



ΔΠΜΣ Συστήματα Αυτοματισμού

Μηχανοτρονικά Συστήματα

## Τηλεχειρισμός Κινητού Ρομποτικού Βραχίονα

---

### Ομάδα 2:

Γεώργιος Κασσαβετάκης  
Άγγελος Κουσάνας  
Κωνσταντίνος Μανώλης

### Ομάδα 6:

Γεώργιος Κρομμύδας  
Λάμπης Παπακώστας

# Δομή Παρουσίασης

---

1. Κίνητρο
2. Σχεδιασμός
3. Κατασκευή Επιμέρους Συστημάτων
4. Συγχώνευση Κατασκευών
5. Αποτελέσματα
6. Εμπόδια - Δυσκολίες
7. Συμπεράσματα

# 1. Κίνητρο

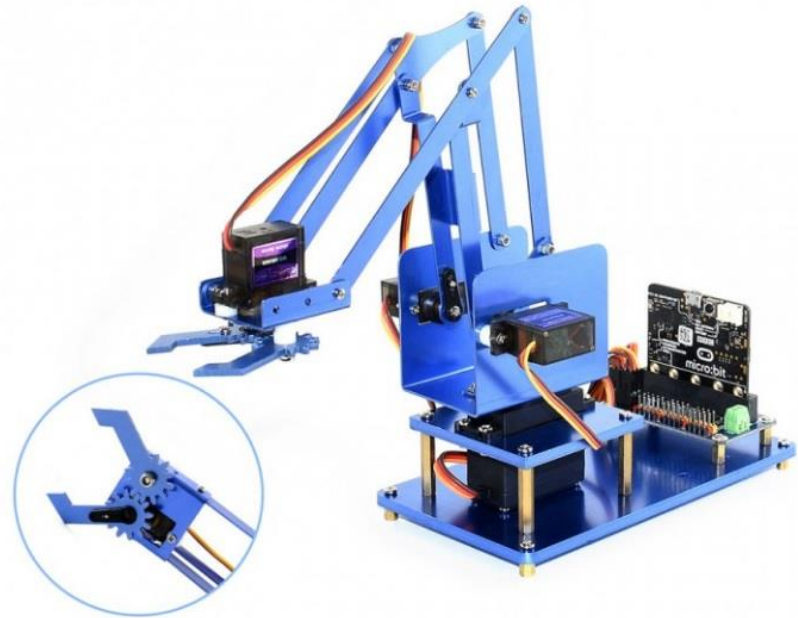
---

- Εξοικείωση με την εκπαιδευτική πλατφόρμα Arduino και μηχανοτρονικών συστημάτων.
- Εφαρμογή και αφομοίωση μεθοδολογιών που αποκτήθηκαν κατά τη φοίτηση στο παρόν ΔΠΜΣ.
- Μηχανοτρονικές έννοιες.
- Ανάπτυξη λογισμικού σε RTOS.
- Θεωρία Ελέγχου.
- Εξοικείωση με ρομποτικές διατάξεις.
- Καθορισμός προδιαγραφών συστήματος (υλικά, κόστη, κατανομή χρόνου).

# Ρομποτικός Βραχίονας

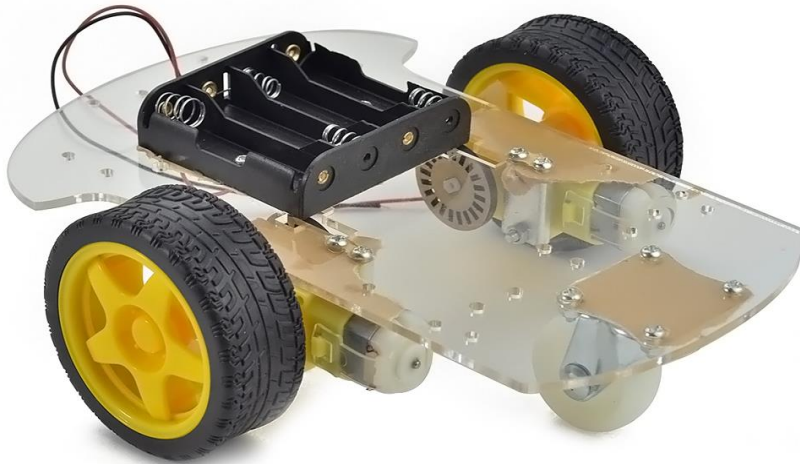
---

- Μηχανισμός τεσσάρων μελών
- Τέσσερις (4) servo – κινητήρες
- Τελικό στοιχείο δράσης
- Τηλεχειρισμός με bluetooth
- Έλεγχος στο χώρο των αρθρώσεων
- Έλεγχος στον καρτεσιανό χώρο



# Τροχοφόρο Ρομπότ

---

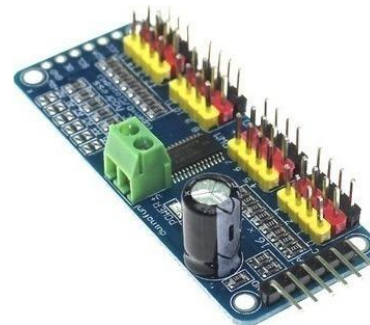


- Unicycle Model.
- Αποτελείται από δύο DC κινητήρες με μειωτήρα.
- Σκελετός από ακριλικό υλικό.
- Χρήση Encoder για έλεγχο ταχύτητας.
- Χρήση Ultra Sonar για ανίχνευση εμποδίων.

# Υλικό Ρομποτικού Βραχίονα

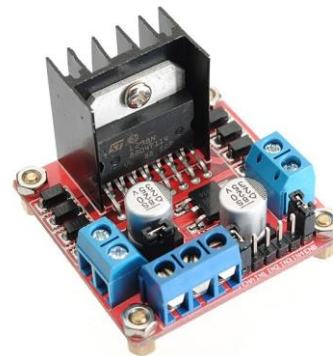
---

- Πλακέτα Arduino UNO R3
- Διπλή μονάδα κουμπιού Joystick
- Driver PCA 9685 16-channels
- 4 x MG90S Micro Servo
- 2 x hc-05 Bluetooth Module

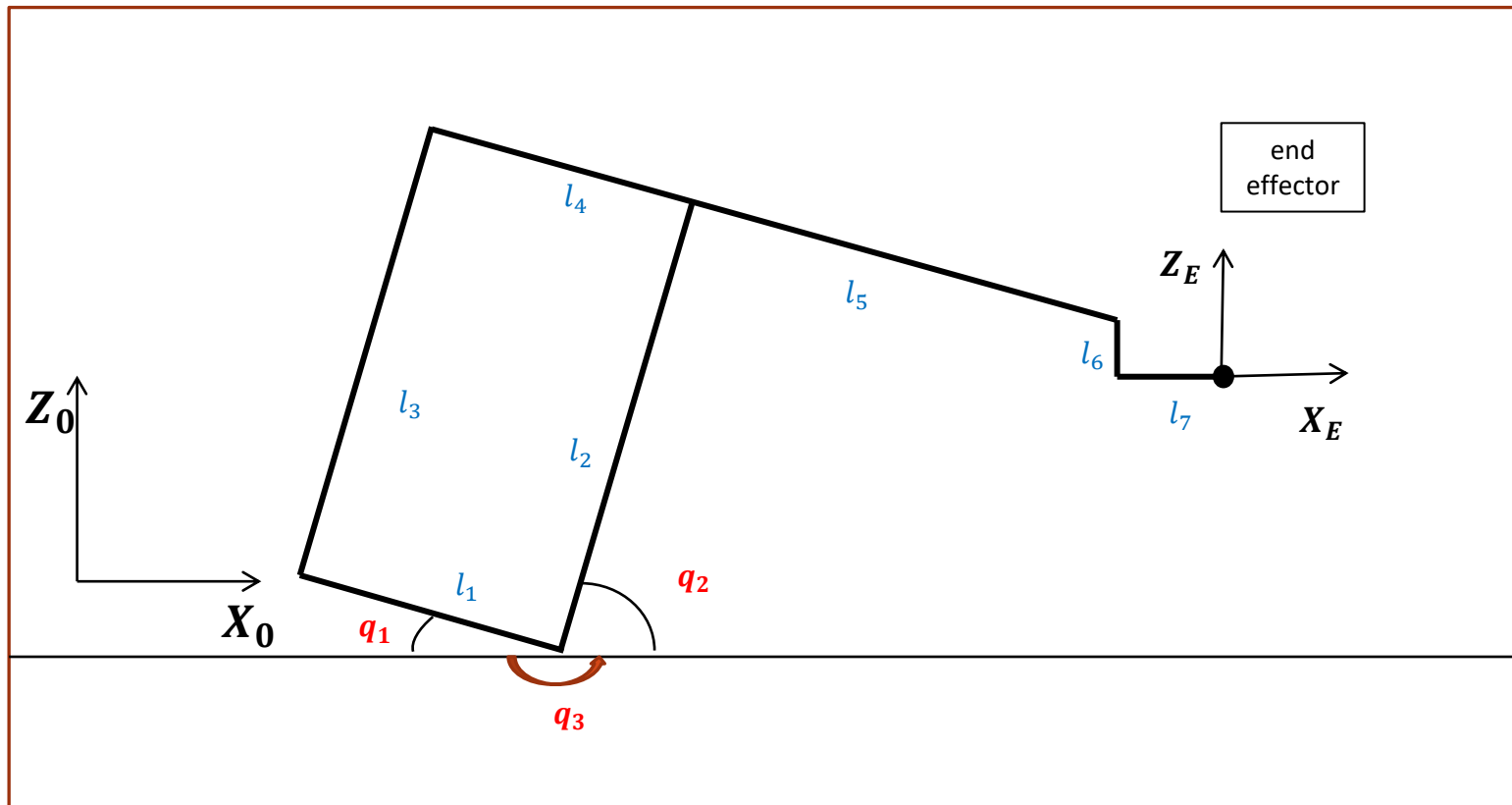


# Υλικό Τροχοφόρου

- Πλακέτα Arduino Uno Rev 3.
- Dual Motor Driver Module L298N.
- 2xDC Gear Motor TT - 125 RPM.
- 2xWaveshare Photo Interrupter Sensor.
- Ultrasonic Sensor - Ranging Detector 2 - 400cm HC-SR04.



## 2.Σχεδιασμός





# Μοντελοποίηση Ρομποτικού Βραχίονα

---

- **Ευθύ Κινηματικό Μοντέλο**: Συσχέτιση των μεταβλητών αρθρώσεων με τις μεταβλητές του τελικού στοιχείου δράσης.

$$x_E = \cos(q_3) * (l_5 * \cos(q_1) + l_2 * \cos(q_2) + l_7)$$

$$y_E = \sin(q_3) * (l_5 * \cos(q_1) + l_2 * \cos(q_2) + l_7)$$

$$z_E = -l_5 * \sin(q_1) + l_2 * \sin(q_2) - l_6$$

# Μοντελοποίηση Ρομποτικού Βραχίονα

• **Αντίστροφο Κινηματικό Μοντέλο:** Υπολογισμός των γωνιών των αρθρώσεων με δεδομένη τη θέση και τον προσανατολισμό του τελικού στοιχείου δράσεως.

$$q_2 = \text{atan2}(B, A) + \text{atan}\left(\frac{l_5 * \sqrt{(1 - C^2)}}{l_2 + l_5 * C}\right)$$

$$q_1 = \text{acos}(C) - q_2;$$

$$q_3 = \text{atan2}(y, x);$$

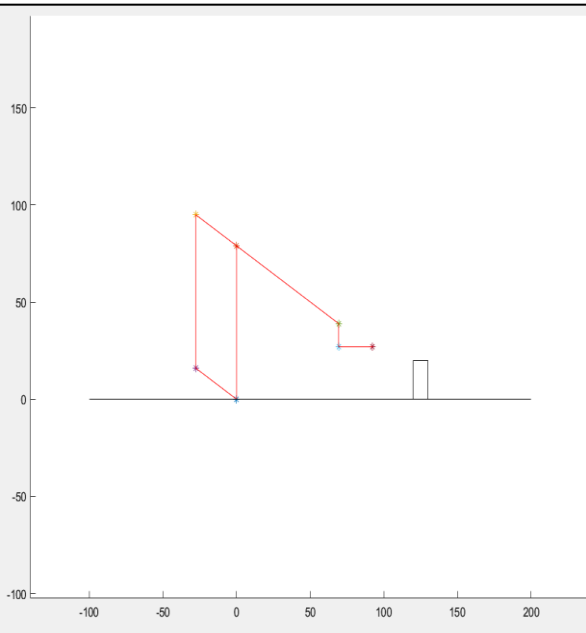
Όπου:

$$A = \sqrt{(x^2 + y^2)} - l_7;$$

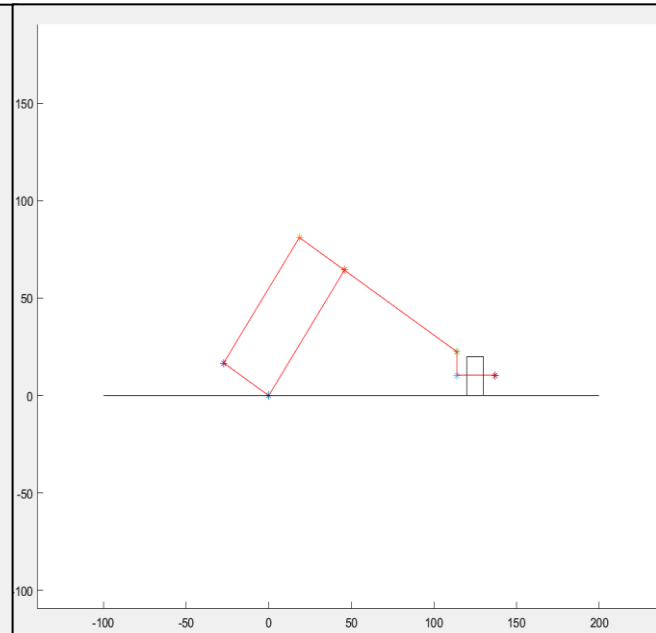
$$B = z + l_6;$$

$$C = (A^2 + B^2 - l_5^2 - l_2^2)/(2 * l_5 * l_2)$$

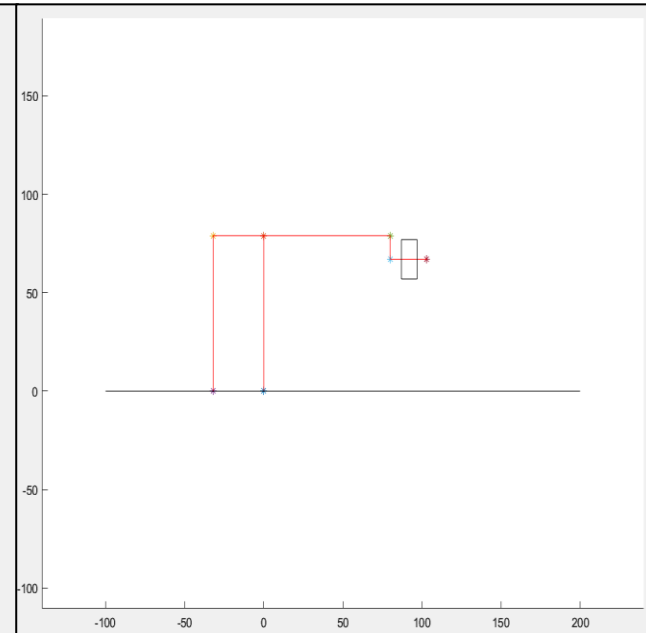
# Pick mode



Αρχική θέση

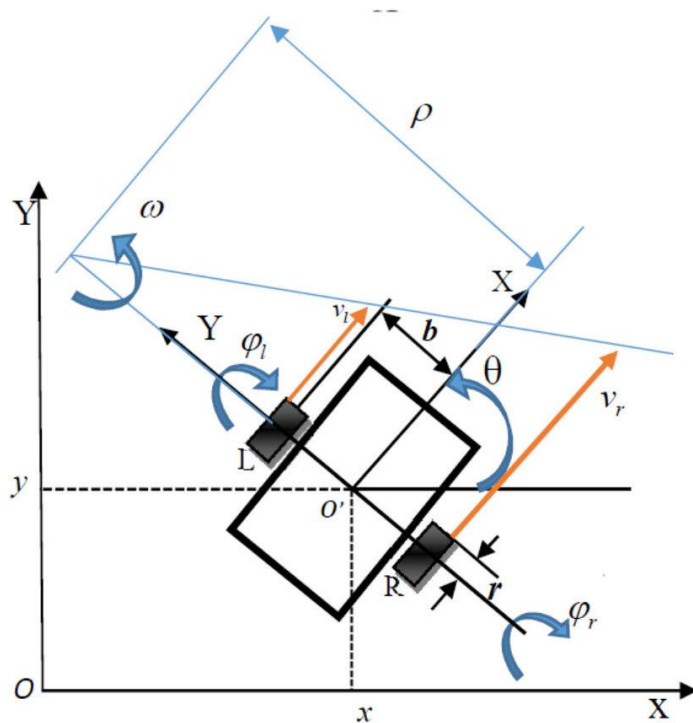


Προσέγγιση  
αντικείμενου



Ανύψωση  
αντικείμενου

# Μοντελοποίηση Οχήματος

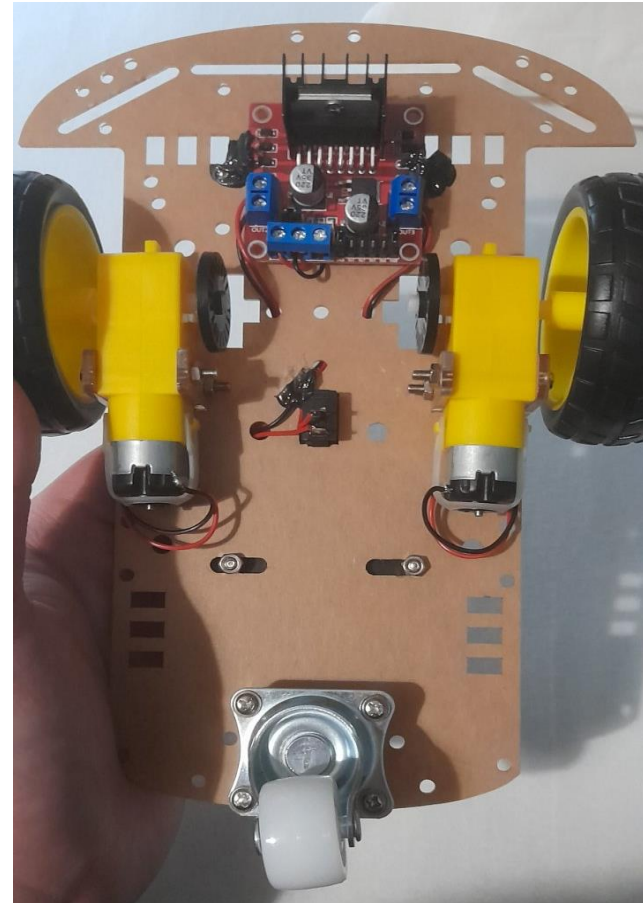
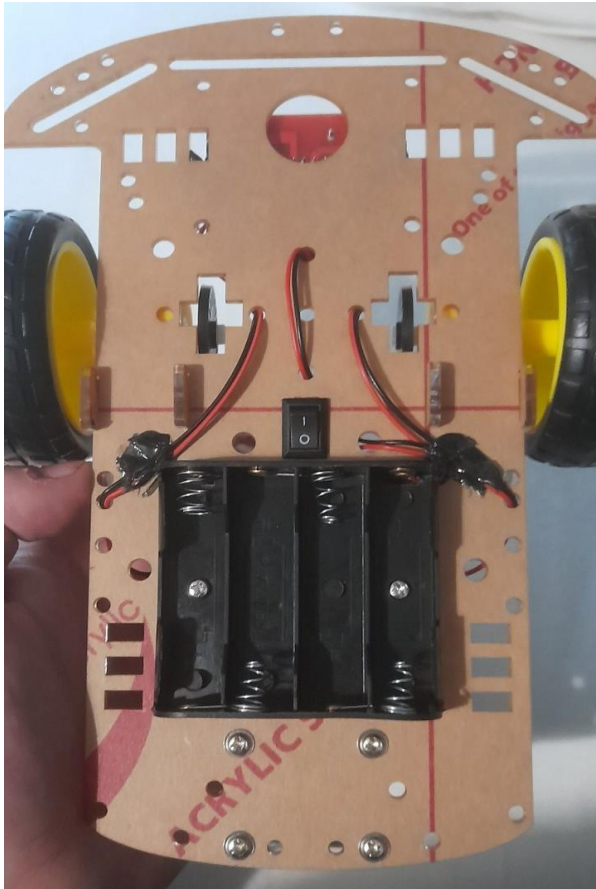


$$\begin{aligned}\dot{x} &= v \cos(\theta) \\ \dot{y} &= v \sin(\theta) \\ \dot{\theta} &= \omega\end{aligned}$$

$$\dot{q} = \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & 0 \\ \sin(\theta) & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ \omega \end{bmatrix} = G(q)v$$

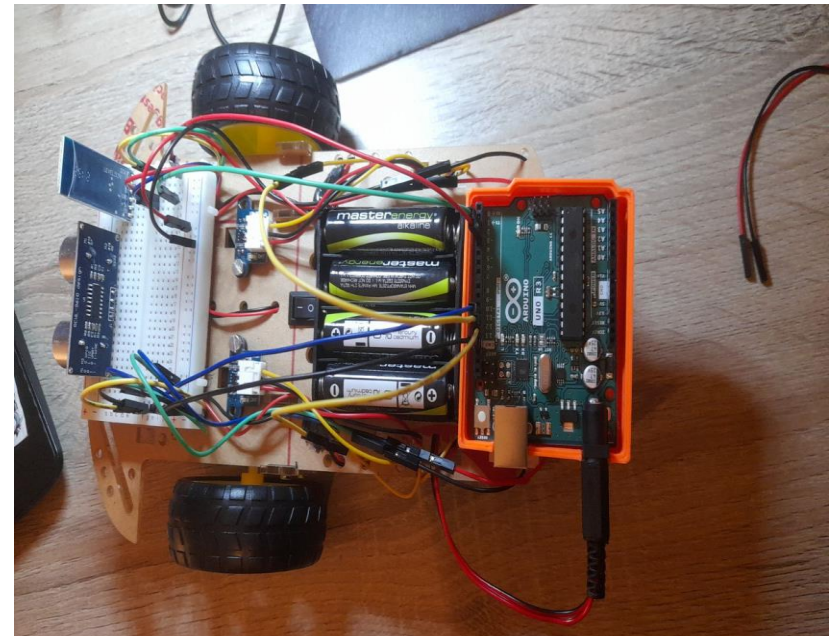
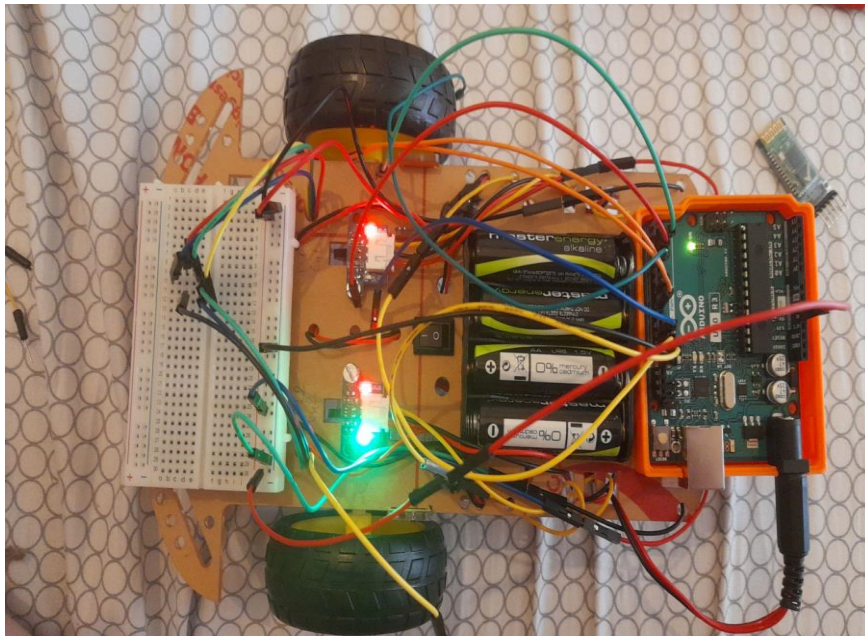
### 3. Κατασκευή Επιμέρους Συστημάτων

---



# Κατασκευή Οχήματος

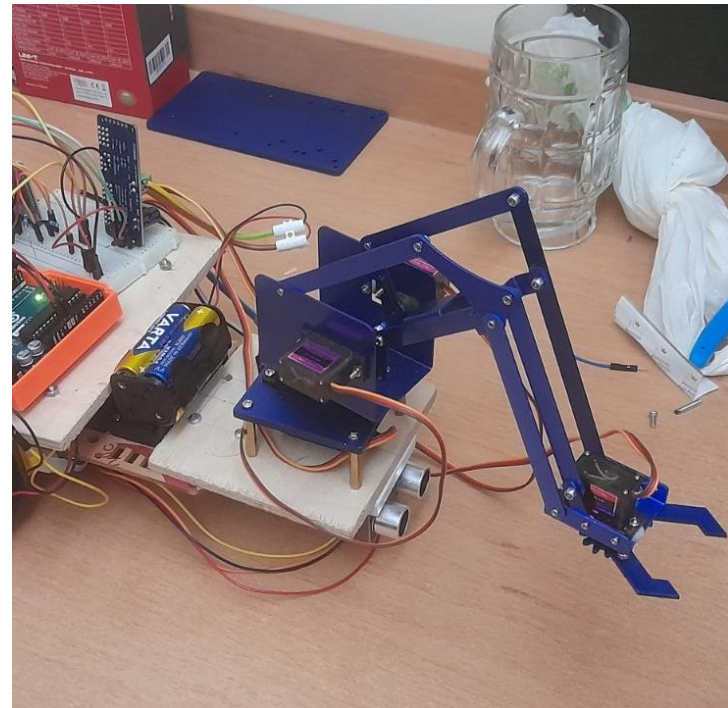
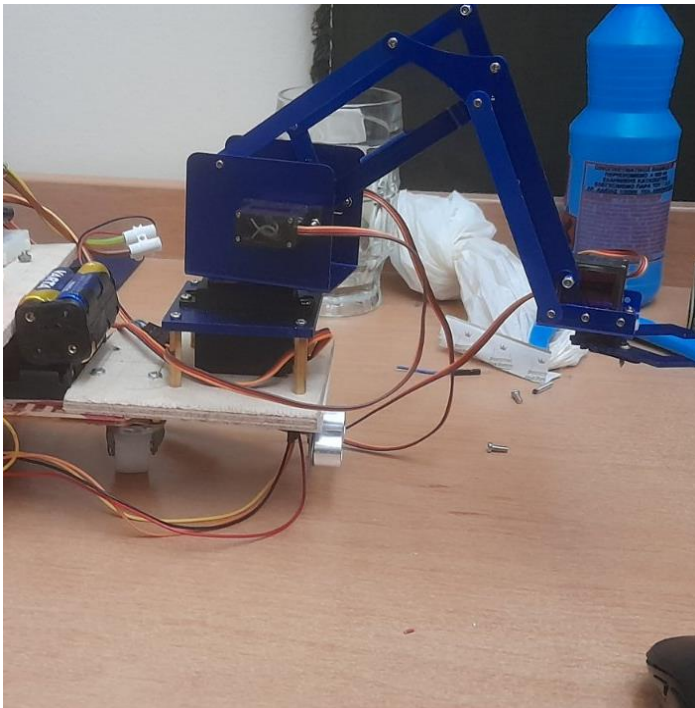
---



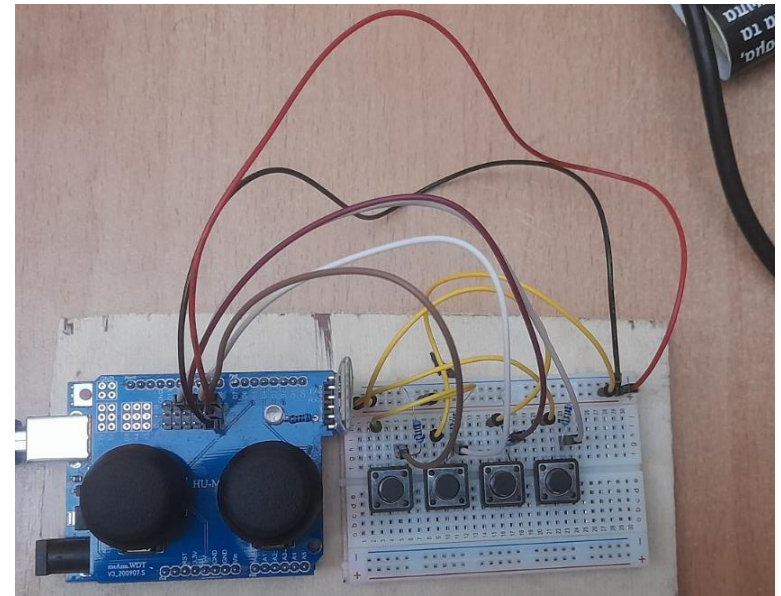
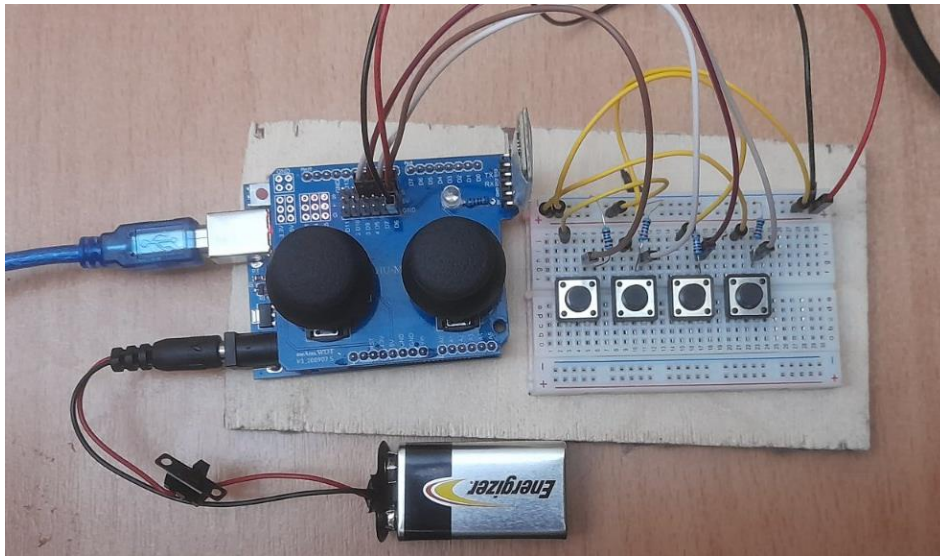


# Διάρθρωση ρομποτικού βραχίονα

---

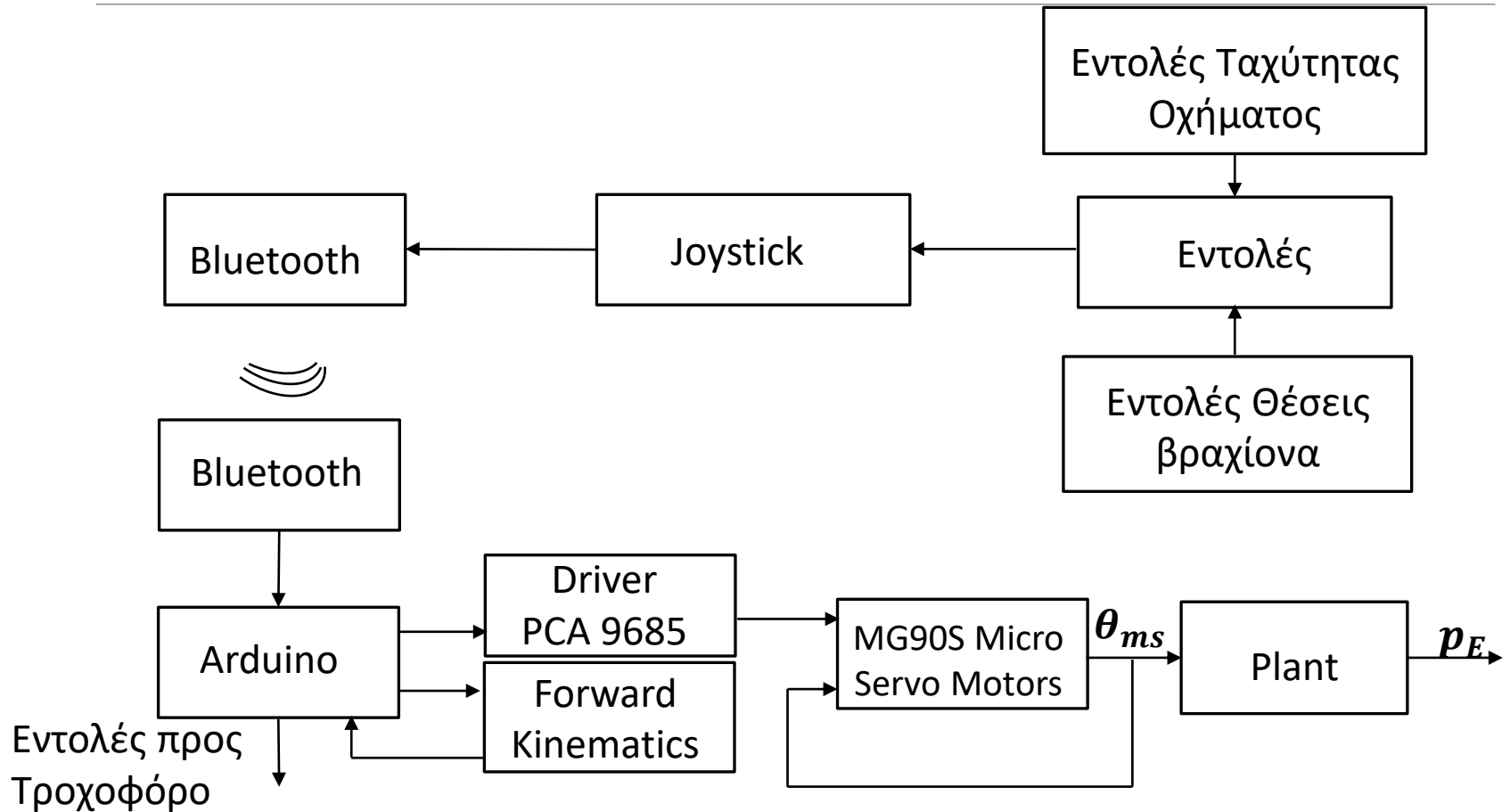


# Χειριστήριο Ελέγχου

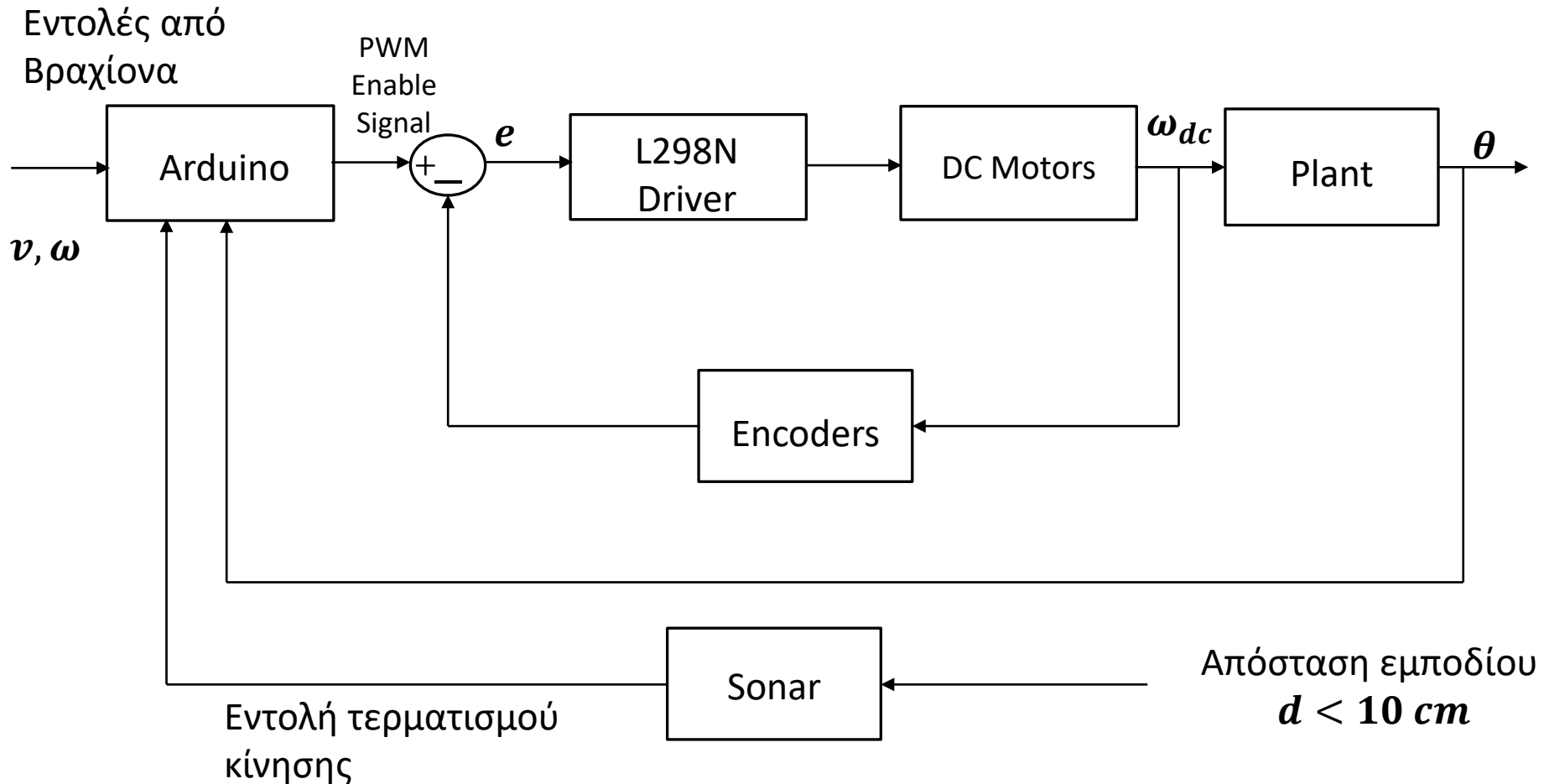




# Αρχιτεκτονική Ρομποτικού Βραχίονα



# Αρχιτεκτονική Τροχοφόρου



# Αρχική Διαδικασία Υλοποίησης Κίνησης Βραχίονα

---

- Δημιουργία εντολών θέσεων από το χειριστήριο.
- Αποστολή μέσω Bluetooth Module με χρήση του UART πρωτοκόλλου στο Arduino του Βραχίονα.
- Δημιουργία PWM σημάτων για την κίνηση του βραχίονα και αποστολή στον driver.
- Εκτέλεση κίνησης από τους servo ως προς τις αρθρώσεις του βραχίονα.

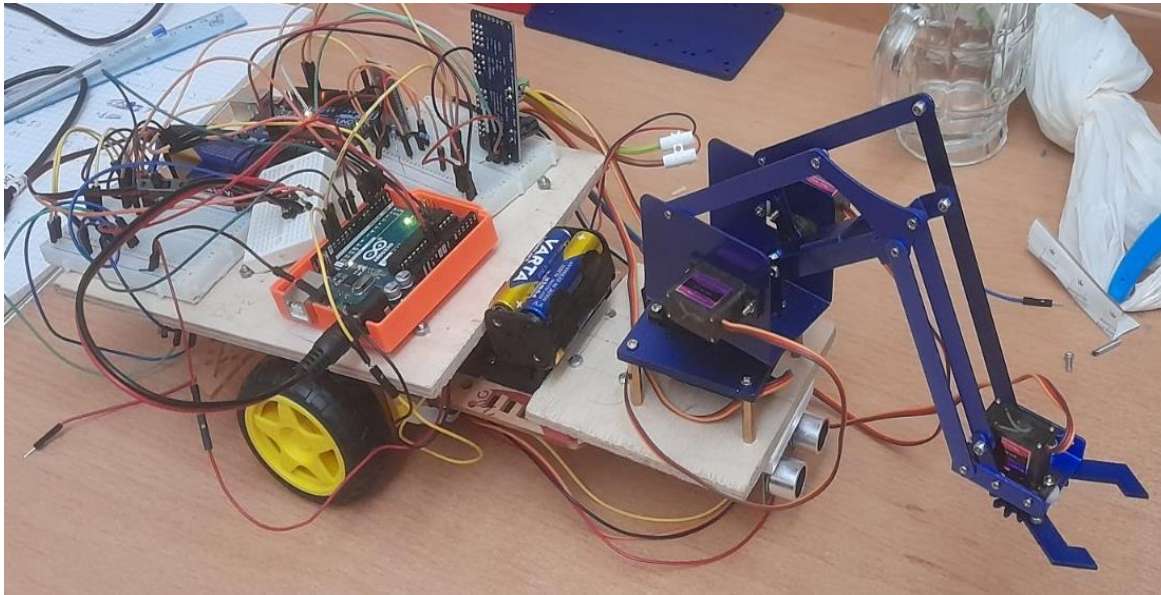
# Αρχική Διαδικασία Υλοποίησης Κίνησης Τροχοφόρου

---

- Δημιουργία εντολών ταχυτήτων από το χειριστήριο.
- Αποστολή μέσω Bluetooth Module με χρήση του UART πρωτοκόλλου στο Arduino του Βραχίονα.
- Σειριακή επικοινωνία μεταξύ των δύο Arduino για την μετάδοση της πληροφορίας στο τροχοφόρο.
- Δημιουργία PWM σημάτων για την κίνηση του τροχοφόρου και αποστολή στον driver.
- Εκτέλεση της κίνησης από τους κινητήρες και ανάγνωση ταχύτητας από encoders.

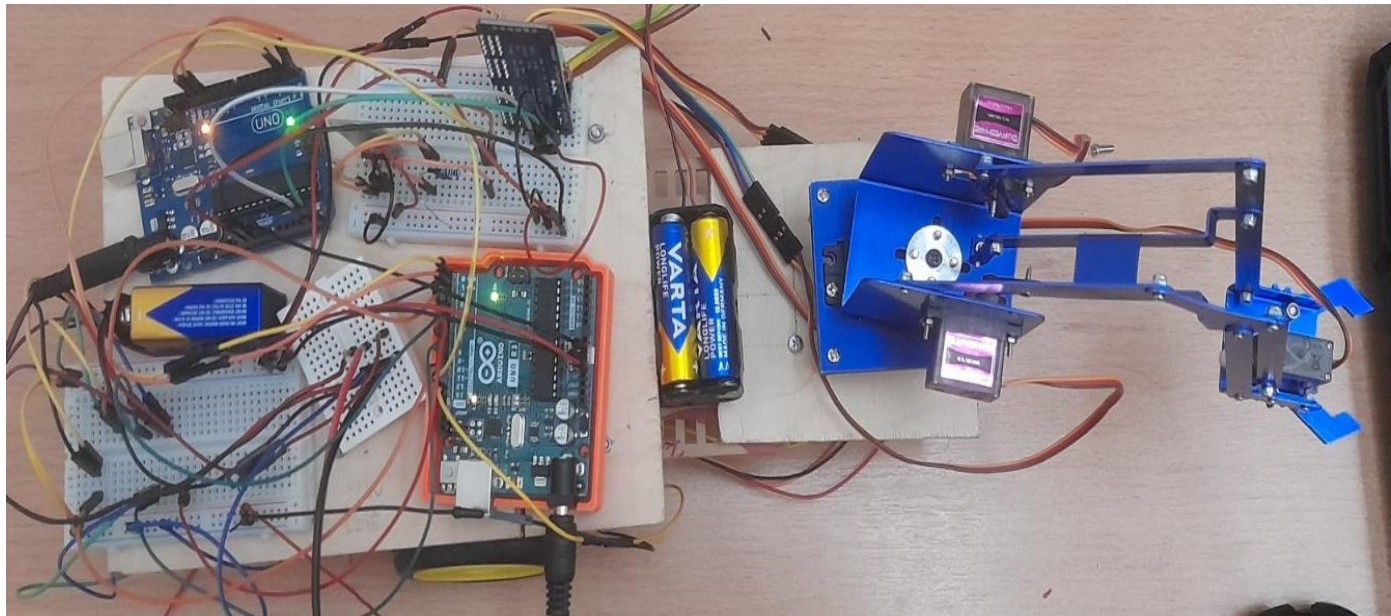
## 4. Συγχώνευση Συστημάτων

---



# Διάταξη Κινητού Ρομποτικού Βραχίονα

---



# Τελική Διαδικασία Υλοποίησης Κίνησης

---

- Κοινή χρήση τηλεχειρισμού – τηλεκατεύθυνσης.
  - Με κατάλληλο πάτημα πλήκτρων, υπάρχει αλλαγή στον τηλεχειρισμό του βραχίονα με το όχημα και αντίστροφα.
- Κατά την λειτουργία **BPAXIONA**, υπάρχει δυνατότητα
  - Κίνηση στον χώρο αρθρώσεων (Joint Space).
  - Κίνηση στον καρτεσιανό (Cartesian Space).
  - Διεπαφή με την αρπάγη (Grasping).
- Κατά την λειτουργία **ΟΧΗΜΑΤΟΣ**, δυνατότητα κίνησης στο δισδιάστατο επίπεδο κατ' επιλογήν του χρήστη με βάσει του unicycle μοντέλου.
- Αναγνώριση αντικειμένου από αισθητήρα τύπου Sonar.



# 5. Αποτελέσματα

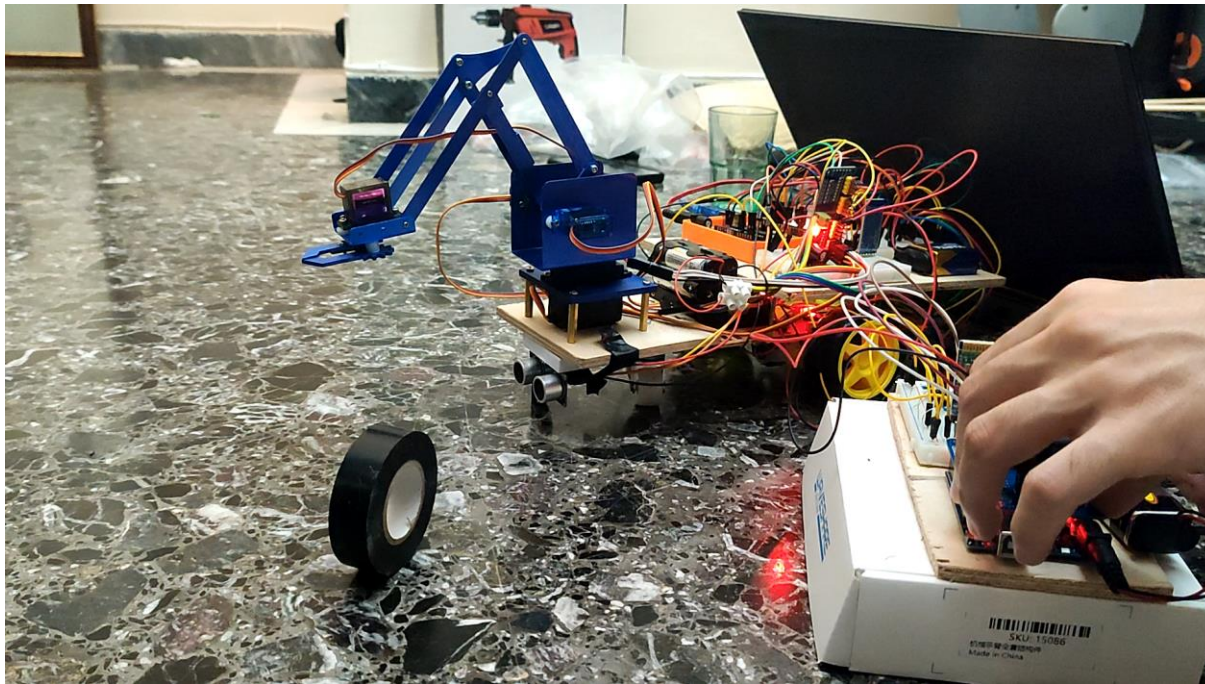
---





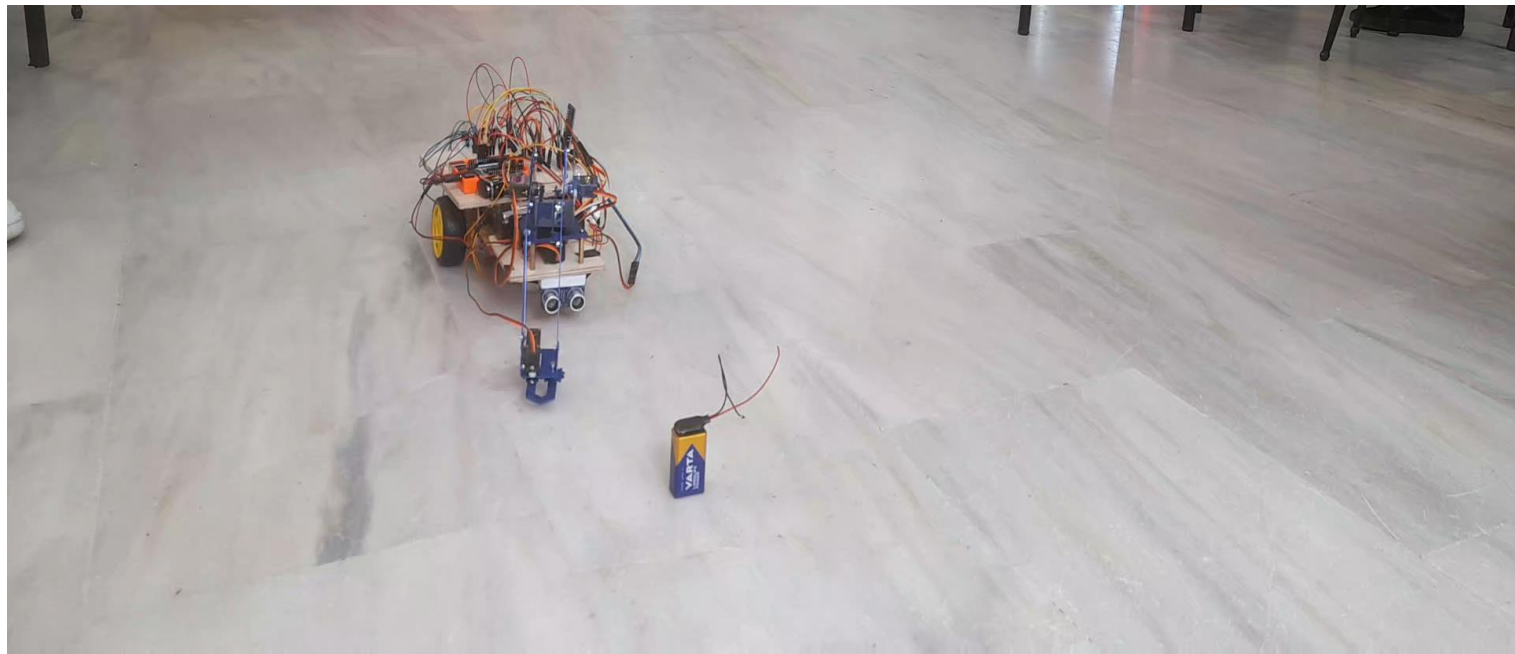
# Εκτέλεση Λειτουργίας Ρομποτικού Βραχίονα

---



# Εκτέλεση Λειτουργίας Συνολικού Συστήματος

---



## 6. Εμπόδια - Δυσκολίες

---

- Σχετικά με τον ρομποτικό βραχίονα υπήρξαν οι εξής δυσκολίες:
  - Περιορισμοί κατασκευής, έλλειψη ρουλεμάν, έλλειψη εδράνων κύλισης.
  - Ο άξονας του αγκώνα απαιτεί μεγαλύτερη ροπή από αυτή που παρέχει ο servo.
  - Οι μπαταρίες που χρησιμοποιήθηκαν εξαντλούνταν γρήγορα. Δημιουργία προβλημάτων στα ηλεκτρολογικά και ηλεκτρονικά εξαρτήματα.
- Σχετικά με το όχημα υπήρχε πρόβλημα στην διάταξη των εξαρτημάτων πάνω στον περιορισμένο χώρο του αμαξιού.
- Η επικοινωνία του τηλεχειριστηρίου με τον βραχίονα και το όχημα αποδείχθηκε ιδιαίτερα δύσκολη και προβληματική.

# 7. Συμπεράσματα

---

- Ο εκτιμώμενος χρόνος υλοποίησης είχε απόσταση με τον πραγματικό χρόνο υλοποίησης.
- Οι RC servo είναι αναξιόπιστοι.
- Οι επικοινωνίες με την χρήση Bluetooth έχουν μεγάλες καθυστερήσεις μετάδοσης.
- Οι αλληλεγχόμενες επικοινωνίες (Bluetooth με UART) δημιουργούν μεγάλες και απρόβλεπτες καθυστερήσεις.
- Η σταθερή και επαρκής παροχή ισχύος επηρεάζει την απόδοση και την ορθή λειτουργία των κινητήρων και του συστήματος συνολικά.
- Η πρακτική υλοποίηση επηρεάζεται σημαντικά από παραμέτρους που συχνά αμελούνται κατά την θεωρητική μελέτη.

Σας Ευχαριστούμε!!  
Ερωτήσεις;