρότερος από τον αριθμό 26, το πρώτο τύλιγμα δεν θα έκλεινε και ολόκληρο το τύλιγμα θα έκλεινε μόνο, όταν το δεύτερο τύλιγμα ήταν τοποθετημένο επάνω στο τύμπανο. Αυτό φαίνεται από το τύμπανο των 25 οδοντώσεων του σχήματος 4.7β. Βλέπομε ότι το πρώτο τύλιγμα δεν επιστρέφει στο λαμάκι 1, όπως γίνεται με το τύλιγμα του σχήματος 4.7α, αλλά τελειώνει στο λαμάκι 2. Το δεύτερο τύλιγμα, που παριστάνεται με διακοπτόμενες γραμμές, εκκινεί από το λαμάκι 2 και τελειώνει στο λαμάκι 1. Όπως φαίνεται στο σχήμα 4.7α, οι ψήκτρες πρέπει να είναι αρκετά πλατιές για να εφάπτονται ταυτόχρονα τουλάχιστον σε δύο λαμάκια συλλέκτη. Η διαφορά μεταξύ των τυλιγμάτων των σχημάτων 4.7α και 4.7β φαίνεται κατά τρόπο απλό στο σχήμα 4.7γ.

Τα δύο τυλίγματα έχουν τον ίδιο αριθμό παραλλήλων κλάδων και τον ίδιο αριθμό ομάδων ανά παράλληλο κλάδο και γι' αυτό δεν



Σχ. 4.7β.



Σχ. 4.7γ.

διαφέρουν ηλεκτρικά. Όπως εξηγήσαμε παραπάνω, το τύλιγμα ενός τυμπάνου είναι ***διπλό, όταν αποτελείται από δύο τυλίγματα, τριπλό, όταν αποτελείται από τρία τυλίγματα*** κ.ο.κ.

Ένα τύλιγμα λέγεται απλό, όταν διατρέχομε ολόκληρο το τύλιγμα του τυμπάνου, για να επανέλθομε στο σημείο εκκινήσεως. Αν διατρέχομε μόνο το μισό του τυλίγματος τυμπάνου για να επανέλθομε στο σημείο εκκινήσεως, το τύλιγμα λέγεται διπλό. Αν τέλος

διατρέχομε το ένα τρίτο του τυλίγματος τυμπάνου, για να επανέλθομε στο σημείο εκκινήσεως, το τύλιγμα λέγεται τριπλό κ.ο.κ.

Σ' ένα πολλαπλό τύλιγμα το οπίσθιο βήμα Ψ_1 υπολογίζεται κατά τον ίδιο τρόπο, όπως και σ' ένα απλό τύλιγμα. Πάντως και στις δύο περιπτώσεις η απόσταση αυτή πρέπει να είναι λίγο μικρότερη από το πολικό βήμα.

Το πρόσθιο βήμα Ψ_2, σ' ένα απλό τύλιγμα πρέπει να διαφέρει από το οπίσθιο βήμα Ψ_1 κατά 2 στοιχεία κατά 4 στοιχεία σ' ένα διπλό τύλιγμα, κατά 6 στοιχεία σ' ένα τριπλό τύλιγμα κ.ο.κ. Επομένως, για ένα οποιοδήποτε πολλαπλό τύλιγμα, που έχει βαθμό πολλαπλότητας m, το πρόσθιο βήμα Ψ_2 πρέπει να διαφέρει από το οπίσθιο βήμα Ψ_2 κατά 2 m, δηλαδή:

$$\Psi_2 = \Psi_1 \pm 2\ m$$

Για ένα απλό τύλιγμα το βήμα συλλέκτη Ψ_σ είναι 1, για ένα διπλό τύλιγμα $\Psi_\sigma = 2$, για ένα τριπλό $\Psi_\sigma = 3$ κ.ο.κ. και επομένως για οποιοδήποτε πολλαπλό τύλιγμα, που έχει βαθμό πολλαπλότητας m, είναι:

$$\Psi_\sigma = m \qquad (8)$$

Παράδειγμα.

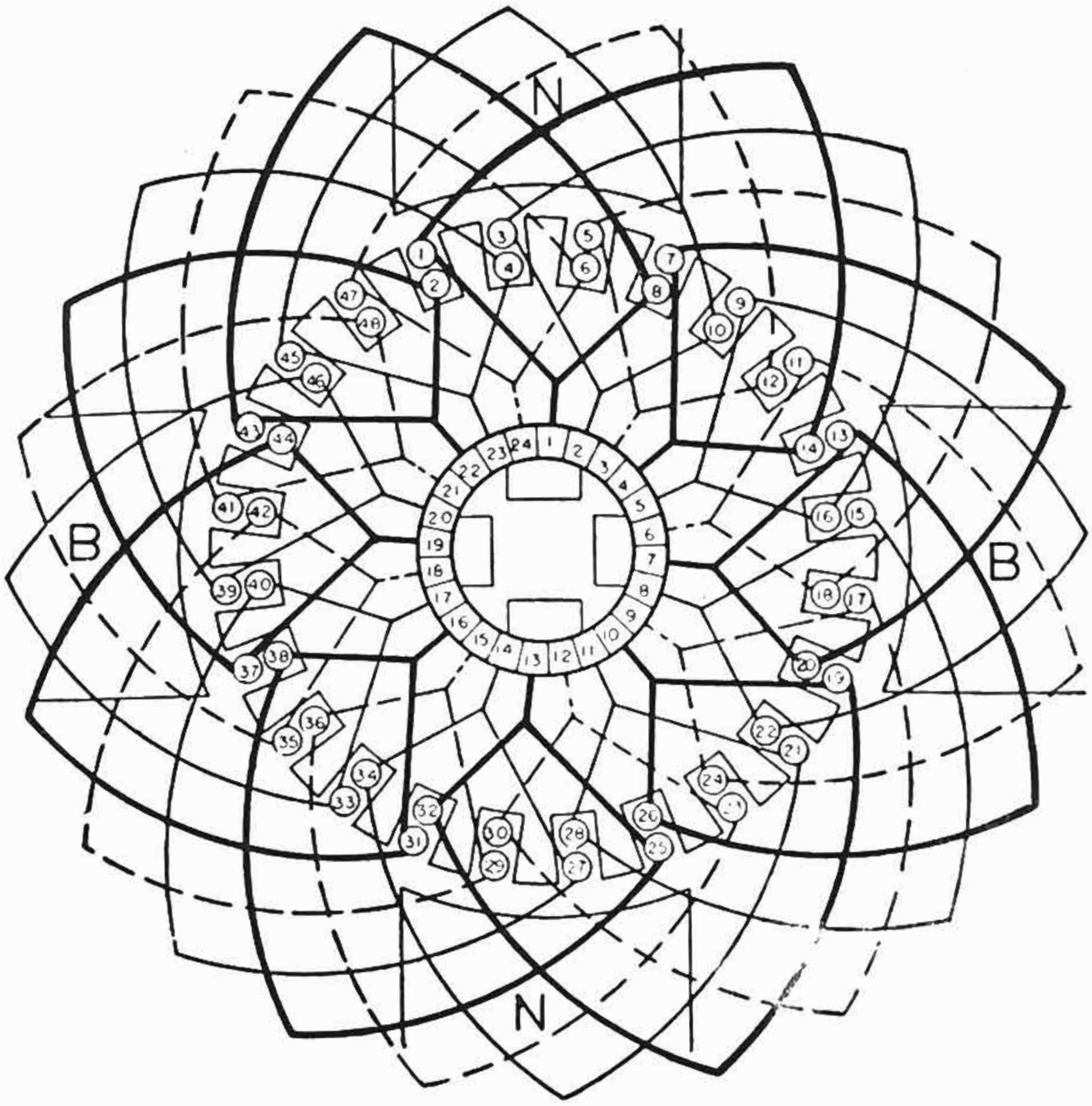
Τριπλό 4πολικό βροχοτύλιγμα έχει 24 οδοντώσεις και 24 λαμάκια συλλέκτη. Να βρεθούν το οπίσθιο, το πρόσθιο και το βήμα συλλέκτη.

Λύση: Πολικό βήμα $\Psi_\rho = \dfrac{S}{2\ \rho} = \dfrac{24}{4} = 6$

$$\Psi_1 = C\ .\ \Psi_\rho + 1 = 2 \times 6 + 1 = 13,$$
$$\Psi_\sigma = m = 3 \text{ και}$$
$$\Psi_2 = \Psi_1 - 2\ m = 13 - (2 \times 3) = 13 - 6 = 7$$

Το κυκλικό διάγραμμα του τριπλού 4πολικού αυτού τυλίγματος φαίνεται στο σχήμα 4.7δ.

Αν ένα τύλιγμα τυμπάνου μετατραπεί από απλό σε διπλό βροχοτύλιγμα, χωρίς να γίνει καμιά άλλη αλλαγή, τότε ο αριθμός των παραλλήλων κλάδων διπλασιάζεται και κάθε κλάδος αποκτά το μισό των σπειρών που είχε πριν. Το τύμπανο θα παράγει τότε διπλάσιο ρεύμα με μισή τάση. Αυτή η αρχή χρησιμοποιείται όταν θέλομε να μειώσομε την τάση μηχανής στο μισό, όπως π.χ. από 220 σε 110 V. Η αλλαγή από απλό σε διπλό βροχοτύλιγμα γίνεται απλά, αν αποσυν-



Σχ. 4.7δ.
Κυκλικό διάγραμμα τριπλού 4πολικού τυλίγματος.

δέσομε (ξεκολλήσομε) με κολλητήρι την αρχή κάθε ομάδας και τη συνδέσομε με το λαμάκι, που βρίσκεται πριν από την αρχική της θέση.

Για τα τυλίγματα που αναφέραμε, πρέπει να σημειωθεί ότι σε κάθε περίπτωση τα τέλη των γειτονικών ομάδων καθώς και οι αρχές των γειτονικών ομάδων συνδέονται σε γειτονικά λαμάκια συλλέκτη.

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται κατά τη σύνδεση των ομάδων με το συλλέκτη.

Όταν τοποθετείται βροχοτύλιγμα σε τύμπανο, ακολουθείται η εξής διαδικασία:

1) Εισάγονται όλες οι ομάδες στις οδοντώσεις.
2) Σημειώνονται τα δύο λαμάκια συλλέκτη όπου θα συνδεθούν τα άκρα της πρώτης ομάδας.
3) Αρχίζοντας από το τέλος της ομάδας 1, συνδέομε τα τέλη των γειτονικών ομάδων σε γειτονικά λαμάκια συλλέκτη.
4) Αρχίζοντας από την αρχή της ομάδας 1, συνδέομε τις αρχές των γειτονικών ομάδων σε γειτονικά λαμάκια συλλέκτη.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1956

4.8 Προϋποθέσεις για να γίνει ένα βροχοτύλιγμα.

Οι πιο σοβαρές προϋποθέσεις για να γίνει ένα βροχοτύλιγμα είναι οι εξής:

1) Βροχοτύλιγμα μπορεί να τοποθετηθεί σε τύμπανο, που έχει οποιοδήποτε αριθμό οδοντώσεων (ασφαλώς ο αριθμός των τομέων του συλλέκτη σ' ένα τύλιγμα δύο στρώσεων πρέπει να είναι ίσος ή πολλαπλάσιος από τον αριθμό των οδοντώσεων).
2) Οι ψήκτρες πρέπει να είναι αρκετά πλατιές για να εφάπτονται τουλάχιστον σε m λαμάκια συλλέκτη (όπου m ο βαθμός πολλαπλότητας του τυλίγματος).
3) Πρέπει να υπάρχουν τόσες ψήκτρες όσοι και οι πόλοι, οι δε ψήκτρες πρέπει να τοποθετηθούν σε θέση, ώστε να βραχυκυκλώνουν μόνο τις σπείρες, που δεν τέμνουν μαγνητικές γραμμές, για να μη σπινθηρίζουν.

4.9 Τύμπανα με δύο συλλέκτες.

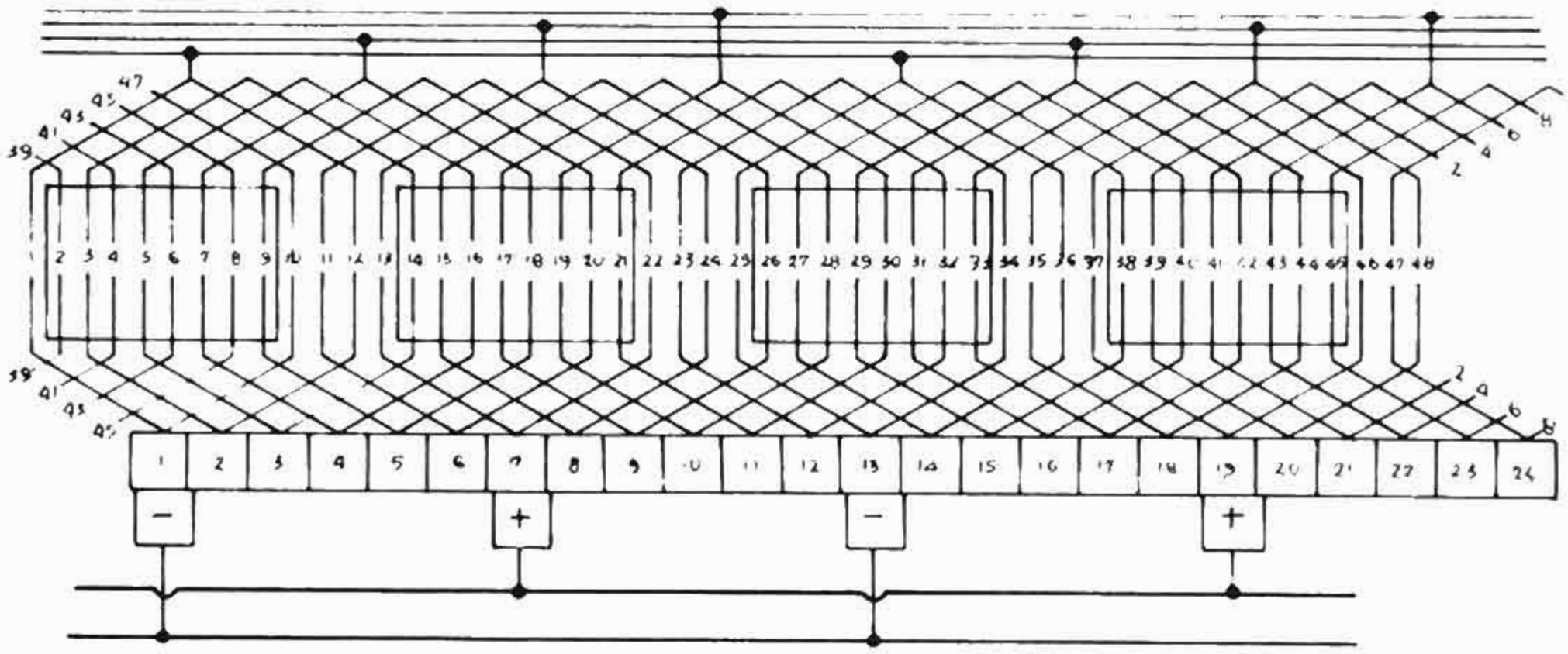
Μερικά τύμπανα έχουν δυο ανεξάρτητα τυλίγματα στα ίδια λούκια του τυμπάνου. Κάθε ένα από αυτά τα τυλίγματα έχει το δικό του συλλέκτη και οι συλλέκτες βρίσκονται ο ένας στη μία και ο άλλος στην άλλη πλευρά του τυμπάνου. Το σύστημα αυτό έχει το πλεονέκτημα ότι τα δύο τυλίγματα μπορούν να συνδεθούν σε σειρά ή παράλληλα και ότι μπορούμε να πάρομε από τη γεννήτρια δύο διαφορετικές τάσεις.

4.10 Ισοδυναμικές συνδέσεις.

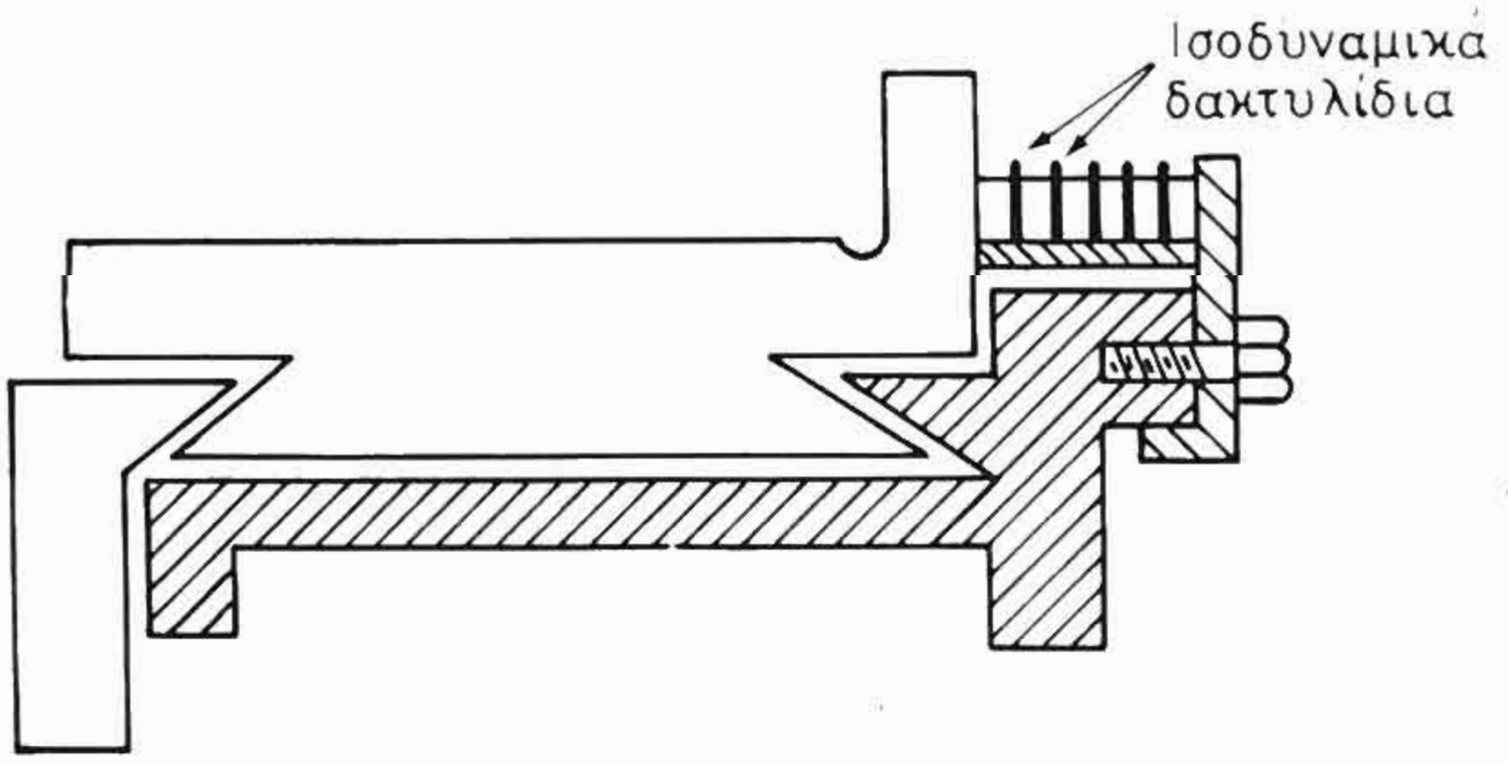
Λόγω φθοράς των ρουλεμάν του άξονα και για άλλους λόγους, τα διάκενα αέρα μεταξύ των πόλων και του τυμπάνου μιας γεννήτριας μεταβάλλονται, με αποτέλεσμα σε ορισμένους πόλους να παρουσιάζεται μεγαλύτερη ροή από τους άλλους. Γι' αυτό οι τάσεις των διαφόρων κλάδων του τυλίγματος δεν είναι πάντοτε ίσες. Σε ένα βροχοτύλιγμα οι κλάδοι συνδέονται με την αρνητική γραμμή μέσω των αρνητικών ψηκτρών και με τη θετική γραμμή μέσω των θετικών ψηκτρών. Όταν οι τάσεις των κλάδων δεν είναι ίσες, τότε κυκλοφορούν εσωτερικά ρεύματα μεταξύ των κλάδων ακόμη και όταν η μηχανή δεν τροφοδοτεί εξωτερικό φορτίο. Αν αυτά τα ρεύματα είναι μεγάλα, ορισμένες από τις ψήκτρες θα αναγκαστούν κατά την πλήρη φόρτιση, να μεταφέρουν μεγαλύτερο ρεύμα, από όσο έχει υπολογισθεί, με αποτέλεσμα να σπινθηρίζουν. Για να απαλλάξομε τις ψήκτρες από αυτά τα ρεύματα που κυκλοφορούν εσωτερικά,

συνδέομε μεταξύ τους, με χάλκινες μπάρες, που ονομάζονται ***ισοδυναμικές συνδέσεις,*** τα διάφορα σημεία του τυλίγματος που έχουν το ίδιο δυναμικό. Αυτό επιτυγχάνεται, αν συνδέσομε με την ίδια μπάρα τις ομάδες του τυλίγματος, που καταλαμβάνουν τις ίδιες θέσεις σε σχέση προς τους πόλους (σχ. 4.10α). Οι ισοδυναμικές συνδέσεις χρησιμοποιούνται στις μεγάλες μηχανές συνεχούς ρεύματος και παρουσιάζουν κλάδους με μικρή αντίσταση στα εσωτερικά ρεύματα που κυκλοφορούν. Έτσι δεν επιτρέπουν στα ρεύματα αυτά να κυκλοφορήσουν μέσω των ψηκτρών, με αποτέλεσμα να μειώνουν τους σπινθηρισμούς των ψηκτρών. Ισοδυναμικές συνδέσεις μπορούμε να επιτύχομε και όταν συνδέσομε μεταξύ τους λαμάκια συλλέκτη με το ίδιο δυναμικό.

Η σύνδεση αυτή γίνεται με ισοδυναμικά δακτυλίδια (σχ. 4.10β). Ο αριθμός των ισοδυναμικών συνδέσεων εξαρτάται από τον αριθμό των πόλων και τον αριθμό των τομέων του συλλέκτη της μηχανής.



Σχ. 4.10α.
Ισοδυναμικές συνδέσεις τυλίγματος.



Σχ. 4.10β.
Ισοδυναμικά δακτυλίδια στο άκρο του συλλέκτη.

Χρησιμοποιούνται μόνο σε τυλίγματα, στα οποία ο αριθμός των ομάδων είναι πολλαπλάσιος από τον αριθμό των πόλων. Για να έχομε καλύτερα αποτελέσματα, κάθε μία ομάδα πρέπει να συνδεθεί με μία ισοδυναμική σύνδεση, αλλά αυτό σπάνια γίνεται. Μπορούμε να επιτύχομε ικανοποιητικά αποτελέσματα, αν συνδέσομε κάθε τρίτη ομάδα με μία ισοδυναμική σύνδεση. Για να έχομε ομοιόμορφη κατανομή των συνδέσεων στις ισοδυναμικές συνδέσεις, ο αριθμός των ομάδων σε κάθε πόλο πρέπει να είναι πολλαπλάσιος από το βήμα συνδέσεως.

Οι ισοδυναμικές συνδέσεις χρησιμοποιούνται κυρίως στους κινητήρες και μόνο σε βροχοτυλίγματα.

Παράδειγμα.

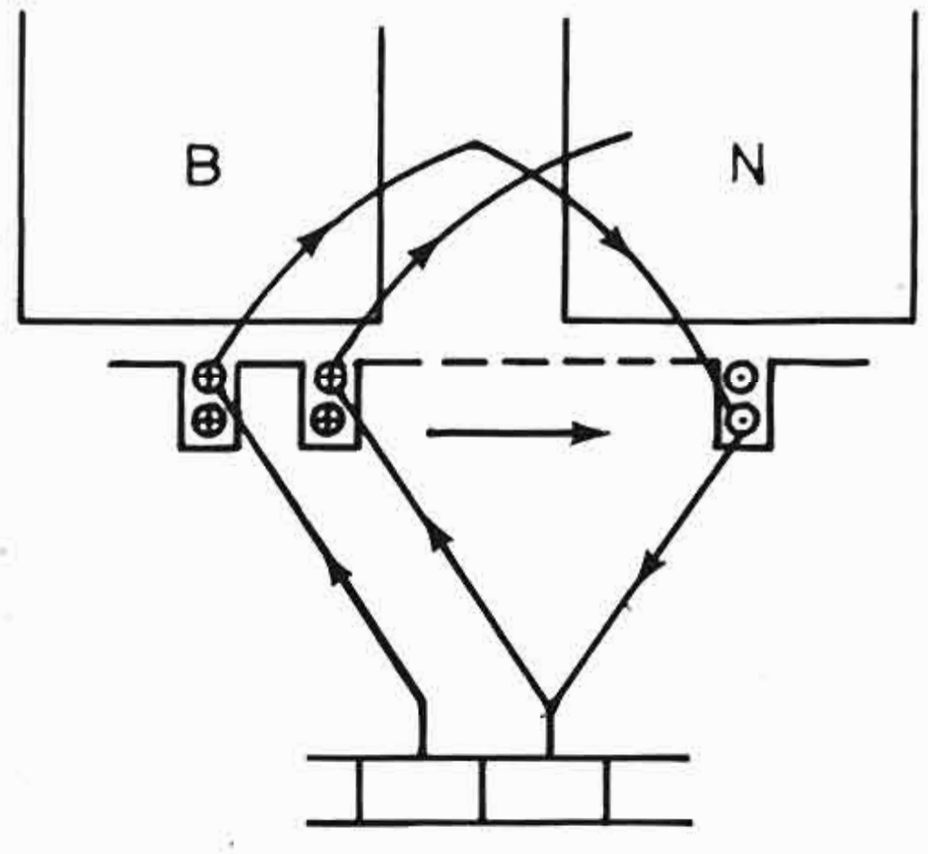
Μία 6πολική μηχανή έχει 54 ομάδες. Να υπολογισθεί πώς πρέπει να γίνουν οι ισοδυναμικές συνδέσεις.

Λύση: Αριθμός ομάδων σε κάθε πόλο $= \frac{54}{6} = 9$

Επειδή ο αριθμός 9 διαιρείται με το 3, θα συνδέσομε κάθε τρίτη ομάδα με ισοδυναμική σύνδεση.

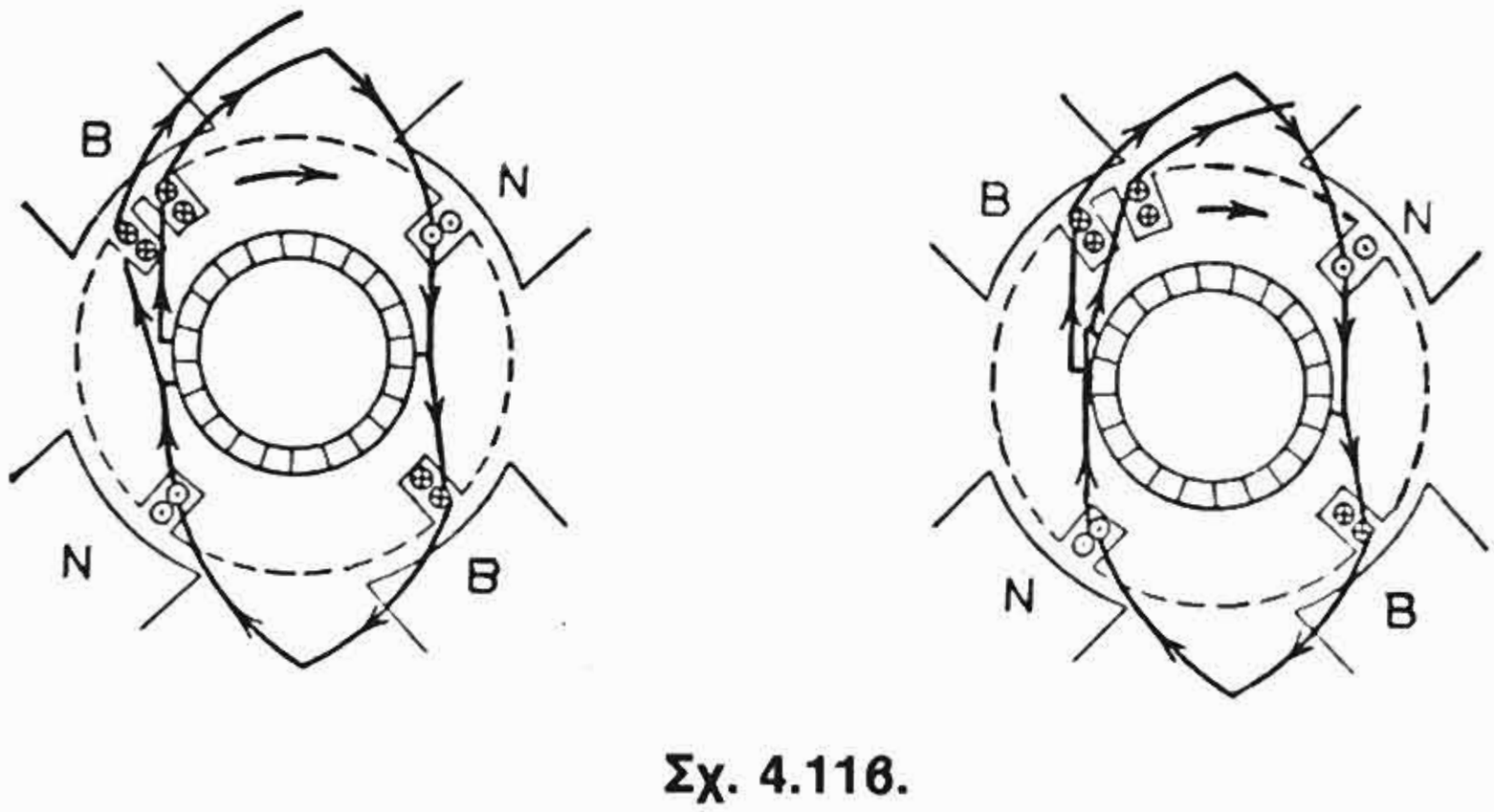
4.11 Κυματοτυλίγματα.

Όπως είδαμε στην § 4.2, η βασική διαφορά μεταξύ βροχοτυλίγματος και κυματοτυλίγματος βρίσκεται στον τρόπο συνδέσεώς τους με το συλλέκτη. Στο βροχοτύλιγμα η αρχή της δεύτερης ομάδας συνδέεται με το τέλος της πρώτης, η αρχή της τρίτης ομάδας με το τέλος της δεύτερης κ.ο.κ. (σχ. 4.11α). Με τις συνδέσεις αυτές, οι



Σχ. 4.11α.
Σύνδεση ομάδων βροχοτυλίγματος.

τάσεις των ομάδων προστίθενται. Οι τάσεις αυτές μπορεί επίσης να προστεθούν, αν οι ομάδες καταλάβουν περίπου τις αντίστοιχες θέσεις κάτω από όλους τους πόλους και συνδεθούν σε σειρά (σχ. 4.11β). Το τύλιγμα δεν πρέπει να κλείνει, αφού συμπληρώσει μία πλήρη στροφή γύρω από το τύμπανο, αλλά, αν είναι απλό τύλιγμα, πρέπει να συνδεθεί με λαμάκι γειτονικό με το πρώτο και η άλλη ομάδα πρέπει να είναι παράπλευρα στην πρώτη, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.11β. Αυτό επαναλαμβάνεται σε κάθε στροφή γύρω από το τύμπανο, ώσπου να γίνουν όλες οι συνδέσεις με τα λαμάκια του συλλέκτη και να καλυφθούν όλες οι οδοντώσεις. Τότε το τύλιγμα αυτόματα επανέρχεται στο αρχικό σημείο εκκινήσεως.



Σχ. 4.11β.
Σύνδεση ομάδων κυματοτυλίγματος.

Παράδειγμα.

Τύμπανο έχει 29 οδοντώσεις και 29 τομείς συλλέκτη. Αν πρόκειται να τυλιχθεί με απλό 4πολικό κυματοτύλιγμα, να υπολογισθούν: α) Το οπίσθιο βήμα, β) το βήμα συλλέκτη και γ) το πρόσθιο βήμα.

Λύση:

α) Πολικό βήμα τυλίγματος $\Psi_\rho = \frac{S}{2\rho} = \frac{29}{4} = 7\frac{1}{4}$,

λαμβάνομε $\Psi_\rho = 7$.

Οπίσθιο βήμα $\Psi_1 = C \,.\, \Psi_\rho + 1 = 2 \times 7 + 1 = 15$.

β) Αν κατασκευάσομε αναδρομικό τύλιγμα:

$$\text{Βήμα συλλέκτη } \Psi_\sigma = \frac{\text{λαμάκια συλλέκτη} - 1}{\text{αριθμός ζευγών πόλων}} =$$

$$= \frac{\tau - 1}{\rho} = \frac{29 - 1}{2} = 14$$

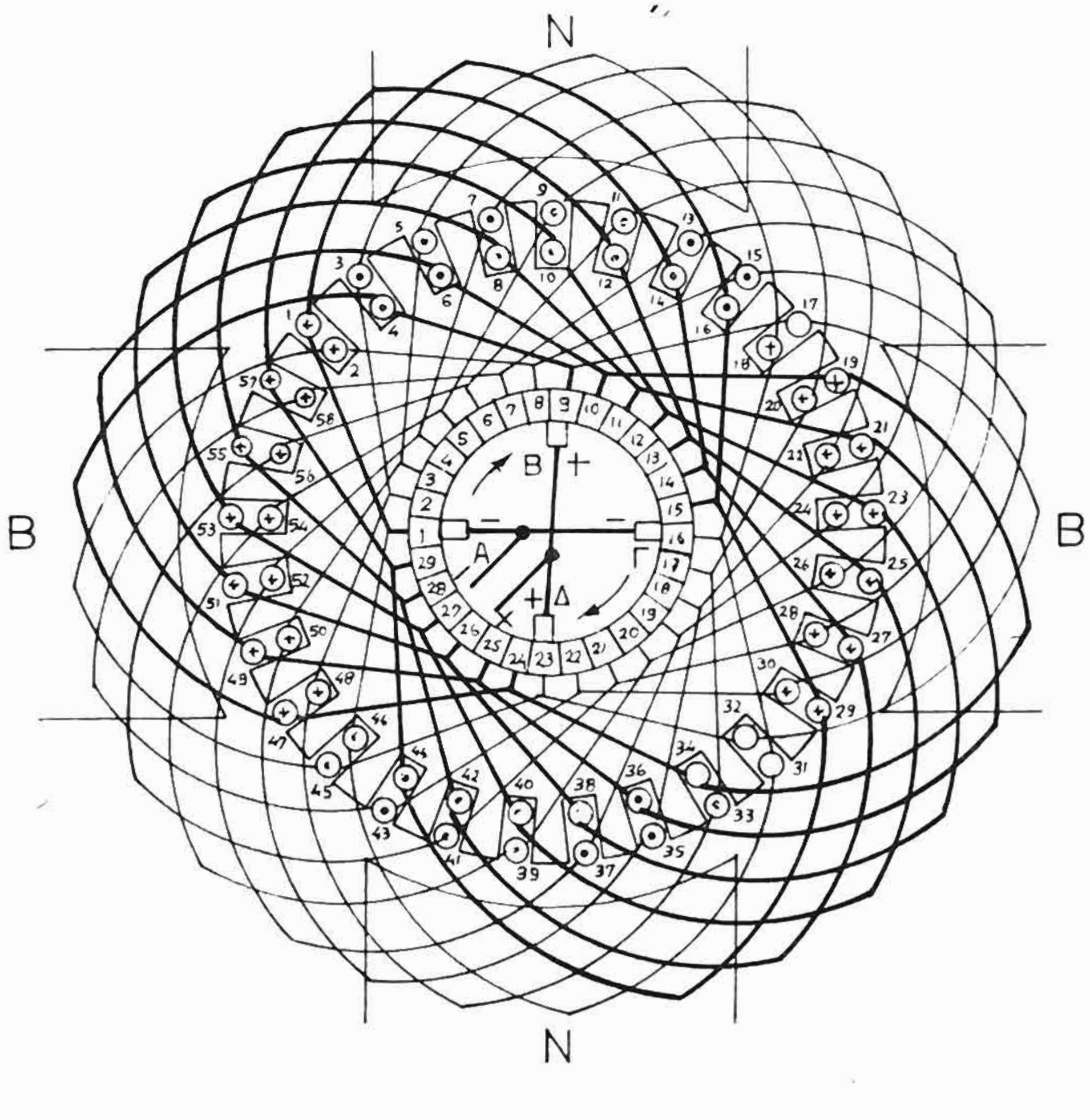
γ) Επειδή για τα κυματοτυλίγματα ισχύει η σχέση:

$$\Psi_\sigma = \frac{\Psi_1 + \Psi_2}{2} \qquad [\sigma\chi.\ 4.2\iota(\beta)]$$

Πρόσθιο βήμα $\Psi_2 = 2\ \Psi_\sigma - \Psi_1 = 2 \times 14 - 15 = 13$.

Το σχήμα 4.11γ δείχνει το τύλιγμα αυτό.

Τα άκρα των γειτονικών ομάδων συνδέονται σε γειτονικά λαμάκια συλλέκτη και στα βροχοτυλίγματα και στα κυματοτυλίγματα, είτε αυτά είναι απλά, διπλά ή τριπλά.



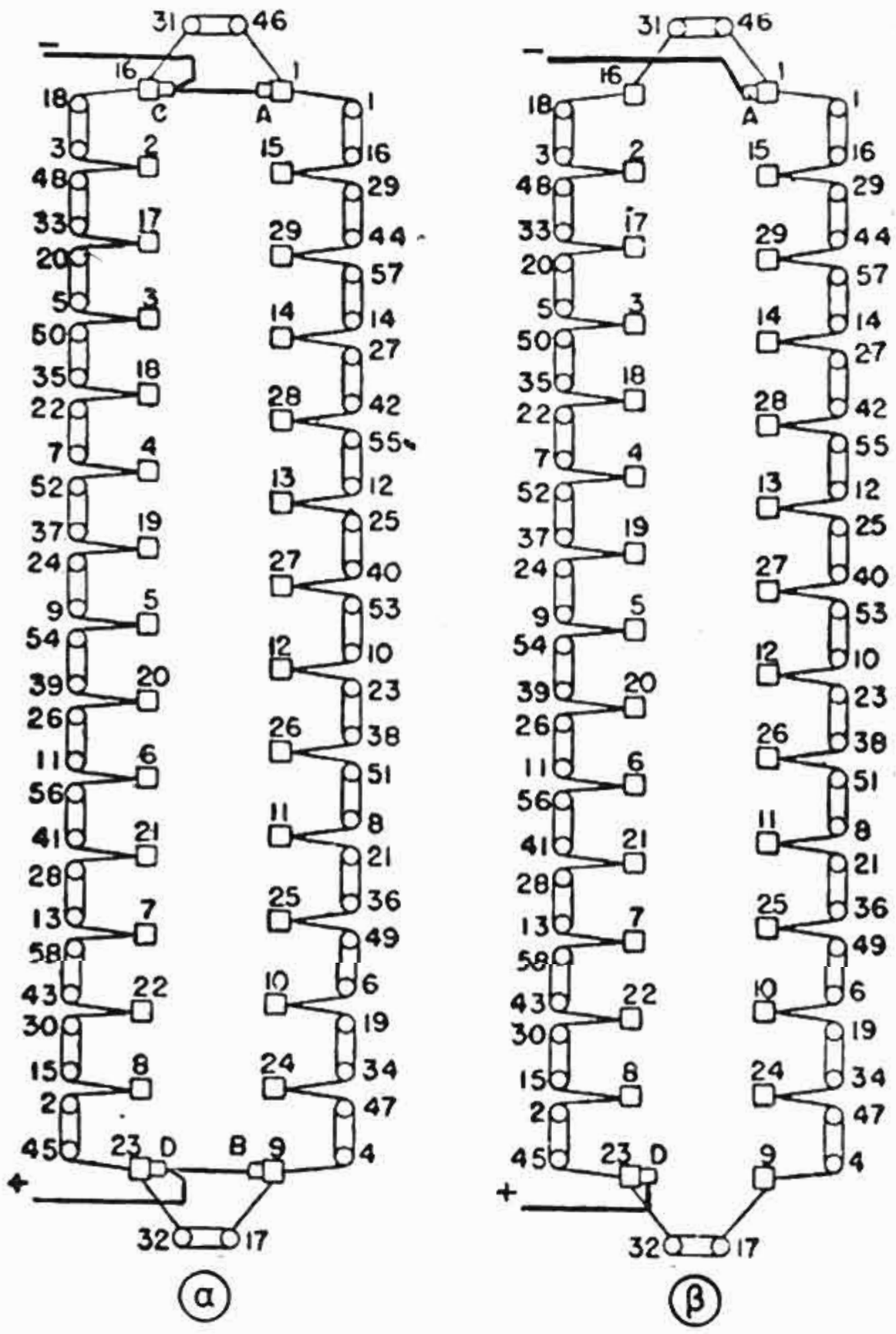
Σχ. 4.11γ.
4πολικό κυματοτύλιγμα.

4.12 Παράλληλοι κλάδοι κυματοτυλίγματος.

Στο σχήμα 4.11γ ο ένας κλάδος του τυλίγματος (που σημειώνεται με παχιές γραμμές) χαράσσεται, αν εκκινήσομε από την αρνητική ψήκτρα Α και προχωρήσομε με την εξής σειρά στοιχείων: Α - 1 - 16 -

29 - 44 - 57 - 14 - 27 - 42 - 55 - 12 - 25 - 40 - 53 - 10 - 23 - 38 - 51 - 8 - 21 - 36 - 49 - 6 - 19 - 34 - 47 - 4 - Β. Ο άλλος κλάδος (που σημειώνεται με λεπτές γραμμές) χαράσσεται, αν εκκινήσομε από την αρνητική ψήκτρα Γ και προχωρήσομε με την εξής σειρά: Γ - 18 - 3 - 48 - 33 - 20 - 5 - 50 - 35 - 22 - 7 - 52 - 37 - 24 - 9 - 54 - 39 - 26 - 11 - 56 - 41 - 28 - 13 - 58 - 43 - 30 - 15 - 2 - 45 - Δ. Οι αρνητικές ψήκτρες βραχυκυκλώνουν την ομάδα, που έχει στοιχεία 31-46 και οι θετικές βραχυκυκλώνουν την ομάδα, που έχει στοιχεία 17-32. Αυτό γίνεται επειδή τα στοιχεία των ομάδων αυτών δεν τέμνουν μαγνητικές γραμμές. Το τύλιγμα αυτό, που παριστάνεται με απλό διάγραμμα στο σχήμα 4.12(α), έχει 4 πόλους και μόνο δύο παράλληλους κλάδους. ***Ένα απλό κυματοτύλιγμα με οποιοδήποτε αριθμό πόλων θα έχει δύο παράλληλους κλάδους.*** Επομένως σε κάθε απλό κυματοτύλιγμα θα είναι: α = 1.

Το τύλιγμα του σχήματος 4.11γ και 4.12(α) έχει τόσες ψήκτρες, όσους και πόλους. Στο τύλιγμα αυτό το ρεύμα διέρχεται από τους δύο παράλληλους κλάδους, μέσω των δύο θετικών ψηκτρών καταλήγει στη θετική γραμμή και επιστρέφει διά των αρνητικών ψηκτρών. Στα κυματοτυλίγματα, πάντοτε, οι ψήκτρες, που έχουν την



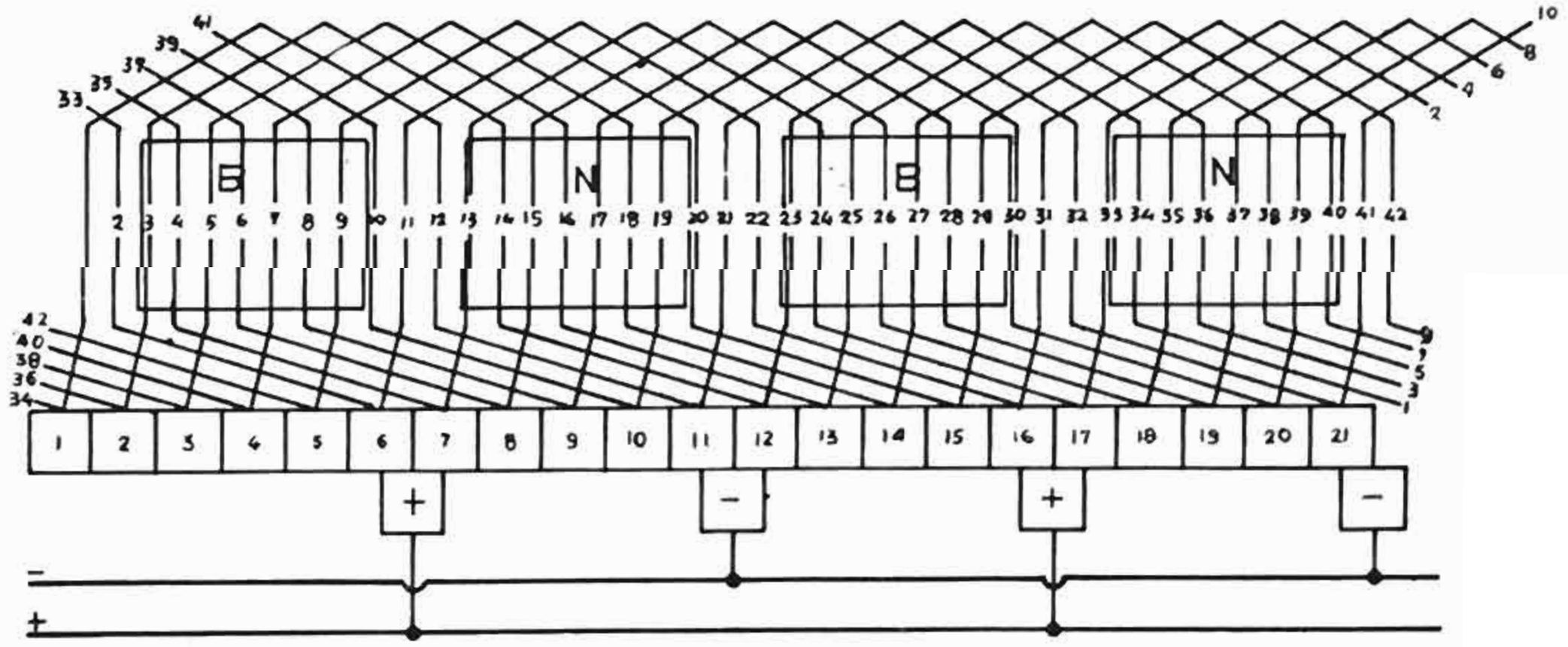
Σχ. 4.12.
Σύνδεση των ομάδων κυματοτυλίγματος.

ίδια πολικότητα, βραχυκυκλώνονται συνδέοντας ομάδες, που έχουν τα στοιχεία τους σε ουδέτερες ζώνες.

Επομένως, στα σχήματα 4.11γ και 4.12 αν αφαιρεθούν οι ψήκτρες Β και Γ, τότε το ρεύμα θα περάσει από τους δύο παράλληλους κλάδους, θα περάσει από τη θετική ψήκτρα Δ και θα καταλήξει στη θετική γραμμή του δικτύου, θα επιστρέψει δε διά της αρνητικής ψήκτρας Α [σχ. 4.12(β)]. Επομένως σε ***κάθε κυματοτύλιγμα απαιτούνται μόνο μία θετική και μία αρνητική ψήκτρα.*** Πρέπει να τονισθεί ότι, αν χρησιμοποιήσομε δύο ψήκτρες αντί για 4, κάθε ψήκτρα θα μεταφέρει διπλάσιο ρεύμα. Γι' αυτό πρέπει να έχει διπλάσια διατομή. Το πλάτος κάθε ψήκτρας δεν πρέπει να μικραίνει, γιατί αυτή θα πρέπει να βραχυκυκλώνει περισσότερες ομάδες. Γι' αυτό οι ψήκτρες πρέπει να έχουν μεγαλύτερο βάθος, οπότε αυξάνεται και το βάθος του συλλέκτη και αναλογικά αυξάνεται και το μήκος του τυμπάνου. ***Για να αποφύγομε την κατασκευή συλλέκτη με μεγαλύτερο βάθος είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούμε και στα κυματοτυλίγματα τον ίδιο αριθμό ψηκτρών με τους πόλους.*** Βέβαια σε ορισμένες περιπτώσεις επιθυμούμε τη χρήση μόνο 2 ψηκτρών αντί για 4, όπως στους γερανούς και στους κινητήρες σιδηροδρόμων, γιατί εκεί δεν υπάρχει μεγάλη ευχέρεια να πλησιάσομε τα 4 σημεία του συλλέκτη (ιδίως το επάνω και κάτω μέρος), για να επιθεωρήσομε τις ψήκτρες.

4.13 Θέσεις των ψηκτρών στα κυματοτυλίγματα.

Τα κυματοτυλίγματα που εξετάσαμε χρησιμοποιούνται στις μηχανές, στις οποίες οι ψήκτρες τοποθετούνται συνήθως στα κέντρα των πόλων. Άσχετα προς τη θέση των ψηκτρών, οι ομάδες πρέπει να



Σχ. 4.13.
Θέση των ψηκτρών στα κυματοτυλίγματα.

συνδέονται με το συλλέκτη έτσι, ώστε οι τάσεις των σπειρών σε κάθε παράλληλο κλάδο να προστίθενται και οι ψήκτρες να βραχυκυκλώνουν τις ομάδες, μόνο όταν αυτές δεν τέμνουν μαγνητικές γραμμές, όπως εξηγήσαμε στα βροχοτυλίγματα. Αν οι ψήκτρες τοποθετηθούν σε σημεία που βρίσκονται ενδιάμεσα μεταξύ των πεδίλων των πόλων, οι ομάδες πρέπει να συνδεθούν με τα λαμάκια του συλλέκτη, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.13.

4.14 Τυλίγματα με άεργη ή νεκρή ομάδα.

Σε μερικά τύμπανα δεν μπορούμε να τοποθετήσομε κυματοτύλιγμα, αν δεν χρησιμοποιήσομε νεκρές ή άεργες ομάδες. Νεκρές ή άεργες ομάδες δεν χρειάζονται, όταν το βήμα του συλλέκτη είναι ακέραιος αριθμός. Αν το βήμα συλλέκτη δεν είναι ακέραιος αριθμός, τότε μειώνομε τον αριθμό των τομέων του συλλέκτη, ώσπου να επιτύχομε ακέραιο βήμα. Για κάθε λαμάκι συλλέκτη, που παραλείπεται και δεν χρησιμοποιείται, χρησιμοποιούμε και μια νεκρή ομάδα.

Παράδειγμα.

Απλό 4πολικό κυματοτύλιγμα έχει τύμπανο με 22 λούκια και 22 λαμάκια συλλέκτη. Να υπολογίσετε, αν χρειάζονται νεκρές ομάδες και πόσες.

Λύση:

$$\text{Βήμα συλλέκτη } \Psi_\sigma = \frac{\tau \pm 1}{\rho} = \frac{22 \pm 1}{2} = 10\frac{1}{2} \text{ ή } 11\ \frac{1}{2} \text{ λαμάκια}$$

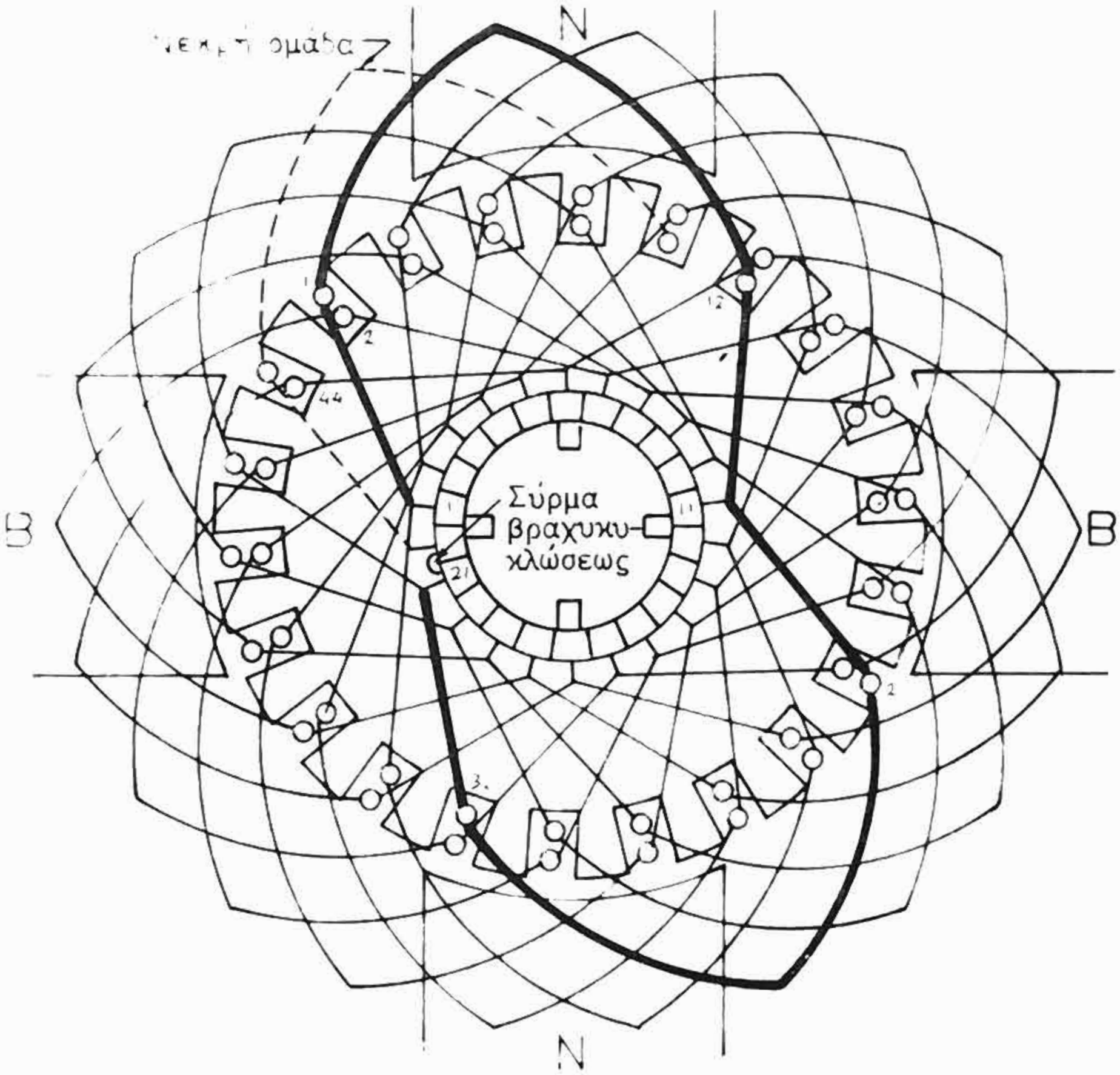
Επειδή τα εξαγόμενα δεν δίνουν βήμα συλλέκτη ακέραιο αριθμό, ο αριθμός των τομέων συλλέκτη πρέπει να μειωθεί. Λαμβάνομε 21 λαμάκια, οπότε το βήμα του συλλέκτη γίνεται

$$\Psi_\sigma = \frac{21 \pm 1}{2} = 10 \text{ ή } 11 \text{ λαμάκια}$$

Αυτό σημαίνει ότι το τύμπανο τυλίγεται μόνο αν ο αριθμός των τομέων συλλέκτη και των ομάδων μειωθεί από 22 σε 21. Η ομάδα, που θα παραλειφθεί, τοποθετείται στα λούκια κατά τον ίδιο ακριβώς τρόπο, όπως και οι άλλες ομάδες, για να μη χάσει το τύμπανο τη ζυγοστάθμισή του, αλλά δεν αποτελεί μέρος του τυλίγματος του τυμπάνου (σχ. 4.14). Το ένα άκρο της νεκρής ομάδας απομονώνεται στο λούκι και το άλλο άκρο συνδέεται με το λαμάκι συλλέκτη, το οποίο νεκρώθηκε και δεν χρησιμοποιείται χάρη ομοιομορφίας.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

Επειδή μόνο 21 λαμάκια συλλέκτη χρειάζονται, τα δύο συνδέονται μεταξύ τους με σύρμα βραχυκυκλώσεως και θεωρούνται ως ένα.



Σχ. 4.14.
Κυματοτύλιγμα με νεκρή ομάδα.

4.15 Κυματοτυλίγματα με λαμάκια συλλέκτη πολλαπλάσια των οδοντώσεων του τυμπάνου.

Ένα κυματοτύλιγμα μπορεί να έχει λαμάκια συλλέκτη διπλάσια, τριπλάσια ή ακόμη πολλαπλάσια του αριθμού των οδοντώσεων του τυμπάνου του. Αυτό γίνεται για να επικρατεί όσο το δυνατό μικρότερη τάση μεταξύ των τομέων του συλλέκτη. Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι το τύμπανο έχει ***τύλιγμα με πολλαπλές ομάδες*** ή ***τύλιγμα με αριθμό τομέων συλλέκτη πολλαπλάσιο του αριθμού των οδοντώσεων του τυμπάνου του.***

Παράδειγμα.

Απλό 4πολικό κυματοτύλιγμα έχει τύμπανο με 17 οδοντώσεις και

34 λαμάκια συλλέκτη. Να υπολογισθούν: α) Το οπίσθιο βήμα, β) το βήμα συλλέκτη και γ) το πρόσθιο βήμα.

Λύση:

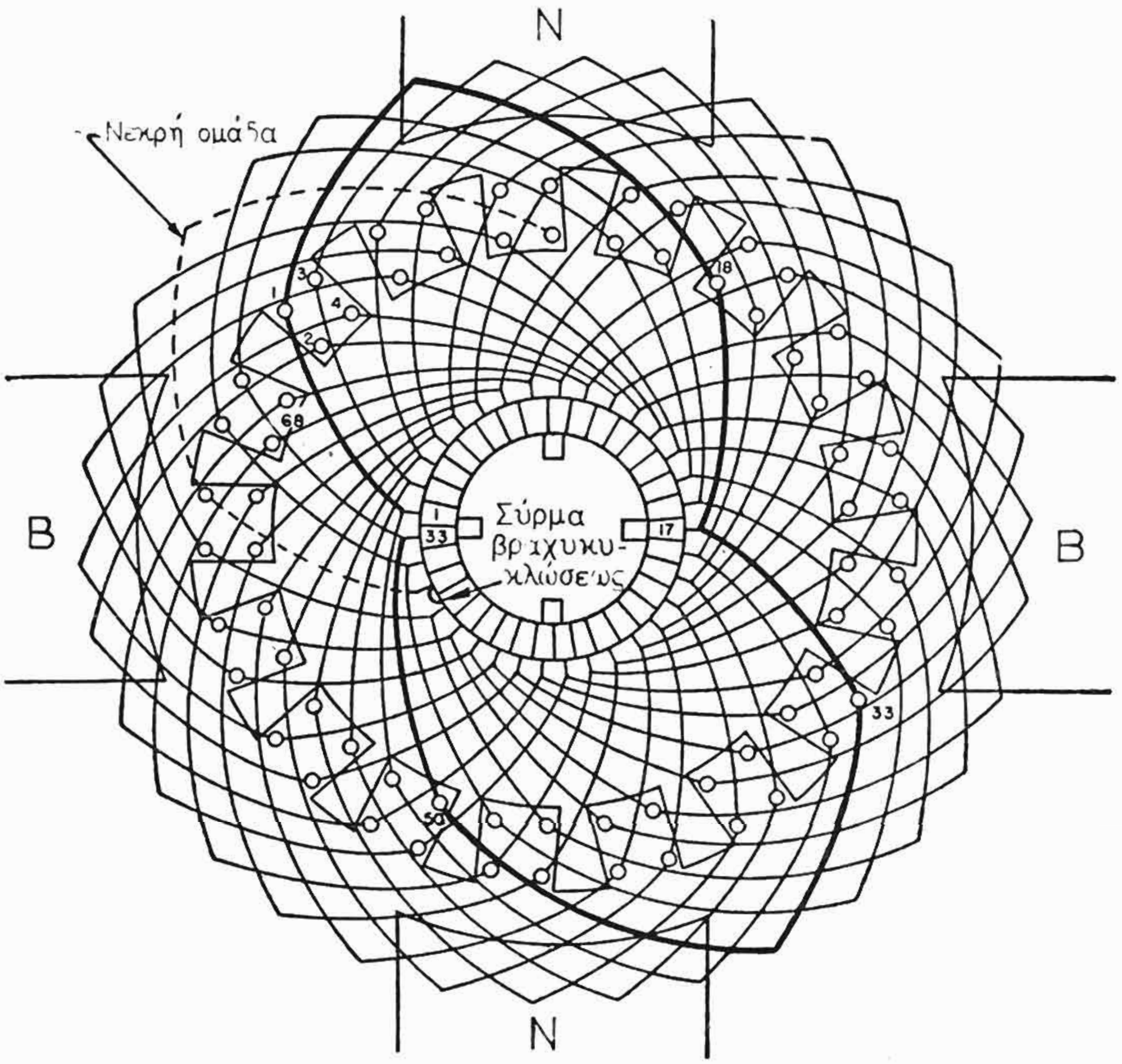
α) Ο αριθμός στοιχείων σε κάθε οδόντωση είναι:

$$C = \frac{2\,\tau}{S} = \frac{2 \times 34}{17} = 4$$

β) Το πολικό βήμα είναι

$$\Psi_\sigma = \frac{S}{2\rho} = \frac{17}{4} = 4\,\frac{1}{4}$$

Απορρίπτομε το κλάσμα και λαμβάνομε $\Psi_\rho = 4$, οπότε έχομε:



Σχ. 4.15.
Κυματοτύλιγμα με λαμάκια συλλέκτη διπλάσια από τον αριθμο των οδοντώσεων του τυμπάνου.

α) Οπίσθιο βήμα $\Psi_1 = C \cdot \Psi_\rho + 1 = 4 \times 4 + 1 = 17$

β) Βήμα συλλέκτη $\Psi_\sigma = \frac{\tau - 1}{\rho} = \frac{34 - 1}{2} = 16\frac{1}{2}$

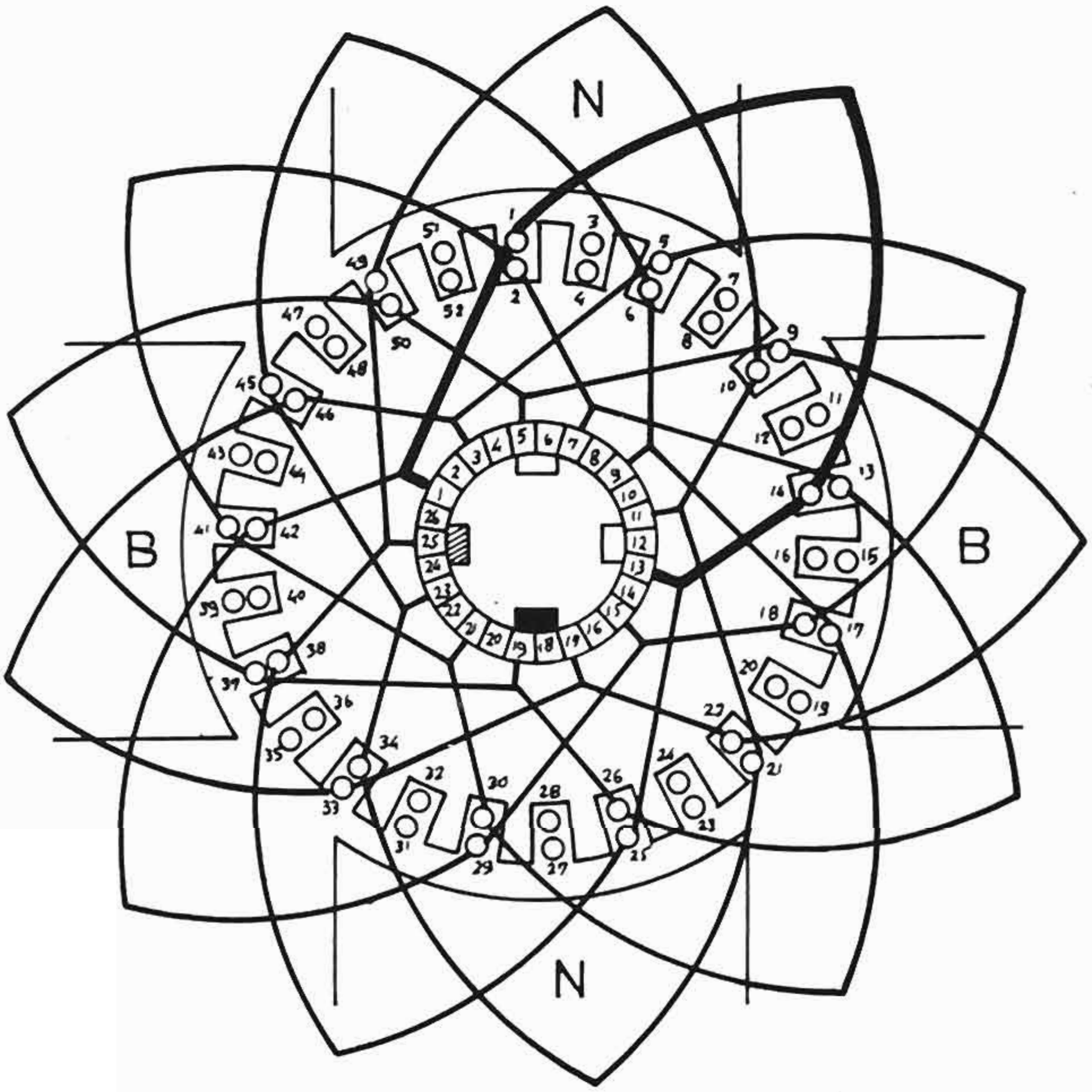
Επειδή δεν προκύπτει βήμα συλλέκτη ακέραιος αριθμός, μειώνουμε τους τομείς του συλλέκτη κατά 1 και λαμβάνομε:

$$\Psi_\sigma = \frac{33 - 1}{2} = 16 \text{ λαμάκια}$$

γ) Πρόσθιο βήμα $\Psi_2 = 2\,\Psi_\sigma - \Psi_\tau = 2 \times 16 - 17 = 15$.
Κυκλικό διάγραμμα του τυλίγματος φαίνεται στο σχήμα 4.15.

4.16 Πολλαπλά κυματοτυλίγματα.

Ο ορισμός που δόσαμε για το βαθμό πολλαπλότητας στα βροχο-



Σχ. 4.16.
Πολλαπλό κυματοτύλιγμα.

τυλίγματα ισχύει και για τα κυματοτυλίγματα. Δηλαδή στα κυματοτυλίγματα ο βαθμός πολλαπλότητας μας δείχνει πόσα ανεξάρτητα τυλίγματα έχομε. Στο σχήμα 4.16 εικονίζεται τύμπανο με διπλό κυματοτύλιγμα. Αφού συμπληρώσομε μια στροφή γύρω από το τύμπανο, κάνομε τη σύνδεση δύο λαμάκια πριν από το λαμάκι εκκινήσεως. Αν το τύλιγμα είναι τριπλό, η σύνδεση με το συλλέκτη, γίνεται 3 λαμάκια πριν από το λαμάκι εκκινήσεως.

Στα πολλαπλά κυματοτυλίγματα το βήμα συλλέκτη δίνεται από τη σχέση:

$$\Psi_\sigma = \frac{\tau \pm m}{\rho} \qquad (9)$$

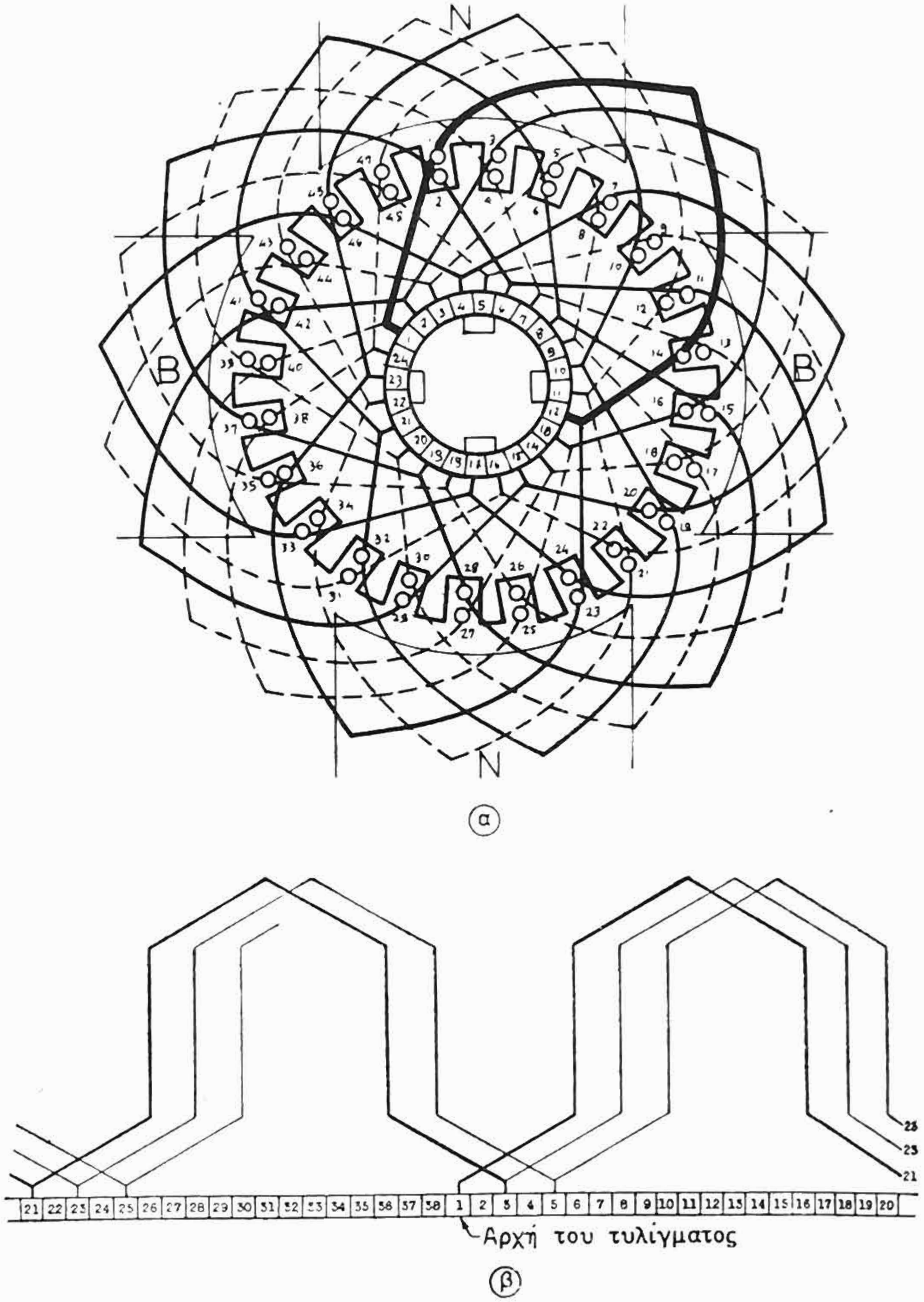
Η σχέση αυτή εφαρμόζεται σε όλα τα κυματοτυλίγματα. Ένα πολλαπλό τύλιγμα δεν θα έχει νεκρές ομάδες, όταν ο αριθμητής $\tau \pm m$ της σχέσεως είναι πολλαπλάσιο του παρονομαστή ρ.

4.17 Παράλληλοι κλάδοι πολλαπλού κυματοτυλίγματος.

Ο αριθμός των παραλλήλων κλάδων στα πολλαπλά κυματοτυλίγματα εξαρτάται από το βαθμό πολλαπλότητας του τυλίγματος και όχι από τον αριθμό των πόλων. Είδαμε στα προηγούμενα, ότι ***το απλό κυματοτύλιγμα έχει πάντοτε δύο παράλληλους κλάδους. Το διπλό κυματοτύλιγμα, που δεν είναι τίποτε άλλο παρά δύο απλά κυματοτυλίγματα εν παραλλήλω, θα έχει επομένως 4 παράλληλους κλάδους, το τριπλό κυματοτύλιγμα θα έχει 6 παράλληλους κλάδους*** κ.ο.κ. Άρα για οποιοδήποτε βαθμό πολλαπλότητας m, ο αριθμός των παραλλήλων κλάδων θα είναι ίσος με το βαθμό πολλαπλότητας. Δηλαδή:

$$a = m \qquad (10)$$

Αν το τύμπανο του σχήματος 4.16 έχει 24 οδοντώσεις και 24 τομείς συλλέκτη, το τύλιγμα δεν θα συμπληρώσει όλες τις οδοντώσεις του τυμπάνου για να κλείσει, αλλά θα επιστρέψει στο λαμάκι, που βρίσκεται αμέσως πριν ή μετά (αριστερά η δεξιά) από το λαμάκι εκκινήσεως. Στην περίπτωση αυτή το τύλιγμα θα κλείσει μόνο αφού συμπληρώσει και τις υπόλοιπες οδοντώσεις. Αυτό φαίνεται στο σχήμα 4.17(α), όπου ένα τύλιγμα σημειώνεται με διακοπτόμενες γραμμές.



Σχ. 4.17.

α) Κυκλικό διάγραμμα πολλαπλού κυματοτυλίγματος. β) Ένα μέρος από διπλό κυματοτύλιγμα.

4.18 Προϋποθέσεις για να γίνει ένα κυματοτύλιγμα.

Για να γίνει ένα κυματοτύλιγμα πρέπει να συμβαίνουν τρία βασικά πράγματα:

1) Ένα τύμπανο μπορεί να περιελιχθεί με κυματοτύλιγμα, χωρίς νεκρές ή άεργες ομάδες, αν ο όρος τ ± m είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του αριθμού των ζευγών των πόλων της μηχανής. Όπου τ είναι ο αριθμός των τομέων του συλλέκτη και m = 1 ή 2 ή 3, ανάλογα αν το τύλιγμα είναι απλό, διπλό ή τριπλό.
2) Οι ψήκτρες πρέπει να έχουν αρκετό πλάτος, ώστε να καλύπτουν τουλάχιστον m λαμάκια συλλέκτη.
3) Απαιτούνται δύο ψήκτρες, αλλά πρέπει να χρησιμοποιούνται τόσες ψήκτρες, όσοι είναι και οι πόλοι. Επίσης οι ψήκτρες πρέπει να τοποθετούνται σε θέσεις, ώστε να βραχυκυκλώνουν μόνο τις ομάδες, που δεν τέμνουν μαγνητική ροή.

4.19 Τιμή της αναπτυσσόμενης ηλεκτρεγερτικής δυνάμεως γεννήτριας Σ. Ρ.

Η τιμή της αναπτυσσόμενης ΗΕΔ σε ένα αγωγό εξαρτάται από την ταχύτητα, με την οποία ο αγωγός τέμνει τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου. Όταν ο αγωγός αυτός τέμνει 10^8 μαγνητικές γραμμές σε ένα (1) δευτερόλεπτο, τότε στα άκρα του αναπτύσσεται τάση ίση με 1 βολτ. Χρησιμοποιώντας αυτή την αρχή μπορούμε να υπολογίσομε την τάση, που αναπτύσσεται στους πόλους του τυμπάνου μιας γεννήτριας.

Έστω ότι Ε είναι η αναπτυσσόμενη τάση (δηλαδή η τάση στα άκρα του τυμπάνου μιας γεννήτριας κατά την κενή λειτουργία), ρ ο αριθμός των ζευγών των πόλων της μηχανής, Φ η ροή σε κάθε πόλο, n ο αριθμός των στροφών ανά λεπτό, α ο αριθμός των ζευγών των παραλλήλων κλάδων της γεννήτριας και z ο ολικός αριθμός των αγωγών του τυμπάνου της γεννήτριας. Αν ονομάσομε W τον αριθμό των αγωγών σε κάθε στοιχείο ή τον αριθμό των σπειρών σε κάθε ομάδα· και ν τον αριθμό των ομάδων, τότε θα είναι:

$$z = 2Wv \qquad (11)$$

Σε μια στροφή ο κάθε αγωγός τέμνει τη ροή Φ του πόλου τόσες φορές, όσος είναι ο αριθμός των πόλων της μηχανής, δηλαδή 2 ρΦ μαγνητικές γραμμές. Σε ένα δευτερόλεπτο το τύμπανο συμπληρώνει n/60 στροφές και κατά τη διάρκεια του χρόνου αυτού κάθε αγωγός κόβει

$$\frac{2\,\rho\Phi n}{60}$$

μαγνητικές γραμμές. Για να βρούμε τη μέση τιμή της τάσεως, που αναπτύσσεται στα άκρα κάθε αγωγού, διαιρούμε το εξαγόμενο αυτό διά του 10^8 και βρίσκομε:

$$E = \frac{2\ \rho\Phi n}{10^8 \times 60} \qquad (12)$$

Σε τύμπανα με ολικό αριθμό αγωγών τυμπάνου z και αριθμό παραλλήλων κλάδων 2 α, η ολική αναπτυσσόμενη ΗΕΔ Ε θα ισούται με την ΗΕΔ, που αναπτύσσεται σε ένα παράλληλο κλάδο, αλλά ο αριθμός των αγωγών σε κάθε κλάδο είναι

$$\frac{z}{2\ a}$$

Οπότε η τάση του κάθε κλάδου θα είναι:

$$\frac{z}{2\ a} \cdot \frac{2\ \rho\Phi n}{10^8 \times 60} \qquad (13)$$

Επειδή η τάση κάθε κλάδου είναι η ίδια με την τάση της μηχανής, έπεται ότι και η τάση της μηχανής θα είναι:

$$E = z \cdot \frac{\rho\Phi n}{a \cdot 60} \cdot 10^{-8}\ \text{βολτ} \qquad (14)$$

Παράδειγμα 1.

Να υπολογίσετε την τάση, που αναπτύσσεται σε 6πολική μηχανή, που περιστρέφεται με 900 στροφές ανά λεπτό, αν το τύλιγμα του τυμπάνου της είναι απλό βροχοτύλιγμα και έχει 300 αγωγούς. Η ροή κάθε πόλου είναι 5×10^6 μαγνητικές γραμμές.

Λύση: Στο τύλιγμα αυτό ο αριθμός των παραλλήλων κλάδων θα είναι ίσος με τον αριθμό των πόλων της μηχανής. Αν αντικαταστήσομε τις τιμές της σχέσεως (14) βρίσκομε:

$$E = 300 \times \frac{5 \times 10^6 \times 3 \times 900}{3 \times 10^8 \times 60} = 225\ \text{βολτ}$$

Παράδειγμα 2.

Γεννήτρια 4πολική 12 V περιστρέφεται με 750 στροφές ανά λεπτό. Η ροή κάθε πόλου της είναι 4×10^5 μαγνητικές γραμμές. Αν το τύλιγμά της είναι διπλό βροχοτύλιγμα και έχει 24 οδοντώσεις και 48 λαμάκια συλλέκτη, να βρείτε: α) Τον αριθμό των στοιχείων σε κάθε οδόντωση και β) τον αριθμό των σπειρών σε κάθε ομάδα.

Λύση:

α) $$C = \frac{2\ \tau}{S} = \frac{2 \times 48}{24} = 4$$

β) Επιλύοντας τη σχέση (14) ως προς z βρίσκομε:

$$z = \frac{60 \times 10^8 \times \alpha \times E}{\Phi \,.\, \rho \,.\, n} = \frac{60 \times 10^8 \times 8 \times 12}{4 \times 10^5 \times 4 \times 750} = 480 \text{ αγωγοί}$$

και επιλύοντας τη σχέση $z = 2\,Wv$ ως προς W βρίσκομε:

$$W = \frac{z}{2\,v} = \frac{480}{2 \times 48} = 5 \text{ σπείρες σε κάθε ομάδα}$$

4.20 Ασκήσεις.

1) 4πολικό βροχοτύλιγμα τυμπάνου έχει 28 οδοντώσεις και 28 λαμάκια συλλέκτη. Αν το τύλιγμα είναι προοδευτικό, να βρεθούν: α) Το οπίσθιο βήμα Ψ_1, β) το βήμα του συλλέκτη Ψ_σ και γ) το πρόσθιο βήμα Ψ_2.

[***Απάντηση:*** α) $\Psi_1 = 15$, β) $\Psi_\sigma = 1$, γ) $\Psi_2 = 13$]

2) Να βρεθούν τα ίδια στοιχεία του παραπάνω προβλήματος, αν το τύλιγμα γίνει αναδρομικό.

[***Απάντηση:*** α) $\Psi_1 = 15$, β) $\Psi_\sigma = 1$, γ) $\Psi_2 = 17$]

3) Πόσους κλάδους έχει: α) Απλό 8πολικό βροχοτύλιγμα και β) Απλό 10πολικό βροχοτύλιγμα;

[***Απάντηση:*** α) 8, β) 10]

4) Απλό 8πολικό βροχοτύλιγμα γεννήτριας δίνει 240 V και 125 A. Υπολογίστε: α) Την τάση κάθε κλάδου, β) το ρεύμα κάθε κλάδου και γ) το ρεύμα που δίνει κάθε ψήκτρα.

[***Απάντηση:*** α) 240 V, β) 15,625 A, γ) 31,25 A]

5) Αν χρησιμοποιηθεί σύρμα με διατομή 0,30 mm^2 ανά αμπέρ, ποιου μεγέθους σύρμα χρειάζεται για την περιέλιξη του τυμπάνου στην άσκηση 4;

[***Απάντηση:*** 2,5 διαμέτρου]

6) Υπολογίστε τον αριθμό στοιχείων ανά οδόντωση σε τύμπανο με: α) 21 οδοντώσεις και 42 λαμάκια συλλέκτη, β) 12 οδοντώσεις και 48 λαμάκια και γ) 20 οδοντώσεις και 10 λαμάκια.

[***Απάντηση:*** α) 4, β) 8, γ) 1]

7) Πόσα λαμάκια συλλέκτη μπορεί να έχει τύμπανο με 18 οδοντώσεις;

[***Απάντηση:*** 9, 18, 36, 54, 72.....]

8) Πόσα στοιχεία ανά οδόντωση χρειάζεται τύμπανο: α) Με 14 οδοντώσεις και 42 λαμάκια συλλέκτη, β) με 20 οδοντώσεις και 20 λαμάκια και γ) με 20

οδοντώσεις και 60 λαμάκια;

[***Απάντηση:*** α) 6, β) 2, γ) 6]

9) Σχεδιάστε απλό 4πολικό βροχοτύλιγμα με 18 οδοντώσεις και 36 λαμάκια συλλέκτη. Τοποθετήσετε τις ψήκτρες στα κέντρα των πόλων, αριθμήστε τα στοιχεία και δείξτε τις οδοντώσεις.

10) Πόσους κλάδους έχει: α) Διπλό 8πολικό βροχοτύλιγμα και β) Τριπλό 10πολικό βροχοτύλιγμα;

[***Απάντηση:*** α) 16, β) 30]

11) Διπλό 6πολικό βροχοτύλιγμα έχει 32 οδοντώσεις και 64 λαμάκια συλλέκτη. Υπολογίστε για το τύλιγμα αυτό: α) Το οπίσθιο βήμα, β) το βήμα συλλέκτη και γ) το πρόσθιο βήμα.

[***Απάντηση:*** α) $\Psi_1 = 21$, β) $\Psi_\sigma = 2$, γ) $\Psi_2 = 17$]

12) Είναι δυνατό το τύλιγμα της προηγούμενης ασκήσεως να γίνει απλό ή τριπλό;

[***Απάντηση:*** Ναι, αν το πλάτος των ψηκτρών καλύπτει 3 λαμάκια συλλέκτη]

13) Τριπλό 8πολικό βροχοτύλιγμα δίνει 250 Α. Υπολογίστε: α) Το ρεύμα κάθε κλάδου και β) το ρεύμα κάθε ψήκτρας.

[***Απάντηση:*** α) 10,41 Α, β) 250 Α]

14) Πόσες ψήκτρες απαιτούνται σε 6πολική μηχανή με βροχοτύλιγμα;

[***Απάντηση:*** 6]

15) 4πολική γεννήτρια 120 V με απλό βροχοτύλιγμα παρέχει ισχύ 10 kW. Να βρεθεί: α) Η τάση και β) το ρεύμα κάθε παράλληλου κλάδου, όταν η γεννήτρια λειτουργεί με το κανονικό της φορτίο.

[***Απάντηση:*** α) 120 V, β) 20,83 Α]

16) 6πολική γεννήτρια με απλό κυματοτύλιγμα παρέχει ρεύμα 200 Α. Να υπολογισθούν: α) Το ρεύμα κάθε κλάδου και β) το ρεύμα μέσω της ψήκτρας (αναφέρετε τον αριθμό των ψηκτρών που θα χρησιμοποιήσετε).

[***Απάντηση:*** α) 100 Α, β) 200 Α, δύο ψήκτρες]

17) Απλό 6πολικό προοδευτικό κυματοτύλιγμα έχει 40 οδοντώσεις και 80 λαμάκια συλλέκτη. Να υπολογισθούν: α) Το οπίσθιο βήμα, β) το πρόσθιο βήμα και γ) το βήμα συλλέκτη.

[***Απάντηση:*** α) 25, β) 29, γ) 27]

18) Πόσους αγωγούς έχει τύμπανο με 20 ομάδες, αν κάθε ομάδα έχει 10 σπείρες;

[***Απάντηση:*** 400]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΤΥΛΙΓΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

5.1 Τεχνικά στοιχεία τυλίγματος.

Μία από τις σοβαρότερες εργασίες περιελίξεων είναι η ακριβής καταγραφή των τεχνικών στοιχείων του τυμπάνου, το οποίο θα περιελίξομε. Πριν ακόμη προχωρήσομε στην αφαίρεση της περιελίξεως του τυμπάνου, πρέπει να συγκεντρώσομε ορισμένα στοιχεία του τυλίγματος.

Παρόμοια στοιχεία μπορούμε να πάρομε από το τεχνικό εγχειρίδιο του μηχανήματος, από τα σχέδια του κατασκευαστή ή από πίνακες επισκευών του συνεργείου. Χωρίς αυτά τα στοιχεία ο τεχνίτης θα δυσκολευθεί πολύ στην κατασκευή του τυλίγματος. Αν δεν υπάρχουν παρόμοια στοιχεία, ο τεχνίτης είναι υποχρεωμένος να καταγράψει τα στοιχεία που θα βρει. Παρακάτω δίνεται υπόδειγμα πίνακα, που θα βοηθήσει τον τεχνίτη στην ακριβή καταγραφή όλων των στοιχείων του τυλίγματος, τα οποία του χρειάζονται.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1.1

Καταγραφής τεχνικών στοιχείων τυλίγματος τυμπάνου

Εργοστάσιο κατασκευής.....	Ισχύς	Είδος τυλίγματος.....
Κατασκευή	Τάση.....	Βήμα τυλίγματος .....
Τύπος μηχανής	Ένταση.....	Βήμα συλλέκτη .....
Αριθμός σειράς	Στροφές.....	Αριθμός οδοντώσεων .....
Είδος μονώσεως σύρματος	Αριθμός τομέων συλλέκτη.....	
Είδος μονώσεως οδοντώσεων.....	Αριθμός αγωγών ανά στοιχείο	
	Διάμετρος σύρματος περιελίξεως	

Σημειώνομε με ποιο λαμάκι του συλλέκτη συνδέεται το άκρο του υπ' αριθ. 1 στοιχείου. Επίσης μετρούμε τον αριθμό των περιφερειακών ζωστήρων συγκρατήσεως των στοιχείων και σημειώνομε την

ακριβή θέση του συλλέκτη επάνω στον άξονα. Μετρούμε την απόσταση του συλλέκτη ή των δακτυλίων από το άκρο του πυρήνα του τυμπάνου. Μετρούμε την απόσταση του ανεμιστήρα, αν υπάρχει, από τα άκρα των τυλιγμάτων.

Μετά την καταγραφή των τεχνικών στοιχείων του τυλίγματος, αν είναι εύκολο, αφαιρούμε μία απλή ομάδα από το τύμπανο και καταγράφομε τις διαστάσεις της, ώστε σύμφωνα με αυτές να κατασκευάσομε το νέο καλούπι της ομάδας. Αν όμως αυτό είναι αδύνατο, τότε σχηματίζομε νέα ομάδα χρησιμοποιώντας ένα απλό αγωγό, τον οποίο θα τυλίξομε ακριβώς στην ίδια θέση που κατείχε μία παλιά ομάδα του τυλίγματος. Πριν μετρήσομε τη διάμετρο του σύρματος περιελίξεως, αφαιρούμε την παλιά μόνωση του σύρματος. Αν το σύρμα έχει μόνωση βερνικιού, τότε αφαιρούμε το στρώμα του βερνικιού τρίβοντας τα άκρα του σύρματος με δύο φύλλα γυαλόχαρτο Νο 00. Προσέχομε να μη τρίβομε πολύ το σύρμα για να μην αφαιρεθεί και μέταλλο, οπότε η διάμετρος του σύρματος θα ελαττωθεί και το σύρμα θα είναι ακατάλληλο. Για να μετρήσομε τη διάμετρο του σύρματος χρησιμοποιούμε ειδική καλίμπρα για τη μέτρηση των συρμάτων ή ένα μικρότερο.

5.2 Καταγραφή των στοιχείων κατά την αφαίρεση του τυλίγματος.

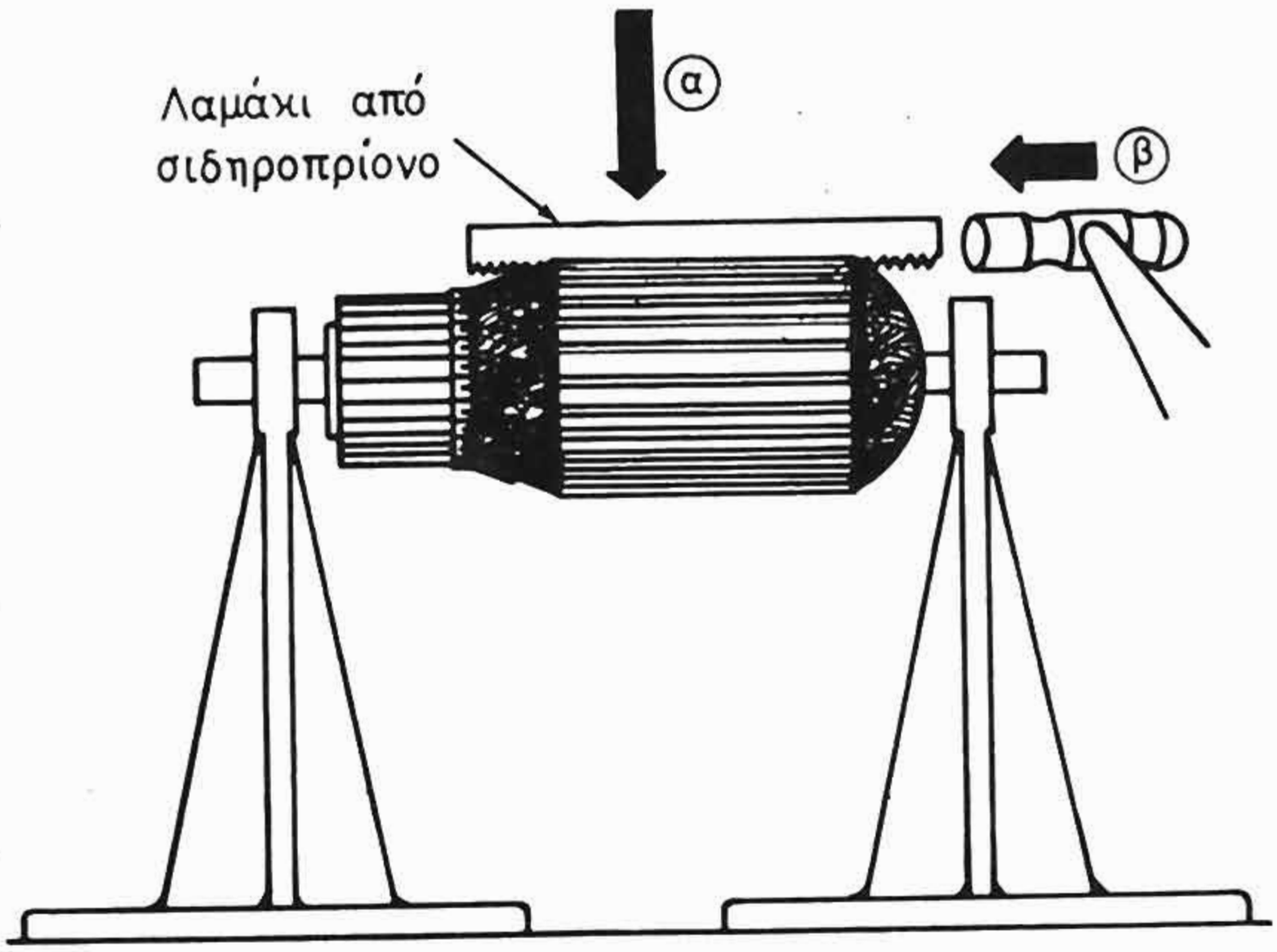
Η καταγραφή των στοιχείων κατά την αφαίρεση του τυλίγματος, λόγω της σπουδαιότητας που έχει, δεν πρέπει να αμεληθεί. Αν δεν υπάρχουν τεχνικά εγχειρίδια, σχέδια κατασκευαστή ή τεχνικά στοιχεία συνεργείου, όπως συνήθως συμβαίνει, και το τύμπανο έχει τελείως γυμνωθεί, είναι πλέον αδύνατο να βρούμε στοιχεία τα οποία έχουν χαθεί, επειδή ο τεχνίτης έδειξε αδιαφορία ή εγωισμό κατά το χρόνο που αφαίρεσε την περιέλιξη.

Οι παρακάτω μέθοδοι και εργασίες θα βοηθήσουν τον τεχνίτη περιελικτή να καταγράψει τα κύρια στοιχεία του τυλίγματος.

α) Πριν αφαιρεθεί ο συλλέκτης.

Αν το τύλιγμα δεν είναι πολύ καταστραμμένο και καμένο και τα σύρματα είναι δυνατόν να χωρισθούν εύκολα επειδή είναι ποτισμένα με βερνίκι, εργαζόμαστε ως εξής:

1) Αφαιρούμε όλους τους περιφερειακούς ζωστήρες (ζωνάρια), που συγκρατούν τα στοιχεία.
2) Σημειώνομε τον τύπο, τη διάμετρο και τον αριθμό σπειρών των ζωστήρων ασφάλειας. Αν οι ζωστήρες ασφάλειας αποτελούνται από χαλυβοταινίες, σημειώνομε το πλάτος και το πάχος της ταινίας.



Σχ. 5.2α.

Τρόπος αφαιρέσεως των σφηνών από το τύμπανο.
α) Πρώτα να κτυπήσετε τη σιδηρόλαμα, ώστε τα δόντια της να καρφωθούν στην ξύλινη ή φιμπερένια σφήνα. β) Μετά να κτυπήσετε τη σιδηρόλαμα στο πλευρό. Τότε, σφήνα και λάμα θα βγουν μαζί.

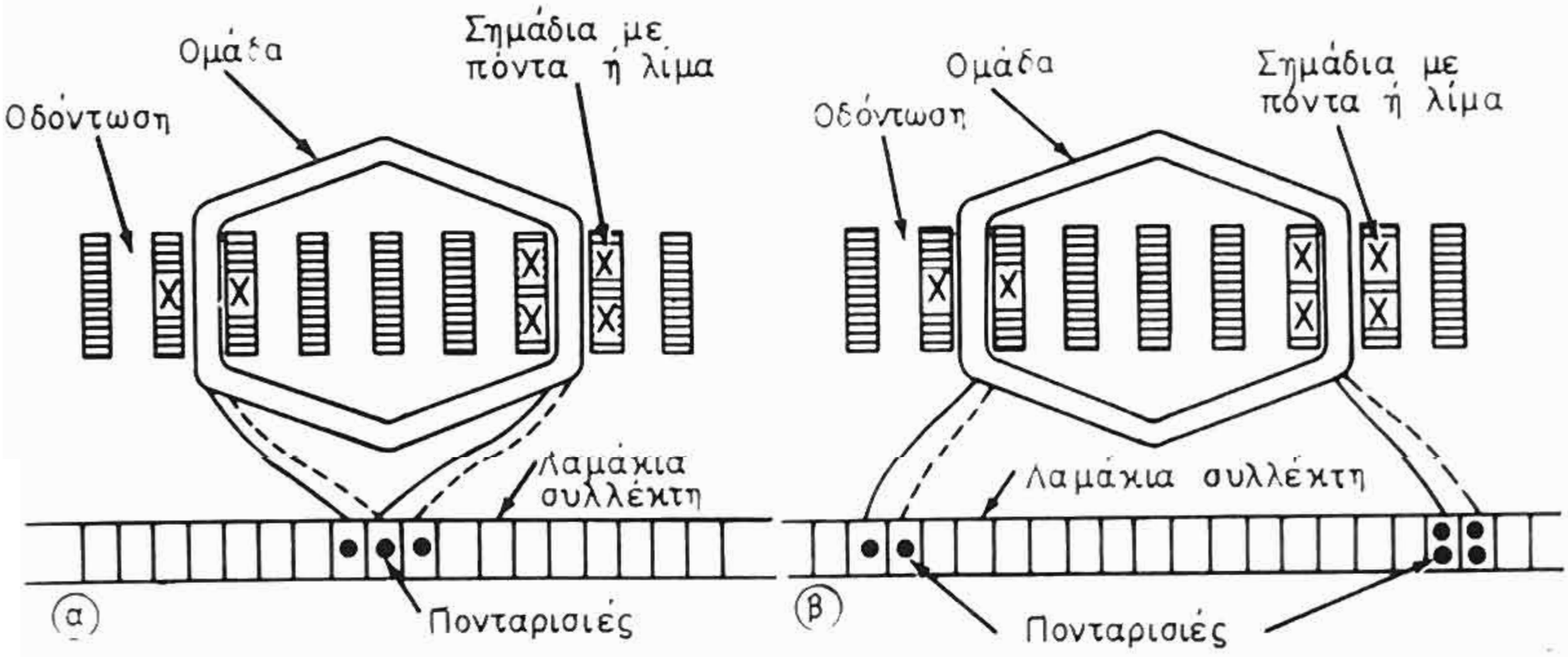
3) Εκλέγομε μία ομάδα της επάνω στρώσεως, δηλαδή μία ομάδα, η οποία εξέχει στο πίσω άκρο του τυμπάνου, και σημειώνομε τις οδοντώσεις, όπου είναι τοποθετημένα τα δύο στοιχεία της.
4) Αφαιρούμε από τις οδοντώσεις τις σφήνες που συγκρατούν αυτή την ομάδα (σχ. 5.2α).
5) Κόπτομε ή αποσυνδέομε τη σύνδεση ή τις συνδέσεις της ομάδας από το λαμάκι του συλλέκτη, με το οποίο η ομάδα συνδέεται με το πρώτο της στοιχείο. Μπορεί να χρειασθεί να αφαιρέσομε περισσότερα σύρματα από το λαμάκι συλλέκτη, για να εντοπίσομε τη σύνδεση της επάνω ομάδας.
6) Μετρούμε το μέγεθος και τη μόνωση του σύρματος.
7) Αναζητούμε το συνδετικό σύρμα της επάνω ομάδας, το οποίο συνδέεται με το λαμάκι συλλέκτη, σηκώνοντας τα ξεκολλημένα άκρα ένα προς ένα, ώσπου να βρούμε ένα συνδετικό σύρμα, το οποίο θα σηκωθεί σχετικά εύκολα σε όλο το μήκος της οδοντώσεως.
8) Μετρούμε και σημειώνομε τον αριθμό σπειρών, που αφαιρούμε από το συνεχές ξήλωμα της ομάδας, ώσπου να εκτυλιχθεί τελείως η ομάδα.
9) Μετρούμε και σημειώνομε τον αριθμό των τομέων του συλλέκτη, οι οποίοι παρεμβάλλονται μεταξύ των δύο ακραίων συνδέσεων της ομάδας που αφαιρέσαμε. Ο αριθμός αυτός είναι το βήμα συλλέκτη.

10) Μετρούμε και καταγράφομε τον αριθμό των οδοντώσεων, οι οποίες παρεμβάλλονται μεταξύ των δύο άκρων της ομάδας. Αυτός ο αριθμός είναι το οπίσθιο βήμα του τυλίγματος.
11) Μετρούμε το πάχος της μονώσεως της οδοντώσεως με μικρότερο ή άλλο όργανο μετρήσεων ακρίβειας.
12) Σημειώνομε τη διάμετρο του σύρματος και το είδος της μονώσεώς του.

β) Σημάδεμα των οδοντώσεων και των τομέων του συλλέκτη.

Το σημάδεμα των οδοντώσεων και των τομέων συλλέκτη είναι από τις σοβαρότερες εργασίες, γιατί αν γίνει λανθασμένη σύνδεση των άκρων των ομάδων με τα λαμάκια συλλέκτη, θα έχομε κακή λειτουργία της μηχανής και σπινθηρισμούς. Τα σημάδια του πυρήνα του τυμπάνου δείχνουν τις οδοντώσεις, μέσα στις οποίες τοποθετούνται το επάνω και το κάτω στοιχείο μιας ομάδας. Επίσης αποφεύγομε να τυλίξομε μία ομάδα δεξιόστροφα, όταν τα σημάδια δείχνουν αριστερόστροφο τύλιγμα ή αντίστροφα. Το σημάδεμα γίνεται ως εξής (σχ. 5.2β):

1) Εκλέγομε μία ομάδα για να καταγράψομε τα τεχνικά της στοιχεία. Κατόπιν σημαδεύομε με Χ ή με δύο τελείες τα δόντια, τα οποία βρίσκονται στις δύο πλευρές της οδοντώσεως, που περιέχει το επάνω στοιχείο της ομάδας. Χαράσσομε τα Χ με μία τριγωνική λίμα.
2) Αν πρόκειται για βροχοτύλιγμα, κτυπούμε μία «πονταρισιά» στο άκρο του τομέα του συλλέκτη, στο οποίο συνδέεται ο συνδετι-



Σχ. 5.2β.

Σημάδεμα του βήματος και των σημείων συνδέσεως των άκρων της ομάδας με τους τομείς του συλλέκτη.
α) Σημάδεμα τυμπάνου από βροχοτύλιγμα.
β) Σημάδεμα τυμπάνου από κυματοτύλιγμα.

κός αγωγός της οδοντώσεως, που σημαδεύσαμε προηγουμένως. Αν είναι κυματοτύλιγμα, κτυπούμε δύο «πονταρισιές» (:).

3) Σημαδεύομε με ένα Χ ή μία τελεία (.) τα δόντια, που βρίσκονται στις δύο πλευρές της οδοντώσεως, η οποία περιέχει το κάτω στοιχείο της ίδιας ομάδας, που έχομε εκλέξει.
4) Κτυπούμε μία «πονταρισιά» στο λαμάκι συλλέκτη, στο οποίο συνδέεται ο συνδετικός αγωγός της οδοντώσεως που σημαδεύσαμε προηγουμένως. Το ίδιο θα κάνομε και για βροχοτύλιγμα και για κυματοτύλιγμα.

χ) Αφαίρεση του συλλέκτη.

Αν το τύλιγμα είναι καταστραμμένο ή καμένο, είναι προτιμότερο να αφαιρέσομε το συλλέκτη, για να συγκεντρώσομε στοιχεία κατά την αφαίρεση του τυλίγματος. Για να αφαιρέσομε το συλλέκτη και να αναγνωρίσομε τους αγωγούς συνδέσεως μιας ομάδας με το συλλέκτη προχωρούμε ως εξής:

1) Αφαιρούμε όλους τους περιφερειακούς ζωστήρες ασφάλειας, που συγκρατούν τα στοιχεία.
2) Εκλέγομε μία ομάδα της επάνω στρώσεως, δηλαδή μία ομάδα που εξέχει στο πίσω άκρο του τυμπάνου, και σημειώνομε τις οδοντώσεις, στις οποίες είναι τοποθετημένα τα δύο στοιχεία της.
3) Αφαιρούμε τις σφήνες από τις οδοντώσεις, στις οποίες είναι τοποθετημένη αυτή η ομάδα.
4) Κόπτομε ή αποσυνδέομε το άκρο ή τα άκρα της ομάδας από το λαμάκι συλλέκτη, στο οποίο συνδέεται το πρώτο στοιχείο της ομάδας. Μπορεί να χρειασθεί να αφαιρέσομε περισσότερους από ένα συνδετικούς αγωγούς από το λαμάκι του συλλέκτη, για να βρούμε το συνδετικό αγωγό της επάνω ομάδας.
5) Κόπτομε ή αποσυνδέομε το συνδετικό αγωγό ή τους συνδετικούς αγωγούς από το λαμάκι συλλέκτη, στο οποίο το άλλο στοιχείο της ομάδας που αφαιρούμε είναι συνδεμένο.
6) Μετρούμε και σημειώνομε τον αριθμό των τομέων του συλλέκτη, που παρεμβάλλονται μεταξύ των συνδετικών άκρων της ομάδας. Ο αριθμός αυτός είναι το βήμα συλλέκτη.
7) Ελέγχομε με ωμόμετρο την αντίσταση μεταξύ των άκρων των ομάδων που αποσυνδέσαμε. Η ομάδα που παρουσιάζει τη μικρότερη αντίσταση είναι η πρώτη απλή ομάδα.
8) Σημαδεύομε τα άκρα της απλής ομάδας με πλαστική ταινία ή έγχρωμα «μακαρόνια» από νάυλον.
9) Μετρούμε και σημειώνομε τον αριθμό των οδοντώσεων, που παρεμβάλλονται μεταξύ των άκρων της απλής ομάδας. Ο

αριθμός αυτός είναι το βήμα τυλίγματος.
10) Σημειώνομε τη διάμετρο του σύρματος και το είδος της μονώσεώς του.
11) Αφαιρούμε όλα τα υπόλοιπα άκρα από το συλλέκτη.
12) Αφαιρούμε τις πλαστικές ταινίες και τυχόν άλλα υλικά, που συμπληρώνουν το διάκενο μεταξύ πυρήνα του τυμπάνου και συλλέκτη, ώσπου να φανεί ο άξονας.
13) Μετρούμε την απόσταση του άξονα από τον πυρήνα του τυμπάνου ως το συλλέκτη.
14) Αφαιρούμε το συλλέκτη με εξολκέα.

5.3 Αφαίρεση των σφηνών.

Οι σφήνες αφαιρούνται με λαμάκι πριονόλαμας (σχ. 5.2α). Μπορεί όμως να αφαιρεθούν και με εξολκέα σφηνών. Πριν ακόμη χρησιμοποιήσομε θερμή φλόγα ή καυστική σόδα για να αφαιρέσομε τα τυλίγματα, προσπαθούμε να αφαιρέσομε τις σφήνες. Ο σκοπός της αφαιρέσεως των σφηνών είναι να διευκολυνθεί η θερμότητα ή το διάλυμα της καυστικής σόδας να διεισδύσει μέσα στα τυλίγματα.

Αν δεν είναι εύκολο να αφαιρεθούν οι σφήνες, εφαρμόζομε τους τρόπους που περιγράφονται στην § 5.2, οπότε οι σφήνες αφαιρούνται εύκολα. Για να αφαιρεθούν εύκολα τα παλιά τυλίγματα του τυμπάνου, μπορεί να χρειασθεί να γίνουν στο τύμπαν ορισμένες άλλες προεργασίες.

5.4 Αφαίρεση των τυλιγμάτων μετά την αφαίρεση του συλλέκτη.

Τα υπόλοιπα μέρη του τυμπάνου μπορούν τώρα να υποβληθούν σε μία από τις δύο μεθόδους, που χρησιμοποιούνται για το μαλάκωμα του βερνικιού, με το οποίο είναι εμποτισμένα. Η πρώτη μέθοδος είναι να θερμάνομε το τύμπανο με φλόγα ασετυλίνης και η δεύτερη να βυθίσομε ολόκληρο το τύμπανο σε διάλυμα καυστικής σόδας.

α) Θέρμανση του τυμπάνου με φλόγα ασετυλίνης ή καμινέτο.

Για να θερμάνομε τον πυρήνα του τυμπάνου χρησιμοποιούμε μεγάλο μπεκ οξυγόνου ή καμινέτο. Για το σκοπό αυτό εκτελούμε τις παρακάτω εργασίες με τη σειρά που αναφέρονται:

1) Αφαιρούμε πρώτα όλες τις σφήνες.
2) Τοποθετούμε το τύμπανο (χωρίς το συλλέκτη) σε μεταλλική βάση μακριά από κάθε αναφλέξιμη ύλη.
3) Ανάβομε το μπεκ του οξυγόνου και θερμαίνομε με τη φλόγα

όλα τα μέρη του πυρήνα του τυμπάνου μετακινώντας βαθμιαία τη φλόγα. Συγκεντρώνομε τη φλόγα στις οδοντώσεις και στα τυλίγματα. Δεν πρέπει να κρατούμε τη φλόγα για πολύ χρόνο στον άξονα, γιατί αν ο άξονας θερμανθεί πολύ, θα χάσει την αντοχή του.

4) Συνεχίζομε να θερμαίνομε τα τυλίγματα, ώσπου η μόνωσή τους να μαλακώσει αρκετά, για να ξεκολλούν εύκολα τα σύρματα του τυλίγματος.
5) Αφήνομε το τύμπανο να κρυώσει.

β) Χρήση διαλύματος καυστικής σόδας για τη χαλάρωση των τυλιγμάτων.

1) Αφαιρούμε όλες τις σφήνες.
2) Τοποθετούμε το τύμπανο (χωρίς το συλλέκτη) μέσα σε μεγάλη λεκάνη, η οποία να είναι αρκετά βαθιά για να χωράει αρκετή ποσότητα διαλύματος καυστικής σόδας, ώστε να σκεπάζει το τύμπανο.
3) Τοποθετούμε τη λεκάνη σε πλάκα θερμαινόμενη με ηλεκτρικό ρεύμα ή με φλόγα καυστήρα.
   Προσοχή: Πρέπει να φορούμε ελαστικά γάντια και να χειριζόμαστε με προσοχή το διάλυμα. Να μη διασκορπίζομε το διάλυμα, γιατί η καυστική σόδα μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα και σωματικές βλάβες.
4) Θερμαίνομε το διάλυμα, μέχρι να φθάσει στη θερμοκρασία βρασμού.
5) Απομακρύνομε τη λεκάνη από τη θερμή πλάκα και αφήνομε το τύμπανο στη λεκάνη, ώσπου να μαλακώσει το μονωτικό βερνίκι.
6) Αφαιρούμε το τύμπανο από τη λεκάνη. Καταβρέχομε το τύμπανο με καθαρό νερό, ώσπου να αραιώσει το διάλυμα της καυστικής σόδας τόσο, ώστε να μην είναι επικίνδυνο να προξενήσει εγκαύματα.
7) Αφήνομε το τύμπανο να κατασταλάξει και να στεγνώσει.

5.5 Δοκιμή μονώσεως του συλλέκτη.

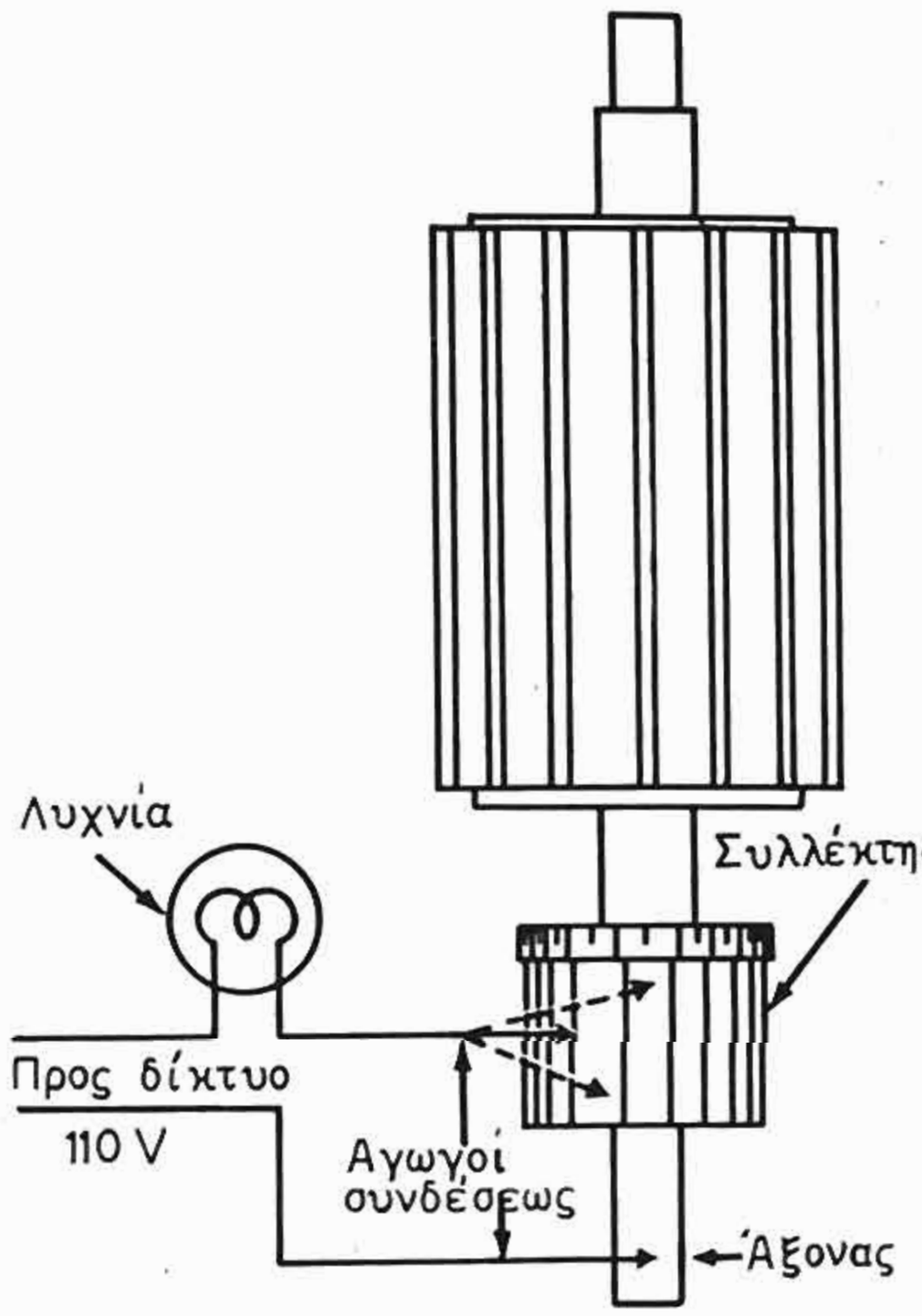
Όταν περιμένομε να ψυχθεί και να στραγγίσει το τύμπανο, καλό είναι να ελέγχομε το συλλέκτη, τον οποίο προηγουμένως έχομε αφαιρέσει. Για να ελέγξομε το συλλέκτη ενεργούμε ως εξής:

1) Καθαρίζομε τις εγκοπές, στις οποίες συνδέονται οι αγωγοί των τυλιγμάτων με τα λαμάκια συλλέκτη, χρησιμοποιώντας το εργαλείο του σχήματος 11.1ιγ.

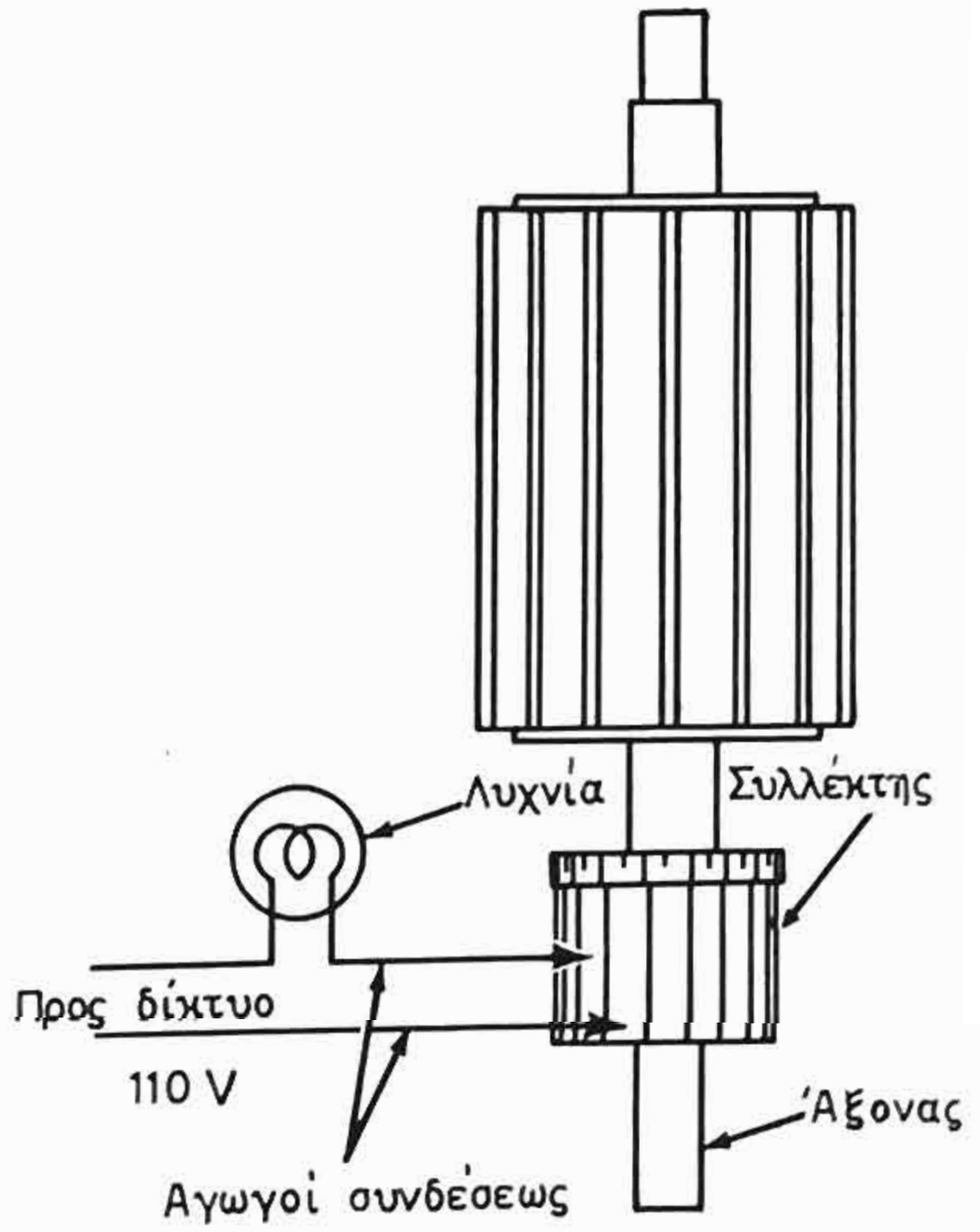
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

2) Απομακρύνομε τα μεταλλικά γρέζια και τη σκόνη με πεπιεσμένο αέρα. Ελέγχομε, μήπως έχει χυθεί κόλληση μεταξύ των τομέων του συλλέκτη και την αφαιρούμε, αν υπάρχει.
3) Χρησιμοποιούμε δοκιμαστική λυχνία ή ωμόμετρο, για να ελέγξομε το συλλέκτη για γειώσεις (§ 8.2).
4) Συνδέομε το ένα άκρο του οργάνου στον άξονα του συλλέκτη και το άλλο άκρο με ένα λαμάκι συλλέκτη. Αν η λυχνία ανάψει ή ο δείκτης του ωμομέτρου δείξει μία ένδειξη, το λαμάκι είναι γειωμένο και η βλάβη πρέπει να βρεθεί. Συνεχίζομε τον έλεγχο για κάθε λαμάκι συλλέκτη, όπως δείχνει το σχήμα 5.5α.
5) Συνδέομε το ένα άκρο της δοκιμαστικής λυχνίας ή του ωμομέτρου με ένα λαμάκι και το άλλο άκρο με ένα γειτονικό λαμάκι. Αν η λυχνία ανάψει ή ο δείκτης του ωμομέτρου δείξει μία ένδειξη, σημαίνει ότι το ένα λαμάκι βραχυκυκλώνει με το γειτονικό του, οπότε πρέπει να αναζητήσομε τη βλάβη του συλλέκτη.

Συνεχίζομε τον έλεγχο αυτόν για κάθε λαμάκι συλλέκτη (σχ. 5.5β).



Σχ. 5.5α.
Δοκιμή μονώσεως του συλλέκτη.



Σχ. 5.5β.
Έλεγχος του συλλέκτη για βραχυκυκλώματα μεταξύ των τομέων συλλέκτη.

5.6 Αποσυναρμολόγηση του τυμπάνου, χωρίς να αφαιρεθεί ο συλλέκτης.

Μετά την αφαίρεση όλων των περιφερειακών ζωστήρων ασφάλειας που συγκρατούν τα στοιχεία και των σφηνών, εντοπίζομε, ελέγχομε και καταγράφομε τα στοιχεία της επάνω ομάδας [§ 5.2(α)] και κατόπιν ενεργούμε ως εξής:

1) Αποσυνδέομε το άκρο ή τα άκρα της επόμενης εκτεθειμένης ομάδας από το λαμάκι συλλέκτη, με το οποίο συνδέεται με το πρώτο στοιχείο.
2) Στη συνέχεια εκτελούμε όλες τις εργασίες, που περιγράψαμε στην § 5.2(α) για την πρώτη ομάδα.
3) Μετρούμε και σημειώνομε τον αριθμό των σπειρών, που αφαιρούμε από τη συνεχή εκτύλιξη της 2ης ομάδας, μέχρις ότου ξηλωθεί τελείως και η ομάδα αυτή. Συγκρίνομε τον αριθμό των σπειρών, που μετρήσαμε, με τον αριθμό σπειρών της προηγούμενης ομάδας. Η διαφορά δεν πρέπει να υπερβαίνει τις δύο σπείρες.

5.7 Αποσυναρμολόγηση του τυμπάνου μετά την αφαίρεση του συλλέκτη.

Αν και μετά την εκτέλεση των εργασιών της § 5.6 τα τυλίγματα του τυμπάνου δεν αφαιρούνται, εκτελούμε τις παρακάτω εργασίες:

1) Κόβομε με πριονόλαμα τα άκρα των τυλιγμάτων, που εφάπτονται με τον πυρήνα του τυμπάνου, ή συνδέομε το τύμπανο σε τόρνο και χρησιμοποιούμε κοπτικό εργαλείο σχήματος V για να αφαιρέσομε τα ακραία τυλίγματα, που βρίσκονται σε κάθε άκρο του πυρήνα.
2) Αφαιρούμε το τύμπανο από τον τόρνο ή από τη βάση του.
3) Τοποθετούμε δύο ξύλινους τάκους λίγο ψηλότερους από το μήκος του άξονα του τυμπάνου. Αφήνομε τον πυρήνα να στηριχθεί κατακόρυφα στους ξύλινους τάκους και το άκρο του άξονα μόλις να εξέχει από τον πάγκο εργασίας.
4) Ανοίγομε τρύπα λίγο μεγαλύτερη από το πλάτος της οδοντώσεως στον ένα ξύλινο τάκο και ευθυγραμμίζομε μία οδόντωση με την τρύπα του τάκου.

Ο σκοπός της ευθυγραμμίσεως αυτής είναι να προστατεύσομε τα εξωτερικά λαμάκια του πυρήνα από παραμόρφωση και κτυπήματα κατά την αφαίρεση των συρμάτων του τυλίγματος. Με σφυρί και ζουμπά αφαιρούμε τα σύρματα του τυλίγματος από τις οδοντώσεις.

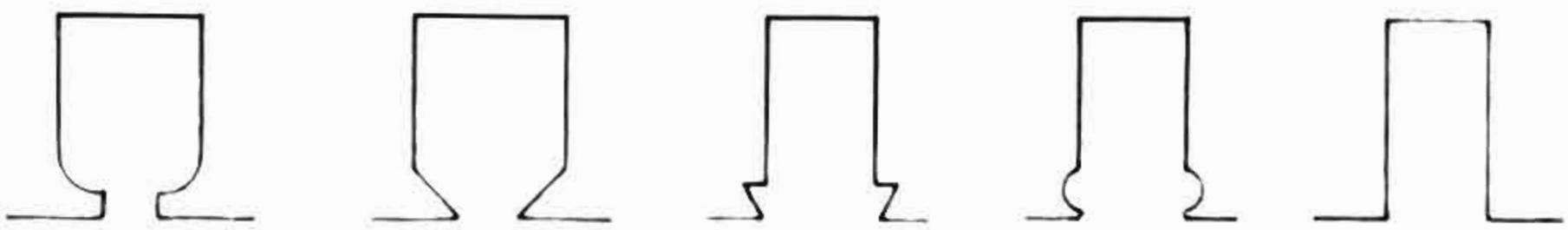
Απομακρύνομε τα σύρματα από το κάτω μέρος της τρύπας του

τάκου, για να μη συγκεντρωθούν και εμποδίζουν την έξοδο των άλλων συρμάτων του τυμπάνου.

Αφαιρούμε τις παλιές μονώσεις και καθαρίζομε τις οδοντώσεις με λίμα.

5.8 Κατηγορίες οδοντώσεων.

Οι οδοντώσεις των επαγωγικών τυμπάνων των μηχανών συνεχούς ρεύματος κατασκευάζονται σε μία από τις μορφές του σχήματος 5.8. Το άνω μέρος της οδοντώσεως διαμορφώνεται, όπως δείχνουν τα σχήματα, για να τοποθετηθεί η σφήνα και να συγκρατήσει τις ομάδες στη θέση τους, ώστε να μη εκσφενδονισθούν λόγω της φυγόκεντρης δυνάμεως, που αναπτύσσεται κατά την περιστροφή της μηχανής.



Σχ. 5.8.
Μορφές οδοντώσεων.

5.9 Μόνωση του πυρήνα.

Η εργασία της μονώσεως του πυρήνα ενός τυμπάνου, πριν ακόμη αρχίσει η εργασία περιελίξεως, είναι μία από τις πιο σοβαρές εργασίες, που πρέπει να προσέξει ο κάθε τεχνίτης περιελίξεων. Η εκλογή των καταλλήλων μονωτικών υλικών, ο τρόπος χρησιμοποιήσεώς τους και η κατάλληλη τοποθέτηση των ελασμάτων του πυρήνα εξασφαλίζουν το τύμπανο από κάθε πρόωρη φθορά, η οποία οφείλεται σε αίτια κακής μονώσεως.

Οι εργασίες, που περιγράφονται παρακάτω, βοηθούν τον περιελίκτή στο να κάνει καλή προπαρασκευή, εκλογή και χρήση των μονώσεων.

α) Καθαρισμός των οδοντώσεων.

Μετά την αφαίρεση του παλιού τυλίγματος, οι οδοντώσεις, τα δύο άκρα του πυρήνα και ο άξονας πρέπει να καθαρισθούν τελείως από τις παλιές μονώσεις και τα βερνίκια, όπως περιγράφομε στις § 5.6 και 5.7.

Επιθεωρούμε τον πυρήνα, μήπως υπάρχουν ανώμαλα σημεία,

αιχμηρά άκρα και σπασμένες ή καμένες οδοντώσεις.

Αφαιρούμε με ξύστρα τυχόν κολλημένα κομμάτια μονώσεων και βερνίκια. Χρησιμοποιούμε διάλυμα με 25% αλκοόλη και 75% βενζόλη για να τα αφαιρέσομε εύκολα από τον πυρήνα. Για το καθάρισμα του συλλέκτη χρησιμοποιούμε τεμάχιο υφάσματος ελαφρά εμποτισμένο στο παραπάνω διάλυμα. Δεν πρέπει να ρίχνομε κανένα διάλυμα στο συλλέκτη. Στη συνέχεια με σφυρί και κοπίδι ευθυγραμμίζομε τις καμένες οδοντώσεις και τα ελάσματα, που μπορεί να έχουν καεί ή να έχουν χωρισθεί, με πρέσα. Μετά, με λίμα λειαίνομε τα ανώμαλα σημεία των ελασμάτων καθώς και τις οδοντώσεις των σφηνών και των περιφερειακών ζωστήρων. Προσέχομε να λειαίνομε τις οδοντώσεις τόσο, ώστε να έλθουν στις αρχικές τους διαστάσεις, γιατί αν αφαιρέσομε περισσότερο μέταλλο από όσο χρειάζεται, τότε οι σφήνες θα ***παίζουν*** στις υποδοχές τους και δεν θα συγκρατούν καλά το τύλιγμα.

Τελικά με πεπιεσμένο αέρα καθαρίζομε τον πυρήνα από όλα τα κατάλοιπα ρινίσματα μετάλλου, μονώσεων και βερνικιού, που υπάρχουν στις οδοντώσεις.

β) Μόνωση των δύο άκρων του πυρήνα και του άξονα.

Η μόνωση των δύο άκρων του πυρήνα, γίνεται με ροδέλες από φίμπερ πάχους περίπου 1,5 mm, στο μέσο των οποίων ανοίγομε τρύπα για να διέλθει ο άξονας. Οι ροδέλες αυτές προστατεύουν τις μετωπικές συνδέσεις των τυλιγμάτων από βραχυκυκλώματα, που μπορεί να συμβούν στα άκρα του τυμπάνου.

Όταν μονώνομε ένα πυρήνα και τον άξονα, ακολουθούμε πάντοτε την εξής σειρά εργασιών:

Κόβομε δύο δίσκους από φίμπερ πάχους 1,5 mm περίπου και διαμέτρου ίσης με τη διάμετρο του πυρήνα, που θα μονώσομε.

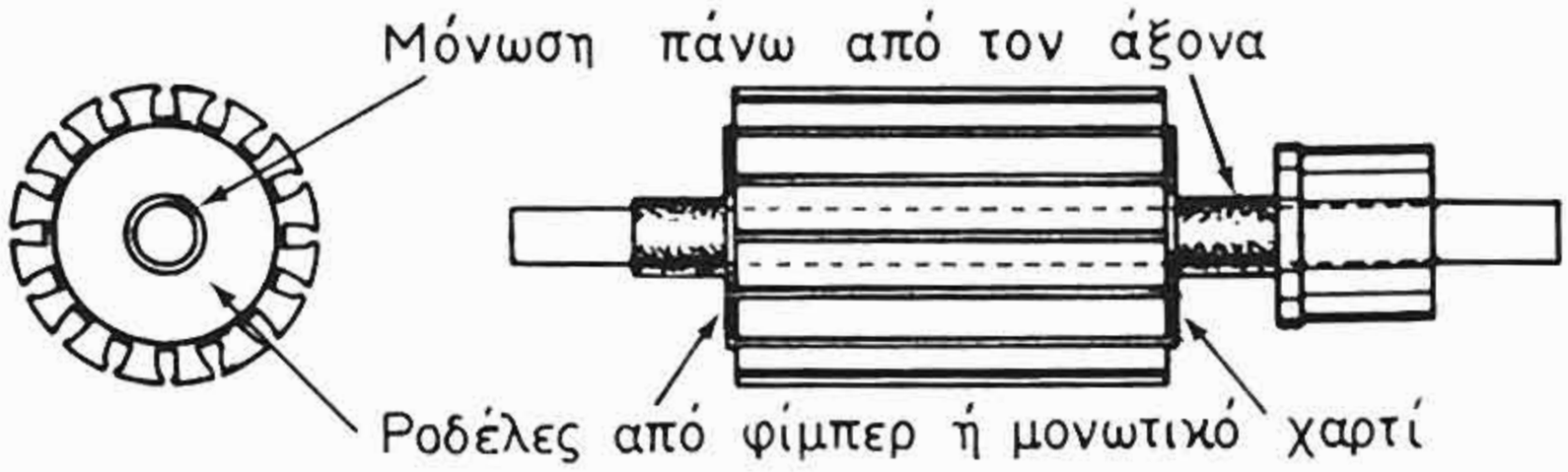
Ανοίγομε με κατάλληλη «σγρόπια» ανά μία τρύπα στο κέντρο κάθε ροδέλας, για να διέλθει ο άξονας του τυμπάνου. Με άλλη σγρόπια κόβομε τις οδοντώσεις γύρω από κάθε ροδέλα, προσέχοντας οι οδοντώσεις να έχουν το πλάτος των οδοντώσεων του πυρήνα και την ίδια μορφή με αυτές, ώστε να συμπίπτουν.

Επαλείφομε με γομαλάκα τις δύο πλευρές του πυρήνα του τυμπάνου καθώς και τη μία πλευρά κάθε φιμπερένιας ροδέλας, για να κολλήσει με τον πυρήνα. Τοποθετούμε και ευθυγραμμίζομε και τις δύο ροδέλες με τον πυρήνα.

Μονώνομε τον άξονα του τυμπάνου με 4 περίπου στρώματα κατεργασμένης μονωτικής ταινίας, πλάτους 18 mm περίπου.

Αρχίζομε από τη ροδέλα κοντά στην πίσω πλευρά του τυμπάνου και μάλιστα από σημείο, όπου οι μετωπικές συνδέσεις εξέχουν.

Επαναλαμβάνομε την τελευταία εργασία αρχίζοντας κοντά στη ροδέλα της πρόσθιας πλευράς και τυλίγοντας κοντά στην πίσω πλευρά του συλλέκτη (σχ. 5.9).



Σχ. 5.9.
Μόνωση του άξονα μεταξύ του συλλέκτη και του τυμπάνου.

γ) Πώς τοποθετούμε το συλλέκτη.

Για το συλλέκτη μεγάλου τυμπάνου το μόνο που απαιτείται είναι να συνδεθεί με κοχλίες και με κατάλληλο τρόπο στη θέση του. Ο συλλέκτης όμως μικρών τυμπάνων τοποθετείται στη θέση του επάνω στον άξονα με πρέσα και με κατάλληλο προσαρμοστή. Αν δεν υπάρχει πρέσα χρησιμοποιείται κατάλληλο μπρούτζινο δακτυλίδι και σφυρί. Παρακάτω παριγράφεται ο κανονικός τρόπος, με τον οποίο τοποθετούμε το συλλέκτη στον άξονα. Χρησιμοποιούμε τεμάχιο ορειχάλκινου σωλήνα με κατάλληλο μήκος και διάμετρο, ως παρέκταμα της πρέσας. Δεν πρέπει να χρησιμοποιούμε σωλήνα, του οποίου η εξωτερική διάμετρος να πιέζει τα λαμάκια του συλλέκτη. Ο σωλήνας πρέπει να πιέζει μόνο την πλήμνη του συλλέκτη, που είναι από μαντέμι, διαφορετικά θα προξενήσομε στο συλλέκτη ζημιά ανεπανόρθωτη.

Υπολογίζομε το μήκος του σωλήνα μετρώντας την απόσταση από το πρόσθιο άκρο του πυρήνα μέχρι το πρόσθιο άκρο του άξονα. Αν από την απόσταση αυτή αφαιρέσομε το μήκος του συλλέκτη και την απόσταση (η οποία σημειώνεται στο πινακίδιο καταγραφής των τεχνικών στοιχείων) μεταξύ του οπίσθιου άκρου του συλλέκτη και του εμπρόσθιου άκρου του πυρήνα του τυμπάνου, θα βρούμε το κατάλληλο μήκος του σωλήνα, που χρειαζόμαστε για να συναρμολογήσομε το συλλέκτη στον άξονά του. Ευθυγραμμίζομε το συλλέκτη με τον άξονα, τη σφήνα και την υποδοχή της σφήνας, που βρίσκεται στην πλήμνη του συλλέκτη.

Τοποθετούμε το σωλήνα της πρέσας στον άξονα του τυμπάνου και τον κεντράρομε με την πλήμνη του συλλέκτη. Κτυπούμε το άκρο του σωλήνα με σφυρί για να αρχίσει ο συλλέκτης να κινείται επάνω στον άξονά του. Τοποθετούμε το άλλο άκρο του άξονα του

συλλέκτη σε μεταλλική πλάκα από μαλακό σίδηρο ή μπρούτζο πάχους 6-12 mm. Κεντράρομε το έμβολο της πρέσας με το σωλήνα, που είναι κεντραρισμένος με την πλήμνη του συλλέκτη, και πιέζομε σιγά-σιγά, ώσπου ο συλλέκτης να έλθει στην κατάλληλη θέση του. Προσέχομε όμως ο συλλέκτης να προχωρά ομαλά.

δ) Πώς γεμίζει ο κενός χώρος μεταξύ των άκρων των στοιχείων και της οπίσθιας πλευράς του συλλέκτη.

Αφού τοποθετήσομε το συλλέκτη στον άξονά του, γεμίζομε τον κενό χώρο μεταξύ του πυρήνα, των οδοντώσεων και της οπίσθιας πλευράς του συλλέκτη. Πότε θα γίνει η πλήρωση αυτού του χώρου, πριν ή μετά την τοποθέτηση του τυλίγματος ή αν μέρος αυτού θα γεμίσει πριν και το υπόλοιπο μετά, θα εξαρτηθεί από το μέγεθος του τυμπάνου. Παρακάτω περιγράφομε τρόπο, που θα βοηθήσει κάθε περίπτωση.

Πρώτη περίπτωση: Οι πυθμένες των οδοντώσεων του πυρήνα είναι χαμηλότερα από τους πυθμένες των εγκοπών των τομέων του συλλέκτη, στους οποίους συνδέονται τα στοιχεία.

Τυλίγομε μια πλατιά ταινία λινού ή βαμβακερού υφάσματος (φακαρόλα) και γεμίζομε τον κενό χώρο ως τον πυθμένα των οδοντώσεων του πυρήνα.

Ασφαλίζομε το στρώμα της φακαρόλας με μια στρώση μονωτικής ταινίας και τυλίγομε το τύλιγμα του τυμπάνου. Γεμίζομε το χώρο μεταξύ των μετωπικών συνδέσεων και του πυθμένα των εγκοπών, που βρίσκονται στις προεξοχές των τομέων του συλλέκτη, με στρώση φακαρόλας και ασφαλίζομε το τύλιγμα της φακαρόλας με στρώση μονωτικής ταινίας.

Δεύτερη περίπτωση: Οι πυθμένες των οδοντώσεων βρίσκονται στο ίδιο ή περίπου στο ίδιο επίπεδο με τους πυθμένες των εγκοπών των τομέων του συλλέκτη.

Τυλίγομε και γεμίζομε το χώρο ως τους πυθμένες των εγκοπών συνδέσεως, που βρίσκονται στις προεξοχές των τομέων του συλλέκτη, με φακαρόλα ή βαμβακερή ταινία.

Ασφαλίζομε το τύλιγμα της φακαρόλας με στρώση μονωτικής ταινίας και στη συνέχεια τυλίγομε το τύλιγμα του τυμπάνου.

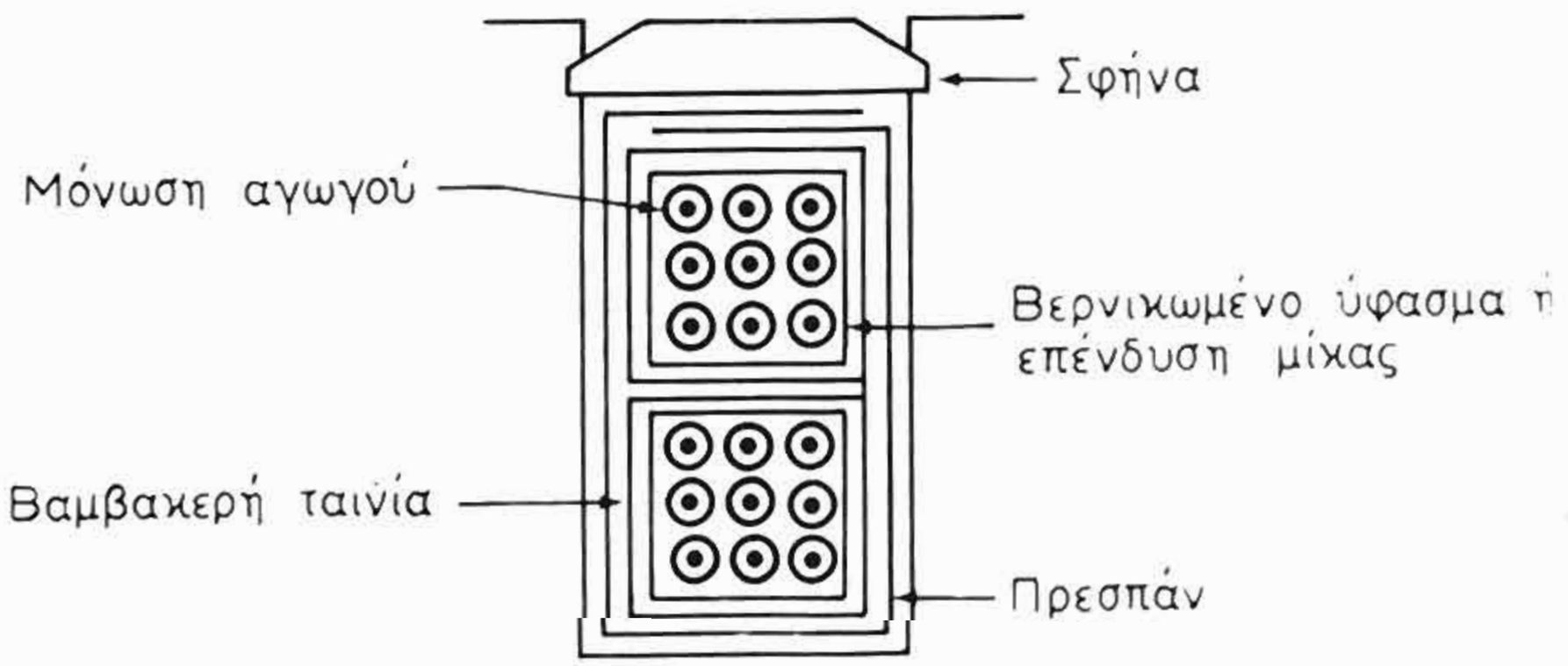
5.10 Μόνωση των οδοντώσεων.

Η μόνωση των οδοντώσεων στις μηχανές υψηλής τάσεως (πάνω από 250V) γίνεται με μίκα, μονωτικό χαρτί ή μονωτικό ύφασμα, γιατί οι άλλοι τύποι μονώσεων παρουσιάζουν χαμηλή αντίσταση, όταν προσβληθούν από υγρασία. Στις μηχανές χαμηλής τάσεως η μόνωση

των οδοντώσεων γίνεται με βουλκανισμένο (σκληρό) φίμπερ, με φίμπερ που προέρχεται από κέρατα ζώων, από βαμβακερή ή λινή μουσελίνα (ύφασμα), βερνικωμένη μουσελίνα, βερνικωμένη φακαρόλα ή μονωτικό χαρτί Ιαπωνίας ή Μανίλας. Τα υλικά αυτά έχουν την ιδιότητα να ολισθαίνουν (γλιστρούν) και να παρουσιάζουν μικρή τριβή, συνεπώς διαστέλλονται ή συστέλλονται λόγω των μεταβολών της θερμοκρασίας. Το σχήμα 5.10α δείχνει ένα τρόπο μονώσεως των οδοντώσεων του τυμπάνου. Για τη μόνωση των οδοντώσεων χρησιμοποιείται ειδικό μονωτικό χαρτί, επεξεργασμένο για μόνωση οδοντώσεων. Το χαρτί αυτό συναντάται στο εμπόριο σε φύλλα, λωρίδες ή ρόλους και σε διάφορα πάχη. Στα τύμπανα μηχανών 220 V χρησιμοποιείται μονωτικό χαρτί με πάχος όχι μικρότερο από 0,25 mm, όταν το σύρμα της περιελίξεως δεν είναι παχύτερο από 0,30 mm. Το πάχος μονώσεως εξαρτάται βέβαια και από το διαθέσιμο χώρο της οδοντώσεως. Για οδοντώσεις που έχουν πλάτος μεγαλύτερο από 10 mm και απαιτούν σύρμα περιελίξεως με διάμετρο μεγαλύτερη από 1 mm χρησιμοποιούμε μόνωση πάχους όχι μικρότερη από 0,40 mm. Αν υπάρχει αρκετός χώρος στην οδόντωση, χρησιμοποιούμε μόνωση με μεγαλύτερο πάχος και αν είναι δυνατόν μόνωση πάχους 0,575 mm.

Δεν χρησιμοποιούμε ποτέ μονωτικό χαρτί (πρεσπάν) με δύο διαφορετικά πάχη για να επιτύχομε μόνωση ορισμένου πάχους.

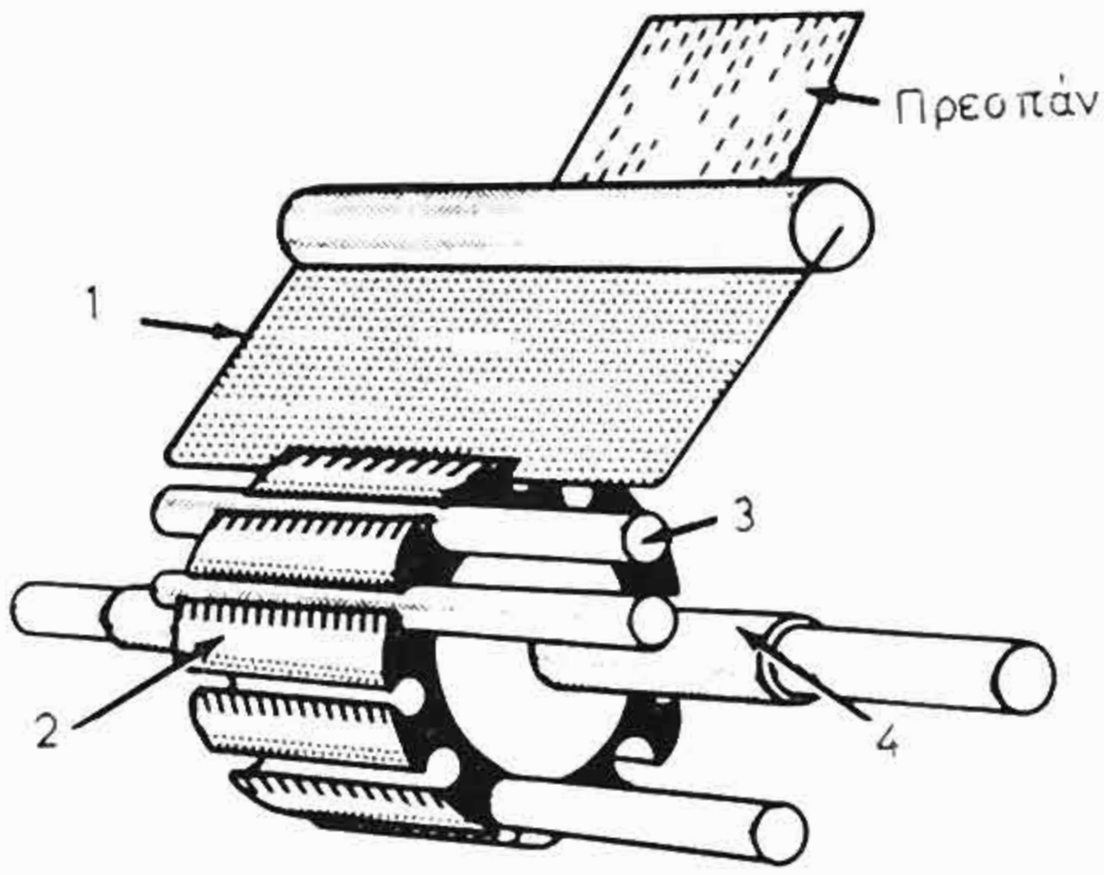
Οι λεπτές μονώσεις είναι ασθενέστερες και φθείρονται ευκολότερα, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται σε μεγάλες οδοντώσεις.



Σχ. 5.10α.
Μόνωση των οδοντώσεων του τυμπάνου.

α) Μέθοδος συνεχούς αναδιπλώσεως (σχ. 5.10β).

Κόβομε λωρίδα πρεσπάν ή άλλη μονωτική ταινία, με πλάτος μεγαλύτερο κατά 3 περίπου mm από το μήκος της οδοντώσεως συν το πάχος των δύο πλευρικών ροδελών. Η λωρίδα του πρεσπάν



Σχ. 5.10β.

Μόνωση των οδοντώσεων με συνεχή αναδίπλωση της μονωτικής ταινίας ή του πρεσπάν.

1) Πλάκα από φίμπερ. 2) Πρεσπάν πάχους 0,25 m. 3) Ξύλινο καλαμάκι, που συγκρατεί τη μόνωση όταν εργαζόμαστε σε γειτονική οδόντωση. 4) Πρεσπάν ή κατεργασμένη μονωτική ταινία.

πρέπει να έχει αρκετό μήκος, ώστε να περιβάλλει ολόκληρη την περιφέρεια του τυμπάνου αναδιπλούμενη σε κάθε λούκι.

Πιέζομε το ένα άκρο της μονώσεως μέσα στο πρώτο λούκι, με σκληρή φιμπερένια πλάκα και αφήνομε το άκρο της μονώσεως να προεξέχει περίπου κατά 12 mm από το χείλος της οδοντώσεως. Συνεχίζομε την αναδίπλωση της μονωτικής ταινίας σε όλη την εσωτερική επιφάνεια της οδοντώσεως.

Αν το λούκι είναι στρογγυλό, εισάγομε καλαμάκι ή ξύλινη στρογγυλή ράβδο στο πρώτο λούκι που μονώσαμε. Αν όμως το λούκι είναι ορθογωνικό, τότε εισάγομε ένα τεμάχιο φίμπερ, που να έχει την ίδια μορφή με το λούκι.

Εισάγομε τη λωρίδα του πρεσπάν στο γειτονικό λούκι και προσαρμόζομε τη μόνωση στην εσωτερική επιφάνεια της οδοντώσεως με τη φιμπερένια πλάκα.

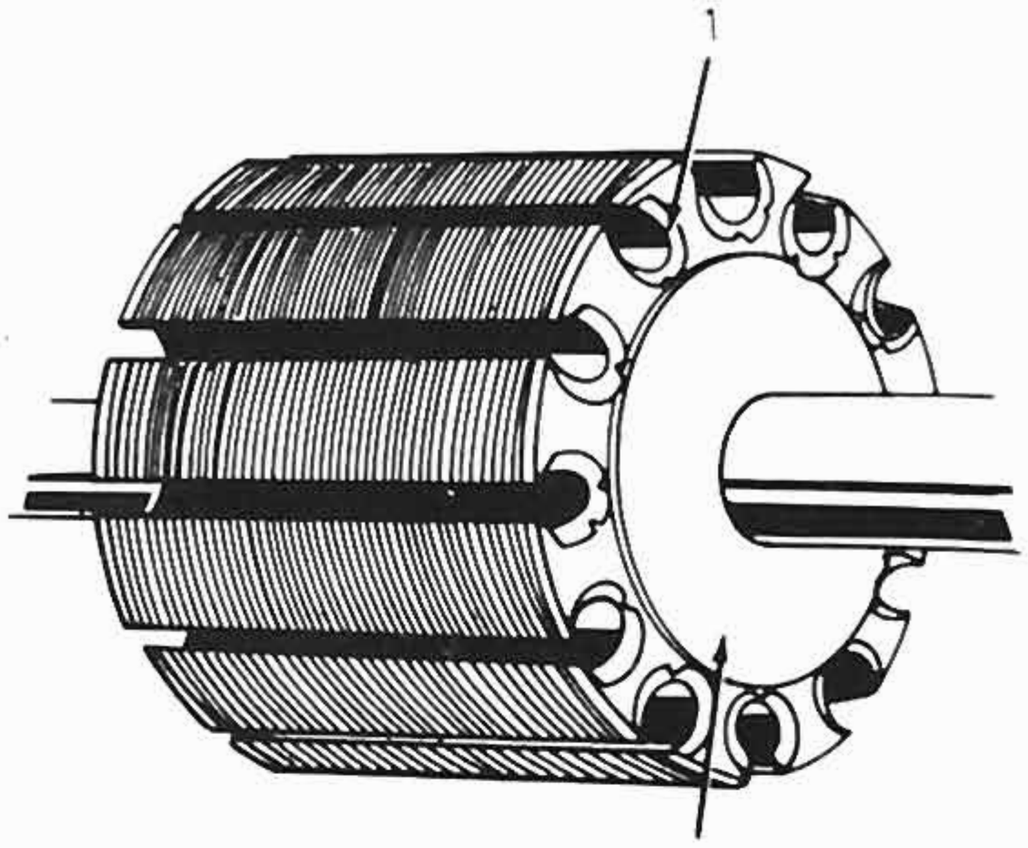
Τοποθετούμε δεύτερο καλαμάκι ή στρογγυλή ξύλινη ράβδο μέσα σ' αυτό το λούκι.

Εισάγομε τη μονωτική λωρίδα του πρεσπάν στο δεύτερο αυτό λούκι, προσαρμόζοντας τη μόνωση στην εσωτερική επιφάνεια της οδοντώσεως με τη φιμπερένια πλάκα.

Αφαιρούμε το καλαμάκι ή τη στρογγυλή ξύλινη ράβδο από το πρώτο λούκι και την τοποθετούμε στο τρίτο λούκι.

Συνεχίζομε την εργασία αυτή για όλα τα λούκια.

Κάμπτομε τη μόνωση στα άκρα της οδοντώσεως, όπως δείχνει το σχήμα 5.10γ. Περιτυλίγομε το τύμπανο, όπως περιγράφεται στην § 5.12.



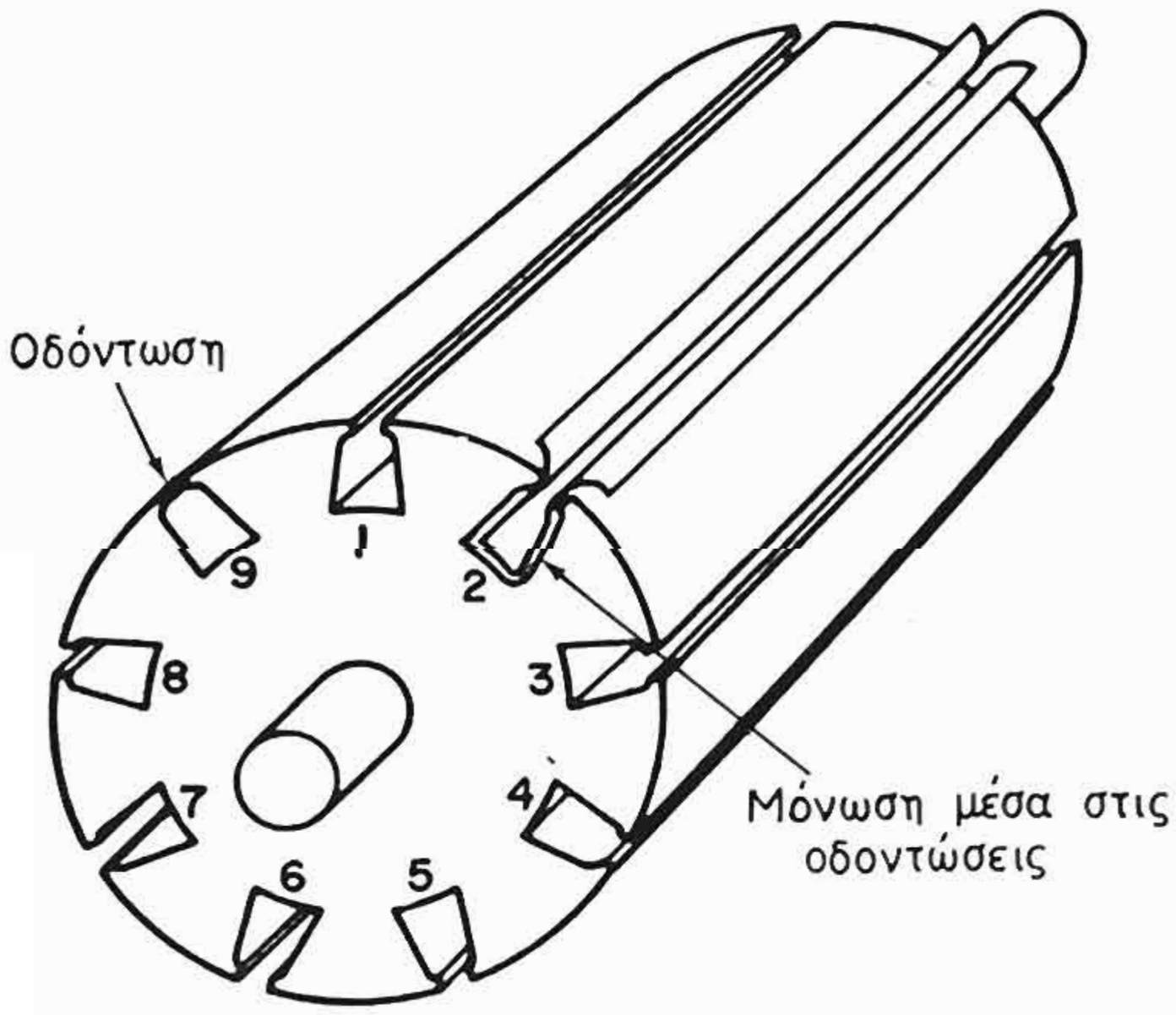
Σχ. 5.10γ.
Πώς κάμπτομε το πρεσπάν στα άκρα των οδοντώσεων για να προστατεύσομε τη μόνωση.
1) Κάμπτομε τα άκρα των μονώσεων στις γωνίες των οδοντώσεων, για να προφυλάξομε τη μόνωση των αγωγών. 2) Μονωτική ροδέλα για τη μόνωση των αγωγών στα άκρα του τυμπάνου.

β) Μέθοδος ανεξάρτητης μονώσεως για μικρές οδοντώσεις.

Κόβομε μια λωρίδα μονώσεως, που να καλύπτει την εσωτερική περιφέρεια της οδοντώσεως και να περισσεύει κατά 12 mm.

Κεντράρομε και μορφοποιούμε τη μόνωση σε πρέσα μονώσεων (σχ. 11.1ε) σύμφωνα με τις εσωτερικές διαστάσεις της οδοντώσεως.

Κόβομε τη λωρίδα της μονώσεως σε τεμάχια με μήκος μεγαλύτερο από το μήκος της οδοντώσεως κατά 6 mm. Εισάγομε τα κομμάτια της μονώσεως στις οδοντώσεις έτσι ώστε οι πλευρές να προεξέχουν κατά 3 mm σε κάθε πλευρά της οδοντώσεως (σχ. 5.10δ). Αναδιπλώ-



Σχ. 5.10δ.
Τύμπανο με μονώσεις μέσα στις οδοντώσεις.

νομε προς τα πίσω τα άκρα της μονώσεως που εξέχουν κατά 6 mm στα δύο άκρα της οδοντώσεως, για να ανοιχθεί το άνοιγμα της οδοντώσεως και να διευκολυνθεί η τοποθέτηση του τυλίγματος στην οδόντωση.

Περιτυλίγομε το τύμπανο, όπως περιγράφεται στην § 5.12.

γ) Μέθοδος ανεξαρτήτων οδοντώσεων για μεγάλες οδοντώσεις.

Εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία που εφαρμόζεται και για τύμπανα με μικρές οδοντώσεις. Η μόνη διαφορά είναι ότι ίσως να παραστεί ανάγκη σε ορισμένες περιπτώσεις (ανοικτές οδοντώσεις), να επαλείψομε τις μονώσεις με μονωτικά βερνίκια, όταν τοποθετηθούν στις θέσεις τους. Αυτό θα εξαρτηθεί από το αν οι μονώσεις παραμείνουν στη θέση τους μέσα στις οδοντώσεις κατά την περιέλιξη του τυμπάνου. Δεν πρέπει να χρησιμοποιούμε κόλλα ή άλλη συγκολλητική ύλη.

δ) Επένδυση των ομάδων.

Κόβομε λωρίδα λεπτού μονωτικού χαρτιού ή πρεσπάν πάχους 0,175-0,25 mm για να επενδύσομε την εσωτερική περιφέρεια της οδοντώσεως του πυρήνα και αφήνομε προεξοχή 12 mm.

Κεντράρομε και διαμορφώνομε τη μόνωση κατά μήκος της οδοντώσεως σε πρέσα μονώσεων σύμφωνα με τις εσωτερικές διαστάσεις του πυθμένα της οδοντώσεως.

Κόβομε τη μονωτική λωρίδα σε τεμάχια, που πρέπει να έχουν το ίδιο μήκος με τα λούκια.

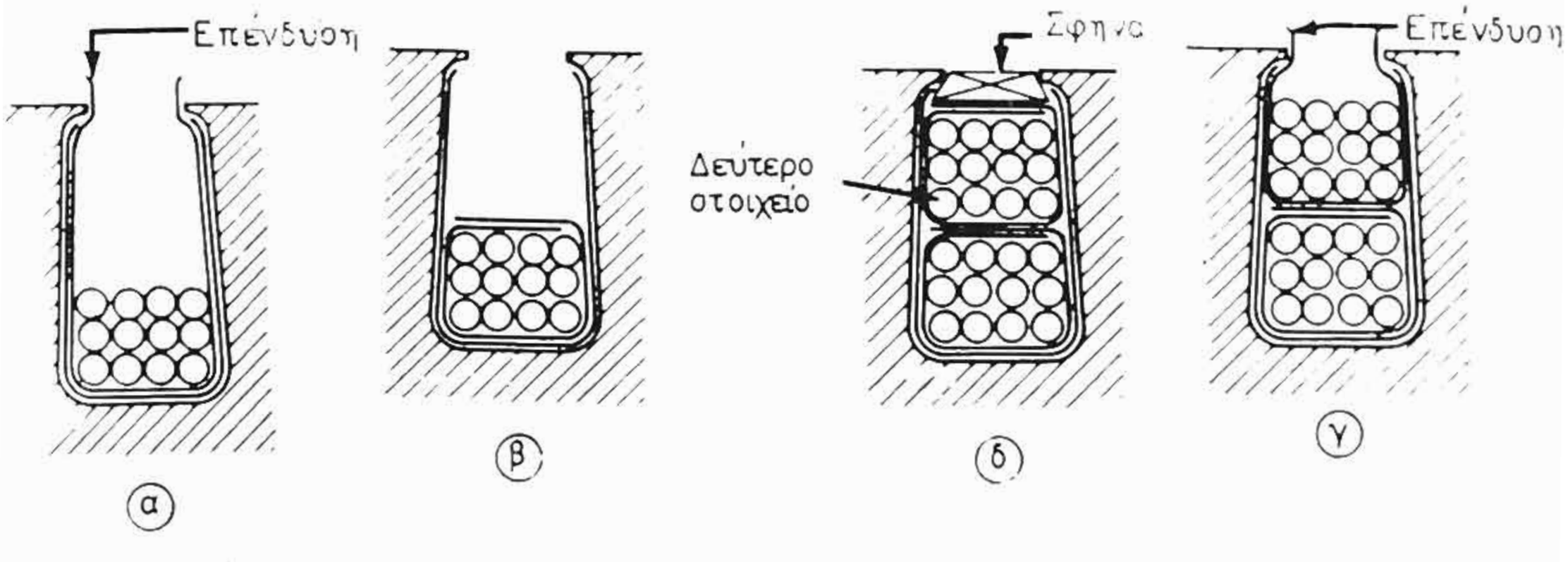
Εισάγομε τα κομμένα τεμάχια της μονώσεως στις μεμονωμένες οδοντώσεις και κάμπτομε προς τα πίσω τα προεξέχοντα κατά 6 mm άκρα της μονώσεως, για να ανοιχθεί το άνοιγμα της οδοντώσεως και να διευκολυνθεί η εργασία της περιελίξεως.

Τυλίγομε το τύλιγμα, όπως περιγράφεται στην § 5.12. Τοποθετούμε στρώμα φίμπερ ή μονωτικού χαρτιού μεταξύ των στοιχείων. Κάμπτομε τη μονωτική επένδυση μέσα στην οδόντωση και τοποθετούμε τη σφήνα.

ε) Χρήση μονωτικής επενδύσεως μεταξύ των στοιχείων.

Στα τύμπανα που λειτουργούν σε τάσεις μεγαλύτερες από 110-120 V, είναι απαραίτητη η μόνωση μεταξύ των τυλιγμάτων στις οδοντώσεις και μεταξύ των επικαλυπτομένων μετωπικών συνδέσεων των τυλιγμάτων.

Παρακάτω περιγράφονται οι εργασίες, που πρέπει να γίνουν στην περίπτωση που θα χρησιμοποιήσομε μονωτική επένδυση μεταξύ των τυλιγμάτων (σχ. 5.10ε). Μετά την τοποθέτηση ενός στοιχείου στην οδόντωση, περικόπτομε το ύψος της μονωτικής επενδύσεως



Σχ. 5.10ε.
Αναδίπλωση της μονώσεως μέσα στις οδοντώσεις και τοποθέτηση της σφήνας.

και στις δύο πλευρές της οδοντώσεως έτσι ώστε, όταν η επένδυση αναδιπλωθεί μέσα στην οδόντωση, να καλύπτει το στοιχείο και να χωρεί στο λούκι [σχ. 5.10ε(α)]. Κάμπτομε τη μία πλευρά της κομμένης επενδύσεως μέσα στο λούκι με σκληρή φιμπερένια πλάκα και την πιέζομε στερεά στη θέση της [σχ. 5.10ε(β)]. Κάμπτομε την άλλη πλευρά της κομμένης μονωτικής επενδύσεως μέσα στο λούκι, επάνω από την πρώτη πλευρά, και την πιέζομε στη θέση της με σκληρή φιμπερένια πλάκα. Τοποθετούμε ένα νέο τεμάχιο μονωτικής επενδύσεως, κομμένο στις κατάλληλες διαστάσεις, επάνω στο πρώτο στοιχείο [σχ. 5.10ε(γ, δ)]. Προχωρούμε με τη δεύτερη ομάδα ανάλογα με τον τύπο του τυλίγματος που απαιτείται (§ 5.11).

5.11 Κατασκευή των χειροποιήτων τυλιγμάτων. Σχηματισμός ομάδων και τοποθέτηση σφηνών.

Τα τυλίγματα τυμπάνων των μικρών μηχανών τυλίγονται με το χέρι. Στα εργοστάσια όμως μεγάλης παραγωγής και τα τύμπανα των μικρών μηχανών τυλίγονται με ειδικά καλούπια κατασκευασμένα ειδικά για το σκοπό αυτόν. Τα τυλίγματα των τυμπάνων των μεγάλων μηχανών κατασκευάζονται με ομάδες διαμορφωμένες σε ειδικά καλούπια, γιατί έτσι επιταχύνεται η παραγωγή. Η μέθοδος αυτή πρέπει να εφαρμόζεται σε άλλα τυλίγματα, όπου είναι δυνατόν. Κάθε εργασία περιελίξεως πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή, για να αποφευχθούν βραχυκυκλώματα μεταξύ των τυλιγμάτων και του πυρήνα του τυμπάνου.

5.12 Γενικές μέθοδοι περιελίξεως των χειροποιήτων τυλιγμάτων.

Τα χειροποίητα τυλίγματα ορίζονται ανάλογα με τη μέθοδο, με

την οποία τυλίγονται.

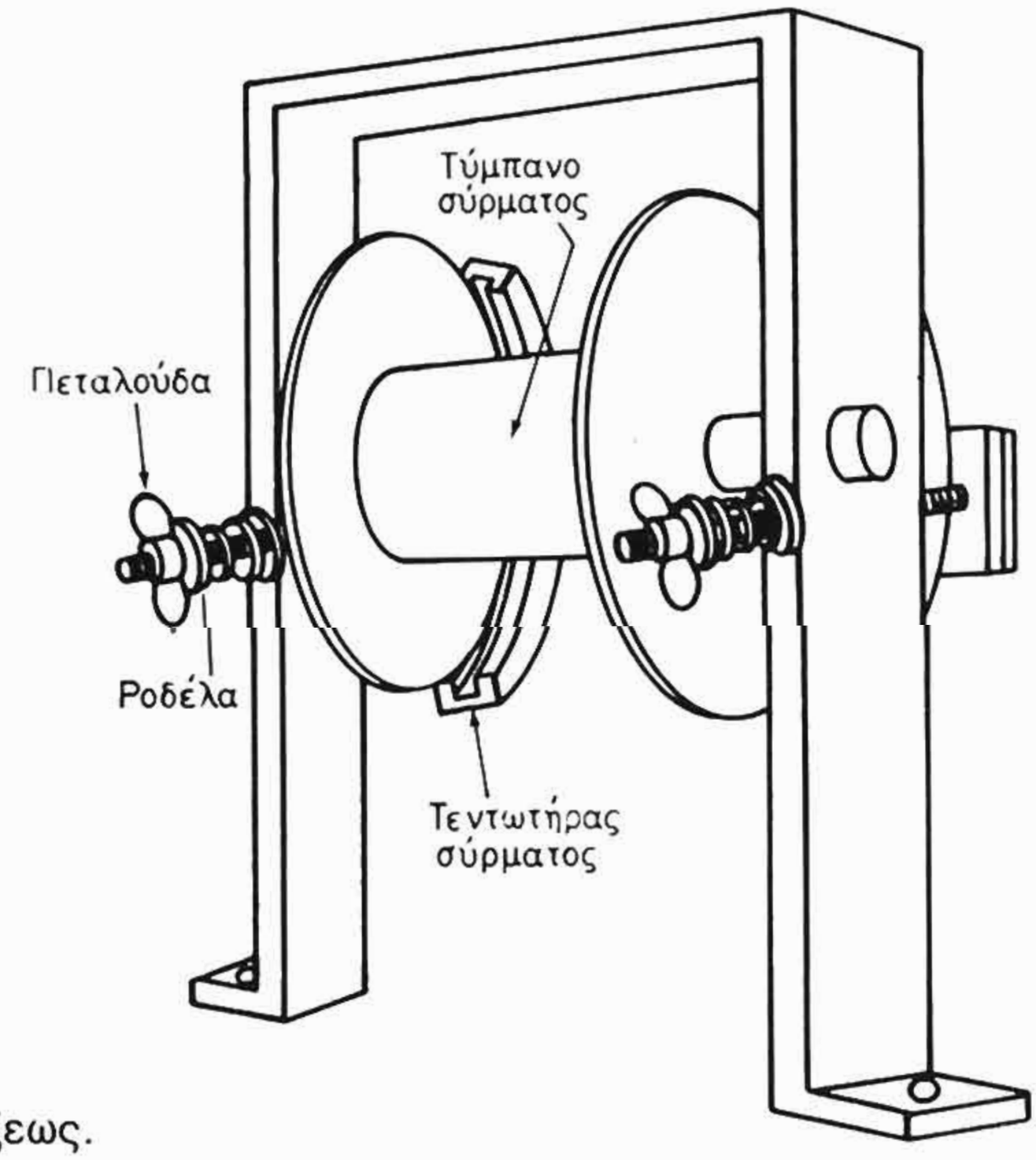
Υπάρχουν πέντε γενικές μέθοδοι περιελίξεως χειροποιήτων τυλιγμάτων, οι εξής:

1) Τυλίγματα τύπου κουβαριού.
2) Τυλίγματα με ομάδες παράλληλες ή χορδοειδή.
3) Τυλίγματα με ομάδες διασταυρούμενες κατά γωνία **V.**
4) Τυλίγματα με ομάδες διασταυρούμενες διαμετρικά και
5) τυλίγματα με ομάδες κατά στρώσεις.

Τον όρο ***κουβάρι*** χρησιμοποιούμε για να δείξομε ότι το σύρμα δεν κόβεται στην αρχή και στο τέλος κάθε ομάδας. Ο όρος ***χορδή*** χρησιμοποιείται για να δείξει, ότι οι ομάδες διατάσσονται σε σχήματα χορδών κύκλου και ότι το βήμα Ψ_1 του τυλίγματος δεν είναι ακέραιο βήμα, αλλά κλασματικό. Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα όλων αυτών των μεθόδων περιγράφονται παρακάτω στις αντίστοιχες παραγράφους. Στη συνέχεια περιγράφομε μία γενική μέθοδο κατασκευής χειροποίητου τυλίγματος, που εφαρμόζεται σε όλους αυτούς τους τύπους τυλιγμάτων. Ελέγχομε πρώτα τη διάμετρο του σύρματος, όπως περιγράφεται στην § 5.1.

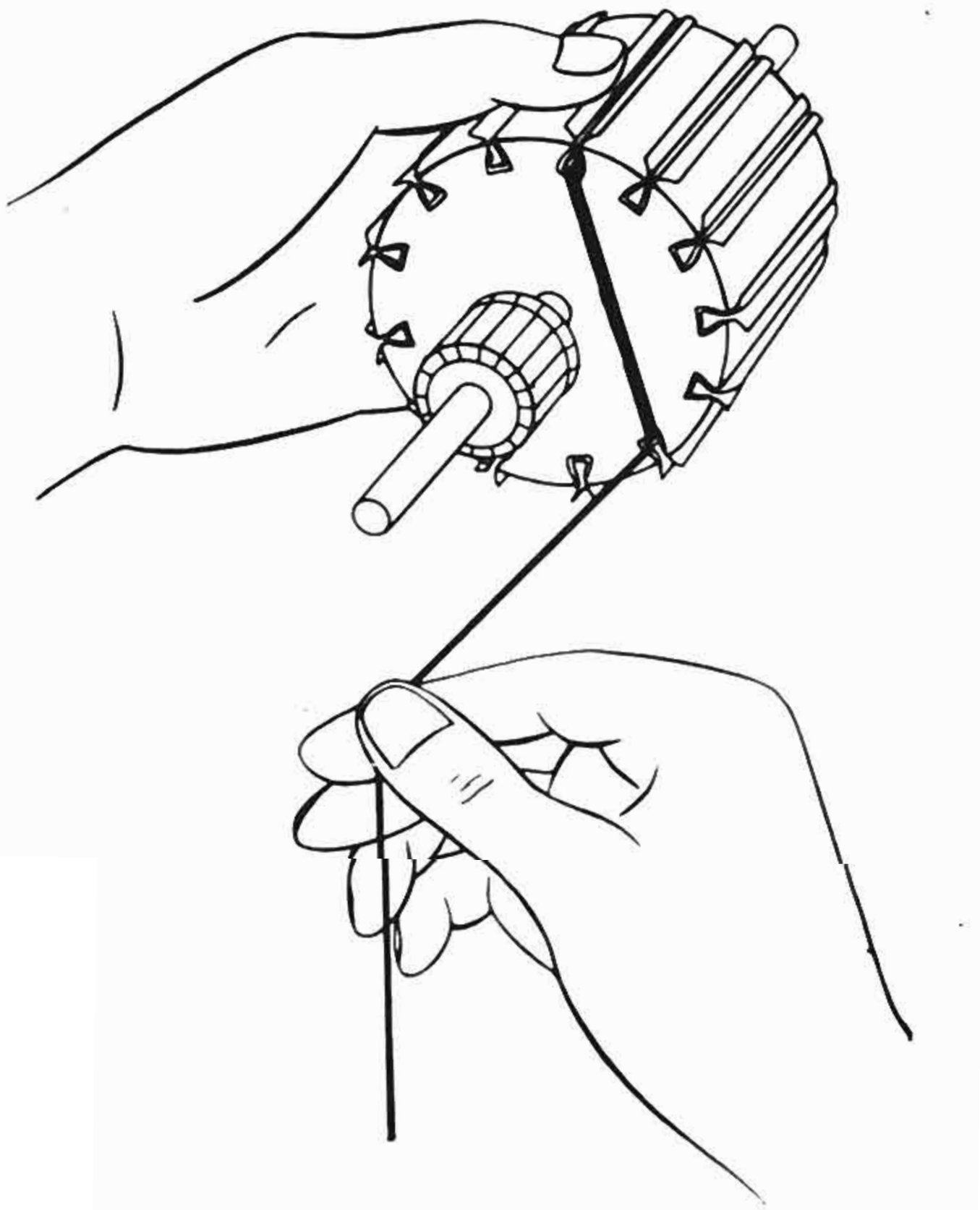
5.13 Εργασίες περιελίξεως μιας ομάδας χειροποίητου τυλίγματος.

1) Τοποθετούμε πρώτα το τύμπανο του σύρματος, που θα περιτυλίξομε, επάνω σε εκτυλίκτρια με κατάλληλο τεντωτήρα σύρματος (σχ. 5.13α).

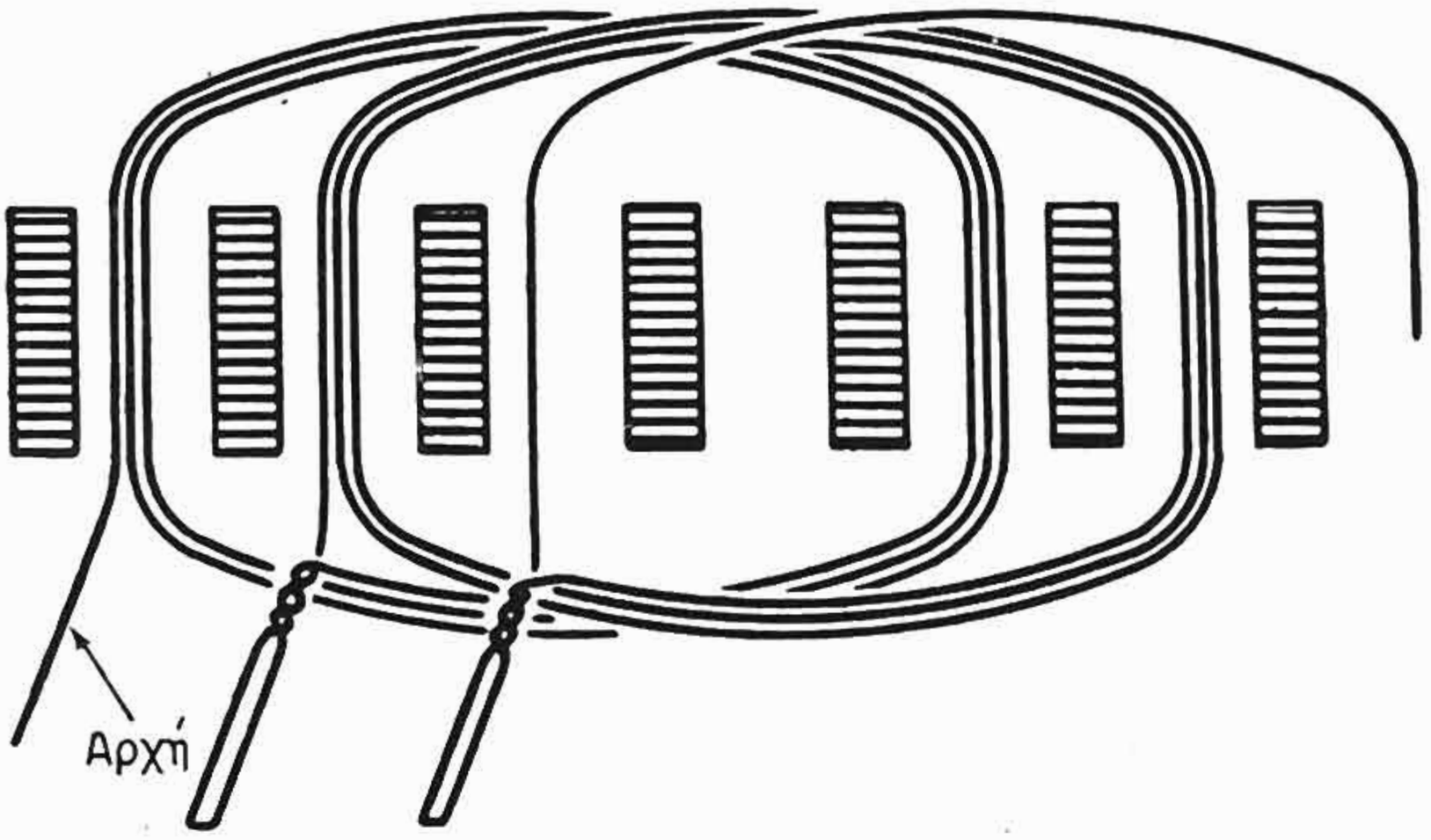


Σχ. 5.13α.
Εκτυλίκτρια σύρματος περιελίξεως.

2) Ρυθμίζομε τον τεντωτήρα του σύρματος τόσο, ώστε να παρουσιάζει μικρή αντίσταση στην έλξη του σύρματος. Η αντίσταση αυτή θα αναγκάσει το τύμπανο να σταματήσει και δεν θα αφήσει το σύρμα να εκτυλίσσεται, μόλις παύσομε να τραβάμε το σύρμα.
3) Στα τύμπανα, στα οποία χρειάζεται να σημαδέψομε τα άκρα των ομάδων, για να αναγνωρίζονται (§ 5.20), τοποθετούμε επάνω στα σύρματα μικρά πλαστικά ή βαμβακερά μακαρονοειδή βύσματα αναγνωρίσεως με διαφορετικά χρώματα. Ο αριθμός των πλαστικών ή βαμβακερών αυτών βυσμάτων αναγνωρίσεως είναι ανάλογος με τον αριθμό των ομάδων του τυμπάνου. Χρησιμοποιούμε διαφορετικά χρώματα για την αρχή και το τέλος κάθε ομάδας, π.χ. ερυθρό για την αρχή μιας ομάδας και λευκό για το τέλος κ.ο.κ.
   Όταν τυλίγομε το σύρμα περιελίξεως, προσπαθούμε να κρατάμε τα μακαρονοειδή αυτά βύσματα στη θέση τους.
4) Αν το τύμπανο είναι μεγάλο, το στερεώνομε σε βάση τυμπάνου, αν όμως είναι μικρό, το κρατούμε, ενώ έχομε το συλλέκτη στραμμένο προς το μέρος μας (σχήματα 5.13β και 5.13γ).



Σχ. 5.13β.
Περιέλιξη μικρού τυμπάνου με το χέρι.



Σχ. 5.13γ.
Τύλιγμα τύπου κουβαριού που δείχνει τον τρόπο συνδέσεως των σπειρών στα άκρα των ομάδων.

5) Εκλέγομε ένα λούκι και το ονομάζομε Νο 1, εισάγομε το σύρμα μέσα στο λούκι και κρατούμε το άκρο του σύρματος πατημένο επάνω στο συλλέκτη με τον αντίχειρα.
6) Τυλίγομε μερικές σπείρες μέσα στα κατάλληλα λούκια, σύμφωνα με το βήμα Ψ_1, σύροντας κάθε σπείρα στερεά, αλλά όχι τόσο δυνατά ώστε να κινδυνεύει το σύρμα να «αρπάξει» ή να κοπεί η μόνωσή του.
7) Αφήνομε το άκρο του σύρματος, που κρατούμε με τον αντίχειρα, και συνεχίζομε να τυλίγομε την ομάδα, σύροντας κάθε σπείρα στερεά και σφικτά, μέχρις ότου περιτυλίξομε τον απαιτούμενο αριθμό σπειρών για κάθε τύπο τυλίγματος, όπως περιγράφεται στις § 5.14-5.20, προσέχοντας πολύ το βήμα.
8) Πιέζομε προς τα κάτω τα τυλίγματα με σκληρή φιμπερένια πλάκα για να εισάγομε τον απαιτούμενο αριθμό σπειρών σε κάθε λούκι. Χρησιμοποιούμε, όπου χρειάζεται, μοχλό για τη συμπίεση των σπειρών μέσα στα λούκια (σχ. 10.1γ), ώστε να συμπιέσομε και να εισάγομε το τύλιγμα στο λούκι του, όταν φαίνεται ότι δεν χωρούν πια περισσότερες σπείρες σ' αυτό. Προσέχομε πάντοτε, όταν χρησιμοποιούμε το εργαλείο αυτό, να μη καταστρέψομε τη μόνωση των συρμάτων. Μετά τη χρησιμοποίηση του συμπιεστή σπειρών, ένας αρκετά μεγάλος αριθμός σπειρών είναι δυνατό να εισαχθεί μέσα στο λούκι.
9) Στερεώνομε το τύλιγμα μέσα στο λούκι [§ 5.13(α,1)].
10) Τοποθετούμε τεμάχιο μακαρονωτού βύσματος στο άκρο της ομάδας και στρέφομε το σύρμα. Αυτό αποτελεί και την αρχή της δεύτερης ομάδας.

11) Ακολουθούμε ανάλογο τρόπο εργασίας, σύμφωνα με τη μέθοδο περιελίξεως που ακολουθούμε και για τις υπόλοιπες ομάδες και συμβουλευόμαστε τα διαγράμματα συνδέσεως του κεφαλαίου 8.

Στερέωση των ομάδων στις οδοντώσεις.

Για τη στερέωση των ομάδων στις οδοντώσεις χρησιμοποιούνται 3 διάφοροι τύποι σφηνών. Ποιος τύπος σφήνας θα χρησιμοποιηθεί, εξαρτάται από το διαθέσιμο χώρο μέσα στην οδόντωση. Οι σφήνες κατασκευάζονται από φίμπερ ή ξύλο πάχους 0,8-1,6 mm και όπου ο χώρος είναι περιορισμένος, κατασκευάζονται από πρεσπάν πάχους 0,375-0,575 mm.

Η εκλογή και οι μέθοδοι χρησιμοποιήσεως σφηνών αναγράφονται παρακάτω.

1) ***Σφήνες από πρεσπάν για υπερσυμπληρωμένες οδοντώσεις.*** Όταν ο απαιτούμενος αριθμός σπειρών έχει τοποθετηθεί μέσα στην οδόντωση και η κατάλληλη σφήνα ορισμένου πάχους δεν χωρά να εισαχθεί από τα άκρα της οδοντώσεως, τότε κόβεται μία σφήνα από πρεσπάν πάχους 0,575 mm και πλάτους λίγο μεγαλύτερου από το άνοιγμα της οδοντώσεως και εισάγεται στην οδόντωση από το επάνω μέρος. Η μέθοδος αυτή επίσης εφαρμόζεται και σε τύμπανα με ανοικτές οδοντώσεις.

Η σφήνα αποτελεί κινητή προσαρμογή και όταν το τύμπανο βυθισθεί μέσα στο βερνίκι και στη συνέχεια κλιβανισθεί (φουρνισθεί), ο τύπος αυτός της σφηνώσεως είναι τόσο ισχυρός όσο και οι σφήνες που οδηγούνται στα λούκια από τα άκρα.

2) ***Τοποθέτηση σφηνών από πρεσπάν, φίμπερ ή ξύλο.*** Η εκλογή ενός από τα παραπάνω είδη σφήνας εξαρτάται από το διαθέσιμο χώρο, που υπάρχει στο λούκι και από τα υλικά, που έχομε στη διάθεσή μας. Πολλές φορές θα χρειασθεί να χρησιμοποιήσομε 2 σφήνες με το ίδιο πάχος είτε με διαφορετικά πάχη μέσα στο ίδιο λούκι για να κρατήσομε το τύλιγμα στερεά στη θέση του. Τότε κόβομε αρκετές σφήνες με κατάλληλο μήκος και πλάτος για όλες τις οδοντώσεις. Εισάγομε μία σφήνα στην αρχή της οδοντώσεως και, αν είναι δυνατόν, πιέζομε τη σφήνα να εισχωρήσει στο λούκι σε όλο το μήκος του. Η σφήνα πρέπει να εφαρμόσει σφικτά. Αν ολισθαίνει στην υποδοχή του, τότε χρησιμοποιούμε άλλη σφήνα με μεγαλύτερο μέγεθος. Αν όμως η σφήνα δεν εισέρχεται στην υποδοχή της ωθώντας την με το χέρι, ακολουθούμε τη μέθοδο που περιγράφεται παρακάτω.

Χρησιμοποιούμε μοχλό συμπιέσεως σπειρών για να πιέσομε το τύλιγμα μέσα στο λούκι του.

Εισάγομε τη σφήνα στο λούκι. Τοποθετούμε το συμπιεστή σπει-

ρών, ως οδηγό, λίγο πριν από τη σφήνα, για να ανοίξομε το λούκι. Πιέζομε από μπροστά τον οδηγό και από πίσω τη σφήνα, ώσπου να εισέλθει τελείως στο λούκι του. Αν χρησιμοποιήσομε ξύλινη ή σκληρή φιμπερένια σφήνα και είναι δύσκολο να την εισάγομε με το χέρι στην υποδοχή του, τότε κτυπούμε τη σφήνα με πλαστικό σφυρί.

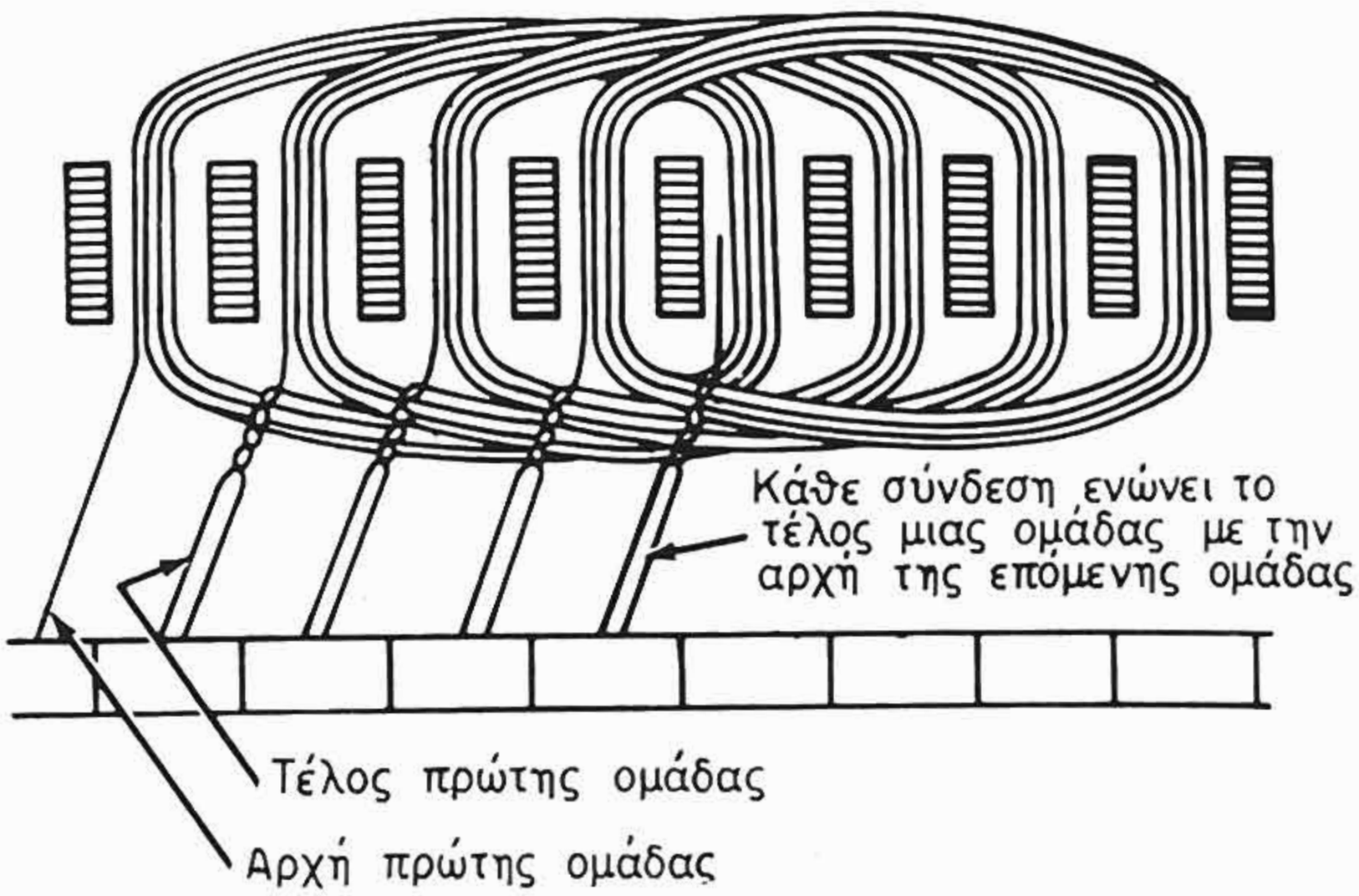
Αν η σφήνα κάμπτεται κατά την εισαγωγή της μέσα στην οδόντωση, τότε χρησιμοποιούμε οδηγό σφήνας (τον οδηγό σφήνας θα τον χρησιμοποιήσομε σε τελευταία ανάγκη). Στην περίπτωση αυτή εισάγομε τη σφήνα μέσα στο εξωτερικό περίβλημα του οδηγού αφήνοντας περίπου 1,5 mm της σφήνας έξω. Το άκρο της σφήνας που εξέχει το εισάγομε μέσα στο λούκι με το εξωτερικό περίβλημα του οδηγού της σφήνας ευθυγραμμισμένο με το λούκι. Μετά κτυπούμε τον οδηγό πείρο με μαλακό ή πλαστικό σφυρί, ώσπου ολόκληρη η σφήνα εισέλθει μέσα στο λούκι.

5.14 Τυλίγματα τύπου κουβαριού με ένα στοιχείο σε κάθε οδόντωση.

Τα τυλίγματα αυτά είναι τα συνηθέστερα για τύμπανα μικρών μηχανών. Το πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι, όταν είναι κανονικά τυλιγμένα, εφαρμόζονται και συνδέονται στη μηχανή γρήγορα. Τα μειονεκτήματά της είναι ότι όλες οι ομάδες δεν είναι όμοιες, γιατί η πρώτη ομάδα είναι μικρότερη από την τελευταία. Επίσης, όπου υπάρχουν περισσότερα από 1 (ένα) στοιχεία σε κάθε λούκι, η αντίσταση της τελευταίας ομάδας είναι μεγαλύτερη από την αντίσταση της πρώτης, με αποτέλεσμα η αντίσταση κάθε ομάδας να είναι διαφορετική. Όταν οι σπείρες κάθε ομάδας είναι πολλές ή το σύρμα χονδρό, τα άκρα των ομάδων συσσωρεύονται έτσι, ώστε να είναι δύσκολο και πολλές φορές αδύνατο να συνδέσομε τις ομάδες κανονικά. Επειδή τα μεγέθη των ομάδων είναι διαφορετικά, τα τυλίγματα αυτά δεν ζυγοσταθμίζονται εύκολα και χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή για τη ζυγοστάθμισή τους μετά την περιέλιξη. Η παρακάτω περιγραφόμενη μέθοδος βοηθάει πολύ στην καλή κατασκευή ενός τυλίγματος τύπου κουβαριού.

1) Εκτελούμε τις εργασίες της § 5.13.
2) Στα τύμπανα, που θα λειτουργήσουν στα 110-120 V ή περισσότερο, τοποθετούμε λωρίδες από μονωτικές ταινίες μεταξύ των ακραίων σπειρών, που επικαλύπτονται στο πρόσθιο και οπίσθιο τμήμα του τυμπάνου.
3) Περιτυλίγομε τη δεύτερη ομάδα στο γειτονικό λούκι σύμφωνα με το βήμα του τυλίγματος και σημαδεύομε το άκρο της ομάδας με έγχρωμο μακαρόνι.

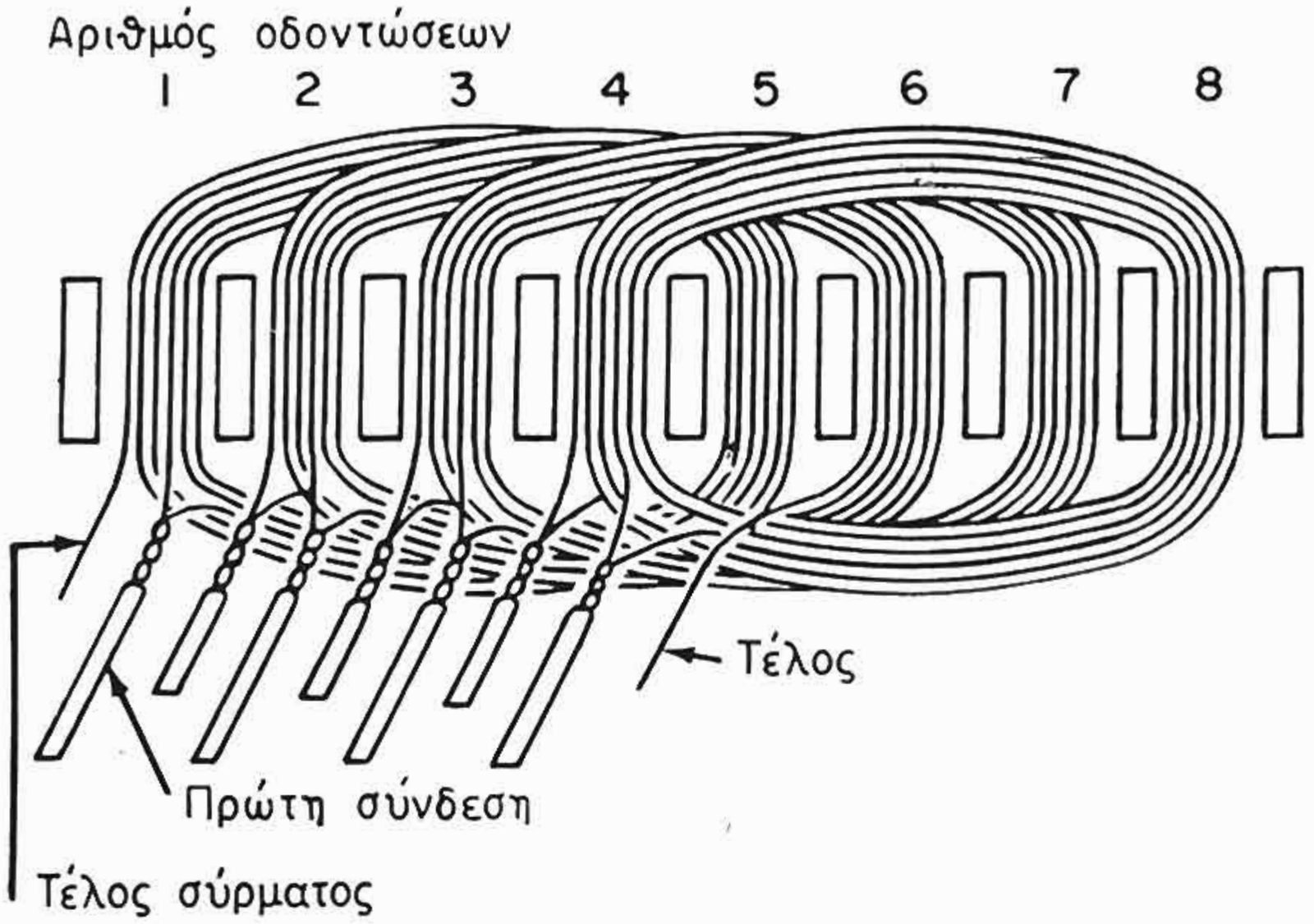
4) Σχηματίζομε βρόχο αρκετού μήκους για να μπορεί να συνδεθεί με το συλλέκτη και σημαδεύομε την αρχή της τρίτης ομάδας με έγχρωμο μακαρόνι.
5) Περιτυλίγομε την τρίτη ομάδα και ακολουθούμε την ίδια διαδικασία, όπως και με όλες τις άλλες ομάδες του τυμπάνου.
6) Κόβομε σύρμα από το τύμπανο, όταν η τελευταία σπείρα της τελευταίας ομάδας εισαχθεί στο τελευταίο λούκι, και κατόπιν συνδέομε το άκρο της με το ελεύθερο άκρο της πρώτης ομάδας.
7) Τα βροχοτυλίγματα (σχ. 5.14) μπορεί να τυλιχθούν αριστερόστροφα ή δεξιόστροφα από όποια πλευρά του άξονα, χωρίς να αλλάξει η διεύθυνση περιστροφής του κινητήρα ή η πολικότητα της γεννήτριας.



Σχ. 5.14.
Βροχοτύλιγμα με ένα στοιχείο σε κάθε λούκι.

5.15 Τυλίγματα τύπου κουβαριού με περισσότερα στοιχεία σε κάθε οδόντωση.

Ο τρόπος κατασκευής του τυλίγματος αυτού δεν διαφέρει από αυτόν που περιγράφεται στην § 5.13, εκτός του ότι υπάρχουν περισσότερα στοιχεία σε κάθε οδόντωση (σχ. 5.15). Π.χ. τύμπανο με 12 λούκια και 36 λαμάκια συλλέκτη θα χρειασθεί 3 στοιχεία σε κάθε λούκι. Κάθε σύνδεση των 3 αυτών στοιχείων πρέπει να σημειωθεί με διαφορετικά έγχρωμα μακαρονοειδή βύσματα (§ 5.20). Το σημάδεμα με μακαρονοειδή βύσματα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αρχή για το $^1/_4$ του ολικού αριθμού των ομάδων τού τυμπάνου



Σχ. 5.15.
Τύλιγμα με δυο στοιχεία σε κάθε λούκι, με κοντές και μακρές συνδέσεις για αναγνώριση.

και να γίνει η περιέλιξη των ομάδων αυτών. Κατόπιν το σύρμα κόβεται και σημαδεύεται. Η περιέλιξη και το σημάδεμα συνεχίζεται για το επόμενο $^1/_4$ του ολικού αριθμού των ομάδων. Η εργασία αυτή συνεχίζεται, ώσπου ολόκληρο το τύλιγμα να περιτυλιχθεί.

5.16 Τυλίγματα τύπου κουβαριού, που τυλίγονται με περισσότερα σύρματα συγχρόνως.

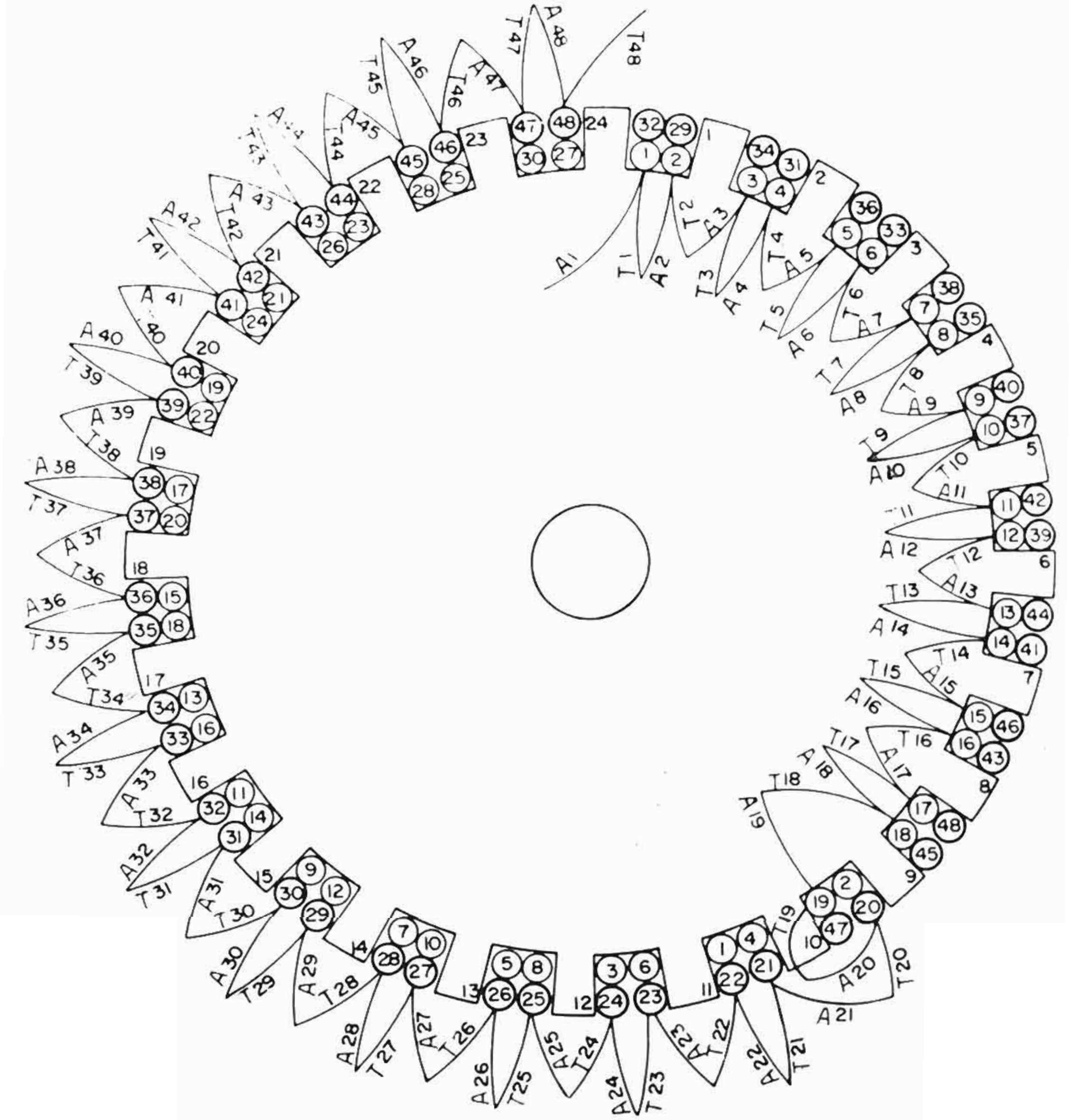
Κατά τη μέθοδο αυτή, οι ομάδες τυλίγονται με το χέρι, με το οποίο κρατούμε 2 ή περισσότερα σύρματα. Αυτό εξαρτάται από τη σχέση του αριθμού των τομέων του συλλέκτη προς τον αριθμό των οδοντώσεων του τυμπάνου, π.χ. αν η μηχανή έχει 12 οδοντώσεις και 24 λαμάκια συλλέκτη, τότε από τα λούκια διέρχονται 2 σύρματα, τα οποία προέρχονται από δύο ξεχωριστά τύμπανα σύρματος. Αν υπάρχουν 36 λαμάκια, τότε 3 σύρματα από 3 ξεχωριστά τύμπανα σύρματος διέρχονται από τα λούκια.

Έτσι το σύρμα κόβεται στο άκρο κάθε ομάδας και σημαδεύεται (§ 5.20) με μακαρονοειδή βύσματα, τα οποία δείχνουν το άκρο κάθε ομάδας. Κατόπιν το σύρμα τυλίγεται γύρω από τις ακραίες σπείρες, για να παραλληλισθούν τα άκρα εκκινήσεως. Ακολουθούμε τις εργασίες της § 5.13. Για τύμπανα που λειτουργούν στα 110-120 V και άνω τοποθετούμε λωρίδες μονωτικής ταινίας μεταξύ των στρωμάτων των μετωπικών συνδέσεων των τυλιγμάτων στο οπίσθιο και πρόσθιο τμήμα του τυμπάνου.

5.17 Τυλίγματα με ομάδες παράλληλες (χορδοειδή) και με δύο βήματα.

Μία χαρακτηριστική ιδιότητα αυτών των τυλιγμάτων είναι ότι δύο ομάδες τυλίγονται ταυτόχρονα σε 3 λούκια από την ίδια πλευρά του άξονα. Τα δύο στοιχεία των δύο ομάδων τοποθετούνται μαζί σ᾽ ένα λούκι ενώ τα δύο άλλα στοιχεία των ιδίων ομάδων σε δύο διαφορετικά λούκια με διαφορετικό βήμα (σχ. 5.17α).

Τα πλεονεκτήματα των τυλιγμάτων με παράλληλες ομάδες και με δύο βήματα φαίνονται από ένα τύλιγμα διπολικού κινητήρα 5 HP,



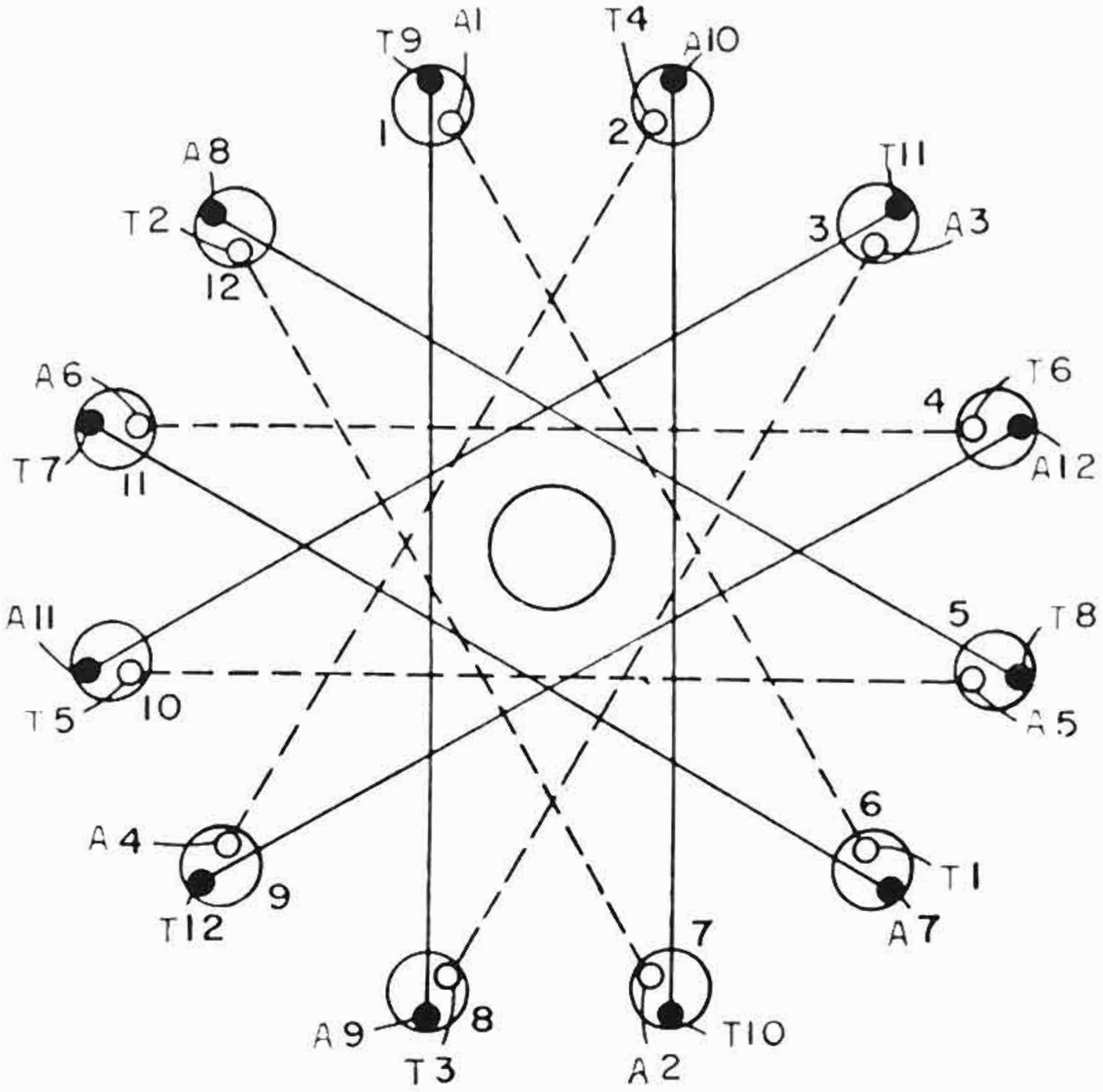
Σχ. 5.17α.
Τύλιγμα με ομάδες παράλληλες και με δυο βήματα.

1100 στροφών, που έχει τύμπανο διαμέτρου 250 mm με 24 οδοντώσεις και 48 λαμάκια συλλέκτη. Αν το τύμπανο αυτό τυλιχθεί με ακέραιο βήμα (1 με 13), οι αγωγοί θα συσσωρευθούν στα άκρα του τυμπάνου και θα καταλάβουν πολύ χώρο. Με τη μέθοδο αυτή το βήμα τυλίγματος μειώνεται στα 80% του ακέραιου βήματος, με αποτέλεσμα να αποφύγομε ορισμένες διασταυρώσεις των ομάδων και την κάμψη των μετωπικών συνδέσεων γύρω στον άξονα. Π.χ. αν το κανονικό βήμα είναι 12, τα 80% αυτού θα είναι $0,80 \times 12 = 9,6$. Αυτό είναι ισοδύναμο με το να χρησιμοποιήσομε τις οδοντώσεις 1 και 10,6. Επειδή δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιήσομε 0,6 οδοντώσεις, τυλίγομε μία ομάδα στις οδοντώσεις 1 και 11 με βήμα 10 και μία ομάδα στις οδοντώσεις 1 και 10 με βήμα 9. Η ίδια μέθοδος ακολουθείται για όλες τις ομάδες. Εδώ έχομε μέσο βήμα 9,5, το οποίο προσεγγίζει το επιθυμητό βήμα 9,6. Σ' αυτόν τον ειδικό τύπο τυλίγματος το μεγάλο βήμα, 1 και 11, έχει μία σπείρα επιπλέον από το κοντό βήμα, 1 και 10, και είναι δυνατό να τυλιχθεί με το χέρι με ένα μόνο σύρμα.

Οι συνδέσεις γίνονται, όπου τα δύο στοιχεία των ομάδων βρίσκονται στο ίδιο λούκι και σημαδεύονται σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφεται στην § 5.20. Στα τύμπανα που λειτουργούν από 110-120 V και άνω, τοποθετούμε λωρίδες μονωτικής ταινίας μεταξύ των στρωμάτων των μετωπικών συνδέσεων των τυλιγμάτων στο πρόσθιο και οπίσθιο άκρο του τυμπάνου. Θα δούμε στις § 5.26 και 5.27 για τον τρόπο συνδέσεως των άκρων με το συλλέκτη.

α) Τυλίγματα με παράλληλες ομάδες (χορδοειδή) και με ένα βήμα (σχ. 5.17β).

Οι τελευταίες ομάδες, που τυλίγονται στο τύμπανο, είναι ορατές από την κάθε πλευρά του άξονα και παράλληλες μεταξύ τους. Τα πλεονεκτήματα των τυλιγμάτων αυτών είναι ότι έχουν καλύτερη μηχανική ζυγοστάθμιση και περισσότερο ομοιόμορφη αντίσταση των ομάδων, με αποτέλεσμα την καλύτερη εκμετάλλευση του χώρου των οδοντώσεων του τυμπάνου. Το μόνο μειονέκτημά τους είναι ότι τα σύρματα κάθονται στο άκρο κάθε ομάδας και οι συνδέσεις με τους τομείς του συλλέκτη είναι κάπως περισσότερο πολύπλοκες. Η πρώτη ομάδα τυλίγεται όπως περιγράφεται ακριβώς στην § 5.13 (1-6). Κόβομε το σύρμα και σημαδεύομε τα άκρα του (§ 5.20), κατόπιν στρέφομε το τύμπανο κατά 180° και επαναλαμβάνομε την ίδια εργασία για τη δευτέρη ομάδα, που βρίσκεται δεξιά και παράπλευρα στο λούκι που τυλίξαμε προηγουμένως. Στρέφομε πάλι το τύμπανο κατά 180° και αφήνομε το λούκι που βρίσκεται δεξιά και παράπλευρα στο λούκι που τυλίξαμε προηγουμένως. Επαναλαμβά-



Σχ. 5.17β.
Τύλιγμα με παράλληλες ομάδες (χορδοειδές).

νομε το ίδιο τρόπο περιελίξεως και για την τρίτη ομάδα. Στρέφομε το τύμπανο πάλι κατά 180° και επαναλαμβάνομε την ίδια εργασία για την τέταρτη ομάδα, που βρίσκεται στο λούκι δεξιά και παράπλευρα σ' αυτό, που τυλίξαμε προηγουμένως. Μετά από την περιέλιξη κάθε ομάδας στρέφομε το τύμπανο κατά 180° και επαναλαμβάνομε την ίδια εργασία, που περιγράψαμε παραπάνω μέχρις ότου ολόκληρο το τύμπανο περιτυλιχθεί.

Τοποθετούμε λωρίδα μονωτικής ταινίας μεταξύ του συγκροτήματος των μετωπικών συνδέσεων μιας ομάδας και των μετωπικών συνδέσεων μιας άλλης ομάδας, οι οποίες επικαλύπτουν τις πρώτες στο πρόσθιο και οπίσθιο άκρο του τυμπάνου. Ο τρόπος συνδέσεώς τους με το συλλέκτη περιγράφεται στην § 5.26.

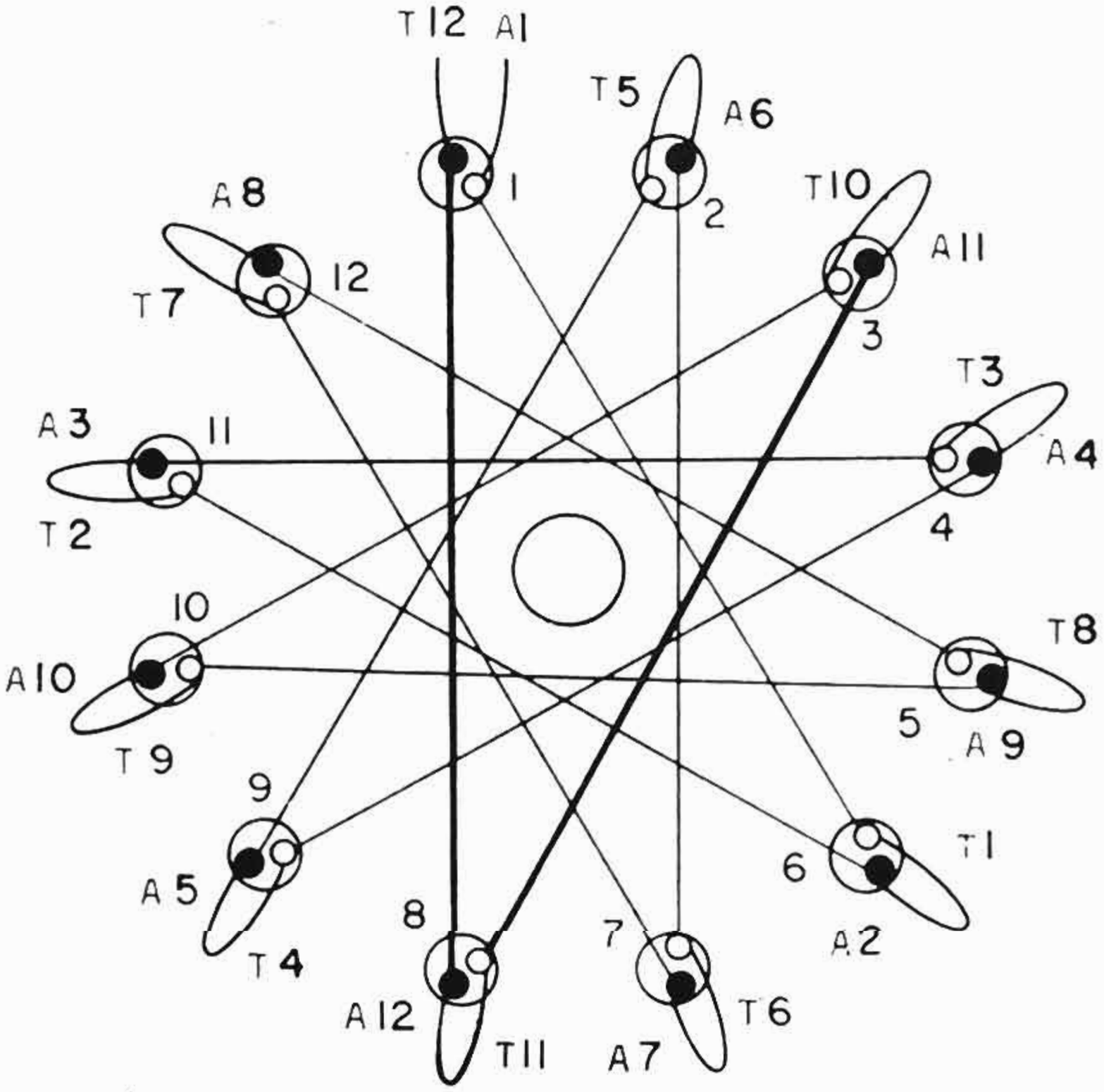
β) Μέθοδος περιελίξεως τυλίγματος με παράλληλες ομάδες, όταν ο αριθμός των οδοντώσεων δεν διαιρείται ακριβώς με το 4.

Ο τρόπος εκκινήσεως για την επάνω στρώση είναι λίγο διαφορετι-

κός από αυτόν που περιγράψαμε προηγουμένως. Αφού τοποθετηθούν 6 ομάδες στις θέσεις τους, αφήνεται ένα κενό λούκι σε κάθε πλευρά του τυμπάνου. Για να εκκινήσει η 7η ομάδα, αφήνομε 2 λούκια, μετρώντας δεξιόστροφα από το στοιχείο εκκινήσεως της ομάδας 5, κατόπιν περιτυλίγομε το λούκι 7 με το κενό λούκι, που είναι παράπλευρα και δεξιά στο τελευταίο στοιχείο της ομάδας 2. Η ομάδα, που είναι παράλληλη με την ομάδα 7, δηλαδή η ομάδα 8, θα εκκινήσει από το λούκι που βρίσκεται το τελευταίο στοιχείο της ομάδας 2 και θα τελειώσει στο επόμενο κενό λούκι, δηλαδή στο λούκι 6. Το τύλιγμα τώρα μπορεί να συνεχισθεί με την ίδια σειρά, όπως και στην κάτω στρώση. Μία λωρίδα μονωτικής ταινίας πρέπει να τοποθετηθεί μεταξύ των άνω και κάτω στρώσεων, όπως περιγράφομε στα προηγούμενα. Ο τρόπος συνδέσεως των άκρων των ομάδων με το συλλέκτη περιγράφεται στην § 5.26.

5.18 Τυλίγματα με ομάδες διασταυρούμενες κατά γωνία V.

Χαρακτηριστικό αυτού του τυλίγματος (σχ. 5.18) είναι ότι τα



Σχ. 5.18.
Τύλιγμα με ομάδες διασταυρούμενες κατά γωνία V.

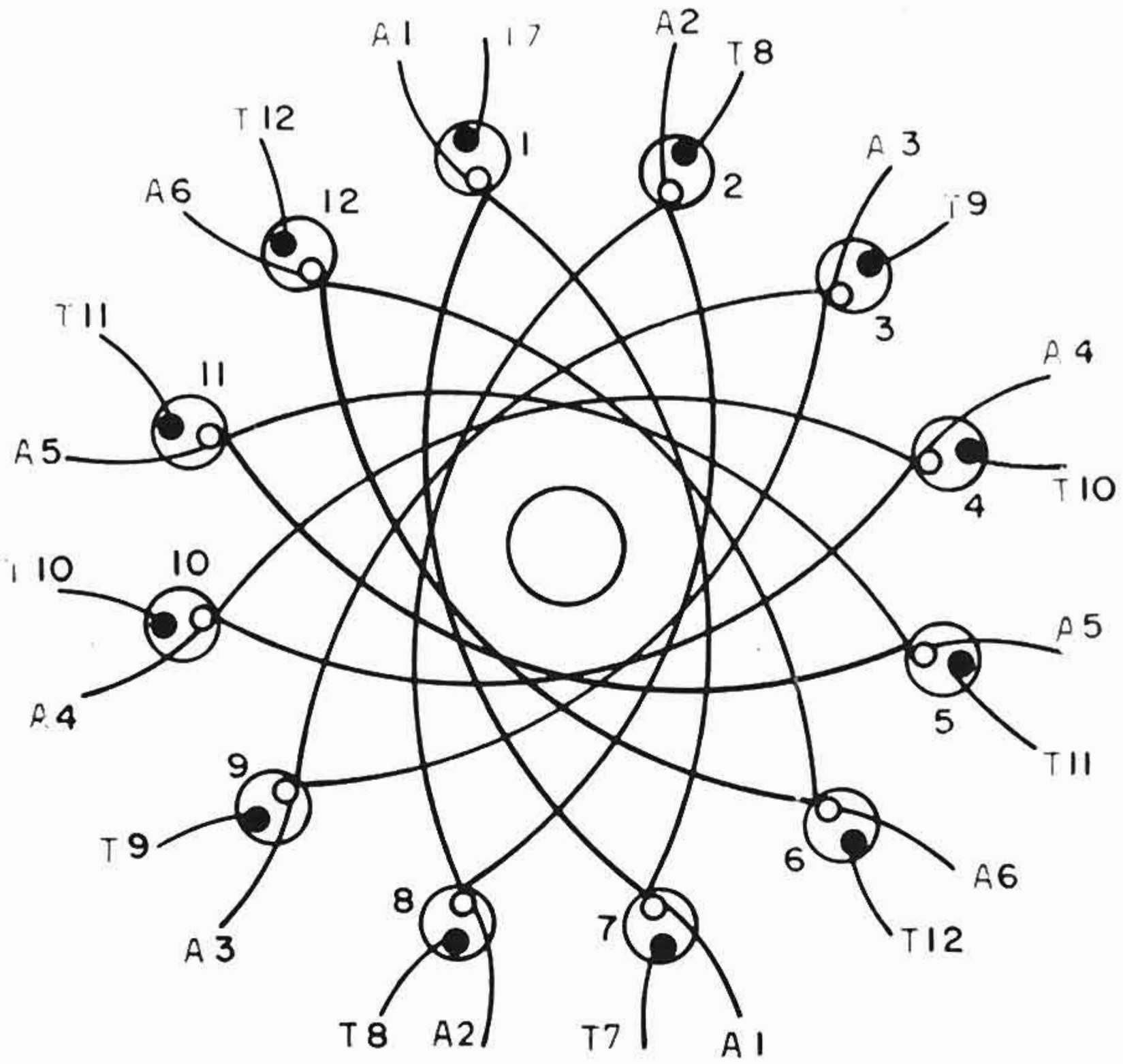
λούκια γεμίζουν όσο προχωρεί το τύλιγμα. Η διαφορά στα μήκη των ομάδων είναι περίπου η ίδια, όπως και στα τυλίγματα με παράλληλες ομάδες.

Το πλεονέκτημα αυτού του τυλίγματος σε σχέση με το τύλιγμα με παράλληλες ομάδες είναι ότι μπορεί να τυλιχθεί σε τύμπανα με οποιονδήποτε αριθμό οδοντώσεων. Η πρώτη ομάδα τυλίγεται όπως περιγράφεται στην § 5.13. Για τύμπανα που λειτουργούν στα 110-120 V και άνω, τοποθετούμε λωρίδες μονώσεως μεταξύ των στρωμάτων των μετωπικών συνδέσεων των τυλιγμάτων στο οπίσθιο και πρόσθιο άκρο του τυμπάνου. Μόλις τυλιχθεί η πρώτη ομάδα στα λούκια της με το κατάλληλο βήμα τυλίγματος δεξιά στον άξονα και σημαδευθούν τα άκρα της (σχ. 5.20), το τύμπανο περιστρέφεται, έως ότου η τελειωμένη πλευρά της ομάδας έλθει επάνω.

Στη συνέχεια τυλίγομε τη δεύτερη ομάδα μέσα στο ίδιο λούκι, το οποίο περιέχει το τελευταίο στοιχείο της ομάδας 1, με το ίδιο βήμα. Περιστρέφομε το τύμπανο, έως ότου το τελειωμένο στοιχείο της δεύτερης ομάδας έλθει επάνω. Τυλίγομε την τρίτη ομάδα μέσα στο λούκι, το οποίο περιέχει το τελειωμένο στοιχείο της ομάδας 2, με το ίδιο βήμα. Ακολουθούμε την ίδια σειρά για κάθε ομάδα, έως ότου ολόκληρο το τύμπανο περιτυλιχθεί. Ο τρόπος συνδέσεως των άκρων με το συλλέκτη περιγράφεται στην § 5.26.

5.19 Τυλίγματα με ομάδες διασταυρούμενες διαμετρικά.

Αυτός ο τύπος τυλίγματος (σχ. 5.19) είναι πολύ κατάλληλος για τύμπανα, που απαιτούν ομάδες με λίγες σπείρες χονδρού σύρματος. Συνιστάται η χρησιμοποίησή του σε μηχανές με μικρό χώρο περιελίξεως στα άκρα. Στα τυλίγματα αυτά ο αριθμός των οδοντώσεων του τυμπάνου πρέπει να είναι πάντοτε άρτιος αριθμός. Ο κενός χώρος μεταξύ του άξονα και των τυλιγμάτων συμπληρώνεται, κατά την ώρα της περιελίξεως, με τη χρήση ξύλινου επιβολέα (σχ. 11.1α) με κατάλληλες διαστάσεις. Κάθε ομάδα τυλίγεται κατά το μισό της από τη μία πλευρά του άξονα και κατά το άλλο μισό της από την άλλη πλευρά του άξονα. Για να επιτευχθεί ομαλή κατανομή του τυλίγματος στις οδοντώσεις του τυμπάνου, τυλίγονται πρώτα δύο σπείρες στη μία πλευρά του άξονα και κατόπιν 2 σπείρες στην άλλη πλευρά του άξονα και συνεχίζεται ο ίδιος τρόπος περιελίξεως, έως ότου ολόκληρος ο αριθμός των σπειρών της ομάδας συμπληρωθεί. Σημειώνεται η αρχή και το τέλος της ομάδας και προχωρούμε στην οδόντωση Νο 2. Ακολουθούμε την ίδια εργασία για κάθε ομάδα, έως ότου συμπληρωθεί ολόκληρη η κάτω στρώση. Τώρα θα υπάρχει ανά ένα σημαδεμένο άκρο σε κάθε οδόντωση για την κάτω στρώση.



○ Επάνω ομάδα
○ Κάτω ομάδα
A1 Αρχή και αριθμός ομάδας
T1 Τέλος και αριθμός ομάδας
◯ Αριθμός ομάδας

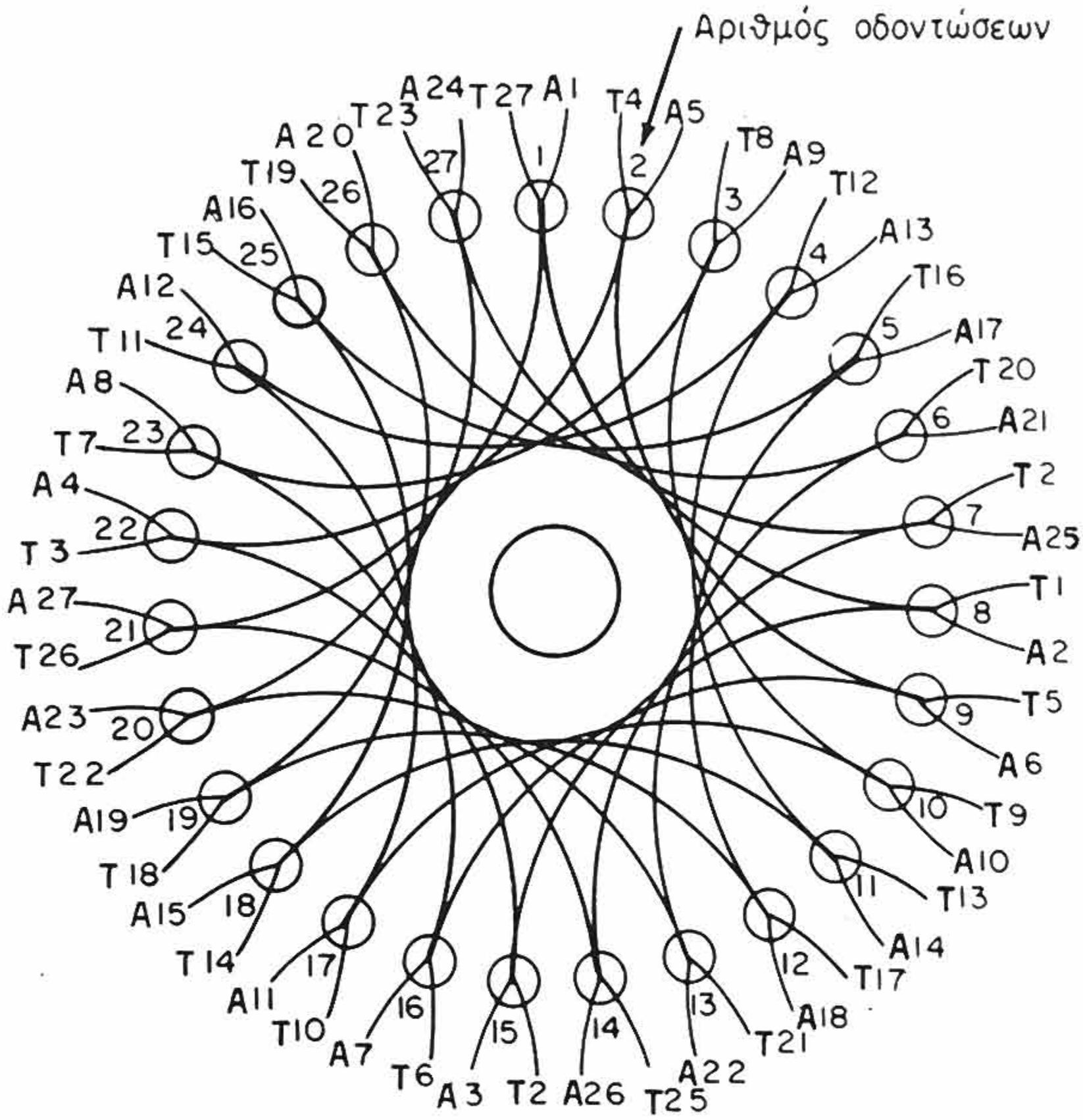
Σχ. 5.19.
Τύλιγμα με ομάδες που διασταυρώνονται διαμετρικά.

Η επάνω στρώση αρχίζει από την οδόντωση, που περιέχει το τελευταίο άκρο της τελευταίας ομάδας της κάτω στρώσεως. Συνεχίζεται η περιέλιξη και της επάνω στρώσεως, όπως ακριβώς και της κάτω, έως ότου κάθε οδόντωση περιέχει ανά ένα άκρο αρχής και τέλους. Δένομε την τελευταία ομάδα προς τα κάτω χρησιμοποιώντας χονδρό κορδόνι.

5.20 Τυλίγματα με ομάδες κατά στρώσεις.

Τα τυλίγματα αυτά (σχ. 5.20) χρησιμοποιούνται, όπου οι ομάδες του τυλίγματος αποτελούνται από λίγες σπείρες χονδρού σύρματος και ο χώρος των μετωπικών συνδέσεων είναι περιορισμένος, ώστε να μην είναι δυνατό να τυλιχθεί άλλος τύπος τυλίγματος. Είναι αδύνατο να χρησιμοποιηθεί αυτή η μέθοδος περιελίξεως αν δεν αληθεύει η σχέση:

αριθμός πόλων × βήμα τυλίγματος ± 1 = αριθμός οδοντώσεων (15)



A1 Αρχή ομάδας και αριθμός ομάδας
T1 Τέλος και αριθμός ομάδας

Σχ. 5.20.
Τύλιγμα με ομάδες κατά στρώσεις.

Π.χ. για να καθορίσομε αν ένα 4πολικό τύμπανο με 27 ή 29 οδοντώσεις μπορεί να τυλιχθεί με αυτό το τύλιγμα, αντικαθιστούμε τις τιμές στη σχέση (15) και έχομε $4 \times 7 \pm 1 = 27$ ή 29.

Άρα είναι δυνατό να κατασκευασθεί τύλιγμα με τις ομάδες σε στρώσεις αν το βήμα του τυλίγματος είναι 7. Στο τύμπανο με 27 οδοντώσεις θα κατασκευασθεί τύλιγμα προοδευτικό, ενώ στο τύμπανο που θα έχει 29 οδοντώσεις θα κατασκευασθεί τύλιγμα αναδρομικό.

Για την κατασκευή του τυλίγματος αυτού ακολουθείται η ακόλουθη σειρά εργασιών:

1) Χρησιμοποιείται εκτυλίκτρια με το κατάλληλο μέγεθος σύρματος περιελίξεως και με κατάλληλο τεντωτήρα σύρματος (σχ. 5.13α).
2) Ρυθμίζεται η τάση του τεντωτήρα του σύρματος τόσο, ώστε να παρουσιάζεται μικρή αντίσταση στον ελκυσμό του σύρματος. Η αντίσταση αυτή δεν αφήνει το τύμπανο να εκτυλιχθεί και να κουλουριασθεί το σύρμα, όταν πάψει η έλξη στο σύρμα.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

3) Κάμπτεται η μετωπική σύνδεση της πρώτης σπείρας επάνω από το άκρο του χώρου, τον οποίο θα καταλάβουν οι μετωπικές συνδέσεις της ομάδας.
4) Οι μετωπικές συνδέσεις γίνονται εναλλάξ και σε αντίθετες πλευρές του άξονα. Η δεύτερη σπείρα τοποθετείται δεξιά από την πρώτη μετωπική σύνδεση, η 3η σπείρα τοποθετείται αριστερά από την πρώτη μετωπική σύνδεση, η 4η τοποθετείται δεξιά, η 5η αριστερά κ.ο.κ. Συνεχίζεται ο τρόπος αυτός της περιελίξεως, έως ότου περιτυλιχθεί ολόκληρο το τύμπανο. Τα σύρματα αφήνονται στην αρχή να συγκεντρωθούν μέσα στις οδοντώσεις, αλλά απλώνονται στη συνέχεια προς τα έξω και όσο το δυνατό πλησιέστερα προς τα άκρα των οδοντώσεων.
5) Εκτελούνται οι παραπάνω εργασίες 1-4 για όλες τις ομάδες, έως ότου ολόκληρο το τύμπανο περιτυλιχθεί.
6) Οι συνδέσεις με τα λαμάκια του συλλέκτη γίνονται όπως περιγράφεται στην § 5.26.

5.21 Διάκριση των άκρων των ομάδων κατά την εκτέλεση.

Τα άκρα των ομάδων πρέπει να σημαδεύονται κατάλληλα, γιατί διαφορετικά η σύνδεσή τους με το συλλέκτη ή μεταξύ τους θα είναι πολύπλοκη και σε πολλές περιπτώσεις πρακτικά αδύνατη.

Παρακάτω αναφέρομε όλες τις μεθόδους σημάνσεως, οι οποίες μπορούν να εφαρμοσθούν στις διάφορες περιπτώσεις που θα συναντήσομε:

α) Στα τύμπανα που έχουν τον ίδιο αριθμό οδοντώσεων με τους τομείς του συλλέκτη δεν χρειάζεται καμιά σήμανση.
β) Στα τύμπανα που έχουν τομείς συλλέκτη διπλάσιους από τον αριθμό οδοντώσεων του τυμπάνου, πρέπει να υπάρχουν 2 συνδέσεις σε κάθε οδόντωση. Για να διακρίνομε τις πρώτες συνδέσεις από τις δεύτερες, σε κάθε οδόντωση η δεύτερη σύνδεση γίνεται μακρύτερα από την πρώτη ή τοποθετούμε μακαρονοειδή πλαστικά βύσματα δύο διαφορετικών χρωμάτων (σχ. 5.14β). Η ίδια σειρά χρωμάτων, που χρησιμοποιείται για την πρώτη οδόντωση, πρέπει να χρησιμοποιείται σε κάθε οδόντωση.
γ) Στα τύμπανα που έχουν τομείς συλλέκτη τριπλάσιους από τις οδοντώσεις του τυμπάνου, πρέπει να υπάρχουν 3 συνδέσεις σε κάθε οδόντωση. Χρησιμοποιούμε 3 διαφορετικά χρώματα, ένα χρώμα για κάθε σύνδεση της οδοντώσεως [§ 5.13(3)]. Η ίδιο σειρά χρωμάτων, που χρησιμοποιείται για την πρώτη οδόντωση, πρέπει να ακολουθηθεί σε κάθε οδόντωση.

δ) Όταν τα τυλίγματα τυλίγονται με το χέρι με περισσότερα από ένα σύρματα, όπως συμβαίνει στις περιπτώσεις που ο αριθμός των τομέων του συλλέκτη υπερβαίνει τον αριθμό των οδοντώσεων, τότε χρησιμοποιείται μακαρονοειδές βύσμα όμοιου χρώματος σε όλα τα άκρα εκκινήσεως και άλλο βύσμα, άλλου χρώματος, σε όλα τα τελικά άκρα των ομάδων.

5.22 Τυλίγματα μηχανοποίητα.

Σε εργοστάσια μεγάλης παραγωγής χρησιμοποιούνται μηχανές για την κατασκευή των τυλιγμάτων των μικρών τυμπάνων.

Η μηχανική κατασκευή τυλιγμάτων δεν είναι και πολύ πρακτική για εργαστήρια που περιτυλίγουν λίγα τύμπανα το χρόνο. Η μηχανή αποτελείται:

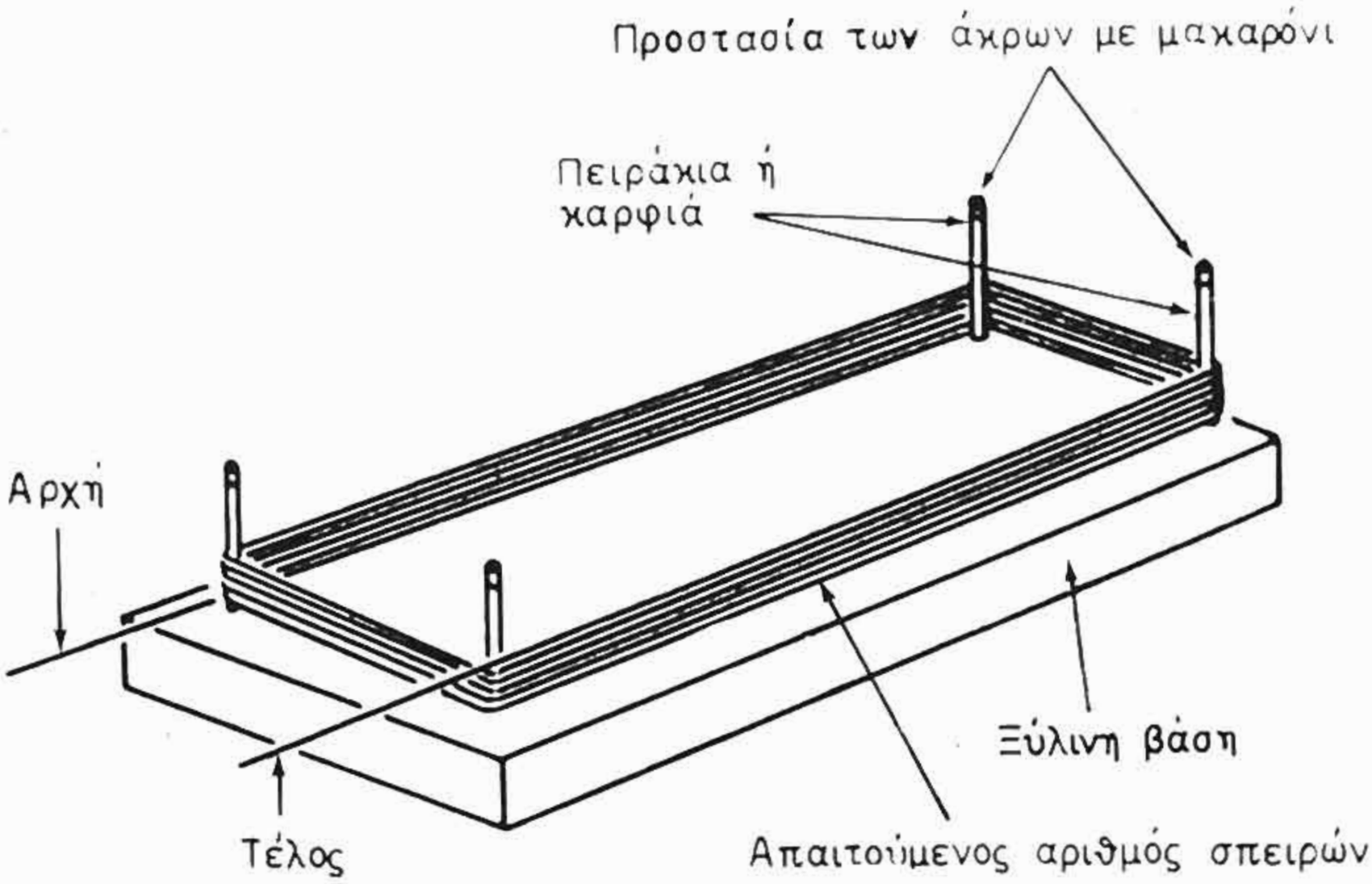
1) Από ηλεκτρικό κινητήρα που τοποθετείται επάνω σε βάση.
2) Από συσκευή μετρήσεως των σπειρών.
3) Από χειροστρόφαλο, που βρίσκεται στον κινητήριο άξονα, για να ρυθμίζει τις τελευταίες σπείρες της ομάδας.
4) Από συγκρατητικούς συσφιγκτήρες για την προσαρμογή των διαφόρων μεγεθών τυμπάνων που θα περιτυλίξομε.
5) Από ποδομοχλό στη βάση για να ελέγχομε τον κινητήρα και
6) από τεντωτήρα σύρματος.

5.23 Κατασκευή των τυλιγμάτων με διαμορφούμενες ομάδες (καλούπια τυλίγματος).

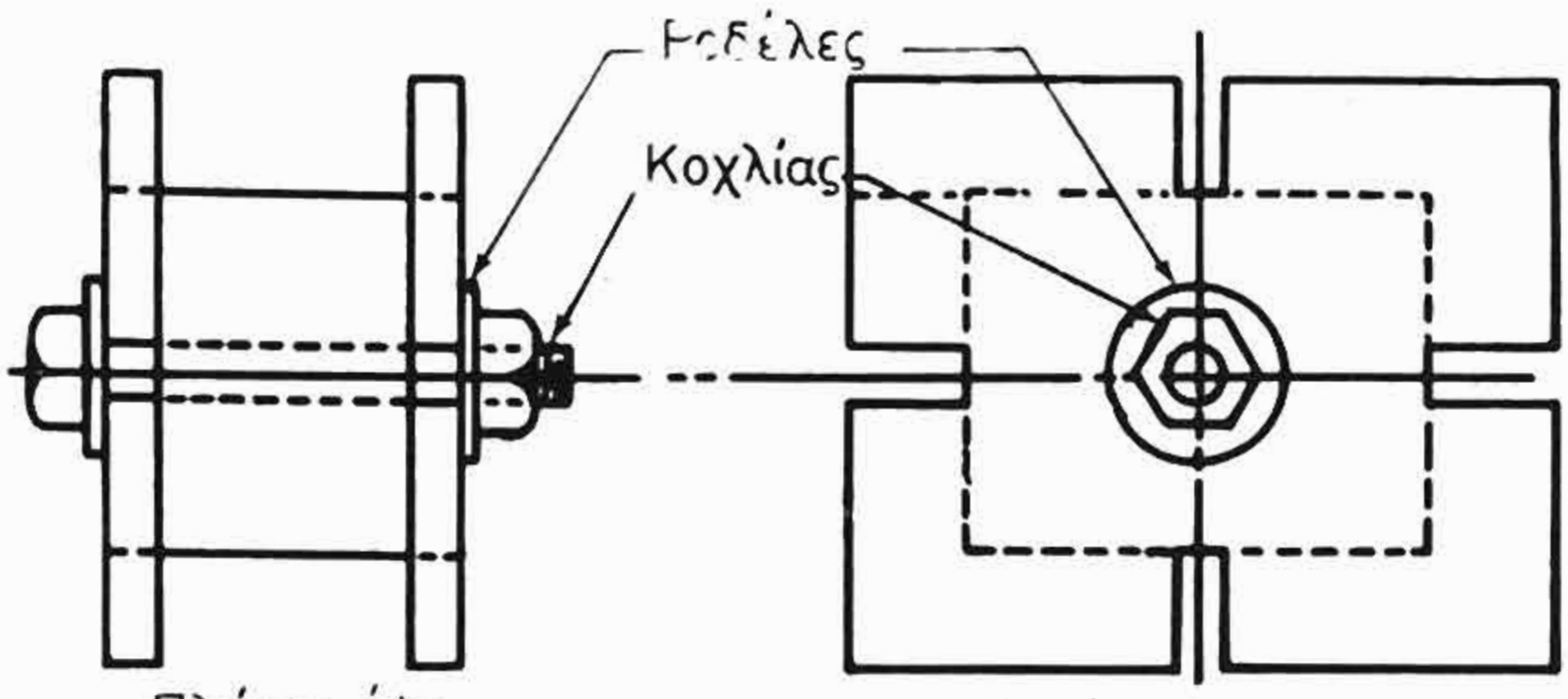
Πολλές φορές η εργασία της περιελίξεως διευκολύνεται πολύ, αν οι ομάδες λάβουν πρώτα τη μορφή τους και μετά τοποθετηθούν μέσα στις οδοντώσεις. Αυτό μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους.

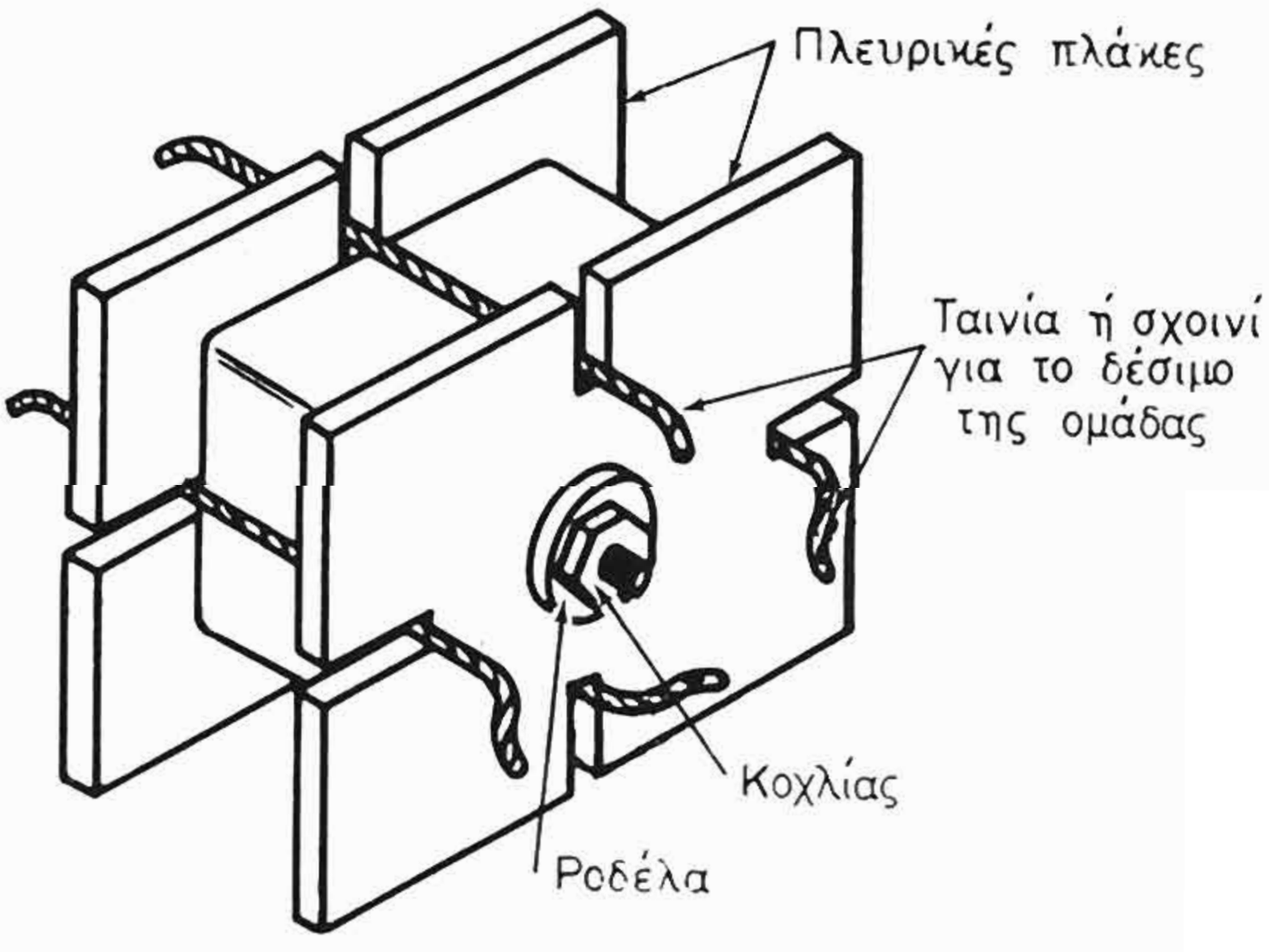
α) Στερεώνομε 4 καρφιά σε ξύλινη βάση και τοποθετούμε προστατευτικά βύσματα γύρω από αυτά (σχ. 5.23α). Τα καρφιά στερεώνονται σε τέτοια απόσταση μεταξύ τους, ώστε να δώσουν στην ομάδα το σχήμα και το μέγεθος ακριβώς που θέλομε. Το μέγεθος της ομάδας λαμβάνεται συνήθως από παλιά ομάδα, που αφαιρέσαμε.

Αν δεν είναι εύκολο να βρούμε παλιά ομάδα του τυλίγματος, τότε περιτυλίγομε κομμάτι απλού σύρματος μέσα στις οδοντώσεις, αφήνοντας αρκετό χώρο (τζόγο) από τις δύο μεριές για να τοποθετηθεί χωρίς δυσκολία. Ενώνομε τα δύο άκρα του σύρματος, αφαιρούμε την ομάδα από τις οδοντώσεις και τη χρησιμοποιούμε για να μετρήσομε τις διαστάσεις της στην ξύλινη βάση (σχ. 5.23α). Αφού περιτυλιχθεί ο απαραίτητος αριθμός σπειρών επάνω στο



Σχ. 5.23α.
Σχηματισμός μιας ομάδας σε καλούπι.





Σχ. 5.23β.
Καλούπι για το σχηματισμό ομάδας τυλίγματος.

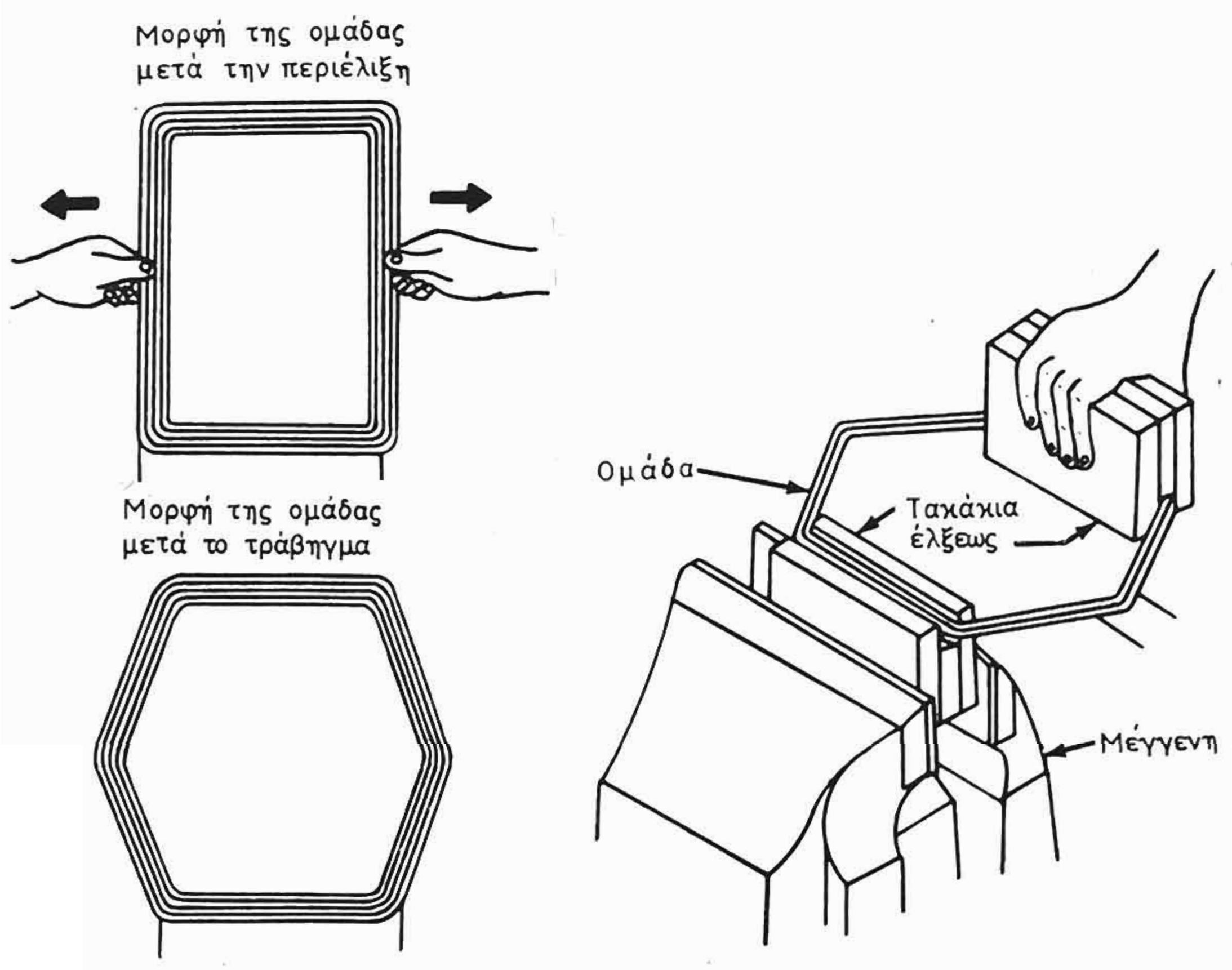
καλούπι, δένεται η ομάδα σε διάφορες θέσεις και αφαιρείται από το καλούπι της.

β) Χρησιμοποιούμε τάκο ή τάκους από φίμπερ ή ξύλινους, για να δοθεί στην ομάδα το κανονικό μέγεθος.

Οι δύο πλευρές της ομάδας κρατούνται με δύο πλευρικά τακάκια από φίμπερ, για να διατηρηθεί η ομάδα στη μορφή της, ενόσω εκτελείται η εργασία της περιελίξεως.

Το καλούπι στρέφεται γύρω από άξονα, ώστε να είναι δυνατό να μετρηθούν οι στροφές του (σχ. 5.23β). Η ομάδα τυλίγεται με τον ίδιο αριθμό σπειρών και με το ίδιο σύρμα, που έχει τυλιχθεί και η πρώτη ομάδα. Οι διαστάσεις της ομάδας μετρούνται σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράψαμε στην § 5.23(α).

Η ομάδα τοποθετείται σε διάφορες θέσεις, πριν αφαιρεθεί από το καλούπι. Οι ομάδες λαμβάνουν την τελική τους μορφή μετά τη διαμόρφωσή τους στο καλούπι με τη βοήθεια τάκων, όπως δείχνει το σχήμα 5.23γ.



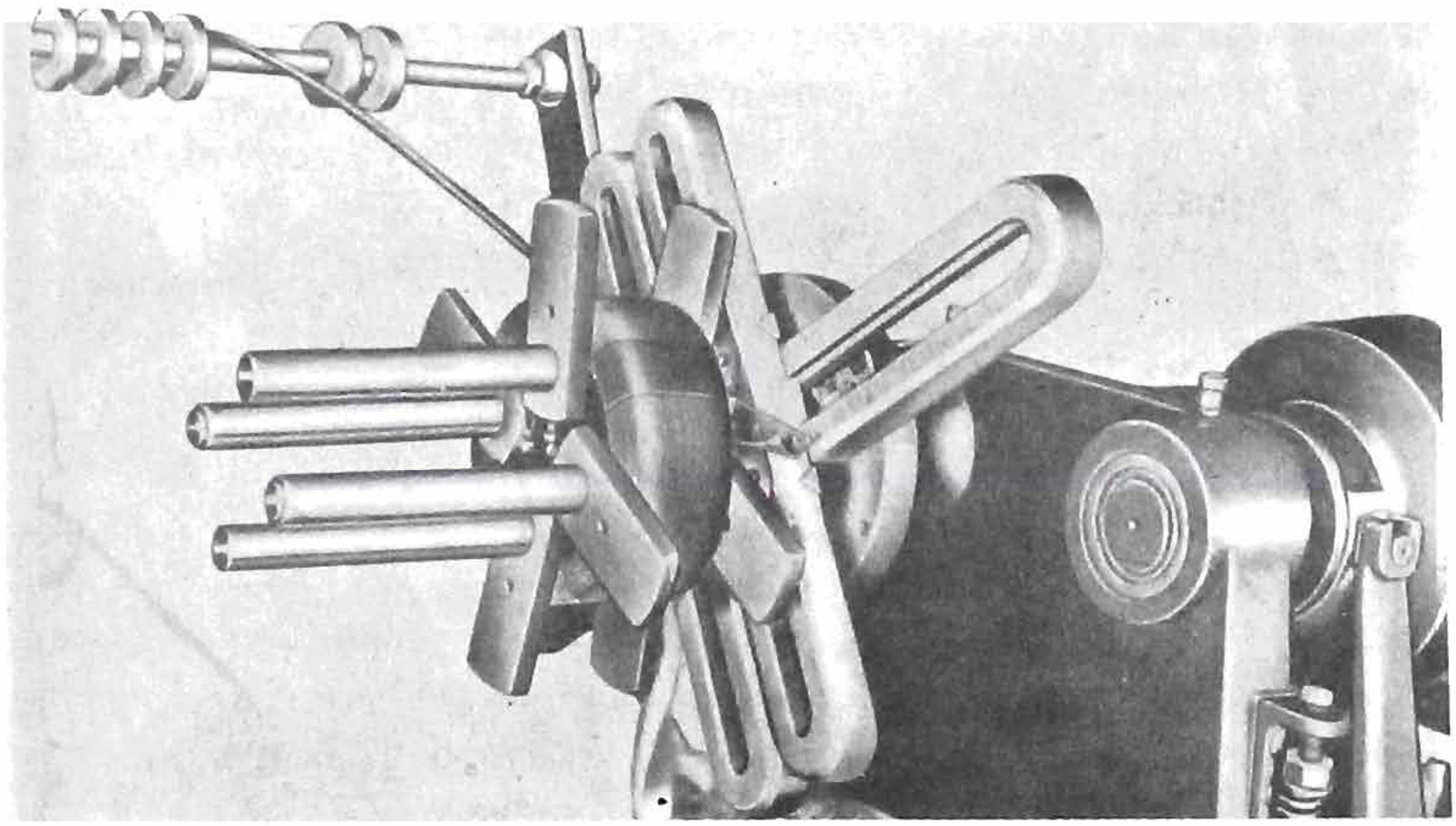
Σχ. 5.23γ.
Μέθοδος διαμορφώσεως των ομάδων με ξύλινους τάκους.

5.24 Μηχάνημα για τη διαμόρφωση των ομάδων.

Το σχήμα 5.24 δείχνει μηχάνημα αυτού του είδους. Αποτελείται από: 1) Βάση. 2) Ηλεκτρικό κινητήρα. 3) Μειωτήρα στροφών. 4) Χειροστρόφαλο, που βρίσκεται στον άξονα εξόδου και ελέγχει τις τελευταίες λίγες σπείρες της ομάδας επάνω στην κινητή κεφαλή. 5) Μετρητή σπειρών. 6) Ρυθμιζόμενη κεφαλή με κινητούς πείρους για τη διαμόρφωση της μορφής της ομάδας και 7) ποδομοχλό για την κίνηση του κινητήρα.

Παρακάτω περιγράφεται η γενική μέθοδος, που εφαρμόζεται στις μηχανές αυτές, για τη διαμόρφωση μιας ομάδας του τυλίγματος.

1) Ρυθμίζομε την κινητή κεφαλή, ώστε να λάβει το μέγεθος και το σχήμα της ομάδας που θα περιτυλίξομε. Για το σκοπό αυτό αφαιρούμε μία ολόκληρη ομάδα από το τύμπανο ή κατασκευάζομε δείγμα της ομάδας σύμφωνα με το βήμα του τυλίγματος και το μέγεθος του πυρήνα.
2) Τοποθετούμε εκτυλίκτρια με το κατάλληλο μέγεθος σύρματος και με τον τεντωτήρα του σύρματος.
3) Ρυθμίζομε την τάση του τεντωτήρα του σύρματος έτσι, ώστε να παρουσιάζεται πολύ μικρή αντίσταση στην έλξη του σύρματος, όταν δε σταματά η έλξη να σταματά αμέσως και το τύμπανο και να μην αφήνει το σύρμα να εκτυλιχθεί.
4) Συνδέομε το άκρο του σύρματος περιελίξεως με ράβδο της



Σχ. 5.24.
Μηχάνημα για την κατασκευή πολλαπλών ομάδων.

κεφαλής και στρέφομε επάνω σ᾽ αυτήν το σύρμα σε λίγες στροφές.

5) Εκκινούμε τον κινητήρα ανοίγοντας το διακόπτη.
6) Εκκινούμε τη μηχανή πιέζοντας τον ποδομοχλό και με το αριστερό χέρι ρυθμίζομε τις στροφές εκκινήσεως μέσω του χειροστροφάλου.
7) Οδηγούμε το σύρμα στην κεφαλή με το δεξί χέρι. Προφυλάσσομε πάντοτε το χέρι μας από το κινούμενο γυμνό σύρμα. Κρατούμε πάντοτε τεμάχιο μονώσεως αναδιπλωμένο στην παλάμη μας. Για να σταματήσομε τη μηχανή δεν αυξάνομε την πίεση του χεριού, επάνω στο σύρμα, αλλά χρησιμοποιούμε το χειρομοχλό του άξονα εξόδου. Αν η αναδιπλωμένη μόνωση που κρατούμε συμπιεσθεί για να αυξήσει την αντίσταση στην κίνηση του σύρματος, το σύρμα μπορεί να θερμανθεί και να καταστρέψει τη μόνωσή του.

   Χρησιμοποιούμε μόνο την αναδιπλωμένη μόνωση, που κρατούμε στην παλάμη μας, για να κατευθύνομε το σύρμα περιελίξεως.
8) Σιγά-σιγά αφήνομε την κινητή κεφαλή να λάβει τις κανονικές της στροφές χαλαρώνοντας την πίεση του αριστερού χεριού επάνω στο χειροστρόφαλο.
9) Παρατηρούμε περιοδικά το μετρητή σπειρών για να καθορίσομε τον αριθμό των σπειρών του σύρματος, που έχουν περιελιχθεί στο καλούπι της ομάδας.
10) Όταν ο καθορισμένος αριθμός σπειρών έχει περιελιχθεί στην ομάδα, αφήνομε τον ποδομοχλό για να σταματήσει η μηχανή.
11) Δένομε τις ομάδες με λεπτό σχοινάκι στο άνω και το κάτω μέρος τους και κατόπιν τις αφαιρούμε από το καλούπι.
12) Μονώνομε και επενδύομε τις ομάδες σύμφωνα προς τη μέθοδο που περιγράφομε παρακάτω [§ 5.25(γ)].
13) Σημειώνομε (σημαδεύομε) τις αρχές και τα τέλη των ομάδων με μακαρονοειδή βύσματα.

5.25 Μόνωση των ομάδων.

Οι οδοντώσεις των τυμπάνων και στατών των μεγάλων μηχανών κατασκευάζονται συνήθως ανοικτού τύπου και οι ομάδες περιβάλλονται με μονωτική επένδυση. Η επένδυση γίνεται συνήθως με βαμβακερή μονωτική ταινία εμποτισμένη με μονωτικό βερνίκι. Για μεγάλους κινητήρες και για ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιείται μίκα.

Στους κινητήρες μέσης ισχύος οι οδοντώσεις είναι συνήθως ημίκλειστες. Στους κινητήρες αυτούς οι ομάδες δεν μπορεί να

επενδυθούν τελείως, γιατί οι σπείρες της ομάδας διέρχονται, μία προς μία, μέσω της οδοντώσεως. Το μέρος της ομάδας, το οποίο περιτυλίγεται, είναι το μέρος που προεξέχει από τα δύο άκρα της οδοντώσεως. Παρακάτω περιγράφονται οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την επένδυση και μόνωση των ομάδων.

α) Τέλεια επένδυση ομάδας.

1) Αρχίζομε την επένδυση κοντά στο τέλος της ομάδας προσέχοντας να μη λησμονήσομε να συνδέσομε το μακαρονοειδές βύσμα σημάνσεως.
2) Συνεχίζομε την επένδυση γύρω από την ομάδα έτσι, ώστε κάθε στροφή της μονωτικής ταινίας να επικαλύπτει κατά το μισό το προηγούμενο σύρμα, έως ότου φθάσομε στο σύρμα της αρχής.
3) Συνδέομε το βύσμα σημάνσεως στο σύρμα της αρχής της ομάδας και συνεχίζομε προς την αρχή της επενδύσεως.
4) Στερεώνομε το άκρο της μονωτικής επενδύσεως με πλαστική ταινία ή λεπτό νήμα.

β) Μερική επένδυση ομάδας.

1) Επενδύομε πρώτα το οπίσθιο άκρο μιας ομάδας και μόνο το μέρος, το οποίο θα είναι έξω από τις οδοντώσεις (το μήκος αυτό καθορίζεται από τη μέτρηση του μήκους της οδοντώσεως).
2) Επικαλύπτομε κατά το μισό κάθε στροφή μονωτικής ταινίας επάνω από το προηγούμενο σύρμα.
3) Στερεώνομε το άκρο της ταινίας με πλαστική ταινία ή λεπτό νήμα.
4) Επενδύομε το πρόσθιο άκρο αρχίζοντας από ένα σημείο που βρίσκεται μπροστά στο σύρμα της αρχής και όπου η ομάδα εισέρχεται μέσα στην οδόντωση (αυτό καθορίζεται από τη μέτρηση του μήκους της οδοντώσεως).
5) Επικαλύπτομε κατά το μισό κάθε στροφή της μονωτικής ταινίας επάνω από το προηγούμενο σύρμα.
6) Συνδέομε το βύσμα σημάνσεως στο άκρο εκκινήσεως και συνεχίζομε την επένδυση προς το τέλος της ομάδας.
7) Συνδέομε το βύσμα σημάνσεως στο τέλος της ομάδας και συνεχίζομε ως το σημείο εισόδου της ομάδας μέσα στην οδόντωση.
8) Στερεώνομε πάλι το άκρο της ταινίας με πλαστική ταινία ή νήμα.

γ) Βερνίκωμα ομάδας.

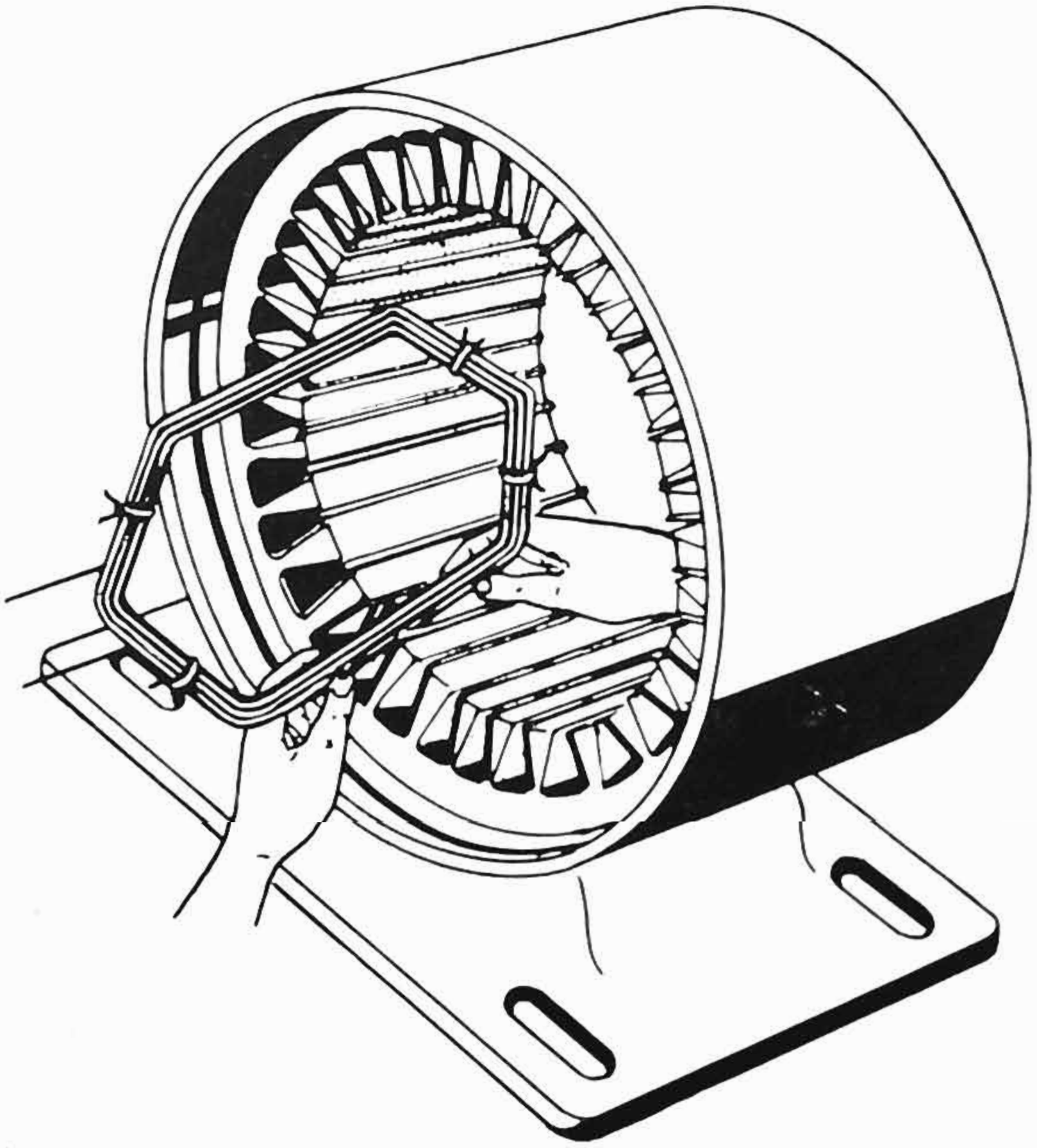
Αυτή η μέθοδος μονώσεως αναφέρεται στην § 7.11.

5.26 Πώς τοποθετούμε τις ομάδες μέσα στις οδοντώσεις.

Η τοποθέτηση διαμορφωμένων ομάδων μέσα στις οδοντώσεις εξαρτάται από τον τύπο της οδοντώσεως. Χρειάζεται, πάντως, μεγάλη προσοχή για να μην υποστούν φθορές οι αγωγοί και καταστραφούν οι μονώσεις. Για να τοποθετηθούν οι ομάδες στις οδοντώσεις, μετά τη μόνωση των οδοντώσεων ακολουθείται η εξής σειρά εργασιών:

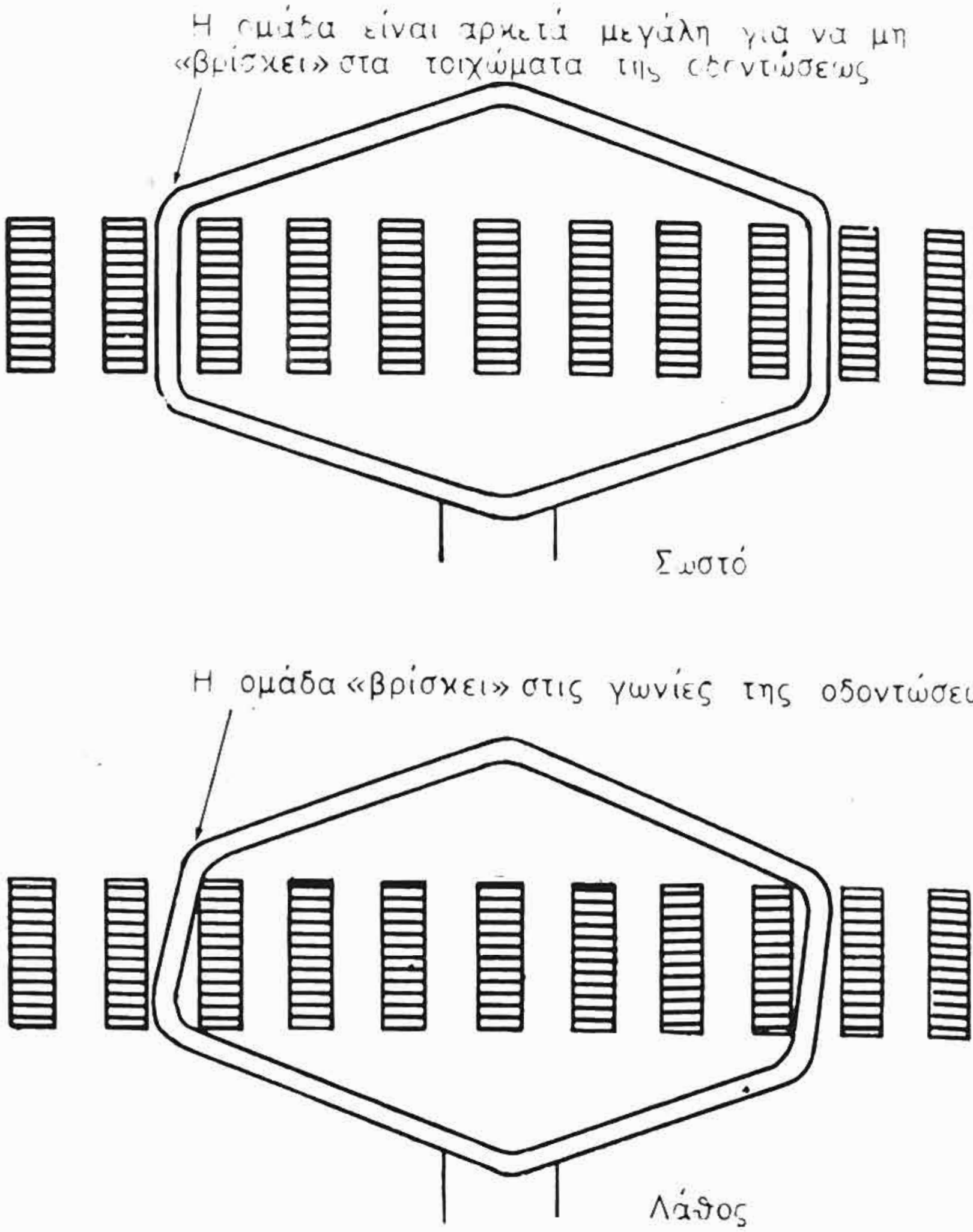
α) Ημίκλειστες οδοντώσεις (σχ. 5.26α).

1) Αραιώνομε τις σπείρες του στοιχείου μιας ομάδας, που δεν έχει ακόμη επενδυθεί ή έχει μερικά επενδυθεί.
2) Κρατούμε την ομάδα υπό γωνία και εισάγομε τις σπείρες μέσα στην πρώτη οδόντωση μία προς μία ή 2 ή 3 μαζί (ανάλογα με την ευχέρεια του χώρου της οδοντώσεως), έως ότου όλες οι σπείρες τοποθετηθούν στην οδόντωση.



Σχ. 5.26α.
Τοποθέτηση διαμορφωμένης ομάδας μέσα σε ημίκλειστη οδόντωση.

3) Τοποθετούμε ανά ένα στοιχείο σε όλες τις οδοντώσεις κατά τον ίδιο τρόπο που γράψαμε προηγουμένως. Δεν τοποθετούμε δεύτερο στοιχείο σε καμιά οδόντωση, έως ότου όλες οι οδοντώσεις δεχθούν από ένα στοιχείο.
4) Τοποθετούμε λωρίδα μονώσεως σε κάθε οδόντωση και επάνω από την πρώτη ομάδα. Η μονωτική λωρίδα πρέπει να έχει πάχος 0,5 mm, να είναι 6,25 mm πλατύτερη και να έχει μήκος 25 mm μεγαλύτερο από την οδόντωση. Κεντράρομε τη μονωτική λωρίδα έτσι, ώστε το πλάτος της να ισομοιρασθεί μέσα στην οδόντωση και να εξέχει κατά 12 mm από τις δύο μεριές των χειλιών της οδοντώσεως. Ένας άλλος τρόπος είναι να κάμψομε τα άκρα της μονωτικής λωρίδας μέσα στην οδόντωση έτσι, ώστε η μία πλευρά να επικαλύπτει την άλλη (§ 5.10 και σχ. 5.10ε).



Σχ. 5.26β.
Τα στοιχεία κάθε ομάδας δεν εφάπτονται στις γωνίες της οδοντώσεως.

5) Αν η μόνωση της οδοντώσεως έχει καμφθεί εσωτερικά στην οδόντωση και γύρω από το πρώτο στοιχείο, τότε τοποθετείται μία άλλη μονωτική λωρίδα, όπως δείχνει το σχήμα 5.10ε.
6) Τοποθετούμε ή εισάγομε το δεύτερο στοιχείο μιας ομάδας προσαρμόζοντας αυτό τέλεια στο άνω μέρος ενός πρώτου στοιχείου μιας άλλης ομάδας. Η τοποθέτηση γίνεται διά μέσου του ανοίγματος της μονωτικής επενδύσεως της άνω στρώσεως μιας οδοντώσεως, που βρίσκεται ορισμένες οδοντώσεις μακρύτερα, ανάλογα με το βήμα του τυλίγματος.
7) Βεβαιωνόμαστε ότι κάθε στοιχείο εξέχει πέρα από το χείλος της οδοντώσεως και στα δύο άκρα και ότι δεν είναι τοποθετημένο λοξά στις γωνίες του πυρήνα της οδοντώσεως (δεν στραβοπατά) (σχ. 5.26β).
8) Αναδιπλώνομε προς τα μέσα τη μονωτική επένδυση, όπως περιγράφεται στην § 5.10 (σχ. 5.10ε).
9) Τοποθετούμε τις σφήνες της οδοντώσεως.

β) Ανοικτές οδοντώσεις.

Στις οδοντώσεις αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως ομάδες τέλεια μονωμένες. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις, κατά τις οποίες χρησιμοποιούνται ομάδες μερικά μονωμένες.

Τι είδους ομάδα θα χρησιμοποιηθεί, εξαρτάται από το διαθέσιμο χώρο της οδοντώσεως.

Αφού γίνει η μόνωση του πυρήνα [§ 5.9 (β)], οι ομάδες τοποθετούνται στις οδοντώσεις σύμφωνα με την εξής σειρά εργασιών:

1) Τοποθετούμε ανά ένα στοιχείο σε όλες τις οδοντώσεις. Τοποθετούμε το δεύτερο στοιχείο μιας ομάδας, το οποίο προσαρμόζομε στο άνω μέρος του πρώτου στοιχείου μιας άλλης ομάδας, που απέχει ορισμένες οδοντώσεις ανάλογα με το βήμα του τυλίγματος.
2) Βεβαιωνόμαστε ότι κάθε στοιχείο εκτείνεται πέρα από την οδόντωση στα κάτω άκρα και ότι δεν «βρίσκει» στις γωνίες των οδοντώσεων του πυρήνα.
3) Τοποθετούμε τις σφήνες, όπως περιγράφεται στην § 5.13(α).

5.27 Συγκόλληση των ομάδων με το συλλέκτη.

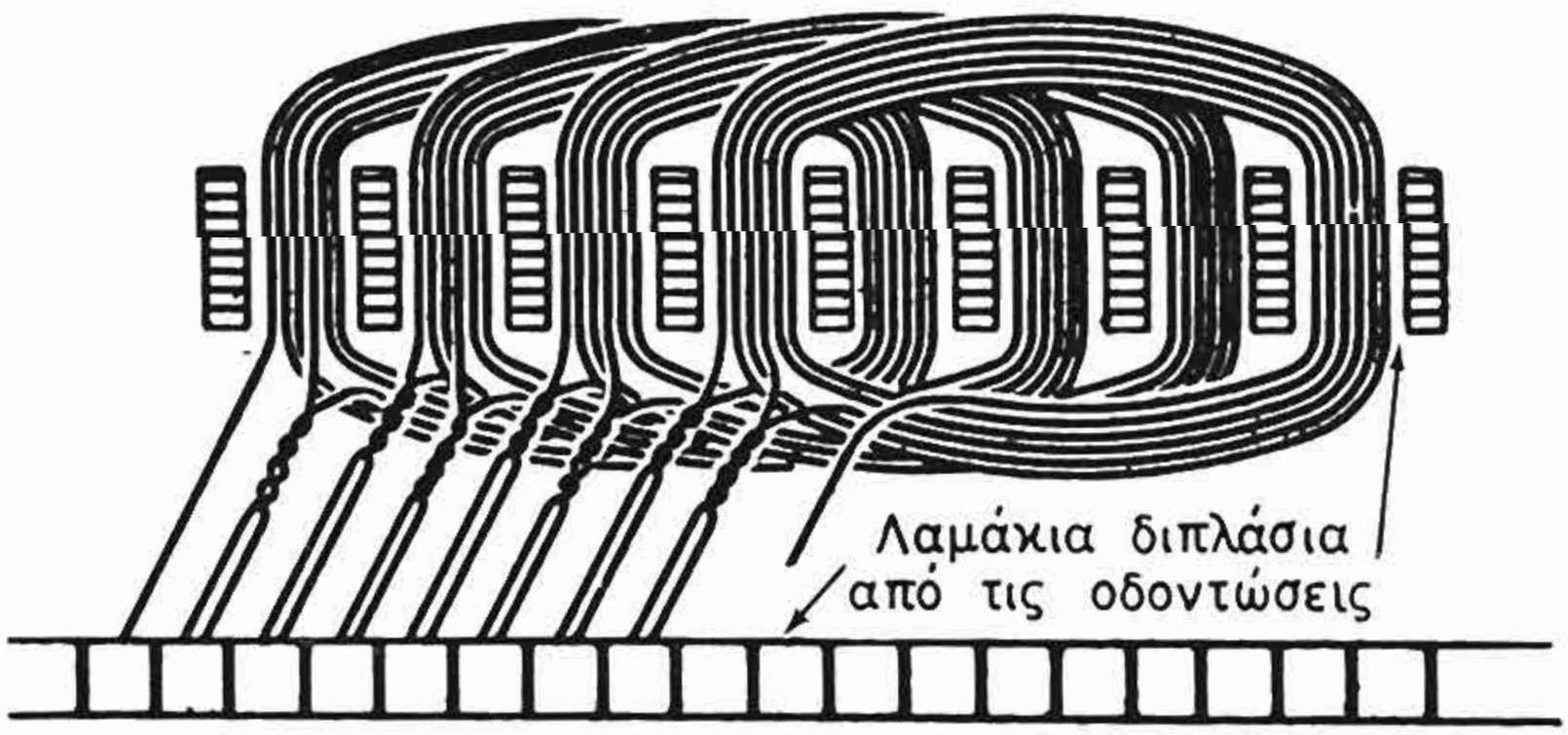
Αν τα άκρα των ομάδων έχουν σημαδευθεί κανονικά, απλοποιείται η εργασία της συγκολλήσεως των άκρων μεταξύ τους και με το συλλέκτη. Αφού τοποθετηθούν τα στοιχεία στα κανονικά τους λούκια, σύμφωνα με το βήμα του τυλίγματος, φέρονται τα άκρα των ομάδων στα αντίστοιχα λαμάκια του συλλέκτη (§ 4.3), ανάλογα με

την απόκλιση της αρχής και με το βήμα του συλλέκτη για να συγκολληθούν. Η συγκόλληση κάθε ομάδας με το συλλέκτη γίνεται με την κανονική τους σειρά. Παρακάτω περιγράφονται οι διάφορες μέθοδοι συνδέσεως των άκρων των ομάδων με το συλλέκτη.

α) Τύμπανα με αριθμό τομέων συλλέκτη ίσο με τον αριθμό των οδοντώσεων.

1) Συμπληρώνομε το χώρο μεταξύ των άκρων των ομάδων και του οπίσθιου άκρου του συλλέκτη, αν χρειάζεται [§ 5.9(δ)].
2) Μετρούμε ή σημειώνομε από τον πίνακα καταγραφής των τεχνικών στοιχείων του τυλίγματος την απόκλιση της αρχής του τυλίγματος.
3) Ξύνομε τη μόνωση από το άκρο του σύρματος της ομάδας και το πιέζομε να εισέλθει στην κανονική εγκοπή του τομέα του συλλέκτη σύμφωνα με την απόκλιση της αρχής, την οποία μετρήσαμε παραπάνω. Για να μη προσαρμόζεται χαλαρά το συνδετικό σύρμα, του οποίου αφαιρέσαμε τη μόνωση, προσέχομε κατά το ξύσιμο της μονώσεώς του, ώστε να αφαιρείται μόνο η μόνωση και όχι το μέταλλο του σύρματος.
4) Ξύνομε το άκρο της επόμενης ομάδας και το συμπιέζομε στην εγκοπή στο γειτονικό λαμάκι του συλλέκτη και δεξιά ή αριστερά από το πρώτο λαμάκι, ανάλογα με την απόκλιση της αρχής του τυλίγματος.
5) Εκτελούμε την εργασία αυτή (4) για όλες τις ομάδες, ώσπου όλα τα άκρα των ομάδων να συνδεθούν με το συλλέκτη.
6) Συγκολλούμε τις συνδέσεις με ηλεκτρικό κολλητήρι και δένομε το τύλιγμα με περιφερειακούς ζωστήρες ασφάλειας (§ 5.29).

β) Τύμπανα με λαμάκια συλλέκτη διπλάσια ή τριπλάσια από τις οδοντώσεις του τυμπάνου (σχ. 5.27α).



Σχ. 5.27α.

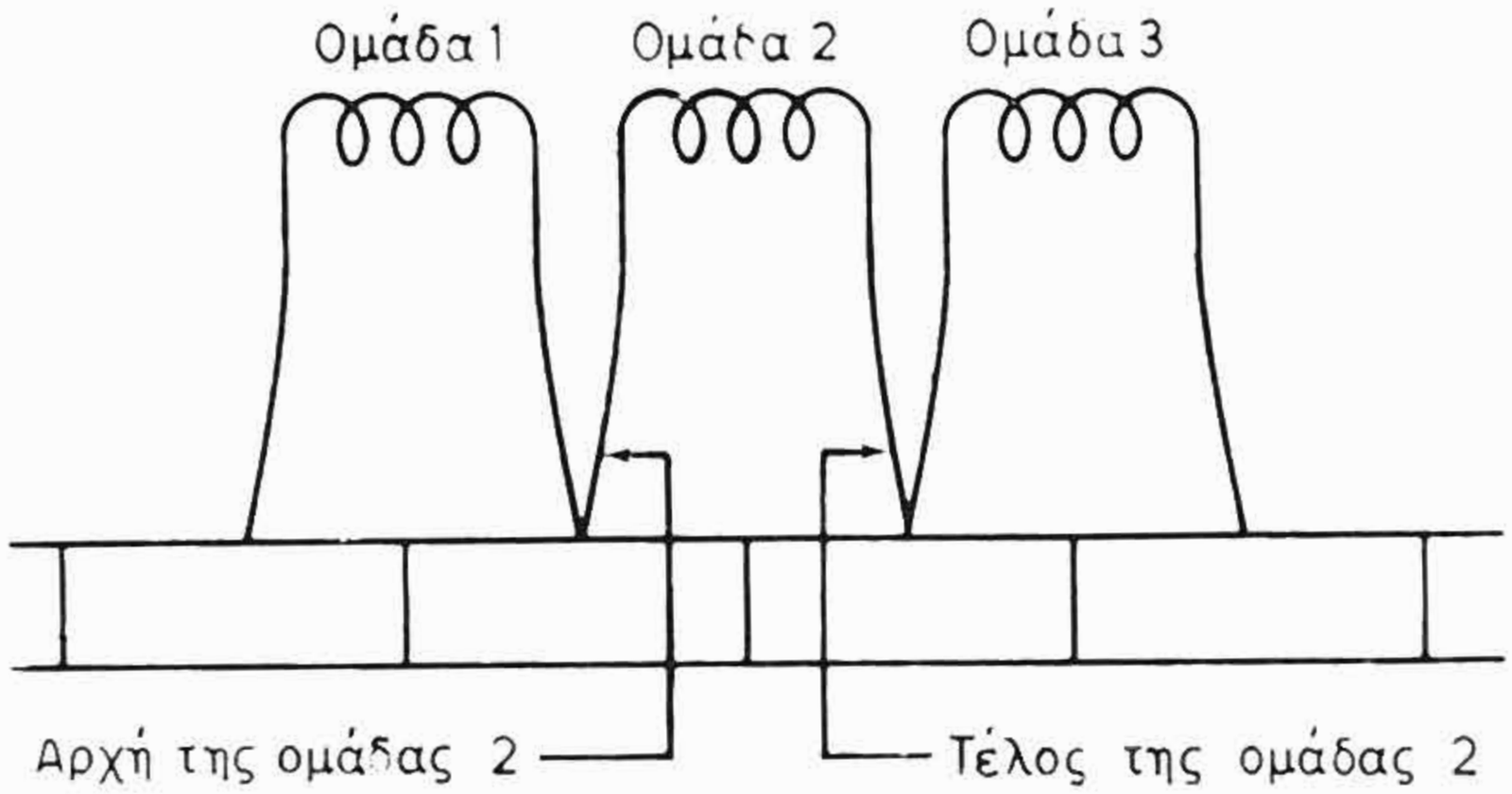
Τρόπος συγκολλήσεως των άκρων των ομάδων με το συλλέκτη στα τύμπανα που έχουν λαμάκια διπλάσια από τις οδοντώσεις του τυμπάνου.

Στα τύμπανα αυτά υπάρχουν 2 στα πρώτα και 3 στα δεύτερα ελεύθερα άκρα ομάδων σε κάθε λούκι.

1) Εκτελούμε τις εργασίες 1 και 2 της § 5.27(α).
2) Ξύνομε τη μόνωση από το άκρο της κάτω ομάδας, που εξέρχεται από την οδόντωση 1, και το συνδέομε με το λαμάκι του συλλέκτη σύμφωνα με την § 4.3.
   Για να αναγνωρίσομε το άκρο της κάτω ομάδας συμβουλευόμαστε την § 5.21.
3) Ξύνομε τη μόνωση από το άκρο της δεύτερης ομάδας, που βρίσκεται στην ίδια οδόντωση, και αφού το ενώσομε με το άκρο της κατάλληλης ομάδας, όπως δείχνει το σχήμα 5.27α, το συγκολλάμε με το γειτονικό λαμάκι, με το οποίο συνδέσαμε την προηγούμενη ομάδα. Προσέχομε να συνδέσομε τα άκρα των ομάδων σύμφωνα με τη σειρά που τα αποσυνδέσαμε.
   ομάδων σύμφωνα με τη σειρά που τα αποσυνδέσαμε.
4) Εκτελούμε τις υπόλοιπες εργασίες 5 και 6 που περιγράφονται στην § 5.26 (α).

γ) Σύνδεση των άκρων των ομάδων σε απλό βροχοτύλιγμα με μία ομάδα σε κάθε οδόντωση.

1) Εκτελούμε τις εργασίες 1 και 2 της § 5.27(α) και ξύνομε τις μονώσεις από τα άκρα των συνδετικών συρμάτων των ομάδων.
2) Μετρούμε ή ακολουθούμε την απόκλιση της αρχής του τυλίγματος, που καταγράψαμε στον πίνακα καταγραφής των τεχνικών στοιχείων του τυλίγματος.
3) Κάμπτομε προς τα πίσω και προς το μέρος του τυμπάνου όλα τα ακραία σύρματα των ομάδων.
4) Πιέζομε ένα σύρμα αρχής μιας ομάδας μέσα στην εγκοπή ενός τομέα συλλέκτη σύμφωνα προς την απόκλιση της αρχής του τυλίγματος.
5) Προχωρούμε στο επόμενο λούκι δεξιά και πιέζομε το άκρο του σύρματος της αρχής της ομάδας, που βρίσκεται στο λούκι αυτό, μέσα στην εγκοπή του γειτονικού και δεξιού τομέα του συλλέκτη.
6) Ακολουθούμε την εργασία αυτή (5) για κάθε λούκι, έως ότου συνδεθούν όλες οι αρχές των ομάδων στις αντίστοιχες εγκοπές των τομέων του συλλέκτη.
7) Καλύπτομε με στρώμα βαμβακερής ταινίας ή φακαρόλας τα σύρματα όλων των αρχών των ομάδων και μεταξύ των ακραίων τυλιγμάτων και του οπίσθιου μέρους του συλλέκτη.
8) Στερεώνομε .τη φακαρόλα με μονωτική ταινία.
9) Σύρομε ένα ακραίο σύρμα προς τα εμπρός και κάτω και το συμπιέζομε σε μία εγκοπή τομέα συλλέκτη, που είναι μετά και



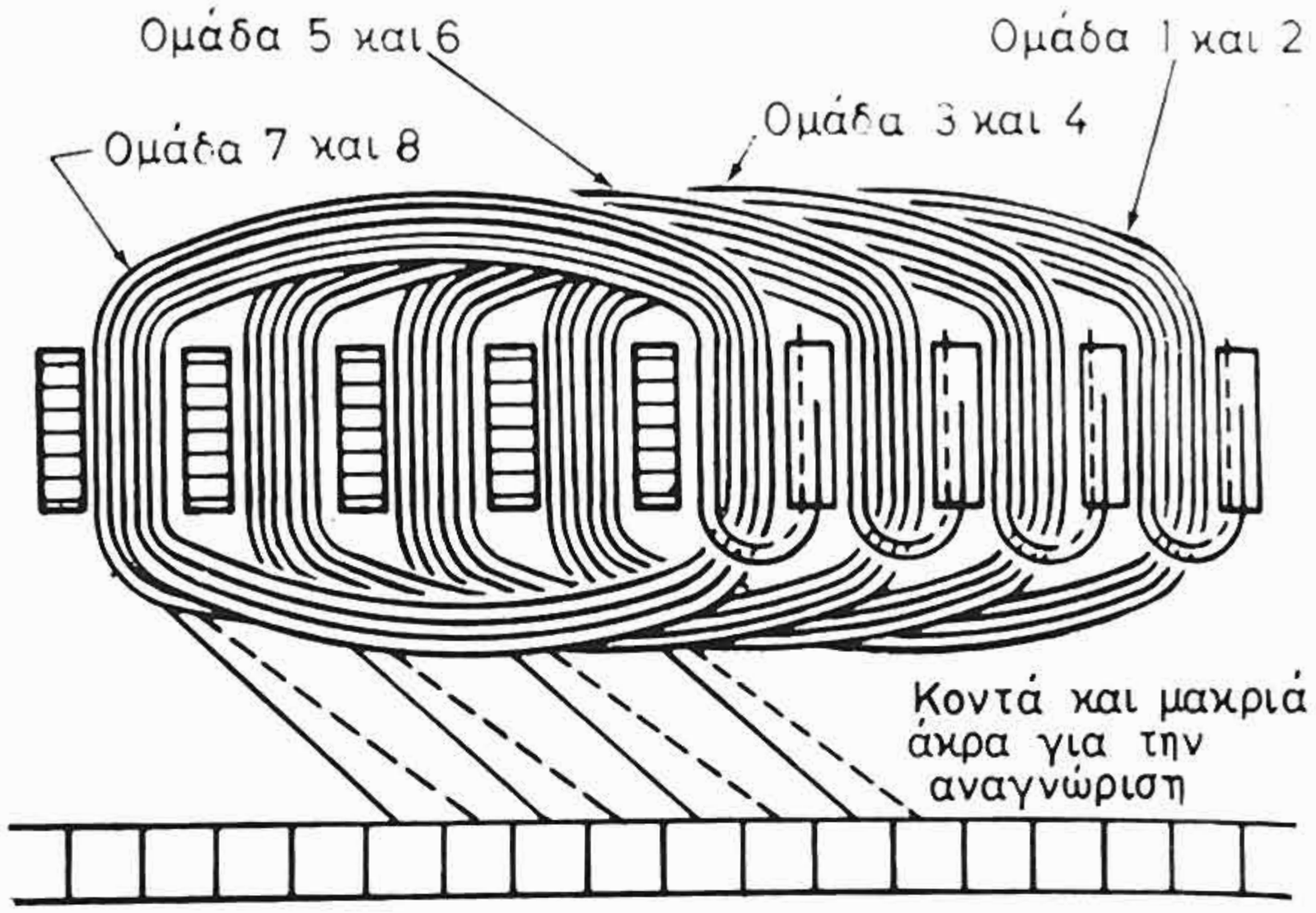
Σχ. 5.27β.
Τρόπος συγκολλήσεως των άκρων των ομάδων απλού βροχοτυλίγματος με μια ομάδα σε κάθε λούκι.

δεξιά από το λαμάκι, στο οποίο έχει συνδεθεί η αρχή της ομάδας αυτού του σύρματος.

10) Το ακραίο σύρμα της επόμενης δεξιάς ομάδας θα συνδεθεί στην εγκοπή του επόμενου δεξιού τομέα συλλέκτη και η εργασία αυτή επαναλαμβάνεται, έως ότου συμπληρωθούν οι εγκοπές όλων των τομέων του συλλέκτη.
11) Συγκολλούμε όλες τις συνδέσεις με ηλεκτρικό κολλητήρι και δένομε το τύλιγμα με περιφερειακούς ζωστήρες ασφάλειας.

δ) Συγκόλληση των άκρων σε απλό βροχοτύλιγμα με δύο ομάδες σε κάθε οδόντωση (σχ. 5.27γ).

1) Εκτελούμε τις εργασίες 1 και 2 της § 5.27(α).
2) Κάμπτομε προς τα πίσω όλα τα τελικά σύρματα των ομάδων, που σημαδέψαμε με χρώμα.
3) Εκλέγομε τα σύρματα της αρχής της τελευταίας ομάδας του τυμπάνου, που περιτυλίξαμε με το χέρι, ή τα σύρματα αρχής μιας οιασδήποτε ομάδας ενός τυμπάνου, που περιτυλίχθηκε με ομάδες διαμορφωμένες σε καλούπι.
4) Ξύνομε τη μόνωση από τα άκρα των συρμάτων όλων των ομάδων.
5) Καθορίζομε την απόκλιση της αρχής του τυλίγματος ή τη σημειώνομε με βάση τον πίνακα καταγραφής των τεχνικών στοιχείων της μηχανής.
6) Πιέζομε ένα σύρμα αρχής μιας ομάδας μέσα στην εγκοπή του κατάλληλου τομέα συλλέκτη, σύμφωνα προς την απόκλιση της αρχής του τυλίγματος που καταγράψαμε.
7) Πιέζομε το άλλο άκρο της αρχής της ίδιας ομάδας στην εγκοπή



Σχ. 5.27γ.
Τρόπος συγκολλήσεως των αρχών απλού βροχοτυλίγματος με δυο ομάδες σε κάθε λούκι.

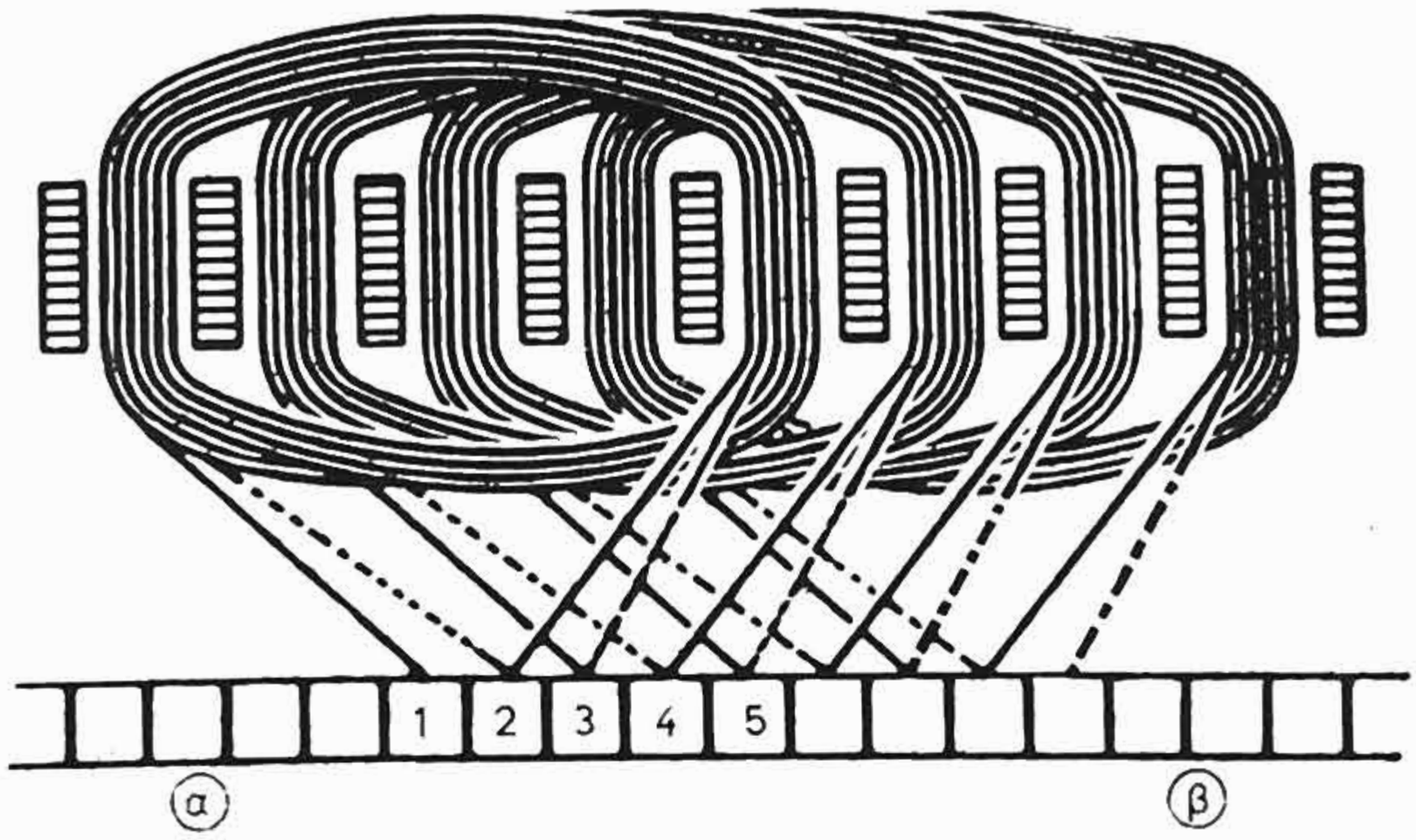
του γειτονικού τομέα, που βρίσκεται δεξιά από το λαμάκι, στο οποίο συνδέσαμε το άλλο άκρο της ομάδας.

8) Προχωρούμε στο επόμενο λούκι του τυμπάνου και συμπιέζομε τη μία αρχή στο τρίτο λαμάκι και την άλλη αρχή στο τέταρτο λαμάκι του συλλέκτη. Συνεχίζομε την ίδια εργασία, έως ότου όλα τα σύρματα της αρχής των ομάδων συνδεθούν με τα λαμάκια του συλλέκτη.
9) Καλύπτομε με στρώση βαμβακερής ταινίας ή φακαρόλας όλα τα σύρματα αρχής των ομάδων μεταξύ των άκρων των τυλιγμάτων και του οπίσθιου άκρου του συλλέκτη. Στερεώνομε τη στρώση με μονωτική ταινία.

ε) Σύνδεση των τελικών άκρων απλού βροχοτυλίγματος με δύο στοιχεία σε κάθε οδόντωση (σχ. 5.27δ).

Κατά την εκτέλεση των παρακάτω εργασιών χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή για να αποφευχθούν λάθη κατά τη σύνδεση των άκρων.

1) Αφού συνδεθούν οι αρχές των ομάδων με τους τομείς του συλλέκτη, ελέγχεται η συνέχεια για να εντοπισθούν τα άκρα των ομάδων. Ο έλεγχος της συνέχειας γίνεται με ωμόμετρο ή με δοκιμαστική λυχνία (δοκιμαστικό).
2) Για τον έλεγχο της συνέχειας συνδέεται το ένα άκρο του δοκιμαστικού στο λαμάκι 1 του συλλέκτη, στο οποίο συνδέεται η αρχή της πρώτης ομάδας. Το άλλο άκρο του δοκιμαστικού συνδέεται διαδοχικά με κάθε ένα από τα δύο ελεύθερα άκρα της



Σχ. 5.27δ.
Τρόπος συγκολλήσεως των τελικών άκρων απλού βροχοτυλίγματος με δυο ομάδες σε κάθε λούκι.
α) Τα κάτω άκρα τοποθετούνται μέσα στις εγκοπές των τομέων του συλλέκτη, όταν περιελιχθεί κάθε ομάδα. β) Τα επάνω άκρα τοποθετούνται μέσα στις εγκοπές των τομέων του συλλέκτη μετά την περιέλιξη όλων των ομάδων.

ομάδας, που βρίσκεται μερικά λούκια μακρύτερα από το λούκι της πρώτης ομάδας, σύμφωνα με το βήμα του τυλίγματος. Έτσι βρίσκεται το άκρο, το οποίο κλείνει το κύκλωμα και ανάβει η λυχνία.

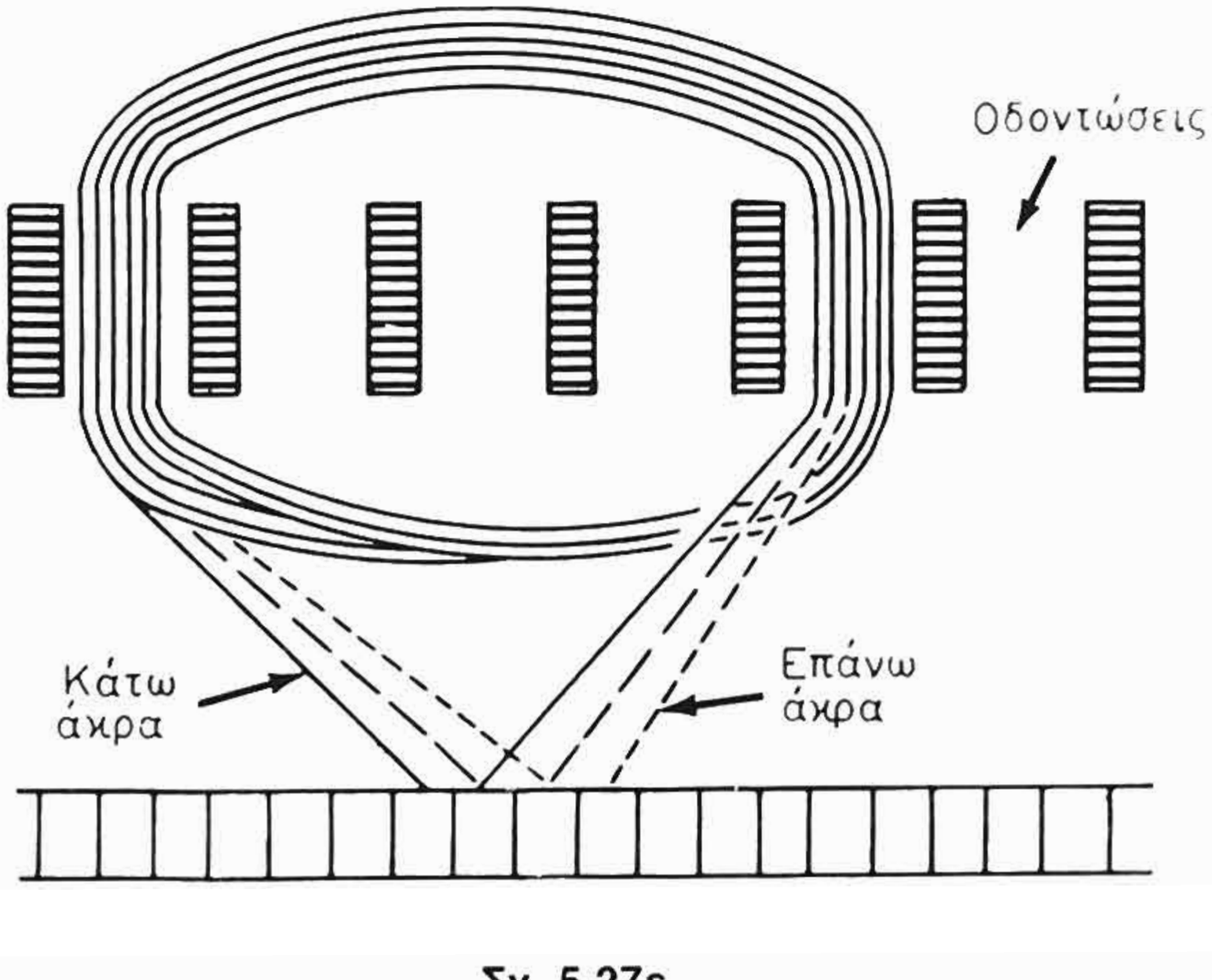
3) Σύρομε το άκρο, που εντοπίσαμε προς τα εμπρός και το πιέζομε μέσα στην εγκοπή του υπ' αριθ. 2 τομέα συλλέκτη, που βρίσκεται ένα λαμάκι μετά το λαμάκι, στο οποίο έχει συνδεθεί η αρχή της πρώτης ομάδας (σχ. 5.27δ).
4) Σύρομε προς τα εμπρός το δεύτερο άκρο του σύρματος, που βρίσκεται στο ίδιο λούκι με το προηγούμενο άκρο που συνδέσαμε, και το πιέζομε μέσα στην εγκοπή του τομέα Νο 3.
5) Συνδέομε το ένα άκρο του δοκιμαστικού με το Νο 3 λαμάκι του συλλέκτη και το άλλο άκρο εναλλάξ σε όλα τα ελεύθερα άκρα των συρμάτων, που δεν έχουν συνδεθεί με τα λαμάκια συλλέκτη, έως ότου βρεθεί το άκρο που θα κλείσει το κύκλωμα και θα ανάψει τη λυχνία.
6) Σύρομε το άκρο αυτό αριστερά και εμπρός από το Νο 4 λαμάκι συλλέκτη και το συνδέομε με την εγκοπή.
7) Σύρομε το δεύτερο ελεύθερο άκρο του σύρματος, που βρίσκεται στο ίδιο λούκι αριστερά από το Νο 5 λαμάκι και το συνδέομε με την εγκοπή.
8) Συνεχίζομε τον ίδιο τρόπο συνδέσεως 6 και 7, όπως περιγράφεται παραπάνω, έως ότου συνδεθούν όλα τα άκρα του τυλίγμα-

τος. Μετακινούμε το άκρο του δοκιμαστικού επάνω στο συλλέκτη μόνο προς τα δεξιά και μόνο όταν χρειάζεται, αλλά ποτέ προς τα αριστερά από τα λαμάκια συλλέκτη, με τα οποία έχουν συνδεθεί τα τέλη των ομάδων.

9) Συγκολλούμε τα άκρα των ομάδων με ηλεκτρικό κολλητήρι.
10) Τυλίγομε τους περιφερειακούς ζωστήρες ασφάλειας.

στ) Σύνδεση των άκρων μιας ομάδας απλού βροχοτυλίγματος με 3 ελεύθερα άκρα σε κάθε οδόντωση (σχ. 5.27ε).

1) Ακολουθούμε τις εργασίες 1-12 της § 5.26(δ) και τις εργασίες 1 και 2 της § 5.27(ε). Ο τρόπος συνδέσεως των άκρων μιας ομάδας φαίνεται στο σχήμα 5.27ε.
2) Οι τρεις αρχές της δεύτερης ομάδας συνδέονται με τα επόμενα 3 λαμάκια του συλλέκτη (No 4, 5, 6), που βρίσκονται μετά τα 3 λαμάκια, με τα οποία έχουν συνδεθεί οι τρεις αρχές της πρώτης ομάδας.
3) Ο έλεγχος της συνέχειας των ομάδων γίνεται πάλι με τη δοκιμαστική λυχνία, όπως περιγράφεται στην § 5.27(ε).



Σχ. 5.27ε.
Τρόπος συγκολλήσεως των άκρων των ομάδων απλού βροχοτυλίγματος με 3 στοιχεία σε κάθε λούκι.

ζ) Διπλά βροχοτυλίγματα με 2 στοιχεία σε κάθε οδόντωση (σχ. 5.27στ).

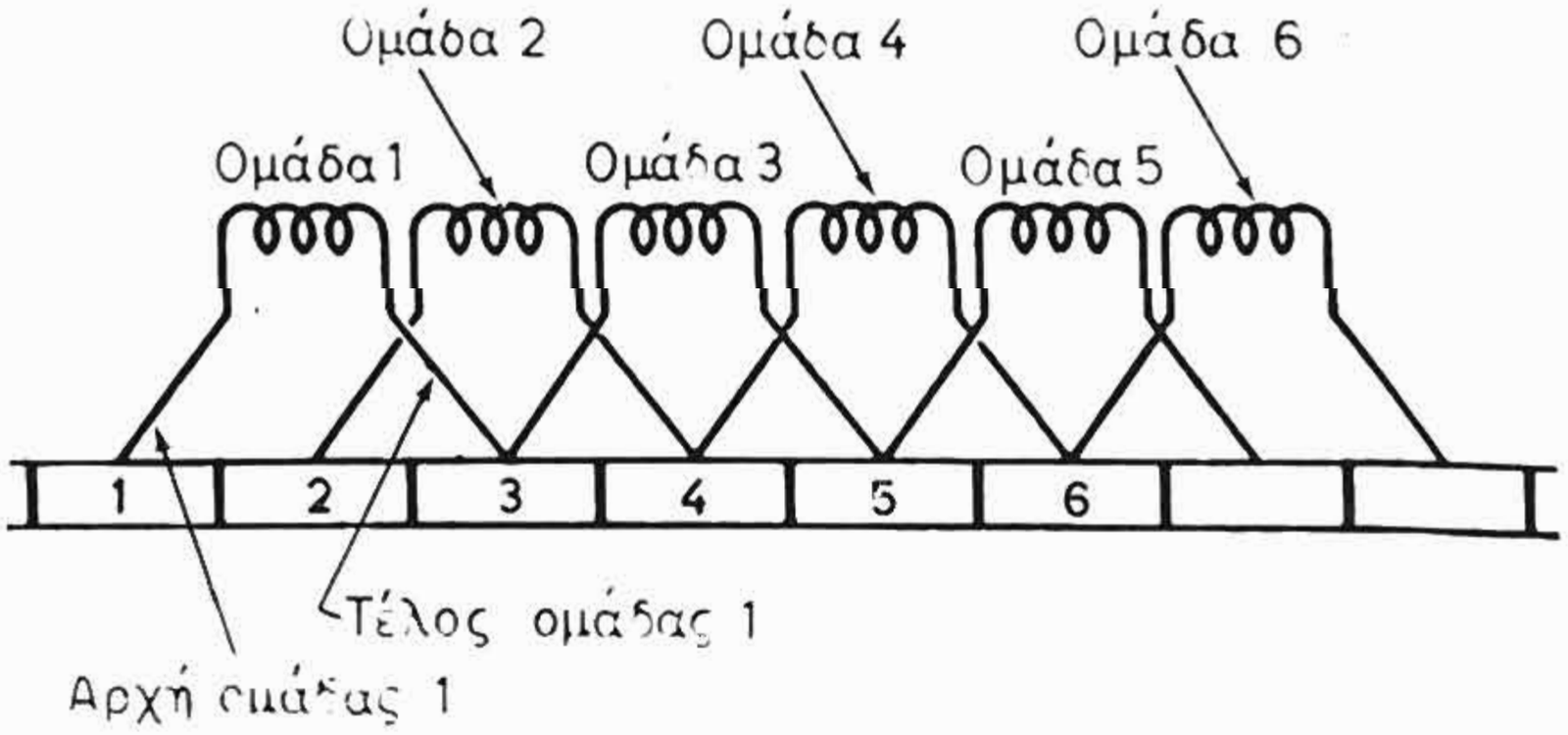
Ι) Συμπληρώνομε τον κενό χώρο μεταξύ τυμπάνου και συλλέκτη και καθορίζομε την απόκλιση της αρχής του τυλίγματος.

2) Κάμπτομε προς τα πίσω και προς το μέρος του τυμπάνου όλα τα τέλη των ομάδων.
3) Ξεχωρίζομε τις αρχές μιας ομάδας και ξύνομε τη μόνωση από τα άκρα όλων των συνδετικών συρμάτων.
4) Μετρούμε την κανονική απόκλιση της αρχής του τυλίγματος και πιέζομε το ένα σύρμα της αρχής της ομάδας μέσα στην εγκοπή του κατάλληλου τομέα συλλέκτη σύμφωνα με την απόκλιση αρχής του τυλίγματος που μετρήσαμε.
5) Πιέζομε το άλλο σύρμα της αρχής της ίδιας ομάδας μέσα στην εγκοπή του γειτονικού δεξιού τομέα συλλέκτη.
6) Προχωρούμε στο δεύτερο λούκι και συμπιέζομε το ένα σύρμα της αρχής στο Νο 3 λαμάκι του συλλέκτη και το άλλο σύρμα της ίδιας ομάδας στην εγκοπή που αντιστοιχεί στο Νο 4 λαμάκι του συλλέκτη.
7) Εκτελούμε την εργασία 6 σε κάθε λούκι, έως ότου όλα τα σύρματα των αρχών των ομάδων συνδεθούν με τις εγκοπές των τομέων του συλλέκτη.
8) Καλύπτομε με στρώση βαμβακερής ταινίας ή φακαρόλας τα σύρματα των αρχών των ομάδων και μεταξύ των άκρων των ομάδων και του οπίσθιου άκρου του συλλέκτη. Στερεώνομε τη στρώση της φακαρόλας με μονωτική ταινία.

η) Σύνδεση των τελικών άκρων διπλού βροχοτυλίγματος με 2 στοιχεία σε κάθε οδόντωση (σχ. 5.27στ).

Κατά την εκτέλεση των παρακάτω εργασιών απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή για να αποφευχθούν λάθη κατά τη σύνδεση των άκρων.

1) Εντοπίζομε με έλεγχο συνέχειας τα ακραία σύρματα της πρώτης ομάδας, της οποίας οι αρχές έχουν συνδεθεί με τα λαμάκια του συλλέκτη.



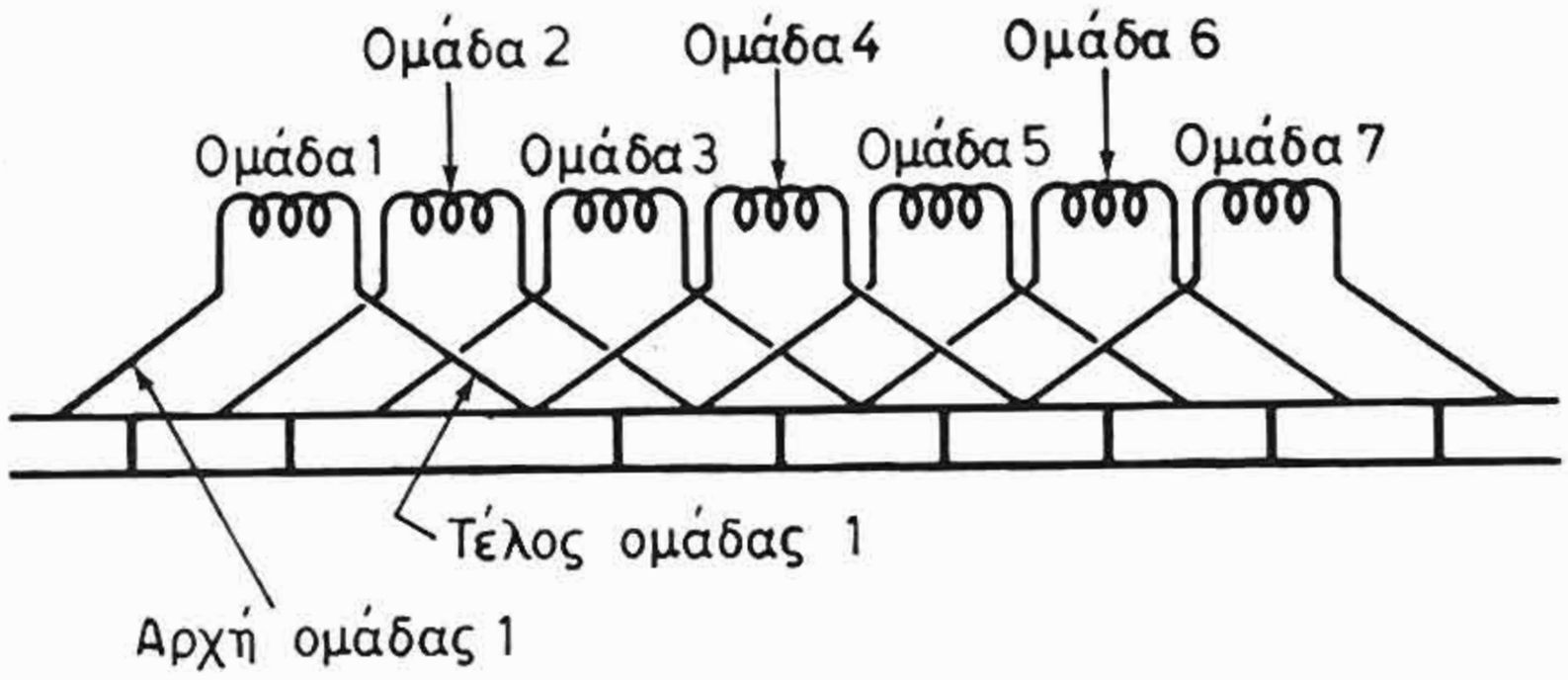
Σχ. 5.27στ.
Τρόπος συγκολλήσεως των άκρων του διπλού βροχοτυλίγματος με 2 ομάδες σε κάθε οδόντωση.

2) Συνδέομε το ένα άκρο του δοκιμαστικού με το λαμάκι 1 του συλλέκτη, στο οποίο έχει συνδεθεί η αρχή της πρώτης ομάδας, και το άλλο άκρο του δοκιμαστικού με κάθε ένα από τα δύο ελεύθερα άκρα της ομάδας, που βρίσκεται μερικά λούκια μακρύτερα από το λούκι της πρώτης ομάδας, σύμφωνα προς το βήμα του τυλίγματος, έως ότου βρεθεί το άκρο που κλείνει το κύκλωμα και ανάβει η λυχνία.
3) Σύρομε το άκρο, που εντοπίσαμε, προς τα εμπρός και το πιέζομε μέσα στην εγκοπή του υπ' αριθ. 3 τομέα συλλέκτη, που βρίσκεται δύο λαμάκια μετά από το λαμάκι, στο οποίο έχει συνδεθεί η αρχή της πρώτης ομάδας.
4) Σύρομε προς τα εμπρός το δεύτερο άκρο του σύρματος, που είναι στο ίδιο λούκι με το προηγούμενο άκρο, που συνδέσαμε και το πιέζομε μέσα στην εγκοπή του υπ' αριθ. 4 τομέα συλλέκτη.
5) Τοποθετούμε πάλι το ένα άκρο του δοκιμαστικού οργάνου συνέχειας στο υπ' αριθ. 3 λαμάκι συλλέκτη και το άλλο άκρο εναλλάξ σε κάθε ένα από τα σύρματα, που δεν έχουν συνδεθεί με τα λαμάκια συλλέκτη, έως ότου βρεθεί το σύρμα που θα κλείσει το κύκλωμα και θα ανάψει η λυχνία.
6) Σύρομε το άκρο αυτό αριστερά και εμπρός και το πιέζομε στην εγκοπή του υπ' αριθμ. 5 τομέα συλλέκτη.
7) Σύρομε το δεύτερο ελεύθερο άκρο του σύρματος, που βρίσκεται στο ίδιο λούκι αριστερά, και το πιέζομε μέσα στην εγκοπή του υπ' αριθμ. 6 τομέα συλλέκτη.
8) Συνεχίζομε τον ίδιο τρόπο συνδέσεως 6 και 7, όπως περιγράφεται παραπάνω, έως ότου συνδεθούν όλα τα άκρα του τυλίγματος: Μετακινούμε το άκρο του δοκιμαστικού οργάνου συνέχειας επάνω στο συλλέκτη μόνο προς τα δεξιά και όταν χρειάζεται, ποτέ όμως προς τα αριστερά από τα λαμάκια συλλέκτη, με τα οποία έχουν συνδεθεί τα τέλη των ομάδων.
9) Συγκολλούμε τα άκρα των ομάδων στις εγκοπές των τομέων με ηλεκτρικό κολλητήρι.
10) Τυλίγομε τους περιφερειακούς ζωστήρες ασφάλειας (§ 5.29).

θ) Τριπλά βροχοτυλίγματα με 3 στοιχεία σε κάθε οδόντωση (σχ. 5.27ζ).

Ακολουθείται ο ίδιος τρόπος εργασίας, όπως και στην § 5.27ζ, και ο έλεγχος της συνέχειας των συρμάτων γίνεται όπως περιγράφεται στις εργασίες 1 και 2 της παραγράφου αυτής. Εδώ όμως, αντί να έχομε 2 ελεύθερα άκρα συρμάτων σε κάθε λούκι, έχομε 3. Το σχήμα 5.27ζ δείχνει τον τρόπο συνδέσεως των ομάδων με το συλλέκτη σε ένα τύλιγμα αυτού του είδους.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 5.27ζ.
Μέθοδος συνδέσεως των άκρων τριπλού βροχοτυλίγματος με 3 ομάδες σε κάθε λούκι.

5.28 Συγκόλληση των ομάδων των τυλιγμάτων με το συλλέκτη.

Οι συνδέσεις των άκρων με το συλλέκτη στα κυματοτυλίγματα γίνονται αρκετά μακριά. Π.χ., όπως περιγράφεται στην § 4.2(β), σε 4πολικό κινητήρα τα άκρα των τυλιγμάτων συνδέονται σε αντίθετες πλευρές του συλλέκτη. Στην § 4.2(γ) δίνεται η σχέση που καθορίζει το βήμα του συλλέκτη στα κυματοτυλίγματα.

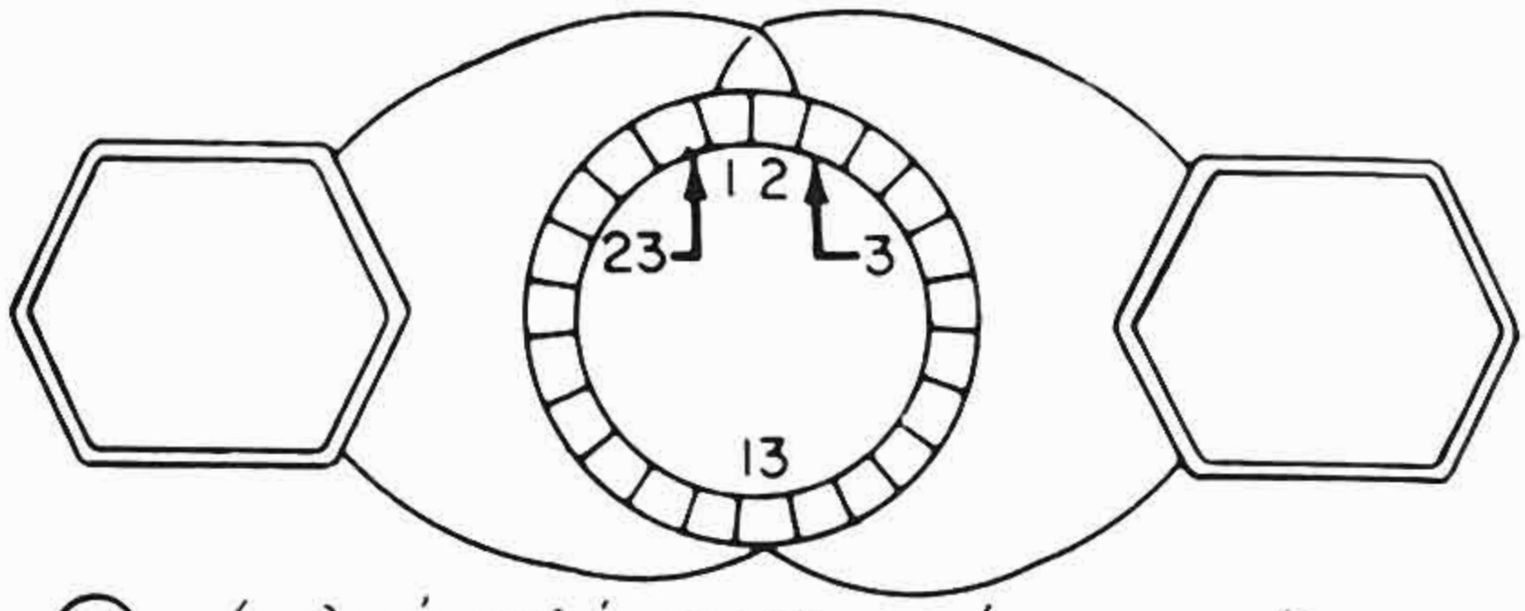
Όλα τα τύμπανα των 4πολικών κυματοτυλιγμάτων πρέπει να έχουν περιττό αριθμό τομέων συλλέκτη. Αν ο αριθμός των τομέων του συλλέκτη είναι άρτιος, τότε 2 από αυτούς πρέπει να βραχυκυκλωθούν.

Σε όλα τα 4πολικά κυματοτυλίγματα, που έχουν 2 ομάδες σε κάθε οδόντωση, χρειάζεται να προστεθεί μία ομάδα ως συνδετική. Όπου ο αριθμός των τομέων είναι κατά 1 μεγαλύτερος από τον αριθμό των ομάδων και όπου ο αριθμός των τομέων είναι άρτιος, υπάρχει μία ομάδα στο τύμπανο, που δεν συνδέεται με το συλλέκτη. Η νεκρή αυτή ομάδα πρέπει να μένει στο τύμπανο για μηχανική ζυγοστάθμιση. Η διαδικασία, που περιγράφεται παρακάτω, αναφέρεται στη σύνδεση των άκρων συνηθισμένων κυματοτυλιγμάτων, όπως περιγράφονται στην § 4.2.

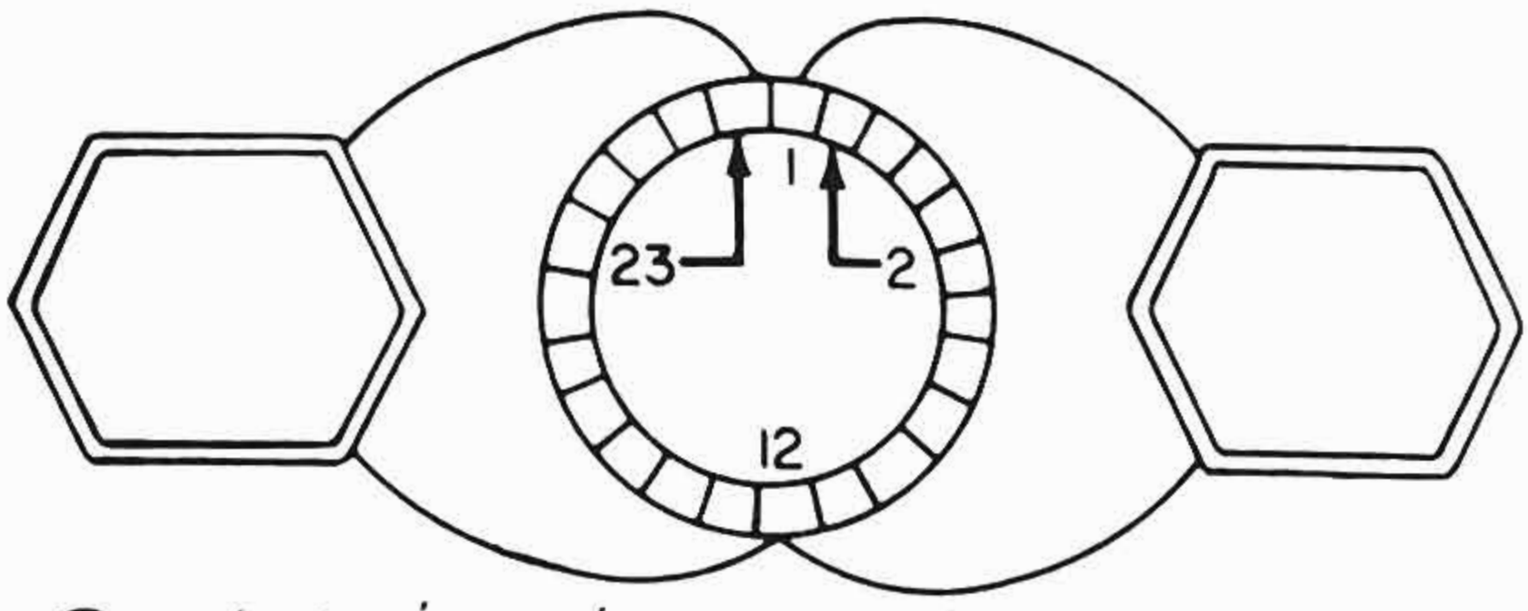
α) Σύνδεση των άκρων των ομάδων απλού κυματοτυλίγματος 4πολικής μηχανής με 23 οδοντώσεις και 23 λαμάκια συλλέκτη.

Το σχήμα 5.28α(α) δείχνει τον τρόπο συνδέσεως των άκρων των ομάδων σε απλό προοδευτικό κυματοτύλιγμα και το σχήμα 5.28α(β) σε απλό αναδρομικό κυματοτύλιγμα.

1) Συμπληρώνομε τον κενό χώρο μεταξύ του τυμπάνου και του συλλέκτη, αν χρειάζεται. Ξύνομε τη μόνωση από τα άκρα των συνδετικών συρμάτων. Καθορίζομε το λαμάκι του συλλέκτη, στο οποίο θα συνδεθεί η αρχή της πρώτης ομάδας. Κάμπτομε



(α) 4πολικό απλό προοδευτικό κυματοτύλιγμα με βήμα συλλέκτη 1-13



(β) 4πολικό απλό αναδρομικό κυματοτύλιγμα με βήμα συλλέκτη 1-12

Σχ. 5.28α.

Τρόπος συνδέσεως των άκρων απλού κυματοτυλίγματος μιας 4πολικής μηχανής με 23 οδοντώσεις και 23 λαμάκια συλλέκτη.

προς τα πίσω όλα τα τέλη των ομάδων και πιέζομε το άκρο της πρώτης ομάδας μέσα στην εγκοπή του κατάλληλου τομέα του συλλέκτη που καθορίσαμε προηγούμενα.

2) Προχωρούμε στο δεύτερο λούκι του τυμπάνου και συνδέομε την αρχή της ομάδας, που βρίσκεται στο λούκι αυτό, με το επόμενο δεξιό λαμάκι του συλλέκτη.
3) Εκτελούμε την εργασία 2 για κάθε αρχή ομάδας, έως ότου συνδεθεί μία αρχή ομάδας με κάθε λαμάκι του συλλέκτη.
4) Καλύπτομε με στρώση βαμβακερής ταινίας ή φακαρόλας τις αρχές όλων των ομάδων μεταξύ του τυμπάνου και του οπίσθιου άκρου του συλλέκτη και ασφαλίζομε την ταινία με μονωτική ταινία.
5) Σύρομε ένα τελικό σύρμα προς τα εμπρός και δεξιά και το πιέζομε μέσα σε μία εγκοπή ενός μακρινού τομέα συλλέκτη σύμφωνα με το βήμα του συλλέκτη.
6) Σύρομε το επόμενο συνδετικό σύρμα του τέλους (πέρατος) προς τα εμπρός και το πιέζομε μέσα στην εγκοπή του δεξιού και γειτονικού τομέα συλλέκτη.
7) Επαναλαμβάνομε την προηγούμενη εργασία (6), έως ότου όλα

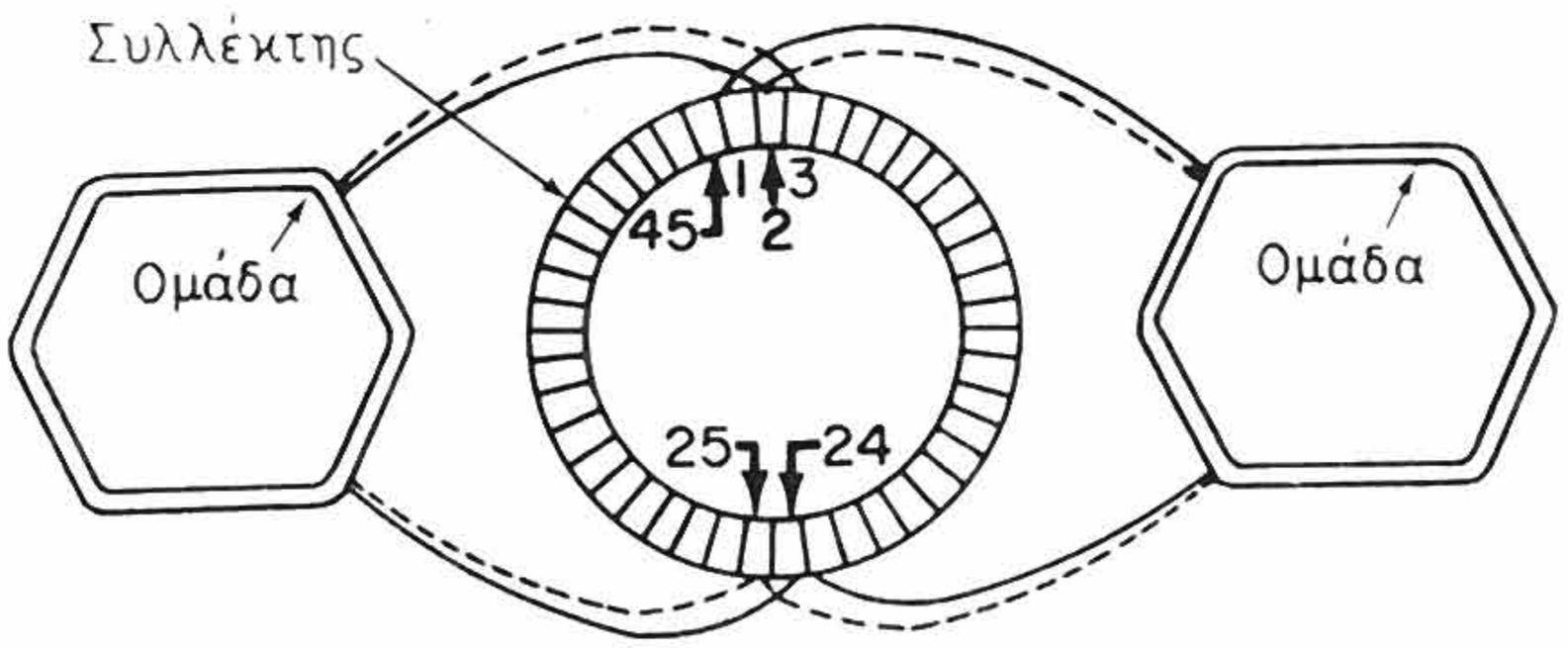
τα σύρματα συνδεθούν με τα λαμάκια του συλλέκτη.

8) Συγκολλούμε όλες τις συνδέσεις με ηλεκτρικό κολλητήρι και περιτυλίγομε το τύμπανο με ζωστήρες ασφάλειας.

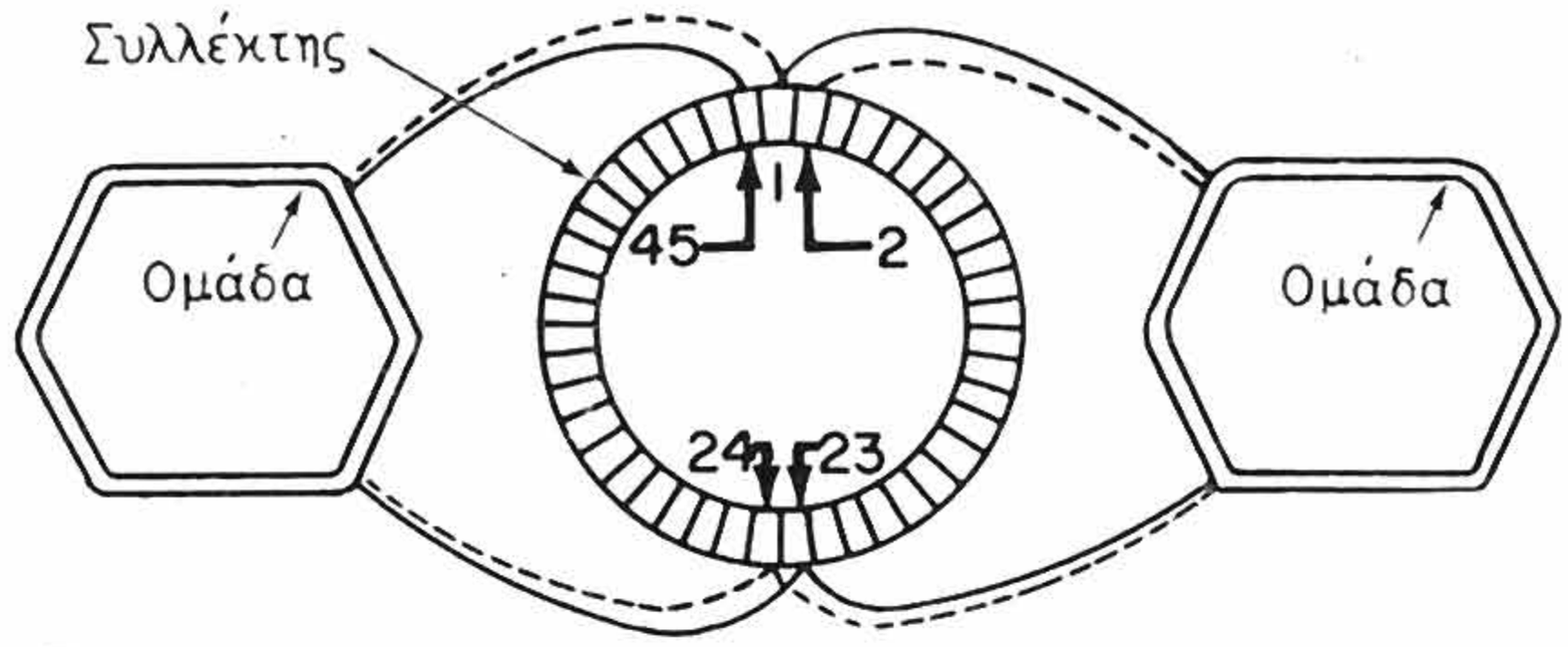
β) Σύνδεση απλού κυματοτυλίγματος 4πολικής μηχανής με 23 οδοντώσεις και 45 λαμάκια συλλέκτη ή με 22 οδοντώσεις και 45 λαμάκια συλλέκτη.

Το σχήμα 5.28β(α) δείχνει τον τρόπο συνδέσεως απλού προοδευτικού κυματοτυλίγματος, ενώ το σχήμα 5.28β(β) τον τρόπο συνδέσεως απλού αναδρομικού κυματοτυλίγματος.

1) Ακολουθείται η ίδια σειρά εργασιών, που περιγράψαμε στην § 5.28.
2) Στο τύμπανο, που έχει 23 λούκια, υπάρχει μία αρχή και ένα τέλος, που δεν είναι δυνατό να συνδεθούν. Τα άκρα αυτά τυλίγονται με μονωτική ταινία και όλες οι άλλες συνδέσεις συγκολλούνται με ηλεκτρικό κολλητήρι.
3) Στο τύμπανο, που έχει 22 λούκια, υπάρχουν 2 λαμάκια συλλέκτη χωρίς καμιά σύνδεση. Συνδέομε ένα σύρμα βραχυκυκλώσεως



(α) 4πολικό απλό προοδευτικό κυματοτύλιγμα



(β) 4πολικό απλό αναδρομικό κυματοτύλιγμα

Σχ. 5.28β.

Τρόπος συνδέσεως των άκρων απλού κυματοτυλίγματος με 23 οδοντώσεις και 45 λαμάκια συλλέκτη ή με 22 οδοντώσεις και 45 λαμάκια συλλέκτη.

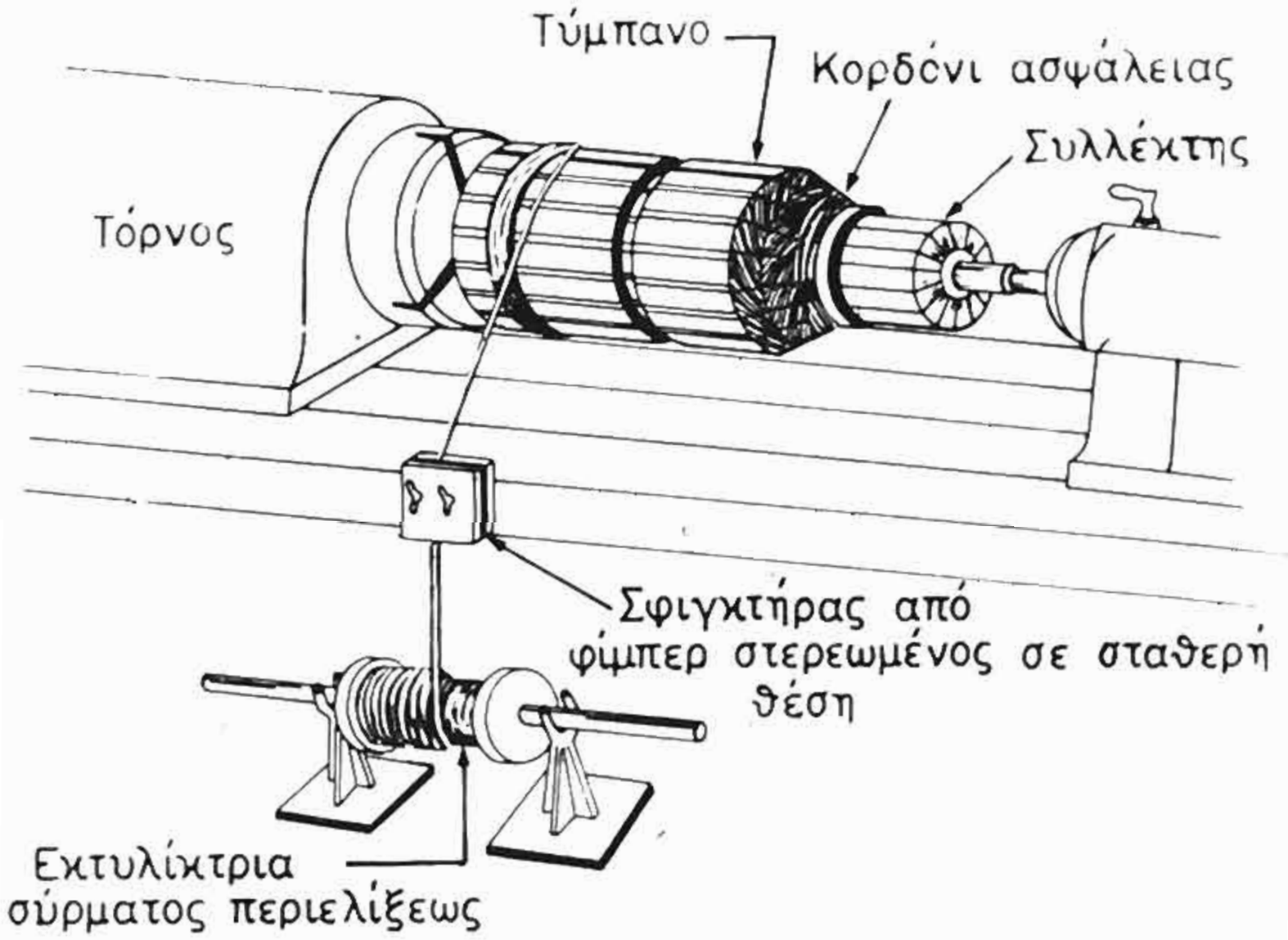
μεταξύ των δύο τομέων συλλέκτη που είναι ασύνδετοι και συγκολλούμε με ηλεκτρικό κολλητήρι τα άκρα των συρμάτων με το συλλέκτη.

5.29 Περιφερειακοί ζωστήρες ασφάλειας.

α) Ζωστήρες με σύρμα χαλύβδινο.

Ορισμένα τύμπανα, που έχουν ανοικτές οδοντώσεις, πρέπει να περιτυλιχθούν με ζωστήρες από χαλύβδινο σύρμα, για να μην αφήσουν τις ομάδες να εκτιναχθούν από τις οδοντώσεις, όταν περιστρέφεται το τύμπανο. Οι ζωστήρες αυτοί ασφάλειας τοποθετούνται στο εμπρόσθιο και οπίσθιο άκρο του τυμπάνου, ο δε αριθμός των συρμάτων εξαρτάται από το μέγεθος του τυμπάνου. Ο τρόπος περιελίξεως των ζωστήρων ασφάλειας φαίνεται στο σχήμα 5.29α.

Τοποθετείται και κεντράρεται το τύμπανο σε τόρνο και ανοίγονται περιφερειακά λούκια για να διέλθουν τα σύρματα των ζωστήρων. Στα λούκια αυτά τοποθετείται μονωτική ταινία ή μίκα. Η μόνωση αυτή δένεται με μία στροφή σύρματος ή με κορδόνι. Τοποθετείται το τύμπανο σύρματος και το σύρμα περιελίξεως διέρχεται από τεντωτήρα σύρματος και δένεται σε ένα σημείο του τυμπάνου. Τίθεται σε λειτουργία ο τόρνος και ενώ περιστρέφεται με λίγες στροφές τεντώνεται το σύρμα από τον τεντωτήρα. Το σύρμα οδηγείται στο τύμπανο με ένα τεμάχιο πρεσπάν, που συγκρατείται με τα δάκτυλα.



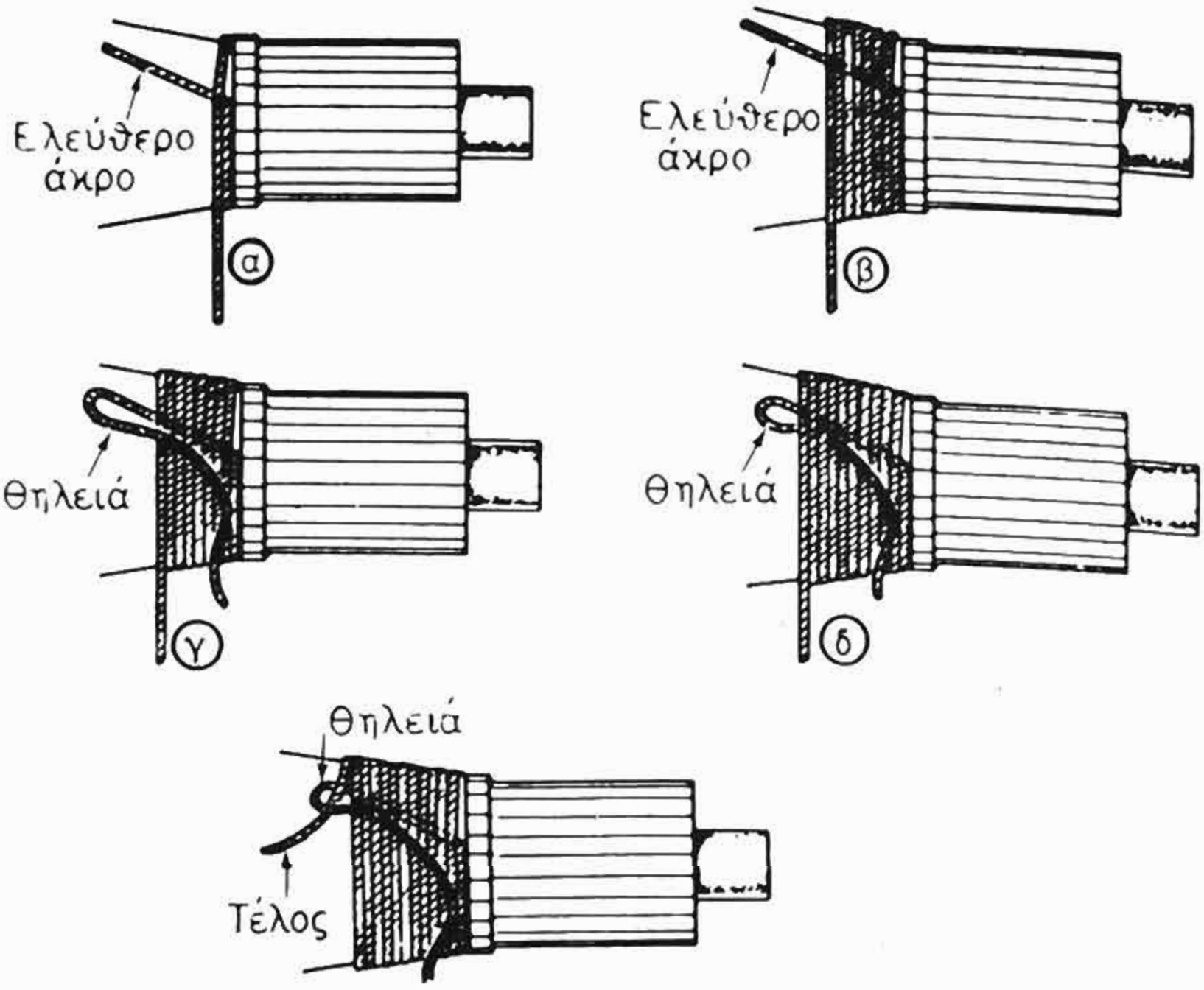
Σχ. 5.29α.
Τρόπος περιελίξεως των ζωστήρων ασφάλειας.

β) Ζωστήρες με κορδόνι (σχ. 5.29β).

Για την περιέλιξη των ζωστήρων με κορδόνι πρέπει να λαμβάνονται τα παρακάτω μέτρα.

Πρέπει να εξασκείται αρκετή πίεση κατά την περιέλιξη του κορδονιού, ώστε οι ζωστήρες να γίνουν σφιχτοί. Να χρησιμοποιείται το κατάλληλο πάχος κορδονιού (αυτό εξαρτάται από το μέγεθος του τυμπάνου), δηλαδή μικρό πάχος για τα μικρά τύμπανα και μεγάλο πάχος για τα μεγαλύτερα.

1) Αρχίζομε την περιέλιξη του κορδονιού ακριβώς μετά το συλλέκτη αφήνοντας ελεύθερο μήκος κορδονιού περίπου 15 cm να βρίσκεται παράλληλα προς τις οδοντώσεις του τυμπάνου.
2) Περιτυλίγομε περίπου 8 στροφές στο τύμπανο. Κάθε στροφή πρέπει να δημιουργείται παράπλευρα στην άλλη και σφιχτή.
3) Περνούμε το ελεύθερο άκρο του κορδονιού κάτω από το τύλιγμα του ζωστήρα και το φέρομε πάλι πίσω, αφού το περάσομε επάνω από το τύλιγμα.
4) Τυλίγομε μία άλλη σειρά σπειρών επάνω από το ελεύθερο κορδόνι. Κάθε σπείρα πρέπει να δημιουργείται παράπλευρα στην άλλη και σφιχτή.



Σχ. 5.29β.

Πώς ασφαλίζομε τους ζωστήρες με κορδόνι.

α) Αρχή κορδονιού. β) 8 σπείρες κορδονιού. γ) Επάνω από την πρώτη σειρά σχηματίζεται θηλειά. δ) Επάνω από τη θηλειά τυλίγονται μερικές σπείρες. ε) Το άκρο του κορδονιού περνιέται μέσα από τη θηλειά και σύρεται προς τα έξω.

5) Περνούμε το άκρο του τυλίγματος μέσα από τη θηλειά, που έχει σχηματίσει το ελεύθερο άκρο του κορδονιού, και σύρομε το κορδόνι, ώστε να συσφιγχθεί το άκρο του.
6) Σύρομε το ελεύθερο άκρο της θηλειάς, για να έλθει το άκρο του τυλίγματος κάτω από τις σπείρες του κορδονιού.
7) Κόπτομε τα δύο ελεύθερα άκρα του κορδονιού στα σημεία που μόλις εξέχουν από τις σπείρες, και στρώνομε τις σπείρες έτσι, ώστε το σημείο, στο οποίο αρχίζουν να εμφανίζονται τα ελεύθερα άκρα, να είναι ομαλό.

Το τέλος του κορδονιού σύρεται μέσα από τη θηλειά και κάτω από το ζωστήρα του κορδονιού.

5.30 Δοκιμή των τυλιγμάτων του τυμπάνου μετά την περιέλιξη.

Το τύλιγμα του τυμπάνου μετά την περιέλιξη πρέπει να ελεγχθεί για να διαπιστωθούν τυχόν βραχυκυκλώματα, διακοπές ή σώματα. Αν τηρηθούν όλοι οι κανόνες περιελίξεως κατά το στάδιο της κατασκευής των τυλιγμάτων, τότε, περιορίζονται στο ελάχιστο οι πιθανότητες βλάβης του τυλίγματος. Οι έλεγχοι των τυλιγμάτων αναγράφονται στις § 8.2-8.8. Μετά τους ελέγχους πρέπει να γίνει το βερνίκωμα και το φούρνισμα, όπως περιγράφεται στην § 8.11.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΙΣ ΜΗΧΑΝΩΝ Ε.Ρ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΙΣ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

6.1 Περιελίξεις των στατών των μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος. Γενικά.

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι μέθοδοι. τις οποίες χρησιμοποιούμε για να περιτυλίξομε τα τυλίγματα των στατών των επαγωγικών και συγχρόνων κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος καθώς και τα πηνία των πόλων των μηχανών, που έχουν έκτυπους πόλους. Τα τυλίγματα των στατών είναι εύκολο να τα τυλίξομε ή να τα συνδέσομε έτσι, ώστε να μπορούν να εργασθούν σε διαφορετικές τάσεις, στροφές και συχνότητες.

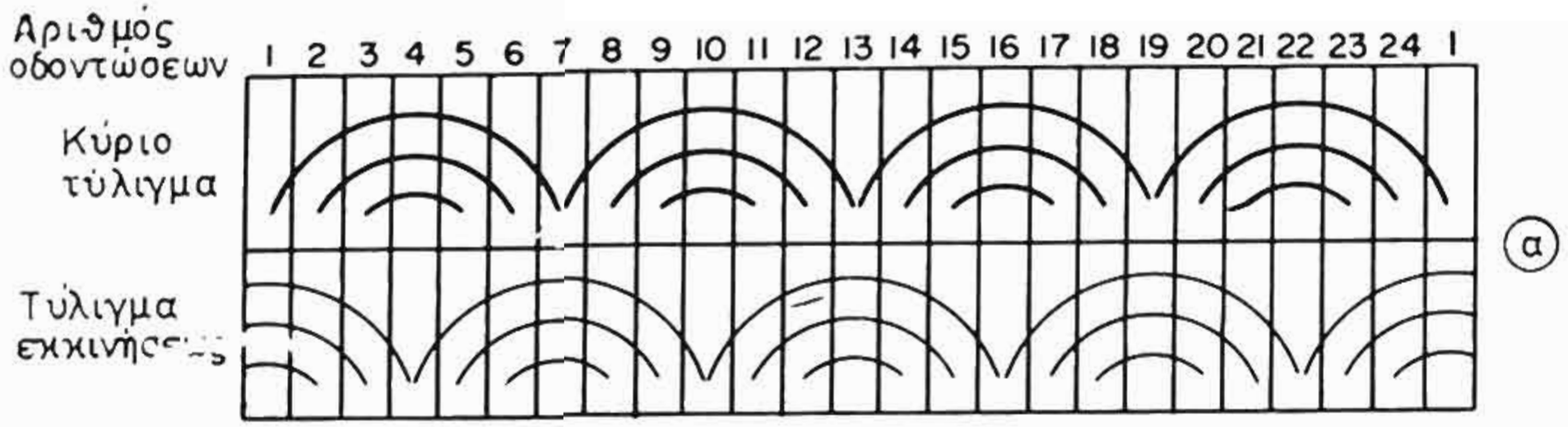
Η καταγραφή των τεχνικών στοιχείων του τυλίγματος είναι και εδώ μία από τις σοβαρότερες εργασίες, που δεν πρέπει να παραλειφθεί. Κατά το στάδιο αυτό καταγράφομε ορισμένα τεχνικά στοιχεία του παλιού τυλίγματος έτσι, ώστε να μη συναντήσομε δυσκολίες, όταν τυλίγομε ξανά το τύλιγμα του στάτη ή του πόλου. Προσπαθούμε να περισυλλέξομε όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία, πριν αφαιρέσομε (ξηλώσομε) το παλιό τύλιγμα, και τα υπόλοιπα στοιχεία τα καταγράφομε κατά την αφαίρεση του παλιού τυλίγματος. Ένας άλλος σοβαρός παράγοντας, που πρέπει να προσεχθεί, είναι η απόσταση κατά την οποία προεξέχουν οι μετωπικές συνδέσεις των ομάδων από το στάτη. Πρέπει να προσέξομε, ώστε οι νέες ομάδες, που θα τοποθετήσομε στο στάτη, να μη εξέχουν περισσότερο από αυτή την απόσταση. Αν συμβεί αυτό, τότε τα καλύμματα της μηχανής μπορεί να «βρίσκουν» στους αγωγούς, να τους πιέζουν και να προκαλούν βραχυκυκλώματα ή να μην εφαρμόζουν στις βάσεις τους. Πίνακας για την καταγραφή των τεχνικών στοιχείων ενός κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα φαί-

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΕΝΟΥ ΔΡΟΜΕΑ

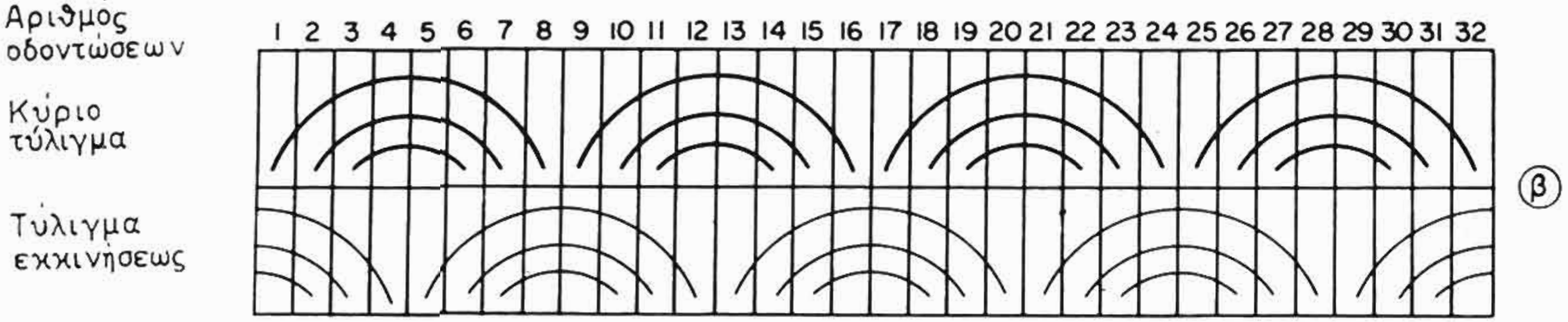
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ			
ΙΣΧΥΣ	ΣΤΡΟΦΗ	ΤΑΣΗ	ΕΝΤΑΣΗ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	ΠΛΑΙΣΙΟ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ
ΑΡ. ΣΕΙΡΑΣ	ΑΡ. ΦΑΣΕΩΝ		ΑΡ. ΟΔΟΝΤΩΣΕΩΝ
ΑΡ ΠΟΛΩΝ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΕΞΟΧΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΑΚΡΑ ΤΩΝ ΟΔΟΝΤΩΣ.		
ΒΗΜΑ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ		ΒΗΜΑ ΣΥΛΛΕΚΤΗ	
ΕΙΔΟΣ ΜΟΝΩΣΕΩΣ ΣΥΡΜΑΤΟΣ		ΤΡΟΠΟΣ ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΩΣ (ΜΕ ΧΕΡΙ, ΜΕ ΚΑΛΟΥΠΙ)	
ΤΡΟΠΟΣ ΜΟΝΩΣΕΩΣ ΟΔΟΝΤΩΣΕΩΝ	ΤΡΟΠΟΣ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ	ΜΕΓΕΘΟΣ ΜΟΝΩΣΕΩΣ	ΠΑΧΟΣ ΜΟΝΩΣΕΩΣ

ΤΥΛΙΓΜΑ	ΤΥΠΟΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ q ΕΙΔΟΣ ΣΥΡΜΑΤ.	ΑΡ. ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ		ΣΠΕΙΡΕΣ
ΚΥΡΙΩΣ ΤΥΛΙΓΜΑ					
ΤΥΛΙΓΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΕΩΣ					

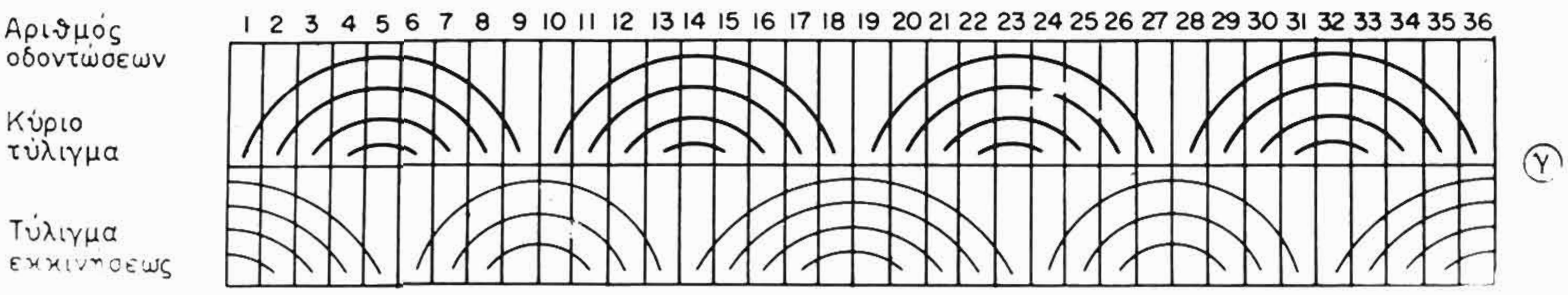
| | | | | |



α) Καθορισμός του βήματος του τυλίγματος σε 4πολικό κινητήρα με 24 οδοντώσεις.
Ο στάτης έχει τα εξωτερικά στοιχεία των γειτονικών ομάδων στις ίδιες οδοντώσεις.



β) Καθορισμός του βήματος του τυλίγματος στάτη 4πολικού κινητήρα με 32 οδοντώσεις.



γ) Καθορισμός του βήματος του τυλίγματος στάτη 4πολικού κινητήρα με 36 οδοντώσεις.

Σχ. 6.16.
Μέθοδοι καταγραφής του βήματος του τυλίγματος σε κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα.

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ			
ΙΣΧΥΣ	ΣΤΡΟΦΕΣ	ΤΑΣΗ	ΕΝΤΑΣΗ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	ΑΡ.ΠΛΑΙΣΙΟΥ	
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΑΡ. ΣΕΙΡΑΣ	ΦΑΣΕΙΣ

ΔΡΟΜΕΑΣ	ΑΡ. ΡΑΒΔΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΔΟΝΤΩΣΕΩΝ	ΒΗΜΑ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ	ΚΥΜΑΤΟΤΥΛΙΓΜΑ Ή ΒΡΟΧΟΤΥΛΙΓΜΑ
ΒΗΜΑ	ΣΠΕΙΡΕΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑ ΟΔΟΝΤΩΣΗ	ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΕΙΔΟΣ ΣΥΡΜΑΤ.	
ΒΗΜΑ ΣΥΛΛΕΚΤΗ		ΤΥΛΙΓΜΑ (ΧΕΙΡΟΠΟΙΗΤΟ , ΜΟΡΦΗ)		
ΜΟΝΩΣΗ ΣΥΡΜΑΤΟΣ		ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΕΞΟΧΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΑΚΡΑ ΤΩΝ ΟΔΟΝΤΩΣ.		
ΜΟΝΩΣΗ ΟΔΟΝΤΩΣΕΩΝ	ΤΥΠΟΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΠΑΧΟΣ	
ΤΥΠΟΣ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	ΔΙΚΤΥΟ		
ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	ΒΗΜΑ			

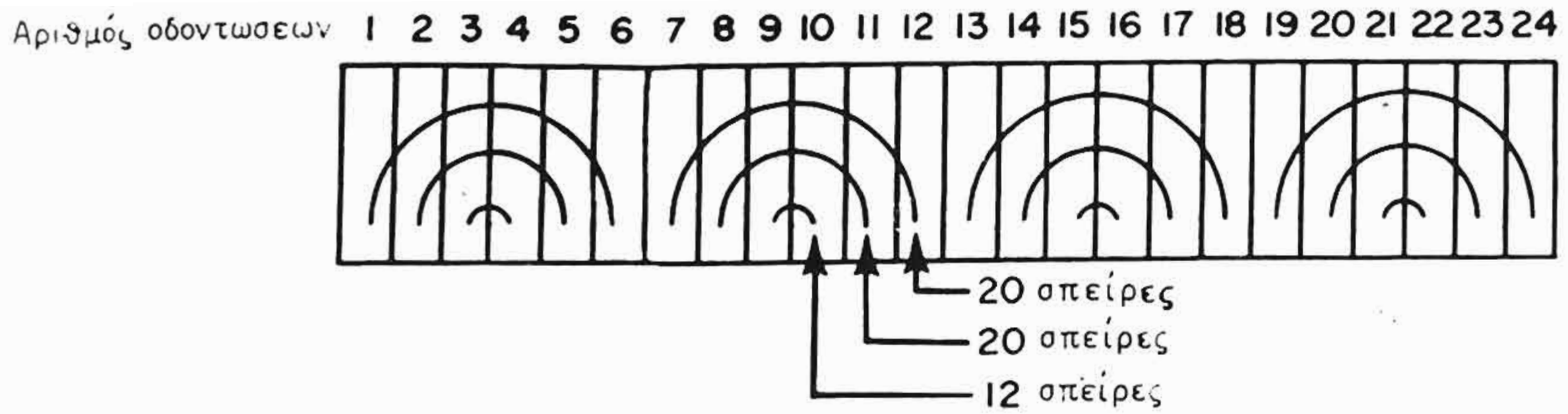
ΣΤΑΤΗΣ	ΑΡ. ΠΟΛΩΝ	ΟΔΟΝΤΩΣΕΙΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΕΙΔΟΣ ΣΥΡΜΑΤ.	ΑΡ. ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΔΟΝΤΩΣΕΩΝ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	1

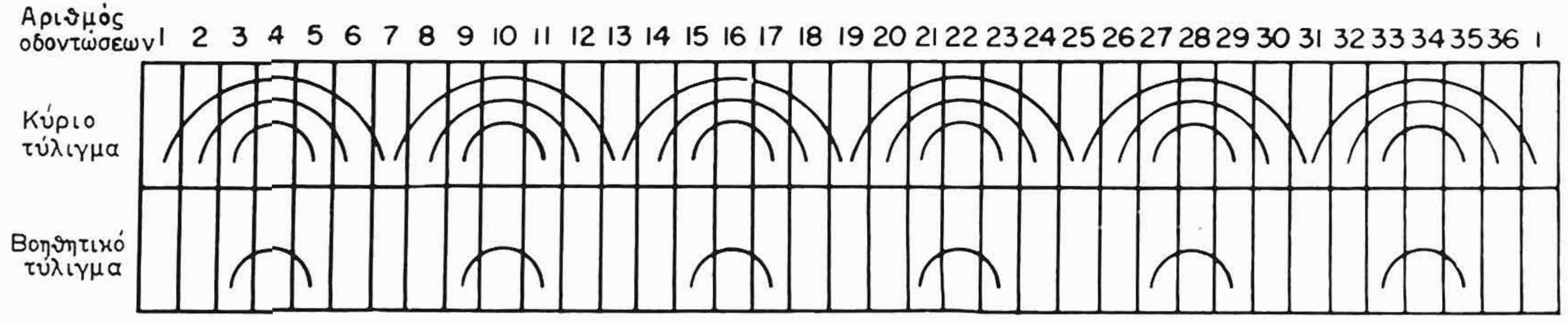
Σχ. 6.1γ.

Πίνακας για την καταγραφή των τεχνικών στοιχείων ωστικού κινητήρα.

Άλλος πίνακας για την καταγραφή των τεχνικών στοιχείων πολυφασικού κινητήρα εικονίζεται στο σχήμα 6.2γ. Τα στοιχεία, που αναφέρονται σ' αυτούς τους πίνακες, πρέπει να καταγραφούν ακριβώς για να διευκολύνουν τον τεχνίτη περιελικτή, όταν θα περιτυλίξει το τύλιγμα του κινητήρα ή της γεννήτριας.



(α)



(β)

Σχ. 6.1δ.
Αναλυτικά διαγράμματα για την καταγραφή των τεχνικών στοιχείων ωστικού κινητήρα.

6.2 Καταγραφή των τεχνικών στοιχείων κατά την αφαίρεση (ξήλωμα) τυλίγματος εναλλασσόμενου ρεύματος.

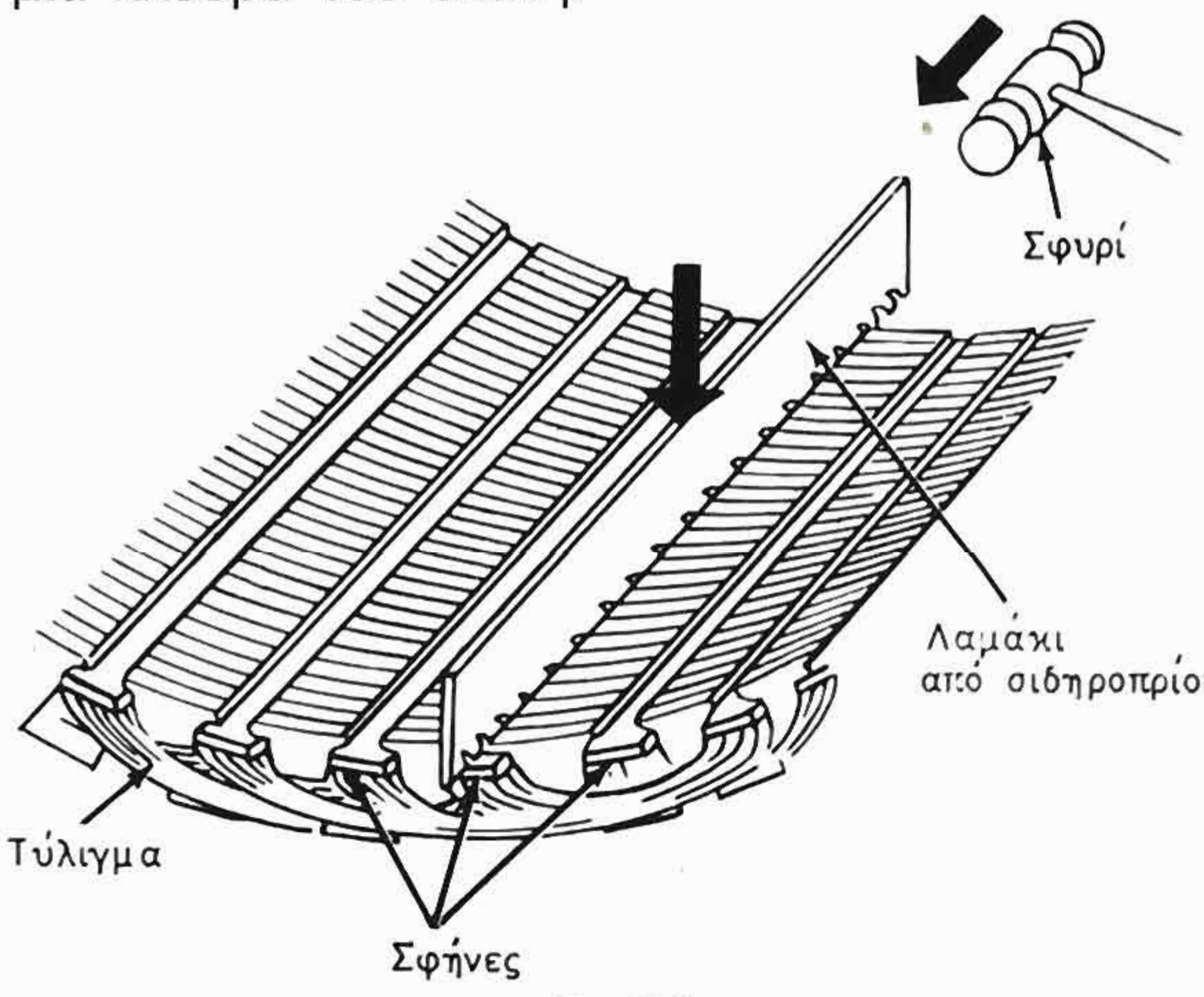
Όπως εξηγήσαμε και στην § 6.1, η αναζήτηση και καταγραφή των τεχνικών στοιχείων κατά την αφαίρεση τυλίγματος δεν πρέπει να παραμεληθεί.

Οι παρακάτω μέθοδοι θα βοηθήσουν στην εργασία αυτή, μετά την καταγραφή των προκαταρκτικών στοιχείων του τυλίγματος.

α) Στάτες κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα.

Πολλές φορές χρειάζεται μόνο να αντικαταστήσομε το βοηθητικό τύλιγμα εκκινήσεως. Αν προσέξομε κατά την αφαίρεση του τυλίγματος εκκινήσεως, το υπόλοιπο μέρος του στάτη δεν θα χρειασθεί να περιτυλιχθεί. Μονοφασικοί κινητήρες με περισσότερους από 4 πόλους δεν συναντώνται συνήθως στην πράξη, αλλά αν συναντήσομε με 6 ή 8 πόλους, πρέπει να καταγράψομε τον αριθμό των πόλων για το τύλιγμα εκκινήσεως (πριν αρχίσομε το ξήλωμα), επειδή σε πολλές περιπτώσεις ο αριθμός των πόλων του τυλίγματος εκκινήσεως διαφέρει από τον αριθμό των πόλων του κύριου τυλίγματος. Ακολουθούμε τη σειρά εργασιών, που περιγράφομε παρακάτω και για τα δύο τυλίγματα:

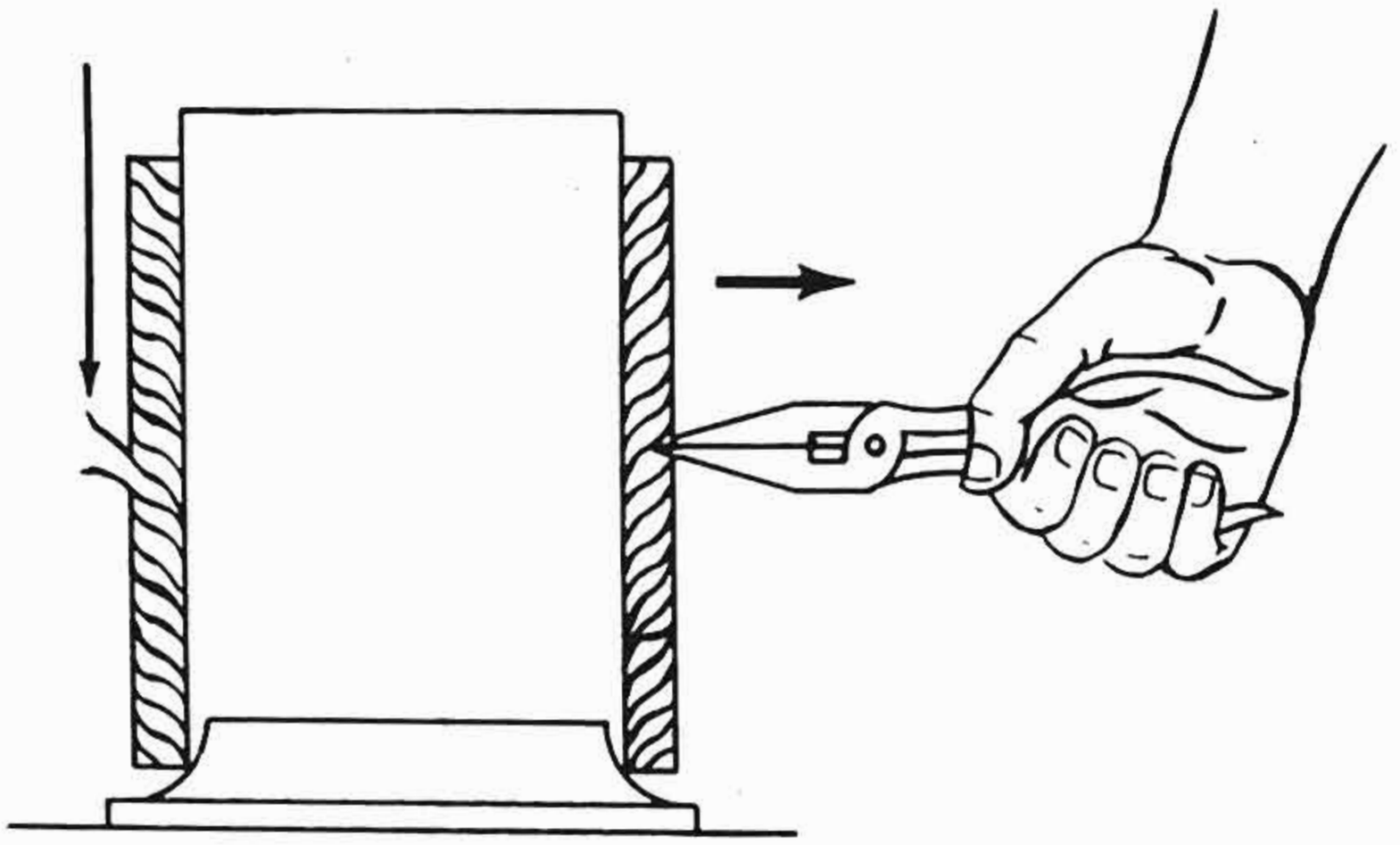
1) Αφαιρούμε όλες τις σφήνες. Χρησιμοποιούμε εξολκέα σφηνών ή λαμάκι από σιδηροπρίονο, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.2α.
2) Κόβομε τα άκρα των σπειρών των τυλιγμάτων ενός πόλου από τη μία πλευρά του στάτη.



Σχ. 6.2α.
Τρόπος αφαιρέσεως των σφηνών με σιδηρόλαμα από σιδηροπρίονο.

3) Μετρούμε και καταγραφομε τον αριθμό των συρμάτων του κάθε στοιχείου, που εισέρχεται στις οδοντώσεις από τη μία πλευρά του πόλου. Σημειώνομε τις θέσεις των οδοντώσεων των πόλων του κύριου τυλίγματος επάνω στο στάτη, σημαδεύοντας την κεντρική οδόντωση ή τις οδοντώσεις κάθε πόλου. Στους πυρήνες των στατών πολλών μονοφασικών κινητήρων το κέντρο κάθε κύριου πόλου διακρίνεται από την αλλαγή του μεγέθους της κεντρικής οδοντώσεως. Η ιδιότητα αυτή θα μας βοηθήσει να εντοπίσομε τον αριθμό των πόλων του τυλίγματος κατά το χρόνο της περιελίξεως του στάτη.

4) Αποξηλώνομε το τύλιγμα του στάτη, χρησιμοποιώντας πένσα με παράλληλα μάγουλα από την πλευρά του στάτη, από την οποία τα άκρα των τυλιγμάτων των πόλων δεν έχουν κοπεί (σχ. 6.2β). Αν είναι δύσκολο να ξηλώσομε τα τυλίγματα, χρησιμοποιούμε φλόγα οξυγόνου ή καμινέτου για να τα θερμάνομε ή, ακόμη, διάλυμα καυστικής σόδας, όπως περιγράφεται στην § 5.4.



Σχ. 6.2β.

Μέθοδος αποξηλώσεως των τυλιγμάτων του στάτη πολυφασικών και μονοφασικών κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα.

Μπορούμε επίσης να συνδέσομε τα τυλίγματα σε όλη την τάση του δικτύου, οπότε αυτά θα υπερθερμανθούν και θα καούν τα βερνίκια και οι μονώσεις τους, με αποτέλεσμα να χαλαρωθούν και να αφαιρεθούν εύκολα.

β) Στάτες ωστικών κινητήρων.

Ακολουθούμε τον ίδιο τρόπο, που εφαρμόζεται στους στάτες των κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα [§ 6.2(α)].

γ) Στάτες πολυφασικών κινητήρων.

Στα τυλίγματα αυτά, πριν ακόμη προχωρήσομε στο ξήλωμα των τυλιγμάτων του στάτη, εξετάζομε και καταγράφομε τον αριθμό των κυκλωμάτων.

Για την εύκολη εύρεση του αριθμού των κυκλωμάτων, γίνεται λόγος στο κεφάλαιο 8 (Διαγράμματα συνδεσμολογίας τυλιγμάτων).

Αφού καταγράψομε τα κυκλώματα των τυλιγμάτων του στάτη και μετά την καταγραφή των προκαταρκτικών στοιχείων του τυλίγματος, ο τεχνίτης περιελίξεων μπορεί να προχωρήσει πλέον στο ξήλωμα των τυλιγμάτων του στάτη, όπως περιγράφεται για τους κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα στο εδάφιο α (παραπάνω).

Πίνακας για την καταγραφή των τεχνικών στοιχείων πολυφασικών κινητήρων εικονίζεται στο σχήμα 6.2γ.

ΙΣΧΥΣ	ΣΤΡΟΦΕΣ	ΤΑΣΗ	ΕΝΤΑΣΗ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	ΑΡ. ΠΛΑΙΣΙΟΥ	
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΑΡ. ΣΕΙΡΑΣ	ΦΑΣΕΙΣ
ΑΡ. ΟΜΑΔΩΝ	ΑΡ. ΟΔΟΝΤΩΣΕΩΝ	ΠΡΟΕΞΟΧΗ ΜΕΤΩΠΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ	
ΜΕΓΕΘΟΣ ΟΜΑΔΑΣ	ΑΡ. ΣΠΕΙΡΩΝ ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ	ΑΡ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ	
ΑΡ ΟΜΑΔΩΝ ΑΝΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ	ΑΡ. ΠΟΛΩΝ	ΒΗΜΑ ΟΜΑΔΑΣ	
ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΕΙΔΟΣ ΣΥΡΜΑΤΟΣ		ΕΙΔΟΣ ΜΟΝΩΣΕΩΣ ΣΥΡΜΑΤΟΣ	
ΤΥΠΟΣ ΣΥΝΔΕΣΕΩΣ			
ΜΟΝΩΣΗ ΟΔΟΝΤΩΣΕΩΣ ΤΥΠΟΣ ΜΕΓΕΘΟΣ ΠΑΧΟΣ			
ΤΥΠΟΣ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ			
ΣΧΕΤΙΚΗ ΘΕΣΗ ΚΑΘΕ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ			

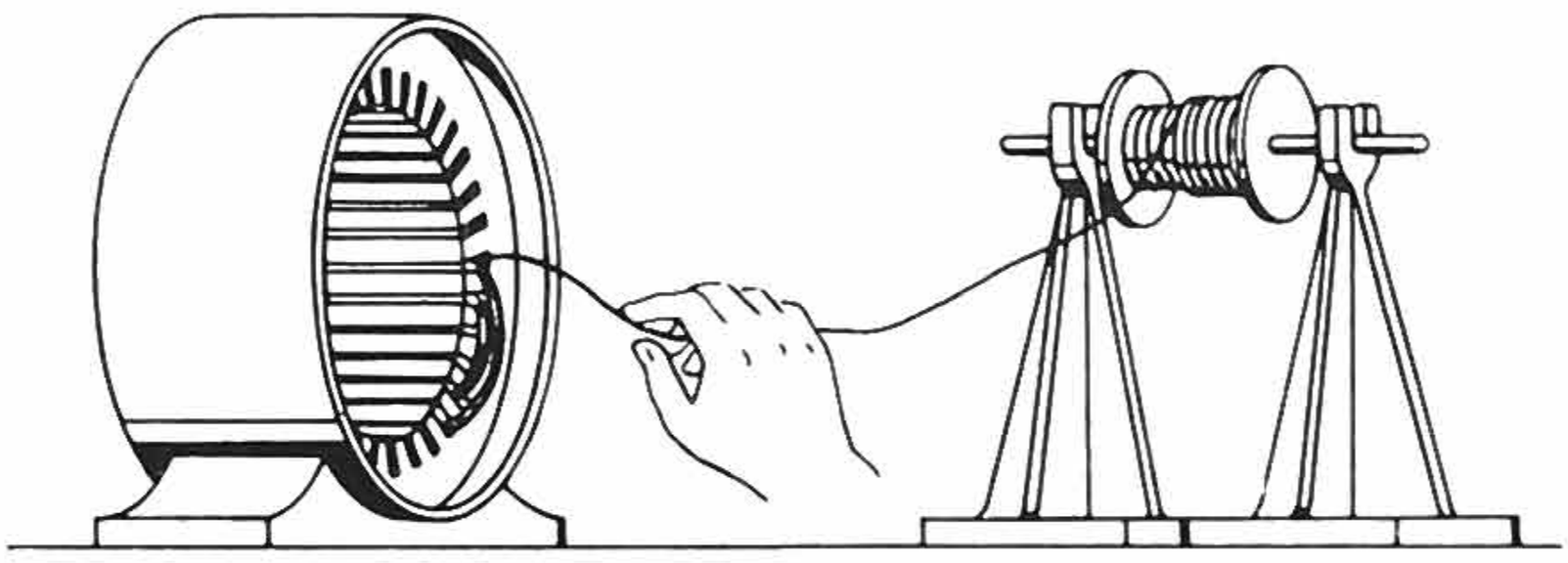
Σχ. 6.2γ.
Πίνακας καταγραφής τεχνικών στοιχείων πολυφασικών κινητήρων.

6.3 Τυλίγματα στατών των μονοφασικών ασυγχρόνων κινητήρων.

Τα περισσότερα τυλίγματα στατών των μονοφασικών κινητήρων είναι τυλίγματα χειροποίητα. Σε πολύ λίγες περιπτώσεις συναντά κανείς τύλιγμα στάτη μονοφασικού κινητήρα κατασκευασμένο με ομάδες διαμορφωμένες σε καλούπι.

α) Τυλίγματα χειροποίητα.

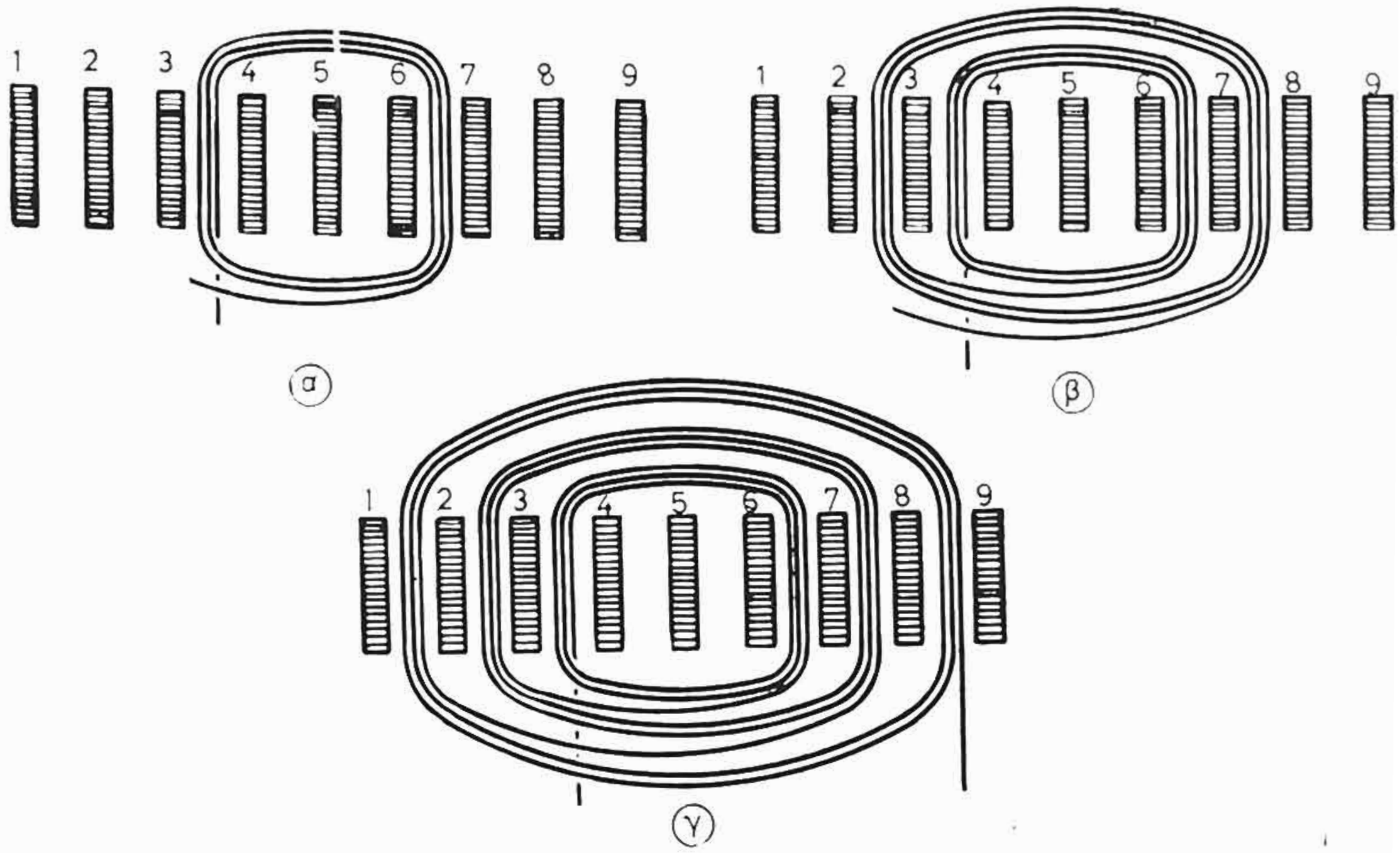
Στα χειροποίητα τυλίγματα το σύρμα τοποθετείται απ ευθείας από το τύμπανο (κουλούρα) στις οδοντώσεις του στάτη,σπείρα προς σπείρα, έως ότου συμπληρωθεί το τύλιγμα (σχ. 6.3α). Η μέθοδος



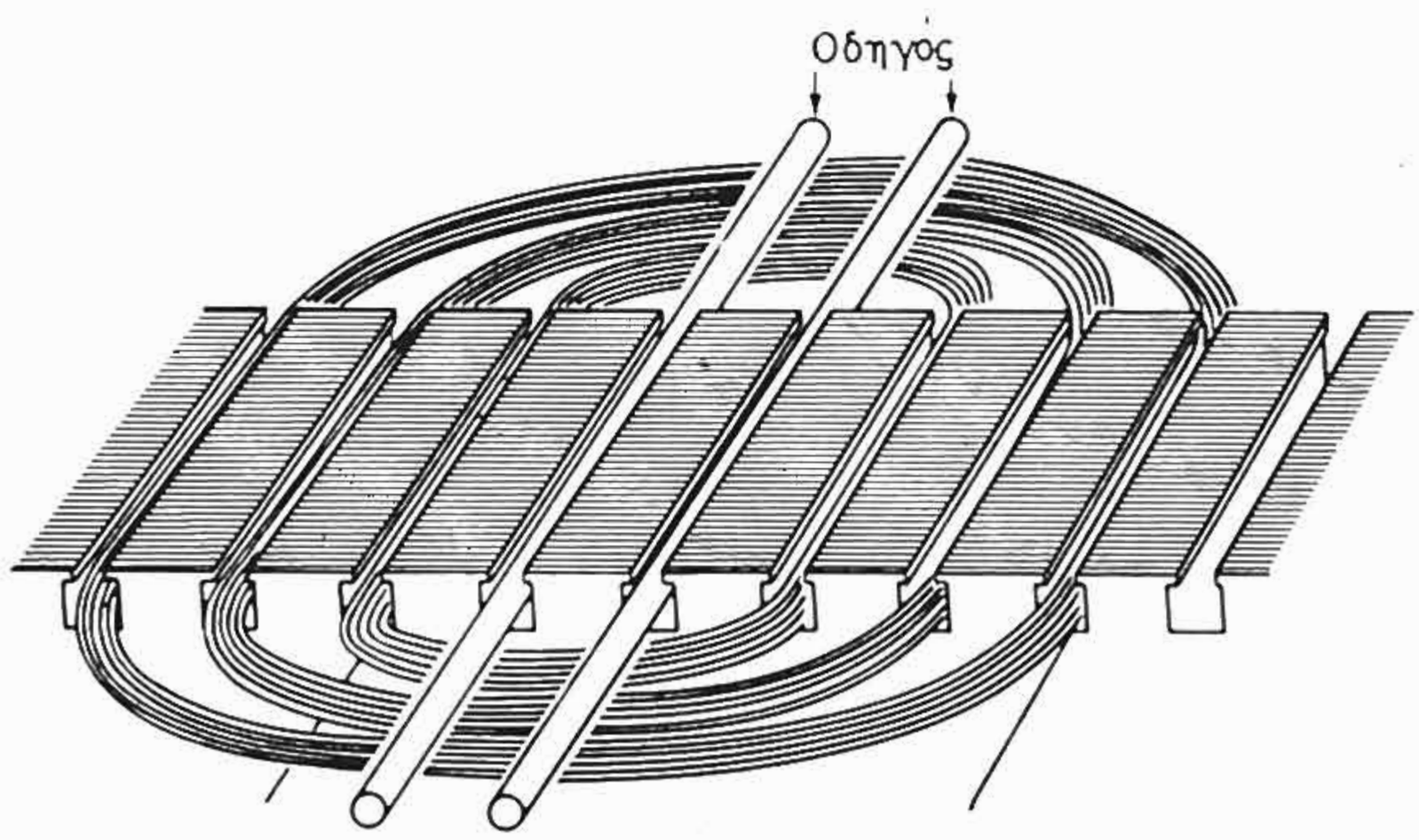
Σχ. 6.3α.
Τρόπος περιελίξεως χειροποίητου τυλίγματος στάτη.

αυτή χρησιμοποιείται για την περιέλιξη των κυρίων τυλιγμάτων και των τυλιγμάτων εκκινήσεως. Παρακάτω περιγράφεται η σειρά εργασιών, που ακολουθείται για να κατασκευασθεί χειροποίητο τύλιγμα. Στηρίζομε το στάτη σε ξύλινο έδρανο ή σε ειδική βάση και αφού τελειώσομε πρώτα τη μόνωση των οδοντώσεών του προχωρούμε ως εξής:

1) Τοποθετούμε την «κουλούρα» με το κατάλληλο μέγεθος σύρματος και ρυθμίζομε τον τεντωτήρα σύρματος.
2) Τυλίγομε μία ομάδα στις οδοντώσεις 3 και 6 του στάτη [σχ. 6.3β(α)]. Οι οδοντώσεις αυτές εκλέγονται σύμφωνα προς το εσωτερικό βήμα του τυλίγματος, το οποίο καταγράψαμε κατά την αφαίρεση του τυλίγματος.
3) Συνεχίζομε με μία μεγαλύτερη ομάδα στις οδοντώσεις 2 και 7, κατόπιν στις οδοντώσεις 1 και 8 κ.ο.κ., έως ότου ολόκληρο το τύλιγμα του πόλου συμπληρωθεί. Τοποθετούμε ξύλινες σφήνες στις κενές οδοντώσεις για να συγκρατήσουν τις ομάδες στη θέση τους κατά τη διάρκεια της περιελίξεως του τυλίγματος (σχ. 6.3γ).
4) Κόβομε τα άκρα του σύρματος και σφηνώνομε το τύλιγμα μόνιμα στη θέση του, αν είναι τύλιγμα άνω στρώσεως.



Σχ. 6.36.
Κατασκευή χειροποίητου τυλίγματος.



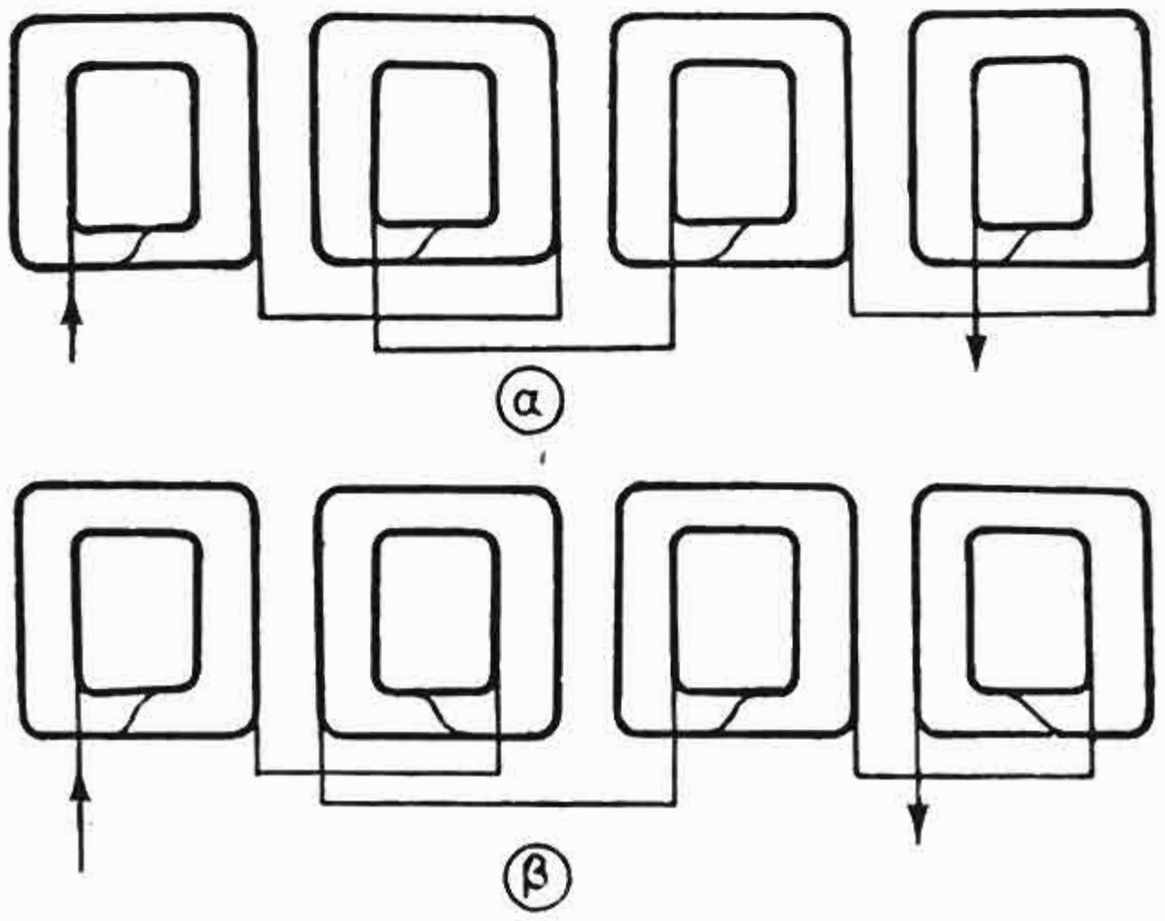
Σχ. 6.3γ.
Πώς συγκρατούμε τις ομάδες στη θέση τους με οδηγούς, όταν περιτυλίγομε το τύλιγμα.

5) Αν το τύλιγμα είναι κάτω στρώσεως, τοποθετούμε, προσωρινά, χαλαρές ξύλινες ή φιμπερένιες σφήνες στις οδοντώσεις, έως ότου το τύλιγμα του στάτη συμπληρωθεί.
6) Αφαιρούμε τις ξύλινες σφήνες των κενών οδοντώσεων.
7) Επαναλαμβάνομε τις παραπάνω εργασίες, (2) έως (6), για κάθε πόλο, έως ότου το τύλιγμα της κάτω στρώσεως του στάτη

συμπληρωθεί ολόκληρο ή, αν είναι τύλιγμα άνω στρώσεως, έως ότου το τύλιγμα του στάτη συμπληρωθεί τελείως.

8) Τοποθετούμε στην «κουλούρα» το κατάλληλο μέγεθος σύρματος για το τύλιγμα εκκινήσεως.
9) Τυλίγομε το τύλιγμα εκκινήσεως (άνω τύλιγμα), αφού αφαιρέσομε τις προσωρινές σφήνες, κατά τον ίδιο τρόπο, όπως και στο τύλιγμα της κάτω στρώσεως. Βεβαιωνόμαστε ότι το τύλιγμα κάθε πόλου απέχει 45° χώρου από το κύριο τύλιγμα, αν το τύλιγμα του στάτη είναι 4πολικό και 90° χώρου, αν το τύλιγμα του στάτη είναι διπολικό.
10) Στερεώνομε το τύλιγμα στη θέση του με σφήνα [§ 5.13(α)].

Το σχήμα 6.3β(γ) δείχνει τρεις ομάδες, που αποτελούν ***συγκρότημα πόλου,*** γιατί δημιουργούν πόλο στο στάτη, όταν διαρρέεται από ρεύμα. Όλα τα συγκροτήματα των πόλων συνδέονται μεταξύ τους, όπως και τα συγκροτήματα κάθε φάσεως των τριφασικών μηχανών. Και στις δύο περιπτώσεις ***τα διαδοχικά συγκροτήματα συνδέονται μεταξύ τους κατά αντίστροφη σειρά (τέλος με τέλος, αρχή με αρχή), για να δώσουν κανονική πολικότητα στη μηχανή*** (σχ. 6.3δ).

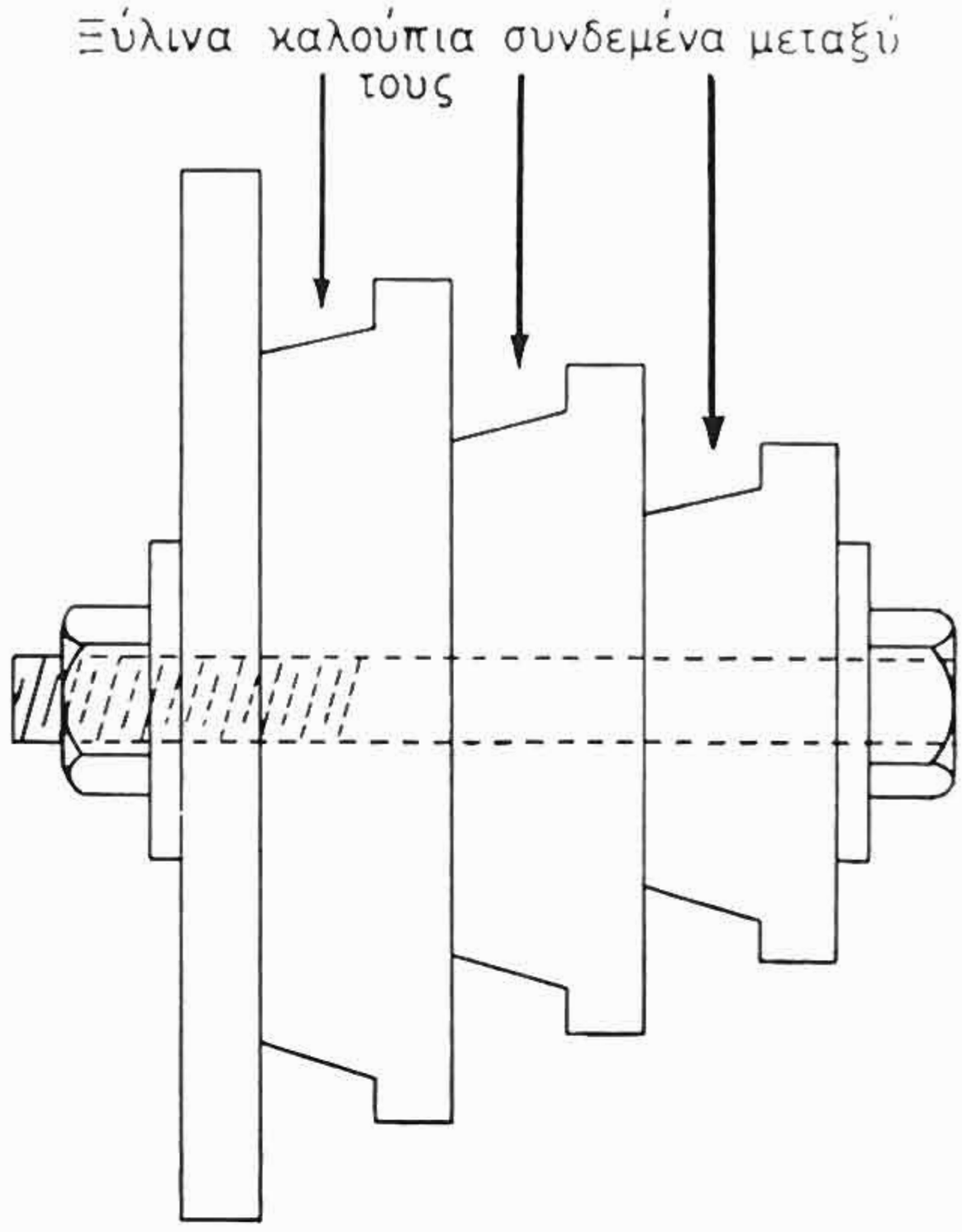


Σχ. 6.3δ.
Σύνδεση των άκρων των συγκροτημάτων στα τυλίγματα των μονοφασικών κινητήρων.

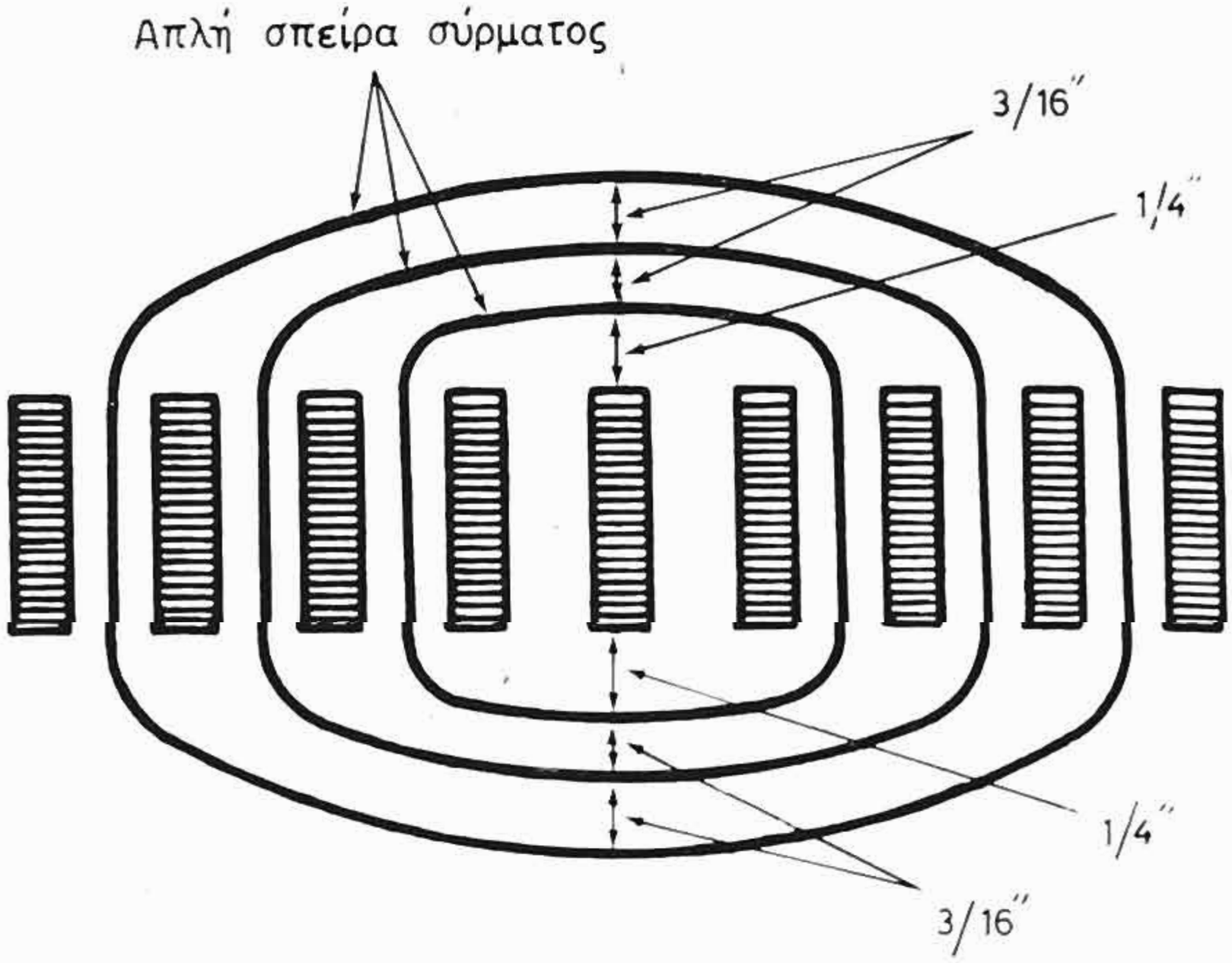
Αν ο στάτης έχει ημίκλειστες οδοντώσεις ή χρειάζεται χονδρό σύρμα περιελίξεως, τότε τυλίγεται με το χέρι. Γενικά χρειάζεται περισσότερος χρόνος για να γίνει μία περιέλιξη με το χέρι από κάθε άλλη μορφή τυλίγματος.

β) Τυλίγματα διαμορφωμένα σε καλούπια (σχήματα 6.3ε και 6.3στ).

Στην § 5.23 περιγράφεται ο τρόπος κατασκευής τους.



Σχ. 6.3ε.
Σχηματισμός ομάδων με ξύλινα καλούπια.



Σχ. 6.3στ.
Πώς χρησιμοποιούμε απλές σπείρες σύρματος για να καθορίσομε το μέγεθος και το σχήμα των ομάδων που θα περιτυλίξομε.

γ) Τυλίγματα τύπου κουβαριού (σχ. 5.23α).

Στις § 5.22 και 5.23 περιγράφεται ο τρόπος κατασκευής των ομάδων και στην § 4.2(α) ο τρόπος τοποθετήσεώς τους.

6.4 Τυλίγματα των στατών των πολυφασικών κινητήρων.

Οι περισσότεροι από τους πολυφασικούς κινητήρες, που έχουν ισχύ κλάσματος του ίππου, χρησιμοποιούν βροχοτυλίγματα. Συνήθως τοποθετούνται δύο στοιχεία σε κάθε οδόντωση και το τύλιγμα γίνεται δύο στρώσεων.

Όλες οι ομάδες είναι όμοιες, έχουν το ίδιο αριθμό σπειρών και το ίδιο μέγεθος σύρματος. Οι ομάδες των φάσεων χωρίζονται συνήθως με λωρίδα μονώσεως, γιατί στην ίδια οδόντωση υπάρχουν δύο στοιχεία δύο διαφορετικών φάσεων. Οι ομάδες τυλίγονται ή συνδέονται κατά συγκροτήματα.

Συγκρότημα ομάδων, είναι ένας αριθμός ανεξαρτήτων ομάδων, που συνδέονται σε σειρά και μένουν ελεύθερα μόνο τα δύο άκρα. Το τύλιγμα του στάτη σχηματίζεται μετά από αυτά τα συγκροτήματα. Στις § 5.22, 5.23 και 5.24 εξηγείται ο τρόπος περιελίξεως των ομάδων αυτών.

α) Πώς τυλίγονται οι ομάδες των στατών των μικρών μηχανών.

Στους κινητήρες, που έχουν ισχύ κλάσματος του ίππου, οι ομάδες ενός συγκροτήματος τυλίγονται κατά κανόνα με συνεχές σύρμα, όταν ο αριθμός των ομάδων είναι ο ίδιος σε όλα τα συγκροτήματα των ομάδων. Έτσι απλοποιούνται οι μετωπικές συνδέσεις των τυλιγμάτων του στάτη ή ρότορα. Αν όμως ο αριθμός των ομάδων των συγκροτημάτων δεν είναι ο ίδιος, τότε θα είναι κάπως δύσκολο να σύρομε έξω τα άκρα κάθε ομάδας και να τα συνδέσομε κατά συγκροτήματα μετά την περιέλιξη του στάτη.

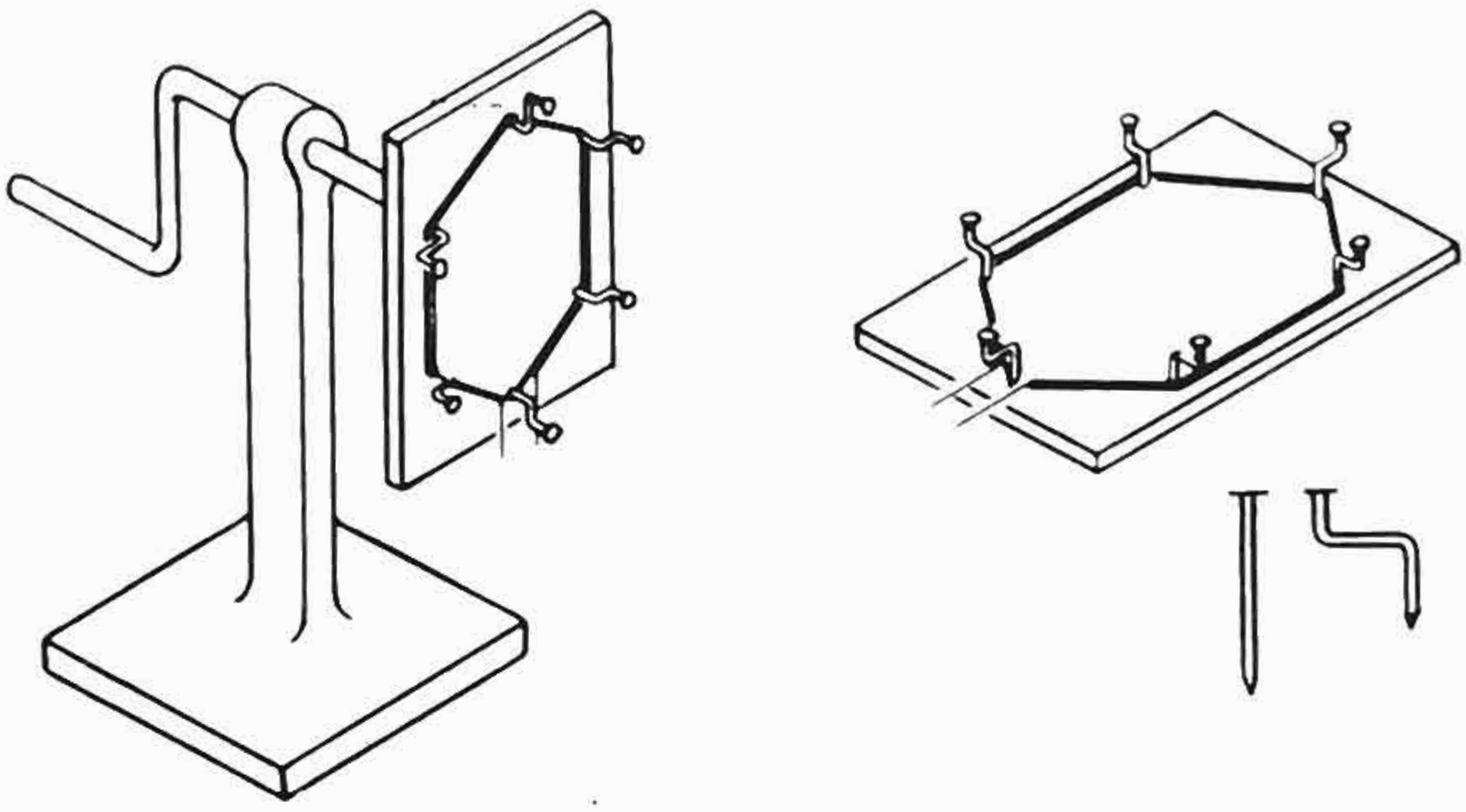
β) Πώς τυλίγονται οι ομάδες των στατών των μηχανών μέσης ισχύος.

Ακολουθούμε τον ίδιο τρόπο εργασίας, που περιγράφεται παραπάνω [§ 6.4(α)].

γ) Πώς τυλίγονται οι ομάδες των στατών των μηχανών μεγάλης ισχύος.

Για να κατασκευασθούν οι ομάδες που θα χρησιμοποιηθούν στα τυλίγματα των στατών που φέρουν ανοικτές οδοντώσεις, απαιτείται ειδικό καλούπι (σχ. 6.4) και πρέπει να τυλιχθούν έτσι, ώστε να συμφωνούν με το σχήμα της οδοντώσεως. Οι πλευρές τους πρέπει να είναι τέλεια ορθογωνικές. Οι ομάδες αυτές επενδύονται εντελώς με

μονωτική ταινία. Ο τρόπος περιελίξεως των ομάδων αυτών αναλύεται στις § 5.22, 5.23 και 5.24.



Σχ. 6.4.
Ειδικό καλούπι για την κατασκευή ομάδων κινητήρων μέσης και μεγάλης ισχύος.

δ) Κατασκευή των πηνίων των πόλων.

Για την κατασκευή των πηνίων των πόλων ακολουθούμε τη σειρά εργασιών, που περιγράφονται στις § 5.22 και 5.23. Τα πηνία αυτά τυλίγονται τελείως με μονωτική ταινία και πρέπει να ακολουθείται η σειρά εργασιών των § 5.23(β), 5.24, 5.27(α), (β) και (γ).

6.5 Τυλίγματα συγκεντρωμένα.

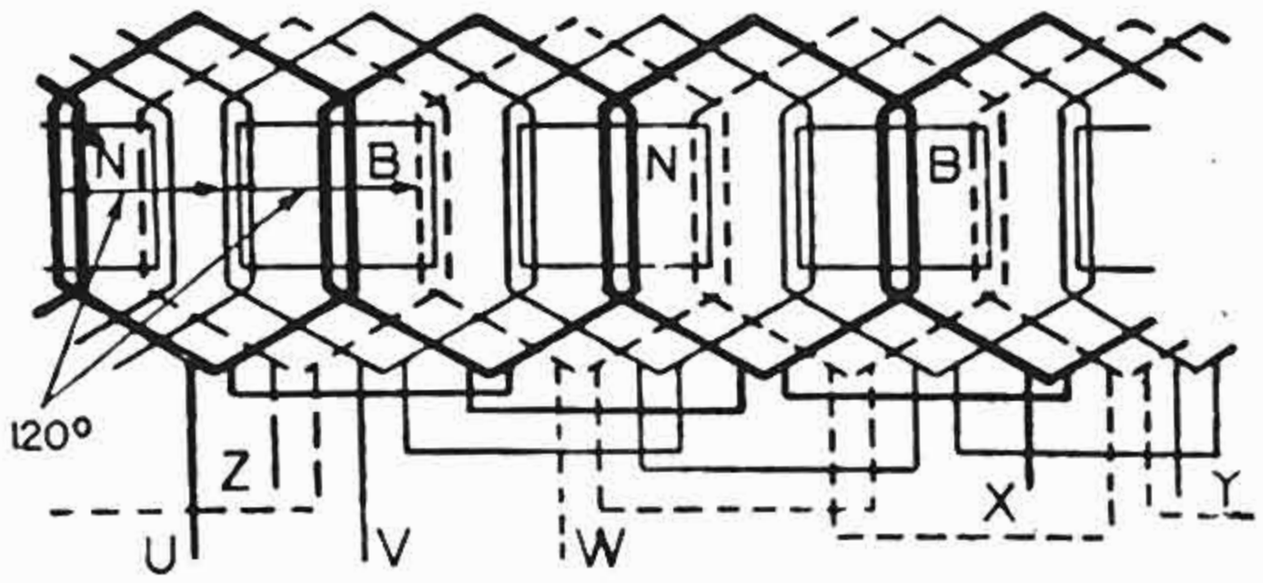
Ένα τύλιγμα ονομάζεται ***συγκεντρωμένο,*** όταν έχει μία μόνο οδόντωση ανά πόλο και φάση, όπως το τύλιγμα του σχήματος 6.5α.

Σ' αυτόν τον τύπο του τυλίγματος η αναπτυσσόμενη τάση ανά φάση είναι η μεγαλύτερη που μπορούμε να πάρομε για ορισμένο αριθμό σπειρών, ορισμένη μαγνητική ροή και ορισμένες στροφές της μηχανής, γιατί οι ηλεκτρεγερτικές δυνάμεις των σπειρών είναι σε φάση και προσθέτονται.

Η αναπτυσσόμενη τάση σε κάθε τύλιγμα φάσεως μπορεί να υπολογισθεί από τη βασική εξίσωση των μετασχηματιστών:

$$E\varphi = \frac{4{,}44 \cdot \Phi \cdot f \cdot z}{10^8} V \qquad (16)$$

όπου: Εφ είναι η φασική τάση
Φ η ροή ανά πόλο
f η συχνότητα του παραγόμενου ρεύματος ανά δευτερόλεπτο και
z ο αριθμός των σπειρών της κάθε φάσεως.



Σχ. 6.5α.
Συγκεντρωμένο τύλιγμα τριφασικής μηχανής.

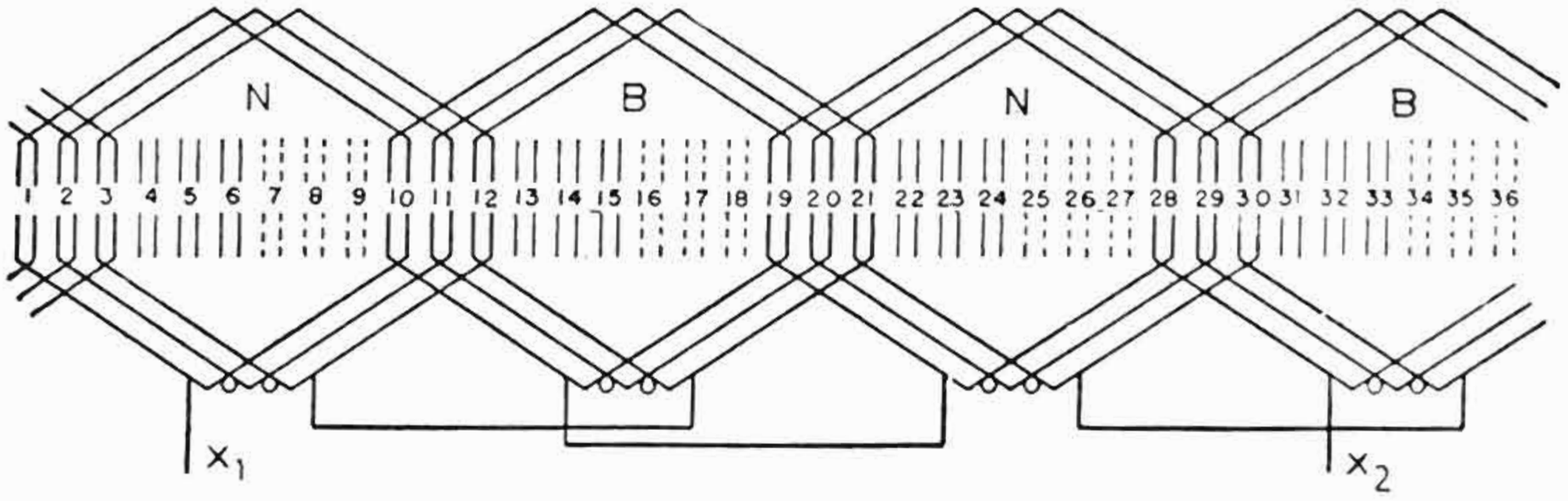
Το συγκεντρωμένο τύλιγμα έχει δύο μειονεκτήματα:

1) Στις μεγάλες μηχανές χρησιμοποιείται μόνο μικρό μέρος της επιφάνειας του στάτη και
2) δεν παράγεται εναλλασσόμενο ρεύμα με καθαρή ημιτονοειδή μορφή, γιατί στην περίπτωση αυτή η μορφή του ρεύματος μπορεί να μεταβληθεί μόνο αν διαμορφώσομε τα πέδιλα των πόλων.

Επιθυμία μας είναι να πάρομε από τη μηχανή ρεύμα ημιτονοειδούς μορφής. Αν συνδέσομε παράλληλα δύο μηχανές, που παράγουν ρεύματα διαφορετικής μορφής, τότε θα κυκλοφορεί μεταξύ τους ρεύμα, επειδή οι πολικές τους τάσεις θα διαφέρουν κατά ορισμένα χρονικά διαστήματα, με αποτέλεσμα να μειωθεί η έξοδος του συστήματος. Αν η μορφή της παραγόμενης τάσεως δεν είναι ημιτονοειδής, απαιτείται καλύτερη μόνωση της μηχανής από αυτήν που θα ήταν αναγκαία, αν η τάση της ήταν ημιτονοειδής. Αν η καμπύλη της τάσεως παρουσιάζει πλατιά κορυφή, οι απώλειες υστερήσεως θα είναι μεγαλύτερες από τις απώλειες ημιτονοειδούς τάσεως. Η απώλεια αυτή μειώνει την απόδοση του εναλλακτήρα καθώς και της ηλεκτρικής μηχανής, την οποία τροφοδοτεί ο εναλλακτήρας.

Για να αντισταθμίσομε τα μειονεκτήματα αυτά των συγκεντρωμένων τυλιγμάτων, χρησιμοποιούμε δύο ή περισσότερες ομάδες ανά πόλο και φάση αντί για μία. Το σχήμα 6.5β δείχνει τον τρόπο συνδέσεως των ομάδων μιας φάσεως από παρόμοιο τριφασικό τύλιγμα. Το τύλιγμα αυτό ονομάζεται ***κατανεμημένο.*** Οι τρεις ομάδες κάθε συγκροτήματος συνδέονται πρώτα σε σειρά και κατόπιν τα συγκροτήματα συνδέονται επίσης σε σειρά, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.5β.

Παρατηρούμε ότι τα διαδοχικά συγκροτήματα συνδέονται αντίστροφα (το τέλος του ενός συγκροτήματος με το τέλος του άλλου και η αρχή με την αρχή).



Σχ. 6.5β.
Κατανεμημένο τύλιγμα 3φασικής μηχανής.

6.6 Τυλίγματα κατανεμημένα.

Όπως εξηγήσαμε παραπάνω, τα ***κατανεμημένα τυλίγματα*** έχουν δύο ή περισσότερες οδοντώσεις ανά πόλο και φάση. Για να δείξομε, γιατί ένα κατανεμημένο τύλιγμα παράγει τάση μορφής ημιτόνου, θα θεωρήσομε ένα συγκρότημα του σχήματος 6.5β.

Τα κέντρα των πόλων απέχουν μεταξύ τους κατά 180° ηλεκτρικές μοίρες και κατά 9 οδοντώσεις. Άρα οι οδοντώσεις ή οι ομάδες θα απέχουν μεταξύ τους κατά 180/9 = 20 ηλεκτρικές μοίρες. Επειδή οι πόλοι κινούνται από αριστερά προς τα δεξιά, η αναπτυσσόμενη ηλεκτρεγερτική δύναμη στην ομάδα 2 θα ακολουθεί την ηλεκτρεγερτική δύναμη της ομάδας 1 κατά 20°. Επίσης η ΗΕΔ της ομάδας 3 ακολουθεί την ΗΕΔ της ομάδας 2 κατά 20° κ.ο.κ.

Η συνισταμένη ΗΕΔ λαμβάνεται, αν προσθέσομε τις στιγμιαίες τιμές των τάσεων των ομάδων. Παρατηρούμε ότι η συνισταμένη τάση πλησιάζει περισσότερο την ημιτονοειδή καμπύλη, από όσο οι τάσεις των ομάδων. Το σχήμα επίσης μας δείχνει ότι σε κατανεμημένο τύλιγμα οι τάσεις των ομάδων ενός συγκροτήματος δεν φθάνουν τη μέγιστή τους τιμή ταυτόχρονα. Άρα η αναπτυσσόμενη ΗΕΔ είναι μικρότερη, από όσο θα ήταν αν το τύλιγμα ήταν συγκεντρωμένο.

Εκτός του ότι η αναπτυσσόμενη ΗΕΔ έχει μορφή περισσότερο ημιτονοειδή, το κατανεμημένο τύλιγμα έχει και άλλα πλεονεκτήματα. Επειδή ο χαλκός είναι ομαλότερα κατανεμημένος στην επιφάνεια του τυμπάνου, η θέρμανση της μηχανής είναι ομοιόμορφη και το τύλιγμα ψύχεται ευκολότερα. Άρα επιτρέπεται μεγαλύτερη πυκνότητα ρεύματος σε A/mm^2 απο όσο σε ένα συγκεντρωμένο τύλιγμα και επομένως η μηχανή θα έχει μεγαλύτερη ισχύ για ορισμένο μέγεθος.

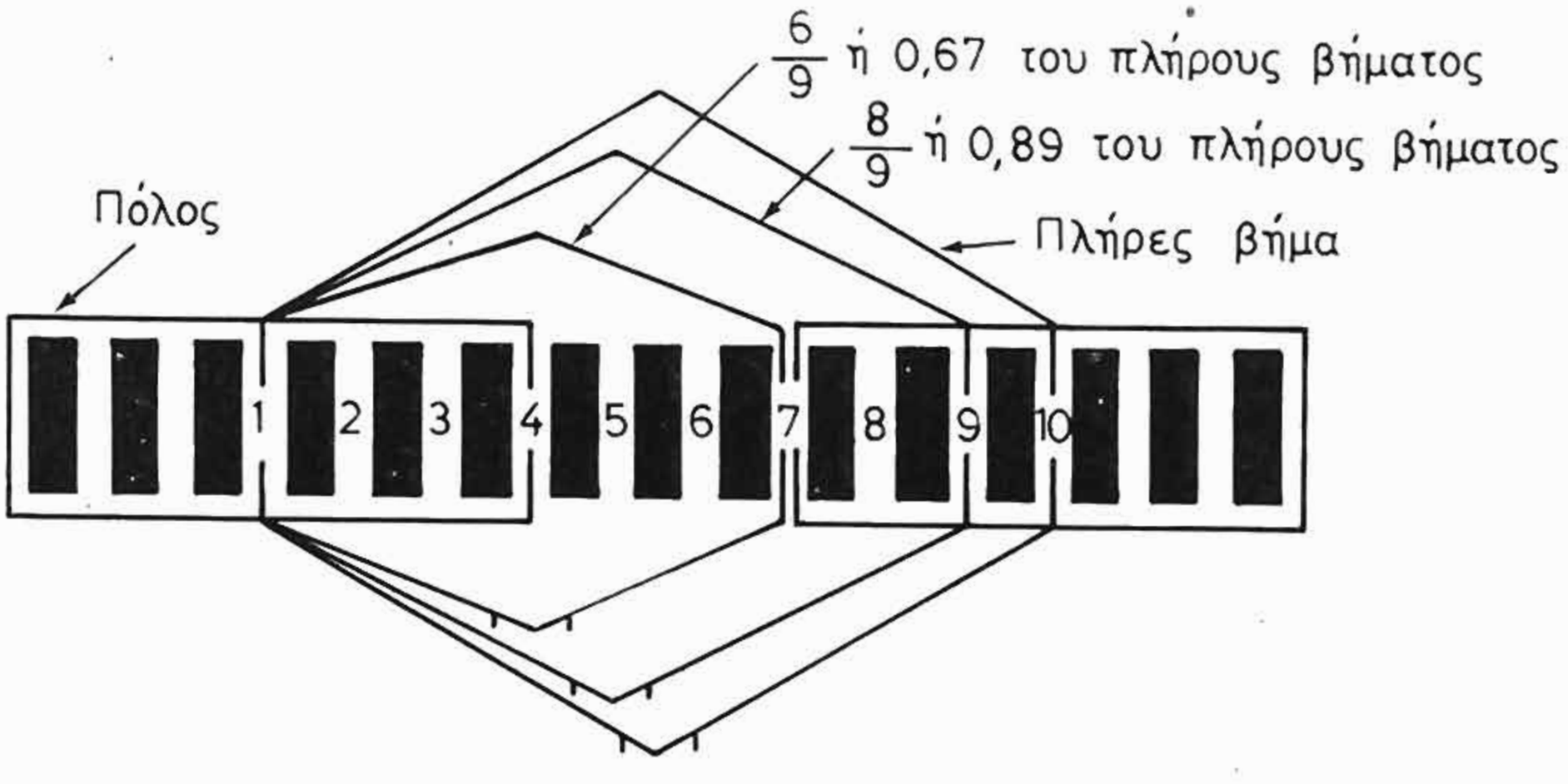
6.7 Πολικό βήμα τριφασικού τυλίγματος.

Το τύλιγμα του σχήματος 6.5β είναι ***τύλιγμα με πλήρες βήμα,*** γιατί τα δύο στοιχεία κάθε ομάδας απέχουν κατά ένα πολικό βήμα. Στο τύλιγμα αυτό το βήμα είναι 9 οδοντώσεις (ή 1 με 10). Το πλήρες αυτό πολικό βήμα το υπολογίσαμε και στα τυλίγματα των τυμπάνων των μηχανών συνεχούς ρεύματος από τη σχέση:

$$\Psi_\rho = \frac{S}{2\ \rho}$$

όπου: Ψ_ρ είναι το πολικό βήμα
S ο αριθμός των οδοντώσεων και
2ρ ο αριθμός των πόλων της μηχανής

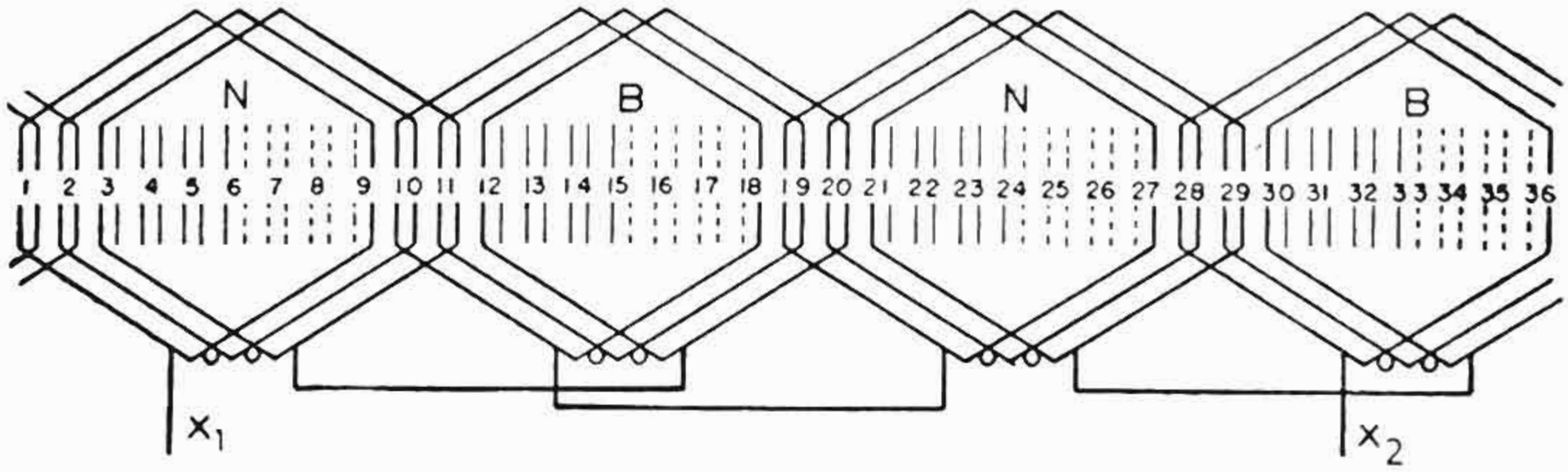
Αν το βήμα του τυλίγματος μειωθεί σε 8 (ή 1 με 9) όπως στο σχήμα 6.7, τότε θα έχομε ***τύλιγμα με μερικό βήμα*** ή ***κλασματικό βήμα*** με τιμή $^8/_9 = 0{,}89$ του πλήρους βήματος. Αν τα στοιχεία κάθε ομάδας απέχουν κατά 6 οδοντώσεις, το τύλιγμα θα είναι $^6/_9$ ή 0,67 του πλήρους βήματος. Συνιστάται, ώστε το βήμα του τυλίγματος να κυμαίνεται μεταξύ 67%-75% για διπολικά τυλίγματα και μεταξύ 75%-89% για 4πολικά ή για τυλίγματα με περισσότερους πόλους.



Σχ. 6.7.
Τύλιγμα με κλασματικό βήμα.

6.8 Τριφασικά τυλίγματα με κλασματικό βήμα.

Τα τυλίγματα αυτά είναι όμοια με το τύλιγμα του σχήματος 6.7, εκτός του ότι χρησιμοποιείται βήμα που ισούται με 0,89 του πλήρους πολικού βήματος. Τύλιγμα αυτού του είδους φαίνεται στο σχήμα 6.8. Από το σχήμα φαίνεται ότι στα τυλίγματα που έχουν



Σχ. 6.8.
Τριφασικό τύλιγμα με κλασματικό βήμα 8/9 = 0,89.

κλασματικό βήμα, ορισμένες οδοντώσεις περιλαμβάνουν στοιχεία από διαφορετικές φάσεις.

Σε τύλιγμα με κλασματικό βήμα τα δύο στοιχεία μιας ομάδας δεν βρίσκονται ακριβώς σε αντίστοιχα σημεία κάτω από δύο γειτονικούς πόλους. Άρα οι αναπτυσσόμενες ΗΕΔ στα δύο στοιχεία της ομάδας δεν θα είναι σε φάση και η συνολική ΗΕΔ, που θα αναπτυχθεί στα άκρα της ομάδας, θα είναι μικρότερη από αυτή που θα είχε αναπτυχθεί, αν χρησιμοποιούσαμε τύλιγμα με ακέραιο βήμα και με τον ίδιο αριθμό σπειρών.

Τα τυλίγματα με κλασματικό βήμα παρουσιάζουν δύο πλεονεκτήματα:

1) Απαιτούν λιγότερο χαλκό ανά ομάδα και
2) το παραγόμενο ρεύμα είναι περισσότερο ημιτονειδές.

Η αναπτυσσόμενη ΗΕΔ σε τύλιγμα με κλασματικό βήμα δίνεται από τη σχέση:

$$E\varphi = \frac{4{,}44 \cdot \Phi \cdot f \cdot z \cdot K_1 \cdot K_2}{10^8} \text{ volt} \qquad (17)$$

Το δεύτερο μέλος της εξισώσεως (17) πολλαπλασιάζεται με δύο παράγοντες, K_1 και K_2, όπου: K_1 είναι συντελεστής, που αντιστοιχεί στην κατανομή των ομάδων ενός συγκροτήματος και ονομάζεται ***συντελεστής κατανομής.*** (Οι τιμές του K_1 για τους περισσότερους κοινούς τύπους τυλιγμάτων περιέχονται στον πίνακα 6.8.1) και K_2 είναι συντελεστής, που αντιστοιχεί στο βήμα του τυλίγματος και ονομάζεται ***συντελεστής χορδής.*** Η τιμή του K_2 δίνεται από τη σχέση:

$$K_2 = \text{ημ } 1/2\, \alpha_n \qquad (18)$$

όπου: α_n η ηλεκτρική γωνία, που αντιστοιχεί στο βήμα του τυλίγματος.

Αν π.χ. εκλέξομε βήμα 8 οδοντώσεων, όταν το πλήρες βήμα είναι 9

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.8.1

Τιμές συντελεστή κατανομής τυλίγματος K_1

Αριθμός φάσεων μηχανής	Αριθμός ομάδων ανά συγκρότημα	Τιμή του K_1
1	3	0,667
2	2	0,924
2	3	0,911
3	2	0,966
3	3	0,960
3	4	0,958
3	5	0,957

οδοντώσεις, θα είναι:

$$K_2 = \text{ημ}\frac{1}{2} \times \frac{8}{9} \times 180^\circ = 0{,}985$$

Παράδειγμα.

1) Το τύλιγμα του στάτη τριφασικού 4πολικού εναλλακτήρα 50 περιόδων είναι τυλιγμένο, όπως δείχνει το σχήμα 6.8α. Κάθε ομάδα έχει 20 σπείρες και η ροή κάθε πόλου είναι 13×10^6 μαγνητικές γραμμές. Να υπολογίσετε την ΗΕΔ της μηχανής ανά φάση.

Λύση: Επειδή κάθε φάση έχει 12 ομάδες και κάθε ομάδα 20 σπείρες, κάθε φάση θα έχει $12 \times 20 = 240$ σπείρες. Για 3 ομάδες ανά συγκρότημα και τριφασικό τύλιγμα προκύπτει, από τον πίνακα 6.8.1, συντελεστής $K_1 = 0{,}960$. Ομοίως, για βήμα τυλίγματος $\Psi = {}^8/_9 =$ 0,89, ο συντελεστής $K_2 = \text{ημ}\frac{1}{2} \times \frac{8}{9} \times 180^\circ = 0{,}985$.

Αντικαθιστώντας τις τιμές στη σχέση (17) έχομε:

$$E\varphi = \frac{4{,}44 \times 13 \times 10^6 \times 50 \times 240 \times 0{,}96 \times 0{,}985}{10^8} = 6550 \text{ V}$$

2) Τριφασική 6πολική γεννήτρια έχει 54 οδοντώσεις, βήμα 5 και παράγει ρεύμα 60 περιόδων. Να υπολογισθούν οι συντελεστές K_1 και K της γεννήτριας.

Λύση.

Πολικό βήμα τυλίγματος $\Psi_\rho = \frac{S}{2\ \rho} = \frac{54}{6} = 9$ οδοντώσεις

$$\text{Κλασματικό βήμα } \Psi = \frac{5}{9} = 0{,}555 \quad \text{και}$$

$$\text{συντελεστής } K_2 = \text{ημ}\frac{1}{2} \times \frac{5}{9} \times 180^\circ = \text{ημ } 50^\circ = 0{,}766$$

Άρα $K_2 = 0{,}766$.

Αριθμός συγκροτημάτων ανά φάση $= 6$

Ολικός αριθμός συγκροτημάτων $= 3 \times 6 = 18$

Αριθμός ομάδων ανά συγκρότημα $= \frac{54}{18} = 3$

Από τον πίνακα 6.8.1 για 3φασικό τύλιγμα με 3 ομάδες ανά συγκρότημα προκύπτει $K_1 = 0{,}960$. Άρα $K_1 = 0{,}960$.

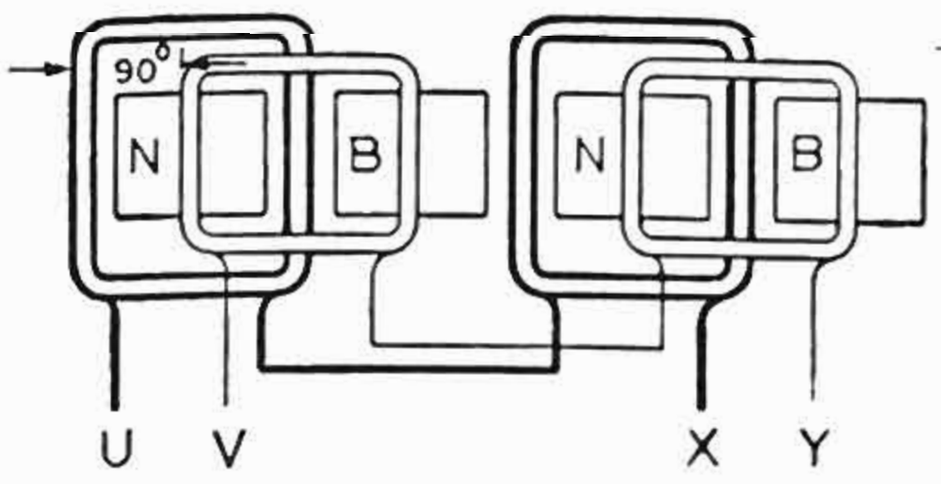
6.9 Αλυσωτά τυλίγματα ή αλυσοτυλίγματα.

Τα αλυσωτά τυλίγματα έχουν μόνο μία ομάδα σε κάθε ζεύγος πόλων και φάση (σχήματα 6.9α και 6.9β). Άρα τα τυλίγματα αυτά είναι μιας στρώσεως και συγκεντρωμένα. Για να είναι δυνατόν τα άκρα των ομάδων να προσπερνούν το ένα το άλλο, χρησιμοποιούνται ομάδες σε δυο διαφορετικά σχήματα και μεγέθη.

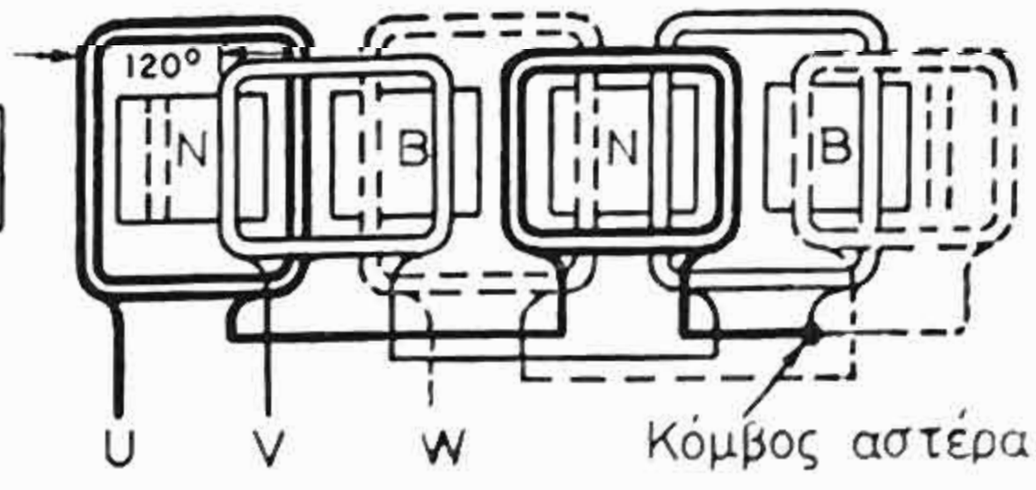
Γι' αυτό τα τυλίγματα αυτά είναι γνωστά ως ***τυλίγματα με δύο επίπεδα μετωπικών συνδέσεων.***

Στα σχήματα 6.9α και 6.9β τα δύο επίπεδα των μετωπικών συνδέσεων δείχνονται με μεγάλες και μικρές ομάδες. Στο σχήμα 6.9γ παρατηρούμε ότι τα άκρα των μισών ομάδων είναι ίσια, ενώ τα άκρα των υπολοίπων κάμπτονται έτσι, ώστε να περάσουν γύρω από τα στοιχεία με ίσια άκρα.

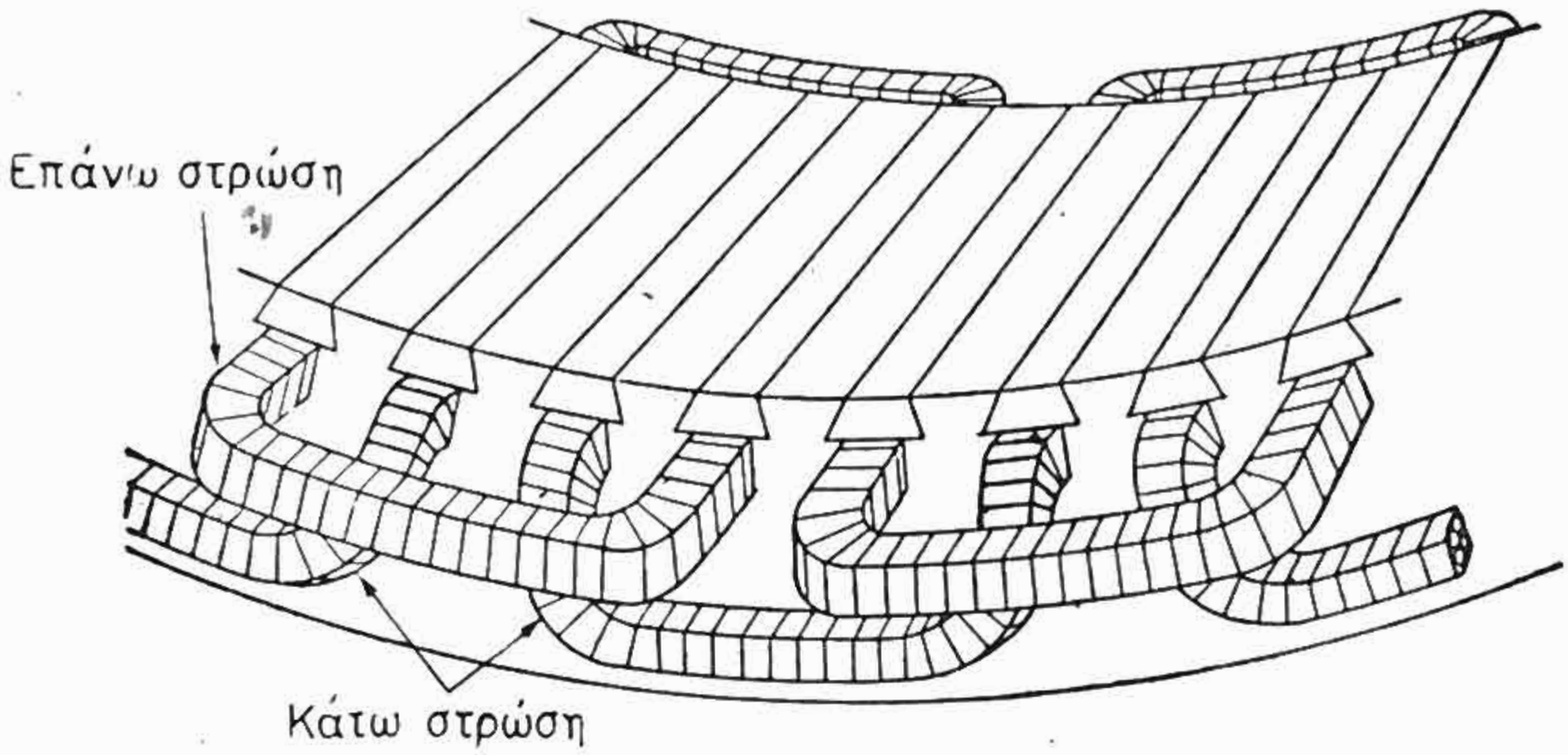
Στο διφασικό τύλιγμα του σχήματος 6.9α οι ομάδες του επάνω και



Σχ. 6.9α.
Αλυσωτό μονοφασικό τύλιγμα.



Σχ. 6.9β.
Αλυσωτό τριφασικό τύλιγμα.



Σχ. 6.9γ.
Τύλιγμα με δυο επίπεδα μετωπικών συνδέσεων.

κάτω επιπέδου απέχουν κατά 90°. Τα τυλίγματα των φάσεων σχηματίζονται, αν συνδέσομε τις ομάδες κάθε επιπέδου σε σειρά.

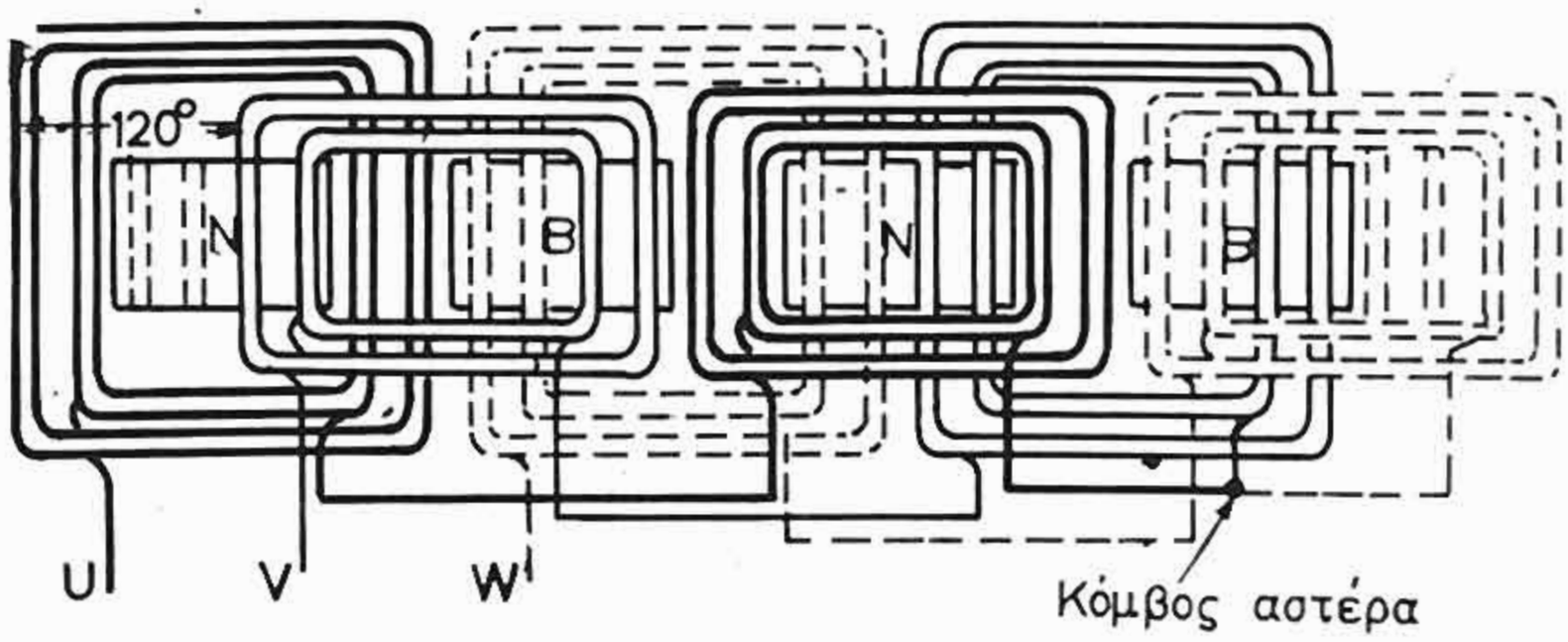
Στο τριφασικό τύλιγμα του σχήματος 6.9β οι τρεις συνδετικοί αγωγοί της γραμμής εκκινούν από τις αρχές τριών γειτονικών ομάδων, που απέχουν μεταξύ τους κατά 120°. Παρατηρούμε ότι κάθε φάση αποτελείται από μία μεγάλη και μία μικρή ομάδα, δηλαδή μία ομάδα στην επάνω σειρά και μία στην κάτω σειρά. Αν και τα μέσα μήκη των σπειρών των δύο επιπέδων είναι διαφορετικά, τότε, επειδή οι τρεις φάσεις είναι πανομοιότυπες και με το ίδιο συνολικό μήκος αγωγών, τα τρία τυλίγματα φάσεων έχουν την ίδια αντίσταση.

6.10 Καλαθοτυλίγματα.

Επειδή τα τυλίγματα, που έχουν μόνο μία ομάδα σε κάθε ζεύγος πόλων και φάση, παρουσιάζουν τα μειονεκτήματα που αναφέραμε παραπάνω, γι᾽ αυτό κάθε ομάδα του αλυσωτού τυλίγματος μπορεί να αντικατασταθεί με δύο ή περισσότερες ομάδες με διαφορετικά βήματα έτσι, ώστε η μία ομάδα να τοποθετηθεί μέσα στην άλλη (σχ. 6.10).

Οι ομοαξονικές ομάδες συνδέονται κατόπιν σε σειρά και σχηματίζουν συγκροτήματα και τα συγκροτήματα συνδέονται όπως οι ομάδες στα αλυσοτυλίγματα.

Τα πλεονεκτήματα των αλυσοτυλιγμάτων ή καλαθοτυλιγμάτων είναι ότι έχομε λιγότερες διασταυρώσεις των αγωγών σε μετωπικές συνδέσεις από τα βροχοτυλίγματα. Επειδή εύκολα μπορεί να διατεθεί μεγάλος χώρος μεταξύ των στοιχείων του τυλίγματος, ο τύπος αυτός τυλίγματος είναι πολύ κατάλληλος για μηχανές



Σχ. Σχ. 6.10.
Τριφασικό καλαθοτύλιγμα.

υψηλής τάσεως και χρησιμοποιείται πολύ στους μικρούς εναλλακτήρες υψηλής τάσεως και χαμηλού αριθμού στροφών. Εντούτοις, επειδή συνεχώς επεκτείνεται η χρήση των ταχυστρόφων ατμοστροβίλων, η χρήση βροχοτυλιγμάτων με δύο στρώσεις κρίνεται καταλληλότερη και γι' αυτές τις μηχανές.

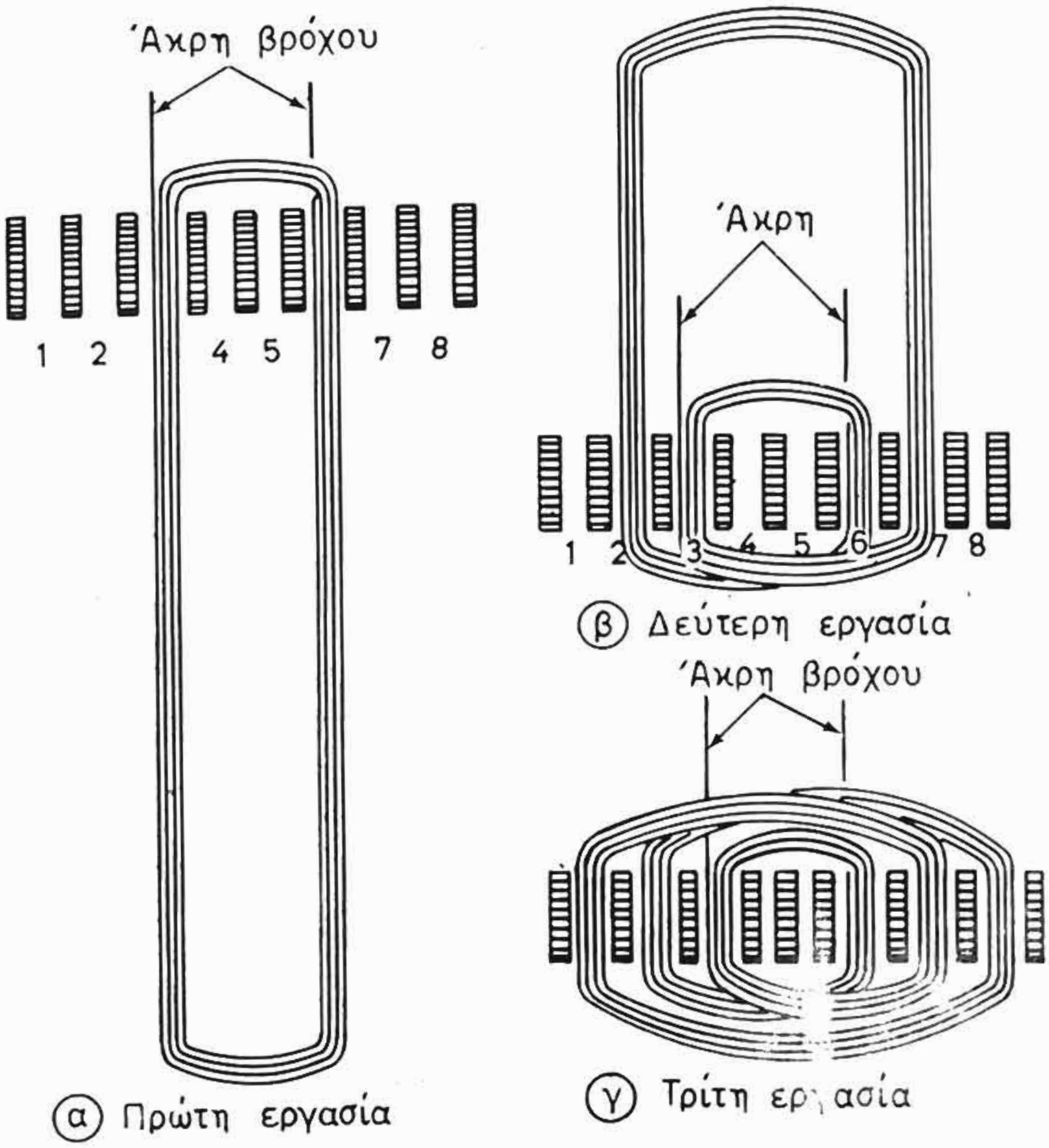
6.11 Τοποθέτηση των ομάδων μέσα στις οδοντώσεις.

α) Τυλίγματα στατών μονοφασικών κινητήρων.

- ***Στα κατανεμημένα τυλίγματα,*** οι ομάδες τοποθετούνται μέσα στις οδοντώσεις, όπως και τα χειροποίητα τυλίγματα των στατών των μονοφασικών κινητήρων (§ 6.3).
- ***Στα τυλίγματα τύπου κουβαριού,*** η ομάδα αρχικά κατασκευάζεται αρκετά μεγάλη, για να μπορέσει να περιτυλιχθεί σε όλες τις οδοντώσεις, από τις οποίες πρέπει να διέλθει, ώστε να συμπληρώσει ολόκληρο το συγκρότημα του πόλου. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι πολλοί αγωγοί μπορεί να τοποθετηθούν μέσα στην οδόντωση ταυτόχρονα.

Αφού κατασκευάσομε τη μεγάλη ομάδα στο καλούπι της, ακολουθούμε την ακόλουθη σειρά εργασιών για να περιτυλίξομε το τύλιγμα:

1) Τοποθετούμε τις δύο πλευρές της μεγάλης ομάδας στις οδοντώσεις, που έχουν το μικρότερο βήμα [3 και 6, σχ. 6.11α(α)].
2) Κάμπτομε τη μισή ομάδα προς τη μία κατεύθυνση και τοποθετούμε τα ελεύθερα άκρα της μέσα στις οδοντώσεις του επόμενου μεγαλύτερου βήματος [2 και 7, σχ. 6.11α(β)].
3) Κάμπτομε πάλι τη μισή ομάδα προς την αντίθετη κατεύθυνση και τοποθετούμε τα ελεύθερα άκρα της μέσα στις οδοντώσεις του επόμενου μεγαλύτερου βήματος [1 και 8, σχ. 6.11α(γ)].
4) Τοποθετούμε τις σφήνες.



Σχ. 6.11α.
Τοποθέτηση ομοκεντρικού τυλίγματος τύπου κουβαριού στις οδοντώσεις του στάτη.

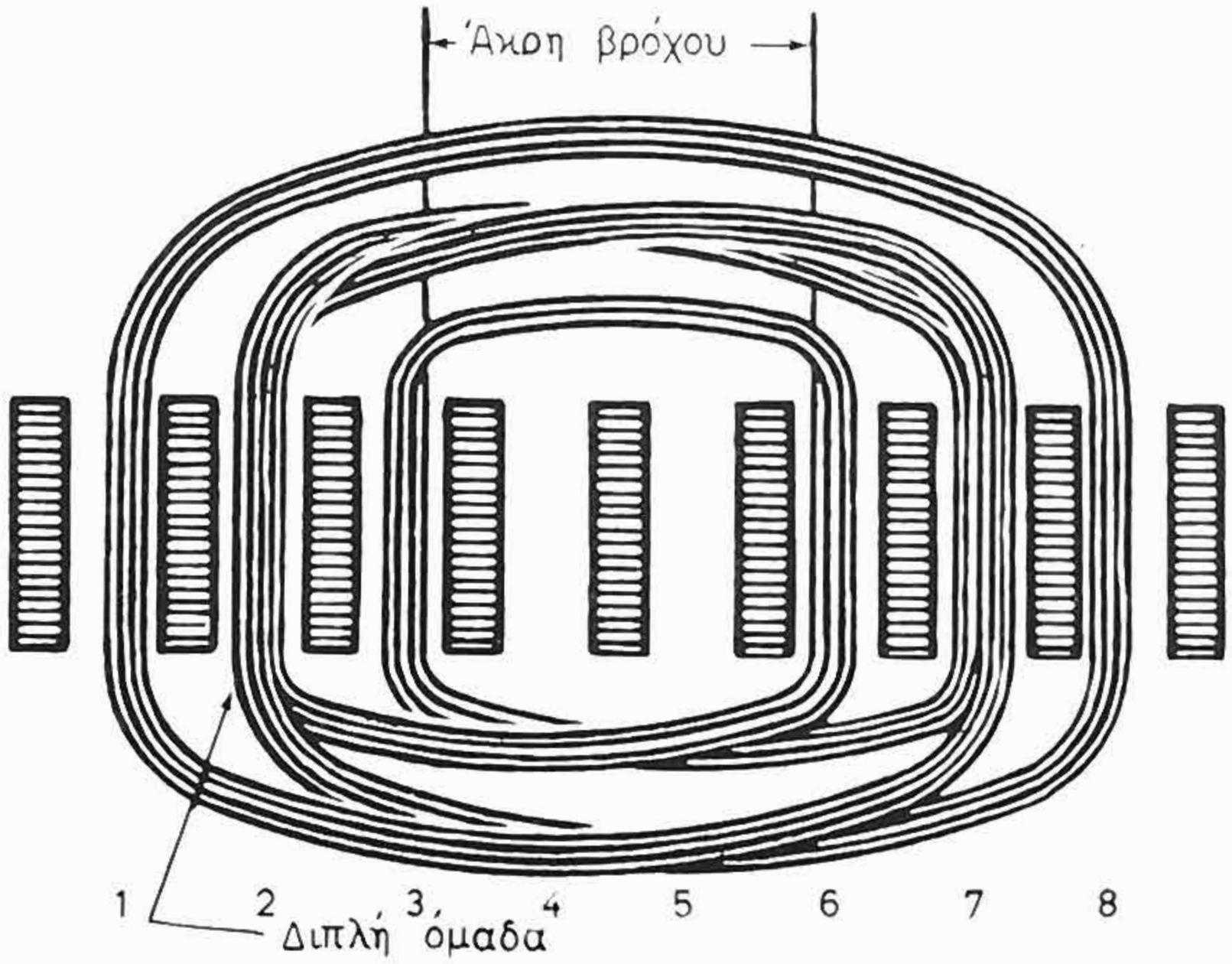
5) Προχωρούμε στον επόμενο πόλο με τον ίδιο τρόπο και περιτυλίγομε όλους τους πόλους της μηχανής.
6) Όταν τύλιγμα τύπου κουβαριού τοποθετείται στις ίδιες οδοντώσεις 2 ή 3 φορές, ακολουθούμε τον ίδιο τρόπο εργασίας με τον παραπάνω, εκτός αν τοποθετούνται διπλές ή τριπλές ομάδες στις οδοντώσεις, όπως δείχνει το σχήμα 6.11β.

Στο σχήμα 6.11γ φαίνεται τύλιγμα αυτού του είδους τετραπολικού μονοφασικού κινητήρα.

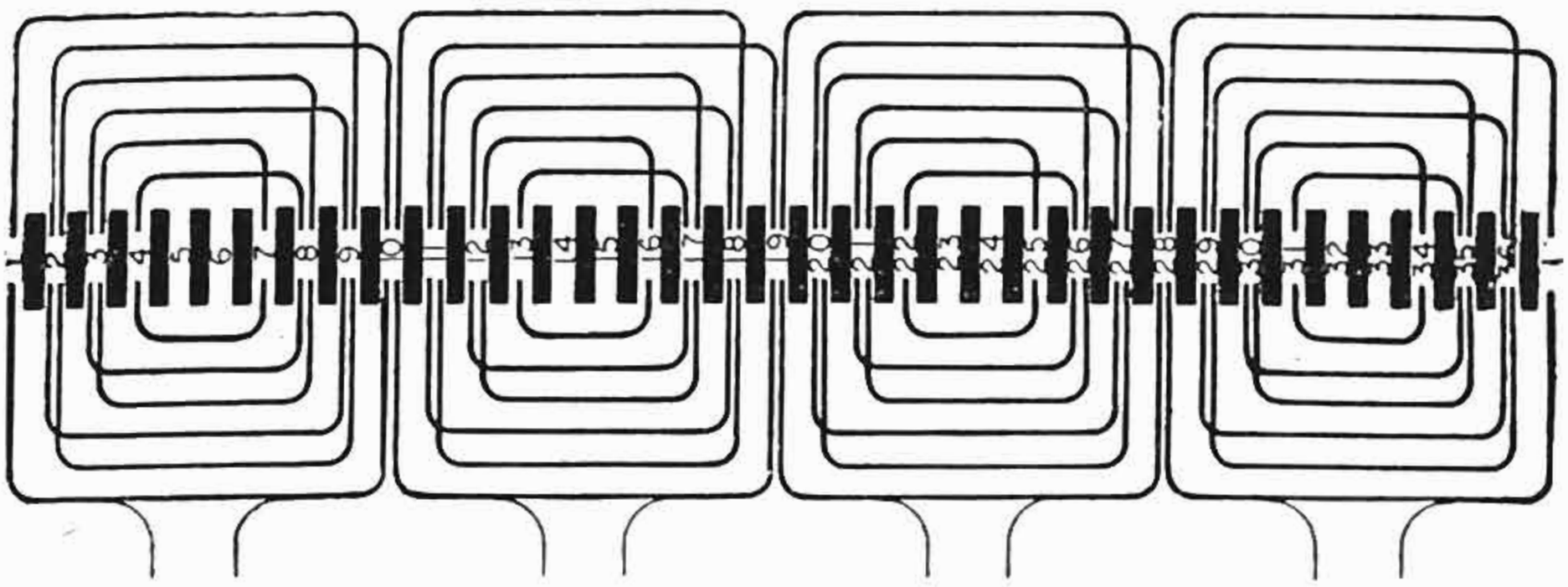
Εδώ τα άκρα της ομάδας κάμπτονται πρώτα κατά τη μία και μετά κατά την άλλη κατεύθυνση, έως ότου συμπληρωθεί όλο το τύλιγμα του πόλου. Αν δεν γίνει αυτό, η ομάδα θα στρεβλωθεί και θα είναι πολύ δύσκολο να τυλιχθεί.

Ο τύπος αυτός του τυλίγματος κουβαριού μπορεί να τοποθετηθεί στον πυρήνα του στάτη πολύ ευκολότερα από τους άλλους τύπους.

Μερικοί μικροί μονοφασικοί κινητήρες έχουν μόνο ένα τύλιγμα

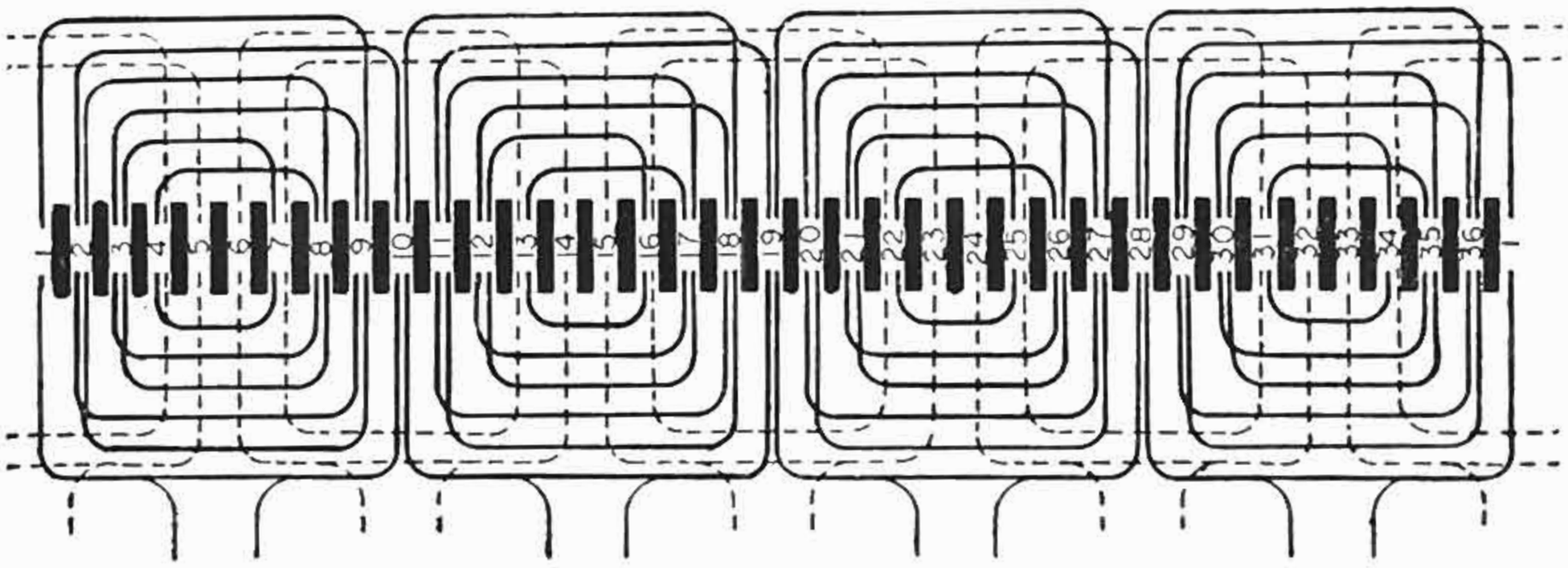


Σχ. 6.11β.
Τύλιγμα τύπου κουβαριού με δυο ομάδες στο κέντρο.

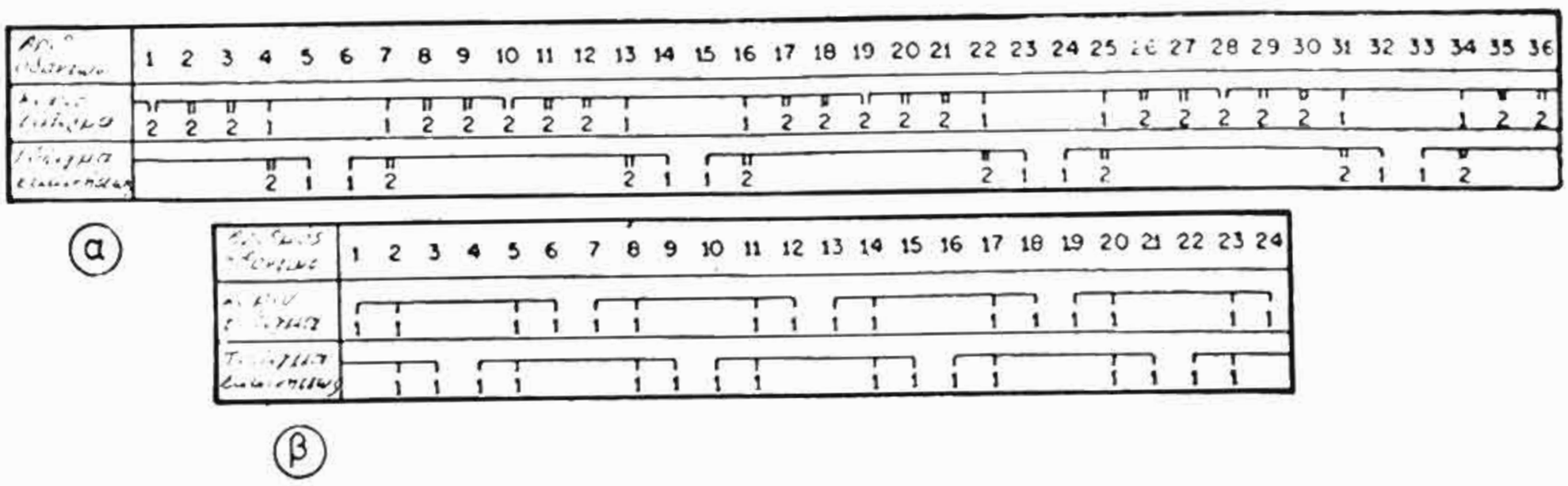


Σχ. 6.11γ.

στάτη, ενώ οι μονοφασικοί κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα έχουν δύο τυλίγματα. Το ένα είναι γνωστό ως ***κύριο τύλιγμα*** και το άλλο ως ***τύλιγμα εκκινήσεως.*** Τα δύο αυτά τυλίγματα τοποθετούνται στο στάτη με απόκλιση 90° ηλεκτρικές. Τύλιγμα αυτού του είδους φαίνεται στο σχήμα 6.11δ. Το τύλιγμα αποτελείται από δύο τυλίγματα ομοκεντρικά τύπου κουβαριού. Το κύριο τύλιγμα φαίνεται με πλήρη γραμμή και είναι ακριβώς όμοιο με το τύλιγμα του σχήματος 6.11γ. Το τύλιγμα εκκινήσεως, που λέγεται και ***βοηθητικό*** τύλιγμα, παριστάνεται με διακοπτόμενες γραμμές. Οι πλευρές των ομάδων κατανέμονται μέσα στις οδοντώσεις σύμφωνα προς το διάγραμμα του σχήματος 6.11ε(α). Οι αριθμοί 2 και 1 της μεσαίας και κάτω



Σχ. 6.11δ.



Σχ. 6.11ε.

Κατανομή των ομάδων στις οδοντώσεις μονοφασικού κινητήρα.

γραμμής δηλώνουν πόσες φορές τα στοιχεία των ομάδων διέρχονται από το αντίστοιχο λούκι. Η διάταξη αυτή είναι πολύ συνηθισμένη για 4πολικό τύλιγμα με 36 λούκια, γιατί και τα δύο τυλίγματα είναι κατανεμημένα. Για τύμπανο 24 οδοντώσεων οι ομάδες μπορούν να κατανεμηθούν όπως δείχνει το σχήμα 6.11ε(β). Δύο τυλίγματα χειροποίητα ή κατασκευασμένα με καλούπι, μπορεί να τοποθετηθούν και να κατανεμηθούν μέσα στις οδοντώσεις του στάτη, όπως δείχνει το σχήμα 6.11ε.

Τα σχήματα 6.11β και 6.11δ δείχνουν την κατανομή των στοιχείων στις οδοντώσεις ορισμένων μονοφασικών κινητήρων.

β) Τυλίγματα στατών πολυφασικών κινητήρων.

Και εδώ εφαρμόζεται ο τρόπος της § 5.25 (α και β) για ημίκλειστες και ανοικτές οδοντώσεις, με μία μόνη διαφορά:

Επειδή υπάρχει περιορισμένος χώρος στο εσωτερικό μέρος του στάτη, τα πρώτα στοιχεία των ομάδων δεν μπορούν να τοποθετηθούν μέσα στο στάτη. Ακολουθείται η εξής σειρά εργασιών για την περιέλιξη του τυλίγματος:

1) Τοποθετούνται τα πρώτα στοιχεία των ομάδων μέσα σε ο-

δοντώσεις, των οποίων ο αριθμός υπερβαίνει κατά 1 ή 2 οδοντώσεις το βήμα μιας ομάδας.

2) Τοποθετείται μονωτική λωρίδα πάχους 0,5 mm, με πλάτος μεγαλύτερο από το πλάτος της οδοντώσεως κατά 6 mm και μήκος μεγαλύτερο από το μήκος της οδοντώσεως κατά 25 mm, στο επάνω μέρος του πρώτου στοιχείου, στο οποίο πρέπει να τοποθετηθεί το δεύτερο στοιχείο μιας άλλης ομάδας, που απέχει μερικές οδοντώσεις [ανάλογα με το βήμα της οδοντώσεως, § 5.26(α, 4)].
3) Τοποθετείται το δεύτερο στοιχείο μιας ομάδας (ανάλογα με το βήμα του τυλίγματος) μέσα στην κατάλληλη οδόντωση και στο επάνω μέρος της μονώσεως.
4) Τοποθετείται το πρώτο στοιχείο μιας νέας ομάδας στην οδόντωση τη γειτονική με εκείνη, στην οποία προηγούμενα έχει τοποθετηθεί το δεύτερο στοιχείο μιας ομάδας και επαναλαμβάνονται οι παραπάνω εργασίες 2 και 3.
5) Συνεχίζεται η περιέλιξη του τυλίγματος και ακολουθούν οι εργασίες 2, 3 και 4, έως ότου ολόκληρο το τύλιγμα του στάτη περιελιχθεί.
6) Αναδιπλώνονται προς τα μέσα όλες οι μονωτικές λωρίδες (πρεσπάν) των οδοντώσεων, όπως περιγράφεται στην § 5.10(5).
7) Τοποθετούνται οι σφήνες, όπως περιγράφεται στην § 5.13(α).
8) Στις ανοικτές οδοντώσεις, που χρησιμοποιούνται ομάδες μονωμένες με μονωτική ταινία, δεν χρειάζεται να τοποθετήσομε μονωτικές λωρίδες μεταξύ των στοιχείων.

6.12 Συνδέσεις.

Οι συνδέσεις των αγωγών πρέπει να γίνονται στέρεες, να παρουσιάζουν μηχανική αντοχή και να μονώνονται κανονικά. Αν πολύκλωνοι αγωγοί συνδέονται με άλλους συμπαγείς, τότε κανένα συρματίδιο του πολύκλωνου αγωγού δεν πρέπει να μείνει ασύνδετο ή κομμένο κοντά στη σύνδεση. Όλα τα συρματίδια του πολύκλωνου αγωγού πρέπει να ενωθούν σε συμπαγή σύνδεση, για να αυξηθεί η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση του αγωγού. Τα κυκλώματα συνδεσμολογίας των τυλιγμάτων περιέχονται στο κεφάλαιο 9.

1) ***Αλληλοσύνδεση των ομάδων.*** Ο τρόπος της συνδέσεως των ομάδων περιγράφεται στο κεφάλαιο 8 (§ 8.8 και 8.9).
2) ***Σύνδεση με τους εσωτερικούς διακόπτες.*** Ορισμένοι εσωτερικοί διακόπτες πωλούνται μαζί με τους συσφιγκτικούς τους κοχλίες. Όταν συνδέομε τα τυλίγματα με τους κοχλίες αυτούς, θα πρέπει να βεβαιωνόμαστε ότι τα άκρα των συρμάτων κά-

μπτονται γύρω από τους κοχλίες αυτούς κατά τη διεύθυνση κατά την οποία κοχλιώνεται ο κοχλίας και ότι οι κοχλίες έχουν κοχλιωθεί (βιδωθεί) σφικτά όσο είναι δυνατόν, χωρίς να φύγουν τα άκρα των συρμάτων που σφίγγουν. Κατά τη σύνδεση των άκρων των τυλιγμάτων με τους ακροδέκτες της μηχανής χρησιμοποιούμε το διάγραμμα της συνδεσμολογίας, που είχε η μηχανή, πριν την αποσυνδέσομε.

6.13 Δοκιμή του τυλίγματος.

Μετά την εργασία περιελίξεως πρέπει να ελεγχθεί ο στάτης για βραχυκυκλώματα, διακοπές ή γειώσεις. Αν τηρηθούν όλοι οι κανόνες κατά την περιέλιξη τυλίγματος, η πιθανότητα της βλάβης θα μειωθεί στο ελάχιστο. Στην § 8.5 περιγράφεται ο τρόπος ελέγχου του τυλίγματος. Αφού τελειώσει και ο έλεγχος του τυλίγματος, προχωρούμε στο βερνίκωμα και φούρνισμά του (§ 8.11).

6.14 Μετατροπή των τυλιγμάτων του στάτη σε μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος.

Καμιά φορά ζητείται ένα τύλιγμα στάτη μηχανής εναλλασσόμενου ρεύματος να μετατραπεί σε τύλιγμα, το οποίο λειτουργεί με διαφορετική τάση και διαφορετική ταχύτητα ή συχνότητα. Όταν γίνει μία παρόμοια αλλαγή, οι ***αμπεραγωγοί σε κάθε οδόντωση*** (αμπέρ ανά αγωγό επί τον αριθμό των αγωγών κάθε οδοντώσεως) και η ***μαγνητική επαγωγή στο διάκενο τυμπάνου και στάτη*** δεν πρέπει να μεταβληθούν.

Πρώτη περίπτωση. Αλλαγή στην τάση.

Αν τύλιγμα στάτη πρόκειται να τροποποιηθεί για να εργασθεί σε άλλη τάση, η ροή ανά πόλο δεν αλλάζει, επειδή δεν αλλάζει ο αριθμός των πόλων της μηχανής. Αν λύσομε την εξίσωση (17) ως προς Φ, έχομε:

$$\Phi = \frac{10^8 \,.\, E\varphi}{4{,}44 \,.\, f \,.\, z \,.\, K_1 \,.\, K_2}$$

όπου: τα Φ, f, K_1 και K_2 παραμένουν σταθερά. Τότε:

$$\frac{10^8 \,.\, E_2}{4{,}44 \,.\, f \,.\, z_2 \,.\, K_1 \,.\, K_2} = \frac{10^8 \,.\, E_1}{4{,}44 \,.\, f \,.\, z_1 \,.\, K_1 \,.\, K_2} \quad \text{ή}$$

$$\frac{E_2}{z_2} = \frac{E_1}{z_1} \quad \text{και} \quad \frac{z_2}{z_1} = \frac{E_2}{E_1}$$

Από τη σχέση αυτή βλέπομε ότι αύξηση στην τάση της μηχανής απαιτεί και αντίστοιχη αύξηση στον αριθμό σπειρών κάθε φάσεως. Για να τοποθετήσομε όμως περισσότερους αγωγούς στην ίδια οδόντωση πρέπει να μειώσομε αντίστοιχα το μέγεθος του σύρματος. Δηλαδή το μέγεθος του σύρματος πρέπει να μεταβάλλεται αντίστροφα σε σχέση με τον αριθμό των σπειρών του τυλίγματος. Επομένως πρέπει να ισχύει η σχέση:

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{z_1}{z_2}$$

όπου: S_1, S_2 οι διατομές των συρμάτων και
z_1, z_2 οι αντίστοιχες σπείρες των τυλιγμάτων

Παράδειγμα.

Κάθε φάση τριφασικού αμερικανικού κινητήρα 440 V, με το τύλιγμα συνδεόμενο κατ' αστέρα και με τα συγκροτήματα σε σειρά, έχει 480 σπείρες χάλκινου σύρματος διαμέτρου 10/10 = 1 mm. Η περιέλιξη του κινητήρα πρόκειται να τροποποιηθεί, ώστε ο κινητήρας να λειτουργεί σε δίκτυο 660 V κατ' αστέρα ή 380/660 V. Να υπολογισθεί ο αριθμός των σπειρών του νέου τυλίγματος ανά φάση και η διατομή του χάλκινου σύρματος περιελίξεως, που θα χρησιμοποιήσομε.

Λύση: Από τη σχέση $\frac{z_2}{z_1} = \frac{E_2}{E_1}$ έχομε:

$$\frac{z_2}{480} = \frac{660}{440}$$

ή $$z_2 = 480 \times \frac{660}{440} = 720 \text{ σπείρες ανά φάση}$$

Διατομή σύρματος διαμέτρου 1 mm $S_1 = \frac{\pi d^2}{4} = 0{,}785 \text{ mm}^2$

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{z_1}{z_2} \quad \text{και} \quad S_2 = S_1 \frac{z_1}{z_2} = 0{,}785 \times \frac{480}{720} = 0{,}518 \text{ mm}^2$$

και η διάμετρος του νέου σύρματος περιελίξεως θα είναι:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \,.\, S_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0{,}518}{3{,}14}} = 0{,}81 \text{ mm ή } \frac{8}{10} \text{ mm}$$

Το βήμα της νέας περιελίξεως παραμένει το ίδιο με το παλιό. Αν η διατομή του σύρματος που θα χρησιμοποιήσομε είναι μεγάλη, ώστε να είναι δύσκολη η κάμψη του, τότε χρησιμοποιούμε δύο ή 3 σύρματα της ίδιας διατομής παράλληλα.

Δεύτερη περίπτωση. Αλλαγή στην ταχύτητα.

Για να γίνει αλλαγή της περιελίξεως σε κινητήρα, ώστε να λειτουργεί με άλλες στροφές, πρέπει οπωσδήποτε να αλλάξομε τον αριθμό των πόλων του κινητήρα. Για να κρατήσομε την ίδια ροή στο διάκενο αέρα μεταξύ στάτη και τυμπάνου, πρέπει το γινόμενο $\Phi_2 \cdot \rho_2$ να ισούται με το $\Phi_1 \cdot \rho_1$.

Όταν το κλασματικό βήμα δεν αλλάζει, οι συντελεστές K_1 και K_2 παραμένουν πρακτικά ίσοι, οπότε ισχύει η σχέση:

$$\Phi_2 \cdot \rho_2 = \Phi_1 \cdot \rho_1 \qquad \text{και επειδή} \qquad \Phi = \frac{10^8 \cdot E}{4{,}44 \cdot f \cdot z \cdot K_1 \cdot K_2}$$

$$\frac{10^8\, E \cdot \rho^2}{4{,}44 \cdot f \cdot z_2 \cdot K_1 \cdot K_2} = \frac{10^8 \cdot E \cdot \rho^1}{4{,}44 \cdot f \cdot z_1 \cdot K_1 \cdot K_2} \qquad \text{ή} \qquad \frac{\rho_2}{z_2} = \frac{\rho_1}{z_1}$$

και αν αντιμεταθέσομε τους όρους της αναλογίας έχομε:

$$\frac{z_2}{z_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

Όταν γίνεται αλλαγή του αριθμού των πόλων του τυλίγματος, πρέπει να υπολογισθεί η μαγνητική επαγωγή στον πυρήνα, ώστε να μην υπερβεί τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή της, που είναι 14000 γραμμές ανά τετραγωνικό εκατοστό (cm^2). Αν η μαγνητική επαγωγή του πυρήνα υπερβαίνει την τιμή αυτή, η ροή ανά πόλο πρέπει να μειωθεί. Ο τρόπος, με τον οποίο μειώνομε τη μαγνητική ροή ανά πόλο θα εξετασθεί αργότερα.

Παράδειγμα.

Τύλιγμα 6πολικής μηχανής έχει 480 σπείρες ανά φάση από χάλκινο σύρμα διατομής $S_1 = 0{,}82\ mm^2$. Το τύλιγμα συνδέεται κατ' αστέρα με τα συγκροτήματα σε σειρά και παράγει 440 V. Να υπολογισθούν οι σπείρες ανά φάση και το μέγεθος του νέου σύρματος, αν το τύλιγμα του στάτη πρόκειται να μετατραπεί σε 4πολικό.

Δίνονται: $S_1 = 0{,}82\ mm^2$, $z_1 = 480$ σπείρες, $\rho_1 = 3$ και $\rho_2 = 2$. Ζητούνται S_2 και z_2.

Λύση: $\frac{z_2}{z_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$ ή $\frac{z_2}{480} = \frac{2}{3}$

και $z_2 = \frac{2}{3} \times 480 = 320$ σπείρες

και από τη σχέση:

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{z_1}{z_2} \text{ και } S_2 = \frac{z_1}{z_2} \times S_1 = \frac{480}{320} \times 0{,}82 = 1{,}23 \text{ mm}^2$$

Θα χρησιμοποιήσομε σύρμα διαμέτρου:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \,.\, S_2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1{,}23}{3{,}14}} = 1{,}25 \text{ mm}$$

Τρίτη περίπτωση. Αλλαγή στη συχνότητα.

Όταν αλλάζομε το τύλιγμα του στάτη μηχανής για να εργασθεί σε άλλη συχνότητα ρεύματος, οι στροφές της μηχανής αλλάζουν, αν δεν αλλάξει ο αριθμός των ζευγών των πόλων της. Για να κρατήσομε σταθερό τον αριθμό στροφών, πρέπει οπωσδήποτε να αλλάξομε και τον αριθμό των πόλων της μηχανής.

Αν δεν αλλάξει ο αριθμός των πόλων, από την εξίσωση (17) προκύπτει:

$$f_1 \,.\, z_1 = f_2 \,.\, z_2 \quad \text{ή} \quad \frac{z_2}{z_1} = \frac{f_1}{f_2}$$

δηλαδή ο αριθμός των απαιτουμένων σπειρών μεταβάλλεται αντίστροφα προς τη συχνότητα.

Αν κρατήσομε σταθερό τον αριθμό στροφών της μηχανής μεταβάλλοντας τον αριθμό των πόλων της και διατηρήσομε σταθερή και τη μαγνητική ροή, πράγμα που είναι βασικό, τότε πρέπει να ισχύει η σχέση $\Phi_2 \,.\, \rho_2 = \Phi_1 \,.\, \rho_1$. Αν χρησιμοποιήσομε το ίδιο κλασματικό βήμα του τυλίγματος, τότε και οι συντελεστές K_1 και K_2 παραμένουν σταθεροί, οπότε θα έχομε:

$$\Phi_1 \,.\, \rho_1 = \Phi_2 \,.\, \rho_2 \qquad \text{ή}$$

$$\frac{10^8 \,.\, E \,.\, \rho_2}{4{,}44 \,.\, F_2 \,.\, z_2 \,.\, K_1 \,.\, K_2} = \frac{10^8 \,.\, E \,.\, \rho_1}{4{,}44 \,.\, f_1 \,.\, z_1 \,.\, K_1 \,.\, K_2} \text{ ή } \frac{\rho_2}{f_2 \,.\, z_2} = \frac{\rho_1}{f_1 \,.\, z_1} \quad (19)$$

Από τον τύπο του σύγχρονου αριθμού στροφών $n = \frac{60 \,.\, f}{p}$

φαίνεται ότι, όταν οι στροφές διατηρούνται σταθερές, θα ισχύει η σχέση:

$$n_1 = n_2 \qquad \text{ή} \qquad \frac{60\, f_1}{\rho_1} = \frac{60\, f_2}{\rho_2} \qquad \text{ή} \qquad \frac{f_1}{\rho_1} = \frac{f_2}{\rho_2}$$

Αν αντικαταστήσομε στη σχέση (19), προκύπτει ότι $z_2 = z_1$. Στην προκειμένη περίπτωση δεν χρειάζεται να γίνει καμιά αλλαγή στον αριθμό σπειρών ή στο μέγεθος του σύρματος. Ασφαλώς όμως θα χρειασθεί να γίνει νέο τύλιγμα στάτη με νέα σύνδεση και άλλο βήμα τυλίγματος, οπότε ο συντελεστής K_2 αλλάζει. Στην περίπτωση αυτή η εξίσωση (17) πρέπει να διατυπωθεί ως:

$$z_2 \,.\, K_2 = z_1 \,.\, K_1$$

Για να καθορισθεί το νέο μέγεθος σύρματος εφαρμόζεται η σχέση:

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{z_1}{z_2}$$

Πολλές φορές το τύλιγμα του στάτη επαγωγικού κινητήρα υπερθερμαίνεται, όταν ο κινητήρας λειτουργεί με το κανονικό του φορτίο. Αυτό σημαίνει ότι το τύλιγμα δεν είναι κανονικά τυλιγμένο. Πιθανόν ο τεχνίτης, όταν αφαίρεσε το τύλιγμα του στάτη, να μην κατάγραψε σωστά τα στοιχεία του τυλίγματος ή να τα έχασε ή το τύλιγμα του στάτη έπρεπε να περιτυλιχθεί για μικρότερο αριθμό πόλων, οπότε για την ίδια μαγνητική ροή διάκενου, η μαγνητική επαγωγή του πυρήνα θα είναι πολύ μεγάλη. Στις περιπτώσεις αυτές συνήθως πρέπει να καθορισθεί, από τις διαστάσεις του πυρήνα του στάτη, ο αριθμός των σπειρών και η διατομή του σύρματος που θα χρειασθεί. Η μέθοδος αυτή του υπολογισμού περιγράφεται στο επόμενο παράδειγμα.

Παράδειγμα.

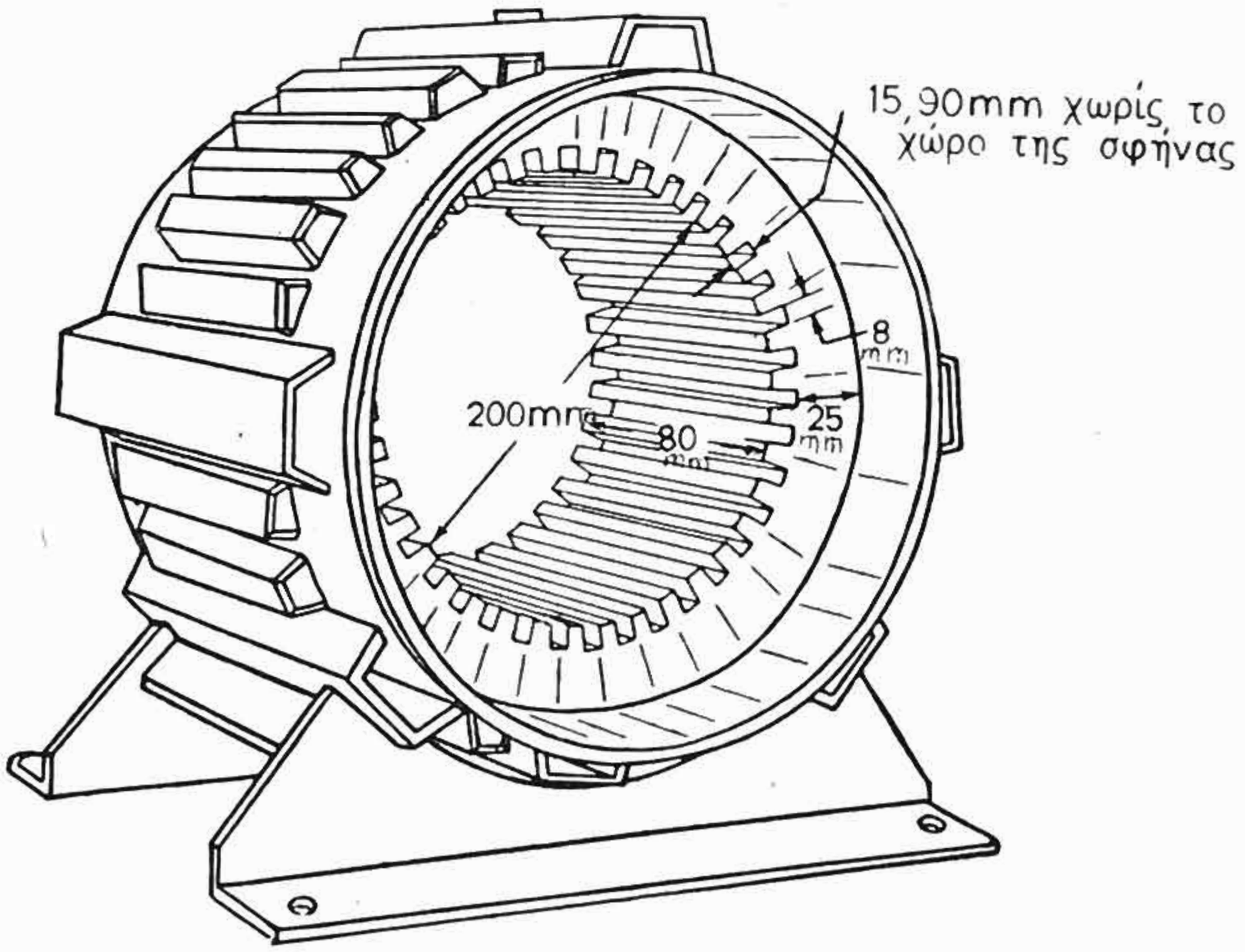
Ο στάτης του κινητήρα του σχήματος 6.14α με 36 οδοντώσεις πρόκειται να περιτυλιχθεί με τύλιγμα αστέρα με τα συγκροτήματα σε σειρά για να λειτουργεί σε δίκτυο 50 περιόδων, 380 V με τύλιγμα 6πολικό. Ο πίνακας 6.14.1 δίνει τη μέγιστη μαγνητική επαγωγή στα διάφορα σημεία του στάτη. Από τον πίνακα αυτό βλέπομε ότι η μαγνητική επαγωγή στο διάκενο στάτη και δρομέα δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 5450 μαγνητικές γραμμές ανά τετραγωνικό εκατοστό. Η ροή ανά πόλο σε ένα στάτη υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\Phi = \frac{\pi \cdot D \cdot l \cdot B}{2\ \rho} \qquad (20)$$

όπου: D είναι η εσωτερική διάμετρος του πυρήνα
l το καθαρό μήκος πυρήνα
B η μαγνητική επαγωγή στο διάκενο πυρήνα και
2ρ ο αριθμός των πόλων

Για το παράδειγμά μας:

$$\Phi = \frac{3{,}14 \times 20 \times 8 \times 5450}{6} = 456\,330 \text{ μαγνητικές γραμμές}$$



Σχ. 6.14α.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.14.1

Τιμές μέγιστης επιτρεπόμενης μαγνητικής επαγωγής του πυρήνα του στάτη των επαγωγικών μηχανών

Σημεία πυρήνα	Μαγνητική επαγωγή B σε γραμμές ανά cm^2
Διάκενο πυρήνα	5450
Πυρήνας στάτη	14000
Οδοντώσεις στάτη	14750

Η ροή που προέκυψε είναι κατάλληλη με πρώτη ματιά για το διάκενο πυρήνα, αλλά πιθανό να δημιουργήσει μεγάλη μαγνητική επαγωγή στον πυρήνα. Γι' αυτό πρέπει να υπολογισθεί η μαγνητική επαγωγή του πυρήνα και, αν υπερβαίνει την επιτρεπόμενη τιμή του πίνακα 6.14.1, τότε πρέπει να μειωθεί η ροή ανά πόλο.

Η διατομή του πυρήνα του στάτη είναι $8 \times 2,5 = 20\ cm^2$ και δέχεται τη μισή ροή του πόλου, δηλαδή $\frac{456\,330}{2} = 228\,165$ μαγνητικές γραμμές, οπότε η μαγνητική επαγωγή του πυρήνα είναι $B = \frac{228\,165}{20} = 11\,408$ μαγνητικές γραμμές ανά cm^2. Η τιμή αυτή δεν υπερβαίνει την επιτρεπόμενη τιμή του πίνακα.

Η τάση ανά φάση είναι $E\varphi = \frac{380}{1,73} = 220\ V.$

Το ακέραιο βήμα του τυλίγματος θα είναι ίσο με το πολικό βήμα:

$$\Psi_\rho = \frac{S}{2\ \rho} = \frac{36}{6} = 6 \text{ οδοντώσεις}$$

Αν χρησιμοποιήσομε βήμα 5, ο συντελεστής K_2 θα γίνει:

$$K_2 = \eta\mu \frac{1}{2} \times \frac{5}{6} \times 180^\circ = \eta\mu\ 75^\circ = 0,966$$

Ο αριθμός των συγκροτημάτων κάθε φάσεως είναι ίσος με τον αριθμό των πόλων. Επομένως θα υπάρχουν συνολικά 18 συγκροτήματα με δύο ομάδες σε κάθε συγκρότημα. Από τον πίνακα 6.8.1 για τριφασικό τύλιγμα με δύο ομάδες σε κάθε συγκρότημα προκύπτει τιμή του συντελεστή κατανομής του τυλίγματος $K_1 = 0,966$.

Ο αριθμός των σπειρών ανά φάση προκύπτει από την εξίσωση:

$$z = \frac{10^8 \cdot E\varphi}{4,44 \cdot \Phi \cdot f \cdot K_1 \cdot K_2} = \frac{10^8 \times 220}{4,44 \times 456\,330 \times 50 \times 0,966 \times 0,966} = 230 \text{ σπείρες}$$

Επειδή υπάρχουν 2 αγωγοί σε κάθε σπείρα και 3 φάσεις, ο ολικός αριθμός των αγωγών είναι $230 \times 2 \times 3 = 1380$ και ο αριθμός των αγωγών ανά οδόντωση $\frac{1380}{36} = 38,33$. Λαμβάνομε τον πλησιέστερο και μεγαλύτερο άρτιο αριθμό, που είναι ο 40. Με τον αριθμό αυτό αγωγών ανά οδόντωση προκύπτει μαγνητική επαγωγή διάκενου πυρήνα λίγο μικρότερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή.

Πρέπει να χρησιμοποιηθεί άρτιος αριθμός αγωγών, για να έχουν τα άνω και κάτω στοιχεία από ίσο αριθμό αγωγών, ο οποίος στην προκειμένη περίπτωση είναι 20. Άρα κάθε ομάδα θα περιλαμβάνει 20 σπείρες. Πριν υπολογίσομε τη διατομή του σύρματος, πρέπει να υπολογίσομε πρώτα το χώρο, που θα καταλάβει κάθε ομάδα και η μόνωση της οδοντώσεως.

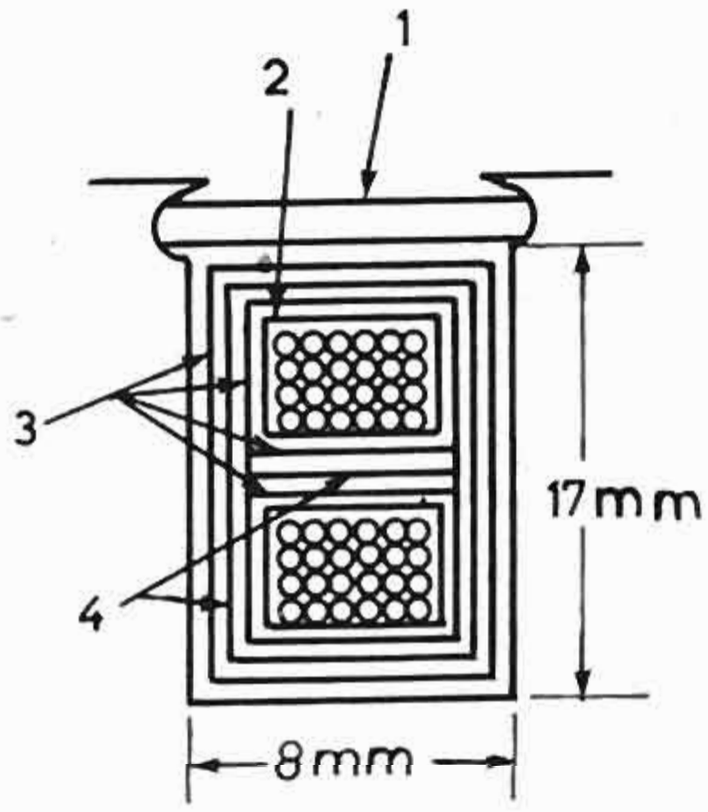
Ένας τρόπος μονώσεως για μηχανή αυτού του μεγέθους και τάσεως φαίνεται στο σχήμα 6.14β. Το πλάτος της οδοντώσεως του στάτη, τον οποίο διαθέτομε για να τοποθετήσομε το τύλιγμα, είναι $8 - 6 \times 0,25 - 4 \times 0,17 = 5,82$ mm και το βάθος οδοντώσεως $17 - 9 \times 0,25 - 8 \times 0,17 = 13,40$ mm.

Άρα υπάρχει χώρος $5,82 \times 13,40 = 78$ mm^2 ή 0,78 cm^2 διαθέσιμος για 40 αγωγούς.

Ο πίνακας 6.8.1 περιέχει τον αριθμό των αγωγών, που μπορούν να τοποθετηθούν σε κάθε τετραγωνικό εκατοστό διατομής της οδοντώσεως με ορισμένη μόνωση. Από τον πίνακα αυτό βλέπομε ότι 52 αγωγοί διαμέτρου 1,20 mm ή διατομής 1,13 mm^2 με μόνωση εμαγιέ καταλαμβάνουν χώρο 1 cm^2. Συνεπώς ο χώρος της οδοντώσεως 0,78 cm^2 χωρεί 40 αγωγούς διαμέτρου 1,20 mm.

Ο αριθμός των σπειρών κάθε φάσεως με σύρμα εμαγιέ διατομής 1,13 mm^2 θα είναι:

$$z = 20 \times \frac{36}{3} = 240 \text{ σπείρες}$$



Σχ. 6.14β.

1) Σφήνα από φίμπερ. 2) Δυο στρώματα από βαμβακερή ταινία πάχους 0,178 mm. 3) 0,25 mm πάχος χαρτιού. 4) 0,25 mm πάχος βερνικωμένου χαρτιού.

6.15 Επαγωγικοί κινητήρες πολλών ταχυτήτων.

Ως γνωστό, ο σύγχρονος αριθμός στροφών επαγωγικού κινητήρα

εξαρτάται από τη συχνότητα του ρεύματος τροφοδοτήσεώς του και από τον αριθμό των πόλων του και δίνεται από τη σχέση:

$$n = \frac{60 \cdot f}{\rho} \qquad (21)$$

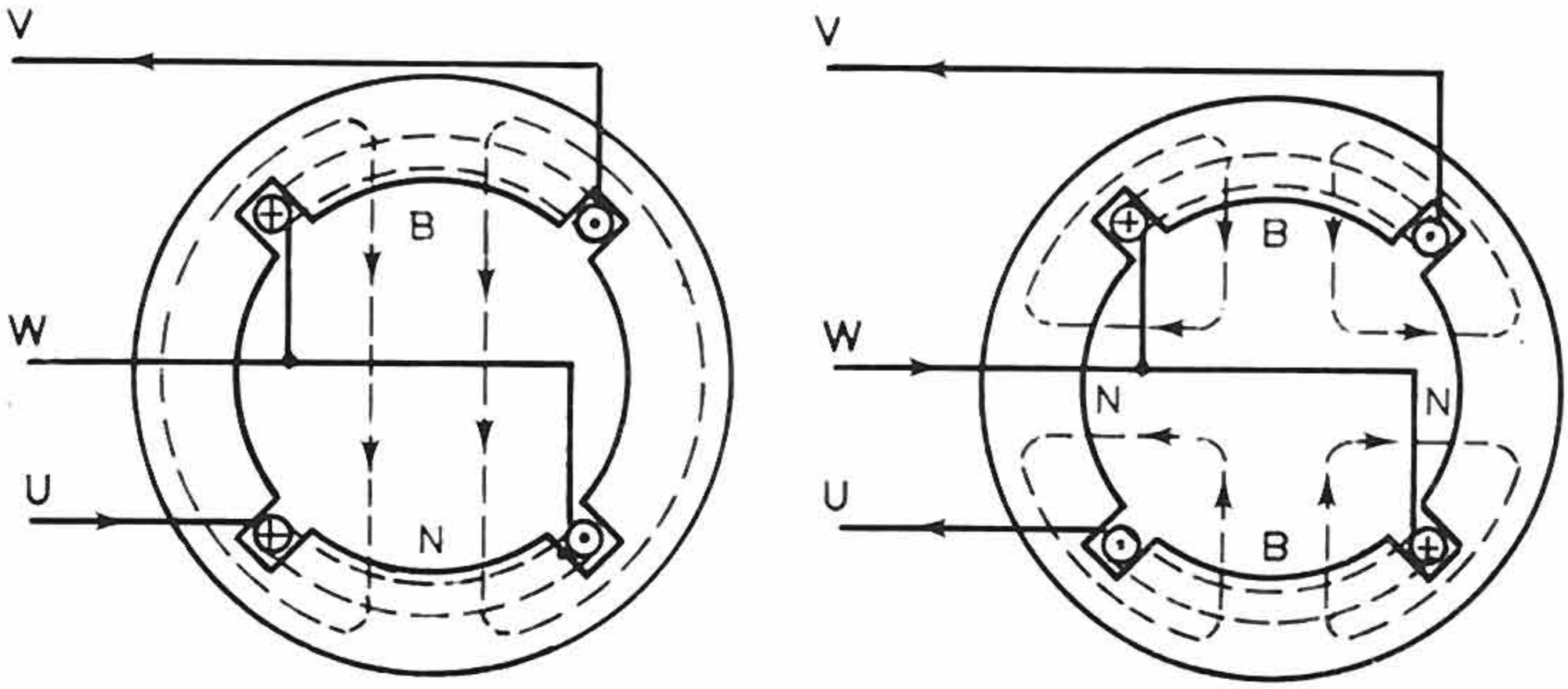
όπου: n είναι οι στροφές του κινητήρα ανά λεπτό
f η συχνότητα του ρεύματος σε Hz και
ρ ο αριθμός των ζευγών των πόλων του

Επομένως για να μεταβάλλομε τον αριθμό στροφών του κινητήρα πρέπει να μεταβάλλομε έναν από τους δύο αυτούς παράγοντες.

Για να αλλάξομε τη συχνότητα του ρεύματος τροφοδοτήσεως, απαιτούνται μεταλλάκτες συχνότητας, ενώ για την αλλαγή του αριθμού των πόλων δεν χρειάζεται πρόσθετος εξοπλισμός, εκτός από τον πίνακα ελέγχου. Με τον πρώτο τρόπο (αλλαγή συχνότητας του ρεύματος) επιτυγχάνεται ομοιόμορφη μεταβολή των στροφών, όπως συμβαίνει στους κινητήρες συνεχούς ρεύματος, ενώ με το δεύτερο τρόπο (αλλαγής του αριθμού των πόλων) επιτυγχάνεται ορισμένος αριθμός στροφών, που αντιστοιχούν στον αριθμό των πόλων που έχομε επιλέξει.

Οι κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα με τυλίγματα, τα οποία μπορούν να συνδεθούν για διάφορο αριθμό πόλων, έχουν τη δυνατότητα να δώσουν ορισμένες και συγκεκριμένες στροφές, χωρίς να απαιτήσουν μεγάλο κόστος μετατροπής και πρόσθετο εξοπλισμό και γι' αυτό χρησιμοποιούνται πολύ. Οι κινητήρες αυτοί κατασκευάζονται για δύο, τρεις και τέσσερις ταχύτητες με χαρακτηριστικές σταθερές ισχύος, σταθερής ροπής στρέψεως και μεταβλητής ισχύος και ροπής στρέψεως. Εξωτερικά οι κινητήρες αυτοί δεν διαφέρουν από τους κοινούς επαγωγικούς τριφασικούς κινητήρες, διαφέρουν μόνο ηλεκτρικά στα τυλίγματα του στάτη. Κινητήρες δύο ταχυτήτων με απλό τύλιγμα χρησιμοποιούνται πολύ, γιατί απαιτούν λίγα άκρα και πολύ απλό τρόπο μεταβολής του αριθμού των στροφών. Η μεταβολή του αριθμού των στροφών επιτυγχάνεται με την αλλαγή των συνδέσεων στο τύλιγμα του στάτη, οπότε ο κινητήρας στρέφεται με δύο στροφές. Η υψηλή ταχύτητα είναι διπλάσια από τη χαμηλή, δηλαδή, αν η υψηλή ταχύτητα είναι 1460 στροφές, η χαμηλή ταχύτητα θα είναι περίπου 730 στροφές. Οι δύο ταχύτητες επιτυγχάνονται με τη δημιουργία διπλάσιου αριθμού πόλων (όταν ο κινητήρας λειτουργεί στη χαμηλή ταχύτητα) από τον αριθμό πόλων που έχει ο κινητήρας, όταν λειτουργεί στην υψηλή ταχύτητα. Για να γίνει κατανοητό, πώς επιτυγχάνεται αυτό, ας θεωρήσομε ένα μονοφασικό κινητήρα με δύο μόνο ομάδες, που συνδέονται, όπως δείχνει το σχήμα 6.15.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



(α) (β)

Σχ. 6.15.

Στο σχήμα 6.15(α) το άκρο W αφήνεται ελεύθερο και τα άκρα U, V συνδέονται με το δίκτυο. Το ρεύμα εισέρχεται από το U, περνάει από τις δύο ομάδες σε σειρά και επιστρέφει από το V στο δίκτυο. Έτσι παράγει ένα βόρειο και ένα νότιο πόλο.

Η μαγνητική ροή εκκινεί από το βόρειο πόλο, περνάει από το τύμπανο μέσω του νότιου πόλου και επιστρέφει στο βόρειο πόλο από τον πυρήνα του στάτη. Αν η σύνδεση αυτή χρησιμοποιηθεί σε μονοφασικό κινητήρα 50 περιόδων, θα δημιουργηθούν δύο πόλοι και ο κινητήρας θα περιστρέφεται με 3000 στροφές. Ας υποθέσομε τώρα ότι τα άκρα U, V συνδέονται μαζί και ότι το ρεύμα εισέρχεται από το W και εξέρχεται από τα άκρα U, V. Οι δύο ομάδες τώρα συνδέονται παράλληλα και το ρεύμα διαρρέει την κάτω ομάδα με διεύθυνση αντίθετη προς τη διεύθυνση που έχει στην επάνω ομάδα, με αποτέλεσμα να παραχθούν δύο βόρειοι πόλοι. Η μαγνητική ροή του ενός βόρειου πόλου δεν ακολουθεί τώρα τον ίδιο δρόμο όπως και πριν, γιατί εμποδίζεται από την αντίθετη μαγνητική ροή του άλλου βόρειου πόλου. Επομένως οι ροές, που παράγονται από τους δύο βόρειους πόλους, επιστρέφουν στο στάτη από τις δύο ζώνες, που βρίσκονται μεταξύ των δύο ομάδων [σχ. 6.15(β)] και έτσι δημιουργούνται 4 πόλοι. Από την εξέταση αυτή προκύπτει, ότι ***ο αριθμός των πόλων διπλασιάζεται, αν αντιστραφεί η διεύθυνση του ρεύματος μέσα στους αγωγούς της μισής φάσεως.***

Οι κινητήρες πολλών ταχυτήτων παρουσιάζουν διάφορες χαρακτηριστικές λειτουργίες. Ορισμένοι από αυτούς είναι υπολογισμένοι να δίνουν την ίδια ισχύ σε όλες τους τις στροφές. Γι' αυτό είναι γνωστοί ως ***κινητήρες σταθερής ισχύος.*** Στους κινητήρες αυτούς η ροπή στρέψεως μεταβάλλεται αντίστροφα με τις στροφές και

δίνεται από τη σχέση:

$$M = 716 \cdot \frac{N}{n} \qquad (22)$$

όπου: M είναι η ροπή στρέψεως του κινητήρα σε kpm
N η ισχύς του κινητήρα σε HP
n ο αριθμός των στροφών του κινητήρα ανά λεπτό

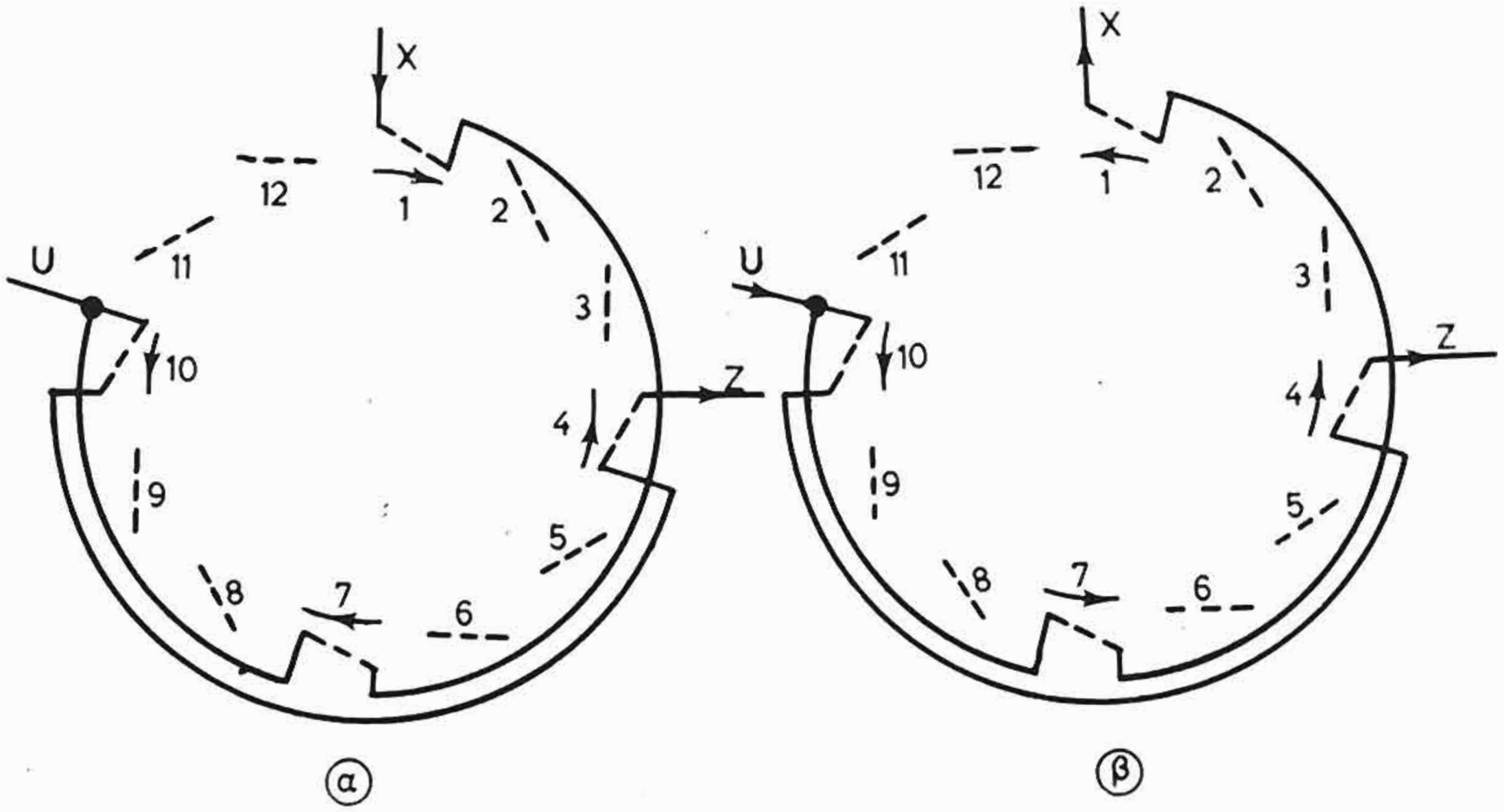
Άλλοι κινητήρες είναι υπολογισμένοι να δίνουν την ίδια ροπή στρέψεως σε όλες τους τις στροφές. Αυτοί είναι γνωστοί ως ***κινητήρες σταθερής ροπής στρέψεως.*** Η ισχύς τους μεταβάλλεται ανάλογα με τις στροφές τους. Υπάρχει και μία άλλη κατηγορία κινητήρων, στους οποίους η ισχύς και η ροπή στρέψεως μεταβάλλονται ελαφρά, όταν μεταβληθούν οι στροφές του κινητήρα. Οι κινητήρες αυτοί είναι γνωστοί ως ***κινητήρες μεταβλητής ροπής στρέψεως.***

6.16 Συνδέσεις των τυλιγμάτων των κινητήρων σταθερής ισχύος.

Στο σχήμα 6.16α(α) φαίνεται ο τρόπος συνδέσεως της μιας φάσεως τριφασικού 4πολικού επαγωγικού κινητήρα σταθερής ισχύος. Στο τύλιγμα αυτό, καθώς και σε όλους τους άλλους τύπους τυλιγμάτων των πολυστρόφων κινητήρων, χρησιμοποιούνται μακροί συνδετήρες. Τα 4 συγκροτήματα συνδέονται έτσι ώστε, όταν το U δεν συνδεθεί με το δίκτυο, το ρεύμα να εισέρχεται από το X, να διέρχεται από όλα τα συγκροτήματα ομάδων και να εξέρχεται από το Z. Έτσι δημιουργούνται δύο βόρειοι και δύο νότιοι πόλοι. Οι 4 αυτοί πόλοι της πρώτης φάσεως πρέπει να συνδυασθούν με ίσο αριθμό πόλων κάθε μιας άλλης φάσεως για να δημιουργήσουν 4πολικό στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο, το οποίο θα στρέφεται με 1500 στροφές. Για τη χαμηλή περιοχή στροφών, το ρεύμα θα εισέρχεται από το U και θα εξέρχεται από το X και Z, τα οποία συνδέονται μαζί, για να παραλληλισθούν τα τυλίγματα και να αλλάξει η φορά του ρεύματος στα συγκροτήματα των ομάδων 7 και 1 [σχ. 6.16α(β)].

Τώρα δημιουργούνται 4 βόρειοι πόλοι, που δημιουργούν και άλλους 4 νότιους πόλους, όπως περιγράψαμε παραπάνω και συνολικά το τύλιγμα αποκτά 8 πόλους. Οι πόλοι αυτοί συνδυάζονται κατάλληλα με 8 άλλους πόλους κάθε μιας άλλης φάσεως και παράγουν περιστρεφόμενο 8πολικό πεδίο, που στρέφεται με 750 στροφές ανά λεπτό.

Το σχήμα 6.16β(α) δείχνει τον τρόπο συνδέσεως των φάσεων σε



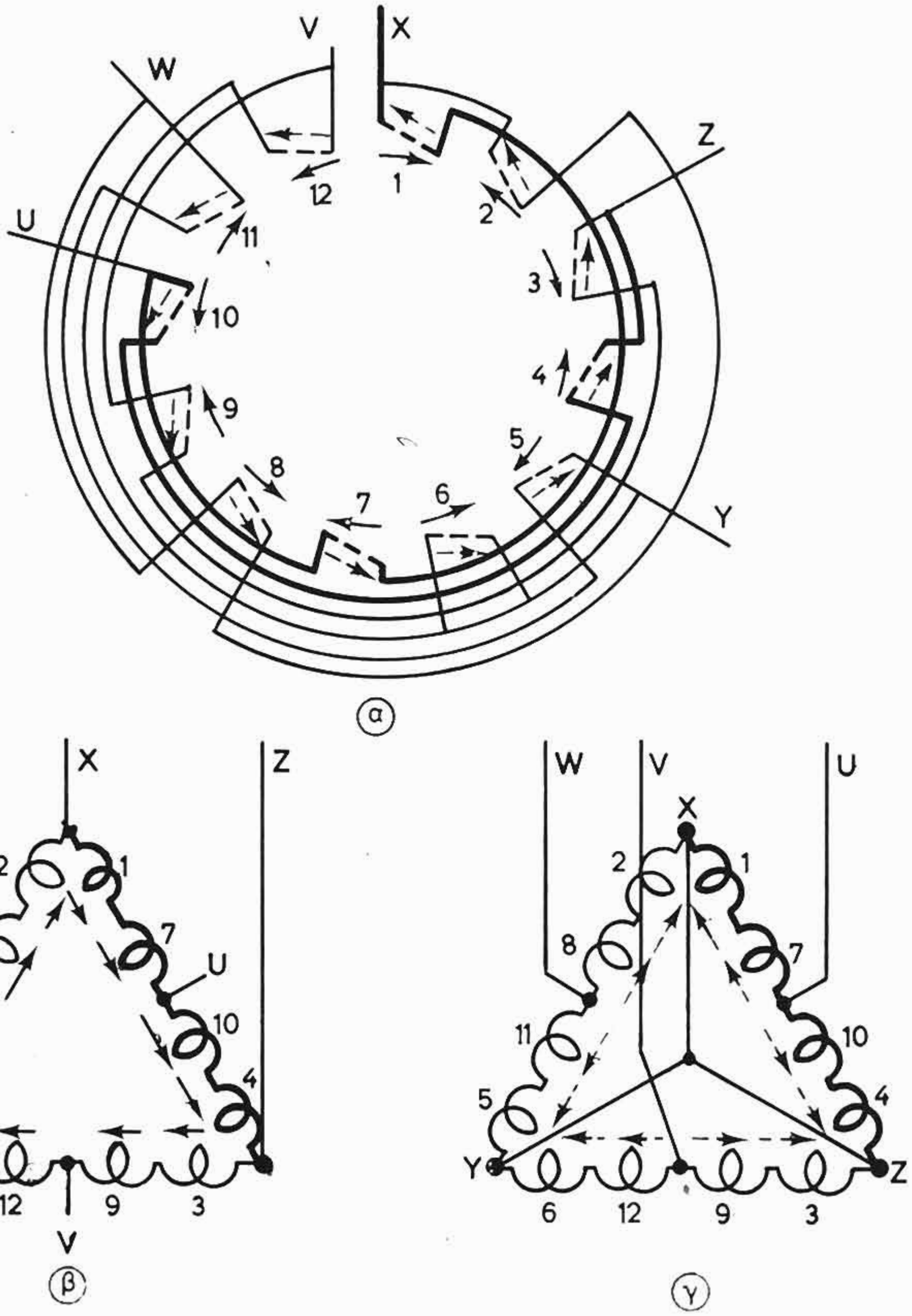
Σχ. 6.16α.
Σύνδεση των τυλιγμάτων μιας φάσεως για τη μετατροπή του τυλίγματος από 4πολικό σε διπολικό.

κινητήρα σταθερής ισχύος δύο ταχυτήτων. Εδώ έχομε 6 ακροδέκτες.

Όταν τα άκρα Z, X και Y συνδεθούν με το δίκτυο [σχ. 6.16β(α) καὶ (β)], σχηματίζεται σύνδεση τριγώνου με τα συγκροτήματα κάθε φάσεως συνδεμένα σε σειρά και το ρεύμα που τα διαρρέει δημιουργεί 4πολικό περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο. Όταν όμως τα άκρα U, V, W συνδεθούν με το δίκτυο και τα άκρα X, Y, Z συνδεθούν στον κοινό κόμπο, σχηματίζεται σύνδεση αστέρα με τα τυλίγματα κάθε φάσεως παράλληλα. Με τη σύνδεση αυτή τα δύο μισά τυλίγματα κάθε φάσεως διαρρέονται από αντίθετα ρεύματα, οπότε δημιουργείται 8πολικό περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο.

Όπως φαίνεται στα σχήματα 6.16β(β) και (γ) τα άκρα U, V, W του σχήματος 6.16β(γ) ακολουθούν δεξιόστροφη περιστροφή, ενώ τα άκρα X, Y, Z ακολουθούν αριστερόστροφη. Αυτό γίνεται για να έχει ο κινητήρας την ίδια φορά περιστροφής και στις δύο ταχύτητες, όταν το δίκτυο συνδεθεί στα άκρα του κινητήρα, που έχουν την ίδια διαδοχή. Δηλαδή, αν τα άκρα U, V, W συνδεθούν στις ίδιες γραμμές του δικτύου, με τις οποίες συνδέονται και τα άκρα X, Y, Z αντίστοιχα, τότε ο κινητήρας θα περιστρέφεται κατά την ίδια φορά περιστροφής και στις δύο ταχύτητες.

Οι κινητήρες, που έχουν χαρακτηριστική σταθερά ισχύος, χρησιμοποιούνται για να κινούν ορισμένους τύπους μηχανουργικών εργαλείων και ορισμένα ξυλουργικά μηχανήματα. Επειδή πολλά



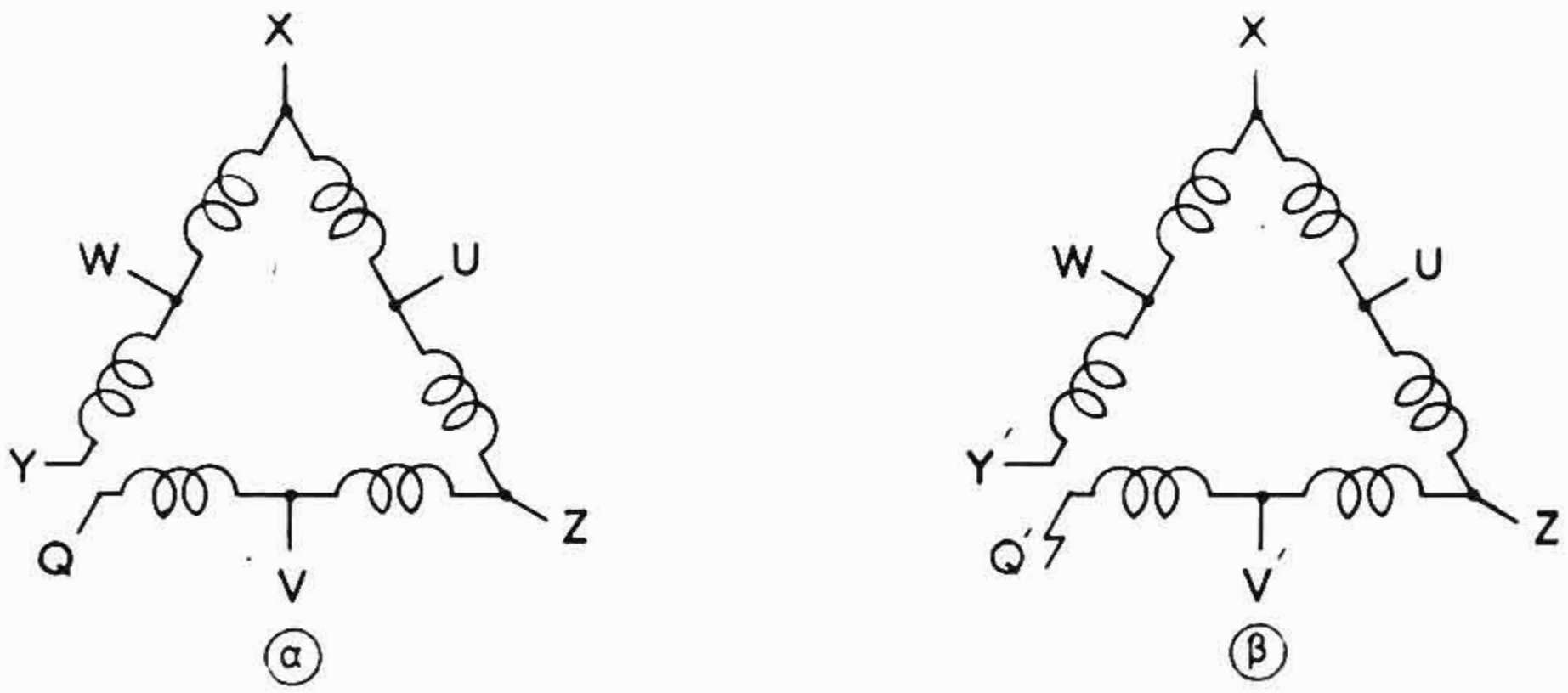
Σχ. 6.16β.

4πολική και 8πολική συνδεση τριφασικού τυλίγματος.
α) Σύνδεση άκρων Z, X και Y με το δίκτυο. β) 4πολική συνδεση. γ) 8πολική συνδεση.

μηχανουργικά εργαλεία πρέπει να εργάζονται σε πλατιά περιοχή στροφών, οι κοπές σε βάθος γίνονται με λίγες στροφές και οι ελαφρές κοπές με πολλές στροφές. Στην περίπτωση περιστρεφομένων μηχανών, όπως π.χ. τόρνοι και φρέζες, επιδιώκεται η ίδια ταχύτητα κοπής σε όλες τις διαμέτρους των δοκιμίων κατεργασίας. Για αντικείμενα με μικρή διάμετρο, η ταχύτητα θα είναι μεγάλη και η απαιτούμενη ροπή στρέψεως χαμηλή. Για αντικείμενα με μεγάλη διάμετρο, η ταχύτητα θα είναι χαμηλή και η απαιτούμενη ροπή στρέψεως μεγάλη. Πάντως και στις δύο περιπτώσεις η απαιτούμενη

ισχύς θα είναι πρακτικά η ίδια. Το σχήμα 6.16γ δείχνει τα διαγράμματα συνδέσεως κινητήρα 4 ταχυτήτων με διπλό τύλιγμα. Τα τυλίγματα έχουν περίπου την ίδια ισχύ σε όλες τις ταχύτητες. Το ένα τύλιγμα δίνει 4 και 8 πόλους (1500, 750 στροφές) και το άλλο τύλιγμα δίνει 6 και 12 πόλους (1000 και 500 στροφές). Πρέπει να σημειωθεί ότι στις συνδέσεις τριγώνου η μία κορυφή μένει ανοικτή. Επειδή μόνο ένα τύλιγμα χρησιμοποιείται κάθε φορά, το άλλο τύλιγμα αφήνεται ανοικτό για να μη κυκλοφορεί ρεύμα μέσα σ' αυτό.

Ταχύτητες	Σύνδεση με τις γραμμές του δικτύου RST αντίστοιχα	Σύνδεση σε κόμπο
Χαμηλή	U - V - W	XYZQ
Δεύτερη	U΄ - V΄ - W΄	X΄Y΄Z΄Q΄
Τρίτη	Z - X - Y - Q	
Υψηλή	Z΄ - X΄ - Y΄ - Q΄	

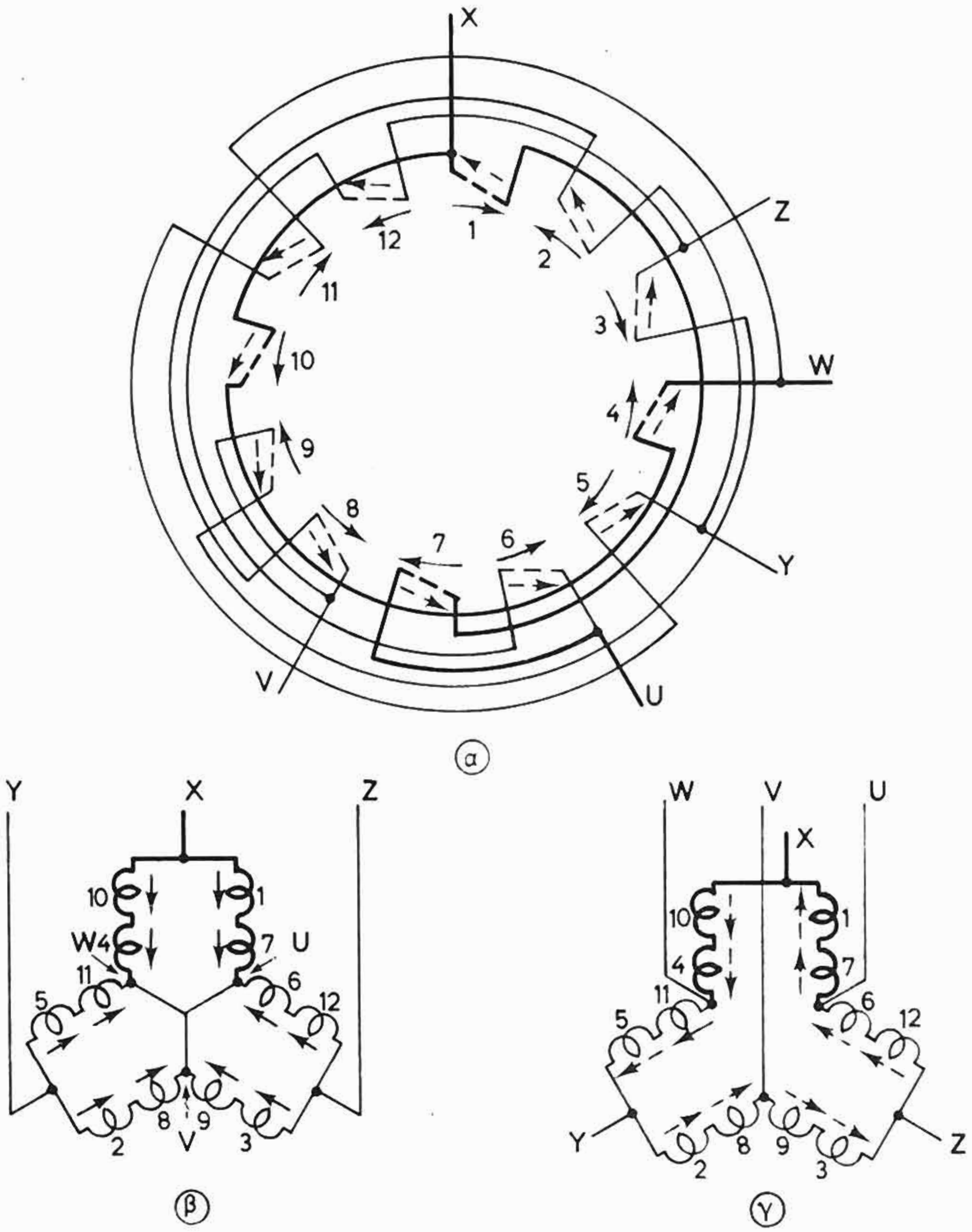


Σχ. 6.16γ.
Διαγράμματα συνδέσεως κινητήρα 4 ταχυτήτων.

6.17 Σύνδεση των τυλιγμάτων στους κινητήρες σταθερής ροπής στρέψεως.

Ο τρόπος συνδέσεως των συγκροτημάτων στους επαγωγικούς κινητήρες σταθερής ροπής στρέψεως φαίνεται στο σχήμα 6.17α(α).

Οι συνδέσεις αυτές διαφέρουν από τις συνδέσεις που φαίνονται στο σχήμα 6.16α, κατά το ότι αντιστρέφεται το μισό τύλιγμα κάθε φάσεως. Άρα, όταν το τύλιγμα συνδεθεί, όπως δείχνει το σχήμα 6.17α(β), παράγονται 4 πόλοι, που δίνουν σύγχρονη ταχύτητα 1500 στροφών. Όταν όμως συνδεθεί, όπως δείχνει το σχήμα 6.17α(γ), παράγονται 8 πόλοι, που δίνουν σύγχρονη ταχύτητα 750 στροφών.



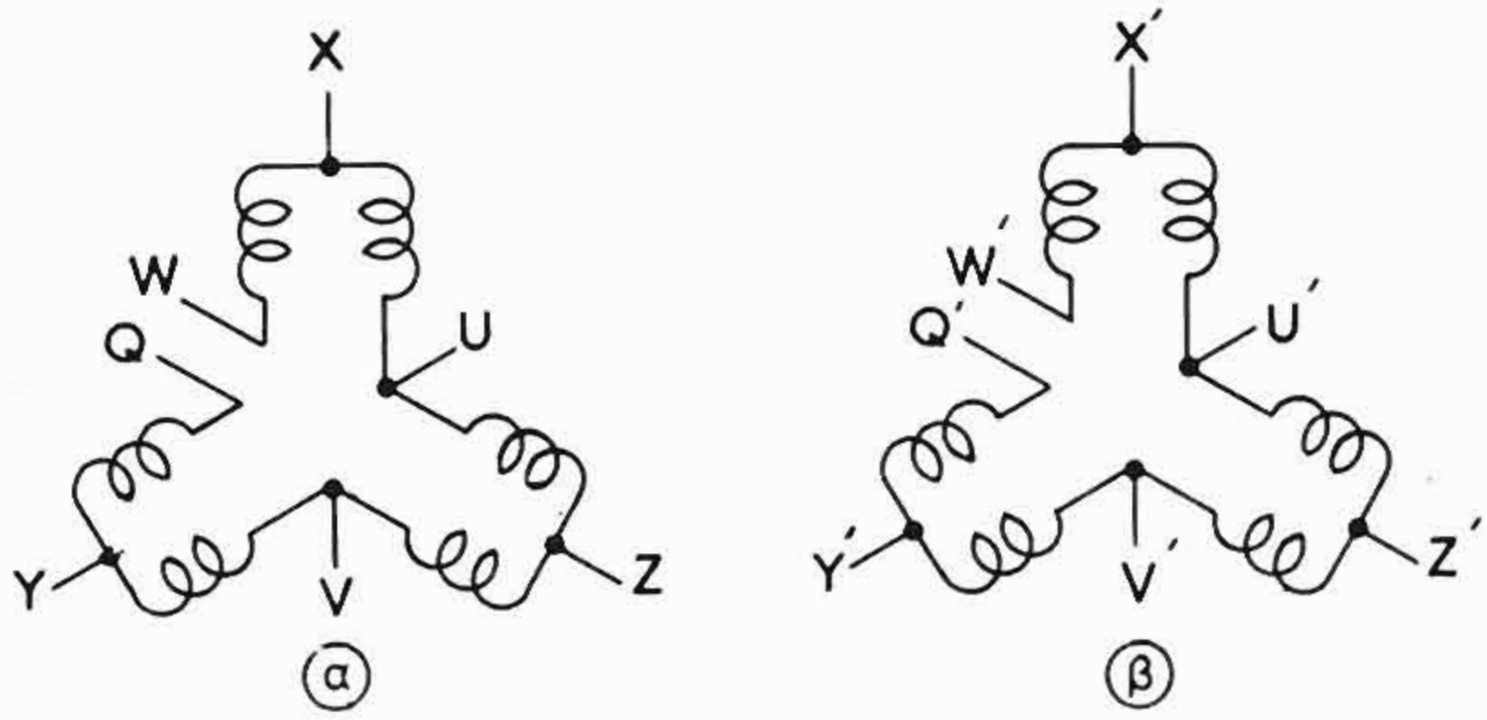
Σχ. 6.17α.

Σύνδεση των τυλιγμάτων στους κινητήρες σταθερής ροπής στρέψεως για δυο ταχύτητες.

α) Τρόπος συνδέσεως. β) 4πολικό και γ) 8πολικό.

Επομένως, σε επαγωγικό κινητήρα σταθερής ροπής στρέψεως, οι συνδέσεις των φάσεων γίνονται αντίστροφα από τις συνδέσεις του κινητήρα σταθερής ισχύος. Δηλαδή, ***σε κινητήρα σταθερής ισχύος οι φάσεις συνδέονται σε σειρά σε τρίγωνο για την υψηλή ταχύτητα και παράλληλα κατ᾽ αστέρα για τη χαμηλή ταχύτητα. Σε κινητήρα όμως σταθερής ροπής στρέψεως οι φάσεις συνδέονται παράλληλα κατ᾽ αστέρα για υψηλή ταχύτητα και σε σειρά σε τρίγωνο για χαμηλή ταχύτητα.***

Οι κινητήρες σταθερής ροπής είναι κατάλληλοι να κινούν φορτία, όπως τροφοδότες εστιών λεβήτων, μεταφορικές ταινίες, παλινδρομικές αντλίες, αεροσυμπιεστές, φυσητήρες σταθερής πιέσεως κλπ. Για να εξηγήσομε το λόγο, για τον οποίο χρησιμοποιούμε κινητήρα σταθερής ροπής στρέψεως σ' αυτές τις εφαρμογές, ας θεωρήσομε ένα τροφοδότη, που τροφοδοτεί με άνθρακα εστία λέβητα και κινείται από κινητήρα δύο ταχυτήτων (π.χ. 1500 και 750 στροφών). Όταν χρειασθεί πολύς ατμός, ο κινητήρας τροφοδοτεί την εστία με την υψηλή του ταχύτητα 1500 στροφών ανά λεπτό. Όταν όμως χρειασθεί λιγότερος ατμός, ο κινητήρας κινείται με τη χαμηλή ταχύτητα 750 στροφών. Και στις δύο περιπτώσεις η ροπή στρέψεως του κινητήρα παραμένει η ίδια, γιατί ο κινητήρας παρέχει την ίδια ποσότητα άνθρακα ανά στροφή, άσχετα αν κινείται με την υψηλή ή τη χαμηλή ταχύτητα. Το σχήμα 6.17β δείχνει το διάγραμμα συνδέσεως κινητήρα με σταθερή ροπή στρέψεως για 4 ταχύτητες. Τα τυλίγματα έχουν την ίδια περίπου ροπή σε όλες τις ταχύτητες. Το ένα τύλιγμα δίνει 4 και 8 πόλους και το άλλο 6 και 12 πόλους.



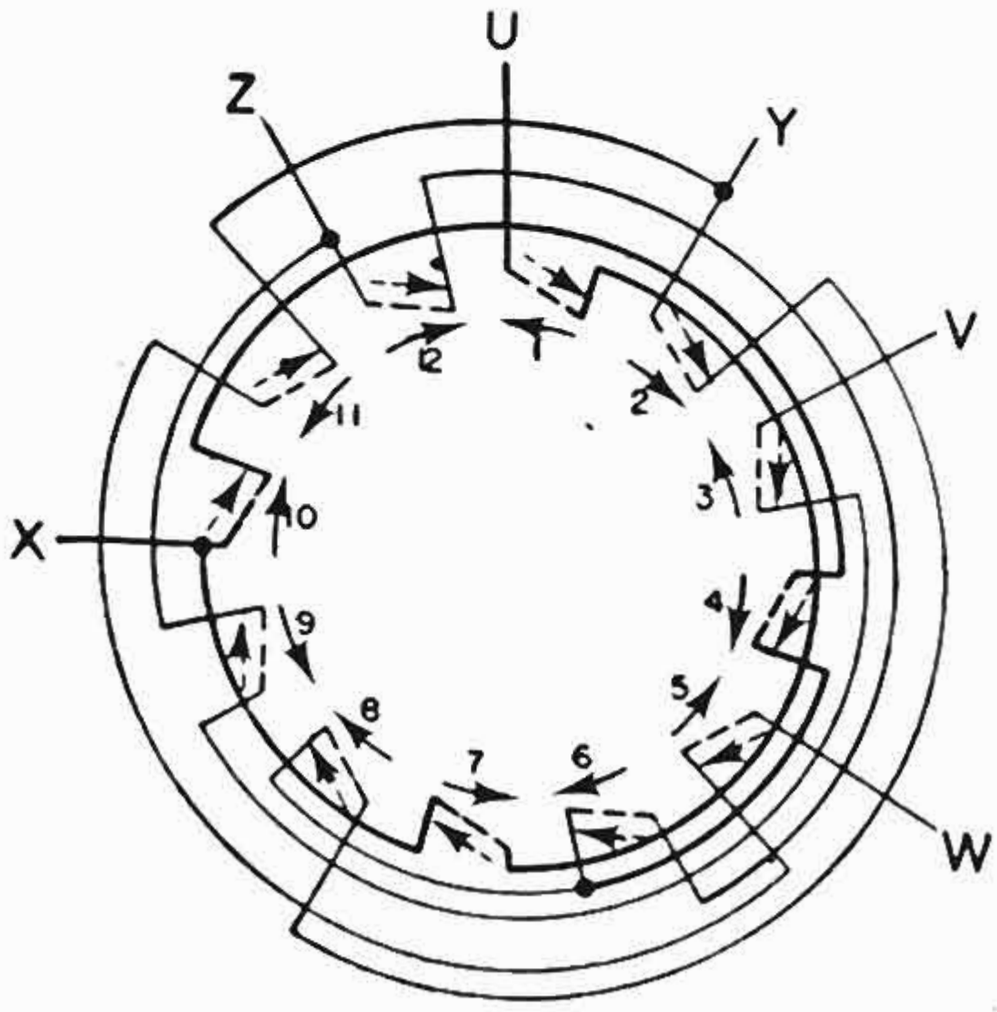
σχ. 6.17β.
Διάγραμμα συνδέσεως κινητήρα σταθερής ροπής στρέψεως με 4 ταχύτητες.

Ταχύτητα	Σύνδεση με τις γραμμές του δικτύου RST αντίστοιχα	Σύνδεση σε κόμπο
Χαμηλή	U - V - W - Q	—
Δεύτερη	U΄ - V΄ - W΄ - Q΄	—
Τρίτη	Z - X - Y	UVWQ
Υψηλή	Z΄ - X΄ - Y΄	U΄V΄W΄Q΄

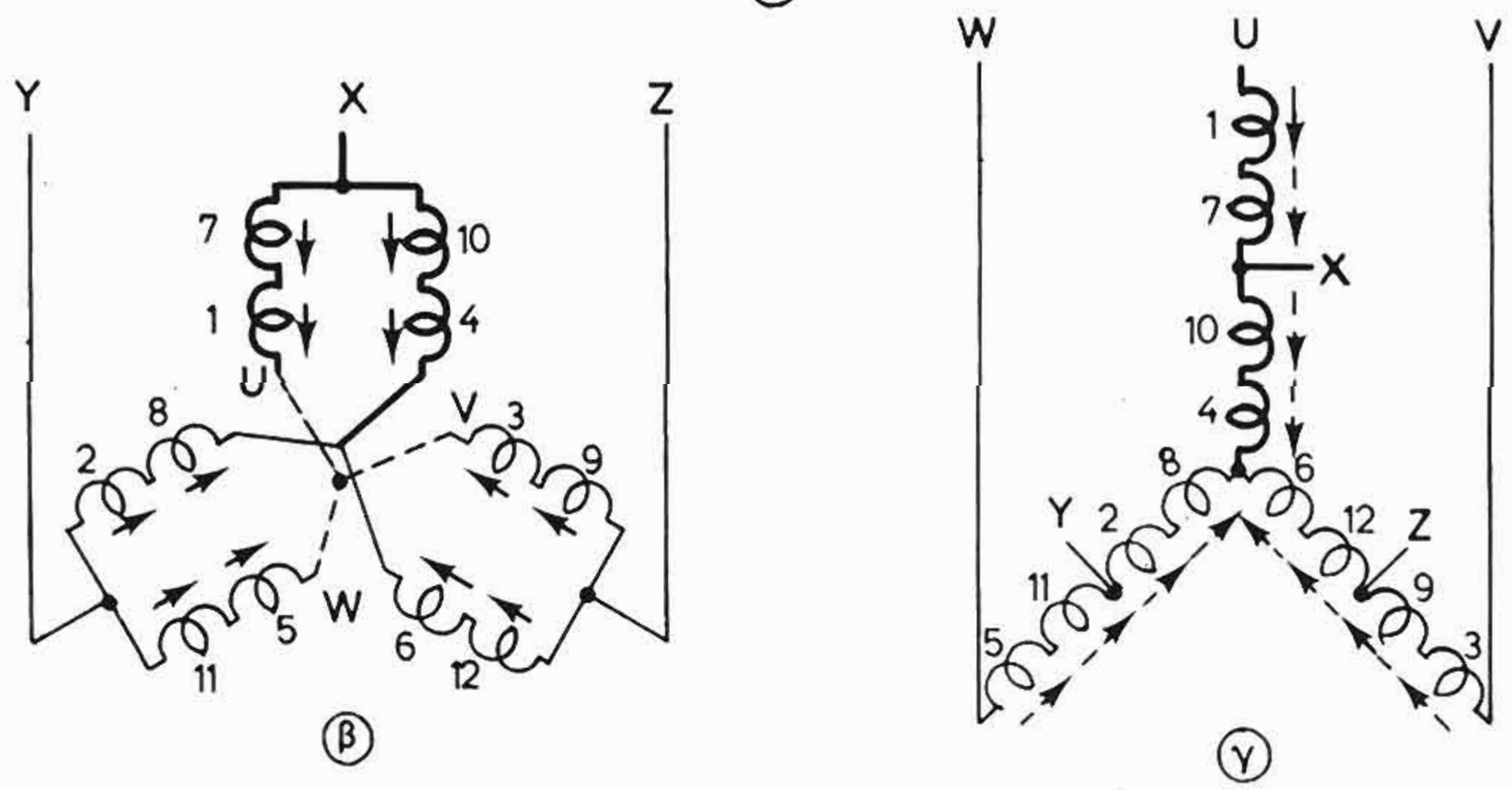
6.18 Κινητήρες με μεταβαλλόμενη ροπή στρέψεως.

Για την κίνηση πολλών ανεμιστήρων και φυσητήρων, οι οποίοι πρέπει να λειτουργούν σε διάφορες ταχύτητες, μπορεί να χρησιμο-

ποιηθούν επαγωγικοί δακτυλιοφόροι κινητήρες. Στην περίπτωση αυτή η χαμηλή ταχύτητα επιτυγχάνεται με την αύξηση της εξωτερικής αντιστάσεως του ρυθμιστή στροφών. Η μέθοδος όμως αυτή της μειώσεως των στροφών του κινητήρα είναι ανεπιθύμητη, γιατί μέρος της παρεχόμενης στον κινητήρα ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα στην εξωτερική αντίσταση, που συνδέεται σε σειρά με το τύμπανο της μηχανής. Αυτή η ηλεκτρική ενέργεια, που μετατρέπεται σε θερμότητα, δεν παρέχει μηχανικό έργο, αλλά αντίθετα μειώνει την απόδοση του κινητήρα, όσο πέφτουν οι στροφές του κινητήρα. Επειδή στους ανεμιστήρες και τους φυσητήρες, καθώς και σε άλλες παρόμοιες εγκαταστάσεις, η μειωμένη ταχύτητα απαιτείται για μεγάλες περιόδους λειτουργίας, το κόστος λειτουργίας της εγκαταστάσεως θα είναι αρκετά μεγάλο, αν χρησιμοποιήσομε δακτυλιοφόρους κινητήρες. Στην περίπτωση



(α)



Σχ. 6.18α.

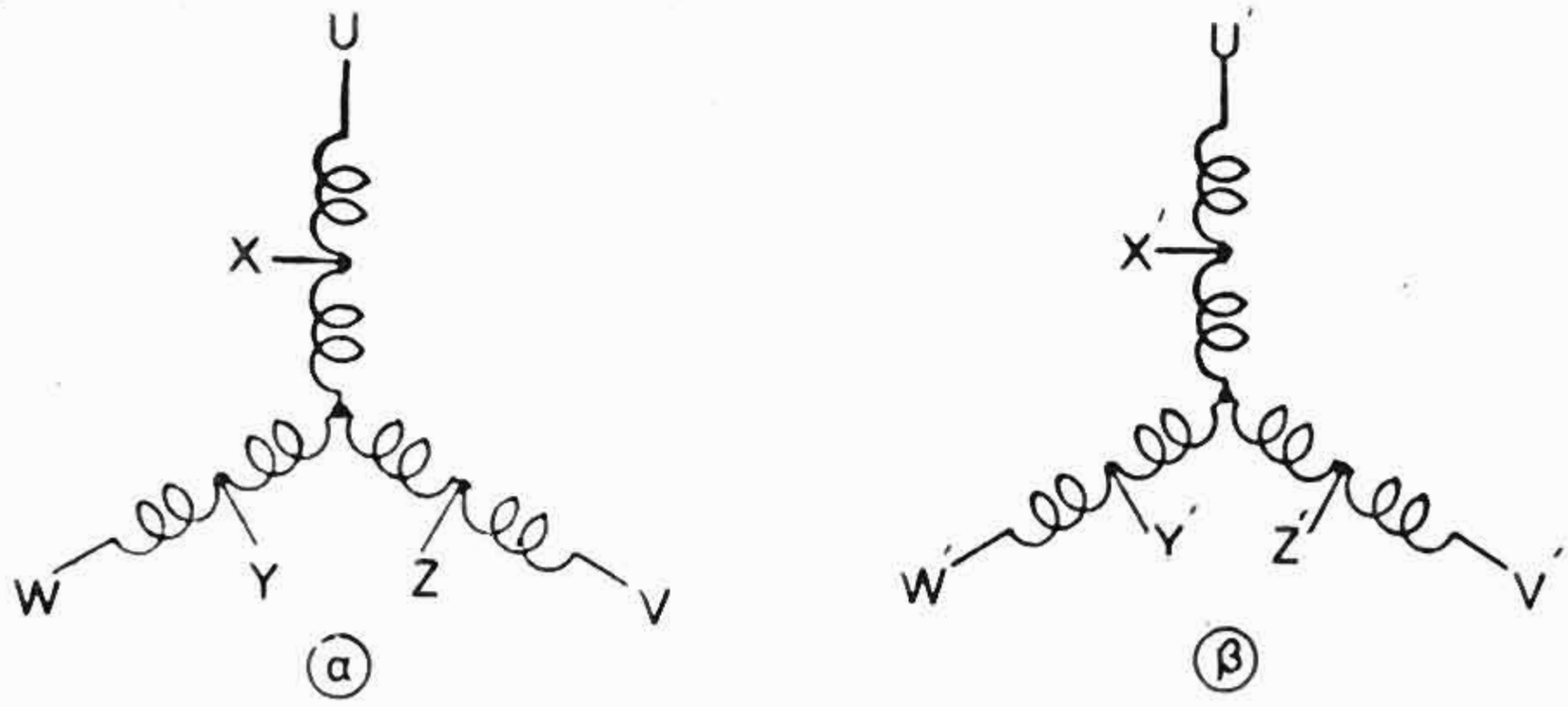
Σύνδεση των τυλιγμάτων κινητήρα με μεταβαλλόμενη ροπή στρέψεως.

αυτή και εφόσον ο αριθμός των ταχυτήτων που υπάρχουν στον πολύστροφο κινητήρα επαρκούν, χρησιμοποιούμε κινητήρες πολλών ταχυτήτων αντί για δακτυλιοφόρους.

Οι ανεμιστήρες και φυσητήρες απαιτούν αύξηση τόσο στη ροπή όσο και στην ισχύ, όταν η ταχύτητά τους αυξάνεται.

Οι συνδέσεις, που γίνονται στον κινητήρα για να δώσει αυτές τις χαρακτηριστικές φορτίσεις, φαίνονται στο σχήμα 6.18α(α). Οι δύο ταχύτητες επιτυγχάνονται αν μετατραπεί η σύνδεση του τυλίγματος από αστέρα εν παραλλήλω σε αστέρα σε σειρά.

Το σχήμα 6.18α(β) δείχνει το τύλιγμα του κινητήρα που συνδέεται με 4 πόλους με σύγχρονη ταχύτητα 1500 στροφών. Το σχήμα 6.18α(γ) δείχνει το τύλιγμα σε 4πολική σύνδεση, που δίνει σύγχρονη ταχύτητα 750 στροφών. Το σχήμα 6.18β δείχνει το διάγραμμα συνδέσεως κινητήρα με μεταβλητή ροπή στρέψεως για 4 ταχύτητες. Όπως αναφέραμε στους κινητήρες 4 ταχυτήτων, κάθε τύλιγμα δίνει 2 ταχύτητες με σχέση στροφών 2:1.



Σχ. 6.18β.
Διάγραμμα συνδέσεως τυλιγμάτων κινητήρα με μεταβλητή ροπή στρέψεως για 4 ταχύτητες.

6.19 Πολύστροφοι σύγχρονοι κινητήρες.

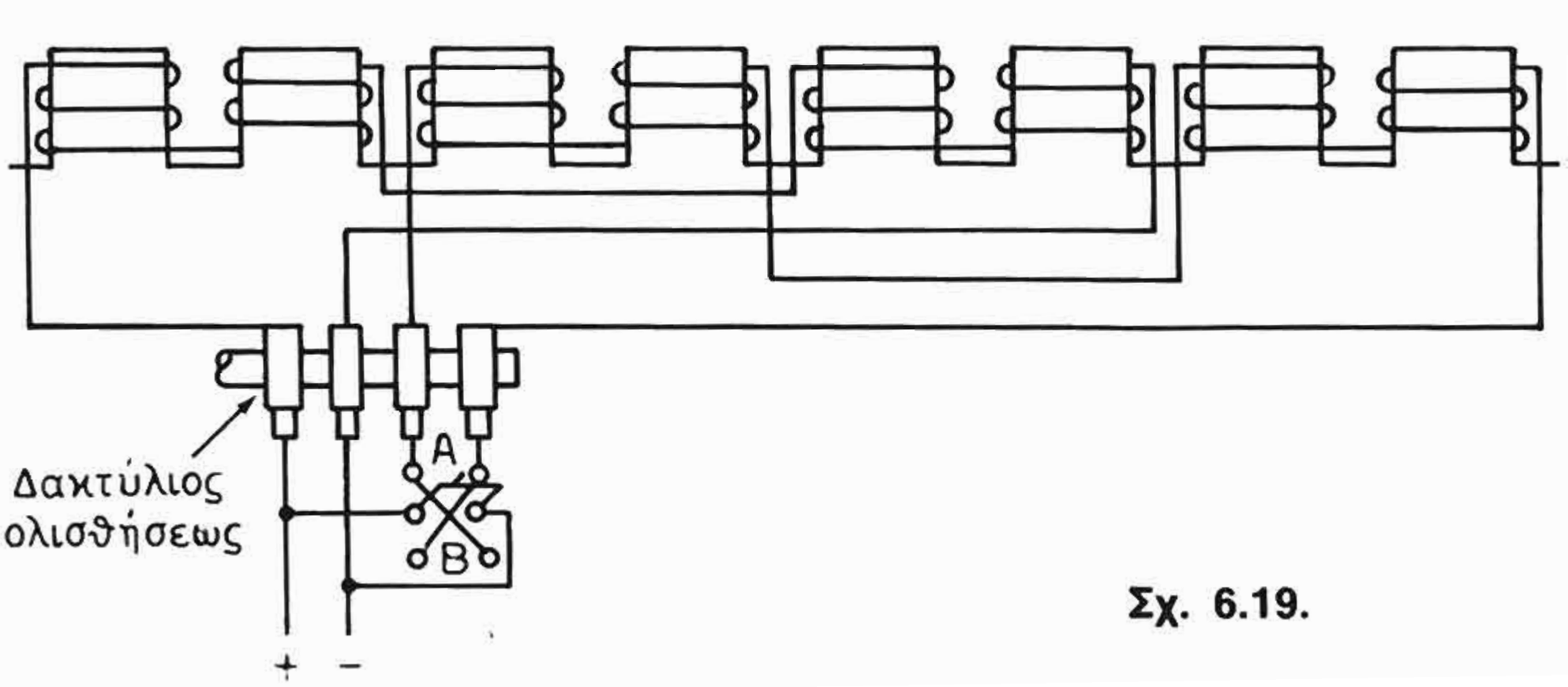
Οι πολύστροφοι σύγχρονοι κινητήρες χρησιμοποιούνται επίσης συχνά, όπως π.χ. για κίνηση αντλιών νερού, φυσητήρων, αεροσυμπιεστών και άλλων ομοίων μηχανών, που δεν απαιτούν συχνά εκκινήσεις και παύσεις. Εκτός του ότι οι κινητήρες αυτοί έχουν σταθερό αριθμό στροφών, μπορούμε με αυτούς να ρυθμίσομε και το συντελεστή ισχύος, όπως γίνεται με τους σύγχρονους κινητήρες μιας ταχύτητας.

Οι πολύστροφοι σύγχρονοι κινητήρες κατασκευάζονται μόνο για δύο ταχύτητες. Οι κινητήρες, που κατασκευάζονται για περισσότερες ταχύτητες, είναι πολυσύνθετοι. Οι κινητήρες δύο ταχυτήτων με

Ταχύτητα	Σύνδεση με τις γραμμές του δικτύου RST αντίστοιχα	Σύνδεση σε κόμπο
Χαμηλή	U - V - W	—
Δεύτερη	U΄ - V΄ - W΄	—
Τρίτη	Z - X - Y	UVW
Υψηλή	Z΄ - X΄ - Y΄	U΄V΄W΄

σχέση 2:1 έχουν ένα απλό στάτη και ένα απλό δρομέα. Κάθε ένας από αυτούς έχει τύλιγμα, που μπορεί να συνδεθεί και για τις δύο ταχύτητες. Το τύλιγμα του στάτη γενικά είναι όμοιο με το τύλιγμα επαγωγικού κινητήρα δύο ταχυτήτων με μεταβλητή ροπή στρέψεως. Η διέγερση έχει τον ίδιο αριθμό πόλων με το τύλιγμα επαγωγικού κινητήρα δύο ταχυτήτων με μεταβλητή ροπή στρέψεως. Η διέγερση έχει τον ίδιο αριθμό πόλων με το τύλιγμα χαμηλής ταχύτητας και τα πηνία συνδέονται, όπως δείχνει το σχήμα 6.19. Εδώ χρησιμοποιούνται δύο ζεύγη δακτυλίων τροφοδοσίας.

Όταν θέλομε να κινηθεί ο κινητήρας με τη χαμηλή ταχύτητα, το τύλιγμα του στάτη συνδέεται ως τύλιγμα μεγάλου αριθμού πόλων (έστω 8). Ο διακόπτης διεγέρσεως τοποθετείται στη θέση Α (σχ. 6.19), οπότε δημιουργούνται πόλοι, εναλλάξ βόρειοι και νότιοι, όσοι και οι πόλοι του στάτη. Για την υψηλή ταχύτητα το τύλιγμα του στάτη μετατρέπεται σε 4πολικό ενώ ο διακόπτης διεγέρσεως τοποθετείται στη θέση Β και αντιστρέφει την πολικότητα των μισών πόλων. Οι δύο γειτονικοί πόλοι γίνονται βόρειοι και οι δύο επόμενοι πόλοι γίνονται νότιοι κ.ο.κ. Στην πραγματικότητα έχομε τον ίδιο αριθμό πόλων με το στάτη. Όταν θέλομε να έχομε δύο ταχύτητες με σχέση διάφορη του 2:1, τότε δύο κινητήρες μιας ταχύτητας συνδέονται συνήθως στον ίδιο άξονα. Και οι δύο τοποθετούνται στο ίδιο πλαίσιο ή σε διαφορετικά πλαίσια, που συνδέονται σε κοινή πλάκα βάσεως. Στην περίπτωση αυτή κάθε φορά κινείται μόνο ο ένας κινητήρας.



Σχ. 6.19.

6.20 Ασκήσεις.

1) Να βρεθεί ο αριθμός σπειρών κάθε φάσεως σε εναλλακτήρα με ακέραιο βήμα και συγκεντρωμένο τύλιγμα, όταν η τάση κάθε φάσεως είναι 220 V, η ροή κάθε πόλου 10^6 γραμμές και η συχνότητα του παραγόμενου ρεύματος 50 περίοδοι. ***(Απάντηση:*** 100)

2) Τριφασικός εναλλακτήρας 4πολικός, 60 περιόδων έχει ακέραιο βήμα και συγκεντρωμένο βροχοτύλιγμα (σχ. 6.9β). Παράγει 254 V ανά φάση. Η ροή κάθε πόλου είναι 12×10^5 γραμμές. Πόσες σπείρες έχει ανά ομάδα; ***(Απάντηση:*** 20)

3) Να βρεθεί η ΗΕΔ τριφασικού, 4πολικού εναλλακτήρα 50 περιόδων με καλαθοτύλιγμα συνδεμένο κατ' αστέρα (σχ. 6.10) με δύο ομάδες ανά συγκρότημα και 10 σπείρες ανά ομάδα. Η ροή ανά πόλο είναι 2 500 000 γραμμές. ***(Απάντηση:*** 222 V)

4) Χαράξτε διάγραμμα όμοιο με του σχήματος 6.11ε για την τοποθέτηση των ομάδων μονοφασικού κινητήρα με βραχυκυκλωμένο δρομέα με 2 πόλους και 24 οδοντώσεις.

5) Τριφασικός 4πολικός κινητήρας 440 V έχει 480 σπείρες χάλκινου σύρματος διαμέτρου 1,0 mm. Αν η περιέλιξη του κινητήρα πρόκειται να αντικατασταθεί, ώστε ο κινητήρας να λειτουργεί σε δίκτυο 220 V, να υπολογισθεί ο αριθμός των σπειρών ανά φάση και το μέγεθος του σύρματος που θα χρησιμοποιηθεί.
(Απάντηση: z_2 = 240 σπείρες και S = 1,40 mm)

6) Λύστε την άσκηση 5, υποθέτοντας ότι ο κινητήρας θα μετατραπεί σε 6πολικό κινητήρα 220 V.

7) Τριφασικός 4πολικός κινητήρας τάσεως 220 V, συχνότητας 180 περιόδων έχει περιέλιξη χάλκινου σύρματος διαμέτρου 1,6 mm και 12 σπείρες σε κάθε ομάδα. Η περιέλιξη του κινητήρα πρέπει να αντικατασταθεί, ώστε ο κινητήρας να λειτουργεί σε δίκτυο 110 V, 60 περιόδων με τις ίδιες στροφές (ο αριθμός των πόλων δεν αλλάζει). Να υπολογισθεί ο αριθμός των σπειρών ανά ομάδα και το μέγεθος του σύρματος που θα χρησιμοποιηθεί.

8) Να λυθεί η άσκηση 7, υποθέτοντας ότι ο κινητήρας θα τροποποιηθεί, ώστε να εργάζεται σε δίκτυο 440 V, 180 περιόδων με 6 πόλους.

9) Πόσες σπείρες σύρματος διαμέτρου 1 mm μπορεί να τοποθετηθούν σε οδόντωση, που έχει διατομή 1,6 cm^2, όταν η μόνωση του χάλκινου σύρματος είναι από βαμβάκι; ***(Απάντηση:*** 84 σπείρες)

10) Να υπολογισθεί ο αριθμός των σπειρών σε κάθε ομάδα και το μέγεθος του σύρματος που θα χρησιμοποιηθεί για την περιέλιξη του στάτη του σχήματος 6.14α, αν πρόκειται να περιτυλιχθεί σε σύνδεση αστέρα, ώστε

να λειτουργεί σε δίκτυο 380 V, 50 περιόδων με 1450 στροφές (4πολικό τύλιγμα).

11) Κινητήρας σταθερής ισχύος έχει ροπή στρέψεως 3 kpm στις 700 στροφές. Ποια ροπή θα παρέχει ο κινητήρας στις 1400 στροφές;
(Απάντηση: 0,15 kpm)

12) Κινητήρας με σταθερή ροπή στρέψεως παρέχει 10 HP στις 1200 στροφές. Πόσους ίππους θα παρέχει στις 600 στροφές;
(Απάντηση: 4,57 HP)

13) Η πινακίδα κινητήρα αναγράφει: 2,5 HP, 600 r.p.m., 3,75 HP, 900 r.p.m., 5 HP, 1200 r.p.m., 7,5 HP, 1800 r.p.m.. Τι είδους κινητήρας είναι αυτός; α) Σταθερής ισχύος, β) σταθερής ροπής ή γ) μεταβλητής ροπής;
(Απάντηση: Σταθερής ροπής)

14) Τριφασικός κινητήρας 220 V, 750/1500 στροφών έχει 48 οδοντώσεις και ισχύ 10 HP για κάθε ταχύτητα. Να βρεθούν: α) Το βήμα του τυλίγματος, β) ο αριθμός των συγκροτημάτων και γ) ο αριθμός των ομάδων ανά συγκρότημα.

15) Σχεδιάστε με απλό γραμμικό διάγραμμα το τύλιγμα του κινητήρα της ασκήσεως 14.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΛΥΣΕΩΣ ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΕΩΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

7.1 Γενικά.

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι ορθοί τρόποι που πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη λύση (αποσυναρμολόγηση) και τη συναρμολόγηση οποιασδήποτε ηλεκτρικής μηχανής. Η βεβιασμένη και απρόσεκτη λύση του κινητήρα ή της γεννήτριας μπορεί να προκαλέσουν σοβαρή ζημιά στα ευπαθή μέρη της μηχανής. Όλα τα εξαρτήματα πρέπει να αποσυναρμολογούνται με προσοχή και να χρησιμοποιούνται μόνο τα κατάλληλα εργαλεία. Κατά τη λύση της μηχανής πρέπει να σημαδεύονται (να ποντάρονται) τα διάφορα εξαρτήματα, να καταγράφονται ορισμένα αριθμητικά στοιχεία, όπως είναι τα διάκενα, η σειρά συναρμολογήσεως κλπ. και να τοποθετούνται τα λυμένα εξαρτήματα σε κανονικό και ασφαλές τραπέζι. Ο τεχνίτης, που θα προσπαθήσει να λύσει μηχανή τηρώντας κατά γράμμα τις παρακάτω οδηγίες, θα καταλάβει την αξία τους αργότερα.

7.2 Αφαίρεση των ακραίων καλυμμάτων της μηχανής.

Κατά την αφαίρεση των ακραίων καλυμμάτων της μηχανής, ο τεχνίτης πρέπει να προσέξει ιδιαίτερα στη σήμανση (σημάδεμα) των διαχωριστικών επιφανειών και τη χρήση των καταλλήλων εργαλείων. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι σε ορισμένους κινητήρες και γεννήτριες τα έδρανα πρέπει να αφαιρούνται πριν από τα ακραία καλύμματα.

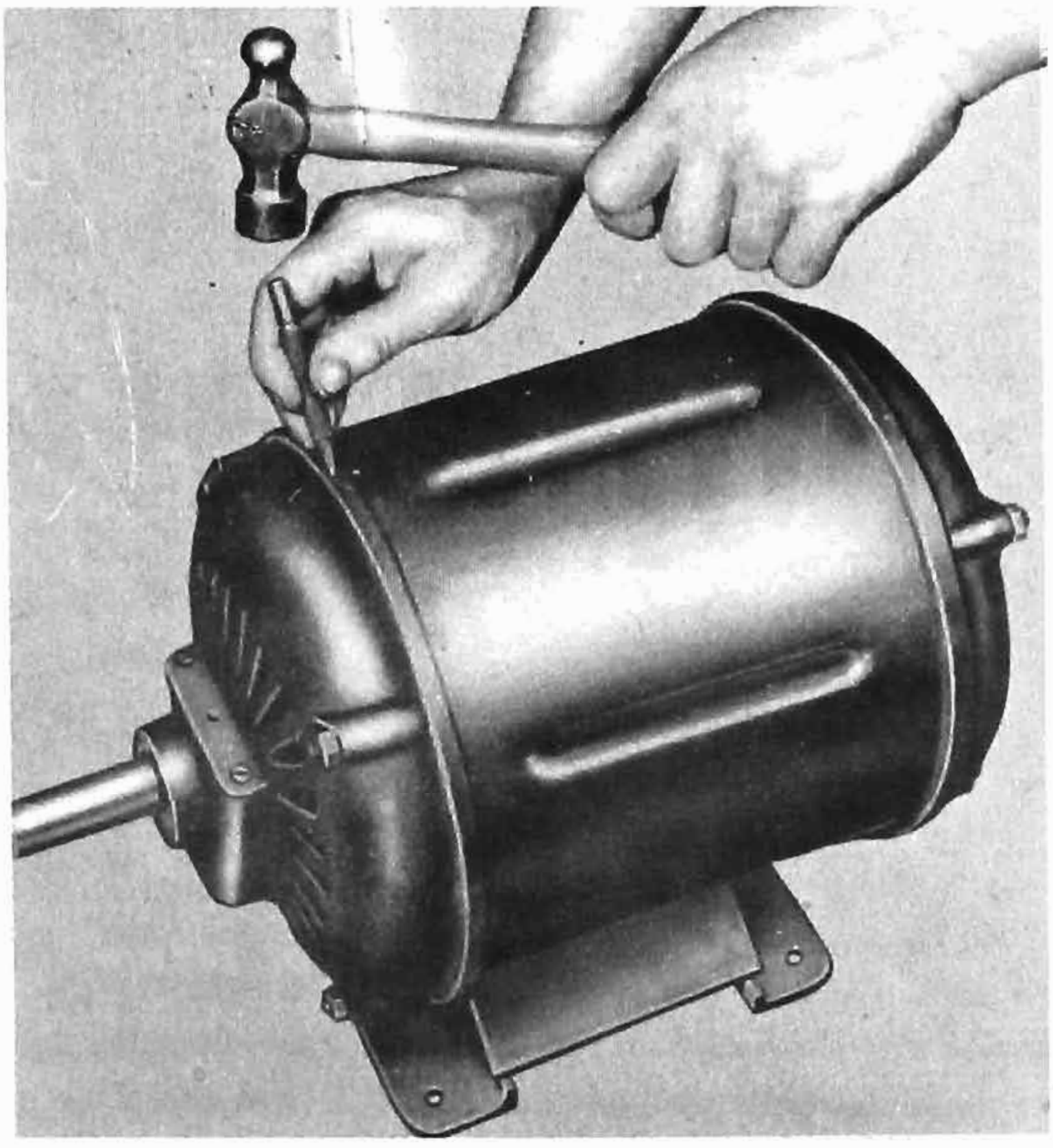
α) Γενικά μέτρα.

1) Δεν χρησιμοποιούμε κατσαβίδι για να διαχωρίσομε τις επιφάνειες που εφάπτονται, γιατί μπορεί να προσκληθούν στις επιφάνειες επαφής χαραγές, σχισίματα ή κτυπήματα, τα οποία θα δυσχεράνουν τη συναρμολόγηση.

2) Δεν χρησιμοποιούμε σιδερένιο σφυρί για να κτυπήσομε απευθείας οποιοδήποτε εξάρτημα της μηχανής, γιατί μπορεί να προκαλέσομε ραγίσματα ή θραύση στα χυτά μέρη ή βαριά κτυπήματα ή αποτυπώματα στις επιφάνειες με αποτέλεσμα δυσκολίες στη συναρμολόγηση της μηχανής.
3) Ελέγχομε ξανά την εργασία αποσυναρμολογήσεως. αν παρουσιασθεί δυσκολία στη συναρμολόγηση της μηχανής. Μπορεί να έχει λησμονηθεί κάποιος κοχλίας συσφίγξεως σε κάποιο μέρος της μηχανής.

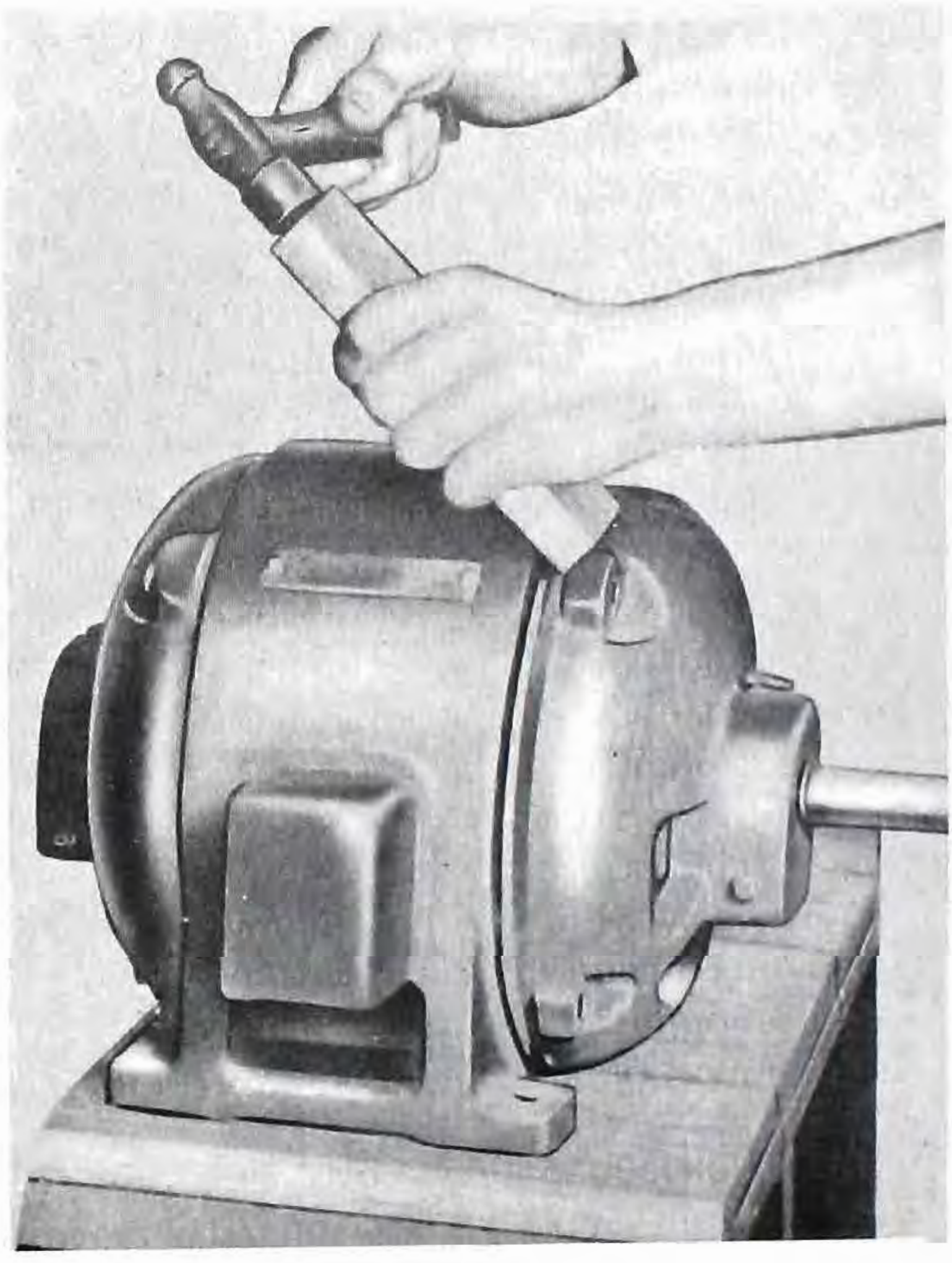
β) Τρόπος εργασίας.

Σημαδεύομε με πόντα δύο σημεία που συμπίπτουν στο κάλυμμα και στον κορμό της μηχανής, για να μας βοηθήσουν κατά τη συναρμολόγηση της μηχανής (σχ. 7.2α). Για να μη γίνει σφάλμα, χρησιμοποιούμε διαφορετικά σημάδια σε κάθε πλευρά της μηχανής, π.χ. μια «πονταρισιά» στα σημεία επαφής της μιας πλευράς και δύο «πονταρισιές» στην άλλη πλευρά.
Αφαιρούμε τα παξιμάδια και τους συνδετικούς κοχλίες.
Αφαιρούμε τους κοχλίες που συγκρατούν τα καλύμματα των



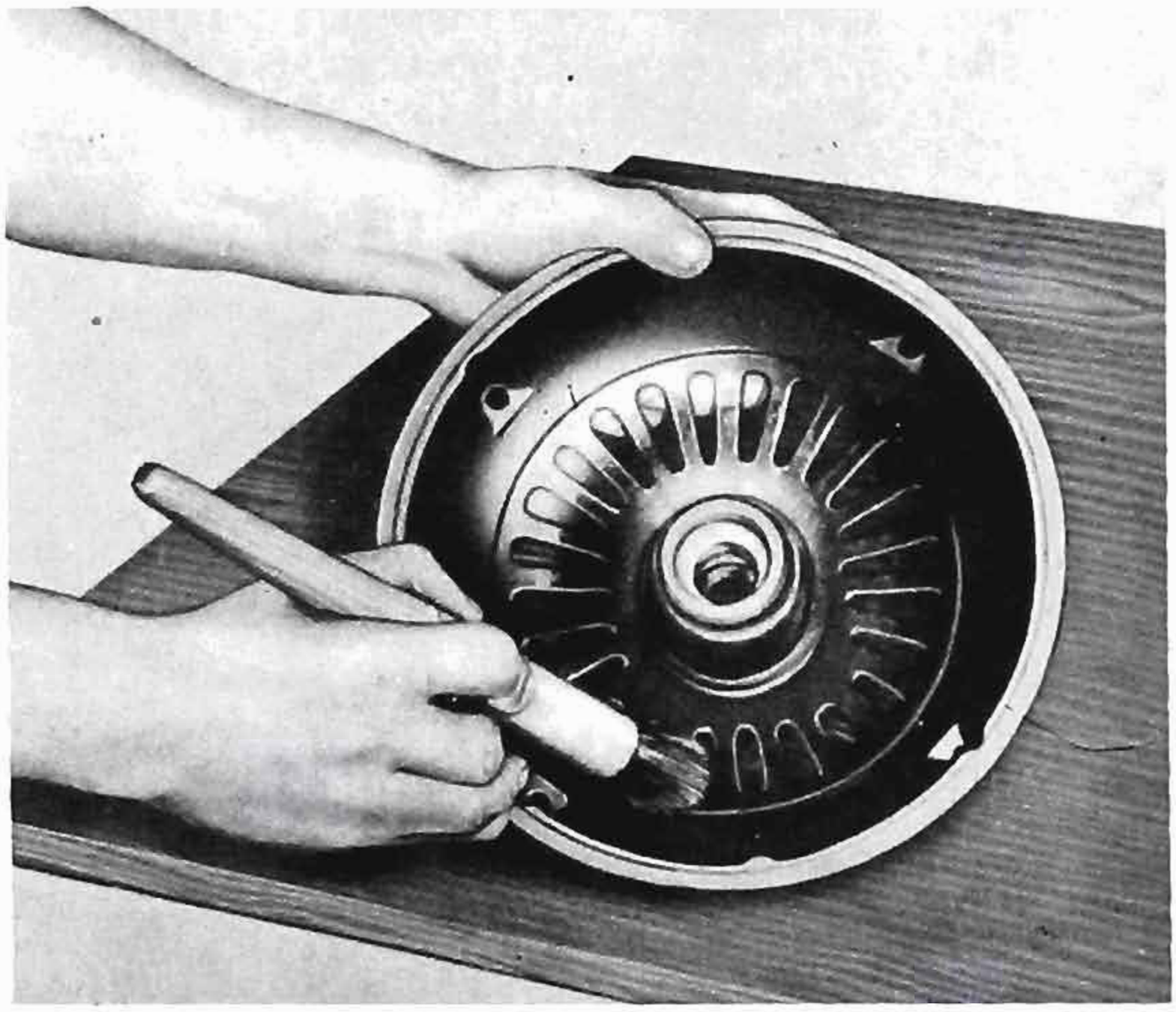
Σχ. 7.2α.
Πώς σημαδεύομε τον κορμό και τα καλύμματα του κινητήρα.

ρουλεμάν, στις μηχανές που έχουν ρουλεμάν.
Διαχωρίζομε τα ακραία καλύμματα από τον κορμό χρησιμοποιώντας ξύλινο ή δερμάτινο σφυρί (σχ. 7.2β). Αν δεν έχομε χρησιμοποιούμε σιδερένιο σφυρί με ξύλινο τάκο. Όταν αποχωρισθούν τα καλύμματα από τον κορμό της μηχανής, το τύμπανο θα έλθει σε επαφή με το στάτη. Στις μεγάλες μηχανές θα χρειασθεί να πάρομε ορισμένα μέτρα για να αποφύγομε την καταστροφή των τυλιγμάτων. Λεπτές σφήνες από σκληρό ξύλο επαλειμμένες με κερί και στις δύο πλευρές μπορεί να τοποθετηθούν στο διάκενο μεταξύ τυμπάνου και στάτη για να προστατεύσουν τα τυλίγματα.
Σημειώνομε και καταγράφομε τις συνθέσεις όλων των εσωτερικών μηχανισμών. Αποσυνδέομε τα καλώδια από τα εσωτερικά μέρη.

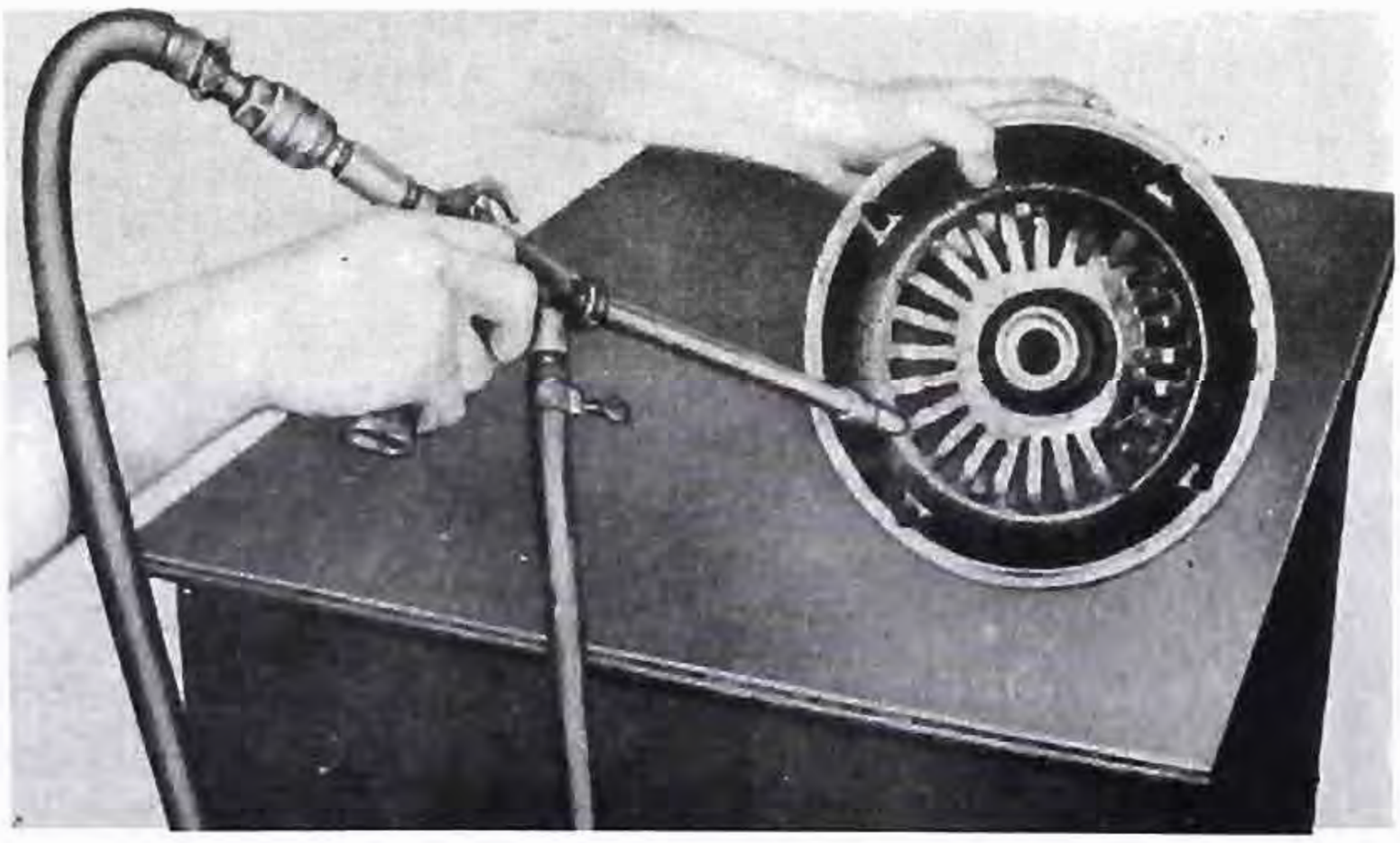


Σχ. 7.2β.
Πώς διαχωρίζομε τα ακραία καλύμματα με σφυρί και ξύλινο τάκο.

Καθαρίζομε τα ακραία καλύμματα από τις ακαθαρσίες και τις σκόνες, χρησιμοποιώντας συρμάτινη ψήκτρα (βούρτσα) και διαλυτικό καθάρσεως ή πετρέλαιο και ξηραίνομε με πεπιεσμένο αέρα (σχήματα 7.2γ και 7.2δ). Επιθεωρούμε τα ακραία καλύμματα για ρωγμές ή θραύσεις. Επιθεωρούμε τις επιφάνειες επαφής για τυχόν κτυπήματα, αποξέσεις, σχισίματα ή περίσσεια χρώματος ή σκόνης. Καθαρίζομε τις επιφάνειες αυτές με πετρέλαιο και τις λειαίνομε με λεπτή λίμα.



Σχ. 7.2γ.
Καθαρισμός ακραίου καλύμματος με διαλυτικό καθαρισμού.



Σχ. 7.2δ.
Καθαρισμός και ξήρανση ακραίου καλύμματος με πεπιεσμένο αέρα.

7.3 Αφαίρεση των εδράνων.

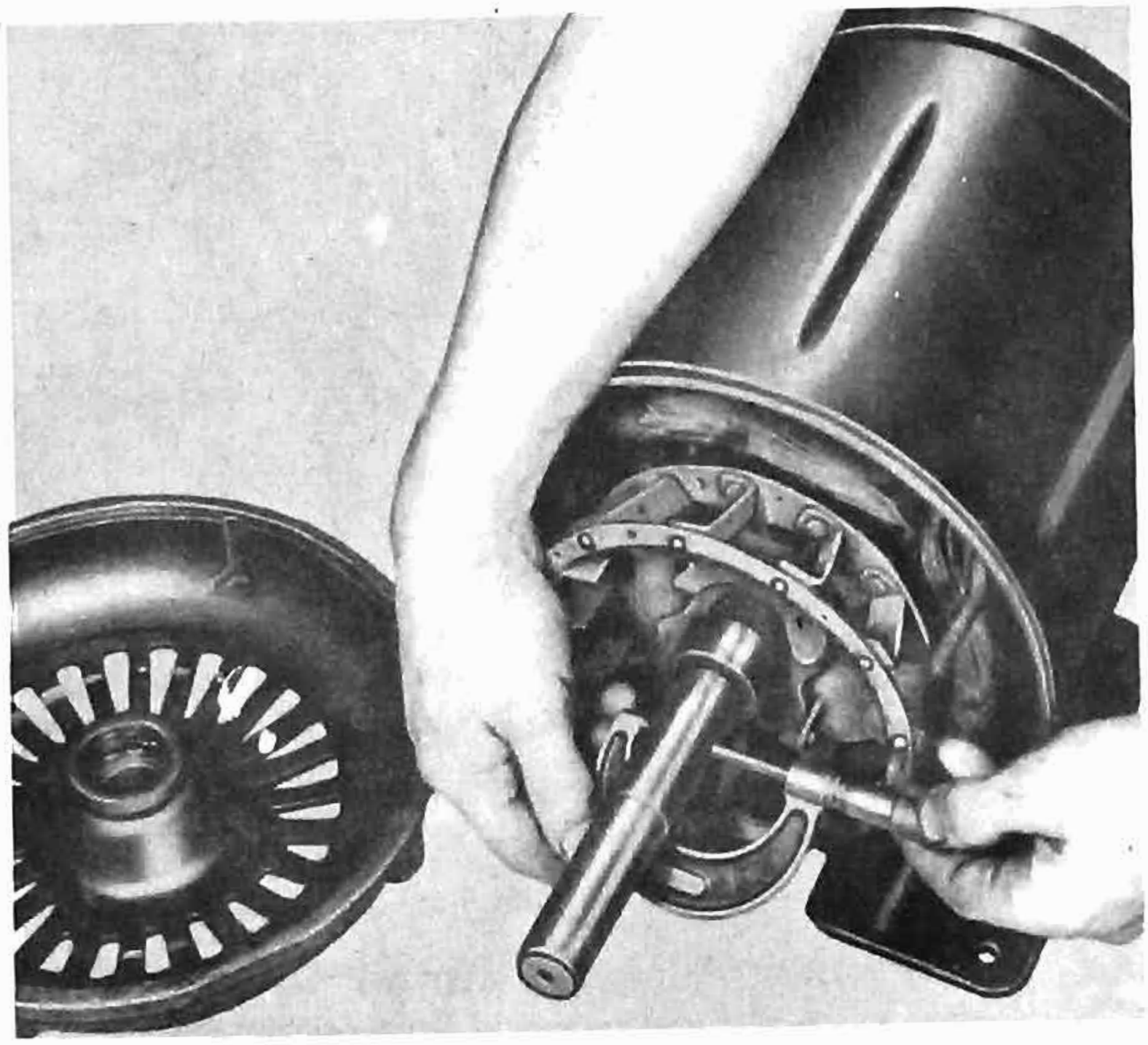
Ο τρόπος αφαιρέσεως των εδράνων εξαρτάται από τον τύπο των εδράνων και από τον τρόπο συνδέσεώς τους με τα ακραία καλύμματα.

Καμιά φορά τα έδρανα αφαιρούνται, πριν αφαιρεθούν τα καλύμματα. Αυτό όμως δεν συμβαίνει πάντοτε. Τα έδρανα μπορεί να είναι ρουλεμάν ή δακτυλίδια. Τα δακτυλίδια είναι κεντραρισμένα και συνδέονται με μεταλλική φλάντζα, λιπαίνονται μέσω δακτυλίου λιπάνσεως και θήκης λαδιού ή μέσω «κετσέ» και θήκης λαδιού. Τα ένσφαιρα ρουλεμάν είναι τριών τύπων: ***Ανοικτά, ημιστεγανά*** και ***στεγανά.*** Επειδή ο τρόπος αφαιρέσεως των ρουλεμάν διαφέρει πολύ ανάλογα με τον τύπο τους, δεν θα περιγράψομε λεπτομερώς τους διαφόρους τρόπους που εφαρμόζονται, αλλά θα αναφέρομε απλά τα γενικά προστατευτικά μέτρα και τις μεθόδους που πρέπει να χρησιμοποιούνται κατά την αφαίρεση των ρουλεμάν.

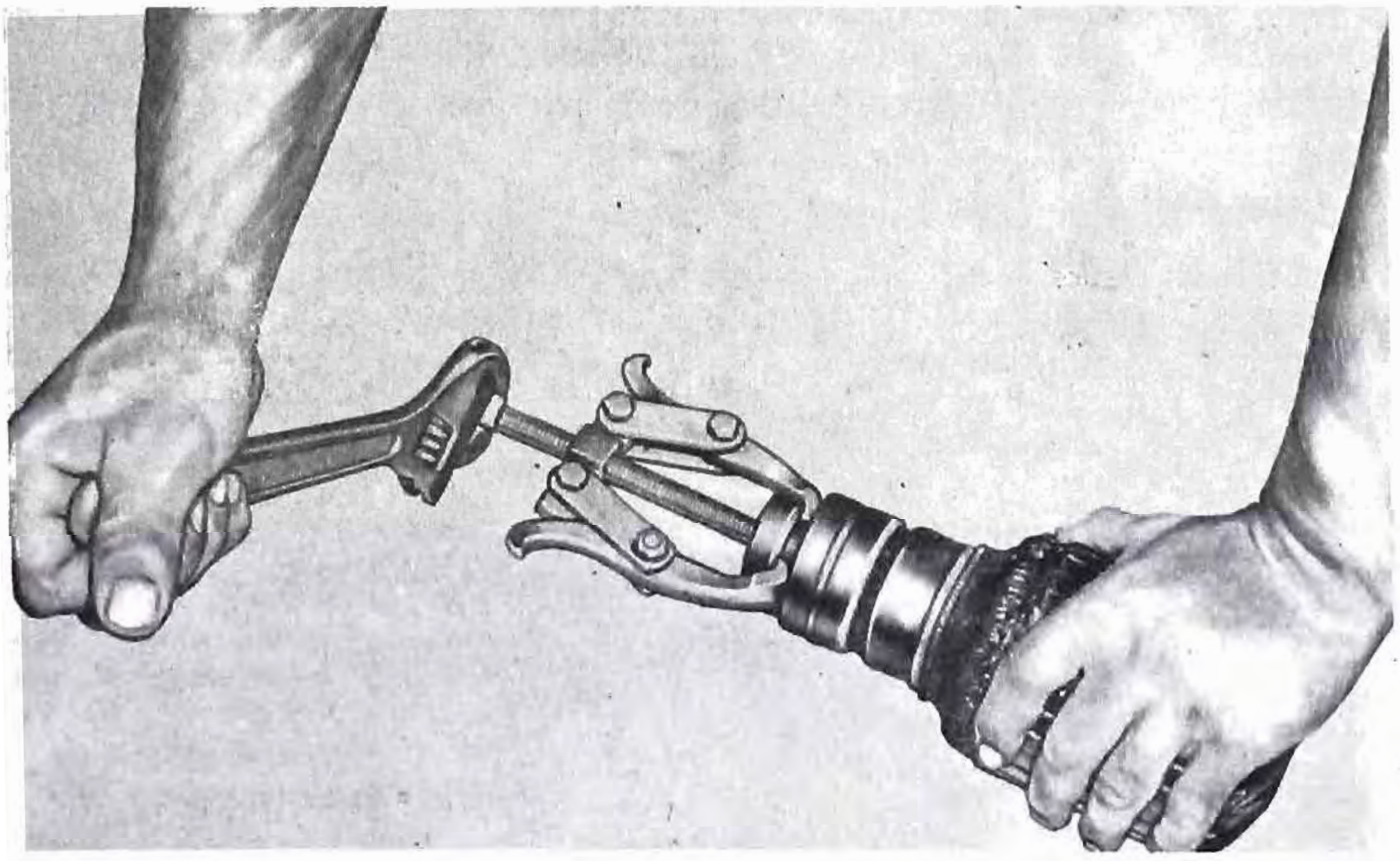
α) Γενικά μέτρα κατά την αφαίρεση των ρουλεμάν.

1) Δεν αφαιρούμε τα ρουλεμάν που βρίσκονται σε καλή κατάσταση, εκτός αν είναι απόλυτα απαραίτητο. Τα ένσφαιρα ρουλεμάν πρέπει να διατηρούνται πάντοτε καθαρά, τόσο πριν, όσο και μετά την τοποθέτηση. Τα κρατούμε με καθαρό ύφασμα χωρίς κλωστές, ή με καννάβινα γάντια. Δεν χρησιμοποιούμε διάλυμα καθαρισμού στα ημιστεγανά ή στεγανά ρουλεμάν, γιατί ίσως να αφαιρέσει το λιπαντικό συντηρήσεως, που βρίσκεται στα σφαιρίδια (μπίλιες). Ρουλεμάν που πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθούν, πρέπει να αφαιρούνται με πίεση, η οποία να εξασκείται μόνο στον εσωτερικό κώνο. Αντικαθιστούμε τα ρουλεμάν που έχουν πιεσθεί από την εξωτερική τους πλευρά.
2) Όταν αποθηκεύομε ρουλεμάν τα τυλίγομε με κηρόχαρτο ή λαδόχαρτο.
3) Όταν αφαιρούμε δακτυλίδια, βεβαιωνόμαστε ότι η εσωτερική επιφάνεια πάνω στην οποία στηρίζονται τα καλύμματα, είναι λεία και ομαλή.
4) Δεν προσπαθούμε να επιδιορθώσομε τους άξονες, που έχουν φθαρεί κάτω από το κανονικό τους μέγεθος, εκτός αν η διάμετρος ολόκληρου του άξονα μειωθεί, ώστε να είναι η ίδια με τη διάμετρο των σημείων εδράσεως του άξονα. Αναμεταλλώνομε τα σημεία εδράσεως, σε διάμετρο μεγαλύτερη από την κανονική, ψεκάζοντας λειωμένο μέταλλο και τα κατεργαζόμαστε ώστε να φθάσουν στην κανονική διάμετρο του άξονα (σχ. 7.3α).

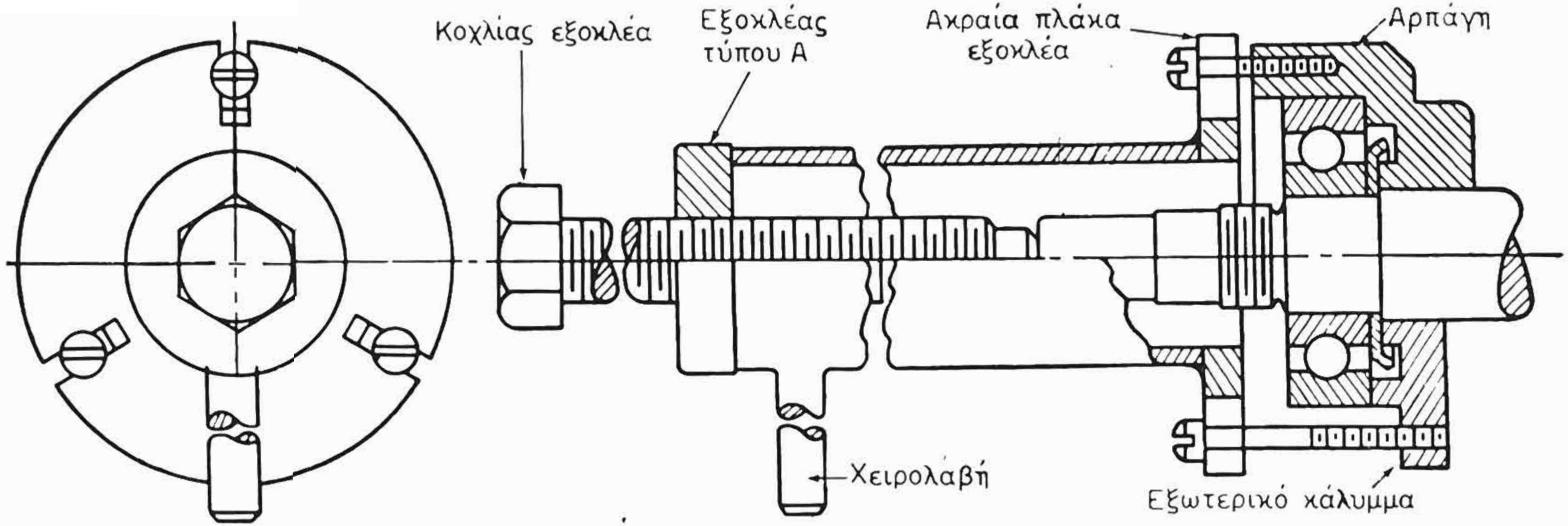
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

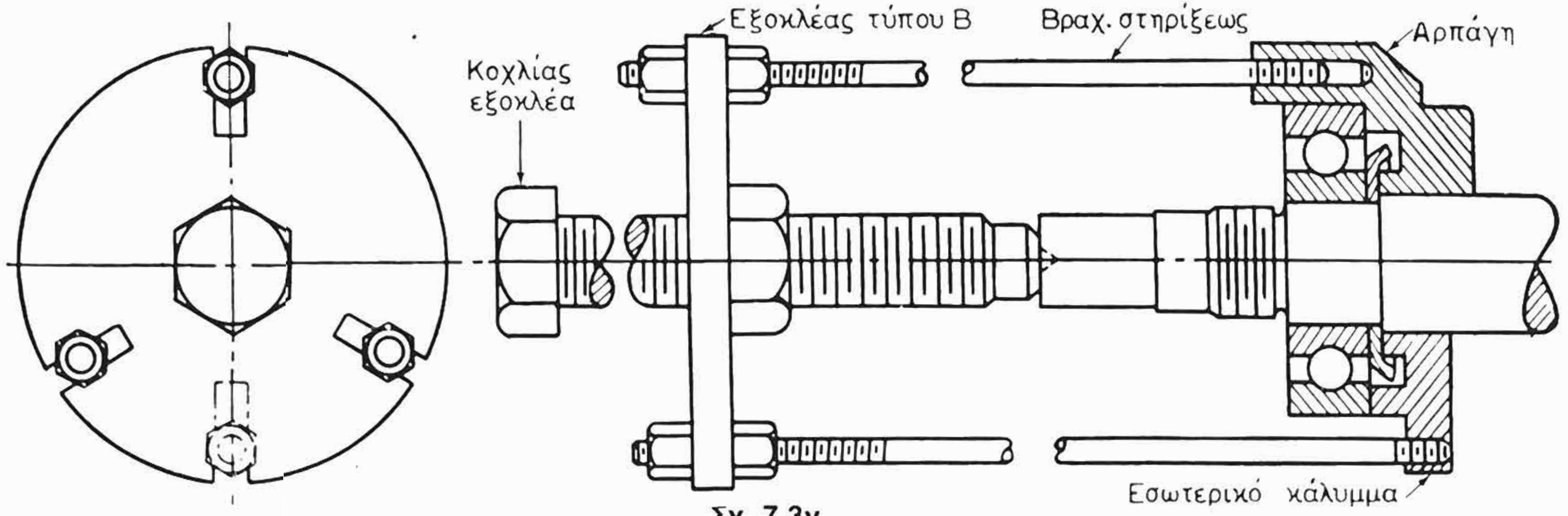


Σχ. 7.3α.
Έλεγχος της διαμέτρου του άξονα με μικρόμετρο.



Σχ. 7.3β.
Αφαίρεση ρουλεμάν με εξολκέα δύο σκελών.





Σχ. 7.3γ.

Αφαίρεση ρουλεμάν με τη χρησιμοποίηση εξολκέα με βραχίονες αντιστηρίξεως.

β) Τρόπος εργασίας.

Τα ένσφαιρα ρουλεμάν, που αφαιρούνται με πρέσα, είναι κατάλληλα συνήθως να επαναχρησιμοποιηθούν, αν βρίσκονται σε καλή κατάσταση.

Η χρησιμοποίηση πρέσας ή εξολκέα για την αφαίρεση των ρουλεμάν συνήθως τα προστατεύει και επιτρέπει την επαναχρησιμοποίησή τους.

Μπορούμε να χρησιμοποιήσομε εξολκέα απευθείας στον εξωτερικό κώνο του ρουλεμάν, αλλά το ρουλεμάν θα είναι άχρηστο μετά τη χρήση του (σχ. 7.3β).

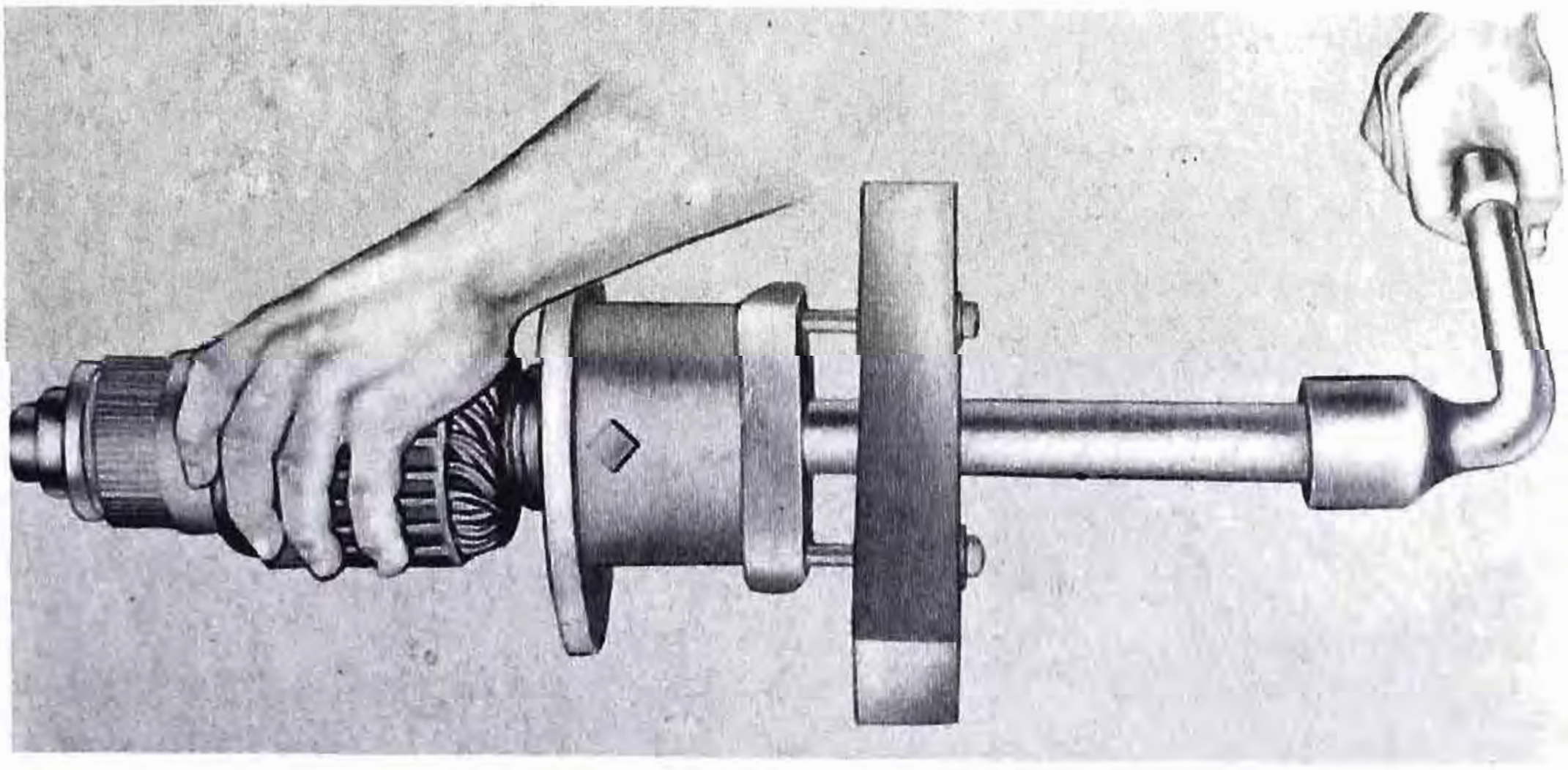
Εξολκείς με πλάκα ή με μπάρα (σχ. 7.3γ) χρησιμοποιούνται όταν, λόγω κατασκευής του συγκροτήματος του ρουλεμάν, ο εσωτερικός κώνος και το ρουλεμάν παραμένουν πάνω στον άξονα μετά την αφαίρεση του καλύμματος και του εξωτερικού κώνου (σχ. 7.3δ).

Πρέσα με κανονικά η σχιστά παρεκτάματα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αφαίρεση των δακτυλίων (σχ. 7.3ε).

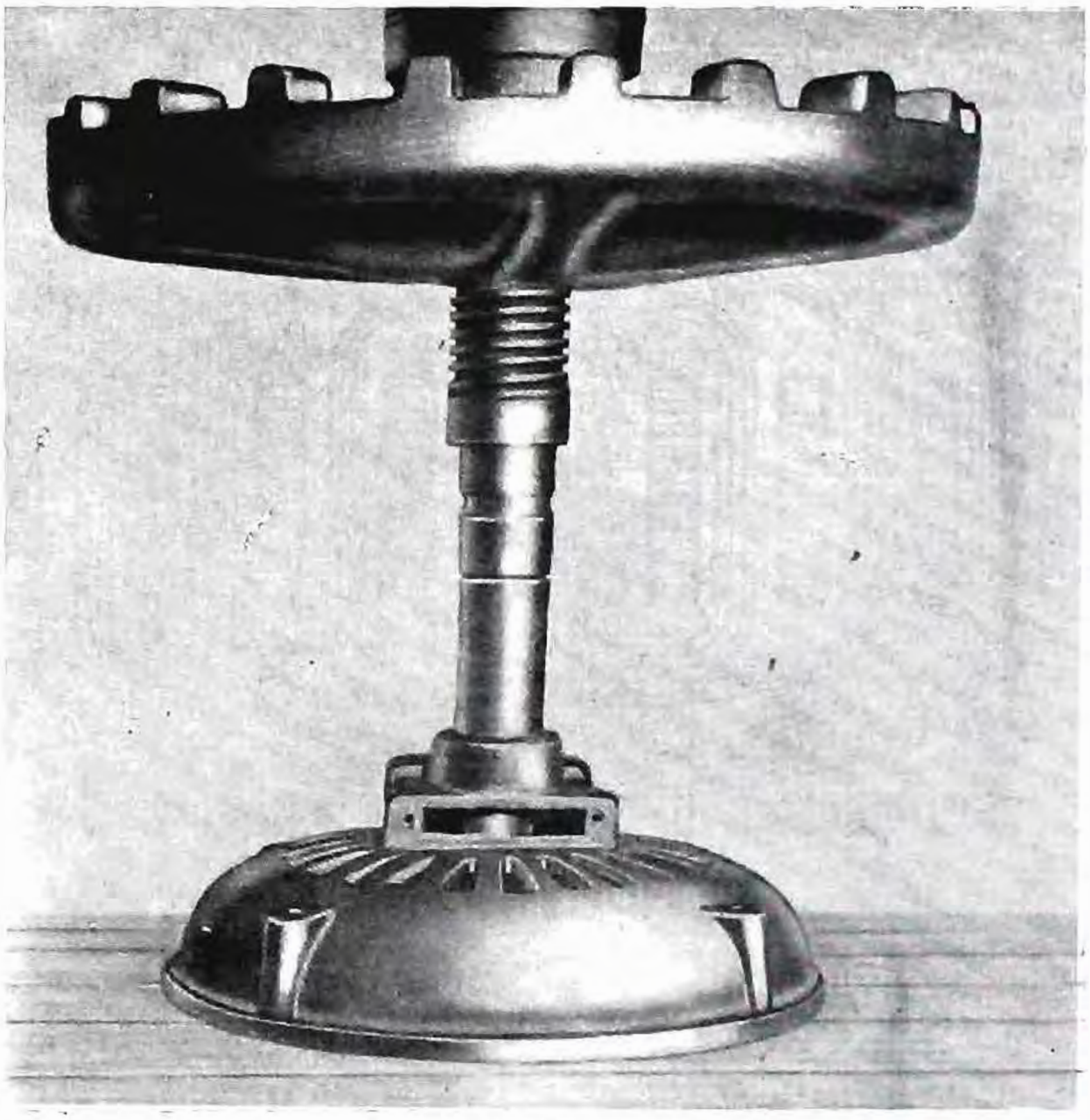
Αν δεν υπάρχει πρέσα, τα δακτυλίδια μπορεί να αφαιρεθούν αν τα κτυπήσομε με σφυρί επάνω σε επιβολέα που θα έχει την ίδια διάμετρο με το δακτυλίδι (σχ.7.3στ). Τα δακτυλίδια αφαιρούνται και όταν χρησιμοποιήσομε σφήνα με κυλινδρική μπάρα ή σωλήνα μικρού μήκους, που να έχει λίγο μικρότερη διάμετρο από την εξωτερική οπή της θήκης του εδράνου (σχ. 7.3ζ).

Μετρούμε και σημειώνομε την εξωτερική διάμετρο των δακτυλίων με μικρόμετρο (σχ. 7.3η).

Τα δακτυλίδια καμιά φορά αφαιρούνται αφού πρώτα τα τρυπήσομε με ψιλό τρυπάνι.



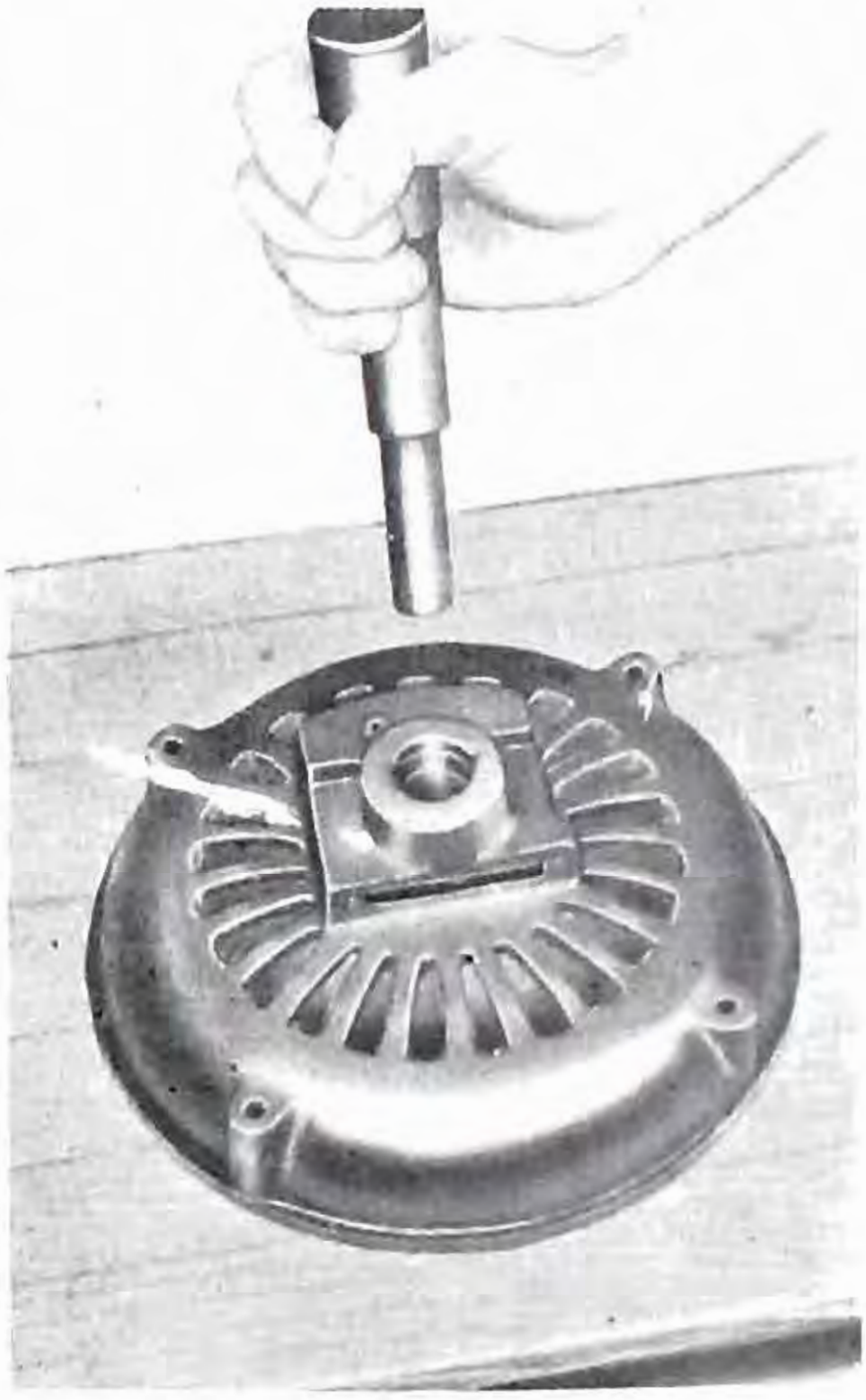
Σχ. 7.3δ.
Αφαίρεση ρουλεμάν με εξολκέα με μπάρα.



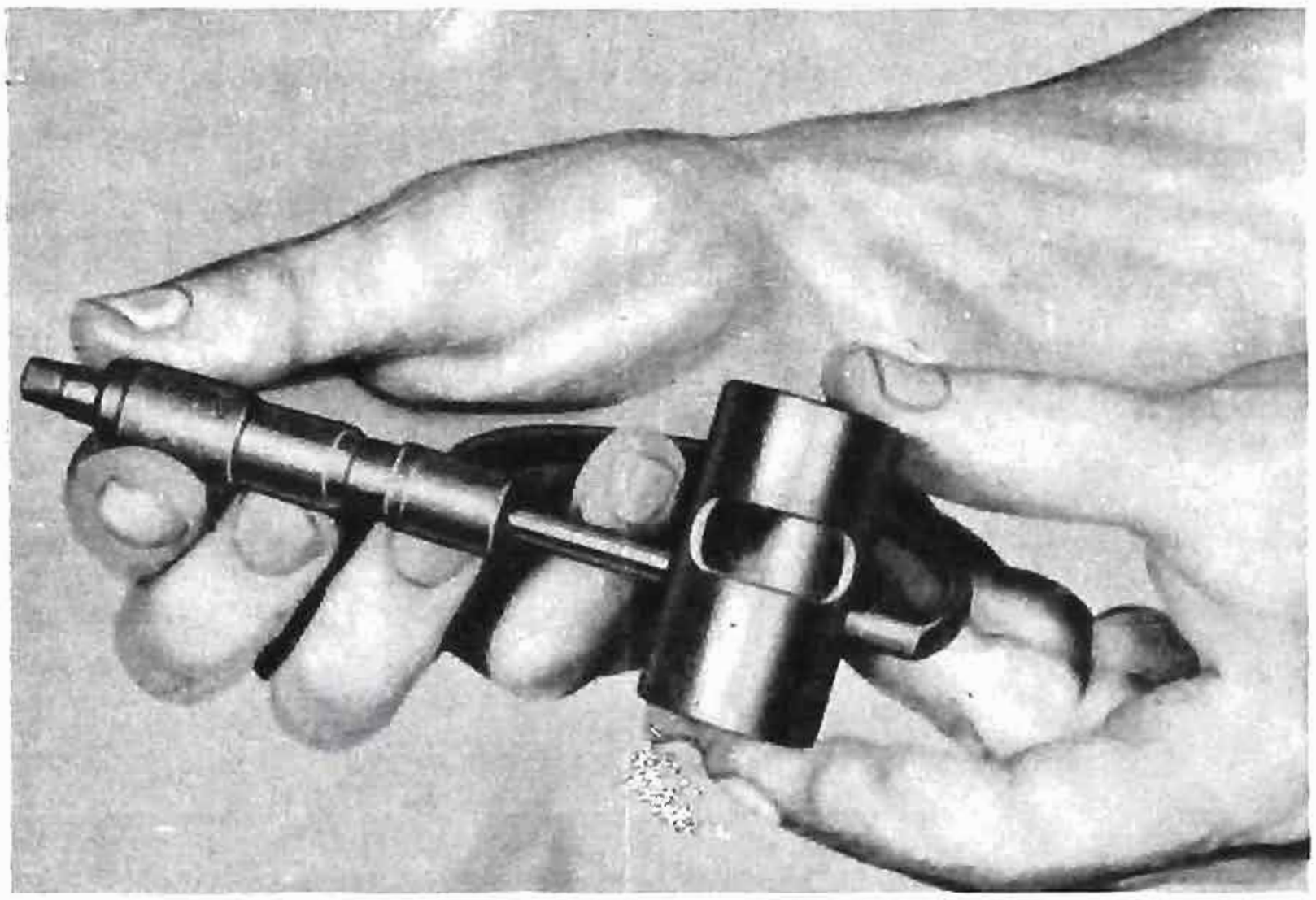
Σχ. 7.3ε.
Αφαίρεση δακτυλίου με πρέσα.



Σχ. 7.3στ.
Αφαίρεση δακτυλίου με σφύρα.



Σχ. 7.3ζ.
Πώς τοποθετούμε τον επιβολέα της πρέσας πριν αφαιρέσομε το δακτυλίδι.



Σχ. 7.3η.
Έλεγχος, με μικρόμετρο, εξωτερικής διαμέτρου δακτυλίου.

7.4 Αφαίρεση των ψηκτρών.

Επειδή τα συγκροτήματα των ψηκτρών διαφέρουν σε διάφορα είδη κινητήρων και γεννητριών, δεν θα περιγράψομε συγκεκριμένο τρόπο για την αφαίρεσή τους, αλλά θα αναφέρομε ορισμένους γενικούς κανόνες, που πρέπει να εφαρμόζονται κατά την αφαίρεση των ψηκτρών σε όλους τους τύπους γεννητριών και κινητήρων.

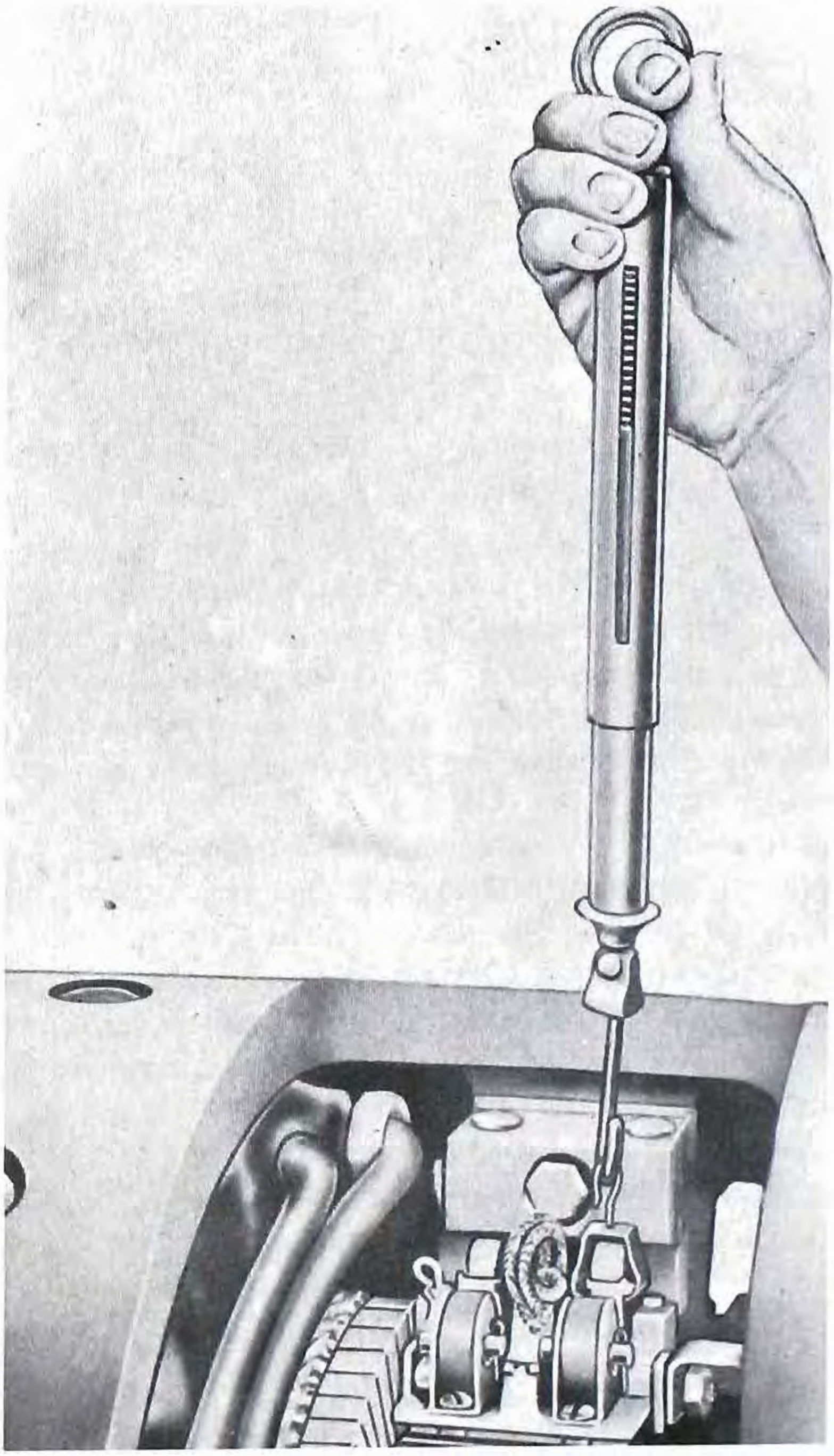
α) Γενικά μέτρα κατά την αφαίρεση των ψηκτρών.

1) Χειριζόμαστε προσεκτικά τις επαφές και τους διακλαδωτήρες για να μη καταστραφούν κατά την αφαίρεσή τους.
2) Ελέγχομε την τάση των ελατηρίων των ψηκτρών ακόμη και αν φαίνεται ότι λειτουργούν κανονικά. Η αντικανονική τάση των ελατηρίων των ψηκτρών θα προκαλέσει σπινθηρισμούς, με αποτέλεσμα να καούν οι ψήκτρες.
3) Οι ψηκτροφορείς πρέπει να είναι καθαροί και να μην παρουσιάζουν εμπόδια. Η γωνία και το διάκενο των ψηκτροθηκών πρέπει να ελέγχεται πριν από την αποσυναρμολόγηση.
4) Οι ψήκτρες πρέπει να τοποθετούνται σε ειδικά κουτιά και να αποθηκεύονται σε καθαρό και ξερό χώρο.

β) Τρόπος εργασίας.

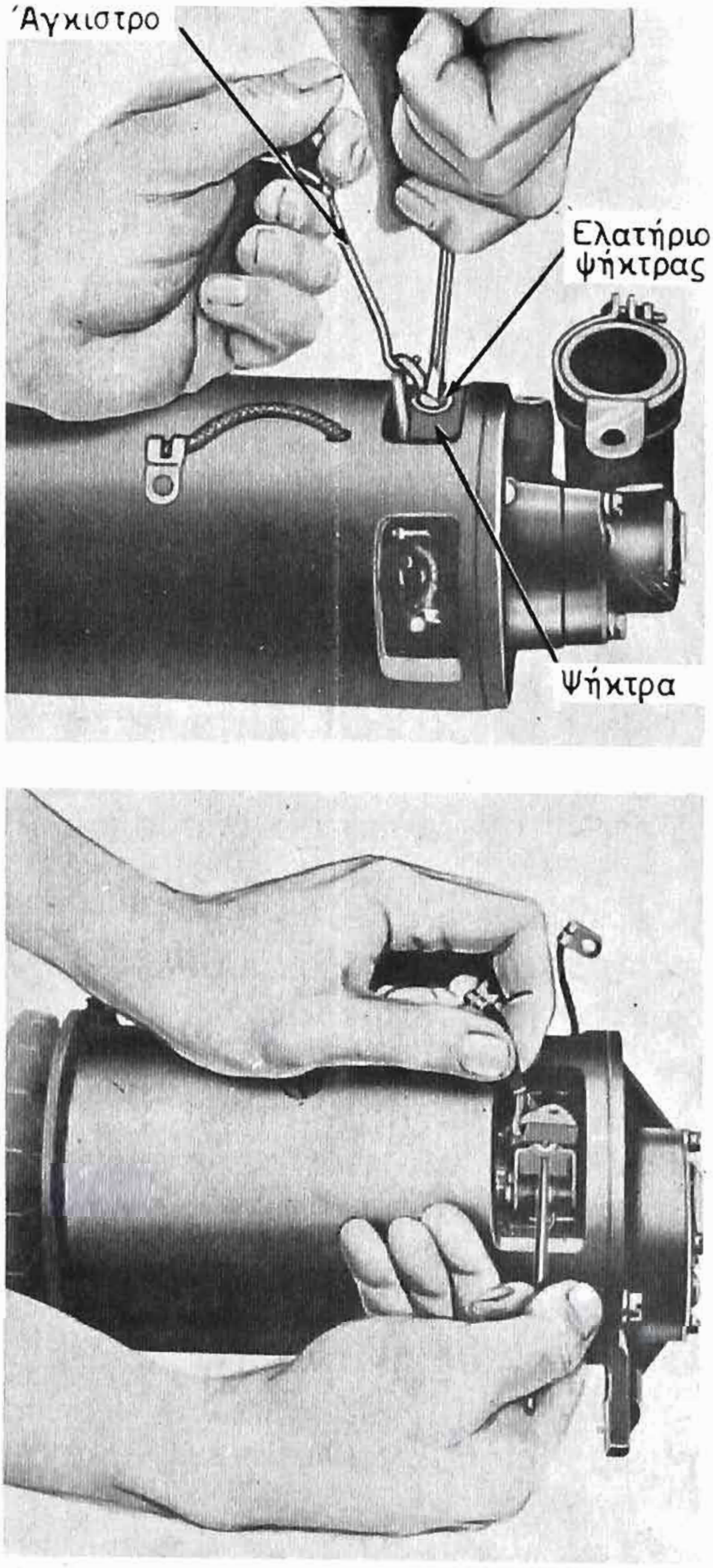
Σημειώνομε και καταγράφομε ορισμένα στοιχεία, πριν αρχίσομε την αποσυναρμολόγηση, π.χ. τη θέση και τη μεταξύ τους γωνία των ψηκτρών, την απόσταση μεταξύ των ψηκτροφορέων, του συλλέκτη ή των δακτυλίων.

Ελέγχομε την πίεση των ελατηρίων των ψηκτρών (σχ. 7.4α).
Αφαιρούμε τους συνδετικούς κοχλίες κρατώντας το συνδετικό αγωγό με άγκιστρο καλωδίου [σχ. 7.4β(α)].
Σύρομε το συγκρατητήρα της ψήκτρας και αφαιρούμε την ψήκτρα [σχ. 7.4β(β)].

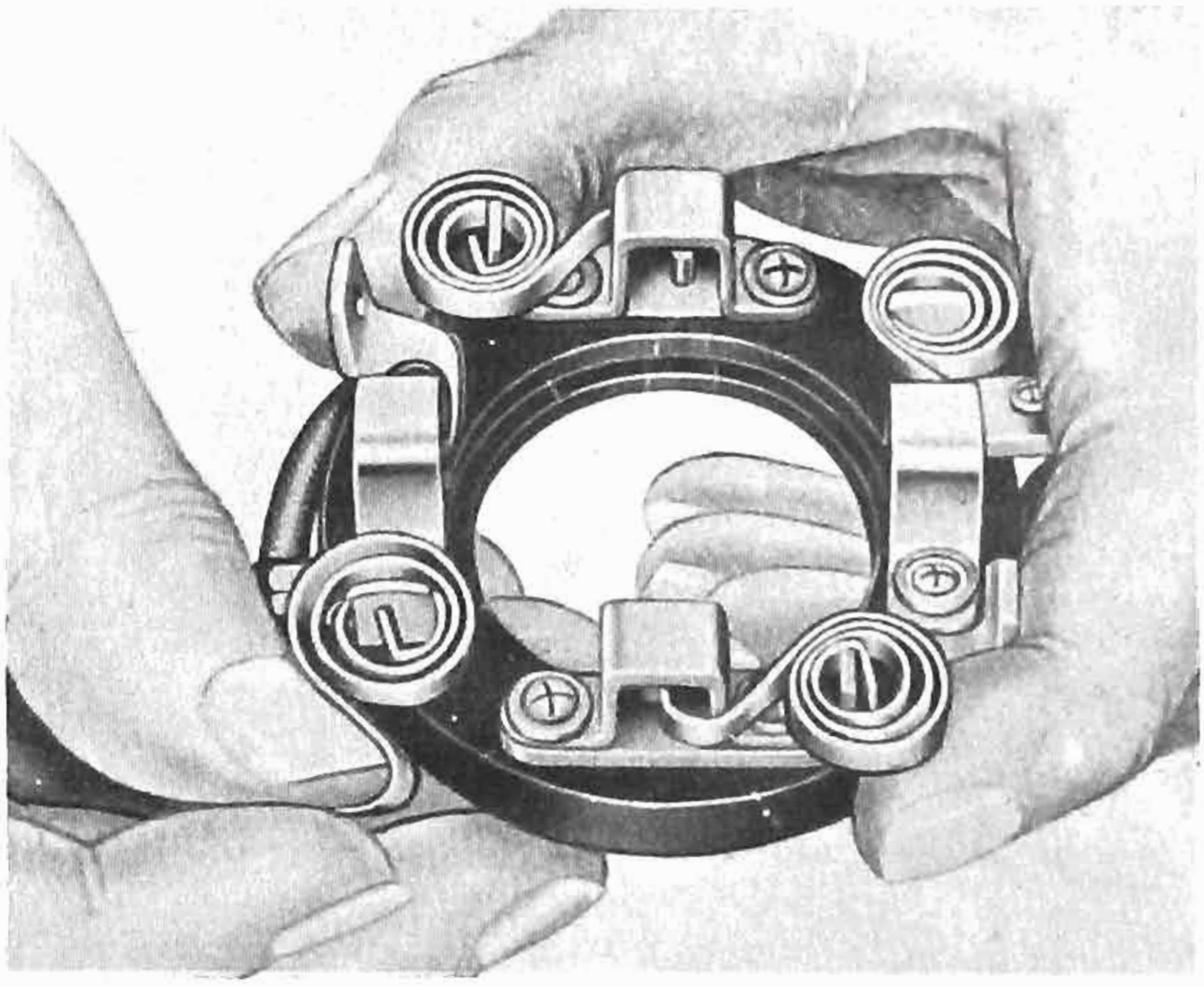


Σχ. 7.4α.
Έλεγχος της πιέσεως των ελατηρίων των ψηκτρών με δυναμόμετρο.

Αφαιρούμε το συγκρότημα των ψηκτρών και αντικαθιστούμε τα ελατήρια, αν χρειάζεται (σχ. 7.4γ).
Τοποθετούμε τις ψήκτρες σε καθαρό και στεγανό κουτί ή τις τυλίγομε με ύφασμα ή λαδόχαρτο.



Σχ. 7.46.
Ο κανονικός τρόπος αφαιρέσεως των ψηκτρών.



Σχ. 7.4γ.
Αφαίρεση του σπειροειδούς ελατηρίου των ψηκτρών για ρύθμιση και αντικατάσταση.

7.5 Αφαίρεση των εσωτερικών διακοπτών.

Πριν ακόμη αφαιρέσομε τους εσωτερικούς διακόπτες, παρατηρούμε και σημειώνομε τον τρόπο συνδεσμολογίας τους.

α) Γενικά μέτρα.

1) Αφαιρούμε με προσοχή τους συνδετικούς κοχλίες των διακοπτών προσέχοντας να μην καταστρέψομε τα εύθραυστα μέρη.
2) Όταν λύνομε φυγοκεντρικούς διακόπτες, προσέχομε να μην χάσομε ή καταστρέψομε τα ελατήρια.
3) Δεν προσπαθούμε να τρίψομε τις επαφές, που είναι πολύ καμένες, αλλά αντικαθιστούμε το διακόπτη.
4) Δεν τεντώνομε τα ελατήρια του αυτόματου πέρα από το όριό τους.
5) Αντικαθιστούμε τα ελαττωματικά ελατήρια με καινούργια, τα οποία θα έχουν την κατάλληλη τάση.
Δεν επαναχρησιμοποιούμε ραγισμένα ή θραυσμένα εξαρτήματα.

β) Τρόπος εργασίας.

Σημειώνομε την εσωτερική συνδεσμολογία του διακόπτη.
Αφαιρούμε με προσοχή τους συνδετικούς κοχλίες του σταθερού

μερους, που στερεώνονται στο κάλυμμα της μηχανής.
Τυλίγομε το σταθερό μέρος ή τα μέρη με χονδρό χαρτί και τα φυλάγομε για μελλοντική χρήση.
Αφαιρούμε τους συνδετικούς κοχλίες από το περιστρεφόμενο μέρος του διακόπτη. Σημειώνομε και καταγράφομε τον αριθμό και το πάχος των ροδελών από φίμπερ του άξονα και στις δύο πλευρές του περιστρεφόμενου μέρους του διακόπτη. Οι ροδέλες αυτές είναι πολύ σημαντικές για τη λειτουργία του διακόπτη.
Τυλίγομε το περιστρεφόμενο μέρος του διακόπτη με χονδρό χαρτί και το φυλάγομε για μελλοντική χρήση.

7.6 Αφαίρεση των τυμπάνων και των δρομέων τυμπάνου.

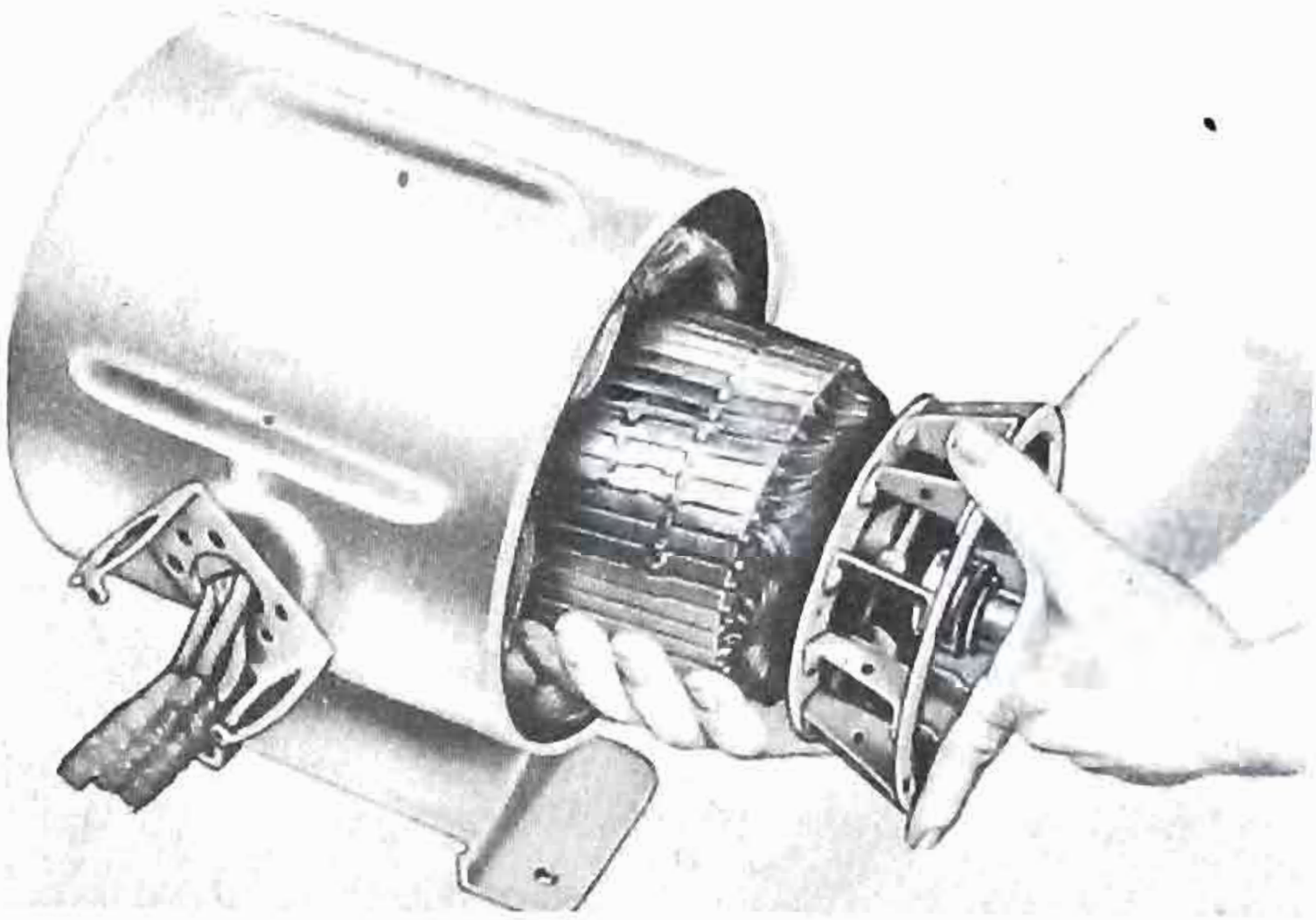
Η αφαίρεση των τυμπάνων και των δρομέων τους από το εσωτερικό μέρος του πλαισίου απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, αν θέλομε να αποφύγομε ζημιά στα μέρη αυτά.

α) Γενικά προστατευτικά μέτρα.

1) Δεν κυλούμε ούτε σύρομε τύμπανο ή δρομέα στον πάγκο εργασίας ή στο πάτωμα, γιατί ίσως να προκληθεί σοβαρή ζημιά, π.χ. κτυπήματα, αποξέσεις, θραύσεις στις μονώσεις ή αποκόλληση στα λαμάκια του τυμπάνου ή του δρομέα.
2) Στερεώνομε το τύμπανο ή το δρομέα μόνο με τον άξονά του, αν είναι δυνατόν. Χρησιμοποιούμε πλατιά λωρίδα κάτω από τον άξονα, αν δεν μπορούμε να τον σηκώσομε με τα χέρια μας.
3) Ποτέ δεν χρησιμοποιούμε το συλλέκτη, τα δακτυλίδια ή τα πηνία του τυλίγματος για να στηρίξομε το τύμπανο ή το δρομέα.

β) Τρόπος εργασίας στις μικρές μηχανές.

Κρατούμε τα δύο άκρα του άξονα με τα δυο μας χέρια. Όταν σηκώνομε το τύμπανο ή το ρότορα σιγά-σιγά, για να ελευθερωθούν οι πόλοι ή τα λαμάκια, τα μετακινούμε προς τα εμπρός έτσι, ώστε το τύμπανο ή ο δρομέας να βγει από το στάτη κατά το $^1/_3$ του μήκους του. Αν θέλομε να προστατεύσομε τα τυλίγματα και τα λαμάκια, τοποθετούμε λεπτό κομμάτι χαρτονιού ανάμεσα στο κάτω μέρος του τυμπάνου και του στάτη.
Χαμηλώνομε το τύμπανο ή το δρομέα, έως ότου στηριχθεί στο εσωτερικό μέρος του πλαισίου.
Κρατούμε το προεξέχον μέρος του άξονα με τα χέρια, όπως δείχνει το σχήμα 7.6 και σύρομε με προσοχή το τύμπανο προς τα έξω.



Σχ. 7.6.
Κανονικός τρόπος για τη στερέωση και αφαίρεση του τυμπάνου μικρού κινητήρα ή γεννήτριας.

Προσοχή.

Χρησιμοποιούμε πάντοτε δερμάτινα ή υφασμάτινα γάντια ή χονδρό ύφασμα, όταν κρατούμε τον άξονα, γιατί τα αυλάκια των σφηνών είναι συνήθως κοφτερά και θα κοπούμε.

Στερεώνομε το τύμπανο ή το δρομέα σε στάτη ή σε δύο ξύλινα καβαλέτα.

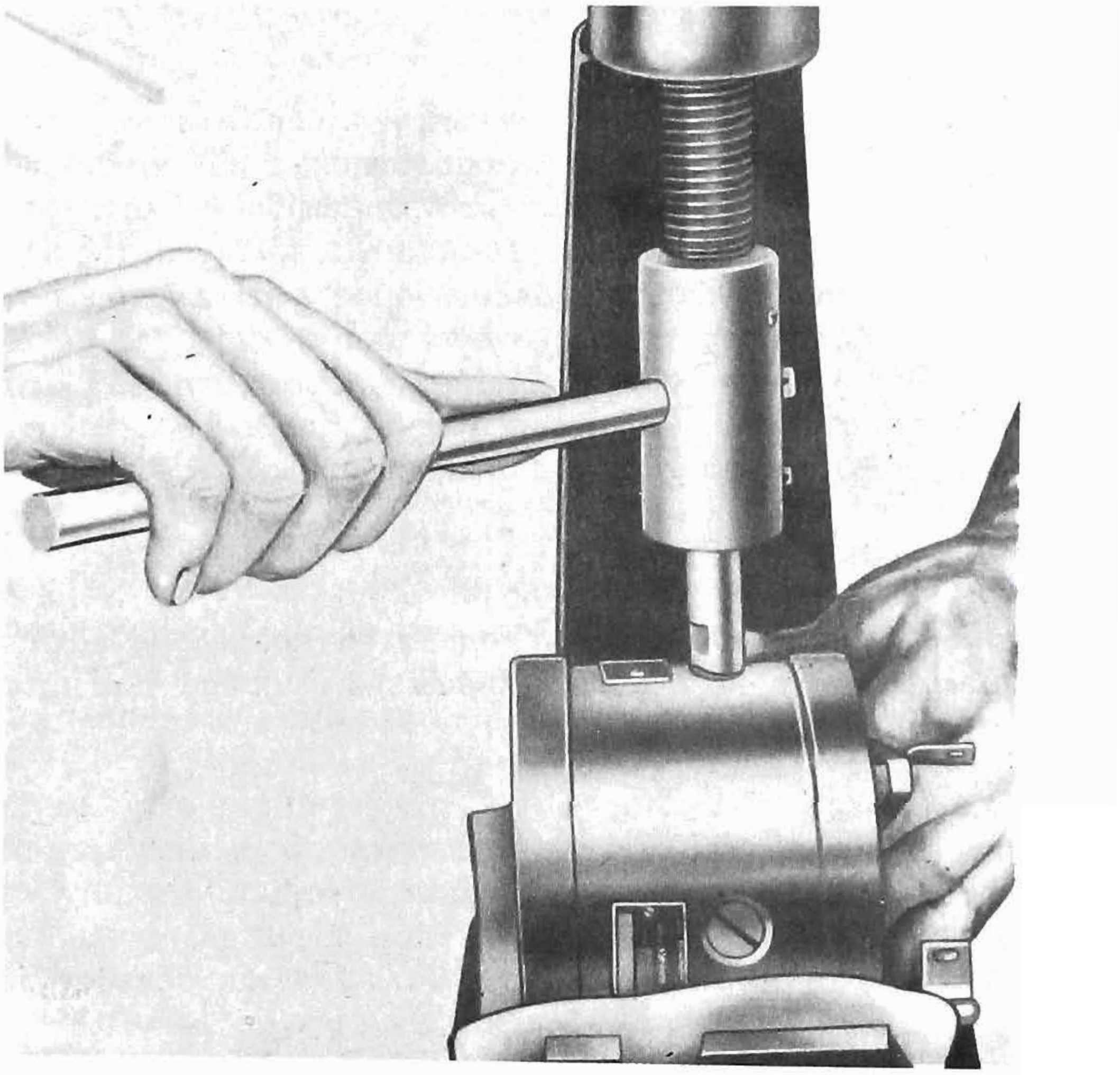
Αν δεν πρόκειται να εργασθούμε για αρκετό χρόνο, τα εξαρτήματα που αφαιρέσαμε τα καλύπτομε με καννάβινο κάλυμμα ή με χονδρό χαρτί.

γ) Τρόπος εργασίας στις μεγάλες μηχανές.

1) Χρησιμοποιούμε κομμάτι γαλβανισμένου σιδηροσωλήνα με εσωτερική διάμετρο λίγο μεγαλύτερη από τη διάμετρο του άξονα.
2) Κόβομε το σωλήνα σε μήκος περίπου διπλάσιο από το μήκος του στάτη.
3) Τοποθετούμε το σωλήνα στο μακρύτερο άκρο του άξονα και σε σημείο, που βρίσκεται λίγο πίσω από τη θέση του ρουλεμάν.
4) Ανυψώνομε και τα δύο άκρα του άξονα ταυτόχρονα και σύρομε το τύμπανο προς τα έξω, έως ότου απελευθερωθεί αρκετά, ώστε να στηρίζεται στα στηρίγματά του. Αν το συνεργείο διαθέτει κινητούς γερανούς, το συγκρότημα του τυμπάνου ανυψώνεται και μεταφέρεται με ασφάλεια. Αν μεταφερθεί με τα χέρια, χρειάζεται μεγάλη προσοχή για να αποφευχθεί ζημιά κατά τη μεταφορά.

7.7 Αφαίρεση των πόλων.

Πριν ακόμη αφαιρέσομε τους πόλους, σημειώνομε και καταγράφομε τη σχετική θέση των πηνίων των πόλων και τη διαμετρική απόσταση μεταξύ των επιφανειών τους. Η εργασία αυτή είναι πολύ σοβαρή, γιατί οι πόλοι πρέπει να κατέχουν την ίδια ακριβώς σχετική θέση και να απέχουν μεταξύ τους κατά την ίδια διαμετρική απόσταση μετά τη συναρμολόγησή τους. Αν βρεθούν προσθήκες ή ροδέλες μεταξύ των πόλων και του κορμού της μηχανής ή σε τμήμα του τυμπάνου, πρέπει να φυλαχθούν και να σημαδευθούν, ώστε να τοποθετηθούν και πάλι στην αρχική τους θέση. Το πάχος και ο τύπος των προσθηκών πρέπει επίσης να καταγραφούν. Για την καταγραφή των στοιχείων, που βρίσκονται κατά την αποσύνδεση των διαφόρων μερών της μηχανής, χρησιμοποιούμε σχετικές καρτέλες.



Σχ. 7.7.
Αφαίρεση πόλου με κατσαβιδόπρεσα.

Η αφαίρεση των πόλων πρέπει να γίνει με πολύ μεγάλη προσοχή για να αποφευχθεί τυχόν ζημιά στα πηνία των πόλων. Στις μικρές μηχανές οι πόλοι συνήθως συγκρατούνται στον κορμό της μηχανής με κοχλίες, που έχουν εγκοπή στην κεφαλή τους, για να αφαιρούνται με κατσαβίδι ή μπαρόκλειδο. Στις μεγαλύτερες μηχανές χρησιμοποιούνται κοχλίες με εξαγωνική κεφαλή. Χρειάζεται μεγάλη προσοχή, ώστε να εκλέγομε κάθε φορά το κατάλληλο κατσαβίδι ή κλειδί που θα χρησιμοποιήσομε. Αν η εγκοπή προσαρμογής του κατσαβιδιού καταστραφεί λίγο, τότε πρέπει να αντικαταστήσομε την κατσαβιδόβιδα.

Ένας από τους καλύτερους και πιο αποτελεσματικούς τρόπους, που χρησιμοποιείται για την αφαίρεση των πόλων, είναι η χρησιμοποίηση πρέσας με κατσαβίδι, όπως αυτή του σχήματος 7.7.

7.8 Συναρμολόγηση της μηχανής.

Γενικά.

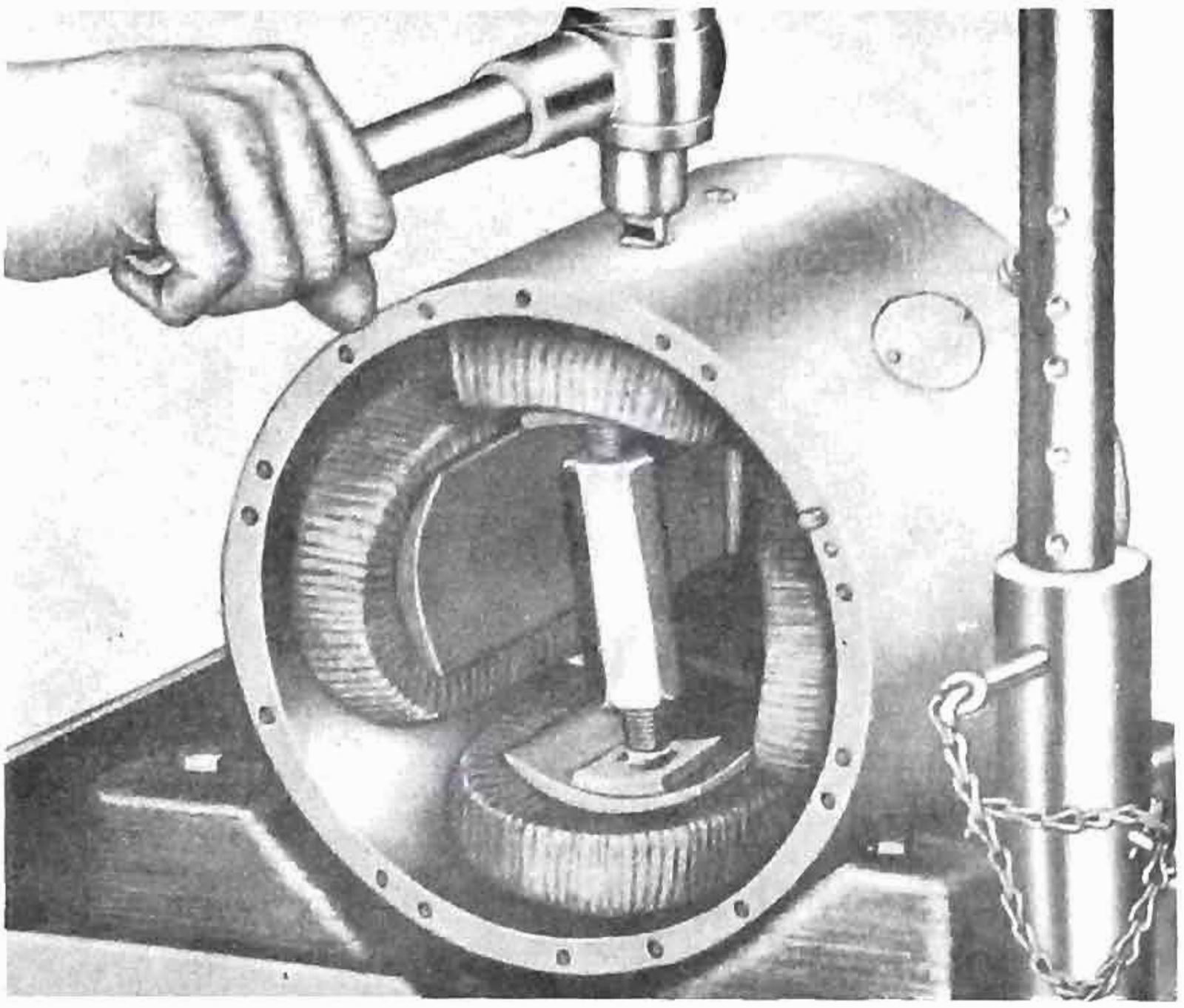
Η συναρμολόγηση της μηχανής γενικά γίνεται κατά την αντίστροφη σειρά από εκείνη της αποσυναρμολογήσεως. Γι' αυτό δεν θα παρουσιασθεί καμιά δυσκολία, αν έχουν σημειωθεί και καταγραφεί πλήρη και ακριβή στοιχεία κατά την αποσυναρμολόγηση της μηχανής. Πριν αρχίσομε την εργασία, βεβαιωνόμαστε ότι κανένα εξάρτημα δεν έχει χαθεί ή καταστραφεί κατά τη λύση της μηχανής. Κατά τη συναρμολόγηση πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην ευθυγράμμιση των περιστρεφομένων μερών και να τηρηθούν τα κανονικά διάκενα μεταξύ αυτών και των σταθερών μερών.

7.9 Συναρμολόγηση των πόλων.

Το σπουδαιότερο σημείο, που πρέπει να προσέξομε κατά τη συναρμολόγηση των πόλων, είναι το διάκενο του αέρα, που πρέπει να είναι το κανονικό.

α) Γενικά μέτρα.

1) Βεβαιωνόμαστε ότι οι ίδιες προσθήκες ή οι ροδέλες, που βρίσκονται μεταξύ των πόλων και του κορμού της μηχανής, έχουν τοποθετηθεί στην αρχική θέση τους.
2) Χρησιμοποιούμε μόνο τον κανονικό τύπο και μέγεθος των κοχλιών.
3) Χειριζόμαστε με προσοχή τα διάφορα μέρη για να αποφύγομε ζημιές στα τυλίγματα των πόλων.
4) Βεβαιωνόμαστε ότι η απόσταση μεταξύ των απέναντι πεδίλων



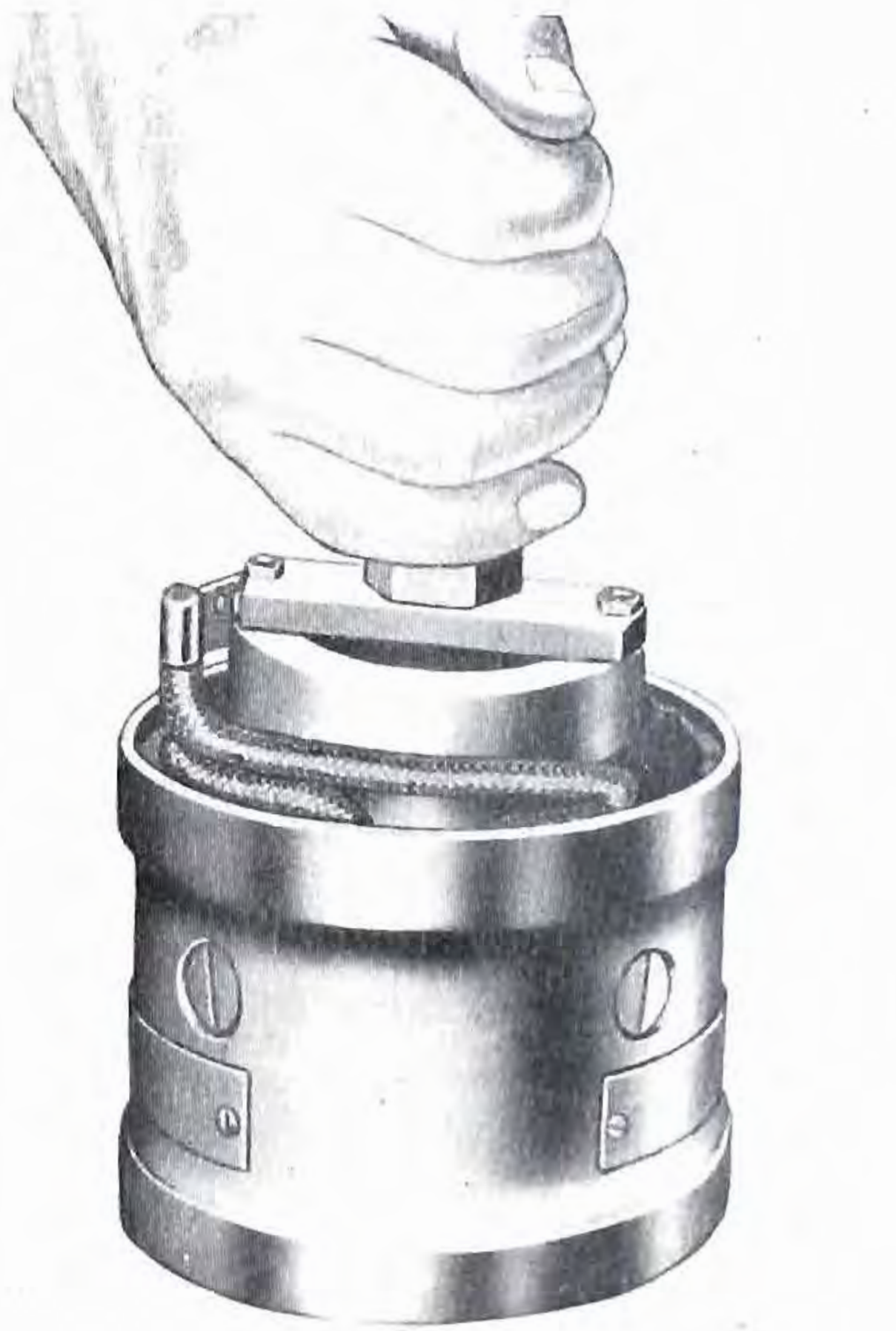
Σχ. 7.9α.
Πώς στερεώνομε τους πόλους για να επιτευχθεί καλή συναρμογή με τον κορμό της μηχανής και κανονικό διάκενο αέρα μεταξύ τυμπάνου και πόλων.

των πόλων συμφωνεί με αυτή που μετρήσαμε αρχικά, πριν από την αποσυναρμολόγησή τους.

β) Τρόπος εργασίας.

Τοποθετούμε τον κορμό της μηχανής σε ξύλινους τάκους έτσι, ώστε οι τρύπες των κοχλιών στο κάτω μέρος του κορμού να είναι προσιτές. Η εργασία αυτή δεν χρειάζεται στις μικρές μηχανές. Τοποθετούμε τον πρώτο πόλο. Περιστρέφομε τον κορμό στη θέση του επόμενου πόλου και στερεώνομε το δεύτερο πόλο. Επαναλαμβάνομε την περιστροφή του κορμού, ώσπου να στερεωθούν όλοι οι πόλοι της μηχανής (σχ. 7.9α).

Ελέγχομε την απόσταση μεταξύ των πεδίλων των απέναντι πόλων και τη συγκρίνομε με αυτή που μετρήσαμε και καταγράψαμε στην καρτέλα των τεχνικών στοιχείων της μηχανής πριν από την αποσυναρμολόγηση. Μία καλίμπρα, όπως αυτή του σχήματος 7.9β, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της αποστάσεως αυτής στις μικρές μηχανές. Ρυθμίζομε τη σύσφιγξη των κοχλιών συσφίγξεως των πόλων, ώσπου η απόσταση μεταξύ των πεδίλων των απέναντι πόλων να γίνει ίση με αυτή που μετρήσαμε και καταγράψαμε πριν από την αποσυναρμολόγηση της μηχανής.



Σχ. 7.96.
Μέθοδος ελέγχου του κεντραρίσματος των πόλων με καλίμπρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

ΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΩΝ

8.1 Καθαρισμός των περιελίξεων.

Οι περισσότερες ανωμαλίες, που παρουσιάζουν οι μονώσεις των τυλιγμάτων, οφείλονται στη σκόνη, τα λίπη, τα λάδια και την υγρασία. Όλα αυτά σχηματίζουν στην επιφάνεια των αγωγών ένα στρώμα που μπορεί να καταστρέψει το μονωτικό. Η σκόνη και τα γράσα, αν επικαθήσουν στις εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες των ηλεκτρικών συσκευών, δεν επιτρέπουν την καλή κυκλοφορία του αέρα και, κατά συνέπεια, εμποδίζουν την απαγωγή της θερμότητας προς το περιβάλλον, με αποτέλεσμα να υπερθερμαίνονται οι κινητήρες και οι γεννήτριες. Γι' αυτό η κάθαρση των μηχανών από τη σκόνη, τα λίπη, τα λάδια και την υγρασία αποτελεί μία από τις σοβαρότερες φροντίδες για την καλή λειτουργία των ηλεκτρικών μηχανών.

Ο καλύτερος τρόπος για τον καθαρισμό των κινητήρων και γεννητριών είναι η χρήση πεπιεσμένου αέρα χαμηλής πιέσεως, με αναρροφητήρες κενού και με διαλυτικά, που διαλύουν τα λίπη και λάδια.

α) Πεπιεσμένος αέρας.

Ένα κομπρεσέρ με χαμηλή πίεση αέρα (3,5 ατμ.) θεωρείται η πιο κατάλληλη συσκευή για την αφαίρεση της σκόνης και των ελαφρών ακαθαρσιών.

Δεν πρέπει να χρησιμοποιείται μεγάλη πίεση αέρα, γιατί τότε ο αέρας ωθεί τις ακαθαρσίες βαθύτερα μέσα στους αγωγούς του τυλίγματος.

β) Αναρροφητήρες κενού.

Οι αναρροφητήρες κενού ή ελαστικοί σωλήνες χρησιμοποιούνται για την αναρρόφηση της σκόνης, που προέρχεται από άνθρακα, σίδηρο ή χαλκό.

γ) Διαλυτικά λιπών και λαδιών.

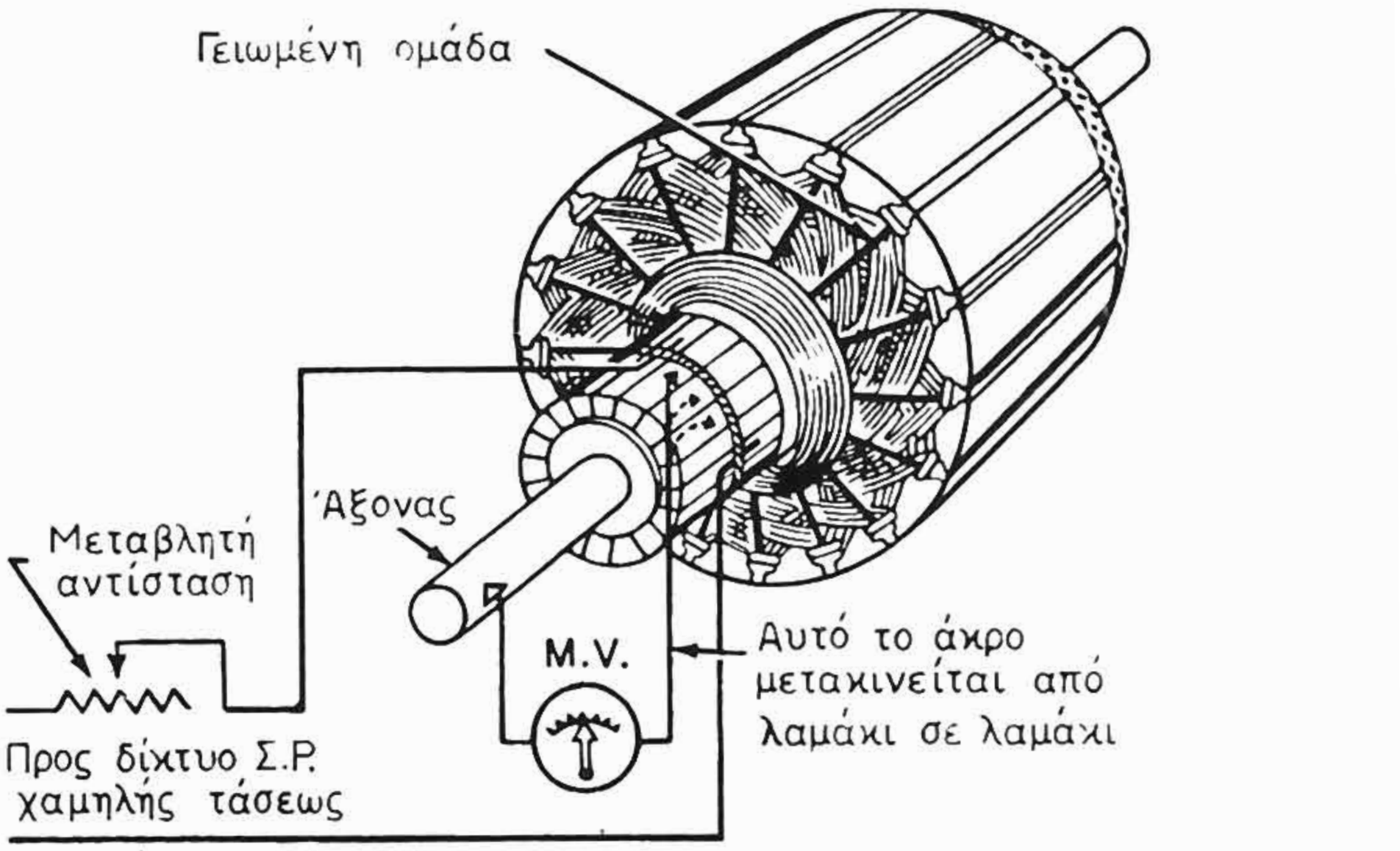
Για να αφαιρέσομε τα λίπη και λάδια από τα τυλίγματα των μηχανών χρησιμοποιούμε ειδικά διαλυτικά υγρά. Με ψήκτρα (βούρτσα) επαλείφομε το διαλυτικό υγρό κατάλληλα, στη συνέχεια σκουπίζομε τα λίπη και λάδια με ύφασμα και μετά με αέρα απομακρύνομε τα υπολείμματα των ακαθαρσιών και της σκόνης. Επαναλαμβάνομε την ίδια εργασία πολλές φορές, ώσπου να απομακρυνθούν όλες οι ακαθαρσίες και σκόνες. Δεν χρησιμοποιούμε ποτέ αναφλέξιμα ή τοξικά διαλυτικά υγρά για να αποφύγομε τυχόν ατυχήματα στο προσωπικό και το υλικό μας. Επίσης δεν χρησιμοποιούμε και διαλυτικά καθάρσεως, τα οποία διαλύουν ή μαλακώνουν τα μονωτικά βερνίκια.

8.2 Έλεγχοι γειώσεων των τυλιγμάτων των τυμπάνων.

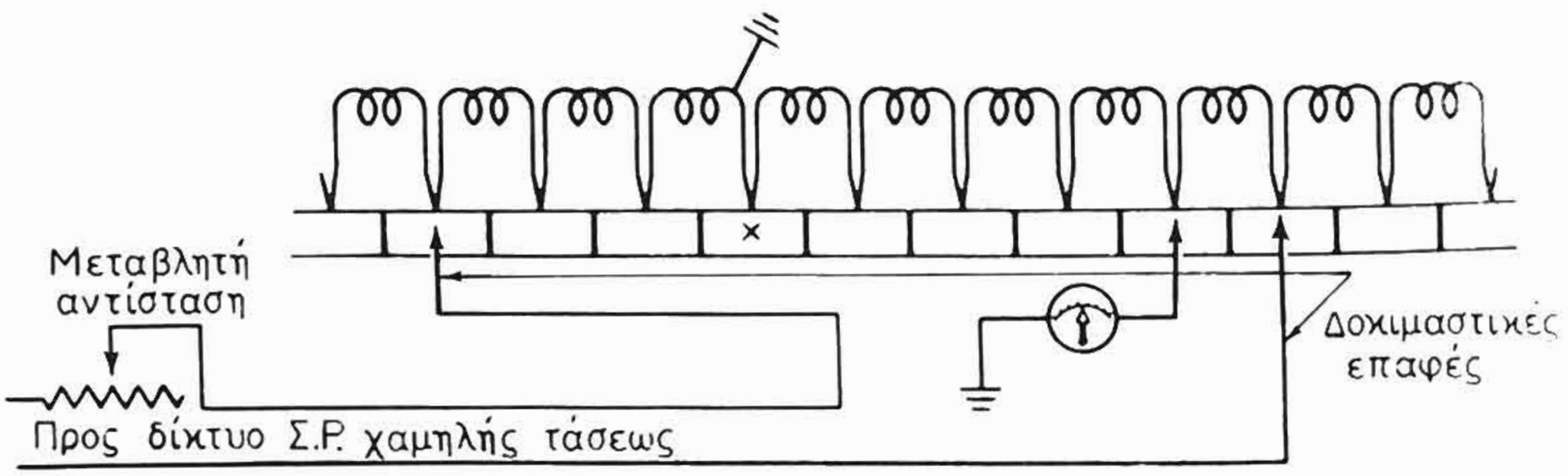
Παρακάτω περιγράφονται ορισμένες μέθοδοι, που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των γειώσεων των τυλιγμάτων των τυμπάνων.

1) Μέθοδος με μιλλιβολτόμετρο.

Συνδέομε τον ένα πόλο πηγής Σ.Ρ. (1,5 V ξηρό στοιχείο) με ένα λαμάκι συλλέκτη και τον άλλο πόλο με ρυθμιστική αντίσταση. Η αντίσταση αυτή συνδέεται σε σειρά με ένα άλλο λαμάκι συλλέκτη και απέχει μερικά λαμάκια από το άλλο συνδεμένο λαμάκι (σχ. 8.2α). Για να κρατήσομε τις επαφές με τα λαμάκια συλλέκτη, χρησιμοποιούμε ταινία από μαλακό δέρμα ή από άλλο ισχυρό μονωτικό υλικό. Τοποθετούμε όλη την αντίσταση στο κύκλωμα και φέρομε σε επαφή τα άκρα του μιλλιβολτομέτρου με τις δοκιμαστικές επαφές. Ρυθμίζομε τη ρυθμιστική αντίσταση, έως ότου ο δείκτης του οργάνου αποκλίνει κατά τα $^3/_4$ της διαδρομής του. Μετά τη ρύθμιση αυτή, συνδέομε το ένα άκρο του μιλλιβολτομέτρου με τον άξονα ή με το σώμα του τυμπάνου (σύνδεση γειώσεως) και το άλλο άκρο με λαμάκι, που συνδέεται με μία δοκιμαστική επαφή. Αν ο δείκτης του οργάνου μείνει στο 0, αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει γειωμένο σημείο του τυλίγματος μεταξύ των δύο δοκιμαστικών επαφών. Μετακινούμε τις δοκιμαστικές επαφές στα επόμενα γειτονικά λαμάκια και συνδέομε το μη γειωμένο άκρο του μιλλιβολτομέτρου διαδοχικά στα λαμάκια αυτά. Αν παρουσιασθεί απόκλιση, κάποια γείωση θα υπάρχει στην ομάδα ή στις ομάδες, που συνδέονται με το λαμάκι. Συνεχίζομε να μετακινούμε τις δοκιμαστικές επαφές στα λαμάκια του συλλέκτη, συνδέοντας το μη γειωμένο άκρο του μιλλιβολτομέτρου με τα λαμάκια αυτά, έως ότου όλα τα λαμάκια του συλλέκτη ελεγχθούν. Αν δεν παρουσιασθεί καμιά απόκλιση του



Σχ. 8.2α.
Έλεγχος για γειώσεις τυμπάνου.



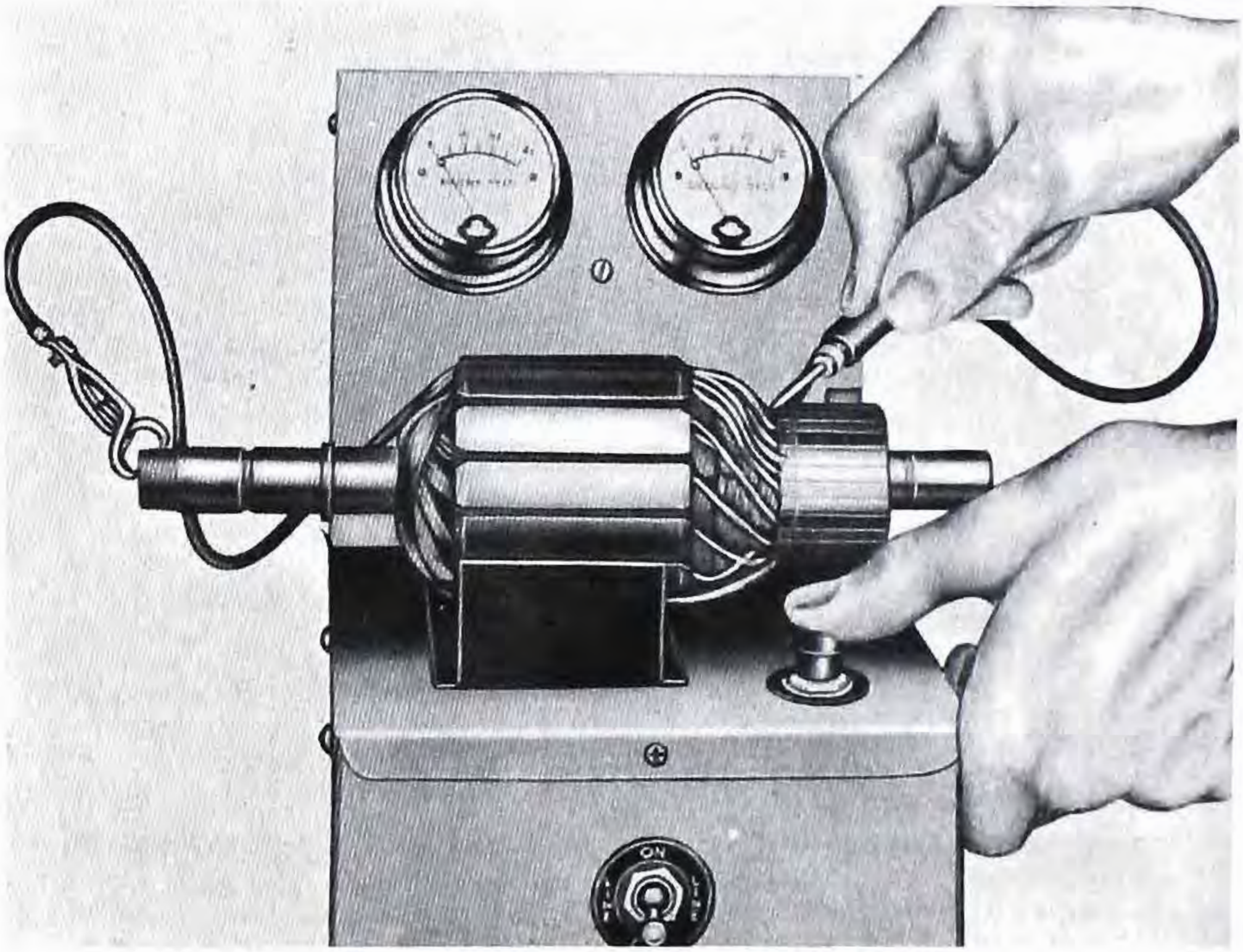
Σχ. 8.2β.
Διάγραμμα για τον έλεγχο γειώσεων σε τύλιγμα τυμπάνου.

δείκτη του μιλλιβολτομέτρου σε οποιοδήποτε λαμάκι, σημαίνει ότι οι ομάδες που συνδέονται με τα λαμάκια αυτά δεν είναι γειωμένες. Διάγραμμα δοκιμής επαγωγικού τυλίγματος για γειώσεις φαίνεται στο σχήμα 8.2β.

2) Μέθοδος με εξωτερικό growler (γκρόουλερ).

Τοποθετούμε το τύμπανο σε ένα εξωτερικό growler, το οποίο συνδέομε με πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος. Συνδέομε τον ένα ακροδέκτη του οργάνου μόνιμα με τον άξονα του τυμπάνου και χρησιμοποιούμε τον άλλο ακροδέκτη για να επιτύχομε στιγμιαία επαφή και διακοπή με κάθε λαμάκι, που βρίσκεται στο επάνω μέρος του συλλέκτη, καθώς το τύμπανο περιστρέφεται επάνω στο growler.

Αν σε ένα λαμάκι συλλέκτη παρουσιασθεί σπινθήρας, όταν γίνεται επαφή με το λαμάκι αυτό, η ομάδα του τυλίγματος, που συνδέεται με το λαμάκι αυτό, είναι γειωμένη. Αν δεν παρουσιασθεί σπινθήρας κατά την επαφή του ακροδέκτη του οργάνου με τα λαμάκια του συλλέκτη, σημαίνει ότι καμία ομάδα του τυλίγματος δεν είναι γειωμένη (σχ. 8.2γ).



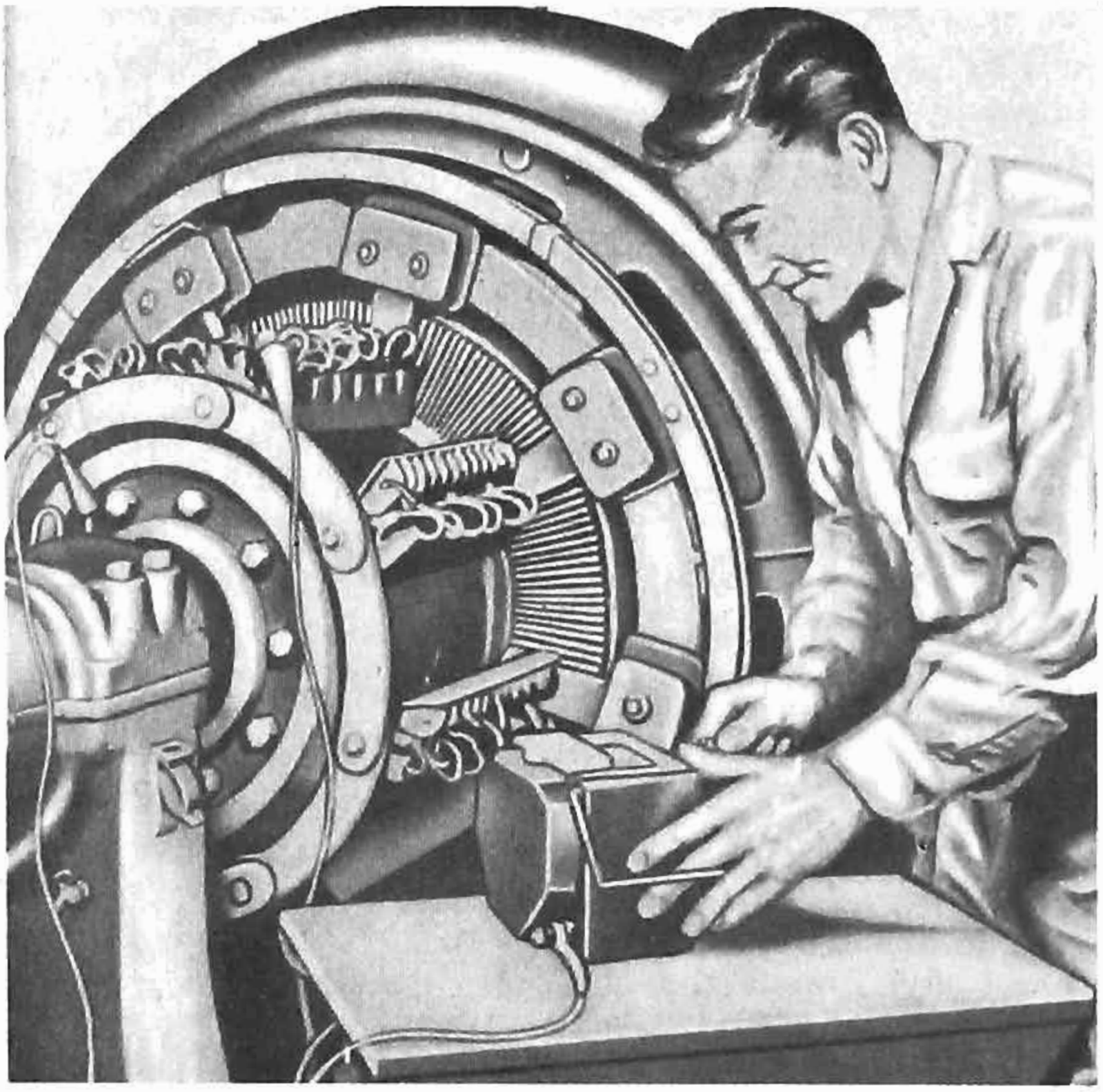
Σχ. 8.2γ.
Τρόπος χρησιμοποιήσεως growler και μιλλιβολτόμετρου για τον εντοπισμό μιας γειωμένης ομάδας.

3) Μέθοδος με ωμόμετρο.

Συνδέομε το ένα άκρο του ωμομέτρου με τον άξονα ή το σώμα του τυμπάνου και φέρομε τον άλλο ακροδέκτη του οργάνου σε επαφή με κάθε λαμάκι συλλέκτη. Αν ο δείκτης του ωμομέτρου αποκλίνει κατά την επαφή του ακροδέκτη του οργάνου με ένα λαμάκι συλλέκτη, σημαίνει ότι η ομάδα, που συνδέεται με εκείνο το λαμάκι, είναι γειωμένη.

4) Μέθοδος με δοκιμαστικό μονώσεων ή μέγγερ.

Συνδέομε το ένα άκρο του οργάνου με τον άξονα ή το σώμα του τυμπάνου και στερεώνομε με σφιγκτήρα το άλλο άκρο του οργάνου σε ένα λαμάκι του συλλέκτη (σχ. 8.2δ). Στρέφομε το στρόφαλο του μέγγερ και παρατηρούμε το όργανο.



Σχ. 8.2δ.
Χρήση μέγγερ για τον εντοπισμό γειωμένης ομάδας.

Αν ο δείκτης δείχνει 0 σε όλα τα σημεία συνδέσεως, αυτό σημαίνει ότι μία ομάδα ή πολλές ομάδες του τυλίγματος είναι γειωμένες και αν ο δείκτης δείχνει μεταξύ 0 και 500 000 Ωμ (0,5 Μεγγώμ), σημαίνει ότι οι ομάδες παρουσιάζουν μεγάλη αντίσταση γειώσεως. Επαναλαμβάνομε τον έλεγχο με κάθε λαμάκι συλλέκτη διαδοχικά, έως ότου όλα τα λαμάκια του συλλέκτη συνδεθούν και ελεγχθούν.

5) Μέθοδος με δοκιμαστική λυχνία.

Συνδέομε το ένα άκρο της δοκιμαστικής λυχνίας με πηγή ηλεκτρικού ρεύματος και το άλλο άκρο με τον άξονα ή το σώμα του τυμπάνου. Συνδέομε ένα άλλο σύρμα με τον άλλο πόλο της πηγής του ηλεκτρικού ρεύματος και χρησιμοποιούμε το ελεύθερο άκρο του σύρματος αυτού για να το φέρομε διαδοχικά σε επαφή με τα λαμάκια του συλλέκτη. Αν η δοκιμαστική λυχνία ανάψει σε οποιοδήποτε σημείο επαφής του σύρματος με το λαμάκι συλλέκτη, σημαίνει ότι γίνεται γείωση σε εκείνο το σημείο.

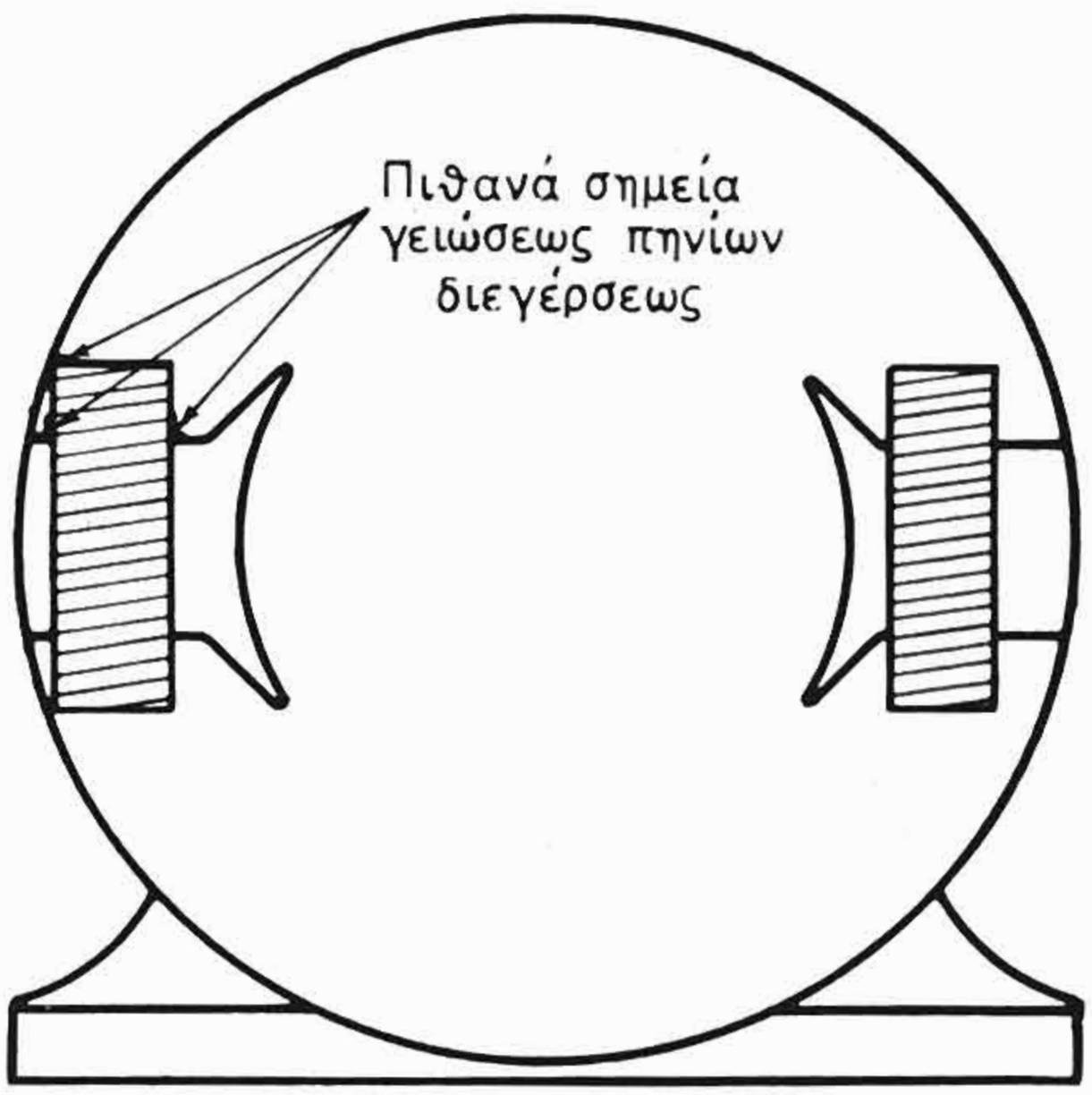
8.3 Τύμπανα επαγωγικών δακτυλιοφόρων κινητήρων.

Όλες οι μέθοδοι, που αναφέραμε παραπάνω, για τον έλεγχο των

γειώσεων των τυμπάνων εφαρμόζονται και για τον έλεγχο των τυμπάνων των δακτυλιοφόρων κινητήρων. Η μόνη διαφορά είναι ότι δεν χρησιμοποιούνται λαμάκια συλλέκτη, αλλά δακτυλίδια. Αν σημειωθεί γείωση σε οποιοδήποτε από τα δακτυλίδια, αποσυνδέομε τα άκρα των τυλιγμάτων και ελέγχομε κάθε τύλιγμα ιδιαίτερα, για να εντοπίσομε το σημείο που είναι γειωμένο.

8.4 Δοκιμές γειώσεων στα τυλίγματα στατών και διεγέρσεως.

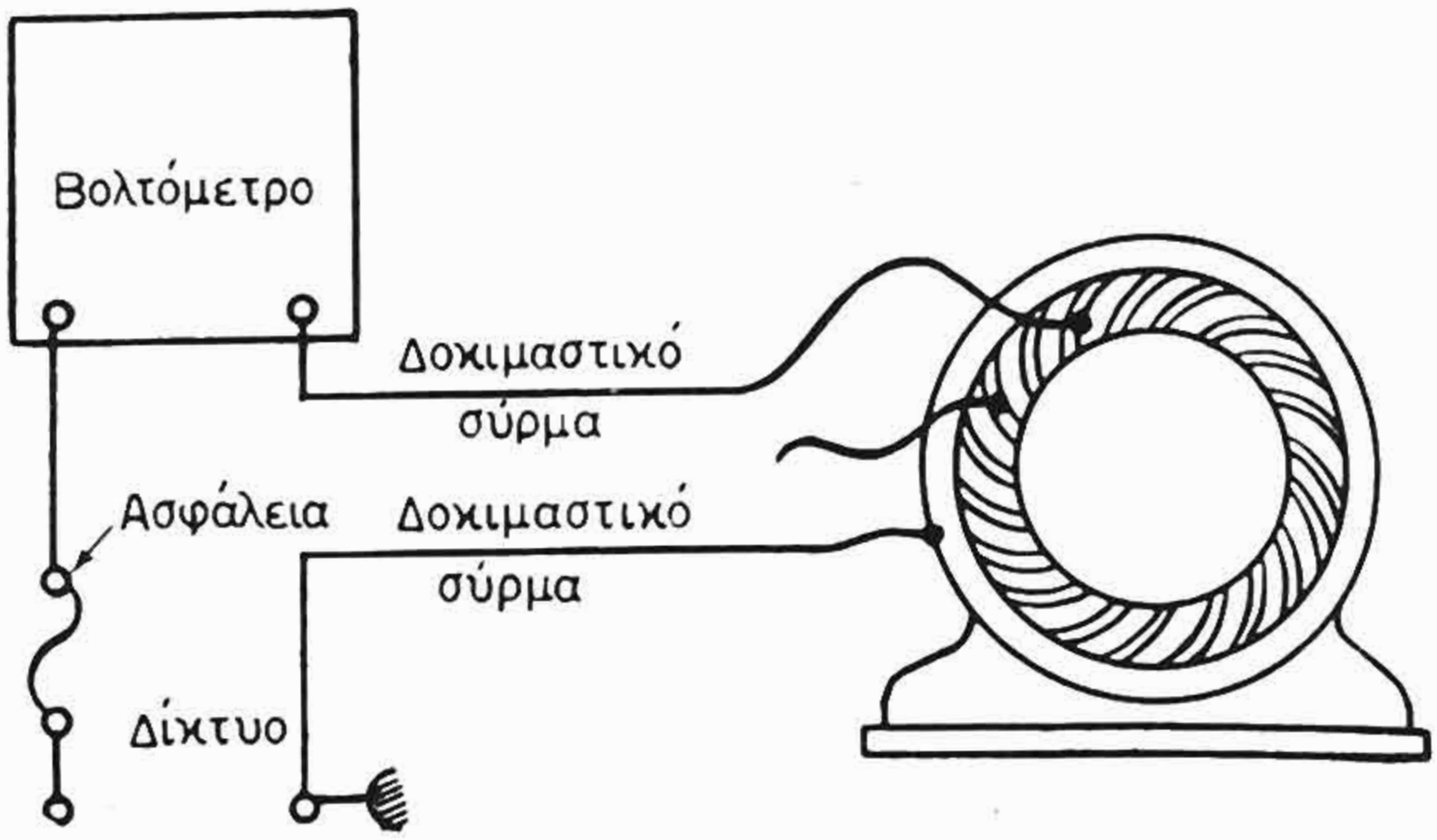
Τα πιθανότερα σημεία γειώσεων των τυλιγμάτων διεγέρσεως φαίνονται στο σχήμα 8.4α Παρακάτω περιγράφονται ορισμένες μέθοδοι δοκιμής και ελέγχου των γειώσεων.



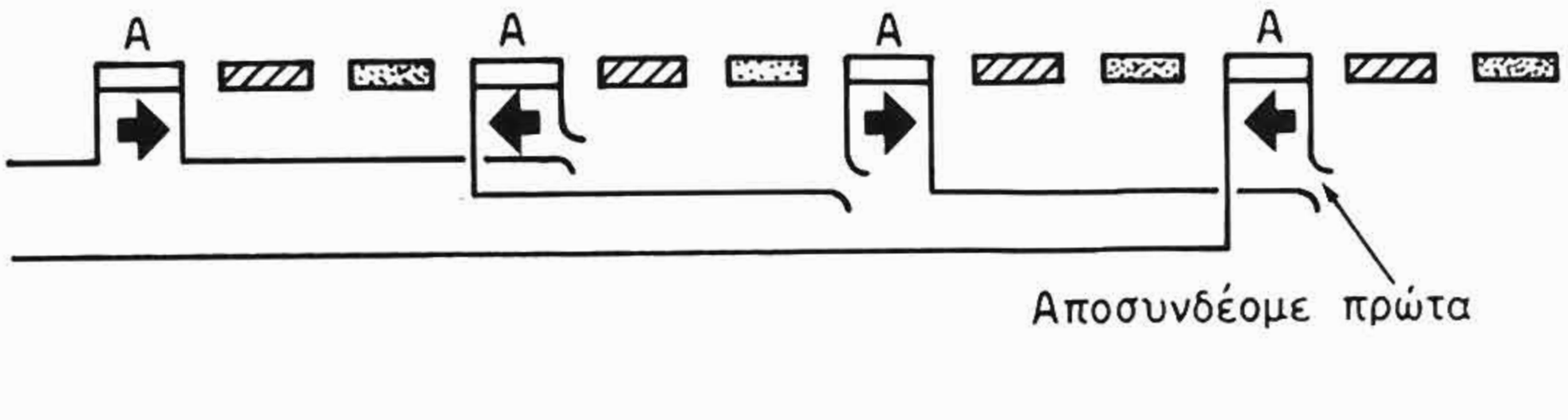
Σχ. 8.4α.
Πιθανά σημεία γειώσεως πηνίων διεγέρσεως.

1) Μέθοδος με βολτόμετρο (σχ. 8.4β).

Συνδέομε το ένα άκρο του βολτομέτρου με τη γραμμή, η οποία δεν είναι γειωμένη, μέσω κατάλληλης ασφάλειας και το άλλο άκρο με εξωτερικό ακροδέκτη του πηνίου διεγέρσεως ή του στάτη. Συνδέομε το σώμα της μηχανής με τη γειωμένη πλευρά της γραμμής τροφοδοτήσεως. Αν το βολτόμετρο δείξει τάση που πλησιάζει ή είναι ίση με την τάση της πηγής τροφοδοτήσεως, το τύλιγμα είναι γειωμένο. Αν η αντίσταση γειώσεως είναι πολύ μεγάλη, το βολτόμετρο θα δείξει τάση η οποία θα είναι μέρος της



Σχ. 8.4β.
Μέθοδος με βολτόμετρο για έλεγχο γειώσεων.



Σχ. 8.4γ.
Για να εντοπίσομε γειωμένο συγκρότημα ομάδων, αποσυνδέομε τους συνδετήρες μεταξύ των συγκροτημάτων κάθε φάσεως.

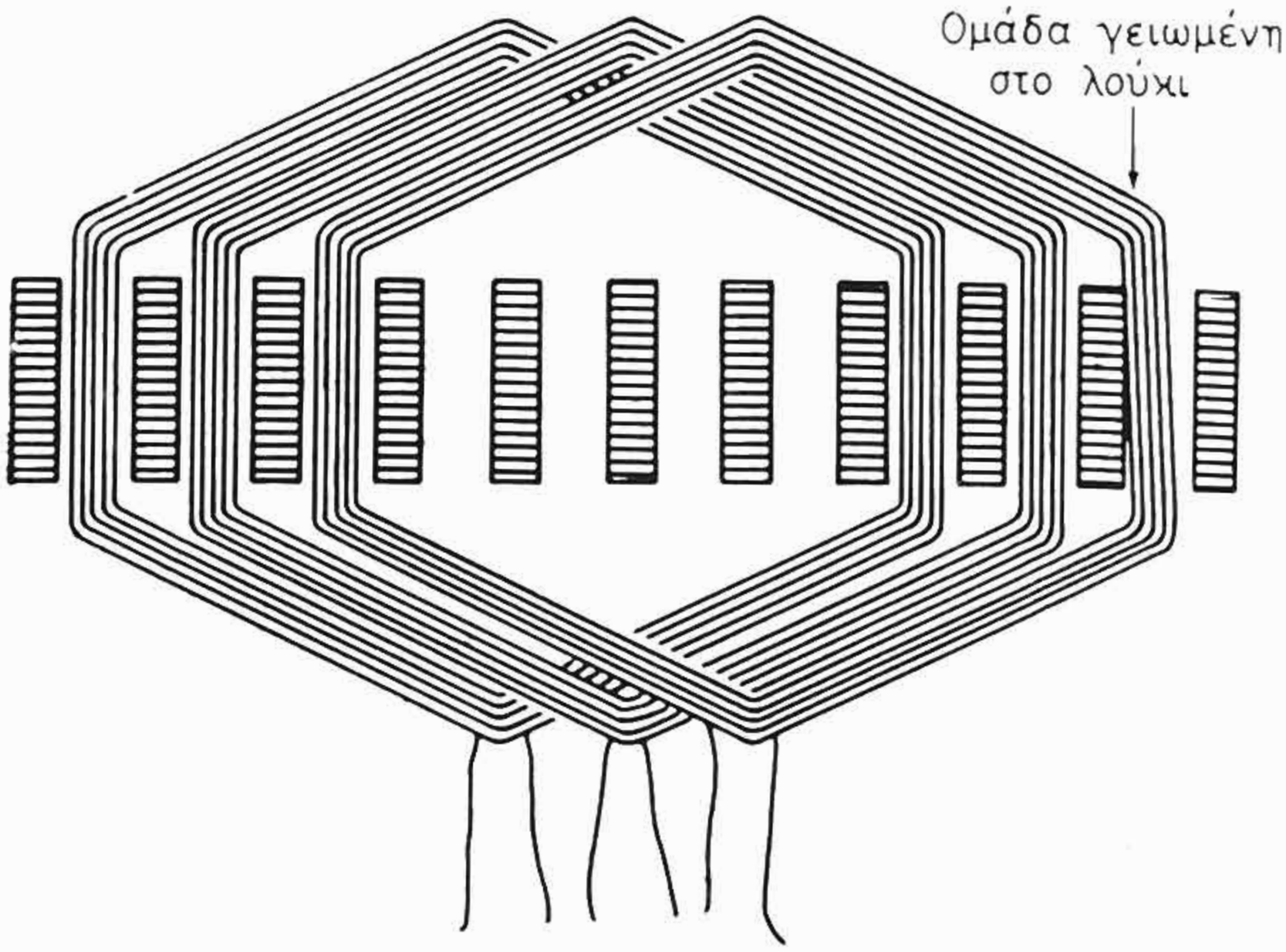
τάσεως του δικτύου. Αν πάλι το βολτόμετρο δείξει 0, τότε δεν θα υπάρχει γείωση.

Αν το βολτόμετρο δείξει γείωση σε ένα στάτη εναλλασσόμενου ρεύματος, τότε αποσυνδέομε κάθε φάση (σχ. 8.4γ) και την ελέγχομε για γείωση. Όταν εντοπισθεί η γειωμένη φάση, αποσυνδέομε κάθε τύλιγμα φάσεως (σχ. 8.4δ) και ελέγχομε τα τυλίγματα ιδιαίτερα, ένα προς ένα, ώσπου να εντοπίσομε τη γείωση.

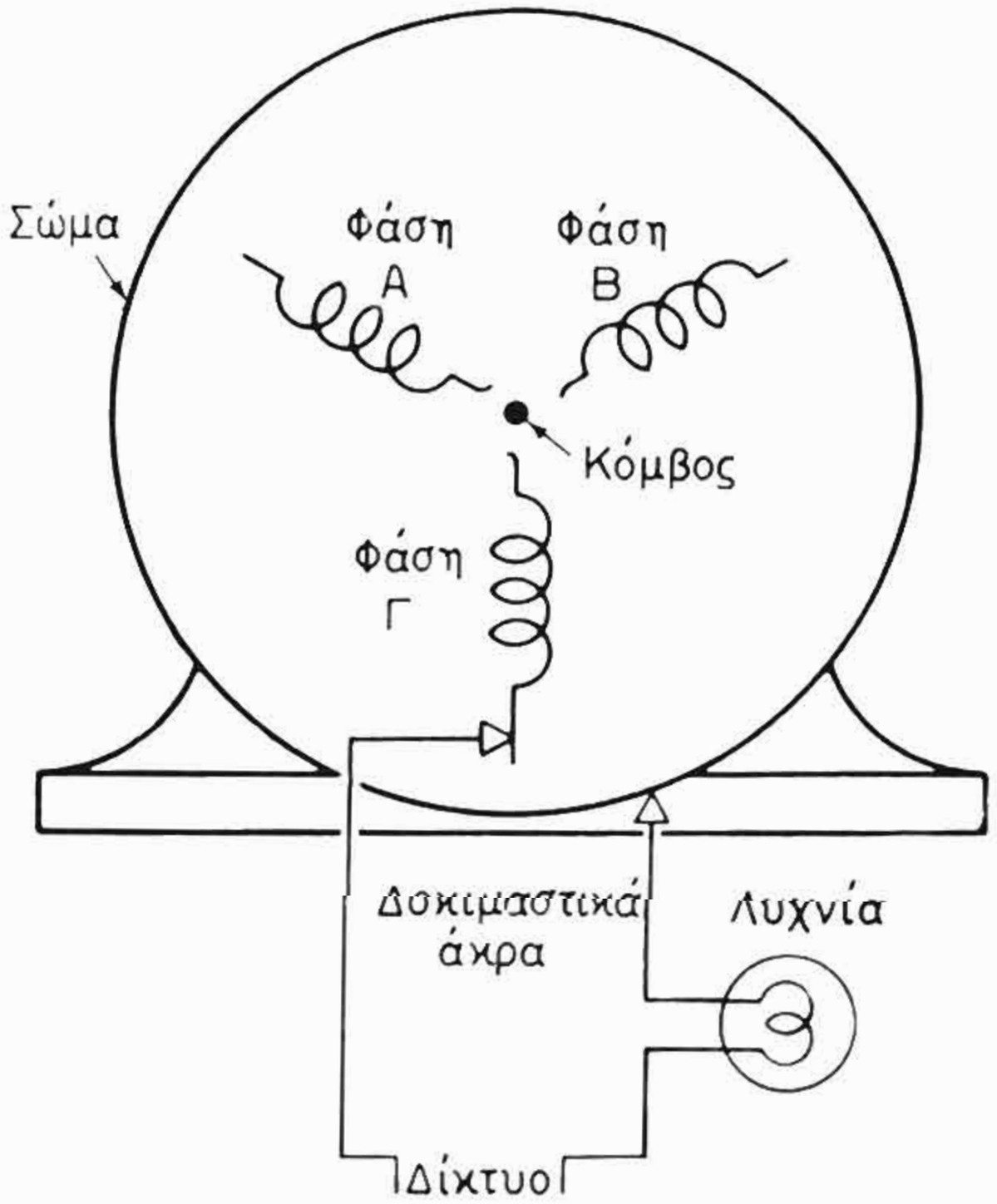
Τα τυλίγματα διεγέρσεως των μηχανών Σ.Ρ. ελέγχονται πρώτα ως κυκλώματα (παράλληλης διεγέρσεως, σειράς, αντισταθμίσεως). Στη συνέχεια αποσυνδέονται οι γειωμένες ομάδες και ελέγχονται μία προς μία, ώσπου να εντοπισθεί η γειωμένη ομάδα ή οι ομάδες.

2) Μέθοδος με το ωμόμετρο.

Συνδέομε το ένα άκρο του ωμομέτρου με το σώμα του στάτη ή της διεγέρσεως και το άλλο άκρο με το τύλιγμα που πρόκειται να ελέγξομε. Αν ο δείκτης του ωμομέτρου κινηθεί, σημαίνει ότι το



Σχ. 8.4δ.
Για να εντοπίσομε γειωμένη ομάδα, αποσυνδέομε τους συνδετήρες μεταξύ των ομάδων και ελέγχομε κάθε ομάδα ιδιαίτερα.



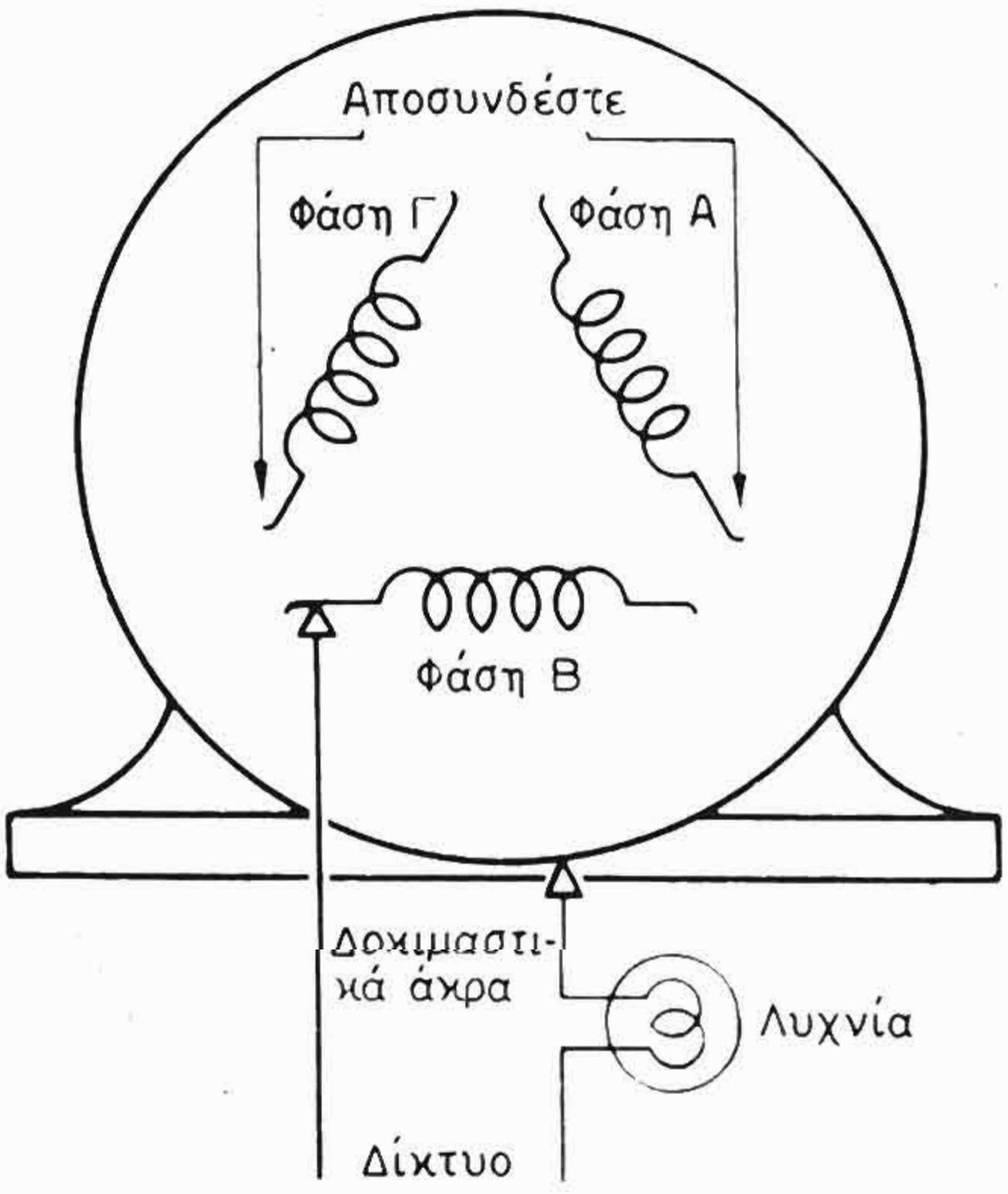
Σχ. 8.4ε.
Αποσύνδεση του κόμπου για τον εντοπισμό της βλάβης στα τυλίγματα στάτη που συνδέονται κατ' αστέρα.

τύλιγμα είναι γειωμένο. Αν ο δείκτης του οργάνου δεν κινηθεί, τότε δεν υπάρχει γείωση.

Αν διαπιστωθεί ότι υπάρχει γείωση στο κύκλωμα του τυλίγματος, τότε αποσυνδέομε τις ομάδες του τυλίγματος και ελέγχομε κάθε ομάδα ιδιαίτερα, όπως περιγράψαμε στη μέθοδο με βολτόμετρο.

3) Μέθοδος με δοκιμαστική λυχνία.

Συνδέομε το ένα άκρο της δοκιμαστικής λυχνίας με τη μία γραμμή του δικτύου και το άλλο άκρο με το σώμα του στάτη ή του τυλίγματος διεγέρσεως. Συνδέομε με ένα άλλο καλώδιο το ένα άκρο του τυλίγματος με την άλλη γραμμή του δικτύου. Αν η λυχνία ανάψει με έντονη λάμψη, το τύλιγμα είναι γειωμένο, αν η λυχνία ανάψει με αδύνατη λάμψη, τότε το τύλιγμα γειώνεται μερικά ή παρουσιάζει διαρροή προς το σώμα του στάτη με μεγάλη αντίσταση. Αν διαπιστώσομε γείωση, τότε αποσυνδέομε τα δύο άκρα των τυλιγμάτων και ελέγχομε κάθε τύλιγμα χωριστά, σύμφωνα προς όσα εκθέσαμε στην 1η μέθοδο, για να εντοπίσομε τη γειωμένη ομάδα ή τις ομάδες (σχήματα 8.4ε και 8.4στ).



Σχ. 8.4στ.

Αποσύνδεση των άκρων των τυλιγμάτων στάτη για τον εντοπισμό βλάβης, όταν τα τυλίγματα συνδέονται κατά τρίγωνο.

8.5 Έλεγχοι για βραχυκυκλώματα, διακοπές και κακές συνδέσεις.

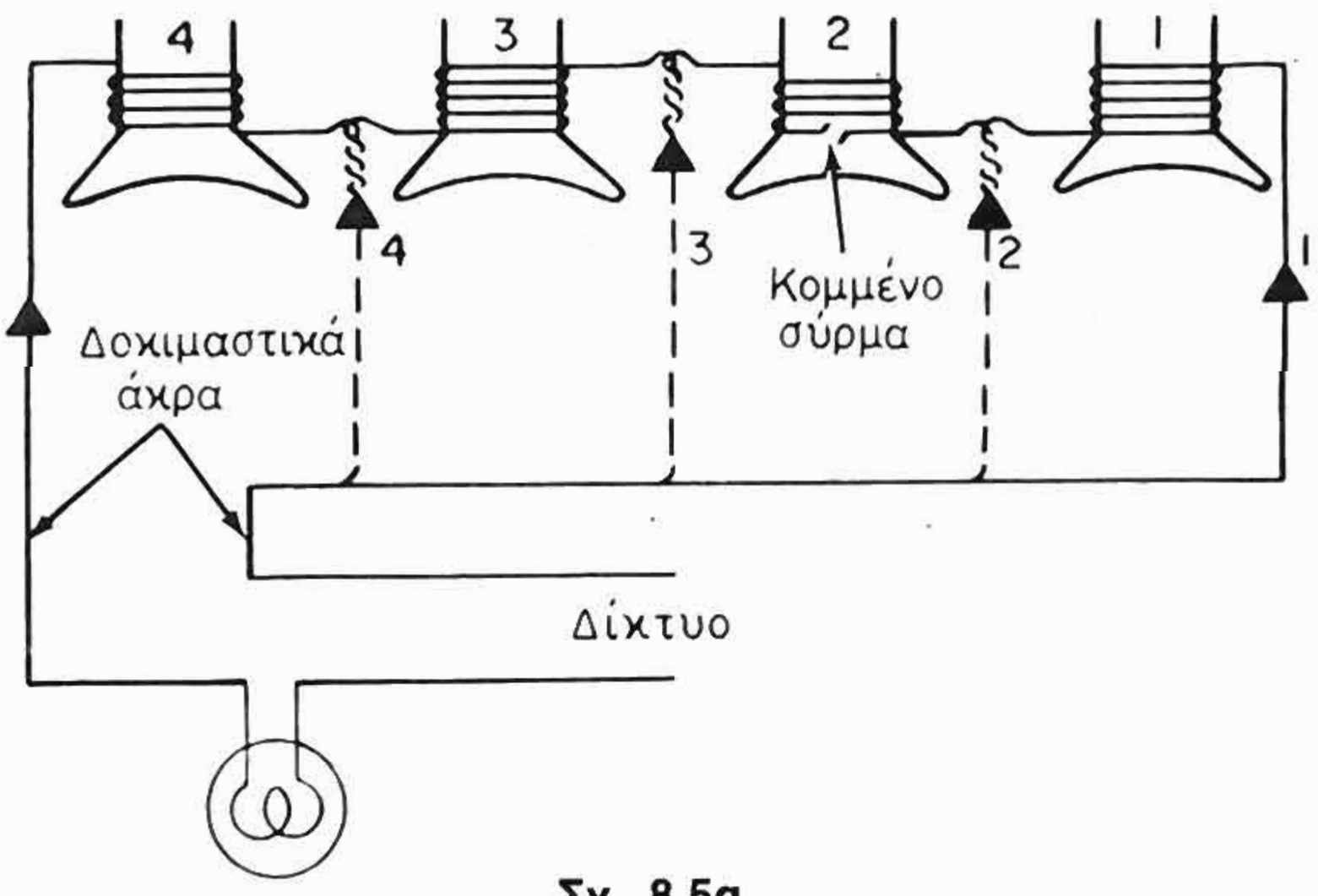
Για τους ελέγχους αυτούς χρησιμοποιούνται παρόμοιες μέθοδοι, με αυτές που περιγράψαμε στην § 8.2 για τον έλεγχο των γειώσεων (σχ. 8.5α).

1) Μέθοδος με μιλλιβολτόμετρο για τον έλεγχο των τυλιγμάτων των τυμπάνων.

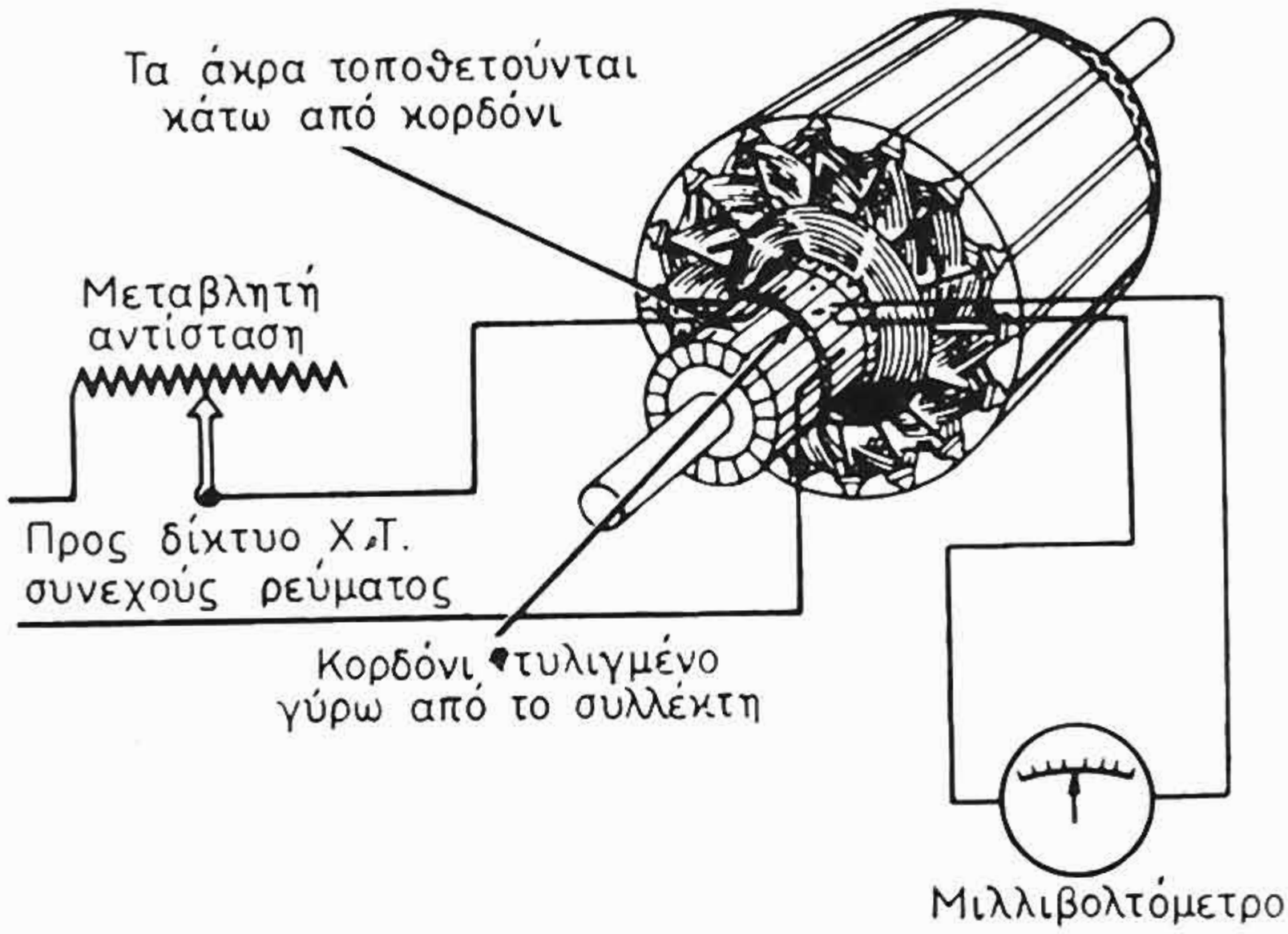
Συνδέομε το ένα άκρο πηγής συνεχούς ρεύματος χαμηλής τάσεως (ξηρό στοιχείο 1,5 V) με ένα λαμάκι συλλέκτη και το άλλο άκρο σε σειρά με ρυθμιστική αντίσταση. Χρησιμοποιούμε λωρίδα από μαλακό δέρμα ή από άλλο ισχυρό μονωτικό υλικό για να κρατήσομε σε επαφή το άκρο του αγωγού με τα λαμάκια του συλλέκτη, οπότε το χέρι μένει ελεύθερο για να χειρισθεί τα άκρα του μιλλιβολτομέτρου.

Τα λαμάκια συλλέκτη στα οποία συνδέομε τα δύο ηλεκτρόδια της πηγής του συνεχούς ρεύματος, πρέπει να απέχουν μεταξύ τους ως εξής:

Για διπολική μηχανή πρέπει να απέχουν το $^1/_2$ του αριθμού των τομέων του συλλέκτη, για 4πολική το $^1/_4$, για 6πολική το $^1/_6$ κ.ο.κ. Φέρομε σε επαφή τα άκρα του μιλλιβολτομέτρου με δύο γειτονικά λαμάκια συλλέκτη που βρίσκονται μεταξύ των δύο επαφών των ηλεκτροδίων της πηγής του συνεχούς ρεύματος. Ρυθμίζομε τη μεταβλητή αντίσταση τόσο, ώστε ο δείκτης του οργάνου να αποκλίνει κατά τα $^3/_4$ της δραδρομής του (σχ. 8.5β). Διατηρούμε τη ρύθμιση αυτή σε όλη τη διάρκεια του ελέγχου. Αφού ρυθμίσομε την αντίσταση σειράς, ελέγχομε όλα τα ζεύγη των γειτονικών τομέων συλλέκτη.



Σχ. 8.5α.
Μέθοδος καθορισμού του πολικού τυλίγματος που παρουσιάζει διακοπή.



Σχ. 8.56.
Έλεγχος τυμπάνου για βραχυκυκλωμένες ομάδες χρησιμοποιώντας μιλλιβολτόμετρο.

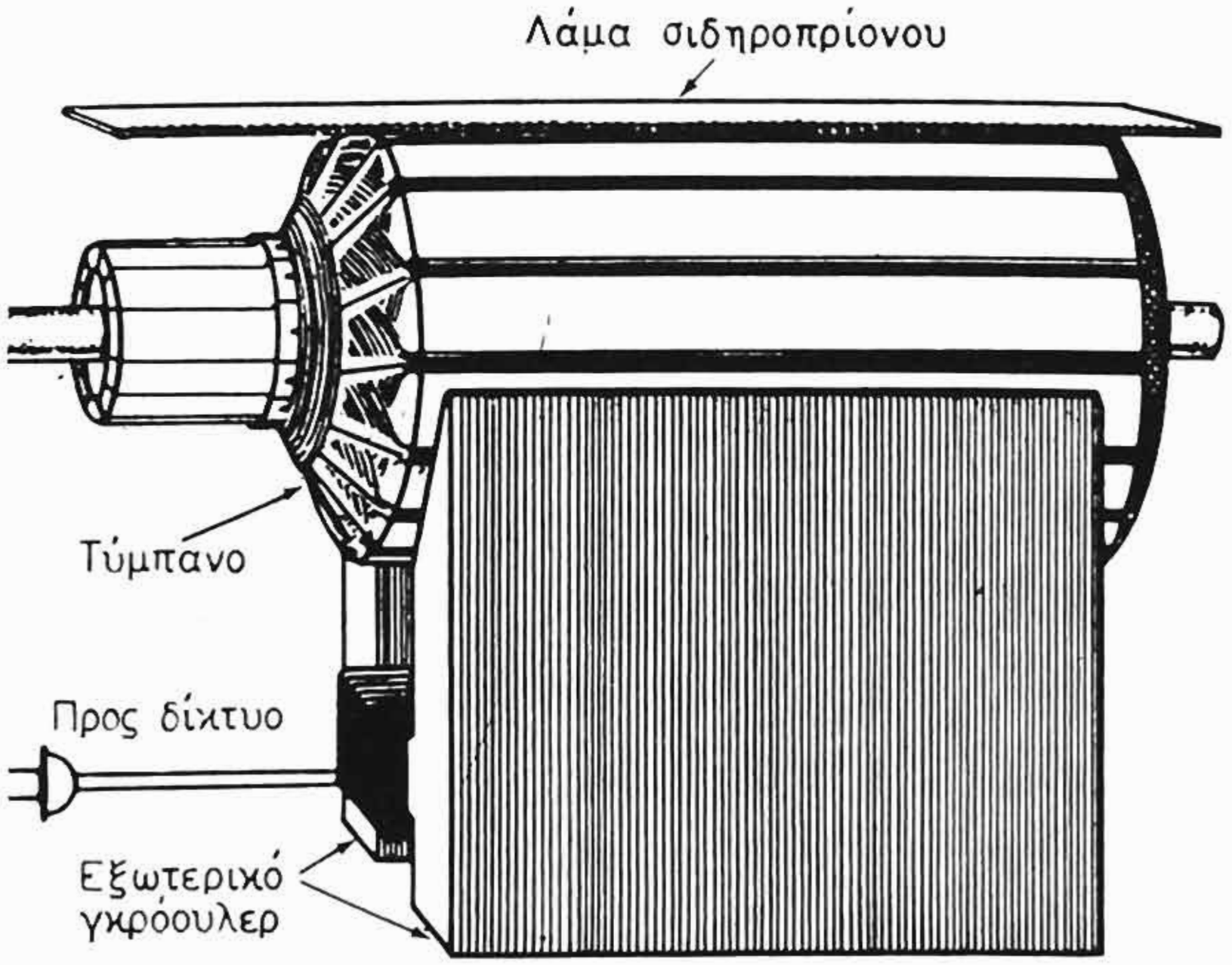
Αρχίζομε από το πρώτο αριστερό ηλεκτρόδιο και κινούμε τα ηλεκτρόδια του οργάνου προς τα δεξιά, προσέχοντας πάντοτε το αριστερό ηλεκτρόδιο του οργάνου να εφάπτεται με το λαμάκι συλλέκτη, με το οποίο ήταν σε επαφή προηγούμενα το δεξιό ηλεκτρόδιο του οργάνου (σχ. 8.5β), έως ότου φθάσομε στο δεξιό ηλεκτρόδιο της πηγής Σ.Ρ. Μετακινούμε το αριστερό ηλεκτρόδιο της ταινίας στο λαμάκι, στο οποίο άπτεται το δεξιό ηλεκτρόδιο και προχωρούμε για τον έλεγχο του υπόλοιπου τμήματος του τυμπάνου. Συνεχίζομε με τον τρόπο αυτό έως ότου ελεγχθούν όλα τα λαμάκια του συλλέκτη. Αν παρουσιασθεί αύξηση στην ένδειξη του οργάνου, σημαίνει αντίσταση λόγω κακών επαφών και συνδέσεων. Αν παρουσιασθεί μείωση στην ένδειξη του οργάνου, σημαίνει ότι υπάρχει βραχυκυκλωμένη σπείρα ή ομάδα.

2) Μέθοδος με το growler (δοκιμαστή επαγωγίμων).

Τοποθετούμε το τύμπανο σε ένα εξωτερικό growler. Τροφοδοτούμε το growler με ρεύμα. Τοποθετούμε λάμα από σιδηροπρίονο επάνω και κατά μήκος της ψηλότερης οδοντώσεως του τυμπάνου και μετακινούμε το λαμάκι στη γειτονική αριστερή οδόντωση. Επαναφέρομε πάλι το λαμάκι στην αρχική του θέση και το μετακινούμε στη συνέχεια στη γειτονική δεξιά οδόντωση. Μετά στρέφομε το τύμπανο δεξιά έτσι ώστε να ελευθερωθούν οι επόμενες 3 αριστερές οδοντώσεις. Επαναλαμβάνομε τον ίδιο έλεγχο με το λαμάκι του

σιδηροπρίονου, έως ότου ελέγξομε τις οδοντώσεις. Αν υπάρχει βραχυκύκλωμα μεταξύ των ομάδων, το λαμάκι του σιδηροπρίονου θα ταλαντεύεται με μεγάλη ένταση ενώ το growler θα βουίζει.

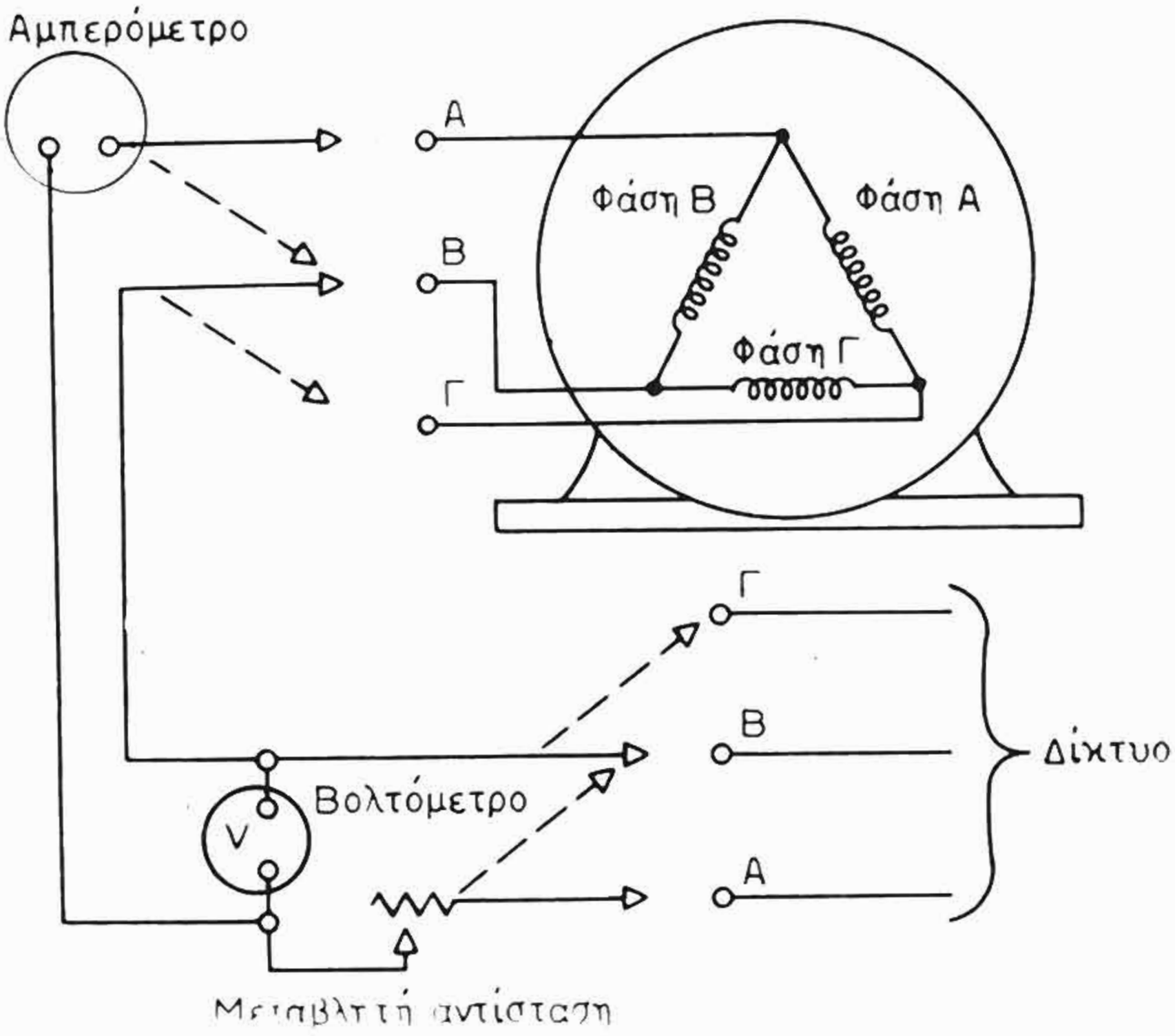
Για τον έλεγχο διακοπών των κυκλωμάτων χρησιμοποιούμε εξωτερικό growler με ενδεικτικό όργανο. Μετακινούμε τους ακροδέκτες των καλωδίων του growler επάνω στην περιφέρεια του συλλέκτη, σύμφωνα προς όσα περιγράψαμε στη μέθοδο του βολτομέτρου. Αν ο δείκτης του οργάνου μετακινηθεί επάνω ή κάτω από τις ενδείξεις των άλλων ομάδων, σημαίνει ότι υπάρχει μεγάλη αντίσταση λόγω κακών συνδέσεων ή βραχυκυκλωμένη ομάδα (σχ. 8.5γ).



Σχ. 8.5γ.
Μέθοδος εντοπισμού βραχυκυκλωμένης ομάδας με εξωτερικό γκρόουλερ.

8.6 Έλεγχος τυμπάνων μικτών δακτυλιοφόρων κινητήρων.

Όπως αναφέραμε και στην § 8.3 όλες οι μέθοδοι που περιγράψαμε παραπάνω για τον έλεγχο των επαγωγικών τυμπάνων εφαρμόζονται και για τον έλεγχο των τυμπάνων των δακτυλιοφόρων κινητήρων, αρκεί να αποσυνδέσομε από τα δακτυλίδια τα άκρα των τυλιγμάτων. Αν τα άκρα των τυλιγμάτων δεν αποσυνδεθούν, μπορεί να γίνει και ο παρακάτω έλεγχος με τον κινητήρα πλήρως συναρμολογημένο. Ο έλεγχος αυτός είναι γνωστός ως ***έλεγχος στατικής σύνθετης αντιστάσεως*** (σχ. 8.6) και εφαρμόζεται σε κινητήρες ισχύος κάτω από έναν ίππο.



Σχ. 8.6.

Έλεγχος στατικής σύνθετης αντιστάσεως για τον εντοπισμό βραχυκυκλωμένων ή κομμένων σπειρών σε δακτύλιο.

1) Στερεώνομε τον άξονα του κινητήρα με κατάλληλη μέγγενη ή με άλλη συσκευή «φρεναρίσματος» για να μην περιστρέφεται ο κινητήρας.
2) Σηκώνομε τις ψήκτρες και βραχυκυκλώνομε τα δακτυλίδια του ρότορα. Έτσι το τύμπανο δεν θα περιστραφεί, όταν ο στάτης τροφοδοτηθεί με ρεύμα, γιατί κάθε προσπάθεια του ρότορα να περιστραφεί εμποδίζεται από τη συσκευή που «φρενάρει» τον άξονα.
3) Συνδέομε ένα βολτόμετρο, ένα αμπερόμετρο και μια ρυθμιστική αντίσταση στο δίκτυο μέσω δύο δοκιμαστικών ηλεκτροδίων, τα οποία μπορούν να συνδέονται από φάση σε φάση (σχ. 8.6):
4) Διεγείρομε κάθε φάση του στάτη ιδιαίτερα, συνδέοντας τα δοκιμαστικά άκρα με τις αντίστοιχες φάσεις (Α-Β, Β-Γ και Α-Γ). Ρυθμίζομε το ρεύμα στην κάθε φάση, ώστε να πάρει περίπου την τιμή του ρεύματος κανονικής λειτουργίας, το οποίο γνωρίζομε από την πινακίδα του κινητήρα.
5) Περιστρέφομε το ρότορα σιγά-σιγά με το χέρι, αντίθετα προς τη διεύθυνση της κανονικής περιστροφής, κατά μια ολόκληρη στροφή για κάθε φάση και μειώνομε τις μέγιστες και ελάχιστες

τιμές της τάσεως και εντάσεως. Αν οι φασικές τιμές των τάσεων και εντάσεων δεν είναι περίπου οι ίδιες, αυτό σημαίνει ότι υπάρχει βραχυκύκλωμα στο δρομέα. Αν παρουσιασθεί ένδειξη ότι το τύμπανο θα σταματήσει (φρακάρει) σε κάποια θέση, αυτό σημαίνει ότι υπάρχει διακοπή στο κύκλωμα του τυμπάνου.

8.7 Έλεγχος των τυλιγμάτων στάτη και διεγέρσεως.

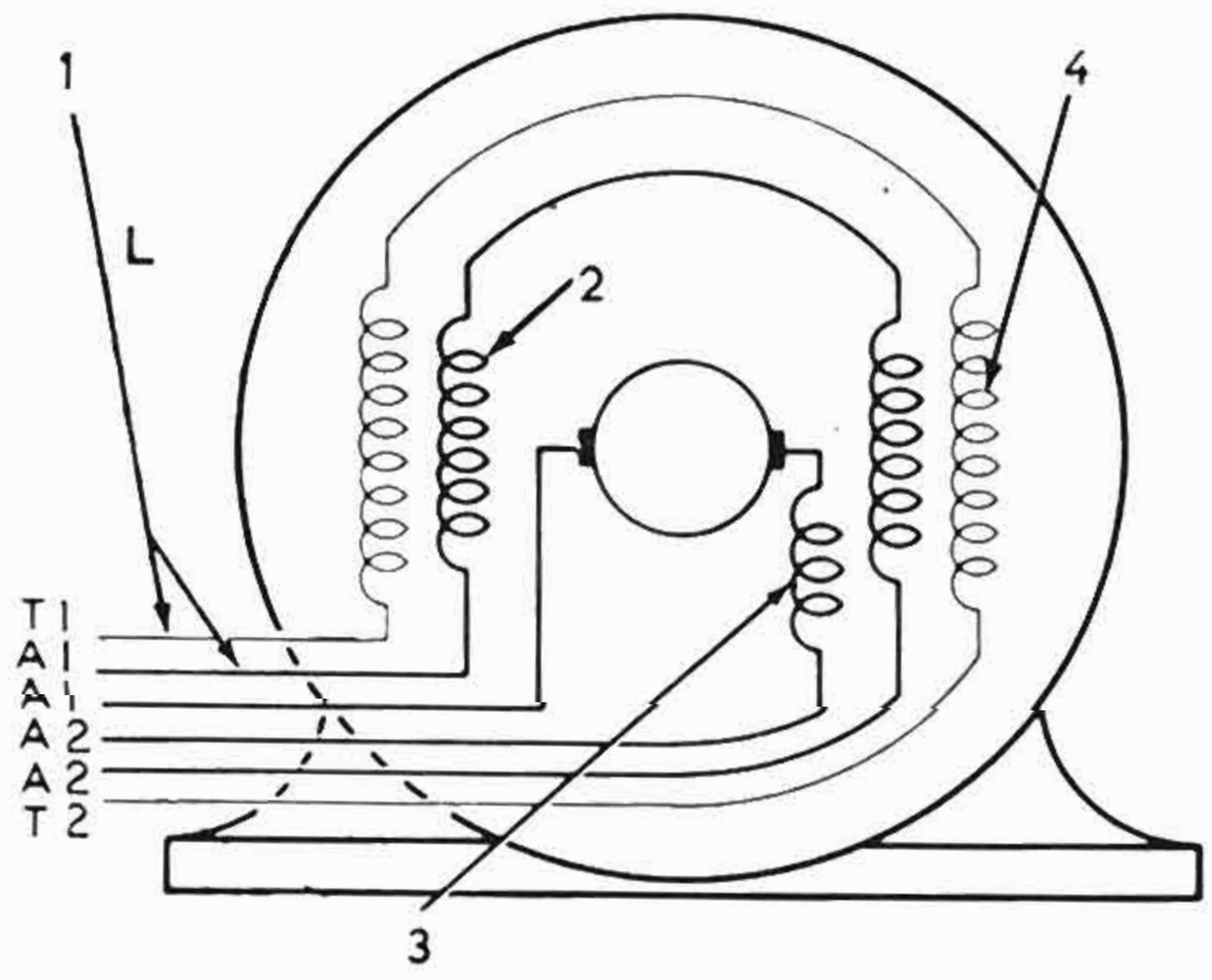
Όλες οι μέθοδοι, που περιγράψαμε στην § 8.5 για τον έλεγχο των τυλιγμάτων των τυμπάνων εφαρμόζονται και για τον έλεγχο των στατών και των τυλιγμάτων διεγέρσεως.

1) Μέθοδος με μιλλιβολτόμετρο.

Για τον έλεγχο των τυλιγμάτων των στατών εναλλασσόμενου ρεύματος, τυλιγμάτων διεγέρσεως, συγκροτημάτων ομάδων ή απλά ομάδων, συνδέομε το κύκλωμα ελέγχου όπως περιγράφομε παρακάτω (σχήματα 8.2α-8.4γ για παρόμοια παραδείγματα).

Για να ελέγξομε τα τυλίγματα διεγέρσεως των μηχανών συνεχούς ρεύματος ελέγχομε κάθε τύλιγμα ιδιαίτερα, δηλαδή πρώτα το τύλιγμα παράλληλης διεγέρσεως, μετά το τύλιγμα βοηθητικών πόλων και τελευταίο το τύλιγμα σειράς.

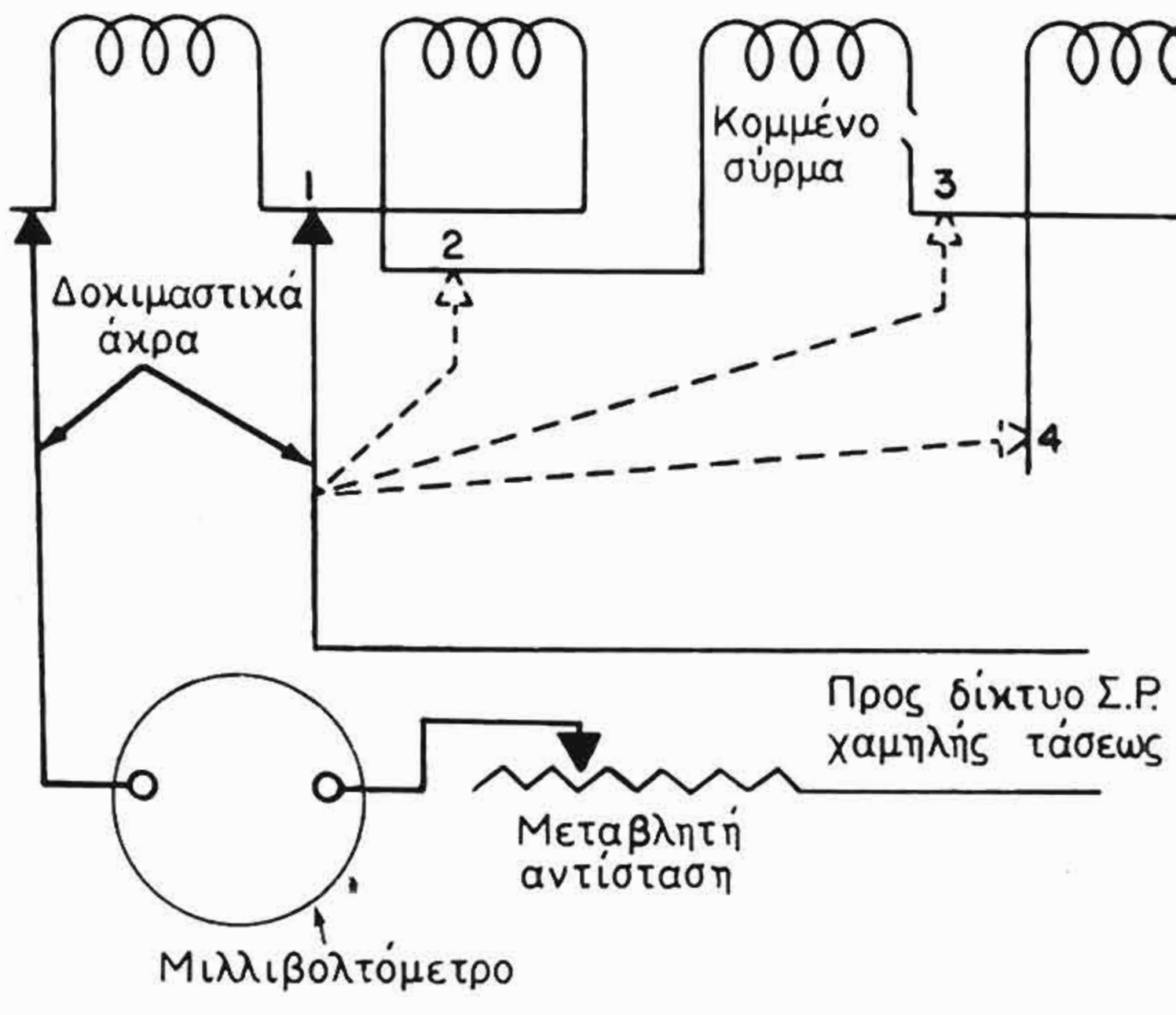
Το σχήμα 8.7α δείχνει τον τρόπο σημάνσεως των άκρων των καλωδίων σε κινητήρα σύνθετης διεγέρσεως. Συνδέομε το κύκλωμα ελέγχου, όπως περιγράφομε παρακάτω:



Σχ. 8.7α.

Σήμανση των άκρων σε κινητήρα σύνθετης διεγέρσεως.
1) Τα άκρα T_1 και A_1 συνήθως συνδέονται μαζί εσωτερικά και οδηγείται έξω ένας αγωγός «L». 2) Τύλιγμα σειράς. 3) Τύλιγμα βοηθητικών πόλων. 4) Τύλιγμα παράλληλης διεγέρσεως.

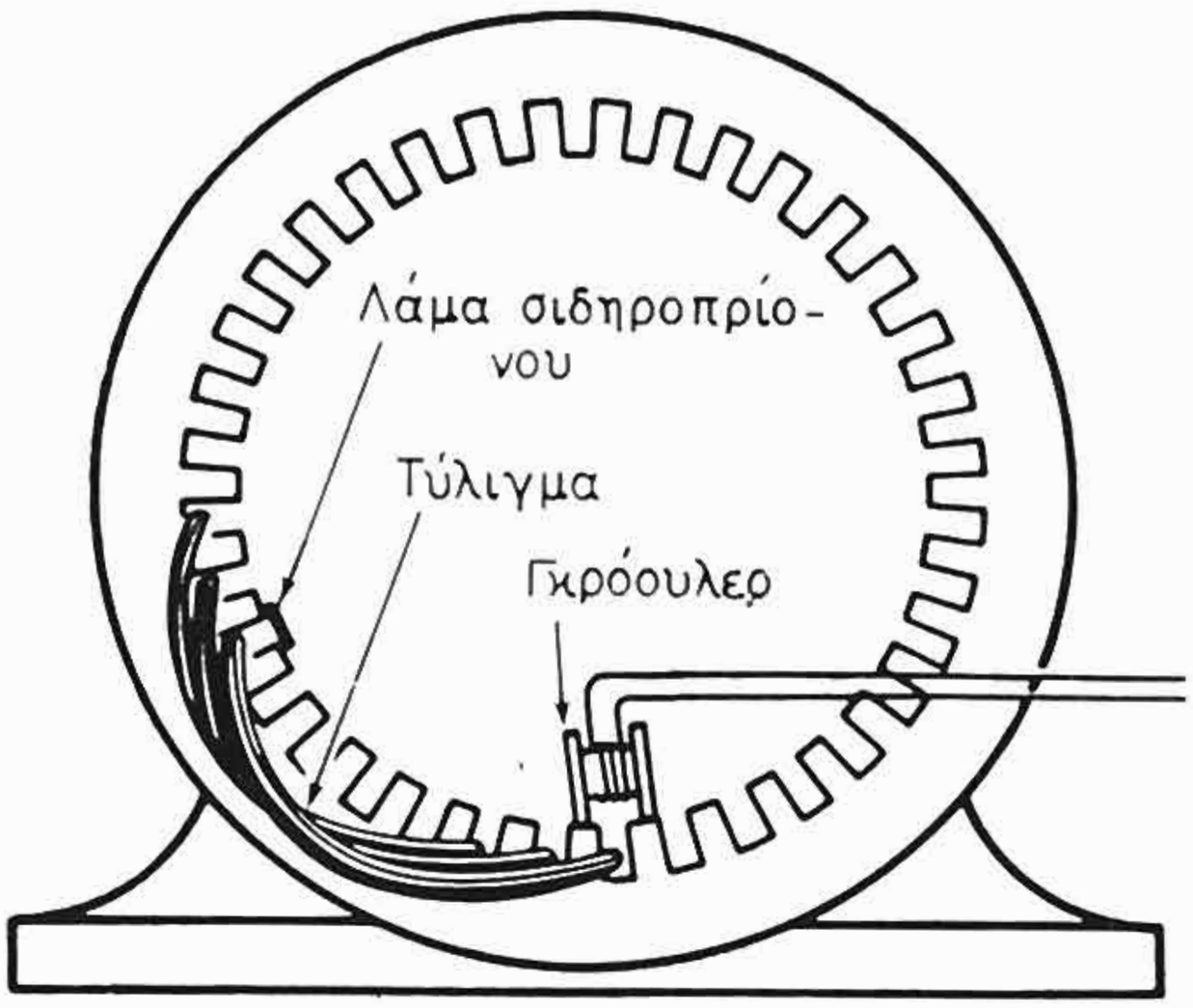
1) Συνδέομε μια μεταβλητή αντίσταση κατάλληλης τιμής με ένα μιλλιβολτόμετρο και τροφοδοτούμε το κύκλωμα από πηγή χαμηλής τάσεως συνεχούς ρεύματος ή από ένα ξηρό στοιχείο 1,5 V (σχ. 8.7β).
2) Ρυθμίζομε τη μεταβλητή αντίσταση, έως ότου ο δείκτης του οργάνου αποκλίνει κατά τα $^3/_4$ της διαδρομής του.
3) Συνδέομε τα δοκιμαστικά άκρα με τα άκρα κάθε πηνίου ή κάθε συγκροτήματος ομάδων. Οι ενδείξεις του οργάνου πρέπει να είναι οι ίδιες για όλα τα πηνία, εφόσον αυτά δεν παρουσιάζουν καμία βλάβη.
4) Αν ο δείκτης του οργάνου δεν μετακινηθεί και δείχνει 0, σημαίνει ότι υπάρχει διακοπή στο κύκλωμα ή κακή σύνδεση με μεγάλη αντίσταση.
5) Αν η ένδειξη του οργάνου αυξηθεί σημαντικά σε κάποιο τύλιγμα, σημαίνει ότι υπάρχουν βραχυκυκλωμένες σπείρες στο τύλιγμα αυτό.



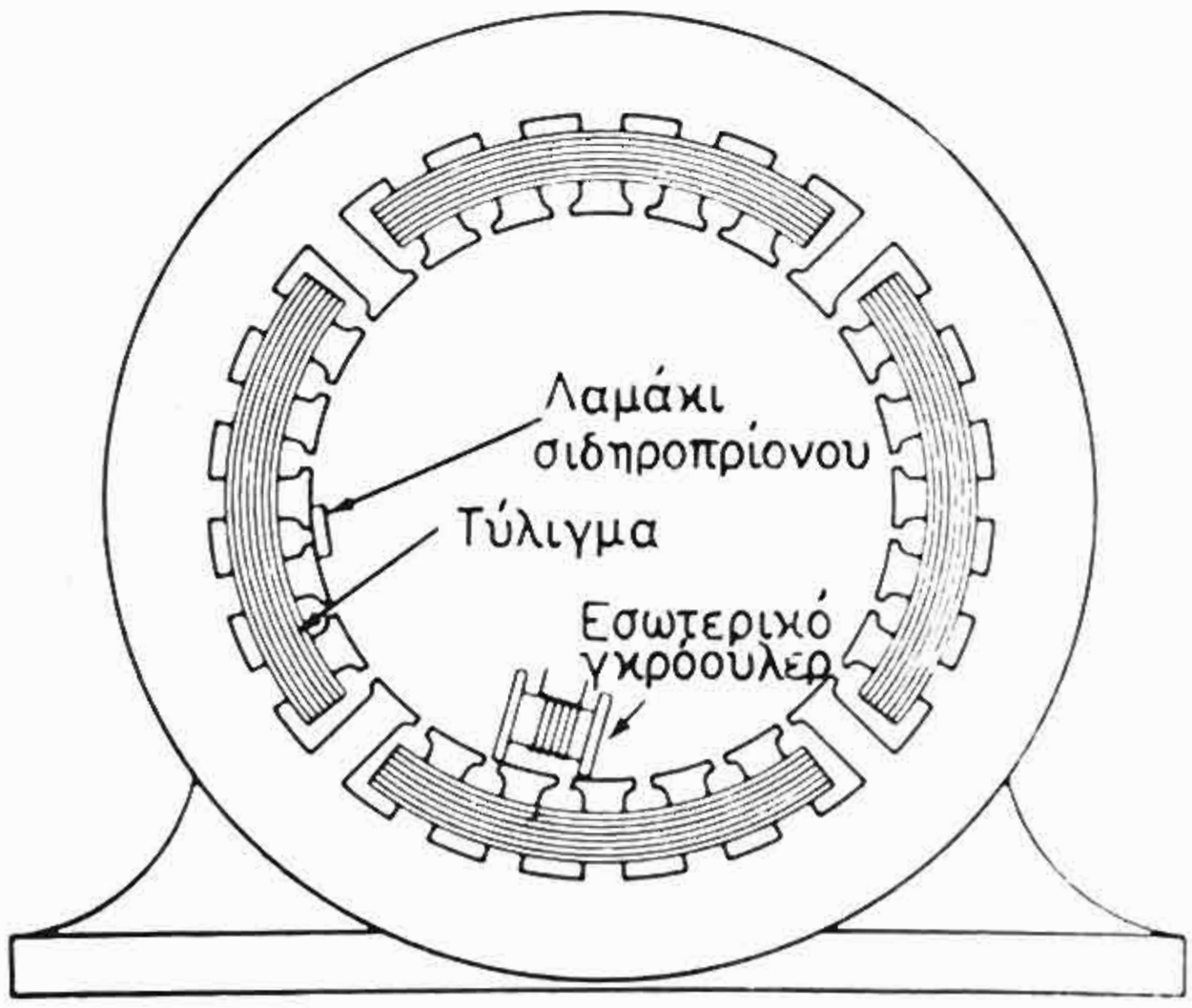
Σχ. 8.7β.
Διάγραμα ελέγχου με μιλλιβολτόμετρο.

2) Μέθοδος με το εσωτερικό growler (γκρόουλερ).

Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη μόνο για τον έλεγχο των στατών του εναλλασσόμενου ρεύματος (σχ. 8.7γ). Συνδέομε ένα εσωτερικό growler με πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος. Τοποθετούμε το growler πάνω σε μια οδόντωση και μετά το μετακινούμε από λούκι σε λούκι, έως ότου ελεγχθεί ολόκληρο το τύλιγμα του στάτη. Αν το



Σχ. 8.7γ.
Χρήση εσωτερικού γκρόουλερ για έλεγχο βραχυκυκλωμάτων.



Σχ. 8.7δ.
Έλεγχος για βραχυκυκλώματα στο τύλιγμα του στάτη.

growler είναι τύπου ελάσματος και βρεθεί πάνω από βραχυκυκλωμένη ομάδα, παρουσιάζει ζωηρό θόρυβο (σχ. 8.7δ). Αν το growler είναι τύπου ενδεικτικού οργάνου και βρεθεί πάνω σε λούκι που παρουσιάζει βραχυκύκλωμα, τότε αποκλίνει ο δείκτης του οργάνου.

Το growler μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τον έλεγχο διακοπών κυκλωμάτων. Βραχυκυκλώνομε με προσοχή κάθε ομάδα μόνη της και μετά τοποθετούμε το εσωτερικό growler γύρω από το στάτη, έως ότου καλυφθούν όλες οι οδοντώσεις. Το growler τύπου ελάσματος πρέπει να παράγει θόρυβο σε κάθε λούκι, ενώ το growler τύπου

ενδεικτικού οργάνου πρέπει να δείχνει απόκλιση του δείκτη σε κάθε λούκι. Αν ο δείκτης του οργάνου δεν αποκλίνει σε κάποιο λούκι, σημαίνει ότι υπάρχει διακοπή κυκλώματος ή μεγάλη αντίσταση λόγω κακών επαφών στο λούκι εκείνο.

3) Μέθοδος με το ωμόμετρο.

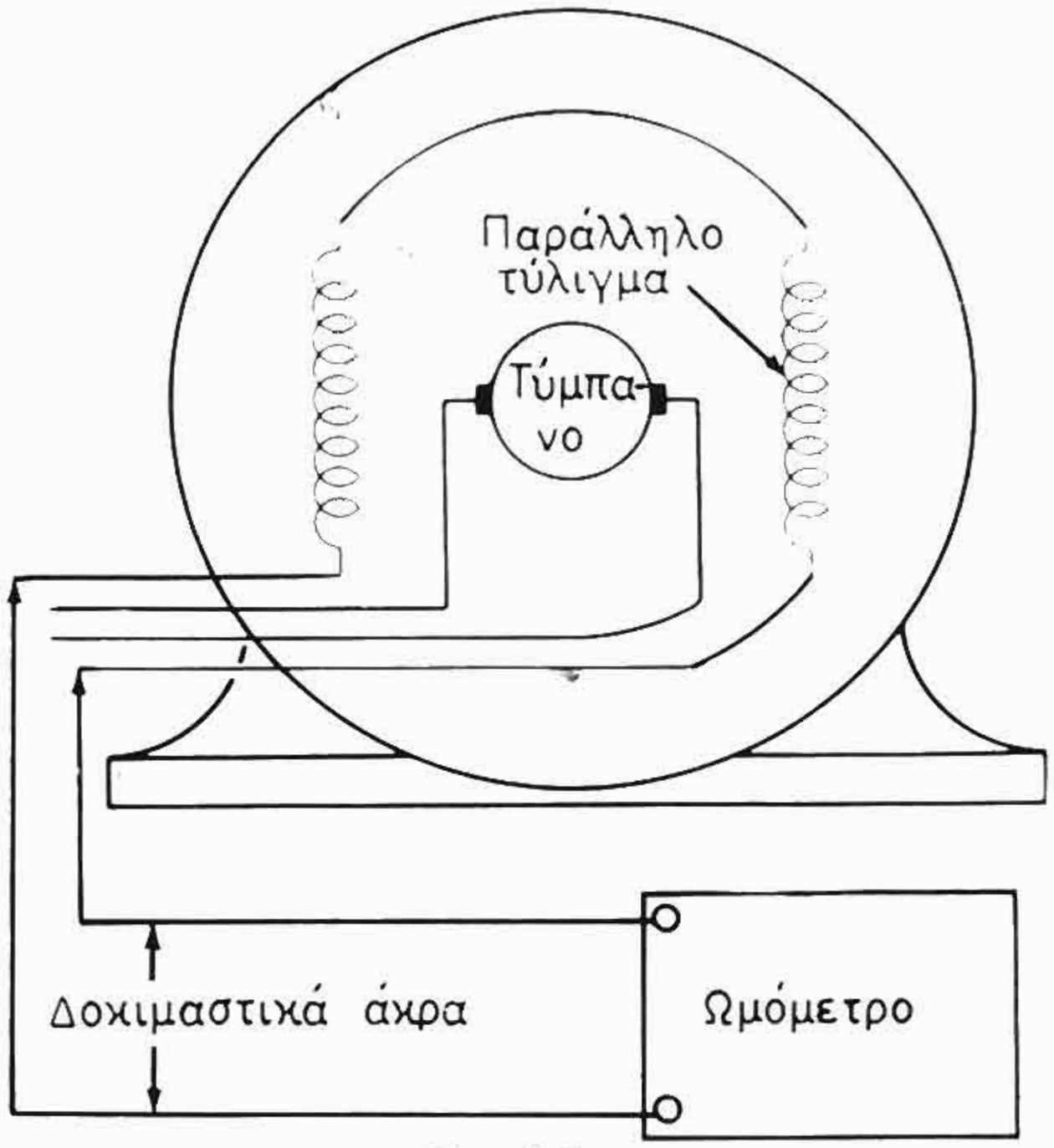
Ελέγχομε την αντίσταση μιας ομάδας του τυμπάνου με το ωμόμετρο (σχ. 8.7ε). Συμβουλευόμαστε τα διαγράμματα συνδέσεως του κεφαλαίου 9 για να βοηθηθούμε στον καθορισμό της θέσεως της ομάδας του τυμπάνου. Γνωρίζοντας την αντίσταση μιας ομάδας του τυμπάνου μπορούμε να καθορίσομε, συγκρίνοντας τις ενδείξεις, αν μια ομάδα είναι βραχυκυκλωμένη εσωτερικά. Η βραχυκυκλωμένη ομάδα θα παρουσιάζει μικρή αντίσταση στην κλίμακα του οργάνου. Για να βρούμε αν μια ομάδα παρουσιάζει βραχυκύκλωμα με τη γειτονική της, αποκολλούμε τα άκρα των δύο ομάδων από το συλλέκτη και συνδέομε το ωμόμετρο στα δύο άκρα των γειτονικών ομάδων. Αν οι δύο ομάδες είναι βραχυκυκλωμένες, τότε θα μετακινηθεί ο δείκτης του ωμομέτρου. Αν ο δείκτης του ωμομέτρου δεν μετακινηθεί, τότε θα υπάρχει διακοπή μεταξύ των δύο ομάδων και αν η ένδειξη του ωμομέτρου είναι μεγαλύτερη από την ένδειξη



Σχ. 8.7ε.
Έλεγχος βραχυκυκλωμένης ομάδας με ωμόμετρο.

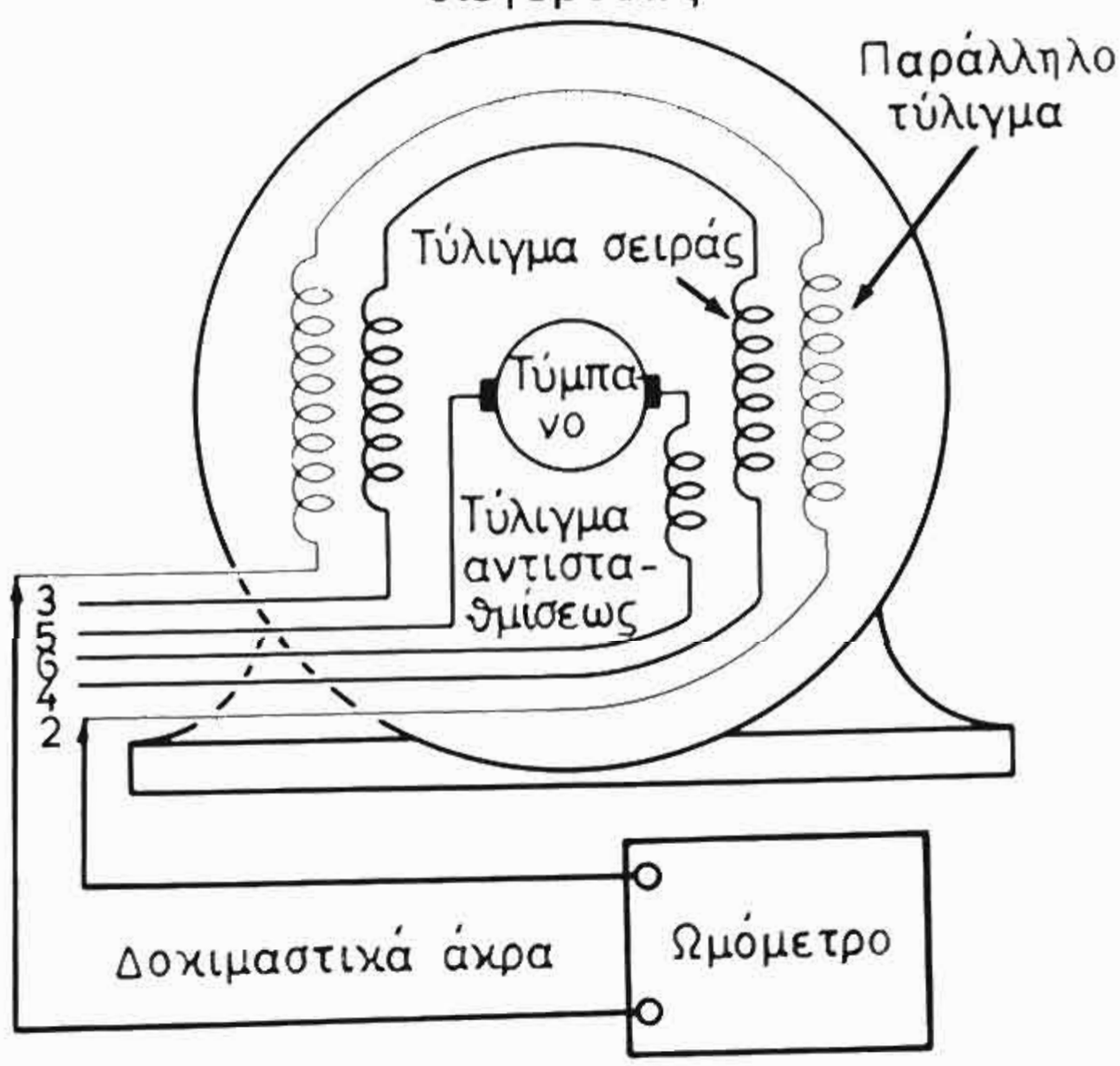
του οργάνου, που λαμβάνομε κατά τον έλεγχο μιας απλής ομάδας, αυτό σημαίνει ότι παρουσιάζεται μεγάλη αντίσταση λόγω κακών συνδέσεων.

Για παρόμοιους ελέγχους ωμομέτρου συμβουλευόμαστε τις συνδεσμολογίες των σχημάτων 8.7στ και 8.7ζ.



Σχ. 8.7στ.

Χρήση ωμόμετρου για τον έλεγχο διακοπών στα τυλίγματα κινητήρα παράλληλης διεγέρσεως.

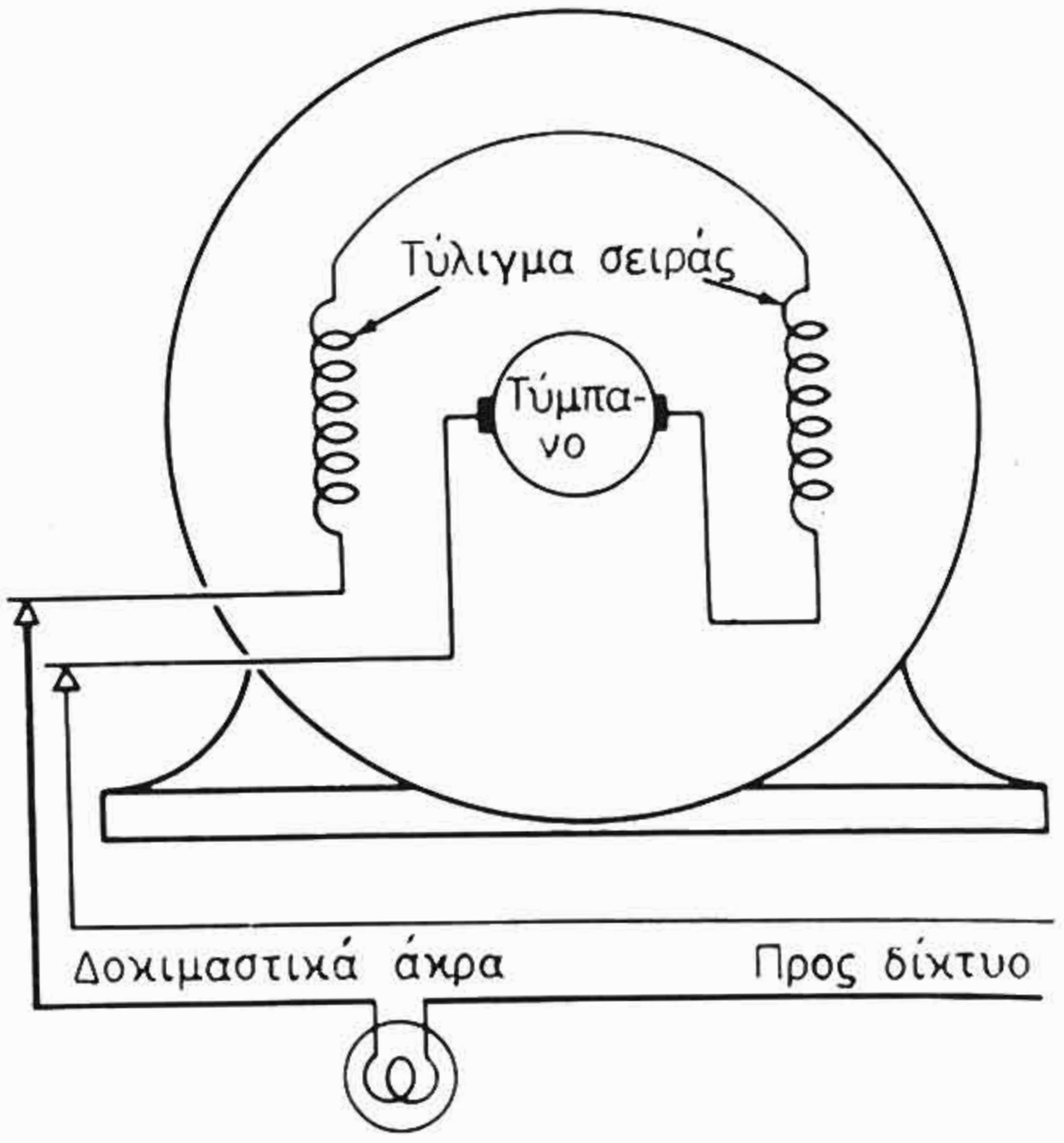


Σχ. 8.7ζ.

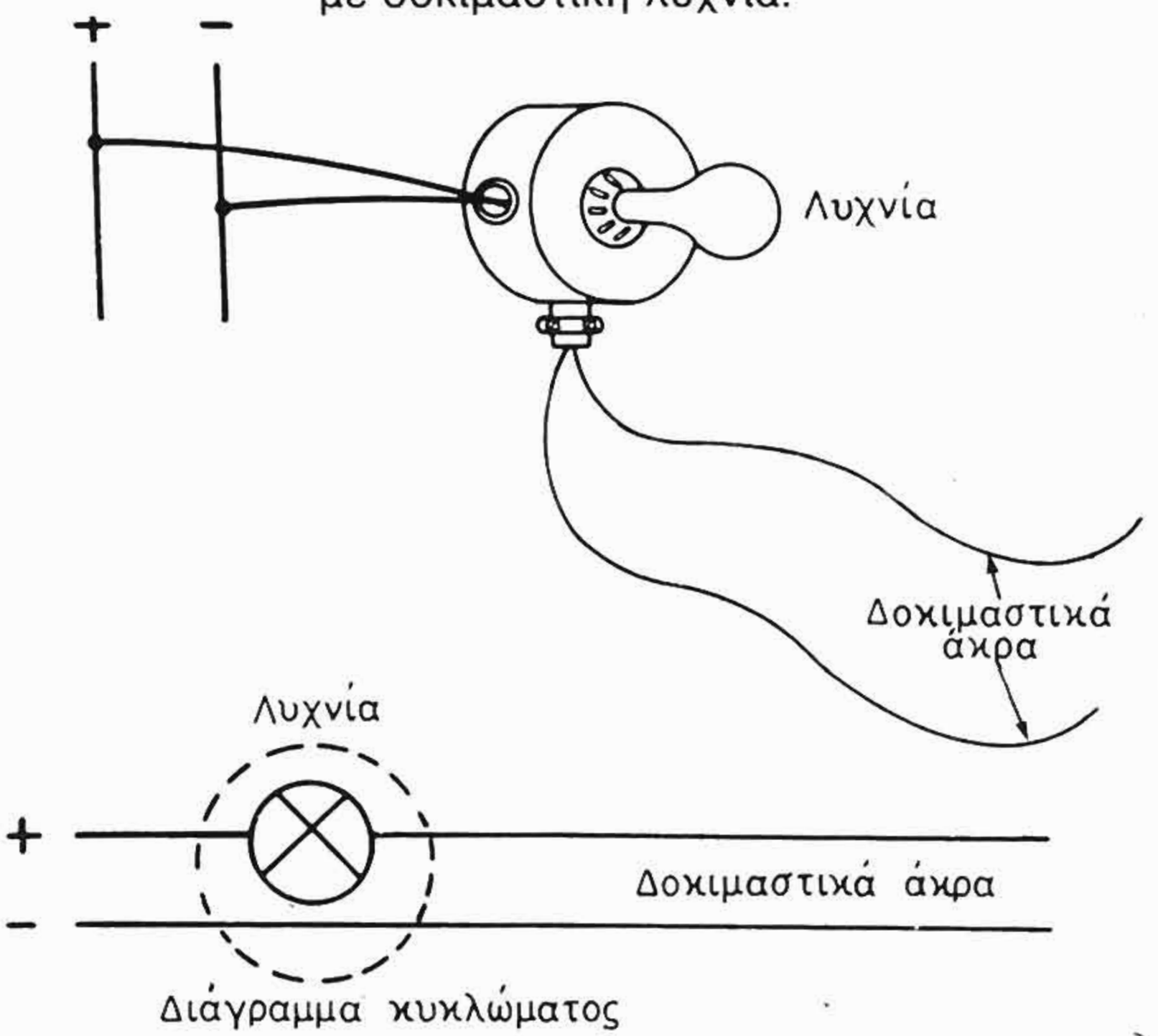
Χρήση ωμόμετρου για τον έλεγχο διακοπών στα τυλίγματα κινητήρα σύνθετης διεγέρσεως.

4) Μέθοδος με τη δοκιμαστική λυχνία (σχήματα 8.7η, 8.7θ).

Η μέθοδος αυτή συνιστάται μόνο για τον έλεγχο βραχυκυκλωμάτων μεταξύ των ομάδων. Η διαδικασία είναι η ίδια με αυτή που

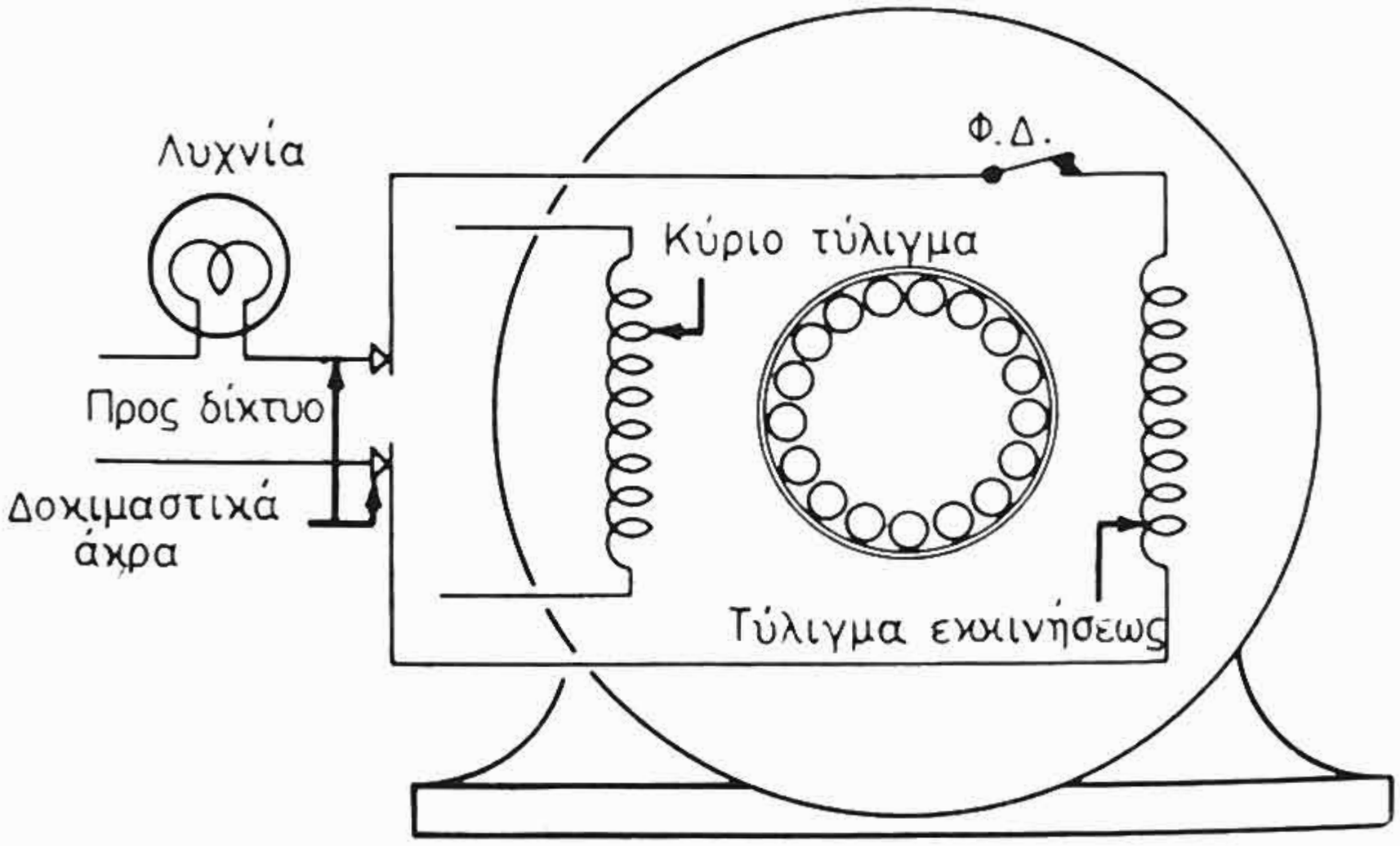


Σχ. 8.7η.
Έλεγχος για ανοικτό κύκλωμα σε τύλιγμα κινητήρα σειράς με δοκιμαστική λυχνία.

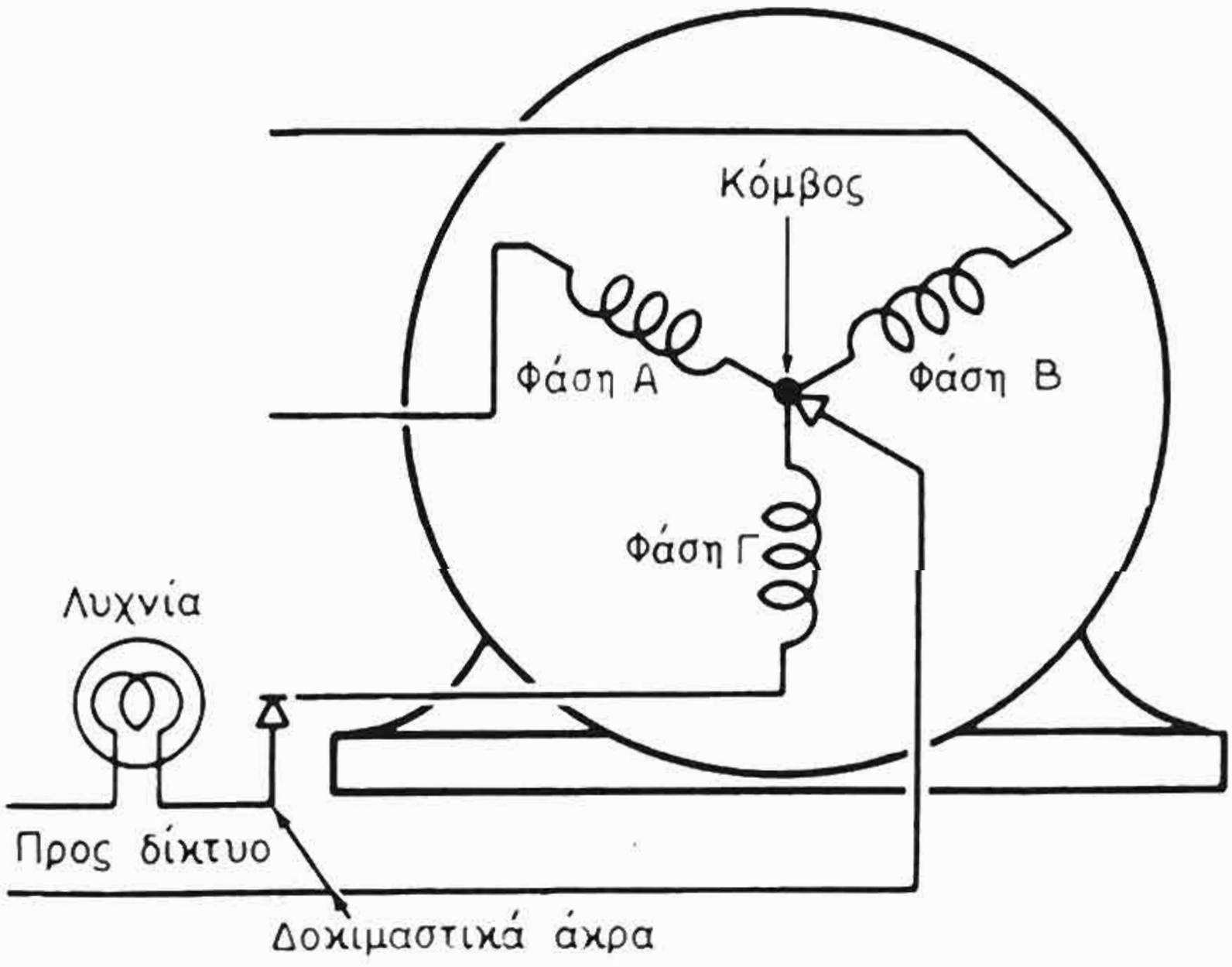


Σχ. 8.7θ.
Σύνδεση δοκιμαστικής λυχνίας.

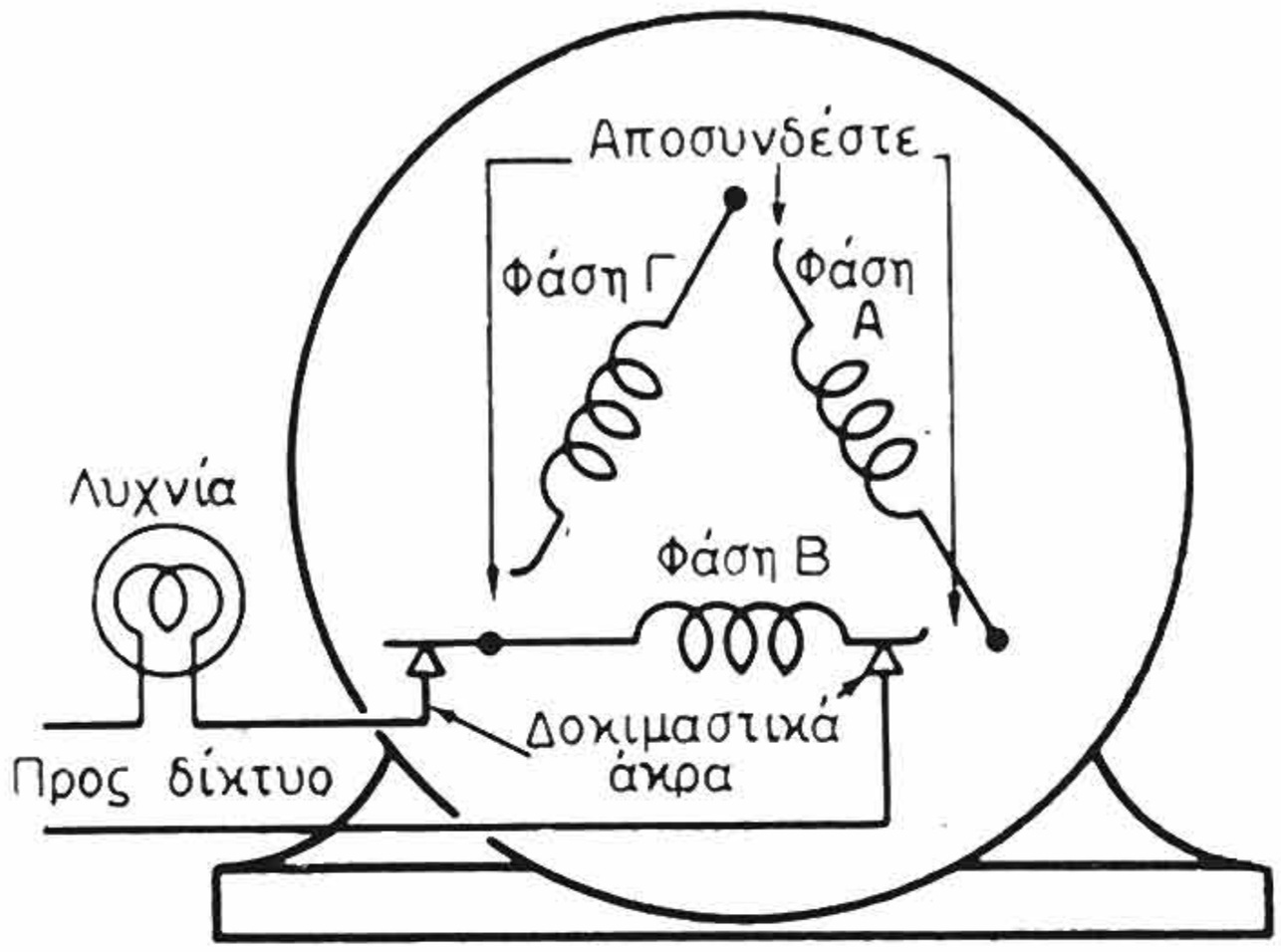
περιγράφομε παραπάνω στη μέθοδο με ωμόμετρο. Χρησιμοποιώντας την πείρα μας για την ένταση φωτισμού, που λαμβάνομε από μια ορισμένη αντίσταση πηνίου, είναι δυνατόν, σε ορισμένες περιπτώσεις, να χρησιμοποιήσομε αυτόν τον οπτικό έλεγχο για να εντοπίσομε αν μια ομάδα είναι βραχυκυκλωμένη ή αν παρουσιάζει σημεία κακών συνδέσεων. Αν μια ομάδα παρουσιάζει εσωτερικό βραχυκύκλωμα μεταξύ των σπειρών της, τότε η λυχνία θα ανάψει με ισχυρή λάμψη, ενώ αν η λυχνία ανάψει με μικρή ένταση, σημαίνει ότι υπάρχει μεγάλη αντίσταση λόγω κακών συνδέσεων των τυλιγμάτων της (σχήματα 8.7ι, 8.7ια, 8.7ιβ και 8.7ιγ).



Σχ. 8.7ι.
Έλεγχος για διακοπές στο τύλιγμα εκκινήσεως.

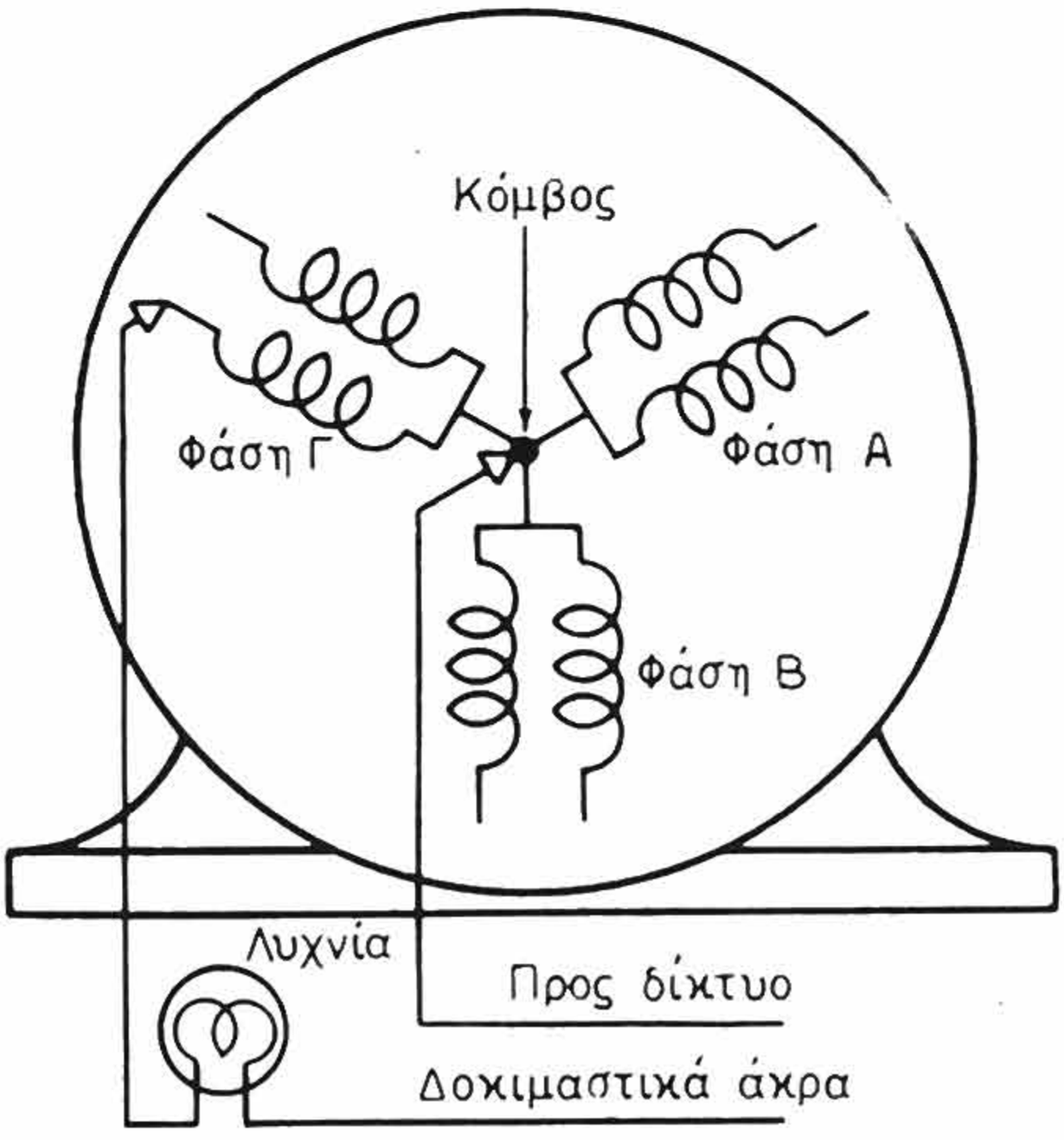


Σχ. 8.7ια.
Έλεγχος για διακοπή φάσεως σε τύλιγμα στάτη που συνδέεται κατ' αστέρα.



Σχ. 8.7ιβ.

Έλεγχος για εντοπισμό διακοπών στα τυλίγματα στάτη που συνδέεται κατά τρίγωνο.

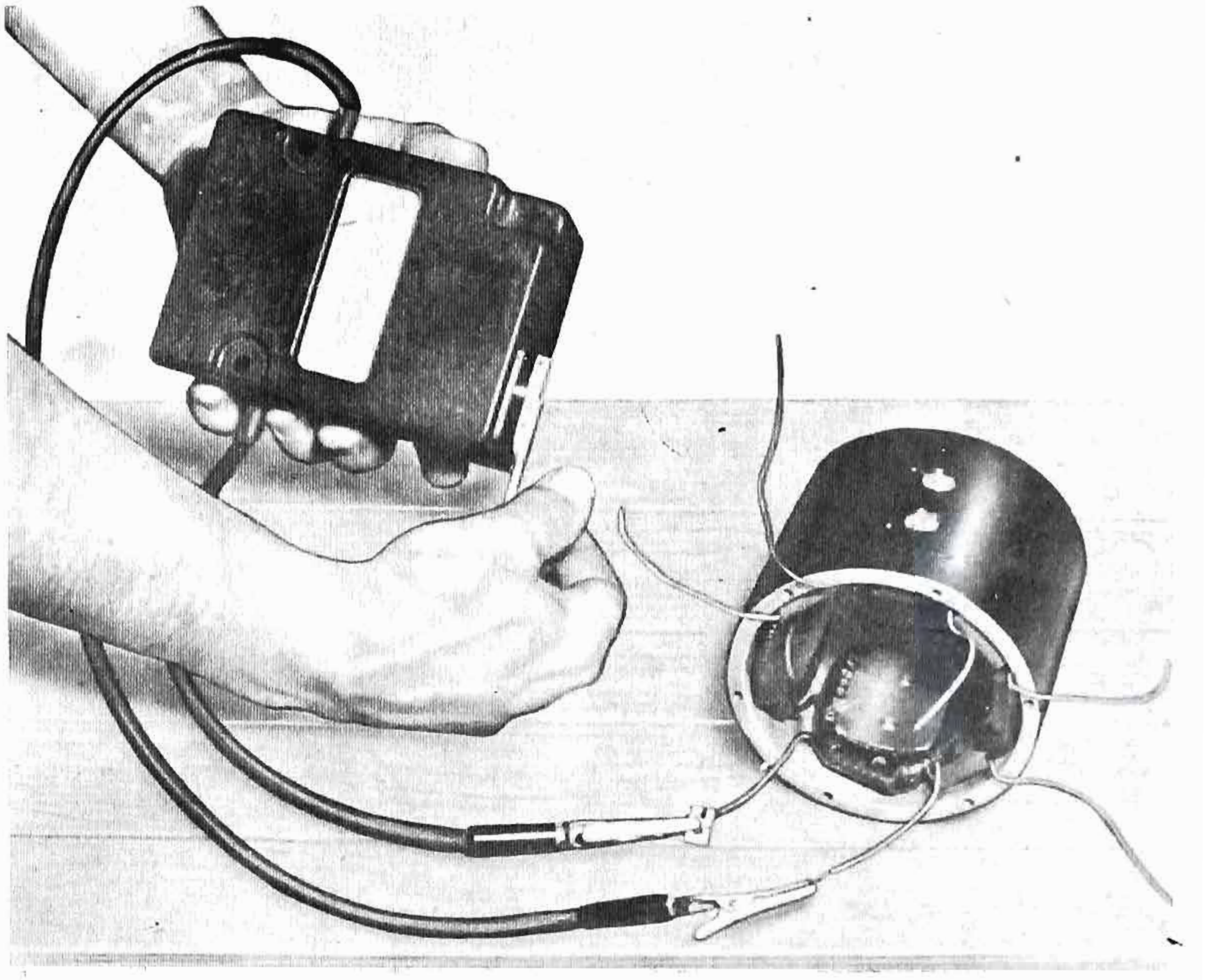


Σχ. 8.7ιγ.

Διαδοχικοί έλεγχοι για τον εντοπισμό διακοπών σε τυλίγματα στάτη συνδεμένου κατ' αστέρα με παράλληλους κλάδους.

5) Μέθοδος με το μέγγερ (σχ. 8.7ιδ).

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται μόνο αν υπάρχει μέγγερ με διπλή ή πολλαπλή κλίμακα. Εντούτοις, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί μέγγερ με απλή κλίμακα και με υψηλή περιοχή για τον έλεγχο βραχυκυκλωμάτων μεταξύ των ομάδων.



Σχ. 8.7ιδ.
Έλεγχος για εντοπισμό διακοπών με μέγγερ σε τύλιγμα διεγέρσεως 4πολικού κινητήρα.

Αν το όργανο δείχνει 0, σημαίνει ότι υπάρχει βραχυκύκλωμα. Η διαδικασία μετρήσεων είναι η ίδια με αυτή που περιγράφομε παραπάνω για το ωμόμετρο.

8.8 Κακές συνδέσεις.

α) Γενικά.

Οι κακές συνδέσεις των μονωμένων τυλιγμάτων των κινητήρων και γεννητριών είναι δυνατό γενικά να εντοπισθούν στα εξής σημεία:

1) Στα σημεία, όπου συνδέονται οι ομάδες σε συγκροτήματα.
2) Στα σημεία, όπου συνδέονται τα συγκροτήματα μεταξύ τους.
3) Στα σημεία, όπου συνδέονται τα τυλίγματα με τους ακροδέκτες της μηχανής.

Οι κακές συνδέσεις, σε οποιαδήποτε από τις παραπάνω περιπτώ-

σεις παρουσιασθούν, οδηγούν πάντοτε σε σοβαρές ανωμαλίες της λειτουργίας της μηχανής.

β) Έλεγχος για κακές συνδέσεις.

Τα διαγράμματα του κεφαλαίου 9 μας βοηθούν για τον έλεγχο των τυλιγμάτων για κανονικές συνδέσεις.

Η συγκριτική μέθοδος ελέγχου της ωμικής αντιστάσεως των τυλιγμάτων μας δίνει μία καλή ένδειξη, για να εντοπίσομε τα διάφορα κυκλώματα ομάδων.

Αν π.χ. σε μηχανές συνεχούς ρεύματος ένα τύλιγμα διεγέρσεως δείχνει μεγάλη ωμική αντίσταση, αυτό σημαίνει ότι το τύλιγμα αυτό είναι το παράλληλο τύλιγμα διεγέρσεως (λεπτό σύρμα). Η ένδειξη χαμηλής ωμικής αντιστάσεως θα μας δείξει το τύλιγμα ή τα τυλίγματα σειράς (χοντρό σύρμα). Για να συνδέσομε κανονικά τα τυλίγματα τυμπάνων συμβουλευόμαστε το κεφάλαιο 4 και για τα τυλίγματα στάτη το κεφάλαιο 6. Ο έλεγχος της πολικότητας θα μας βοηθήσει στο να εντοπίσομε αν υπάρχουν αντικανονικές εσωτερικές συνδέσεις (§ 8.9).

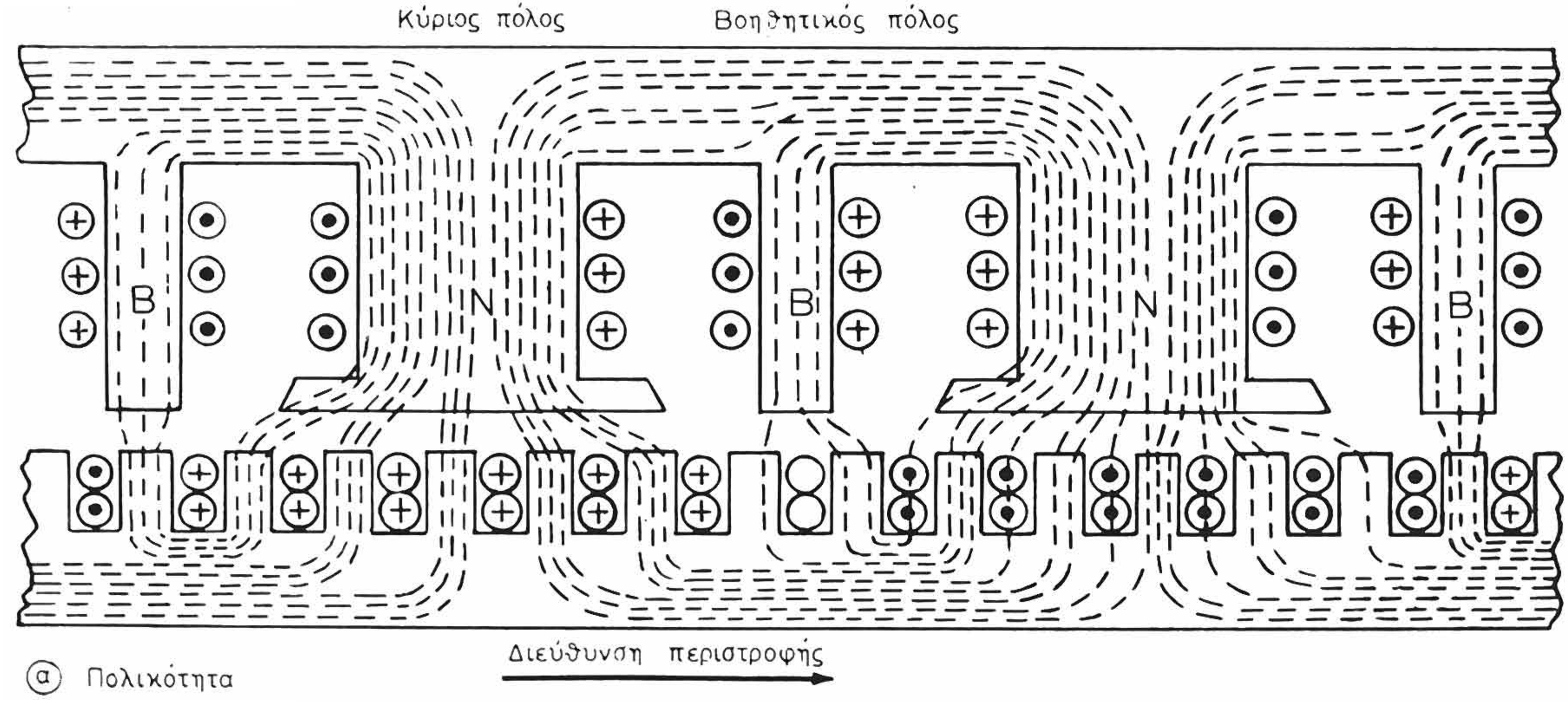
8.9 Πολικότητα.

α) Κύριοι και βοηθητικοί πόλοι (σχ. 8.9α).

Οι μαγνητικοί πόλοι όλων των τύπων γεννητριών και κινητήρων συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος πρέπει να είναι εναλλάξ βόρειοι και νότιοι. Στις ***γεννήτριες συνεχούς ρεύματος*** (στις οποίες χρησιμοποιούνται βοηθητικοί πόλοι), οι βοηθητικοί πόλοι, οι οποίοι ακολουθούν τους κύριους πόλους κατά τη διεύθυνση περιστροφής της μηχανής, έχουν αντίθετη πολικότητα από τον κύριο πόλο που ακολουθούν, ενώ στους ***κινητήρες συνεχούς ρεύματος*** οι βοηθητικοί πόλοι, που ακολουθούν τους κύριους πόλους, έχουν την ίδια πολικότητα με τον κύριο πόλο που ακολουθούν. Με τον τρόπο αυτό η ροή των βοηθητικών πόλων με τη ροή του τυμπάνου δίνουν κατάλληλη συνισταμένη ροή, λόγω της οποίας αποφεύγονται οι σπινθηρισμοί στο συλλέκτη, χωρίς να μετακινηθούν οι ψήκτρες.

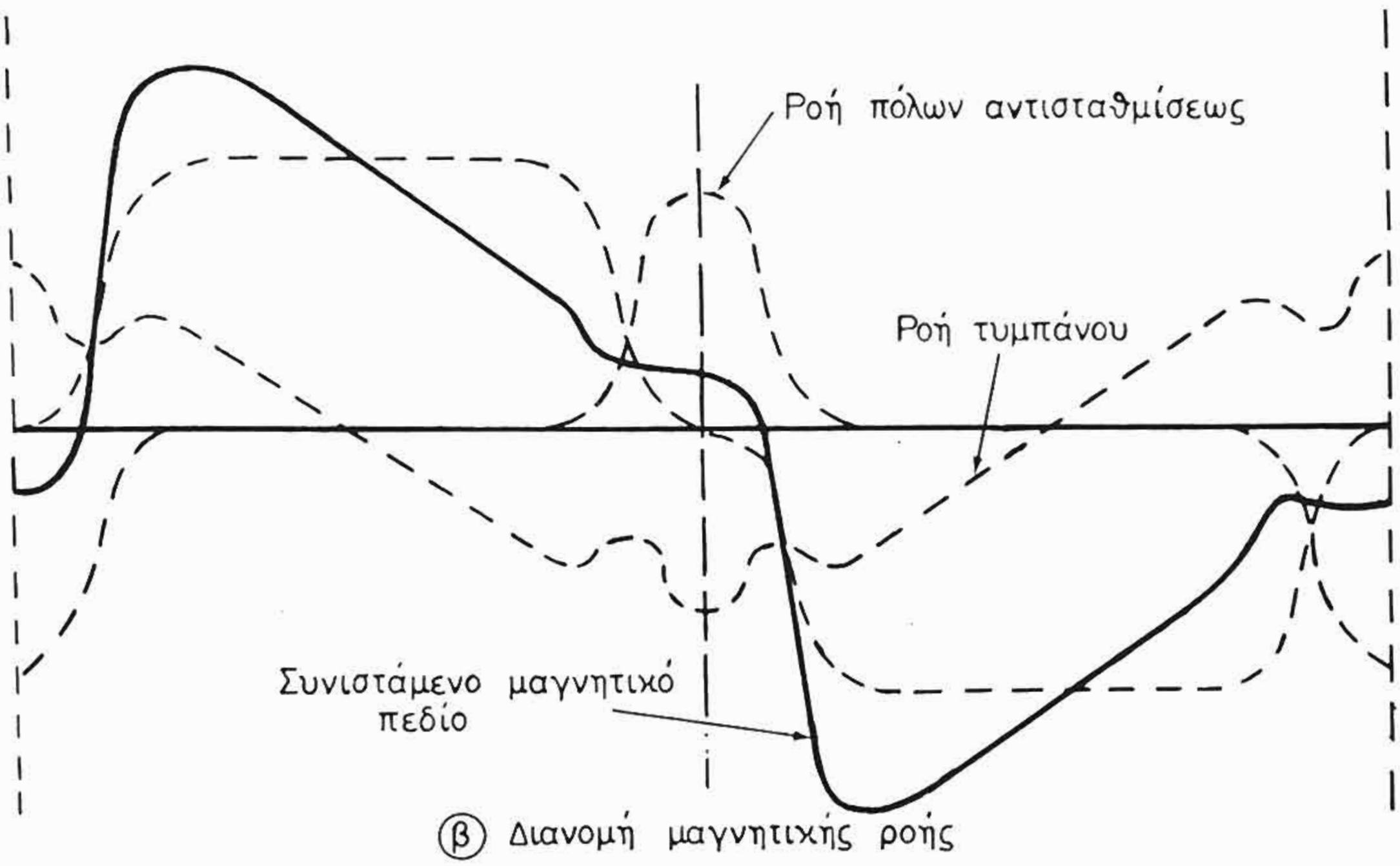
β) Συμβατικοί πόλοι.

Σε ορισμένους κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος οι πόλοι συνδέονται έτσι, ώστε οι γειτονικοί πόλοι να έχουν την ίδια πολικότητα. Έτσι δημιουργούνται διπλάσιοι μαγνητικοί πόλοι από τους πόλους που φέρουν τυλίγματα διεγέρσεως. Κάθε πόλος, που έχει τύλιγμα διεγέρσεως, δημιουργεί πόλο με αντίθετη πολικότητα μεταξύ των τυλιγμάτων για να διευκολύνει τη μαγνητική ροή να



Σχ. 8.9α.
Πολικότητα κυρίων και βοηθητικών πόλων κινητήρων Σ.Ρ.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ



Σχ. 8.9α.
Πολικότητα κυρίων και βοηθητικών πόλων κινητήρων Σ.Ρ.

κλείσει το κύκλωμά της (σχ. 8.9β). Οι πόλοι, που δημιουργούνται έτσι, ονομάζονται ***συμβατικοί πόλοι.***

Η αρχή αυτή χρησιμοποιείται για την κατασκευή του κινητήρα δύο ταχυτήτων. Με την κατάλληλη σύνδεση των τυλιγμάτων μεταξύ των πόλων επιτυγχάνομε, ώστε, όταν ο διακόπτης στραφεί προς τη μία κατεύθυνση, οι πόλοι, που φέρουν τυλίγματα διεγέρσεως (μαξιλάρια), να αποκτούν εναλλακτική πολικότητα ενώ, όταν ο διακόπτης στραφεί προς την άλλη κατεύθυνση, οι πόλοι να αποκτούν την ίδια πολικότητα. Η αρχή αυτή επίσης χρησιμοποιείται για το διπλασιασμό του αριθμού των πόλων στο τύλιγμα εκκινήσεως του ασύγχρονου μονοφασικού κινητήρα με βραχυκυκλωμένο δρομέα.

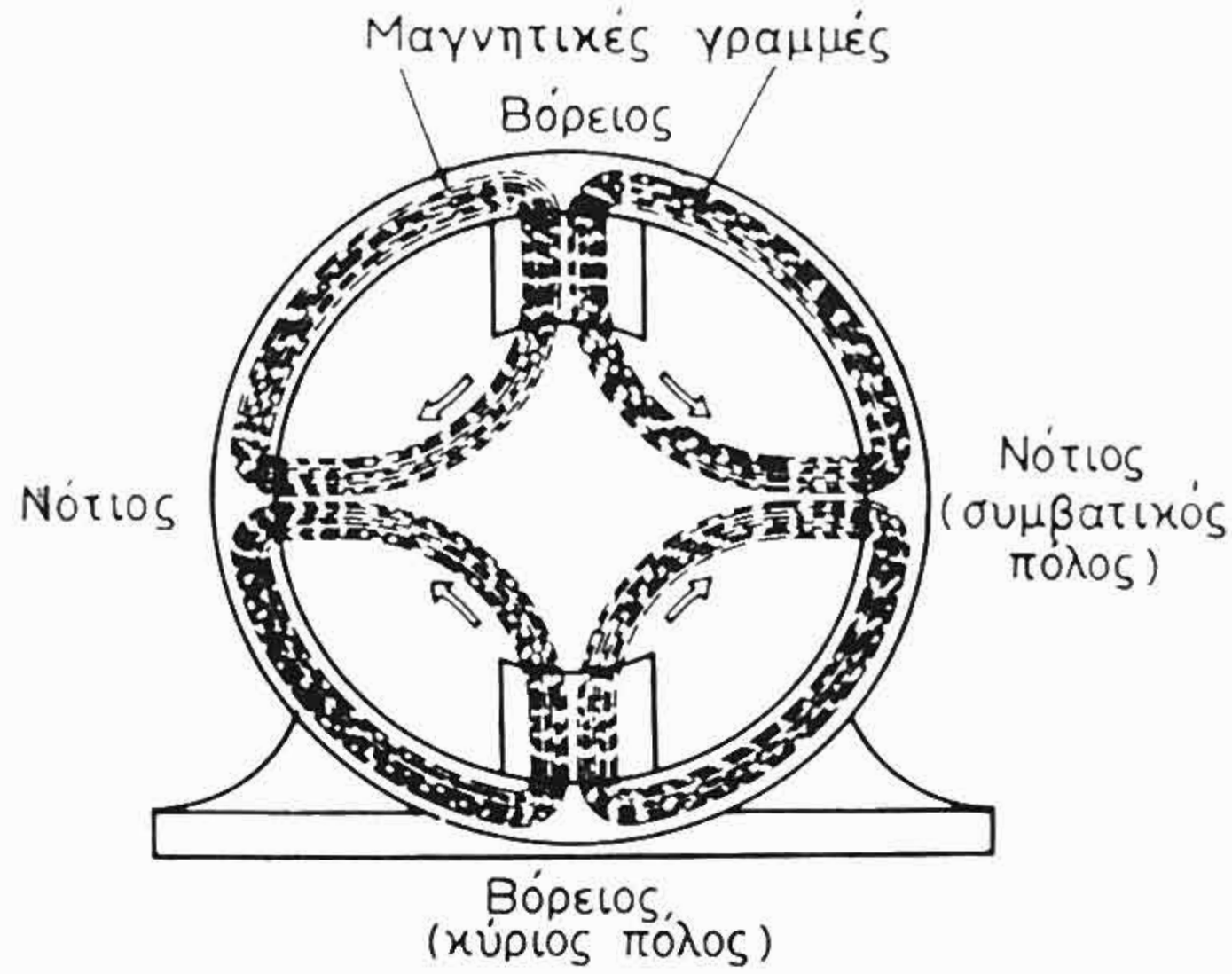
γ) Έλεγχοι για κανονικές συνδέσεις.

Οι κανονικές συνδέσεις έχουν άμεση σχέση με την κανονική πολικότητα.

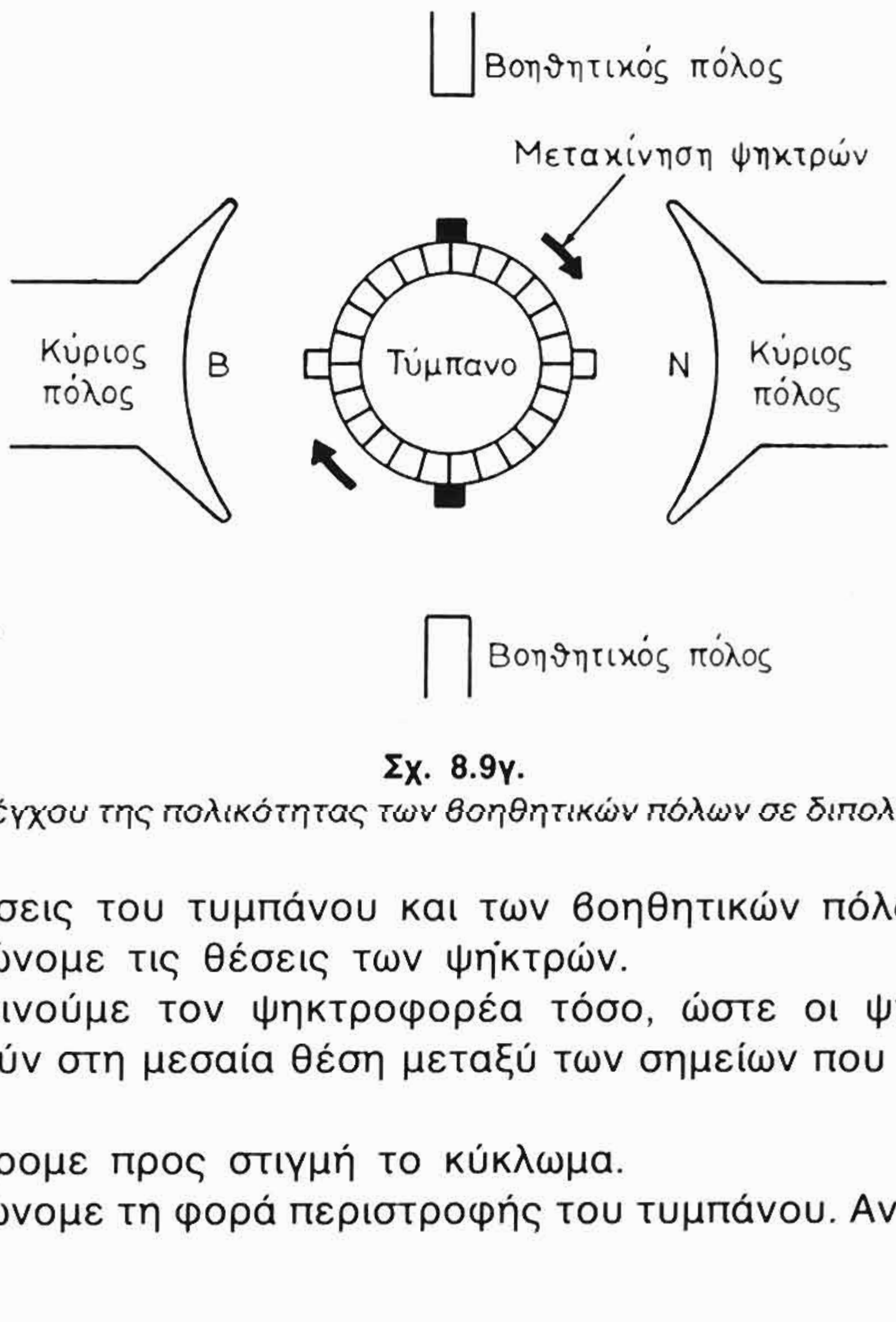
Τα διαγράμματα του κεφαλαίου 9 θα βοηθήσουν για την κανονική σύνδεση των τυλιγμάτων των τυμπάνων, δρομέων και στατών.

δ) Έλεγχος της πολικότητας των βοηθητικών πόλων σε μηχανές συνεχούς ρεύματος, χωρίς να γίνει αποσύνδεση (σχ. 8.9γ).

1) Αποσυνδέομε όλες τις εξωτερικές συνδέσεις, εκτός από τις



Σχ. 8.9β.
Πολικότητα κινητήρα με συμβατικούς πόλους.



Σχ. 8.9γ.
Μέθοδος ελέγχου της πολικότητας των βοηθητικών πόλων σε διπολικό κινητήρα.

συνδέσεις του τυμπάνου και των βοηθητικών πόλων.

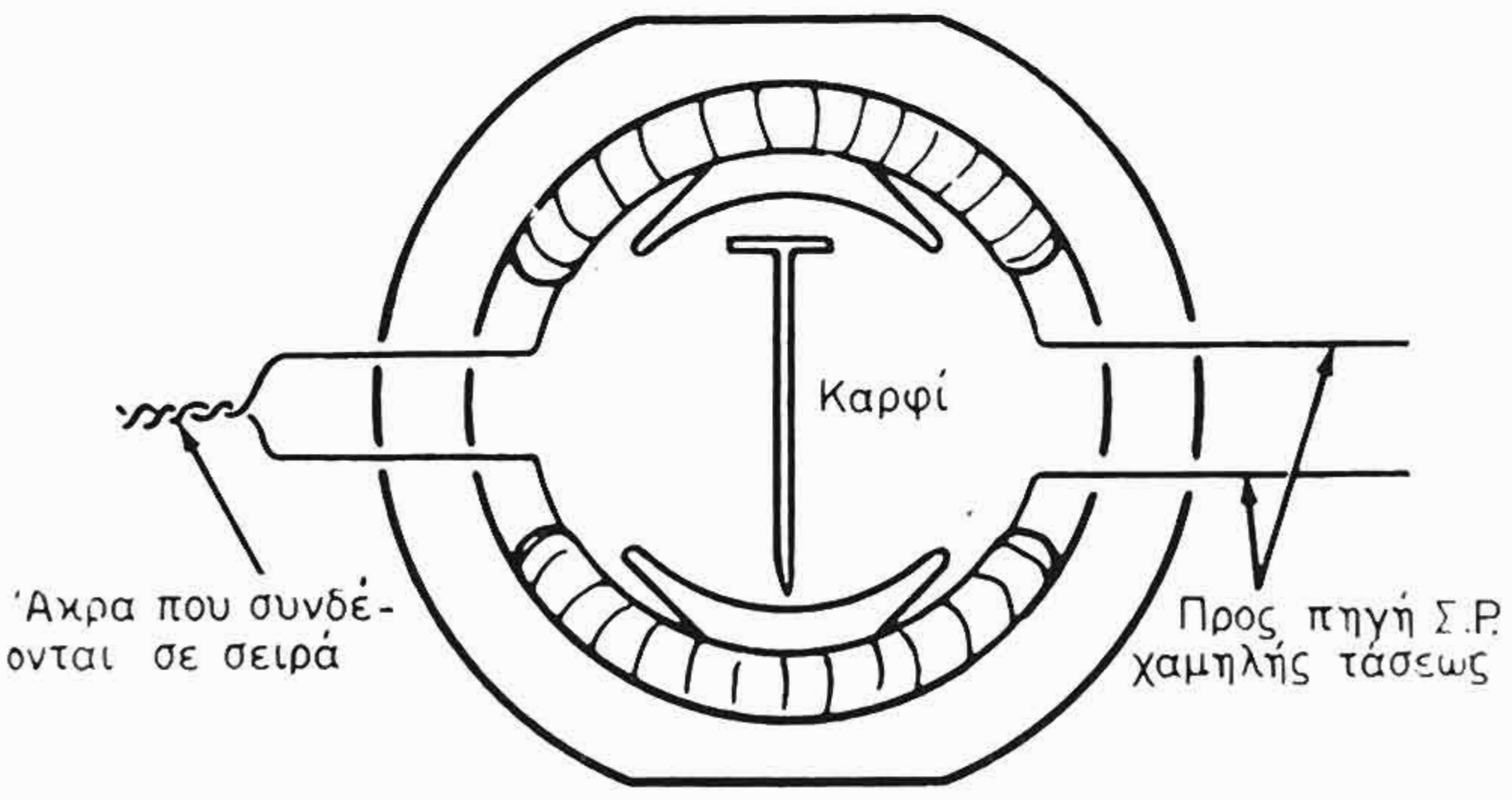
2) Σημειώνομε τις θέσεις των ψήκτρών.
3) Μετακινούμε τον ψηκτροφορέα τόσο, ώστε οι ψήκτρες να βρεθούν στη μεσαία θέση μεταξύ των σημείων που σημειώσαμε.
4) Διεγείρομε προς στιγμή το κύκλωμα.
5) Σημειώνομε τη φορά περιστροφής του τυμπάνου. Αν το τύμπα-

νο στρέφεται κατά την ίδια διεύθυνση με τη μετατόπιση των ψηκτρών, η πολικότητα των βοηθητικών πόλων είναι κανονική. Αν το τύμπανο στρέφεται αντίθετα προς τη μετατόπιση των ψηκτρών, τότε η πολικότητα των βοηθητικών πόλων δεν είναι η κανονική και οι συνδέσεις τους πρέπει να αντιστραφούν.

6) Για τον έλεγχο αυτό μπορούμε να μετατοπίσομε τις ψήκτρες δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα. Μετά τη συμπλήρωση του ελέγχου επαναφέρομε τις ψήκτρες στην αρχική τους θέση.

ε) Έλεγχος της πολικότητας των γειτονικών πόλων με καρφίδα (καρφί) (σχ. 8.9δ).

1) Διεγείρομε το κύκλωμα διεγέρσεως με συνεχές ρεύμα χαμηλής τάσεως (20% του ρεύματος κανονικής λειτουργίας).
2) Τοποθετούμε καρφί με κατάλληλο μήκος, ώστε να γεφυρώσει δύο πόλους μέσα στο ζύγωμα διεγέρσεως ή του στάτη.

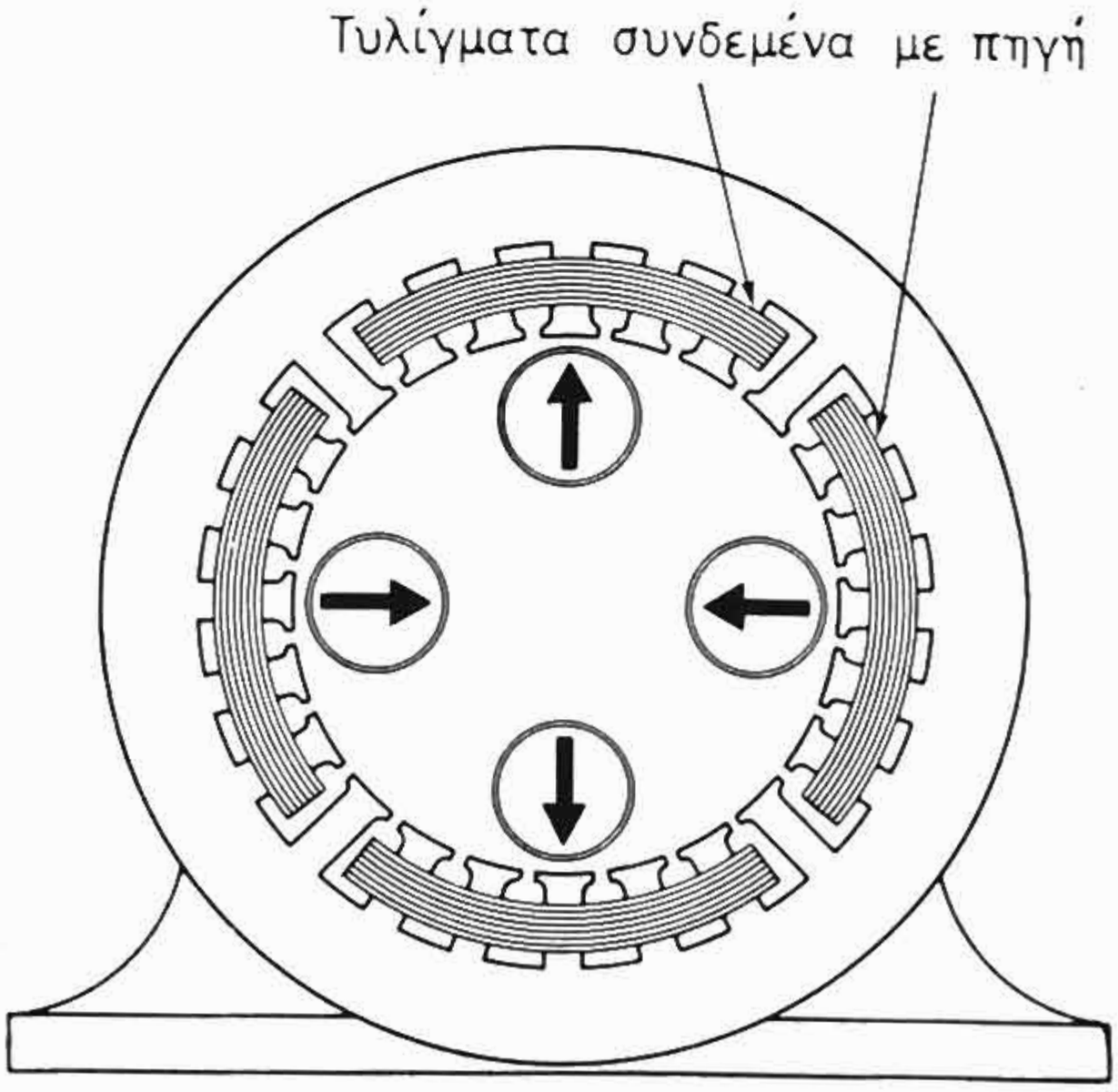


Σχ. 8.9δ.
Μέθοδος καρφίδας για τον προσδιορισμό της πολικότητας γειτονικών πόλων.

3) Παρατηρούμε αν το καρφί έλκεται από τους γειτονικούς πόλους και στα δύο άκρα του, οπότε η πολικότητα είναι η κανονική.
4) Συνεχίζομε τον έλεγχο, ώσπου να ελέγξομε όλους τους πόλους, παρατηρώντας αν το καρφί έλκεται μεταξύ κάθε ζεύγους πόλων.
5) Αντιστρέφομε τις συνδέσεις των πηνίων, αν η πολικότητα δεν είναι κανονική, δηλαδή αν το καρφί απωθηθεί.

ζ) Έλεγχος της πολικότητας των γειτονικών πόλων με πυξίδα (σχ. 8.9ε).

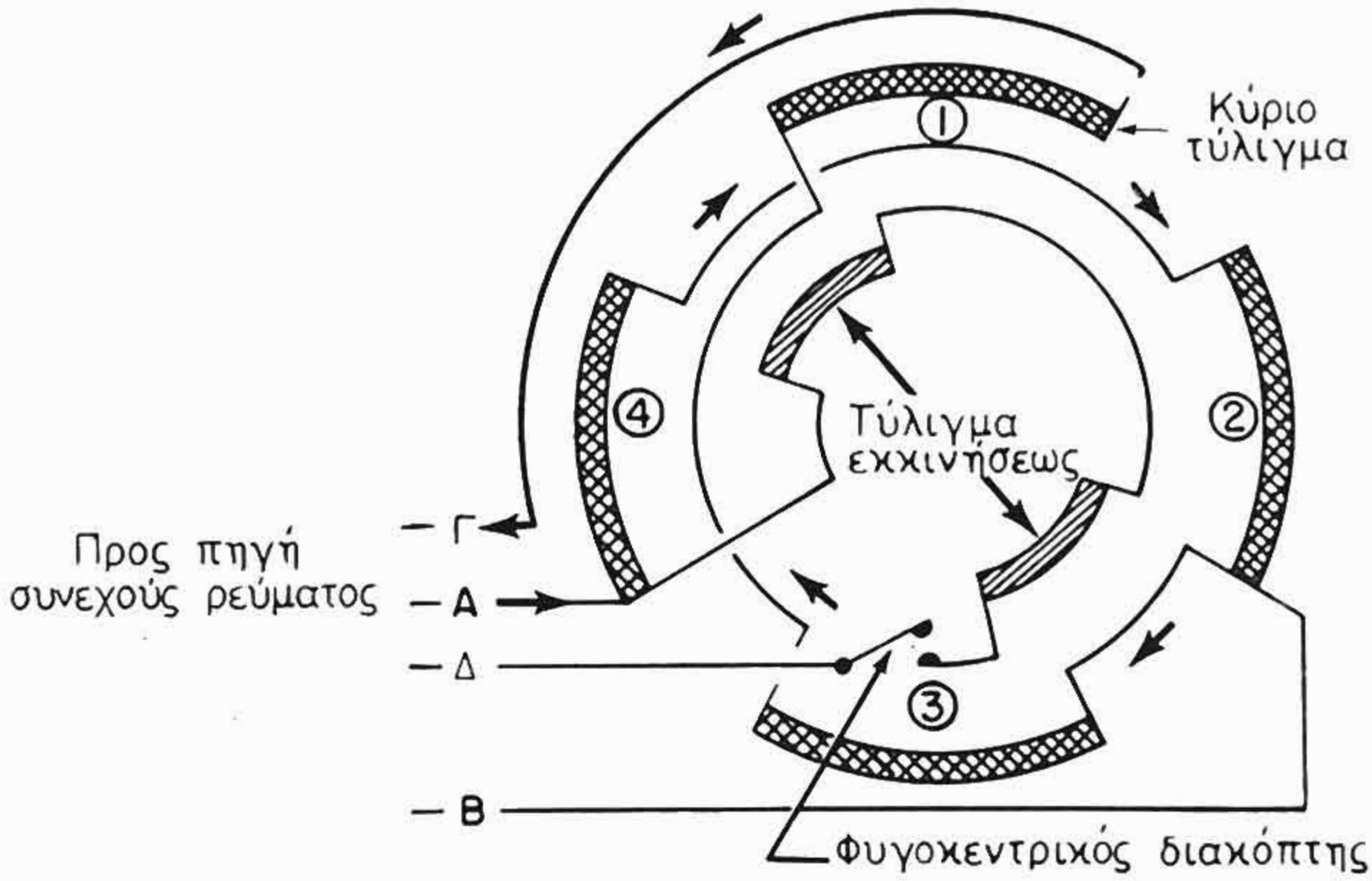
1) Διεγείρομε το κύκλωμα διεγέρσεως με συνεχές ρεύμα χαμηλής τάσεως (20%) του ρεύματος κανονικής λειτουργίας).
2) Πλησιάζομε μαγνητική πυξίδα στο άκρο του πηνίου διεγέρσεως και παρατηρούμε την πολικότητα που δείχνει η πυξίδα.
3) Μετακινούμε την πυξίδα στο επόμενο πηνίο διεγέσεως. Η βελόνη της πυξίδας πρέπει να αντιστραφεί.
4) Συνεχίζομε τον έλεγχο έως ότου ελεγχθούν όλα τα πηνία διεγέρσεως και παρατηρούμε αν η μαγνητική βελόνη αλλάζει εναλλάξ θέσεις από πηνίο σε πηνίο.
5) Αντιστρέφομε τις συνδέσεις των πηνίων κάθε πόλου, στον οποίο δεν παρουσιάζεται αντιστροφή της μαγνητικής βελόνης και ελέγχομε ξανά. Η μαγνητική βελόνη πρέπει να αντιστραφεί.



Σχ. 8.9ε.
Έλεγχος πολικότητας τυλιγμάτων με συνεχές ρεύμα και με μαγνητική βελόνα.

η) Έλεγχος της πολικότητας των συμβατικών πόλων κινητήρα με πυξίδα (σχ. 8.9στ).

1) Το σχήμα 8.9στ εικονίζει σχηματικό διάγραμμα κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα δύο ταχυτήτων με το κύριο τύλιγμα συνδεμένο σε σειρά.
2) Συνδέομε τα άκρα Α και Γ με πηγή συνεχούς ρεύματος χαμηλής τάσεως (20% του ρεύματος κανονικής λειτουργίας). Έτσι τα 4



Σχ. 8.9στ.
Έλεγχος πολικότητας κινητήρα με συμβατικούς πόλους.

συγκροτήματα του κύριου τυλίγματος συνδέονται σε σειρά και το ρεύμα ρέει κατά την ίδια διεύθυνση, όπως δείχνουν τα βέλη. Το τύλιγμα εκκινήσεως πρέπει να αφεθεί ανοικτό στα άκρα Β και Δ καθώς και ο φυγοκεντρικός διακόπτης.

3) Αν τοποθετηθεί μαγνητική βελόνη εναλλάξ στα σημεία 1 έως 4 (σχ. 8.9στ), πρέπει να δείξει την ίδια πολικότητα.
4) Αν η μαγνητική βελόνη δεν δείξει την ίδια πολικότητα στους 4 πόλους, ελέγχομε για να βεβαιωθούμε αν τα τυλίγματα δεν έχουν αντιστραφεί, οπότε κάνομε τις κατάλληλες συνδέσεις.

8.10 Ξήρανση των τυλιγμάτων.

Πριν θέσομε σε λειτουργία τυλίγματα, τα οποία είναι εναποθηκευμένα για πολύ διάστημα και έχουν υποστεί την επίδραση της υγρασίας, πρέπει να τα ξηράνομε εντελώς ή, αν χρειάζεται, ακόμη και να τα τυλίξομε ξανά. Αν το τύλιγμα έχει βυθισθεί σε αλμυρό νερό ή έχει εμποτισθεί με αυτό, πρέπει να τυλιχθεί ξανά οπωσδήποτε για να φύγει η αλμύρα, που έχει συγκεντρωθεί στη μόνωσή του.

Όταν κινητήρες και γεννήτριες αποθηκεύονται σε υγρούς χώρους απορροφούν υγρασία, η οποία, όταν παρουσιασθεί ανάμεσα στους τομείς του συλλέκτη και του περιβλήματος, αποτελεί δρόμο χαμηλής αντιστάσεως γειώσεως. Για να καθορίσομε αν ένα τύλιγμα χρειάζεται ξήρανση, λόγω της χαμηλής εντάσεως γειώσεώς του, χρησιμοποιούμε μέγγερ (σχ. 8.7ε), με το οποίο μετρούμε την

αντίσταση μονώσεως του τυμπάνου και του στάτη ή των πηνίων διεγέρσεως (§ 8.7, 3η Μέθοδος). Επίσης ελέγχομε κάθε λαμάκι συλλέκτη για τυχόν μεγάλη αντίσταση μονώσεως (σχ. 8.2δ), χρησιμοποιώντας τον τρόπο που περιγράφεται στην § 8.2(4).

Κάθε τύλιγμα, που παρέχει ένδειξη στο μέγγερ κάτω από ένα (1) Μεγγώμ για κάθε 1000 V τάση λειτουργίας, πρέπει να ξηραίνεται, γιατί θα περιέχει υγρασία.

Στην πράξη χρησιμοποιούνται πολλοί τρόποι για τη ξήρανση των τυλιγμάτων.

1) Θερμαίνομε το τύλιγμα σε καλά αεριζόμενο κλίβανο διατηρώντας πάντοτε τη θερμοκρασία κάτω από 90° C. Τότε αποφεύγεται η ατμοποίηση του νερού, που περιέχεται στη μόνωση του τυλίγματος.
2) Αν δεν υπάρχει κλίβανος, τοποθετούμε το τύλιγμα κάτω από κάλυμμα από κάνναβι, το περιτυλίγομε καλά και διοχετεύομε θερμό αέρα δια του τυλίγματος.
3) Κατευθύνομε τη θερμή ακτινοβολία λαμπτήρων με υπεριώδεις ακτίνες στο τύλιγμα.
4) Αν οι μονώσεις έχουν υγρανθεί λίγο, μπορούμε να ξεράνομε τα τυλίγματα αφήνοντας ηλεκτρικό ρεύμα να διέλθει από αυτά. Τότε παράγεται θερμότητα μέσα στο τύλιγμα, η οποία ξεραίνει το τύλιγμα. Στην περίπτωση αυτή προσέχομε μόνο να μη καταστρέψομε το τύλιγμα, πράγμα που θα συμβεί αν το τροφοδοτήσομε με ψηλότερη τάση από την τάση λειτουργίας του. Η μέθοδος αυτή ξηράνσεως του τυλίγματος πρέπει να εφαρμόζεται μόνο κάτω από αυστηρή παρακολούθηση και μόνο όταν ο τύπος του τυλίγματος το επιτρέπει.

Κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε μεθόδου ξηράνσεως πρέπει να γίνονται έλεγχοι της αντιστάσεως με μέγγερ, για να παρακολουθούμε την πρόοδο της ξηράνσεως.

8.11 Βελτίωση της μονώσεως των τυλιγμάτων με μονωτικά βερνίκια.

Κανονικά, τα μονωμένα τυλίγματα κινητήρα ή γεννήτριας χρειάζεται να μονωθούν ξανά, όταν φανεί ότι παρουσιάζουν «σκασίματα» και εξασθένηση. Η δεύτερη μόνωση στην περίπτωση αυτή γίνεται με δεύτερο στρώμα βερνικιού. Για μικρούς κινητήρες και γεννήτριες χρησιμοποιούμε συνθετικό βερνίκι «φουρνιστού» τύπου (αυτά που χρησιμοποιούμε σε τυλίγματα που ξεραίνομε σε κλιβάνους).

Στα τυλίγματα των μεγάλων μηχανών χρησιμοποιούμε «φουρνιστό» μαύρο βερνίκι τύπου ασφάλτου. Αν και μπορεί να θεωρηθούν

σχεδόν κατάλληλα τα σκληρά βερνίκια για τη μόνωση των τυλιγμάτων των μικρών κινητήρων και γεννητριών, εντούτοις δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για τυλίγματα μεγάλων μηχανών, γιατί τα τυλίγματα αυτά κινδυνεύουν να καταστραφούν μετά την αφαίρεσή τους από τον κορμό της μηχανής.

Παρακάτω εξηγείται ο τρόπος της προπαρασκευής, της χρήσεως και του κλιβάνου «φουρνίσματος» τόσο των συνθετικών, όσο και των ασφαλτικών βερνικιών.

α) Προπαρασκευή.

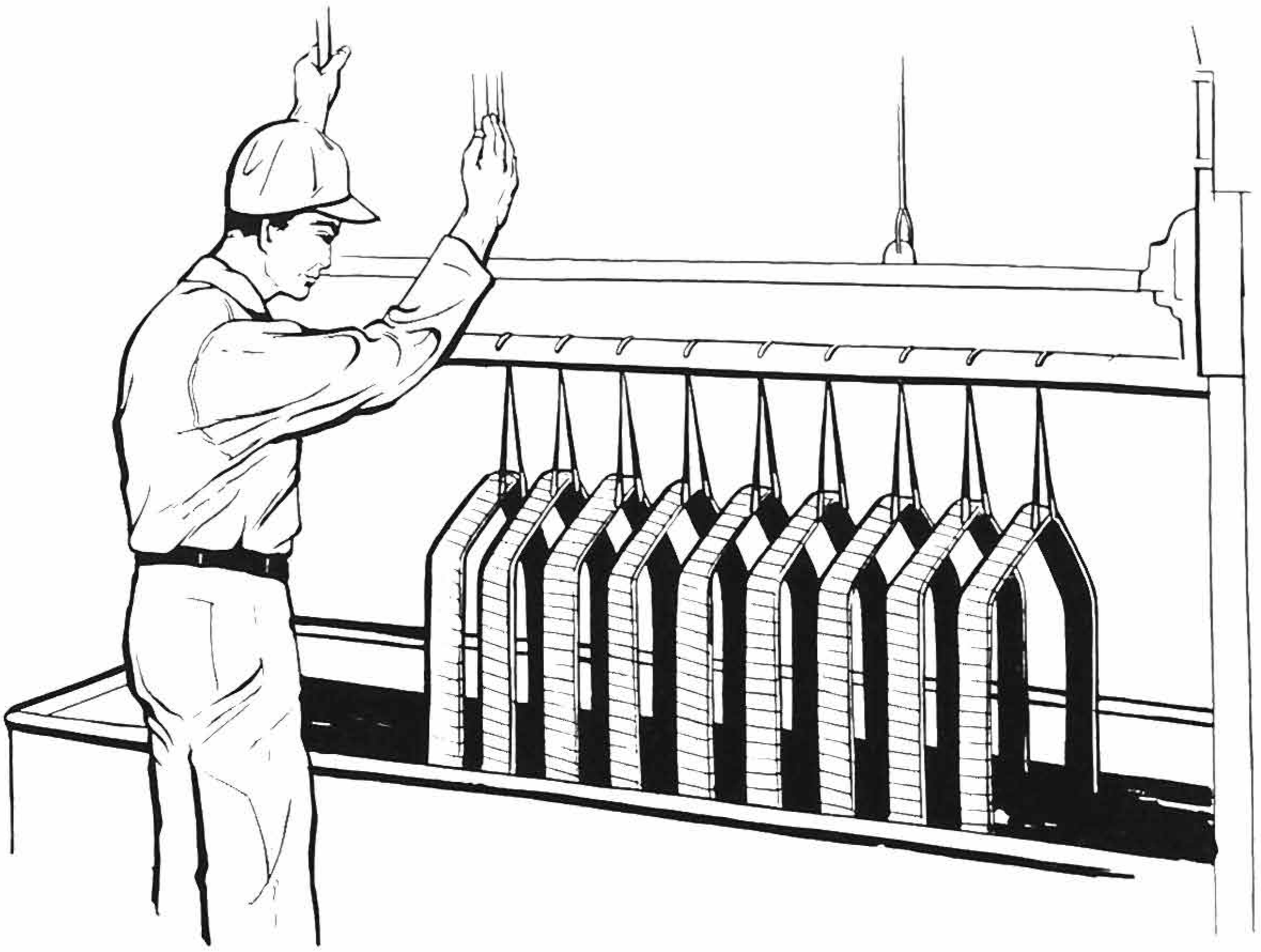
Προετοιμάζομε το βερνίκι για χρήση, αφού ελέγξομε τη θερμοκρασία του, την καθαρότητά του και το ιξώδες του.

1) Ελέγχομε τη θερμοκρασία στη δεξαμενή. Αν το βερνίκι είναι πολύ θερμό, τότε διαλύονται τα λεπτά συστατικά του και σχηματίζεται στην επιφάνειά του ένα στρώμα, που δείχνει ότι το βερνίκι είναι πολύ παχύρρευστο. Όταν το βερνίκι είναι πολύ ψυχρό, γίνεται επίσης παχύρρευστο και δεν ψεκάζεται εύκολα.
2) Βεβαιωνόμαστε ότι το βερνίκι έχει ανακατευθεί καλά και ότι δεν περιέχει σκόνη, αφρό ή άλλες ξένες ουσίες. Στραγγίζομε το βερνίκι, αν χρειασθεί, με λεπτή συρμάτινη κρισάρα (σίτα) ή με στραγγιστικό ύφασμα πολλών στρωμάτων.
3) Αν το ιξώδες του βερνικιού είναι πολύ μεγάλο για ορισμένη θερμοκρασία, το αραιώνομε προσθέτοντας διαλυτικά υγρά. Το διαλυτικό το προσθέτομε σιγά-σιγά για να μην αραιωθεί (λεπτύνει) πολύ το βερνίκι.

β) Χρήση.

Η καλύτερη μέθοδος χρησιμοποιήσεως μονωτικών βερνικιών σε μονωμένα τυλίγματα είναι η ***μέθοδος εμβαπτίσεως.*** Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται μόνο σε ανεξάρτητα τυλίγματα. Στην περίπτωση αυτή τα τύμπανα και οι ρότορες απαιτούν ειδική μεταχείριση.

1) ***Μόνωση των τυλιγμάτων.*** Τα ανεξάρτητα τυλίγματα μονώνονται με απλή εμβάπτιση μέσα σε δεξαμενή, που περιέχει μονωτικό βερνίκι (σχ. 8.11α). Η σύνδεση των άκρων των τυλιγμάτων πρέπει να γίνει σύμφωνα με το σχήμα 8.11β, πριν βυθισθούν τα τυλίγματα μέσα στο λάδι.
2) ***Τύμπανα και ρότορες.*** Κρεμούμε το τύμπανο ή το ρότορα με το άκρο του συλλέκτη ή τα δακτυλίδια προς τα επάνω και το κατεβάζομε μέσα σε δεξαμενή, έως ότου το βερνίκι αγγίξει το κάτω μέρος των τομέων του συλλέκτη (σχ. 8.11γ). Κρατούμε το τύμπανο ή το ρότορα βυθισμένο μέσα στο βερνίκι περίπου 20 λεπτά ή έως ότου παύσουν να δημιουργούνται φυσαλίδες. Τα διαδοχικά βυθίσματα πρέπει να διαρκούν περίπου 10 λεπτά.



Σχ. 8.11α.
Μέθοδος βυθίσεως ανεξαρτήτων τυλιγμάτων μέσα σε δεξαμενή με μονωτικό βερνίκι.

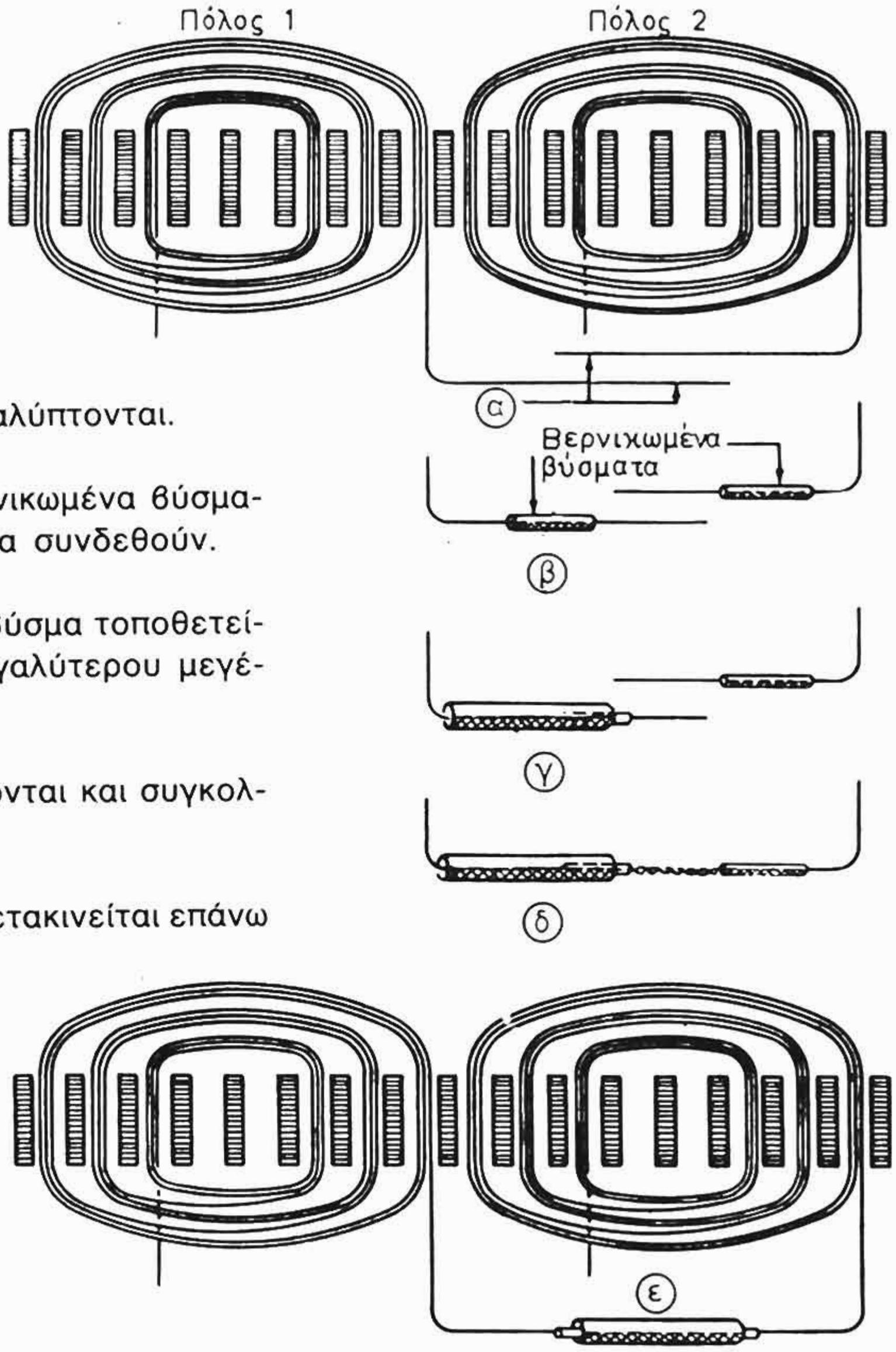
Αν το τύμπανο ή ο ρότορας είναι πολύ μεγάλος και δεν μπορεί να βυθισθεί, τοποθετούμε το βερνίκι σε λεκάνη και χαμηλώνομε το τύλιγμα, διατηρώντας τον άξονα οριζόντιο, έως ότου το βερνίκι καλύψει τον πυθμένα των οδοντώσεων του τυμπάνου (σχ. 8.11δ). Μετά περιστρέφομε το τύλιγμα σιγά-σιγά ώσπου όλα τα μέρη του τυλίγματος να καλυφθούν και βερνικωθούν. Μόλις σηκώσομε το τύμπανο από τη λεκάνη, ψεκάζομε αρκετό βερνίκι στα πρόσθια και οπίσθια άκρα των τυλιγμάτων και στο οπίσθιο μέρος των τομέων του συλλέκτη, στα σημεία τα οποία δεν βυθίστηκαν καλά στο βερνίκι.

Αναρτούμε το τύλιγμα για ξήρανση (στέγνωμα) με το συλλέκτη ή τα δακτυλίδια του τυμπάνου προς τα επάνω, τουλάχιστον επί 30 λεπτά ή ώσπου να παύσει να στάζει βερνίκι. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου δεν πρέπει να είναι κάτω από 20°C.

γ) Κλιβανισμός (φούρνισμα) των τυλιγμάτων.

Τα τυλίγματα των μηχανών, που έχουν ισχύ μέχρι 200 ίππων, κλιβανίζονται σε κλίβανο θερμοκρασίας 130-135°C. Στα τυλίγματα όμως, για τα οποία απαιτείται μόνο μια βύθιση και ένας κλιβανισμός

1η Εργασία.
Τα άκρα αυτά επικαλύπτονται.
2η Εργασία.
Τοποθετούνται βερνικωμένα βύσματα στα άκρα που θα συνδεθούν.
3η Εργασία.
Επάνω από το ένα βύσμα τοποθετείται άλλο βύσμα μεγαλύτερου μεγέθους.
4η Εργασία.
Τα βύσματα συνδέονται και συγκολλούνται.
5η Εργασία.
Το μεγάλο βύσμα μετακινείται επάνω στον κόμβο.



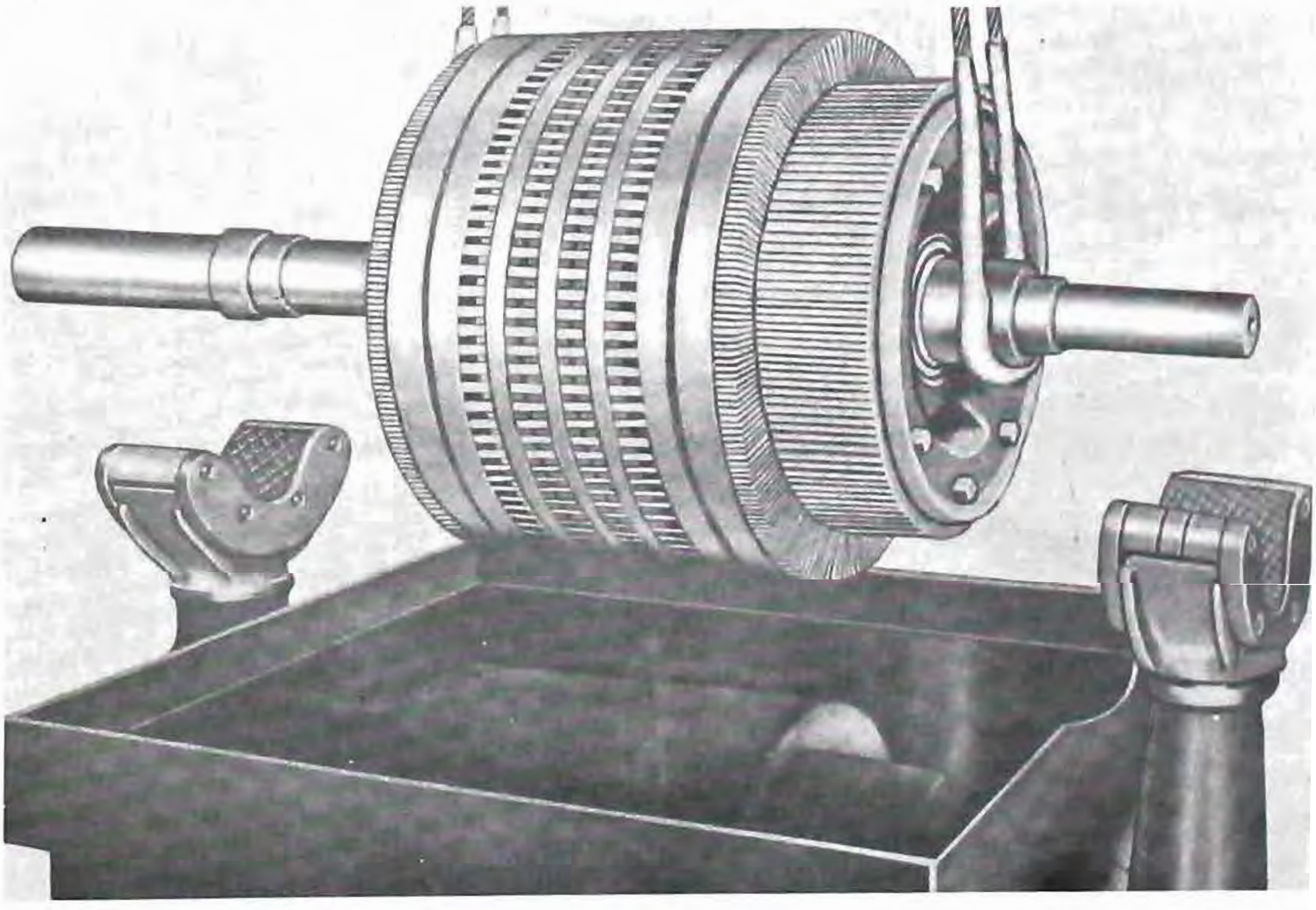
Σχ. 8.116.
Τρόπος μονώσεως του σημείου συνδέσεως δυο συρμάτων, με τις εξής εργασίες: α) Τα άκρα αυτά επικαλύπτονται. β) Τοποθετούνται βερνικωμένα βύσματα στα άκρα που θα συνδεθούν. γ) Επάνω από το ένα βύσμα τοποθετείται άλλο βύσμα με μεγαλύτερο μέγεθος. δ) Τα βύσματα συνδέονται και συγκολλούνται. ε) Το μεγάλο βύσμα μετακινείται επάνω στον κόμπο.

(φούρνισμα), το τύλιγμα μένει στον κλίβανο 15-16 ώρες. Αν γίνουν περισσότερες από μια βυθίσεις, τότε πρέπει το τύλιγμα να μένει στον κλίβανο 6-8 ώρες μετά από κάθε βύθιση, εκτός από την τελευταία, η οποία απαιτεί κλιβανισμό τουλάχιστον για 16 ώρες. Μερικοί κλίβανοι απαιτούν περισσότερο χρόνο κλιβανισμού για να



Σχ. 8.11γ.

Μέθοδος βυθίσεως τυμπάνου σε δεξαμενή με μονωτικό βερνίκι.



Σχ. 8.11δ.

Πώς βερνικώνομε τα τυλίγματα του τυμπάνου.

στεγνώσει τέλεια το βερνίκι. Κατά τον κλιβανισμό προσέχομε ώστε ο κλίβανος να αερίζεται καλά με συσκευή η οποία να κυκλοφορεί αέρα και να απομακρύνει τους ατμούς.

δ) Απαιτούμενος αριθμός βυθίσεων και κλιβανισμών των τυλιγμάτων.

Για κοινές μηχανές ισχύος μέχρι 200 ίππων απαιτείται μια μόνο βύθιση και ένας κλιβανισμός στα τύμπανα, τους ρότορες ή τους στάτες με τυλίγματα διαμορφωμένα σε καλούπια. Για χειροποίητα τυλίγματα απαιτούνται δύο βυθίσεις και κλιβανισμοί. Αν οι συνθήκες εργασίας απαιτούν τα τυλίγματα να παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στην υγρασία και τα οξέα, τότε τα τύμπανα, οι ρότορες και οι στάτες πρέπει να βυθίζονται και να κλιβανίζονται 4 φορές.

Για κοινές μηχανές εκτελούμε δύο βυθίσεις και δύο κλιβανισμούς, όταν το τύλιγμα είναι τυλιγμένο για πρώτη φορά ή επανατυλίγεται. Για παλιό τύμπανο, που δεν φέρει περιφερειακούς ζωστήρες ασφάλειας, εκτελούμε μια βύθιση και ένα κλιβανισμό, ενώ για παλιό τύλιγμα με περιφερειακούς ζωστήρες ασφάλειας εκτελούμε δύο βυθίσεις και δύο κλιβανισμούς.

8.12 Βελτίωση της μονώσεως των τυλιγμάτων με τη μέθοδο εμποτίσεως με πίεση.

Τα τυλίγματα των ανοικτών οδοντώσεων κατά κανόνα εμποτίζονται με βερνίκια υπό πίεση ή πολλές φορές εμβαπτίζονται και κλιβανίζονται πριν τοποθετηθούν στις οδοντώσεις. Στα τυλίγματα αυτά χρησιμοποιούνται υλικά που είναι καλά επεξεργασμένα. Όταν όμως οι συνθήκες εργασίας επιβάλλουν να γίνει εμπότιση με πίεση και όταν υπάρχουν τα απαραίτητα υλικά και μέσα, τότε πρέπει να ακολουθηθεί η παρακάτω διαδικασία. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται μόνο σε κινητήρες σιδηροδρόμων ή μικρούς ταχύστροφους κινητήρες.

α) Διαδικασία.

1) Τοποθετούμε το στάτη, το ρότορα ή το τύμπανο μέσα σε δεξαμενή λαδιού, αφού το στηρίξομε κατάλληλα στα δύο άκρα του. Το τύμπανο πρέπει να στηρίζεται έτσι ώστε να είναι κατακόρυφο.
2) Συμπληρώνομε με βερνίκι τη δεξαμενή ώσπου το βερνίκι να υπερκαλύψει το τύλιγμα κατά 10 mm ή στην περίπτωση ενός τυμπάνου, ώσπου το βερνίκι να καλύψει κατά 6 mm περίπου το ύψος των προεξοχών των τομέων του συλλέκτη.

3) Κλείνομε τα καλύμματα της δεξαμενής και τα στερεώνομε με σφιγκτήρες. Διοχετεύομε αέριο άζωτο από φιάλη χρησιμοποιώντας κατάλληλη συσκευή, η οποία ρυθμίζει την πίεση του αερίου.
4) Διοχετεύομε πεπιεσμένο αέριο άζωτο με πίεση 5,5-6 ατμόσφαιρες ανά 1,5-2 ώρες.
5) Αδειάζομε το βερνίκι προς την αρχική δεξαμενή. Στραγγαλίζομε την πίεση του αερίου στο 0, ανοίγομε τα καλύμματα της δεξαμενής και αφαιρούμε το τύμπανο.
6) Στεγνώνομε το τύμπανο για 30 τουλάχιστον λεπτά και το τοποθετούμε στον κλίβανο [§7.11(γ)].

β) Μέτρα προστασίας.

1) Στην περίπτωση που δεν υπάρχει αέριο άζωτο μπορούμε να χρησιμοποιήσομε διοξείδιο του άνθρακα.
2) Η χρήση οξυγόνου ή πεπιεσμένου αέρα αντί για άζωτο ή διοξείδιο του άνθρακα είναι εξαιρετικά επικίνδυνη, γιατί μπορεί να προκαλέσει πυρκαγιά και εκρήξεις.
   Επειδή τα σπειρώματα των κοχλιών συσφίξεως των κεφαλών των φιαλών οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα είναι ίδια, υπάρχει πάντοτε ο κίνδυνος συνδέσεως φιάλης οξυγόνου, αντί για φιάλη διοξειδίου του άνθρακα. Γι' αυτό πρέπει να γίνεται προσεκτικός έλεγχος, πριν πραγματοποιήσομε τις συνδέσεις.
3) Στην περίπτωση που θα χρειασθούν μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα σε λίγο χρόνο, τότε χρησιμοποιούμε φιάλες υγρού διοξειδίου του άνθρακα με τις βαλβίδες κάτω και εξατμίζομε το υγρό με κατάλληλη συσκευή εξαερώσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΣ ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΩΝ

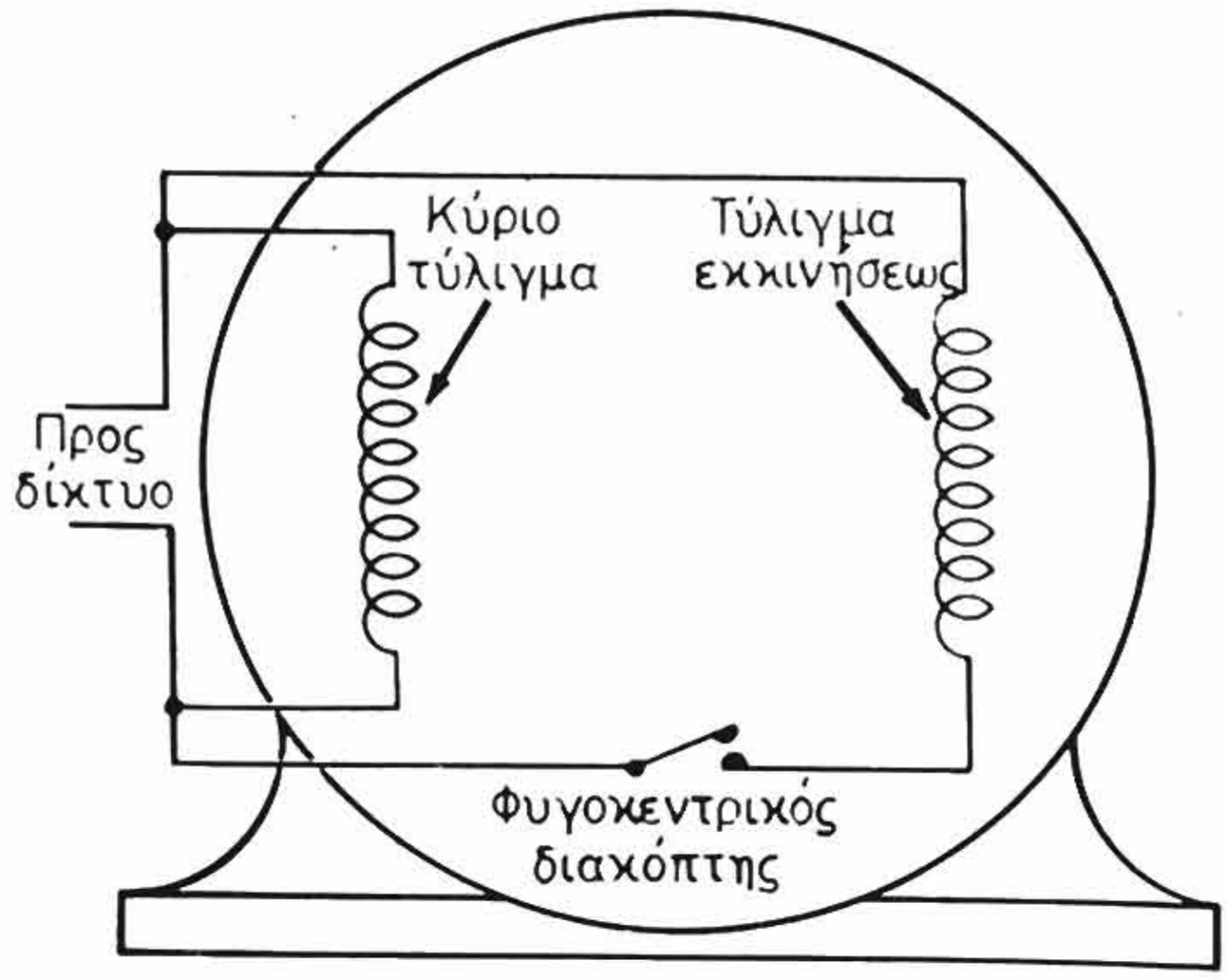
9.1 Γενικά.

Όταν συνδέονται κινητήρες με δίκτυα, χρειάζεται μεγάλη προσοχή στην εκλογή της κατάλληλης συνδεσμολογίας των τυλιγμάτων με το δίκτυ, είτε εξωτερικά είτε εσωτερικά. Τα διαγράμματα περιλαμβάνουν σχηματικά και χονδρικά διαγράμματα. Στο κεφάλαιο αυτό θα αναπτύξομε τα διαγράμματα συνδεσμολογίας των κινητήρων συνεχούς ρεύματος των μονοφασικών και τριφασικών κινητήρων.

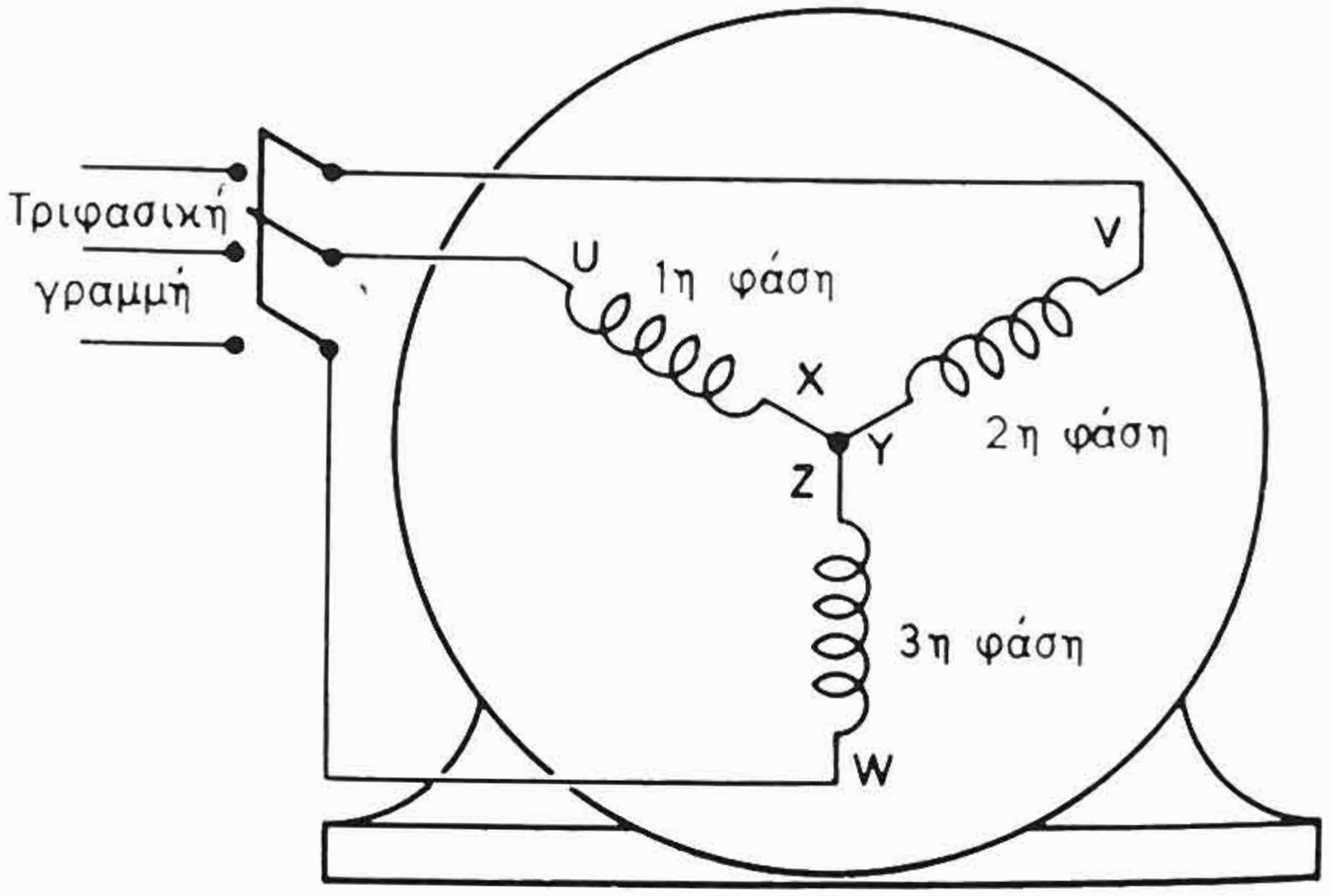
9.2 Τύποι διαγραμμάτων σε εργαστήριο ηλεκτρικών μηχανών.

α) Σχηματικά διαγράμματα.

Η απλούστερη μορφή διαγράμματος συνδεσμολογίας είναι το σχηματικό διάγραμμα των σχημάτων 9.2α και 9.2β. Τα διαγράμματα αυτά δεν δείχνουν τον αριθμό των πόλων, αλλά τον τρόπο συνδεσμολογίας των άκρων των τυλιγμάτων με το δίκτυο.



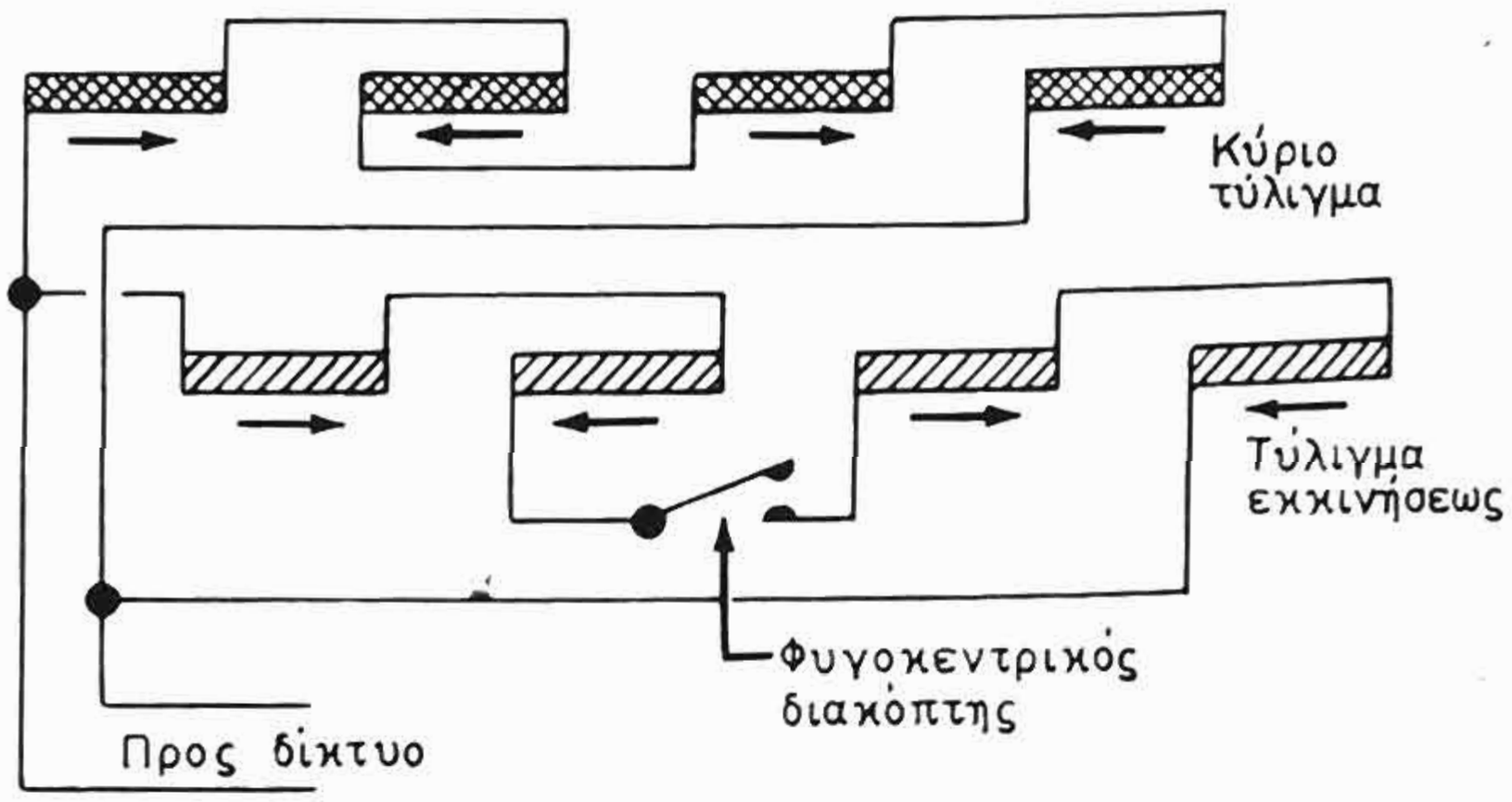
Σχ. 9.2α.
Σχηματικό διάγραμμα μονοφασικού κινητήρα με βραχυκυκλωμένο δρομέα.



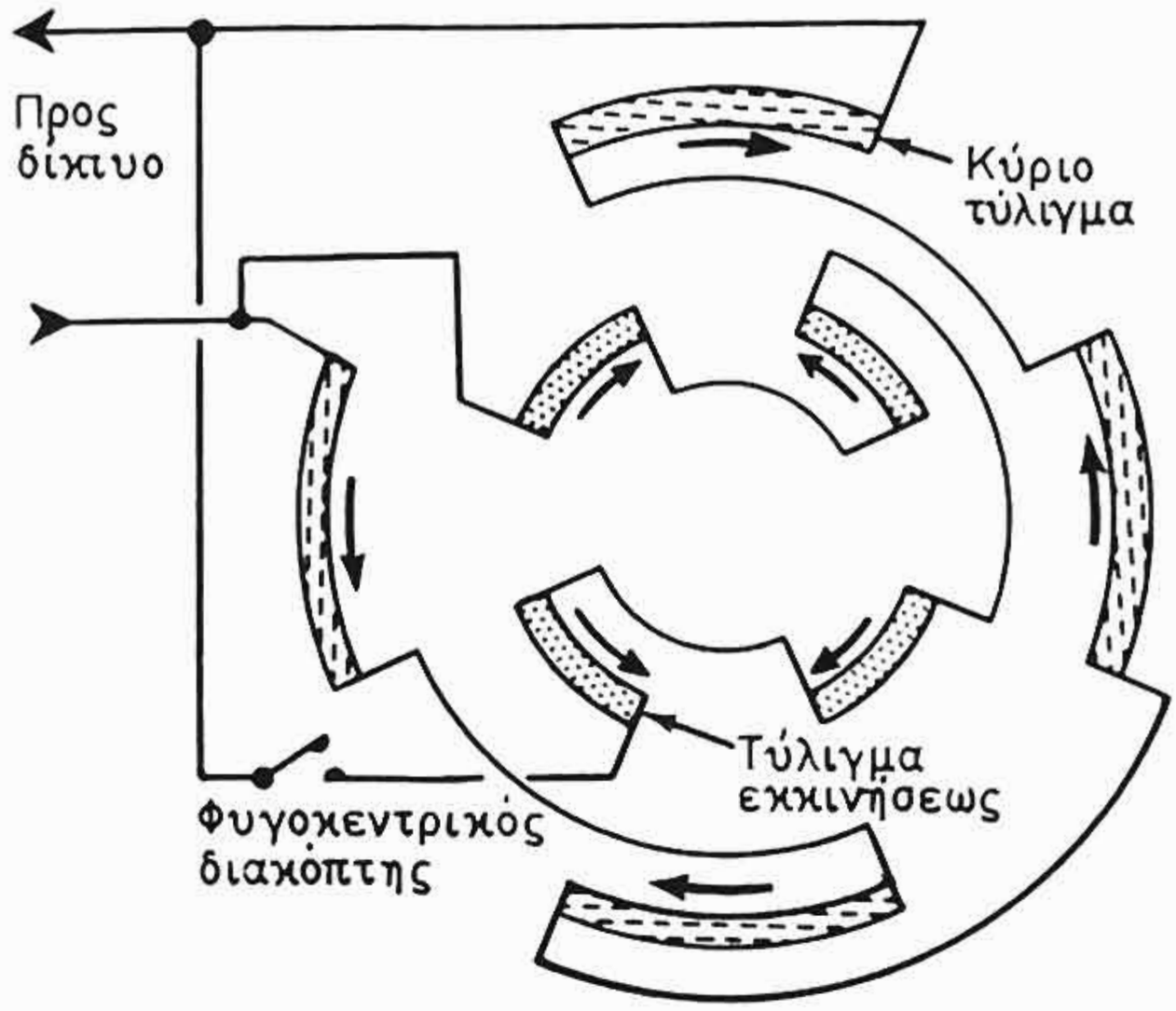
Σχ. 9.2β.
Σχηματικό διάγραμμα τριφασικού κινητήρα με σύνδεση τυλιγμάτων κατ' αστέρα.

β) Χονδρικά διαγράμματα.

Τόσο τα κυκλικά όσο και τα αναπτυγμένα διαγράμματα δείχνουν τον αριθμό των πόλων και τον τρόπο συνδεσμολογίας των ακραίων αγωγών των τυλιγμάτων με το δίκτυο (σχήματα 9.2γ, 9.2δ, 9.2ε και 9.2στ).

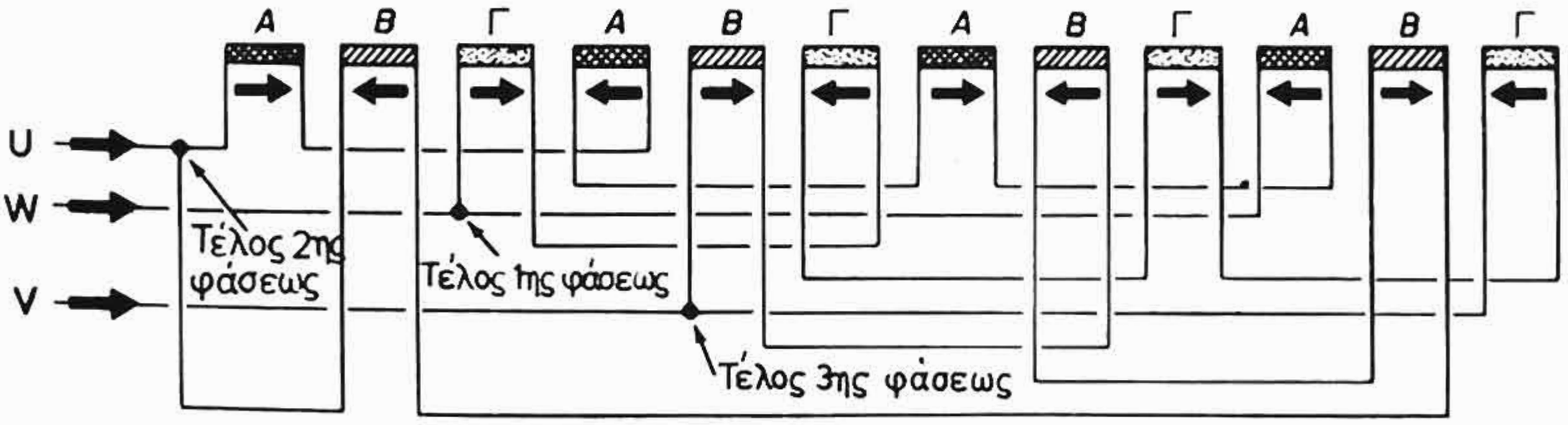


Σχ. 9.2γ.
Χονδρικό αναπτυγμένο διάγραμμα 4πολικού κινητήρα με βραχυκυκλωμένο δρομέα.



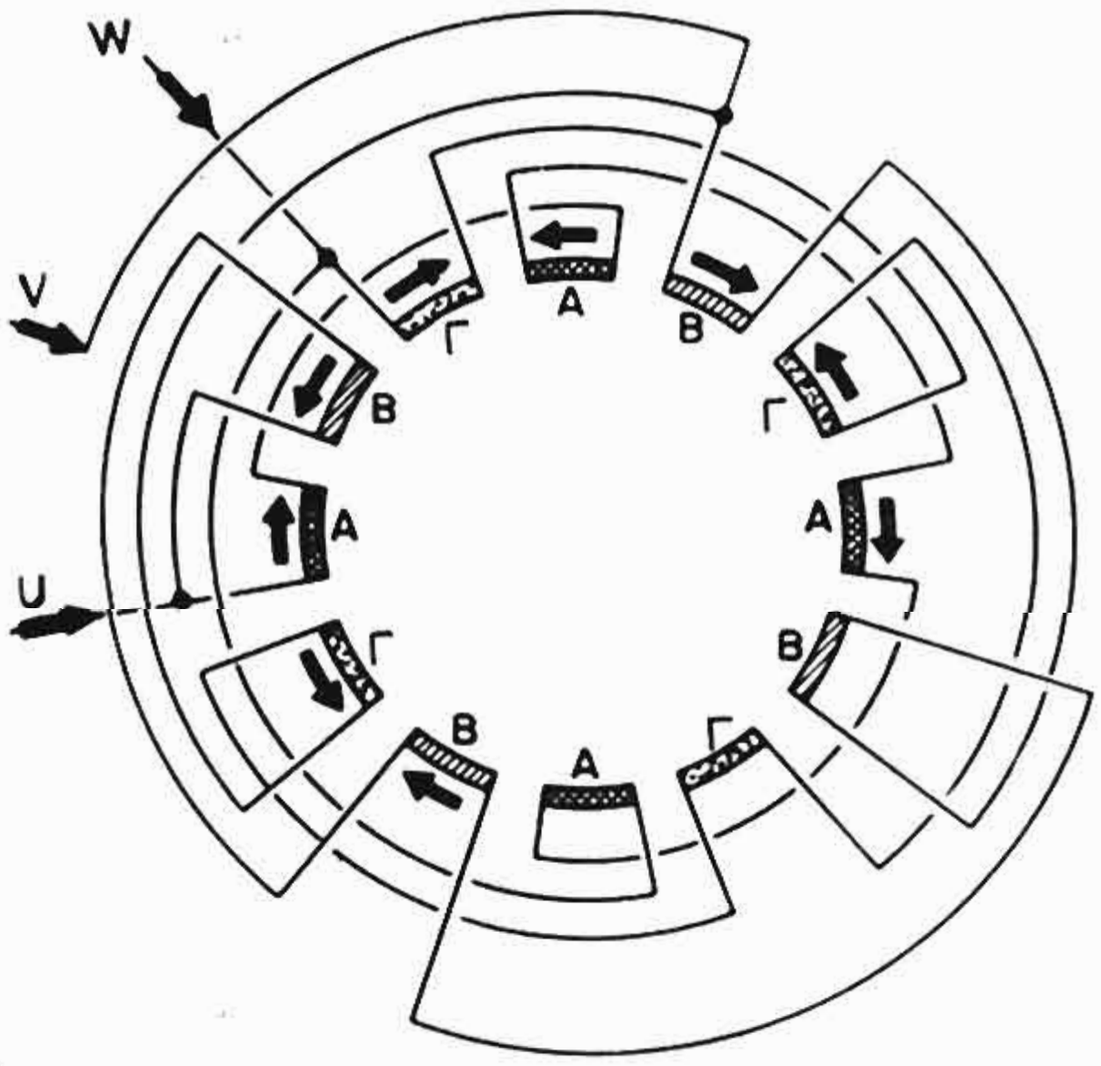
Σχ. 9.2δ.

Χονδρικό κυκλικό διάγραμμα 4πολικού κινητήρα με βραχυκυκλωμένο δρομέα.



Σχ. 9.2ε.

Χονδρικό αναπτυγμένο διάγραμμα τριφασικού 4πολικού κινητήρα με τα τυλίγματα συνδεμένα σε σειρά και κατά τρίγωνο.



Σχ. 9.2στ.

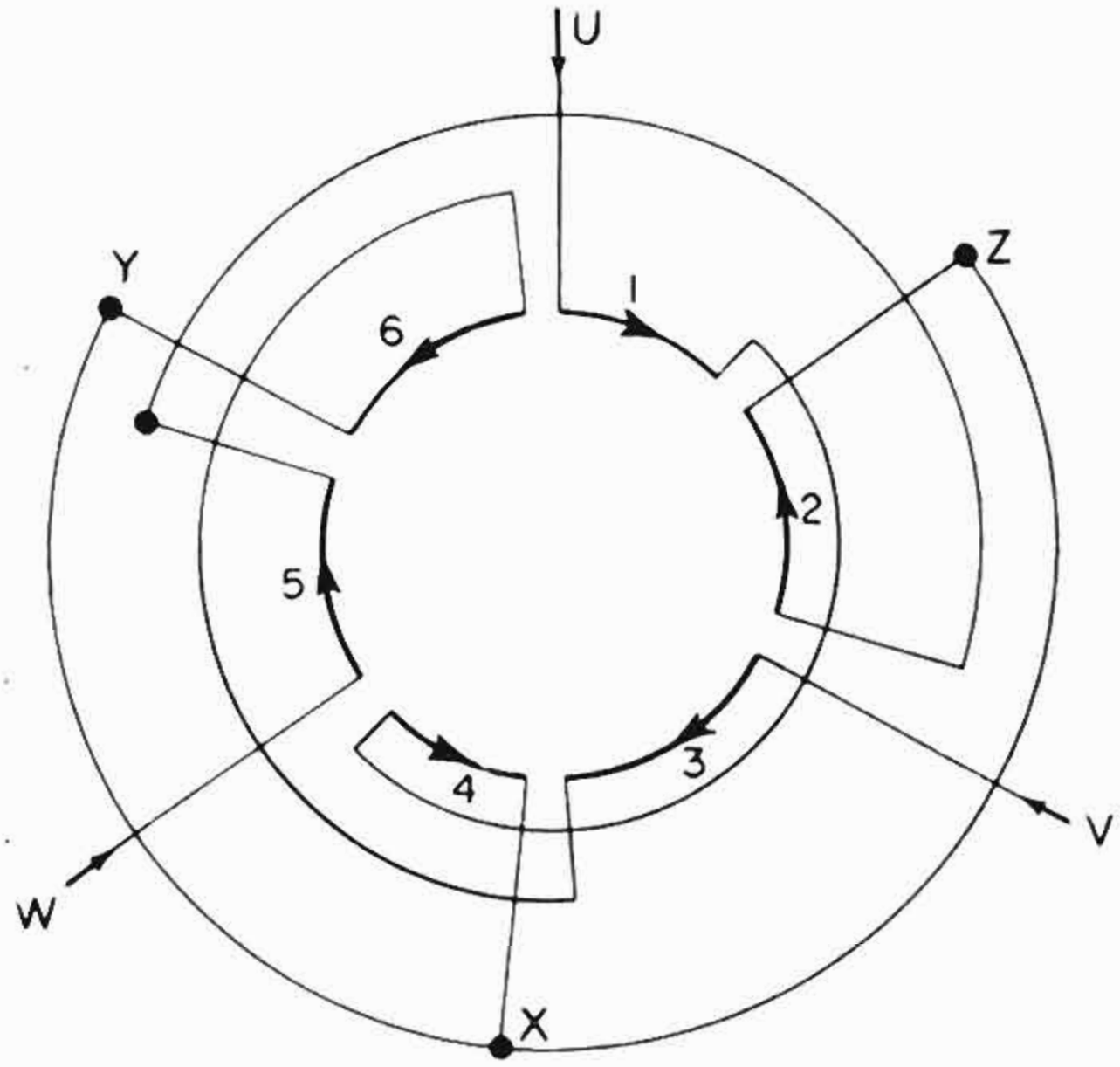
Χονδρικό κυκλικό διάγραμμα τριφασικού 4πολικού κινητήρα με τα τυλίγματα συνδεμένα σε σειρά και κατά τρίγωνο.

9.3 Πώς χρησιμοποιούνται τα διαγράμματα συνδέσεως.

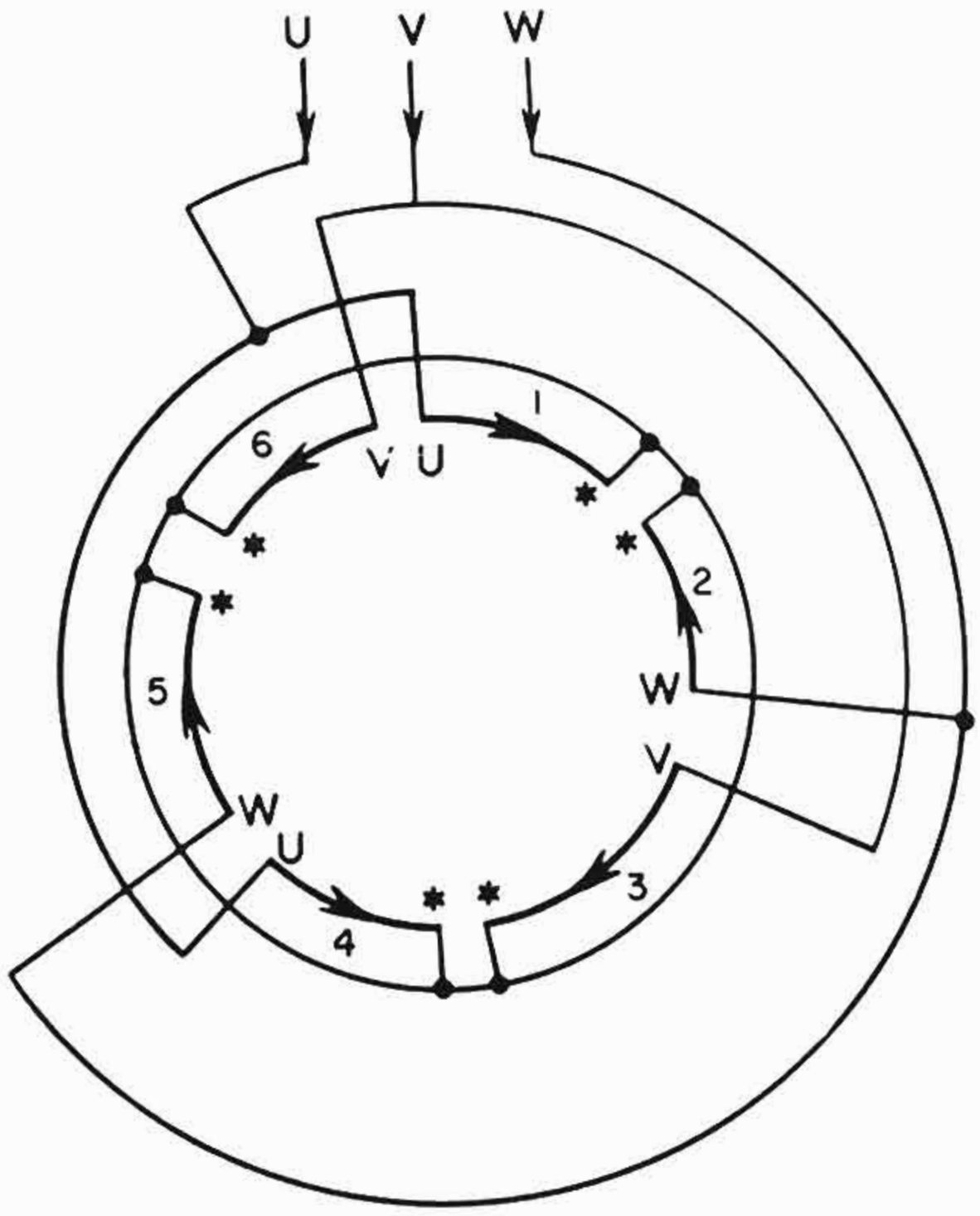
Τα παρακάτω διαγράμματα συνδέσεως πρέπει να χρησιμοποιούνται ως βοήθημα για την κατασκευή οποιουδήποτε τυλίγματος μηχανής που θα επισκευάσομε. Κατά την αποσυναρμολόγηση της μηχανής και όταν καταγράφονται τα τεχνικά στοιχεία του τυλίγματος, πρέπει να σχεδιασθεί το τύλιγμα της μηχανής, που λύνεται για επισκευή. Για τις εργασίες επισκευών ένα χονδρικό διάγραμμα είναι αρκετό και βοηθεί πολύ τον τεχνίτη στην επισκευή της μηχανής.

9.4 Διαγράμματα συνδεσμολογίας των τυλιγμάτων του στάτη.

Παραδείγματα παρομοίων διαγραμμάτων τυλιγμάτων δίνουν τα σχήματα 9.4α έως και 9.4ιθ.



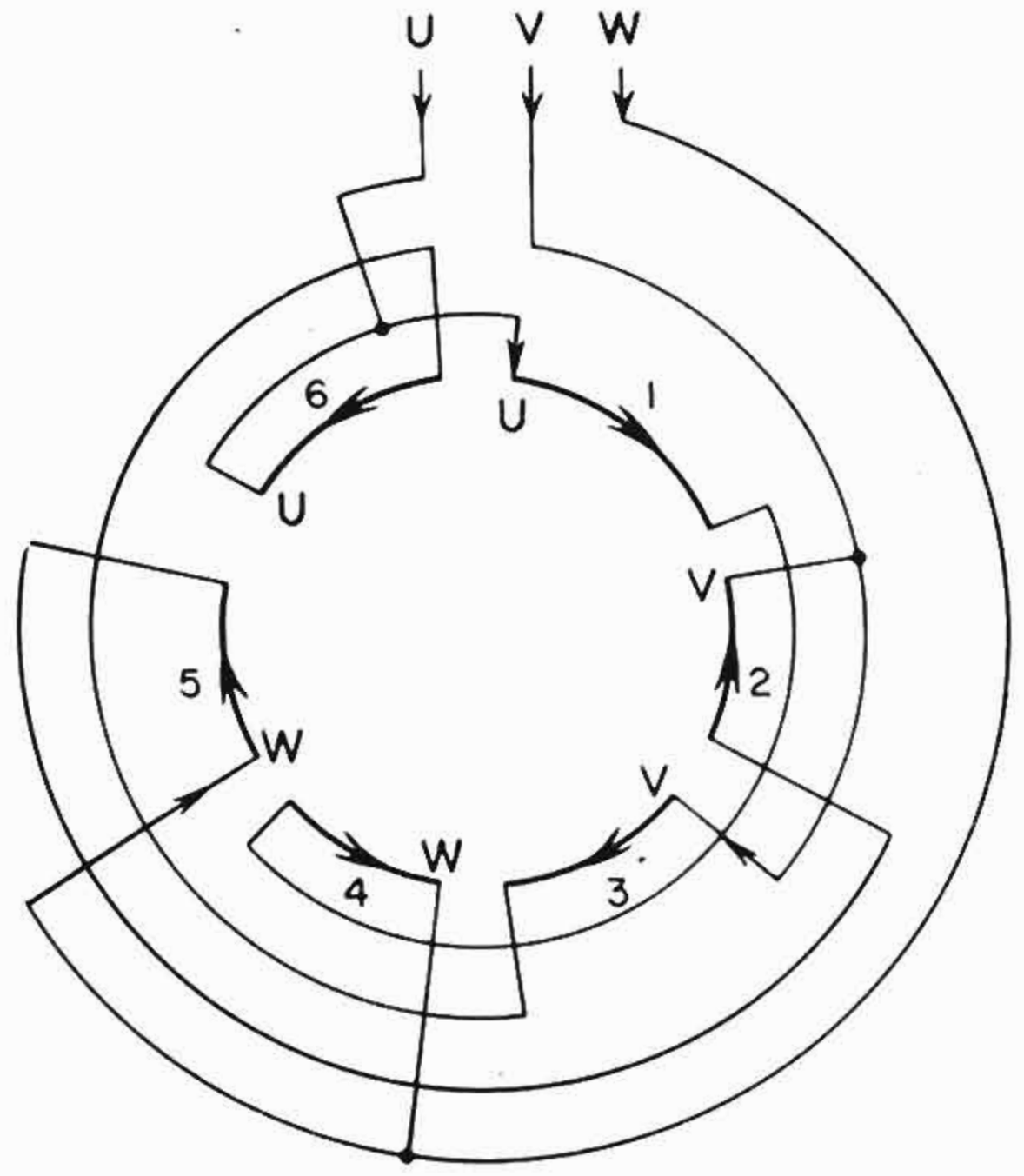
Σχ. 9.4α.
Κυκλικό διάγραμμα τριφασικού διπολικού κινητήρα συνδεμένου κατ' αστέρα.



Σχ. 9.4β.

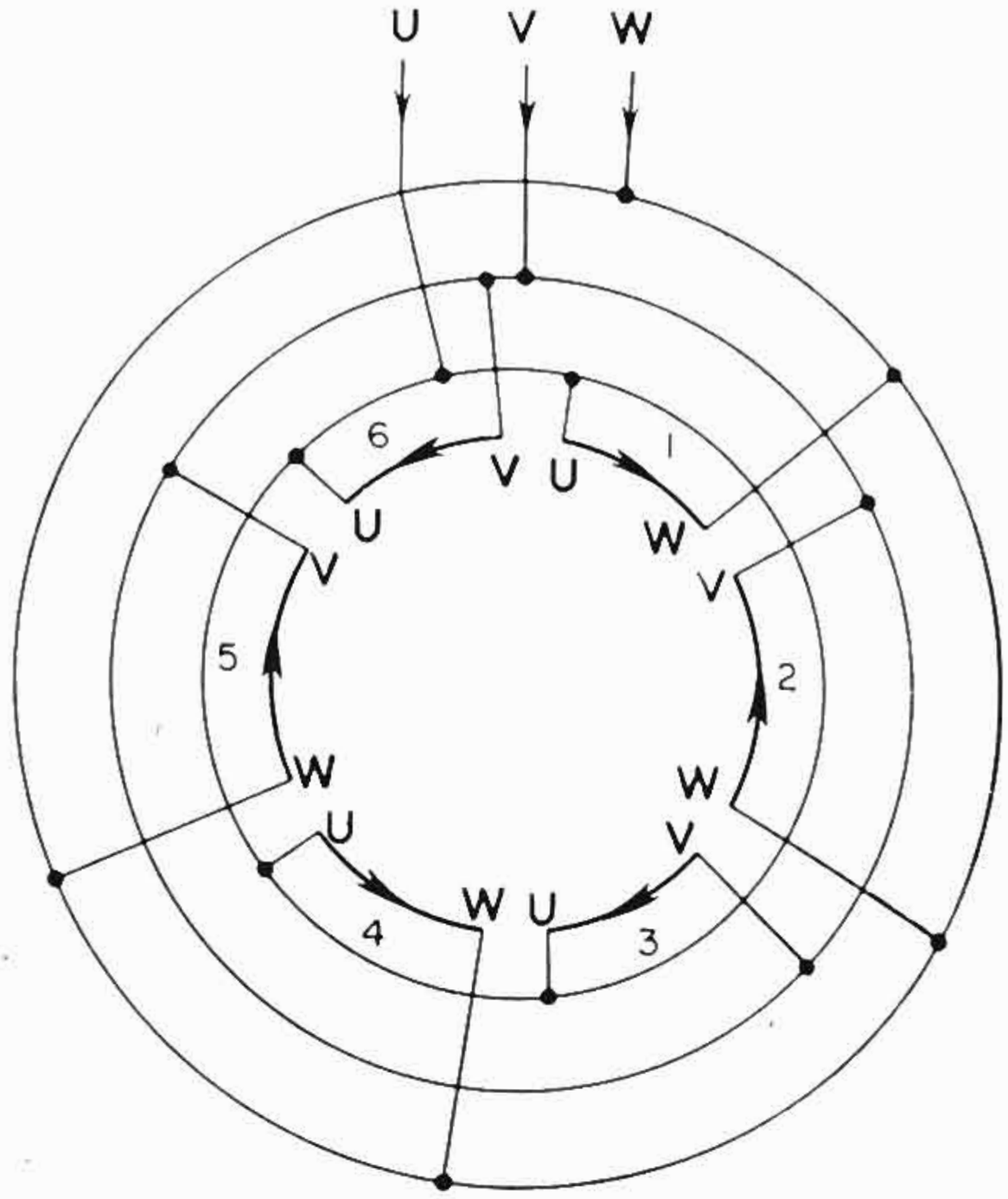
Κυκλικό διάγραμμα τριφασικού διπολικού κινητήρα με τις ομάδες συνδεμένες ανά δύο παράλληλα και κατ' αστέρα.

Σημείωση: Οι αστερίσκοι σημειώνουν τα τέλη των φάσεων.



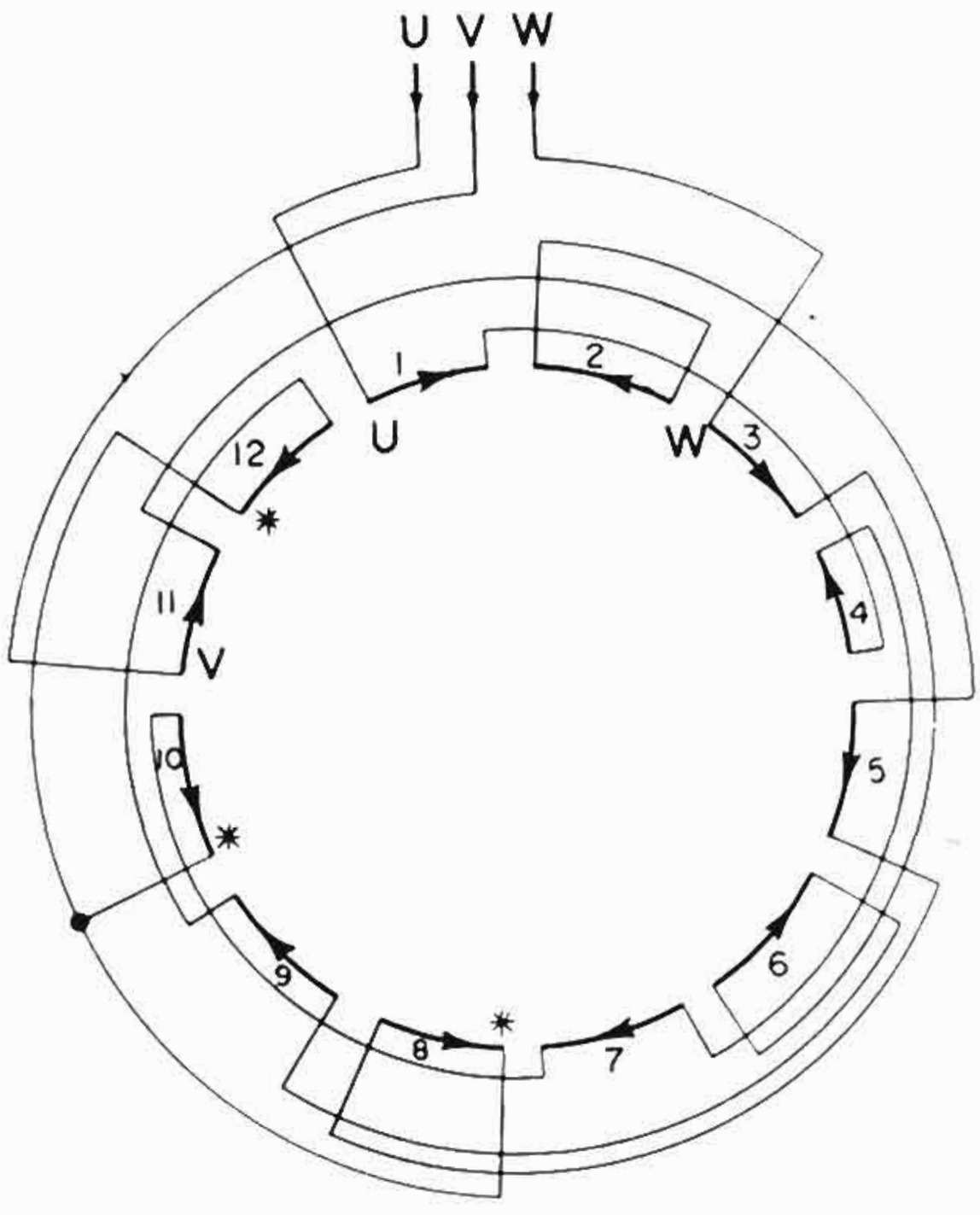
Σχ. 9.4γ.

Κυκλικό διάγραμμα τριφασικού διπολικού κινητήρα συνδεμένου κατά τρίγωνο.



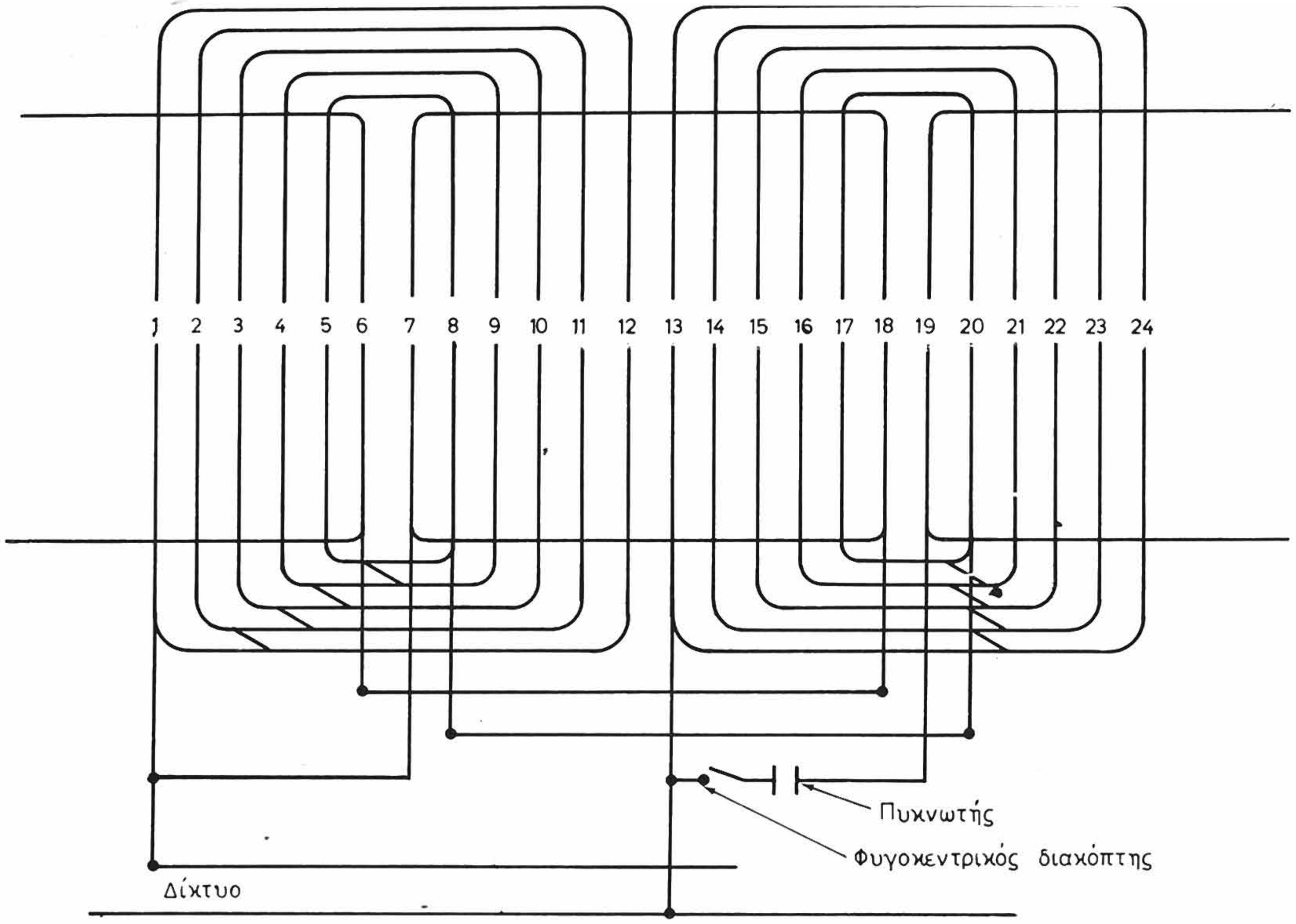
Σχ. 9.4δ.

Κυκλικό διάγραμμα τριφασικού διπολικού κινητήρα με τις ομάδες συνδεμένες ανά δύο παράλληλα και κατά τρίγωνο.



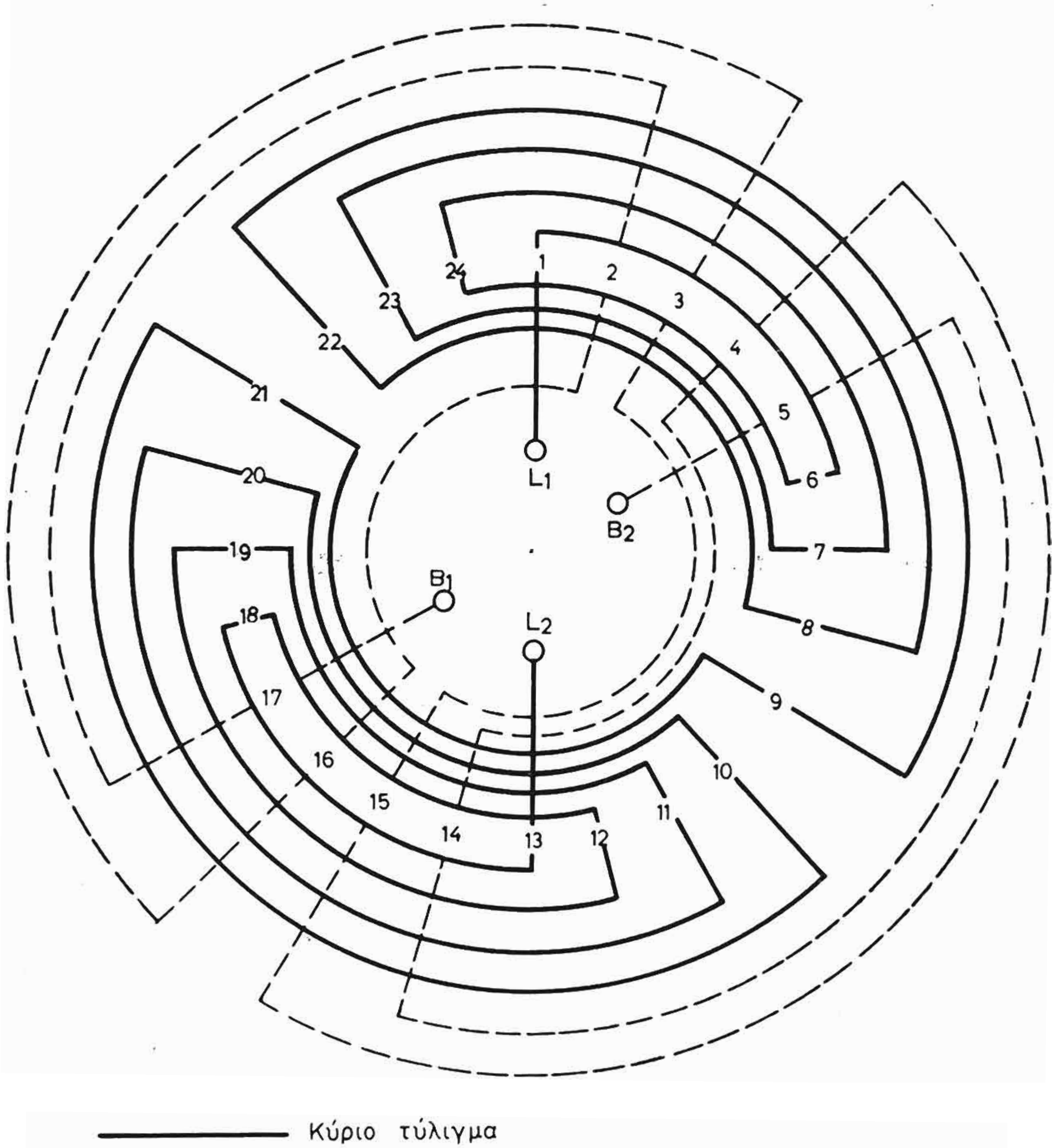
Σχ. 9.4ε.

Τύλιγμα τριφασικού 4πολικού κινητήρα με τις ομάδες συνδεμένες σε σειρά και κατ' αστέρα.



Σχ. 9.4στ.

Ανάπτυγμα μονοφασικού ομοκεντρικού διπολικού τυλίγματος με 24 οδοντώσεις.

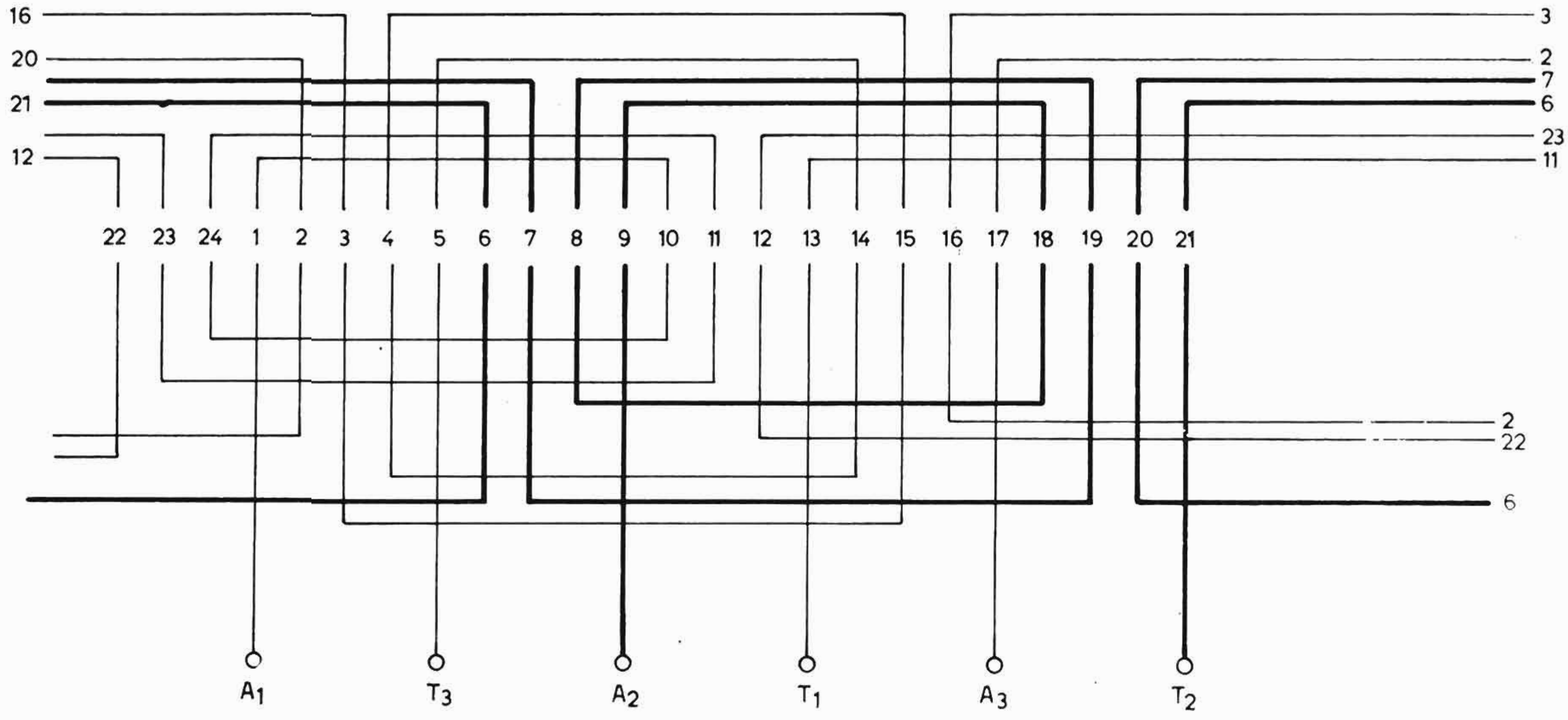


——————— Κύριο τύλιγμα

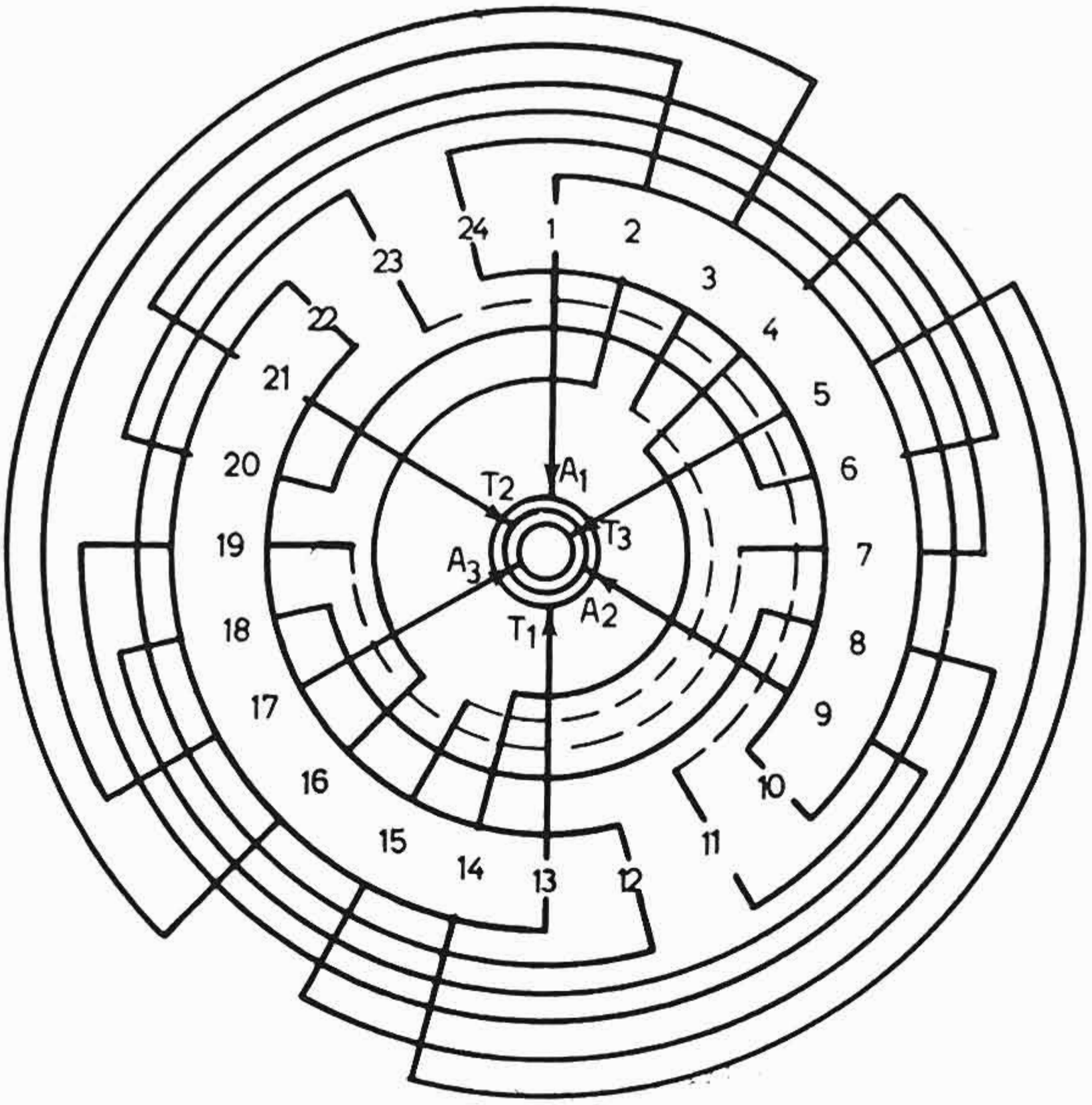
— — — — — — Τύλιγμα εκκινήσεως

Σχ. 9.4ζ.

Κυκλικό διάγραμμα ομόκεντρου διπολικού μονοφασικού κινητήρα μιας στρώσεως με 24 οδοντώσεις.

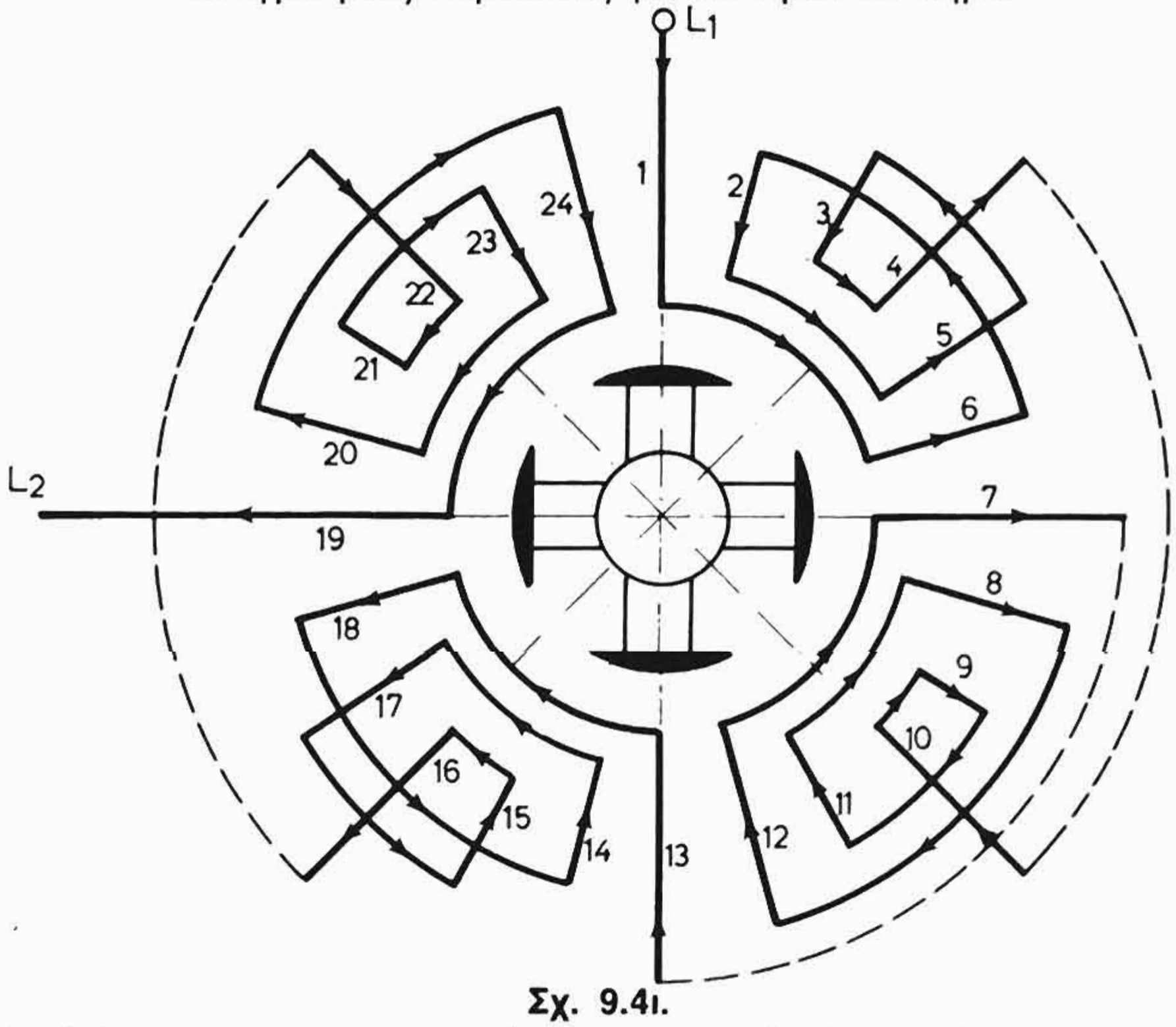


Σχ. 9.4η..
Αναπτυγμένο διάγραμμα τριφασικού διπολικού κινητήρα με ομοκεντρικό βροχοειδές τύλιγμα μιας στρώσεως με κλασματικό βήμα.



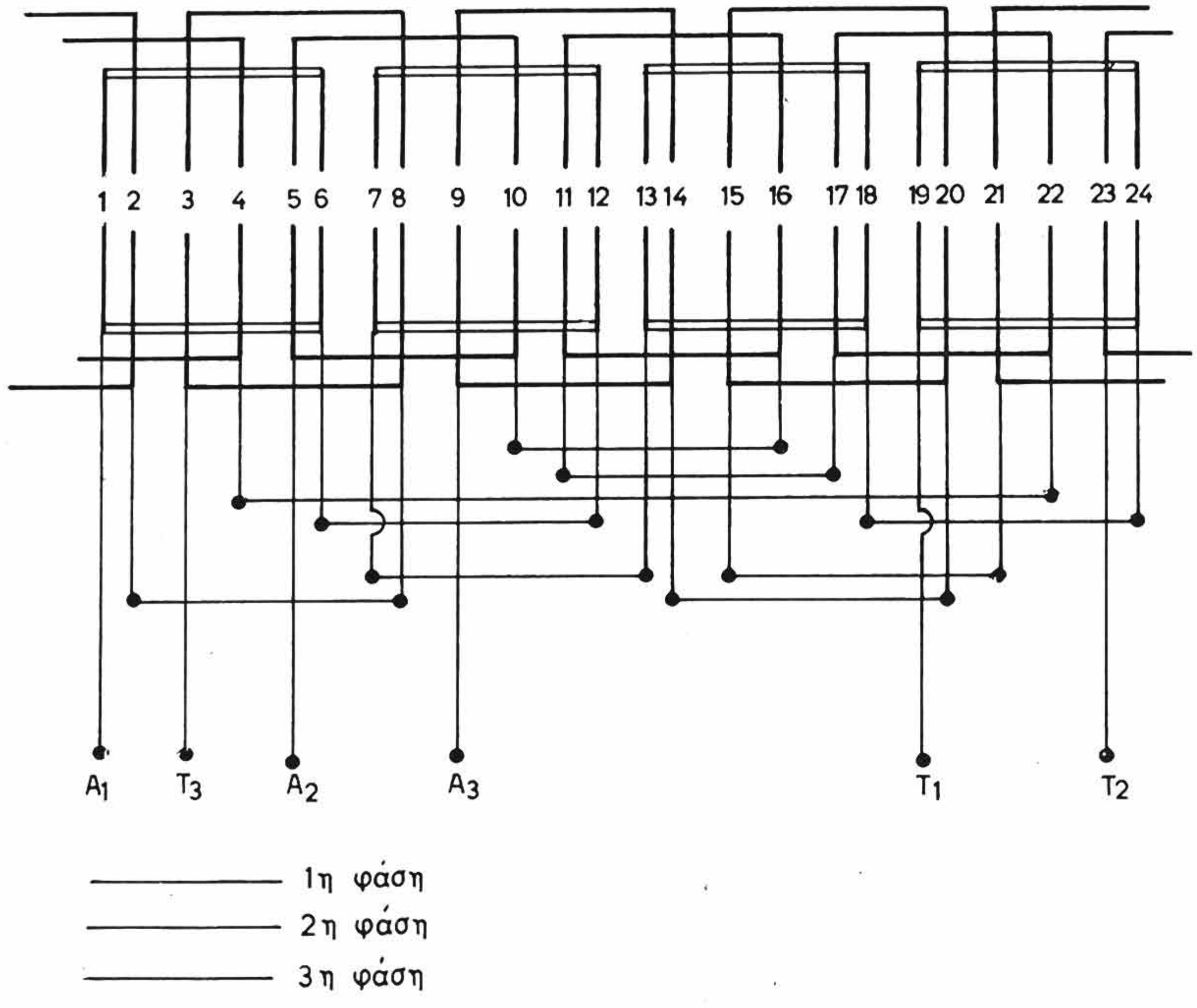
Σχ. 9.4θ.

Κυκλικό διάγραμα τριφασικού διπολικού κινητήρα με ομοκεντρικό βροχοειδές τύλιγμα μιας στρώσεως με κλασματικό βήμα.

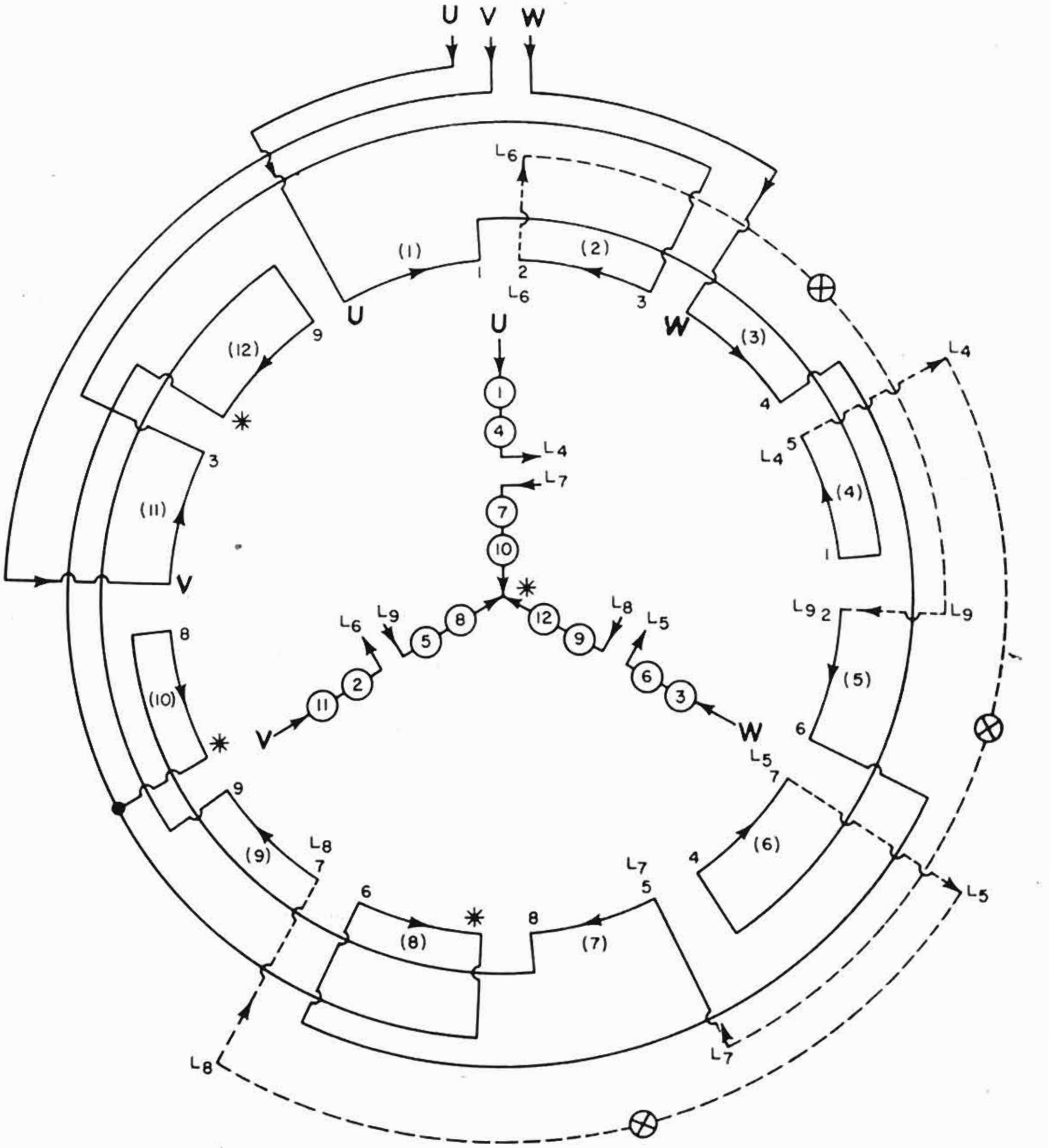


Σχ. 9.4ι.

Κυκλικό διάγραμμα ομοκεντρικού μονοφασικού 4πολικού κινητήρα μικρής ισχύος με ένα τύλιγμα μιας στρώσεως.

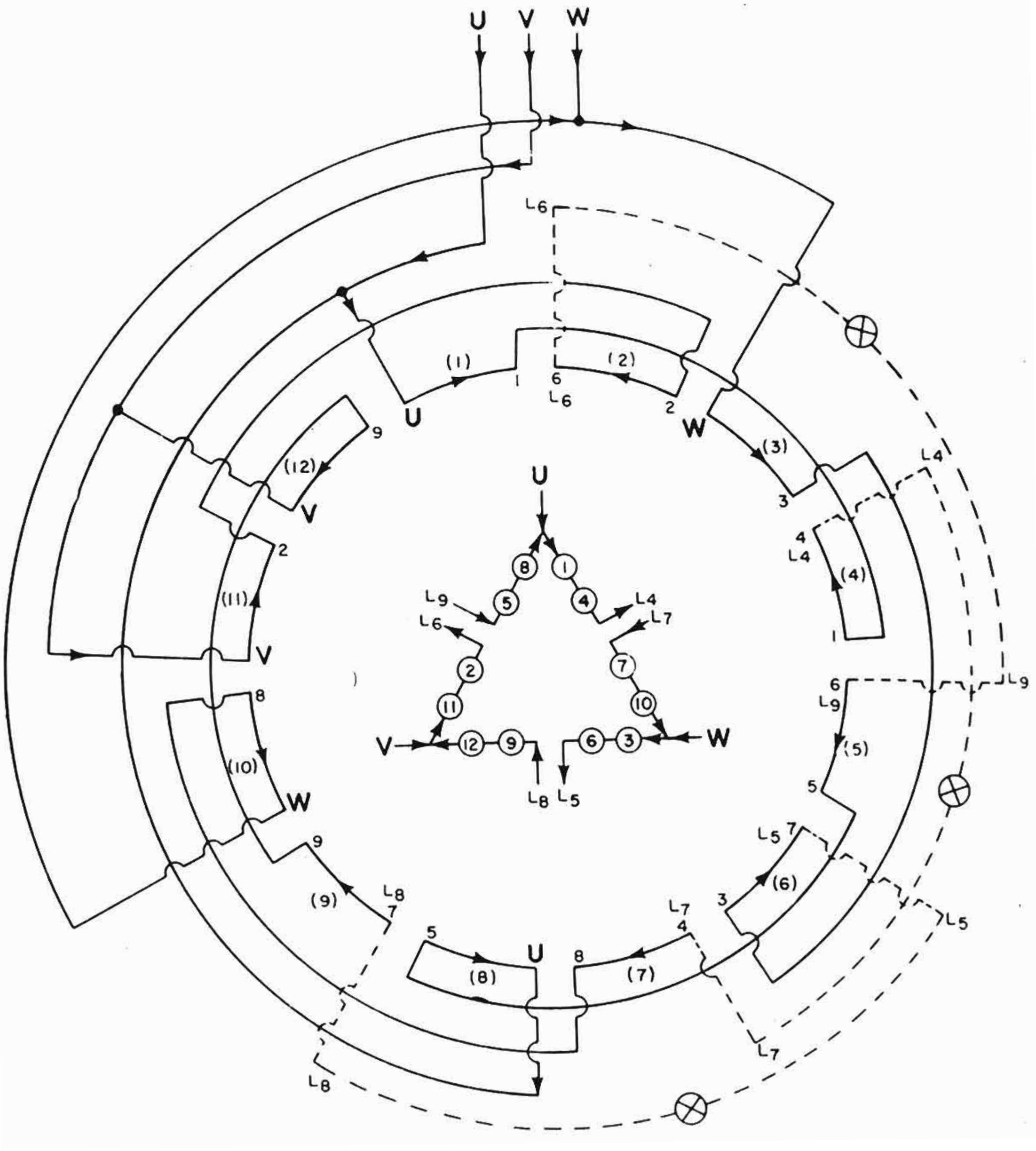


Σχ. 9.4ια.
Αναπτυγμένο διάγραμμα τριφασικού 4πολικού ασύγχρονου κινητήρα με βραχυκυκλωμένο δρομέα.



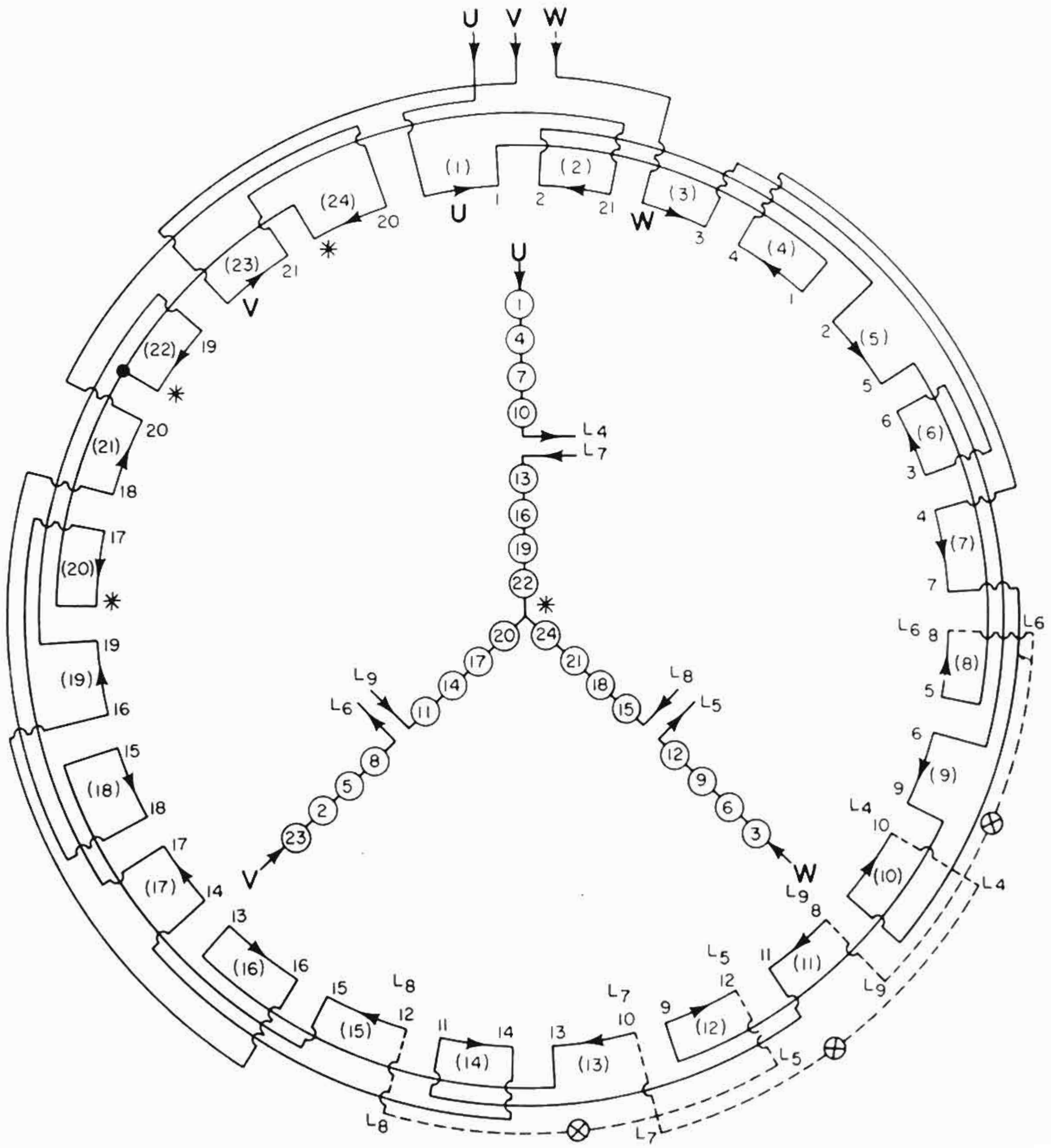
Σχ. 9.4ιβ.

Τριφασικό 4πολικό τύλιγμα με 3 ή 9 άκρα που μπορεί να συνδεθεί σε σειρά κατ' αστέρα ή κατ' αστέρα με τα δυο τυλίγματα κάθε φάσεως παράλληλα.
Σημείωση: Οι αστερίσκοι σημειώνουν τα τέλη των φάσεων.



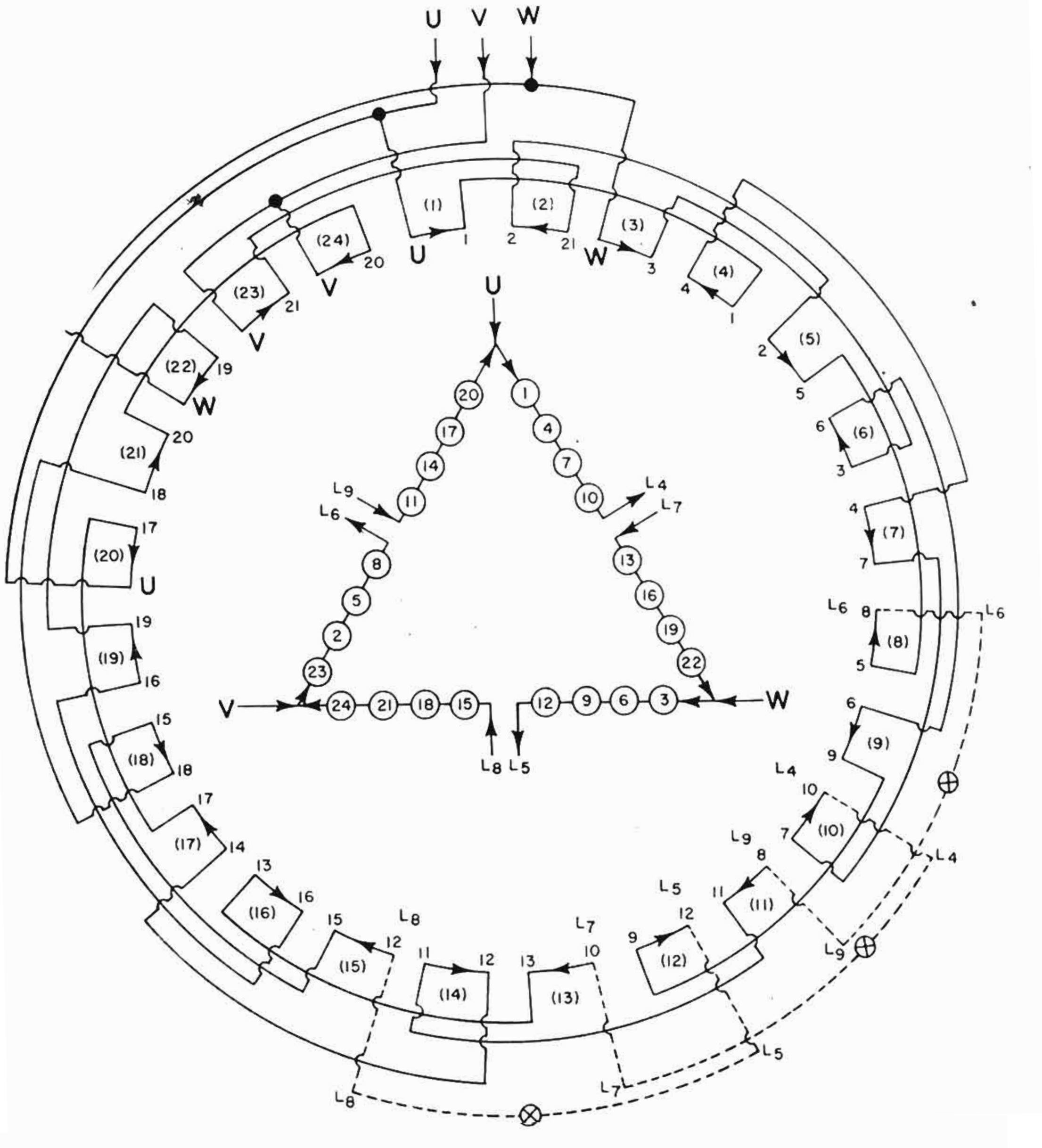
Σχ. 9.4ιγ.

Τριφασικό 4πολικό τύλιγμα με 3 ή 9 άκρα για σύνδεση των τυλιγμάτων σε σειρά και κατά τρίγωνο ή παράλληλα και κατά τρίγωνο.



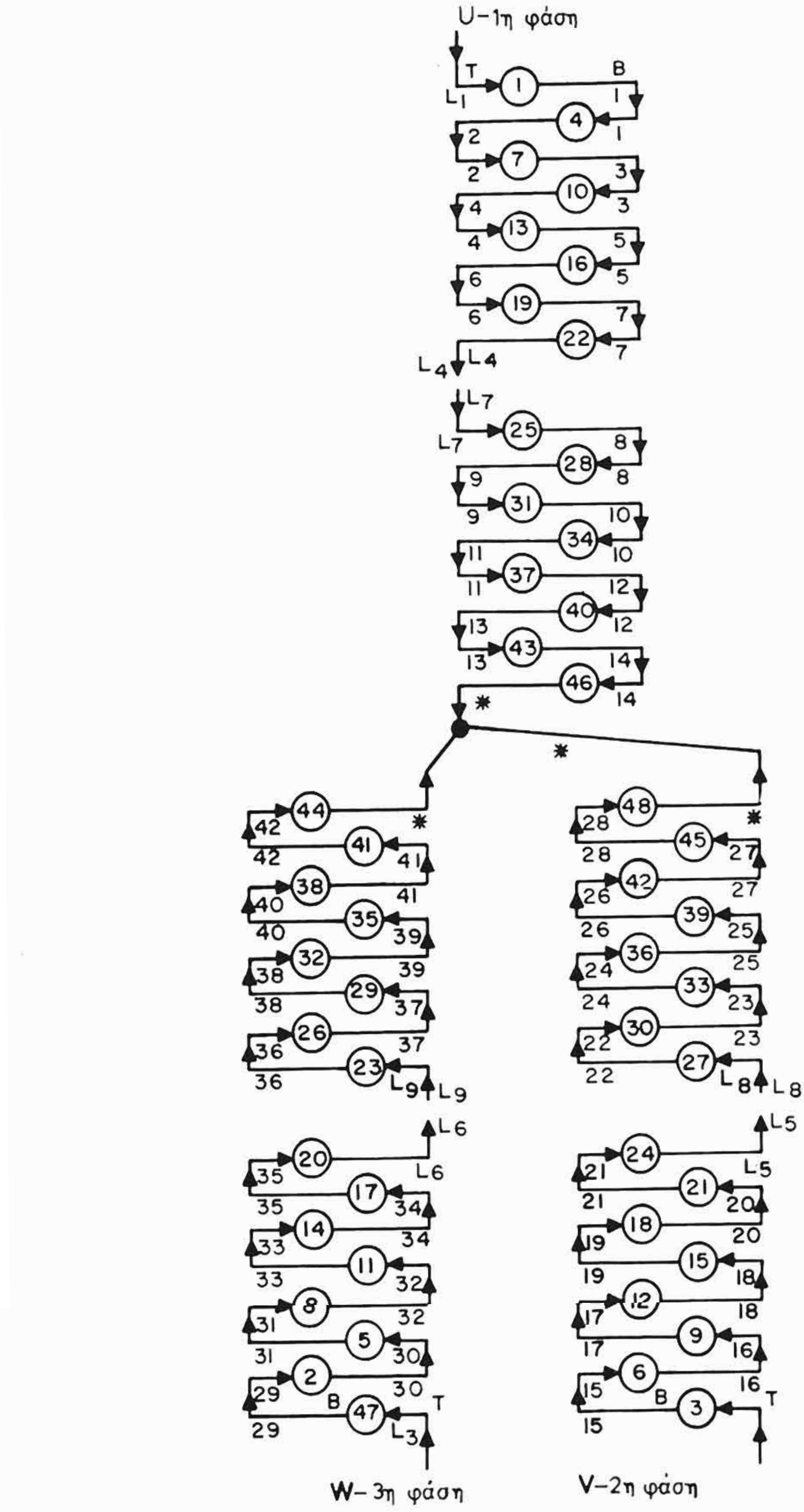
Σχ. 9.4ιδ.

Τριφασικό 8πολικό τύλιγμα με 3 ή 9 άκρα για σύνδεση σε σειρά και κατ' αστέρα ή παράλλλα και κατ' αστέρα.



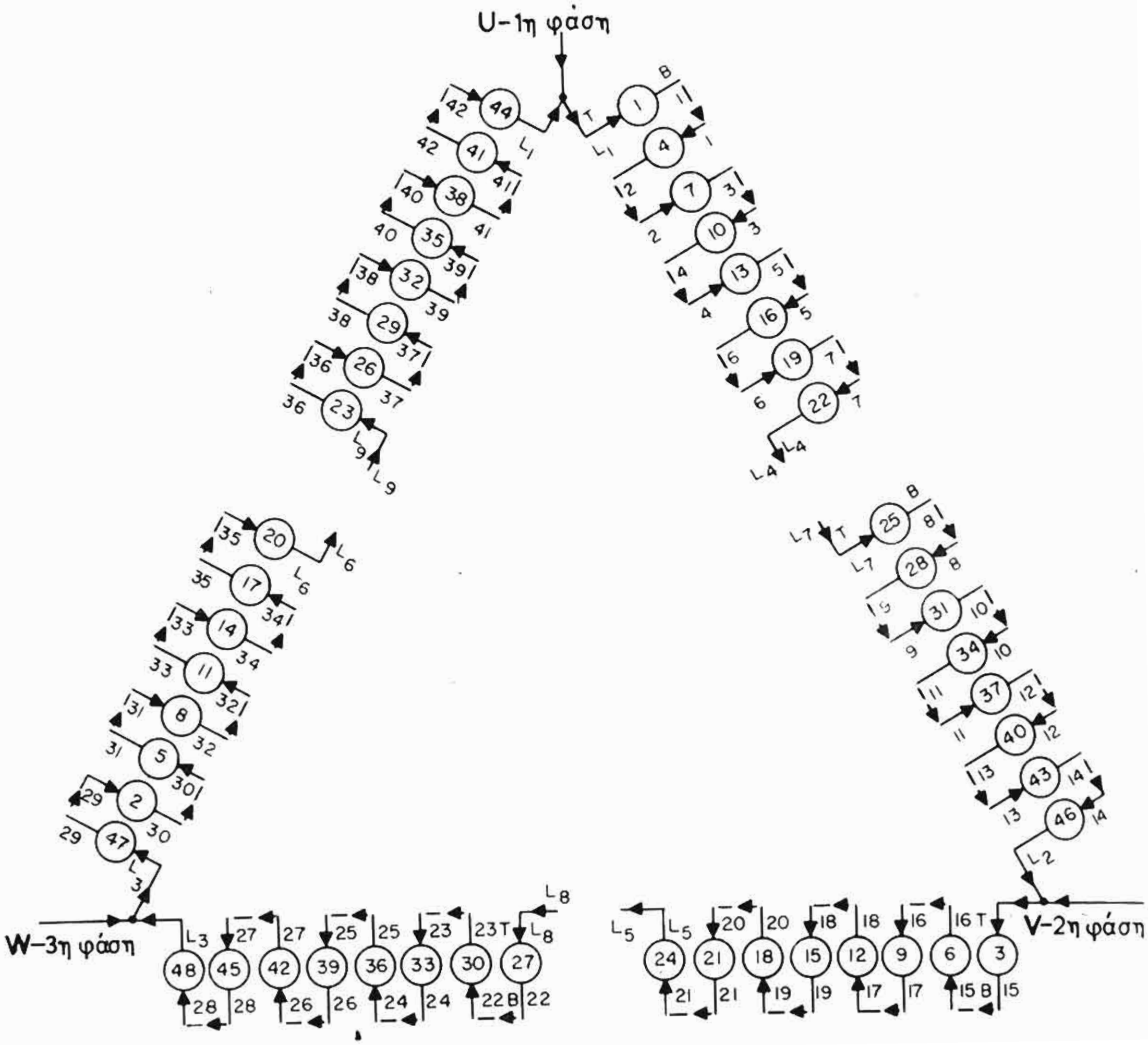
Σχ. 9.4ιε.

Τριφασικό 8πολικό τύλιγμα με 3 ή 9 άκρα για σύνδεση σε σειρά και κατά τρίγωνο ή παράλληλα και κατά τρίγωνο.



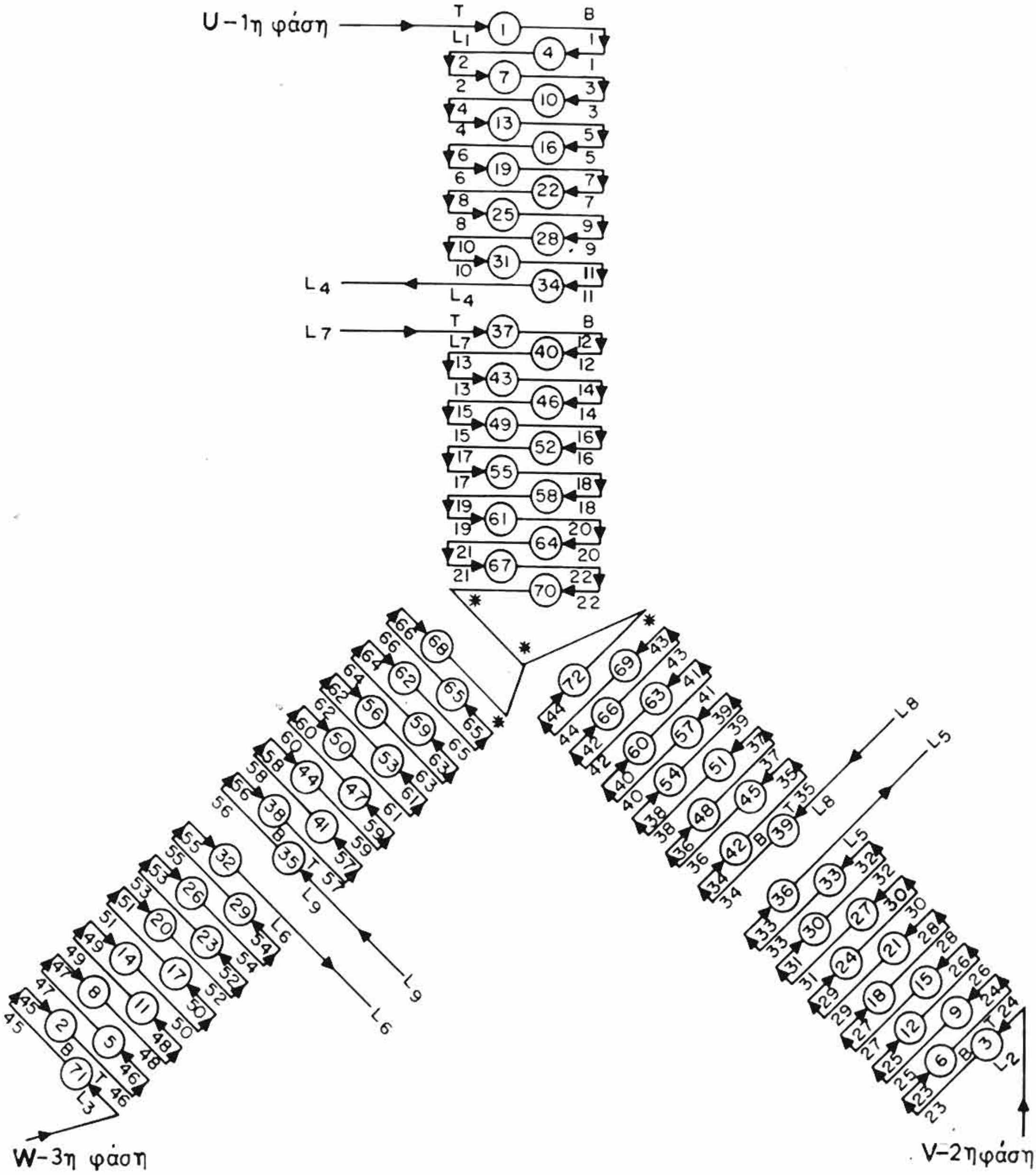
Σχ. 9.4ιστ.

Τριφασικό 16πολικό τύλιγμα με 9 άκρα για σύνδεση σε σειρά και κατ᾽ αστέρα ή παράλληλα και κατ᾽ αστέρα (με δυο παράλληλα τυλίγματα ανά φάση).



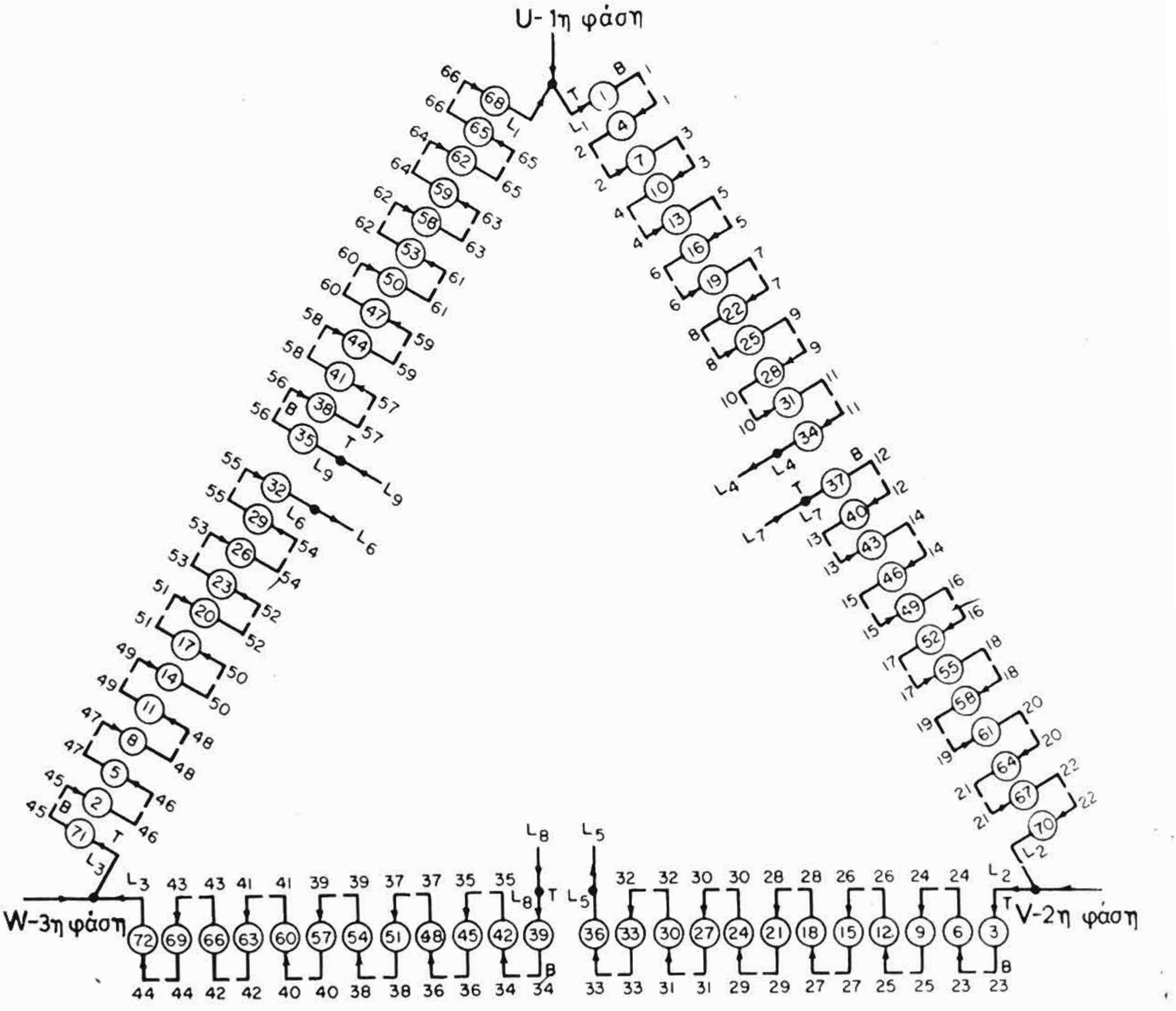
Σχ. 9.4ιζ.

Τριφασικό 16πολικό τύλιγμα 9 άκρων, για σύνδεση του τυλίγματος σε σειρά και κατά τρίγωνο ή παράλληλα και κατά τρίγωνο (με δυο τυλίγματα παράλληλα και ανά φάση).



Σχ. 9.4ιη.

Τριφασικό τύλιγμα με 24 πόλους και 9 άκρα για σύνδεση των τυλιγμάτων ανά δυο σε σειρά και κατ᾽ αστέρα ή ανά δυο παράλληλα και κατ᾽ αστέρα.



Σχ. 9.4ιθ.

Τριφασικό τύλιγμα με 24 πολους και 9 άκρα για σύνδεση σε σειρά και κατά τρίγωνο ή πάράλληλα και κατά τρίγωνο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΙΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ

10.1 Γενικά.

Ο μετασχηματιστής είναι ηλεκτρική συσκευή που δεν έχει κινητά μέρη και χρησιμεύει για να μεταφέρει ηλεκτρική ενέργεια από ένα κύκλωμα σε άλλο με ηλεκτρομαγνητική επαγωγή.

Η ενέργεια μεταφέρεται πάντοτε, χωρίς να μεταβληθεί η συχνότητα του ρεύματος, αλλά συνήθως με μεταβολή της τάσεως και εντάσεως.

Ο ***μετασχηματιστής ανυψώσεως*** παραλαμβάνει ηλεκτρική ενέργεια ορισμένης τάσεως και μας την αποδίδει με υψηλότερη τάση, ενώ ο ***μετασχηματιστής υποβιβασμού*** παραλαμβάνει ενέργεια ορισμένης τάσεως και μας την αποδίδει με χαμηλότερη τάση.

Οι μετασχηματιστές δεν απαιτούν μεγάλη φροντίδα, συχνή παρακολούθηση και συντήρηση, γιατί είναι πολύ απλοί στην κατασκευή και προπαντός στη χρήση τους και έχουν πολύ μεγάλο βαθμό αποδόσεως. Οι μετασχηματιστές που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι ***μονοφασικοί*** και ***τριφασικοί***.

Χρησιμοποιούνται επίσης πολλοί τύποι μικρών μονοφασικών μετασχηματιστών στις ηλεκτρικές εφαρμογές. Σε πολλές εγκαταστάσεις οι μετασχηματιστές χρησιμοποιούνται στους ηλεκτρικούς πίνακες για να υποβιβάσουν την τάση και να τροφοδοτήσουν τις ενδεικτικές λυχνίες.

Μετασχηματιστές χαμηλής τάσεως χρησιμοποιούνται στους πίνακες ελέγχου ορισμένων ηλεκτρικών κινητήρων, για να τροφοδοτούν τα κυκλώματα ελέγχου ή τους αυτόματους διακόπτες υπερφορτίσεως των κινητήρων.

Οι ***μετασχηματιστές οργάνων*** περιλαμβάνουν μετασχηματιστές τάσεως ή εντάσεως και χρησιμοποιούνται με τα όργανα μετρήσεως, στην περίπτωση που θέλομε να μετρήσομε υψηλές τάσεις ή μεγάλες εντάσεις ρευμάτων. Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα και οι συσκευές χρησιμοποιούν πολλούς τύπους μετασχηματιστών για να

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

δίνουν τις κατάλληλες τάσεις για την κανονική λειτουργία των ηλεκτρικών λυχνιών, τη σύζευξη των κυκλωμάτων, την ενίσχυση των σωμάτων κλπ.

10.2 Χαρακτηριστικά και τύποι μετασχηματιστών.

Ο στοιχειώδης μετασχηματιστής αποτελείται από δύο τυλίγματα μονωμένα ηλεκτρικά μεταξύ τους. Τα τυλίγματα αυτά τυλίγονται σε κοινό μαγνητικό πυρήνα, που αποτελείται από λεπτά μαγνητικά ελάσματα.

Τα κύρια μέρη του μετασχηματιστή είναι:

1) Ο ***πυρήνας,*** ο οποίος παρέχει μαγνητικό κύκλωμα με χαμηλή αντίσταση στην κίνηση της μαγνητικής ροής.
2) Το ***πρωτεύον τύλιγμα***, που παραλαμβάνει την ενέργεια από την πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος.
3) Το ***δευτερεύον τύλιγμα***, που παραλαμβάνει την ενέργεια με αμοιβαία επαγωγή, από το πρωτεύον τύλιγμα και τη μεταφέρει στο φορτίο.
4) Το ***περίβλημα***. Όταν ο μετασχηματιστής χρησιμοποιείται για την ανύψωση της τάσεως, το τύλιγμα χαμηλής τάσεως είναι το πρωτεύον τύλιγμα. Αντίθετα, όταν ο μετασχηματιστής χρησιμοποιείται για τον υποβιβασμό της τάσεως, το τύλιγμα υψηλής τάσεως θα είναι το πρωτεύον τύλιγμα. Το πρωτεύον τύλιγμα πάντοτε συνδέεται με την πηγή ισχύος. Το δευτερεύον τύλιγμα συνδέεται με το φορτίο.

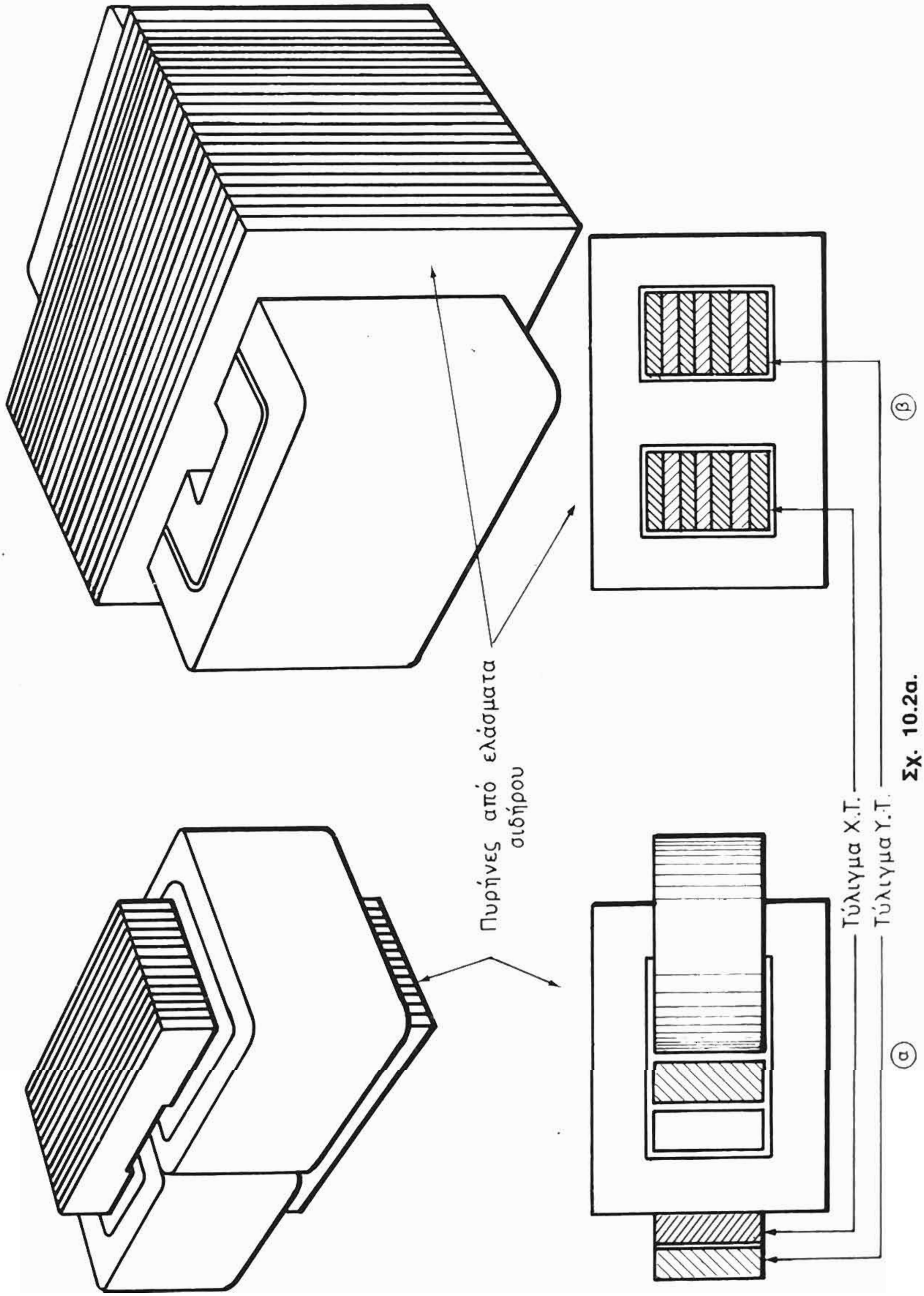
Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι τριφασικών μετασχηματιστών. Οι μετασχηματιστές ***τύπου μανδύα*** και οι μετασχηματιστές ***τύπου πυρήνα.***

Τριφασικοί μετασχηματιστές τύπου μανδύα κατασκευάζονται σπάνια.

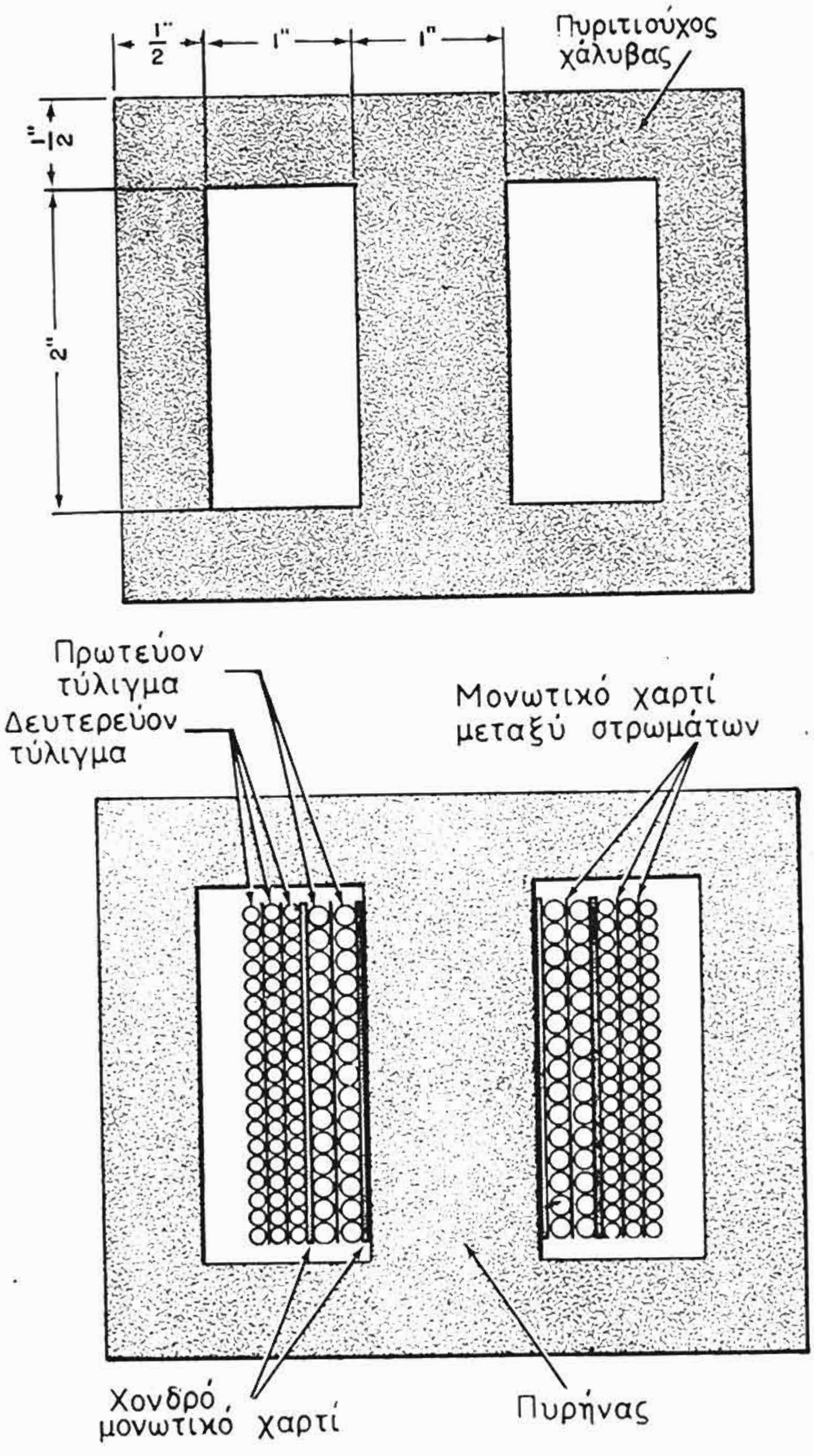
Το σχήμα 10.2α(α) παριστάνει μετασχηματιστή τύπου πυρήνα, ενώ τα σχήματα 10.2α(β) και 10.2β παριστάνουν μετασχηματιστές τύπου μανδύα.

Στους μετασχηματιστές τύπου μανδύα ο πυρήνας περιβάλλει τα τυλίγματα, ενώ στους μετασχηματιστές τύπου πυρήνα τα τυλίγματα περιβάλλουν τον πυρήνα. Οι μετασχηματιστές τύπου πυρήνα χρησιμοποιούνται στα δίκτυα διανομής για μεγάλες τάσεις και μικρές ισχείς, ενώ οι μετασχηματιστές τύπου μανδύα γενικά κατασκευάζονται για μικρές τάσεις και μεγάλες ισχείς.

Οι πιο σύγχρονοι μετασχηματιστές έχουν σήμερα τροποποιημένη κατασκευή πυρήνα τύπου μανδύα, όπως δείχνει το σχήμα 10.2γ. Ο τύπος αυτός διαφέρει από το συνηθισμένο τύπο μανδύα, κατά το ότι



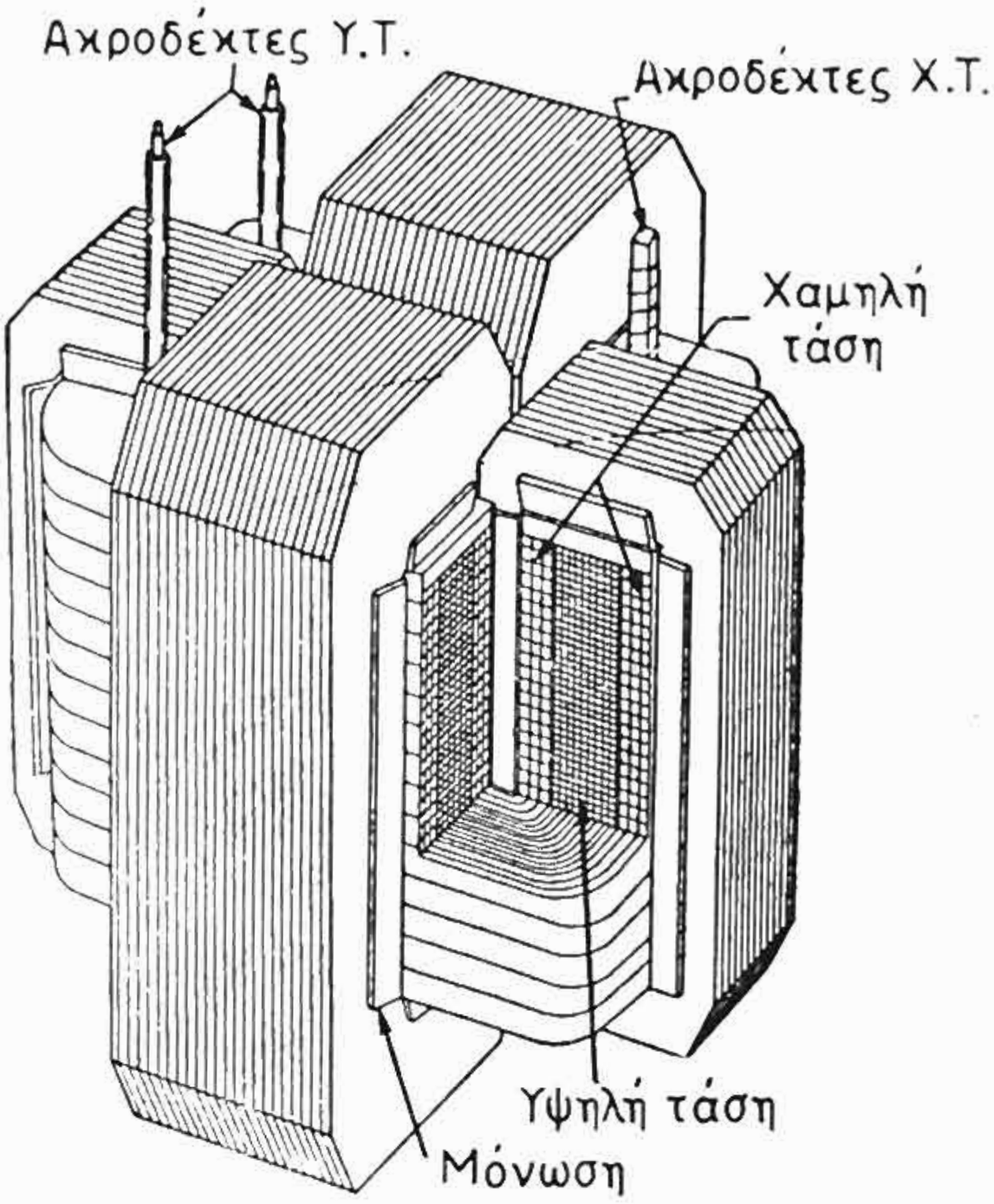
Σχ. 10.2α.



Σχ. 10.26.
Τομή Μ/Τ τύπου μανδύα.

το τμήμα του πυρήνα, που περιβάλλει το τύλιγμα, διαιρείται σε τέσσερα μέρη συμμετρικά τοποθετημένα γύρω από το κεντρικό σκέλος του πυρήνα.

Στην κατασκευή αυτή το κεντρικό σκέλος του πυρήνα έχει μεγαλύτερη μαγνητική επαγωγή από τα άλλα τέσσερα εξωτερικά σκέλη, γιατί κατασκευάζεται με μικρότερη διατομή. Η μικρή αυτή διατομή δεν αυξάνει τη μαγνητική αντίσταση και τις μαγνητικές απώλειες, για ολόκληρο το μαγνητικό κύκλωμα.



Σχ. 10.2γ.
Τροποποιημένη μορφή Μ/Τ τύπου μανδύα.

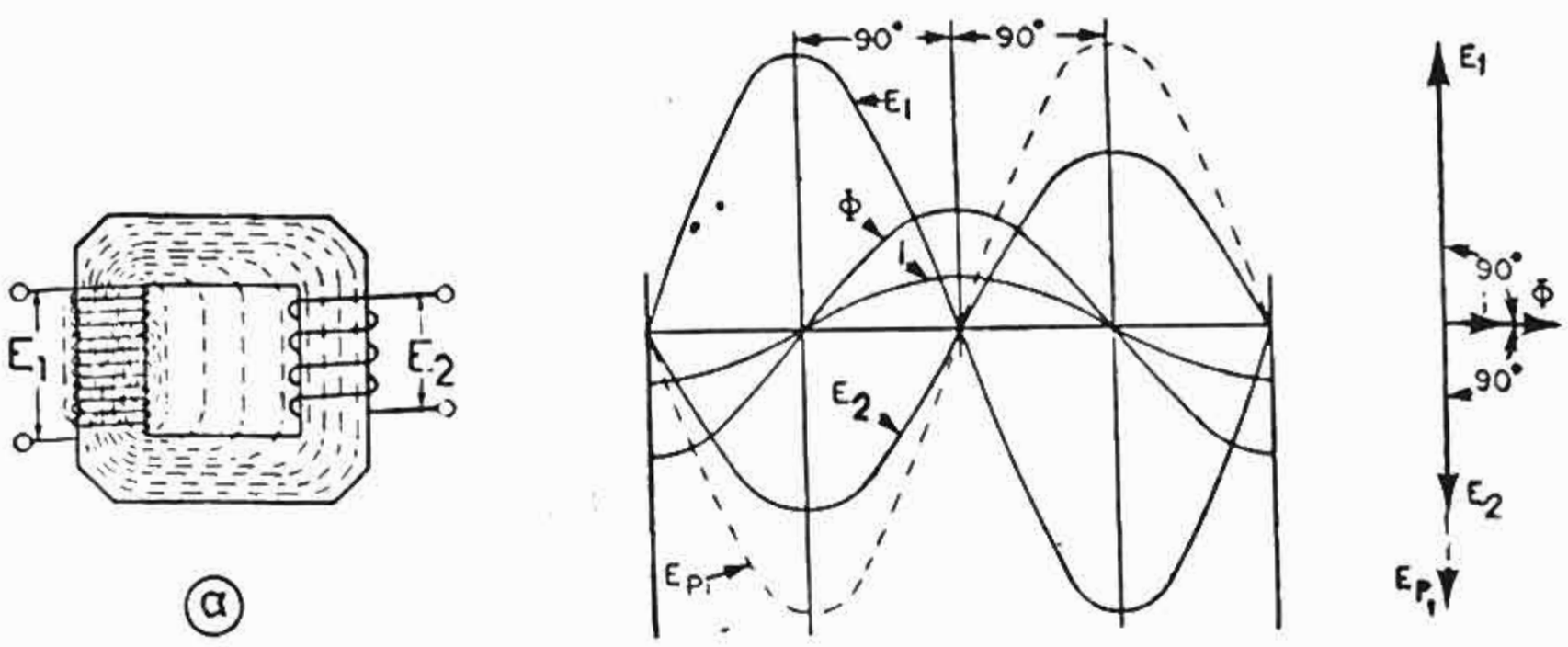
Παρ᾽ όλα αυτά [σχ. 10.2α(α)] μπορεί να χρησιμοποιηθεί μικρότερο μήκος σύρματος ανά σπείρα, πράγμα που σημαίνει ότι το τύλιγμα θα έχει μικρή αντίσταση, επομένως και μικρή πτώση τάσεως (I.R). Επιπλέον ο μετασχηματιστής αυτός είναι σταθερός και ψύχεται καλύτερα.

Οι πυρήνες κατασκευάζονται από λεπτά λαμάκια πυριτιούχου χάλυβα. Τα δινορρεύματα, που αναπτύσσονται στους πυρήνες λόγω της μεταβαλλόμενης ροής, την οποία κόβουν οι πυρήνες, μειώνονται στο ελάχιστο, αν χρησιμοποιήσομε λεπτά ελάσματα και μονώσομε καλά τα γειτονικά ελάσματα με μονωτικό βερνίκι.

Οι απώλειες υστερήσεως, που αναπτύσσονται από την τριβή των μαγνητικών μορίων, όταν αυτά περιστρέφονται σε κάθε κύκλο μαγνητίσεως, μειώνονται χρησιμοποιώντας ειδικά ελάσματα από πυριτιούχο χάλυβα.

10.3 Κατασκευή των μετασχηματιστών.

Τα τυλίγματα των μετασχηματιστών, όπως δείχνει το σχήμα 10.3α, δεν τοποθετούνται σε ιδιαίτερα σκέλη του πυρήνα, γιατί τότε μεγάλο σχετικά ποσοστό μαγνητικών γραμμών, που παράγονται από το πρωτεύον τύλιγμα, δεν θα περνούσε από τον πυρήνα του

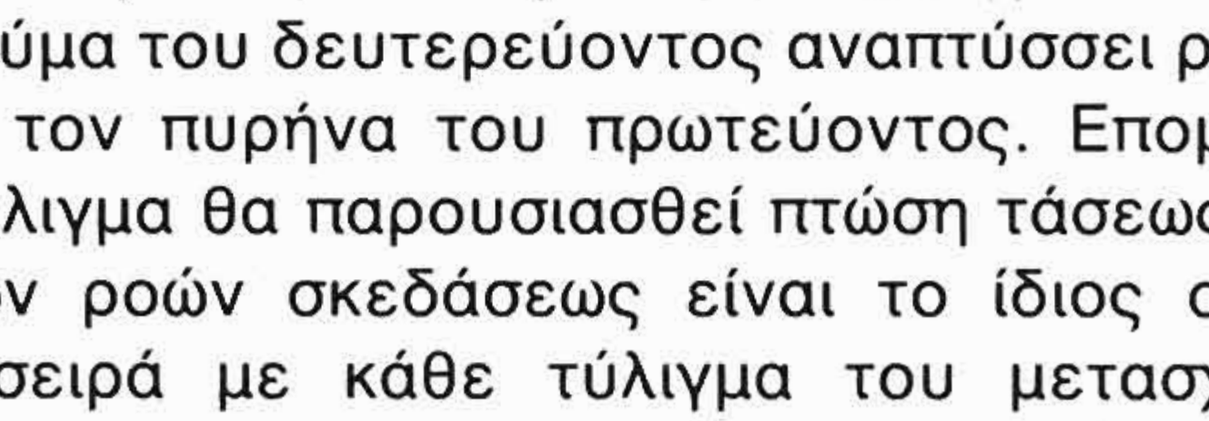


Σχ. 10.3α.
Μ/Τ με ροή σκεδάσεως.

δευτερεύοντος τυλίγματος και δεν θα κοβόταν από τις σπείρες του δευτερεύοντος τυλίγματος. Έτσι δεν θα είχαμε ισχυρή μαγνητική σύζευξη των δύο τυλιγμάτων και μεταφορά όσο το δυνατόν μεγαλύτερης ενέργειας από το πρωτεύον τύλιγμα στο δευτερεύον. Η μαγνητική αυτή ροή, η οποία κλείνει κύκλωμα που διαρρέει έξω από τον πυρήνα του μετασχηματιστή, λέγεται ***ροή σκεδάσεως.*** Η ροή αυτή σκεδάσεως αναπτύσει στα άκρα του πρωτεύοντος τυλίγματος ΑΗΕΔ (αντιηλεκτρεγερτική δύναμη), η οποία εμφανίζεται ως πτώση της τάσεως $I \cdot X_1$ στο πρωτεύον τύλιγμα.

Επίσης το ρεύμα του δευτερεύοντος αναπτύσσει ροή που δεν θα διέρχεται από τον πυρήνα του πρωτεύοντος. Επομένως και στο δευτερεύον τύλιγμα θα παρουσιασθεί πτώση τάσεως. Το αποτέλεσμα αυτών των ροών σκεδάσεως είναι το ίδιος σαν να είχαμε συνδέσει σε σειρά με κάθε τύλιγμα του μετασχηματιστή μια επαγωγική αντίδραση. Εκτός από την επαγωγική αντίδραση κάθε τύλιγμα έχει και μια ωμική αντίσταση.

Οι ***επαγωγικές αντιδράσεις*** X_1 και X_2, καθώς και οι ***ωμικές αντιδράσεις*** R_1 και R_2 φαίνονται στο σχήμα 10.3β. Επομένως, σε



Σχ. 10.3β.
Πραγματική μορφή μονοφασικού Μ/Τ.

κάθε τύλιγμα ενός μετασχηματιστή υπάρχει πτώση τάσεως I • X, οφειλόμενη στην επαγωγική αντίδραση που παρουσιάζεται από τη ροή σκεδάσεως και πτώση τάσεως I • R, οφειλόμενη στην ωμική αντίσταση του τυλίγματος.

Η πτώση τάσεως I • X_1, μειώνεται στο ελάχιστο αν μειώσομε τη ροή σκεδάσεως. Αυτό επιτυγχάνεται αν υποδιαιρέσομε κάθε τύλιγμα σε δύο μέρη και το μισό κάθε τυλίγματος το τοποθετήσομε επάνω σε κάθε σκέλος του πυρήνα.

Τα τυλίγματα μπορεί να είναι κυλινδρικής μορφής και τοποθετούνται το ένα εσωτερικά στο άλλο με την κατάλληλη μόνωση μεταξύ τους [σχ. 10.2α(α)]. Μπορεί επίσης κάθε τύλιγμα να μορφώνεται σε πολλά λεπτά δισκοειδή τυλίγματα, που τοποθετούνται στο κορμό του πυρήνα όπως δείχνει το σχήμα 10.2α(β). Όλα τα δισκοειδή τμήματα του τυλίγματος χαμηλής τάσεως συνδέονται μεταξύ τους σε σειρά. Το ίδιο γίνεται και με τα τμήματα του τυλίγματος υψηλής τάσεως. Το τύλιγμα Χ.Τ. τοποθετείται εσωτερικά και σε επαφή με τον πυρήνα, ενώ το τύλιγμα Υ.Τ. εξωτερικά από το τύλιγμα Χ.Τ. Η διάταξη αυτή απαιτεί μόνο ένα στρώμα μονώσεως Υ.Τ., που τοποθετείται μεταξύ των δύο τυλιγμάτων.

Αν το τύλιγμα Υ.Τ. τοποθετηθεί εσωτερικά και σε επαφή με τον πυρήνα, τότε απαιτούνται δύο στρώματα μονώσεως Υ.Τ., το ένα μεταξύ του τυλίγματος Υ.Τ. και πυρήνα και το άλλο μεταξύ των δύο τυλιγμάτων.

10.4 Λειτουργία μετασχηματιστών σε κενό και υπό φορτίο.

Η λειτουργία του μετασχηματιστή βασίζεται στην αρχή ότι η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται με την αμοιβαία επαγωγή από το ένα τύλιγμα στο άλλο. Όταν το πρωτεύον τύλιγμα συνδεθεί σε πηγή Ε.Ρ., τότε αναπτύσσεται εναλλασσόμενη μαγνητική ροή στον πυρήνα του μετασχηματιστή. Η ροή αυτή συζευγνύει τις σπείρες του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος και αναπτύσσει σε αυτά τάσεις εξ επαγωγής. Επειδή η ίδια ροή τέμνεται από τις σπείρες και των δύο τυλιγμάτων, η ίδια τάση επάγεται σε κάθε σπείρα και των δύο τυλιγμάτων. Άρα η ολική επαγόμενη τάση σε κάθε τύλιγμα είναι ανάλογη προς τον αριθμό των σπειρών του τυλίγματος. Θα είναι δηλαδή:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{n_1}{n_2} \qquad (23)$$

Η σχέση αυτή ονομάζεται σχέση μεταφοράς του μετασχηματιστή,

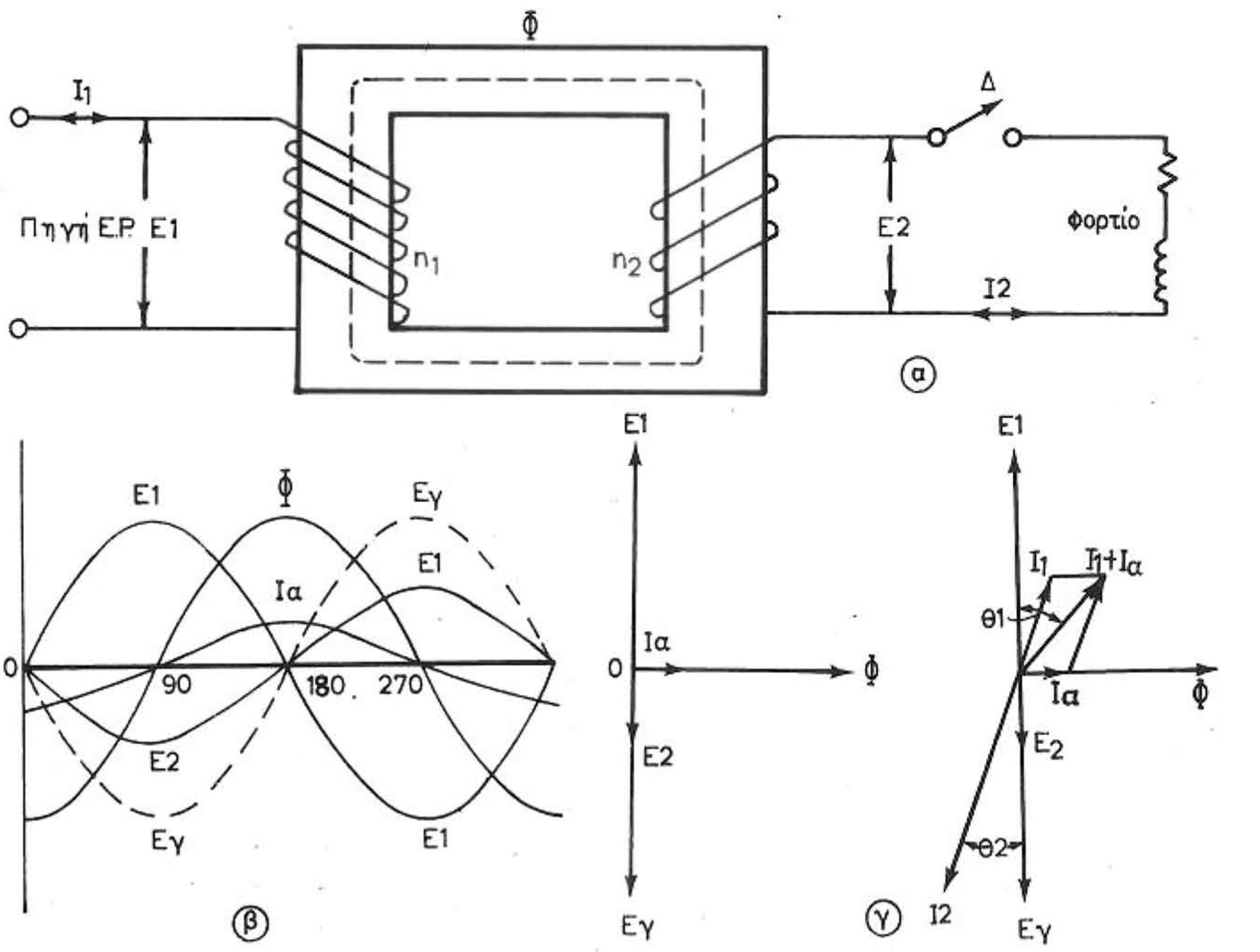
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

όπου E_1 και E_2 είναι οι επαγόμενες τάσεις στα πρωτεύον και δευτερεύον τυλίγματα αντίστοιχα και n_1 και n_2 οι αριθμοί σπειρών στα πρωτεύον και δευτερεύον τυλίγματα αντίστοιχα. Στους κανονικούς μετασχηματιστές η επαγόμενη τάση στο πρωτεύον τύλιγμα είναι περίπου η ίδια με την εφαρμοζόμενη από την πηγή στο πρωτεύον τάση. Άρα η εφαρμοζόμενη στο πρωτεύον τάση και η επαγόμενη στο δευτερεύον τάση είναι κατά προσέγγιση ανάλογες προς τους αντίστοιχους αριθμούς των σπειρών των δύο τυλιγμάτων.

α) Λειτουργία εν κενώ.

Το σχήμα 10.4(α) παριστάνει σχηματικά μονοφασικό μετασχηματιστή κατά τη λειτουργία του εν κενώ και υπό φορτίο. Για απλούστευση το πρωτεύον τύλιγμα φαίνεται τυλιγμένο στο ένα σκέλος του πυρήνα και το δευτερεύον στο άλλο.

Το σχήμα 10.4(β) δίνει τις καμπύλες λειτουργίας του μετασχηματιστή κατά την εν κενώ λειτουργία. E_1 είναι η εφαρμοζόμενη τάση στο πρωτεύον. Όταν ο διακόπτης Δ είναι ανοικτός, το ρεύμα $I_α$ στο πρωτεύον έχει μικρή τιμή και επιπορεύεται από την τάση E_1 περίπου



Σχ.10.4.

κατά 90°, γιατί το κύκλωμα είναι πολύ επαγωγικό. Το ρεύμα αυτό της εν κενώ λειτουργίας ονομάζεται ***ρεύμα μαγνητίσεως,*** γιατί αυτό δίνει τη μαγνητεγερτική δύναμη, που κινεί τη ροή Φ στον πυρήνα του μετασχηματιστή.

Η ροή αυτή, που παράγεται από το ρεύμα $I_α$ κόβει τις σπείρες του πρωτεύοντος τυλίγματος και παράγει ΑΗΕΔ $E_γ$ που ακολουθεί την τάση E_1 κατά 180°. Η τάση E_2, η οποία επάγεται στο τύλιγμα του δευτερεύοντος, είναι σε φάση με την ΑΗΕΔ $E_γ$ του πρωτεύοντος τυλίγματος και οι δύο τάσεις $E_γ$ και E_2 ακολουθούν το ρεύμα μαγνητίσεως και τη ροή Φ κατά 90°. Οι σχέσεις αυτές φαίνονται στο σχήμα 10.4(γ) με διανύσματα.

β) Λειτουργία υπό φορτίο.

Όταν συνδεθεί φορτίο στο δευτερεύον του μετασχηματιστή και κλείσομε το διακόπτη Δ [σχ. 10.4(α)], το ρεύμα I_2 του δευτερεύοντος θα εξαρτηθεί από την τιμή της τάσεως E_2 και από τη σύνθετη αντίσταση Z.

Αν π.χ. $E_2 = 110$ V και $Z = 40\ Ω$, το ρεύμα του δευτερεύοντος θα είναι:

$$I_2 = \frac{E_2}{Z} = \frac{110}{20} = 5{,}5\ \text{A}$$

Η σχέση μεταξύ των ρευμάτων του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος είναι:

$$n_1 \,.\, I_2 = n_2 \,.\, I_1 \qquad \text{ή} \qquad \frac{I_1}{I_2} = \frac{n_1}{n_2} \tag{24}$$

Η σχέση αυτή προκύπτει από το γεγονός ότι τα αμπερελίγματα του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος είναι ίσα και αντίθετα.

Μπορεί να χρησιμοποιήσομε ένα μετασχηματιστή σε μεγαλύτερη συχνότητα από εκείνη για την οποία είναι κατασκευασμένος, αλλά δεν επιτρέπεται να τον χρησιμοποιήσομε σε συχνότητα μικρότερη από την κανονική του *συχνότητα περισσότερο από 10% γιατί τότε* υπερθερμαίνεται.

Το ρεύμα μαγνητίσεως στο πρωτεύον μεταβάλλεται ανάλογα με την εφαρμοζόμενη τάση και αντίστροφα προς τη συχνότητα. Επομένως σε μικρότερη συχνότητα το ρεύμα διεγέρσεως αυξάνεται υπερβολικά, γιατί:

$$I_μ = \frac{E_1}{X_L} = \frac{E_1}{Lω} = \frac{E_1}{L \,.\, 2πf}$$

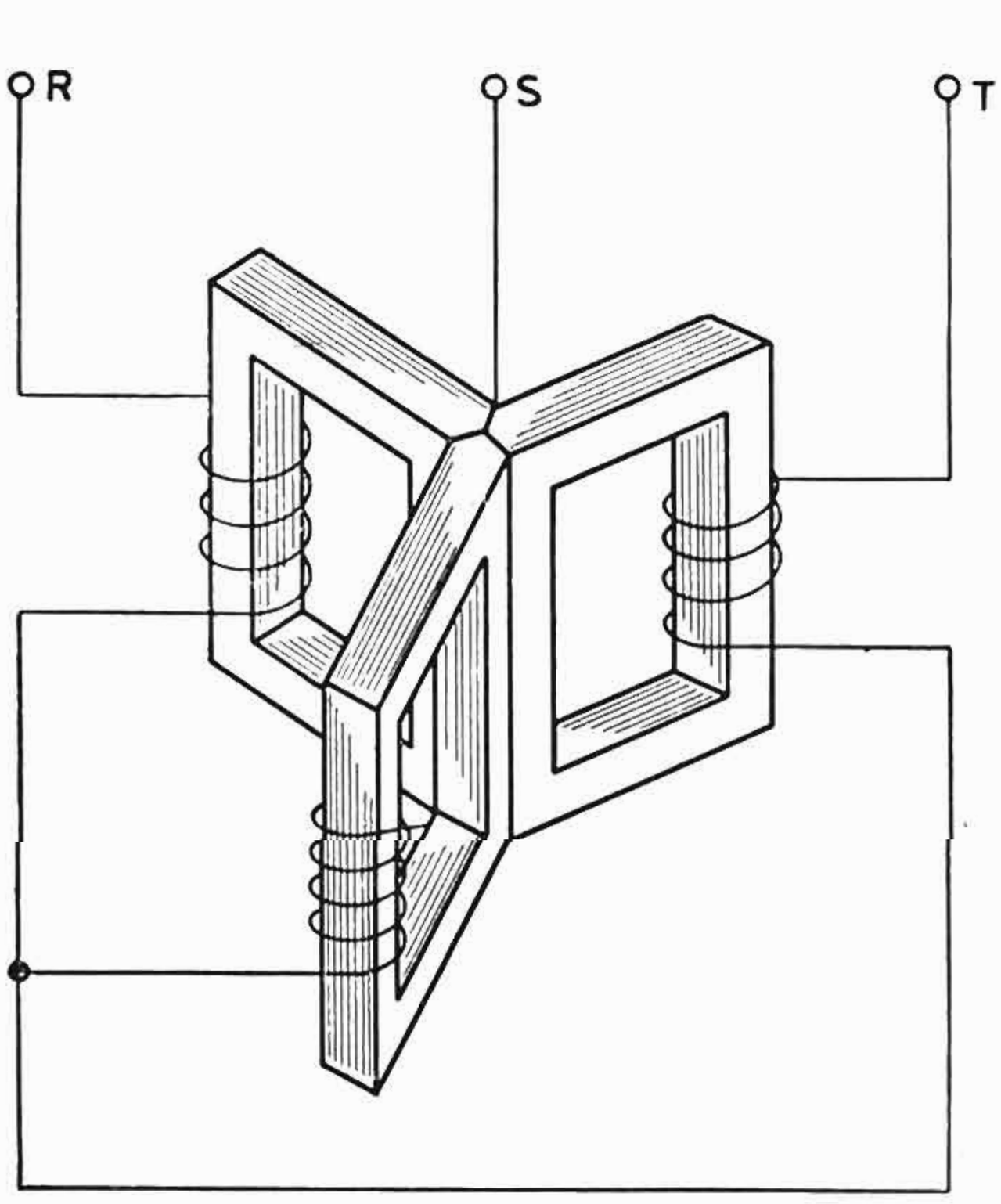
Συγχρόνως αυξάνεται και η θερμότητα του πυρήνα, η οποία καταστρέφει τη μόνωση και τα τυλίγματα (περισσότερες πληροφορίες υπάρχουν στο βιβλίο Ηλεκτρικές Μηχανές του Ιδρύματος Ευγενίδου).

10.5 Τριφασικοί μετασχηματιστές.

Οι μετασχηματιστές κατασκευάζονται μονοφασικοί και πολυφασικοί. Οι τριφασικοί μετασχηματιστές αποτελούνται από ανεξάρτητα μονωμένα τυλίγματα για κάθε φάση, τυλιγμένα γύρω από τους πυρήνες, οι οποίοι αποτελούνται από τρία σκέλη τοποθετημένα μεταξύ τους κατά 120°, ώστε να αναπτύσσουν τρεις μαγνητικές ροές αποκλίνουσες μεταξύ τους κατά 120°.

Το σχήμα 10.5 δείχνει στοιχειώδη τριφασικό μετασχηματιστή με το πρωτεύον τύλιγμα των τριών φάσεων επάνω στα τρία του σκέλη. Επάνω από τα τρία αυτά τυλίγματα τοποθετούνται τα τυλίγματα Υ.Τ. των αντιστοίχων φάσεων.

Οι 3φασικοί μετασχηματιστές χρησιμοποιούνται για μεγάλες ισχείς (Περισσότερες πληροφορίες στο βιβλίο Ηλεκτρικές Μηχανές, Ιδρύματος Ευγενίδου).



Σχ. 10.5.
Διάταξη τυλιγμάτων τριφασικού μετασχηματιστή.

10.6 Κατασκευή πρωτεύουσας και δευτερεύουσας περιελίξεως.

Το σχήμα 10.2β παριστάνει τομή του πυρήνα μετασχηματιστή τύπου μανδύα από τους πιο χρησιμοποιούμενους τύπους. Ο πυρήνας αποτελείται από πολλά λεπτά ελάσματα από πυριτιούχο χάλυβα. Γύρω από το μεσαίο σκέλος, που έχει διπλάσια διατομή από τη διατομή κάθε εξωτερικού σκέλους, τοποθετούνται τα τυλίγματα πρωτεύοντος και δευτερεύοντος. Το τύλιγμα Χ.Τ. τοποθετείται εσωτερικά και επάνω του τοποθετείται το τύλιγμα Υ.Τ. Μεταξύ πυρήνα και τυλίγματος Χ.Τ. τοποθετείται στρώμα χαρτιού εμποτισμένου με μονωτικό βερνίκι. Μεταξύ των στρωμάτων των αγωγών τοποθετείται επίσης μονωτικό χαρτί και μεταξύ των τυλιγμάτων Χ.Τ. και Υ.Τ. καθώς και μεταξύ πυρήνα και τυλίγματος Χ.Τ. χονδρό χαρτί εμποτισμένο με βερνίκι.

Ολόκληρο το συγκρότημα του τυλίγματος και πυρήνα τοποθετείται μέσα σε χαλύβδινο δοχείο και σε ορισμένους μετασχηματιστές ολόκληρο το συγκρότημα βυθίζεται μέσα σε ειδικό ορυκτέλαιο, για να επιτευχθεί καλή μόνωση και ψύξη των τυλιγμάτων (βλ. βιβλίο Ηλεκτρικές Μηχανές του Ιδρύματος Ευγενίδου).

10.7 Συνδεσμολογία των περιελίξεων τριφασικών μετασχηματιστών.

(Η συνδεσμολογία των περιελίξεων των τριφασικών μετασχηματιστών περιγράφεται στις Ηλεκτρικές Μηχανές).

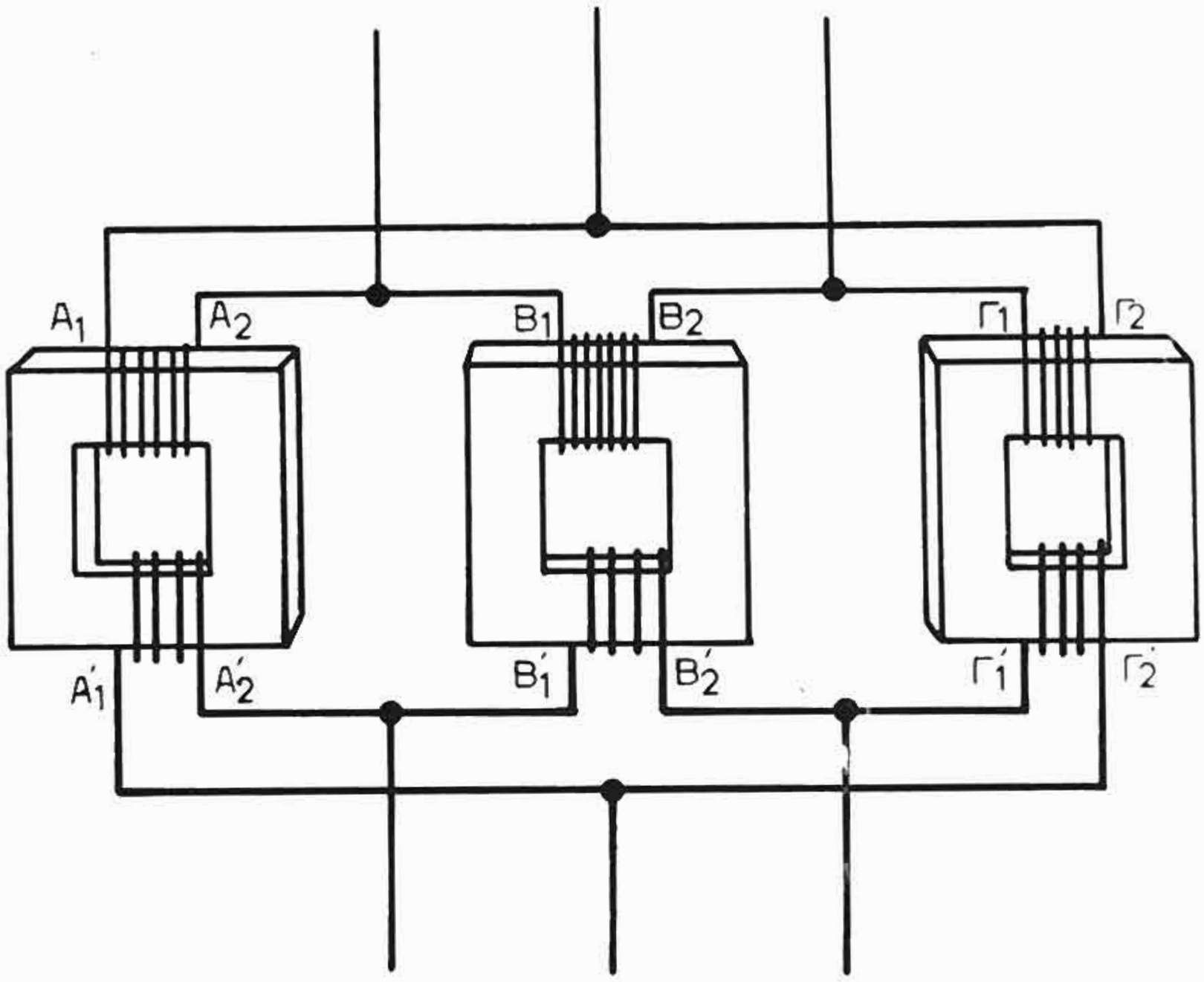
α) Σύνδεση 3 μονοφασικών μετασχηματιστών σε σχήμα γέφυρας.

Τρεις απλοί μονοφασικοί μετασχηματιστές συνδέονται σε τριφασικό κύκλωμα, ώστε να αποτελέσουν τριφασικό μετασχηματιστή. Η σύνδεση μπορεί να γίνει κατά τρίγωνο ή αστέρα με τέσσερις δυνατούς συνδυασμούς μεταξύ των πρωτευόντων και δευτερευόντων τυλιγμάτων.

Οι συνδυασμοί αυτοί είναι:

1) Τρίγωνο-τρίγωνο Δ-Δ (πρωτεύοντα και δευτερεύοντα τυλίγματα κατά τρίγωνο).
2) Αστέρα-αστέρα Υ-Υ (πρωτεύον και δευτερεύον κατ᾽ αστέρα).
3) Αστέρα-τρίγωνο Υ-Δ (πρωτεύον κατ᾽ αστέρα και δευτερεύον κατά τρίγωνο).
4) Τρίγωνο-αστέρα Δ-Υ (πρωτεύον κατά τρίγωνο και δευτερεύον κατ᾽ αστέρα).

Το σχήμα 10.7α δείχνει τριφασικό μετασχηματιστή κατασκευασμένο από τρεις απλούς μονοφασικούς μετασχηματιστές που συνδέονται σε σχήμα γέφυρας με το πρωτεύον τύλιγμα κατά τρίγωνο και το δευτερεύον κατά τρίγωνο.



Σχ. 10.7α.
Γέφυρα τριών μονοφασικών Μ/Τ σε σύνδεση Δ-Δ.

Το σχήμα 10.7β δείχνει άλλη γέφυρα μονοφασικών μετασχηματιστών που συνδέονται κατά Υ-Υ.

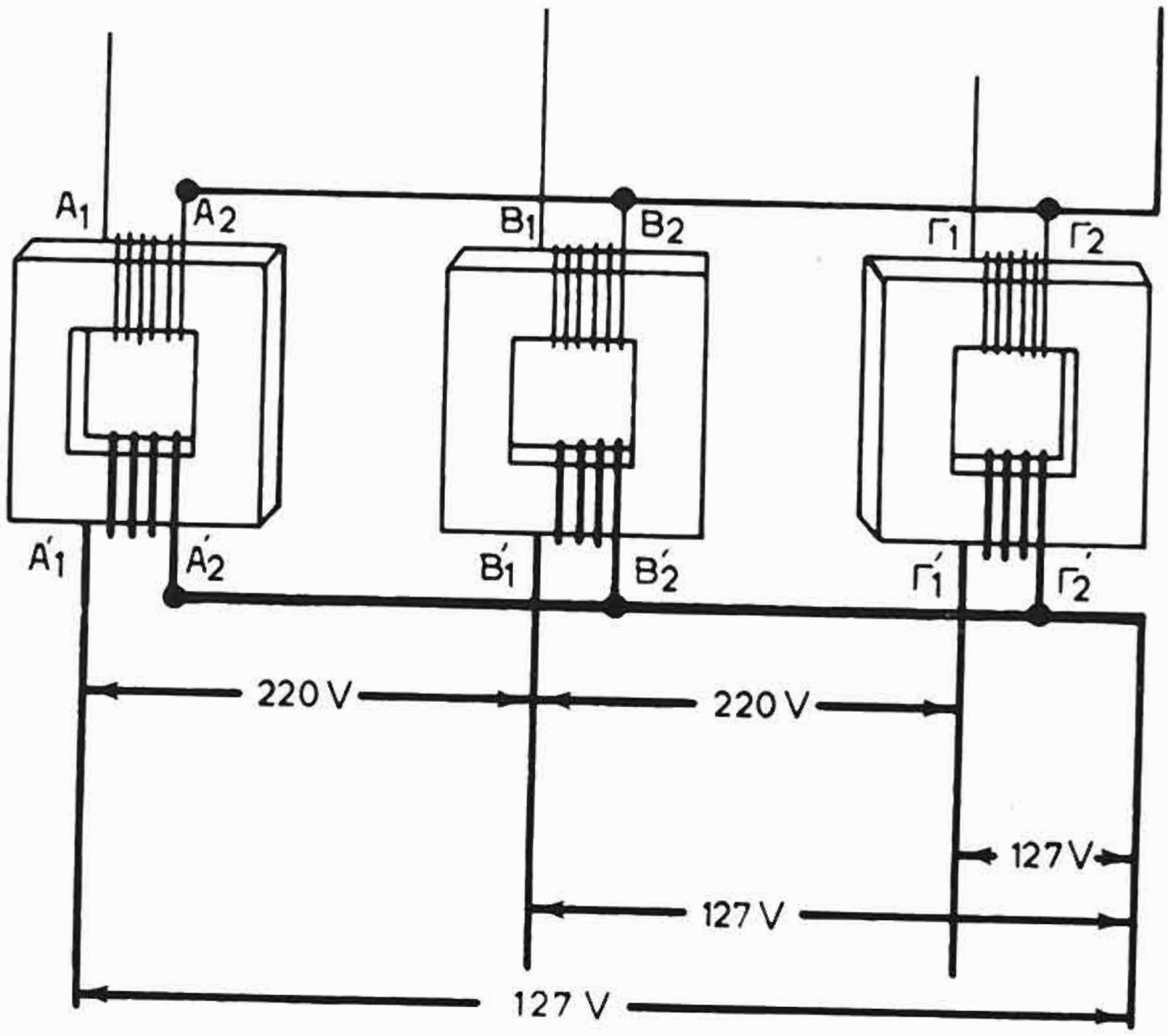
Όταν ένας από τους τρεις μετασχηματιστές της συνδέσεως Δ-Δ αποκοπεί, ο μετασχηματιστής αυτός μπορεί να αφαιρεθεί τελείως από τη γέφυρα και να συνεχίζει η τράπεζα να εργάζεται, με μειωμένη βέβαια απόδοση, σε περίπτωση ανάγκης (σχ. 10.7γ), χωρίς να γίνει καμιά αλλαγή στις συνδέσεις.

β) Σύνδεση δύο μονοφασικών μετασχηματιστών σε σχήμα γέφυρας.

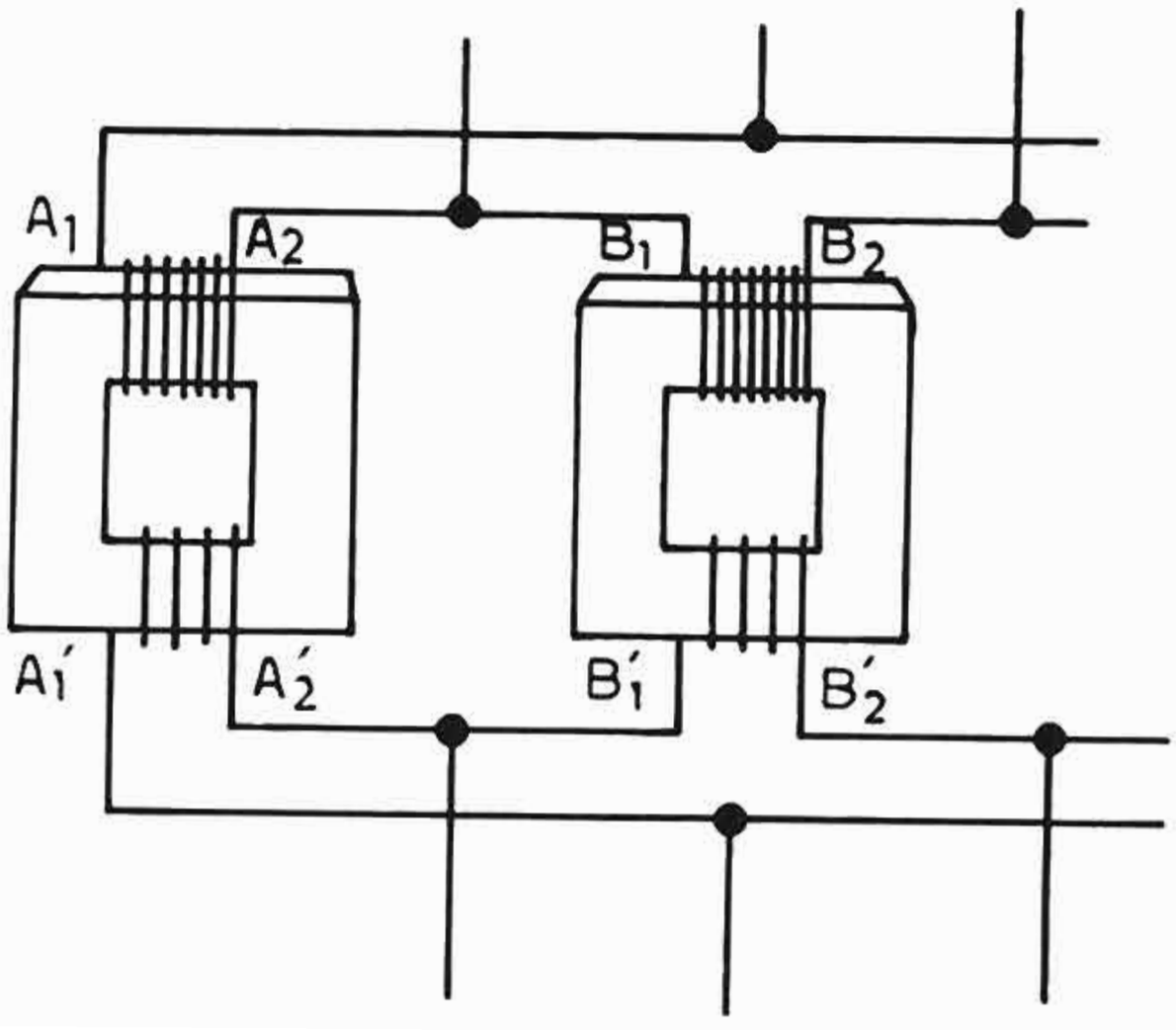
Ο μετασχηματιστής του σχήματος 10.7γ θα παρέχει τριφασική ισχύ χρησιμοποιώντας μόνο τους 2 μονοφασικούς μετασχηματιστές. Η αφαίρεση του ενός από τους 3 μετασχηματιστές μειώνει την απόδοση της γέφυρας κατά 42% αντί $33^1/_3$%, όπως κανονικά αναμένεται.

Η σύνδεση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί όπου υπάρχει μεγάλο μονοφασικό φορτίο και μόνο ένα μικρό τριφασικό φορτίο. Στην περίπτωση αυτή ο μετασχηματιστής, ο οποίος τροφοδοτεί το μονοφασικό φορτίο, θα είναι μεγαλύτερος από τον άλλο μετασχηματιστή και γειώνεται στο μέσο σημείο της περιελίξεώς του.

Μόνο το σημείο αυτό μπορεί να γειωθεί επάνω στο τραπέζι των μετασχηματιστών. Τα μεσαία σημεία και των δύο μονοφασικών μετασχηματιστών δεν πρέπει να γειώνονται.

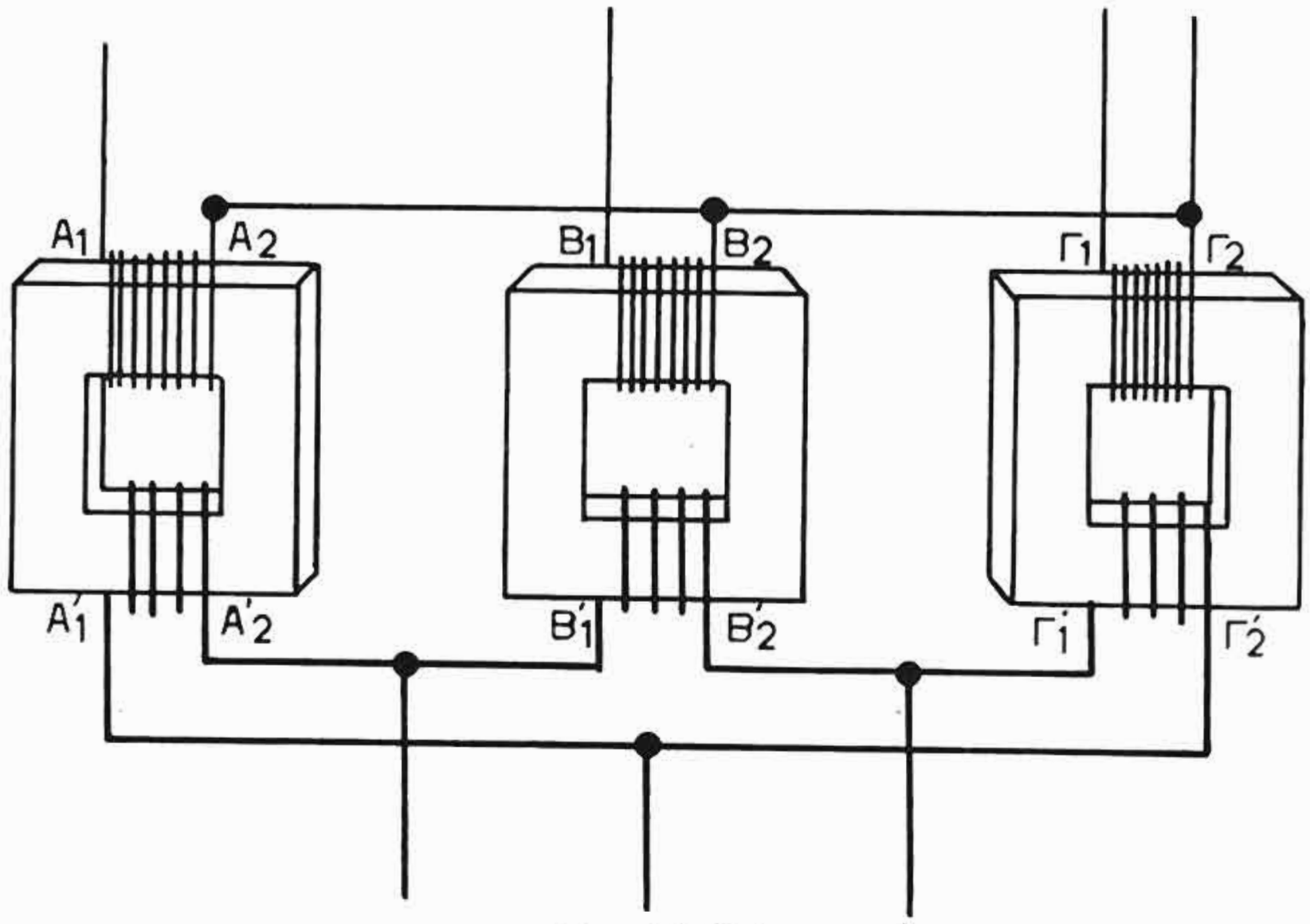


Σχ. 10.76.
Γέφυρα τριών μονοφασικών μετασχηματιστών σε σύνδεση Υ-Υ.



Σχ. 10.7γ.
Σύνδεση γέφυρας 3 μονοφασικών Μ/Τ μετά την αφαίρεση του ενός Μ/Τ.

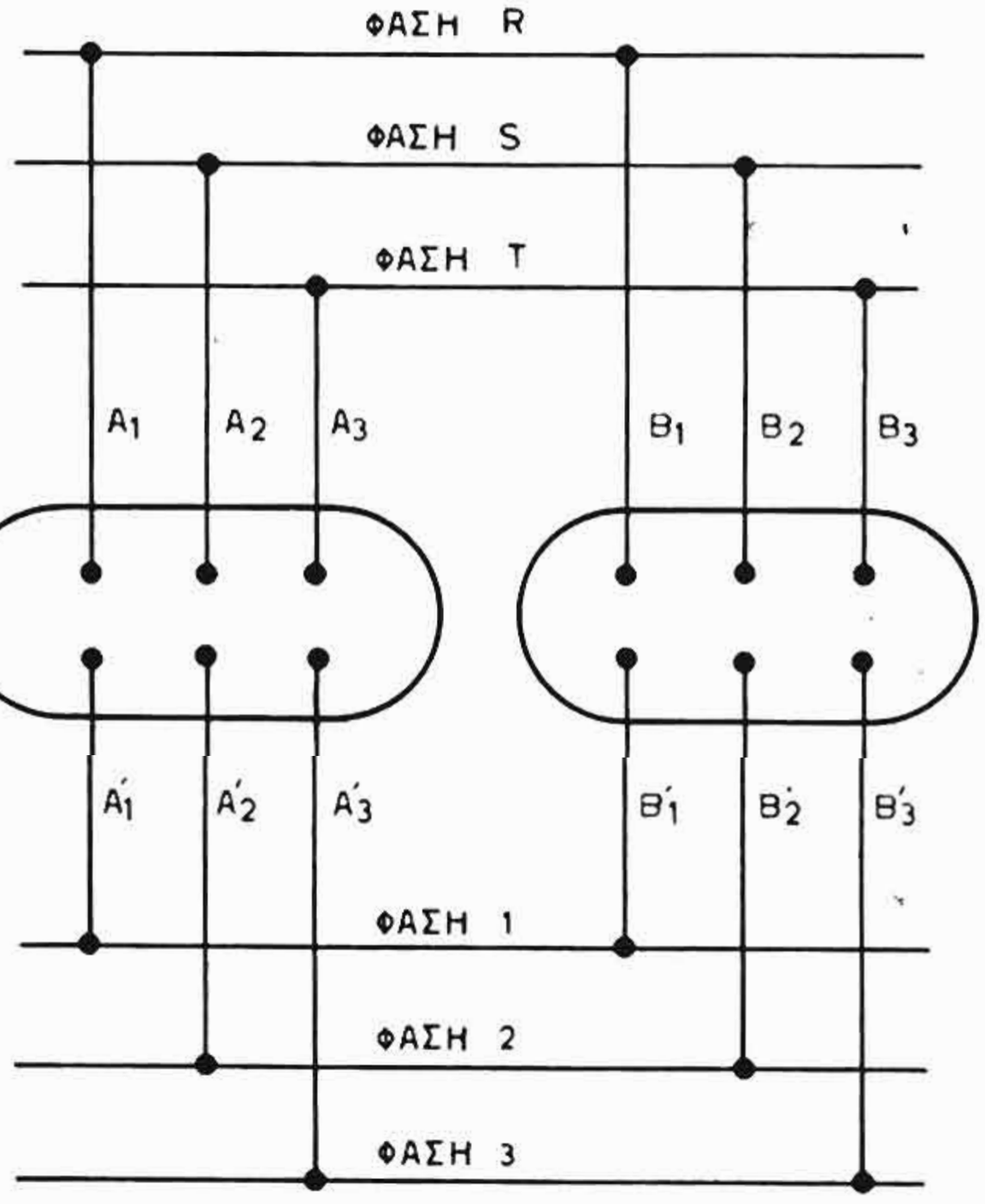
Το σχήμα 10.7δ παριστάνει 3 μονοφασικούς μετασχηματιστές που συνδέονται κατ' αστέρα-τρίγωνο (Υ-Δ). Ο πυρήνας του απλού τριφασικού μετασχηματιστή περιέχει λιγότερο σίδηρο από τον πυρήνα των 3 μονοφασικών μετασχηματιστών, που σχηματίζουν τριφασικό μετασχηματιστή. Γι' αυτό καταλαμβάνει μικρότερο χώρο και έχει μικρότερο βάρος.



Σχ. 10.7δ.
Σύνδεση 3 μονοφασικών μετασχηματιστών κατ' αστέρα-τρίγωνο (Υ-Δ).

10.8 Παραλληλισμός τριφασικών μετασχηματιστών.

Για τον παραλληλισμό τριφασικών μετασχηματιστών συνδέομε στον ίδιο αγωγό γραμμής τα ελεύθερα άκρα των αντιστοίχων φάσεων. Το σχήμα 10.8α παριστάνει παράλληλη σύνδεση δύο τριφασικών μετασχηματιστών.



Σχ. 10.8α.
Σύνδεση δυο 3φασικών μετασχηματιστών παράλληλα.

Παράδειγμα.

Μετασχηματιστής τύπου πυρήνα (σχ. 10.8β) έχει δύο τυλίγματα πρωτεύοντος, καθένα από τα οποία έχει 220 σπείρες και δύο τυλίγματα δευτερεύοντος, με 44 σπείρες το καθένα. Αν κάθε τύλιγμα του πρωτεύοντος έχει υπολογισθεί για τάση 115 V, ποιες θα είναι οι 4 δυνατές συνδέσεις και ποιες θα είναι οι τάσεις πρωτεύοντος και δευτερεύοντος, καθώς και οι αντίστοιχες σχέσεις μεταφοράς, σε κάθε σύνδεση;

Λύση.

α) Πρωτεύοντα σε σειρά - Δευτερεύοντα σε σειρά (σχ. 10.8β).

(α) $E_1 = 115 + 115 = 230$ V

E_2 ανά τύλιγμα $= \frac{44}{220} \times 115 = 23$ V

$E_2 = 23 + 23 = 46$ V

σχέση μεταφοράς

$i = \frac{440}{88} = 5 : 1$

(Μετασχηματιστής υποβιβασμού)

(β) Πρωτεύοντα σε σειρά, δευτερεύοντα εν παραλλήλω.

$E_1 = 230$ V, $E_2 = 23$ V

$= \frac{440}{44} = 10 : 1$

(Μετασχηματιστής υποβιβασμού)

(γ) Πρωτεύοντα εν παραλλήλω, δευτερεύοντα εν παραλλήλω.

$E_1 = 115$ V, $E_2 = 23$ V

$i = \frac{220}{44} = 5 : 1$

(δ) Πρωτεύοντα εν παραλλήλω, δευτερεύοντα σε σειρά.

$E_1 = 115$ V, $E_2 = 46$ V

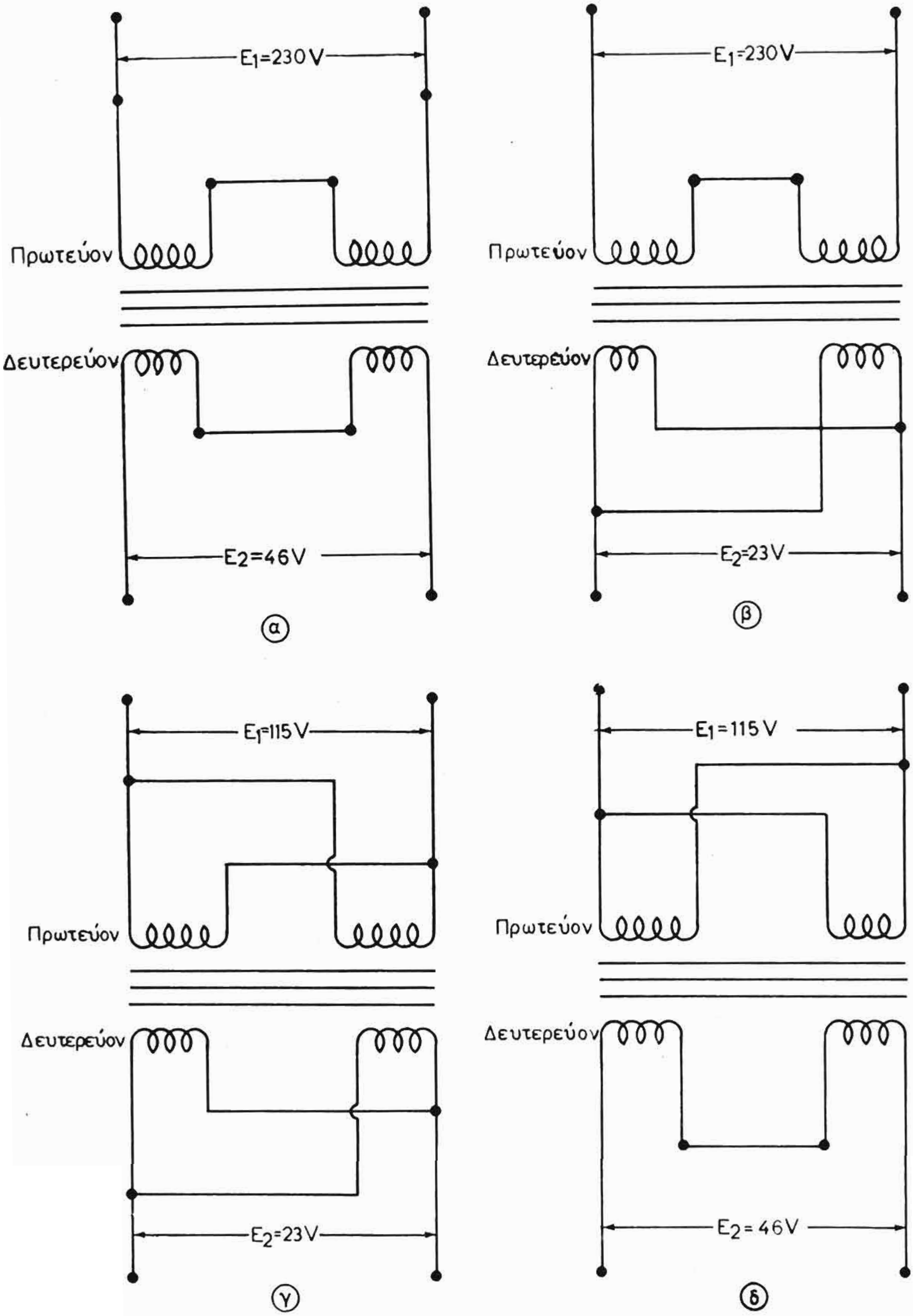
$i = \frac{220}{88} = 2{,}5 : 1$

10.9 Ασκήσεις.

1) Να βρεθούν τα ρεύματα πρωτεύοντος και δευτερεύοντος μετασχηματιστή 5 kVA 2300/115 V.

(Απάντηση: $I_1 = 2{,}175$ A, $I_2 = 43{,}5$ A)

2) Μετασχηματιστής δικτύου μεταφοράς ισχύος 10 kVA έχει δύο τυλίγματα πρωτεύοντος και δύο τυλίγματα δευτερεύοντος (σχ. 10.8β). Η τάση του πρωτεύοντος είναι $E_1 = 1150$ V και του δευτερεύοντος $E_2 = 115$ V. Σχεδιάστε τις 4 πιθανές συνδέσεις και για κάθε σύνδεση υπολογίστε: α) Τη σχέση μεταφοράς του μετασχηματιστή και β) τα ρεύματα πρωτεύοντος και δευτερεύοντος κατά την κανονική λειτουργία, με πλήρες φορτίο.



Σχ. 10.86.
Μετασχηματιστής τύπου πυρήνα.

3) Το δευτερεύον τύλιγμα μετασχηματιστή ισχύος 10 kVA τάσεως 4800/240 V παρέχει ισχύ σε φορτίο 8 kW με συν φ = 0,75.
Να υπολογισθούν τα ρεύματα πρωτεύοντος και δευτερεύοντος. Η απόδοση του μετασχηματιστή θεωρείται 100%.
(Απάντηση: $P_1 = E_1 . I_1 . \text{συν } \varphi_1$, $P_2 = E_2 . I_2 . \text{συν } \varphi_2$)

4) Μετασχηματιστής τάσεως με σχέση μεταφοράς 20:1 χρησιμοποιείται, σε συνδυασμό με βολτόμετρο κλίμακας 150 V, για τη μέτρηση της Υ.Τ. Αν το βολτόμετρο δείχνει 116 V, ποια η τάση γραμμής από την πλευρά του πρωτεύοντος;
Να γίνει διάγραμμα συνδεσμολογίας.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1958

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

11.1 Εργαλεία.

Στην παράγραφο αυτή θα αναφέρομε όλα τα κοινά εργαλεία και συσκευές ελέγχου, που είναι απαραίτητα στα εργαστήρια επισκευής ηλεκτρικών κινητήρων, γεννητριών και μετασχηματιστών. Τα εργαλεία αυτά χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

α) Κοινά εργαλεία και συσκευές ελέγχου και

β) ειδικά εργαλεία.

Δεν θα επεκταθούμε στον τρόπο χρησιμοποιήσεώς τους, γιατί είναι γνωστός για τα περισσότερα εργαλεία από το μάθημα της Μηχανουργικής Τεχνολογίας.

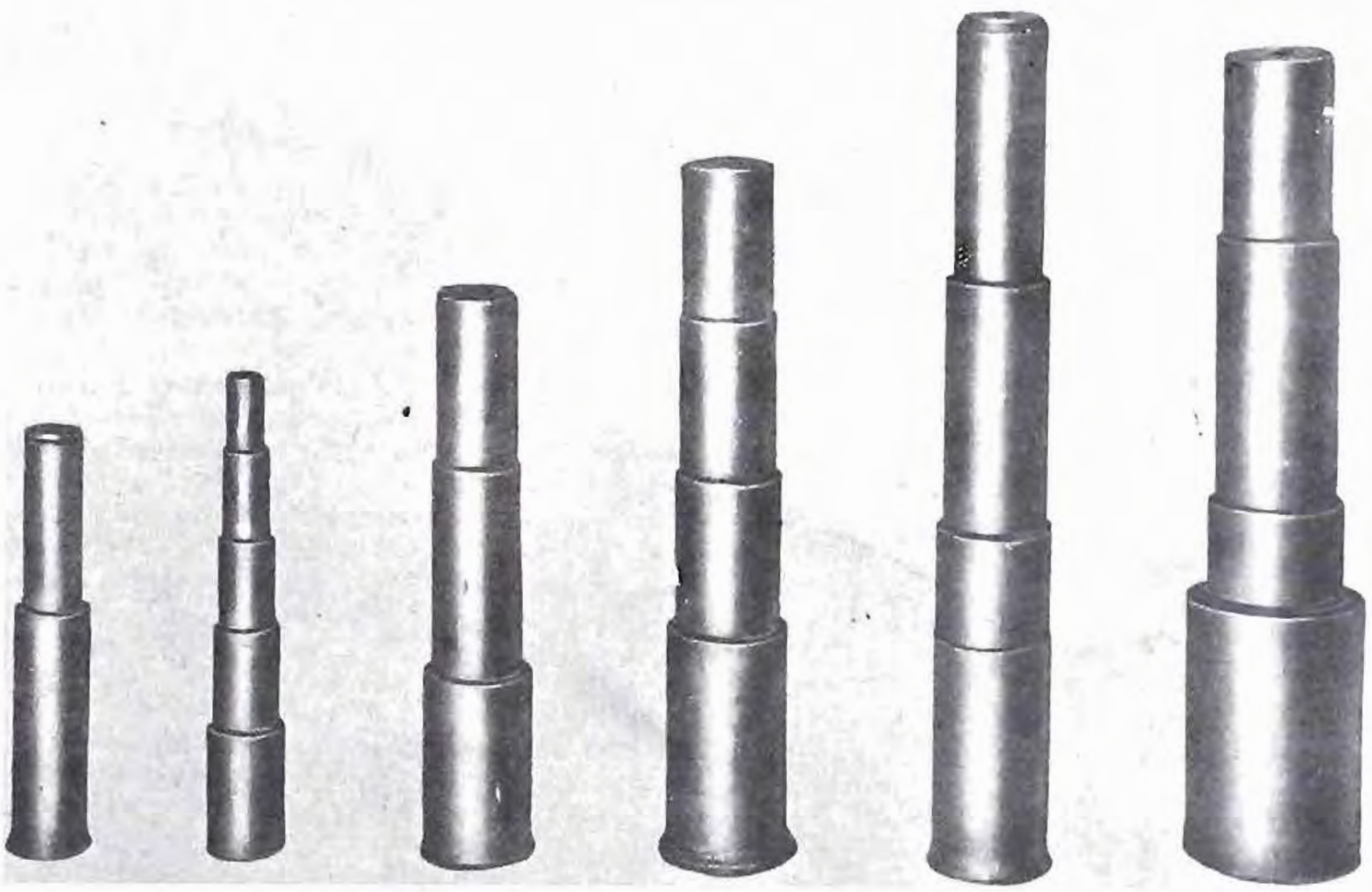
α) Κοινά εργαλεία και συσκευές ελέγχου

1) Σφύρες μηχανικού.
2) Σφύρες με πλαστικό και ελαστικό κεφάλι.
3) Σιδηροπρίονο χεριού.
4) Ξυλοπρίονο χεριού.
5) Κοπίδια μηχανικού και ξυλουργού.
6) Σφιγκτήρες τύπου C.
7) Λίμες (απλής και διπλής τομής).
8) Ράσπες.
9) Μαχαιρίδια ηλεκτροτεχνίτη.
10) Ψαλίδια ευθείας κοπής.
11) Τσιμπίδες.
12) Πένσες διάφορες (πλαγιοκόφτες, πλατυτσίμπιδα, μυτοτσίμπιδα, τσιμπίδες με κυρτά χείλη, ηλεκτρολογικές πένσες κλπ.).
13) Πόντες διάφορες (κεντροσγκρόπιες, ζουμπάδες κλπ.).

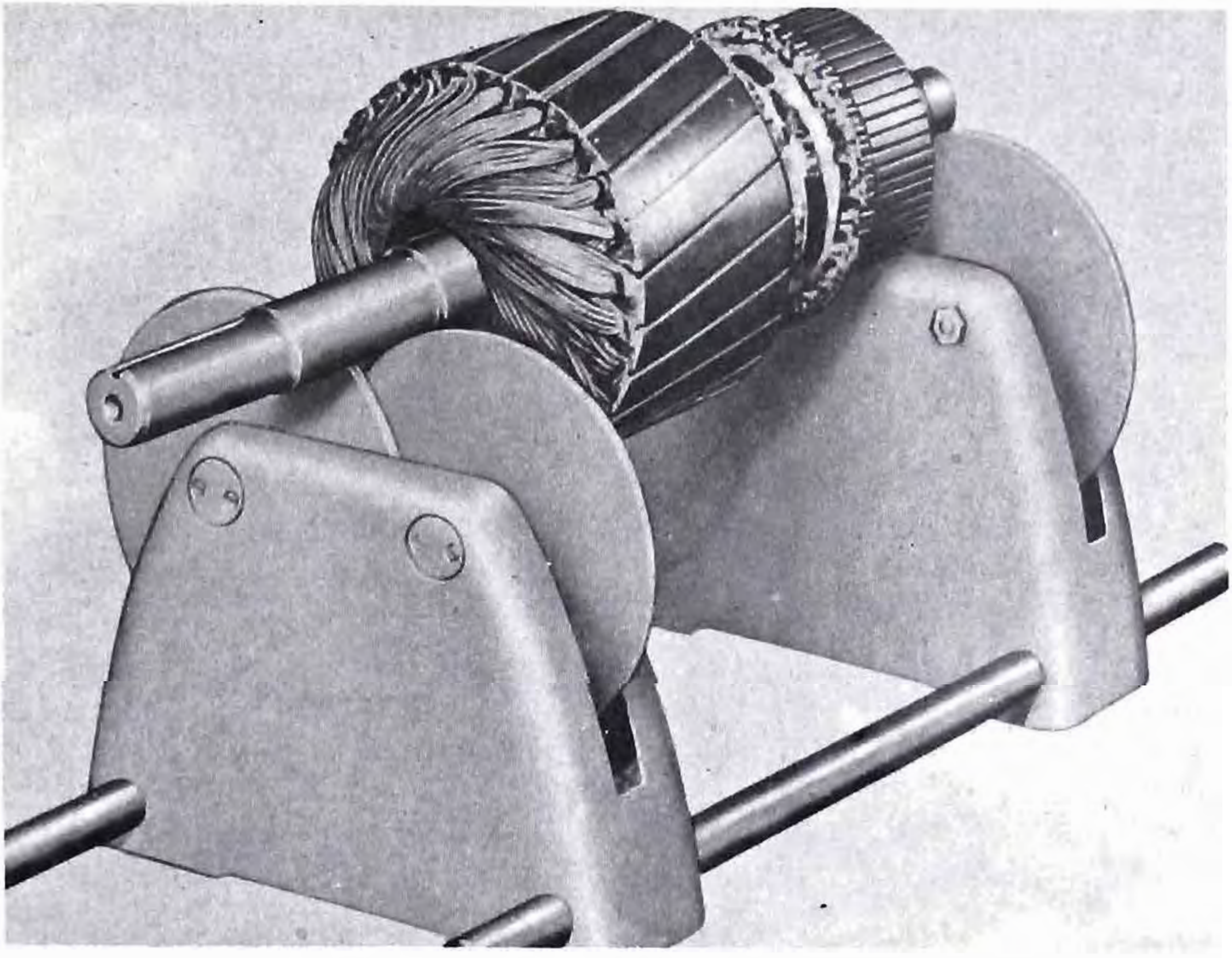
14) Γλύφανς (αλεζουάρ) σταθερά και ρυθμιζόμενα.
15) Κοχλιοστρόφια (κατσαβίδια) κοινά, σταυρωτά και τύπου Ζ.
16) Ψαλίδια για την κοπή χονδρών χαλυβδίνων ελασμάτων και κοχλιών (μπουλονοκόφτες).
17) Κανόνες χαλύβδινοι.
18) Μικρόμετρα εσωτερικά και εξωτερικά.
19) Ελεγκτήρες (εσωτερικοί και εξωτερικοί).
20) Κομπάσα μετρήσεων (εσωτερικά και εξωτερικά).
21) Κολλητήρια (καμινέτο και ηλεκτρικά).
22) Σειρά κολαούζων από 3 τεμάχια (κωνικό, μέσο, παράλληλο).
23) Βιδολόγοι (κοινά φιλιέρες).
24) Συνδήκτορες (μέγγενες) κοινοί και σωλήνων.
25) Κλειδιά (γερμανικά, γαλλικά, σωληνωτά, σωληνοκάβουρες, μπαρόκλειδα και άλλα).
26) Τρυπάνια διάφορα.
27) Στήριγμα για ηλεκτροδράπανο.
28) Φορητά ηλεκτροδράπανα $^1/_4''$ έως $^1/_2''$.
29) Μικρός τόρνος.
30) Μηχανήματα ή δίκτυο πεπιεσμένου αέρα.
31) Καμινέτο βενζίνης.
32) Κουτί με αλοιφή κολλήσεως.
33) Χάλκινα κολλητήρια (κοινά και με μακρύ κεφάλι).

β) Ειδικά εργαλεία.

1) Σειρά επιβολέων για την αφαίρεση δακτυλίων (σχ. 11.1α).
2) Πρέσα.
3) Μιά σειρά φίλερ για να μετρούμε τα διάκενα.
4) Αντίβαρα ζυγοσταθμίσεως τυμπάνων (σχ. 11.1β).
5) Συσκευή οξυγονοκολλήσεως.
6) Μοχλός για τη συμπίεση των ομάδων μέσα στις οδοντώσεις (σχ. 11.1γ).
7) Μηχανήματα για την κατασκευή περιελίξεων (σχ. 11.1δ).
8) Μηχάνημα για την κοπή των μονώσεων των οδοντώσεων (σχ. 11.1ε).
9) Καλίμπρα για τη μέτρηση του πάχους των συρμάτων (σχ. 11.1στ).
10) Μοχλός για την αφαίρεση των σφηνών (σχ. 11.1ζ).
11) Εργαλείο για το τρόχισμα της επιφάνειας του συλλέκτη (σχ. 11.1η).
12) Μηχάνημα αποκοπής της μίκας που μονώνει τους τομείς του συλλέκτη για να μην πατούν οι ψήκτρες στη μίκα και τρώγονται (σχ. 11.1θ).



Σχ. 11.1α.
Σειρά επιβολέων.

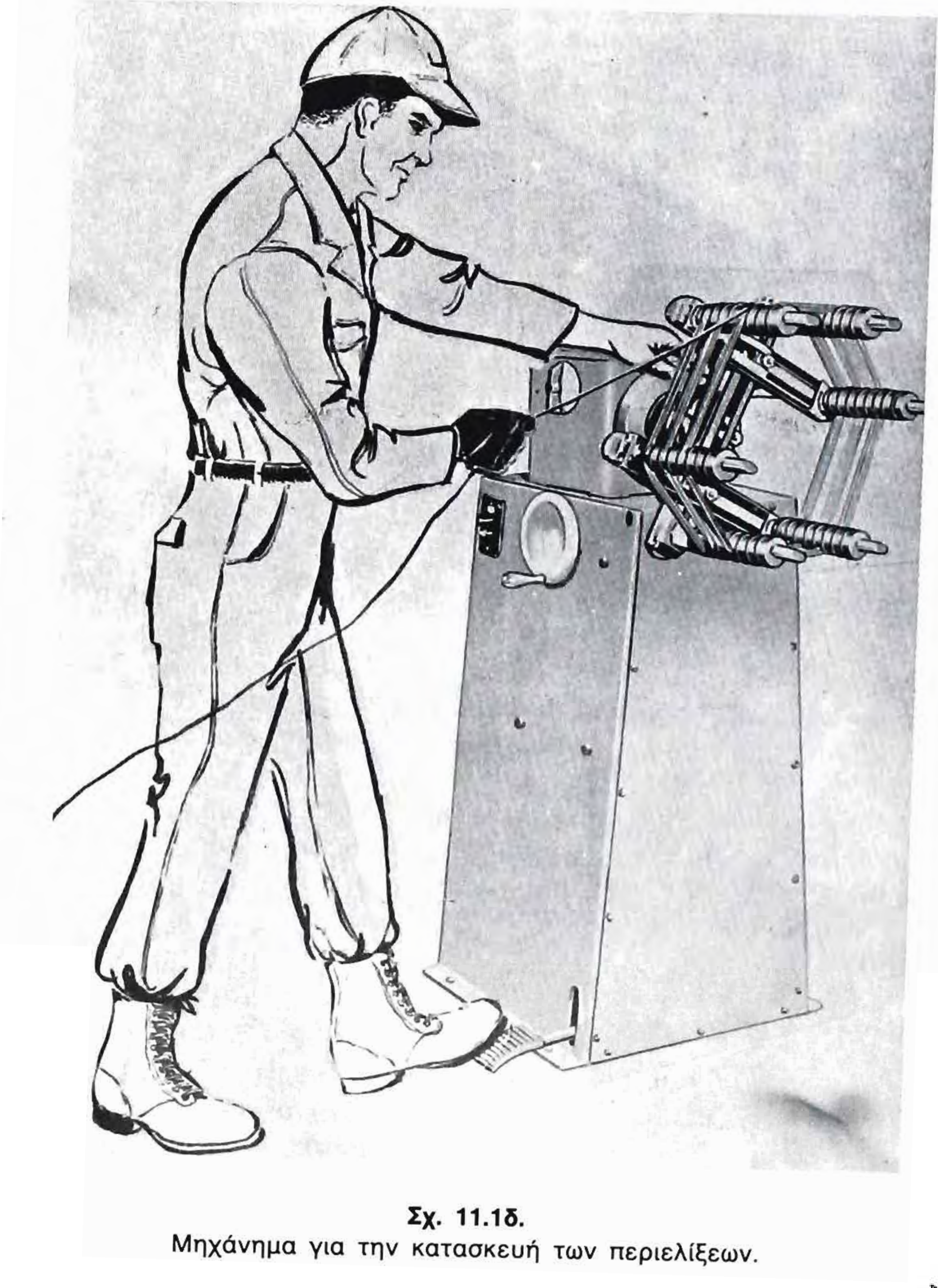


Σχ. 11.1β.
Αντίβαρα ζυγοσταθμίσεως τυμπάνων.

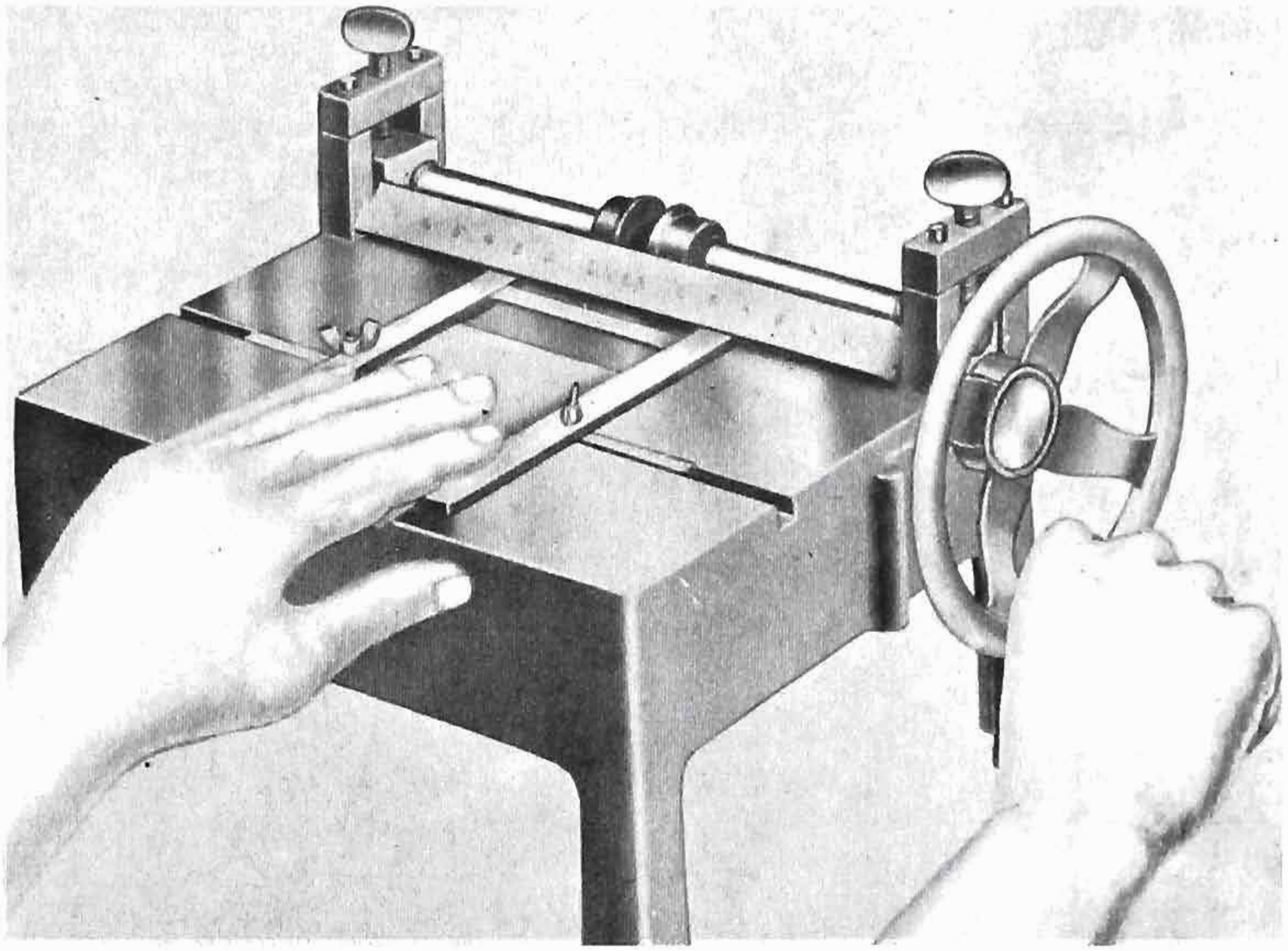
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954



Σχ. 11.1γ.
Μοχλός για τη συμπίεση των ομάδων μέσα στις οδοντώσεις.

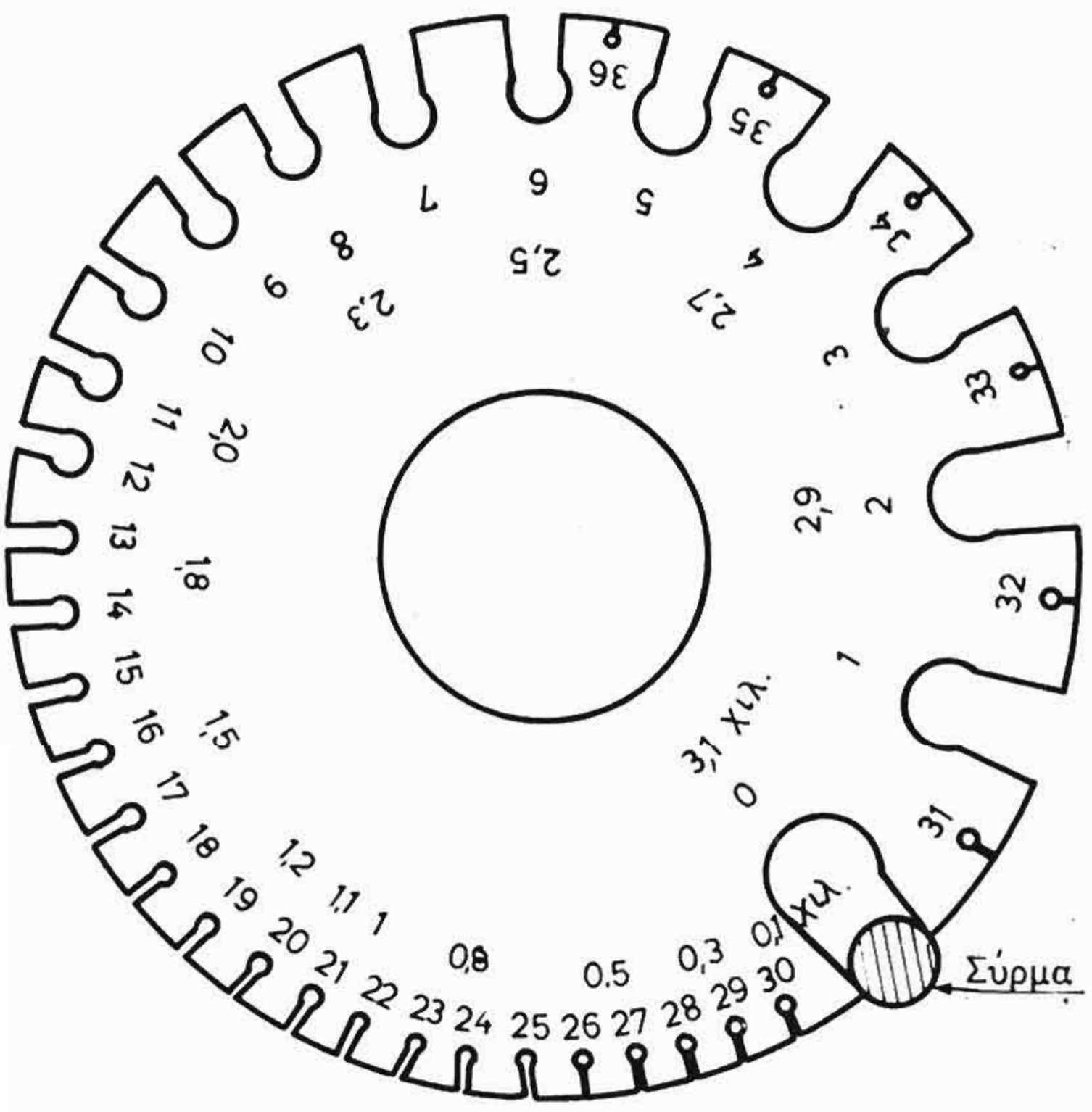


Σχ. 11.1δ.
Μηχάνημα για την κατασκευή των περιελίξεων.



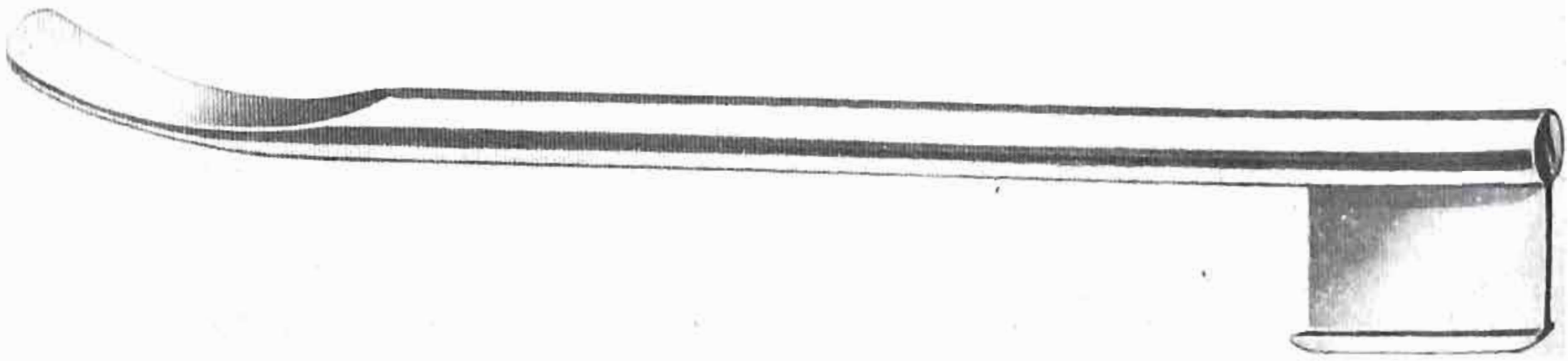
Σχ. 11.1ε.

Μηχάνημα για την κοπή των μονώσεων των οδοντώσεων.

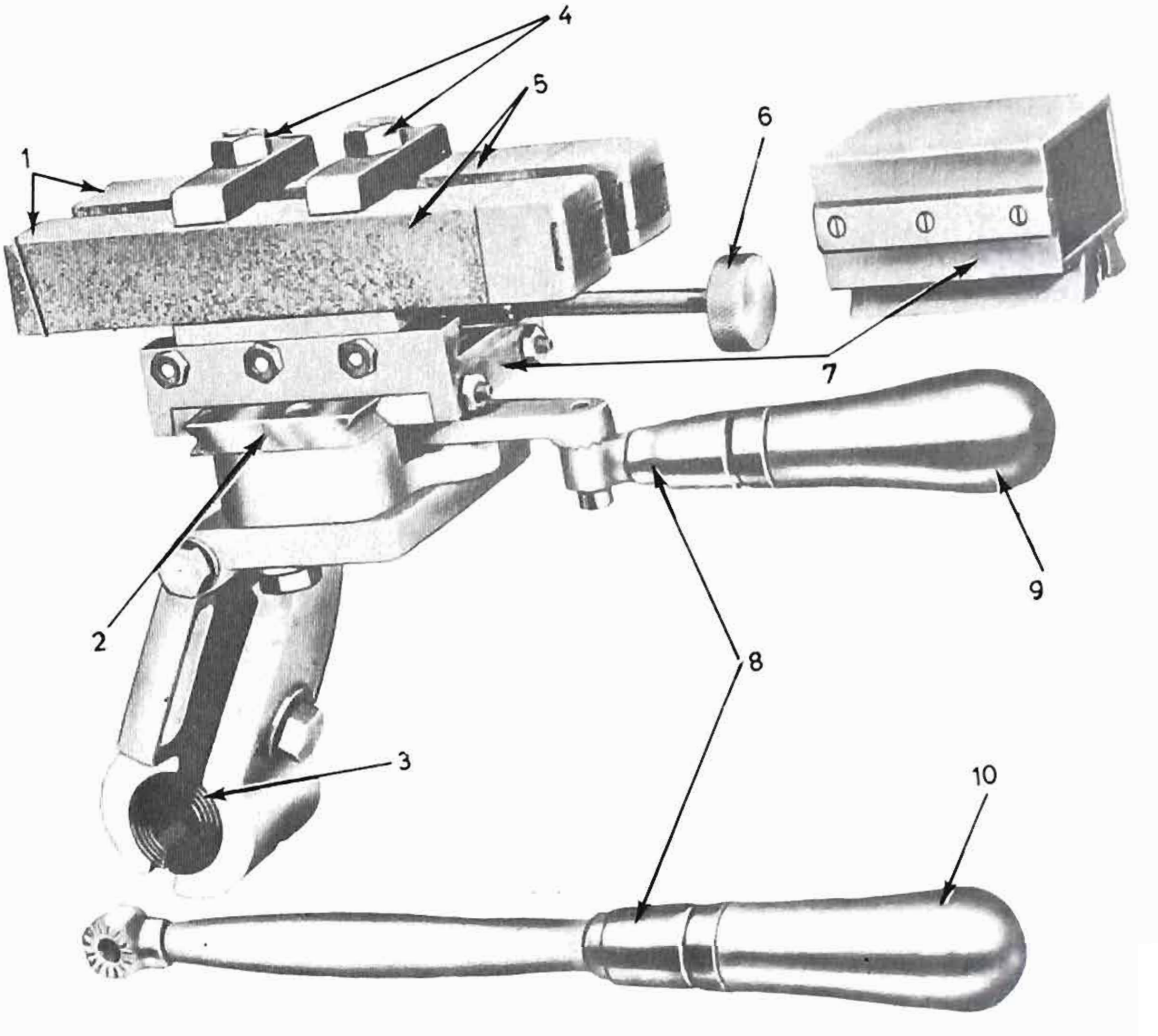


Σχ. 11.1στ.

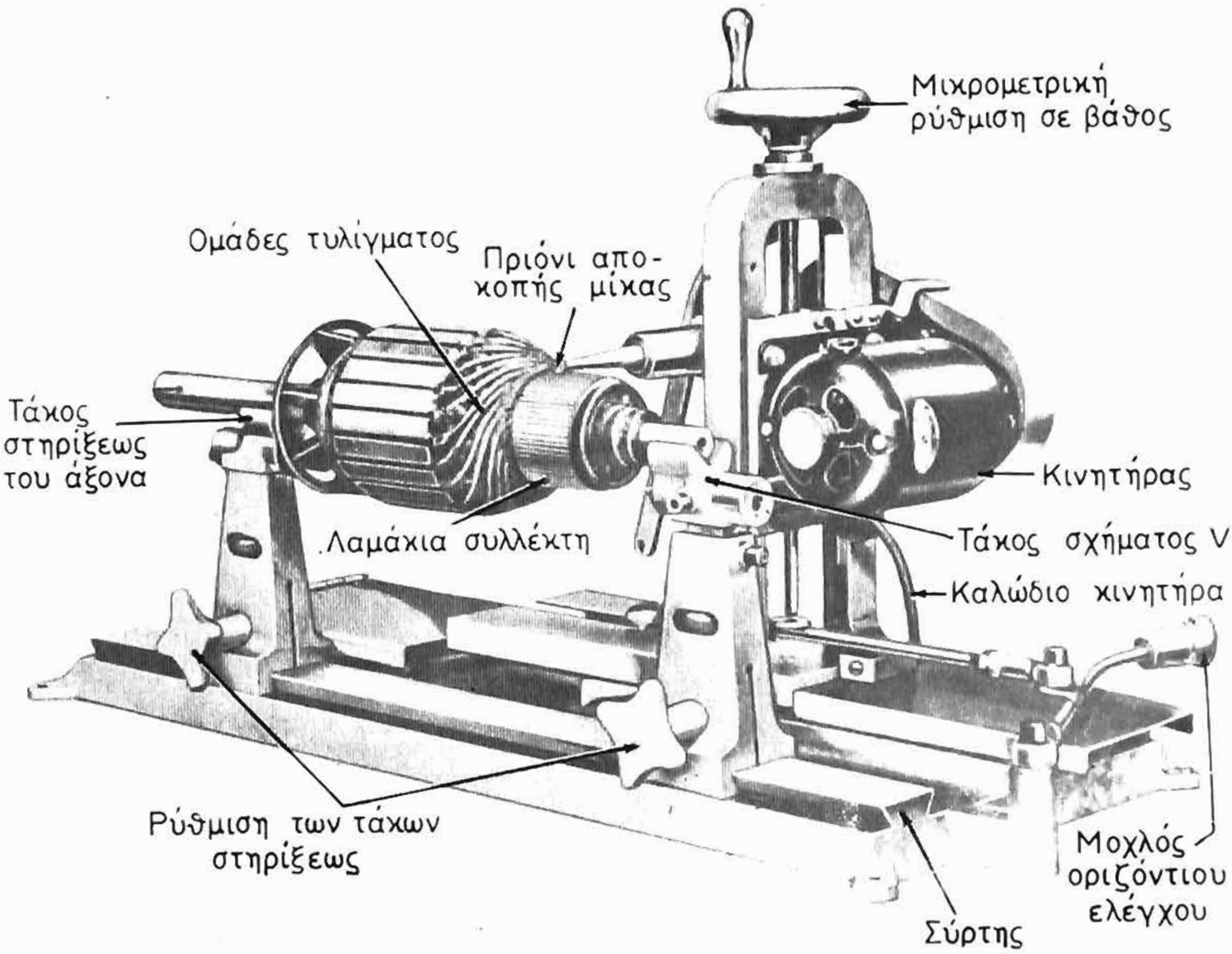
Καλίμπρα για τη μέτρηση του πάχους των συρμάτων.



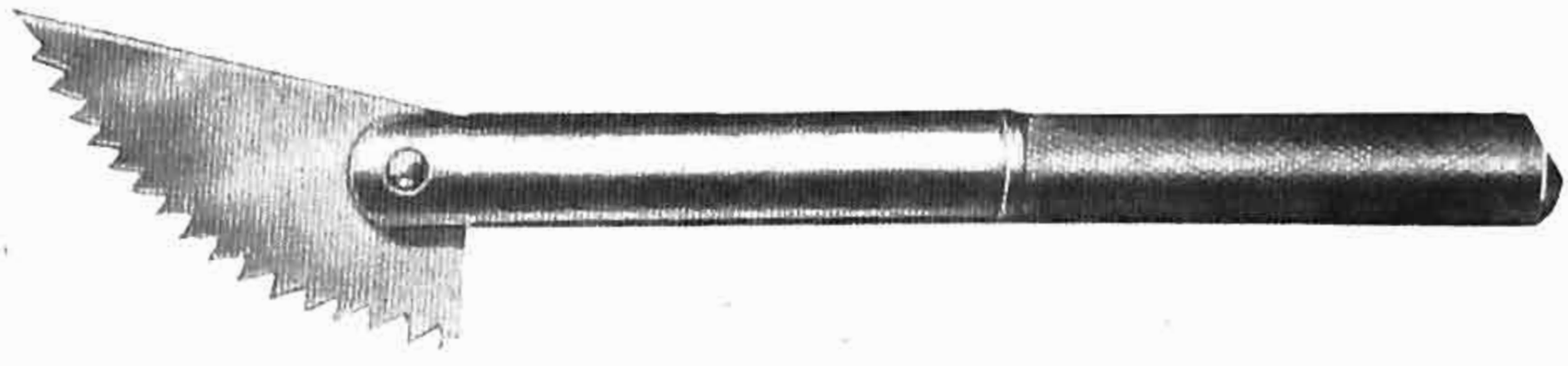
Σχ. 11.1ζ.
Μοχλός για την αφαίρεση των σφηνών.



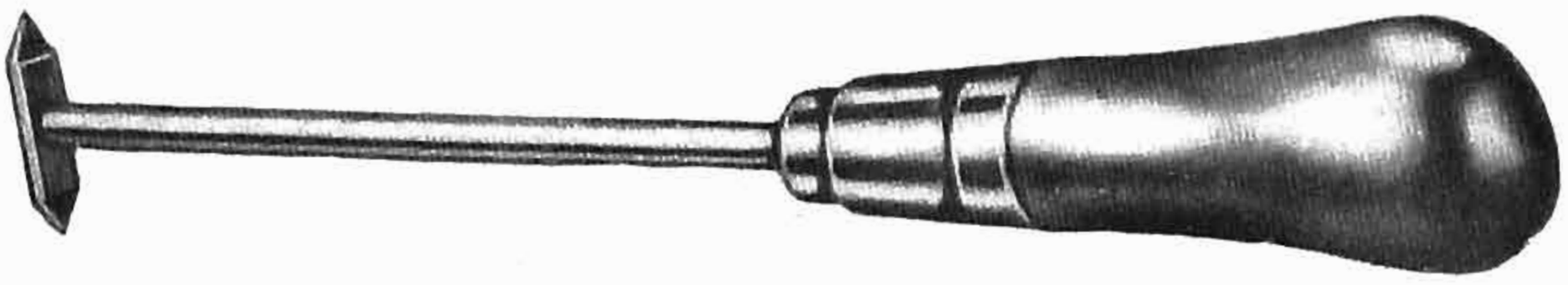
Σχ. 11.1η.
Εργαλείο για το τρόχισμα της επιφάνειας του συλλέκτη.
1) Επιφάνεια λειάνσεως συλλέκτη. 2) Σύρτης κιβωτίου. 3) Συσφιγκτήρας βραχίονα ψήκτρας. 4) Συσφιγκτήρες. 5) Σμυριδόπετρες λειάνσεως συλλέκτη. 6) Ρύθμιση για τις σμυριδόπετρες. 7) Κιβώτιο. 8) Μοχλοί για τη μετακίνηση των σμυριδοπλακών. 9) Μικρή χειρολαβή. 10) Μεγάλη χειρολαβή.



Σχ. 11.1θ.
Μηχάνημα αποκοπής της μίκας του συλλέκτη.

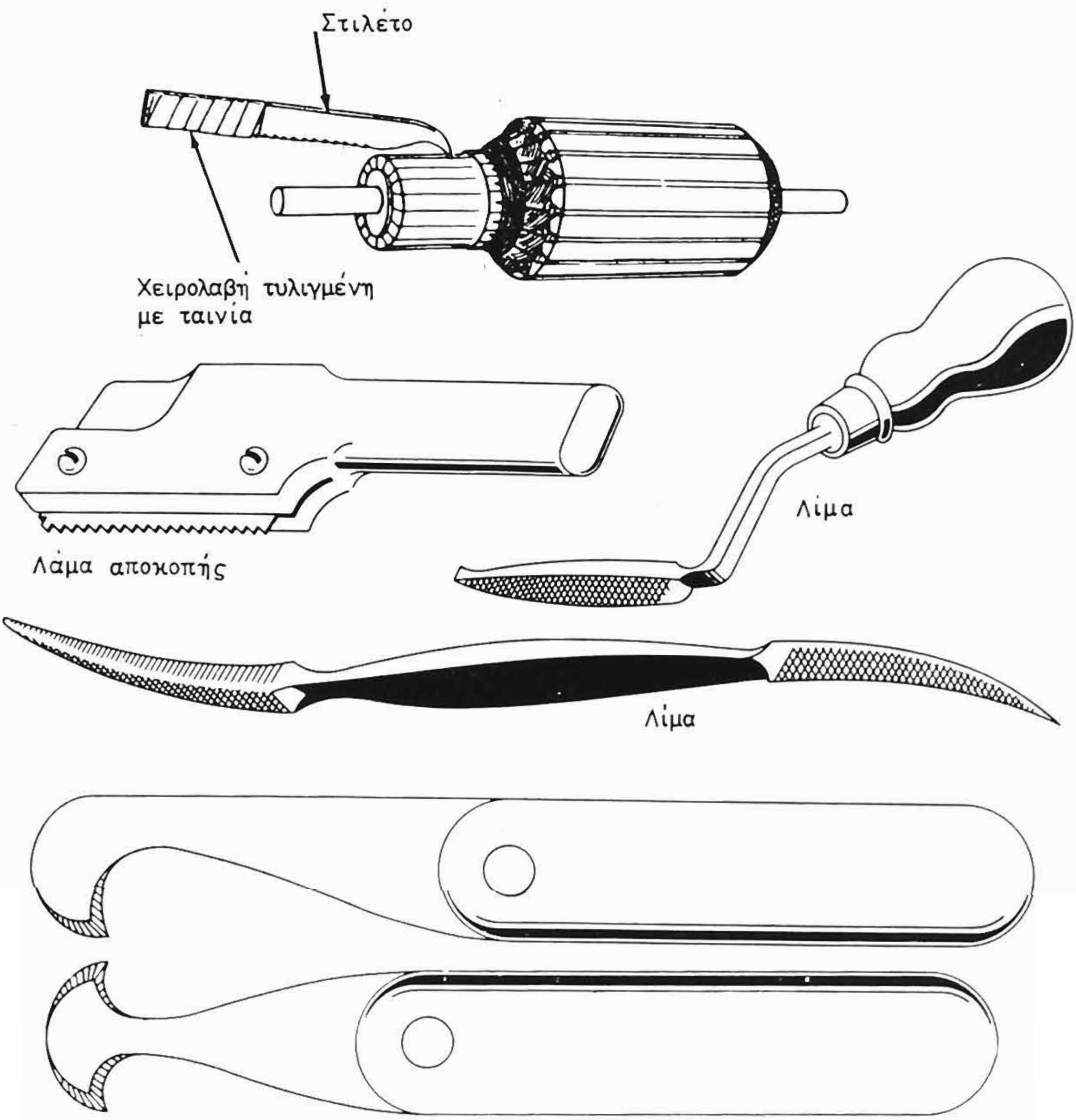


Σχ. 11.1ι.
Εξολκέας σφηνών.



Σχ. 11.1ια.
Ξύστρα για το καθάρισμα των οδοντώσεων.

13) Εξολκέας σφηνών (σχ. 11.1ι).
14) Ξύστρα για την ξέση των οδοντώσεων (σχ. 11.1ια).
15) Εξολκέας με βραχίονες αντιστηρίξεως για την αφαίρεση ρουλεμάν (σχ. 7.3ε).
16) Εξολκέας δύο σκελών για την αφαίρεση ενσφαίρων ρουλεμάν (σχ. 7.3δ).
17) Εξολκέας τύπου μπάρας για την αφαίρεση ρουλεμάν (σχ. 7.3ζ).
18) Φίλερ για τη μέτρηση των διακένων αέρα.
19) Σειρά ειδικών εργαλείων για την αποκοπή της μίκας του συλλέκτη (σχ. 11.1ιβ).



Σχ. 11.1ιβ.
Σειρά ειδικών εργαλείων για την αποκοπή της μίκας του συλλέκτη.

11.2 Όργανα και συσκευές ελέγχου.

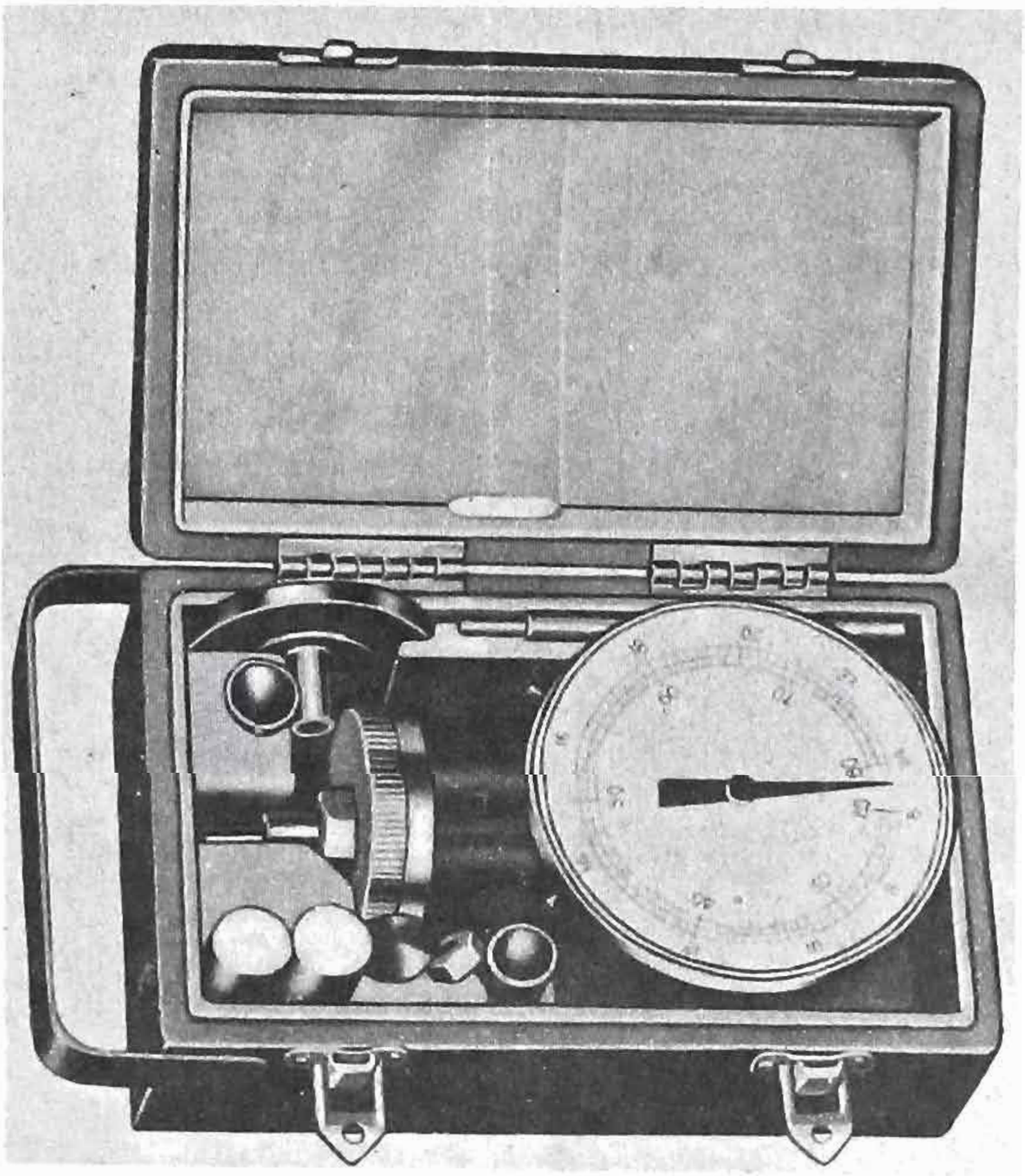
Εκτός από τα εργαλεία και τις συσκευές που αναφέραμε παραπάνω, ένα εργαστήριο επισκευής ηλεκτρικών μηχανών πρέπει να διαθέτει και τα εξής όργανα ελέγχου:

α) Ηλεκτρικά όργανα ελέγχου.

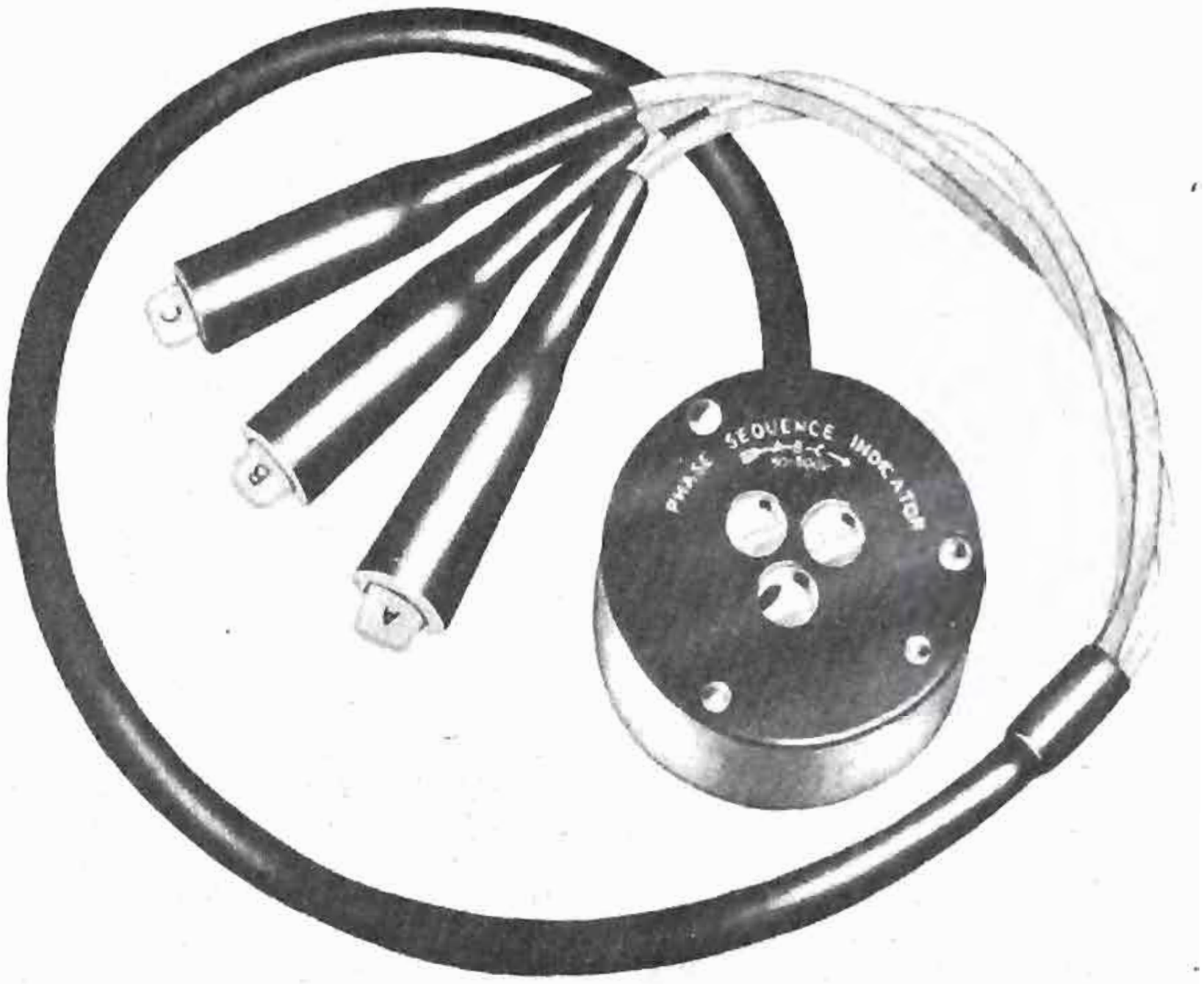
1) Φορητό βολτόμετρο, αμπερόμετρο και μιλλιβολτόμετρο.
2) Φορητό βατόμετρο συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος.
3) Φορητό όργανο για τη μέτρηση του συντελεστή ισχύος.
4) Μέγγερ.
5) Πολύμετρο.

β) Άλλες συσκευές ελέγχου.

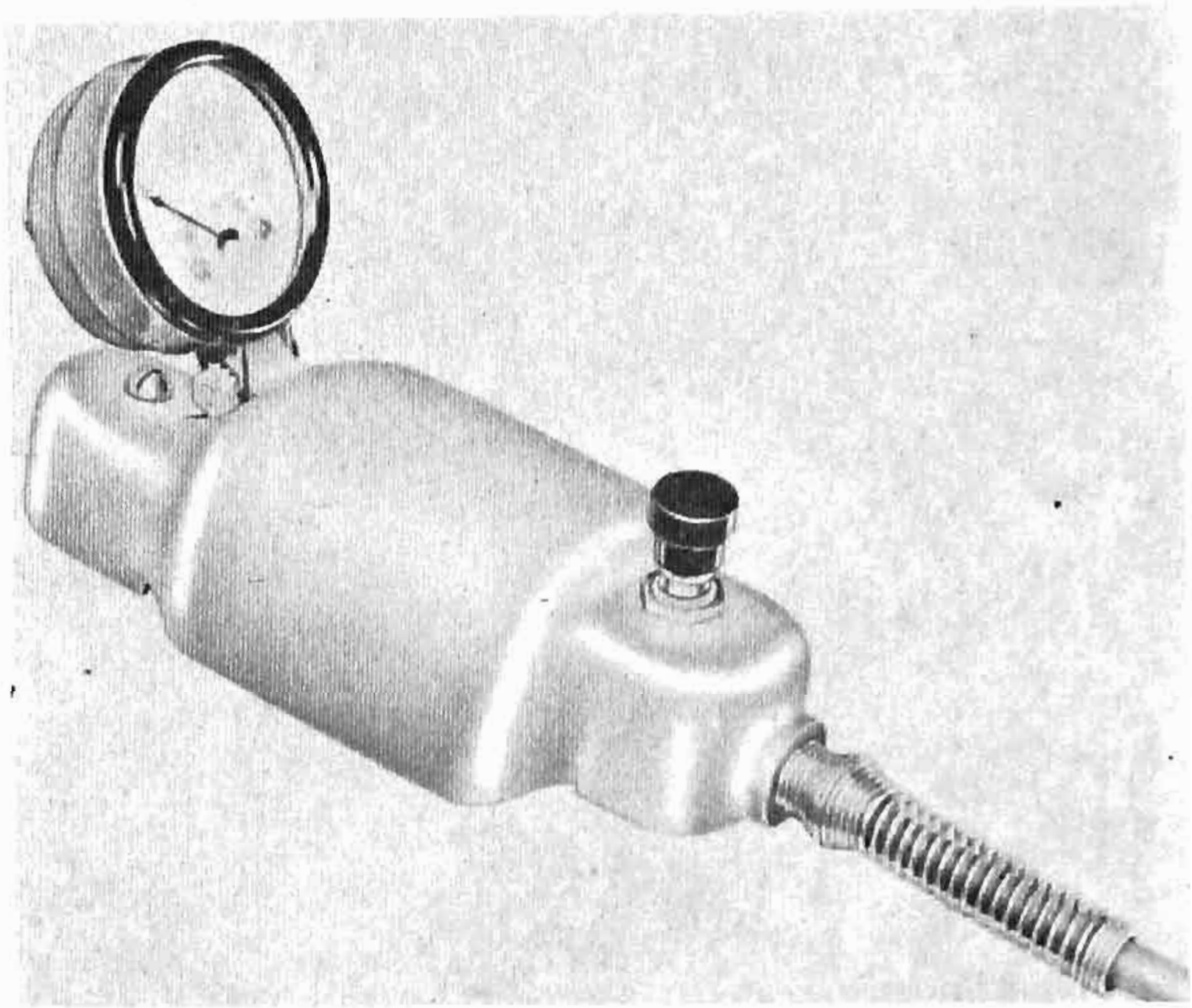
1) Μηχανικό στροφόμετρο (σχ. 11.2α).
2) Όργανο ελέγχου διαδοχής φάσεων (σχ. 11.2β).
3) Εσωτερικό γκρόουλερ (growler) (σχ. 11.2γ).
4) Εξωτερικό γκρόουλερ (σχ. 11.2δ).
5) Πέδη Prony (σχ. 11.2ε).



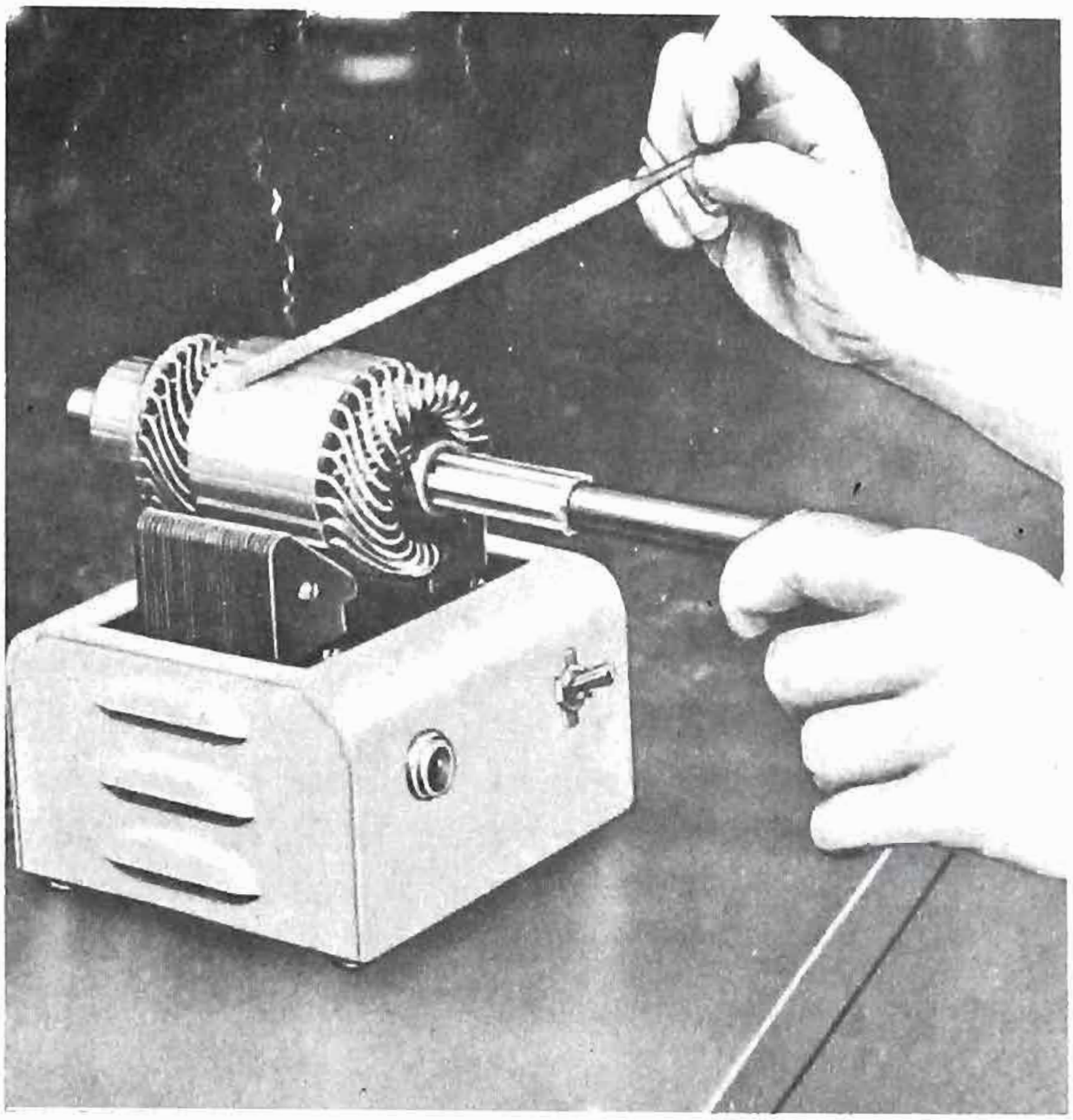
Σχ. 11.2α.
Μηχανικό στροφόμετρο.



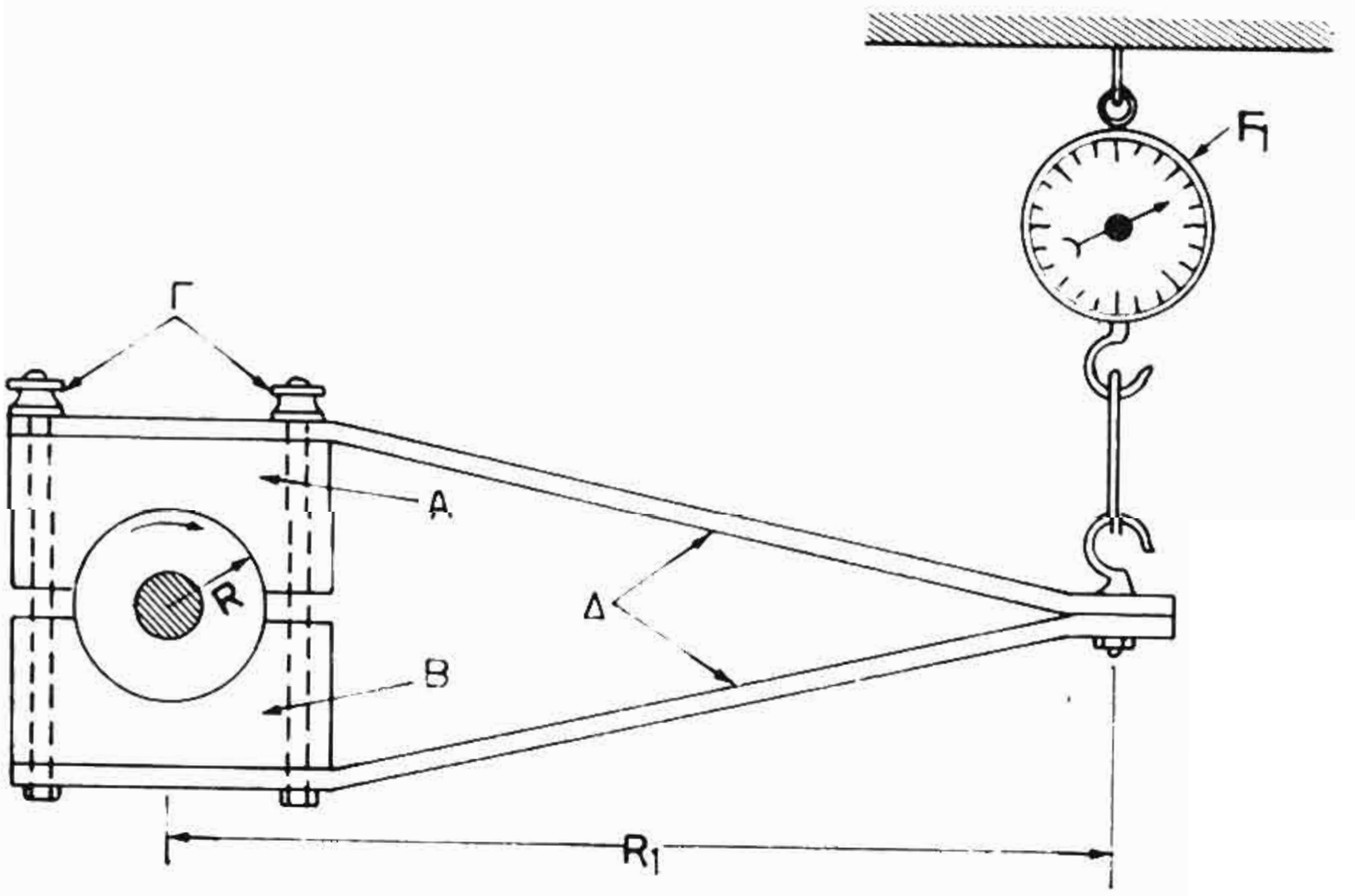
Σχ. 11.2β.
Όργανο ελέγχου διαδοχής φάσεων.



Σχ. 11.2γ.
Εσωτερικό γκρόουλερ.



Σχ. 11.2δ.
Εξωτερικό γκρόουλερ.



Σχ. 11.2ε.
Πέδη Prony.

Πέδη Prony.

Την ισχύ εξόδου μικρών ηλεκτρικών κινητήρων μπορούμε να μετρήσομε με τη βοήθεια πέδης Prony, ένας κοινός τύπος της οποίας φαίνεται στο σχήμα 11.2ε.

Η πέδη Prony αποτελείται από δύο ξύλινες σιαγόνες Α και Β, από σκληρό ξύλο, που είναι διαμορφωμένες έτσι, ώστε όταν κλείνουν, η τροχαλία του κινητήρα να εφαρμόζει ακριβώς σ' αυτές. Η πίεση των σιαγόνων αυτών στην τροχαλία του κινητήρα μπορεί να αυξηθεί με τη βοήθεια δύο συσφιγκτικών περικοχλίων Γ, που βρίσκονται στο επάνω μέρος της πέδης. Οι δύο ράβδοι Δ, που στερεώνονται στο επάνω και κάτω μέρος της πέδης, σχηματίζουν βραχίονα, ο οποίος συνδέεται με δυναμόμετρο μέσω αγκίστρου. Όταν περιστρέφεται το τύμπανο του κινητήρα, η τριβή μεταξύ της τροχαλίας και των δύο ξυλίνων σιαγόνων μετατρέπει την ισχύ του κινητήρα σε θερμότητα.

Για τη μέτρηση της ισχύος του ηλεκτρικού κινητήρα τον συνδέομε με την πέδη, όπως δείχνει το σχήμα 11.2ε, και κοχλιώνομε τους κοχλίες Γ ώσπου ο κινητήρας να αρχίσει να περιστρέφεται με τις κανονικές του στροφές n. Μετρούμε τη δύναμη F_1, που δείχνει εκείνη τη στιγμή το δυναμόμετρο, και υπολογίζομε την ισχύ του κινητήρα από τον τύπο:

$$N = \frac{F_1 \,.\, R_1 \,.\, n}{716} \qquad (25)$$

όπου: N η ισχύς του κινητήρα σε ίππους (HP)
F_1 η δύναμη που δείχνει το δυναμόμετρο σε κιλοπόντ (kp)
R_1 το μήκος του βραχίονα της πέδης σε μέτρα (m) και
n οι στροφές του κινητήρα ανά λεπτό.

Παράδειγμα.

Πέδη Prony προσαρμοσμένη σε κινητήρα, όπως δείχνει το σχήμα 11.2ε, έχει μήκος βραχίονα $R_1 = 25$ cm. Το δυναμόμετρο δείχνει δύναμη $F_1 = 5{,}5$ kp, όταν ο κινητήρας στρέφεται με 1500 στροφές ανά λεπτό. Να υπολογισθεί η ισχύς του κινητήρα σε ίππους.

Λύση: Η ισχύς του κινητήρα θα είναι:

$$N = \frac{F_1 \,.\, R_1 \,.\, n}{716} = \frac{5{,}5 \times 0{,}25 \times 1500}{716} = 2{,}88 \text{ ίπποι}$$

11.3 Επιθεώρηση και αναζήτηση βλαβών.

α) Γενικά.

Πριν από κάθε εργασία επισκευής μηχανής πρέπει να προηγηθεί

επιθεώρηση, να αναζητηθεί η βλάβη και στη συνέχεια να προχωρήσομε στην αποσυναρμολόγηση, τον έλεγχο και την επισκευή της. Οι ειδικές εργασίες επισκευών των τυλιγμάτων των τυμπάνων και στατών και ο τρόπος συνδέσεώς τους αναφέρονται στα κεφάλαια 7 και 8. Πάντως, όταν ο ηλεκτροτεχνίτης συναντήσει τύλιγμα, με το οποίο δεν είναι ειδικευμένος, καλό είναι να μελετήσει τα κεφάλαια 4 και 5 για τις γενικές αρχές των τυλιγμάτων. Έτσι θα διευκολυνθεί πολύ στην κατασκευή του τυλίγματος.

β) Αναζήτηση βλαβών.

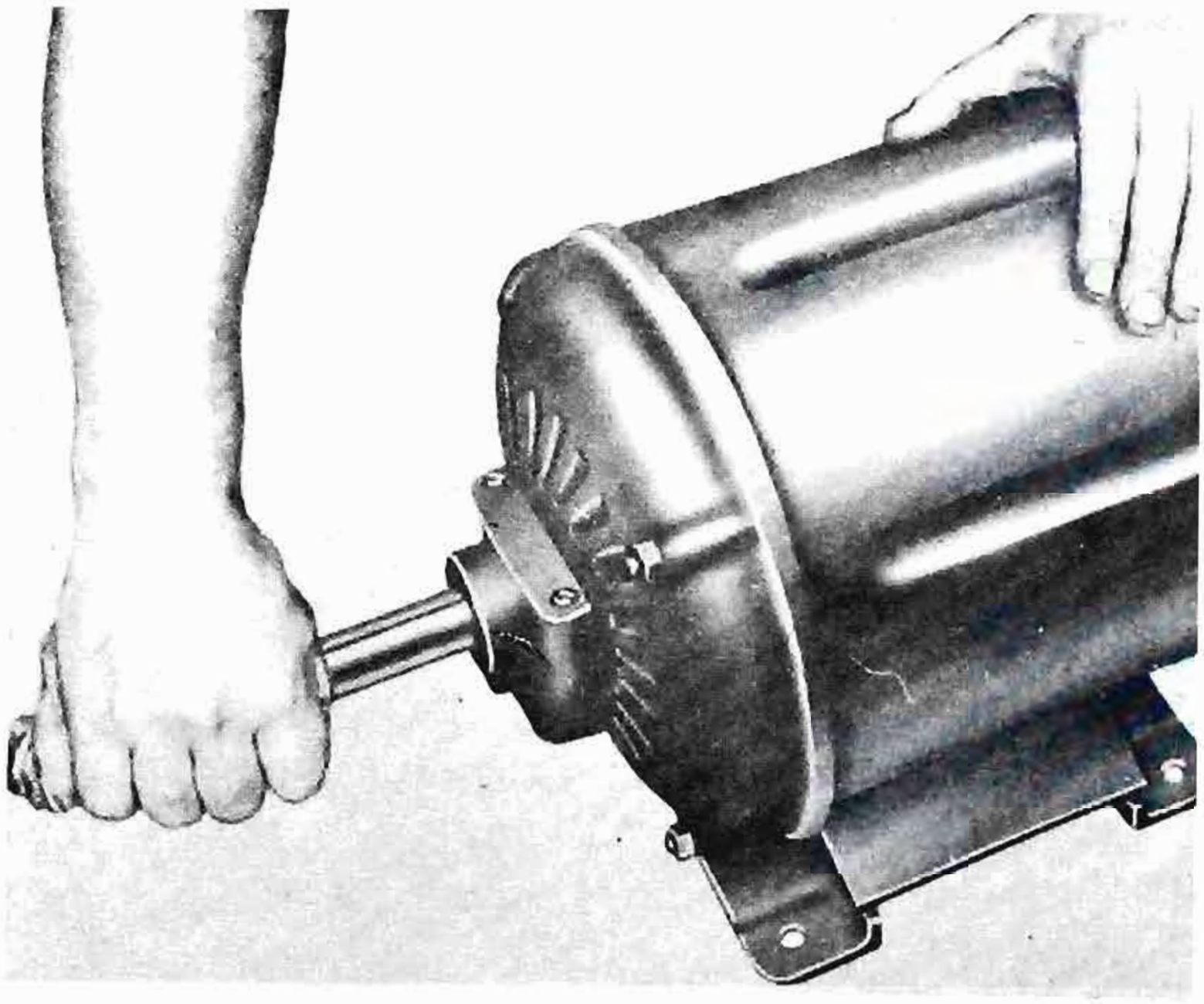
Πριν αρχίσει την αναζήτηση βλάβης κινητήρα ή γεννήτριας, ο ηλεκτροτεχνίτης πρέπει να συγκεντρώσει ορισμένες πληροφορίες για τη μηχανή που θα επισκευάσει. Θα πρέπει λοιπόν να ρωτήσει το χειριστή του μηχανήματος σχετικά με τη συμπεριφορά της μηχανής και τα συμπτώματα που παρουσίασε αυτή, πριν υποστεί τη βλάβη.

Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν σχετικές πληροφορίες χρειάζεται να γίνει συστηματική επιθεώρηση της μηχανής.

11.4 Οπτική επιθεώρηση της μηχανής.

Πολλά μπορεί να ανακαλυφθούν για την κατάσταση και τα πιθανά αίτια τυχόν βλάβης μιας μηχανής με καλή και συστηματική οπτική επιθεώρησή της. Για την επιθεώρηση αυτή πρέπει να προχωρήσομε ως εξής:

1) Καθαρίζομε τις σκόνες, τα λίπη και λάδια από τις επιφάνειες της μηχανής με τεμάχιο υφάσματος εμποτισμένο σε δυσανάφλεκτο διαλυτικό, όπως είναι το τριχλωροαιθυλένιο.
   Δεν χρησιμοποιούμε υγρά που αναφλέγονται εύκολα για τον καθαρισμό της μηχανής, γιατί ίσως να προκληθεί πυρκαγιά και να καούμε ή να καταστρέψομε τη μηχανή.
2) Επιθεωρούμε τις επαφές για καψίματα, ραγίσματα ή κακή μόνωση στα σημεία εισόδου τους στη μηχανή.
3) Επιθεωρούμε τα καλύμματα της μηχανής για ραγίσματα και κακή εφαρμογή στις επιφάνειες συνδέσεως.
4) Ελέγχομε τα ρουλεμάν του άξονα για φθορά και χαλαρότητα (σχ. 11.4).
5) Επιθεωρούμε το συλλέκτη για τυχόν αποκόλληση των συρμάτων από τα λαμάκια, για χαλαρά, καμένα, χαμηλά, ψηλά ή επίπεδα λαμάκια συλλέκτη και τυχόν ανώμαλα σημεία στη μονωτική μίκα. Επιθεωρούμε την επιφάνεια του συλλέκτη, τα δακτυλίδια και την κατάσταση των ψηκτρών.
6) Στρέφομε το τύμπανο με το χέρι για να βεβαιωθούμε αν



Σχ. 11.4.
Πώς ελέγχομε τα ρουλεμάν και τον αξονικό «τζόγο» του άξονα κινώντας τον άξονα.

στρέφεται ελεύθερα. Αν δεν στρέφεται, επιθεωρούμε τη μηχανή για τυχόν στραβωμένο άξονα, κακή σύνδεση των ακραίων καλυμμάτων της μηχανής, χαλαρά ή φαγωμένα ρουλεμάν, χαλαρούς πόλους ή ξένα σώματα στη μηχανή.

7) Μετρούμε και καταγράφομε τα διάκενα αέρα, αν είναι εύκολο. Ο έλεγχος αυτός γίνεται για να ελέγξομε τη φθορά των ρουλεμάν και την ευθυγραμμία του άξονα.
Για να μετρήσομε το διάκενο αυτό αέρα στις μεγάλες μηχανές, μετρούμε το διάκενο σε ένα σημείο συσχετίσεως του τυμπάνου ή του δρομέα και περιστρέφομε το δρομέα για να μετρήσομε το διάκενο μεταξύ 4 σημείων του στάτη και του ίδιου σημείου συσχετίσεως του τυμπάνου ή δρομέα.
Η ίδια εργασία μπορεί να γίνει και αν πάρομε ένα σημείο συσχετίσεως στο στάτη και περιστρέψομε το τύμπανο ή το δρομέα και μετρήσομε το διάκενο μεταξύ 4 σημείων του τυμπάνου ή του δρομέα και του σημείου συσχετίσεως του στάτη.
Οι μετρήσεις του διάκενου δεν πρέπει να αποκλίνουν μεταξύ τους περισσότερο από ± 5%.

8) Επιθεωρούμε, μήπως υπάρχουν καμένα τυλίγματα. Αυτό θα το διαπιστώσομε από την οσμή, που αναδύει η καμένη μόνωση των τυλιγμάτων.

9) Επιθεωρούμε τα όργανα ελέγχου, που έχουν σχέση με τη λειτουργία της μηχανής, ως προς τη γενική τους κατάσταση, καλές επαφές, ασφάλειες, διακόπτες και αυτόματους διακόπτες.

11.5 Επιθεώρηση της μηχανής κατά τη λειτουργία.

Αν με την οπτική επιθεώρηση δεν ανακαλύψομε τη βλάβη, τότε πρέπει να ελέγξομε τη μηχανή κατά τη λειτουργία. Ο έλεγχος αυτός πρέπει να γίνει με τη γεννήτρια κινούμενη με κανονική κινητήρια μηχανή και φορτιζόμενη με το κανονικό της φορτίο και τον κινητήρα φορτιζόμενο με το κανονικό του φορτίο.

Δεν προσπαθούμε να κινήσομε κινητήρα συνεχούς ρεύματος σειράς, χωρίς προηγουμένως να τον συνδέσομε με κατάλληλο φορτίο.

Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται, όταν συνδέσομε τον κινητήρα με δίκτυο υψηλής τάσεως.

α) Επιθεώρηση γεννήτριας κατά τη λειτουργία της.

1) Σημειώνομε τα στοιχεία της γεννήτριας από την πινακίδα της. Ελέγχομε το κιβώτιο ακροδεκτών της μηχανής, για να βεβαιωθούμε ότι οι συνδέσεις των ακροδεκτών έγιναν κανονικά και σύμφωνα προς το διάγραμμα συνδεσμολογίας, που βρίσκεται στο κάλυμμα του κιβωτίου ακροδεκτών ή στο εγχειρίδιο που συνοδεύει τη γεννήτρια.
2) Εκτελούμε τους κατάλληλους ελέγχους της αντιστάσεως μονώσεως των τυλιγμάτων, όπως περιγράφονται στην § 8.2. Αυτοί οι έλεγχοι θα δείξουν αν η γεννήτρια πρέπει να δοκιμασθεί πριν τεθεί σε λειτουργία. Αν και ο δεύτερος έλεγχος της αντιστάσεως μονώσεως δείξει ότι το τύλιγμα της γεννήτριας δεν μπορεί να λειτουργήσει, τότε λύνομε τη γεννήτρια και ελέγχομε για να βρούμε την αιτία.
3) Ελέγχομε τη διεγέρτρια και βεβαιωνόμαστε ότι οι ψήκτρες είναι κατεβασμένες και ότι εφάπτονται καλά με το συλλέκτη. Συνδέομε τη γεννήτρια με την κινητήρια μηχανή και με τα όργανά της.
4) Κινούμε τη γεννήτρια και ελέγχομε από τον πίνακα βλαβών, μήπως παρουσιάζει καμιά ένδειξη ανώμαλης λειτουργίας.
5) Φορτίζομε τη γεννήτρια διαδοχικά με τα παρακάτω φορτία:
   Με το $^1/_4$ του φορτίου της για 2 ώρες.
   Με το $^1/_2$ του φορτίου της για 2 ώρες.
   Με το κανονικό φορτίο της για 4 ώρες και

με το $1^1/_4$ του φορτίου της για 1 ώρα.
Αν η θερμοκρασία των τυλιγμάτων δεν υπερβαίνει τους 90° C μετά από κάθε δοκιμή από τις παραπάνω, η μηχανή θα λειτουργεί ικανοποιητικά. Διαφορετικά πρέπει να αναζητήσομε αμέσως τη βλάβη.

6) Παρατηρούμε την τάση, την ένταση και το συντελεστή ισχύος με τη συχνότητα (στους εναλλακτήρες) και την ανύψωση της θερμοκρασίας στα παραπάνω φορτία. Αν δεν έχομε τα μέσα φορτίσεως, τις μικρές γεννήτριες τις φορτίζομε με μεταβλητή αντίσταση, η οποία θερμαίνει νερό. Πάντως οι αντιστάσεις θερμάνσεως νερού πρέπει να χρησιμοποιούνται, αφού έχουν δοκιμασθεί όλες οι άλλες μέθοδοι.
7) Εξετάζομε τα αποτελέσματα ελέγχου της γεννήτριας για να ανακαλύψομε τη βλάβη.

β) Επιθεώρηση του κινητήρα κατά τη λειτουργία του.

1) Και εδώ εκτελούμε όλες τις εργασίες που αναφέραμε παραπάνω για τις γεννήτριες, προσέχοντας τη θέση του ρεοστάτη εκκινήσεως των κινητήρων συνεχούς ρεύματος κατά την εκκίνηση και στα όργανα εκκινήσεως που χρησιμοποιούνται με κινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος.
2) Εκτελούμε τον έλεγχο μονώσεως των τυλιγμάτων του κινητήρα (§ 8.2 - § 8.5) και συνδέομε τον κινητήρα με κατάλληλη συσκευή φορτίσεως.
Ελέγχομε τον κινητήρα με πέδη Prony ή με δοκιμαστήριο κινητήρων.
3) ***Δεν προσπαθούμε να κινήσομε τον κινητήρα συνεχούς ρεύματος σειράς, χωρίς φορτίο στον άξονά του.***
4) Φορτίζομε τον κινητήρα με το φορτίο του και τον κινούμε για ορισμένο χρόνο παρατηρώντας αν υπερθερμαίνεται.
5) Συμβουλευόμαστε τον πίνακα βλαβών του κινητήρα για να ανακαλύψομε τη βλάβη από τα συμπτώματα που παρουσίασε κατά τη λειτουργία του.

11.6 Πίνακες για την αναζήτηση των βλαβών.

Για να ανακαλύψομε γρήγορα και να επισκευάσομε τις βλάβες των ηλεκτρικών μηχανών, που θα παρατηρήσομε κατά τη διάρκεια των δοκιμών, χρησιμοποιούμε τους πίνακες βλαβών, που υπάρχουν στο βιβλίο Ηλεκτρικές Μηχανές του Ιδρύματος Ευγενίδου. Παρόμοιοι πίνακες βλαβών περιέχονται πάντοτε και στα βιβλία συντηρήσεως που συνοδεύουν τις μεγάλες μηχανές.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

COPYRIGHT ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ