

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη αξιολόγησης συστημάτων με ABS

**Πατέλης Ζαχαρίας
Πριμηκύριος Ελευθέριος**

(κενό φύλλο)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη αξιολόγησης συστημάτων με ABS

Πατέλης Ζαχαρίας Α.Μ. 39690

Πριμηκύριος Ελευθέριος Α.Μ. 39451

Εισηγητής:

Αλατσαθιανός Σταμάτης, Καθηγητής

Εξεταστική Επιτροπή:

Ημερομηνία εξέτασης :

(Κενό φύλλο)

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι : Πατέλης Ζαχαρίας του Ελευθέριου και Πριμηκύριος Ελευθέριος του Εμμανουήλ, με αριθμό μητρώου 39690 και 39451 αντίστοιχα, φοιτητές του Τμήματος Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβουμε την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μας, δηλώνουμε ότι ενημερωθήκαμε 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 απόφαση 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 δμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

(Κενό φύλλο)

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ήταν αποτέλεσμα μεγάλης προσπάθειας και επιμονής. Ασχοληθήκαμε με ένα θέμα σε ένα πολύ ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο, το οποίο δεν έχει μελετηθεί πλήρως και υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να απασχολήσει στο μέλλον αυτοκινητοβιομηχανίες και κατασκευαστικές εταιρείες.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέπων καθηγητή μας, κύριο Αλατσαθιανό Σταμάτη και το οικογενειακό μας περιβάλλον που ανέχτηκε και υποστήριξε την όλη διαδικασία υλοποίησης της πτυχιακής μας όλο αυτό το διάστημα. Επιπλέον θα θέλαμε να δώσουμε ιδιαίτερες ευχαριστίες στον, Καββουσάνο Αντώνιο που έχει αναλάβει την πτυχιακή εργασία “Ανάπτυξη εφαρμογής με ABS” διότι η κατασκευή του μοντέλου προσομοίωσης πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία των δύο πτυχιακών. Αυτό συνέβη καθώς είναι ένα μοντέλο το οποίο δημιουργείται από την αρχή, με υψηλές δαπάνες και μεγάλη δυσκολία. Κάθε μία πτυχιακή θα χρησιμοποιήσει το μοντέλο προσομοίωσης για τους δικούς της σκοπούς.

(Κενό φύλλο)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή αποτελεί μια αξιολόγηση του συστήματος ABS με την χρήση ηλεκτρομαγνητικού φρένου, αντί του κοινού μηχανικού φρένου, ελεγχόμενο από μικροελεγκτή. Θεωρήθηκε απαραίτητο αρχικά να γίνει μια εκτενής αναφορά από την πλευρά της φυσικής, παραθέτοντας τύπους και βασικές αρχές λειτουργίας του συστήματος πέδησης. Στην συνέχεια γίνεται μια ιστορική αναδρομή και επεξήγηση του όρου “πέδηση” και ακολουθεί η ανάλυση του ηλεκτρομαγνητικού φρένου, του τρόπου λειτουργίας του και των βασικών τμημάτων του. Συνεχίζοντας γίνεται ανάλυση του συστήματος ABS και της εξέλιξης του από τα πρώτα στάδια εμφάνισης μέχρι και την σημερινή του μορφή. Το δεύτερο και σημαντικότερο μέρος της εργασίας, αποτελεί το πειραματικό στάδιο, όπου γίνεται περιγραφή και επεξήγηση της διαδικασίας που ακολουθήσαμε για την κατασκευή του μοντέλου προσομοίωσης. Γίνεται αναφορά στα βασικά τμήματα του μοντέλου προσομοίωσης που χρησιμοποιήθηκαν, τόσο στο τομέα των εξαρτημάτων όσο και στο τομέα του λογισμικού.

ABSTRACT

This project is an evaluation of the ABS system using electromagnetic brake, instead of the common mechanic brake. It was considered as necessary to make a detailed representation of the braking system as a physical phenomenon with the basic types and principles. After that we report a historical overview and an explanation of the term “braking” and then an analysis about the function of the electromagnetic brake and its basic sections. To continue with, we analyze the ABS system and its evolution from its first appearance until its current form. The second and the most important part of our project is the experimental stage where we describe and explain the procedure that we followed for the construction of the simulation model car. We make a reference of the major parts and the software that we used to construct the simulation model.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Μηχατρονική, Προγραμματισμός μικροελεγκτή, Κατασκευή πλακέτας, Σχεδίαση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Σύστημα abs, Ηλεκτρομαγνητικό φρένο, Μικροελεγκτής 16f877A, Σχεδίαση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, Κατασκευή πλακέτας, Προγραμματισμό μικροελεγκτή.

(Κενό φύλλο)

Εισαγωγή:

Για την αξιολόγηση του συστήματος ABS αρχικά έγινε μελέτη του συστήματος από την θεωρητική του πλευρά. Λόγω της κατεύθυνσης της τεχνολογίας προς τα αυτόνομα και υβριδικά οχήματα, αποφασίσαμε το σύστημα πέδησης να αποτελείται από ηλεκτρομαγνητικό φρένο τοποθετημένο πάνω στον άξονα μεταφοράς της κίνησης. Η επιλογή μας αυτή, βασίστηκε στην εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα των αυτοκινήτων, όπου γίνεται ευρεία χρήση ηλεκτροκινητήρων και ηλεκτρικά ελεγχόμενων συστημάτων. Αυτό το μοντέλο πέδησης δεν έχει ερευνηθεί πλήρως μέχρι στιγμής και δεν έχει εφαρμοστεί σε κάποιο πειραματικό μοντέλο αυτοκινητοβιομηχανιών στο πεδίο που είμαστε ικανοί να γνωρίζουμε. Για να βγάλουμε τα απαραίτητα συμπεράσματα, λοιπόν, κρίθηκε απαραίτητη η κατασκευή ενός μοντέλου προσομοίωσης υπό κλίμακα 1:10. Αυτό θα μας έδινε εμπράκτως τη δυνατότητα να κατανοήσουμε την λειτουργία του μαγνητικού φρένου και την κοινή λειτουργία και ύπαρξη του με το σύστημα ABS. Η δική μας εκδοχή πάνω σε αυτό το σύστημα, ίσως προσφέρει τυχών συμπεράσματα και προτάσεις για την συνέχεια εξέλιξης του.

(Κενό φύλλο)

Περιεχόμενα

Θεωρητικό Μέρος

Κεφάλαιο 1	15
1.1 Γενικά	15
1.1.1 Η πέδηση μέσα από την φυσική	15
1.1.2 Η ιστορία και η έννοια της πέδησης	16
1.1.3 Κύρια και βοηθητικά συστήματα πέδησης	17
1.2 Ηλεκτρομαγνητικά φρένα	18
1.2.1 Εισαγωγή στους ηλεκτρομαγνήτες	18
1.2.2 Είδη και τρόποι λειτουργίας	19
1.2.3 Χρήση και τομείς	21
1.3 Ηλεκτρομαγνητικά φρένα και αυτοκίνητο	23
Κεφάλαιο 2	24
2.1 Ιστορική Αναδρομή	25
2.2 Ολίσθηση κατά το φρενάρισμα	26
2.3 Τρόπος λειτουργίας	28
2.4 Φαινόμενο Hall Effect	31
2.5 Ισχύον νομοθετικό πλαίσιο	32

Πειραματικό Μέρος

Κεφάλαιο 1	35
1.1 Εξοπλισμός – Εξαρτήματα	35
1.1.1 Αμάξωμα	35
1.1.2 Ηλεκτρονικός εξοπλισμός	37
1.1.3 Κατασκευή πλακέτας	43
1.2 Το Software	47
1.2.1 Micro C PRO for PIC	48
1.2.2 Proteus 8 Professional	49
1.2.3 Fritzing	49
Κεφάλαιο 2	51
2.1 Περιγραφή κώδικα προγραμματισμού	51
2.2 Περιγραφή προσομοίωσης – Σκεπτικό λειτουργίας	53
2.3 Αποτελέσματα – Συμπεράσματα	56

Βιβλιογραφία.....58

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα	Τίτλος Εικόνας	Σελίδα
Εικόνα 1	Βασικά μέρη ηλεκτρομαγνητικού φρένου.	20
Εικόνα 2	Βασικά μέρη ηλεκτρομαγνητικού φρένου “eddy current”	21
Εικόνα 3	Διάφορα είδη βιομηχανικών ηλεκτρομαγνητικών φρένων	22
Εικόνα 4	Διάφορα είδη ηλεκτρομαγνητικών φρένων για οχήματα	22
Εικόνα 5	Ηλεκτρομαγνητικό φρένο γενικής χρήσης	23
Εικόνα 6	Παράδειγμα φρεναρίσματος με και χωρίς σύστημα ABS σε στροφή	28
Εικόνα 7	Διαφορά φρεναρίσματος με και χωρίς σύστημα ABS για αποφυγή εμποδίου	29
Εικόνα 8	Απλοποιημένη συνδεσμολογία του αισθητήρα Hall στο σύστημα ABS	31
Εικόνα 9	Τα 2 τμήματα του μετρητή ταχύτητας	32
Εικόνα 10	Σασί	35
Εικόνα 11	Προσομοίωση γραναζιών κίνησης/φρένου – Ηλεκτρομαγνητικό φρένο	36
Εικόνα 12 – 13	Το φρένο και η βάση στήριξης	36
Εικόνα 14	Η μπαταρία της κατασκευής μας	37
Εικόνα 15	Σερβομηχανισμός μπροστά τροχών	37
Εικόνα 16	Αισθητήρας HALL μπροστά τροχού	38
Εικόνα 17	Πλακέτα μικροελεγκτή	38
Εικόνα 18	Αναστροφέας τάσης	39
Εικόνα 19	Δέκτης τηλεκατεύθυνσης	39
Εικόνα 20	Πλακέτα διόδων	40
Εικόνα 21	Σχηματική περιγραφή συνδεσμολογίας	40
Εικόνα 22	Ο αισθητήρας Hall και οι ακροδέκτες του σε κάθε έκδοση του	41
Εικόνα 23	Αισθητήρας HALL πίσω τροχού	41
Εικόνα 24	Σταθεροποιητής τάσης 5V	42
Εικόνα 25	Σχηματικό σταθεροποιητή	42
Εικόνα 26	Σχηματικό πλακέτας I	44
Εικόνα 27	Πλακέτα Σχηματικό πλακέτας II	44
Εικόνα 28	Σχηματικό πλακέτας III	45
Εικόνα 29	Μορφή της διαφάνειας εκτύπωσης	46
Εικόνα 30	Ο φούρνος εκτύπωσης	46
Εικόνα 31	(Αριστερά) Πριν την επικασιτέρωση – (Δεξιά) Μετά την επικασιτέρωση	47
Εικόνα 32	Γραφικό περιβάλλον του Micro C PRO for PIC	48
Εικόνα 33	Proteus 8 Professional	49
Εικόνα 34	Αποτέλεσμα κυκλώματος από το Fritzing	50
Εικόνα 35	Default schematic for 16f877A	53
Εικόνα 36	Στοιχεία προσομοίωσης	54
Εικόνα 37	Συνδεσμολογία	54
Εικόνα 38	Εισαγωγή αρχείου HEX	55
Εικόνα 39	Τελική συνδεσμολογία μοντέλου	55

Κεφάλαιο 1

1.1 Γενικά

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στην πέδηση μέσα από το πρίσμα της φυσικής παραθέτοντας παράλληλα και βασικούς τύπους χρήσιμους για την διερεύνηση του φαινομένου. Επιπλέον θα γίνει μια ιστορική αναδρομή σχετικά με την έννοια της πέδησης, ξεκινώντας από τις πρώτες προσπάθειες και καταλήγοντας στην τελική μορφή του συστήματος. Τέλος θα αναφερθούμε στα κύρια και στα βοηθητικά συστήματα πέδησης που μπορούμε να συναντήσουμε.

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 :

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

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 .

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

Από σχέσεις 1.3 και 1.4 προκύπτει ότι:

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

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

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

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:

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

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:

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

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 συστήματα πέδησης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα κύρια και τα βοηθητικά, ανάλογα με τον ρόλο που έχουν κατά την διαδικασία του φρεναρίσματος. Επομένως χρησιμοποιούμε τα κύρια συστήματα πέδησης για την βασική λειτουργία του συστήματος ενώ τα βοηθητικά λειτουργούν υποστηρικτικά στην όλη διαδικασία. Τα κύρια συστήματα πέδησης μπορούν να λειτουργήσουν και χωρίς την χρήση των βοηθητικών, όμως θεωρούνται αναγκαία για να έχουμε το βέλτιστο αποτέλεσμα.

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 υποπίεση 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

1.2.1 Εισαγωγή στους ηλεκτρομαγνήτες

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.

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.

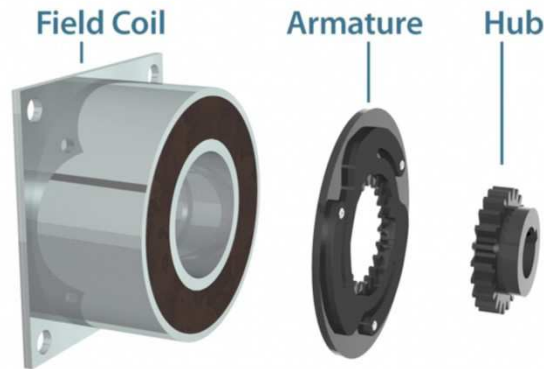
Λόγω της ευελιξίας των ηλεκτρομαγνητών στο να μπορούμε να ελέγξουμε το μαγνητικό πεδίο τους και λόγω των καθημερινών αναγκών μας, τους βάλαμε στην ζωή μας με πολλούς τρόπους, πολλές χρήσεις και με διαφορετικές ιδιότητες. Μία σημαντική χρήση των ηλεκτρομαγνητών είναι στα ηλεκτρομαγνητικά φρένα.

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 επαγωγίμο 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.



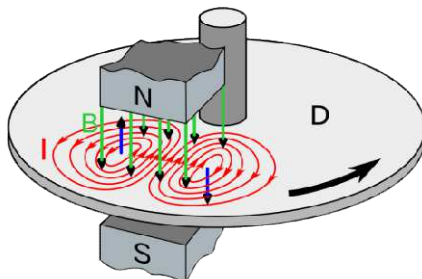
Εικόνα 1. Βασικά μέρη ηλεκτρομαγνητικού φρένου.

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 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, τα οποία χρησιμοποιούνται σε γραμμές παραγωγής και έχουν αρκετά μεγάλο μέγεθος έτσι ώστε να μπορούν να διαχειριστούν μεγάλα φορτία.



Εικόνα 3: Διάφορα είδη βιομηχανικών φρένων.

- Φρένα για οχήματα, τα οποία χρησιμοποιούνται ως βοηθητικά συστήματα πέδησης κυρίως σε οχήματα βαρέως τύπου. Είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να προσαρμόζονται πάνω στον άξονα μετάδοσης κίνησης προσφέροντας άμεση ανταπόκριση όποτε θεωρηθεί αναγκαίο.



Εικόνα 4: Διάφορα είδη ηλεκτρομαγνητικών φρένων για οχήματα.

- Φρένα γενικής χρήσης ,τα οποία διατίθενται σε διάφορα μεγέθη και είδη και χρησιμοποιούνται κυρίως για ερασιτεχνικές κατασκευές, ρομποτικά συστήματα και χομπίστες.



Εικόνα 5: Ηλεκτρομαγνητικό φρένο 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 αναγκαίων 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.

Κεφάλαιο 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 της 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 αποτελείται από 130 κομμάτια (εν αντιθέσει με την πρώτη λύση της Bosch που αποτελείται 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 ασφάλτο εμφανίζεται η τριβή κύλισης μεταξύ τροχών και ασφάλτου. Όταν όμως πατηθεί το φρένο και αρχίσει να ολισθαίνει τότε ισχύει η σχέση

$$F_{\text{frenou}} = W * \mu \quad (1)$$

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)

$$T = \lambda * W \quad (2)$$

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. Εάν 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:

$$\lambda = \frac{(V_f - V_r)}{V_f} * 100 [\%]$$

όπου V_f είναι η ταχύτητα του οχήματος και V_r η ταχύτητα στην περιφέρεια του τροχού.

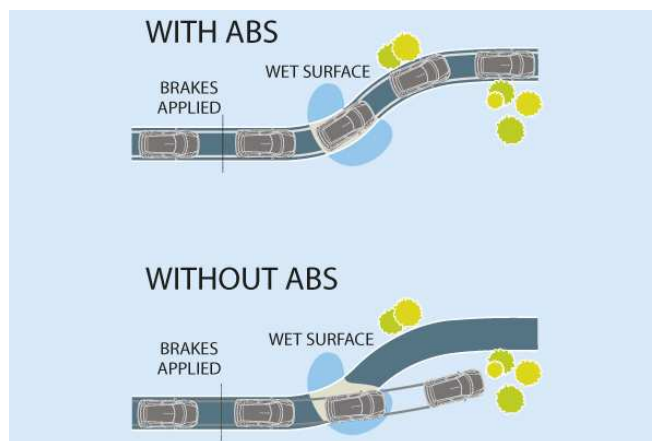
Αναλύοντας το τύπο αντιλαμβανόμαστε ότι με ολίσθηση της τάξεως $\lambda = 0\%$ ο τροχός περιστρέφεται με ταχύτητα που αντιστοιχεί στη ταχύτητα του οχήματος. Αυτό σημαίνει ότι για $\lambda = 0\%$ ο τροχός κυλάει ενώ για $\lambda > 0$ ο τροχός αρχίζει να σπινάρει. Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα, ο συντελεστής 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 συστήματος 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 με 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.

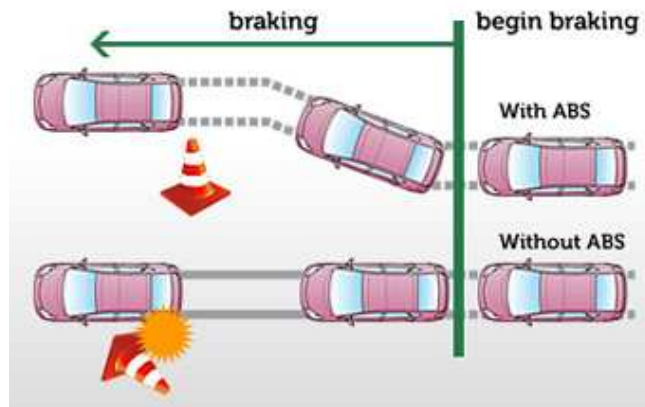


Εικόνα 6: Παράδειγμα φρεναρίσματος με και χωρίς σύστημα ABS σε στροφή.

(Πηγή: <http://www.elcoethiopia.com/vehicles.html>)

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 7: Διαφορά φρεναρίσματος με και χωρίς σύστημα ABS για αποφυγή εμποδίου.

(Πηγή: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/active/)

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 των ελαστικών η οποία μπορεί να προκληθεί από το μπλοκάρισμα των τροχών στην ασφαλτο.

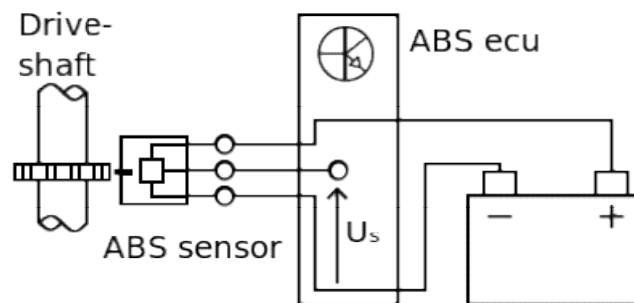
Η χρήση του ABS σε στεγνό ή ακόμα και σε υγρό οδόστρωμα, μειώνει την διαδρομή φρεναρίσματος δραστικά. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που το σύστημα ABS μπορεί να μην λειτουργήσει ευεργετικά στην μείωση της διαδρομής φρεναρίσματος. Στο ενδεχόμενο που έχουμε περιοχή με χιόνι ή άμμο, ενδεχομένως η διαδρομή φρεναρίσματος να αυξηθεί καθώς με την αργή περιστροφή των τροχών κατά την διάρκεια του φρεναρίσματος, όντας σε ισχύ το σύστημα ABS, δεν επιτρέπεται η συσσώρευση υλικού μπροστά από το τροχό, πράγμα που θα συνέβαινε εάν ο τροχός ήταν μπλοκαρισμένος. Επομένως σε αυτή την περίπτωση το σύστημα ABS δεν βοηθάει στην μείωση της διαδρομής φρεναρίσματος. 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 πάχος 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.

2.4 Φαινόμενο Hall Effect

Το αισθητήριο μέτρησης ταχύτητας αποτελεί βασικό εξάρτημα για το σύστημα ABS στα οχήματα όπως κατ' επέκταση στην υλοποίηση και του δικού μας συστήματος. Η λειτουργία του αισθητήρα στηρίζεται στο φαινόμενο Hall Effect. Το συγκεκριμένο φαινόμενο αναφέρεται στη διαφορά δυναμικού που εμφανίζεται στις πλευρές ενός αγωγίου ή ημιαγωγίου 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.

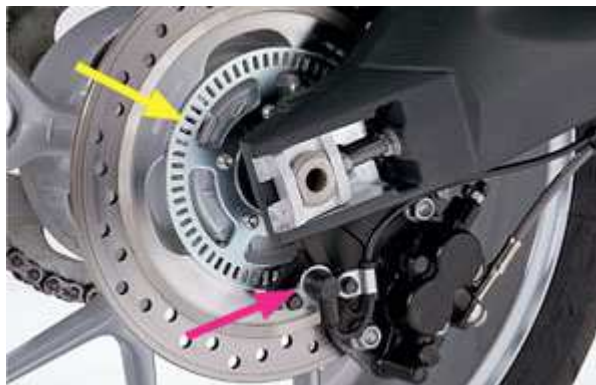


Εικόνα 8: Απλοποιημένη συνδεσμολογία του αισθητήρα Hall στο σύστημα ABS

Πηγή: http://www.tiepie-automotive.com/en/Measurement_examples/Sensors/ABS_Sensor_Hall

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 9: Τα 2 τμήματα του μετρητή ταχύτητας

Πηγή: <https://www.tourenfahrer.de/motorrad-technik/praxis-und-ratgeber/wissen-bremsen/>

2.5 Ισχύον νομοθετικό πλαίσιο

Το σύστημα ABS αποτελεί πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της παθητικής ασφάλειας του οχήματος. Τα οφέλη που προσφέρει σε έναν άπειρο οδηγό ή σε ένα συμβάν που απαιτεί μικρό χρόνο αντίδρασης είναι τεράστια. Μάλιστα υπάρχουν και σχετικές έρευνες που το αποδεικνύουν αυτό όπως η μελέτη από το αυστραλιανό Monash University Accident Research Center όπου το 2004 είχε ανακοινώσει ότι υπήρξε μείωση του ρίσκου εμπλοκής πολλών οχημάτων μαζί σε ατύχημα κατά 18%. Γενικότερα το σύστημα έχει συμβάλει ακόμα στη μείωση των θανατηφόρων ατυχημάτων με πεζούς και την μείωση ατυχημάτων που προκλήθηκαν από έλλειψη ελέγχου του οχήματος.

Συμβάλλοντας λοιπόν στη συνεχόμενη προσπάθεια μείωσης ατυχημάτων το σύστημα βρίσκεται πλέον σε όλα σχεδόν τα οχήματα υποχρεωτικά. Για την ακρίβεια βάση νόμου από το 2004 θεωρείται υποχρεωτικό για όλα τα αυτοκίνητα που παράγονται ή πωλούνται εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η αντίστοιχη ημερομηνία για την Αμερική είναι η 1 Σεπτεμβρίου 2011. Επιπλέον η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αποφασίσει ότι από το 2009 τα επαγγελματικά οχήματα είναι υποχρεωμένα να είναι εξοπλισμένα και αυτά με το σύστημα ABS. Αντίστοιχη υποχρέωση υπάρχει και για τα μεταβιβαζόμενα

επαγγελματικά οχήματα από την συγκεκριμένη ημερομηνία και έπειτα αναγκάζοντας τους ιδιοκτήτες να τοποθετήσουν εκ των υστέρων το σύστημα στα οχήματα τους.

Τέλος στην τελευταία κατηγορία που απομένει, τις μοτοσυκλέτες, το σύστημα ABS τοποθετείται ευρέως ειδικά στις μεγάλες κατηγορίες και στα ακριβά μοντέλα. Και αυτό γιατί σύμφωνα με μελέτες το σύστημα έχει εξελιχθεί αρκετά και πλέον προσφέρει ασφάλεια στον αναβάτη αξιόπιστα. Αυτό αποδεικνύεται επίσης από αρκετές μελέτες με το Insurance Institute for Highway Safety (IIHS) να αναφέρει ότι το ποσοστό συμμετοχής σε θανατηφόρο ατύχημα μειώθηκε κατά 37% για μοτοσυκλέτες πάνω από 250cc. Αντίστοιχη μελέτη έχει πραγματοποιήσει και το Swedish Road Administration καταλήγοντας και αυτό σε παρόμοια συμπεράσματα με το ποσοστό να φτάνει ακόμα πιο ψηλά, στο 48%, για μείωση συμμετοχής μοτοσυκλετών σε θανατηφόρο ατύχημα αναφερόμενο όμως σε μοτοσυκλέτες από 125cc και πάνω. Όλα αυτά ήταν αρκετά για να φτάσει στη ψήφιση νόμου η Ευρωπαϊκή Ένωση έτσι ώστε από 1/1/2016 όλες οι μοτοσυκλέτες άνω των 125cc που πωλούνται ή παράγονται εντός αυτής να είναι υποχρεωμένες να έχουν το σύστημα ABS.

(κενό φύλλο)

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Εισαγωγή

Το βασικότερο τμήμα της πτυχιακής μας εργασίας είναι η προσπάθεια εκτέλεσης του συστήματος ABS υπό κλίμακα. Βασιζόμενοι πάνω σε ένα αυτοκίνητο κλίμακας 1:10, χρησιμοποιήσαμε αρκετά εξαρτήματα για να επιτύχουμε όσο τον δυνατόν καλύτερη προσομοίωση του συστήματος χρησιμοποιώντας ως βάση το μαγνητικό φρένο. Τα εξαρτήματα ήταν είτε δικής μας κατασκευής είτε εξαρτήματα που προορίζονταν για άλλη χρήση και τα προσαρμόσαμε στις ανάγκες μας.

Κεφάλαιο 1

1.1 Εξοπλισμός – Εξαρτήματα

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια γενικότερη αναφορά στην διαδικασία που ακολουθήσαμε για να προετοιμάσουμε το όχημα. Θα αναφερθούμε στα εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν, πως κατασκευάστηκαν και πως προσαρμόστηκαν στις ανάγκες της κατασκευής μας.

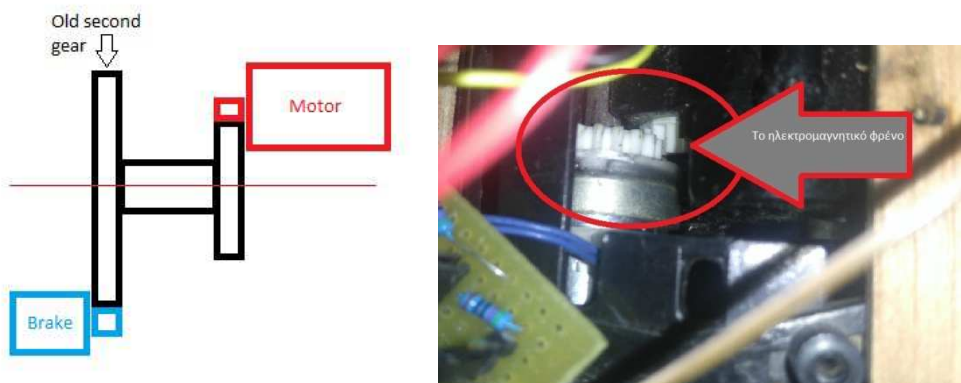
1.1.1 Αμάξωμα

Η βάση της κατασκευής μας ήταν ένα σασί από τηλεκατευθυνόμενο αυτοκίνητο κλίμακας 1:10, το οποίο προσαρμόσαμε κατάλληλα προκειμένου να τοποθετηθούν όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα.



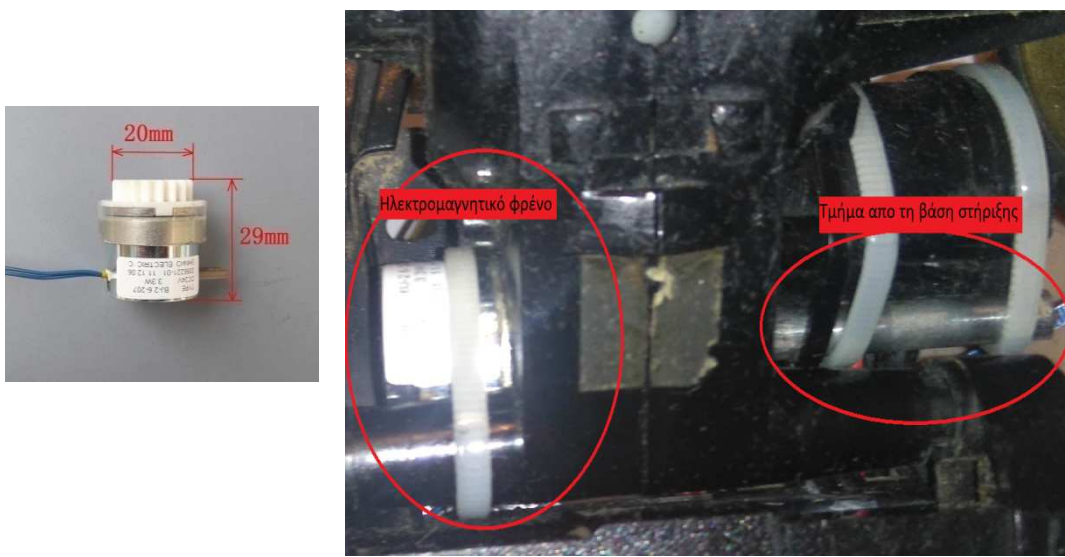
Εικόνα 10: Σασί

Πιο συγκεκριμένα, τροποποιήσαμε μέρος του πίσω άξονα κίνησης για να τοποθετήσουμε το ηλεκτρομαγνητικό φρένο. Το συγκεκριμένο όχημα που χρησιμοποιήσαμε διαθέτει μη-αυτόματο σασμάν δύο ταχυτήτων. Αυτό μας έδωσε τη δυνατότητα να καταργήσουμε τη σύνδεση που μετέφερε την κίνηση στο δεύτερο γρανάζι και πάνω εκεί να τοποθετήσουμε το μαγνητικό μας φρένο. Με αυτό τον τρόπο καταφέραμε στο ένα γρανάζι να δίνουμε κίνηση στον άξονα περιστροφής και με το άλλο να ελέγχουμε το φρένο του οχήματος μας.



Εικόνα 11: Προσομοίωση γραναζιών κίνησης/φρένου – Ηλεκτρομαγνητικό φρένο

Το ηλεκτρομαγνητικό φρένο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα εξάρτημα το οποίο το βρήκαμε έτοιμο στην αγορά. Πληρούσε όλες τις προϋποθέσεις μας καθώς είχε άριστο αποτέλεσμα σε χαμηλά Volt που θα του χορηγούσαμε και ήταν αρκετά μικρό έτσι ώστε να μπορούμε να το προσαρμόσουμε μέσα στη κατασκευή μας. Το συγκεκριμένο ηλεκτρομαγνητικό φρένο λειτουργούσε όταν του δίνανε ρεύμα και κινούταν ελεύθερο όταν δεν το διαπερνούσε ρεύμα. αφού προσαρμόσαμε το ηλεκτρομαγνητικό φρένο πάνω στο γρανάζι δημιουργήσαμε και μια βάση στήριξης του στο πίσω μέρος του αμαξώματος.



Εικόνα 12-13 Το φρένο και η βάση στήριξης

Το επόμενο τμήμα του αμαξώματος που υπέστη μετατροπή ήταν η τηλεκατεύθυνση του οχήματος. Αναλυτικότερα, αφαιρέθηκε όλη η προηγούμενη τηλεκατεύθυνση μαζί με τα εξαρτήματα της και τοποθετήθηκαν:

- νέος δέκτης μαζί με σερβομηχανισμό για τον έλεγχο των μπροστά τροχών
- και αναστροφέας τάσης για την παροχή ρεύματος στο φρένο και στο γκάζι

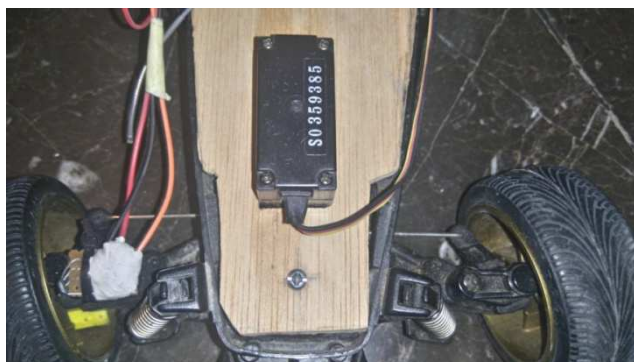
Επίσης, κρίθηκε αναγκαία η κατασκευή μίας ξύλινης βάσης για την στήριξη των εξαρτημάτων και αλλάχτηκε η προηγούμενη μπαταρία, καθώς δεν κάλυπτε τις απαιτήσεις του συστήματος. Την καινούρια μπαταρία, η οποία κατασκευάστηκε εξολοκλήρου από εμάς, αποτέλεσαν δέκα μικρότερες των 12Volt και 2Amber.



Εικόνα 14: Η μπαταρία της κατασκευής μας

1.1.2 Ηλεκτρονικός εξοπλισμός

Ξεκινώντας από το μπροστινό 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 15 Σερβομηχανισμός μπροστά τροχών

Στο ψαλίδι του δεξιά μπροστά τροχού βρίσκεται ο ένας από τους δύο αισθητήρες hall του οχήματος ο οποίος είναι υπεύθυνος για την μέτρηση της ταχύτητας του αμαξώματος. Η μέτρηση της ταχύτητας του αμαξώματος επιλέχθηκε να γίνει από τους μπροστά τροχούς καθώς κινούνται ελεύθερα χωρίς την επιρροή του φρένου, το οποίο έχει προσαρτηθεί στον πίσω άξονα. Έτσι οι μπροστά τροχοί θα μας δείχνουν πάντα την καθαρή ταχύτητα 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 16: 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 pic 16f877A της Microchip μαζί με το chip L293 το οποίο είναι απαραίτητο για το χειρισμό του φρένου. Η χρήση του L293 κρίνεται αναγκαία αφενός γιατί ο μικροελεγκτής δεν μπορεί να διαχειριστεί τάση μεγαλύτερη των 5V και αφετέρου για τη προστασία του από φαινόμενα επιστροφής τάσης από το μοτέρ.



Εικόνα 17: Πλακέτα μικροελεγκτή

Στην συνέχεια, βρίσκεται ο αναστροφέας τάσης. Είναι ένα ηλεκτρονικό εξάρτημα το οποίο είναι υπεύθυνο για την αναστροφή της φοράς του ρεύματος ανάλογα με το σήμα που δέχεται κάθε φορά από τον δέκτη της τηλεκατεύθυνσης. Επιπλέον, προσφέρει κλιμακωτή αλλαγή της τάσης αναλόγως το πόσο πατάμε την σκανδάλη στον πομπό της τηλεκατεύθυνσης. Είναι σημαντικό εδώ να αναφέρουμε ότι το εν λόγω εξάρτημα είναι αγορασμένο, καθώς καμία άλλη κατασκευή που δοκιμάσαμε δεν ήταν τόσο αξιόπιστη και ακριβής.



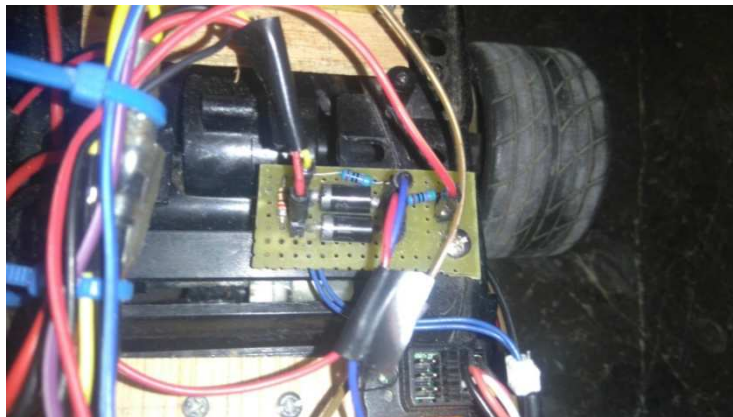
Εικόνα 18: Αναστροφέας τάσης

Ακολουθεί ο δέκτης της τηλεκατεύθυνσης που είναι υπεύθυνος για τον χειρισμό του οχήματος. Η τηλεκατεύθυνση διαθέτει δύο κανάλια ελέγχου, ένα για τον χειρισμό των μπροστά τροχών και ένα για τον έλεγχο του γκαζιού και του φρένου. Είναι προγραμματισμένο να λειτουργεί σε συχνότητα 2.4GHz. Ακολουθήσαμε την ασφαλή επιλογή μιας έτοιμης τηλεκατεύθυνσης, καθώς δεν θέλαμε να επιβαρύνουμε με περαιτέρω λειτουργίες τον μικροελεγκτή μας.

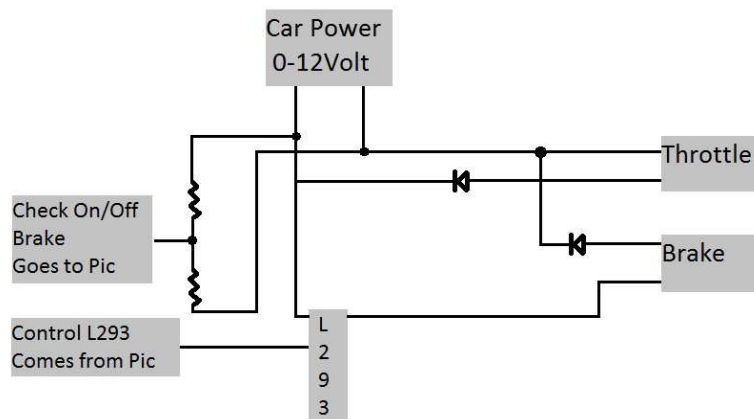


Εικόνα 19: Δέκτης τηλεκατεύθυνσης

Για τη 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 μοτέρ 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 προσθέσουμε 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. Στη παρακάτω εικόνα φαίνεται η συνδεσμολογία.

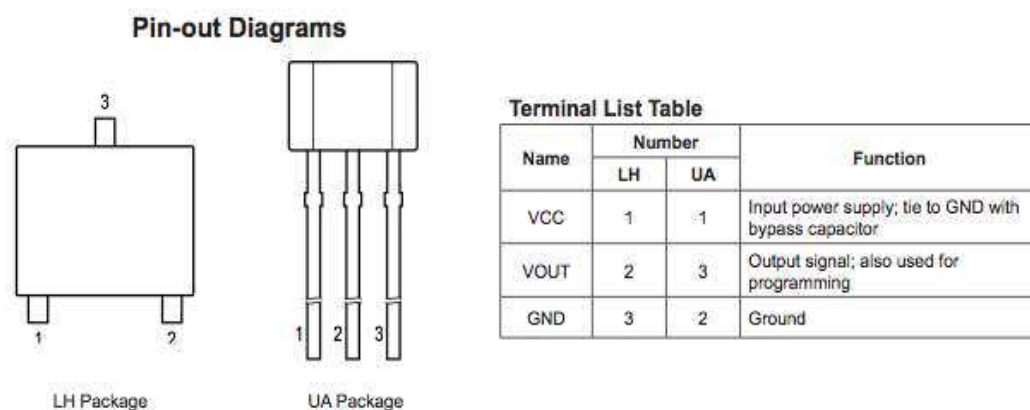


Εικόνα 20: Πλακέτα διόδων



Εικόνα 21: Σχηματική περιγραφή συνδεσμολογίας

Καταλήγοντας στο πίσω μέρος του οχήματος συναντάμε και τον δεύτερο αισθητήρα hall του οχήματος ο οποίος μετράει την ταχύτητα των πίσω τροχών. Καθώς το φρένο έχει προσαρμοστεί στους πίσω τροχούς, σημαίνει ότι η επιβράδυνση θα γίνεται μόνο στο πίσω άξονα. Έτσι, ο συγκεκριμένος αισθητήρας αναλαμβάνει να ελέγχει την ονομαζόμενη ταχύτητα του τροχού. Σε συνδυασμό με τον μπροστά αισθητήρα και με κατάλληλους υπολογισμούς όπου θα επεξηγήσουμε αργότερα το σύστημα μας αντιλαμβάνεται το μπλοκάρισμα των τροχών και κατ' επέκταση εάν θα επέμβει ή όχι το σύστημα ABS.

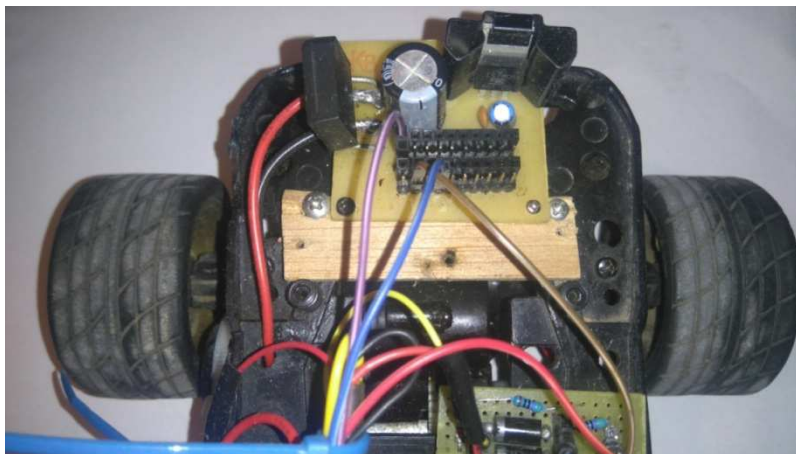


Εικόνα 22: Ο αισθητήρας Hall και οι ακροδέκτες του σε κάθε έκδοση του

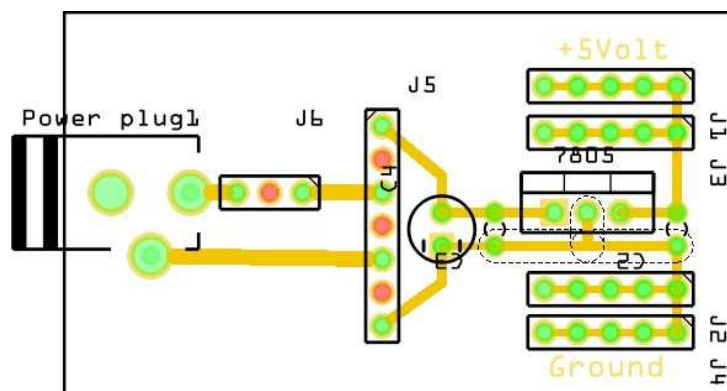


Εικόνα 23: Αισθητήρας HALL πίσω τροχού

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 24: Σταθεροποιητής τάσης 5V



Εικόνα 25: Σχηματικό σταθεροποιητή

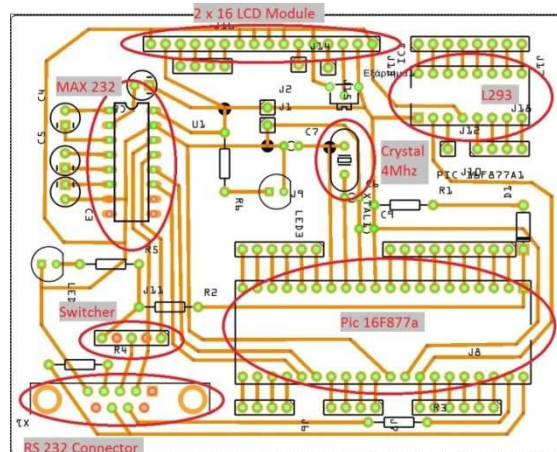
1.1.3 Κατασκευή πλακέτας

Μια μεγάλη πρόκληση πραγματοποιώντας μια δική μας υλοποίηση του συστήματος ABS με μαγνητικό φρένο ήταν η κατασκευή διαφόρων ειδών πλακέτας. Χρειάστηκε να σχεδιάσουμε από την αρχή και να κατασκευάσουμε αρχικά μια πλακέτα προγραμματισμού αλλά και την τελική πλακέτα ελέγχου του συστήματος. Η πλακέτα προγραμματισμού χρησιμοποιήθηκε κυρίως για το πειραματικό τμήμα της κατασκευής, ενώ η τελική πλακέτα ελέγχου χρησιμοποιήθηκε κατά την παρουσίαση της κατασκευής.

Όσον αφορά την πλακέτα προγραμματισμού είναι μια πλακέτα όπου διαθέτει όλες τις δυνατές συνδέσεις που θα μπορούσαμε να έχουμε με το μικροελεγκτή Pic16F877a. Αρχικά για να προγραμματίσουμε το συγκεκριμένο μικροελεγκτή χρησιμοποιήσαμε συνδεσμολογία μέσω RS232 για να επικοινωνήσουμε με τον υπολογιστή. Αυτό σημαίνει ότι η πλακέτα μας πρέπει να διαθέτει μια υποδοχή RS232 αλλά και το απαραίτητο MAX232 για τη μετατροπή των σημάτων που δεχόμαστε από τον υπολογιστή έτσι ώστε να αναγνωρίζονται από το μικροελεγκτή μας. Επίσης, χρειαζόμαστε μια οθόνη για τα πρώτα βήματα της κατασκευής μας όπου ελέγχουμε μόνο την ταχύτητα του τροχού και την παρουσιάζουμε σε αυτή. Απαραίτητο θεωρείται ακόμα και το L293 το οποίο είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο των μοτέρ (κίνησης και φρένο). Τέλος άξια αναφοράς είναι τα LED λειτουργίας του μικροελεγκτή και ο διακόπτης αλλαγής λειτουργίας (Προγραμματισμού / Εκτέλεσης προγράμματος).

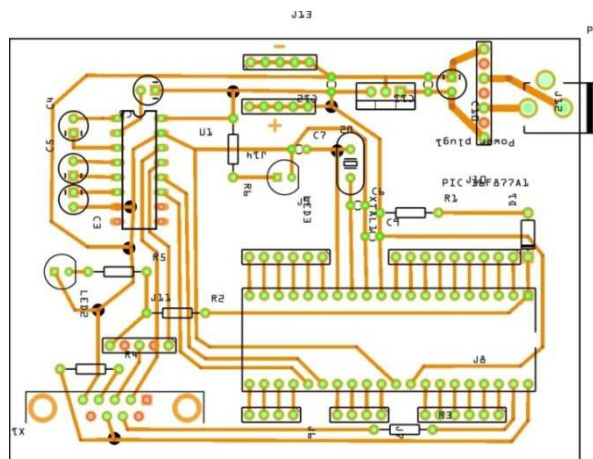
Η διαδικασία σχεδιασμού των πλακετών ήταν μια ιδιαίτερη διαδικασία, όπου χρησιμοποιώντας κατάλληλο πρόγραμμα για αυτή τη δουλειά (στη περίπτωση μας το fritzing) καταφέραμε να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Για εμάς επιθυμητό αποτέλεσμα ήταν όχι μόνο το λειτουργικό κομμάτι της πλακέτας καθαρά, αλλά και το μέγεθος και η εμφάνιση της. Μερικά δείγματα της δουλειάς μας παραθέτονται παρακάτω:

- Η παρακάτω πλακέτα αποτελούσε πειραματική πλακέτα με όλα τα πιθανά υλικά που θα χρειαζόμασταν. Διαθέτει τα κατάλληλα στοιχεία για σύνδεση με RS232, 2x16 LCD Module για να εμφανίσουμε τυχών δεδομένα, L293 για τον έλεγχο μοτέρ καθώς επίσης και τα απαραίτητα pins στον μικροελεγκτή μας για οποιαδήποτε άλλη συνδεσμολογία. Η συγκεκριμένη δεν διαθέτει σταθεροποιητή για λειτουργία με μετασχηματιστή, αντιθέτως πρέπει να της δώσουμε εμείς +5Volt στα αντίστοιχα pins.



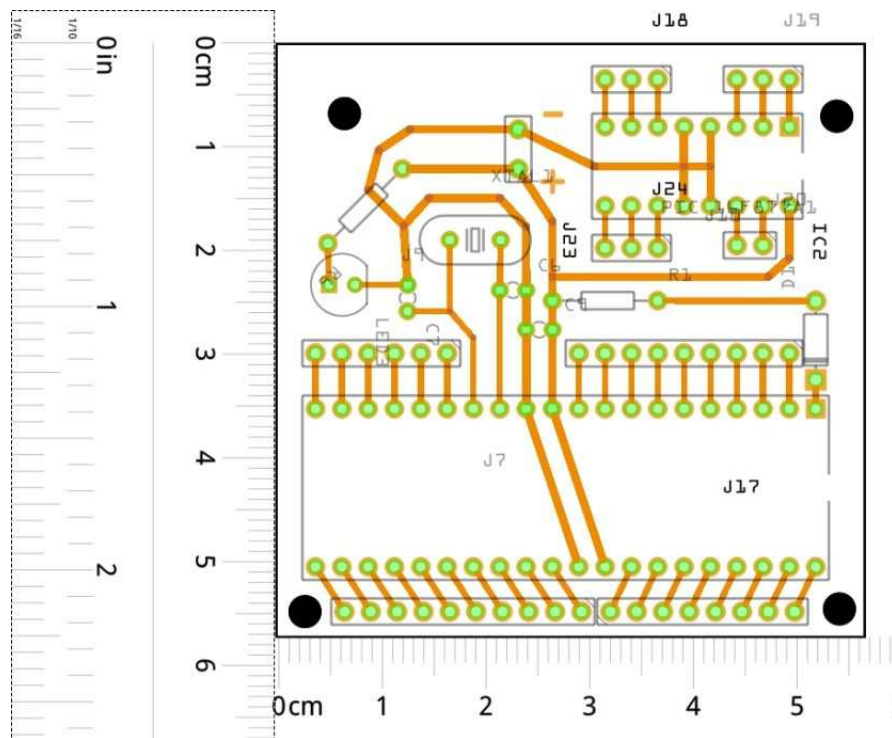
Εικόνα 26: Σχηματικό πλακέτας I

- Το επόμενο σχηματικό αποτελεί μια βασική πλακέτα, η οποία χρησιμοποιήθηκε κυρίως για προγραμματισμό του μικροελεγκτή. Διαθέτει και αυτή επίσης τα απαραίτητα στοιχεία για σύνδεση με RS232. Η συγκεκριμένη διαθέτει σταθεροποιητή τάσης στα +5Volt, το οποίο μας επιτρέπει να συνδέσουμε απευθείας τον κατάλληλο μετασχηματιστή για τη λειτουργία της.



Εικόνα 27: Πλακέτα Σχηματικό πλακέτας II

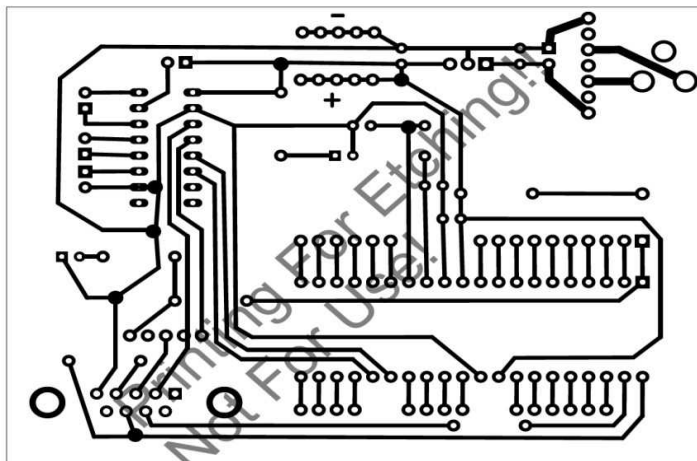
- Τέλος εμφανίζεται η τελική πλακέτα που κατασκευάσαμε για την πτυχιακή εργασία. Διαθέτει τα απολύτως απαραίτητα για την λειτουργία του μικροελεγκτή για τις ανάγκες μας. Ακόμα, διαθέτει L293 για τον έλεγχο των μοτέρ (φρένο & κίνησης) , όπως επίσης και διαθέσιμους όλους τους ακροδέκτες του μικροελεγκτή και του L293.



Εικόνα 28: Πλακέτα Σχηματικό πλακέτας III

Αφού σχεδιάσαμε και καταλήξαμε στη διαμόρφωση που θα χρησιμοποιήσουμε προχωρήσαμε στο επόμενο στάδιο, την εκτύπωση του σχεδίου μας πάνω σε πλακέτα. Για τη διαδικασία εκτύπωσης πλακέτας χρησιμοποιήσαμε πλακέτες ευαίσθητες στο φως. Εκτυπώσαμε σε διαφάνεια τη συνδεσμολογία μας και έπειτα τοποθετήσαμε κατάλληλα την φωτοευαίσθητη πλακέτα και τη διαφάνεια μέσα στο «φούρνο» για 10-15 λεπτά. Είναι μια απλή διαδικασία όπου το τμήμα της πλακέτας που δεν καλύπτεται από το μαύρο χρώμα της εκτύπωσης μένει εκτεθειμένο στο φως και καταστρέφεται. Με τον όρο φούρνο νοείται μια κλειστή κατασκευή σαν

κουτί όπου εκτίθεται η φωτοευαίσθητη πλακέτα σε φως από συγκεκριμένη απόσταση που έχουμε ορίσει εμείς. Επίσης, αποτρέπει οποιαδήποτε άλλη επαφή της φωτοευαίσθητης πλακέτας με το φως για όσο διάστημα είναι κλειστό το καπάκι.



Εικόνα 29: Μορφή της διαφάνειας εκτύπωσης



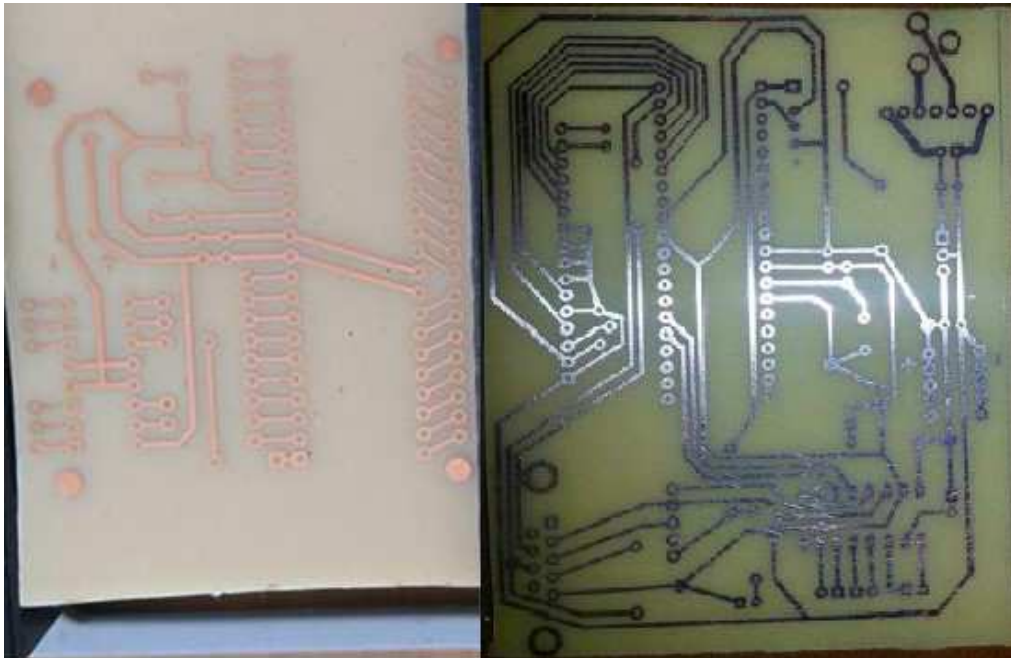
Εικόνα 30: Ο φούρνος εκτύπωσης

Μετά το πέρας του επιθυμητού χρόνου στο «φούρνο» συνεχίζουμε τη διαδικασία με την εμβάπτιση της πλακέτας σε διάφορα διαλύματα για να έχουμε το τελικό αποτέλεσμα που επιθυμούμε. Αρχικά, βγάζουμε τη πλακέτα και προσέχοντας μην εκτεθεί η πλακέτα ακόμα σε φως, την ρίχνουμε σε ένα διάλυμα νερού και καυστικής σόδας. Εκεί η πλακέτα μένει για άλλα 10 λεπτά και προς το τέλος την καθαρίζουμε ελαφρώς για να φύγει από τα εκτεθειμένα τμήματα η ταινία εκτύπωσης που διαθέτει.

Μετά την εμβάπτιση της πλακέτας στο προηγούμενο διάλυμα πλένουμε με νερό και στη συνέχεια την τοποθετούμε σε ένα άλλο διάλυμα υδροχλωρικού

οξέως και περιντρόλ. Το διάλυμα αυτό έχει ως στόχο την αποχάλκωση της πλακέτας μας στα σημεία που εμείς επιθυμούμε (Τα εκτεθειμένα στο φως σημεία). Η διαδικασία αυτή διαρκεί αρκετά και σύμφωνα με τη δραστικότητα του διαλύματος μας. Υπάρχει και ένας δεύτερος τρόπος αποχάλκωσης της πλακέτας με τριχλωριούχο σίδηρο διαλυμένο σε νερό. Στη προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε ο πρώτος καθώς ήταν πιο εύκολο να βρούμε τα υλικά που χρειαζόνταν.

Ένα στάδιο που μπορούμε να παραλείψουμε αλλά θεωρείται σημαντικό για τη μελλοντική «υγεία» της πλακέτας είναι η επικασσιτέρωση της. Μέσω ενός προϊόντος το Rosol3 έχουμε τη δυνατότητα να επικασσιτερώσουμε την πλακέτα μας γλιτώνοντας από μελλοντικές οξειδώσεις. Επίσης, έτσι καλύπτονται τυχών ατέλειες κατά την εκτύπωση. Το τελικό στάδιο της διαδικασίας, αφορά το τρύπημα και τη τοποθέτηση των εξαρτημάτων μας πάνω στη πλακέτα.



Εικόνα 31: (Αριστερά) Πριν την επικασσιτέρωση – (Δεξιά) Μετά την επικασσιτέρωση

1.2 To Software

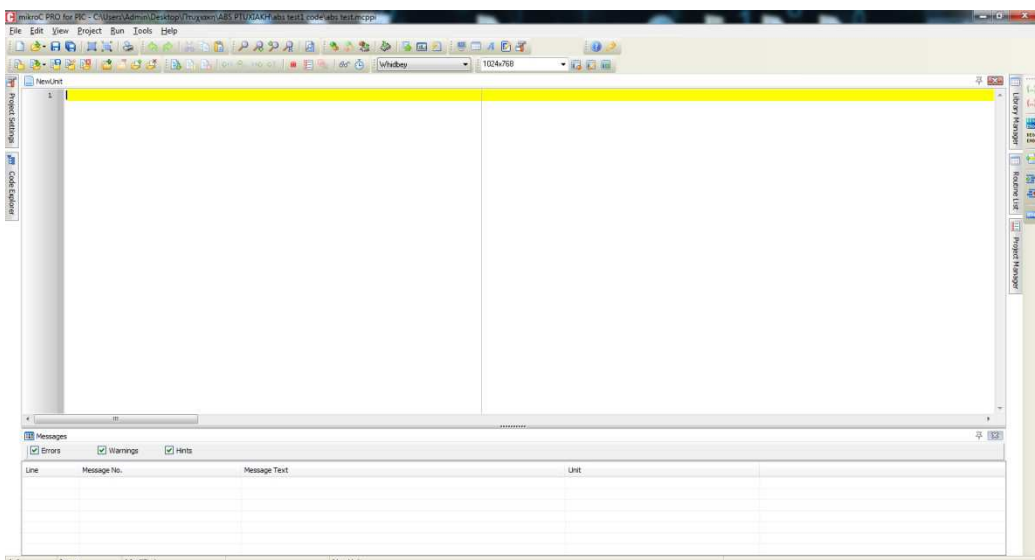
Μέσω του κεφαλαίου αυτού θα προσπαθήσουμε να παρουσιάσουμε τα προγράμματα που χρησιμοποιήσαμε για να επιτύχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα. Θα γίνει μια αναφορά στη λειτουργία του κάθε προγράμματος και το σκοπό του μέσα στην πτυχιακή μας εργασία. Ακόμα, θα γίνει και μια περιληπτική περιγραφή στα βήματα που χρειάζεται να ακολουθήσει κάποιος για την υλοποίηση ενός Project.

1.2.1 Micro C PRO for PIC

Λόγω της πολυπλοκότητας του αλγόριθμου μας θεωρήσαμε συνετό να μην κάνουμε χρήση χαμηλού επιπέδου γλώσσας προγραμματισμού (assembly) για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή μας. Αποτέλεσε μονόδρομο για την επιλογή μας, λοιπόν, η χρήση της micro C καθώς θεωρείται μια αρκετά εύχρηστη γλώσσα βασιζόμενη στην C και χρησιμοποιώντας αρκετές λειτουργίες της.

Η λύση της MicroElectronica με την ονομασία Micro C PRO for Pic ήταν αυτή που χρησιμοποιήσαμε. Με το συγκεκριμένο πρόγραμμα μας δίνεται η δυνατότητα να συγγράψουμε κώδικα σε Micro C, να κάνουμε τα απαραίτητα compile σε ένα εύχρηστο περιβάλλον και στο τέλος δίνεται η δυνατότητα να αποθηκεύσουμε το αρχείο και σε τύπου HEX. Το συγκεκριμένο αρχείο τύπου HEX είναι και η απαραίτητη μορφή του κώδικα μας για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή μας.

Το πρόγραμμα αποτελεί μια υλοποίηση αρκετά εύχρηστη ακόμα και από χρήστες που δεν είναι έμπειροι στην συγγραφή σε micro C, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν καλύπτει και τις ανάγκες για πιο εξεζητημένους αλγόριθμους. Αφού δημιουργήσουμε, λοιπόν, ένα νέο project μέσω της αντίστοιχης επιλογής του προγράμματος μας ακολουθούμε κάποια βασικά βήματα για να επιλέξουμε οικογένεια και μοντέλο του μικροελεγκτή. Ακόμα δίνονται διάφορες άλλες δυνατότητες επιλογής και παραμετροποίησης όπως τη συχνότητα λειτουργίας του μικροελεγκτή ή τον compiler της αρεσκείας μας.



Εικόνα 32: Γραφικό περιβάλλον του Micro C PRO for PIC

1.2.2 Proteus 8 Professional

Βασικό εργαλείο για την πτυχιακή μας εργασία αποτέλεσε το Proteus 8 Professional. Το πρόγραμμα αποτελεί υλοποίηση από την Labcenter Electronics Ltd και έχει αρκετές δυνατότητες, όπως την κατασκευή σχηματικών πλακέτας και προσομοίωση κυκλωμάτων. Αποτέλεσε σημαντικό κομμάτι της εργασίας μας καθώς βασιζόμενοι στις δυνατότητες προσομοίωσης με τον μικροελεγκτή μας καταφέραμε να κάνουμε τα απαραίτητα πειράματα πριν προχωρήσουμε στην κατασκευή.

Οι προσομοιώσεις μέσω του προγράμματος μας έδωσαν την ευκαιρία να πειραματιστούμε και σε προγραμματιστικό επίπεδο αλλά και σε κατασκευαστικό. Δοκιμάζοντας αρκετές διατάξεις και αλλαγές στο υλικό καταφέραμε να φτάσουμε σε ένα επίπεδο βέλτιστης λειτουργίας αποφεύγοντας περιττά έξοδα κατά την κατασκευή. Επίσης, με την δυνατότητα φόρτωσης του κώδικα προγραμματισμού μας στον μικροελεγκτή και της προσομοίωσης λειτουργίας του σε πραγματικό χρόνο καταφέραμε να κάνουμε αποσφαλμάτωση του κώδικα σε πραγματικό χρόνο.



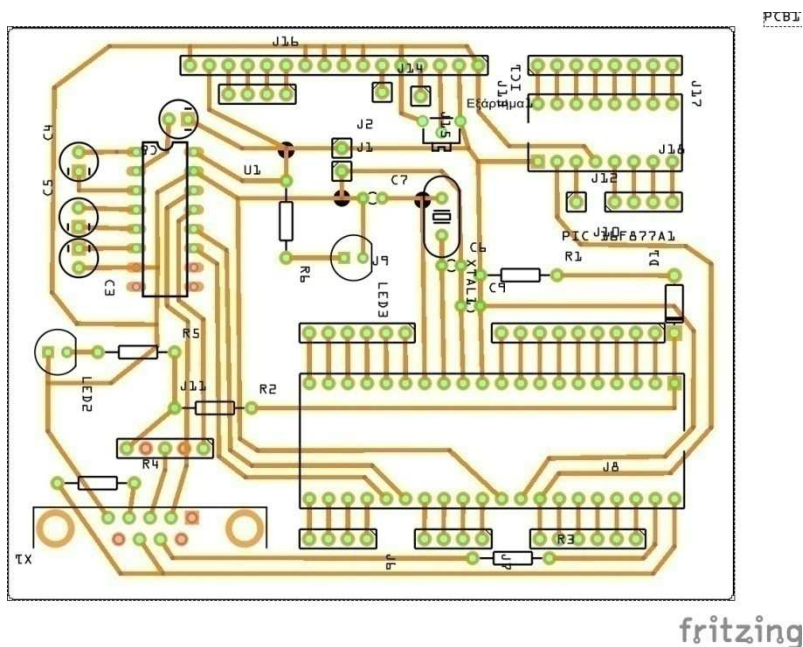
Εικόνα 33: Proteus 8 Professional

1.2.3 Fritzing

Το fritzing αποτελεί μια open source πλατφόρμα ανάπτυξης από ερασιτέχνες κυρίως χειριστών CAD (Computer-aided design) λογισμικού. Είναι ένα αρκετά εύχρηστο πρόγραμμα για τη σχεδίαση ηλεκτρονικού υλικού και αναπτύχθηκε για να βοηθήσει ερασιτέχνες σχεδιαστές, οι οποίοι ενδιαφέρονται να περάσουν από το πειραματισμό στην ανάπτυξη ενός πρωτότυπου. Το πρόγραμμα πρωτοδημιουργήθηκε από το Πανεπιστήμιο Εφαρμοσμένων Επιστημών του Πότσνταμ.

Το πρόγραμμα είναι βασισμένο στην ανάπτυξη και στο σχεδιασμό κυκλωμάτων τα οποία έχουν πυρήνα τους την πλατφόρμα του Arduino.

Παρόλα αυτά διαθέτει και μια μεγάλη βιβλιοθήκη υλικών για την ανάπτυξη κυκλωμάτων με τη χρήση και άλλων μικροελεγκτών. Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι το πρόγραμμα διαθέτει μια μεγάλη διαδικτυακή κοινότητα, η οποία μοιράζεται διάφορα σχέδια και εμπειρίες βοηθώντας έτσι όχι μόνο από άποψη ανταλλαγής απόψεων όσο και στη μείωση του τελικού κόστους κατασκευής.



Εικόνα 34: Αποτέλεσμα κυκλώματος από το Fritzing

Κεφάλαιο 2

2.1 Περιγραφή κώδικα προγραμματισμού

Παρακάτω δίδονται τα βασικά τμήματα του κώδικα που συγγράψαμε για την υλοποίηση του συστήματος ABS καθώς και η επεξήγηση του όπου κρίνεται απαραίτητη.

Με τον όρο RPM_Value_Back ορίζεται 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.

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. 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 (0,2sec*300=1min). 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;
```

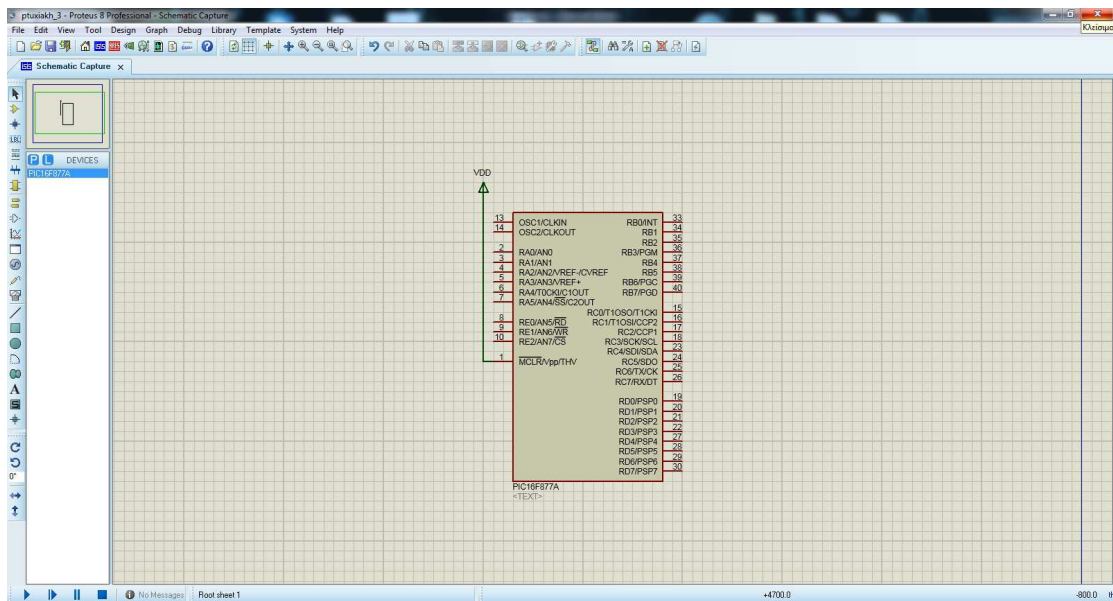
```
Delay_ms(50);
```

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. Τέλος καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος γίνεται και ο έλεγχος εάν το φρένο συνεχίσει να είναι πατημένο από τον χρήστη ή όχι.

```
}while( PORTD.RB0==1 && L>0.3);
```

2.2 Περιγραφή προσομοίωσης – Σκεπτικό λειτουργίας

Για την υλοποίηση της κατασκευής, αρχικά έπρεπε να σχεδιάσουμε ένα πρότυπο σε συνθήκες προσομοίωσης στο πρόγραμμα Proteus 8 Professional, όπως το παρουσιάσαμε και στην προηγούμενη ενότητα. 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).



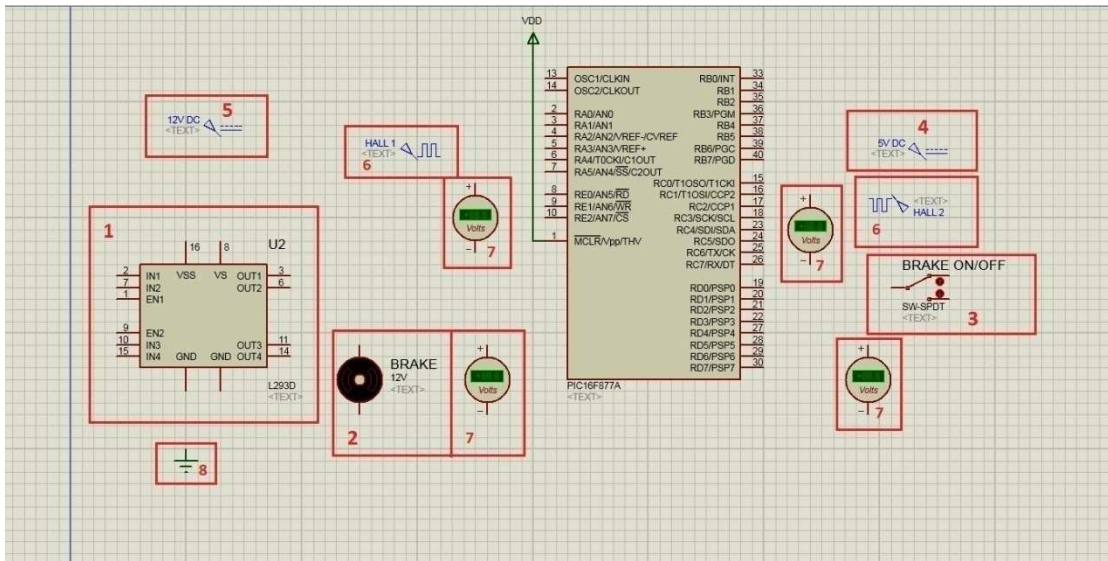
Εικόνα 35: Default schematic for 16f877A

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

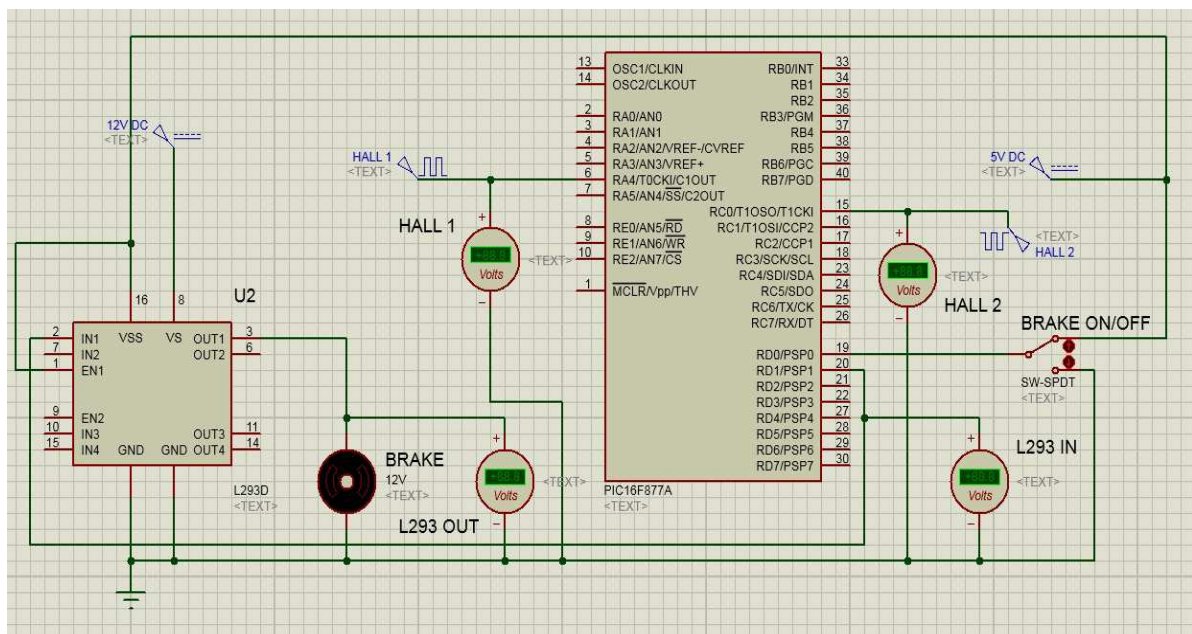
Τοποθετήσαμε τις γεννήτριες παραγωγής παλμού για να προσομοιώσουμε τους αισθητήρες HALL καθώς είναι δύσκολο να προσομοιώσουμε το φαινόμενο. Για το πότε θα είναι ενεργοποιημένο ή όχι το φρένο χρησιμοποιούμε ένα διακόπτη δύο θέσεων δίνοντας είσοδο λογικό 1 ή 0 στον μικροελεγκτή. Το ηλεκτρομαγνητικό φρένο προσομοιώνεται μέσω ενός DC

MOTOR γιατί έχει παρόμοιο τρόπο λειτουργίας. Χρησιμοποιήσαμε 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 36).



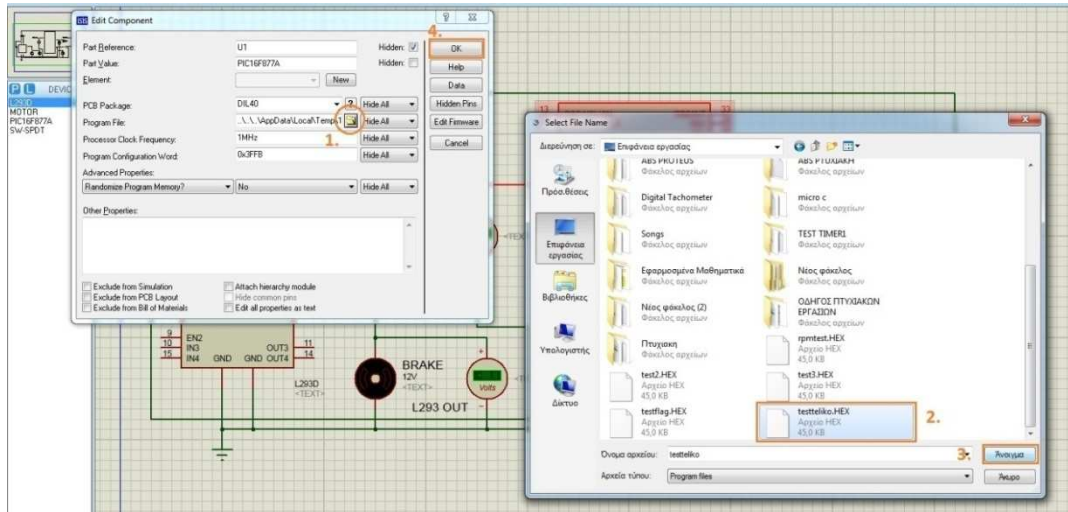
Εικόνα 36: Στοιχεία προσομοίωσης

Μετά την εισαγωγή των στοιχείων ακολουθεί η συνδεσμολογία όπου φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 37).



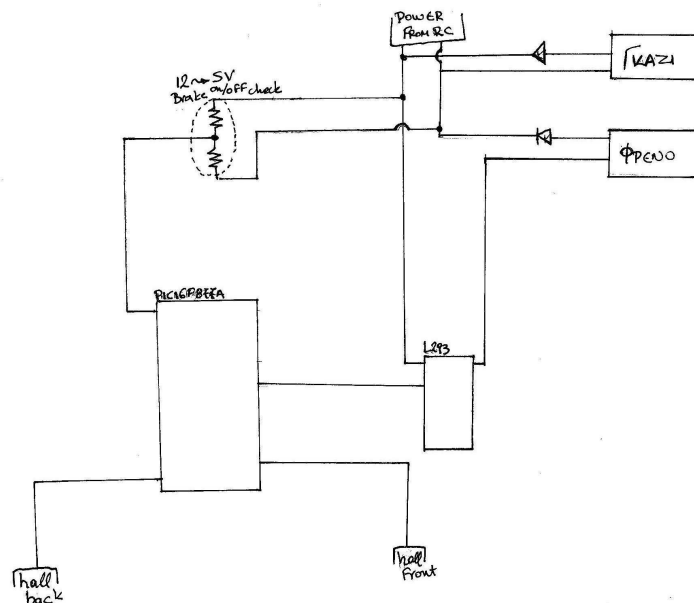
Εικόνα 37: Συνδεσμολογία

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 38)



Εικόνα 38: Εισαγωγή αρχείου HEX

Αφού τελειώσαμε με τη προσομοίωση επόμενο βήμα ήταν η σχεδίαση της συνδεσμολογίας του κυκλώματος. Στο σχέδιο υπάρχουν όλα τα βασικά μέρη που ήταν απαραίτητα για τη λειτουργία του συστήματος ABS σύμφωνα με τη δική μας υλοποίηση.



Εικόνα 39: Τελική συνδεσμολογία μοντέλου

Σύμφωνα με τη συνδεσμολογία μας και τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή κατά τη διάρκεια που ο χρήστης έχει ενεργοποιημένο το γκάζι τροφοδοτείται μόνο το μοτέρ κίνησης αποτρέποντας μέσω του κυκλώματος των διόδων την ταυτόχρονη τροφοδοσία του φρένου. Κάτι αντίστοιχο γίνεται και στη περίπτωση που ο χρήστης ενεργοποιήσει το φρένο με τη διαφορά ότι τότε τροφοδοτείται το ηλεκτρομαγνητικό φρένο μέσω του L293 και κατ' επέκταση του μικροελεγκτή. Κατά τη διάρκεια ενεργοποίησης του φρένου μέσω του κυκλώματος μείωσης τάσης ο μικροελεγκτής δέχεται το κατάλληλο ρεύμα έτσι ώστε να αντιληφθεί την ενεργοποίησή του. Εκτελείται ο αλγόριθμος λειτουργίας του ABS, γίνονται οι κατάλληλες συγκρίσεις ταχύτητας σύμφωνα με το σήμα που στέλνουν οι δύο αισθητήρες Hall και αποφασίζεται εάν είναι απαραίτητη η λειτουργία ή όχι του συστήματος ABS. Εάν κριθεί απαραίτητη η χρήση του τότε το ηλεκτρομαγνητικό φρένο λειτουργεί σύμφωνα με τον τρόπο που εμείς έχουμε προγραμματίσει. Διαφορετικά αν δεν είναι απαραίτητη η χρήση του συστήματος ABS τότε στέλνεται εντολή μέσω του μικροελεγκτή να περάσει αυτούσια η ισχύς του ρεύματος που έχει επιλέξει ο χρήστης. Υπάρχει αναλυτική επεξήγηση του λόγου που χρησιμοποιήθηκαν τα παραπάνω εξαρτήματα στη συγκεκριμένη θέση στο αντίστοιχο κεφάλαιο των εξαρτημάτων.

2.3 Αποτελέσματα – Συμπεράσματα

Η όλη έρευνα που έγινε πάνω στο σύστημα ABS μας δίνει την δυνατότητα να πούμε ότι είναι ένα πολύ αξιόπιστο σύστημα απαραίτητο για όλα τα οχήματα. Ειδικότερα, η χρήση του συστήματος σε συνεργασία με ηλεκτρομαγνητικό φρένο του προσφέρει ακόμα ταχύτερη απόκριση, μεγαλύτερη ακρίβεια και ευκολία. Η ευκολία της λειτουργίας του έγκειται στο γεγονός ότι πλέον σε όλο το σύστημα πέδησης έχουμε να κάνουμε με την διαχείριση αποκλειστικά ηλεκτρικού ρεύματος. Με αυτό τον τρόπο, λοιπόν, γλιτώνουμε εξαρτήματα μειώνοντας έτσι την πιθανότητα αστοχίας κάποιου εξ αυτών αλλά και απλουστεύοντας το όλο σύστημα. Η μείωση της θερμότητας που παράγεται κατά το φρενάρισμα λόγω της ελάχιστης ή και καθόλου τριβής στο ηλεκτρομαγνητικό φρένο είναι ένα ακόμα πλεονέκτημα. Η μείωση αυτή σημαίνει αύξηση της ζωής του συστήματος γλιτώνοντας έξοδα συντήρησης καθώς η θερμότητα που παράγεται κατά το φρενάρισμα είναι αρνητικός παράγοντας για τη διάρκεια ζωής του υπάρχων συστήματος.

Η διαχείριση ρεύματος για τον έλεγχο του φρένου θα μπορούσε επίσης να μας δώσει τη δυνατότητα να αλλάξουμε τη φιλοσοφία της λειτουργίας του συστήματος ABS. Καθώς με ομαλή αυξομείωση του ρεύματος θα μπορούσαμε να αντικαταστήσουμε τις δύο καταστάσεις του φρένου, λειτουργίας του ή μη, σε ενδιάμεσες καταστάσεις ανάλογα με τις ανάγκες

πέδησης. Αυτό θα οδηγούσε στην ομαλότερη λειτουργία του συστήματος, πετυχαίνοντας μεγαλύτερη οδηγική άνεση κατά τη διαδικασία του φρεναρίσματος, εξαλείφοντας τις δονήσεις στη καμπίνα του οχήματος. Με την εξάλειψη των δονήσεων κατά τη διαδικασία της πέδησης θα μπορούσαμε ακόμη και να αυξήσουμε την λειτουργικότητα του συστήματος πετυχαίνοντας ακόμη μικρότερες αποστάσεις φρεναρίσματος. Τέλος, θα μπορούσαν να μελετηθούν τρόποι απευθείας εξοικονόμησης ενέργειας και αποθήκευσης της καθώς το μαγνητικό φρένο κατά βάση αποτελείται από ένα πηνίο κάνοντας το έτσι ιδανικό φορτιστή του συστήματος του οχήματος.

Ωστόσο η χρήση του συστήματος ABS με ηλεκτρομαγνητικό φρένο δεν έχει ακόμα αναπτυχθεί στα αυτοκίνητα διότι υπάρχουν αρκετές δυσκολίες που συναντάμε με κύριες την σημαντική αύξηση βάρους του οχήματος καθώς αποτελεί ένα βαρύ και σχετικά ογκώδες εξάρτημα και την αδυναμία χρήσης του συνεχόμενα όταν το αυτοκίνητο δεν βρίσκεται σε λειτουργία, σαν το χειρόφρενο. Η τοποθέτηση του πάνω στον άξονα μετάδοσης κίνησης όπως κάναμε και εμείς στην κατασκευή μας και όχι σε κάθε τροχό, θα μείωνε κατά πολύ το βάρος του όλου οχήματος. Φυσικά, εάν οι εταιρίες αρχίσουν να πλησιάζουν προς την λύση του ηλεκτρομαγνητικού φρένου ως κύριο φρένο θα δούμε πολλές και ενδιαφέρουσες υλοποιήσεις οι οποίες σίγουρα θα το βελτιώσουν και σε μέγεθος και σε βάρος κάνοντας το πιο προσιτό.

Σίγουρα οι ελάχιστες μηχανολογικές γνώσεις μας στο αντικείμενο αποτέλεσαν εμπόδιο στην παρουσίαση μιας πιο ολοκληρωμένης πρότασης σε όλα τα επίπεδα. Παρόλα αυτά όμως θεωρούμε ότι τα συμπεράσματα μας ήταν αρκετά για να μας δείξουν ότι το σύστημα ABS μπορεί να συνεργαστεί με ένα ηλεκτρομαγνητικό φρένο προσφέροντας πολύ καλά αποτελέσματα. Αυτή η συνεργασία αφήνει μεγάλα περιθώρια βελτίωσης του υπάρχων συστήματος ABS στοχεύοντας κυρίως στην απλούστευση του αλλά και στην καλύτερη διαχείριση του φρένου.

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 του **Καββουσάνου Αντώνιου** με θέμα **Ανάπτυξη Εφαρμογής 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.