

## Τμήμα Μηχανολογίας

### Εξετάσεις χειμερινού εξαμήνου 2011

#### Ηλεκτρικές Μηχανές –Ομάδα Α

##### Θεωρία

1. Ο δρομέας ενός ασύγχρονου κινητήρα εναλλασσομένου ρεύματος κινείται με ταχύτητα 980 rpm. Πόσα ζεύγη πόλων έχει ο κινητήρας;

(2 μονάδες)

Αφού είναι ασύγχρονος, η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα είναι λίγο μικρότερη από την ταχύτητα περιστροφής του πεδίου. Ξέρουμε ότι η ταχύτητα περιστροφής του πεδίου είναι  $3000/p$ , όπου  $p$  είναι τα ζεύγη πόλων. Για  $p=3$ , η ταχύτητα του πεδίου προκύπτει  $3000/p=1000$ , δηλαδή λίγο μεγαλύτερη από την ταχύτητα του δρομέα. Άρα, προκύπτει ότι ο κινητήρας έχει 3 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. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές, ποιες λάθος και γιατί;

A) Η εσωτερική ροπή του κινητήρα δεν αλλάζει φορά.

B) Μόνο η ροπή τριβών αντιτίθεται στην κίνηση.

(2 μονάδες)

A) Εφόσον συνδέθηκε ηλεκτρικό φορτίο στην τροφοδοσίας του κινητήρα, άλλαξε φορά το ρεύμα του δρομέα και του δικτύου. Η μαγνητική ροή  $\Phi$  μένει σταθερή. Επομένως η εσωτερική ροπή του κινητήρα  $T_m=c\Phi I_a$  αλλάζει φορά, αφού μόνο το ρεύμα του δρομέα αλλάζει φορά. Άρα είναι ΛΑΘΟΣ.

B) Εφόσον η εσωτερική ροπή αλλάζει φορά, θα συντείνει ώστε το όχημα να επιβραδυνθεί στην κατωφέρεια αφού όλες οι ροπές με εξαίρεση τη ροπή της συνιστώσας του βάρους είναι προς την αντίθετη φορά από αυτή της κίνησης ( $T_{εξ} < T_m + T_{τρ}$ ). Άρα είναι ΛΑΘΟΣ.

**Τμήμα Μηχανολογίας**  
**Εξετάσεις χειμερινού εξαμήνου 2011**  
**Ηλεκτρικές Μηχανές –Ομάδα Α**

**Ασκήσεις**

1. Ένας τριφασικός επαγωγικός κινητήρας με 4 ζεύγη πόλων έχει τα ακόλουθα στοιχεία λειτουργίας:  
Ροπή 100 Nm,  $I=15$  A,  $\cos\phi=0,85$  επαγωγικό, απώλειες 1000 W και ολίσθηση 2 %.  
Να βρείτε την τάση λειτουργίας του κινητήρα.

(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  $\omega_m$  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:

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

$$V = \frac{P_{el}}{\sqrt{3} I_{\gamma\phi} \cos \phi} = \frac{8693}{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 0,85} = 394 \text{ V}$$

2. Σε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο κίνηση δίνει ένας κινητήρας παράλληλης διέγερσης, που τροφοδοτείται από μπαταρίες 400V, 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 400 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  $I_e=U/R_e=400/100=4$  A και το ρεύμα των μπαταριών βρίσκεται εύκολα από την ισχύ  $P=UI$  και είναι  $I_{\text{μπαταριών}}=P/U=45000/400=112,5$  A. Άρα το ρεύμα του δρομέα είναι  $I_a=112,5+4=116,5$  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  $\Phi$  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  $I_{\text{μπαταριών}}=P_{\text{μπαταριών}}/U=60000/400=150$  A. Το ρεύμα διέγερσης είναι  $I_e=U/R_e=400/100=4$  A. Άρα το ρεύμα του δρομέα είναι  $I_a=150-4=146$  A. Άρα  $c\Phi=T/I_a=800/146=5,48$ .

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

Άρα η ροπή σε λειτουργία γεννήτριας είναι  $T=c\Phi I_a=5,48 \cdot 116,5=638,36$  Nm.