



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών
Τομέας Μηχανολογικών Κατασκευών και Αυτομάτου Ελέγχου

2.3.26.3 Ηλεκτρομηχανικά Συστήματα Μετατροπής Ενέργειας

Εξέταση 3^{ου} Εξαμήνου (20 Φεβρουαρίου '09)

Παρατηρήσεις

- Έχετε τη σπουδαστική ταυτότητα στο θρανίο.
- Μην ανοίξετε το παρόν πριν σας υποδειχθεί.
- Κλειστά βιβλία, μπορείτε να έχετε μαζί σας δύο (2) σελίδες A4 (διπλής όψης).
- Επιτρέπονται στο θρανίο: Φορητή αριθμομηχανή, χάρακας, μολύβι/στυλό, 2 σελίδες A4.
- **ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ τα ΚΙΝΗΤΑ. Πρέπει να είναι απενεργοποιημένα και όχι στο θρανίο.**
- Απαγορεύεται το κάπνισμα
- Μπορείτε να γράψετε με μπλε στυλό διαρκείας ή μαύρο μολύβι.
- Χρησιμοποιείστε για πρόχειρο τις αριστερές σελίδες. Καθαρογράψτε στα κενά.
- Οι αριθμοί σε παρενθέσεις αντιστοιχούν στις εκατοστιαίες μονάδες ανά ερώτηση.
- Διάρκεια εξέτασης 3 ώρες.
- Μη ολοκληρωμένες λύσεις θα ληφθούν υπ' όψη.
- Το παρόν **επιστρέφεται**.
- **Καλή επιτυχία!**

Όνοματεπώνυμο		
Αριθμός Μητρώου		
Πρόβλημα 1	15	
Πρόβλημα 2	25	
Πρόβλημα 3	20	
Πρόβλημα 4	20	
Πρόβλημα 5	20	
Σύνολο	100	

Πρόβλημα 1 (15 μονάδες)

Βάλτε σε **κύκλο** τη σωστή απάντηση.

01. Η ηλεκτρομηχανική μετατροπή ενέργειας προϋποθέτει την ύπαρξη:

- (α) ηλεκτρικών πεδίων (β) μαγνητικών πεδίων (γ) τα (α) και (β) (δ) κανένα από τα προηγούμενα

02. Η ευθυγράμμιση των μαγνητικών περιοχών σε σίδηρο παρουσία πεδίου έχει ως αποτέλεσμα:

- (α) υστέρηση (β) δινορρέυματα (γ) μαγνήτιση (δ) αντίσταση

03. Η γωνία φάσης μιας σύνθετης αντίστασης ισούται με:

- (α) $\arcsin(R/X)$ (β) $\arccos(R/X)$ (γ) $\arctan(R/X)$ (δ) $\arctan(X/R)$

04. Η δυνατότητα επίλυσης μαγνητικού κυκλώματος με ισοδύναμο ηλεκτρικό προϋποθέτει:

- (α) $\mu = \text{σταθ.}$ (β) $\mu = \infty$ (γ) $\mu = \mu(H)$ (δ) $\mu = 0$

05. Τα ρεύματα στο δρομέα ενός 3Φ επαγωγικού κινητήρα οφείλονται στο νόμο του:

- (α) Faraday (β) Ampere (γ) Gauss (δ) Lorentz

06. Στον κινητήρα αυτό, ο δρομέας στρέφεται με την ταχύτητα του μαγν. πεδίου στο στάτη:

- (α) DC κινητήρας (β) 3Φ επαγωγικός (γ) Σύγχρονος (δ) 1Φ επαγωγικός

07. Ο συντελεστής απόδοσης ενός κινητήρα χωρίς φορτίο είναι μηδέν κατά:

- (α) την εκκίνηση (β) τις μέγιστες στροφές (γ) κατά τα (α) και (β) (δ) ποτέ

01. Κατά την εκκίνηση 3Φ επαγωγικού κινητήρα, η ολίσθηση είναι ίση με:

- (α) 1 (β) 0 (γ) 2 (δ) 1/2

08. Μία ηλεκτρική μηχανή εργάζεται ως πέδη όταν [λαμβάνει (+) ή αποδίδει (-)]:

- (α) $+P_{μηχ}, +P_{ηλ}$ (β) $-P_{μηχ}, -P_{ηλ}$ (γ) $+P_{μηχ}, -P_{ηλ}$ (δ) $-P_{μηχ}, +P_{ηλ}$

09. Εάν σε 3Φ κινητήρα μειώσουμε τη συχνότητα και διατηρήσουμε το λόγο $V_1 / f_1 = \text{σταθ.}$, τότε η T-ω:

- (α) μετακινείται αριστερά (β) μετακινείται δεξιά (γ) μένει στη θέση της (δ) μετακινείται προς τα επάνω

10. Αυτός ο κινητήρας εκκινεί με διαφορετικό τρόπο από ότι εργάζεται στο ονομαστικό του σημείο:

- (α) DC κινητήρας (β) 3Φ επαγωγικός (γ) Σύγχρονος (δ) Βηματικός

11. Σε ένα 1Φ κινητήρα πυκνωτή εκκίνησης, ο πυκνωτής τοποθετείται:

- (α) στο κύριο τύλιγμα (β) στο βοηθητικό τύλιγμα (γ) σε σειρά με κινητήρα (δ) παράλληλα με κινητήρα

12. Η αλλαγή φοράς περιστροφής σε αυτόν τον κινητήρα είναι αδύνατη:

- (α) DC κινητήρας (β) 3Φ επαγωγικός (γ) Σύγχρονος (δ) 1Φ σχιστών πόλων

13. Ο έλεγχος θέσης σε ένα βηματικό κινητήρα γίνεται με:

- (α) τάση (β) ρεύμα (γ) αριθμό παλμών/χρόνο (δ) αριθμό παλμών

14. Αυτός ο κινητήρας δεν απαιτεί οδήγηση:

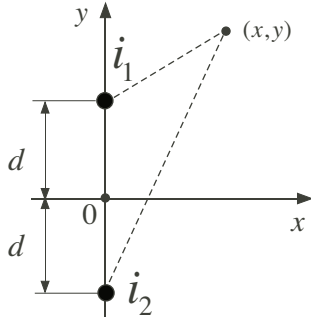
- (α) Βηματικός, μον. μαγν. (β) DC χωρίς ψήκτρες (γ) DC με ψήκτρες (δ) Βηματικός, υβριδικός

15. Το βήμα βηματικού κινητήρα με δρομέα 6 οδόντων και στάτη 8 οδόντων είναι:

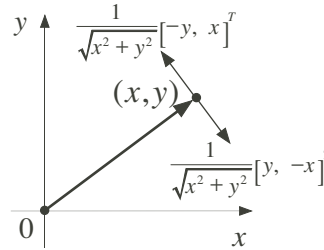
- (α) 30° (β) 15° (γ) $7,5^\circ$ (δ) 60°

Πρόβλημα 2 (25 μονάδες)

Δύο γραμμές μεταφοράς ρεύματος DC είναι άπειρες, κάθετες στο επίπεδο του χαρτιού και σε απόσταση $2d$, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2α. Η γραμμή με $y = +d$ διαρρέεται από ρεύμα i_1 , ενώ η γραμμή με $y = -d$ διαρρέεται από ρεύμα i_2 . Οι γραμμές βρίσκονται στον αέρα. Τα ρεύματα είναι θετικά όταν είναι κατά τον άξονα $+z$. Βοήθεια: Το Σχ. 2β δίνει τα μοναδιαία κάθετα διανύσματα στο διάνυσμα θέσης $[x, y]^T$.



Σχ. 2α. Ρευματοφόροι αγωγοί κάθετοι στο επίπεδο του χαρτιού.



Σχ. 2β. Μοναδιαία κάθετα διανύσματα στο $[x, y]^T$.

(α) (8) Υποθέτοντας ότι $i_2 = 0$, να βρεθούν οι Καρτεσιανές συνιστώσες της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σημείο (x, y) , $\mathbf{H}_1(x, y) = [H_{1,x}, H_{1,y}]^T$.

(β) (7) Εάν και οι δύο γραμμές διαρρέονται από ρεύμα, να βρείτε τη συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου $\mathbf{H}(x, y) = [H_x, H_y]^T = \mathbf{H}_1(x, y) + \mathbf{H}_2(x, y)$.

(γ) (5) Τι τιμές πρέπει να λάβει ο λόγος i_1 / i_2 ώστε $H_x(x, 0) = 0$ και $H_y(x, 0) = 0$;

(δ) (5) Δώστε μία έκφραση της δύναμης ανά μονάδα μήκους που ασκείται από το πεδίο της γραμμής 2 στη γραμμή 1, \mathbf{F}_{12} / l_1 .

Πρόβλημα 3 (20 μονάδες)

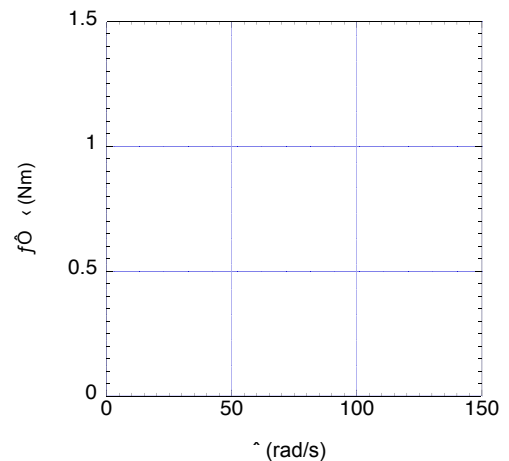
Ένας κινητήρας DC μόνιμου μαγνήτη, έχει αντίσταση τυλιγμάτων $R_a = 1,0 \Omega$ και σταθερά ροπής $k_T = 0,1 \text{ Nm} / \text{A}$.

(α) (3) Δώστε μία έκφραση για τη μέγιστη ροπή του κινητήρα ως συνάρτηση της τάσης τροφοδοσίας.

(β) (3) Δώστε μία έκφραση για τις μέγιστες στροφές του ως συνάρτηση της τάσης τροφοδοσίας.

(γ) (3) Εάν το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα είναι $i_{a,\max} = 10 \text{ A}$, υπολογίστε τη μέγιστη επιτρεπόμενη τάση τροφοδοσίας του.

(δ) (5) Για την τάση που βρήκατε στο ερώτημα (γ), σχεδιάστε τη χαρακτηριστική T- ω .



(ε) (6) Για την τάση που βρήκατε στο ερώτημα (γ), εάν ο κινητήρας αποδίδει ηλεκτρομαγνητική ροπή ίση με το $1/5$ της μέγιστης, υπολογίστε το ρεύμα και την ηλεκτρική ισχύ που απορροφά, καθώς και τις στροφές στις οποίες στρέφεται.

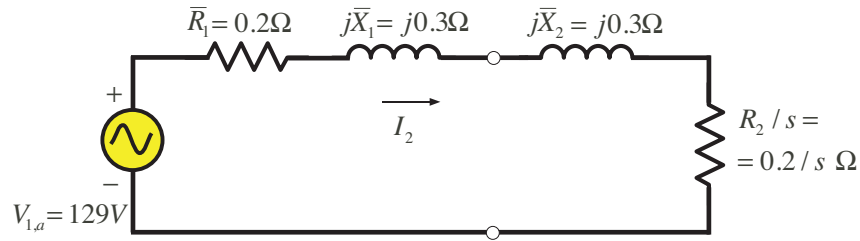
Πρόβλημα 4 (20 μονάδες)

Ένας σύγχρονος κινητήρας, πολικής τάσης 660 V, 50 Hz, σε σύνδεση αστέρα, έχει μηδενικές απώλειες και ονομαστική ισχύ 50 kW. Η ανά φάση αντίδραση των τυλιγμάτων είναι $X_a = 3,0 \Omega$.

- (α) (5) Ο κινητήρας στρέφει μηχανικό φορτίο που απαιτεί σταθερή ισχύ $P_{3\phi} = P_{μηχ} = 50kW$ και η διέγερση είναι τέτοια ώστε ο κινητήρας να έχει μοναδιαίο συντελεστή ισχύος. Σχεδιάστε το ανά φάση διανυσματικό διάγραμμα του κινητήρα και δώστε την εξίσωση τάσεων που αντιστοιχεί.
- (β) (5) Με βάση το παραπάνω διάγραμμα, ή με άλλο τρόπο, υπολογίστε τη γωνία ισχύος δ και την ΑΗΕΔ, E_a .
- (γ) (5) Κάποια στιγμή, το μηχανικό φορτίο μηδενίζεται ($P_{3\phi} = P_{μηχ} = 0kW$), ενώ η διέγερση παραμένει η ίδια. Σχεδιάστε το νέο ανά φάση διανυσματικό διάγραμμα του κινητήρα και εξηγήστε συνοπτικά πως σκεφθήκατε.
- (δ) (5) Με βάση το νέο διάγραμμα, ή με άλλο τρόπο, υπολογίστε την άεργο ισχύ του κινητήρα και εξηγήστε σε ποια κατάσταση βρίσκεται (υποδιέγερση, υπερδιέγερση, ή κρίσιμη διέγερση).

Πρόβλημα 5 (20 μονάδες)

Ένας 3Φ, 6-πολικός επαγωγικός κινητήρας 50 Hz, έχει ανά φάση ισοδύναμο κύκλωμα το εικονιζόμενο.



- (α) (4) Υπολογίστε τις σύγχρονες στροφές που αντιστοιχούν στον κινητήρα σε rad/s.
- (β) (4) Δώστε μία έκφραση για το ανά φάση ρεύμα (μέτρο, $\cos\phi$) ως συνάρτηση της ολίσθησης s .
- (γ) (8) Εάν ο κινητήρας καταναλώνει 10 kW, υπολογίστε τις μηχανικές στροφές του κινητήρα.
- (δ) (4) Εάν ο συντελεστής απόδοσης είναι περίπου σταθερός και ίσος με 0,8, υπολογίστε τη μηχανική ροπή του κινητήρα.