

ΑΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 2015



## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

### **ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ SEGWAY**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**

*ΒΕΛΩΝΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ*

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:**

*ΖΑΝΕΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ*

*ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΒΙΚΕΝΤΙΟΣ*

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ .....	ΣΕΛ 4
ΚΙΝΗΣΗ .....	ΣΕΛ 8
ΠΟΔΑΡΑΚΙ ΣΤΗΡΙΞΗΣ .....	ΣΕΛ 14
ΤΙΜΟΝΙ .....	ΣΕΛ 15
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΜΕΡΗ .....	ΣΕΛ 20
ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ .....	ΣΕΛ 28
ΜΠΑΤΑΡΙΑ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ ΛΙΘΙΟΥ .....	ΣΕΛ 30
ΓΥΡΟΣΚΟΠΙΟ .....	ΣΕΛ 37
IMU ANALOG COMBO BOARD .....	ΣΕΛ 42
IMU SETUP WITH EXTENDED KALMAN FILTER .....	ΣΕΛ 44
SABERTOOTH 2X25 .....	ΣΕΛ 46
WORKING OR OPERATING PRINCIPLE OF DC MOTOR ....	ΣΕΛ 47
ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΕ ΨΥΚΤΡΕΣ ΚΑΙ ΜΕΙΩΤΗΡΕΣ ΣΤΡΟΦΩΝ ...	ΣΕΛ 51
ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ARDUINO UNO R3 .....	ΣΕΛ 53



## **ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία «Σχεδιασμός και υλοποίηση self balancing scooter» των Ζανέτη Γεώργιου και Καραγιάννη Βικέντιου, φοιτητών του τμήματος Ηλεκτρονικών και Υπολογιστικών Συστημάτων του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ έχει ως στόχο την υλοποίηση, το σχεδιασμό και την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας και ισορροπίας ενός scooter. Θα παρουσιάσουμε τον τρόπο σκέψης μας ως προς την υλοποίηση και τον σχεδιασμό του, τα υλικά που χρησιμοποιήσαμε, τον τρόπο σύνδεσης μεταξύ τους και την ξεχωριστή λειτουργία του κάθε υλικού. Το όνομα Segway το έχουμε δανειστεί από την ονομασία του πρωτοτύπου οχήματος και τα πνευματικά δικαιώματά του ανήκουν στην αρμόδια εταιρία:

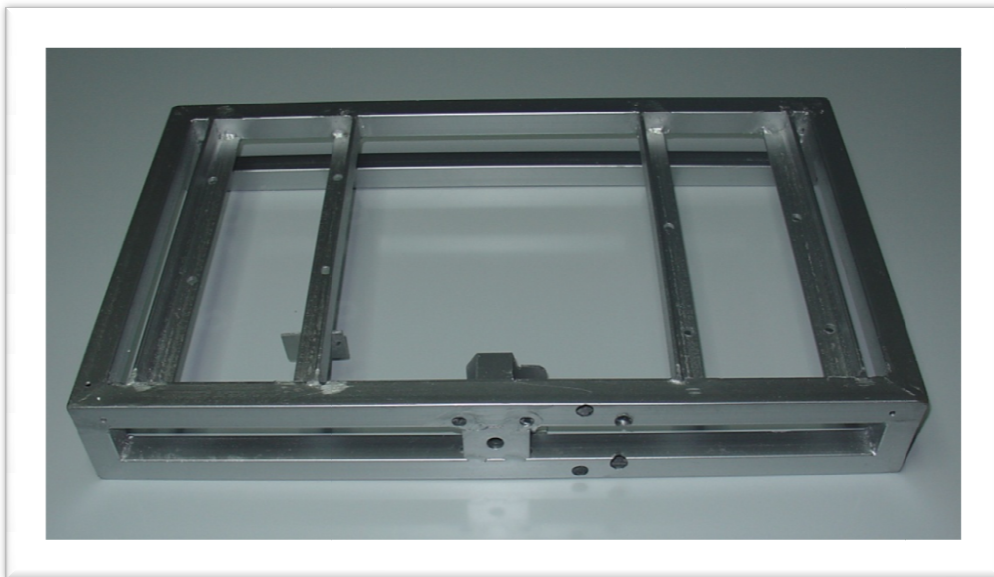
<http://www.segway.com>



## **ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ**

Η κατασκευή αποτελείται από 3 βασικά τμήματα: το πλαίσιο στήριξης, τα μηχανικά μέρη ( κινητήρας-ρόδες, ποδαράκι, τιμόνι ) και τέλος τα ηλεκτρικά μέρη.

Το πλαίσιο κατασκευάστηκε από στραντζαριστή σωλήνα με πλευρά 20\*25 mm και λάμα γωνιακή με πλευρά 25 mm. Στην αρχή κόψαμε 4 σωλήνες με μήκος ( ) , 4 σωλήνες με μήκος ( ) , 4 σωλήνες με μήκος ( ) και 4 γωνιακές λάμες με μήκος ( ) . Για να ενωθούν οι σωλήνες κόψαμε τις άκρες σε γωνία 45 μοιρών. Με ηλεκτροκόλληση ρυθμισμένη στα 200 A και με ηλεκτρόδια πάχους 4 mm έγιναν οι απαραίτητες συγκολλήσεις.



Εικόνα 1: Πλαίσιο κατασκευής

Αφού σχηματίστηκε το πλαίσιο κόψαμε και κολλήσαμε την βάση του τιμονιού ( το λαμπάκι με την τρύπα διατομής 10 mm ) και από την πίσω του μεριά τοποθετήθηκε η βάση για το ποδαράκι.



Εικόνα 2: Στήριγμα βάσης τιμονιού

Για πάτωμα χρησιμοποιήσαμε μπακλαβαδωτό αλουμίνιο σε 2 κομμάτια  $( ) * ( )$  cm (πλαϊνά) και 1 κομμάτι  $( ) * ( )$  cm καπάκι.



Εικόνα 3: Πάτωμα κατασκευής

Έπειτα ανοίχτηκαν 20 τρύπες με 4 mm επάνω τους ώστε να στηριχτούν και επιπλέον στο ένα πλαϊνό καπάκι έγινε τρύπα διαμέτρου 16 mm για να περάσει το τιμόνι και 2 τρύπες 19 mm για να μπουν τα φις του.



Εικόνα 4: Βάση τιμονιού

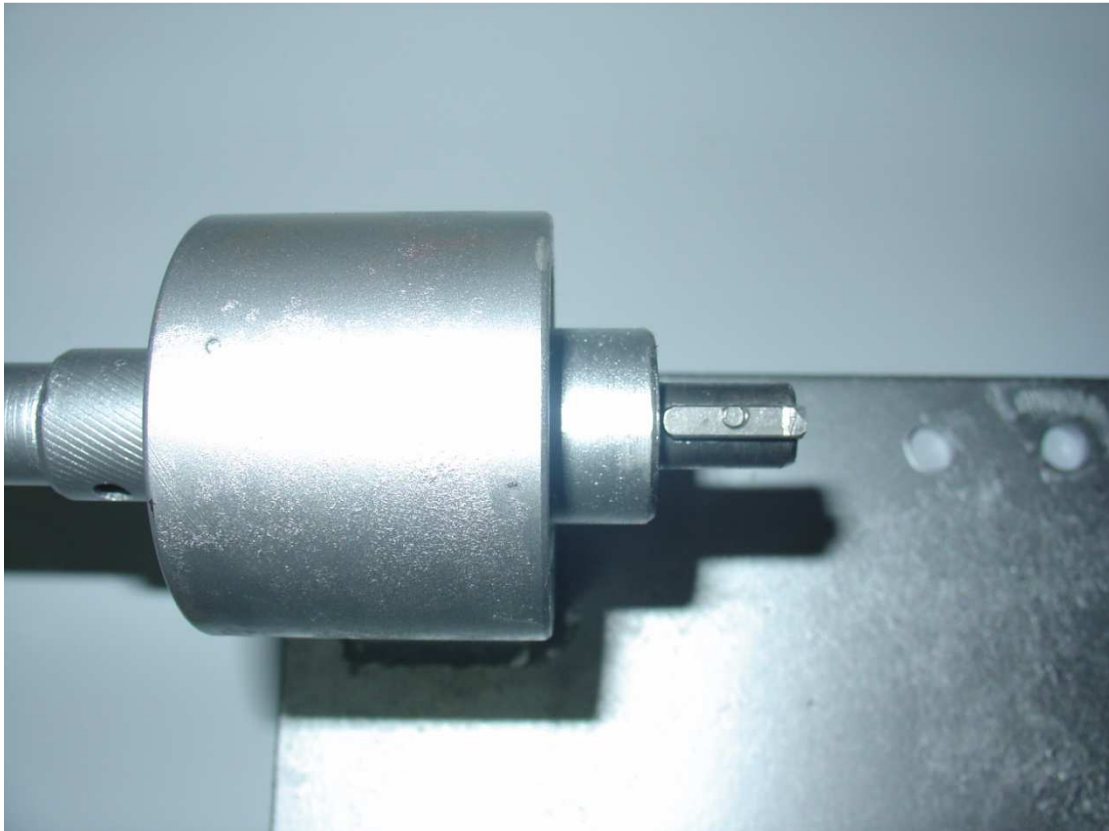
## **ΚΙΝΗΣΗ:**

Για την κίνηση του οχήματος χρειάστηκαν 2 μοτέρ 24 V 350 W με ενσωματωμένο μειωτήρα με λόγο 9:1 , 2 ρόδες διαμέτρου ( ) , 2 κόμπλερ με τρύπα ( ) , 2 σφήνες 4\*20 mm , 2 άξονες διαμέτρου 15 mm , 4 ρουλεμάν , 2 πλάκες λαμαρίνας πάχους 5 mm και διαστάσεων ( )\*( ) , μεταλλικός κύλινδρος μήκους ( ) και διαμέτρου ( ) , 2 κομμάτια στραντζαριστής σωλήνας πλευράς 45 mm.



Εικόνα 5: βίδες

Για να στερεωθεί ο τροχός έπρεπε να μπουν 2 ρουλεμάν εκατέρωθεν του άξονα του ( ένα για να μην τον αφήνει να κινηθεί μπροστά και ένα για να μην τον αφήνει να κινηθεί πίσω) . Με τόρνο σκάψαμε τον κύλινδρο και σχηματίσαμε της φωλιές αυτές. Το μοτέρ έπρεπε να ευθυγραμμιστεί με τον κύριο άξονα έτσι κολλήσαμε τον κύλινδρο με τα ρουλεμάν πάνω στον αποστάτη ( στραντζαριστή σωλήνα 45 mm ) ώστε να έρθει στο ίδιο ύψος με την έξοδο του μειωτήρα.



Εικόνα 6:

Για την ένωση των 2 αξόνων μπήκε το κόμπλερ με τις σφήνες ώστε να περιστρέφεται μαζί με τον άξονα. Το κόμπλερ επίσης διορθώνει τυχόν σφάλματα στην πρόσφυση των αξόνων γι αυτό έχει και το λάστιχο.



Εικόνα 7: Κόμπλερ



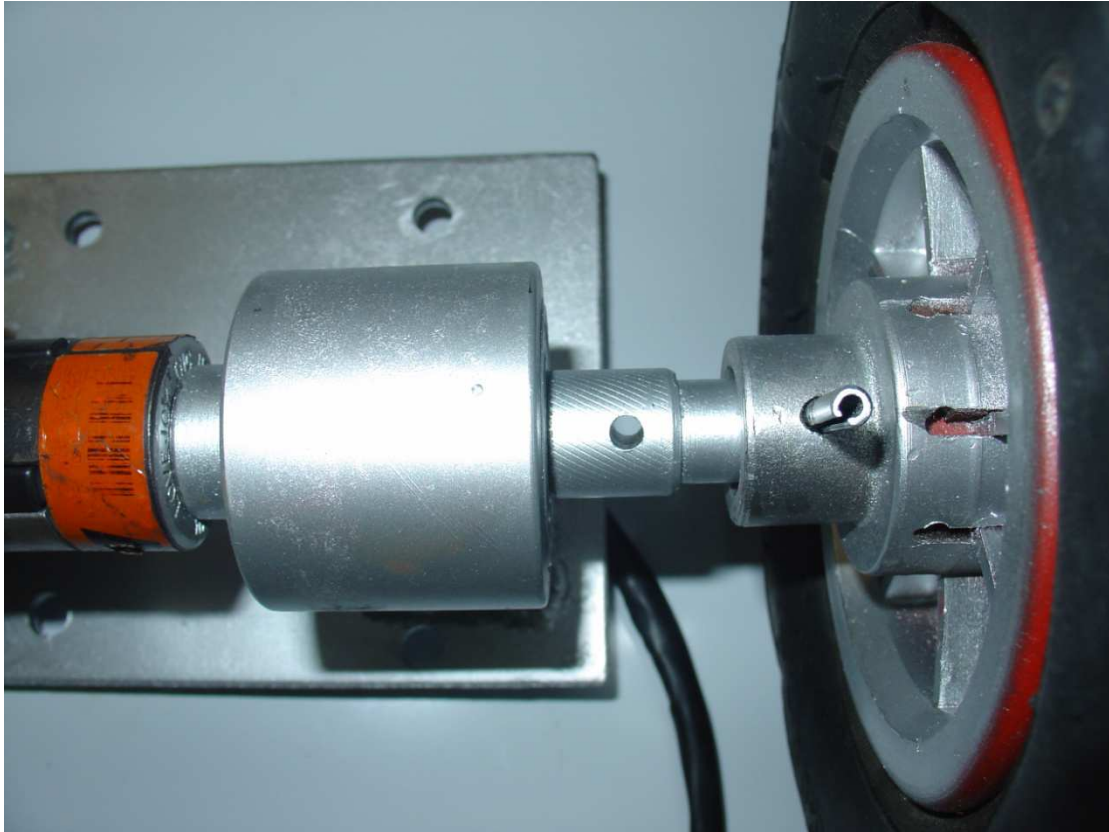
Μοτέρ και κύλινδρος στερεώθηκαν επάνω στην χοντρή λαμαρίνα με βίδες και ηλεκτροσυγκόλληση αντίστοιχα.



Εικόνα 8: Μοτέρ πάνω στην βάση



Στο τέλος μπήκε ο τροχός με την βάση του και μια σωληνωτή ασφάλεια για να μην περιστρέφεται αυτόνομα αλλά μαζί με τον άξονα και για να μην βγει έξω βιδώσαμε μια βίδα με φαρδιά ροδέλα στο κέντρο του άξονα αφού ανοίξαμε σπείρωμα πρώτα.



Εικόνα 9: Ο τροχός πάνω στην βάση



Εικόνα 10: Ο τροχός στην εξωτερική του πλευρά

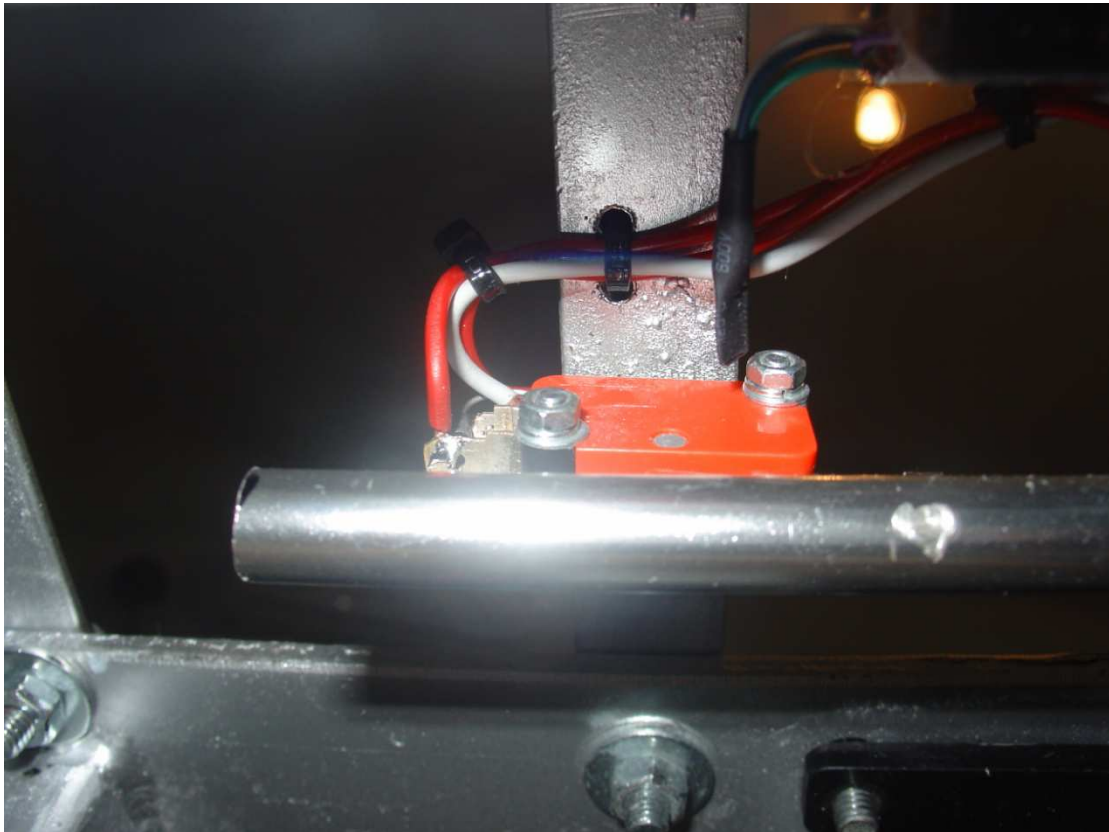


Εικόνα 11: Ο τροχός μαζί με το μοτέρ

### **ΤΟ ΠΟΔΑΡΑΚΙ ΣΤΗΡΙΞΗΣ:**

Επειδή θέλαμε μεγάλη ροπή και μικρή ταχύτητα επιλέξαμε ένα κινητήρα με μειωτήρα 1000:1 και έξοδο 4RPM. Επάνω στον άξονα του μπήκε με τον κατάλληλο προσαρμογέα , ένα stand ποδηλάτου και όλο το σύστημα ποδηλάτου στερεώθηκε στη βάση που αναφέραμε στην αρχή. Για να γνωρίσουμε τις τερματικές θέσεις του stand με σκοπό την απενεργοποίηση του κινητήρα βάλουμε 2 τερματικούς διακόπτες.

( Τα 2 βασικά μοτέρ βιδώθηκαν στα κάθετα λαμάκια του πλαισίου με βίδες 6\*25 )

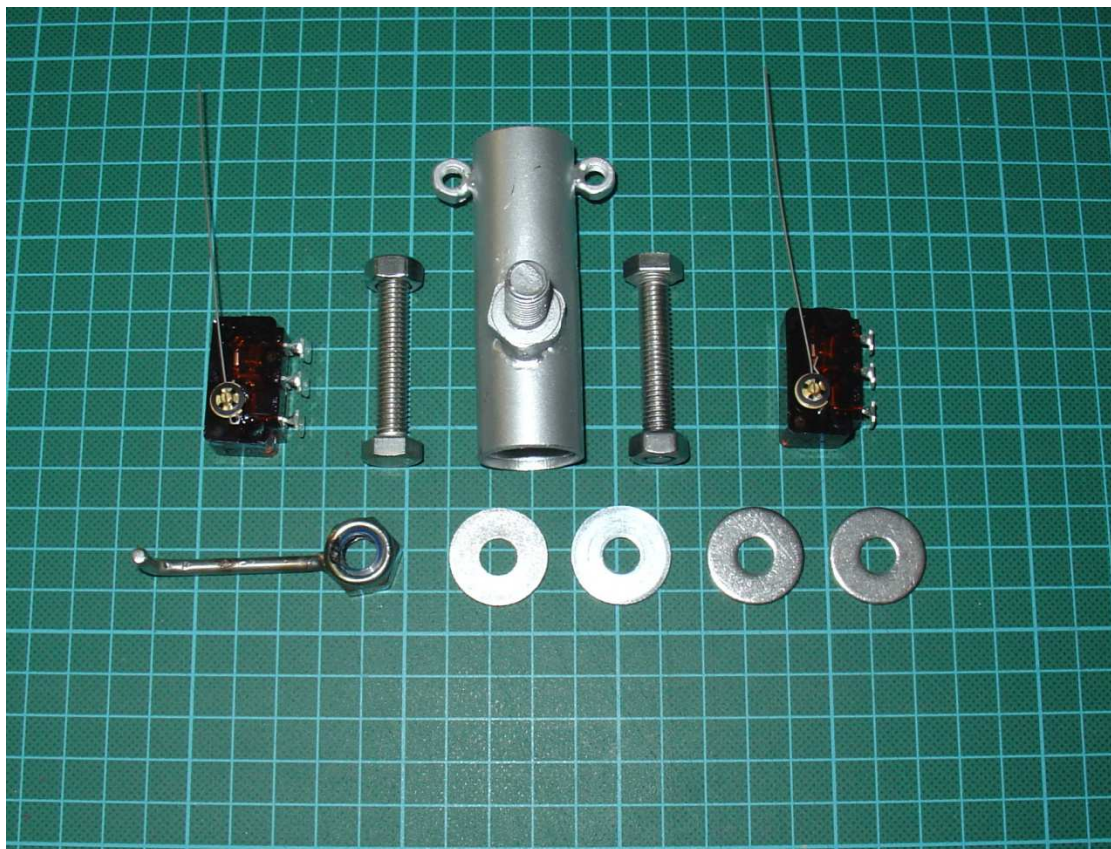


Εικόνα 12: Μοτέρ στο ποδαράκι στήριξης



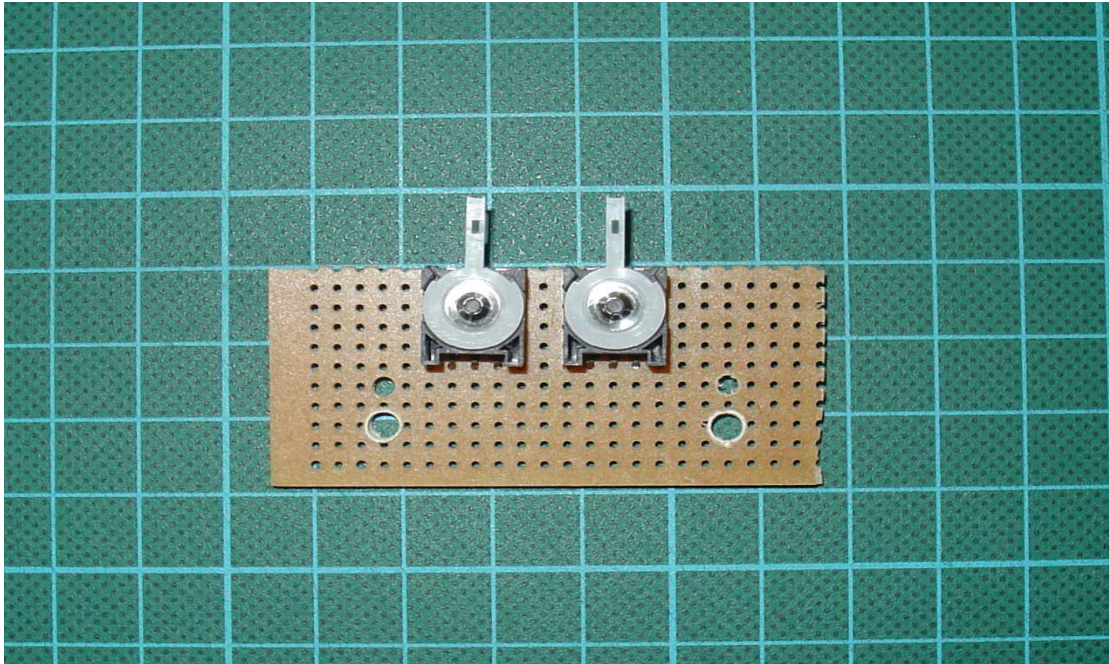
### ΤΟ ΤΙΜΟΝΙ:

Αποτελείται από τη βάση του που περιστρέφεται 20 μοίρες δεξιά και 20 μοίρες αριστερά για να στρίβει (ηλεκτρονικά ) το όχημα. Μια σωλήνα φ22 μήκους ( ) με κούρμπα, μια σωλήνα φ22 μήκους ( ) για τα χερούλια και τους διακόπτες χειρισμού, μια INOX γωνία σύνδεσης , θερμοσυστελλόμενο για την επένδυση του σωλήνα, 2 χερούλια ποδηλατου, 2 ελατήρια επαναφοράς στην κεντρική θέση και 2 τερματικούς διακόπτες. Ο ένας για δεξιά και ο άλλος για αριστερά. Αυτοί ενεργοποιούνται από το παξιμάδι με το κολλημένο στο πλάγια σιδερό. Οι διακόπτες λόγω του μικρού μεγέθους αλλά και του τύπου τους ( pcb ) έπρεπε να στερεωθούν πρώτα σε διάτρητη πλακέτα κι αυτή με τη σειρά της πάνω στο πλαίσιο του πατινιού.

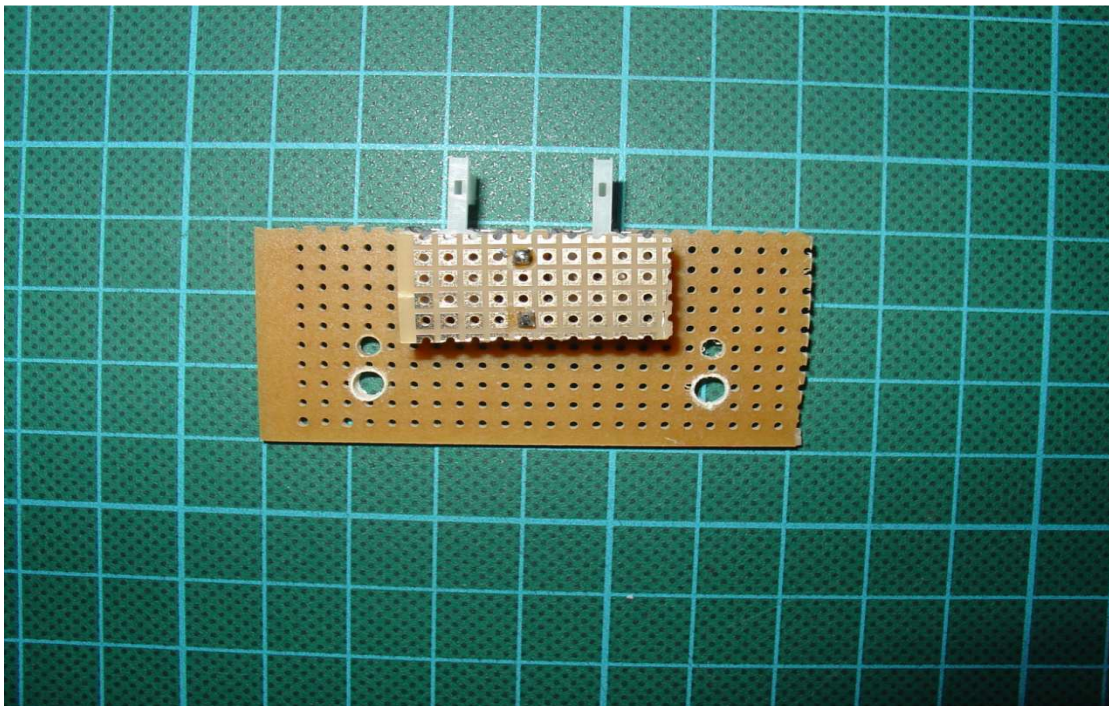


Εικόνα 13: Σωλήνας, βίδες και τερματικοί διακόπτες που αποτελούν μέρη του τιμονιού



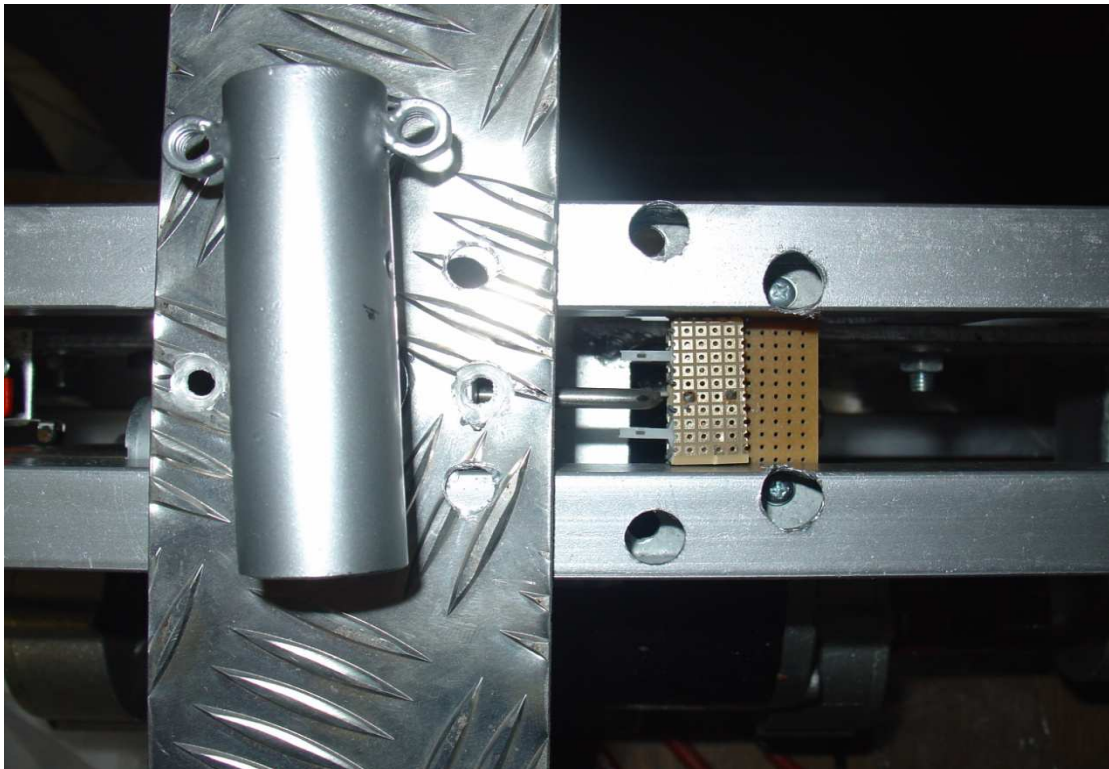


Εικόνα 14: Μπροστινή όψη της βάσης των τερματικών διακοπών



Εικόνα 15: Πίσω όψη της βάσης των τερματικών διακοπών



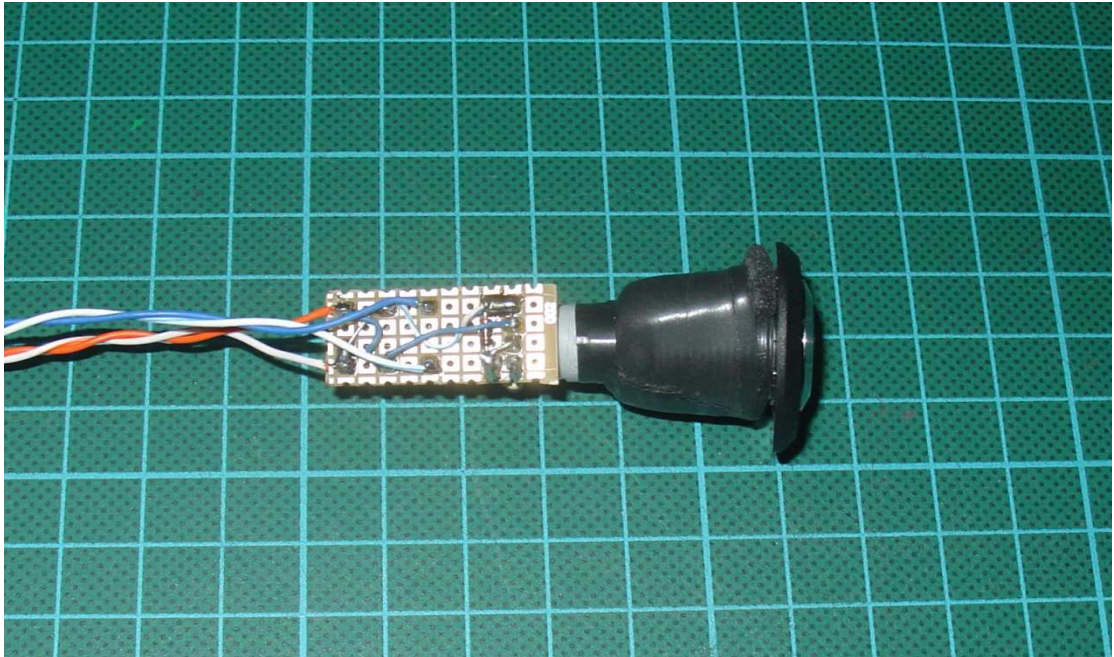


Εικόνα 16: Οι τερματικοί μαζί με την βάση



Εικόνα 17: Σωλήνας, χερούλια και διακόπτες του τιμονιού

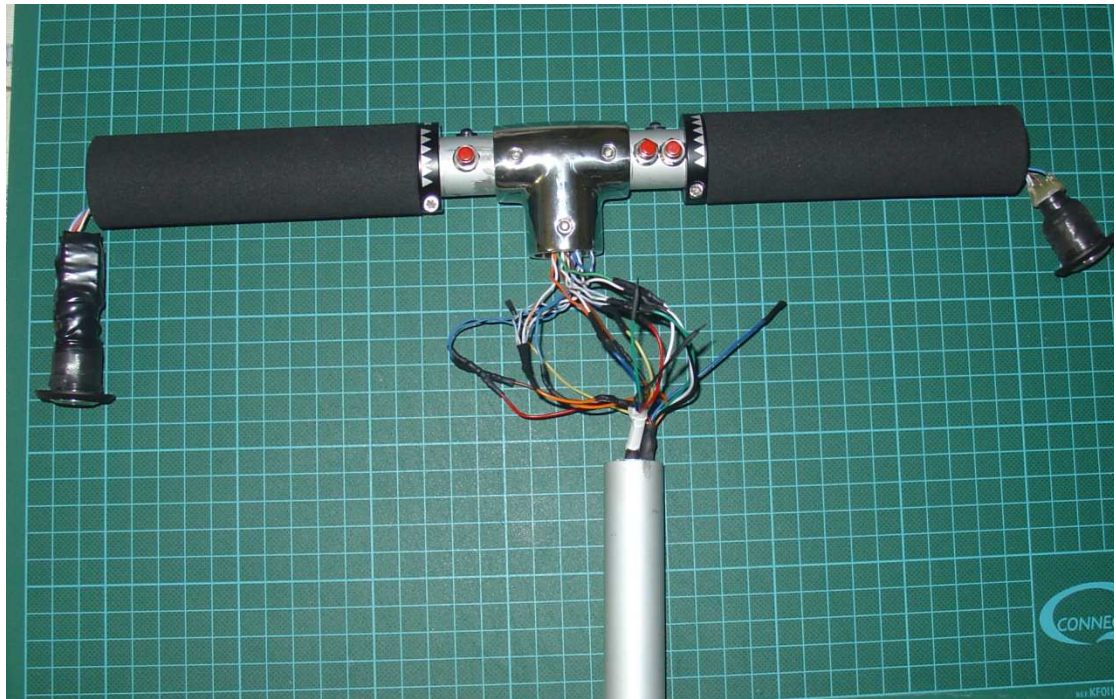




Εικόνα 17: Πίσω όψη του κυκλώματος στο χερούλι του τιμονιού



Εικόνα 18: Μπροστινή όψη του κυκλώματος στο χερούλι του τιμονιού



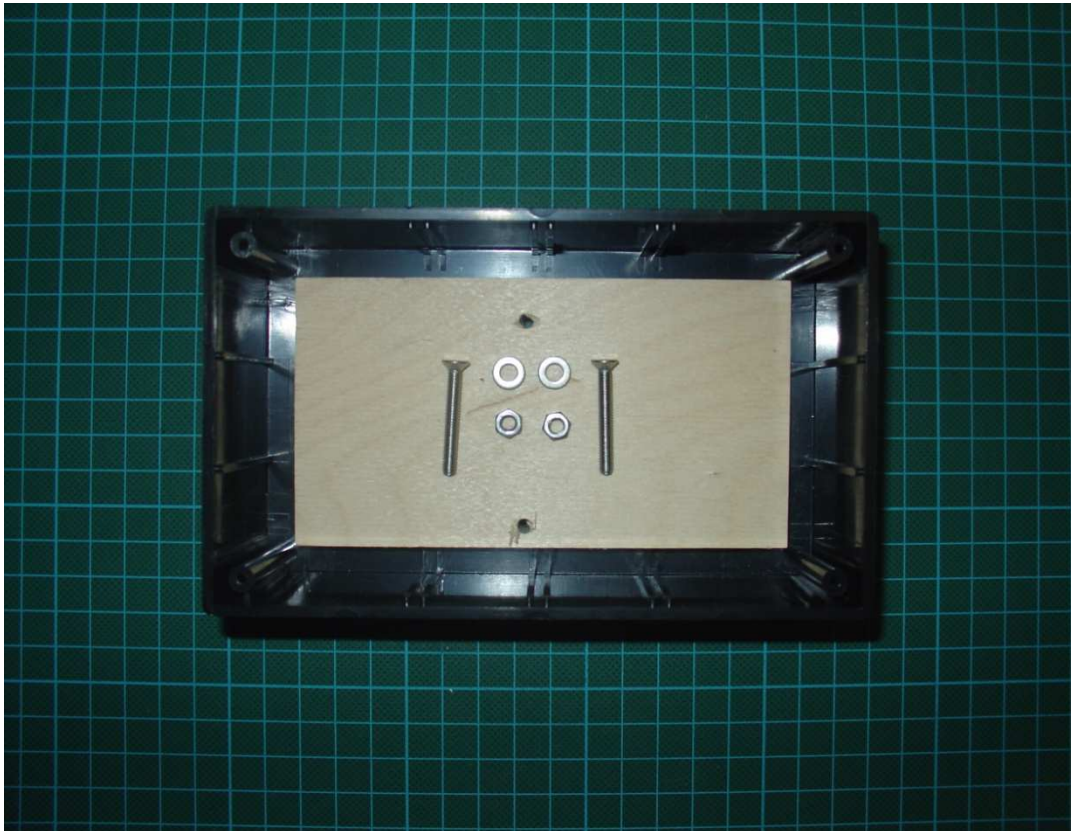
Εικόνα 19: Το τιμόνι ολοκληρωμένο



## ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ:

Περά από το IMU που έπρεπε να τοποθετηθεί στο κέντρο της κατασκευής, το arduino και το speed control μπορούσαν να μουν σε ένα κουτί. Η μπαταρία είναι στο πίσω μέρος του δεμένη με τσέρκι αφού περάστηκε με θερμοσυστελλόμενο για να μην την κόψει. Για να βιδωθεί το arduino και το speed control στο κουτί, κόψαμε ένα κομμάτι ξύλο κόντρα πλακέ θαλάσσης το οποίο βιδώσαμε στον πάτο του και πάνω εκεί μπήκαν και οι πλακέτες. Έπειτα στο κουτί ανοίξαμε 3 τρύπες και βάλουμε για να περάσουμε τα καλώδια μέσα του.

Το IMU βιδώθηκε μέσω ενός θυλάκου pin header σ' ένα κομμάτι πλακέτας κι αυτό με την σειρά του μπήκε στο κέντρο του πατινιού ανάμεσα στα 2 μοτέρ.



Εικόνα 20: Βάση IMU

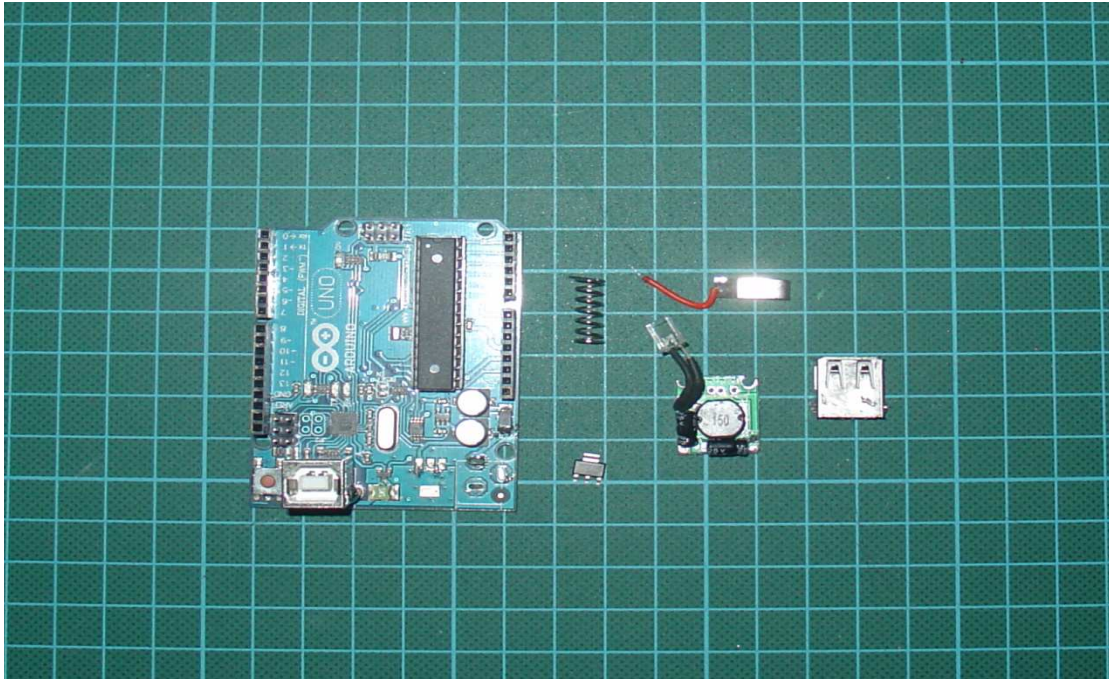


Εικόνα 21: IMU

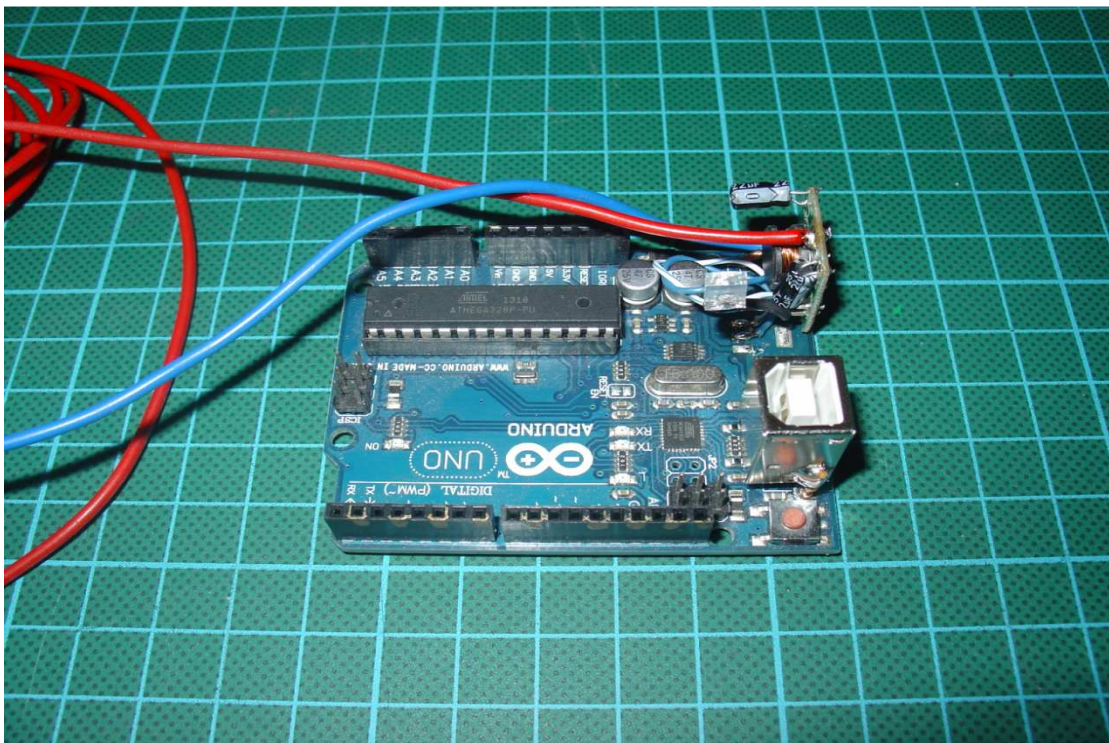


Εικόνα 22: IMU διαμορφωμένο



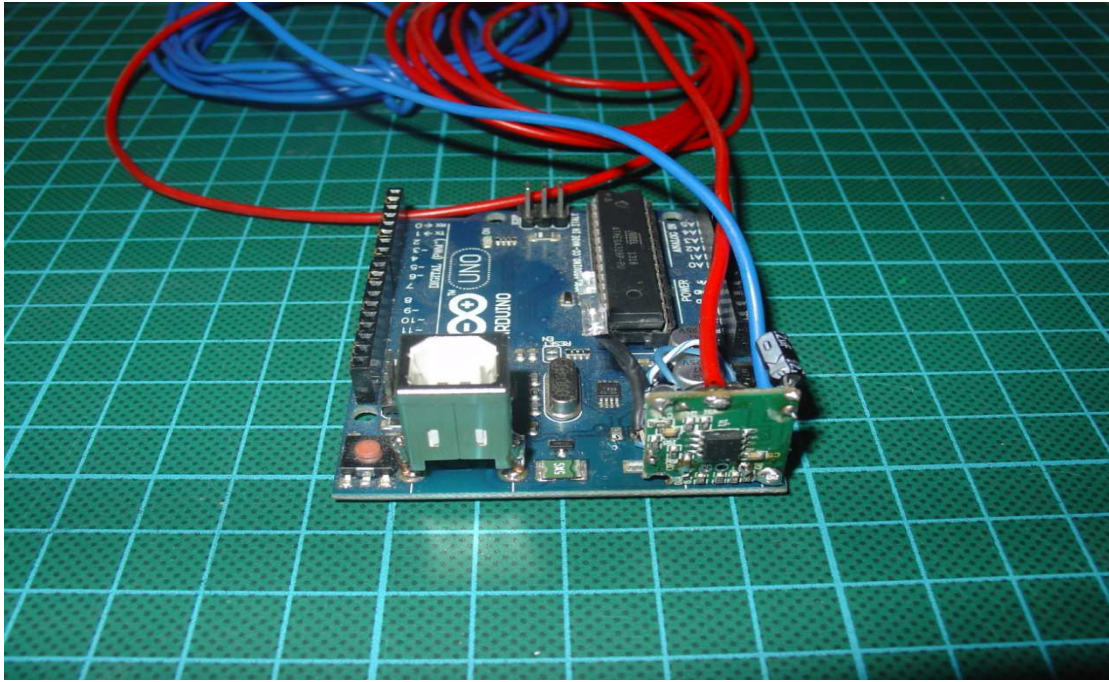


Εικόνα 23: Πλακέτα arduino και switching type σταθεροποιητής

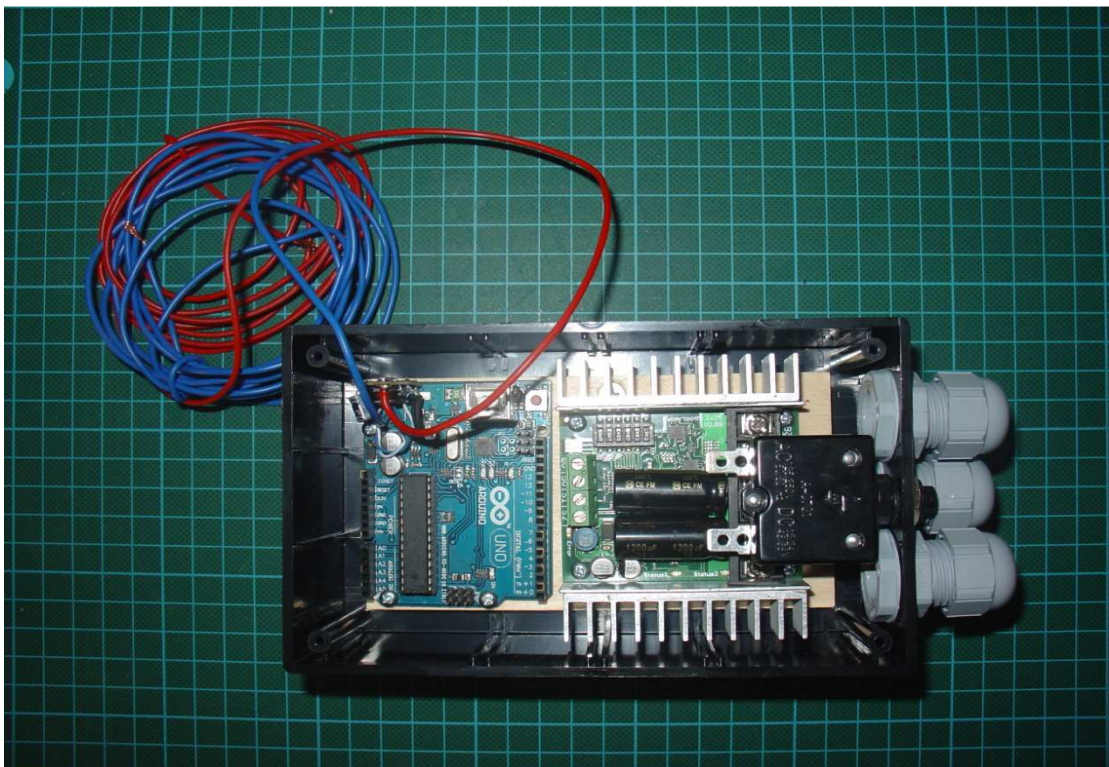


Εικόνα 24: Πλακέτα arduino με switching type σταθεροποιητή



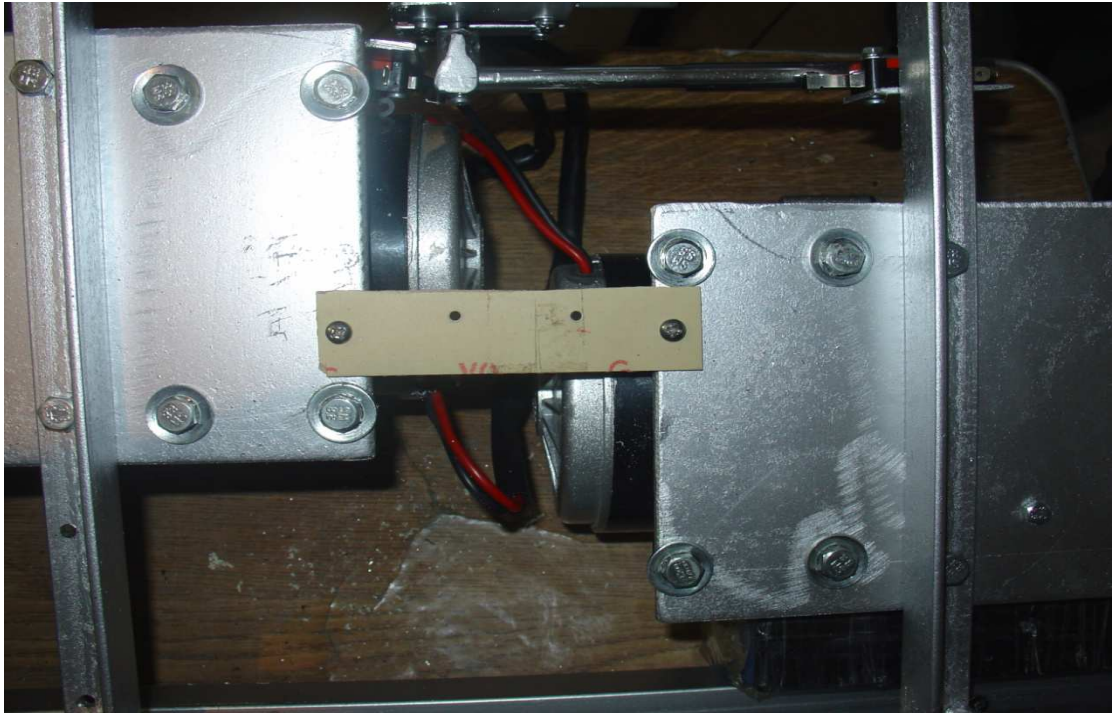


Εικόνα 25: Πλάγια όψη πλακέτας

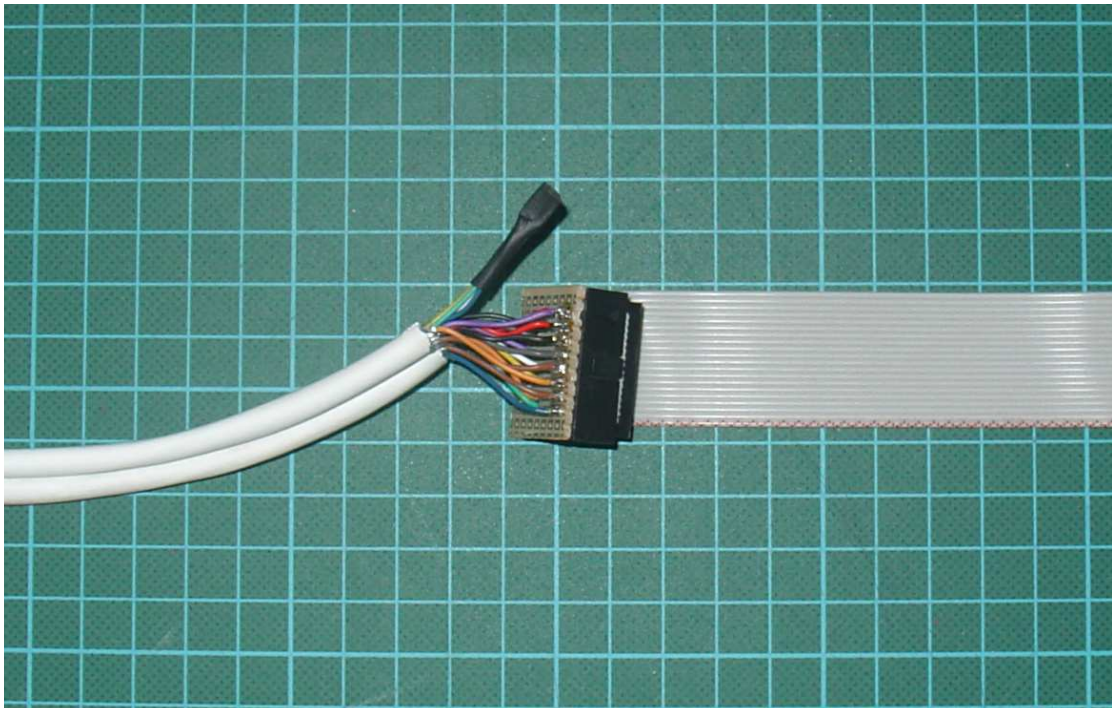


Εικόνα 26: Ολοκληρωμένο το κύκλωμα

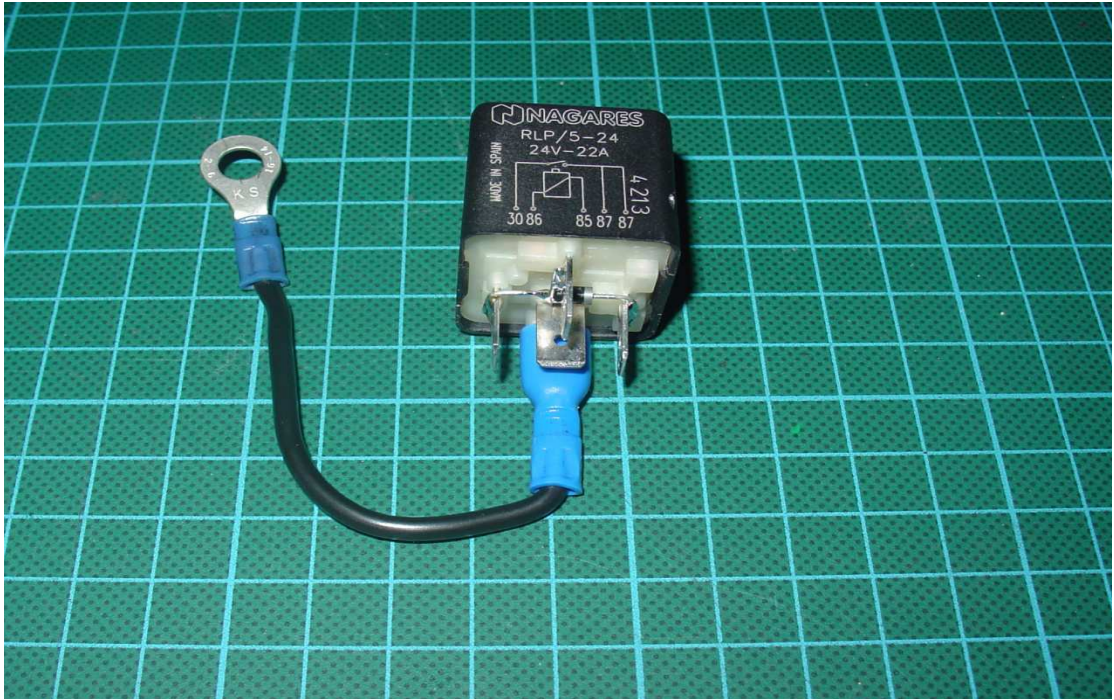




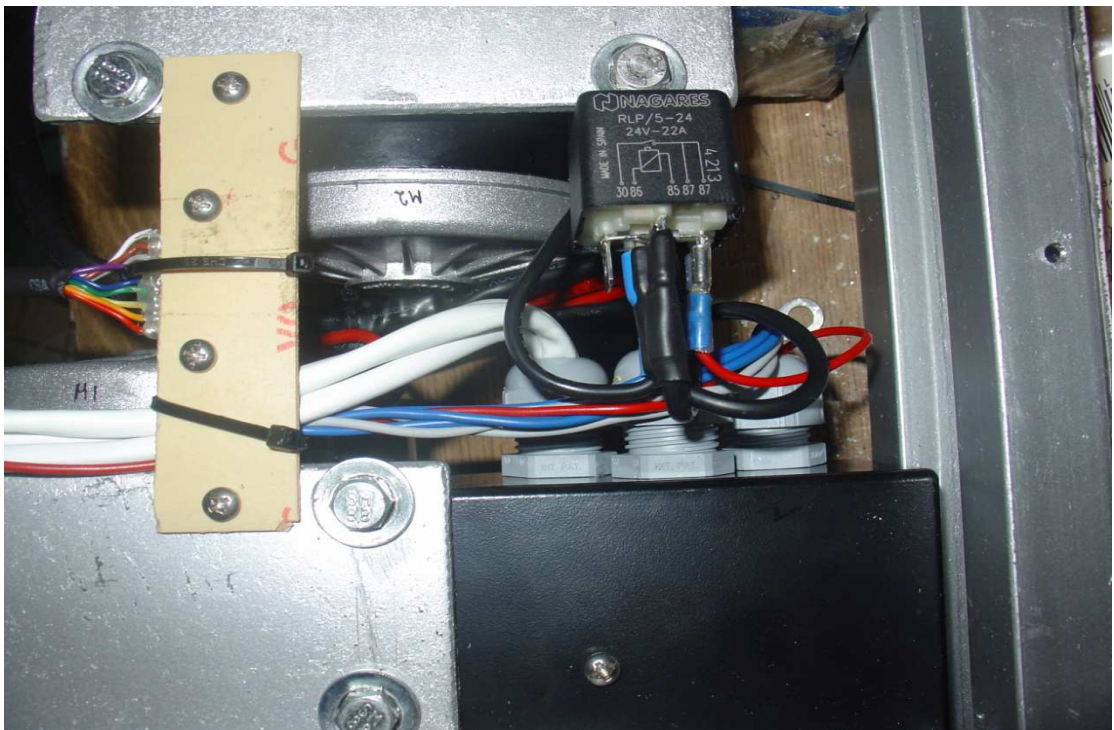
Εικόνα 27:



Εικόνα 28:

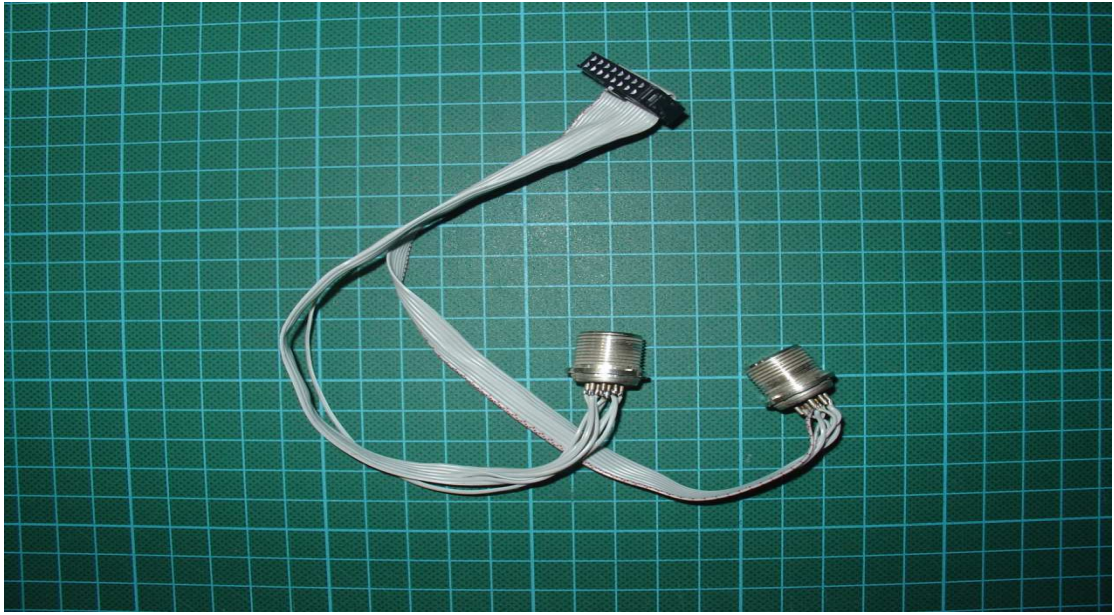


Εικόνα 29:



Εικόνα 30:

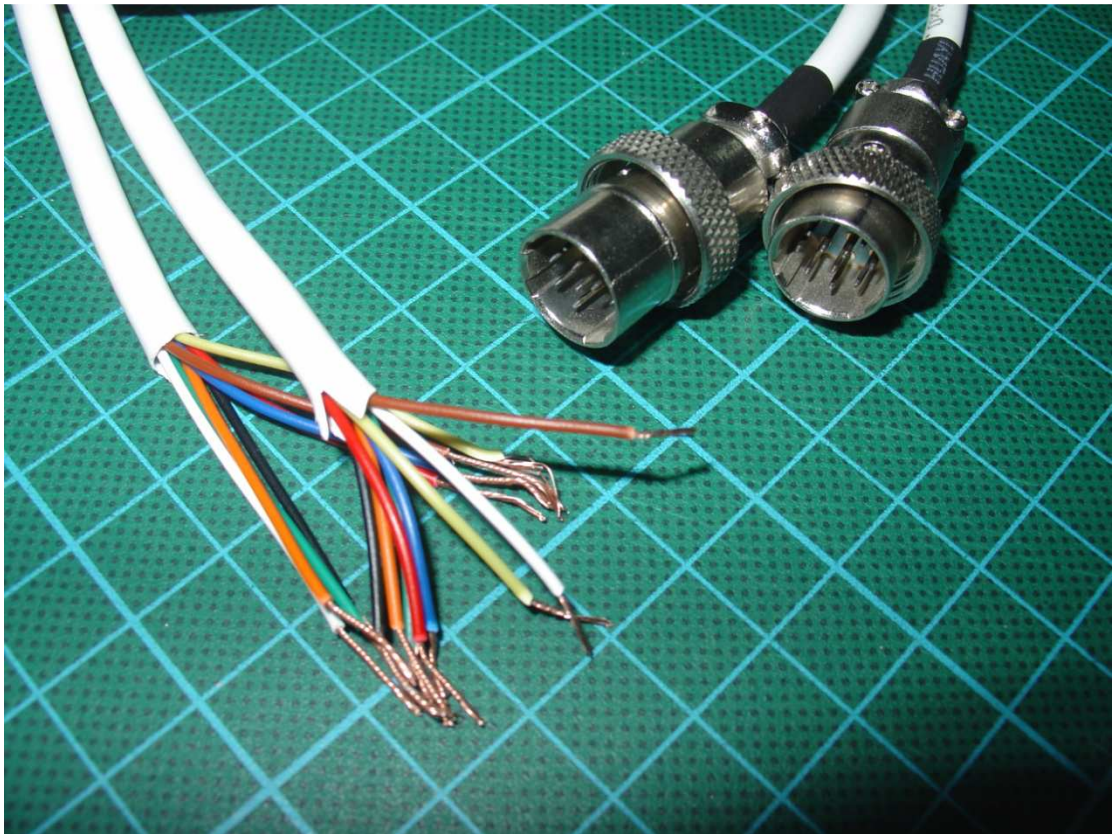




Εικόνα 31: Καλώδιο



Εικόνα 32: Καλώδιο



Εικόνα 33: Καλώδιο



## **ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ:**

Το πατίνι απαιτεί μέγιστο ρεύμα 30Α και για να το διαχειριστούμε αυτό βάλουμε ένα ρελέ το οποίο ελέγχεται από το μπλε διακόπτη δεξιά του τιμονιού. Το arduino λειτουργεί με 5V DC και γι αυτό έχει ενσωματωμένο σταθεροποιητή με είσοδο 7-12 V DC. Εμείς έχουμε μπαταρία με τάση 22,2 V και μέγιστη τάση 24,5 V έτσι όμως το arduino τίθεται εκτός ορίων τάσεων λειτουργιάς. Για να το λύσουμε αυτό καταργήσαμε τον regulator του και αντί αυτού βάλουμε έναν switching type με είσοδο μέχρι 32V και έξοδο 5V.

Για την ασφάλεια των κινητήρων υπάρχει μια θερμική ασφάλεια των 30 A και για την προστασία των ηλεκτρονικών συμπεριλαμβανόμενου και του stand υπάρχει ασφάλεια τήξεως 2A. Το τιμόνι έχει 16 καλώδια με διατομή 24 AWG τα όποια συνδέονται με το κυρίως τμήμα του πατινιού μέσω 2 φις 10 pin το καθένα. Αυτό έγινε για την εύκολη αφαίρεση του τιμονιού κατά τη μεταφορά του.

## **ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ:**

- 1) Ενεργοποιούμε το κύκλωμα πατώντας το δεξί διακόπτη στο τιμόνι.
- 2) Σηκώνουμε το stand πατώντας τον αριστερό διακόπτη στο τιμόνι .
- 3) Πατάμε τον δεξιό διακόπτη για να κλείσουμε το ρεύμα.
- 4) Γέρνουμε το πατίνι προς τα εμπρός.
- 5) Πατάμε το δεξιό διακόπτη και μετράμε μέχρι το 5 αργά. Αυτό γίνεται για το καλιμπράρισμα του γυροσκοπίου.
- 6) Πατάμε και κρατάμε πατημένο το kill button.
- 7) Σηκώνουμε το πατίνι σιγά σιγά μέχρι την ευθεία ώστε να αρχίσει να ισορροπεί.
- 8) Ανεβαίνουμε πάνω και όταν γείρουμε μπροστά προχωρεί με την ίδια κατεύθυνση. Η ταχύτητα του εξαρτάται από την κλίση μας. Αν κάνουμε πίσω τότε φρενάρει και αρχίζει να κινείται προς τα πίσω.
- 9) Μετακινώντας το τιμόνι δεξιά, στρίβει δεξιά και το ανάποδο.
- 10) Με τα buttons UP και DOWN αλλάζουμε την γωνία ισορροπίας θετικά η αρνητικά.
- 11) Μόλις αφήσουμε το Kill button το όχημα ακινητοποιείται και για να το ξαναθέσουμε σε λειτουργία πάμε στο βήμα 3.
- 12) Αν θέλουμε να το παρκάρουμε πρώτα κατεβαίνουμε και έπειτα πατάμε τον διακόπτη αριστερά, σβήνει το κόκκινο φως και το stand κατεβαίνει.
- 13) Πατάμε τον διακόπτη στα δεξιά και το απενεργοποιούν.

## **ΜΠΑΤΑΡΙΑ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ ΛΙΘΙΟΥ**

Μία μπαταρία πολυμερών λιθίου ή αλλιώς μπαταρία πολυμερών ιόντων λιθίου ονομάζουμε μία επαναφορτιζόμενη μπαταρία σε μορφή θύλακα. Οι μπαταρίες αυτές βρίσκονται σε μια μαλακή συσκευασία ή θήκη που τις κάνει πιο ελαφριές και πιο εύκαμπτες. Η ονομασία "πολυμερών λιθίου" έχει προκαλέσει σύγχυση στους χρήστες της μπαταρίας. Μπορεί να ερμηνευθεί με δυο τρόπους. Αρχικά, στάθηκε για την ανάπτυξη μιας τεχνολογίας που χρησιμοποιεί ένα πολυμερές ηλεκτρολύτων αντί για το κοινό υγρό ηλεκτρολύτων. Το αποτέλεσμα είναι ένα "πλαστικό" κελί το οποίο θεωρητικά θα μπορούσε να είναι λεπτό, εύκαμπτο και κατασκευασμένο σε διάφορα σχήματα χωρίς να υπάρχει κίνδυνος διαρροής του ηλεκτρολύτη. Αυτή η τεχνολογία δεν έχει εξελιχθεί πλήρως και η έρευνά της βρίσκεται σε εξέλιξη.

Η δεύτερη έννοια εμφανίστηκε όταν ορισμένοι κατασκευαστές άρχισαν να εφαρμόζουν την ονομασία "πολυμερές" για κελιά λιθίου-ιόντων σε μορφή θήκης. Αυτή είναι και η πιο γνωστή στις μέρες μας. Ενώ ο σχεδιασμός της είναι συνήθως επίπεδος και ελαφρύς, αυτό δεν είναι ένα πολυμερές κελί καθώς ο ηλεκτρολύτης είναι ακόμα σε υγρή μορφή, αν και είναι πλαστικοποιημένο μέσω ενός πρόσθετου πολυμερούς. Αυτά τα κελιά είναι γνωστά ως LIPO, ωστόσο από τεχνολογικής άποψης είναι τα ίδια με αυτά που διατίθενται στο εμπόριο ως LI-ιόντων.

Το όνομα "πολυμερών λιθίου" είναι περισσότερο γνωστό μεταξύ των χρηστών τηλεκατευθυνόμενων μοντέλων, όπου μπορεί να υπάρχει μόνο ένα κελί ή μια μπαταρία με κελιά συνδεδεμένα παράλληλα ή σε σειρά. Ο γενικότερος όρος "ιόντων-λιθίου" χρησιμοποιείται σχεδόν παντού όπως τα κινητά τηλέφωνα, φορητούς υπολογιστές και οχήματα με ηλεκτρικές μπαταρίες.



Εικόνα 34 : Μπαταρία πολυμερών λιθίου

### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΟΡΟΛΟΓΙΑ

Το αρχικό είδος του κελιού που ονομάζεται "πολυμερές λιθίου" έχει εξελιχθεί τεχνολογικά από τις μπαταρίες "λιθίου ιόντων" και "λιθίου-μετάλλων". Η βασική διαφορά τους είναι ότι αντί να χρησιμοποιεί έναν ηλεκτρολύτη "λιθίου-άλατος", η μπαταρία χρησιμοποιεί ένα στερεό πολυμερές ηλεκτρολύτη όπως (αιθυλενοξειδίο) (PEO), (ακρυλονιτρίλιο) (PAN), (μεθακρυλικό μεθύλιο) (PMMA), (PVDF).

Ο στερεός ηλεκτρολύτης μπορεί να διαχωριστεί σε τρεις κατηγορίες: ξηρό SPE, πηκτωμένο SPE και πορώδους SPE.

Ένα τυπικό κελί έχει τέσσερα κύρια συστατικά: θετικό ηλεκτρόδιο, αρνητικό ηλεκτρόδιο, διαχωριστή και ηλεκτρολύτη. Το διαχωριστικό μπορεί να είναι από μόνο του ένα πολυμερές όπως ένα μικροπορώδες φιλμ πολυαιθυλενίου. Έτσι ακόμα και όταν το κελί έχει έναν υγρό ηλεκτρολύτη, θα εξακολουθεί να έχει ένα "πολυμερές". Το θετικό ηλεκτρόδιο μπορεί να αποσυντίθεται σε τρία μέρη: το λίθιο-μετάλλου μεταπτώσεως-οξειδίου (όπως  $\text{LiCoO}_2$ ), ένα αγωγίμο πρόσθετο και ένα πολυμερές συνδετικό υλικό του (βινυλιδένιο φθορίδιο) (PVDF). Το αρνητικό ηλεκτρόδιο μπορεί να έχει τα ίδια τρία μέρη, μόνο όταν αντικαθιστά με άνθρακα το λίθιο-μετάλλου-οξειδίου.

## **ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**

Ακριβώς όπως με κελιά ιόντων-λιθίου, τα LIPO λειτουργούν με την αρχή της παρεμβολής και της αντιπαρεμβολής ιόντων-λιθίου από ένα υλικό με θετικό ηλεκτρόδιο σε ένα υλικό με αρνητικό, με το υγρό ηλεκτρολύτη να είναι αγωγίμο μέσο. Για να αποτρέψει τα ηλεκτρόδια να έρθουν σε επαφή το ένα με το άλλο, υπάρχει ένας μικροπορώδες διαχωριστής μεταξύ τους ο οποίος επιτρέπει μόνο στα ιόντα και όχι στα ηλεκτρόδια να μεταναστεύσουν από την μια πλευρά στην άλλη.

## **ΦΟΡΤΙΣΗ**

Ακριβώς όπως και με άλλα είδη κελιών ιόντων-λιθίου, η τάση ενός κελιού LiPo εξαρτάται από την χημεία του και κυμαίνεται μεταξύ 2,7V-3V έως περίπου 4,2V-4,35V (πλήρως φορτισμένη), για κελιά με βάση λιθίου-μετάλλων-οξέων, και περίπου 1,8V-2V έως 3,6V-3,8V για εκείνα που βασίζονται σε λιθίου-σιδήρου-φωσφορικού (LiFePO<sub>4</sub>).

Οι ακριβείς αξιολογήσεις τάσης θα πρέπει να προσδιορίζονται στο datasheet του προϊόντος, με την προϋπόθεση ότι τα κελιά θα πρέπει να προστατεύονται από ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που δεν θα τους επιτρέψει την υπερφόρτιση.

Για LiPo μπαταρίες με κελιά συνδεδεμένα σε σειρά, ένας εξειδικευμένος φορτιστής μπορεί να παρακολουθεί το φορτίο ανά κελί, έτσι ώστε όλα τα κελιά να μεταφέρονται στην ίδια κατάσταση φόρτισης (SOC).

## **ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΕΣΗΣ ΣΕ ΚΕΛΙΑ LIPO**

Σε αντίθεση με κελιά ιόντων-λιθίου τα οποία έχουν μια άκαμπτη μεταλλική θήκη, τα κελιά LIPO έχουν έναν ευέλικτο τύπου φύλο έτσι ώστε να μην έχουν πολλούς περιορισμούς. Από μόνα τους τα κελιά είναι 20% ελαφρύτερα από τα αντίστοιχα κυλινδρικά κελιά ίδιας δυναμικότητας.

Αφού είναι πιο ελαφρύ δημιουργεί ένα πλεονέκτημα όταν η εφαρμογή απαιτεί ελάχιστο βάρος όπως στην περίπτωση τηλεκατευθυνόμενων μοντέλων.

## **ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των κελιών LiPo είναι ότι οι κατασκευαστές μπορούν να διαμορφώσουν την μπαταρία σε διάφορα σχήματα, το οποίο μπορεί να είναι σημαντικό σε εφαρμογές που απαιτούν ένα μικρό αποτύπωμα για το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας, όπως λεπτότερα και ελαφρύτερα κινητά τηλέφωνα και φορητούς υπολογιστές.

## **ΡΑΔΙΟ ΜΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΚΑΙ AIRSOFT**

Οι μπαταρίες LiPo κερδίζουν έδαφος στον κόσμο των τηλεκατευθυνόμενων αεροσκαφών, τηλεκατευθυνόμενων αυτοκινήτων και τρένα μεγάλης κλίμακας, όπου τα πλεονεκτήματα του χαμηλότερου βάρους και η αυξημένη παροχή ισχύος δικαιολογούν την τιμή.



Εικόνα 35 : Τηλεκατευθυνόμενο αεροπλάνο

## **ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ**

Οι μπαταρίες LiPo είναι διάχυτες σε κινητά τηλέφωνα , υπολογιστές tablet , πολύ λεπτούς φορητούς υπολογιστές , μικρή φορητή συσκευή αναπαραγωγής πολυμέσων , ασύρματα χειριστήρια για κονσόλες παιχνιδιών, ηλεκτρονικά τσιγάρα , και άλλες εφαρμογές όπου θέλουμε να έχουν μικρή μορφή και υψηλή ενεργειακή πυκνότητα.

## **ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ**

Είναι δυνατό να χρησιμοποιήσουμε ένα μεγάλο αριθμό κελιών με μικρή χωρητικότητα για να αποκτήσουμε τα επιθυμητά επίπεδα ενέργειας και δύναμης έτσι ώστε να οδηγήσουμε ένα όχημα. Ορισμένοι κατασκευαστές και ερευνητικά κέντρα αναζητούν σε κελιά ιόντων-λιθίου χωρητικότητες που υπερβαίνουν τα 50 ah για το σκοπό αυτό. Με υψηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο ανά κελί ,ο αριθμός των κελιών και των ηλεκτρικών συνδέσεων σε μια μπαταρία μπορεί να μειωθεί, σε βάρος της αύξησης των κινδύνων που σχετίζονται με τον χειρισμό ενός μεμονωμένου κελιού υψηλής χωρητικότητας.

Η Hyundai Motor Company χρησιμοποιεί αυτό το είδος της μπαταρίας σε ορισμένα από τα υβριδικά της οχήματα και η Kia χρησιμοποιεί αυτό το είδος της μπαταρίας στη νέο ηλεκτρικό Kia Soul .

Το Toyota Prius είναι το Νο1 παγκοσμίως σε πωλήσεις υβριδικό αυτοκίνητο.



Το Kia Soul Ev είναι ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο κατασκευάζεται από την Kia Motors και τροφοδοτείται από μία μπαταρία 27kWh λιθίου-ιόντων.



## **ΑΣΦΑΛΕΙΑ**

Τα κύτταρα LiPo επηρεάζονται από τα ίδια προβλήματα όπως και άλλα στοιχεία λιθίου-ιόντων. Αυτό σημαίνει ότι η επιβάρυνση, η υπερβολική θερμοκρασία, βραχυκύκλωμα, συντριβή και διείσδυση των νυχιών μπορεί να καταλήξει σε μια αποτυχία, συμπεριλαμβανομένης της ρήξης της θήκης, τη διαρροή του ηλεκτρολύτη και φωτιά.

Όλα τα κελιά Li-ion επεκτείνονται σε υψηλά επίπεδα κατάστασης φόρτισης (SOC) ή υπέρ-χρέωσης, λόγω της μικρής εξάτμισης του ηλεκτρολύτη. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αποφλοιώση, και επομένως κακή επαφή των εσωτερικών στρωμάτων του κυττάρου, η οποία με τη σειρά της φέρνει μειωμένη αξιοπιστία και συνολικού κύκλο ζωής του κελιού.

## **ΚΕΛΙΑ ΛΙΘΙΟΥ ΜΕ ΑΛΗΘΙΝΟ ΠΟΛΥΜΕΡΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ**

Αν και το LIPO εφαρμόζεται συνήθως σε κελιά ιόντων-λιθίου σε μορφή θήκης, η οποία περιέχει έναν υγρό ηλεκτρολύτη, υπάρχουν ηλεκτροχημικά κελιά με πραγματικούς πολυμερούς ηλεκτρολύτες, τα οποία όμως βρίσκονται ακόμα σε ερευνητικό στάδιο. Πρωτότυπα κελιά αυτού του τύπου θα μπορούσε να θεωρηθεί σε μια παραδοσιακή μπαταρία ιόντων-λιθίου και μιας στερεάς κατάστασης μπαταρίας ιόντων-λιθίου.

Η απλούστερη προσέγγιση είναι να χρησιμοποιηθεί μια μήτρα πολυμερούς όπως φθοριούχο πολυβινυλιδένιο ή ακρυλονιτρίλιο. Η Nishi αναφέρει ότι η Sony ξεκίνησε μια έρευνα για τα στοιχεία ιόντων λιθίου με ηλεκτρολύτες σε μορφή γέλης πολυμερούς (GPE) το 1988, πριν από την εμπορευματοποίηση του υγρού ηλεκτρολύτη ιόντων λιθίου το 1991. Τελικά, αυτός ο τύπος κελιού βγήκε στην αγορά το 1998. Άλλες προσπάθειες για να σχεδιαστεί ένα κελί πολυμερούς ηλεκτρολύτη περιλαμβάνουν τη χρήση ανόργανων ιοντικών υγρών, όπως τετραφθοροβωρικό 1-βουτυλο-3-μεθυλιμιδαζόλιο.

## **GENS ACE 5000mAh 22.2V 45C 6S1P LIPO BATTERY PACK**



Τύπος προϊόντος : lipo battery pack

Χωρητικότητα: 500mAh

Τάση: 22,2V

Μέγιστη συνεχής απαλλαγή: 45C (225A)

Μέγιστη έκρηξη απαλλαγής: 90C (450A)

Βάρος: 782 g

Διαστάσεις: 157\*46\*50 mm (L \* W \* H)

Βύσμα ισορροπίας: JST-XH

Τάπα εκκένωσης: EC5

Ποσοστό επιβάρυνσης: 1-3C Recommended, 5C Max



## ΓΥΡΟΣΚΟΠΙΟ

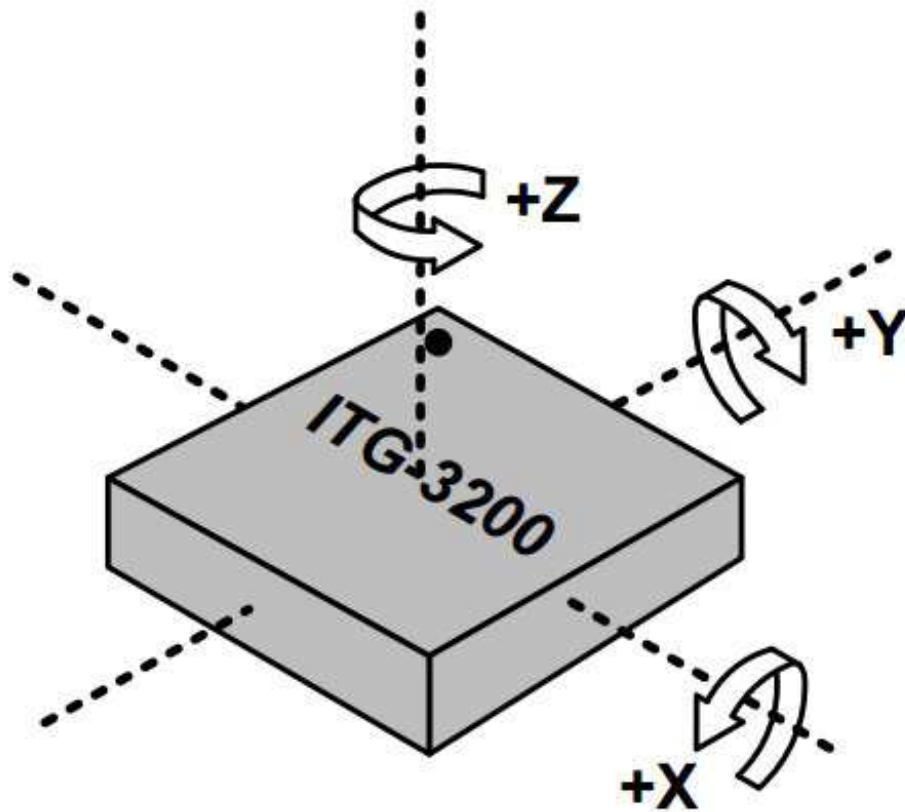
### ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΕΝΑ ΓΥΡΟΣΚΟΠΙΟ:

Τα γυροσκόπια είναι συσκευές που μετρούν την περιστροφική κίνηση. Οι αισθητήρες τους είναι φθηνοί. Γωνιακή ταχύτητα ονομάζουμε την ταχύτητα της γωνίας περιστροφής. Η μονάδα μέτρησης της γωνιακής ταχύτητας είναι μοίρες ανά δευτερόλεπτο ( $^{\circ}/s$ ) ή περιστροφές ανά δευτερόλεπτο(RPS).



*γυροσκόπιο LPY503 σε ξεμπλοκάρισμα σκάφους*

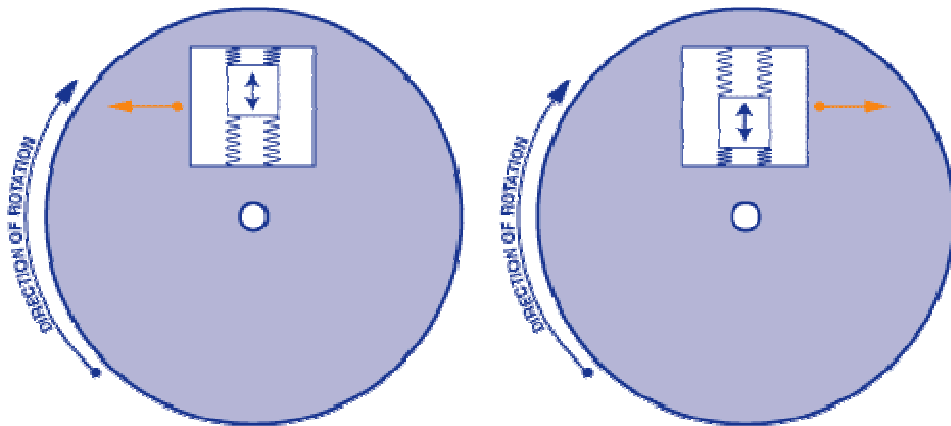
Γυροσκόπια παρόμοια με το παραπάνω μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσανατολισμό και βρίσκονται στα περισσότερα αυτόνομα συστήματα πλοήγησης. Για παράδειγμα σε ένα ρομπότ χρησιμοποιείται για την μέτρηση της περιστροφής από την ισορροπημένη θέση και στέλνει τις διορθώσεις σε έναν κινητήρα.



Ο z άξονας του γυροσκόπιο κάτω ευθυγραμμίζεται με τον άξονα περιστροφής του τροχού .

Εάν συνδέσουμε τον αισθητήρα σε έναν τροχό βλέπουμε ότι μπορούμε να μετρήσουμε την γωνιακή ταχύτητα του άξονα z. Αν ο τροχός γέρνει μια φορά ανά δευτερόλεπτο, θα έχει μια γωνιακή ταχύτητα 360 μοιρών ανά δευτερόλεπτο.

Ένα γυροσκόπιο με τριπλό άξονα μπορεί να μετρήσει την περιστροφή γύρω από τρεις άξονες x,y,z



Εσωτερικό από τον αισθητήρα του γυροσκοπίου MEMS.

## **ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΕ ΕΝΑ ΓΥΡΟΣΚΟΠΙΟ**

Υπάρχουν δυο τύποι γυροσκοπίου τα αναλογικά και τα ψηφιακά. Πρέπει όμως πάντα να βλέπουμε το datasheet του κάθε γυροσκοπίου για το σύνολο των πληροφοριών σχετικά με τις προδιαγραφές και το σύνολο των συνδέσεων του.

## **ΨΗΦΙΑΚΟ INTERFACE ΕΠΙΚΟΩΝΙΑΣ**

Τα γυροσκόπια με ψηφιακό interface επικοινωνίας χρησιμοποιούν συνήθως είτε το SPI είτε το I2C σαν πρωτόκολλα επικοινωνίας. Χρησιμοποιώντας αυτές τις διεπαφές επιτρέπουν την εύκολη σύνδεση με έναν μικροελεγκτή υποδοχής. Ένα μειονέκτημα της ψηφιακής διασύνδεσης είναι ο μέγιστος ρυθμός δειγματοληψίας. Για παράδειγμα το I2C έχει ένα μέγιστο ρυθμό δειγματοληψίας 400 Hz ενώ το SPI μπορεί να έχει υψηλότερο ποσοστό.

Τα γυροσκόπια με αναλογική διεπαφή αντιπροσωπεύουν την περιστροφική ταχύτητα με μεταβλητή τάση, συνήθως μεταξύ του GND και της VCC. Ένα ADC module σε

έναν μικροελεγκτή μπορεί να διαβάσει την τάση εξόδου του γυροσκοπίου και να πράξει ανάλογα με τον κώδικα που έχει μέσα του. Η ακρίβεια τους εξαρτάται από τα Bit που χρησιμοποιήθηκαν για τη μετατροπή της τάσης σε ψηφιακό σήμα.

### **ΙΣΧΥΣ:**

Τα γυροσκόπια MEMS είναι γενικά συσκευές χαμηλής ισχύος. Τα ρεύματα λειτουργίας τους είναι της τάξεως των mA ή των  $\mu$ A. Η τάση τροφοδοσίας τους κυμαίνεται σε επίπεδα μικρότερα ή ίσα των 5V. Για οποιανδήποτε ψηφιακή σύνδεση πρέπει να συνδέσουμε 5V σε 5V γραμμές ή 3,3V σε 3,3V. Ακόμα τα γυροσκόπια με ψηφιακή σύνδεση μπορούν να έχουν χαμηλή κατανάλωση ισχύος και την δυνατότητα αδρανοποίησης κάνοντας τα κατάλληλα για εφαρμογές με μπαταρία σε αντίθεση με τα αναλογικά που λειτουργούν όσο δέχονται τάση τροφοδοσίας. Μερικές φορές αυτό είναι και ένα πλεονέκτημα που έχουν σε σχέση με ένα αναλογικό γυροσκόπιο.

### **ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:**

#### **ΕΥΡΟΣ:**

Το εύρος μέτρησης ή το εύρος πλήρους κλίμακας είναι η μέγιστη γωνιακή ταχύτητα που μπορεί να διαβάσει το γυροσκόπιο. Γι' αυτό θα πρέπει πρώτα να σκεφτούμε τι θα μετρήσουμε και στο τέλος να επιλέξουμε.

#### **ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ:**

Η ευαισθησία μετράτε σε mV ανά βαθμό ανά δευτερόλεπτο. Καθορίζει το πόσο θα μεταβληθεί η τάση για μια δεδομένη γωνιακή ταχύτητα. Για παράδειγμα εάν ένα γυροσκόπιο προσδιορίζεται με ευαισθησία 30mV, θα δούμε μια αλλαγή στην έξοδο 300 mV που περιστρέφεται το γυροσκόπιο σε  $10^\circ / s$ . Ένας κάλος κανόνας είναι ότι καθώς αυξάνεται η ευαισθησία τόσο μειώνεται το εύρος.

**Table 3. Mechanical characteristics @ Vdd = 3 V, T = 25 °C unless otherwise noted<sup>(1)</sup>**

Symbol	Parameter	Test condition	Min.	Typ. <sup>(2)</sup>	Max.	Unit
FSA	Measurement range	4x OUT (amplified)		±30		°/s
FS		OUT (not amplified)		±120		°/s
SoA	Sensitivity <sup>(3)</sup>	4x OUT (amplified)		33.3		mV/ °/s
So		OUT (not amplified)		8.3		mV/ °/s

### **BIAS VOLTAGE:**

Όπως και με κάθε αισθητήρα, οι τιμές που θα μετρήσει θα έχουν κάποιο ποσοστό λάθους. Όταν το γυροσκόπιο είναι ακίνητο δεν θα έχουμε 0° αλλά βλέπουμε μια απόκλιση στην έξοδο. Η θερμοκρασία του αισθητήρα επηρεάζει σημαντικά την απόδοση. Γι αυτό το λόγο πολλά γυροσκόπια έχουν ενσωματωμένο αισθητήρα θερμοκρασίας. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να διαβάσει την θερμοκρασία του αισθητήρα αλλά και τυχόν μεταβολές που έχουν γίνει λόγω της θερμοκρασίας. Για να διορθωθούν αυτά τα λάθη πρέπει το γυροσκόπιο να βαθμονομηθεί. Αυτό γίνεται συνήθως με το κράτημα του γυροσκοπίου ακόμα και με τον μηδενισμό όλων των ενδείξεων στο κώδικα μας.

## **IMU Analog Combo Board - 5 Degrees of Freedom** **IDG500/ADXL335**

### **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**

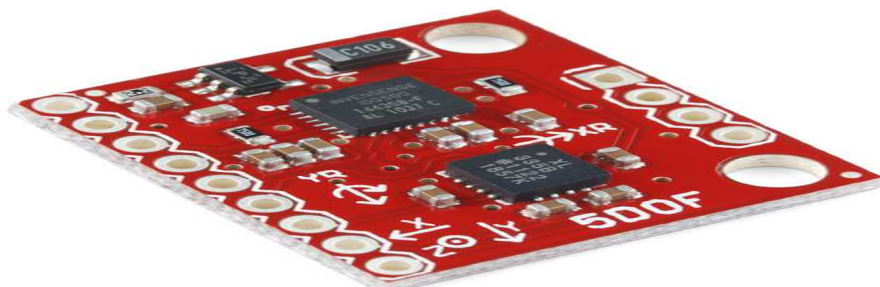
Αυτή η πλακέτα ενσωματώνει το γυροσκόπιο IDG500 διπλού άξονα και το επιταχυνσιόμετρο ADXL335 τριπλού άξονα. Η πλακέτα IMU περιλαμβάνει όλες τις αναλογικές εξόδους τόσο από το γυροσκόπιο IDG500 όσο και από το επιταχυνσιόμετρο ADXL335.

Με τον συνδυασμό των αισθητήρων IDG500 και ADXL335, η πλακέτα IMU δίνει την δυνατότητα στους μαθητές και τους χομπίστες να μετρήσουν εύκολα roll, pitch και την κλίση ( yaw ) σε διάφορα ρομπότ.

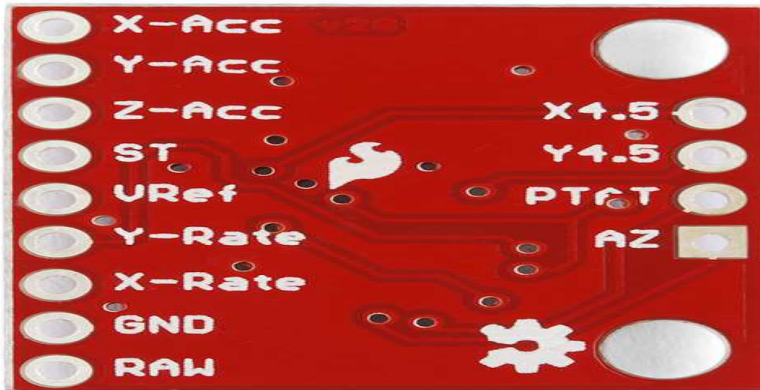
Η πλακέτα ενσωματώνει αυτόνομο σταθεροποιητή τάσης 2,8V με αποτέλεσμα να είναι πιο αξιόπιστη ως προς την μέτρηση των μεγεθών. Με αυτό διορθώνει τυχόν σφάλματα που δημιουργούνται από μεταβολή της τάσης τροφοδοσίας.

### **ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

- Πλήρους κλίμακας Gyro : 500 ° / s
- Πλήρης Επιταχυνσιόμετρο: +/- 3g
- On-Board ρύθμιση τάσης
- Τάση εισόδου: 3-16V
- Αναλογική έξοδος



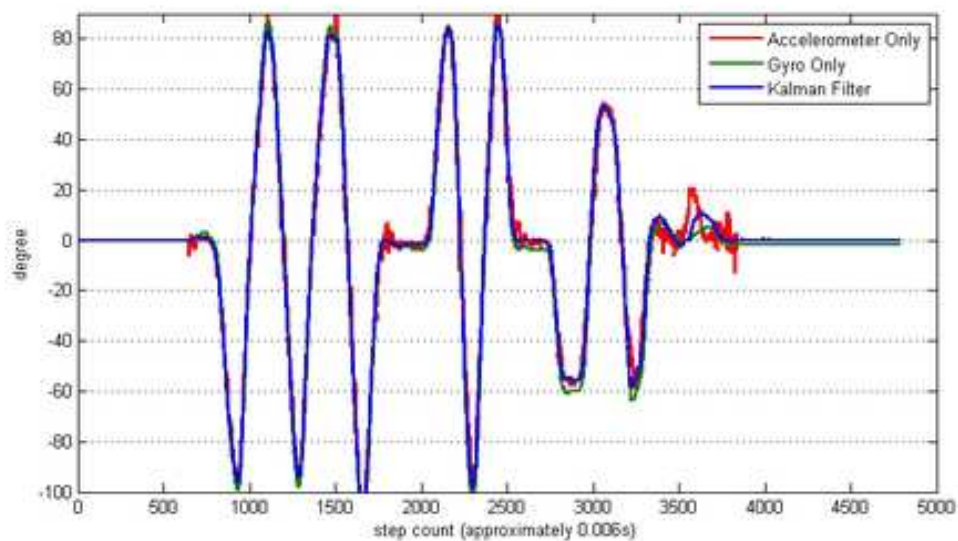
Εικόνα 36 : Μπροστινή όψη πλακέτας



Εικόνα 37 : Πίσω όψη πλακέτας

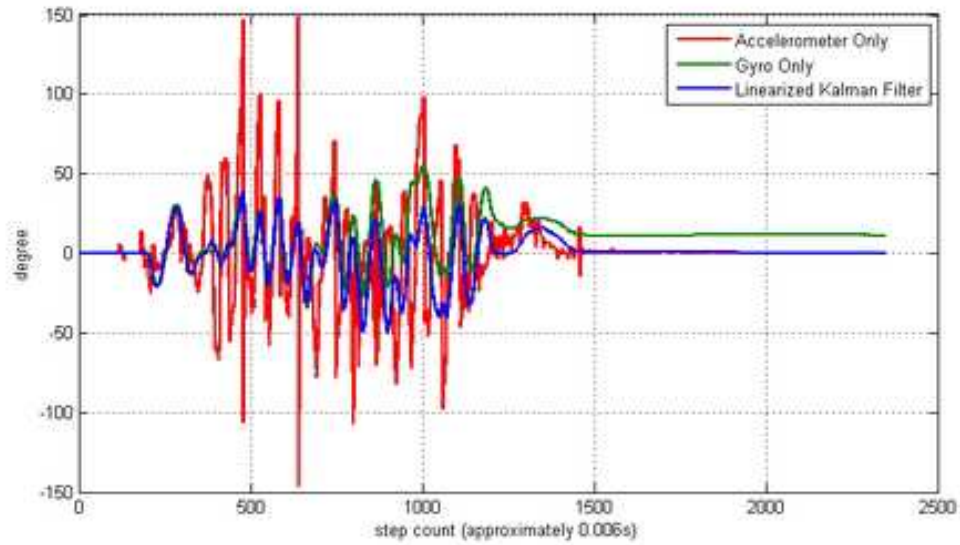
## **IMU SETUP WITH EXTENDED KALMAN FILTER**

Τα διαγράμματα παρακάτω μας δείχνουν πως το φίλτρο Kalman μπορεί να μας φανεί χρήσιμο.



Το παραπάνω σχήμα μας δείχνει τον τρόπο λειτουργίας σε μια σταθερή κίνηση. Ο Y άξονας μας δείχνει τη γωνία σε μοίρες και ο X άξονας τον αριθμός βήματος ή τον αριθμό δειγματοληψίας από τον μικροελεγκτή. Ο μικροελεγκτής λειτουργεί σε πλήρη δυναμικότητα με την βοήθεια του Euler για να παράγει υψηλότερα ποιοτικά αποτελέσματα. Μπορεί να παρατηρηθεί ότι και οι δυο μονάδες αντικατοπτρίζουν τη γωνία παρόμοια.





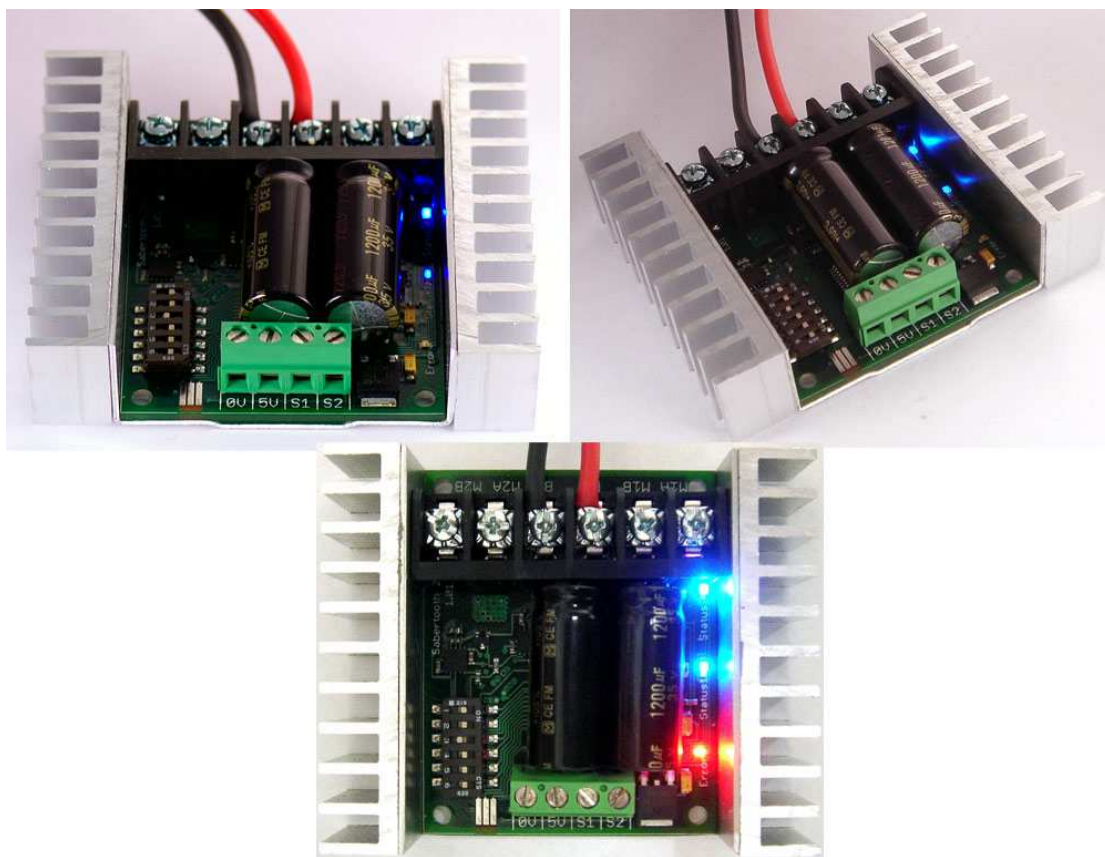
Σε αυτήν την εικόνα η πλευρική επιτάχυνση εισάγει ένα θόρυβο στο σύστημα έτσι ώστε με την χρήση επιταχυνσιόμετρων και μόνο δεν μπορούμε να πάρουμε μια ιδέα οπού η γωνιακή στάση είναι η ίδια. Στο τέλος περίπου της διαδικασίας κουνώντας το γυροσκόπιο βλέπουμε μια μετατόπιση στην γωνία που παρέχεται από το επιταχυνσιόμετρο. Στην περίπτωση αυτή τα δεδομένα είναι πιο αξιόπιστα και η μετατόπιση μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σφάλμα διάδοσης ή συνεχής μετατόπισης της γωνίας.

## SABERTOOTH 2X25

Το sabertooth 2x25 είναι ένα από τους πιο ευπροσάρμοστους, αποτελεσματικούς και εύκολους οδηγούς δυο εξόδων, μια για κάθε κινητήρα. Είναι κατάλληλο για υψηλής απόδοσης ρομπότ μέχρι 100 lbs ή 300 lbs για γενική χρήση. Το sabertooth μπορεί να υποστηρίξει 2 DC brushed κινητήρες 25A ο καθένας. Μας επιτρέπει να ελέγχουμε 2 κινητήρες με αναλογική τάση. Μπορούμε να δημιουργήσουμε πολλά διαφορετικά ρομπότ αυξανόμενης πολυπλοκότητας. Το sabertooth χειρίζεται τον κάθε κινητήρα ξεχωριστά( ταχύτητα, φορά περιστροφής ).

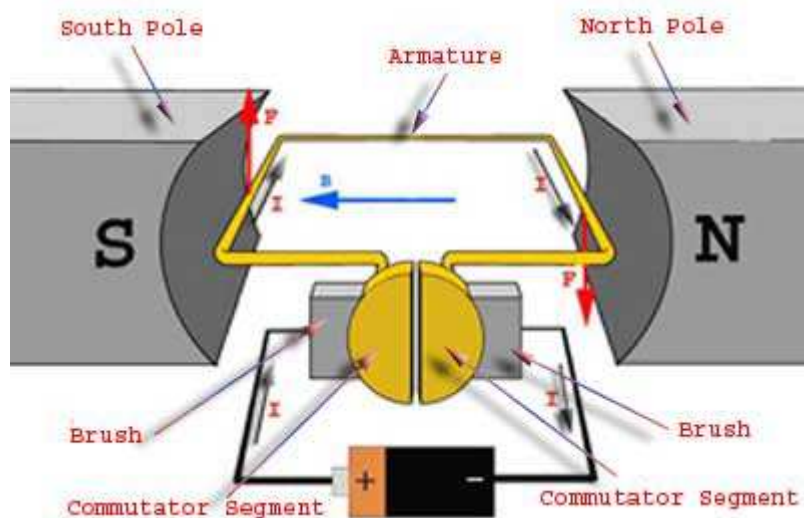
Ο τρόπος λειτουργίας του ρυθμίζεται με διακόπτες τύπου DIP. Το sabertooth είναι ένα regenerative controller. Αυτό σημαίνει ότι οι μπαταρίες επαναφορτίζονται όταν το ρομπότ λάβει εντολή για να επιβραδύνει ή να αντιστρέψει την πορεία του. Επίσης μας επιτρέπει να σταματάμε και να αλλάζουμε πορεία πολύ γρήγορα κάνοντας το ρομπότ μας γρήγορο και ευκίνητο.

Το sabertooth έχει ένα ενσωματωμένο σταθεροποιητή στα 5V που τροφοδοτεί ένα μικροελεγκτή ή ένα δεκτή τηλεκατεύθυνσης. Σαν σύστημα μπορεί αν τροφοδοτηθεί από μπαταρίες ιόντων λιθίου επιβλέποντας την τάση τους διακόπτοντας έτσι αυτόματα την τροφοδοσία όταν αυτή κατέβει στα 3,2V ανά στοιχείο. τα mosfet ανοιγοκλείνουν με ρυθμό 32kHz για αθόρυβη λειτουργία.



## WORKING OR OPERATING PRINCIPLE OF DC MOTOR

Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος λόγω της μεγάλης ευκολίας ελέγχου της ταχύτητας περιστροφής του άξονά τους προσφέρουν σημαντικό πλεονέκτημα στον αξιόπιστο έλεγχο των κινήσεων σε πολλές εφαρμογές. Ένα δεύτερο βασικό τους πλεονέκτημα σε σχέση με τους κινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος είναι ότι για δεδομένη ισχύ έχουν τη δυνατότητα να αναπτύσσουν μεγάλη μηχανική ροπή στον άξονα τους με αποτέλεσμα να είναι οι πλέον κατάλληλοι για τον έλεγχο των κινήσεων. Η αρχή λειτουργίας των κινητήρων βασίζεται στον κανόνα του Lorentz σύμφωνα με τον οποίο ένα ζεύγος δυνάμεων  $F=B*I*l$  {Σχήμα 3.9 α} και συνεπώς μια ροπή ασκείται στον αγωγό, ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα και βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο. Η δύναμη αυτή είναι ανάλογη με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος και την ένταση του μαγνητικού πεδίου.

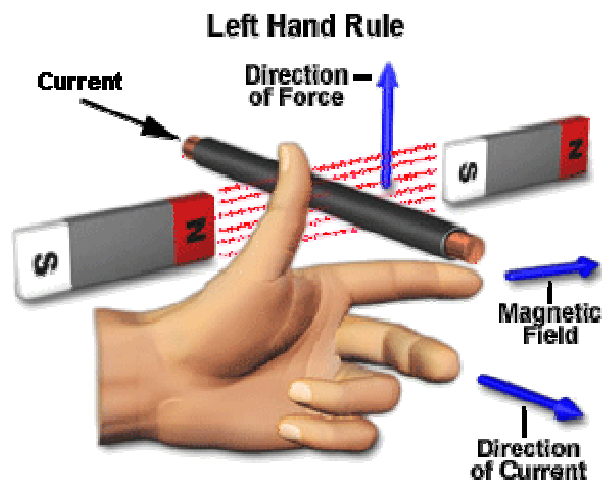


Ένας κινητήρας αποτελείται από πολλούς τέτοιους αγωγούς σε μορφή πλαισίων τυλιγμένων γύρω από έναν κύλινδρο και έτσι οι πολλές δυνάμεις προστίθενται και η ροπή γίνεται πολλαπλάσια. Το σύνολο αυτό των πλαισίων με τον κύλινδρο αποτελεί το ρότορα. Σημειώνεται, πως η φορά της ασκούμενης δύναμης στον αγωγό αντιστρέφεται είτε αν αλλάξει η φορά του ρεύματος, είτε αν αντιστραφεί η πολικότητα του μαγνητικού πεδίου. Κατά την περιστροφή του πλαισίου, όταν αυτό είναι ακριβώς κάθετο προς το μαγνητικό πεδίο γίνεται η ροπή των δυνάμεων ίση με μηδέν (αφού  $\sin\phi=0$ ), θα πρέπει να αντιστραφεί η φορά του ρεύματος τροφοδοσίας του πλαισίου προκειμένου να διατηρηθεί η ίδια φορά περιστροφής.

Η αναστροφή αυτή επιτυγχάνεται στους περισσότερους κινητήρες DC από τον εναλλάκτη, που διανέμει και ελέγχει την κατεύθυνση του ρεύματος μέσω των

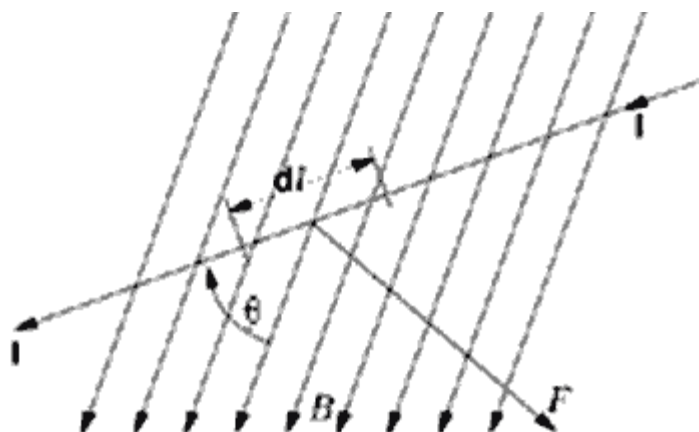


περιελίξεων (Σχήμα 3.9 β) έτσι ώστε η ροπή να έχει πάντοτε την ίδια φορά. Με άλλα λόγια, ο εναλλάκτης αλλάζει την κατάλληλη στιγμή την πολικότητα τροφοδοσίας του πλαισίου. Οι ψήκτρες παρέχουν ηλεκτρική επαφή με τα αγωγικά τμήματα του περιστρεφόμενου εναλλάκτη. Οι ψήκτρες πιέζονται ελαφρά από ελατήρια πάνω στον εναλλάκτη για την εξασφάλιση συνεχούς επαφής με αυτόν. Στους κινητήρες μονίμων μαγνητών η μαγνητική ροή παραμένει σταθερή σε όλες τις ταχύτητες του κινητήρα και οι χαρακτηριστικές καμπύλες ταχύτητας–ροπής και έντασης ρεύματος–ροπής είναι γραμμικές.



Εικόνα 37 : Κανόνας αριστερού χεριού Fleming.

Για να κατανοήσουμε καλύτερα την αρχή λειτουργίας του DC κινητήρα, πρέπει να καθορίσουμε το μέγεθος της δύναμης σκεπτόμενοι το παρακάτω διάγραμμα.



Γνωρίζουμε ότι όταν ένα απειροελάχιστο  $dq$  ρέει σε μια ταχύτητα  $V$  υπό την επίδραση ενός ηλεκτρικού πεδίου  $E$  και ενός μαγνητικού πεδίου  $B$ , τότε η δύναμη Laplace  $df$  δίνεται από την σχέση :

$$df=dq(E+V*B)$$

Για την λειτουργία του DC κινητήρα όταν έχουμε  $E=0$ , τότε η σχέση μας γίνεται

$$df=dq*V*B$$

Από το διάγραμμα μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι η κατασκευή ενός κινητήρα DC συνεχούς ρεύματος είναι τέτοια ώστε η κατεύθυνση του ρεύματος να είναι κάθετη προς το πεδίο. Η δύναμη δρα επί του αγωγού οπλισμού κάθετα προς το πεδίο το ρεύμα παραμένει σταθερό.

$$\text{i.e. } \theta=90^\circ$$

Έτσι αν πάρουμε το ρεύμα στην αριστερή πλευρά του αγωγού ως  $I$ , τότε στην δεξιά πλευρά του αγωγού θα είναι  $-I$  επειδή ρέει προς την αντίθετη κατεύθυνση. Η δύναμη στην αριστερή πλευρά ορίζεται ως :

$$F_l=BIL\sin 90^\circ=BIL$$

Ομοίως για την δεξιά πλευρά :

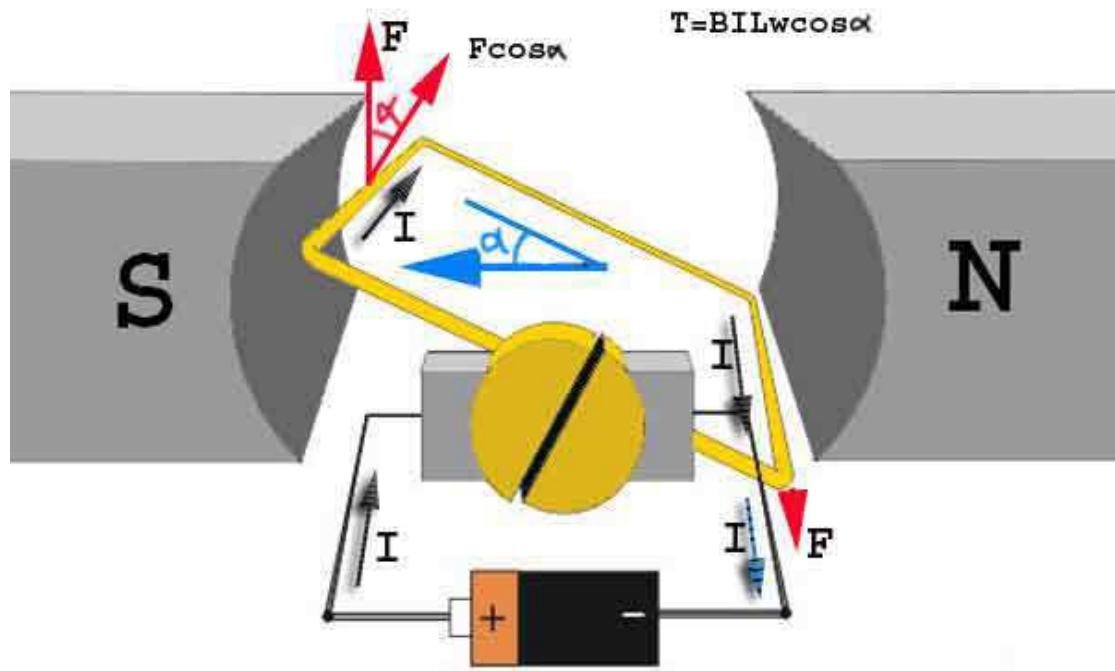
$$F_r=B(-I)L\sin 90^\circ=BIL$$

Παρατηρούμε σε αυτή τη θέση η δύναμη και στις δυο πλευρές είναι ίση αλλά έχουν αντίθετη κατεύθυνση. Όμως οι δυο αγωγοί χωρίζονται από μια απόσταση  $w$ =πλάτος στροφής οπλισμού, οι δυο αντίθετες δυνάμεις παράγουν μια περιστροφική δύναμη ή ροπή με αποτέλεσμα την περιστροφή του αγωγού. Η ροπή δίνεται από τη σχέση:

$$T=F\cos\alpha*w \text{ ή}$$

$$T=BILw\cos\alpha$$

όπου  $\alpha$  είναι η γωνία μεταξύ του επιπέδου της στροφής οπλισμού και του επιπέδου αναφοράς.



## **ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΕ ΨΥΚΤΡΕΣ ΚΑΙ ΜΕΙΩΤΗΡΑ ΣΤΡΟΦΩΝ**



Εικόνα 38 : Μπροστινή όψη του κινητήρα.

Ο κινητήρας ισχύος είναι ιδανικός για την τροφοδοσία ηλεκτρικών μηχανών, ποδηλάτων ή άλλων παρόμοιων κατασκευών.

Έχει τάση 24V, ονομαστικό ρεύμα μικρότερο ή ίσο από 18,7 A, έξοδο 350W, ονομαστική ροπή 1,11N\*m και αποδοτικότητα μεγαλύτερη ή ίση από 78%.

Η ταχύτητά του υπολογίζεται γύρω στα 300 RPM και ο λόγος του μειωτήρα είναι 9,78:1.

Η ταχύτητά του χωρίς φορτίο μπορεί να φτάσει και τις 385RPM.

Το ύψος από το σημείο που βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο είναι 140 mm, μήκος 110mm και μέγιστο μήκος 140mm.





Εικόνα 39 : Πίσω όψη του κινητήρα

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ARDUINO UNO R3

### ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ

Οι τάσεις τροφοδοσίας που απαιτεί το arduino για να λειτουργήσει είναι 2. Τα 5V τα χρειάζονται οι 2 μικροελεγκτές και τα 3,3V που χρησιμοποιούνται από διάφορα περιφερειακά του όπως αισθητήρες, Bluetooth module κα.

Τα 5V εξασφαλίζονται είτε απευθείας από τη θύρα USB με μέγιστη ένταση 500 mA είτε από τον ενσωματωμένο σταθεροποιητή τάσης MC33269D-5.0. Ο τελευταίος μπορεί να δώσει 800 mA max ( σύμφωνα με το datasheet ). Η είσοδος του είναι από 2 πλευρές: A) μέσω του DC JACK περιλαμβανόμενης διόδου D1 για προστασία ανάποδης πολικότητας. B) μέσω του Pin Vin. Για να λειτουργήσει το MC33269D-5.0 χρειάζεται τάση εισόδου μεταξύ 6-20 V αλλά για να αποφύγουμε τυχόν ανωμαλίες στην έξοδό του ( τάση 15V και υψηλή θερμοκρασία ) καλό είναι να περιοριστούμε μεταξύ 7-12 V. Ο παραπάνω σταθεροποιητής απαιτεί τον πυκνωτή PC1 στην είσοδο και τους PC2, C2 στην άλλη μεριά ως φίλτρα εξομάλυνσης από αιχμές τάσης.

Τώρα για τα 3,3V χρησιμοποιείται ο LP2985-33 DBVR ισχύος 0,2W ή 50 mA. Για να λειτουργήσει αρκεί το  $\overline{EN}$  ( pin3 ) να είναι σε High κατάσταση. Ο πυκνωτής C3 χωρητικότητας 1μF χρησιμεύει στην απορρόφηση των ασταθειών.

Το board έχει την ικανότητα να επιλέξει την πηγή τροφοδοσίας του. Από το USB δεν μπορεί να τραβήξει παραπάνω από 0,5 A γιατί θα ανοίξει η αυτόματη ασφάλεια F1 που προστατεύει από υπερφόρτωση της θύρας USB. Επομένως πρέπει να προτιμάται εξωτερική πηγή τροφοδοσίας ( μπαταρία, τροφοδοσία τοίχου, κα ). Η αυτόματη επιλογή γίνεται μέσω ενός συγκριτή τάσης του τελεστικού ενισχυτή LM358D και ενός mosfet του FDN304V. Ο LM358D συγκρίνει την τάση μέσω του διαιρητή τάσης RN1 10KΩ και RN2 10KΩ με τα 3,3V. Αν το VIN είναι μεγαλύτερο ή ίσο από 6,6 V τότε η έξοδος του συγκριτή είναι 5V και δεν άγει το Mosfet έτσι παύει η τροφοδοσία από το USB. Αν το VIN είναι μικρότερο από 6,6V τότε το USB είναι η τροφοδοσία του board.

Την έξοδο του διαιρητή τάσης την ενώνει το arduino και με το Pin 10REF στο οποίο ενώνονται τα διάφορα shields κι έχουν κι αυτά τη δυνατότητα να επιλέξουν την πηγή τροφοδοσίας με τον παραπάνω τρόπο.

## **Ο ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ ATMEGA8U2-MU**

Ο ATMEGA8U2-MU έχει ενσωματωμένο USB interface και μπορεί να το μετατρέψει σε σειριακή επικοινωνία UART TTL. Είναι ο μεσολαβητής για τον προγραμματισμό του κυρίως μικροελεγκτή και για την επικοινωνία του με το PC μετά. Για να λειτουργήσει ο 8U2 χρειάζεται ο κρύσταλλος των 16 MHz ( Q1 ) και οι πυκνωτές - φίλτρα C9-C11 όπως και R1 1M.

Η σύνδεση του με τον USB connector πραγματοποιείται από τα pins D- και D+ σε σειρά με αντιστάσεις 22Ω. Για να τρέχει το πρόγραμμα του , το RESET είναι HIGH μέσω της RN1C 10KΩ. Τα VCC και AVCC ( τροφοδοσία για αναλογικά κυκλώματα ) πάνε στα 5V. Τα UVCC και UGND αντιστοιχούν στην τροφοδοσία του USB. Το VCAP είναι η έξοδος του εσωτερικού σταθεροποιητή τάσης και πρέπει να συνδεθεί με πυκνωτή 1μF και γείωσης. Το ICSP1 χρειάζεται είτε για την αξιοποίηση του πρωτόκολλου SPI είτε για τον προγραμματισμό άλλου MCU με χρήση κατάλληλου firmware.

Στα PD5 και PD4 ενώνονται τα TXLED και RXLED αντίστοιχα. Αυτά ανάβουν με λογικό "0" όταν ο MCU ανταλλάσει δεδομένα μέσω του UART. Τα LEDs συνδέονται στα 5V με αντιστάσεις 1KΩ. Τα TXD1 και RXD1 οδηγούνται στα RXD και TXD pins του κεντρικού MCU. Οι αντιστάσεις RN4B και RN4A 1KΩ προστατεύουν τον ATMEGA8U2-MU από τυχόν υπερφόρτωση.

Το CTS είναι υπεύθυνο για το αυτόματο RESET του ATMEGA8U2-MU μέσω του C5 ώστε να τον βάλει σε programming mode χωρίς τη χρήση του Button Reset. Αν κόψουμε τα Pads του Reset τότε η παραπάνω δυνατότητα απενεργοποιείται.

## **ATMEGA328P "Η κάρδια του arduino Uno"**

Ο MCU αυτός λειτουργεί με 5V στα pins 7+ και 8-. Τα AVCC και AGND αποτελούν την τροφοδοσία των αναλογικών κυκλωμάτων του ATMEGA και παραλληλίζονται με τα 2 προηγούμενα pins. Το AREF είναι είσοδος τάσης 0-5V που χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς για τις επαφές της ομάδας ADC0-5 εφόσον αυτές αποτελούν μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό. Στα XTAL1 και XTAL2 συνδέεται ο κρύσταλλος 16MHz και R2 1MΩ μαζί με τους κεραμικούς πυκνωτές, φιλτράρει τις ανεπιθύμητες παρεμβολές.

Το RESET είναι HIGH όσο δεν πατάμε το RESET BUTTON ή δεν το γειώνουμε από το αντίστοιχο pin στο pinheader. Έτσι ο MCU είναι σε κατάσταση λειτουργίας.

## **ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ATMEGA328P ΜΕ ΑΛΛΑ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΑ**

Με τα πρωτοκολλά UART, SPI και I2C ή TWI μπορούμε να συνδέσουμε περιφερειακά όπως RTC ( reset time clock ), επιταχυνσιόμετρο, μαγνητόμετρα κ.α.

- Το VART (επιπέδου TTL ) υλοποιείται από τα Pins 2,3
- Το SPI απαιτεί 4 Pins: SCK( 19 ), MISO ( 18 ), MOSI ( 17 ), SS ( 16 )
- Το I2C έχει το SDA ( 27 ) και το SCLC ( 28 ).

## **ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ**

Το board διαθέτει ένα πράσινο LED το οποίο ανάβει όταν τροφοδοτηθεί. Επιπλέον υπάρχει και το κίτρινο LED που είναι ενωμένο στο pin 10 του MCU και έχει ρόλο καθαρά εκπαιδευτικό εφόσον ανάβει με χρήση κατάλληλου κώδικα.

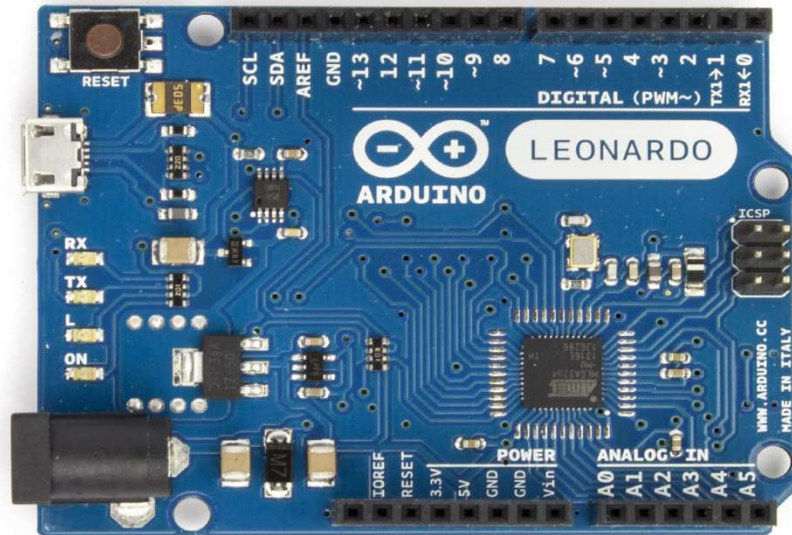
## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Μικροελεγκτή	ATmega328
Τάση λειτουργίας	5V
Τάση εισόδου (συνιστάται)	7-12V
Τάση εισόδου (όρια)	6-20V
Ψηφιακές I / O Καρφίτσες	14 (εκ των οποίων 6 παρέχουν PWM εξόδου)
Αναλογική ακροδέκτες εισόδου	6
DC ρεύματος ανά I / O Pin	40 mA
DC ρεύμα για 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB ( ATmega328 ) εκ των οποίων 0,5 KB που χρησιμοποιούνται από bootloader
SRAM	2 KB ( ATmega328 )
EEPROM	1 KB ( ATmega328 )
Ταχύτητα ρολογιού	16 MHz
Μήκος	68,6 χιλιοστά
Πλάτος	53,4 χιλιοστά
Βάρος	25 g

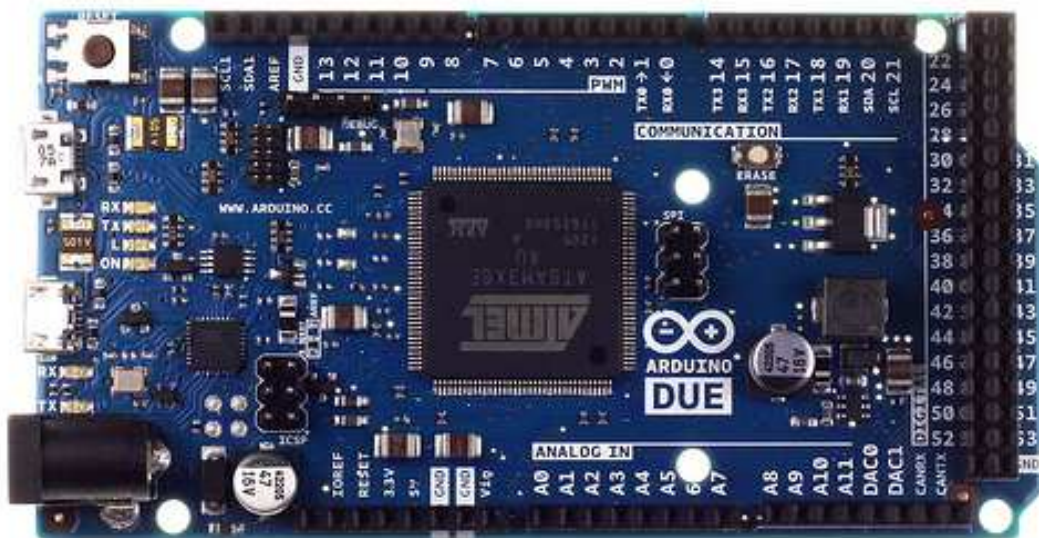


## ΤΥΠΟΙ ARDUINO

Arduino LEONARDO



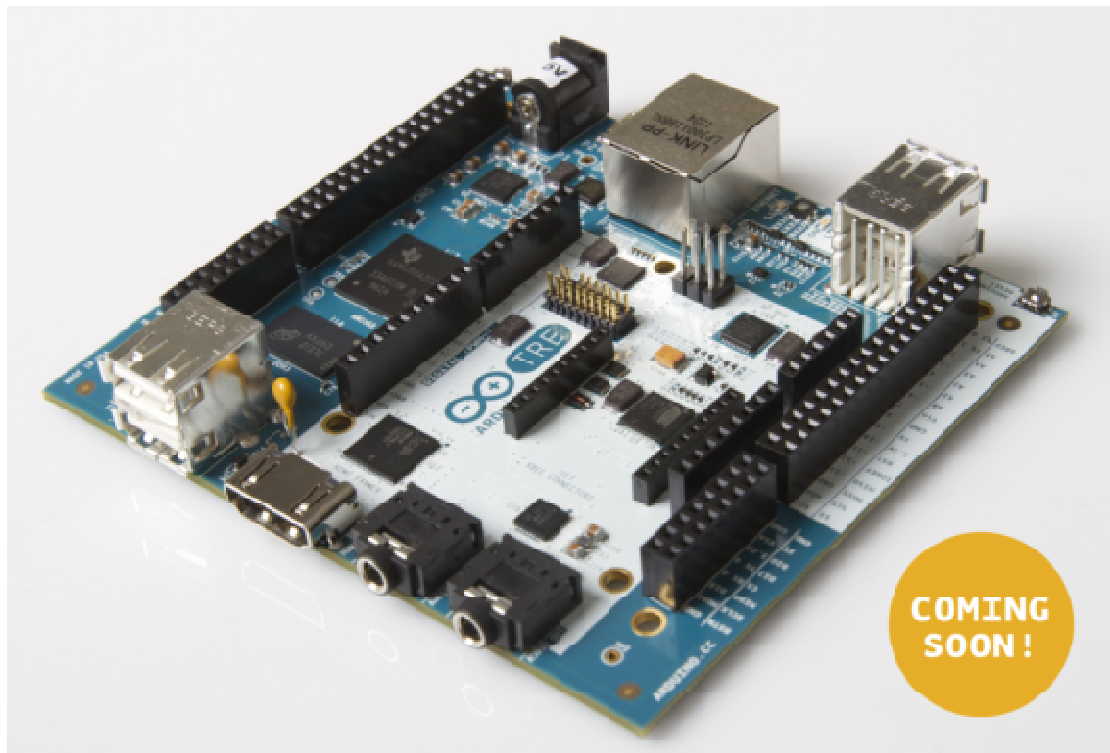
Arduino DUE



Arduino YUN



Arduino TRE



Arduino ZERO

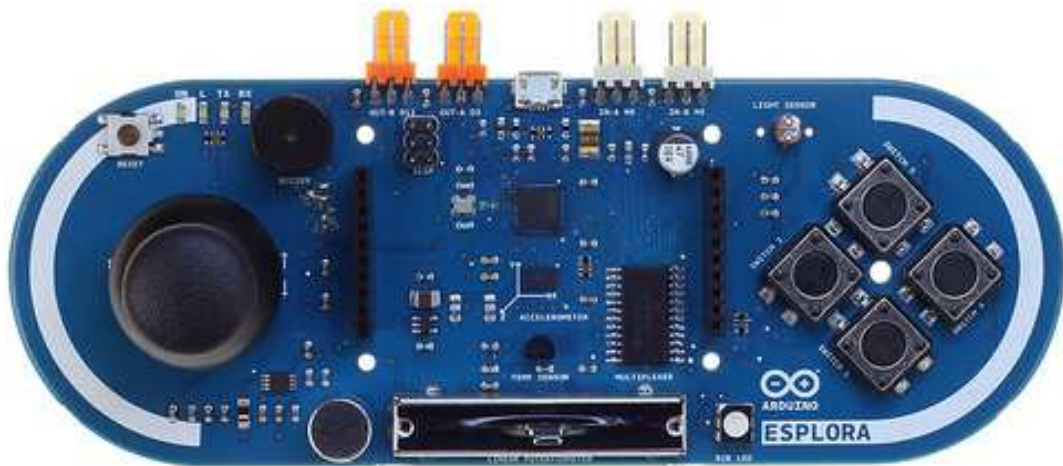


Arduino MICRO

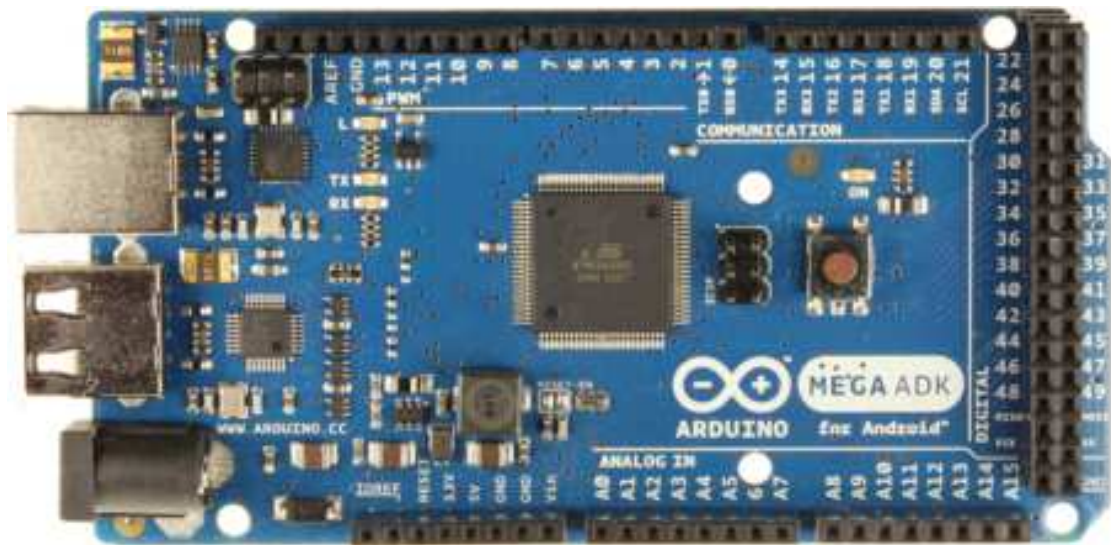




Arduino ESPLORA

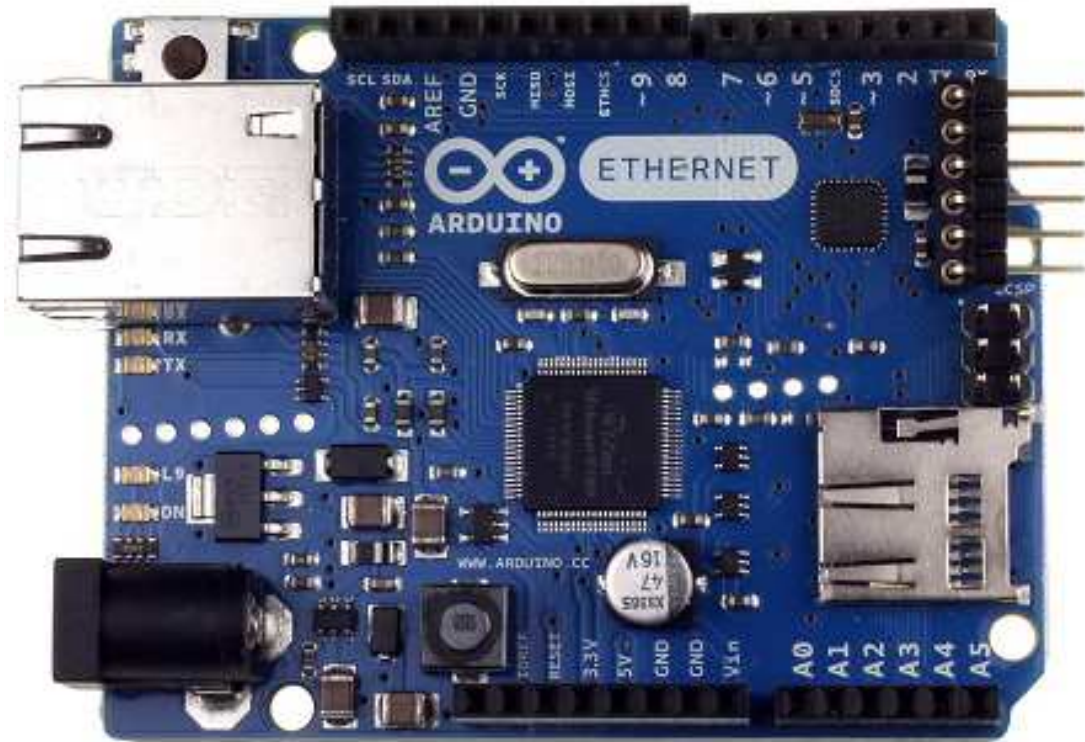


Arduino MEGA ADK

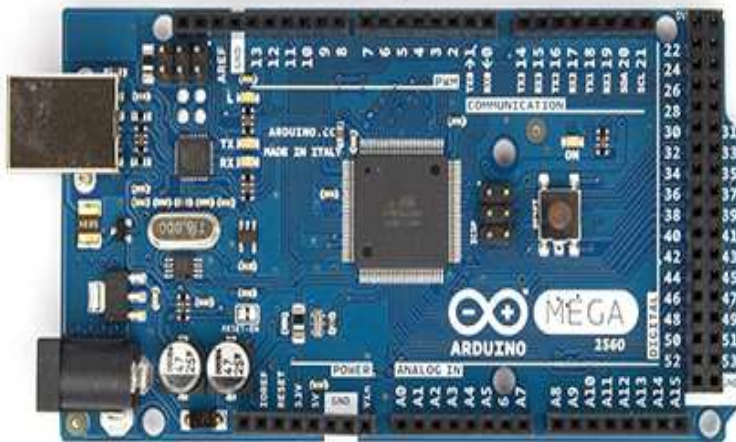




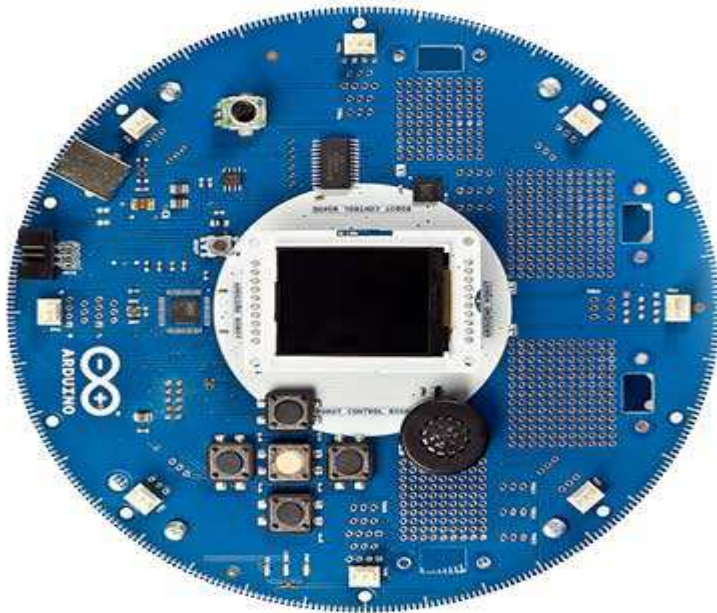
Arduino ETHERNET



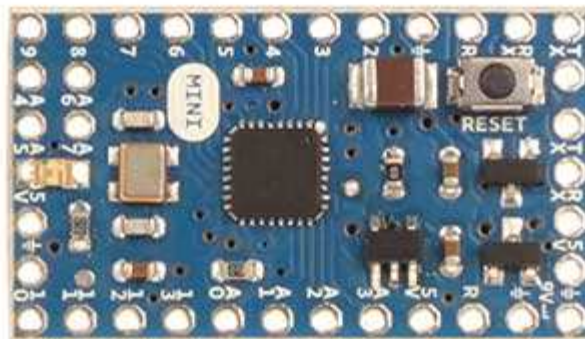
Arduino MEGA 2560



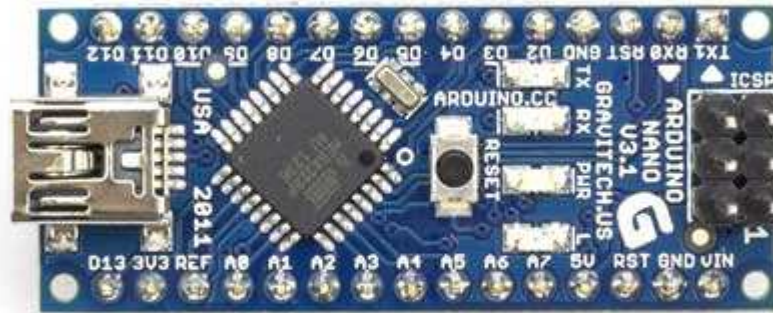
## Arduino ROBOT



## Arduino MINI



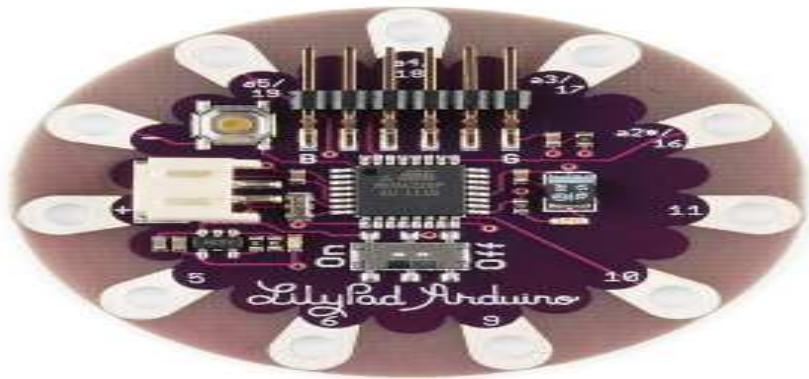
Arduino NANO



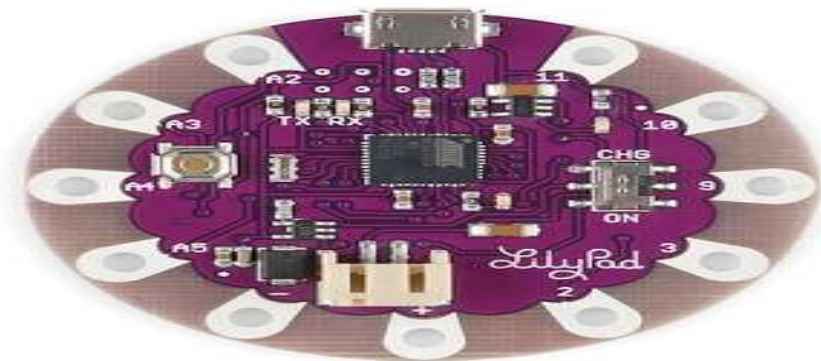
Arduino GEMMA



Arduino SIMPLY



Arduino USB

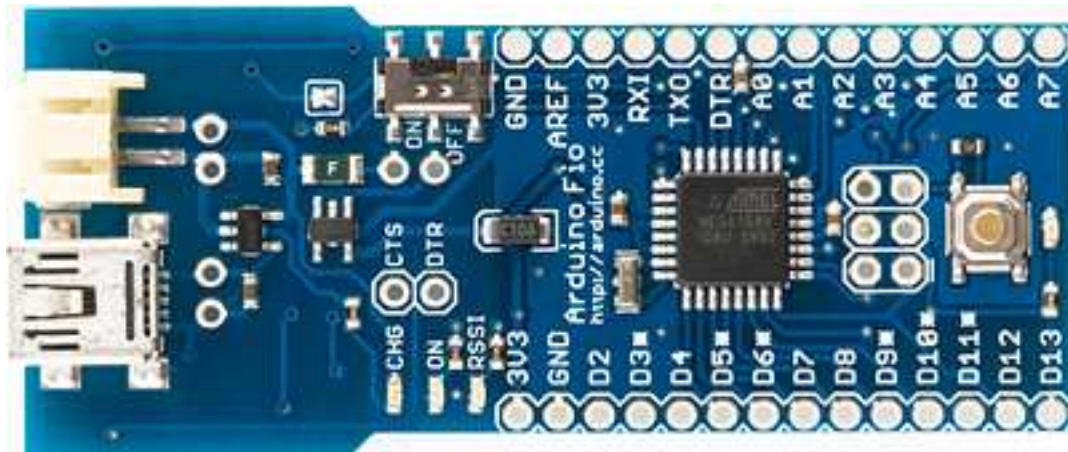




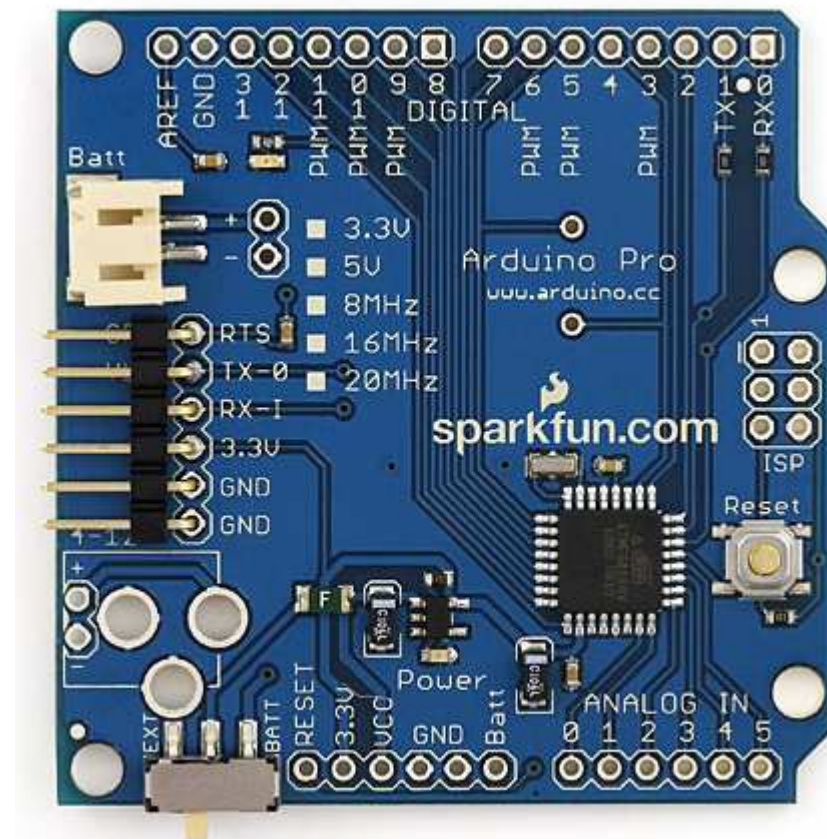
Arduino MINI PRO



Arduino FIO



## Arduino PRO



### Γλωσσα Προγραμματισμου Arduino

#### Structure

- setup()

- loop()

#### *Control Structures*

- if

- if...else

- for

#### Variables

##### *Constants*

- HIGH | LOW

- INPUT | OUTPUT |  
INPUT\_PULLUP

- LED\_BUILTIN

- true | false

- integer constants

#### Functions

##### *Digital I/O*

- pinMode()

- digitalWrite()

- digitalRead()

##### *Analog I/O*

- analogReference()

- switch case
- while
- do... while
- break
- continue
- return
- goto

### *Further Syntax*

- ; (semicolon)
- { } (curly braces)
- // (single line comment)
- /\* \*/ (multi-line comment)
- #define
- #include

### *Arithmetic Operators*

- = (assignment operator)
- + (addition)
- - (subtraction)
- \* (multiplication)
- / (division)
- % (modulo)

### *Comparison Operators*

- == (equal to)
- != (not equal to)
- < (less than)

### *-floating point constants*

### *Data Types*

- void
- boolean
- char
- unsigned char
- byte
- int
- unsigned int
- word
- long
- unsigned long
- short
- float
- double
- string - char array
- String - object
- array

### *Conversion*

- char()
- byte()
- int()
- word()
- long()
- float()

### *Variable Scope &*

- analogRead()
- analogWrite() - PWM

### *Due only*

- analogReadResolution()
- analogWriteResolution()

### *Advanced I/O*

- tone()
- noTone()
- shiftOut()
- shiftIn()
- pulseIn()

### *Time*

- millis()
- micros()
- delay()
- delayMicroseconds()

### *Math*

- min()
- max()
- abs()
- constrain()
- map()
- pow()
- sqrt()

### *Trigonometry*

- sin()

- $\geq$  (greater than)
- $\leq$  (less than or equal to)
- $\gt$  (greater than or equal to)

### *Boolean Operators*

- && (and)
- || (or)
- ! (not)

### *Pointer Access Operators*

- \* dereference operator
- & reference operator
- Bitwise Operators
- & (bitwise and)
- | (bitwise or)
- ^ (bitwise xor)
- ~ (bitwise not)
- << (bitshift left)
- >> (bitshift right)

### *Compound Operators*

- ++ (increment)
- (decrement)
- += (compound addition)
- = (compound subtraction)
- \*= (compound multiplication)

### *Qualifiers*

- variable scope
- static
- volatile
- const

### *Utilities*

- sizeof()
- PROGMEM

- cos()
- tan()

### *Random Numbers*

- randomSeed()
- random()

### *Bits and Bytes*

- lowByte()
- highByte()
- bitRead()
- bitWrite()
- bitSet()
- bitClear()
- bit()

### *External Interrupts*

- attachInterrupt()
- detachInterrupt()

### *Interrupts*

- interrupts()
- noInterrupts()

### *Communication*

- Serial
- Stream

### *USB (32u4 based boards and Due only)*

- Keyboard
- Mouse



$\div$  (compound division)

$\&$  (compound bitwise  
and)

$\equiv$  (compound bitwise or)

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:**

- <http://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>
- [http://www.giatrakos.gr/product\\_info.php?cPath=219\\_339&products\\_id=8906](http://www.giatrakos.gr/product_info.php?cPath=219_339&products_id=8906)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Lithium\\_polymer\\_battery](http://en.wikipedia.org/wiki/Lithium_polymer_battery)
- <https://www.motiondynamics.com.au/united-my1016-350w-24v-dc-motor-with-11-tooth-chain-sprocket.html>
- <http://boram.wikidot.com/imu-setup-with-extended-kalman-filtering>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Brushless\\_DC\\_electric\\_motor](http://en.wikipedia.org/wiki/Brushless_DC_electric_motor)
- <http://www.livescience.com/40103-accelerometer-vs-gyroscope.html>
- <https://www.sparkfun.com/products/retired/11072>
- <https://learn.sparkfun.com/tutorials/gyroscope/all>
- [http://www.starlino.com/imu\\_guide.html](http://www.starlino.com/imu_guide.html)
- <http://www.instructables.com/id/Easy-build-self-balancing-skateboardrobotsegway-/?ALLSTEPS>
- Βιβλίο Ρομποτικής κ.Αλατσαθανού