



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

2.3.26.3 Ηλεκτρομηχανικά Συστήματα Μετατροπής Ενέργειας

Επαναληπτική Εξέταση 3^{ου} Εξαμήνου (17 Σεπτεμβρίου '10)

Παρατηρήσεις

- Έχετε τη σπουδαστική ταυτότητα στο θρανίο.
- Μην ανοίξετε το παρόν πριν σας υποδειχθεί.
- Κλειστά βιβλία, μπορείτε να έχετε μαζί σας δύο (2) σελίδες Α4 (διπλής όψης).
- Επιτρέπονται στο θρανίο: Φορητή αριθμομηχανή, χάρακας, μολύβι/στυλό, 2 σελίδες Α4.
- **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	15	
Πρόβλημα 3	25	
Πρόβλημα 4	20	
Πρόβλημα 5	25	
Σύνολο	100	

Πρόβλημα 1 (15 μονάδες)

Βάλτε σε **κύκλο** τη σωστή απάντηση.

01. Η ροπή σε 1Φ κινητήρες *διαιρούμενης φάσης* είναι χαμηλότερη από αυτή στους *με πυκνωτή* λόγω της ποιότητας της/του:

- (α) σύνθετης αντίστασης (β) στρεφόμενου πεδίου (γ) τάσης (δ) ρεύματος

02. Ένας 1Φ κινητήρας στρέφεται με 700 rpm. Πόσους πόλους έχει;

- (α) 8 (β) 6 (γ) 4 (δ) 2

03. Κατά την κίνηση χωρίς φορτίο (σε κενό) 3Φ επαγωγικού κινητήρα, η ολίσθηση είναι ίση με:

- (α) 1/2 (β) 1 (γ) 2 (δ) 0

04. Σε ένα 1Φ κινητήρα μόνιμου πυκνωτή, ο πυκνωτής τοποθετείται:

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

05. Ο έλεγχος θέσης σε ένα βηματικό κινητήρα γίνεται με ρύθμιση:

- (α) του ρεύματος (β) της τάσης (γ) τον αριθμό παλμών (δ) του αριθμού παλμών/χρόνο

06. Το βήμα βηματικού κινητήρα με δρομέα 5 οδόντων και στάτη 10 οδόντων είναι:

- (α) $7,5^\circ$ (β) 36° (γ) 30° (δ) 15°

07. Αυτός ο κινητήρας δεν απαιτεί οδήγηση:

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

08. Σε ένα ηλεκτρομαγνήτη, η ελκτική δύναμη είναι ανάλογη:

- (α) Της τάσης (β) της ισχύος (γ) του ρεύματος (δ) του τετραγώνου του ρεύματος

09. Σε ένα πηνίο φωνής, η ελκτική δύναμη είναι ανάλογη:

- (α) Της τάσης (β) της ισχύος (γ) του ρεύματος (δ) του τετραγώνου του ρεύματος

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

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

11. Η γωνία φάσης μιας σύνθετης αντίστασης $Z=R+jX$ ισούται με:

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

12. Ποιο από τα επόμενα χαρακτηριστικά είναι ένα κύριο πλεονέκτημα των σύγχρονων κινητήρων:

- (α) ευκολία σε έλεγχο rpm (β) υψηλή απόδοση (γ) μεταβλητό συντ. ισχύος (δ) έλλειψη διέγερσης

13. Η *αύξηση* των στροφών σε ένα DC κινητήρα ξένης διέγερσης απαιτεί αύξηση :

- (α) τάσης (β) ρεύματος πεδίου (γ) ροπής εξόδου (δ) αριθμού πόλων

14. Δύο σύγχρονοι κινητήρες έχουν ίδια ισχύ. Ο Α έχει 8 πόλους, ο Β έχει 4. Ισχύει ότι ροπήΑ/ροπήΒ =:

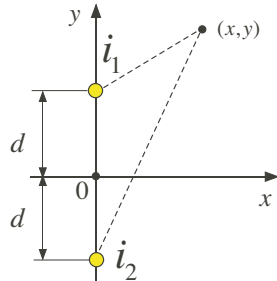
- (α) 1/2 (β) 1 (γ) 2 (δ) 4

15. Για υψηλή ροπή εκκίνησης σε ένα επαγωγικό 3Φ κινητήρα, πρέπει η αντίσταση του δρομέα να είναι:

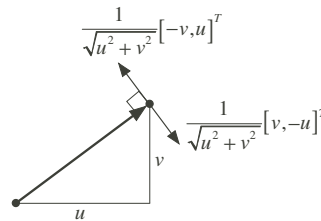
- (α) υψηλή (β) χαμηλή (γ) ίση με αυτή του στάτη (δ) δεν παίζει ρόλο

Πρόβλημα 2 (15 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 διανύσματα κάθετα στο διάνυσμα $[u, v]^T$.



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



Σχ. 2β. Μοναδιαία κάθετα διανύσματα στο $[u, v]^T$.

(α) (5) Υποθέτοντας ότι $i_2 = 0$, να βρεθούν οι Καρτεσιανές συνιστώσες της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σημείο (x, y) , $\mathbf{H}_1(x, y) = [H_{1,x}, H_{1,y}]^T$.

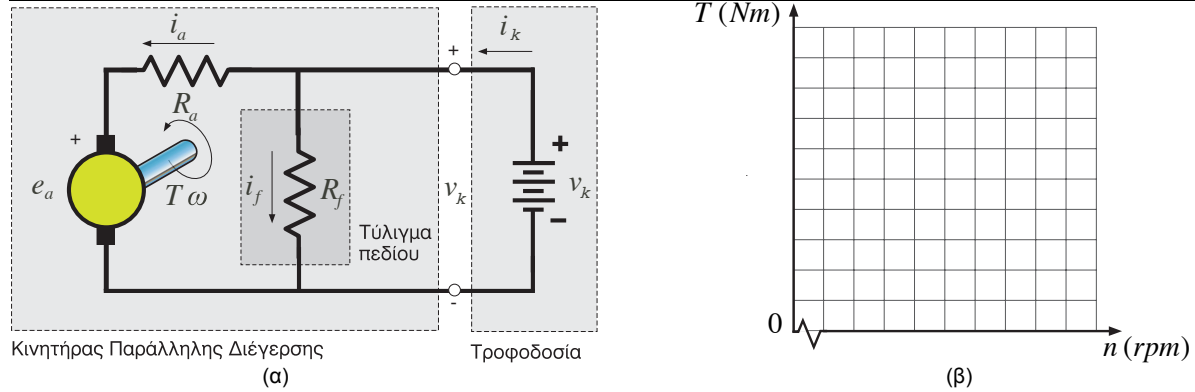
(β) (5) Εάν και οι δύο γραμμές διαρρέονται από ρεύμα, να βρείτε τη συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου $\mathbf{H}(x, y) = [H_x, H_y]^T = \mathbf{H}_1(x, y) + \mathbf{H}_2(x, y)$.

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

Πρόβλημα 3 (25 μονάδες)

Ένας κινητήρας ΣΡ παράλληλης διέγερσης, σταθερής τάσης, έχει τα εξής ονομαστικά χαρακτηριστικά.

Μηχανική ισχύς, $P_{μηχ,ο}$	10 kW	Στροφές, n_o	1500 rpm
Τάση τροφοδοσίας, V_k	250 V	Ρεύμα κινητήρα, $i_{κ,ο}$	42 A
Ρεύμα πεδίου, $i_{f,ο}$	1 A	Μηχανικές απώλειες, $P_{α,μηχ}$	αμελητέες



Κινητήρας Παράλληλης Διέγερσης
(α)

Τροφοδοσία

(β)

Σχήμα 3. (α) Κινητήρας παράλληλης διέγερσης. (β) Χαρακτηριστική T-n.

(α) (5) Υπολογίστε την ονομαστική ροπή του κινητήρα, $T_{μηχ,ο} = T_o$ και τον συντελεστή $K_T = K_o \Phi$.

(β) (5) Υπολογίστε τις συνολικές απώλειες, $P_{α,ο}$, και τον συντελεστή απόδοσης, $\eta_{κ,ο}$, όταν ο κινητήρας αποδίδει ονομαστική ροπή.

(γ) (5) Υπολογίστε τις μέγιστες στροφές, n_{max} του κινητήρα, (τροφοδοσία με ονομαστική τάση).

(δ) (5) Υπολογίστε τις αντιστάσεις πεδίου και δρομέα του κινητήρα.

(ε) (5) Χαράξτε τη χαρακτηριστική ροπής-στροφών του κινητήρα για την περιοχή στροφών από n_o έως και n_{max} . Χρησιμοποιείστε το Σχ. 3β έτσι ώστε να επιτύχετε μέγιστη ακρίβεια.

Πρόβλημα 4 (20 μονάδες)

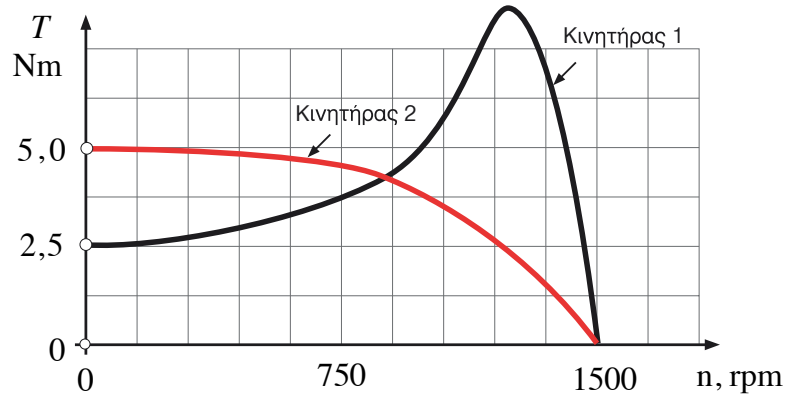
Μία σύγχρονη 3Φ, 4-πολική, 50 Hz γεννήτρια τροφοδοτεί ένα ομικό 3Φ φορτίο. Το φορτίο είναι σε σύνδεση αστέρα με αντίσταση ανά φάση $Z = R = 4\Omega$ και ονομαστική πολική τάση $V_p = 400V$. Η σύγχρονη αντίδραση της γεννήτριας είναι $X_a = 2\Omega$ και η διέγερση και οι στροφές σταθερές.

- (α) (6) Ποια τιμή ανά φάση πρέπει να έχει η ΗΕΔ της γεννήτριας, έτσι ώστε το φορτίο να εργάζεται στην ονομαστική του τάση;
- (β) (4) Πόση είναι η ισχύς που απορροφά το φορτίο;
- (γ) (4) Υπολογίστε τη ροπή και τις στροφές της κινητήριας μηχανής αν υποθεθεί ότι οι απώλειες είναι μηδενικές.
- (δ) (6) Σχεδιάστε το διανυσματικό διάγραμμα της γεννήτριας. Ποια πρέπει να είναι η σύνθετη αντίσταση του φορτίου Z' ώστε ο συντελεστής ισχύος της γεννήτριας να είναι 0,8 (επαγωγικός); Σχεδιάστε το νέο διανυσματικό διάγραμμα της γεννήτριας. Η λύση μπορεί να είναι γραφική.

Πρόβλημα 5 (25 μονάδες)

Στο εργοστάσιο που εργάζεστε διατίθενται δύο επαγωγικοί κινητήρες με χαρακτηριστικές ροπής στροφών όπως στο σχήμα που ακολουθεί. Το φορτίο που πρόκειται να οδηγήσετε απαιτεί σταθερή ροπή 3,75 Nm.

(α) (5) Ποιόν από τους δύο κινητήρες θα προτείνετε να χρησιμοποιηθεί; Γιατί;



(β) (5) Υπολογίστε την ισχύ που αποδίδει ο κινητήρας που επιλέξατε. Οι μηχανικές απώλειες θεωρούνται μηδέν.

(γ) (3) Πόσους πόλους έχει ο κινητήρας; Γιατί;

(δ) (3) Ποια είναι η ολίσθηση στο σημείο λειτουργίας;

(ε) (5) Εάν και οι δύο κινητήρες οδηγούσαν το ίδιο φορτίο, ποιος από τους δύο θα είχε τις μικρότερες απώλειες; Γιατί;

(στ) (4) Δώστε τις περιοχές ευσταθούς λειτουργίας του καθενός από τους δύο κινητήρες.