

**ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑΤ.Τ.
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝΤ.Ε.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάπτυξη Εφαρμογής με ABS

Καββουσανός Ν. Αντώνιος

Εισηγητής: Αλατσαθιανός Σταμάτης, Καθηγητής

**ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΛΙΟΣ 2016**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάπτυξη Εφαρμογής με ABS

**Καββουσανός Αντώνιος
Α.Μ. 39044**

Εισηγητής:

Αλατσαθιανός Σταμάτης, Καθηγητής

Εξεταστική Επιτροπή:

Ημερομηνία εξέτασης

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **Καββουσανός Αντώνιος**, του **Νικολάου**, με αριθμό μητρώου **39044** φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. 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 απονεμίσει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασης της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο. Την προσπάθειά μου αυτή υποστήριξε ο επιβλέπων καθηγητής μου, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Σταμάτη Αλατσαθιανό.

Η ανάπτυξη εφαρμογής με ABS πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με την πτυχιακή "Μελέτη αξιολόγησης συστημάτων με ABS" των Πατέλη Ζαχαρία και Πριμηκύριο Ελευθέριο. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συνάδελφους μου που μαζί εργαστήκαμε σκληρά για την υλοποίηση αυτής της πτυχιακής. Αυτό έγινε γιατί είναι ένα μοντέλο το οποίο δημιουργείται από την αρχή με υψηλές δαπάνες και μεγάλη δυσκολία. Και οι δύο εργασίες χρησιμοποιούν το ίδιο μοντέλο για τους δικούς τους σκοπούς. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω και την οικογένειά μου που με υπομονή στήριξε αυτή την προσπάθεια μέχρι την τελευταία στιγμή.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία είχε σκοπό την υλοποίηση του συστήματος ABS (Anti-Block Braking System) με την χρήση ηλεκτρομαγνητικού φρένου απάνω σε τηλεκατευθυνόμενο όχημα κλίμακας 1:10 ως κύριο φρένο. Είναι ένα αντικείμενο το οποίο δεν έχει αναπτυχθεί ακόμα και θα μας απασχολήσει πολύ τα επόμενα χρόνια. Ο λόγος είναι ότι η τεχνολογία εξελίσσεται τα τελευταία χρόνια απάνω στα ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα και στις υβριδικές τεχνολογίες. Αρχικά μέσα από αυτή την πτυχιακή θα γνωρίσουμε σε θεωρητικό επίπεδο την λειτουργία και την χρήση των ηλεκτρομαγνητικών φρένων αυτή την στιγμή. Στην συνέχεια θα γίνει αναφορά στην λειτουργία του υπάρχον συστήματος ABS. Τέλος θα γίνει εκτενής περιγραφή της κατασκευής του συστήματος υπό κλίμακα συνδυάζοντας τις θεωρητικές γνώσεις με την υπάρχουσα τεχνολογία.

ABSTRACT

The current thesis topic is an illustration of the ABS systems (Anti-block braking System), with the assistance of electromagnetic base brake system in a mini-mobile electric vehicle of 1:10 scale. This braking assistance is a demonstration of a new control of braking unknown to the conventional vehicles and in which its capabilities of braking is still on research and on future investigation. Furthermore the technology in the last years have shown great of interest in the electromagnetic braking system especially in the hybrid cars. The hypothesis is an introduction of this new braking system and how it can be implemented in the current conventional braking systems. A description of the current braking system (ABS) has been analyzed. The implementation of this new electromagnetic braking system has been manufacture and analyzed according to the current known braking system and it is a theoretical system based to the current technology we know.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Μηχατρονική

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: ηλεκτρομαγνητικό φρένο, σύστημα αντιμπλοκαρίσματος τροχών, πέδηση, electromagnetic brake, ABS, pic 16f877A, MicroC, HALL sensor,

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για την ανάπτυξη εφαρμογής με ABS απαραίτητη προϋπόθεση είναι να γνωρίζουμε το θεωρητικό κομμάτι του συστήματος και κάποιες βασικές έννοιες. Ο έλεγχος λειτουργίας της εφαρμογής έγινε και σε πραγματικό περιβάλλον μέσω μιας κατασκευής υπό κλίμακα. Στην κατασκευή έχει χρησιμοποιηθεί ηλεκτρομαγνητικό φρένο, έτσι ώστε να έχουμε μεγαλύτερη ευκολία στην διαχείρισή του μέσω των εφαρμογών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	13
1.1 Γενικά.....	13
1.1.1 Η πέδηση μέσα από την φυσική.....	13
1.1.2 Η ιστορία και η έννοια της πέδησης.....	14
1.1.3 Κύρια και βοηθητικά συστήματα πέδησης.....	15
1.2 Ηλεκτρομαγνητικά φρένα.....	16
1.2.1 Εισαγωγή στον ηλεκτρομαγνήτες.....	16
1.2.2 Είδη και τρόποι λειτουργίας.....	17
1.2.3 Χρήση και τομείς.....	19
1.3 Ηλεκτρομαγνητικά φρένα και αυτοκίνητο.....	20
2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	21
2.1 Ιστορική Αναδρομή.....	21
2.2 Ολίσθηση κατά το φρενάρισμα.....	22
2.3 Τρόπος λειτουργίας.....	24
2.3 Φαινόμενο Hall Effect.....	27
3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	29
3.1 Εξαρτήματα	29
3.1.1 Σασί.....	29
3.1.2 Ηλεκτρονικός εξοπλισμός	30
3.2 Προσομοίωση και κώδικας.....	35
3.2.1 Κώδικας σε MicroC.....	35
3.2.2 Proteus 8 Professional.....	38
3.2.3 WINPIC800.....	41
3.3 Από την θεωρία στην πράξη.....	46
4. .ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΕΙΑ.....	48

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα	Τίτλος Εικόνας	Σελίδα
Εικόνα 1.1	Βασικά μέρη ηλεκτρομαγνητικού φρένου	18
Εικόνα 1.2	Βασικά μέρη ηλεκτρομαγνητικού φρένου “eddy current”	19
Εικόνα 2.1	Παράδειγμα φρεναρίσματος με και χωρίς σύστημα ABS σε στροφή	25
Εικόνα 2.2	Διαφορά φρεναρίσματος με και χωρίς σύστημα ABS για αποφυγή εμποδίου	25
Εικόνα 2.3	Απλοποιημένη συνδεσμολογία του αισθητήρα Hall στο σύστημα ABS	27
Εικόνα 2.4	Τα 2 τμήματα του μετρητή ταχύτητας	28
Εικόνα 3.1	Σασί	29
Εικόνα 3.2	Σερβομηχανισμός μπροστά τροχών	30
Εικόνα 3.3	Αισθητήρας HALL μπροστά τροχού	31
Εικόνα 3.4	Πλακέτα μικροελεγκτή	31
Εικόνα 3.5	Αναστροφέας τάσης	32
Εικόνα 3.6	Δέκτης τηλεκατεύθυνσης	32
Εικόνα 3.7	Πλακέτα διόδων	35
Εικόνα 3.8	Αισθητήρας HALL πίσω τροχού	34
Εικόνα 3.9	Σταθεροποιητής τάσης 5V	34
Εικόνα 3.10	Γραφικό περιβάλλον του microC PRO for PIC	35
Εικόνα 3.11	Default schematic for 16f877A	39
Εικόνα 3.12	Στοιχεία προσομοίωσης	40
Εικόνα 3.13	Συνδεσμολογία	40
Εικόνα 3.14	Εισαγωγή αρχείου HEX	41
Εικόνα 3.15	Πλακέτα προγραμματισμού pic σε σύνδεση με Η/Υ	42
Εικόνα 3.16	Μορφή πλακέτας προγραμματισμού	43
Εικόνα 3.17	Interface του προγράμματος WinPic800	44
Εικόνα 3.18	Εισαγωγή αρχείου .hex για προγραμματισμού του pic	44
Εικόνα 3.19	Φόρτωση προγράμματος στον pic	45
Εικόνα 3.20	Επιβεβαίωση προγράμματος στον pic	45
Εικόνα 3.21	Ολόκληρη η κατασκευή	47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μία εκτενής ανάλυση για τα φρένα γενικότερα και θα αναφερθούμε αναλυτικότερα στα ηλεκτρομαγνητικά φρένα. Θα δούμε μέσα από μια ιστορική αναδρομή την εφεύρεση και την εξέλιξη των φρένων. Στην συνέχεια θα αναφερθούμε στην εξέλιξη των ηλεκτρομαγνητικών φρένων, στον τρόπο λειτουργίας και την χρήση τους. Τέλος θα αναφερθούμε σε ποιο στάδιο βρίσκονται αυτή την στιγμή και πως μπορεί να εξελιχθεί η χρήση τους στο άμεσο μέλλον.

1.1 Γενικά

Η λειτουργία ενός φρένου μπορεί να περιγραφεί μέσα από τον κλάδο της φυσικής. Παρακάτω θα δούμε πως η φυσική σχετίζεται με την πέδηση και μέσα από μαθηματικούς τύπους της φυσικής θα προσπαθήσουμε να την εξηγήσουμε. Ακόμα θα κάνουμε μια αναδρομή στην ιστορία του όρου "φρένο" και μια αναφορά στα είδη που υπάρχουν αυτή την στιγμή.

1.1.1 Η πέδηση μέσα από την φυσική

Μέσω της φυσικής γνωρίζουμε ότι όταν ένα σώμα μάζας m κινείται με ταχύτητα u έχει μια κινητική ενέργεια που δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$E = \frac{1}{2} mu^2 \quad [1.1]$$

Επομένως για να ακινητοποιηθεί το σώμα σε μια απόσταση S , πρέπει να του ασκηθεί μέσω των φρένων μια δύναμη πέδησης F , η οποία θα παράγει έργο W ίσο και αντίθετο της φοράς της κινητικής του ενέργειας E . Το έργο αυτό είναι η ενέργεια ή έργο πέδησης και υπολογίζεται από τον τύπο:

$$W = F * S \quad [1.2]$$

Προκύπτει, λοιπόν, ότι $W = E$ οπότε σύμφωνα με τους τύπους 1.1 και 1.2 έχουμε :

$$F = \frac{m \cdot u^2}{2 \cdot S} \quad [1.3]$$

Το σώμα από την στιγμή που θα ασκηθεί η δύναμη πέδησης, θεωρητικά, θα εκτελεί κίνηση ομαλά επιβραδυνόμενη. Άρα η δύναμη πέδησης F θα ισούται με το γινόμενο της μάζας m του σώματος επί την επιβράδυνση a .

$$F = m \cdot a \quad [1.4]$$

Από σχέσεις 1.3 και 1.4 προκύπτει ότι:

$$S = \frac{u^2}{2 \cdot a} \quad [1.5]$$

Παράγοντας για την επιβράδυνση του σώματος είναι και το βάρος του το οποίο υπολογίζεται από τον τύπο :

$$B = m \cdot g \quad [1.6]$$

όπου m η μάζα του σώματος και g η επιτάχυνση βαρύτητας που ισούται με 9.81m/sec^2 . Συμπεραίνεται λοιπόν μέσω των σχέσεων 1.4 και 1.6 ότι η δύναμη F ισούται με:

$$F = B \cdot \frac{a}{g} \quad [1.7]$$

με a/g υπολογίζεται η αποτελεσματικότητα ή το ποσοστό πέδησης και επιπλέον μπορεί να μας δείξει και την κατάσταση των φρένων του οχήματος.

Τέλος γνωρίζοντας ότι η κίνηση του σώματος είναι ομαλά επιβραδυνόμενη, η απόσταση S όπου το σώμα θα σταματήσει σε συνάρτηση με το χρόνο δίνεται από την σχέση:

$$S = u \cdot t \quad [1.8]$$

1.1.2 Η ιστορία και η έννοια της πέδησης

Η έννοια "φρένο" προήλθε από την ιταλική λέξη freno (στα λατινικά frenum: χαλινάρι) όπου αναφορές γίνονται ότι παράγεται από την αρχαία ελληνική λέξη "φρην"(φρενός: το μυαλό, ο νους). Επίσης ως συνώνυμο χρησιμοποιείται ο λόγιος όρος "η πέδη"(στα λατινικά "pes", στα ελληνικά "πους" που σημαίνει πόδι, εμπόδιο). Από αυτό προέρχεται η φράση σύστημα πέδησης (φρεναρίσματος).

Το 1906 γίνεται η πρώτη αναφορά του ορισμού του φρένου από την νέα έκδοση του γερμανικού λεξικού, το οποίο ορίζει ότι «τα φρένα είναι μηχανισμοί για να περιορίζουν ή να σταματούν την κίνηση μηχανής, εφαρμόζοντας τριβή στο κινούμενο μέρος, κατά τέτοιο τρόπο, ώστε μέρος της κινητικής ενέργειας να μετατραπεί σε θερμότητα, οπότε μειώνεται και η ταχύτητα».

Έως το 1950 τα φρένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μηχανικά, δηλαδή χρησιμοποιούσαν μεταλλικά συρματόσχοινα για την ενεργοποίησή τους. Στην συνέχεια εμφανίστηκαν τα φρένα με ταμπούρα όπου χρησιμοποιούν σιαγόνες που διαστέλλονται στο εσωτερικό ενός τυμπάνου. Τέλος παρουσιάζονται από την Jaguar το 1952 τα δισκόφρενα. Εκεί σταθερά πλακίδια τριβής ακινητοποιούν τον περιστρεφόμενο δίσκο μετατρέποντας την κινητική ενέργεια σε θερμότητα. Η θερμοκρασίες που αναπτύσσονταν στα τακάκια έφταναν τους 500 με 700 βαθμούς κελσίου. Για να αντέχουν σε αυτές τις θερμοκρασίες χρησιμοποίησαν ένα υλικό το οποίο είναι επιβλαβής για τον οργανισμό (καρκινογόνο) , τον αμίαντο.

Το σύστημα πέδησης ανήκει στα συστήματα ενεργητικής ασφάλειας του αυτοκινήτου και είναι καθοριστικό για την ασφαλή κίνηση του. Τα είδη των συστημάτων πέδησης που χρησιμοποιούνται σήμερα διακρίνονται σε κύρια και βοηθητικά. Τα κύρια συστήματα πέδησης έχουν ως ρόλο την μείωση ταχύτητας και την ακινητοποίηση του οχήματος ενώ τα βοηθητικά συστήματα ενισχύουν την προσπάθεια του οδηγού για καλύτερη απόδοση του συστήματος.

1.1.3 Κύρια και βοηθητικά συστήματα πέδησης

Τα κύρια συστήματα πέδησης διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Τα υδραυλικά φρένα όπου η δύναμη πέδησης που ασκεί ο οδηγός στο πεντάλ μεταφέρεται στα φρένα μέσω ενός υδραυλικού συστήματος.
- Τα αερόφρενα όπου η δύναμη πέδησης που ασκεί ο οδηγός στο πεντάλ μεταφέρεται στους κυλίνδρους πέδησης των τροχών με την βοήθεια πεπιεσμένου αέρα και από εκεί μέχρι τους δίσκους και τα ταμπούρα, μηχανικά. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται σε βαριά οχήματα.
- Τα μηχανικά φρένα όπου σε αυτά η δύναμη πέδησης που ασκεί ο οδηγός μεταφέρεται στους τροχούς μέσω μοχλών και συρματόσχοινων. Τα μηχανικά φρένα δεν χρησιμοποιούνται σήμερα στο αυτοκίνητο ως κύριο σύστημα πέδησης. Χρησιμοποιούνται σαν φρένα στάθμευσης με το μηχανισμό ενεργοποίησης του χειρόφρενου.

Τα βοηθητικά συστήματα πέδησης διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Τα σερβόφρενα τα οποία χρησιμοποιούν την υπό πίεση του κινητήρα για να ενισχύσουν την δύναμη πέδησης που ασκεί ο οδηγός στο πεντάλ του φρένου. Έτσι αυξάνουν την πίεση στο υδραυλικό κύκλωμα των φρένων και το αυτοκίνητο φρενάρει καλύτερα.
- τα ηλεκτρόφρενα τα οποία χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια. Ο μηχανισμός τοποθετείται στο κεντρικό άξονα μετάδοσης της κίνησης και επιβραδύνονται μόνον οι πίσω τροχοί. Χρησιμοποιούνται σε βαριά οχήματα για την επιβράδυνσή τους ανεξάρτητα από το κύριο σύστημα πέδησης.
- Το ABS το οποίο χρησιμοποιείται για την αποφυγή μπλοκαρίσματος των τροχών σε φρεναρίσματα πανικού και σε ολισθηρό οδόστρωμα. Έτσι το όχημα παραμένει σταθερό στην πορεία του και ελεγχόμενο από τον οδηγό.
- Το ESP το οποίο είναι σύστημα ευστάθειας του οχήματος και προσθέτει ή αφαιρεί ροπή στους τροχούς ώστε να μην φύγει το αυτοκίνητο από το δρόμο εάν γλιστρήσει σε κάποια στροφή.

1.2 Ηλεκτρομαγνητικά φρένα

Η ηλεκτρομαγνητική δύναμη είναι η δεύτερη πιο οικεία από τις τέσσερις (βαρυτική, ηλεκτρομαγνητική, ισχυρή πυρηνική και ασθενής πυρηνική). Είναι η δύναμη που κυβερνά όλες τις ανέσεις της σύγχρονης ζωής όπως το ηλεκτρικό φως, την τηλεόραση, το τηλέφωνο, το κομπιούτερ κλπ. Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα αναλυθεί ο τρόπος λειτουργίας των ηλεκτρομαγνητικών φρένων και τα είδη τους. Ακόμα θα γίνει μια αναφορά στους τομείς που χρησιμοποιούνται.

1.2.1 Εισαγωγή στον ηλεκτρομαγνήτες

Ο Ηλεκτρομαγνητισμός είναι ο τομέας της φυσικής που μελετά τα φαινόμενα που απορρέουν από το ηλεκτρικό φορτίο των σωματιδίων και από την αλληλεπίδραση των ηλεκτρικών με τα μαγνητικά πεδία. Ο ηλεκτρισμός και ο μαγνητισμός πίστευαν αρχικά ότι ήταν δύο διαφορετικά φαινόμενα. Ο Δανός Κρίστιαν Έρστεντ το 1820 υπέθεσε ότι ο μαγνητισμός και ο ηλεκτρισμός ήταν ανταλλάξιμοι και απέδειξε ότι ένα σύρμα που το διαπερνά ηλεκτρικό ρεύμα συμπεριφέρεται σαν μαγνήτης και παρατήρησε ότι όταν πλησίαζε μια πυξίδα τότε η μαγνητική της βελόνα προσανατολιζόταν ασυμβάτως κάθετα στον αγωγό. Έγινε λοιπόν κατανοητό ότι δεν επρόκειτο για δύο διαφορετικά φαινόμενα αλλά για ένα.

Το 1831, ο Μάικλ Φάραντέι εξακρίβωσε και το αντίθετο ότι από την κίνηση ενός μαγνήτη παράγεται ηλεκτρισμός. Η ενοποίηση των δύο αυτών φαινομένων έγινε από τον Τζέιμς Κλερκ Μάξγουελ το 1873 και μαθηματικά μέσω των τεσσάρων εξισώσεων που περιγράφουν συγχρόνως τη συμπεριφορά τόσο του ηλεκτρισμού όσο και του μαγνητισμού που έκτοτε φέρουν το όνομα του.

Με την ανακάλυψη του ηλεκτρομαγνητισμού εμφανίζονται οι ηλεκτρομαγνήτες. Είναι μαγνήτες όπου οι μαγνητικές τους ιδιότητες των οποίων προέρχονται από ή παράγονται μέσω της ηλεκτρικής ενέργειας. Ένας μαγνήτης είναι ένα υλικό (συνήθως είναι μέταλλο), ο οποίος έχει τουλάχιστον ένα ζεύγος των θετικών και αρνητικών πόλων. Οι απέναντι πόλοι έλξης παράγουν ένα μαγνητικό πεδίο. Αυτό δίνει την δυνατότητα στο μαγνήτη να προσελκύσει μέταλλα όπως το σίδηρο ή χάλυβα.

Οι ηλεκτρομαγνήτες είναι μαλακοί μαγνήτες όπου τα μαγνητικά πεδία μπορούν να ενισχυθούν ή να εξασθενίσουν ανάλογα με το ηλεκτρικό ρεύμα που εφαρμόζεται. Όσο πιο ισχυρό είναι το ρεύμα τόσο πιο ισχυρό είναι το μαγνητικό πεδίο που παράγεται. Οι ηλεκτρομαγνήτες διαφέρουν από τους σκληρούς μαγνήτες. Το μαγνητικό πεδίο του σκληρού μαγνήτη είναι μόνιμο ή μακράς διάρκειας και συνεπώς δεν εξαρτάται από το ηλεκτρικό ρεύμα.

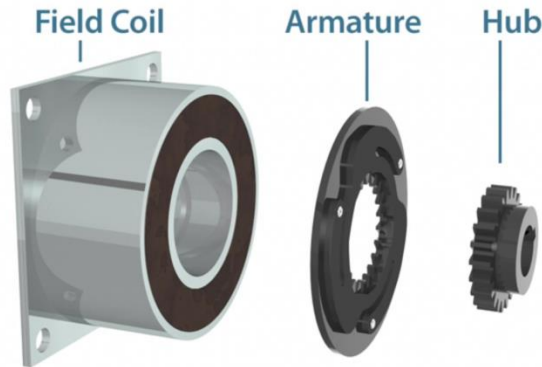
Λόγω της ευελιξίας των ηλεκτρομαγνητών στο να μπορούμε να ελέγξουμε το μαγνητικό πεδίο τους και λόγω των καθημερινών αναγκών μας, τους βάλουμε στην ζωή μας με πολλούς τρόπους, πολλές χρήσεις και με διαφορετικές ιδιότητες. Μία σημαντική χρήση των ηλεκτρομαγνητών είναι στα ηλεκτρομαγνητικά φρένα.

1.2.2 Είδη και τρόποι λειτουργίας

Τα ηλεκτρομαγνητικά φρένα χρησιμοποιούνται για να μειώσουν ή να σταματήσουν την κίνηση χρησιμοποιώντας ηλεκτρομαγνητική δύναμη. Υπάρχουν δύο τύποι ηλεκτρομαγνητικών φρένων. Στη πρώτη περίπτωση χρησιμοποιούμε ηλεκτρομαγνητική δύναμη για να προκαλέσουμε μηχανική αντίσταση και στην άλλη εκμεταλλευόμαστε απευθείας τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα χωρίς την ανάγκη επαφής.

Η πλειοψηφία των ηλεκτρομαγνητικών φρένων της πρώτης περίπτωσης, που θα χρησιμοποιήσουμε και εμείς, χρησιμοποιούνται για να σταματήσουν την περιστροφική κίνηση ενός άξονα στον οποίο είναι εγκάρσια τοποθετημένα. Τα βασικά μέρη του μοντέλου αυτού είναι τρία. Πρώτο είναι το πηνίο το οποίο προκαλεί το μαγνητικό πεδίο αναλογικά με το ρεύμα που λαμβάνει στην είσοδο του. Στην συνέχεια έχουμε ένα επαγωγίσιμο υλικό το οποίο περιστρέφεται μαζί με τον άξονα και είναι αυτό που αλληλεπιδρά με το πηνίο για να σταματήσει ή να

μειώσει την ταχύτητα του. Στο τέλος υπάρχει ένα εξάρτημα το οποίο προσαρτάται πάνω στον άξονα και κρατάει σε επαφή τον άξονα με το επαγωγίμο υλικό.



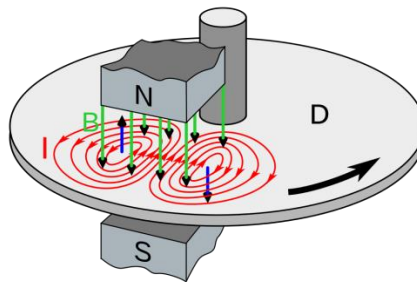
Εικόνα 1.1 Βασικά μέρη ηλεκτρομαγνητικού φρένου.

Η λειτουργία του βασίζεται στη δημιουργία ηλεκτρομαγνητικού πεδίου από το πηνίο όταν λάβει ρεύμα στην είσοδο του. Μόλις συμβεί αυτό ηλεκτρομαγνητικά κύματα μεταφέρονται μέσω ενός μικρού κενού που υπάρχει μεταξύ πηνίου και του επαγωγίμου υλικού έλκοντας έτσι τα δύο στοιχεία. Τα δύο στοιχεία έρχονται σε επαφή και μέσω της τριβής αρχικά μειώνεται η ταχύτητα του άξονα και όταν πλέον η δύναμη γίνει πολύ μεγαλύτερη τότε ο άξονας σταματά. Μόλις σταματήσουμε την παροχή ρεύματος μικρά ελατήρια που βρίσκονται μέσα στο φρένο απομακρύνουν το επαγωγίμο υλικό από το πηνίο και έτσι δημιουργείται ξανά το απαραίτητο κενό ανάμεσα στα δύο στοιχεία για να περιστρέφεται ο άξονας ελεύθερα. Ανάμεσα στα δύο στοιχεία συνήθως υπάρχει κάποιο υλικό τριβής το οποίο βοηθάει στην λειτουργία του φρένου.

Το συγκεκριμένο είδος ηλεκτρομαγνητικού φρένου έχει πολύ μικρό χρόνο ανταπόκρισης καθιστώντας το ικανό για χρήση σε εργασίες οι οποίες χρειάζονται ταχύτητα και ακρίβεια. Βρίσκει χρήση κυρίως σε γραμμές παραγωγής, σε ιατρικό εξοπλισμό, σε σερβομηχανισμούς, σε μεγάλους εκτυπωτές υψηλής ακρίβειας, σε βιομηχανικούς αναδευτήρες, σε γεραμούς, σε ρομποτικούς βραχίονες, ανελκυστήρες και κυλιόμενες σκάλες

Η άλλη κατηγορία ηλεκτρομαγνητικών φρένων είναι αυτή κατά την οποία εκμεταλλευόμαστε μόνο τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα χωρίς να έχουμε επαφή υλικών. Σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχουν καθόλου φαινόμενα τριβής έχοντας ως συνέπεια τα ηλεκτρομαγνητικά φρένα να είναι πιο ανθεκτικά και να έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Επομένως και η ανάγκη συντήρησης τους είναι πολύ μικρότερη γιατί έχουν ελάχιστες φθορές.

Ένα τέτοιο φρένο αποτελείται από ένα μεταλλικό δίσκο ο οποίος περιστρέφεται ανάμεσα σε δύο ηλεκτρομαγνήτες. Κατά την ενεργοποίηση των ηλεκτρομαγνητών εμφανίζεται το φαινόμενο γνωστό ως “eddy currents” πάνω στον μεταλλικό δίσκο. Αυτό γίνεται διότι κατά την κίνηση του μεταλλικού δίσκου ανάμεσα στους δύο μαγνήτες, το μαγνητικό πεδίο από τον θετικό πόλο περνάει από μέσα του κατευθυνόμενο στον αρνητικό πόλο. Συγχρόνως όμως η μαγνητική ροή πάνω στον δίσκο αλλάζει και σύμφωνα με τον νόμο επαγωγής του Faraday, δημιουργείται μια ροή ρεύματος αντίστροφη από την φορά του ρολογιού στο αριστερό τμήμα του δίσκου. Αντιθέτως στο δεξί τμήμα του δίσκου, η μαγνητική ροή ελαττώνεται προκαλώντας ροή ρεύματος σύμφωνα με την φορά του ρολογιού. Κάθε ροή ρεύματος δημιουργεί το δικό της μαγνητικό πεδίο. Έτσι έχουμε σύμφωνα με τον κανόνα του δεξιού χεριού, στο αριστερό τμήμα του δίσκου μαγνητικό πεδίο με φορά προς τα πάνω, δημιουργώντας έλξη με τον πάνω μαγνήτη και στο δεξί τμήμα του δίσκου μαγνητικό πεδίο με φορά προς τα κάτω, δημιουργώντας έλξη με τον κάτω μαγνήτη. Και οι δύο αυτές έλξεις αντιτίθενται στην κίνηση του δίσκου. Αυτή η δύναμη που δημιουργείται είναι ανάλογη με την ταχύτητα περιστροφής του δίσκου.



Εικόνα 1.2 Βασικά μέρη ηλεκτρομαγνητικού φρένου “eddy current”

1.2.3 Χρήση και τομείς

Τα ηλεκτρομαγνητικά φρένα βρίσκονται ακόμα και σήμερα κυρίως σε ερευνητικό στάδιο. Ο τρόπος προσαρμογής και λειτουργίας τους όλο και εξελίσσεται και το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την χρήση τους δείχνουν οι γραμμές παραγωγής σε βιομηχανίες οι οποίες εκσυγχρονίζονται με την τελευταία λέξη της τεχνολογίας. Έχουν αναπτυχθεί αρκετές εταιρείες παραγωγής ηλεκτρομαγνητικών φρένων που έχουν ως στόχο την βελτιστοποίηση τους και την παραγωγή αρκετών μοντέλων έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σχεδόν σε όλες τις αναγκαίες περιστάσεις. Ειδικότερα έχει γίνει μια κατηγοριοποίηση των ηλεκτρομαγνητικών φρένων σε φρένα για βιομηχανίες, φρένα για οχήματα και φρένα γενικής χρήσης.

1.3 Ηλεκτρομαγνητικά φρένα και αυτοκίνητο

Η χρήση των ηλεκτρομαγνητικών φρένων στα αυτοκίνητα δεν έχει αναπτυχθεί ακόμα διότι υπάρχουν αρκετά προβλήματα για τα οποία δεν έχει βρεθεί μία ικανοποιητική λύση. Βασικά προβλήματα είναι το βάρος ενός ηλεκτρομαγνητικού φρένου, το κόστος του και η μη γραμμική απόκριση του σε πολύ χαμηλές ταχύτητες.

Πιο συγκεκριμένα το βάρος του μηχανισμού από μόνο του είναι πολύ μεγάλο με συνέπεια η χρήση του σε κάθε τροχό του αυτοκινήτου να προκαλεί υπερβολικά μεγάλη αύξηση στο συνολικό βάρος του. Πιθανή λύση σε αυτό το πρόβλημα θα μπορούσε να είναι η χρήση ενός ηλεκτρομαγνητικού φρένου πάνω στον άξονα μετάδοσης κίνησης του αυτοκινήτου. Θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν δύο ηλεκτρομαγνητικά φρένα, ένα στον μπροστά και ένα στον πίσω άξονα κίνησης.

Όσον αφορά το πρόβλημα κόστους, αυτό θα μειωθεί εάν αναπτυχθεί περισσότερο ο συγκεκριμένος κλάδος. Κατά συνέπεια θα έχουμε βελτίωση των υλικών που χρησιμοποιούνται, μείωση του κόστους παραγωγής τους λόγω της αυξημένης ζήτησης και ίσως μείωση των αναγκών εξαρτημάτων εάν υπάρξει περαιτέρω βελτίωση του υπάρχοντος εξοπλισμού.

Η μη γραμμική απόκριση ενός ηλεκτρομαγνητικού φρένου σε πολύ χαμηλές ταχύτητες οφείλεται στο ότι χρειαζόμαστε ένα συγκεκριμένο ποσοστό ρεύματος για την ενεργοποίησή του. Έτσι υπάρχει η πιθανότητα εάν το όχημα κινείται με ελάχιστη ταχύτητα να μην έχουμε επιβράδυνση αλλά απότομη ακινητοποίηση του οχήματος. Επιπλέον εάν θέλουμε να το χρησιμοποιήσουμε και ως χειρόφρενο, χρειαζόμαστε μια συνεχόμενη παροχή τάσης. Αυτό δεν είναι εφικτό διότι μετά από πολύωρη μη χρήση του οχήματος η πηγή θα εξασθενούσε.

Η μόνη χρήση που γίνεται σήμερα σε οχήματα είναι σε βαρέως τύπου, όπου λειτουργεί σαν βοηθητικό φρένο. Βρίσκεται τοποθετημένο επάνω στον άξονα μετάδοσης κίνησης του οχήματος και γίνεται εκμετάλλευση της άμεσης απόκρισης και αποτελεσματικότητας του.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας είναι σίγουρο ότι θα μας απασχολήσει στο μέλλον η χρήση του ηλεκτρομαγνητικού φρένου. Εάν βρεθεί ικανοποιητική λύση στα προβλήματα που συναντάμε για την χρήση του στα αυτοκίνητα, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να χρησιμοποιηθεί και σαν βασικό φρένο διότι έχει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα υδραυλικά φρένα.

Με την εμφάνιση ηλεκτροκίνητων οχημάτων θα είναι ακόμα πιο εύκολη η χρήση των ηλεκτρομαγνητικών φρένων καθώς όλες οι διαδικασίες θα γίνονται μέσω κυκλωμάτων. Ακόμα, με την κατάργηση των υδραυλικών φρένων θα μπορούσε να αξιοποιηθεί ο χώρος για την εξέλιξη των υπόλοιπων συστημάτων και του αμαξώματος του οχήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Τα αποτελέσματα από μελέτες παγκοσμίως πάνω στα τροχαία ατυχήματα έχουν αναδείξει ότι το 90% των ατυχημάτων οφείλονται σε ανθρώπινο λάθος σχετικό με την ικανότητα έγκαιρης αναγνώρισης των κινδύνων που ελλοχεύουν στον περιβάλλοντα χώρο. Η χρήση της μηχανικής τα τελευταία χρόνια στα συστήματα ασφαλείας του αυτοκινήτου έχουν συμβάλει στην προσπάθεια μείωσης των ατυχημάτων. Το σύστημα αντιμπλοκαρίσματος τροχών (ABS) αποτελεί ένα τέτοιο μηχανικό σύστημα, το οποίο πλέον βρίσκεται στο μεγαλύτερο ποσοστό των οχημάτων που κυκλοφορούν.

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια εκτενής ανάλυση του συστήματος ABS. Αρχικά θα γίνει μια αναφορά στην ιστορία του συστήματος, τότε έγινε η εμφάνιση του για πρώτη φορά, που χρησιμοποιήθηκε αρχικά και τότε πέρασε στην ευρεία παραγωγή παίρνοντας και την μορφή που έχει σήμερα. Στη συνέχεια θα γίνει μια επεξήγηση βασικών εννοιών γύρω από το φρενάρισμα γενικότερα αλλά και κατά τη διάρκεια όπου μπλοκάρει ο τροχός, τη στιγμή δηλαδή που κρίνεται αναγκαία η ύπαρξη του συστήματος. Και τέλος, θα αναφερθούμε στην λειτουργία του πάνω στο εκάστοτε όχημα αλλά και την νομοθεσία που ισχύει μέχρι σήμερα.

2.1 Ιστορική Αναδρομή

Η πρώτη μορφή του συστήματος ABS εμφανίστηκε το 1929 από τον Γάλλο ερευνητή Gabriel Voisin πάνω σε αεροσκάφος. Το πρόβλημα εντοπίστηκε καθώς οι πιλότοι ασκούσαν αμέσως όλη τη δύναμη στα φρένα αντί τη σταδιακή αύξηση της πίεσης στα φρένα. Ο γάλλος ερευνητής δημιούργησε ένα μηχανικό σύστημα αντιμπλοκαρίσματος το οποίο κατάφερε να αυξήσει κατά 30% την απόδοση φρεναρίσματος. Το 1950 υπήρξε άλλη μια υλοποίηση του συστήματος από την Dunlop Maxaret πάλι πάνω σε αεροπλάνο το οποίο είχε στόχο την μείωση της απόστασης του φρεναρίσματος σε βρεγμένο οδόστρωμα ή σε κατάσταση παγετού.

Η τεχνική της υλοποίησης της Dunlop Maxaret χρησιμοποιήθηκε και από την Road Research Laboratory πάνω σε μοντέλο μηχανής μη φέρνοντας όμως τα επιθυμητά αποτελέσματα έτσι δεν πέρασε ποτέ στην γραμμή παραγωγής. Γενικότερα ακόμα και από το 1936 υπήρχε πατέντα κατατεθειμένη από την Bosch για τη προστασία από το δυνατό φρενάρισμα για τα οχήματα. Όπως και αρκετές άλλες υλοποιήσεις τη εποχής όμως έτσι και αυτή αποτελούνταν από αρκετά αναλογικά εξαρτήματα, ήταν δύσχρηστα και υπερβολικά αργά. Έτσι η εφαρμογή τους στα αυτοκίνητα ήταν υπερβολικά ακριβή και μη ασφαλής για ευρεία παραγωγή.

Με την εμφάνιση και την χρησιμοποίηση όμως της ψηφιακής τεχνολογίας ήρθαν όλα τα αρχικά εμπόδια κατασκευής. Η πρώτη εμφάνιση του συστήματος ως πλήρως ηλεκτρονικά ελεγχόμενου και για τους τέσσερις τροχούς έγινε από την Chrysler σε συνεργασία με την Bendix Corporation με την ονομασία "Sure Brake". Ακολούθως εμφανίστηκε στην αγορά το σύστημα της Bosch το οποίο πέρασε 35.000.000 χιλιόμετρα δοκιμών και αποτελείτο από 130 κομμάτια (εν αντιθέσει με την πρώτη λύση της Bosch που αποτελείτο από 1000). Το σύστημα αυτό χρησιμοποιήθηκε αρχικά από την Mercedes – Benz και μετέπειτα από την BMW. Μέχρι το τέλος του 2003 το 90% των καινούριων ευρωπαϊκών που έπαιρναν άδεια κυκλοφορίας διέθεταν το σύστημα ABS.

2.2 Ολίσθηση κατά το φρενάρισμα

Για την ευκολότερη κατανόηση του συστήματος ABS κρίνεται αναγκαίο να γίνει επεξήγηση κάποιων βασικών εννοιών. Το σημαντικότερο κομμάτι κατά τη διαδικασία του φρεναρίσματος είναι η τριβή, στις δύο της μορφές, κύλισης και ολίσθησης. Κάθε μια από αυτές έχουν ένα διαφορετικό συντελεστή τριβής μ . Κατά τη κατάσταση όπου το όχημα κινείται ομαλά στην άσφαλτο εμφανίζεται η τριβή κύλισης μεταξύ τροχών και ασφάλτου. Όταν όμως πατηθεί το φρένο και αρχίσει να ολισθαίνει τότε ισχύει η σχέση

$$F_{\text{frenou}} = W * \mu \quad [2.1]$$

όπου W είναι η κατακόρυφη δύναμη του φορτίου που ασκείται σε κάθε τροχό και μ ο συντελεστής τριβής ανάμεσα στο ελαστικό και το οδόστρωμα.

Η παραπάνω σχέση αφορά μόνο την τριβή ολίσθησης. Σε τροχό που κυλιέται χωρίς ολίσθηση έχουμε την εμφάνιση στατικής τριβής που εξασφαλίζει την περιστροφική κίνηση και τριβή κύλισης – ροπή τριβής κύλισης η οποία οφείλεται από τις μικροανωμαλίες του δρόμου. Οι τριβές αυτές συνυπάρχουν κατά την κίνηση του αυτοκινήτου ευθύγραμμα. Ακόμα κατά την κανονική κίνηση του οχήματος η τριβή κύλισης δίνεται από μια παρόμοια σχέση με την (1)

$$T = \lambda * W \quad [2.2]$$

όπου πάλι το W είναι η κάθετη δύναμη και λ ο συντελεστής τριβής κύλισης.

Κατά το μπλοκάρισμα των τροχών και μόνο τότε έχουμε εμφάνιση ολίσθησης στα αυτοκίνητα. Για το ζεύγος ελαστικό οδόστρωμα οι τυπικές τιμές για το λ είναι 0,01 – 0,02 ενώ οι αντίστοιχες τιμές για το μ είναι 0,7 – 0,8. Παρατηρούμε συνεπώς ότι η τριβή κύλισης είναι 40 με 80 φορές μικρότερη από τη τριβή ολίσθησης και για αυτό τα αυτοκίνητα κυλάνε και δεν ολισθαίνουν.

Όταν όμως ένα όχημα επιταχύνει ή επιβραδύνει η τριβή μεταβάλλεται. Συγκεκριμένα αυξάνεται από την ελάχιστη τιμή της (τριβή κύλισης) μέχρι να πάρει τη μέγιστη τιμή της που είναι η τριβή ολίσθησης. Η τιμή που θα πάρει τελικά η τριβή εξαρτάται από τη δύναμη που θα δεχθεί ο τροχός κατά τη διαδικασία επιβράδυνσης ή επιτάχυνσης. Ένα η δύναμη αυτή αυξηθεί πολύ η τριβή θα πάρει τη μέγιστη τιμή της πλησιάζοντας την τριβή ολίσθησης και αν αυξηθεί ακόμη περισσότερο τότε ο τροχός θα χάσει την πρόσφυση και θα ολισθήσει. Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι βασική συνθήκη ύπαρξης πρόσφυσης είναι η δύναμη που ασκείται στο τροχό να είναι μικρότερη ή ίση της τριβής ολίσθησης. Η τιμή της τριβής ολίσθησης αποτελεί τη μέγιστη οριακή τιμή και πέρα από αυτή ο τροχός θα ολισθήσει και το όχημα δεν θα επιβραδύνει, συνεπώς η τριβή είναι αυτή που επιβραδύνει το όχημα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω λοιπόν κατά τη διαδικασία του φρεναρίσματος του οχήματος εμφανίζεται μεταξύ των τροχών και της ασφάλτου η τριβή πρόσφυσης (όσο οι τροχοί κυλούν ακόμη) και στη συνέχεια εμφανίζεται η τριβή ολίσθησης (όταν μπλοκάρουν οι τροχοί). Το σύστημα του ABS εμφανίζεται σε αυτή τη περίπτωση εξαλείφοντας τη τριβή ολίσθησης, αφού οι τροχοί δεν μπορούν να μπλοκάρουν, επιτρέποντας στη τριβή πρόσφυσης να επιβραδύνει το όχημα.

Η απόσταση που θα διανυθεί για να ακινητοποιηθεί το όχημα εξαρτάται από το βάρος του οχήματος, την ταχύτητα του και το άθροισμα των 4 δυνάμεων φρεναρίσματος στους 4 τροχούς του οχήματος. Η τιμή του συντελεστή μ εξαρτάται κυρίως από τη φύση του οδοστρώματος και από τις καιρικές συνθήκες. Ο συντελεστής τριβής μειώνεται με την ταχύτητα.

Το σύστημα ABS χρησιμοποιεί μια βασική συνθήκη που ισχύει κατά το φρενάρισμα ενός τροχού. Σε αυτή τη περίπτωση δημιουργείται μια διαφορετική ταχύτητα μεταξύ των τροχών και του οχήματος. Ο τροχός περιστρέφεται πιο αργά από την ταχύτητα που αντιστοιχεί στη στιγμιαία ταχύτητα του οχήματος. Έτσι ως ολίσθηση ορίζεται ο λόγος:

$$\lambda = \frac{(v_f - v_r)}{v_f} * 100 [\%] \quad [2.3]$$

όπου V_f είναι η ταχύτητα του οχήματος και V_r η ταχύτητα περιφέρειας του τροχού.

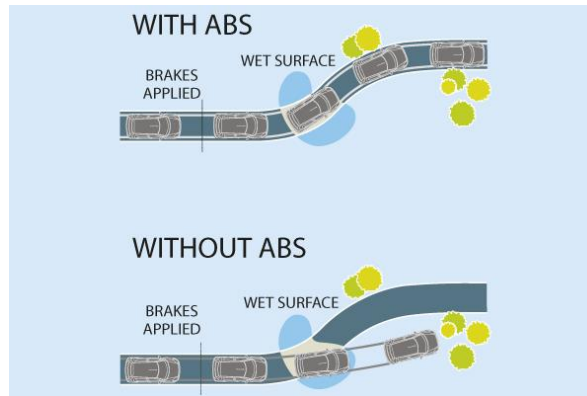
Αναλύοντας το τύπο αντιλαμβανόμαστε ότι με ολίσθηση της τάξεως $\lambda = 0\%$ ο τροχός περιστρέφεται με ταχύτητα που αντιστοιχεί στη ταχύτητα του οχήματος. Αυτό σημαίνει ότι για $\lambda = 0\%$ ο τροχός κυλάει ενώ για $\lambda > 0$ ο τροχός αρχίζει να σπινάρει. Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα, ο συντελεστής τριβής εξαρτάται από την ολίσθηση και παίρνει τη μέγιστη τιμή του, όταν η τιμή του λ βρίσκεται στο 10 – 30%. Ακόμα συμπεραίνουμε ότι ολίσθηση της τάξεως του 100% σημαίνει ότι ο τροχός παραμένει ακίνητος. Στην προκειμένη περίπτωση δεν μπορούν να ασκηθούν πλευρικές δυνάμεις το οποίο μεταφράζεται ότι το όχημα κινείται σε ευθεία γραμμή ουσιαστικά ακυβέρνητο. Με τη χρήση όμως του ABS συγκρίνονται οι ταχύτητες του οχήματος και των τροχών και μέσω του λογισμικού αποτρέπεται το μπλοκάρισμα των τροχών.

2.3 Τρόπος λειτουργίας

Το σύστημα αντιμπλοκαρίσματος τροχών, με την μορφή που είναι γνωστό τώρα, είναι ένα ηλεκτρονικά ελεγχόμενο μηχανικό σύστημα το οποίο είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο των τροχών κατά την διαδικασία του φρεναρίσματος ενός οχήματος με σκοπό να αποφευχθεί η ακινητοποίηση τους (μπλοκάρισμα). Το φαινόμενο του μπλοκαρίσματος των τροχών είναι μη επιθυμητό κατά το φρενάρισμα καθώς μειώνει δραματικά την πρόσφυση του οχήματος, δηλαδή μειώνει τη δυνατότητα αλλαγής πορείας και υπό ορισμένες συνθήκες αυξάνει το χρόνο ακινητοποίησης του οχήματος.

Η αναγκαιότητα χρήσης του συστήματος αυτού έγκειται στην απειρία κάποιου οδηγού όταν βρίσκεται μπροστά σε κίνδυνο κατά βάση. Ο οδηγός την στιγμή εκείνη έχει την τάση να πατάει το πεντάλ του φρένου ως το τέλος της διαδρομής προκαλώντας το μπλοκάρισμα των τροχών με αποτέλεσμα το όχημα να μην ελέγχεται. Σε μια τέτοια, λοιπόν, περίπτωση όπου ο οδηγός δε μπορεί να ελέγξει το όχημα, επεμβαίνει το σύστημα ABS επαναφέροντας την πρόσφυση στους τροχούς και κατ' επέκταση τον έλεγχο στον οδηγό.

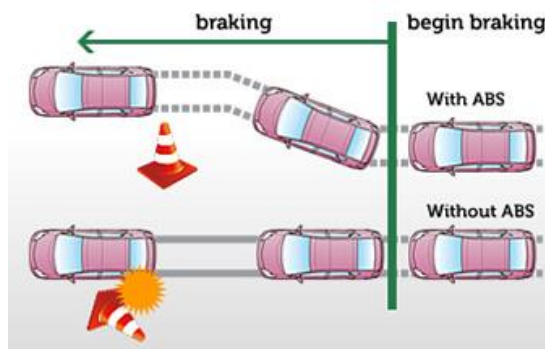
Η πορεία που είναι πιθανό να ακολουθήσει ένα όχημα στη περίπτωση που μπλοκάρουν οι τροχοί διαφέρει ανάλογα την ύπαρξη ή όχι του συστήματος ABS. Το αυτοκίνητο χωρίς σύστημα ABS θα στρίψει με κατεύθυνση τη στροφή αλλά και ταυτόχρονα θα ακολουθήσει περιστροφή του αυτοκινήτου γύρω από τον άξονα του, με αποτέλεσμα να εκτραπεί από την πορεία του. Αντίθετα με την ύπαρξη του συστήματος ABS το αυτοκίνητο θα ακολουθήσει μια πιο ελέγξιμη τροχιά παραμένοντας στη διεύθυνση κίνησης επάνω στη στροφή.



Εικόνα 2.1. Παράδειγμα φρεναρίσματος με και χωρίς σύστημα ABS σε στροφή.

Το σύστημα ABS πλέον προσφέρει στον οδηγό, εκτός από σταθερότητα και πλήρη έλεγχο της διεύθυνσης του οχήματος κατά το φρενάρισμα σε ευθεία ή στροφή, και τις παρακάτω δυνατότητες:

- Ισόποση κατανομή της δύναμης στους εμπρός και πίσω τροχούς, αποφεύγοντας να μπλοκάρουν οι τροχοί διαφορετική στιγμή, επιτυγχάνοντας έτσι σταθερή πορεία του οχήματος.
- Επιτυγχάνεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό ο ιδανικός χρόνος πέδησης το οποίο μεταφράζεται σε μικρότερο διάστημα ακινητοποίησης του οχήματος
- Εκμεταλλεύεται σχεδόν πλήρως τα όρια που παρέχουν οι φυσικές ιδιότητες των ελαστικών και του οδοστρώματος.



Εικόνα 2.2. Διαφορά φρεναρίσματος με και χωρίς σύστημα ABS για αποφυγή εμποδίου.

Το υπάρχον σύστημα ABS λειτουργεί ελέγχοντας την πίεση των υγρών των φρένων που εφαρμόζεται στον κύλινδρο του φρένου κάθε τροχού από την αντλία των φρένων, ώστε να μη μπλοκάρει κανένας τροχός, ακόμη και αν έχει πατηθεί το πεντάλ με μεγάλη δύναμη. Η απόδοση του συστήματος εξαρτάται από

παράγοντες που έχουν άμεση ή έμμεση σχέση με το σύστημα και επηρεάζουν τη συνολική επιβράδυνση του οχήματος. Οι άμεσοι παράγοντες έχουν να κάνουν καθαρά με την λειτουργική κατάσταση του ίδιου του συστήματος πέδησης και ιδιαίτερα με το συντελεστή τριβής που αναπτύσσεται ανάμεσα στο σύστημα πέδησης (συνήθως δίσκους – τακάκια). Οι έμμεσοι παράγοντες αφορούν την κατάσταση και την ποιότητα των ελαστικών και του οδοστρώματος καθώς και τον συντελεστή τριβής μεταξύ αυτών.

Κατά τη διαδικασία του φρεναρίσματος αναπτύσσεται μια δύναμη τριβής ανάμεσα στο ελαστικό και το οδόστρωμα. Ταυτόχρονα έχουμε και ύπαρξη ολίσθησης ανάμεσα τους. Όσο πιο μεγάλος είναι ο συντελεστής τριβής και όσο πιο μικρό το ποσοστό ολίσθησης κάθε τροχού, τόσο μικρότερη η απόσταση φρεναρίσματος του οχήματος μας. Βγαίνει λοιπόν το συμπέρασμα ότι κατά την διάρκεια μπλοκαρίσματος του τροχού έχουμε ολίσθηση 100% και η δύναμη τριβής κατά κανόνα είναι μικρότερη από εκείνη του τροχού που κυλάει ακόμα. Το σύστημα ABS παρεμβαίνει στο μπλοκαρισμένο τροχό δημιουργώντας τέτοιες συνθήκες δυνάμεων πέδησης στο τροχό έτσι, ώστε να εξασφαλίσει μέγιστη δύναμη τριβής.

Ένα τυπικό σύστημα ABS σε αυτοκίνητο αποτελείται από την κεντρική ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου(ECU – Electronic Control Unit), έναν αισθητήρα ταχύτητας σε κάθε τροχό και τουλάχιστον δύο υδραυλικές βαλβίδες μέσα στο υδραυλικό σύστημα των φρένων. Η κεντρική ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου, ή αλλιώς εγκέφαλος, ελέγχει συνεχώς την ταχύτητα του κάθε τροχού και τις συγκρίνει μεταξύ τους. Εάν παρατηρήσει σημαντική διαφορά σε κάποιον τροχό σε σχέση με τους άλλους τότε μειώνει τη πίεση των φρένων σε αυτόν τον τροχό, έτσι ώστε να μην ακινητοποιηθεί.

Το ABS είναι ένα σύστημα εφαρμοζόμενο στα οχήματα για την αύξηση της ασφάλειας, το οποίο κατά το απότομο δυνατό φρενάρισμα διακόπτει την εφαρμογή φρεναρίσματος και το κατανέμει σε μικρά διαστήματα για να αποφύγει το μπλοκάρισμα των τροχών. Έτσι, μπορεί να οδηγηθεί το όχημα με το τιμόνι ακόμη και κατά τη διάρκεια του φρεναρίσματος, το οποίο είναι απαραίτητο για να μην χαθεί ο έλεγχος του οχήματος. Επίσης, αποφεύγεται μεγάλη φθορά από των ελαστικών η οποία μπορεί να προκληθεί από το μπλοκάρισμα των τροχών στην άσφαλτο.

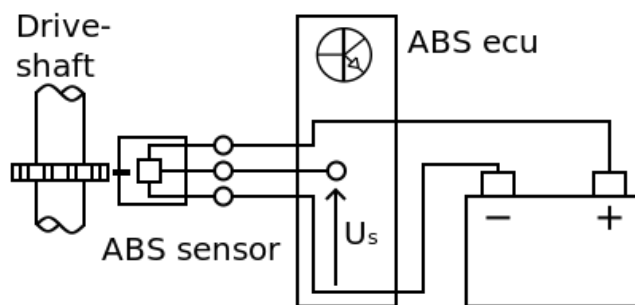
Κατά τη χρήση του ABS σε στεγνό ή υγρό οδόστρωμα η διαδρομή φρεναρίσματος μειώνεται δραστικά. Στο χιόνι όμως και στην άμμο μπορεί ενδεχομένως η διαδρομή φρεναρίσματος να αυξηθεί καθώς με την αργή περιστροφή των τροχών δεν επιτρέπεται η συσσώρευση υλικού μπροστά από το τροχό πράγμα που ενεργεί θετικά. Αυτό αποτελεί ένα βασικό μειονέκτημα του συστήματος που οι κατασκευάστριες εταιρίες προσπαθούν να το εξαλείψουν

δίνοντας πρόσθετες επιλογές και λειτουργίες στον οδηγό μέσα από τις ρυθμίσεις του οχήματος.

Με τη ρύθμιση του φρεναρίσματος να είναι η βέλτιστη για κάθε τροχό ξεχωριστά εμφανίζεται ακόμα ένα πρόβλημα. Ο τάπητας της ασφάλτου μπορεί να εμφανίζει διαφορετικό συντελεστή τριβής σε διάφορα τμήματα του παραδείγματος χάριν στα πλάγια του δρόμου να έχει συσσωρευτεί πάγος ή χιόνι. Φρενάροντας σε αυτή τη περίπτωση εξαιτίας της διαφορετικής τριβής δημιουργείται ροπή στρέψης του τιμονιού προς τη πλευρά του δρόμου με τη καλύτερη πρόσφυση. Έτσι λοιπόν οι κατασκευαστές φροντίζουν η πίεση των φρένων να μην αυξάνεται ακαριαία από τη πλευρά με τη καλύτερη πρόσφυση δίνοντας στον οδηγό χρόνο αντίδρασης για να επαναφέρει το τιμόνι. Σήμερα γίνεται έρευνα για αυτόματη επίδραση και στο τιμόνι έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η επίδραση του φαινομένου.

2.3 Φαινόμενο Hall Effect

Το αισθητήριο μέτρησης ταχύτητας αποτελεί βασικό εξάρτημα για το σύστημα ABS στα οχήματα και κατ' επέκταση στην δική μας υλοποίηση του συστήματος. Η λειτουργία του αισθητήρα στηρίζεται στο φαινόμενο Hall Effect. Το συγκεκριμένο φαινόμενο αναφέρεται στη διαφορά δυναμικού που εμφανίζεται στις πλευρές ενός αγώγιμου ή ημιαγώγιμου υλικού μέσα από το οποίο περνά ρεύμα, όταν αυτό βρεθεί σε ένα μαγνητικό πεδίο. Ο αισθητήρας βρίσκει ευρεία χρήση σε όλα τα συστήματα καθώς η υλοποίηση του κυκλώματος είναι εύκολη και δεν απαιτείται επαφή μεταξύ του αισθητήριου και του αντικειμένου προς μέτρηση.

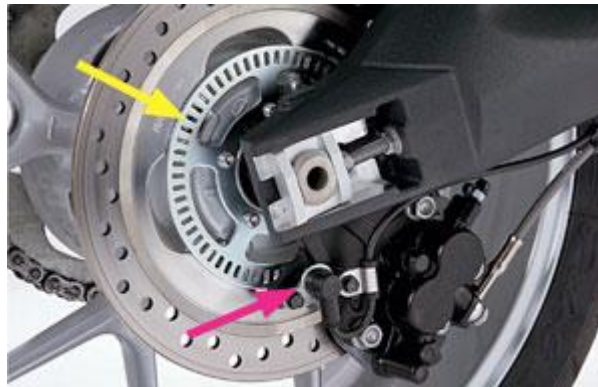


Εικόνα 2.3. Απλοποιημένη συνδεσμολογία του αισθητήρα Hall στο σύστημα ABS

Στο υπάρχων σύστημα σε κάθε έναν από τους 4 τροχούς είναι στερεωμένος και ένας οδοντωτός δίσκος παραγωγής παλμών, που περιστρέφεται μαζί με τον τροχό. Το κύριο αισθητήριο αποτελείται από έναν μόνιμο μαγνήτη και ένα πηνίο

που συνδέεται στη κεντρική μονάδα. Κατά την περιστροφική κίνηση του δίσκου μπροστά από το αισθητήριο μεταβάλλονται και παραμορφώνονται οι μαγνητικές γραμμές δημιουργώντας παλμούς. Οι παλμοί αυτοί έχουν ημιτονοειδής μορφή καθώς όσο πλησιάζει προς τον αισθητήρα ο μαγνήτης η μαγνητική ροή αυξάνεται και κατά την απομάκρυνση του μειώνεται.

Η ημιτονοειδής κυματομορφή που δίνεται σαν έξοδο από τον αισθητήρα ταχύτητας του εκάστοτε τροχού στη συνέχεια μετατρέπεται σε ψηφιακή μορφή ανάλογη με την ταχύτητα των τροχών. Επιπλέον, στο σύστημα υπάρχουν αρκετές ψηφιακές είσοδοι οι οποίες πληροφορούν τη μονάδα επεξεργασίας για τα υπόλοιπα μέρη του. Έτσι η κεντρική μονάδα επεξεργασίας του συστήματος διαθέτει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για να πράξει ανάλογα σε οποιαδήποτε συνθήκη εμφανιστεί.



Εικόνα 2.4. Τα 2 τμήματα του μετρητή ταχύτητας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

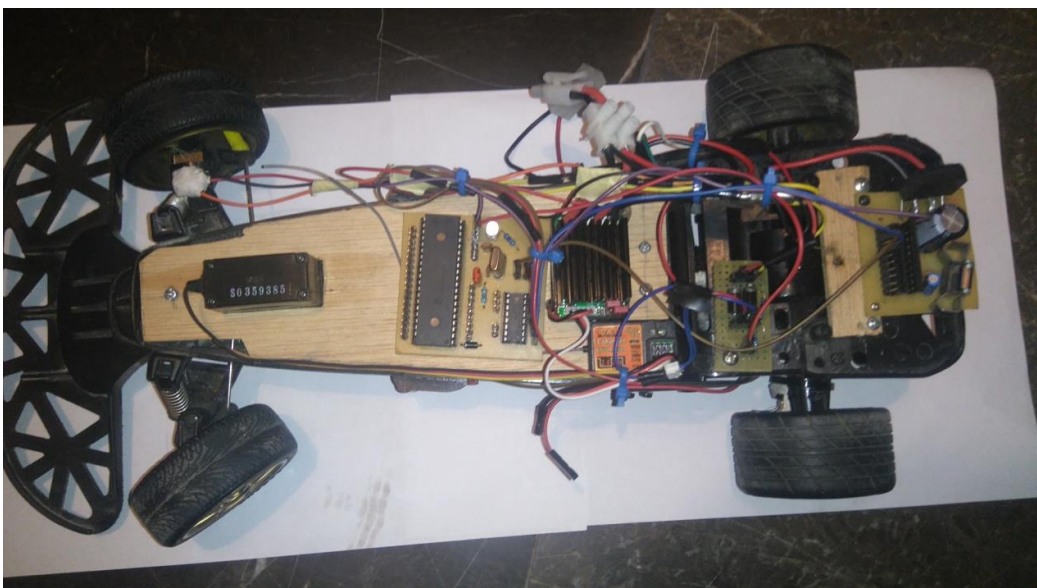
Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει περιγραφή και ανάλυση της κατασκευής. Θα αναφερθούμε στα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση, τον κώδικα για την λειτουργία του ABS, την τοποθέτηση των υλικών και τα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε .

3.1 Εξαρτήματα

Για την υλοποίηση της πτυχιακής εργασίας μας χρησιμοποιήσαμε αρκετά εξαρτήματα τα οποία είτε ήταν δικής μας κατασκευής είτε τα προσαρμόσαμε πάνω στις ανάγκες μας. Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγράψουμε όλα τα εξαρτήματα και την χρήση τους.

3.1.1 Σασί

Αρχικά η βάση της κατασκευής μας ήταν ένα σασί από τηλεκατευθυνόμενο αυτοκίνητο κλίμακας 1:10 το οποίο προσαρμόσαμε κατάλληλα ώστε να τοποθετήσουμε όλα τα απαραίτητα μέρη. Τροποποιήσαμε μέρος του πίσω άξονα αφαιρώντας την δεύτερη ταχύτητα, της οποίας την θέση πήρε το γρανάζι του ηλεκτρομαγνητικού μας φρένου. Το φρένο στηρίχτηκε σε μία βάση την οποία ενσωματώσαμε στο πίσω μέρος του οχήματος.

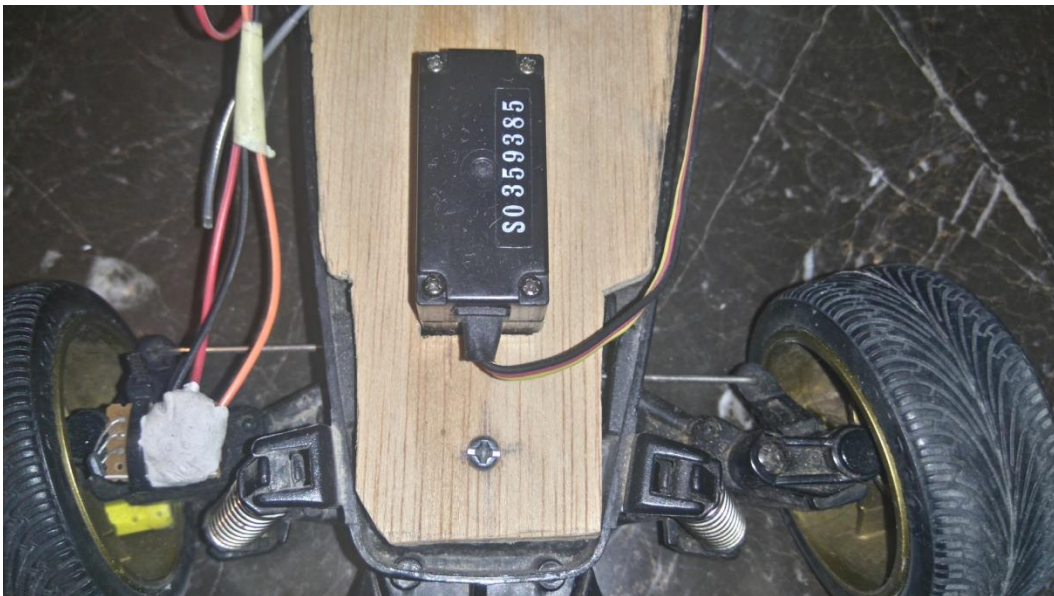


Εικόνα 3.1 Σασί

Ένα άλλο σημείο που υπέστη μετατροπή ήταν η τηλεκατεύθυνση του οχήματος. Αφαιρέθηκε όλη η προηγούμενη τηλεκατεύθυνση μαζί με τα εξαρτήματα της και τοποθετήθηκε νέος δέκτης μαζί με σερβομηχανισμό για τον έλεγχο των μπροστά τροχών και αναστροφέα τάσης για την παροχή τάσης στο φρένο και στο γκάζι. Κρίθηκε αναγκαία η κατασκευή μίας ξύλινης βάσης για την στήριξη όλων των παραπάνω. Τέλος η προηγούμενη μπαταρία αλλάχτηκε, καθώς δεν κάλυπτε τις απαιτήσεις του συστήματος, από μία δικής μας κατασκευής.

3.1.2 Ηλεκτρονικός εξοπλισμός

Ξεκινώντας από το μπροστά μέρος του οχήματος, το πρώτο εξάρτημα που συναντάμε είναι ο σερβομηχανισμός ελέγχου κίνησης των μπροστά τροχών. Ο σερβομηχανισμός είναι κατά βάση ένα μοτέρ το οποίο κινείται δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα αναλόγως την τάση που παρέχεται από το δέκτη της τηλεκατεύθυνσης.



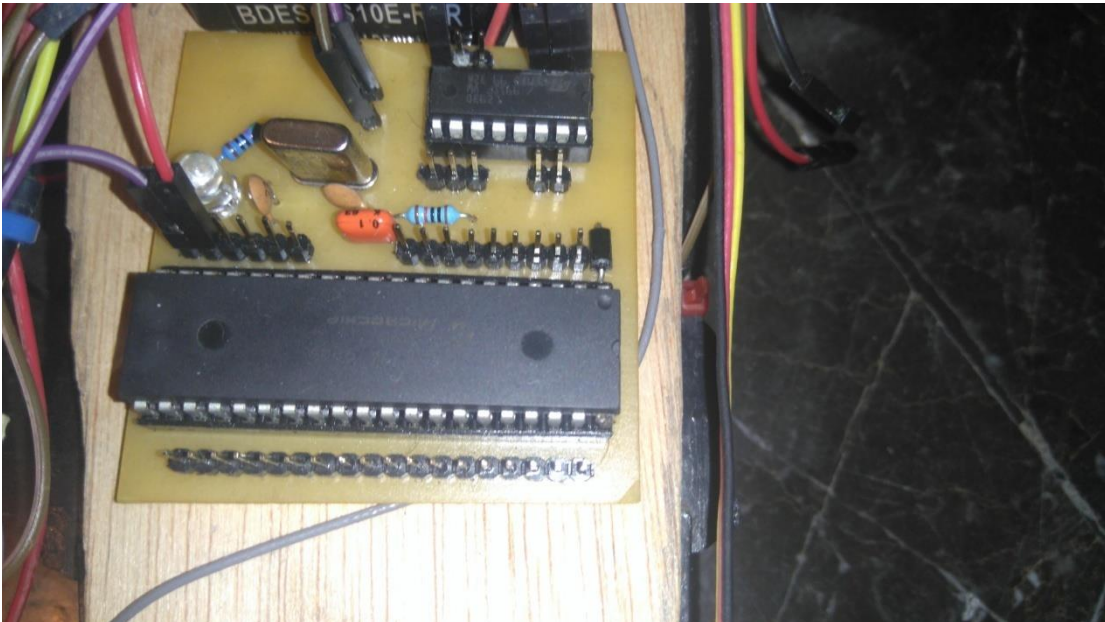
Εικόνα 3.2 Σερβομηχανισμός μπροστά τροχών

Στο ψαλίδι του δεξιά μπροστά τροχό βρίσκεται ο ένας από τους δύο αισθητήρες hall του οχήματος ο οποίος είναι υπεύθυνος για την μέτρηση της ταχύτητας του αμαξώματος. Ο απαραίτητος μαγνήτης για την λειτουργία του hall τοποθετήθηκε πάνω στο δεξιό τροχό έτσι ώστε να περιστρέφεται και αυτός μαζί με τον τροχό.



Εικόνα 3.3 Αισθητήρας HALL μπροστά τροχού

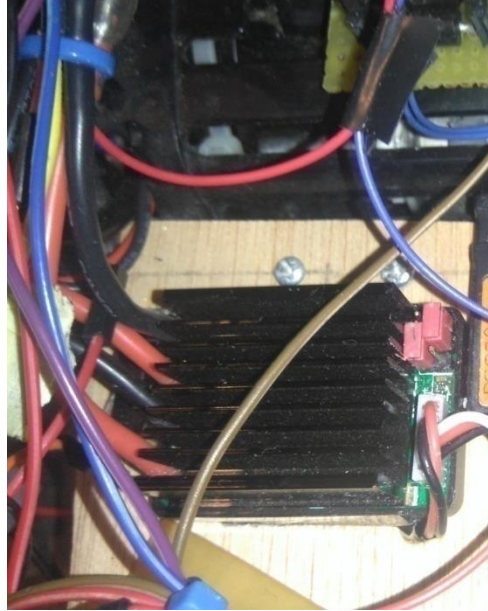
Το επόμενο εξάρτημα είναι ένα από τα βασικότερα τμήματα της κατασκευής. Είναι η πλακέτα ελέγχου του συστήματος ABS η οποία είναι εξολοκλήρου σχεδιασμένη και κατασκευασμένη από εμάς σύμφωνα με τις ανάγκες της κατασκευής. Πάνω στην πλακέτα υλοποιείται η συνδεσμολογία του μικροελεγκτή ριc 16f877A της Microchip μαζί με το chip L293 το οποίο είναι απαραίτητο για το χειρισμό του φρένου. Η χρήση του L293 κρίνεται αναγκαία διότι αφενός ο μικροελεγκτής δεν μπορεί να διαχειριστεί τάση μεγαλύτερη των 5V και αφετέρου για τη προστασία του από φαινόμενα επιστροφής τάσης από το μοτέρ.



Εικόνα 3.4 Πλακέτα μικροελεγκτή

Στην συνέχεια βρίσκεται ο αναστροφέας τάσης. Είναι ένα ηλεκτρονικό εξάρτημα το οποίο είναι υπεύθυνο για την αναστροφή της φοράς του ρεύματος αναλόγως το

σήμα που δέχεται από τον δέκτη της τηλεκατεύθυνσης. Επίσης προσφέρει κλιμακωτή αλλαγή της τάσης αναλόγως το πόσο πατάμε την σκανδάλη στον πομπό της τηλεκατεύθυνσης. Το εν λόγω εξάρτημα είναι αγορασμένο καθώς καμία άλλη κατασκευή που δοκιμάσαμε δεν ήταν τόσο αξιόπιστη και ακριβής.



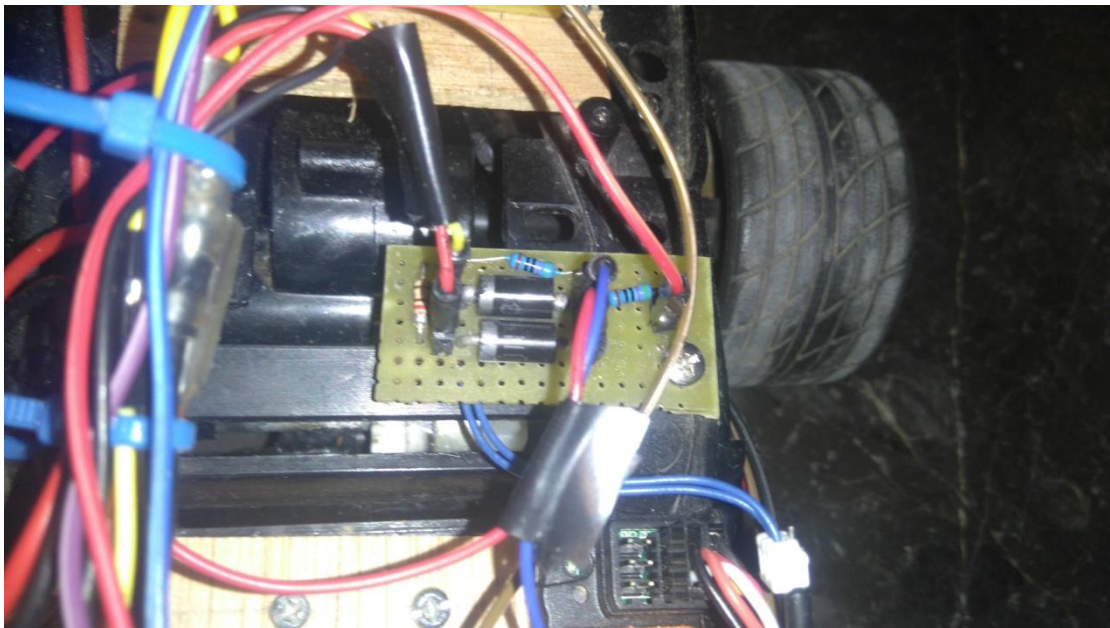
Εικόνα 3.5 Αναστροφείας τάσης

Ακολουθεί ο δέκτης της τηλεκατεύθυνσης που είναι υπεύθυνος για τον χειρισμό του οχήματος. Η τηλεκατεύθυνση έχει δύο κανάλια, ένα για τον χειρισμό των μπροστά τροχών και ένα για τον έλεγχο του γκαζιού και του φρένου. Δουλεύει σε συχνότητα 2.4Ghz.



Εικόνα 3.6 Δέκτης τηλεκατεύθυνσης

Για την διαχείριση δύο ξεχωριστών μοτέρ (φρένο, γκάζι) μέσω του αναστροφέα τάσης και χρησιμοποιώντας ένα μόνο κανάλι της τηλεκατεύθυνσης, παρουσιάστηκε το εξής πρόβλημα. Κατά την θετική αλλά και την αρνητική φορά του ρεύματος λειτουργούσαν και τα δύο ταυτόχρονα, γι αυτό έπρεπε να διαχωρίσουμε την θετική φορά για την χρήση του γκαζιού και την αρνητική φορά για την χρήση του φρένου. Επιλέχθηκε αναγκαστικά η θετική φορά για την χρήση του μοτέρ έτσι ώστε να έχουμε κίνηση προς τα εμπρός. Για την χρήση του φρένου δεν υπήρχε πρόβλημα στην φορά του ρεύματος που θα χρησιμοποιούσαμε επομένως του δώσαμε την αρνητική. Ο διαχωρισμός αυτός επετεύχθη με την χρήση δύο κατάλληλων διόδων υψηλής αντοχής οι οποίες συνδέθηκαν κατάλληλα έτσι ώστε να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Λόγο της ανάγκης να γνωρίζουμε το πότε θα πατηθεί το φρένο από τον χρήστη και ότι έπρεπε να μειώσουμε την τάση από τα 12V στα 5V έτσι ώστε να μπορεί να το διαβάσει ο μικροελεγκτής αναγκαστήκαμε να προβούμε σε μία ακόμα προσθήκη. Έπρεπε να γίνει χρήση ενός κυκλώματος που αποτελείται από δύο αντιστάσεις οι οποίες μειώνουν την τάση που δέχονται σαν είσοδο από τα 12V στα 5V. Και τα δύο αυτά κυκλώματα τα υλοποιήσαμε σε μία πλακέτα. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η συνδεσμολογία.



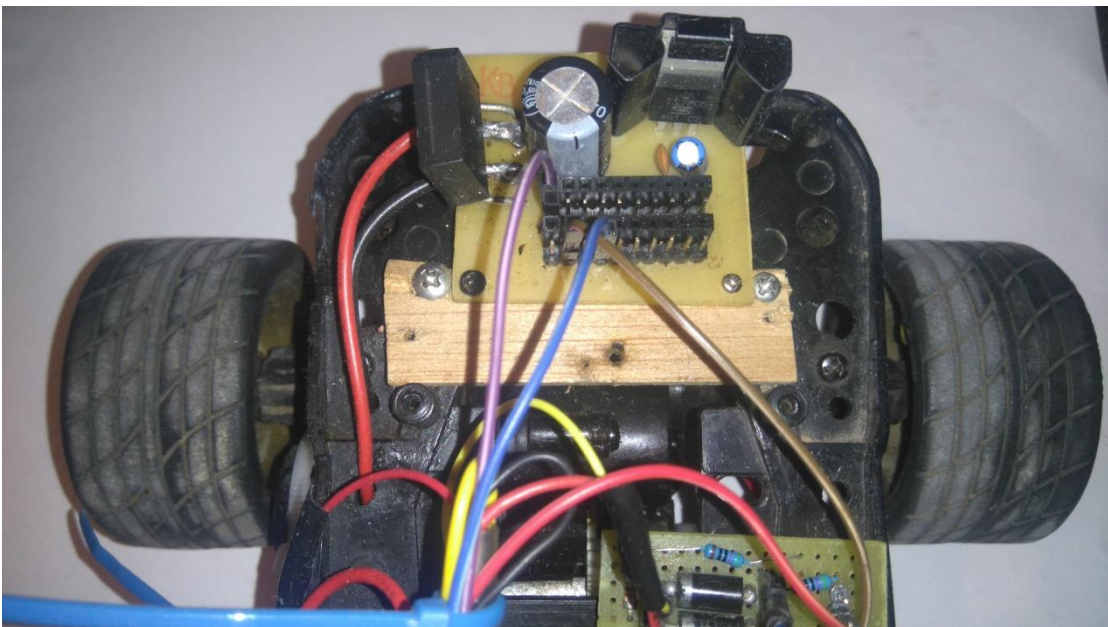
Εικόνα 3.7 Πλακέτα διόδων

Καταλήγοντας στο πίσω μέρος του οχήματος συναντάμε τον δεύτερο αισθητήρα hall του οχήματος ο οποίος μετράει την ταχύτητα των πίσω τροχών. Καθώς το φρένο έχει προσαρμοστεί στους πίσω τροχούς μόνο, ο συγκεκριμένος αισθητήρας ελέγχει αν έχουν μπλοκάρει ή όχι οι τροχοί κατά το φρενάρισμα.



Εικόνα 3.8 Αισθητήρας HALL πίσω τροχού

Στο πίσω μέρος του οχήματος υπάρχει και το κύκλωμα του σταθεροποιητή τάσης. Χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία της πλακέτας του μικροελεγκτή καθώς χρειαζόμαστε 5V. Το συγκεκριμένο κύκλωμα μετατρέπει την τάση της μπαταρίας από τα 12V στα 5V και είναι υπεύθυνο για την διατήρηση της σταθερότητάς της.



Εικόνα 3.9 Σταθεροποιητής τάσης 5V

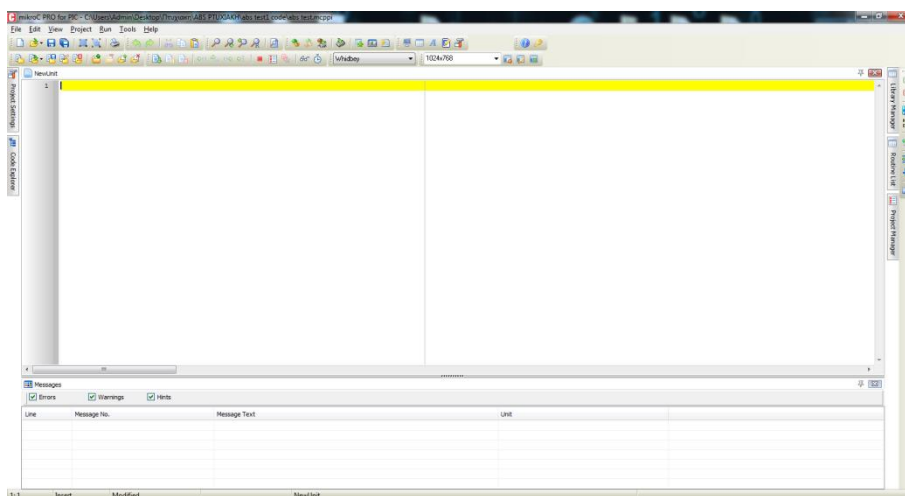
3.2 Προσομοίωση και κώδικας

Πριν προχωρήσουμε σε οποιαδήποτε υλοποίηση, θεωρήθηκε αναγκαίο να εξετάσουμε όλες τις πιθανές θεωρητικές λύσεις χρησιμοποιώντας προγράμματα προσομοίωσης. Έγινε χρήση του προγράμματος "Proteus 8 Professional" για την προσομοίωση και του "microC PRO for PIC" για την σύνταξη του κώδικα λειτουργίας του ABS σε γλώσσα προγραμματισμού micro C. Με το ίδιο πρόγραμμα έγινε και η μετατροπή του κώδικα σε αρχείο ".hex" το οποίο ήταν αναγκαίο για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή. Για να περάσουμε το αρχείο ".hex" στον μικροελεγκτή χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα WinPic800 και την πλακέτα προγραμματισμού με συνδεσμολογία RS232 την οποία σχεδιάσαμε και κατασκευάσαμε.

3.2.1 Κώδικας σε MicroC

Επιλέχτηκε η γλώσσα MicroC για την εγγραφή του κώδικα για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή μας. Χρησιμοποιήσαμε κατάλληλο πρόγραμμα για την γλώσσα που επιλέξαμε το microC PRO for PIC. Με το συγκεκριμένο πρόγραμμα μας δίνεται η δυνατότητα να γράψουμε κώδικα σε MicroC η οποία διαθέτει ένα πιο οικείο τυπολόγιο εντολών συγκριτικά με την assembly. Επιπλέον μας επιτρέπει να αποθηκεύσουμε σε αρχείο τύπου HEX τον κώδικα μας το οποίο είναι κατάλληλο για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή.

Ανοίγοντας το πρόγραμμα δημιουργούμε ένα νέο project στο οποίο επιλέγουμε την οικογένεια και το μοντέλο του μικροελεγκτή και την συχνότητα λειτουργίας (εικόνα 3.10)



Εικόνα 3.10 Γραφικό περιβάλλον του microC PRO for PIC

Στην συνέχεια ακολουθεί η ανάλυση του κώδικα που γράψαμε για την λειτουργία του συστήματος ABS.

Δήλωση των μεταβλητών που θα χρησιμοποιηθούν στο πρόγραμμα:

```
unsigned long RPM_Value_Back;
```

```
unsigned long RPM_Value_Front;
```

```
unsigned long L;
```

όπου RPM_Value_Back είναι η μεταβλητή όπου αποθηκεύεται η τιμή της ταχύτητας του τροχού. Αντίστοιχα η τιμή RPM_Value_Front είναι η μεταβλητή που αποθηκεύεται η τιμή της ταχύτητας του αμαξώματος. Τέλος με L ορίζεται η μεταβλητή που αποθηκεύεται το ποσοστό διαφοράς της ταχύτητας ανάμεσα στο αμάξωμα και τους πίσω τροχούς.

Στην συνέχεια γίνεται η αρχικοποίηση και η δήλωση των ακροδεκτών του μικροελεγκτή:

```
TRISD.B0 = 1; // PORT B1 as INPUT port D0=brake
```

```
PORTD.B0 = 0; //SET RB1 TO LOW
```

```
TRISD.B1 = 0; // PORT B2 as output port
```

```
PORTD.B1 = 1; //SET RB2 TO HIGH
```

```
TRISA.B4=1; // INPUT AT RA4/T0CKI
```

```
PORTA.B4=1;
```

```
TRISC.B0=1;
```

```
PORTC.B0=1;
```

```
OPTION_REG=0b00101000;
```

```
T1CON=0b00000011;
```

όπου δηλώνουμε την πόρτα D0 σαν είσοδο με αρχική τιμή λογικό μηδέν. Στην πόρτα D0 ελέγχουμε αν έχει πατηθεί το φρένο ή όχι, επομένως εάν έχουμε λογικό 1 σημαίνει ότι το φρένο έχει ενεργοποιηθεί. Ορίζουμε την πόρτα D1 ως έξοδο με αρχική τιμή λογικό ένα. Η πόρτα αυτή ελέγχει τη λειτουργία του L293. Η πόρτες A4 και C0 ορίζονται ως είσοδοι με αρχική τιμή το λογικό ένα και επιπλέον με τον κατάλληλη δήλωση των OPTION_REG και T1CON οι πόρτες αυτές δηλώνονται ως μετρητές όπου αυξάνουν τιμή κάθε φορά που δέχονται το λογικό ένα.

Ο βασικός κορμός του προγράμματος εκτελείται μέσα σε μία άπειρη επανάληψη `do...while(1)` έτσι ώστε το πρόγραμμα να τρέχει συνεχώς. Στην συνέχεια γίνονται οι απαραίτητες αρχικοποιήσεις των μεταβλητών:

```
RPM_Value_Back=0;
```

```
RPM_Value_Front=0;
```

```
TMR0=0;
```

```
TMR1L=0;
```

```
TMR1H=0;
```

```
TMR1IF_bit= 0;
```

```
Delay_ms(200);
```

επίσης αρχικοποιούμε τους μετρητές TMR0 και TMR1. Ο TMR1 είναι ένας 16bit μετρητής ο οποίος ουσιαστικά αποτελείται από δύο 8bit μετρητές για αυτό τον λόγο μηδενίζουμε και το HIGH και το LOW όπως επίσης και τη σημαία υπερχειλίσης του. Τέλος δίνουμε μία καθυστέρηση 0,2sec για την μετάβαση στην επόμενη εντολή για να μετρήσουν οι μετρητές.

Αφού περάσει ο χρόνος καθυστέρησης των 0,2sec προχωράμε στην συνέχεια του προγράμματος:

```
RPM_Value_Back=TMR0*300;
```

```
RPM_Value_Front= (TMR1L)*300;
```

```
L=0;
```

```
L=((RPM_Value_Front-RPM_Value_Back)/RPM_Value_Front);
```

όπου λαμβάνοντας τις τιμές των μετρητών υπολογίζουμε τις στροφές ανά λεπτό πολλαπλασιάζοντας με 300 ($0,2\text{sec} \cdot 300 = 1\text{min}$). Στην συνέχεια αρχικοποιούμε και υπολογίζουμε την μεταβλητή L και βρίσκουμε το ποσοστό διαφοράς της ταχύτητας ανάμεσα στο αμάξωμα και τους πίσω τροχούς.

Σε αυτό το σημείο ελέγχουμε αν υπάρχουν κατάλληλες συνθήκες για την ενεργοποίηση του συστήματος ABS. Αρχικά ελέγχουμε αν έχει πατηθεί το φρένο:

```
if(PORTD.B0==1){ //To Stop motor
```

και στην συνέχεια, εφόσον έχει πατηθεί το φρένο ελέγχουμε εάν το ποσοστό διαφοράς της ταχύτητας ανάμεσα στο αμάξωμα και τους πίσω τροχούς είναι μεγαλύτερο της τάξεως του 30%


```
if(L<=0.3){
```

Στην περίπτωση που είναι μικρότερο ή ίσο με 30% το φρένο συνεχίζει να πατιέται χωρίς την λειτουργία του συστήματος ABS:

```
PORTD.B1=1; }
```

Εάν το ποσοστό είναι μεγαλύτερο του 30% τότε τίθεται σε λειτουργία το σύστημα του ABS:

```
if(L>0.3){
```

Η λειτουργία του συστήματος ABS βασίζεται στην απενεργοποίηση και ενεργοποίηση του φρένου ανά τακτά χρονικά διαστήματα έως ότου το ποσοστό της διαφοράς της ταχύτητας ανάμεσα στο αμάξωμα και τους πίσω τροχούς γίνει μικρότερο του 30%. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του παρακάτω κώδικα:

```
PORTD.B1 = 0;
```

```
Delay_ms(200);
```

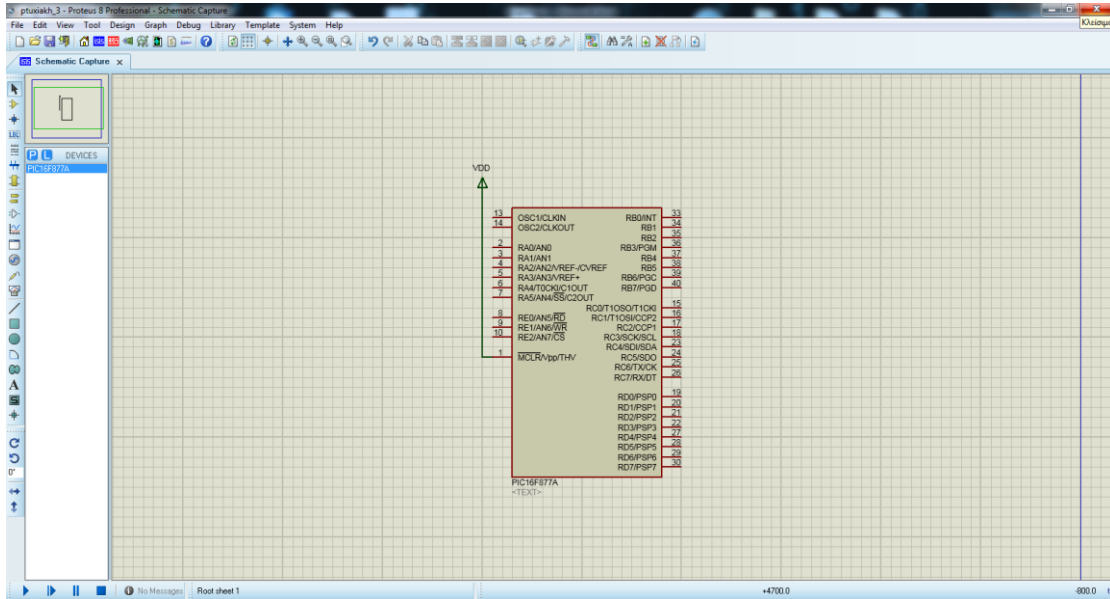
```
PORTD.B1 = 1;
```

```
Delay_ms(50);
```

Στην συνέχεια μετά την πρώτη ενεργοποίηση του συστήματος ABS γίνεται εκ νέου έλεγχος του ποσοστού διαφοράς της ταχύτητας ανάμεσα στο αμάξωμα και τους πίσω τροχούς. Εάν το ποσοστό είναι μικρότερο του 30% η λειτουργία του συστήματος ABS δεν είναι αναγκαία οπότε το φρένο λειτουργεί σύμφωνα με το πάτημα του χρήστη. Εάν είναι μεγαλύτερο, κρίνεται αναγκαία η λειτουργία του συστήματος ABS για την ασφαλή ακινητοποίηση του οχήματος.

3.2.2 Proteus 8 Professional

Για την υλοποίηση της κατασκευής, αρχικά έπρεπε να σχεδιάσουμε ένα πρότυπο σε συνθήκες προσομοίωσης στο πρόγραμμα Proteus 8 Professional. Δημιουργήσαμε ένα καινούριο project με τις βασικές ρυθμίσεις. Δώσαμε όνομα στο project, επιλέξαμε τον φάκελο αποθήκευσης και δηλώσαμε ότι το project αφορά τον μικροελεγκτή 16f877A σε συχνότητα λειτουργίας 4Mhz. Έτσι προέκυψε το παρακάτω σχηματικό (εικόνα 3.11).



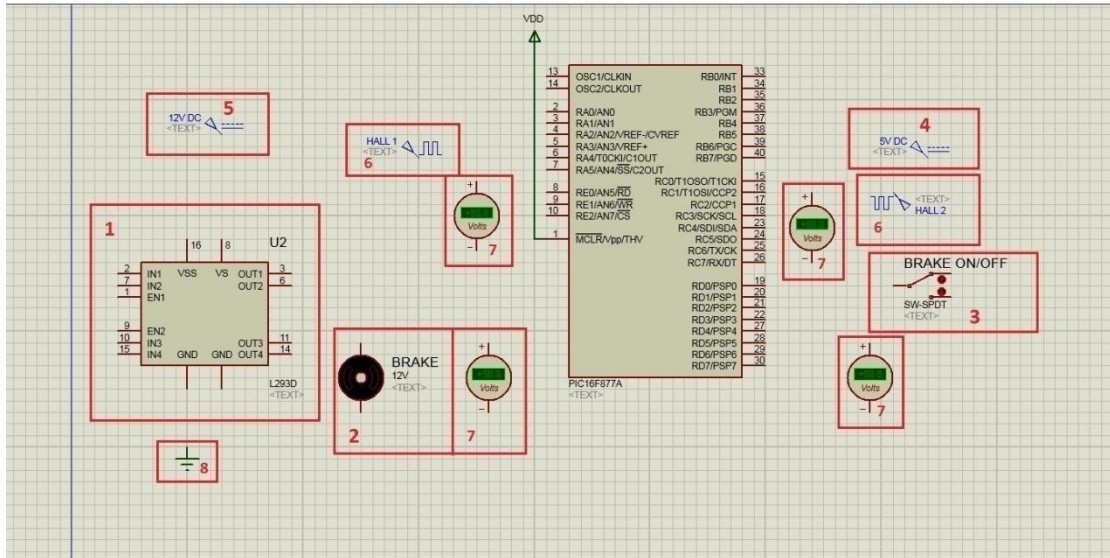
Εικόνα 3.11 Default schematic for 16f877A

Στην συνέχεια επιλέχθηκαν τα στοιχεία που χρησιμοποιήσαμε, τα οποία είναι:

1. Ολοκληρωμένο L293d
2. DC motor για την προσομοίωση του μαγνητικού φρένου
3. Διακόπτης δύο θέσεων για τον έλεγχο ενεργοποίησης φρένου
4. Τροφοδοσία DC 5V
5. Τροφοδοσία DC 12V
6. Γεννήτρια παραγωγής παλμού για την προσομοίωση της λειτουργίας των αισθητήρων HALL.
7. Πολύμετρο
8. Γείωση του κυκλώματος

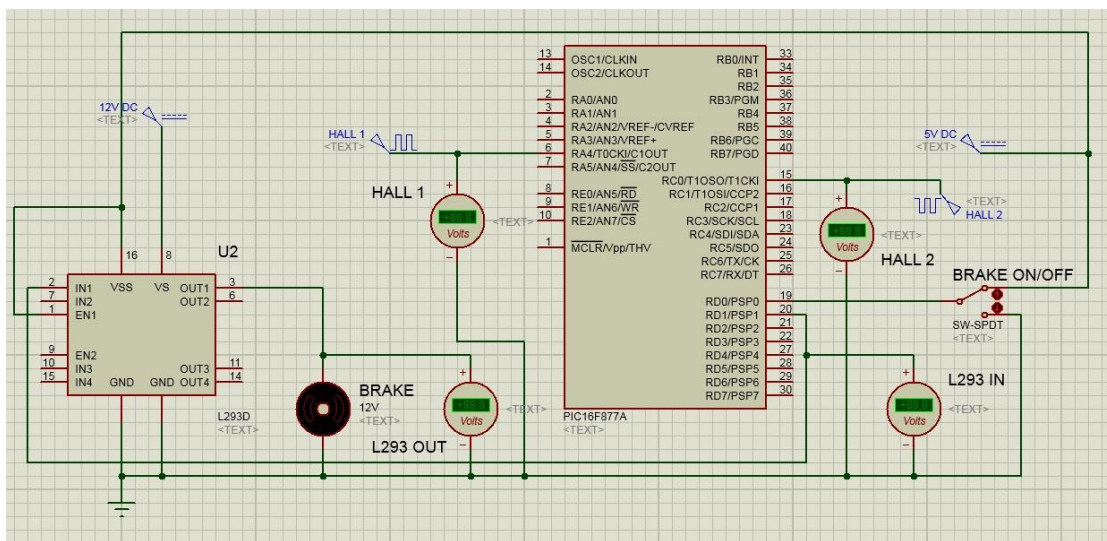
Τοποθετήσαμε τις γεννήτριες παραγωγής παλμού για να προσομοιώσουμε τους αισθητήρες HALL καθώς είναι δύσκολο να προσομοιώσουμε το φαινόμενο. Για το πότε θα είναι ενεργοποιημένο ή όχι το φρένο χρησιμοποιούμε ένα διακόπτη δύο θέσεων δίνοντας είσοδο λογικό 1 ή 0 στον μικροελεγκτή. Το ηλεκτρομαγνητικό φρένο προσομοιώνεται μέσω ενός DC MOTOR γιατί έχει παρόμοιο τρόπο λειτουργίας. Χρησιάστηκε δύο τροφοδοσίες DC, των 5V για τον μικροελεγκτή και για την ενεργοποίηση του L293d καθώς και των 12V για τη λειτουργία του φρένου. Αναγκαία θεωρείται η ύπαρξη του L293d για τον χειρισμό του φρένου καθώς χρειαζόμαστε μεγαλύτερη τάση ρεύματος την οποία δεν μπορεί να διαχειριστεί ο μικροελεγκτής. Έγινε χρήση πολυμέτρων για να μπορούμε εύκολα να ελέγξουμε το κύκλωμα κατά την προσομοίωση. Τέλος θεωρείται υποχρεωτική η γείωση του κυκλώματος για να υπάρξει σωστή λειτουργία του. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε όλα τα στοιχεία της προσομοίωσης (εικόνα 3.12).

Ανάπτυξη Εφαρμογής με ABS



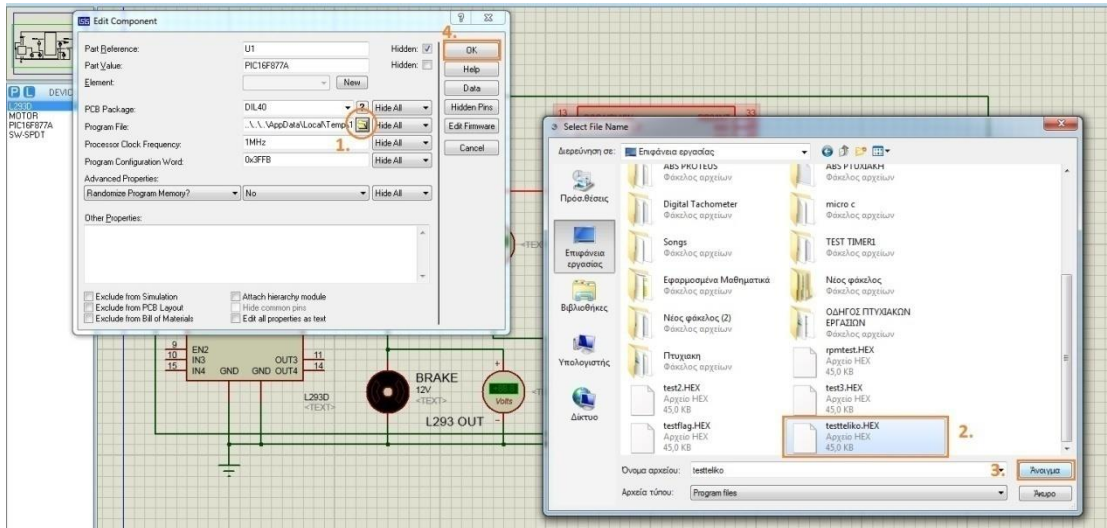
Εικόνα 3.12 Στοιχεία προσομοίωσης

Μετά την εισαγωγή των στοιχείων ακολουθεί η συνδεσμολογία όπου φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 3.13).



Εικόνα 3.13 Συνδεσμολογία

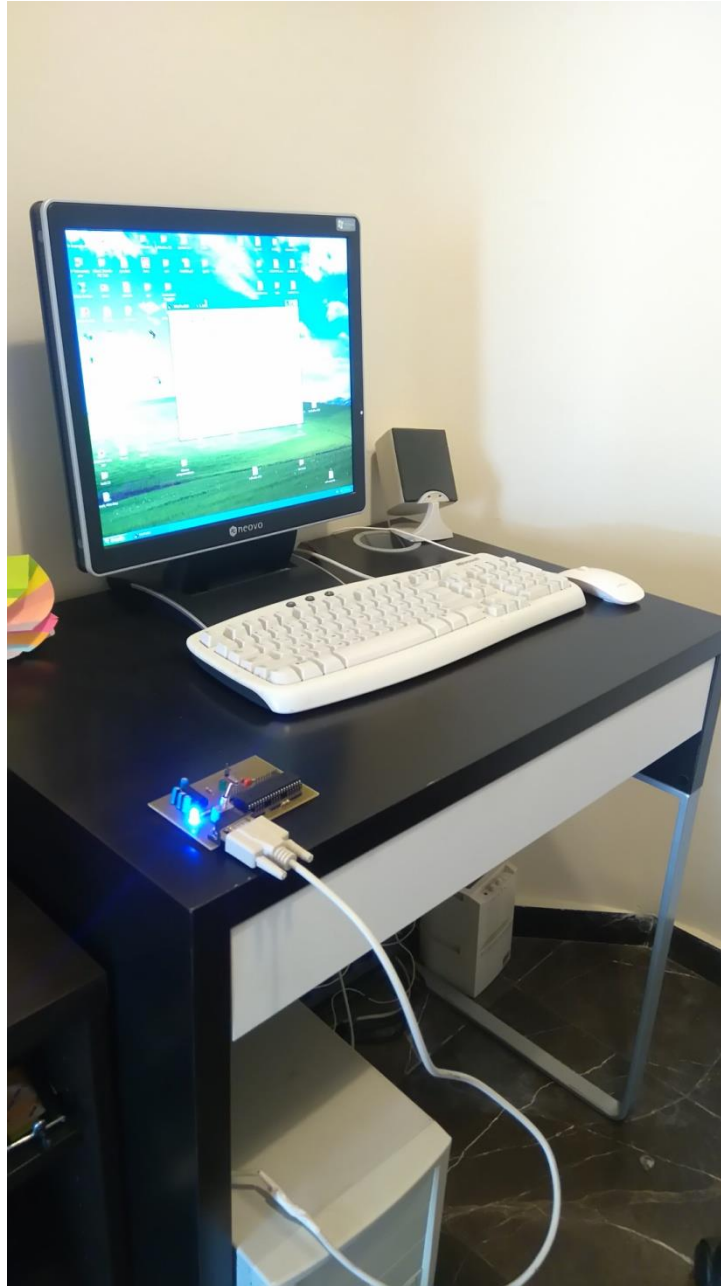
Το τελικό στάδιο για την λειτουργίας της προσομοίωσης είναι να φορτώσουμε το πρόγραμμα στον μικροελεγκτή μέσω του αρχείου HEX που αποτελεί τον κώδικα που έχουμε γράψει σε γλώσσα MicroC. Αυτό γίνεται πατώντας διπλό κλικ πάνω στον μικροελεγκτή και επιλέγοντας να φορτώσει το κατάλληλο αρχείο ακολουθώντας τη σειρά που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 3.14)



Εικόνα 3.14 Εισαγωγή αρχείου HEX

3.2.3. WINPIC800

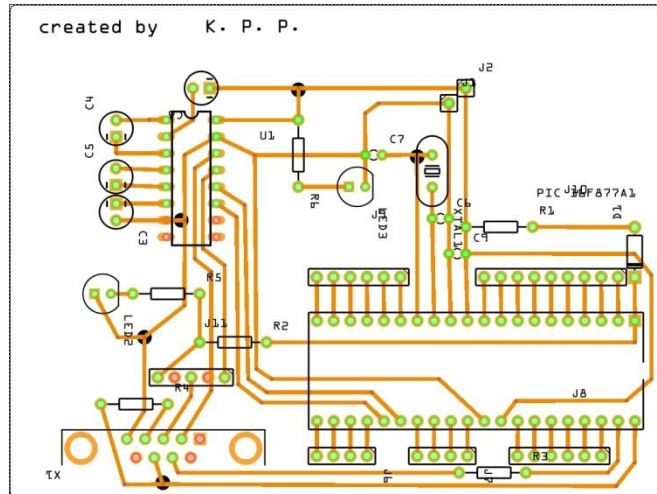
Μετά το πέρας των απαραίτητων ελέγχων του κώδικα σε επίπεδο προσομοίωσης θεωρήθηκε σκόπιμο να γίνει και ο έλεγχος του κώδικα σε πραγματικό χρόνο. Έτσι έπρεπε να φορτώσουμε το πρόγραμμα στον μικροελεγκτή και να ελέγξουμε την λειτουργία του πάνω στη κατασκευή που υλοποιήσαμε. Για το λόγο αυτό σχεδιάσαμε και κατασκευάσαμε την πλακέτα προγραμματισμού στην οποία τοποθετήσαμε τον μικροελεγκτή για να του 'φορτώσουμε το κατάλληλο πρόγραμμα. Μέσω του προγράμματος WINPic800 μας δίνεται η δυνατότητα να περάσουμε το HEX αρχείο, που έχουμε δημιουργήσει, στο μικροελεγκτή από τον υπολογιστή. Η σύνδεση αυτών των δύο γίνεται μέσω της θύρας RS232.



Εικόνα 3.15 Πλακέτα προγραμματισμού ric σε σύνδεση με Η/Υ

Η συνδεσμολογία μέσω της θύρας RS232 είναι παλιά και πλέον έχει αντικατασταθεί από την σύνδεση USB. Παρόλα αυτά λόγω ότι ο μικροελεγκτής που επιλέξαμε δεν διέθετε την δυνατότητα σύνδεσης και προγραμματισμού μέσω USB κινηθήκαμε προς την κατεύθυνση της σύνδεσης μέσω RS232. Για να επιτευχθεί η επικοινωνία μέσω αυτής της σύνδεσης απαιτείται ένα μικροκύκλωμα λεγόμενο MAX232. Αυτό αναλαμβάνει την “μετάφραση” της πληροφορίας από τον υπολογιστή προς το μικροελεγκτή καθώς λειτουργούν σε διαφορετικές τάσεις για το επίπεδο High και Low. Πιο αναλυτικά, ο υπολογιστής λειτουργεί αντιλαμβανόμενος ως High τιμές της τάξης των +5~12Volt και ως Low τιμές της

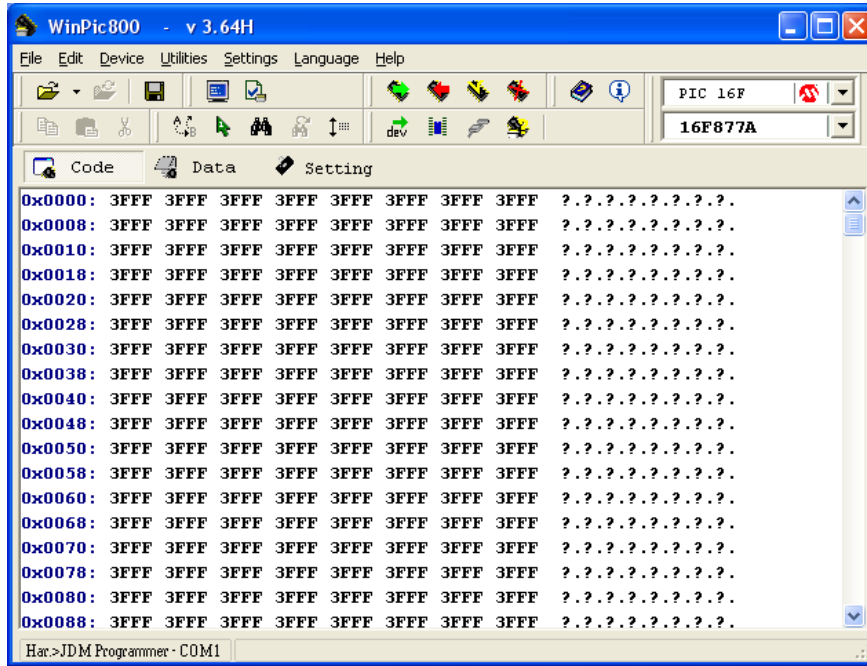
τάξης των $-5\sim 12\text{Volt}$, απαιτώντας δηλαδή συμμετρικότητα εν σχέσει με το μηδέν. Αντίστοιχα ο μικροελεγκτής λειτουργεί λαμβάνοντας τιμές από $+5\text{Volt}$ (High) μέχρι 0Volt (Low). Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν ότι υπάρχει διαφορά λειτουργίας το οποίο σημαίνει ότι τα δύο άκρα της σύνδεσης μας (μικροελεγκτής- υπολογιστής) δεν μπορούν να επικοινωνήσουν αυτόνομα. Τον ρόλο του “μεταφραστή” αναλαμβάνει λοιπόν το MAX232 έτσι ώστε με την κατάλληλη συνδεσμολογία να βοηθάει στην επικοινωνία μεταξύ τους μετατρέποντας τα σήματα στην κατάλληλη κλίμακα ανάλογα το προορισμό.



Εικόνα 3.16 Μορφή πλακέτας προγραμματισμού

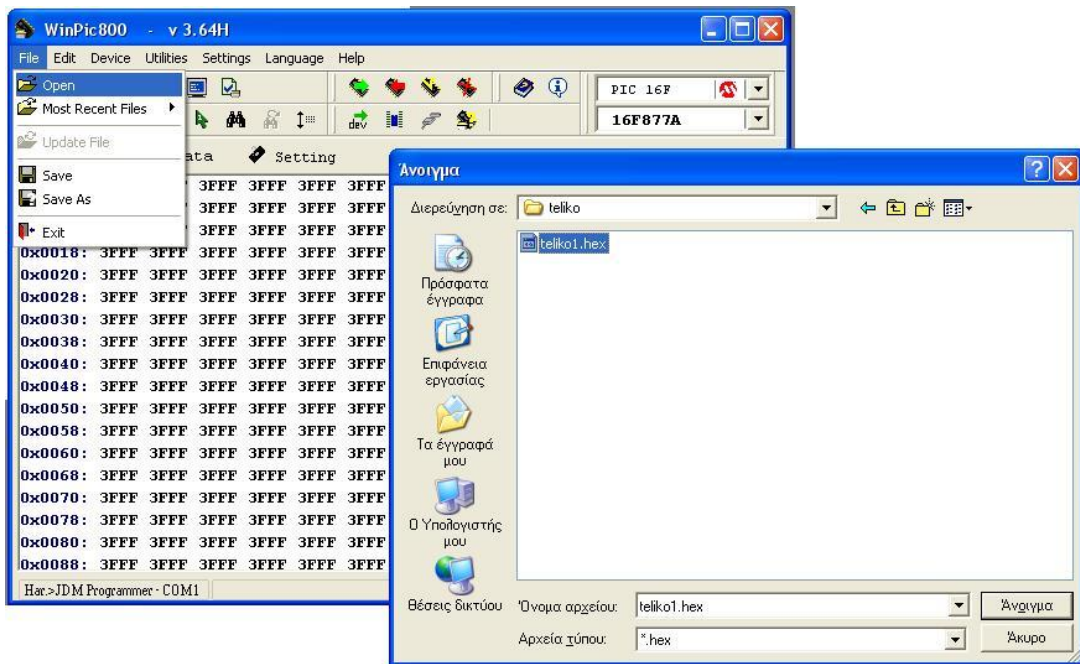
Αφού έχουμε πραγματοποιήσει σύνδεση με τον υπολογιστή, προχωράμε στην χρήση του WinPic800 για την ολοκλήρωση της διαδικασίας φόρτωσης του προγράμματος. Μέσω ενός εύκολου interface μας δίνεται η δυνατότητα φόρτωσης ενός νέου προγράμματος στον μικροελεγκτή μας, η διαγραφή του μικροελεγκτή από οτιδήποτε έχει μέσα αλλά και η επιβεβαίωση ότι το πρόγραμμα έχει φορτωθεί σωστά σε αυτόν.

Ανάπτυξη Εφαρμογής με ABS



Εικόνα 3.17 Interface του προγράμματος WinPic800

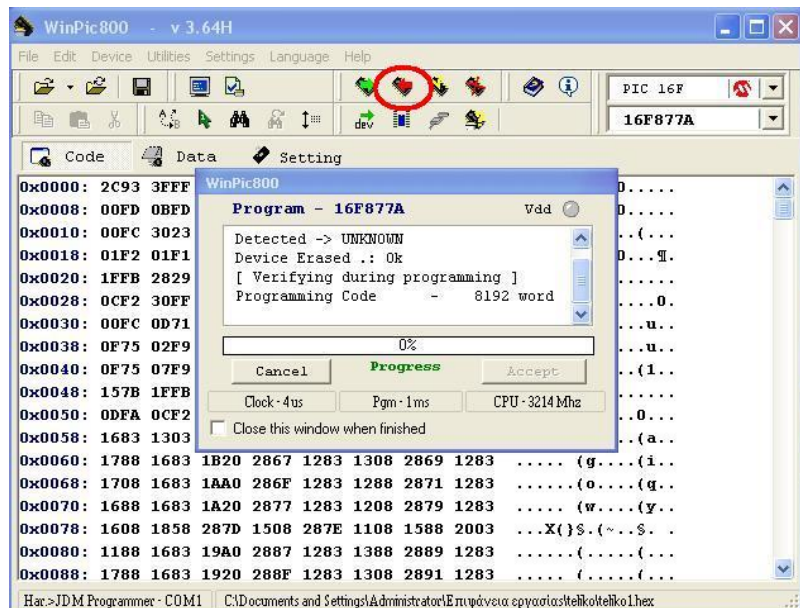
Ξεκινώντας ανοίγουμε το πρόγραμμα και κάνουμε "open" το .hex αρχείο που έχουμε ήδη φτιάξει για να γίνει ο προγραμματισμός του μικροελεγκτή.



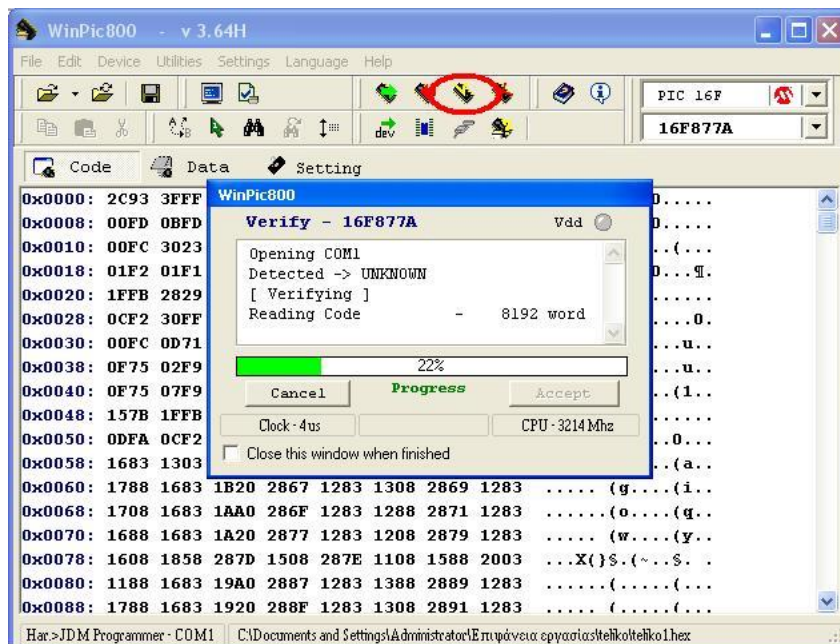
Εικόνα 3.18 Εισαγωγή αρχείου .hex για προγραμματισμό του pic

Ανάπτυξη Εφαρμογής με ABS

Αφού φορτώσουμε το αρχείο .hex προχωράμε στον προγραμματισμό του pic και στην επαλήθευση του μετά την εγγραφή.



Εικόνα 3.19 Φόρτωση προγράμματος στον pic

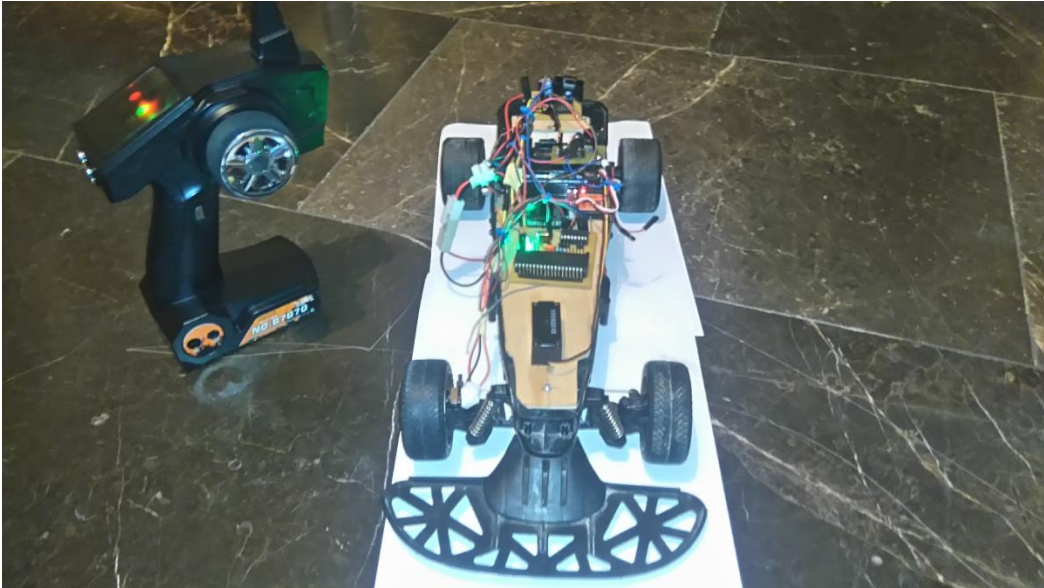


Εικόνα 3.20 Επιβεβαίωση προγράμματος στον pic

3.3 Από την θεωρία στην πράξη

Η πτυχιακή εργασία ολοκληρώθηκε με την υλοποίηση της κατασκευής ενός οχήματος κλίμακας 1:10 για τον έλεγχο του κώδικα και σε πραγματικό χρόνο και συνθήκες. Η βασική ιδέα λειτουργίας του κώδικα βασίστηκε στις μετρήσεις που είχαμε σε πραγματικό χρόνο από τους δύο αισθητήρες Hall που τοποθετήσαμε πάνω στο όχημα. Οι δύο αυτοί αισθητήρες προκαλούσαν ανά τακτά χρονικά διαστήματα (ανάλογα την ταχύτητα) διακοπές στο μικροελεγκτή μας στέλνοντας 5 Volt σήμα στην είσοδο του. Το πρόγραμμα αναλάμβανε για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα που ορίζαμε εμείς να αποθηκεύει πόσες διακοπές γίνονται και μέσω κατάλληλων πράξεων να βρίσκουμε τις στροφές ανά λεπτό του τροχού και κατά συνέπεια την ταχύτητα του. Συγκρίνοντας αυτές τις δύο ταχύτητες και γνωρίζοντας ότι μόνο η μια εκ των δύο επηρεάζεται από το φρένο άμεσα, ενώ η άλλη αποτελεί την ενδεικτική ταχύτητα του αμαξώματος μπορούσαμε να κρίνουμε αν χρειάζεται ή όχι η επέμβαση του συστήματος ABS. Αυτό το έκρινε ο μικροελεγκτής μέσω μιας συνθήκης που έλεγε ότι αν ο λόγος της διαφοράς των δύο αυτών ταχυτήτων ήταν πάνω από το 30% τότε κρίνεται απαραίτητη η ενεργοποίηση του συστήματος. Με την ενεργοποίηση του συστήματος ABS ο μικροελεγκτής έστελνε διακεκομμένα σήματα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης του ηλεκτρομαγνητικού φρένου μέσω του L293 καθόλη την διάρκεια που χρειάζεται το ABS. Σε αντίθετη περίπτωση ή στη περίπτωση που έχει ενεργοποιηθεί το σύστημα για ένα διάστημα αλλά στη συνέχεια μέσω του ελέγχου του προγράμματος δεν θεωρείται αναγκαία η λειτουργία του τότε ο μικροελεγκτής στέλνει σήμα στο L293 για συνεχόμενη λειτουργία επιτρέποντας στο ηλεκτρομαγνητικό φρένο να λειτουργεί σύμφωνα με τις εντολές του χρήστη.

Όλες οι πιθανές περιπτώσεις που μπορέσαμε να ελέγξουμε μέσω των αισθητήρων και άλλων δεδομένων που μπορούσαμε να λάβουμε παίρνονται ως συνθήκες μέσα στο κώδικα μας. Ο κώδικας ελέγχει διαρκώς εάν το φρένο είναι ενεργοποιημένο από το χρήστη έτσι ώστε να μην λειτουργεί άσκοπα, όπως επίσης και η σύγκριση των ταχυτήτων γίνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα αποφεύγοντας την λειτουργία του συστήματος σε περίπτωση που δεν χρειάζεται πλέον.



Εικόνα 3.21 Ολόκληρη η κατασκευή

Παρατηρώντας την διαδικασία του φρεναρίσματος στο μοντέλο προσομοίωσης, μπορούμε να δούμε πως το σύστημα ABS λειτουργεί μόνο όποτε κριθεί αναγκαίο από τον μικροελεγκτή σύμφωνα με τις μετρήσεις που δέχεται και τους υπολογισμούς που πραγματοποιεί. Επομένως το φάσμα λειτουργίας του συστήματος ABS είναι σωστά προγραμματισμένο. Φαίνεται λοιπόν πως το ηλεκτρομαγνητικό φρένο αλλά και ο κώδικας με τον οποίο προγραμματίστηκε ο μικροελεγκτής λειτουργούν αποτελεσματικά. Υπάρχει μεγάλη διαφορά στον χειρισμό του οχήματος κατά το φρενάρισμα όταν λειτουργεί το σύστημα ABS, δίνοντας την δυνατότητα ελιγμών και αποφυγής εμποδίων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δρ. Αλατσαθιανός Σταμάτης (2007), Ανάπτυξη συστημάτων με μικροελεγκτές 8051
 - Δρ. Αλατσαθιανός Σταμάτης (2010), Εισαγωγή στη Μηχατρονική και στα ενσωματωμένα συστήματα
-

- Chris , Build A Digital Tachometer/RPM Counter, Ανασύρθηκε στις 15 Ιουνίου από:
http://www.pyroelectro.com/tutorials/digital_tachometer_rpm/schematic.html
- Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Κανονισμός Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου της 13^{ης} Ιουλίου 2009, ανασύρθηκε στις 29 Ιουνίου από:
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN-EL/TXT/?uri=CELEX:32009R0661&from=EN>
- Wikipedia, Anti-lock braking system, Ανασύρθηκε στις 5 Ιουλίου από:
https://en.wikipedia.org/wiki/Anti-lock_braking_system
- Wikipedia, Eddy current brake, Ανασύρθηκε στις 5 Ιουλίου από:
https://en.wikipedia.org/wiki/Eddy_current_brake
- Wikipedia, Electromagnetic brake, Ανασύρθηκε στις 7 Ιουλίου από:
https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_brake
- Wikipedia, Hall effect sensor , Ανασύρθηκε στις 7 Ιουλίου από:
https://en.wikipedia.org/wiki/Hall_effect_sensor
- Wikipedia, Hall effect , Ανασύρθηκε στις 7 Ιουλίου από:
https://en.wikipedia.org/wiki/Hall_effect
- Tiepie automotive, Measuring a Hall effect ABS sensor, Ανασύρθηκε στις 8 Ιουλίου από:
http://www.tiepie-automotive.com/en/Measurement_examples/Sensors/ABS_Sensor_Hall

- Carmel Polytechnic, Seminar Report Electromagnetic Brake, Ανασύρθηκε στις 10 Ιουλίου από:
https://docs.google.com/document/d/1YY1dXYunaFRbE3JN0zJnEqf4j4dQQXYx-NUCvuKOZIQ/edit?hl=en_GB
- OGURA INDUSTRIAL CORP., electromagnetic brakes, Ανασύρθηκε στις 10 Ιουλίου από:
<https://www.youtube.com/watch?v=zytA5sspA1k>
- Automobile Technology, Electromagnetic Brake, Ανασύρθηκε στις 11 Ιουλίου από:
<http://automobiletechinfo.blogspot.gr/2013/05/electromagnetic-brake.html>
- Δελτίο τύπου Robert Bosch GmbH, From innovation to standard equipment 30 years of safe braking with Bosch ABS (2008), Ανασύρθηκε στις 13 Ιουλίου από:
<http://www.bosch.co.jp/en/press/group-0807-05.asp>
- Akhil C. S. (2013), Electromagnetic Brake , Ανασύρθηκε στις 13 Ιουλίου από:
<http://automobiletechinfo.blogspot.gr/2013/05/electromagnetic-brake.html>
- Carmel Poly Technic, Seminar Report Electromagnetic Brake, Ανασύρθηκε στις 14 Ιουλίου από :
https://docs.google.com/document/d/1YY1dXYunaFRbE3JN0zJnEqf4j4dQQXYx-NUCvuKOZIQ/edit?hl=en_GB

-
- Wikipedia, Σύστημα Αντιμπλοκαρίσματος Τροχών, Ανασύρθηκε στις 6 Ιουλίου από:
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1_%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BC%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%BA%CE%B1%CF%81%CE%AF%CF%83%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82_%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%87%CF%8E%CE%BD

- Χατζηγιαννάκης Δ. , Συστήματα πέδησης ή πως ελέγχονται οι κινητικές δυνάμεις, Ανασύρθηκε στις 15 Ιουλίου από:

<http://iceal.wikidot.com/frena-genika>

- Μητρόπουλος Δ. (2011), Μια ταλάντωση με ... ηλεκτρομαγνητικά φρένα!, Ανασύρθηκε στις 13 Ιουλίου από:

<http://ylikonet.gr/profiles/blogs/3647795:BlogPost:79644>

- Παπαγεωργίου Δ. (2009), Επίδραση του αριθμού σπειρών στην ελκτική δύναμη ηλεκτρομαγνήτη, Ανασύρθηκε στις 14 Ιουλίου από:

http://2lyk-peir-athin.att.sch.gr/school.files/erg/tec/Papageorgiu_Epidrasi.pdf

-
- Καθώς η πτυχιακή εκτελέστηκε παράλληλα και σε συνεργασία με την πτυχιακή εργασία των Πατέλη Ζαχαρία και Πριμηκύριο Ελευθέριο με θέμα "Μελέτη αξιολόγησης συστημάτων με ABS αξίζει μια ξεχωριστή αναφορά στην βιβλιογραφία μας. Η συνεργασία ήταν αναπόφευκτη και μοιραστήκαμε αρκετά τμήματα μέσα στις εργασίες μας καθώς υπήρχαν κοινοί στόχοι για άντληση αποτελεσμάτων σε ένα κοινό γνωστικό αντικείμενο.