

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ - ΕΝΟΤΗΤΑ 2.1**ΕΡΩΤΗΣΗ 1**

Να αναφέρετε πού χρησιμοποιούνται οι γεννήτριες και πού οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος.

Απάντηση

Γενικά, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στις μέρες μας χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον εναλλασσόμενο ρεύμα. Ωστόσο μηχανές συνεχούς ρεύματος χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρική κίνηση πολύ μικρών, μικρών, μεσαίων και μεγάλων ισχύων (μέχρι 8MW). Πολλά εργοστάσια χρησιμοποιούν γεννήτριες συνεχούς ρεύματος για την παραγωγή της απαιτούμενης ισχύος για τη λειτουργία κινητήρων συνεχούς ρεύματος. Οι ηλεκτροκινητήρες συνεχούς ρεύματος χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικές κινήσεις με έλεγχο της περιστροφικής ταχύτητας, όπως μεταφορικές εγκαταστάσεις, εργαλειομηχανές, τροchioδρομικά οχήματα κλπ. Σε ορισμένους τομείς, όπως η κίνηση υψηλών απαιτήσεων στα έλαστρα, τους κάνει να υπερτερούν έναντι των αντίστοιχων κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος. Οι μικροί κινητήρες συνεχούς ρεύματος χρησιμοποιούνται γενικά σε όλες τις εφαρμογές στις οποίες διατίθεται συνεχής ή ημιανορθωμένη τάση, όπως σε αυτοματισμούς αεροπλάνων, σε συστήματα ψύξης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, σε μικρούς διεγέρτες, σε σερβομηχανισμούς, σε παιχνίδια, μαγνητόφωνα, μονάδες μαγνητικών ταινιών, εκτυπωτές υπολογιστών, μηχανές συγχρονισμών, φωτοτυπικά μηχανήματα κλπ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2

Ποια είναι η αρχή λειτουργίας των γεννητριών συνεχούς ρεύματος ;

Απάντηση

Για την κατασκευή και τη λειτουργία μιας γεννήτριας συνεχούς ρεύματος απαιτούνται τα εξής υλικά:

- ηλεκτρικοί αγωγοί** για τη διέλευση του ρεύματος (κατά κανόνα χάλκινοι και σπανιότερα από αλουμίνιο, ορείχαλκο ή μπρούντζο)
- μονωτικά υλικά** για μείωση των απωλειών της ηλεκτρικής ενέργειας (ελαστικό, συνθετικά υλικά, χαρτί εμποτισμένο σε μονωτικό βερνίκι)

- c. **σίδηρος** (σιδηροελάσματα) για την οδήγηση και ενίσχυση του μαγνητικού πεδίου.

Η λειτουργία μιας γεννήτριας βασίζεται στο φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Θα πρέπει, λοιπόν, ο αγωγός ή το πλαίσιο (τύλιγμα στη μηχανή) να κινηθεί ή να στραφεί μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης B . Αποτέλεσμα αυτής της κίνησης είναι η ανάπτυξη στα άκρα του αγωγού (πλασιού) ηλεκτρεγερτικής δύναμης από επαγωγή (τάση από επαγωγή), η οποία σύμφωνα με τον αντίστοιχο νόμο της επαγωγής του Faraday, είναι **ανάλογη**:

- της έντασης B (σε Tesla) του ομογενούς μαγνητικού πεδίου
- του μήκους l (σε m) του αγωγού ή του πλαισίου που κινείται στο πεδίο
- της ταχύτητας v (σε m/sec) του αγωγού και
- του ημιτόνου της γωνίας α που σχηματίζει ο αγωγός με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου ή το κάθετο διάνυσμα του πλαισίου με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου σε περίπτωση στροφής.

Η μαθηματική διατύπωση του παραπάνω νόμου συνοψίζεται στην παρακάτω σχέση:

$$E = B \cdot l \cdot v \cdot \eta_{μα} \text{ (σε V)}$$

ΕΡΩΤΗΣΗ 3

Ποια είναι η αρχή λειτουργίας των κινητήρων συνεχούς ρεύματος ;

Απάντηση

Όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ρεύμα και βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, τότε αυτός δέχεται μια μαγνητική δύναμη από το πεδίο που τείνει να του αλλάξει την κινητική του κατάσταση.

Η δύναμη αυτή καλείται δύναμη Laplace και είναι η συνισταμένη όλων των δυνάμεων Lorentz που δέχονται τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του αγωγού κατά την κίνησή τους μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

Το μέτρο της δύναμης Laplace είναι **ανάλογο**:

- της έντασης B του μαγνητικού πεδίου
- της έντασης I του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό
- του μήκους l του αγωγού και

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

- d. του ημιτόνου της γωνίας α που σχηματίζει ο αγωγός η διεύθυνση του αγωγού με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.

Η μαθηματική διατύπωση της αρχής λειτουργίας των κινητήρων συνεχούς ρεύματος συνοψίζεται στην παρακάτω σχέση :

$$F = B \cdot l \cdot I \cdot \eta\mu\alpha \text{ (σε N)}$$

ΕΡΩΤΗΣΗ 4

Με ποιο τρόπο γίνεται η ανόρθωση του εναλλασσόμενου ρεύματος σε συνεχές;

Απάντηση

Η ανόρθωση του εναλλασσόμενου ρεύματος που παράγεται στους αγωγούς γίνεται μέσω του συλλέκτη.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5

Να σχεδιαστεί η πορεία της ανάπτυξης εναλλασσόμενης Η.Ε.Δ. σε πλαίσιο που στρέφεται μέσα σε σταθερό μαγνητικό πεδίο.

Απάντηση

Σχολικό βιβλίο, σελ. 78, Σχ. 2.2

ΕΡΩΤΗΣΗ 6

Να σχεδιαστεί η πορεία της ανόρθωσης του εναλλασσόμενου ρεύματος σε συνεχές που εκτελείται από το συλλέκτη.

Απάντηση

Σχολικό βιβλίο, σελ. 78, Σχ. 2.3

ΕΡΩΤΗΣΗ 7

Πότε στα άκρα αγωγού κινούμενου μέσα σε μαγνητικό πεδίο δεν αναπτύσσεται Η.Ε.Δ. από επαγωγή;

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Απάντηση

Όπως εύκολα μπορούμε να διαπιστώσουμε από το νόμο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής (Σχολικό βιβλίο, σελ 78, σχέση 2.1) για να μην έχουμε τάση από επαγωγή, από τη σχέση:

$$E = B \cdot l \cdot v \cdot \eta_{μα}$$

αρκεί να ισχύει:

$$\eta_{μα} = 0$$

Αυτό συμβαίνει όταν η διεύθυνση του αγωγού είναι παράλληλη στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου, σύμφωνα με τον ορισμό της γωνίας α .

ΕΡΩΤΗΣΗ 8

Πώς μειώνουμε τις κυματώσεις του ρεύματος που παράγεται στις ηλεκτρικές γεννήτριες;

Απάντηση

Τοποθετώντας πολλαπλά πλαίσια σε διάφορες γωνίες (χρησιμοποιούμε πολλές αντί μιας σπείρας κατάλληλα συνδεδεμένες μεταξύ τους).

ΕΡΩΤΗΣΗ 9

Με ποια ταχύτητα πρέπει να κινείται αγωγός μήκους $l = 0,8\text{m}$ μέσα σε ομοιόμορφο μαγνητικό πεδίο που έχει μαγνητική επαγωγή $B = 0,9\text{T}$, αν η γωνία που κόβει τις μαγνητικές γραμμές είναι 60° και η παραγόμενη Η.Ε.Δ από επαγωγή στον αγωγό είναι $E = 6,23\text{V}$;

Απάντηση

Από τη σχέση 2.1 του Σχολικού βιβλίου έχουμε:

$$E = B \cdot l \cdot v \cdot \eta_{μα} \Leftrightarrow v = \frac{E}{B \cdot l \cdot \eta_{μα}} = \frac{6,23\text{V}}{0,9\text{T} \cdot 0,8\text{m} \cdot \eta_{μα60^\circ}} = 10\text{m/s}$$

Όπου: E η Η.Ε.Δ. από επαγωγή σε V , B η μαγνητική επαγωγή σε T , l το μήκος του αγωγού σε m , α η γωνία που ο αγωγός κόβει τις μαγνητικές γραμμές και v η ταχύτητα σε m/s .

ΕΡΩΤΗΣΗ 10

Η δύναμη που ασκείται σε αγωγό μήκους $l = 0,4\text{m}$ κατά την κίνησή του υπό γωνία 45° μέσα σε μαγνητικό πεδίο $B = 0,9\text{T}$ είναι 12N . Ζητείται η ένταση του ρεύματος που θα διαρρέεται ο αγωγός.

Απάντηση

Από τη σχέση 2.2 του Σχολικού βιβλίου έχουμε:

$$F = B \cdot l \cdot I \cdot \eta\mu\alpha \Leftrightarrow I = \frac{F}{B \cdot l \cdot \eta\mu\alpha} = \frac{12\text{N}}{0,9\text{T} \cdot 0,4\text{m} \cdot \eta\mu 45^\circ} = 47,2\text{A}$$

Όπου: F η δύναμη που ασκείται στον αγωγό σε N , B η μαγνητική επαγωγή σε T , l το μήκος του αγωγού σε m , α η γωνία που ο αγωγός κόβει τις μαγνητικές γραμμές και v η ταχύτητα σε m/s .

ΕΡΩΤΗΣΗ 11

Η Η.Ε.Δ. μιας στοιχειώδους γεννήτριας δίνεται από τη σχέση:

- $E = B \cdot l \cdot I \cdot \sigma\upsilon\nu\alpha$
- $E = B \cdot l \cdot v \cdot \eta\mu\alpha$
- $E = B \cdot l \cdot I \cdot \eta\mu\alpha$

Απάντηση

Σχολικό βιβλίο σελ. 78, σχέση 2.1: **b**

ΕΡΩΤΗΣΗ 12

Το μέτρο της δύναμης (F) που ασκείται στον αγωγό δίνεται από τη σχέση:

- $F = B \cdot v \cdot I \cdot \eta\mu\alpha$
- $F = B \cdot l \cdot I \cdot \eta\mu\alpha$
- $F = B \cdot l \cdot I \cdot \sigma\upsilon\nu\alpha$

Απάντηση

Σχολικό βιβλίο σελ. 79, σχέση 2.2: **b**

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ - ΕΝΟΤΗΤΑ 2.2

ΕΡΩΤΗΣΗ 1

Ποιος είναι ο προορισμός του στάτη μιας μηχανής συνεχούς ρεύματος;

Απάντηση

Ο στάτης, που είναι το συγκρότημα των ακίνητων τμημάτων μιας μηχανής, έχει ως κύριο προορισμό του να δημιουργεί καθορισμένη μαγνητική ροή.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2

Ποιος ο προορισμός του δρομέα;

Απάντηση

Ο δρομέας, που αποτελεί το συγκρότημα των κινητών τμημάτων της μηχανής, έχει ως κύριο προορισμό την παραγωγή εναλλασσόμενου ή συνεχούς ρεύματος.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3

Από ποια μέρη αποτελείται ο στάτης;

Απάντηση

Τα κύρια μέρη ενός στάτη είναι:

1. το ζύγωμα
2. οι μαγνητικοί πόλοι
3. τα πέδιλα των πόλων
4. τα τυλίγματα των πόλων
5. τα καλύμματα (καπάκια)
6. οι ψηκτροφορείς
7. τα σιδερένια δαχτυλίδια

8. οι βραχίονες
9. οι ψηκτροθήκες
10. οι ψηκτρες
11. τα ελατήρια πίεσης των ψηκτρών

ΕΡΩΤΗΣΗ 4

Από ποια μέρη αποτελείται ο δρομέας;

Απάντηση

Τα κύρια μέρη του δρομέα είναι:

1. ο άξονας
2. ο πυρήνας του επαγωγικού τυμπάνου
3. το τύλιγμα του επαγωγικού τυμπάνου
4. ο συλλέκτης
5. ο ανεμιστήρας
6. η πλήμνη

ΕΡΩΤΗΣΗ 5

Ποιος ο προορισμός του κάθε μέρους του στάτη;

Απάντηση

1. Το **ζύγωμα** αποτελεί τον κορμό της μηχανής και κατασκευάζεται από χυτοχάλυβα ή ελατό σίδηρο. Μέσα από το ζύγωμα κλείνει το μαγνητικό κύκλωμα.
2. Οι **μαγνητικοί πόλοι** στερεώνονται στο ζύγωμα και κατασκευάζονται από ελατό σίδηρο, εφ' όσον ανήκουν σε δυναμογεννήτρια (διαθέτει τύλιγμα στους πόλους). Στις μαγνητογεννήτριες (διαθέτουν μόνιμο μαγνήτη), οι πόλοι κατασκευάζονται από χάλυβα. Σκοπός των πόλων είναι να εξασφαλίσουν τη μαγνητική ροή που δημιουργείται από τα τυλίγματα, τα οποία περιβάλλουν τους πόλους.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Το ρεύμα με το οποίο τροφοδοτούνται οι πόλοι ονομάζεται ρεύμα διέγερσης.

Κάθε πόλος αποτελείται από τον πυρήνα και το τύλιγμά του που μεταξύ τους παρεμβάλλεται μόνωση. Ο πυρήνας συγκροτείται συνήθως από μονωμένα ειδικά ελάσματα σιδήρου, πάχους περίπου 1,5mm.

3. Τα **πέδιλα των πόλων** είναι το πλατύτερο μέρος του πόλου και βρίσκονται πλησιέστερα στο επαγωγικό τύμπανο.

Αποτελούν, συνήθως, ξεχωριστή κατασκευή και βιδώνονται στερεότατα κάτω από τους πόλους. Σκοπός του πέδिलου είναι να διαχέει τη ροή σε ένα μεγαλύτερο μέρος της περιφέρειας του δρομέα από όσο καλύπτει ο κορμός του πυρήνα και να υποβαστάζει το τύλιγμα του πόλου.

Κατασκευάζονται από μονωμένα φύλλα σιδήρου, για την αποφυγή θερμάνσεων και απωλειών από τα ρεύματα Foucault (Φουκώ), τα οποία εμφανίζονται εξαιτίας των διαταραχών του μαγνητικού πεδίου κατά τη λειτουργία της μηχανής.

4. Το **τύλιγμα του πόλου** αποτελείται από σπείρες χάλκινου μονωμένου σύρματος, οι οποίες, αφού λάβουν με τη βοήθεια καλουπιού τη μορφή του πυρήνα, τυλίγονται με βαμβακερή ταινία και βαφτίζονται σε μονωτικό βερνίκι.

Τα άκρα του τυλίγματος μένουν ελεύθερα για την ηλεκτρική του σύνδεση. Το σύνολο των τυλιγμάτων των μαγνητικών πόλων ονομάζεται **τύλιγμα διέγερσης** της μηχανής.

Σε πολλές μηχανές συνεχούς ρεύματος έχουμε δύο τυλίγματα σε κάθε πόλο, το καθένα ανεξάρτητο από το άλλο. Το ένα τύλιγμα, που αποτελείται από πολλές σπείρες με λεπτό σύρμα, ονομάζεται παράλληλο τύλιγμα, ενώ το άλλο που αποτελείται από λίγες σπείρες και χονδρό σύρμα, ονομάζεται τύλιγμα σειράς.

5. Τα **καλύμματα (καπάκια)** στερεώνονται με κοχλίες στο ζύγωμα και χρησιμεύουν για να στηρίξουν τον άξονα του δρομέα και τον ψηκτροφορέα και να προφυλάσσουν το εσωτερικό της μηχανής. Τα καλύμματα φέρουν ενσωματωμένο και από ένα έδρανο μέσω του οποίου στρέφεται ο άξονας του δρομέα.
6. Ο **ψηκτροφορέας** που είναι το σύστημα στο οποίο στερεώνονται οι ψηκτροθήκες, στερεώνεται με τη σειρά του στο κάλυμμα της μηχανής που βρίσκεται στην πλευρά του συλλέκτη. Η στερέωση γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι δυνατή η μετάθεση της θέσης επαφής των ψηκτρών πάνω στο συλλέκτη.

Ο ψηκτροφορέας αποτελείται από ένα **σιδερένιο δακτύλιο**, τους **βραχίονες** των ψηκτροθηκών και τις **ψηκτροθήκες**. Στο σιδερένιο δακτύλιο στερεώνονται οι βραχίονες υποστήριξης των ψηκτροθηκών. Οι βραχίονες είναι δύο, τέσσερις ή περισσότεροι και είναι ηλεκτρικά μονωμένοι ως προς το σιδερένιο δακτύλιο. Στους βραχίονες στηρίζονται οι ψηκτροθήκες, οι μεταλλικές, δηλαδή, θήκες στις οποίες τοποθετούνται οι ψήκτρες.

7. Οι **ψήκτρες** συνήθως είναι κομμάτια από σκληρό άνθρακα ή γραφίτη ή μίγμα άνθρακα και χαλκού. Τοποθετούνται μέσα στις ψηκτροθήκες και πιέζονται από **ελατήριο**, ώστε να επιτυγχάνεται καλή επαφή με την επιφάνεια του συλλέκτη. Τα ελατήρια αυτά ρυθμίζονται, ώστε η πίεση που ασκεί η ψήκτρα στο συλλέκτη να είναι τόση, ώστε να μην έχουμε από τη μικρή πίεση κακή επαφή μεταξύ ψηκτρών και συλλέκτη, με αποτέλεσμα σπινθηρισμούς και κάψιμο του συλλέκτη, ούτε, όμως, και από τη μεγάλη πίεση φθορά των ψηκτρών και υπερθέρμανση του συλλέκτη.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6

Ποιος είναι ο προορισμός του κάθε μέρους του δρομέα;

Απάντηση

1. Ο **άξονας** είναι το συγκρότημα των κινητών τμημάτων μιας μηχανής. Φέρει το επαγωγικό τύμπανο, το συλλέκτη και τον ανεμιστήρα και πάντοτε στρέφεται μαζί με αυτά.
2. Ο **πυρήνας** του επαγωγικού τυμπάνου κατασκευάζεται από πολλά επίπεδα ελάσματα, τα οποία κόβονται στο επιθυμητό σχήμα σε ειδικές πρέσες. Τα μαγνητικά ελάσματα είναι μονωμένα μεταξύ τους για να μειωθούν οι απώλειες λόγω δινορρευμάτων. Ο πυρήνας παρέχει μια οδό μικρής μαγνητικής αντίστασης για τη δίοδο των μαγνητικών γραμμών των πόλων και φέρει το τύλιγμα του τυμπάνου.
3. Το **τύλιγμα του επαγωγικού τυμπάνου** κατασκευάζεται από μονωμένο χάλκινο αγωγό κυκλικής ή ορθογώνιας διατομής. Ο αγωγός κυκλικής διατομής χρησιμοποιείται κυρίως στις μηχανές μικρής ισχύος ή στις μηχανές μεγάλης τάσης. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις προτιμάται ο αγωγός ορθογώνιας διατομής, διότι με αυτόν κατασκευάζονται σπείρες μεγαλύτερης αντοχής και γίνεται μεγαλύτερη εκμετάλλευση του χώρου των οδοντώσεων.
4. Ο **συλλέκτης** κατασκευάζεται από πολλά χάλκινα ελάσματα που ονομάζονται τομείς του συλλέκτη. Για να αποφευχθεί βραχυκύκλωμα στους τομείς του συλλέκτη, τοποθετούνται μονώσεις μεταξύ τους και προς τις

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

πλευρές των τεμαχίων συγκράτησης. Η μεταξύ τους μόνωση γίνεται με υλικό και φίμπερ. Ο σκοπός του συλλέκτη είναι να παίρνει ή να μεταβιβάζει το ρεύμα, ανάλογα αν πρόκειται για κινητήρα ή γεννήτρια.

5. Ο **ανεμιστήρας** στερεώνεται στον άξονα και δημιουργεί κατά την περιστροφή του ρεύμα αέρα που εισέρχεται στη μηχανή από το άνοιγμα του ενός καλύμματος και εξέρχεται από το άνοιγμα του άλλου καλύμματος.
6. Η **πλήμνη** χρησιμοποιείται στις μηχανές μεγάλης σχετικά ισχύος για να μειώσουμε το βάρος των μαγνητικών ελασμάτων που στοιχίζουν ακριβά, αλλά και για να διευκολύνουμε την ψύξη του πυρήνα.

ΕΡΩΤΗΣΗ 7

Γιατί ο πυρήνας των μαγνητικών πόλων και ο πυρήνας του δρομέα δεν είναι ολόσωμοι, αλλά κατασκευάζονται από πολλά μεμονωμένα ελάσματα;

Απάντηση

Τα μαγνητικά ελάσματα είναι κατασκευασμένα με αυτόν τον τρόπο, ώστε να μειώνονται όσο το δυνατόν περισσότερο οι απώλειες από τα δινορρεύματα ή ρεύματα Foucault (Φουκώ).

ΕΡΩΤΗΣΗ 8

Τι ονομάζουμε διέγερση και τι τύλιγμα διέγερσης;

Απάντηση

Διέγερση ονομάζεται η δημιουργία του μαγνητικού πεδίου μιας δυναμομηχανής από ηλεκτρικό ρεύμα.

Τύλιγμα διέγερσης μιας μηχανής ονομάζεται το σύνολο των τυλιγμάτων των μαγνητικών πόλων.

ΕΡΩΤΗΣΗ 12

Τα πέδιλα του πόλου βρίσκονται πλησιέστερα:

- a. στις ψήκτρες
- b. στο τύλιγμα του πόλου
- c. στο επαγωγικό τύμπανο

Απάντηση

Σχολικό βιβλίο σελ. 85, 2.2.2, Α.3: c

ΕΡΩΤΗΣΗ 13

Σκοπός του συλλέκτη στον κινητήρα είναι:

- a. να παίρνει το ρεύμα
- b. να μεταβιβάζει το ρεύμα
- c. να περιορίζει τις απώλειες

Απάντηση

Σχολικό βιβλίο σελ. 86, 2.2.2, Β.4: a

ΕΡΩΤΗΣΗ 14

Κατά την τυποποίηση των ακροδεκτών στις γεννήτριες και τους κινητήρες με τα γράμματα Α και Β συμβολίζουμε:

- a. το τύλιγμα σειράς
- b. το παράλληλο τύλιγμα
- c. τους βοηθητικούς πόλους
- d. κανένα από τα παραπάνω

Απάντηση

Σχολικό βιβλίο σελ. 86, 2.2.3: d

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ - ΕΝΟΤΗΤΑ 2.3

ΕΡΩΤΗΣΗ 1

Ποιος ο σκοπός του τυλίγματος του επαγωγικού τυμπάνου;

Απάντηση

Το τύλιγμα του επαγωγικού τυμπάνου των ηλεκτρικών μηχανών είναι το σπουδαιότερο μέρος αυτών, διότι μέσα σε αυτό αναπτύσσονται Η.Ε.Δ. (τάσεις όσον αφορά στις γεννήτριες) ή ζεύγη δυνάμεων (όσον αφορά στους κινητήρες).

ΕΡΩΤΗΣΗ 2

Πόσο απέχουν οι πλευρικοί αγωγοί κάθε σπείρας στο επαγωγικό τύμπανο;

Απάντηση

Οι πλευρικοί αγωγοί κάθε σπείρας στο επαγωγικό τύμπανο απέχουν μεταξύ τους, όσο περίπου και οι άξονες των δύο γειτονικών πόλων έτσι, ώστε να προστίθενται οι Η.Ε.Δ. που αναπτύσσονται σε αυτές.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3

Ποιος ο λόγος που χρησιμοποιούμε περισσότερες από μία σπείρες στις γεννήτριες συνεχούς ρεύματος;

Απάντηση

Για να παράγονται σημαντικές τάσεις και εντάσεις και για να μειώσουμε τη κυμάτωση του ρεύματος που παράγει μια στοιχειώδης γεννήτρια συνεχούς ρεύματος χρησιμοποιούμε στην πράξη πολλές αντί μιας σπείρας κατάλληλα συνδεδεμένες.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4

Πού χρησιμοποιούνται τα βρογχοτυλίγματα και πού τα κυματοτυλίγματα;

Απάντηση

Τα **βρογχοτυλίγματα** χρησιμοποιούνται σε μηχανές χαμηλής τάσης και υψηλής εντάσεως ρεύματος. Για το λόγο αυτό η διατομή των αγωγών αυτών είναι μεγάλη (εξαιτίας της υψηλής έντασης του ρεύματος).

Αντίθετα, τα **κυματοτυλίγματα** χρησιμοποιούνται σε μηχανές υψηλής τάσης και χαμηλής έντασης ρεύματος.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5

Ποιος ο αριθμός των ψηκτρών στα βρογχοτυλίγματα και ποιος στα κυματοτυλίγματα;

Απάντηση

Στα βρογχοτυλίγματα συνήθως δημιουργούνται τόσοι παράλληλοι κλάδοι, όσοι είναι οι πόλοι της μηχανής. Έτσι και τα ζεύγη των ψηκτρών είναι όσα και τα ζεύγη των πόλων.

Στα κυματοτυλίγματα δημιουργούνται πάντοτε δύο παράλληλοι κλάδοι τυλίγματος, ανεξάρτητα από τους πόλους της μηχανής. Σε κάθε κυματοτύλιγμα χρειάζονται μόνο δύο ψήκτρες, μία θετική και μία αρνητική. Αν χρησιμοποιήσουμε, όμως δύο ψήκτρες αντί π.χ. τεσσάρων, από κάθε ψήκτρα θα περνάει διπλάσιο ρεύμα και επομένως θα πρέπει να έχει διπλάσια διατομή. Για να αποφύγουμε κάτι τέτοιο είναι ανάγκη να χρησιμοποιήσουμε τόσες ψήκτρες, όσοι και οι πόλοι της μηχανής.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6

Πού χρησιμοποιούνται τα μικτά τυλίγματα;

Απάντηση

Είναι τα πλέον χρησιμοποιούμενα τυλίγματα σε μεγάλες μηχανές συνεχούς ρεύματος και χρησιμοποιούνται σε μηχανές μεσαίας τάσης και μεσαίας έντασης ρεύματος.

ΕΡΩΤΗΣΗ 7

Γιατί μια γεννήτρια συνεχούς ρεύματος, ονομάζεται :

- a. ξένης διέγερσης;
- b. παράλληλης διέγερσης;

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

- c. διέγερσης σειράς;
- d. σύνθετης διέγερσης;

Απάντηση

Τα ονόματα των γεννητριών συνεχούς ρεύματος δίνονται ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο είναι συνδεδεμένο το τύλιγμα διέγερσής τους.

- a. Η **γεννήτρια ξένης διέγερσης** παίρνει το όνομά της, καθώς σε αυτή το τύλιγμα διέγερσής της τροφοδοτείται από μια ξένη πηγή.
- b. Η **γεννήτρια παράλληλης διέγερσης** ή γεννήτρια διακλάδωσης είναι αυτοδιεγερόμενη μηχανή. Τα πηνία των πόλων είναι συνδεδεμένα με τέτοιο τρόπο, ώστε να τροφοδοτούνται παράλληλα με το κύκλωμα του τυμπάνου και το εξωτερικό κύκλωμα.
- c. Η **γεννήτρια διέγερσης σειράς** είναι, όπως και η γεννήτρια παράλληλης διέγερσης, αυτοδιεγερόμενη γεννήτρια. Η γεννήτρια διέγερσης σειράς παίρνει το όνομά της από το γεγονός ότι τα πηνία των πόλων συνδέονται σε σειρά με το κύκλωμα του τυμπάνου και με το εξωτερικό κύκλωμα (φορτίο).
- d. Τέλος, σε μια **γεννήτρια σύνθετης διέγερσης**, όπως φανερώνει και το όνομά της, τα πηνία των πόλων αποτελούνται από δύο τυλίγματα, από τα οποία το ένα συνδέεται σε σειρά προς το τύλιγμα του τυμπάνου και το φορτίο, ενώ το άλλο παράλληλα σε αυτά.

ΕΡΩΤΗΣΗ 8

Πότε μια γεννήτρια ονομάζεται:

- a. αθροιστικής σύνθετης διέγερσης;
- b. διαφορικής σύνθετης διέγερσης;

Απάντηση

Στις γεννήτριες σύνθετης διέγερσης το τύλιγμα σειράς μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

- a. Με τον πρώτο τρόπο το τύλιγμα σειράς συνδέεται έτσι, ώστε να ενισχύεται το μαγνητικό πεδίο που προκαλείται από το παράλληλο τύλιγμα. Έτσι έχουμε μικρή μεταβολή της τάσης, όταν μεταβάλλεται το φορτίο. Οι γεννήτριες χαρακτηρίζονται ως **αθροιστικής σύνθετης διέγερσης**.

- b. Αντίθετα, μια γεννήτρια ονομάζεται **διαφορικής σύνθετης διέγερσης**, όταν το τύλιγμα σειράς συνδέεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε το μαγνητικό πεδίο που προκαλείται από το παράλληλο τύλιγμα να εξασθενεί.

ΕΡΩΤΗΣΗ 9

Τι είναι οι βοηθητικοί πόλοι και ποιος ο σκοπός τοποθέτησής τους;

Απάντηση

Πρόκειται για μικρούς μαγνητικούς πόλους, οι οποίοι τοποθετούνται στις ουδέτερες ζώνες της γεννήτριας και σκοπό έχουν τη δημιουργία ενός νέου μαγνητικού πεδίου αντιστάθμισης, ώστε να αποφεύγονται οι σπινθηρισμοί μεταξύ των ψηκτρών και των τομέων του συλλέκτη.

ΕΡΩΤΗΣΗ 10

Ποια είναι η διαδοχή των βοηθητικών πόλων στις γεννήτριες μετά από τους κύριους πόλους;

Απάντηση

Οι βοηθητικοί πόλοι αποτελούνται κι αυτοί από πυρήνα και τύλιγμα, όπως ακριβώς και οι κύριοι πόλοι της γεννήτριας. Τα τυλίγματά τους στις γεννήτριες, συνδέονται με τέτοιο τρόπο, ώστε κατά τη φορά περιστροφής του τυμπάνου, μετά από ένα βόρειο κύριο πόλο να ακολουθεί ένας νότιος βοηθητικός πόλος και μετά από κάθε νότιο κύριο πόλο να ακολουθεί ένας βόρειος βοηθητικός.

ΕΡΩΤΗΣΗ 11

Τι είναι ο παραμένων μαγνητισμός και σε τι χρησιμεύει;

Απάντηση

Είναι το μαγνητικό πεδίο που βρίσκεται στους πυρήνες των πόλων και χρησιμεύει στην αυτοδιέγερση γεννητριών παράλληλης διέγερσης, χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα μαγνητική ροή. Μάλιστα, ως τιμή της μαγνητικής ροής του παραμένοντος μαγνητισμού λαμβάνεται συνήθως το 2-8% της τιμής της μαγνητικής ροής που απαιτείται για την κανονική λειτουργία της γεννήτριας.

ΕΡΩΤΗΣΗ 12

Ποιες γεννήτριες ονομάζονται αυτοδιεγειρόμενες;

Απάντηση

Αυτοδιεγειρόμενες ονομάζονται εκείνες οι γεννήτριες που για τη διέγερσή τους απαιτείται τροφοδότηση από ξένη πηγή. Πρόκειται για τις γεννήτριες παράλληλης σύνδεσης που για τη διέγερσή τους χρησιμοποιούν τη μαγνητική ροή του παραμένοντος μαγνητισμού στους πυρήνες των πόλων, τις γεννήτριες διέγερσης σειράς στις οποίες το φορτίο είναι μόνιμα συνδεδεμένο στη μηχανή και τις γεννήτριες σύνθετης διέγερσης που το τύλιγμά τους αποτελείται από τύλιγμα σειράς και στη παράλληλο τύλιγμα.

ΕΡΩΤΗΣΗ 13

Τι ονομάζεται ονομαστική ισχύς γεννήτριας συνεχούς ρεύματος;

Απάντηση

Είναι η μέγιστη τιμή της ισχύος που μπορεί να προσφέρει συνεχώς η γεννήτρια όταν εργάζεται με την ονομαστική τάση και ταχύτητα, χωρίς να υπάρχει κίνδυνος να παύσει βλάβη από υπερφόρτιση.

ΕΡΩΤΗΣΗ 14

Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται οι απώλειες των γεννητριών συνεχούς ρεύματος;

Απάντηση

Οι απώλειες των γεννητριών συνεχούς ρεύματος έχουν να κάνουν με τη μετατροπή μέρους της ενέργειας σε θερμική με αποτέλεσμα τη θέρμανση τμημάτων της μηχανής και διακρίνονται σε σταθερές και μεταβλητές απώλειες.

Οι σταθερές απώλειες είναι:

- οι μηχανικές (απώλειες λόγω τριβής) και
- οι μαγνητικές απώλειες (οφείλονται στις διαδοχικές μεταβολές μαγνητισμού του πυρήνα του επαγωγικού τυμπάνου - υστέρηση- και στα ρεύματα Foucault

Οι μεταβλητές απώλειες είναι:

- a. οι ηλεκτρικές απώλειες, που οφείλονται στο φαινόμενο Joule (θέρμανση αγωγού, λόγω διέλευσης ρεύματος μέσα από αυτόν).

ΕΡΩΤΗΣΗ 15

Τι ονομάζεται βαθμός απόδοσης γεννήτριας συνεχούς ρεύματος;

Απάντηση

Βαθμός απόδοσης μιας γεννήτριας είναι το αδιάστατο μέγεθος (καθαρός αριθμός χωρίς μονάδα μέτρησης) που συμβολίζεται με η και είναι ίσο με το λόγο της ισχύος την οποία αποδίδει η γεννήτρια προς την απαιτούμενη κινητική ισχύ που προσδίδεται στον άξονά της από την κινητήρια μηχανή. Ο βαθμός απόδοσης είναι πάντοτε μικρότερος από τη μονάδα και δίνεται από τη σχέση:

$$\eta = \frac{P}{P_{\text{εισ}}} = \frac{P}{P + P_{\text{απ}}} < 1$$

Ο βαθμός απόδοσης μιας γεννήτριας δεν είναι σταθερός, αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με το φορτίο της και αποδεικνύεται ότι είναι μέγιστος, όταν οι σταθερές απώλειες εξισωθούν με τις μεταβλητές.

ΕΡΩΤΗΣΗ 16

Πού οφείλονται οι απώλειες υστέρησης;

Απάντηση

Οι απώλειες υστέρησης είναι ανάλογες προς τις στροφές της γεννήτριας και προς τη ροή των μαγνητικών πόλων της. Επομένως, για σταθερές στροφές και για σταθερή ένταση διέγερσης είναι ίδιες, άσχετα του αν έχουν φορτίο ή όχι. Οι απώλειες υστέρησης οφείλονται στις διαδοχικές μεταβολές της μαγνήτισης του πυρήνα του επαγωγικού τυμπάνου, όταν αυτό περιστρέφεται μέσα στο σταθερό μαγνητικό πεδίο που δημιουργού οι πόλοι.

ΕΡΩΤΗΣΗ 17

Πού οφείλονται οι απώλειες δινορρευμάτων;

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Απάντηση

Οι απώλειες των δινορρευμάτων οφείλονται στα ρεύματα που κυκλοφορούν στον πυρήνα του επαγωγικού τυμπάνου λόγω της περιστροφής του μέσα στο μαγνητικό πεδίο της μηχανής. Οι απώλειες των δινορρευμάτων είναι απώλειες θερμότητας και είναι ανάλογες του τετραγώνου της έντασης αυτών. Επομένως, εφόσον η ένταση που κυκλοφορεί στον πυρήνα του επαγωγικού τυμπάνου είναι ανάλογη της τάσης και η τάση με τη σειρά της είναι ανάλογη με τη ροή και τις στροφές, οι απώλειες θα είναι ανάλογες του τετραγώνου των στροφών και της ροής. Άρα, για σταθερές στροφές και για σταθερή ένταση διέγερσης, οι απώλειες είναι σταθερές και ανεξάρτητες του φορτίου.

ΕΡΩΤΗΣΗ 18

Τα βρογχοτυλίγματα χρησιμοποιούνται σε μηχανές:

- χαμηλής έντασης και υψηλής τάσης
- υψηλής έντασης και χαμηλής τάσης
- μεγάλου βαθμού απόδοσης

Απάντηση

Σχολικό βιβλίο σελ. 93, 2.3.1: b

ΕΡΩΤΗΣΗ 19

Ρεύμα διέγερσης είναι το ρεύμα που διαρρέει:

- το πηνίο κάθε πόλου
- το επαγωγικό τύμπανο
- τους βοηθητικούς πόλους

Απάντηση

Σχολικό βιβλίο σελ. 95, 2.3.2: a

ΕΡΩΤΗΣΗ 20

Οι μηχανικές απώλειες στις γεννήτριες είναι:

- a. μεταβλητές
- b. σταθερές
- c. σύνθετες

Απάντηση

Σχολικό βιβλίο σελ. 103: **b**

ΕΡΩΤΗΣΗ 21

Ο βαθμός απόδοσης των γεννητριών είναι:

- a. σταθερός και δεν μεταβάλλεται με το φορτίο τους
- b. μεταβλητός και μεταβάλλεται με το φορτίο τους
- c. ανεξάρτητος από το φορτίο τους

Απάντηση

Σχολικό βιβλίο σελ. 104, 2.3.4 (γ): **b**

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ – ΕΝΟΤΗΤΑ 2.5

ΕΡΩΤΗΣΗ 1

Τι σημαίνει λειτουργία κινητήρα σε κενό;

Απάντηση

Ένας κινητήρας λειτουργεί σε κενό, όταν στον άξονά του δε συνδέεται κανένα φορτίο. Στην περίπτωση αυτή, η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στους αγωγούς του επαγωγίμου, έχει να υπερνικήσει μόνο την αντίσταση των τριβών του κινητήρα. Επομένως, η ένταση I_T που απορροφά ο κινητήρας από την πηγή κατά τη λειτουργία του σε κενό, είναι πολύ μικρή σε σύγκριση με την ένταση που απορροφά ο κινητήρας, όταν εργάζεται με φορτίο.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2

Τι είναι η ΑΗΕΔ και πώς δημιουργείται;

Απάντηση

Όταν το επαγωγικό τύμπανο του κινητήρα τροφοδοτηθεί με ρεύμα, αρχίζει και στρέφεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο των πόλων. Όμως, καθώς αυτό στρέφεται μέσα στο σταθερό μαγνητικό πεδίο, δημιουργείται στους αγωγούς του μια ΗΕΔ. Αυτή η ΗΕΔ, είναι επαγωγικό δημιούργημα και σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, αντιτίθεται στην τάση της πηγής και έτσι αποτελεί μια ΑΗΕΔ. Για να διατηρηθεί το ρεύμα στο επαγωγίμο και να συνεχισθεί η κίνηση πρέπει η τάση που εφαρμόζεται στον κινητήρα, δηλαδή η τάση της πηγής U , να έχει την ικανότητα να υπερνικήσει την ΑΗΕΔ, καθώς και την πτώση τάσης που οφείλεται στις ωμικές αντιστάσεις των αγωγών, των επαφών και των ψηκτρών.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3

Τι παρατηρούμε κατά την εκκίνηση των κινητήρων συνεχούς ρεύματος ως προς το ρεύμα εκκίνησης και τι μέτρα λαμβάνουμε για τον περιορισμό του;

Απάντηση

Κατά τη στιγμή της εκκίνησης, ο δρομέας δεν περιστρέφεται και επομένως δεν αναπτύσσεται ΑΗΕΔ E_a μέσα στους αγωγούς. Έτσι, το μόνο εμπόδιο στην αύξηση του

ρεύματος, είναι η αντίσταση του τυλίγματος, η οποία όμως είναι μικρή, συνήθως μικρότερη του 1Ω . Το ρεύμα, κατά τη στιγμή της εκκίνησης είναι μέγιστο, αφού ισχύει η σχέση:

$$I_e = \frac{U - 0}{R_T} = \frac{U}{R_T}$$

Το ρεύμα αυτό είναι ικανό να προκαλέσει βλάβη, όχι μόνο στην εγκατάσταση, αλλά και στον κινητήρα. Για το λόγο αυτό τοποθετούμε μια μεταβλητή αντίσταση (ροοστάτη) R_e (ή εκκινητή). Ο ρόλος του εκκινητή είναι να μειώνει προσωρινά την εφαρμοζόμενη τάση στους ακροδέκτες του κινητήρα. Το ρεύμα εκκίνησης δε λαμβάνει επικίνδυνες εντάσεις και η εκκίνηση γίνεται ομαλά και με διαρκώς αυξανόμενη ταχύτητα του κινητήρα. Όσο η ταχύτητα του κινητήρα αυξάνει, τόσο η αντίσταση του εκκινητή μειώνεται μέχρι να τεθεί εκτός κυκλώματος, όταν πλέον ο κινητήρας θα έχει φτάσει στην κανονική ταχύτητα περιστροφής. Κατά το στάδιο της εκκίνησης ισχύει η σχέση:

$$I_e = \frac{U}{R_T + R_e}$$

Ο εκκινητής R_e που είναι μεταβλητή αντίσταση έχει τη μέγιστη τιμή του κατά τη στιγμή της εκκίνησης.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4

Από ποια σχέση δίνεται η ροπή στρέψης που ασκείται σε ένα κινητήρα συνεχούς ρεύματος;

Απάντηση

Σύμφωνα με την αρχή λειτουργίας των κινητήρων, οι δυνάμεις που αναπτύσσονται στους αγωγούς σχηματίζουν ζεύγος δυνάμεων, το οποίο ασκεί ροπή στρέψης, με αποτέλεσμα το πλαίσιο να στραφεί. Ειδικότερα, ροπή δύναμης ως προς άξονα, ονομάζεται το γινόμενο της δύναμης επί την απόσταση αυτής από τον άξονα και ισχύει η παρακάτω σχέση:

$$T = F \cdot r$$

Όπου: T η ροπή σε Nm, r η απόσταση της δύναμης από τον άξονα σε m και F η δύναμη σε N.

Η ροπή (T) που ασκείται σε έναν πραγματικό κινητήρα συνεχούς ρεύματος δίνεται από τη σχέση:

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

$$T = \frac{P \cdot S \cdot W}{2\pi \cdot \alpha} \cdot \Phi \cdot I_T$$

Όπου: P ο αριθμός των ζευγών των μαγνητικών πόλων της μηχανής, S ο αριθμός των στοιχείων του τυλίγματος, W ο αριθμός των αγωγών του στοιχείου, α ο αριθμός των ζευγών των παράλληλων κλάδων, Φ η μαγνητική ροή (σε Vs) κάθε μαγνητικού πόλου και I_T η ένταση (σε A) του ρεύματος του τυμπάνου.

Η παραπάνω σχέση μπορεί να γραφτεί και ως εξής :

$$T = \kappa_1 \cdot \Phi \cdot I_T$$

Όπου: $\kappa_1 = \frac{P \cdot S \cdot W}{2\pi \cdot \alpha}$ είναι σταθερό μέγεθος για κάθε μηχανή.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5

Τι παρατηρούμε στην ηλεκτρική ισχύ που απορροφά ο κινητήρας στη λειτουργία του με φορτίο;

Απάντηση

Όταν στον άξονα του κινητήρα είναι συνδεδεμένο μηχανήμα ή συσκευή, τότε λέμε ότι ο κινητήρας εργάζεται με φορτίο. Στην περίπτωση αυτή η ηλεκτρική ισχύς που απορροφά από το δίκτυο εξαρτάται από το φορτίο και μεταβάλλεται αυτόματα, ανάλογα με τις μεταβολές του φορτίου. Δηλαδή, όταν το φορτίο μεγαλώνει, μεγαλώνει και η ηλεκτρική ισχύς που απορροφά ο κινητήρας και όταν το φορτίο μικραίνει, μικραίνει και η ηλεκτρική ισχύς. Αυτό εξηγείται εύκολα με την παρακάτω συλλογιστική.

Η ένταση που απορροφά το επαγωγικό τύμπανο του κινητήρα, δίνεται από τη σχέση :

$$I_T = \frac{U - E_a}{R_T}$$

Όταν ο κινητήρας φορτιστεί, δηλαδή όταν αρχίσει να παρέχει μηχανική ισχύ σε κάποιο μηχανήμα, η ταχύτητα περιστροφής του θα ελαττωθεί λίγο. Με την ελάττωση της ταχύτητας θα ελαττωθεί και η ΑΗΕΔ του κινητήρα, όπως φαίνεται και από τη σχέση:

$$E_a = \kappa \cdot \Phi \cdot n$$

Ελάττωση, όμως, της E_a σημαίνει αύξηση της έντασης του ρεύματος, όπως προκύπτει

από την παραπάνω σχέση:
$$I_T = \frac{U - E_a}{R_T}$$

Όταν αυξηθεί η ένταση, η ροπή του κινητήρα αυξάνεται, αφού:

$$T = \kappa_1 \cdot \Phi \cdot I_T$$

Δηλαδή με τη μικρή ελάττωση της ταχύτητας (n), έχουμε αύξηση της κινητήριας ροπής (T). Η ελάττωση της ταχύτητας θα σταματήσει, μόλις η ροπή γίνει ίση με τη ροπή του φορτίου και τις απώλειες του κινητήρα. Κάθε μεταβολή του μηχανικού φορτίου θα συνεπάγεται και αντίστοιχη μεταβολή της έντασης και συνεπώς και της ισχύος που ο κινητήρας απορροφά από το δίκτυο.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6

Με ποιους τρόπους ρυθμίζουμε την ταχύτητα περιστροφής των κινητήρων συνεχούς ρεύματος;

Απάντηση

Στους κινητήρες συνεχούς ρεύματος υπάρχουν δύο τρόποι ρύθμισης των στροφών τους.

Ο **πρώτος τρόπος** είναι να διατηρήσουμε σταθερή την τάση (U) που εφαρμόζουμε στο επαγωγικό τυμπάνο και να μεταβάλλουμε με τη βοήθεια ενός ροοστάτη, το ρεύμα διέγερσης. Όταν το ρεύμα διέγερσης ελαττώνεται, τότε ο αριθμός των στροφών ανά λεπτό (n) του κινητήρα αυξάνεται, ενώ, όταν το ρεύμα διέγερσης αυξηθεί, τότε η ταχύτητα περιστροφής ελαττώνεται.

Ο **δεύτερος τρόπος** είναι να διατηρήσουμε σταθερή την ένταση διέγερσης και να μεταβάλλουμε την τάση του επαγωγικού τυμπάνου. Όταν η τάση του τυμπάνου αυξάνεται, τότε αυξάνεται και ο αριθμός των στροφών ανά λεπτό (n) του επαγωγικού τυμπάνου, δηλαδή μεγαλώνει η ταχύτητα περιστροφής.

Αυτό διαπιστώνεται εύκολα, αν συνδυάσουμε τις σχέσεις:

$$E_a = U - I_T \cdot R_T \text{ και } E_a = \kappa \cdot \Phi \cdot n$$

Αντικαθιστώντας τη μία στην άλλη και λύνοντας ως προς n , τελικά έχουμε:

$$n = \frac{U - I_T \cdot R_T}{\kappa \cdot \Phi}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Παρατηρούμε ότι η τάση είναι ανάλογη της ταχύτητας και ότι η ένταση είναι αντιστρόφως ανάλογη αυτής.

Πρέπει να σημειωθεί ότι, αν η τάση U και η μαγνητική ροή Φ είναι σταθερά μεγέθη και αυξηθεί η ένταση I_T του κινητήρα, λόγω αύξησης του φορτίου, θα έχουμε μικρή μείωση της ταχύτητας του κινητήρα και αντιστρόφως. Αυτό συμβαίνει γιατί το γινόμενο $I_T R_T$ είναι μικρό ποσοστό της τάσης U και επομένως οι μεταβολές του επηρεάζουν σε μικρό βαθμό την ταχύτητα n του κινητήρα.

Σήμερα, η ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής των κινητήρων συνεχούς ρεύματος, γίνεται μέσω ανορθωτικών γεφυρών με θυρίστορ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 7

Τι ονομάζουμε ονομαστική ισχύ σε κινητήρα συνεχούς ρεύματος;

Απάντηση

Ονομαστική ισχύ σε κινητήρα συνεχούς ρεύματος ονομάζουμε τη μέγιστη ισχύ που μπορεί να δώσει στον άξονά του ο κινητήρας συνεχώς εργαζόμενος με την ονομαστική του τάση, χωρίς να υπάρχει κίνδυνος να πάθει βλάβη από υπερθέρμανση. Η ονομαστική ισχύς δίνεται σε kW ή HP και $1\text{HP} = 0,736\text{kW}$.

ΕΡΩΤΗΣΗ 8

Τι ονομάζουμε βαθμό απόδοσης του κινητήρα και σε ποια ποσοστά κυμαίνεται;

Απάντηση

Βαθμός απόδοσης κινητήρα συνεχούς ρεύματος είναι το αδιάστατο μέγεθος (καθαρός αριθμός χωρίς μονάδες μέτρησης) που συμβολίζεται με η και είναι ίσο με το πηλίκο της μηχανικής ισχύος στον άξονά του (ισχύς εξόδου) προς την ηλεκτρική ισχύ που απορροφάται (ισχύς εισόδου) από το δίκτυο. Μαθηματικά, ο βαθμός απόδοσης γράφεται:

$$\eta = \frac{P}{P_1} = \frac{P}{P + P_{\text{απ}}} < 1$$

Ο βαθμός απόδοσης είναι πάντοτε αριθμός μικρότερος από τη μονάδα και κυμαίνεται από 75% για τους μικρότερους κινητήρες, έως 90% για τους μεγαλύτερους.

ΕΡΩΤΗΣΗ 9

Πώς διακρίνονται οι κινητήρες ανάλογα με τη διέγερσή τους;

Απάντηση

Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο είναι συνδεδεμένο το τύλιγμα διέγερσης των κινητήρων συνεχούς ρεύματος, διακρίνονται σε:

- κινητήρες με ξένη διέγερση
- κινητήρες με παράλληλη διέγερση
- κινητήρες με διέγερση σειράς
- κινητήρες με σύνθετη διέγερση

Οι κινητήρες σύνθετης διέγερσης διακρίνονται σε κινητήρες *αθροιστικής σύνθετης διέγερσης* και *διαφορικής σύνθετης διέγερσης*.

ΕΡΩΤΗΣΗ 10

Να σχεδιαστεί η χαρακτηριστική $n = f(U)$ σε κινητήρα παράλληλης διέγερσης και να δικαιολογηθεί η μορφή της.

Απάντηση

Βλ σχήμα 2.23 Σχολικού βιβλίου.

Συμπεράσματα και δικαιολόγηση της μορφής $n = f(U)$:

- Όταν η τάση (U) αυξάνεται, αυξάνεται και ο αριθμός των στροφών/λεπτό (n) του κινητήρα.
- Οι αμοιβαίες αυξήσεις είναι γραμμικές, πράγμα που σημαίνει ομαλή λειτουργία κατά την εκκίνηση.

- Από τη σχέση $n = \frac{U - I_T \cdot R_T}{k \cdot \Phi}$ είναι δυνατόν να δικαιολογηθεί η μορφή της χαρακτηριστικής. Το ποσοστό $I_T \cdot R_T$ είναι ένα μικρό ποσοστό της εφαρμοζόμενης τάσης, επειδή το ρεύμα φόρτισης I_T παραμένει σταθερό. Σταθερή, επίσης, παραμένει και η τιμή της αντίστασης του επαγωγίμου R_T . Έπεται ότι ο αριθμός των στροφών/λεπτό (n) του κινητήρα, μεταβάλλεται σε σχέση με την εφαρμοζόμενη τάση (U) και εξαρτάται μόνο από αυτή.

ΕΡΩΤΗΣΗ 11

Να σχεδιαστεί η χαρακτηριστική $n = f(I_T)$ σε κινητήρα διέγερσης σε σειρά και να δικαιολογηθεί η μορφή της.

Απάντηση

Βλ. σχήμα 2.30 Σχολικού βιβλίου.

Συμπεράσματα και δικαιολόγηση της μορφής $n = f(I_T)$:

1. Όταν το ρεύμα φόρτισης αυξάνεται, οι στροφές ελαττώνονται (δηλαδή για $I_T \rightarrow \infty$ το $n \rightarrow 0$).
2. Όταν το ρεύμα φόρτισης ελαττώνεται, οι στροφές αυξάνονται (δηλαδή για $I_T \rightarrow 0$, το $n \rightarrow \infty$).

Βεβαίως, αν υποθέσουμε ότι το ρεύμα φόρτισης φτάσει στο μηδέν (λειτουργία σε κενό), οι στροφές στην πράξη δεν φτάνουν στο άπειρο, λόγω του παραμένουτος μαγνητισμού στους πόλους της μηχανής. Πάντως, για ρεύμα φόρτισης 0, ο κινητήρας υπερταχύνεται μέχρι καταστροφής.

3. Για μεγαλύτερη τάση εφαρμογής (U), η πτώση των στροφών είναι ομαλότερη και απαιτείται μεγάλο ρεύμα φόρτισης για να ελαττωθούν οι στροφές κατά πολύ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 12

Να σχεδιαστεί κινητήρας με αθροιστική σύνθετη διέγερση.

Απάντηση

Βλ. σχήμα 2.34 Σχολικού βιβλίου.

ΕΡΩΤΗΣΗ 13

Να σχεδιαστεί η χαρακτηριστική $n = f(I_T)$ σε κινητήρα σύνθετης διέγερσης και να δικαιολογηθεί η μορφή της.

Απάντηση

Βλ. σχήμα 2.35 Σχολικού βιβλίου.

Συμπεράσματα και δικαιολόγηση της μορφής $n = f(I_T)$:

1. Ο κινητήρας σύνθετης διέγερσης, λόγω της παρουσίας του τυλίγματος σειράς, όταν αυξάνεται το φορτίο, δέχεται ισχυρότερη ροή (προστιθέμενη ροή) και γι' αυτό παρουσιάζει λιγότερες στροφές, συγκρινόμενος με ένα κινητήρα παράλληλης διέγερσης.
2. Από τη σχέση $\eta = \frac{U - I_T \cdot R_T}{k \cdot \Phi}$, όπου $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$ (παράλληλης και σειράς), παρατηρούμε ότι όταν η παρεχόμενη από το τύλιγμα σειράς μαγνητική ροή Φ_2 αυξάνεται, τότε οι στροφές ελαττώνονται.

ΕΡΩΤΗΣΗ 14

Να γίνει η συνδεσμολογία κινητήρα παράλληλης διέγερσης με αλλαγή φορά περιστροφής του.

Απάντηση

Βλ. σχήμα 2.22 Σχολικού βιβλίου και εφάρμοσε τις παρακάτω τροποποιήσεις:

Αν θέλουμε να αλλάξουμε τη φορά περιστροφής στους κινητήρες, ακολουθούμε ένα από τους παρακάτω τρόπους.

1. Αλλάζουμε τη φορά του ρεύματος διέγερσης, δηλαδή αλλάζουμε την πολικότητα των μαγνητικών πόλων, χωρίς να μεταβληθεί η φορά του ρεύματος του τυμπάνου.
2. Αλλάζοντας τη φορά του ρεύματος του τυμπάνου, χωρίς να μεταβληθεί η πολικότητα των μαγνητικών πόλων.

ΕΡΩΤΗΣΗ 15

Να γίνει η συνδεσμολογία κινητήρα διέγερσης σε σειρά με αλλαγή φορά περιστροφής του.

Απάντηση

Βλ. σχήμα 2.29 του Σχολικού βιβλίου και εφαρμόζουμε την παρακάτω τροποποίηση:

Αν θέλουμε να αλλάξουμε τη φορά περιστροφής του κινητήρα, πρέπει να αλλάξουμε τη φορά του ρεύματος στο επαγωγικό τύμπανο και στο τύλιγμα των βοηθητικών πόλων, χωρίς να μεταβληθεί η φορά του ρεύματος στο τύλιγμα διέγερσης. Η αλλαγή αυτή γίνεται με την αλλαγή της συνδεσμολογίας των ακροδεκτών στην πινακίδα του κινητήρα.

ΕΡΩΤΗΣΗ 16

Να γίνει η συνδεσμολογία κινητήρα σύνθετης διέγερσης με αλλαγή της φοράς περιστροφής του.

Απάντηση

Βλ. σχήμα 2.34 Σχολικού βιβλίου και εφαρμόζουμε την παρακάτω τροποποίηση:

Αν θέλουμε να αλλάξουμε τη φορά περιστροφής του κινητήρα, πρέπει να αλλάξουμε τη συνδεσμολογία, ώστε να αλλάξει η φορά του ρεύματος που διαρρέει το επαγωγικό τύμπανο και τους επαγωγικούς πόλους. Όμως, η διεύθυνση των ρευμάτων τόσο στο παράλληλο, όσο και στο τύλιγμα διέγερσης σειράς, πρέπει να είναι η ίδια όπως πρώτα. Δηλαδή, είναι προτιμότερο να έχουμε αλλαγή φοράς του ρεύματος του τυμπάνου, παρά αλλαγή στην πολικότητα των μαγνητικών πόλων.

ΕΡΩΤΗΣΗ 17

Όταν ο κινητήρας λειτουργεί σε κενό, τότε η ένταση που απορροφά από την πηγή είναι:

- a. πολύ μεγάλη
- b. **πολύ μικρή**
- c. μηδέν

Απάντηση

Σχολικό βιβλίο σελ.114, 2.5.3/(1): **b**

ΕΡΩΤΗΣΗ 18

Σε έναν κινητήρα διέγερσης σειράς, όταν το ρεύμα φόρτισης αυξάνεται, οι στροφές:

- a. αυξάνονται
- b. **ελαττώνονται**
- c. μένουν σταθερές

Απάντηση

Σχολικό βιβλίο σελ. 127: **b**

ΛΥΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΑΣΚΗΣΗ 1

Σε έναν κινούμενο με ταχύτητα 10m/s εντός ομοιόμορφου μαγνητικού πεδίου αγωγό αναπτύσσεται ΗΕΔ 20V . Να βρεθούν:

- η ΗΕΔ, εάν η μαγνητική επαγωγή του πεδίου μειωθεί κατά 10%
- η ΗΕΔ, εάν η ταχύτητα του αγωγού αυξηθεί κατά 10% .

Λύση

Από τη σχέση 2.1 του Σχολικού βιβλίου έχουμε:

$$E = B \cdot l \cdot v \cdot \eta_{\mu\alpha}$$

Όπου: E η ΗΕΔ από επαγωγή σε V , B η μαγνητική επαγωγή, l το μήκος του αγωγού που βρίσκεται εντός του πεδίου, v η ταχύτητα του αγωγού σε m/s και α η γωνία μεταξύ αγωγού και μαγνητικού πεδίου.

- Από τη σχέση 2.1 του Σχολικού βιβλίου βλέπουμε ότι η ΗΕΔ είναι ανάλογη της μαγνητικής επαγωγής B του πεδίου. Έτσι, μείωση κατά 10% της μαγνητικής επαγωγής, οδηγεί σε μείωση 10% της ΗΕΔ.

Εφαρμόζοντας τη σχέση αυτή για πριν και μετά τη μείωση της επαγωγής έχουμε:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{B_1 \cdot l \cdot v \cdot \eta_{\mu\alpha}}{B_2 \cdot l \cdot v \cdot \eta_{\mu\alpha}} = \frac{B_1}{B_2} = \frac{B_1}{0,9 \cdot B_1} = \frac{1}{0,9} \Leftrightarrow E_2 = 0,9 \cdot E_1 = 0,9 \cdot 20\text{V} = 18\text{V}$$

- Από τη σχέση 2.1 του Σχολικού βιβλίου βλέπουμε ότι η ΗΕΔ είναι ανάλογη της ταχύτητας v του αγωγού. Έτσι, αύξηση κατά 10% της ταχύτητας του αγωγού, οδηγεί σε αύξηση κατά 10% της ΗΕΔ.

Εφαρμόζοντας τη σχέση αυτή για πριν και μετά την αύξηση της ταχύτητας έχουμε:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{B \cdot l \cdot v_1 \cdot \eta_{\mu\alpha}}{B \cdot l \cdot v_2 \cdot \eta_{\mu\alpha}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{v_1}{1,1 \cdot v_1} = \frac{1}{1,1} \Leftrightarrow E_2 = 1,1 \cdot E_1 = 1,1 \cdot 20\text{V} = 22\text{V}$$

ΑΣΚΗΣΗ 2

Με ποια ταχύτητα πρέπει να κινείται αγωγός μήκους $l = 1\text{m}$ μέσα σε ομοιόμορφο μαγνητικό πεδίο που έχει μαγνητική επαγωγή $B = 1\text{T}$, αν η γωνία που κόβει τις μαγνητικές γραμμές είναι 30° και η παραγόμενη ΗΕΔ από επαγωγή στον αγωγό είναι $E = 10\text{V}$;

Λύση

Από τη σχέση 2.1 του Σχολικού βιβλίου έχουμε:

$$E = B \cdot l \cdot v \cdot \eta\mu\alpha \Leftrightarrow v = \frac{E}{B \cdot l \cdot \eta\mu\alpha} = \frac{10\text{V}}{1\text{T} \cdot 1\text{m} \cdot \eta\mu 30^\circ} = 20\text{m/s}$$

Όπου: E η ΗΕΔ από επαγωγή σε V , B η μαγνητική επαγωγή σε T , l το μήκος του αγωγού σε m που βρίσκεται εντός του πεδίου, v η ταχύτητα του αγωγού σε m/s και α η γωνία μεταξύ αγωγού και μαγνητικού πεδίου σε deg .

ΑΣΚΗΣΗ 3

Αγωγός με μήκος $l = 20\text{cm}$ κινείται με ταχύτητα 10m/s κάθετα στις μαγνητικές γραμμές ομοιόμορφου μαγνητικού πεδίου επαγωγής 1T . Ο αγωγός συνδέεται σε κλειστό κύκλωμα με συνολική ωμική αντίσταση 10Ω . Να βρεθεί η δύναμη που ασκείται στον αγωγό και αντιτίθεται στην κίνησή του.

Λύση

Από τη σχέση 2.1 του Σχολικού βιβλίου έχουμε:

$$E = B \cdot l \cdot v \cdot \eta\mu\alpha = 1\text{T} \cdot 0,2\text{m} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \eta\mu 90^\circ = 2\text{V}$$

Όπου: E η ΗΕΔ από επαγωγή σε V , B η μαγνητική επαγωγή σε T , l το μήκος του αγωγού που βρίσκεται εντός του πεδίου σε m , v η ταχύτητα του αγωγού σε m/s και α η γωνία μεταξύ αγωγού και μαγνητικού πεδίου σε deg .

Η ένταση που διαρρέει το κύκλωμα δίνεται από το νόμο του Ohm και είναι:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{2\text{V}}{10\Omega} = 0,2\text{A}$$

Όπου: I η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα σε A , E η ΗΕΔ από επαγωγή σε V και R η συνολική αντίσταση του κυκλώματος σε Ω .

Από τη σχέση 2.2 του Σχολικού βιβλίου υπολογίζουμε τη δύναμη που ασκείται στον αγωγό:

$$F = B \cdot l \cdot I \cdot \eta_{\mu\alpha} = 1\text{T} \cdot 0,2\text{m} \cdot 0,2\text{A} \cdot \eta_{\mu 90^\circ} = 0,04\text{N}$$

Όπου: F δύναμη που δέχεται από το πεδίο ο αγωγός σε N, B η μαγνητική επαγωγή σε T, l το μήκος του αγωγού που βρίσκεται εντός του μαγνητικού πεδίου σε m, I η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό σε A και α η γωνία μεταξύ αγωγού και μαγνητικού πεδίου σε deg.

ΑΣΚΗΣΗ 4

Η δύναμη που ασκείται σε αγωγό μήκους 1m όταν αυτός κινείται υπό γωνία 30° εντός μαγνητικού πεδίου $B = 1\text{T}$ είναι 20N. Ποια είναι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό;

Λύση

Από τη σχέση 2.2 του Σχολικού βιβλίου έχουμε:

$$F = B \cdot l \cdot I \cdot \eta_{\mu\alpha} \Leftrightarrow I = \frac{F}{B \cdot l \cdot \eta_{\mu\alpha}} = \frac{20\text{N}}{1\text{T} \cdot 1\text{m} \cdot \eta_{\mu 30^\circ}} = 40\text{A}$$

Όπου: F δύναμη που δέχεται από το πεδίο ο αγωγός σε N, B η μαγνητική επαγωγή σε T, l το μήκος του αγωγού που βρίσκεται εντός του μαγνητικού πεδίου σε m, I η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό σε A και α η γωνία μεταξύ αγωγού και μαγνητικού πεδίου σε deg.

ΑΣΚΗΣΗ 5

Σε μία γεννήτρια Σ.Ρ. η διακύμανση τάσης είναι $\varepsilon = 5\%$. Αν η τάση εν κενώ είναι $U_0 = 230\text{V}$, να βρεθεί η τιμή της τάσης υπό πλήρες φορτίο.

Λύση

Από τη σχέση 2.3 του Σχολικού βιβλίου έχουμε:

$$\varepsilon\% = \frac{U_0 - U_N}{U_N} \cdot 100\% \Leftrightarrow 5\% = \frac{U_0 - U_N}{U_N} \cdot 100\% \Leftrightarrow 5 \cdot U_N = (U_0 - U_N) \cdot 100 \Leftrightarrow$$

$$5 \cdot U_N = 100 \cdot U_0 - 100 \cdot U_N \Leftrightarrow 105 \cdot U_N = 100 \cdot U_0 \Leftrightarrow U_N = \frac{100 \cdot U_0}{105} \Leftrightarrow$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

$$U_N = \frac{100 \cdot 230V}{105} = 219V$$

Όπου: ϵ η διακύμανση της τάσης, U_0 η τάση της γεννήτριας για λειτουργία εν κενώ σε V και U_N η τάση της γεννήτριας για λειτουργία υπό πλήρες φορτίο σε V .

ΑΣΚΗΣΗ 6

Μία γεννήτρια παίρνει κίνηση από έναν κινητήρα με κινητική ισχύ $20kW$. Η γεννήτρια αποδίδει ισχύ $15kW$. Ποιος είναι ο βαθμός απόδοσης της γεννήτριας;

Λύση

Από τη σχέση 2.7 του Σχολικού βιβλίου έχουμε:

$$\eta = \frac{P}{P_{\text{εισ}}} = \frac{15kW}{20kW} = 0,75 \text{ ή } 75\%$$

Όπου: η ο βαθμός απόδοσης, P η ισχύς που αποδίδει η γεννήτρια σε kW και $P_{\text{εισ}}$ η ισχύς στην είσοδο της γεννήτριας σε kW .

ΑΣΚΗΣΗ 7

Μία γεννήτρια Σ.Ρ. αποδίδει ισχύ $15kW$ και παρουσιάζει σταθερές απώλειες $3kW$ και μεταβλητές απώλειες $2kW$. Να βρεθεί ο βαθμός απόδοσης της γεννήτριας.

Λύση

Γνωρίζουμε ότι οι απώλειες της γεννήτριας είναι σταθερές και μεταβλητές. Έτσι οι συνολικές απώλειες που παρουσιάζονται στη γεννήτρια είναι:

$$P_{\text{απ}} = P_{\text{στ}} + P_{\text{μετ}} = (3 + 2)kW = 5kW$$

Όπου: $P_{\text{απ}}$ οι συνολικές απώλειες σε kW , $P_{\text{στ}}$ οι σταθερές απώλειες σε kW και $P_{\text{μετ}}$ οι μεταβλητές απώλειες σε kW .

Από τη σχέση 2.7 του Σχολικού βιβλίου υπολογίζουμε την απόδοση της γεννήτριας:

$$\eta = \frac{P}{P_{\text{εισ}}} = \frac{P}{P + P_{\text{απ}}} = \frac{15kW}{(15 + 5)kW} = 0,75$$

Όπου: η ο βαθμός απόδοσης της γεννήτριας, P η ισχύς που αποδίδει η γεννήτρια σε kW και $P_{\text{απ}}$ οι απώλειες της γεννήτριας σε kW.

ΑΣΚΗΣΗ 8

Δίνεται κινητήρας Σ.Ρ. 20kW, 230V του οποίου το τύλιγμα του τυμπάνου με πλήρες φορτίο διαρρέεται από ρεύμα έντασης 20A και έχει αντίσταση 1Ω. Να υπολογιστεί η ΑΗΕΔ του κινητήρα.

Λύση

Από τη σχέση 2.9 του Σχολικού βιβλίου έχουμε:

$$U = E_a + I_T \cdot R_T \Leftrightarrow E_a = U - I_T \cdot R_T = 230V - 20A \cdot 1\Omega = (230 - 20)V = 210V$$

Όπου: U η τάση τροφοδοσίας του κινητήρα σε V, E_a η ΑΗΕΔ σε V, I_T το ρεύμα του επαγωγικού τυμπάνου σε A και R_T η αντίσταση του επαγωγικού τυμπάνου σε Ω.

ΑΣΚΗΣΗ 9

Δίνεται κινητήρας Σ.Ρ. 20kW, 230V του οποίου το τύλιγμα του τυμπάνου απορροφά ρεύμα $I_T = 20A$ και παρουσιάζει αντίσταση 1Ω. Να βρεθούν:

- η ένταση του ρεύματος εκκίνησης χωρίς τη χρήση εκκινητή
- ποια θα πρέπει να είναι η αντίσταση του εκκινητή, ώστε η ένταση εκκίνησης να μην υπερβαίνει το 200% της έντασης πλήρους φορτίου

Λύση

- Από τη σχέση 2.11 του Σχολικού βιβλίου έχουμε:

$$I_{\text{εκ}} = \frac{U}{R_T} = \frac{230V}{1\Omega} = 230A$$

Όπου: $I_{\text{εκ}}$ το ρεύμα εκκίνησης χωρίς εκκινητή σε A, U η τάση τροφοδοσίας σε V και R_T η αντίσταση του επαγωγικού τυμπάνου σε Ω.

- Εφόσον θέλουμε η ένταση του ρεύματος εκκίνησης να είναι 200% του ρεύματος κανονικής λειτουργίας έχουμε:

$$I_{\text{εκ}}' = 200\% \cdot I_T = 200\% \cdot 20A = 40A$$

Από τη σχέση 2.12 του Σχολικού βιβλίου έχουμε:

$$I_{εκ}' = \frac{U}{R_T + R_{εκ}} \Leftrightarrow I_{εκ}' \cdot (R_T + R_{εκ}) = U \Leftrightarrow I_{εκ}' \cdot R_T + I_{εκ}' \cdot R_{εκ} = U \Leftrightarrow$$

$$I_{εκ}' \cdot R_{εκ} = U - I_{εκ}' \cdot R_T \Leftrightarrow R_{εκ} = \frac{U - I_{εκ}' \cdot R_T}{I_{εκ}'} \Leftrightarrow$$

$$R_{εκ} = \frac{U - I_{εκ}' \cdot R_T}{I_{εκ}'} = \frac{U}{I_{εκ}'} - R_T = \frac{230V}{40A} - 1\Omega = (5,75 - 1)\Omega = 4,75\Omega$$

Όπου: $I_{εκ}'$ το ρεύμα εκκίνησης με χρήση εκκινητή σε A, U η τάση τροφοδοσίας σε V, R_T η αντίσταση του επαγωγικού τυμπάνου σε Ω και $R_{εκ}$ η αντίσταση του εκκινητή σε Ω .

ΑΣΚΗΣΗ 10

Σε κινητήρα παράλληλης διεγερσης 230V η ένταση του ρεύματος τυμπάνου είναι 40A, όταν ο κινητήρας εργάζεται με πλήρες φορτίο, με την ονομαστική του τάση και τις ονομαστικές του στροφές. Αν η αντίσταση του τυλίγματος του δρομέα είναι 0,5 Ω , να βρεθεί:

- η ΑΗΕΔ του κινητήρα με πλήρες φορτίο
- η ισχύς που αναπτύσσεται στο δρομέα σε kW και σε HP

Λύση

- Από τη σχέση 2.9 του Σχολικού βιβλίου έχουμε:

$$U = E_a + I_T \cdot R_T \Rightarrow$$

$$E_a = U - I_T \cdot R_T = 230V - 40A \cdot 0,5\Omega = 230V - 20V = 210V$$

Όπου: E_a η ΑΗΕΔ σε V, U η τάση τροφοδοσίας σε V, I_T η ένταση του ρεύματος επαγωγικού τυμπάνου σε A και R_T η αντίσταση του επαγωγικού τυμπάνου σε Ω .

- Η ισχύς που αναπτύσσεται στο δρομέα είναι:

$$P = E_a \cdot I_T = 210V \cdot 40A = 8400W = 8,4kW$$

Όπου: P η ισχύς που αναπτύσσεται στο δρομέα σε kW, E_a η τάση του δρομέα σε V και I_T ένταση του ρεύματος επαγωγικού τυμπάνου σε A.

Επειδή ισχύει: $1\text{HP} = 746\text{W}$ έχουμε:

$$P = \frac{8400\text{W}}{746 \frac{\text{W}}{\text{HP}}} = 11,3\text{HP}$$

ΑΣΚΗΣΗ 11

Κινητήρας παράλληλης διέγερσης 230V εμφανίζει αντίσταση τυλίγματος τυμπάνου $0,5\Omega$, λειτουργεί με 1000 στρ/μίν και η ένταση του ρεύματος τυμπάνου είναι 20A. Αν το φορτίο του κινητήρα αυξηθεί η ένταση του ρεύματος τυμπάνου γίνεται 40A. Να βρεθεί:

- η ΑΗΕΔ του κινητήρα για ρεύμα τυμπάνου 20A
- η ΑΗΕΔ του κινητήρα για ρεύμα τυμπάνου 40A
- η ισχύς του κινητήρα για το αρχικό φορτίο
- η ισχύς του κινητήρα για το αυξημένο φορτίο

Λύση

- Από τη σχέση 2.9 του Σχολικού βιβλίου έχουμε:

$$U = E_{a1} + I_{T1} \cdot R_T \Rightarrow E_{a1} = U - I_{T1} \cdot R_T = 230\text{V} - 20\text{A} \cdot 0,5\Omega = 220\text{V}$$

Όπου: U η τάση τροφοδοσίας σε V, E_{a1} η ΑΗΕΔ του κινητήρα σε V, I_{T1} η ένταση του ρεύματος του επαγωγικού τυμπάνου σε A και R_T η αντίσταση του επαγωγικού τυμπάνου σε Ω .

- Από τη σχέση 2.9 του Σχολικού βιβλίου έχουμε:

$$U = E_{a2} + I_{T2} \cdot R_T \Rightarrow E_{a2} = U - I_{T2} \cdot R_T = 230\text{V} - 40\text{A} \cdot 0,5\Omega = 210\text{V}$$

Όπου: U η τάση τροφοδοσίας σε V, E_{a2} η ΑΗΕΔ του κινητήρα σε V, I_{T2} η ένταση του ρεύματος του επαγωγικού τυμπάνου σε A και R_T η αντίσταση του επαγωγικού τυμπάνου σε Ω .

- Η ισχύς που αναπτύσσεται στο δρομέα είναι:

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

$$P_1 = E_{a1} \cdot I_{T1} = 220\text{V} \cdot 20\text{A} = 4400\text{W} = 4,4\text{kW}$$

Όπου: P_1 η ισχύς στο δρομέα σε W, E_{a1} η ΑΗΕΔ στο δρομέα σε V και I_T η ένταση του ρεύματος του επαγωγικού τυμπάνου σε A.

d. Η ισχύς που αναπτύσσεται στο δρομέα είναι:

$$P_2 = E_{a2} \cdot I_{T2} = 210\text{V} \cdot 40\text{A} = 8400\text{W} = 8,4\text{kW}$$

Όπου: P_2 η ισχύς στο δρομέα σε W, E_{a2} η ΑΗΕΔ στο δρομέα σε V και I_T η ένταση του ρεύματος του επαγωγικού τυμπάνου σε A.

ΑΣΚΗΣΗ 12

Εξαπολικός κινητήρας διέγερσης σειράς έχει 4 παράλληλους κλάδους, 942 αγωγούς και ροή ανά μαγνητικό πόλο 0,05Vs, όταν απορροφά από το δίκτυο 20A. Να υπολογιστεί η κινητήρια ροπή του κινητήρα.

Λύση

Από τη σχέση 2.14 του Σχολικού βιβλίου έχουμε:

$$T = \frac{P \cdot S \cdot W}{2\pi \cdot \alpha} \cdot \Phi \cdot I_T = \frac{3 \cdot 1 \cdot 942}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \cdot 0,05\text{Vs} \cdot 20\text{A} = 225\text{Nm}$$

Όπου: P ο αριθμός των ζευγών των μαγνητικών πόλων της μηχανής, S ο αριθμός των στοιχείων του τυλίγματος, W ο αριθμός των αγωγών του στοιχείου, α ο αριθμός των ζευγών των παράλληλων κλάδων, Φ η μαγνητική ροή κάθε μαγνητικού πόλου σε Vs και I_T η ένταση του ρεύματος του τυμπάνου σε A.

ΑΣΚΗΣΗ 13

Κινητήρας παράλληλης διέγερσης εργάζεται με τάση 230V και έχει ταχύτητα περιστροφής 1500 στρ/min. Το τύλιγμα του τυμπάνου του παρουσιάζει αντίσταση 0,5Ω και διαρρέεται από ένταση 60A. Ο κινητήρας χρησιμοποιείται για να κινήσει μηχάνημα που απαιτεί το 1/3 της ροπής που έδινε αρχικά ο κινητήρας. Να βρεθεί σε ποσοστό (εκατοστιαία):

- η μεταβολή της ΑΗΕΔ του κινητήρα
- η μεταβολή των στροφών του κινητήρα

Λύση

- a. Η ροπή του κινητήρα δίνεται από τη σχέση 2.15 του Σχολικού βιβλίου:

$$T = \kappa_1 \cdot \Phi \cdot I_T$$

Όπου: T η ροπή του κινητήρα, $\kappa_1 = \frac{P \cdot S \cdot W}{2\pi \cdot a}$ σταθερά (βλ. Άσκηση 12), Φ η μαγνητική ροή κάθε πόλου και I_T η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το τύμπανο.

Στη σχέση αυτή η μαγνητική ροή Φ παραμένει σταθερή, λόγω της σταθερής έντασης διέγερσης.

Άρα, όταν στον κινητήρα αναπτύσσεται το 1/3 της ροπής, το τύλιγμα του κινητήρα θα διαρρέεται από το 1/3 της έντασης, δηλαδή θα ισχύει:

$$I_{T2} = \frac{I_{T1}}{3} = \frac{60A}{3} = 20A$$

Υπολογίζουμε την ΑΗΕΔ που εμφανίζεται στο δρομέα στις δύο περιπτώσεις και έχουμε από τη σχέση 2.9 του Σχολικού βιβλίου:

$$E_{a1} = U - I_{T1} \cdot R_T = 230V - 60A \cdot 0,5\Omega = 200V$$

$$E_{a2} = U - I_{T2} \cdot R_T = 230V - 20A \cdot 0,5\Omega = 220V$$

Η εκατοστιαία μεταβολή της ΑΗΕΔ υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\frac{E_{a2} - E_{a1}}{E_{a1}} \cdot 100\% = \frac{220V - 200V}{200V} \cdot 100\% = 10\%$$

- b. Οι στροφές του κινητήρα υπολογίζονται από τη σχέση 2.10 του Σχολικού βιβλίου και έχουμε:

$$E_{a1} = \kappa \cdot \Phi \cdot n_1 \text{ και } E_{a2} = \kappa \cdot \Phi \cdot n_2$$

Όπου: E_{a1} και E_{a2} η ΑΗΕΔ στην 1^η και 2^η περίπτωση, κ μία σταθερά, Φ η μαγνητική ροή σε Vs και n_1 και n_2 οι στροφές του κινητήρα στην 1^η και 2^η περίπτωση αντιστοίχως.

Διαιρώντας κατά μέλη τις σχέσεις για την ΑΗΕΔ υπολογίζουμε στις στροφές του κινητήρα για το 1/3 της ροπής. Έχουμε:

$$\frac{E_{a1}}{E_{a2}} = \frac{\kappa \cdot \Phi \cdot n_1}{\kappa \cdot \Phi \cdot n_2} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow n_2 = \frac{E_{a2}}{E_{a1}} \cdot n_1 = \frac{220V}{200V} \cdot 1500 \frac{\text{στρ}}{\text{min}} = 1650 \frac{\text{στρ}}{\text{min}}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Η ποσοστιαία μεταβολή των στροφών του κινητήρα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\frac{n_2 - n_1}{n_1} \cdot 100\% = \frac{1650 - 1500}{1500} \cdot 100\% = 10\%$$

Παρατηρώντας την ποσοστιαία μεταβολή της ΑΗΕΔ και των στροφών του κινητήρα βλέπουμε ότι υπάρχει ευθεία αναλογία μεταξύ τους, εφόσον η ροή παραμένει σταθερή. Μικρή μεταβολή των στροφών του κινητήρα προκαλεί ίση ποσοστιαία μεταβολή της ΑΗΕΔ και μεγάλη μεταβολή της έντασης του ρεύματος του επαγωγικού τυμπάνου, ώστε να μπορέσει ο κινητήρας να ανταποκριθεί στο νέο, μεγαλύτερο, φορτίο.

ΑΣΚΗΣΗ 14

Κινητήρας συνεχούς ρεύματος αποδίδει ισχύ 100kW με βαθμό απόδοσης 80%, ενώ τροφοδοτείται με τάση 500V. Η ταχύτητα του κινητήρα είναι 3000 στρ/μιν και η αντίσταση του επαγωγικού τυμπάνου είναι 0,5Ω.

- ποια η αντίσταση που πρέπει να έχει ο εκκινητής, ώστε το ρεύμα εκκίνησης να είναι 1,5 φορές μεγαλύτερο του ρεύματος ονομαστικής λειτουργίας;
- ποια η ροπή εξόδου του κινητήρα;
- ποια η ΑΗΕΔ του κινητήρα;

Λύση

- Το ρεύμα εκκίνησης δίνεται από τη σχέση 2.12 του Σχολικού βιβλίου. Από εκεί, υπολογίζουμε την αντίσταση του εκκινητή ως εξής:

$$I_{εκ} = \frac{U}{R_T + R_{εκ}} \Rightarrow U = I_{εκ} \cdot (R_T + R_{εκ}) \Rightarrow R_T + R_{εκ} = \frac{U}{I_{εκ}} \Rightarrow$$

$$R_{εκ} = \frac{U}{I_{εκ}} - R_T$$

Πρέπει, όμως, πρώτα να βρούμε το ρεύμα εκκίνησης, που δίνεται σε σχέση με το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας του κινητήρα:

$$I_{εκ} = 1,5 \cdot I_{ov}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας του κινητήρα θα υπολογιστεί από την απόδοση του κινητήρα.

Η απόδοση του κινητήρα είναι:

$$\eta = \frac{P}{P_{\text{εισ}}} = \frac{P}{U \cdot I_{\text{ov}}} \Rightarrow I_{\text{ov}} = \frac{P}{\eta \cdot U} = \frac{100.000 \text{ W}}{0,8 \cdot 500 \text{ V}} = 250 \text{ A}$$

Όπου: η ο βαθμός απόδοσης, P η ισχύς που αποδίδει ο κινητήρας σε W , $P_{\text{εισ}}$ η ισχύς που απορροφά ο κινητήρας από το δίκτυο σε W , U η τάση λειτουργίας του κινητήρα σε V και I_{ov} το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας του κινητήρα σε A .

Το ρεύμα εκκίνησης γίνεται τώρα:

$$I_{\text{εκ}} = 1,5 \cdot I_{\text{ov}} = 1,5 \cdot 250 \text{ A} = 375 \text{ A}$$

Η απαιτούμενη αντίσταση του εκκινητή είναι:

$$R_{\text{εκ}} = \frac{U}{I_{\text{εκ}}} - R_T = \frac{500 \text{ V}}{375 \text{ A}} - 0,5 \Omega = 0,8 \Omega$$

- b. Η ροπή στην έξοδο του κινητήρα είναι η ροπή αποδίδεται στον άξονά του και υπολογίζεται από τη σχέση 2.21 του Σχολικού βιβλίου:

$$P = \frac{T_a \cdot n}{9,55} \Rightarrow T_a = \frac{9,55 \cdot P}{n} = \frac{9,55 \cdot 100.000 \text{ W}}{3.000 \frac{\text{στρ}}{\text{min}}} = 318 \text{ Nm}$$

Όπου: P η ισχύς που αποδίδει ο κινητήρας σε W , T_a η ροπή στον άξονα του κινητήρα σε Nm και n οι στροφές κατά την κανονική λειτουργία του κινητήρα σε $\text{στρ}/\text{min}$.

- c. Η ΑΗΕΔ υπολογίζεται από τη σχέση 2.9 του Σχολικού βιβλίου:

$$U = E_a + I_T \cdot R_T \Rightarrow E_a = U - I_T \cdot R_T = 500 \text{ V} - 250 \text{ A} \cdot 0,5 \Omega = 375 \text{ V}$$

Όπου: U η τάση λειτουργίας του κινητήρα σε V , E_a η ΑΗΕΔ σε V , I_T το ρεύμα κανονικής λειτουργίας του κινητήρα σε A και R_T η αντίσταση του επαγωγικού τυμπάνου σε Ω .