



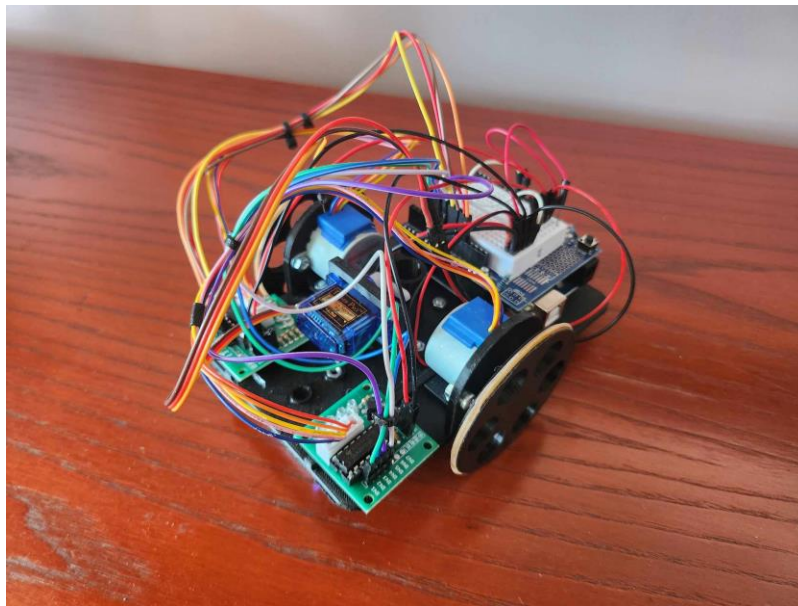
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

"Ανάπτυξη εκπαιδευτικού ρομπότ ζωγραφικής για την εκπαίδευση STEM"



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ:

ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΠΟΥΜΠΑΛΙΚΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΑΒΡΑΑΜ ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΣ

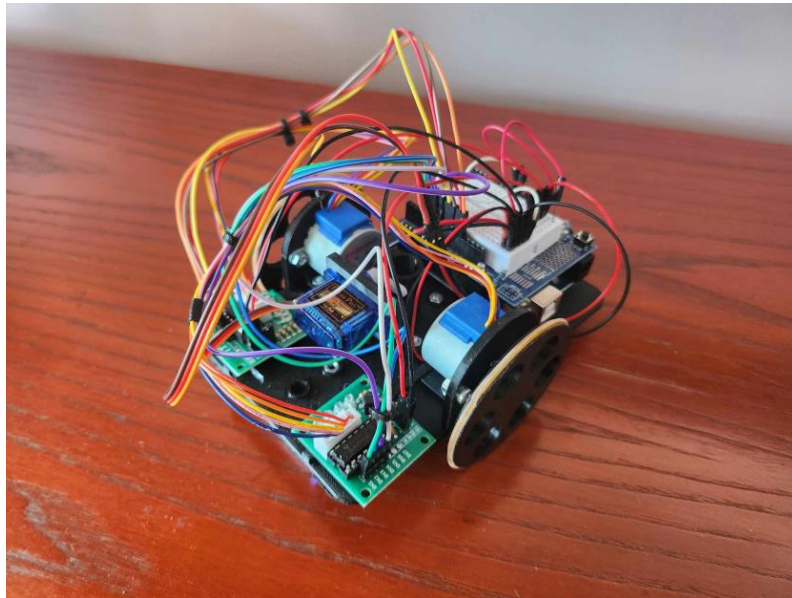
ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN
AND PRODUCTION ENGINEERING

DIPLOMA THESIS

"Development of an educational painting robot for STEM education"



STUDENT NAME:

BOUBALIKIS IOANNIS

SUPERVISOR:

ΑΒΡΑΑΜ ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΣ

EGALEO, JUNE 2024

Η παρούσα διπλωματική εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική επιτροπή, η οποία ορίστηκε από την Γ.Σ. του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, σύμφωνα με το νόμο και τον εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του τμήματος.

Επιβλέπων: Χατζόπουλος Αβραάμ
Επίκουρος Καθηγητής

Επιτροπή Αξιολόγησης:

.....

Χατζόπουλος Αβραάμ

.....

Δρόσος Χρήστος

.....

Σκλαβούνου Ελένη Ορσαλία

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/η κάτωθι υπογεγραμμένος/η Ιωάννης Μπουμπαλίκης του Νικολάου, με αριθμό μητρώου 18389168 φοιτητής/τρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο/Η Δηλών/ούσα



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί με την πάροδο του χρόνου ένα ολοένα και πιο εδραιωμένο σύστημα εκπαίδευσης. Στην αγορά υπάρχουν διάφορα είδη ρομπότ εκπαιδευτικού σκοπού, τα οποία ακολουθούν τη μέθοδο STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η κατασκευή ενός εκπαιδευτικού ρομπότ που θα αποσκοπεί στην εκπαίδευση μικρών παιδιών πάνω στο κομμάτι του προγραμματισμού. Οι μαθητές, με απλό τρόπο, θα βρίσκονται σε θέση να προγραμματίσουν το ρομπότ, το οποίο στη συνέχεια μέσω των κινήσεων θα δημιουργεί απλές ζωγραφιές με τη βοήθεια ενός μαρκαδόρου.

Η κατασκευή αυτού του ρομπότ θα αποτελείται στη δομή του από υλικό το οποίο θα παράγεται εξολοκλήρου μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης, προσφέροντας έτσι ευελιξία και ευκολία στη δημιουργία του, καθώς και στην πιθανότητα μελλοντικών βελτιώσεων. Ο σχεδιασμός του θα πραγματοποιηθεί μέσω διαφόρων πλατφορμών όπως το Fusion 360 για την τρισδιάστατη σχεδίαση, αλλά και το Prusa για την επιλογή των προδιαγραφών του τρόπου εκτύπωσης των κομματιών.

Ο συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων δημιουργίας του ρομπότ θα προσφέρει στα παιδιά τη δυνατότητα να πειραματιστούν, να επεκτείνουν τις γνώσεις τους, αλλά ταυτόχρονα και να εκφράσουν τη δημιουργικότητά τους. Επιπλέον, οι μαθητές μέσω της ενασχόλησής τους με το εκπαιδευτικό ρομπότ θα αποκτήσουν τις ικανότητες στην πορεία να εμβαθύνουν και οι ίδιοι πάνω στον τρόπο με τον οποίο δημιουργήθηκε το ρομπότ, να προσθέσουν βελτιώσεις, αλλαγές, είτε και να δημιουργήσουν και οι ίδιοι το δικό τους εκπαιδευτικό ρομπότ.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Ρομπότ, Arduino, Εκπαιδευτική πλατφόρμα, 3D Εκτύπωση

ABSTRACT

Educational robotics is an increasingly established system over time education. There are various types of educational robots on the market that follow the method STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). The purpose of the thesis is to construction of an educational robot that will aim to educate young children on his part programming. Students, in a simple way, will be able to program the robot, which then through the movements he will create simple drawings with the help of a marker.

The construction of this robot will consist in its structure of material that will be produced entirely through of 3D printing, thus offering flexibility and ease in its creation, as well as in possibility of future improvements. Its design will be carried out through various platforms such as Fusion 360 for 3D design, but also Prusa for choosing the way specifications printing the tracks.

The combination of the above methods of creating the robot will offer children the possibility to experiment, to expand their knowledge, but at the same time to express their creativity. In addition, students through their engagement with the educational robot will acquire the skills to course to delve into the way the robot was created themselves, to add improvements, changes, or to create their own educational robot themselves.

KEYWORDS

Robot, Arduino, Educational platform, 3D Print

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	iv
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	v
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ.....	v
ABSTRACT	vi
KEYWORDS	vi
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	viii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	4
3. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΡΟΜΠΟΤ ΖΩΓΡΑΦΙΚΗΣ	7
4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΡΟΜΠΟΤ ΖΩΓΡΑΦΙΚΗΣ (HARDWARE).....	8
4.1 Μηχανολογικό σχέδιο	8
4.2 Ηλεκτρονικό κύκλωμα- Σχεδίαση υλικού ρομπότ	23
4.3 Λίστα υλικών.....	26
4.4 Ανάλυση και Συγγραφή Λογισμικού (Software).....	27
4.4.1 Διάγραμμα Ροής	27
4.4.2 Κώδικας Προγράμματος.....	32
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	38
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	40
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	41
8. ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	42

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1: Εκπαιδευτικό ρομπότ ζωγραφικής (<i>Insights</i> , 2024).....	3
Εικόνα 2: Καθορισμός διαστάσεων βάσης Ρομπότ ζωγραφικής.....	8
Εικόνα 3: Καθορισμός πάχους της βάσης.	9
Εικόνα 4: Τελικό μοντέλο βάσης.	9
Εικόνα 5: Διαστάσεις βάσης servo κινητήρα.	10
Εικόνα 6: Διαστάσεις σκελετού της βάσης του Servo κινητήρα.....	11
Εικόνα 7: Εντολή Extrude για την βάση του servo.....	12
Εικόνα 8: Τελική μορφή βάσης servo κινητήρα.....	12
Εικόνα 9: Διαστάσεις βάσης Stepper κινητήρα.	13
Εικόνα 10: Εντολή Extrude για την βάση του βηματικού κινητηρα.....	14
Εικόνα 11: Εντολή Extrude για την βάση του βηματικού κινητηρα.....	14
Εικόνα 12: Σχεδιασμός βάσης της σφαιρας.	15
Εικόνα 13: Δημιουργία πάχους της βάσης της σφαιρας.	15
Εικόνα 14: Δημιουργία τελικής μορφής της σφαιρας.....	16
Εικόνα 15: Δημιουργία σχεδίου κολάρου μαρκαδορου.....	16
Εικόνα 16: Τελική μορφή κολάρου.....	17
Εικόνα 17: Σχεδιασμός διαστάσεων ρομποτικής ρόδας.	18
Εικόνα 18: Τελική μορφή ρόδας ρομπότ.	19
Εικόνα 19: Επιλογή ρυθμίσεων για 3D Print.	20
Εικόνα 20: Βασικές ρυθμίσεις του Prusa slicer.	21
Εικόνα 21: Overview εκτύπωσης σχεδίου.	22
Εικόνα 22: Βασικές πληροφορίες εκτύπωσης.....	22
Εικόνα 23: Ηλεκτρονικό κύκλωμα εκπαιδευτικού ρομπότ.....	23
Εικόνα 24: Απεικόνιση σχέδιο μέσο Fritzting.	25
Εικόνα 25: Διάγραμμα ροής του ρομπότ.....	27
Εικόνα 26: Διάγραμμα forward ροής του ρομπότ.....	28
Εικόνα 27: Διάγραμμα backwords ροής του ρομπότ.....	29
Εικόνα 28: Διάγραμμα right ροής του ρομπότ.....	30
Εικόνα 29: Διάγραμμα left ροής του ρομπότ.....	31
Εικόνα 30 : Φωτογραφία του ρομπότ σε λειτουργία.	38
Εικόνα 31 : Φωτογραφία του ρομπότ σε λειτουργία.	39
Εικόνα 32: Πρώτη προσπάθεια δημιουργίας εκπαιδευτικού ρομπότ.	42
Εικόνα 33:Πρώτη προσπάθεια δημιουργίας εκπαιδευτικού ρομπότ.	42

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπαίδευση STEM [Science, Technology, Engineering, Mathematics], είναι σημαντική για την προετοιμασία μαθητών σε επιστημονικά, τεχνολογικά, μηχανικά και μαθηματικά ζητήματα. Τα ρομπότ την ευκαιρία ο μαθητής να έρθει σε επαφή με διαδραστικούς τρόπους μάθησης, βοηθώντας τους έτσι να εξερευνήσουν βασικές έννοιες των STEM μέσω πρακτικών δραστηριοτήτων. Μαθαίνοντας να προγραμματίζουν τα ρομπότ, αποκτούν δεξιότητες πάνω στην υπολογιστική σκέψη και προβληματισμού, ενώ ταυτόχρονα έχουν την ευκαιρία να εφαρμόσουν επιστημονικές αρχές σε πρακτικές καταστάσεις. Μέσω της ρομποτικής, οι μαθητές εμπλουτίζουν την συν εργατικότητα τους και να επικοινωνούν με τους υπολοίπους μαθητές. (Alimisis, 2017), (Paria Gaudiello, 2016)

Αναπτύσσοντας έτσι κρίσιμες δεξιότητες για την επίλυση προβλημάτων. Κατόπιν αυτού ως σκοπός εκπόνησης της εργασίας είναι η σχεδίαση και κατασκευή ενός κινητού (mobile) ρομπότ για εκπαιδευτική χρήση, όπου θα μπορεί να ζωγραφίζει σε μία επίπεδη επιφάνεια κατόπιν των οδηγιών προγραμματισμού που λαμβάνει από τον χρήστη του.

Επιμέρους ερευνητικοί στόχοι της εργασίας είναι η βιβλιογραφική ερευνά πάνω στα ρομπότ ζωγραφικής με σκοπό την διερεύνηση της δομής τους, της λειτουργίας τους καθώς και τους διάφορους τρόπους υλοποίησης και κατασκευής τους. Το τελικό αποτέλεσμα θα πρέπει να φέρει τις προδιάγραφες τόσο τεχνικές όσο και δομικές που προέκυψαν από την βιβλιογραφική ερευνά.

Το ρομπότ θα φέρει όσο τον δυνατών μεγαλύτερη παλέτα χρωμάτων με σκοπό την δημιουργία πολύχρωμης σχεδίασης. Τέλος η κατασκευή των επιμέρους δομικών στοιχείων του ρομπότ θα πρέπει να βασίζεται αποκλειστικά στην τρισδιάστατη εκτύπωση.

Για τη διεκπεραίωση της διπλωματικής εργασίας ακολουθήθηκε ο επόμενος τρόπος μεθοδολογίας:

Ως πρώτο βήμα ορίζεται η βιβλιογραφική έρευνα καθώς και η έρευνα αγοράς ρομποτικών μοντέλων, με σκοπό την απόκτηση ιδεών για τη δημιουργία του τελικού προϊόντος. Η κύρια έρευνα και αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στο διαδίκτυο, σε ακαδημαϊκές ιστοσελίδες καθώς και σε βάσεις με επιστημονικές πηγές. Μέσω αυτής της περιήγησης επιτεύχθηκε καλύτερη κατανόηση των τρόπων που πρέπει να δομηθεί και να κατασκευαστεί τόσο το δομικό κομμάτι ενός ρομπότ, το ηλεκτρονικό κομμάτι του όσο και το κομμάτι της υλοποίησης του λογισμικού που θα παρέχει κίνηση στο τελικό προϊόν. Ιστοσελίδες που έπαιξαν καθοριστικό ρόλο σε αυτήν την έρευνα ήταν το (Autodesk Instructables, Thingiverse, Robot-Academy).

Ως δεύτερο βήμα στην κατασκευή του ρομπότ ήταν η επιλογή ενός μοντέλου που θα αποτελέσει την κύρια έμπνευση του τελικού προϊόντος. Ένα από τα χαρακτηριστικά που χρειάζεται να έχει το ρομπότ είναι να έχει μικρό μέγεθος, έτσι ώστε να εξυπηρετεί καλύτερα τον τρόπο εκπαίδευσης μέσω του STEM. Επιπλέον, θεμιτά χαρακτηριστικά είναι η ικανότητά τους να είναι προσβάσιμα και κατανοητά στον τρόπο δομής τους, να παρέχουν την ικανότητα σε μαθητές να τα

προγραμματίζουν με τον δικό τους τρόπο, έτσι ώστε να υπάρχει ευελιξία και εύρος στη δημιουργικότητά τους. Για το σκοπό αυτό, το ρομπότ θα έχει απλή και κατανοητή δομή, καθώς επίσης θα προσφέρει την ικανότητα στο ρομπότ να μπορέσει να ζωγραφίσει με έως τρία διαφορετικά χρώματα. Επιπλέον, υπολογίστηκε το βάρος του καθώς και η απαιτούμενη ροπή των κινητήρων για την ομαλή λειτουργία του. Στη συνέχεια, έγινε έρευνα πάνω στην επιλογή του κατάλληλου ηλεκτρονικού εξοπλισμού τόσο στο μέγεθος όσο και στη χρησιμότητα, έτσι ώστε η οδήγησή του και η τροφοδοσία του να φέρει ομαλά αποτελέσματα.

Ως τρίτο βήμα ήταν η τρισδιάστατη κατασκευή του σκελετού του ρομπότ έχοντας ως βάση τις αναλογίες των εξαρτημάτων καθώς και του ηλεκτρονικού κυκλώματος που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα δύο βήματα. Η τρισδιάστατη σχεδίαση έγινε με τη χρήση του λογισμικού Fusion360, όπου βήμα βήμα σχεδιάστηκαν ξεχωριστά τα κομμάτια που απαρτίζουν το ρομπότ. Η σχεδίαση έγινε με τη μέγιστη ακρίβεια, έτσι ώστε να επιτευχθεί η σωστή κίνηση του ρομπότ, καθώς και να είναι εύκολη η συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγησή του. Η σχεδίαση του ρομπότ ξεκίνησε από τη βάση του όπου θα στεγάζει όλα τα εξαρτήματα και στη συνέχεια σχεδιάστηκαν τα υπόλοιπα κομμάτια, όπως ρόδες, βάσεις για τους κινητήρες και ο μηχανισμός κίνησης των μαρκαδόρων.

Ως τέταρτο βήμα ακολούθησε η δημιουργία όλων των εξαρτημάτων του ρομπότ, τα οποία είχαν σχεδιαστεί στο προηγούμενο βήμα. Ο τρόπος δημιουργίας των εξαρτημάτων έγινε με τη μέθοδο της τρισδιάστατης εκτύπωσης (3D Printing). Η επιλογή αυτού έγινε καθώς μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης επιτυγχάνεται η μέγιστη ταχύτητα, μέγιστη ευκολία, μεγάλη αξιοπιστία, καθώς ταυτόχρονα το κόστος κατασκευής είναι το μικρότερο πιθανό. Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε για την τρισδιάστατη εκτύπωση ήταν πλαστικό και πιο συγκεκριμένα έγινε χρήση πολυγαλακτικού οξέως (PLA). Επιπλέον, μετά την εκτύπωση των υλικών, έγινε έλεγχος πληρότητας των προδιαγραφών τους και τυχόν παρεκκλίσεων σχεδίων που έρχηζαν διορθώσεων, είτε επαναδημιουργία.

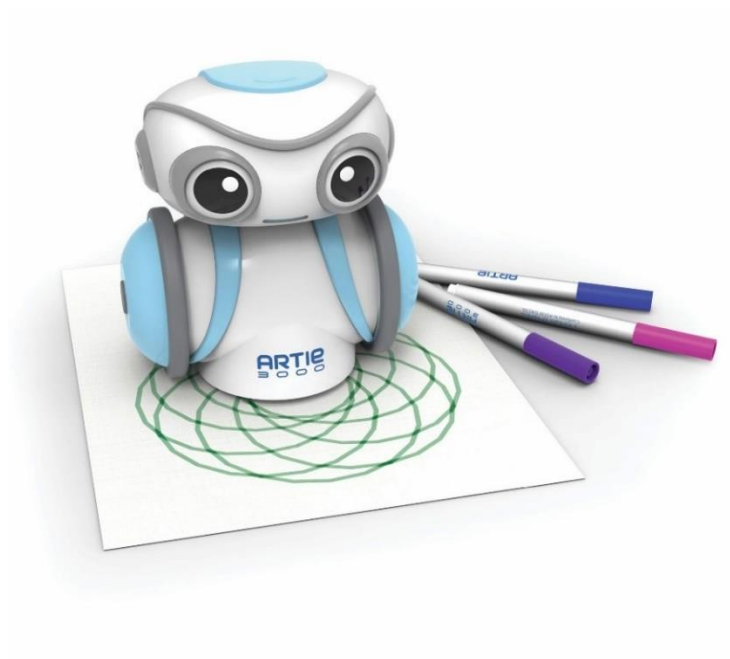
Ως πέμπτο βήμα έγινε γενική αξιολόγηση των κομματιών που είχαν κατασκευαστεί, καθώς και η μελλοντική ενσωμάτωση του ηλεκτρικού κυκλώματος. Μέσω της αξιολόγησης αποφασίστηκε ότι θα χρειαστεί αλλαγή της μορφής του ρομπότ, καθώς και αλλαγή διαφόρων μηχανισμών όπως του μηχανισμού εναλλαγής μαρκαδόρων. Το σχέδιο χαρακτηρίστηκε ως μεγάλης πολυπλοκότητας τόσο λειτουργικά όσο και σχεδιαστικά. Επιπλέον, το βάρος του ξεπέρασε τον προϋπολογισμό, επομένως πάρθηκε η απόφαση για την κατασκευή ενός μικρότερου ρομπότ με πιο απλουστευμένη μορφή και χωρίς τον μηχανισμό εναλλαγής μαρκαδόρων. Το σχέδιο που θα ακολουθούσε θα είχε υποδοχή για έναν μαρκαδόρο σε αντίθεση με τους τρεις μαρκαδόρους του προηγούμενου σχεδίου και η εναλλαγή τους θα γινόταν χειροκίνητα με εύκολο τρόπο. Στη συνέχεια, ακολούθησαν τα βήματα ξανά από το τρίτο μέχρι και το παρόν πέμπτο, και το πλέον καινούργιο σχέδιο πληρούσε μέσω αξιολόγησης τις απαραίτητες προδιαγραφές και απαιτήσεις του σχεδίου.

Ως έκτο βήμα έγινε η κατασκευή του ηλεκτρικού κυκλώματος. Αρχικά, τοποθετήθηκαν οι κινητήρες βηματικών κινητήρων στη βάση τους και ο servo κινητήρας στη βάση του για την ανύψωση του μαρκαδόρου. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκε ο μικροελεγκτής Arduino Uno, το

Arduino Shield και το Breadboard. Έπειτα, τοποθετήθηκαν τα δύο ολοκληρωμένα κυκλώματα ULN2003 για την οδήγηση των βημάτων των κινητήρων, και τέλος, οι θήκες υποδοχής

τροφοδοσίας μέσω μπαταριών στο κάτω μέρος του ρομπότ. Η συνδεσμολογία των κινητήρων έγινε μέσω καλωδίων jumper στις απαραίτητες υποδοχές του breadboard, έτσι ώστε να μπορούν να τεθούν σε σωστή λειτουργία μετά την ενοποίηση του επιμέρους κώδικα. Τέλος, έγινε η τοποθέτηση τροφοδοσίας μέσω μπαταριών τύπου A και ελέγχθηκε η λειτουργικότητα της συνδεσμολογίας.

Ως έβδομο και τελευταίο βήμα ακολούθησε η δημιουργία του κώδικα ελέγχου κίνησης των βημάτων των κινητήρων και ο κώδικας ελέγχου κίνησης του servo κινητήρα. Κατά τη διάρκεια αυτού του βήματος έγινε έρευνα πάνω στους διάφορους τρόπους οδήγησης του βηματικού κινητήρα, προσφέροντας τη μέγιστη ακρίβεια στην κίνηση που θα είχε προγραμματιστεί για την εκτέλεση του ρομπότ.



Εικόνα 1: Εκπαιδευτικό ρομπότ ζωγραφικής (Insights, 2024)

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2.1 Ρομπότ

Ένα ρομπότ είναι κάθε μηχανική συσκευή, ανεξαρτήτως μορφής, που μπορεί να αντικαταστήσει ή να βοηθήσει τον άνθρωπο σε διάφορες εργασίες. Μπορεί να λειτουργεί είτε υπό τον άμεσο έλεγχο του ανθρώπου είτε αυτόνομα και αυτόματα, με τη χρήση ενός προγραμματισμένου υπολογιστή. Τα ρομπότ είναι χρήσιμα για την εκτέλεση εργασιών υψηλού κινδύνου ή δυσκολίας για τον άνθρωπο. Μπορούν επίσης να εκτελούν εργασίες με μεγαλύτερη ταχύτητα και αποδοτικότητα σε σχέση με τον άνθρωπο, κάτι που τα καθιστά κατάλληλα για αυτοματοποιημένη παραγωγή και άλλες εργασίες (Wikipedia, 2024.)

2.2 Βηματικός Κινητήρας

Ένας βηματικός κινητήρας (Stepper Motor) είναι ένας τύπος ηλεκτρικού κινητήρα που περιστρέφεται σε μικρά γωνιακά βήματα αντί για συνεχή περιστροφή. Ανήκει στην κατηγορία των ψηφιακών ενεργοποιητών και μπορεί να ελεγχθεί να κινηθεί και να σταθεροποιηθεί σε μία από τις θέσεις του χωρίς ανάγκη αισθητήρα θέσης για ανατροφοδότηση, εφόσον έχει σωστά διαστάσεις σε σχέση με την εφαρμογή όσον αφορά τη ροπή και την ταχύτητα. (Wikipedia, 2024.)

2.3 Σερβοκινητήρας

Ένα σέρβο (ή σερβοκινητήρας ή απλά σέρβο) είναι ένας περιστροφικός ή γραμμικός ενεργοποιητής που μπορεί να κινείται είτε περιστροφικά είτε γραμμικά και επιτρέπει τον ακριβή έλεγχο της θέσης, της ταχύτητας και της επιτάχυνσης σε ένα μηχανικό σύστημα. Αποτελεί μέρος ενός μηχανισμού σέρβο και απαρτίζεται από έναν κινητήρα που συνδέεται με έναν αισθητήρα για ανατροφοδότηση θέσης και έναν ελεγκτή, συνήθως ένα αποκλειστικό μοντελο που σχεδιάστηκε ειδικά για σέρβο. (Wikipedia, 2024.)

2.4 Arduino Uno

Το Arduino Uno είναι ένας πίνακας μικροελεγκτή ανοιχτού κώδικα που βασίζεται στον μικροελεγκτή Microchip ATmega328P και αναπτύχθηκε από το Arduino.cc, κυκλοφόρησε αρχικά το 2010. Αυτός ο πίνακας διαθέτει σειρές ψηφιακών και αναλογικών ακροδεκτών εισόδου/εξόδου που μπορούν να συνδεθούν με διάφορες πλακέτες επέκτασης και άλλα κυκλώματα. Επιπλέον, διαθέτει ψηφιακούς ακροδέκτες E/Σ, αναλογικούς ακροδέκτες E/Σ και προγραμματίζεται μέσω του Arduino IDE με χρήση καλωδίου USB. Μπορεί να τροφοδοτηθεί μέσω USB ή μέσω ενός συνδέσμου βαρέων φορτίων που δέχεται τάσεις από 7 έως 20 βολτ. Ο σχεδιασμός του υλικού είναι διαθέσιμος υπό άδεια Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 στον ιστότοπο του Arduino, μαζί με τα αρχεία παραγωγής για μερικές εκδόσεις του πίνακα (Wikipedia, 2024.)

2.5 Εκπαιδευτική ρομποτική

Η εκπαιδευτική ρομποτική θεωρείται ως μια διεπιστημονική δραστηριότητα που περιλαμβάνει κυρίως την επιστήμη, τα μαθηματικά, την πληροφορική και την τεχνολογία, προσφέροντας

σημαντικά οφέλη στην εκπαίδευση σε όλα τα επίπεδα. Αποτελεί μια ισχυρή και ευέλικτη μέθοδο διδασκαλίας που ενθαρρύνει τους μαθητές να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν ρομπότ χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες γλώσσες προγραμματισμού. Η εκπαιδευτική ρομποτική προάγει έναν ευχάριστο τρόπο μάθησης, ενισχύοντας ταυτόχρονα την κινητοποίηση των μαθητών, τη συνεργασία, την αυτοπεποίθηση και τη δημιουργικότητά τους. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα προγράμματα ρομποτικής προσφέρουν μια πολύτιμη ευκαιρία για την αύξηση του ενδιαφέροντος και της συμμετοχής των παιδιών στους τομείς της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών (STEM), παρακινώντας τα να ακολουθήσουν μια σταδιοδρομία σε έναν από αυτούς τους τομείς (Wikipedia, 2024.).

2.6 Μαθητοκεντρική μάθηση

Η μαθητοκεντρική μάθηση είναι μια εκπαιδευτική προσέγγιση που τοποθετεί τον μαθητή στο επίκεντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ενθαρρύνοντας την ενεργή του συμμετοχή στη μάθηση και την προσωπική του ανάπτυξη. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, όπου ο δάσκαλος είναι η κύρια πηγή γνώσης, η μαθητοκεντρική μάθηση δίνει έμφαση στη συνεργασία και την ανακαλυπτική μάθηση. (Wikipedia, 2024.)

2.7 Κατασκευαστισμός (Constructionism)

Ο κατασκευαστισμός είναι μια θεωρία μάθησης που αναπτύχθηκε από τον Seymour Papert και βασίζεται στις αρχές του κονστρουκτιβισμού του Jean Piaget. Αυτή η θεωρία υποστηρίζει ότι οι μαθητές μαθαίνουν πιο αποτελεσματικά όταν είναι ενεργοί δημιουργοί της δικής τους γνώσης, δημιουργώντας υλικά αντικείμενα ή ψηφιακά έργα. Ο κατασκευαστισμός δίνει έμφαση στη μάθηση μέσω της πράξης και της δημιουργίας, ενθαρρύνοντας την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και της δημιουργικότητας. (Wikipedia, 2024.)

2.8 Γλώσσα προγραμματισμού C

Η C είναι μια γλώσσα προγραμματισμού γενικής χρήσης που δημιουργήθηκε τη δεκαετία του 1970 από τον Dennis Ritchie και παραμένει ευρέως χρησιμοποιούμενη και επιδραστική. Τα χαρακτηριστικά της C σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να αντικατοπτρίζουν καθαρά τις δυνατότητες των στοχευμένων CPU. Η C έχει βρει μόνιμη χρήση σε κώδικα λειτουργικών συστημάτων, ιδιαίτερα στους πυρήνες, προγράμματα οδήγησης συσκευών και στοίβες πρωτοκόλλων, αν και η χρήση της σε λογισμικό εφαρμογών έχει μειωθεί. Η γλώσσα C χρησιμοποιείται συνήθως σε αρχιτεκτονικές υπολογιστών που κυμαίνονται από τους μεγαλύτερους υπερυπολογιστές έως τους μικρότερους μικροελεγκτές και ενσωματωμένα συστήματα. (Wikipedia, 2024.)

2.9 Κώδικας-G

Ο G-code (γνωστός και ως RS-274) είναι η πιο διαδεδομένη γλώσσα προγραμματισμού για αριθμητικό έλεγχο υπολογιστή (CNC) και εκτύπωση 3D. Χρησιμοποιείται κυρίως στη βιομηχανική παραγωγή με τη βοήθεια υπολογιστών για τον έλεγχο αυτοματοποιημένων εργαλειομηχανών, καθώς και σε εφαρμογές slicer για 3D εκτυπωτές. Το G αναφέρεται στη γεωμετρία και υπάρχουν πολλές παραλλαγές του G-code.

Οι εντολές G-code δίνονται σε έναν ελεγκτή μηχανής (βιομηχανικός υπολογιστής), ο οποίος καθοδηγεί τους κινητήρες για το πού να μετακινηθούν, με τι ταχύτητα και ποια διαδρομή να ακολουθήσουν. Οι δύο πιο κοινές εφαρμογές είναι ότι, σε ένα εργαλειομηχάνημα όπως ένας τόννος ή μια φρέζα, το κοπτικό εργαλείο μετακινείται σύμφωνα με αυτές τις οδηγίες για να αφαιρέσει υλικό και να διαμορφώσει το τελικό προϊόν και/ή ένα ημιτελές κομμάτι τοποθετείται με ακρίβεια σε έως και εννέα άξονες γύρω από τις τρεις διαστάσεις σε σχέση με μια διαδρομή εργαλείου, και είτε το εργαλείο είτε το κομμάτι μπορούν να κινηθούν σε σχέση με το άλλο. Αυτή η ιδέα εφαρμόζεται επίσης σε μη κοπτικά εργαλεία όπως τα εργαλεία μορφοποίησης ή στιλβωτικής, στη φωτογράφιση, στις προσθετικές μεθόδους όπως η 3D εκτύπωση και στα όργανα μέτρησης. (Wikipedia, 2024.)

3.0 Διαχωρισμός (Slicing)

Στους τομείς που απαιτούν δεξιότητες σχεδιασμού διεπαφών, ο διαχωρισμός είναι η διαδικασία κατά την οποία μια ενιαία σύνθεση διάταξης 2D διεπαφής χρήστη χωρίζεται σε πολλαπλά αρχεία εικόνας (ψηφιακά στοιχεία) της γραφικής διεπαφής χρήστη (GUI) για μία ή περισσότερες ηλεκτρονικές σελίδες. Αυτή η διαδικασία είναι συνήθως μέρος της ανάπτυξης του πελάτη κατά τη δημιουργία μιας ιστοσελίδας ή ενός ιστότοπου, αλλά χρησιμοποιείται επίσης στο σχεδιασμό διεπαφών χρήστη για την ανάπτυξη λογισμικού και παιχνιδιών. (Wikipedia, 2024.)

Η διαδικασία περιλαμβάνει τη διαίρεση μιας σύνθεσης σε είτε ένα αρχείο εικόνας μίας στρώσης είτε σε μορφή αρχείου πολλαπλών στρώσεων του γραφικού λογισμικού που χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό. Αφού χωριστούν, αποθηκεύονται ως ξεχωριστά αρχεία εικόνας, συνήθως σε μορφή GIF, JPEG ή PNG, είτε μαζικά είτε ένα τη φορά. Τα αρχεία εικόνας με πολλαπλές στρώσεις μπορεί να περιλαμβάνουν πολλές εκδοχές ή καταστάσεις της ίδιας εικόνας, που χρησιμοποιούνται συχνά για κινούμενα σχέδια ή widgets. (Wikipedia, 2024.)

3.1 Νήμα εκτύπωσης 3D

Το νήμα εκτύπωσης 3D είναι η θερμοπλαστική πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται στους 3D εκτυπωτές μέθοδος τήξης και εναπόθεσης. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι νημάτων με ποικίλες ιδιότητες. Το νήμα διατίθεται σε διάφορες διαμέτρους, με τις πιο κοινές να είναι 1.75 mm και 2.85 mm, με το δεύτερο συχνά να συγγέεται με το λιγότερο συνηθισμένο 3 mm. Το νήμα είναι ένα συνεχές λεπτό πλαστικό νήμα τυλιγμένο σε καρούλι. (Wikipedia, 2024.)

3. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΡΟΜΠΟΤ ΖΩΓΡΑΦΙΚΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα πραγματοποιηθεί επεξήγηση και ανάλυση των διαδικασιών που απαιτήθηκαν για τις προδιαγραφές της κατασκευής του ρομπότ. Η διαδικασία αυτή αποτελείται από δύο επιμέρους κομμάτια. Το πρώτο κομμάτι αφορά την έρευνα αγοράς στο διαδίκτυο για παρόμοια μοντέλα ή προϊόντα. Το δεύτερο κομμάτι αποτελείται από την ανάλυση των τελικών μοντέλων που προέκυψαν, καθώς και μελέτη για τις προδιαγραφές των ηλεκτρολογικών και δομικών στοιχείων του τελικού προϊόντος. Αυτό περιλαμβάνει επίσης τον οικονομικό προϋπολογισμό.

Στο πρώτο κομμάτι, όπως προαναφέρθηκε, πραγματοποιήθηκε έρευνα σχετικά με ρομπότ που φέρουν μηχανισμό γραφής. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε μέσω ιστοσελίδων εκπαιδευτικής ρομποτικής, εταιριών κατασκευής ρομπότ που φέρουν ιδιότητες γραφής, καθώς και ακαδημαϊκών βιβλίων. Μέσω των πληροφοριών που συλλέχθηκαν, έγινε κατανοητή η λειτουργία και η μορφή που φέρει ένα ρομποτικό σύστημα, τόσο στη γενικότερη μορφή του, αλλά και πιο συγκεκριμένα στη λειτουργία των επιμέρους κομματιών του. Επιπλέον, έγινε έρευνα πάνω στον προγραμματισμό Arduino, στο κομμάτι της μετάδοσης ελεγχόμενης κίνησης βηματικών κινητήρων με τη μέθοδο διαφορικής κίνησης, καθώς και στη μετάδοση κίνησης του κινητήρα servo.

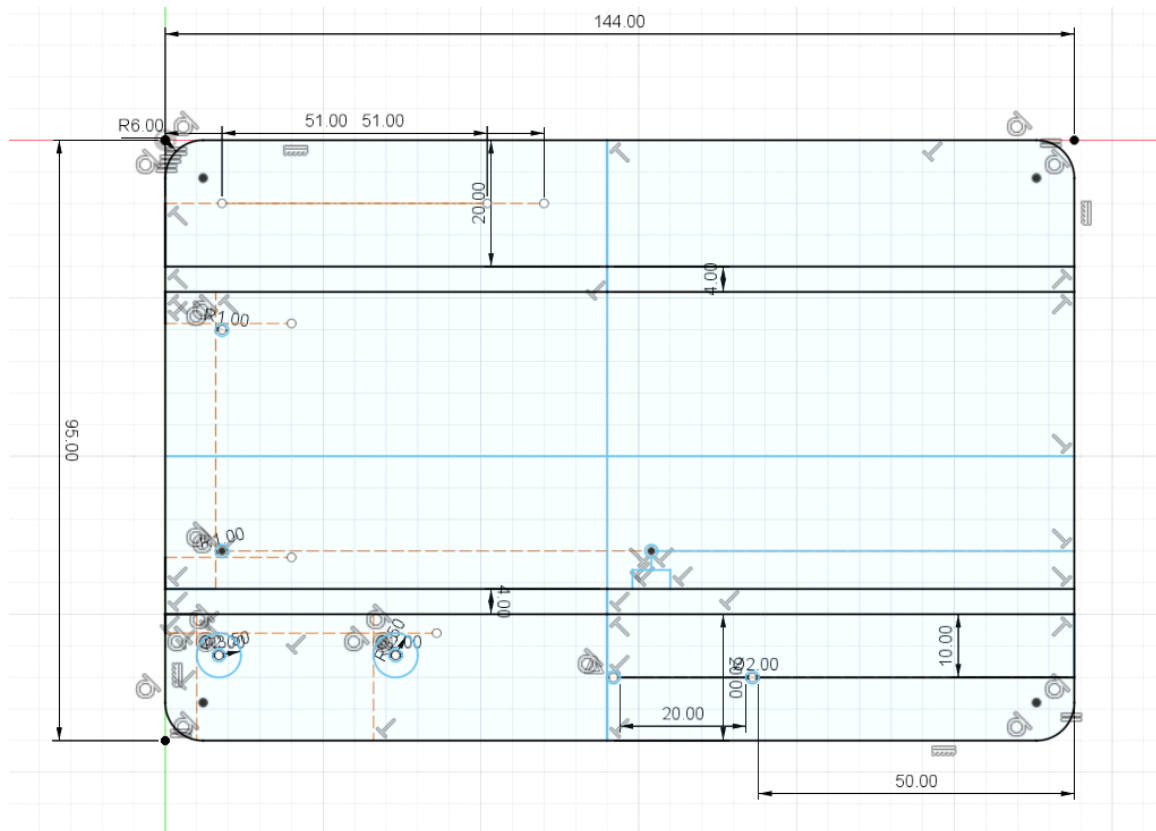
Η έρευνα αγοράς πραγματοποιήθηκε κυρίως σε διάφορα καταστήματα στην Ελλάδα. Η επιλογή αυτή έγινε κυρίως με κριτήρια την τιμή και την ταχύτητα διανομής. Μέσω των ερευνών που πραγματοποιήθηκαν, ως πόρισμα βγήκε ότι η καλύτερη επιλογή δομικού υλικού κατασκευής είναι το πλαστικό. Ο ευκολότερος, πιο αποτελεσματικός και γρηγορότερος τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης. Ένας μεγάλος παράγοντας στην επιλογή αυτή είναι ότι το πλαστικό είναι αρκετά πιο ελαφρύ συγκριτικά με το μέταλλο. Εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός ότι κοστίζει αρκετά λιγότερο, ενώ επίσης η μετέπειτα επεξεργασία του με εργαλεία χειρός είναι αρκετά ευκολότερη. Πιο συγκεκριμένα, το συγκεκριμένο πλαστικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν PLA. Η επιλογή του έγινε καθώς είναι εξαιρετικά εύκολο στην εκτύπωσή του, είναι αρκετά πιο φθηνό συγκριτικά με άλλα είδη πλαστικών τρισδιάστατης εκτύπωσης, ενώ ταυτόχρονα διαθέτει επαρκή αντοχή.

4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΡΟΜΠΟΤ ΖΩΓΡΑΦΙΚΗΣ (HARDWARE)

Στο κομμάτι αυτό, θα γίνει σε εμβάθυνση η ανάλυση και ο τρόπος σχεδιασμού των κομματιών που απαρτίζουν το δομικό κομμάτι του ρομπότ. Θα παρουσιαστεί μια αναλυτική εξήγηση των επιμέρους βημάτων που ακολουθήθηκαν για τη δημιουργία των κομματιών του ρομπότ, καθώς και ο τρόπος συνδεσμολογίας του ηλεκτρολογικού συστήματος.

4.1 Μηχανολογικό σχέδιο

Αρχικά, θα προσδιοριστούν οι διαστάσεις της βάσης του ρομπότ, στην οποία θα πρέπει να υπολογιστούν οι αποστάσεις έτσι ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν σωστά τα υπόλοιπα κομμάτια, το ολοκληρωμένο σύστημα Arduino, οι κινητήρες των βηματικών μοτέρ, οι μπαταριοθήκες και το servo μοτέρ.



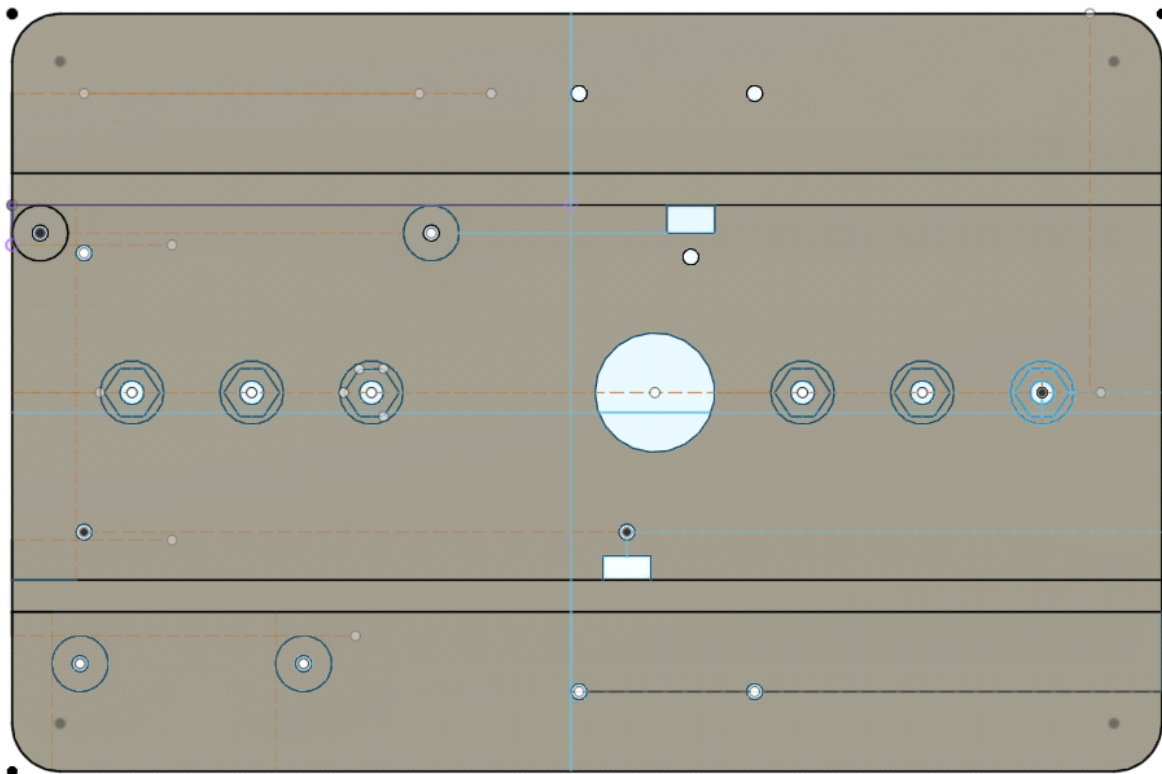
Εικόνα 2: Καθορισμός διαστάσεων βάσης Ρομπότ ζωγραφικής.

Βλέποντας την παραπάνω εικόνα, το τελικό μήκος της βάσης είναι 144 mm, ενώ το πλάτος του έχει μήκος 95 mm.



Εικόνα 3: Καθορισμός πάχους της βάσης.

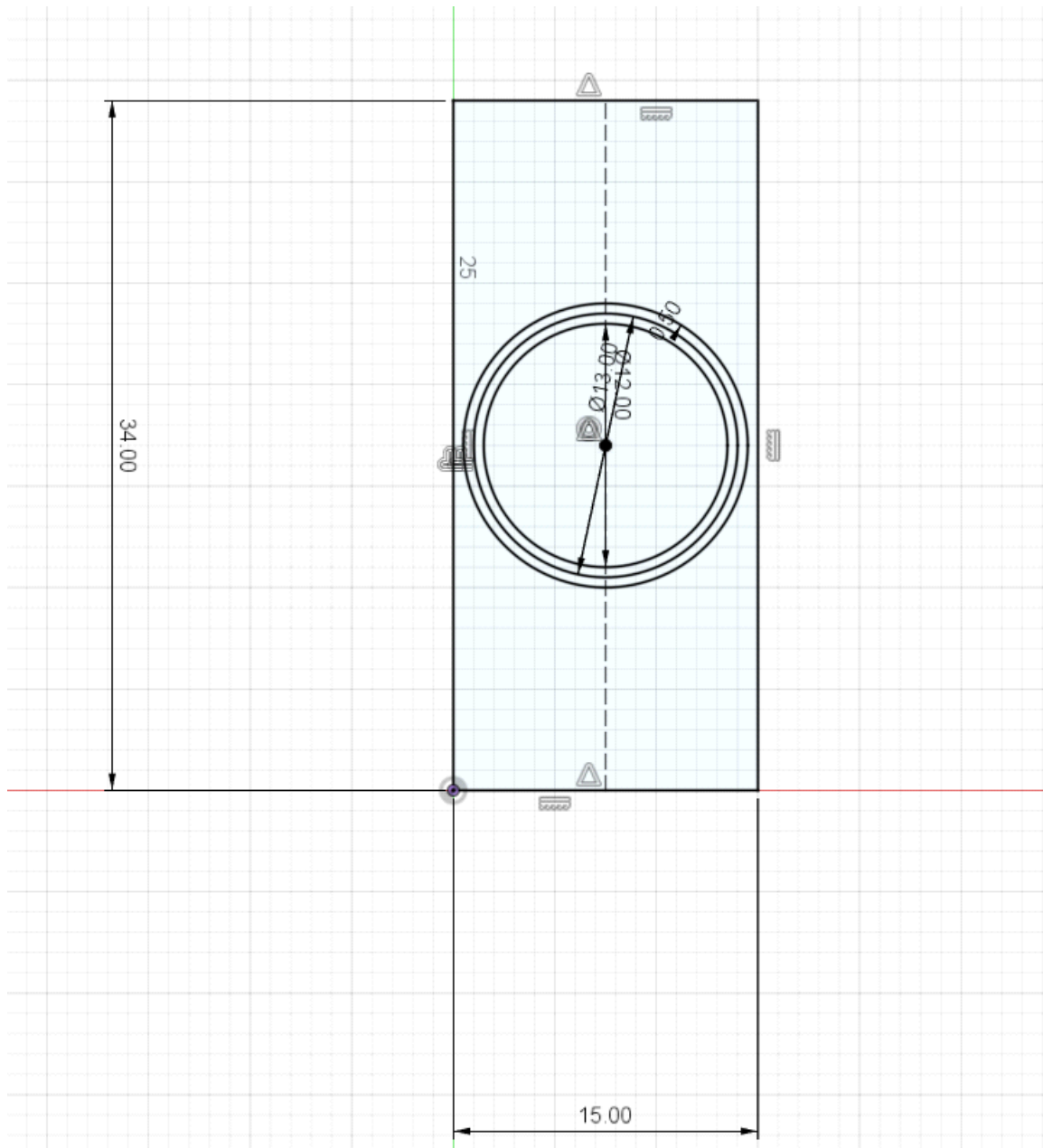
Η επιλογή πάχους της βάσης είναι 2 εκατοστά, με σκοπό να προσθέτει πολύ βάρος στο τελικό μοντέλο, ενώ ταυτόχρονα θα έχει και την αποδοτικότητα που χρειάζεται.



Εικόνα 4: Τελικό μοντέλο βάσης.

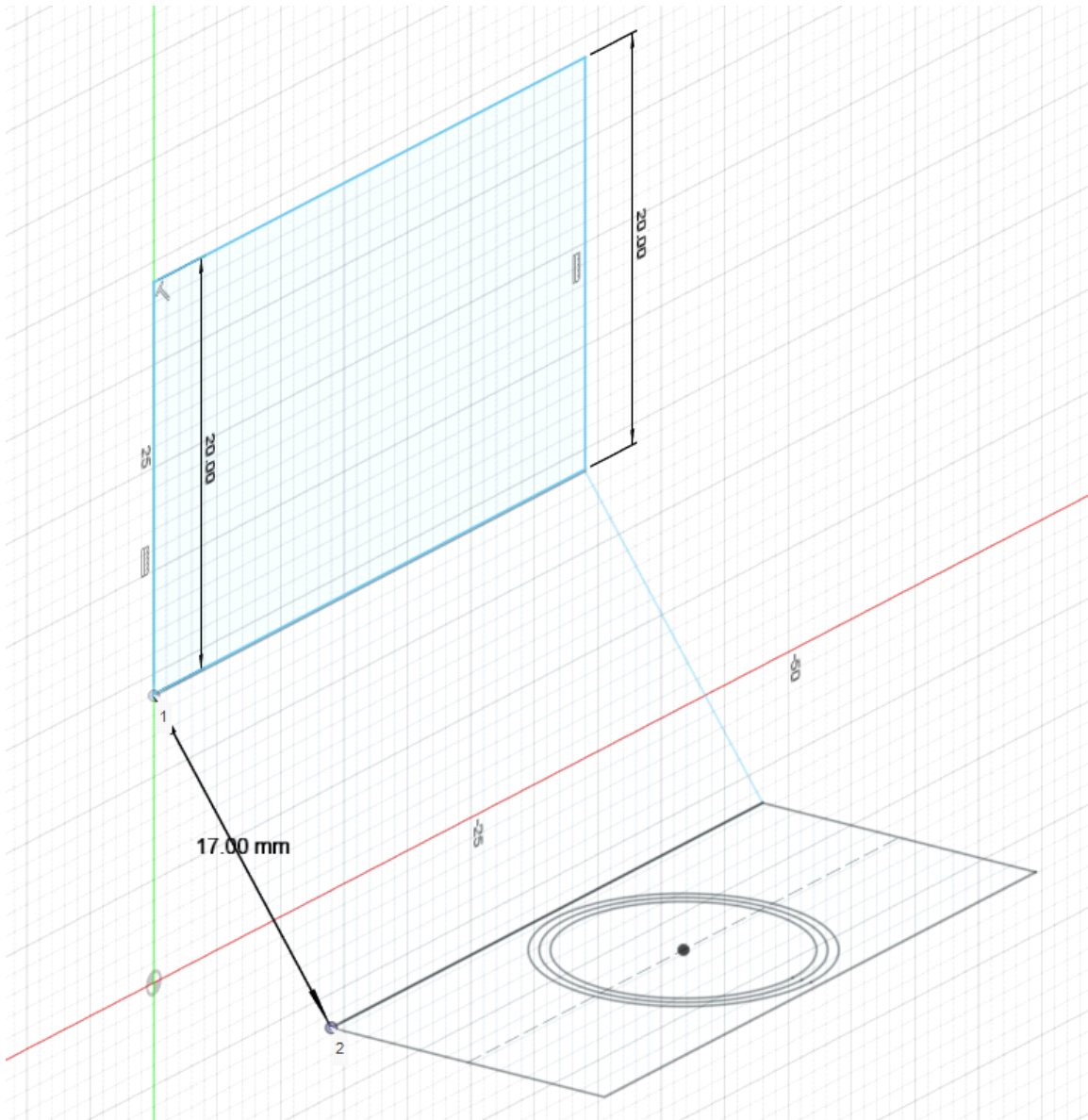
Εφόσον έχει επιτευχθεί και το πάχος της βάσης, στη συνέχεια επιλέγονται οι σωστές αποστάσεις για τις τρύπες των βυδών, την κεντρική τρύπα όπου θα περνά ο μαρκαδόρος, καθώς και οι ορθογώνιες τρύπες για τα καλώδια των μπαταριών.

Το επόμενο βήμα της σχεδίασης είναι να φτιαχτούν οι βάσεις για τους βηματικούς και τον servo κινητήρα.



Εικόνα 5: Διαστάσεις βάσης servo κινητήρα.

Στην παραπάνω φωτογραφία σχεδιάζεται η βάση του servo κινητήρα, η οποία έχει διαστάσεις μήκους 34 mm και πλάτους 15 mm. Το μέγεθος της τρύπας του μαρκαδόρου ορίζεται στη διάμετρο των 12 mm.



Εικόνα 6: Διαστάσεις σκελετού της βάσης του Servo κινητήρα.

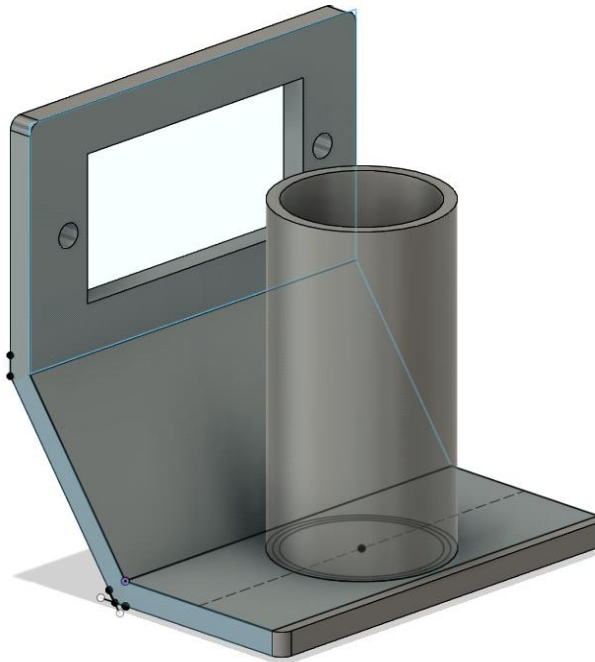
Στη συνέχεια σχεδιάζεται ο σκελετός της βάσης όπως θα τοποθετηθεί ο κινητήρας.

Χωρίζεται σε δύο κομμάτια. Το ένα με μήκος 22 mm, όπου θα αποτελεί και το σημείο επαφής του servo, και το δεύτερο με μήκος 17 mm, όπου είναι το κομμάτι που ενώνει τα υπόλοιπα δύο κομμάτια.



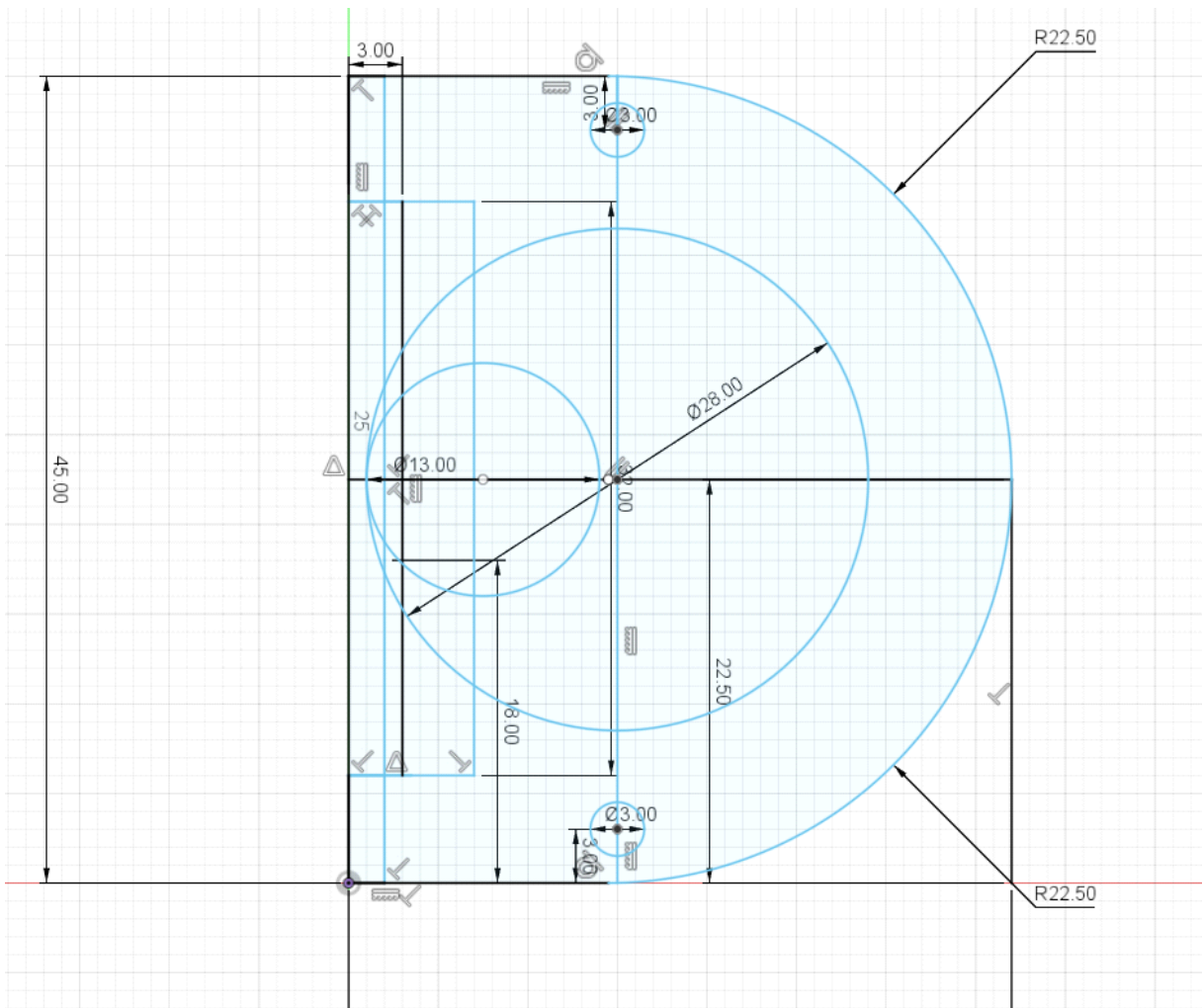
Εικόνα 7: Εντολή Extrude για την βάση του servo.

Με τη λειτουργία Extrude δημιουργούμε το επιθυμητό πάχος για τη βάση και των σωλήνα (2 mm).



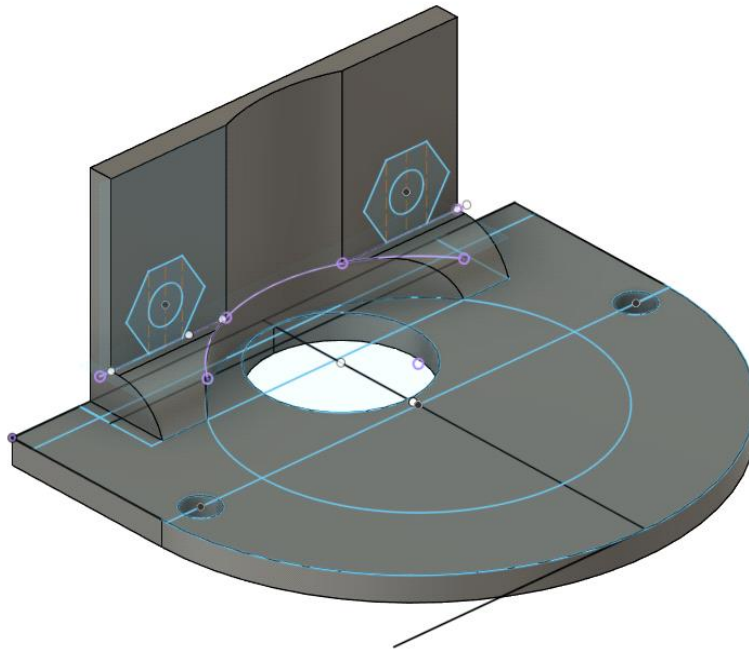
Εικόνα 8: Τελική μορφή βάσης servo κινητήρα.

Τέλος, για την ολοκλήρωση της βάσης, δημιουργούμε μια τρύπα στις διαστάσεις του servo κινητήρα, καθώς και τις απαραίτητες τρύπες για τις βίδες του. Επιπλέον, με τη λειτουργία fillet πραγματοποιείται εξομάλυνση των γωνιών



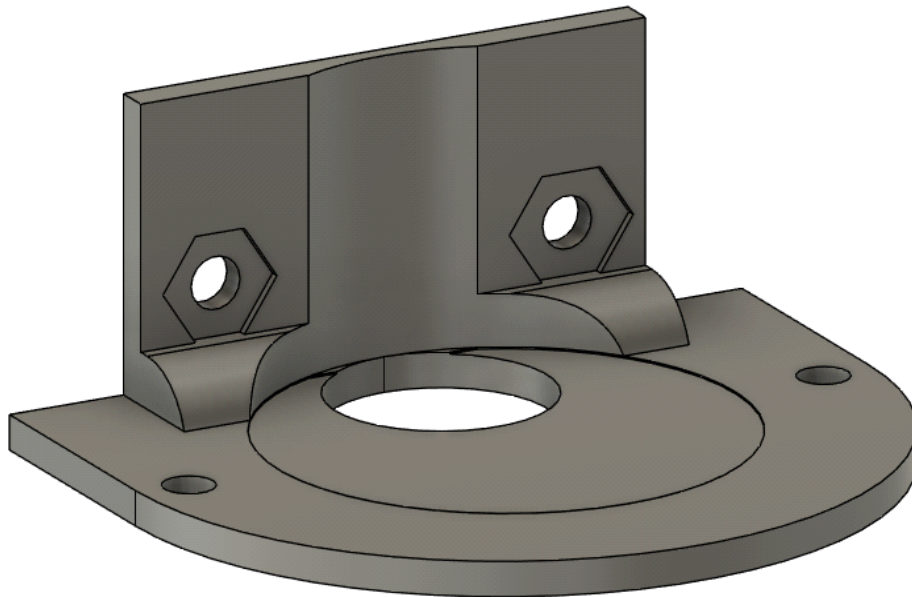
Εικόνα 9: Διαστάσεις βάσης Stepper κινητήρα.

Στη συνέχεια, σχεδιάζουμε τη βάση για τον βηματικό κινητήρα. Το μήκος του είναι 37 mm και το πλάτος του 45 mm. Επιπλέον, σχεδιάζουμε τις τρύπες για το μαρκαδόρο, όπου έχει διάμετρο 13 mm, καθώς επίσης και τα απαραίτητα σχέδια για τις βίδες στήριξης του.



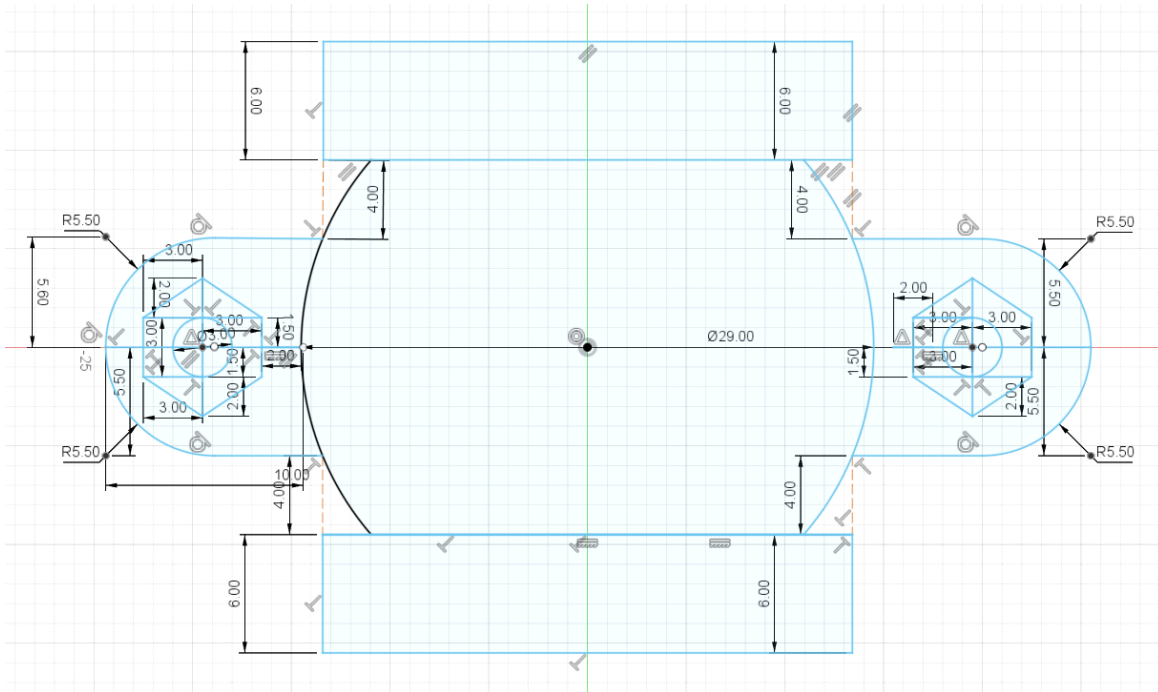
Εικόνα 10: Εντολή Extrude για την βάση του βηματικού κινητήρα.

Με τη λειτουργία Extrude δημιουργούμε το πάχος για τη βάση και το στήριγμα του κινητήρα (2 mm). Επιπλέον, σχεδιάζονται και οι βίδες στήριξης της βάσης του κινητήρα.



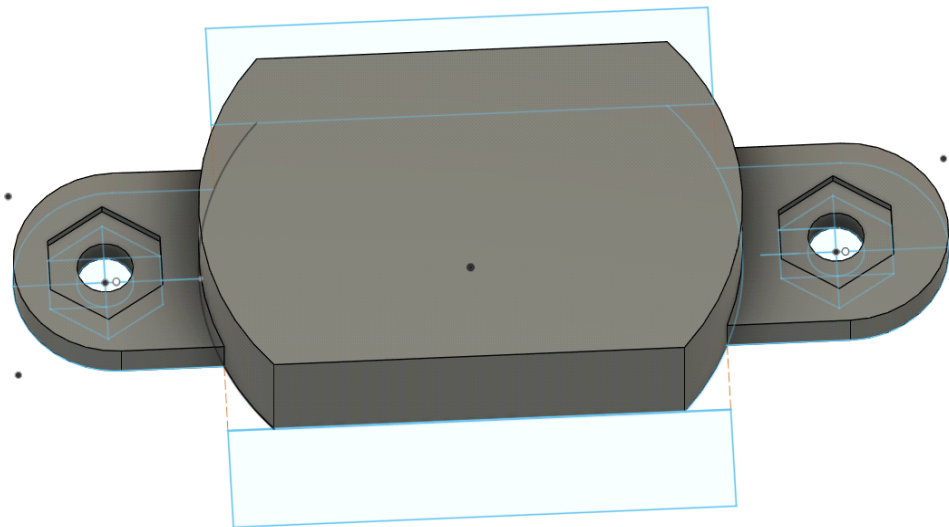
Εικόνα 11: Εντολή Extrude για την βάση του βηματικού κινητήρα.

Στη συνέχεια, με τη χρήση ξανά της εντολής Extrude, η βάση παίρνει την τελική της μορφή.

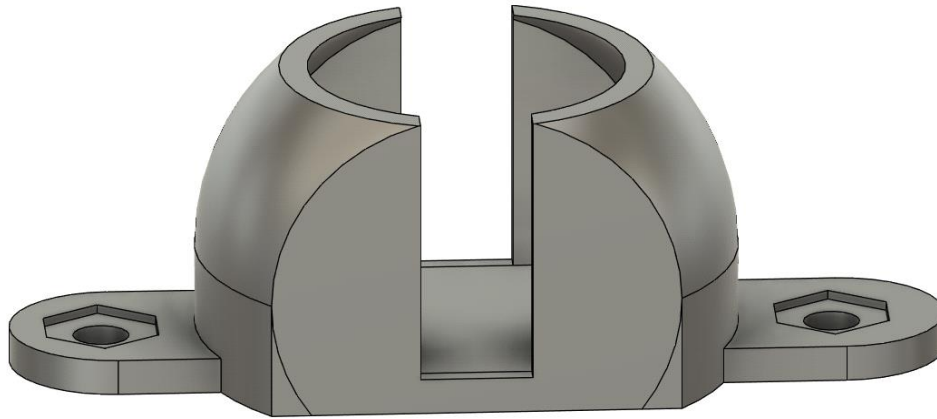


Εικόνα 12: Σχεδιασμός βάσης της σφαίρας.

Στη συνέχεια σχεδιάζουμε τη βάση όπου θα τοποθετηθεί η σφαίρα. Το μήκος της είναι 50 mm και το πλάτος της είναι 19 mm. Επιπλέον, σχεδιάζουμε τις τρύπες για τις υποδοχές των βιδών.

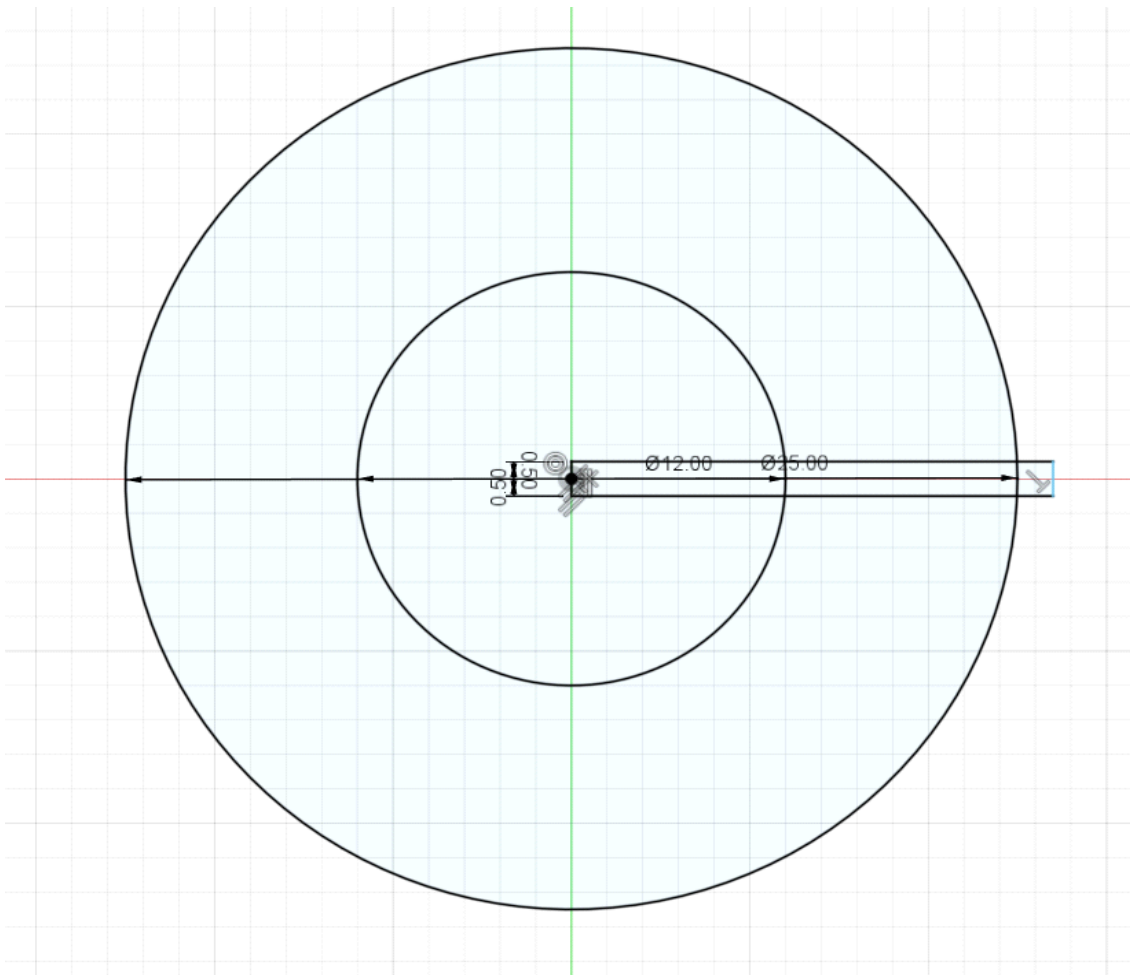


Εικόνα 13: Δημιουργία πάχους της βάσης της σφαιρας.



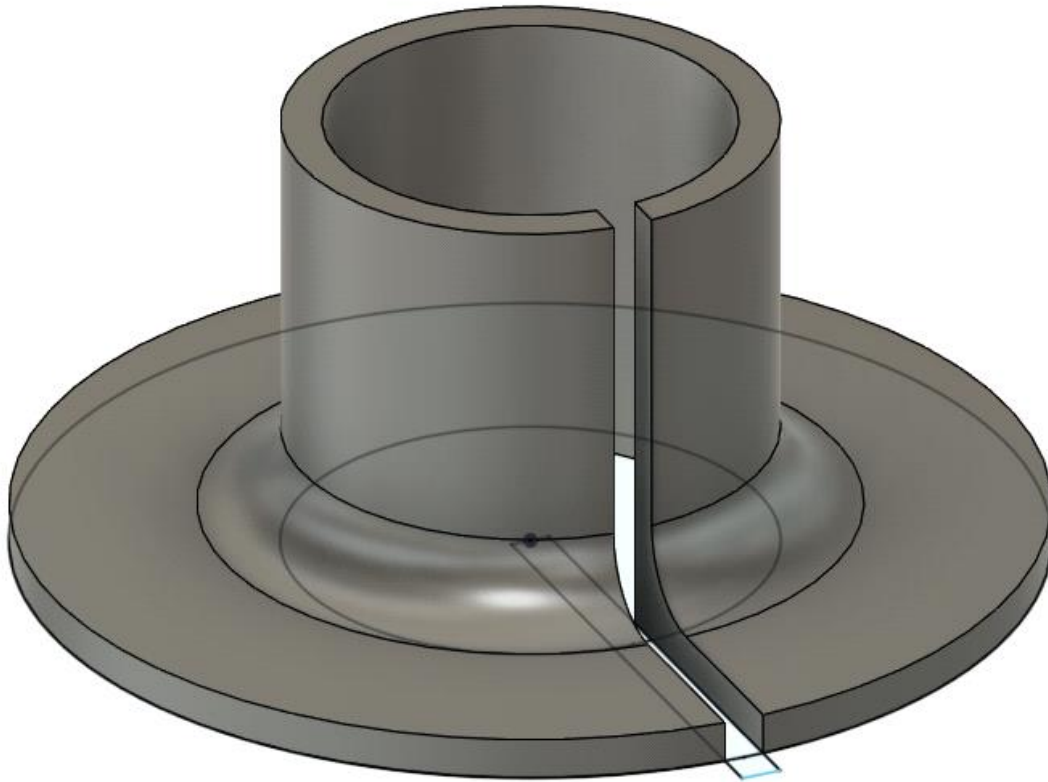
Εικόνα 14: Δημιουργία τελικής μορφής της σφαιρας.

Έπειτα τον σχεδιασμό, με τη χρήση της εντολής Extrude προσδίδουμε το πάχος που θέλουμε. Στη συνέχεια, με τις δύο εντολές Sphere και Shell δημιουργούμε την υποδοχή για τη σφαίρα, όπου θα τοποθετήσουμε μέσα στη σφαιρική βάση.



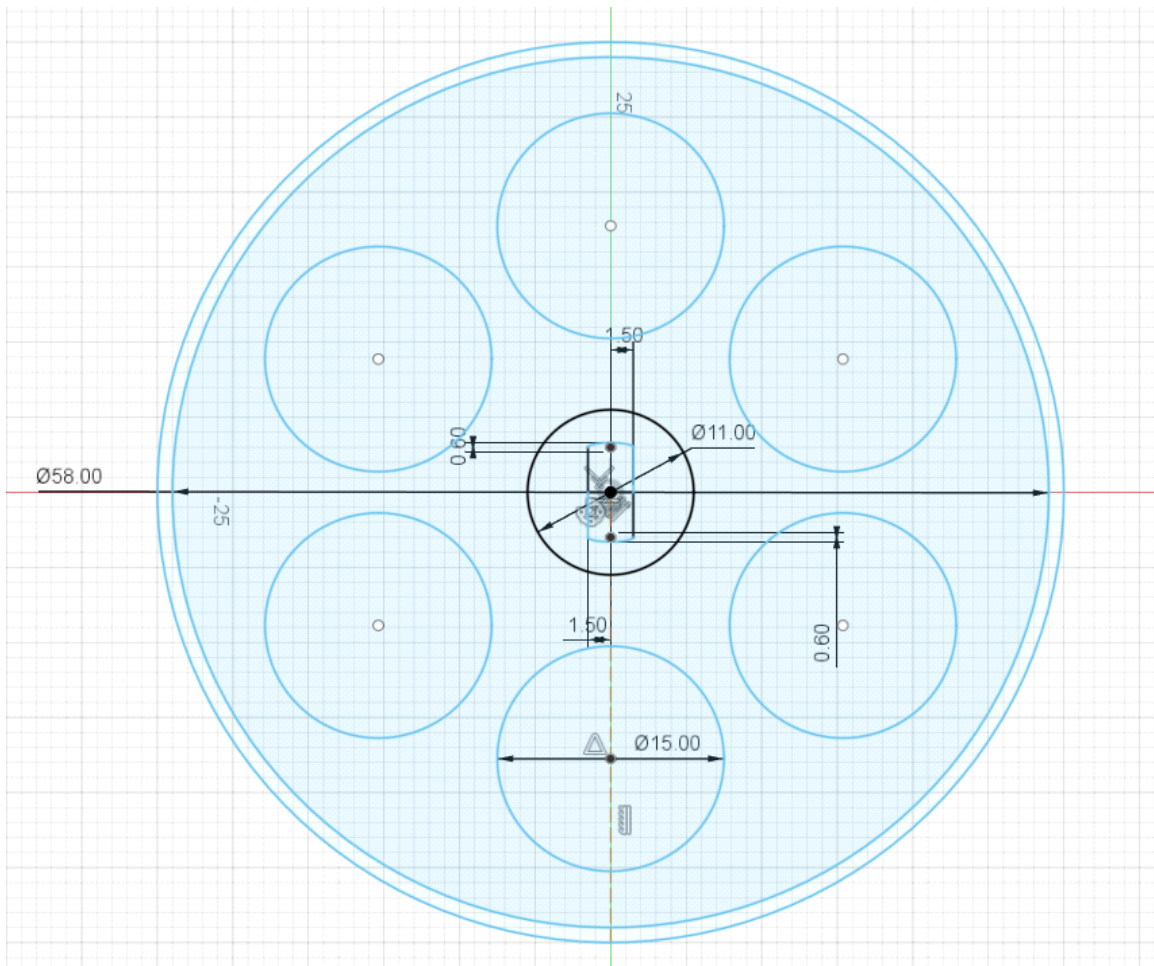
Εικόνα 15: Δημιουργία σχεδίου κολάρου μαρκαδορου.

Στη δημιουργία του κολάρου για τον μαρκαδόρο θέτουμε διάμετρο 12 mm, τη διάμετρο που θα καλύπτει τον μαρκαδόρο, και τη συνολική διάμετρο ίση με 25 mm.



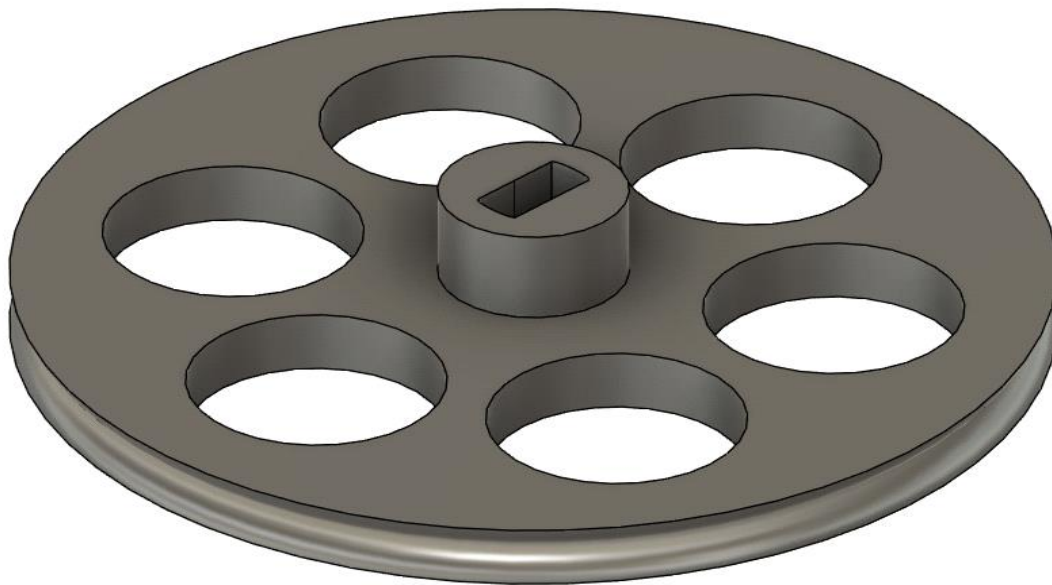
Εικόνα 16: Τελική μορφή κολάρου.

Έπειτα τον σχεδιασμό, με τη χρήση των εντολών Extrude, Fillet και Shell δημιουργούμε την τελική μορφή του σχεδίου.



Εικόνα 17: Σχεδιασμός διαστάσεων ρομποτικής ρόδας.

Στον σχεδιασμό της ρόδας του ρομπότ λαμβάνουμε υπόψη μας το μέγεθος της ρόδας, καθώς θα πρέπει να είναι επαρκές έτσι ώστε να έχει την ικανότητα το ρομπότ να έχει την απαραίτητη ροπή για να μετακινηθεί, αλλά ταυτόχρονα να υπάρχει και επαρκής χώρος στο κάτω μέρος του για την τοποθέτηση των μπαταριοθηκών. Για αυτόν τον σκοπό επιλέγουμε για το μέγεθος της ρόδας τα 58 mm.

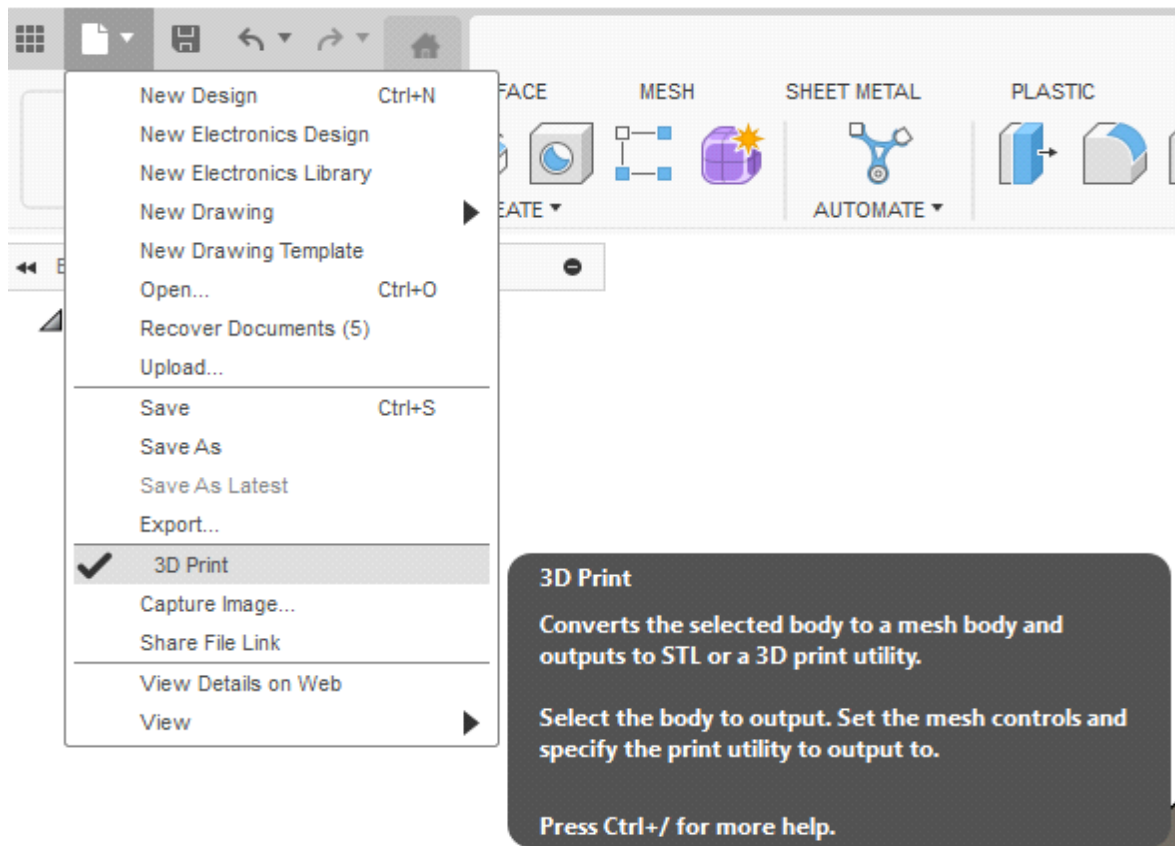


Εικόνα 18: Τελική μορφή ρόδας ρομπότ.

Τρισδιάστατη εκτύπωση Ρομπότ ζωγραφικής με την χρήση του Prusa Slicer.

Με την ολοκλήρωση των σχεδίων, βρισκόμαστε πλέον στο σημείο της τρισδιάστατης εκτύπωσης. Για να πραγματοποιηθεί αυτό, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα software για να γίνει το slice των σχεδίων μας. Ο τρισδιάστατος εκτυπωτής αδυνατεί να διαβάσει αρχεία της μορφής STL, αλλά αντίθετα μπορεί να αναγνωρίσει αρχεία της μορφής g.code.

Μέσω του Slicer Prusa, ο εκτυπωτής έχει αυτή την ιδιότητα. Αυτό επιτυγχάνεται πηγαίνοντας στο αρχείο File και στη συνέχεια πατώντας την επιλογή 3D Print. Στη συνέχεια, μέσω των επιλογών ρυθμίζουμε τη μορφή του σχεδίου μας, τη μονάδα μεγέθους που θέλουμε να είναι η ανάλυσή του, και τον Slicer που θα θέλαμε να γίνουν οι περαιτέρω ρυθμίσεις.



Εικόνα 19: Επιλογή ρυθμίσεων για 3D Print.

Print settings: 0.20mm QUALITY

Filament: Prusament PLA

Printer: Original Prusa MK4 0.4 nozzle

Supports: None

Infill: 15% Brim:

Object manipulation

Name: **Body14.stl**

	X	Y	Z	
Position:	125	105	2.5	mm
Rotate (relative):	0	0	0	°
Scale factors:	100	100	100	%
Size [World]:	144	95	5	mm

Inches

Εικόνα 20: Βασικές ρυθμίσεις του Prusa slicer.

Ανοίγοντας το Prusa Slicer και ανοίγοντας ένα από τα σχέδια εκτύπωσής μας, παρατηρούμε την εμφάνιση κάποιων ρυθμίσεων για την τρισδιάστατη εκτύπωσή μας. Το πρόγραμμα από μόνο του έχει κάποιες προκαθορισμένες ρυθμίσεις, αλλά παρ' όλα αυτά, οι χρήστες του προγράμματος μπορούν να πραγματοποιήσουν τις επιθυμητές αλλαγές, από τις πιο απλές, όπως για παράδειγμα να αλλάξουν και να μετακινήσουν ή να περιστρέψουν το αντικείμενο. Αλλά και πιο σύνθετες. Όπως μπορούμε να δούμε στην επιλογή Print settings, διαλέγουμε την ανάλυση που θέλουμε να έχει το σχέδιό μας. Η ανάλυση μετριέται σε mm και ως προεπιλογή έχει επιλεγεί 0.20 mm. Αυτό σημαίνει πως το πάχος της κάθε στρώσης θα είναι 0.20 mm. Αυτό σημαίνει ότι το μοντέλο μας θα έχει μεγάλη λεπτομέρεια, αλλά ταυτόχρονα θα έχει μεγαλύτερο χρόνο εκτύπωσης.

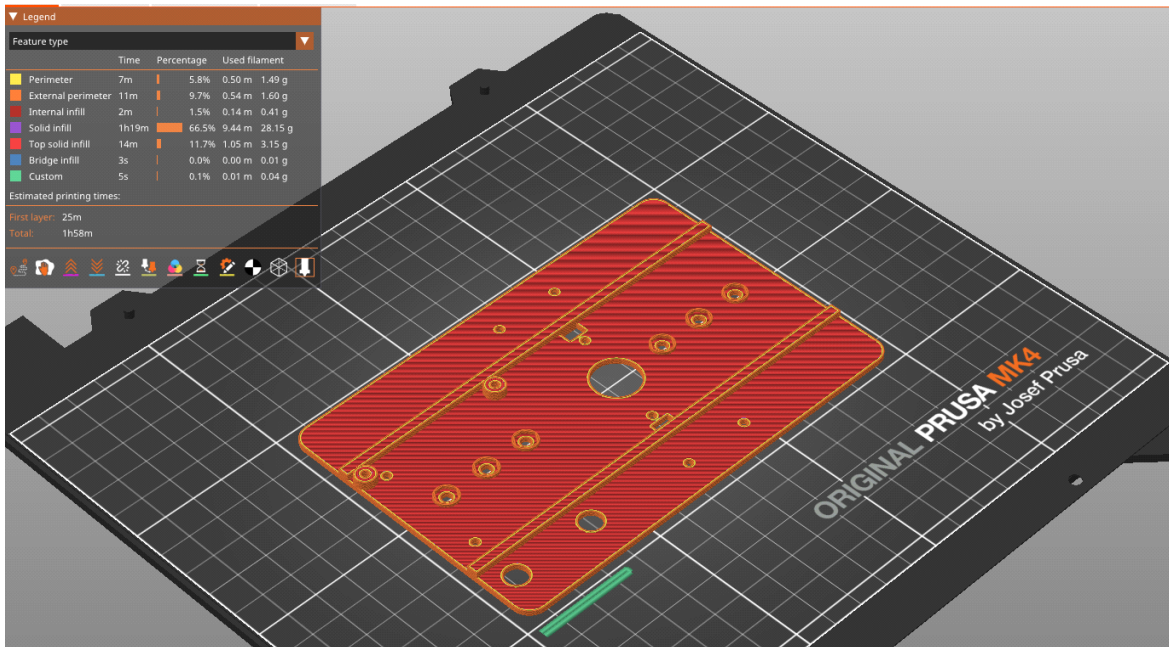
Στην επιλογή Filament επιλέγουμε τον τύπο του filament όπου έχουμε τοποθετήσει στον εκτυπωτή μας. Το σύνηθες υλικό που χρησιμοποιείται είναι το PLA. Για αυτόν τον σκοπό διαλέγουμε την επιλογή PLA.

Επιπλέον, υπάρχει η επιλογή Supports. Supports χαρακτηρίζονται τα στηρίγματα που χρησιμοποιούνται σε κάποια σημεία του μοντέλου έτσι ώστε να μπορεί να γίνει η εκτύπωσή τους. Πιο συγκεκριμένα, δημιουργείται μία βάση σε συγκεκριμένα σημεία του μοντέλου, τα οποία χωρίς τη βοήθεια των Supports θα εκτυπώνονταν στον αέρα. Στα σχέδια όπου έχουν σχεδιαστεί για το συγκεκριμένο project δεν υπήρξε ανάγκη δημιουργίας supports.

Μια ακόμη παράμετρος που παίζει σημαντικό ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα των σχεδίων είναι το Infill. Το infill χαρακτηρίζει το πόσο υλικό θα περιέχει το σχέδιό μας στο εσωτερικό του. Έχοντας την επιλογή infill στο 100% σημαίνει ότι το σχέδιό μας θα έχει τη μέγιστη πυκνότητα σε υλικό στο εσωτερικό του. Όσο μεγαλύτερο είναι το infill στο σχέδιό μας, τόσο πιο ανθεκτικό και

γερό γίνεται το σχέδιό μας. Αντίθετα, με την αύξηση του infill το υλικό μας αποκτά μεγαλύτερο βάρος, χρησιμοποιούμε περισσότερο υλικό και ταυτόχρονα χρειάζεται περισσότερη ώρα ώστε να ολοκληρωθεί. Σε όλα τα σχέδια τα οποία θα εκτυπωθούν θα γίνει με τη μέγιστη επιλογή του infill, καθώς λόγω του μικρού μεγέθους του ρομπότ το βάρος, το κόστος και ο χρόνος εκτύπωσης είναι αμελητέα.

Εφόσον επιλέξαμε τις κατάλληλες ρυθμίσεις που επιθυμούμε, στη συνέχεια κάνουμε SLICE το σχέδιό μας πατώντας την επιλογή στο κάτω δεξιό μέρος. Κάνοντας αυτό, μπορούμε να δούμε αναλυτικά τον τρόπο με τον οποίο θα εκτυπωθεί το σχέδιό μας, πώς θα είναι το εσωτερικό του, καθώς επίσης και πληροφορίες όπως ο χρόνος που θα χρειαστεί για να ολοκληρωθεί η εκτύπωση, η ποσότητα του υλικού που θα χρειαστεί, καθώς και μια ενδεικτική τιμή κόστους κατασκευής του σχεδίου μας.



Εικόνα 21: Overview εκτύπωσης σχεδίου.

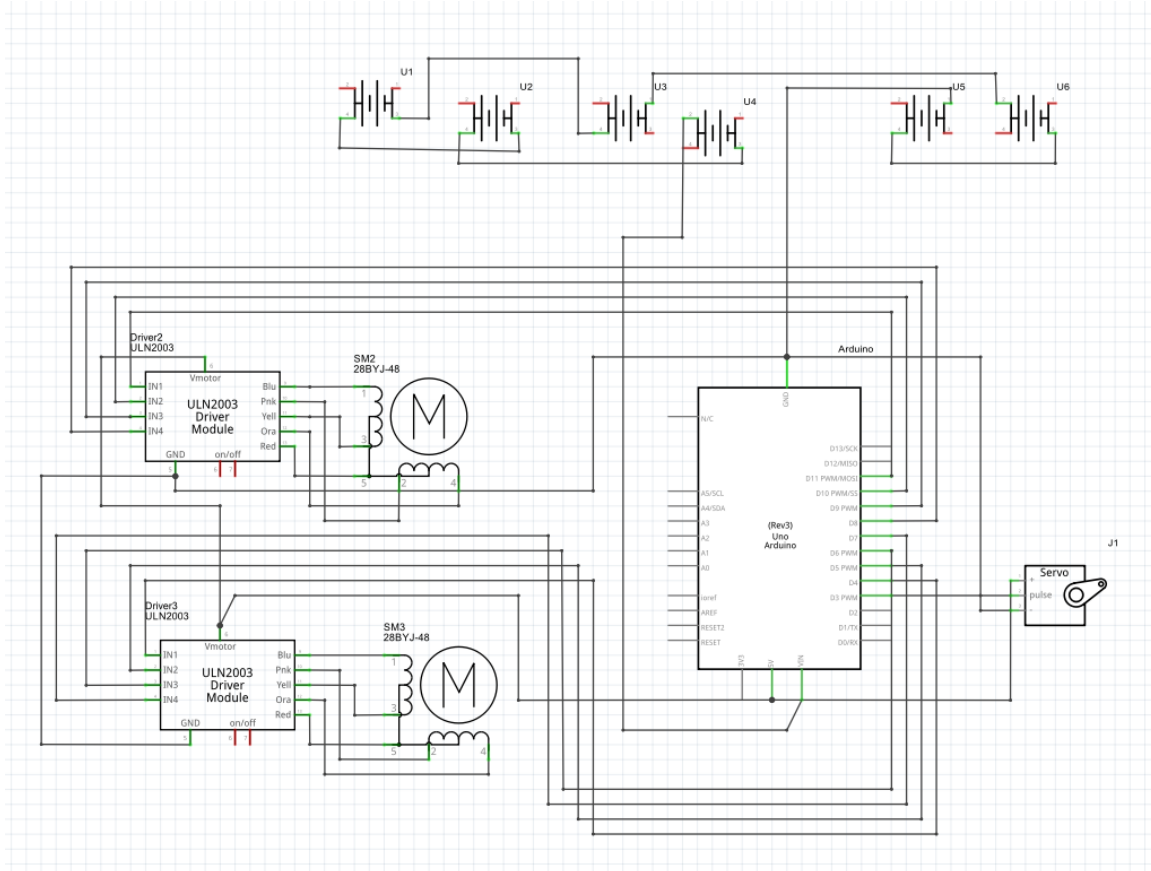
Sliced Info	
Used Filament (g) (including spool)	34.86 (235.86)
Used Filament (m)	11.69
Used Filament (mm ³)	28112.86
Cost	1.27
Estimated printing time: - normal mode	1h58m

Export G-code

Εικόνα 22: Βασικές πληροφορίες εκτύπωσης

4.2 Ηλεκτρονικό κύκλωμα- Σχεδίαση υλικού ρομπότ

Στο παρακάτω κομμάτι της εργασία θα δούμε το ηλεκτρικό κύκλωμα του εκπαιδευτικού ρομπότ.



Εικόνα 23: Ηλεκτρονικό κύκλωμα εκπαιδευτικού ρομπότ

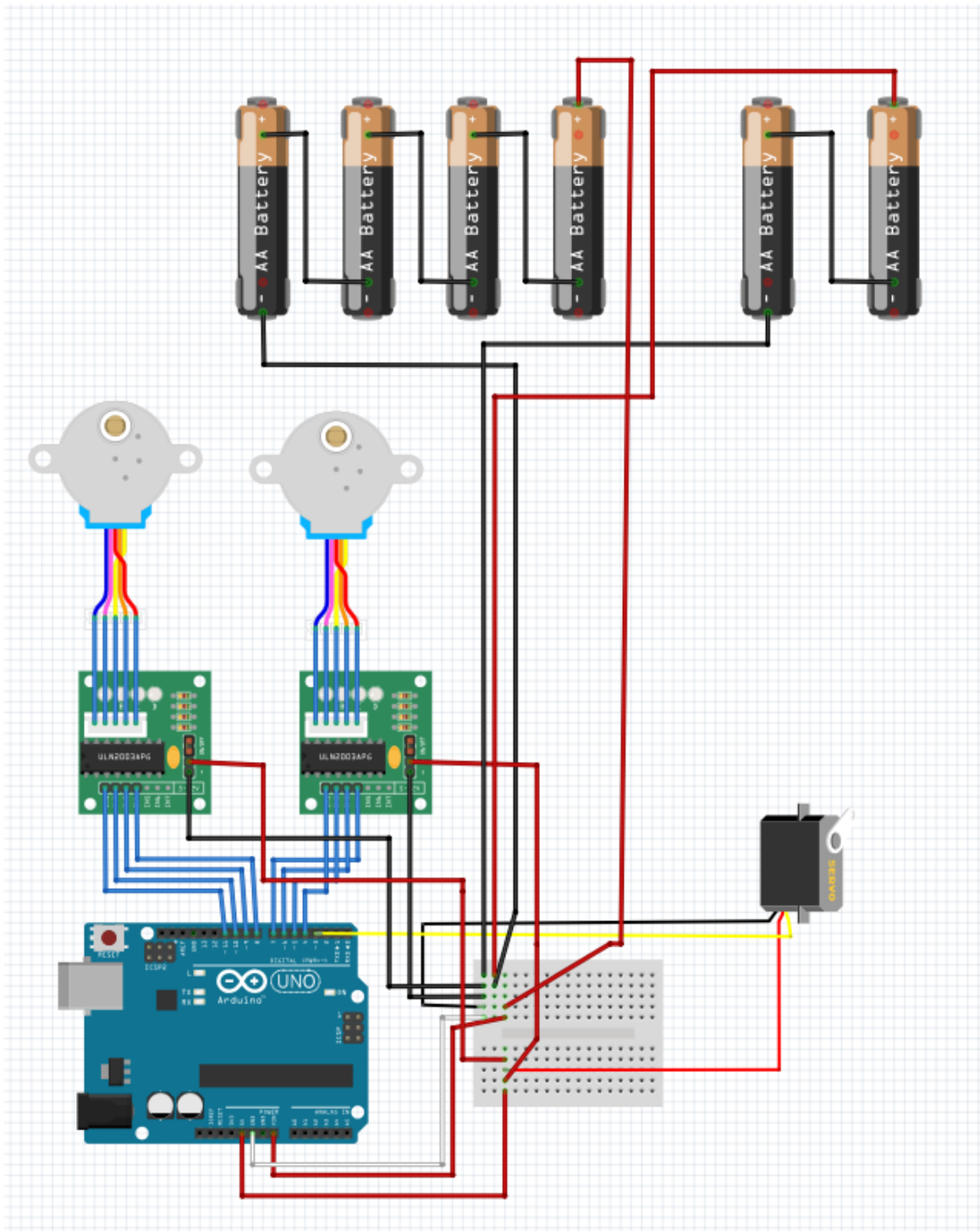
Στο παραπάνω κύκλωμα, όπως φαίνεται και από τη φωτογραφία, έχουμε ως μικροελεγκτή το Arduino Uno. Μέσω του Arduino θα πραγματοποιηθούν όλες οι ενέργειες, καθώς μέσω αυτού θα ελέγξουμε την κίνηση του ρομπότ. Αρχικά, για να μπορέσει να λειτουργήσει το Arduino, θα πρέπει να παρέχουμε στο κύκλωμά μας τροφοδοσία. Το επιθυμητό εύρος του Arduino σε Volts είναι μεταξύ 7 και 12 Volts. Στο κύκλωμά μας έχουμε πέντε μπαταρίες των 1,5 Volts, οπότε το κύκλωμά μας βρίσκεται μέσα στο εύρος και, ως συνέπεια, θα μπορέσει να λειτουργήσει χωρίς προβλήματα.

Η κίνηση του ρομπότ θα γίνει μέσω βηματικών κινητήρων τύπου 28BYJ-48. Η επιλογή των συγκεκριμένων κινητήρων έγινε καθώς μέσω των βηματικών κινητήρων μπορούμε με εύκολο τρόπο να έχουμε ελεγχόμενη περιστροφή των τροχών. Πιο συγκεκριμένα, ο βηματικός κινητήρας 28BYJ-48 μπορεί να αποδώσει 128 βήματα έτσι ώστε να ολοκληρωθεί μια πλήρης περιστροφή του τροχού. Έτσι καταλαβαίνουμε ότι μπορούμε να έχουμε αρκετά μεγάλη ακρίβεια στην περιστροφή και ως συνέπεια και στην κίνηση του ρομπότ στον χώρο.

Για να μπορέσουμε να κινήσουμε τους βηματικούς κινητήρες, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα εξωτερικό ολοκληρωμένο κύκλωμα. Οι βηματικοί κινητήρες απαιτούν περισσότερη ενέργεια

από αυτή που μπορεί να προσφέρει το Arduino. Για να καταφέρουμε λοιπόν την κίνηση τους, χρησιμοποιούμε τους οδηγούς ULN2003. Πιο συγκεκριμένα, μέσω του ολοκληρωμένου κυκλώματος μεταφέρουμε τις φάσεις του βηματικού κινητήρα σε ένα μεμονωμένο pin του Arduino.

Τέλος, συνδέουμε τον σερβοκινητήρα μας, ο οποίος θα είναι υπεύθυνος για το ανεβοκατέβασμα του κολάρου του μαρκαδόρου, έτσι ώστε να ρυθμίζει πότε θα βρίσκεται ο μαρκαδόρος κάτω για να χρωματίζει και πότε πάνω. Η συνδεσμολογία του σερβοκινητήρα δεν απαιτεί κάποιο εξωτερικό ολοκληρωμένο κύκλωμα για να λειτουργήσει, καθώς συγκριτικά με τους βηματικούς κινητήρες απαιτεί λιγότερη τάση και ρεύμα. Επιπλέον, εξίσου σημαντικό είναι ότι μπορούμε να τον ελέγξουμε απευθείας. Έτσι, μπορούμε να συνδέσουμε το καλώδιο ελέγχου του σερβοκινητήρα απευθείας με τον Arduino σε ένα pin που φέρει την ένδειξη ~. Αυτό σημαίνει ότι το συγκεκριμένο pin είναι PWM (Pulse Width Modulation). Δηλαδή, μπορούμε να ελέγξουμε την ποσότητα ισχύος που παρέχεται στο pin μεταβάλλοντας το πλάτος των παλμών.



Εικόνα 24: Απεικόνιση σχέδιο μέσω Fritzing.

4.3 Λίστα υλικών

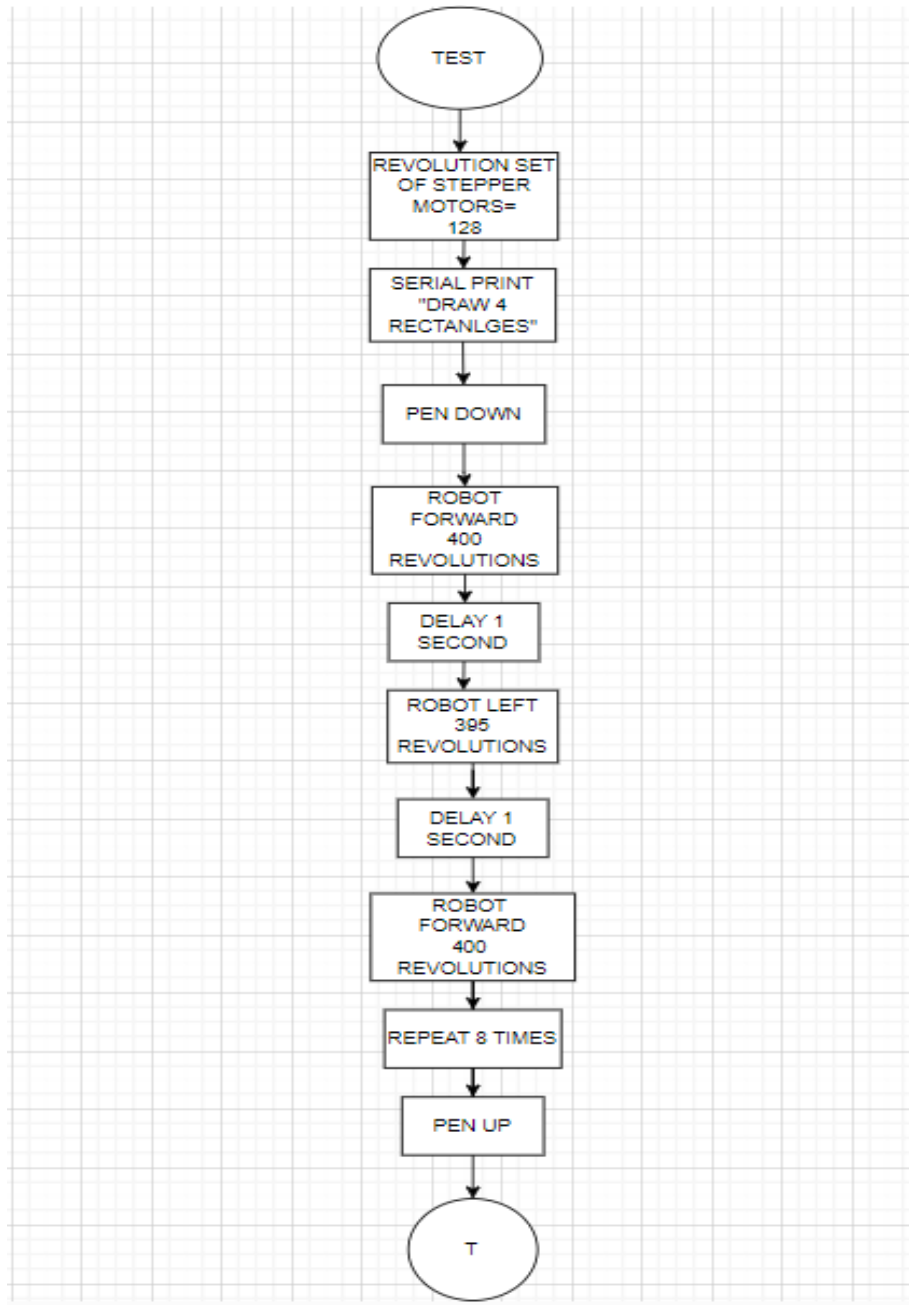
Στην λίστα που θα ακολουθήσει θα καταγραφεί η λίστα των υλικών και εξαρτημάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του εκπαιδευτικού ρομπότ.

Εξάρτημα	Τεμάχια	Κόστος
PLA Filament (Για την τρισδιάστατη εκτύπωση)	1	21,50 €
Arduino UNO R3 ATmega328P	1	10,00 €
Stepper Motor 28BYJ-48	2	4,00 €
Μπαταριοθήκη 2 x AA με καλώδια	1	0,50 €
UNO Proto Expansion Shield with breadboard 170	1	2,60 €
ULN2003 Stepper Motor Driver Board	2	2,40 €
Servo Micro Motor 9G SG90	1	3,00 €
Μπαταριοθήκη 4 x AA με καλώδια	1	0,50 €
Dupont Jumper Cable M-F	10	0,70 €
M3 x 8mm pan head screw	10	0,06 €
M3 x 6mm pan head screw	4	0,10 €
Deli Αλκαλικές Μπαταρίες AA 1.5V	5	1,45€

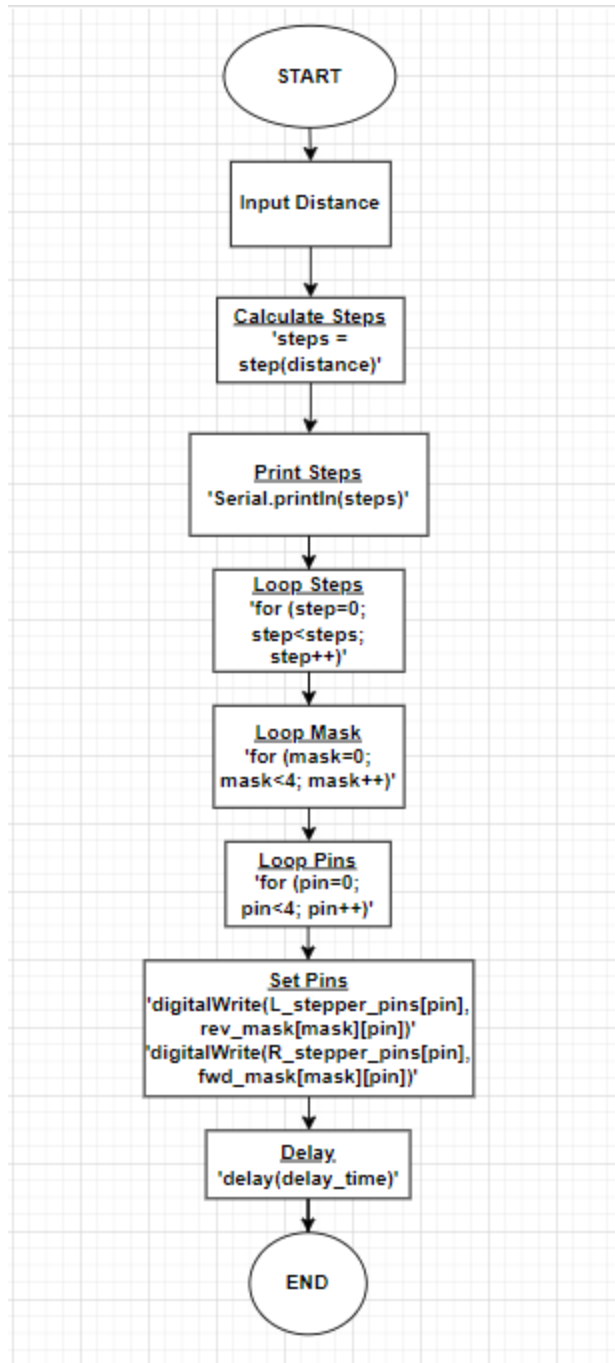
4.4 Ανάλυση και Συγγραφή Λογισμικού (Software)

4.4.1 Διάγραμμα Ροής

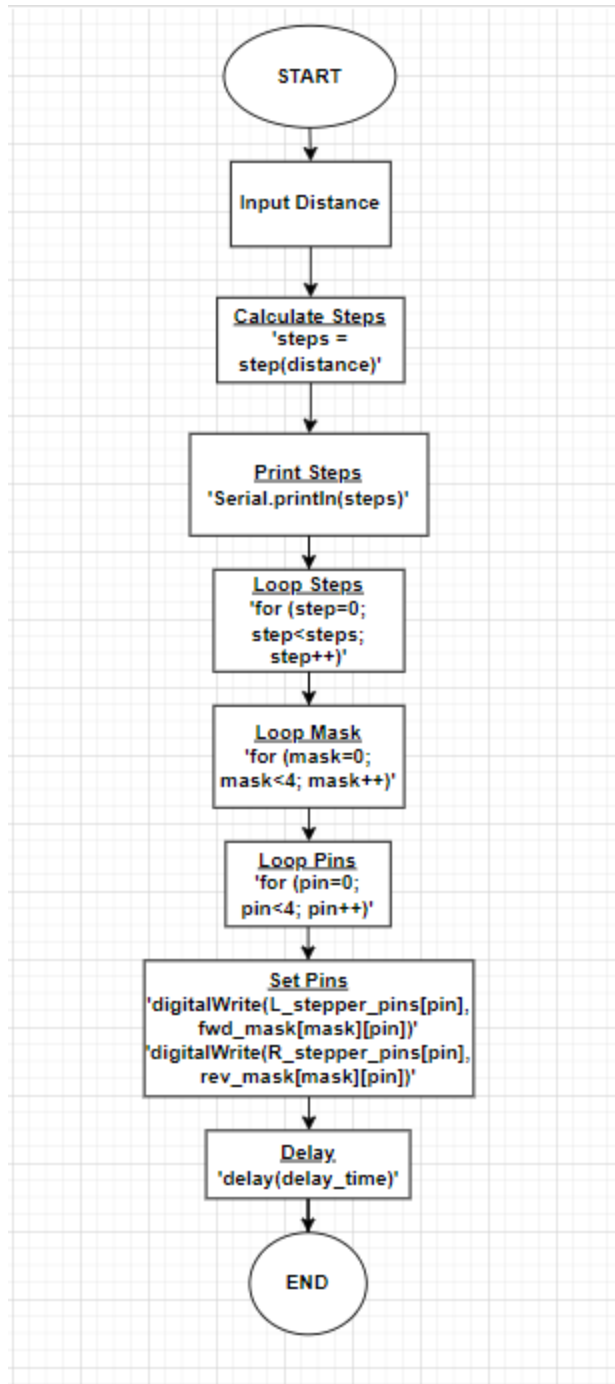
Μέσο του διαγράμματος ροής μπορούμε να απεικονίσουμε την λογική πίσω από το τρόπο που λειτουργεί ο μηχανισμός. Αναλυτικότερα το διάγραμμα ροής μας δείχνει τα βήματα και το πως αλλάζουν οι ενέργειες από το ένα βήμα στο άλλο. Στο παρακάτω διάγραμμα θα παρουσιαστούν τα βήματα με τα οποία ενεργεί το εκπαιδευτικό ρομπότ. (draw.io, 2024)



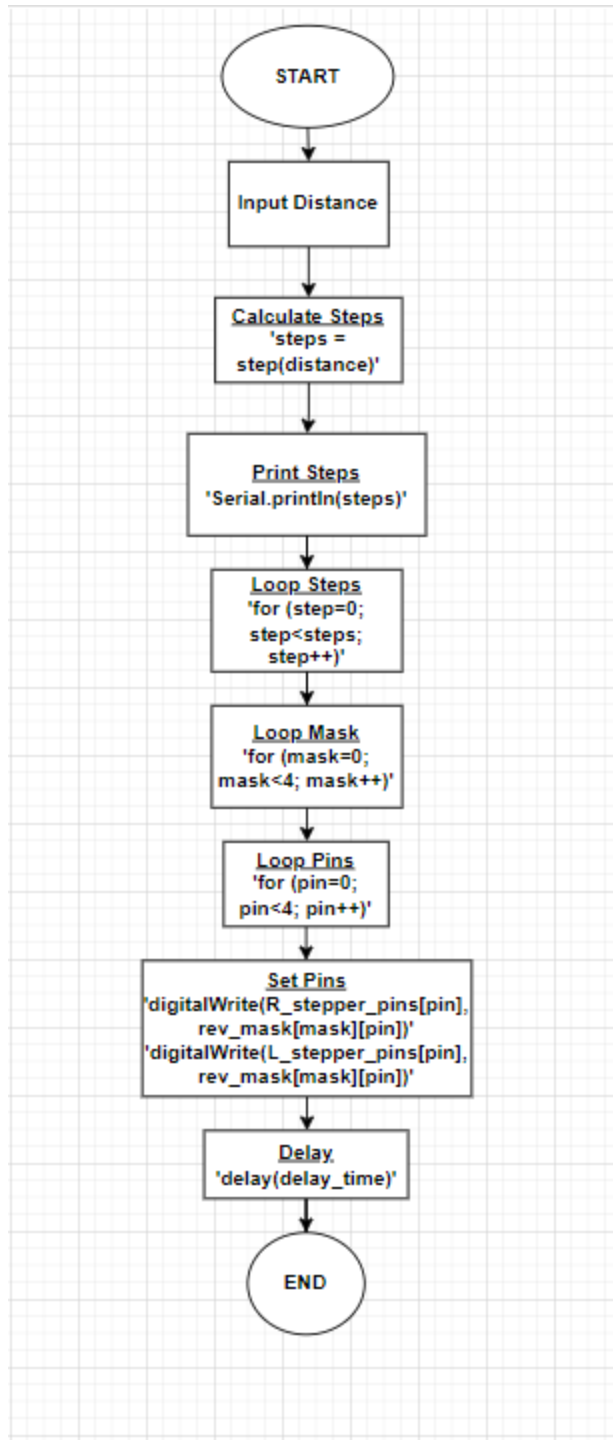
Εικόνα 25: Διάγραμμα ροής του ρομπότ.



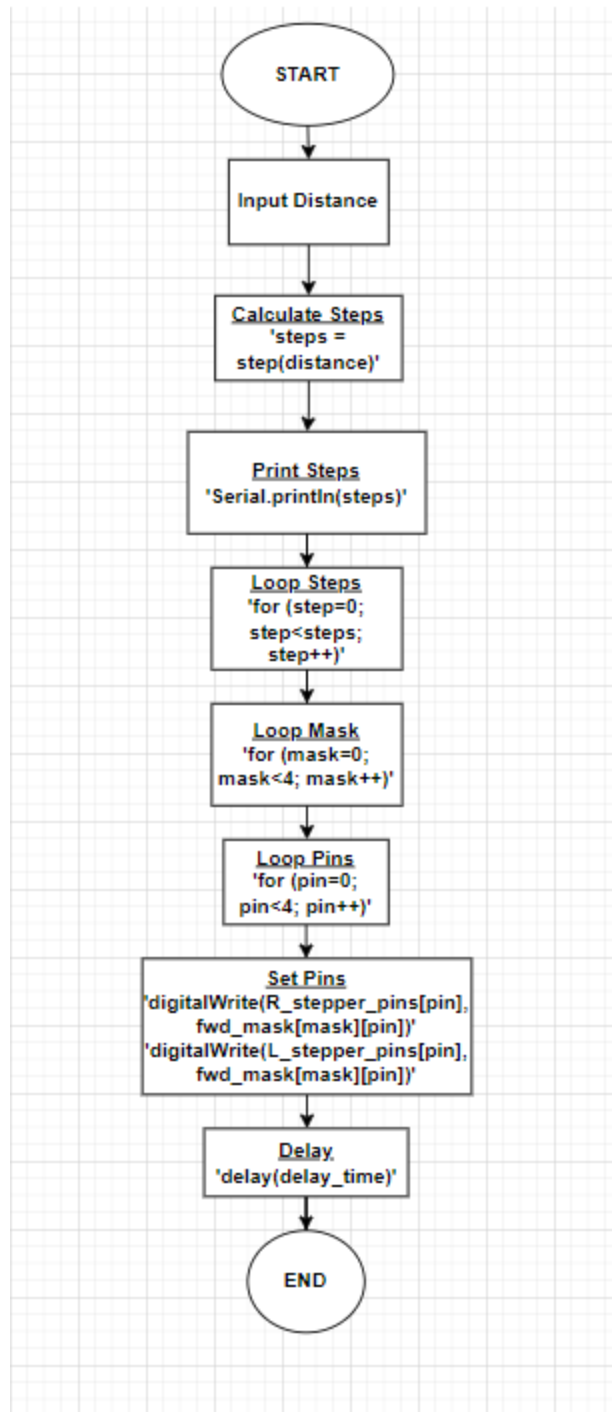
Εικόνα 26: Διάγραμμα forward ροής του ρομπότ



Εικόνα 27: Διάγραμμα backwords ροής του ρομπότ



Εικόνα 28: Διάγραμμα right ροής του ρομπότ



Εικόνα 29: Διάγραμμα left ροής του ρομπότ

4.4.2 Κώδικας Προγράμματος

```
#include <Servo.h> // Συμπεριλαμβάνεται η βιβλιοθήκη Servo για να ελέγχονται
εύκολα οι σερβοκινητήρες (MakersBox, 2024)

// setup servo
int servoPin = 3; // Καθορίζει τον αριθμό pin όπου είναι συνδεδεμένος ο
σερβοκινητήρας
int PEN_DOWN = 80; // Γωνία του σερβοκινητήρα όταν το στυλό είναι κάτω
int PEN_UP = 40; // Γωνία του σερβοκινητήρα όταν το στυλό είναι πάνω
Servo penServo;

float wheel_dia=63; // Καθορίζεται η διαμετρος της ροδας σε χιλιοστα
float wheel_base=109; // Καθορίζεται η αποσταση μεταξύ των 2 ροδων
int steps_rev=128; // Αριθμός βημάτων που κάνει ο βηματικός κινητήρας για να
ολοκληρώσει μια πλήρη περιστροφή
int delay_time=6; // Χρόνος μεταξύ των βημάτων σε μιλιδευτερόλεπτα

// Stepper sequence org->pink->blue->yel //
int L_stepper_pins[] = {12, 10, 9, 11}; // Καθορίζει τις ακίδες που συνδέονται
με τα πηνία του αριστερού βηματικού κινητήρα
int R_stepper_pins[] = {4, 6, 7, 5}; // Καθορίζει τις ακίδες που συνδέονται
με τα πηνία του δεξι βηματικού κινητήρα

int fwd_mask[][4] = {{1, 0, 1, 0}, // Καθορίζει τις ακολουθίες βημάτων για
τη μετακίνηση του βηματικού κινητήρα προς τα εμπρός
{0, 1, 1, 0},
{0, 1, 0, 1},
{1, 0, 0, 1}};

int rev_mask[][4] = {{1, 0, 0, 1}, // Καθορίζει τις ακολουθίες βημάτων για
την αντίστροφη κίνηση του βηματικού κινητήρα
{0, 1, 0, 1},
{0, 1, 1, 0},
{1, 0, 1, 0}};

void setup() {
randomSeed(analogRead(1)); // Εκκινεί τη γεννήτρια τυχαίων
αριθμών με έναν τυχαίο seed από την αναλογική ακίδα 1
Serial.begin(9600); // Ξεκινά τη σειριακή επικοινωνία
for(int pin=0; pin<4; pin++){ // Διέρχεται από κάθε pin για τους
βηματικούς κινητήρες
```



```

pinMode(L_stepper_pins[pin], OUTPUT); // Ορίζει το αριστερό pin του βηματικού
κινητήρα ως έξοδο
digitalWrite(L_stepper_pins[pin], LOW); // Αρχικοποιεί το αριστερό pin του
βηματικού κινητήρα σε LOW
pinMode(R_stepper_pins[pin], OUTPUT); // Ορίζει το pin του βηματικού κινητήρα
ως έξοδο
digitalWrite(R_stepper_pins[pin], LOW); // Αρχικοποιεί το δεξι pin του
βηματικού κινητήρα σε LOW
}

penServo.attach(servoPin); // Προσαρμόζει τον σερβοκινητήρα στον
καθορισμένο pin για έλεγχο
Serial.println("setup"); // Εκτυπώνει ένα μήνυμα που
υποδεικνύει το στάδιο εγκατάστασης στη σειριακή οθόνη

penup(); // Δίνει την εντολή να σηκώσει το
συλό ή να το τοποθετήσει σε θέση που δεν ζωγραφίζει

delay(1000); // Παύση της εκτέλεσης του
προγράμματος για 1000 χιλιοστά του δευτερολέπτου (1 δευτερόλεπτο)
}

void loop(){ // Η συνάρτηση loop() είναι ο
κύριος βρόχος προγράμματος όπου λαμβάνει χώρα η συνεχής εκτέλεση
pendown();
for(int x=0; x<12; x++){
forward(400);
left(395);
}
penup();
done(); // Απελευθερώνει βηματικό κινητήρα
while(1); // Περιμένει για επαναφορά
}

int step(float distance){ // Υπολογίζει
τον αριθμό των βημάτων που απαιτούνται για τη μετακίνηση της καθορισμένης
απόστασης
int steps = distance * steps_rev / (wheel_dia * 3.1412); // Υπολογίζει τον
αριθμό των βημάτων με βάση των τιμών distance, steps_rev, wheel_dia και τον
αριθμο Π

Serial.print(distance); // Εκτυπώνει ένα
μήνυμα που υποδεικνύει τις τιμές που επιλεχθηκαν στην παραπάνω εντολή και τις
φανερώνει στη σειριακή οθόνη
Serial.print(" ");

```

```

Serial.print(steps_rev);
Serial.print(" ");
Serial.print(wheel_dia);
Serial.print(" ");
Serial.println(steps);
delay(1000);
return steps;
}

void forward(float distance){ // Υποδεικνύει
ότι η συνάρτηση forward() είναι υπεύθυνη για την κίνηση προς τα εμπρός κατά μια
καθορισμένη απόσταση.
int steps = step(distance); // Υπολογίζει τον
αριθμό των βημάτων που απαιτούνται για τη μετακίνηση της καθορισμένης απόστασης
Serial.println(steps); // Εκτυπώνει τον
υπολογισμένο αριθμό βημάτων στη σειριακή οθόνη
for(int step=0; step<steps; step++){ //
Επαναλαμβάνεται σε κάθε βήμα που απαιτείται για την κίνηση
for(int mask=0; mask<4; mask++){ // Επαναλαμβάνεται
μέσω κάθε pin που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο βηματικού κινητήρα
for(int pin=0; pin<4; pin++){ // Επαναλαμβάνεται
μέσω κάθε pin που σχετίζεται με τον βηματικό κινητήρα
digitalWrite(L_stepper_pins[pin], rev_mask[mask][pin]); // Ρυθμίζει την
κατάσταση του pin για τον αριστερό βηματικό κινητήρα σύμφωνα με τη σειρά βημάτων
digitalWrite(R_stepper_pins[pin], fwd_mask[mask][pin]); // Ρυθμίζει την
κατάσταση του pin για τον δεξιό βηματικό κινητήρα σύμφωνα με τη σειρά βημάτων
}
delay(delay_time); // Διακόπτει την
εκτέλεση του προγράμματος για τον καθορισμένο χρόνο καθυστέρησης
}
}
}

void backward(float distance){ // Υποδεικνύει
ότι η συνάρτηση forward() είναι υπεύθυνη για την κίνηση προς τα πίσω κατά μια
καθορισμένη απόσταση.
int steps = step(distance); // Υπολογίζει τον
αριθμό των βημάτων που απαιτούνται για τη μετακίνηση της καθορισμένης απόστασης
for(int step=0; step<steps; step++){ //
Επαναλαμβάνεται σε κάθε βήμα που απαιτείται για την κίνηση
for(int mask=0; mask<4; mask++){ // Επαναλαμβάνεται
μέσω κάθε pin που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο βηματικού κινητήρα
for(int pin=0; pin<4; pin++){ // Επαναλαμβάνεται
μέσω κάθε pin που σχετίζεται με τον βηματικό κινητήρα
digitalWrite(L_stepper_pins[pin], fwd_mask[mask][pin]); // Ρυθμίζει την
κατάσταση του pin για τον αριστερό βηματικό κινητήρα σύμφωνα με τη σειρά βημάτων
}
}
}
}

```

```

digitalWrite(R_stepper_pins[pin], rev_mask[mask][pin]); // Ρυθμίζει την
κατάσταση του pin για τον δεξι βηματικό κινητήρα σύμφωνα με τη σειρά βημάτων
}

delay(delay_time); // Διακόπτει την
εκτέλεση του προγράμματος για τον καθορισμένο χρόνο καθυστέρησης
}

}

}

void right(float degrees){ // Υποδεικνύει
ότι η συνάρτηση forward() είναι υπεύθυνη για την κίνηση προς τα δεξιά κατά μια
καθορισμένη απόσταση.

float rotation = degrees / 360.0; // Υπολογίζει την
τιμή περιστροφής σε μοίρες από τη δεδομένη γωνία

float distance = wheel_base * 3.1412 * rotation; // Υπολογίζει τη
γραμμική απόσταση που διανύθηκε με βάση τη βάση του τροχού και την περιστροφή

int steps = step(distance); // Υπολογίζει τον
αριθμό των βημάτων που απαιτούνται για τη μετακίνηση της καθορισμένης γραμμικής
απόστασης

for(int step=0; step<steps; step++){ //
Επαναλαμβάνεται σε κάθε βήμα που απαιτείται για την κίνηση

for(int mask=0; mask<4; mask++){ // Επαναλαμβάνεται
μέσω κάθε pin που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο βηματικού κινητήρα

for(int pin=0; pin<4; pin++){ // Επαναλαμβάνεται
μέσω κάθε pin που σχετίζεται με τον βηματικό κινητήρα

digitalWrite(R_stepper_pins[pin], rev_mask[mask][pin]); // Ρυθμίζει την
κατάσταση του pin για τον αριστερό βηματικό κινητήρα σύμφωνα με τη σειρά βημάτων

digitalWrite(L_stepper_pins[pin], rev_mask[mask][pin]); // Ρυθμίζει την
κατάσταση του pin για τον δεξι βηματικό κινητήρα σύμφωνα με τη σειρά βημάτων
}

delay(delay_time); // Διακόπτει την
εκτέλεση του προγράμματος για τον καθορισμένο χρόνο καθυστέρησης
}

}

}

void left(float degrees){ // Υποδεικνύει
ότι η συνάρτηση forward() είναι υπεύθυνη για την κίνηση προς τα αριστερά κατά
μια καθορισμένη απόσταση.

float rotation = degrees / 360.0; // Υπολογίζει την
τιμή περιστροφής σε μοίρες από τη δεδομένη γωνία

float distance = wheel_base * 3.1412 * rotation; // Υπολογίζει τη
γραμμική απόσταση που διανύθηκε με βάση τη βάση του τροχού και την περιστροφή

int steps = step(distance); // Υπολογίζει τον
αριθμό των βημάτων που απαιτούνται για τη μετακίνηση της καθορισμένης γραμμικής
απόστασης

```

```

for(int step=0; step<steps; step++){ //
Επαναλαμβάνεται σε κάθε βήμα που απαιτείται για την κίνηση
for(int mask=0; mask<4; mask++){ // Επαναλαμβάνεται
μέσω κάθε pin που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο βηματικού κινητήρα
for(int pin=0; pin<4; pin++){ // Επαναλαμβάνεται
μέσω κάθε pin που σχετίζεται με τον βηματικό κινητήρα
digitalWrite(R_stepper_pins[pin], fwd_mask[mask][pin]); // Ρυθμίζει την
κατάσταση του pin για τον αριστερό βηματικό κινητήρα σύμφωνα με τη σειρά βημάτων
digitalWrite(L_stepper_pins[pin], fwd_mask[mask][pin]); // Ρυθμίζει την
κατάσταση του pin για τον δεξιό βηματικό κινητήρα σύμφωνα με τη σειρά βημάτων
}
delay(delay_time); // Διακόπτει την
εκτέλεση του προγράμματος για τον καθορισμένο χρόνο καθυστέρησης
}
}
}

void done(){ // Ξεκλειδώνει
stepper για εξοικονόμηση μπαταρίας
for(int mask=0; mask<4; mask++){ // Επαναλαμβάνεται
μέσω κάθε pin που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο βηματικού κινητήρα
for(int pin=0; pin<4; pin++){ // Επαναλαμβάνεται
μέσω κάθε pin που σχετίζεται με τον βηματικό κινητήρα
digitalWrite(R_stepper_pins[pin], LOW); // Ρυθμίζει το
καθορισμένο pin για τον δεξιό βηματικό κινητήρα σε LOW (απενεργοποίηση)
digitalWrite(L_stepper_pins[pin], LOW); // Ρυθμίζει το
καθορισμένο pin για τον αριστερό βηματικό κινητήρα σε LOW (απενεργοποίηση)
}
delay(delay_time); // Διακόπτει την
εκτέλεση του προγράμματος για τον καθορισμένο χρόνο καθυστέρησης
}
}

void penup(){ // Η λειτουργία
είναι υπεύθυνη για την ανύψωση του στυλό ή τη θέση του σε θέση που δεν σχεδιάζει
delay(250); // Παύση της
εκτέλεσης του προγράμματος για 250 χιλιοστά του δευτερολέπτου (0,25
δευτερόλεπτα)
Serial.println("PEN_UP()"); // Εξάγει ένα
μήνυμα που υποδεικνύει ότι η πένα σηκώνεται
penServo.write(PEN_UP); // Τοποθετεί τον
σερβοκινητήρα για να σηκώσει το στυλό (θέση PEN_UP)
delay(250); // Παύση της
εκτέλεσης του προγράμματος για 250 χιλιοστά του δευτερολέπτου (0,25
δευτερόλεπτα)
}

```

```

void pendown() {
    // Η λειτουργία
    είναι υπεύθυνη για το χαμήλωμα του στυλό ή τη θέση του σε θέση που δεν σχεδιάζει
    delay(250); // Παύση της
    εκτέλεσης του προγράμματος για 250 χιλιοστά του δευτερολέπτου (0,25
    δευτερόλεπτα)

    Serial.println("PEN_DOWN()"); // Εξάγει ένα
    μήνυμα που υποδεικνύει ότι η πένα χαμηλώνει

    penServo.write(PEN_DOWN); // Τοποθετεί τον
    σερβοκινητήρα για να χαμηλώσει το στυλό (θέση PEN_DOWN)

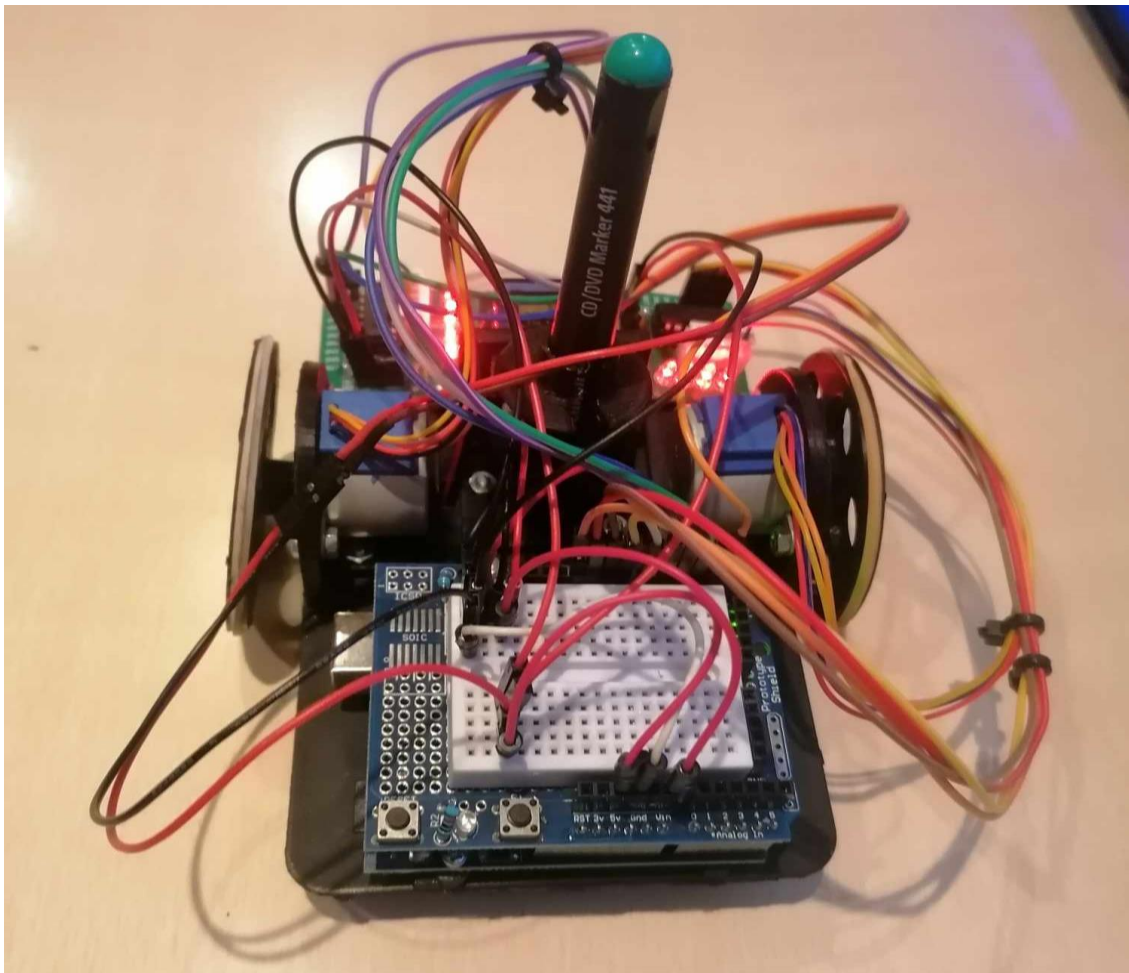
    delay(250); // Παύση της
    εκτέλεσης του προγράμματος για 250 χιλιοστά του δευτερολέπτου (0,25
    δευτερόλεπτα)
}

(IDE, 2024)

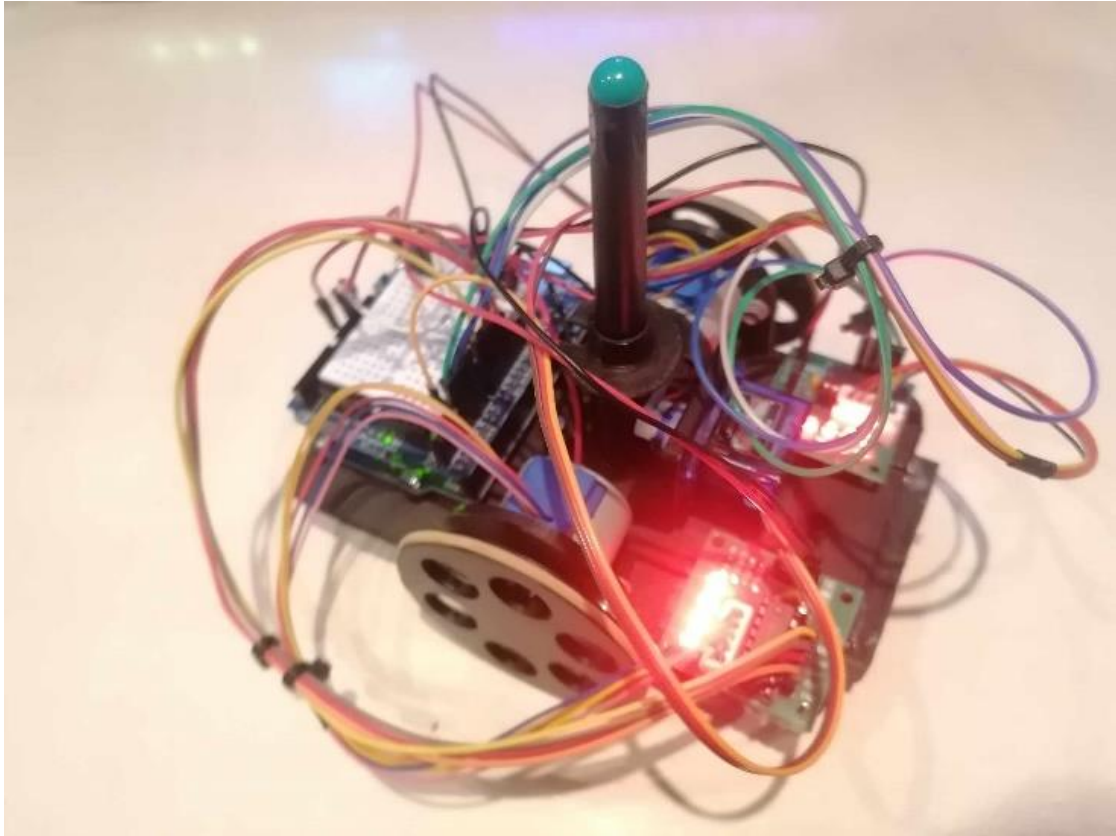
```

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Το εκπαιδευτικό ρομπότ έπειτα από την κατασκευή του και την δημιουργία του κώδικα. Βρίσκεται σε θέση να κινείται χωρίς ιδιαίτερες δυσκολίες. Αλλαγές στο κώδικα προέκυψαν καθώς οι κινήσεις του ρομπότ δεν ανταποκρινόταν στις απαιτήσεις. Το βάρος του είναι ελαφρως μεγαλύτερο από το εκτιμώμενο, χωρίς όμως να φέρει ιδιαίτερες δυσκολίες στην κίνηση του ρομπότ. Λόγο της χρήσης των τεσσάρων από τις έξι μπαταρίες στο πίσω μέρος του ρομπότ. Δημιουργείται μια ελαφριά αστάθεια στην ισορροπία του ρομπότ καθώς αδυνατεί το μπροστινό μέρος του ρομπότ να βρίσκεται σε επαφή με τον δάπεδο. Μπορούμε να λύσουμε αυτό το πρόβλημα τοποθετώντας στο μπροστινό κομμάτι του ρομπότ ένα μικρό βαρίδι για να επανέλθει σε σωστή ισορροπία το ρομπότ.



Εικόνα 30 : Φωτογραφία του ρομπότ σε λειτουργία.



Εικόνα 31 : Φωτογραφία του ρομπότ σε λειτουργία.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με τον καιρό παρατηρούμε πως η ρομποτική σιγά σιγά αρχίζει και ενσωματώνεται σε πολλούς κλάδους. Ένας από αυτούς είναι και ο κλάδος της εκπαίδευσης. Τα παιδιά με την πάροδο του χρόνου αρχίζουν και εξοικειώνονται με τις νέες τεχνολογίες και αποκτούν από μικρή ηλικία εμπειρία πάνω στα ρομπότ, στην χρήση τους και στον τρόπο λειτουργία τους. Κατανοούν την χρησιμότητα τους καθώς μέσα από την επαφή μαζί τους, εξοικειώνονται με τον προγραμματισμό και θέτουν γερές βάσεις για την μετέπειτα εξέλιξη τους πάνω στον τομέα των θετικών επιστημών.

Στην διπλωματική αυτή λοιπόν, έγινε πράξη η δημιουργία ενός εκπαιδευτικού ρομπότ. Μέσα από ερευνά πάνω σε διάφορα μοντέλα εκπαιδευτικών ρομπότ, η δημιουργία ενός εκπαιδευτικού ρομπότ που φέρει μηχανισμό γραφής ήταν το θεμιτό αποτέλεσμα. Πιο συγκεκριμένα η υλοποίηση του ρομπότ είχε ως πλάνο να φέρει μηχανισμό γραφής με σκοπό την ζωγραφική μέσο αυτού αλλά ταυτόχρονα να εξυπηρετεί την εκμάθηση των παιδιών μέσω της απλότητας του και της κατανοητής δομής του. Για να δημιουργηθεί έτσι το επιθυμητό αποτέλεσμα με τις προδιαγραφές αυτές, πραγματοποιήθηκε ερευνά αγοράς μέσω διαδικτύου σε αγορές του εξωτερικού. Στην συνέχεια εφόσον είχε επιλεγεί η σχετική μορφή του τελικού μοντέλου, έγινε ερευνά αγοράς για τις πρώτες ύλες που θα χρειαζόντουσαν με σκοπό να έχουμε το ανάλογο τελικό αποτέλεσμα. Υπολογίστηκαν τα κόστη αγοράς, η ποσότητα που θα ήταν επαρκής έτσι ώστε να μπορέσουν να καλυφθούν και τα τυχών λάθη και το πιο σημαντικό, τα υλικά αυτά να εξυπηρετούν τις προδιαγραφές του τελικού μοντέλου.

Τέλος, έπειτα την δημιουργία του τελικού μοντέλου, μπορούμε να προσδιορίσουμε κάποιες βελτιώσεις. Πιο συγκεκριμένα, διάφορες στο σχέδιο κομματιών του ρομπότ τα οποία θα είναι πιο απλής μορφής καθώς και το περιβάλλον σχεδίασης να είναι διαφορετικό από το Fusion, για την διευκόλυνση των παιδιών στον σχεδιασμό έχοντας ένα πιο φιλικό περιβάλλον. Επιπλέον θεμιτή θα ήταν και η σχεδίαση ενός κελύφους το οποίο θα καλύπτει κάποια από τα εσωτερικά κομμάτια το οποίο θα μπορεί να κουμπώνει και να ξεκουμπώνει για την εύκολη συναρμολόγηση του ρομπότ. Αυτό θα κάνει το ρομπότ πιο ελκυστικό για τα παιδιά καθώς δεν θα έρχονται σε οπτική επαφή με τα εσωτερικά λειτουργικά κομμάτια του ρομπότ.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alimisis, D. (2017). *Educational Robotics in the Makers' Era*. Athens: Springer International Publishing.

draw.io. (2024, june 7). *draw.io*. Ανάκτηση από draw.io: <https://app.diagrams.net/>

IDE, A. (2024, June 7). *Arduino IDE*. Ανάκτηση από Arduino IDE: <https://www.arduino.cc/en/software>

Ilaria Gaudiello, E. Z. (2016). *Learning Robotics, with Robotics*.

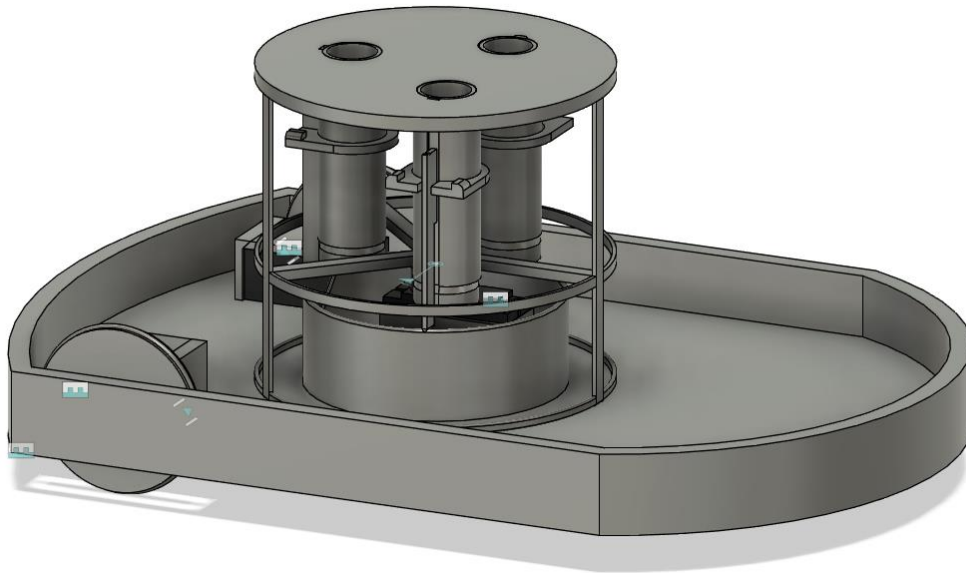
Insights, E. (2024, JUNE 16). *Educational Insights*. Ανάκτηση από Educational Insights: https://www.google.gr/search?q=artie+3000+robot&sca_esv=ad6f04eae533dd67&sca_upv=1&udm=2&biw=1680&bih=889&sxsrf=ADLYWIKwh5IHYq-EYCNHynoCJiBQtjp59A%3A1718537340919&ei=fMxuZtHhN7K69u8Pr7qbsA8&ved=0ahUKEwjRj_S9guCGAxUynf0HHS_dBvYQ4dUDCBA&uact=5&oq=artie+3000

MakersBox. (2024, June 7). *AUTODESK Instructables*. Ανάκτηση από AUTODESK Instructables: <https://www.instructables.com/Arduino-Drawing-Robot/>

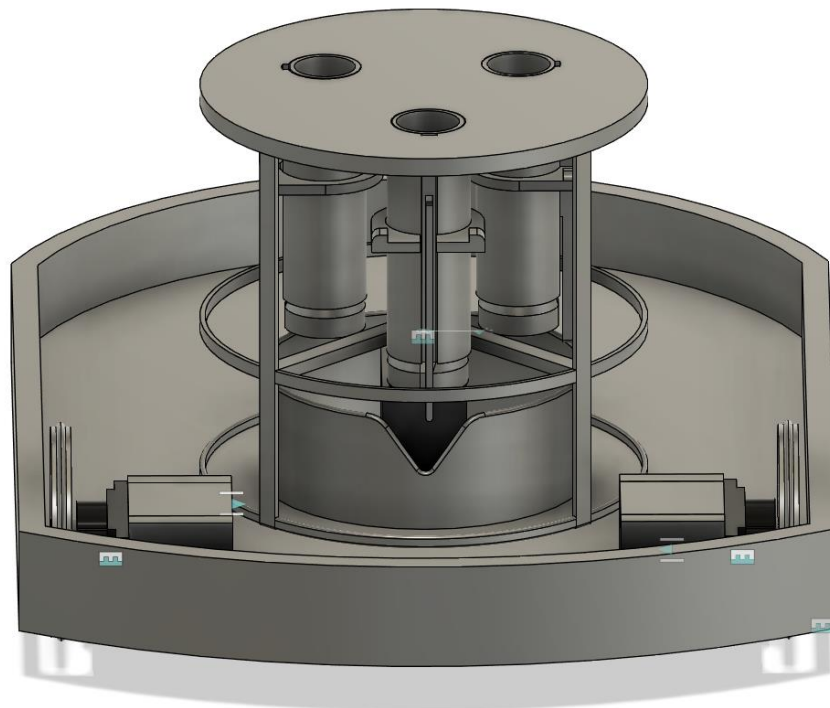
Wikipedia. (2024., Απριλίου 7). *wikipedia*. Ανάκτηση από wikipedia: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A1%CE%BF%CE%BC%CF%80%CF%8C%CF%84>

8. ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Στην συνέχεια θα απεικονιστούν οι πρώτες προσπάθειες που έγιναν στην δημιουργία του εκπαιδευτικού ρομπότ το οποίο θα έφερε τον μηχανισμό εναλλαγής χρωμάτων.



Εικόνα 32: Πρώτη προσπάθεια δημιουργίας εκπαιδευτικού ρομπότ.



Εικόνα 33: Πρώτη προσπάθεια δημιουργίας εκπαιδευτικού ρομπότ.