



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Προηγμένος έλεγχος ηλεκτρικών μηχανών

Ενότητα 10: Άμεσος Έλεγχος Ροής και Ροπής

Επαμεινώνδας Μητρονίκας - Αντώνιος Αλεξανδρίδης

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Τεχνολογίας Υπολογιστών

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.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

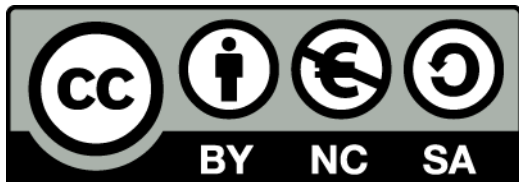
- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Άδειες χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Περιεχόμενα

1. Έλεγχος Μηχανών Συνεχούς Ρεύματος με ξένη διέγερση
2. Έλεγχος Μηχανών Συνεχούς Ρεύματος με διέγερση σε σειρά
3. Βαθμωτός Έλεγχος Ασύγχρονων Μηχανών
4. Διπολικό μοντέλο ασύγχρονης μηχανής
5. Εκτίμηση συνιστωσών μαγνητικής ροής με χρήση του μοντέλου τάσης
6. Εκτίμηση συνιστωσών μαγνητικής ροής με χρήση του μοντέλου ρεύματος
7. Έμμεσος Διανυσματικός Έλεγχος Ασύγχρονου Κινητήρα
8. Άμεσος Διανυσματικός Έλεγχος Ασύγχρονων Μηχανών με προσανατολισμό στην μαγνητική ροή του στάτη
9. Άμεσος Διανυσματικός Έλεγχος Ασύγχρονων Μηχανών με προσανατολισμό στην μαγνητική ροή του δρομέα

10. Άμεσος Έλεγχος Ροής και Ροπής



Σκοποί ενότητας

- ❑ Κατανόηση βασικών αρχών του Άμεσου Ελέγχου ροής και ροπής.



Άμεσος Έλεγχος Ροής και Ροπής

Διαφορές μεταξύ διανυσματικού ελέγχου και άμεσου ελέγχου ροπής

- ❑ Στον άμεσο έλεγχο ροπής εφαρμόζονται οι βασικές αρχές του διανυσματικού ελέγχου. Η διαφορά του από την κλασική μεθοδολογία έγκειται στο γεγονός ότι στη στρατηγική που υιοθετείται για την παλμοδότηση του κυκλώματος ισχύος λαμβάνεται υπόψη η θέση του δρομέα.
- ❑ Με τον τρόπο αυτόν επιλέγονται κατάλληλα διανύσματα τάσης ώστε να επιτυγχάνεται βελτιστοποιημένη λειτουργία και να αποφεύγεται περιττή διακοπτική λειτουργία.
- ❑ Για τη λειτουργία του άμεσου ελέγχου ροπής δεν απαιτείται αντίστροφος μετασχηματισμός Park, αλλά για την παλμοδότηση χρησιμοποιούνται προϋπολογισμένα διαστήματα αποθηκευμένα σε πίνακα. Η προκύπτουσα μεθοδολογία ελέγχου έχει το πλεονέκτημα ότι εκτελείται με μικρότερους υπολογιστικούς πόρους.



Υπολογισμός ηλεκτρομαγνητικής ροής

- Η ηλεκτρομαγνητική ροπή δίνεται από τη σχέση:

$$T_e = \frac{3p}{4} \cdot \frac{L_m}{L_r \cdot L_s} \cdot \vec{\lambda}_r \cdot \vec{\lambda}_s \Rightarrow T_e = \frac{3p}{4} \cdot \frac{L_m}{L_r \cdot L_s} \cdot |\vec{\lambda}_r| \cdot |\vec{\lambda}_s| \cdot \sin \delta_{flux}$$

- Η γωνία δ_{flux} είναι η γωνία μεταξύ των ροών στάτη και δρομέα.
- Η ροή του στάτη, σύμφωνα με το μοντέλο τάσης μπορεί να απλοποιηθεί ως ολοκλήρωμα της τάσης του στάτη, άρα δικαιολογείται η ισχυρή σύνδεσή της με την τάση τροφοδοσίας.



Διανύσματα της τάσης σε σχέση με τη θέση των ημιαγωγικών διακοπών ισχύος

SwA+	SwA-	SwB+	SwB-	SwC+	SwC-	Sw_a	Sw_b	Sw_c	V_k
OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	0	0	0	V_0
ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	1	0	0	V_1
ON	OFF	ON	OFF	OFF	ON	1	1	0	V_2
OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	0	1	0	V_3
OFF	ON	ON	OFF	ON	OFF	0	1	1	V_4
OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	0	0	1	V_5
ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	1	0	1	V_6
ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	1	1	1	V_7



Διανύσματα τάσης στο σύστημα $d-q$



Βασικές αρχές (1/2)

- Κάθε συνδυασμός τάσεων στον τριφασικό αντιστροφέα που τροφοδοτεί τη μηχανή μπορεί να γραφεί ως διάνυσμα τάσης σύμφωνα με τη σχέση:

$$u_s = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \left(u_a + u_b e^{j\frac{2\pi}{3}} + u_c e^{-j\frac{2\pi}{3}} \right)$$

- όπου u_a , u_b , u_c οι φασικές τάσεις στην έξοδο του αντιστροφέα



Βασικές αρχές (2/2)

- Κάθε διάνυσμα τάσης στο διάγραμμα του προηγούμενου σχήματος μπορεί να εκφραστεί με τη σχέση:

$$u_n = V_{dc} \cdot e^{j\Theta_{v,n}}$$

- όπου V_{dc} η συνεχής τάση τροφοδοσίας του αντιστροφέα και

$$\Theta_{v,n} = (n-1) \cdot \frac{\pi}{3}$$



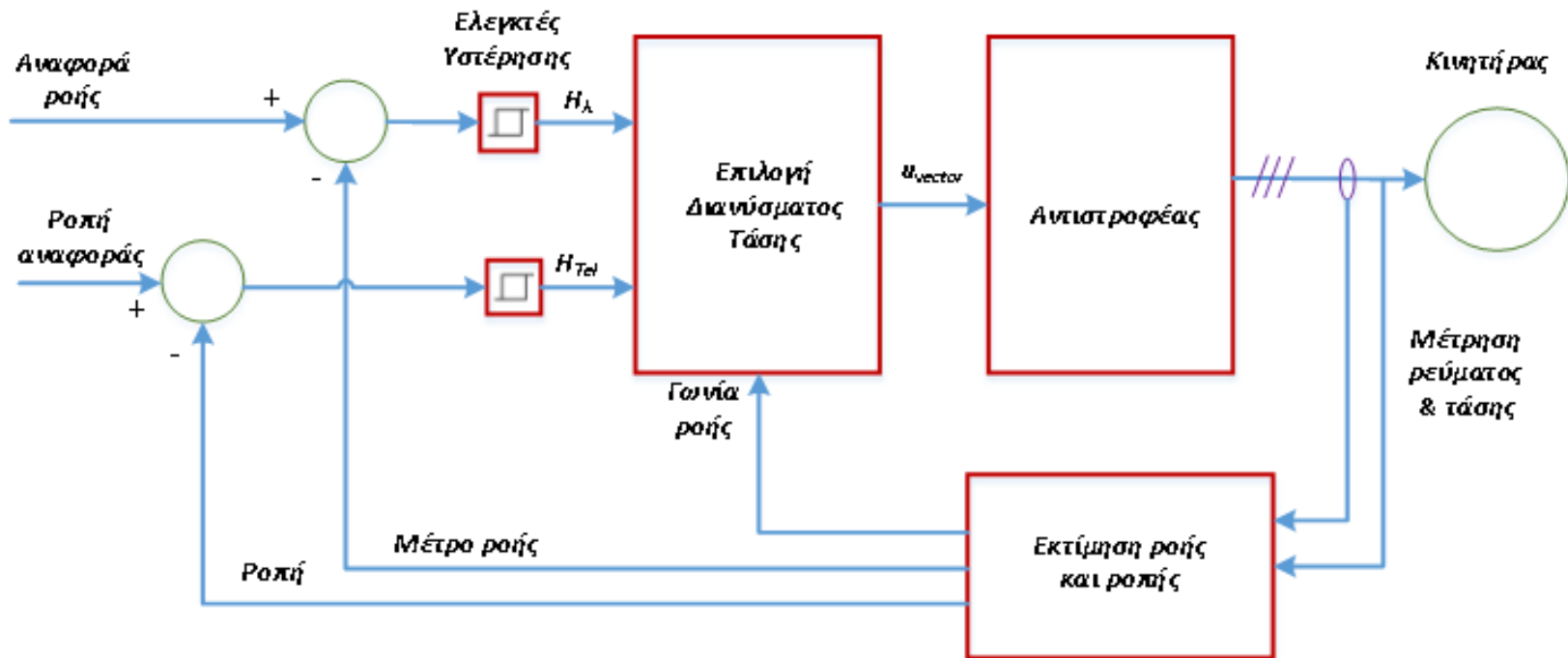
Επίδραση του διανύσματος της τάσης του αντιστροφέα στο διάνυσμα της ροής και της ροπής

	\mathbf{v}_n	\mathbf{v}_{n+1}	\mathbf{v}_{n+2}	\mathbf{v}_{n+3}	\mathbf{v}_{n+4}	\mathbf{v}_{n+5}	$\mathbf{v}_0, \mathbf{v}_7$
λ_s	↑↑	↑	↓	↓↓	↓	↑	-
M_{el}	?	↑	↑	?	↓	↓	↓

όπου n είναι ο τομέας στον οποίο βρίσκεται το διάνυσμα της ροής, \mathbf{v}_n είναι το εφαρμοζόμενο διάνυσμα τάσης.



Δομικό διάγραμμα ελέγχου



Πίνακας παλμοδότησης

H_λ	H_{Tel}	①	②	③	④	⑤	⑥
-1	1	V_{II}	V_{III}	V_{IV}	V_V	V_{VI}	V_I
	0	V_{VII}	V_0	V_{VII}	V_0	V_{VII}	V_0
	-1	V_{VI}	V_I	V_{II}	V_{III}	V_{IV}	V_V
1	1	V_{III}	V_{IV}	V_V	V_{VI}	V_I	V_{II}
	0	V_0	V_{VII}	V_0	V_{VII}	V_0	V_{VII}
	-1	V_V	V_{VI}	V_I	V_{II}	V_{III}	V_{IV}



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την 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.



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.00**.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Επαμεινώνδας Μητρονίκας, Αντώνιος Αλεξανδρίδης 2014. Επαμεινώνδας Μητρονίκας, Αντώνιος Αλεξανδρίδης. «Προηγμένος Έλεγχος Ηλεκτρικών Μηχανών». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<https://eclass.upatras.gr/courses/EE800/>.



Βιβλιογραφία

- [1]. Α. Αλεξανδρίδη, Ε. Μητρονίκα: «Προηγμένος Έλεγχος Ηλεκτρικών Μηχανών», Πανεπιστημιακές Σημειώσεις.

