

# **Ενσωματωμένα Συστήματα**

## **2η ΑΝΑΦΟΡΑ (ΟΧΙ ΤΕΛΙΚΗ\*)**

**ΟΝΟΜΑ ΟΜΑΔΑΣ**

Τα ξεφτέρια

**ΟΝΟΜΑΤΑ**

Γεράσιμος Χαριζάνης 5317

Μιχάλης Σελβεσάκης 210111

Δημήτρης Μάνος 210069

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 16/5/2024**

**\*Το Project δέχεται ακόμα συνεχείς αλλαγές και βελτιώσεις. Η παρούσα αναφορά δεν είναι η τελική και ορισμένα σημεία μπορεί να αλλάξουν, να προστεθούν ή να τροποποιηθούν στο μέλλον.**

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ρομπότ μας χρησιμοποιεί Raspberry Pi Pico W και Maker Drive αντί του Maker Pi RP2040 και διαθέτει δυνατότητες λειτουργίας Bluetooth και Wi-Fi. Για την τροφοδοσία του χρησιμοποιείται μία μπαταρία λιθίου 18650 των 3,7V. Διαθέτει επίσης διακόπτη ON/OFF και το αμάξωμά του είναι φτιαγμένο από χαρτόνι και κολλητική ταινία. Επίσης το ρομπότ μας χρησιμοποιεί τον Maker Line αισθητήρα ο οποίος διαθέτει αναλογικές και ψηφιακές εξόδους.

Στην αναφορά αυτή συμπεριλαμβάνονται πληροφορίες για τον αλγόριθμο που χρησιμοποιήσαμε, την κατασκευή του ρομπότ, τα αποτελέσματα της προόδου μας έως τώρα, βελτιώσεις που θα θέλαμε να εφαρμόσουμε και πράγματα που μάθαμε κατά την διάρκεια την ενασχόλησής μας με το ρομπότ.

# 2. ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ

Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιούμε είναι ο PID (με  $I=0$  και  $D=0$ ).

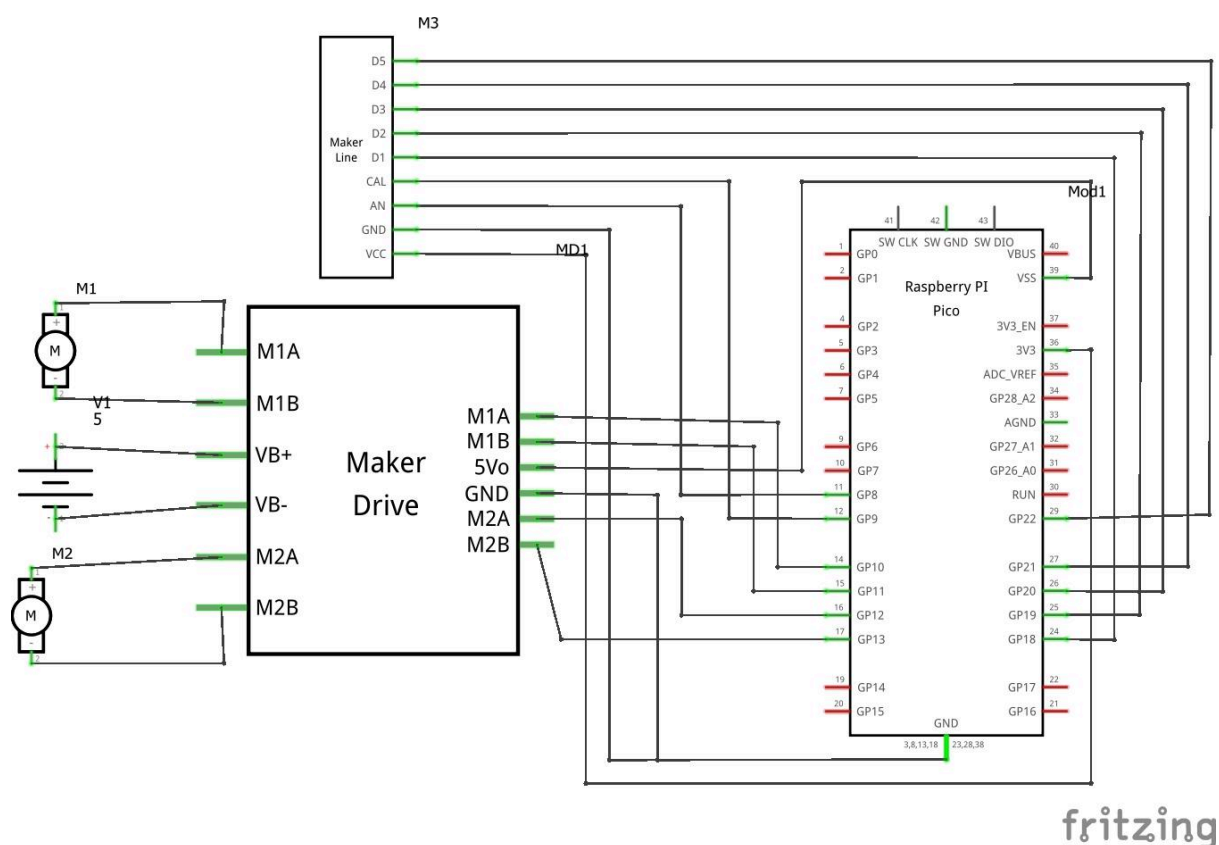
Χωρίζεται σε 3 στάδια

1. Διαβάζουμε τις μετρήσεις από όλους τους αισθητήρες και σχηματίζουμε δυαδικό αριθμό (πχ. 0b00100 όπου κάθε ψηφίο και η μέτρηση ενός αισθητήρα).
2. Αντιστοιχούμε τις διάφορες μετρήσεις σε έναν αριθμό σφάλματος χρησιμοποιώντας ένα array της μορφής `lookup_table[0b00100]=0` όπου κάθε bit αντιστοιχεί στη μέτρηση του κάθε αισθητήρα. Το 0 εδώ αντιπροσωπεύει το σφάλμα όπου στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι μηδέν, γιατί το ρομπότ ακολουθεί την ευθεία σε αυτή την διάταξη. Στην περίπτωση που και οι 5 αισθητήρες βλέπουν άσπρο και το προηγούμενο σφάλμα για παράδειγμα ήταν από την δεξιά μεριά τότε μπορούμε να υποθέσουμε ότι για να βρεθεί η γραμμή το ρομπότ πρέπει να στρίψει από την αριστερή πλευρά.
3. Υπολογίζουμε την νέα ταχύτητα των κινητήρων, χρησιμοποιώντας μια εκθετική συνάρτηση (με σκοπό την πιο ελεγχόμενη επιτάχυνση) με είσοδο τον αριθμό σφάλματος έτσι ώστε το ρομπότ να ξαναβρεί την γραμμή (Τουμπρα κ.ά., 2018)

Επαναλαμβάνουμε μέχρι να δουν και οι 5 αισθητήρες μαύρη γραμμή

# 3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Το ρομπότ μας έχει κατασκευαστεί από απλά υλικά και κοινές τεχνικές κατασκευής. Το αμάξωμα δημιουργήθηκε εξ ολοκλήρου χρησιμοποιώντας το χαρτόνι από το κουτί της παραγγελίας με τα εξαρτήματα. Έπειτα τυλίχθηκε από αρκετές στρώσεις κολλητικής ταινίας για να γίνει πιο στιβαρό. Για την στερέωση των εξαρτημάτων (Ρόδα, Motor Driver, Battery Holder) δημιουργήθηκαν τρύπες με ηλεκτρικό βιδολόγο και έπειτα στερεώθηκαν στο αμάξωμα με βίδες και παξιμάδια. Όσα εξαρτήματα δεν ήταν δυνατό να βιδωθούν, στερεώθηκαν με Tire up.



Σχετικά με τα ηλεκτρονικά, οι συνδέσεις έγιναν με τη χρήση τόσο jumper cables όσο και κανονικών καλωδίων. Χρησιμοποιήθηκε κολλητήρι για την κόλληση των header στον Raspberry Pico W καθώς και για την σύνδεση των μοτέρ με τον driver και την μπαταρία με τον διακόπτη. Ο αισθητήρας χρησιμοποιεί 5 καλώδια για τις μετρήσεις, ένα για κάθε IR, ενώ συνδέθηκε και Analog γραμμή για δοκιμές και φυσικά τροφοδοσία. Για τον Motor Driver χρησιμοποιήσαμε 4 καλώδια από το Raspberry, 2 για κάθε αισθητήρα (M1A, M1B και M2A, M2B). Αξιοποιήσαμε επίσης την έξοδο των 5V που παρέχει για την τροφοδοσία του Raspberry. Από την άλλη μεριά του driver συνδέονται τα καλώδια στα μοτέρ (πάλι 2 ανά μοτέρ) και στο κέντρο έρχεται η κεντρική τροφοδοσία από μια 18650. Ανάμεσα στον driver και την μπαταρία υπάρχει διακόπτης για να ανοιγοκλείνει το ρομπότ. Για την οργάνωση, τα

καλώδια τυλίχθηκαν μαζί σε 2 ξεχωριστές πλεξούδες η μία για τα καλώδια του motor driver και η άλλη για τα καλώδια του sensor.

Γενικός μας στόχος ήταν η όσο δυνατόν περισσότερη χρήση ανακυκλώσιμων ή ήδη υπαρχόντων υλικών για την ελάττωση του κόστους κατασκευής και υλοποίησης.

**Πίνακας 1. Συγκεντρωτικός πίνακας εξόδων κατασκευής.**

Εξάρτημα	Περιγραφή	Προμηθευτής	Κωδικός προϊόντος#	Τιμή μονάδας	Ποσότητα	Σύνολο
<a href="#">Dual axis Intelligent Car Gear TT Motor</a>	DC κινητήρες	Nettop	NSY5022-4-1	1,80€	2	3,60€
<a href="#">Maker Line: Simplifying Line Sensor For Beginner</a>	5x Αισθητήρας IR	Nettop	CYT-00018	13,90 €	1	13,90 €
<a href="#">Maker Drive: Simplifying H-Bridge Motor Driver for Beginner</a>	Driver για τροφοδοσία κινητήρων	Nettop	CYT-00002	6,90 €	1	6,90 €
<a href="#">66X26.6mm Intelligent Car Wheel</a>	Κύριες ρόδες	Nettop	NSY5021	1,5 €	2	3 €
<a href="#">Universal wheel for Smart Car</a>	Πίσω ρόδα	Nettop	NSY5021-2	1,2 €	1	1,2 €
Pico W	Μικροεπεξεργαστής	Η ομάδα το είχε ήδη			1	
18650 μπαταρία	Μπαταρία	Η ομάδα το είχε ήδη			1	
Θήκη για μπαταρία	Θήκη για μπαταρία	Η ομάδα το είχε ήδη			1	
Διακόπτης	Για έλεγχο της τροφοδοσίας	Η ομάδα το είχε ήδη			1	

Breadboard	Για ευκολότερες συνδέσεις	Η ομάδα το είχε ήδη			1	
Αντιστάσεις	Για αλλαγή τάσεων	Η ομάδα το είχε ήδη			1	

## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Προς το παρόν το ρομπότ μας είναι πλήρως λειτουργικό και ανταποκρίνεται σε όλες τις πίστες του εργαστηρίου. Ωστόσο θα θέλαμε να δοκιμάσουμε και διαφορετικούς αλγορίθμους pid (με I και D) / σφάλματος και να προσαρμόσουμε τις ρυθμίσεις του κώδικα μας ώστε να πετύχουμε τον γρηγορότερο χρόνο ολοκλήρωσης στις πίστες του εργαστηρίου.

## 5. LESSONS LEARNED(ΠΑΘΗΜΑΤΑ-ΜΑΘΗΜΑΤΑ)

### Τα ελαστικά παίζουν ρόλο:

Παρατηρήσαμε ότι διαφορετικές επιφάνειες εμποδίζουν καλή λειτουργία του ρομπότ λόγω ολισθηρότητας κάνοντας το ρομπότ να βγαίνει εκτός πορείας. Το πρόβλημα αυτό λύθηκε εφαρμόζοντας ανάποδα μονωτική ταινία στις ρόδες του ρομπότ δίνοντας έτσι καλύτερη πρόσφυση στα ελαστικά.

### Η python δεν ανταποκρίνεται γρήγορα στις μετρήσεις:

Οι υπολογισμοί μέσω της python για τον έλεγχο της κίνησης του ρομπότ παρατηρήσαμε ότι αργούσαν αρκετά στη δική μας υλοποίηση με αποτέλεσμα να μην ανταποκρίνεται καλά στην διαδρομή που έπρεπε να ακολουθήσει και γι' αυτό επιλέξαμε να ξαναγράψουμε τον κώδικά του σε γλώσσα C.

### Οι ρυθμίσεις αντιστοιχούν σε συγκεκριμένη πίστα:

Σε κάθε πίστα, είναι απαραίτητη η προσαρμογή των συντελεστών και των μεταβλητών του αλγορίθμου του ρομπότ προκειμένου να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα.

### Οι απλοί αλγόριθμοι είναι πιθανώς πιο αποδοτικοί:

Προς το παρόν παρατηρήσαμε ότι αλγόριθμοι με απλούστερη δομή επέφεραν καλύτερα αποτελέσματα στην κίνηση του ρομπότ απ' ότι αλγόριθμοι με μεγάλη πολυπλοκότητα πράξεων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Rokonuzzaman, M., Ferdous, S. M., Ovy, E. G., & Hoque, Md. A. (2011). Smooth track-keeping and real time obstacle detection algorithm and its pid controller implementation for an automated wheeled line following robot. *Advanced Materials Research*, 201–203, 1966–1971.  
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.201-203.1966>
- Toumpa, A., Kouris, A., Dimeas, F., & Aspragathos, N. (2018). Control of a line following robot based on FSM estimation. *IFAC-PapersOnLine*, 51(22), 542–547.  
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.11.573>