



Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχ. & Μηχ. Η/Υ

Ηλεκτρικές Μηχανές II

Μάθημα 10^ο

Σύγχρονοι Κινητήρες – Μέρος Γ'

Γιώργος Ορφανουδάκης

Περιεχόμενα μαθήματος

1. Σύγχρονη Γεννήτρια – Κινητήρας
2. Ονομαστικά Στοιχεία του Σύγχρονου Κινητήρα
3. Ανακεφαλαίωση

Σύγχρονη Γεννήτρια – Κινητήρας

- Μια σύγχρονη γεννήτρια καταναλώνει κινητική ενέργεια και παράγει ηλεκτρική, ενώ ένας σύγχρονος κινητήρας καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια και παράγει μηχανική
- Στην πραγματικότητα όμως, οι δυο παραπάνω μηχανές έχουν την ίδια φυσική υπόσταση
- Οποιαδήποτε σύγχρονη μηχανή μπορεί να παράγει ή να καταναλώνει ενεργό ισχύ και ταυτόχρονα να παράγει ή να καταναλώνει άεργο ισχύ, άρα να συλλειτουργεί με κάποιο σύστημα ισχύος

Σύγχρονη Γεννήτρια – Κινητήρας

- Δίπλα φαίνονται τα διανυσματικά διαγράμματα που δείχνουν την παραγωγή και την κατανάλωση ενεργού και άεργου ισχύος από σύγχρονες γεννήτριες και κινητήρες

	Παραγωγή άεργης ισχύος Q	$E_A \cos \delta > V_\phi$	Κατανάλωση άεργης ισχύος Q	$E_A \cos \delta < V_\phi$
Παραγωγή ενεργού ισχύος P Γεννήτρια Η E_A προηγείται της V_ϕ				
Κατανάλωση ενεργού ισχύος P Κινητήρας Η E_A έπεται της V_ϕ				

Σύγχρονη Γεννήτρια – Κινητήρας

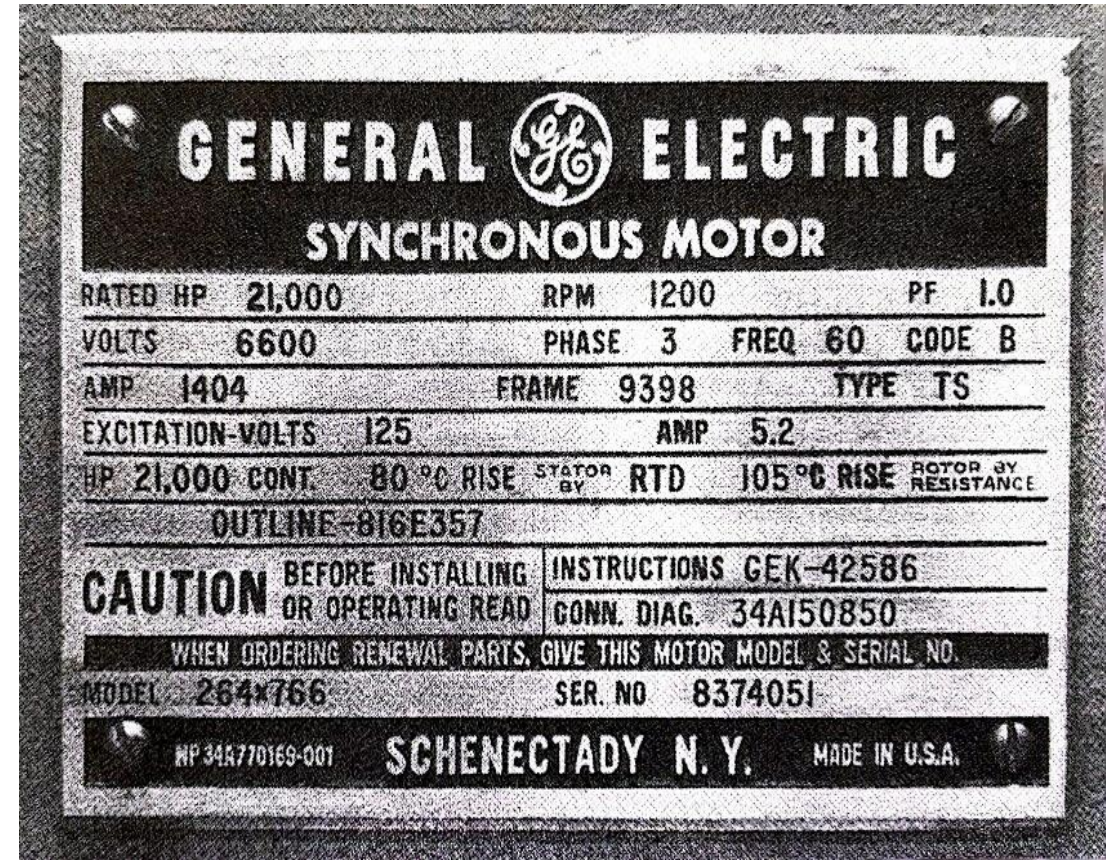
- Οι παρατηρήσεις που μπορούν να γίνουν σ' αυτό το διάγραμμα, είναι οι εξής:
 1. Η ειδοποιός διαφορά της σύγχρονης γεννήτριας (που προσφέρει στο φορτίο της ενεργό ισχύ) είναι το ότι η E_A προπορεύεται της V_Φ , ενώ στην περίπτωση του κινητήρα η E_A έπεται της V_Φ
 2. Η ειδοποιός διαφορά της σύγχρονης μηχανής που παράγει άεργο ισχύ είναι το ότι σ' αυτή ισχύει $E_A \cos \delta > V_\Phi$ (ανεξάρτητα από το αν είναι κινητήρας ή γεννήτρια), ενώ στην περίπτωση που η μηχανή καταναλώνει άεργο ισχύ ισχύει $E_A \cos \delta < V_\Phi$

Ονομαστικά Στοιχεία του Σύγχρονου Κινητήρα

- Επειδή η σύγχρονη γεννήτρια έχει την ίδια φυσική υπόσταση με το σύγχρονο κινητήρα, είναι προφανές ότι τα βασικά ονομαστικά τους στοιχεία θα είναι ακριβώς τα ίδια
- Η κύρια διαφορά αυτών των στοιχείων βρίσκεται στο γεγονός ότι μια **μεγάλη τιμή της ΕΑ** δίνει **επαγωγικό** συντελεστή ισχύος στη **γεννήτρια** και **χωρητικό** στον **κινητήρα**
- Αυτό σημαίνει ότι το όριο του ρεύματος διέγερσης προσδιορίζεται με κάποιον χωρητικό συντελεστή ισχύος στην περίπτωση του κινητήρα
- Ακόμη, επειδή η ισχύς εξόδου του κινητήρα είναι **μηχανική ισχύς**, η ονομαστική της τιμή εκφράζεται σε **hp** και όχι σε kW

Ονομαστικά Στοιχεία του Σύγχρονου Κινητήρα

- Τυπική πινακίδα ενός μεγάλου σύγχρονου κινητήρα με τα ονομαστικά του στοιχεία
- Ειδικά στις πινακίδες των κινητήρων μικρότερης ισχύος συνήθως περιλαμβάνεται και ο παράγοντας υπερφόρτισης της μηχανής
- Οι σύγχρονοι κινητήρες βρίσκουν συνήθως εφαρμογή σε περιπτώσεις που απαιτούν μικρή ταχύτητα περιστροφής και μεγάλη ισχύ
- Αντικαθιστούν τους επαγωγικούς κινητήρες σε περιπτώσεις αργών φορτίων που καταναλώνουν μεγάλα ποσά ισχύος



Ανακεφαλαίωση

- Η μόνη διαφορά μεταξύ μιας σύγχρονης γεννήτριας και ενός σύγχρονου κινητήρα βρίσκεται στη φορά ροής της ισχύος
- Τόσο η συχνότητα όσο και το πλάτος της τάσης ενός κινητήρα είναι γενικά αμετάβλητα μεγέθη, αφού οι γεννήτριες με τις οποίες συνεργάζεται ο κινητήρας είναι πολύ μεγαλύτερης ισχύος (το σύστημα ισχύος στο οποίο συνδέεται ο κινητήρας θεωρείται άπειρος ζυγός)
- Το ισοδύναμο κύκλωμα ενός σύγχρονου κινητήρα είναι το ίδιο με το ισοδύναμο κύκλωμα μιας σύγχρονης γεννήτριας με τη διαφορά πως η υποθετεια φορά του ρεύματος οπλισμού, αντιστρέφεται

Ανακεφαλαίωση

- Η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα είναι σταθερή και ανεξάρτητη από το φορτίο που συνδέεται στην έξοδό του, ενώ η τιμή της από την κατάσταση πλήρους απουσίας φορτίου έως την κατάσταση πλήρους φορτίου είναι:

$$n_m = \frac{120f_{se}}{P}$$

- Η μέγιστη ισχύς εξόδου που είναι δυνατό να παραχθεί από κάποιο σύγχρονο κινητήρα έχει τιμή

$$P_{max} = \frac{3V_{\Phi}E_A}{X_S}$$

ενώ η μέγιστη δυνατή ροπή δίνεται από τη σχέση

$$\tau_{max} = \frac{3V_{\Phi}E_A}{\omega X_S}$$

Ανακεφαλαίωση

- Αν αυτή η τιμή ξεπεραστεί, χάνεται ο συγχρονισμός μεταξύ του πεδίου του στάτη και του δρομέα της μηχανής, με αποτέλεσμα αυτή να οδηγηθεί σε αστάθεια
- Εάν αγνοήσουμε την επίδραση των ηλεκτρικών και μηχανικών απωλειών, η ισχύς που μετατρέπεται στον κινητήρα από ηλεκτρική σε μηχανική μορφή δίνεται από τη σχέση

$$P_{max} = \frac{3V_{\Phi}E_A}{X_S} \sin \delta$$

- Εάν η τάση εισόδου V_{Φ} είναι σταθερή, τότε η ισχύς που μετατρέπεται (και κατά συνέπεια η ισχύς τροφοδοσίας) είναι ανάλογη της ποσότητας $E_A \sin \delta$
- Αυτή η συσχέτιση μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν σχεδιάζουμε τα διανυσματικά διαγράμματα για τους σύγχρονους κινητήρες

Ανακεφαλαίωση

- Για παράδειγμα, εάν το ρεύμα διέγερσης αυξάνεται ή ελαττώνεται, η εσωτερικά δημιουργούμενη τάση του κινητήρα θα αυξάνεται ή ελαττώνεται αντίστοιχα, αλλά η ποσότητα $E_A \sin \delta$ θα παραμένει σταθερή
- Αυτός ο περιορισμός καθιστά εύκολη τη σχεδίαση των μεταβολών των διανυσματικών διαγραμμάτων των κινητήρων και τον υπολογισμό των καμπυλών V των σύγχρονων κινητήρων
- Μέσω της μεταβολής του ρεύματος διέγερσης του κινητήρα, ενώ το φορτίο του παραμένει σταθερό, είναι δυνατή η ρύθμιση της άεργης ισχύος που παράγει ή που καταναλώνει η μηχανή
- Μάλιστα, όταν ισχύει η $E_A \cos \delta > V_{\Phi}$ ο κινητήρας παράγει άεργο ισχύ, όταν ισχύει η $E_A \cos \delta < V_{\Phi}$ ο κινητήρας καταναλώνει άεργο ισχύ

Ανακεφαλαίωση

- Ένας σύγχρονος κινητήρας συνήθως λειτουργεί υπό τη συνθήκη $E_A \cos \delta > V_\Phi$ και ως εκ τούτου ο σύγχρονος κινητήρας προσφέρει άεργο ισχύ στο σύστημα ισχύος και ελαττώνει τον συνολικό συντελεστή ισχύος των φορτίων
- Ένας σύγχρονος κινητήρας δεν μπορεί να εκκινήσει χωρίς κάποια εξωτερική επίδραση
- Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την εκκίνηση ενός σύγχρονου κινητήρα είναι οι παρακάτω:
 1. Μείωση της συχνότητας της τάσης τροφοδοσίας του σε κάποιο ασφαλές επίπεδο εκκίνησης
 2. Χρήση μιας κινητήριας μηχανής
 3. Τοποθέτηση τυλιγμάτων απόσβεσης στον κινητήρα για την επιτάχυνσή του και σύνδεση του κυκλώματος διέγερσης τη στιγμή που η ταχύτητα της μηχανής πλησιάζει τη σύγχρονη ταχύτητα
- Τα τυλίγματα απόσβεσης αυξάνουν κατά πολύ την ευστάθεια ενός κινητήρα και τον προστατεύουν από ανεπιθύμητες καταστάσεις στη διάρκεια των μεταβατικών φαινομένων

Σχετικό υλικό

- Από το βιβλίο «Ηλεκτρικές Μηχανές AC-DC», Stephen J. Chapman, εκδ. Τζιόλα, 5^η έκδ.
 - Κεφάλαιο 5, Παράγραφοι 5.4 έως 5.6