



Πάτρα ... 18/11/2009.....
Αριθ. Πρωτ.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ **Ακαδημαϊκού έτους 2009-2010**

Δρ.-Μηχ. Ε. Τατάκης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Οι προτεινόμενες διπλωματικές εργασίες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε οκτώ θεματικές περιοχές:

- A) Θέματα σχετιζόμενα με συστήματα διασύνδεσης φωτοβολταϊκών γεννητριών με το δίκτυο χαμηλής τάσης, όπως μελέτη, προσομοίωση και κατασκευή ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος, διατάξεις εύρεσης του σημείου μέγιστης ισχύος (M.P.P.T. – Maximum Power Point Trackers), μελέτη φαινομένου νησίδας (islanding), αναλυτές ποιότητας ενέργειας και μετρητές ενέργειας, εξομοίωση των χαρακτηριστικών λειτουργίας Φ/Β γεννητριών κλπ.
- B) Μελέτη, προσομοίωση και κατασκευή διατάξεων που χρησιμοποιούνται σε ανεμογεννήτριες.
- Γ) Θέματα που σχετίζονται γενικά με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (μικροδίκτυα, ποιότητα ενέργειας, κλπ).
- Δ) Μελέτη, προσομοίωση και κατασκευή διατάξεων διόρθωσης του συντελεστή ισχύος.
- E) Χρήση της πληροφορικής και της διαδικτυακής επικοινωνίας στη θεωρητική και εργαστηριακή εκπαίδευση στα γνωστικά αντικείμενα των Ηλεκτρονικών Ισχύος, των Ηλεκτρικών Μηχανών και γενικά της Ηλεκτρομηχανικής Μετατροπής Ενέργειας.
- Στ) Μελέτη, προσομοίωση και κατασκευή μετατροπέων για ειδικές εφαρμογές (τροφοδοτικά με πολλαπλά δευτερεύοντα, τροφοδοτικά για διαστημικές εφαρμογές, τροφοδοσία διέγερσης ηλεκτρικών μηχανών, μοντελοποίηση ημιαγωγικών στοιχείων ισχύος κ.ά.).
- Z) Μελέτη, προσομοίωση και κατασκευή διατάξεων για την οδήγηση διαφόρων τύπων κινητήρων, όπως βηματικών, ultrasonic και μονοφασικών ασύγχρονων.
- H) Θέματα σχετιζόμενα με τα ηλεκτροκίνητα οχήματα (ανάλυση ενεργειακής κατανάλωσης, εξοικονόμηση ενέργειας, μετρητικές διατάξεις, ηλεκτρονικό διαφορικό, διατάξεις φόρτισης συσσωρευτών, κλπ).
- Θ) Θέματα σχετιζόμενα με ημιαγωγικά στοιχεία ισχύος από καρβίδιο πυριτίου (SiC). Μελέτη αγοράς, μελέτη προδιαγραφών, μοντελοποίηση των στοιχείων αυτών, μελέτη των κυκλωμάτων παλμοδότησης, ανάλυση της λειτουργίας τους σε διάφορες εφαρμογές.



Πέραν των παραπάνω θεματικών περιοχών παρέχεται, επίσης, η δυνατότητα στους φοιτητές να προτείνουν αντικείμενα στα οποία επιθυμούν να εκπονήσουν τη διπλωματική τους εργασία και θα εξετασθεί η δυνατότητα πραγματοποίησης της πρότασης αυτής.

Κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους 2009-2010 θα ανατεθούν, από τον υπογράφο, δέκα (10) περίπου διπλωματικές εργασίες. Σε όλες τις διπλωματικές εργασίες που προτείνονται περιλαμβάνεται και η κατασκευή μιάς διάταξης, είτε αυτή είναι ένας ηλεκτρονικός μετατροπέας ισχύος, είτε ένα κύκλωμα ελέγχου με αναλογικά/ψηφιακά ηλεκτρονικά ή με μικροεπεξεργαστή, είτε κάποια μετρητική διάταξη, είτε, τέλος, συνδυασμός των προηγούμενων. Οι φοιτητές που ενδιαφέρονται για τα προτεινόμενα θέματα, αφού διαβάσουν το κείμενο που ακολουθεί, θα έχουν τη δυνατότητα επικοινωνίας μαζί μου (όσες φορές επιθυμούν), ώστε να έχουν μία αναλυτικότερη και ακριβέστερη ενημέρωση επί των αντικειμένων που προτείνονται, επί των απαιτήσεων της διπλωματικής, το χρόνο διεκπεραίωσης αυτής κλπ.

Οι φοιτητές που επιθυμούν να συνεργασθούν με τον υπογράφο για την εκπόνηση της διπλωματικής τους εργασίας θα επιλεγούν με βάση ορισμένα ποιοτικά και ποσοτικά κριτήρια ως ακολούθως:

- Αφού επιλέξουν το θέμα (ή τα θέματα) που τους ενδιαφέρουν θα πρέπει να υποβάλουν μία (για κάθε θέμα) σύντομη έκθεση (ως 5 σελίδες) η οποία θα περιλαμβάνει πληροφορίες-βιβλιογραφία που θα συλλέξουν πάνω στο αντικείμενο, τη μεθοδολογία (σε γενικές γραμμές) με βάση την οποία θα αντιμετωπίσουν το θέμα, μία σύντομη και γενική περιγραφή της διάταξης που σκοπεύουν να υλοποιήσουν και ότι άλλο κρίνουν σκόπιμο, ώστε να γίνει εμφανές ότι έχουν κατανοήσει, γενικά, το θέμα με το οποίο επιθυμούν ν'ασχοληθούν.
- Το παραπάνω κείμενο θα συνοδεύεται από πληροφορίες (σε ξεχωριστή σελίδα) που αφορούν το πόσα μαθήματα οφείλουν, αν στα μαθήματα αυτά περιλαμβάνονται και ορισμένα βασικά μαθήματα (όπως αυτά που αναφέρονται παρακάτω), καθώς και το μέσο όρο βαθμολογίας τους στα τρία πρώτα έτη (κατά προσέγγιση).
- Επίσης θα συνοδεύεται και από πληροφορίες που αφορούν τους μέσους όρους των βαθμών τους σε ορισμένα βασικά μαθήματα του προγράμματος σπουδών των τριών πρώτων ετών του Τμήματος μας όπως, Φυσική, Μαθηματικά, Ανάλυση Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων (συμπεριλαμβανομένων και των Ενεργειακών Κυκλωμάτων), Ηλεκτρομαγνητισμός, Ηλεκτρονικά, Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου και Ηλεκτρικές Μηχανές.
- Σε όσους έχουν επιλέξει το μάθημα Ηλεκτρονικά Ισχύος Ι θα ληφθεί υπόψη και η γενική εικόνα τους από τη συμμετοχή τους στις εργαστηριακές ασκήσεις του μαθήματος αυτού.
- Τέλος, αν απαιτηθεί, κριτήριο στην επιλογή των υποψηφίων θα αποτελέσει και μία προσωπική συνέντευξη του κάθε ενδιαφερόμενου.

Το κείμενο και οι πληροφορίες αυτές θα πρέπει να μου παραδοθούν ως τις αρχές Μαΐου 2010, η δε ανακοίνωση της τελικής επιλογής θα γίνει γύρω στα μέσα Μαΐου 2010.

Δρ.-Μηχ. Ε. Τατάκης
Αναπληρωτής Καθηγητής



Θεματική περιοχή Α:

Θέματα σχετιζόμενα με συστήματα διασύνδεσης φωτοβολταϊκών γεννητριών με το δίκτυο χαμηλής τάσης, όπως μελέτη, προσομοίωση και κατασκευή ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος, διατάξεις εύρεσης του σημείου μέγιστης ισχύος (M.P.P.T. – Maximum Power Point Trackers), μελέτη φαινομένου νησίδας (islanding), αναλυτές ποιότητας ενέργειας και μετρητές ενέργειας, εξομοίωση των χαρακτηριστικών λειτουργίας Φ/Β γεννητριών κλπ.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν ήδη σημαντικότερο ρυθμιστή των ενεργειακών πεπραγμένων σε παγκόσμιο επίπεδο, με την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας να εμφανίζει ραγδαία ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια. Επισημαίνεται ότι, σε διεθνή κλίμακα, παρατηρείται ιδιαίτερα έντονη ερευνητική δραστηριότητα στον τομέα των μικρών Φ/Β μονάδων (ισχύος ως 300W) διεσπαρμένης παραγωγής, που συνδέονται στο δίκτυο χαμηλής τάσης (220V) των αστικών περιοχών. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την απελευθέρωση της ενέργειας, που μαζικά και ουσιαστικά ξεκίνησε πρόσφατα στη χώρα μας, δίνει τη δυνατότητα σε ιδιώτες να παίξουν το ρόλο του “ενεργειακού παραγωγού” και τούτο διότι στα αστικά κέντρα, όπου καταναλώνεται η μερίδα του λέοντος από την ενεργειακή “πίτα”, φαίνεται ότι τα Φ/Β συστήματα είναι αυτά που, λόγω ευελιξίας, θα επικρατήσουν.

Η τελευταία και νεότερη τεχνολογία που εφαρμόζεται στα οικιακά φωτοβολταϊκά συστήματα είναι γνωστή με τον όρο “Φωτοβολταϊκά Πλαίσια Εναλλασσομένου Ρεύματος” (AC-PV Modules). Πρόκειται για φωτοβολταϊκές διατάξεις, ισχύος έως 350W, στις οποίες ενσωματώνεται ένας ηλεκτρονικός μετατροπέας συνεχούς τάσης σε μονοφασική εναλλασσόμενη (αντιστροφέας) και οι οποίες συνδέονται απ’ ευθείας στο δίκτυο χαμηλής τάσης (220V) των αστικών περιοχών. Η απουσία διασυνδέσεων τύπου πλέγματος ή/και αλυσίδας μεταξύ Φ/Β πλαίσιων, καθώς και η δυνατότητα καλύτερου ελέγχου κάθε αυτόνομης διάταξης (Φ/Β πλαίσιο και αντιστροφέας), οδηγούν σε μεγαλύτερη αποδοτικότητα του όλου συστήματος. Επιπλέον το μικρό μέγεθος της μονάδας επιτρέπει την κατασκευή ευέλικτων και μικρών συστημάτων. Στα θετικά της τεχνολογίας των AC-PV Modules θα μπορούσε να προστεθεί επίσης η ευκολία που παρουσιάζει η διασύνδεση αυτών των μονάδων στο δίκτυο (δεν απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό) και η ύπαρξη χαμηλών τιμών συνεχούς τάσης στις συνδέσεις.

Η μετατροπή της συνεχούς τάσης που παράγουν οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες, σε εναλλασσόμενη, πραγματοποιείται με μετατροπείς μιας, δύο, ή και περισσοτέρων βαθμίδων. Η επιλογή της κατάλληλης τοπολογίας του μετατροπέα πρέπει να ικανοποιεί απαιτήσεις όπως α) υψηλό βαθμός απόδοσης σε μεγάλο εύρος λειτουργίας (ευρωπαϊκός βαθμός απόδοσης η_{in}), β) μεγάλη πυκνότητα ισχύος,, γ) χαμηλό κόστος και υψηλή αξιοπιστία και δ) συμμόρφωση με τους κανονισμούς ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας καθώς και με άλλους κανονισμούς, όπως το πρότυπο IEEE 929-2000 Standard (IEEE Recommended Practice for Utility Interface of Photovoltaic PV Systems) και το πρότυπο IEEE 1547 Standard for Interconnecting Distributed Resources with the Electric Power System.

Επιπλέον, η ορθή λειτουργία των συστημάτων αυτών πρέπει να συνδυασθεί με ηλεκτρονικές διατάξεις που στόχο έχουν την ανίχνευση του σημείου μέγιστης απορροφούμενης ισχύος (από τη Φ/Β γεννήτρια), την προστασία τους από υπερτάσεις ή υπερρεύματα, τη διακοπή της λειτουργίας τους σε περίπτωση διακοπής του δικτύου, την αποτροπή της εμφάνισης του φαινομένου νησίδας (islanding) κλπ.

Τέλος, με τα θέματα αυτά συνδέονται και μία πληθώρα περιφερειακών / βοηθητικών συστημάτων, όπως συστήματα επικοινωνίας με το χρήστη, ενημέρωση του χρήστη σε γραφικό περιβάλλον, στατιστική ανάλυση, καταγραφή διαφόρων ηλεκτρικών (ρεύμα, τάση, ισχύς κλπ) και άλλων φυσικών (θερμοκρασία, ηλιοφάνεια κλπ) μεγεθών, συστήματα μέτρησης της απορροφούμενης και της αποδιδόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (αμφίδρομοι μετρητές ενέργειας), συστήματα εργαστηριακής εξομοίωσης των Φ/Β γεννητριών κλπ

Τα τελευταία τέσσερα χρόνια στο Εργαστήριο Ηλεκτρομηχανικής Μετατροπής Ενέργειας υπάρχει, υπό την επίβλεψη του υπογράφοντος, έντονη δραστηριότητα στον τομέα της διερεύνησης των δυνατοτήτων, της βελτιστοποίησης της λειτουργίας και της κατασκευής AC-PV Modules, που περιλαμβάνει σημαντικό αριθμό διπλωματικών εργασιών (Δ. Κλήμης, Π. Σταύρου, Χ. Ντόκας, Ε. Μηλιώνη, Θ. Καλαμάρας, Φ. Κωνσταντάτου, Χ. Μουλός), τρεις διδακτορικές διατριβές (Α. Κυρίτσης-ολοκληρώθηκε, Ι. Κομπούγιας-σε



εξέλιξη, Α. Νανάκος-σε εξέλιξη), ένα ερευνητικό πρόγραμμα (ΠΕΝΕΔ'03) σε εξέλιξη καθώς και δημοσιεύσεις σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια.

Στα πλαίσια της θεματικής αυτής περιοχής προτείνονται τα ακόλουθα θέματα για διπλωματική εργασία:

- 1) Μελέτη, προσομοίωση και κατασκευή ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος για τη διασύνδεση Φωτοβολταϊκών Πλαισίων με το ηλεκτρικό δίκτυο των αστικών περιοχών (AC-PV Modules).
- 2) Μελέτη, προσομοίωση και κατασκευή μετατροπέων Συνεχούς Τάσης σε Συνεχή Τάση (DC-DC Converters) για την ανύψωση της τάσης που παρέχεται από τη Φ/Β γεννήτρια.
- 3) Μελέτη και κατασκευή διατάξεων εξομάλυνσης του ρεύματος εισόδου σε συστήματα διασύνδεσης φωτοβολταϊκών γεννητριών με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.
- 4) Σύγκριση των μεθόδων ανίχνευσης του Σημείου Μέγιστης Ισχύος (M.P.P.T.) και υλοποίηση των πιο σύγχρονων και αποτελεσματικών μεθόδων σε συστήματα διασύνδεσης φωτοβολταϊκών γεννητριών με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.
- 5) Ανάπτυξη συστήματος εργαστηριακής εξομοίωσης και αυτοματοποιημένης μέτρησης των χαρακτηριστικών μιας φωτοβολταϊκής γεννήτριας.
- 6) Ανάπτυξη αυτοματοποιημένου μετρητικού συστήματος για την καταγραφή μετρήσεων ηλεκτρικών μεγεθών, τη μεταφορά δεδομένων και την επικοινωνία μεταξύ χρήστη και φωτοβολταϊκού συστήματος (τόσο εξ' αποστάσεως όσο και στο σημείο παραγωγής).
- 7) Μελέτη θεμάτων και υλοποίηση διατάξεων που σχετίζονται με την ποιότητα ενέργειας, τους αμφίδρομους μετρητές ενέργειας, το φαινόμενο νησίδας κλπ.

Στόχος των δύο πρώτων θεμάτων είναι τόσο η μελέτη, μέσω προγραμμάτων προσομοίωσης (PSpice, Simulink), όσο και η υλοποίηση νέων τοπολογιών μετατροπέων που παρουσιάστηκαν στη διεθνή βιβλιογραφία τα τελευταία χρόνια και χρησιμοποιούνται στα "Φωτοβολταϊκά Πλαίσια Εναλλασσόμενου Ρεύματος" (AC-PV Modules).

Οι παραπάνω μετατροπείς χρησιμοποιούνται σε συστήματα δύο ή και περισσότερων βαθμίδων προκειμένου να εξασφαλιστεί η αποδοτική παραγωγή εναλλασσόμενης τάσης "σύμφωνης" με τις προδιαγραφές του ηλεκτρικού δικτύου. Αναλυτικότερα θα διερευνηθούν τόσο η αρχή λειτουργίας τους όσο και οι κυκλωματικοί παράμετροι που επιδρούν στην εύρυθμη λειτουργία τους. Επίσης θα συγκεντρωθούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των μετατροπέων, βάσει διαφόρων παραμέτρων, όπως η απόδοση, η πυκνότητα ισχύος, ο συντελεστής ισχύος, το κόστος, κλπ. Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί στη μελέτη και ανάλυση της λειτουργίας ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος που χρησιμοποιούνται για την ανύψωση της τάσης που παρέχεται από ένα Φ/Β πλαίσιο, η οποία είναι σχετικά χαμηλή (γενικά μικρότερη από 40 V). Οι εργασίες αυτές ολοκληρώνονται με την υλοποίηση εργαστηριακών πρωτοτύπων και την ανάπτυξη κατάλληλων μεθόδων για τη διασύνδεση των μετατροπέων στο ηλεκτρικό δίκτυο χαμηλής τάσης.

Στα πλαίσια του αντικειμένου αυτού υπάρχει η δυνατότητα ανάθεσης **έως και τριών** διαφορετικών διπλωματικών εργασιών, κάθε μία από τις οποίες θα επικεντρώνεται σε διαφορετικό είδος τοπολογίας.

Το τρίτο θέμα αφορά τη διερεύνηση και υλοποίηση διατάξεων για την εξομάλυνση του ρεύματος που παρέχεται από τα Φ/Β στοιχεία σε συστήματα διασύνδεσης Φ/Β γεννητριών με το δίκτυο χαμηλής τάσης. Μπορεί εύκολα ν' αποδειχθεί ότι το ρεύμα που παρέχει η Φ/Β γεννήτρια περιέχει μία σημαντική συνιστώσα στα 100Hz, η οποία δε μπορεί να εξομαλυνθεί απόλυτα με απλή χρήση ηλεκτρολυτικών πυκνωτών (απαιτούνται υψηλές τιμές χωρητικότητας). Το φαινόμενο είναι πιο έντονο σε διατάξεις μίας βαθμίδας, αλλά δεν μπορεί να θεωρηθεί αμελητέο σε διατάξεις δύο βαθμίδων. Η εξομάλυνση του ρεύματος αυτού είναι απαραίτητη για την εύρυθμη και αποδοτικότερη λειτουργία της φωτοβολταϊκής γεννήτριας.

Σκοπός αυτού του θέματος είναι η μελέτη της βιβλιογραφίας και η διερεύνηση, μέσω προσομοίωσης, των διαφόρων λύσεων που προτείνονται για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού. Στη συνέχεια θα επιλεγούν ορισμένες από τις προτεινόμενες διατάξεις και θα υλοποιηθούν, ώστε ν' αποδειχθεί και πειραματικά η αποδοτικότητα και η αξιοπιστία των προτεινόμενων λύσεων.



Στα πλαίσια του αντικειμένου αυτού υπάρχει η δυνατότητα ανάθεσης **μίας** διπλωματικής εργασίας.

Το τέταρτο θέμα αφορά την υλοποίηση μεθόδων ανίχνευσης του σημείου μέγιστης ισχύος (Maximum Power Point Trackers – M.P.P.T.) με τη χρήση είτε αναλογικών ή ψηφιακών ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, είτε μικροεπεξεργαστή, είτε FPGA, είτε, τέλος συνδυασμού αυτών.

Τροχοπέδη στη βέλτιστη λειτουργία των Φ/Β συστημάτων αποτελεί η λειτουργική συμπεριφορά των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Η τάση και το ρεύμα που μπορεί να δώσει ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνεχή μεγέθη. Όμως, σε αντίθεση με τις περισσότερες κοινές ηλεκτρικές πηγές, που διατηρούν περίπου σταθερή τάση στην περιοχή κανονικής λειτουργίας τους, η τάση εξόδου των φωτογεννητριών μεταβάλλεται μη γραμμικά συναρτήσει του ρεύματος που παρέχουν στο εξωτερικό κύκλωμα. Επίσης, η τιμή της τάσης εξόδου μιας Φ/Β γεννήτριας επηρεάζεται σημαντικά από μεταβολές της ηλιακής ακτινοβολίας ή/και της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

Εξαιτίας λοιπόν αυτής της ιδιαιτερότητας που παρουσιάζουν οι φωτογεννήτριες, απαιτείται δραστικός έλεγχος των μετατροπέων που χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση φωτοβολταϊκών συστημάτων με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας των αστικών περιοχών, ώστε στις εκάστοτε συνθήκες ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας περιβάλλοντος να αποδίδεται από το φωτοβολταϊκό στοιχείο η μέγιστη δυνατή ηλεκτρική ισχύς. Ο έλεγχος αυτός είναι γνωστός με την διεθνή ορολογία M.P.P.T. (Maximum Power Point Tracking).

Σκοπός του προτεινόμενου θέματος είναι η διερεύνηση και η σύγκριση των πιο σύγχρονων και αποδοτικών μεθόδων M.P.P.T. Μετά από διεξοδική μελέτη των μεθόδων αυτών θα επιλεγούν οι καταλληλότερες, ώστε να εφαρμοστούν σε τοπολογίες μετατροπέων που έχουν ήδη κατασκευασθεί στο εργαστήριό μας. Για την εφαρμογή των επιλεγμένων M.P.P. ελέγχων, θα εξεταστεί η δυνατότητα υλοποίησής τους τόσο με αναλογικά ή/και ψηφιακά ηλεκτρονικά στοιχεία, όσο και μέσω χρήσης προηγμένου μικροεπεξεργαστή ή ακόμα και ενός FPGA.

Στα πλαίσια του αντικειμένου αυτού υπάρχει η δυνατότητα ανάθεσης ως και **δύο** διαφορετικών διπλωματικών εργασιών.

Το πέμπτο θέμα έχει δύο σκέλη. Το πρώτο σκέλος αναφέρεται στην ανάπτυξη μίας εργαστηριακής διάταξης εξομοίωσης των λειτουργικών χαρακτηριστικών μίας φωτοβολταϊκής γεννήτριας. Το δεύτερο σκέλος αφορά την ανάπτυξη ενός αυτοματοποιημένου συστήματος μετρήσεων των χαρακτηριστικών μιας φωτοβολταϊκής γεννήτριας.

Η υλοποίηση μίας εργαστηριακής διάταξης εξομοίωσης των χαρακτηριστικών μίας Φ/Β γεννήτριας είναι εξαιρετικά χρήσιμη, διότι επιτρέπει τη δοκιμή και τον έλεγχο των Φ/Β συστημάτων εντός του εργαστηρίου, ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες. Επίσης, παρέχεται η δυνατότητα επανάληψης των μετρήσεων ή ορισμένων εξ αυτών, κάτω από τις ίδιες συνθήκες, ώστε να ελεγχθεί η αξιοπιστία της υπό δοκιμή διάταξης.

Σ'ένα πρώτο στάδιο θα πρέπει να μελετηθεί η βιβλιογραφία που σχετίζεται με τα μαθηματικά μοντέλα που περιγράφουν τόσο τις στατικές χαρακτηριστικές εξόδου όσο και τη δυναμική συμπεριφορά μίας Φ/Β γεννήτριας. Για την υλοποίηση του εξομοιωτή μπορεί είτε να χρησιμοποιηθεί ένα τροφοδοτικό συνεχούς τάσης του εμπορίου, είτε να κατασκευασθεί ένας μετατροπέας που να παρέχει συνεχή τάση στην έξοδο του. Σε αμφότερες τις περιπτώσεις θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα εξωτερικού ελέγχου της τάσης και του ρεύματος εξόδου του τροφοδοτικού. Για τον έλεγχο της διάταξης παροχής τάσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε το λογισμικό «LabView 7.0» (όπως περιγράφεται στη συνέχεια για το δεύτερο σκέλος της διπλωματικής) είτε να υλοποιηθεί μία διάταξη η λειτουργία της οποίας θα βασίζεται κάποιο μικροεπεξεργαστή (ο τύπος του μP θα καθοριστεί από το Εργαστήριο).

Για την υλοποίηση του δεύτερου σκέλους της προτεινόμενης εργασίας, που σχετίζεται με την ανάπτυξη ενός αυτοματοποιημένου συστήματος μετρήσεων των χαρακτηριστικών μιας φωτοβολταϊκής γεννήτριας, θα χρησιμοποιηθεί το λογισμικό «LabView 7.0» της εταιρίας National Instruments, ενώ θα πρέπει επίσης να επιλεγού ή να αναπτυχθούν:

- Το κατάλληλο υλικό (κάρτες) συλλογής δεδομένων, που απαρτίζονται από μετατροπείς αναλογικού σήματος σε ψηφιακό, ψηφιακές εισόδους/εξόδους, απαριθμητές και χρονιστές, κλπ



- Οι μετρητικές διατάξεις (τάσης, ρεύματος, ισχύος, θερμοκρασίας, κ.τ.λ.) οι οποίες αποτελούνται από αισθητήρες μέτρησης καθώς και τα κυκλώματα διαμόρφωσης των σημάτων αυτών.
- Το λογισμικό για τον προγραμματισμό των καρτών συλλογής δεδομένων, τη λήψη, άμεση καταγραφή, επεξεργασία και ανάλυση των πραγματικών μετρήσεων με δυνατότητα γραφικής παρουσίασης αυτών.

Στα πλαίσια του αντικειμένου αυτού υπάρχει η δυνατότητα ανάθεσης ως και **δύο** διαφορετικών διπλωματικών εργασιών.

Σκοπός του έκτου θέματος είναι η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου αυτοματοποιημένου συστήματος για την μεταφορά πληροφοριών και δεδομένων μεταξύ "χρήστη - ενεργειακού παραγωγού" και φωτοβολταϊκού συστήματος. Ζητείται να αναπτυχθεί γραφικό περιβάλλον που θα προσφέρει στο "χρήστη - παραγωγό ηλεκτρικής ενέργειας" τη δυνατότητα εποπτείας των σημαντικότερων μεγεθών της συσκευής που χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση του Φ/Β συστήματος με το ηλεκτρικό δίκτυο, δηλαδή την προσφερόμενη στο δίκτυο και την αποδιδόμενη από το Φ/Β ισχύ, το βαθμό απόδοσης, το συντελεστή ισχύος, την ποιότητα ισχύος, τη θερμοκρασία των φωτοβολταϊκών στοιχείων, κ.τ.λ. Το ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής δεδομένων θα πρέπει να υποστηρίζει την εξ' αποστάσεως μεταφορά δεδομένων, μέσω του διαδικτύου, σε απομακρυσμένους σταθμούς.

Το συνολικό σύστημα θα πρέπει να είναι χαμηλού κόστους, εύχρηστο και η απεικόνιση των αποτελεσμάτων μέτρησης να γίνεται γραφικά σε προσωπικό υπολογιστή. Για το λόγο αυτό προτείνεται η χρήση μικροεπεξεργαστή με δυνατότητες καταγραφής αναλογικών μεγεθών. Επιπλέον, βασικό τμήμα της εργασίας αυτής είναι η υλοποίηση μετρητικών διατάξεων, χαμηλού κόστους, για την πραγματοποίηση των απαραίτητων μετρήσεων και η επιλογή των κατάλληλων αισθητήρων.

Στα πλαίσια του αντικειμένου αυτού υπάρχει η δυνατότητα ανάθεσης **μίας ή δύο** διπλωματικών εργασιών.

Τέλος, το έβδομο θέμα σχετίζεται με θέματα περιφερειακά, αλλά εξαιρετικά σημαντικά, που αφορούν γενικά τη διασύνδεση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (και ειδικά Φ/Β γεννητριών στην προκειμένη περίπτωση) με το δίκτυο χαμηλής τάσης.

Η ποιότητα ισχύος, λόγω και της ευρείας χρήσης ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος, αποτελεί τα τελευταία χρόνια αντικείμενο εντατικής έρευνας. Η παρεχόμενη ημιτονοειδής τάση παραμορφώνεται για πολλούς λόγους, όπως οι υπερτάσεις και τα υπερρεύματα, οι μεταβολές της συχνότητας, οι διακοπές (μακράς ή μικρής διάρκειας), οι αρμονικές κλπ. Η Ευρωπαϊκή τυποποίηση EN50160 καθορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις που θα πρέπει να πληρούν τα χαρακτηριστικά της τάσης η οποία παρέχεται από τα δίκτυα χαμηλής και μέσης τάσης. Επομένως, στα μοντέρνα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας με διεσπαρμένη παραγωγή, είναι σημαντικό να καταγράφονται τόσο η παραγόμενη όσο και η απορροφούμενη ενεργός ισχύς, άλλα και άλλες παράμετροι που σχετίζονται με την ποιότητα ενέργειας, όπως η άεργος ισχύς, οι αρμονικές, οι διακοπές, οι μεταβολές της συχνότητας κλπ.

Σημαντικό επίσης πρόβλημα στα συστήματα διεσπαρμένης παραγωγής είναι και η εμφάνιση του φαινομένου νησίδας (islanding). Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται σε ειδικές περιπτώσεις, όπου παρ' ότι υπάρχει ηθελημένη διακοπή του δικτύου (λόγω π.χ. επισκευής κάποιας βλάβης), οι καταναλωτές συνεχίζουν να τροφοδοτούνται από τους ανεξάρτητους παραγωγούς και οι γραμμές μεταφοράς παραμένουν υπό τάση.

Σκοπός της προτεινόμενης διπλωματικής εργασίας είναι, αρχικά, η μελέτη των διεθνών τυποποιήσεων (standards) που ισχύουν για διατάξεις διασύνδεσης Φ/Β γεννήτριας και δικτύου, στη συνέχεια η μελέτη άρθρων που σχετίζονται με την ποιότητα ενέργειας, τους αμφίδρομους μετρητές ενέργειας και το φαινόμενο νησίδας και τέλος η κατανόηση των προβλημάτων που παρουσιάζονται. Επιπλέον, θα πρέπει ν' αναπτυχθεί ηλεκτρονική διάταξη η οποία να ανιχνεύει την εμφάνιση προβλημάτων στο δίκτυο χαμηλής τάσης και να ενεργεί ανάλογα με τις απαιτούμενες προδιαγραφές.

Στα πλαίσια του αντικειμένου αυτού υπάρχει η δυνατότητα ανάθεσης **μίας** διπλωματικής εργασίας.



Θεματική περιοχή Β:

Μελέτη, προσομοίωση και κατασκευή διατάξεων που χρησιμοποιούνται σε ανεμογεννήτριες.

Η μείωση των αποθεμάτων των φυσικών πόρων που χρησιμοποιούνται ως "πρώτη ύλη" για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικούς σταθμούς και τα ολοένα αυξανόμενα περιβαλλοντικά προβλήματα οδήγησαν στην αναγκαιότητα της διερεύνησης εναλλακτικών δυνατοτήτων ηλεκτροπαραγωγής. Μέχρι σήμερα, το φυσικό αέριο και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρουσιάζονται ως οι πλέον δημοφιλείς λύσεις. Από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, φαίνεται ότι η αιολική ενέργεια θα διαδραματίσει πρωτεύοντα ρόλο τα χρόνια που ακολουθούν για την παραγωγή μεγάλων ποσών ηλεκτρικής ενέργειας σε απομακρυσμένες (από τους ενεργειακούς καταναλωτές) εγκαταστάσεις.

Από την ανάλυση της βιβλιογραφίας είναι φανερό ότι τα συστήματα ανεμογεννητριών με μεταβλητό αριθμό στροφών, στα οποία η διασύνδεση της γεννήτριας με το δίκτυο επιτυγχάνεται μέσω ηλεκτρονικών διατάξεων ισχύος, προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα και για το λόγο αυτό έχουν καθιερωθεί. Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχει μία πληθώρα προτάσεων, όσον αφορά τη διαμόρφωση του ηλεκτρικού συστήματος διασύνδεσης ανεμογεννήτριας και δικτύου.

Το σύστημα που επιλέχθηκε να μελετηθεί περιλαμβάνει συνοπτικά τα ακόλουθα τμήματα: ασύγχρονη γεννήτρια, πυκνωτές για την αυτοδιέγερση της γεννήτριας, τριφασική ανορθωτική διάταξη με διόδους, διάταξη ανύψωσης της τάσης, τριφασικό αντιστροφέα τάσης, φίλτρο εξόδου και τη διασύνδεση με το δίκτυο χαμηλής τάσης. Στα πλαίσια διπλωματικών εργασιών που εκπονήθηκαν ή εκπονούνται στο Εργαστήριο Ηλεκτρομηχανικής Μετατροπής Ενέργειας (Α. Τζινευράκης, Δ. Κολοβού, Δ. Παπαγεωργίου, Θ. Διαγούπης, Κ. Περράκης, Π. Γρυπαίος, Κ. Παππάς), υπό την επίβλεψη του υπογράφοντος, έχει ήδη γίνει μια πρώτη και σημαντική προσπάθεια προσομοίωσης ενός συστήματος (ισχύος της τάξης των 2 kW) με τη βοήθεια του λογισμικού Simulink του Matlab, καθώς και μελέτη της λειτουργίας ασύγχρονης μηχανής ως γεννήτριας. Επιπλέον, στο παρελθόν, έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες, κυρίως μέσω διπλωματικών εργασιών, για την εργαστηριακή εξομοίωση του ανεμοκινητηρίου συστήματος. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έχουν δημοσιευθεί σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια.

Με βάση τα προαναφερθέντα και στα πλαίσια της θεματικής αυτής περιοχής προτείνονται τρία θέματα:

- 1) Μελέτη και κατασκευή τριφασικού αντιστροφέα τάσης και του φίλτρου εξόδου, για σύστημα διασύνδεσης ανεμογεννήτριας με το δίκτυο.**
- 2) Μελέτη και κατασκευή μετατροπέα ανύψωσης της τάσης εξόδου της γεννήτριας**
- 3) Μελέτη, προσομοίωση και κατασκευή συστήματος διασύνδεσης μικρής ανεμογεννήτριας με το δίκτυο χαμηλής τάσης.**

Στόχος του πρώτου θέματος είναι η μελέτη και κατασκευή ενός τριφασικού αντιστροφέα τάσης, καθώς και του φίλτρου εξόδου του (δηλαδή του τελευταίου σταδίου του συστήματος που περιγράφηκε προηγουμένως). Επίσης, θα πρέπει να σχεδιασθεί και το σύστημα ελέγχου του μετατροπέα αυτού, έτσι ώστε να επιτευχθεί ροή ισχύος προς το δίκτυο. Στην κατασκευή θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην υλοποίηση διατάξεων προστασίας των ημιαγωγικών στοιχείων ισχύος.

Στα πλαίσια του αντικειμένου αυτού υπάρχει η δυνατότητα ανάθεσης **μίας** διπλωματικής εργασίας.

Στόχος του δεύτερου θέματος είναι η μελέτη και κατασκευή μετατροπέα ανύψωσης της τάσης που παράγει η γεννήτρια. Ανάλογα με τον αντιστροφέα με τον οποίο επιτυγχάνεται η σύνδεση με το δίκτυο εναλλασσόμενης τάσης (μονοφασικός ή τριφασικός), η τάση εισόδου του αντιστροφέα αυτού οφείλει να είναι υψηλότερη από μία τιμή, την οποία δεν μπορεί να μας δώσει η γεννήτρια. Για το λόγο αυτό απαιτείται και η παρουσία του προαναφερθέντος μετατροπέα ανύψωσης τάσης. Θα εξετασθούν διάφορες τοπολογίες.

Στα πλαίσια του αντικειμένου αυτού υπάρχει η δυνατότητα ανάθεσης ως και **δύο** διαφορετικών διπλωματικών εργασιών.



Στόχος του τρίτου θέματος είναι η μελέτη, προσομοίωση και κατασκευή διάταξης διασύνδεσης μιας μικρής ανεμογεννήτριας, που παρέχει στην έξοδο της συνεχή τάση, με το δίκτυο χαμηλής τάσης των 220V. Διαπιστώθηκε ότι στο εμπόριο διατίθενται μικρές ανεμογεννήτριες, ισχύος περίπου 400W-1000W, που παρέχουν συνεχή τάση 12V, 24V, 36V ή 48V (AIR-X, WHI-100, WHI-200 κλπ). Αρχικά θα πρέπει να μελετηθούν τα χαρακτηριστικά των ανεμογεννητριών αυτών, στη συνέχεια να σχεδιασθεί η διάταξη διασύνδεσης με το δίκτυο (χρησιμοποιώντας, ίσως, κάποια από τις διατάξεις που εφαρμόζονται και σε Φ/Β συστήματα) και να προσομοιωθεί το όλο σύστημα και τέλος να υλοποιηθεί το σύστημα αυτό.

Στα πλαίσια του αντικειμένου αυτού υπάρχει η δυνατότητα ανάθεσης ως και **δύο** διαφορετικών διπλωματικών εργασιών.



Θεματική περιοχή Γ:

Θέματα που σχετίζονται γενικά με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (μικροδίκτυα, ποιότητα ενέργειας, κλπ)

Τα παραδοσιακά Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΗΕ) έχουν δομηθεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας να πραγματοποιείται κεντρικά (για λόγους οικονομικούς και περιβαλλοντικούς), σε τοποθεσίες όπου βρίσκονται οι πρωτογενείς πηγές ενέργειας και στη συνέχεια να μεταφέρεται η ηλεκτρική ενέργεια αυτή στην κατανάλωση, μέσω γραμμών μεταφοράς και διανομής.

Όμως η αυξανόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένα θέμα που μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την αξιοπιστία και την ευστάθεια των ΣΗΕ. Επομένως, για την αξιόπιστη ηλεκτροδότηση ενός φορτίου απαιτείται η επέκταση και η ενίσχυση των δικτύων μεταφοράς και διανομής, καθώς και η διάθεση σημαντικών κεφαλαίων για τη δημιουργία κεντρικών μονάδων παραγωγής.

Σε αρκετές περιπτώσεις η τοπική κάλυψη των απαιτήσεων σε φορτίο από αποκεντρωμένες μονάδες παραγωγής (Dispersed Generation – DG), που συμπεριλαμβάνουν και ΑΠΕ, επιτρέπει στις επιχειρήσεις διανομής ηλεκτρικής ενέργειας να αντιμετωπίσουν τις διαρκώς αυξανόμενες ενεργειακές απαιτήσεις με αξιοπιστία και μικρό κόστος. Η ευρεία χρήση διεσπαρμένων μονάδων παραγωγής μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και το μετριασμό των κλιματικών αλλαγών, επειδή η λειτουργία των μονάδων αυτών βασίζεται, κατά κύριο λόγο σε ΑΠΕ, δηλαδή σε τεχνολογίες που χαρακτηρίζονται από χαμηλές εκπομπές καυσαερίων.

Ο τρόπος αυτός εξυπηρέτησης τοπικών φορτίων αποτελεί και τη βασική φιλοσοφία επί της οποίας έχουν δομηθεί τα νεοεμφανιζόμενα ηλεκτρικά συστήματα, τα οποία ονομάζονται Μικροδίκτυα (Micro-Grids – MG). Τα Μικροδίκτυα είναι δηλαδή συστήματα διανομής μέσης ή χαμηλής τάση, στα οποία είναι διασυνδεδεμένες μεταξύ τους μονάδες διεσπαρμένης παραγωγής (συμπεριλαμβανομένων και μονάδων παραγωγής από ΑΠΕ), μονάδες συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού, διατάξεις αποθήκευσης ενέργειας και φορτία και στα οποία η διαχείριση της ροής ενέργειας εξασφαλίζεται από έναν κεντρικό ελεγκτή. Χαρακτηριστική ιδιότητα των Μικροδικτύων αποτελεί η ικανότητά τους να λειτουργούν τόσο σε συνδυασμό με το προϋπάρχον δίκτυο μέσης ή χαμηλής τάσης όσο και αυτόνομα.

Ήδη στο εργαστήριο ολοκληρώνεται μία πρώτη μελέτη μικροδικτύου (διπλωματική εργασία Ε. Κεμενέ) και υπάρχει η πρόθεση υλοποίησης ενός τμήματος του συστήματος (Φ/Β και νητζελογεννήτρια)

Με βάση τα προαναφερθέντα, στα πλαίσια της θεματικής αυτής περιοχής, προτείνεται η ακόλουθη διπλωματική εργασία:

1) Μελέτη, προσομοίωση και κατασκευή ενός αυτόνομου μικροδικτύου χαμηλής ισχύος.

Ο στόχος του προτεινόμενου θέματος είναι διττός:

Πρώτον, η μελέτη και ανάλυση της βιβλιογραφίας καθώς και η διερεύνηση, μέσω προσομοίωσης, της λειτουργικής συμπεριφοράς ενός μικροδικτύου που θα περιλαμβάνει μία νητζελογεννήτρια, μονάδες παραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες, κυψέλες καυσίμου, κλπ), μονάδα αποθήκευσης της ενέργειας και φορτία (γραμμικά ή/και μη γραμμικά). Η διερεύνηση αυτή θα εστιασθεί κατά κύριο λόγο στη συμπεριφορά των ηλεκτρονικών διατάξεων ισχύος. Επίσης, είναι προφανές ότι στη διερεύνηση αυτή συμπεριλαμβάνονται και θέματα που σχετίζονται με την ποιότητα ενέργειας, τις επιπτώσεις της παρουσίας ανώτερων αρμονικών ρεύματος ή/και τάσης κλπ.

Δεύτερον, η σταδιακή υλοποίηση ενός μικροδικτύου χρησιμοποιώντας είτε πραγματικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είτε συστήματα εξομοίωσης αυτών, ώστε τ'αποτελέσματα των προσομοιώσεων να συγκριθούν με πειραματικά αποτελέσματα και να επιβεβαιωθούν τα χρησιμοποιούμενα μοντέλα.

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας παρέχεται η **δυνατότητα συνεργασίας ως και τριών φοιτητών.**

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Διευθυντής: Καθηγητής Δρ.-Μηχ. Αθανάσιος Ν. Σαφάκας





Θεματική περιοχή Δ:

Μελέτη, προσομοίωση και κατασκευή διατάξεων διόρθωσης του συντελεστή ισχύος.

Οι ανορθωτικές διατάξεις εναλλασσόμενης τάσης σε συνεχή (Ε.Τ./Σ.Τ.) είναι οι διατάξεις εκείνες που μετατρέπουν την εναλλασσόμενη τάση του δικτύου σε συνεχή τάση και οι οποίες βρίσκουν εφαρμογή σε φορτία που απαιτούν τροφοδοσία με συνεχή τάση. Με τη χρήση ανορθωτικών διατάξεων πλήρους ανόρθωσης με διόδους και πυκνωτή εξομάλυνσης, ο συντελεστής ισχύος κυμαίνεται στα επίπεδα του 60%. Το γεγονός αυτό οφείλεται τόσο στη διαφορά φάσης που υπάρχει μεταξύ της βασικής αρμονικής του ρεύματος εισόδου και της τάσης του δικτύου, όσο και στην ύπαρξη ανώτερων αρμονικών του ρεύματος.

Οι σύγχρονες εξελίξεις αναφορικά με τα παγκόσμια προβλήματα, όπως η εξοικονόμηση ενέργειας και η ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών, δημιούργησαν νέα δεδομένα σχετικά με τη χρήση των ανορθωτικών διατάξεων Ε.Τ./Σ.Τ. Έτσι οι μετατροπείς αυτοί πρέπει σήμερα να είναι συμβατοί με τους διεθνείς κανονισμούς ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας και παράλληλα να παρουσιάζουν χαμηλή κατανάλωση ισχύος. Στην περίπτωση που οι μετατροπείς αυτοί αποκλίνουν από τις διεθνείς προδιαγραφές η χρήση τους δεν επιτρέπεται. Γι' αυτό το λόγο τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στη διόρθωση του συντελεστή ισχύος των μετατροπέων Ε.Τ./Σ.Τ.

Από την άλλη πλευρά στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΗΕ) αλλά και σε μεγάλους καταναλωτές χρησιμοποιούνται διατάξεις αντιστάθμισης της άεργου ισχύος με έλεγχο πυκνωτών μέσω στατικών ηλεκτρονικών διακοπών (ρυθμιστών τάσης με αντιπαράλληλα θυρίστορ). Στην περίπτωση αυτή μεταβάλλεται η "φαινόμενη" τιμή των πυκνωτών ώστε να επιτυγχάνεται βελτίωση του συντελεστή ισχύος.

Στα πλαίσια της θεματικής αυτής περιοχής προτείνονται δύο διπλωματικές εργασίες:

- 1) Μελέτη και κατασκευή μίας τριφασικής ανορθωτικής διάταξης με διόρθωση του συντελεστή ισχύος.**
- 2) Αντιστάθμιση άεργου ισχύος με έλεγχο πυκνωτών μέσω στατικών ηλεκτρονικών διακοπών.**

Σκοπός της πρώτης διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη (μέσω προσομοίωσης) και η κατασκευή μίας τριφασικής ανορθωτικής διάταξης, με ελεγχόμενα ημιαγωγικά τρανζίστορ ισχύος (π.χ. MOSFET ή IGBT). Με τη διάταξη αυτή θα πρέπει να παράγεται μία σταθερή τάση εξόδου, ανεξάρτητη από το φορτίο και ταυτόχρονα θα επιτυγχάνεται διόρθωση του συντελεστή ισχύος στην είσοδο. Η τάση εξόδου πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 600V και η ισχύς εξόδου γύρω στα 2kW. Σημαντικό τμήμα προς διερεύνηση αποτελεί η μέθοδος ελέγχου των ημιαγωγικών στοιχείων. Σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι ελέγχου, οι οποίες θα πρέπει να αναλυθούν και να αξιολογηθούν. Σημειώνεται ότι, παρόμοιες διατάξεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτο στάδιο μετατροπής σε αντιστροφείς (για διόρθωση του συντελεστή ισχύος στην είσοδο) ή σε συστήματα με ανεμογεννήτριες (Θεματική περιοχή Β), για αντικατάσταση της μη ελεγχόμενης ανορθωτικής γέφυρας από ελεγχόμενους μετατροπείς ανύψωσης τάσης (Boost Converters).

Μία πρώτη προσπάθεια κατασκευής ενός τέτοιου μετατροπέα έχει ήδη πραγματοποιηθεί στα πλαίσια παλαιότερης διπλωματικής εργασίας (Γ. Τζωρτζακάκης, Ιούλιος 2004) που εκπονήθηκε στο Εργαστήριό μας. Ο φοιτητής θα βασισθεί στην υπάρχουσα προσομοίωση και η προσπάθεια θα εστιασθεί κυρίως στην κατασκευή, όπου παρουσιάστηκαν και τα περισσότερα προβλήματα. Ο έλεγχος της διάταξης μπορεί να υλοποιηθεί με αναλογικά ή ψηφιακά στοιχεία ή με μικροεπεξεργαστή. Η διάταξη που προτείνεται να κατασκευαστεί στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής εργασίας θα χρησιμοποιηθεί, κατά βάση, σε ανεμογεννήτριες και για το λόγο αυτό θα πρέπει το σύστημα ελέγχου να σταθεροποιεί την τάση εξόδου ανεξάρτητα από τις μεταβολές της εναλλασσόμενης τάσης εισόδου (που οφείλονται στις μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου). Τα πειραματικά αποτελέσματα θα συγκριθούν με αυτά της προσομοίωσης και θα εξαχθούν συμπεράσματα.

Στα πλαίσια του αντικειμένου αυτού υπάρχει η δυνατότητα ανάθεσης **μίας** διπλωματικής εργασίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Διευθυντής: Καθηγητής Δρ.-Μηχ. Αθανάσιος Ν. Σαφάκας



Σκοπός της δεύτερης διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη (μέσω προσομοίωσης) και η κατασκευή αρχικά μιας μονοφασικής και στη συνέχεια μιας τριφασικής διάταξης με αντιπαράλληλα θυρίστορ, η οποία θα τροφοδοτεί πυκνωτές. Σκοπός είναι ο έλεγχος του μετατροπέα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται πλήρης αντιστάθμιση της άεργου ισχύος στη περίπτωση τροφοδοσίας ενός ωμικού-επαγωγικού φορτίου. Μία πρώτη προσπάθεια κατασκευής ενός τέτοιου μετατροπέα έχει ήδη πραγματοποιηθεί στα πλαίσια μιας διπλωματικής εργασίας (Κ Γκατζιούρα, Οκτώβριος 2009) που εκπονήθηκε στο Εργαστήριό μας. Ο φοιτητής θα βασισθεί στην υπάρχουσα προσομοίωση και κατασκευή και η προσπάθεια θα εστιασθεί κυρίως στον έλεγχο του μετατροπέα με μικροεπεξεργαστή, με στόχο την επίτευξη της επιθυμητής λειτουργίας.

Στα πλαίσια του αντικειμένου αυτού υπάρχει η δυνατότητα ανάθεσης **μίας** διπλωματικής εργασίας.



Θεματική περιοχή Ε:

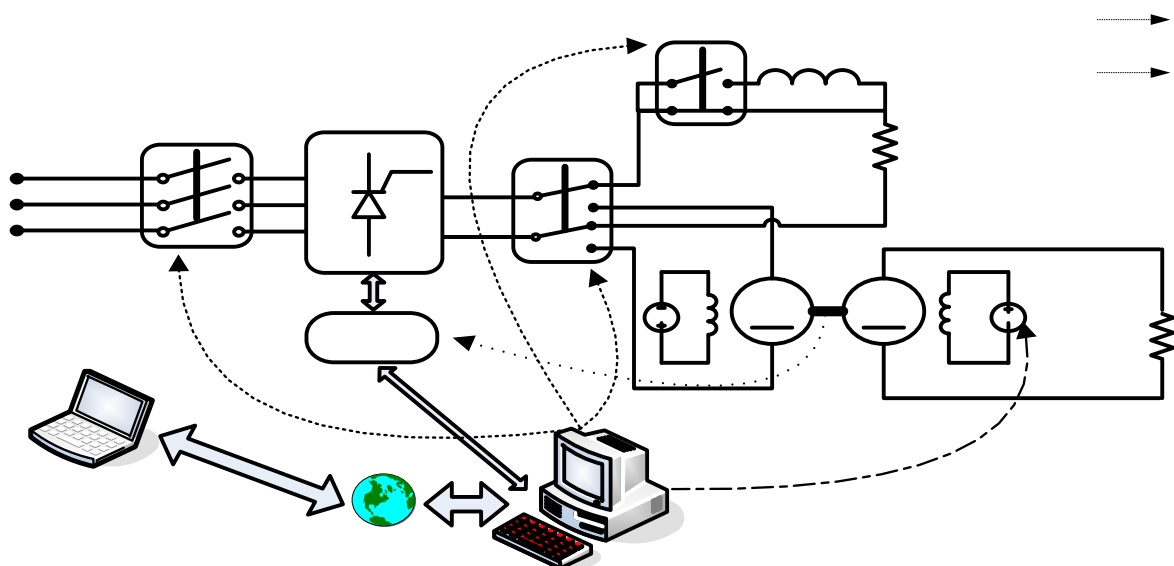
Χρήση της πληροφορικής και της διαδικτυακής επικοινωνίας στη θεωρητική και εργαστηριακή εκπαίδευση στα γνωστικά αντικείμενα των Ηλεκτρονικών Ισχύος, των Ηλεκτρικών Μηχανών και γενικά της Ηλεκτρομηχανικής Μετατροπής Ενέργειας.

Η αύξηση του αριθμού των εισακτέων φοιτητών στο Τμήμα μας, σε συνδυασμό με την ανεπαρκή χρηματοδότηση για την αγορά επιπλέον εξοπλισμού, οδηγούν σε οριακή εξυπηρέτηση του τρέχοντος όγκου των φοιτητών, γεγονός που, πιθανόν, να εγκυμονεί δυσάρεστες καταστάσεις για τη διεξαγωγή του εκπαιδευτικού έργου τα επόμενα χρόνια.

Όπως φαίνεται από τη διεθνή βιβλιογραφία (παρουσιάσεις εργασιών σε συνέδρια και επιστημονικά περιοδικά) ο τρόπος αντιμετώπισης αυτού του είδους προβλημάτων έγκειται στη χρήση νέων μεθόδων διδασκαλίας, οι οποίες εισάγουν στην εκπαιδευτική διαδικασία νέες τεχνολογίες βασισμένες σε ολοκληρωμένα πληροφορικά και διαδικτυακά συστήματα. Έτσι επιβάλλεται η δημιουργία κατάλληλου συστήματος συλλογής δεδομένων και εποπτικού ελέγχου, καθώς και ανάλογου εκπαιδευτικού λογισμικού, που καθιστά δυνατή την πραγματοποίηση των εργαστηριακών ασκήσεων μέσω ενός γραφικού περιβάλλοντος στην οθόνη ενός Η/Υ, τόσο στο χώρο που βρίσκεται ο εργαστηριακός εξοπλισμός όσο και εξ' αποστάσεως. Σε αυτή λοιπόν την κατεύθυνση εστιάζεται το ενδιαφέρον της παρούσας θεματικής περιοχής.

Προτείνεται ένας νέος τρόπος διεξαγωγής εργαστηριακών ασκήσεων στο γνωστικό αντικείμενο των Ηλεκτρονικών Ισχύος, των Ηλεκτρικών Μηχανών και γενικά της Ηλεκτρομηχανικής Μετατροπής Ενέργειας, που θα βασίζεται στη χρήση ειδικών πληροφορικών συστημάτων (λογισμικού και υλικού). Ο φοιτητής, με την υποστήριξη Η/Υ και κατάλληλων μετρητικών διατάξεων, καλείται να εκτελέσει την εργαστηριακή άσκηση χωρίς να αναλώσει χρόνο για να υλοποιήσει την πειραματική συνδεσμολογία και να συλλέξει τις απαιτούμενες μετρήσεις από τα μετρητικά όργανα πάγκου, χάρη στην πλήρη αυτοματοποίηση της διαδικασίας διεξαγωγής των μετρήσεων. Οι απαραίτητες μετρήσεις, που θα συλλέγονται με τη βοήθεια μετρητικών συστημάτων, θα εμφανίζονται στην οθόνη του υπολογιστή. Τέλος θα παρέχεται η δυνατότητα σύγκρισης των πειραματικών με τα θεωρητικά αποτελέσματα.

Για να καταστεί εφικτή η παραπάνω διαδικασία είναι επιτακτική η υλοποίηση ενός συστήματος συλλογής δεδομένων και εποπτικού ελέγχου (SCADA system), καθώς και η ανάπτυξη ενός λογισμικού το οποίο θα καθιστά φιλική προς το χρήστη τη διεξαγωγή μίας εργαστηριακής άσκησης. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα της προτεινόμενης διαδικασίας.





Το σύστημα συλλογής δεδομένων και εποπτικού ελέγχου, αποτελείται από τα εξής τμήματα:

- ✓ Υλικό (κάρτες) συλλογής δεδομένων, που απαρτίζονται από μετατροπείς αναλογικού σήματος σε ψηφιακό, ψηφιακές εισόδους/εξόδους, απαριθμητές και χρονιστές.
- ✓ Μετρητικές διατάξεις (τάσης, ρεύματος, ισχύος, στροφών, ροπής, κλπ), οι οποίες αποτελούνται από αισθητήρες μέτρησης και το σύστημα διαμόρφωσης των σημάτων.
- ✓ Περιφερειακές διατάξεις, όπως ρελέ ισχύος, για την υλοποίηση διαφόρων συνδεσμολογιών, βηματικούς κινητήρες και τροφοδοτικά για τον έλεγχο και τη τροφοδοσία βοηθητικών διατάξεων.
- ✓ Λογισμικό (χρήση LabView της National Instruments) για τον προγραμματισμό των καρτών συλλογής δεδομένων, τη λήψη, άμεση καταγραφή, επεξεργασία και ανάλυση των πειραματικών μετρήσεων, με δυνατότητα γραφικής παρουσίασης αυτών, καθώς και τον αυτόματο έλεγχο των επιμέρους τμημάτων της εργαστηριακής άσκησης.

Το λογισμικό που θα δημιουργηθεί θα πρέπει να παρέχει τις εξής δυνατότητες :

- ✓ Υλοποίηση της συνδεσμολογίας της εργαστηριακής άσκησης στην οθόνη του υπολογιστή και έλεγχος της μέσω του λογισμικού. Η παραπάνω εφαρμογή απαιτεί την ύπαρξη βιβλιοθηκών, που θα περιέχουν τις απαραίτητες συνιστώσες ενός πλήρους ηλεκτρομηχανικού κινητηρίου συστήματος, όπως όργανα μέτρησης, διαφόρους τύπους ηλεκτρικών μηχανών, μετασχηματιστές, μηχανικά φορτία, ηλεκτρονόμους, διακόπτες κ.α.
- ✓ Επεξεργασία των μετρήσεων και γραφική απεικόνιση τους, ώστε να σχεδιάζονται οι χαρακτηριστικές λειτουργίας της πειραματικής διάταξης και να αντιπαρατίθενται με τις αναμενόμενες θεωρητικές. Επίσης θα πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα επανάληψης κάποιων λανθασμένων μετρήσεων.
- ✓ Αξιολόγηση των γνώσεων που απέκτησε ο φοιτητής μέσω της εργαστηριακής άσκησης και διαδικασία βαθμολόγησής του. Ο φοιτητής καλείται να απαντήσει σε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Οι απαντήσεις που έχει δώσει ο φοιτητής θα ελέγχονται αυτόματα ως προς την ορθότητά τους.

Το εργαστήριο έχει ήδη εμπειρία στο θέμα αυτό, από προηγούμενες διπλωματικές εργασίες (Κ. Ντάσιος, Μ. Ντέντες, Κ. Αρίδης), καθώς και από τις προτάσεις που υλοποιήθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος ΕΠΕΑΕΚ ΠΕ3. Έτσι, κατασκευάστηκαν, ήδη, διατάξεις που αφορούν τη μελέτη του ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα και του τριφασικού μετασχηματιστή (για τα εργαστήρια Ηλεκτρικών Μηχανών), καθώς και διατάξεις που αφορούν τη μελέτη του τριφασικού μετατροπέα με αντιπαράλληλα θυρίστορ και της τριφασικής ανορθωτικής γέφυρας (για τα εργαστήρια Ηλεκτρονικών Ισχύος). Με βάση την εμπειρία αυτή, το υπάρχον σύστημα απαιτεί επανασχεδιασμό και βελτιστοποίηση.

Στα πλαίσια της θεματικής αυτής περιοχής υπάρχει η δυνατότητα εκπόνησης ως δύο διπλωματικών εργασιών, με αυτόνομο όμως περιεχόμενο για κάθε φοιτητή. Τα θέματα των διπλωματικών αυτών εργασιών μπορούν να επιλεγούν από τα κάτωθι προτεινόμενα αντικείμενα:

- 1) **Επανασχεδιασμός και βελτιστοποίηση της αυτοματοποιημένης εργαστηριακής διάταξης με αντικείμενο «Τριφασική ανορθωτική γέφυρα έξι παλμών» (Εργαστήριο Ηλεκτρονικών Ισχύος Ι).**
- 2) **Ανάπτυξη και υλοποίηση ενός ολοκληρωμένου αυτοματοποιημένου συστήματος διεξαγωγής της εργαστηριακής άσκησης με αντικείμενο «Τριφασικοί αντιστροφείς τάσης» (Εργαστήριο Ηλεκτρονικών Ισχύος ΙΙ).**
- 3) **Ανάπτυξη και υλοποίηση ενός ολοκληρωμένου αυτοματοποιημένου συστήματος διεξαγωγής της εργαστηριακής άσκησης με αντικείμενο «Chopper» (Εργαστήριο Ηλεκτρονικών Ισχύος ΙΙ).**
- 4) **Ανάπτυξη και υλοποίηση ενός ολοκληρωμένου αυτοματοποιημένου συστήματος διεξαγωγής της εργαστηριακής άσκησης με αντικείμενο «Σύστημα Ward-Leonard» (Εργαστήριο Ηλεκτρικών Μηχανών ΙΙ).**

Στην πρώτη από τις προτεινόμενες διπλωματικές εργασίες απαιτείται επανασχεδιασμός του κυκλώματος ισχύος και βελτιστοποίηση του γραφικού περιβάλλοντος, καθώς και του λογισμικού επικοινωνίας με το



χρήστη (ώστε να γίνει πιο φιλικό). Επίσης θα εξετασθεί η δυνατότητα υλοποίησης του κυκλώματος στην οθόνη του υπολογιστή και έλεγχος αυτού με βάση το προϋπάρχον φυσικό κύκλωμα.

Επίσης, στην περίπτωση αυτή θα εξετασθεί η αντικατάσταση της κάρτας συλλογής δεδομένων της National Instruments (λόγω του υψηλού κόστους της) με σύστημα συλλογής δεδομένων που θα βασίζεται σε μικροεπεξεργαστή και θα περιλαμβάνει και τα απαιτούμενα περιφερειακά ολοκληρωμένα κυκλώματα. Το σύστημα αυτό θα πρέπει να επικοινωνεί με το λογισμικό LabView και να ελέγχεται από αυτό.

Στη δεύτερη διπλωματική εργασία θα χρησιμοποιηθεί ένας βιομηχανικός τριφασικός αντιστροφέας τάσης, ο οποίος παρέχει τη δυνατότητα σύνδεσής του και ελέγχου του από υπολογιστή. Οι αντιστροφείς τάσης είναι μετατροπείς που μετατρέπουν μία συνεχή τάση σε εναλλασσόμενη, μεταβλητής συχνότητας και ενεργού τιμής. Έτσι μπορεί να ελεγχθεί η ταχύτητα περιστροφής ενός τριφασικού ασύγχρονου κινητήρα. Στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής εργασίας θα πρέπει να εξετασθούν οι δυνατότητες της υπάρχουσας συσκευής και να υλοποιηθεί το μετρητικό σύστημα, σύμφωνα με την περιγραφή που παρουσιάστηκε προηγουμένως.

Η τρίτη διπλωματική εργασία αφορά την υλοποίηση της εργαστηριακής άσκησης που αναφέρεται στη μελέτη της λειτουργικής συμπεριφοράς ενός Chopper, δηλαδή ενός διακοπτικού μετατροπέα υποβιβασμού μίας συνεχούς τάσης σε συνεχή τάση μεταβλητού εύρους. Ο μετατροπέας αυτός περιέχει, ως κύριο ελεγχόμενο ημιαγωγικό στοιχείο, ένα θυρίστορ, καθώς και το κύκλωμα σβέσης του. Ως φορτίο θα πρέπει να υπάρχει μία αντίσταση ή/και ένας κινητήρας Συνεχούς Ρεύματος, του οποίου θα ελέγχονται οι στροφές είτε μέσω ανοικτού είτε μέσω κλειστού βρόχου.

Τέλος, η τέταρτη διπλωματική εργασία αναφέρεται στο γνωστό (από τα εργαστήρια Ηλεκτρικών Μηχανών) κύκλωμα Ward-Leonard, που χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση των στροφών μίας μηχανής Συνεχούς Ρεύματος. Ως φορτίο της υπό έλεγχο μηχανής θα θεωρήσουμε μία άλλη μηχανή Συνεχούς Ρεύματος, η οποία θα λειτουργεί ως γεννήτρια και θα τροφοδοτεί είτε μία ωμική αντίσταση, είτε μία πηγή συνεχούς τάσης. Η ιδιαιτερότητα στην υλοποίηση αυτή θα είναι ο έλεγχος των μηχανών κατά τέτοιο τρόπο ώστε, στην περίπτωση που τροφοδοτείται μία πηγή συνεχούς τάσης, να παρέχεται η δυνατότητα ροής ενέργειας τόσο από την πηγή εναλλασσόμενης τάσης προς την πηγή συνεχούς τάσης όσο και αντίστροφα.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Διευθυντής: Καθηγητής Δρ.-Μηχ. Αθανάσιος Ν. Σαφάκας





Θεματική περιοχή Στ:

Μελέτη, προσομοίωση και κατασκευή μετατροπέων για ειδικές εφαρμογές (τροφοδοτικά με πολλαπλά δευτερεύοντα, τροφοδοτικά για διαστημικές εφαρμογές, τροφοδοσία διέγερσης ηλεκτρικών μηχανών, μοντελοποίηση ημιαγωγικών στοιχείων ισχύος κ.ά.).

Τα τροφοδοτικά συνεχούς τάσης αποτελούν τα τελευταία χρόνια ένα σημαντικό τμήμα των ηλεκτρονικών διατάξεων ισχύος, λόγω της ραγδαίας εξάπλωσης των εφαρμογών τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι οποιαδήποτε ηλεκτρική ή ηλεκτρονική συσκευή σήμερα διαθέτει ένα τροφοδοτικό για τη δημιουργία όλων των απαραίτητων τάσεων τροφοδοσίας των ηλεκτρονικών τους κυκλωμάτων. Η λύση που έχει επικρατήσει είναι οι υψίσυχνοι διακοπτικοί μετατροπείς Σ.Τ./Σ.Τ. (ή Παλμοτροφοδοτικά, Switch Mode Power Supplies), οι οποίοι ελέγχονται με την τεχνική διαμόρφωσης του εύρους των παλμών (Pulse Width Modulation – P.W.M.). Βασικά πλεονεκτήματα των διατάξεων αυτών είναι η υψηλή πυκνότητα ισχύος, λόγω της υψηλής συχνότητας λειτουργίας, η οποία κυμαίνεται σε τιμές 50kHz-500kHz, ο υψηλός βαθμός απόδοσης, λόγω της διακοπτικής λειτουργίας του/των τρανζίστορ ισχύος που συμπεριλαμβάνουν στη δομή τους, η δυνατότητα εισαγωγής υψίσυχνου μετασχηματιστή απομόνωσης μεταξύ εισόδου και εξόδου και η δημιουργία πολλαπλών τάσεων εξόδου από ένα μόνο μετατροπέα. Έτσι, με τη χρήση αυτών των μετατροπέων έχει επιτευχθεί η υλοποίηση τροφοδοτικών συνεχούς τάσης με υψηλό βαθμό απόδοσης και υψηλή πυκνότητα ισχύος, τα οποία και έχουν επικρατήσει στην πλειονότητα των εφαρμογών όπου απαιτείται η παροχή συνεχούς τάσης.

Στα πλαίσια της θεματικής αυτής περιοχής προτείνονται οι ακόλουθες **τέσσερις** διπλωματικές εργασίες:

- 1) Μελέτη και κατασκευή τροφοδοτικού AC/DC μικρής ισχύος (ως 100W) με πολλαπλές λήψεις στο δευτερεύον ($\pm 5V, \pm 12V, \pm 15V$).**
- 2) Μελέτη και κατασκευή τροφοδοτικού χαμηλής ισχύος, με πολλαπλές εξόδους, για δορυφορικές εφαρμογές.**
- 3) Μελέτη και κατασκευή ελεγχόμενης διάταξης για τη τροφοδοσία της διέγερσης μίας μηχανής Συνεχούς Ρεύματος.**
- 4) Μοντελοποίηση ημιαγωγικών στοιχείων ισχύος με το πρόγραμμα PSpice.**

Σκοπός της πρώτης διπλωματικής εργασίας είναι η θεωρητική μελέτη, μέσω προσομοίωσης, και η πειραματική κατασκευή μίας διάταξης που περιλαμβάνει μία γέφυρα ανόρθωσης της τάσης του δικτύου και στη συνέχεια υποβιβασμού της σε κατάλληλα επίπεδα, με τη χρήση ενός μετατροπέα τύπου Flyback. Η τοπολογία αυτή, λόγω της απλότητας κατασκευής της και του απλού ελέγχου της ενδείκνυται για τέτοιου είδους εφαρμογές. Σημαντικά προβλήματα που θα πρέπει να αντιμετωπισθούν είναι ο ορθός σχεδιασμός και η κατασκευή του υψίσυχνου μετασχηματιστή, καθώς και η σταθεροποίηση των τάσεων εξόδου ανεξαρτήτως των μεταβολών του φορτίου. Η διάταξη που θα κατασκευαστεί θα πρέπει να είναι εναρμονισμένη με τις νέες τάσεις στην αγορά των ηλεκτρονικών αλλά και τις τεχνολογικές εξελίξεις. Πρέπει λοιπόν να έχει όσο το δυνατόν μικρότερες διαστάσεις, όγκο και βάρος. Αυτές οι απαιτήσεις θα πρέπει να ικανοποιούνται με όσο το δυνατό μικρότερο κόστος, χωρίς να γίνεται συμβιβασμός όσον αφορά το βαθμό απόδοσης, ο οποίος πρέπει να είναι πολύ υψηλός.

Όσον αφορά τη δεύτερη από τις προτεινόμενες διπλωματικές εργασίες σημειώνεται ότι τα τροφοδοτικά που χρησιμοποιούνται σε δορυφορικές εφαρμογές πρέπει να έχουν ειδικές προδιαγραφές, σημαντικότερη από τις οποίες θα πρέπει να είναι ο μη επηρεασμός τους από την κοσμική ακτινοβολία. Ο σχεδιασμός των διατάξεων αυτών οφείλει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός και απαιτεί, ίσως, και χρήση εξειδικευμένων ημιαγωγικών και ηλεκτρονικών στοιχείων. Σκοπός της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι η μελέτη και κατασκευή ενός τροφοδοτικού συνολικής ισχύος εξόδου 15W, με τάση εισόδου 50V και τρεις ανεξάρτητες εξόδους 5V, 4V και 3,3V, σύμφωνα με τις προδιαγραφές που επιβάλλονται για διατάξεις που χρησιμοποιούνται σε τέτοιου είδους εφαρμογές



Σκοπός της τρίτης διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη και ο σχεδιασμός ενός τροφοδοτικού συνεχούς τάσης για την ελεγχόμενη τροφοδοσία της διέγερσης των μηχανών Συνεχούς Ρεύματος του Εργαστηρίου Ηλεκτρομηχανικής Μετατροπής Ενέργειας. Ήδη έχει ολοκληρωθεί, στο Εργαστήριό μας, μια διπλωματική εργασία στο αντικείμενο αυτό (Κ. Κατσαρός, Ιανουάριος 2005), όμως παρουσιάστηκαν προβλήματα κατά την υλοποίηση της διάταξης. Επομένως θα πρέπει, με βάση τα νέα στοιχεία, να ξαναγίνει η σύγκριση των διαφόρων μετατροπέων ισχύος που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή αυτή (τάση εξόδου 250V, ρεύμα εξόδου ~1.5A), καθώς και των μεθόδων ελέγχου τους και να επιλεγούν οι καταλληλότεροι. Επίσης θα πρέπει να υπολογισθεί και να σχεδιασθεί με προσοχή ο υψίσυχνος μετασχηματιστής απομόνωσης, ώστε να επιτευχθεί η μικρότερη δυνατή επαγωγή σκέδασης. Τέλος, θα πρέπει να δοκιμασθούν με ιδιαίτερη προσοχή τα μετρητικά συστήματα, που χρησιμοποιούνται για μέτρηση της τάσης και του ρεύματος, ώστε να υλοποιηθεί ο κλειστός βρόχος.

Στην παρούσα φάση υπάρχει ανάθεση της διπλωματικής αυτής εργασίας (Π. Γιαννικόπουλος) και η εκ νέου ανάθεση της εξαρτάται από την πρόοδο της παρούσας εργασίας.

Τέλος, όσον αφορά την τελευταία από τις προτεινόμενες διπλωματικές εργασίες της θεματικής αυτής περιοχής οφείλουμε να επισημάνουμε ότι η λεπτομερής ανάλυση της συμπεριφοράς ενός ηλεκτρονικού κυκλώματος ισχύος είναι εφικτή, μόνο εάν διαθέτουμε μοντέλα μεγάλης ακρίβειας για κάθε μεμονωμένο στοιχείο. Όμως τα μοντέλα που εμπεριέχονται στα υπάρχοντα λογισμικά εξομοίωσης αναλογικών κυκλωμάτων αποδεικνύονται ανεπαρκή για να εξομοιώσουν με ακρίβεια τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ημιαγωγικών στοιχείων ισχύος. Από τα προγράμματα εξομοίωσης αναλογικών κυκλωμάτων στην εργασία αυτή προτείνεται να χρησιμοποιηθεί το γνωστό λογισμικό PSpice, το οποίο στην εποχή μας είναι το πιο διαδεδομένο, λόγω των δυνατοτήτων που έχει καθώς και της αξιοπιστίας του.

Στη διπλωματική αυτή εργασία προτείνεται να γίνει ανάλυση των μοντέλων των σημαντικότερων ημιαγωγικών στοιχείων ισχύος (δίοδοι ισχύος, MOSFET, IGBT κλπ) που εμπεριέχονται στο πρόγραμμα αυτό και να ελεγχθεί, μέσω πειραματικών μετρήσεων, η ακρίβειά τους. Σημαντικό τμήμα της διπλωματικής αυτής αποτελεί και η ανάπτυξη μεθοδολογιών για τον καθορισμό των παραμέτρων του στοιχείου.

Τέλος η εργασία αυτή θα περιλαμβάνει και μία έρευνα αγοράς που θα αφορά τις ονομαστικές τιμές των ηλεκτρικών μεγεθών που χαρακτηρίζουν τα διάφορα ημιαγωγικά στοιχεία ισχύος (τάση, ρεύμα συχνότητα λειτουργίας, χρόνοι έναυσης και σβέσης, κλπ).



Θεματική περιοχή Ζ:

Μελέτη, προσομοίωση και κατασκευή διατάξεων για την οδήγηση διαφόρων τύπων κινητήρων, όπως βηματικών, ultrasonic και μονοφασικών ασύγχρονων.

Κινητήρες ειδικού τύπου, όπως οι βηματικοί ή οι Ultrasonic, χρησιμοποιούνται ευρύτατα σήμερα σε διάφορες εφαρμογές (π.χ. ρομπότ, ιατρικά μηχανήματα κλπ). Είναι κινητήρες σχετικά χαμηλής ισχύος, για την οδήγηση και τον έλεγχο των οποίων χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικοί μετατροπείς ισχύος, οι οποίοι οφείλουν να έχουν ειδικές προδιαγραφές. Στη διεθνή βιβλιογραφία προτείνονται διάφοροι τύποι τέτοιων μετατροπέων, καθώς και διάφορες μέθοδοι ελέγχου τους.

Ο βηματικός κινητήρας είναι μία ηλεκτρομηχανική διάταξη της οποίας ο άξονας περιστρέφεται με διακριτά σταθερά βήματα, που ποικίλουν σε αριθμό, παίρνοντας παλμούς τάσης συγκεκριμένης ακολουθίας στους ακροδέκτες εισόδου του. Χρησιμοποιείται σε πληθώρα εφαρμογών, από απλές οικιακές συσκευές, σε περιφερειακά υπολογιστών, σε ιατρικά μηχανήματα, σε ρομπότ, μέχρι και την αεροδιαστημική τεχνολογία. Υπάρχουν στο εμπόριο διάφοροι τύποι βηματικών κινητήρων, εκ των οποίων οι πιο διαδεδομένοι είναι οι διφασικοί υβριδικοί βηματικοί κινητήρες. Στο Εργαστήριο Ηλεκτρομηχανικής Μετατροπής Ενέργειας έχουν εκπονηθεί ήδη τρεις διπλωματικές εργασίες με θέμα τη μελέτη ή/και την κατασκευή διάταξης οδήγησης τέτοιων κινητήρων (Ν. Μίχος, Ιούλιος 1998, Θ. Χρονόπουλος, Ιούλιος 2004, Β. Βασιλάτος, Οκτώβριος 2005).

Ο κινητήρας Ultrasonic είναι ένας τύπος κινητήρα ο οποίος χρησιμοποιεί ως κινητήρια δύναμη μηχανικές ταλαντώσεις σε πολύ υψηλές συχνότητες. Οι ταλαντώσεις αυτές παράγονται από πιεζοηλεκτρικά κεραμικά, τα οποία υφίστανται την επίδραση ενός ηλεκτρικού πεδίου, το οποίο προκαλεί διαδοχικές συστολές και διαστολές, ο κατάλληλος προσανατολισμός των οποίων μπορεί να οδηγήσει σε προσανατολισμένη κίνηση. Όπως φαίνεται και από την ανάλυση της διεθνούς βιβλιογραφίας οι διατάξεις οδήγησης του κινητήρα αυτού, που βασίζονται σε τοπολογίες συντονισμού, ποικίλουν. Στο αντικείμενο αυτό έχουν ήδη εκπονηθεί δύο διπλωματικές εργασίες (Χ. Πάτσιος, Ιούνιος 2005, Π. Πολύδωρος). Επισημαίνεται ότι η διπλωματικές αυτές εργασίες πραγματοποιούνται σε συνεργασία με τους κκ. Α. Τζέ, Καθηγητή και Κ. Ευσταθίου, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος μας, η οποία θα συνεχιστεί και στο μέλλον.

Οι εφαρμογές του μονοφασικού ασύγχρονου κινητήρα σε οικιακές συσκευές είναι γνωστές στην καθημερινή μας ζωή. Η φύση του κινητήρα αυτού οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή ισχύος, ενώ η ρύθμιση των στροφών του σε ένα ευρύ φάσμα δεν είναι εύκολη.

Στα πλαίσια της θεματικής αυτής περιοχής προτείνονται οι ακόλουθες **τρεις** διπλωματικές εργασίες:

- 1) Μελέτη και κατασκευή διάταξης οδήγησης βηματικού κινητήρα.**
- 2) Μελέτη και κατασκευή διάταξης ελέγχου ενός κινητήρα Ultrasonic.**
- 3) Μελέτη και κατασκευή διάταξης ελέγχου των στροφών ενός μονοφασικού ασύγχρονου κινητήρα.**

Όλες αυτές οι διπλωματικές εργασίες αποτελούν συνέχεια των διπλωματικών εργασιών που έχουν ήδη εκπονηθεί ή εκπονούνται στο Εργαστήριο.

Στην πρώτη περίπτωση (βηματικός κινητήρας) θα εξετασθεί η δυνατότητα επανασχεδιασμού του κυκλώματος με άλλα ημιαγωγικά στοιχεία ισχύος, καθώς και ο έλεγχος του ρεύματος με μεθόδους PWM και όχι με τη χρήση διπλής τροφοδοσίας, όπως έχει υλοποιηθεί σήμερα. Επίσης, απαιτείται και η κατασκευή μιας διάταξης φόρτισης του κινητήρα για τη διερεύνηση της λειτουργίας του υπό φορτίο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Διευθυντής: Καθηγητής Δρ.-Μηχ. Αθανάσιος Ν. Σαφάκας



Στην περίπτωση του κινητήρα Ultrasonic η μελέτη θα εστιασθεί κυρίως στο κύκλωμα ελέγχου (υλοποίηση με χρήση του λογισμικού LabView), στη μοντελοποίηση του κινητήρα και στην επίδραση της μεταβολής των παραμέτρων του στην εύρυθμη λειτουργία του.

Στην τρίτη διπλωματική εργασία η οδήγηση των ασύγχρονων μονοφασικών κινητήρων βασίζεται στην κατασκευή δύο μονοφασικών αντιστροφών τάσης που παρέχουν στην έξοδο τους ημιτονοειδή τάση με διαφορά φάσης 90 μοίρες. Ο έλεγχος των διατάξεων θα γίνει με μικροεπεξεργαστή. Στο αντικείμενο αυτό βρίσκονται υπό εξέλιξη δύο διπλωματικές εργασίες (Ν. Κόρδεβας, Δ. Βαφειάδης) και η ανάθεση της εν λόγω εργασίας εξαρτάται από την πρόοδο των εργασιών αυτών.



Θεματική περιοχή Η:

Θέματα σχετιζόμενα με τα ηλεκτροκίνητα οχήματα (ανάλυση ενεργειακής κατανάλωσης, εξοικονόμηση ενέργειας, μετρητικές διατάξεις, ηλεκτρονικό διαφορικό, διατάξεις φόρτισης συσσωρευτών, κλπ).

Όπως είναι γνωστό, η εξάπλωση των οχημάτων που χρησιμοποιούν μηχανές εσωτερικής καύσεως (Μ.Ε.Κ.) έχει συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην επιβάρυνση της ατμόσφαιρας στα μεγάλα αστικά κέντρα. Στο σημαντικό αυτό πρόβλημα προστίθεται και η πετρελαϊκή κρίση.

Μια από τις προτεινόμενες λύσεις, που θα μπορούσε να συμβάλει στην αντιμετώπιση των δύο αυτών προβλημάτων είναι τα **Ηλεκτρικά Οχήματα**. Τα οχήματα αυτά χρησιμοποιούν για την κίνησή τους έναν ηλεκτρικό κινητήρα τροφοδοτούμενο από μια πηγή συνεχούς ρεύματος (συσσωρευτές). Ο ηλεκτρικός κινητήρας (ειδικά όταν η λειτουργία αυτού συνδυάζεται με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας) σε αντίθεση με τις Μ.Ε.Κ. δεν παράγει καθόλου αέρια κατάλοιπα, ενώ παρουσιάζει και πολλά κατασκευαστικά αλλά και λειτουργικά πλεονεκτήματα. Για παράδειγμα, έχει καλύτερο τρόπο λειτουργίας, ελέγχεται καλύτερα, έχει πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης, δεν απαιτεί συχνή συντήρηση κλπ.

Παρά τα όποια πλεονεκτήματα όμως, υπάρχουν επίσης και σημαντικά μειονεκτήματα τα οποία αποτελούν αντικείμενο έρευνας. Τα μειονεκτήματα αυτά προέρχονται από τους συσσωρευτές και αυτό γιατί μέχρι σήμερα παρουσιάζουν δύο αδύνατα σημεία. Το ένα σχετίζεται με την πυκνότητα ενέργειας - δηλαδή το λόγο της αποθηκευμένης ενέργειας του συσσωρευτή προς το βάρος του - η οποία είναι πολύ χαμηλή σε σχέση με τη βενζίνη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να **περιορίζεται η αυτονομία του οχήματος**, αφού όσο αυξάνει η ενεργειακή ζήτηση απαιτείται και μεγαλύτερος όγκος συσσωρευτών. Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα είναι η διάρκεια φόρτισης των συσσωρευτών καθώς για μια πλήρη επαναφόρτιση με χαμηλό ρεύμα φόρτισης ώστε να υπάρχει εκμετάλλευση του νυχτερινού τιμολογίου κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, διαρκεί κάποιες ώρες.

Για την επίλυση των προβλημάτων έχουν προταθεί διάφορες λύσεις όπως νέοι τύποι συσσωρευτών, κατάλληλες κυκλωματικές τοπολογίες φόρτισης, εναλλακτικές μέθοδοι φόρτισης, μέθοδοι διαχείρισης της συστοιχίας των συσσωρευτών. Επίσης για το μέλλον η επιστημονική κοινότητα συνεχίζει με εντατικό ρυθμό την έρευνα για ανάπτυξη και εναλλακτικών πηγών ενέργειας όπως οι ενεργειακές κυψέλες.

Όπως προαναφέρθηκε οι συσσωρευτές καταλαμβάνουν συνήθως μεγάλο όγκο και βάρος. Συνεπώς ένα πολύ σημαντικό ζήτημα, το οποίο προτείνεται να εξετασθεί στα πλαίσια της θεματικής αυτής περιοχής, είναι η εξοικονόμηση ενέργειας ώστε να έχουμε αύξηση της αυτονομίας. Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι σημαντική τόσο κατά τη φόρτιση, όσο και κατά την εκφόρτιση των συσσωρευτών.

Η φόρτιση είναι μια πολύ σημαντική διαδικασία η οποία πρέπει να ακολουθεί ορισμένους κανονισμούς ώστε η διαδικασία να γίνεται με τον πιο ασφαλή και αποδοτικό τρόπο τόσο για την πλευρά της εισόδου όσο και της εξόδου. Είναι πολύ σημαντικό η διάταξη φόρτισης να παρουσιάζει όσο το δυνατόν υψηλότερη απόδοση και επιπλέον να πραγματοποιεί διόρθωση του συντελεστή ισχύος ώστε να μειώνεται στο ελάχιστο η άεργος ισχύς με την οποία επιβαρύνεται το δίκτυο.

Κατά την εκφόρτιση των συσσωρευτών (κίνηση οχήματος) είναι πολύ σημαντικό να επιτυγχάνεται η βέλτιστη δυνατή εκμετάλλευση της συσσωρευμένης ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό η αυτονομία του οχήματος μπορεί να αυξηθεί σημαντικά. Εφ' όσον η αυτονομία ενός ηλεκτρικού οχήματος είναι ιδιαίτερα μεγάλης σημασίας, το ηλεκτροκίνητο σύστημα του οχήματος θα πρέπει να διαχειρίζεται όσο το δυνατόν πιο αποδοτικά την ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στους συσσωρευτές, ούτως ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή αυτονομία μεταξύ δύο διαδοχικών φορτίσεων.

Κατά τη διάρκεια των δέκα τελευταίων ετών στο Εργαστήριο Ηλεκτρομηχανικής Μετατροπής Ενέργειας έχει διεξαχθεί ιδιαίτερα εντατική έρευνα (μέσω διπλωματικών εργασιών, διδακτορικών διατριβών και ερευνητικών προγραμμάτων), τόσο σε συστήματα φόρτισης συσσωρευτών όσο και στη διαχείριση της αποθηκευμένης σε αυτούς ενέργειας. Επίσης έχει κατασκευασθεί και ένα Ηλεκτροκίνητο Οχημα, σε



συνεργασία με άλλους φορείς. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έχουν δημοσιευθεί σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια.

Στόχος της προτεινόμενης θεματικής περιοχής είναι η διερεύνηση μιας μεθόδου ελαχιστοποίησης των απωλειών του κινητηρίου συστήματος ενός ηλεκτρικού οχήματος, το οποίο αποτελείται από έναν κινητήρα Συνεχούς Ρεύματος (Σ.Ρ.) ξένης διέγερσης, ελεγχόμενο από μετατροπέα Συνεχούς Τάσης σε Συνεχή. Η προτεινόμενη μέθοδος έχει αναπτυχθεί στο διδακτορικό του κ. Ε. Ρίκου (Φεβρουάριος 2005) και βασίζεται στη διατύπωση συναρτήσεων, οι οποίες περιγράφουν τις βέλτιστες τιμές της μαγνητικής ροής του κινητήρα και του λόγου μετάδοσης στο κιβώτιο ταχυτήτων (ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του οχήματος δηλαδή την ταχύτητα και τη μηχανική φόρτιση) που ελαχιστοποιούν τις απώλειες του όλου συστήματος. Άμεσος σκοπός είναι η πειραματική επιβεβαίωση της προτεινόμενης μεθόδου. Απώτερος στόχος είναι η επέκταση της μεθόδου αυτής και η εφαρμογή της σε κινητήρες άλλου τύπου, όπως π.χ. Ασύγχρονους κινητήρες ή κινητήρες Brushless.

Ηδη στο Εργαστήριο έχει ολοκληρωθεί μία (1) διπλωματική εργασία (Α. Βραχνή), ενώ βρίσκονται σε διαδικασία εξέλιξης τρεις (3) διπλωματικές εργασίες (Χ. Γκαζέλης, Ι. Καρατζαφέρης, Λ. Λαμπρόπουλος) με βασικό αντικείμενο το προαναφερθέν έργο. Επίσης έχει ολοκληρωθεί μία διπλωματική εργασία (Β. Διζές) που αναφέρεται στην κατασκευή της διάταξης φόρτισης των συσσωρευτών ενός ηλεκτροκίνητου οχήματος. Οι φοιτητές (**δύο το ανώτερο**) που επιθυμούν να επιλέξουν τη θεματική αυτή περιοχή για να εκπονήσουν τη διπλωματική τους εργασία θα ενσωματωθούν στην προαναφερθείσα ομάδα και το ακριβές αντικείμενο της διπλωματικής τους εργασίας θα καθορισθεί ανάλογα με την εξέλιξη των διπλωματικών εργασιών που βρίσκονται υπό εκπόνηση.



Θεματική περιοχή Θ:

Θέματα σχετιζόμενα με ημιαγωγικά στοιχεία ισχύος από καρβίδιο πυριτίου (SiC). Μελέτη αγοράς, μελέτη προδιαγραφών, μοντελοποίηση των στοιχείων αυτών, μελέτη των κυκλωμάτων παλμοδότησης, ανάλυση της λειτουργίας τους σε διάφορες εφαρμογές.

Οι διπλωματικές εργασίες στη θεματική αυτή περιοχή θα καθορισθούν σύντομα.