

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Σχολή Εφαρμοσμένων Επιστημών
Τμήμα Μηχανικών Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Τ.Ε.
Εργαστήριο Σχεδιομελέτης και Κατεργασιών (DML)

Πτυχιακή Εργασία

*Μελέτη και Εφαρμογή Συστημάτων ΑΠΕ
σε Αυτόνομη Ενεργειακά Έξυπνη Κατοικία*



Δημήτριος Δασκαλάκης

Επιβλέπων Καθηγητής Δρ. Εμμανουήλ Σκουνάκης

Οκτώβριος 2018

Στους γονείς μου, Νεκταρία και Στέφανο
Στη γιαγιά μου Ασπασία και στον παππού μου Δημήτριο

Επιτροπή Αξιολόγησης

Δρ. Εμμανουήλ Μαραβελάκης

Δρ. Ιωάννης Κατσίγιαννης

Δρ. Εμμανουήλ Σκουνάκης

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά το καθηγητή μου Δρ. Εμμανουήλ Σκουνάκη που μου έδωσε την ευκαιρία να υλοποιήσω μία ιδέα που γύριζε χρόνια πριν στο μυαλό μου και με τις απαραίτητες γνώσεις του φτάσαμε στην υλοποίηση αυτού του project.

Ακόμη θέλω να ευχαριστήσω όλους αυτούς που με περιέβαλλαν αυτά τα χρόνια, καθηγητές, και συμφοιτητές μου, που με την εμπειρία και την όρεξη τους ανταλλάξαμε ιδέες και σκέψεις πάνω στο αντικείμενο των σπουδών μας, με στόχο να βελτιώσουμε τα σημερινά δεδομένα. Ένα μεγάλο ευχαριστώ αξίζει στον Θοδωρή, στον Αντώνη, στον Γιάννη και στον Σάββα που ήταν δίπλα μου σε αυτό το κομμάτι και με την ψυχραιμία και την ανταλλαγή ιδεών με βοήθησαν να ολοκληρώσω αυτή την εργασία.

Ολοκληρώνοντας θέλω να ευχαριστήσω τους τροχούς και την μηχανή αυτής της αμάξης, την οικογένειά μου. Με στήριξαν όλα αυτά τα χρόνια για να προχωρήσω μέχρι το τέλος δίνοντας μου πάντα τα απαραίτητα για να ολοκληρώσω το οτιδήποτε, πάντα με ψυχραιμία, επιμονή και όνειρα.

Abstract

We live in an island where sun and wind could provide effectively energy power to all. And the cost for the construction and the maintenance of a house using renewable energies is much less than to use the current system of the PPC network for a long time. In this dissertation we present our study on autonomous energy techniques in a smart house with microcontrollers and temperature, humidity, gas and tilt sensors. The locatiom of the smart house (into our research laboratory) was not ideal but necessary, because we had to get detailed measurements of the proposed system for a long time.

Περίληψη

Με τα δεδομένα της σημερινής εποχής καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί μονόδρομο, εφόσον στην περιοχή στην οποία κατοικούμε, οι ανανεώσιμες πηγές είναι άμεσα διαθέσιμες προς όλους. Τα έξοδα που αναλογούν για την κατασκευή και τη συντήρηση ενός τέτοιου αυτόνομου συστήματος είναι λιγότερα από το να μείνει μία συμβατική κατοικία στο δίκτυο της ΔΕΗ για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία έχει σκοπό την μελέτη και την εφαρμογή αυτόνομων ενεργειακά τεχνικών σε μία σύγχρονη και έξυπνη κατοικία. Για το έξυπνο κομμάτι του συστήματος χρησιμοποιήθηκαν τα εξής αισθητήρια: θερμοκρασίας, υγρασίας, αερίου και κλίσης. Όσο για το αυτόνομο σύστημα έπαιξαν σημαντικό ρόλο ένα Φωτοβολταϊκό Πάνελ, ένας συσσωρευτής κι ένας ρυθμιστής τάσης. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για τη συμπεριφορά του αυτόνομου συστήματος σε συνθήκες εργαστηρίου και όχι ιδανικές.

Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες	4
Abstract	5
Περίληψη	6
Πίνακας Περιεχομένων	7
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή - Σύγχρονα Συστήματα ΑΠΕ για κατοικίες	9
1.1 Ένα σπίτι Ενεργειακά Αυτόνομο	9
1.2 Revolve House	10
1.3 Παθητική Κατοικία	12
1.4 Έξυπνη κατοικία με χρήση Γεωθερμίας	13
1.5 0+ House	15
1.6 Οικολογική Κατοικία από Πηλό	15
1.7 Βιοκλιματική Έπαυλη	17
Κεφάλαιο 2 Μακέτα Σπιτιού Εφαρμογής	19
2.1 Περιγραφή Μακέτας «Έξυπνης Κατοικίας»	19
2.2 Λειτουργία Μακέτας «Έξυπνης Κατοικίας»	21
Κεφάλαιο 3 Το Προτεινόμενο Σύστημα - Τα μηχανήματα	25
3.1 Φωτοβολταϊκό Πάνελ	25
3.2 Μπαταρία (Συσσωρευτής)	30
3.3 Ρυθμιστής Τάσης	34
3.4 Βασική Αρχιτεκτονική του Συστήματος	39
Κεφάλαιο 4 Το Προτεινόμενο Σύστημα - Μετρήσεις	40
4.1 Καταναλώσεις	40
4.2 Μετρήσεις Αισθητήρων – Καταναλώσεων (Πίνακες)	40
4.3 Μετρήσεις Κυκλώματος - Συμπεράσματα	43

4.4 Χρόνος Λειτουργίας Συστήματος Αυτόνομα	48
Κεφάλαιο 5 Προτάσεις για το Μέλλον	51
5.1 Solar Windows	51
5.2 Solar Power Harvesting Trees	51
5.3 Photobiological cells	51
5.4 Solar Paint	52
5.5 Smart Flower	52
5.6 Αιολικό Δέντρο	52
5.7 Piezoelectric Energy Harvesting	53
Αναφορές.....	54

Κεφάλαιο 1: Σύγχρονα Συστήματα ΑΠΕ για κατοικίες

1.1 Ένα Σπίτι Ενεργειακά Αυτόνομο [1]

Με τον όρο “Σπίτι Ενεργειακά Αυτόνομο” αναφερόμαστε σε ένα σπίτι που καλύπτει τις ενεργειακές του ανάγκες, χρησιμοποιώντας συνήθως:

- A) Φωτοβολταϊκά Πανέλα
- B) Ανεμογεννήτρια
- Γ) Ρυθμιστή ή Ελεγκτή Φόρτισης (controller)
- Δ) Αντιστροφέα ή Μετατροπέα Τάσης (inverter)
- Ε) Συσσωρευτές (Μπαταρίες)
- Ζ) Γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος (προαιρετικά)



Ένα σπίτι ενεργειακά αυτόνομο με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιήσει ενέργεια από τον ήλιο και τον άνεμο (σε έκτακτες περιπτώσεις χρησιμοποιείται και γεννήτρια ηλεκτρικής ενέργειας), δίνει στο χρήστη εναλλασσόμενο ρεύμα όποτε το έχει ανάγκη, ενώ την ενέργεια που είναι σε περίσσεια την αποθηκεύει σε συσσωρευτές (μπαταρίες) για τις στιγμές που δεν θα υπάρχει ηλιοφάνεια ή άνεμος, ή την στέλνει απευθείας στο δίκτυο.

Τα φωτοβολταϊκά πανέλα τοποθετούνται με προσανατολισμό προς το νότο και κλίση ανάλογα με την εποχή (τους θερινούς μήνες 10-20 μοίρες, τους χειμερινούς πάνω από 35 μοίρες και ετήσια περίπου 25-30 μοίρες).



Όταν τα φωτοβολταϊκά πανέλα υπολειπόμενα (κυρίως τις νυχτερινές ώρες) χρησιμοποιείται συνήθως μία ανεμογεννήτρια. Αντλίες θερμότητας νερού χρησιμοποιούνται συνήθως για θέρμανση και κλιματισμό με ελάχιστη

κατανάλωση ρεύματος, έχοντας τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Ευκολία εγκατάστασης
- Εξοικονόμηση ενέργειας
- Προστασία του περιβάλλοντος

Η ανάγκη για πόσιμο νερό καλύπτεται συνήθως από μία δεξαμενή συλλογής βρόχινου νερού η οποία μπορεί να καλύψει τις περισσότερες από τις ανάγκες ενός σπιτιού. Εδώ πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο σύστημα επεξεργασίας του νερού.

1.2 Revolve House [2]

Πρόκειται για ένα αυτόνομο ενεργειακό σπίτι μόλις 22 τετραγωνικών μέτρων, το οποίο διαθέτει:

- A) Κουζίνα
- B) Τραπεζαρία
- Γ) Μπάνιο
- Δ) Σαλόνι - Κρεβατοκάμαρα

Όσο αφορά το ενεργειακό του κομμάτι, στην οροφή του φέρει δομικά θερμομονωμένα πανέλα 330W. Η κατοικία βρίσκεται πάνω σε βάση η οποία διαθέτει μηχανισμό περιστροφής που μπορεί να κατευθύνεται με βάση την ηλιακή ακτινοβολία. Το ποσοστό συσσώρευσης ηλιακής ενέργειας είναι έτσι μεγαλύτερο, με αποτέλεσμα την βέλτιστη απόδοση του συστήματος. Τα πανέλα είναι κατασκευασμένα από δομικό θερμομονωτικό υλικό. Στη συνέχεια τροφοδοτείται ένα σύστημα οικολογικών συσσωρευτών για την ηλεκτροδότηση του σπιτιού.



*Revolve House -
Κουζίνα & Τραπεζαρία*



*Revolve House -
Σαλόνι & Κρεβατοκάμαρα*



Εσωτερικός χώρος 22τ.μ.



(Revolve House - Εσωτερικά)



(Revolve House - Ταράτσα)

1.3 Παθητική Κατοικία [3]

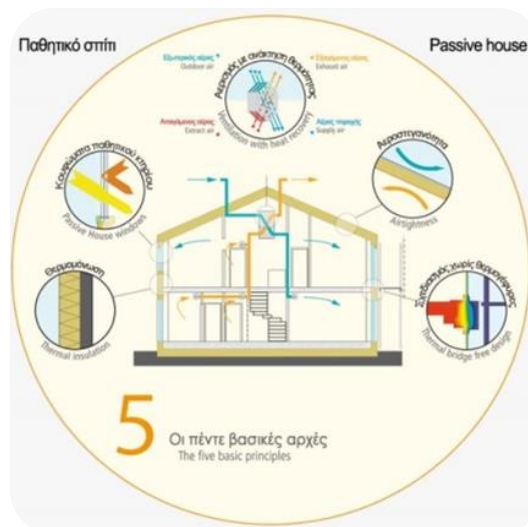
Με τον όρο “Παθητικό Κτίριο” αναφερόμαστε σε ένα κτίριο οικολογικό με υψηλή ενεργειακή απόδοση.

Ανεξάρτητα από την περιοχή και το μικρό-κλίμα, τα Παθητικά κτήρια κατά τη περίοδο των θερινών μηνών χρησιμοποιούν παθητικές τεχνικές ψύξης, με αποτέλεσμα να μένουν δροσερά το καλοκαίρι. Ακόμη συγκρατούν μία ευχάριστη και άνετη θερμοκρασία για όλους τους μήνες του χρόνου, εξαιτίας της καλής ποιότητας και τεχνολογίας των υλικών τους.

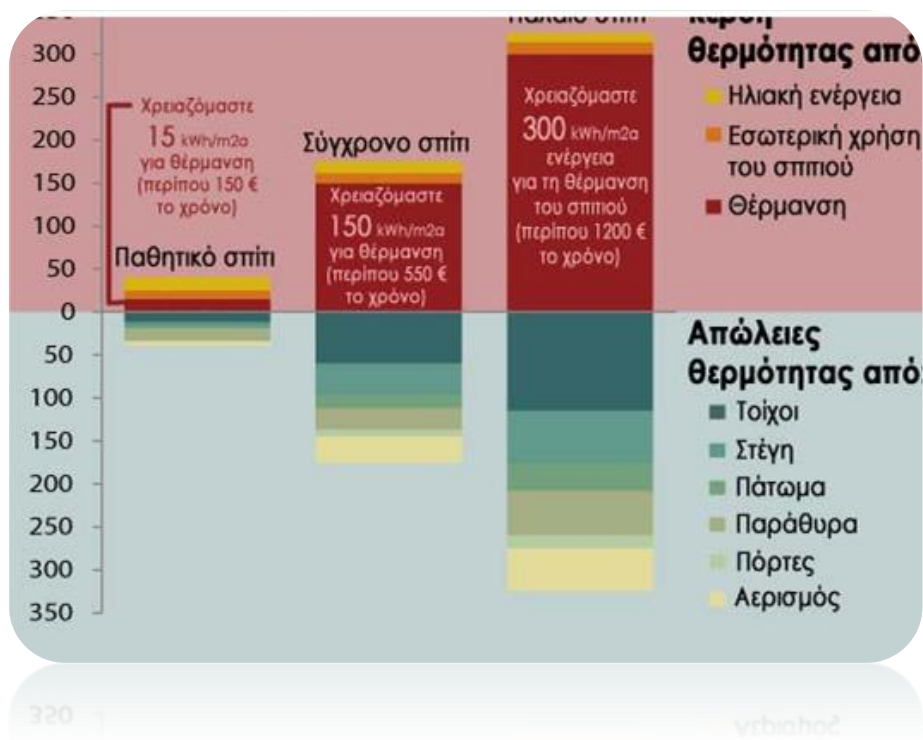
Ένα Παθητικό Κτίριο για θέρμανση και ψύξη χρειάζεται έως και 90% λιγότερη ενέργεια σε σχέση με τα συμβατικά κτίρια. Η άνεση του χώρου σχετικά με τον αέρα είναι υψηλή λόγω των προηγμένων συστημάτων αερισμού που παρέχουν πάντα καθαρό και φρέσκο αέρα χωρίς σαφώς να γίνονται αντιληπτά εξαιτίας μειωμένου θορύβου. Εδώ υπάρχει πάντα φρέσκος καθαρός αέρας και σταθερές θερμοκρασίες που εμποδίζουν τη μούχλα και την υγρασία να αναπτυχθούν.

Σε ένα σπίτι “Παθητικό” δίνουμε μεγαλύτερη βάση στα παρακάτω:

- A) Μόνωση
- B) Παράθυρα
- Γ) Αερισμός με ανάκτηση ενέργειας
- Δ) Αεροστεγανότητα
- Ε) Θερμογέφυρες

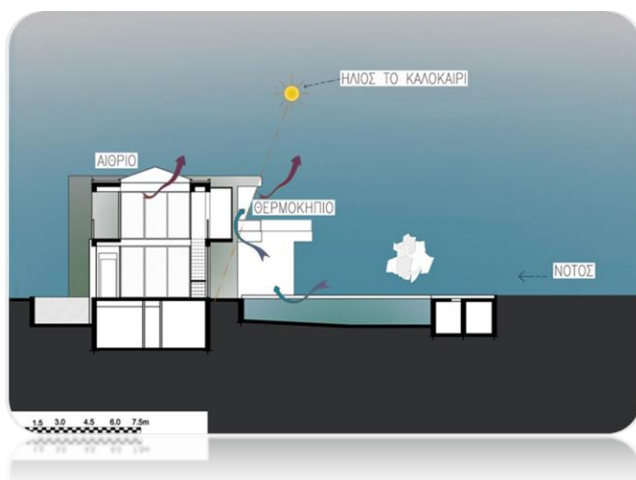


Εδώ, εξοικονομείται αρκετή ενέργεια, συνεπώς, μειώνονται πολύ τα έξοδα λειτουργίας. Οι ανάγκες της κατοικίας είναι μηδαμινές όσο αφορά τη ψύξη και τη θέρμανση. Επιπλέον, η ποιότητα ζωής βελτιώνεται σε μια παθητική κατοικία, εφόσον οι συνθήκες ευνοούν την ευεξία των κατοίκων. Τέλος, στη συγκεκριμένη κατοικία, οι λειτουργίες της θέρμανσης, της ψύξης και της κυκλοφορίας του αέρα γίνονται αυτόματα.



1.4 Έξυπνη κατοικία με χρήση Γεωθερμίας [4]

Το σπίτι αυτό σχεδιάστηκε σε σχήμα επιμήκους ορθογωνίου. Για να έχει την καλύτερη ενεργειακή αυτονομία κατασκευάστηκε με γνώμονα τις βιοκλιματικές αλλαγές, και προστέθηκαν οι απαραίτητοι αυτοματισμοί για να θεωρηθεί



«έξυπνο». Το κτίριο έχει συγκεκριμένο προσανατολισμό για την καλύτερη εκμετάλλευση του ήλιου, ζέστη τον χειμώνα και δροσιά το καλοκαίρι.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό του σπιτιού είναι ο φεγγίτης στην οροφή του. Παρέχει φως τον χειμώνα και το καλοκαίρι, το σπίτι προστατεύεται από την υπερθέρμανση διότι διαθέτει αυτόματο σύστημα σκίασης.

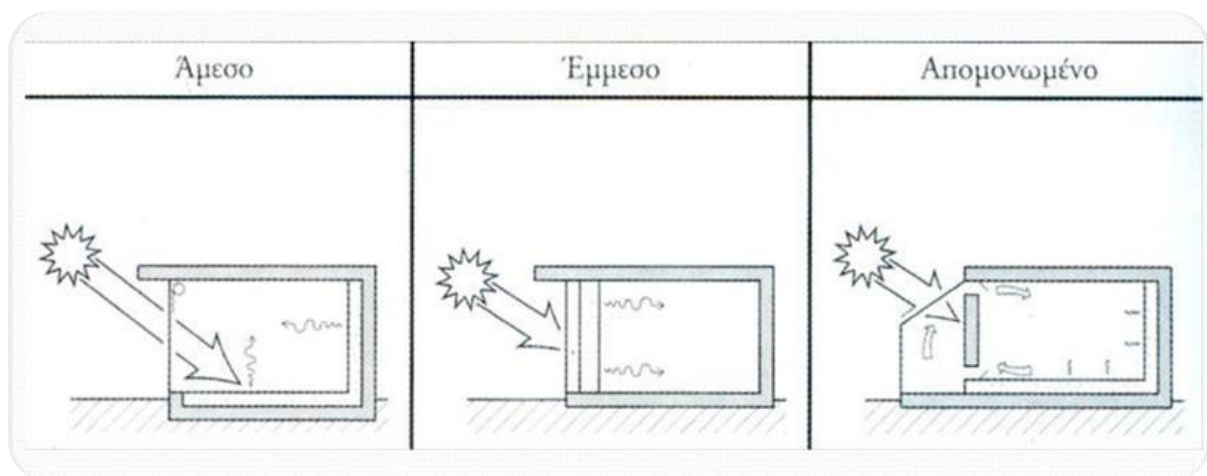


Το νότιο τμήμα της κατοικίας εκμεταλλεύεται την θερμότητα της ηλιακής ενέργειας με τη βοήθεια ενός διώροφου γυάλινου όγκου που λειτουργεί ως θερμοκήπιο.

Στις πόρτες και τα παράθυρα έχει τοποθετηθεί ανακλαστικό γυαλί που δεν επιτρέπει να περάσει η ακτινοβολία. Μέχρι και η πισίνα εξωτερικά έχει τη χρησιμότητά της. Τοποθετήθηκε στο νότιο τμήμα ώστε το καλοκαίρι όταν εξατμίζεται το νερό από εκείνη την πλευρά να δροσίζεται η νότια πλευρά.

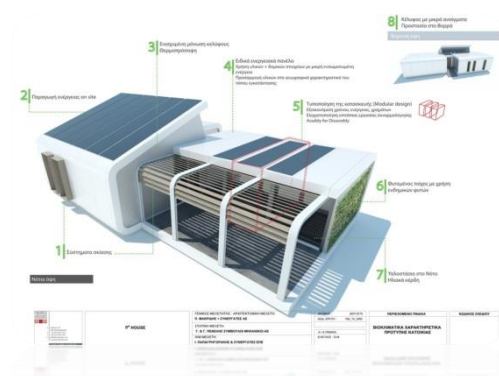
Στο κτίριο, επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε η οριζόντια γεωθερμία για τη ψύξη και τη θέρμανση. Τοποθετήθηκαν κάτω από το γήπεδο τένις οριζόντιες σωληνώσεις με κατανάλωση 10kWh και παραγωγή 55kWh, συνεπώς χρησιμοποιείται το ¼ της ενέργειας που παράγεται για να αναπαραχθεί. Εξαιτίας αυτού υπάρχει ζεστό νερό στο χώρο όλους τους μήνες του χρόνου χωρίς κάποια άλλη κατανάλωση ενέργειας. Τέλος, το σπίτι διαθέτει κεντρικό σύστημα διαχείρισης όλως των συσκευών. Ακόμη ο έλεγχός του μπορεί να γίνεται από απόσταση από τον κάτοχό του με τη χρήση κινητού τηλεφώνου ή κάποιας άλλης ηλεκτρονικής συσκευής.

Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης (θερμοκήπιο)



1.5 0+ House [5]

Το 0+ House είναι μία βιοκλιματική κατοικία η οποία αποτελείται από μεταλλικά πλαίσια και γυψοσανίδες στο εσωτερικό του, ενώ το εξωτερικό του μονώνεται από θερμοπροσόψεις, επομένως αρχίζουμε να μιλάμε για «πράσινη» δόμηση.



Χαρακτηρίζεται ως ένα προκατασκευασμένο σπίτι, με περίπου 30% λιγότερο κόστος κατασκευής και ολοκληρώνεται μέσα σε 6 μήνες, ενώ η πρώτη εικόνα έρχεται μέσα σε 15-20 ημέρες στην οποία βλέπουμε στημένο το σκελετό της κατοικίας πάνω σε εδαφόπλακα.

Η συγκεκριμένη βιοκλιματική κατοικία χρησιμοποιεί τη γεωθερμία σε συνδυασμό με φωτοβολταϊκά πάνελ για τις ενεργειακές της ανάγκες. Ο βιοκλιματικός της σχεδιασμός είναι υπεύθυνος για την απόδοση της ενέργειας, συνεπώς, συλλέγεται βρόχινο νερό και χρησιμοποιούνται κουφώματα θερμοδιακοπής.

1.6 Οικολογική κατοικία από πηλό [6]



Αποτελεί μία κατοικία φυσικής δόμησης (χώμα, άχυρο, κλαδιά, άμμο, νερό) με βασική προϋπόθεση την ελάχιστη ή και μηδαμινή επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Ακόμη για να δημιουργηθεί μία τέτοια κατοικία απαιτούνται πολύ προσωπική εργασία, επαναχρησιμοποιημένα ή ανακυκλώσιμα υλικά και απλά εργαλεία.

Το κόστος μίας τέτοιας κατοικίας μπορεί να αρχίσει από 200ευρώ/τ.μ. και να καταλήξει στα 800ευρώ/τ.μ. Για παράδειγμα μία κατοικία 20τ.μ. ολοκληρωμένη κοστίζει περίπου στα 2.000 ευρώ και πραγματοποιείται με ότι ανακυκλώσιμο υλικό βρίσκεται γύρω στο χώρο. Μία τέτοια κατοικία μπορεί να αντέξει στις σκληρές κλιματικές συνθήκες χωρίς βέβαια να «μολύνει» το περιβάλλον. Θα μπορούσε να χαρακτηριστεί μία βιώσιμη λύση για μία οικονομική και ασφαλής κατοικία για ευπαθής ομάδες και όχι μόνο. Αυτό το κατάλυμα φέρει έναν γεωδαιτικό θόλο από: ξύλο, μεταχειρισμένα ρούχα βουτηγμένα σε ασβέστη. Περιμετρικά είναι μονωμένο από μαλλί προβάτου. Είναι θερμαινόμενο από rocket mass heater και παθητικά ηλιακά συστήματα (όπως τα θερμοκήπια). Μία κατοικία με τα παραπάνω υλικά δεν ξεπερνάει τα 300 ευρώ με μέγιστο αριθμό φιλοξενούμενων ατόμων: 4.



Σύστημα Θέρμανσης:

Rocket Mass Heater

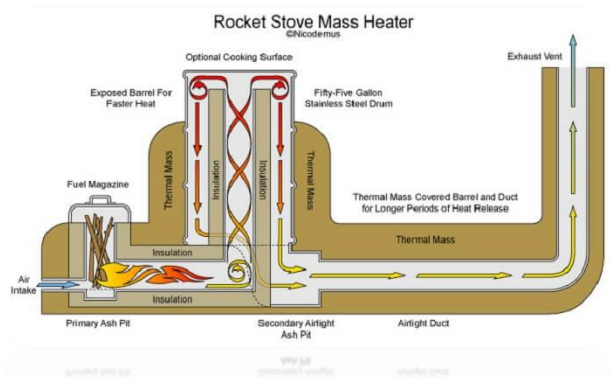
(εξωτερικά)



Σύστημα Θέρμανσης:

Rocket Mass Heater

(εσωτερικά)



1.7 Βιοκλιματική Έπαυλη [7]

Η κατοικία σχεδιάστηκε και ολοκληρώθηκε με γνώμονα τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Αξιοποιήθηκαν φυσικοί πόροι σε συνδιασμό με τη πολυτέλεια και το σεβασμό προς το περιβάλλον. Είναι ενεργειακά αυτόνομη και διαθέτει υψηλής ανθεκτικότητας υλικά, όπως:



1. Εξωτερική θερμομόνωση του κτηρίου
 2. Θερμομονωτικά κουφώματα αλουμινίου
 3. Ενεργειακά τζάμια
 4. Τριφασικά αυτόνομα φωτοβολταϊκά πανέλα (12,25kW): \Rightarrow (υπάρχει δυνατότητα επέκτασής της ισχύος. Καλύπτει:
 - Τις ενεργειακές ανάγκες του κτηρίου
 - Της ανάγκες της εξωτερικής πισίνας
 - Τον εξωτερικό φωτισμό του κήπου
 - Το φωτισμό του γηπέδου τέννις
 5. Ηλιακό σύστημα (16kW): \Rightarrow Καλύπτει:
 - ζεστό νερό της κατοικίας
 - τροφοδότηση ζεστού νερού στο υδρομασάζ
 - ζεστό νερό στη θερμαινόμενη πισίνα
 6. Σύστημα συλλογής βρόχινου νερού: \Rightarrow (Για το πότισμα του εξωτερικού χώρου)
 7. Ασανσέρ πράσινης τεχνολογίας
 8. Θερμαντήρες ξύλου: \Rightarrow (Για φιλανδικού τύπου σάουνα)
 9. Σύστημα υγραερίου με υπόγεια δεξαμενή
 10. Λέβητες συμπυκνωμάτων
 11. Σώματα πάνελ
 12. Θερμοδυναμικό τζάκι
- \Rightarrow (Για τη θέρμανση του κτηρίου)

Το σπίτι αποτελείται από 3 ορόφους που περιέχουν:

- Πισίνα 35 τ.μ. (εσωτερική) και πισίνα 140 τ.μ. (εξωτερική)

- Υδρομασάζ 6 θέσεων με σύστημα χρωματοθεραπείας και αρωματοθεραπείας
- Σάουνα φιλανδικού τύπου
- Κουζίνα
- Σαλόνι-τραπεζαρία
- 3 λουτρά
- 4 κρεβατοκάμαρες
- Μηχανοστάσιο
- Γυμναστήριο
- Γήπεδο τένις
- Γκαράζ

Συνεπώς υπάρχει πολύ υψηλή κατανάλωση ενέργειας. Το τριφασικό ρεύμα όμως μπορεί να καλύψει επαρκώς όλες τις ανάγκες, εντός και εκτός κατοικίας.

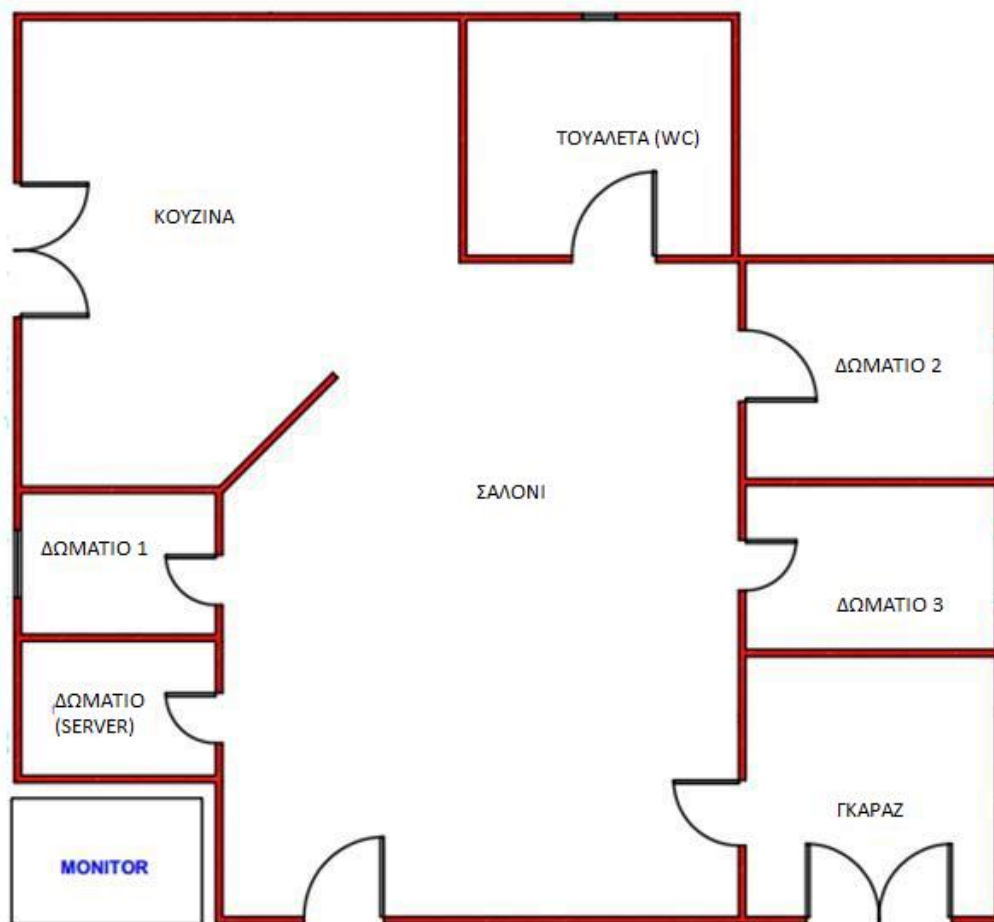




Κεφάλαιο 2: Μακέτα Σπιτιού Εφαρμογής

2.1 Περιγραφή Μακέτας «Έξυπνης Κατοικίας» [8]

Η εφαρμογή των αυτόνομων ενεργειακών συστημάτων της εργασίας έγινε σε μία μακέτα που κατασκευάστηκε από την συμφοιτήτριά μου Σταυρούλα Μουτσούλα, για τις ανάγκες της διπλωματικής της εργασίας με τίτλο: “Έξυπνες Εφαρμογές για το Σπίτι του Μέλλοντος”, η οποία απεικονίζεται παρακάτω:







Το σχέδιο πραγματοποιήθηκε στο σχεδιαστικό πρόγραμμα AUTOCAD με διαστάσεις 677,30mm x 736,78mm.

Η προσομοίωση της κατοικίας αυτής περιείχε 3 δωμάτια, γκαράζ, τουαλέτα, κουζίνα και σαλόνι. Ακόμη προστέθηκε ένα ακόμη δωμάτιο που τοποθετήθηκαν οι μικροελεγκτές Arduino (Server Room).

Στο εσωτερικό του σπιτιού υπήρχαν αισθητήρες:

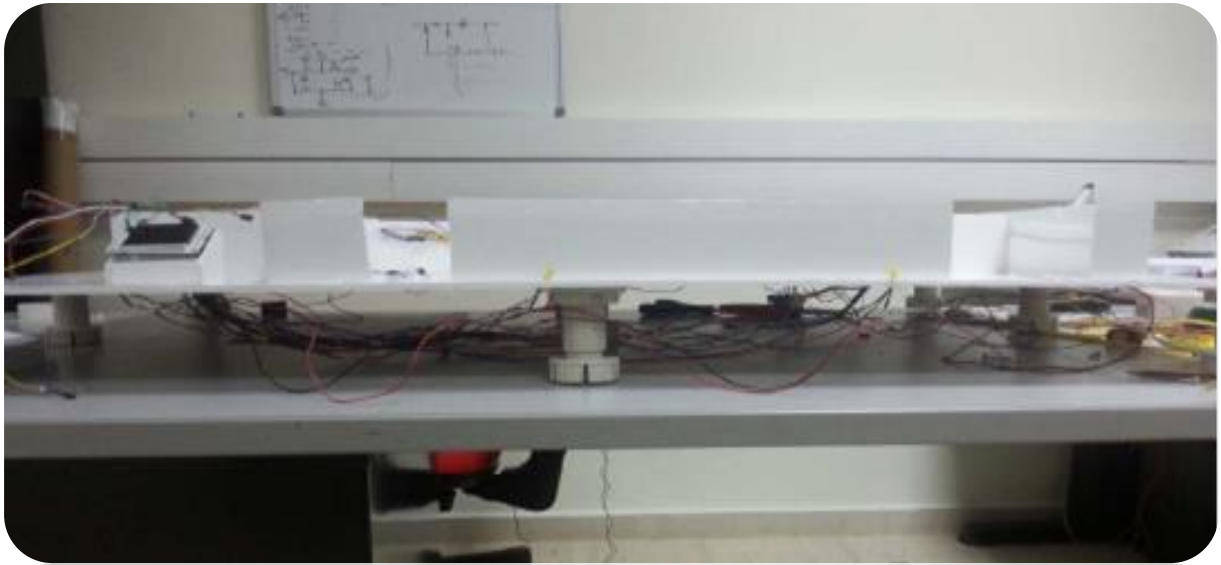
- I. Σαλόνι: (Αισθητήρες σκόνης, θερμοκρασίας, αερίου)
- II. WC: (Αισθητήρας υγρασίας-θερμοκρασίας)
- III. Δωμάτιο Server: (Τοποθετήθηκαν 3 μικροελεγκτές ARDUINO)
- IV. Κουζίνα – Σαλόνι: (Αισθητήρες υγρασίας, αερίου)
- V. 3 υπνοδωμάτια: (το ένα εκ των δύο έχει τη χρήση 2^{ου} Server Room, στα υπόλοιπα δύο υπνοδωμάτια υπάρχει ένας αισθητήρας κλίσης (για σεισμούς) & ένας σερβοκινητήρας)

Για την κατασκευή μακέτας μπορούν να χρησιμοποιηθούν υλικά, όπως:

-  χαρτόνι
-  γύψος
-  χαρτόμαζα
-  ξύλο

ή και οποιαδήποτε άλλη πλαστική ύλη για αρχιτεκτονική.

Στη συγκεκριμένη μακέτα χρησιμοποιήθηκε μακετόχαρτο 3mm στα τοιχώματα και στη βάση 5mm. Ως βάση ολόκληρης της κατασκευής τοποθετήθηκαν 9 πλαστικές βάσεις 5εκ. που είχαν τη δυνατότητα να επεκταθούν στα 7εκ., αυτό είχε ως αποτέλεσμα την ευκολότερη μεταφορά της κατασκευής και τη διαχείριση καλωδίων στο κάτω μέρος.



2.2 Λειτουργία Μακέτας «Έξυπνης Κατοικίας»[10]

Για να δουλέψει το σύστημα στη μακέτα χρησιμοποιήθηκαν δύο μικροελεγκτές ARDUINO UNO Rev.3 για το λόγο του ότι ο κάθε μικροελεγκτής έχει λιγότερες αναλογικές και ψηφιακές εισόδους/εξόδους από τους αισθητήρες που χρειάστηκαν.

Κατά την υλοποίηση της κατασκευής υπήρξε πρόβλημα στο συγχρονισμό των δύο κινητήρων, επομένως, η λύση του προβλήματος ήταν η χρήση και τρίτου μικροελεγκτή ίδιου τύπου.

⇒ Οι αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν στη κατασκευή αναλυτικότερα:

Αισθητήρες Θερμοκρασίας

1. Τύπου TMP 36GS
2. Τύπου TMP 35LM

Έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά και ίδιο τρόπο προγραμματισμού, είναι εύχρηστοι, με μεγάλη ακρίβεια μετρήσεων με χαμηλή τάση. Λειτουργούν από 2.7 - 5.5 volts. Ρυθμίστηκαν και οι δύο αισθητήρες σε βαθμούς χώρου εργαστηρίου ($18^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$)

Αισθητήρας Αερίου (Τύπου: MQ2):

Χρησιμοποιήθηκε για τυχόν διαρροή κάποιου αερίου (υδρογόνου, υγραερίου, μεθανίου, μονοξειδίου του άνθρακα, αλκοόλ, καπνού, προπανίου). Η ευαισθησία του αισθητήρα ρυθμίζεται με χρήση κάποιας αντίστασης ή με χρήση ποντεσιόμετρου. Στη συγκεκριμένη κατασκευή ο αισθητήρας χρησιμοποιήθηκε ως ανιχνευτής καπνού.

Αισθητήρας Σκόνης (Τύπου: GP2Y1010AUOF):

Υπάγεται στους οπτικούς αισθητήρες και ανιχνεύει στα σωματίδια (σκόνη) στο χώρο τον οποίο βρίσκεται, λειτουργεί με τάση 3,3V. Στην ανίχνευση μικρών σωματιδίων είναι αρκετά αποτελεσματικός, για παράδειγμα και ο καπνός του τσιγάρου.

✚ Αισθητήρας Υγρασίας και Θερμοκρασίας (Τύπου: RHT03):

Αισθητήρας χαμηλού κόστους μονάχα με ένα καλώδιο και μία ψηφιακή διεπαφή. Θα χρησιμοποιηθεί για ποσοστιαία μέτρηση υγρασίας στο χώρο του μπάνιου.

✚ Αισθητήρας Κλίσης:

Ο συγκεκριμένος αισθητήρας αποτελεί ένα ηλεκτρονικό στοιχείο το οποίο αισθάνεται τη κλίση του εδάφους που είναι τοποθετημένο. Περιέχει μέσα του μία μεταλλική μπίλια η οποία ορίζει το on-off του διακόπτη και μεταβάλλεται με βάση τη κλίση του στοιχείου. Το συγκεκριμένο στοιχείο χρησιμοποιήθηκε ως αισθητήρας σε περίπτωση σεισμού σε συνδιασμό με έναν σερβοκινητήρα για να ανοίγει τις πόρτες των δωματίων.

✚ Φωτοαντίσταση:

Ουσιαστικά είναι ένας αισθητήρας φωτός με τάση 5V. Λειτουργεί με βάση το φως που πέφτει επάνω της, επομένως χρησιμοποιείται για να ανιχνεύει το φως. Μία ενδιαφέρουσα εφαρμογή της φωτοαντίστασης είναι η συνεργασία με leds και η περιήφραξη της κατοικίας με αυτά. Βασικό στοιχείο επίσης αποτελεί και ο μικροελεγκτής ο οποίος είναι προγραμματισμένος μόλις πέφτει η ένταση του φωτός να δίνει εντολή και να ανάβουν τα leds.

⇒ Οι διακόπτες που χρησιμοποιήθηκαν στη κατασκευή αναλυτικότερα:

✚ Πιεζοηλεκτρικός Διακόπτης Ελέγχου (Button) & Διακόπτης (Switch):

Ο πιεζοηλεκτρικός διακόπτης ελέγχουν αποτελεί τη σύνδεση δύο σημείων σε ένα κύκλωμα. Ουσιαστικά έχει τρία καλώδια. Το ένα συνδέεται με τη γείωση, το άλλο με τάση 5V και το τρίτο καλώδιο με μία ψηφιακή θύρα του μικροελεγκτή. Στη συγκεκριμένη πλακέτα έχουν τοποθετηθεί δύο πιεζοηλεκτρικοί διακόπτες ελέγχου. Ο ένας είναι συνδεδεμένος με το άνοιγμα της γκαραζόπορτας και άλλος με το κλείσιμο της γκαραζόπορτας. Ο διακόπτης (switch) έχει την ιδιότητα να επιτρέπει το ρεύμα να περνάει από μέσα του στη θέση (on) και αντίστοιχα να μην περνάει στη (off).

⇒ Ακόμη χρησιμοποιήθηκαν κάποιες συσκευές εξόδου στη μακέτα, όπως είναι για παράδειγμα:

✚ Οθόνη (Arduino LCD Module Screen):

Η οποία μπορεί να εμφανίσει εικόνες, κείμενο και σχήματα. Είναι 1,77 ίντσες με 160 x 128 pixels. Ακόμα χρησιμοποιεί και μία κάρτα αποθήκευσης micro- sd για την εισαγωγή δεδομένων στην οθόνη.

✚ Buzzer:

Είναι μία συσκευή παραγωγής ήχου. Στη μακέτα είναι συνδεδεμένο με τον αισθητήρα θερμοκρασίας και αερίου μέσω του ARDUINO. Μόλις ξεπεραστούν κάποιες συγκεκριμένες τιμές που έχουμε ορίσει τότε το buzzer ηχεί σε συγκεκριμένο τόνο κάθε φορά.

✚ Φωτοεκπέμπουσα Δίοδος (LED - Light Emitting Diode):

Είναι ένας ημιαγωγός ο οποίος εκπέμπει φωτεινότητα μόλις δεχθεί τάση πάνω από 0,7V. Στη συγκεκριμένη κατασκευή εξυπηρετεί στην περίφραξη του φωτισμού γύρω από τη κατοικία.

⇒ Οι συσκευές εξόδου που χρησιμοποιήθηκαν στη σύγχρονη κατοικία συνεργάστηκαν με τους παρακάτω κινητήρες:

✚ Κινητήρας Συνεχούς Ρεύματος (DC Motor):

Ιδιότητα του είναι να μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική, συνήθως βασίζονται σε δυνάμεις προερχόμενες από μαγνητικά πεδία. Στη συγκεκριμένη κατασκευή ο κινητήρας χρησιμοποιήθηκε για το άνοιγμα – κλείσιμο της πόρτας του γκαράζ.

⇒ Ακόμη υπήρξε και ένα ολοκληρωμένο Κύκλωμα για την Αντιστροφή της Πολικότητας του Κινητήρα συνεχούς Τάσης. (Τύπου: H-BRIDGE):

✚ Το συγκεκριμένο κύκλωμα επιτρέπει στη εφαρμογή μίας τάσης και στις δύο κατευθύνσεις. Τα κυκλώματα αυτά συνήθως χρησιμοποιούνται στη ρομποτική. Στο

συγκεκριμένο σύστημα της μακέτας τροφοδοτήθηκε με 5V και συνδέθηκε επάνω στη πλακέτα πολλαπλών τάσεων και ηλεκτρονικών στοιχείων.

✚ Σερβοκινητήρας:

Αποτελείται από ένα κινητήρα ο οποίος είναι συνδεδεμένος με κάποιον αισθητήρα. Είναι περιστροφικός ή γραμμικός ενεργοποιητής. Στη συγκεκριμένη κατασκευή συνεργάστηκε μαζί με τον αισθητήρα κλίσης.

✚ Πλακέτα Τροφοδότησης πολλαπλών τάσεων και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων:

Αποτελεί ένα βασικό στοιχείο μετά τον μικροελεγκτή για τη λειτουργία της συγκεκριμένης κατασκευής. Όλα τα ηλεκτρονικά κομμάτια είναι συνδεδεμένα επάνω σε αυτή τη πλακέτα, και ευθ' ύνεται για τη λειτουργία τους. Τροφοδοτείται από κάποιο τροφοδοτικό στα 12V. Για να δημιουργηθεί η παρούσα πλακέτα, χρησιμοποιήθηκαν:

- ↳ Κεντρικός Διακόπτης (Για ένδειξη τροφοδοσίας)
- ↳ Σταθεροποιητές Τάσης (Για σταθεροποίηση τάσεων στα 5V και 9V)
- ↳ Τέσσερις πυκνωτές (Για σταθεροποίηση και σωστή λειτουργία του κυκλώματος)
- ↳ Δύο κλέμες (PCB- για την ένωση των καλωδίων)
- ↳ Κύκλωμα H-BRIDGE (Για την αντίστροφη πολικότητα)
- ↳ Διακόπτης (Για την απενεργοποίηση του Buzzer)

Κεφάλαιο 3: Το Προτεινόμενο Σύστημα – Τα μηχανήματα

Το σύστημα που επιλέχθηκε για το στήσιμο της αυτόνομης κατασκευής αποτελείται από:

- ✚ Φωτοβολταϊκό πάνελ
- ✚ Μπαταρία (Συσσωρευτής)
- ✚ Ρυθμιστή Τάσης
- ✚ Καλώδια
- ✚ έναν διακόπτη (on-off)

3.1 Φωτοβολταϊκό Πάνελ[11]

[11.1] Ένα Φωτοβολταϊκό Πάνελ αποτελείται από μία σειρά φωτοβολταϊκών κυττάρων τα οποία είναι φτιαγμένα συνήθως από πυρίτιο. Το πυρίτιο είναι ή άμορφο ή κρυσταλλικό. Αντίστοιχα, το κρυσταλλικό πυρίτιο ορίζεται ως μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό.

Μονοκρυσταλλικό

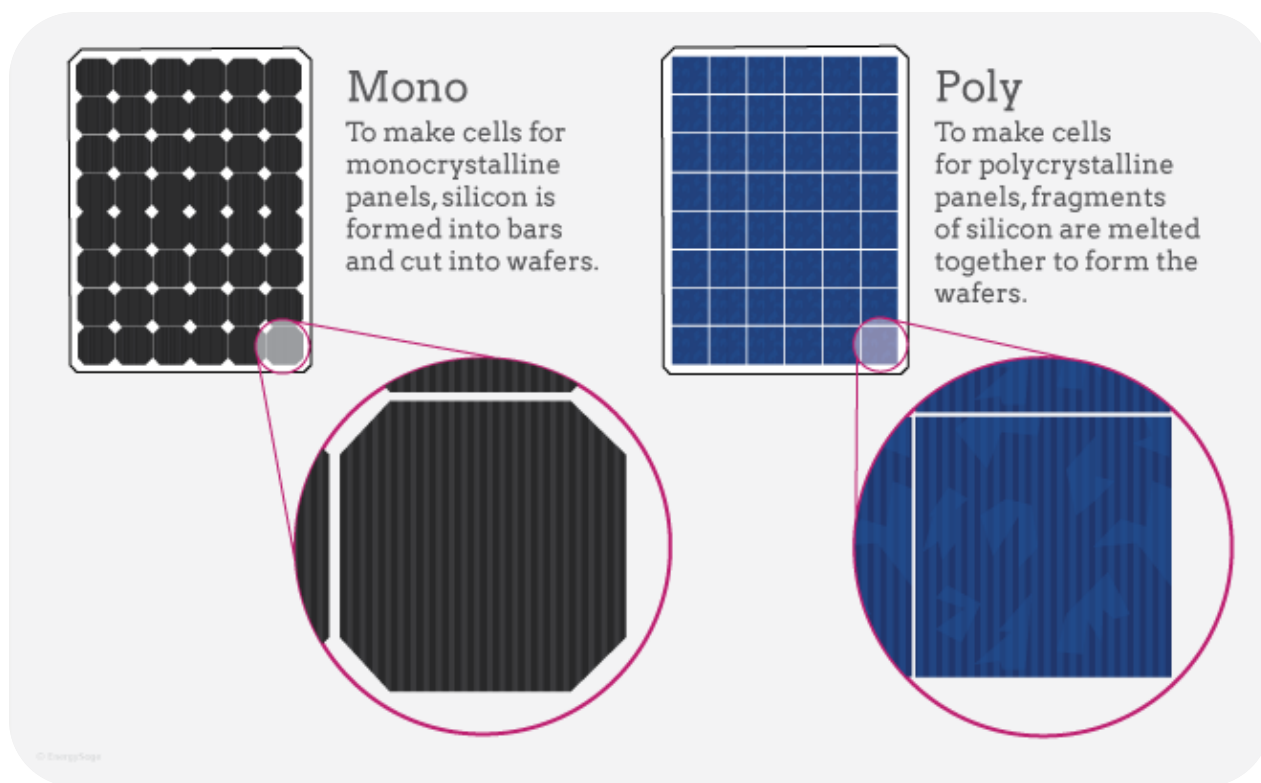


Πολυκρυσταλλικό



Διαφορές Μονοκρυσταλλικού με Πολυκρυσταλλικού Πάνελ: [47]

Οι διαφορές του πολυκρυσταλλικού και του μονοκρυσταλλικού είναι ως προς το τρόπο κατασκευής τους. Όσο για τα μονοκρυσταλλικά πάνελ, το πυρίτιο διαμορφώνεται σε τετράγωνα πλακίδια. Με αυτό το τρόπο τα ηλεκτρόνια έχουν περισσότερο χώρο για να κινηθούν επειδή το κάθε κύτταρο του πάνελ αποτελεί ένα κομμάτι πυριτίου. Όσο για τα πολυκρυσταλλικά πάνελ οι κατασκευαστές λιώνουν κομμάτια από πυρίτιο για να σχηματιστεί το κάθε πλακίδιο του πάνελ. Συνεπώς το κάθε κελί του πάνελ αποτελείται από πολλά κομμάτια πυριτίου λιωμένα μεταξύ τους. Συνεπώς υπάρχει λιγότερη κινητικότητα των ηλεκτρονίων μέσα στα κελιά του φωτοβολταϊκού. Κατ'αυτό το τρόπο τα πολυκρυσταλλικά κοστίζουν λιγότερο από τα μονοκρυσταλλικά, και τα δύο όμως κάνουν την ίδια δουλειά, η διαφορά μονάχα είναι ως προς την κατασκευή τους και το κόστος αγοράς τους.



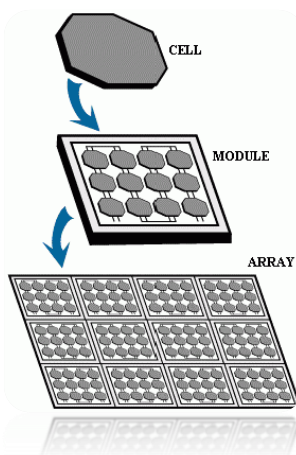
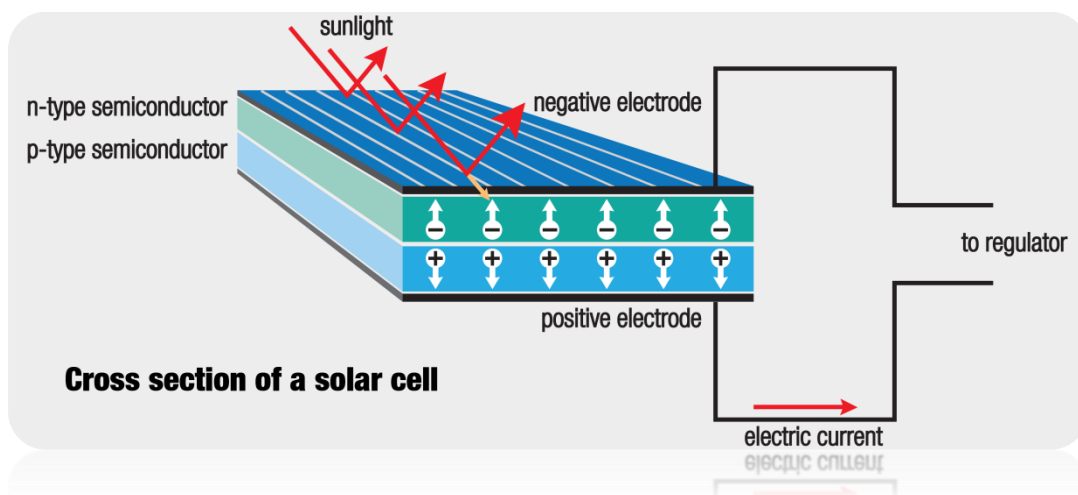
Ο Βαθμός απόδοσης τους είναι περίπου στο 13% – 19%.

Τα Πλεονεκτήματα των Φωτοβολταϊκών είναι:

- Φιλικά προς το περιβάλλον (ως προς τη χρήση τους)
- Ανέξοδη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας λόγω άφθονης διαθεσιμότητας
- Ελάχιστα έξοδα συντήρησης
- Ποικίλες επιλογές ως προς τις εφαρμογές τους
- Αθόρυβη λειτουργία

Αρχή λειτουργίας:[43]

Το Φωτοβολταϊκό πάνελ αποτελείται από φύλλα πυριτίου τα οποία ενώνονται όλα μαζί, ως ένα σώμα. Τα φύλλα πυριτίου είναι χωρισμένα σε δύο άξονες, ο ένας άξονας είναι φορτισμένος αρνητικά και ο άλλος άξονας είναι φορτισμένος θετικά.



Όταν πέφτει επάνω στην επιφάνεια του Φωτοβολταϊκού φως από τον ήλιο τότε τα άτομα των ημιαγωγών χάνουν τα ηλεκτρόνια τους. Αν ο θετικός και ο αρνητικός ακροδέκτης είναι συνδεδεμένοι με κάποιου είδους φορτίο τότε δημιουργείται ηλεκτρικό κύκλωμα. Τα ηλεκτρόνια δηλαδή περιφέρονται σε μορφή ηλεκτρικού ρεύματος μέσα σε αυτό και δημιουργείται ηλεκτρισμός. Ένα φωτοβολταϊκό πάνελ αποτελείται από πολλά ηλιακά κύτταρα.

Το πάνελ που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας ήταν ένα πολυκρυσταλλικό πάνελ των 25Watt, συγκεκριμένα, το ZJXS (PV-XS801).



Χαρακτηριστικά Φωτοβολταϊκού Πάνελ

Electrical Ratings

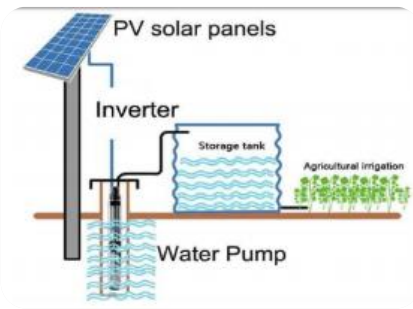
at STC(1000W/m², AM 1.5 spectrum, cell temperature 25°C)

All values are nominal unless designated as tested

Peak Power (Pmax)	25.0 W
Maximum Power Voltage (Vmp)	18.0 V
Maximum Power Current (Imp)	1.39 A
Open Circuit Voltage (Voc)	22.1 V
Short Circuit Current (Isc)	1.50 A

FOR 12V RECHARGEABLE BATTERY AND USES.

Άλλες εφαρμογές του συγκεκριμένου Φωτοβολταϊκού πάνελ:



(Αντλία Ηλιακού Νερού που τροφοδοτούν απόμακρες γεωργικές περιοχές αυτόνομα)



(Στύλος Φωταγώγησης για τον δρόμο)



(Ηλιακό τροφοδοτικό για ψυγείο φαρμάκων)



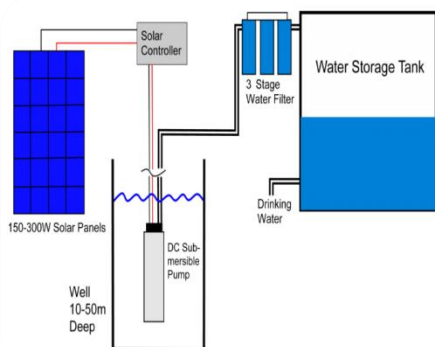
(ATM & Τηλεφωνικός Θάλαμος χρήση Φωτοβολταϊκών πάνελ)



(Φανάρια Οδικής Κυκλοφορίας)



(Φορητά Φωτοβολταϊκά Πάρκα σε περίπτωση φυσικών καταστροφών)



(Αντλίες Ηλιακού Νερού που τροφοδοτούν νερό αστικές περιοχές αυτόνομα)



(Λειτουργία επιστημονικών δραστηριοτήτων με χρήση Φωτοβολταϊκών πάνελ)



(Σταθμός Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων)

3.2 Μπαταρία (Συσσωρευτής)

Βασική Αρχή Λειτουργίας:[44]

Η ικανότητα της μπαταρίας είναι να αποθηκεύει ηλεκτρική ενέργεια σε χημική μορφή. Υπάρχει ένα μεταλλικό στοιχείο σε κάθε άκρη της μπαταρίας (κάθετα). Χαρακτηρίζονται ως κάθοδος και άνοδος και ενδιάμεσά τους υπάρχει ο ηλεκτρολύτης, ο οποίος ενεργεί στη μεταφορά του ηλεκτρικού φορτίου, για το λόγο του ότι είναι χημικό στοιχείο και περιέχει ιόντα.

Μόλις δεχθεί ηλεκτρισμό από κάποια πηγή ενέργειας τότε απελευθερώνονται ηλεκτρόνια από το αρνητικό στοιχείο της μπαταρίας και έρχονται σε επαφή με τα ιόντα του ηλεκτρολύτη και δημιουργείται η οξείδωση. Ταυτόχρονα στο θετικό στοιχείο της μπαταρίας συγκεντρώνονται ηλεκτρόνια, επομένως ολοκληρώνεται το κύκλωμα ανταλλαγής ηλεκτρονίων.

Με αυτό το τρόπο ο ρόλος του ηλεκτρολύτη είναι να υπάρχουν σε ισορροπία τα δύο μεταλλικά στοιχεία της μπαταρίας, το θετικό και το αρνητικό. Όσο ο ηλεκτρολύτης εξισορροπεί τα δύο στοιχεία τότε σημαίνει ότι μεταφέρεται ρεύμα μέσω των ιόντων ενώ τα ηλεκτρόνια περιφέρονται στο κύκλωμα δημιουργώντας ηλεκτρικό ρεύμα.

Η μπαταρία που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία είναι η TS7-12 (12V7AH/20HR)



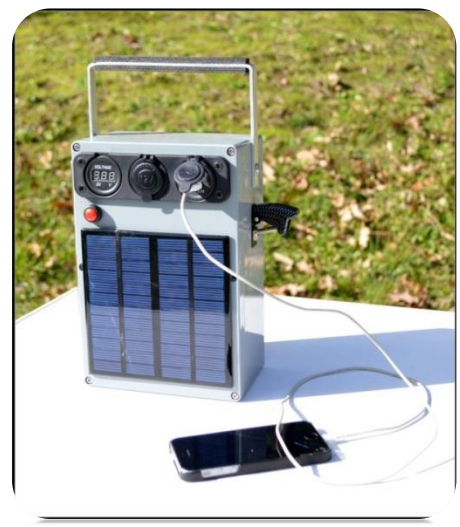
Characteristics

Nominal Voltage		12V
Nominal Capacity (20 hour rate)		7Ah
Capacity 25°C (77°F)	10 hour rate (0.651A)	6.51Ah
	5 hour rate (1.19A)	5.95Ah
	1 hour rate (4.40A)	4.40Ah
Internal Resistance	Full Charged Battery 25°C	≤23m Ω
Capacity affected by Temperature (10 hour)	40°C (104°F)	103%
	25°C (77°F)	100%
	0°C (32°F)	86%
	-15°C (5°F)	65%
Self-Discharge 25°C (77°F) Capacity	after 3 month storage	90%
	after 6 month storage	80%
	after 12 month storage	62%
Charge (Constant Voltage) 25°C (77°F)	Float	Initial Charging Current Less than 2.1A Voltage 13.6-13.8V
	Cycle	Initial Charging Current Less than 2.1A Voltage 14.4-15.0V

(33.3)	Όχι	Λοιπός 14+12.0A
32.0		Μηνύει στην κατάσταση της μπαταρίας 12V

[40]

Μία άλλη εφαρμογή που βρέθηκε με τα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης μπαταρίας ήταν η “Portable Solar Battery Pack”:[12]

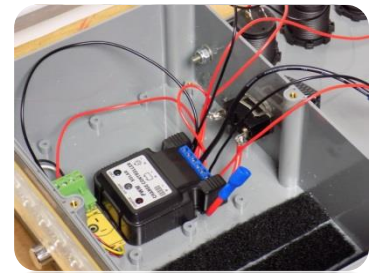
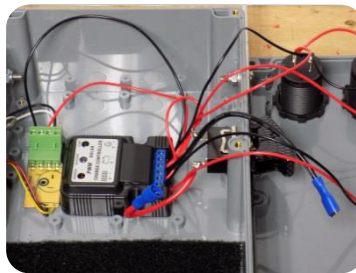


Η κατασκευή Βήμα – Βήμα:





Attaching the Power Socket and LED to the Regulator



Μπαταρίες βαθειάς εκφόρτισης: [48]

Οι μπαταρίες αυτές είναι ιδανικές για αυτόνομα ενεργειακά συστήματα για το λόγο του ότι έχουν την ιδιότητα να εκφορτίζονται και να επαναφορτίζονται πολλές φορές χωρίς το οποιοδήποτε πρόβλημα. Αυτό ονομάζεται κύκλος φόρτισης των μπαταριών. Οι μπαταρίες αυτές χωρίζονται σε:

- a) Μολύβδου – Οξέος
- b) NiCad (Νικελίου - Καδμίου)
- c) Lithium (Λιθίου)

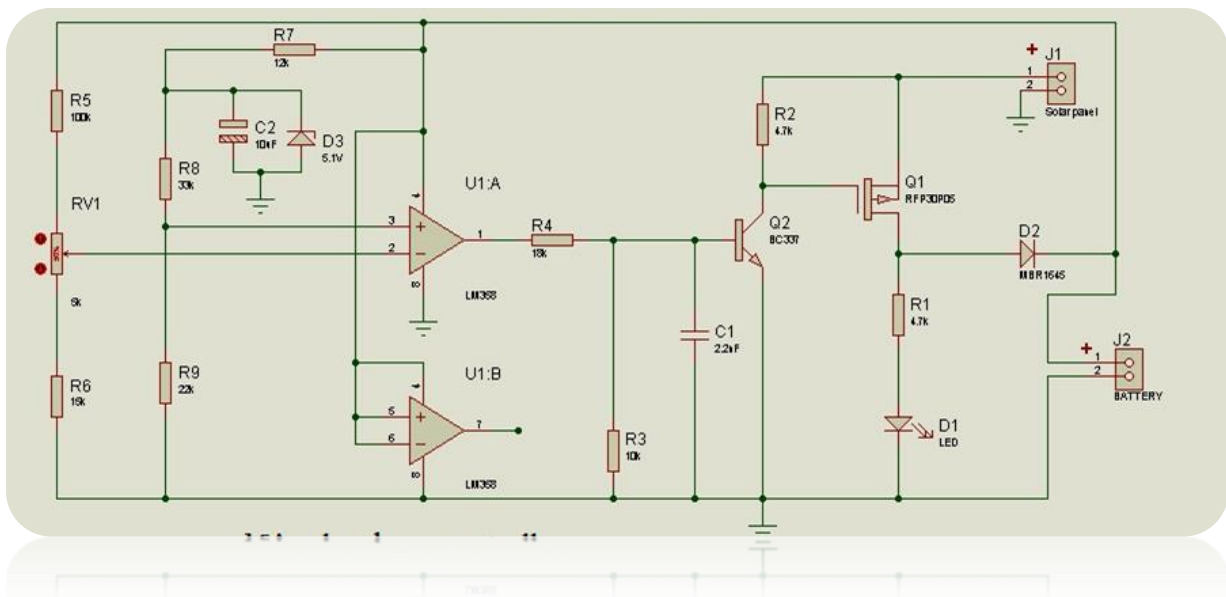
Στις μπαταρίες Μολύβδου Οξέος υπάρχει ένα αρνητικό και ένα θετικό ηλεκτρόδιο και ο ηλεκτρολύτης. Το αρνητικό ηλεκτρόδιο αποτελείται από μόλυβδο (Pb) και το θετικό ηλεκτρόδιο αποτελείται από διοξείδιο του μολύβδου (PbO₂). Ο ηλεκτρολύτης αποτελείται από αραιό θειικό οξύ (H₂SO₄). Υπάρχουν και οι μπαταρίες “υγρού μολύβδου οξέος” οι οποίες κατά καιρούς χρειάζονται προσθήκη απεσταγμένου νερού διότι χάνεται κατά τη φόρτιση της. Το αρνητικό ηλεκτρόδιο μεταφέρει ηλεκτρόνια σε κάποια κατανάλωση και το θετικό ηλεκτρόδιο δέχεται τα ηλεκτρόνια από την κατανάλωση. Ο ηλεκτρολύτης συμβάλει στη “μεταφορά” των ηλεκτρονίων.

[49]Στις μπαταρίες Νικελίου - Καδμίου σοβαρά μειωνεκτήματα είναι το μεγαλύτερο κόστος αγοράς τους και η χρήση χημικών συστατικών υδροξείδιο του νικελίου και μεταλλικό κάδμιο. Επίσης ένα μειονέκτημα είναι ότι στις μπαταρίες NiCad δεν μπορεί κάποιος να παρακολουθήσει τη κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας όπως συμβαίνει στη Μολύβδου – Οξέος.

[50]Οι μπαταρίες Λιθίου αντίστοιχα είναι φιλικές προς το περιβάλλον διότι δεν περιέχουν κάδμιο ή υδράργυρο σε σχέση με τις Νικελίου – Καδμίου. Επίσης ο κύκλος φόρτισης των μπαταριών επιτυγχάνεται με γρήγορο ρυθμό. Ένα μειονέκτημα των μπαταριών Ιόντων Λιθίου είναι ότι δεν αντέχουν σε ακραίες θερμοκρασίες (πολύ ζέστη – πολύ κρύο).

3.3 Ρυθμιστής Φόρτισης

[13] Ο ρυθμιστής φόρτισης αποτρέπει την υπερφόρτιση της μπαταρίας με αποτέλεσμα την επιμήκυνση στη ζωή της μπαταρίας. Υπάρχουν δύο ειδών ρυθμιστές, οι PWM και οι MPPT. Ο ρυθμιστής φόρτισης που χρησιμοποιήθηκε είναι της εταιρίας “Phocos” και το μοντέλο του είναι το “CM04-2.1”. [39] Αναλυτικότερα, ένας ρυθμιστής τάσης αποτελείται κυρίως από διόδους, διόδους zener, mosfet, τρανζίστορ, δείκτες και ρυθμιστές τάσεων. Το κάθε ένα από αυτά ακολουθεί τη δική του διεργασία μέσα στο κύκλωμα.



[46]

R1 έως R9: αντιστάσεις

C1,C2: πυκνωτές

U1: ολοκληρωμένο κύκλωμα

Q1,Q2: Τρανζίστορ

D1 έως D3: Δίοδοι

Δίοδοι: Οι διόδους εξασφαλίζουν ότι το ρεύμα κινείται προς μία κατεύθυνση για να μην αποφορτίζεται η μπαταρία όταν το φωτοβολταϊκό πάνελ διεξάγει χαμηλότερο ρεύμα από τη μπαταρία.

Δίοδοι ZENER: Η δίοδος ZENER διαθέτει μία τάση διάσπασης, αυτό σημαίνει ότι μόλις η πηγή φόρτισης γίνεται η μπαταρία, το κύκλωμα διακόπτεται, επομένως, δεν υπάρχει φόρτιση.

MOSFET: Η λέξη “(M)etal, (O)xide, (S)emiconductor, (F)ield, (E)ffects, (T)ransistor” σημαίνει Επίδραση, Πεδίου, Ημιαγωγού, Μεταλλικού Οξειδίου, Τρανζίστορ. Επί της ουσίας δηλαδή είναι ένα τρανζίστορ το οποίο λειτουργεί ως ημιαγωγός το οποίο προστατεύει το κύκλωμα σε περίπτωση υπερφόρτισης ή υποφόρτισης.

Τρανζίστορ: Το Τρανζίστορ αυτό κάθε αυτό αποτρέπει την ηλιακή ενέργεια να φτάσει στη μπαταρία ως ηλεκτρική όταν η μπαταρία είναι πλήρως φορτισμένη. Σε αυτή τη περίπτωση η ηλιακή ενέργεια εκλαμβάνεται ως εικονική.

Δείκτες: Οι δείκτες ουσιαστικά είναι τα leds που περιλαμβάνονται επάνω στο κύκλωμα του ρυθμιστή τάσης. Περιέχεται κόκκινο και πράσινο led. Οι δείκτες υποδηλώνουν τη κατάσταση του συσσωρευτή.

Ρυθμιστές Τάσης: Στο κύκλωμα του ρυθμιστή φόρτισης περιέχονται δύο ρυθμιστές τάσης. Ο ένας ρυθμιστής τάσης εκπέμπει τάση από 1.2V έως 30V. Ο άλλος ρυθμιστής τάσης ο οποίος ονομάζεται και διαφορετικά ολοκληρωμένο κύκλωμα. Το ολοκληρωμένο κύκλωμα είναι ένα τσιπάκι το οποίο χρησιμοποιείται συχνά λόγω μικρού κόστους και λόγω ευκολίας στη χρήση. Αποτελείται από τρεις ακροδέκτες, μία γείωση, παράγουν θετική τάση, έχουν φίλτρο πυκνωτή, ρελέ και έναν λειτουργικό ενισχυτή, ο οποίος έχει την ικανότητα να κάνει μαθηματικές πράξεις, και να λειτουργούν ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα.

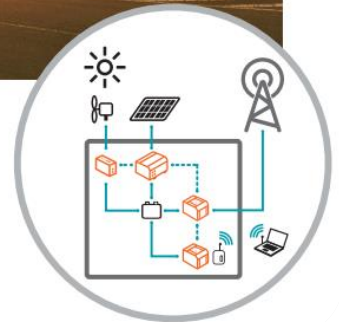
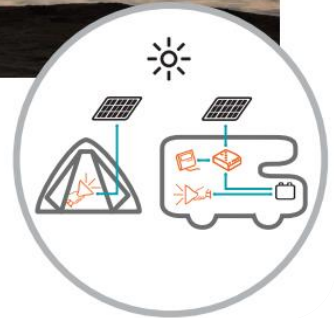
Ο συγκεκριμένος ρυθμιστής είναι κατηγορίας PWM. Η λειτουργία είναι σχεδόν ίδια ανάμεσα στους δύο ρυθμιστές φόρτισης MPPT και PWM. Κάποιες διαφορές ανάμεσα σε αυτούς τους δύο είναι ότι ο MPPT καταλληλότερος σε ψυχρότερες θερμοκρασίες, μπορεί δηλαδή να κρατήσει τη μπαταρία φορτισμένη σε ψυχρότερα κλίματα. Στους PWM οι τάσεις ανάμεσα στο φωτοβολταϊκό πάνελ και τους ρυθμιστές φόρτισης πρέπει να είναι ίδια, ενώ στους MPPT μπορεί ο ρυθμιστής φόρτισης να έχει υψηλότερη τάση σχετικά με το φωτοβολταϊκό πάνελ. Ο PWM συστήνεται σε μικρότερα αυτόνομα συστήματα ενώ ο MPPT σε μεγαλύτερα αυτόνομα συστήματα (150W - 200W). Όσο αφορά το κόστος τους ο PWM είναι οικονομικότερος από τον MPPT, αλλά ο MPPT με τον ίδιο αριθμό των φωτοβολταϊκών πάνελ μπορεί να παράγει περισσότερη ισχύ σε σχέση με τον PWM.



Type	CM 04	CM 10
System voltage	12 V	
Max. charge current	4 A	10 A
Float charge	13.7 V	
Boost charge	14.5 V	
	Activation: battery voltage < 12.2 V	
Max. panel voltage (Overvoltage protection by varistor)	30 V	
Max. own consumption	4 mA	
Grounding	Positive grounding possible	
Ambient temperature	-40 to +50 °C	
Max. height	4,000 m above sea level	
Battery type	Lead acid (GEL, AGM, flooded)	
Wire cross section	Up to 16 mm ²	
Weight	68 g	
Dimensions (W x H x D)	72.6 x 61 x 30.4 mm	
Type of protection	IP22	

[21]

Κάποιες παραπάνω εφαρμογές του συγκεκριμένου ρυθμιστή φόρτισης είναι:





3.4 Βασική Αρχιτεκτονική[14]



Κεφάλαιο 4: Το Προτεινόμενο Σύστημα

4.1 Καταναλώσεις

Οι καταναλώσεις που χρησιμοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο project μετρήθηκαν θεωρητικά και πρακτικά. Υπήρχαν διαφορές ανάμεσα στις θεωρητικές και πραγματικές μετρήσεις. Αυτό συνέβη για το λόγο του ότι ο κατασκευαστής που δημιούργησε το datasheet του κάθε αισθητήρα είχε διαφορετικές συνθήκες μέτρησης σε σχέση με αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαστήριο. Οι καταναλώσεις που υπήρχαν στην κατασκευή ήταν από αισθητήρες-πλακέτα πολλαπλών τάσεων, σταθεροποιητής τάσης και έναν λαμπτήρα led 3 Watt.

4.2 Μετρήσεις Αισθητήρων – Καταναλώσεων (Πίνακες)

🚦 **Πραγματικές Καταναλώσεις(4.2.1):**

Υλικό	Τάση (V)	Ένταση (A)	Ισχύς (W) $P(W)=V*I(A)$
Αισθ. Θερμοκρασίας (TMP 35LM) [21]	5 Volts	23.8mA	0.12W
Αιθ. Αερίου (MQ2) [22]	5 Volts	106.5mA	0.53W
Αιθ. Σκόνης (DUST SENSOR – GP2Y1010AU0F) [23]	5 Volts	0.6mA	0.003W
Αιθ. Υγρασίας & Θερμοκρασίας (HUMIDITY & TEMPERATURE SENSOR RHT03) [24]	5 Volts	261mA	1.3W
Φωτοαντίσταση (PHOTORESISTOR)[26]	5 Volts	0.12mA	0.0006W
Πιεζοηλεκτρικός Διακόπτης Ελέγχου (Button) & Διακόπτης (Switch)[27]	5 Volts	αμελητέα	αμελητέα
Οθόνη (ARDUINO LCD) [28]	5 Volts	0.63mA	0.003W
BUZZER [29]	5 Volts	261mA(1)	1.3W (1)

Φωτοεκπέμπουσα Δίοδος (LED – LIGHT EMITTING DIODE) [30]	5 Volts	0.12mA (1)	0.0006W (1)
Κινητήρας συνεχούς ρεύματος (DC MOTOR) [31]	5 Volts	330.6 mA	1.65W
Σερβοκινητήρας (SERVO MOTOR) [33]	5 Volts	6.9 mA	0.35W
Πλακέτα ARDUINO UNO Rev. 3 (x3)[36]	12 Volts	20mA (I/O) (x3)=60mA	0.24W (I/O) (X3)=0.72W
(Πλακέτα Τροφοδότησης Πολλαπλών Τάσεων και Ηλεκτρονικών Εξαρτημάτων [35]	12 Volts	18.41 mA	0.23W

ΆΛΛΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ(4.2.2):

Υλικό	Κατανάλωση
Λάμπες led	3 Watt

ΣΥΝΟΛΟ	7.91W
---------------	--------------

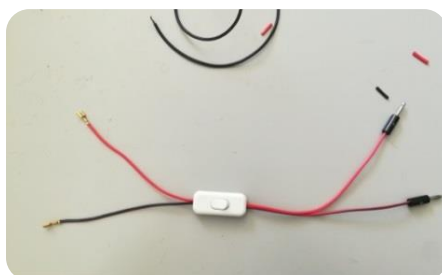
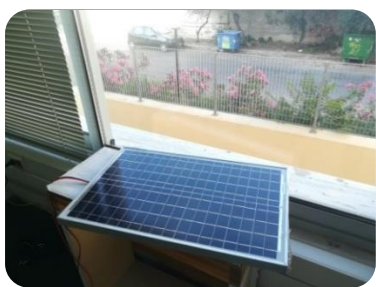
📌 Θεωρητικές Καταναλώσεις(4.2.3):[20]

Υλικό	Τάση (V)	Ένταση (A)	Ισχύς (W) $P(W)=V*I(A)$
Αισθ. Θερμοκρασίας (TMP 35LM) [21]	2.7 – 5.5 Volts	0.05mA	0.000135W-0.000275W
Αιθ. Αερίου (MQ2) [22]	5 Volts	150mA	0.75W
Αιθ. Σκόνης (DUST SENSOR – GP2Y1010AU0F) [23]	3.3 Volts	20mA	0.066W
Αιθ. Υγρασίας & Θερμοκρασίας (HUMIDITY & TEMPERATURE SENSOR RHT03) [24]	5 Volts	1.5 mA	0.0075W
Αιθ. Κλίσης (TILT SENSOR)[25]	5 Volts	20 mA	0.1W
Φωτοαντίσταση (PHOTORESISTOR)[26]	5 Volts	40mA	0.2W

Πιεζοηλεκτρικός Διακόπτης Ελέγχου (Button) & Διακόπτης (Switch)[27]	5 Volts	αμλητέα	αμλητέα
Οθόνη (ARDUINO LCD MODULE SCREEN)[28]	5.5 Volts	0.6mA	0.0033W
BUZZER [29]	12 Volts DC	30 mA	0.03W
Φωτοεκπέμπουσα Δίοδος (LED – LIGHT EMOTTING DIODE) [30]	5 Volts	140mA	0.7W
Κινητήρας συνεχούς ρεύματος (DC MOTOR) [31]	6 Volts	120 mA	0.72W
Ολοκληρωμένο Κύκλωμα Αντίστροφης Πολικότητας Κινητήρα Συνεχούς Τάσης (H-BRIDGE) [32]	5 Volts	0.0012mA	0.000006W
Σερβοκινητήρας (SERVO MOTOR) [33]	5 Volts	60mA	0.3W
Σταθεροποιητές Τάσης (lm7805 - lm7806) [34]	9 Volts - 9 Volts	1mA – 1.5mA	0.009W-0.0135W
(Πλακέτα Τροφοδότησης Πολλαπλών Τάσεων και Ηλεκτρονικών Εξαρτημάτων [35]	12 Volts	58.2 mA	0.7W
Πλακέτα ARDUINO UNO Rev. 3 (x3)[36]	7 Volts-12 Volts (Recommend)	50mA (3.3V) 20mA (I/O) (x3)	0.6W (3.3W)*3= 1.8W 0.24W (I/O)*3=0.72W
ΣΥΝΟΛΟ			6.120 Watt

4.3 Μετρήσεις Κυκλώματος - Συμπεράσματα

Το κύκλωμα πραγματοποιήθηκε εντός του χώρου του εργαστηρίου. Επομένως οι μετρήσεις έγιναν υπό συνθήκες εργαστηρίου. Ο στόχος ήταν να μελετήσουμε τη συμπεριφορά του φωτοβολταϊκού καθ' όλη τη διάρκεια που διεξάχθηκε το πείραμα. Σαφώς, σε ένα εξωτερικό περιβάλλον με καλύτερες συνθήκες για το φωτοβολταϊκό τα αποτελέσματα θα ήταν πιο αποδοτικά.



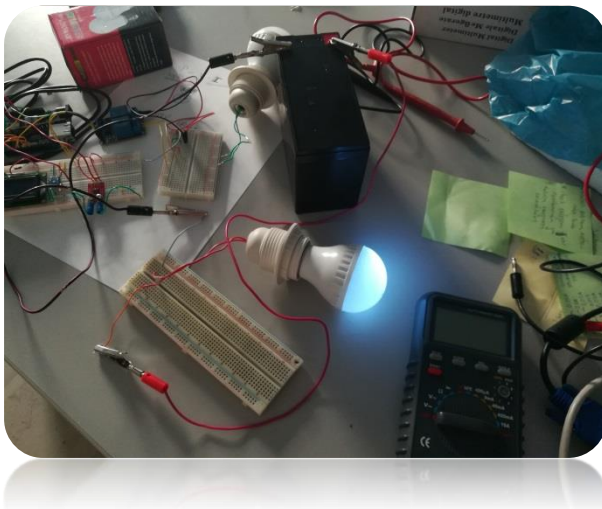
1^η Φάση Μετρήσεων:

Σε αυτή τη φάση μετρήθηκε η τάση και το ρεύμα στο κύκλωμα με φορτίο, έναν λαμπτήρα 3W. Σε αυτή τη φάση ο στόχος ήταν να παραμείνει ο λαμπτήρας αναμένος για 24 ώρες και το φωτοβολταϊκό να δέχεται

συνεχώς ηλιακό φως για να μην αφήσει τη μπαταρία να ξεφορτησει εντελώς.

26/06 16:30	Φωτοβολταϊκό -> Ρυθμιστής Τάσης	Ρυθμιστής Τάσης ->Μπαταρία	Μπαταρία -> Πλακέτα Πολλαπλής Τάσης	Πλακέτα Πολλαπλής Τάσης -> Λάμπα
Τάση (V)	15.26V	13.49V	13.49V	8.20V
Ένταση (mA)	17.20mA	9.00mA	25.23mA	6.82mA

*Το ίδιο βράδυ ο λαμπτήρας έμεινε συνδεδεμένος στη μπαταρία για την αποφόρτιση της μπαταρίας, για την έναρξη καινούργιων μετρήσεων από την επόμενη ημέρα.



2^η Φάση Μετρήσεων:

Οι μετρήσεις που ακολουθούν είναι ουσιαστικά πόσο χρόνο απαιτεί να επαναφορτιστεί η μπαταρία μετά από μία 24ωρη συνεχούς κατανάλωσης. Γίνεται λοιπόν παρακολούθηση της φόρτισης για τις επόμενες 24 ώρες με διαδοχικές μετρήσεις κάθε 2 ώρες.

Ώρες 27/06	Φωτοβολταϊκό -> Ρυθμιστής Τάσης		Ρυθμιστής Τάσης -> Μπαταρία		Μπαταρία -> Πλακέτα πολλαπλών Τάσεων		Πλακέτα Πολλαπλών Τάσεων -> λάμπα	
	Τάση	Ένταση	Τάση	Ένταση	Τάση	Ένταση	Τάση	Ένταση
16:30	13.07V	17.87mA +	12.85V	6.42mA +	12.86V	23.98mA	8.07V	5.88mA
18:30	13.07V	13.36mA +	12.84V	11.02mA -	12.85V	23.70mA	8.02V	5.86mA
20:30	5.11V	0.02mA	12.78V	1.55mA	12.78V	23.53mA	8.03V	5.80mA

Συμπεράσματα:

Γνωρίζοντας ότι η κατανάλωση της λάμπας είναι 3W, το αποτέλεσμα των μετρήσεων ήταν αναμενόμενο, η μπαταρία δεν ξεφόρτησε όσο θα ήταν επιθυμητό για να γίνει μία καλή σύγκριση του πριν και του μετά. Ξεφόρτησε όμως όσο ήταν δυνατό. Όσο για τα αποτελέσματα, είναι αισθητές οι διαφορές στην ένταση του ρυθμιστή τάσης με την

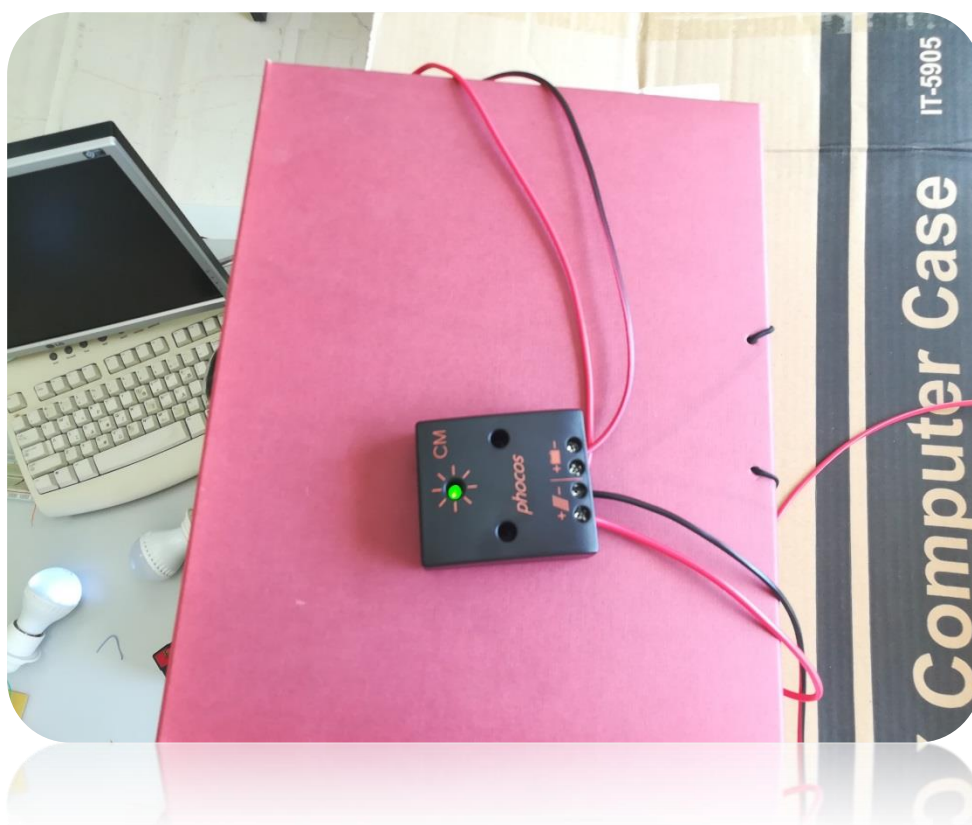
μπαταρία. Η διαφορά αυτή προκύπτει για τον λόγο του ότι ο ρυθμιστής τάσης φορτίζει την μπαταρία ξανά μέχρι να φορτιστεί πλήρως, οπότε η ένταση του ρεύματος είναι μεγαλύτερη. Μία ακόμη διαφορά συμβαίνει και στη πλακέτα πολλαπλής τάσης με τη λάμπα. Στη δεύτερη περίπτωση η τάση που δέχεται η πλακέτα είναι λιγότερη, επομένως και η ένταση του ρεύματος είναι μικρότερη. Στη περίπτωση της μέτρησης «11.02mA» σε αντίθεση με το προηγούμενο 2ωρο που ήταν: 23.20mA, σημαίνει ότι η μπαταρία φτάνει σιγά σιγά στην ολοκλήρωση της φόρτισής της, για τον λόγο ότι η μέτρηση 11.02mA είναι ενδεικτική επειδή όσο περνούσε ο χρόνος μειωνόταν, οπότε η ένταση του ρυθμιστή φόρτισης προς τη μπαταρία μειωνόταν, συνεπώς η μπαταρία είχε σχεδόν φορτίσει πλήρως.

Ακόμη παρατηρείται μία διαφορά στο ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα μεταξύ του φωτοβολταϊκού πάνελ και του ρυθμιστή τάσης στις “20:30”. Αυτή την ώρα είναι λογικό, διότι ο ήλιος έχει αρχίσει να δύει, επομένως το ηλιακό φως περιορίζεται αρκετά σε σχέση με τις πρωινές-απογευματινές ώρες. Ακόμη παρατηρείται ότι στις “16:30” το ποσό του ρεύματος που διαρρέει από το Ρυθμιστή τάσης στη μπαταρία είναι μικρό για δύο λόγους, αφενός η μπαταρία ήταν σχεδόν φορτισμένη και αφετέρου ήταν οι ώρες που υπήρχε νεφοκάλυψη μερικώς πάνω από το φωτοβολταϊκό πάνελ.



Συνέχεια των μετρήσεων - επόμενη ημέρα.

Ώρες 28/06	Φωτοβολταϊκό -> Ρυθμιστής Τάσης		Ρυθμιστής Τάσης -> Μπαταρία		Μπαταρία -> Πλακέτα Πολλαπλών Τάσεων		Πλακέτα Πολλαπλών Τάσεων -> λάμπα	
	Τάση	Ένταση	Τάση	Ένταση	Τάση	Ένταση	Τάση	Ένταση
11:30	13.72V	69.2mA	13.45V	21.40mA	13.32V	26.02mA	8.08V	7.39mA
13:30	13.12V	6.50mA +	12.93V	2.87mA	12.94V	24.21mA	8.02V	6.16mA
16:30	13.04V	5.08mA	12.83V	2.45mA	12.83V	23.97mA	7.99V	6.35mA



Συμπεράσματα:

Αξιολογώντας τις μετρήσεις της ημέρας στις 28/6, θα μπορούσε να διακρίνει κάποιος ότι η ένταση του ρεύματος του Φωτοβολταϊκού Πάνελ από τις 11:30 και μετά πέφτει. Αυτό συμβαίνει γιατί υπήρχε συνεφιά. Άλλωτε είχε ήλιο και άλλωτε όχι. Είναι ευδιάκριτο διότι στις 13:30 υπάρχει μία αυξανόμενη ένταση στο κύκλωμα φ/β με ρυθμιστή τάσης και μετά πάλι μείωση στις 16:30. Αυτό σημαίνει ότι υπήρξε μερική ηλιοφάνεια. Γενικότερα η τάση και στα τέσσερα κομμάτια του κυκλώματος είναι σχεδόν ίδια κάθε φορά, με μία μικρή αλλαγή στην πλακέτα πολλαπλής τάσης. Αυτό συμβαίνει γιατί κάποιες συσκευές έχουν κάποιες καταναλώσεις οι οποίες γίνονται και στην περίπτωση που η συσκευή βρίσκεται σε αδράνεια.

3^η Φάση Μετρήσεων:

Σε αυτή τη φάση ο λαμπτήρας έμεινε για ακόμα 24 ώρες αναμένος παίρνοντας ρεύμα από τη μπαταρία με αυτή τη φορά η μπαταρία να λειτουργεί χωρίς το φωτοβολταϊκό. Με αποτέλεσμα να αποφορτιστεί όσο το δυνατόν καλύτερα και να υπάρχει ένα συνολικό αποτέλεσμα των μετρήσεων.

Ώρες Ημέρες	Φωτοβολταϊκό -> Ρυθμιστής Τάσης		Ρυθμιστής Τάσης -> Μπαταρία		Μπαταρία -> Πλακέτα Πολλαπλών Τάσεων		Πλακέτα Πολλαπλών Τάσεων -> λάμπα	
	Τάση	Ένταση	Τάση	Ένταση	Τάση	Ένταση	Τάση	Ένταση
16:30 28/06	13.04V	5.08mA +	12.83V	2.45mA	12.83V	23.97mA	7.99V	6.35mA
16:30 29/06	12.86V	0.86mA	12.65V	1.72mA	12.63V	23.09mA	7.95V	5.74mA

Συμπεράσματα:

Στην τελευταία φάση των μετρήσεων παρατηρήθηκε ότι η λάμπα δεν ήταν αρκετή για την ολική εκφόρτιση της μπαταρίας. Παρ'όλα αυτά οι μετρήσεις έγιναν κανονικά με τα εξής συμπεράσματα. Στις 28/06 στην ένταση του Φωτοβολταϊκού Πάνελ με το Ρυθμιστή Τάσης υπάρχει μία αύξηση της έντασης διότι εκείνη τη μέρα υπήρχε συνεφιά επάνω από το Φωτοβολταϊκό Πάνελ επομένως η μέτρηση ήταν χαμηλή και αυξανόμενη. Όσο αφορά στις 29/06 η ένταση του Φωτοβολταϊκού Πάνελ ήταν πολύ χαμηλή. Αυτό συνέβη για το λόγο του ότι δεν υπήρχε αρκετή ηλιοφάνεια με αποτέλεσμα το πάνελ να μη δέχεται ηλιακό φως. Επίσης η ένταση του Ρυθμιστή Τάσης με την Μπαταρία είναι χαμηλότερη στη δεύτερη μέτρηση για τον λόγο που προαναφέρθηκε.

4.4 Χρόνος λειτουργίας συστήματος αυτόνομα

Με πλήρης φορτισμένη τη μπαταρία και με υπολογισμένες τις πραγματικές καταναλώσεις (πίνακας 4.2.1 & πίνακας 4.2.3) ολοκληρώθηκε ακόμα μία σειρά μετρήσεων για να αποδειχθεί για πόσο διάστημα ολόκληρο το κύκλωμα θα τροφοδοτείται από τη μπαταρία μέχρι την επόμενη φόρτιση. Στη προκειμένη περίπτωση το συνολικό φορτίο παρομοιάστηκε με μία λάμπα 3W.

A/A	Φωτοβολταϊκό Πάνελ -> Ρυθμιστής Φόρτισης	Ρυθμιστής Φόρτισης -> Μπαταρία	Μπαταρία -> Πλακέτα Πολλαπλών Τάσεων	Πλακέτα Πολλαπλών Τάσεων -> Λαμπτήρας
V (Volt)	12.96 V	12.56 V	12.77 V	8.02 V
I (mA)	2.68 mA	0.01 mA	23.12 mA	5.82 mA

Συνολικό Φορτίο Κυκλώματος: 7.91 W

(από πίνακα: 4.2.1)

Συνολική Ένταση Φορτίου: 808.56mA -> περίπου 0.81 A

*Πρακτικά το συνολικό φορτίο είναι 7.91 Watt, και η μπαταρία 7Ah, που σημαίνει 7A για 1 ώρα. Εφόσον λοιπόν με πλήρης φόρτιση η μπαταρία δίνει ρεύμα στην πλακέτα πολλαπλής τάσης με 23.12mA και η πλακέτα πολλαπλής τάσης στο λαμπτήρα 5.82mA. Η συνολική ένταση του κυκλώματος για να λειτουργήσουν όλα τα αισθητήρια είναι 808.56mA, δηλαδή 0.81A. Αυτό σημαίνει ότι το κύκλωμα θα λειτουργούσε με όλα τα αισθητήρια και τις καταναλώσεις περίπου 6 ώρες (5 ώρες και 45 λεπτά) μέχρι να ξεφορτήσει όλη η μπαταρία.

Υλικό	Συνολική Ισχύς Φορτίων	Συνολική Ένταση	Μέσος χρόνος ημ. λειτουργίας	Μέση Κατανάλωση /24Hours (day)
Αισθ. Θερμοκρασίας (TMP 35LM) [21]	0.12W	23.8mA	2h	0.24 Wh
Αιθ. Αερίου (MQ2) [22]	0.53W	106.5mA	2h	1.06Wh
Αιθ. Σκόνης (DUST SENSOR – GP2Y1010AU0F) [23]	0.003W	0.6mA	2h	0.006Wh

Αιθ. Υγρασίας & Θερμοκρασίας (HUMIDITY & TEMPERATURE SENSOR RHT03) [24]	1.3W	261mA	2h	2.6Wh
Φωτοαντίσταση (PHOTORESISTOR) [26]	0.0006W	0.12mA	6h	0.0026Wh
Πιεζοηλεκτρικός Διακόπτης Ελέγχου (Button) & Διακόπτης (Switch)[27]	αμελητέα	αμελητέα	αμελητέα	αμελητέα
Οθόνη (ARDUINO LCD) [28]	0.003W	0.63mA	24h	0.072Wh
BUZZER [29]	1.3W (1)	261mA (1)	2h	2.6Wh (1)
Φωτοεκπέμπουσα Δίοδος (LED – LIGHT EMITTING DIODE) [30]	0.0006W (1)	0.12mA (1)	6h	0.0026Wh (1)
Κινητήρας συνεχούς ρεύματος (DC MOTOR) [31]	1.65W	330.6 mA	2h	3.3Wh
Σερβοκινητήρας (SERVO MOTOR) [33]	0.35W	6.9 mA	2h	0.7Wh
Πλακέτα ARDUINO UNO Rev. 3 (x3)[36]	0.24W (I/O) (X3)=0.72 W	20mA (I/O) *3=60mA	24h	17.28Wh
Πλακέτα Τροφοδότησης	0.23W	18.41 mA	24h	5.52Wh

Πολλαπλών Τάσεων Εξαρτημάτων [35]				
Λαμπτήρας LED	3W		7h	21Wh
ΣΥΝΟΛΟ	7.91 W	808.56mA (=0.81A)		51.78 Wh

Κεφάλαιο 5: Προτάσεις για το Μέλλον

5.1 Solar Windows [15]

Τα Solar Windows κατασκευάζονται από ηλιακά πάνελ. Συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και



τη μετατρέπουν σε ηλεκτρική. Είναι ακόμα σε εργαστηριακή φάση, όταν όμως αποφασιστεί να βγεί στο εμπόριο από το Εθνικό Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (NREL), σίγουρα θα είναι μία συμφέρουσα λύση και θα είναι αρκετά βελτιωμένο ως project, με στόχο τη μειωμένη ανάγκη από τα ορυκτά καύσιμα

και την εξάρτηση για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το συγκεκριμένο έργο των Solar Windows είναι ικανό να ρίξει τα επίπεδα της εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα ισοδυναμώντας με 2.200.000 οχήματα το χρόνο.



5.2 Solar Power Harvesting Trees [16]

Το 2020 στην έκθεση που θα πραγματοποιηθεί στο Dubai θα λάβουν μέρος τα ηλιακά δέντρα συγκομιδής. Αυτά θα αντλούν ηλιακή ενέργεια από τον ήλιο και στη συνέχεια θα τροφοδοτούν κινητά τηλέφωνα, φορητούς υπολογιστές, ηλεκτρικά οχήματα αλλά και λάμπες led που θα βρίσκονται στους δρόμους της περιοχής.

5.3 Photobiological cells [17]

Στο συγκεκριμένο έργο συμμετέχουν 45 ιδιωτικές βιομηχανίες. Έχει ως στόχο τη παραγωγή ενέργειας, βιομάζα και τροφίμων με τη μέθοδο της φωτοσύνθεσης. Δηλαδή, τα φύκια, τα φυτά και τα βακτήρια να αντλούν ηλιακή ενέργεια και αυτή να διοχετεύεται ως ηλεκτρική. Συνεπώς αναφέρεται πλέον για «ζωντανά ηλιακά πάνελ» που ουσιαστικά είναι βιολογικά. Με την πάροδο του χρόνου όταν αυτά τα πάνελ κυκλοφορήσουν στην αγορά τότε θα

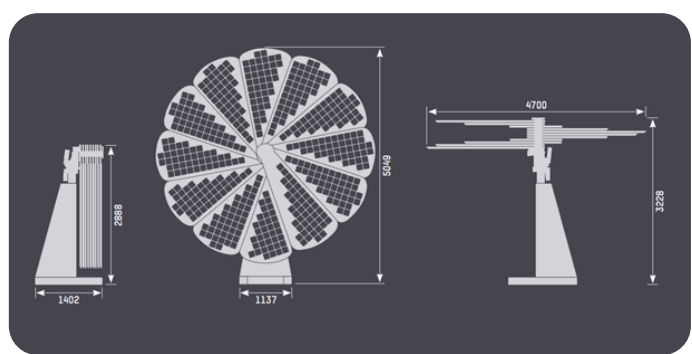
υπάρχει μεγάλη ζήτηση για το λόγο του ότι θα είναι οικονομικά προσιτά και θα συμβάλουν στη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

5.4 Solar Paint [18]

Ονομάζεται ηλιακή βαφή η οποία μπορεί να παράγει ενέργεια από μόνη της. Η βαφή αυτή περιέχει οξείδιο του τιτανίου (περιέχεται και στα αντηλιακά) και συνθετικό σουλφίδιο του μολυβδαινίου (ικανό να απορροφά την υγρασία του αέρα). Ο συνδυασμός αυτών των δύο χημικών φέρει ως αποτέλεσμα: τη συλλογή του ηλιακού φωτός και της υγρασίας με συνέπεια να παράγεται καύσιμο υδρογόνο και οξυγόνο. Ακόμη θα πρέπει να υπάρχουν μεμβράνες που θα συλλέγουν υδρογόνο με συγκεκριμένο τρόπο για να χρησιμοποιείται η ενέργεια.

5.5 Smart Flower [19]

Ονομάζεται έξυπνο λουλούδι. Μπορεί να λειτουργήσει είτε εντός δικτύου, είτε εκτός δικτύου (αυτόνομα). Αυτό συμβαίνει διότι διαθέτει συλλέκτες ηλιακής ενέργειας στο εσωτερικό του. Επίσης διαθέτει tracker για την ακολούθηση του ηλίου με βάση τη φορά του & έξυπνο καθάρισμα-ψύξη. Ακόμη διαθέτει πρόγραμμα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για να παρακολουθείται στο κινητό τηλέφωνο η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

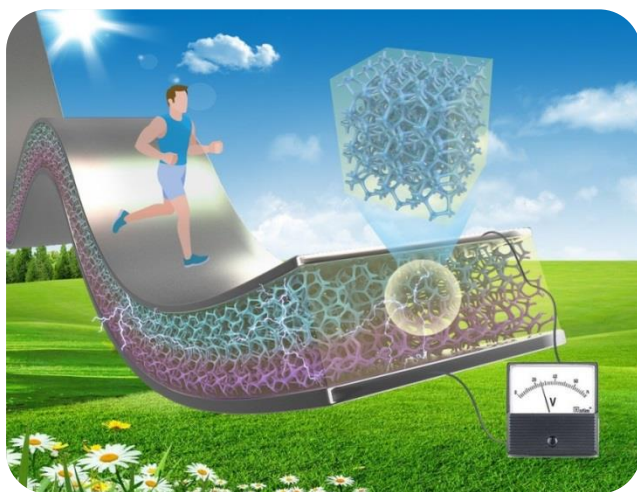


5.6 Αιολικό Δέντρο [41]

Η συγκεκριμένη κατασκευή μοιάζει με ένα δέντρο. Έχει ύψος 2 μέτρα και στο τελείωμα κάθε «κλαδιού» βρίσκονται μικροί στρόβιλοι. Στην ουσία περιλαμβάνεται ένα σύνολο μαγνητών με ρότορα και περιστρέφεται μέσω κάποιου κυκλώματος ισχύος. Συνολικά ολόκληρο το δέντρο διαθέτει 72 στρόβιλους έτσι ώστε να εκμεταλλεύονται έστω και την ελάχιστη κινητική ενέργεια του ανέμου παράγοντας ηλεκτρισμό. Επίσης υπάρχουν συσσωρευτές



και η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που αποθηκεύεται μετριέται σε kilowatt. Το κάθε δέντρο περίπου παράγει 3.1 kilowatt. Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στον κήπο κάποιας κατοικίας.



5.7 Piezoelectric Energy Harvesting [42]

Η συλλογή μηχανικής και θερμικής ενέργειας μπορεί να εισαχθεί και από πιεζοηλεκτρικά φαινόμενα με τη χρήση πιεζοηλεκτρικού κεραμικού αφρού σε μορφή τρισδιάστατου υλικού.

Μία τέτοια κατασκευή θα είχε στόχο τη συλλογή μικρής ποσότητας ενέργειας για την εφαρμογή μικρών ηλεκτρονικών

συσκευών και αισθητήρων σε κάποια κατοικία ή για την επίβλεψη της υγείας σε δημόσιους χώρους.

Ο κεραμικός αφρός αποτελείται ουσιαστικά από ένα λεπτό φύλλο αφρού πολυουρεθάνης (λειτουργεί ως καλούπι), κεραμικό υλικό σε κατάσταση αιωρούμενων νανοσωματιδίων σε διάλυμα. Η διαδικασία παραγωγής του τρισδιάστατου υλικού έχει ως εξής. Τοποθετείται το κεραμικό υλικό σε κατάσταση αιωρούμενων νανοσωματιδίων σε διάλυμα στα κενά του αφρού πολυουρεθάνης.

Στη συνέχεια θερμαίνονται σε πολύ μεγάλη θερμοκρασία. Όταν το φύλλο της πολυουρεθάνης με το διάλυμα του κεραμικού υλικού θερμαίνονται τότε το φύλλο καίγεται και το διάλυμα κρυσταλοποιείται. Στη συνέχεια που ολοκληρώνεται αυτή η διαδικασία τα κενά που έχουν δημιουργηθεί γεμίζονται από αφρό με πολυμερές. Έτσι δημιουργείται το τρισδιάστατο υλικό. Παρ'όλα αυτά, ερευνητές αναζητούν τη πραγματοποίηση αυτού του τρισδιάστατου υλικού με υλικά φιλικότερα προς το περιβάλλον για να μπορέσει πλέον να βγει στην αγορά.

Αναφορές

- [1] Διαθέσιμο online: «Άρθρο 4 green»: https://www.4green.gr/news/data/fwtoboltaika/Enaspiti-aytonomo-se-ola_114253.asp [2018]
- [2] Διαθέσιμο online: www.economy365.gr/article/18687/energeiaka-aytonomo-spiti-se-treiler-poy-kynigaei-ton-ilio-foto [2018]
- [3] Διαθέσιμο online: <https://www.kofinas.gr/prefabricated/passive-house/what-is-passive> [2018]
- [4] Διαθέσιμο online:
www.ktirio.gr/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1/%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%B9%CE%B5%CF%83/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%AD%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%BD%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%AF%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%BF-%CE%B7%CF%81%CE%AC%CE%BA%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CE%BF [2018]
- [5] Διαθέσιμο online: www.voria.gr/article/to-prasino-spiti-sto-green-village-ton-infacoma-ke-aqua--therm [2018]
- [6] Διαθέσιμο online: www.efsyn.gr/arthro/oikologika-ftina-pilina-spitia_ [2018]
- [7] Διαθέσιμο online:
<https://cretacon.gr/%CF%80%CE%BF%CE%BB%CF%85%CF%84%CE%B5%CE%BB%CE%AE%CF%82-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%AF%CE%B1> [2018]
- [8] Διαθέσιμο online:
[https://www.google.gr/search?q=\(http%3A%2F%2Fedume.myds.me%2F00_0070_e_library%2F10020%2Fbook_010%2F07_03.pdf&oq=\(http%3A%2F%2Fedume.myds.me%2F00_0070_e_library%2F10020%2Fbook_010%2F07_03.pdf&aqs=chrome..69i57.275j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.gr/search?q=(http%3A%2F%2Fedume.myds.me%2F00_0070_e_library%2F10020%2Fbook_010%2F07_03.pdf&oq=(http%3A%2F%2Fedume.myds.me%2F00_0070_e_library%2F10020%2Fbook_010%2F07_03.pdf&aqs=chrome..69i57.275j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8) [2018]
- [9] Διαθέσιμο online:

-
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%83%CF%8D%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF_%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF [2018]
- [10] Πτυχιακή εργασία της κας Σταυρούλας Μουτσούλα, διαθέσιμη online:
<https://apothesis.lib.teicrete.gr/bitstream/handle/11713/7577/MoutsoulaStavroula2016.pdf?sequence=1> [2018]
- [11] Διαθέσιμο Online:
www.labri.fr/perso/billaud/Helios2/resources/en10/Chapter_10_EN.pdf [2018]
- [12] Διαθέσιμο online:
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CF%8C_%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1 [2018]
- [13] Διαθέσιμο online: www.instructables.com/id/Portable-12V-Battery-Pack [2018]
- [13.1] Διαθέσιμο online: www.phocos.com/na/wp-content/uploads/sites/6/2015/12/2015-Catalog-PDF.pdf [2018]
- [14] Οι φωτογραφίες και τα στοιχεία αρχιτεκτονικής χρησιμοποιήθηκαν από προσωπικές σημειώσεις και αρχεία. [2018]
- [15] Διαθέσιμο online: <https://blueandgreentomorrow.com/energy/6-innovations-that-shaping-future-solar-energy> [2018]
- [16] Διαθέσιμο online: <https://blueandgreentomorrow.com/energy/6-innovations-that-shaping-future-solar-energy> [2018]
- [17] Διαθέσιμο online: <https://blueandgreentomorrow.com/energy/6-innovations-that-shaping-future-solar-energy> [2018]
- [18] Διαθέσιμο online: <https://www.greenamerica.org/new-green-tech-promise-and-pitfalls/bright-future-solar-power> [2018]
- [19] Διαθέσιμο online: smartflowersolar.com/products/smartflower-plus [2018]
- [21] Διαθέσιμο online: <https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/TemperatureSensor.pdf> [2018]
- [22] Διαθέσιμο online: <https://www.pololu.com/file/0J309/MQ2.pdf> [2018]
- [23] Διαθέσιμο online:
https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/gp2y1010au_e.pdf [2018]
- [24] Διαθέσιμο online:
<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Weather/RHT03.pdf> [2018]

-
- [25] Διαθέσιμο online: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/TiltSensor.PDF> [2018]
- [26] Διαθέσιμο online: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/Photoresistor.PDF> [2018] (Η κατανάλωση προέκυψε από το τύπο του Ohm: $(I=V/R)$ και στη συνέχεια η ένταση από το τύπο: $(I=P/V)$)
- [27] Διαθέσιμο online: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/piezoCapsule.pdf> [2018]
- [28] Διαθέσιμο online: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/LCDscreen.PDF> [2018]
- [29] Διαθέσιμο online: www.old.radiodetali.com/pdf/buzer/KPMB-G2312L-K9740.pdf [2018]
- [30] Διαθέσιμο online: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/LEDY-L-7113YT.pdf> [2018]
- [31] Διαθέσιμο online: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/DCmotor.PDF> [2018]
- [32] Διαθέσιμο online: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/H-bridge motor driver.PDF> [2018]
- [33] Διαθέσιμο online: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/servoMotor.PDF> [2018]
- [33.1] Διαθέσιμο online: <https://servodatabase.com/servo/springrc/sm-s2309s> [2018]
- [34] Διαθέσιμο online: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/LM7805.pdf> [2018]
- [35] Από την πτυχιακή εργασία της κας Σταυρούλας Μουτσούλα
- [36] Διαθέσιμο online: <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3> [2018]

ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΤΕΣ ΤΑΣΗΣ:

- [37] Διαθέσιμο online: <https://static1.squarespace.com/static/5416a926e4b09de8832655bc/t/54427062e4b03de3b67b8990/1413640290639/lm7806.pdf>
- [38] Διαθέσιμο online: <https://static1.squarespace.com/static/5416a926e4b09de8832655bc/t/54427078e4b03de3b67b89af/1413640312811/lm7805.pdf>
- [39] Διαθέσιμο online: <https://webosolar.com/store/en/pwm-controllers/1089-phocos-cm-charge-controller-12-volts-04-amps.html> [2018]
- [40] Διαθέσιμο online: https://img.ozdisan.com/ETicaret_Dosya/489559_9100737.pdf [2018]
- [41] Διαθέσιμο online: <https://science.howstuffworks.com/environmental/green-tech/energy-production/wind-tree-arbre-a-vent-turbine.htm> [2018]
- [42] Διαθέσιμο online: <https://www.innovationtoronto.com/2018/05/new-material-approach-means-piezoelectric-energy-harvesting-could-see-a-10-fold-increase> [2018]
- [43] Διαθέσιμο online: <https://science.nasa.gov/science-news/science-at->

-
- [nasa/2002/solarcells](#) [2018]
- [44] Διαθέσιμο online: <https://engineering.mit.edu/engage/ask-an-engineer/how-does-a-battery-work> [2018]
- [45] Διαθέσιμο online:
https://www.researchgate.net/profile/Charles_Osaretin/publication/303683238_DESIGN_AND_IMPLEMENTATION_OF_A_SOLAR_CHARGE_CONTROLLER_WITH_VARIABLE_OUTPUT/links/574d28b408aec988526a2b0d/DESIGN-AND-IMPLEMENTATION-OF-A-SOLAR-CHARGE-CONTROLLER-WITH-VARIABLE-OUTPUT.pdf [2018]
- [46] Διαθέσιμο online: microcontrollerslab.com/15-ampere-solar-charge-controller-without-microcontroller [2018]
- [47] Διαθέσιμο online: <https://www.energysage.com/solar/101/monocrystalline-vs-polycrystalline-solar-panels> [2018]
- [48] Διαθέσιμο online: www.alternative-energy-tutorials.com/solar-power/deep-cycle-batteries.html [2018]
- [49] Διαθέσιμο online: <https://www.rpc.com.au/solar-news/137/disadvantages-of-ni-cd-batteries.html> [2018]
- [50] Διαθέσιμο online: <https://auto.howstuffworks.com/lithium-ion-batteries-improve-hybrids1.htm> [2018]