

SOLAR TRACKER AND SUN PATH FINDER

Συσκευή που στρέφεται πάντα κάθετα στις ακτίνες του Ήλιου και ταυτόχρονα καταγράφει τις γωνίες που σχηματίζει ο Ήλιος στον τόπο που στήνεται η συσκευή.



ΗΛΙΑΤΟΡΕΣ: Η 1η ομάδα ΣΤΕΜ που υπό την καθοδήγησή μου μετά από σειρά εξωδιδασκτικών εργαστηριακών μαθημάτων κατασκεύασε μεταξύ άλλων και τη συγκεκριμένη [συσκευή](#) ακολουθώντας τον οδηγό που έχω στο [GITHUB](#) και μπορεί μέσω αυτού όποιος συνάδελφος επιθυμεί να κατασκευάσει. Για αυτή την κατασκευή οι “ ΗΛΙΑΤΟΡΕΣ” έλαβαν 3ο [βραβείο](#) στον διαγωνισμό της ΕΛΛΑΚ ρομποτικής 2019-20 , η οποία επιτροπή το αξιολόγησε **μόνο** ως “ρομποτική” συσκευή. Όμως την εξέλιξα **επιπλέον** ώστε να αποτελεί ένα εύχρηστο **εργαστηριακό** εργαλείο αστροφυσικής (μέτρησης των γωνιών altitude, azimuth του Ήλιου σε πραγματικό χρόνο στο προαύλιο του σχολείου) .

Ανιχνεύοντας το “μονοπάτι” του Ήλιου.

Στην εποχή της πληροφορίας που διανύουμε βρίσκει κάποιος ερευνητής στο διαδίκτυο είτε “διαμάντια” είτε “σκουπίδια” όπως οι ανοησίες περί επίπεδης γης. Ένας από τους πολλούς τρόπους που δείχνουμε στα παιδιά την επιστημονικά ορθή αλήθεια είναι με πειραματικές συσκευές όπως αυτή που παρουσιάζω εδώ.

α.Μελέτη υπάρχουσας κατάστασης στην χρήση ηλιακής ενέργειας

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα-φωτοβολταϊκά πάνελ που λειτουργούν στη πλειονότητά τους είναι στατικά δηλαδή δεν στρέφονται προς τον ήλιο και έτσι σύμφωνα με τις πηγές μας έχουν απώλεια τουλάχιστον 20% ενεργειακά.

β. Σαφής ορισμός προβλήματος – ανάγκης

Όμως ο ήλιος αποδίδει τα μέγιστα μόνο όταν «πέφτει» κάθετα στο πάνελ, έτσι ψάχνουμε τρόπο να ακολουθεί το πάνελ τις ακτίνες του ήλιου. Ένας τρόπος παρακολούθησης του είναι με φωτοευαίσθητες αντιστάσεις οι οποίες παρακολουθούνται από τον μικροελεγκτή arduino και με 2 servo ο μικροελεγκτής προσαρμόζει το πάνελ ώστε οι ακτίνες να πέφτουν κάθετα.

ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΠΕΤΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΑΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

Η αναζήτηση άρχισε με σκοπό τη κατασκευή ενός solar tracker όπως <https://www.instructables.com/id/Building-an-Automatic-Solar-Tracker-With-Arduino-N/>.

ΟΜΩΣ όλες αυτές οι κατασκευές είναι για εσωτερικό χώρο και για λόγους επίδειξης(είναι light tracker) και όχι για ένα πραγματικό solar tracker.

γ.Ορισμός προτεινόμενης λύσης-πρωτοτυπία διαφοροποίησης

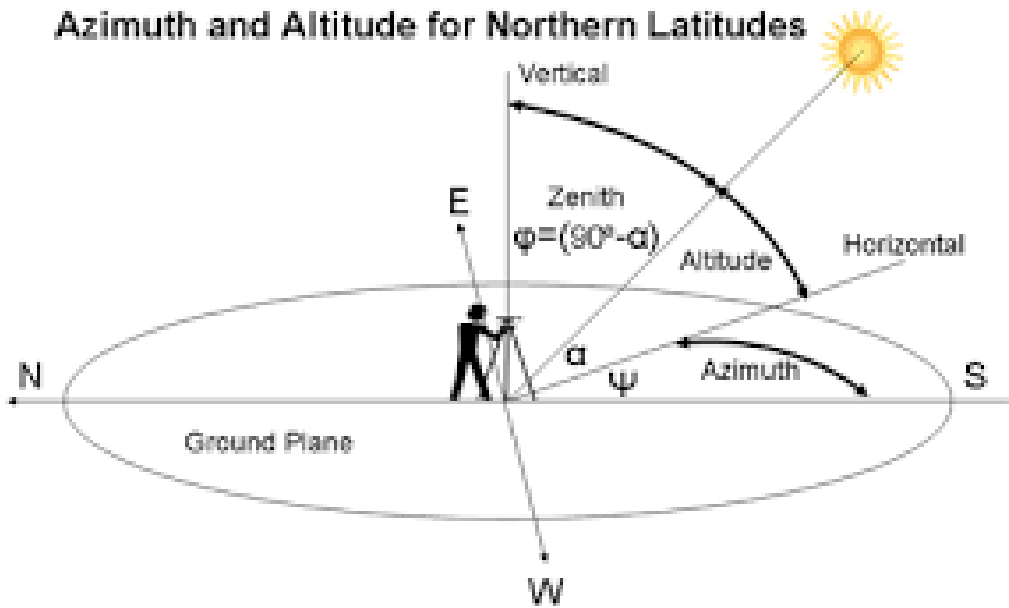
Και εδώ μπήκαμε στην μεγάλη περιπέτεια κατασκευής ενός πραγματικού solar tracker και ως φυσική συνέπεια (ο καθηγητής μας είναι φυσικός και του αρέσει η αστροφυσική) και solar path finder- επιστημονικό εργαλείο εύρεσης των γωνιών που διαγράφει ο ΗΛΙΟΣ στην περιοχή μας.

Και ανασχεδιάσαμε το έργο μας έτσι ώστε να καλύπτει τις γωνίες που διαγράφει ο ήλιος στην περιοχή μας -μια πλήρης μελέτη της κίνησης του *Ήλιου* βρίσκεται στο github ως *sunpath* (power point) και στο link: https://drive.google.com/file/d/1GLD8PmXYanXQI7J_CQ0ZFBPLYN2PAcjO/view?usp=sharing η οποία προτείνεται μαζί με ανάλογα βίντεο για την εξήγηση λειτουργίας της συσκευής. Βίντεο : <https://www.youtube.com/watch?v=OR8EQ0DWpPw&t=49s>

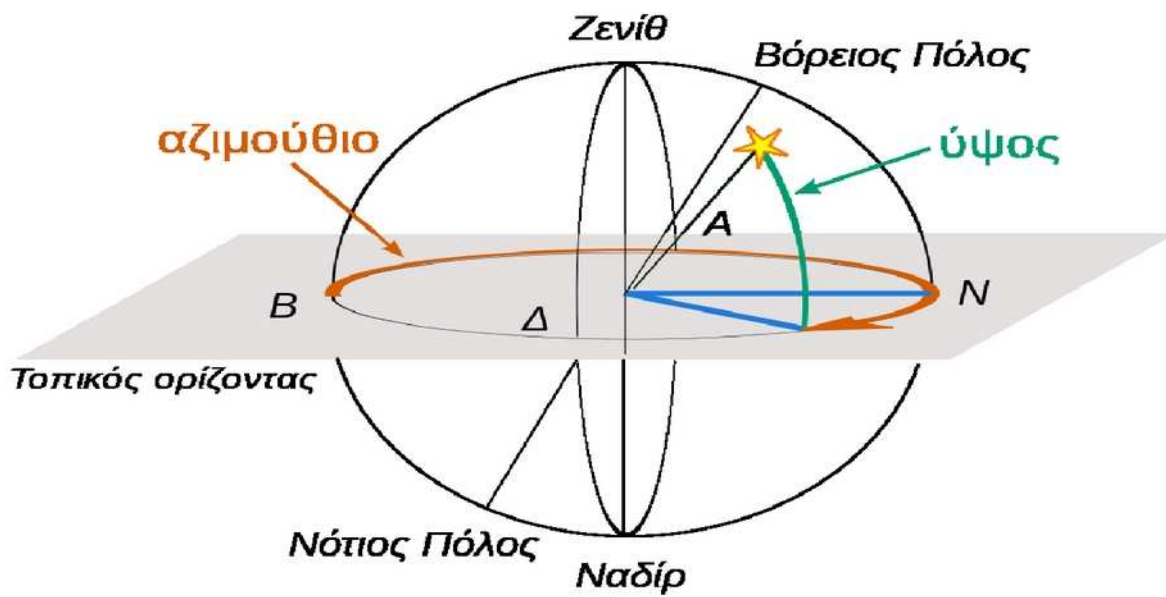
ΕΞΗΓΗΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΠΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΕ ΥΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ ΜΟΥ ΤΟ ΕΡΓΟ ,BİNTEO LINK: <https://www.youtube.com/watch?v=emRvdH7JC2I&t=79s>

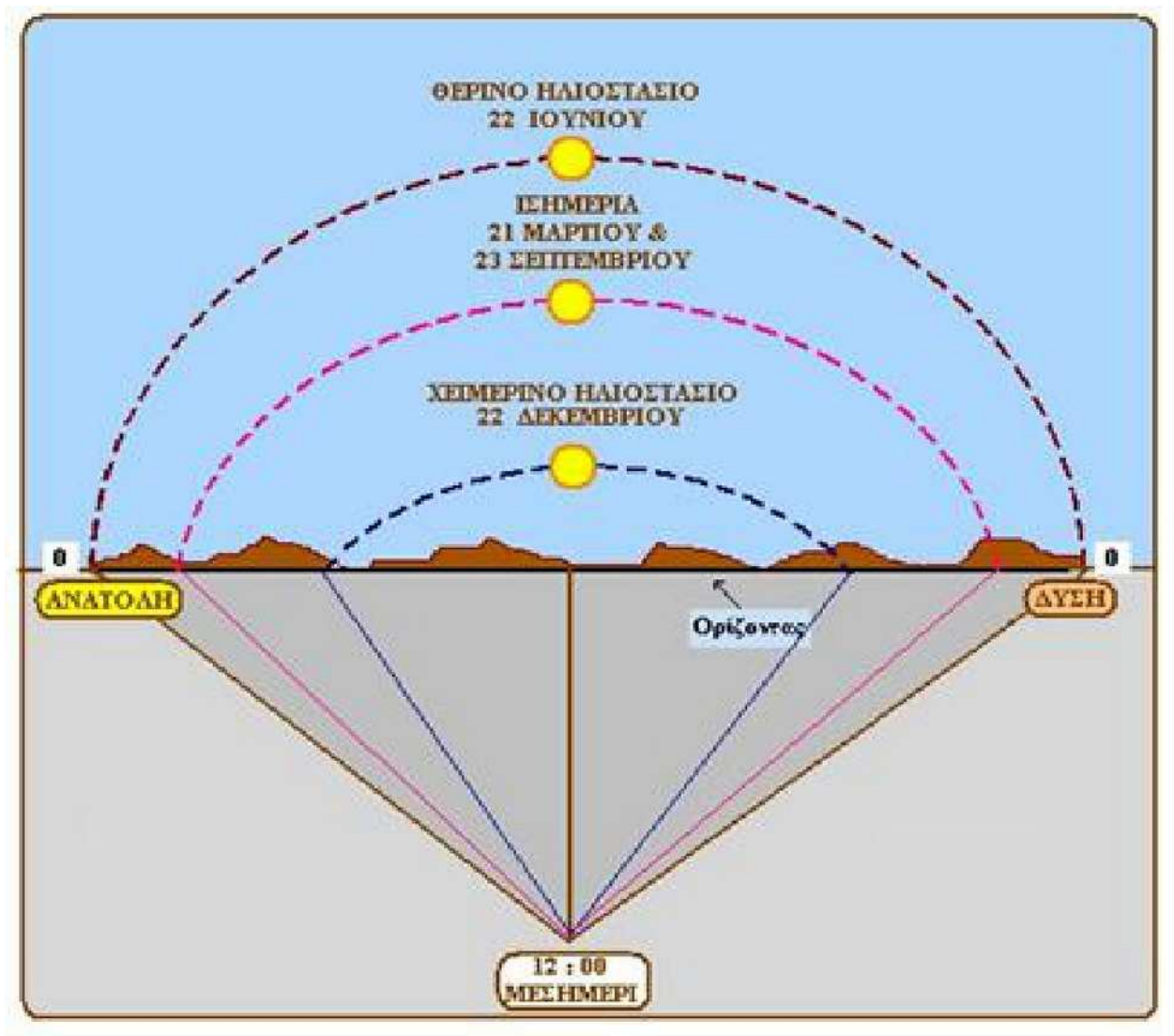
SOLAR PATH FINDER AND SOLAR TRACKER

Azimuth and Altitude for Northern Latitudes



2 τρόποι.....για αζιμούθιο εμείς διαλέξαμε τον πρώτο.





ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ

1.ΕΞΗΓΗΣΗ-ΜΑΘΗΜΑ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ ΜΕ :[Παρουσίαση power point](#) ,συζήτηση και [βίντεο](#)

2.Χρήση συσκευής στο προαύλιο και εξαγωγή γραφικής παράστασης* όπως:

SOLAR TRACKER AND SUN PATH FINDER



22-12-2020 09:00 UTC+2

*Έχω φτιάξει ένα γραφικό περιβάλλον μέσω processing ide στο pc ή laptop για *ζωντανή* απεικόνιση των γωνιών του Ήλιου –που λαμβάνει μέσω Bluetooth από την συσκευή-και αποθηκεύει τα αποτελέσματα. Το αζιμούθιο το μετράμε με τον 2ο τρόπο έτσι για να ελέγξουμε το αποτέλεσμα κάνουμε την πράξη π.χ. $180^{\circ} - 43^{\circ} = 137^{\circ}$.

3.[Ιστοσελίδα](#) αστροφυσικής που δίνει τις γωνίες του Ήλιου ανάλογα με την περιοχή για σύγκριση αποτελεσμάτων και εύρεση ποσοστιαίας απόκλισης από την γραφική παράσταση που βρίσκουμε .

Έπαναλαμβάνουμε το πείραμα σε 1 μήνα την ίδια ώρα ,βρίσκουμε διαφορετικά αποτελέσματα και κουβεντιάζουμε στην τάξη για το γεγονός αυτό.

Αναλυτικές οδηγίες χρήσης της συσκευής στο [GITHUB](#).

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ: (από εδώ έως την προτελευταία σελίδα βρίσκεται ο τρόπος κατασκευής , έτσι σε μια πρώτη ανάγνωση μπορεί να παραληφθεί)

Υλικά (τελικός απολογισμός) :

1.arduino uno (<https://grobotronics.com/fundduino-uno-rev3-arduino-uno-compatible.html>) = € 11.90

SOLAR TRACKER AND SUN PATH FINDER

2. 4 ldr (<https://grobotronics.com/photo-resistor-ldr-5mm.html>)=4*0,20=€ 0,80

3. *2 servo (link: <https://grobotronics.com/servo-small-5kg.cm-metal-gears-with-analog-feedback-feetech-fs9225m.html>

<https://grobotronics.com/analog-feedback-micro-servo-plastic-gear.html>

)=€9.90+€12.20=€21,10

4.wires (<https://grobotronics.com/jumper-wires-15cm-female-to-male-pack-of-10.html> ΚΑΙ

<https://grobotronics.com/jumper-wires-15cm-male-to-male-pack-of-10.html>)=2*€1.80=€ 3,30

5..breadboard (link: <https://grobotronics.com/breadboard-400-tie-point-white-half-size.html>)

=€3.20

6.Bluetooth Module for Arduino – HC05 (<https://grobotronics.com/bluetooth-module-for-arduino-hc05.html>) =€6.80

7. 4 αντιστάσεις 1kohm (<https://grobotronics.com/carbon-1-4w-5-1kohm.html>) = €0,04

8.servo arm(<https://grobotronics.com/servo-arm-double-5cm-horn-spline-25t.html>)=€1.90

9. Βίδα 4mm με μήκος 9cm =€0.10

10.Πλαστικά γρανάζια απο 3D εκτυπωτή του εκφέ χανίων (ΤΑ STL ΑΡΧΕΙΑ

ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΩΣ ST1,ST2,..)

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ=€49,00

Δοκιμάσαμε σε εξωτερικό χώρο το ηλιακό πάνελ-<https://grobotronics.com/solar-panel-3.5w-165x135mm.html>-πάνω στο solar tracker μας, το οποίο φόρτιζε εύκολα ένα smartphone.

SOFTWARE

1) *ARDUINO IDE*

2) *TINKERCAD-ONLINE 3D DESIGNER*<https://www.tinkercad.com/>

3) *PROCESSING IDE*

ΕΡΓΑΛΕΙΑ

1)Κατσαβίδι-στραβοκατσάβιδο

2)Χαρτοκόπτης για την αφαίρεση ατελειών απο τα 3D εξαρτήματα.

ΤΕΛΙΚΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ Η εποχή μας απαιτεί μεγάλα ενεργειακά αποθέματα , έτσι ένα αποδοτικό φωτοβολταϊκό πάνελ που ακολουθεί τον ήλιο μας δείχνει τον δρόμο στους κατασκευαστές φωτοβ.συστημάτων.***Πόσο μάλλον όταν το πρότζεκτ μας καταγράφει τις γωνίες που δημιουργεί ο ήλιος στο στερέωμα στα Χανιά και έτσι δείχνει ανά ημέρα και ώρα την κατάλληλη γωνία που πρέπει να έχει το φ. πάνελ για μέγιστη απόδοση. Μια επιστημονική εργασία αυτού του είδους εκπαιδεύει τους μελλοντικούς επιστήμονες στο διαθεματικό πλαίσιο STEM-Θετικές επιστήμες-Ρομποτική. Ακολουθώντας το μονοπάτι του Ήλιου.*** Σε συνέχεια της προηγούμενης απάντησης η ιδέα μας είναι να κατασκευάσουμε ένα ηλιακό ανιχνευτή της πορείας του ήλιου που θα προσαρμόζει το φωτοβολταϊκό πάνελ μας κάθετα στις ακτίνες του ήλιου για να έχει την μέγιστη απόδοση και ταυτόχρονα θα καταγράφει τις γωνίες αυτές .Θα χρησιμοποιήσουμε 4 1dr φωτοαντιστάσεις -οι αισθητήρες φωτός που ανάλογα με το φως που λαμβάνουν θα δίνουν εντολή να στραφεί το πάνελ μας στη σωστή θέση- 2 σερβομηχανισμούς για να εκτελούν τις παραπάνω εντολές και θα αποτελούν συνάμα **αισθητήρες κλίσης*** για την καταγραφή αυτών των γωνιών. Φυσικά και arduino που είναι ο εγκέφαλος της κατασκευής μας. 3D εκτυπωμένα εξαρτήματα θα δώσουν σταθερότητα και αποδοτικότητα στην κατασκευή μας.

****(Με 3D εξαρτήματα φτιάξαμε δύο πανομοιότυπες κατασκευές . Η πρώτη-link <https://github.com/nektarios25ma/Solar-tracker/tree/master3-> χρησιμοποιεί ανεξάρτητο αισθητήρα κλίσης 9-axis MEMS sensor με έξτρα MCU για να δίνει τις κλίσεις και η δεύτερη **πιο λιτή** με αισθητήρες κλίσεις τα ίδια τα σέρβο* έχει επιπρόσθετα το πλεονέκτημα ότι μπορεί να ακολουθήσει-καταγράψει **όλες** τις γωνίες που διαγράφει ο ήλιος κατά την διάρκεια του χρόνου γι αυτό έχει **ανασχεδιασμένα** όλα τα 3D εξαρτήματα από την ομάδα μας. Γι αυτό αυτήν επιλέξαμε να παρουσιάσουμε ως κύρια κατασκευή)***

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ-Εδώ όπως και στο [github](#) –αναλυτικότερα- περιγράφω τον τρόπο που κατασκευάζεται.

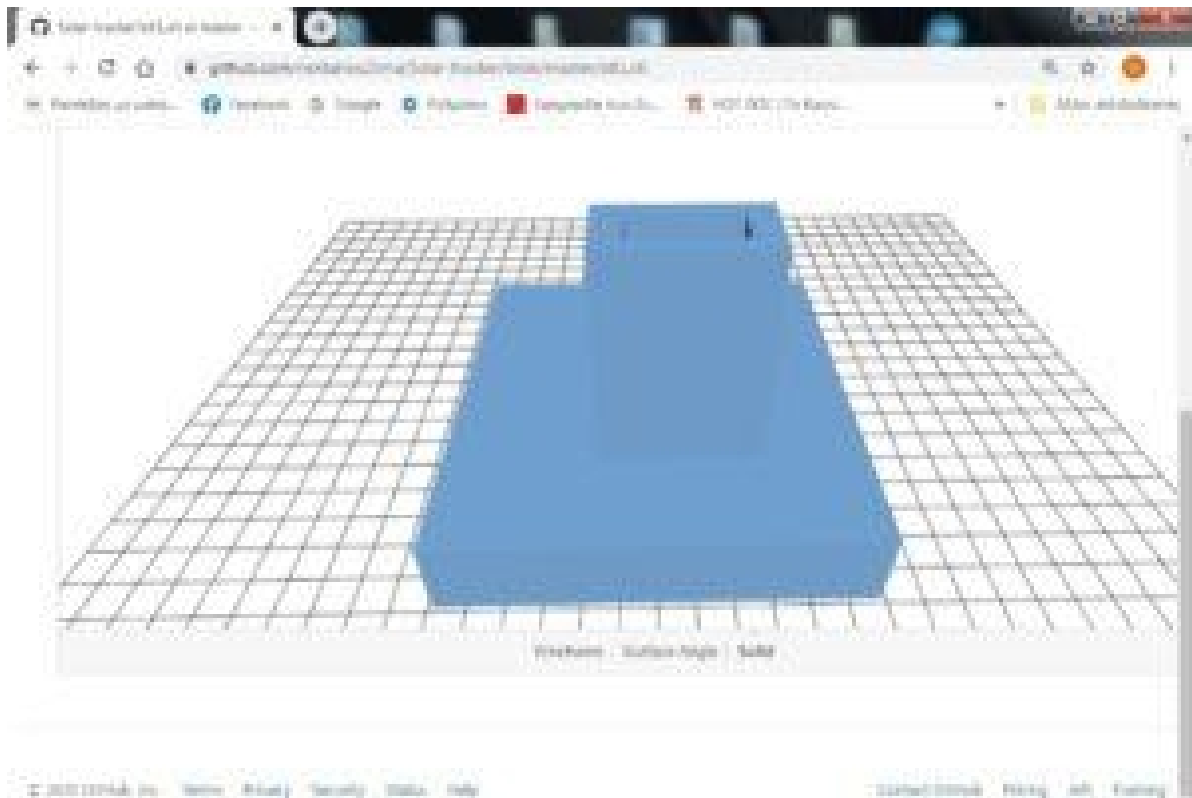
Τα σχεδιασμένα 3d εξαρτήματα από την ομάδα μας θα τα βρείτε ως stl αρχεία στο github.Τα servo που είναι στη λίστα μας «κουμπώνουν» ακριβώς στα παραπάνω εξαρτήματα.

To servo : <https://grobotronics.com/servo-small-5kg.cm-metal-gears-with-analog-feedback-feetech-fs9225m.html>

SOLAR TRACKER AND SUN PATH FINDER



«κουμπώνει» στο 3d εξάρτημα **base.stl** (ή **stl 1**)-στην υποδοχή που βλέπετε,



SOLAR TRACKER AND SUN PATH FINDER

Πάνω στο servo βάζουμε το servo arm (<https://grobotronics.com/servo-arm-double-5cm-horn-spline-25t.html>) .ΟΠΙΩΣ ΣΤΗΝ ΕΙΚΟΝΑ 1



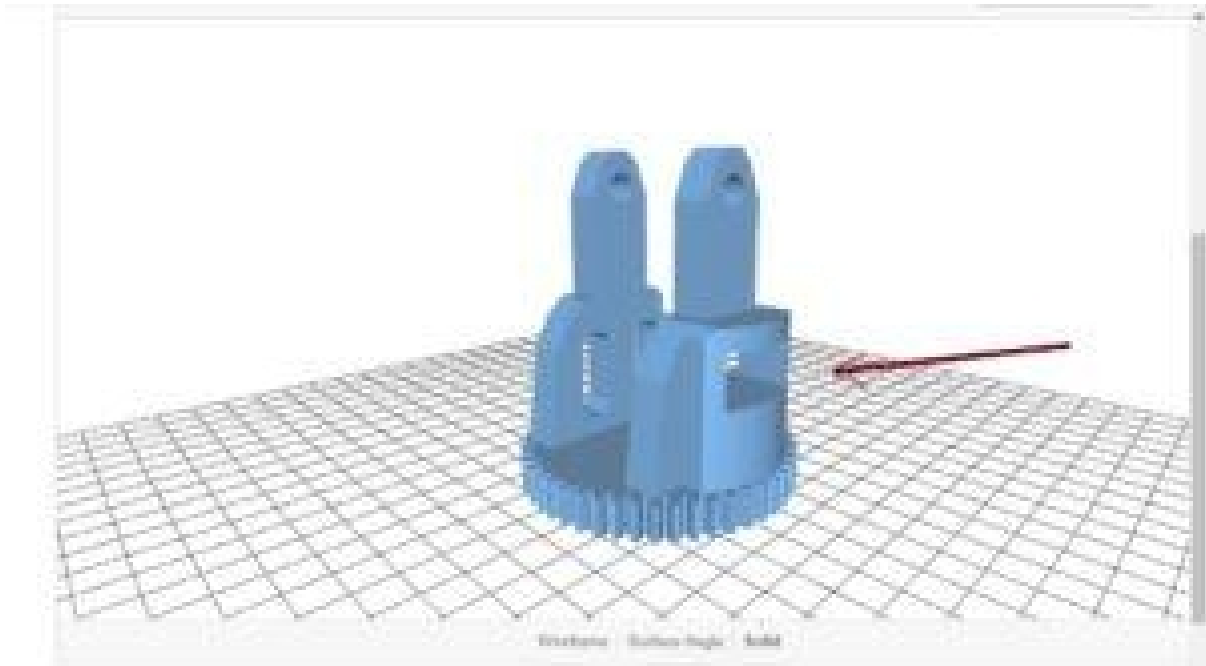
ΕΙΚΟΝΑ1:

SOLAR TRACKER AND SUN PATH FINDER



Πάνω στο servoarm βιδώνουμε το 3d εξάρτημα **panel-mount.stl** (ή **stl2**)

SOLAR TRACKER AND SUN PATH FINDER



και τοποθετούμε το 2ο servo (εκεί που δείχνει το βέλος)

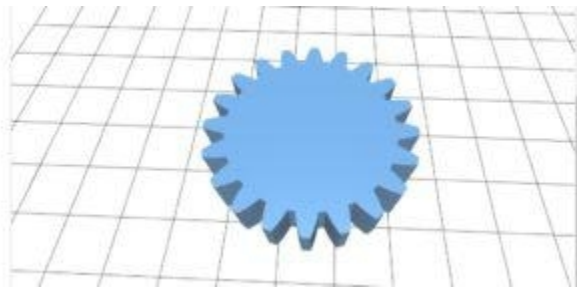
στο κατάλληλο άνοιγμα του **panel-mount.stl**, όπως την εικόνα 2:

Εικόνα 2

SOLAR TRACKER AND SUN PATH FINDER



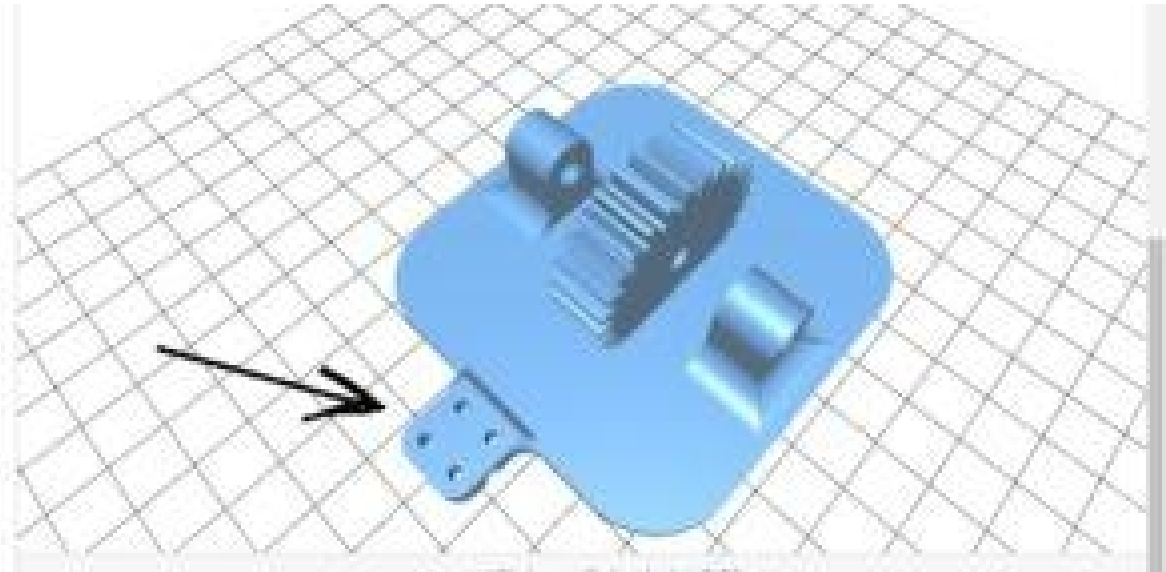
Στο 2ο servo βιδώνουμε το **Vertical_Servo_Gear.stl** (ή **stl5**, το άσπρο στην εικόνα2)



όπως στην εικόνα 2.

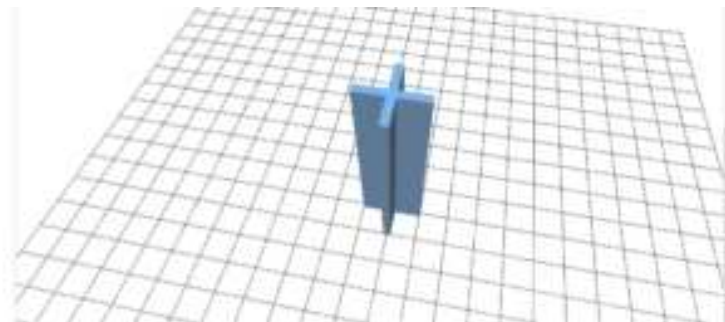
Στο **Panel_Bracket2.stl**(ή **stl4**)

SOLAR TRACKER AND SUN PATH FINDER



τοποθετούμε το **LDR DIVIDER HIGH.stl**(ή **stl3**) εκεί που δείχνει το βέλος (έχει υποδοχή να το δεχτεί και ας μην φαίνεται στην πάνω εικόνα).

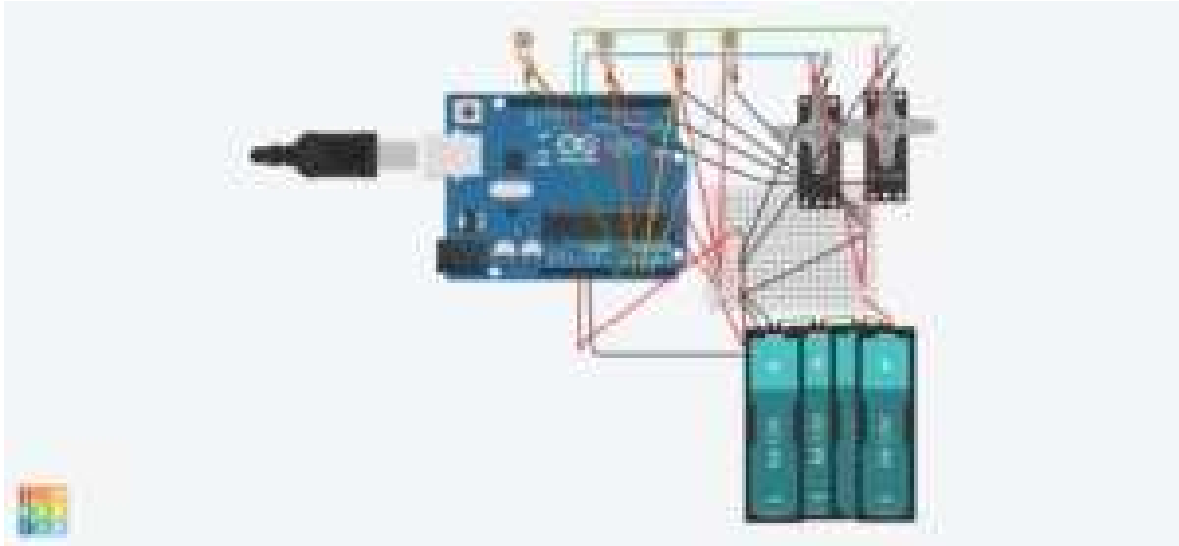
LDR DIVIDER HIGH.stl:



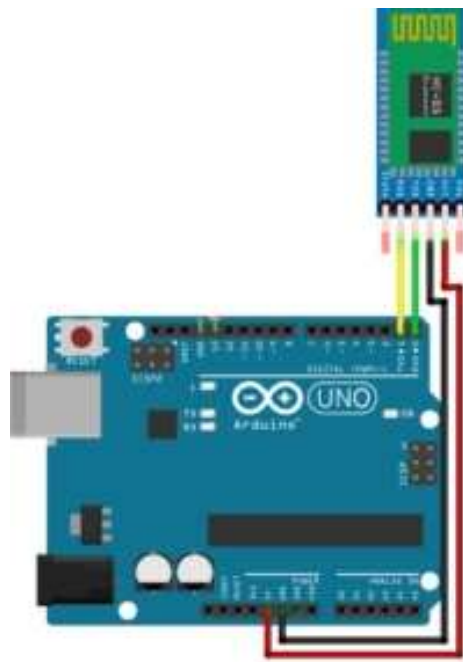
Τέλος με την κατάλληλη βίδα 4mm με μήκος 9cm και τα αντίστοιχα παξιμάδια τοποθετούμε το **Panel_Bracket2.stl** όπως στην εικόνα 2.

Η συνδεσμολογία πρέπει να γίνει όπως (κύκλωμα)

SOLAR TRACKER AND SUN PATH FINDER



Και το bluetooth hc-05-σύνδεση το παραθέτουμε σε άλλη εικόνα γιατί το tinkercad-circuit απο το οποίο φτιάξαμε την πάνω εικόνα δεν διαθέτει bluetooth στοιχείο



ΟΛΑ ΤΑ ΑΡΧΕΙΑ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΣΤΟ GITHUB ΜΕ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.

Έπειτα έπρεπε να βαθμονομήσουμε τα servo ώστε να μετράνε την σωστή γωνία και σε αυτήν την επίπονη διαδικασία βοήθησε το 2ο link(δες το αρχείο στο github –*διαδικασία βαθμονόμησης* που εξηγείται αναλυτικά).

Ο διαιρέτης τάσης που φαίνεται στο κύκλωμα που βρίσκεται στο github (και παραπάνω) λειτουργήσε καλά τελικά σε εξωτερικό χώρο με αντιστάσεις 1 kohm(4

SOLAR TRACKER AND SUN PATH FINDER

αντιστάσεις).Ανάλογα με την συμπεριφορά των Idr διαλέγουμε(πειραματικά) αντίστοιχες αντιστάσεις έτσι ώστε σε εξωτερικό χώρο να λειτουργούν ικανοποιητικά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Sun_path 2)https://en.wikipedia.org/wiki/Position_of_the_Sun 3)<https://www.youtube.com/watch?v=IJVEubm9Ja8> 4)<https://www.instructables.com/id/Arduino-Solar-Tracker/>
2. LINK ΠΟΥ ΒΟΗΘΗΣΕ ΣΤΗΝ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ-CALIBRATION SERVO* :
<https://dronebotworkshop.com/analog-feedback-servo-motor/>

Ο ΒΑΣΙΚΟΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΤΟ GITHUB ΟΜΩΣ Η ΛΟΓΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΤΑΙ ΠΑΡΑΚΑΤΩ

ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ-FLOWCHART

(πάτα-κλίκκαρε πάνω) <https://openedtech.ellak.gr/wp-content/uploads/sites/31/2019/11/%CE%91%CE%9B%CE%93%CE%9F%CE%A1%CE%99%CE%98%CE%9C%CE%9F%CE%A3-FLOWCHART.pdf>

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν βοηθητικά προγράμματα για την βαθμονόμηση των servo*.

ΣΤΟ LINK* ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΚΑΙ ΑΝΗΚΕΙ ΟΠΩΣ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΘΗΚΕ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΠΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΚΕ ΓΙ ΑΥΤΟ ΤΟ PROJECT ΕΙΝΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΜΕΝΑ *ΟΛΑ ΤΑ ΑΡΧΕΙΑ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΑΝΑΓΚΑΙΑ* ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΝΑΛΟΓΟΥ ΕΓΧΕΙΡΗΜΑΤΟΣ

LINK: <https://github.com/Ampirath/Solar-Tracker>

ή το ταυτόσημο <https://github.com/nektarios25ma/Solar-tracker>

(branch master)

LINK VIDEO ΠΟΥ ΦΤΙΑΧΤΗΚΕ ΑΠΟ ΤΑ ΠΑΙΔΙΑ: <https://www.youtube.com/watch?v=emRvdH7JC2I&t=79s>

SOLAR TRACKER AND SUN PATH FINDER



Η 1η ομάδα κατασκευής αποτελούνταν από 3 μαθητές του ΓΕΛ Κισάμου β λυκείου .
ΑΘΗΝΑ ΑΘΑΝΑΣΑΚΗ, ΣΤΕΛΛΑ ΑΜΠΟΥΧΑΝΗ ΚΑΙ ΣΠΥΡΟΣ ΕΙΡΗΝΑΚΗΣ.

Φέτος βρίσκομε στο ΓΕΛ ΒΑΜΟΥ. Ήδη έχω χρησιμοποιήσει όπως περιγράψω την συσκευή.
Έχω δημιουργήσει νέα ομάδα με την οποία κατασκευάζουμε το εξ αρχής την συσκευή με νέα στοιχεία και ιδέες που ελπίζω να δώσουν καλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις –εάν προλάβουμε και βρούμε 3D εκτυπωτή φυσικά-.