

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13

Ασύγχρονοι κινητήρες Ε.Ρ. με συλλέκτη

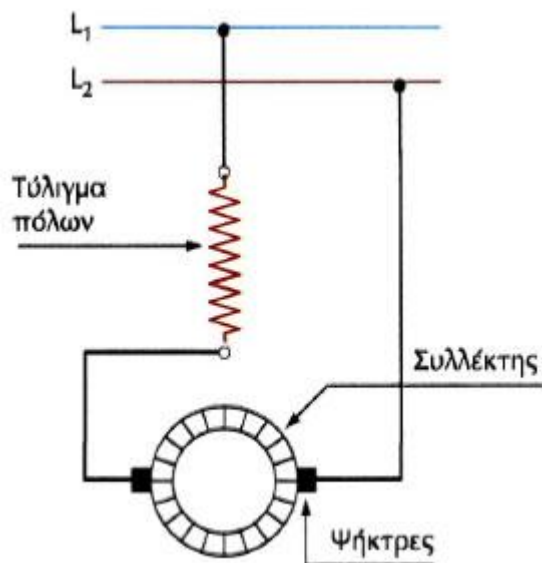
Οι ασύγχρονοι κινητήρες με συλλέκτη χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις και συγκεκριμένα όπου υπάρχει ανάγκη λεπτομερούς ρύθμισης της ταχύτητας περιστροφής. Έχουν ικανοποιητική ροπή εκκίνησης και υψηλό συντελεστή ισχύος, καθώς και υψηλό βαθμό απόδοσης.

Κατασκευάζονται μονοφασικοί και τριφασικοί. Ευρύτερη χρήση έχουν οι μονοφασικοί και διακρίνονται σε:

- α) Κινητήρες σειράς
- β) Κινητήρες Γιουνιβέρσαλ (Universal)
- γ) Κινητήρες αντίδρασης ή απώθησης.

Ένας κινητήρας Σ.Ρ. με διέγερση σειράς είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί και ως κινητήρας Ε.Ρ.

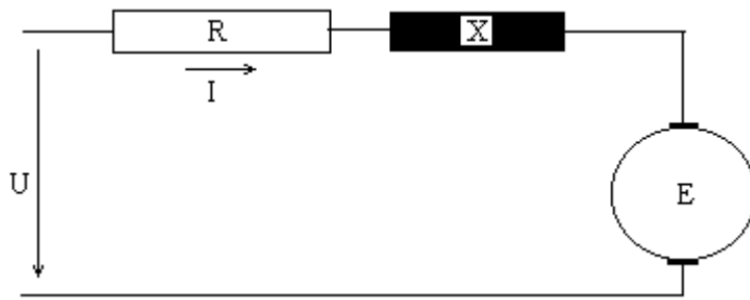
Το σχήμα 2.20. δείχνει το διάγραμμα ενός κινητήρα Σ.Ρ. με διέγερση σειράς, ο οποίος τροφοδοτείται από μονοφασικό δίκτυο $L_1 - L_2$.



Σχήμα 2.20. Μονοφασικός κινητήρας σειράς.

Επειδή το τύλιγμα του επαγωγικού τυμπάνου και το τύλιγμα διέγερσης είναι σε σειρά, η διεύθυνση του Ε.Ρ. σε κάθε ημιπερίοδο θα αλλάζει ταυτόχρονα και στο επαγωγικό τύμπανο και στο τύλιγμα διέγερσης. Επομένως, ο δρομέας περιστρέφεται πάντοτε κατά την αυτή φορά.

Ισοδύναμο κύκλωμα



Βάσει αυτού μπορούμε να μελετήσουμε τις ιδιότητες του κινητήρα Ε.Ρ όμοια με την μηχανή Σ.Ρ με τη διαφορά ότι θα προστεθεί μια επαγωγική αντίσταση. $X=X_E+X_{\sigma E}+X_{\sigma R}$ (1) X_E : επαγωγική αντίδραση διεγέρσεως $X_{\sigma E}$, $X_{\sigma R}$: επαγωγικές αντιστάσεις σκεδασμού της διέγερσης και των τυλιγμάτων του δρομέα.

$$\bar{U} = \bar{E}_{\text{περ}} + \bar{I} \cdot (R + jX) \quad (2)$$

$$\Phi_E \sim L_E I = \frac{X_E}{2\pi f} I \quad (3)$$

$$U = \frac{C_n(X_E)}{(2\pi f)I} + I(R + jX)$$

(2),(3) >>

>> ότι ο αριθμός στροφών μπορεί να μεταβληθεί με μεταβολή της τάσεως εισόδου. Αυτό γίνεται με τις γνωστές μεθόδους ηλεκτρονικών ισχύος είτε με αυτομετασχηματιστή.

Το ρεύμα T άρα και η ροπή $M \sim \Phi E I \sim I^2$ επειδή πήραμε σαν δεδομένο ότι ο κινητήρας δουλεύει στην γραμμική περιοχή της καμπύλης μαγνήτισης. Η ροπή παραμένει σταθερή επειδή το I είναι σταθερό.

$$M_H = \frac{C}{2 \cdot I_p} \Phi_{\text{μεγ. συνψ}} \quad (\text{μέση τιμή}).$$

ή

$$M = C \cdot I \cdot \Phi \sim C \cdot L_e \cdot I^2$$

Ο δρομέας των μονοφασικών κινητήρων σειράς είναι όμοιος με το επαγωγίμο των κινητήρων Σ.Ρ.

Ο στάτης διαφέρει, επειδή δεν έχει εξέχοντες μαγνητικούς πόλους αλλά μονοφασικό τύλιγμα όμοιο με εκείνο των μονοφασικών κινητήρων βραχυκυκλωμένου δρομέα.

Στο στάτη τοποθετούνται και δύο άλλα τυλίγματα, το βοηθητικό τύλιγμα και το τύλιγμα αντιστάθμισης.

Οι μονοφασικοί κινητήρες σειράς χρησιμοποιούνται κυρίως στην ηλεκτρική έλξη (σιδηρόδρομοι κτλ.), όπως και οι αντίστοιχοι κινητήρες Σ.Ρ., και μάλιστα σε μεγάλες αποστάσεις, οπότε χρησιμοποιείται ρεύμα Υ.Τ. (π.χ. 15000V), το οποίο υποβιβάζουμε με

τους μετασχηματιστές.

Μονοφασικοί κινητήρες Γιουνιβέρσαλ (Universal)

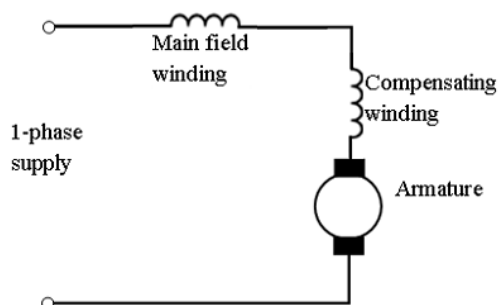
Οι κινητήρες αυτοί είναι μικροί κινητήρες σειράς, κατάλληλοι να εργαστούν και στο Σ.Ρ. και στο Ε.Ρ. (συχνότητας 25 μέχρι 60Hz), (σχήμα 2.21.).

Έχουν τις ιδιότητες των κινητήρων σειράς και χρησιμοποιούνται σε οικιακές συσκευές, π.χ. ανεμιστήρες, μίξερ, ηλεκτρικά δρόπανα κτλ. Ο δρομέας των κινητήρων Γιουνιβέρσαλ είναι κατασκευασμένος όπως ο συνήθης δρομέας του κινητήρα Σ.Ρ. με συλλέκτη και με ψήκτρες. Λόγω του τυλίγματος σειράς παρουσιάζουν αυξημένη ροπή. Μια σειρά από προβλήματα προκύπτουν από την χρήση των κινητήρων αυτών με AC τάση τα κυριότερα από τα οποία είναι :

- Έχουν χαμηλή απόδοση λόγω της υστέρησης του πυρήνα και των δεινορευμάτων που αναπτύσσονται στον πυρήνα.
- Ο συντελεστής ισχύος είναι μικρός λόγω της μεγάλης επαγωγικής αντίστασης του τυλίγματος του ρότορα.
- Οι σπινθηρισμοί των ψηκτρών είναι πολύ έντονοι.

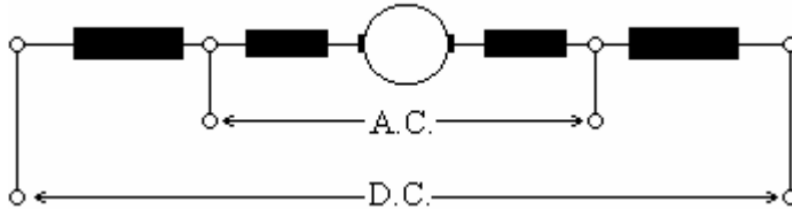
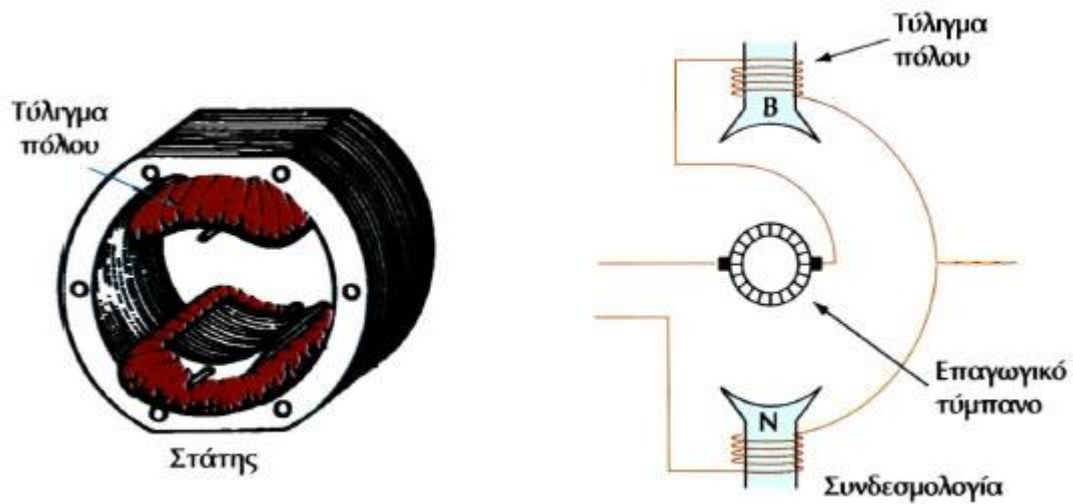
Για να αποφύγουμε τα παραπάνω προβλήματα θα πρέπει να γίνουν κάποιες αλλαγές στον κινητήρα για το συνεχές ρεύμα προκειμένου να λειτουργήσει σωστά και αυτές συνοψίζονται παρακάτω.

- Ο πυρήνας του ρότορα κατασκευάζεται από λάμες προκειμένου να μειωθούν οι απώλειες σε δεινορεύματα.
- Το πηνίο του στάτη κατασκευάζεται με λιγότερες σπείρες.
- Η επιφάνεια των πόλων μεγαλώνει οπότε η ένταση της ροής μειώνεται και με τον τρόπο αυτό μειώνονται οι απώλειες σιδήρου και μειώνεται η τάση λόγω της επαγωγής
- Ο αριθμός των σπειρών του ρότορα αυξάνει έτσι ώστε να ληφθεί η απαιτούμενη ροπή με την μειωμένη ροή.
- Για να μειωθεί η επίδραση του επαγωγής του ρότορα χρησιμοποιείτε ένα τύλιγμα αντιστάθμισης
- Ο ρότορας των κινητήρων αυτών έχει την ίδια δομή όπως οι συνήθεις κινητήρες σειράς . Για να μειωθούν τα προβλήματα μεταγωγής χρησιμοποιούνται ψήκτρες με μεγαλύτερη αντίσταση και μεγαλώνουν την επιφάνεια των ψηκτρών.

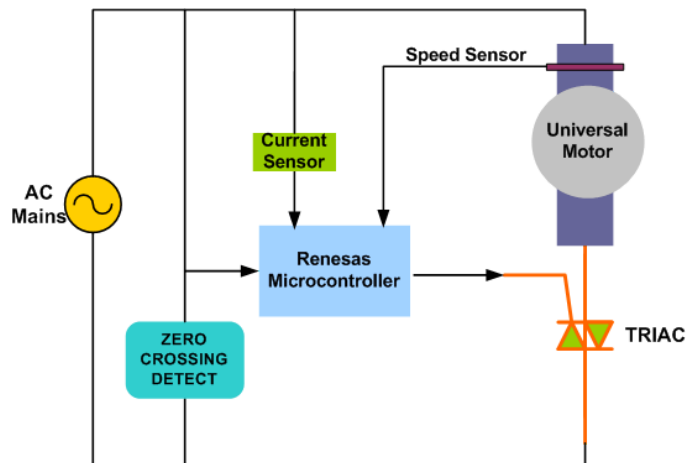


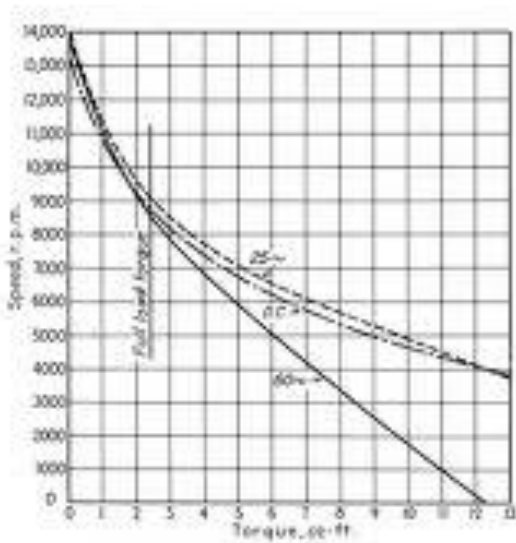
Η ταχύτητα περιστροφής τους εξαρτάται από το φορτίο, αν ο κινητήρας εργάζεται με Σ.Ρ. ή με Ε.Ρ. Γι' αυτό ο κινητήρας έχει ειδικές λήψεις στο τύλιγμα του στάτη για τη λειτουργία με

Σ.Ρ. και άλλες λήψεις για τη λειτουργία του στο Ε.Ρ. Η ταχύτητα περιστροφής αυτών των κινητήρων υπερβαίνει συνήθως τις 3000 στρ/min και φτάνει μέχρι τις 8000 στρ/min. Η ισχύς τους φτάνει μέχρι 700W. Για ρύθμιση των στροφών χρησιμοποιούμε μεταβλητή αντίσταση. Αλλαγή φοράς περιστροφής δεν γίνεται με ηλεκτρική μέθοδο. Πλεονέκτημα αυτού του κινητήρα είναι η μεγάλη ροπή εκκίνησης



Σχήμα 2.21. Κινητήρας Γιουνιβέρσαλ.





Speed-torque curve of universal motor

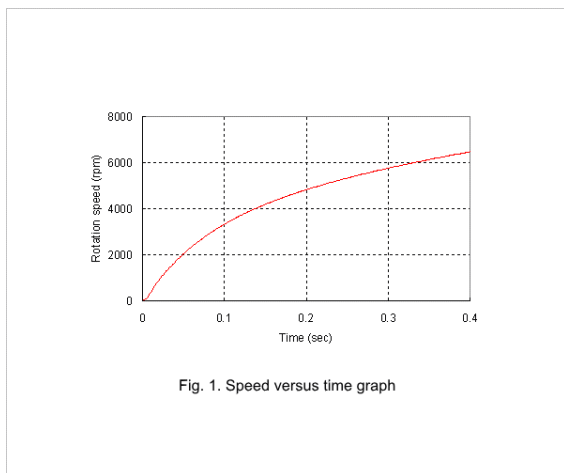
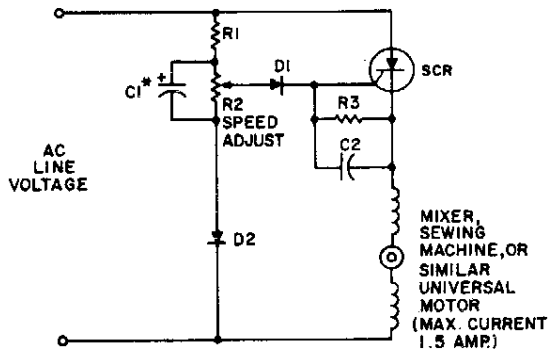
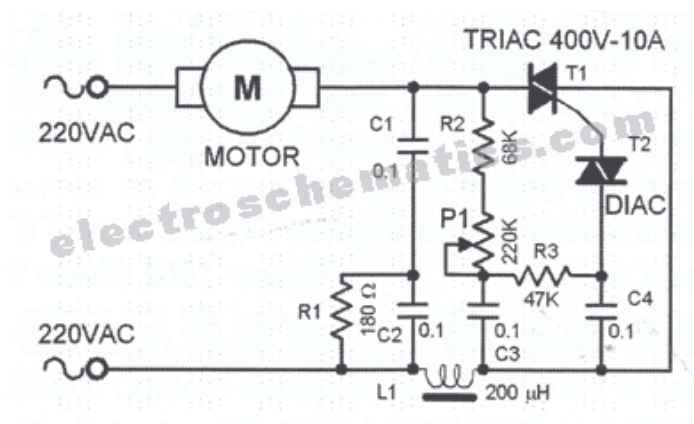
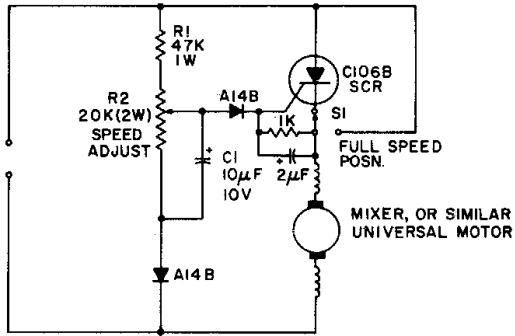


Fig. 1. Speed versus time graph



Line Voltage	120V	240V
R1	47K	100K
R2	10K	20K
R3	1K	1K
C1	1 μ F, 50V	1 μ F, 100V
C2	0.1 μ F, 50V	0.1 μ F, 50V
D1	1N5059	1N5060
D2	1N5059	1N5060
SCR	C106B1	C106D1



Μονοφασικοί κινητήρες αντίδρασης ή απωστικοί

Ανήκουν στο είδος των μονοφασικών κινητήρων με συλλέκτη, οι οποίοι εργάζονται με επαγωγή. Ο στάτης είναι διαμορφωμένος όμοια με τους ασύγχρονους επαγωγικούς κινητήρες. Οι πόλοι του κινητήρα που είναι στον στάτη κατασκευάζονται από λεπτά φύλλα δυναμοελάσματος. ο δρομέας φέρει τύλιγμα όπως η μηχανή Σ.Ρ. Σε λειτουργία με Σ.Ρ ο αριθμός στροφών είναι στα 15% μεγαλύτερος από ότι στο Ε.Ρ

Ο βαθμός απόδοσης στο Ε.Ρ είναι μικρότερος απ'ότι στο Σ.Ρ. Ο συντελεστής ισχύος είναι $0,5 \div 0,8$. Η λειτουργία του στηρίζεται στην ελκτική δύναμη που ασκεί ένα μαγνητικό πεδίο

πάνω σε οποιαδήποτε σιδηρομαγνητικό υλικό. Επειδή ο δρομέας έχει έκτυπους πόλους το διάκενο στάτη-δρομέα είναι μεταβλητό και έτσι η μαγνητική αντίσταση του διακένου είναι μεταβλητή. Για τον λόγο αυτό (ασυμμετρία στο διάκενο) ο δρομέας περιστρέφεται συνεχώς παρασυρόμενος από το στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο του στάτη.

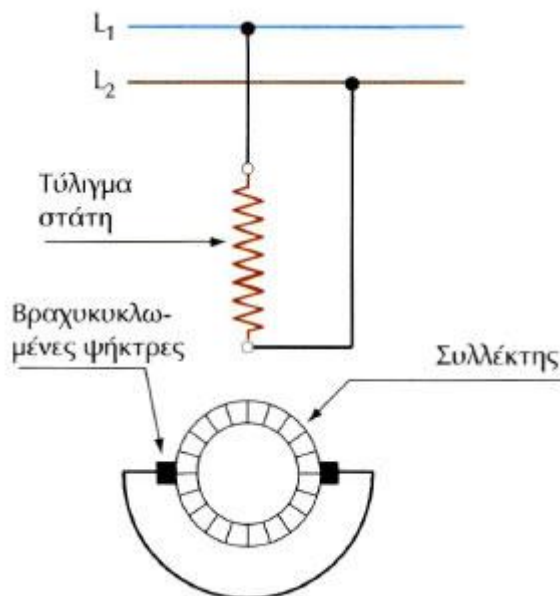
Η ροπή αντίδρασης είναι πολύ μικρότερη από τη ροπή μιας σύγχρονης μηχανής με ίδιο μέγεθος. Γι'αυτό κατασκευάζονται από 50W-6KW. Για το ξεκίνημα ο δρομέας έχει ένα κλωβό όπως στον σύγχρονο κινητήρα.

Η ροπή εκκίνησης είναι $M_{εκ}=3M_{ον}$ και το $\cos\phi=0,4\sim 0,5$

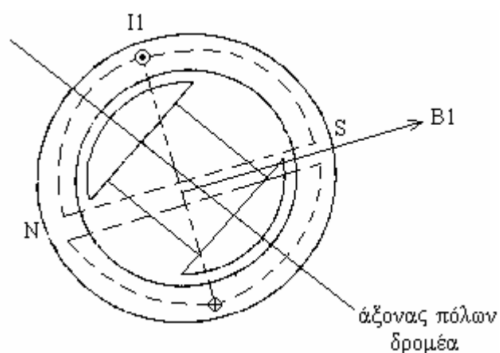
Ο δρομέας είναι όμοιος με τους κινητήρες Σ. Ρ., δηλαδή έχει τύλιγμα Σ. Ρ., συλλέκτη και ψήκτρες. Το τύλιγμα του δρομέα δε συνδέεται ηλεκτρικά ούτε με το τύλιγμα του στάτη ούτε με το δίκτυο ηλεκτροδότησης. Ο στάτης έχει τριφασικό ή μονοφασικό τύλιγμα που παράγει στρεφόμενο (κυκλικό ή ελλειπτικό) μαγνητικό πεδίο.

Το σχήμα 2.22. παριστάνει ένα στοιχειώδες διάγραμμα κινητήρα αντίδρασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2



Σχήμα 2.22. Κινητήρας αντίδρασης.



Η ταχύτητα και η ροπή του κινητήρα αντίδρασης εξαρτώνται από τη γωνία μετάθεσης των

ψηκτρών του.

Για ορισμένη μετάθεση των ψηκτρών έχει χαρακτηριστικά λειτουργίας, όπως ο κινητήρας σειράς. Δηλαδή, η ταχύτητα μεταβάλλεται σε μεγάλα όρια, όταν μεταβάλλεται το φορτίο.

Οι κινητήρες αντίδρασης χρησιμοποιούνται όπου απαιτούνται λεπτομερής ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής και μεγάλα όρια ρύθμισης, και όπου είναι αναγκαία μεγάλη αρχική ροπή.

Κινητήρες μαγνητικής υστέρησης

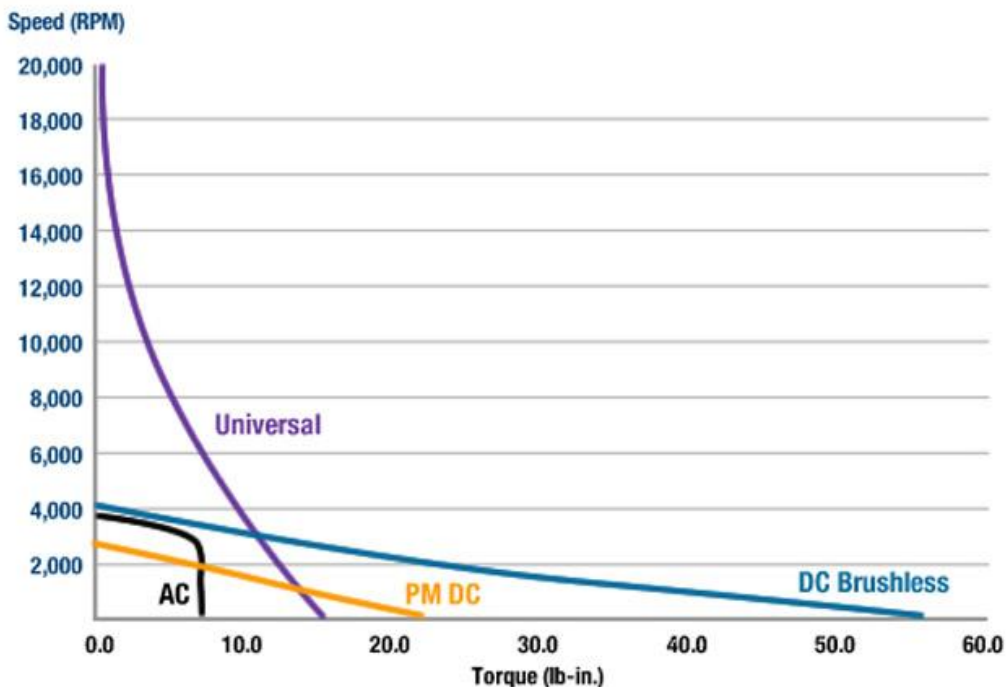
Στον στάτη έχουμε ένα μονοφασικό τύλιγμα που δημιουργεί ένα στρεφόμενο ελλειπτικό πεδίο. Ο δρομέας δεν έχει περιέλιξη ούτε κλωβό. Έχει εξωτερικά μια στρώση από σιδηρομαγνητικό υλικό "σκληρό". Σκληρό λέμε όταν ο βρόχος της καμπύλης υστέρησης έχει μεγάλο πλάτος.

Η μαγνητική επαγωγή του δρομέα επιπορεύεται από το διάνυσμα του διαρρέυματος του στάτη κατά μια γωνία την οποία λέμε γωνία υστέρησης. Η γωνία αυτή είναι τόσο μεγαλύτερη όσο πιο σκληρό είναι το υλικό. Εξ αιτίας αυτής της γωνίας δημιουργείται ροπή περιστροφής, που τείνει να περιστρέψει τον δρομέα στην διεύθυνση του στρεφόμενου πεδίου του στάτη. Περιστρέφεται όπως ο Σύγχρονος κινητήρας με τον σύγχρονο αριθμό στροφών. Για την εκκίνηση χρησιμοποιούμε πυκνωτή ο αριθμός στροφών είναι σταθερός ίσος προς τον σύγχρονο αριθμό στροφών.

Χρησιμοποιείται για την κίνηση ηλεκτρικών ωρολογίων ή χρονοδιακοπών καθώς και για την κίνηση των μαγνητοφώνων.


Motor Types: Speed vs. Torque Comparison

This graph maps the motor speed-torque curves of all four standard Groschopp motor types, using the same scale to clearly illustrate the differences between motors. Notice the dramatically high no-load speed of a Universal motor and the significantly higher starting torques of Permanent Magnet and Brushless DC motors.



Motors: Quick Reference Guide

This quick reference chart for motors is something we developed that gives our customers, a “starting point” when selecting a motor. When you’re selecting a motor for an application, you first need to determine which of the parameters are the most important for that particular application, and then make your motor selection accordingly. The Quick Reference Chart is basically a tool for differentiating the different motor types in terms of speed, horse power rating, efficiency, life, ratings, noise ratings, and starting torque.




	Permanent Magnet	AC Induction	Brushless DC	Universal
Voltage	DC	AC	AC, DC (Control)	AC, DC
Speed	1,000 - 5,000	1,350 - 3,400	1,000 - 5,000	8,000 - 20,000+
Horsepower	Medium	Low - Medium	High	Very High
Efficiency	60% - 70%	40% - 80%	65% - 80%	55% - 70%
Life	Medium	Very High	Very High	Low
Maintenance	Medium	Very Low	Very Low	High
Noise	Medium	Quiet	Very Quiet	Noisy
Speed Regulation	Fair	Good	Excellent	Poor
Starting Torque	Very High	Low - Medium	Very High	High

Gearbox: Quick Reference Guide

This chart can be used as a tool in selecting the right gearbox for your application. The parameters listed in the far left column are the most typical and will once again give you a good “starting point” in figuring out what type of gearbox best fits your application.

But these parameters aren’t the only considerations you’ll need when selecting a gearbox. Other parameters like overhung load, envelope size, cost and mounting options are some examples of specifications that will also need to be evaluated with each application.

3)



	Planetary	Parallel Shaft	Right Angle	
Gears	Spur or Helical	Spur or Helical	Worm Gear	Bevel
Typical Usage	Intermittent	Continuous	Intermittent	Continuous/Intermittent
Max Input Speed	3500 RPM	4000 RPM	2800 RPM	3500 RPM
Max Torque	High	Medium	Medium	High
Efficiency	65% - 95%	40% - 90%	30% - 80%	60% - 90%
Noise	Low	Medium	Medium	Medium
Limitation	Thermal/Mechanical	Mechanical	Thermal	Mechanical
Back-Driveability	Good	Good	Ratio Dependent	Good

Phasor Diagram of a.c. Series Motor

The schematic diagram and phasor diagram for the conductively

coupled single-phase ac series motor are shown in fig. 3

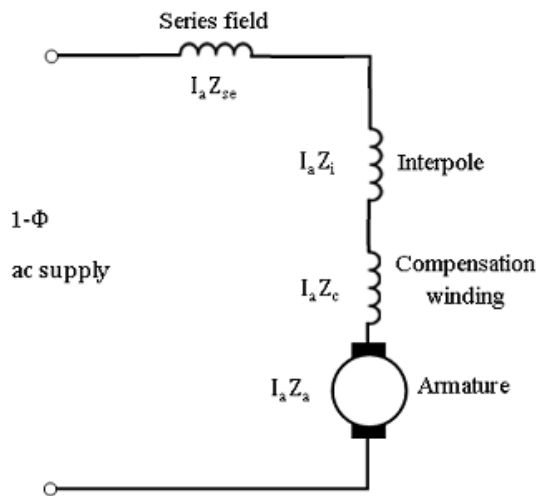


Fig. (3-a). Schematic diagram of conductively coupled ac series motor.

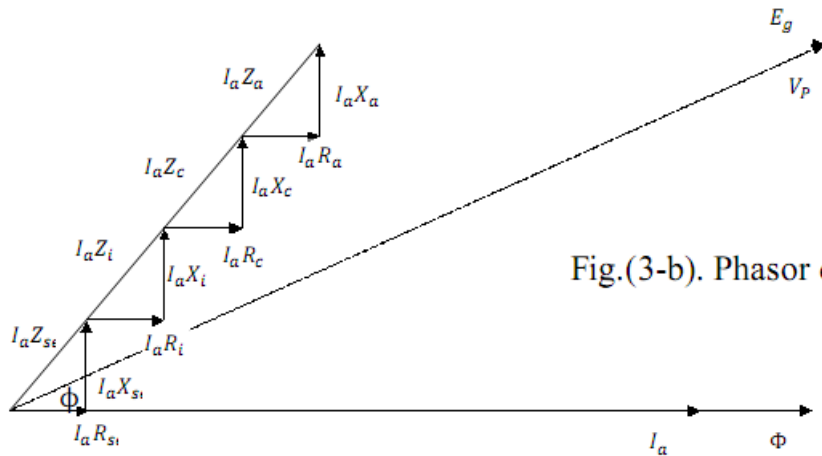


Fig.(3-b). Phasor diagram

The resistance drops $I_a R_{se}$, $I_a R_i$, $I_a R_c$ and $I_a R_a$ due to resistances of series field, interpole winding, compensating winding and of armature respectively are in phase with armature current I_a . The reactance drops $I_a X_{se}$, $I_a X_i$, $I_a X_c$ and $I_a X_a$ due to reactance of series field, interpole winding compensating winding and of armature respectively lead current I_a by 90°. The generated armature counter emf is E_g . The terminal phase voltage V_p is equal to the phasor sum of E_g and all the impedance drops in series.

$$V_p = E_g + I_a Z_{se} + I_a Z_i + I_a Z_c + I_a Z_a$$

The power factor angle between V_p , I_a , ϕ .

Example.

A universal series motor has a resistance of 30 and an inductance of 0.5 H. when connected to a 250 V dc supply and loaded to take 0.8 A it runs at 2000 rpm. Determine the speed, torque and power factor, when connected to a 250 V, 50 Hz ac supply and loaded to take the same current.

Solution Operation of motor on dc

$$E_{bdc} = V - I_a R_a = 250 - 0.8 \times 30 = 226 \text{ V}$$

$$N_{dc} = 2000 \text{ r.p.m}$$

Operation motor on ac

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 50 \times 0.5 = 157 \Omega$$

From the phasor diagram shown in fig. 4,

$$AF^2 = AG^2 + GF^2$$

$$V^2 = (AB + BG)^2 + GF^2 = (AB + DF)^2 + GF^2$$

$$= (I_a R_a + E_{bac})^2 + (I_a X_L)^2$$

$$E_{bac} + I_a R = \sqrt{V^2 - (I_a X_L)^2}$$

$$E_{bac} = -0.8 \times 30 + \sqrt{(250)^2 - (0.8 \times 157)^2}$$

$$= -24 + 216.12 = 192.12 \text{ V}$$

Since the currents in dc and ac operation are equal, the flux will also be equal ($\Phi_{ac} = \Phi_{dc}$)

$$\frac{E_{bdc}}{E_{bac}} = \frac{KN_{dc}\Phi_{dc}}{KN_{ac}\Phi_{ac}} = \frac{N_{dc}}{N_{ac}}$$

$$N_{ac} = N_{dc} \frac{E_{bac}}{E_{bdc}} = 2000 \times \frac{192.12}{226} = 1700 \text{ rpm}$$

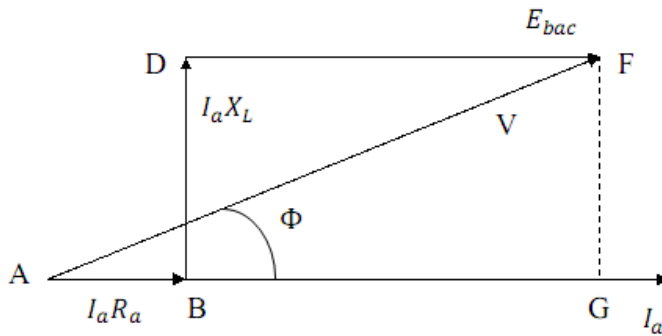


Fig.4

$$\text{Power factor, } \cos \phi = \frac{AG}{AF} = \frac{E_{bac} + I_a R_a}{V}$$

$$= \frac{192.12 + 0.8 \times 30}{250} = 0.8645 \text{ (lagging)}$$

Mechanical power developed

$$P_{\text{mech}} = E_{bac} I_a = 192.12 \times 0.8 = 153.7 \text{ W}$$

Torque developed

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{P_{mech}}{\omega_m} = \frac{P_{mech}}{2\pi n_{ac}} \\ &= \frac{153.7}{2\pi \times (1700/60)} = 0.8633 \text{ Nm}\end{aligned}$$