



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

<<Πλήρης Τεχνοοικονομική Μελέτη Διασυνδεδεμένου Φωτοβολταϊκού Σταθμού Παράγωγης Ηλεκτρικής Ενέργειας 400KW Σε Συγκεκριμένη Περιοχή>>



Όλσι Κυριάζη & Νταή Φλωριάν

Επιβλέπων: Πάχος Παύλος, Καθηγητής Εφαρμογών

Αθήνα 2012

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία γίνεται τεχνικο-οικονομική μελέτη ενός διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού σταθμού 400KW με την ΔΕΗ. Η μελέτη έγινε για 2 διαφορετικές τοπολογίες, μία με string 3φ αντιστροφείς των 17KW και η άλλη τοπολογία με κεντρικό αντιστροφήα των 400KW ενσωματωμένο σε οικίσκο μαζί με Μ/Σ για τροφοδοσία κατευθείαν στη Μέση Τάση.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1

1.1 Εισαγωγή	σελ. 2
1.2 Ηλιακή ακτινοβολία	σελ. 4
1.3 Ηλιακή Ενέργεια	σελ. 5
1.4 Ηλιακή Γεωμετρία	σελ. 6
1.5 Προσανατολισμός του Συλλέκτη	σελ. 9
1.6 Πρακτικοί κανόνες για την συλλογή της μέγιστης ηλιακής ακτινοβολίας..	σελ. 11
1.7 Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο	σελ. 16
1.7.1 Χαρακτηριστικά ημιαγωγών.....	σελ. 17
1.8 Λειτουργία φωτοβολταϊκού στοιχείου	σελ. 20
1.9 Τεχνολογίες φωτοβολταϊκών στοιχείων	σελ. 22
1.10 Ισοδύναμο ηλεκτρικό κύκλωμα μιας φωτοβολταϊκής κυψέλης & χαρακτηριστικές του	σελ. 28

Κεφάλαιο 2 : Διασυνδεδεμένο Φωτοβολταϊκό Σύστημα 400KW

2.1 Εισαγωγή	σελ. 33
2.2 Τα σημαντικότερα στοιχεία που αποτελούν την γεννήτρια του φωτοβολταϊκού συστήματος	σελ. 33
2.2.1 Φωτοβολταϊκά πλαίσια	σελ. 33
2.2.2 Βάσεις στηρίξεις	σελ. 39
2.2.3 DC πινάκες & Συσκευές παραλληλισμού στοιχειοσειρών.....	σελ. 45
2.2.4 Αντιστροφείς (dc/ac) (inverter)	σελ. 49

Κεφάλαιο 3 : Σχεδίαση διασυνδεδεμένου Φ/β συστήματος με SMA SMC 11000 TL & Sunny Central SC 400MV-11

3.1 Εισαγωγή	σελ. 56
3.2 Σχεδίαση διασυνδεδεμένου φ/β συστήματος με STP 17000TL.....	σελ. 57
3.2.1 Τοποθέτηση των Φ/Β συλλεκτών με βέλτιστη κλίση και την κατάλληλη απόσταση μεταξύ των συστοιχιών.....	σελ. 61
3.2.2 Συστοιχίες.....	σελ. 65
3.3 Σχεδίαση διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος με SMA Sunny Central SC 400MV-11	σελ. 68
3.3.1 Συστοιχίες	σελ. 75

Κεφάλαιο 4: Ηλεκτρολογική Μελέτη Φ/Β Συστήματος με Μικρούς Αντιστροφείς (STP 17000TL-10)

4.1 Εισαγωγή	σελ. 81
4.2 Γενική περιγραφή της τοπολογίας.....	σελ. 82
4.3 Καλωδίωση Φ/Β πλαισίων	σελ. 84
4.3.1 Όδευση καλωδίων – απαιτούμενο μήκος καλωδίων DC.....	σελ. 84
4.3.2 Τύπος καλωδίου	σελ. 86
4.3.3 Πτώση τάσης και απώλειες ισχύος στο καλώδιο DC	σελ. 87
4.3.4 Μέγιστη επιτρεπόμενη διαρκής φόρτιση καλωδίου DC	σελ. 88
4.4 Προστασία στη DC πλευρά πριν τον αντιστροφέα	σελ. 89
4.4.1 Υλικά που περιλαμβάνει ο dc πίνακας	σελ. 91
4.5 Σύστημα επιτήρησης δικτύου.....	σελ. 93
4.6 Διασύνδεση αντιστροφέων σε πίνακα Χαμηλής Τάσης	σελ. 93
4.7 Πίνακες Χαμηλής Τάσης	σελ. 96
4.8 Σύνδεση πινάκων AC X.T με το γενικό πίνακα X.T στο Y/Σ	σελ. 98

ανύψωσης.....	
4.9 Υ/Σ Ανύψωσης 0,4/20KV (οικίσκος ΜΤ/ΧΤ).....	σελ.101
4.9.1 Τεχνική περιγραφή.....	σελ.101
4.9.2 Μ/Σ Ελαίου 0.4/20KV	σελ.107
4.9.3 Διαμέρισμα Χαμηλής Τάσης	σελ.109
4.9.4 Διαμέρισμα Μέσης Τάσης.....	σελ.110
4.9.5 Γενικά στοιχεία για τα πεδία τύπου SM6.....	σελ.113
4.10 Διασύνδεση του Υ/Σ ανύψωσης με το δίκτυο Μέσης Τάσης.....	σελ.116

Κεφάλαιο 5: Ηλεκτρολογική Μελέτη Φ/Β Συστήματος με Κεντρικό Αντιστροφέα 400kW (SC 400MV)

5.1 Εισαγωγή	σελ.119
5.2 Γενική περιγραφή της τοπολογίας.....	σελ.120
5.3 Καλωδίωση Φ/Β πλαισίων με τις διάταξης παραλληλισμού.....	σελ.121
5.3.1 Όδευση καλωδίων – απαιτούμενο μήκος καλωδίων DC.....	σελ.121
5.3.2 Τύπος καλωδίου	σελ.122
5.3.3 Πτώση τάσης και απώλειες ισχύος στο καλώδιο DC	σελ.123
5.3.4 Μέγιστη επιτρεπόμενη διαρκής φόρτιση καλωδίου DC	σελ.124
5.4 Περιγραφή διάταξης παραλληλισμού (Sunny String Monitor SSM).....	σελ.125
5.5 Καλωδίωση των διατάξεων παραλληλισμού με τους πίνακες DC	σελ.127
5.6 Γενικοί πίνακες DC	σελ.128
5.7 Καλωδίωση των πινάκων DC με τον αντιστροφέα.....	σελ.129
5.8 Διασύνδεση αντιστροφέα Sunny Central 400MV-11 με το δίκτυο μέσης τάσης.....	σελ.131

Κεφάλαιο 6: Αντικεραυνική προστασία και γείωση Φ/Β πάρκου

6.1 Εισαγωγή	σελ.138
6.2 Γείωση Φ/Β σταθμού	σελ.139
6.2.1 Προσδιορισμός ειδικής αντίστασης εδάφους	σελ.139
6.3 Κατασκευή γείωσης στο Φ/Β πάρκο 400KW	σελ.141
6.4 Αντικεραυνική προστασία	σελ.142
6.4.1 Πρότυπα Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας	σελ.144
6.5 Αντικεραυνική προστασία στο Φ/Β πάρκο 400KW.....	σελ.145
6.6 Προστασία των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών από κρουστικές υπερτάσεις στο Φ/Β πάρκο 400KW	σελ.147

Κεφάλαιο 7: Σύστημα επιτήρησης Φ/Β σταθμού

7.1 Εισαγωγή	σελ.151
7.2 Περιγραφή της εγκατάστασης για Φ/Β σταθμό με τριφασικούς αντιστροφείς SMA STP 17000TL.....	σελ.152
7.3 Περιγραφή της εγκατάστασης για Φ/Β σταθμό με κεντρικό αντιστροφέα των 400KW (SMA SC 400MV)	σελ.153
7.4 Τηλεπιτήρηση και τηλεσυντήρηση	σελ.155

Κεφάλαιο 8: Αδειοδότηση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

8.1 Αδειοδότηση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	σελ.157
---	---------

8.2 Συστήματα ως 10 kWp σε στέγες κτιρίων	σελ.157
8.3 Οικιακοί Παραγωγοί	σελ.159
8.4 Μικρές Επιχειρήσεις	σελ.159
8.5 Φωτοβολταϊκά Συστήματα σε Βιομηχανικές Στέγες (>10kWp)	σελ.160
8.6 Φωτοβολταϊκά Συστήματα επί εδάφους.....	σελ.161
8.7 Παλιές Αιτήσεις (N.3468)	σελ.161
8.8 Γενικά Αδειοδοτικά.....	σελ.162
8.9 Περί κατασκευής Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε Γαίες Υψηλής Παραγωγικότητας.....	σελ.163
8.10 Περί Συμβάσεως Αγοραπωλησίας	σελ.164

Κεφάλαιο 9: Κόστος Φ/Β Σταθμού

9.1 Εισαγωγή	σελ.167
9.2 Πίνακας κόστους κατασκευής Φ/Β σταθμού με τριφασικούς αντιστροφείς SMA STP 17000TL-10 των 17KW	σελ.168
9.3 Πίνακας κόστους κατασκευής Φ/Β σταθμού με κεντρικό αντιστροφή SMA SC 400MV των 400KW	σελ.175
9.4 Συμπεράσματα	σελ.180

Κεφάλαιο 10

Συμπεράσματα	σελ.183
Βιβλιογραφία.....	σελ.185