



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Εργαστήριο Ανάλυσης Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας

Ενότητα: Άσκηση 5: “ Η σύγχρονη μηχανή (γεννήτρια/κινητήρας)”

Νικόλαος Βοβός, Γαβριήλ Γιαννακόπουλος, Παναγής Βοβός

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά **ΠΠ**
μαθήματα

Περιεχόμενα

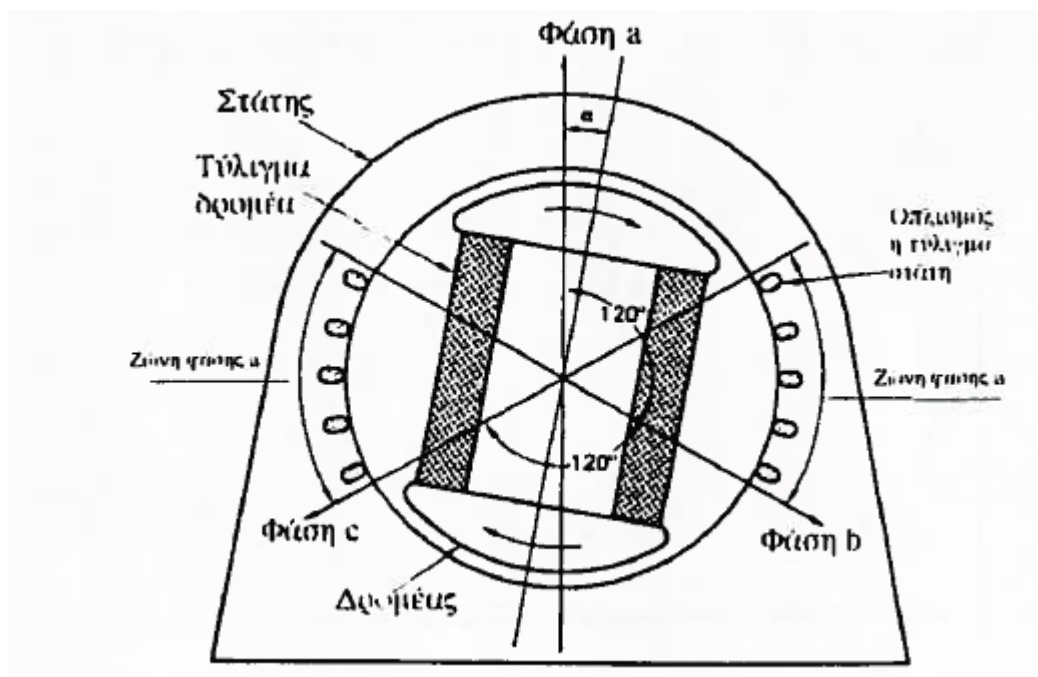
1. Σκοπός	3
2. Η σύγχρονη γεννήτρια.....	3
3. Ο σύγχρονος κινητήρας.....	5
4. Χρησιμοποιούμενα όργανα	7
5. Πειραματικό μέρος.....	8
5.1 Σύγχρονη γεννήτρια	8
5.2 Σύγχρονος κινητήρας	9
6. Ερωτήσεις – Προβλήματα	11
7. Σημειώματα	11
7.1 Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων/Εργου	11
7.2 Σημείωμα Αναφοράς.....	11
7.3 Σημείωμα Αδειοδότησης.....	11
7.4 Διατήρηση Σημειωμάτων	12
8. Χρηματοδότηση.....	12

1. Σκοπός

Στην άσκηση αυτή εξετάζεται η σύγχρονη μηχανή και στις δύο δυνατές καταστάσεις της, δηλαδή σαν γεννήτρια και σαν κινητήρας. Αναφέρεται ο τρόπος με τον οποίο μετράται η σύγχρονη αντίδραση της μηχανής και διερευνάται η επίδραση διαφόρων φορτίων στις θερματικές τάσεις κατά την λειτουργία σαν γεννήτρια. Εξετάζονται, τέλος, οι παράγοντες που επηρεάζουν την ροή πραγματικής και αέργου ισχύος όταν αυτή λειτουργεί σαν κινητήρας.

2. Η σύγχρονη γεννήτρια

Η σχηματική παράσταση μιας τριφασικής σύγχρονης μηχανής φαίνεται στο **Σχ. 5.1**.



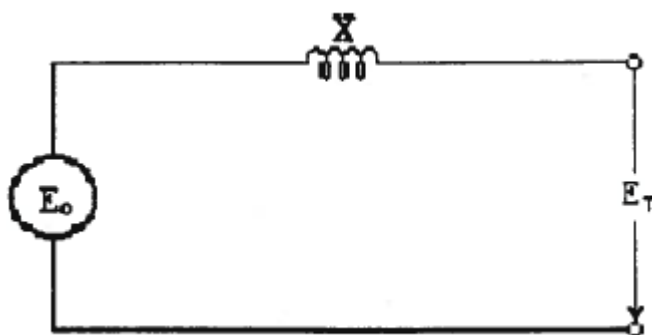
Σχήμα 5.1 Σχηματική παράσταση 3-φασικής σύγχρονης μηχανής

Αν η μηχανή λειτουργεί σαν γεννήτρια, ο δρομέας στρέφεται από κάποια ροπή, που παράγεται π.χ. από κάποιον υδροστρόβιλο, ατμοστρόβιλο κ.λ.π. Το τύλιγμα του στάτη (στο **Σχ. 5.1** φαίνεται μόνο η φάση α) τοποθετείται σε τρεις συμμετρικές "ζώνες φάσης" σε διαμήκη αυλάκια στην επιφάνεια του στάτη. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου της γεννήτριας ελέγχεται μέσω του συνεχούς ρεύματος στο τύλιγμα του δρομέα (ρεύμα πεδίου ή ρεύμα διέγερσης). Η γεννήτρια τροφοδοτεί το σύστημα στο οποίο συνδέεται με πραγματική και άεργο ισχύ. Κάθε γεννήτρια

μπορεί να ελέγχεται είτε μέσω του ρεύματος διέγερσης i_r , είτε μέσω της μηχανικής ροπής στην είσοδο της γεννήτριας τ_m . Όταν η μία ή και οι δύο από αυτές τις δυνάμεις ελέγχου αλλάξει, τότε αλλάζουν γενικά η ισχύς, η τάση και η συχνότητα της μηχανής.

Στην περίπτωση που η σύγχρονη γεννήτρια συνδέεται σε “απείρωσ ισχυρό σύστημα”, δηλαδή σε σύστημα με πολύ μεγάλη ροπή αδράνειας και σταθερή τάση ζυγού, η συχνότητα και η τάση της γεννήτριας δεν επηρεάζονται από τα συστήματα ελέγχου. Στην περίπτωση αυτή τα μόνα μεγέθη που ελέγχονται είναι η πραγματική και η άεργος ισχύς της γεννήτριας και μάλιστα στο ρεύμα διέγερσης i_r ελέγχει μόνο την άεργο ισχύ, ενώ η ροπή τ_m ελέγχει κυρίως την πραγματική ισχύ.

Η τάση E_0 που παράγεται από την σύγχρονη γεννήτρια εξαρτάται από την ροή ανά πόλο που με την σειρά της, εξαρτάται από το συνεχές ρεύμα στο τυλίγμα διέγερσης. Κατά συνέπεια, η τάση της γεννήτριας ανά φάση μπορεί να μεταβληθεί με μεταβολή της διέγερσης του πεδίου. Όταν η γεννήτρια λειτουργεί εν κενώ η τάση E_T στους ακροδέκτες της γεννήτριας ανά φάση είναι ίδια με την παραγόμενη τάση E_0 .



Σχήμα 5.2 Απλό ισοδύναμο κύκλωμα σύγχρονης γεννήτριας

Αν φορτίσουμε την γεννήτρια, η τερματική της τάση θα αλλάξει, έστω και αν η διέγερση διατηρηθεί αμετάβλητη. Η διαφορά οφείλεται στην πτώση τάσης στο τυλίγμα του στάτη. Κατά συνέπεια το ισοδύναμο κύκλωμα μιας γεννήτριας συνίσταται από μια τάση E_0 και εν σειρά μια επαγωγική αντίδραση X , Σχ. 5.2, όπου: E_0 είναι η τάση στους ακροδέκτες του στάτη, όταν η γεννήτρια λειτουργεί εν κενώ και X είναι η επαγωγική αντίδραση του στάτη που ονομάζεται σύγχρονη αντίδραση. Θα μπορούσαμε να παραλάβουμε στο κύκλωμα και την αντίσταση R του τυλίγματος του στάτη, αλλά γενικά είναι αρκετά μικρότερη της X και γι' αυτό συνήθως την παραλείπουμε. Η σύγχρονη αντίδραση X δεν είναι σταθερή γιατί εξαρτάται από το βαθμό κορεσμού της μηχανής. Μπορούμε όμως να έχουμε μια αρκετά καλή ιδέα του μέτρου της με την εξής μέθοδο:

- α) Μετρούμε την τάση εξόδου όταν η γεννήτρια στρέφεται με την σύγχρονη ταχύτητα χωρίς φορτίο. Αυτή θα είναι E_0 .
- β) Μετρούμε το ρεύμα της γεννήτριας με βραχυκυκλωμένους τους ακροδέκτες της.

Εάν το ρεύμα αυτό είναι I , τότε η σύγχρονη αντίδραση X είναι:

$$X = \frac{E_0}{I}$$

Η σύγχρονη αντίδραση X μιας σύγχρονης γεννήτριας είναι πάντα πολύ μεγάλη, έτσι ώστε το ρεύμα βραχυκύκλωσης σπάνια ξεπερνά το 1.5 pu του ονομαστικού ρεύματος. Στους πρώτους κύκλους μετά το βραχυκύκλωμα το ρεύμα είναι πολύ μεγαλύτερο λόγω των μεταβατικών ιδιοτήτων της μηχανής.

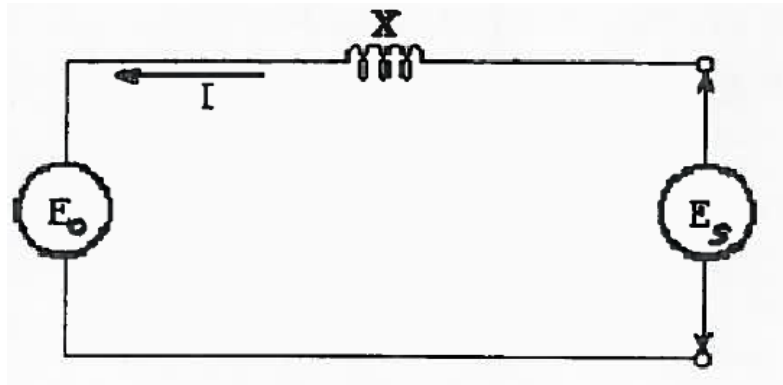
Στο πειραματικό μέρος που θα ακολουθήσει αντί στροβίλου θα χρησιμοποιήσουμε ένα κινητήρα συνεχούς ρεύματος στον άξονα του οποίου θα συνδεθεί σαν φορτίο ο άξονας της σύγχρονης μηχανής.

3. Ο σύγχρονος κινητήρας

Ο σύγχρονος κινητήρας έχει τα ίδια χαρακτηριστικά και την ίδια κατασκευή με τη σύγχρονη γεννήτρια. Σαν κινητήρας, η μηχανή παίρνει ηλεκτρική ενέργεια με τροφοδοσία των τυλιγμάτων του στάτη και την μετατρέπει σε μηχανική ενέργεια την οποία αποδίδει σαν ροπή.

Το ισοδύναμο κύκλωμα είναι το ίδιο με εκείνο της σύγχρονης γεννήτριας, αποτελούμενο από την σύγχρονη αντίδραση X εν σειρά προς την οποία υπάρχει η επαγόμενη λόγω του πεδίου εναλλασσόμενη τάση E_0 , όπως φαίνεται στο **Σχ. 5.3**.

Στη συνέχεια θεωρούμε ότι ο κινητήρας συνδέεται σ' έναν άπειρο ζυγό, δηλαδή σε μια πηγή ισχύος της οποίας η τάση, η συχνότητα και οι φασικές γωνίες μεταξύ των τριών φάσεων δεν μεταβάλλονται οτιδήποτε και αν συνδέσουμε στους ακροδέκτες της. Τον άπειρο ζυγό μπορούμε να τον παραστήσουμε σαν μια πηγή τάσης E_s χωρίς εσωτερική αντίσταση (**Σχ. 5.3**).



Σχήμα 5.3 Απλό ισοδύναμο κύκλωμα σύγχρονου κινητήρα που συνδέεται σε άπειρο ζυγό

Το κύκλωμα του **Σχ. 5.3** μπορούμε να το θεωρήσουμε σαν μια γραμμή μεταφοράς ισχύος με αντίδραση X στα άκρα της οποίας εφαρμόζονται οι τάσεις E_s και E_0 . Στην πράξη η ροή ισχύος στο κύκλωμα διέπεται από τους ίδιους κανόνες, όπως και στην περίπτωση της γραμμής μεταφοράς

Διακρίνουμε τις ακόλουθες περιπτώσεις:

- α) Η E_0 είναι σε φάση με την E_s , οπότε σύμφωνα με την θεωρία της άσκησης 3
 1. Εάν $E_0 < E_s$ άεργος ισχύς ρέει από την πηγή προς τον κινητήρα.
 2. Εάν $E_0 > E_s$ άεργος ισχύς ρέει από τον κινητήρα προς την πηγή.
 3. Εάν $E_0 = E_s$ δεν ρέει άεργος ισχύς στο κύκλωμα.
- β) Η E_0 έπεται της E_s , οπότε πραγματική ισχύς ρέει από τον άπειρο ζυγό στον κινητήρα, που αναπτύσσει ροπή για να τροφοδοτήσει το μηχανικό φορτίο του. Όπως και στην περίπτωση μιας γραμμής μεταφοράς, η μέγιστη πραγματική ισχύς που μπορεί να απορροφήσει ο κινητήρας είναι: $E_0 = \frac{E_s}{X}$.

Η μεταβολή της αέργου ισχύος γίνεται με μεταβολή του μέτρου της E_0 , που με την σειρά της γίνεται με μεταβολή του συνεχούς ρεύματος διέγερσης του πεδίου.

Όταν έχουμε σταθερά μέτρα για τις E_0 , E_s , η αύξηση της πραγματικής ισχύος που απορροφά ο κινητήρας γίνεται με αύξηση της διαφοράς φάσης μεταξύ των E_0 και E_s , που πραγματοποιείται αυτόματα όταν έχουμε αύξηση του μηχανικού φορτίου του κινητήρα. Όταν ο κινητήρας λειτουργεί εν κενώ τότε απορροφά πολύ μικρή ισχύ για να υπερνικήσει τις απώλειες τριβών. Στην περίπτωση αυτή η γωνία μεταξύ E_0 και E_s είναι πολύ μικρή. Όταν το μηχανικό φορτίο αυξηθεί, η γωνία των δύο τάσεων μεγαλώνει και στις 90° ο κινητήρας απορροφά θεωρητικά την μέγιστη ισχύ του. Αν αυξήσουμε ακόμα περισσότερο την ροπή του φορτίου ο κινητήρας θα αποσυγχρονισθεί και θα σταματήσει.

Εάν θ είναι η γωνία μεταξύ των τάσεων E_0 και E_s , τότε η απορροφούμενη ισχύς από τον κινητήρα θα είναι:

$$P = \frac{E_0 E_s}{X} \sin \theta \tag{5.1}$$

Όπως είδαμε η μέγιστη ισχύς $P_{max} = \frac{E_0 E_s}{X}$ λαμβάνεται για $\theta=90^\circ$. Η μηχανική έξοδος του κινητήρα είναι κάπως μικρότερη από την P_{max} λόγω των απωλειών του κινητήρα.

Εξετάζουμε τώρα την απόκριση του κινητήρα σε μερικές ειδικές περιπτώσεις:

α) Έστω ότι ο κινητήρας κινείται με την σύγχρονη ταχύτητα, έχει ένα ορισμένο φορτίο και απορροφά μια ισχύ με σταθερή την E_s και τη διέγερση (δηλ. την E_0). Αυξάνουμε τώρα το μηχανικό φορτίο του κινητήρα. Η αύξηση αυτή τείνει να μειώσει την ταχύτητα. Αυτή η μείωση προκαλεί μια καθυστέρηση του άξονα των πόλων του δρομέα ως προς το στρεφόμενο πεδίο του στάτη, δηλαδή μια φασική μετατόπιση της E_0 ως προς την E_s , με αποτέλεσμα αύξηση της γωνίας θ και συνεπώς της ισχύος P που απορροφά ο κινητήρας. Αυτή τη μετατόπιση του άξονα των πόλων μπορούμε να τη δούμε με ένα στροβοσκόπιο που λειτουργεί με την σύγχρονη συχνότητα, δηλαδή 50 Hz.

β) Έστω ότι ο κινητήρας κινείται με την σύγχρονη ταχύτητα, έχει ένα ορισμένο φορτίο και απορροφά μια ορισμένη ισχύ P , με σταθερή E_s και σταθερό πεδίο. Μειώνουμε τώρα το ρεύμα διέγερσης κρατώντας σταθερό το φορτίο. Σαν αποτέλεσμα η E_0 θα μειωθεί, οπότε για να μείνει σταθερή η P πρέπει να αυξηθεί η γωνία θ , η οποία όταν ξεπεράσει τις 90° αποσυγχρονίζει τον κινητήρα και τον σταματά.

Στις μηχανές με έκτυπους πόλους η φασική γωνία στην οποία ο σύγχρονος κινητήρας αποσυγχρονίζεται είναι περίπου 70° . Αυτό οφείλεται στην ροπή που αναπτύσσεται λόγω του σχήματος των πόλων (reluctance torque). Η εξίσωση (5.1) όμως, μας δίνει μια ικανοποιητική εικόνα του τρόπου συμπεριφοράς ενός κινητήρα υπό φορτίο.

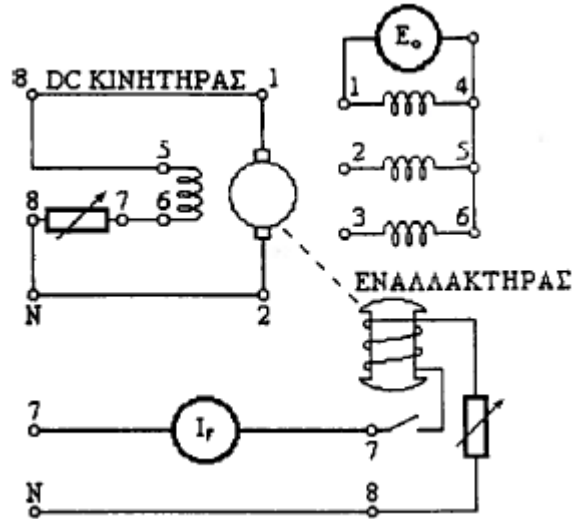
4. Χρησιμοποιούμενα όργανα

1. Τροφοδοτικό ισχύος (120 V dc, 0-120 V dc)
2. Σύγχρονος τριφασικός κινητήρας/γεννήτρια
3. Κινητήρας/γεννήτρια συνεχούς ρεύματος
4. Στοιχεία ωμικών επαγωγικών και χωρητικών αντιστάσεων
5. Όργανα μέτρησης συνεχών ρευμάτων (0.5/2.5 A)
6. Όργανα μέτρησης εναλλασσομένων ρευμάτων (2.5 A) και τάσεων (100/250 V)
7. Όργανα μέτρησης τριφασικής πραγματικής και αέργου ισχύος (300 W/300 Var)
8. Στροβοσκόπιο
9. Ιμάντας μετάδοσης κίνησης

5. Πειραματικό μέρος

5.1 Σύγχρονη γεννήτρια

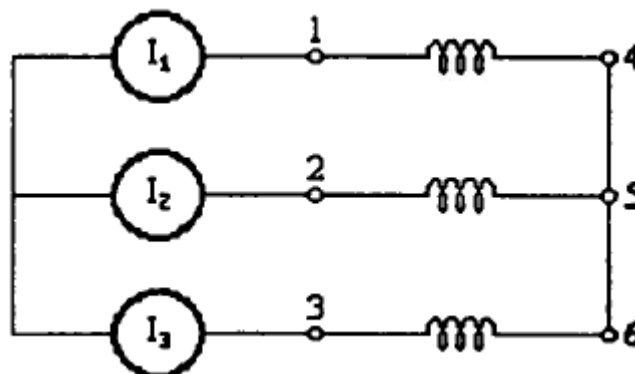
Π 5.1 Να κατασκευάσετε το κύκλωμα του Σχ. 5.4. Συνδέστε τους άξονες του DC



Σχήμα 5.4

κινητήρα και της σύγχρονης γεννήτριας με ιμάντα. Ρυθμίστε τη διέγερση του DC κινητήρα έτσι ώστε να είναι η μέγιστη (ο ροοστάτης τέρμα δεξιά). Χωρίς να συνδέσετε το πεδίο της γεννήτριας, τροφοδοτείστε με ισχύ τον DC κινητήρα και με το στροβοσκόπιο ρυθμίστε την ταχύτητά του στις 1500 rpm με ρύθμιση της διέγερσης του. Κρατήστε σταθερή την ταχύτητα στη διάρκεια όλης της άσκησης. Τροφοδοτείστε με ισχύ το τύλιγμα πεδίου της γεννήτριας και μετρήστε την τάση εξόδου E_0 σε συνάρτηση με το ρεύμα I_F , για $I_F = 0 - 0.9 A$.

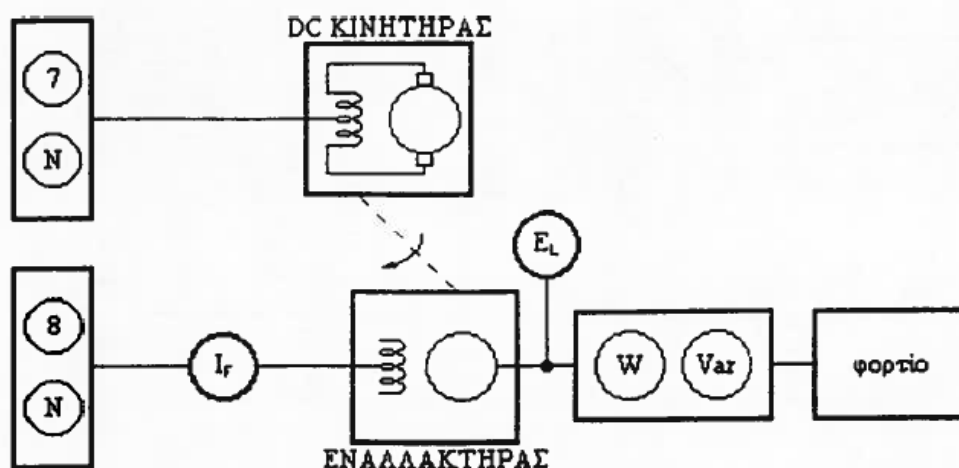
Π 5.2 Να βραχυκυκλώσετε τον σάτη με τον σύγχρονο τριφασικό διακόπτη παρεμβάλλοντας ένα AC αμπερόμετρο σε κάθε φάση ώστε να ληφθεί η μέση τιμή του ρεύματος βραχυκύκλωσης, όπως φαίνεται στο Σχ. 5.5.



Σχήμα 5.5

Να μετρήσετε τα ρεύματα βραχυκύκλωσης για $E_0 = 100, 120, 140 \text{ V}$. Να υπολογίσετε τις αντίστοιχες τιμές της σύγχρονης αντίδρασης X από τη σχέση $X = \frac{E_0}{I}$. Για την εκκίνηση του συστήματος να ακολουθήσετε τη διαδικασία του Π 5.1.

Π 5.3 Να κατασκευάσετε το κύκλωμα του Σχ. 5.6. Να ρυθμίσετε το ρεύμα διέγερσης I_F της σύγχρονης γεννήτριας ώστε $E_L = 208 \text{ V}$.



Σχήμα 5.6

α) Κρατώντας την ταχύτητα και το ρεύμα διέγερσης σταθερά μεταβάλλετε το ωμικό φορτίο ως εξής:

$$R = \infty, 1200 \Omega, 600 \Omega, 400 \Omega, 300 \Omega, 240 \Omega, 200 \Omega, 171.4 \Omega.$$

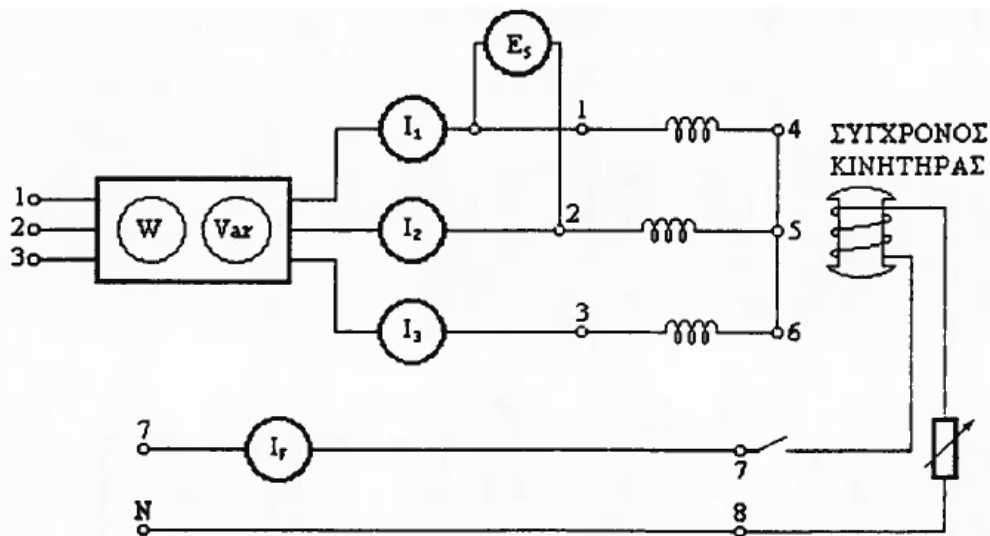
Μετρήστε τα μεγέθη I_F , E_L , W , Var . Να υπολογίσετε την ολική ισχύ που απορροφά σε κάθε βήμα το φορτίο σε VA.

β) Να επαναλάβετε τη διαδικασία χρησιμοποιώντας επαγωγικό φορτίο.

γ) Να επαναλάβετε τη διαδικασία χρησιμοποιώντας χωρητικό φορτίο.

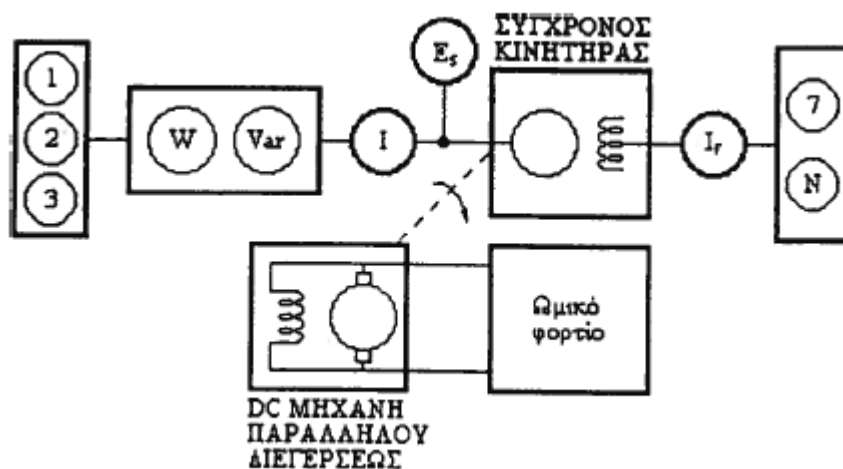
5.2 Σύγχρονος κινητήρας

Π 5.4 Να κατασκευάσετε το κύκλωμα του Σχ. 5.7. Τροφοδοτείτε τον στάτη του σύγχρονου κινητήρα με ισχύ και όταν ο κινητήρας αποκτήσει την τελική του ταχύτητα τροφοδοτείτε και το τύλιγμα πεδίου με συνεχές ρεύμα. Ρυθμίστε το ρεύμα διέγερσης ώστε η άεργος ισχύς που απορροφά ο κινητήρας να μηδενισθεί. Σημειώστε τότε τις αντίστοιχες τιμές των I_F , E_S , I , W . Να μεταβάλλετε το ρεύμα διέγερσης από 0.1 A έως 0.7 A και να μετρήσετε τις αντίστοιχες τιμές των E_S , I , W , Var .



Σχήμα 5.7

Π 5.5 Να κατασκευάσετε το κύκλωμα του Σχ. 5.8 συνδέοντας μέσω ιμάντα μια DC γεννήτρια στον άξονα του σύγχρονου κινητήρα. Η γεννήτρια συνεχούς χρησιμοποιείται σαν φορτίο του σύγχρονου κινητήρα. Τροφοδοτήστε με εναλλασσόμενο ρεύμα τον στάτη του σύγχρονου κινητήρα και αφού αποκτήσει την τελική του ταχύτητα, τροφοδοτήστε το πεδίο του με συνεχές ρεύμα. Ρυθμίστε τη διέγερση του κινητήρα ώστε η άεργος ισχύς που απορροφά να μηδενισθεί, όταν η διέγερση της γεννήτριας συνεχούς είναι ελάχιστη. Τότε κρατώντας τη διέγερση του σύγχρονου κινητήρα σταθερή, φορτίστε βαθμιαία τον κινητήρα αυξάνοντας το ρεύμα διέγερσης της γεννήτριας. Σημειώστε τις τιμές E_s , I , I_F , W , Var . Συνεχίστε τη φόρτιση μέχρι αποσυγχρονισμού του κινητήρα, οπότε πρέπει να διακόψετε την τροφοδοσία.



Σχήμα 5.8

6. Ερωτήσεις – Προβλήματα

1. Τι συμβαίνει στην τερματική τάση μιας σύγχρονης γεννήτριας όταν τροφοδοτεί χωρητικό φορτίο;
2. Γιατί περιμένουμε ένας σύγχρονος κινητήρας πρώτα να αποκτήσει την σύγχρονη ταχύτητα και μετά να τροφοδοτήσουμε τη διέγερσή του;
3. Ποια είναι η επίδραση της διέγερσης μιας μηχανής (γεννήτριας) συνεχούς ρεύματος στη φόρτιση του κινητήρα στο οποίο αυτή είναι συνδεδεμένη σαν φορτίο;
4. Εκτός από την αποσύνδεση της διέγερσης, ποιά άλλη προφύλαξη πρέπει να πάρουμε για να εκκινήσει κανονικά ο σύγχρονος κινητήρας;
5. Ο συντελεστής ισχύος μιας σύγχρονης γεννήτριας από πού καθορίζεται;
6. Εξηγείστε γιατί ο σύγχρονος κινητήρας δεν μπορεί να λειτουργήσει κατά τρόπο ευσταθή όταν ο άξονας των πόλων του δρομέα μετακινείται πέραν των 90° ως προς τη θέση που είχε για λειτουργία χωρίς φορτίο.
7. Σύγχρονος κινητήρας 2000 kW τροφοδοτείται από τριφασική πολική τάση 4 kV. Η σύγχρονη αντίδραση ανά φάση είναι 4Ω . να υπολογίσετε:
 - α) Το ονομαστικό ρεύμα πλήρους φορτίου και το ρεύμα βραχυκύκλωσης όταν η πολική τιμή της τάσης διέγερσης E_0 είναι 4 kV.
 - β) Τη μέγιστη πραγματική ισχύ που μπορεί ο κινητήρας να τροφοδοτήσει χωρίς να αποσυγχρονισθεί.
 - γ) Τη γωνία ισχύος θ που αντιστοιχεί στο ονομαστικό φορτίο των 2000 kW.
 - δ) Την μέγιστη πραγματική ισχύ που μπορεί ο κινητήρας να τροφοδοτήσει όταν συνδέεται στο τέλος μιας γραμμής μεταφοράς που έχει επαγωγική αντίδραση $8 \Omega/\text{φάση}$. Η πολική τάση στην είσοδο της γραμμής είναι 4 kV και η E_0 είναι επίσης 4 kV.

7. Σημειώματα

7.1 Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων/Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **X.YZ**.

7.2 Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιον Πατρών, Νικόλαος Βοβός, Γαβριήλ Γιαννακόπουλος «Εργαστήριο Ανάλυσης Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας. Άσκηση 5». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: σύνδεσμο μαθήματος.

7.3 Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

7.4 Διατήρηση Σημειωμάτων

- Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:
- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

8. Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



**ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ**
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ