

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΣ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΣ (ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΣ) ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ

24/12/2017

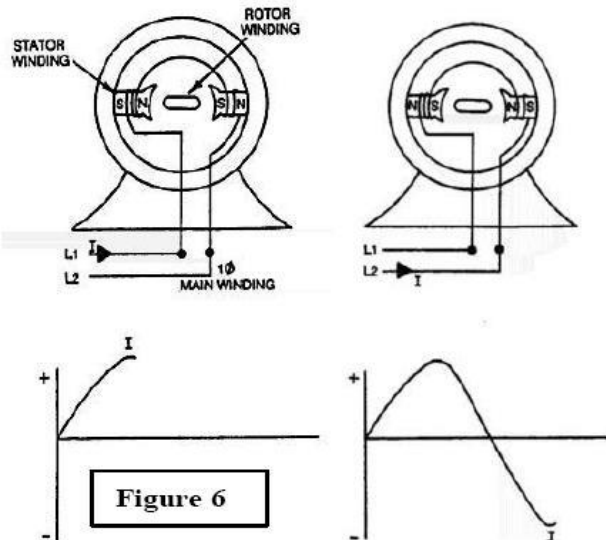


ΣΟΦΙΑ ΔΟΛΜΑ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΥ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΥ (ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ) ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Ένας επαγωγικός ή ασύγχρονος κινητήρας είναι στην ουσία ένας κινητήρας εναλλασσομένου ρεύματος όπου η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια μεταφέρεται επαγωγικά από τον έναν αγωγό στον άλλο. Πιο συγκεκριμένα από ένα κύριο τύλιγμα σε ένα δευτερεύον τύλιγμα τα οποία διαχωρίζονται από ένα ενδιάμεσο κενό αέρος. Στους τριφασικούς κινητήρες έχουμε αυτοεκκίνηση του κινητήρα κάτι που δεν ισχύει για τους μονοφασικούς. Η ενέργεια μεταφέρεται συνήθως από το στάτη στο δρομέα. Η χρήση τους επεκτείνεται συνεχώς και σε συνθήκες όπου χρειάζεται να υπάρχει έλεγχος της μεταβαλλόμενης συχνότητας για μεταβολή των στροφών και εξοικονόμηση ενέργειας. Ο πιο διαδεδομένος τύπος είναι αυτός του βραχυκυκλωμένου δρομέα.

Παρόλο που υπάρχουν πολλά διαφορετικά σχέδια για ηλεκτρικούς κινητήρες ένα κοινό χαρακτηριστικό είναι ότι κατασκευάζονται και για τριφασική και για μονοφασική παροχή. Τα μειονεκτήματα της μονοφασικής λειτουργίας έναντι της τριφασικής είναι η μικρότερη ροπή, η πιο τραχιά λειτουργία καθώς και ότι χρειάζεται πρόσθετος εξοπλισμός για την εκκίνηση, κάτι που αυξάνει την πολυπλοκότητα του κινητήρα.



Η εικόνα 1 δείχνει το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται από το στάτη καθώς η μονοφασική παροχή ολοκληρώνει τον κύκλο της. Ο αριστερός πόλος είναι ο βόρειος και ο δεξιός ο νότιος. Καθώς κατεβαίνουμε στο διάγραμμα (μειώνεται το ρεύμα) οι δύο πόλοι αντιστρέφουν την προαναφερθείσα πολικότητα και καθώς ανεβαίνουμε επανέρχεται η αρχική πολικότητα.

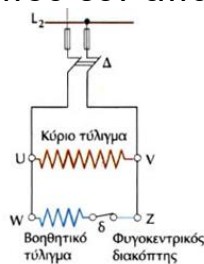
Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά τη λειτουργία τους, ο στάτης δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο μέσω των τυλιγμάτων του και αυτά εν συνεχεία, προκαλούν επαγωγικά τη δημιουργία ενός αντίθετου μαγνητικού πεδίου, καθώς και δυνάμεις πάνω στο δρομέα που προσπαθούν να αναιρέσουν τη μεταβολή του μαγνητικού πεδίου του στάτη. Στην πραγματικότητα δεν πρόκειται για ένα στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο αλλά για ένα μεταβαλλόμενο πεδίο, με απόκλιση 180 μοιρών. Από τη στιγμή που δεν πρόκειται για μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο ο ρότορας του κινητήρα θα παραμείνει ακίνητος. Αν γυρίζουμε όμως με το χέρι τον άξονα του κινητήρα προς οποιαδήποτε κατεύθυνση ο κινητήρας θα ξεκινήσει και θα συνεχίσει τη λειτουργία του με την ταχύτητα που αναλογεί στο ζεύγος των πόλων. Ο λόγος για τον οποίο ο δρομέας θα συνεχίσει να γυρίζει, είναι η εναλλαγή της πολικότητας αλλά και η ορμή του δρομέα. Η τελευταία του επιτρέπει να προσπερνά τις νεκρές περιοχές του στάτη στις οποίες δεν ασκείται κάποια δύναμη στο δρομέα και να φτάνει τις περιοχές των πόλων όπου δημιουργείται επαγωγή.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι εκκίνησης ενός μονοφασικού κινητήρα που απαιτούν διαφορετικό εξοπλισμό και παρουσιάζονται στη συνέχεια:

1. Κινητήρας με αντίσταση (split phase).

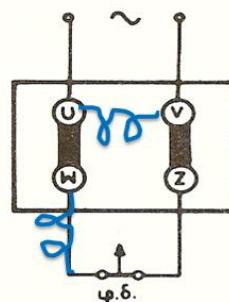
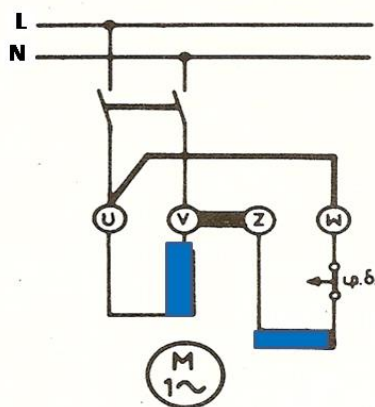
Είναι ο απλούστερος τύπος και χρησιμοποιεί ένα τύλιγμα για την εκκίνηση και ένα για την κανονική λειτουργία. Κάθε πόλος κανονικής λειτουργίας απέχει 90 μοίρες από έναν βοηθητικό εκκίνησης. Το τύλιγμα εκκίνησης έχει μικρότερης διαμέτρου αγωγό και κατ' επέκταση δημιουργεί μεγαλύτερη αντίσταση σε σχέση με το τύλιγμα κανονικής λειτουργίας. Η μεγαλύτερη αντίσταση έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία μαγνητικού πεδίου στο βοηθητικό τύλιγμα νωρίτερα από το λειτουργίας, με 30 μοίρες περίπου προπορεία. Έτσι υπάρχει μια γωνία μεταξύ των δύο μαγνητικών πεδίων κατά 30 μοίρες που είναι αρκετή για να εκκινήσει τον κινητήρα, αν και το ιδανικό θα ήταν 90 μοίρες περίπου διαφορά. Το τύλιγμα εκκίνησης συνδέεται στο κύκλωμα παράλληλα με το κανονικής λειτουργίας μέσω έναν κανονικά κλειστού διακόπτη (συνήθως είναι ένας φυγοκεντρικός διακόπτης) που ανοίγει αποσυνδέοντας το βοηθητικό τύλιγμα στις 75% περίπου των ονομαστικών στροφών του κινητήρα. Ο λόγος της αποσύνδεσης είναι ότι ο κινητήρας λόγω της παράλληλης σύνδεσης των δύο

τυλιγμάτων τραβάει αρκετό ρεύμα κατά την εκκίνηση και εάν παρέμενε συνδεδεμένο το βοηθητικό τύλιγμα θα υπερθερμαινόταν ο κινητήρας με συνέπεια την καταστροφή του στάτη. Ο συγκεκριμένος κινητήρας είναι χαμηλού κόστους και παράγει μια ροπή εκκίνησης της τάξης του 100-175% αυτής της κανονικής λειτουργίας. Χρειάζεται πολύ υψηλό ρεύμα εκκίνησης (700-1000% του ρεύματος λειτουργίας) και για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που δεν απαιτούν συχνές επανεκκινήσεις.



Ηλεκτρολογική συνδεσμολογία

Κουτί ακροδεκτών

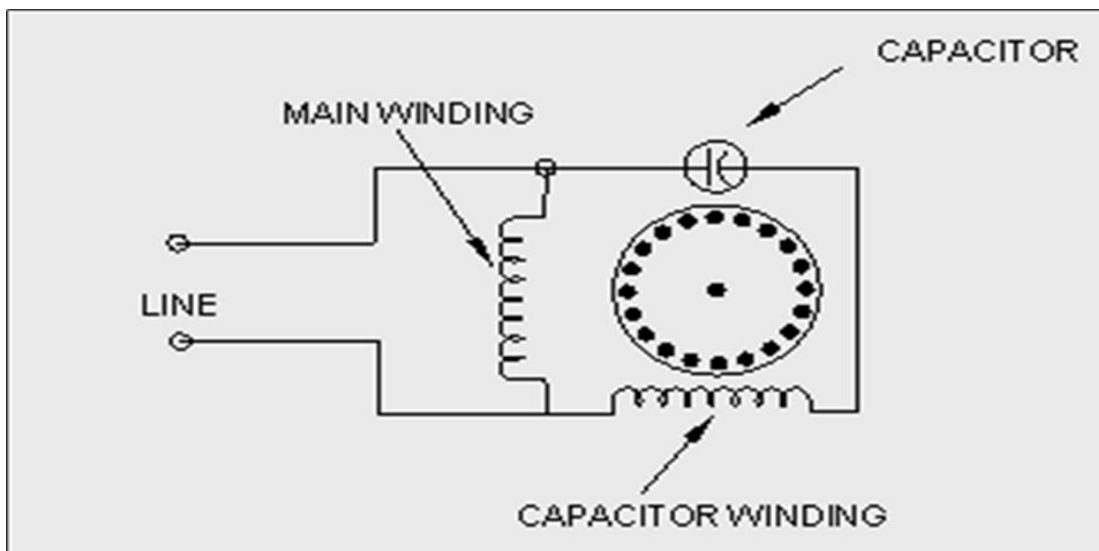


2. Εκκίνηση με πυκνωτή

Τα τυλίγματα είναι τα ίδια με την παραπάνω περίπτωση εκτός της διαμέτρου όπου το βοηθητικό τύλιγμα είναι της ίδιας διαμέτρου με το κανονικό. Ειδοποιός διαφορά στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι η τοποθέτηση ενός πυκνωτή σε σειρά με το τύλιγμα εκκίνησης. Ο πυκνωτής αναλόγως της χωρητικότητάς του μπορεί να μας δώσει οποιαδήποτε διαφορά φάσης μεταξύ των δύο μαγνητικών πεδίων. Το βοηθητικό τύλιγμα αποσυνδέεται πάλι στο 75% των ονομαστικών στροφών του κινητήρα. Η εκκίνηση κινητήρα με πυκνωτή είναι πιο δαπανηρή και χρησιμοποιείται για ιπποδυνάμεις του ? με 3 ίππους. Δίνει μεγάλη ροπή εκκίνησης με εύρος 200-400% της ροπής κανονικής λειτουργίας. Παρουσιάζει μικρότερο ρεύμα εκκίνησης και για το λόγο αυτόν μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για περιπτώσεις που έχουμε μεγαλύτερη συχνότητα επανεκκινήσεων.

2.1 Μονοφασικός κινητήρας με μόνιμο πυκνωτή (Cap Start Cap Run)

Στη συγκεκριμένη μέθοδο, τοποθετείται σε σειρά με το βοηθητικό ένας πυκνωτής μόνιμης λειτουργίας.



Με κατάλληλη επιλογή της τιμής της χωρητικότητας το βοηθητικό τύλιγμα μπορεί να εμφανίζει χωρητική συμπεριφορά με αποτέλεσμα το ρεύμα του να προηγείται σε σχέση με το την τάση τροφοδοσίας.

Εύκολα λοιπόν μπορεί να δημιουργηθεί μια φασική απόκλιση μεταξύ των ρευμάτων του κύριου και του βοηθητικού τυλίγματος της τάξης των 90 μοιρών. Στη συγκεκριμένη μέθοδο το βοηθητικό τύλιγμα παραμένει εντός λειτουργίας και μετά τη λήξη της φάσης εκκίνησης.

Επομένως δεν απαιτείται η χρήση φυγοκεντρικού διακόπτη ή άλλου μέσου για την αποσύνδεσή του. Η συγκεκριμένη μέθοδος εξασφαλίζει παρόμοιες ροπές εκκίνησης σε σχέση με την προηγούμενη μέθοδο εκκίνησης. Επιπρόσθετα εξασφαλίζει καλύτερο συντελεστή ισχύος, μικρότερα ρεύματα εκκίνησης καθώς επίσης και υψηλότερο βαθμό απόδοσης. Επίσης η λειτουργία του κινητήρα είναι καλύτερη από πλευράς θορύβου (λόγω των παλλόμενων ροπών) μιας και η φασική απόκλιση των δύο ρευμάτων των τυλιγμάτων του στάτη είναι αν όχι ακριβώς πλησιέστερη στις 90 μοίρες. Επειδή ο πυκνωτής είναι μόνιμης λειτουργίας δεν μπορεί να είναι ηλεκτρολυτικός αλλά χαρτιού ή λαδιού.

2.2 Με πυκνωτή εκκίνησης

Οι κινητήρες αυτοί κατασκευάζονται για μεγαλύτερες ισχείς μέχρι 3 Hp, είναι πιο ακριβοί από τους κινητήρες με αντίσταση και χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές που είναι απαραίτητη η μεγάλη ροπή εκκίνησης, όπως αεροσυμπιεστές, αντλίες, ράμπες συνεργείων αυτοκινήτων, ηλεκτρικά ψυγεία, κλιματιστικά μηχανήματα κλπ. Με την κατάλληλη επιλογή του πυκνωτή που είναι ξηρός ηλεκτρολυτικός, αυξάνεται τόσο η ροπή εκκίνησης όσο και η απόδοση του κινητήρα. Η ροπή εκκίνησης για την συγκεκριμένη διάταξη είναι περίπου στο 300-400% της ροπής πλήρους φορτίου.



Πυκνωτής εκκίνησης
(ηλεκτρολυτικός χωρίς
πολικότητα)

Στο εσωτερικό των μονοφασικών κινητήρων όπως είπαμε υπάρχουν δύο σύνθετα πηνία. Αυτά τα ονομάζουμε κύριο και βοηθητικό.

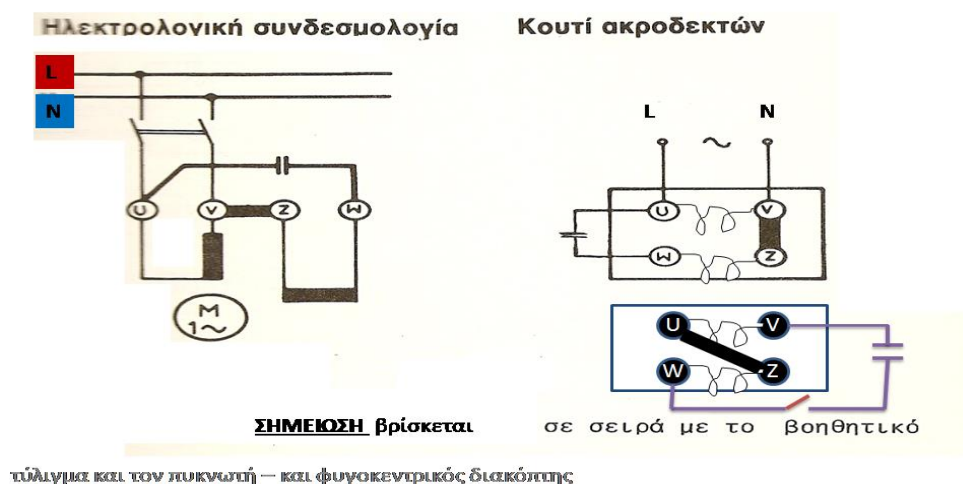
Το **κύριο** αποτελείται από λίγες σπείρες, χοντρό σύρμα και έχει μικρότερη ωμική αντίσταση.

Το **βοηθητικό** αποτελείται από πολλές σπείρες μικρότερης διατομής και έχει μεγάλη ωμική αντίσταση.

Σε σειρά με το βοηθητικό συνδέουμε ένα πυκνωτή (πυκνωτής εκκίνησης) ο οποίος δημιουργεί διαφορά φάσης στα ρεύματα που διαρρέουν τα δύο πηνία. Ο ηλεκτρολυτικός πυκνωτής είναι υγρού τύπου σχεδιασμένος για χρήση εναλλασσομένου ρεύματος (όχι βέβαια για μόνιμη λειτουργία αλλά για πεπερασμένο αριθμό περιόδων της τάσεως εισόδου).

Αυτό σε συνδυασμό και με το ότι τα δύο πηνία έχουν τοποθετηθεί

στο εσωτερικό του κινητήρα σε απόσταση 90 μοίρες δημιουργεί περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο. Αυτό με τη σειρά του δημιουργεί επαγωγικά ρεύματα στον βραχυκυκλωμένο δρομέα. Όταν έχουμε ρευματοφόρους αγωγούς (δρομέας) μέσα σε μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο (στάτης) τότε αναπτύσσονται δυνάμεις (Laplace) οι οποίες περιστρέφουν τον δρομέα.



2.3 Κινητήρες με πυκνωτή μόνιμης λειτουργίας και εκκίνησης

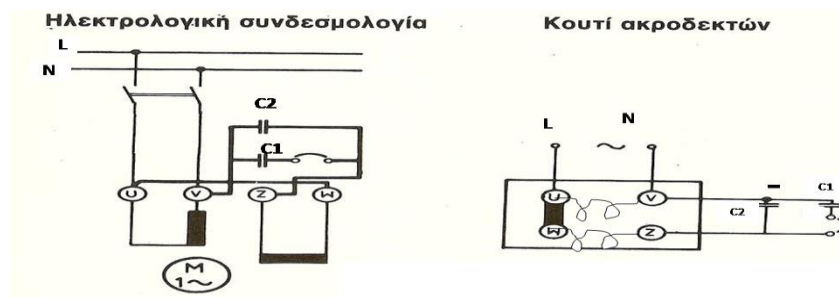
Αν σε κάποια εφαρμογή απαιτείται μεγαλύτερη ροπή εκκίνησης και καλύτερες συνθήκες λειτουργίας τότε το βοηθητικό τύλιγμα περιλαμβάνει δύο πυκνωτές που συνδέονται παράλληλα.

Τον πυκνωτή εκκίνησης C1 ο οποίος ο οποίος δεν είναι ηλεκτρολυτικός αλλά χαρτιού ή λαδιού κατάλληλος για χρήση εναλλασσόμενου ρεύματος. Μόλις ο κινητήρας αποκτήσει το 80% των στροφών βγαίνει εκτός κυκλώματος με τη βοήθεια φυγοκεντρικού διακόπτη .

Τον πυκνωτή λειτουργίας C2 που παραμένει στο κύκλωμα διορθώνοντας το συντελεστή ισχύος συνφ.

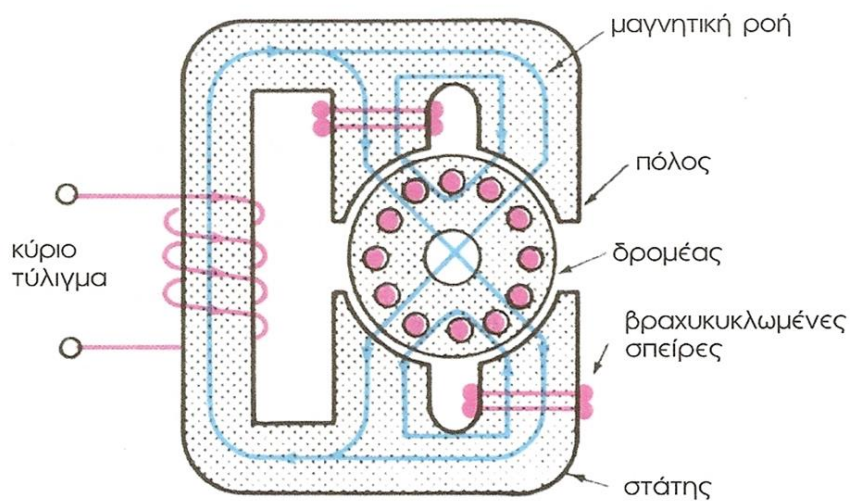
Η συγκεκριμένη μέθοδος συνδυάζει όλα τα πλεονεκτήματα των δυο προηγούμενων μεθόδων (μόνο με πυκνωτή λειτουργίας και μόνο πυκνωτή εκκίνησης).

Οι δύο πυκνωτές κατά την εκκίνηση δίνουν μεγάλη ροπή στρέψης $C_{ολ} = C1 + C2$.



3. Μονοφασικός κινητήρας με πυκνωτή εκκίνησης και πυκνωτή συνεχούς λειτουργίας (capacitor start, capacitor run motor)

Ο συγκεκριμένος κινητήρας συνδυάζει τα καλύτερα χαρακτηριστικά των δύο προηγούμενων περιπτώσεων. Ο πυκνωτής κανονικής λειτουργίας συνδέεται σε σειρά με το βοηθητικό τύλιγμα. Κατά την εκκίνηση μπαίνει στο κύκλωμα και ένας πυκνωτής εκκίνησης μέσω ενός κανονικά κλειστού διακόπτη. Ο συνδυασμός των δύο πυκνωτών παρέχει άφθονη ροπή κατά την εκκίνηση και την κανονική λειτουργία καθώς και ομαλότερη λειτουργία. Στην περίπτωση αυτή ένας φυγοκεντρικός διακόπτης αφαιρεί από το κύκλωμα τον πυκνωτή εκκίνησης στο 75% των ονομαστικών στροφών. Διατίθενται για εύρος ιπποδύναμης 1-15 ίππους.



Α.Μ.Κ. με βραχυκυκλωμένες σπείρες στο στάτη.

