

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



Πτυχιακή εργασία

Ηλεκτρικό Όχημα Ανώμαλου Εδάφους

Κτωρή Αντρέας,
Καράντωνας Κυριάκος,
Χαραλάμπους Κυριάκος

Λεμεσός, 2016

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πτυχιακή εργασία

Ηλεκτρικό Όχημα Ανώμαλου Εδάφους

Κτωρή Αντρέας,
Καράντωνας Κυριάκος,
Χαραλάμπους Κυριάκος

Επιβλέποντας καθηγητής:
Δρ. Χρίστος Μαρούχος,

Λεμεσός, 2016

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Κτωρή Αντρέας, Καράντωνας Κυριάκος, Χαραλάμπους Κυριάκος, 2016 με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση αυτούς πτυχιακής διατριβής από το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα τον Επίκουρο Καθηγητή Δρ. Χρίστο Μαρούχο για την πολύτιμη βοήθεια του και τη συνεχή καθοδήγηση που μας παρείχε σε όλα τα στάδια της εργασίας.

Το Καθηγητή Δρ. Τάκη Κασπαρή για τις συμβουλές και την βοήθεια για το σωστό συντονισμό της μελέτης μας.

Το Τεχνικό Πειραματικών Εργαστηρίων Παναγιώτη Περικλέους για την παροχή διευκολύνσεων όσο αφορά τον εργαστηριακό εξοπλισμό όπως επίσης τις συμβουλές και εισηγήσεις του επί του θέματος.

Την υπεύθυνη του Γραφείου Θεματικής Βιβλιογραφικής Υποστήριξης και Ανάπτυξης Συλλόγων κύρια Άννα Χαραλάμπους για τις συμβουλές που μας παρείχε για τη δομή και τη συγγραφή της πτυχιακής μελέτης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πηγαίνοντας πίσω στον χρόνο εύκολα μπορεί να αναληφθεί κανείς ότι το θέμα των μεταφορών ήταν κάτι που δυσκόλευε την ζωή των ανθρώπων, κάτι το οποίο τους ώθησε να στραφούν προς αυτό το τομέα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την κατασκευή του πρώτου ατμοκίνητου οχήματος, ακολούθως ηλεκτρικού και τελικά την κατασκευή οχημάτων με καύσιμα τα οποία χρησιμοποιούνται κατά κόρον την σημερινή εποχή.

Στις μέρες μας βλέπουμε ότι επανέρχεται στο προσκήνιο το ηλεκτρικό όχημα κάτι το οποίο μας ώθησε στην κατασκευή ενός ηλεκτρικού οχήματος. Η μελέτη θα εξετάσει τη χρησιμότητα ενός ηλεκτρικού οχήματος ανώμαλου εδάφους σε ότι αφορά το θέμα των μεταφορών. Ο στόχος θα επιτευχθεί με τη χρήση δύο ηλεκτροκινητήρων 36Vdc /500W έκαστος, έξι μπαταρίες των 12V και την κατάλληλη μηχανολογική κατασκευή. Ο σκοπός της σχεδίασης του θα είναι η αύξηση των επιλογών στην αγορά, η φιλικότητα προς το περιβάλλον αλλά και η μείωση του κόστους αγοράς.

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του θα είναι τέτοια ούτως ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά τραυματιών μέσα από δύσβατες περιοχές αλλά και για τη διεκπεραίωση συγκεκριμένων εργασιών, δηλαδή μεταφορά υλικών για οικοδομές, για γεωργικές εργασίες καθώς και μεταφορά αντικειμένων οικιακής χρήσεως (π.χ φιάλες υγραερίου καθώς και καθημερινό οικιακό ψώνισμα).

Το βασικό σχέδιο του οχήματος το οποίο είναι 1,20m* 90cm (μήκος * πλάτος), θα είναι η κίνηση σε τέσσερις τροχούς με δυνατότητα ελέγχου ταχύτητας με μέγιστη τα 5 Km/h, η μεταφορά βάρους μέχρι 200kg καθώς και η επιλογή κατεύθυνσης (αριστερά, δεξιά και όπισθεν) τα οποία θα επιτυγχάνονται εξ'επαφής με δύο χειροκίνητους μοχλούς στο πίσω μέρος του οχήματος.

Για τη διεκπεραίωση της εργασίας υπήρξαν τέσσερα στάδια. Το πρώτο στάδιο περιελάμβανε τη μελέτη και σχεδιασμό των κυκλωμάτων, το δεύτερο την προσομοίωση των κυκλωμάτων σε εξειδικευμένα λογισμικά προγράμματα (PSIM,CROCODILE,PSPICE), το τρίτο στάδιο αφορούσε στην κατασκευή και την επαλήθευση της λειτουργίας των κυκλωμάτων και το τέταρτο την τοποθέτηση και την σύνδεση των κυκλωμάτων στο όχημα.

Σύμφωνα με τα ποία πάνω ο βασικός στόχος επιτεύχθηκε αφού το ηλεκτρικό όχημα κατά την τελική δοκιμή του πληρούσε όλες τις προδιαγραφές και τις λειτουργίες οι οποίες προκαθορίστηκαν στην αρχή της μελέτης.

Λέξεις κλειδιά: DC/DC, PWM, TRIANGULAR PULSE, ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ PSIM,CROCODILE,PSPICE.

ABSTRACT

Looking back in time one can see that the issue of transportation has always been troublesome and something that made people's life difficult. This was what ignited people's interest and they started searching for ways to improve the way they move from one place to another. This interest resulted in the construction of the first electrical vehicle, and finally in the construction of vehicles running with fuels which are mainly used today as well.

Nowadays, we can see that the electrical vehicle is again in the limelight, something which urged us to construct a vehicle moving on electric power. The current study will examine the usefulness of an electrical vehicle on a rough ground when transporting items and goods. The objective will be accomplished with the use of two electrical motors/engines of 36Vdc/500W each, six 12V batteries and the appropriate mechanical construction. The aim of its designing will be to increase the number of market choices, to make it environmentally friendly and to reduce cost.

The designing and the implementation of such a vehicle will aim to the transport of the injured and wounded in rutty and rough grounds but also to the realization of specific tasks, such as the transport of constructing materials, agricultural purposes and the transport of domestic goods as well (e.g. LPG bottles, groceries etc.)

The basic design of the vehicle which is 1,20m* 90cm (length*width), will be four wheels drive with the ability to control speed at 5 Km/h, to transports items up to 250kg as well as to include a steering option (left, right, forward and reverse) which will accelerate manually using two steering sticks at the back of the vehicle.

There were four stages in the completeness of the project. The first stage included the study and the designing of the circuits, the second deal with the simulation of the circuits on specialized software (PSIM, CROCODILE, PSPICE) , the third stage handled the construction and operating the circuits and the fourth one processed the placement and the connection of the circuits on the vehicle.

According to all above the main objective has been achieved since the electric vehicle during the final test was fulfilled all the specifications and functions for which constructed.

Key words: DC/DC, PWM, TRIANGULAR PULSE, ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ PSIM, CROCODILE, PSPICE.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ABSTRACT.....	v
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	vi
ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	vii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	viii,ix,x
1 Μεθοδολογία.....	1
1.1 Έρευνα υφιστάμενων τεχνολογιών.....	1
1.2 Θεωρητική υλοποίηση κυκλωμάτων- Επαλήθευση.....	2
1.2.1 Τριγωνικός Παλμός-PWM-Κύκλωμα Ελέγχου Ταχύτητας	2-7
1.2.2 Κύκλωμα Ελέγχου Κατεύθυνσης	8-10
2 Υλοποίηση.....	11
2.1 Υλοποίηση κυκλωμάτων- Επαλήθευση.....	11
2.1.1 Τριγωνικός Παλμός-PWM-Κύκλωμα Ελέγχου Ταχύτητας.....	11-13
2.1.2 Κύκλωμα Ελέγχου Κατεύθυνσης.....	14
2.1.3 Τοποθέτηση κυκλωμάτων στο αμάξωμα.....	15-18
3 Συσκευές	19-23
4 Αποτελέσματα.....	24
5 Δυσκολίες κατά την κατασκευή του οχήματος.....	25
6 Συμπεράσματα - Εισηγήσεις	26
7 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	27
ΚΟΣΤΟΛΟΓΙΟ	27
ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ	28-29

ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	30-31
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	32
ΕΠΙΣΥΝΑΠΤΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ	33

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Μηχανικό Αυτοκίνητο.....	1
Διάγραμμα 2: Ηλεκτρικό Αυτοκίνητο.....	1
Διάγραμμα 3: Δημιουργία Τριγωνικού παλμού από Τετραγωνικό παλμό.....	2
Διάγραμμα 4: Τετραγωνική κυματομορφή.....	2
Διάγραμμα 5: Κύκλωμα Τριγωνικού Παλμού-PWM-Ελέγχου Ταχύτητας.....	3
Διάγραμμα 5.1: Ολοκληρωτής.....	4
Διάγραμμα 6: Τριγωνική κυματομορφή.....	5
Διάγραμμα 7: Inverting Amplifier.....	5
Διάγραμμα 8: PWM.....	6
Διάγραμμα 9: PWM- minimum.....	7
Διάγραμμα 10: PWM-maximum.....	7
Διάγραμμα 11: Κύκλωμα Ελέγχου Κατεύθυνσης.....	8
Διάγραμμα 12: Κατεύθυνση προς τα εμπρός, πίσω.....	9,10
Διάγραμμα 13: Κύκλωμα ελέγχου ταχύτητας.....	11
Διάγραμμα 14: Τριγωνικός παλμός από πλακέτα.....	12
Διάγραμμα 15: PWM-Ελάχιστο από πλακέτα.....	12
Διάγραμμα 16: PWM-Μέγιστο από πλακέτα.....	13
Διάγραμμα 17: Κύκλωμα ελέγχου κατεύθυνσης.....	14

Διάγραμμα 18: Κυκλώματα ελέγχου Κατεύθυνσης-Ταχύτητας.....	15
Διάγραμμα 19: Συνδεσμολογία Διόδων-IGBT.....	16
Διάγραμμα 20: Χειριστήριο ηλεκτρικού οχήματος.....	16
Διάγραμμα 21: Ηλεκτρικό Όχημα.....	17
Διάγραμμα 22: Ηλεκτρικό Όχημα.....	18
Διάγραμμα 23: Κινητήρας.....	19
Διάγραμμα 24: Μπαταρίες Lead-acid.....	19
Διάγραμμα 25: Μπαταρία 9V.....	20
Διάγραμμα 26: Τελεστικός Ενισχυτής.....	20
Διάγραμμα 27: IGBT.....	21
Διάγραμμα 28: Δίοδος.....	22
Διάγραμμα 29: Relay.....	22
Διάγραμμα 30: Ποτενσιόμετρο.....	23
Διάγραμμα 31: Διακόπτης-Push button.....	23

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τεχνολογία μέρα με τη μέρα εξελίσσεται, σαν Ηλεκτρολόγοι Μηχανικοί πρέπει αυτή την εξέλιξη να την προσαρμόσουμε για καθολική χρήση αλλά και για τη απλοποίηση της καθημερινής ζωής στην σύγχρονη κοινωνία που ζούμε. Με την αύξηση του ενδιαφέροντος για το ηλεκτρικό αυτοκίνητο διευρύνονται και οι τομείς έρευνας γύρω από αυτό. Το μέσο παροχής και αποθήκευσης ενέργειας, τα ηλεκτρονικά ισχύος καθώς και η κινητήριος μηχανή είναι μερικά από τα ζητήματα που δίνουν την αφορμή για έρευνα με σκοπό τον βέλτιστο συνδυασμό ο οποίος θα κατατάξει τα ηλεκτρικά οχήματα στις κυριότερες προτιμήσεις των ανθρώπων.

Μελετώντας μερικές εκατοντάδες χρόνια πίσω όσο αφορά την εξέλιξη των οχημάτων διαπιστώσαμε την ραγδαία εξέλιξη που υπήρξε και υπάρχει σε αυτό το τομέα. Η αρχή έγινε στην Γαλλία, το 1769 όταν ο Nicolas Joseph Cougnot κατασκεύασε το πρώτο ατμοκίνητο όχημα, το FARDIER το οποίο ένα στρατιωτικό τρακτέρ. Ο κινητήρας ήταν τροφοδοτούμενος από έναν ατμολέβητα και το όχημα αυτό έφτανε τα 9,5 χλμ. την ώρα.

Στα μέσα του 19^{ου} αιώνα, ο Robert Aderson από τη Σκωτία εφηύρε την πρώτη ακατέργαστη ηλεκτρική μεταφορά. Ένα μικρής κλίμακας ηλεκτρικό αυτοκίνητο σχεδιάστηκε από τον καθηγητή Stratingh και τελειοποιήθηκε από το βοηθητικό Christopher το 1835. Πολλοί επιστήμονες ασχολήθηκαν με αυτή την ιδέα μέχρι που το 1899, ο Camille Jenatzy έφτιαξε το ηλεκτρικό αγωνιστικό αυτοκίνητο αποκαλούμενο «La Jamais Contente».

Το 1862 ο Etienne Lenoir έφτιαξε το πρώτο αυτοκίνητο με μηχανή εσωτερικής καύσης. Το 1885 ο Nikolaus Otto έφτιαξε το πρώτο αυτοκίνητο με κινητήρα εσωτερικής καύσης και συγκεκριμένα με καύσιμο τη βενζίνη το οποίο παρήχθη στη Γερμανία από τον Karl Benz .

Πλεονεκτήματα ηλεκτρικών οχημάτων

Πολλοί είναι οι λόγοι που φέρουν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ξανά στην επιφάνεια με κυριότερο πλεονέκτημα τους να είναι η φιλικότητα προς το περιβάλλον αφού κατά τη χρήση τους δεν παράγουν κανενός είδους ρύπανση.

Επίσης η ενεργειακή απόδοση είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα διότι μια μηχανή καύσεως δεν είναι ενεργειακά αποδοτική και καταναλώνει πολλά καύσιμα. Με τα υπάρχοντα δεδομένα οι ηλεκτροκίνητες αποδίδουν το 75% της χημικής ενέργειας που είναι αποθηκευμένη στις μπαταρίες σε κίνηση των τροχών, ενώ αντίθετα οι μηχανές εσωτερικής καύσης μετατρέπουν μόνο το 20% της ενέργειας που είναι αποθηκευμένη στη βενζίνη.

Σημαντική είναι επίσης η ενεργειακή απεξάρτηση αφού δεν χρειάζεται κανένα είδος καυσίμου για την εκκίνηση ούτε για την μεταφορά, τέλος τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν πολύ χαμηλή ηχορύπανση σε σχέση με τα οχήματα με κινητήρα εσωτερικής καύσης.

Μειονεκτήματα ηλεκτρικών οχημάτων

Κάποια από τα μειονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων είναι η περιορισμένη απόσταση ταξιδιού σε σχέση με τα οχήματα με κινητήρα εσωτερικής καύσης. Ακόμη ο μεγάλος χρόνος επαναφόρτισης είναι ένας αποτρεπτικός παράγοντας σε συνδυασμό με τον μεγάλο όγκο και βάρος των μπαταριών.

Ένα από τα κυριότερα μειονεκτήματα είναι οι υψηλές δαπάνες κατασκευής, με αποτέλεσμα την υψηλή τιμή πώλησης, στο οποίο σημαντικό ρόλο είχε και η μέχρι πρόσφατα μειωμένη ζήτηση στις αγορές για ηλεκτρικά οχήματα κάτι το οποίο διατηρούσε τα επίπεδα των τιμών της αγοράς σε υψηλά επίπεδα.

Σε αντίθεση με την απεξάρτησή τους από τα καύσιμα για τη λειτουργία τους, οι μπαταρίες φορτίζονται από παροχές που δίνουν ενέργεια την οποία ως επί το πλείστον πέρνουν από εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας που καίνε απολιθωμένα καύσιμα.

Σκοπός Πτυχιακής Μελέτης

Σκοπός αυτής της πτυχιακής μελέτης είναι η κατασκευή ενός ηλεκτρικού οχήματος, το οποίο θα είναι προσιτό σε όλους καθώς θα γίνει προσπάθεια δραματικής μείωσης του κόστους κατασκευής άρα και της αγοράς. Επίσης η κατασκευή ενός ηλεκτρικού οχήματος θα αύξησε τις επιλογές αγοράς αφού βλέπουμε μια στροφή προς την κατασκευή και χρήση ηλεκτρικών οχημάτων.

Το όχημα θα βοηθήσει στην καθημερινή αλλά και στην επαγγελματική πτυχή της καθημερινότητας αφού θα διευκολύνει πάρα πολύ την ζωή πολλών ανθρώπων όσο αφορά τις μεταφορές. Στην καθημερινή πτυχή μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οικοκυρές, από ηλικιωμένους αλλά και από όσους πάσχουν από προβλήματα υγείας (π.χ πρόβλημα με την σπονδυλική στήλη). Όσο αφορά την επαγγελματική πτυχή, θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από γεωργούς, σε οικοδομικές εργασίες αλλά και σε νοσοκομεία ή σε δυστυχήματα για μεταφορά τραυματιών.

Στόχος Πτυχιακής Μελέτης

Στόχος αυτής της πτυχιακής μελέτης είναι η κατασκευή ενός ηλεκτρικού οχήματος με συνεχές τάση DC/DC, πλήρη έλεγχο όσο αφορά την κατεύθυνση και την ταχύτητα του και με δυνατότητα μεταφοράς αντικειμένων μέχρι 250kg. Επίσης στόχος είναι η μείωση εκπομπής ρύπων και αυτό θα επιτευχθεί πλήρως λόγω του ότι το όχημα θα είναι 100% ηλεκτροκίνητο.

Μελλοντικοί στόχοι θα είναι η κατασκευή άλλων ηλεκτρικών οχημάτων ακόμα και αναπηρικών οχημάτων τα οποία θα έχουν ως βασική ιδέα το δικό μας ηλεκτρικό όχημα.

Μελλοντικές προτάσεις

Πολλές κυβερνήσεις ανά τον κόσμο δίνουν οικονομικά κίνητρα στους πολίτες για να αγοράσουν ηλεκτρικά οχήματα ενώ παράλληλα διάφορα έργα (projects) με θέμα τα ηλεκτρικά οχήματα βρίσκονται σε εξέλιξη ή σχεδιάζονται για το μέλλον.

Συγκεκριμένα στην Ευρωπαϊκή Ένωση 15 από τα 27 κράτη μέλη της από τον Απρίλιο του 2010 προβλέπουν οικονομικά κίνητρα για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων. Τα κίνητρα έχουν να κάνουν με φορολογική ελάφρυνση και απαλλαγή και οικονομική πριμοδότηση για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων.

Αυτό γίνεται διότι τα αναμενόμενα οφέλη από τη διείσδυση ηλεκτρικών οχημάτων είναι πολλαπλά, καθώς εκτός από μείωση ρύπων, θα αυξηθεί η διείσδυση των ΑΠΕ (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας) για τη φόρτιση των μπαταριών των οχημάτων και αναμένεται να δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας.

1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

1.1 ΕΡΕΥΝΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Μετά από έρευνα που έγινε διαπιστώσαμε ότι στην αγορά υπάρχουν πολύ περισσότερα βενζινοκίνητα οχήματα έναντι των ηλεκτρικών σε ότι αφορά αυτή τη κατηγορία. Επίσης άξιο αναφοράς είναι ότι τα ηλεκτροκίνητα είναι σε υψηλό κόστος αγοράς κάτι το οποίο είναι ένας αποτρεπτικός παράγοντας για τους περισσότερους ανθρώπους.



Διάγραμμα 1 : Μηχανοκίνητο όχημα

(www.google.com.cy/search?q=μικρό+μηχανοκίνητο+όχημα)



Διάγραμμα 2: Ηλεκτρικό όχημα

(www.google.com.cy/ηλεκτρικό+όχημα)

Από την έρευνα που έγινε και με συζήτηση που είχαμε με τον επιβλέπον καθηγητή μας καταλήξαμε στους παράγοντες οι οποίοι ήταν και η αιτία να μην βγουν τα προσδοκώμενα αποτελέσματα. Αυτοί οι παράγοντες λήφθηκαν υπόψη στις προδιαγραφές της δικής μας πτυχιακής μελέτης ούτως ώστε να αποφευχθούν τυχών παρόμοια λάθη.

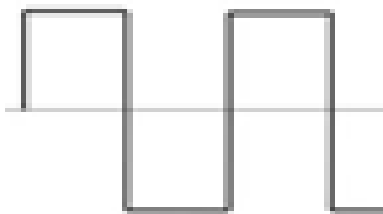
1.2 ΘΕΩΡΗΡΙΚΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

1.2.1 ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΡΙΓΩΝΙΚΟΥ ΠΑΛΜΟΥ - PWM - ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

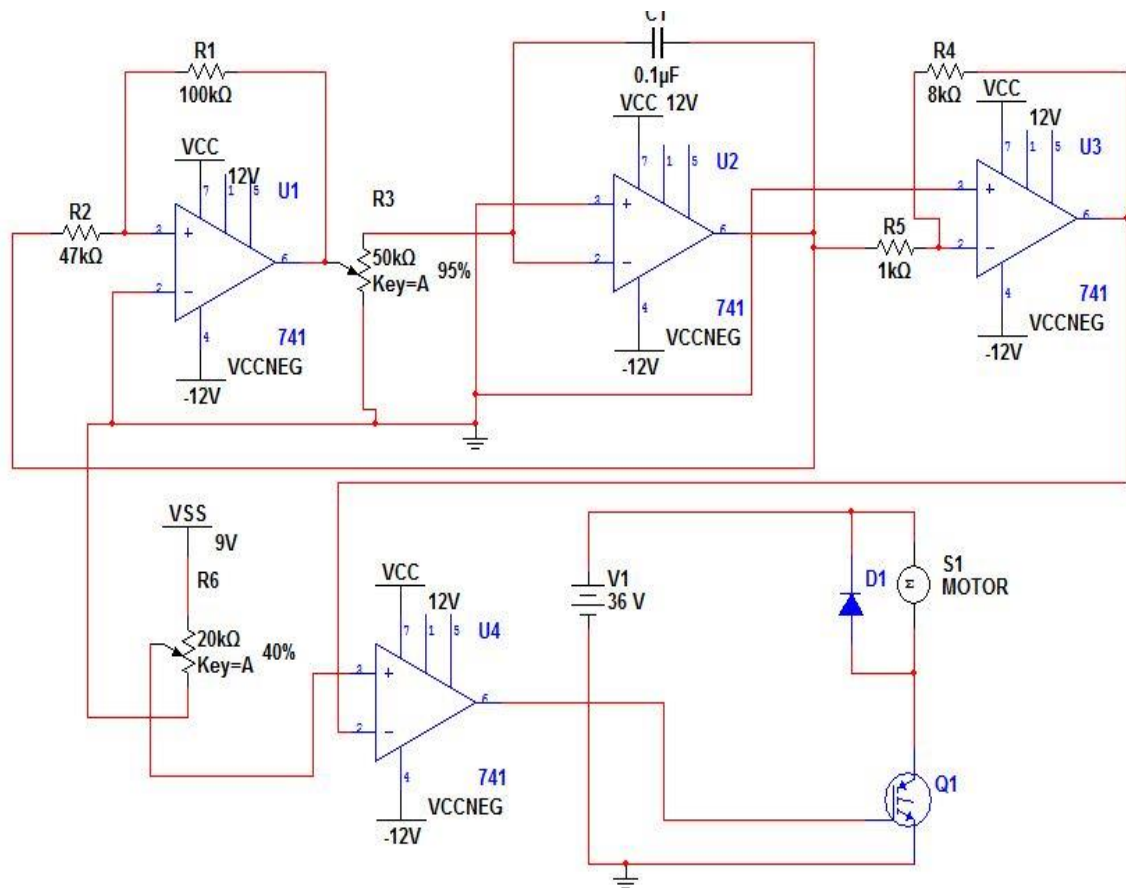
Το κύκλωμα βασίζεται στο ότι ένας τετραγωνικός παλμός όταν ολοκληρωθεί, δίνει ένα τριγωνικό παλμό.



Διάγραμμα 3: Δημιουργία Τριγωνικού παλμού από Τετραγωνικό παλμό
(<http://opencourses.uoa.gr/modules/document/file.php/>)

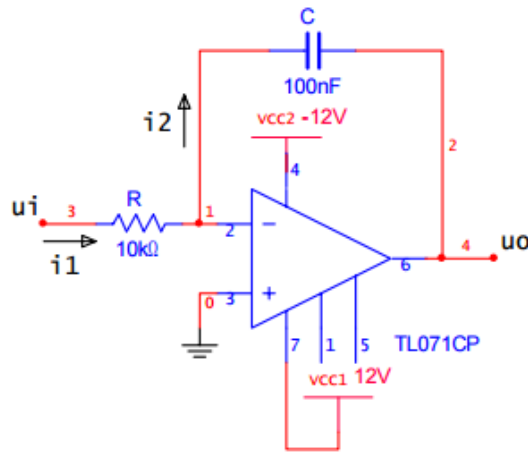


Διάγραμμα 4: Τετραγωνική κοματομορφή



Διάγραμμα 5 : Κύκλωμα Τριγωνικού Παλμού-PWM-Ελέγχου Ταχύτητας

Στο κύκλωμα το οποίο σχεδιάσαμε χρησιμοποιούμε 4 τελεστικούς ενισχυτές. Στην έξοδο του πρώτου τελεστικού ενισχυτή έχουμε την τετραγωνική κυματομορφή (Διάγραμμα 4). Η τετραγωνική κυματομορφή δημιουργείται λόγω του ότι η έξοδος του ολοκληρωτή, δηλαδή του δεύτερου τελεστικού ενισχυτή οδηγείται μέσω του διαιρέτη τάσης R1-R2 στην μη αναστρέφουσα είσοδο του πρώτου τελεστικού ενισχυτή και η αναστροφή είσοδος του τελεστικού ενισχυτή είναι συνδεδεμένη με την γείωση. Όταν το κύκλωμα τεθεί σε λειτουργία τότε στην έξοδο του πρώτου τελεστικού ενισχυτή θα έχουμε την θετική τάση κόρου δηλαδή +12V όμως η έξοδος του δεύτερου τελεστικού ενισχυτή μεταβάλλεται γραμμικά με αρνητική κλίση και έτσι μόλις η τάση στην μη αναστρέφουσα είσοδο του πρώτου τελεστικού ενισχυτή γίνει πιο αρνητική από την τάση στην αναστροφή είσοδο τότε ο τελεστικός ενισχυτής θα έχει στην έξοδό του την αρνητική τάση κόρου δηλαδή -12V. Στην συνέχεια ο ολοκληρωτής αρχίζει να μεταβάλλει την έξοδο του γραμμικά με θετική κλίση έτσι έχουμε συνεχώς τετραγωνικούς παλμούς στην έξοδο του πρώτου τελεστικού ενισχυτή.



Διάγραμμα 5.1: Ολοκληρωτής

Ολοκληρωτής είναι ένας τελεστικός ενισχυτής που με την πιο πάνω συνδεσμολογία εκτελεί πράξη ολοκλήρωσης, δηλαδή η τάση στην έξοδο είναι το ολοκλήρωμα της τάσης εισόδου. Στο Διάγραμμα 5.1 έχουμε μια αντίσταση R στην ανατρέφουσα είσοδο του τελεστικού ενισχυτή και ένα πυκνωτή με συνδεδεμένο το ένα άκρο του στην έξοδο του και το άλλο στην αναστρέφουσα είσοδο.

Το κέρδος που επιτυγχάνετε με αυτή την συνδεσμολογία δίνετε από την σχέση:

$$A = -\frac{zC}{R}$$

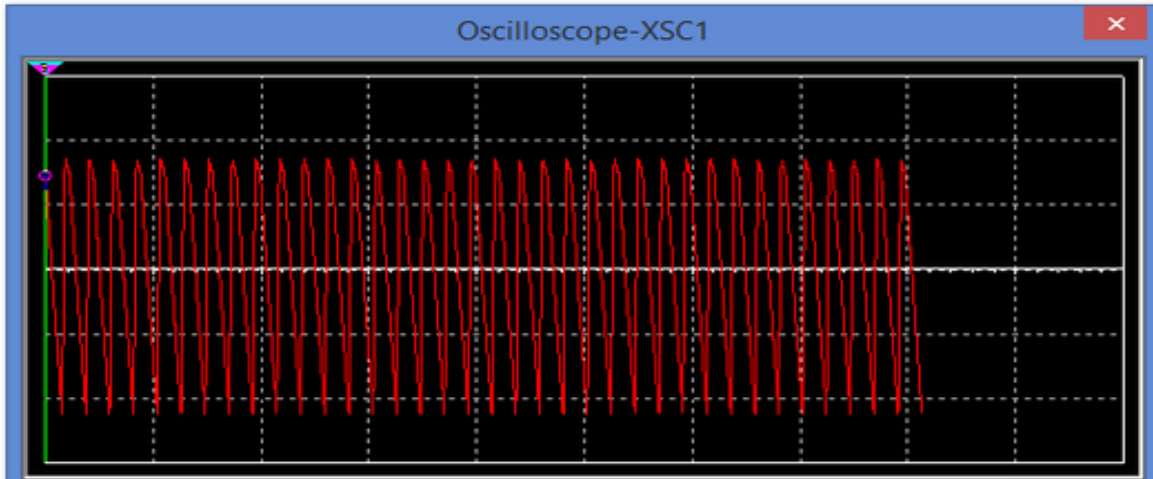
Σε ένα ιδανικό τελεστικό ενισχυτή το ρεύμα $i_1 = i_2$.

Από τον νόμο του ohm έχουμε $i_1 = \frac{u_i}{R}$ και το $i_2 = \frac{dq}{dt}$ και αφού όπου $q = -Cu_o \rightarrow \frac{u_i}{R} = -C \frac{du_o}{dt}$.

Από τα πιο πάνω έχουμε $u_o = -\frac{1}{RC} \int u_i dt$.

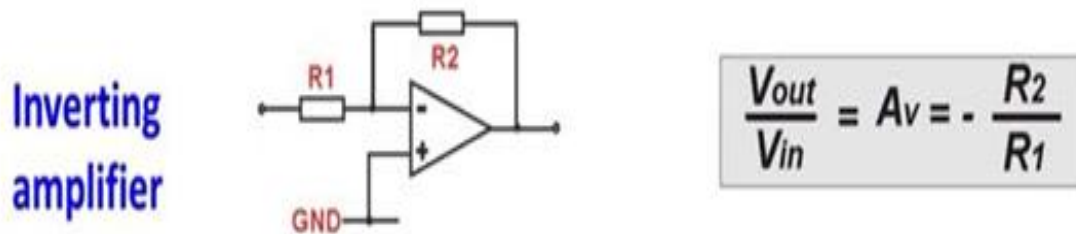
Ο δεύτερος που είναι ο ολοκληρωτής μας δίνει στην έξοδο την τριγωνική κυματομορφή (Διάγραμμα 6). Ο πυκνωτής $C1$ σε συνδυασμό με το ποτενσιόμετρο $R3$ καθορίζουν τη συχνότητα του τετραγωνικού και του τριγωνικού παλμού που είναι η ίδια.

$$f = \frac{1}{RC}$$

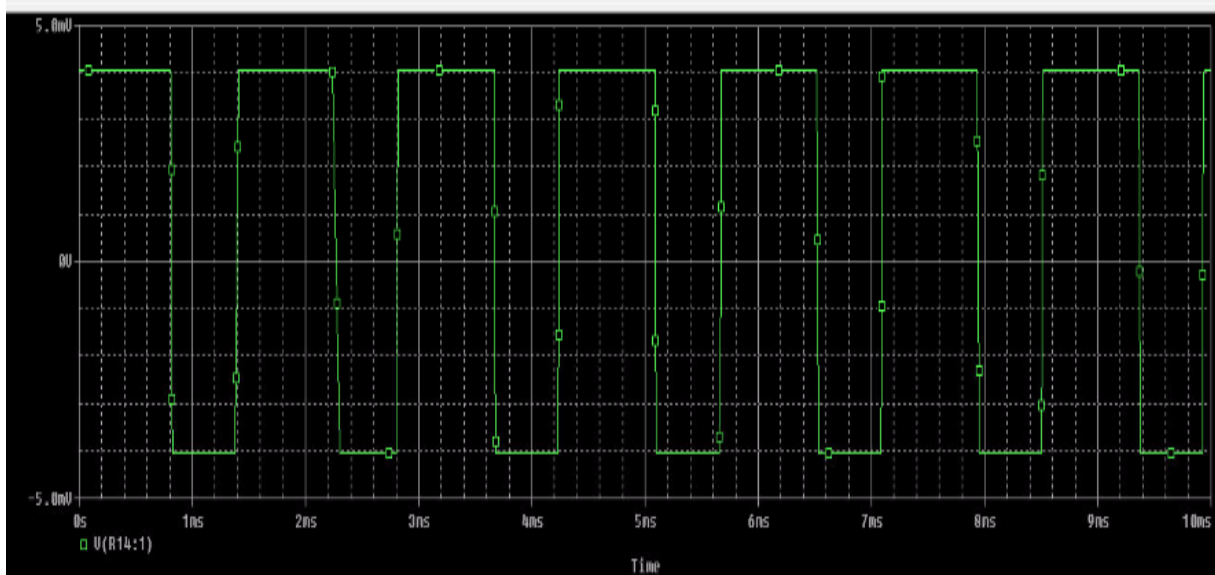


Διάγραμμα 6 : Τριγωνική κυματομορφή

Στην έξοδο του τρίτου τελεστικού ενισχυτή ενισχύθηκε ο τριγωνικός παλμός για να επιτευχθεί οποιαδήποτε τιμή κέρδους (0-12 Volts). Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει πρώτα να χρησιμοποιηθεί Inverting Amplifier (Αναστρέφων Τελεστικός Ενισχυτής Διάγραμμα 7) με κέρδος από μηδέν έως τα όρια της πηγής.

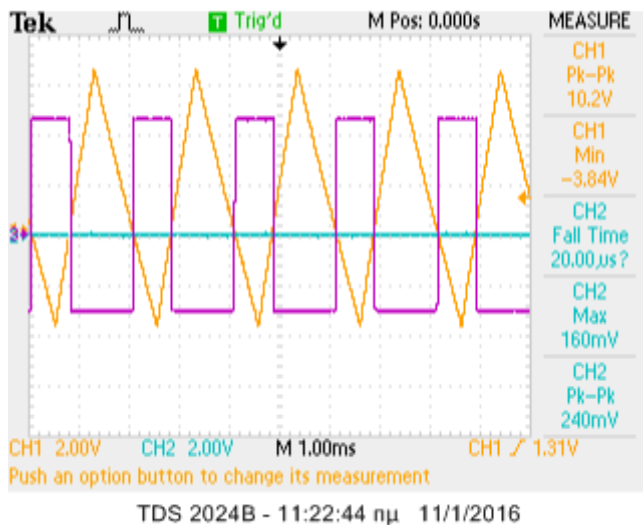


Διάγραμμα 7: Inverting Amplifier (www.google.com.cy/search?q=inverting+amplifier)

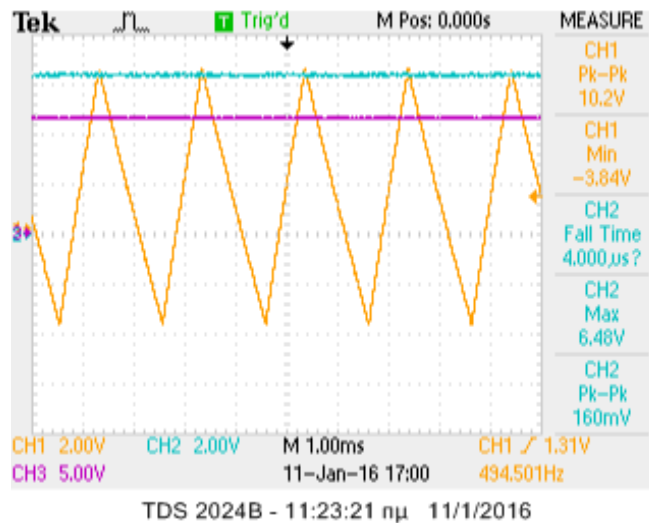


Διάγραμμα 8: PWM

Στην έξοδο του τέταρτου τελεστικού ενισχυτή έχουμε τη σύγκριση του τριγωνικού παλμού με το ένα DC στοιχείο του οποίου η τιμή του μεταβάλλεται από 0V μέχρι 9V με τη βοήθεια του ποτενσιόμετρου. Όταν η τιμή του DC στοιχείου είναι μεγαλύτερη από τη τιμή του τριγωνικού παλμού τότε έχουμε στην έξοδο θετικό τετραγωνικό παλμό, το αντίθετο ισχύει όταν η τιμή του DC στοιχείου είναι μικρότερη από τη τιμή του τριγωνικού παλμού. Με αυτό τον τρόπο ελέγχουμε το πλάτος του τετραγωνικού παλμού και κατά συνέπεια την ταχύτητα του κινητήρα από ελάχιστη (Διάγραμμα 9) μέχρι μέγιστη (Διάγραμμα 10).



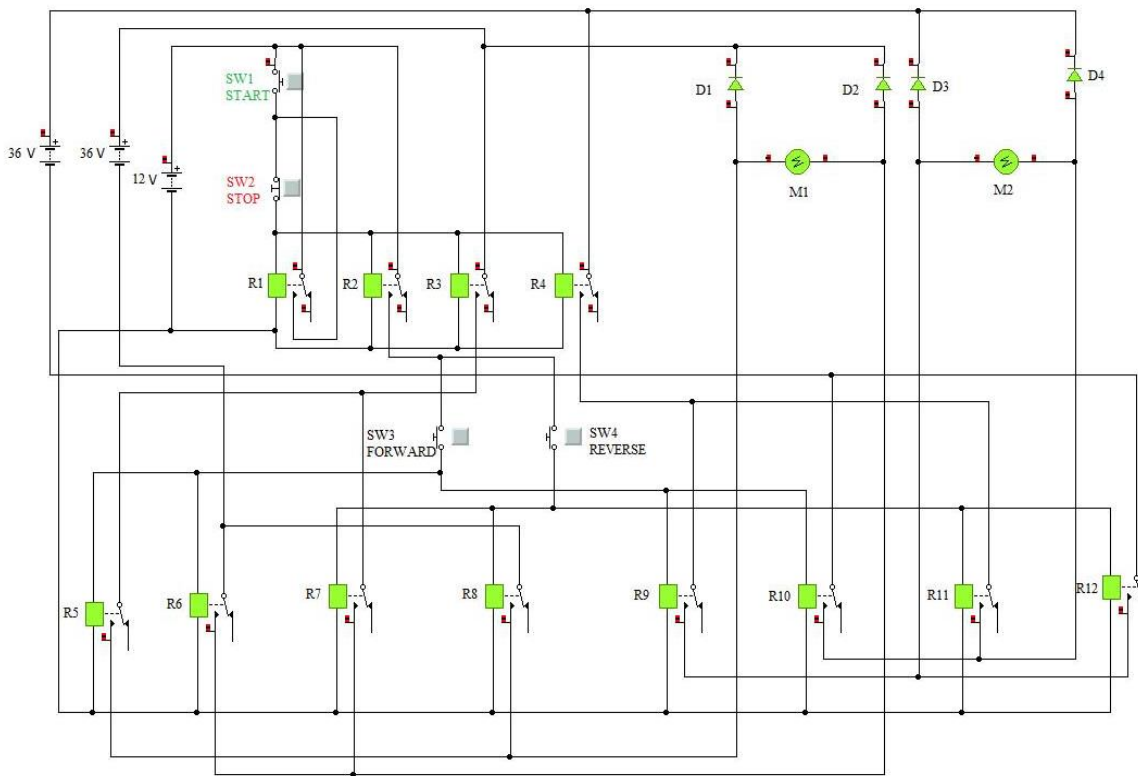
Διάγραμμα 9: PWM- minimum



Διάγραμμα 10: PWM-maximum

Στην έξοδο του τέταρτου τελεστικού ενισχυτή έχουμε συνδεδεμένο το gate του igtb μας το οποίο είναι υπεύθυνο να μεταβάλλει την τάση στα άκρα ανάλογα με το duty cycle του PWM και κατά συνέπεια να μεταβάλλει την τάση στα άκρα του κινητήρα μας ο οποίος είναι συνδεδεμένος πάνω σε πηγή τάσης 36V.

1.2.2 ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ



Διάγραμμα 11: Κύκλωμα Ελέγχου Κατεύθυνσης

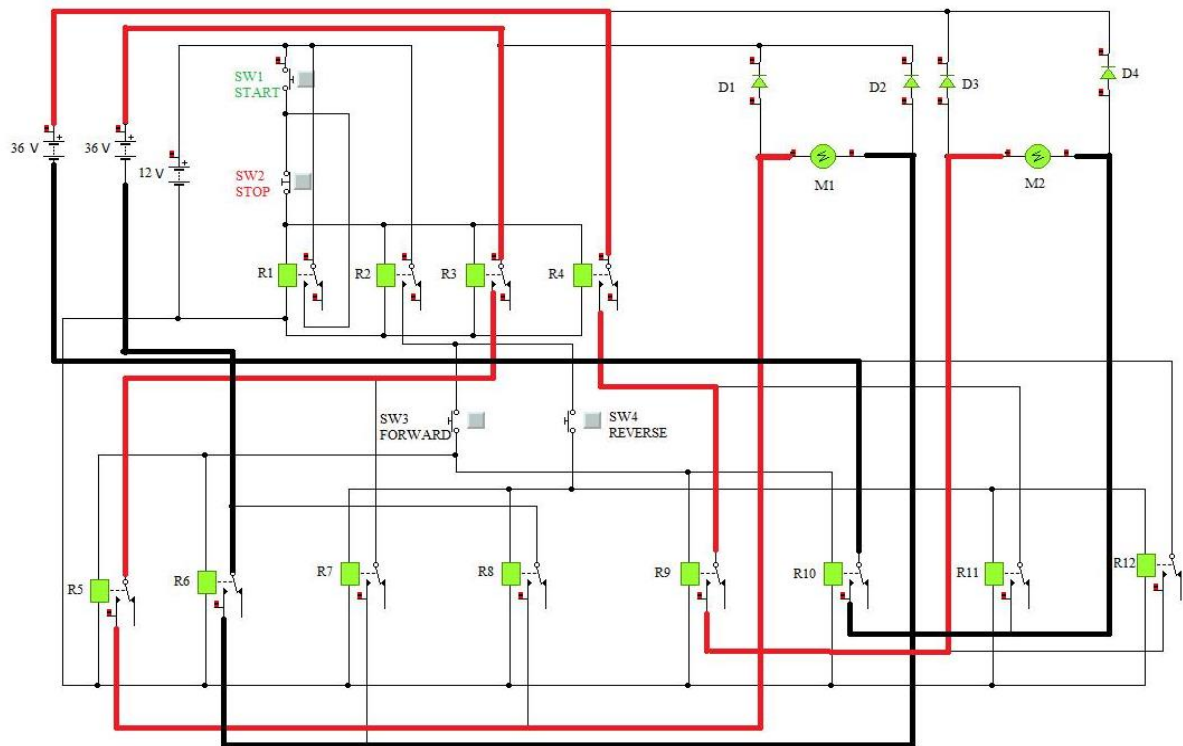
Για την κατασκευή του πιο πάνω κυκλώματος χρησιμοποιήσαμε 12 relays 40A 12V, 4 push button, 6 μπαταρίες 12V 12Ah, 2 κινητήρες 36V/500W 2500rpm και 4 διόδους FFH50US60S 50A 600V και καλώδιο 1mm² για τον έλεγχο των relays και 4mm² για τις γραμμές ισχύος που τροφοδοτούν τους κινητήρες. Για να εξασφαλίσουμε τα 36V τοποθετήσαμε τρεις μπαταρίες των 12V σε σειρά.

Ενεργοποίηση κυκλώματος:

Πατώντας το push button (SW1) ενεργοποιείται το R1 το οποίο είναι υπεύθυνο για την αυτοσυγκράτηση του SW1 και έτσι το κύκλωμα μας παραμένει σε λειτουργία. Την ίδια χρονική στιγμή που ενεργοποιείται το R1 ενεργοποιούνται και τα R2 R3 R4. Το R2 είναι υπεύθυνο για παροχή τάσεως 12V στα SW3 και SW4. Τα relays R3 R4 είναι υπεύθυνα για τη παροχή 36V στο κύκλωμα.

Οι διόδοι D1 D2 D3 D4 είναι υπεύθυνες για την εκτόνωση των τάσεων από επαγωγή στα άκρα των κινητήρων που εμφανίζονται κατά τις απότομες αλλαγές τάσης στα άκρα των κινητήρων. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν ο χρήστης προσπαθήσει να αλλάξει απότομα την φορά του οχήματος.

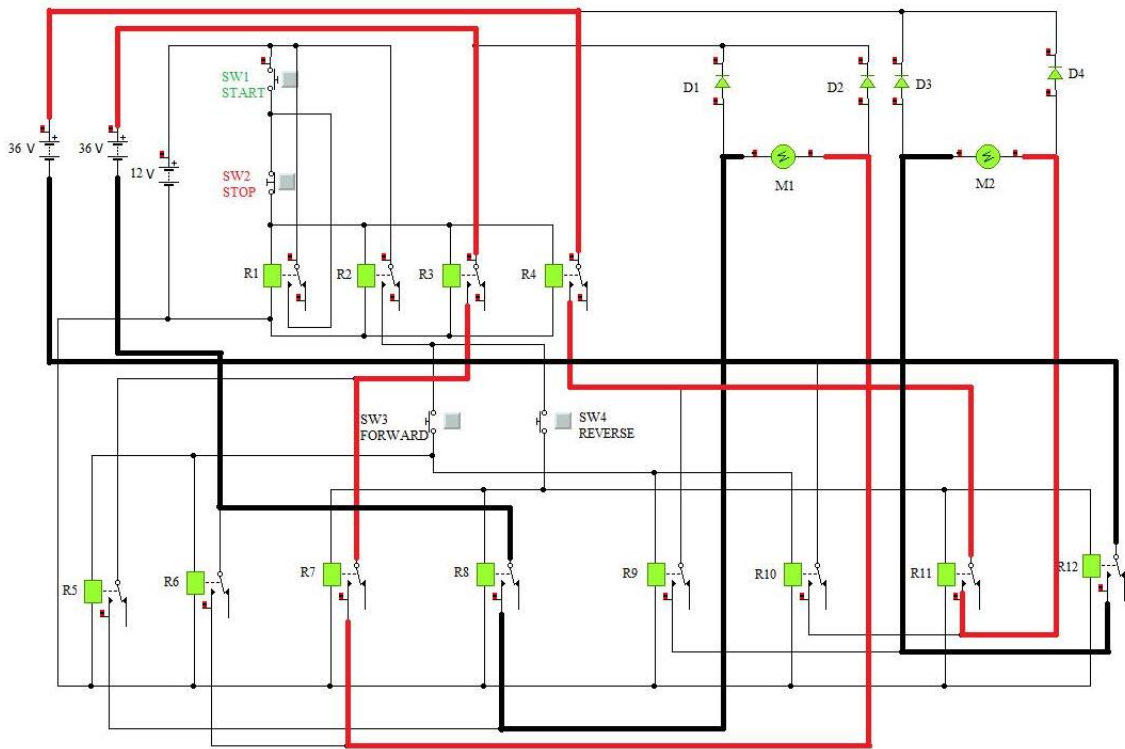
Για κίνηση μπροστά:



Διάγραμμα 12: Κατεύθυνση προς τα εμπρός

Κατά τη διάρκεια που ο χρήστης ενεργοποιεί το SW3 αυτόματα ενεργοποιούνται και τα relays R5 R6 R9 και R10. Τα R5 και R6 είναι υπεύθυνα για την παροχή 36V στο κινητήρα M1 και το R9 με το R10 είναι υπεύθυνα για τη παροχή 36V στο κινητήρα M2. Όταν απενεργοποιείται το SW3 τότε σταματά και η παροχή των 36V στον κινητήρα.

Για κίνηση πίσω:



Διάγραμμα 12: Κατεύθυνση προς τα πίσω

Κατά τη διάρκεια που ο χρήστης ενεργοποιεί το SW4 αυτόματα ενεργοποιούνται και τα relays R7 R8 R11 και R12. Τα R7 και R8 είναι υπεύθυνα για την παροχή -36V στο κινητήρα M1 και το R11 με το R12 είναι υπεύθυνα για τη παροχή -36V στο κινητήρα M2. Όταν απενεργοποιείται το SW4 τότε σταματά και η παροχή των -36V στον κινητήρα.

Για απενεργοποίηση του κυκλώματος:

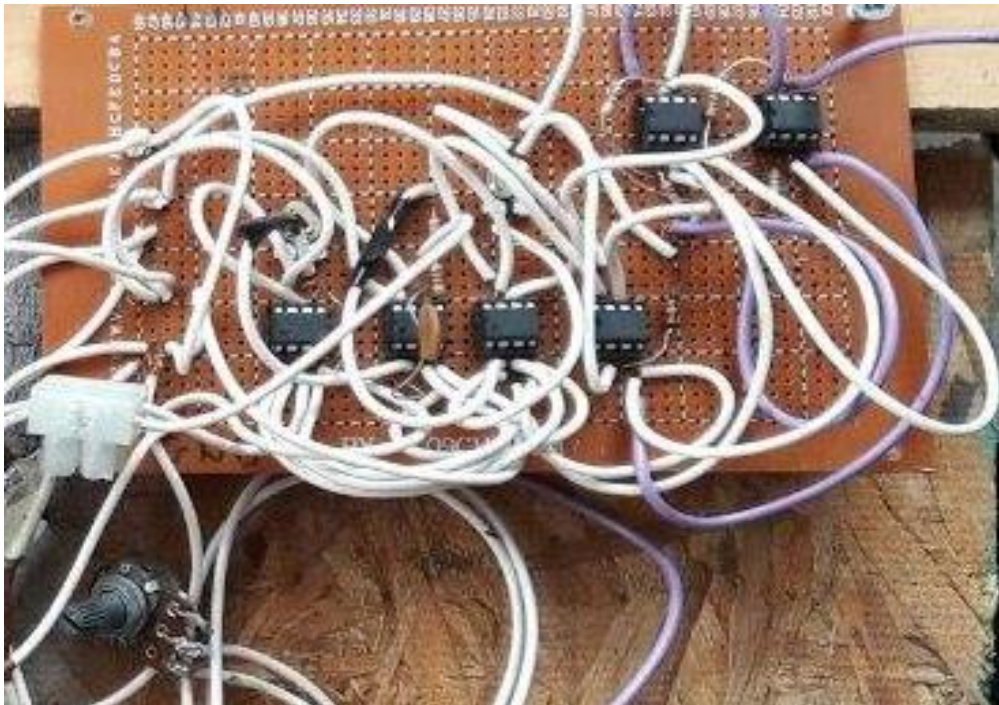
Πατώντας το SW2 απενεργοποιείται πλήρως το κύκλωμα και κατά συνέπεια ακινητοποιείτε το όχημα.

2. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

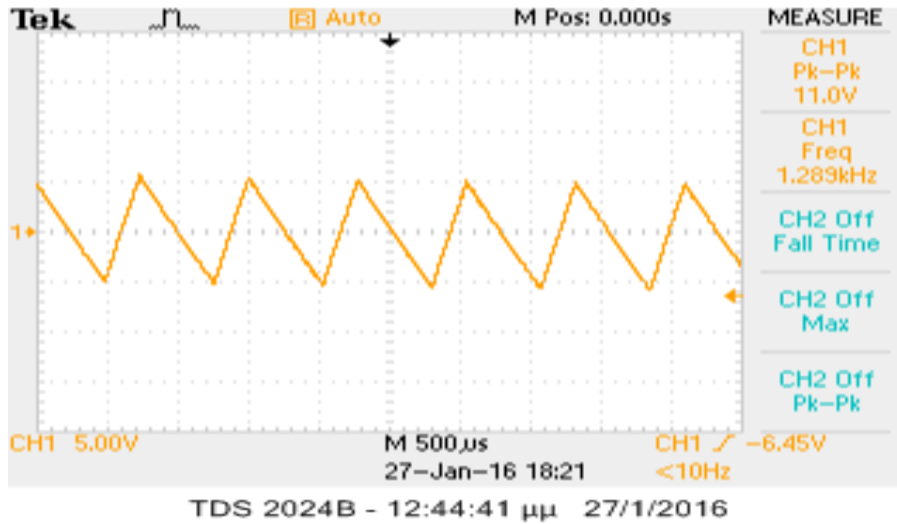
2.1 Υλοποίηση κυκλωμάτων-Επαλήθευση

2.1.1 ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΡΙΓΩΝΙΚΟΥ ΠΑΛΜΟΥ - PWM - ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

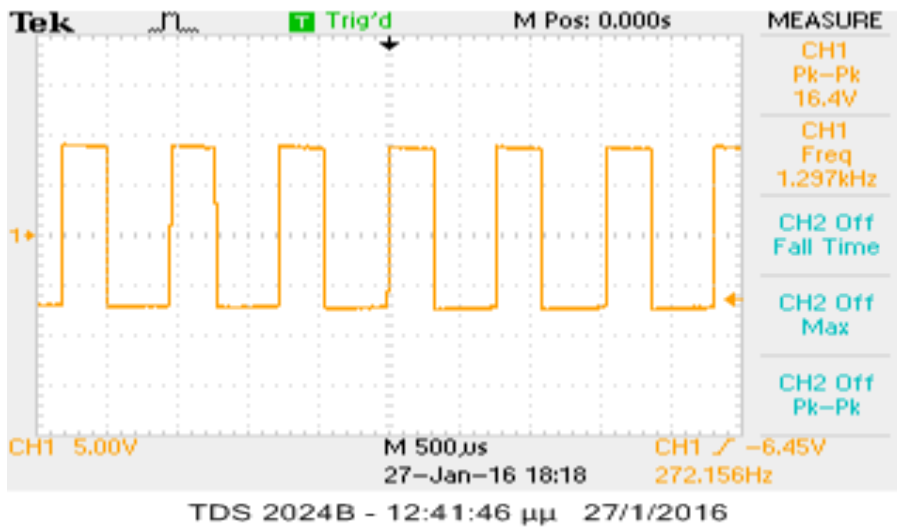
Στο πιο κάτω κύκλωμα ελέγχου ταχύτητας το οποίο το υλοποιήσαμε πάνω σε πλακέτα PCB περιλαμβάνεται το κύκλωμα τριγωνικού παλμού και το DC στοιχείο τα οποία όπως επεξηγήθηκε πιο πάνω μας δίνουν το PWM.



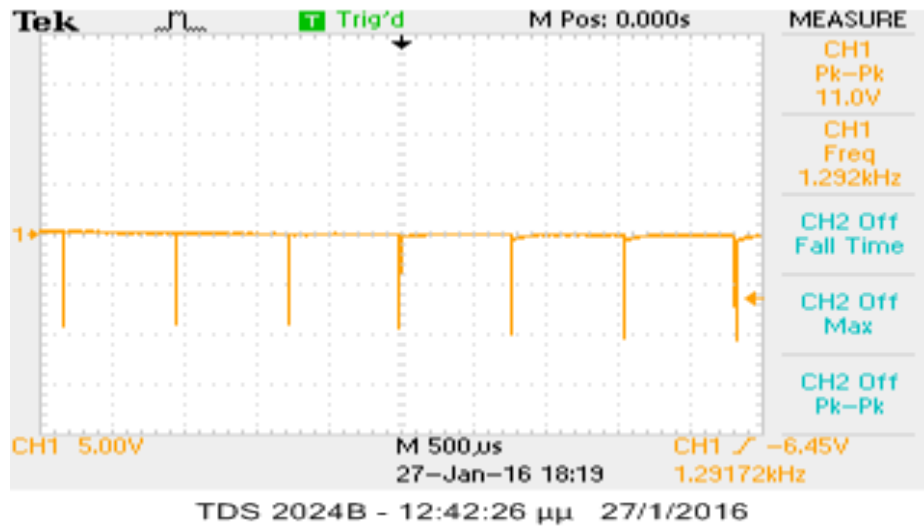
Διάγραμμα 13: PWM



Διάγραμμα 14: Τριγωνικός παλμός από πλακέτα



Διάγραμμα 15: PWM-Ελάχιστο από πλακέτα

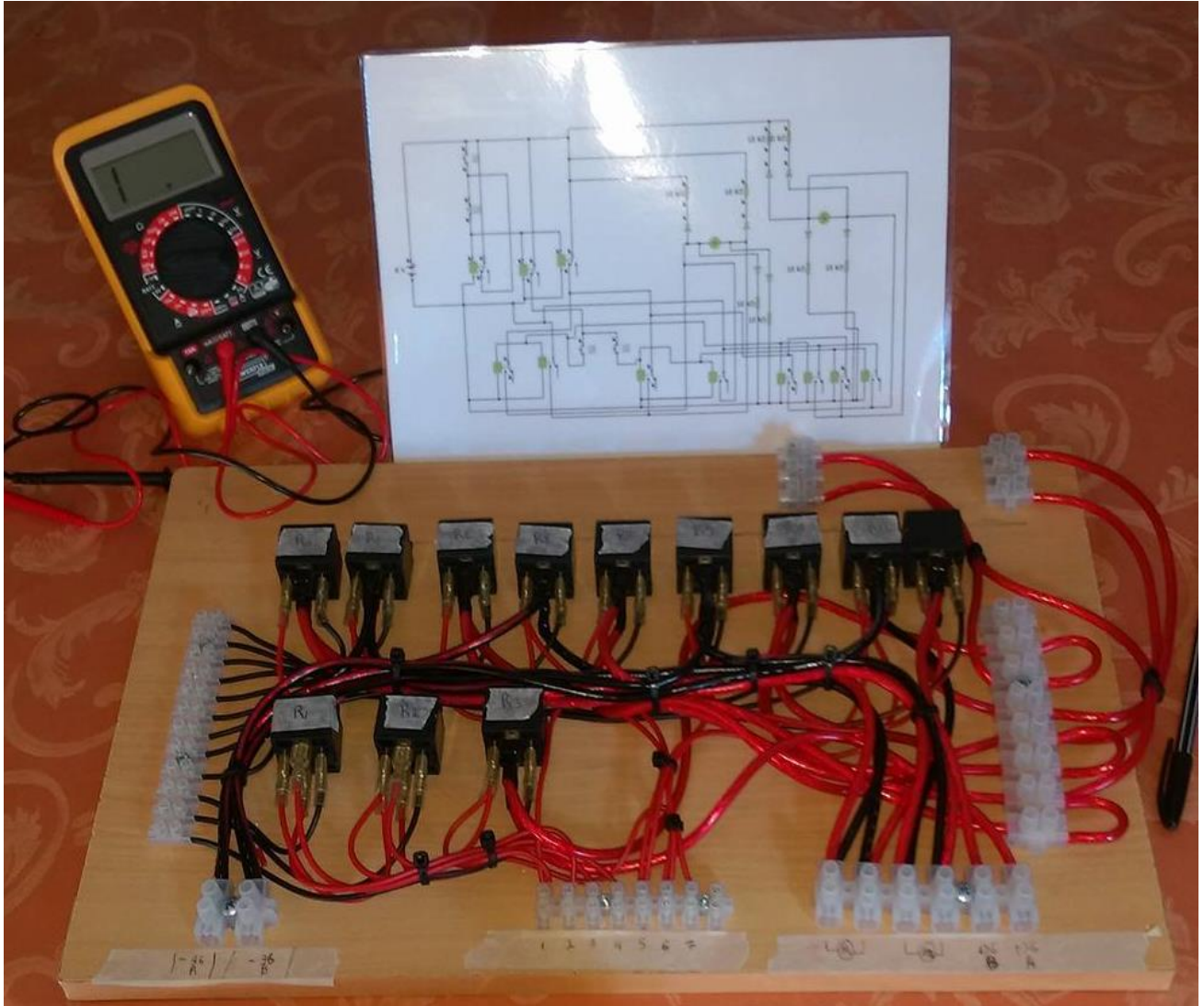


Διάγραμμα 16: PWM-Μέγιστο από πλακέτα

Η λειτουργία της πλακέτας επαληθεύτηκε με τα simulations που έγιναν (Διάγραμμα 14 Διάγραμμα 15, Διάγραμμα 16) τα οποία είναι τα ίδια με το θεωρητικό μέρος (Διάγραμμα 6, Διάγραμμα 8).

2.1.2 ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

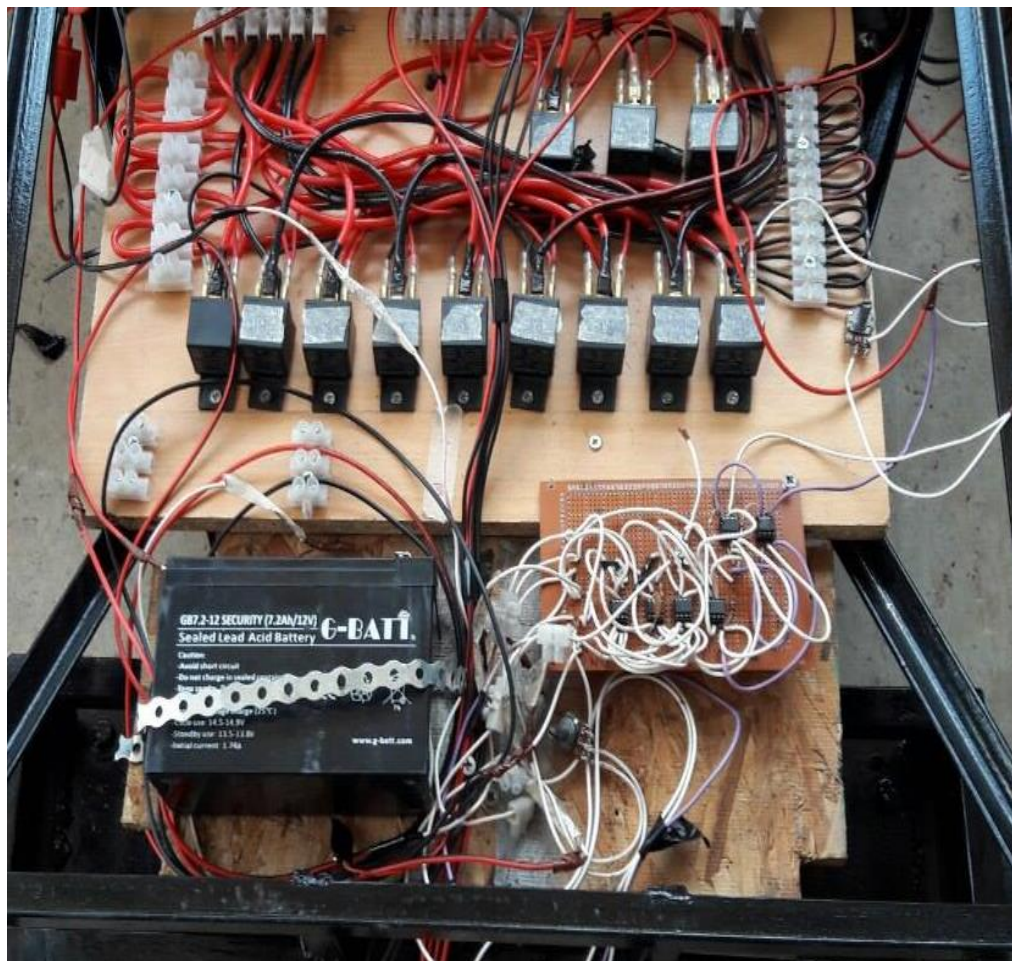
Στο πιο κάτω κύκλωμα το οποίο το υλοποιήσαμε πάνω σε ειδική βάση περιλαμβάνεται το κύκλωμα ελέγχου κατεύθυνσης (μπροστά-πίσω).



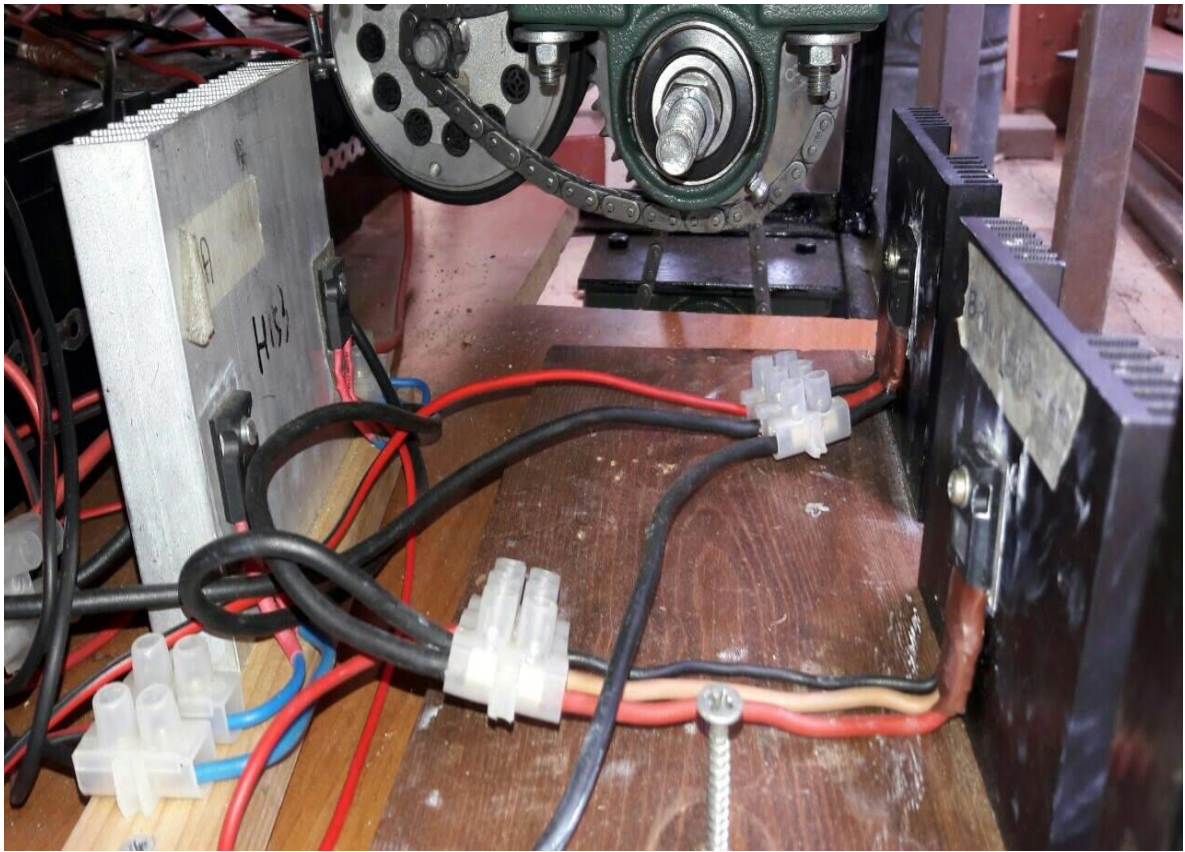
Διάγραμμα 17: Κύκλωμα ελέγχου κατεύθυνσης

Η λειτουργία του κυκλώματος (Διάγραμμα 17) επαληθεύτηκε αφού ο κινητήρας όταν ενώθηκε με το κύκλωμα άλλαζε φορά.

2.1.3 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΑΜΑΞΩΜΑ



Διάγραμμα 18: Κυκλώματα ελέγχου Κατεύθυνσης-Ταχύτητας



Διάγραμμα 19: Συνδεσμολογία Διόδων-IGBT



Διάγραμμα 20: Χειριστήριο ηλεκτρικού οχήματος



Διάγραμμα 21: Ηλεκτρικό Όχημα



Διάγραμμα 22: Ηλεκτρικό Όχημα

3. ΣΥΣΚΕΥΕΣ



Διάγραμμα 23: Κινητήρας

Για την κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν 2 κινητήρες 36V/500W 2500rpm οι οποίοι προϋπήρχαν στο Πανεπιστήμιο και τηρούσαν τις προδιαγραφές που είχαν καθοριστεί.



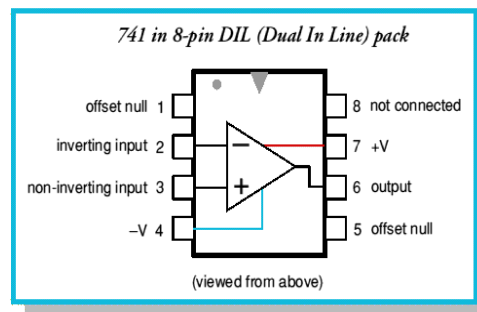
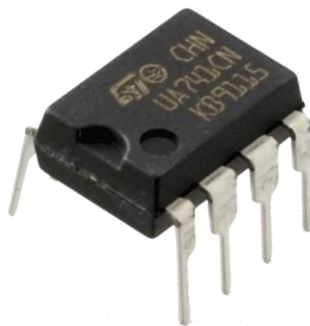
Διάγραμμα 24: Μπαταρίες Lead-acid

Χρησιμοποιήσαμε 7 μπαταρίες μολύβδου-οξέως που είναι οι πιο διαδεδομένες . Αυτές οι μπαταρίες είναι επαναφορτιζόμενες. Τα κελιά αυτών των μπαταριών έχουν ηλεκτρόδια φτιαγμένο από μολύβδο και από οξείδιο του μολύβδου. Οι μπαταρίες μολύβδου-οξέως είναι από τις παλιότερες σχεδιαστικά στο εμπόριο και είναι σε χαμηλό κόστος αγοράς. Χρησιμοποιήσαμε 3 μπαταρίες σε σειρά 36V για το κάθε μοτέρ. Από την συνδεσμολογία των μπαταριών πήραμε το $\pm 12V$ για το PWM. Επίσης η 7^η μπαταρία τροφοδοτεί το κύκλωμα των Relay.



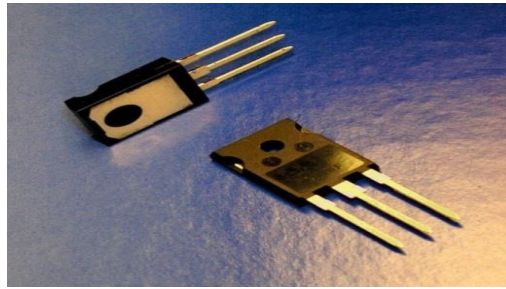
Διάγραμμα 25: Μπαταρία 9V

Χρησιμοποιήσαμε 9V μπαταρία με σκοπό να γίνεται σύγκριση με το τριγωνικό παλμό από 0V-9V ούτως ώστε να δημιουργείτε ο τετραγωνικός παλμός από το ελάχιστο μέχρι το μέγιστό του.



Διάγραμμα 26: Τελεστικός Ενισχυτής

Η συσκευασία του ολοκληρωμένου κυκλώματος ενός τυπικού τελεστικού ενισχυτή (LM741C), παρουσιάζεται στο διπλανό Διάγραμμα. Οι ακροδέκτες 2 και 3 αποτελούν την αναστρέφουσα και τη μη αναστρέφουσα είσοδο του τελεστικού ενισχυτή, αντίστοιχα. Ο ενισχυτής τροφοδοτείται με συμμετρική συνεχή τάση (τυπικής τιμής $\pm 12V$) στους ακροδέκτες 4 και 7, ενώ η έξοδος λαμβάνεται στον ακροδέκτη 6. Ο ακροδέκτης 8 δε χρησιμοποιείται.



Διάγραμμα 27: IGBT

Τα τρανζίστορ (transistors) ισχύος είναι ημιαγώγιμα στοιχεία, τα οποία διαχειρίζονται μεγάλη ισχύ (μεγάλη τάση και ρεύμα). Χρησιμοποιούνται ως ελεγχόμενοι διακόπτες μέσω των οποίων ελέγχεται η τάση ενός ηλεκτρικού φορτίου, το ρεύμα, η ισχύς, η ροπή κ.α. Χρησιμοποιούνται στις περισσότερες ηλεκτρικές και ηλεκτρομηχανικές εφαρμογές των σύγχρονων ηλεκτρομηχανικών συστημάτων.

Οι τρεις ακροδέκτες το IGBT που χρησιμοποιήσαμε είναι Gate Drain Source από αριστερά προς δεξιά.

Το πρώτο ακροδέκτη τον τροφοδοτήσαμε με το PWM το οποίο όπως προαναφέρθηκε το κατασκευάσαμε.

Το δεύτερο ακροδέκτη τον συνδέσαμε με το μοτέρ.

Το τρίτο ακροδέκτη το τροφοδοτήσαμε με τον αρνητικό πόλο των μπαταριών (-36V).

Στην κατασκευή μας χρησιμοποιήσαμε:

IRG4PH50UD International Rectifier IGBT HEXFRED™ 1200V 45A 200W F=1 MHz
TO247AC 855107



Διάγραμμα 28: Δίοδος

Χρησιμοποιήθηκαν fast recovery diodes 50A 600V 2 – Pin. Η χρήση τους είναι για την εκτόνωση των τάσεων από επαγωγή στα άκρα των κινητήρων που εμφανίζονται κατά τις απότομες αλλαγές τάσης στα άκρα τους ούτως ώστε να προστατεύονται τα IGBT.

Συγκεκριμένα η άνοδος της κάθε διόδου συνδέθηκε με το Drain του κάθε IGBT και η κάθοδος με το μοτέρ.



Διάγραμμα 29: Relay

Χρησιμοποιήθηκαν relays diodes 40A 12V . Όταν ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει το πηνίο του ηλεκτρονόμου, το παραγόμενο μαγνητικό πεδίο έλκει έναν σπλισμό που είναι μηχανικά συνδεδεμένος σε μια κινούμενη επαφή. Έτσι, η κινούμενη επαφή είτε συνδέεται με μια σταθερή επαφή είτε αποσυνδέεται από τη σταθερή επαφή. Μόλις το ηλεκτρικό ρεύμα στο πηνίο διακοπεί, ο σπλισμός επιστέφει στη θέση ηρεμίας του εξαιτίας μιας δύναμης επαναφοράς, που είναι ίση με το ήμισυ της μαγνητικής.



Διάγραμμα 30: Ποτενσιόμετρο

Χρησιμοποιήθηκε ποτενσιόμετρο 50KΩ το οποίο είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο του PWM. Μεταβάλλοντας το από την ελάχιστη μέχρι τη μέγιστη τιμή του αυξομειώνουμε την ταχύτητα του κινητήρα αντίστοιχα. Χρησιμοποιήθηκε ποτενσιόμετρο 50KΩ το οποίο είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο της συχνότητας του κυκλώματος. Ρυθμίστηκε στην κατάλληλη συχνότητα λειτουργίας για το IGBT.



Διάγραμμα 31: Διακόπτης-Push button

Χρησιμοποιήθηκαν δύο διακόπτες push button. Ο ένας για την ενεργοποίηση και ο άλλος για την απενεργοποίηση του κυκλώματος. Χρησιμοποιήθηκε ακόμη ένας διακόπτης push button 3 στάσεων για εναλλαγή της φοράς του οχήματος.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Για την πλήρη διεκπεραίωση της κατασκευής ακολουθήθηκε το πρόγραμμα που προκαθορίστηκε το οποίο περιλάμβανε την ιστορική αναδρομή, τον καθορισμό των προδιαγραφών, την θεωρητική και πρακτική υλοποίηση των κυκλωμάτων και την τελική συναρμολόγηση των κυκλωμάτων στο αμάξιωμα.

Τα αποτελέσματα της κατασκευής ανταποκρίθηκαν πλήρως στις προδιαγραφές που τέθηκαν κατά την έναρξη της μελέτης. Συγκεκριμένα το όχημα μπορεί να φτάσει μέχρι τα 5 km που είναι η μέγιστη του ταχύτητα καθώς επίσης επιτεύχθηκε και ο πλήρης έλεγχος για την αυξομείωση της. Σημαντικό είναι ότι έγινε κατορθωτή η αλλαγή της κατεύθυνσης μπροστά ή πίσω.

Το όχημα μπορεί να αλλάξει και κατεύθυνση δεξιά ή αριστερά κατά την κίνηση του χειροκίνητα όπως αναμενόταν να γίνετε αφού σχεδιάστηκε ο κατάλληλος μηχανισμός και μπορεί να μεταφέρει μέχρι και 250 kg που ήταν και ο αρχικός στόχος. Τέλος ο χρόνος λειτουργίας του είναι 1ώρα σε ιδανικές συνθήκες.

5. ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

- Παρόλο που το όχημα λειτουργούσε πλήρως στο εργαστήριο, σε πραγματικό περιβάλλον αντιμετωπίσαμε πρόβλημα ρύθμισης της ταχύτητας του κινητήρα. Ο λόγος ήταν ότι τα κυκλώματα που απαρτίζουν το όχημα έπρεπε να έχουν μια κοινή γείωση την οποία μας παρείχε στο εργαστήριο το Power Supply. Αυτό το επιλύσαμε με τη δημιουργία μιας κοινής γείωσης στο πραγματικό περιβάλλον.
- Δημιουργήσαμε PWM με σκοπό να ελέγχει και τα 2 IGBT . Κατά τις δοκιμές μας αντιληφθήκαμε ότι δεν είχε αυτή τη δυνατότητα και μπορούσε να ελέγξει μόνο το ένα. Αυτό το αντιμετωπίσαμε με την δημιουργία δύο PWM με τα ίδια χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα από την έξοδο του αρχικού PWM δημιουργήσαμε τους δύο PWM με τη χρήση δύο IC741.
- Οι κινητήρες που μας παρείχε το Πανεπιστήμιο παρόλο που είχαν τα ίδια χαρακτηριστικά ήταν διαφορετικού τύπου και αυτό είχε ως αποτέλεσμα να είναι πολύ δύσκολο να γίνει μια κοινή ρύθμιση τους.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ

Μετά την κατασκευή του οχήματος πηγάζει το συμπέρασμα ότι είναι εύχρηστο για τους ανθρώπους και δεν απαιτείτε καμία εξειδικευμένη γνώση. Επίσης είναι αντιληπτό ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οικιακή χρήση, για γεωργικούς σκοπούς, σε οικοδομές καθώς επίσης και για μεταφορές σε βιομηχανίες για αντικείμενα μέχρι 250kg.

Είναι αντιληπτό ότι υπάρχει στροφή της τεχνολογίας στην κατασκευή ηλεκτρικών οχημάτων, αυτό έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την ανάγκη για την αύξηση των επιλογών όσο αφορά τα είδη αγοράς και κατ' επέκταση τη μείωση του κόστους αγοράς. Η καινοτομία της κατασκευής αφορά την οικονομική πτυχή αφού έγινε προσπάθεια για μείωση του κόστους κατασκευής άρα και του κόστους αγοράς.

Μελλοντικές ενέργειες/προτάσεις:

Μετά την επίτευξη των αρχικών στόχων η ομάδα κατασκευής του ηλεκτρικού οχήματος ανώμαλου εδάφους διαπίστωσε μελλοντικές ενέργειες και προτάσεις που θα αναβάθμιζαν την λειτουργία του οχήματος.

Το πρώτο σημείο που χρίζει βελτίωσης είναι η τοποθέτηση συστήματος ανάρτησης το οποίο θα το καθιστά πιο εύχρηστο στα ανώμαλα εδάφη όπως επίσης θα βελτιώσει την αντίδραση του για μεταφορές μεγάλου βάρους. Αυτά θα βελτιώσουν το όχημα αλλά ταυτόχρονα θα αυξήσουν και το κόστος αγοράς αφού θα αυξηθεί το κόστος κατασκευής.

Επίσης με μια μικρή αλλαγή στο μηχανικό σχεδιασμό θα μπορεί να μετατραπεί σε όχημα για ανθρώπους με κινητικές δυσκολίες αφού η λειτουργία του είναι πολύ κοντά στην λειτουργία των αναπηρικών οχημάτων.

Κάτι το οποίο θα αναβάθμιζε κατά πολύ τη λειτουργία του και θα το έκανε ακόμη πιο εύχρηστο θα ήταν ο συνδυασμός του ελέγχου εξ' επαφής με τον τηλεκατευθυνόμενο έλεγχο.

Σημαντική βελτίωση όσο αφορά την λειτουργία του καθώς και τη ευχρηστία του θα ήταν η αύξηση του χρόνου λειτουργίας του σε ιδανικές συνθήκες καθώς επίσης και η μελέτη για ένα πιο πρακτικό και εύκολο τρόπο φόρτισης του.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα Ι

Κοστολόγιο:

ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ
Relays 12v 40A	15 (4€)	€60
Καλώδιο διπλό 4mm	5m (3,24€)	€16.20
IGBT PH50UD	2(12€)	€24
Push buttons	2(2€)	€4
Διπλό Push button	1	€3.50
Ποτενσιόμετρα 50 ΚΩ	2(€3)	€6
Μικρή Μπαταρία 12v (Vcc)	1	€10
Μπαταρία 12v 12Ah	1	€29
Διάφορα		€30
Σύνολο: €182,70		

Παράρτημα II

Εγχειρίδιο Χρήσης:

Τι πρέπει να γνωρίζουμε για την λειτουργία του οχήματος.

Το όχημα αποτελείται από:

- 7 επαναφορτιζόμενες μπαταρίες μολύβδου οξέως 12V.
- 1 μπαταρία 9V
- Οθόνη ένδειξης του ποσοστού φόρτισης των μπαταριών .
- Οστικός διακόπτης εκκίνησης λειτουργίας .
- Οστικός διακόπτης τερματισμού λειτουργίας.
- Διακόπτης ελέγχου κατεύθυνσης .
- Ποτενσιόμετρο ελέγχου ταχύτητας .
- Διακόπτης ένδειξης ποσοστού φόρτισης μπαταριών.

Ενεργοποίηση-Απενεργοποίηση του οχήματος:

- Πατώντας τον πράσινο οστικό διακόπτη το όχημα τίθεται σε λειτουργία αναμονής.
- Πατώντας τον κόκκινο οστικό διακόπτη τίθεται εκτός λειτουργίας.

Επιλογή κατεύθυνσης:

Για κίνηση μπροστά ή πίσω πιέστε τον οστικό διακόπτη ελέγχου κατεύθυνσης με το χαρακτηριστική ένδειξη. (Σημείωση: Η αλλαγή κατεύθυνσης δεν πρέπει να γίνεται όταν το όχημα είναι σε κίνηση).

Έλεγχος ταχύτητας:

Για τον έλεγχο ταχύτητας μετακινήστε το ποτενσιόμετρο αριστερόστροφα για αύξηση και δεξιόστροφα για μείωση.

Έλεγχος ποσοστού φόρτισης:

- Ο κόκκινος διακόπτης ON/OFF θέτει σε λειτουργία την οθόνη ένδειξης του ποσοστού φόρτισης των μπαταριών των οποίων η ένδειξη πρέπει να είναι πάνω από 80% για την σωστή λειτουργία του οχήματος.
- Φορτίζετε τις μπαταρίες με φορτιστή μπαταριών αυτοκινήτου.

ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΕΙΣ:

- Κατά την φόρτιση ο φορτιστής και οι μπαταρίες πρέπει να είναι σε καλά αεριζόμενο χώρο.
- Μην αφήνετε τις μπαταρίες κοντά σε πηγές θερμότητας.
- Φορτίζετε μία μπαταρία κάθε φορά.
- Μην βραχυκυκλώσετε τους πόλους. Ακολουθήστε τις ενδείξεις.
- Παρακαλώ ξεπλυθείτε αμέσως αν υγρά από τις μπαταρίες έρθει σε επαφή με τα χέρια ή τα ρούχα σας.

ΠΡΟΣΟΧΗ:

- **Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΥΤΗ ΔΕΝ ΠΡΟΟΡΙΖΕΤΑΙ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΑΠΟ ΠΑΙΔΙΑ.**
- **ΜΗΝ ΦΟΡΤΩΝΕΤΕ ΣΤΟ ΟΧΗΜΑ ΒΑΡΟΣ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ ΑΠΟ 250 ΚΙΛΑ.**

Παράρτημα ΙΙΙ

Ημερολόγιο Εργασίας:

Αριθμός Δέσμης Εργασίας	Πίνακας Δεσμών Εργασίας	Ανθρωπομήνες	Αρχή	Τέλος	Παραδοτέα
ΔΕ1	Διαχείριση έργου		07/9/15	27/05/16	Π1
ΔΕ2	Έρευνα υφιστάμενων τεχνολογιών	3	07/9/15	25/9/15	Π2
ΔΕ3	Ετοιμασία προσχεδίων (2)	2	25/9/15	09/10/15	Π3
ΔΕ4	Επιλογή προσχεδίου – Επιλογή εξαρτημάτων	1	09/10/15	16/10/15	Π4
ΔΕ5	Θεωρητική μελέτη λειτουργίας στη PSIM	4	16/10/15	13/11/15	Π5
ΔΕ6	Υλοποίηση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων	4	13/11/15	11/12/15	Π6
ΔΕ7	Υλοποίηση ηλεκτρικών κυκλωμάτων	4	11/12/15	08/01/16	Π7
ΔΕ8	Κατασκευή αμαξώματος	3	08/01/16	29/01/16	Π8
ΔΕ9	Διαμερισμός χώρου αμαξώματος	2	29/01/16	12/02/16	Π9

ΔΕ10	Τοποθέτηση εξαρτημάτων-κυκλωμάτων στο αμάξωμα	2	12/02/16	26/02/16	Π10
ΔΕ11	Γενική συναρμολόγηση οχήματος	4	26/02/16	26/03/16	Π11
ΔΕ12	Δοκιμή και έλεγχος οχήματος	5	26/03/16	29/04/15	Π12
ΔΕ13	Σύνταξη και συγγραφή βιβλίου χειρισμού	4	29/04/16	27/05/16	Π13

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. "History Information On Cars.". *Historyinfo.org*. N.p., 2016. Web. 3 May 2016.
2. "Αυτοκίνητο". *El.wikipedia.org*. N.p., 2016. Web. 3 May 2016.
3. Δέτσης, Αθανάσιος Ι. and Thanasis Ι. Detsis. "Ανάπτυξη Και Χαρακτηρισμός Μπαταριών Li". *Dspace.lib.ntua.gr*. N.p., 2010. Web. 3 May 2016.
4. Βουγιουκλάκης, Παναγιώτης and Μιχαήλ Κοντογιώργης. "Ηλεκτρικό Αυτοκίνητο". *ΤΕΙ Πειραιά* (2014): n. pag. Web. 3 May 2016.
5. User, Super. "Κgiannaras - Ολοκληρωτής Με Τελεστικό Ενισχυτή". *Users.sch.gr*. N.p., 2016. Web. 3 May 2016.
6. Ηλεκτρονικά Κυκλώματα Ι ΤΕΠΑΚ
7. Ηλεκτρονικά Κυκλώματα ΙΙ ΤΕΠΑΚ
8. Εργαστήριο Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων Ι
9. Εργαστήριο Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων ΙΙ
10. Εργαστήριο Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων ΙΙΙ
11. POWER ELECTRONICS Converters, Applications and Design, N. Mohan/T Undelend/W. Robbins
12. "IGBT Testing". *Galco.com*. N.p., 2016. Web. 3 May 2016.