

Τμήμα Μηχανολογίας

Εξετάσεις χειμερινού εξαμήνου 2011

Ηλεκτρικές Μηχανές –Ομάδα Β

Θεωρία

1. Ο δρομέας ενός σύγχρονου κινητήρα εναλλασσομένου ρεύματος κινείται με ταχύτητα 1500 rpm. Πόσα ζεύγη πόλων έχει ο κινητήρας;
(2 μονάδες)

Αφού είναι σύγχρονος, η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα είναι ίση με την ταχύτητα περιστροφής του πεδίου. Ξέρουμε ότι η ταχύτητα περιστροφής του πεδίου είναι $3000/p$, όπου p είναι τα ζεύγη πόλων. Με εξίσωση $3000/p=1500$, προκύπτει ότι ο κινητήρας έχει 2 ζεύγη πόλων.

2. Ο κινητήρας ενός οχήματος ηλεκτρικού σιδηρόδρομου είναι συνεχούς ρεύματος παράλληλης διέγερσης. Σε μία κατωφέρεια αποσυνδέεται η πηγή τροφοδοσίας και συνδέεται ένα κατάλληλο ηλεκτρικό φορτίο, ώστε το όχημα να κινείται με σταθερή ταχύτητα. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές, ποιες λάθος και γιατί;
Α) Η εσωτερική ροπή του κινητήρα αλλάζει φορά.
Β) Εφόσον το όχημα κινείται με σταθερή ταχύτητα, η εσωτερική ροπή ισούται με τη ροπή των τριβών του οχήματος ($T_m=T_{Tp}$).

(2 μονάδες)

Α) Εφόσον συνδέθηκε ηλεκτρικό φορτίο στην τροφοδοσίας του κινητήρα, άλλαξε φορά το ρεύμα του δρομέα και του δικτύου, αλλά όχι το ρεύμα της παράλληλης διέγερσης. Άρα η μαγνητική ροή Φ μένει σταθερή. Επομένως η εσωτερική ροπή του κινητήρα $T_m=c\Phi I_a$ αλλάζει φορά. Άρα ΣΩΣΤΟ.
Β) Εφόσον το όχημα κινείται με σταθερή ταχύτητα, πρέπει η συνισταμένη του βάρους που ωθεί το όχημα προς την κατωφέρεια να είναι ίση με την εσωτερική ροπή που άλλαξε φορά και τη ροπή τριβών ($T_{εξ}=T_m+T_{Tp}$). Άρα ΛΑΘΟΣ.

Τμήμα Μηχανολογίας
Εξετάσεις χειμερινού εξαμήνου 2011
Ηλεκτρικές Μηχανές –Ομάδα Β

Ασκήσεις

1. Ένας τριφασικός επαγωγικός κινητήρας με 4 ζεύγη πόλων έχει τα ακόλουθα στοιχεία λειτουργίας:
Ροπή 100 Nm, $V=400\text{ V}$, $\cos\phi=0,85$ επαγωγικό, απώλειες 1000 W και ολίσθηση 2 %.
Να βρείτε το ρεύμα που απορροφά ο κινητήρας.

(3 μονάδες)

Η μηχανική ισχύς του κινητήρα δίνεται από τον τύπο $P_m = \omega_m T_m$, όπου T_m είναι η μηχανική ισχύς στον άξονα του κινητήρα και ω_m είναι η ταχύτητα περιστροφής του άξονα και δίνεται από τον τύπο $\omega_m = 2\pi(1-s)f/p$, όπου p είναι τα ζεύγη πόλων του κινητήρα (εδώ 4), s είναι η ολίσθηση και f είναι η συχνότητα του δικτύου. Από τη σχέση αυτή μπορούμε να βρούμε τη γωνιακή ταχύτητα του άξονα και συνεπώς τη μηχανική ισχύ.

$$\omega_m = 2\pi(1-s)f/p = 2\pi(1-0,02)50/4 = 76,93 \text{ rad/s}$$

$$P_m = \omega_m T_m = 76,93 \cdot 100 = 7693 \text{ W}$$

Άρα,

$$P_{el} = P_m + P_{\alpha\pi} = 7693 + 1000 = 8693 \text{ W.}$$

Και από τον τύπο:

$$P_{el} = \sqrt{3} V I_{\gamma\phi} \cos\phi$$

$$I_{\gamma\phi} = \frac{P_{el}}{\sqrt{3} V \cos\phi} = \frac{8693}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 14,78 \text{ A}$$

2. Σε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο κίνηση δίνει ένας κινητήρας παράλληλης διέγερσης, που τροφοδοτείται από μπαταρίες 300V, απορροφά από αυτές ηλεκτρική ισχύ 60 kW, παράγοντας εσωτερική ροπή 800 Nm. Η αντίσταση του δρομέα είναι 0,25 Ω και της διέγερσης 100 Ω. Κατά τη διάρκεια φρεναρίσματος του αυτοκινήτου, ο κινητήρας λειτουργεί ως γεννήτρια και

φορτίζει τις μπαταρίες με σταθερή ισχύ 45 kW στην ίδια τάση των 300 V. Να υπολογίσετε τη ροπή της μηχανής κατά το φρενάρισμά της.

(3 μονάδες)

Λειτουργία Γεννήτριας:

Για να βρούμε τη ροπή της γεννήτριας T_m πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τον τύπο $T=c\Phi I_a$. Το ρεύμα I_a υπολογίζεται από τον τύπο $I_a=I_{\text{μπαταριών}}+I_e$. Το ρεύμα διέγερσης είναι $I_e=U/R_e=300/100=3$ A και το ρεύμα των μπαταριών βρίσκεται εύκολα από την ισχύ $P=UI$ και είναι $I_{\text{μπαταριών}}=P/U=45000/300=150$ A. Άρα το ρεύμα του δρομέα είναι $I_a=150+3=153$ A.

Άρα πρέπει τώρα να βρούμε το γινόμενο $c\Phi$. Το c είναι σταθερά και μπορούμε να το βρούμε και από τη λειτουργία κινητήρα. Επειδή όμως η γεννήτρια είναι παράλληλης διέγερσης και η τάση εισόδου της μηχανής και στη λειτουργία κινητήρα είναι ίδια άρα και το ρεύμα διέγερσης είναι ίδιο, η ροή Φ είναι επίσης ίδια σε λειτουργία γεννήτριας. Συνεπώς πρέπει να βρούμε από τη λειτουργία κινητήρα το γινόμενο $c\Phi$.

Λειτουργία Κινητήρα:

Μας δίνεται η εσωτερική ροπή σε λειτουργία κινητήρα. Άρα, αν βρούμε και το ρεύμα του δρομέα σε λειτουργία κινητήρα, από τον τύπο $T=c\Phi I_a$, θα βρούμε το γινόμενο $c\Phi$. Το ρεύμα του δρομέα είναι το ρεύμα των μπαταριών μείον το ρεύμα της διέγερσης, δηλαδή $I_a=I_{\text{μπαταριών}}-I_e$. Το ρεύμα μπαταριών υπολογίζεται από την ισχύ που είναι 60 kW, δηλαδή $I_{\text{μπαταριών}}=P_{\text{μπαταριών}}/U=60000/300=200$ A. Το ρεύμα διέγερσης είναι $I_e=U/R_e=300/100=3$ A. Άρα το ρεύμα του δρομέα είναι $I_a=200-3=197$ A. Άρα $c\Phi=T/I_a=800/197=4,06$.

Πίσω σε λειτουργία γεννήτριας πάλι, έχουμε: $T=c\Phi I_a$.

Άρα η ροπή σε λειτουργία γεννήτριας είναι $T=c\Phi I_a=4,06*153=621,18$ Nm.