

# κεφάλαιο 5

## μονοφασικοί κινητήρες

➡ Οι **ασύγχρονοι μονοφασικοί κινητήρες** -βραχυκυκλωμένου δρομέα και με συλλέκτη- **χρησιμοποιούνται** όχι μόνο **στον οικιακό τομέα** (όπως π.χ. πλυντήρια, μίξερ, ηλ. σκούπες, ανεμιστήρες, κλιματιστικά κ.α.), αλλά και στη **βιοτεχνία** (αντλίες, δράπανα, ράμπες συνεργείων), **το γραφείο**, **τα εμπορικά καταστήματα**, **την Ιατρική** (λογιστικές και πολυγραφικές μηχανές, κινηματογραφικά μηχανήματα, ιατρικά όργανα), ακόμα και στα **ανυψωτικά μηχανήματα** και την **ηλεκτρική έλξη**.



**Σχ. 5.1.:** Ασύγχρονοι μονοφασικοί κινητήρες και εφαρμογές τους.

# Ενότητα 5.1.

## Ασύγχρονοι Μονοφασικοί Κινητήρες (Α.Μ.Κ.)

### Διδακτικοί στόχοι

➔ *Μετά από τη μελέτη της ενότητας αυτής, θα πρέπει να μπορείτε:*

- 1. Να περιγράψετε και να διατυπώνετε την αρχή λειτουργίας των Α.Μ.Κ.*
- 2. Να αναριθμείτε τα μέρη απ' τα οποία αποτελούνται οι Α.Μ.Κ.*
- 3. Να αναγνωρίζετε τη σήμανση των ακροδεκτών και τη συνδεσμολογία τους.*
- 4. Να αιτιολογείτε την τάση λειτουργίας των Α.Μ.Κ.*
- 5. Να περιγράψετε τους τρόπους ρύθμισης στροφών των Α.Μ.Κ.*
- 6. Να αναφέρετε τους τρόπους πέδησης Α.Μ.Κ.*

### 5.1.1. Γενικά

Στο προηγούμενο κεφάλαιο είδαμε τους Ασύγχρονους Τριφασικούς Κινητήρες (Α.Τ.Κ.), που είναι ουσιαστικά οι πιο συνηθισμένοι σε μεγάλες εμπορικές και βιομηχανικές εφαρμογές. Όμως τα περισσότερα σπίτια και οι μικρές επιχειρήσεις δεν έχουν τη δυνατότητα χρήσης τριφασικής ισχύος. Σ' αυτές τις περιπτώσεις όλοι οι κινητήρες θα πρέπει να λειτουργούν με τροφοδοσία από μονοφασικό δίκτυο ηλεκτροδότησης, δηλ. να είναι **μονοφασικοί**.

Αυτό το κεφάλαιο ασχολείται με τους μονοφασικούς κινητήρες, που, στην πράξη, κατασκευάζονται σε πολλές παραλλαγές και τύπους, και διακρίνονται βασικά σε δύο κατηγορίες:

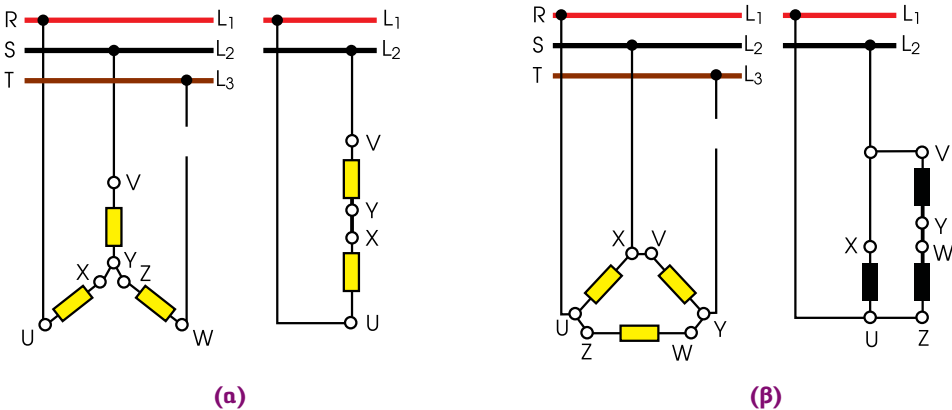
- τους **Ασύγχρονους Μονοφασικούς Κινητήρες (Α.Μ.Κ.)** και
- τους **Μονοφασικούς Κινητήρες (Ε.Ρ.) με συλλέκτη.**

Στην ενότητα αυτή θα περιγράψουμε τους Α.Μ.Κ., οι οποίοι -σε σχέση με τους Α.Τ.Κ. ίδιας ισχύος και διαστάσεων- έχουν πολλά μειονεκτήματα, όπως π.χ. μικρότερο βαθμό απόδοσης, μεγαλύτερο θόρυβο κ.α. Παρ' όλα αυτά χρησιμοποιούνται πολύ, σε μικρή κυρίως ισχύ. Το **κύριο γνώρισμα** των κινητήρων αυτών είναι ότι, **αν τεθούν σε λειτουργία**, με τη βοήθεια ενός περιστρεφόμενου Μαγνητικού Πεδίου (Μ.Π.), τότε θα **συνεχίζουν να περιστρέφονται έστω και αν το τύλιγμά τους** τροφοδοτείται με μονοφασικό ρεύμα, το οποίο **δεν δημιουργεί περιστρεφόμενο Μ.Π.**

Πώς όμως περιστρέφεται ο δρομέας, αφού ένα μόνο τύλιγμα δεν μπορεί να παράγει από μόνο του περιστρεφόμενο Μ.Π. (όπως το τριφασικό τύλιγμα που τροφοδοτείται με Ε.Ρ.); Η απάντηση δίνεται στην παρακάτω παράγραφο.

## 5.1.2. Αρχή λειτουργίας Α.Μ.Κ. - Στρεφόμενο Μ.Π.

Η αρχή λειτουργίας των Α.Μ.Κ. βασίζεται στη δημιουργία **στρεφόμενου Μ.Π. από δύο τυλίγματα**, κατάλληλα μετατοπισμένα μεταξύ τους και διαπιστώθηκε τυχαία, ύστερα από κάποια βλάβη (διακοπή) μιας φάσης κατά τη λειτουργία των Α.Τ.Κ. Πραγματικά, αν σ' έναν Α.Τ.Κ. διακοπεί, όταν είναι, σε λειτουργία, η μια φάση, ο κινητήρας εξακολουθεί να λειτουργεί, φυσικά με μειωμένη ισχύ. **Στην περίπτωση αυτή**, ανεξάρτητα από τη σύνδεση των φάσεων (σχ. 5.2), **ο Α.Τ.Κ. λειτουργεί ουσιαστικά με ένα μονοφασικό τύλιγμα** στο στάτη του. Αν όμως τον σταματήσουμε και θελήσουμε να τον θέσουμε ξανά σε λειτουργία (με τις δύο τους φάσεις σαν μία) θα διαπιστώσουμε ότι δεν ξεκινά. Αυτό οφείλεται στο ότι **με μια ή δύο φάσεις, δεν δημιουργείται στρεφόμενο Μ.Π.**, αλλά απλά εναλλασσόμενο. Ο κινητήρας ξεκινά πάλι, αν με το χέρι μας ή άλλη **ειδική διάταξη**, του δώσουμε μια αρχική ώθηση.

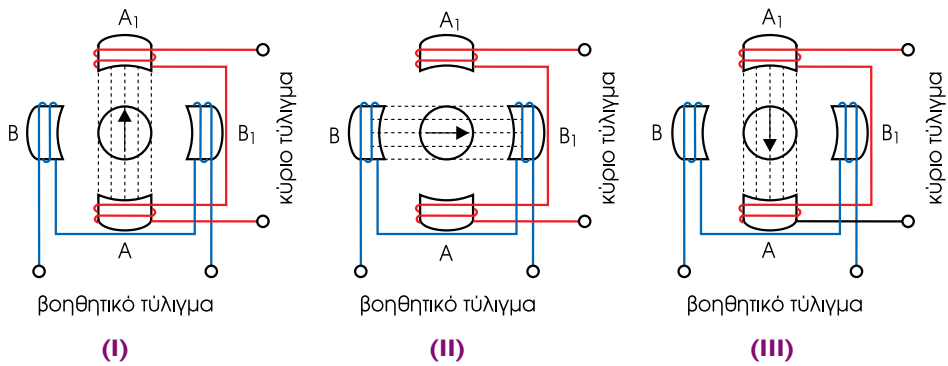


Σχ. 5.2.

Από τα παραπάνω οδηγούμαστε στο συμπέρασμα, ότι μπορούμε να έχουμε ασύγχρονο κινητήρα με μονοφασικό τύλιγμα, δηλ. Α.Μ.Κ., αρκεί να δημιουργήσουμε για την εκκίνησή του ένα στρεφόμενο Μ.Π. Αυτό πετυχαίνεται με τη βοήθεια ενός δεύτερου τυλίγματος, το οποίο τοποθετείται στο στάτη του κινητήρα και σε απόσταση μισού πολικού βήματος απ' το κύριο τύλιγμα. Το τύλιγμα αυτό, που λέγεται **βοηθητικό τύλιγμα** (ή βοηθητική φάση), **πρέπει να διαρρέεται από ρεύμα που να έχει μια διαφορά φάσης**, σε σχέση με το ρεύμα που διαρρέει το κύριο τύλιγμα.

➤ Ας δούμε πως δημιουργείται **στρεφόμενο Μ.Π.** απ' τα δύο τυλίγματα που είναι κατάλληλα τοποθετημένα στο στάτη του κινητήρα (σχ. 5.3), όταν το βοηθητικό έχει κατασκευασθεί έτσι, ώστε να παρουσιάζει μεγάλη ωμική αντίσταση. Αν τα ρεύματα που διαρρέουν τα δύο τυλίγματα έχουν μεταξύ τους διαφορά φάσης  $90^\circ$ , τότε:

- Τη χρονική στιγμή, που δείχνει το σχήμα 5.3(I), στο κύριο τύλιγμα η ένταση έχει τη μέγιστη τιμή της, ενώ στο βοηθητικό θα είναι μηδενική. Έτσι το Μ.Π. που δημιουργείται (απ' το κύριο τύλιγμα) έχει κατεύθυνση απ' το Α προς το Α<sub>1</sub>.
- Μετά από 1/4 της περιόδου το ρεύμα στο κύριο τύλιγμα μηδενίζεται, ενώ το ρεύμα στο βοηθητικό τύλιγμα παίρνει τη μέγιστη τιμή του. Τώρα το Μ.Π. που δημιουργείται (απ' το βοηθητικό τύλιγμα), θα κατευθύνεται, όπως δείχνει το σχήμα 5.3(II).
- Μετά από ένα ακόμη τέταρτο της περιόδου το ρεύμα στο κύριο τύλιγμα θα είναι μέγιστο αρνητικό, ενώ στο βοηθητικό τύλιγμα μηδενίζεται. Δηλαδή το Μ.Π. θα κατευθύνεται, όπως φαίνεται στο σχήμα 5.3(III).



**Σχ.5.3:** Δημιουργία στρεφόμενου Μ.Π. από δύο τυλίγματα (Αρχή λειτουργίας Α.Μ.Κ.).

Αν συνεχίσουμε τη παρακολούθηση αυτή, θα διαπιστώσουμε, ότι σε κάθε πλήρη περίοδο του ρεύματος το Μ.Π. κάνει μια πλήρη περιστροφή, δηλ. είναι ένα **στρεφόμενο Μ.Π.**

Στους περισσότερους Α.Μ.Κ., όπως θα δούμε στη συνέχεια, το βοηθητικό τύλιγμα μετά την εκκίνηση αποσυνδέεται, είτε μ' έναν **φυγοκεντρικό διακόπτη**, σε ορισμένες στροφές, είτε μ' έναν **ηλεκτρονόμο**. Τότε το στρεφόμενο Μ.Π. δημιουργείται πλέον απ' το κύριο τύλιγμα και το ρεύμα που κυκλοφορεί (από επαγωγή) στους αγωγούς του δρομέα του κινητήρα.

✍ Η ροπή εκκίνησης των Α.Μ.Κ. εξαρτάται από τη διαφορά φάσης μεταξύ των ρευμάτων των δύο τυλιγμάτων. Όσο πλησιάζει προς τις  $90^\circ$ , τόσο μεγαλύτερη ροπή εκκίνησης δημιουργείται.

### 5.1.3. Είδη, γενικά χαρακτηριστικά και χρήσεις Α.Μ.Κ.

Ανάλογα με τον τρόπο δημιουργίας της διαφοράς φάσης στο βοηθητικό τύλιγμα, οι Α.Μ.Κ. διακρίνονται βασικά σε:

- α. κινητήρες με αντίσταση.**
- β. κινητήρες με πυκνωτή** (ή πυκνωτές) και
- γ. κινητήρες με βραχυκυκλωμένες σπείρες στο στάτη.**

Οι **Α.Μ.Κ. με αντίσταση** έχουν σχετικά μικρή ροπή εκκίνησης και αρκετό θόρυβο κατά τη λειτουργία τους, αλλά είναι πολύ φθηνοί. Η ισχύς τους δεν ξεπερνά τα  $3/4\text{HP}$  ( $1\text{HP}=736\text{W}$ ) και χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές που δεν απαιτούν μεγάλες ροπές εκκίνησης (ή λειτουργούν με θόρυβο), όπως μηχανές γραφείου, ανεμιστήρες, ψυχήτες, φυγοκεντρικές αντλίες, πλυντήρια, ηλεκτροκίνητα εργαλεία, καυστήρες, συμπιεστές κ.α.

Οι **Α.Μ.Κ. με πυκνωτή** κατασκευάζονται για μεγαλύτερες ισχύεις (μέχρι  $3\text{HP}\approx 2\text{kW}$ ), είναι όμως πιο ακριβοί απ' τους κινητήρες με αντίσταση και χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές που είναι απαραίτητη η μεγάλη ροπή εκκίνησης, όπως π.χ. οι αεροσυμπιεστές, οι αντλίες, οι ράμπες συνεργείων αυτοκινήτων, τα ηλεκτρικά ψυγεία, τα κλιματιστικά μηχανήματα και άλλα τμήματα μηχανών και συσκευών που πρέπει να ξεκινούν με φορτίο.

Οι **Α.Μ.Κ. με βραχυκυκλωμένες σπείρες στο στάτη** έχουν τη μικρότερη ροπή εκκίνησης και το μικρότερο βαθμό απόδοσης απ' όλους τους μονοφασικούς κινητήρες, είναι όμως πολύ φθηνοί και δεν παρουσιάζουν τακτικά βλάβες. Χρησιμοποιούνται σε οικιακές συσκευές πολύ μικρής ισχύος (π.χ. 30W), όπως ανεμιστήρες, στεγνωτήρες μαλλιών κ.λπ.

### 5.1.4. Κατασκευή, συνδεσμολογία, τυποποίηση και άλλα χαρακτηριστικά

#### Α. Κατασκευαστικά στοιχεία

Οι Α.Μ.Κ. έχουν δρομέα όμοιο μ' αυτόν των Α.Τ.Κ. που είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, δηλ. δρομέα με τύλιγμα κλωβού (από αλουμίνιο, για να είναι πιο ελαφρείς και εύχρηστοι), γι' αυτό λέγονται και **Α.Μ.Κ. με βραχυκυκλωμένο δρομέα**. Ο στάτης τους κατασκευάζεται λίγο διαφορετικά και περιλαμβάνει, εκτός από το κύριο και το βοηθητικό τύλιγμα και άλλα εξαρτήματα και στοιχεία, που θα δούμε παρακάτω (για κάθε είδος Α.Μ.Κ. ξεχωριστά).

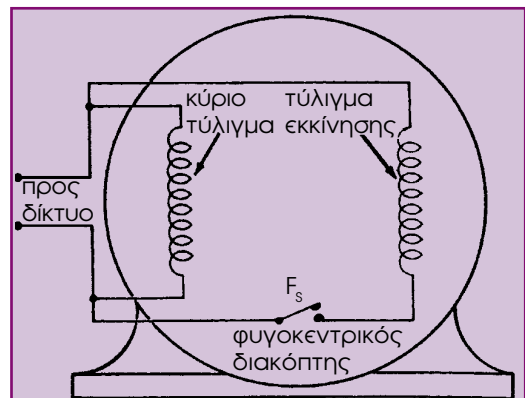
**Στους Α.Μ.Κ. με αντίσταση** (σχ. 5.4) το βοηθητικό τύλιγμα κατασκευάζεται με αγωγό μικρής διατομής και με πολλές σπείρες έτσι, ώστε να παρουσιάζει αυξημένη ωμική αντίσταση. Σε πολλούς τύπους τέτοιων κινητήρων, σε σειρά με το βοηθητικό τύλιγμα συνδέεται και μια ωμική αντίσταση (αντιστάτης R).

Όταν ο κινητήρας προσεγγίζει την ταχύτητα λειτουργίας (πρακτικά όταν αποκτήσει το 80% των κανονικών του στροφών) ο **φυγοκεντρικός διακόπτης  $F_s$** , που είναι στερεωμένος στον άξονα του δρομέα, **θέτει εκτός κυκλώματος το βοηθητικό τύλιγμα**.

☞ Ο φυγοκεντρικός διακόπτης είναι ένα ειδικό εξάρτημα, που η λειτουργία του εξαρτάται απ' τη φυγόκεντρη δύναμη που αναπτύσσεται κατά τη περιστροφή του δρομέα του κινητήρα.



(α)

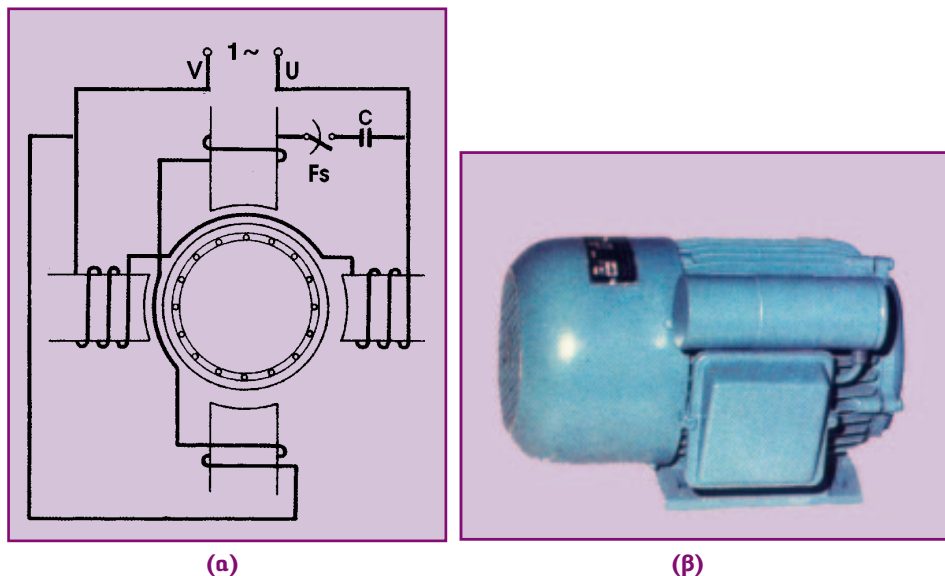


(β)

Σχ. 5.4: Πραγματική μορφή (α) και σύνδεση των τυλιγμάτων (β) Α.Μ.Κ. με αντίσταση.

**Στους Α.Μ.Κ. με πυκνωτή** (σχ. 5.5α) σε σειρά με το βοηθητικό τύλιγμα και το φυγοκεντρικό διακόπτη συνδέεται ένας πυκνωτής, που συνήθως βρίσκεται στο πάνω μέρος

του κινητήρα (σχ. 5.5β). Σ' αυτούς τα **δύο τυλίγματα** είναι ρυθμισμένα έτσι, ώστε να **παρουσιάζουν διαφορά φάσης ακριβώς 90°**, με αποτέλεσμα να έχουν πολύ μεγάλη ροπή εκκίνησης.



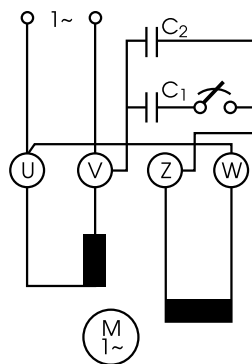
**Σχ. 5.5:** Α.Μ.Κ. με πυκνωτή εκκίνησης.

Με τη κατάλληλη επιλογή του πυκνωτή, που συνήθως είναι **ξηρός ηλεκτρολυτικός**, αυξάνει τόσο η ροπή εκκίνησης όσο και ο βαθμός απόδοσης του κινητήρα. Αν σε κάποια εφαρμογή απαιτείται η μεγαλύτερη δυνατή ροπή εκκίνησης και καλύτερες συνθήκες λειτουργίας, το βοηθητικό τύλιγμα μπορεί να περιλαμβάνει **δύο πυκνωτές: τον πυκνωτή εκκίνησης ( $C_1$ ) και τον πυκνωτή λειτουργίας ( $C_2$ )**, που συνδέονται παράλληλα (σχ. 5.6β).

☞ Στους κινητήρες πολύ καλής ποιότητας χρησιμοποιούνται πυκνωτές χαρτιού, αν και κοστίζουν περισσότερο, γιατί, αν π.χ. ο πυκνωτής εκκίνησης είναι ηλεκτρολυτικός και δεν ανοίξει ο φυγοκεντρικός διακόπτης, δεν θα αντέξει τη συνεχή λειτουργία και θα καταστραφεί.



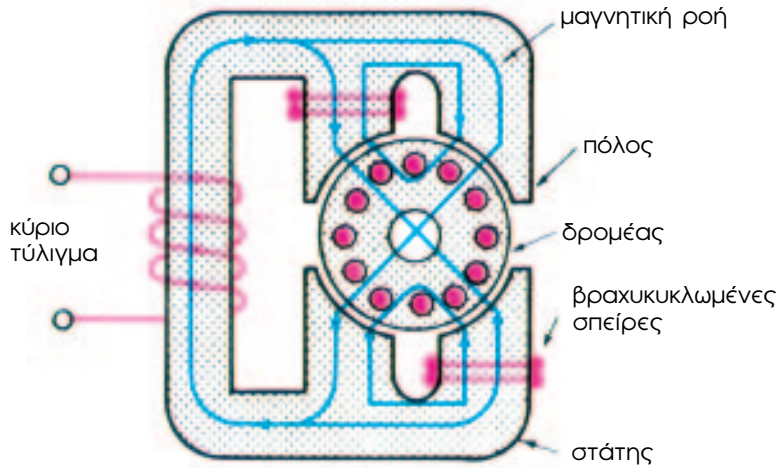
**(α)**



**(β)**

**Σχ. 5.6:** Πραγματική μορφή (α) και σύνδεση τυλιγμάτων (β) σε Α.Μ.Κ. με δύο πυκνωτές.

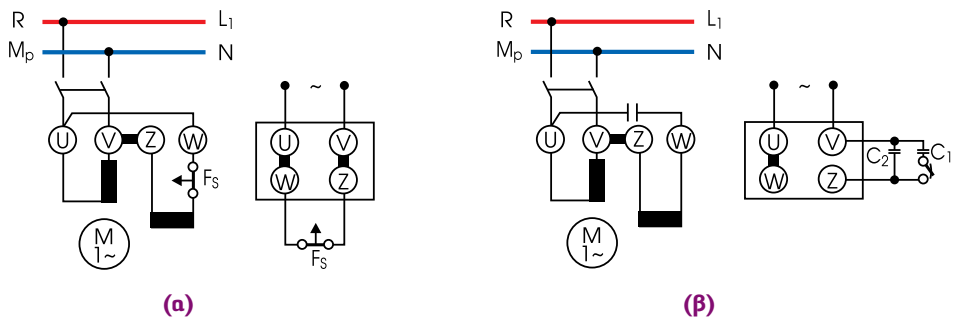
**Στους Α.Μ.Κ. με βραχυκυκλωμένες σπείρες στο στάτη**, η εκκίνηση, δηλ. το στρεφόμενο Μ.Π., πετυχαίνεται με τη βοήθεια δύο (2) ή τριών (3) βραχυκυκλωμένων σπειρών που τοποθετούνται εναλλάξ στα απέναντι τμήματα δύο μαγνητικών πόλων που χωρίζονται σε δύο σκέλη (σχ. 5.7). Όπως είπαμε και στην αρχή, οι κινητήρες αυτοί έχουν πολύ κακό βαθμό απόδοσης. Σε μικρές όμως συσκευές, που δεν ενδιαφέρει πολύ η απόδοση, αποτελούν την πιο φθηνή λύση.



**Σχ. 5.7:** Α.Μ.Κ. με βραχυκυκλωμένες σπείρες στο στάτη.

**Β. Συνδεσμολογίες και τυποποίηση ακροδεκτών**

Οι συνδεσμολογίες των κυριότερων Α.Μ.Κ. βραχυκυκλωμένου δρομέα φαίνονται στο παρακάτω σχήμα 5.8, ενώ στον πίνακα 5.1, δίνονται οι συμβολισμοί των ακροδεκτών τους.



**Σχ. 5.8:** Συνδεσμολογίες Α.Μ.Κ.

**Πίνακας 5.1.**

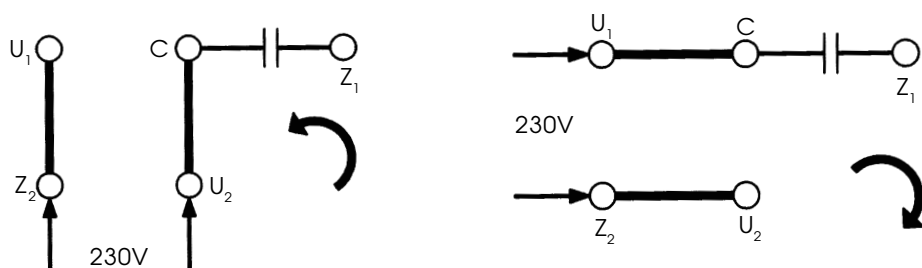
	Γερμανικοί V.D.E.	Αγγλικοί B.S.	Αμερικανοί A.S.S.
Κύριο τύλιγμα:	U-V	U <sub>1</sub> -U <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>
Βοηθητικό τύλιγμα:	W-Z	Z <sub>1</sub> -Z <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> -T <sub>4</sub>



### Γ. Άλλα χαρακτηριστικά

➤ Η αλλαγή της φοράς περιστροφής στους Α.Μ.Κ. γίνεται πολύ εύκολα, με την αντιμετάθεση των συνδέσεων των δύο άκρων του βοηθητικού τυλίγματος ως προς το κύριο, όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.9, για Α.Μ.Κ. με πυκνωτή.

Εξαίρεση αποτελεί ο κινητήρας με βραχυκυκλωμένες σπείρες στο στάτη, στον οποίο, αν θέλουμε συχνή αλλαγή, θα πρέπει να υπάρχουν από κατασκευής δύο βοηθητικά τυλίγματα βραχυκυκλωμένων σπειρών, ώστε βραχυκυκλώνοντας επιλεκτικά το ένα από τα δύο να έχουμε την επιθυμητή φορά περιστροφής.



Σχ. 5.9: Αλλαγή φοράς περιστροφής σε Α.Μ.Κ. με πυκνωτή.

➤ Η ρύθμιση των στροφών των Α.Μ.Κ. μπορεί να γίνει μ' έναν απ' τους τρόπους που γίνεται και στους Α.Τ.Κ., δηλ. με μεταβολή:

- α) της **συχνότητας του δικτύου ηλεκτροδότησης**,
- β) του **αριθμού των πόλων** και
- γ) της **τάσης τροφοδοσίας**.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος είναι με **ρύθμιση της τάσης** εισόδου, που πετυχαίνεται με έναν **αυτομετασχηματιστή**, ή με μια **αντίσταση** σε σειρά, ή με ένα ειδικό **ηλεκτρονικό κύκλωμα**.

➤ Η πέδηση των Α.Μ.Κ. γίνεται μ' έναν απ' τους τρόπους πέδησης των Α.Τ.Κ., όπως π.χ. με ηλεκτρομαγνητική πέδη, αναστρέφοντας τη φορά περιστροφής του στρεφόμενου Μ.Π.

📌 Συμπερασματικά, αναφέρουμε, ότι οι Α.Μ.Κ. ανάλογα με τα χαρακτηριστικά εκκίνησης και λειτουργίας κάθε τύπου, κατατάσσονται από τον καλύτερο προς το χειρότερο, ως εξής:

1. Κινητήρες με πυκνωτή εκκίνησης και πυκνωτή λειτουργίας
2. Κινητήρες με μόνιμο πυκνωτή (εκκίνησης και λειτουργίας)
3. Κινητήρες με πυκνωτή εκκίνησης
4. Κινητήρες με αντίσταση
5. Κινητήρες με βραχυκυκλωμένες σπείρες στο στάτη

Φυσικά ο καλύτερος κινητήρας είναι και ο πιο ακριβός, ενώ ο χειρότερος είναι ο πιο φθηνός. Έτσι για οποιοδήποτε εφαρμογή επιλέγουμε το φθηνότερο διαθέσιμο κινητήρα που μπορεί να πραγματοποιήσει τη συγκεκριμένη εργασία.

Στον πίνακα 5.2 που ακολουθεί, φαίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά Α.Μ.Κ. με πυκνωτή και η τάση λειτουργίας τους, που εξαρτάται βασικά από την τυποποιημένη



## 5. ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

τιμή της τάσης του δικτύου για το οποίο προορίζονται.

(Στην πράξη κατασκευάζονται για 100V, 115V, 200V, 220V, 230V και 240V).

**Πίνακας 5.2.**

**Α.Μ.Κ. βραχυκυκλωμένου δρομέα Χ.Τ. με πυκνωτή λειτουργίας (-0), με πυκνωτή εκκίνησης (-S) και με πυκνωτή εκκίνησης και λειτουργίας (-S0).**

Διπολικοί													3000 RPM - 50 HZ	
Μέγεθος	Τύπος	Ισχύς		Ρεύμα για 220V	στροφ. min	Βαθμ. αποδ. %	cosφ	Πυκνωτής		Χαρακτηριστικά εκκίνησης			Βάρος kg	
		HP	kW					A	RPM	μF/V	Λειτουργ. μF/V	$I_s/I_N$		$M_s/M_N$
				μF/V	μF/V	$I_s/I_N$	$M_s/M_N$						$M_{max}/M_N$	
56	MK0,08/2-0	0,08	0,06	0,65	2850	44	0,95	-	4/500	3,5	0,3	1,65	2,7	
56	MK0,12/2-0	0,12	0,09	0,81	2850	56	0,90	-	4/500	3,6	0,3	1,65	2,9	
63	MK0,16/2-0	0,16	0,12	0,99	2800	58	0,95	-	6/500	4,0	0,3	1,8	3,5	
63	MK0,25/2-0	0,25	0,18	1,37	2850	63	0,95	-	10/500	3,5	0,3	1,8	3,9	
71	MK0,34/2-0	0,34	0,25	1,86	2850	68	0,90	-	16/500	3,5	0,3	2,0	5,0	
71	MK0,50/2-0	0,50	0,37	2,56	2860	69	0,95	-	20/500	4,2	0,3	2,0	6,1	
71	MK0,25/2-S	0,25	0,18	1,85	2860	55	0,80	50-60/280	-	5,0	2,2	2,2	9	
71	MK0,37/2-S	0,37	0,25	2,5	2890	61	0,75	80-100/280	-	6,0	3,0	2,4	11	
80	MK0,50/2-S	0,50	0,37	3,7	2880	59	0,76	80-100/280	-	5,0	2,5	2,0	11	
80	MK0,75/2-S	0,75	0,55	4,9	2880	64	0,73	80-100/280	-	5,2	2,0	2,2	13	
90L	MK1/2-S	1	0,75	6,0	2880	68	0,84	125-156/280	-	5,5	2,6	1,9	14	
90L	MK1,5/2-S	1,5	1,1	8,8	2890	67	0,85	125-156/280	-	5,6	2,0	2,0	16	
90L	MK2/2-S	2	1,5	11,3	2900	70	0,86	125-156/280	-	6,0	2,0	2,1	16	
90L	MK2/2-S0	2	1,5	10	2890	72	0,98	125-156/280	20/450	5,5	1,7	1,8	21	
90L	MK3/2-S0	3	2,2	13,5	2880	74	0,98	125-156/280	32/450	5,5	1,7	1,8	22	

Τετραπολικοί													1500 RPM - 50 HZ	
Μέγεθος	Τύπος	Ισχύς		Ρεύμα για 220V	στροφ. min	Βαθμ. αποδ. %	cosφ	Πυκνωτής		Χαρακτηριστικά εκκίνησης			Βάρος kg	
		HP	kW					A	RPM	μF/V	Λειτουργ. μF/V	$I_s/I_N$		$M_s/M_N$
				μF/V	μF/V	$I_s/I_N$	$M_s/M_N$						$M_{max}/M_N$	
56	MK0,05/4-0	0,05	0,04	0,53	1380	40	0,85	-	2/500	3,0	0,3	1,65	2,5	
56	MK0,08/4-0	0,08	0,06	0,69	1380	45	0,88	-	2,5/500	3,0	0,3	1,65	2,8	
63	MK0,12/4-0	0,12	0,09	0,86	1400	54	0,88	-	4/500	3,5	0,3	1,65	3,7	
63	MK0,16/4-0	0,16	0,12	1,05	1400	58	0,90	-	5/500	3,5	0,3	1,65	4,1	
71	MK0,25/4-0	0,25	0,18	2,18	1400	58	0,93	-	8/500	3,5	0,3	1,65	5,4	
71	MK0,34/4-0	0,34	0,25	2,18	1400	58	0,90	-	10/500	3,5	0,3	1,65	6,4	
71	MK0,25/4-S	0,25	0,18	2,2	1430	54	0,70	80-100/280	-	6,0	2,5	1,9	11	
80	MK0,37/4-S	0,37	0,25	3,0	1420	56	0,71	80-100/280	-	5,2	2,5	1,9	11	
80	MK0,50/4-S	0,50	0,37	4,5	1430	57	0,68	80-100/280	-	4,6	2,5	1,9	12	
90L	MK0,75/4-S	0,75	0,55	5,7	1440	63	0,71	125-156/280	-	4,0	2,1	2,0	14	
90L	MK1/4-S	1	0,75	7,1	1440	64	0,76	125-156/280	-	4,5	2,2	1,9	16	
90L	MK1,5/4-S0	1,5	1,1	7,6	1430	71	0,92	125-156/280	20/450	5,2	1,6	1,8	16	
90L	MK2/4-S0	2	1,5	9,4	1430	75	0,96	125-156/280	32/450	5,4	1,6	1,8	23	

$I_s$ =ρεύμα εκκίνησης

$M_s$ =ροπή εκκίνησης

$M_{max}$ =μέγιστη ροπή

$I_N$ =ρεύμα σε ονομαστικό φορτίο  $M_N$ =ροπή σε ονομαστικό φορτίο



## Ενότητα 5.2.

# Μονοφασικοί κινητήρες με συλλέκτη

### Διδακτικοί στόχοι

➡ *Μετά από τη μελέτη της ενότητας αυτής, θα πρέπει να μπορείτε:*

1. *Να περιγράφετε και να διατυπώνετε την αρχή λειτουργίας των κινητήρων με συλλέκτη.*
2. *Να απαριθμείτε τα μέρη απ' τα οποία αποτελούνται οι μονοφασικοί κινητήρες με συλλέκτη.*
3. *Να αναγνωρίζετε τη σήμανση των ακροδεκτών και τη συνδεσμολογία τους.*
4. *Να αιτιολογείτε και να αντιλαμβάνεστε την τάση λειτουργίας τους.*
5. *Να περιγράφετε τους τρόπους ρύθμισης των στροφών τους.*
6. *Να αναφέρετε τους τρόπους πέδησης κινητήρων με συλλέκτη.*

### 5.2.1. Γενικά

Οι κινητήρες που είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο (Α.Τ.Κ.), αλλά και οι κινητήρες της προηγούμενης ενότητας (Α.Μ.Κ.), είναι αυτοί που χρησιμοποιούνται κυρίως στην πράξη. Έχουν, όμως, ένα σημαντικό μειονέκτημα: **δεν επιτρέπουν γενικά λεπτομερή ρύθμιση των στροφών τους** (όπως π.χ. οι κινητήρες Σ.Ρ. με διέγερση σειράς) με αποτέλεσμα να αποκλείονται από τέτοιες ειδικές εφαρμογές. Το κενό αυτό καλύπτουν οι **κινητήρες Ε.Ρ. με συλλέκτη**, που είναι βασικά προέκταση των κινητήρων Σ.Ρ. με διέγερση σειράς.

👉 Τι θα συμβεί, όμως, αν ένας κινητήρας Σ.Ρ. με διέγερση σειράς, τροφοδοτηθεί με μονοφασικό Ε.Ρ.;

Όπως γνωρίζουμε, για να αλλάξουμε τη φορά περιστροφής, σ' ένα κινητήρα Σ.Ρ., αρκεί να αλλάξουμε μόνο τη φορά του ρεύματος στο τύλιγμα του επαγωγικού τυμπάνου ή μόνο την πολικότητα των μαγνητικών πόλων.

Άρα, αν ένας κινητήρας Σ.Ρ. σειράς τροφοδοτηθεί με μονοφασικό Ε.Ρ., η διεύθυνση του ρεύματος σε κάθε ημιπερίοδο θα αλλάζει ταυτόχρονα τόσο στο τύλιγμα του επαγωγικού τυμπάνου, όσο και στο τύλιγμα διέγερσης. Έτσι, ο κινητήρας θα περιστρέφεται πάντα κατά την ίδια φορά, δηλ. θα λειτουργεί σχεδόν κανονικά. Λέμε σχεδόν κανονικά, γιατί, στην περίπτωση αυτή, δημιουργούνται κάποια προβλήματα, όπως:

- **υπερθέρμανση των πυρήνων των πόλων** (λόγω των διωρρευμάτων, που αυξάνονται ανάλογα με το τετράγωνο της συχνότητας και τον όγκο του υλικού),
- **μεγάλοι σπινθηρισμοί στο συλλέκτη** (γιατί οι βραχυκυκλωμένες σπείρες αποτε-

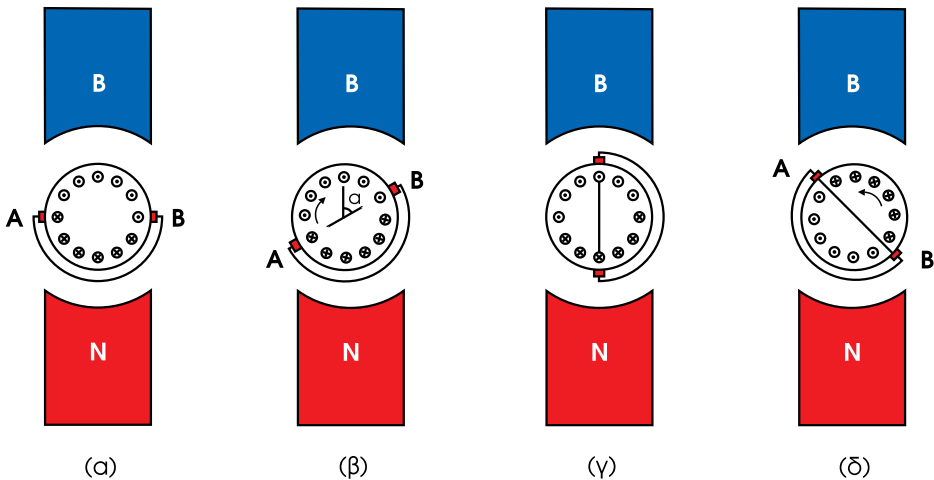
λούν ένα δευτερεύον κύκλωμα, που δημιουργεί επαγωγικά ρεύματα),  
 - **μείωση του συντελεστή ισχύος**  $\cos\phi$ , μεγαλύτερος **θόρυβος** κ.α.

Για την καλή λειτουργία των κινητήρων Σ.Ρ. με διέγερση σειράς, στο μονοφασικό Ε.Ρ, οι κατασκευαστές έκαναν σταδιακά και τις αναγκαίες τροποποιήσεις, ώστε οι κινητήρες αυτοί να λειτουργούν σήμερα με πάρα πολύ καλά αποτελέσματα.

## 5.2.2. Αρχή λειτουργίας

Η αρχή λειτουργίας των μονοφασικών κινητήρων με συλλέκτη είναι βασικά ίδια μ' αυτή των κινητήρων Σ.Ρ., δηλ. βασίζεται στις **δυνάμεις Laplace** που αναπτύσσονται από επαγωγή στο δρομέα τους. Αρκεί να αντιμετωπισθούν τα προβλήματα που αναφέραμε παραπάνω, γιατί αλλιώς ο κινητήρας απορροφά μικρότερο ρεύμα, έχει λιγότερες στροφές και αναπτύσσει μικρότερη ροπή.

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών και την αποτελεσματική λειτουργία των μονοφασικών κινητήρων με συλλέκτη, εκτός από την καλύτερη κατασκευή των μερών τους (με καταλληλότερα σιδηροελάσματα), χρησιμοποιούνται και επιπλέον εξαρτήματα, όπως π.χ. **μηχανισμός μετάθεσης ψηκτρών**. Στην περίπτωση αυτή ο συλλέκτης είναι ειδικής κατασκευής και οι **ψηκτρες** είναι **βραχυκυκλωμένες μεταξύ τους**, ώστε να μπορούν να μετακινούνται ταυτόχρονα. Η αρχή λειτουργίας ενός τέτοιου κινητήρα, που η ταχύτητά του μπορεί να μεταβληθεί σε πολύ μεγάλα όρια, περιγράφεται με τη βοήθεια του σχήματος 5.10.



**Σχ. 5.10:** Αρχή λειτουργίας κινητήρα με μηχανισμό μετάθεσης ψηκτρών.

Όταν τα τυλίγματα των πόλων τροφοδοτηθούν με μονοφασικό Ε.Ρ., στα τυλίγματα του δρομέα επάγονται ρεύματα με φορά τέτοια, ώστε απέναντι απ' το βόρειο πόλο του στάτη να δημιουργείται βόρειος πόλος στο δρομέα.

- Στη **θέση α**, όπου οι ψηκτρες βρίσκονται στην ουδέτερη ζώνη, το τύλιγμα του επαγωγικού τυμπάνου δεν διαρρέεται από ρεύμα, γιατί στους μισούς αγωγούς επάγεται Η.Ε.Δ. αντίθετη απ' ότι στους άλλους μισούς και, λόγω της βραχυκύκλωσης,


αλληλοεξουδετερώνονται. Το μοναδικό Μ.Π. είναι τότε αυτό του στάτη, που από μόνο του δεν μπορεί να μας δώσει κίνηση.

- Μετατοπίζοντας τις ψήκτρες στη **θέση β**, στο τύλιγμα του επαγωγικού τυμπάνου δημιουργείται ένα ρεύμα και ασκείται μια δύναμη μεταξύ του Μ.Π. των πόλων και του δρομέα, τα οποία σχηματίζουν μεταξύ τους **γωνία α**. **Η δύναμη αυτή μένει πάντα με την ίδια φορά**, γιατί σε κάθε εναλλαγή του ρεύματος του στάτη αλλάζει φορά και το επαγωγικό ρεύμα του δρομέα.

- Στη **θέση γ** έχουμε το μέγιστο ρεύμα του επαγωγίμου, αλλά δεν δημιουργείται ροπή στρέψης γιατί τα Μ.Π. του στάτη και του δρομέα είναι αντίθετα. Η θέση αυτή λέγεται **θέση βραχυκύκλωσης**.

Η φορά εκκίνησης του κινητήρα εξαρτάται από τη φορά της αρχικής μετατόπισης των ψηκτρών ως προς τον άξονα των πόλων.

**Αντίθετες μετατοπίσεις δίνουν αντίθετες φορές εκκίνησης** (θέσεις β και δ).

 Η ταχύτητα περιστροφής των κινητήρων αυτών μπορεί να μεταβληθεί σε πολύ μεγάλα όρια, δηλ. ουσιαστικά από μηδέν στροφές μέχρι τις μέγιστες που παρουσιάζονται κοντά στη θέση βραχυκύκλωσης, όπου έχουμε και τη μέγιστη ροπή στρέψης.

### 5.2.3. Είδη, γενικά χαρακτηριστικά και χρήσεις

Οι μονοφασικοί κινητήρες με συλλέκτη διακρίνονται βασικά σε:

**α. κινητήρες Σειράς,**

**β. κινητήρες Γιουνιβέρσαλ (Universal) και**

**γ. κινητήρες Αντίδρασης.**

**Οι μονοφασικοί κινητήρες σειράς** κατασκευάζονται για μεγάλες σχετικά ισχείς και τάσεις, έχουν καλή προσαρμογή στις μεταβολές του φορτίου και λειτουργούν συνήθως με μικρότερες συχνότητες. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την κίνηση ηλεκτρικών οχημάτων και βαρούλκων, στα ανυψωτικά μηχανήματα κ.λπ.

**Η χρήση τους** (στην ηλ. έλξη κυρίως) **με μειωμένη συχνότητα**, όπως π.χ. 16 2/3Hz στην Ευρώπη και 25Hz στην Αμερική, **οφείλεται κυρίως στο γεγονός, ότι** στην εκκίνηση ή σε χαμηλές στροφές **λειτουργούν με πολύ καλύτερη απόδοση και μεγαλύτερη ροπή εκκίνησης.**

**Οι κινητήρες Universal**, που είναι παραλλαγή των κινητήρων σειράς, κατασκευάζονται για ισχείς μέχρι 1/2kW και λειτουργούν το ίδιο καλά τόσο στο Ε.Ρ., όσο και στο Σ.Ρ. (στο οποίο έχουν ταχύτητα κατά 15% μεγαλύτερη). Έχουν πολύ μεγάλες ταχύτητες περιστροφής (από 3.000 ως 8.000στροφ/min) και δίνουν μεγάλη ροπή, γι' αυτό χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου το μικρό βάρος και η μεγάλη ροπή είναι απαραίτητα, όπως π.χ. οι ηλεκτρικές σκούπες, τα ηλεκτρικά τρυπάνια, τα δισκοπρίονα, οι μηχανές προβολείς, οι ραπτομηχανές κ.α. Χρησιμοποιούνται, επίσης στη βιομηχανία και την υφαντουργία.

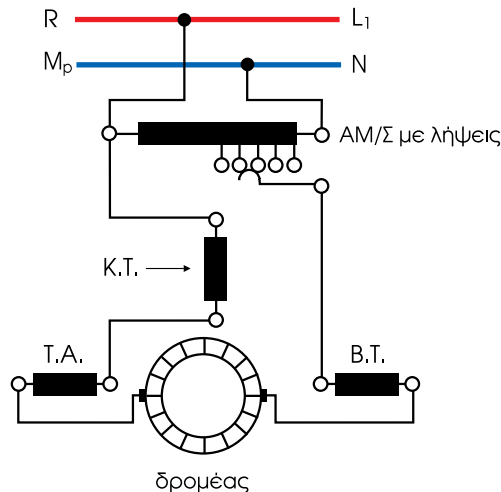
**Οι κινητήρες αντίδρασης** κατασκευάζονται για ισχείς από 1/2 μέχρι και 15HP, σε διάφορες παραλλαγές και τύπους (που θα δούμε παρακάτω). Κύριο πλεονέκτημά τους είναι η μεγάλη δυνατότητα ρύθμισης στροφών. Έχουν όμως και πολλά μειονεκτήματα, όπως μεγάλο θόρυβο κατά τη λειτουργία τους, συχνή ανάγκη συντήρησης

και μεγάλη εξάρτηση των στροφών απ' το φορτίο. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται σε περιορισμένες εφαρμογές, όπως π.χ. τα μηχανικά εργαλεία, οι αεροσυμπιεστές, οι αντλίες βενζίνης και βαθέων φρεάτων και οι εργαλειομηχανές.

## 5.2.4. Κατασκευή, συνδεσμολογία, τυποποίηση και άλλα χαρακτηριστικά

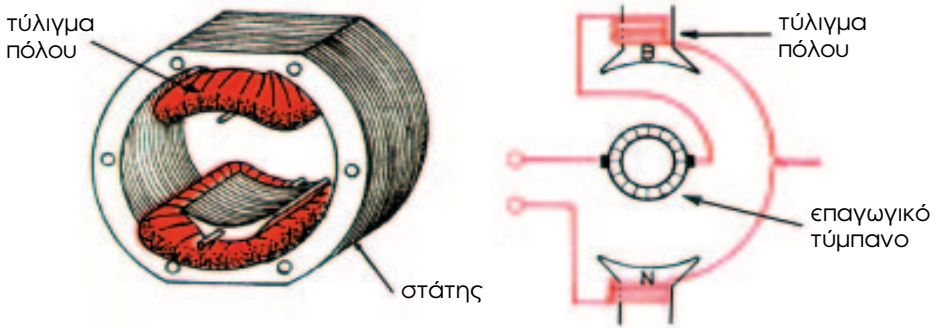
### A. Κατασκευαστικά στοιχεία

Οι μονοφασικοί κινητήρες σειράς διαφέρουν κατασκευαστικά από έναν κινητήρα Σ.Ρ. με διέγερση σειράς, μόνο ως προς την κατασκευή του στάτη. Σ' αυτούς ο στάτης δεν έχει μαγνητικούς πόλους, όπως οι μηχανές Σ.Ρ., αλλά μονοφασικό τύλιγμα τοποθετημένο στις οδοντώσεις, όπως οι Α.Μ.Κ. βραχυκυκλωμένου δρομέα. Εκτός από το **κύριο μονοφασικό τύλιγμα** υπάρχουν συνήθως τοποθετημένα στο στάτη και άλλα δύο τυλίγματα: το **βοηθητικό τύλιγμα (Β.Τ.)** και το **τύλιγμα αντιστάθμισης (Τ.Α.)**, τα οποία είναι συνδεδεμένα σε σειρά με το κύριο τύλιγμα και το επαγωγικό τμήμα του δρομέα και που χρησιμεύουν για την ελάττωση των σπινθηρισμών στις ψήκτρες. Η ομαλή εκκίνησή τους γίνεται συνήθως μ' έναν αυτομετασχηματιστή (σχ. 5.11).



Σχ. 5.11: Μονοφασικός κινητήρας σειράς με ΑΜ/Σ.

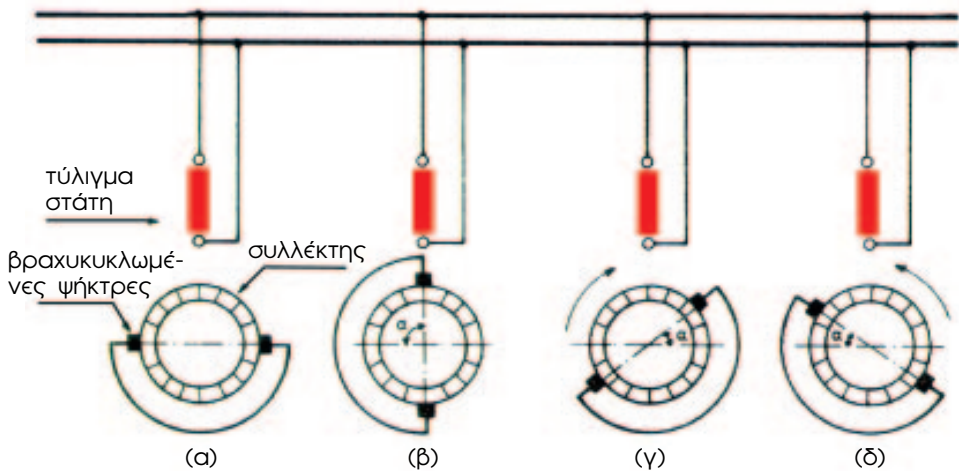
Οι κινητήρες Universal, όπως είπαμε και παραπάνω, είναι μικροί μονοφασικοί κινητήρες σειράς, που κατασκευάζονται με μαγνητικούς πόλους που προεξέχουν, όπως φαίνεται στο αριστερό μέρος του σχήματος 5.12.



**Σχ. 5.12: Κινητήρας Γιουνιβέρσαλ (Universal).**

Ο κινητήρας αντίδρασης αποτελείται από ένα στάτη όμοιο μ' αυτόν των Α.Μ.Κ. και από ένα δρομέα ίδιο μ' αυτόν των κινητήρων Σ.Ρ. **με συλλέκτη ειδικής κατασκευής και ψήκτρες βραχυκυκλωμένες μεταξύ τους** (σχ. 5.13).

Οι βραχυκυκλωμένες ψήκτρες είναι στερεωμένες πάνω σε ειδικό μηχανισμό, που μας επιτρέπει με τη βοήθεια ενός **χειροστρόφαλου** να τις μεταθέσουμε, ώστε να έχουμε τη λειτουργία που αναφέραμε στην παράγραφο 5.2.2 δηλ., δεξιόστροφη και αριστερόστροφη με μεταβολή της ταχύτητας, ανάλογα με τη γωνία  $\alpha$  (σχ. 5.13γ και δ).



**Σχ. 5.13: Κινητήρας αντίδρασης.**

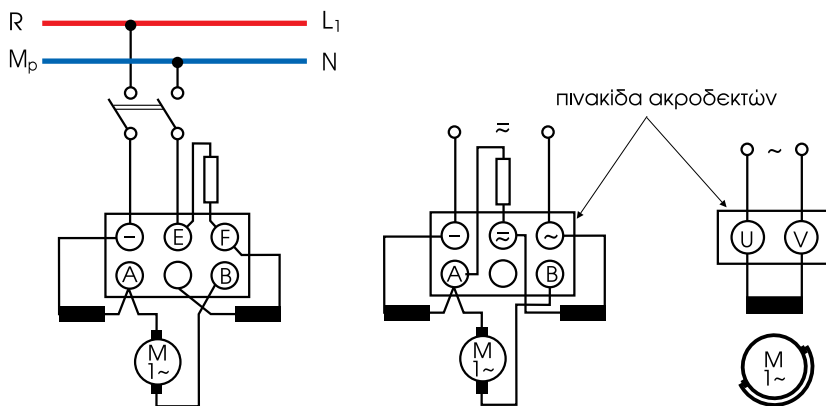
Σ' άλλους τύπους κινητήρων αντίδρασης έχουμε και **σύστημα ανύψωσης ψηκτρών**, ώστε μόλις ο κινητήρας φθάσει στο 80% των στροφών του, ένας **φυγοκεντρικός μηχανισμός** που υπάρχει στο δρομέα, μετακινεί ένα **δακτυλίδι** που βραχυκυκλώνει τους τομείς του συλλέκτη και ταυτόχρονα απομακρύνει τις ψήκτρες για να μην φθείρονται. Τα τελευταία χρόνια κατασκευάζονται και **επαγωγικοί κινητήρες αντί-**



**δρασης** με επιπλέον (ανεξάρτητο) τύλιγμα κλωβού στο δρομέα, ή με τύλιγμα αντιστάθμισης στο στάτη.

## B. Συνδεσμολογίες και τυποποίηση ακροδεκτών

Στο παρακάτω σχήμα 5.14 φαίνονται οι συνδεσμολογίες των μονοφασικών κινητήρων με συλλέκτη και οι συμβολισμοί των ακροδεκτών τους.



Σχ. 5.14: Συνδεσμολογίες A.M.K. με συλλέκτη.

## Γ. Άλλα χαρακτηριστικά

➤ Στους κινητήρες σειράς η ρύθμιση των στροφών πετυχαίνεται με μεταβολή της τάσης εισόδου (όπως και στους κινητήρες Σ.Ρ. σειράς) που γίνεται, ανάλογα και με τον τρόπο εκκίνησης, μέσω ρυθμιζόμενου Μ/Σ, ρυθμιστικών αντιστάσεων και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

Ο κινητήρας σειράς έχει τη δυνατότητα ωφέλιμης **ηλεκτρικής πέδησης**, δηλ. λειτουργία της μηχανής σαν γεννήτρια που αποδίδει ηλ. ενέργεια στο δίκτυο. Επειδή όμως το δίκτυο έχει σταθερή συχνότητα και το παραγόμενο ρεύμα είναι συνεχές, αυτό γίνεται πολύ δύσκολα πρακτικά. Έτσι, όταν η μηχανή λειτουργεί σαν γεννήτρια κλείνει κύκλωμα με αντιστάσεις, όπου καταναλώνεται η ενέργεια πέδησης.

(Ωφέλιμη πέδηση γίνεται μόνο με ειδικές διατάξεις).

➤ Στους κινητήρες Universal, όπου απαιτείται σταθερός αριθμός στροφών, χρησιμοποιούνται **φυγοκεντρικοί ρυθμιστές** ή **φυγοκεντρική πέδη**. Έτσι προστατεύεται και ο κινητήρας από έλλειψη φορτίου. (Αν οι κινητήρες σειράς μείνουν χωρίς φορτίο, αποκτούν πολλές στροφές με άμεσο κίνδυνο καταστροφής τους).

➤ Στους κινητήρες αντίδρασης, τόσο η αλλαγή φοράς περιστροφής, όσο και η πέδηση και ρύθμιση των στροφών (από μηδέν μέχρι και τη μέγιστη ταχύτητα) γίνεται εύκολα με τη βοήθεια του χειροστρόφαλου, στο οποίο καταλήγει ο μηχανισμός μετάθεσης των ψηκτών.

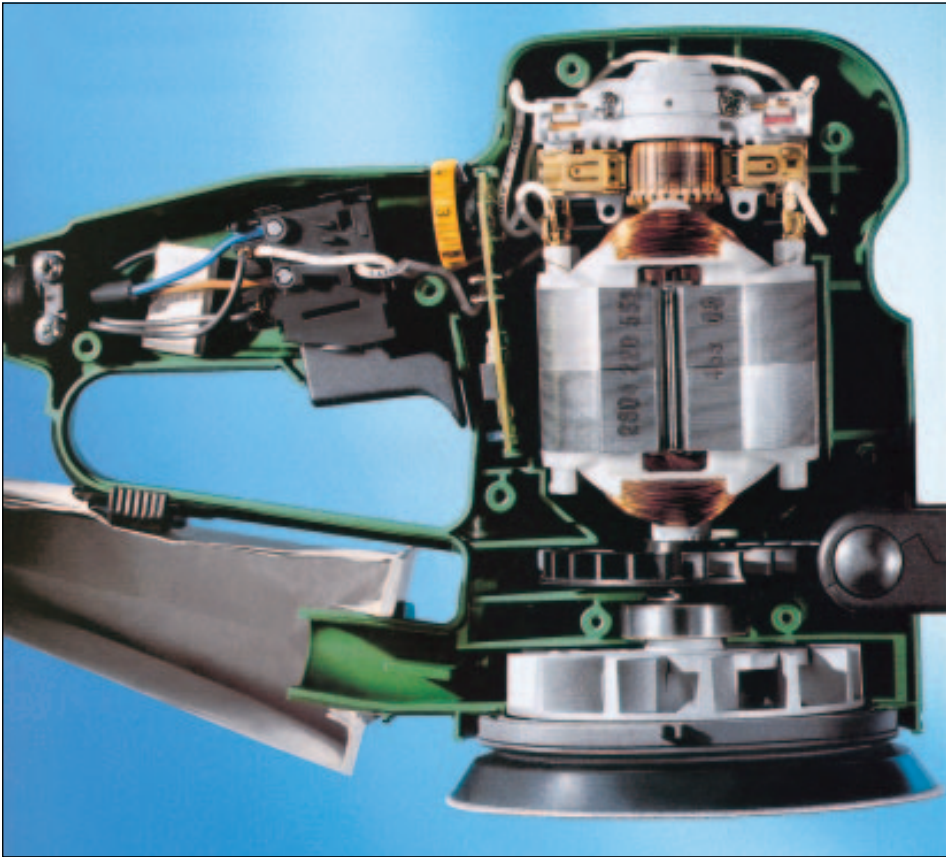
🔧 Οι κινητήρες σειράς κατασκευάζονται για τάσεις μέχρι και 800V, ενώ οι κινητήρες Universal και οι κινητήρες αντίδρασης, για μικρότερες, προσαρμοσμένες στις τυποποιημένες τιμές του δικτύου Χ.Τ.

### 5.2.5. Ερωτήσεις

1. Τι θα συμβεί, αν συνδέσουμε ένα κινητήρα Σ.Ρ. με διέγερση σειράς στο Ε.Ρ.;
2. Ποια είναι η αρχή λειτουργίας των μονοφασικών κινητήρων με συλλέκτη;
3. Ποια είναι η αρχή λειτουργίας των κινητήρων με μηχανισμό μετάθεσης των ψηκτρών;
4. Ποια είναι τα κυριότερα είδη των μονοφασικών κινητήρων με συλλέκτη;
5. Πώς συνδέονται οι μονοφασικοί κινητήρες με συλλέκτη στο δίκτυο; Πώς συμβολίζονται οι ακροδέκτες τους;
6. Με ποιους τρόπους ρυθμίζονται οι στροφές των μονοφασικών κινητήρων με συλλέκτη και πώς πετυχαίνεται η πέδησή τους; Για ποιες τάσεις κατασκευάζονται;

#### ➔ Βάλτε σε κύκλο το γράμμα μπροστά από τη σωστή απάντηση

7. Αν ένας κινητήρας Σ.Ρ. σειράς τροφοδοτηθεί με Ε.Ρ., τότε θα:
  - α. υπερθερμαίνονται οι πυρήνες των πόλων του.
  - β. έχουμε μεγάλους σπινθηρισμούς στο συλλέκτη.
  - γ. έχει μειωμένο συντελεστή ισχύος και μεγάλο θόρυβο.
  - δ. παρουσιάζει όλα τα παραπάνω προβλήματα.
  - ε. καταστραφεί, γιατί δεν θα μπορεί να κινηθεί.
8. Οι κινητήρες Ε.Ρ. με συλλέκτη, στους οποίους η αρχή λειτουργίας, η αλλαγή φοράς περιστροφής και η απεριόριστη ρύθμιση των στροφών τους γίνεται μ' ένα μηχανισμό μετάθεσης των ψηκτρών, ονομάζονται:
  - α. κινητήρες αντίδρασης.
  - β. κινητήρες Universal.
  - γ. φυγοκεντρικοί κινητήρες.
  - δ. κινητήρες με αντίσταση.
9. Οι στροφές των μονοφασικών κινητήρων συλλέκτη σειράς, ρυθμίζονται με:
  - α. τον εκκινήτη (ρυθμ. αντίσταση).
  - β. τον αυτομετασχηματιστή (αν έχει).
  - γ. ειδικά ηλεκτρονικά κυκλώματα.
  - δ. όλους τους πιο πάνω τρόπους.
10. Οι μονοφασικοί κινητήρες με συλλέκτη που κατασκευάζονται στην πράξη είναι:
  - α. κινητήρες σειράς.
  - β. κινητήρες Universal.
  - γ. κινητήρες αντίδρασης.
  - δ. όλων των παραπάνω ειδών.



**Σχ. 5.15:** Κινητήρας Universal.

## Ενότητα 5.3.

# Λειτουργία τριφασικών κινητήρων ως μονοφασικών, Ισχύς Α.Μ.Κ.

### Διδακτικοί στόχοι

➔ *Μετά από τη μελέτη της ενότητας αυτής, θα πρέπει να μπορείτε:*

1. *Να αιτιολογείτε πως επηρεάζεται η ισχύς του κινητήρα.*
2. *Να υπολογίζετε τη χωρητικότητα και την τάση του πυκνωτή που θα χρησιμοποιήσετε.*
3. *Να σχεδιάζετε τους τρόπους σύνδεσης του πυκνωτή.*
4. *Να υπολογίζετε το ρεύμα απορρόφησης των κινητήρων και τη ρύθμιση των θερμικών.*

### 5.3.1. Γενικά

Σε πολλούς τομείς εφαρμογών, όπως π.χ. στα σπίτια μας, για τη λειτουργία συσκευών, ή στις μικρές βιοτεχνίες, υπάρχει μόνο το μονοφασικό δίκτυο Ε.Ρ. Σε μια τέτοια περίπτωση, για την κίνηση ενός μηχανήματος, υπάρχει στη διάθεσή μας ένας κινητήρας, αλλά αυτός είναι τριφασικός (Α.Τ.Κ.). Αναρωτιόμαστε τότε:

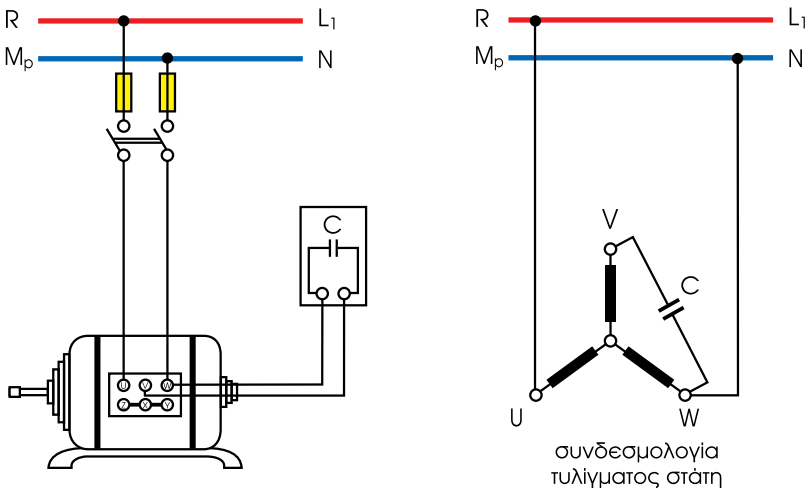
**🔗 Μπορεί ο Α.Τ.Κ. να λειτουργήσει στο μονοφασικό δίκτυο;**

Αν θυμηθούμε, όσα αναφέραμε στην αρχή για τη λειτουργία των Α.Μ.Κ., η **απάντηση** είναι **ναι**, αρκεί με κάποιο τρόπο να δημιουργήσουμε (για την εκκίνηση του κινητήρα) ένα στρεφόμενο Μ.Π.

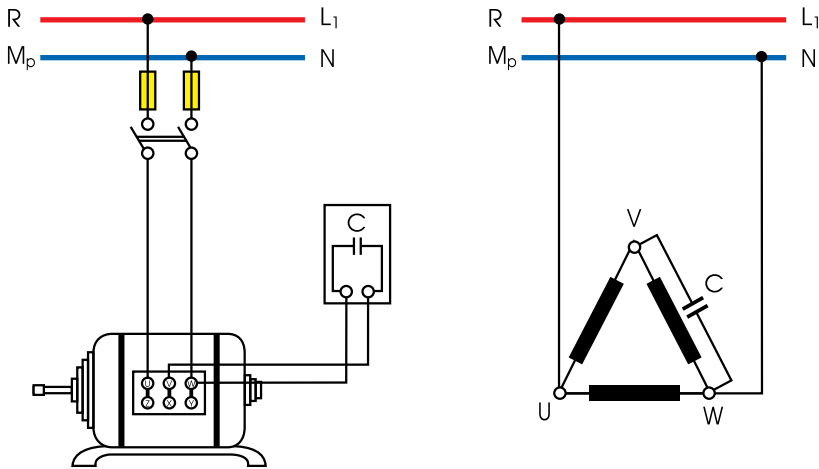
Έτσι, όπως θα δούμε στη συνέχεια, μπορούμε να έχουμε λειτουργία Α.Τ.Κ. σε μονοφασικό δίκτυο, δηλ. ο τριφασικός κινητήρας να λειτουργεί σαν μονοφασικός.

### 5.3.2. Λειτουργία τριφασικών κινητήρων σαν μονοφασικών

Για να μπορεί να δημιουργηθεί στρεφόμενο Μ.Π., ώστε οι Α.Τ.Κ. να ξεκινούν και όταν τους συνδέσουμε στο μονοφασικό δίκτυο, πρέπει να τους εφοδιάσουμε μ' ένα **πυκνωτή** μόνιμης λειτουργίας. Ο πυκνωτής αυτός, όπως θα δούμε παρακάτω, πρέπει να είναι κατάλληλης χωρητικότητας και, ανάλογα με τη συνδεσμολογία των τυλιγμάτων του στάτη, συνδέεται σε σειρά (σχ. 5.16), ή παράλληλα με μια φάση του (σχ. 5.17). Στην περίπτωση αυτή ο Α.Τ.Κ. λειτουργεί ουσιαστικά σαν ένας Α.Μ.Κ. με βοηθητικό τύλιγμα και πυκνωτή.



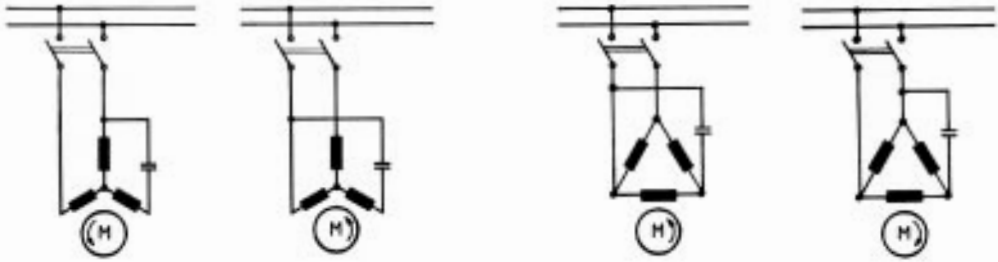
**Σχ. 5.16:** Α.Τ.Κ. ζεύξης αστέρα, που χρησιμοποιείται σαν μονοφασικός.



**Σχ. 5.17:** Α.Τ.Κ. ζεύξης τριγώνου που χρησιμοποιείται σαν μονοφασικός.

Ο πυκνωτής που χρησιμοποιείται είναι συνήθως **πυκνωτής χαρτιού**, περισσότερο ανθεκτικός, γιατί παραμένει στο κύκλωμα σ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του κινητήρα.

☞ Για να αλλάξουμε τη φορά περιστροφής στους κινητήρες αυτούς αντιμεταθέτουμε τη σύνδεση του πυκνωτή (σχ. 5.18).



**Σχ. 5.18:** Αλλαγή φοράς περιστροφής Α.Τ.Κ. που εργάζεται σαν Α.Μ.Κ.

➤ Η ροπή εκκίνησης, η ισχύς και όλα τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του Α.Τ.Κ. που εργάζεται σαν Α.Μ.Κ., εξαρτώνται από την τιμή της χωρητικότητας του πυκνωτή.

Έτσι, με την κατάλληλη εκλογή του πυκνωτή, η ροπή εκκίνησης φθάνει στο 40% ως 50% της ονομαστικής τριφασικής ροπής και η ισχύς που αναπτύσσεται το 80% της ονομαστικής ισχύος, που θα έδινε ο Α.Τ.Κ. αν λειτουργούσε σε τριφασικό δίκτυο.

Η χωρητικότητα του κατάλληλου πυκνωτή, ώστε να έχουμε τα παραπάνω χαρακτηριστικά, υπολογίζεται με ακρίβεια απ' τη σχέση:

$$C = 3,2 \cdot 10^6 \cdot \frac{P_b}{U} \tag{5.1}$$

- όπου **C**: η χωρητικότητα, σε **F**
- U**: η τάση λειτουργίας, σε **V**
- και **P<sub>b</sub>**: η άεργη ισχύς, σε **kVA**.

Στη πράξη χρησιμοποιούμε συνήθως πίνακες που μας δίνουν προσεγγιστικά τη χωρητικότητα του πυκνωτή, ή το λόγο  $\mu F/kW$ , για κάθε τάση λειτουργίας, όπως ο παρακάτω πίνακας 5.3 (για το δίκτυο Χ.Τ. 220/380V της ΔΕΗ).

**Πίνακας 5.3.**

Ισχύς Α.Τ.Κ. (kW):	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
Χωρητικότητα πυκνωτή (μF): • U=220V	14	28	42	56	70	84
Χωρητικότητα πυκνωτή (μF): • U=380V	4	8	12	16	20	24

Έτσι, π.χ. για Α.Τ.Κ. 1 kW και τάση λειτουργίας 220V, θα επιλέξουμε πυκνωτή χωρητικότητας 70μF.

**Παρατήρηση**

Η χρησιμοποίηση Α.Τ.Κ. σαν Α.Μ.Κ. είναι γενικά ασύμφορη και πρέπει να γίνεται μόνο σε περίπτωση ανάγκης και για κινητήρες μικρής ισχύος.

### 5.3.3. Ισχύς μονοφασικών κινητήρων

Η ισχύς, που δίνει στον άξονά του ένας μονοφασικός κινητήρας (ωφέλιμη ισχύς), δίνεται από τη σχέση:

$$P = U \cdot I \cdot \eta \cdot \text{συν}\varphi \quad (\text{σε W}) \quad (5.2)$$

όπου **U**: η τάση σε V, του δικτύου τροφοδότησης,  
**I**: η ένταση σε A, που απορροφά,  
**η**: ο βαθμός απόδοσής του και  
**συνφ**: ο συντελεστής ισχύος του κινητήρα.

Όπως είναι φανερό η ισχύς εξαρτάται (εκτός από τα U και I) κυρίως από το **συνφ** και το **βαθμό απόδοσης η**, τα οποία με τη σειρά τους εξαρτώνται από το φορτίο του κινητήρα.

Από την παραπάνω σχέση (5.2), αν λύσουμε ως προς την ένταση ρεύματος I, έχουμε:

$$I = \frac{P}{\eta \cdot U \cdot \text{συν}\varphi}, \text{ η οποία για } \eta=100\% \text{ είναι: } I = \frac{P}{U \cdot \text{συν}\varphi}$$

#### Παραδείγματα

1. Πόση ένταση ρεύματος απορροφά από το δίκτυο, κατά τη λειτουργία του, ένας Α.Μ.Κ. ισχύος 2HP, ονομαστικής τάσης 220V και συντελεστή ισχύος 0,7; (οι απώλειές του θεωρούνται αμελητέες).

#### Λύση

Είναι:

$$P=2\text{HP}=(2 \cdot 0,736)=1,472\text{kW}=1.472\text{W}.$$

Άρα:

$$I = \frac{P}{U \cdot \text{συν}\varphi} = \frac{1472\text{W}}{220 \cdot 0,7} \Rightarrow I = 9,56\text{A}$$

2. Α.Μ.Κ. έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- ονομαστική ισχύ 4HP,
- ονομαστική τάση 220V,
- συντελεστή ισχύος 0,7,
- βαθμό απόδοσης 0,94.

Να βρεθεί η ένταση ρεύματος που απορροφά από το δίκτυο.

#### Λύση

$$\text{Είναι: } P = U \cdot I \cdot \text{συν}\varphi \Rightarrow I = \frac{P}{U \cdot \text{συν}\varphi \cdot \eta}$$

$$\text{Άρα: } I = \frac{4\text{HP} \cdot 736(\text{W})}{220 \cdot 0,7 \cdot 0,94} = \frac{2944}{145} \Rightarrow I = 20,3\text{A}$$



Στη πράξη μαζί με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των κινητήρων, δίνεται και η ένταση του ρεύματος που απορροφούν (δες πίνακα 5.2).

Με βάση τώρα, την ένταση κανονικής λειτουργίας και ανάλογα με το τύπο του κινητήρα, ρυθμίζουμε και το αντίστοιχο **θερμικό** (στοιχείο που προστατεύει τον κινητήρα από υπερένταση).

Στον παρακάτω πίνακα 5.4 φαίνονται οι συνηθισμένες τιμές περιοχής θερμικών των αυτομάτων.

**Πίνακας 5.4.**

Περιοχές ρύθμισης θερμικών	
0÷1,5A	15÷25A
1÷3A	22÷33A
2÷3,5A	30÷45A
3÷5,5A	40÷63A
4÷9A	60÷85A
8,5÷16A	80÷110A

### Σημείωση

Στο εμπόριο μπορούμε να βρούμε περιοχές θερμικών των αυτομάτων σε οποιαδήποτε κλίμακα επιθυμούμε. Η **ρύθμιση** του **θερμικού** γίνεται στην κανονική ένταση ρεύματος (κανονικό ρεύμα) **I**.

### 5.3.4. Ερωτήσεις

1. Κάτω από ποιες προϋποθέσεις μπορεί να λειτουργήσει στο μονοφασικό (1~) δίκτυο της Δ.Ε.Η. ένας Α.Τ.Κ.;
2. Πώς συνδέεται ο πυκνωτής στη λειτουργία Α.Τ.Κ. σαν Α.Μ.Κ.;
3. Πώς υπολογίζεται η χωρητικότητα του πυκνωτή λειτουργίας Α.Τ.Κ σε 1~ δίκτυο;
4. Πώς επηρεάζεται η ισχύς του Α.Τ.Κ., όταν εργάζεται σαν Α.Μ.Κ.;
5. Πώς υπολογίζουμε την ωφέλιμη ισχύ Α.Μ.Κ.;
6. Πώς υπολογίζεται η ένταση ρεύματος που απορροφά ένας Α.Μ.Κ.; Πώς επιλέγεται και πώς ρυθμίζεται το θερμικό;

#### ➡ Βάλτε σε κύκλο το γράμμα μπροστά από τη σωστή απάντηση

7. Η χωρητικότητα του κατάλληλου πυκνωτή για τη λειτουργία Α.Τ.Κ. 1/2kW, στο δίκτυο των 220V της Δ.Ε.Η., πρέπει να είναι περίπου:
  - α. 20μF.
  - β. 25μF.
  - γ. 30μF.
  - δ. 35μF.
8. Η ρύθμιση του θερμικού, για την προστασία του κινητήρα, γίνεται πάντα:
  - α. στο ρεύμα κανονικής λειτουργίας ( $I_N$ ).
  - β. λίγο πάνω από το  $I_N$ .
  - γ. λίγο κάτω από το  $I_N$ .
  - δ. ανεξάρτητα από το  $I_N$ .
9. Α.Μ.Κ. ωφέλιμης ισχύος 2HP, με συντελεστή ισχύος και βαθμό απόδοσης ίσους με 0,8, όταν συνδεθεί στο 1~ δίκτυο της Δ.Ε.Η. (230/400V), απορροφά ένταση ρεύματος ίση με:
  - α.  $I=5,5A$ .
  - β.  $I=10A$ .
  - γ.  $I=18A$ .
  - δ.  $I=25A$ .
10. Α.Μ.Κ. 220V/10A με  $\eta=80\%$  και  $\cos\varphi=0,9$ , αποδίδει ισχύ:
  - α. 1584W.
  - β. 1200W.
  - γ. 1032W.
  - δ. 850W.

## Ενότητα 5.4.

# Έλεγχος και μετρήσεις, Συντήρηση, Βλάβες και επισκευή μονοφασικών κινητήρων

### Διδακτικοί στόχοι

➡ *Μετά από τη μελέτη της ενότητας αυτής, θα πρέπει να μπορείτε:*

1. *Να πραγματοποιείτε τις μετρήσεις που είναι απαραίτητες για τον προσδιορισμό των ακροδεκτών.*
2. *Να προσδιορίζετε, από τη συμπεριφορά του κινητήρα, την πιθανή βλάβη και να κάνετε την κατάλληλη μέτρηση για τον προσδιορισμό της.*
3. *Να περιγράφετε, πώς θα συντηρήσετε ένα μονοφασικό κινητήρα και να συμπληρώνετε τα αντίστοιχα έντυπα.*
4. *Να αναφέρετε τις ενέργειες που θα κάνετε όταν δεν είναι δυνατόν να επισκευάσετε τον κινητήρα.*

### 5.4.1. Γενικά

Ο προληπτικός έλεγχος και η συντήρηση αυξάνουν τη διάρκεια ζωής των ηλεκτρικών μηχανών και περιορίζουν τις βλάβες. Οι περισσότεροι τύποι των ηλεκτροκινητήρων και ειδικότερα των μονοφασικών, απαιτούν ελάχιστη συντήρηση που περιορίζεται μόνο σε περιοδική λίπανση, γι' αυτό ο έλεγχος που γίνεται με τις αισθήσεις (όραση, ακοή, όσφρηση και αφή) έχει μεγάλη σημασία.

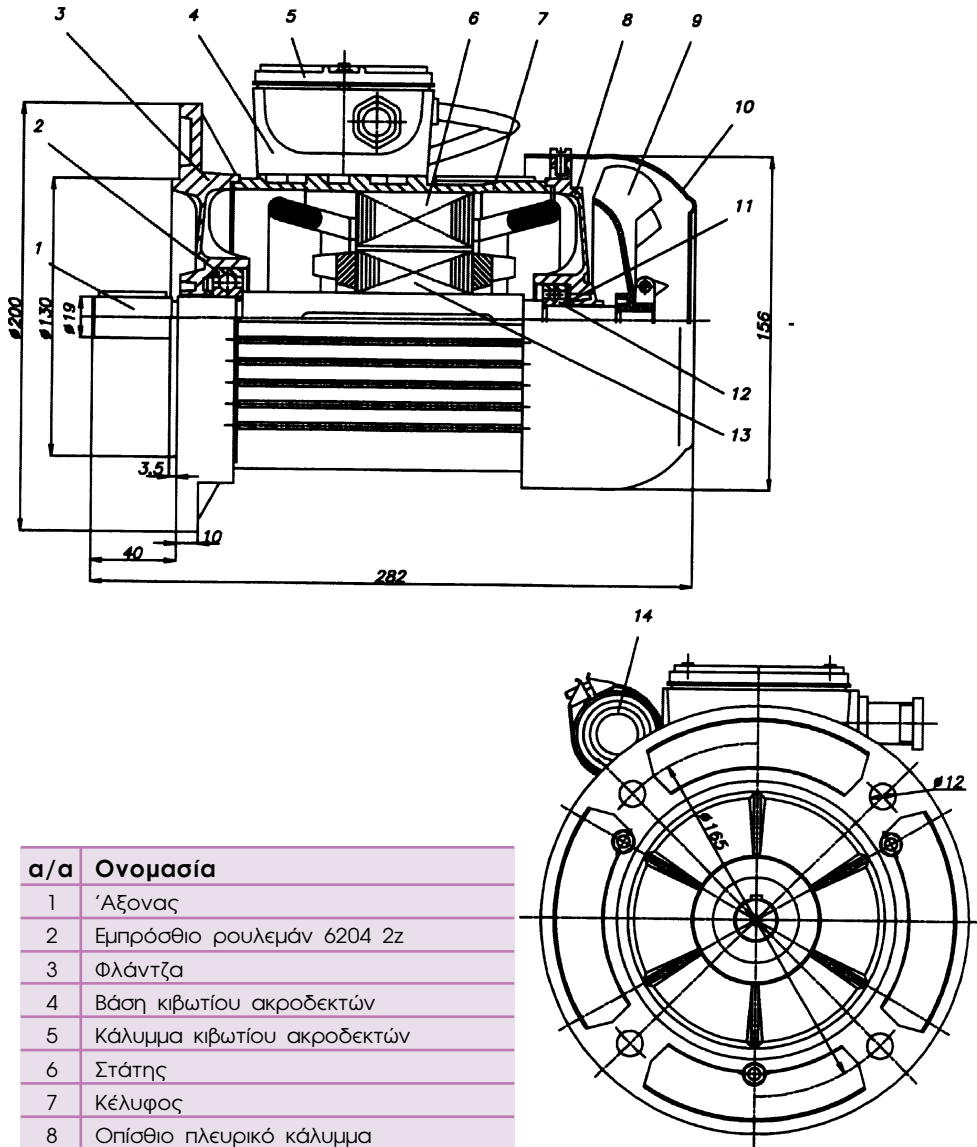
Ανάλογα με τον τύπο της μηχανής ποικίλλει η διαδικασία του ελέγχου και της συντήρησης. Έτσι ορισμένοι μονοφασικοί κινητήρες εφοδιασμένοι με αυτολίπαντους τριβείς δεν χρειάζονται καθόλου συντήρηση, ενώ σ' άλλους κυρίως με συλλέκτη, είτε με φυγοκεντρικό διακόπτη, ο έλεγχος και η συντήρηση πρέπει να γίνονται συχνά.

Το **πρόγραμμα ελέγχου** και **συντήρησης** καθορίζεται συνήθως από τον κατασκευαστή του ηλεκτροκινητήρα.

Στην ενότητα αυτή αναφέρονται συγκεντρωτικά τα κυριότερα σημεία ελέγχου και συντήρησης, καθώς και τα συμπτώματα βλαβών συνοπτικά (μαζί με τα πιθανά αίτια) των μονοφασικών κινητήρων. Πριν τα αναφέρουμε, ας δούμε πρώτα τα κυριότερα εξαρτήματά τους, ώστε να γνωρίζουμε "για τι ακριβώς μιλάμε". Έτσι, στα παρακάτω σχήματα φαίνονται παραστατικά τρεις απ' τους πιο εύχρηστους μονοφασικούς κινητήρες:

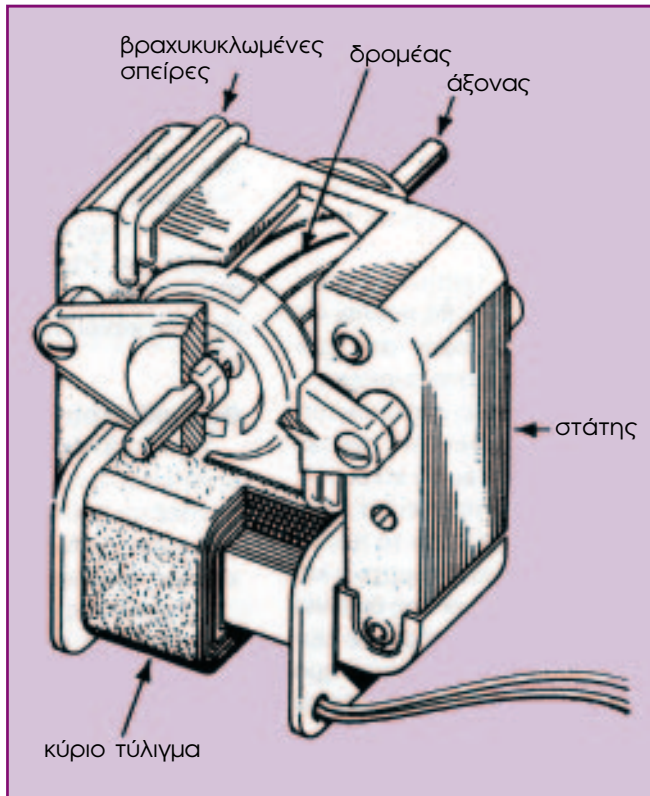
- ο Α.Μ.Κ. με (μόνιμο) πυκνωτή (σχ. 5.19),

- ο Α.Μ.Κ. με βραχυκυκλωμένες σπείρες (σχ. 5.20) και
- ο κινητήρας Universal (σχ. 5.21).

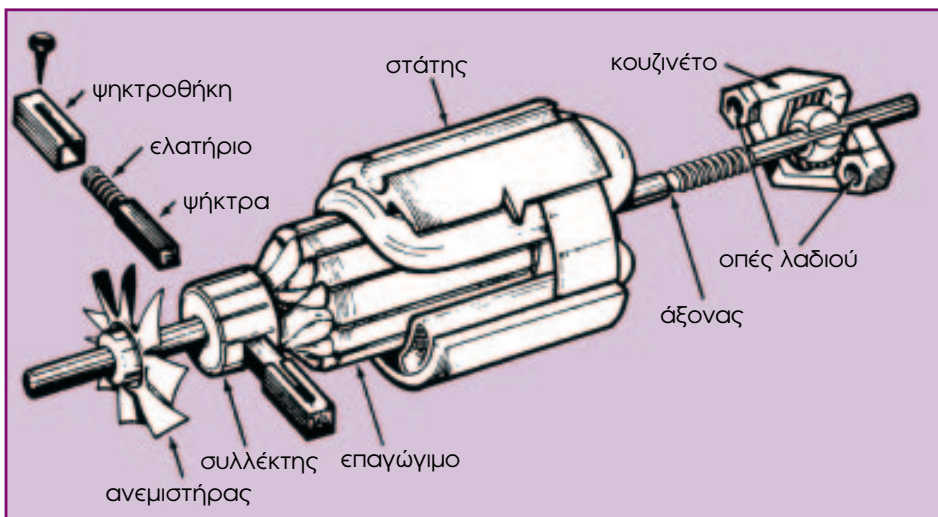


α/α	Όνομασία
1	Άξονας
2	Εμπρόσθιο ρουλεμάν 6204 2z
3	Φλάντζα
4	Βάση κιβωτίου ακροδεκτών
5	Κάλυμμα κιβωτίου ακροδεκτών
6	Στάτης
7	Κέλυφος
8	Οπίσθιο πλευρικό κάλυμμα
9	Ανεμιστήρας
10	Κάλυμμα ανεμιστήρα
11	Ελατηριωτή ροδέλα
12	Οπίσθιο ρουλεμάν 6202 2z
13	Δρομέας
14	Πυκνωτής 35/400 μf/V ή 45/400 μf/V για διπολικούς κινητήρες και 25/450 μf/V ή 30/450 μf/V για τετραπολικούς

**Σχ. 5.19:** Τομή Α.Μ.Κ. με πυκνωτή - διαστάσεις και κύρια μέρη του.



Σχ. 5.20: Α.Μ.Κ. με βραχυκυκλωμένες σπείρες.



Σχ. 5.21: Κινητήρας Universal.


## 5.4.2. Ελέγχοι και μετρήσεις

### 1) Έλεγχος του ηλεκτροκινητήρα σε στάση

#### Έλεγχος ακροδεκτών

Η λαθεμένη σύνδεση των ακροδεκτών προκαλεί ανωμαλίες και σε ορισμένους τύπους αλλάζει τη φορά περιστροφής.

Γι' αυτό ελέγχουμε τους ακροδέκτες του κύριου και του βοηθητικού τυλίγματος, καθώς και αυτούς του φυγοκεντρικού διακόπτη (αν υπάρχει).

 Ο έλεγχος των τυλιγμάτων γίνεται μ' ένα **ωμόμετρο** ή έναν ενδεικτικό λαμπτήρα. Στη συνέχεια σφίγγονται πολύ καλά.

Το βοηθητικό τύλιγμα αποτελείται συνήθως από λιγότερες ομάδες και σπείρες με αγωγή μεγαλύτερης διατομής.

Επομένως το ωμόμετρο θα δείξει μικρότερη ωμική αντίσταση.

#### Μέτρηση αντιστάσεων

Εάν υπάρχει αμφιβολία για την καλή κατάσταση των τυλιγμάτων γίνεται μέτρηση των αντιστάσεων της μηχανής, για τον εντοπισμό τυχόν κακών κολλήσεων, βραχυκυκλωμένων σπειρών ή λαθεμένης συνδεσμολογίας.

#### Έλεγχος μόνωσης

Ο έλεγχος της μόνωσης μεταξύ των διάφορων τυλιγμάτων και μεταξύ τυλιγμάτων και γης είναι απαραίτητος πριν από την πρώτη λειτουργία του κινητήρα. Επίσης πρέπει να ελέγχεται και η μόνωση των ψηκτρών μεταξύ τους.

Αν ο κινητήρας έχει εκτεθεί σε υγρασία πρέπει να γίνεται στέγνωμα της μόνωσης και έλεγχος για τυχόν ενδείξεις σκουριάς.

Το στέγνωμα γίνεται είτε με εξωτερική πηγή θερμότητας είτε με διοχέτευση συνεχών ή εναλλασσόμενων ρευμάτων στα τυλίγματα και ανάπτυξη θερμότητας μέσα σ' αυτά.

#### Έλεγχος λίπανσης


Ελέγχεται η στάθμη, η κατάσταση των λιπαντικών και η διαφυγή λαδιού ή γράσσου.

### 2) Έλεγχος του κινητήρα σε λειτουργία χωρίς φορτίο

Κατά την πρώτη εκκίνηση της μηχανής πρέπει να γίνεται έλεγχος καλής λειτουργίας. Τα έδρανα να έχουν κανονική θερμοκρασία (45°C) και περιστροφή ήρεμη.

Η αύξηση της θερμοκρασίας των εδράνων προέρχεται από κακή λίπανση, κακή τοποθέτηση, ή κακή κατάσταση εδράνων.

Τα παραπάνω προκαλούν, εκτός από θέρμανση και ανώμαλη λειτουργία. Ανώμαλη περιστροφή προέρχεται επίσης από κακή ζυγοστάθμιση του δρομέα, χαλαρή στήριξη της μηχανής, ανομοιόμορφο διάκενο ή βραχυκυκλώματα στα τυλίγματα στάτη ή δρομέα.

 Για τον έλεγχο των τυλιγμάτων, κατά τη λειτουργία χωρίς φορτίο, πρέπει να γίνεται η λήψη των σχετικών **χαρακτηριστικών καμπυλών** της μηχανής, δηλαδή τάσης, ρεύματος και αριθμού στροφών. Επίσης πρέπει να ελέγχεται και η πολικότητα.

### 3) Έλεγχος του κινητήρα σε λειτουργία με φορτίο

Η περιστροφή του κινητήρα πρέπει να ελεγχθεί πάλι. Από την κινητήρια ή κινούμενη μηχανή είναι δυνατόν να μεταφέρονται δονήσεις οι οποίες είναι ανεπιθύμητες για ηλεκτροκινητήρες με συλλέκτη. Ελαστικοί σύνδεσμοι (κόμπλερ) είναι σ' αυτή την περίπτωση προτιμότεροι. Επίσης, μπορεί να προκαλείται θέρμανση των εδράνων (από αξονική πίεση ή έλξη της συνδεδεμένης μηχανής ή από μεγάλη σύσφιγξη ιμάντων).

Δονήσεις είναι δυνατόν να προέρχονται από ηλεκτρική ή μαγνητική ασυμμετρία, όπως π.χ. διακοπή ενός τυλίγματος (κύριου ή βοηθητικού).

#### Μετρήσεις με φορτίο

Γίνεται έλεγχος της απορροφούμενης και αποδιδόμενης ισχύος της μηχανής. Σε συνδυασμό με τις μετρήσεις σε στάση και χωρίς φορτίο, μετριοούνται και υπολογίζονται οι απώλειες.

Ακόμη και στον απλό κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα πρέπει να γίνεται έλεγχος και καθάρισμα των διόδων παραγωγής αέρα για την απαγωγή της θερμότητας, και των πτερυγίων του ανεμιστήρα.

### 4) Έλεγχος του συλλέκτη

Ο συλλέκτης (όπου υπάρχει) είναι το πιο ευπαθές τμήμα και γι' αυτό απαιτεί συχνό έλεγχο και συντήρηση.

Βασικές προϋποθέσεις για μία καλή μεταγωγή ρεύματος είναι η στρογγυλότητά του, η λειτουργία του χωρίς δονήσεις και η καθαριότητά του.

Ο συλλέκτης πρέπει να παρουσιάζει μία τελείως ομαλή και συχνά στιλπνή επιφάνεια.

**Ο έλεγχος του συλλέκτη επεκτείνεται και στις ψήκτρες.** Πρέπει να έχουν την πίεση που ορίζει ο κατασκευαστής συνήθως  $180 \pm 200 \text{ P/cm}^2$  για ψήκτρες από άνθρακα ή ελαφρώς μεταλλικές και να κινούνται ελεύθερα στις ψηκτροθήκες. Σημασία για την καλή λειτουργία έχει και η γωνία που σχηματίζουν οι ψήκτρες με το συλλέκτη.

Επίσης πρέπει να γίνεται έλεγχος της θέσης των ψηκτρών.

Τα **δακτυλίδια** των μηχανών δεν απαιτούν συχνό έλεγχο. Σπάνια φθείρονται, ώστε να απαιτούν τοννάρισμα. Ο έλεγχος περιορίζεται στη μόνωσή τους και στις συνδέσεις τους με τους αγωγούς.

### 5) Έλεγχος των βοηθητικών συσκευών

Οι συσκευές αυτές είναι οι **διακόπτες**, οι **εκκινήτες**, οι **αντιστάσεις** διέγερσης κ.λπ. και απαιτούν συνήθως έλεγχο των επαφών και των συνδέσεων των αγωγών.



### 5.4.3. Συντήρηση

Συντήρηση είναι η εργασία που απαιτείται για να διατηρούνται οι μηχανές σε καλή κατάσταση λειτουργίας και καθορίζεται από το πρόγραμμα συντήρησης. Ορισμένες εργασίες πρέπει να γίνονται κάθε εβδομάδα, άλλες κάθε μήνα και άλλες κάθε χρόνο.

#### 1) Καθαριότητα

Η μηχανή πρέπει να καθαρίζεται τακτικά με φουσητήρα και με πινέλα. Εκτός από την εξωτερική καθαριότητα, των διόδων αερισμού και ανεμιστήρα, πρέπει να ελέγχονται και να καθαρίζονται τα έδρανα, ο συλλέκτης, οι ψήκτρες και τα δακτυλίδια. Λάδι λίπανσης στις μονώσεις και στο συλλέκτη προκαλεί βλάβες.

#### 2) Λίπανση

Στους ηλεκτροκινητήρες χρειάζονται λίπανση τα έδρανα και τα τυχόν συστήματα μετάδοσης κίνησης.

Το λάδι λίπανσης ή το γράσσο πρέπει να αλλάζεται κατά διαστήματα, ανάλογα με την χρησιμοποίηση της μηχανής, γιατί παθαίνει αλλοιώσεις. Η αλλαγή του λαδιού γίνεται μετά την αφαίρεση του παλιού λιπαντικού και τον καθαρισμό του χώρου.

Η καθαριότητα πρέπει να είναι σχολαστική για να μην εισχωρήσουν ακαθαρσίες στα έδρανα, αλλά και για να μη λαδωθούν άλλα μέρη της μηχανής όπως οι ψήκτρες, ο συλλέκτης και οι μονώσεις. Όση βλάβη μπορεί να προκαλέσει η έλλειψη λίπανσης, άλλη τόση προκαλείται και από κακή διαδικασία λίπανσης και λάδωμα άλλων τμημάτων της μηχανής.

#### 3) Συντήρηση ψηκτρών

Στη συντήρηση των ψηκτρών υπάγεται κυρίως η αντικατάσταση των φθαρμένων ψηκτρών. Οι νέες ψήκτρες πρέπει να είναι από το ίδιο υλικό και του ίδιου τύπου που είχε χρησιμοποιήσει ο κατασκευαστής. Οι νέες ψήκτρες χρειάζονται "στρώσιμο", ώστε να αποκτήσουν την καμπυλότητα και την γωνία που απαιτείται. Άλλη εργασία συντήρησης είναι η κατά μήκος μετατόπιση των ψηκτρών για να προκαλείται ομοιόμορφη φθορά στο συλλέκτη.

#### 4) Συντήρηση συλλέκτη και δακτυλιδιών

Οι πιο απλές ανωμαλίες του συλλέκτη είναι γρατζουνίσματα που οφείλονται σε σκληρά μόρια σκόνης που υπάρχουν στις ψήκτρες και το μάζεμα ακαθαρσιών, από μόρια άνθρακα, λίπη, λάδια κ.λπ. Σ' αυτή την περίπτωση γίνεται καθάρισμα με πολύ λεπτό γυαλόχαρτο. Αν οι ανωμαλίες του συλλέκτη είναι σημαντικές όπως η εκκεντρότης, προεξέχοντες τομείς, προεξέχοντα τεμάχια μίκας, αυλάκια, καψίματα από σπινθηρισμούς κ.λπ., αφαιρούνται στον τόρνο. Μετά το τορνάρισμα πρέπει να αφαιρεθεί το πάνω τμήμα της μίκας, ώστε να βρίσκεται περίπου 0,8mm κάτω από την επιφάνεια του συλλέκτη και να γίνει το γυάλισμα.

Τα δακτυλίδια των μηχανών χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση, που περιορίζεται στην καθαριότητά τους. Σε περιπτώσεις εξαιρετικής φθοράς ή εκκεντρότητας απαιτούν τορνάρισμα.

### 5) Συντήρηση των βοηθητικών συσκευών

Η συντήρηση των βοηθητικών συσκευών περιορίζεται στον καθαρισμό ή στην αντικατάσταση των επαφών. Αν υπάρχουν διακόπτες λαδιού γίνεται αντικατάσταση του λαδιού (αν περιέχει ακαθαρσίες ή υγρασία). Αν πάθουν βλάβη οι **φυγοκεντρικοί διακόπτες** είναι προτιμότερη η αλλαγή τους απ' την επισκευή.

## 5.4.4. Βλάβες μονοφασικών κινητήρων

Στον παρακάτω πίνακα 5.5, έχουν συγκεντρωθεί τα **συμπτώματα** των κυριότερων **βλαβών** των μονοφασικών κινητήρων, σε συνδυασμό με τις **πιθανές αιτίες**, που πρέπει να ελέγξουμε, για να εξακριβώσουμε σε ποια απ' αυτές οφείλεται η βλάβη.

Για την ευκολότερη παρουσίαση του πίνακα και επειδή μία αιτία μπορεί να προκαλέσει περισσότερα από ένα συμπτώματα, **αναφέρονται πρώτα οι πιθανές αιτίες για να συνδυαστούν κατόπιν με τα συμπτώματα βλαβών**, ανάλογα με τον τύπο του κινητήρα.

### Πιθανές αιτίες βλαβών

1. Διακοπή κυκλώματος τροφοδοσίας.
2. Διακοπή κυκλώματος τυλίγματος (περιέλιξης).
3. Ο φυγοκεντρικός διακόπτης δεν κλείνει κύκλωμα.
4. Βλάβη πυκνωτή.
5. Διακοπή κυκλώματος εκκίνησης.
6. Ο φυγοκεντρικός διακόπτης εκκίνησης δεν διακόπτει (ανοίγει).
7. Ο κινητήρας υπερφορτίζεται.
8. Η περιέλιξη είναι βραχυκυκλωμένη ή γειωμένη.
9. Διακοπή κυκλώματος μιας ή δύο περιελίξεων.
10. Η μίκα προεξέχει από τους τομείς του συλλέκτη.
11. Έκκεντρος ή ακάθαρτος συλλέκτης.
12. Φθαρμένες ψήκτρες ή μικρή πίεση ελατηρίου ψηκτρών.
13. Ανοικτό ή βραχυκυκλωμένο κύκλωμα, στο τύλιγμα του δρομέα.
14. Ψήκτρες ακάθαρτες.
15. Ανοικτό κύκλωμα διέγερσης.
16. Σφικτά έδρανα ή με κακή λίπανση.
17. Τριβή μεταξύ στάτη και δρομέα.
18. Γείωση του κοντά στο διακόπτη άκρου της περιέλιξης.
19. Βραχυκυκλωμένο ή γειωμένο τύλιγμα δρομέα.

Πίνακας 5.5.

ΣΥΜΠΤΩΜΑ ή ΒΛΑΒΗ	ΠΙΘΑΝΕΣ ΑΙΤΙΕΣ				
	ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ				
	ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ	ΜΕ ΠΥΚΝΩΤΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ	ΜΕ ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΕΚΚ. και ΛΕΙΤ.	ΜΕ ΒΡΑΧ/ΝΕΣ ΣΠΕΙΡΕΣ	ΜΕ ΣΥΛΛΕΚΤΗ
Ο κινητήρας δεν ξεκινά:	1, 2, 3, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 7, 17	1, 2, 7, 16, 17	1, 2, 12, 13
Ο κινητήρας δεν ξεκινά, στρέφεται όμως τελικά με χειροκίνητη εκκίνηση:	3, 5	3, 4, 5	4, 9		
Θερμαίνεται πολύ μετά την εκκίνηση:	6, 8	6, 8	4, 8	8	8
Θερμαίνεται πολύ κατά τη λειτουργία:	8	8	4, 8	8	8
Ο κινητήρας δεν ξεκινά μόνος του, στρέφεται με χειροκίνητη εκκίνηση και υπερθερμαίνεται:	3, 5, 8	3, 4, 5, 8	4, 8, 9		
Σπινθήρες στις ψήκτρες:					10, 11, 12, 13, 14
Πολύ μεγάλη ταχύτητα - Σπινθήρες στις ψήκτρες:					15
Μείωση απόδοσης - υπερθέρμανση:	8, 16, 17	8, 16, 17	8, 16, 17	8, 16, 17	13, 16, 17
Τήξη ασφαλειών, δεν σταματά με το κλείσιμο του διακόπτη:	8, 18	8, 18	8, 18	8, 18	18, 19
Ανώμαλη λειτουργία - ισχυρές δονήσεις:					10, 11, 12, 13, 19

Με βάση τα παραπάνω και την εμπειρία μας μπορούμε να αντιμετωπίσουμε όλες σχεδόν τις βλάβες των μονοφασικών κινητήρων, που τυχόν θα μας παρουσιασθούν.

Σε περίπτωση που δυσκολευτούμε ή δεν έχουμε τα κατάλληλα μηχανήματα για κάποια επισκευή, καλούμε σε βοήθεια πιο ειδικούς ή πάμε σ' άλλο (καλύτερα εξοπλισμένο) εργαστήριο.

☞ Αν η βλάβη είναι ανεπανόρθωτη τότε συμπληρώνουμε ειδικά έντυπα **“ελέγχου και επισκευής κινητήρα”**, με όλα τα χαρακτηριστικά του και ο κινητήρας αποστέλλεται για επισκευή (κατά το δυνατόν στο εργοστάσιο κατασκευής του). Ένα τέτοιο έντυπο, στο οποίο σημειώνουμε ενδεικτικά (π.χ. με ένα x) το τμήμα που θέλει επισκευή ή τα στοιχεία και μεγέθη που θέλουν ειδικό έλεγχο, φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 5.22.

**Ειδικό έντυπο για την επίσκεψη και τον έλεγχο του ηλεκτροκινητήρα**

.....  
 (στοιχεία πελάτη)

.....  
 Θέμα: "Έλεγχος και επίσκεψη  
 κινητήρα με ....."

.....  
 ΠΡΟΣ  
 .....

Σας στέλνουμε για επίσκεψη κινητήρα (ή κινητήρες):

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> με συλλέκτη | <input type="checkbox"/> βραχυκυκλωμένου δρομέα                      |
| σειράς <input type="checkbox"/>      | αντίστασης <input type="checkbox"/>                                  |
| Universal <input type="checkbox"/>   | με πυκνωτή <input type="checkbox"/>                                  |
| αντίδρασης <input type="checkbox"/>  | • εκκίνησης <input type="checkbox"/> μόνιμο <input type="checkbox"/> |
|                                      | • λειτουργίας <input type="checkbox"/>                               |

Παρακαλούμε μετά την επίσκεψη του κινητήρα να γίνουν και οι έλεγχοι που αναφέρονται στα παρακάτω χαρακτηριστικά του στοιχείου, τα οποία και σημειώνουμε:

**Πίνακας ελέγχου**

**Ασφαλής περιοχή κινητήρα** .....

	<input type="text"/> σταθερής ταχύτητας	<input type="text"/> μεταβλητής ταχύτητας
Παροχή	<input type="text"/> Volts	<input type="text"/> φάσεις <input type="text"/> Hz
Ισχύς	<input type="text"/> kW	
Ταχύτητα	<input type="text"/> στρ/min	<input type="text"/> πόλοι
Χρήση	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Μετάδοση κίνησης	<input type="checkbox"/> απευθείας	<input type="checkbox"/> με ιμάντα
Σχέση μόνωσης προς επιτρεπόμενη αύξηση θερμοκρασίας	<input type="text"/> / <input type="text"/>	
Ονομαστική ροπή .....	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> σταθερή
Συνθήκες μόνωσης IP	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> σχετική υγρασία
Στοιχεία ρύθμισης ελέγχου στροφών (αν υπάρχει):		
Τύπος ελέγχου	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Όρια ρύθμισης ταχύτητας	<input type="text"/> μέγιστη	<input type="text"/> ελάχιστη
Όρια ισχύος (kW)	<input type="text"/> μέγιστη	<input type="text"/> ελάχιστη

Σχ. 5.22.

## 5.4.5. Ερωτήσεις

1. Ποιους ελέγχους και ποιες μετρήσεις κάνουμε για τον προσδιορισμό των ακροδεκτών μονοφασικού ηλεκτροκινητήρα;
2. Για ποιους λόγους ένας Α.Μ.Κ. αντίστασης δεν ξεκινά;
3. Ποια είναι η πιθανή αιτία, όταν ένας κινητήρας με συλλέκτη θερμαίνεται πολύ;
4. Τι ονομάζουμε συντήρηση και κάθε πότε πρέπει να γίνεται αυτή;
5. Ποιες ενέργειες κάνουμε όταν δεν μπορούμε μόνοι μας να επισκευάσουμε έναν ηλεκτροκινητήρα;
6. Πώς γίνεται ο έλεγχος μόνωσης ή διακοπής των τυλιγμάτων;

### ➡ Βάλτε σε κύκλο το γράμμα μπροστά από τη σωστή απάντηση

7. Όταν ένας κινητήρας Universal θερμαίνεται πολύ κατά τη λειτουργία του, το πιο πιθανό είναι:
  - α. η περιέλιξη να είναι βραχυκυκλωμένη.
  - β. να έχουμε διακοπή του κύριου τυλίγματος.
  - γ. να υπάρχει τριβή μεταξύ στάτη και δρομέα.
  - δ. να ισχύει ένα ή περισσότερα απ' τα παραπάνω προβλήματα.
8. Α.Μ.Κ. με πυκνωτή εκκίνησης που δεν ξεκινά, αλλά στρέφεται τελικά ύστερα από χειροκίνητη εκκίνηση, πιθανόν να παρουσιάζει:
  - α. βλάβη στο πυκνωτή.
  - β. βλάβη στο φυγοκεντρικό διακόπτη.
  - γ. διακοπή του βοηθητικού κυκλώματος.
  - δ. μία ή περισσότερες απ' τις παραπάνω βλάβες.
9. Η περιοδική εργασία που κάνουμε για να διατηρούμε τους ηλεκτροκινητήρες, αλλά και όλες τις ηλεκτρικές μηχανές σε καλή κατάσταση, ονομάζεται:
  - α. έλεγχος.
  - β. συντήρηση.
  - γ. επισκευή.
  - δ. αντικατάσταση.
10. Μονοφασικός (1~) κινητήρας με συλλέκτη θερμαίνεται πολύ κατά τη λειτουργία του, όταν:
  - α. το τύλιγμά του είναι βραχυκυκλωμένο.
  - β. υπάρχει διακοπή του κυκλώματος.
  - γ. οι ψήκτρες του είναι ακάθαρτες.
  - δ. ισχύουν όλα τα παραπάνω.

## 5.5. Ανακεφαλαίωση

◆ Σ' αυτό το κεφάλαιο περιγράψαμε μια σειρά από κινητήρες που μπορούν να λειτουργούν με μονοφασικό Ε.Ρ., το οποίο διαθέτουν τα περισσότερα σπίτια, αλλά και μικρές επιχειρήσεις, δηλ. τους **ασύγχρονους μονοφασικούς κινητήρες** (Α.Μ.Κ.).

◆ Οι Α.Μ.Κ. για την εκκίνησή τους, εκτός από το κύριο τύλιγμα, χρειάζονται και ένα βοηθητικό.

◆ Ανάλογα με τον τρόπο που δημιουργείται το στρεφόμενο Μ.Π. για την εκκίνησή τους, διακρίνονται σε:

**Α.Μ.Κ. με αντίσταση, Α.Μ.Κ. με πυκνωτή** (ή πυκνωτές) και **Α.Μ.Κ. με βραχυκυκλωμένες σπείρες** στο στάτη.

◆ Η αλλαγή της φοράς περιστροφής τους γίνεται με αντιμετάθεση των συνδέσεων των άκρων του βοηθητικού τυλίγματος με το κύριο τύλιγμα.

◆ Σαν Α.Μ.Κ. μπορούν να λειτουργήσουν και μικροί Α.Τ.Κ., χρειάζονται όμως για την εκκίνησή τους έναν πυκνωτή και αποδίδουν λιγότερη ισχύ.

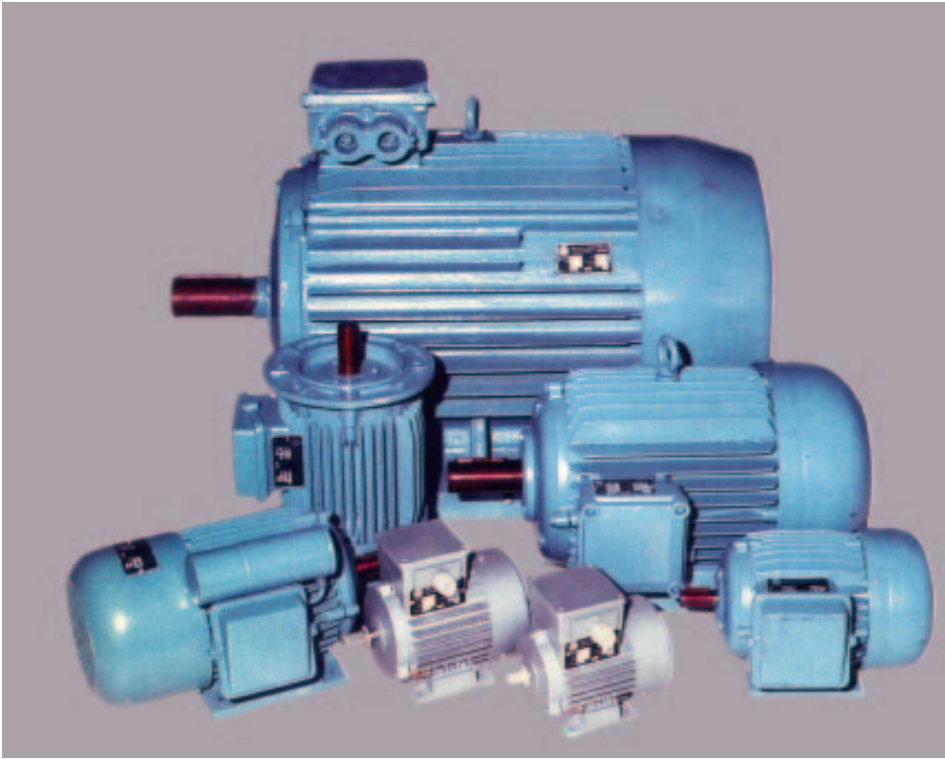
◆ Η ανάγκη για λεπτομερή ρύθμιση των στροφών, οδήγησε τους κατασκευαστές στους **μονοφασικούς κινητήρες Ε.Ρ. με συλλέκτη**, με αποτέλεσμα να αναπτυχθούν πολλά και διάφορα είδη τέτοιων κινητήρων, τα κυριότερα απ' τα οποία είναι: οι **κινητήρες σειράς**, οι **κινητήρες Universal** και οι **κινητήρες αντίδρασης**. Ο κινητήρας Universal εργάζεται με μεγάλες ταχύτητες, τόσο στο Ε.Ρ., όσο και στο Σ.Ρ.

◆ Η ένταση ρεύματος που απορροφά ένας μονοφασικός κινητήρας, κατά τη λειτουργία του, δίνεται απ' τη σχέση:

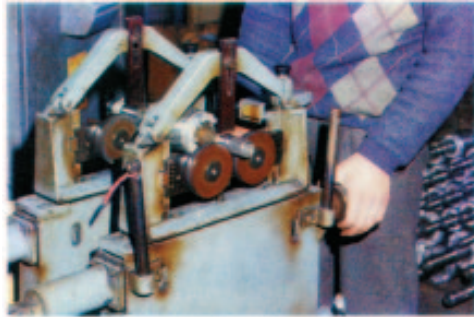
$$I = \frac{P}{\eta \cdot U \cdot \text{συν}\phi}$$

◆ Η καλή λειτουργία των ηλεκτροκινητήρων προϋποθέτει **τακτικούς ελέγχους** και **προληπτική συντήρηση**, ώστε να αυξάνεται η διάρκεια ζωής τους και να περιορίζονται οι βλάβες.

◆ Για το σκοπό αυτό ακολουθούμε τις συγκεκριμένες οδηγίες των κατασκευαστών, ανάλογα με το είδος και τον τύπο του κινητήρα.



Ρεκτιφίε αξόνων



Δυναμική ζυγοστάθμιση δρομέων



Συναρμολόγηση κινητήρων



Κατεργασία μεγάλων χυτοσιδηρών εξαρτημάτων

**Σχ. 5.23:** Από την κατασκευή ηλεκτροκινητήρων.