

Σύστημα παρακολούθησης του ήλιου, σε φωτοβολταϊκό συλλέκτη, χωρίς αισθητήρα φωτός

Διαμαντάκη Πελαγία
Σκουλάς Γεώργιος
Σκουραδάκη Ευαγγελία
Τζεδάκης Εμμανουήλ

Πειραματικό Γενικό Λύκειο Ηρακλείου Κρήτης
Όμιλος Εκπαιδευτικής Ρομποτικής
Επιτηρητής Καθηγητής: Γεώργιος Χατζησάββας

Περιεχόμενα

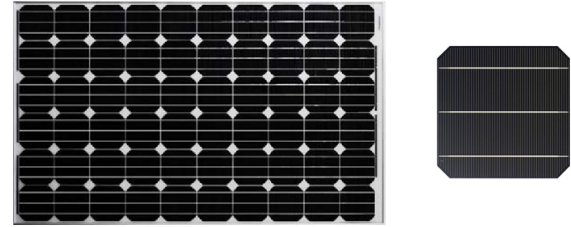
- Εισαγωγή
 - Είδη Φωτοβολταϊκών πάνελ (Φ.Π.)
 - Τρόποι περιστροφής Φ.Π.
 - Ηλιακοί ιχνηλάτες (solar trackers)
- Η εργασία μας
 - Μονοαξονικό Φωτοβολταϊκό σύστημα
 - Εφαρμογή για τάμπλετ (Android)
- Αποτελέσματα
- Συμπεράσματα



Είδη Φωτοβολταϊκών πάνελ

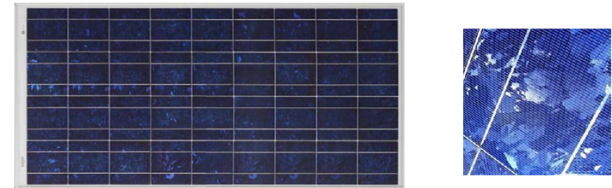
- **Μονοκρυσταλλικά**

- Κατασκευή από ένα μόνο κρύσταλλο
- Απόδοση ➡ έως 20%
- Μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πυρίτιο



- **Πολυκρυσταλλικά**

- Ενσωμάτωση πολλών κρυστάλλων
- Απόδοση ➡ ~ 15%
- Χαμηλότερο κόστος παραγωγής



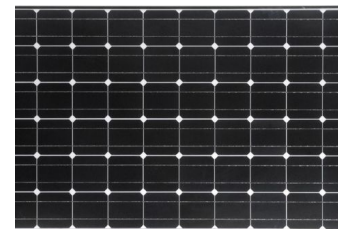
- **Λεπού υμενίου (thin film)**

- Λεπτές επιστρώσεις υλικών όπως a-Si, GaAs, κτλ.
- Απόδοση 6 – 11%
- Χαμηλότερο κόστος παραγωγής



- **Υβριδικά**

- Συνδυασμός τεχνολογιών (π.χ.: a-Si και c-Si)
- Απόδοση έως και 19 %



Τρόποι περιστροφής Φωτοβολταϊκών συστημάτων

- Σταθεροί άξονες

Στήριξη με σταθερό σύστημα στο έδαφος.

Στήριξη σε **επίπεδη οροφή κτηρίου** ή **επικλινή στέγη**

- Μονοαξονικά

Δυνατότητα κίνησης στον έναν άξονα

(οριζόντια ή κάθετη περιστροφή)

- Διαξονικά

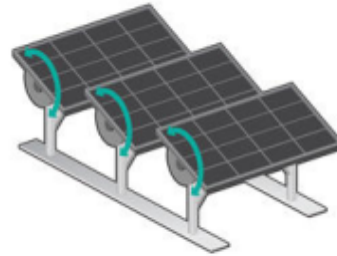
Δυνατότητα κίνησης στους δύο άξονες

(οριζόντια **και** κάθετη περιστροφή)

Μονοαξονικά συστήματα

- Μεγαλύτερη απόδοση από στατικά (~22%) ^[1]
- Προστασία από **καιρικά φαινόμενα**
- **Θέσεις** των πάνελ:

➔ οριζόντια προς το έδαφος



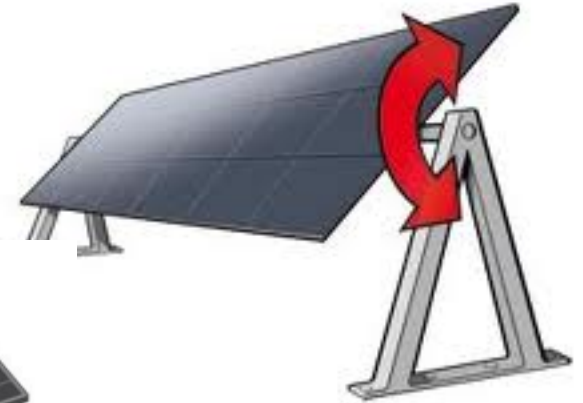
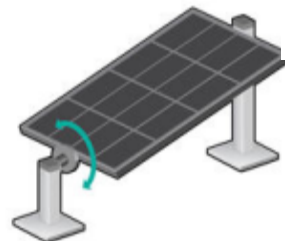
➔ κάθετα προς το έδαφος

(από ανατολή σε δύση)



➔ με κλίση

(ενδιάμεσο των άλλων δύο)



Μονοαξονικά συστήματα



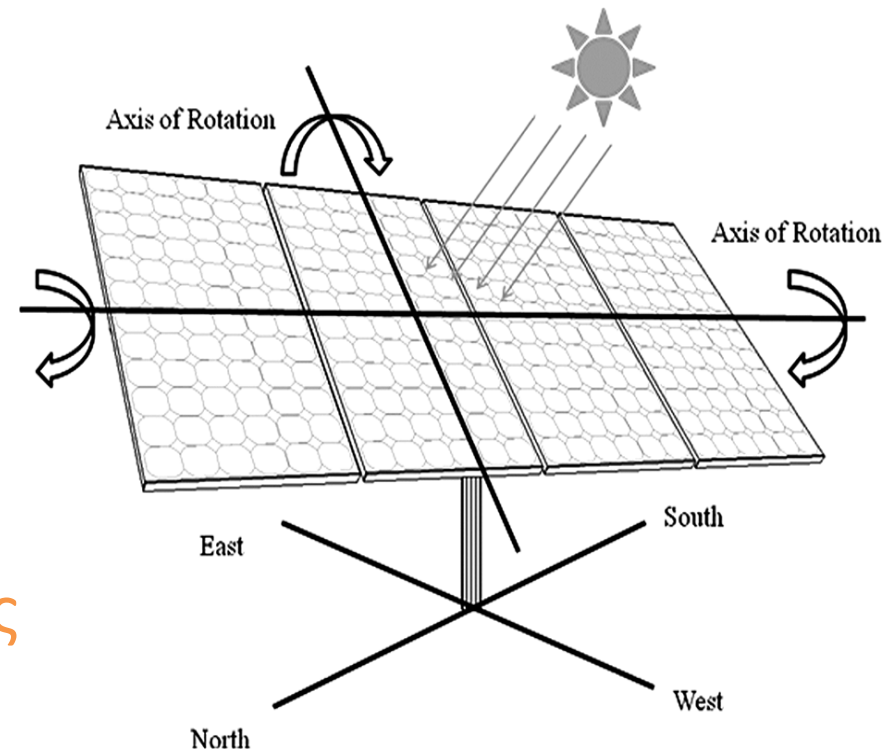
Φωτοβολταϊκό πάρκο 4MW
στην Ινδία (Vellakoil, Tamil Nadu)
με μονοαξονικό οριζόντιο
σύστημα



Φωτοβολταϊκό πάρκο 60.5 MW
στην Κίνα (Siziwangqi)
με μονοαξονικό σύστημα με κλίση

Διαξονικά συστήματα

- Κίνηση στον **κάθετο** και **οριζόντιο** άξονα
- **Μεγαλύτερη απόδοση** από στατικά (~42%) [2]
- **Πιο πολύπλοκο** από μονοαξονικό
όμως ➡ **μεγαλύτερο κέρδος**
- Μέγιστη αξιοποίηση της ενέργειας



Διαξονικά συστήματα



Φωτοβολταϊκό πάρκο
στην Κίνα (Siziwangqi)
με διαξονικό σύστημα



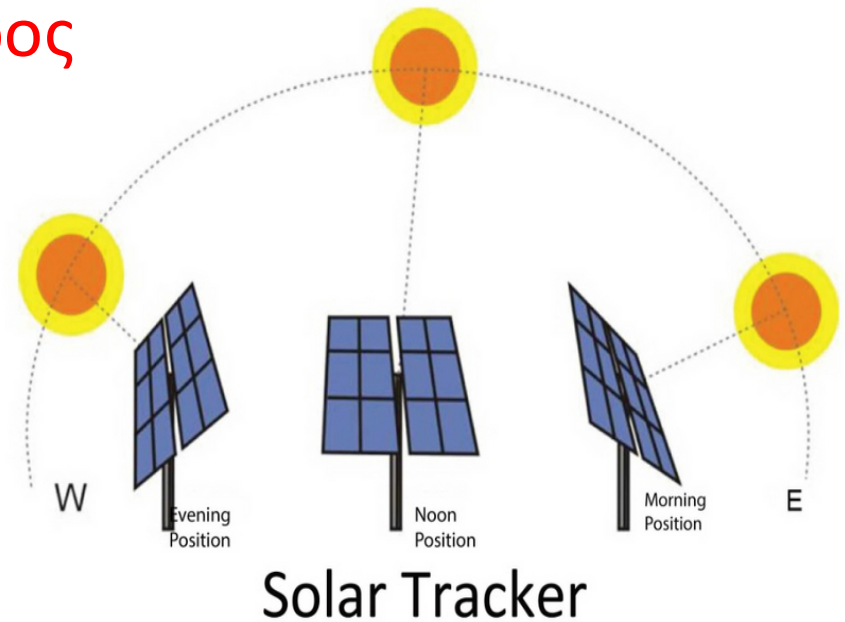
Διαξονικό σύστημα
παρακολούθησης του ήλιου
στην Ισπανία (Toledo)

Ηλιακοί ιχνηλάτες

- Μεταβολή της κλίσης των ΦΠ → αύξηση της απόδοσης
 - Αστρονομικά δεδομένα
 - Αισθητήρας ανίχνευσης θέσης ήλιου

Αστρονομικά δεδομένα

- Προγραμματισμένο να ακολουθεί τον ήλιο ανάλογα με την εποχή και την ώρα [3,4]
- Προσανατολισμένο πάντα προς τον Ήλιο αντίθετα με το σύστημα με αισθητήρα
- Χαμηλότερη τιμή λόγω έλλειψης αισθητήρα
- Μειωμένη απόδοση σε περίπτωση συννεφιάς

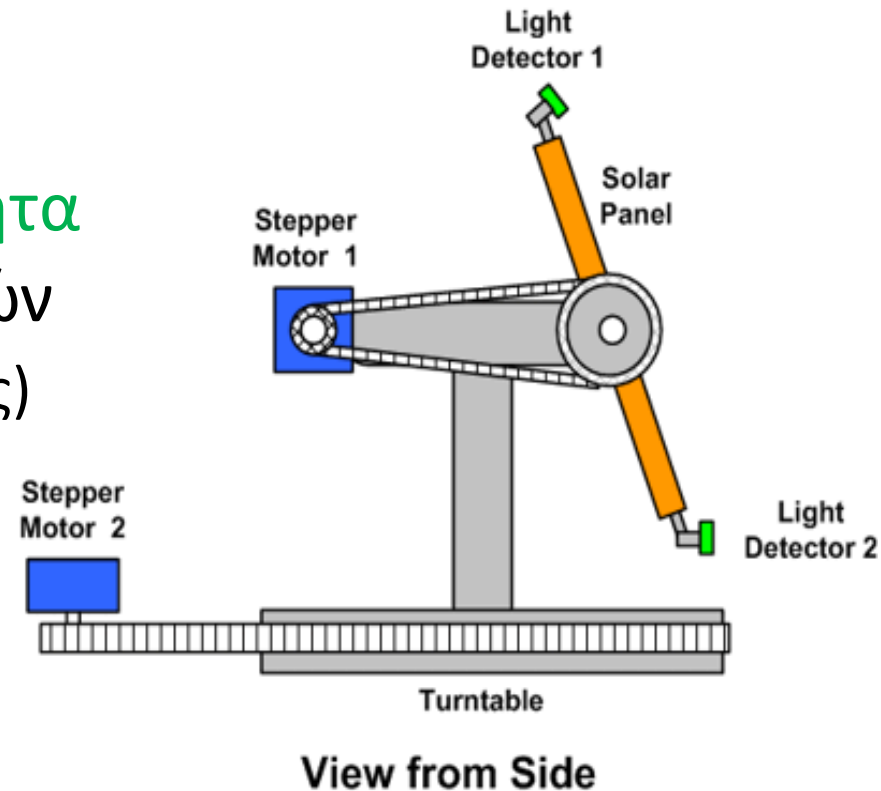


[3] Duffie, J.A., Beckman, W.A. (2013). Wiley, ISBN: 978-0-470-87366-3.

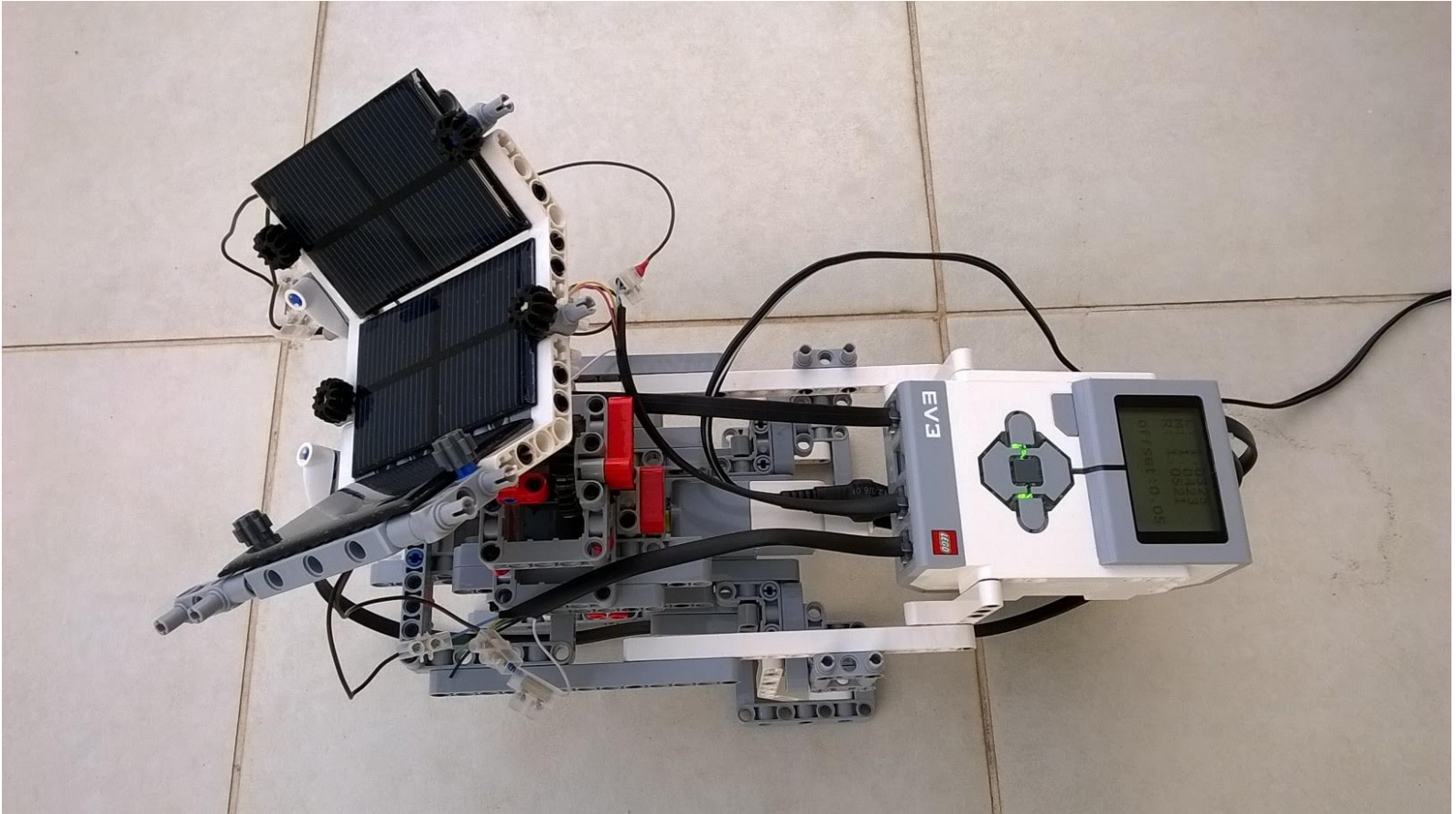
[4] Reda, I., Andreas, A. (2004). Solar Energy, 76 (5), 577–589.

Αισθητήρας ανίχνευσης φωτός

- Ανιχνεύει το φως και μετακινεί το φωτοβολταϊκό αντίστοιχα [5]
- Υψηλότερο κόστος λόγω του αισθητήρα
- Προσανατολισμό όχι απαραίτητα προς τον Ήλιο λόγω εξωτερικών παραγόντων (π.χ.: αντανάκλασεις)
- Μεγαλύτερη απόδοση σε περίπτωση συννεφιάς (εστίαση σε σημεία με ηλιοφάνεια)



Η εργασία μας



Στόχος

- **Κατασκευή ηλιακού ιχνηλάτη χωρίς**
 - χρήση αισθητήρα φωτός ή
 - χρήση αστρονομικών δεδομένων
- **Σύγκριση της ισχύος**
 - του συστήματος όταν λειτουργούσε ο ηλιακός ιχνηλάτης
 - με το σύστημα με σταθερούς άξονες

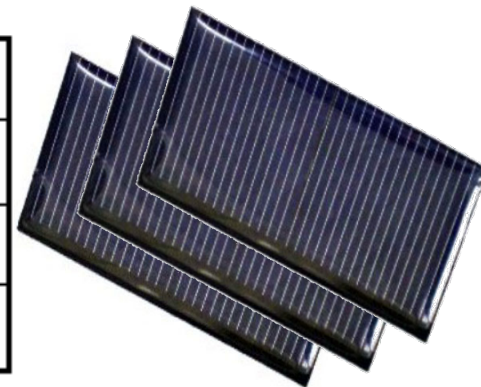
Υλικά

- LEGO MINDSTORMS EV3



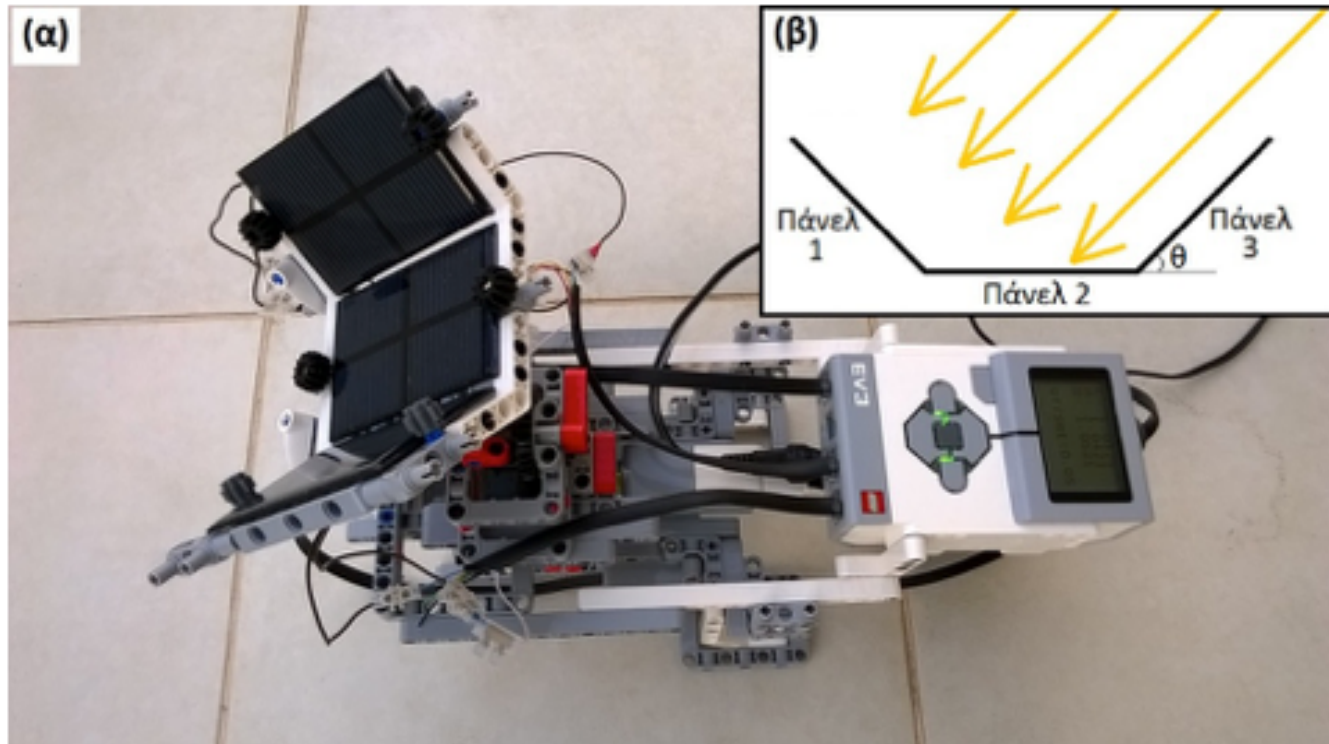
- Τρία φωτοβολταϊκά πάνελ μονοκρυσταλλικού πυριτίου

Διαστάσεις	50mm x 75mm
Εμβαδόν	0,00375 m ²
Ονομαστική Ισχύς (P _{mp})	0,45 W
Ονομαστική μέγιστη τάση (V _{mp})	1 V



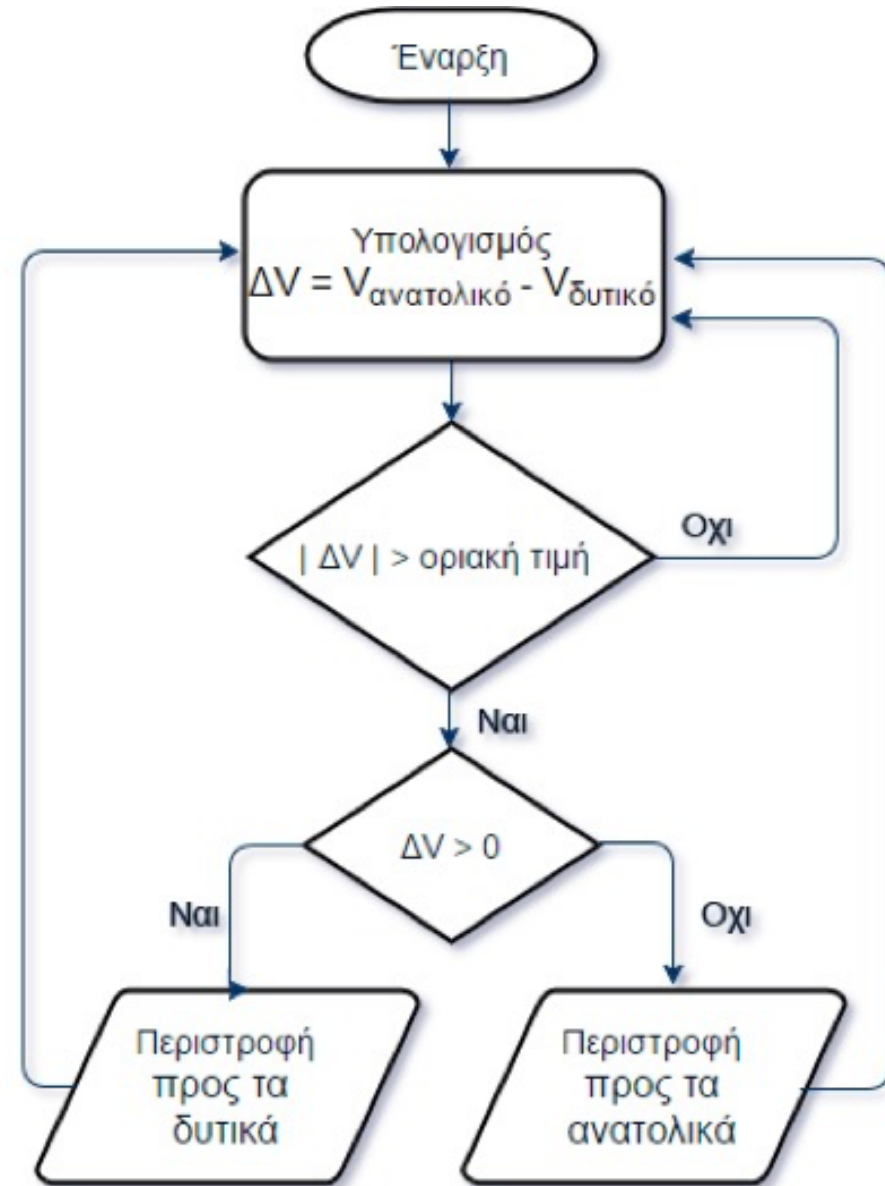
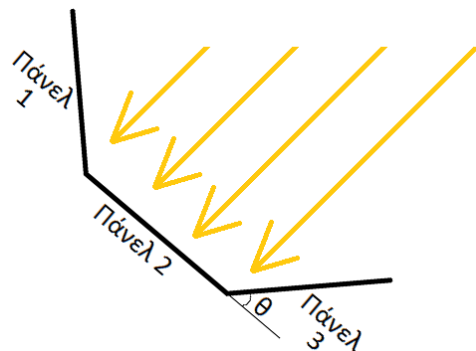
Η κατασκευή

- Μονοαξονικό σύστημα παρακολούθησης του ήλιου
 - Χρησιμοποιήσαμε τις τάσεις που παράγουν **τα ίδια τα πάνελ**



Ο αλγόριθμος του ηλιακού ιχνηλάτη

1. Υπολογισμός της **διαφοράς** των τάσεων των δυο ακριανών πάνελ
2. Εάν η διαφορά των τάσεων είναι **μικρότερη** από μια **οριακή τιμή** τότε το σύστημα
 - **περιστρέφεται** ανατολικά ή δυτικά, ανάλογα με το **πρόσημο της διαφοράς των τάσεων**



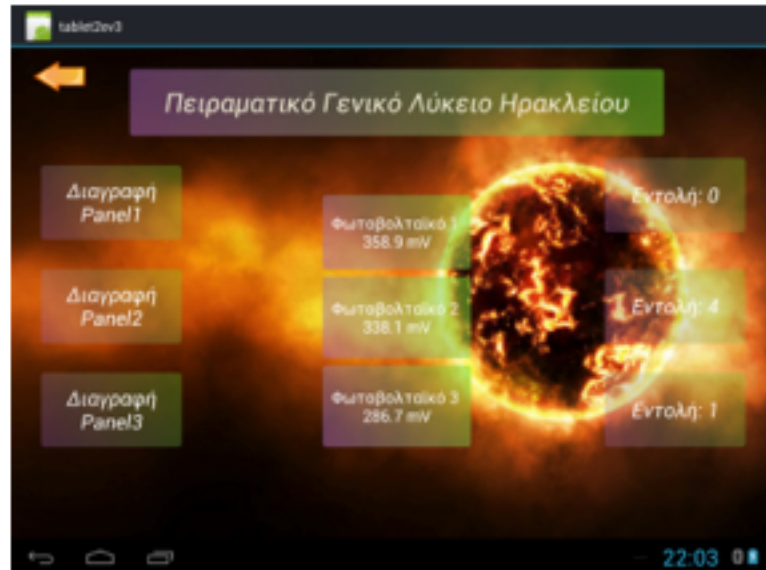
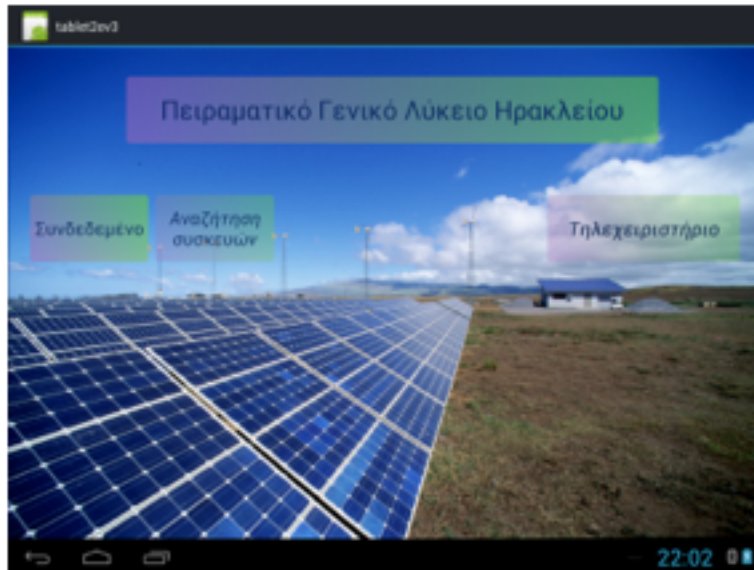
Επίδειξη



09:30:00

Εφαρμογή σε tablet

- Αποθήκευση δεδομένων (τάσεων) στην εφαρμογή μας
- Αποστολή εντολών από την εφαρμογή στο EV3 (ενεργοποίηση / απενεργοποίηση ιχνηλάτη, κτλ).



Μετρήσεις

- Υπολογισμός και σύγκριση της Ισχύος:
 - Δύο συστήματα
 - Σταθεροί άξονες,
 - Μονοαξονικό σύστημα παρακολούθησης ήλιου
 - Τρεις διαφορετικές χρονικές στιγμές
 - 08:00,
 - 13:00,
 - 17:00
 - Δύο διαφορετικές ημέρες
 - Αίθρια,
 - Συννεφιασμένη

Αποτελέσματα

Αίθρια μέρα			
	08:00	13:00	17:00
Ισχύς (W) με σταθερούς άξονες	0,0149	0,0425	0,0067
Ισχύς (W) με μονοαξονικό σύστημα παρακολούθησης ήλιου	0,0197	0,0417	0,0079
Μεταβολή (%)	+32,0 %	+0,5 %	+39,0 %

- Σημαντική **αύξηση της ισχύος** κατά την ανατολή και κατά τη δύση του ηλίου με τη χρήση του ιχνηλάτη έως **περίπου 40%**
- Τις μεσημεριανές ώρες τα δύο συστήματα παράγουν περίπου την ίδια ισχύ

Αποτελέσματα

Συννεφιασμένη μέρα			
	08:00	13:00	17:00
Ισχύς (W) με σταθερούς άξονες	0,0108	0,0402	0,0053
Ισχύς (W) με μονοαξονικό σύστημα παρακολούθησης ήλιου	0,0127	0,0407	0,0065
Μεταβολή (%)	+17,4 %	+1,2 %	+22,6 %

- **Αύξηση της ισχύος** κατά την ανατολή και κατά τη δύση του ηλίου με τη χρήση του ιχνηλάτη (έως **περίπου 20%**)
- **Αύξηση της ισχύος ακόμη και τις μεσημεριανές ώρες**
 - περιστροφή του συστήματος προς άλλη κατεύθυνση με μεγαλύτερη φωτεινότητα

Συμπεράσματα


- Κατασκευή μονοαξονικού συστήματος παρακολούθησης του ήλιου χωρίς τη χρήση αστρονομικών δεδομένων ή επιπλέον αισθητήρα
- Αύξηση της απόδοσης του συστήματος μέχρι και 40% με το σύστημα αυτό (σε σχέση με σύστημα με σταθερούς άξονες) σε συγκεκριμένες στιγμές της ημέρας

Η Ομάδα μας



Όμιλος «Εκπαιδευτική Ρομποτική»
Πειραματικό Γ.Ε.Λ. Ηρακλείου
Σχολικό έτος: 2016 -2017





Σας ευχαριστούμε για την
προσοχή σας

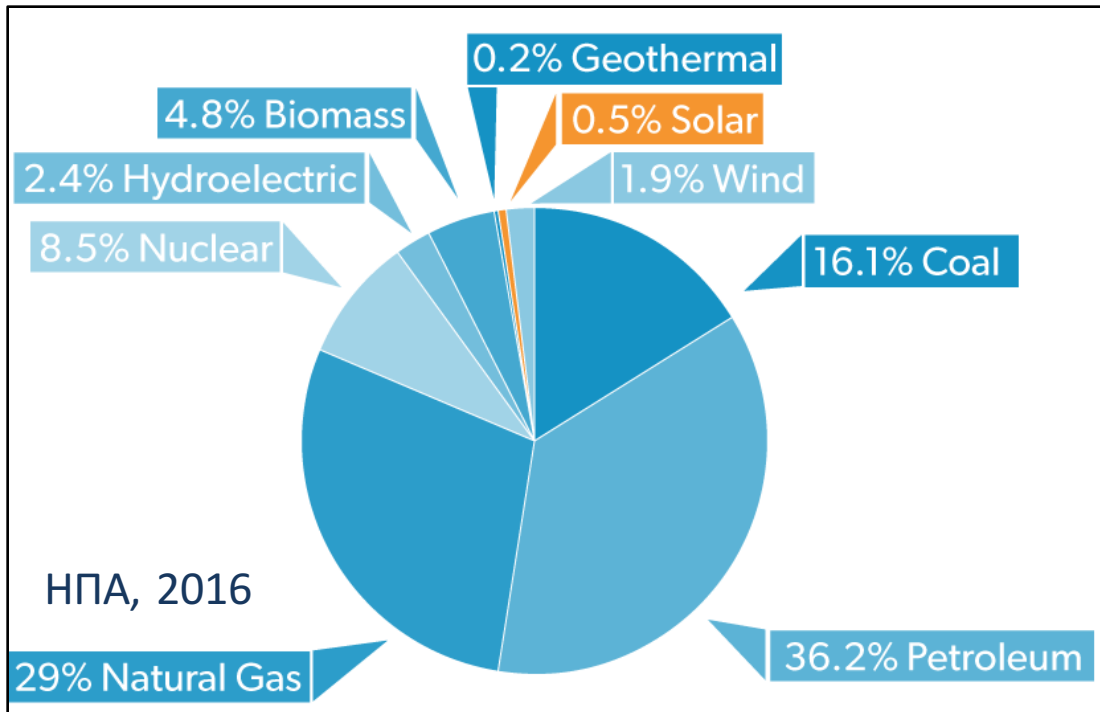
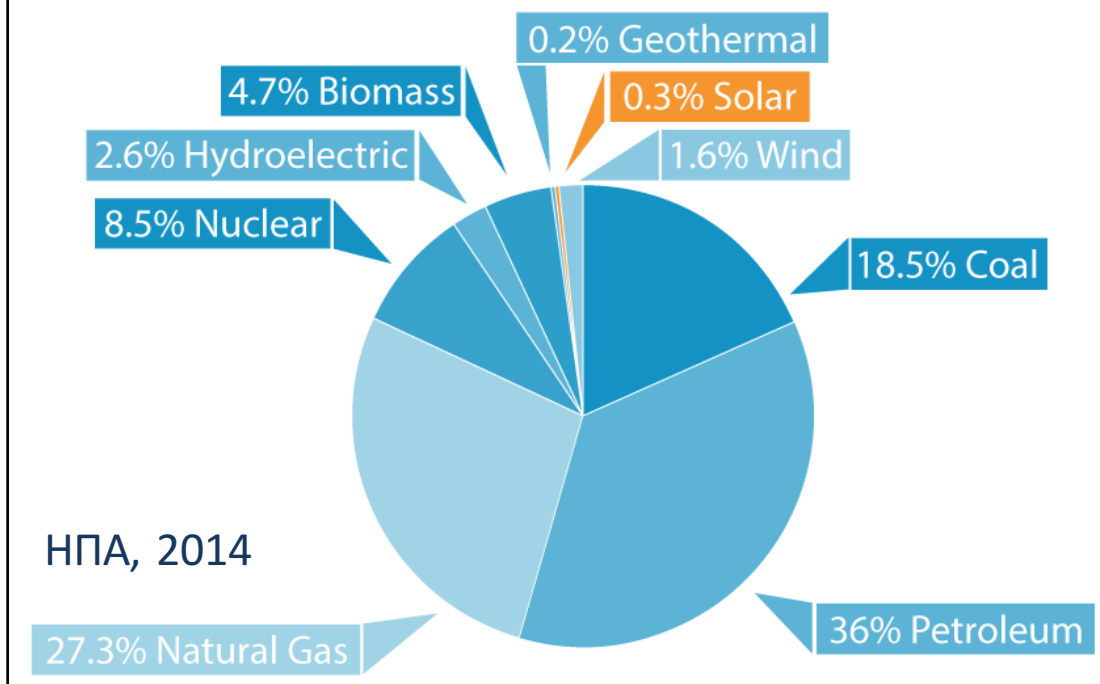
Κατανάλωση ενέργειας

- Μείωση ορυκτών καυσίμων



- Χρήση
Ανανεώσιμων Πηγών
Ενέργειας
(Α.Π.Ε.)

- Αύξηση απόδοσης Α.Π.Ε.
(Φωτοβολταϊκών συστημάτων)



Μειονεκτήματα κινητών συστημάτων

- Το αυξημένο κόστος της επένδυσης (25% του συνολικού συστήματος)
- Η αύξηση της πολυπλοκότητας του συστήματος
- Η αυτοκατανάλωση ενέργειας για την περιστροφή των συστημάτων
- Το αυξημένο κόστος συντήρησης
- Ανάγκη μεγαλύτερων εκτάσεων



Μετρήσεις

- Έγιναν **Μετρήσεις** για σύγκριση αποδόσεων σταθερού άξονα με ιχνηλάτη
- **Αλλαγή** ανάμεσα σε σύστημα σταθερού άξονα με ηλιακό ιχνηλάτη **κάθε 5 λεπτά**

