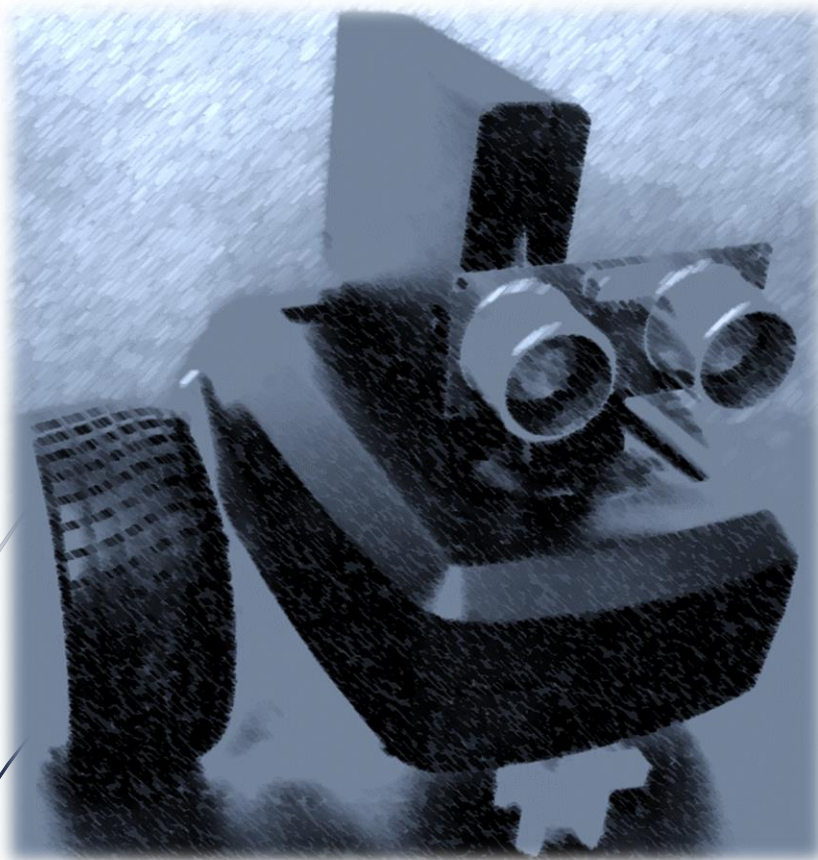


11/12/2021

Από τον Ήρωνα...στο Arduino ...

...κατασκευάζοντας και
προγραμματίζοντας ένα
ρομπότ...



Κωνσταντίνος Σαλπασράνης

(Εκπαιδευτικός Πληροφορικής ΠΕ86)

*Διδάκτορας (Ph.D.) Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Τεχνολογίας
Υπολογιστών*

Πολυτεχνικής Σχολής Πανεπιστημίου Πατρών

Πίνακας περιεχομένων

Φάση 1: Σχεδιασμός του Heron Arduino	2
Φάση 2: Υλικά Κατασκευής (εκτίμηση κόστους) του Heron Arduino	3
Φάση 3: Κατασκευή του Ήρωνα (Heron) με Arduino.....	5
Φάση 4: Σενάριο Προγραμματισμού του Ρομπότ για δημιουργία απλών γεωμετρικών σχημάτων	22
Παράρτημα: Λίγα λόγια για το περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού	27
Φύλλα εργασίας με γεωμετρικά σχήματα	30

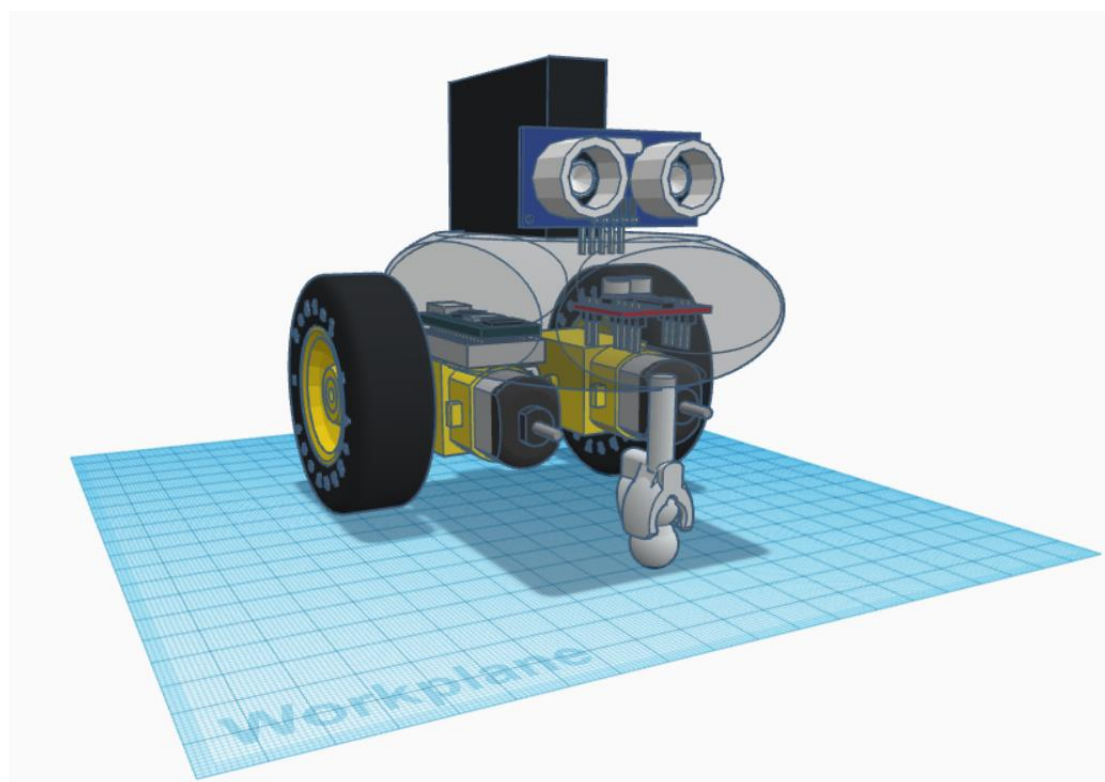
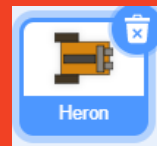


...κατασκευάζοντας και προγραμματίζοντας ένα ρομπότ...

Φάση 1: Σχεδιασμός του Ήρωνα (Heron) με Arduino

- 🖥️ Σχεδιάζουμε τον μικρό «Ήρωνα» (Heron), το ρομπότ.
- 🖥️ Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κάποιο 3D (Design) σχεδιαστικό πρόγραμμα CAD για τη δημιουργία του σχεδίου του πλαισίου (σκελετού και κουτιού) του Robot.
- 🖥️ Σημαντικό στοιχείο κατά την επιλογή μας της εφαρμογής 3D Design είναι η δυνατότητα δημιουργίας και προσομοίωσης και του ηλεκτρονικού κυκλώματος που θα προσαρμοστεί στο πλαίσιο του Robot. Ένα προτεινόμενο δικτυακό πρόγραμμα είναι το **Tinkercad** τόσο για τον σχεδιασμό, με το 3D Design, όσο και για τη δημιουργία του ηλεκτρονικού κυκλώματος και την προσομοίωσή του, με το Circuits.




<https://www.tinkercad.com>



- 🖥️ Το ενδεικτικό 3D σχέδιο με το Tinkercad (3D Design), του πλαισίου (σκελετού και κουτιού) και των βασικών ηλεκτρονικών στοιχείων του Robot, μπορείτε να το δείτε στον σύνδεσμο:

<https://www.tinkercad.com/things/5KU4fasLS20-heron-robot>


Φάση 2: Υλικά Κατασκευής (εκτίμηση κόστους) του Heron Arduino

-  Ο στόχος της κατασκευής μας είναι το Heron (Ήρων) να αποτελέσει ένα εκπαιδευτικού χαρακτήρα Robot -για την υποστήριξη του μαθήματος της Πληροφορικής μέσω διεπιστημονικής (STEM) μεθοδολογίας - που μπορεί σχετικά εύκολα να κατασκευάσει ένας/μία εκπαιδευτικός ή ακόμα και ομάδα μαθητών/τριών (ως έργο/project), με καθοδήγηση και υποστήριξη.
-  Τα προτεινόμενα υλικά καθώς και το ενδεικτικό κόστος κατασκευής παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.
-  Επισημαίνεται ότι ο εξοπλισμός μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί και σε άλλες κατασκευαστικές εφαρμογές για STEM.

	Προτεινόμενα Υλικά	Κόστος μονάδας
	Arduino nano v3 (συμβατό) με καλώδιο mini-USB [SET OEM Nano v3 (CH340) Compatible with Arduino IDE includes Mini USB Cable]	€5,00
	Πακέτο 40 καλωδίων Female -Female [40P 10cm dupont wire female to female]	€2,50
	Πακέτο 40 καλωδίων Male -Male [40P 10cm dupont wire male to male]	€2,50
	Πακέτο 40 καλωδίων Male -Female [40pcs Small Male to Female Dupont Wires/Cables for Arduino (10cm)]	€2,50
	Θήκη μπαταριών 4xAAA με διακόπτη [4xAAA Plastic Battery Case Holder 4 x 1.5V with Cover and Switch]	€1

	2 DC-κινητήρες συνεχούς ρεύματος (2xCar Plastic Tire Wheel with DC 3-6v Gear Motor for Arduino)	€5,5
	Αισθητήρας Υπερήχων HC-SR04	€1,50
	Οδηγός Κινητήρων - LC Soft L9110S H-bridge Stepper Motor Driver Board for Arduino	€3
	(4τμχ) ΑΛΚΑΛΙΚΕΣ ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ AAA - 1.5V	€1
	White Solderless Prototype Breadboard 170 Tie-points for Arduino	€1
	Κουτί κατασκευής (προαιρετικό)	€5
	Πιστόλι σιλικόνης - 20w hot Glue Gun (εργαλείο προαιρετικό)	€7,50
Συνολικό κόστος (χωρίς εργαλεία)		€25-30 (περίπου)

Εναλλακτικός εξοπλισμός των κινητήρων DC φαίνεται παρακάτω

 Προτεινόμενοι εναλλακτικοί των DC κινητήρων είναι οι Servo κινητήρες (πιο ακριβοί) και ειδικότερα των 360° («συνεχούς περιστροφής») ώστε να ελέγχονται και με εντολές σχετιζόμενες με τη γωνία περιστροφής:



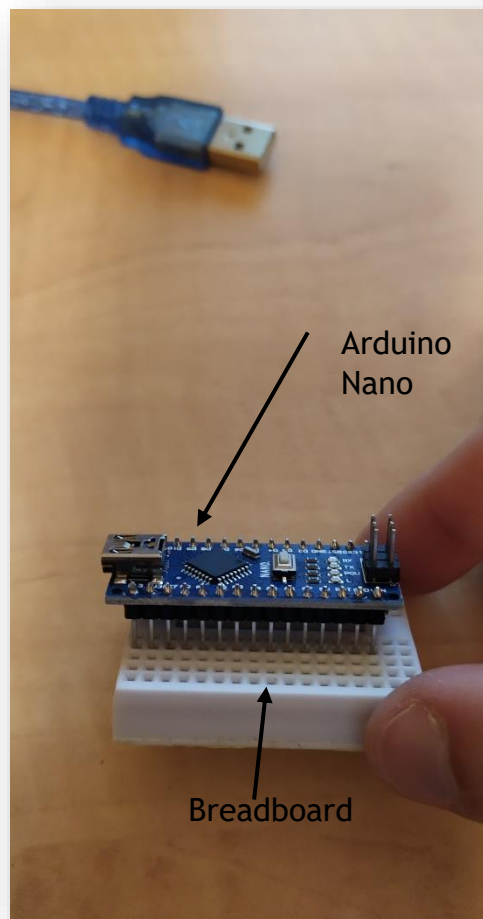
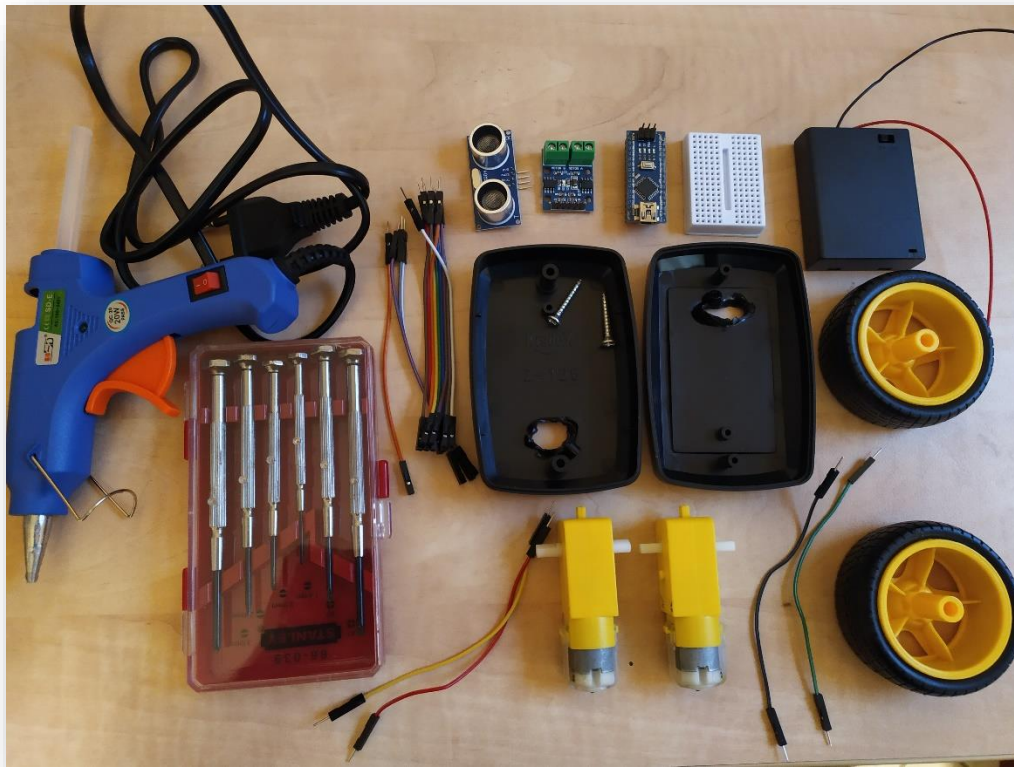
2 Servo-κινητήρες 360° συνεχούς περιστροφής (2xMG90S Metal Gear Servo for Arduino Micro Tower Pro 360 Degrees) με κόστος €10,46



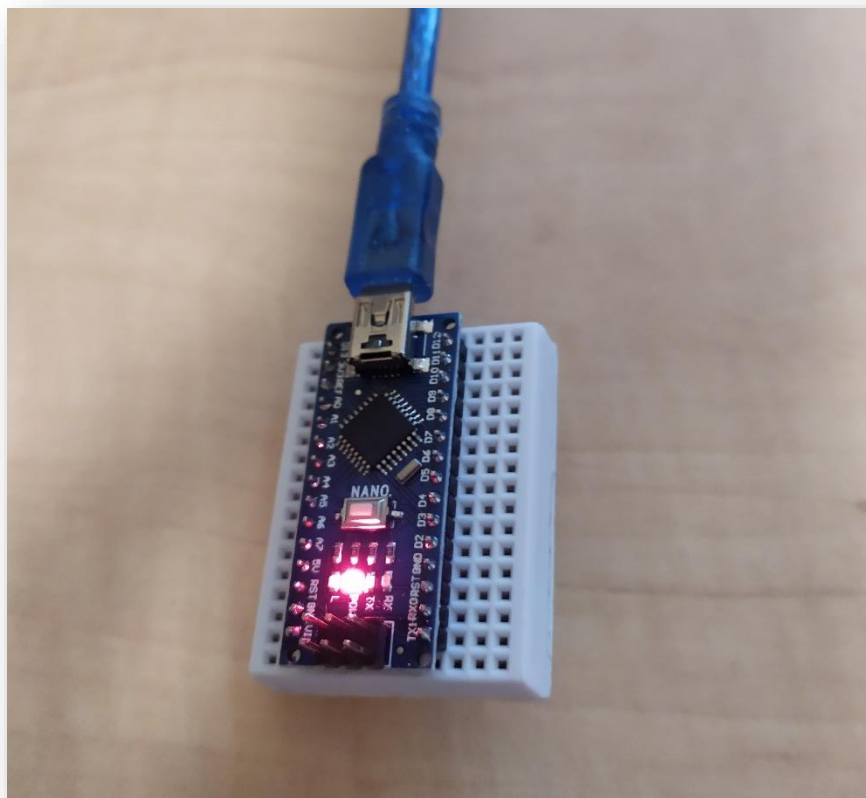
2 ρόδες κατάλληλες για Servoκινητήρες (2X Rubber Wheel (Compatible with Servo & Motor) με κόστος €11,40

Φάση 3: Κατασκευή του Ήρωνα (Heron) με Arduino

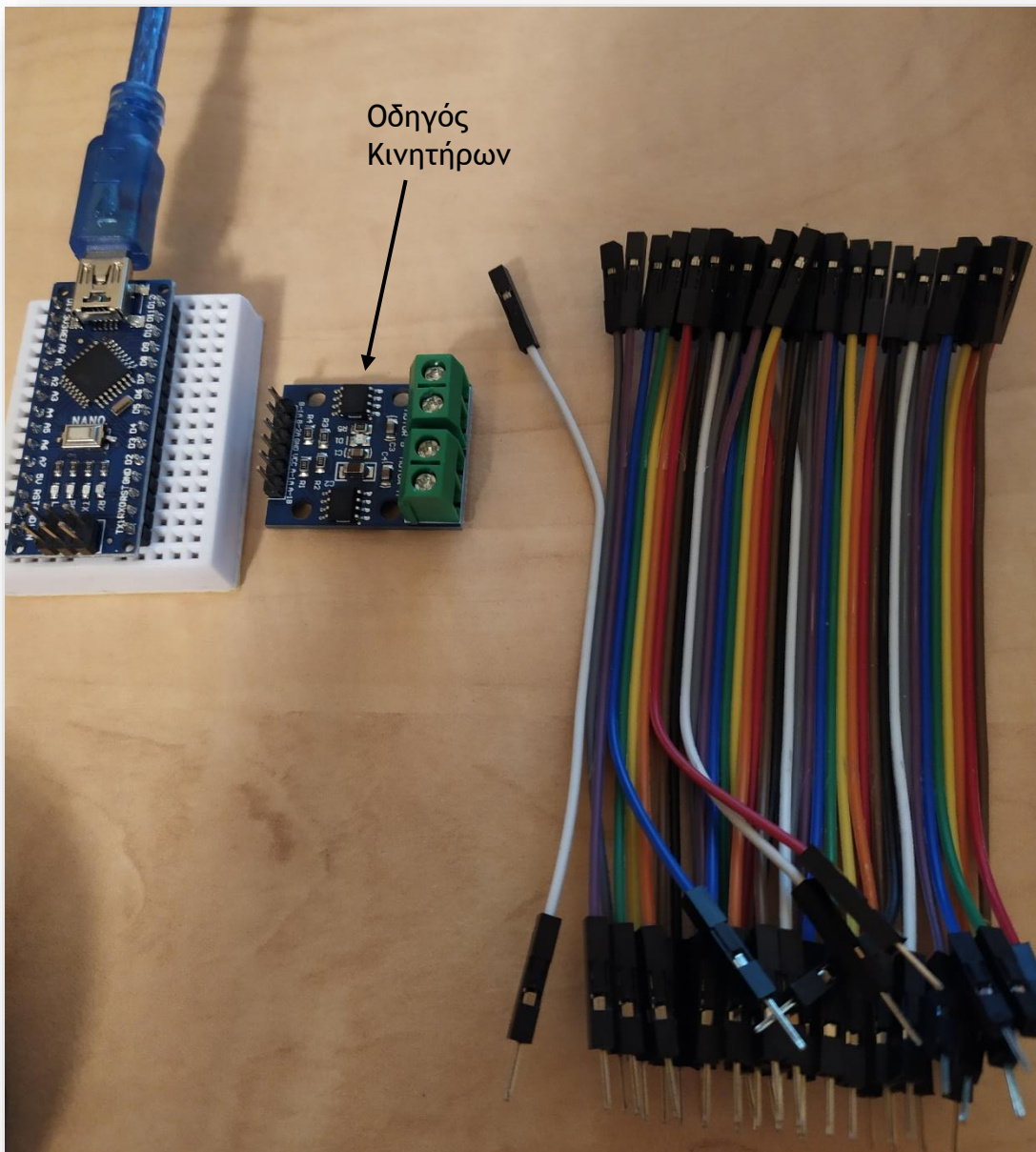
Τα σχετικά υλικά παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.

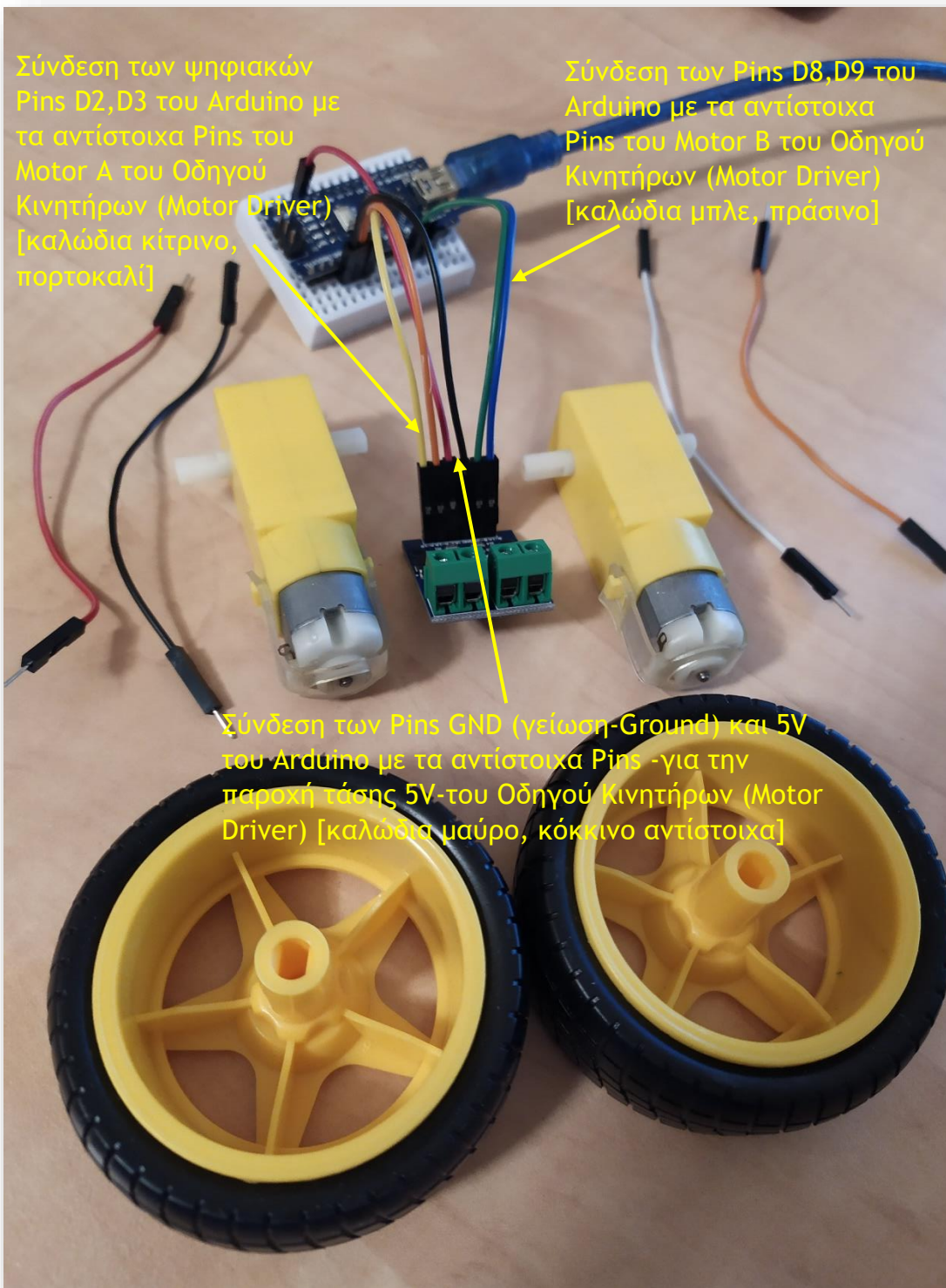



Αφήνουμε 3 και 2 σειρές ενώσεων
εκατέρωθεν του Arduino

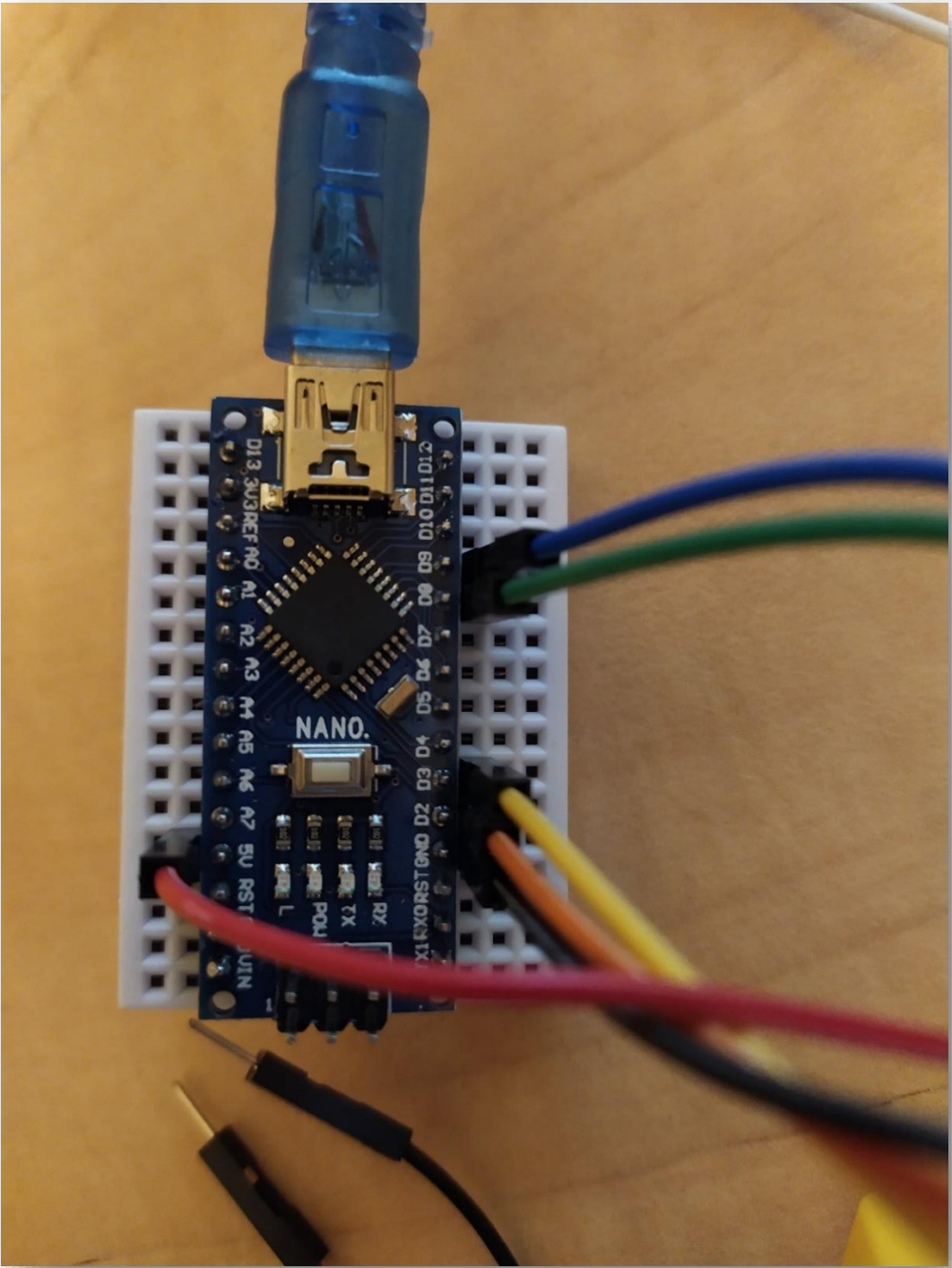


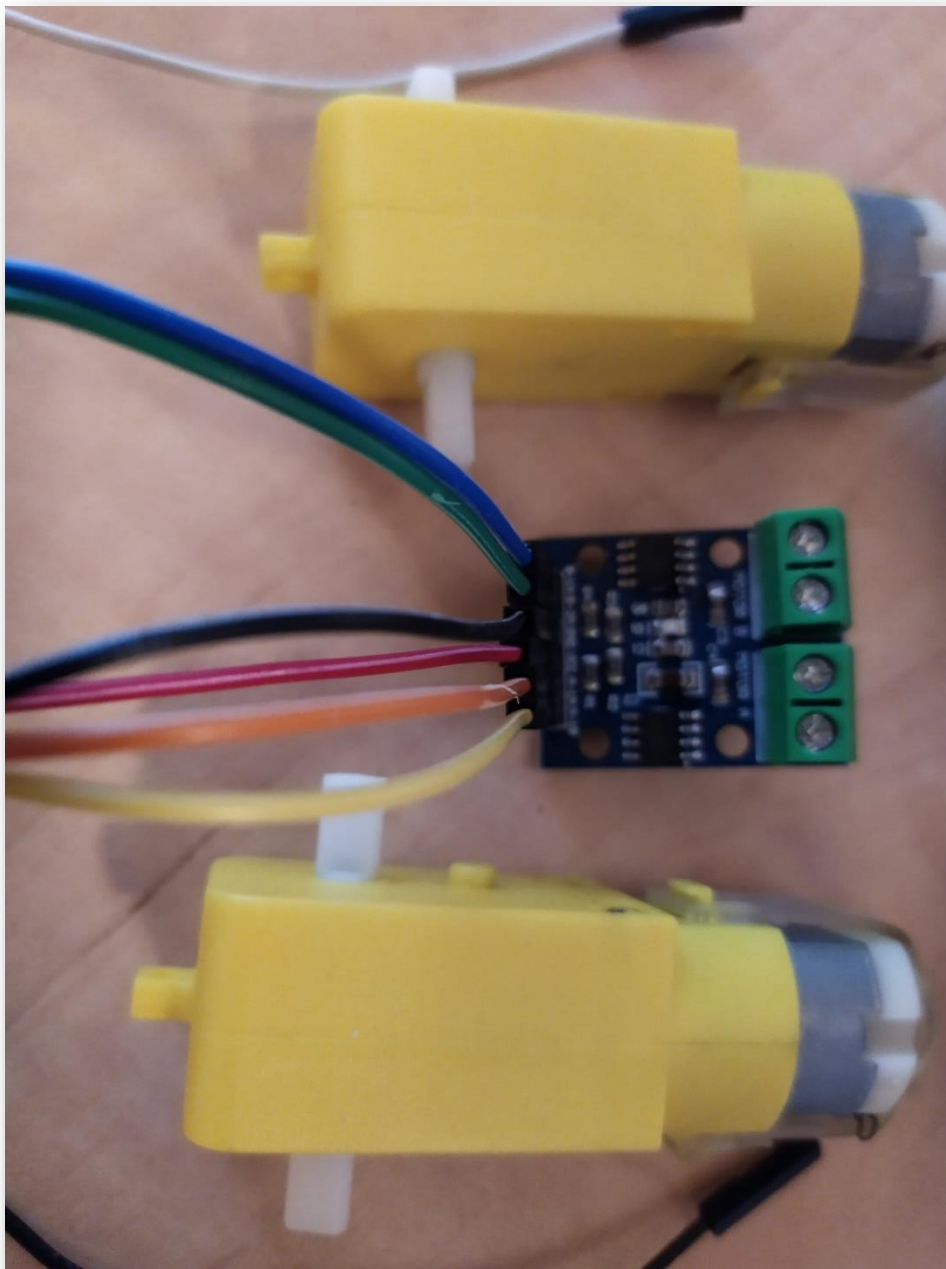
Οδηγός
Κινητήρων





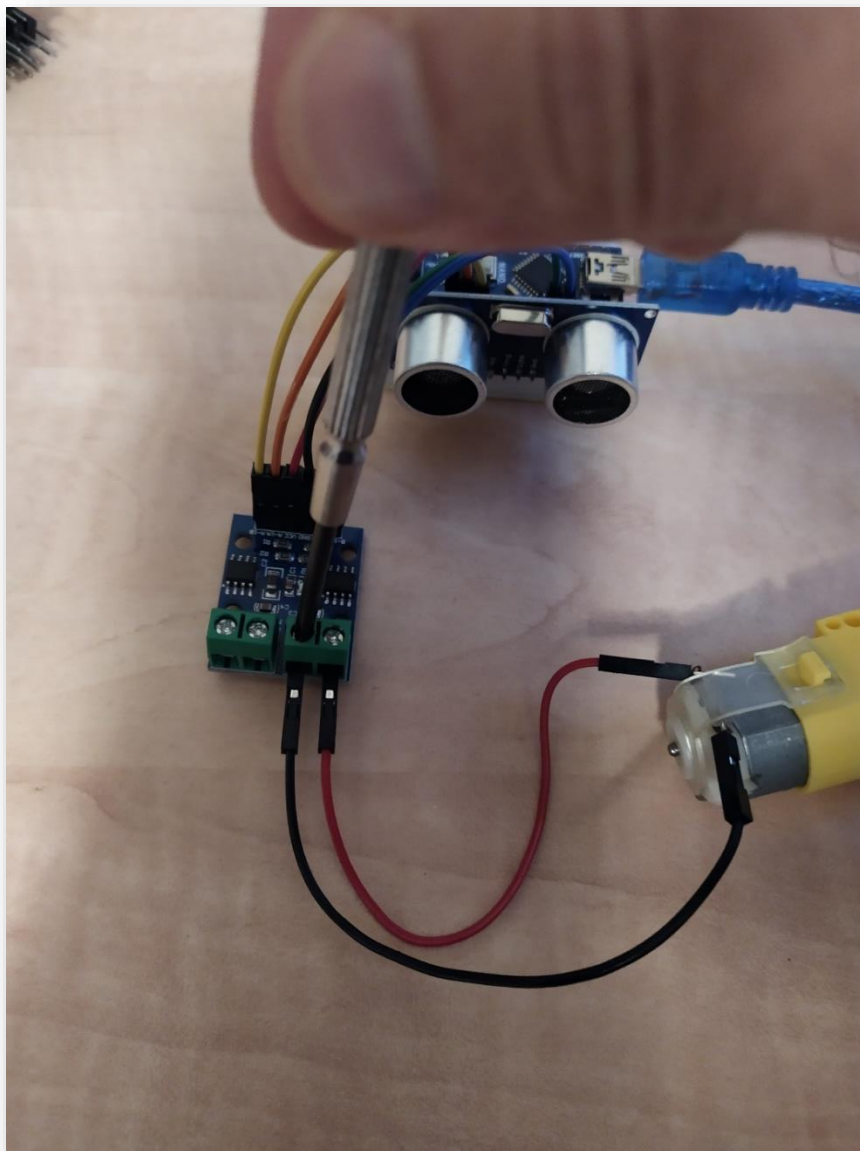
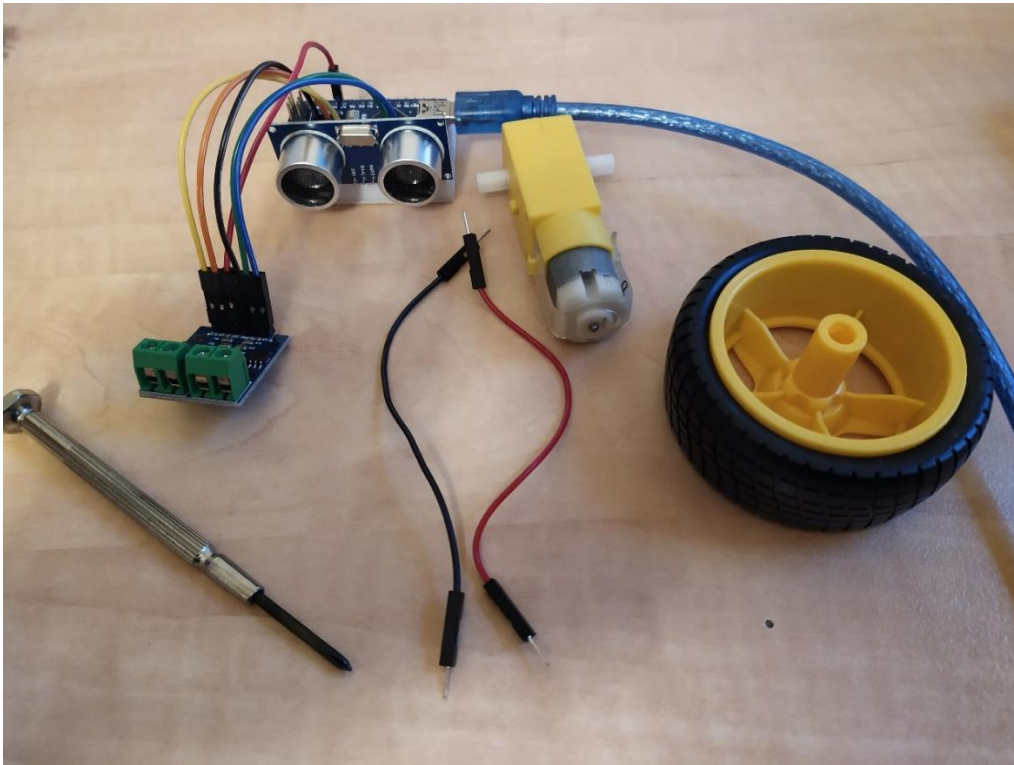
 Αναλυτικά, η συνδεσμολογία φαίνεται και στις παρακάτω εικόνες.

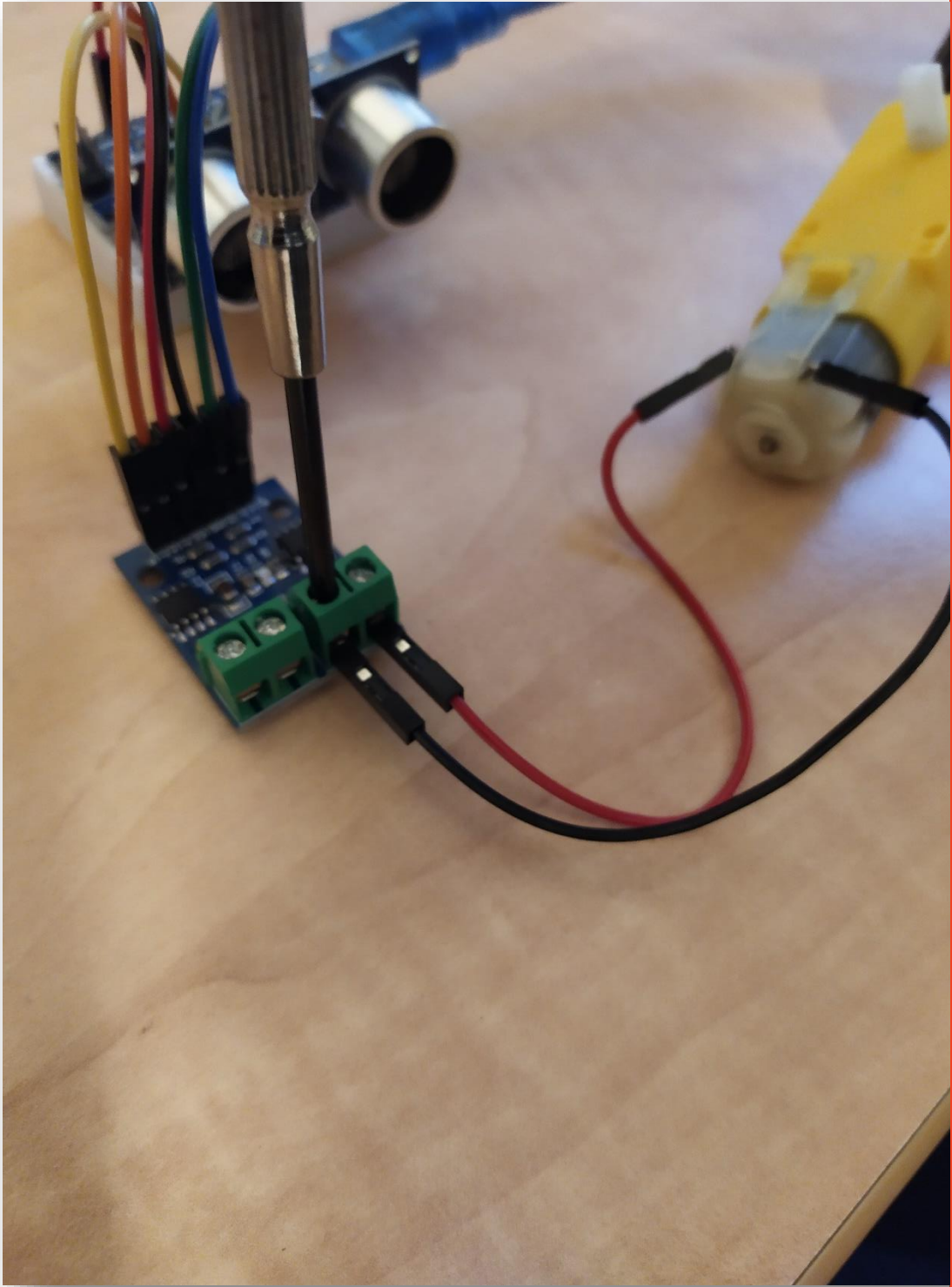


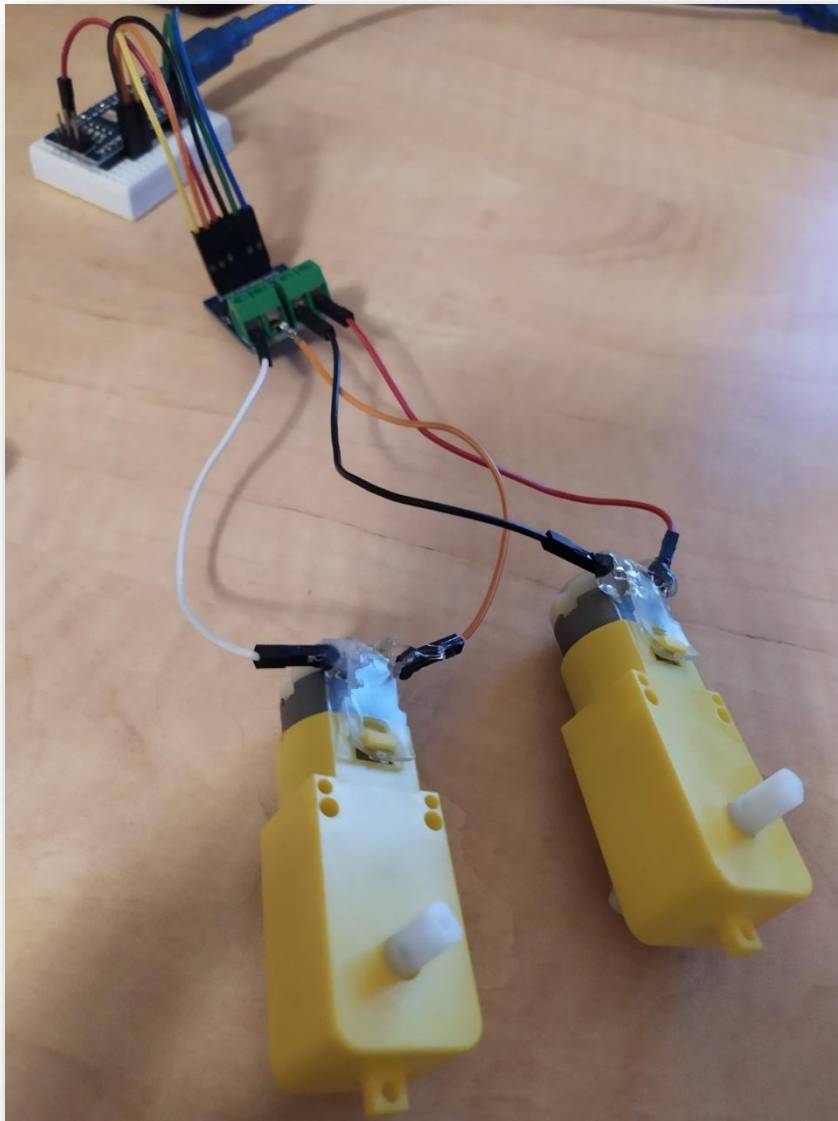


- 🖥️ Υπάρχουν στο εμπόριο κινητήρες DC με συνδεδεμένα τα καλώδια πάνω τους (αλλά λίγο πιο ακριβοί).
- 🖥️ Προτείνεται να χρησιμοποιηθεί το πιστόλι θερμοκόλλησης σιλικόνης - αντί της χρήσης κολλητηριού, ιδιαίτερα αν η κατασκευή γίνει με τη μέθοδο project από τους μαθητές/τριες για τη σύνδεση των δύο καλωδίων (Male-Male) σε κάθε κινητήρα.

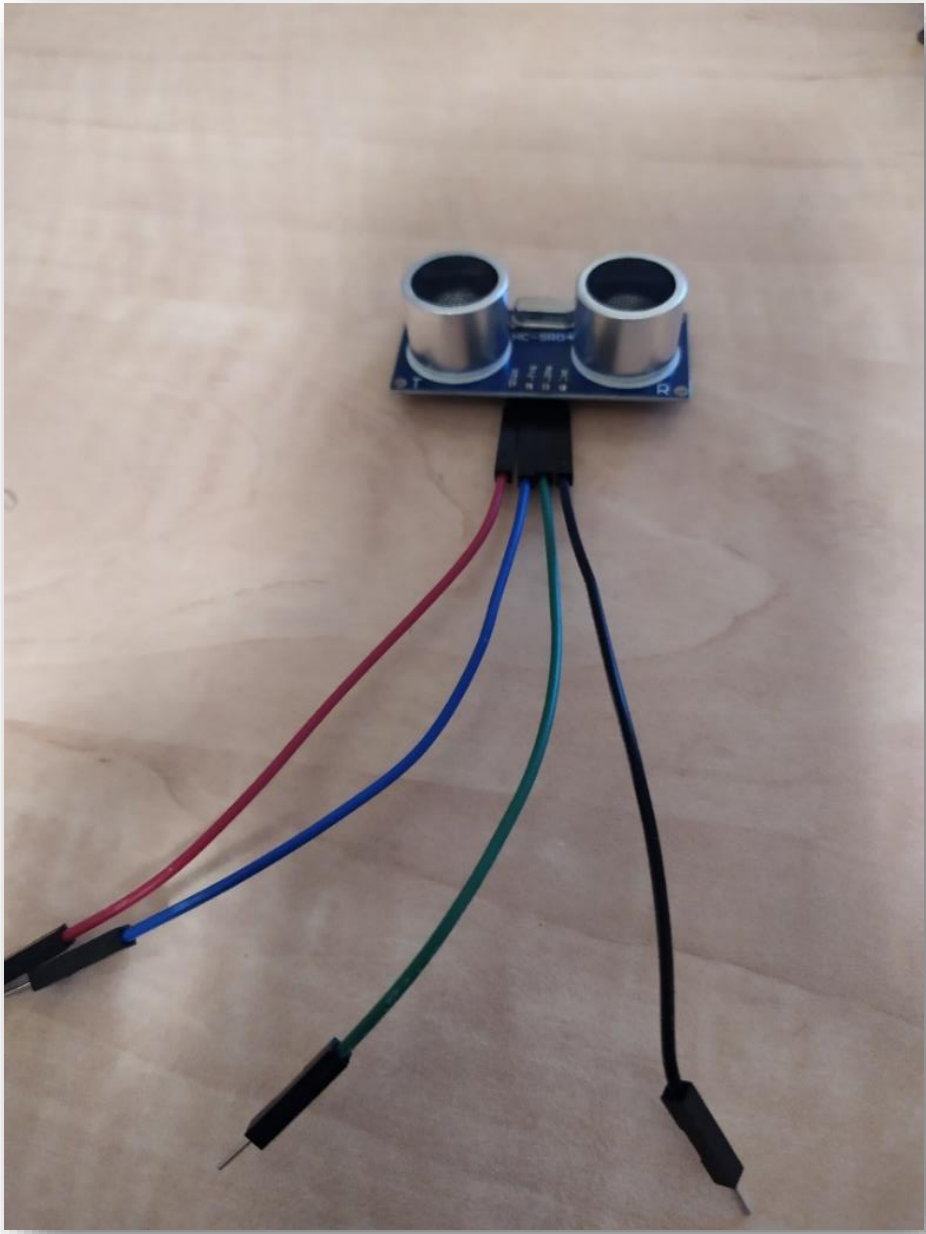
🖨️ Ακολουθεί η σύνδεση των κινητήρων στον Οδηγό Κινητήρων.

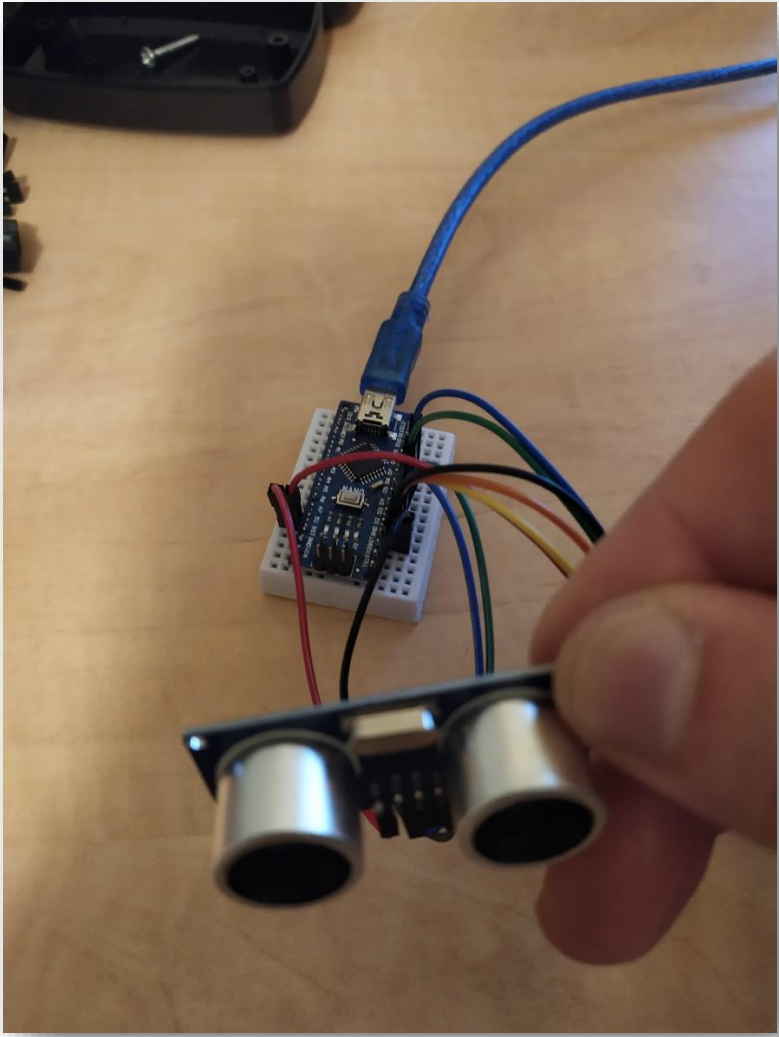


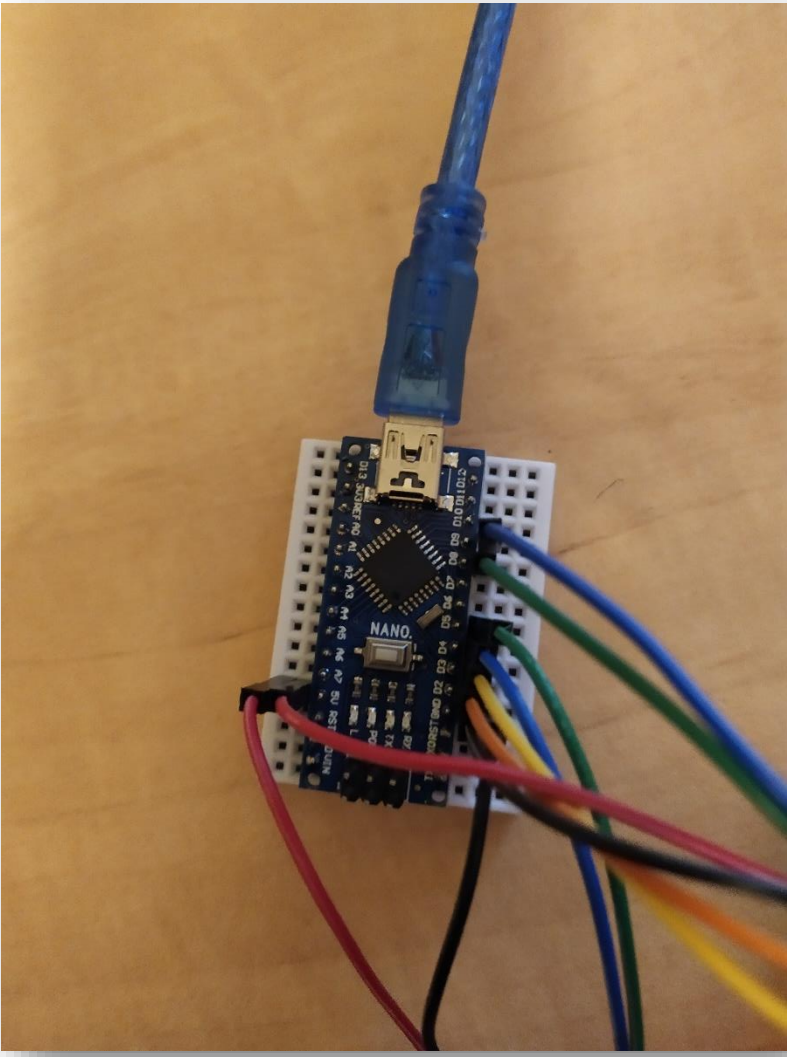


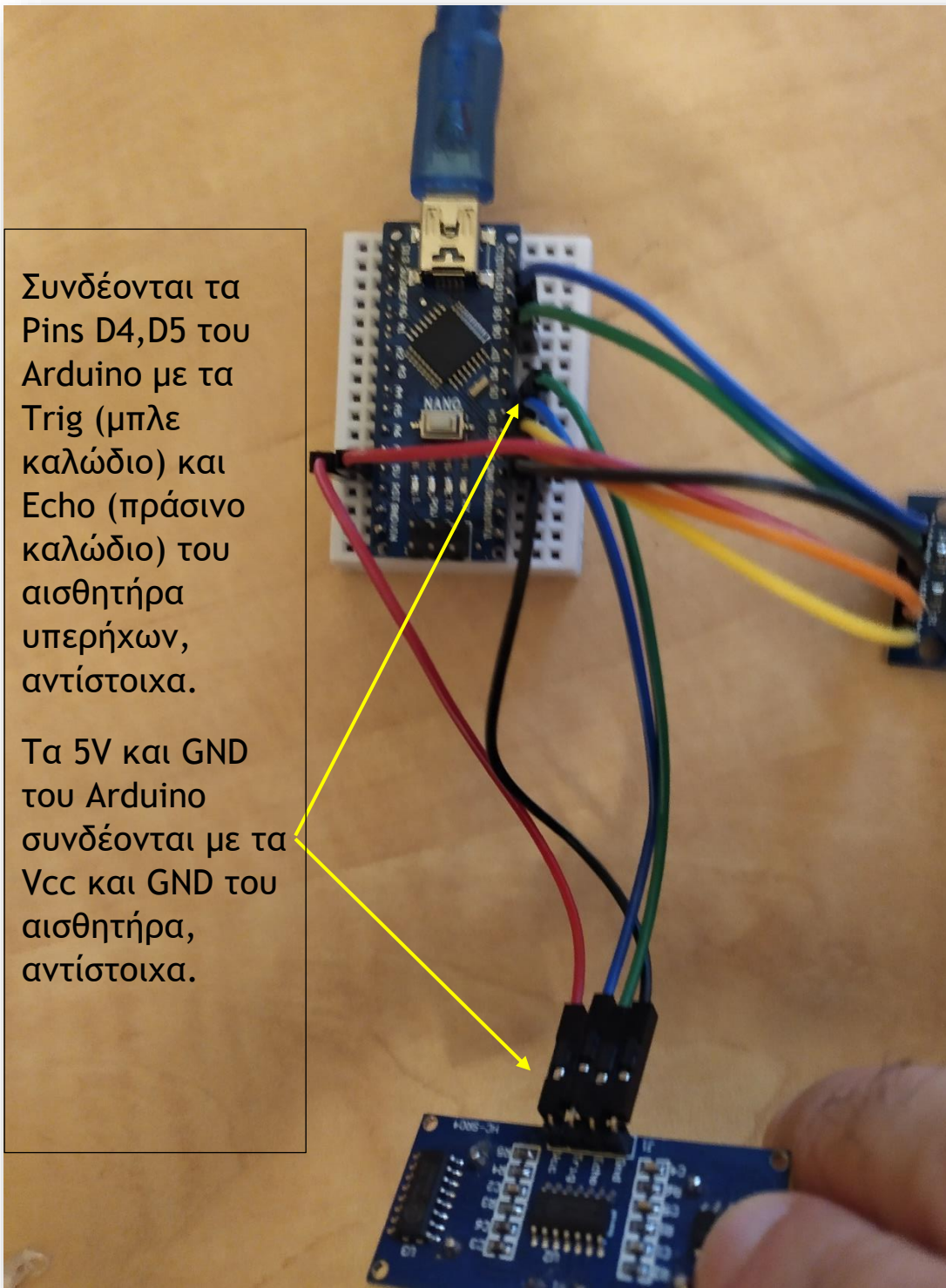



- 🖥️ Αφού ελέγξουμε την ορθή λειτουργία των κινητήρων - προγραμματίζοντάς τους μέσω του περιβάλλοντος οπτικού προγραμματισμού - συνεχίζουμε με τη συνδεσμολογία του αισθητήρα υπερήχων και του Arduino.
- 🖥️ Συνδέονται τα Pins D4,D5 του Arduino με τα Trig (μπλε καλώδιο) και Echo (πράσινο καλώδιο) του αισθητήρα υπερήχων, αντίστοιχα. Τα 5V και GND του Arduino συνδέονται με τα V_{cc} και GND του αισθητήρα, αντίστοιχα.



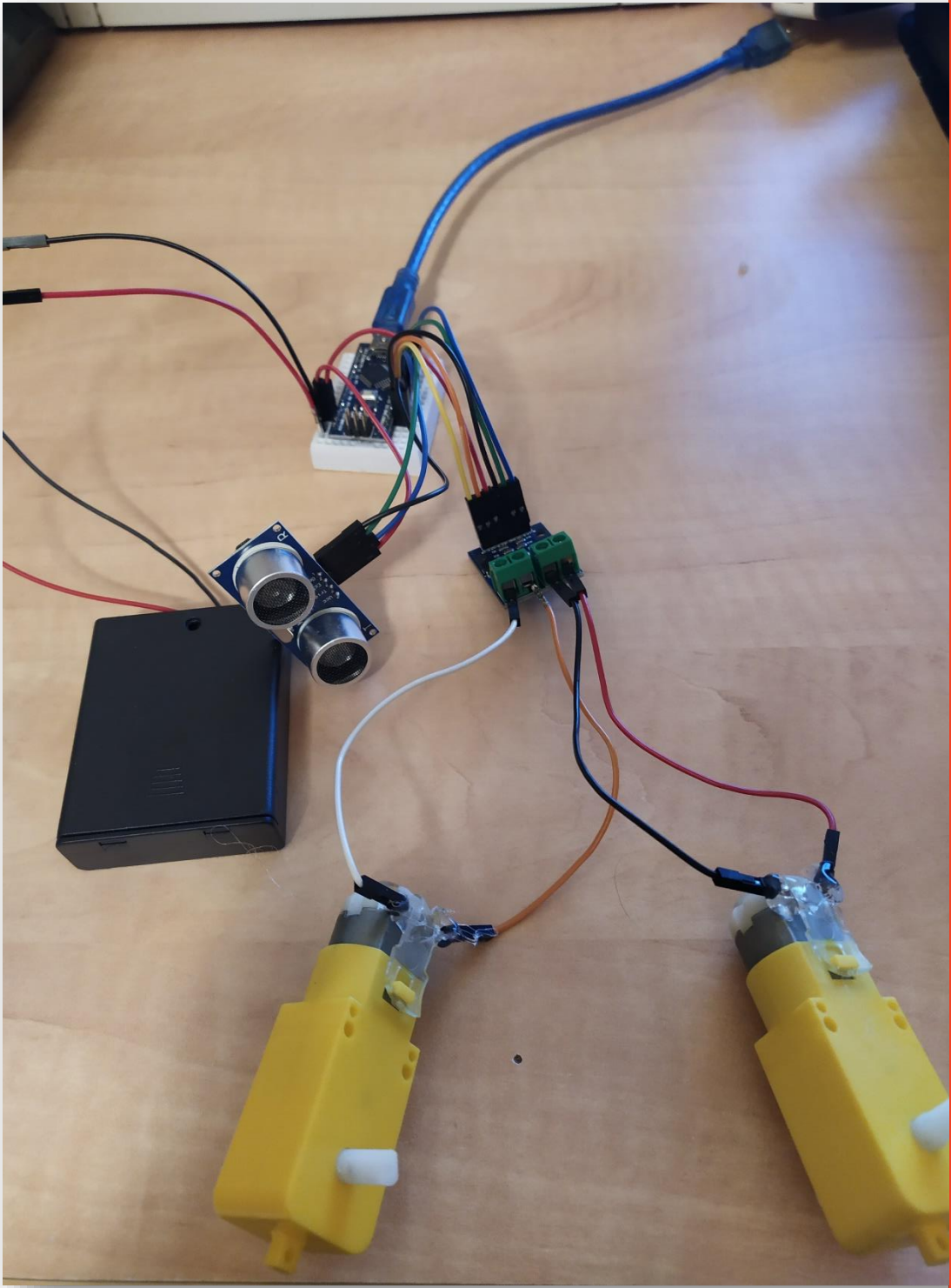






 Για την παροχή τάσης συνδέονται τα V_{in} και GND του Arduino με τα V_{cc} και GND του πακέτου μπαταριών, όπως φαίνονται παρακάτω.

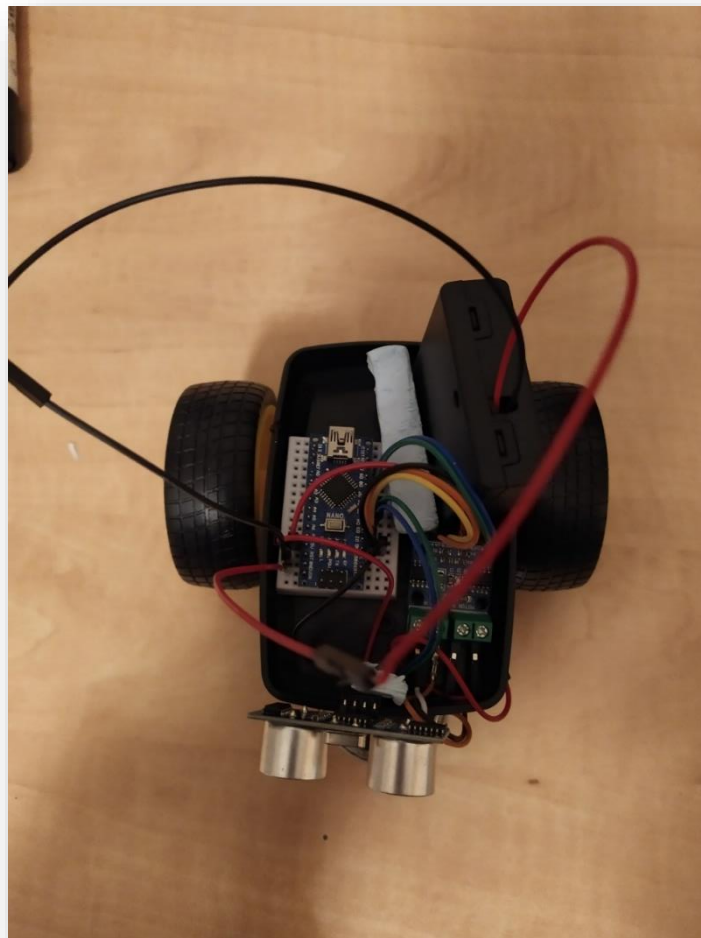




🖥️ Τέλος τοποθετούνται όλα στο κουτί (στο οποίο έχουμε ανοίξει οπές για τη διέλευση των καλωδίων του κινητήρα, του αισθητήρα και του καλωδίου USB του Arduino) και όπου χρειάζεται γίνεται χρήση της θερμοκόλλησης.

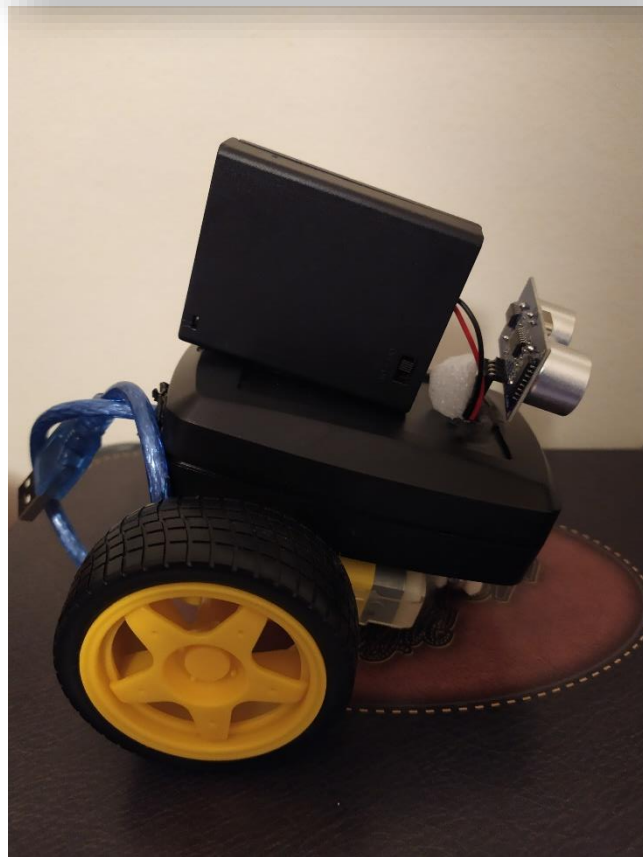


🖥️ Πριν κλείσουμε το πάνω μέρος του κουτιού -και τοποθετήσουμε το πακέτο των μπαταριών κάθετα πάνω του- ελέγχουμε όλες τις συνδέσεις μας και την κατασκευή μας.



🖥️ Οι κινητήρες κολλιούνται (με θερμοκόλληση) στο κάτω μέρος του κουτιού, ενώ το πακέτο των μπαταριών κολλιέται στο πάνω μέρος με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούμε τόσο να ανοίγουμε το πακέτο (κουτί) των μπαταριών, όσο και να μετακινούμε τον διακόπτη (ON/OFF) για τις μπαταρίες.

🖥️ Η τελική κατασκευή απεικονίζεται παρακάτω.



Φάση 4: Σενάριο Προγραμματισμού του Ρομπότ για δημιουργία απλών γεωμετρικών σχημάτων

Κίνηση σε απλά σχήματα και εισαγωγή της επανάληψης

- Χρησιμοποιώντας τις παρακάτω εντολές προσπαθούμε να κινήσουμε το ρομπότ σε συγκεκριμένο μήκος (απόσταση).

Μπροστά 1

- ...και να επιστρέψει στην αρχική του θέση.

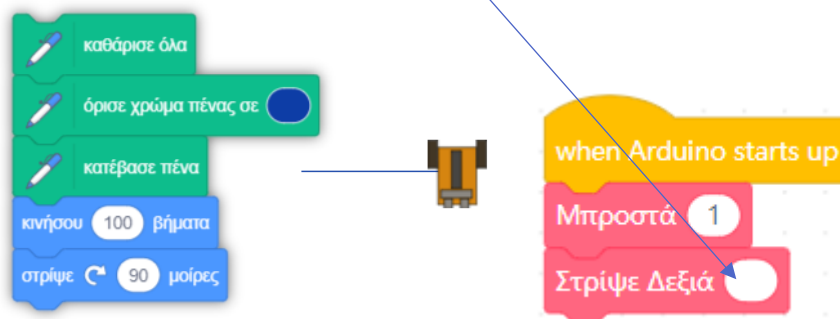
Μπροστά 1

Πίσω 1

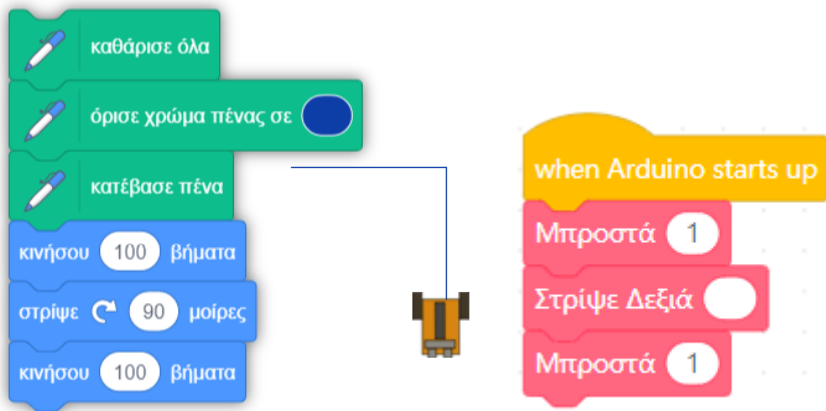
- Μετά από πειραματισμούς δίνεται το αποτέλεσμα. Καταλήξαμε όλοι/όλες στο ίδιο;



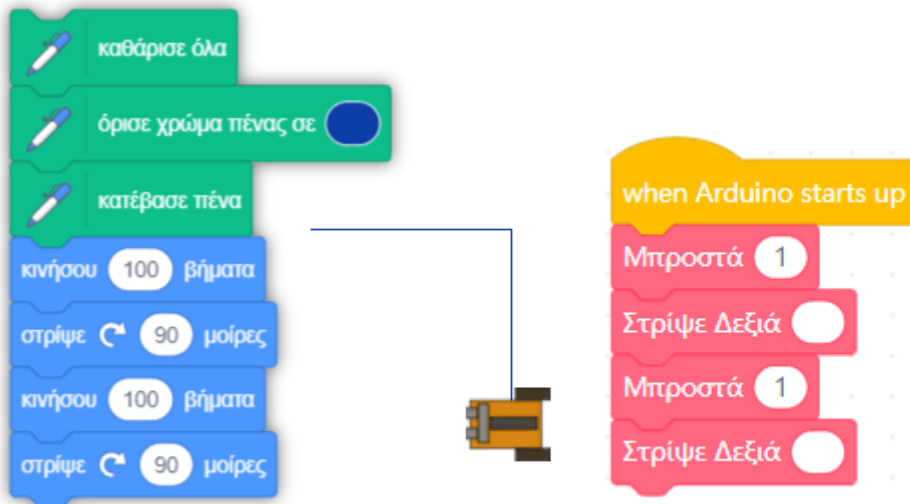
- Μετράμε, με χάρακα, για χρόνο 1 (sec) πόσο κινήθηκε το ρομπότ: _____ [Θα χρησιμοποιήσουμε αυτή τη μέτρηση ώστε να κάνουμε την αναγωγή στο χρόνο για την εντολή «Μπροστά» ή «Πίσω»]
- Χρησιμοποιώντας την εντολή «Στρίψε», στρίβουμε προς τα δεξιά κάθετα (κατά 90⁰) από την κατεύθυνση που ήμασταν. Βρίσκουμε την τιμή που πρέπει να εισάγουμε στο πεδίο Στρίψε Δεξιά.



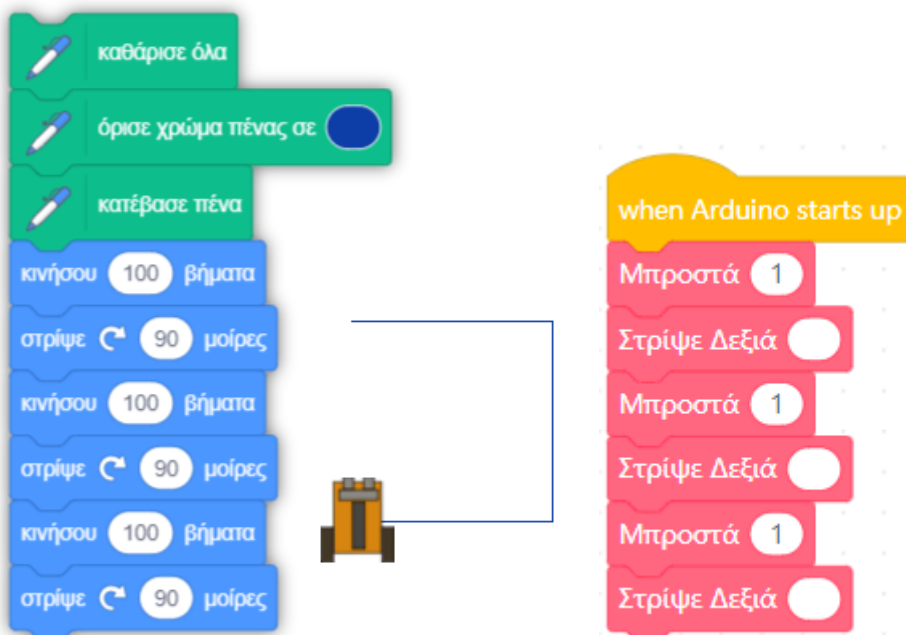
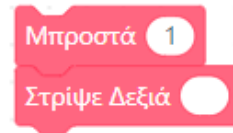
- Κατόπιν κινούμαστε στην ίδια απόσταση κάθετα με την προηγούμενη. *[Προτροπή προς τους/τις μαθητές/τριες]*



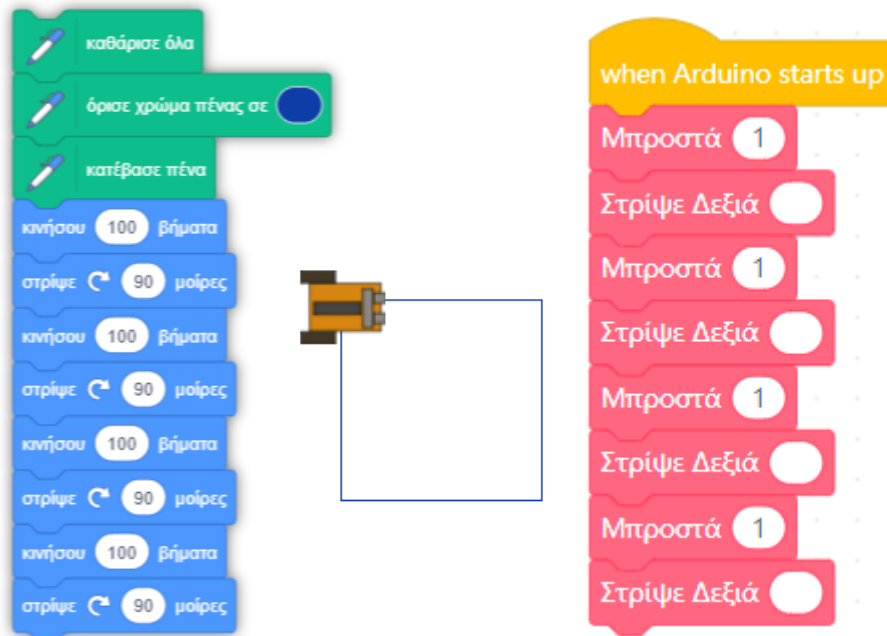
- Τι συμβαίνει αν προσθέσουμε κατά σειρά την εντολή «Στρίψε Δεξιά» (για τον ίδιο χρόνο);
- Έχουμε όλοι/όλες το ίδιο αποτέλεσμα;



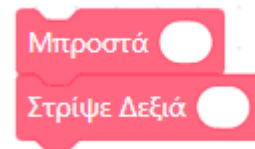
- Τι συμβαίνει αν προσθέσουμε κατά σειρά τις εντολές «Μπροστά» και «Στρίψε Δεξιά» (για τον ίδιο χρόνο με πριν); Προσπαθήστε μόνοι/μόνες:



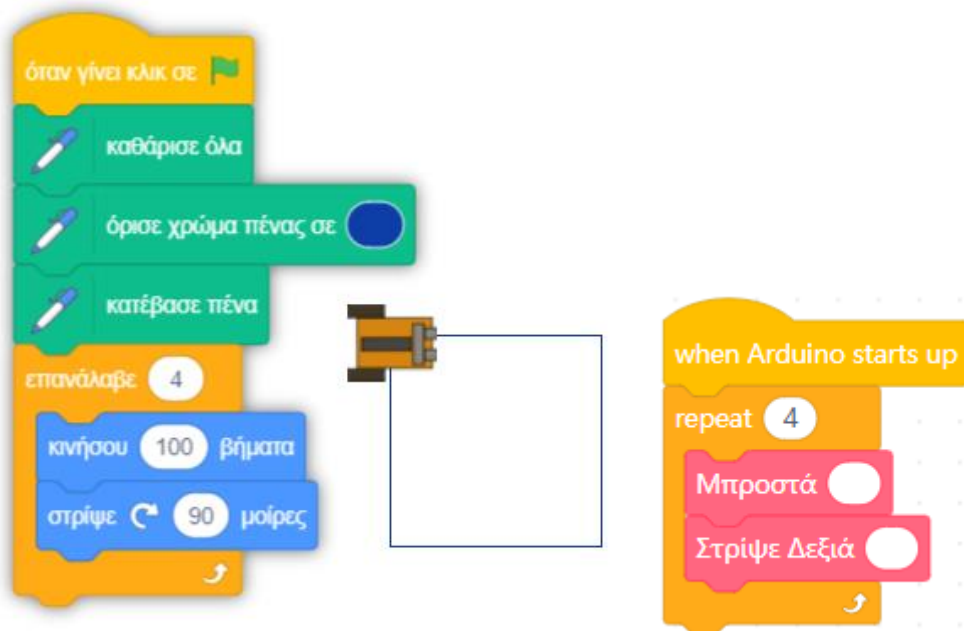
- Τι συμβαίνει αν προσθέσουμε -ακόμα μία φορά- κατά σειρά τις εντολές «Μπροστά» και «Στρίψε Δεξιά» (για τον ίδιο χρόνο με πριν); *[Έγινε Τετράγωνο;]*



- Ο Ήρων «κοιτάει» προς τα δεξιά όπως όταν ξεκινήσαμε;
- Πόσες φορές επαναλάβαμε τη χρήση του ζεύγους εντολών -κατά σειρά- «Μπροστά» και «Στρίψε Δεξιά»; _____
- Πόσες φορές επαναλάβαμε την εντολή «στρίψε 90 μοίρες» (προς τα δεξιά), ώστε ο Heron να κοιτάει στην αρχική του κατεύθυνση (προς τα δεξιά); _____
- Συμπληρώστε:
 - αριθμό εντολών «Στρίψε Δεξιά» _____
 - χρόνο για στροφή (90⁰) _____
 - αριθμό εντολών «στρίψε» x μοίρες στροφής = (Πολλαπλασιασμός μοίρες) _____



- Μπορούμε να αντικαταστήσουμε τις εντολές αριστερά με τη χρήση της επανάληψης «επανάλαβε 4 (φορές)» (δεξιά) ώστε να ελαττώσουμε τον αριθμό των εντολών του προγράμματός μας για την κίνηση σε τετράγωνο;
- Το τελικό μας αποτέλεσμα παρουσιάζεται παρακάτω.



Χρησιμοποιώντας τα φύλλα εργασίας με τα σχήματα να το οδηγήσουμε να κινηθεί το ρομπότ σε Τετράγωνο;

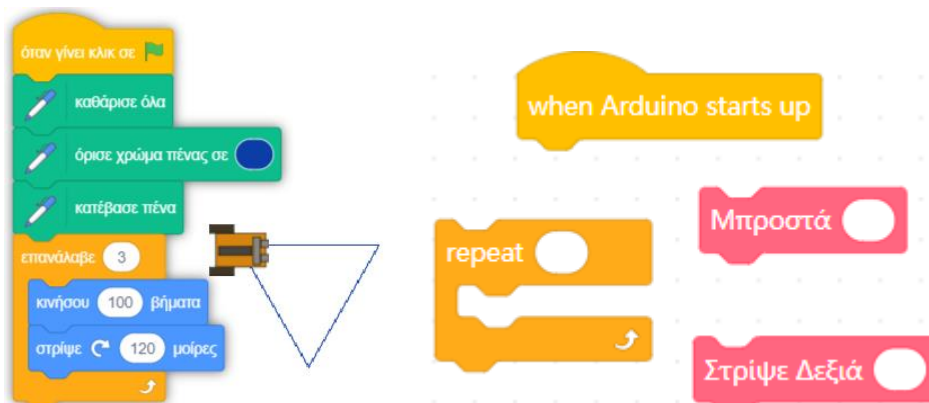
Συμπεράσματα-Υπενθύμιση - Συζήτηση:

- Ο αριθμός των επαναλήψεων ανταποκρίνεται με των αριθμό των πλευρών του σχήματος και επομένως το όνομά του.
- Υπενθύμιση: Για να φτιάξουμε ένα σχήμα στο Scratch (με την Πένα) χρησιμοποιούμε τον αριθμό των επαναλήψεων και την εντολή στρίψε ώστε **επαναλήψεις x μοίρες (στην εντολή στρίψε) = 360^0 (μοίρες)**. Το ίδιο ισχύει και για την κίνηση ακολουθώντας ένα γεωμετρικό σχήμα.
- Αν θέλαμε να κινηθούμε σε **Τρίγωνο (3γωνο)**:
 - τι **αριθμό επαναλήψεων** θέλουμε; _____
 - πόσες **μοίρες στροφής** (δοκιμάστε στο φύλλο εργασίας με τα γεωμετρικά σχήματα) θέλουμε ώστε:

$$\text{αριθμός επαναλήψεων} \times \text{μοίρες στροφής (?)} = 360^0$$

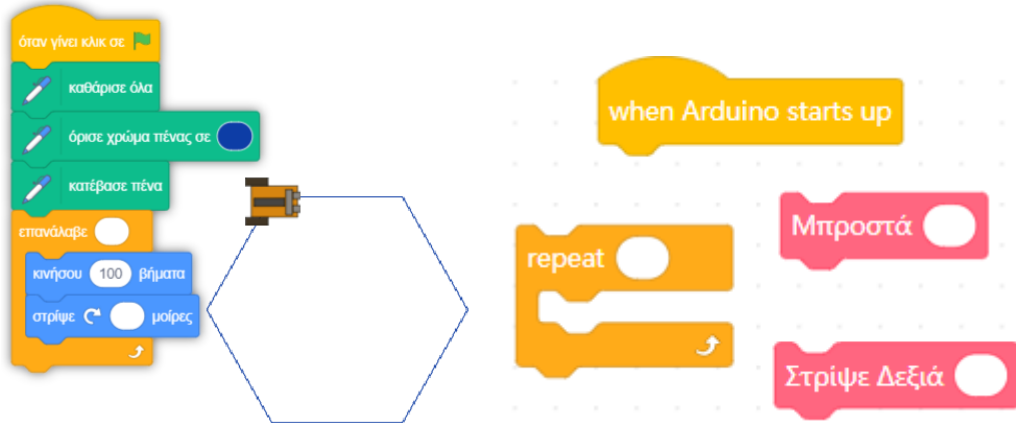
$$\underline{\hspace{2cm}} \times \underline{\hspace{2cm}} \text{μοίρες (0)} = 360^0$$

Μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα Τρίγωνο όπως παρακάτω (υπενθύμιση) και μετά χρησιμοποιώντας τα φύλλα εργασίας με τα σχήματα να το οδηγήσουμε να κινηθεί σε τρίγωνο;



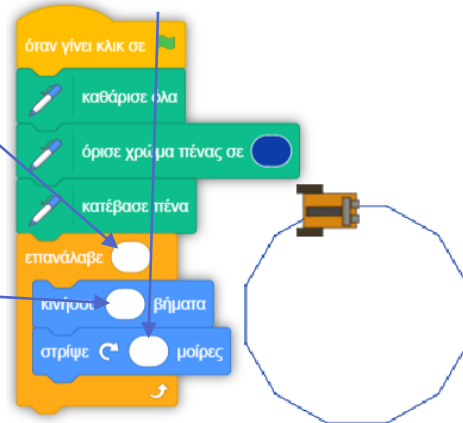
🖥️ Δημιουργήστε ένα Εξάπλευρο και αναγράψτε τον αριθμό επαναλήψεων _____ και μοιρών (°) _____ στροφής που χρησιμοποιήσατε.

🖥️ Μετά μπορούμε -χρησιμοποιώντας τα φύλλα εργασίας με τα σχήματα- να οδηγήσουμε το ρομπότ να κινηθεί σε Εξάπλευρο;



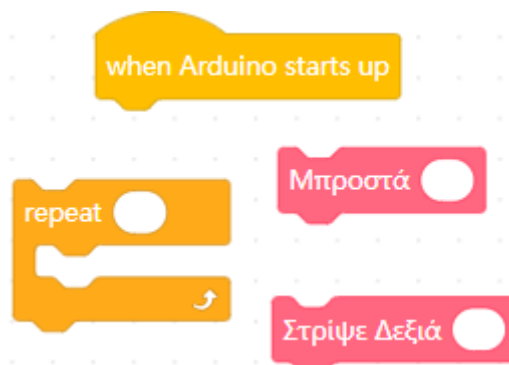
🖥️ Δημιουργήστε ένα Δωδεκάγωνο και αναγράψτε τον αριθμό επαναλήψεων _____ και μοιρών (?°) _____ στροφής που χρησιμοποιήσατε.

Χρειάζεται να αλλάξουμε και τον αριθμό βημάτων (συμπληρώστε: κινήσου _____ βήματα).



🖥️ Δημιουργούμε έναν Κύκλο; (Πρέπει να μειωθεί το βήμα; _____ Πόσες είναι οι μοίρες; _____ Πόσες οι επαναλήψεις; _____) 😊

🖥️ Μετά μπορούμε -χρησιμοποιώντας τα φύλλα εργασίας με τα σχήματα- να οδηγήσουμε το ρομπότ να κινηθεί σε κύκλο με τη χρήση των εντολών παρακάτω;



Παρατήρηση

Σχήμα με περισσότερες Πλευρές ➡️ μικρότερο Βήμα

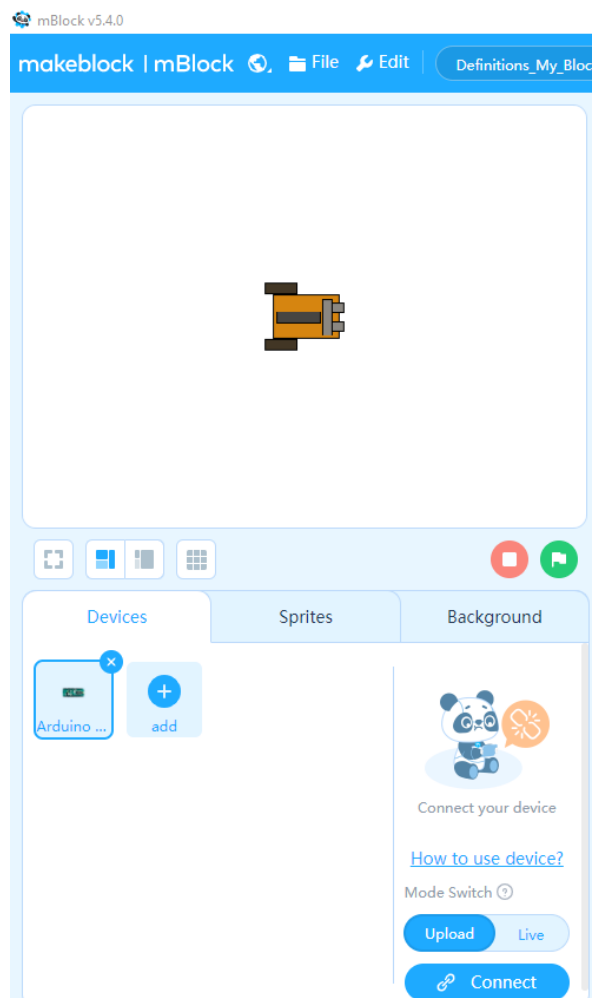
Παράρτημα: Λίγα λόγια για το περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού

Για τη διασύνδεση του ρομπότ Έρωνα (Arduino nano) με κατάλληλο block based προγραμματιστικό περιβάλλον, υπάρχουν αρκετές διαθέσιμες επιλογές, όπως:

- ▶ [mBlock](#)
- ▶ [Mind+](#)
- ▶ [Snap4Arduino](#)
- ▶ [Scratch4Arduino](#)
- ▶ [Ardublock](#)
- ▶ Online περιβάλλοντα (επί παραδείγματι [Open-roberta Lab](#))
- ▶ ...και άλλα.

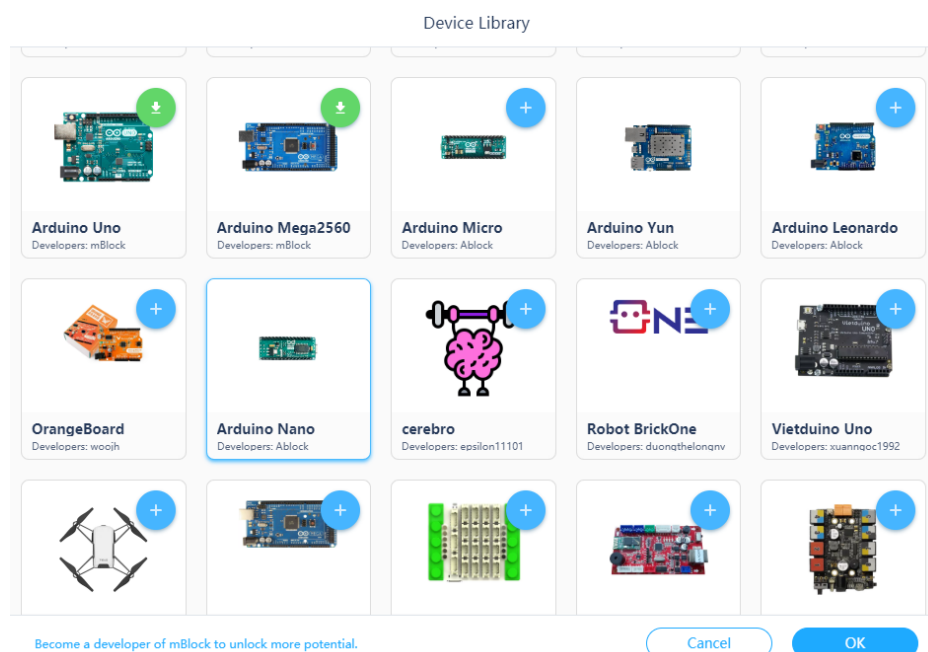
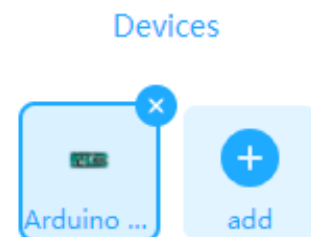
Καταλληλότερη κρίνεται -χωρίς να αποκλείεται και άλλη, σύμφωνα και με τον εργαστηριακό εξοπλισμό - η επιλογή του mBlock, διότι:

- Υπάρχει συμβατότητα με το Scratch 3 που αναπτύσσονται τα αρχικά σενάρια του εικονικού Έρωνα. Τα αρχεία σε Scratch 3 ανοίγουν στο mBlock.
- Το γραφικό περιβάλλον βασίζεται στη σχεδίαση του Scratch3 και οι μαθητές γρήγορα εξοικειώνονται.
- Δε χρειάζεται επιπλέον βιβλιοθήκες (Firmata) όπως άλλα περιβάλλοντα (εύκολη διασύνδεση υπολογιστή με Arduino).
- Υποστήριξη παλαιότερων εκδόσεων Arduino nano.
- Υποστήριξη και Python για πιθανή επέκταση και σε text based προγραμματισμό.
- Μεγάλη κοινότητα υποστήριξης.

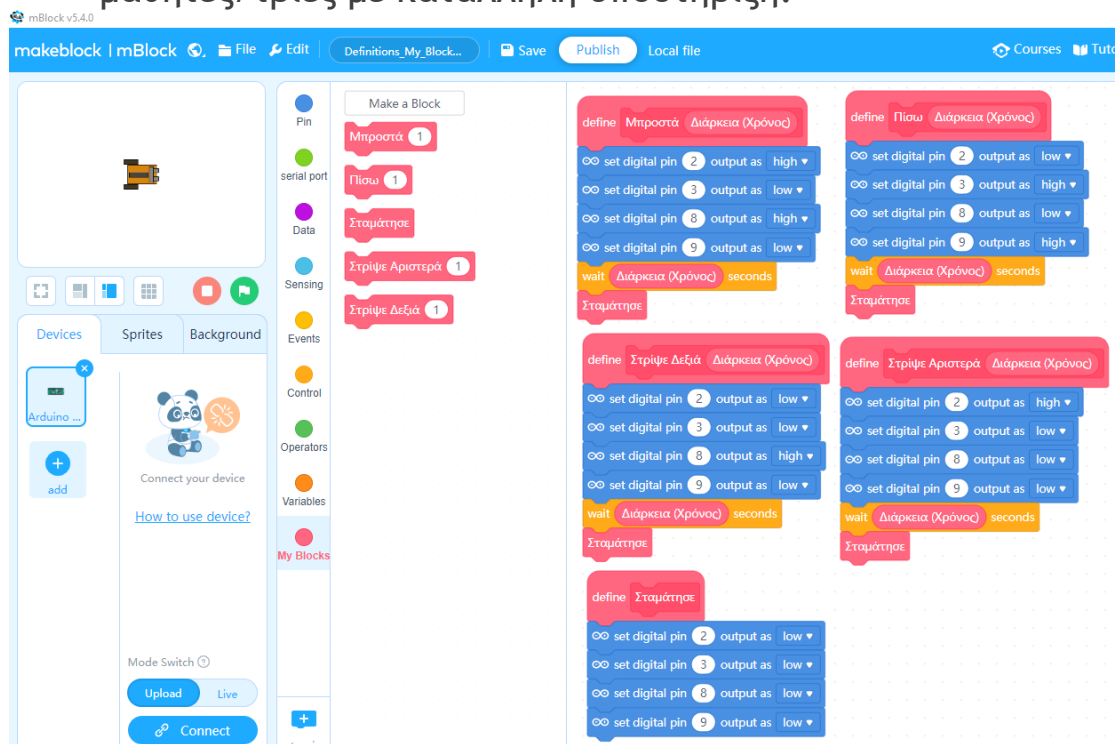


- Αρχικά γίνεται επεξήγηση προς τους μαθητές/τριες των παλετών/μπλοκ εντολών:
 - Τα κίτρινα μπλοκ (**Events**/Γεγονότα) προέρχονται από την παλέτα Γεγονότων.
 - Τα μπλε μπλοκ (**Pin**) ελέγχουν τους ακροδέκτες εισόδου/εξόδου Arduino.
 - Τα ροζ μπλοκ (**My Blocks**) και συγκεκριμένα η εντολή «Make a Block» δίνουν τη δυνατότητα να ορίσουμε το δικό μας μπλοκ κώδικα (σύνδεση με Διαδικασίες του Scratch3 της παρέμβασης που έχει προηγηθεί).
 - Τα πορτοκαλί μπλοκ (**Control**) σχετίζονται με τον έλεγχο του προγράμματος.
 - Τα γαλάζια μπλοκ (**Sensor**) ελέγχουν τους αισθητήρες Arduino, όπως ο αισθητήρας υπερήχων.
 - Τα πράσινα μπλοκ (**Operators**) είναι υπεύθυνα για την εκτέλεση μαθηματικών πράξεων (Τελεστές).
 - Το σκούρο πορτοκαλί (**Variables**) σύνολο μπλοκ αφορά τη δημιουργία μεταβλητών.
- Προτείνεται προς τους μαθητές/τριες να ανοίξουν στο mBlock ένα αρχείο τους από το Scratch3 (όπως τη δημιουργία Τετραγώνου) και να το δουν στην πράξη.

- Εισάγουμε/Προσθέτουμε (add) τη συσκευή (Devices) από μεγάλη λίστα. Βρίσκουμε το Arduino Nano ή το Arduino Nano (old) αν έχουμε παλαιότερη έκδοση.

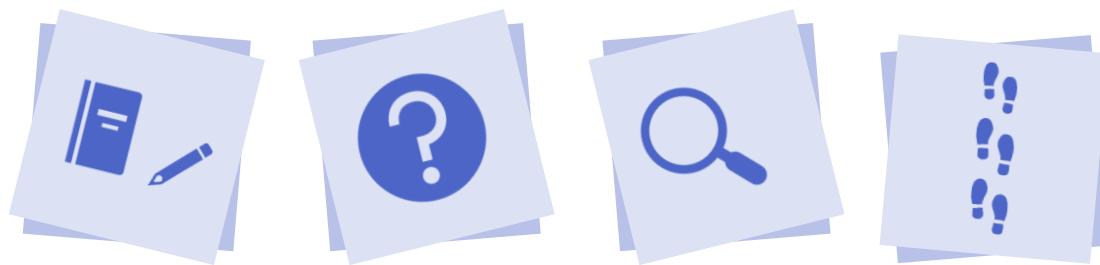


- Δημιουργούμε εμείς τα blocks των Διαδικασιών για την κίνηση του πραγματικού Ήρωνα, ώστε οι μαθητές/τριες να τα χρησιμοποιούν ως έτοιμες εντολές.
- Εξοικειώνονται με τον προγραμματισμό του Ήρωνα για απλές κινήσεις και γίνεται επεξήγηση καθεμιάς.
- Ενδεχομένως, σε επίπεδο ομίλων εκπαιδευτικής ρομποτικής ή αν έχουν προηγηθεί οι εκπαιδευτικές παρεμβάσεις για την κατανόηση των διαδικασιών (My Blocks), να μπορεί να γίνει ο ορισμός των διαδικασιών, για το Arduino, από τους/τις μαθητές/τριες με κατάλληλη υποστήριξη.

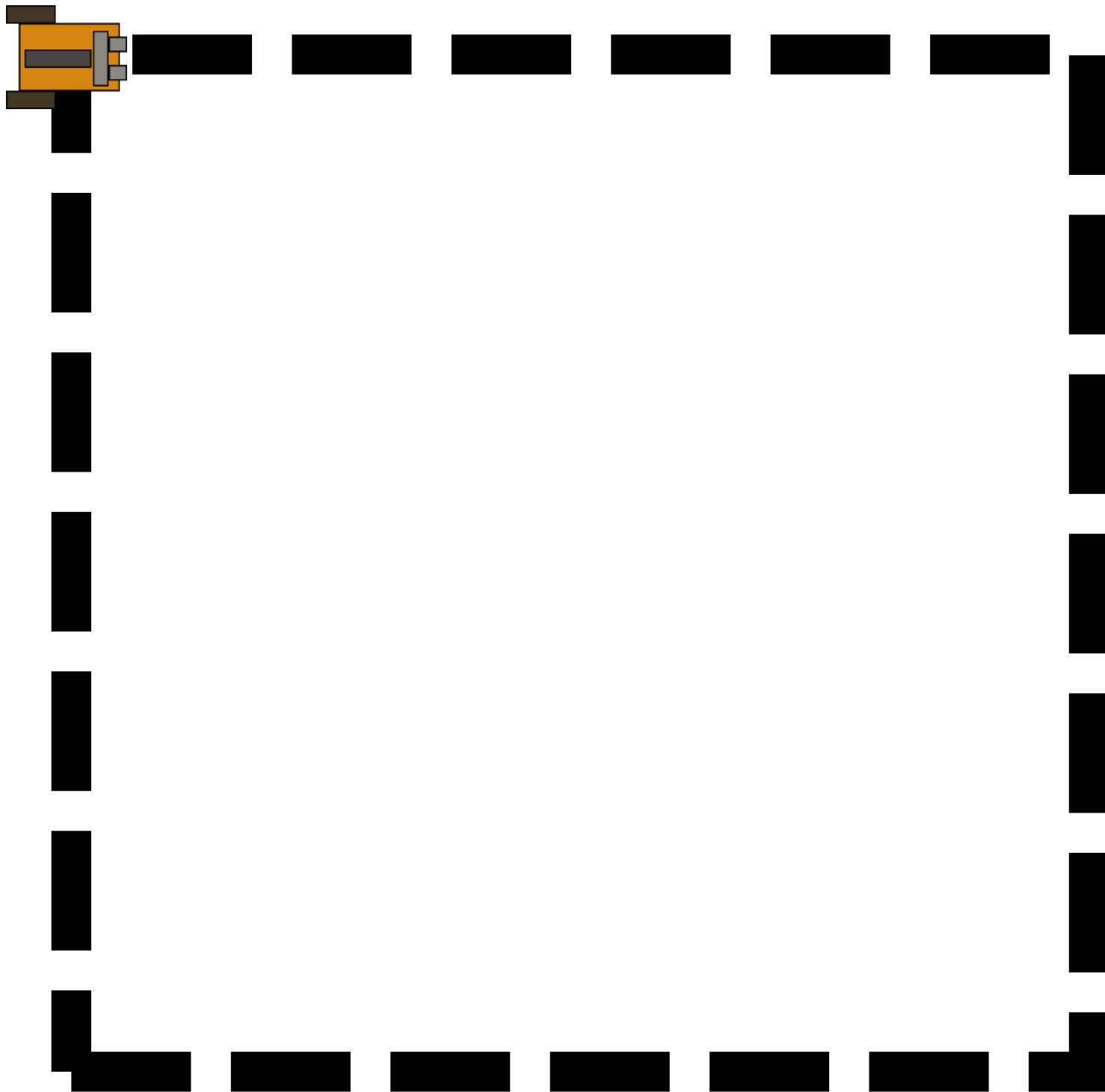


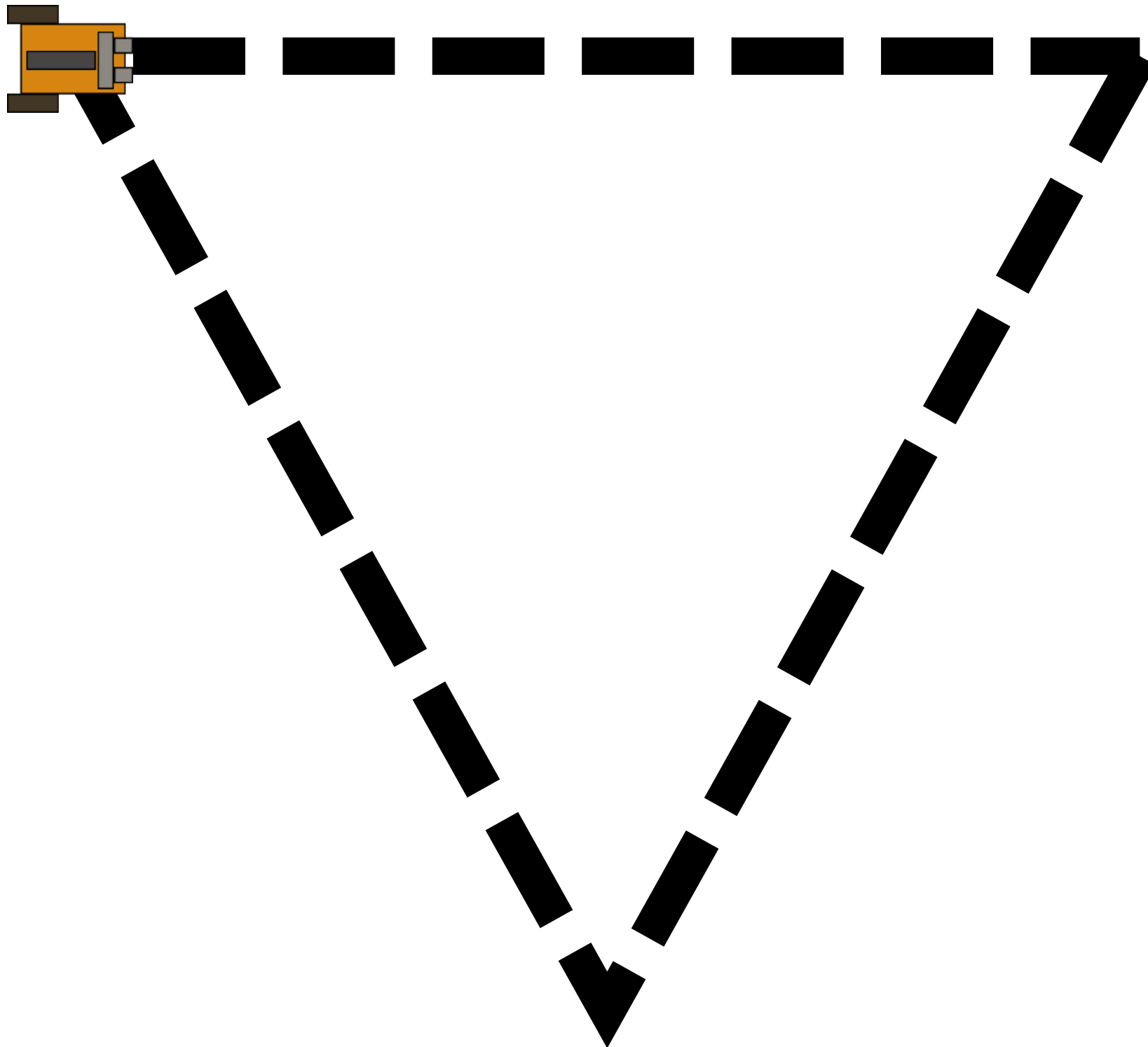
- Αφού δημιουργηθούν οι Διαδικασίες για την κίνηση του ρομπότ (Devices)...
- εισάγουμε την εικόνα του Heron ως Αντικείμενο (Sprite) που έχουμε κάνει export από το Scratch3.

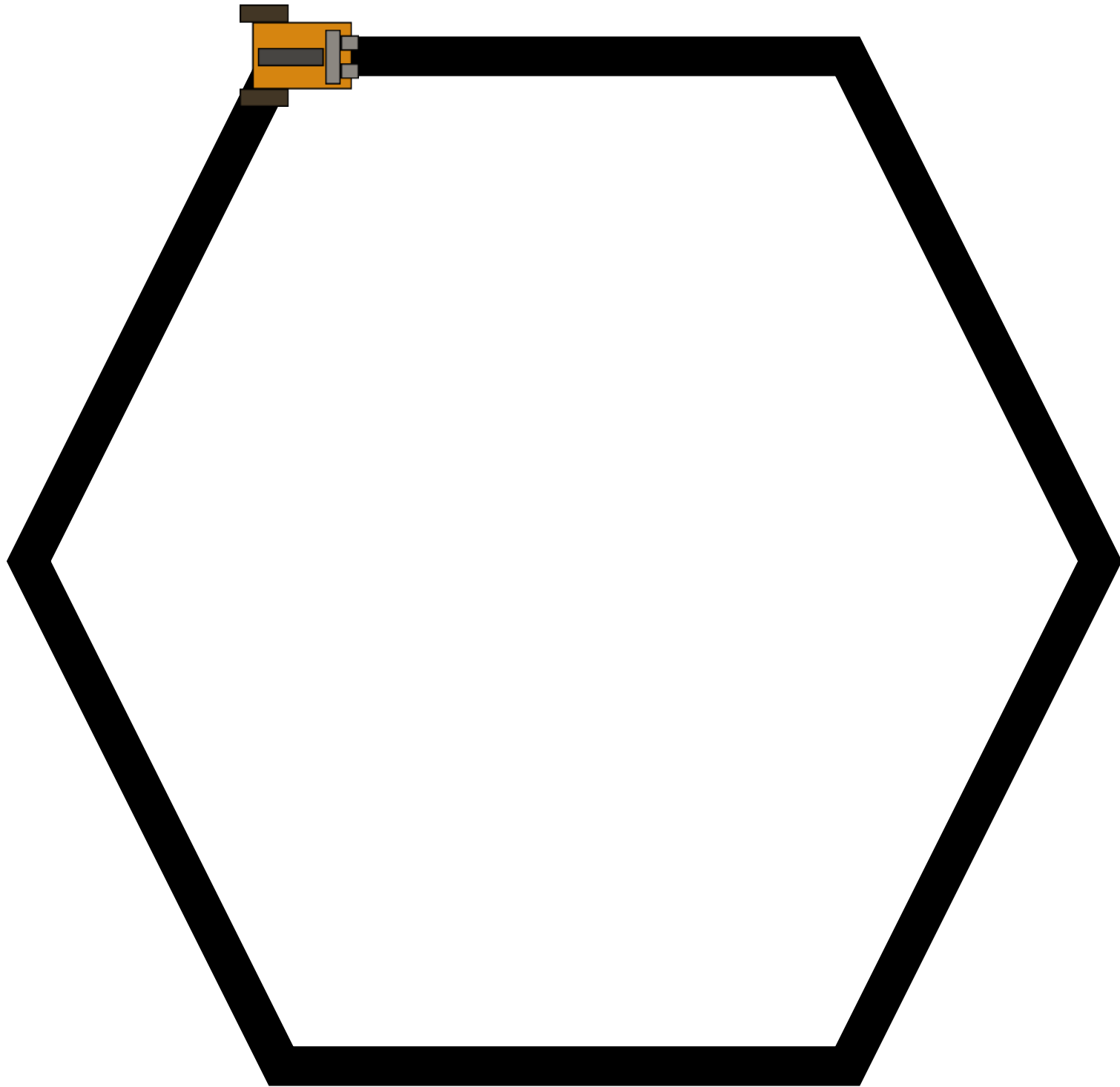
Σημείωση: θα μπορούσαμε να κάνουμε ολόκληρη την παρέμβαση σε mBlock - τόσο για τον εικονικό όσο και για τον πραγματικό Ήρωνα - εφόσον έχει γίνει η απαραίτητη εισαγωγή στο περιβάλλον και στα εργαλεία του.

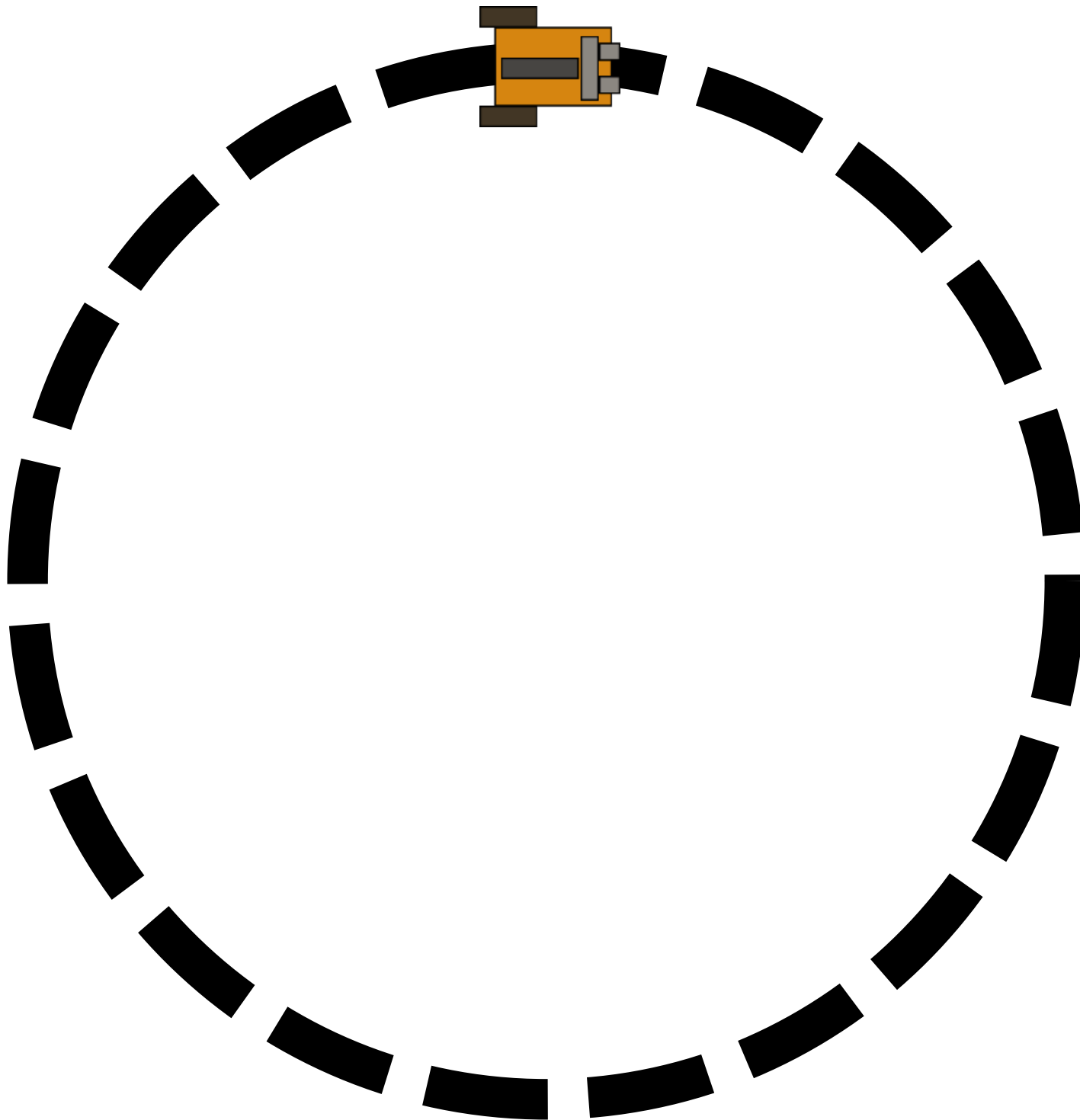


Φύλλα εργασίας με γεωμετρικά σχήματα















Ακολουθούν ενδεικτικές αναφορές και χρήσιμοι σύνδεσμοι.

-  <https://scratch.mit.edu/>
-  <https://mblock.makeblock.com/en-us/>
-  <https://blogs.sch.gr/salpk/>
-  <https://scratched.gse.harvard.edu/ct/index.html>
-  <https://www.iste.org/explore/course-mind/6-resources-engage-students-coding-scratch>
-  <http://www.roboscientists.eu/>

Άδεια Χρήσης του παρόντος έργου

©Το παρόν έργο δημιουργήθηκε από τον Δρ. Κωνσταντίνο Σαλπασράνη (Εκπαιδευτικό Πληροφορικής ΠΕ86), Ph.D. Ηλεκτρολόγο Μηχανικό & Τεχνολογίας Υπολογιστών, Πολυτεχνικής Σχολής Πανεπιστημίου Πατρών.



Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές

