



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ  
ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΕΛΛΑΤΩΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΣΕ  
ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟ



ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗΣ

A.M. 42792

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΗΧΑΛΗΣ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2020

## **ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, του ΧΡΗΣΤΟΥ, φοιτητής του Τμήματος ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της.

**Ο Δηλών**



**Ημερομηνία**

**06/2020**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα αναλυθεί η διαδικασία κατασκευής γραμμής παραγωγής, και πιο συγκεκριμένα ταινιοδρόμων, με σκοπό οι σπουδαστές να κατανοήσουν πόσο σημαντική είναι η αυτοματοποίηση της διαδικασίας παραγωγής στον χώρο της βιομηχανίας. Ένα σύστημα ταινιοδρόμου μεταφοράς είναι στην ουσία ένα μηχανικό σύστημα το οποίο μεταφέρει είτε υλικά είτε προϊόντα από ένα σημείο σε ένα άλλο. Τα συστήματα μεταφορικών ταινιών είναι χρήσιμα και διαδεδομένα σε εφαρμογές που συνεπάγονται μεταφορά βαρέων ή ογκωδών υλικών. Είναι πολύ σημαντική η επιλογή ενός σωστού σχεδιασμού ταινιοδρόμου καθώς αυξάνει το κέρδος της βιομηχανίας επειδή διευκολύνει την παραγωγική διαδικασία και μειώνει τον χρόνο που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί. Η συγκεκριμένη εργασία, συνδυάζει θεωρητικό και πρακτικό μέρος ώστε να διατυπωθούν λεπτομερώς πληροφορίες για ένα σύστημα ταινιοδρόμου, όπου ελεγχόμενο από μικροεπεξεργαστή πραγματοποιεί αυτόματα τον διαχωρισμό και την απόρριψη των ελαττωματικών προϊόντων με χρωματικό κριτήριο. Οι πληροφορίες που έχουν συλλεχθεί για την ανάπτυξη του συγκεκριμένου θέματος αφορούν κυρίως στοιχεία για τους ταινιοδρόμους από τα υλικά κατασκευής τους μέχρι τα δομικά μέρη που απαρτίζουν τον μηχανισμό, τους μικροεπεξεργαστές και επεξήγηση των επιμέρους στοιχείων του πρακτικού τμήματος της εργασίας όπως τον τρόπο λειτουργίας, των προγραμματισμό του μικροεπεξεργαστή της βαθμίδας και τέλος του κατασκευαστικού μέρους.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
Κεφάλαιο.1 : ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΙ.....	5
1.1 Εισαγωγή στους ταινιόδρους.....	5
1.2 Ιστορική Αναδρομή Ταινιοδρόμων.....	5
1.3 Χρήσεις Ταινιοδρόμων.....	6
1.4 Κατηγορίες ταινιοδρόμων.....	7
1.5 Δομή Ταινιόδρου.....	8
Κεφάλαιο.2 : ARDUINO.....	10
2.1 Γενικά Περί Μικροελεγκτών.....	10
2.2 Περί Arduino.....	11
2.3 Οικογένεια Arduino.....	12
2.4 Hardware Arduino.....	18
Κεφάλαιο.3 : ΜΕΡΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ.....	21
3.1 Εισαγωγή.....	21
3.2 Arduino Uno.....	21
3.3 Κινητήρες.....	25
3.4 Αισθητήριο Χρώματος.....	33
Κεφάλαιο.4 : ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΙΚΑ ΜΕΡΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	36
4.1 Εισαγωγή.....	36
4.2 Γενικά κατασκευαστικά υλικά.....	37
4.3 Ανάλυση Ηλεκτρονικού Κυκλώματος.....	41
4.4 Προγραμματισμός.....	46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	53

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα συστήματα μεταφοράς ταινιόδρομων είναι η λύση σε μια γρήγορη και αποτελεσματική μεταφορά μεγάλης ποικιλίας υλικών ανεξάρτητα από τις διαστάσεις και το βάρος τους, τα οποία τα καθιστούν ιδιαίτερα δημοφιλή στην βιομηχανία, αλλά τα συναντάμε και στην καθημερινή μας ζωή όπως στα σουπερ μαρκετ, λατομεία ή αεροδρόμια. Η μεγαλύτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην δομή του ταινιόδρομου τα υλικά τον προγραμματισμό και το κατασκευαστικό κομμάτι ώστε όλα να λειτουργούν σωστά στην παραγωγική διαδικασία. Για αυτόν τον λόγο το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται γενικά περί ταινιοδρόμων αλλά πιο σημαντικά στα χαρακτηριστικά και την κατηγοριοποίηση τους αλλά και την δομή που πρέπει να έχουν. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια ανάλυση για τους μικροελεγκτές και συγκεκριμένα για την εκπαιδευτική πλατφόρμα ARDUINO, η οποία είναι μια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα που δίνει την δυνατότητα και σε άτομα που δεν είναι εξοικειωμένα με τα ηλεκτρονικά κυκλώματα και τον προγραμματισμό να το χρησιμοποιήσουν στις εφαρμογές τους, όπως επίσης χρησιμοποιείται και για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των συστημάτων που απαρτίζουν την πειραματική διάταξη, όπως οι κινητήριες μονάδες, ο μικροεπεξεργαστής που χρησιμοποιήθηκε και τέλος το αισθητήριο με το οποίο πραγματοποιείται ο χρωματικός μας έλεγχος. Εν κατακλείδι το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τα κατασκευαστικά υλικά που συνθέτουν την βαθμίδα μας, τις επιμέρους ηλεκτρονικές συνδέσεις και τέλος την προγραμματιστική διαδικασία.

# Κεφάλαιο.1 : ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΙ

## 1.1 Εισαγωγή στους ταινιόδρομους

Ένα σύστημα ταινιοδρόμου μεταφοράς είναι στην ουσία ένα μηχανικό σύστημα το οποίο μεταφέρει είτε υλικά είτε προϊόντα από ένα σημείο σε ένα άλλο. Τα συστήματα μεταφορικών ταινιών είναι χρήσιμα και διαδεδομένα σε εφαρμογές που συνεπάγονται μεταφορά βαρέων ή ογκωδών υλικών. Κάποια από τα θετικά των συστημάτων μεταφοράς είναι η γρήγορη και αποτελεσματική μεταφορά μεγάλης ποικιλίας υλικών ανεξάρτητα από τις διαστάσεις και το βάρος τους, τα οποία τα καθιστούν ιδιαίτερα δημοφιλή στην βιομηχανία, επίσης δύο ακόμα χρήσεις τους στην καθημερινότητα είναι στα σουπερ μαρκετ και στα αεροδρόμια, που αποτελούν το τελικό σκέλος παράδοσης προϊόντων/αποσκευών.

## 1.2 Ιστορική Αναδρομή Ταινιοδρόμων:

Κάποιες πρώιμες μορφές ταινιοδρόμων κάνουν την εμφάνιση τους ήδη από τον 19<sup>ο</sup> αιώνα. Πιο συγκεκριμένα με την βιομηχανική επανάσταση που έλαβε χώρα στην Μεγάλη Βρετανία και την Αμερική και με την ανάπτυξη που υπήρχε στην χρήση των ατμομηχανών δεν θα μπορούσε να είχε μείνει ανεπηρέαστα τα συστήματα μεταφοράς, λιγότερο από μία δεκαετία ύστερα από την εμφάνιση των ταινιόδρομων, ο πρώτος ατμοκίνητος μεταφορέας τέθηκε σε λειτουργία από το βρετανικό ναυτικό, το 1804, και η χρήση του ήταν η μεταφορά αρτοποιημάτων σε ένα φούρνο που προμήθευε το ναυτικό για την σίτιση των ναυτών. Το 1892, ο Thomas Robins μέσα από μια σειρά εφευρέσεων οδηγήθηκε στην ανάπτυξη ενός ιμάντα μεταφοράς που χρησιμοποιήθηκε στην μεταφορά άνθρακα, μεταλλευμάτων και γενικά προϊόντων. Το 1901, η κατασκευαστική εταιρεία Sandvik κατάφερε να δημιουργήσει τους πρώτους μεταλλικούς ιμάντες από χάλυβα. Αργότερα, το 1905 ο Richard Sutcliffe εφηύρε τους πρώτους μεταφορικούς ιμάντες με πεδίο δράσης τα ανθρακωρυχία, εφεύρεση που οδήγησε σε επανάσταση στην βιομηχανία εξορύξεων. Το 1908, ο εφευρέτης Hymle Goddard κατοχύρωσε ευρεσιτεχνία για τον πρώτο ραουλοδιάδρομο. Ύστερα, το 1913 στο εργοστάσιο της Ford Motor Company, στο Michigan των ΗΠΑ, εισήχθησαν γραμμές συναρμολόγησης ταινιόδρομων από τον Henry Ford. Ενώ το 1970, μια εταιρεία με έδρα την Λουιζιάνα, η Intralox κατοχύρωσε ευρεσιτεχνία για όλους τους αρθρωτούς πλαστικούς ιμάντες. Και τέλος πολύ σημαντική χρονιά στην ιστορία των μεταφορικών ταινιών είναι επίσης το 1972, όπου ο μηχανικός Marcel Boccheti σχεδίασε και υλοποίησε την μεγαλύτερη ευθεία μεταφορική ταινία, το έργο έλαβε χώρα στην Νέα Καληδονία και είχε μήκος 13,8 χιλιόμετρα.

Ερχόμενοι στο σήμερα, το μακρύτερο μεταφορικό σύστημα με ιμάντες στο κόσμο βρίσκεται στην Δυτική Σαχάρα με μήκος 98 χιλιομέτρων, μακριά από το ορυχείο φωσφόρου της Bu Craa στην ακτή που βρίσκεται Νότια της Ελ-Αγιούν. Τέλος, η μεγαλύτερη διεθνής ενιαία μεταφορική ταινία ξεκινάει από ένα λατομείο όπου βρίσκεται στην περιοχή Μεγκαλίανα της Ινδίας και καταλήγει σε ένα εργοστάσιο τσιμέντου στο Μπαγκλαντές, με συνολικό μήκος να φτάνει τα 17 χιλιόμετρα, όπου μεταφέρει ασβεστόλιθο και σχιστόλιθο με παροχή 960 τόνους/ώρα.

### 1.3 Χρήσεις Ταινιόδρομων

Τα συστήματα μεταφοράς χρησιμοποιούνται ευρέως σε διάφορες βιομηχανίες λόγω των πολυάριθμων οφελών που έχουν. Κάποια από αυτά είναι τα παρακάτω:

- Τα συστήματα ταινιόδρομων μεταφοράς είναι σε θέση να μεταφέρουν με ασφάλεια υλικά από ένα σημείο σε ένα άλλο, όπου αν γινόταν με ανθρώπινη εργασία είναι ιδιαίτερα επίπονο και δαπανηρό.
- Η εγκατάστασή τους μπορεί να γίνει σχεδόν οπουδήποτε, και είναι περισσότερο ασφαλής η χρήση τους από την χρήση κάποιου περνοφόρου οχήματος ή άλλης μηχανής για την μεταφορά υλικών.
- Μπορούν να μεταφέρουν οποιοδήποτε υλικό ανεξάρτητα από το βάρος του, το σχήμα του και τον όγκο του. Επίσης πολλά συστήματα ταινιόδρομων μεταφοράς διαθέτουν προηγμένα συστήματα ασφαλείας που βοηθούν στην πρόληψη ατυχημάτων.
- Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία διαθέσιμων επιλογών για την λειτουργία των συστημάτων μεταφοράς, περιλαμβάνοντας υδραυλικά, μηχανικά και πλήρως αυτοματοποιημένα συστήματα, τα οποία μπορούν να εξοπλιστούν για να ταιριάζουν σε κάθε ανάγκη.

Τα συστήματα ταινιών μεταφοράς χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλές βιομηχανίες, όπως στην μεταλλουργία, την αυτοκινητοβιομηχανία, την γεωργία, στην πληροφορική, στην βιομηχανία τροφίμων, στην φαρμακοβιομηχανία, στα τυπογραφία, στην εμφιάλωση, στην κονσερβοποίηση, στην συσκευασία κ.α. Παρόλο που μπορεί να μεταφέρουν μια μεγάλη ποικιλία προϊόντων και υλικών, μερικά από τα πιο συνηθισμένα είναι τρόφιμα όπως ξηροί καρποί, μπουκάλια και κουτιά, εξαρτήματα αυτοκινήτων, βιομηχανικά υλικά, χάρτια και φάρμακα, σιτηρά, ζωοτροφές κ.α.

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες για την κατάλληλη επιλογή ενός συστήματος ταινιόδρομου μεταφοράς. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε εξ αρχής πως θα χρησιμοποιηθεί το σύστημα μεταφοράς, ορισμένοι παράγοντες της μεταφοράς που θα πρέπει να εξεταστούν είναι η κατάλληλη μεταφορά, η συσσώρευση και η διαλογή των υλικών, το μέγεθος του μεταφερόμενου υλικού, το βάρος του υλικού και το σχήμα του αλλά και τα κατάλληλα σημεία φόρτωσης και συγκομιδής.

## 1.4 Κατηγορίες ταινιοδρομων.

Ουσιαστικά συναντάμε 2 κύριες κατηγορίες ταινιοδρομων, όπου διαχωρίζονται με βάση τα υλικά που μεταφέρονται. Και διαχωρίζονται ως εξής:

Οι γενικού υλικού (ή αλλιώς μεμονωμένου φορτίου), όπου αποτελούνται στην ουσία από τους ταινιοδρομους που συναντάμε στην βιομηχανία και γενικά στις γραμμές παραγωγής, οι οποίοι μεταφέρουν τα κιβώτια και τις παλέτες.

Οι χύδην ή μαζικού υλικού, οι οποίοι είναι στην ουσία οι ταινιοδρομοι που μεταφέρουν βιομηχανικά υλικά, μεταλλεύματα και μια πληθώρα άλλων υλικών.

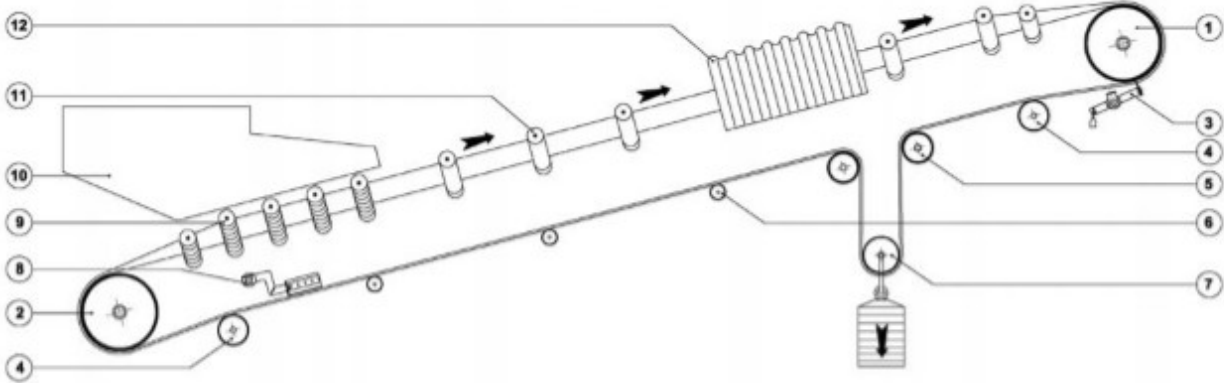
Διαχωρισμός ως προς το είδος των ταινιοδρόμων γίνεται επίσης με βάση την μορφή του και το υλικό που θα μεταφερθεί σε αυτούς, στις παρακάτω κατηγορίες :

- Με ιμάντα μεταφοράς: Ο κλασικός ταινιόδρομος με τον ιμάντα μεταφοράς, που εκτείνεται σε έναν ατέρμονα βρόγχο ανάμεσα σε 2 σημεία. Συνήθως στο ένα ή και στα δύο άκρα αυτά βρίσκονται τα τύμπανα κίνησης του ταινιόδρομου. Η στήριξη του ιμάντα μεταξύ των τυμπάνων, εναπόκειται είτε σε κάποια ράουλα είτε σε μεταλλική επιφάνεια για μικρότερα βάρη. Η κίνηση πραγματοποιείται μέσω κινητήρων και μειωτήρων. Ανάλογα με τις συνθήκες κάτω από τις οποίες θα λειτουργεί το σύστημα μας υπάρχουν και διαφορετικά υλικά κατασκευής του ιμάντα, τα πιο συνηθισμένα υλικά κατασκευής είναι το δέρμα, το καουτσούκ, το πλαστικό, το μέταλλο και το ύφασμα. Τους συναντάμε είτε σε οριζόντια είτε σε κεκλιμένη μορφή.
- Ραουλοδιάδρομοι: Είναι συστήματα μεταφοράς που αντί για τον κλασικό ιμάντα χρησιμοποιούν ράουλα, τοποθετημένα σε πλαίσια σε διαδοχικές θέσεις για την μεταφορά προϊόντων είτε με την βοήθεια της βαρύτητας είτε χειροκίνητα από τον εκάστοτε χειριστή. Κύρια πεδία δράσης των ραουλοδιάδρομων είναι οι εφαρμογές χειρισμού υλικών όπως πχ σε αποβάθρες, σε μεταφορές αποσκευών κ.α. Μπορούμε να τους συναντήσουμε είτε σε ευθύγραμμη μορφή είτε να δημιουργούν κάποιες καμπύλες.
- Μαγνητικοί: Τα μαγνητικά συστήματα μεταφοράς, αποτελούνται στην ουσία από κινούμενους μαγνήτες τοποθετημένους κάτω από μη μαγνητική επιφάνεια, για την μετακίνηση μαγνητικών υλικών. Χρησιμοποιούνται συχνά για την μεταφορά μεταλλικών θραυσμάτων κ.α.
- Αναβατόρια: Με τον όρο αναβατόρια στα συστήματα μεταφοράς αναφερόμαστε ουσιαστικά σε συστήματα με κλίση ή και κάθετης μεταφοράς, όπου αποτελούνται συνηθέστερα από ιμάντα εξοπλισμένο με τα λεγόμενα “κουβαδάκια” τα οποία μεταφέρουν το υλικό. Τα “κουβαδάκια” μπορούν να είναι είτε πλαστικά είτε μεταλλικά ανάλογα την εφαρμογή.
- Μεταφορικό σύστημα κοχλία: Σπειροειδείς συστήματα μεταφοράς, αποτελούνται από έναν κοχλία ή κάποιο ελικοειδές στοιχείο, που περιστρέφεται γύρω από έναν κεντρικό άξονα και μεταφέρει το υλικό σύμφωνα με την φορά περιστροφής του, συνήθως περικλείεται μέσα σε πλαστικό θόλο. Χρησιμοποιούνται ευρέως στην γεωργική βιομηχανία.



## 1.5 Δομή Ταινιοδρόμου

Όπως γίνεται κατανοητό οι γραμμές μεταφοράς και οι ταινιοδρόμοι είναι πολύπλοκα μηχανολογικά συστήματα, με τον απαραίτητο ηλεκτρολογικό εξοπλισμό βεβαίως. Παρακάτω θα προσπαθήσουμε να περιγράψουμε τα βασικά μέρη που συναντώνται στην πλειονότητα των ταινιοδρόμων.



Εικόνα 1. Δομή ταινιοδρόμου

Σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα λοιπόν τα μέρη ενός τυπικού ταινιοδρόμου είναι:

1. Τύμπανο Κίνησης
2. Τύμπανο Επιστροφής
3. Ξύστρα Καθαρισμού 'I'
4. Τύμπανο Πιέσεως
5. Τύμπανο Αλλαγής Κατεύθυνσης
6. Ράουλο Επιστροφής
7. Τύμπανο Τανύσεως
8. Ξύστρα Καθαρισμού 'V'
9. Ράουλα Φόρτωσης
10. Χοάνη Φόρτωσης
11. Ράουλα Κύλισης
12. Καλύμματα

Αυτά αποτελούν επιγραμματικά τα μέρη ενός τυπικού ταινιοδρόμου. Τώρα θα γίνει μια προσπάθεια να χωριστούν και να επεξηγηθούν οι κύριοι τομείς που αποτελούν ένα ταινιοδρόμο.

- Μονάδα Κίνησης: Συνήθεστερα την μονάδα κίνησης αποτελούν το τύμπανο κίνησης και το σύστημα ηλεκτροκινητήρα και μειωτήρων για την δημιουργία κίνησης. Το τύμπανο κίνησης εδράζεται στα απαραίτητα κουζινέτα ώστε να δημιουργηθεί η απαραίτητη ευθύγραμμη κίνηση από την μετατροπή της κυκλικής κίνησης του ηλεκτροκινητήρα. Επίσης ανάλογα με

την επιφάνεια του τυμπάνου κίνησης δημιουργείται ο απαραίτητος συντελεστής τριβής για την ομαλή και συνεχή μετάδοση κίνησης.

- **Μονάδα Επιστροφής:** Η Μονάδα Επιστροφής αποτελείται από το τύμπανο επιστροφής και τα κατάλληλα κουζινέτα για την έδραση του. Σκοπός την μονάδας αποτελεί η ομαλή επιστροφή του άνω κλάδου του ιμάντα χωρίς την εκφυγή του από το σύστημα.
- **Μονάδα Τάνυσης:** Αποτελείται από το τύμπανο τάνυσης, το οποίο εδράζεται σε κατάλληλη διάταξη με ανάρτηση βάρους, με την οποία επιτυγχάνεται η συνεχής τάνυση σε όλες τις συνθήκες φόρτωσης του ταινιοδρόμου. Σε μικρά συστήματα ταινιοδρόμων η μονάδα τάνυσης είναι μαζί με την μονάδα επιστροφής.
- **Υποστήριξη Άνω και Κάτω Κλάδου:** Η υποστήριξη επιτυγχάνεται μέσω συστήματος αποτελούμενο από ράουλα μεταφοράς για τον άνω κλάδο και ράουλα επιστροφής για τον κάτω. Ειδικά στα σημεία φόρτωσης επιτυγχάνεται με τα ανάλογα ράουλα φόρτωσης. Τα ράουλα του άνω κλάδου ποικίλουν σε διατάξεις και τεχνικά χαρακτηριστικά, η επιλογή γίνεται κυρίως από απαιτήσεις λειτουργίας του συστήματος αλλά και από δευτερεύοντες παράγοντες όπως οι συνθήκες περιβάλλοντος, το υλικό μεταφοράς, η ταχύτητα κύλισης κλπ.
- **Σημείο Φόρτωσης Υλικού:** Στο σημείο φόρτωσης υλικού συναντάμε κατάλληλου σχεδιασμού χοάνη, με σκοπό την μεταφόρτωση του υλικού στην αρχή του συστήματος ταινιοδρόμου. Στο σημείο πτώσης συχνά συναντάμε ράουλα φόρτωσης για την υποστήριξη του ιμάντα επενδυμένα με ελαστικούς δακτύλιους για την απόσβεση κραδασμών.
- **Εναποθέτηση υλικού ή τελική απόθεση:** Παρόμοιας λογικής σύστημα αποτελούμενο από την κατάλληλη χοάνη είτε για την μεταφορά του υλικού σε άλλο σύστημα μεταφοράς είτε για την τελική εναπόθεση σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους.
- **Ιμάντας Μεταφοράς:** Είναι το μέσο μεταφοράς του υλικού από την μία άκρη του συστήματος στην άλλη. Ανάλογα με το υλικό προς μεταφορά, την θερμοκρασία του, την ταχύτητα κύλισης, την κλίση του ταινιοδρόμου συναντάται σε διάφορες μορφές και από διάφορα υλικά.

## Κεφάλαιο.2 : ARDUINO

### 2.1 Γενικά Περί Μικροελεγκτών

Οι μικροελεγκτές είναι ουσιαστικά ένας τύπος επεξεργαστή, ο οποίος διαθέτει αρκετά ενσωματωμένα υποσυστήματα τα οποία καθιστούν δυνατή την λειτουργία του με την βοήθεια ελάχιστων εξωτερικών εξαρτημάτων. Οι μικροελεγκτές έχουν ως πεδίο δράσης όλα τα ενσωματωμένα συστήματα (embedded systems) που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρονικές συσκευές (π.χ. παιχνίδια, φωτογραφικές μηχανές κ.α.), αυτοματισμούς, συστήματα ασφαλείας κ.α.

Κάποια από τα πλεονεκτήματα των μικροελεγκτών είναι τα παρακάτω:

- Χαμηλό κόστος.
- Μικρό μέγεθος.
- Αυτονομία, μέσω της ενσωμάτωσης σύνθετων υποσυστημάτων όπως μνήμες και θύρες επικοινωνίας.
- Η ενσωμάτωση κάποιων υποσυστημάτων μας οδηγεί στην απλούστευση και στην ευκολότερη υλοποίηση εφαρμογών.
- Περισσότεροι ακροδέκτες προς χρήση λόγω της ενσωμάτωσης σημαντικών εξαρτημάτων.

#### Υποσυστήματα Μικροελεγκτών

Στο ολοκληρωμένο κύκλωμα ενός μικροεπεξεργαστή ουσιαστικά συναντάμε τα απολύτως απαραίτητα στοιχεία, δηλαδή την Λογική και Αριθμητική Μονάδα (ALU), κάποιους στοιχειώδεις καταχωρητές (registers), μνήμη RAM (προσωρινή μνήμη). Βέβαια υπάρχουν και πολλά εξωτερικά υποσυστήματα που είναι σημαντικά για την λειτουργία ενός πλήρους ενσωματωμένου υπολογιστικού συστήματος. Κάποια από αυτά είναι τα παρακάτω:

- Η μνήμη του προγράμματος, συνήθως τύπου ROM, EPROM, FLASH κλπ, όπου ουσιαστικά περιέχει το λογισμικό του συστήματος.
- Κάποια επιπλέον μνήμη RAM.
- Μια μνήμη αποθήκευσης παραμέτρων λειτουργίας, τύπου EPROM πχ, αυτή του είδους η μνήμη έχει την δυνατότητα διαγραφής και εγγραφής οποιουδήποτε μεμονωμένου byte.
- Κύκλωμα αρχικοποίησης (RESET).
- Ένα πλήθος χρονιστών- απαριθμητών, για την απαρίθμηση γεγονότων, την δημιουργία καθυστερήσεων, μέτρηση διάρκειας γεγονότων και άλλων λειτουργιών όπου απαιτείται η καταμέτρηση του χρόνου.
- Ρολόι πραγματικού χρόνου, το οποίο τροφοδοτείται συνήθως από εξωτερική μπαταρία και για αυτό θα πρέπει να έχει πολύ χαμηλή κατανάλωση.
- Μια σειρά από ανεξάρτητες εισόδους και εξόδους.

Για τον προγραμματισμό των μικροελεγκτών, οι πιο διαδεδομένες γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται είναι η C και η C++. Βέβαια σε εφαρμογές όπου απαιτείται ταχύτητα και υπάρχει περιορισμός στην χρησιμοποιούμενη μνήμη, χρησιμοποιείται η γλώσσα Assembly.

## 2.2 Περί Arduino

Το Arduino είναι μια ανοικτού-κώδικα πλατφόρμα όπου αναπτύχθηκε στην Ιταλία. Το Arduino είναι στην ουσία μια απλή μητρική πλακέτα με ενσωματωμένο ένα μικροεπεξεργαστή και ένα πλήθος από αναλογικές και ψηφιακές εισόδους και εξόδους, όπου διαθέτει το κατάλληλο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) και software για τον προγραμματισμό της. Η απλότητα της αλλά και το γεγονός ότι είναι μια ανοικτού-κώδικα πλατφόρμα την καθιστά πολύ εύχρηστη και ιδανική για την δημιουργία πρωτοτύπων εφαρμογών αλλά και για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Όπως αναφέρθηκε το Arduino είναι στην ουσία ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα, του οποίου η καρδιά είναι ένας μικροελεγκτής ATmega της εταιρείας Atmel. Με τον όρο ανοικτού-κώδικα, στην ουσία αναφερόμαστε στην ελεύθερη διανομή των ηλεκτρονικών σχεδίων αλλά και του software του Arduino, από αυτό γίνεται αντιληπτό ότι ο καθένας έχει την δυνατότητα της κατασκευής δικής του πλακέτας, εξ ου και ο όρος ανοικτού-κώδικα, έχοντας βέβαια και την δυνατότητα αγοράς ολοκληρωμένης πλακέτας από διάφορους προμηθευτές, χωρίς την ανάγκη για χρήση επιπρόσθετου hardware, κάνοντας την ιδανική λύση για εκπαιδευτικούς σκοπούς και από άτομα με λίγες γνώσεις ηλεκτρονικών.

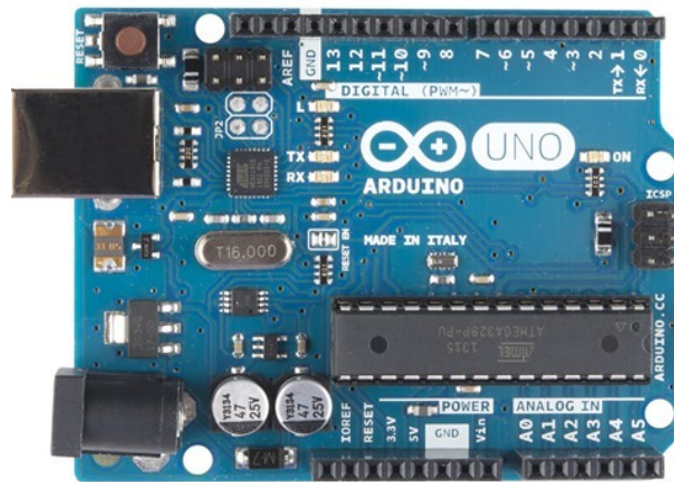


*Εικόνα 2. Λογότυπο Arduino*

## 2.3 Οικογένεια Arduino

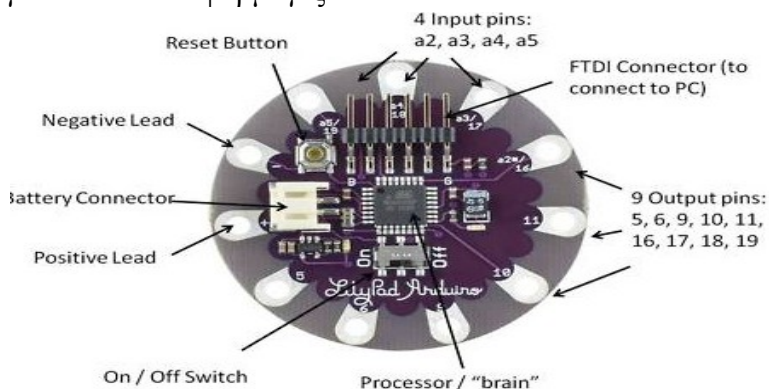
Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η πλατφόρμα Arduino είναι στην ουσία μια μητρική πλακέτα με έναν μικροεπεξεργαστή και το κατάλληλο hardware. Γίνεται αντιληπτό ότι υπάρχει μια αρκετά μεγάλη γκάμα πλακετών στην οικογένεια Arduino, όπου δημιουργήθηκαν για να καλύψουν κάποιες διαφορετικές ανάγκες ανάλογα με την εφαρμογή. Παρακάτω θα δούμε κάποιες από αυτές.

- **Arduino UNO:** Πρόκειται αναμφίβολα για την πιο δημοφιλή πλακέτα Arduino. Χρησιμοποιεί έναν επεξεργαστή Atmega 328 που λειτουργεί στα 16 MHz, διαθέτει 32 KB μνήμης για την αποθήκευση των προγραμμάτων, 14 ψηφιακές θύρες και 6 αναλογικές εισόδους, κουμπί RESET κλπ.



Εικόνα 3. Arduino UNO

- **Arduino LilyPad:** Το Arduino LilyPad ουσιαστικά είναι μια πλακέτα wearable, που χρησιμοποιείται σε εφαρμογές κλωστοϋφαντοργίας που σχεδιάστηκε από την Leah Buechley και SparkFun. Το Arduino LilyPad βασίζεται στον Atmega168V, μια χαμηλής κατανάλωσης έκδοση του Atmega168. Διαθέτει θήκες και πλάτη ειδικά διαμορφωμένη ώστε να έχει την δυνατότητα να ραφτεί σε ρούχα. Διαθέτει επίσης της κατάλληλες I/O και αισθητήρια για wearables εφαρμογές.



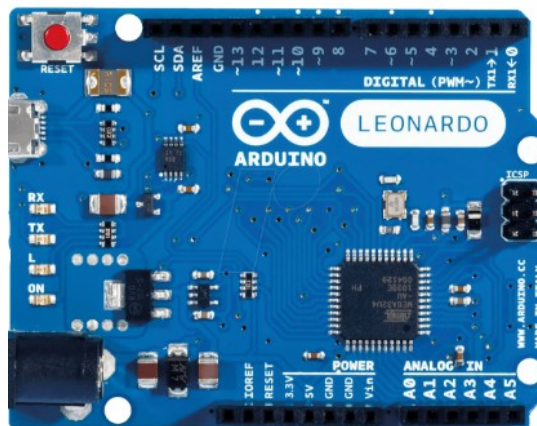
Εικόνα 4. Arduino LilyPad

- **Arduino Mega:** Το Arduino Mega βασίζεται στον μικροεπεξεργαστή Atmega2526. Έχει 54 ψηφιακές θύρες I/O (από τις οποίες οι 14 μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν PWM έξοδοι), 16 αναλογικές I/O, 4 σειριακές θύρες, θύρα USB, ένα button reset κλπ.



Εικόνα 5. Arduino Mega

- **Arduino Leonardo:** Το Arduino Leonardo αποτελεί την πρώτη αναπτυξιακή πλακέτα Arduino. Ο μικροεπεξεργαστής του είναι ο Atmega 32U4 και εξαλείφει την ανάγκη για σύνδεση μέσω της USB θύρας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ψηφιακό πληκτρολόγιο και ποντίκι. Διαθέτει 20 ψηφιακές I/O (από τις οποίες 7 μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν PWM), 12 αναλογικές I/O, μια σύνδεση micro USB, ένα button reset, μια υποδοχή τροφοδοσίας κλπ.



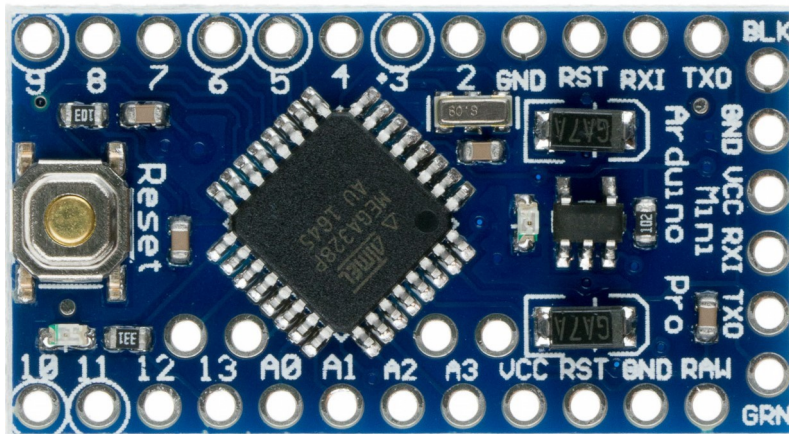
Εικόνα 6. Arduino Leonardo

- **Arduino Nano:** Το Arduino Nano είναι στην ουσία μία μικρότερη έκδοση του Arduino Uno. Βασίζεται στο μικροεπεξεργαστή Atmega328 της Atmel, διαθέτει 14 ψηφιακές I/O (από τις οποίες οι 6 μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν PWM), 6 αναλογικές I/O, μία θύρα Mini-B USB για τον προγραμματισμό του, ένα κουμπί reset κλπ.



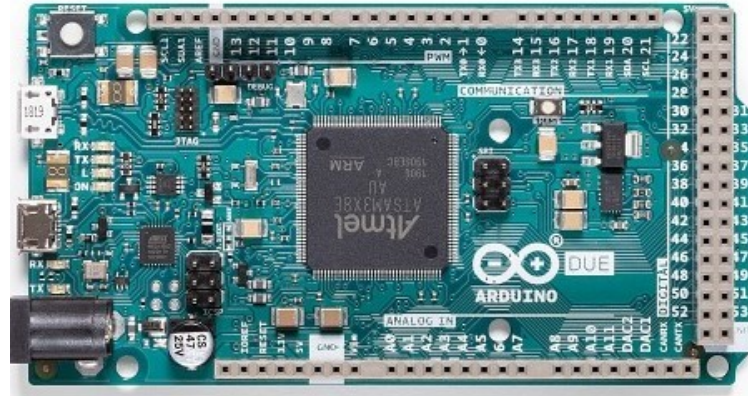
*Εικόνα 7. Arduino Nano*

- **Arduino Mini:** Το Arduino Mini είναι μια παρόμοια έκδοση με το Arduino Nano, μόνο που δεν διαθέτει πάνω στην πλακέτα είσοδο USB θύρα για σύνδεση. Αναπτύχθηκε πάνω στον Atmel Atmega168 αλλά πλέον κυκλοφορεί με τον Atmega328, διαθέτει 14 ψηφιακές I/O (από τις οποίες οι 6 μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν PWM), 8 αναλογικές I/O κλπ.



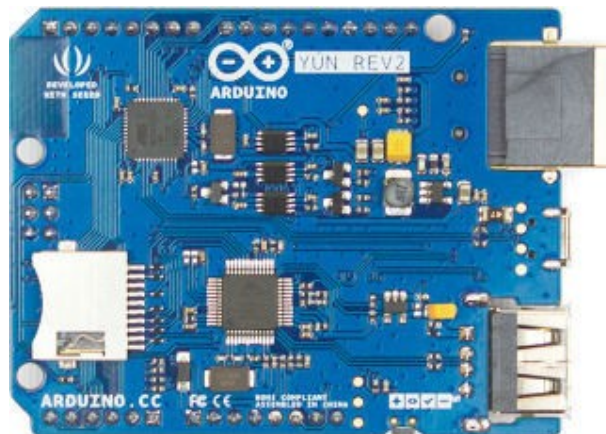
*Εικόνα 8. Arduino Mini*

- **Arduino Due:** Το Arduino Due αποτελεί την πρώτη πλακέτα Arduino βασισμένη σε μικροελεγκτή ARM, προτείνεται για προχωρημένες εφαρμογές που χρειάζονται μεγαλύτερη επεξεργαστική ισχύ και ταχύτητα. Διαθέτει επεξεργαστή ATSAM3X8E Cortex-M3 χρονισμένο στα 84 MHz, έχει επίσης 512 KB μνήμης ROM και 96 KB RAM, 54 ψηφιακές I/O (από τις οποίες οι 12 PWM), 12 αναλογικές εισόδους και 2 αναλογικές εξόδους. Δεν διαθέτει πάνω στην πλακέτα μνήμη EEPROM.



*Εικόνα 9. Arduino Due*

- **Arduino Yun:** Το Arduino Yun είναι ένας μικροελεγκτής που βασίζεται στον Atmega32u4 και στον Atheros AR9331. Ο επεξεργαστής Atheros υποστηρίζει μια διανομή Linux που βασίζεται OpenWrt, η οποία ονομάζεται Linino OS. Η πλακέτα διαθέτει ενσωματωμένη Ethernet και WiFi, θύρα USB-A, υποδοχή κάρτα μνήμης micro SD, 20 ακροδέκτες I/O (από τις οποίες οι 7 μπορούν να λειτουργήσουν σαν PWM και οι 12 σαν αναλογικές) και 3 κουμπιά επαναφοράς (RESET).

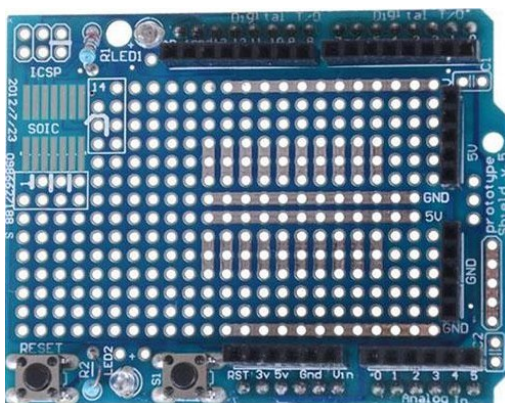


*Εικόνα 10. Arduino Yun*



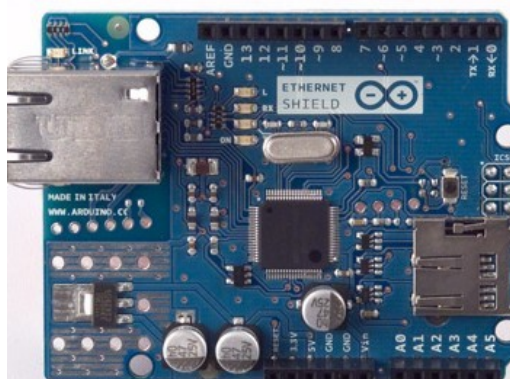
Εκτός από τα διαφορετικά μοντέλα Arduino που είδαμε και παραπάνω, στην οικογένεια Arduino υπάρχει και μια πληθώρα από Shields. Τα Shields για τις πλακέτες Arduino είναι ουσιαστικά πλακέτες με επιπρόσθετο hardware, οι οποίες συνδέονται είτε με καλώδιο είτε “κουμπώνουν” απευθείας πάνω στην εκάστοτε πλακέτα Arduino, επεκτείνοντας την λειτουργικότητα του Arduino για τον έλεγχο διαφορετικών συσκευών, την απόκτηση δεδομένων κλπ. Γίνεται αντιληπτό λοιπόν ότι υπάρχουν πάρα πολλές διαφορετικές πλακέτες Shields και από διάφορους κατασκευαστές, κάποιες από τις οποίες είναι:

- **Proto Shield Kit:** Η Proto Shield δίνει την δυνατότητα στον χρήστη, σε συνδυασμό με κάποια πλακέτα Arduino, να έχει μια μικρή περιοχή για ηλεκτρονικές κολλήσεις. Διαθέτει 2 Led, έναν κεντρικό διακόπτη και ένα RESET κουμπί.



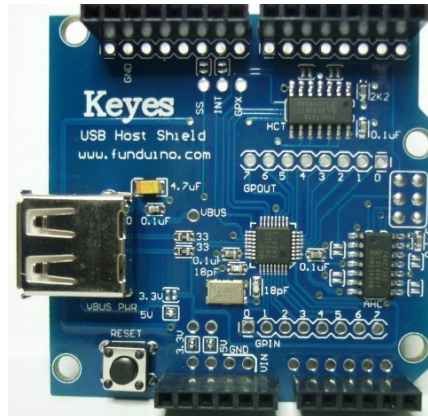
*Εικόνα 11. Proto Shield Kit*

- **Ethernet Shield:** Μέσω της Ethernet Shield, ο χρήστης μπορεί να συνδέσει μια πλακέτα Arduino με το Internet μέσω Ethernet. Βασίζεται στο Wiznet W5100 Ethernet chip. Ο χρήστης μπορεί χρησιμοποιώντας την κατάλληλη βιβλιοθήκη (Library) στον κώδικα του να φτιάξει προγράμματα που συνδέονται στο Internet μέσω του Shield.



*Εικόνα 12. Ethernet Shield*

- **USB Host Shield:** Η USB Host Shield περιέχει όλα τα απαραίτητα ψηφιακά και αναλογικά κυκλώματα για την εφαρμογή ενός περιφερειακού/κεντρικού ελεγκτή USB πλήρους ταχύτητας με το Arduino. Αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να συνδέσουμε με το Arduino οποιαδήποτε συσκευή USB slave και να την ελέγξουμε.



*Εικόνα 13. USB Host Shield*

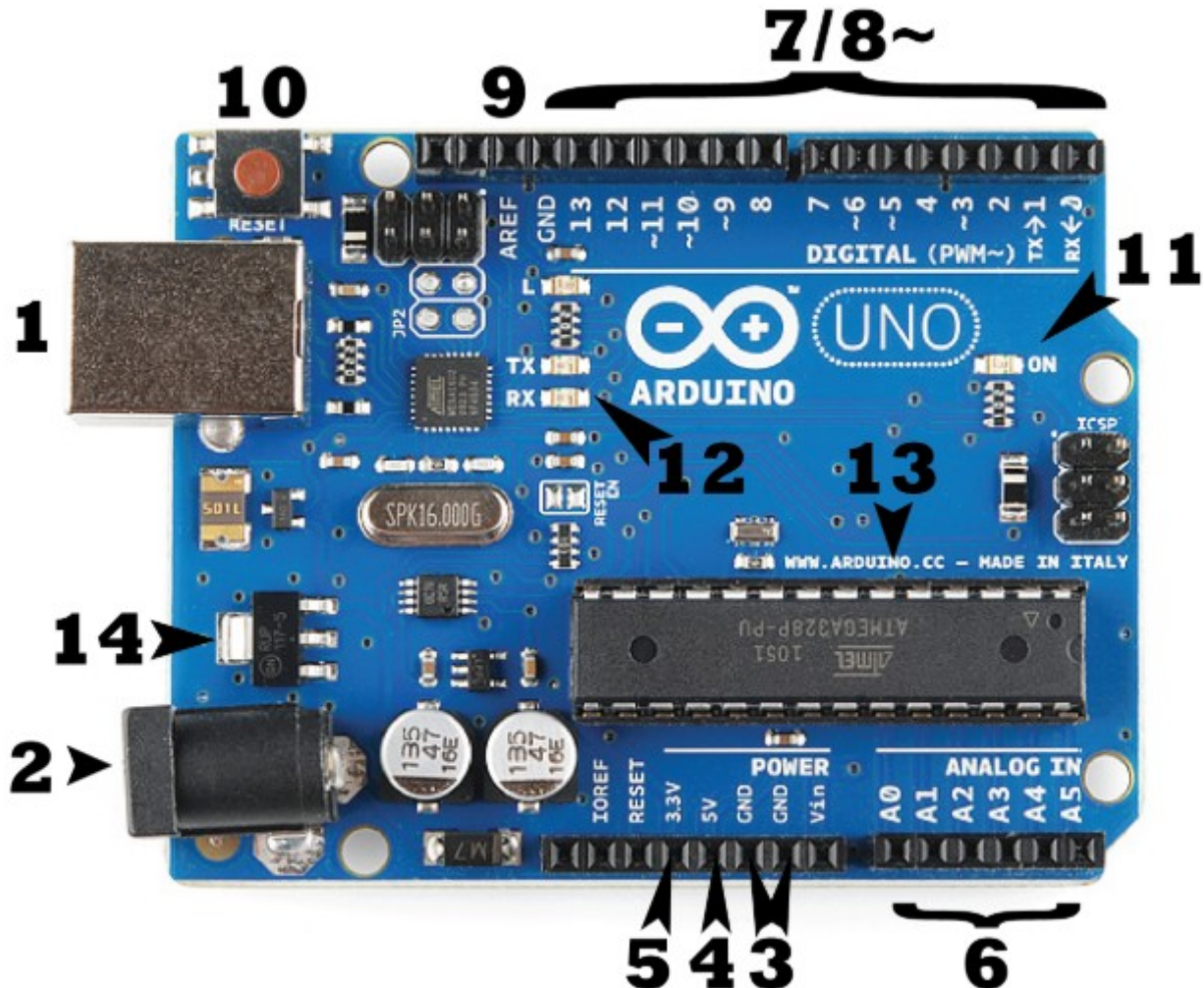
- **Motor Shield:** Με τον όρο Motor Shield ουσιαστικά αναφερόμαστε στα Shield με τα οποία ελέγχουμε κινητήρες DC, Stepper κλπ. Περιέχουν όλα τα απαραίτητα ηλεκτρονικά στοιχεία για την ομαλή και ασφαλή για τον κινητήρα οδήγηση, πολλές φορές έχουν την δυνατότητα οδήγησης περισσότερων από έναν κινητήρα.



*Εικόνα 14. Motor Shield*

## 2.4 Hardware Arduino

Όπως γίνεται αντιληπτό και από τις πολλές διαφορετικές εκδόσεις του Arduino, το hardware διαφέρει από μοντέλο σε μοντέλο και αυτό συμβαίνει διότι πολλές φορές χρειαζόμαστε διαφορετικές λειτουργίες για να καλυφθεί ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Παρόλα αυτά παρακάτω θα γίνει μια αναφορά σε κάποια μέρη του hardware όπου είναι κοινά μεταξύ των διαφορετικών μοντέλων.



Εικόνα 15. Hardware Arduino

### Power (USB/Barrel Jack):

Κομμάτι του hardware όπου συναντάμε σε όλα τα Arduino, διότι κάθε Arduino χρειάζεται ένα τρόπο για να συνδεθεί με την τροφοδοσία του. Μπορεί να τροφοδοτηθεί είτε μέσω της θύρας USB συνδεδεμένο με καλώδιο με ένα PC, όπως επίσης και για να προγραμματιστεί, είτε μέσω πηγής που συνδέεται στην θύρα Barrel Jack. Στο σχήμα μας η θύρα USB είναι στη θέση (1) και η θύρα Barrel Jack στην θέση (2).

### Θύρες (5 V, 3.3 V, GND, Analog, Digital, PWM, AREF):

Αναφερόμαστε ουσιαστικά στις θύρες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των κυκλωμάτων μας, είτε με την χρήση breadboard και καλωδίων είτε μόνο καλωδίων. Συνήθως

αποτελούνται από μαύρα πλαστικά headers (κεφαλίδες) ούτως ώστε να είναι εύκολη η απευθείας σύνδεση των καλωδίων μας.

- GND (3): Συντομογραφία για το GROUND (Γείωση). Υπάρχουν συνήθως παραπάνω από μία θύρες GND όπου χρησιμοποιούνται για να γειώσουμε το κύκλωμα μας.
- 5 V (4) & 3.3 V (5): Όπως είναι φανερό και από το όνομα τους, είναι θύρες που στην έξοδο τους βγάζουν τάση 5 V και 3.3 V αντίστοιχα, έτσι μας δίνεται η δυνατότητα να τροφοδοτήσουμε επιμέρους κυκλώματα ή εξαρτήματα όπου έχουν αυτές τις τάσης λειτουργίας.
- Analog (6): Οι θύρες, οι οποίες επισημαίνονται σαν “Analog In” στις πλακέτες Arduino, είναι θύρες στις οποίες μπορούμε να συνδέσουμε κάποιο αναλογικό εξάρτημα πχ ένα αισθητήριο θερμοκρασίας και μέσω αυτών των θυρών να πάρουμε την αναλογική τιμή του αισθητηρίου και να την μετατρέψουμε σε ψηφιακή ώστε να την επεξεργαστούμε.
- Digital (7): Ακριβώς όπως τους αναλογικούς ακροδέκτες, έχουμε και ψηφιακούς για την σύνδεση του Arduino με επιμέρους κυκλώματα και εξαρτήματα. Οι ψηφιακοί ακροδέκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο ως είσοδοι αλλά και έξοδοι.
- PWM (8): Πολλές φορές παρατηρούμε ότι διπλά από τις ψηφιακές εισόδους υπάρχει το σύμβολο “~”, αυτό σημαίνει ότι εκτός από την κανονική λειτουργία τους σαν ψηφιακές θύρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν έξοδοι PWM.
- AREF (9): Συντομογραφία για το Analog Reference. Μένει κενό τις περισσότερες φορές, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν για την ρύθμιση μιας εξωτερικής τάσης αναφοράς (0 έως 5V) σαν το ανώτερο όριο των ακροδεκτών.

### Κουμπί RESET:

Το Arduino διαθέτει ένα κουμπί RESET (10), που ουσιαστικά λειτουργεί για την στιγμιαία διακοπή της λειτουργίας του Arduino όσο είναι πατημένο.

### POWER LED:

Συνήθως υπάρχει ένα LED (11) πάνω στις πλακέτες το οποίο μας δείχνει πότε είναι ενεργοποιημένη η πλακέτα μας, αποτελεί ένα πάρα πολύ εύκολο τρόπο σε περίπτωση λανθασμένης συνδεσμολογίας να δούμε αν ενεργοποιείται το Arduino.

### TX & RX LEDES:

Το TX είναι συντομογραφία για το transmit (μετάδοση) και το RX για το receive (λήψη). Αποτελούν δύο οπτικές ενδείξεις, αυτά τα 2 LED (12), για το πότε το Arduino δέχεται ή στέλνει δεδομένα πχ όταν ανεβάζουμε ένα πρόγραμμα.

### MAIN IC:

Στην θέση (13) βρίσκουμε το κύριο ολοκληρωμένο κύκλωμα της πλακέτας μας (IC= integrated circuit) ή απλούστερα τον επεξεργαστή του Arduino. Αποτελεί την καρδιά της πλακέτας και του εκάστοτε μικροελεγκτή, αν και όπως έγινε κατανοητό και παραπάνω μπορεί να διαφέρει από μοντέλο σε μοντέλο, αλλά κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται ολοκληρωμένο από την σειρά Atmega της εταιρείας Atmel.

## VOLTAGE REGULATOR:

Ο ρυθμιστής τάσης, δεν είναι κάτι που αλληλεπιδρά ο χρήστης ή που έρχεται σε άμεση επαφή, αλλά είναι πάρα πολύ σημαντική η λειτουργία του, όπως γίνεται αντιληπτό χρησιμεύει στην καλή λειτουργία της πλακέτας όταν αυτή βρεθεί υπό μεγαλύτερη τάση από την τάση λειτουργίας της. Βέβαια πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι και ο ρυθμιστής τάσης έχει κάποια όρια και γενικά θα έπρεπε να αποφεύγεται η σύνδεση με οποιαδήποτε πηγή μεγαλύτερη από 20 V.

Τα παραπάνω αποτελούν, όπως αναφέραμε, κάποια κοινά στοιχεία που συναντάμε ανά τα διαφορετικά μοντέλα Arduino. Παρακάτω σε άλλο κεφάλαιο, θα γίνει μια εκτενέστερη ανάλυση των εξαρτημάτων που αποτελούν το Arduino Uno, του μικροελεγκτή της παρούσας κατασκευής.

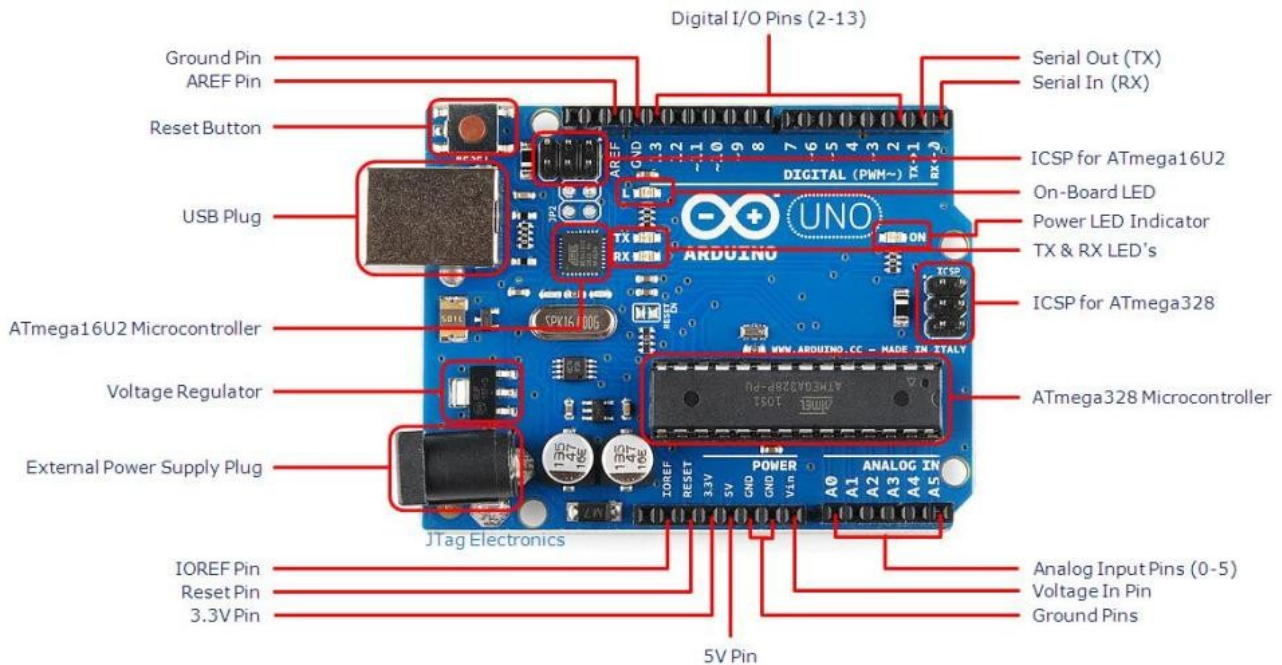
## Κεφάλαιο.3 : ΜΕΡΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

### 3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί μια ανάπτυξη των βασικών στοιχείων της πειραματικής διάταξης σε θεωρητικό επίπεδο και τα στοιχεία που συνέβαλαν στην επιλογή τους. Τα παρακάτω στοιχεία από την πειραματική διάταξη θα μπορούσαν να χωριστούν σε 3 κατηγορίες, την κύρια μονάδα ελέγχου, τις μονάδες κίνησης αποτελούμενες ουσιαστικά από τους κινητήρες της βαθμίδας και το αισθητήριο το οποίο επιτελεί τον απαραίτητο χρωματικό διαχωρισμό.

### 3.2 Arduino Uno

Στην παρούσα πειραματική διάταξη χρησιμοποιήθηκε μια πλακέτα Arduino Uno, όπως αναφέραμε και παραπάνω το Arduino Uno αποτελεί αναμφισβήτητα μια από τις δημοφιλέστερες πλακέτες Arduino, αν όχι την δημοφιλέστερη. Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί το Hardware που απαρτίζει την πλακέτα.



Εικόνα 16. Hardware Arduino UNO

Η καρδιά της πλακέτας του Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή ATmega της εταιρείας Atmel, αν και είναι κατανοητό ότι από μοντέλο σε μοντέλο μπορεί να διαφέρει ο τύπος του μικροελεγκτή. Βέβαια ένα παράδειγμα μικροελεγκτή όπου είναι ευρέως διαδεδομένος για χρήση σε αρκετές πλακέτες Arduino, είναι ο ATmega 328.

Ο ATmega 328, είναι ένας 8-bit RISC μικροελεγκτής, ο οποίος χρονίζει στα 16 Mhz. Ο ATmega 328 διαθέτει μνήμη 3 τύπων:

- 2Kb μνήμης SRAM, που είναι η ωφέλιμη μνήμη που χρησιμοποιούν τα προγράμματα του χρήστη για να αποθηκεύουν μεταβλητές, πίνακες κ.λπ κατά την λειτουργία (runtime). Η μνήμη αυτή έχει τον περιορισμό να χάνει τα δεδομένα της όταν σταματήσει η παροχή του Arduino ή αν γίνει reset.
- 1Kb EEPROM, η οποία χρησιμοποιείται για εγγραφή/ανάγνωση δεδομένων ανά byte από τα προγράμματα του χρήστη κατά την λειτουργία (runtime). Σε αντίθεση με την SRAM, η EEPROM δεν χάνει τα δεδομένα της όταν σταματήσει η παροχή του Arduino ή αν γίνει reset.
- 32 Kb μνήμης Flash, από τα οποία τα 2 Kb χρησιμοποιούνται για το firmware του Arduino που έχει εγκαταστήσει ήδη ο κατασκευαστής. Το firmware, bootlader για το Arduino, είναι απαραίτητο για την εγκατάσταση των προγραμμάτων του χρήστη μέσω της USB θύρας. Τα υπόλοιπα 30 Kb αυτής της μνήμης Flash χρησιμοποιούνται για την εγγραφή των προγραμμάτων του χρήστη ύστερα από την μεταγλώττιση μέσα από τον υπολογιστή του χρήστη. Σε αντίθεση με την SRAM, η Flash όπως και η EEPROM δεν χάνει τα δεδομένα της όταν σταματήσει η παροχή του Arduino ή αν γίνει reset. Επίσης, ενώ κανονικά δεν προορίζεται η Flash μνήμη για runtime μέσα από τα προγράμματα, λόγω της μικρής χωρητικότητας (EEPROM + SRAM), έχει σχεδιαστεί μια βιβλιοθήκη όπου επιτρέπει την χρήση όσου χώρου περισσεύει.

## **ΘΥΡΕΣ**

Αρχικά πρέπει να αναφέρουμε ότι ο μικροελεγκτής Atmega υποστηρίζει σειριακή επικοινωνία, την οποία προωθεί μέσα από έναν ελεγκτή Serial-over-USB ώστε να συνδέεται με τον υπολογιστή μέσω USB. Η σύνδεση αυτή χρησιμοποιείται στην μεταφορά των προγραμμάτων που σχεδιάζονται από τον χρήστη μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή αλλά και στην αμφίδρομη επικοινωνία του Arduino με τον Η/Υ μέσω του προγράμματος του Arduino κατά την λειτουργία του.

Το Arduino Uno διαθέτει 14 θύρες στην πάνω πλευρά του, αριθμημένες από το 0 έως το 13, οι οποίες μπορούν να λειτουργήσουν είτε σαν ψηφιακές εισοδοί είτε σαν έξοδοι. Λειτουργούν στα 5 V και καθεμία μπορεί να παρέχει ή να δεχτεί μέχρι 40 mA.

Τώρα όσον αφορά τον τρόπο επιλογής για λειτουργήσει μια ψηφιακή θύρα σαν είσοδος ή σαν έξοδος, γίνεται από τον χρήστη προγραμματιστικά, όπως επίσης μπορεί να τεθεί και η κατάσταση λειτουργίας της σαν HIGH ή LOW μέσω του προγράμματος ή στην περίπτωση που έχει οριστεί σαν είσοδος να διαβαστεί η κατάσταση λειτουργίας της.

Μερικές από αυτές τις 14 ψηφιακές θύρες επιτελούν και κάποιες επιπρόσθετες λειτουργίες. Πιο συγκεκριμένα:

- Οι θύρες (pins) 0 και 1 λειτουργούν ως Rx και Tx της σειριακής όταν ενεργοποιείται η σειριακή επικοινωνία μέσω του προγράμματος. Μέσω αυτής της ιδιότητας αυτών των θυρών, όταν ενεργοποιεί ο χρήστης μέσα από το πρόγραμμα την σειριακή επικοινωνία και στέλνει δεδομένα, αυτά προωθούνται στην θύρα USB μέσω ελεγκτή Serial-Over-USB αλλά και στις θύρες (pins) 0,1 για να διαβαστούν ενδεχομένως από μια άλλη συσκευή, όπως για παράδειγμα μια πλακέτα Arduino.
- Οι θύρες (pins) 2 και 3 μπορούν να λειτουργήσουν ως εξωτερικά interrupts. Μπορούν δηλαδή να προγραμματιστούν σαν κανονικά ψηφιακές θύρες, που όμως όταν συμβούν συγκεκριμένες αλλαγές αυτές να διακόπτουν την κανονική ροή του προγράμματος άμεσα και να εκτελείται μια συγκεκριμένη συνάρτηση.
- Οι θύρες 3,5,6,9,10 και 11 παρατηρούμε ότι έχουν σαν σήμανση μία “~”, αυτή η σήμανση μας ενημερώνει πως οι αντίστοιχες θύρες μπορούν να λειτουργήσουν σαν PWM (Pulse With Modulation). Η τεχνική PWM (Pulse With Modulation) στην ουσία μας δίνει την δυνατότητα εξομοίωσης αναλογικών αποτελεσμάτων με ψηφιακά μέσα. Ο ψηφιακός έλεγχος σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει μια τετράγωνη κυματομορφή, το σήμα αυτό εναλλάσσεται μεταξύ ON-OFF ( ενεργοποίησης- απενεργοποίησης). Αυτό το μοτίβο ON-OFF μπορεί να προσομοιώσει της τάσης μεταξύ ενός εύρους τιμών, στην περίπτωση μας για εύρος μέγιστης τάσης 5 V και ελάχιστης τάσης 0V, αυτό επιτυγχάνεται με την αλλαγή του χρόνου που το σήμα μας είναι “ON” και “OFF”. Ο χρόνος που είναι ενεργοποιημένο στο σήμα μας (σε κατάσταση ON) ονομάζεται πλάτος του παλμού. Για να πάρουμε διάφορες αναλογικές τιμές, αλλάζουμε ή διαμορφώνουμε το πλάτος του παλμού.

Το Arduino Uno διαθέτει και αναλογικές εισόδους. Υπάρχουν 6 θύρες στο κάτω μέρος της πλακέτας με την σήμανση ANALOG IN, 6 αριθμημένες θύρες (pins) από το 0 έως το 5. Η καθεμία από αυτές τις 6 θύρες λειτουργεί σαν αναλογική είσοδος, κάνοντας χρήση του ADC (Analog to Digital Converter) που διαθέτει ενσωματωμένα ο μικροελεγκτής. Αυτές οι αναλογικές εισοδοί έχουν την δυνατότητα μέσω κατάλληλου προγραμματισμού να μετατραπούν σε ψηφιακές θύρες εισόδου/εξόδου.

### **Τροφοδοσία**

Η τροφοδοσία του Arduino επιτυγχάνεται με δυο τρόπους, ο πρώτος τρόπος είναι μέσω της σύνδεσης με ηλεκτρονικό υπολογιστή με την χρήση της θύρας USB του Arduino και ο δεύτερος τρόπος είναι με εξωτερική τροφοδοσία μέσω του ρευματολήπτη, “φικς”, που διαθέτει στην κάτω αριστερή γωνία.

Για την εύρυθμη λειτουργία η εξωτερική τροφοδοσία πρέπει να είναι από 7 έως 12 V DC και μπορεί να προέρχεται από ένα κοινό μετασχηματιστή, από μπαταρίες κλπ.



Επίσης συναντάμε και κάποιες θύρες (pins) δίπλα από τις αναλογικές μας θύρες με την ένδειξη POWER. Η λειτουργία του καθενός έχει ως εξής:

- Η πρώτη θύρα με την ένδειξη RESET, όταν γειωθεί επανεκκινεί το Arduino.
- Η δεύτερη θύρα με την ένδειξη 3,3V, μας δίνει την δυνατότητα να τροφοδοτήσουμε τα επιμέρους εξαρτήματα της εφαρμογής μας με 3,3 V συνεχής τάση, αυτή η τάση δεν παρέχεται από την εξωτερική τροφοδοσία αλλά παράγεται από τον ελεγκτή Serial-over-USB, για αυτό τον λόγο η μέγιστη ένταση που μπορεί να παρέχει είναι 50mA.
- Η τρίτη θύρα με την ένδειξη 5 V, μας δίνει την δυνατότητα να τροφοδοτήσουμε τα εξαρτήματα μας με 5 V συνεχής τάση, μόνο που αυτή η τάση παρέχεται είτε μέσω της USB θύρας (που ούτως ή αλλιώς λειτουργεί στα 5 V) είτε μέσω της εξωτερικής τροφοδοσίας αφού πρώτα περάσει από έναν ρυθμιστή τάσης ούτως ώστε να ρυθμιστεί στα 5 V.
- Η τέταρτη και πέμπτη θύρα με την ένδειξη GND είναι η γειώσεις.
- Και τέλος η έκτη θύρα με την ένδειξη Vin, έχει διπλό ρόλο. Μπορεί να λειτουργήσει ως μέθοδος εξωτερικής τροφοδοσίας για την πλακέτα Arduino, στην περίπτωση που δεν είναι δυνατή η χρήση του ρευματολήπτη για την σύνδεση με εξωτερική τροφοδοσία ή αν έχουμε σύνδεση ήδη εξωτερική τροφοδοσία στην πλακέτα μέσω του ρευματολήπτη να χρησιμοποιήσουμε την θύρα Vin για να τροφοδοτήσουμε τα εξαρτήματα μας με την πλήρη τάση της εξωτερικής τροφοδοσίας (7-12 V).

### Λοιπά Στοιχεία

Στην πλακέτα του Arduino Uno επίσης συναντάμε ένα διακόπτη (micro switch) και 4 μικροσκοπικά LED. Ο διακόπτης έχει την σήμανση RESET και η λειτουργία του είναι η επανεκκίνηση της πλακέτας και το ένα LED με την ένδειξη POWER δείχνει την κατάσταση λειτουργίας της πλακέτας. Τα δυο LED έχουν σημάσεις Tx και Rx που χρησιμοποιούνται ως ενδείξεις λειτουργίας της επικοινωνίας, καθώς ανάβουν ή σβήνουν όταν το Arduino στέλνει ή λαμβάνει δεδομένα μέσω της θύρας USB. Να σημειωθεί επίσης ότι αυτά τα δυο LED ελέγχονται μέσω του ελεγκτή Serial-over-USB όποτε δεν λειτουργούν όταν χρησιμοποιούμε για σειριακή επικοινωνία της ψηφιακές θύρες 0 και 1. Τέλος το τελευταίο LED έχει την σήμανση L, η λειτουργία του είναι πάρα πολύ απλή, χρησιμοποιείται σαν κανονικό LED που μπορεί να προγραμματιστεί η λειτουργία του από τον χρήστη πχ όταν ο χρήστης θέλει να κάνει μια πολύ απλή δοκιμή καλής λειτουργίας της πλακέτας χωρίς να χρειάζεται να χρησιμοποιήσει επιπλέον υλικό.

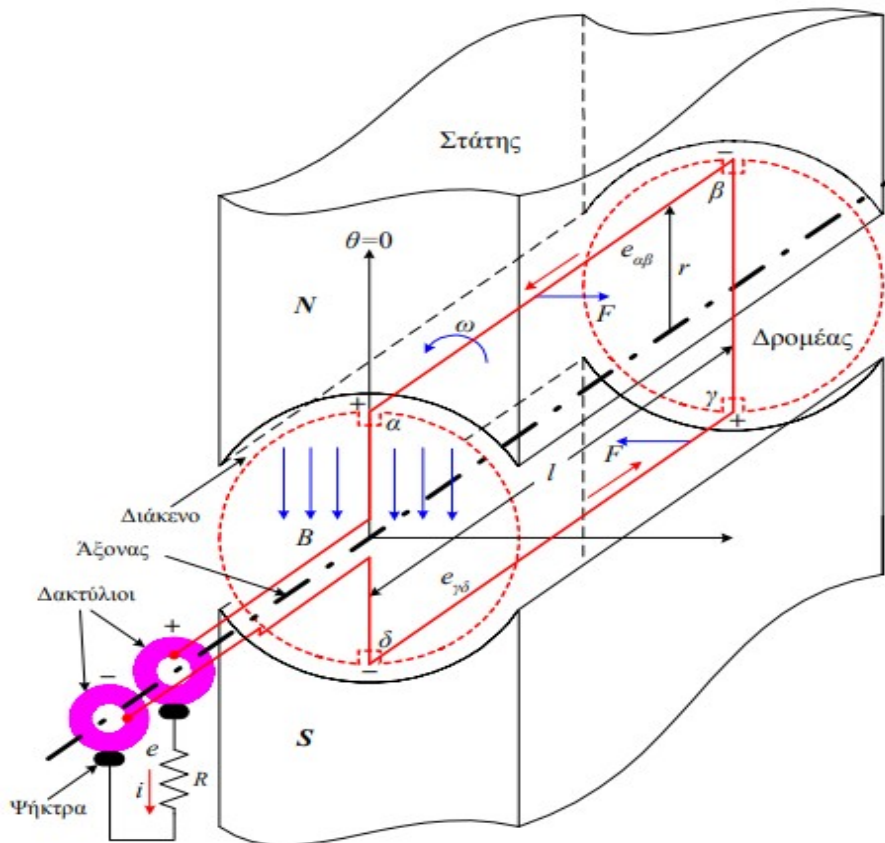
### 3.3 Κινητήρες

Ακόμα ένα σημαντικό στοιχείο της πειραματικής διάταξης, είναι οι απαραίτητοι κινητήρες οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την κίνηση των επιμέρους στοιχείων και ελέγχονται από τον μικροελεγκτή, στην παρούσα φάση το Arduino Uno.

Στην παρούσα πειραματική διάταξη θεωρήθηκε καταλληλότερο να χρησιμοποιηθούν κινητήρες συνεχούς ρεύματος, διότι λόγω του μεγέθους της διάταξης μας δεν ήταν απαραίτητα στοιχεία επιλογής κινητήρων η μεγάλη ταχύτητα ούτε η μεγάλη ροπή.

Πρώτα θα γίνει μια προσπάθεια αναφοράς σε θεωρητικά στοιχεία για τους κινητήρες συνεχούς τάσης, DC κινητήρες.

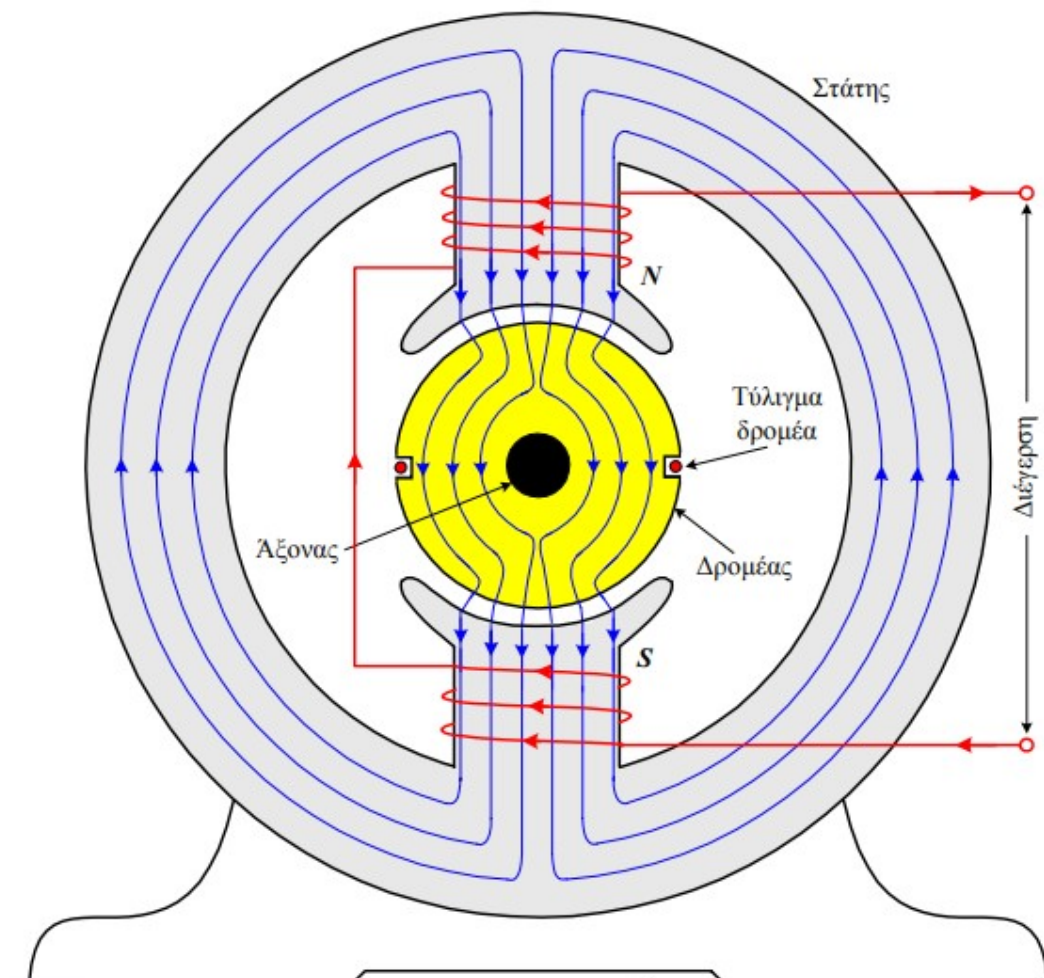
Κάθε ηλεκτρική μηχανή, είτε λειτουργεί σαν γεννήτρια είτε σαν κινητήρας, αποτελείται από δυο κύρια μέρη. Το κινητό μέρος της, τον δρομέα (ή ρότορα) και το σταθερό τμήμα της τον στάτη. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η δομή μιας στοιχειώδους ηλεκτρικής μηχανής. Το σταθερό τμήμα της μηχανής αποτελείται από έναν ηλεκτρομαγνήτη με δυο πόλους, τον βόρειο και τον νότιο, από τον οποίο παράγεται το μαγνητικό πεδίο  $B$ . Ο δρομέας τώρα αποτελείται από ένα κύλινδρο κατασκευασμένο από σιδηρομαγνητικά υλικά, ο οποίος έχει την δυνατότητα να στρέφεται γύρω από τον άξονα του.



Εικόνα 17. Δομή Κινητήρα

Σε δυο αυλακώσεις στην επιφάνεια του κυλίνδρου, είναι συμμετρικά τοποθετημένοι οι αγωγοί ενός πλαισίου. Το πλαίσιο αυτό ονομάζεται τύλιγμα του δρομέα. Τα άκρα του τυλίγματος του δρομέα συνδέονται σε δυο δακτυλίους με τους οποίους εφάπτονται οι ψύκτρες. Το τύλιγμα του δρομέα συνδέεται με τον στάτη μέσω των δακτυλίων και των ψυκτρών.

Ανάμεσα στο κύλινδρο του δρομέα και στους μαγνητικούς πόλους υπάρχει ένα διάκενο αέρα σταθερού πλάτους. Το διάκενο του αέρα έχει μεγάλη μαγνητική αντίσταση.



Εικόνα 18. Μαγνητικές Ροές Κινητήρα

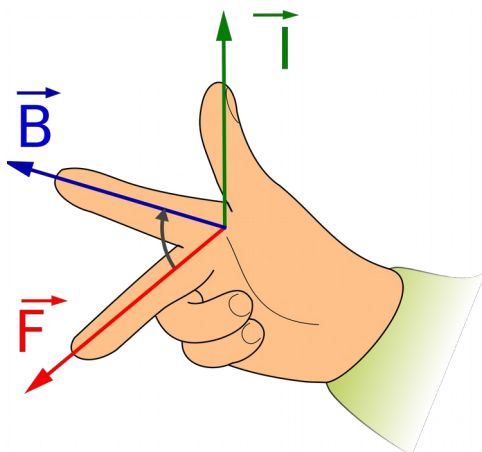
Η αρχή λειτουργίας των μηχανών συνεχούς ρεύματος βασίζεται στο φαινόμενο Laplace. Το φαινόμενο Laplace ορίζεται ως εξής, “Όταν ένας ρευματοφόρος αγωγός (ή πηνίο) τοποθετηθεί εντός μαγνητικού πεδίου μαγνητικής επαγωγής  $B$ , έτσι ώστε να τέμνει τις μαγνητικές γραμμές, τότε επί του αγωγού αναπτύσσεται δύναμη ( $F$ ), η οποία τείνει να τον κινήσει”.

Η δύναμη αυτή διατυπώνεται με τον παρακάτω τύπο:

$$\mathbf{F} = \mathbf{I} \cdot (\mathbf{B} \cdot \mathbf{l})$$

Συμπεραίνουμε δηλαδή ότι η δύναμη  $F$  που ασκείται στον αγωγό είναι ανάλογη με την μαγνητική επαγωγή ( $B$ ), του μήκους του αγωγού ( $l$ ) και του ρεύματος ( $I$ ).

Η φορά τώρα αυτής της δύναμης, βρίσκεται εφαρμόζοντας τον κανόνα του δεξιού χεριού. Ο κανόνας του δεξιού χεριού εφαρμόζεται με τον ακόλουθο τρόπο, ο αντίχειρας δείχνει τη φορά της ροής του ρεύματος ( $I$ ), ο δείκτης την μαγνητική επαγωγή ( $B$ ) και το μεσαίο δάκτυλο τη δύναμη  $F$ . Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 19. Κανόνας Δεξιού Χεριού

Οι μηχανές συνεχούς ρεύματος, είτε είναι κινητήρες είτε γεννήτριες, αποτελούνται από το ακίνητο μέρος το οποίο ονομάζεται στάτης και από το στρεφόμενο μέρος το οποίο ονομάζεται δρομέας ή ρότορας.

Ο στάτης χωρίζεται στα επιμέρους στοιχεία:

- i. Το ζύγωμα το οποίο είναι το μη κινητό τμήμα της μηχανής συνεχούς ρεύματος, κατασκευάζεται από χυτοχάλυβα ή ελατό σίδηρο. Δια μέσου του ζυγώματος λαμβάνει χώρα η ροή της μαγνητικής ροής που παράγεται από την περιέλιξη διέγερσης.
- ii. Τους μαγνητικούς πόλους όπου διακρίνονται σε κύριους και βοηθητικούς. Κατασκευάζονται από λεπτά ελάσματα τα οποία είναι μονωμένα μεταξύ τους για την μείωση των δυναμικών. Το κάτω μέρος τους, προς τον ρότορα, έχει μεγαλύτερο πλάτος και ονομάζεται πέδιλο.
- iii. Την περιέλιξη του στάτη, η οποία διαρρέεται από συνεχές ρεύμα και παράγει την απαιτούμενη σταθερή μαγνητική ροή ( $\Phi$ ). Την συναντάμε και ως απλώς διέγερση.
- iv. Τέλος διαθέτει και το απαραίτητο κλεμοκιβώτιο για τις απαραίτητες συνδέσεις, όπου καταλήγουν τα άκρα της περιέλιξης διέγερσης αλλά και της περιέλιξης του ρότορα.

Ο ρότορας τώρα, το κινητό μέρος της μηχανής αποτελείται από:

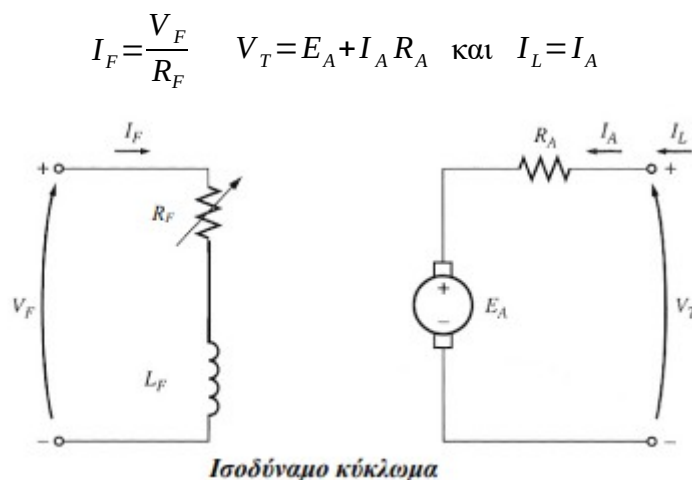
- i. Τον άξονα του

- ii. Το επαγωγικό τύμπανο που αποτελείται και αυτό από ελάσματα μικρής μαγνητικής αντίστασης, τα οποία και αυτά με την σειρά τους είναι μονωμένα μεταξύ τους για την αποφυγή δυνορευμάτων. Στην περιφέρεια του επαγωγικού τυμπάνου συναντάμε αυλακώσεις στις οποίες τοποθετείται η περιέλιξη. Τα αυλάκια αυτά χωρίζονται ανάλογα με την μορφή τους σε ανοικτού ή ημίκλειστου τύπου, η επιλογή τους εξαρτάται από την ισχύ της μηχανής.
- iii. Τον συλλέκτη κατασκευασμένο από χάλκινα ελάσματα, τους τομείς του συλλέκτη, που είναι μονωμένα τόσο μεταξύ τους, όσο και προς τον άξονα του ρότορα. Η λειτουργία του συλλέκτη είναι να μετατρέπει την εναλλασσόμενη τάση εξ επαγωγής στην περιέλιξη του ρότορα σε συνεχής. Στην περιφέρεια του συλλέκτη, μεταξύ των πόλων, συναντάμε τις ψύκτρες, σκοπός των οποίων είναι η ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ του ρότορα και του στάτη.
- iv. Την περιέλιξη του ρότορα κατασκευασμένη σε δυο μορφές.
  - (a) Όταν τα δυο άκρα κάθε πηνίου συνδέονται σε δυο γειτονικούς τομείς ονομάζεται απλό βρογχοτύλιγμα
  - (b) Όταν τα άκρα κάθε πηνίου προχωράει από πόλο σε πόλο αντί να συνδέεται σε γειτονικούς τομείς, λέγεται κυματοτύλιγμα.
- v. Και τέλος τον ανεμιστήρα.

Ανάλογα με τον τρόπο τροφοδοσίας του τυλίγματος διέγερσης, υπάρχουν οι εξής κατηγορίες κινητήρων συνεχούς ρεύματος:

#### Ξένης διέγερσης

Το κύκλωμα διέγερσης τροφοδοτείται από μια ανεξάρτητη πηγή συνεχούς τάσης.

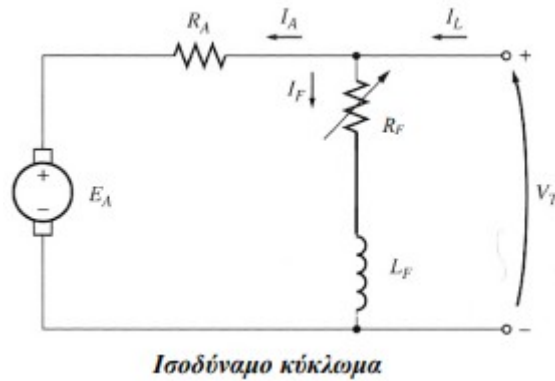


Εικόνα 20. Ισοδύναμο Κύκλωμα Ξένης διέγερσης

### Παράλληλης διέγερσης

Το τύλιγμα διέγερσης τροφοδοτείται παράλληλα με το τύλιγμα τυμπάνου, με αυτό τον τρόπο έχουμε την δυνατότητα κατασκευής κινητήρων υψηλών ταχυτήτων.

$$I_F = \frac{V_T}{R_F} \quad V_T = E_A + I_A R_A \quad \text{και} \quad I_L = I_F + I_A$$

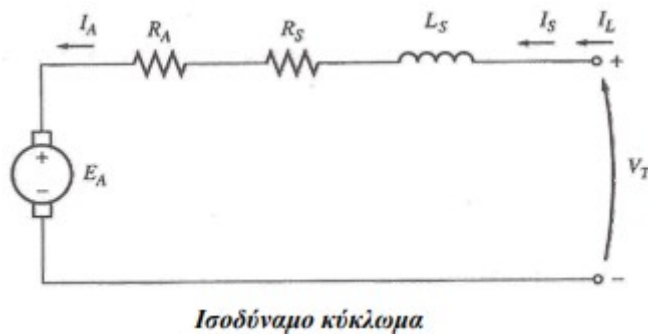


Εικόνα 21. Ισοδύναμο Κύκλωμα Παράλληλης διέγερσης

### Κινητήρας με διέγερση σειράς

Τα τυλίγματα διέγερσης αυτών των κινητήρων διαθέτουν σχετικά λίγες σπείρες και είναι συνδεδεμένα σε σειρά με το τύλιγμα τυμπάνου. Δίνεται η δυνατότητα κατασκευής κινητήρων με υψηλές ροπές σε χαμηλές ταχύτητες.

$$I_S = I_A = I_L \quad \text{και} \quad V_T = E_A + I_A (R_A + R_S)$$

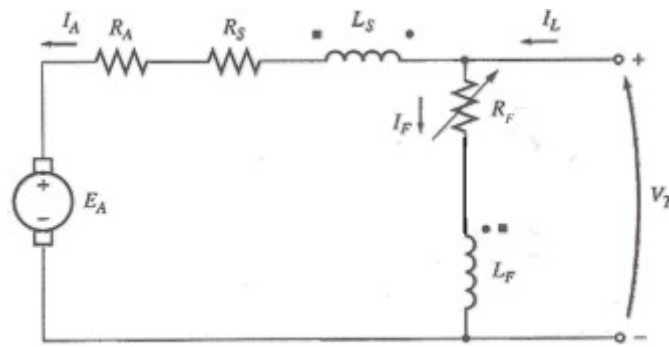


Εικόνα 22. Ισοδύναμο Κύκλωμα διέγερσης σε σειρά

### Σύνθετης διέγερσης

Το τύλιγμα διέγερσης τροφοδοτείται εν μέρει σε σειρά και εν μέρει παράλληλα με το τύλιγμα τυμπάνου. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να κατασκευάσουμε κινητήρες με σχεδόν σταθερή ταχύτητα για μεταβαλλόμενες ροπές.

$$V_T = E_A + I_A(R_S + R_A) \quad \text{και} \quad I_A = I_L - I_F \quad \text{και} \quad I_F = \frac{V_T}{R_F}$$



*Ισοδύναμο κύκλωμα*

*Εικόνα 23. Ισοδύναμο Κύκλωμα Σύνθετης διέγερσης*

Έχουμε λοιπόν στην διάταξη μας, σαν κύρια κινητήρια μονάδα έναν κινητήρα DC, για την ακρίβεια έχουμε τον JGA 25-370. Ο οποίος είναι ένας DC κινητήρας με ενσωματωμένο σύστημα γραναζιών,μειωτήρας, για την μείωση των στροφών του. Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε στην διάταξη μας έχει τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά



*Εικόνα 24. JGA 25-370 κινητήρας DC*

- Τάση λειτουργίας: Μεταξύ 6 V και 12 V DC.
- Ονομαστική Τάση: 12 V DC.
- Διάμετρος Ρότορα: 4mm.
- Ταχύτητα χωρίς φορτίο στα 12 V: 22 RPM.
- Ρεύμα λειτουργίας στα 12 V (χωρίς φορτίο): 50 mA.
- Μέγιστο ρεύμα στα 12 V: 1200 mA.
- Μέγιστη ροπή στα 12 V: 24 kg\*cm.
- Αναλογία μετάδοσης: 1:377.
- Μέγεθος Μειωτήρα: 27 mm.
- Βάρος: 97 g.

Επιλέχθηκε ο παραπάνω κινητήρας λόγω της ικανοποιητικής ροπής του και λόγω των χαμών στροφών του για την κίνηση της ταινίας.

Για την απομάκρυνση τώρα των ανεπιθύμητων αντικείμενων χρησιμοποιήθηκε ένας σερβοκινητήρας, τον MG 995.



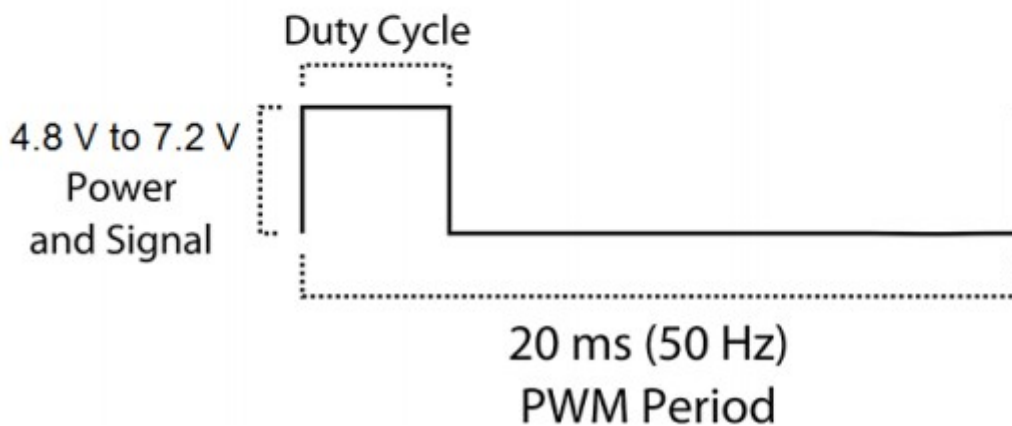
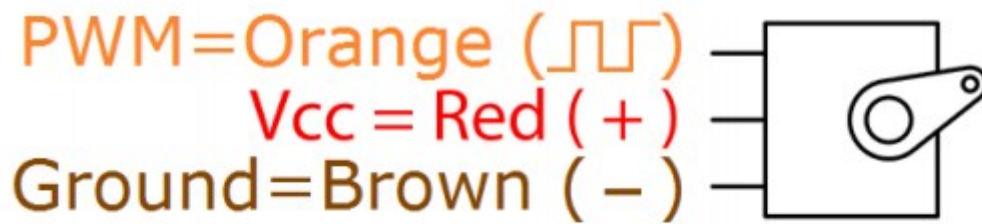
*Εικόνα 24. MG 995 κινητήρας Servo*

με τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Διαστάσεις: 40 x 19 x 43 mm.
- Ταχύτητα Λειτουργίας (στα 4.8V): 0.17sec/60 degrees.
- Ταχύτητα Λειτουργίας (στα 6.0V): 0.13sec/60 degrees.
- Ροπή (στα 4.8V): 13 kg/cm.
- Ροπή (στα 6.0V): 15 kg/cm.
- Τάση Λειτουργίας: 4.8-7.2 V DC.



Διαθέτει 3 καλώδια, ένα καφέ το οποίο είναι το GROUND (-), ένα κόκκινο το οποίο είναι η τάση τροφοδοσίας του Vcc (+) και ένα πορτοκαλί με το οποίο ελέγχουμε τον κινητήρα μας με την χρήση κάποιας PWM θύρας του Arduino.



Εικόνα 26. Συνδέσεις MG 995 Servo

Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε κάποια πράγματα για τους σερβοκινητήρες. Όταν λέμε για σερβοκινητήρες αναφερόμαστε σε διατάξεις οι οποίες μπορούν να στρέψουν τον άξονα τους με πάρα πολύ μεγάλη ακρίβεια από 0 έως 180 μοίρες ( αυτό για την ακρίβεια εξαρτάται από το εύρος στρέψης του εκάστοτε κινητήρα). Ο σερβοκινητήρας αποτελείται από τον ηλεκτρικό κινητήρα συνεχούς ρεύματος με μόνιμο μαγνήτη στο στάτη, ένα σύστημα γραναζιών που αποτελούν τον μηχανικό μειωτήρα της διάταξης που μας επιτρέπει να επιτυγχάνουμε υψηλές ροπές με χαμηλές στροφές, ένα ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου (servo drive) και ένα ποτενσιόμετρο που το στροφείο του είναι άμεσα συνδεδεμένο με τον άξονα του σερβοκινητήρα.

### 3.4 Αισθητήριο Χρώματος

Στην παρούσα πειραματική διάταξη ο σκοπός είναι να γίνεται διαχωρισμός αντικείμενων που διοχετεύονται σε ένα σύστημα ταινιοδρόμου βάση του χρώματος τους. Αυτό τον ρόλο λοιπόν τον έχει επωμιστεί ένα αισθητήριο χρώματος και για την ακρίβεια το TCS230. Η επιλογή αυτής της λύσης, για τον διαχωρισμό των αντικειμένων λόγω χρώματος, έγινε με κριτήριο την απλότητα αλλά και συνάμα την αξιοπιστία αυτού του αισθητηρίου.



Εικόνα 27. TCS 230

Το αισθητήριο χρώματος TCS230 έχει τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Τάση τροφοδοσίας: 3~5 V.
- Εύρος καλύτερης μέτρησης: 10mm.
- Μέγεθος PCB (L x W): 1.2 x 0.95 inch.
- Βάρος: 4 g.

Ο αισθητήρας TCS 230 αρχικά ανιχνεύει 3 βασικά χρώματα το κόκκινο, το μπλε και το πράσινο, μπορεί με συνδυασμό αυτών των τριών τιμών να ανιχνεύσει μια πλειάδα χρωμάτων.

Η λειτουργία του αισθητήρα TCS 230 βασίζεται σε μια σειρά φωτοδιόδων, για την ακρίβεια 64 φωτοδιόδοι (8 x 8), με τέσσερα διαφορετικά φίλτρα, 16 φωτοδιόδοι έχουν φίλτρο για να ανιχνεύουν το κόκκινο χρώμα, 16 για το μπλε, 16 για το πράσινο και 16 που δεν έχουν κάποιο χρωματικό φίλτρο.



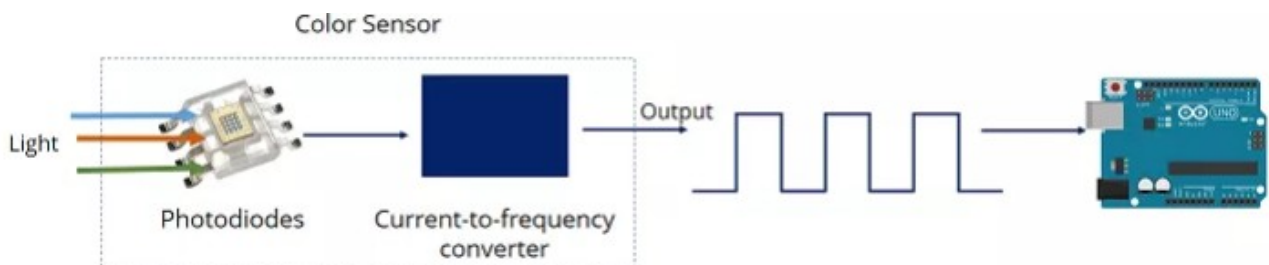
Εικόνα 28. TCS 230 φωτοδιόδοι

Επιλέγοντας κάθε φορά διαφορετική ομάδα φωτοδιόδων ανιχνεύουμε το εκάστοτε χρώμα, για αυτό το λόγο η εκάστοτε ομάδα με το ανάλογο φίλτρο είναι συνδεδεμένη παράλληλα. Για να γίνει η επιλογή της επιθυμητής ομάδας χρησιμοποιούνται οι ψηφιακές εισοδοι S3 και S2, με τον ανάλογο συνδυασμό επιλέγεται διαφορετική ομάδα όπως φαίνεται παρακάτω.

S2	S3	Photodiode Type
L	L	Red
L	H	Blue
H	L	Clear (no filter)
H	H	Green

Εικόνα 29. Επιλογή ομάδας φωτοδιόδων

Η έξοδος του αισθητηρίου είναι μια συχνότητα με την μορφή τετραγωνικού παλμού που ανάλογα με την ποσότητα φωτός που ανιχνεύεται από την εκάστοτε ομάδα φωτοδιόδων αλλάζει το πλάτος της. Αυτό το σήμα εξόδου λαμβάνεται από έναν μετατροπέα ρεύματος-συχνότητας που λαμβάνει ως είσοδο το ρεύμα από τις ομάδες φωτοδιόδων.



Εικόνα 30. Έξοδος TCS230

Ο αισθητήρας TCS 230 διαθέτει και άλλες δυο ψηφιακές θύρες την S1 και S0. Μέσω αυτών των θυρών ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την μέγιστη συχνότητα δειγματοληψίας εξόδου. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να βελτιστοποιήσει την έξοδο του αισθητήρα και να χρησιμοποιηθεί και από λιγότερο γρήγορους επεξεργαστές.

<i>S0</i>	<i>S1</i>	<i>Output Frequency Scaling</i>
L	L	Power down
L	H	2%
H	L	20%
H	H	100%

*Εικόνα 31. Μέγιστη Συχνότητα Δειγματοληψίας*

## **Κεφάλαιο.4 : ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΙΚΑ ΜΕΡΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

### **4.1 Εισαγωγή**

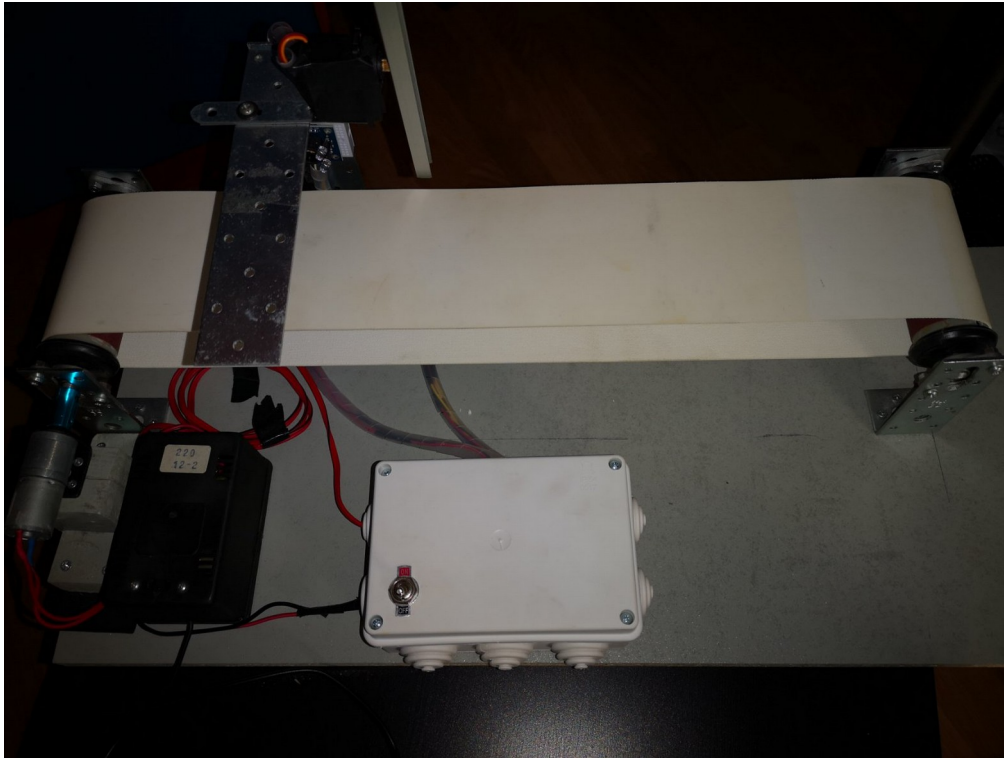
Σκοπός της πειραματικής διάταξης είναι να γίνει η προσπάθεια αυτοματοποίησης ταινιοδρόμου, ως προς την αυτόματη επιλογή και απόρριψη ελαττωματικών προϊόντων. Πιο συγκεκριμένα κατασκευάσαμε την διάταξη ενός ταινιοδρόμου με τον οποίο μεταφέρουμε αντικείμενα ίδιου σχήματος αλλά διαφορετικού χρώματος. Τα αντικείμενα αυτά μπορεί να είναι μπλε χρώματος ή κόκκινου, στο σενάριο της πειραματικής διάταξης μας τα αντικείμενα κόκκινου χρώματος είναι τα ελαττωματικά και πρέπει να απορριφθούν. Ο έλεγχος επιτυγχάνεται μέσω του TCS 230 αισθητήρα χρώματος σε συνδυασμό με το Arduino Uno. Την απόρριψη του αντικειμένου την επιτυγχάνουμε μέσω ενός σερβοκινητήρα και μιας μεταλλικής δοκού στερεωμένη στον άξονα του.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε στα δομικά μέρη της παρούσας πτυχιακής εργασίας και πως κατασκευάστηκε η μακέτα του ταινιοδρόμου. Θα αναφερθούμε επίσης στις απαραίτητες συνδέσεις και στην συνδεσμολογία μεταξύ του μικροελεγκτή μας, Arduino Uno, και τον επιμέρους στοιχείων της διάταξης και τέλος στο κομμάτι του προγραμματισμού του μικροελεγκτή για την ολοκλήρωση και περάτωση του σκοπού της παρούσας εργασίας.

## 4.2 Γενικά κατασκευαστικά υλικά.

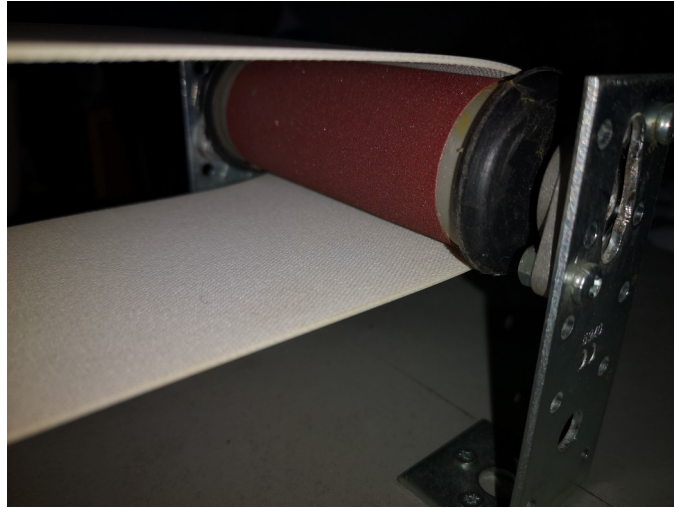
Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια αναφορά των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην δημιουργία του ταινιοδρόμου της παρούσας εργασίας.

Για την εργασία χρησιμοποιήθηκε σαν βάση μια πλάκα πονοραπ ή αλλιώς μοριοσανίδα, διαστάσεων 820x300x16 mm. Η μοριοσανίδα είναι ουσιαστικά ένα υλικό δόμησης από ανακυκλωμένο ξύλο, επειδή κυκλοφορεί ευρέως και σε διαφορές διαστάσεις και δεν έχουμε μεγάλες απαιτήσεις από θέμα πιέσεων στην βάση της εργασίας ήταν ιδανική λύση η χρήση της μοριοσανίδας.

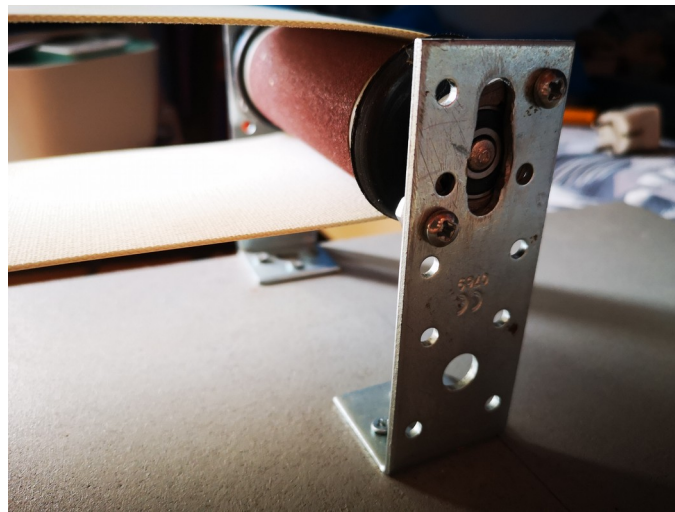


*Εικόνα 32. Πειραματική διάταξη*

Όπως είδαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο ένα πολύ σημαντικό μέρος της δομής του ταινιοδρόμου είναι τα τύμπανα κίνησης. Στην παρούσα εργασία, επειδή ο ταινιοδρόμος είναι μικρής κλίμακας και για πειραματικούς σκοπούς, τα τύμπανα κίνησης κατασκευάστηκαν από πλαστικά μέρη και δεν προτιμήθηκε κάποια έτοιμη λύση. Για την κατασκευή των τυμπάνων χρησιμοποιήθηκε σωλήνας PVC το οποίου ενισχύσαμε την επιφάνεια με γυαλόχαρτο ούτως ώστε να αυξηθεί ο συντελεστής τριβής του σε σχέση με την ταινία, μεταλλική ντίζα σαν άξονας τυμπάνου και πλαστικές τάπες. Για τα τύμπανα χρησιμοποιήθηκαν σαν βάσεις στήριξης μεταλλικές γωνίες και ρουλεμαν ούτως ώστε να στρέφεται το τύμπανο κανονικά. Ο άξονας του τυμπάνου συνδέεται με τον άξονα του DC κινητήρα μας μέσω ενός αλουμινένιου κοπλερ, με αυτό τον τρόπο γίνεται η μετάδοση κίνησης, ευθύγραμμα, από τον κινητήρα μας στο τύμπανο και κατ επέκταση στρέφεται η βαθμίδα.

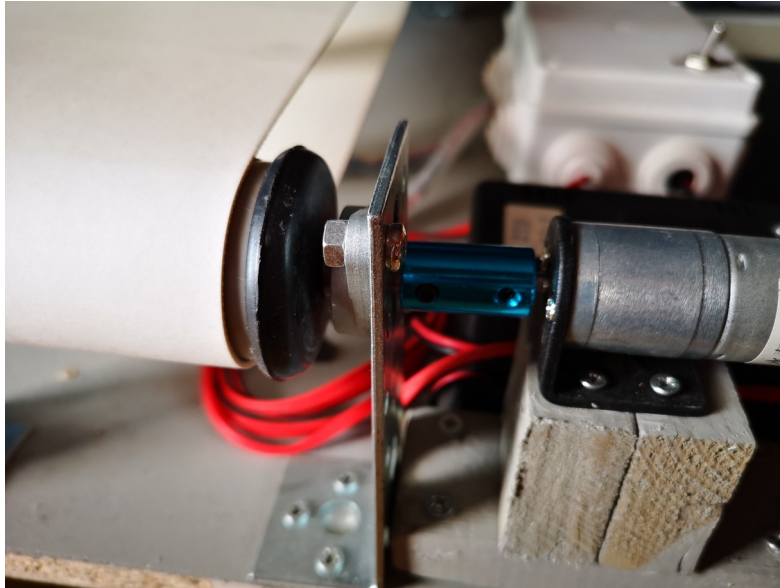


*Εικόνα 33. Τύμπανο Κίνησης Πειραματικής Βαθμίδας (1)*



*Εικόνα 34. Τύμπανο Κίνησης Πειραματικής Βαθμίδας (2)*

Για τον κινητήρα τώρα χρησιμοποιήθηκε μια πλαστική βάση κατάλληλη για τον τύπο του DC κινητήρα που χρησιμοποιήθηκε και μια ξύλινη κατασκευή για να βρεθεί στο κατάλληλο ύψος, στην ίδια ευθεία δηλαδή με τον άξονα του τυμπάνου κίνησης.



*Εικόνα 35. Σύνδεση Τύμπανου Κίνησης-Κινητήρα*



Την στήριξη του αισθητηρίου αλλά και του σερβοκινητήρα επιτύχαμε μέσω μεταλλικών γωνιών τις οποίες ενώσαμε κάθετα.



*Εικόνα 36. Μεταλλικά στηρίγματα Αισθητηρίου Χρώματος-Servo*



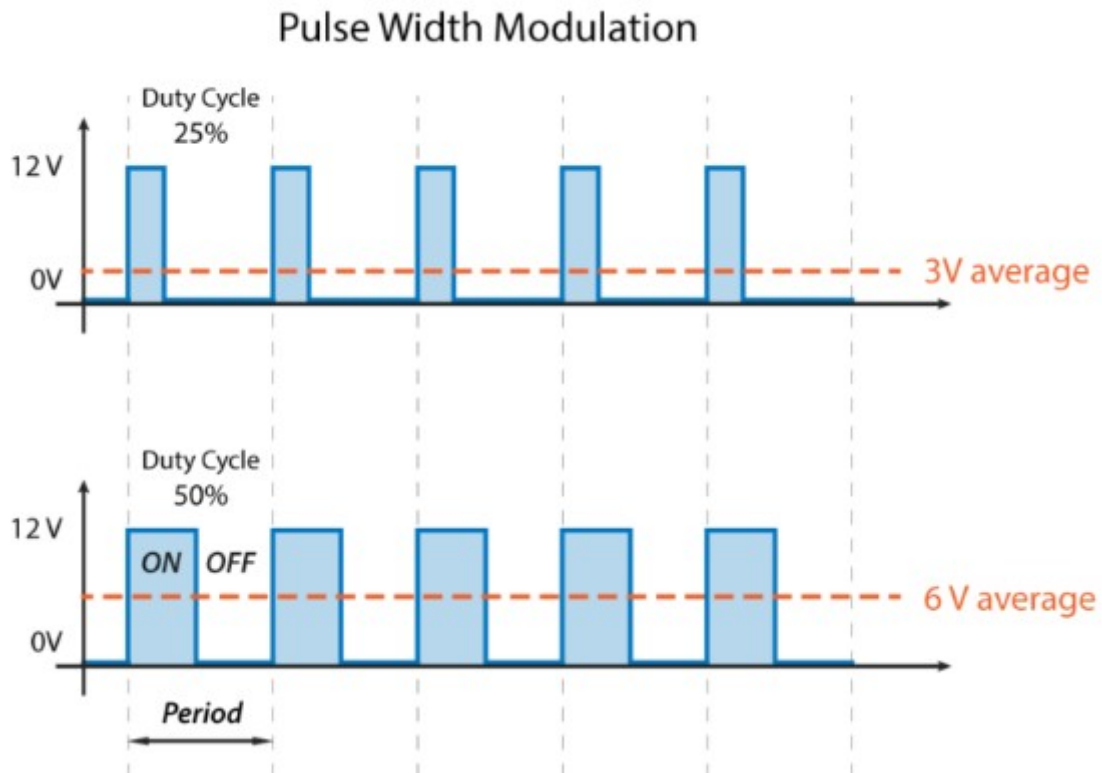
*Εικόνα 37. TCS 230 (Αισθητήριο Χρώματος)*

### 4.3 Ανάλυση Ηλεκτρονικού Κυκλώματος

Σε αυτό εδώ το κεφάλαιο θα αναλύσουμε τις συνδέσεις που γίνονται μεταξύ των επιμέρους βαθμίδων της πειραματικής διάταξης. Όπως αναφέραμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο η καρδιά της βαθμίδας μας είναι ένας μικροεπεξεργαστής Arduino Uno, όλα τα επιμέρους στοιχεία της διάταξης συνδέονται με τον μικροεπεξεργαστή ώστε να επιτευχθεί το ζητούμενο μας, που είναι ο διαχωρισμός προϊόντων με χρωματικό κριτήριο.

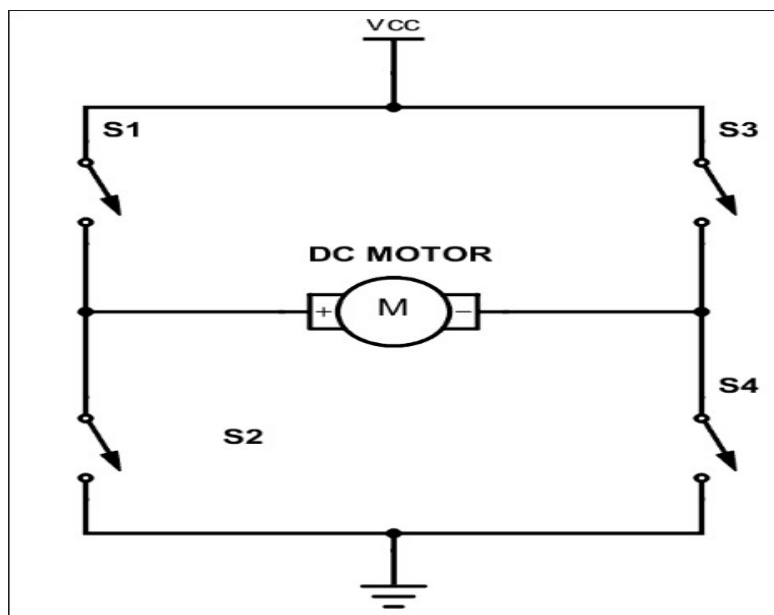
Αρχικά θα αναφερθούμε στον έλεγχο του DC κινητήρα της διάταξης, με τον οποίο επιτυγχάνεται η κίνηση του ταινιοδρόμου μας. Για την κίνηση του ταινιοδρόμου χρησιμοποιήθηκε ένας DC κινητήρας, για την ακρίβεια ο JGA 25-370.

Για αρχή αξίζει να αναφέρουμε ότι για να ρυθμίσουμε στους DC κινητήρες την ταχύτητα αρκεί να μεταβάλουμε την τάση εισόδου τους, η πιο διαδεδομένη μέθοδος για να το επιτύχουμε αυτό είναι η μέθοδος PWM. Η τεχνική PWM (pulse with modulation) αναφέρεται ουσιαστικά σε μια περιοδική κυματομορφή, η οποία αποτελείται από δυο μέρη, το μέρος ON όπου η κυματομορφή έχει την μέγιστη τιμή της και το μέρος OFF όπου έχει την ελάχιστη τιμή της. Το μέρος της κυματομορφής που έχει την μέγιστη τιμή της (μέρος ON) ονομάζεται duty cycle και μετριέται είτε σε ποσοστό επί της περιόδου είτε σε μονάδες χρόνου. Αυτή η τεχνική μας επιτρέπει στην ουσία να ρυθμίζουμε την τιμή της μέσης τάσης που τροφοδοτεί την εκάστοτε “συσκευή” ρυθμίζοντας κατάλληλα τους χρόνους των περιοχών ενεργοποίησης-απενεργοποίησης, στην περίπτωση που αυτή η “συσκευή” είναι ένας κινητήρας με αυτό τον τρόπο ρυθμίζουμε τις στροφές του και κατ επέκταση την ταχύτητα του.



Εικόνα 38. Γραφικές Παραστάσεις PWM

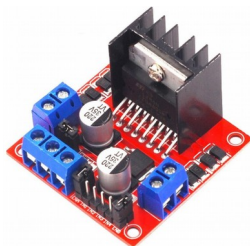
Για τον έλεγχο της φοράς περιστροφής αρκεί να χρησιμοποιήσουμε μια γέφυρα H (H bridge). Με την γέφυρα H επιτυγχάνεται η εναλλαγή της ροής του ρεύματος προς τον κινητήρα και με αυτο τον τρόπο και η εναλλαγή της φοράς περιστροφής του. Μια γέφυρα H αποτελείται από τέσσερα διακοπτικά στοιχεία, αυτά μπορεί να είναι δηλαδή είτε τέσσερις απλοί διακόπτες είτε τρανζίστορ ή MOSFET. Αυτά τα τέσσερα διακοπτικά στοιχεία αποτελούν δύο ζεύγη, το ένα ζεύγος αποτελείται από τα στοιχεία S1-S4 και το άλλο από τα στοιχεία S3-S2, όπου με την ενεργοποίηση κάθε ζεύγους την φορά επιτυγχάνεται η εναλλαγή φοράς, αν και τα δύο ζεύγη είναι απενεργοποιημένα ο κινητήρας δεν περιστρέφεται, το σημαντικό είναι να μην ενεργοποιηθούν και τα 2 ζεύγη ταυτόχρονα γιατί έτσι θα προκληθεί βραχυκύκλωμα.



Εικόνα 39. Γέφυρα H

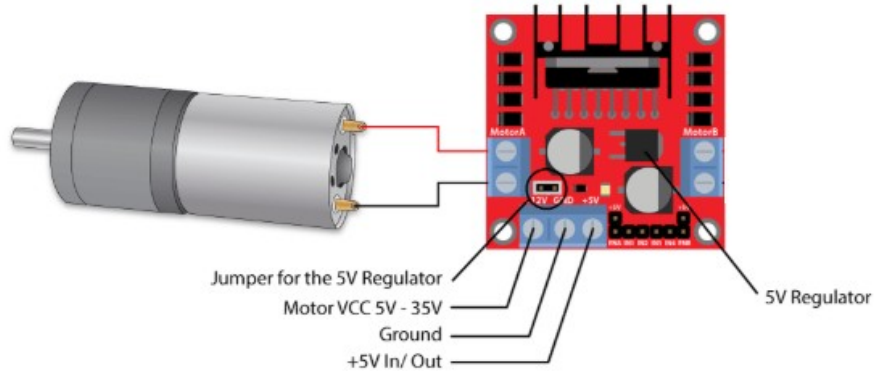
Αυτές οι δύο μέθοδοι λοιπόν συνδυάζονται σε πάρα πολλά motor drivers, ένα από αυτά είναι και το L298N το οποίο χρησιμοποιήθηκε στην πειραματική μας διάταξη για την επιτυχημένη οδήγηση του DC κινητήρα για την στρέψη του ταινιοδρόμου.

Το L298N τώρα είναι στην ουσία μια διπλή γέφυρα H, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν 2 DC κινητήρες. Οι DC κινητήρες που οδηγούνται από το L298N πρέπει να έχουν τάση λειτουργίας μεταξύ 5 και 35 V και μέχρι μέγιστο ρεύμα 2 A.



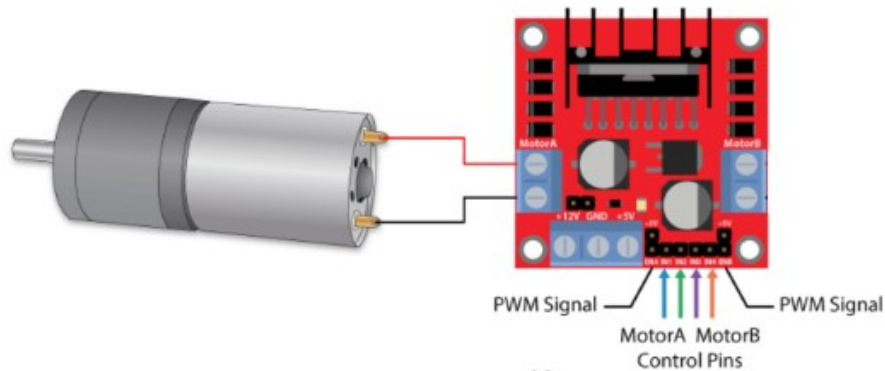
Εικόνα 40. L298N

Το L298N έχει δύο κλεμμοσειρές για την σύνδεση των κινητήρων και άλλη μια για την σύνδεση της παροχής της γείωσης και μιας θύρας για 5 V που λειτουργεί είτε σαν είσοδος είτε σαν έξοδος ανάλογα με την τάση τροφοδοσίας. Εάν η τάση τροφοδοσίας είναι μέχρι 12 V μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε σαν έξοδο 5 V εάν είναι μεγαλύτερη θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί σαν είσοδος.



Εικόνα 41. Συνδεσμολογία L298N (1)

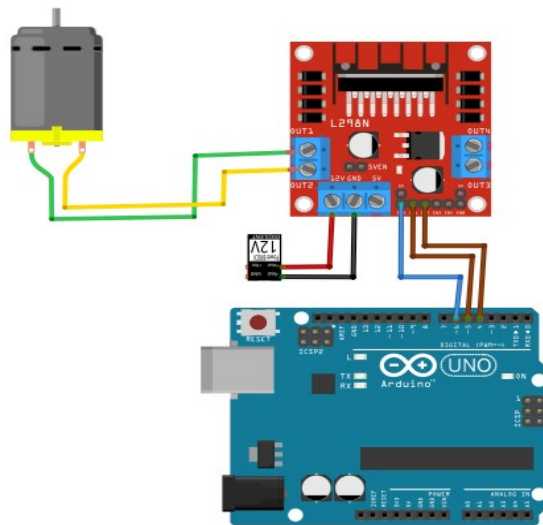
Στην συνέχεια έχουμε τις εισόδους ελέγχου. Οι ακροδέκτες “ENABLE A” και “ENABLE B” χρησιμοποιούνται για την ενεργοποίηση του ελέγχου της ταχύτητας του εκάστοτε κινητήρα. Οι εισοδοί τώρα 1 και 2 χρησιμοποιούνται για την εναλλαγή της φοράς του κινητήρα A και οι εισοδοί 3 και 4 για τον κινητήρα B, είναι ουσιαστικά οι εισοδοί για τον έλεγχο των διακοπτικών ζευγών της γέφυρας H.



Εικόνα 42. Συνδεσμολογία L298N (2)

Στην πειραματική μας βαθμίδα τώρα χρησιμοποιήθηκε ένα τροφοδοτικό 12 V για την επαρκή τροφοδοσία του DC κινητήρα, η οποία συνδέθηκε με το L298N. Επίσης για τον έλεγχο του κινητήρα μας χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω θύρες του Arduino Uno

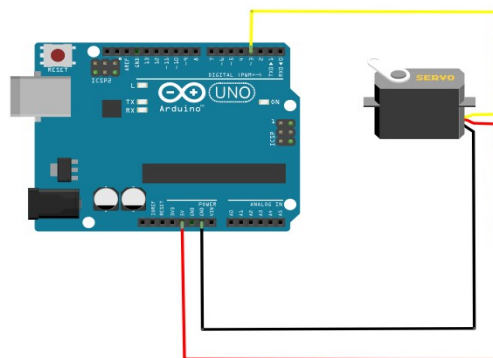
1. καλώδιο χρώματος μπλε: Θύρα 6 του Arduino για τον έλεγχο της ταχύτητας του κινητήρα με την μέθοδο PWM.
2. καλώδιο χρώματος καφέ: Θύρα 5 του Arduino για την κίνηση του κινητήρα με αριστερόστροφη φόρα.
3. καλώδιο χρώματος καφέ: Θύρα 4 του Arduino για την κίνηση του κινητήρα με δεξιόστροφη φόρα.



Εικόνα 43. Συνδεσμολογία Arduino-L298N-Κινητήρας

Όσον αφορά τώρα τον σερβοκινητήρα οι συνδέσεις του είναι πάρα πολύ απλές.

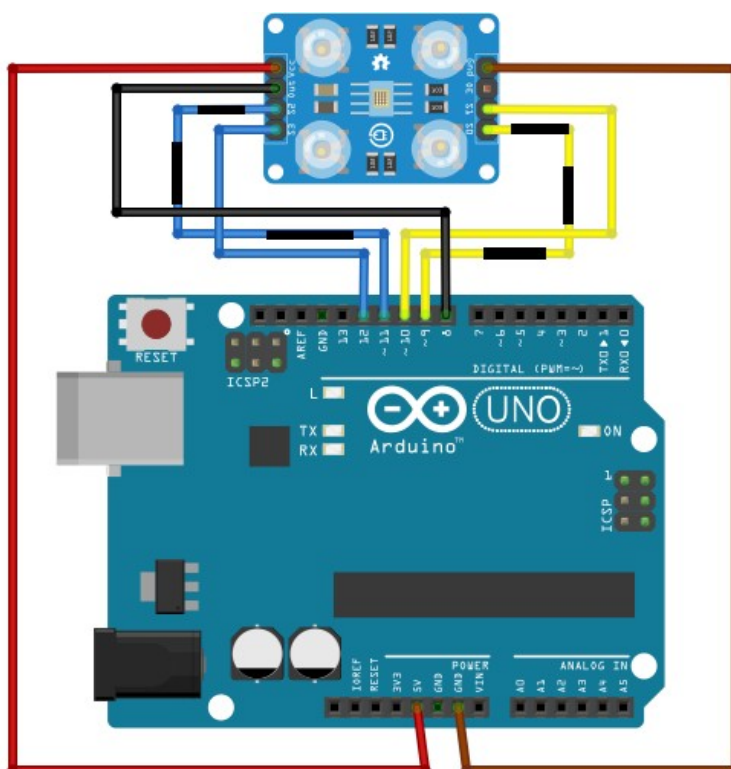
1. καλώδιο χρώματος κίτρινο: Θύρα 3 του Arduino για τον έλεγχο της θέσης του σερβοκινητήρα.
2. καλώδιο χρώματος κόκκινο: Τάση τροφοδοσίας.
3. καλώδιο χρώματος μαύρο: Γείωση.



Εικόνα 44. Συνδεσμολογία Arduino-Servo

Το αισθητήριο χρώματος TCS 230 συνδέεται με τον παρακάτω τρόπο ώστε να πραγματοποιηθεί ο χρωματικός έλεγχος.

1. καλώδιο χρώματος κόκκινο: Τάση τροφοδοσίας.
2. καλώδιο χρώματος καφέ: Γείωση.
3. καλώδιο χρώματος μαύρο: Έξοδος αισθητηρίου TCS230.
4. καλώδιο χρώματος κίτρινο-μαύρο: Ψηφιακή θύρα S0 για την επιλογή της κατάλληλης συχνότητας δειγματοληψίας εξόδου.
5. καλώδιο χρώματος κίτρινο: Ψηφιακή θύρα S1 για την επιλογή της κατάλληλης συχνότητας δειγματοληψίας εξόδου.
6. καλώδιο χρώματος μπλε-μαύρο: Ψηφιακή θύρα S2 για την επιλογή της κατάλληλης ομάδας φωτοдиодων για την επιλογή χρώματος.
7. καλώδιο χρώματος μπλε: Ψηφιακή θύρα S3 για την επιλογή της κατάλληλης ομάδας φωτοдиодων για την επιλογή χρώματος.

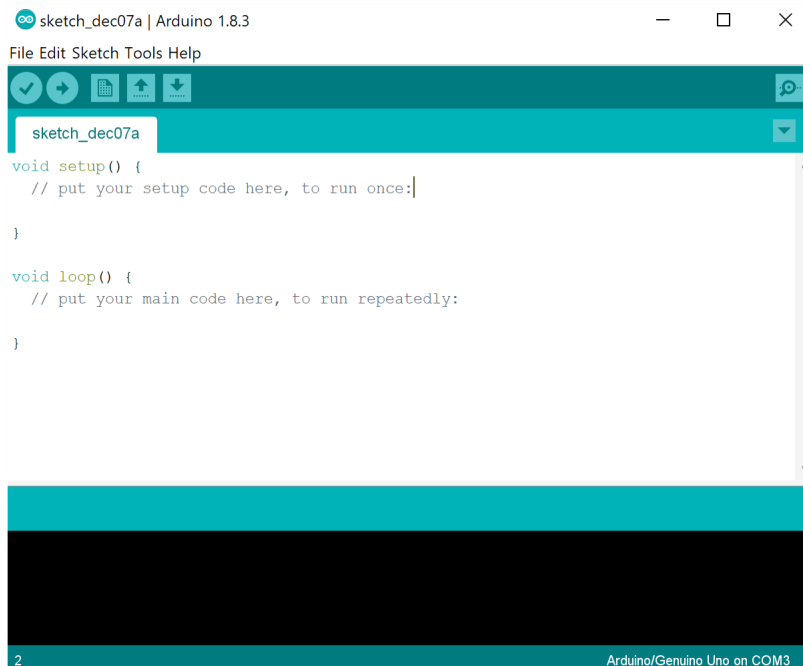


Εικόνα 45. Συνδεσμολογία Arduino-TCS230

Τέλος για την τροφοδοσία του Arduino Uno χρησιμοποιήθηκαν δυο μπαταρίες 9 V συνδεδεμένες παράλληλα ούτως ώστε να κρατήσουμε σταθερή την τάση των μπαταριών στα 9 V αλλά να αυξήσουμε την χωρητικότητά τους, λόγω των αυξημένων απαιτήσεων τροφοδοσίας του σερβοκινητήρα και του αισθητηρίου χρώματος.

## 4.4 Προγραμματισμός

Η καρδιά της πειραματικής μας διάταξης είναι ο μικροελεγκτής Arduino Uno όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, μέσω αυτού δίνουμε τις απαραίτητες εντολές και επιτελείται ο έλεγχος που είναι και ο σκοπός της βαθμίδας μας. Οι επιθυμητές ενέργειες πραγματοποιούνται μέσω του προγράμματος που δημιουργήθηκε για τον σκοπό αυτό. Όλοι οι μικροελεγκτές της οικογένειας Arduino μπορούν να προγραμματιστούν μέσω ειδικού προγράμματος του Arduino IDE, το οποίο είναι ένα ελεύθερο πρόγραμμα που διανέμεται από την ίδια την εταιρεία των μικροελεγκτών Arduino.



Εικόνα 46.

### Arduino IDE

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε το περιβάλλον του προγράμματος του Arduino IDE.

Όπως παρατηρούμε εκτός από τις διαφορές ρυθμίσεις που διαθέτει υπάρχουν και έξι κουμπιά των οποίων οι λειτουργίες είναι οι εξής:



Verify: Ελέγχει τον κώδικα για σφάλματα κατά την σύνταξη.



Upload: Μεταγλωττίζει τον κώδικα και τον “φορτώνει” στην πλακέτα Arduino.



New: Δημιουργεί ένα νέο αρχείο.



Open: Ανοίγει κάποιο προηγούμενο αποθηκευμένο αρχείο.



Save: Αποθηκεύει το αρχείο με το κώδικα.



Serial monitor: Ενεργοποιεί οθόνη η οποία δείχνει δεδομένα οπου έχει επιλέξει ο χρήστης.

Αφού εξηγήσαμε λίγα πράγματα για το περιβάλλον του λογισμικού Arduino IDE θα δούμε τώρα τον κώδικα της πειραματικής διάταξης.

```

1 #include <Servo.h>
2
3 int servo_Pin=3;
4
5 int DC_PWM_OUT=6;
6 int DC_OUT1=4;
7 int DC_OUT2=5;
8
9 int s0=9;
10 int s1=10;
11 int s2=11;
12 int s3=12;
13 int out=8;
14
15 int LED=13;
16 int Red=0, Blue=0, Green=0;
17
18 Servo Servol;
19
20 void setup()
21 {
22     Servol.attach(servo_Pin);
23
24     pinMode(pulse_Servo,INPUT);
25     pinMode(DC_OUT1,OUTPUT);
26     pinMode(DC_OUT2,OUTPUT);
27     pinMode(s0,OUTPUT);
28     pinMode(s1,OUTPUT);
29     pinMode(s2,OUTPUT);
30     pinMode(s3,OUTPUT);
31     pinMode(out,INPUT);
32     pinMode(DC_PWM_OUT,OUTPUT);
33
34     Serial.begin(9600);
35
36     digitalWrite(s0,HIGH);
37     digitalWrite(s1,LOW);
38
39 }
40
41 void TurnMotor_Deksia()
42 {
43     digitalWrite(DC_OUT1,HIGH);
44     digitalWrite(DC_OUT2,LOW);
45     analogWrite(DC_PWM_OUT,125);
46 }
47
48 void TurnMotor_Aristera()
49 {
50     digitalWrite(DC_OUT1,LOW);
51     digitalWrite(DC_OUT2,HIGH);
52     analogWrite(DC_PWM_OUT,125);
53 }
54
55 void TurnOFF_Motor()
56 {
57     digitalWrite(DC_OUT1,LOW);
58     digitalWrite(DC_OUT2,LOW);
59     analogWrite(DC_PWM_OUT,0);
60 }
61
62 void loop(){
63     Servol.write(0);
64     TurnMotor_Deksia();
65     digitalWrite(s2, LOW);
66     Red = pulseIn(out,LOW);
67     delay(1000);
68     Serial.print("R= ");
69     Serial.println(Red);
70     if (Red<120)
71     {
72         delay(750);
73         Servol.write(180);
74         delay(1000);
75         Servol.write(0);
76     }
77     else
78     {
79         digitalWrite(LED,LOW);
80     }
81 }

```



Αρχικά είναι καλό να πούμε κάποιες πληροφορίες για την δομή του προγράμματος πριν προβούμε στην ανάλυση του και στις επιμέρους εντολές. Η δομή του προγράμματος μας είναι αρκετά απλή, στην αρχή δηλώνουμε τις απαραίτητες μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν από το πρόγραμμα παρακάτω και τις απαραίτητες βιβλιοθήκες. Ύστερα δηλώνουμε τις μεταβλητές μας είτε σαν εισόδους είτε σαν εξόδους ώστε να μπορούν να δέχονται τα κατάλληλα σήματα. Τέλος έχουμε το κύριο κομμάτι του κώδικα μας με τις εντολές ώστε να πάρουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Αναλυτικότερα θα δούμε παρακάτω τον κωδικά.

```
#include <Servo.h> //Servo library
```

Με αυτή την εντολή δηλώνουμε την βιβλιοθήκη για τον σερβοκινητήρα, με την οποία έχουμε την δυνατότητα να χειριστούμε σερβομηχανισμούς μέσω των PWM εξόδων του Arduino και να χρησιμοποιήσουμε την κλάση Servo ώστε να δηλώσουμε και να χειριστούμε τους σερβομηχανισμούς στον κώδικα μας.

Εδώ όπως αναφέρθηκε και παραπάνω δηλώνουμε τον τύπο των μεταβλητών που θα χρησιμοποιηθούν κατά την σύνταξη του προγράμματος μας, δηλώνονται εδώ διότι θέλουμε να είναι καθολικές μεταβλητές οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλο το φάσμα του προγράμματος μας.

```
int servo_Pin=3;
```

Αρχικά δηλώνουμε σε ποία θύρα θέλουμε να συνδέσουμε τον σερβοκινητήρα, αρκεί βέβαια να είναι θύρα που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν PWM έξοδο.

```
int DC_PWM_OUT=6;
```

```
int DC_OUT1=4; // gia tuligmata moter
```

```
int DC_OUT2=5;
```

Εδώ δηλώνουμε τις μεταβλητές που αναφέρονται στον κύριο DC κινητήρα της βαθμίδας. Στην θύρα 6 δηλώνουμε την έξοδο PWM που χρειαζόμαστε όπως είπαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο μέσω του L298N να ελέγξουμε την ταχύτητα του DC κινητήρα. Η δήλωση των θυρών 4 και 5 γίνεται διότι σε αυτές θα συνδεθούν τα τυλίγματα του κινητήρα μέσω της γέφυρας H του L298N ώστε να ελέγχουμε την φορά περιστροφής του κινητήρα.

```
int s0=9; //Module pins wiring
```

```
int s1=10;
```

```
int s2=11;
```

```
int s3=12;
```

```
int out=8;
```

Στο παραπάνω κομμάτι του κώδικα δηλώνονται οι θύρες μέσω των οποίων ελέγχουμε το αισθητήριο χρώματος TCS230. Τα s0 και s1 ελέγχουν την συχνότητα δειγματοληψίας ενώ τα s2 και s3 την εκάστοτε ομάδα φωτοδιόδων ώστε να ελεγχθεί το κατάλληλο χρώμα για την εφαρμογή και στην θύρα 8 συνδέεται η έξοδος του αισθητηρίου.

**int LED=13;**

Πάνω στην πλακέτα του Arduino UNO συναντάμε ένα Led το οποίο ελέγχεται μέσω της θύρας 13. Η χρήση αυτού του Led βοηθάει στο κομμάτι που χρειάζεται κάποια οπτική ένδειξη ώστε να επαληθεύσουμε μια κατάσταση.

**int Red=0, Blue=0, Green=0; //RGB values**

Εδώ δηλώνονται τρεις μεταβλητές τις οποίες θα χρησιμοποιήσουμε παρακάτω ώστε να χαρτογραφήσουμε και να ρυθμίσουμε το αισθητήριο χρώματος.

**Servo Servo1;**

Η κλάση Servo μας βοηθάει να ορίσουμε μια σειρά από σερβομηχανισμούς στο πρόγραμμα μας.

Στην περιοχή του κώδικα setup() δηλώνονται οι θύρες ως προς το είδος τους, δηλαδή αν είναι είσοδοι ή έξοδοι αντίστοιχα.

**void setup()**

{

**Servo1.attach(servo\_Pin);**

Η εντολή attach() της κλάσης Servo μας βοηθάει στο να συνδέσουμε το αντικείμενο servo1 στην προκειμένη περίπτωση, που είναι ο σερβοκινητήρας μας, με το servo\_Pin που είναι η μεταβλητή που έχουμε δηλώσει στην θύρα 3, η μεταβλητή ελέγχου δηλαδή του σερβοκινητήρα.

**pinMode(DC\_PWM\_OUT,OUTPUT);**

**pinMode(DC\_OUT1,OUTPUT);**

**pinMode(DC\_OUT2,OUTPUT);**

Δηλώνουμε σαν εξόδους τις θύρες ελέγχου για τον κινητήρα DC.

```
pinMode(s0,OUTPUT); //pin modes  
pinMode(s1,OUTPUT);  
pinMode(s2,OUTPUT);  
pinMode(s3,OUTPUT);  
pinMode(out,INPUT);
```

Εδώ γίνεται η δήλωση των απαραίτητων μεταβλητών για την χρήση του TCS230

```
Serial.begin(9600);
```

Με αυτή την εντολή γίνεται η ενεργοποίηση της προβολής των δεδομένων μέσω της σειριακής επικοινωνίας του Arduino, ο αριθμός στην παρένθεση δηλώνει τον μέγιστο αριθμό των δεδομένων που μπορούν να μεταφερθούν.

```
digitalWrite(s0,HIGH);  
digitalWrite(s1,LOW);
```

Σε αυτό το σημείο αρχικοποιούμε τις μεταβλητές s0 και s1, με τις οποίες ρυθμίζουμε την μέγιστη συχνότητα δειγματοληψίας εξόδου στο 100%.

```
}
```

```
void TurnMotor_Deksia()
```

```
{  
digitalWrite(DC_OUT1,HIGH);  
digitalWrite(DC_OUT2,LOW);  
analogWrite(DC_PWM_OUT,125);  
}
```

Εδώ έχουμε δημιουργήσει μια συνάρτηση για την στρέψη του DC κινητήρα με φορά προς τα δεξιά.

```
void TurnMotor_Aristera()
```

```
{  
digitalWrite(DC_OUT1,LOW);  
digitalWrite(DC_OUT2,HIGH);  
analogWrite(DC_PWM_OUT,125);
```

```
}
```

Ενώ αυτή η συνάρτηση είναι για την στρέψη του DC κινητήρα με φορά προς τα αριστερά.

```
void TurnOFF_Motor()  
{  
  digitalWrite(DC_OUT1,LOW);  
  digitalWrite(DC_OUT2,LOW);  
  analogWrite(DC_PWM_OUT,0);  
}
```

Όπως επίσης δημιουργήσαμε και μια συνάρτηση η οποία σταματά την στρέψη του κινητήρα.

```
void loop(){
```

Στην void loop() ουσιαστικά γράφουμε το κύριο κομμάτι του κώδικα, τον οποίο “τρέχει” ο μικροελεγκτής συνεχόμενα.

```
  Servo1.write(0);
```

Ξεκινώντας το πρόγραμμα μας αρχικοποιούμε την θέση που θέλουμε να βρίσκεται ο σερβοκινητήρας, εδώ στην θέση 0 δηλαδή (0 μοίρες).

```
  TurnMotor_Deksia();
```

Δεύτερο βήμα να ξεκινάει ο κύριος κινητήρας να στρέφει τον ταινιόδρομο.

```
  digitalWrite(s2, LOW);
```

```
  digitalWrite(s3, LOW);
```

Ύστερα δίνουμε στις μεταβλητές s2 και s3 τιμή “LOW”, με αυτό τον τρόπο ενεργοποιούμε στο αισθητήριο χρώματος TCS230 την ομάδα των φωτοδιοδων που ανιχνεύει το κόκκινο χρώμα.

```
  Red = pulseIn(out,LOW);
```

Η εντολή pulseIn() διαβάζει ένα παλμό (είτε HIGH είτε LOW) σε μία θύρα του Arduino. Παραδείγματος χάριν στην παρούσα πτυχιακή με την pulseIn περιμένουμε η μεταβλητή out, η οποία είναι η έξοδος του αισθητηρίου μας να γίνει LOW και ξεκινάει να μετράει σε χρόνο την διάρκεια της περιόδου που παραμένει LOW, μέχρι να γίνει HIGH ουσιαστικά.

```
delay(1000);
```

```
Serial.print("R= ");//printing name
```

```
Serial.println(Red);//printing RED color frequency
```

Με τις παραπάνω δυο εντολές απεικονίζουμε στην σειριακή οθόνη μέσω του Arduino IDE στον υπολογιστή την τιμή της συχνότητας που ανιχνεύει το αισθητήριο της βαθμίδας για το κόκκινο χρώμα.

```
if (Red<230)
```

```
{
```

```
delay(750);
```

```
Servo1.write(180);
```

```
delay(1000);
```

```
Servo1.write(0);
```

```
}
```

```
else
```

```
{
```

```
digitalWrite(LED,LOW);
```

```
}
```

```
}
```

Τέλος σε αυτή εδώ την if() γίνεται ο έλεγχος του σερβομηχανισμού της βαθμίδας. Παρατηρήσαμε ύστερα από διάφορες δοκιμές ότι κατά την διέλευση κόκκινου αντικείμενου η συχνότητα που μας δίνει το αισθητήριο στην έξοδο του είναι μικρότερη της τιμής 230. Οπότε εδώ ελέγχουμε κάθε φορά που αντιλαμβάνεται το αισθητήριο αντικείμενο κόκκινου χρώματος (τιμη <230) να στρέφει τον σερβομηχανισμό μέχρι την θέση στις 180 μοίρες ούτως ώστε να το απομακρύνει.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] [https://en.wikipedia.org/wiki/Conveyor\\_belt#History](https://en.wikipedia.org/wiki/Conveyor_belt#History)
- [2] [https://en.wikipedia.org/wiki/Conveyor\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Conveyor_system)
- [3] <https://www.phcfirst.com/words-in-motion/2014/6/30/the-history-of-conveyors>
- [4] <https://www.kemperequipment.com/blog/everything-you-wanted-to-know-about-the-history-of-conveyors/>
- [5] <http://northern-weldarc.com/conveyor-belts-types-and-uses/>
- [6] <https://www.thomasnet.com/articles/materials-handling/understanding-conveyor-systems/>
- [7] <https://www.britannica.com/technology/conveyor#ref195013>
- [8] <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- [9] <https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- [10] [http://www.eln.teilam.gr/sites/default/files/lesson05\\_0.pdf](http://www.eln.teilam.gr/sites/default/files/lesson05_0.pdf)
- [11] [http://eclass.opencourses.teicm.gr/eclass/modules/document/file.php/TMA112/mix\\_hm\\_05\\_DC\\_MOTORS.pdf](http://eclass.opencourses.teicm.gr/eclass/modules/document/file.php/TMA112/mix_hm_05_DC_MOTORS.pdf)
- [12] [http://www.eng.ucy.ac.cy/elias/courses/ece340/presentations/ECE340\\_Lecture\\_dcMachines.pdf](http://www.eng.ucy.ac.cy/elias/courses/ece340/presentations/ECE340_Lecture_dcMachines.pdf)
- [13] [https://eclass.duth.gr/modules/document/file.php/TMA258/ΣΗΜΚΗ\\_I.pdf](https://eclass.duth.gr/modules/document/file.php/TMA258/ΣΗΜΚΗ_I.pdf)
- [14] <https://eclass.pat.teiwest.gr/eclass/modules/document/file.php/487120/Εργαστηριακές%20Ασκήσεις/ΑΣΚΗΣΗ%204η-v2.pdf>
- [15] [http://eclass.opencourses.teicm.gr/eclass/modules/document/file.php/TMA112/Hlektrikes\\_Michanes\\_S.R.pdf](http://eclass.opencourses.teicm.gr/eclass/modules/document/file.php/TMA112/Hlektrikes_Michanes_S.R.pdf)
- [16] <http://www.metadosi-ischios.gr/article.php?ID=100>
- [17] [http://www.mie.uth.gr/ekp\\_yliko/HLMHX\\_EN7.pdf](http://www.mie.uth.gr/ekp_yliko/HLMHX_EN7.pdf)
- [18] <https://4dimkal-robot.weebly.com/tiota-epsilon943nualphaiota-tauomicron-arduino.html>
- [19] <https://www.csc.com.gr/arduino-board-γνωριμία-με-το-υλικό-2/>

- [20] <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-color-sensing-tutorial-tcs230-tcs3200-color-sensor/>
- [21] <https://randomnerdtutorials.com/arduino-color-sensor-tcs230-tcs3200/>
- [22] <https://www.best-microcontroller-projects.com/tcs230.html>
- [23] [http://users.sch.gr/jabatzo/files/yliko/live%20ebooks/robotiki\\_G\\_2018\\_final\\_0.html](http://users.sch.gr/jabatzo/files/yliko/live%20ebooks/robotiki_G_2018_final_0.html)
- [24] <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-dc-motor-control-tutorial-l298n-pwm-h-bridge/>
- [25] <https://www.instructables.com/id/L298N-MOTOR-DRIVER-MODULE/>
- [26] Αλέξανδρος Λινάρδος και Μακρής Ευστάθιος. *Μελέτη Υπολογισμός και Κατασκευή σε Κλίμακα Μεταφορικού Σκαφοειδής Μορφής για την Μεταφορά Χύδην Υλικών. Τμήμα Μηχανολογίας Τ.Ε.Ι Πειραιά 2016. Πτυχιακή Εργασία.*
- [27] Σκούρτη Χολτα. *ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΚΛΙΣΗΣ. Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Πανεπιστήμιο Πατρών 2019. Διπλωματική Εργασία.*
- [28] Κύργιος Λεωνίδα και Ανδρέας Χοντάης. *Μελέτη και Κατασκευή Βηματικού Κινητήρα. Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ 2017. Πτυχιακή Εργασία.*
- [29] Γ. ΠΟΛΙΤΗΣ & Γ. ΤΣΕΚΟΥΡΑΣ. *ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ. Τμήμα Αυτοματισμού, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τ.Ε.Ι ΠΕΙΡΑΙΑ.*