

Ρομποτικό όχημα και εφαρμογές STEM κατασκευή και προγραμματισμός 26-27 Ιουνίου 2023

Μέρος 1ο - Κατασκευή του οχήματος

Σε κάθε σταθμό εργασίας υπάρχει ένα κουτί που περιέχει όλα τα εξαρτήματα, βίδες, καλώδια, που θα χρειαστούμε για να κατασκευάσουμε το ρομποτικό όχημα. Επίσης υπάρχουν και τα απαραίτητα εργαλεία, όπως κατσαβίδια, και κάποια βοηθητικά εξαρτήματα, όπως λαμπάκια, που ενδέχεται να μας φανούν χρήσιμα.

Τα περιεχόμενα του κουτιού φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.



Θα πρέπει να περιέχονται 23 διαφορετικά αντικείμενα (εξαρτήματα, σακουλάκια, κουτάκια, ...), τα οποία θα περιγράψουμε και θα χρησιμοποιήσουμε στα επόμενα βήματα:

- [1: Συναρμολόγηση του αμαξώματος και τοποθέτηση του Arduino](#)
- [2: Τοποθέτηση Prototype Shield και Motor Shield](#)
- [3: Συναρμολόγηση διάταξης Pan-Tilt για αισθητήρα Ultrasonic](#)
- [4: Τοποθέτηση του αισθητήρα υπερέθρων \(line follower\)](#)
- [5: Σύνδεση καλωδίων στον αισθητήρα Ultrasonic](#)
- [6: Σύνδεση καλωδίων Servo motors](#)
- [7: Σύνδεση καλωδίων στον αισθητήρα line follower](#)
- [8: Σύνδεση DC motors](#)
- [9: Σύνδεση μπαταρίας](#)

Βήμα 1: Συναρμολόγηση του αμαξώματος και τοποθέτηση του Arduino

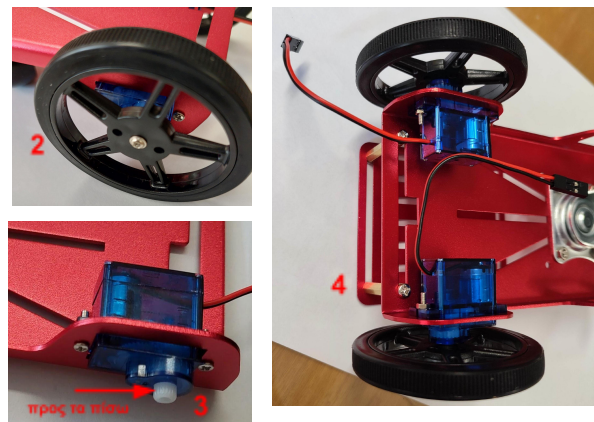
1α. Μπροστινή ρόδα

Βιδώνουμε την βοηθητική ρόδα στην κάτω πλατφόρμα του σασί. [1]
Χρησιμοποιούμε τις βίδες με τα παξιμάδια που υπάρχουν στο κουτί.



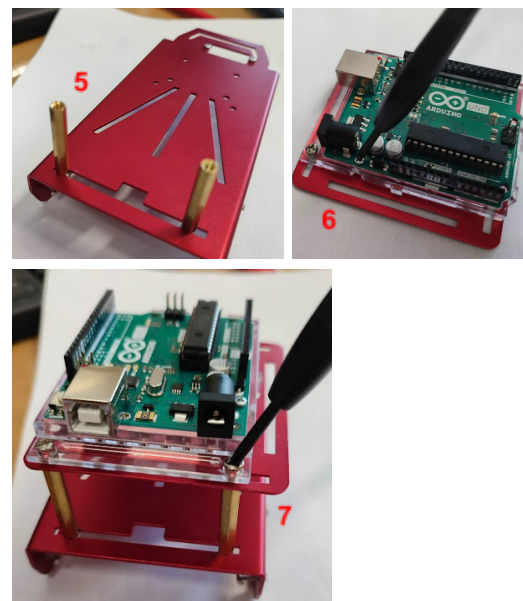
1β. Πίσω ρόδες και μοτέρ

- Αν δεν είναι ήδη τοποθετημένο, βάζουμε το λάστιχο σε κάθε ρόδα. [2]
- Τοποθετούμε τα 2 μοτέρ στο σασί έτσι ώστε η άσπρη κεφαλή του μοτέρ να είναι προς τα πίσω. Βιδώνουμε με 4 βίδες τύπου M2 (τις μακριές με τα λεπτά παξιμάδια). [3]
- Βιδώνουμε τις ρόδες πάνω στα μοτέρ. Χρησιμοποιούμε 2 βίδες από το σακουλάκι. [2]
- Ολοκληρώνουμε για τα δύο μοτέρ. [4]



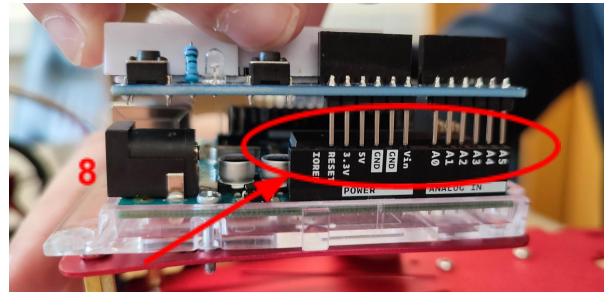
1γ. Δεύτερο επίπεδο στο σασί

- Βιδώνουμε τους αποστάτες στο πίσω μέρος του πρώτου επιπέδου της πλατφόρμας, όχι όμως πολύ σφιχτά, για να αφήσουμε περιθώριο να μετακινηθούν αν χρειαστεί. [5]
- Στερεώνουμε με μια βίδα το Arduino στο πάνω επίπεδο, προσέχοντας οι οπές του πλεξιγκλάς να ευθυγραμμίζονται με το κενό της πλατφόρμας. [6]
- Περνάμε τις βίδες από τις οπές του πλεξιγκλάς στους αποστάτες. Όταν το φέρουμε στη επιθυμητή θέση, σφίγγουμε όλες τις βίδες. [7]



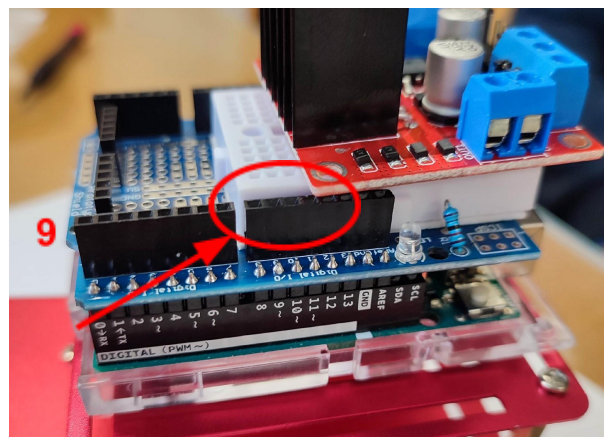
Βήμα 2: Τοποθέτηση Prototype Shield και Motor Shield

Κουμπώνουμε το Prototype shield πάνω στο Arduino έτσι ώστε οι ακίδες του να ευθυγραμμίζονται με τα ριπ του Arduino. [8]



Τοποθετούμε το motor driver πάνω στο prototype shield, στερεώνοντάς το απλά με velcro πάνω στο breadboard που είναι κολλημένο στο prototype shield.

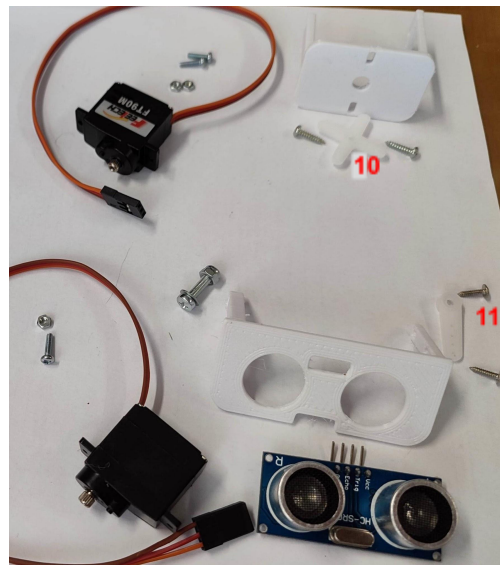
Προσοχή: Τα ριπ 8, 9 και 10 του prototype shield θα τα χρειαστούμε, οπότε πρέπει να φροντίσουμε να μην καλύπτονται από το motor driver. [9]



Βήμα 3: Συναρμολόγηση διάταξης Pan-Tilt για αισθητήρα Ultrasonic

Εξαρτήματα που χρειαζόμαστε:

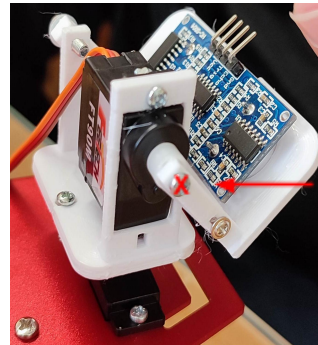
- Αισθητήρας Ultrasonic
- Τα 2 πλαστικά κομμάτια του pan tilt μηχανισμού (3D εκτύπωση)
- Τα 2 servo motor μαζί με 1 πλαστικό σταυρό (για το κάτω) [10], 1 μονό βραχίονα (για το πάνω) [11], 2 μακριές βίδες τύπου M2 και 1 κοντή βίδα τύπου M3.



<p>3α. Τοποθετούμε το servo μοτέρ στην κάτω πλατφόρμα από την κάτω πλευρά, έτσι ώστε η κεφαλή του μοτέρ να βρίσκεται στη μέση της πλατφόρμας, και βιδώνουμε τη βίδα με το παξιμάδι.</p>	
<p>3β. Βιδώνουμε το 1ο κομμάτι του pan tilt στις ακρινές τρύπες του πλαστικού σταυρού. (έχει γίνει ήδη)</p> <p>Φοράμε το μηχανισμό πάνω στο servo χωρίς όμως να το βιδώσουμε. Για την ώρα θα το αφήσουμε επιτήδες χαλαρό, επειδή το μοτέρ θα πρέπει πρώτα να ευθυγραμμιστεί (η διαδικασία αυτή θα γίνει αργότερα).</p> <p>Η φορά του pan tilt πρέπει να είναι με το μεγάλο αφτάκι με την κοιλότητα για το μοτέρ να κοιτάζει προς τα αριστερά όπως το βλέπουμε από μπροστά. [12]</p>	
<p>3γ. Τοποθετούμε το servo στην εσοχή από τη μέσα μεριά του pan tilt με το μοτερ στο πάνω μέρος, χωρίς όμως να το βιδώσουμε, γιατί θα πρέπει πρώτα να το ευθυγραμμίσουμε.</p>	
<p>3δ. Κουμπώνουμε το μονό πλαστικό πτερύγιο πάνω στο servo με φορά προς τα έξω (όχι προς τη μεριά του Arduino). (είναι ήδη τοποθετημένο στο πλαίσιο tilt, απλά θα το κουμπώσουμε μαζί με το πλαίσιο)</p>	

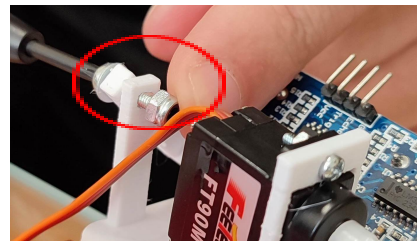
3ε. Φοράμε τον αισθητήρα ultrasonic πάνω στο 2ο κομμάτι του μηχανισμού pan tilt και βιδώνουμε το υπόλοιπο pan tilt πάνω στο πτερύγιο με το ανάγλυφο μέρος προς τα πάνω.

Δεν βιδώνουμε ακόμα τη βίδα που θα πιάσει πάνω στην κεφαλή του servo. Θα πρέπει πρώτα να γίνει η ευθυγράμμιση.



Όχι ακόμα

3στ. Βιδώνουμε την άλλη πλευρά του pan tilt με τη βίδα που έχει παξιμάδι ασφαλείας.

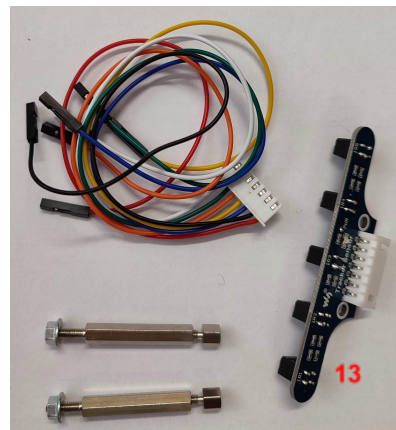


Βήμα 4: Τοποθέτηση του αισθητήρα υπερύθρων (line follower)

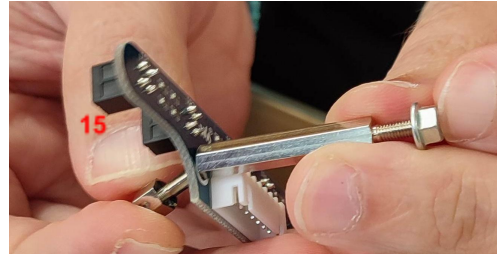
Εξαρτήματα:

- Αισθητήρας υπερύθρων.
- 2 αποστάτες.
- καλώδιο σύνδεσης (πλεξούδα).

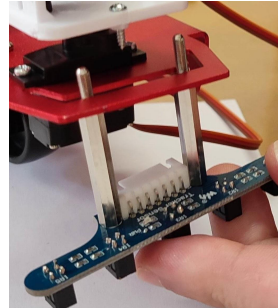
Προσοχή: Κάποιοι σταθμοί εργασίας διαθέτουν τον μπλε αισθητήρα [13] που έχει την πλεξούδα έτοιμη, ενώ κάποιοι άλλοι σταθμοί εργασίας διαθέτουν τον κόκκινο αισθητήρα [14], στον οποίο θα πρέπει να συνδέσουμε ένα ένα τα μεμονωμένα μακριά καλώδια.



- Βάζουμε τους αποστάτες πάνω στον αισθητήρα και τους βιδώνουμε. Οι αισθητήρες πρέπει να έχουν φορά προς τα κάτω για να κοιτάνε προς το πάτωμα. [15]



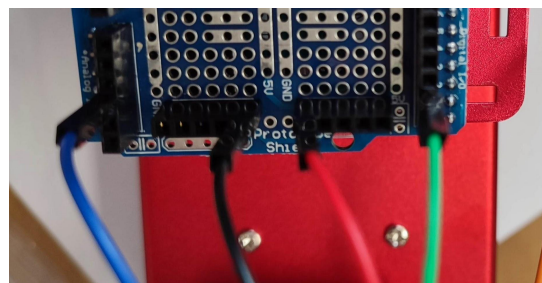
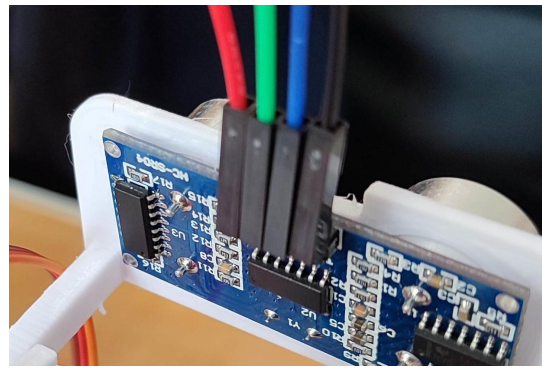
- Βιδώνουμε τους αποστάτες στο αμάξωμα, μπροστά από τον μηχανισμό pan tilt.



Βήμα 5: Σύνδεση καλωδίων στον αισθητήρα Ultrasonic

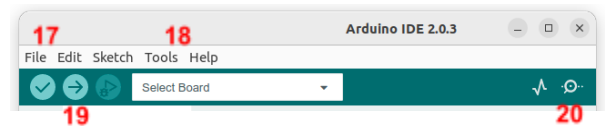
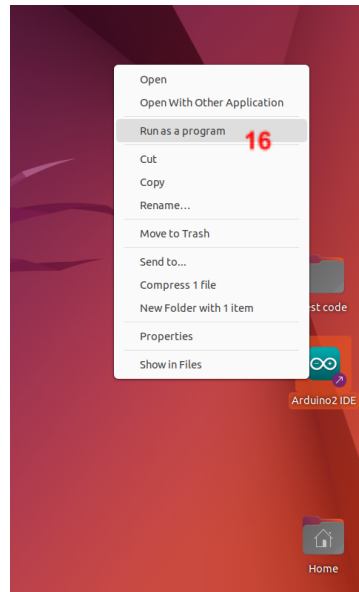
5α. Συνδέουμε τα 4 pin:

- Ρεύμα → **κόκκινο** καλώδιο από το VCC του αισθητήρα σε κάποιο από τα 5V του prototype shield.
- Επιστροφή → **μαύρο** καλώδιο από το GND του αισθητήρα σε κάποιο από τα GND του prototype shield.
- Trigger → **πράσινο** καλώδιο από το TRG στο pin 4 του prototype shield.
- Echo → **μπλε** καλώδιο από το ECHO του αισθητήρα στο pin A0 του prototype shield.



5β. Συνδέουμε το Arduino με το USB καλώδιο στον υπολογιστή, για να ελέγξουμε αν έχει γίνει σωστά η συνδεσμολογία του αισθητήρα.

- Ανοίγουμε το περιβάλλον Arduino IDE, από το εικονίδιο που υπάρχει στην Επιφάνεια εργασίας στον σταθμό εργασίας μας. Δεν ανοίγει με διπλό κλικ, θα πρέπει να κάνουμε δεξί κλικ και “Run as a program”. [16]
- Πατάμε στο μενού File → Open [17], και ανοίγουμε το αρχείο **Desktop** → **Test code** → **UltrasonicTest** → **UltrasonicTest.ino**
- Επιλέγουμε (αν δεν είναι ήδη) από το μενού Tools [18] να είναι ενεργό το board “Arduino Uno”, στο port “/dev/ttyACM0” (συνήθως είναι αυτό).
- Κάνουμε upload [19] το πρόγραμμα στο Arduino, και πατάμε το κουμπάκι monitor [20] για να δούμε τις τιμές που διαβάζει ο αισθητήρας.

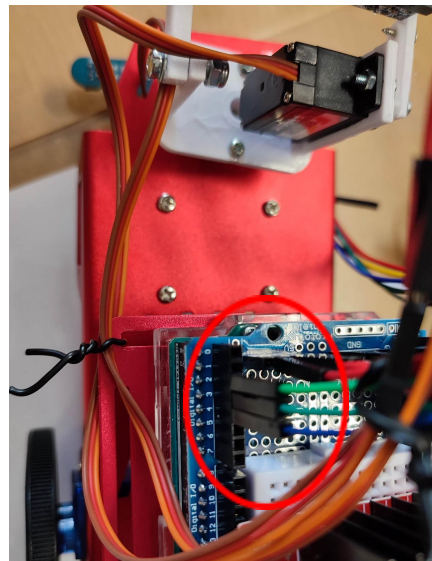


Βήμα 6: Σύνδεση καλωδίων Servo motors

6α. Συνδέουμε τα 3 pin

- Ρεύμα → **κόκκινο** καλώδιο σε κάποιο από τα 5V του prototype shield.
- Επιστροφή → **καφέ** καλώδιο σε κάποιο από τα GND του prototype shield.
- Εντολή → **Πορτοκαλί** καλώδιο του κάτω servo (pan) στο pin 2 του prototype shield, και **πορτοκαλί** του πάνω servo (tilt) στο pin 3.

Χρησιμοποιούμε προεκτάσεις male/male για να συνδέσουμε τα μοτέρ στα pin.



6β. Ελέγχουμε την σωστή λειτουργία των servo motors.

Προσοχή: Πριν κάνουμε την ενέργεια αυτή, θα πρέπει οπωσδήποτε να έχουμε ξεκουμπώσει τα άσπρα πλαίσια του μηχανισμού pan/tilt από τις κεφαλές των μοτέρ. Αυτό είναι απαραίτητο γιατί υπάρχει κίνδυνος να σπάσουμε τα πλαίσια.

Στο περιβάλλον Arduino IDE ανοίγουμε το αρχείο **Desktop** → **Test code** → **Servo_calibration** → **Servo_calibration.ino** και παρατηρούμε τα servo motor να κάνουν κάποια κίνηση.

Στο τέλος της ενέργειας αυτής, τα μοτέρ έχουν ευθυγραμμιστεί, οπότε μπορούμε να κουμπώσουμε τα πλαίσια του μηχανισμού pan/tilt στη θέση τους.

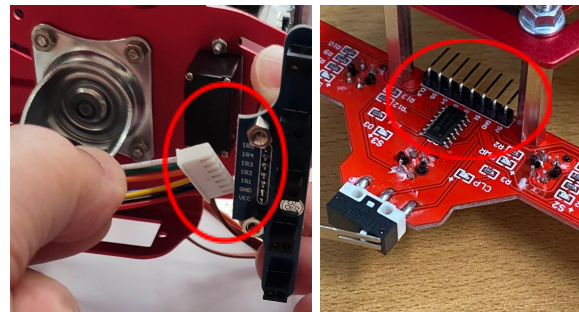
← **Γιατί συμβαίνει αυτό όμως;**

Υπάρχει πιθανότητα η αρχική θέση ενός μοτέρ να είναι ήδη σε κάποια γωνία κοντά στα όρια. Αν εμείς του δώσουμε την εντολή να περιστραφεί προς την κατεύθυνση που ήδη κοιτάζει (αγνοώντας την αρχική γωνία), ενδέχεται η τελική γωνία να βρίσκεται εκτός ορίων, με αποτέλεσμα να δεχτεί μεγάλη πίεση το άσπρο πλαίσιο του μηχανισμού pan/tilt και να σπάσει.

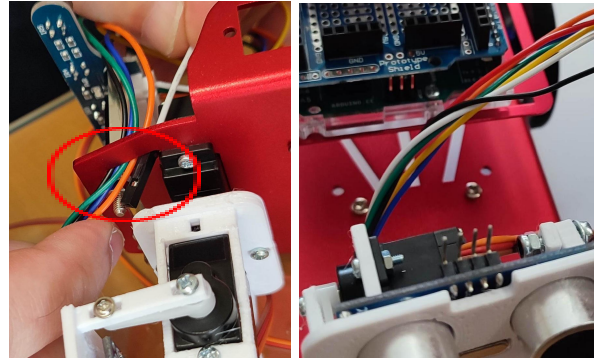
Βήμα 7: Σύνδεση καλωδίων στον αισθητήρα line follower

7α. Συνδέουμε τα καλώδια στον αισθητήρα.

- Για τον μπλε αισθητήρα που έχει πλεξούδα, οι εγκοπές μας δείχνουν ποια είναι η σωστή φορά.
- Για τον κόκκινο αισθητήρα συνδέουμε μεμονωμένα μακριά καλώδια. Βάζουμε **κόκκινο** στο 5V, **μαύρο** στο GND, χρώματα της επιλογής μας στα S1, S2, S3, S4, και S5 που αφορούν στα 5 ματάκια υπερύθρων, και αφήνουμε αχρησιμοποίητο το CLP που αφορά το μπροστινό κουμπάκι του αισθητήρα.



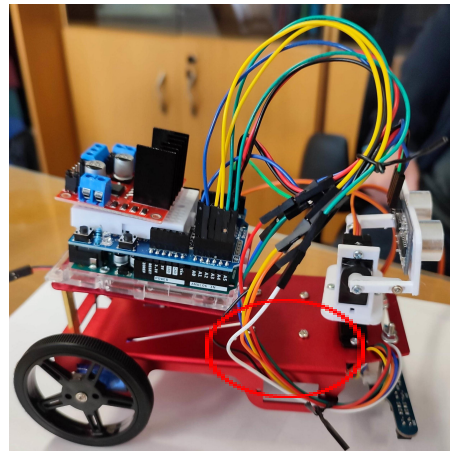
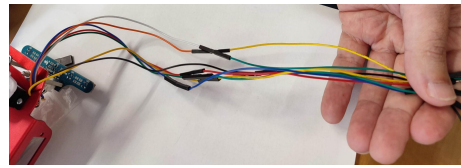
7β. Τακτοποιούμε τα καλώδια περνώντας τα μέσα από τις χαραμάδες που διαθέτει το σασί, έτσι ώστε να είναι ελεύθερες οι ρόδες.



7γ. Συνδέουμε τα καλώδια στο Arduino.

- Για την πλεξούδα του μπλε αισθητήρα συνδέουμε ως εξής:
 - Κόκκινο** → 5V
 - Μαύρο** → GND
 - Ασπρο** → A5
 - Πράσινο** → A4
 - Πορτοκαλί** → A3
 - Κίτρινο** → A2
 - Μπλε** → A1
- Για τα μεμονωμένα καλώδια του κόκκινου αισθητήρα προσαρμόζουμε στα χρώματα που έχουμε επιλέξει.

Για να μην εμποδίζουμε την ελεύθερη περιστροφή του μηχανισμού rap θα χρησιμοποιήσουμε προεκτάσεις για το κάθε καλώδιο ξεχωριστά.



7δ. Ελέγχουμε την σωστή λειτουργία του αισθητήρα line follower.

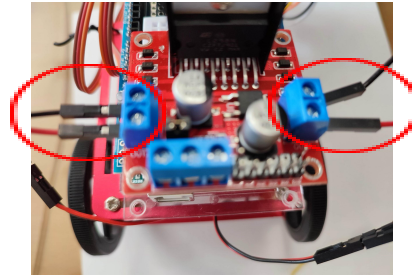
Στο περιβάλλον Arduino IDE ανοίγουμε το αρχείο **Desktop** → **Test code** → **LineTracker_test** → **LineTracker_test.ino**

και παρατηρούμε στο monitor τις τιμές που διαβάζουν οι αισθητήρες όταν μεταβάλλεται η φωτεινότητα στο κάτω μέρος τους. Για τον έλεγχο κολλάμε μία λωρίδα μαύρης μονωτικής ταινίας σε ένα λευκό φύλλο χαρτί.

Βήμα 8: Σύνδεση DC motors

8α. Συνδέουμε τα VCC και GND και των δύο μοτέρ στις αντίστοιχες μπλε κλέμες του motor shield.

Προσοχή: Η σύνδεση θέλουμε να είναι ίδια και για τα δύο μοτέρ, δηλαδή μαύρο στην ίδια θέση με το άλλο μαύρο, κόκκινο στην ίδια θέση με το άλλο κόκκινο.



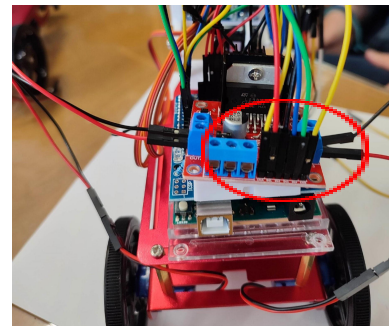
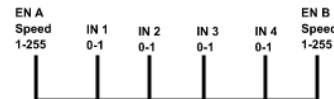
8β. Βγάζουμε τα 2 ακριανά jumper από το πίσω μέρος του motor drive. Το 3ο jumper που είναι εσωτερικό το αφήνουμε. Συνδέουμε τα καλώδια από το motor drive στο prototype shield:

- EN A → pin ~5, EN B → pin ~6
- IN 1 → pin 7, IN 2 → pin 8
- IN 3 → pin 9, IN 4 → pin 10

Τα pin που έχουν το σύμβολο ~ δίνουν τιμές αναλογικές τιμές, από 1 έως 255. Τα pin που δεν έχουν το σύμβολο ~ δίνουν τιμές 0 ή 1.

Το EN_A δίνει εντολή για την ταχύτητα του αριστερού μοτέρ, ενώ το EN_B δίνει εντολή για την ταχύτητα του δεξιού μοτέρ.

Τα IN_1 και IN_2 καθορίζουν την κατεύθυνση περιστροφής του αριστερού μοτέρ, ενώ τα IN_3 και IN_4 καθορίζουν την κατεύθυνση περιστροφής του δεξιού μοτέρ (1-0 κίνηση μπροστά, 0-1 κίνηση πίσω, 0-0 νεκρό, 1-1 φρένο).



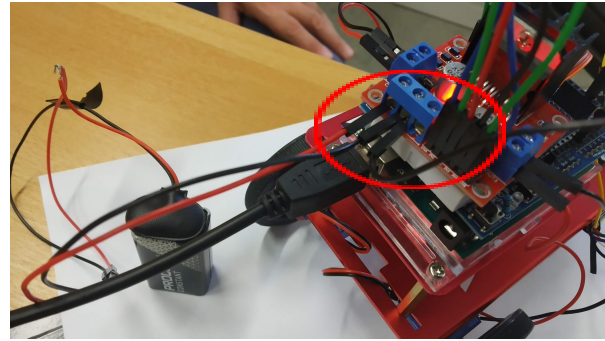
8γ. Πριν ελέγξουμε τη λειτουργία των DC motors θα πρέπει πρώτα να συνδέσουμε την εξωτερική μπαταρία, καθώς το motor drive χρειάζεται περισσότερο ρεύμα απ' ότι μπορεί να του παρέχει το Arduino, επομένως θα πρέπει να τροφοδοτηθεί από άλλη πηγή ρεύματος.

Βήμα 9: Σύνδεση μπαταρίας

9α. Συνδέουμε τη μπαταρία με το motor drive, χρησιμοποιώντας απαραίτητα και προεκτάσεις male/male.

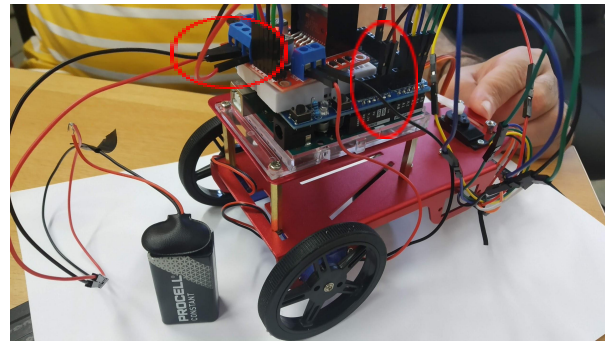
- Κόκκινο** → αριστερή κλέμα (+12v)
- Μαύρο** → μεσαία κλέμα (GND)
- ακόμα ένα **Μαύρο** → από τη μεσαία κλέμα (GND) συνδέω σε κάποιο GND του prototype shield για να κλείνει κι εκείνο το κύκλωμα.
- Η δεξιά κλέμα για την ώρα θα μείνει κενή.

Αν έχουμε συνδεδεμένο και το USB στον Η/Υ, αυτά αρκούν.



9β. Επειδή όμως το όχημα δεν σκοπεύουμε να το έχουμε συνδεδεμένο στον υπολογιστή, θα χρειαστούμε και μια παροχή ρεύματος από τη μπαταρία προς το Arduino. Για τον λόγο αυτό συνδέουμε με ένα male/male καλώδιο τη δεξιά κλέμα του motor drive με το Vin του prototype shield.

Προσοχή: Αν χρειαστεί να συνδέσουμε πάλι το Arduino στον υπολογιστή, θα πρέπει οπωσδήποτε να βγάλουμε το Vin.



9γ. Ελέγχουμε την σωστή λειτουργία των DC motors. Στο περιβάλλον Arduino IDE ανοίγουμε το αρχείο **Desktop** → **Test code** → **L298N_motor_driver_test** → **L298N_motor_driver_test.ino**

και επιβεβαιώνουμε ότι οι ρόδες του οχήματος περιστρέφονται.

Εφόσον έχουμε ολοκληρώσει επιτυχώς όλα τα βήματα για την κατασκευή του ρομπωτικού οχήματος, και έχουμε επιβεβαιώσει τη σωστή λειτουργία του με τα τεστ που τρέξαμε στο περιβάλλον Arduino IDE, μπορούμε αν θέλουμε να τακτοποιήσουμε τα ακατάστατα καλώδια πιάνοντάς τα με δέστρες, ώστε να μην ενοχλούν τους αισθητήρες και τους μηχανισμούς.

Στο σημείο αυτό έχει ολοκληρωθεί η κατασκευή του οχήματος. Είμαστε έτοιμοι να προχωρήσουμε στο 2ο μέρος που αφορά στον προγραμματισμό του.

Συγχαρητήρια!! Τα καταφέραμε!!