



ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

**Ανάπτυξη Διάταξης Βελτιστοποίησης Φωτοβολταϊκών
Γεννητριών Με Την Υλοποίηση Διαύλου Υψηλής
Τάσης Και Τον Έλεγχο Του Σημείου Μέγιστης Ισχύος**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Λουκάς Κωνσταντίνος

A.M.: 39312

Τζιόπας Γεώργιος

A.M.: 39223

Επιβλέποντες:

Παπαγέωργας Παναγιώτης (Καθηγητής ΑΕΙ Πειραιά ΤΤ)

Βόκας Γεώργιος (Αν. Καθηγητής ΑΕΙ Πειραιά ΤΤ)

Θεοδωράκης Αντώνιος (Ακαδημαϊκός-Πανεπιστημιακός Υπότροφος)

ΑΙΓΑΛΕΩ, 2017

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με την ανάπτυξη μίας διάταξης, η οποία έχει ως σκοπό την βελτιστοποίηση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών γεννητριών. Η διάταξη αυτή δεν είναι τίποτ' άλλο από έναν νέο boost μετατροπέα DC-DC που εφαρμόζεται σε βαθμωτό, μικρής τάσης, παράλληλων πάνελ Φ/Β σύστημα το οποία συνδέεται σε έναν κεντρικό, τριφασικό inverter που διοχετεύει την παραγόμενη ισχύ στο δίκτυο.

Το πρακτικό μέρος της εργασίας αυτής, αφορά την κατασκευή ενός μέρους του μετατροπέα αυτού που περιλαμβάνει την εύρεση του σημείου μέγιστης ισχύος(MPPT) με χρήση αναλογικών αισθητηρίων, για μέτρηση της ισχύος του φωτοβολταϊκού πάνελ, και του μικροελεγκτή MSP430 της εταιρείας Texas Instruments, για την παραγωγή του τετραγωνικού παλμού μεταβλητού duty cycle. Ο παλμός αυτός στην συνέχεια, θα οδηγηθεί μέσω κάποιων κυκλωμάτων οδήγησης, στην Πύλη του Fet, το οποίο είναι το διακοπτικό στοιχείο του μετατροπέα.

Λέξεις – Κλειδιά

Boost DC-DC, μικροελεγκτής, microcontroller, msp430, MPPT, low-side measuring, οπτική απομόνωση, optocoupler, φωτοβολταϊκή γεννήτρια, photovoltaic panels, διάυλος υψηλής τάσης, high voltage bus

Περιεχόμενα

Περίληψη	iii
Λέξεις – Κλειδιά	iii
Ευχαριστίες	iv
Περιεχόμενα	v
Κεφάλαιο 1^ο - Εισαγωγή	1
1.1 Σκοπός της πτυχιακής εργασίας	1
1.2 Δομή Εργασίας	1
Κεφάλαιο 2^ο – Φωτοβολταϊκές τοπολογίες και μετατροπείς	3
2.1 Εισαγωγή στα Φωτοβολταϊκά Συστήματα	3
2.2 Δικτυώσεις Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	4
2.2.1 Ενσωματωμένοι μετατροπείς	5
2.2.2 Μικρο-Inverters	6
2.2.3 Inverter(Αντιστροφέας) χαμηλής τάσης	7
2.3 Περιγραφή τοπολογίας ενός μικρο-μετατροπέα DC-DC	7
2.4 Απαιτήσεις μικρο-μετατροπέα	8
2.5 Σύνδεση πάνελ(παράλληλα/σε σειρά)	9
Κεφάλαιο 3^ο - Εύρεση του Μέγιστου Σημείου Ισχύος (ΜΣΙ)	12
3.1 Τι είναι το Σημείο Μέγιστης Ισχύος (Maximum Power Point)	12
3.2 Είδη μετατροπέων DC/DC που χρησιμοποιούν συστήματα Εύρεσης του Μέγιστου Σημείου Ισχύος	14
3.2.1 Μετατροπέας DC/DC Υποβιβασμού (Step-Down DC/DC Converter) ή Εν Σειρά Μετατροπέας DC/DC (Buck DC/DC Converter)	15
3.2.2 Μετατροπέας DC/DC Υποβιβασμού-Ανύψωσης (Step-Down/Up DC/DC Converter) ή Εν Σειρά-Εν Παραλλήλω Μετατροπέας DC/DC (Buck-Boost DC/DC Converter)	17
3.2.3 Μετατροπέας DC/DC Ανύψωσης (Step-Up DC/DC Converter) ή Εν Παραλλήλω Μετατροπέας DC/DC (Boost DC/DC Converter)	19
3.4 Μέθοδοι (Τεχνικές) Εύρεσης του Μέγιστου Σημείου Ισχύος(MPPT)	21
3.4.1 Η Μέθοδος Διατάραξης και Παρατήρησης (Perturb & Observe - P&O)	23
3.4.2 Η Μέθοδος Αυξητικής Αγωγιμότητας (Incremental Conductance - INC)	25
3.4.3 Η Μέθοδος Σταθερής Τάσης-Ρεύματος (Constant Voltage-Current - CV)	28
3.4.4 Η Μέθοδος διαφοροποίησης (Differentiation method)	31
3.4.5 Η Μέθοδος Σάρωσης Ρεύματος (Current Sweep method)	31
3.4.6 Η Μέθοδος αναγκασμένης ταλάντωσης	33
3.4.7 Η Μέθοδος προσαρμογής καμπύλων (curve fitting)	33
3.4.8 Η Μέθοδος της Ασαφούς Λογικής (fuzzy logic)	34
3.4.9 Η Μέθοδος Νευρωνικών δικτύων (Neural Networks)	34

3.4.10 Η Μέθοδος Μεγιστοποίησης Ρεύματος ή Τάσης Φορτίου (Load Current or Load Voltage Maximization)	36
3.4.11 Η Μέθοδος βραχυκύκλωσης φωτοβολταϊκής γεννήτριας (short – circuit photovoltaic generator method)	37
3.4.12 Η Μέθοδος ανοιχτοκυκλώματος φωτοβολταϊκού κυττάρου ως μέσου δοκιμής (Open-circuit voltage photovoltaic test cell method)	38
3.5 Συμπεράσματα	38
Κεφάλαιο 4^ο – Η πρακτική υλοποίηση του μετατροπέα	39
4.1 Κυκλώματα δειγματοληψίας Τάσης και Ρεύματος του φωτοβολταϊκού πάνελ	39
4.1.1 Δειγματοληψία Τάσης	39
4.1.2 Δειγματοληψία Ρεύματος	40
4.2 Ο Μικροελεγκτής MSP430 και η Οπτική Απομόνωσή του	42
4.2.1 Οπτική Απομόνωση των Εισόδων του Μικροελεγκτή	42
4.2.2 Ο Μικροελεγκτής MSP430	44
4.2.2 Οπτική απομόνωση της εξόδου του μικροελεγκτή	46
4.3 Κύκλωμα οδήγησης του διακοπτικού στοιχείου, Mosfet	47
4.4 Φωτογραφίες των Κυκλωμάτων και Παλμογραφήματα	50
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α. Κώδικας Μικροελεγκτή MSP430G2553	53
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β. Ολικό Κύκλωμα Άσκησης	55
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ. Παλμογραφήματα του κυκλώματος	56
Βιβλιογραφία – Πηγές	57