



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ - 1224

ΤΙΤΛΟΣ : Σχεδιασμός και υλοποίηση φορητής ηλιακής μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με αντιστροφή 100W



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΧΟΥΠΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΜΠΙΣΔΟΥΝΗΣ ΛΑΜΠΡΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2012

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στόχος αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και η κατανόηση για τον τρόπο λειτουργίας μιας φορητής ηλιακής μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας η οποία θα είναι εύκολη στη μεταφορά και την λειτουργία της

Σκοπός ενός τέτοιου συστήματος είναι η παραγωγή ενέργειας σε μέρη τα οποία δεν έχουν πρόσβαση στο κεντρικό δίκτυο ρεύματος και υστερούν οποιασδήποτε άλλης παροχής ηλεκτρικού ρεύματος.

Ιδανικό για φόρτιση και λειτουργία μικρών οικιακών συσκευών.

Η εργασία πραγματοποιήθηκε στους χώρους του Εργαστηρίου των Ηλεκτρονικών του Τμήματος Ηλεκτρολογίας και σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσοι βοήθησαν να πραγματοποιηθεί η παρούσα εργασία και κυρίως τον κύριο Αντρέα Κατσαίτη και τον κύριο Χάρη Κωνσταντέλλο που με την πολύτιμη επιστημονική καθοδήγησή τους βοήθησαν στην ολοκλήρωση της κατασκευής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την υποστήριξή τους όλο αυτό τον καιρό.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1^ο : ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ

1.1 Γενικές πληροφορίες για τα φωτοβολταϊκά	1
1.2 Πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών ως ανανεώσιμες πηγές	3
1.3 Ιστορική αναδρομή	4
1.4 Τι είναι το φωτοβολταϊκό φαινόμενο.....	6
1.5 Τύποι φωτοβολταϊκών κυττάρων	7
1.6 Κύτταρα μονοκρυσταλλικού πυριτίου.....	10

Κεφάλαιο 2^ο : ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΤΜΗΜΤΑΤΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

2.1 Inverter(αντιστροφέας)	13
2.2.1 Ρυθμιστής φόρτισης	18
2.2.2 Επιλογή του σωστού ρυθμιστή φόρτισης.....	19
2.2.3 Οδηγίες χρήσης.....	22
2.3 Μπαταρίες- Συσσωρευτές Μολύβδου	25

2.3.1 Μπαταρίες, συσσωρευτές	25
2.3.2 Χωρητικότητα μπαταριών	26
2.3.3 Φόρτιση	26
2.3.4 Όριο εκφόρτισης	27
2.3.5 Συντήρηση και αποθήκευση	28
2.3.6 μπαταρίες βαθιάς εκφόρτισης	29
2.4. Όργανο μέτρησης 40V 20A DC	30

Κεφάλαιο 3^ο : ΤΡΟΠΟΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΕ ΠΑΝΕΛ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΟ ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

3.1 Διαδικασία κατασκευής των πάνελ	32
3.2 Διασύνδεση των στοιχείων με το υπόλοιπο σύστημα της κατασκευής ..	43

Βιβλιογραφία	49
---------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Ο όρος φωτοβολταϊκά αποτελεί μετάφραση του αγγλικού *photovoltaic*. Ο όρος αυτός χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1890 έχοντας σαν συνθετικά τις λέξεις: *photo* από την ελληνική λέξη Φως και *volt* η οποία συνδέεται με την πρωτοπόρο στην ανάπτυξη του ηλεκτρισμού Alessandro Volta. Αναφέρεται δηλαδή στον ηλεκτρισμό από το φως. Αυτό ακριβώς κάνουν τα φωτοβολταϊκά υλικά, μετατρέπουν την ενέργεια του φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια (Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο), όπως ανακάλυψε ο Edmond Becquerel το 1939 .

Τα μεμονωμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία (PV cells), κοινώς γνωστά σαν ηλιακά στοιχεία / κυψέλες (solar cells) / κύτταρα είναι συσκευές που παράγουν ηλεκτρισμό κατασκευασμένες από ημιαγώγιμα υλικά. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία φτάνονται σε διάφορες μεγέθη και σχήματα, από μικρότερα του ενός γραμματοσήμου μέχρι αρκετά εκατοστά. Συχνά συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζοντας του φωτοβολταϊκούς πίνακες, οι οποίοι με τη σειρά τους συχνά συνενώνονται σε φωτοβολταϊκές συστοιχίες διαφόρων μεγεθών και ισχύος εξόδου.

Το μέγεθος μιας φωτοβολταϊκής συστοιχίας εξαρτάται από μια πληθώρα παραγόντων, όπως η ποσότητα του ηλιακού φωτός που είναι διαθέσιμη σε μια δεδομένη τοποθεσία και τις ενεργειακές απαιτήσεις του καταναλωτή. Οι φωτοβολταϊκοί πίνακες της συστοιχίας αποτελούν το κύριο μέρος ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει ακόμη ηλεκτρικές συνδέσεις, μηχανισμούς στήριξης, ρυθμιστές ενέργειας και μπαταρίες για τις περιπτώσεις όπου απαιτείται ενέργεια όταν ο ήλιος έχει δύσει.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι ήδη μέρος της καθημερινής μας ζωής. Απλά Φ/Β συστήματα παρέχουν ενέργεια για μικρές συσκευές όπως υπολογιστές τσέπης και ρολόγια χειρός. Πιο πολύπλοκα Φ/Β σύστημα χρησιμοποιούνται για να τροφοδοτήσουν με ενέργεια τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους, αντλίες νερού, συσκευές, μηχανές καθώς τα σπίτια και τους χώρους εργασίας αρκετών ανθρώπων. Πολλά επίσης φώτα δρόμων και τηλεφωνικοί θάλαμοι τροφοδοτούνται με ενέργεια από Φ/Β συστήματα. Σε πολλές περιπτώσεις η ενέργεια από τα Φ/Β συστήματα αποτελεί την φθηνότερη λύση για ηλεκτρική ενέργεια.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα
- Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής
- Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη
- Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής: οι κατασκευαστές εγγυώνται τα «κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας
- Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών
- Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου,
- Διαθέτουν ευελιξία στις εφαρμογές: τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πωλήσει τυχόν πλεονάζου-

σα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου, όπως ήδη γίνεται στο Φράιμπουργκ της Γερμανίας.

Ως μειονέκτημα θα μπορούσε να καταλογίσει κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη υψηλό. Το ποσό αυτό, ωστόσο, μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το Φ/Β σύστημα θα συνεχίσει να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια. Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, και το ευρύ κοινό έχει αρχίσει να στρέφεται όλο και πιο πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά ειδικότερα, για την κάλυψη ή την συμπλήρωση των ενεργειακών του αναγκών

1.3. Ιστορική αναδρομή για Φωτοβολταϊκά

1839:Ο δεκαεννιάχρονος τότε Γάλλος φυσικός Alexandre-Edmond Becquerel, ανακάλυψε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο καθώς πειραματιζόταν με το φωτοβολταϊκό φαινόμενο της ηλεκτρόλυσης.

1873:Ανακαλύφθηκε η φωτοαγωγιμότητα του σεληνίου από τον Willoughby Smith.

1876:Ο William Grylls Adams με τον μαθητή του Richard Evans Day, ανακάλυψαν ότι το σεληνίο παράγει ηλεκτρισμό όταν εκτίθεται στο φως.

1883:Ο Αμερικάνος ερευνητής Charles Fritts, περιέγραψε την πρώτη κυψέλη η οποία αποτελούνταν από φωτοβολταϊκό στοιχείο σεληνίου.

1887:Ο Heinrich Hertz ανακάλυψε ότι διευκολύνεται η δημιουργία βολταϊκού τόξου μεταξύ δύο πολωμένων ηλεκτροδίων, όταν ο χώρος μεταξύ των ηλεκτροδίων ακτινοβολείται από υπεριώδη ακτινοβολία.

1904:Ο Albert Einstein δημοσίευσε την εργασία με την οποία έδωσε την εξήγηση του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Γι' αυτήν του την προσπάθεια, τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ το 1921.

1918:Ο πολωνός επιστήμονας Jan Czochralski ανέπτυξε μια νέα μέθοδο παραγωγής του μονοκρυσταλλικού πυριτίου, το οποίο αργότερα χρησιμοποιήθηκε στην κατασκευή των αντίστοιχων ηλιακών κυψελών.

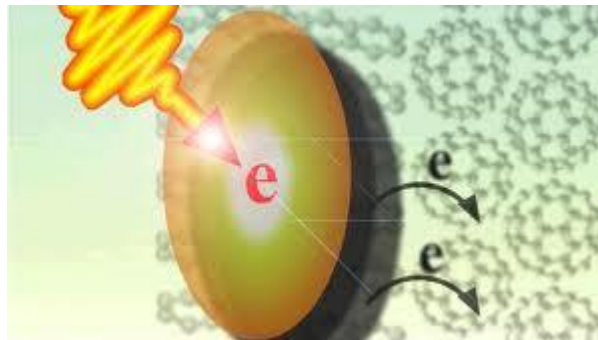
1954:Οι ερευνητές του Bell Labs, Gerald Pearson, Daryl Chapin και Calvin Souther Fuller ανακάλυψαν τις πρώτες ηλιακές κυψέλες πυριτίου με απόδοση 4,5%, η οποία έφτασε στο 6% λίγους μόλις μήνες μετά.

1958:Η Hoffman Electronics πετυχαίνει να αυξήσει τον βαθμό απόδοσης κυψέλης στο 9%, ενώ στις 17 Μαρτίου εκτοξεύεται ο

Vanguard I, ο πρώτος δορυφόρος του οποίου η ισχύς προέρχεται από ηλιακές κυψέλες.

Σήμερα:

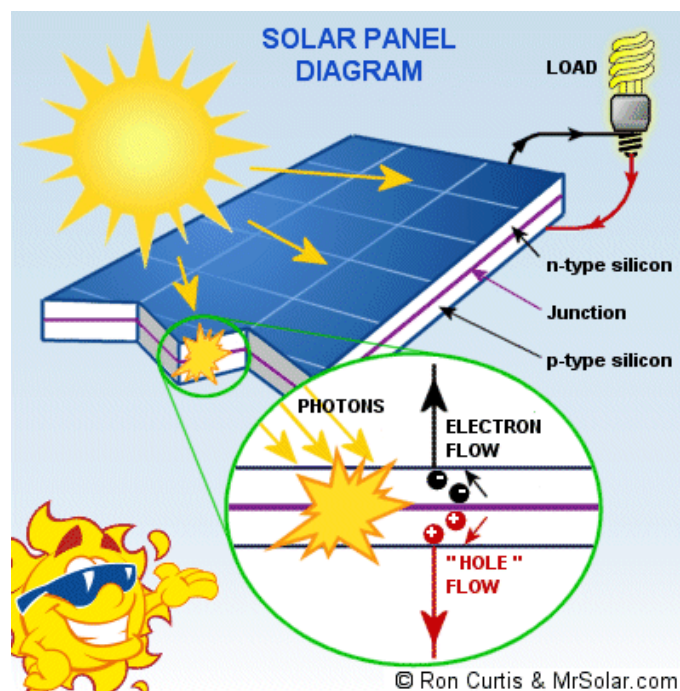
Η έρευνα πάνω στην βελτίωση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών είναι συνεχής και εντεινόμενη. Οι εμπορικά διαθέσιμες εφαρμογές αποτελούνται πλέον από κυψέλες, των οποίων ο βαθμός απόδοσης μπορεί να ξεπερνάει ακόμη και το 20%, με κόστος σημαντικά μικρότερο από ότι στο παρελθόν.



1.3 ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

Το ηλιακό φως είναι ουσιαστικά μικρά πακέτα ενέργειας που λέγονται φωτόνια. Τα φωτόνια περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Το γαλάζιο χρώμα ή το υπεριώδες π.χ. έχουν περισσότερη ενέργεια από το κόκκινο ή το υπέρυθρο. Όταν λοιπόν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο (που είναι ουσιαστικά ένας “ημιαγωγός”), άλλα ανακλώνται, άλλα διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό. Αυτά τα τε-

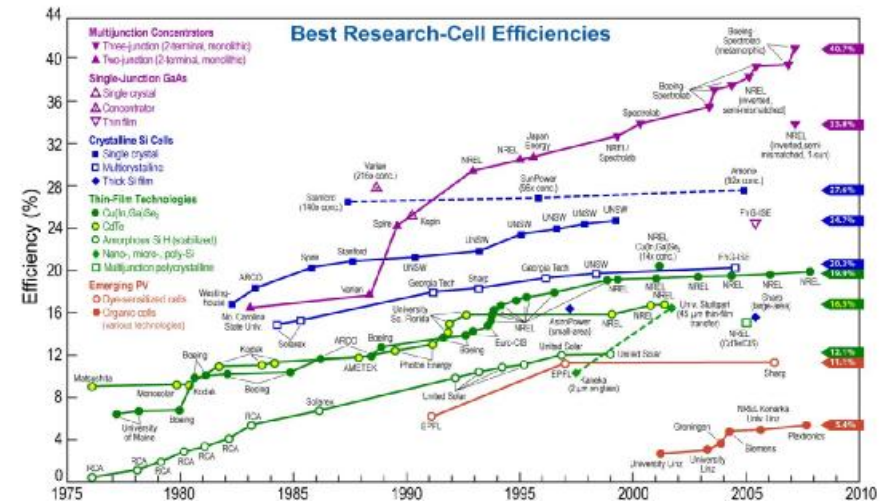
Λευταία φωτόνια είναι που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Τα φωτόνια αυτά αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού να μετακινηθούν σε άλλη θέση και ως γνωστόν ο ηλεκτρισμός δεν είναι τίποτε άλλο παρά κίνηση ηλεκτρονίων. Εάν συνδέσουμε στις πλευρές του δύο ακροδέκτες και κλείσουμε το κύκλωμα, θα έχουμε την διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος..



1.4 ΤΥΠΟΙ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ

Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5-19% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (με τη σημερινή τεχνολογία, η οποία πάντως βελτιώνεται). Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Υπάρχουν π.χ. τα λεγόμενα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα

φωτοβολταϊκά “λεπτού υμενίου” (thin-film, όπως είναι τα άμορφα [a-Si], τα μικρομορφικά [μ-Si], τα CIS-CIGS, CdTe, κ.λπ). Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής ευχέρειας του χρήστη.



Υπάρχουν αρκετοί τύποι φωτοβολταϊκών κυττάρων όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως για την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, τους οποίους βλέπουμε παρακάτω σε τρεις κατηγορίες.

Στην πορεία Θα αναλύσουμε το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή των πάνελ της εργασίας.

Κρυσταλλικά Φωτοβολταϊκά Κύτταρα Πυριτίου


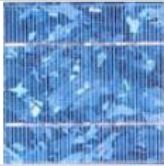

- Ταινία Πυριτίου (Ribbon-Si)
- Μονοκρυσταλλικά (sc-Si)
- Πολυκρυσταλλικά (mc-Si)

Κύτταρα Λεπτού υμενίου (Thin Film)

- Αρσενικούχου Γάλλιου (GaAs)
- Άμορφου Πυριτίου (a-Si)
- Δισεληνοϊνδιούχου χαλκού (CIGS)
- Τελουριούχου Καδμίου (CdTe)

Νέες τεχνολογίες

- Νανοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά κύτταρα
- Υβριδικά φωτοβολταϊκά κύτταρα

Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών (εξοπλισμός που κυκλοφορεί στην αγορά στις αρχές 2008)			
ΤΥΠΟΣ	'Λεπτού υμενίου' ή 'Thin Film'	Πολυκρυσταλλικά	Μονοκρυσταλλικά
Εμφάνιση			
Απόδοση	a-Si: 4,2-6,6% μ-Si: 8,1-8,5% CIS-CIGS: 6-11% CdTe: 6-11,1%	11-14,8%	11-19,3%
Απαιτούμενη επιφάνεια ανά kWp	9-25 m ²	7-9 m ²	5,5-9 m ²
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά kWp) <small>(μέση τιμή για Ελλάδα και για ένα τυπικό σύστημα με νότιο προσανατολισμό και κατάλληλη κλίση)</small>	1.300-1.450	1.300	1.300
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά m ²) <small>(μέση τιμή για Ελλάδα και για ένα τυπικό σύστημα με νότιο προσανατολισμό και κατάλληλη κλίση)</small>	50-160	145-185	145-235
Ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (kg CO ₂ ανά kWp)	1.300-1.450	1.300	1.300

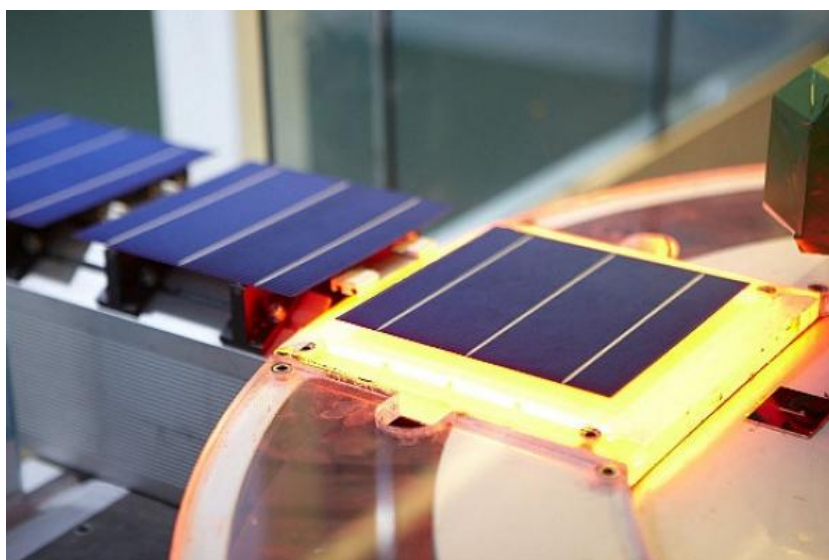
1.5. Κύτταρα μονοκρυσταλλικού πυριτίου (sc-Si)

Μονοκρυσταλλικού πυριτίου (Single Crystalline Silicon, sc – Si)

Το πάχος τους είναι γύρω στα 0,3 mm. Η απόδοσή τους στη βιομηχανία κυμαίνεται από **15 – 21 %** για το κάθε πλαίσιο. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί ακόμα μεγαλύτερες αποδόσεις έως και 24,7%.

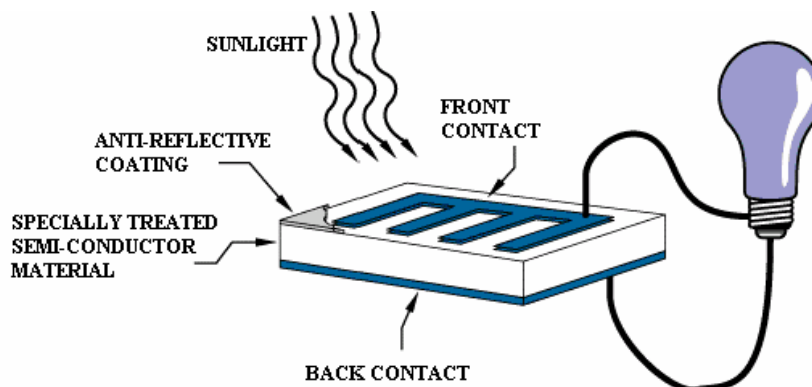
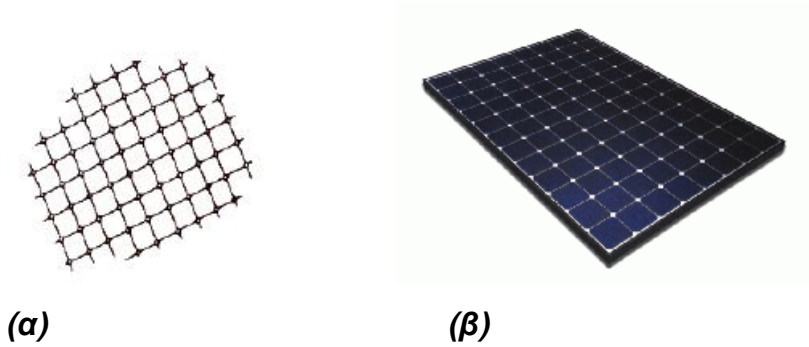
Τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία χαρακτηρίζονται από το πλεονέκτημα της καλύτερης σχέσης απόδοσης/επιφάνειας ή «*ενεργειακής πυκνότητας*».

Ένα άλλο μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος κατασκευής τους σε σχέση με τα πολυκρυσταλλικά.

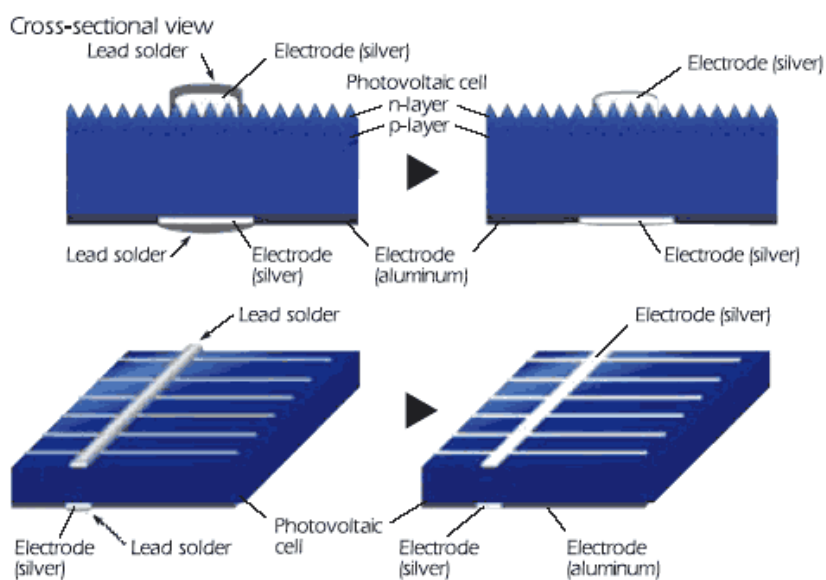


Βασικές τεχνολογίες των μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών είναι η μέθοδος *Czochralski* (CZ) και η μέθοδος *Float Zone* (FZ). Αμφότερες βασίζονται στην ανάπτυξη ράβδου πυριτίου. Το Μονοκρυσταλλικό φωτοβολταϊκό κύτταρο με την υψηλότερη απόδοση στο εμπόριο σήμερα είναι της Sun Power με απόδοση πλαισίου 18,5%.

Είναι μάλιστα το μοναδικό που έχει μεταλλικές επαφές στο πίσω μέρος του πλαισίου, αποκομίζοντας έτσι μεγαλύτερη επιφάνεια αλληλεπίδρασης με την ηλιακή ακτινοβολία [15] (βλ. εικ. (2.2γ)).



(γ)



(δ)

Εικόνα (2.2): Δομή κρυσταλλικού πυριτίου (α), πάνελ μονοκρυσταλλικού πυριτίου (β), σχηματική παράσταση ενός τέτοιου στοιχείου (γ), σχηματική παράσταση ενός στοιχείου με τα ηλεκτρόδια εμπρός και στην πλάτη του στοιχείου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Επιμέρους τμήματα του συστήματος

2.1 Αντιστροφέας τάσης ρεύματος (inverter)

Ο αντιστροφέας (inverter) μετατρέπει το συνεχές ρεύμα (ΣΡ ή dc) των φ/β στο απαιτούμενο από το φορτίο εναλλασσόμενο ρεύμα (ΕΡ ή ac). Στην προκειμένη περίπτωση από 12V(dc) των συσσωρευτών θα γίνεται 230V(ac)

Οι περισσότεροι αντιστροφείς σήμερα λειτουργούν με απόδοση γύρω στο 90% για το μεγαλύτερο εύρος λειτουργίας τους.

Όταν δεν υπάρχει φορτίο, ένας καλός αντιστροφέας θα καταναλώνει λιγότερο από 1 W ισχύος σε κατάσταση αναμονής όσο θα περιμένει κάποιο φορτίο να τεθεί σε λειτουργία που να χρειάζεται ισχύ εναλλασσόμενου ρεύματος. Όταν ανιχνεύσει ένα φορτίο, ο αντιστροφέας τίθεται σε λειτουργία και καθώς λειτουργεί καταναλώνει ισχύ της τάξης των 5 έως 20 W. Αυτό σημαίνει ότι οι απώλειες των ηλεκτρονικών συσκευών σε κατάσταση αναμονής ίσως να αναγκάζουν τον αντιστροφέα να λειτουργεί συνεχώς, αν και μπορεί να μην αποδίδεται πραγματική ισχύς. Στην περίπτωση αυτή, τα 5 έως 20 W της απώλειας ισχύος του αντιστροφέα προστίθενται στις υπόλοιπες

απώλειες λόγω κατάστασης αναμονής, κάτι που δείχνει πόσο σημαντικό είναι να σβήνουμε τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό όταν δεν τον χρησιμοποιούμε.

Ο αντιστροφέας προδιαγράφεται από την τάση εισόδου συνεχούς ρεύματος και από την τάση εξόδου εναλλασσόμενου ρεύματος του αντιστροφέα, την ποσότητα ισχύος που μπορεί να χειριστεί συνεχώς, και την ποσότητα μέγιστης ισχύος που μπορεί να τροφοδοτήσει για σύντομα χρονικά διαστήματα. Η τάση εισόδου συνεχούς ρεύματος του αντιστροφέα, η οποία είναι ίδια με την τάση της συστοιχίας μπαταριών και του φ/β συλλέκτη, ονομάζεται τάση συστήματος.

Η τάση του συστήματος είναι που θα κατασκευαστεί θα είναι 12 V.

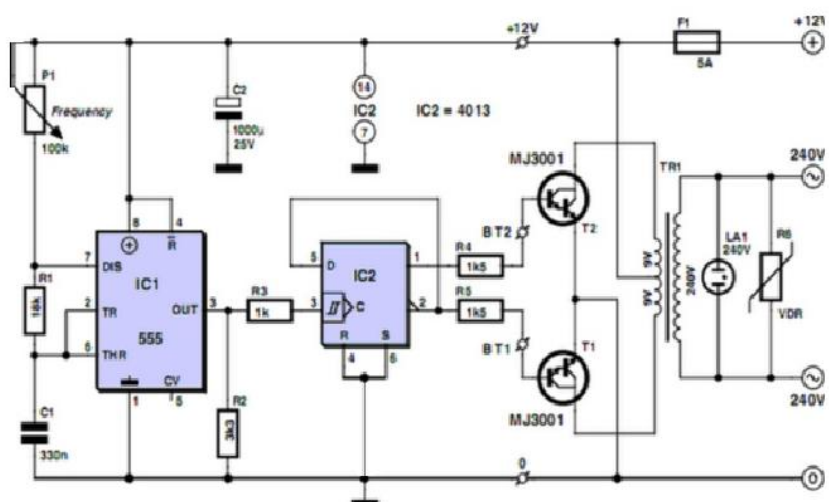
Το πιο σημαντικό τεχνικό χαρακτηριστικό ενός αντιστροφέα είναι η ποσότητα ισχύος εναλλασσόμενου ρεύματος που μπορεί να παρέχει σε συνεχή βάση. Όμως, είναι επίσης σημαντικό χαρακτηριστικό και η ποσότητα μέγιστης ισχύος που μπορεί να τροφοδοτήσει ο αντιστροφέας για σύντομα χρονικά διαστήματα, κάτι που είναι ιδιαίτερα χρήσιμο κατά την εκκίνηση ηλεκτρικών κινητήρων, όπου το ρεύμα εκκίνησης είναι πολλαπλάσιο του ρεύματος μόνιμης κατάστασης.

Έτσι μπορούμε να τροφοδοτήσουμε από τη μπαταρία του φωτοβολταϊκού συστήματος όλες τις οικιακές συσκευές που απαιτούν 230 Volt.

Συνδέεται με ένα διπλό καλώδιο (θετικό - αρνητικό) πάνω στους πόλους της μπαταρίας. Έχει συνήθως μια ή δύο υποδοχές σαν τις πρίζες που έχουμε στους τοίχους του σπιτιού μας, πάνω στις οποίες συνδέουμε τις συσκευές που απαιτούν 230V.

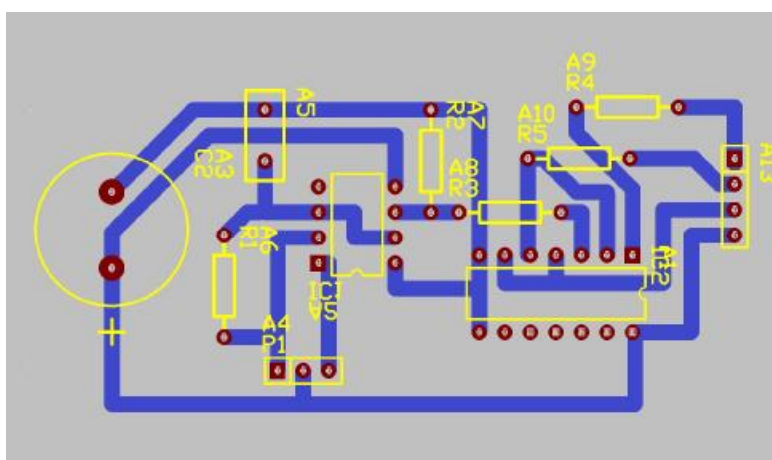
Ο αντιστροφέας που θα κατασκευάσω είναι ισχύος 100 W.

Παρακάτω ακολουθούν το ηλεκτρονικό κύκλωμα του inverter καθώς και οι πίστες που θα τυπωθούν πάνω στην πλακέτα (διάταξη PCB) .

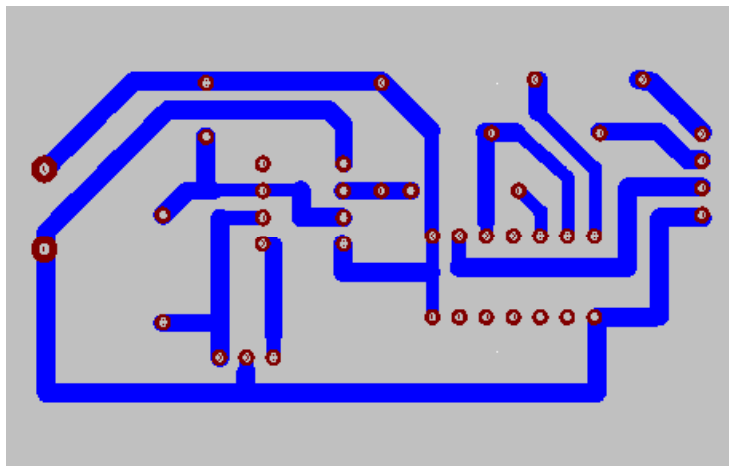


(α) Ηλεκτρονικό κύκλωμα του inverter

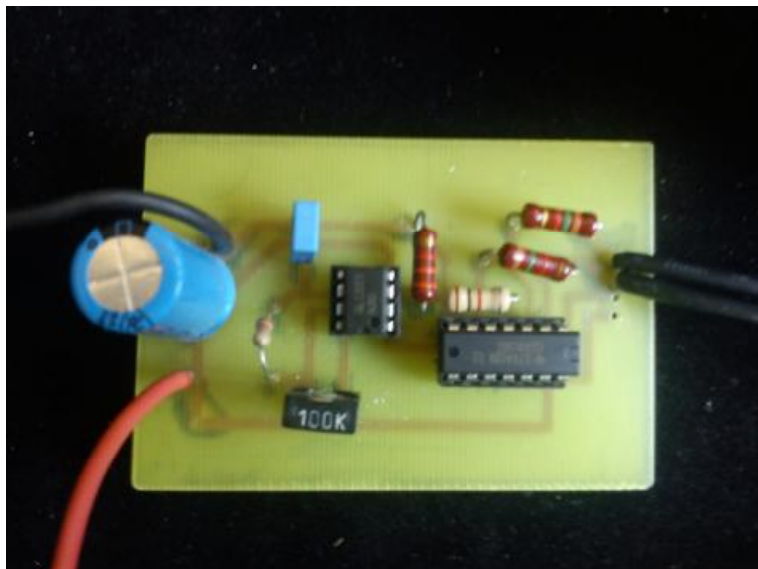
(β)Κυκλώματα ελέγχου των IGBT (διάταξη PCB)



(β1)Επάνω πλευρά της πλακέτας



(β2)Κάτω πλευρά της πλακέτας



Λίστα εξαρτημάτων

Αντιστάσεις

R1=18kΩ

R2=3.3kΩ

R3=1kΩ

R4, R5=1.5kΩ

R6=VDR S10K250 (ή S07K250)

P1=100kΩ ποτενσιόμετρο

Πυκνωτές

C1=330 nF

C2=1000 μ F 25 V

Ημιαγωγί

T1, T2= MJ3001

IC1=555

IC2 =4013

Ασφάλεια

F1= 5A

Μετασχηματιστής

TR1=τοροειδής 2x9V 90VA

2.2.1 ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΤΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ

Ο ρυθμιστής φόρτισης, που επίσης λέγεται "αυτόματος" ή "κόφτης" ή "charge regulator", είναι μια απλή ηλεκτρονική συσκευή που φροντίζει για τη σωστή φόρτιση των συσσωρευτών (μπαταριών) του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Παρεμβάλλεται μεταξύ του φωτοβολταϊκού συλλέκτη και του συσσωρευτή.

Ελέγχει τη διαδικασία φόρτισης και σταματά τη φόρτιση όταν διαπιστώσει ότι η μπαταρία έχει φορτιστεί πλήρως. Αλλιώς θα υπήρχε ο σοβαρός κίνδυνος να καταστραφεί η μπαταρία.

Επειδή οι μπαταρίες έχουν την τάση να αποφορτίζονται σταδιακά ακόμα κι αν δεν τροφοδοτούν με ρεύμα κάποια συσκευή, ο ρυθμιστής φόρτισης φροντίζει αυτόματα να ξαναρχίσει η διαδικασία φόρτισης της μπαταρίας όταν διαπιστώσει ότι η τάση της έπεσε κάτω από το επίπεδο της πλήρους φόρτισης.

Αρκετοί ρυθμιστές φόρτισης έχουν υποδοχή πάνω στην οποία συνδέουμε τις ηλεκτρικές συσκευές που θέλουμε να τροφοδοτήσουμε από τη μπαταρία. Έτσι, έχουν την επιπλέον δυνατότητα να διακόψουν τη λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών όταν διαπιστώσουν ότι η μπαταρία κοντεύει να αδειάσει πλήρως, προστατεύοντάς την πάλι με αυτό τον τρόπο από πλήρη αποφόρτιση που θα οδηγούσε στην καταστροφή της.

2.2.2 Επιλογή του σωστού ρυθμιστή φόρτισης

Το μέγεθος του ρυθμιστή φόρτισης εξαρτάται από το μέγεθος των φωτοβολταϊκών που θα συνδέουμε πάνω του. Πρέπει να υπερκαλύπτει την συνολική ένταση σε Ampere των φωτοβολταϊκών. Αν, για παράδειγμα, η ονομαστική ένταση σε Ampere των φωτοβολταϊκών είναι 7-8 A όπως και στην προκειμένη περίπτωση της κατασκευής, τότε πρέπει να επιλέξουμε ένα ρυθμιστή φόρτισης 10A.

Επίσης, πρέπει να είναι κατάλληλος και για την τάση του φωτοβολταϊκού συστήματος. Αν τα φωτοβολταϊκά βγάζουν συνολική τάση 12V, επιλέγουμε ρυθμιστή για φωτοβολταϊκά 12V. Αν τα φωτοβολταϊκά μας βγάζουν συνολική τάση 24V, επιλέγουμε ρυθμιστή για φωτοβολταϊκά 24V.

Διαφορές μεταξύ ρυθμιστών φόρτισης φωτοβολταϊκών τύπου PWM και MPPT

Οι ρυθμιστές φόρτισης MPPT φέρνουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών στις πραγματικές τους αποδόσεις.

Πιο αναλυτικά με απλά λόγια.

ένας συμβατικός ρυθμιστής φόρτισης PWM μπορεί να μεταφέρει την παραγόμενη ενέργεια του φωτοβολταϊκού μόνο κατά το 80% το υπόλοιπο 20% χάνεται, και αυτό γιατί οι απλοί ρυθμιστές δεν κάνουν ανίχνευση του μέγιστου σημείου ισχύος του φ/β.

Ένας ρυθμιστής τύπου MPPT ανιχνεύει κάθε λεπτό το σημείο αυτό, δηλαδή την τάση και το ρεύμα του φ/β και μεταφέρει όλη την παραγόμενη ενέργεια στην μπαταρία. Έτσι από έναν τέτοιου τύπου ρυθμιστή (MPPT) παίρνουμε περίπου το 95% της ενέργειας που παράγεται.

Παράδειγμα:

1. φωτοβολταϊκό ισχύος 100Wr με ένα ρυθμιστή PWM αποδίδει τελικά ισχύ $100 \times 0.8 = 80W$ περίπου 480 Wh σε μία ημέρα με ηλιοφάνεια και σωστή τοποθέτηση των φ/β.
2. Φωτοβολταϊκό ισχύος 100Wr με ένα ρυθμιστή MPPT αποδίδει ισχύ $100 \times 0.95 = 95W$ περίπου 570 Wh σε μία ημέρα με ηλιοφάνεια και σωστή τοποθέτηση των φ/β.

Συμπέρασμα:

Στην πρώτη περίπτωση χάνουμε φ/β ισχύ 120Wr

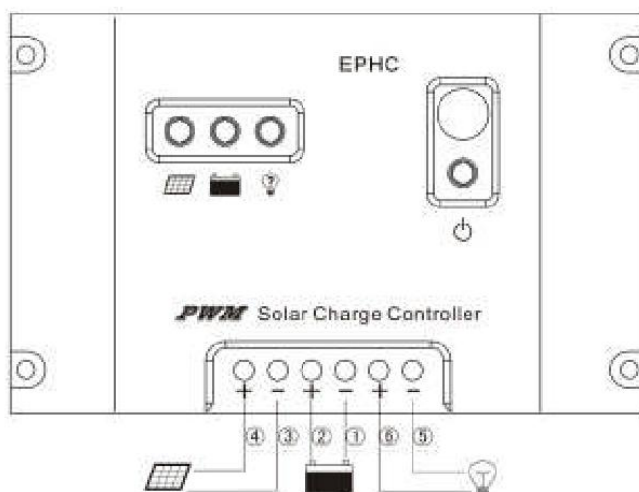
Στην δεύτερη περίπτωση με MPPT ρυθμιστή χάνουμε φ/β ισχύ 30Wr, έχουμε αυξήσει την απόδοση του φωτοβολταϊκού κατά 90 Wh.

Στην κατασκευή αυτή θα χρησιμοποιηθεί ένας ρυθμιστής PWM ο οποίος απεικονίζεται παρακάτω.



Ο ρυθμιστής λειτουργεί για 170Watts ή 10 αμπέρ για το σύστημα πάνελ και φορτίου

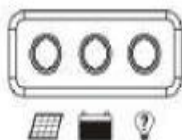
2.2.3 ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ



ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

- Συνδέω τα καλώδια στην σειρά που υποδεικνύεται από 1 έως 6
- Χρησιμοποιείτε μόνο με 12V μπαταρίες
- Χρήση μόνο με 12V συστήματα

Ένδειξη LED



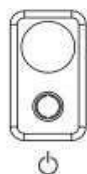
- Φέγγει το πράσινο led όταν η ηλιακή μπαταρία φορτίζει
- Όταν πράσινο led αναβοσβήνει το σύστημα υπερβαίνει την τάση



- Φέγγει το πράσινο led όταν η μπαταρία είναι με τη σωστή πολικότητα
- Όταν το πράσινο led αναβοσβήνει αργά η μπαταρία είναι πλήρως φορτισμένη
- Φέγγει το κίτρινο led όταν η στάθμη της μπαταρίας είναι χαμηλή
- Φέγγει το κόκκινο led όταν το φορτίο αποσυνδεθεί



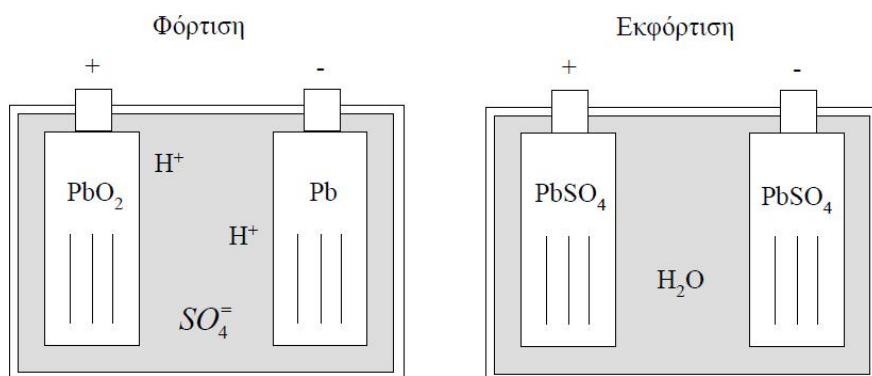
- Κόκκινο led όταν υπάρχει φορτίο
- Κόκκινο led που αναβοσβήνει αργά όταν έχουμε υπερφόρτιση (όταν το ρεύμα του φορτίου είναι 1,25 φορές μεγαλύτερο από το ονομαστικό ρεύμα για 60 sec ,η όταν το ρεύμα φορτίου είναι 1,5 φορές μεγαλύτερο από το ονομαστικό ρεύμα για 5 sec)
- Κόκκινο led που αναβοσβήνει γρήγορα όταν το φορτίο είναι βραχυκυκλωμένο



- Κόκκινο led όταν ο διακόπτης είναι στη θέση ON.
- Κόκκινο led σβηστό όταν ο διακόπτης είναι στη θέση OFF

2.3 Μπαταρίες- Συσσωρευτές Μολύβδου

2.3.1 ΧΗΜΕΙΑ ΤΩΝ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ ΜΟΛΥΒΔΟΥ



Το θετικό ηλεκτρόδιο αποτελείται από διοξείδιο του μολύβδου (PbO_2), ενώ το αρνητικό ηλεκτρόδιο είναι μεταλλικός μολύβδος Pb . Κατά την εκφόρτιση το διοξείδιο του μολύβδου στην άνοδο μεταπίπτει σε θειικό μολύβδο, και ο μολύβδος στην κάθοδο μεταπίπτει επίσης σε θειικό μολύβδο.

Ο ηλεκτρολύτης είναι θειικό οξύ, σε μορφή ζελέ (gel), ή σε υδαρή μορφή. Κλειστού ή ανοιχτού τύπου.

2.3.2 Ονομαστική χωρητικότητα και χωρητικότητα στην πράξη.

Η χωρητικότητα των συσσωρευτών μολύβδου βάση τεχνικών χαρακτηριστικών είναι με 0,05C που σημαίνει ότι μία μπαταρία 7,5 Ah, μπορεί να εκφορτίζεται με 375 mA επί 20 ώρες. Όμως στην πράξη τους εκφορτίζουμε με πολύ μεγαλύτερα ρεύματα, με αντίστοιχη μείωση της χωρητικότητάς τους. Για παράδειγμα, ο συσσωρευτής με ονομαστική χωρητικότητα 7,5Ah, όταν εκφορτίζεται με 1C μπορεί να αποδώσει μόνο το 30% της ονομαστικής χωρητικότητάς του, δηλαδή 2,2Ah.

2.3.3 Φόρτιση

Ο συσσωρευτής μολύβδου φορτίζεται με σταθερή τάση, με ειδικό φορτιστή, ή κατάλληλο πρόγραμμα σε φορτιστή με πολλά στάδια. Το μέγιστο ρεύμα φόρτισης είναι 0,2C το maximum δηλαδή για την μπαταρία των 7,5 Ah δεν πρέπει να υπερβεί τα 1,5. Θεωρείται φορτισμένος όταν η τάση του κάθε στοιχείου φτάσει τα 2,4 V, δηλαδή η μπαταρία με 6 στοιχεία να φτάσει τα 14,4 V. Η φόρτιση αρχίζει με το μέγιστο επιτρεπτό ρεύμα, στην συνέχεια αυτό μειώνεται σταδιακά και στο τέλος καταλήγει σε πολύ μικρό ρεύμα (π.χ. 100 mA). Αν ο φορτιστής είναι "αυτόματος" η φόρτιση θα διακοπεί. Αν για κάποιο λόγο η τάση έχει πέσει κάτω από 1,75V ανά στοιχείο, η φόρτιση πρέπει να αρχίσει με πολύ μικρό ρεύμα 0,01C έως ότου φθάσει τα 1,75V και τότε μπορεί να συνεχίσει με τον κανονικό ρυθμό.

Η φόρτιση ενός αφόρτιστου συσσωρευτή χρειάζεται περίπου 16 ώρες αλλά μπορεί να συντομευτεί σε 8-10 ώρες με φορτωτές πολλαπλών σταδίων.

Οι συσσωρευτές μολύβδου δεν πρέπει να υπερφορτίζονται. Αν συμβεί κάτι τέτοιο, ο υδατικός ηλεκτρολύτης εξατμίζεται και πρέπει να συμπληρωθεί με αποσταγμένο (ή απιονισμένο) νερό, ενώ αν είναι σφραγισμένος, αυξάνεται η πίεση και ανοίγει η βαλβίδα ανακούφισης για να φύγουν τα αέρια.

Οι κοινοί φορτιστές που φορτίζουν τις μπαταρίες μολύβδου των αυτοκινήτων 12V, 30-45Ah δεν μπορούν να ρυθμιστούν για να δώσουν ρεύμα μικρής έντασης, που χρειάζεται η συγκριτικά μικρή μπαταρία 12V, 7,5Ah που έχουν π.χ. τα UPS.

2.3.4 Όριο εκφόρτισης

Ο τελείως αφόρτιστος συσσωρευτής δείχνει τάση 1,75 V ανά στοιχείο, ή 10,5 V για τα 6 στοιχεία. Όμως δεν πρέπει να αφήσουμε την τάση να πέσει κάτω από 1 V (ανά στοιχείο) γιατί τότε κινδυνεύει να πάθει "θειϊκωση" και δεν θα μπορεί να ξαναφορτιστεί. Θειϊκωση είναι η περίπτωση όπου κρύσταλλοι θειϊκού μολύβδου επικάθονται στα ηλεκτρόδια, εμποδίζοντας την περαιτέρω επικοινωνία με το άμεσο περιβάλλον τους.

Ανθεκτικοί στην παρατεταμένη εκφόρτιση είναι μόνο οι συσσωρευτές με το χαρακτηριστικό "deep discharge".

Καθώς η μπαταρία μολύβδου εκφορτίζεται τα ηλεκτρόδια διογ-

κώνονται. Ίσως να έχεις δει τις παλιές μπαταρίες των UPS να έχουν φουσκώσει.

2.3.5 Συντήρηση και αποθήκευση

Στην αποθήκευση χάνει μόνο το 10% κάθε τρεις μήνες, άρα μετά από 6 μήνες θα έχει το 80% της ενέργειάς του, και μετά από 12 μήνες το 60 %.

Η καλύτερη συντήρηση είναι να τον φορτίζεις μετά από κάθε χρήση, και να τον αφήνεις πάντα σε πλήρη φόρτιση. Εάν έχει υγρό ηλεκτρολύτη και είναι ανοικτού τύπου, πρέπει να συμπληρώνεις την στάθμη με αποσταγμένο (ή απιονισμένο) νερό. Αν δεν τον χρησιμοποιείς καθόλου φόρτιζε τον δύο φορές τον χρόνο.

Αν βραχυκυκλώσουν οι πόλοι αυτής της μπαταρίας μπορεί να προκληθεί φωτιά

Η ζωή του κυμαίνεται από 200 έως 1300 κύκλους, και εξαρτάται από το ποσοστό εκφόρτισης που δέχεται σε κάθε κύκλο. Δεν εμφανίζει μνήμη, αλλά αν εκφορτιστεί τελείως χαλάει. Ο συσσωρευτής μολύβδου θεωρείται εκτός πρακτικής χρήσης όταν δεν μπορεί να ανακτήσει και να αποδώσει περισσότερο από το 50% της αρχικής χωρητικότητάς του.

Ο μολύβδος είναι τοξικός, άρα οι συσσωρευτές που τον περιέχουν δεν πρέπει να πετιούνται στα σκουπίδια, αλλά να παραδίδονται στην ανακύκλωση.

2.3.5 Σειρά μπαταριών DC βαθιάς εκφόρτισης

DC Series

DC Series: AGM Batteries for Deep Cycle Service

Οι σειρά μπαταριών **DC βαθιάς εκφόρτισης** χαρακτηρίζονται από τον υψηλό βαθμό απόδοσης της αποθηκευμένης ενέργειας, καθώς οι πλάκες των πόλων της είναι σε μεγαλύτερο πάχος από τις κανονικές μπαταρίες π.χ. ενός αυτοκινήτου. Αυτό επιπρέπει να χρησιμοποιείτε ένα διαφορετικό μίγμα ηλεκτρολύτη υψηλότερης πυκνότητας.

Οι μπαταρίες βαθιάς εκφόρτισης, έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά από τις μπαταρίες των αυτοκινήτων που είναι μπαταρίες SLI και είναι σχεδιασμένες να δίνουν στιγμιαία μεγάλα ρεύματα. Οι μπαταρίες **DC βαθιάς εκφόρτισης** μπορούν να αποδώσουν και απότομα σχετικά μεγάλα ρεύματα και μικρά ρεύματα για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να υπάρχει κίνδυνος καταστροφής της μπαταρίας κάτι που δεν κάνουν οι μπαταρίες αυτοκινήτων.

Η χρήση των μπαταριών βαθιάς εκφόρτισης ενδείκνυται για χρήση σε συστήματα Φ/Β ή ανεμογεννητριών σε αυτόνομα συστήματα που απαιτούνται συνεχείς φορτοεκφορτώσεις.

Ο βαθμός αποφόρτισης των μπαταριών DC μπορεί να φτάσει και το 70%-80% της χωρητικότητάς της.

2.4 ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ 40V 20A DC ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ

Στο σύστημα αυτό θα χρησιμοποιηθεί και ένα όργανο μέτρησης με πέντε είδη λειτουργιών το οποίο θα απεικονίζει χαρακτηριστικά της μπαταρίας αλλά και του φορτιού. Πιο συγκεκριμένα θα έχει μια πλήρη μέτρηση της μπαταρίας του ηλεκτρικού συστήματος συνεχούς τάσης V, το ρεύμα A, την ώρα λειτουργίας Hr , την Ισχύς W και την χωρητικότητα AH.



Χαρακτηριστικά:

- Εμφάνιση: τετραψήφιο κόκκινο Led
- Τρέχουσα τάση λειτουργίας: 3 ψηφία και 1 ψηφίο την μονάδα μέτρησης

- ανάλυση λειτουργιών : 0.01V, 0.01A, 0.01W, 0.01AH, 0.01H
- ποσοστό μέτρησης: 5 φορές / sec
- Τάση εισόδου: DC 5 -- 40V
- Ρεύμα εξόδου: DC 0 -- 20A
- Διάσταση: 79 χιλιοστά * 43 χιλιοστά * 25 χιλιοστά (μήκος * πλάτος * Πάχος)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

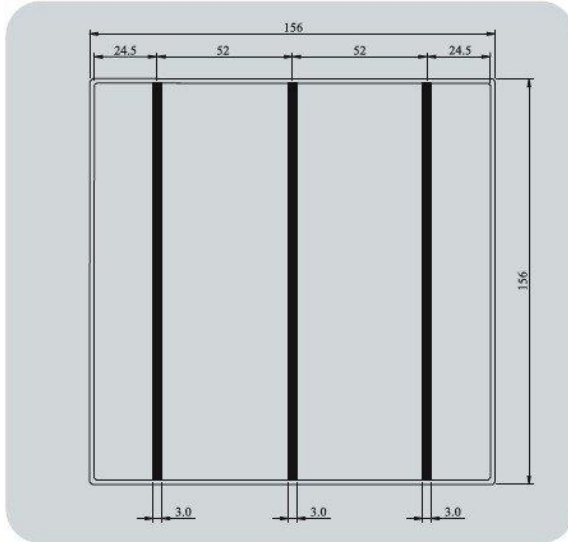
3.1 Διαδικασία κατασκευής των πάνελ

Το φωτοβολταϊκό στοιχείο που επιλέχτηκε είναι το εξής:



Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του στοιχείου είναι :

Μήκος : 156 mm
Πλάτος : 156 mm
Τύπος : 3 bus bar
Πάχος : 200 μ m



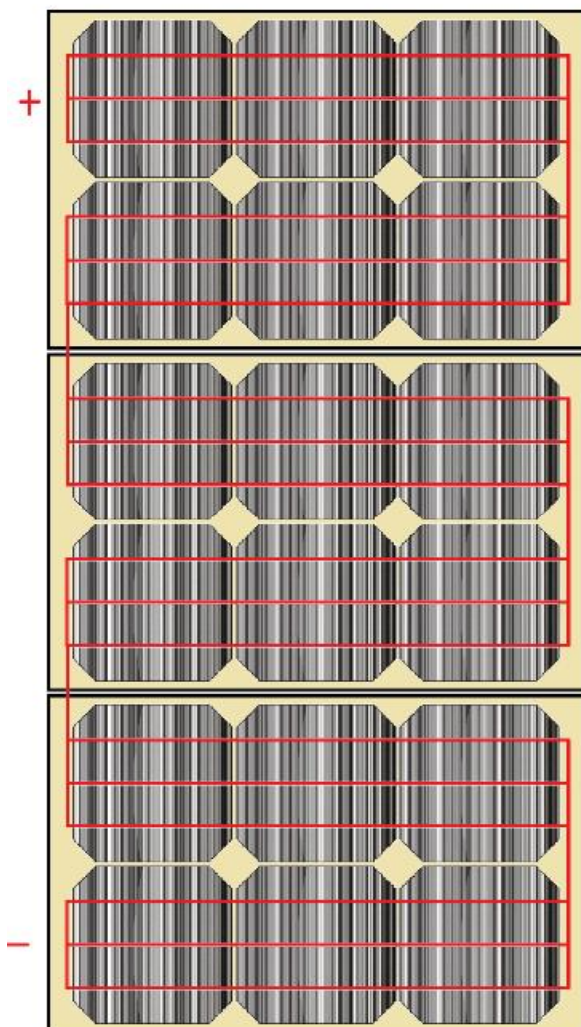
Ονομαστική ισχύς $P (w)$: 4.09w-4.25w
 Τάση στο σημείο μέγιστης ισχύος $V_m (V)$:0.524V
 Τάση ανοικτού κυκλώματος $V_{oc} (V)$:0.626V
 Ρεύμα στο σημείο μέγιστης ισχύος $I_m(A)$:7.83A
 Ρεύμα ανοικτού κυκλώματος $I_{sc}(A)$:8.47A

Η διαδικασία σύνδεσης των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι απλή. Όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα το πάνω μέρος του στοιχείου που είναι ο αρνητικός πόλος, συνδέεται με την χαλκοταινία με το κάτω μέρος του επόμενου το οποίο είναι ο θετικός πόλος.



Στην προκειμένη περίπτωση κατασκευής θα χρησιμοποιήσω δεκαοκτώ (18) φωτοβολταϊκά κύτταρα τα οποία θα συνδεθούν όλα σε σειρά ώστε να έχουμε την επιθυμητή τάση ($18 \times 0.524 = 9,432 \text{ V}$) αφού το ρεύμα που παράγει το καθένα (7,83 A) αρκεί για την τροφοδοσία του συστήματος.

Για να μπορέσει να γίνει η τοποθέτηση τους μέσα στην βαλίτσα Θα δημιουργηθούν τρία πάνελ με έξι κύτταρα το καθένα όπως φαίνεται κ παρακάτω.



Η κατασκευή του φωτοβολταϊκού πάνελ έγινε με κατάλληλα και αξιόπιστα υλικά ώστε να μπορούμε να κατασκευάσουμε εύκολα φωτοβολταϊκά με χαμηλό κόστος.

Σε αυτήν την κατασκευή θα χρησιμοποιηθεί ένα λεπτό φύλο φελλού για να σταθεροποιηθούν τα φωτοβολταϊκά κύτταρα ανάμεσα σε αυτό και το τζαμί του φωτοβολταϊκού πάνελ.

Παρακάτω βλέπετε τα υλικά από τα οποία αποτελείται το πάνελ της κατασκευής :

- τζαμί πάχους 3 χιλιοστών (plexi glass)
- φύλο αλουμινίου το οποίο θα τοποθετηθεί ως βάση στήριξης του πάνελ
- επιφάνεια φελλού πάχους 2 χιλιοστών
- σιλικόνη υψηλής ελαστικότητας

Καθώς και τα υλικά διασύνδεσης των στοιχείων :

- Αγωγήμη ταινία η οποία αποτελείτε από φύλλο χαλκού Cu 99.98% ,πάχους 30um ,ανοχή σε θερμοκρασία από - 10 °C έως 120 °C , επιμήκυνση 7% ~ 4% ,στην οποία μπορεί να γίνει κόλληση με διαφορετικό αγωγό ρεύματος (καλώδιο)



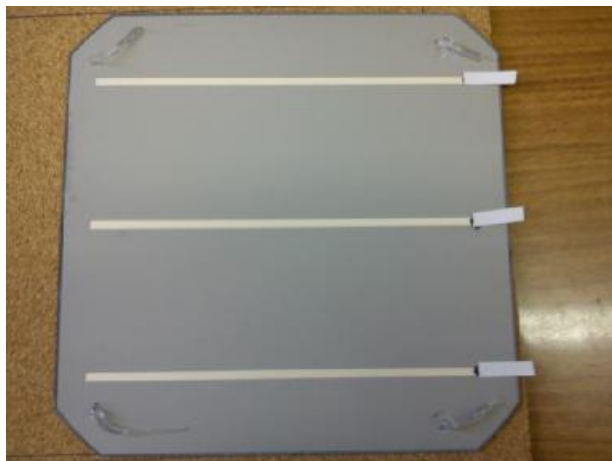
- Αγωγήμη κόλλα η οποία είναι κατάλληλη για κατασκευή και επιδιορθώσεις ηλεκτρονικών επαφών ,για ac και dc ρεύματα μικρής ισχύος.
Αγωγιμότητα: 13,16 Ohm ανά κυβικό εκατοστό
Εύρος θερμοκρασίας:
από -17.8°C μέχρι 93°C



Τοποθέτησα μια μικρή ποσότητα της κόλλας πάνω στις επαφές των φωτοβολταϊκών στοιχείων όπως φαίνεται και παρακάτω



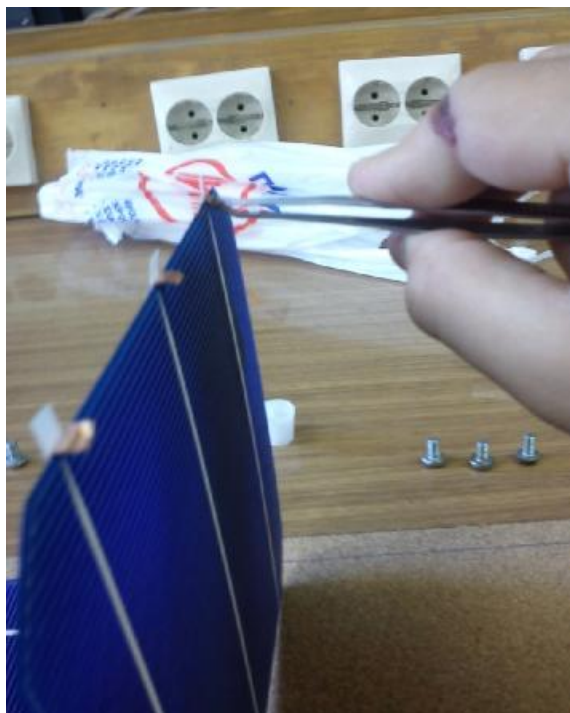
Και στη συνέχεια αφού κόλλησα και τα κατάλληλα σε μέγεθος κομμάτια της χαλκοταινίας έβαλα σιλικόνη στις τέσσερις γωνίες του στοιχείου



Αναποδογυρίζοντας και τοποθετώντας το στοιχείο με την 'πλάτη' στην επιφάνεια του φελλού στη θέση που σχεδίασα νωρίτερα ώστε να γίνει καλύτερη στοίχιση των πάνελ



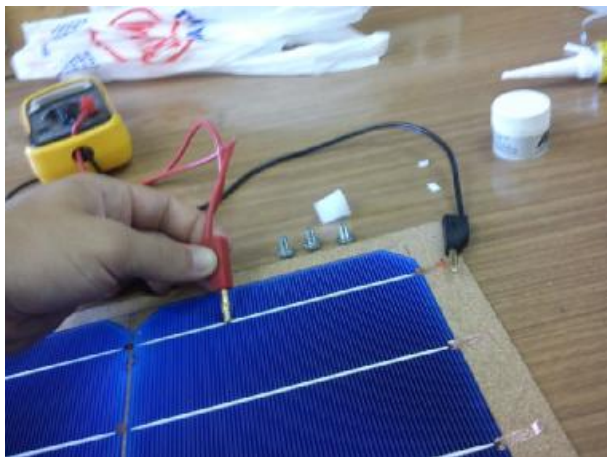
Στη συνέχεια έκανα το ίδιο στο επόμενο φωτοβολταϊκό στοιχείο



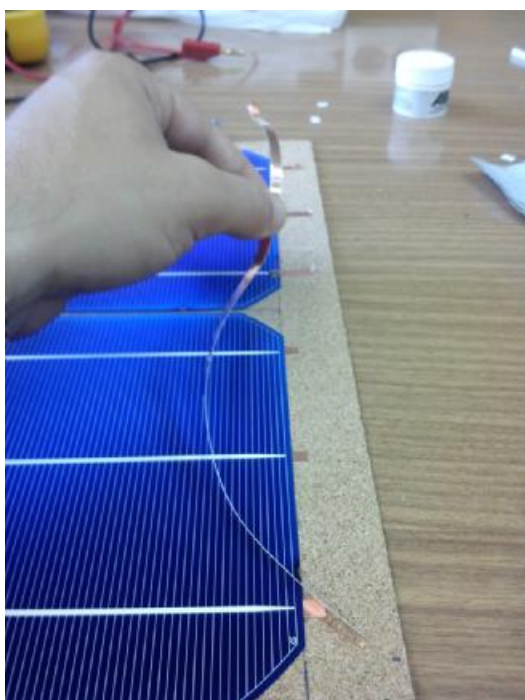
και αφού το στοίχησα δίπλα στο πρώτο έβαλα κόλλα για να γίνει η σύνδεση των bus wire θετικού-αρνητικού πόλου του ενός και τα άλλου αντίστοιχα όπως φαίνετε και παρακάτω



Ολοκληρώνοντας τις επαφές – συνδέσεις σε κάθε στοιχείο ελέγχω αν έχουν γίνει σωστά με ένα πολύμετρο



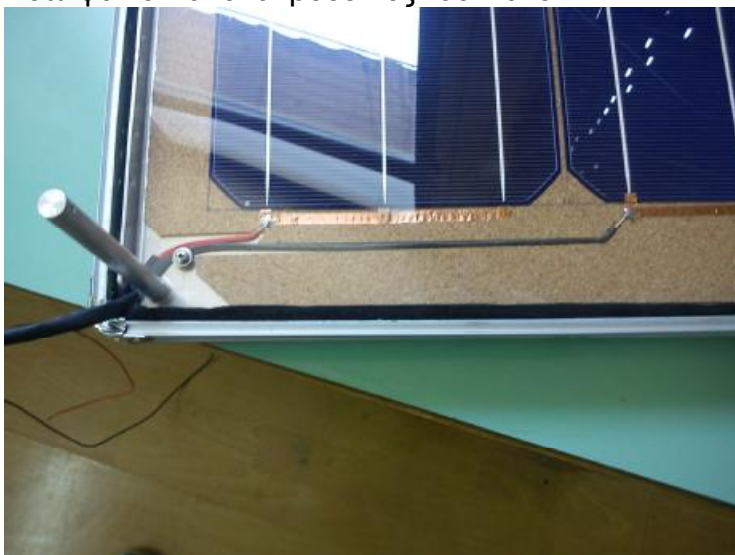
Εδώ γίνεται η γεφύρωση της πάνω και κάτω συστηχόιας με την χαλκοταινία ώστε να συνδεθούν σε σειρά και τα έξι Φ/Β στοιχεία του ενός πάνελ .



Έτσι λοιπόν κάνοντας το ίδιο και για τα υπόλοιπα στοιχεία κατασκευάσα και τα τρία πάνελ τα οποία αφού τοποθετηθούν στην βαλίτσα θα συνδεθούν σε σειρά μεταξύ τους και στη συνέχεια με το υπόλοιπο σύστημα.

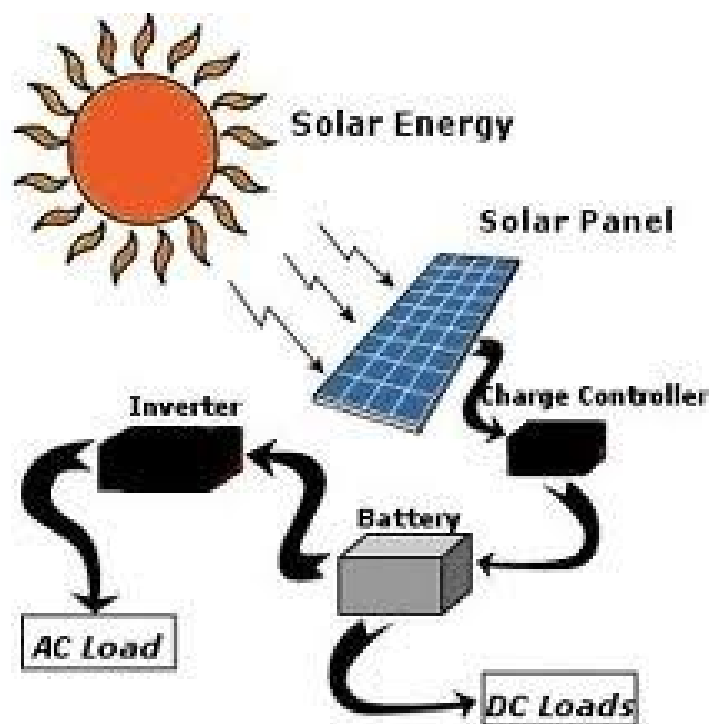


Εδώ φαίνονται οι ακροδέκτες του πάνελ



3.2 Διασύνδεση των επιμέρους στοιχείων με το υπόλοιπο σύστημα της κατασκευής

Η σύνδεση των επιμέρους στοιχείων θα γίνει όπως απαιτείται και παρακάτω .



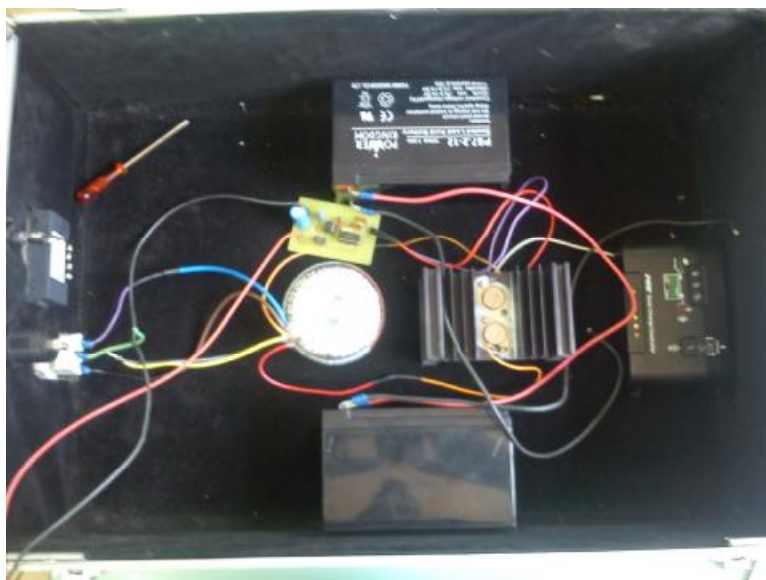
Ολόκληρο το σύστημα θα τοποθετηθεί μέσα σε αυτήν την βαλίτσα



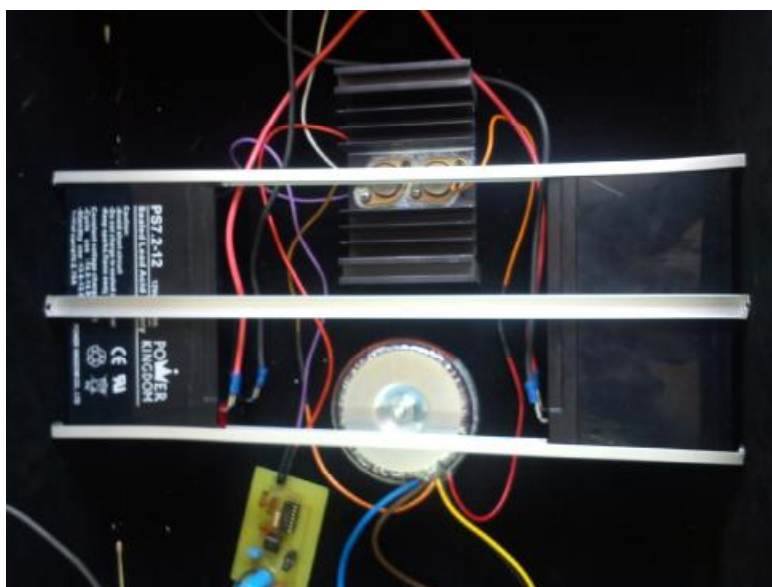
Η συναρμολόγηση ξεκινάει με την τοποθέτηση των sockets , καθώς και του πολυμέτρου στην αριστερή πλευρά της βαλίτσας.



Στη συνέχεια τοποθετούμε τον inverter, τις μπαταρίες και τον ρυθμιστή φόρτισης μέσα στη βαλίτσα και τα σταθεροποιούμε.



Στερεώνουμε όλα τα εξαρτήματα και ειδικά τις μπαταρίες με λάμες ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να αποκολληθούν.



Τελειώνοντας, αφού πραγματοποιήθηκαν όλες οι απαραίτητες συνδέσεις προχώρησα στη τοποθέτηση των πάνελ και την ολοκλήρωση του συστήματος, με την τελική μορφή όπως φαίνεται παρακάτω .





Βιβλιογραφία

- [1] <http://www.iqsolarpower.com/pvfaq.htm>
- [2] www.discovercircuits.com/list.htm
- [3] www.suncon.gr/766C7137.el.aspx
- [4] www.wikipedia.gr : φωτοβολταϊκά
- [5] http://greenenergyplus.blogspot.com/2011/08/blog-post_25.html
- [6] Σταθάτος Ηλίας , Σημειώσεις μαθήματος «Φωτοβολταϊκά Συστήματα και Εφαρμογές»
- [7] http://free-energia.blogspot.gr/2009_12_01_archive.html
- [8] <http://circuitschematicelectronics.blogspot.gr>