

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



## Πτυχιακή εργασία

ΕΝΕΡΓΟ ΦΙΛΤΡΟ ΔΙΑΚΟΠΤΙΚΟΥ ΠΗΝΙΟΥ  
( Switched Inductor Variable Filter )

Ευτυχία Ιωσήφ

Λεμεσός, Μάιος 2016



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Η/Υ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

## **Πτυχιακή εργασία**

ΕΝΕΡΓΟ ΦΙΛΤΡΟ ΔΙΑΚΟΠΤΙΚΟΥ ΠΗΝΙΟΥ  
( Switched Inductor Variable Filter )

Ευτυχία Ιωσήφ

Σύμβουλος καθηγητής  
Δρ. Χρήστος Μαρούχος

Λεμεσός, Μάιος 2016

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Όνομα επίθετο φοιτητή, [Έτος ολοκλήρωσης πτυχιακής]

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα άτομα, που συνέβαλαν έστω και λίγο στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ολόψυχα θα ήθελα να ευχαριστήσω, τον επιβλέπων καθηγητή της εργασίας μου, Δρ. Χρήστο Μαρούχο, για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου, για τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσε να με καθοδηγεί, να με διορθώνει, να με συμβουλεύει και να με βοηθάει καθ' όλη την διάρκεια διεκπεραίωσης της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους φίλους μου και την οικογένεια μου για τη συνεχή στήριξη που μου δείχνουν όλα τα χρόνια των σπουδών μου και ιδιαίτερα την μητέρα μου Ιφιγένεια, που η παρουσία της και μόνο υπήρξε καταλυτική.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη πραγματεύεται τον τρόπο εξάλειψης των αρμονικών που εμφανίζονται σε αντιστροφείς με την βοήθεια Ενεργού Φίλτρου.

Ποιο συγκεκριμένα, στη παρούσα πτυχιακή, παρουσιάζεται ένα Ενεργό Φίλτρο LC όπου η επαγωγή του πηνίου μεταβάλλεται με ηλεκτρονικό τρόπο με σκοπό να επιτυγχάνεται συντονισμός στην επιθυμητή συχνότητα. Έτσι το φίλτρο μπορεί να “ακολουθεί” την αρμονική που παράγει μια πηγή όπως η ανεμογεννήτρια, που η συχνότητα της τάσης εξόδου καθορίζεται από την ταχύτητα του ανέμου.

Με λίγα λόγια, είναι η ηλεκτρονική αντιστάθμιση των αρμονικών συχνοτήτων που μπορεί να προκληθούν στην έξοδο, μεταβάλλοντας ηλεκτρονικά την επαγωγή του πηνίου.

Ποιο περιεκτικά στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή τόσο στα Ενεργά όσο και στα Παθητικά φίλτρα σε ηλεκτρικά κυκλώματα, όπως επίσης και στα προβλήματα που δημιουργούν οι αρμονικές.

Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στην μέχρι τώρα λειτουργία και δομή του κυκλώματος Switched Inductor.

Το 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο, ασχολείται με την συμπεριφορά του φίλτρου Διακοπτικού Πηνίου στην μεταβολή του Duty-Cycle με σταθερή συχνότητα εισόδου και με τον συντονισμό. Τελικά βλέπουμε την συμπεριφορά του φίλτρου μας (Switched Inductor Filter) σε παράλληλο συντονισμό, δηλαδή με τον πυκνωτή σε παράλληλη συνδεσμολογία.

Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται η εξάλειψη των ίδιων αρμονικών με το φίλτρο Διακοπτικού Πηνίου (Switched Inductor Filter) σε αντιστροφήα τριών επιπέδων τύπου H-Bridge. Αρχικά γίνεται μια αναφορά στην λειτουργία του ίδιου του αντιστροφήα θεωρητικά αλλά και με ανάλυση στην PSIM. Στην συνέχεια, γίνεται εφαρμογή απλού Παθητικού Φίλτρου (κύκλωμα RLC σε σειρά) για απαλοιφή των αρμονικών που δημιουργούνται στην έξοδο του αντιστροφήα μας. Τέλος γίνεται η εφαρμογή του Switched Inductor Filter για μείωση και απαλοιφή των αρμονικών του αντιστροφήα τριών επιπέδων τύπου H-bridge.

Στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο βλέπουμε την συμπεριφορά του κύκλωμα ενός Tuned Switched Inductor Filter σε κατάσταση συντονισμού όταν έχουμε μια πηγή, μια πηγή και με παράλληλο πυκνωτή, με τρεις πηγές αλλά και με τρεις πηγές με παράλληλο πυκνωτή. Τελικά αποδείξαμε την σχέση μεταξύ πηνίου και ρεύματος εξόδου.

Τέλος, στο 6ο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα συνοπτικά και γίνεται ένας σύντομος σχολιασμός πάνω σε αυτά.

**Λέξεις κλειδιά:** αντιστροφήας, αρμονικές ρεύματος, ενεργό φίλτρο

## ABSTRACT

This study discusses how to eliminate the harmonic current of an inverter with the implementation of an active filter.

More specifically, this study, presents an LC active filter where the inductance of the inverter changes electronically with the aim of achieving coordination at the desirable frequency. Therefore, the filter can “follow” the harmonic, which a source like a wind generator produces, where the frequency of the output voltage is defined by the speed of the wind.

In other words, the study examines the electronic balance of the harmonic frequencies that can be caused at the output of the circuit changing electronically the inductance of the inverter.

More analytically, in the 1<sup>st</sup> chapter there is an introduction in the Active as well as the Passive filters in electrical circuits and in the problems caused by the harmonics.

In the 2<sup>nd</sup> chapter there is a reference to the current function and structure of the Switched Inductor circuit.

The 3<sup>rd</sup> chapter deals with the Switch Inductor filter behavior on the change of the Duty-Cycle with a steady input frequency and coordination. Finally, we observe the Switched Inductor Filter behavior in a parallel coordination, which is the behavior of the coordination when the capacitor is in a parallel connection.

In the 4<sup>th</sup> chapter, the elimination of the harmonics themselves with the Switched Inductor Filter occurs, on the three-level H-Bridge inverter. There is an initial reference to the theoretical function of the inverter itself and its practical analysis on PSIM. Following the above, there is an application of a simple passive filter (RLC circuit in a row) for the elimination of the harmonics created at the inverter output. Finally, there is the application of the Switched Inductor Filter for the reduction and elimination of the harmonics of the three-level H-Bridge inverter.

In the 5<sup>th</sup> chapter we observe the behavior of a Tuned Switched Inductor Filter in a state of coordination when a voltage source is present, when there is a source with a parallel capacitor, when there are three voltage sources in a row and in the case of three voltage sources with a parallel capacitor. Finally, we have proved the relation between the inductor and the output current.

To sum up, in the 6<sup>th</sup> chapter there is a reference to the summarizing conclusions on the experiments and brief comments on them.

**Keywords:** inverter, harmonic currents, active filter.