

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Το βασικό μειονέκτημα που εμφανίζεται στη σχεδίαση των μονοφασικών επαγωγικών κινητήρων είναι ότι αντίθετα από τις 3-φασικές πηγές ισχύος οι 1-φασικές πηγές δεν παράγουν στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο
- Το μαγνητικό πεδίο που παράγεται από μία 1-φασική πηγή παραμένει σταθερό σε θέση και πάλλεται με το χρόνο
- Η πιο απλή μέθοδος σχεδίασης ενός κινητήρα που λειτουργεί με –φασική τροφοδοσία είναι η εφαρμογή εναλλασσόμενης ισχύος σε μια μηχανή συνεχούς ρεύματος
- Είναι γνωστό ότι η επαγόμενη ροπή ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος δίνεται από τη σχέση

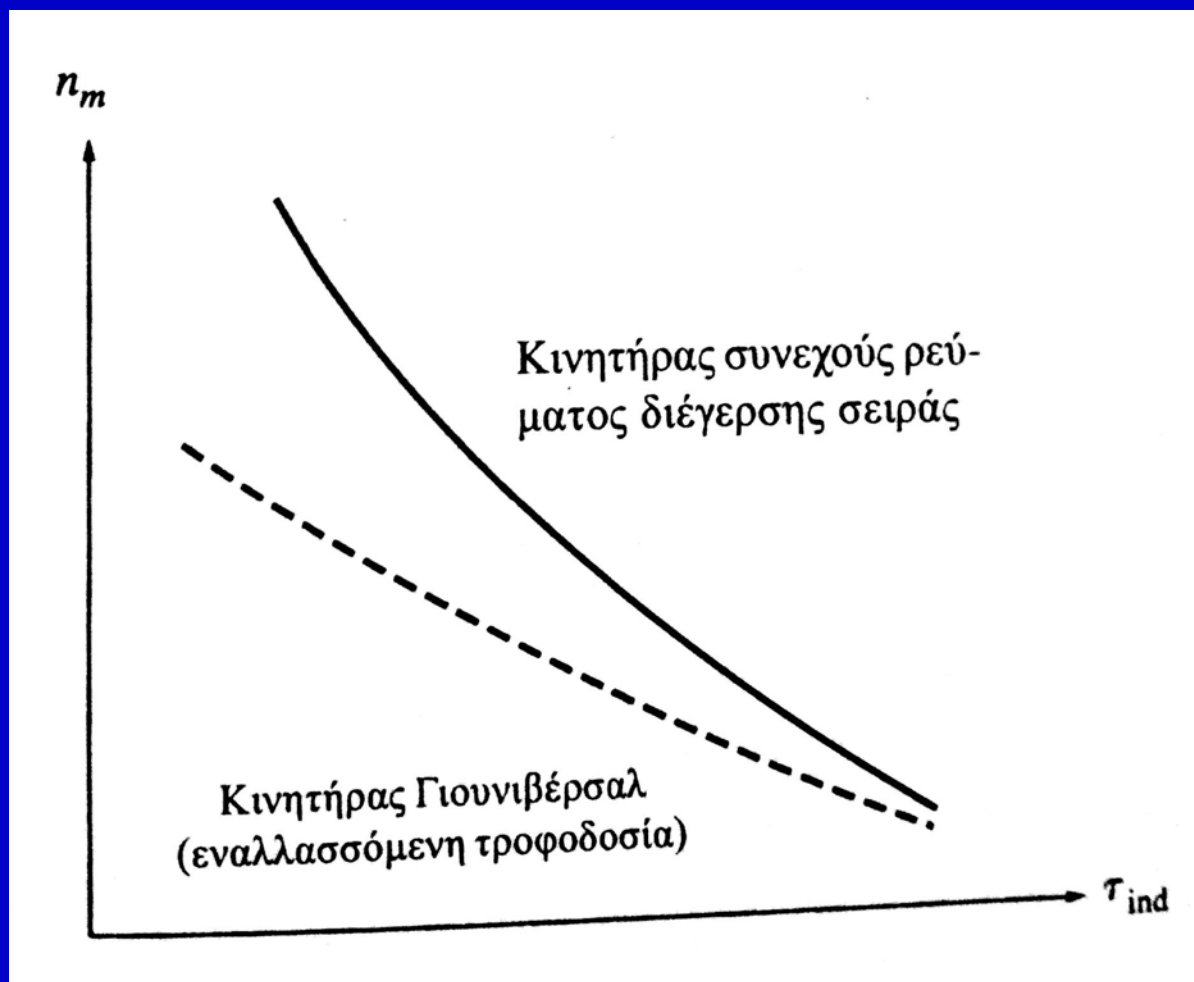
$$\tau_{ind} = k\phi I_A$$

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Αν η πολικότητα της τάσης που εφαρμόζεται σε ένα κινητήρα συνεχούς ρεύματος παράλληλης διέγερσης ή διέγερσης σειράς αντιστραφεί, αντιστρέφονται τόσο η φορά της μαγνητικής ροής όσο και η φορά του ρεύματος οπλισμού ενώ η φορά της επαγόμενης ροπής παραμένει η ίδια
- Έτσι θα ήταν δυνατή η παραγωγή κάποιας παλλόμενης ροπής με σταθερή όμως κατεύθυνση από κάποιον κινητήρα συνεχούς ρεύματος που συνδέεται σε εναλλασσόμενη πηγή ισχύος
- Μια τέτοια σχεδίαση είναι πρακτικά εφαρμόσιμη μόνο σε κινητήρα συνεχούς ρεύματος διέγερσης σειράς επειδή το ρεύμα οπλισμού και το ρεύμα διέγερσης της μηχανής θα πρέπει να αντιστρέφονται την ίδια ακριβώς χρονική στιγμή
- Στους κινητήρες ΣΡ παράλληλης διέγερσης η πολύ μεγάλη αυτεπαγωγή της διέγερσης τείνει να καθυστερήσει την αντιστροφή του ρεύματος διέγερσης μειώνοντας σε ανεπίτρεπτα επίπεδα τη μέση επαγόμενη ροπή

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Μια χαρακτηριστική ροπής-ταχύτητας ενός κινητήρα Γιουνιβέρσαλ φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί



ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

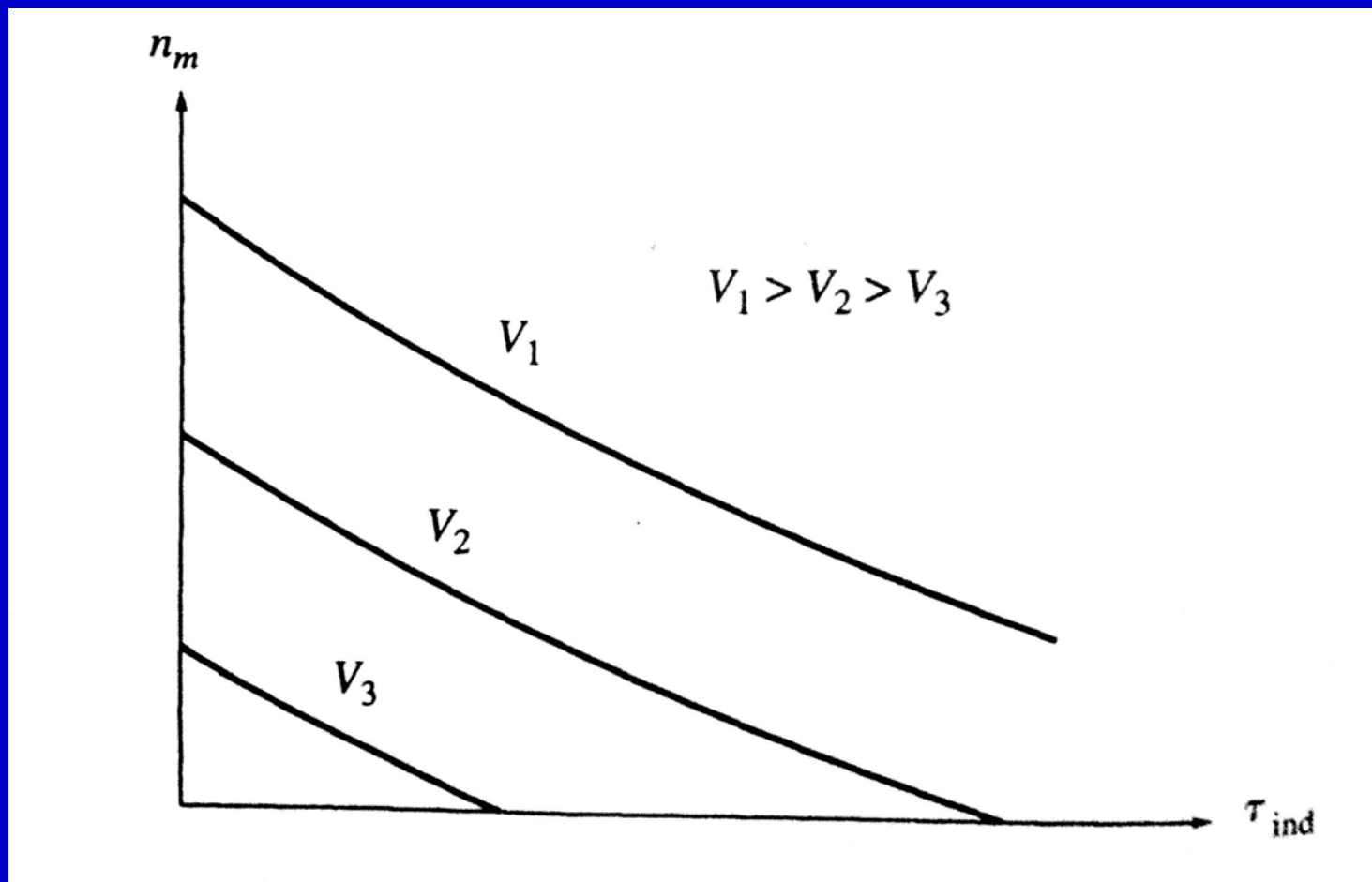
- Αυτή η χαρακτηριστική διαφέρει από την αντίστοιχη της μηχανής όταν λειτουργεί με πηγή συνεχούς τάσης για 2 λόγους:
1. Τα τυλίγματα οπλισμού και διέγερσης παρουσιάζουν πολύ μεγάλη αντίδραση στα 50 Hz ή στα 60 Hz. Σε αυτές τις αντιδράσεις προκαλείται σημαντική πτώση τάσης με αποτέλεσμα η E_A να είναι μικρότερη στη λειτουργία με εναλλασσόμενη πηγή τάσης παρά στη λειτουργία με πηγή συνεχούς τάσης. Αφού $E_A = K\phi\omega$ ο κινητήρας είναι πιο αργός στο εναλλασσόμενο ρεύμα από ότι στο συνεχές, για δεδομένο ρεύμα οπλισμού και δεδομένη επαγόμενη ροπή
 2. Ακόμη το πλάτος της AC τάσης είναι ίσο με την ενεργό τιμή της τάσης επί $\sqrt{2}$ και έτσι θα μπορούσε να εμφανιστεί κορεσμός κοντά στη μέγιστη τιμή του ρεύματος της μηχανής. Αυτό ο κορεσμός θα μπορούσε να μειώσει σημαντικά την ενεργό τιμή της ροπής του κινητήρα για κάποιο δεδομένο ρεύμα με αποτέλεσμα να ελαττωθεί η επαγόμενη ροπή. Η μείωση της ροής αυξάνει την ταχύτητα και έτσι το παραπάνω φαινόμενο μπορεί να μετριάσει τη μείωση της ταχύτητας που προκαλείται από το πρώτο φαινόμενο

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Ο κινητήρα Γιουνιβέρσαλ παρουσιάζει , όπως και ο κινητήρας ΣΡ διέγερσης σειράς, μια πολύ απότομα φθίνουσα χαρακτηριστική ροπής-ταχύτητας και έτσι δεν είναι κατάλληλο για εφαρμογές σταθερής ταχύτητας
- Όμως είναι συμπαγής και δίνει περισσότερη ροπή/Α από οποιονδήποτε άλλο 1-φασικό κινητήρα
- Γι'αυτό το λόγο χρησιμοποιείται σε εφαρμογές όπου το μικρό βάρος και η μεγάλη ροπή είναι απαραίτητα
- Τυπικές εφαρμογές αυτού του κινητήρα είναι οι ηλεκτρικές σκούπες, τα δρόπανα και ηλεκτρικές οικιακές συσκευές

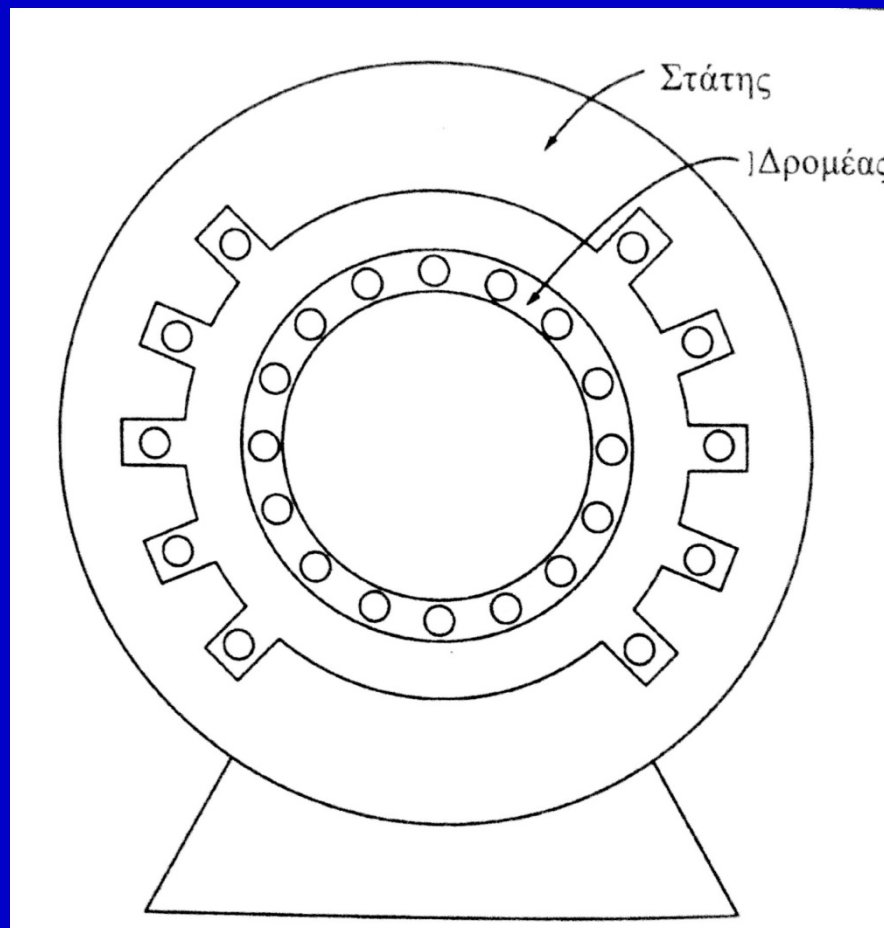
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Ο καλύτερος τρόπος ρύθμισης της ταχύτητας στους κινητήρες Γιουνιβέρσαλ (όπως ακριβώς και στους κινητήρες ΣΡ διέγερσης σειρά) είναι η μεταβολή της ενεργού τιμής της τάσης εισόδου



ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Ένας ακόμη συνηθισμένος κινητήρας είναι η 1-φασική εκδοχή του επαγωγικού κινητήρα. Στο σχήμα φαίνεται ένας επαγωγικός κινητήρας με δρομέα βραχυκυκλωμένου κλωβού και 1-φασικό στάτη



ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Οι 1-φασικοί επαγωγικοί κινητήρες υποφέρουν από ένα σημαντικό πρόβλημα, επειδή στο τύλιγμα του στάτη υφίσταται μόνο μία φάση το μαγνητικό πεδίο ενός 1-φασικού επαγωγικού κινητήρα δεν περιστρέφεται
- Αντίθετα πάλλεται αποκτώντας αρχικά μεγάλη και κατόπιν μικρή τιμή καθώς παραμένει πάντα με την ίδια φορά
- Επειδή στο 1-φασικό κινητήρα δεν υφίσταται στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο στο στάτη δεν αναπτύσσεται ροπή εκκίνησης
- Το γεγονός αυτό είναι εύκολο να παρατηρηθεί από την εξέταση του κινητήρα όταν αυτός είναι ακινητοποιημένος. Η μαγνητική ροή του στάτη αρχικά αυξάνεται και κατόπιν μειώνεται έχοντας όμως πάντα την ίδια φορά
- Επειδή το πεδίο του στάτη δεν περιστρέφεται δεν αναπτύσσεται σχετική κίνηση μεταξύ του πεδίου του στάτη και των ράβδων του δρομέα

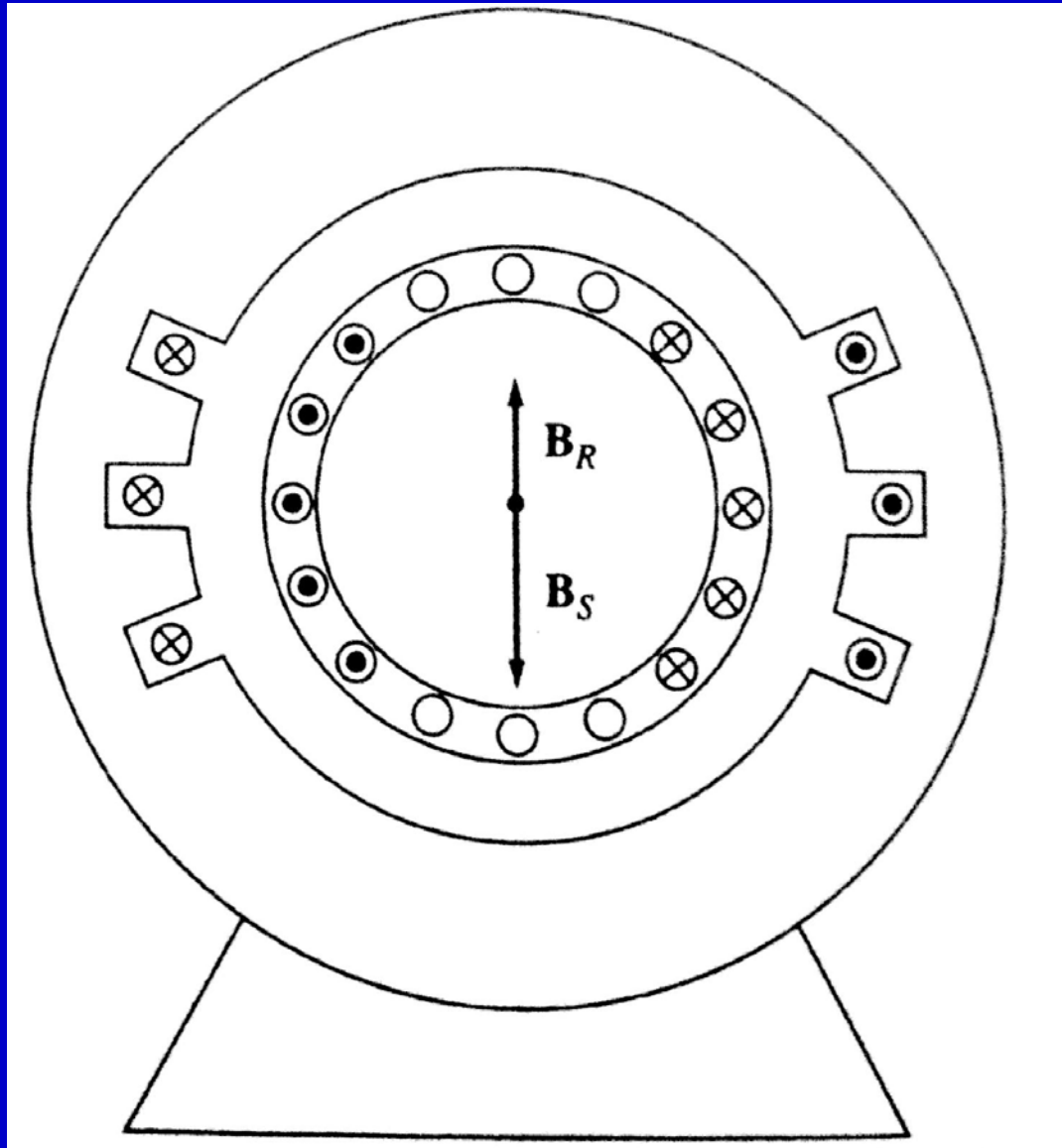
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Έτσι δεν εμφανίζεται επαγόμενη τάση στο δρομέα εξαιτίας της σχετικής κίνησης ούτε ρεύμα στο δρομέα εξαιτίας της σχετικής κίνησης αλλά ούτε και επαγόμενη ροπή
- Ουσιαστικά στις ράβδους του δρομέα αναπτύσσεται επαγόμενη τάση εξαιτίας του φαινομένου M/Σ ($d\phi/dt$) και επειδή οι ράβδοι είναι βραχυκυκλωμένες ο δρομέας διαρρέεται από ρεύμα
- Όμως το μαγνητικό πεδίο που παράγεται είναι ευθυγραμμισμένο με το πεδίο του στάτη και έτσι δεν παράγεται κάποια συνισταμένη ροπή στο δρομέα

$$\tau_{ind} = k B_R \times B_S = k B_R B_S \sin \gamma = k B_R B_S \sin 180^\circ = 0$$

- Σε συνθήκες ακινησίας ο κινητήρας μοιάζει με ένα M/Σ που έχει βραχυκυκλωμένο το 2^ο τύλιγμα

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ



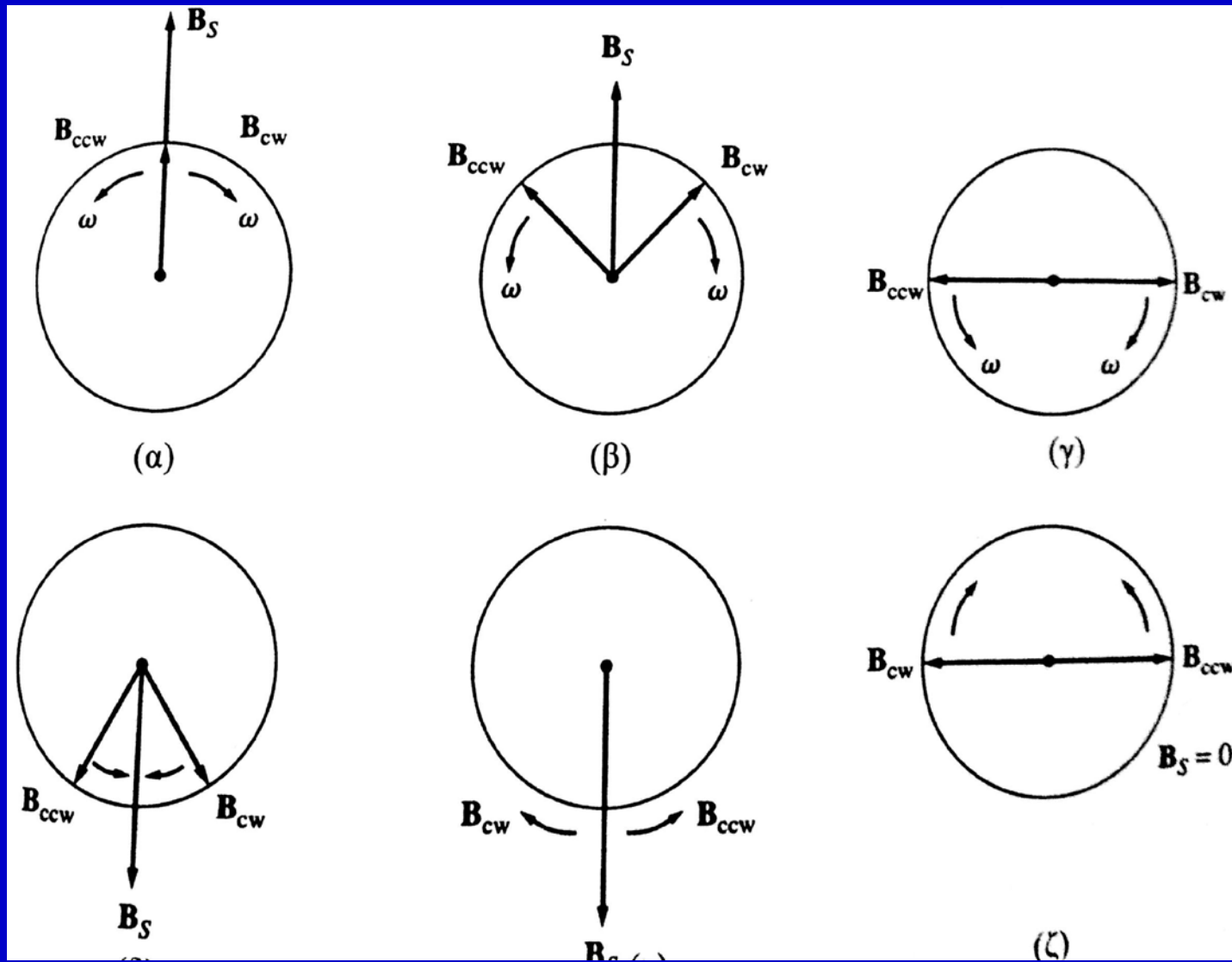
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

-
- Αν ο κινητήρας αρχίσει να περιστρέφεται στο εσωτερικό του παράγεται κάποια επαγόμενη ροπή
 - Υπάρχουν 2 βασικές θεωρίες που εξηγούν το λόγο για τον οποίο αναπτύσσεται η ροπή στο κινητήρα αφού αρχίσει να περιστρέφεται
 - Η μία ονομάζεται θεωρία των 2 στρεφόμενων πεδίων 1-φασικών επαγωγικών κινητήρων
 - Η άλλη ονομάζεται θεωρία των διασταυρωμένων πεδίων

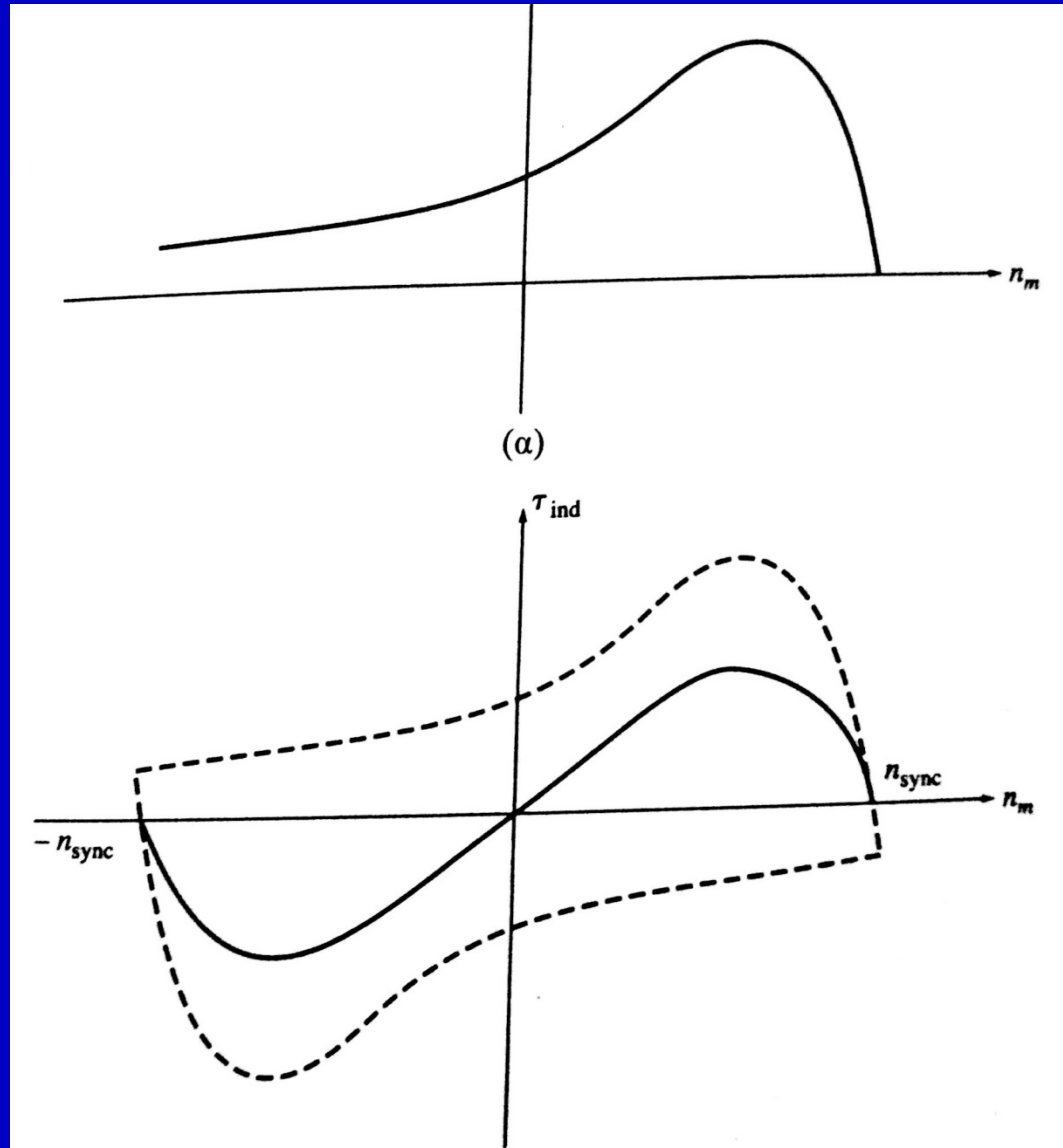
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Σύμφωνα με τη θεωρία των 2 στρεφόμενων πεδίων στους 1-φασικούς κινητήρες, ένα μαγνητικό πεδίο που πάλλεται αλλά δεν περιστρέφεται μπορεί να αναλυθεί σε 2 στρεφόμενα πεδία που έχουν το ίδιο πλάτος και στρέφονται με αντίθετη φορά
- Ο επαγωγικός κινητήρας ανταποκρίνεται ξεχωριστά στο κάθε μαγνητικό πεδίο και η συνισταμένη ροπή της μηχανής είναι το άθροισμα των ροπών που οφείλονται στο κάθε πεδίο

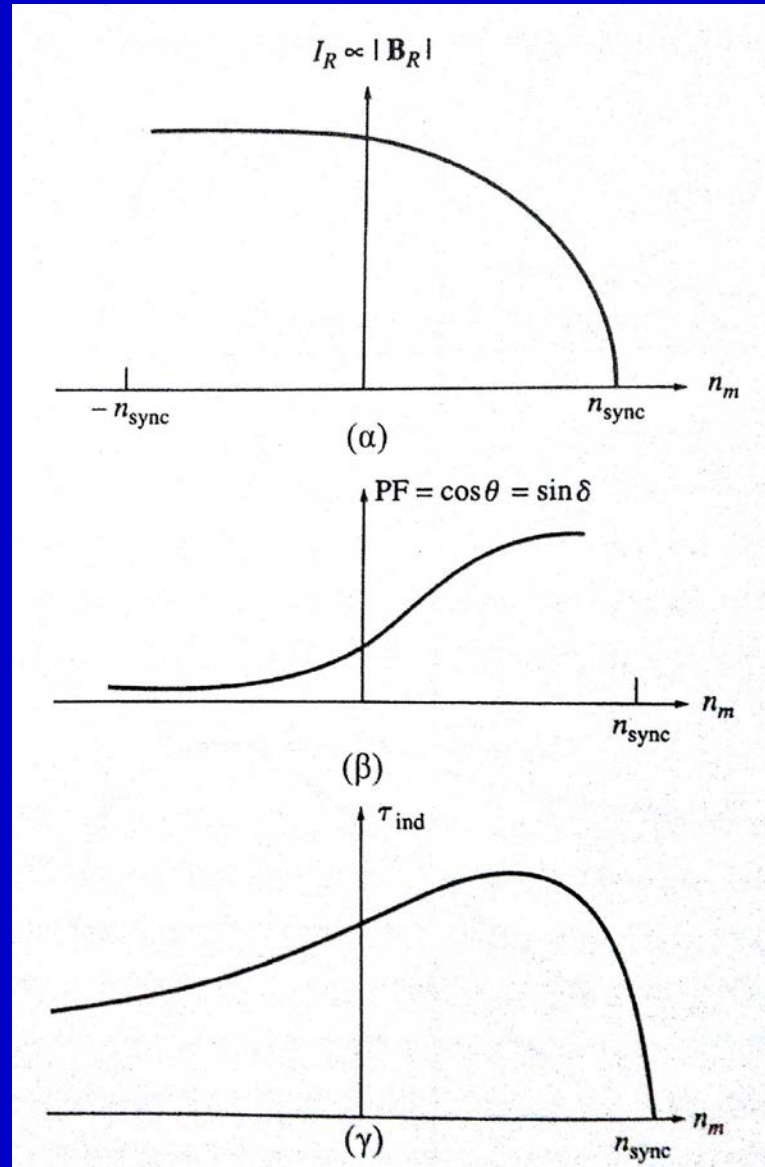
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ



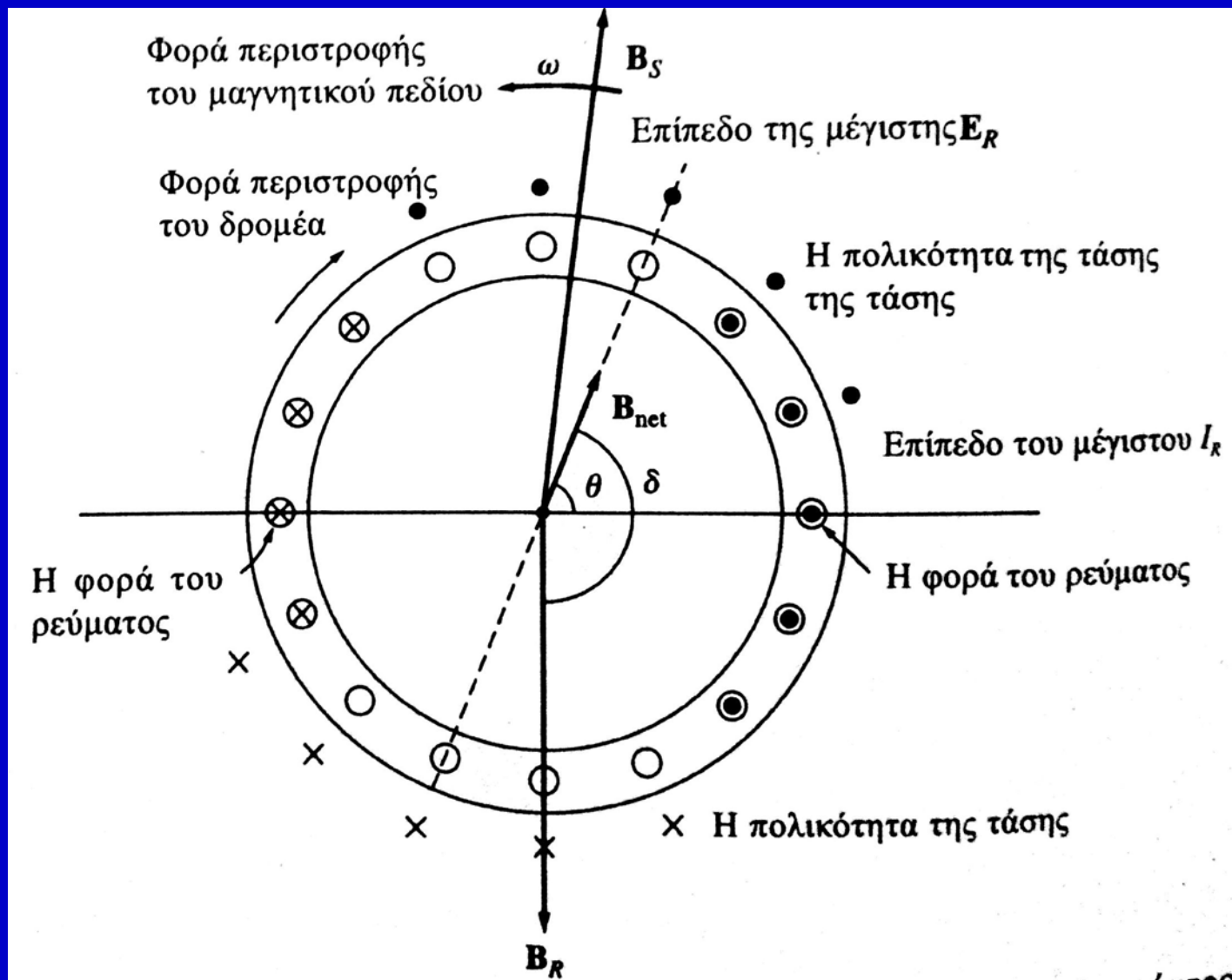
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ



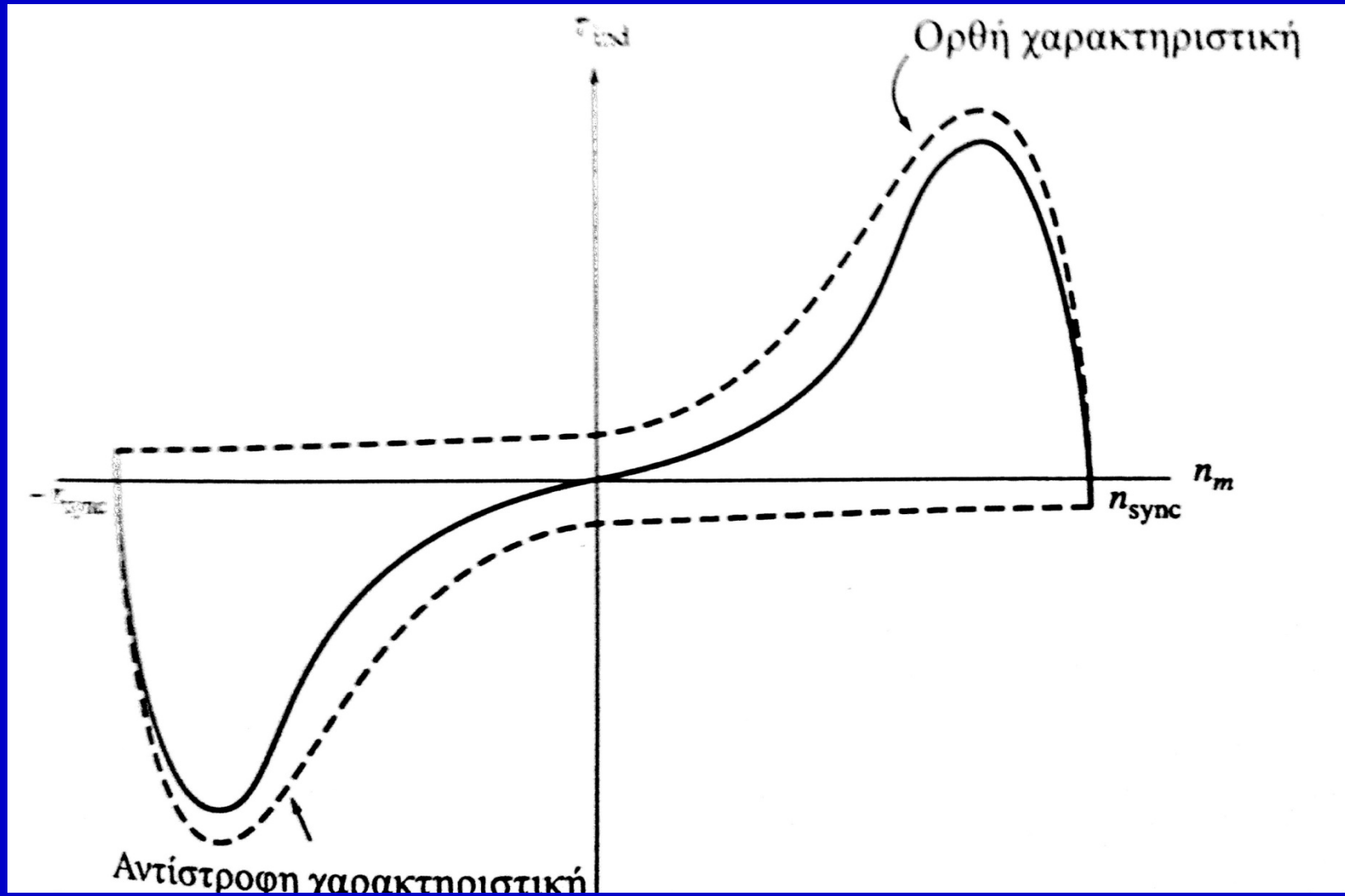
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ



ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ



ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

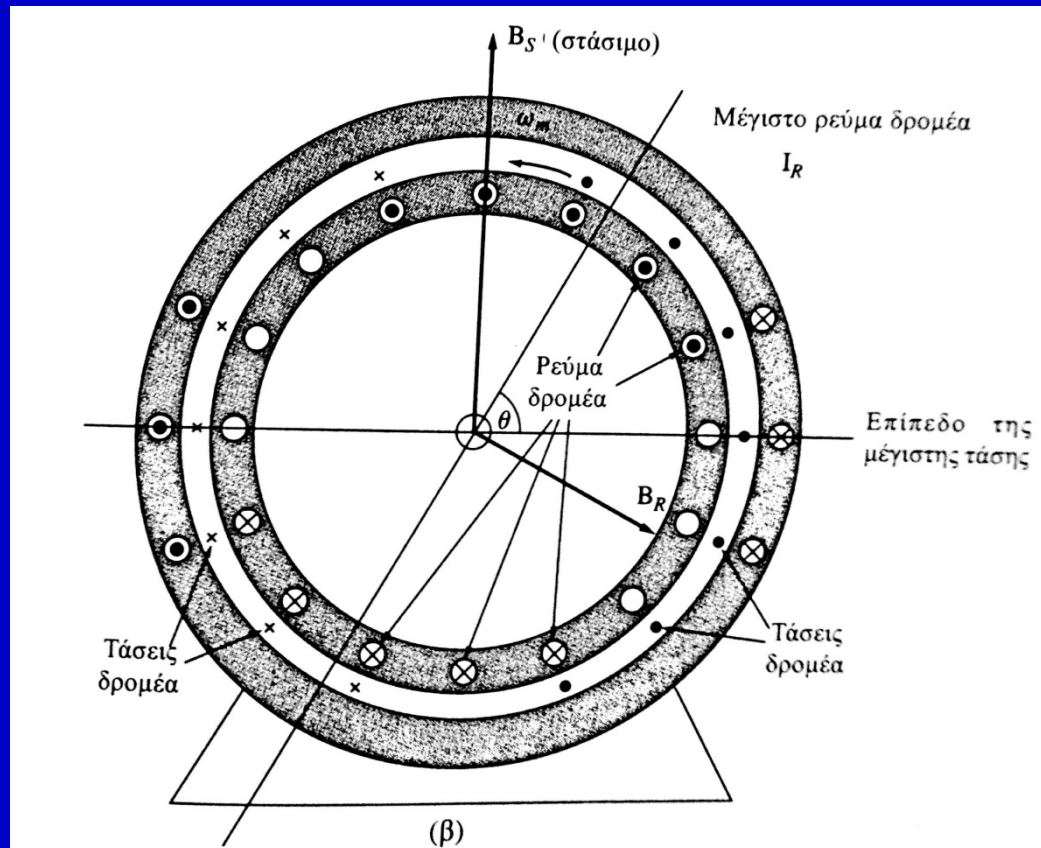


ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Η θεωρία διασταυρωμένων πεδίων στους 1-φασικούς επαγωγικούς κινητήρες αναλύει τον κινητήρα από μια τελείως διαφορετική σκοπιά
- Αυτή η θεωρία έχει να κάνει με τα ρεύματα και τις τάσεις που επάγονται από τον ακίνητο στάτη στις ράβδους του δρομέα όταν αυτός κινείται
- Έστω ένας 1-φασικός επαγωγικός κινητήρας του οποίου ο δρομέας έχει επιταχυνθεί με κάποια εξωτερική μέθοδο
- Στις ράβδους του δρομέα επάγονται τάσεις των οποίων η μέγιστη τιμή εμφανίζεται στις ράβδους που βρίσκονται κάθε φορά ακριβώς κάτω από τα τυλίγματα του στατη
- Αυτές οι τάσεις παράγουν κάποιο ρεύμα στο δρομέα αλλά λόγω της μεγάλης αντίδρασης του δρομέα το ρεύμα καθυστερεί σε σχέση με την τάση σχεδόν κατά 90 μοίρες

[illegible]

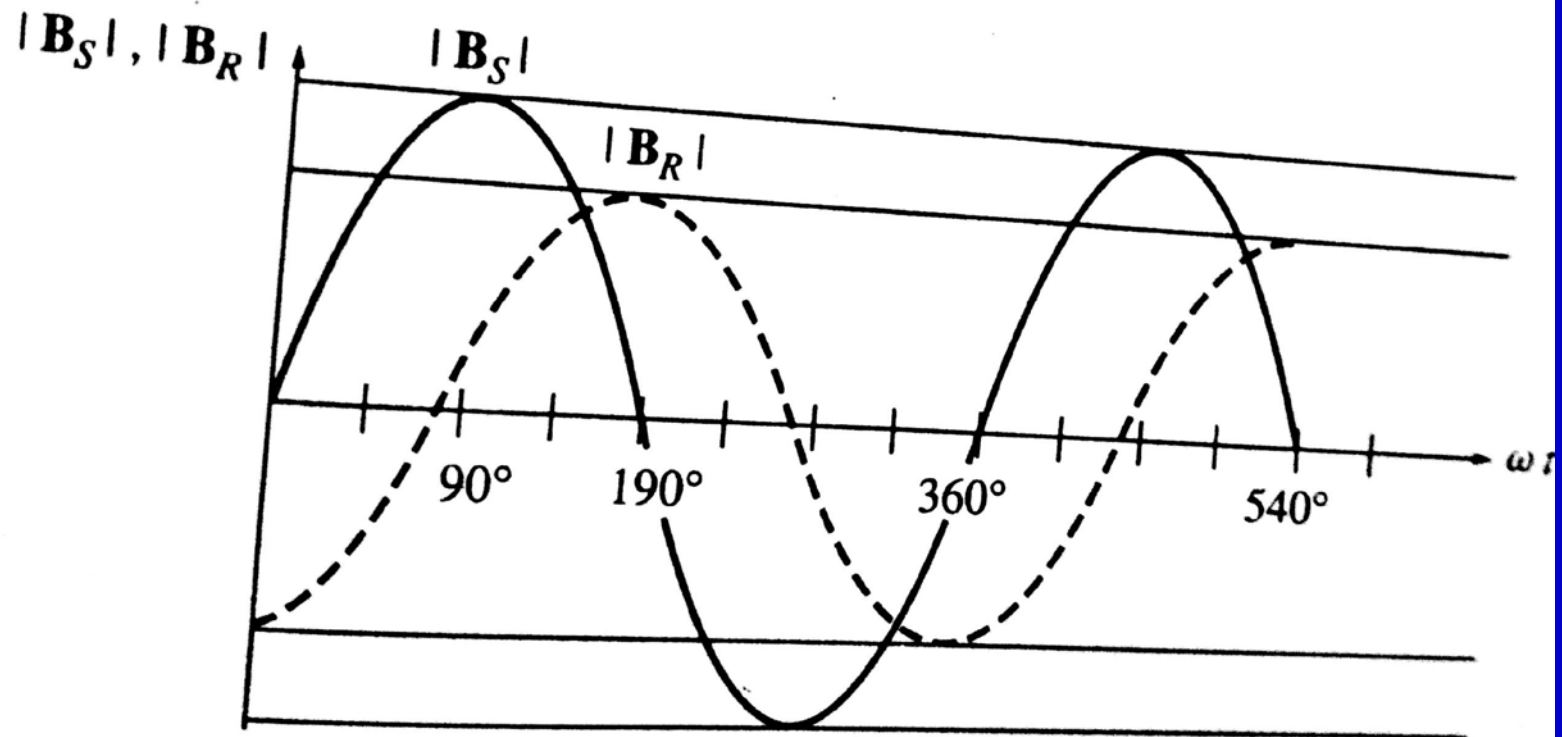
- Επειδή ο δρομέας περιστρέφεται με ταχύτητα κοντά στη σύγχρονη, αυτή η καθυστέρηση του ρεύματος κατά 90 μοίρες προκαλεί μια διαφορά φάσης σχεδόν 90 μοίρες μεταξύ του επιπέδου του μέγιστου ρεύματος και του επιπέδου της μέγιστης τάσης



ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Το μαγνητικό πεδίο του δρομέα είναι λίγο μικρότερο από το πεδίο του στάτη λόγω των απωλειών στο δρομέα όμως τα 2 πεδία μεταξύ τους διαφέρουν σχεδόν κατά 90 μοίρες τόσο στο χώρο όσο και στο χρόνο
- Αν αυτά τα 2 μαγνητικά πεδία προστεθούν μεταξύ τους σε διάφορες χρονικές στιγμές φαίνεται ότι το συνολικό πεδίο του κινητήρα περιστρέφεται με ανθρωπολογιακή φορά
- Η παρουσία ενός στρεφόμενου πεδίου στο εσωτερικό του κινητήρα σημαίνει ότι αυτός αναπτύσσει μια συνισταμένη ροπή κατά τη φορά της κίνησης και αυτή η ροπή διατηρεί την κίνηση του δρομέα

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ



Το B_R καθυστερεί σε σχέση με το B_S περίπου κατά 80°

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Υπάρχουν 3 συνηθισμένοι τρόποι εκκίνησης των 1-φασικών επαγωγικών κινητήρων και μάλιστα ανάλογα με τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των ροπών εκκίνησης, αυτοί χωρίζονται σε κάποιες κατηγορίες
- Οι τεχνικές εκκίνησης διαφέρουν μεταξύ τους σε κόστος και σε παραγόμενη ροπή εκκίνησης με αποτέλεσμα ο μηχανικός να χρησιμοποιεί κάθε φορά την τεχνική με το μικρότερο κόστος που συμβιβάζεται με τις απαιτήσεις σε ροπή της δεδομένης εφαρμογής
- Οι 3 βασικές τεχνικές εκκίνησης είναι:
 1. Με διαχωρισμένα τυλίγματα
 2. Με πυκνωτή εκκίνησης
 3. Με βοηθητικούς πόλους

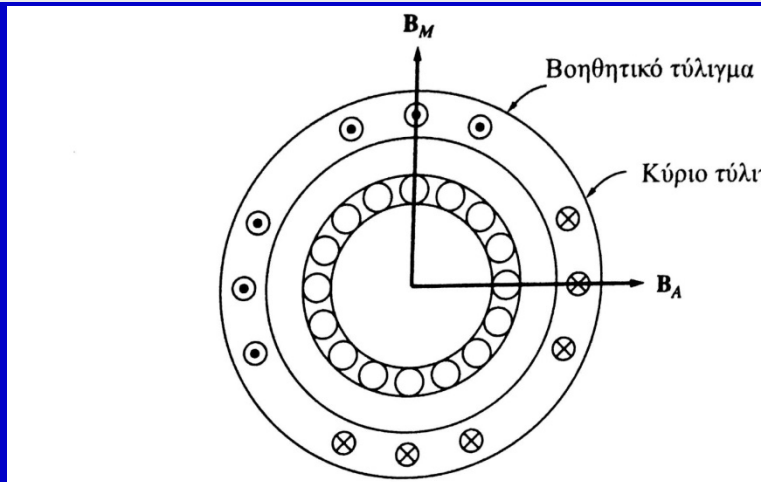
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Υπάρχουν 3 συνηθισμένοι τρόποι εκκίνησης των 1-φασικών επαγωγικών κινητήρων και μάλιστα ανάλογα με τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των ροπών εκκίνησης, αυτοί χωρίζονται σε κάποιες κατηγορίες
- Οι τεχνικές εκκίνησης διαφέρουν μεταξύ τους σε κόστος και σε παραγόμενη ροπή εκκίνησης με αποτέλεσμα ο μηχανικός να χρησιμοποιεί κάθε φορά την τεχνική με το μικρότερο κόστος που συμβιβάζεται με τις απαιτήσεις σε ροπή της δεδομένης εφαρμογής
- Οι 3 βασικές τεχνικές εκκίνησης είναι:
 1. Με διαχωρισμένα τυλίγματα
 2. Με πυκνωτή εκκίνησης
 3. Με βοηθητικούς πόλους

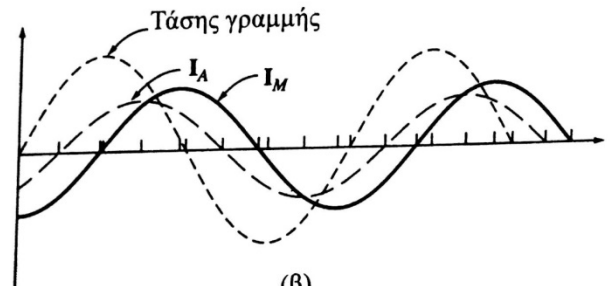
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Ο κινητήρας με διαχωρισμένα τυλίγματα είναι ένας 1-φασικός επαγωγικός κινητήρας με 2 τυλίγματα στο στάτη από τα οποία το ένα είναι το κύριο τύλιγμα και το άλλο είναι το βοηθητικό τύλιγμα εκκίνησης
- Τα 2 τυλίγματα είναι τοποθετημένα σε απόσταση 90 ηλεκτρικών μοιρών μεταξύ τους πάνω στην επιφάνεια του στάτη και το βοηθητικό τύλιγμα είναι σχεδιασμένο ώστε να αποσυνδέεται από το κύκλωμα σε μια προκαθορισμένη ταχύτητα περιστροφής με τη χρήση ενός φυγοκεντρικού διακόπτη
- Επίσης το βοηθητικό τύλιγμα σχεδιάζεται ώστε να παρουσιάζει μεγαλύτερο λόγο αντίστασης/αντίδρασης από το κυρίως τύλιγμα με σκοπό το ρεύμα του βοηθητικού τυλίγματος να προηγείται σε σχέση με το ρεύμα του κύριου τυλίγματος

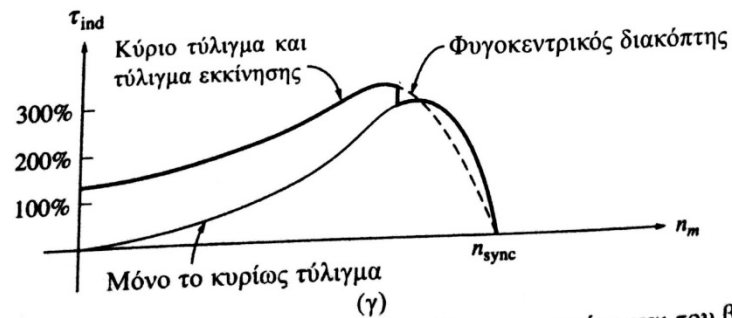
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ



(α)



(β)



(γ)

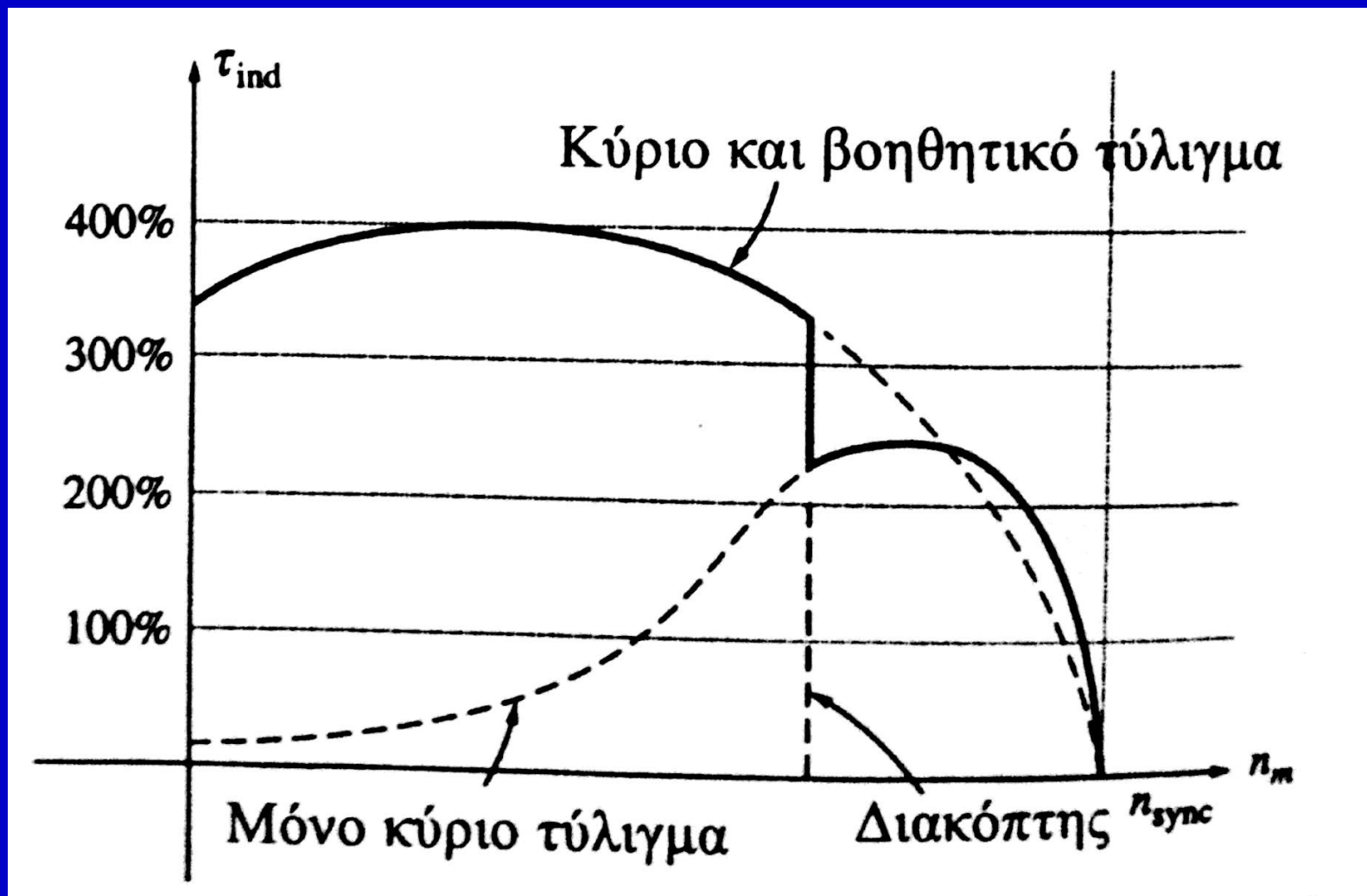
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Σε ένα κινητήρα με πυκνωτή εκκίνησης σε σειρά με το βοηθητικό τυλίγμα τοποθετείται ένας πυκνωτής
- Με την αρχική επιλογή για το μέγεθος του πυκνωτή η μαγνητεγερτική δύναμη που παρουσιάζει το ρεύμα εκκίνησης του βοηθητικού τυλίγματος είναι δυνατό να ρυθμιστεί ώστε να είναι ίση με τη μαγνητεγερτική δύναμη που παρουσιάζει το ρεύμα του κύριου τυλίγματος
- Επίσης το ρεύμα στο εξωτερικό τυλίγμα μπορεί να γίνει τέτοιο ώστε να προηγείται σε φάση του ρεύματος στο κύριο τυλίγμα κατά 90 μοίρες
- Αφού τα 2 τυλίγματα είναι εξ αρχής ρυθμισμένα ώστε να παρουσιάζουν διαφορά φάσης 90 μοιρών, αυτή η διαφορά φάσης στο ρεύμα παράγει ένα 1-φασικό ομογενές και στρεφόμενο πεδίο του στάτη, με αποτέλεσμα ο κινητήρας να συμπεριφέρεται όπως θα συμπεριφερόταν αν ξεκινούσε με μια 3-φαική πηγή ισχύος

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Σε αυτή την περίπτωση η ροπή εκκίνησης του κινητήρα μπορεί να γίνει πάνω από 300% της ονομαστικής ροπής
- Οι κινητήρες με πυκνωτή εκκίνησης είναι πιο ακριβοί από τους κινητήρες με διαχωρισμένα τυλίγματα και χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου είναι απολύτως απαραίτητη η μεγάλη ροπή εκκίνησης
- Τυπικές εφαρμογές αυτών των κινητήρων είναι οι αεροσυμπιεστές, οι αντλίες, τα κλιματιστικά μηχανήματα και άλλες διατάξεις που πρέπει να ξεκινούν υπό φορτίο

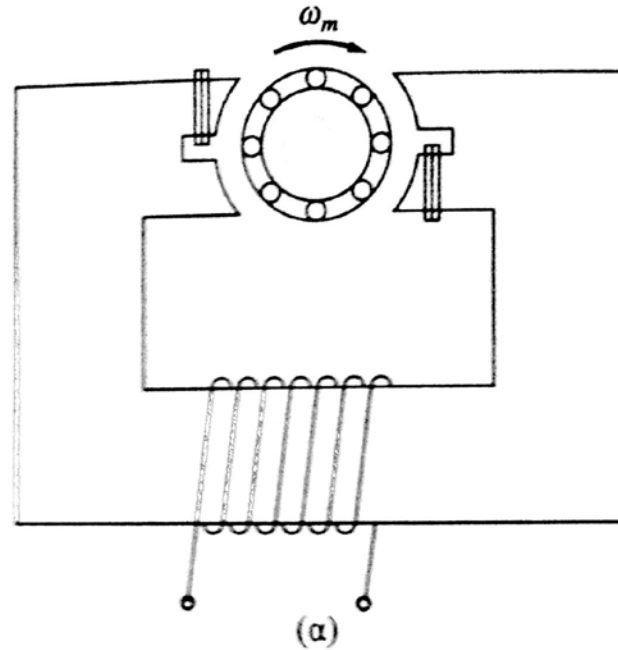
ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ



ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

- Ένας κινητήρας με βοηθητικούς πόλους έχει μόνο κύριο τύλιγμα
- Αυτός ο κινητήρας αντί να διαθέτει εξωτερικό τύλιγμα περιλαμβάνει διακεκριμένους πόλους το ένα τμήμα των οποίων περιβάλλεται από ένα βραχυκυκλωμένο πηνίο που ονομάζεται βοηθητικό πηνίο
- Το κύριο τύλιγμα επάγει μια χρονικά μεταβαλλόμενη μαγνητική ροή στους πόλους
- Όταν η μαγνητική ροή των πόλων μεταβάλλεται στο βοηθητικό πηνίο επάγεται κάποια τάση και κάποιο ρεύμα που αντιτίθενται στην αρχική μεταβολή της ροής
- Το γεγονός αυτό καθυστερεί τη μεταβολή της ροής κάτω από τα καλυμμένα τμήματα των πόλων και έτσι παράγεται μια μικρή διαφοροποίηση μεταξύ των 2 αντίθετα στρεφόμενων μαγνητικών πεδίων στο στάτη

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ



Το τύλιγμα του στάτη

