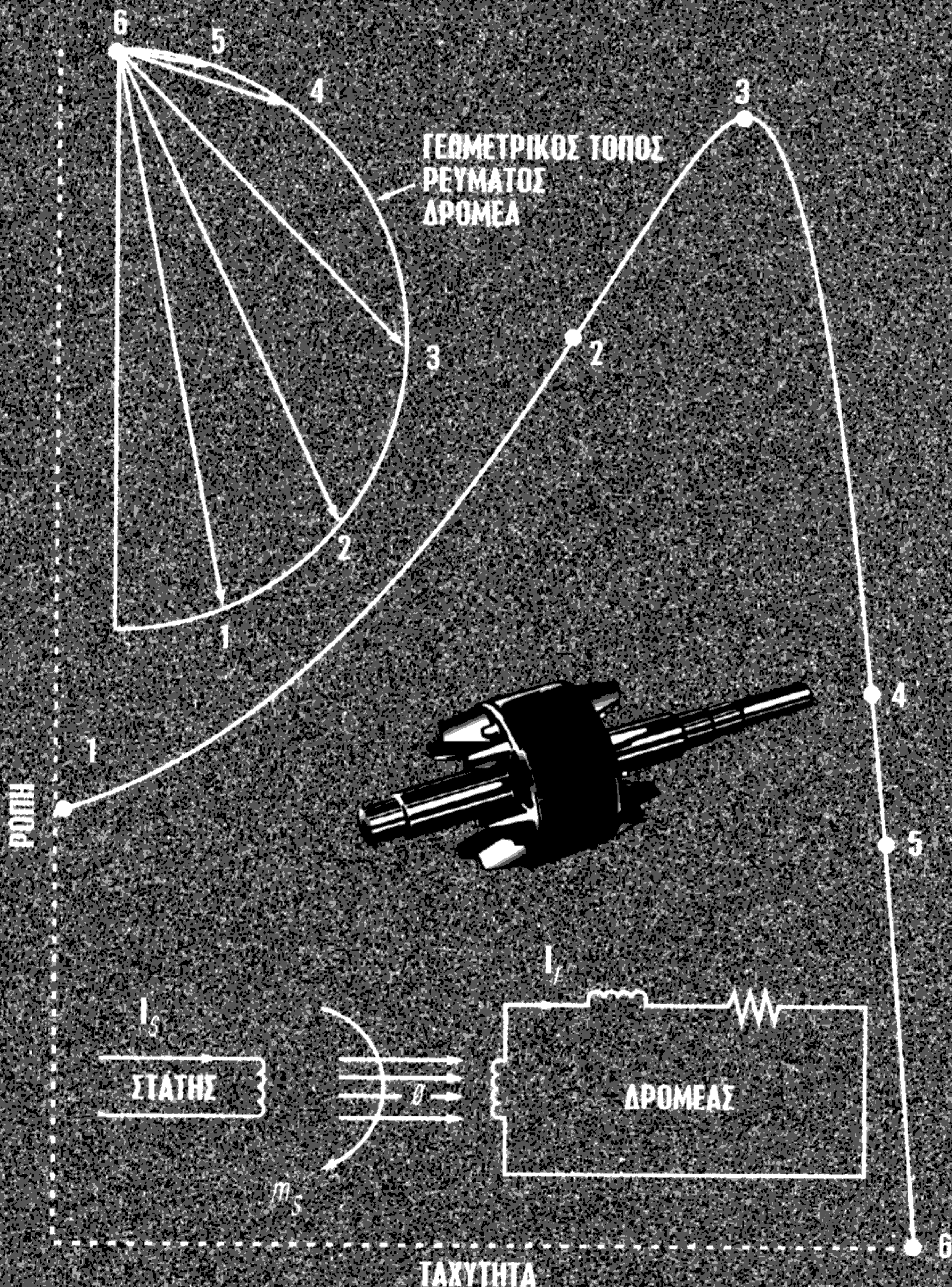


Charles I. Hubert

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Θεωρία, Λειτουργία, Εφαρμογές, Ρυθμίσεις & Έλεγχος

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: Θεόδωρος Θεοδουλίδης - Νίκος Κολλιόπουλος



ΠΡΩΤΗ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ

ΊΩΝ - ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΩΝ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

*Θεωρία, Λειτουργία, Εφαρμογές,
Ρυθμίσεις και Έλεγχος*

621.510 42
ΗΜΕ

ΕΥΔΟΞΟΣ

Τ.Ε.Ι. ΑΘΗΝΑΣ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Αρ. ΕΙΣ. 83703

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

*Θεωρία, Λειτουργία, Εφαρμογές,
Ρυθμίσεις και Έλεγχος*

1η Ελληνική Έκδοση

Charles I. Hubert P.E.
*Professor of Electrical Engineering
United States Merchant Marine Academy*

Μετάφραση:
Άρης Γεωργακάς

Επιμέλεια:
**Θεόδωρος Θεοδουλίδης
Νίκος Κολλιόπουλος**

ίωv
ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΩv Συμπληγάδων 7, 12131, Περιστέρι τηλ.: 210.57.47.729, 210.57.68.853, FAX: 210. 57.51.438 e-mail address: info@iwn.gr, http://www.iwn.gr
Βιβλιοπωλείο: Σόλωνος 85, 10679, Αθήνα τηλ.: 210.33.87.570, FAX: 210.33.87.571



Ο λογότυπος που εικονίζεται δίπλα χρειάζεται μια εξήγηση. Σκοπός του είναι να συνεγείρει τον αναγνώστη πάνω στον κίνδυνο που παρουσιάζεται για το μέλλον της συγγραφής, ειδικότερα στο περιβάλλον των Τεχνικών και Επιστημονικών Εκδόσεων από τη μαζική ανάπτυξη της φωτοαντιγραφής.

Ο Κώδικας των πνευματικών δικαιωμάτων (νόμοι 2121/93 και 2557/97) απαγορεύει την φωτοαντιγραφή χωρίς την άδεια των εκόντων τα δικαιώματα του βιβλίου.

Άρα αυτή η πρακτική η οποία είναι γενικευμένη σε Εκπαιδευτικά Ιδρύματα προκαλεί μια απότομη πτώση της αγοράς των βιβλίων και των περιοδικών σε σημείο που και για τους συγγραφείς η δυνατότητα δημιουργίας νέων έργων και εκδόσεών τους βρίσκεται σήμερα σε κίνδυνο.

Υπενθυμίζουμε ότι κάθε αναπαραγωγή της παρούσης έκδοσης μερική ή ολική απαγορεύεται χωρίς την άδεια των δημιουργών της.

*Επεξεργασία Κειμένων και Σχεδίων
Ατελιέ Γραφικών Εκδοτικού Ομίλου "ΙΩΝ"*

© 2008: Για την Ελληνική Γλώσσα σε όλο το κόσμο:
Εκδόσεις "ΙΩΝ" Στέλλα Παρίκου & ΣΙΑ Ο.Ε.

ISBN 978-960-411-670-6

Ο εκδοτικός οίκος έχει όλα τα δικαιώματα του βιβλίου. Απαγορεύεται η αναπαραγωγή του οποιουδήποτε τμήματος αυτής της εργασίας που καλύπτεται από τα δικαιώματα (copyright), ή η χρήση της σε οποιαδήποτε μορφή, ή με οποιονδήποτε τρόπο - γραφικό ή ηλεκτρονικό, ή μηχανικό, συμπεριλαμβανομένων των φωτοτυπιών, της μαγνητοφώνησης και των συστημάτων αποθήκευσης και αναπαραγωγής - χωρίς τη γραπτή άδεια του εκδότη.

Αρχικός τίτλος: **ELECTRIC MACHINES, Theory, Operation, Applications, Adjustment, and Control**

© 2002 by *Pearson Education, Inc.*

ALL RIGHTS RESERVED. No part of this may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or any information storage and retrieval system, without permission, in writing, from the publisher.

*Αφιερώνεται στην αγαπητή μου γυναίκα
Josephine
για την κατανόησή της και την ενθάρρυνση.*

Πρόλογος Ελληνικής Έκδοσης

Το εμφανές έλλειμμα σύγχρονης Ελληνικής βιβλιογραφίας κατάλληλου επιπέδου (για Πολυτεχνικές Σχολές και ΤΕΙ) που παρατηρείται στο αντικείμενο των Ηλεκτρικών Μηχανών αποτέλεσε το βασικό κριτήριο για την έκδοση του παρόντος στα Ελληνικά.

Στα θετικά του βιβλίου περιλαμβάνονται τα εξής:

- Η διάταξη της ύλης και η ανάδειξη συγκεκριμένων κεφαλαίων έχει εναρμονιστεί με τη σύγχρονη αντίληψη ως προς τον τρόπο που πρέπει να διδάσκονται οι ηλεκτρικές μηχανές σήμερα. Πιο συγκεκριμένα, οι μετασχηματιστές και οι μηχανές AC παρουσιάζονται πριν από τις μηχανές DC επειδή οι σύγχρονες ανάγκες των βιομηχανικών εφαρμογών, χάρη και στη θεαματική πρόοδο των ηλεκτρονικών ισχύος και των συστημάτων ελέγχου, καλύπτονται σχεδόν εξολοκλήρου από τους μετασχηματιστές και τις μηχανές AC, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα τη χρήση των μηχανών DC.
- Η προσέγγιση με την οποία παρουσιάζεται η ύλη τοποθετεί το φοιτητή στο κέντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας παρέχοντας όλες τις απαραίτητες πληροφορίες (πλήθος λυμένων και άλυτων ασκήσεων και προβλημάτων, πλήρη και επίκαιρη βιβλιογραφία, ειδικές αναφορές στο αντικείμενο), για ανεξάρτητη μελέτη από το φοιτητή.

Το βιβλίο Ηλεκτρικές Μηχανές του C. I. Hubert απευθύνεται κυρίως σε προπτυχιακούς φοιτητές Ηλεκτρολόγων Μηχανικών των Πολυτεχνικών Σχολών και Ηλεκτρολογίας των Τεχνολογικών Ιδρυμάτων. Επίσης, με κατάλληλη επιλογή της ύλης μπορεί να αποτελέσει κατάλληλο διδακτικό βιβλίο και για προπτυχιακές σπουδές άλλων Ειδικοτήτων Μηχανικών που ανήκουν στον Πολυτεχνικό ή τον Τεχνολογικό Τομέα της Ανώτατης Εκπαίδευσης, όπως Μηχανολογία, Ναυπηγική, Ενεργειακή Τεχνολογία κ.λπ.

Στην περίπτωση των Ηλεκτρολόγων όπου η διδασκαλία γίνεται σε δύο εξάμηνα σπουδών, προτείνεται η διδασκαλία των κεφαλαίων 1-8 στο πρώτο εξάμηνο και 9-12 στο δεύτερο. Για εκείνους τους φοιτητές των οποίων η σπουδή απαιτεί τη γνώση των κινητήρων μόνο και όχι των γεννητριών, όπως π.χ. τους Μηχανολόγους, υπάρχει η δυνατότητα να προσφερθεί ένα μόνο εξαμηνιαίο μάθημα το οποίο περιλαμβάνει μόνο τους κινητήρες (AC και DC), οι οποίοι στο βιβλίο καλύπτονται χωριστά από τις γεννήτριες και τους μετασχηματιστές. Στη βάση ενός εξαμηνιαίου μαθήματος προτείνεται η διδασκαλία του κεφαλαίου 1 που καλύπτει τη θεωρία της

Ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής και των κεφαλαίων 4-8 που καλύπτουν τους κινητήρες.

Επίσης, το βιβλίο απευθύνεται και στους Μηχανικούς που βρίσκονται στο χώρο εργασίας και επιθυμούν να επικαιροποιήσουν τις γνώσεις τους στο αντικείμενο των Ηλεκτρονικών Μηχανών. Το βιβλίο αυτό ανταποκρίνεται με μοναδικό τρόπο στις απαιτήσεις του επαγγελματία Μηχανικού επειδή προσφέρει την αναγκαία θεωρητική υποδομή σε συνδυασμό με τις τρέχουσες τεχνολογικές εξελίξεις από το χώρο των σύγχρονων βιομηχανικών εφαρμογών.

Η διατήρηση των συμβόλων των διαφόρων φυσικών μεγεθών και παραμέτρων όπως εμφανίζονται στο αρχικό κείμενο αποτελεί συνειδητή επιλογή εφόσον τα χρησιμοποιημένα σύμβολα έχουν καθιερωθεί διεθνώς και επειδή στην ελληνική βιβλιογραφία δεν υπάρχει ένα ενιαίο και γενικά αποδεκτό σύστημα συμβόλων. Επίσης, επειδή η μετάφραση του βιβλίου έγινε με στόχο την ακριβή μεταφορά του από την Αγγλική στην Ελληνική Γλώσσα, έχει διατηρηθεί το Αγγλοσαξωνικό σύστημα μονάδων.

Ένα άλλο σημαντικό σημείο αφορά τη μετάφραση νέων όρων που περιλαμβάνονται στο βιβλίο αυτό και οι οποίοι δεν εντοπίστηκαν στη μέχρι σήμερα Ελληνική βιβλιογραφία. Η μετάφραση των νέων όρων έγινε με τη δέουσα προσοχή και με την προσδοκία ότι η απόδοσή τους είναι δόκιμη και αποδίδει επαρκώς το νόημα του αρχικού κειμένου.

Ο αναγνώστης παρακαλείται να στείλει τυχόν διορθώσεις, παρατηρήσεις και σχόλια στους επιμελητές ή στον εκδοτικό οίκο και ιδιαίτερα οτιδήποτε αφορά τη μετάφραση των νέων όρων.

Θ. Θεοδουλίδης - Ν. Κολλιόπουλος

Εισαγωγή

Η 2η έκδοση αυτού του βιβλίου διατηρεί την αρχική του προσέγγιση σε σχέση με την ευκολία κατανόησης και τον προσανατολισμό του προς το φοιτητή, που ήταν το σήμα κατατεθέν της 1ης έκδοσης. Επιπλέον βήματα προστέθηκαν σε κάποιες αποδείξεις και κάποια παραδείγματα επεκτάθηκαν για ακόμη μεγαλύτερη σαφήνεια και ευκολία κατανόησης. Επίσης, νέα παραδείγματα και ασκήσεις για επίλυση προστέθηκαν, ώστε να εμβαθύνουν τη γνώση του φοιτητή. Ακόμα, προστέθηκε μια ενότητα για τους κινητήρες AC υψηλής απόδοσης στην κλάση σχεδίασης E της NEMA.

Το κείμενο είναι σχεδιασμένο για να χρησιμοποιηθεί για ένα ή δύο εξάμηνα μαθημάτων Ηλεκτρικών Μηχανών. Το ελάχιστο επίπεδο που απαιτείται για αποτελεσματική χρήση του κειμένου είναι οι γνώσεις ανάλυσης ηλεκτρικών κυκλωμάτων και ευχέρεια χρήσης και κατανόησης μιγαδικής άλγεβρας και διανυσματικών διαγραμμάτων. Μια επανάληψη των σχέσεων ρεύματος, τάσης και ισχύος σε ένα τριφασικό σύστημα, με εφαρμογές μιγαδικής άλγεβρας, παρέχεται στο Παράρτημα A για φοιτητές που χρειάζονται επιπλέον βοήθεια.

Το κείμενο είναι μοναδικό στο να ανταποκρίνεται στις προσδοκίες των καθηγητών σε πολλά πανεπιστημιακά ιδρύματα, οι οποίοι έχουν εκφράσει την επιθυμία να δίνεται περισσότερη προσοχή στις σημερινές απαιτήσεις της ηλεκτρικής βιομηχανίας. Το πιο συχνό αίτημα ήταν για ένα κείμενο το οποίο επιτρέπει στο διδάσκοντα να αφιερώνει περισσότερο χρόνο στους κινητήρες παρά στις γεννήτριες και να δίνει περισσότερη έμφαση στα χαρακτηριστικά των μηχανών παρά στους διάφορους τύπους τυλιγμάτων οπλισμού. Για να επιτευχθεί αυτό, οι κινητήρες παρουσιάζονται πριν τις γεννήτριες και έχει παρατεθεί μόνο εκείνη η ύλη που αφορά τα τυλίγματα οπλισμού ώστε να ενημερώσει τους φοιτητές για τη βασική κατασκευή του οπλισμού και τους απαραίτητους σχετικούς τεχνικούς όρους. Πρότυπα της NEMA και πίνακες παρουσιάζονται στην επίλυση προβλημάτων εφαρμογών όμοια με αυτά που συναντιώνται στις εξετάσεις για την έκδοση επαγγελματικών αδειών μηχανικού.

Για να γίνει αποδοτικότερη χρήση του χρόνου του φοιτητή, οι μετασχηματιστές και οι μηχανές AC αναλύονται πριν τις μηχανές DC. Αυτή η σειρά παρουσίασης αναπτύχθηκε και υιοθετήθηκε από την Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού των ΗΠΑ για πάνω από 30 χρόνια, όπου το ένα τρίμηνο του ολικού μαθήματος κάλυπτε τις μηχανές AC, ακολουθούμενο από ένα επιπλέον τρίμηνο αφιερωμένο στις μηχανές DC. Η διδασκαλία των μετασχηματιστών και των μηχανών AC, όταν η γνώση των κυκλωμάτων AC είναι ακόμα πρόσφατη, είναι απλή και εύκολα κατανοητή. Η

εφαρμογή διανυσματικών διαγραμμάτων και μιγαδικής άλγεβρας σε ισοδύναμα κυκλώματα σειράς και σειράς - παράλληλα των μηχανών AC και των μετασχηματιστών αναδεικνύει τη σημασία της θεωρίας των κυκλωμάτων AC.

Οι μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος και οι μετασχηματιστές αποτελούν τη βάση των περισσότερων σημερινών βιομηχανικών συστημάτων ισχύος και συνεπώς απαιτούν μεγαλύτερη έμφαση από ότι οι μηχανές DC. Επιπλέον, επειδή οι συμβατικές μηχανές DC είναι στην ουσία μηχανές AC των οποίων ο μεταγωγέας παρέχει την απαραίτητη AC/DC και DC/AC μετατροπή, μεγαλύτερη αποδοτικότητα στη μετάδοση γνώσης μπορεί να επιτευχθεί παρουσιάζοντας τις μηχανές AC πριν τις μηχανές DC.

Η παρουσίαση των κινητήρων πριν τις γεννήτριες τόσο στις μηχανές AC όσο και στις μηχανές DC, ως μια μεμονωμένη ενότητα τριών κεφαλαίων παρέχει σημαντική ελευθερία στην ανάπτυξη του μαθήματος. Είναι δυνατή η ανάπτυξη σε ένα μάθημα ενός εξαμήνου μόνο στις μηχανές AC ή σε ένα μάθημα ενός εξαμήνου για τις μηχανές AC και DC μαζί (μη επικεντρώνοντας στις γεννήτριες) ή σε ένα μάθημα δύο εξαμήνων που περιλαμβάνει όλες τις ενότητες για κινητήρες και γεννήτριες τόσο για AC όσο και για μηχανές DC. Προτεινόμενες μέθοδοι διδασκαλίας του μαθήματος περιλαμβάνονται στο "Βοήθημα του Διδάσκοντα".

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΚΕΙΜΕΝΟΥ

Το 1ο Κεφάλαιο παρέχει το βασικό κοινό υπόβαθρο (κοινές προαπαιτούμενες γνώσεις) για όλες τις μηχανές και τους μετασχηματιστές. Περιλαμβάνει έννοιες όπως την ανάπτυξη μηχανικών δυνάμεων από την αλληλεπίδραση μαγνητικών πεδίων, ηλεκτρομαγνητικά επαγόμενες τάσεις, χωρικές γωνίες, ηλεκτρικές γωνίες, μαγνητικά κυκλώματα, και καμπύλες μαγνήτισης.

Η 1η ενότητα του μαθήματος των μηχανών αρχίζει με τους μετασχηματιστές στα κεφάλαια 2 και 3. Οι μετασχηματιστές είναι σχετικά απλοί, ώστε να γίνουν κατανοητοί και σχετίζονται εύκολα με το μοντέλο του ιδανικού μετασχηματιστή που διδάσκεται σε προαπαιτούμενα μαθήματα ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

Η μελέτη των επαγωγικών μηχανών στα Κεφάλαια 4 και 5 διαδέχεται ομαλά την ανάλυση των μετασχηματιστών, όπου ο σιάτης συμπεριφέρεται όπως το πρωτεύον και ο δρομέας όπως το δευτερεύον. Επιπλέον, η παρουσίαση των επαγωγικών μηχανών αμέσως μετά τους μετασχηματιστές επιτρέπει το νέο ισοδύναμο κύκλωμα και το σχετικό διάγραμμα φάσεων του μετασχηματιστή να μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα στη θεωρία των επαγωγικών κινητήρων, αναδεικνύοντας έτσι την κοινή τους σχέση. Όπου είναι εφικτό, γίνονται προσεγγίσεις που επιτρέπουν απλοποιημένους και πρακτικούς υπολογισμούς.

Οι μονοφασικοί επαγωγικοί κινητήρες, που αναλύονται στο Κεφάλαιο 6 αποτελούν τη λογική συνέχεια των 3-φασικών επαγωγικών κινητήρων. Περιλαμβάνουν

κινητήρες με πυκνωτές και κινητήρες με βοηθητικό τύλιγμα αντίστασης. Κινητήρες ειδικών εφαρμογών, όπως κινητήρες με διαχωρισμένους πόλους, κινητήρες μαγνητικής αντίστασης, κινητήρες υστέρησης, βηματικοί κινητήρες ή κινητήρες γιουνιβέρσαλ (universal) και γραμμικοί επαγωγικοί κινητήρες περιγράφονται στο Κεφάλαιο 7.

Οι σύγχρονοι κινητήρες αναλύονται στο Κεφάλαιο 8 και ανταποκρίνονται πλήρως στη θεωρία του στρεφόμενου πεδίου που αναπτύσσεται στους επαγωγικούς κινητήρες. Η μετάβαση από λειτουργία σύγχρονου κινητήρα σε λειτουργία σύγχρονης γεννήτριας παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 9. Αλλαγές στη γωνία φορτίου, όταν το φορτίο στον άξονα απομακρύνεται βαθμιαία και εφαρμόζεται μια ροπή οδήγησης, απεικονίζονται σε κοινό διάγραμμα φάσεων. Επίσης, περιλαμβάνεται η παράλληλη λειτουργία των σύγχρονων μηχανών, ο καταμερισμός φορτίου και διόρθωση του συντελεστή ισχύος.

Η ύλη των μηχανών DC περιγράφεται ως μια ανεξάρτητη ενότητα που περιλαμβάνει 3 κεφάλαια (Κεφάλαιο 10, 11 και 12), έτσι ώστε αν πρέπει να μπορεί να διδαχθεί αποτελεσματικά πριν τις μηχανές AC και τους μετασχηματιστές. Συνεπώς, μαθήματα με εξειδικευμένους σκοπούς ή αφιερωμένα μόνο σε μηχανές DC ή με περιορισμούς στο εργαστήριο που απαιτούν την πρώιμη εισαγωγή απευθείας στις μηχανές DC μπορούν εύκολα να εξυπηρετηθούν από τη δομή αυτού του βιβλίου. Πανεπιστημιακή διδασκαλία που απαιτεί ένα τρίμηνο ή ένα ολόκληρο εξάμηνο που να δίνει έμφαση στις μηχανές AC, αλλά που εξακολουθούν να περιλαμβάνουν μια σύντομη εισαγωγή στις μηχανές DC, βρίσκεται στο Κεφάλαιο 10 (Αρχές των Μηχανών Συνεχούς Ρεύματος).

Το Κεφάλαιο 13 δίνει μια σύντομη περιγραφή των ηλεκτρικών και μαγνητικών κυκλωμάτων ελέγχου των κινητήρων. Συμπεριλαμβάνονται τυπικά παραδείγματα κυκλωμάτων αντιστροφής, ελέγχου ταχύτητας, πέδησης και κλιμακωτού τύπου. Προγραμματισμένοι Λογικοί Ελεγκτές (PLCs) περιγράφονται συνοπτικά για να δοθεί μια μικρή ιδέα αυτού του ταχέως αναπτυσσόμενου τομέα.

Κοινός Κορμός Κειμένου: Το κείμενο παρέχει ένα κοινό κορμό των ελάχιστων απαραίτητων στοιχείων, συμπληρωμένο με προαιρετικό υλικό (από το διδάσκοντα) από μία μεγάλη ποικιλία στοιχείων στα συμπληρωματικά κεφάλαια. Ο κοινός κορμός, που περιγράφεται συνοπτικά στο βοήθημα του διδάσκοντα, εξασφαλίζει μια βασική κατανόηση των ηλεκτρικών μηχανών, ενώ προετοιμάζει το φοιτητή για τη σημερινή πραγματικότητα. Αυτό επιτυγχάνεται αφιερώνοντας περισσότερο χρόνο στις μηχανές AC και στις μηχανές ειδικών εφαρμογών απ' ό,τι στις μηχανές DC. Επίσης αφιερώνεται πιο πολύς χρόνος στους κινητήρες παρά στις γεννήτριες, καθώς και στα χαρακτηριστικά των μηχανών παρά στα τυλίγματα οπλισμού, κάνοντας ευρεία χρήση των προτύπων NEMA και πινάκων σε αναλύσεις, παραδείγματα και προβλήματα.

Ο κοινός κορμός απαιτεί περίπου 27 διδακτικές περιόδους και προτείνεται για όλα τα μαθήματα ηλεκτρικών μηχανών ανεξάρτητα από τη διάρκεια (ενός τριμήνου, ενός εξαμήνου, 2 τριμήνων ή 2 εξαμήνων). Ο περιορισμένος διαθέσιμος χρόνος στα τρίμηνα μαθήματα (περίπου 30 διδακτικές ώρες) στις περισσότερες περιπτώσεις, θα περιορίσει το διδακτικό περιεχόμενο του μαθήματος στη συνηθισμένη ύλη κορμού. Για τις μηχανές μπορεί να αντικατασταθεί ή να εμπλουτιστεί με προαιρετικά επιμέρους στοιχεία επιλεκτικά, ώστε να συμβαδίσει με τις βιομηχανικές προδιαγραφές της κάθε περιοχής.

Μαθήματα ενός εξαμήνου ή 2 εξαμήνων και 2 τριμήνων προσφέρουν μεγάλη ευχέρεια και εκτενέστερη αναφορά και μελέτη των προαιρετικών στοιχείων, δίνοντας τη δυνατότητα στο διδάσκοντα να διαμορφώσει το μάθημα ώστε να καλύπτει συγκεκριμένα κεφάλαια που υπάρχουν στο βοήθημα του διδάσκοντα, μαζί με συνοπτική περιγραφή γενικής χρήσης ενός εξαμήνου, η οποία μπορεί να προσαρμοστεί εύκολα στις διαφορετικές απαιτήσεις των συγκεκριμένων μαθημάτων στα διάφορα πανεπιστήμια.

Έντονα Γράμματα στις Εξισώσεις: Τα έντονα γράμματα στις εξισώσεις και τα σχηματικά διαγράμματα κυκλωμάτων χρησιμοποιούνται σε όλο το κείμενο για να υποδεικνύουν ορισμένα στοιχεία ως *μιγαδικούς αριθμούς*: διανύσματα ρεύματος **I**, διανύσματα τάσης **V** και **E**, σύνθετη αγωγιμότητα **Y**, σύνθετη αντίσταση **Z** και μιγαδική φαινόμενη ισχύς **S**. Τα αντίστοιχα μέτρα των διανυσμάτων συμβολίζονται με $|I|$, $|V|$, $|E|$, $|Y|$, $|Z|$, $|S|$, ή I , V , E , Y , Z , S

Έντονοι Αριθμοί σε Αγκύλες: Οι έντονοι αριθμοί σε αγκύλες π.χ. [5], αναφέρονται σε συγκεκριμένες αναφορές στο τέλος του κεφαλαίου. Αυτό ενθαρρύνει για επιπλέον ανάλυση, δηλαδή οι φοιτητές δεν θα υποχρεώνονται να ψάχνουν σε μια συλλογή γενικών αναφορών για επιπλέον πληροφορίες για κάποιο συγκεκριμένο θέμα ή στοιχεία.

Σημαντικά Ψηφία: Αν η απάντηση σε ένα ερώτημα ενός προβλήματος χρησιμοποιείται σαν δεδομένο για την επίλυση ενός επόμενου ερωτήματος, η μη στρογγυλοποιημένη τιμή της 1ης απάντησης χρησιμοποιείται ώστε να ελαχιστοποιήσει την απόκλιση από τον υπολογισμό της επόμενης απάντησης. Κατά συνέπεια, όπου είναι απαραίτητο, οι απαντήσεις σε προβλήματα, με πολλά ερωτήματα δίνονται τόσο σε μη στρογγυλοποιημένη όσο και σε στρογγυλοποιημένη μορφή. Για παράδειγμα, εάν η απάντηση του ερωτήματος (α) εμπεριέχει τρία σημαντικά ψηφία, το κείμενο θα την απεικονίζει σαν π.χ. $127,1648 \Rightarrow 127$. Παρόλο που 127 θα είναι η απάντηση, η τιμή $127,1648$ θα χρησιμοποιείται στα επόμενα ερωτήματα (β), (γ) κ.λπ. εκεί πρέπει αντίστοιχα.

Περίληψη Εξισώσεων: Μια περίληψη των εξισώσεων στο τέλος κάθε κεφαλαίου βοηθάει το φοιτητή στην επίλυση των προβλημάτων του αντίστοιχου κεφαλαίου, και είναι μια εύχρηστη πηγή αναφοράς (τυπολόγιο) για τις ενότητες ερωτήσεων ηλε-

κτρικής ισχύος για τις εξετάσεις επαγγελματικής άδειας μηχανικού. Επιπλέον, αφού οι εξισώσεις σχετίζονται με το κείμενο, είναι εύκολο για τον αναγνώστη να βρει την αντίστοιχη εφαρμογή ή και συμπέρασμα.

Αρίθμηση Προβλημάτων: Η αρίθμηση των προβλημάτων σχετίζεται με τις επιμέρους υπο-ενότητες, του κεφαλαίου με τη χρήση ενός συστήματος τριπλής αρίθμησης. Για παράδειγμα, πρόβλημα 5-9/12 σημαίνει Κεφάλαιο 5, Πρόβλημα 9 και προαπαιτεί την Ενότητα 5-12. Αυτό διευκολύνει το διδάσκοντα στο να αναθέτει προβλήματα προς επίλυση για το σπίτι, και το φοιτητή στο να επιλέγει κι άλλα προβλήματα επανάληψης. Προβλήματα των οποίων η επίλυση γίνεται με υπολογιστή (χρησιμοποιώντας κάποιο συγκεκριμένο λογισμικό) σημειώνονται με αστερίσκο.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ο συγγραφέας δράττεται της ευκαιρίας για να εκφράσει την ευγνωμοσύνη του στους κριτές που ακολουθούν των οποίων οι άξιες υποδείξεις και η επικριτική βοήθησαν στο να πάρει την τελική του μορφή το βιβλίο κατά τα διάφορα στάδια διαμόρφωσής του.

Robert L. Anderson, Purdue University, Calumet, Indiana

Charles L. Bachman, Southern College of Technology, Georgia

Thomas J. Bingham, St. Louis Community College, Missouri

Lucas M. Faulkenberry, University of Houston, Texas

Ahmet Fer, Purdue University, Indianapolis, Indiana

Brendan Gallagher, Middlesex County College, New Jersey

James L. Hales, University of Pittsburgh, Johnstown, Pennsylvania

Warren R. Hill, University of Southern Colorado

Gerald Jensen, Western Iowa, Iowa

Joseph Pawelczyk, Erie Community College, New York

John Stratton, Rochester Institute of Technology, New York

Conrad Youngren, SUNY-Maritime, New York

Kurdet Yurtseven, Penn State University, Harrisburg, Pennsylvania

Ειδικές ευχαριστίες στον προϊστάμενο Dr. George J. Billy και τους υπαλλήλους Mr. Donald Gill, Ms. Marilyn Stern, Ms. Laura Cody και Ms. Barbara Adesso, της βιβλιοθήκης της Merchant Marine Academy των Ηνωμένων Πολιτειών, για την ευγενική βοήθειά τους στον εντοπισμό των απαραίτητων αναφορών. Εγκάρδιες ευχαριστίες στη θαυμάσια σύζυγό μου Josephine για την προτροπή, εμπιστοσύνη, συμβουλή, υπομονή και συντροφικότητα στη διάρκεια των πολλών ετών που απαιτήθηκαν για την προετοιμασία των αρχικών κειμένων. Οι πρώιμες αναγνώσεις

των χειρογράφων στα διάφορα στάδια διαμόρφωσης βοήθησαν στην καθαρότητα της έκφρασης και την αποφυγή ασαφειών. Τα φαινομενικά ατελείωτα χρόνια στις γραφομηχανές και τα πληκτρολόγια, πάνω σ' αυτό και σε άλλα κείμενα ήταν στην πραγματικότητα ένα έργο αγάπης.

Charles I. Hubert

Περιεχόμενα

1	Μαγνητισμός, Ηλεκτρομαγνητικές Δυνάμεις, Παραγόμενες Τάσεις και Μετατροπή Ενέργειας	27
1.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	27
1.2	ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ	27
1.3	ΟΡΙΣΜΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	29
1.4	ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΙΣΩΣΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ	31
1.5	ΣΧΕΤΙΚΗ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΗΣ.....	32
1.6	ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ.....	40
1.7	ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΥΣΤΕΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΥΣΤΕΡΗΣΗΣ	43
1.8	ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ (ΔΡΑΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ)	45
1.9	ΘΕΜΕΛΙΩΔΗΣ ΔΙΠΟΛΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ.....	47
1.10	ΜΕΤΡΟ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΗΣ ΣΕ ΡΕΥΜΑΤΟΦΟΡΟ ΑΓΩΓΟ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΜΕΣΑ ΣΕ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ (ΚΑΝΟΝΑΣ ΒΛΙ).....	47
1.11	ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΕΠΑΓΟΜΕΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ (ΔΡΑΣΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ).....	51
1.12	ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗΣ ΔΙΠΟΛΙΚΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ	55
1.13	ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΣΤΡΕΦΟΜΕΝΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ.....	58
1.14	ΔΙΝΟΡΡΕΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΔΙΝΟΡΡΕΥΜΑΤΩΝ.....	58
1.15	ΜΗΧΑΝΕΣ ΜΕ ΠΟΛΟΥΣ ΠΟΛΟΥΣ, ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΟΙΡΕΣ.....	60
	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΙΣΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ.....	63
	ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΕΙΜΕΝΟ.....	64
	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ.....	65
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	66
2	Αρχές Μετασχηματιστών	71
2.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	71
2.2	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	71

2.3	ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ.....	73
2.4	ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΜΕ ΗΜΙΤΟΝΟΕΙΔΕΙΣ ΤΑΣΕΙΣ	76
2.5	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΕΝ-ΚΕΝΩ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	78
2.6	ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΥΠΟ ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΙ ΑΝΕΥ ΦΟΡΤΙΟΥ	82
2.7	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΣΚΕΔΑΣΗΣ ΣΤΗΝ ΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ.....	84
2.8	ΙΔΑΝΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ.....	85
2.9	ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΣΚΕΔΑΣΗΣ ΚΑΙ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ	89
2.10	ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΣΥΝΘΕΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ.....	93
2.11	ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΑΣΗΣ.....	100
2.12	ΑΝΑ - ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΝΘΕΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΣΥΝΘΕΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΤΥΛΙΓΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ.....	104
2.13	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ	112
2.14	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ.....	117
	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΙΣΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ.....	122
	ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΕΙΜΕΝΟ.....	124
	ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	125
	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ.....	125
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	126
3	Συνδέσεις Μετασχηματιστών, Λειτουργία, Εξειδικευμένοι Μετασχηματιστές	135
3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	135
3.2	ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΑΚΡΟΔΕΚΤΩΝ.....	136
3.3	ΠΙΝΑΚΙΔΕΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ.....	138
3.4	ΑΥΤΟΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ.....	140
3.5	ΥΠΟΒΙΒΑΣΤΕΣ-ΕΝΙΣΧΥΤΕΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ.....	147
3.6	ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ.....	150
3.7	ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΜΕΤΑΞΥ ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΕΝΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ	153
3.8	ΡΕΥΜΑ ΕΙΣΡΟΗΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ.....	157

3.9	ΑΡΜΟΝΙΚΕΣ ΣΤΟ ΡΕΥΜΑ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ.....	158
3.10	ΤΡΙΦΑΣΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ.....	161
3.11	ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ.....	166
3.12	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΦΑΣΗΣ 30° ΟΤΑΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΖΟΝΤΑΙ ΣΥΣΤΟΙΧΙΕΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ.....	168
3.13	ΚΑΤΑΣΤΟΛΗ ΑΡΜΟΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΡΙΦΑΣΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ.....	171
3.14	ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΟΡΓΑΝΩΝ.....	173
	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΙΣΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ.....	177
	ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΕΙΜΕΝΟ.....	178
	ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	178
	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ.....	178
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	180
4	Αρχές Τριφασικών Επαγωγικών Κινητήρων	185
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	185
4.2	ΔΡΑΣΗ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	186
4.3	ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ.....	188
4.4	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	188
4.5	ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ.....	193
4.6	ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΠΟΛΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ.....	194
4.7	ΟΛΙΣΘΗΣΗ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΔΡΟΜΕΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΑΣΗ.....	195
4.8	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΟΥ ΔΡΟΜΕΑ ΕΝΟΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	198
4.9	ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΤΟΠΟΣ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΔΡΟΜΕΑ.....	201
4.10	ΙΣΧΥΣ ΔΙΑΚΕΝΟΥ.....	203
4.11	ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΗ ΡΟΠΗ.....	205
4.12	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΡΟΠΗΣ-ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.....	209
4.13	ΠΑΡΑΣΙΤΙΚΕΣ ΡΟΠΕΣ.....	213
4.14	ΡΟΠΗ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ.....	214
4.15	ΑΠΩΛΕΙΕΣ, ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ.....	215

	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΙΣΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ.....	219
	ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΕΙΜΕΝΟ.....	220
	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ.....	221
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	222
5	Κατηγοριοποίηση, Απόδοση, Εφαρμογές και Λειτουργία Τριφασικών Επαγωγικών Μηχανών	227
5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	227
5.2	ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΚΛΩΒΟΥ ΚΑΤΑ ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΝΕΜΑ	229
5.3	ΠΙΝΑΚΕΣ ΝΕΜΑ [9].....	232
5.4	ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΜΗΧΑΝΗΣ, ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΑΣΗΣ ΣΤΑΤΗ	240
5.5	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΡΟΠΗΣ-ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	245
5.6	ΜΕΡΙΚΕΣ ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΟΜΑΛΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΚΛΩΒΟΥ	250
5.7	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΝΕΜΑ ΣΤΗΝ ΤΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ.....	253
5.8	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΗ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗΣ ΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΜΗ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	254
5.9	ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΠΕΡΙΕΛΙΓΜΕΝΟΥ ΔΡΟΜΕΑ	262
5.10	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΟΜΑΛΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΗΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΠΕΡΙΕΛΙΓΜΕΝΟΥ ΔΡΟΜΕΑ	267
5.11	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΙΝΑΚΙΔΑΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	270
5.12	ΡΕΥΜΑ ΕΙΣΡΟΗΣ ΚΛΕΙΔΩΜΕΝΟΥ ΔΡΟΜΕΑ.....	274
5.13	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΕΚΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΗ ΖΩΗ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	277
5.14	ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΠΑΝΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΕΚΤΟΣ-ΦΑΣΗΣ	278
5.15	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΣΥΜΜΕΤΡΩΝ ΠΟΛΙΚΩΝ ΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΕΝΟΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	279
5.16	ΑΝΑ-ΜΟΝΑΔΑ ΤΙΜΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	282
5.17	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	284
5.18	ΕΠΑΓΩΓΙΚΕΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ	291
5.19	ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΕΔΗΣΗ ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ.....	301
5.20	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	303

5.21	ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΚΛΑΔΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	314
	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΙΣΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ	315
	ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΕΙΜΕΝΟ.....	319
	ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	320
	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ.....	320
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	322
6	Μονοφασικοί Επαγωγικοί Κινητήρες	333
6.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	333
6.2	ΘΕΩΡΙΑ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ ΚΑΙ ΔΡΑΣΗ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	334
6.3	ΔΡΑΣΗ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕΣΩ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΦΑΣΕΩΝ.....	337
6.4	ΡΟΠΗ ΚΛΕΙΔΩΜΕΝΟΥ ΔΡΟΜΕΑ	337
6.5	ΠΡΑΚΤΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΕΝΩΝ ΤΥΛΙΓΜΑΤΩΝ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ.....	341
6.6	ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΕΝΩΝ ΤΥΛΙΓΜΑΤΩΝ ΜΕ ΠΥΚΝΩΤΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ.....	344
6.7	ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΣΕ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.....	351
6.8	ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΥΣ ΠΟΛΟΥΣ.....	351
6.9	ΝΕΜΑ-ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΓΙΑ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΥΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.....	352
6.10	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΡΙΦΑΣΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΑΠΟ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ	353
6.11	ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΤΗΤΑ (ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ)	354
	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΙΣΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ.....	358
	ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΕΙΜΕΝΟ.....	358
	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ.....	359
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	359
7	Μηχανές Ειδικών Εφαρμογών	363
7.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	363
7.2	ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	363
7.3	ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΥΣΤΕΡΗΣΗΣ	367
7.4	ΒΗΜΑΤΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	373
7.5	ΒΗΜΑΤΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ.....	374

7.6	ΒΗΜΑΤΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΟΝΙΜΟΥ ΜΑΓΝΗΤΗ.....	379
7.7	ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΒΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ.....	382
7.8	ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ.....	383
7.9	ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΓΙΟΥΝΙΒΕΡΣΑΛ.....	388
	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΙΣΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ.....	390
	ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΕΙΜΕΝΟ.....	391
	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ.....	392
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	393
8	Σύγχρονοι Κινητήρες	395
8.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	395
8.2	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	396
8.3	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	399
8.4	ΦΟΡΤΙΟ ΛΕΟΝΑ, ΓΩΝΙΑ ΡΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΗ ΡΟΠΗ.....	402
8.5	ΑΝΤΙΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ (ΑΗΕΔ) ΚΑΙ ΤΑΣΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	404
8.6	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΚΑΙ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΕΝΟΣ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	407
8.7	ΕΙΣΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ (ΙΣΧΥΣ ΜΑΓΝΗΤΗ).....	408
8.8	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΛΕΟΝΑ ΣΤΟ ΡΕΥΜΑ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΤΗ ΓΩΝΙΑ ΡΟΠΗΣ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ.....	411
8.9	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΤΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ ΠΕΔΙΟΥ ΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	412
8.10	ΚΑΜΠΥΛΕΣ V.....	414
8.11	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	416
8.12	ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	417
8.13	ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΕΚΤΥΠΩΝ ΠΟΛΩΝ.....	421
8.14	ΡΟΠΗ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ.....	425
8.15	ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ.....	426
8.16	ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΕΔΗΣΗ.....	426
	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΙΣΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ.....	426

	ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΕΙΜΕΝΟ.....	427
	ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	427
	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ.....	428
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	428
9	Σύγχρονες Γεννήτριες (Εναλλακτικές)	435
9.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	435
9.2	ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΕ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ.....	436
9.3	ΕΞΙΣΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	441
9.4	ΦΟΡΤΙΣΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΡΡΟΠΗ.....	443
9.5	ΦΟΡΤΙΟ, ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΙ Η ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΜΗΧΑΝΗ.....	444
9.6	ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΣ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ.....	445
9.7	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΛΕΓΚΤΗ ΚΙΝΗΤΗΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ.....	449
9.8	ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕΤΑΞΥ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΡΩΝ ΣΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟ.....	453
9.9	ΔΡΑΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΡΩΝ.....	459
9.10	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΗ ΔΙΑΚΟΠΗ ΤΩΝ ΑC ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ.....	459
9.11	ΤΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ ΤΡΙΓΩΝΟ ΣΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΕΝΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΡΩΝ.....	460
9.12	ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΑΕΡΓΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕΤΑΞΥ ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΕΝΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΡΩΝ.....	467
9.13	ΤΥΧΑΙΑ ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΕΔΙΟΥ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ.....	472
9.14	ΑΝΑ-ΜΟΝΑΔΑ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ.....	472
9.15	ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΑΣΗΣ.....	473
9.16	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ.....	479
9.17	ΑΠΩΛΕΙΕΣ , ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΑC.....	484
	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ.....	486
	ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΕΙΜΕΝΟ.....	488
	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ.....	488
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	491

10	Βασικές Αρχές Μηχανών Συνεχούς Ρεύματος	499
10.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	499
10.2	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΡΟΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΤΑΣΗ ΜΙΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΟΥΣ ΜΗΧΑΝΗΣ DC.....	500
10.3	ΜΕΤΑΓΩΓΗ.....	505
10.4	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	505
10.5	ΑΝΑΠΤΥΓΜΑ ΑΠΛΟΥ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	508
10.6	ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΨΗΚΤΡΩΝ.....	508
10.7	ΒΑΣΙΚΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ DC.....	508
10.8	ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΑΣΗΣ.....	512
10.9	ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΕ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΑ.....	513
10.10	ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΦΟΡΑΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ DC.....	515
10.11	ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΗ ΡΟΠΗ.....	516
10.12	ΒΑΣΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ DC.....	517
10.13	ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΦΟΡΤΙΣΗΣ ΕΝΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ DC.....	519
10.14	ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.....	521
10.15	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΤΑΓΩΓΗ ΜΗΧΑΝΗΣ DC ΥΠΟ ΦΟΡΤΙΟ.....	521
10.16	ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ ΠΟΛΟΙ.....	524
10.17	ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	526
10.18	ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΨΗΚΤΡΩΝ ΩΣ ΜΕΤΡΟ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ.....	529
10.19	ΤΥΛΙΓΜΑΤΑ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ.....	530
10.20	ΠΛΗΡΕΣ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΞΕΝΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ.....	532
10.21	ΠΛΗΡΕΣ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΞΕΝΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ.....	534
10.22	ΓΕΝΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ DC.....	535
10.23	ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.....	539
10.24	ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΜΕ ΕΞΑΣΘΕΝΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ.....	541
10.25	ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΗ ΡΟΠΗ.....	543

10.26	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ.....	546
10.27	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ DC.....	549
	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΙΣΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ.....	554
	ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΕΙΜΕΝΟ.....	555
	ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	555
	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ.....	555
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	557
11	Χαρακτηριστικές και Εφαρμογές Κινητήρα Συνεχούς Ρεύματος	563
11.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	563
11.2	ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΜΕΣΗΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ.....	563
11.3	ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ.....	563
11.4	ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ.....	565
11.5	ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΦΟΡΑΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ.....	566
11.6	ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ ΣΕΙΡΑΣ.....	566
11.7	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΚΟΡΕΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ DC.....	568
11.8	ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ.....	577
11.9	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DC ΣΤΗ ΜΟΝΙΜΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	581
11.10	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΗΣ ΤΑΣΗΣ.....	583
11.11	ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΕΔΗΣΗ, ΠΕΔΗΣΗ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΒΑΔΙΣΜΟΣ.....	585
11.12	ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΣΗΜΑΝΣΗ ΑΚΡΟΔΕΚΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DC.....	590
	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΙΣΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ.....	591
	ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΕΙΜΕΝΟ.....	592
	ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	592
	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ.....	593
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	594

12	Χαρακτηριστικές και Λειτουργία Γεννήτριας Συνεχούς Ρεύματος	603
12.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	603
12.2	ΑΥΤΟΔΙΕΓΕΙΡΟΜΕΝΕΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΥ ΠΕΔΙΟΥ.....	603
12.3	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΟ "ΧΤΙΣΙΜΟ" ΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΑΥΤΟΔΙΕΓΕΙΡΟΜΕΝΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	607
12.4	ΑΛΛΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ "ΧΤΙΣΙΜΟ" ΤΑΣΗΣ.....	611
12.5	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ ΑΥΤΟΔΙΕΓΕΙΡΟΜΕΝΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ.....	613
12.6	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΤΑΣΗΣ ΑΥΤΟΔΙΕΓΕΙΡΟΜΕΝΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	613
12.7	ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΕΝ-ΚΕΝΩ ΤΑΣΗΣ	615
12.8	ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ	620
12.9	ΕΚΤΡΟΠΕΑΣ ΠΕΔΙΟΥ ΣΕΙΡΑΣ	624
12.10	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΣΥΝΘΕΣΗ.....	626
12.11	ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ.....	626
12.12	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΡΟΟΣΤΑΤΗ ΠΕΔΙΟΥ ΣΤΙΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ-ΤΑΣΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ DC	628
12.13	ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΤΟ ΖΥΓΟ ΜΕΤΑΞΥ ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΕΝΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ DC	628
12.14	ΤΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ ΤΡΙΓΩΝΟ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΜΕΤΑΞΥ ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΕΝΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ DC	631
12.15	ΘΕΩΡΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΜΕΤΑΞΥ ΜΗΧΑΝΩΝ DC ΣΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟ	635
12.16	ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ ΣΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟ	637
12.17	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ.....	638
	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΙΣΩΣΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ.....	640
	ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΕΙΜΕΝΟ.....	640
	ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	640
	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ.....	641
	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	642

13	Έλεγχος Ηλεκτρικών Μηχανών	649
13.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	649
13.2	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΕΓΚΤΩΝ.....	649
13.3	ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	652
13.4	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΛΕΓΚΤΗ.....	655
13.5	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΜΑΝΔΑΛΩΣΗ ΣΕ ΔΙΑΚΟΠΗ ΙΣΧΥΟΣ.....	659
13.6	ΕΚΚΙΝΗΤΕΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ AC.....	661
13.7	ΕΚΚΙΝΗΤΕΣ ΔΥΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ AC.....	662
13.8	ΕΚΚΙΝΗΤΕΣ ΜΕΙΩΜΕΝΗΣ ΤΑΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ AC.....	663
13.9	ΕΛΕΓΚΤΕΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DC.....	664
13.10	ΕΚΚΙΝΗΤΕΣ ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DC.....	664
13.11	ΕΚΚΙΝΗΤΗΣ ΑΗΕΔ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DC.....	667
13.12	ΕΚΚΙΝΗΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΜΕ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΕΔΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DC.....	668
13.13	ΕΛΕΓΚΤΕΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	670
13.14	ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΜΕ ΘΥΡΙΣΤΟΡ.....	671
13.15	ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.....	673
13.16	ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΚΥΚΛΟΜΕΤΑΤΡΟΠΕΩΝ.....	675
13.17	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ.....	676
	ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΟ ΚΕΙΜΕΝΟ.....	679
	ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	679
	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ.....	680
	Παράρτημα	683
A	ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΑ ΤΡΙΦΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	683
B	ΤΡΙΦΑΣΙΚΑ ΤΥΛΙΓΜΑΤΑ ΣΤΑΤΗ.....	707
Γ	ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗΣ, ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΡΟΠΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΡΟΠΗΣ.....	719
Δ	ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΕ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΛΕΓΚΤΩΝ.....	723

Ε	ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ: ΡΕΥΜΑ ΠΛΗΡΟΥΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΕ AMPERES.....	725
ΣΤ	ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ: ΡΕΥΜΑ ΠΛΗΡΟΥΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΕ AMPERES.....	727
Ζ	ΔΙΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΑΓΩΓΩΝ): ΡΕΥΜΑ ΠΛΗΡΟΥΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	729
Η	ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ: ΡΕΥΜΑ ΠΛΗΡΟΥΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	731
Θ	ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΕΤΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ ΣΤΑ 60 ΗΖ.....	733
Ι	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ.....	735

Απαντήσεις στα Προβλήματα με Μονούς Αριθμούς 737

ΒΑΣΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ

Στέφανος Τσιολόγλου

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ

Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Κτιρίων

Συμβατική Τεχνική (με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384) & Τεχνική ΕΙΒ-inTabus

Συμβατική Τεχνική (με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384) & Τεχνική ΕΙΒ-inTabus

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΙΒ-IN TABUS

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ

ΕΙΒ/ΚΝΧ Τεχνική Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων

Κεντρική Διαχείριση Κτιρίων

Προγραμματισμός με το λογισμικό EAS & Professional

Πραγματικές Μελέτες

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ

ΚΕΤΤΕΡΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ

ΤΟΜΟΣ Α

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΗ ΤΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ

ΤΟΜΟΣ Β

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΗ ΤΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Ατζέντα Ηλεκτρολόγου

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ

Επαγγελματικοί Υπολογισμοί Ηλεκτρολόγου

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ

Ηλεκτροτεχνικά Υλικά

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ

ΒΑΣΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ

ΕΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

B.M. WEEDY B.J. CORY

ΜΕΤΑΦΟΡΑ & ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΤΕΤΑΡΤΗ - ΕΚΔΟΣΗ

- Βασικές Έννοιες
- Στοιχεία Συστημάτων Ισχύος
- Έλεγχος της ισχύος και της Συχνότητας
- Έλεγχος της τάσης και της Άμεσης Ισχύος
- Ροή Ισχύος
- Απώλεια Συστημάτων
- Επιπτώσεις Συστημάτων
- Μεταφορά Στοιχείων
- Υπερτάσεις και Απώλειες Ηλεκτρικής Ενέργειας
- Υπερτάσεις και Πρακτικά
- Στοιχεία Ολοκλήρωσης και Διαχείρισης των Συστημάτων Ισχύος

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ

Ψηφιακά Ηλεκτρονικά

ΠΡΩΤΗ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ

FLOYD

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΩΝ

Τεχνική Ατζέντα ΒΑΣΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

Διοίκηση Επιχειρήσεων

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

ΠΡΩΤΗ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ

Ε.Ε. ΟΥΡΣΙΣ ΒΑΜΒΗ

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

Ποιοτική Οργάνωση Βιομηχανικής Παραγωγής

Διαχείριση Ολικής Ποιότητας ISO 9000 Πολιτική Παραγωγής e-production Αυτόματη Παραγωγή

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

Δια Βίου Εκπαίδευση & Επαγγελματική Κατάρτιση

Επιμέλεια: Αναστασία Αθανασούλα - Ρέππα Georg Schuffmann Winfried Fischer Είκο Βασιλειάδης

ΒΙΒΛΙΟΦΟΡΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΜΙΛΟΣ ΙΩΝ

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΩΝ

Συμπληγάδων 7, 12131 Περιστέρι
 Τηλ.: 210/ 57 47 729, 210/ 57 68 853, Fax: 210/ 57 51 438
 e-mail: info@iwn.gr, http://www.iwn.gr

ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ: Σόλωνος 85, 10679, Αθήνα
 Τηλ.: 210/ 33 87 570, Fax: 210/ 33 87 571

ISBN: 978-960-411-670-6

9 789604 116706