



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ

Τ.Ε.Ι. ΚΑΒΑΛΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

**ΦΟΡΗΤΟΣ ΗΛΙΑΚΟΣ ΙΧΝΗΛΑΤΗΣ ΧΑΜΗΛΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΓΙΑ ΟΙΚΙΑΚΗ ΧΡΗΣΗ.**



Σπουδαστής : Χριστοφορου Στέλιος

Επιβλέπων Καθηγητής : Δρ. Γρηγόριος Ιορδάνου

THE NATIONAL
ARCHIVE
COLLEGE PARK, MARYLAND
2004

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η περιγραφή, σχεδίαση και κατασκευή ενός ηλιακού ιχνηλάτη (solar tracker) που η λειτουργία του βασίζεται σε ένα ηλεκτρονικό σύστημα σε συνδυασμό με photo-resistors που φέρει και έχει σαν σκοπό την καταδίωξη του Ήλιου κατά την διάρκεια της ημέρας .

Με την χρήση του ηλιακού ιχνηλάτη γίνεται καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας στην διάρκεια της μέρας ώστε να έχουμε και την μεγαλύτερη δυνατή απόδοση ενέργειας.

Η όλη εργασία ασχολείται με την καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, την σημαντικότερη ίσως μορφή εναλλακτικής μορφής ενέργειας στην Ελλάδα, που είναι φιλική προς το περιβάλλον και έρχεται να αντικαταστήσει κάποιες από τις υπάρχουσες πηγες ενεργείας που ξέραμε μέχρι σήμερα όπως είναι το πετρέλαιο και ο άνθρακας. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από την φωτοβολταϊκή τεχνολογία μπορεί να αξιοποιηθεί σε μέρη που είναι απομακρυσμένα από το δίκτυο της Ελλάδας όπως είναι κάποια νησιά και οι πολύ ορεινές περιοχές.

Για λόγους όπως είναι η ρύπανση του περιβάλλοντος τις διάφορες κλιματικές αλλαγές, την αύξηση της θερμοκρασίας, το λιώσιμο των πάγων κ.α, οι Ευρωπαϊκές χώρες στράφηκαν στην πράσινη ενέργεια θέτοντας σαν στόχο μέχρι το 2020 το 20% της κατανάλωσης ενέργειας να προέρχεται από τις Α.Π.Ε [1].

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα στην Ελλάδα επιδοτούνται από τον νόμο Ν. 3522/06 και του αναπτυξιακού νομού Ν. 3299/04 για επένδυσης μεσαίας και μεγάλης κλίμακας

Λέξεις κλειδιά

Ηλιακός ιχνηλάτης , βέλτιστη θέση του ήλιου , ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας , σκίαση . Φ/Β φαινόμενο , κίνηση στους 2 άξονες , απόδοση Φ/Β κυψελών .

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλεπόντα καθηγητή της πτυχιακής εργασίας
δρ. Γρηγόριο Ιορδάνου για την ανάθεση του θέματος την πολύτιμη βοήθεια και
εμπιστοσύνη που μου έδειξε .

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου που όλα
αυτά τα χρόνια με την αγάπη τους και την ενθάρρυνση του με στήριξαν .

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1^ο

1.Ηλιακή ενεργεία

1.1 Εισαγωγή στην ηλιακή ενεργεία...	7
1.1.1 Παράγοντες απόδοσης	8
1.1.2 Εκμετάλλευση της Ηλιακής ενέργειας	9
1.1.3 Χάρτες Ηλιακής ενέργειας χωρών	10
1.2 Υπολογισμός θέσης του Ήλιου.....	13
1.2.1 Εισαγωγή	13
1.2.2 Παράμετροι για τον υπολογισμό της θέσης του Ήλιου	13
1.2.3 Υπολογισμός της θέσης του Ήλιου στην πόλη της Καβάλας	14
1.2.4 Η κλίση του Φ/Β πάνελ στην πόλη της Καβάλας	20

Κεφάλαιο 2^ο

2.Φωτοβολταϊκή τεχνολογία

2.1 Ιστορία του Φ/Β φαινομένου.....	21
2.2 Εισαγωγή στην Φ/Β τεχνολογία.....	22
2.3 Η Ελληνική πραγματικότητα.....	22
2.4 Η Φ/Β τεχνολογία και το Φ/Β φαινόμενο.....	23
2.4.1 Τα ισοδύναμα κυκλώματα ενός Φ/Β στοιχείου.....	23
2.4.2 Περιγραφή λειτουργίας του ισοδύναμου κυκλώματος του Φ/Β στοιχείου.....	26
2.4.3 Το Φ/Β φαινόμενο.....	26
2.4.4 Η λειτουργία του Φ/Β φαινομένου.....	27
2.4.5 Η εφαρμογές της Φ/Β τεχνολογίας.....	28
2.5 Στοιχεία που απαρτίζουν ένα φ/β σύστημα.....	29
2.5.1 Πλεονεκτήματα Φ/Β συστημάτων.....	30
2.5.2 Μειονεκτήματα Φ/Β συστημάτων	31
2.5.3 Σταδία κατασκευής ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου.....	31
2.5.4 Οι πιο βασικές κατηγορίες Φ/Β.....	31
2.5.5 Τα χαρακτηριστικά των Φ/Β πάνελ.....	33
2.5.6 Τα βασικά μέρη ενός Φ/Β πλαισίου.....	33

2.6 Παράγοντες Απόδοσης των Φ/Β.....	33
2.7 Η κατηγορίες των φ/β συστημάτων.....	40

Κεφάλαιο 3°

3.Ηλιακός ιχνηλάτης (solar tracking)

3.1 Εισαγωγή στον ηλιακό ιχνηλάτη (solar tracking).....	45
3.2 Τα είδη των ηλιακών ιχνηλατών.....	47
3.3 Μερικά είδη ηλιακών ιχνηλατών	49
3.3.2 Πλεονεκτήματα και μειονέκτημα του ηλιακού ιχνηλάτη.....	55
3.4.1 Τα χαρακτηριστικά ενός πλήρους συστήματος (ηλιακού ιχνηλάτη)	55

Κεφάλαιο 4°

4.Περιγραφή και κατασκευής του ηλιακού ιχνηλατη (solar trackers) και του φ/β πάνελ.

4.1 Εισαγωγή.....	57
4.2 Περιγραφή του ηλιακού ιχνηλάτη.....	57
4.2.1 Μηχανικό μέρος	58
4.2.2 Ηλεκτρονικό μέρος	63
4.3 Το Φ/Β πάνελ	74
4.4 Η συναρμολόγηση του ηλιακού ιχνηλάτη	75

Κεφάλαιο 5°

5.Η διαδικασία των μετρήσεων

5.1 Εισαγωγή.....	89
5.1.1 Πίνακες μετρήσεων	89
5.1.2 Μέσος όρος μετρήσεων.....	90

Κεφάλαιο 6°

6.1 .Συμπεράσματα.....	91
------------------------	----

Κεφάλαιο 1°

1.1 Εισαγωγή στην ηλιακή ενεργεία

Ο ήλιος είναι το μεγαλύτερο και λαμπρότερο Άστρο του ηλιακού συστήματος της γης , όπου η μάζα του είναι περίπου 2×10^{30} kg . Το 74% της μάζας του είναι υδρογόνο και ήλιο 25%.Η ισχύς που ακτινοβολεί ο Ήλιος προς όλες τις κατευθύνσεις είναι ίση με 4×10^{26} W. Φυσικά η περισσότερη διασκορπίζεται στο αχανές σύμπαν και μόνο ένα πολύ μικρό μέρος φτάνει στη Γη. Συγκεκριμένα σε κάθε τετραγωνικό μέτρο του πλανήτη μας προσπίπτει ισχύς μόνο 1 kW. Παρόλο το μικρό μέγεθος της ισχύος αυτής, η ενέργεια που δέχεται η Γη σε όλη της την επιφάνεια είναι 20.000 φορές μεγαλύτερη από την ενέργεια που ξοδεύει όλη η ανθρωπότητα για τις ανάγκες της με οποιαδήποτε μορφή.[1]

Ένα παράδειγμα για να κατανοήσουμε την ηλιακή ενεργεία που προσπίπτει στην γη είναι ότι σε κάθε τετραγωνικό μέτρο προσπίπτουσας ακτινοβολίας στην γη αντίστοιχη κάθε χρόνο σε ένα βαρέλι πετρελαίου (σχήμα 1).



Σχήμα 1 Η αντίστοιχη κάθε προσπίπτουσα ακτινοβολίας από τον ήλιο

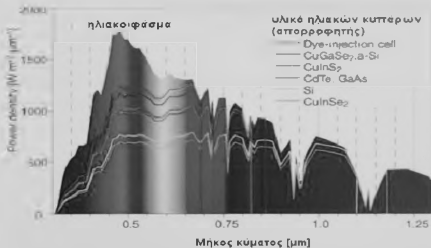
Ένας κύριος λόγος που ο άνθρωπος δεν μπορεί να εκμεταλλευτεί όλοι αυτή την ενέργεια που προσπίπτει στην γη επειδή το κάθε ημιαγωγό υλικό αντιδρά σε διαφορετικά μήκη κύματος της ακτινοβολίας.

Κάποια υλικά αντιδρούν σε ευρύτερα φάσματα ακτινοβολίας από κάποια άλλα σε μικρότερα φάσματα σχήμα 2. Έτσι ανάλογα με το υλικό που χρησιμοποιούμε μπορούμε να εκμεταλλευτούμε μόνο εκείνο το φάσμα της ακτινοβολίας που αντιδρά με το συγκεκριμένο υλικό. Το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται σε σχέση με την προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια συμβολίζει τον συντελεστή απόδοσης του υλικού. (σχ.2)

1.1.1 Παράγοντες απόδοσης του Φ/Β

Οι δύο βασικοί παράγοντες για την απόδοση ενός φωτοβολταϊκού υλικού είναι :

1. το ενεργειακό χάσμα του υλικού
2. και ο συντελεστής μετατροπής



Σχήμα 2 Η λειτουργία διαφορετικών ηλιακών κυττάρων σε διαφορετικά ηλιακά φάσματα [2]

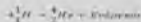
Τα υλικά κατασκευής που φαίνονται στον πιο πάνω πίνακα είναι :

- — χαλκού-γαλλίου-δισελινίου , άμορφο πυρίτιο
- — χαλκού – ινδίου – θείου
- — τελουριούχο κάδμιο , αρσενικούχο γάλλιο
- πυρίτιο

- χαλκού – ινδίου – θείου

Η θερμοκρασία της επιφάνειας του Ήλιου είναι περίπου στα 5800 K και η θερμοκρασία που υπάρχει στο εσωτερικό του ήλιου υπολογίζεται ότι είναι περίπου στα 15.000.000 K

Η θερμοκρασία αυτή προκύπτει από την μετατροπή του υδρογόνου σε ήλιο μέσω της αντίδρασης



Έχει υπολογιστεί ότι για κάθε γραμμάριο υδρογόνου που μετατρέπεται σε Ήλιο παράγεται ενέργεια ίση με $U=1.67 \times 10^5 \text{ kWh}$.

Η παραγόμενη ενέργεια μεταφέρεται στην επιφάνεια και στη συνέχεια διαχέεται στο διάστημα με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Η ενεργεία που προέρχεται από τον Ήλιο (η ηλιακή ενεργεία) είναι το σύνολο 3 διαφορετικών μορφών που εκπέμπονται από τον ήλιο.

Οι τρεις μορφές αυτές είναι :

1. Το φως ή φωτεινή ενέργεια
2. Η θερμότητα ή θερμική ενέργεια
3. Και η διάφορες ακτινοβολίες ή ενεργειακές ακτινοβολίες

1.1.2 Εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας

Για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενεργείας υπάρχουν 3 κατηγορίες (σχήμα 3) οι οποίες είναι [3] :

1. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα
2. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα
3. Και τα Φ/Β συστήματα



Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του Φ/Β φαινομένου.

[10]

Όπως βλέπουμε στους πιο κάτω χάρτες (της Ελλάδος και της Ευρώπης) η πόλεις που βρίσκονται στον Νότο είναι πιο αποδοτικότερες από της πόλεις που βρίσκονται στον Βορρά σε σχέση με την απόδοση της φ/β τεχνολογίας .

Με λίγα λόγια ένα Φ/Β σύστημα στην Ελλάδα παράγει κατά μέσο όρο ετησίως περί τις 1.150-1.400 κιλοβατώρες ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (KWh/έτος/KW).

Προφανώς στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα Φ/Β παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό απ ότι στις βόρειες.

Ένα απλό παράδειγμα είναι πως ένα Φ/Β σύστημα στην Αθήνα αποδίδει 1.250-1.450 KWh/έτος/KW, στη Θεσσαλονίκη 1.150-1.275 KWh/έτος/KW και στην Κρήτη ή στη Ρόδο 1.400-1.500 KWh/έτος/KW.



Ποιότητα φωτογραφία by Thomas Ried and Martin Jorj
FOTOLIO © European Commission 2003, 2008

Σχήμα 5 Χάρτης της Ευρώπης, όπου φαίνεται η χώρα με την μεγαλύτερη ακτινοβολία [6]



Σχήμα 6 Ο χάρτης των πόλεων με την μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία στην Ελλάδα [7]

Μήνας	Μέση μηνιαία διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία Αθήνα [kWh/m ²]	Μέση μηνιαία διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία Θεσσαλονίκη [kWh/m ²]	Μέση μηνιαία διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία Κρήτη [kWh/m ²]	Μέση μηνιαία διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία Ρόδος [kWh/m ²]
Ιανουάριος	91.99	85.160	92.59	91.53
Φεβρουάριος	103.74	94.492	107.72	105.99
Μάρτιος	138.94	128.34	146.85	144.58
Απρίλιος	156.97	144.38	171.17	168.03
Μάιος	179.01	166.69	197.67	194.27
Ιούνιος	176.60	166.03	195.51	192.45
Ιούλιος	184.75	176.44	200.81	198.52
Αυγούστος	184.19	176.86	195.57	193.84
Σεπτέμβριος	166.22	157.38	173.61	171.81
Οκτώβριος	139.06	131.02	141.68	140.32
Νοέμβριος	107.64	95.92	111.38	109.30
Δεκέμβριος	88.51	80.42	89.71	88.40
Μέση ετήσια	143.13	133.39	152.02	149.92

Πίνακας 1 Διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας [8]

1.2 Υπολογισμός θέσης του Ήλιου και η τροιά της γης

1.2.1 Εισαγωγή

Για τον σχεδιασμό και για την υλοποίηση του συστήματος μας πρέπει να λαμβάνετε υπόψη ο υπολογισμός της θέσης του Ήλιου επειδή είναι αν όχι η σημαντικότερη παράμετρος για την σωστοί λειτουργία του συστήματος μας [9] .

1.2.2 Παράμετροι για τον υπολογισμό της θέσης του Ήλιου

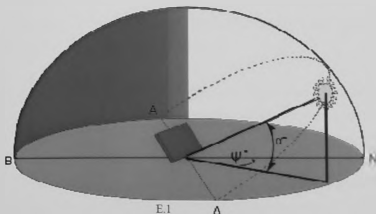
Οι δυο σημαντικότεροι παράμετροι που χρειαζόμαστε για τον υπολογισμό της θέσης του Ήλιου είναι :

(α) η κλίση που θα έχει το Φ/Β μας πάνελ

(β) και η αζιμούθια γωνία της επιφάνειας της εγκατάστασης ως προς την φαινόμενη κίνηση του ηλίου καθώς σχετίζεται με την ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται το σημείο στο οποίο βρίσκεται η εγκατάσταση.

(α) Η κλίση του Φ/Β μας πάνελ είναι η γωνία (α) της ηλιακής ακτινοβολίας και του οριζόντιου επιπέδου του Φ/Β μας πάνελ

(β) Η Αζιμούθια γωνία (Ψ) και είναι γωνία που σχηματίζει η προβολή της ηλιακής ακτινοβολίας στον οριζόντιο άξονα και έχει κατεύθυνση προς τον Νότου.

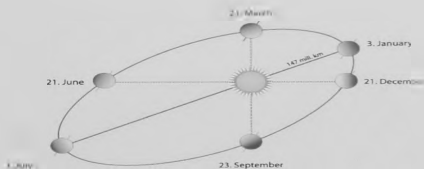


Σχήμα 7 γωνία (Ψ) και είναι γωνία που σχηματίζει η προβολή της ηλιακής ακτινοβολίας

1.2.3 Υπολογισμός της θέσεως του Ήλιου πάνω από την πόλη της Καβαλάς

Τον υπολογισμό της θέσεως του Ήλιου το κάνουμε για να μπορέσουμε να βρούμε πρακτικά την θέση του Ήλιου πάνω από την πόλη της Καβαλάς για να το χρησιμοποιήσουμε στο κομμάτι σύγκρισης αποτελεσμάτων που είναι στο 6^ο κεφάλαιο , όπου θα συγκρίνουμε τα αποτελέσματα του σταθερού φ/β πάνελ και του συστήματος μας (του sun tracker) .

Επίσης στο συγκριτικό κομμάτι που θα γίνει θα λειτουργήσουμε το σύστημά μας σε ένα άξονα (επάνω - κάτω) και (δεξιά - αριστερά) για να βγει ένα τελικό αποτέλεσμα σε ένα συγκριτικό πινάκα όπου από εκεί θα βγουν και τα τελικά αποτελέσματα και συμπεράσματα της παρούσας μελέτης και εργασίας .



Σχήμα 8 Η απόσταση του Ήλιου από την γη κατά την διάρκεια του χρόνου

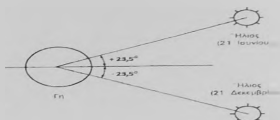
Τα πρώτα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα πιο πάνω δεδομένα που αναφέραμε είναι :

1.Αν βρεθούμε στον ισημερινό το μεσημέρι μια ισημερίας ο ήλιος βρίσκεται ακριβώς κάθετα με το έδαφος (ζενίθ) δηλαδή ακριβώς από πάνω μας .

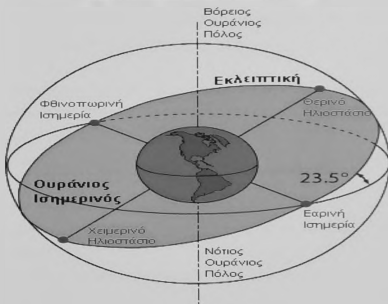
2.Την ίδια μέρα στο ίδιο σημείο η πορεία του ήλιου στον ουρανό θα είναι ένα τόξο 180 μοιρών από την Ανατολή έως τη Δύση περνώντας το μεσημέρι από το ζενίθ.

Λόγω της κλίσης του άξονα περιστροφής της γης η θέση του ήλιου στον ουρανό του ισημερινού το μεσημέρι θα αποκλίνει στη διάρκεια του έτους κατά $\pm 23,5^\circ$ από το απολύτως κάθετο (ζενίθ) (σχήμα 10) Την περίοδο 21 Μαρτίου έως 21 Ιουνίου θα βρίσκεται βορειότερα , ενώ το υπόλοιπο διάστημα νοτιότερα . Στις ισημερίες θα είναι κάθετα. Της 21^{ης} Ιουνίου ο ήλιος είναι κάθετα επάνω από τον Τροπικό του Καρκίνου ($23,5^\circ$ βόρειο γεωγραφικό πλάτος)

ενώ την 21^η Δεκεμβρίου βρίσκεται κάθετα επάνω από τον Τροπικό του Αιγόκερου (23,5° νότιο πλάτος) ενώ την 21^η Δεκεμβρίου βρίσκεται κάθετα επάνω από τον Τροπικό του Αιγόκερου (23,5 νότιο γεωγραφικό πλάτος)



Σχήμα 9 Σημειώστε την κλίση του άξονα της Γης (23,5°) - 10%



Σχήμα 10 +/- 23,5° της Γης

Γεωγραφικό πλάτος



Σχήμα 11 Στο επόμενο πάνω πίνακα φαίνονται τα παραδείγματα γεωγραφικού πλάτους με μοίρες για μερικές πόλεις της Ελλάδας :

Παρακάτω θα χρησιμοποιήσω τον όρο 'ανύψωση' για τη θέση του ήλιου στον ουρανό πάνω από το Νότιο ορίζοντα και θα θεωρήσω 'μέση ετήσια ανύψωση' τη θέση του ήλιου κατά το μεσημέρι των ισημεριών, μέγιστη εκείνη του θερινού ηλιοστασίου και ελάχιστη εκείνη του χειμερινού ηλιοστασίου.

4. Μέση ετήσια ανύψωση ήλιου το μεσημέρι 90° γεωγραφικό πλάτος (μοίρες ανύψωσης από τον Νότιο ορίζοντα) παράδειγμα για την Καβάλα το μεσημέρι των ισημεριών (21 Μαρτίου και 23 Σεπτεμβρίου) ο ήλιος βρίσκεται σε ανύψωση $90 - 41 = 49^\circ$ πάνω από τον ορίζοντα κοιτώντας το Νότο

5. Μέγιστη ανύψωση ήλιου το μεσημέρι του θερινού ηλιοστασίου (21-Ιουνίου): προσθέτουμε 23.5° στη μέση τιμή π.χ. για την Καβάλα $90-41+23.5=49+23.5=72.5^\circ$ πάνω από τον ορίζοντα
Κοιτώντας το Νότο.

6. Ελάχιστη ανύψωση ήλιου το μεσημέρι του χειμερινού ηλιοστασίου (21-Δεκεμβρίου): αφαιρούμε 23.5° στη μέση τιμή π.χ. για την Καβάλα $90-41-23.5=49-23.5=26.5^\circ$
πάνω από τον ορίζοντα κοιτώντας το Νότο

Συμπέρασμα:

Στην πόλη της Καβάλας ο ήλιος το μεσημέρι θα βρίσκεται σε ανύψωση από το Νότιο ορίζοντα από $36,5$ έως $72,5$ μοίρες με μέση θέση τις 49 μοίρες (σχήμα 12).

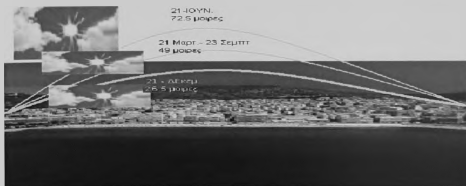


Σχήμα 12 Κλίση που θα πρέπει να έχει ένα Φ/Β στην Καβάλα

Στις περισσότερες εφαρμογές όπως τα κλασικά φωτοβολταϊκά ή οι ηλιακοί θερμοσίφωνες αρκεί η τοποθέτηση σε Νότια κατεύθυνση με κλίση κάθετη προς την μέση ετήσια ανύψωση του ήλιου.

Σε πιο απαιτητικές εφαρμογές με κατευθυντικά , φακοειδή , κατοπτρικά φωτοβολταϊκά ή ηλιακούς συλλέκτες είναι σκόπιμο να υπολογίσουμε την ημερησία ή την ωριαία ανύψωση και κατεύθυνση για Βελτιστοποίηση της απόδοσης .

Η ετήσια 'πορεία' του ήλιου στον ουρανό, ακολουθεί μια ημιτονοειδή και όχι γραμμική σχέση (σχήμα 13). Η μέγιστη ανύψωση είναι την 21η Ιουνίου και η ελάχιστη την 21η Δεκεμβρίου. Όλος ο κύκλος της ημιτονοειδούς διαδρομής (360 μοίρες) διαρκεί 365,25 ημέρες.



Σχήμα 13 Η κλίση του πάνελ πάνω από την πόλη της Καβάλας κατά την διάρκεια του έτους

Θεωρούμε 0 και 180 μοίρες τις δυο ισημερίες. Το θερινό ηλιοστάσιο είναι οι 90 μοίρες με τη μέγιστη ανύψωση (ημίτονο 90 μοιρών = 1). Το χειμερινό ηλιοστάσιο είναι οι 270 μοίρες με την ελάχιστη ανύψωση (ημίτονο 270 μοιρών = -1). Στην περίπτωση υπολογισμών ηλιακής 'κίνησης' το +/- είναι +/- 23.5 μοίρες που προστίθενται στη μέση ετήσια ανύψωση (49 μοίρες για την Καβάλα) καταλήγοντας στο πραγματικό μέγιστο σε μοίρες θα είναι :

$$49 + 23,5 = 72,5$$

Και το πραγματικό ελάχιστο θα είναι :

$$49 - 23,5 = 24,5$$

Η θέση 0 μοίρες τοποθετήθηκε την 21η Μαρτίου που είναι η 81η μέρα του έτους. Κάθε ημέρα μεταβάλλει τη θέση πάνω στον κύκλο κατά 360/365,25 μοίρες.

Το 0,25 σε τέσσερα χρόνια μηδενίζεται λόγω της 29ης Φεβρουαρίου. Βρίσκοντας τον α/α ημέρας στο έτος υπολογίζουμε τη μετατόπιση στον κύκλο της κίνησης, υπολογίζουμε το ημίτονο της θέσης αυτής, πολλαπλασιάζουμε επί τη μέγιστη απόκλιση λόγω κλίσης του άξονα περιστροφής και προσθέτουμε

Στην μέση ανύψωση για τον τόπο που βρισκόμαστε .

Εύρεσης ανυψώσεις του Ήλιου το μεσημέρι

Γιανά βρούμε την ανύψωση το μεσημέρι οποιασδήποτε ημέρας του χρόνου Ο ήλιος το μεσημέρι κάποιας ημέρας του χρόνου (α/α ημέρας) βρίσκεται σε ανύψωση από το Νότιο ορίζοντα του τόπου που βρισκόμαστε (θέλουμε τη μέση ανύψωση σε μοίρες):

$$23,5 \times \text{ημίτονο} \left(360 \times \left(\frac{\alpha/\alpha \text{ ημέρας} - 81}{365,25} \right) \right) + \text{μεση ανύψωση}$$

Τι γίνεται όμως κατά την διάρκεια της ημέρας :

Ο ήλιος ακολουθεί μια πορεία από ένα Ανατολικό σημείο προς ένα Δυτικό. Υπάρχουν πολλές μαθηματικές εξισώσεις που μπορούν να προσδιορίσουν αυτή την κίνηση με ακρίβεια. Για τη δική μας εφαρμογή, αρκεί να 'εξουδετερώσουμε' την κίνηση της γης χρησιμοποιώντας ένα

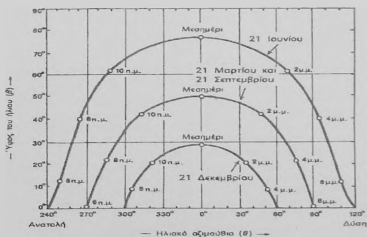
μηχανισμό περιστροφής με άξονα παράλληλο στον άξονα της γης και συγχρονισμένο για κίνηση από την Ανατολή προς τη Δύση ακολουθώντας την 'κίνηση' του ήλιου στον ουρανό. Το μοτέρ και ο αυτοματισμός περιστροφής μπορεί να είναι από κατευθυνόμενη από ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα με φωτοαισθητήρες



Σημείωση

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα τοποθετούνται με κλίση κάθετη προς τις ακτίνες του ήλιου. Το κεκλιμένο επίπεδό τους είναι σε ανύψωση 90 μοίρες γωνία ακτινοβολίας σε σχέση με τον Βόρειο

Ορίζοντα, η πλευρά που δέχεται την ακτινοβολία βλέπει το Νότο.



Σχήμα 14 Οι τροχιές του ήλιου για τα ηλιοστάσια και της ισημερίας σε γεωγραφικό πλάτος 41°
Η ώρες που παρουσιάζονται είναι σε ηλιακές τιμές

1.2.4 Η κλίση του Φ/Β πάνελ.

- Μέση κλίση συστήματος: $90 - 41 = 49^\circ$ ανύψωση από τον Βόρειο ορίζοντα
- Κλίση συστήματος για μεγίστη απόδοση την 21η Ιουνίου: $90 - 72.5 = 17.5^\circ$
- και για την 22η Δεκεμβρίου: $90 - 26.5 = 63.5^\circ$ (πάντα από το Βόρειο ορίζοντα)



Σχήμα 13. Στο πιο πάνω σχήμα φαίνονται η κλίσεις που πρέπει να έχει ο ηλιακός μας συλλέκτης

Σημείωση

Όλες η υπολογισμένες τιμές είναι για γεωγραφικό πλάτος 41°

Κεφάλαιο 2^ο

2.Φωτοβολταϊκή τεχνολογία

2.1 Ιστορία του Φ/Β φαινομένου

Ο όρος Φ/Β προέρχεται από την λέξη φως και από το όνομα ενός ιταλού φυσικού του νοτι δηλαδή τα λεγόμενα βολτ στην Ελληνική γλώσσα [10]

Το Φ/Β φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839 από τον Γάλλο φυσικό Αλέξαντρ Εντμον Μπεκερελ .

Η πρώτη αναφορά στο Φ/Β φαινόμενο έγινε το 1877 από δυο ερευνητές του πανεπιστημίου του Cambridge τους Adams και Days .

Το 1883 κατασκευάστηκε ένα Φ/Β στοιχείο από selenium το οποίο στοιχείο είναι παρόμοιο με το Φ/Β στοιχείο πυριτίου όπου είχε απόδοση μικρότερη του 1% .

Το πρώτο ηλιακό στοιχείο επαφής p-n κατασκευάστηκε το 1954 από τους Chapin , Fuller και Pearson όπου η απόδοση αυτού του Φ/Β στοιχείου ήταν 6% , όπου το 1956 διατέθηκαν στην αγορά τα πρώτα Φ/Β πλαίσια όπου το κόστος τους ανερχόταν στα 1000\$/Wp και η απόδοση τους ήταν 5-10 %.

Στην σημερινή εποχή η απόδοση των Φ/Β στοιχείων p-n έχει φτάσει στο 25% για διαστημικές εφαρμογές ενώ η απόδοση των Φ/Β στοιχείων που προορίζονται για βιομηχανικές και οικιακές χρήσεις δεν ξεπερνά το 16% .

2.2 Εισαγωγή στην Φ/Β τεχνολογία

Η Φ/Β τεχνολογία είναι μια από της μελλοντικές τεχνολογίες που έχουν ανάπτυξη με σταθερούς ρυθμούς αλλά και όλο ένα κερδίζουν έδαφος σε παρά πολλές χώρες στον κόσμο σαν εναλλακτική πηγή ενέργειας για την αντικατάσταση και αποφυγή από της συμβατικές πηγές ενέργειας που υπάρχουν ήδη .

Στην εποχή που λόγο της ενεργειακής εξάρτησης όπου η μη ανανεώσιμες πηγές ενεργείας όπως είναι το πετρέλαιο το φυσικό αέριο και ο λιγνίτης όπου αυτές η πηγές ενέργειας έχουν συμβάλει στην γρήγορη ανάπτυξη της οικονομικής προόδου αλλά και στις κλιματικές αλλαγές όπως είναι η όξινη βροχή η παρατεταμένη καύσωνες το φαινόμενο του θερμοκηπίου κτλ. , στις περιβαλλοντικές αλλαγές και στην καταστροφή της ανθρώπινης υγείας (πίνακας

1) Σε αυτές της περιβαλλοντικές καταστροφές και της κλιματικές αλλαγές η Ευρώπη συμβάλλει στο 14% της συνολικής εκπομπής του CO₂ ετησίως η Ασία στο 25% και η βόρεια Αμερική στο 29% .

ηλιακής κυλοβατώρας από Φ/Β Σύστημα CO ₂	SO ₂	NOX		PM10
Λιγνίτη	1.482	1-1,8	1,17-1,23	1,1
Πετρελαίου (χαμηλού θειού)	830	3,5	1,5	0,34
Φυσικού αερίου	475	0,017	0,6	
Μέσου ενεργειακού μείγματος χώρας	1.062	CO ₂ : διοξείδιο του άνθρακα SO ₂ : διοξείδιο του θείου NOx: οξείδια του αζώτου PM10: μικροσωματίδια		

Πίνακας 2 Ποσότητα ρόπων που αποφεύγεται από την παραγωγή μιας ηλιακής κυλοβατώρας από Φ/Β Σύστημα

2.3 Η ελληνική πραγματικότητα στην εφαρμογή της Φ/Β τεχνολογίας

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρονται από την Φ/Β τεχνολογία και από τα φ/β συστήματα δεν στάθηκαν ικανά μέχρι σήμερα να απογειώσουν την αγορά των Φ/Β [11] .

Παρά το γεγονός ότι η Ελλάδα είναι από τις πλουσιότερες χώρες της Ευρώπης και σε παγκόσμιο επίπεδο σε ηλιοφάνεια κατατάσσεται μεταξύ των τελευταίων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση Φ/Β συστημάτων η κυρία αιτία είναι το σχετικά υψηλό κόστος συγκριτικά με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

Η αγορά Φ/Β θα ευδοκιμήσει όταν πέσει το κόστος τους, αλλά για να πέσει το κόστος χρειάζεται μια οικονομία κλίμακας, δηλαδή μια σχετικά δυναμική αγορά. Προσπαθώντας να ενισχύσουν την χρήση των Φ/Β συστημάτων και στην χώρα μας, έχουν ήδη ξεκινήσει σημαντικά προγράμματα ενίσχυσης για επένδυση στην πράσινη ενεργείας με γενναίες επιδοτήσεις τόσο της αγοράς και εγκατάστασης Φ/Β . όσο και της παραγόμενης ηλιακής κυλοβατώρας.

Έτσι λοιπόν, στην Ελλάδα, τον Ιούνιο του 2006 ψηφίστηκε νέος νόμος που ενισχύει σημαντικά την ενέργεια που παράγεται από φωτοβολταϊκά και τροφοδοτείται στο δίκτυο.

Σύμφωνα με τον νέο νόμο, η παρεχόμενη τιμή πώλησης της ηλιακής κυλοβατώρας είναι 0,40-0,50 ευρώ ανάλογα με την ισχύ του Φ/Β συστήματος και τον τόπο εγκατάστασης. Η τιμή είναι μεγαλύτερη στα νησιά και μικρότερη στην ηπειρωτική χώρα (συγκεκριμένα για την Κρήτη είναι 0,50 ευρώ για Εγκατεστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των 100 KWpeak).

2.4 Φ/Β τεχνολογία

Η Φ/Β τεχνολογία είναι μια από της κύριες εφαρμογές των Α.Π.Ε όπου εκμεταλλεύονται το φ/β φαινόμενο και παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ενέργεια .

Ένα φ/β σύστημα αποτελείται από ένα η και περισσότερα πάνελ και σε συνδυασμό με κάποιες άλλες συσκευές και διατάξεις που είναι για την μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που θα παράγεται σε επιθυμητή μορφή.

Στα φ/β συστήματα για την μετατροπή του φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια γίνεται μέσω των ηλιακών κυττάρων όπου η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία δημιουργεί τάση και με την κατάλληλη σύνδεση φορτίου παράγεται το ηλεκτρικό ρεύμα .

Η τάση εξαρτάται από την θερμοκρασία λειτουργίας των ηλιακών κυττάρων που διαφέρει από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος .

Η ηλεκτρική ισχύς που παράγεται με την τεχνολογία των φ/β συστημάτων είναι συνεχούς ρεύματος (D.C) και μετρείται σε watts η kilowatts.[12]

Όσο το φως του Ήλιου προσπίπτει στο ηλιακό κύτταρο παράγεται ηλεκτρική ισχύς ενώ όταν το φως σταματά τερματίζετε και η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος .

Στις περισσότερες εφαρμογές το συνεχές ρεύμα που παράγεται μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο ρεύμα (A.C) μέσω ενός inverter (σχήμα 16) .



Σχήμα 16 Παραγωγή A.C και D.C ρεύματος με την χρήση των φ/β

2.4.1 Τα ισοδύναμα κυκλώματα ενός Φ/Β στοιχείου

Το απλό ισοδύναμο κύκλωμα ενός Φ/Β στοιχείου αποτελείται από μια δίοδο η οποία είναι συνδεδεμένη παράλληλα με μια πηγή ηλεκτρικού ρεύματος η οποία πηγή ρεύματος είναι ανάλογη με την προσπίπτουσα ακτινοβολία.

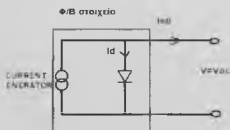
Στο κύκλωμα που ακόλουθη φαίνεται το απλό ισοδύναμο κύκλωμα το οποίο περιγραφεί ένα ιδανικό Φ/Β στοιχείο .

Τα Φ/Β στοιχεία σε γενικές γραμμές περιγράφονται από δυο ηλεκτρικά μεγέθη

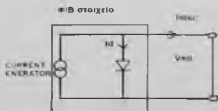
(1) την τάση ανοικτοκύκλωσης V_{oc} (σχήμα 17)

(2) Και το ρεύμα βραχυκυκλώσεως I_{sc} (σχήμα 18)

(Η ένταση του ρεύματος μπορεί να θεωρηθεί ανάλογη της ηλιακής ακτινοβολίας)



Σχήμα 17 (1) Τάση ανοικτοκύκλωσης



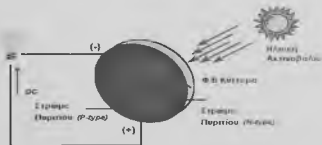
Σχήμα 18 (2) Ρεύμα βραχυκύκλωσης



Σχήμα 19 (3) Το Αναλυτικό Ισοδύναμο Κύκλωμα Φ/Β Στοιχείου

Το αναλυτικό ισοδύναμο κύκλωμα ενός Φ/Β στοιχείου αποτελείται από μια γεννήτρια ρεύματος η οποία γεννήτρια όπως φαίνεται και στο πιο πάνω κύκλωμα είναι συνδεδεμένη παράλληλα με δίοδο και με την αντίσταση G_s . Η συνολική αντίσταση του Φ/Β κυττάρου συνδέεται εν σειρά στην αντίσταση R_s .

Το ισοδύναμο κύκλωμα είναι ένα πλήρες μοντέλο μίας διόδου και είναι αυτό που χρησιμοποιείται τυπικά για τη μελέτη των Φ/Β.



Σχήμα 20 Σχηματική παράσταση της αρχής λειτουργίας του Φ/Β στοιχείου

2.4.2 Περιγραφή λειτουργίας του ισοδύναμου κυκλώματος του Φ/Β στοιχείου

Κατά τη μετακίνηση των φορέων αγωγιμότητας, παρατηρείται μία πτώση τάσης από τον ημιαγωγό προς τις ηλεκτρικές επαφές.

Η αντίσταση R_S αντιπροσωπεύει την αντίσταση που οφείλεται στην κίνηση αυτήν την πτώση τάσεις.

Επίσης η αντίσταση που είναι διαμέσου της διόδου δεν είναι άπειρη αφού λόγω αναπόφευκτων κατασκευαστικών ελαττωμάτων γίνονται διαρροές ρεύματος.

Για το λόγο αυτό, το ισοδύναμο κύκλωμα περιέχει και την παράλληλη αντίσταση R_{sh} (αντίσταση Shannon).

Συνήθως, στα Φ/Β στοιχεία του εμπορίου, η αντίσταση R_S είναι μικρότερη των 5Ω και η αντίσταση R_{sh} είναι μεγαλύτερη από 500Ω .

Με τη βοήθεια αυτού του κυκλώματος, είναι δυνατός ο υπολογισμός των χαρακτηριστικών I-V καμπύλων για διάφορα επίπεδα ακτινοβολίας.

2.4.3 Φ/Β Φαινόμενο

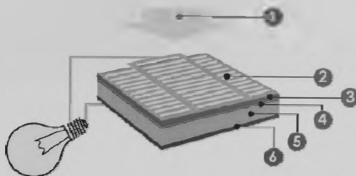
Το Φ/Β φαινόμενο (σχήμα 21) είναι η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική.[13]

Το φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839 από τον Μπέκερελ (Becquerel) , όπου τα στοιχειά είναι κατασκευασμένα από ημιαγωγό υλικά όπως είναι π.χ τα μονοκρυσταλλικά και πολυκρυσταλλικά (πυριτίου , γερμανίου) .

Ανεξάρτητα από την δομή που είναι κατασκευασμένα όλα τα Φ/Β στοιχεία περιέχουν μια δίοδο ημιαγωγού όπου αυτή η δίοδος δημιουργείται από την επαφή ενός στρώματος τύπου n και ενός στρώματος τύπου p .

(εάν δυο κομμάτια τύπου n και τύπου p έρθουν σε επαφή το ένα απέναντι από το άλλο δημιουργείται μιας δίοδος ένα ηλεκτρικό πεδίο στην επαφή των δυο υλικών το οποίο επιτρέπει την κίνηση ηλεκτρονίων προς την μια κατεύθυνση μόνο . σχ.2) [9]

Με λίγα λόγια πρόκειται για την απορρόφηση της ενέργειας του φωτός από τα ηλεκτρόνια του Φ/Β στοιχείου και την απόδοση των ηλεκτρονίων αυτών από τις κανονικές τους θέσεις με αποτέλεσμα την δημιουργία ρεύματος. Το ηλεκτρικό πεδίο που προϋπάρχει στο Φ/Β στοιχείο οδηγεί το ρεύμα στο φορτίο. [6]



Σχήμα 21 Δομή του Φ/Β

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1 φως (φωτόνια) | 3 στρώμα με αρνητικό φορτίο |
| 2 επαφή (πάνω επιφάνεια) | 4 Ενδιάμεσο στρώμα |
| 5 στρώμα με θετικό φορτίο | 6 επαφή (κάτω επιφάνεια) |

2.4.4 Λειτουργία του φωτοβολταϊκού φαινομένου

Το ηλιακό φως είναι ουσιαστικά μικρά πακέτα ενέργειας που λέγονται φωτόνια. Τα αυτά 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 Φ/Β στοιχείο (που είναι ουσιαστικά ένας “ημιαγωγός”), άλλα ανακλώνται άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από το Φ/Β πάνελ.

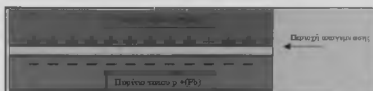
Αυτά τα φωτόνια που απορροφώνται είναι αυτά που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Στην συνέχεια τα φωτόνια αυτά αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του Φ/Β να μετακινηθούν σε άλλη θέση και ως γνωστόν ο ηλεκτρισμός δεν είναι τίποτε άλλο παρά κίνηση ηλεκτρονίων.

Η μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ενεργείας (ηλιακής ενέργειας) σε ηλεκτρική ενέργεια (ρεύμα) βασίζεται στην κβαντική Φυσική όπου τα φωτόνια με ενέργεια ($E_{ph}(\lambda) = hc/\lambda$) με ρυθμό $4.4 \cdot 10^{17}$

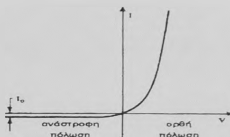
Το δευτερόλεπτο σε μια ηλιόλουστη μέρα.

Η τάση που αναπτύσσεται στο Φ/Β πλαίσιο έχει σαν ανώτερο όριο $V = Eg/q$

Σ’ αυτή την αρχή της φυσικής λοιπόν βασίζεται μια από τις πιο εξελιγμένες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού στις μέρες μας.[14]



Σχήμα 22 Δημιουργία ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ ημιαγωγών τύπου p και τύπου n



Σχήμα 23 Χαρακτηριστική καμπύλη έντασης και τάσης του p και n

2.4.5 Εφαρμογές της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας

Η εφαρμογές της φ/β τεχνολογίες είναι πολλές και έχουν πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με της μη ανανεώσιμες πηγές .

Για τον λόγο αυτό έχουμε μαζικές παράγωγες τον Φ/Β στοιχείων επειδή υπάρχει μεγαλύτερη ζήτηση και μεγαλύτερη τεχνολογική εξέλιξη με αποτέλεσμα να είναι σε χαμηλές τιμές σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια όπως προαναφέρθηκε και στην ιστορία του Φ/Β φαινομένου .

Το πρώτο Φ/Β στοιχείο ήταν στα 1000\$/Wp την εποχή που χρησιμοποιούταν μόνο σε διαστημικές εφαρμογές και τώρα είναι στα 5\$ / Wp.

(Wp είναι η μονάδα μέτρησης της ισχύς στα φ/β που είναι ανάλογη των Watt στην ηλεκτρική ισχύ)

2.4.6 Εφαρμογές της φ/β τεχνολογίας

- Μπορούν να καλύψουν την παραγωγή ενέργειας σε δυσπρόσιτα μέρη
- (φάρoi, κεραίες κινητής τηλεφωνίας, κ.λ.π.).

- Ηλεκτροδότηση εξοχικών κατοικιών που είναι χαμηλών αιτήσεων
- Σε συστήματα κινδύνου πυρκαγιάς στα δάση.
- Για να δίνουν παροχή ισχύος στα συστήματα ασφάλειας και πυρανιχνεύσεις σε μη ηλεκτροδοτημένους αποθηκευτικούς χώρους .
- Και σε παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε διαστημικής εφαρμογές κτλ.

2.5 Στοιχεία που απαρτίζουν ένα φ/β σύστημα

Ένα φ/β σύστημα αποτελείται από :

- Την γεννήτρια με την μηχανικοί στήριξη και ένα solar tracker σύστημα αν χρειάζεται.
- Το υποσύστημα αποθήκευσης όπως είναι η μπαταριές .
- Τον εξοπλισμό ελέγχου και προσαρμογής ισχύος .
- Και το βοηθητικό σύστημα παροχής ισχύος για περιπτώσεις ανάγκες π.χ γεννήτρα πετρελαίου , δημιουργώντας έτσι ένα υβριδικό αυτόνομο σύστημα παροχής ηλεκτρικής ισχύος .

2.5.1 Πλεονεκτήματα φ/β συστημάτων

Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενέργεια και προσβάσιμη από τον κάθε άνθρωπο και δεν στοιχίζει οικονομικά [15].

- Η εγκατάσταση των φ/β συστημάτων είναι εύκολη και δεν είναι χρονοβόρα .
 - Δεν παράγουν ρίπους CO₂ επειδή δεν χρησιμοποιούν μη ανανεώσιμες πηγές σαν πηγή ενέργειας (όπως των άνθρακα τον λιγνίτη και το πετρέλαιο)
 - Η λειτουργία των φ/β συστημάτων είναι αθόρυβη .
 - Παρουσιάζουν μηδενικό κόστος συντήρησης.
 - Δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον.
 - Υπάρχει δυνατότητα επέκτασής τους για την κάλυψη αυξημένων ενεργειακών αναγκών.
 - Μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια απευθείας σε ηλεκτρική.
 - Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγες ενέργειας π.χ. με ένα αιολικό πάρκο.
 - Μπορούν να επισημανθεί και η μεγάλη διάρκεια ζωής τους που είναι έπο 20 έως 30 χρόνια λειτουργίας τους .
 - Και τέλος Λειτουργούν χωρίς προβλήματα σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και κάτω από εξαιρετικά δύσκολες συνθήκες όπως είναι :
1. Ο άνεμος
 2. Το χαλάζι
 3. Η αλμυρότητα
 4. Η Σκόνης
 5. Και η ατμοσφαιρικής μόλυνσης

2.5.2 Μειονεκτήματα φ/β συστημάτων

- Για την αποθήκευση της ενέργειας υπάρχει ένα υψηλό κόστος για τα συστήματα αποθήκευσης (των μπαταριών)
- Η μικρή απόδοση της αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας
- Και τέλος το βασικότερο μειονέκτημα που έχει η φ/β τεχνολογία είναι το κόστος της
- (παρά την μείωση των τιμών που έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια από την εξέλιξη του παραμένουν ακριβά σε σχέση με της παραδοσιακές μέθοδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. [16])

2.5.3 Στάδια κατασκευής ενός φ/β στοιχείου





Τα 4 πιο βασικά στάδια για την κατασκευή ενός Φ/Β στοιχείου είναι :

1. Η επεξεργασία της άμμου για να γίνει καθαρό πυρίτιο.
2. Από καθαρό πυρίτιο σε δίσκους και κρυστάλλους.
3. Από δίσκους σε κυψέλες.
4. Και από κυψέλες σε μονάδα.

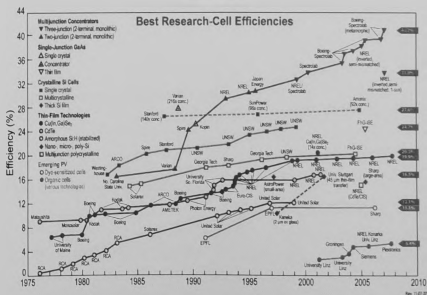
2.5.4 Βασικές κατηγορίες φ/β που υπάρχουν στην αγορά είναι :

- Μονοκρυσταλλικά Φ/Β
- Πολυκρυσταλλικά στοιχεία
- Φωτοβολταϊκά στοιχεία ταινίας πυριτίου (Ribbon Silicon)
- Τεχνολογία κυψελών λεπτού στρώματος (Thin film cell technology)
- Φ/Β στοιχεία άμορφου πυριτίου (Amorphous ή Thin film Silicon, a-Si)
- Τελουριούχο Κάδμιο (CdTe)

• Υβριδικά Φ/Β στοιχεία

Σημαντικές νέες μορφές φωτοβολταϊκών τεχνολογιών				
ΤΥΠΟΣ	Απτόν ορατός ή Thin Film	Πολυκρυσταλλικός	Μονοκρυσταλλικός	Υβριδικός
Εμφάνιση				
Απόδοση	Χωρίς: 5-7% CIS: 7-10% CdTe: 8-9%	11-14%	13-16%	16-17%
Απαιτούμενη επιφάνεια ανά kWp	10-20 m ²	8-10 m ²	7-8 m ²	6-7 m ²
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά kWp)	1.300-1.400	1.300	1.300	1.350
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά m ²)	65-140	130-160	160-185	185-210
Ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (kg CO ₂ ανά kWp)	1.390-1.465	1.380	1.380	1.380

πίνακας 28 Φ.Β.



Σχήμα 29 απόδοσης κύτταρων [20]

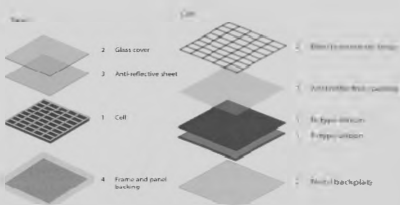
Τα κύρια χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν τα πάνελ και θα πρέπει να προσεχτούν κατά την προμήθεια Φ/Β εξοπλισμού είναι:

1. P_m = Η ονομαστική (μέγιστη) ισχύς (σε Watt)
2. V_{pm} = Η τάση που αντιστοιχεί στην ονομαστική ισχύ (σε Volt)
3. I_{pm} = Η ένταση ρεύματος που αντιστοιχεί στην ονομαστική ισχύ (σε Ampere)
4. V_{oc} = Τάση ανοιχτού κυκλώματος (σε Volt)
5. I_{sc} = Ένταση ρεύματος βραχυκυκλώματος (σε Ampere)
6. V_{max} = Μέγιστη Τάση συστήματος (σε Volt)
7. T_{coe} = Συντελεστές επίδρασης θερμοκρασίας αP_m (%/C), αI_{sc} (%/C), αV_{oc} (mV/C)
8. Εγγύηση απόδοσης solar panel
9. Εγγύηση προϊόντος

2.5.4 Τα βασικά μέρη ενός Φ/Β πλαισίου είναι:

- Τα Φ/Β στοιχεία
- Υλικό EVA για την ενθυλάκωση των στοιχείων
- Το ειδικό γυαλί στο εμπρόσθιο μέρος
- Το ειδικό φύλλο προστασίας στο πίσω μέρος (συνήθως TPT Tedlar)

- Το πλαίσιο αλουμινίου
- Το κουτί σύνδεσης



Σχήμα 30 Βασικά μέρη ενός Φ/Β στοιχείου

2.6 Παράγοντες Απόδοσης των Φ/Β

Δεδομένης της μικρής απόδοσης του φωτοβολταϊκού πλαισίου έχει μεγάλη σημασία να γίνει πλήρης εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας στο μέρος που θα τοποθετηθεί. Γι' αυτόν τον σκοπό ακολουθούνται συγκεκριμένα βήματα τα οποία εξασφαλίζουν την όσο το δυνατόν καλύτερη εκμετάλλευση του ηλίου και την βέλτιστη λειτουργία του Φ/Β.

2.6.1 Ηλιακή ακτινοβολία

Ο ήλιος διαγράφει συγκεκριμένη τροχιά γύρω από τη γη και ανάλογα με το που βρίσκεται το σημείο που θα τοποθετηθεί το Φ/Β, προσδιορίζεται κατάλληλα ο προσανατολισμός του. Η γωνία που σχηματίζεται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο ανάμεσα στην προβολή της κατακόρυφου του ηλιακού συλλέκτη και στον τοπικό μεσημβρινό βορρά-νότου ορίζεται ως

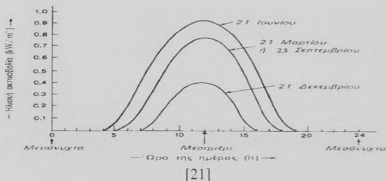
αξιμούθια γωνία για να έχουμε μέγιστη απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας η γωνία πρόσπτωσης πρέπει να είναι κάθετη στο συλλέκτη όποτε και η αξιμούθια γωνία μηδέν.

Για το βόρειο ημισφαίριο όπου και βρίσκεται η Ελλάδα, η αξιμούθια γωνία είναι μηδέν, οπότε και ο προσανατολισμός του συλλέκτη πρέπει να είναι προς το νότο.

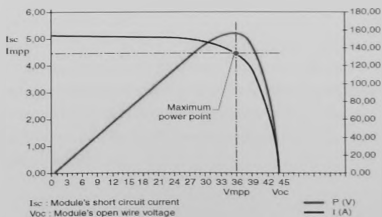
Επίσης η βέλτιστη κλίση του συλλέκτη, δηλαδή η γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στο επίπεδο του συλλέκτη και στον ορίζοντα, είναι ίση με τον γεωγραφικό παράλληλο της περιοχής που βρίσκεται αυτός.

2.6.2 Ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας

Πρέπει να λαμβάνετε υπόψη και η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το Φ/Β πάνελ επειδή υπάρχουν πολλές και απότομες διακυμάνσεις της εντάσεις την ηλιακής ακτινοβολίας κατά την διάρκεια του χρόνου (σχήμα 31)



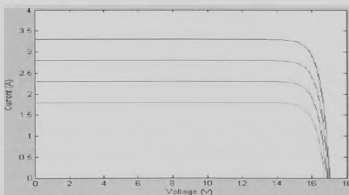
Σχήμα 31. Διοκύμανση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την διάρκεια του έτους στο οριζόντιο επίπεδο του ηλιακού συλλέκτη.



Σχήμα 32 Στο πιο πάνω σχήμα φαίνονται η βασικές καμπύλες I-V και P-V όπως και το μέγιστο σημείο ισχύος του Φ/Β πάνελ για δεδομένες συνθήκες ακτινοβολίας [22].

Για την καλύτερη εκμετάλλευση της ισχύος που μπορεί να παρέχει το Φ/Β πάνελ (το μέγιστο σημείο ακτινοβολίας MPP) πρέπει να τοποθετηθεί ένα φορτίο (και μια αντίσταση) $R_{load} = V_m / I_m$

Όμως τα πράγματα αλλάζουν στην πραγματικότητα επειδή δεν μπορούμε ποτέ να έχουμε κατά την διάρκεια του χρόνου μια σταθερή ακτινοβολία και κατά την διάρκεια της μέρας .Στο πιο κάτω διάγραμμα (σχήμα 33) παρουσιάζετε η καμπύλη I-V υπό - διαφορετικές συνθήκες της ηλιακής ακτινοβολίας



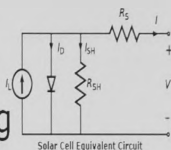
Σχήμα 33 Παρουσιάζετε η I-V καμπύλη σε διαφορετικές συνθήκες της ηλιακής ακτινοβολίας [23]

Βλέποντας το πιο πάνω διάγραμμα συμπεραίνουμε ότι με ένα σταθερό φορτίο δεν μπορούμε κατά την διάρκεια όλου του χρόνου να εκμεταλλευόμαστε την μέγιστη ισχύ που μπορεί να μας δώσει το Φ/Β πάνελ.

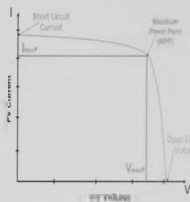
Το συμπέρασμα που μπορούμε να βγάλουμε από το πιο πάνω διάγραμμα είναι ότι πρέπει να παρέχουμε ένα μεταβλητό φορτίο (μεταβλητή αντίσταση) όποτε με τη χρήση ρυθμιστικών διατάξεων μπορούμε να λύσουμε αυτό το πρόβλημα φέρνοντας συνεχώς την τάση και το ρεύμα στο μέγιστο σημείο που μπορεί να φτάσει .

Αυτές η ρυθμιστικές διάταξης ονομάζονται και Maximum Power Point Tracker Θερμοκρασία [24] (σχήμα 34)

Maximum Power Point Tracking



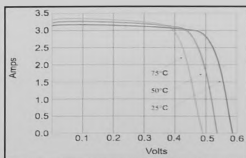
Solar Panel Voltage / Current Characteristic



Σχήμα 34 Mpp Tracker

Ένας ακόμα παράγοντας που επιδρά αρνητικά στην απόδοση των Φ/Β είναι η θερμοκρασία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας προκαλείται αντίστοιχη αύξηση της ενδογενούς συγκέντρωσης των φορέων του ημιαγωγού, με αποτέλεσμα να πραγματοποιούνται περισσότερες επανασυνδέσεις φορέων. Έτσι εκδηλώνεται ισχυρότερο ρεύμα διαρροής διαμέσου της διόδου, που συνεπάγεται μείωση της V_{oc} και του FF. Αν ο συντελεστής απόδοσης ενός Φ/Β στοιχείου με μια συμβατική θερμοκρασία είναι η , η τιμή του σε διαφορετική θερμοκρασία θ θα είναι: $\eta\theta = \eta \cdot \sigma\theta$

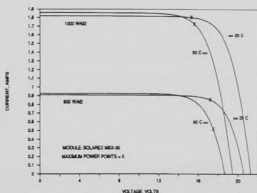
Όπου $\sigma\theta$, είναι ένας αδιάστατος συντελεστής της θερμοκρασιακής διόρθωσης της απόδοσης. Στη συμβατική θερμοκρασία, ο $\sigma\theta$ είναι ίσος με τη μονάδα, και μειώνεται κατά περίπου 0,005 ανά βαθμό αύξησης της θερμοκρασίας, για τα συνηθισμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου του εμπορίου. (Στο σχήμα 35 παρουσιάζεται η σχέση απόδοσης-θερμοκρασίας.)



Σχήμα 35 Επίδραση της θερμοκρασίας στις καμπύλες I-V μιας τυπικής κυψέλης κρυσταλλικού πυριτίου (29)

2.6.2.1 Καθαριότητα

Είναι προφανές ότι για να έχουμε μέγιστη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας, είναι απαραίτητο η επιφάνεια των συλλεκτών να είναι καθαρή από σκόνη και άλλες επικαθίσεις. Τα φωτοβολταϊκά τοιχεία, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται στο μικροδίκτυο, επικαλύπτονται από ειδικά αντι-ανακλαστικά υλικά για να αποφεύγεται η αντανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας. Παρομοίως το προστατευτικό τζάμι που καλύπτει τα στοιχεία, είναι φτιαγμένο για να επιτρέπει καλύτερη μετάδοση του φωτός (σχήμα 36).

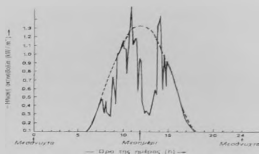


Σχήμα 36 Διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών καμπυλών I-V του Φωτοβολταϊκού όταν έχουμε αλλαγή της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας

2.6.2.2 Επίδραση των νεφών

Η παρουσία νεφώσεων στον ουρανό έχει αρνητική επίδραση στην ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και άμεσα στην απόδοση των ηλιακών συστημάτων επειδή εξασθενεί η απευθείας ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στην γη και αυξάνεται η μερικών διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία .

Αυτό ισχύει για της αραιές νεφώσεις σε περιπτώσεις πυκνών νεφώσεων μπορεί να αποκοπεί το μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας .

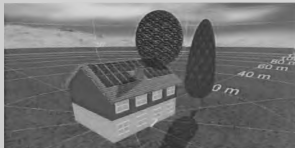


Σχήμα 37 Η διακύμανση της έντασης της ημερήσιας ακτινοβολίας σε φωτεινή μοίρα και με μερική νέφωση
Η ασυνεχής καμπύλη δείχνει της αντίστοιχη ένταση με καθαρό ουρανό δηλαδή χωρίς σύννεφα

2.6.2.3 Σκίαση

Στο σχεδιασμό και στην τοποθέτηση των φ/β πάνελ πρέπει να λάβουμε υπόψη την σκίαση τον πάνελ που μπορεί να προέρχονται από δέντρα κτίρια κτλ . (σχήμα 38) όπου ρίχνουν την απόδοση της παραγόμενης ισχύος που παράγονται από τα φ/β πάνελ [26] (πίνακας 4)

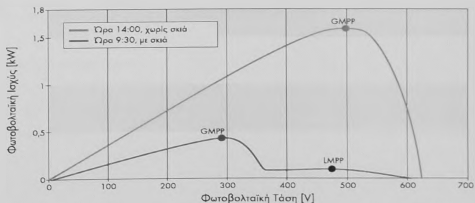
Οι καμπύλες του σχήματος 45 δείχνουν ότι υπό σκιά υπάρχουν 2 διαφορετικά "καλά" σημεία μέγιστης ισχύος, όπου η ισχύς στο τοπικό σημείο μέγιστης ισχύος είναι εμφανώς μικρότερη από το παγκόσμιο σημείο μέγιστης ισχύος.



Σχήμα 38 Σκίαση

Απώλειες από σκίαση			
Γεωμετρία, αποτελέσματα	Σκίαση (%)	Ενδογενείς απώλειες (από σκίαση) (Γεωμετρία) (%)	Ενδογενείς απώλειες (από σκίαση) (αποτελέσματα) (%)
	0,15%	-3,7%	-1,7%
	2,6%	-16,7%	-7%
	13,9%	-22,2%	-36,8%
	11,1%	-36,9%	-30,6%
	12,5%	-18,3%	-17%

Πίνακας 4 Απώλειες σκίασης



Σχήμα 39 Διάγραμμα ισχύος-τάσης της απεικονιζόμενης φωτοβολταϊκής γεννήτριας σε 2 διαφορετικές ώρες της ημέρας (με και χωρίς μερική σκίαση)

Μια άλλη σημαντική παράμετρος που πρέπει να έχουμε υπόψη για την καλύτερη απόδοση τον φ/β πάνελ είναι ο σωστός υπολογισμός της γωνιακής κλίσης που πρέπει να έχουν τα φ/β πάνελ (πίνακας 5) και ο σωστός προσανατολισμός στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η απόδοσης τον πάνελ από αυτές της 2 παραμέτρους [27]

Ενδεικτική απόδοση ανάλογα με τον προσανατολισμό και την κλίση			
Κλίση (από 0° έως 90°) και προσανατολισμός	Προσανατολισμός		
	ΠΕΡΙΣΤΕΙΟΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΕΡΙΣΤΕΙΟΥ	ΑΝΤΙΠΕΡΙΣΤΕΙΟΣ
	90%	90%	90%
	98%	95%	88%
	100%	95%	85%
	50%	50%	50%

Πίνακας 5 Απόδοση Φ/Β

2.7 Κατηγορίες των φ/β συστημάτων

Η δυο κατηγορίες που χρίζονται τα φ/β συστήματα είναι : [28]

- Στα Αυτόνομα δίκτυα.
- Και στα Δίκτυα διασυνδεδεμένα με το κεντρικό δίκτυο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ

2.7.1 Αυτόνομα δίκτυα

Τα αυτόνομα φ/β συστήματα (σχήμα 40) σε μια απλή μορφή τους αποτελούνται από μια φ/β γεννήτρια όπου τροφοδοτεί μονή της ένα φορτίο με συνεχές ρεύμα όταν η φωτεινότητα της μέρας είναι επαρκής.

Σε κάποιες άλλες περιπτώσεις το αυτόνομο σύστημα χρησιμοποιείται για να αποθηκεύσει της ενέργειας σε μπαταριές .

Με τα φ/β συστήματα είναι δυνατό να τροφοδοτούνται απευθείας οι συσκευές όσο υπάρχει ηλιοφάνεια όμως αυτή η μέθοδος δεν εφαρμόζεται πρακτικά.

Η πιο συνηθισμένη μέθοδος που χρησιμοποιείται στα αυτόνομα συστήματα είναι να φορτίζει μια μπαταρία όπου η μπαταρία τροφοδοτεί με τάση της συσκευές ενός π.χ σπιτιού στην συνέχεια το φ/β σύστημα συμπληρώνει την ενέργεια που καταναλώθηκε από της ηλεκτρικές συσκευής .

Ωστόσο το σύστημα αυτό είναι καλό να συνδυάζεται με μια εφεδρική γεννήτρια.

Η χρήση αυτόνομων φ/β συστημάτων την συναντάμε κύριος σε εξοχικά σπίτια



Σχήμα 40 αυτόνομο φ/β σύστημα [29]

Βασικά μέρη ενός αυτόνομου συστήματος είναι:

1. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ
2. οι συσσωρευτές
3. ο ρυθμιστής φόρτισης
4. ο αντιστροφέας dc/ac (για τις καταναλώσεις των 230Volt)
5. ασφάλειες
6. διακόπτες dc
7. όργανα μέτρησης χωρητικότητας συσσωρευτών

Πινάκας 6 Εφαρμογές των μη διασυνδεδεμένων φ/β συστημάτων στο νησιό

2.7.2 Τα Δίκτυα διασυνδεδεμένα με το κεντρικό δίκτυο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ

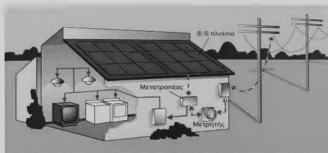
Το 1983 στο Μόναχο κατασκευάστηκε το πρώτο συνδεδεμένο με το κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης Φ/Β σύστημα. Από τότε πραγματοποιήθηκαν και προγραμματίζονται πολλές εφαρμογές στη Γερμανία, Αυστρία, Ιαπωνία και Ολλανδία αλλά και σε χώρες της Αφρικής, σε περιοχές που δεν έχουν δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος

Τα διασυνδεδεμένα συστήματα (σχήμα 41-42) έχουν ως βασικό χαρακτηριστικό το γεγονός ότι υπάρχει σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ.

Η σχέση της εγκατεστημένης μονάδας με το δημόσιο δίκτυο της ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ είναι αμφίδρομη, αυτό σημαίνει ότι το σύστημα μπορεί να απορροφά ενέργεια από το δίκτυο αλλά και να δεινή αντίστοιχα ενέργεια στο δίκτυο.

Το διασυνδεδεμένο σύστημα το συναντάμε στις εξής περιπτώσεις :

- Όταν η εγκατάσταση αυτού του συστήματος είναι για σκοπό την πύληση ρεύματος στην ΔΕΗ και η ισχύς αυτόν των συστημάτων μπορεί να είναι από μερικά KW έως MW.
- Και όταν μια εγκατάσταση χρησιμοποιεί το δίκτυο ως μια εναλλακτική πηγή τροφοδότησης ηλεκτρικής ενέργειας σε περιπτώσεις που η παραγωγή του τοπικού σταθμού δεν είναι επαρκείς κάποιες ώρες της ημέρας.



Σχήμα 41 διασυνδεδεμένο με το κεντρικό δίκτυο



Σχήμα 42 περιγραφή λειτουργίας ενός διασυνδεδεμένου φ/β συστήματος

Κατηγοριοποίηση διασυνδεδεμένων συστημάτων με κριτήριο τα συστήματα στήριξης

1. Στήριξη με σταθερό σύστημα στο έδαφος.
2. Στήριξη με σταθερό σύστημα σε επικλινή στέγη.
3. Στήριξη με σταθερό σύστημα σε επίπεδη οροφή κτιρίου.
4. Στήριξη με σύστημα ηλιοστατών στο έδαφος (πολύ σπάνια σε οροφές αν επαρκούν τα κριτήρια στατικότητας)

Κεφάλαιο 3^ο

3.1 Εισαγωγή στον ηλιακό ιχνηλάτη (sun trackers)

Οι ηλιακοί ιχνηλάτες ή άλλως solar trackers με λίγα λόγια είναι μια πλατφόρμα ενός ή δυο αξινών όπου τοποθετούνται επάνω τα φ/β πλαίσια οι οποίες πλατφόρμες είναι συνδεδεμένες με ένα κύκλωμα το οποίο έλεγχοι την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά της διάρκεια της μέρας .

Ένα motor d.c το οποίο είναι συνδεδεμένο με την βάση του ηλιακού ιχνηλάτη επιτρέπει την κίνηση και την καταδίωξη του Ήλιου κατά την διάρκεια της μέρας αρχίζοντας να καταδιώκει τον Ήλιο από την ανατολή έως την δύση του Ήλιου.

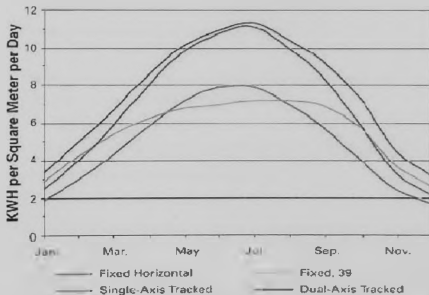
Η κίνηση του ηλιακού ιχνηλάτη είναι μια αντιγραφική της κίνησης κάποιων λουλουδιών όπως το είναι τα λουλούδια τα ηλιοτρόπια (σχήμα 43).



σχήμα 43 Η κίνηση του ηλιοτρόπιου προς την μεριά που ανατέλλει ο Ήλιος

Τα πιο συνηθισμένα μέρη όπου μπορούμε να συναντήσουμε τα sun trackers είναι σε Φ/Β σταθμούς και Φ/Β πάρκα.

Από μετρήσεις που έγιναν στα trackers δείχνουν ότι η χρήση μιας τέτοιας τεχνολογίας μπορεί να αυξήσει την απόδοση των Φ/Β συλλεκτών από 10% τους χειμερινούς μήνες μέχρι 40% τους θερινούς σε σύγκριση με την περίπτωση με των σταθερών Φ/Β συλλεκτών (σχήμα 44).



Graph and data courtesy of NREL and Array Technologies

Σχήμα 44 Απόδοσεις των Φ/Β συστημάτων

1. Ενός οριζόντιου τοποθετημένου Φ/Β πλαισίου
2. Ενός πλαισίου που είναι τοποθετημένο στις 39 μοίρες
3. Ενός συστήματα tracker ενός άξονα
4. Και ενός συστήματος 2 axis trackers (ιχνηλατώ 2 αξόνων)

3.2 Ειδή των Φ/Β ιγνηλατών

Για την καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας υπάρχουν τρεις τύποι ηλιακών ιγνηλατών για την παρακολούθηση του Ήλιου οι οποίοι είναι η εξής :

1. Παρακολούθηση της τροχιάς στον κάθετο άξονα (**Vertical one axis tracker**) -> (Μικρή αύξηση απόδοσης) (σχήμα 45)
2. Παρακολούθηση της τροχιάς στον οριζόντιο άξονα (**horizontal one axis tracker**) -> (Μεσαία αύξηση απόδοσης) (σχήμα 46)
3. Παρακολούθηση της τροχιάς και στους δύο άξονες (**dual axis tracker**) -> (Μέγιστη αύξηση απόδοσης) (σχήμα 47)

3.2.1 Παρακολούθηση της τροχιάς στον κάθετο άξονα (vertical one axis tracker)

Με τον τύπο solar κάθετου άξονα μπορούμε να έχουμε μια μικρή αύξηση της απόδοσης του όπως φαίνεται στην πιο πάνω γραφική παράσταση όπου παρουσιάζει συγκριτικά της αποδόσεις τον Φ/Β συστημάτων.



Σχήμα 45 Tracker 2 άξον

3.2.2 Παρακολούθηση της τροχιάς στον οριζόντιο άξονα (horizontal one axis tracker)

Αυτός ο τύπος solar δεινί την δυνατότητα στο Φ/Β μας πάνελ να αύξηση την απόδοση του έως και το μισό της κανονικής του αποδόσεις [30].



Σχήμα 46 Tracker 1 Axis

3.2.3 Παρακολούθηση της τροχιάς και στους δύο άξονες (dual axis tracker) (Μέγιστη αύξηση απόδοσης)

Και η παρακολούθηση τροχιάς και στους δυο άξονες μπορεί το Φ/Β μας σύστημα να έχει της μέγιστη αύξηση της απόδοσης του [31]



Σχήμα 47 Tracker 2 Axis

Και ανάλογα με την μέθοδο που χρησιμοποιείτε για την κίνηση του συστήματος διακρίνονται σε 2 κατηγορίες οι οποίες είναι :

A) Μηχανικά συστήματα κίνησης (τα παθητικά trackers)

B) και τα ηλεκτρονικά συστήματα κίνησης (ενεργά trackers)

Μερικά μοντέλα ηλιακών ιχνηλάτων που έχουν μελετηθεί και κατασκευαστεί σε διάφορες χώρες από διάφορες δημοσίουσης που έγιναν είναι :

1. Νέος ηλιακός ιχνηλάτης
2. Τεχνητός νευρικός ιχνηλάτης Power Point δικτύων μέγιστος για το ηλιακό ηλεκτρικό όχημα
3. Σχέδιο ενός νέου παθητικού ηλιακού ιχνηλάτη
4. Ηλεκτρονικό σχέδιο ενός ηλιακού ιχνηλάτη συσχετισμού βασισμένου σε μια τηλεοπτική εκτίμηση κινήσεων επεξεργαστής
5. Σχέδιο ενός ιχνηλάτη ήλιων για τον αυτόματο μέτρηση της φασματικών ακτινοβολίας και της κατασκευής μιας βάσης δεδομένων ακτινοβολίας στο ποσοστό 3301100nm
6. Νέος ηλιακός ιχνηλάτης χαμηλού κόστους
7. Το ηλιακό δέντρο

3.2.4 Διάφορα είδη ηλιακών ιχνηλάτων

Παρακάτω γίνεται μια μικρή αναφορά σε αυτές της δημοσίευσης και της κατασκευές που έγιναν σε διάφορες χώρες του κόσμου.

3.2.4.1 Νέος ηλιακός ιχνηλάτης

Ένα μοντέλο είναι το μοντέλο όπου ο ιχνηλάτης (σχήμα 48) είναι σχεδιασμένος να συνδυάζει την καλή απόδοση των ενεργητικών ιχνηλατών και τον όπλο σχεδιασμό των παθητικών ιχνηλατών όπου η λειτουργία του βασίζεται στην σύνδεση των φ/β κυττάρων απευθείας σε ένα D.C κίνητρα που και τον τροφοδοτεί απευθείας για την περιστροφή και την παρακολούθηση του Ήλιου.

Ο ιχνηλάτης μπορεί να επανέρχεται από όποια θέση και να βρίσκετε με την βοήθεια των αντιπαράλληλων κύτταρων που βρίσκονται στην ίδια ομάδα με τα ηλιακά κύτταρα.

Και συνδυάζοντας τον Νέο ιχνηλατεί με την Φ/Β πλαίσιο μπορεί να συλλέξει μέχρι και το 95% της ενέργειας κατά την διάρκεια της μέρας .

Το κυριότερο πλεονέκτημα που έχει αυτή η νέα μέθοδος ιχνηλάτη είναι ότι η λειτουργία της σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες -40 βαθμούς C είναι παρά πολύ ικανοποιητική σε σχέση με άλλας μεθόδου ιχνηλατών [32].



Σχήμα 48 Ένα άλλος είδος ιχνηλάτη

3.2.4.2 Τεχνητός νευρωνικός ιχνηλάτης Power Point δικτύων μέγιστος για το ηλιακό ηλεκτρικό όχημα

Ένα άλλο μοντέλο είναι αυτό του τεχνητού νευρωνικού ιχνηλάτη μέγιστης ισχύος (MPPT) και όπου η λειτουργία του βασίζεται σε ενώ αποδοτικό μετατροπέα όπου δεινή ώθηση με μεμονωμένη πύλη διπολικών τρανζίστορ και με το μονωμένο διακόπτη δύναμης κρυσταλλογυχνιών πυλών διπολικό (IGBT)

Η εφαρμογή αυτού του μοντέλου είναι στα ηλιακά ηλεκτρονικά αυτοκίνητα (σχήμα 49).

Τα πλεονεκτήματα που έχει αυτή η μέθοδος σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους είναι πολλά όπως π.χ. ότι δεν υπάρχει ανάγκη να γίνεται χρήση αισθητήρων τάσεως και εντάσεως και ότι παύει να υπάρχει ένας πολύπλοκος υπολογισμός .

Τέλος τα πειραματικά αποτελέσματα προσομοίωσης έδειξαν ότι το προτεινόμενο αυτό σύστημα είναι ιδιαίτερα αποδοτικό .[33]

Μερικά παραδείγματα εφαρμογής φαίνονται στις πιο κάτω εικόνες



Σχήμα 49 Ηλιακο αυτοκίνητο

3.2.4.3 Σχέδιο ενός νέου παθητικού ηλιακού ιχνηλάτη

Αυτό το μοντέλο ιχνηλάτη είναι χαμηλού κόστους και είναι σχεδιασμένο και κατασκευασμένο για χώρες όπου δεν έχουν μεγάλη πρόσβαση στην τεχνολογία .

Η λειτουργία αυτού του ιχνηλάτη (σχήμα 50) γίνεται με μια διπολική ταινία που είναι κατασκευασμένη από χάλυβα και αλουμίνιο και με την χρήση της θερμοκρασίας (αύξηση η μείωση της) περιστρέφεται την μέρα προς την θέση του Ήλιου και την νύχτα επιστραφεί στην αρχική του θέση και χρησιμοποιεί και ένα αποσβεστήρα τριβών .

Τα συμπεράσματα που βγαίνουν από αυτή την μέθοδο είναι ότι υπάρχει μια αύξηση της απόδοσης έως και 23% αλλά και παρά το γεγονός ότι σε μερικής πόλης είναι ανεπαρκής η ηλιακοί ακτινοβολία και δεν μπορεί να εφαρμοστή , μπορεί όμως να εφαρμοστή σε πολλές άλλες πόλης όπου η ακτινοβολία του Ήλιου είναι επαρκής [34]



Σχήμα 50 Παθητικός ιχνηλάτης

3.2.4.4 Το Ηλεκτρονικό σχέδιο ενός ηλιακού ιχνηλάτη συσχετισμού βασισμένου σε μια τηλεοπτική εκτίμηση κινήσεων επεξεργαστής

Σε αυτό μοντέλο ο σχεδιασμός του βασίζεται στην τηλεοπτική εκτίμηση των κινήσεων όπου γίνεται μέσω ενός επεξεργαστή L64720 όπου ένας ηλιακός ιχνηλάτης συσχετισμοί αντισταθμίζει την κίνηση της εικόνας εστιάζοντας από ένα τηλεσκόπιο .

Τα συμπεράσματα που βγήκαν από αυτήν την μέθοδο εξετάζοντας τον χρόνο υπολογισμού και συν την καθυστέρηση ανάγνωσης των ανιχνευτών ο υπολογισμός του αλγορίθμου ελέγχου με τον σερβομηχανισμό και το Δ στο χρόνο μετατροπής A έχουμε μια χρονική καθυστέρηση λιγότερο από 400/ \sim s μεταξύ της στιγμής δειγματοληψίας και η παραγωγή διορθώσεων που είναι σημαντικά καλύτερη από τον υπολογισμό με άλλο CTs που εφαρμόστηκαν μέχρι σήμερα.

Η μέθοδος αυτή εξετάστηκε επιτυχώς για πρώτη φορά στο γερμανικό ηλιακό τηλεσκόπιο VTT (Observatorio de EL Teide, Tenerife) και στο SVST Σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο [35]

3.2.4.5 Σχέδιαση ενός ηλιακού ιχνηλάτη για τον αυτόματη μέτρηση της φασματικής ακτινοβολίας και της κατασκευής μιας βάσης δεδομένων ακτινοβολίας στο ποσοστό 3301100nm

Σε αυτό το μοντέλο γίνεται αναφορά για το αυτόματο σφαιρικό και άμεσο ηλιακό φασματικό σύστημα ηλιακής ακτινοβολίας που έχει σχεδιαστεί βασισμένο σε δύο Σπεκτροραδιόμετρα (LICOR) όπου είναι εξοπλιζόμενα με τεχνολογία οπτικών ινών και με μακρινούς αισθητήρες συνημίτονου για να μετράμε την άμεση ακτινοβολία ενός ιχνηλάτη βασισμένος στις μηχανές βημάτων που έχουν αναπτυχθεί.

Ολόκληρο το σύστημα είναι αυτόνομο και λειτουργεί συνεχώς.[36]

3.2.4.6 Νέος ηλιακός ιχνηλάτης χαμηλού κόστους

Η δημοσίευση και η κατασκευή αυτού του νέου ηλιακού ιχνηλάτη έγινε από τον V. Poulek που είναι στο Ίδρυμα φυσικής στην Τσεχία. Πράγα όπου περιγράφεται ένας παθητικός ηλιακός ιχνηλάτης ενός άξονα που είναι στερεάς μορφής και η λειτουργία του βασίζεται στο σχήμα κράμα μνήμης (SMA) και σε ενεργοποιήτες που έχουν αναπτυχθεί.

Τα κύρια πλεονεκτήματα αυτού του ιχνηλάτη είναι χαμηλή τιμή του και η συλλεκτική του απόδοση που φτάνει και ως το 40% σε σύγκριση με σταθερότητα και με τους συλλέκτες κλίσης.

Η λειτουργία του είναι εξαιρετικά απλή επίσης και ο σχεδιασμός του.

Είναι αυτόματου προσανατολισμού το πρωί και η γωνία παρακολούθησης είναι στις 140 °.[37]

3.2.4.7 Ένας μέγιστος ιχνηλάτης Power Point για τα συστήματα PV που χρησιμοποιούν έναν μετατροπέα ώθησης υψηλής επίδοσης

Η εργασία αυτή ασχολείται με το σχεδιασμό και την πειραματική εφαρμογή ενός MPP-tracker στα φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία συστήματα είναι υψηλής απόδοσης όπου η μετατροπή της τάσεις είναι από dc σε dc λειτουργία στον μετατροπέα ώθησης και στην συνεχή λειτουργία αγωγιμότητας (CCM).

Ο μετατροπέας είναι σε θέση να αναζητεί την μέγιστη ισχύ από τον πίνακα του Φ / B για μια δεδομένη ηλιακή ακτινοβολία και θερμοκρασία που θα υπάρχει στο περιβάλλον και όπου με την προσαρμογή αυτό τον δεδομένων θα γίνεται η κυκλική κίνηση μετατροπέα.

Επιπλέον ένας παθητικός nondissipative σειράς turn-on και του turn-off ο αποσβεστήρας χρησιμοποιείται έτσι ώστε οι υψηλές απόδοσης και μειωμένες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές του είναι σε καλά επίπεδα εξαιτίας των ευνοϊκών μεταγωγών που μπορούν να επιτευχθούν.

Ο αποσβεστήρας βελτώνει την απόδοση μετατροπέα δεδομένου ότι η ενέργεια που θα σπαταλήσει κατά τη διάρκεια της καμπής για την μετατροπή και off μεταφέρεται στο φορτίο. Η τεχνική ελέγχου εφαρμόζονται με ένα single-chip αεροελεγκτή 80C51, είναι βασισμένη η μέθοδος διαταραχής και παρατήρησης, όπου το μέγιστο Power Point ακολουθείται με τον περιοδικό υπολογισμό της δύναμης παραγωγής επιτροπής.

Η προσομοίωση και τα πειραματικά αποτελέσματα περιγράφουν την απόδοση του

3.2.4.8 Το ηλιακό δέντρο

Και τέλος μια άλλη μελέτη και εξέλιξη των solar trackers που έγινε στην Στιντία που βρίσκεται νοτιοανατολικά της Αυστρίας όπου είναι ο σχεδιασμός και η κατασκευή ενός ηλιακού δέντρου (σχήμα 51) που αποτελείτε από συνδυασμό Φ/Β πάνελ και sun tracker [39]



Σχήμα 51 Ηλιακό δέντρο

3.3.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ηλιακών ιχνηλατών

3.3.2 Πλεονεκτήματα που έχουν τα φ/β στοιχεία με trackers είναι :

Η αύξηση της ενέργειας ξεκινά από 10% (για συστήματα μονού άξονα) και μπορεί να φτάσει ακόμα και το 40% (αλλά για κάποιους μόνο εποχές του χρόνου).

Από πανεπιστημιακές μελέτες και έρευνες προκύπτει ότι τα συστήματα Sun Tracker με λογισμικό πρόγραμμα αζιμουθιακής (ανατολής-δύσης) και γωνιακής (πάνω-κάτω) παρακολούθησης του ήλιου, μπορούν να παράγουν επιπλέον ενέργεια έως 56% σε ιδανικές καιρικές συνθήκες σε σύγκριση με τα σταθερά.

Ο υπολογισμός της μέσης ετήσιας αύξησης στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενός συστήματος είναι το κρίσιμο μέγεθος που θα πρέπει να υπολογίσει κανείς για να βγάλει χρήσιμα συμπεράσματα. Η χρήση των tracker πάντως συστήνεται μόνο σε χώρες που έχουν υψηλό ποσοστό άμεσης ακτινοβολίας όπως π.χ. είναι η Ελλάδα .

3.3.3 Μειονεκτήματα ενός φ/β στοιχείου με trackers είναι :

1. Το αυξημένο κόστος της επένδυσης.
2. Η ύπαρξη κινητών μερών η οποία και αυξάνει την πολυπλοκότητα του συστήματος.
3. Η ανάγκη για αυτοκατανάλωση κάποιας ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας για την περιστροφή (κίνηση) των συστημάτων.
4. Το αυξημένο κόστος συντήρησης.
5. Η μεγαλύτερη ανάγκη για απομακρυσμένο (τηλεπικοινωνιακά) έλεγχο του συστήματος μιας και η πιθανότητα αστοχίας είναι μεγαλύτερη.
6. Μεγαλύτερος κίνδυνος καταστροφής σε περίπτωση ακραίων καιρικών φαινομένων
7. Και εισαγωγή κάμερας ασφάλειας στον χώρο για την αποφυγή κλοπής του tracker

3.4.1 Ένα πλήρες sun trackers σύστημα έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

1. Έχουν μια βάση για παρακολούθησης με απλό άξονα του Ήλιου δλδ (πάνω κάτω η δεξιά και αριστερά) η του διπλού άξονα
2. Μια ή δύο κινούμενες μηχανές
3. Ελαφριά αισθητήρια συσκευή για τον εντοπισμό του Ήλιου (για τα παθητικά συστήματα) η αν είναι εργατικά συστήματα μέσω ενός micro controller
4. Αυτόνομος ή βοηθητικός ενεργειακός εφοδιασμός (π.χ. μια γεννήτρια πετρελαίου)
5. Ελαφριά ακολουθία ή κίνηση σύμφωνα με το ημερολόγιο (για τα ενεργητικά trackers)
6. Συνεχής ή σταδιακή μετακίνηση
7. Καταδίωξη όλου του έτους ή όλου του έτους εκτός από το χειμώνα.
8. Ρύθμιση προσανατολισμού με ή χωρίς τη ρύθμιση γωνίας κλίσης
9. Ένα inverter για αλλαγή της τάσεις από συνεχές σε εναλλασσόμενο
10. Και μια μπαταρία για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας από το φ/β panel

3.4.2 Εύρεση βέλτιστης θέσεις του ηλιακού ιχνηλάτη

Ο υπολογισμός και τα αποτελέσματα για την βέλτιστη θέση του ηλιακού ιχνηλάτη τα υπολογίσαμε στο 1^ο κεφαλαίο όπου τα αποτελέσματα που βρεθήκαν είναι :

- Μέση κλίση συστήματος: $90 - 41 = 49$
- Κλίση συστήματος για μεγιστη απόδοση την 21η Ιουνίου: $90 - 72.5 = 17.5$ μοίρες
- και για την 22η Δεκεμβρίου: $90 - 26.5 = 63.5$ μοίρες

Κεφάλαιο 4^ο

Ο ηλιακού ιχνηλάτη (solar tracker) και το Φωτοβολταϊκό πάνελ

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια πλήρης περιγραφή της κατασκευής του ηλιακού ιχνηλάτη όπου θα παρουσιασθεί αναλυτικά το κομμάτι της κατασκευής (του μηχανικού και ηλεκτρονικού μέρους) .

Ο ηλιακός ιχνηλάτης είναι ένα βοηθητικό μηχανήμα τον Φ/Β πάνελ όπου χωρίζετε σε 2 κατηγορίες όπου αναφέρθηκαν στο 3^ο κεφάλαιο .

Η λειτουργία του ηλιακού ιχνηλάτη που κατασκευάστηκε σε αυτήν την εργασία βασίζεται σε ένα πλήρες ηλεκτρονικό σύστημα όπου η καταδίωξη του Ήλιου επιτυγχάνετε με 5 fotoresistor όπου είναι τοποθετημένα δίπλα στο Φ/Β πάνελ με συγκεκριμένες κλίσεις το καθένα όπου ανάλογα με την ποσότητα του φωτός που προσπίπτει στο κάθε ένα fotoresistor δίνετε και η ανάλογη εντολή στην ηλεκτρονική πλακέτα έλεγχου όπου είναι αρμόδια για τους 2 κινητήρες που φέρει το σύστημα αυτό όπου με την σειρά της δίνει την εντολή στους κινητήρες να περιστρέψουν το Φ/Β πάνελ προς τον Ήλιο.

Με αυτόν τον επιτυγχάνετε η καταδίωξη του Ήλιου από την ανατολή μέχρι την δύση όπου υπάρχει μια σημαντική αύξηση της αποδόσεις του Φ/Β μας .

Κίνητρο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανάδειξη των Φ/Β πηγών όπου συγκαταλέγονται στις Α.Π.Ε (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας) , και όπου μπορεί ο καθένας από εμάς να εκμεταλλευτεί την ενέργεια αυτή από τον ήλιο .

4.2 Περιγραφή του ηλιακού ιχνηλάτη

Ο ηλιακός ιχνηλάτης αποτελείται από 2 άξονες περιστροφείς (πάνω- κάτω και δεξιά-αριστερά) από την κεντρική μονάδα έλεγχου (την πλακέτα) , από 2 γρανάζια από είναι τοποθετημένος ο άξονας περιστροφείς (δεξιά - αριστερά) και ο ένας κινητήρας , από ένα δεύτερο άξονα που είναι τοποθετημένο το Φ/Β πάνελ και ο άλλος μας κινητήρας όπου είναι για την κίνηση (πάνω-κάτω) του ηλιακού ιχνηλάτη , από ένα αδιάβροχο και ανθεκτικό κουτί όπου είναι τοποθετημένο το ηλεκτρονικό σύστημα έλεγχου , και από ένα δεύτερο κουτί όπου είναι τοποθετημένα τα 5 fotoresistor όπου στοχεύουν σε διαφορετικές οπτικές γωνίες .

Παρακάτω θα γίνει μια πλήρης περιγραφή του κάθε υλικού ξεχωριστά που είναι τοποθετημένο στην κατασκευή και την αρμοδιότητα των υλικών για την σωστή λειτουργία του ηλιακού ιχνηλάτη .

4.2.1 Μηχανικό μέρος

Το μηχανικό μέρος της κατασκευής (σχήμα 52) είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι για την σωστή λειτουργία της κίνησης του ιχνηλάτη όπου θα γίνεται η καταδίωξη του Ήλιου κατά την διάρκεια όλου του χρόνου όπου πρέπει να είναι ικανό το σύστημα να ανταπεξέρχεται σε διαφορετικές συνθήκες όπως η υγρασίας η βροχή η αυξημένες θερμοκρασίες η χαμηλές θερμοκρασίες κτλ.

Το σύστημα μας αποτελείται από τα εξής μέρη

1. Τα 2 γρανάζια περιστροφής (και ένα βοηθητικό γρανάζι)
2. Οι 2 άξονες περιστροφής
3. Η βάση στήριξης του Φ/Β πάνελ
4. Οι 2 κινητήρες 12 volt

4.2.1.1 Πρώτος άξονας περιστροφής

(1)



Τα 2 γρανάζια

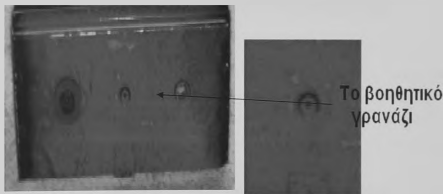


Σχήμα 52 Γρανάζια

Τα 2 γρανάζια που φαίνονται στα πιο πάνω σχήματα είναι τοποθετημένα μέσα σε ένα κουτί που είναι φτιαγμένο από λαμαρίνα όπου είναι σφραγισμένο.

Στο αριστερό γρανάζι είναι τοποθετημένο ο άξονας περιστροφής και στο δεξι γρανάζι τοποθετείτε ο ένας κινητήρας όπου δεινή την κινήσει για να περιστραφεί (δεξιιά η αριστερά) ο άξονας οπότε και το σύστημα μας .

Υπάρχει και ένα τρίτο γρανάζι (σχήμα 53) το οποίο είναι ο οδηγός για την περιστροφή των άλλων 2 και βρίσκετε στην μέση των άλλων δυο που προαναφέρθηκε όπου παρουσιάζετε στην πιο κάτω εικόνα.



Σχήμα 53 Βοηθητικό γρανάζι

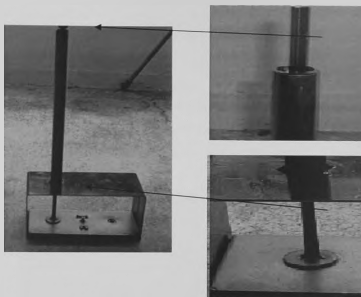
4.2.1.2 Δεύτερος άξονας περιστροφής

4.2.1.3 άξονας περιστροφής δεξιιά – αριστερά

Οι δύο άξονες περιστροφής του ηλιακού ιχνηλάτη είναι κατασκευασμένη από σίδηρο και είναι τοποθετημένη με τέτοιο τρόπο ώστε να δίνουν την κίνηση και στους 2 άξονες στο Φ/Β πάνελ για να υπάρχει η μεγίστη εκμετάλλευση του Ήλιου κατά την διάρκεια όλης της ημέρας .

Οι δυο αυτή άξονες είναι συνδεδεμένη με τους δυο κινητήρες όπου παίρνοντας την εντολή από την κεντρική μονάδα (την πλακέτα) οι κινητήρες περιστρέφουν τους 2 άξονες ανάλογα με την θέση που είναι ο ήλιος .

Στα σχήμα 60-61 φαίνονται οι δυο άξονες περιστροφής του ηλιακού ιχνηλάτη



Σχήμα 54 Άξονας περιστροφής (δεξιά - αριστερά)

Στα πιο πάνω σχήματα 54 φαίνεται ο άξονας περιστροφής (δεξιά – αριστερά) όπου αυτός ο άξονας έχει την δυνατότητα να περιστραφεί από 0 έως και 360°.

Ο άξονας περιστροφής είναι μέσα σε ένα σιδερένιο σωλήνα όπου τον κρατά σταθερό κατά την διάρκεια της κίνησης και δεν τον αφήνει να ταλαντώνεται και δημιουργήσει πρόβλημα κατά την διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος .

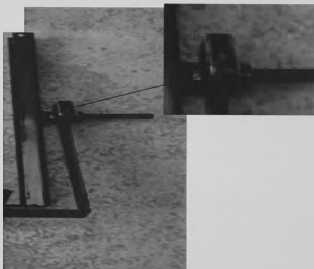
4.2.1.4 Ο άξονας περιστροφής πάνω – κάτω



Σχήμα 55 Άξονας περιστροφής (πάνω – κάτω)

Τα δύο σημεία που φαίνονται στο σχήμα 61 είναι ο άξονας περιστροφής (πάνω - κάτω) αλλά είναι και η θέσεις όπου θα τοποθετηθεί ο ένας κινητήρας και η άλλη θέση είναι όπου θα τοποθετηθούν και τα 5 fotoresistor .

Υπάρχει μια ασφάλεια περιορισμού της περιστροφής (σχήμα 56) όπου είναι προσαρμοσμένη να επιτρέπει την κίνηση από 0 έως και της 90°. Το υλικό κατασκευής της ασφάλειας είναι χοντρή λαμαρίνα για να μην υπάρχει το ενδεχόμενο να σπάσει προκαλώντας έτσι πρόβλημα περιστροφής του Φ/Β πάνελ .



Σχήμα 56 Ασφάλεια περιστροφής

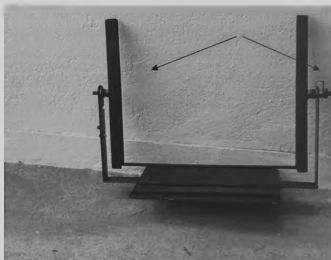
4.2.1.5 Βάση στήριξης του Φ/Β πάνελ

Η βάση στήριξης του Φ/Β πάνελ (σχήμα 57) είναι η περιοχή τοποθέτησης του πάνελ μας όπου ενσωματώνετε με τον ηλιακό ιχνηλάτη .

Η περιοχή τοποθέτησης αυτή είναι συνδεδεμένη και με τους 2 άξονες περιστροφής όπου κατά την περιστροφή το πάνελ θα παίρνει και την σωστή θέση προς τον ήλιο επιδιώκοντας έτσι και την μέγιστη απόδοση που μπορεί να έχει το ηλιακό πάνελ..

Στην πιο κάτω φωτογραφία παρουσιάζετε η βάση όπου τοποθετείτε το Φ/Β πάνελ όπου είναι συνδεδεμένη με τον ένα άξονα περιστροφής (πάνω-κατω) και με την θέση τοποθέτησης του ενός ηλεκτρικού κινητήρα όπου και στην συνέχεια τοποθετείτε και στον άλλο άξονα περιστροφής (δεξιά - αριστερά) , η τοποθέτηση στον δεύτερο άξονα

περιστροφής όπως και η τοποθέτηση του Φ/Β πάνελ θα παρουσιαστή στο κομμάτι συναρμολογήσεις όλου του ηλιακού ιχνηλάτη .



Σχήμα 57 Χώρος τοποθέτησης του Φ/Β πάνελ.

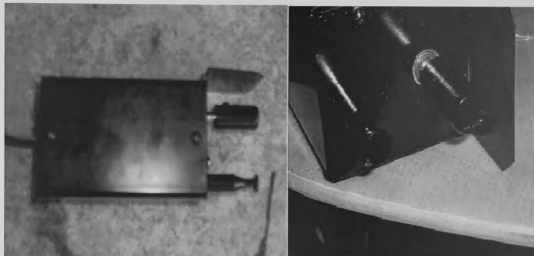
4.2.1.6 Οι 2 κινητήρες 12 volt

Η 2 αυτοί κινητήρες (σχήμα 58) τοποθετούνται επάνω στο ηλιακό ιχνηλάτη όπου είναι συνδεδεμένοι με την κεντρική μονάδα και ανάλογα με της εντολές που περνούν από την κεντρική μονάδα περιστρέφονται αναλόγως δεξιά η αριστερά περιστρέφοντας και του 2 άξονες περιστροφείς .



Σχήμα 58 Οι 2 κινητήρες περιστροφής

Η 2 αυτή κινητήρες είναι τοποθετημένη σε ένα ειδικό κουτί (φωτογραφία 2) το οποίο κουτί φέρει μικρά γρανάζια (σχήμα 59) κάνοντας την κίνηση τον μοτέρ να είναι πιο ομαλή όταν περιστρέφονται και αποφεύγοντας έτσι την περιστροφή με απευθείας το φορτίο επάνω στα μοτέρ.



Σχήμα 59 Κουτί μοτέρ

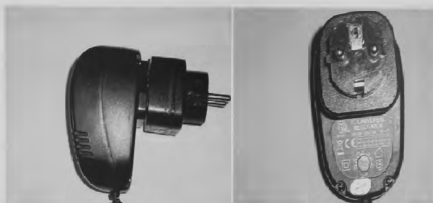
4.2.2 Ηλεκτρονικό μέρος

Το ηλεκτρονικό μέρος όπου είναι η κεντρική μονάδα (η πλακέτα) είναι η κάρδια του ηλιακού ιχνηλάτη επειδή με αυτή γίνεται ο εντοπισμός του Ήλιου και δίνονται και η κατάλληλες οδηγίες για την θέση που πρέπει να έχει το Φ/Β πάνελ κατά την διάρκεια όλης της μέρας .

Η κεντρική μονάδα έχει τάση εισόδου 12 Volt και η τάση εξόδου είναι 12 Volt , η τροφοδοσία γίνεται ένα ρυθμιστή τάσεις (regulator) (σχήμα 60) όπου δουλεύει και ως αντιστροφέας τάσεις (inverter) όπου την εναλλασσόμενη (AC) τάση την κάνει σε συνεχή (DC) για να μπορούσε να τροφοδοτήσει την πλακέτα .

Η πλακέτα επίσης μπορεί να τροφοδοτηθεί μέσω μιας μπαταρίας όπου θα φορτίζει από το Φ/Β πάνελ κατά την διαρκεί της μέρας και θα πρέπει να συμπεριλαμβανόταν και η ασφάλεια υπερφορτώσεις της μπαταρίας .

Ο σκοπός που χρησιμοποιείτε ο ρυθμιστή τάσεις (regulator) είναι για να μπορεί να γίνουν μετρήσεις του ηλιακού πάνελ στο 5^ο Κεφάλαιο όπου θα καταγραφούν σε πινάκες η αποδόσεις του ηλιακού του Φ/Β πάνελ με την χρήση του ηλιακού ιχνηλάτη και για οικονομικό τομέα .

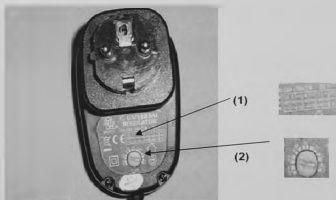


Σχήμα 60 ρυθμιστή τάσεις (regulator)

4.2.3 Χαρακτηριστικά του ρυθμιστή τάσεις (regulator)

Ο ρυθμιστής τάσεις δουλεύει σε διαφορές κλίμακες (πίνακας 5) τάσεις και ρεύματος όπου γίνονται με ένα ειδικό κλειδί ρυθμίζοντας την τάση στο σημείο που χρειάζεται (την τάση) όπου δίνετε στην έξοδο του ρυθμιστή αυτή η τάση και έτσι τροφοδοτείτε η κεντρική μονάδα του ηλιακού ιχνηλάτη (Με αυτό τον τρόπο δεν θα υπάρχει κίνδυνος υπερφορτώσεις) .

Η κλίμακα που χρησιμοποιείτε για την τροφοδοσία της κεντρικής μονάδας είναι η κλίμακα των 12 Volt . Ο αριθμός (1) είναι η κλίμακες αλλαγής τάσεις και ρεύματος που μπορούν να γίνουν Και στον αριθμό (2) είναι η περιοχή όπου γίνετε η ρύθμιση της κατάλληλης κλίμακας



Σχήμα 61 ρυθμιστή τάσεις (regulator)

V	1.5	3	4.5	6	7.5	9	12
mA	1400	1400	1400	1400	1100	1100	1000
VA	2.10	4.20	6.30	8.40	8.25	9.90	12.0

Πίνακας 5 Η κλίμακες του ρυθμιστή

4.2.4 Κατασκευή της κεντρικής μονάδας

Εισαγωγή

Σε αυτό το κομμάτι θα αναλυθεί η κεντρική μονάδα (πλακέτα) όπου είναι και το κύριο κομμάτι του ηλεκτρονικού μέρους του συστήματος .

Η κεντρική μονάδα έχει τάση εισόδου όπως αναφέρθηκε 12 Volt και η τάση εξόδου όπου συνδέονται και τα 2 μοτέρ είναι 12 Volt.

Η πλακέτα είναι τοποθετημένη σε μέσα σε ένα κουτί το οποίο τοποθετείτε επάνω στον ηλιακό ιχνηλάτη όπου το οποίο κουτί είναι ανθεκτικό σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες όπως επίσης είναι και αδιάβροχο (σχήμα 64-65).

Η κυρία λειτουργία της πλακέτα μας εκτός από το να τροφοδοτή τους 2 κινητήρες μας με 12 Volt είναι και να οδηγεί όλο το σύστημα του ηλιακού ιχνηλάτη προς την κορεία του Ήλιου και η λειτουργία αυτή γίνεται με τα 5 φωτοresistor όπου ανάλογα με την ένταση του φωτός του Ήλιου τότε δίνετε και η ανάλογη καθοδήγηση από την κεντρική μονάδα στους 2 κινητήρες στο που θα περιστραφούν .

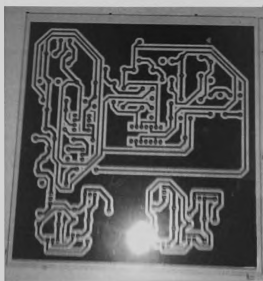
4.2.5 Η διαδικασία εκτυπώσεις και κατασκευής της κεντρικής μονάδας (πλακέτας)

Η κατασκευή της πλακέτας έγινε με το πρόγραμμα σε φωτοευαίσθητη πλακέτα όπου μετά την κατασκευή του κυκλώματος που έγινε στον Η/Υ τυπώθηκε σε διαφάνεια μέσω του εκτυπωτή .

Αφού εκτυπώθηκε το κύκλωμα (το PCB) (σχήμα 62) τοποθετήθηκε η διαφάνεια επάνω στην φωτοευαίσθητη πλακέτα όπου η επιχάλκωση έγινε μέσα σε ένα ιδικό θάλαμο με μια λάμπα υπεριώδους ακτινοβολίας για 20 λεπτά όπου εκεί έγινε και επιχάλκωση της πλακέτας μας .

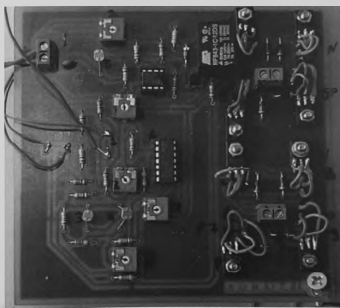
Στην συνέχεια αφού έγινε η διαδικασία εκτυπώσεις και επιχάλκωσης της πλακέτας (του PCB) έγινε το τρύπημα της πλακέτας και η τοποθέτηση των εξαρτημάτων .

PCB



Σχήμα 62: Pl B

4.2.6 Κεντρική μονάδα



Σχήμα 63 Τελική μορφή της κεντρικής μονάδας (πλάκατας) [40]

Αφους εγινε η ολωκλήρωση (σχήμα 63) της κατασκευης της κεντρικης μοναδας στον πινακα που ακολουθη φαινονται αναλητικα τα υλικα που χρησιμοποιηθηκαν και τοποθετιθηκαν επανω στην πλακετα (πινακας 6).

4.2.7 Υλικά που φερει η κεντρική μονάδα

						
R	Μεταβλ. R	Fotoresistor	Ολωκλήρωμενο	Τρανζιστορ	Ρελέ	Διόδους
6R=1K	2R=47K	(1) LDR1	(1) LM324N	4 BD140	1=5V	1N4003
6R=10K	2R=100K	(2) LDR2		4 BD139		
R=47K	R=15K	(3) LDR3	(2) LM311			
R=15K	2R=10K	(4) LDR4				
R=330		(5) LDR5				

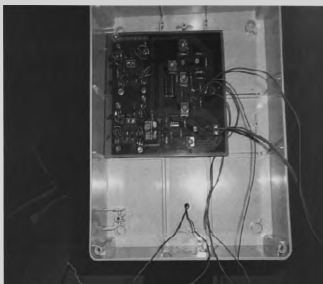
Πίνακας 8 Υλικά της κεντρικης μονάδας

Αφους εγινε ο ελεγχος της κατασκευης αν λειτουργη σωστα αφαιρεθηκαν τα 5 fotorestistor που ηταν κολλημενα επανω στην πλακετα και μεσο καλωδιων επακταθηκαν .

Η κεντρικη μοναδα τοποθετιθηκε στο ιδικο κουτι (64-65) οπου είναι ανδεκτικο σε υψηλες και χαμηλες θερμοκρασιες και αδιαβροχο .

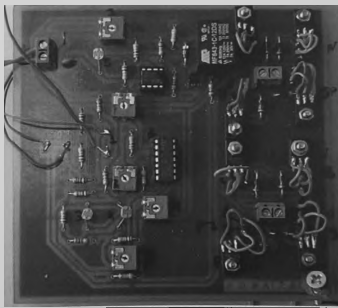


Σχήμα 64 Κουτί οπου είναι τοποθετημένη μέσα η κεντρική μονάδα



Σχήμα 65 Το αδιαβροχο κουτί όπου είναι τοποθετημένη η κεντρική μονάδα (πλακέτα) εντολών

4.2.8 Περιγραφή λειτουργίας της κεντρικής μονάδας



Σχήμα 66 Κεντρική μονάδα

Τροφοδοτώντας με 12 Volt τάση από τον ρυθμιστή τάσεων όπου μεσο μιας ασφαλείας όπου είναι ενομενη η φάση (το + του ρυθμιστή) όπου είναι για να προστατευται η πλακέτα σε περιπτωση υπερφορτοσεις , πηγηνή η φάση (το κοκκινο καλωδιο) στο + της εισοδου της

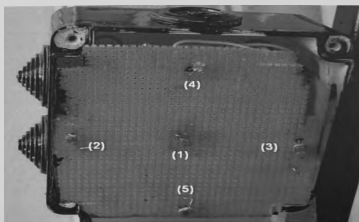
πλακέτας όπου μεσο των αντιστάσεων που βρεσκονται στους βρογχους και μεσο ενός πυκνωτη δημιουργιτε στον κάθε βρογχο ενας διαιρετης τασεις όπου υποβιβάζει (μειωνη) την ταση όπου τροφοδοτουντε τα 8 τρανζιστορ που υπαρχουν στην πλακετα.

Τα 4 τρανζιστορ είναι BD 140 τυπου (N-P-N) και τα αλλα 4 είναι BD 139 (P-N-P) όπου όταν είναι σε λειτουργια τα αναλογα τρανζιστορ δεινουν θετικη η αρνηκη ταση στους κινητηρες περιστροφης όπου και αυτή με την σειρα τους περιστρεφονται δεξιοστροφα η αριστεροστροφα .

Τα 4 fotoresistor είναι για να οδηγουν μεσο της κεντρικης μοναδας τον ηλιακο ιχνηλατη πανω – κατω και δεξια – αριστερα το πεμπτο fotoresistor μβαινει σε λειτουργια όταν νυχτοση όπου μεσο ενός ρελε διακοπητη την λειτουργια του συστηματος μας μεχρι να ανατολη ο ηλιος όπου οταν ερθει σε επαφη με το φως του ηλιου το 5 fotoresistor (σχήμα 67) δεινη την εντολη να αλλαξη την κατασταση του ρελε όπου μβαινουν σε λειτουργια και τα αλλα 4 fotoresistor.

Σε περιπτωση συννεφιας η πολύ χαμηλης ηλιαφονιας όπου η ενταση του φωτος είναι η ιδια και στα 4 fotoresistor τοτε η δυο κινητηρες δεν θα παρουν εντολη να περιστραφουν για να κινισουν τον ιχνηλατη μας όταν όμως καποιο η καποια από τα 4 resistor εντοπιση μεγαλητερη ενταση φωτος τοτε θα περισταφη και ο αναλογος κινητηρας προς την καταλληλη κατευθεινηση οδηγοντας το συστημα μας μαζί με το Φ/Β πανελ προς εκεινη την μερια .

Στο κομμάτι της συναρμολογησεις θα γεινη η πληρης περιγραφη της καλωδιοσεις του ηλεκτρονικου μερους επανω στον ηλιακο ιχνηλατη και της τροφοδοσιας της κεντρικης μοναδας .



(Σχήμα 67) Φώτοαντιστάσεις (Fotoresistor)

(1) Night (νύχτας)

(4) Up (πάνω)

(2) Left (αριστερά)

(5) Down (κάτω)

(3) Right (δεξιά)

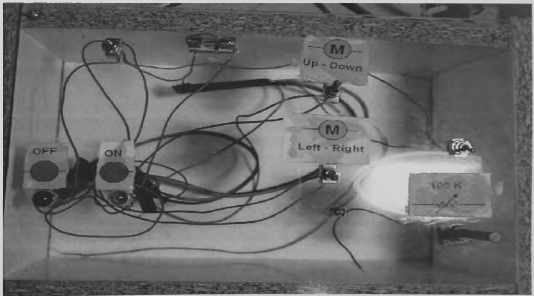
4.2.9 Κουτί έλεγχου

Εισαγωγή

Με το κουτί έλεγχου υπάρχει η δυνατότητα μέσω αυτό του κουτιού να χειριζόμαστε την κίνηση του ηλιακού ιχνηλάτη από μια μικρή απόσταση (η απόσταση αυτή είναι ανάλογα με το μήκος του καλωδίου). (σχήμα 68)

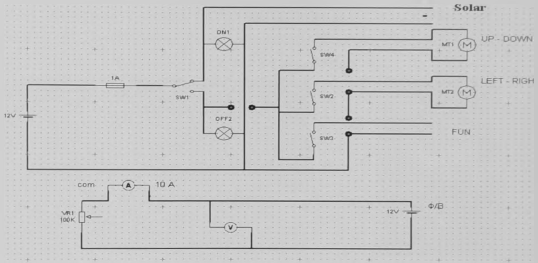
Στο σχήμα 74 παρουσιάζετε η συνδεσμολογία του κουτιού ελέγχου.

(Δεν είναι αναγκαστικό η κατασκευαστή για την λειτουργία του ηλιακού ιχνηλάτη απλά είναι για την διευκόλυνση των μετρήσεων που θα γίνουν και τον πιο εύκολο έλεγχο των 2 μοτέρ αλλά και όλης της κατασκευής .)



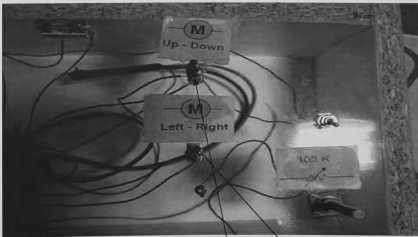
Σχήμα 68 Το κουτί ελέγχου

Κυκλώμα κουτιού ελέγχου



σχήμα 69 Συνδεσμολογία του κουτιού ελέγχου

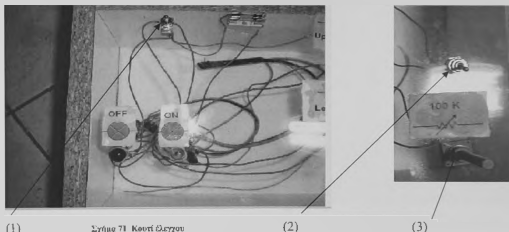
Όπως φαίνεται και στο σχήμα 70 υπάρχει η δυνατότητα να δουλέψει ο ηλιακός ιχνηλάτης και σαν διπλού άξονα (πάνω-κατω δεξιά-αριστερά) αλλά και σαν μονού άξονα (πάνω-κατω ή δεξιά-αριστερά) κάνοντας τους διακόπτες ON ή OFF τον 2 μοτέρ.



Σχήμα 70 Οι 2 διακόπτες τον μοτέρ (Πάνω - κάτω και δεξιά - αριστερά)

Τοποθετήθηκε και μια μεταβλητή αντίσταση των 100 K (φωτογραφία 6-7) όπου από εκεί θα υπολογιστεί το MPP του ηλιακού ιχνηλάτη.

Ακολούθως προστέθηκαν ακόμη 2 διακόπτες έκτου σκοπού ο ένας είναι για την τροφοδοσία του ηλιακού ιχνηλάτη και ο άλλος είναι για την λειτουργία ενός μικρού ανεμιστήρα 12 Volt (φωτογραφία 71) όπου η δουλειά του είναι να ψύξη κατά διαστήματα την πλακέτα για αποφυγή υπερθερμάνσεις . Από μόνο του το ανεμιστηράκι δεν μπορεί να ψύξη εντελώς την πλακέτα πρέπει να γίνει με συνδυασμός ψηκτρών , οπότε η λειτουργία του ηλιακού ιχνηλάτη θα γίνεται όταν χρειάζεται να παρθούν η μετρήσεις και μόνο) (σχήμα 78)

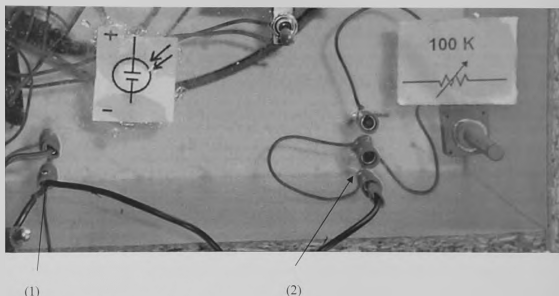


(φωτογραφία 72) Στην 2 πιο πάνω εικόνες φαίνονται η δυο διακόπτες (ON – OFF της (1) τροφοδοσίας του ηλιακού ιχνηλάτη και (2) του ανεμιστήρα) και η μεταβλητή αντίσταση τον 100 K (3).

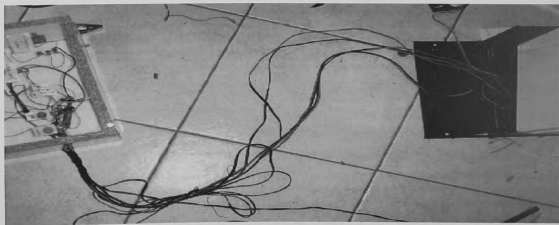


Σχήμα 72 Το ανεμιστηράκι

Στην συνέχεια τοποθετήθηκαν υποδοχές όπου είναι συνδεδεμένο και το + και - (φάση και ουδέτερος) του Φ/Β πάνελ και το + και - της μεταβλητής αντιστάσεις όπου από εκεί θα υπάρχει η δυνατότητα να γίνονται η μετρήσεις με το Βολτόμετρο και το Αμπερόμετρο .(σχήμα 73)



Σχήμα 73 (1) Είναι το + και - του Φ/Β πάνελ και (2) το + και - της μεταβλητής αντίστασης



Σχήμα 74 Στην πιο πάνω φωτογραφία φαίνεται η σύνδεση του καυτού ελέγχου με τον ηλεκικό ιχνήλατή

4.3 Φ/Β πάνελ



Σχήμα 75 το Φ/Β πάνελ.


4.3.1 Εισαγωγή

Όπως αναφέρθηκε αναλυτικά στο 2^ο κεφάλαιο υπάρχουν πολλά και διαφορετικά ειδή Φ/Β πάνελ όπου λειτουργούν σε διαφορετικά μήκη κύματος του φωτός και από εκεί εξαρτάται και η απόδοση του κάθε είδους .

Η επιλογή του Φ/Β στην παρούσα εργασία (σχήμα 75) δεν έχει να κάνει με την μέγιστη απόδοση που σε σύγκριση με τα άλλα μοντέλα άλλα ο σκοπός της εργασίας όπως προαναφέρθηκε είναι η απόδοση ενός ηλιακού ιχνηλάτη σε σύγκριση με ένα σταθερό ηλιακό πάνελ και η καλύτερη εκμετάλλευση του ηλίου κατά την διάρκεια της μέρας (από την ανατολή έως την δύση).

4.3.2 Περιγραφή του Φ/Β πάνελ

Το είδος του Φ/Β πάνελ που χρησιμοποιήθηκε είναι πολικρυσταλλικό (pc-Si) πυριτίου όπου με βάση τον πίνακα που φαίνεται πιο κάτω η απόδοση του φτάνει από 11 έως και το 14% (πίνακας 6).

ΤΥΠΟΣ	Πολικρυσταλλικό
Εμφάνιση	
Απόδοση	11-14%

Πίνακας 9 απόδοση πάνελ

4.3.3 Χαρακτηριστικά του Φ/Β πάνελ

Τα κύρια χαρακτηριστικά του ηλιακού συλλέκτη παρουσιάζονται στον πίνακα 7

Ισχύ αιχμής (Peak Power)	10 W
Μέγιστη τάση (Maximum Power Voltage (Vmp))	18 V
Μέγιστο ρεύμα (Maximum Power current (Imp))	556 mA
Τάση ανοιχτού κυκλώματος (Open Circuit (Voc))	21.82 V
Ρεύμα βραχυκυκλώματος (Short Circuit Current (Isc))	611 mA
Μέγιστη τάση του συστήματος (Maximum System Voltage)	DC 1000V
Κανονικές συνθήκες δοκιμής (standard test conditions)	1000w/m ² για 25°C

Πίνακας 7 Χαρακτηριστικά πάνελ

4.4 Συναρμολόγηση του ηλιακού ιχνηλάτη (solar tracker)

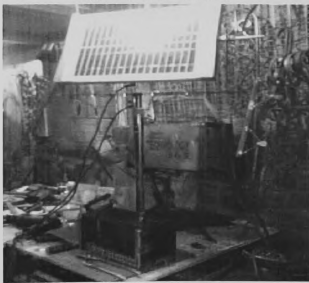
4.4.1 Εισαγωγή

Στο κομμάτι συναρμολογήσεις το μηχανικό και το ηλεκτρονικό μέρος θα συνδεθούν βήμα βήμα μέχρι την τελική μορφή που θα έχει ο ηλιακός ιχνηλάτης .

Τα σχήματα (76-79) που ακολουθούν είναι ο ηλιακός ιχνηλάτης πως ήταν η αρχική του μορφή μέχρι και την τελική του μορφή .



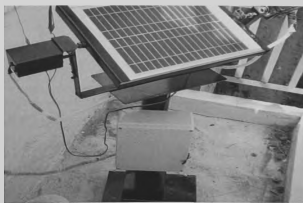
Σχήμα 76 Πρώτο στάδιο του ιχνηλάτη



Σχήμα 77 Αποτέλειο στάδιο.



Σχήμα 78 Τρίτο στάδιο



Σχήμα 79 Τελικό αποτέλεσμα

Το κατασκευαστικό κομμάτι αυτό χωρίζετε σε τρία μέρη τα όποια είναι :

1. Η κατασκευή και η συναρμολόγηση του άξονα περιστροφής (δεξιά-αριστερά) και η ενσωμάτωση του κουτιού που τοποθετείτε η κεντρική μονάδα .
2. Η κατασκευή και συναρμολόγηση του 2^{ου} άξονα περιστροφείς (δεξιά-αριστερά) και η τοποθέτηση του Φ/Β πάνελ επάνω στον άξονα περιστροφής.
3. Η συναρμολόγηση του ηλιακού ιχνηλάτη (μηχανικού μέρους) και η καλωδίωση του ηλεκτρονικού μέρους.

Είναι το πιο βασικό μέρος αυτής της εργασίας επειδή θα πρέπει (τα κομμάτια μηχανικού και ηλεκτρονικού μέρους όπου έγινε μια περιγραφή τον υλικών και τον κομματιών που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του ηλιακού ιχνηλάτη) να συνδεθούν σωστά για να υπάρξει το σωστό αποτέλεσμα και σε λειτουργικό μέρος αλλά και σε πρακτικό μέρος .

Στο κομμάτια που ακολουθούν θα παρουσιάζονται και θα αναλύονται όλα τα βήματα με λόγια αλλά και με φωτογραφίες) .

Σημείωση

Μερικά από τα κομμάτια κατασκευής και υλοποιήσεις του ηλιακού ιχνηλατεί (του μηχανικού μέρους) που παρουσιάζονται σε αυτή την εργασία είναι κομμάτια που πάρθηκαν από ψησταριά .

4.4.2 Συναρμολόγηση

Η συναρμολόγηση είναι το τελικό στάδιο όσο αφορά το κατασκευαστικό κομμάτι της εργασίας

Αφού έγινε η παρουσίαση του κομματιού που αφορά το μηχανικά και ηλεκτρονικό μέρος της εργασίας

θα πρέπει να γίνουν κάποιες εργασίες επάνω στα κομμάτια αυτά για να μπορέσουν να συναρμολογηθούν και να έχουμε το τελικό αποτέλεσμα του ηλιακού ιχνηλάτη .

4.4.3 1^ο μέρος συναρμολογήσεις

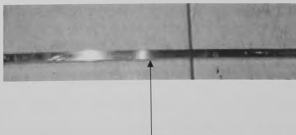
4.4.3.1 Περιγραφή του 1^{ου} μέρους

Όπως προαναφέρθηκε το 1^ο μέρος της συναρμολόγησης έχει να κάνει με τον άξονα περιστροφής (δεξιά-αριστερά) όπου θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα περιστροφής από 0° έως και 180° και από δεξιά αλλά και από αριστερά .

Με αυτό τον τρόπο όπως και να τοποθετηθεί ο ηλιακός ιχνηλάτης δεν θα υπάρξει πρόβλημα

4.4.3.2 Η συναρμολόγηση του άξονα περιστροφής δεξιά-αριστερά και η τοποθέτηση του κουτιού της κεντρικής μονάδας

Αρχίζοντας από το μηχανικό μέρος της κατασκευής το κομμάτι όπου είναι τα τρία γρανάζια, στο ένα γρανάζι βάζουμε τον ένα άξονα περιστροφείς (δεξιά - αριστερά) (σχήμα 80) .



Σχήμα 80 Άξονας περιστροφής πριν την τοποθέτηση του στο ένα γρανάζι

Και στο άλλο γρανάζι ο ένας μοτέρ περιστροφής του άξονα σχήμα 81 . Στο σχήμα 82 φαίνονται ο άξονας περιστροφής και το μοτέρ τα οποία είναι τοποθετημένα επάνω στα 2 γρανάζια .



Σχήμα 81 Μοτέρ περιστροφής (δεξιά-αριστερά)



(1) Μοτέρ περιστροφής

(2) Άξονας περιστροφής

Σχήμα 82 (1) Μοτέρ περιστροφής και (2) ο άξονας περιστροφής

Αφού τοποθετήθηκαν επάνω στα γρανάζια δόθηκε τάση 12 volt στο μοτέρ για να δουλέψει και να περιστρέψει τον άξονα (περιστροφής του Φ/Β πάνελ).

Στην συνέχεια αφού δούλεψε και ήταν η απαιτούμενη κίνηση (δεξιά - αριστερά) αφαιρέθηκε η τάση από το μοτέρ όπου το επόμενο βήμα που έγινε ήταν να γίνει ένα κουτί (σχήμα 88-89) για να καλύψει και να προστατεύσει το μοτέρ και τα γρανάζια από φυσικές φθορές (π.χ. βροχή , σκόνη) η και από άλλους παράγοντες όπου θα επηρέαζε την λειτουργία του ηλιακού

ιχνυλάτη . Στην μια μεριά του κουτιού κατασκευάστηκε μια πόρτα για να υπάρχει πρόσβαση στο μοτέρ και σε όπ στα γρανάζια και στον άξονα . (σχήμα 83-84)

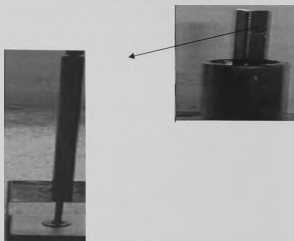


Σχήμα 83 (1) Φαίνεται το κουτί όπου είναι ο άξονας περιστροφής και το μοτέρ κίνησης



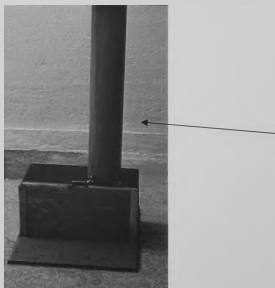
Σχήμα 84 Φαίνεται η πόρτα που έχει κατασκευαστεί

Αφού κατασκευάστηκε το κουτί συγκολλήθηκε ένας σιδερένιος σωλήνας του οποίου η χρήση του είναι να κρατά σταθερό τον άξονα περιστροφής (να μην κουνιέται) όταν τοποθετηθεί ο δεύτερος άξονας περιστροφής και το ηλιακό πάνελ . (σχήμα 85)



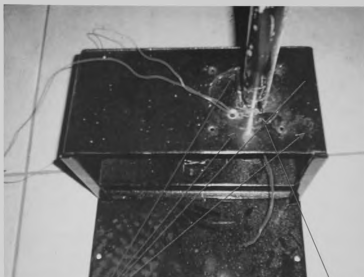
Σχήμα 85 Φαίνεται ο σιδερένιος σωλήνας στον οποίο είναι τοποθετημένος μέσα του ο άξονας περιστροφής

Ακολουθως τοποθετήθηκε ένας πλαστικός σωλήνας όπου θα περαστούν από μέσα τα καλώδια όλου του ηλεκτικού ιχνηλάτη αλλά και για την προστασία τους από την βροχή .
(σχήμα 86)



Σχήμα 86 Ο πλαστικός σωλήνας όπου από μέσα θα περαστούν τα καλώδια του ηλεκτικού ιχνηλάτη

Στην συνέχεια ανοιχτήκαν τρύπες επάνω στο κουτί όπου θα περαστούν τα καλώδια του μοτέρ και θα οδηγηθούν στην κεντρική μονάδα (σχήμα 87) και για να στηριχτεί με βίδες ο πλαστικός σωλήνας.

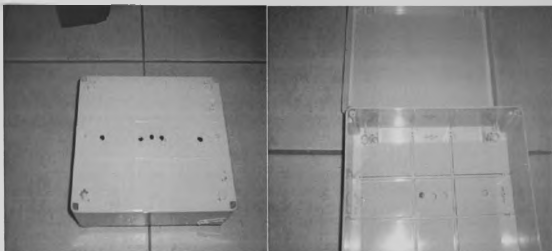


Σχήμα 87 Στην πιο πάνω φωτογραφία φαίνονται (1) η 4 τρύπες όπου θα βιδωθεί ο πλαστικός σωλήνας (2) και η πέμπτη τρύπα όπου θα περάσει το καλώδιο που θα ένωσή την κεντρική μονάδα με τον ένα κινητήρα περιστροφής

Το επόμενο στάδιο είναι να τρυπηθεί ο πλαστικός σωλήνας και το κουτί που τοποθετείτε η κεντρική μονάδα μέσα (πλακέτα) (σχήμα 88-89)



Σχήμα 88 Ο πλαστικός σωλήνας μετά από το τρύπημα



Σχήμα 89 φαίνεται το κουτί που τοποθετείτε η κεντρική μονάδα μετά το τρύπημα

Αφού γίνουν η τρύπες στο κουτί και στον πλαστικό σωλήνα βάψετε το κουτί με τα γρανάζια και ο πλαστικός σωλήνας για να υπάρχει ομοιομορφία στην κατασκευή (σχήμα 90) , όπου και τοποθετείτε και ο πλαστικός σωλήνας επάνω στο κουτί με τα γρανάζια .



Σχήμα 90 Ο πλαστικός σωλήνας και το κουτί με τα γρανάζια μετά το βόψημο

Αφού τοποθετήθηκε ο σωλήνας επάνω στο κουτί σειρά έχει η τοποθέτηση του πλαστικού κουτιού της κεντρικής μονάδας επάνω στον σωλήνα . (σχήμα 91)



Σχήμα 91 Φαίνεται η τοποθέτηση του κουτιού και της κεντρικής μονάδας επάνω στον σωλήνα

4.4.4 2^ο μέρος συναρμολογήσεις

4.4.4.1 Περιγραφή του 2^{ου} μέρους

Το 2^ο μέρος της συναρμολογήσεις αναφέρετε φυσικά στον άξονα περιστροφής (πάνω-κάτω) και στην βάση στήριξης του Φ/Β πάνελ .

Όπου πρέπει ο άξονας να έχει την δυνατότητα περιστροφής από 0° έως και 90° για να καλύπτει όλη την τροχιά του Ήλιου κατά την διάρκεια της μέρας .

4.4.4.2 Συναρμολόγηση του άξονα περιστροφής πάνω – κάτω

Η βάση του άξονα περιστροφής (πάνω – κάτω) είναι κατασκευασμένη από χοντρή λαμαρίνα (σχήμα 92-93) όπου η κατασκευή φέρει ένα δακτύλιο (φωτογραφία 93) του οποίου η χρήση

του είναι να μπορεί να συνδέεται με τον άξονα περιστροφής (δεξιά -αριστερά) που αναλύθηκε στο 1^ο μέρος συναρμολογήσεις.

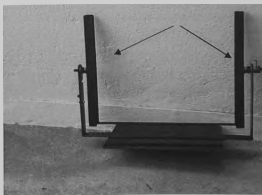


Σχήμα 92 Βάση του άξονα περιστροφής πάνω - κάτω



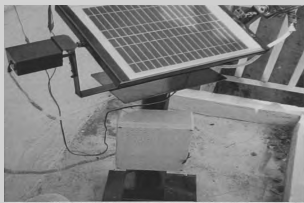
Σχήμα 93 Ο δακτύλιος όπου γίνεται η σύνδεση των 2 αξόνων

Στην συνέχεια επάνω στην βάση του άξονα περιστροφής συγκολλήθηκαν 2 σίδερα (σχήμα 94). όπου από μέσα τους πέρασε ένας άξονας για να δόση την περιστροφή (πάνω-κατω) στον ηλιακό ιχνηλάτη (Η περιγραφή της λειτουργίας του έγινε στο κομμάτι όπου περιγράφετε η βάση στήριξης του Φ/Β πάνελ).



Σχήμα 94 Άξονας περιστροφής δεξιά - αριστερά

Στην συνέχεια αφού τελείωσε η συναρμολόγηση τοποθετείτε το Φ/Β πλαίσιο και όπου και τα δυο (άξονας περιστροφής και Φ/Β πάνελ) τοποθετήθηκαν επάνω στο άλλο κομμάτι του άξονα περιστροφής (δεξιά - αριστερά) και έτσι κατασκευάστηκε το μηχανικό μέρος του ηλεκικού ιχνηλάτη (σχήμα 95) .



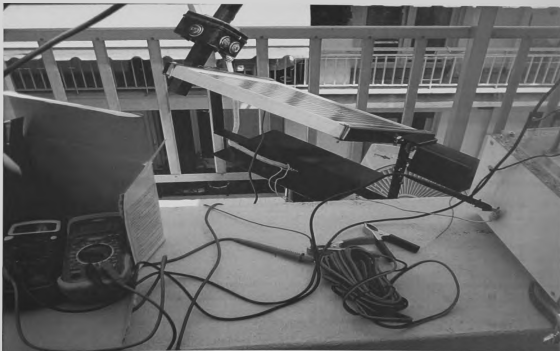
Σχήμα 95 Τελική μορφή του μηχανικού μέρους του ηλεκικού ιχνηλάτη

Κεφάλαιο 5°

5.1 Εισαγωγή

Αφού ολοκληρώσαμε την περιγραφή και την παρουσίαση της κατασκευής του κατασκευαστικού κομματιού ήρθε η στιγμή να γίνουν η δοκιμαστικές μετρήσεις για να δούμε και το λειτουργικό κομμάτι της κατασκευής.

Οι δοκιμαστικές και οι συγκριτικές μετρήσεις που θα παρθούν στην παρούσα εργασία θα γίνουν στο μπαλκόνι του σπιτιού μου (σχήμα 96)



Σχήμα 96 Μετρήσεις

Η μετρήσεις θα γίνουν για τον μήνα Ιούνιο για δύο συνεχόμενες μέρες.

Η ώρες έναρξης των μετρήσεων θα γίνονται της μεσημεριανές ώρες μέχρι και της απογευματινές ώρες (από της 13:30 έως της 18:00).

Όπως προαναφέρθηκε η τροφοδοσία εισόδου της κεντρικής μονάδας θα γίνετε με Regulator όπου μετατρέπει την A.C τάση D.C και στην έξοδο του μας δεινή σταθερή τάση 12 Volt D.C και ρεύμα 1000mA δλδ 1 A. Τα 2 μοτέρ κινήσεις που χρησιμοποιούνται λειτουργάνε με τάση εισόδου 12 Volt και το ρεύματος δεν ξεπερνά το 1 A .

Για την εκτέλεση του πειράματος έγιναν και καταγράφηκαν στους πιο κάτω πίνακες η εξής μετρήσεις

1	Vload	Η τάση υπό φορτίο
2	Iload	Το ρεύμα υπό φορτίο
3	Voc	Η τάση ανοικτοκύκλωσις
4	Isc	Και το ρεύμα βραχυκυκλώσις

Πίνακας 10 Ο πίνακας μετρήσεων

Βλέποντας τα αποτελέσματα τα οποία είναι καταγραμμένα ανά είδος στους πιο κάτω πίνακες μπορούμε να υπολογίσουμε την αύξηση της ενεργειακής αποδόσεις που επιτυγχάνετε από τον ηλιακό ιχνηλάτη απλού αλλά και διπλού άξονα.

Αρχικά πρέπει να υπολογιστή η ισχύς που παράγει σε κάθε χρονική στιγμή (κάθε 30' στην περίπτωση αυτή) το σταθερό Φ/Β πάνελ , του ενός άξονα ιχνηλάτη αλλά όσο και τον δύο αξόνων του ηλιακού ιχνηλάτη από την σχέση $P_{load} = V_{load} * I_{load}$.

Βάση της σχέσεις αυτής θα γίνει μια πρώτης τάξης προσέγγιση της παραγόμενης ενέργειας θεωρώντας ότι η ισχύς παραμένει σταθερή από την μια στιγμή της μέτρησης μέχρι και την επόμενη μέτρηση

(Η προσέγγιση αυτή δεν θα έχει μεγάλη απόκλιση σφάλμα δηλαδή επειδή η μέτρηση που γίνονται είναι κάθε 30').

Προσαρμόζοντας τον πιο κάτω τύπο [41]

$$E_{total} = \sum_{all_meas} (P_{measured} * \frac{30 \text{ min}}{60 \text{ min}}) = \frac{1}{2} * [\sum_{all_meas} (P_{measured})]$$

Καταλήγουμε στον εξής τύπο :

$$E_{means} = P * time \Rightarrow P * 30' / 60'$$

Με τον πιο πάνω τύπο μπορούμε να υπολογίσουμε την ενέργεια από κάθε μέτρηση καθώς και την συνολική παραγόμενη ενέργεια της κάθε μέρας .

5.1.2 Μέσος όρος μετρήσεων

1 Axis Tracker

Time	Vload	Iload
13:30	335 mV	0.46 A
14:05	250 mV	0.44 A
14:30	241 mV	0.41 A
15:00	237 mV	0.27 A
15:30	190 mV	0.18 A
16:00	41.2 mV	0.8 A
16:30	0.30 mV	0.8 A
17:00	0.70 mV	0.8 A
17:30	0.46 mV	0.85 A
18:00	0.03 mV	0.80 A

Πίνακας 11 πίνακας μέσων αξόνων

Time	P Tracker	E Tracker
13:30	154.1 mW	71.04m
14:05	154 mW	71m
14:30	98.81 mW	49.405m
15:00	87.07 mW	43.545m
15:30	18 mW	9m
16:00	27.08 mW	13.54m
16:30	0.24 mW	0.12m
17:00	0.008 mW	0.304m
17:30	0.023 mW	0.0115m
18:00	0.0024 mW	0.0012m

Πίνακας 12 ισχύς - ενέργεια μόνου άξονα

Η συνολική ενέργεια που έχει παραχθεί από τον ηλιακό ιχνηλάτη 1 αξόνα είναι :

$$E_t = 275,2767 \text{ mW}$$

2 Axis tracker

Time	Vload	Iload
13:30	-372 mV	0.56 A
14:00	-397 mV	0.56 A
14:30	-296 mV	0.52 A
15:00	-280 mV	0.46 A
15:30	-185 mV	0.27 A
16:00	-67.8 mV	0.19 A
16:30	-0.56 mV	0.8 A
17:00	0.03 mV	0.9 A
17:30	0.31 mV	0.5 A
18:00	0.29 mV	0.05 A

Πίνακας 13 διημέριό άξονα

Time	P Tracker	E Tracker
13:30	208.32mW	194.16m
14:05	216.72mW	108.36m
14:30	148.76 mW	74.80m
15:00	128.8mW	64.4m
15:30	43.95mW	24.975m
16:00	12.204mW	6.102m
16:30	0.448mW	0.224m
17:00	0.792mW	6.390m
17:30	0.295mW	0.1275m
18:00	0.00145mW	0.00725m

Πίνακας 14 ισχύς - ενέργεια διημέριό άξονα

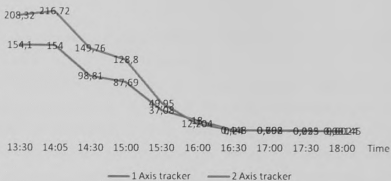
Η συνολική ενέργεια που έχει παραχθεί από τον ηλιακό ιχνηλάτη 2 αξόνων είναι :

$$E_t = 383,63175 \text{ mW}$$

Από την συνολική ενέργεια του μονού άξονα και διημέριό άξονα προκύπτει ότι

$$E_{total} = ((383,63175 \text{ mW} - 275,2767 \text{ mW}) / 275,2767 \text{ mW}) * 100\% = 39,36\%$$

Ισχύς



Πίνακας 15 Ισχύς του μονού και διπλού άξονα

Ενέργεια



Πίνακας 16 Παραγόμενη ενέργεια μονού άξονα και διπλού άξονα

Κεφάλαιο 6^ο

6.1 .Συμπεράσματα

Ο ηλιακός ιχνηλάτης διπλού άξονα με βάση της πειραματικές μετρήσεις που πάρθηκαν είναι πιο αποδοτικός κατά 39 , 36 % από του μονού άξονα .

Για μεγαλύτερη αύξηση της αποδόσεις του ηλιακού ιχνηλάτη 2 αξόνων θα πρέπει τα fotoresistor να καλυφτούν από φιμέ τζαμιά για μεγαλύτερη προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία , ο στρόγγυλος σωλήνας διαχωρισμού των fotoresistor θα πρέπει να αντικατασταθεί με ένα ορθογώνιο (π.χ ξύλο) για καλύτερη στόχευση του Ήλιου κατά την διάρκεια της μέρας , στην κεντρική μονάδα θα πρέπει να τοποθετηθούν ψήκτρες στα τρανζίστορ για αποφυγή υπερθερμάνσεις όπου μπορεί να καταστρέψει όλο το κύκλωμα της μονάδος .

Ορολογία των Φ/Β

- **Φ/Β φαινόμενο** ονομάζεται η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση. Για ευκολία, συνήθως χρησιμοποιούμε τη σύντμηση Φ/Β για τη λέξη " Φ/Β " (*photovoltaic - PV*) [6].
- **Φ/Β στοιχείο.** Η ηλεκτρονική διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχεται ακτινοβολία.
Λέγεται ακόμα Φ/Β κύτταρο ή Φ/Β κυψέλη (*PV cell*).
- **Φ/Β πλαίσιο.** Ένα σύνολο Φ/Β στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της Φ/Β γεννήτριας (*PV module*).
- **Φ/Β πάνελ.** Ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια, που έχουν προκατασκευαστεί και συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή, έτοιμη για να εγκατασταθεί σε Φ/Β εγκατάσταση (*PV panel*).
- **Φ/Β συστοιχία.** Μια ομάδα από Φ/Β πλαίσια ή πάνελ με ηλεκτρική αλληλοσύνδεση, τοποθετημένα συνήθως σε κοινή κατασκευή στήριξης (*PV array*).
- **Φ/Β γεννήτρια.** Το τμήμα μιας Φ/Β εγκατάστασης που περιέχει Φ/Β στοιχεία και παράγει συνεχές ρεύμα (*PV generator*).
- **MPP .** Τα αρχικά MPP (**M**aximum **P**ower **P**oint for **T**racker) χαρακτηρίζουν τους παρακολοθητές του μεγιστου σημείο του ηλιακού πάνελ.

Βιβλιογραφία

- [1] <http://nemertes.lis.upatras.gr>
- [2] <http://www.selasenergy.gr>
- [3] <http://el.wikipedia.org>
- [4] <http://el.wikipedia.org>
- [5] <http://artemis.cslab.ntua.gr>
- [6] http://rayon.czfileadmin/pub/doc/2008_PVGIS_fixed_tracking_PV_systems.pdf
- [7] <http://www.solar-systems.gr>
- [8] <http://www.photovoltaiics.com>
- [9] <http://www.prosolar.gr>
- [10] <http://www.selasenergy.gr>
- [11] <http://www.ecowatt.gr>
- [12] <http://translate.google.gr>
- [13] <http://www.selasenergy.gr>
- [14] <http://www.heliergiaphotovoltaic.gr>
- [15] <http://el.wikipedia.org>
- [16] <http://el.wikipedia.org>
- [17] <http://www.exelgroup.gr>
- [18] <http://www.exelgroup.gr>

- [19] www.eere.energy.gov
- [20] <http://blog.cleantech.com>
- [21] <http://artemis.cslab.ntua.gr>
- [22] <http://www.solarenergyexplorer.com>
- [23] <http://artemis.cslab.ntua.gr>
- [24] <http://www.google.gr/imgres?>
- [25] <http://gneng.blogspot.com>
- [26] <http://www.google.gr/imgres>
- [27] <http://www.google.gr>
- [28] <http://www.google.gr>
- [29] <http://www.google.gr>
- [30] <http://www.solar-tracking.de>
- [31] <http://translate.google.gr>
- [32] Η έρευνα κατασκευή και δημοσίευση έγινε από τον Poulek Solar στο πανεπιστήμιο Μηχανικής εφαρμοσμένης μηχανικής στην Πράγα .
- [33] Η ερευνά κατασκευή και δημοσίευση έγινε από τους Theodore Amissah Ocran, CAO Junyi ,CAO Binggang και SUN Xinghua.
- [34] Η ερευνά κατασκευή και δημοσίευση έγινε από τους M.J. Clifford *, D. Eastwood που εργάζονται στο πανεπιστήμιο μηχανικών στο Νότινχαμ .

[35] (Observatorio de EL Roque de Los Muchachos, La Palma)

[36] Η ερευνά κατασκευή και δημοσίευση έγινε από τους J. Canˆ ada , M.P. Utrillas, J.A. Martínez-Lozano, R. Pedro´s, J.L. Go´mez-Amob, A. Maj.

[37] Η ερευνά και δημοσίευση έγινε από τον V.Poulek ο οποίος εργάζεται στο ινστιτούτο φυσικής στην Πράγα

[38] Η ερευνά και η δημοσίευση έγινε από τους Jancarle L. Santos, Fernando Antunes , Anis Chehab and Cı´cero Cruz

Οι όποιοι είναι στο τμήμα ενεργειακής επεξεργασίας και ομάδα-ηλεκτρικό εφαρμοσμένης μηχανικής ελέγχου, ομοσπονδιακό πανεπιστήμιο Ceara´ στην Βραζιλία

[39]<http://artemis.cslab.ntua.gr>

[40] <https://sites.google.com>

[41]<http://artemis.cslab.ntua.gr>