

**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΗΛΕΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ
ΜΕΣΩ ΚΙΝΗΤΟΥ**

**CONSTRUCTION OF REMOTE-CONTROLLED CAR AND MOBILE
PHONE CONTROL**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ
ΝΤΟΣΚΑ ΝΙΚΟΛΑΟΥ
ΚΑΣ 512176
ΚΩΔΙΚΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ:18186Μ**

Επιβλέπων: Τζέκης Παναγιώτης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Τίτλος Π.Ε.: Κατασκευή τηλεκατευθυνόμενου οχήματος και έλεγχος μέσω κινητού

Κωδικός Π.Ε.: 18186Μ

Όνοματεπώνυμο φοιτητή: Ντόσκας Νικόλαος

Όνοματεπώνυμο εισηγητή: Τζέκης Παναγιώτης

Ημερομηνία ανάληψης Π.Ε.: 22/10/2018

Ημερομηνία περάτωσης Π.Ε.: 14/06/2020

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως πτυχιακή εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Δι.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Ντόσκα Νικόλαου που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή έχει ως αντικείμενο την δημιουργία ενός τηλεκατευθυνόμενου αυτοκινήτου ελεγχόμενο από κινητό τηλέφωνο μέσω μιας android εφαρμογής. Σκοπός είναι η μελέτη και η κατασκευή του τηλεκατευθυνόμενου οχήματος με την βοήθεια μικροελεγκτή κι εν τέλη ο ασύρματος έλεγχος μέσω μιας εφαρμογής android. Το σασί που χρησιμοποιήθηκε είναι από plexiglass. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί το Bluetooth του κινητού για να επιτευχθεί η ζεύξη με το όχημα που χρησιμοποιεί το Bluetooth αισθητήριο HC-02. Ο μικροελεγκτής που χρησιμοποιήθηκε είναι ο STM32F103RBT6. Για τον έλεγχο των κινητήρων χρησιμοποιήθηκε το L298P motor driver. Με το πρόγραμμα Pulsonix έγινε η σχεδίαση πλακέτας ώστε να δειχθεί η εξοικονόμηση χώρου και για να είναι πιο κοντά στα σύγχρονα συστήματα ηλεκτρονικών που χρησιμοποιούνται στις μέρες μας. Η εφαρμογή android που επιλέχτηκε είναι έτοιμη αλλά διαχειρίσιμη ώστε να μπορέσουμε να κάνουμε το δικό μας γραφικό περιβάλλον με τις εντολές που χρειαζόμαστε καθώς μας επιτρέπει την επεξεργασία διαφόρων παραμέτρων. Τέλος η επιλογή των υλικών δεν έγινε βάσει καλύτερης τεχνολογίας αλλά βάσει κάποιων υλικών που υπήρχαν και βασιζόμενος σε αυτά φτιάχτηκε με το λιγότερο δυνατό κόστος.

ABSTRACT

This specific dissertation aims to create a remote-controlled car controlled by a mobile phone through an android application. The purpose is to study and build the remote-controlled vehicle with the help of a microcontroller and ultimately wireless control via an android application. The chassis used is made of plexiglass. The application uses the Bluetooth of the mobile to achieve the connection with the vehicle that uses the Bluetooth sensor HC-02. The microcontroller used is the STM32F103RBT6. The L298P engine driver was used to control the motors. With the Pulsonix program, the board was designed to save space and to be closer to the modern electronic systems used nowadays. The android application was selected is ready but manageable so that we can make our own graphical interface with the commands we need as it allows us to edit various parameters. Finally, the choice of materials was not based on the best technology but on some existing materials and based on them was made at the lowest possible cost.

Πίνακας περιεχομένων	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΤΗΛΕΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ	7
1.1. Ιστορική αναδρομή	7
1.2. Αρχή λειτουργίας	11
1.3. Τρόποι ασύρματης επικοινωνίας.....	12
1.3.1. Bluetooth επικοινωνία.....	12
1.3.1.1 Ιστορική αναδρομή Bluetooth.....	13
1.3.1.2 Προφίλ πρωτοκόλλου Bluetooth	14
1.3.1.3 Εκδόσεις Bluetooth	14
1.3.2 Wifi επικοινωνία.....	16
1.3.2.1 Ιστορική αναδρομή	17
1.3.2.2 Πρωτόκολλο Wifi	18
1.4. Σύγκριση μεθόδων	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	20
2.1. Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν	20
2.2. Ανάλυση υλικών.....	22
2.3. Συνδεσμολογία.....	29
2.4. Σχεδιασμός πλακέτας	38
2.5. Προγραμματισμός	41
2.6. Εφαρμογή Android	44
2.7. Βελτιώσεις κατασκευής.....	47
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	49
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	50
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	51
ΦΥΛΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	51
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	54
ΚΩΔΙΚΑΣ.....	54

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας η τεχνολογία αναπτύσσεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς. Με την πληθώρα πληροφοριών που υπάρχουν σε βιβλία και με το διαδίκτυο, γίνεται ευέλικτη η αναζήτηση και στη συνέχεια η κατασκευή πολλών και διαφόρων αντικειμένων. Έτσι, με το υπόβαθρο γνώσεων που υπήρχε από το σχολείο έως και τώρα και με την αναζήτηση, στην παρούσα πτυχιακή μελετήθηκε και δημιουργήθηκε ένα τηλεκατευθυνόμενου αυτοκίνητο το οποίο ελέγχεται ασύρματα με τη χρήση κινητού τηλεφώνου μέσω μιας εφαρμογής android.

Η εργασία αρχικά αποτελείται από κάποιες βασικές γενικές γνώσεις σχετικά με τα τηλεκατευθυνόμενα αυτοκίνητα. Γίνεται μια ιστορική αναδρομή από την δημιουργία του πρώτου τηλεκατευθυνόμενου αυτοκίνητου έως τώρα με όλες τις εξελίξεις που έχουν γίνει. Στην συνέχεια εξηγείται η βασική αρχή λειτουργίας και οι πιο συνηθισμένοι μέθοδοι ασύρματης επικοινωνίας. Έπειτα, αναλύουμε όλα τα υλικά που επιλέχθηκαν για την κατασκευή, τον ρόλο που παίζουν σε αυτήν, την μεταξύ τους σύνδεση, τον σχεδιασμό πλακέτας καθώς και τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή ώστε να λειτουργήσει η κατασκευή. Μετά αναλύουμε την εφαρμογή android που χρησιμοποιήθηκε. Στο τέλος γίνεται μια αναφορά σε πιθανές βελτιώσεις που μπορούν να γίνουν και τα συμπεράσματα που βγήκαν με το περάς όλης αυτής της εργασίας.

Η εφαρμογή android είναι έτοιμη και προσβάσιμη για δωρεάν λήψη από το playstore και στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε επειδή μας επιτρέπει με ένα πλήθος επιλογών να δημιουργήσουμε το δικό μας γραφικό περιβάλλον. Μπορούμε να βάλουμε τα δικά μας κουμπιά στην τοποθεσία που θέλουμε με το όνομα και το μέγεθος που θέλουμε καθώς και να επεξεργαστούμε κάποιες παραμέτρους ώστε να λειτουργεί όπως επιθυμούμε.

Τέλος η πλακέτα σχεδιάστηκε με την βοήθεια του προγράμματος Pulsonix, είναι 2 layer με όλα τα υλικά επάνω να είναι SMD. Στάλθηκε και κατασκευάστηκε στην εταιρία micron20. Τέλος είναι εύλογο να επισημανθεί ότι, η κατασκευή μελετήθηκε βάσει κάποιων υλικών που ήδη προϋπήρχαν ώστε να γίνει με το λιγότερο δυνατό κόστος. Αυτό σημαίνει ότι δεν ήταν σε όλα τα υλικά η καλύτερη δυνατή επιλογή και υπήρχαν αρκετές βελτιώσεις όπως αναφέρονται παρακάτω.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΗΛΕΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ

1.1. Ιστορική αναδρομή

Κοιτάζοντας πίσω στην ιστορία των αυτοκινήτων RC, το πρώτο αυτοκίνητο με τηλεχειριστήριο που δημιουργήθηκε ποτέ ήταν το Ferrari 250LM. Κατασκευάστηκε από μια ιταλική εταιρεία ηλεκτρονικών ειδών, γνωστή ως Elettronica Giocattoli το 1966. Ένα χρόνο αργότερα, τα αυτοκίνητα RC άρχισαν να παράγονται εμπορικά από την Mardave, μια βρετανική εταιρεία που εδρεύει στο Leicester.

Ταυτόχρονα, άλλοι κατασκευαστές όπως οι Model Car Enterprises και η WEN άρχισαν επίσης να κατασκευάζουν kit αυτοκινήτων RC. Τα αυτοκίνητα αυτά ήταν κλίμακας 1/8 και τροφοδοτούνταν από δίχρονες μηχανές αεροπλάνων. Το 1968, η Elettronica Giocattoli δημιούργησε ένα άλλο μοντέλο, το Ferrari P4.

Την δεκαετία του '70 έκαναν την εμφάνιση τους τα 1/8 κλίμακας nitro cars RC αυτοκίνητα. Η τεχνολογία βελτιώθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Ο κινητήρας είχε εξελιχτεί από ένα μόνο έμβολο σε δυο. Ο κοινός κινητήρας που χρησιμοποιήθηκε τότε ήταν ο K&B Veco McCoy, και το σώμα ήταν από αλουμινένιο πλαίσιο. Τα nitro cars αυτοκίνητα χρησιμοποιούσαν ένα ειδικό μίγμα ελαίων (π.χ. άζωτο, μεθανόλη). Η Team Associated, για παράδειγμα, δημιούργησε το πρώτο της RC αυτοκίνητο, το οποίο εύστοχα ονομάστηκε RC1 το 1971. Ήταν ένα αυτοκίνητο κλίμακας 1/8 νιτροκινήτων οχημάτων. Τέσσερα χρόνια αργότερα, η εταιρεία παρήγαγε το επόμενο μοντέλο, επίσης ένα nitro car αυτοκίνητο κλίμακας 1/8, που ονομάζεται RC100.

Η δεκαετία του '70 ήταν και η χρονιά κατά την οποία εισήχθησαν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Αυτά τα μοντέλα συνέβαλαν στην αύξηση της δημοτικότητας του χόμπι. Μια ιαπωνική εταιρεία, η Tamiya, παρήγαγε το 1976 το πρώτο ηλεκτρικό RC αυτοκίνητο που το ονόμασαν Porsche 934. Αυτό το αυτοκίνητο κλίμακας 1/12 τροφοδοτείται από ηλεκτρικό κινητήρα που είναι τοποθετημένο πάνω σε ένα σασί. Ταυτόχρονα, παράγουν επίσης πολύπλοκα αναλυτικά πλαστικά kit και ραδιοσυστήματα, τα οποία πωλήθηκαν γρήγορα. Το Porsche 934 ακολουθήθηκε από αρκετά άλλα μοντέλα όπως τα Ferrari 312T, η Tyrrell P34, η Toyota Celica και η Lamborghini Countach. Όλα αυτά τα αυτοκίνητα σχεδιάστηκαν για να λειτουργούν σε ομαλούς δρόμους.

Η Team Associated ακολούθησε άλλους κατασκευαστές ανακοινώνοντας το RC12E ηλεκτρικό αυτοκίνητο το 1978. Ήταν ένα αυτοκίνητο κλίμακας 1/12.

Το 1979, η Tamiya εισήγαγε αυτοκίνητα εκτός δρόμου. Αυτά τα μοντέλα χρησιμοποίησαν πραγματικά συστήματα ανάρτησης, ισχυρούς κινητήρες, ελαστικά λάστιχα διαφόρων μεγεθών και σχεδιασμό αμαξωμάτων για να επιτρέψουν στα αυτοκίνητα να οδηγούνται σε τραχιά εδάφη. Η εταιρεία κυκλοφόρησε δύο μοντέλα, το Rough Rider και το Sand Scorcher. Το Rough Rider, ειδικότερα, συσκευάζει ένα σύστημα ανάρτησης με χύτευση και μεγάλα λάστιχα από καουτσούκ. Σήμερα, αυτά τα δύο αυτοκίνητα μπορούν να αξίζουν χιλιάδες δολάρια και αναζητούνται από πολλούς συλλέκτες RC. Τα Off-Road ηλεκτρικά αυτοκίνητα είχαν κεντρίσει το ενδιαφέρον πολλών θαυμαστών οπαδών των RC επειδή τα αυτοκίνητα δεν περιοριζόταν πλέον σε λείους πλακόστρωτους δρόμους.

Άλλα μοντέλα που ήταν δημοφιλή σε αυτή την Off-Road εποχή ήταν το Tamiya Frog, το Hornet, το Grasshopper, καθώς και τα μοντέλα monster truck όπως το Blackfoot και το Clodbuster. Η Χρυσή Εποχή συνεχίστηκε μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '80.

Τα χρόνια της δεκαετίας του '80 σηματοδότησαν ένα ακόμα ορόσημο στην ιστορία των αυτοκινήτων RC . Αυτή είναι η εποχή όπου τα RC αυτοκίνητα μετακίνησαν το πρότυπο τους από απλής κλίμακας μοντέλα σε μοντέλα υψηλής απόδοσης. Η δημοτικότητα του RC επίσης ανέβηκε στα ύψη κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Ως απόδειξη, το Παγκόσμιο Πρωτάθλημα 1/12 κλίμακας που πραγματοποιείται κάθε δύο χρόνια και μπορούμε να δούμε μέχρι και 400 δρομείς που θα ενταχθούν στον αγώνα! Το 1/10 κλίμακας Off-Road αυτοκινήτων RC άρχισε επίσης να απολαμβάνει τη δημοτικότητά του αυτή τη φορά.

Εκτός από την Tamiya, σημαντικός αριθμός αμερικανικών εταιρειών άρχισαν να εμφανίζονται για να παράγουν κορυφαία αυτοκίνητα RC στη δεκαετία του '80. Αμερικανοί κατασκευαστές όπως η Associated Electronics, η Traxxas και η Losi ήταν μερικοί από αυτούς. Η Associated Electronics, για παράδειγμα, δημιούργησε το βραβευμένο μοντέλο της, το RC10 το 1984. Ήταν ένα υψηλής ποιότητας αυτοκίνητο που χαρακτηριζόταν από το σασί του που ήταν από κράμα αλουμινίου. Περιέχει επίσης κιβώτιο με ρυθμιζόμενο διαφορικό που επέτρεψε στο αυτοκίνητο να συντονιστεί σε οποιοδήποτε συνθήκες. Αυτό το συγκεκριμένο μοντέλο είχε κερδίσει το πρώτο IFMAR 1/10 Electric Off-Road Championship το 1985. Η Associated Electronics είχε επίσης κερδίσει τον πρώτο 1/12 Electric World Road Champion πριν από τρία χρόνια.



Εικόνα 1 RC10 car

Το 1985, ο Tamiya παρουσίασε ένα 4WD buggy που ονομάζεται HotShot. Αυτό το μοντέλο σχεδιάστηκε για να επιβιώνει σε ολισθηρές και σκονισμένες επιφάνειες και ισχυρίστηκε ότι είναι ταχύτερο από τα μοντέλα 2WD. Μέσα στο επόμενο έτος απελευθερώθηκαν πιο ισχυρά Off-Road 4WD και μπορούσαν να φτάσουν σε υψηλή ταχύτητα 64 χιλιόμετρα/ώρα!

Το έτος 1988 είδαμε την έκρηξη δημοτικότητας των 4WD Off-Road αυτοκινήτων RC. Μερικοί από τους κορυφαίους κατασκευαστές 4WD ήταν ο Kyosho (Ιαπωνία), ο Yokomo (Ιαπωνία) και ο Schumacher Cat (Ευρώπη). Στην Αμερική, η ομάδα Losi σύντομα έγινε ένας από τους πιο έντονους ανταγωνιστές της Team Associated στην αμερικανική αγορά. Η εταιρεία κυκλοφόρησε το 1988 το πρώτο ηλεκτρονικό buggy αυτοκίνητο της ομάδας του Losi 2WD JRX-2. Η ομάδα Losi συνέχισε να παράγει καινοτόμες κυκλοφορίες όπως τα πρώτα ελαστικά από φυσικό καουτσούκ, το ολοκαίνουργιο 1/18 κλίμακας Mini-T Off-Road Electric αυτοκίνητο και τα 4WD αγωνιστικά buggy.

Εκτός από τα μοντέλα εκτός δρόμου με υψηλές επιδόσεις και μοντέλα 4WD, η δεκαετία του '80 είδε επίσης την εμφάνιση 1/10 κλίμακας ηλεκτρικών αγωνιστικών αυτοκινήτων. Ήταν πολύ ελαφρύ και θα μπορούσε να αγωνιστεί σε κυκλικά κομμάτια πίστας με μεγάλη ταχύτητα.

Το 1989, η Team Associated μεγάλωσε την αντιπαλότητα με την Associated-Losi εισάγοντας ένα άλλο μεγάλο αυτοκίνητο, το RC10L. Αυτό έγινε όταν ξεκίνησε η χρυσή εποχή του οχήματος Pan Car. Η ιστορία είχε ως εξής ότι ο Kent Clausen είχε οδηγήσει το RC10L στο Encido Velodrome με εκπληκτική ταχύτητα 92 χιλιόμετρα/ώρα. Αργότερα βελτίωσε το ρεκόρ του στη δεκαετία του '90 με την οδήγηση του ίδιου μοντέλου μέχρι και 113 χιλιόμετρα/ώρα σε πίστα ποδηλάτων!

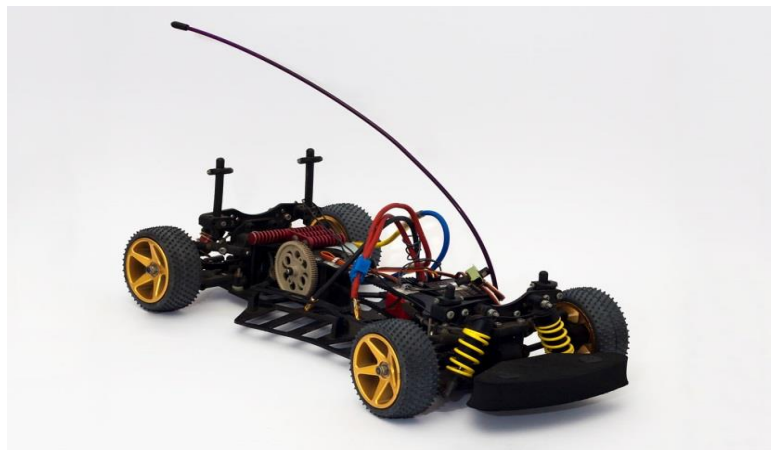
Το ρεκόρ που έθεσε ο Kent Clausen στα τέλη της δεκαετίας του '80 είχε δώσει έναν υπαινιγμό για το τι θα περιμέναμε στη δεκαετία του '90. Ήταν το θέμα της ταχύτητας. Η δεκαετία του '90 είδε τη γέννηση ενός εντελώς καινούργιου είδους αγώνων που ονομάζεται Superspeedway.

Το 1992, πραγματοποιήθηκε στην Καλιφόρνια το πρώτο IFMAR 1/10 Scale Electric On-Road World Championship. Η Team Associated συνέχισε να παράγει ταχύτερα ηλεκτρικά Pan Cars όπως τα RC12LS, RC10LS και RC10LS0. Όλα ολοκληρώθηκαν με μια ρυθμιζόμενη μπροστινή ανάρτηση Dynamic Strut και αργότερα έθεσαν το πρότυπο για άλλα Pan Cars. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, το κόστος του χόμπι άρχισε να αυξάνεται λόγω των αναγκών των προηγμένων μερών και εξαρτημάτων.

Ένα χρόνο αργότερα, κέρδισαν τη δημοτικότητά τα 1/10 κλίμακας αγωνιστικά ηλεκτρικά φορτηγά. Το 1993 ήταν η μετάβαση από τα monster αυτοκίνητα σε ταχύτερα μοντέλα αγωνιστικών φορτηγών.

Το 1994, η Team Associated κυκλοφόρησε το βενζινοκίνητο φορτηγό κλίμακας 1/10 που ονομάζεται RC10GT, και ο Tamiya εισήγαγε το TR15T. Την ίδια χρονιά, η HPI εισήλθε στην αγορά RC δημοσιεύοντας το πρώτο όχημά τους που ονομάζεται Super F1. Η Traxxas εισήγαγε επίσης το 2WD ηλεκτρικό monster truck και stadium truck γνωστό ως Stampede και Rustler.

Η Εποχή του Αυτοκινήτου Touring πέτυχε τη δόξα της σε αυτή τη δεκαετία. Όλο και περισσότεροι χομπίστες άρχισαν να ενδιαφέρονται για περιοδεία σε αγωνιστικές εκδηλώσεις. Αυτή ήταν η εποχή που οι σειρές TA01 και TA02 της Tamiya έγιναν επιτυχίες. Αυτός ο τύπος RC αυτοκινήτων είναι ένα από τα ταχύτερα αυτοκίνητα στο RC και εμφανίστηκαν με ρεαλιστικά και αεροδυναμικά σώματα. Ωστόσο, ήταν πολύ υψηλή η τιμή τους. Κατά τη διάρκεια αυτής της εποχής, οι κατασκευαστές όπως οι Associates, Kyosho, HPI, Losi, Schumacher, Tamiya και πολλοί άλλοι είχαν παραγάγει περισσότερα από 40 διαφορετικά μοντέλα. Τα αυτοκίνητα αυτά συνέχισαν τη δημοτικότητά τους μέχρι το 2000.



Εικόνα 2 RC Racing αυτοκίνητο Schumacher SST2000. Η εικόνα εμφανίζει το αυτοκίνητο χωρίς μπαταρία για να επιτρέψει μια πιο καθαρή προβολή.

Το μέγεθος των αυτοκινήτων άρχισε επίσης να μειώνεται κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου από 1/10 κλίμακα σε 1/12 και τελικά σε 1/18. Η HPI κυκλοφόρησε το RS4 Mini που βοήθησε να ξεκινήσει η τάση minis/micros. Επίσης, στα τέλη της δεκαετίας του '90, τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα έγιναν επιτυχία. Ο Tamiya, για παράδειγμα, κυκλοφόρησε το βενζινοκίνητο RC που ονομάζεται TG10 Pro. Την ίδια χρονιά, ο Αμερικανός κατασκευαστής, Traxxas, δημιούργησε το δικό του T-Maxx nitro monster φορτηγό. Αυτό το μοντέλο είχε ξεκινήσει τη μετάβαση από τα kit σε RTR (ready-to-run)^[2].

Η δεκαετία του 2000 ήταν η εποχή των Rock Crawlers και των φορτηγών μικρών πορειών. Αυτή ήταν και η εποχή που οι RC θαυμαστές άρχισαν να υιοθετούν τα RTR RC μοντέλα. Επιπλέον, από το 2001 έως το 2011, έγιναν αρκετές προσπάθειες απόκτησης και επανασχεδιασμού. Το Horizon Hobby αγόρασε το Losi το 2001 και άλλαξε την ομάδα αγώνων. Ονομάστηκε Team Losi Racing (TLR). Το 2005, η Thunder Tiger της Ταϊβάν αγόρασε την ομάδα Associated.

Την ίδια χρονιά, το χόμπι παρακολούθησε μια αλλαγή στην τεχνολογία του ραδιοσυστήματος, από AM / FM σε 2.4GHz. Κατά τη διάρκεια αυτής της δεκαετίας, οι κατασκευαστές RC έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούν τις μονάδες 2.4GHz στον πομπό τους. Η Nomadic πρωτοστάτησε στην εφαρμογή 2.4GHz, ακολουθούμενη από μια άλλη εταιρεία, Spektrum.

Το 2004, οι οπαδοί του χόμπι μετατόπισαν την προσοχή τους σε μοντέλα Rock Crawler. Το 2007, το Axial κυκλοφόρησε ένα καινούργιο kit Rock Crawler που καθιστά εύκολο για όλους να κατασκευάσουν Rock Crawler οχήματα. Το μοντέλο ονομάστηκε AX10 Scorpion. Αυτή ήταν η αρχή της τάσης των Rock Crawler οχημάτων.

Τέσσερα χρόνια αργότερα, ξεκίνησε ένα νέο τμήμα. η Traxxas κυκλοφόρησε το περίφημο Slash. Πρόκειται για ένα μοντέλο φορτηγών μικρού μήκους 2WD που έχει αλλάξει τις τάσεις RC από νίτρο και βενζίνη στο ηλεκτρικό. Πολλοί αριθμοί short course truck κυκλοφόρησαν την εποχή εκείνη από κατασκευαστές όπως οι Kyosho, HPI, Team Associated, Losi, Durango και άλλοι. Τα μοντέλα μοιάζουν με την εμφάνιση, τις λειτουργίες και τις αναλογίες των πραγματικών αγωνιστικών φορτηγών.

Η πιο πρόσφατη καινοτομία στον τομέα αυτό είναι η δημιουργία υβριδικών κυψελών καυσίμου υδρογόνου, H-Cell 2.0, το 2010. Σχεδιάστηκε για να τροφοδοτεί μοντέλα RC υψηλής ποιότητας. Με αυτό το κύτταρο υδρογόνου, τα αυτοκίνητα RC μπορούν τώρα να τρέχουν περισσότερο από το μέσο χρόνο εκτέλεσης, μέχρι και τέσσερις φορές!

Το 2010 ήρθε η άνοδος που με τον ραδιοελεγκτή και με υποστήριξη τηλεμετρίας στον παγκόσμιο κόσμο των αυτοκινήτων RC, οι ευκαιρίες που προσφέρει ο υπολογισμός των υπολογιστών, φέρνουν νέες προκλήσεις για τη διατήρηση αποτελεσματικών εργαλείων και την ανάλυση προγραμμάτων για κρίσιμα δεδομένα και καταστάσεις. Το σύστημα τηλεμετρίας στον κόσμο RC εισάγεται από το 2010. Ο ραδιοπομπός για RC τελευταίας γενιάς εξοπλισμένος με σύστημα τηλεμετρίας μπορεί να αποθηκεύσει ένα τεράστιο όγκο δεδομένων. Το λογισμικό μπορεί να προβάλλει, επεξεργάζεται και αναλύει πληροφορίες από τους παρακάτω αισθητήρες^[1]:

- RPM κινητήρα
- Θερμοκρασία
- Τάση
- Γκάζι
- Φρένο

Οι υπομονάδες υπολογισμού προσφέρουν την ικανότητα να αξιολογούν μεταβλητές όπως:

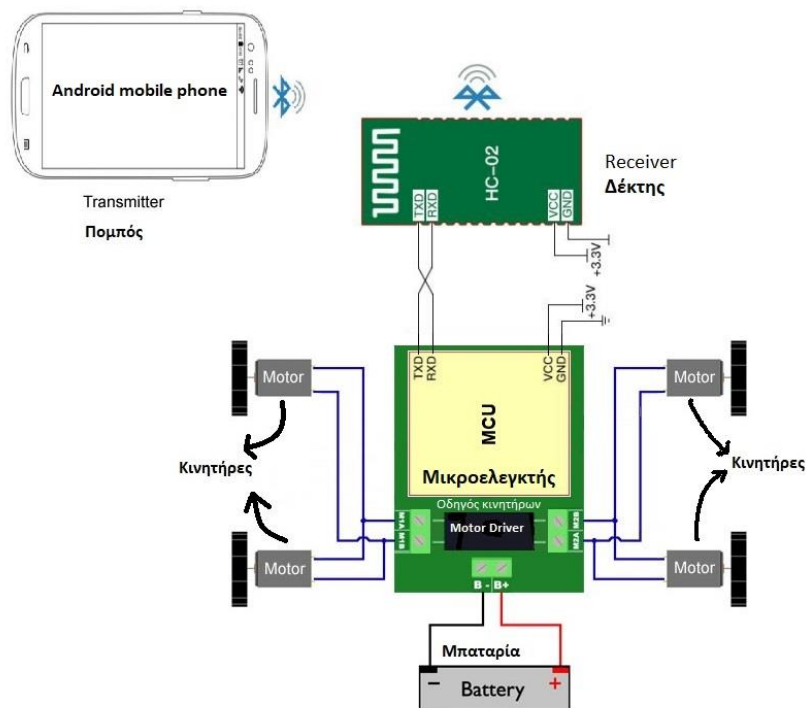
- Μέγιστη ταχύτητα
- Δυναμική απόκριση του αυτοκινήτου (μελέτη μεταφοράς βάρους)
- Ιδανική γραμμή αγώνων

Με τις εξελίξεις στην τεχνολογία, οι οπαδοί της RC μπορούν να αναμένουν καλύτερες επιδόσεις όσον αφορά την ταχύτητα, τους ελέγχους και την ανθεκτικότητα^[1].

1.2. Αρχή λειτουργίας

Είναι ορθό ότι για την βασική λειτουργία ενός τηλεκατευθυνόμενου υπάρχουν κάποια βασικά μέρη τα οποία είναι τα εξής:

- Πομπός
- Δέκτης
- Μικροελεγκτής
- Οδηγός κινητήρων
- Κινητήρες
- Πηγή ενέργειας



Εικόνα 3 Μπλοκ διάγραμμα αρχής λειτουργίας

Ο **πομπός (smartphone)** συνήθως είναι μια μικρή φορητή συσκευή που περιλαμβάνει κάποιους τύπους χειριστηρίων και στέλνει ένα σήμα στον δέκτη να εκτελέσει μια ενέργεια. Η βασική διαφορά μεταξύ των αυτοκινήτων με τηλεχειριστήριο είναι ότι τα τηλεχειριζόμενα έχουν ένα καλώδιο που συνδέει τον πομπό με τον δέκτη, ενώ στην άλλη περίπτωση είναι πάντα ασύρματο.

Ο **δέκτης** βρίσκεται στο εσωτερικό του οχήματος και είναι αυτός που δέχεται τα σήματα που αποστέλλονται από τον πομπό και με την βοήθεια ηλεκτρονικών κυκλωμάτων τα αποκωδικοποιεί. Ο έλεγχος μέσω smartphones γίνεται με την χρήση Bluetooth που επικοινωνεί σε συχνότητα 2.4GHz ή Wifi που επικοινωνεί σε συχνότητα 2.4GHz ή 5GHz.

Ο **μικροελεγκτής (microcontroller)** είναι ένα προγραμματιζόμενο ολοκληρωμένο κύκλωμα το οποίο περιέχει μονάδα επεξεργασίας (CPU), μνήμη για αποθήκευση δεδομένων (RAM) και μνήμη μόνο για ανάγνωση για αποθήκευση του προγράμματος διάφορα περιφερειακά κυκλώματα καθώς και θύρες εισόδου/εξόδου για επικοινωνία με εξωτερικές συσκευές. Θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ότι είναι ένας υπολογιστής μέσα σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα. Αυτός είναι υπεύθυνος να για την λειτουργία όλων των υπομονάδων που διαθέτει το όχημα.

Ο **οδηγός κινητήρων (motor driver)** είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο κινητήρα. Αυτός ελέγχει την κατεύθυνση του κινητήρα με βάση τις εντολές ή τις οδηγίες που λαμβάνει από τον ελεγκτή. Επίσης σε αυτόν μπορούν να χρησιμοποιηθούν παλμοί PWM για να την αλλαγή ταχύτητας. Χρησιμοποιείται επειδή ο μικροελεγκτής δουλεύει σε χαμηλότερες τάσεις συνήθως σε αντίθεση με τους DC κινητήρες.

Ο **κινητήρας (DC motor)** είναι μια περιστρεφόμενη ηλεκτρική συσκευή που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα της ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική ενέργεια. Ένας πηνίο μέσα στον κινητήρα DC παράγει ένα μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί περιστροφική κίνηση καθώς η τάση DC εφαρμόζεται στο τερματικό του.

Η **πηγή ενέργειας** στα ηλεκτρικά τηλεκατευθυνόμενα RC αυτοκίνητα δεν είναι άλλη από την μπαταρία. Τα RC αυτοκίνητα τροφοδοτούνται συνήθως από μπαταρία που μπορεί να επαναφορτιστεί και ανάλογα την κατανάλωση ισχύος και την δύναμη που επιθυμούμε επιλέγουμε και το πόσα mAh και πόσα Volt είναι αντίστοιχα. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα γενικά είναι πολύ πιο εύκολο να επεξεργαστούν από αυτά που τροφοδοτούνται με καύσιμο, διότι επαναφορτίζονται, έχουν λιγότερη συντήρηση και έξοδα.

1.3. Τρόποι ασύρματης επικοινωνίας

Ο έλεγχος των τηλεκατευθυνόμενων αυτοκίνητων γίνεται ασύρματα. Η αποστολή των πληροφοριών από τον πομπό στον δέκτη ποικίλει ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις εκάστοτε ανάγκες που υπάρχουν. Οι διαφορές μεταξύ των επικοινωνιών έχουν να κάνουν κυρίως με την εμβέλεια, την ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων, το κόστος κατασκευής και άλλα πολλά. Παρακάτω θα αναλύσουμε τρόπους ασύρματης επικοινωνίας των τηλεκατευθυνόμενων αυτοκίνητων και τις ιδιαιτερότητες της κάθε κατηγορίας όσο αναφορά τα χαρακτηριστικά που προσφέρει η κάθε μια. Οι πιο δημοφιλείς τρόποι ασύρματης επικοινωνίας είναι οι παρακάτω:

- Bluetooth επικοινωνία
- Wifi επικοινωνία

1.3.1. Bluetooth επικοινωνία

Το Bluetooth, είναι ένα βιομηχανικό πρότυπο για ασύρματα προσωπικά δίκτυα υπολογιστών (WPAN, Wireless Personal Area Networks) που βασίζεται στο πρωτόκολλο IEEE 802.15.

Πρόκειται για ασύρματη τηλεπικοινωνιακή τεχνολογία μικρών αποστάσεων, που μπορεί να μεταδώσει σήματα σε ψηφιακές διατάξεις, παρέχοντας προ-τυποποιημένη ασύρματη επικοινωνία ανάμεσα σε PDA's, κινητά τηλέφωνα, φορητούς υπολογιστές, προσωπικούς υπολογιστές, καθώς και ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές και κάμερες.

Οι προδιαγραφές του Bluetooth καθορίζουν μίας βραχείας εμβέλειας (περίπου 10m) ή προαιρετικά μίας μεσαίας εμβέλειας (περίπου 100 m) ασύρματη ζεύξη. Το Bluetooth λειτουργεί στη μη αδειοδοτημένη φασματική ζώνη (ISM ζώνη) των 2.4GHz ώστε οι συσκευές που το έχουν ενσωματωμένο να μπορούν να λειτουργούν απρόσκοπτα σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη^[4].



Εικόνα 4 Bluetooth trademark

1.3.1.1 Ιστορική αναδρομή Bluetooth

Το όνομα αντικατοπτρίζει τη σκανδιναβική προέλευση της τεχνολογίας. Πήρε το όνομα του από ένα Δανό Βίκινγκ του 10ου αιώνα, το βασιλιά Harald Blätand (Blätand σημαίνει "Bluetooth" στα αγγλικά). Ο θρύλος λέει, ότι του άρεσε να τρώει βακκίνια τόσο πολύ που τα δόντια του χρωματίστηκαν με το χρώμα του καρπού, εξ' ου και το όνομά του. Επειδή συνένωσε τη Δανία, τη Σουηδία και τη Νορβηγία, συσχετίστηκε με τις ενωτικές προσπάθειες, εξ' ου και με την ένωση των συσκευών μέσω Bluetooth^[3].

Η τεχνολογία Bluetooth προήλθε το 1994, όταν ξεκίνησε μια μελέτη η Ericsson για την εξεύρεση εναλλακτικών λύσεων για τη σύνδεση των κινητών τηλεφώνων με τα εξαρτήματά της. Οι μηχανικοί έψαξαν για μια ασύρματη τεχνολογία χαμηλής κατανάλωσης και χαμηλού κόστους για την εξάλειψη των καλωδίων μεταξύ των συσκευών. Ωστόσο, οι μηχανικοί επίσης κατάλαβα ότι η τεχνολογία για να είναι επιτυχής, πρέπει να είναι δωρεάν. Στις αρχές του 1998 η Ericsson σε συνεργασία με την Intel, International Business Machines (IBM), Nokia, και Toshiba δημιούργησαν το Bluetooth Special Interest Group (SIG) με κύριο στόχο την ανάπτυξη μιας ανοικτών προδιαγραφών ασύρματης τεχνολογίας Bluetooth. Αργότερα πολλές εταιρίες ενσωματώθηκαν στην Bluetooth SIG με την μόνη υποχρέωση να υποστηρίζουν στις συσκευές τους την τεχνολογία Bluetooth. Τον Ιούλιο του 1999, η Bluetooth SIG δημοσίευσε την έκδοση 1.0 των προδιαγραφών Bluetooth. Το Δεκέμβριο του 1999, τέσσερις νέες εταιρίες 3Com, Agere, Microsoft, και Motorola προσχώρησαν στην Bluetooth SIG.

Από τότε, η χρήση της ασύρματης τεχνολογίας Bluetooth έχει αυξηθεί, και πολλές άλλες εταιρίες έχουν ενταχθεί στην Bluetooth SIG, η οποία τους παρέχει δωρεάν άδεια χρήσης για την παραγωγή Bluetooth ενεργοποιημένων προϊόντων. Το ενδιαφέρον για την Bluetooth SIG έχει αυξηθεί, και σήμερα υπάρχουν χιλιάδες εταιρίες μέλη. Οι εταιρίες αυτές αποτελούνται από τον ακαδημαϊκό χώρο και ένα φάσμα βιομηχανιών.

1.3.1.2 Προφίλ πρωτοκόλλου Bluetooth

Ένα προφίλ Bluetooth είναι ένα σύνολο οδηγιών για τη χρήση της στοίβας πρωτοκόλλων με έναν συγκεκριμένο τρόπο. Υπάρχουν πολλά διαφορετικά προφίλ, ανάλογα με τους τύπους συνδεδεμένων συσκευών και τους σκοπούς τους. Με άλλα λόγια, για να χρησιμοποιήσετε την ασύρματη τεχνολογία Bluetooth, μια συσκευή πρέπει να μπορεί να ερμηνεύει ορισμένα προφίλ Bluetooth, από τα οποία υπάρχουν πολλά, ανάλογα με τη δραστηριότητα που επιθυμείτε. Τα προφίλ είναι ορισμοί πιθανών εφαρμογών και καθορίζουν τις συμπεριφορές που χρησιμοποιούν οι συσκευές Bluetooth για να επικοινωνούν μεταξύ τους.

Τα πρωτόκολλα του Bluetooth είναι τα εξής^[3]:

- Πρωτόκολλο ελέγχου λογικής σύνδεσης και προσαρμογής (L2CAP)
- Πρωτόκολλο μεταφοράς ήχου / βίντεο (AVCTP)
- Πρωτόκολλο μεταφοράς δεδομένων ήχου / βίντεο (AVDTP)
- Πρωτόκολλο ενθυλάκωσης δικτύου Bluetooth (BNEP)
- Πρωτόκολλο ανακάλυψης υπηρεσίας (SDP)
- Πρωτόκολλο ελέγχου τηλεφωνίας (TCS)
- Πρωτόκολλο χαρακτηριστικών χαμηλής ενέργειας (ATT)
- Πρωτόκολλο διαχείρισης χαμηλής ενέργειας (SMP)
- Πρωτόκολλο ανταλλαγής αντικειμένων (OBEX)
- Επικοινωνία ραδιοσυχνοτήτων (RFCOMM)

1.3.1.3 Εκδόσεις Bluetooth

Σε αυτήν την ενότητα εμφανίζονται οι εκδόσεις που έχει η επικοινωνία Bluetooth με τα χρόνια. Παρακάτω γίνεται μια αναφορά σχετικά με τις εξελίξεις που παρουσίαζαν η κάθε μια από αυτές από την αρχή μέχρι και σήμερα^{[3][5]}.

Bluetooth v1.0: Αυτή η έκδοση είχε αρκετά προβλήματα και δεν λειτουργούσε πολύ καλά με άλλες συσκευές. Απαιτεί επίσης μια διεύθυνση συσκευής υλικού Bluetooth ενώ συνδέεται με άλλες συσκευές προκαλώντας πολλά προβλήματα.

Bluetooth v1.1: Το 2002, αυτό ήταν κάτω από το όνομα IEEE Standard 802.15.1. Αυτή η έκδοση καθόρισε πολλά από τα σφάλματα στην προηγούμενη έκδοση. Προσθέτει επίσης έναν Δείκτη Σήμανσης Σημάτων και τα μη κρυπτογραφημένα κανάλια ήταν τώρα διαθέσιμα.

Bluetooth v1.2: Αυτή ήταν μια τεράστια βελτίωση από την έκδοση 1.1. Για παράδειγμα, η ταχύτητα σύνδεσης και ανακάλυψης αυξήθηκε σημαντικά.

Bluetooth v2.0: Κυκλοφόρησε το 2004, αυτή η έκδοση χρησιμοποίησε Enhanced Data Rate (EDR) για να βελτιώσει την ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων. Το EDR χρησιμοποιεί επίσης λιγότερη ενέργεια για την επίλυση ορισμένων προβλημάτων των προηγούμενων εκδόσεων.

Bluetooth v2.1: Αυτή η έκδοση κυκλοφόρησε το 2007. Αυτή η βασική βελτίωση της έκδοσης ήταν η χρήση ασφάλειας απλού ζευγαρώματος (SSP). Με αυτό, η αντιστοίχιση των συσκευών έγινε πιο αποτελεσματική και βελτιώθηκε η ασφάλεια. Η εισαγωγή Sniff ήταν ένα χαρακτηριστικό που

έχει σχεδιαστεί για να αυξάνει τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας σε συσκευές που είναι ανενεργές τις περισσότερες φορές όπως τα πληκτρολόγια και τα ακουστικά.

Bluetooth v3.0: Το 2009 κυκλοφόρησε αυτή η έκδοση με βελτιωμένες ταχύτητες μεταφοράς μέχρι 24 Mbit / s. Αυτό οφείλεται στην εναλλακτική MAC / PHY (AMP).

Bluetooth v4.0: Αυτή η έκδοση κυκλοφόρησε το 2010. Αυτή ήταν η έκδοση όπου βγήκε το Bluetooth Light Energy ή το BLE. Αυτό έχει χρησιμοποιηθεί όλο και περισσότερο λόγω των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας και της ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων.

Bluetooth v4.1: Ένα χρόνο μετά το 4.0, το v4.1 κυκλοφόρησε το 2013. Αυτή η ενημέρωση ήταν μια σημαντική ενημέρωση λογισμικού. Αυτό περιλάμβανε υποστήριξη για το LTE.

Bluetooth v4.2: Αυτή η έκδοση Bluetooth εισήχθη το 2014 από την εταιρεία Bluetooth SIG για να απαλλαγεί από τα εμπόδια εμβέλειας, επιτρέποντας σε συσκευές να χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο Internet Protocol version 6 (IPv6) για άμεση πρόσβαση στο διαδίκτυο.

Το Bluetooth 4.2 αύξησε την ικανότητα της τεχνολογίας για πακέτα δεδομένων κατά περίπου 10 φορές, καθιστώντας το 2,5 φορές ταχύτερο από την προηγούμενη έκδοση.

Bluetooth v5.0: Το Δεκέμβριο του 2016 υιοθετήθηκε επίσημα από το SIG, σκοπός του είναι να βελτιστοποιήσει την ασύρματη τεχνολογία αυξάνοντας τη λειτουργικότητα.

Εκτός από τις βελτιώσεις που αφορούν το IoT, το Bluetooth 5 είναι δύο φορές γρηγορότερο, έχει τέσσερις φορές μεγαλύτερη εμβέλεια και οκτώ φορές μεγαλύτερη χωρητικότητα. Η διπλή ταχύτητα επιτρέπει την ταχύτερη μεταφορά δεδομένων και τις ενημερώσεις λογισμικού καθιστώντας τις συσκευές πιο ευαίσθητες.

Σύμφωνα με τις νέες προδιαγραφές αυτής της έκδοσης, μπορείτε να βρίσκεστε σε απόσταση 100 μέτρων από μια συσκευή.

Bluetooth v5.1: Το Bluetooth SIG παρουσίασε το Bluetooth 5.1 στις 21 Ιανουαρίου 2019. Οι βελτιώσεις σε αυτήν την έκδοση είναι αρκετές.

Μία από τις μεγαλύτερες βελτιώσεις που έρχονται με το Bluetooth 5.1 ονομάζεται "Direction Finding" επιτρέπει στις συσκευές Bluetooth να καθορίσουν την κατεύθυνση της μετάδοσης σήματος Bluetooth. Το πρότυπο Bluetooth 5.1 χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό δύο διαφορετικών μεθόδων Angle of Arrival (AoA) και Angle of Departure (AoD) για την επίτευξη της.

Όλες οι συνδεδεμένες συσκευές Bluetooth χαμηλής ενέργειας χρησιμοποιούν το προφίλ γενικού χαρακτηριστικού (GATT) για τη σύνδεση μεταξύ τους. Στο Bluetooth 5.0, αυτό το αίτημα καταλαμβάνει πολύ χρόνο και ενέργεια σε σχέση με το Bluetooth 5.1.

Bluetooth v5.2: Στις 6 Ιανουαρίου 2020, το Bluetooth SIG δημοσίευσε την έκδοση 5.2 του Bluetooth Core Specification.

Μια βελτιωμένη έκδοση του πρωτοκόλλου χαρακτηριστικών (ATT), που ονομάζεται πρωτόκολλο Enhanced Attribute (EATT), έχει εισαχθεί μαζί με ορισμένες σχετικές βελτιώσεις στο γενικό χαρακτηριστικό προφίλ (GATT).

Το LE Power Control επιτρέπει στις συσκευές να βελτιστοποιούν δυναμικά τη μετάδοση ισχύος που χρησιμοποιείται στην επικοινωνία μεταξύ συνδεδεμένων συσκευών.

Μια ακόμη βελτίωση είναι στα ισοχρονικά κανάλια. Αυτή η δυνατότητα, η οποία σχεδιάστηκε κυρίως για να υποστηρίξει LE Audio, την επόμενη γενιά Bluetooth ήχου. Τα κανάλια, θα

προσφέρουν ένα νέο πρότυπο για ακουστικά βαρηκοΐας και θα υποστηρίξουν συστήματα υποβοηθούμενης ακοής σε διαφορετικά τοποθεσίες, όπως θέατρα, συνέδρια, αίθουσες διαλέξεων και αεροδρόμια.

Bluetooth version	Features	Speed/Data Rate (in theory, without obstacles)	Range (in theory, without obstacles)
V 1.0	Basic rate	1Mbps	10m
V 2.0, V 2.1	Basic rate SSP (secure simple pairing) EDR (enhanced data rate)	3Mbps	30m
V 3.0	Basic rate SSP EDR HS (high speed protocol)	24Mbps	30m
V 4.0, V 4.1, V 4.2	Basic rate SSP EDR HS LE (low energy protocol)	24Mbps	60m
V 5.0, V 5.1, V 5.2	Basic rate SSP EDR HS LE IoT (internet of things protocol) AoA/AoD (Angle of Arrival/Angle of Departure) RACI (Randomized Advertising Channel Indexing) PAST (Periodic Advertising Sync Transfer) GATT (Generic Attribute) EEAT (Enhanced Attribute Protocol) LEPC (LE Power Control) ISOC (Isochronous Channels)	48Mbps	120m

Πίνακας 1 Εξέλιξη των Bluetooth

1.3.2 Wifi επικοινωνία

WiFi είναι μια οικογένεια τεχνολογιών ασύρματης δικτύωσης με βάση το πρωτότυπο IEEE 802.11 οικογένεια πρωτοτύπων, τα οποία χρησιμοποιούνται συνήθως για την περιοχή δικτύωσης των συσκευών και του Διαδικτύου την πρόσβαση. Το WiFi αποτελεί εμπορικό σήμα της μη

κερδοσκοπικής συμμαχίας WiFi, η οποία περιορίζει τη χρήση του όρου Wi-Fi Certified σε προϊόντα που ολοκληρώνουν επιτυχώς τις δόκιμες πιστοποίησης διαλειτουργικότητας. Από το 2010, η Συμμαχία WiFi συνίστατο από περισσότερες από 375 εταιρείες από όλο τον κόσμο. Οι συσκευές που μπορούν να χρησιμοποιούν τεχνολογίες Wi-Fi περιλαμβάνουν επιτραπέζιους και φορητούς υπολογιστές, smartphones και tablet, έξυπνες τηλεοράσεις, εκτυπωτές, ψηφιακούς ήχους, ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, αυτοκίνητα και αεροσκάφη.

Το WiFi χρησιμοποιεί πολλά μέρη της οικογένειας πρωτοκόλλων IEEE 802 και έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να συνεργάζεται άψογα με το ενσύρματο δίκτυο του Ethernet. Οι διαφορετικές εκδόσεις του WiFi καθορίζονται από διάφορα πρότυπα πρωτοκόλλου IEEE 802.11, με τις διαφορετικές τεχνολογίες ραδιοσυχνότητας που καθορίζουν τις ραδιοφωνικές ζώνες και τις μέγιστες κλίμακες και τις ταχύτητες που μπορούν να επιτευχθούν. Το WiFi χρησιμοποιεί συνηθέστερα το 2.4GHz UHF και 5GHz SHF ISM στις ραδιοφωνικές ζώνες. Πολλά κοινά εμπόδια όπως οι τοίχοι, οι κολόνες, οι οικιακές συσκευές κ.λπ. μπορούν να μειώσουν σημαντικά την εμβέλεια. Ένα σημείο πρόσβασης (ή hotspot) έχει συχνά ένα εύρος περίπου 20 μέτρων σε εσωτερικούς χώρους, ενώ ορισμένα μοντέρνα σημεία πρόσβασης απαιτούν μέχρι 150 μέτρα σε εξωτερικούς χώρους.



Εικόνα 5 WiFi trademark

1.3.2.1 Ιστορική αναδρομή

Σε έναν κόσμο όλο και περισσότερο διασυνδεδεμένο, για πολλούς ο ερχομός της τεχνολογίας του WiFi θεωρήθηκε ως ιστορικό σημείο καμπής σε αυτήν την ιστορία. Το 1999 αποτελεί το πρώτο έτος, που το WiFi έκανε το ντεμπούτο του στην αγορά, χάρη στο λανσάρισμα του 802.11b. Σε σύγκριση με την προηγούμενη εκδοχή του, πλέον το WiFi βελτιώθηκε σε θέματα ταχύτητας και χρηστικότητας. Εκείνη τη χρονιά κυκλοφόρησαν επίσης και οι πρώτες συσκευές που εκμεταλλεύτηκαν αυτήν την τεχνολογία, όπως οι φορητοί υπολογιστές^[6].

Η σταδιακή εξάπλωση της συγκεκριμένης τεχνολογίας έπεισε αρκετές εταιρείες να τη χρησιμοποιήσουν από το 2004. Εκείνη τη χρονιά, η ασύρματη σύνδεση έκανε την πρώτη της εμφάνιση στις πτήσεις, επιτρέποντας έτσι στους πελάτες να χρησιμοποιήσουν τους προσωπικούς τους υπολογιστές για να τσεκάρουν τα e-mails τους και να κάνουν γενικότερα τις δουλειές τους.

Τέσσερα χρόνια αργότερα και συγκεκριμένα το 2009, η τεχνολογία περνά σε νέο στάδιο, δηλαδή στο WiFi 4, το οποίο υπόσχεται στους χρήστες μια ακόμη πιο αυξημένη ταχύτητα χάρη στην τεχνολογία Mimo. Η τελευταία αυτή επιτρέπει την ακόμη ταχύτερη μεταφορά δεδομένων με τα Mbps να φτάνουν τα 450.

Μεταξύ των ετών 2011 και 2012, το WiFi έχει πλέον μπει για τα καλά στην καθημερινή ζωή των χρηστών. Πλέον, υπάρχουν εκατομμύρια hotspots σε ολόκληρο τον κόσμο, ενώ περίπου το 1/4 των οικογενειών έχει τη συγκεκριμένη σύνδεση.

Το 2013 εισήχθη για πρώτη φορά το πρότυπο 802.11ac, που έδωσε τη δυνατότητα στους χρήστες να πλοηγούνται με ταχύτητες ισάξιες του 1Gbps. Μάλιστα, σύμφωνα με έρευνα που

διεξήχθη το 2015 από το IDC, η ασύρματη σύνδεση είναι το δεύτερο πράγμα το οποίο χωρίς αυτό δε θα μπορούσαν να ζήσουν οι άνθρωποι. Για την ιστορία, στην πρώτη θέση με ποσοστό 30% βρίσκεται το φαγητό.

Το 2018 η οικονομική αξία του WiFi έφτασε τα 2.000 δισεκατομμύρια δολάρια. Η άνοδος αυτή είναι εμφανής από άποψη πρόσβασης στη συγκεκριμένη τεχνολογία. Μάλιστα, υπολογίζεται ότι κατά μέσο όρο ένα άτομο διαθέτει δύο συσκευές που του επιτρέπουν την πρόσβασή του στο Διαδίκτυο.

Το 2019 θα μείνει στην ιστορία ως η χρονιά που εισήχθη το WiFi 6, μια τεχνολογία που βασίζεται στο δίκτυο 5G και φτάνει μέχρι και τα 5 Gbps. Ωστόσο, προκειμένου η τεχνολογία αυτή να είναι διαθέσιμη σε όλες τις συσκευές, που υπάρχουν στην αγορά, θα πρέπει να περιμένουμε μέχρι το 2020, έτσι ώστε όλες οι συσκευές να είναι συμβατές.

Όσον αφορά το μέλλον, το 2022, σύμφωνα πάντοτε με μια μελέτη της Cisco, το WiFi θα γίνει η κύρια πηγή πρόσβασης στο Διαδίκτυο. Το 59% των ανθρώπων πράγματι θα χρησιμοποιεί την ασύρματη σύνδεση για την πλοήγηση του στο web. Επίσης, την ίδια χρονιά, η μέση ταχύτητα σύνδεσης θα φτάσει τα 54,2 Mbps, εν αντιθέσει με τα 24,4 του 2017.

1.3.2.2 Πρωτόκολλο Wifi

Το IEEE 802.11 είναι μια οικογένεια προτύπων της IEEE για ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) που είχαν ως σκοπό να επεκτείνουν το 802.3 (Ethernet, το συνηθέστερο πρωτόκολλο ενσύρματης δικτύωσης υπολογιστών) στην ασύρματη περιοχή.

Το WiFi (Wireless Fidelity) χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τις συσκευές που βασίζονται στην προδιαγραφή IEEE 802.11b/g/n και εκπέμπουν σε συχνότητες 2.4GHz. Συνήθεις εφαρμογές του είναι η παροχή ασύρματων δυνατοτήτων πρόσβασης στο Internet, τηλεφωνίας μέσω διαδικτύου (VoIP) και διασύνδεσης μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών. Όλα τα πρότυπα που περιλαμβάνει το 802.11, χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο ethernet και μέθοδο πολλαπλής πρόσβασης με ανίχνευση φέροντος και αποφυγή συγκρούσεων, το carrier sense multiple access with collision avoidance (csma/ca). Η μέθοδος διαμόρφωσης που χρησιμοποιήθηκε αρχικά ήταν phase-shift keying (psk). Σε νεότερες προδιαγραφές όμως, χρησιμοποιούνται και άλλα σχήματα ψηφιακής διαμόρφωσης, όπως το complementary code keying (cck). Οι νεότερες μέθοδοι διαμόρφωσης παρέχουν μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων^{[6][7]}.

Τα πρωτόκολλα του Wifi είναι τα εξής:

- **IEEE 802.11**
- **IEEE 802.11a**
- **IEEE 802.11b**
- **IEEE 802.11e** ή **QoS**
- **IEEE 802.11f** ή **IAPP**
- **IEEE 802.11g**
- **IEEE 802.11i**
- **IEEE 802.11n**
- **IEEE 802.11ac**
- **IEEE 802.11AD** **WiGig**
- **IEEE 802.11ax**

1.4. Σύγκριση μεθόδων

Όπως είδαμε παραπάνω, οι πιο συχνοί ασύρματοι τρόποι επικοινωνίας στα τηλεκατευθυνόμενα αυτοκίνητα είναι τρεις. Από αυτές όμως μόνο οι δυο μπορούν να επιτευχθούν με τη χρήση κινητού τηλεφώνου και αυτές είναι με Bluetooth και Wifi. Όπως μπορείτε να δείτε, τόσο το WiFi όσο και το Bluetooth έχουν ορισμένους πολύ συγκεκριμένους τομείς που εξυπηρετούν και οι δύο στον τομέα των ασύρματων επικοινωνιών. Θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο του WiFi αν στην ηλεκτρονική κατασκευή μας θέλουμε να συνδέσουμε κάτι στο διαδίκτυο. Αλλά εάν χρειαζόμαστε μόνο τη σύνδεση συσκευών χωρίς να χρειαζόμαστε κάτι σύνδεση στο Internet, τότε το Bluetooth είναι μια εξίσου καλή επιλογή ανάλογα βέβαια και τις ανάγκες μας.

Παρακάτω θα δούμε τις διαφορές ανάμεσα στις δυο μεθόδους, που μας επιτρέπουν να επιλέξουμε ανάλογα τις ανάγκες μας την κατάλληλη μέθοδο. Στον πίνακα υπάρχουν τα κυριότερα χαρακτηριστικά ανάμεσα στις μεθόδους^{[8][9]}.

Χαρακτηριστικά	Bluetooth	Wifi
Frequency	2,4GHz	2,4GHz/5GHz
Range	~100m	~100m
Bandwidth	800Kbps έως 25Mbps	11Mbps έως 10Gbps
Latency	200 ms	150 ms
Bit-rate	1-3Mbits/s	> 54Mbits/s
Power consumption	0,01-1,0W	2-20W

Πίνακας 2 Πίνακας σύγκρισης Bluetooth-Wifi

Τα χαρακτηριστικά φυσικά δεν είναι μόνο αυτά. Εξίσου σημαντικό είναι το κόστος του κάθε ηλεκτρονικού κυκλώματος (Bluetooth,Wifi) και σαν μονάδα και σαν σύνολο στην τελική κατασκευή. Εκεί το Bluetooth είναι συνήθως λίγο φτηνότερο. Η υψηλότερη ταχύτητα και η μεγαλύτερη εμβέλεια άμεσης μετάδοσης συσχετίζονται με μεγαλύτερη κατανάλωση ισχύος και επομένως μικρότερη διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Έτσι, εάν η διάρκεια ζωής της μπαταρίας ή το μέγεθος της μπαταρίας είναι σημαντικά για την κατασκευή, τότε η κατανάλωση ενέργειας γίνεται κρίσιμη. Το Bluetooth είναι ο σαφής νικητής όσον αφορά τη χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

Όπως συμβαίνει πάντοτε υπάρχουν συμβιβασμοί μεταξύ των διαφόρων λύσεων. Δεν υπάρχει καλύτερη λύση σε όλες τις εφαρμογές. Πρέπει να αποφασιστεί ποια κριτήρια είναι πιο σημαντικά για την κάθε κατασκευή. Αυτό μπορεί να είναι απλό ή περίπλοκο. Εάν η ταχύτητα είναι το μόνο χαρακτηριστικό που είναι σημαντικό τότε η επιλογή είναι εύκολη ή αν η διάρκεια ζωής της μπαταρίας είναι το κύριο μέλημά, τότε η επιλογή είναι επίσης πολύ απλή. Αλλά αν στην κατασκευή απαιτείται τόσο η ταχύτητα όσο και η διάρκεια μπαταρίας, τότε η επιλογή γίνεται πιο σύνθετη και περίπλοκη πολλές φορές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό φαίνεται και αναπτύσσει όλη η διαδικασία της κατασκευής του οχήματος και της εφαρμογής που χρησιμοποιήθηκε. Παρατίθενται όλα τα μηχανικά και ηλεκτρονικά στοιχεία που εφαρμόστηκαν για την επίτευξη της και αναλύονται όλα τα βασικά μέρη της. Πιο συγκεκριμένα δίνονται για όλα τα chip και module που επιλέχτηκαν, η λειτουργία των pins σύμφωνα με τα datasheet, ο σκοπός που έχουν μέσα στην κατασκευή καθώς και κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά τα οποία είναι χρήσιμα. Δόθηκε ιδιαίτερη βάση στα χαρακτηριστικά που αφορούν στο σχεδιασμό της πλακέτας για να γίνει όσο το δυνατόν πιο σύγχρονη από κατασκευαστική άποψη. Επίσης εξηγείτε η συνδεσμολογία του κυκλώματος και της εφαρμογής android που επιλέχτηκε καθώς και η λογική ακολουθία του προγραμματισμού στον μικροελεγκτή.

2.1. Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν

Στη συγκεκριμένη παράγραφο αναφέρονται όλα τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του οχήματος στα ηλεκτρονικά κυκλώματα καθώς και το μέγεθος μερικών από αυτά λόγω της δημιουργίας της πλακέτας. Μερικά από τα υλικά μπορεί να τα βρει κανείς σε καταστήματα που εμπορεύονται ηλεκτρονικά είδη, μερικά βρίσκονται μέσω ίντερνετ και κάποια άλλα μέσω της κατασκευάστριας εταιρίας. Να επισημανθεί επίσης ότι όλα τα υλικά είναι smd. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τα υλικά για την κατασκευή του οχήματος.

ΤΥΠΟΣ	ΤΙΜΗ - ΤΥΠΟΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ
R9	10KΩ	0805
C9	100nF	0805
R14	1KΩ	0805
R15	10KΩ	0805
Q7	BC817	
BZ1	BUZZER	
R25	1KΩ	0805
R26	1KΩ	0805
LD1	LED RED	
LD2	LED GREEN	
XT1	8MHz LP	
C7	22pF	0805
C8	22pF	0805
C1	1μF	0805
C2	1μF	0805
C3	1μF	0805
C4	1μF	0805
C10	100nF	0805
C11	100nF	0805
C12	100nF	0805
C13	100nF	0805
C14	100nF	0805

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

C15	100nF	0805
R5	1KΩ	0805
R6	1KΩ	0805
R16	1KΩ	0805
Q3	BC817	
R7	1KΩ	0805
R8	1KΩ	0805
R17	1KΩ	0805
Q4	BC817	
R2	1KΩ	0805
R18	1KΩ	0805
Q1	BC817	
R1	1KΩ	0805
R10	1KΩ	0805
Q5	BC817	
R4	1KΩ	0805
R19	1KΩ	0805
Q2	BC817	
R3	1KΩ	0805
R11	1KΩ	0805
Q6	BC817	
C17	100nF	0805
C18	100nF	0805
C5	330F/35V	
D1	S1A	
D2	S1A	
D3	S1A	
D4	S1A	
D5	S1A	
D6	S1A	
D7	S1A	
D8	S1A	
M1R	MOTOR 1	
M2R	MOTOR 2	
M1L	MOTOR 3	
M2L	MOTOR4	
U8	L298P	
U1	MCP1802T-3302I/OT 3.3V	
U2	MCP1802T-5002I/OT 5V	
U4	STM32F103RBT6	
U5	74HC4050	
U6	BLUETOOTH HC-02	

Πίνακας 3 Πίνακας ηλεκτρονικών υλικών κατασκευής

2.2. Ανάλυση υλικών

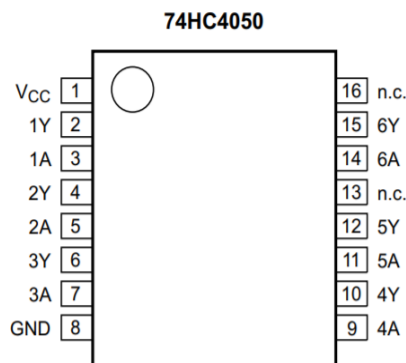
Στο **σασί** το πάνω κομμάτι, το κάτω καθώς και τα διάφορα στηρίγματα του οχήματος είναι κατασκευασμένα από plexiglass 3mm . Η επιλογή αυτή των δυο στρωμάτων βοηθάει στο να υπάρχει περισσότερος χώρος για την τοποθέτηση των υλικών.

Οι **κινητήρες DC** που χρησιμοποιήθηκαν είναι επιβραδυντικοί μαγνητικοί κινητήρες οι οποίοι έχουν τάση λειτουργίας από 3V έως 6V, το μέγιστο ρεύμα (stall) που απαιτεί για την μεγίστη ροπή του είναι 200mA και οι στροφές το λεπτό (rpm) είναι 130. Το υλικό των γραναζιών είναι από πλαστικό.

Οι **τροχοί** που χρησιμοποιήθηκαν είναι πλαστικοί, έχουν ελαστικά λάστιχα διαμέτρου 66mm και πλάτους 26 mm. Το υλικό που είναι κατασκευασμένα τα λάστιχα είναι καουτσούκ. Χρησιμοποιήθηκαν κυρίως επειδή είναι συμβατοί με τους κινητήρες που εφαρμόστηκαν στην κατασκευή.

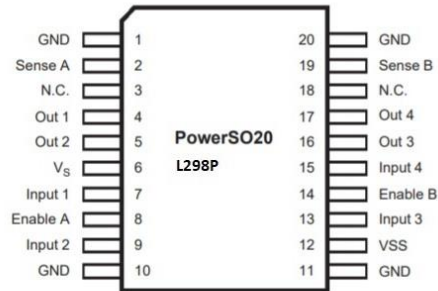
Η **μπαταρία** που επιλέχτηκε είναι σχεδιασμένη για τηλεκατευθυνόμενα αυτοκίνητα με ονομαστική τάση 7.2V και υψηλή χωρητικότητα 2400mAh. Είναι προηγμένης τεχνολογίας μπαταρία NiMH, επαναφορτιζόμενη με φύσα Tamiya.

Το chip **74HC4050 (level shifter)** χρησιμοποιήθηκε γιατί παίρνει τα σήματα από τον μικροελεγκτή που είναι στα 3.3V και μας τα βγάζει στην έξοδο του 5V που χρειάζεται ώστε να μπορέσουν να πάνε στην είσοδο του motor driver. Όπως είναι εμφανές και στην παρακάτω εικόνα έχει 6 σήματα στην είσοδο (1A-6A) κι αντίστοιχα άλλα τόσα έχει στην έξοδο (1Y-6Y). Στην εργασία από τα 6 σήματα χρησιμοποιήθηκαν τα 5 εκ των οποίων τα 4 σήματα πηγαίνουν στους κινητήρες και το ένα σήμα πηγαίνει στο enable που είναι το pin που δίνει τους παλμούς PWM ώστε να οδηγηθούν οι κινητήρες^[11].



Εικόνα 6 chip 74HC4050

Το chip **L298P (motor driver)** είναι οδηγός κινητήρα συνεχούς ρεύματος. Επιλέχτηκε για να οδηγήσουμε τα σήματα στους κινητήρες μας. Μπορεί να οδηγήσει 2 κινητήρες DC με ρεύμα έως 2A. Επειδή εφαρμόστηκαν στην εργασία 4 κινητήρες παραλληλίστηκαν οι 2 κινητήρες στην μια έξοδο και οι άλλοι 2 στην άλλη έξοδο. Επίσης χρησιμοποιεί 8 διόδους Schottky για προστασία. Τέλος έχει λειτουργία ελέγχου ταχύτητας με παλμούς PWM. Παρακάτω βλέπουμε στην εικόνα το chip καθώς και έναν πίνακα με την λειτουργία του κάθε pin^[11].

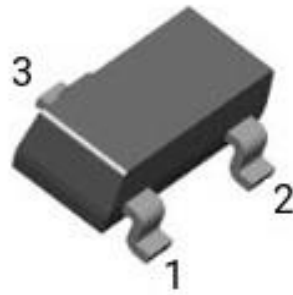


Εικόνα 7 L298P pins

L298P pins		
Pin No.	Pin Name	Pin Function
4	OUT 1	Motor 1 (+)
5	OUT 2	Motor 1 (-)
6	Vs	Voltage Supply
1,10,11,20	GND	Ground
12	Vss	Logic Voltage Supply
8	ENA	Enable Motor 1
7	EN1	Input 1
9	EN2	Input 2
13	EN3	Input 3
15	EN4	Input 4
14	ENB	Enable Motor 2
16	OUT 3	Motor 2 (+)
17	OUT4	Motor 2 (-)

Πίνακας 4 Λειτουργία των pins L298P

Το **BC817** είναι ένα NPN τρανζίστορ το οποίο εφαρμόστηκε στα κυκλώματα τα οποία αφορούσαν κυρίως την λειτουργία των led. Χρησιμοποιήθηκε με την μορφή του διακόπτη ώστε να ανοιγοκλείνουν τα φώτα εάν και εφόσον φυσικά ζητηθεί οποιαδήποτε στιγμή από το χρήστη. Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζεται η μορφή και τα pin του συγκεκριμένου τρανζίστορ^[11].



BC817 pinout

1. Base
2. Emitter
3. Collector

Εικόνα 8 Pin του BC817

Το **MCP1802T-3302I/OT (voltage regulator)** είναι ένας ρυθμιστής τάσης χαμηλής κατανάλωσης (300mA). Οι τάσεις εισόδου είναι από 2V έως 10V. Η κατανάλωση του στο κύκλωμα είναι μόλις 25μΑ. Χρησιμοποιήθηκε για να σταθεροποιηθεί η τάση από τα 7.2V που είναι η μπαταρία στα 3.3V που είναι η τάση δηλαδή που χρειάζεται ο μικροελεγκτής^[11].

MCP1802T-3302I/OT		
Pin No.	Pin Name	Pin Function
1	Vin	Voltage input
2	GND	Ground
3	SHDN	Shutdown
4	NC	No Connection
5	Vout	Voltage output

Πίνακας 5 Λειτουργία των pins MCP1802T-3302I/OT

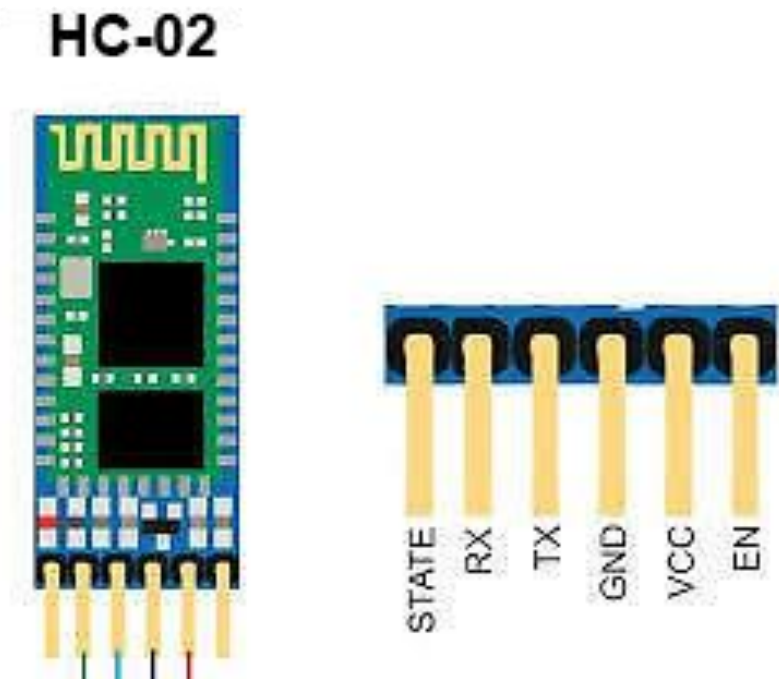
Το **MCP1802T-5002I/OT (voltage regulator)** είναι ένας ρυθμιστής τάσης χαμηλής κατανάλωσης (300mA). Οι τάσεις εισόδου είναι από 2V έως 10V. Η κατανάλωση του στο κύκλωμα είναι μόλις 25μΑ. Επιλέχθηκε για να σταθεροποιήσει την τάση από τα 7.2V που είναι η μπαταρία στα 5V που είναι η τάση δηλαδή που χρειάζεται το chip L298P^[11].

MCP1802T-5002I/OT		
Pin No.	Pin Name	Pin Function
1	Vin	Voltage input

2	GND	Ground
3	SHDN	Shutdown
4	NC	No Connection
5	Vout	Voltage output

Πίνακας 6 Λειτουργία των pins MCP1802T-5002I/OT

Το **Bluetooth module HC-02** επιλέχτηκε για την ασύρματη επικοινωνία που χρειάζεται να υπάρξει ανάμεσα στο τηλεκατευθυνόμενο αυτοκίνητο και το κινητό τηλέφωνο. Είναι σειριακής επικοινωνίας και βασίζεται στην λειτουργική μονάδα Bluetooth V2.0. Η τάση λειτουργίας είναι 3.2V έως 6V. Το baud rate (δηλαδή ο αριθμός των bit που μπορούν να σταλούν η να μεταδοθούν το δευτερόλεπτο) είναι 9600. Διαθέτει ένα led το οποίο είναι με χαμηλό φως όταν δεν υπάρχει ζεύξη και αναβοσβήνει πιο έντονα όταν υπάρχει. Η εμβέλεια επικοινωνίας είναι στα 10m. Στην εικόνα 9 παρουσιάζονται τα pins και η λειτουργία τους αναλυτικότερα στον πίνακα.



Εικόνα 9 Τα pins από το Bluetooth HC-02

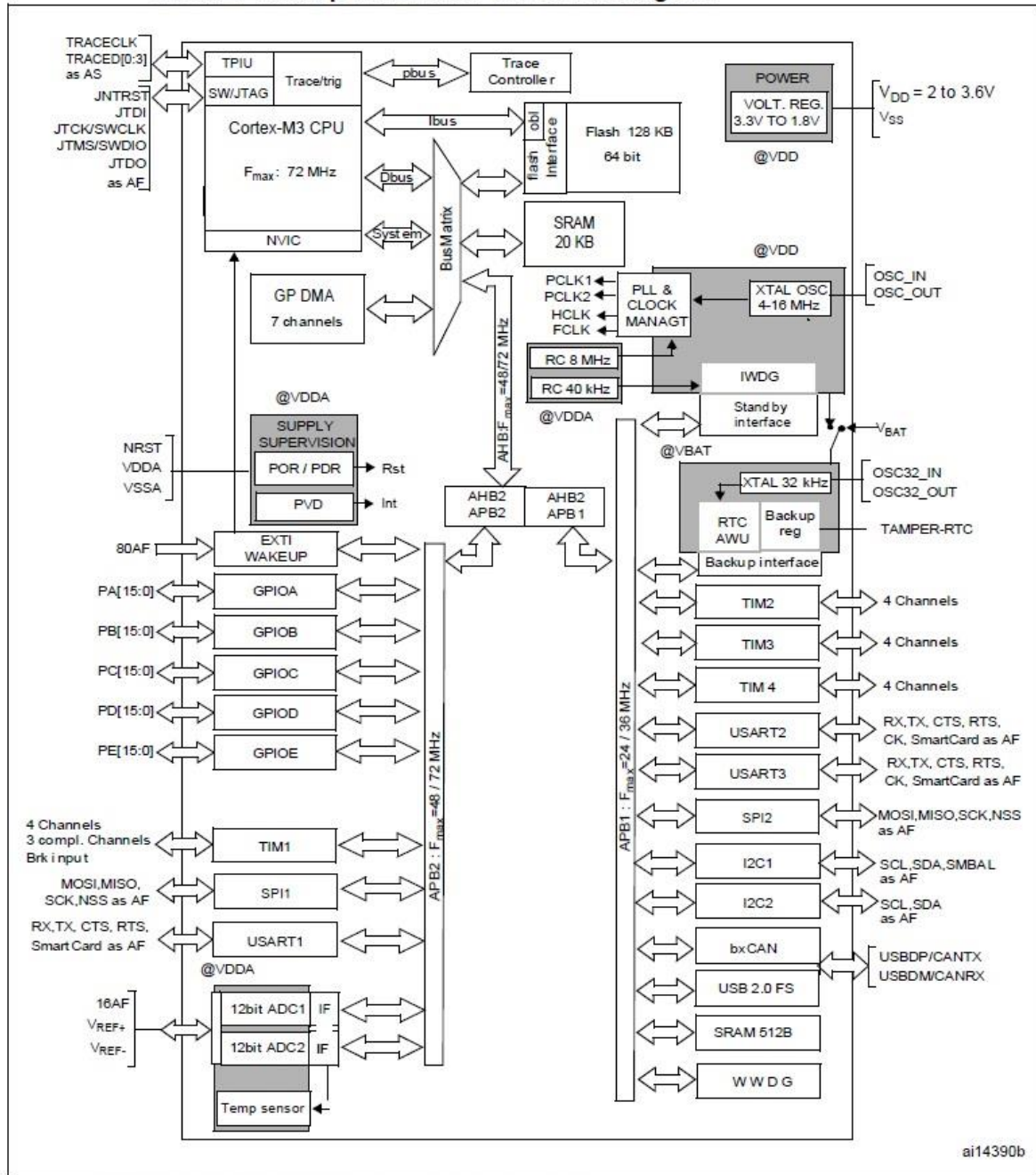
Bluetooth HC-02		
Pin No.	Pin Name	Pin Function
1	STATE	The state pin is connected to on board LED, it can be used as a feedback to check if Bluetooth is working properly.

2	RX	Receive Serial Data. Every serial data given to this pin will be broadcasted via Bluetooth
3	TX	Transmits Serial Data. Everything received via Bluetooth will be given out by this pin as serial data.
4	GND	Ground
5	Vcc	Voltage Supply
6	EN	This pin is used to toggle between Data Mode (set low) and AT command mode (set high).

Πίνακας 7 Λειτουργία των pins Bluetooth HC-02

Ο μικροελεγκτής **STM32F103RBT6** που εφαρμόστηκε στην παρούσα εργασία ανήκει στη σειρά STM32F103xx η οποία αποτελείται από τον πυρήνα ARM CORTEX-M3 32bit RISC με συχνότητα λειτουργίας στα 72MHz, υψηλής ταχύτητας μνήμες Flash (μέχρι 128Kbytes και SRAM μέχρι 20Kbytes) και εκτεταμένη σειρά εισόδων/εξόδων και περιφερειακά συνδεδεμένα με δυο διαύλους APB (advanced peripheral bus). Έχουν δυο ADC 12bit, τρεις χρονιστές γενικής χρήσης 16bit, ένα χρονοδιακόπτη PWM καθώς και προηγμένες διεπαφές επικοινωνίας (έως και δυο I2C και SPI, τρεις USART, μια USB, μια CAN). Στο παραπάνω μπλοκ διάγραμμα φαίνεται η δομή του μικροελεγκτή^{[10][12]}.

STM32F103xx performance line block diagram



1. $T_A = -40\text{ }^\circ\text{C}$ to $+105\text{ }^\circ\text{C}$ (junction temperature up to $125\text{ }^\circ\text{C}$).
2. AF = alternate function on I/O port pin.

Εικόνα 10 Μπλοκ διάγραμμα του μικροελεγκτή της σειράς STM32F103xx

Οι θερμοκρασίες λειτουργίας είναι από $-40\text{ }^\circ\text{C}$ έως $+105\text{ }^\circ\text{C}$, και οι τάσεις από 2V έως 3.6V. Ένα πλήρες σύνολο ρυθμίσεων εξοικονόμησης ενέργειας επιτρέπει τον σχεδιασμό εφαρμογών χαμηλής ισχύος.

Η σειρά STM32F103xx όπου ανήκει και ο μικροελεγκτής που επιλέξαμε περιλαμβάνει πέντε διαφορετικούς τύπους που έχουν από 36 έως και 100 pin. Όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά που αναφέραμε καθιστούν την σειρά STM32F103xx κατάλληλη για χρήση των παρακάτω εφαρμογών:

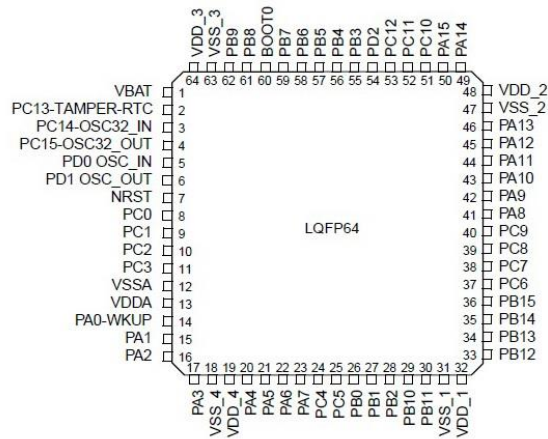
- Οδήγηση μοτέρ και έλεγχο εφαρμογών
- Ιατρικό και φορητό εξοπλισμό

- Παιχνίδια περιφερειακών PC
- GPS
- Βιομηχανικές εφαρμογές PLC
- Μετατροπείς
- Εκτυπωτές και σαρωτές
- Συστήματα συναγερμού

Παρακάτω υπάρχει μια εικόνα όπου απεικονίζεται η όψη του μικροελεγκτή με τα pin. Επίσης δίνονται και δυο πίνακες που δείχνουν ο ένας τα χαρακτηριστικά που διαθέτει ο μικροελεγκτής που χρησιμοποιήθηκε (Πίνακας 8) και ο άλλος τα pin και την λειτουργία τους (Πίνακας 9 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)^[10].

Περιφερειακά		STM32F103Rx		
FLASH - Kbytes		32	64	128
SRAM - Kbytes		10	20	
Timers	Γενικού σκοπού	2	3	
	Προηγμένου συστήματος ελέγχου	1		
Δίαυλοι επικοινωνίας	SPI	1	2	
	I2C	1	2	
	USCART	2	3	
	USB	1	1	
	CAN	1	1	
GPIOs		51		
Αριθμός καναλιών 12bit ADC		2 X 16 κανάλια		
Συχνότητα επεξεργαστή		72MHz		
Τάσεις λειτουργίας		2V έως 3.6 V		
Θερμοκρασίες λειτουργίας		-40 έως +85 °C / -40 έως +105 °C		
Πακέτα		LQFP64		

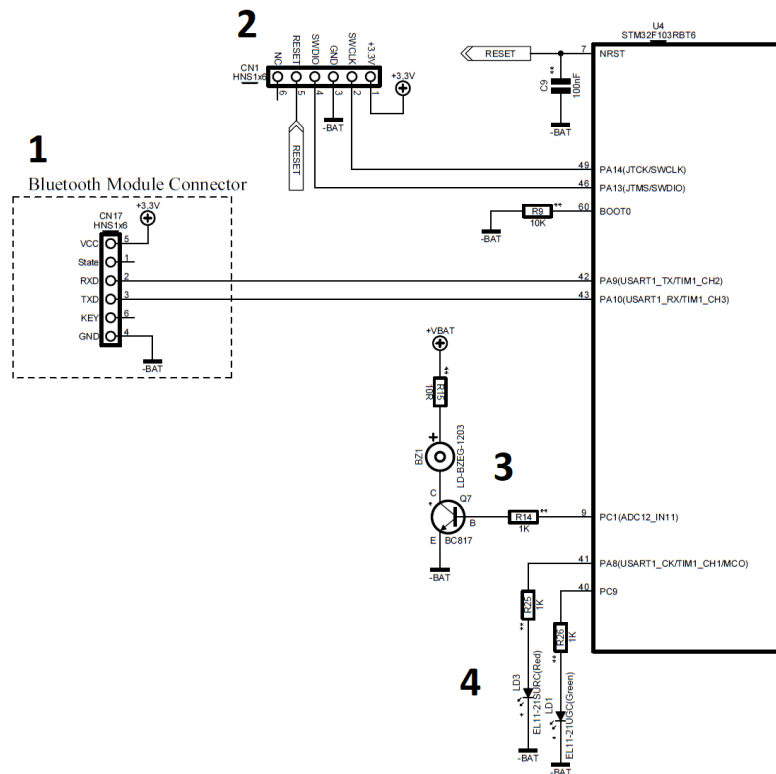
Πίνακας 8 Χαρακτηριστικά μικροελεγκτή STM32F103Rx



Εικόνα 11 STM32F103Rx pins

2.3. Συνδεσμολογία

Σε αυτό το κομμάτι θα δειχτεί και θα εξηγηθεί λεπτομερώς η συνδεσμολογία μεταξύ των υλικών που επιλέχτηκαν και αναλύθηκαν παραπάνω. Η συνδεσμολογία πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια των φύλλων δεδομένων (datasheet) του κάθε ολοκληρωμένου. Παρακάτω εμφανίζεται ο μικροελεγκτής STM32F103RBT6 με κάποια από τα περιφερειακά κομμάτια του κυκλώματος. Από αυτόν βγαίνουν όλες οι λειτουργίες του κυκλώματος και καταλήγουν στα επιμέρους κυκλώματα του συστήματος. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το κύκλωμα και οι συνδέσεις που έγιναν.



Εικόνα 12 Κυκλωματικό σχέδιο σύνδεσης Bluetooth

Πιο αναλυτικά στην παραπάνω εικόνα στο σημείο 1 συνδέεται το Bluetooth HC-02 module. Από τα pin 42 (PA9_USART1_TX) και 43 (PA10_USART1_RX) του μικροελεγκτή συνδέονται τα pin 2 (RXD) και pin 3 (TXD) αντίστοιχα του Bluetooth module. Τα pin 42, 43 του μικροελεγκτή και 2, 3 του Bluetooth έχουν να κάνουν με την επικοινωνία (μεταφορά δεδομένων). Το ένα είναι το RXD/RX (Receive Serial Data) όπου αφορά όλα τα σειριακά δεδομένα που φτάνουν σε αυτό το σημείο και θα λαμβάνονται και το TXD/TX (Transmits Serial Data) όπου όλα τα σειριακά δεδομένα που φτάνουν σε αυτό το σημείο και αποστέλλονται. Παρατηρείται ότι η σύνδεση σε αυτά γίνεται χιαστή. Δηλαδή το pin 42 (TX) του μικροελεγκτή συνδέθηκε στο pin 2 (RXD) του Bluetooth και το pin 43 (RX) του μικροελεγκτή με το pin 3 (TXD) του Bluetooth αντίστοιχα. Αυτό γίνεται γιατί όταν έρχεται μήνυμα στο Bluetooth μια εντολή θέλουμε να στέλνεται στο μικροελεγκτή να την εκτελεί κι όταν θα έρθει μια πληροφορία από τον μικροελεγκτή να την στείλει το Bluetooth αντίστοιχα. Το pin 1 και pin 4 είναι η τάση τροφοδοσίας του module που είναι 3.3V και η γείωση αντίστοιχα.

Στο σημείο 2 είναι η φύσα που συνδέεται για να επιτευχθεί ο προγραμματισμός του μικροελεγκτή. Σύμφωνα με τα datasheet του μικροελεγκτή, αντιστοιχίστηκαν τα pin 4 με 46 (JTMS/SWDIO) , τα pin 2 με 49 (JTCK/SWCLK) , τα pin 5 με 7 (NRST), τα οποία είναι υπεύθυνα για την επικοινωνία και για να κάνουμε reset και τέλος το pin 1 που είναι η τροφοδοσία στα 3.3V και το pin 3 που είναι η γείωση.

Στο σημείο 3 είναι ένα κύκλωμα για το buzzer. Στο pin 9 φτάνει ένα σήμα στο κύκλωμα του buzzer όταν δοθεί εντολή από το χρήστη. Το σήμα αυτό είναι μια τάση. Το τρανζίστορ όταν δεν έχει εμφανιστεί τάση στο pin 9 τότε έχουμε $V_b = V_e$ οπότε είναι σαν ανοιχτός διακόπτης γιατί έχει μηδενική τάση στην βάση. Όταν όμως δοθεί εντολή και φτάσει τάση τότε $V_b > V_e$ επειδή ο εκπομπός είναι στη γείωση, οπότε εφόσον στη βάση εφαρμόζεται μεγαλύτερη τάση από τον εκπομπό λειτουργεί το τρανζίστορ σαν κλειστός διακόπτης και ενεργοποιείται το buzzer.

Στο σημείο 4 είναι τα ενδεικτικά led που μας δείχνουν ότι υπάρχει επικοινωνία με τον μικροελεγκτή όταν αυτός συνδεθεί στον υπολογιστή για να προγραμματιστεί και έχουν συνδεθεί στα pin 41 και 42 με μια αντίσταση για την προστασία των led.

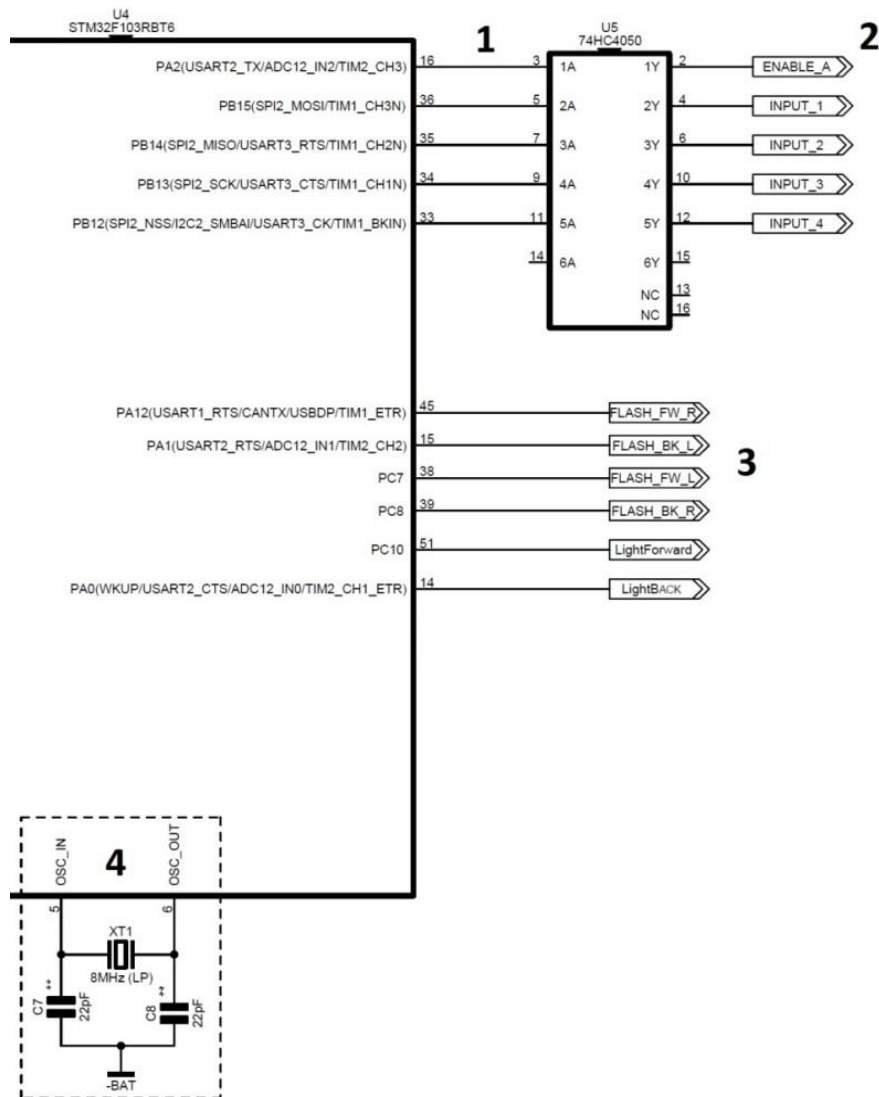
Επίσης έχει μπει μια αντίσταση (pull down) στην γείωση στο 60 (BOOT 0). Αυτό έγινε για να διαβάσει η CPU κάθε φορά που ενεργοποιείται από τη μνήμη Flash το πρόγραμμα και να μην μπαίνει στην RAM.

Στην εικόνα 13 μεταφερόμαστε στη συνέχεια της συνδεσμολογίας από την άλλη πλευρά του μικροελεγκτή. Από εδώ συνδέονται όλα τα υπόλοιπα μέρη του συστήματος.

Στο σημείο 1 συνδέονται οι έξοδοι του μικροελεγκτή τα pin 16 (ENABLE_A), 36 (INPUT_1), 35 (INPUT_2), 34 (INPUT_3), 33 (INPUT_4) στις εισόδους του chip 74HC4050. Οι έξοδοι του μικροελεγκτή και παράλληλα είσοδοι του 74HC4050 είναι τα σήματα που αφορούν την κίνηση του οχήματος καθώς και τους παλμούς PWM που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των κινητήρων. Η δουλειά του 74HC4050 στο κύκλωμα είναι να παίρνει τα σήματα στα 3.3V που έρχονται από τον μικροελεγκτή και να τα βγάζει στην έξοδο του στα 5V διότι τόσο χρειάζεται να είναι τα σήματα στην είσοδο του L298P.

Στο σημείο 2 εν ολίγοις είναι τα σήματα του μικροελεγκτή με αυξημένη τάση για να μπορέσει να οδηγηθεί στην συνέχεια το κύκλωμα οδήγησης κινητήρων (motor driver) που απαιτεί μεγαλύτερη τάση στα σήματα εισόδου του.

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



Εικόνα 13 Κυκλωματικό σχέδιο σύνδεσης του 74HC4050, των φώτων και του κρυστάλλου

Στο σημείο 3 είναι οι έξοδοι που οδηγούν στα κυκλώματα των φώτων (φλας, φώτα πορείας και φώτα οπισθεν) που χρησιμοποιήθηκαν των οποίων τα κυκλώματα παρατίθενται και θα εξηγηθούν παρακάτω πιο αναλυτικά.

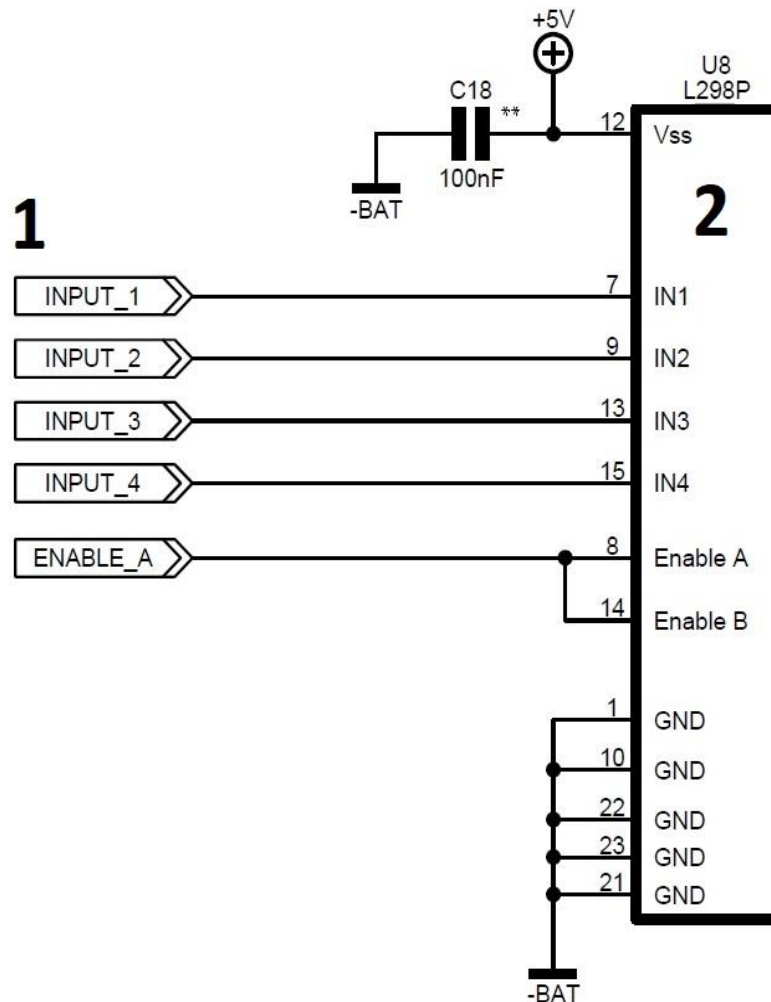
Τέλος στο σημείο 4 είναι το κύκλωμα του κρυστάλλου στα 8MHz όπως δίνεται από τα datasheet και χρειάζεται για να συγχρονιστεί ο μικροελεγκτής.

Έπειτα παρατίθεται η συνέχεια της συνδεσμολογίας που αφορά τον έλεγχο των κινητήρων που είναι υπεύθυνο τόσο για την κίνηση όσο και για την διεύθυνση που θα παίρνει το τηλεκατευθυνόμενο μας.

Εμβαθύνοντας στο σημείο 1 της εικόνας 14 εμφανίζονται οι έξοδοι από το 74HC4050 που καταλήγουν στις εισόδους του L298P. Η σύνδεση έγινε με βάση τα datasheet. Από το INPUT_1 έως το INPUT_4 είναι οι εισόδους που αφορούν τους κινητήρες. Πιο συγκεκριμένα το L298P μπορεί να διαχειριστεί 2 κινητήρες. Τα pin 7 (INPUT_1) και 9 (INPUT_2) αφορούν την κίνηση για τον έναν κινητήρα και τα pin 13 (INPUT_3) και 15 (INPUT_4) αφορούν την κίνηση για τον δεύτερο κινητήρα. Το pin 8 (ENABLE_A) αφορά τους παλμούς PWM που χρησιμοποιήθηκαν να οδηγηθούν οι κινητήρες και μέσω του προγραμματισμού να φτιάξουμε 3 επιλογές ταχυτήτων. Στο 100% έχουμε την γρήγορη

κίνηση. Αλλάζοντας το duty cycle στο 75% μειώνεται και η τάση και έχουμε μια μεσαία ταχύτητα και πηγαίνοντας ακόμα πιο χαμηλά το duty cycle στο 50% δημιουργείτε μια πιο αργή κίνηση των τροχών πέφτοντας στην ουσία η τάση στο μισό.

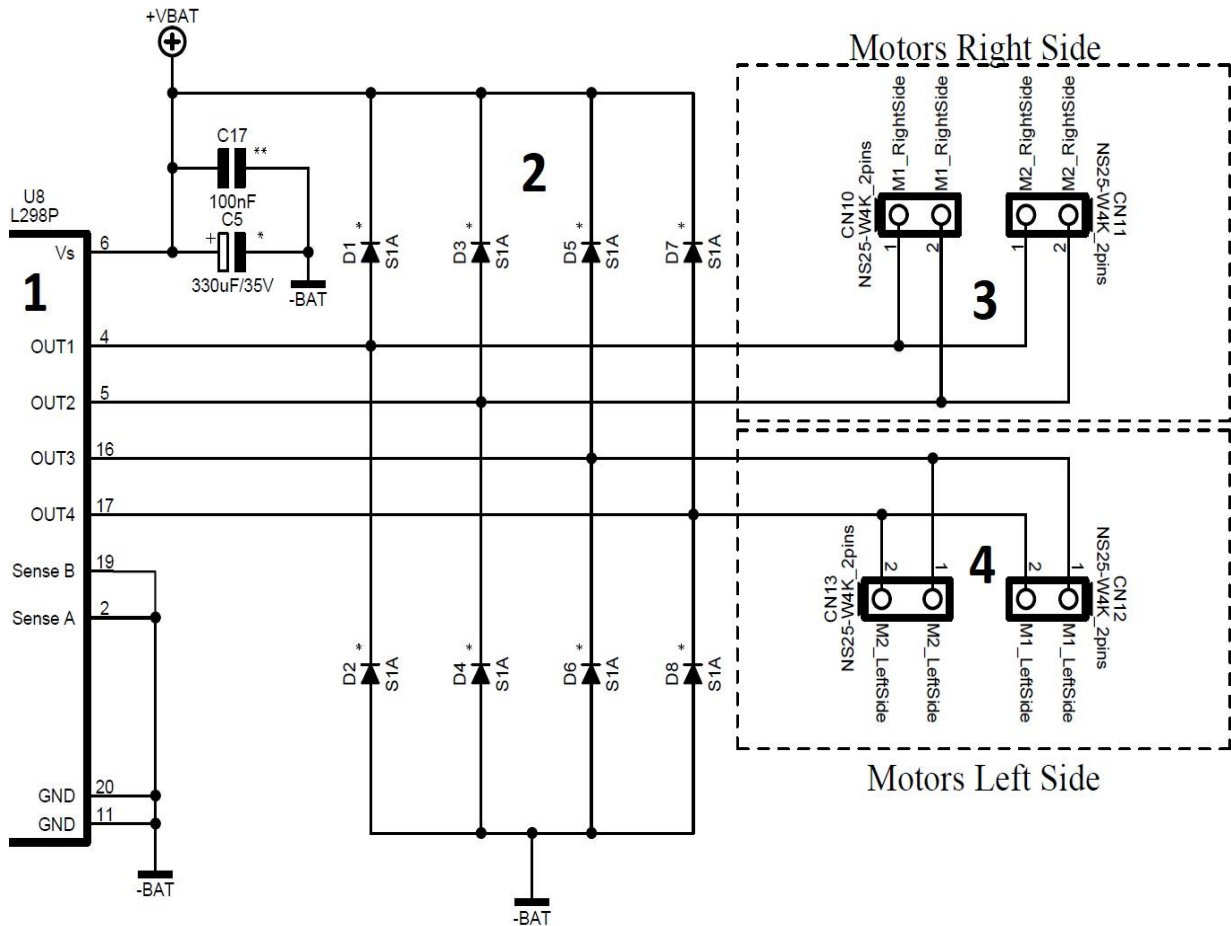
Στο υπόλοιπο κύκλωμα διακρίνεται το pin 12 στο οποίο εφαρμόζεται η τάση τροφοδοσίας που χρησιμοποιείται για το L298P που είναι στα 5V καθώς και τα pin 1, 10, 21, 22, 23 τα οποία πρέπει να είναι στη γείωση σύμφωνα με τα datasheet του κατασκευαστή.



Εικόνα 14 Κυκλωματικό σχέδιο σύνδεσης 74HC4050 με L298P

Στο σημείο 1 της εικόνας 15 φαίνονται οι έξοδοι από το L298P. Εδώ εμφανίζονται στα pin 4 (OUT_1) και 5 (OUT_2) και στα pin 16 (OUT_3) και 17 (OUT_4) οι δυο έξοδοι από τα σήματα κίνησης που είναι έτοιμα να οδηγήσουν τους κινητήρες.

Στο σημείο 2 οι έξοδοι περνάνε από ένα σύνολο διόδων που ως σκοπό έχουν να προστατέψουν το κύκλωμα. Το σύστημα αυτό των διόδων είναι γνωστό ως flywheel και χρησιμοποιούνται 8 διόδοι (4 για κάθε μια από τις 2 εξόδους κινητήρων) schottky (S1A) για την κατασκευή του. Ο ρόλος του είναι να προστατέψει το chip L298P από τυχόν ανάστροφο στιγμιαίο ρεύμα το οποίο δημιουργείται πολλές φορές από τα πηνία που υπάρχουν στους κινητήρες.



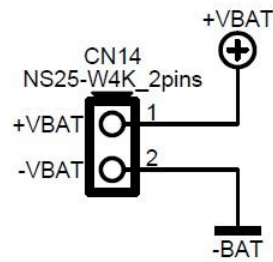
Εικόνα 15 Κυκλωματικό σχέδιο σύνδεσης L298P με κινητήρες

Τέλος στα σημεία 3 και 4 εφαρμόζονται είναι οι 4 κινητήρες. Επειδή το L298P μπορεί να οδηγήσει μόνο δυο κινητήρες (δηλαδή έχει 2 εξόδους) όπως έχει αναφερθεί ήδη παραλληλίστηκαν οι δυο κινητήρες από τη δεξιά μεριά και οι δυο από την αριστερή μεριά του οχήματος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα όταν επιλεχτεί κίνηση του οχήματος εμπρός ή πίσω κινούνται και οι τέσσερις τροχοί εμπρός ή πίσω αντίστοιχα και όταν δοθεί εντολή να στρίψει δεξιά ή αριστερά αντίστοιχα κινούνται μόνο οι δεξιοί ή οι αριστεροί τροχοί μόνο.

Τα pin 19 (SENSE A) και 1 (SENSE B) είναι για προστασία και σε περίπτωση που περάσει μεγάλο ρεύμα σταματά την λειτουργία. Σύμφωνα με τον κατασκευαστή των datasheet μπήκαν στην γείωση μαζί με τα pin 20 και 11.

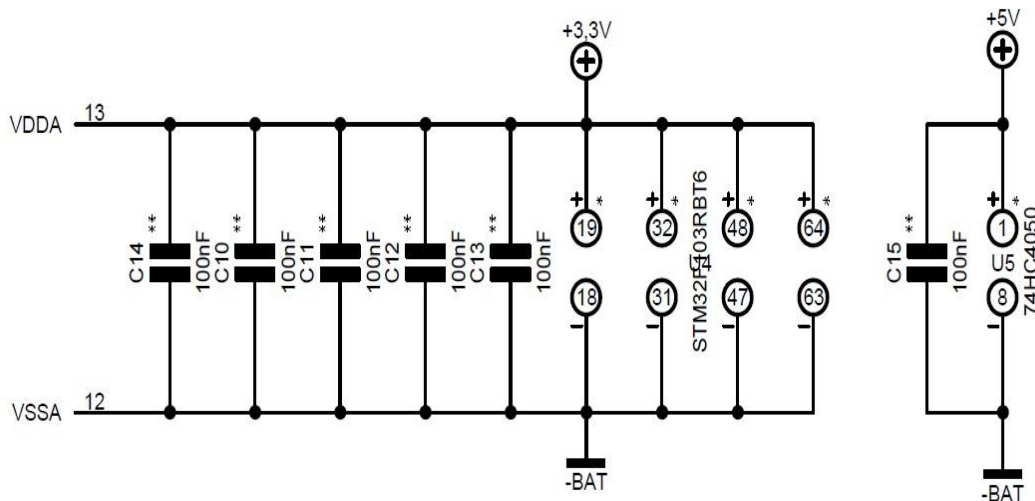
Στην παρούσα κατασκευή υπάρχουν (φαίνεται και από τα σχήματα έως τώρα) διάφορες τιμές τάσης για την λειτουργία των κυκλωμάτων και των chip που χρησιμοποιήθηκαν. Στην εικόνα 16 εμφανίζεται η φύσα που χρησιμοποιείται για την εφαρμογή της μπαταρίας η οποία δίνει την βασική τάση που είναι στα 7.2V και με την κατάλληλη επεξεργασία και την χρήση κυκλωμάτων την αλλάζουμε για να μπορέσουμε να την φέρουμε στην τιμή που επιθυμούμε ανάλογα με τις ανάγκες μας.

Battery Connector



Εικόνα 16 Σχέδιο βύσματος μπαταρίας

Στην εικόνα 17 φαίνονται τα pin 18, 19, 31, 32, 47, 48, 63, 64 του μικροελεγκτή και τα pin 1 και 8 του 74HC4050 τα οποία είναι τα σημεία τροφοδοσίας που χρειάζονται τα chip για να λειτουργήσουν σύμφωνα με τα datasheet του εκάστοτε κατασκευαστή.

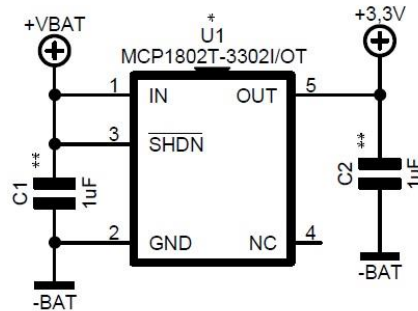


Εικόνα 17 Σχέδιο τάσεων του μικροελεγκτή και του 74HC4050

Όπως έχει ήδη αναφερθεί πιο πάνω, η συγκεκριμένη κατασκευή χρειάζεται διαφορετικές τιμές τάσεων σε πολλά σημεία για να λειτουργήσουν τα κυκλώματα και τα chip. Συγκεκριμένα η τάση της μπαταρίας βρίσκεται στα 7.2V ενώ η κατασκευή απαιτεί επίσης τάσεις των 3V και των 5V σε κάποια σημεία, όπως για παράδειγμα ο μικροελεγκτής χρειάζεται τάση 3.3V ενώ το 74HC4050 και το L298P 5V.

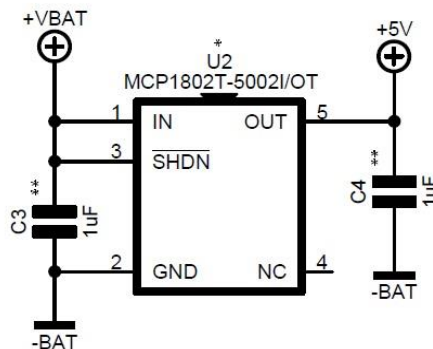
Για να καταπολεμηθεί αυτό το πρόβλημα επιλεχτήκαν το MCP1802T-3302I/OT (Εικόνα 18) και MCP1802T-5002I/OT (Εικόνα 19) αντίστοιχα για να ρίξουν και να σταθεροποιήσουν την στάθμη στα επιθυμητά επίπεδα. Τα παρακάτω κυκλώματα κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τα datasheet.

Power Supply 3.3V



Εικόνα 18 Κύκλωμα πτώσης τάσης στα 3.3V

Power Supply 5V

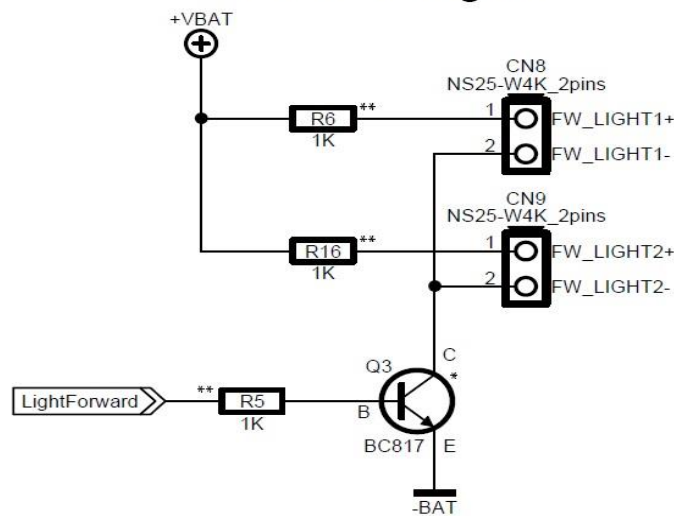


Εικόνα 19 Κύκλωμα πτώσης τάσης στα 5V

Τέλος δίνονται και αναλύονται τα τελευταία κυκλώματα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία και αφορούν τα φώτα. Τα φώτα που χρησιμοποιήθηκαν είναι δυο led στο μπροστά μέρος του οχήματος που αποτελούν τα φώτα πορείας, δυο led στο πίσω μέρος του οχήματος που είναι τα φώτα όπισθεν του οχήματος, δυο led που εφαρμόστηκαν ένα στο μπροστά δεξιά μέρος και ένα στο πίσω δεξιά μέρος του οχήματος για να χρησιμοποιηθούν ως ένδειξη φλας για αλλαγή πορείας προς τα δεξιά και δυο led αντίστοιχα το ένα στο αριστερό μπροστινό μέρος και το άλλο στο αριστερό πίσω άκρο του οχήματος ως ένδειξη φλας για αλλαγή πορείας του αυτοκινήτου προς τα αριστερά.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το κύκλωμα που επιλέχτηκε για τα φώτα πορείας. Υπάρχουν δυο φύσες (έξοδοι) επειδή είναι δυο led που χρησιμοποιήθηκαν. Η λειτουργία του κυκλώματος των φώτων πορείας είναι η έξης. Στο pin 51 φτάνει ένα σήμα στο κύκλωμα των φώτων πορείας όταν δοθεί εντολή από το χρήστη. Το σήμα αυτό είναι μια τάση. Το τρανζίστορ όταν δεν έχει εμφανιστεί τάση στο pin 51 τότε έχουμε $V_b = V_e$ οπότε είναι σαν ανοιχτός διακόπτης γιατί έχει μηδενική τάση στην βάση. Όταν όμως δοθεί εντολή και φτάσει τάση τότε $V_b > V_e$ επειδή ο εκπομπός είναι στη γείωση, οπότε εφόσον στην βάση εφαρμόζεται μεγαλύτερη τάση από τον εκπομπό λειτουργεί το τρανζίστορ σαν κλειστός διακόπτης και ενεργοποιείται το άναμμα των led. Τα φώτα σε αυτήν την περίπτωση όταν δοθεί εντολή ανάβουν και μένουν ανοιχτά μέχρι να δοθεί εντολή να σβήσουν.

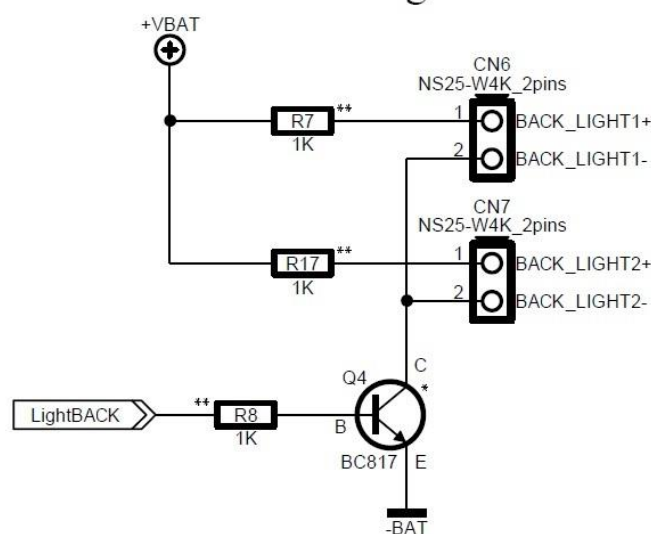
Forward Lights



Εικόνα 20 Κύκλωμα φώτων πορείας

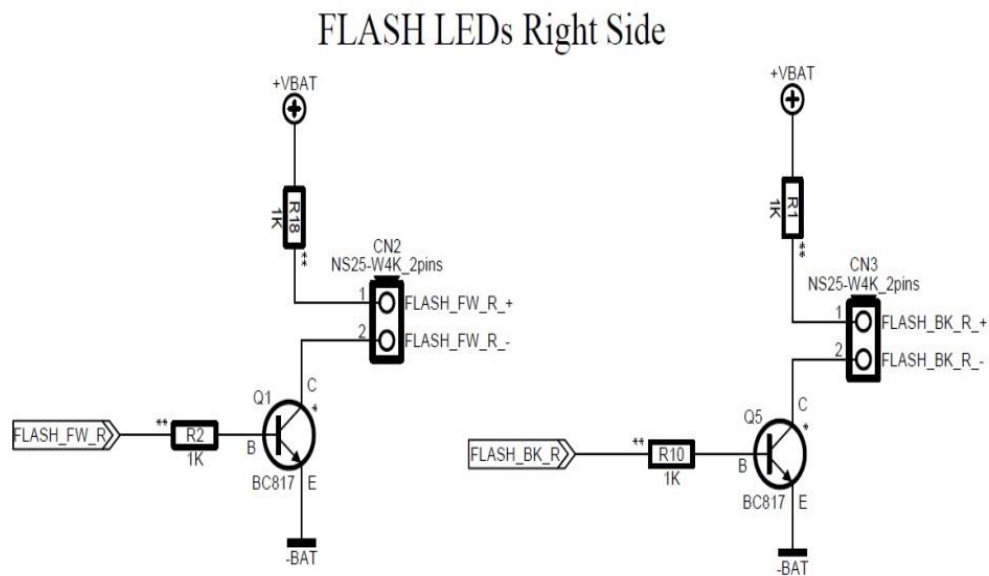
Στην εικόνα 21 φαίνεται το κύκλωμα που επιλέχτηκε για τα φώτα όπισθεν. Υπάρχουν κι εδώ δυο φύσες (έξοδοι) επειδή τα led που χρησιμοποιήθηκαν είναι δυο. Η λειτουργία του κυκλώματος των φώτων όπισθεν έχει ως εξής. Στο pin 14 φτάνει ένα σήμα στο κύκλωμα των φώτων όπισθεν όταν δοθεί εντολή από το χρήστη να κινηθεί το όχημα προς τα πίσω. Το σήμα αυτό είναι μια τάση. Το τρανζίστορ όταν δεν έχει εμφανιστεί τάση στο pin 14 τότε έχουμε $V_b = V_e$ όποτε είναι σαν ανοικτός διακόπτης γιατί έχει μηδενική τάση στην βάση. Όταν όμως δοθεί εντολή και φτάσει τάση τότε $V_b > V_e$ επειδή ο εκπομπός είναι στη γείωση, όποτε εφόσον στην βάση εφαρμόζεται μεγαλύτερη τάση από τον εκπομπό λειτουργεί το τρανζίστορ σαν κλειστός διακόπτης και ενεργοποιείται το άναμμα των led. Τα φώτα σε αυτήν την περίπτωση ανάβουν μόνο όταν δοθεί εντολή να κινηθεί το όχημα πίσω.

Back Lights



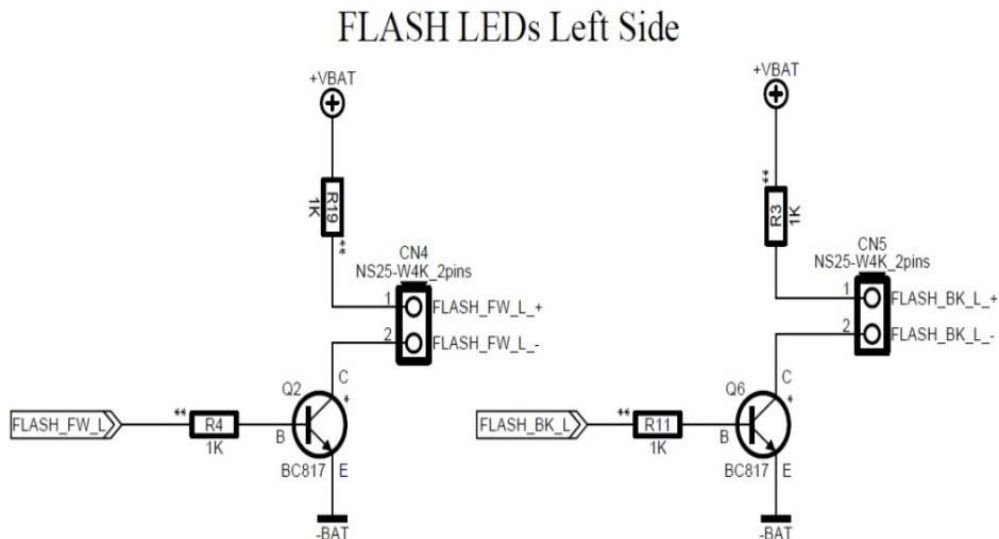
Εικόνα 21 Κύκλωμα φώτων όπισθεν

Με την ίδια λογική φτιαχτήκαν και τα φλας. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το κύκλωμα που επιλέχτηκε για την ένδειξη αλλαγής πορείας προς τα δεξιά. Υπάρχουν δυο φύσες (έξοδοι) και σε αυτήν την περίπτωση επειδή χρησιμοποιήθηκαν δυο led. Η λειτουργία του κυκλώματος των φώτων φλας είναι η παρακάτω. Στο pin 45 και 39 φτάνει ένα σήμα στο κύκλωμα των φώτων δεξιού φλας όταν δοθεί εντολή από το χρήστη. Το σήμα αυτό είναι μια τάση. Το τρανζίστορ όταν δεν έχει εμφανιστεί τάση στα pin 45 και 39 τότε έχουμε $V_b=V_e$ οπότε είναι σαν ανοιχτός διακόπτης γιατί έχει μηδενική τάση στην βάση. Όταν όμως δοθεί εντολή και φτάσει τάση τότε $V_b>V_e$ επειδή ο εκπομπός είναι στη γείωση, οπότε εφόσον στην βάση εφαρμόζεται μεγαλύτερη τάση από τον εκπομπό λειτουργεί το τρανζίστορ σαν κλειστός διακόπτης και ενεργοποιείται το άναμμα των led. Τα φώτα σε αυτήν την περίπτωση όταν δοθεί εντολή ανάβουν και μένουν ανοιχτά μέχρι να δοθεί εντολή να σβήσουν ή μέχρι να επιλεχτεί το άλλο φλας. Σε κάθε περίπτωση για να σταματήσει εντελώς η λειτουργία των φλας πρέπει να δοθεί εντολή.



Εικόνα 22 Κύκλωμα δεξιών φλας

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το κύκλωμα που επιλέχτηκε για την ένδειξη αλλαγής πορείας προς τα αριστερά. Οι φύσες (έξοδοι) είναι δυο επειδή είναι δυο και τα led που χρησιμοποιήθηκαν. Η λειτουργία του κυκλώματος των φώτων φλας είναι η έξης. Στο pin 15 και 38 φτάνει ένα σήμα στο κύκλωμα των φώτων αριστερού φλας όταν δοθεί εντολή από το χρήστη. Το σήμα αυτό είναι μια τάση. Το τρανζίστορ όταν δεν έχει εμφανιστεί τάση στα pin 15 και 38 τότε έχουμε $V_b=V_e$ οπότε είναι σαν ανοιχτός διακόπτης γιατί έχει μηδενική τάση στην βάση. Όταν όμως δοθεί εντολή και φτάσει τάση τότε $V_b>V_e$ επειδή ο εκπομπός είναι στη γείωση, οπότε εφόσον στην βάση εφαρμόζεται μεγαλύτερη τάση από τον εκπομπό λειτουργεί το τρανζίστορ σαν κλειστός διακόπτης και ενεργοποιείται το άναμμα των led. Τα φώτα σε αυτήν την περίπτωση όταν δοθεί εντολή ανάβουν και μένουν ανοιχτά μέχρι να δοθεί εντολή να σβήσουν ή μέχρι να επιλεχτεί το άλλο φλας. Σε κάθε περίπτωση για να σταματήσει εντελώς η λειτουργία των φλας πρέπει να δοθεί εντολή.

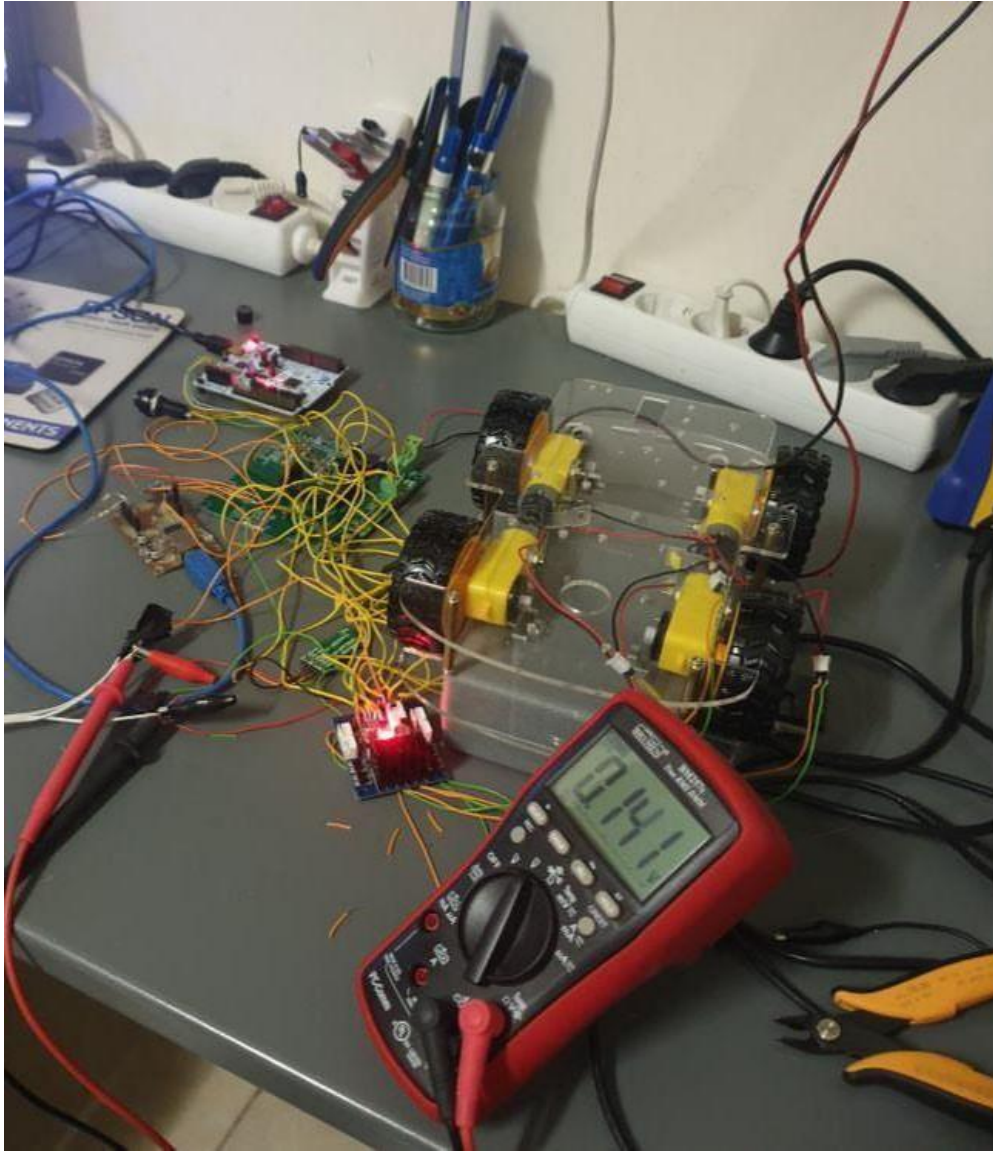


Εικόνα 23 Κύκλωμα αριστερών φλας

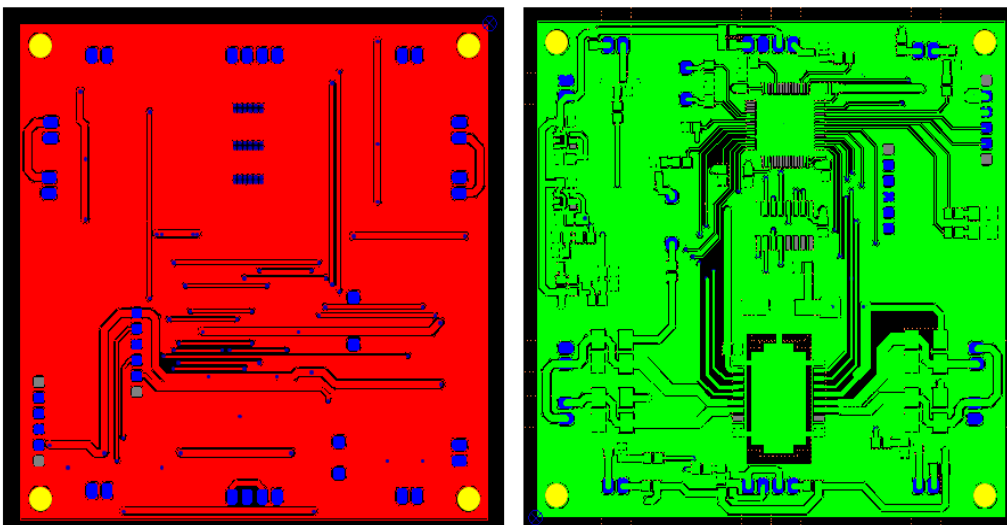
2.4. Σχεδιασμός πλακέτας

Ο σχεδιασμός της πλακέτας έγινε με την βοήθεια του προγράμματος Pulsonix. Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε αυτό το πρόγραμμα είναι λόγω της ήδη υπάρχουσας επαφής με αυτό κατά την εκπόνηση της πρακτικής άσκησης. Η πλακέτα είναι 2 layer με όλα τα υλικά επάνω να είναι SMD για εξοικονόμηση χώρου και για να είναι πιο κοντά στα σύγχρονα συστήματα ηλεκτρονικών που χρησιμοποιούνται στις μέρες μας. Με την ολοκλήρωση της σχεδίασης δημιουργήθηκε ένα αρχείο Gerber το οποίο στάλθηκε στην εταιρία micron20 για να κατασκευαστεί η πλακέτα. Η εταιρία αυτή έγινε γνωστή κατά την διάρκεια της πρακτικής άσκησης καθώς με εκείνη υπήρχε συνεργασία. Η παραγγελία έγινε μέσω της ιστοσελίδας της η οποία είναι η www.micron20.com. Η εύρεση των υλικών έγινε από το ίντερνετ, από κάποια καταστήματα ηλεκτρονικών ειδών και από τις κατασκευάστριες εταιρίες. Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 24) φαίνονται οι δοκιμές που έγιναν πριν κατασκευαστεί η πλακέτα.

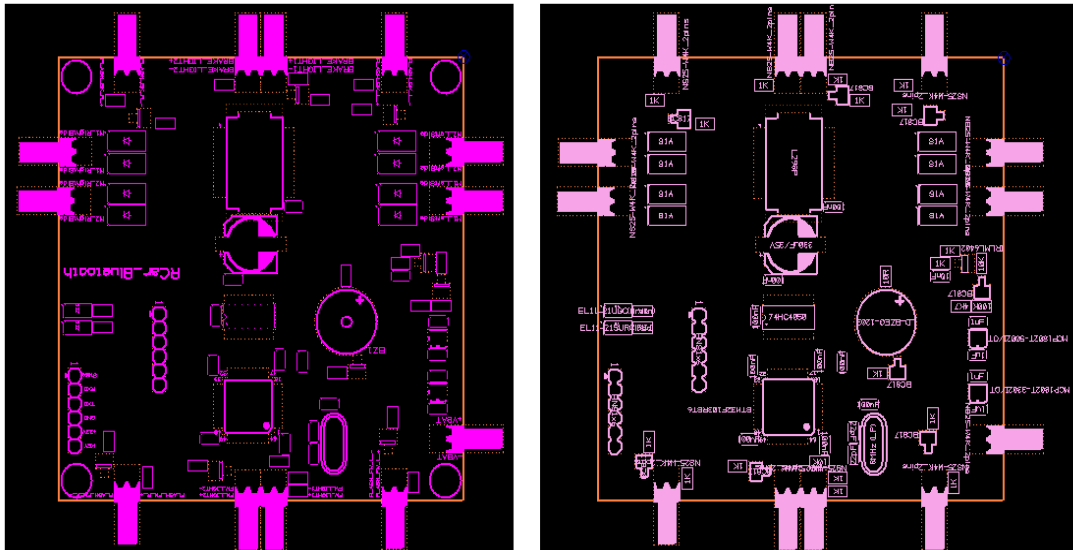
Η πλακέτα που σχεδιάστηκε είναι όπως προαναφέρθηκε 2 layer. Όλα τα υλικά πάνω είναι smd (πυκνωτές και αντιστάσεις) και το μέγεθος τους είναι 0805. Οι τρύπες που ενώνουν το πάνω με το κάτω layer γνωστές και ως νία είναι στα 0,4mm. Επίσης υπάρχει μια νία κάτω από το motor driver L298P για να ψύχεται σωστά. Οι αγωγοί στους κινητήρες έγιναν μεγαλύτεροι λόγω της μεγαλύτερης ισχύος που χρειάζονται σε σχέση με τους αγωγούς σημάτων που είναι μικρότεροι γιατί δεν απαιτούν μεγάλη ισχύ. Επιπλέον οι αγωγοί δεν εμφανίζουν γωνίες στην σχεδίαση διότι σε αυτές μαζεύονται πολλά ηλεκτρόνια με αποτέλεσμα να δημιουργούν κεραίες και να έχουμε παράσιτα. Τέλος επίσης σημαντικός παράγοντας που λήφθηκε υπόψη είναι οι αποστάσεις στην πλακέτα για να αποφεύγονται τυχών παράσιτα. Στις παρακάτω εικόνες (Εικόνα 25, Εικόνα 26) φαίνεται η σχεδίαση της πλακέτας από το πρόγραμμα.



Εικόνα 24 Δοκιμές λειτουργίας πριν την κατασκευή πλακέτας

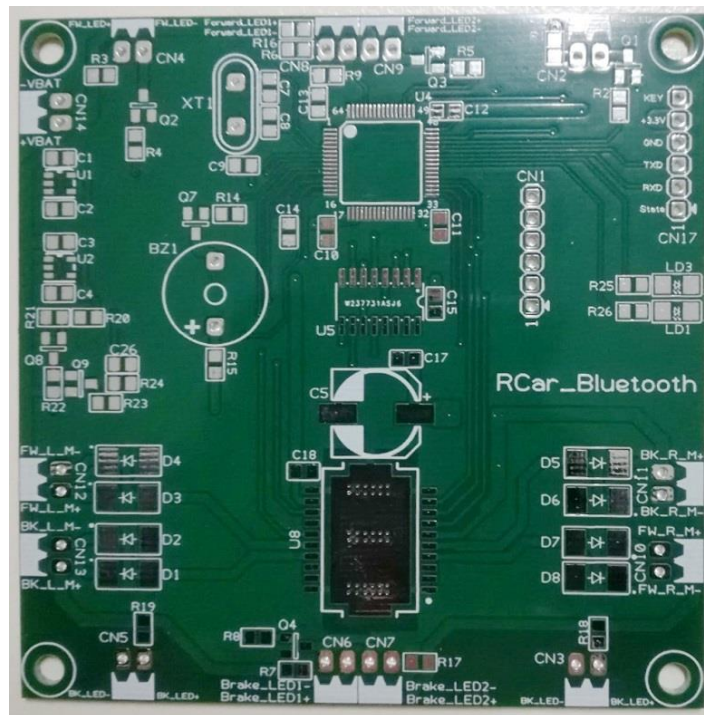


Εικόνα 25 Σχεδίαση αγωγών κάτω και πάνω όψη



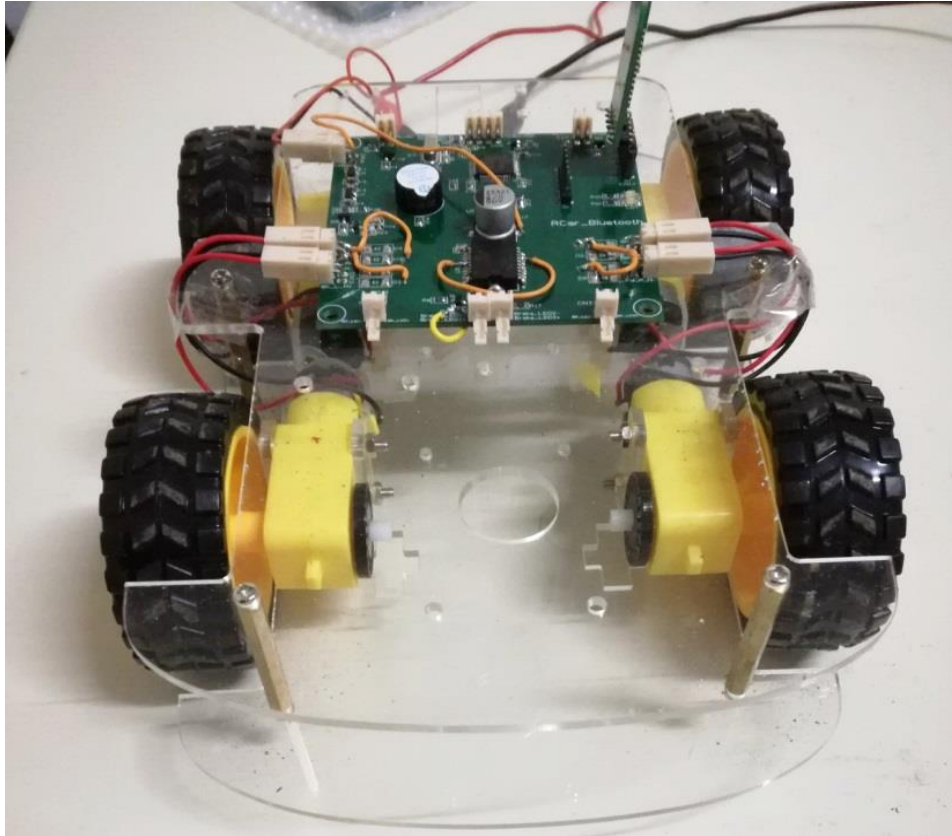
Εικόνα 26 Διάταξη υλικών στην κάτω και την πάνω όψη

Η κατασκευή της τελικής πλακέτας που δημιουργήθηκε με τα σχέδια που στάλθηκαν στην κατασκευάστρια εταιρία έχει την μορφή της παρακάτω εικόνας. Είναι σαφές ότι είναι πιο μικρή σε έκταση και πιο σύγχρονη κατασκευή σε σχέση με μια κοινή κατασκευή.



Εικόνα 27 Η τελική μορφή της πλακέτας

Τέλος εμφανίζεται η τελική κατασκευή αποτυπωμένη πάνω στο σασί που επιλέχτηκε και είναι έτοιμη για προγραμματισμό και έπειτα να τεθεί σε λειτουργία.



Εικόνα 28 Η τελική πλακέτα τοποθετημένη στο όχημα

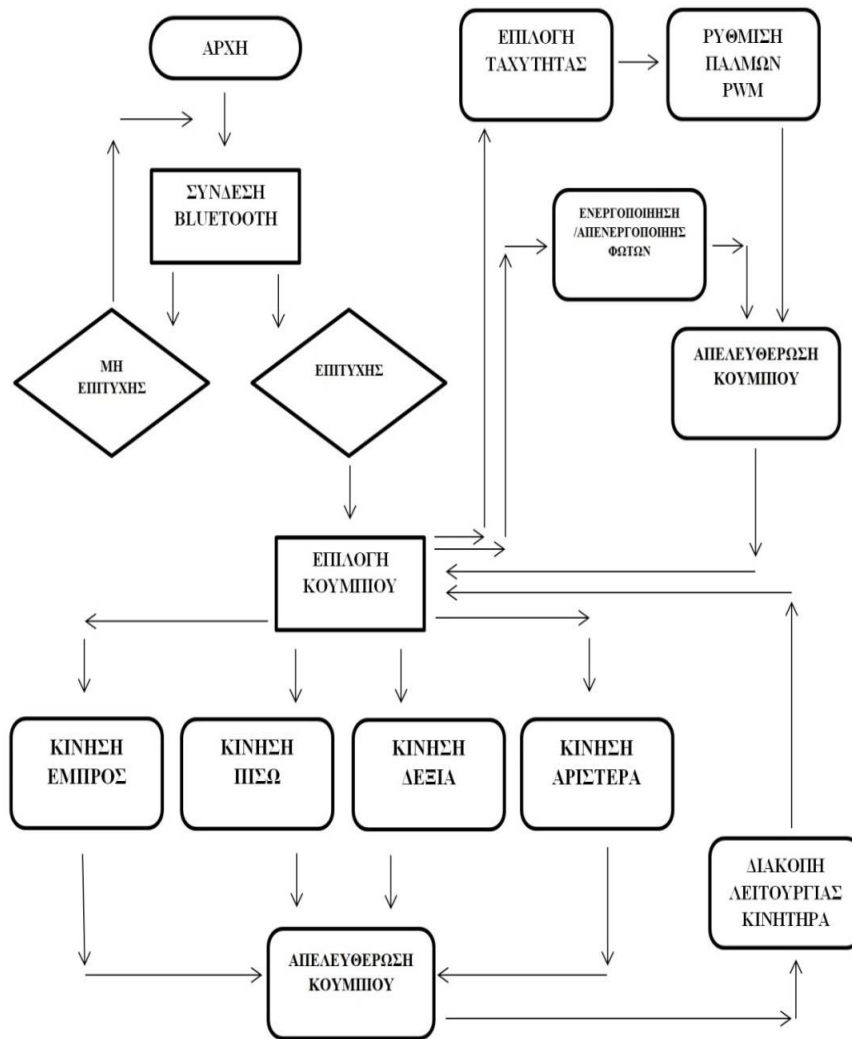
2.5. Προγραμματισμός

Σε αυτή τη φάση προγραμματίζεται ο μικροελεγκτής ώστε να μπορεί να εκτελέσει τις εκάστοτε ενέργειες που θα του δώσει ο χρήστης. Στο παρακάτω διάγραμμα ροής (Εικόνα 29) απεικονίζεται και αναλύεται η διαδικασία που ακολουθεί ο κώδικας για την λειτουργία του οχήματος.

Όπως φαίνεται στην αρχή γίνεται σύνδεση του κινητού και του οχήματος ώστε να υπάρξει ζεύξη μεταξύ τους. Σε περίπτωση που υπάρξει κάποια αποτυχία δεν μπορεί να επιτευχθεί ζεύξη επομένως δεν μπορεί να επιτευχθεί καμία ενέργεια και πρέπει να υπάρξει εκ νέου προσπάθεια. Σε περίπτωση που επιτευχθεί ζεύξη τότε αυτομάτως συνεπάγεται ότι το όχημα είναι έτοιμο να δεχτεί και να εκτελέσει τις εντολές που θα δοθούν από το κινητό τηλέφωνο. Με οποιαδήποτε επιλογή κίνησης στους τροχούς αρχίζει και κινείται το όχημα μέχρι να απελευθερώσουμε τα κουμπιά. Μόνο εφόσον απελευθερώσουμε το πλήκτρο της κίνησης που επιλέξαμε σταματά η λειτουργία των κινητήρων και ακινητοποιείται το όχημα. Στην λειτουργία επιλογής ταχύτητας έχουν οριστεί τρεις κλίμακες. Μια γρήγορη κίνηση, μια μεσαία κίνηση και μια αργή κίνηση τροχών. Αυτό γίνεται με την βοήθεια των παλμών PWM που στο 100% γίνεται η γρήγορη κίνηση, ρίχνοντας το πλάτος στο 75% γίνεται η μεσαία κίνηση και στο 50% για την αργή κίνηση των τροχών. Σε κάθε πρώτη σύνδεση για να ξεκινήσει το όχημα πρέπει να επιλεχτεί πρώτα μια ταχύτητα αλλιώς δεν εκτελείται καμία ενέργεια. Έπειτα μπορεί να αλλάζει όποτε επιθυμούμε. Στην επιλογή των φώτων με κάθε επιλογή ενεργοποιούνται τα φώτα και με το ίδιο κουμπί όταν ξανά πατηθεί απενεργοποιούνται αντίστοιχα.

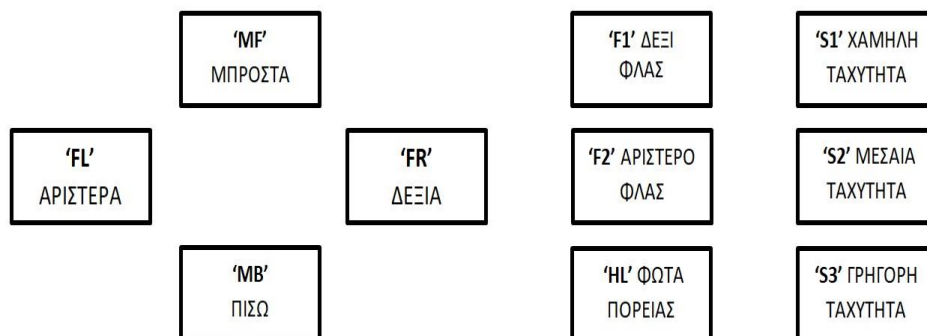
Πιο συγκεκριμένα στο προγραμματιστικό σκέλος ο κώδικας αποτελείται από το κύριο πρόγραμμα που γίνονται όλες οι ενέργειες και από δυο υποπρογράμματα. Το ένα υποπρόγραμμα

αφορά τον κώδικα για τον έλεγχο στην κίνηση, την διεύθυνση καθώς και στην ταχύτητα των κινητήρων και το άλλο αφορά την επικοινωνιακή ζεύξη με το Bluetooth.



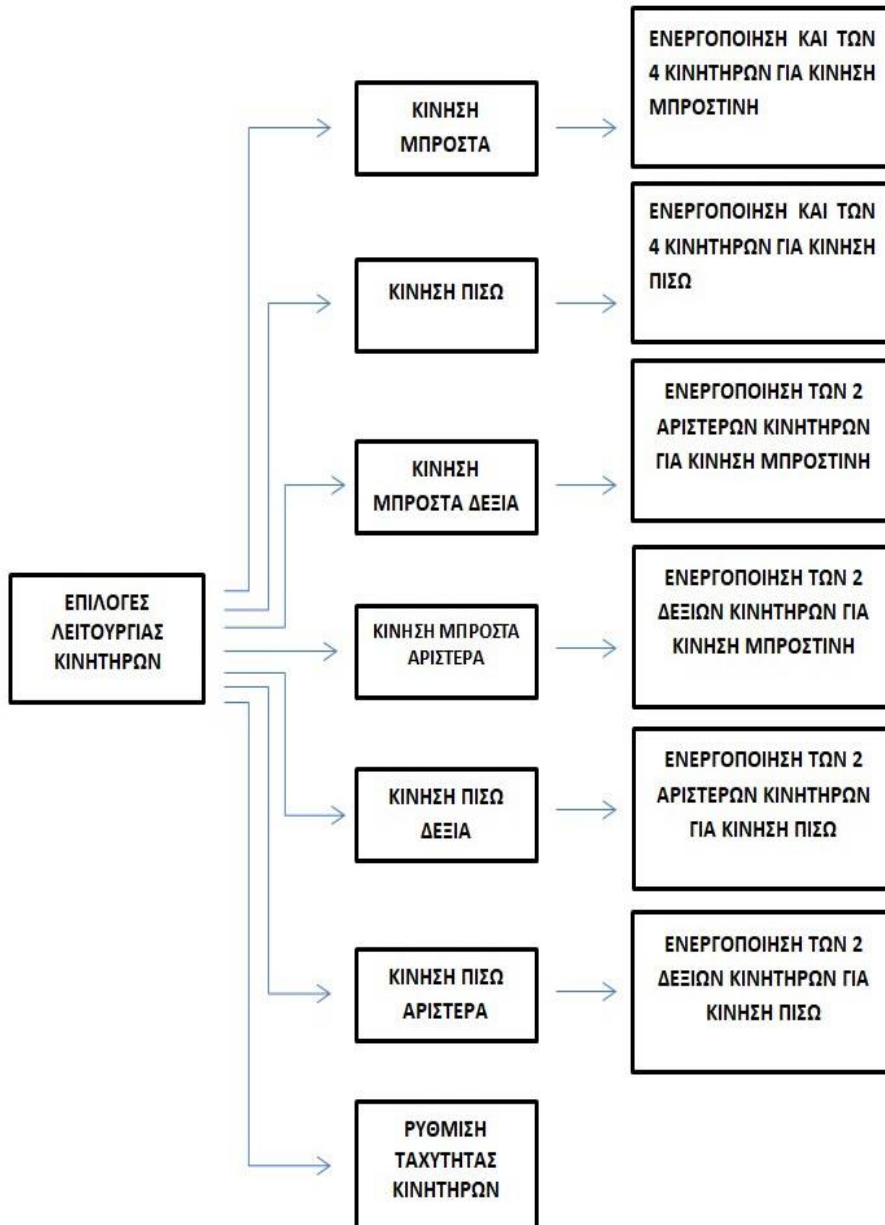
Εικόνα 29 Διάγραμμα ροής του κώδικα

Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζονται οι ονομασίες που δόθηκαν για τις εντολές εκτέλεσης λειτουργιών οι οποίες χρησιμοποιούνται και στην εφαρμογή android για να προσδιοριστεί η εκάστοτε λειτουργία και ο κώδικας βρίσκεται στον πίνακα 10 (βλέπε ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β).



Εικόνα 30 Ονομασίες βασικών εντολών

Ένα σημαντικό κομμάτι είναι σαφώς η κίνηση των κινητήρων γιατί πέρα από την κίνηση στην συγκεκριμένη εργασία οι κινητήρες είναι υπεύθυνοι και για την διεύθυνση του οχήματος. Στον πίνακα 12 (βλέπε ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β) που ακολουθεί εμφανίζεται ο κώδικας που αφορά τις εντολές κινήσεων και ταχύτητας καθώς και την λήψη αποφάσεων για κάθε εντολή σύμφωνα με την επιλογή του χρήστη. Στον πίνακα 13 (βλέπε ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β) εμφανίζεται ο κώδικας και στην εικόνα 31 το μπλοκ διάγραμμα που αφορούν την ενεργοποίηση-έλεγχο των κινητήρων ώστε να πραγματοποιηθεί η εκάστοτε λειτουργία που θα δοθεί από το χρήστη είτε άφορα την ταχύτητα είτε μια κίνηση.



Εικόνα 31 Μπλοκ διάγραμμα ελέγχου κινητήρων

Το κομμάτι του κώδικα στον πίνακα 11 (βλέπε ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β) αφορά την επιλογή ενεργοποίησης των φλας. Στο παρακάτω μπλοκ διάγραμμα φαίνεται η λειτουργία των φλας. Ανάλογα με την επιλογή του χρήστη ενεργοποιείται το ανάλογο pin του μικροελεγκτή ώστε να δοθεί τάση στο κύκλωμα των φλας.

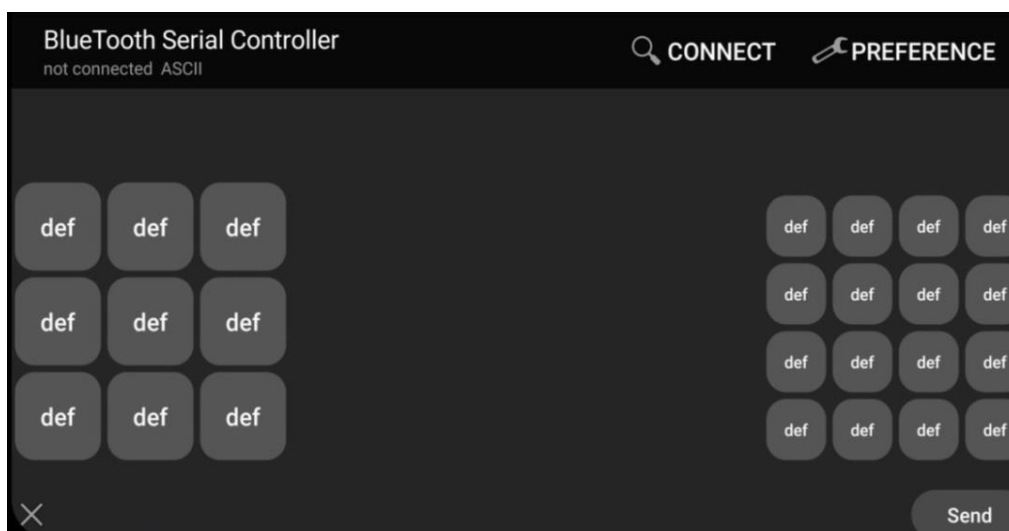


Εικόνα 32 Μπλοκ διάγραμμα για τον κώδικα των φλας

2.6. Εφαρμογή Android

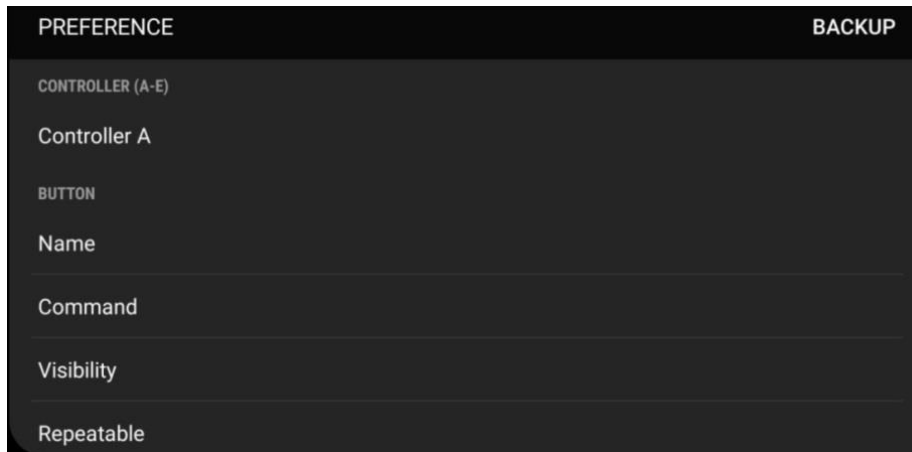
Η εφαρμογή που επιλέχτηκε ονομάζεται Bluetooth Serial Controller και μπορεί κανείς εύκολα να την βρει στο Playstore δωρεάν. Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε αυτή η εφαρμογή είναι επειδή μπορείς να διαμορφώσεις το γραφικό περιβάλλον όπως θέλεις και σου επιτρέπει επιπλέον κάποιες έξτρα ρυθμίσεις όπως θα δούμε παρακάτω.

Μπαίνοντας στην εφαρμογή πρώτη φορά συναντάς το μενού που απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα. Πάνω δεξιά υπάρχει η επιλογή CONNECT η οποία ανιχνεύει συσκευές και στην συνέχεια επιλέγεις να κάνεις την σύνδεση με την επιθυμητή συσκευή που στην συγκεκριμένη είναι το κινητό τηλέφωνο. Δίπλα έχουμε την επιλογή PREFERENCE στην οποία υπάρχει μια γκάμα επιλογών ώστε να φέρεις την εφαρμογή στα μέτρα σου.



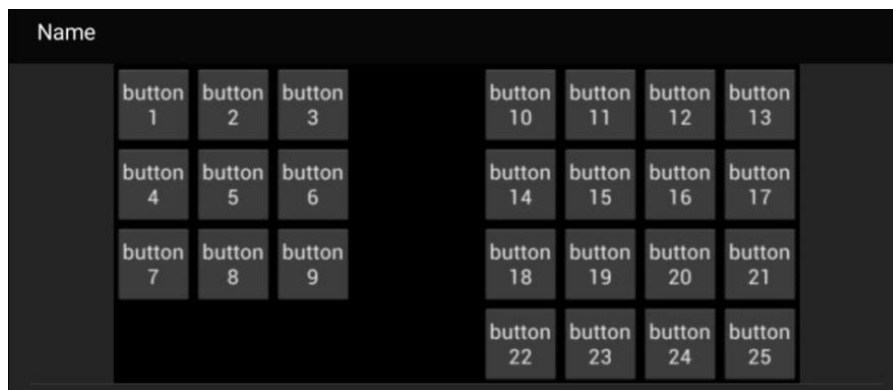
Εικόνα 33 Γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής Bluetooth Serial Controller κατά την έναρξη

Πατώντας στην επιλογή PREFERENCE (Εικόνα 34) δίνονται οι επιλογές για να αλλαχτούν οι παράμετροι ώστε να προσαρμοστεί η εφαρμογή σύμφωνα με τις επιθυμίες του κάθε χρήστη. Η πρώτη επιλογή είναι η Controller A στην οποία δίνεται η δυνατότητα να φτιαχτούν έως και πέντε διαφορετικά χειριστήρια. Μετά ακολουθεί η επιλογή Name.



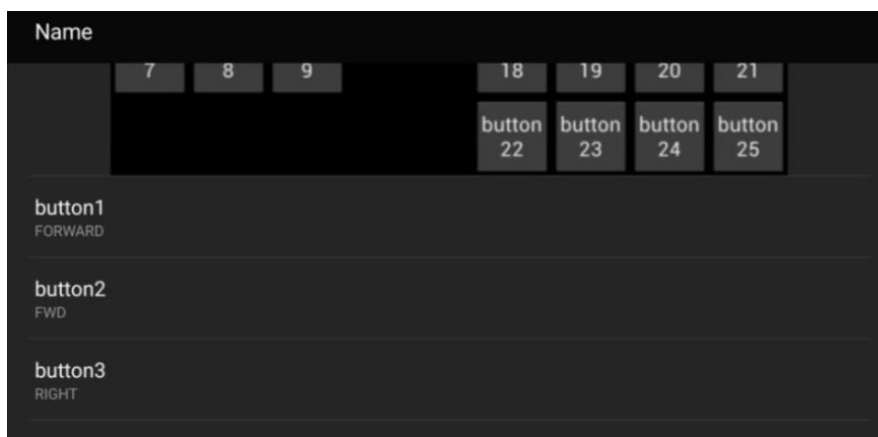
Εικόνα 34 Το μενού με τις επιλογές επεξεργασίας

Εκεί ανοίγει ένα νέο παράθυρο όπως στην εικόνα 35. Σε αυτή τη φάση εμφανίζονται όλα τα κουμπιά που είναι διαθέσιμα για χρήση, όπως θα εμφανίζονται και στην αρχική εικόνα.



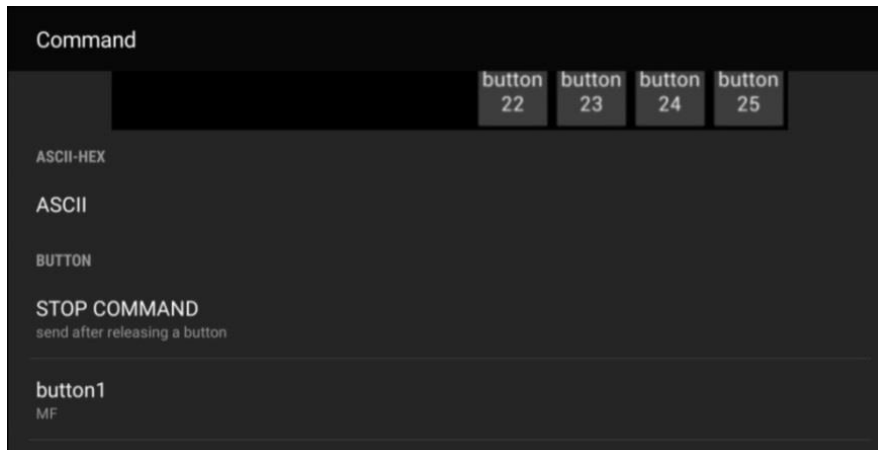
Εικόνα 35 Η μορφή της καρτέλας Name

Πηγαίνοντας πιο κάτω φαίνεται ότι για κάθε κουμπί που επιθυμεί κανείς να χρησιμοποιήσει μπορεί να του δώσει ένα όνομα. Επομένως ονομάζονται μόνο όσα κουμπιά χρησιμοποιηθούν και δίνεται το όνομα που επιθυμεί ο χρήστης να εμφανίζεται στην αρχική οθόνη ώστε να ξέρει την λειτουργία. Για παράδειγμα στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε όπως φαίνεται στην εικόνα 36 το button 2 για να κινείται το όχημα μπροστά οπότε δόθηκε το όνομα FWD.



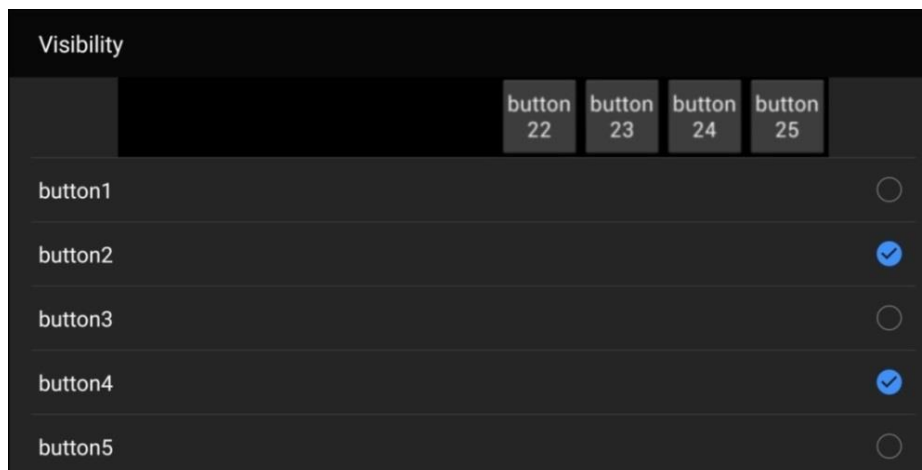
Εικόνα 36 Καρτέλα επιλογής Name

Η επόμενη επιλογή είναι η Command. Σε αυτή αντιστοιχίζονται στα κουμπιά που έχουν ονομαστεί παραπάνω με τις εντολές που έχουν εφαρμοστεί στον κώδικα που προγραμματίστηκε στον μικροελεγκτή. Στην συγκεκριμένη εργασία στον προγραμματισμό του μικροελεγκτή η επιλογή να κινείται το όχημα μπροστά ονομάζεται MF. Επομένως εφόσον χρησιμοποιήθηκε το button 2 για να πηγαίνει το όχημα μπροστά αντιστοιχίστηκε η εντολή MF στο button 2. Έτσι κάθε φορά που πιέζεται αυτό το κουμπί το όχημα θα δέχεται την εντολή και θα πηγαίνει μπροστά.



Εικόνα 37 Καρτέλα επιλογής Command

Στην συνέχεια υπάρχει η επόμενη επιλογή που είναι η Visibility. Σε αυτήν δίνεται η επιλογή να επιλεχθούν τα κουμπιά που επιθυμεί ο χρήστης να εμφανίζονται στην αρχική οθόνη ώστε να χτιστεί το γραφικό περιβάλλον όπως επιθυμεί ο καθένας. Για παράδειγμα στην συγκεκριμένη περίπτωση που χρησιμοποιήθηκε το button 2 για να μετακινείται το όχημα μπροστά το επιλεγώ ενώ το button 1 που δεν χρειάστηκε για κάποια λειτουργία, δεν επιλέχτηκε να εμφανίζεται στην αρχική οθόνη.

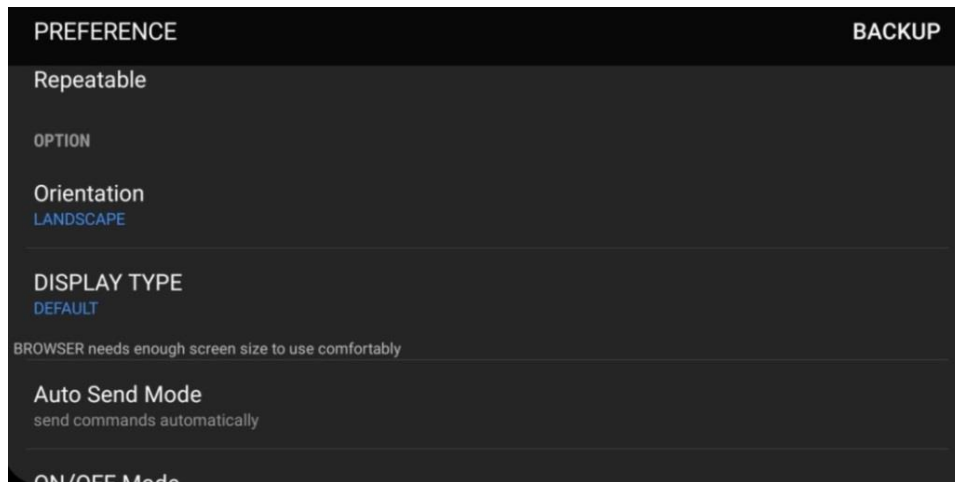


Εικόνα 38 Καρτέλα επιλογής Visibility

Μετά υπάρχει η επιλογή repeatable. Σε αυτήν μπαίνει για κάθε επιλογή που έχει γίνει προηγουμένως ο χρόνος που θα γίνεται ανανέωση. Για παράδειγμα όταν πατηθεί το πλήκτρο να πραγματοποιηθεί κίνηση μπροστά το κινητό κάθε 10ms κάνει ανανέωση και βλέπει αν το πλήκτρο είναι ακόμα πατημένο για να συνεχίσει την κίνηση ή ανάλογα να σταματήσει αν το έχει αφεθεί.

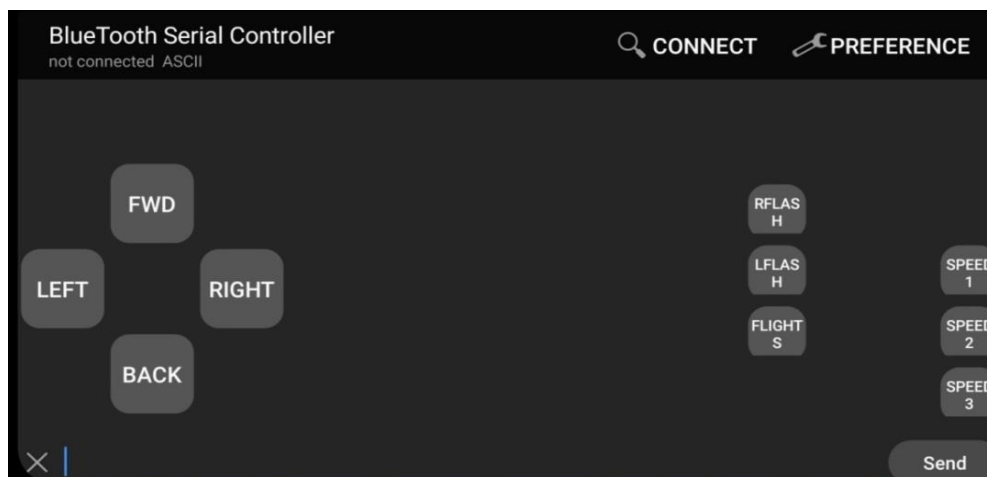
Προχωρώντας παρακάτω (Εικόνα 39) εμφανίζονται και κάποιες ακόμα επιλογές που επιτρέπουν επιπλέον ρυθμίσεις όπως για παράδειγμα το μέγεθος των κουμπιών, το χρώμα του

φόντου, την εμφάνιση πλαισίου να στέλνεις εντολές γράφοντας στην οθόνη και πολλές ακόμη που μπορεί να ψάξει κανείς ανάλογα τις επιθυμίες του.



Εικόνα 39 Διάφορες επιλογές της εφαρμογής

Τέλος μετά από όλες αυτές τις επιλογές η αρχική οθόνη για την παρούσα εργασία έχει την μορφή της παρακάτω εικόνας. Αριστερά είναι τα πλήκτρα που αφορούν την κίνηση του οχήματος και δεξιά είναι τα πλήκτρα που αφορούν τα φώτα και τις επιλογές ταχύτητας.



Εικόνα 40 Τελική εμφάνιση στο γραφικό περιβάλλον της παρούσας εργασίας

2.7. Βελτιώσεις κατασκευής

Είναι γνωστό ότι η κατασκευή βασίστηκε πάνω σε κάποια υλικά που προϋπήρχαν για λόγους οικονομίας. Όπως είναι λογικό σίγουρα υπάρχουν αρκετά πράγματα που θα βελτιώναν την κατασκευή.

Το σύστημα διεύθυνσης μπορούσε να γίνει με ένα κινητήρα σέρβο. Αυτό θα έκανε πιο ομαλή την στροφή εν κινήσει σε αντίθεση με την διαδικασία που ακολουθήθηκε. Επίσης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί διαφορικό ώστε να επιλεγεί ένας κινητήρας για τετρακίνηση και όχι όπως τώρα που υπάρχει ένας κινητήρας για κάθε τροχό. Θα μπορούσε επίσης να εφαρμοστεί μια μονάδα Bluetooth πιο καινούριας έκδοσης για γρηγορότερη ανταπόκριση καθώς και μεγαλύτερη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

εμβέλεια. Μια ακόμα πολύ σημαντική βελτίωση θα ήταν η μελέτη κατανάλωσης του κυκλώματος και η χρήση στοιχείων χαμηλής κατανάλωσης ώστε να επιτευχτεί η μεγαλύτερη δυνατή αυτονομία. Τέλος θα μπορούσε να μπει μια οθόνη με διάφορες ενδείξεις όπως η τάση της μπαταρίας καθώς επίσης και εάν έχει γίνει η σύνδεση μεταξύ κινητού και τηλεκατευθυνόμενου.

Αυτές οι αλλαγές θα μπορούσαν να αποτελέσουν μια πολύ καλή εξέλιξη στην εργασία. Βεβαία αυτό προϋποθέτει μεγαλύτερο χρηματικό προϋπολογισμό καθώς και πολύ πιο πολύπλοκη μελέτη και κατασκευή.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα παραπάνω βλέπουμε ότι η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία δεν θα μπορεί να θεωρηθεί ως μια κατασκευή εμπορίου καθώς χρειάζεται πολλές βελτιώσεις ώστε να μπορέσει να σταθεί στον ανταγωνισμό της αγοράς. Αποτελεί όμως μια καλή αρχή για να κάνει κάποιος τα πρώτα του βήματα στο σχεδιασμό καθώς και στο προγραμματιστικό κομμάτι πάνω στο θέμα αυτό. Στόχος άλλωστε της εργασίας ήταν η μελέτη και η έρευνα ώστε να μπορέσει να δημιουργηθεί με ένα σύνολο κυκλωμάτων μια λειτουργική κατασκευή.

Οι δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν ήταν η σχεδίαση της πλακέτας που αποτελείται από πολλά υλικά, η εύρεση των υλικών καθώς και ο προγραμματισμός του μικροελεγκτή. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι με πολύ περισσότερη μελέτη και έρευνα δεν θα μπορέσει να σταθεί στον ανταγωνισμό του εμπορίου. Είναι ξεκάθαρο πως πλέον η τεχνολογία αναπτύσσεται τόσο γρήγορα και μαζί με την πληθώρα πληροφοριών μπορείς να κατασκευάσεις πολλά πράγματα. Επομένως αν έχεις θέληση και ψάξεις τις ανάγκες, την ζήτηση του κοινού καθώς και κάποιες πρωτότυπες ιδέες όπως για παράδειγμα είναι η χρήση κινητής συσκευής για τον έλεγχο που έχουν πλέον όλοι από πολύ μικρή ηλικία, πάνω σε μια τέτοιου είδους κατασκευή μπορείς δημιουργήσεις κάτι ανταγωνιστικό. Λύση μπορεί να βρεθεί σε όλα τα προβλήματα αρκεί να ψάξεις είτε στα βιβλία είτε στο διαδίκτυο που είναι ένα μεγάλο εργαλείο στις μέρες μας καθώς εκεί μπορείς μέσα από κείμενα και από βίντεο να βρεις και να αντλήσεις πολλές πληροφορίες.

Επομένως καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι μπορείς να πειραματιστείς πάνω σε μια τέτοια πλακέτα και να την βελτιώσεις όσο θέλεις. Σίγουρα όσο βελτιώνεις κάτι, τόσο πιο πολύπλοκη γίνεται και η κατασκευή της πλακέτας καθώς και πιο δύσκολος ο προγραμματισμός αλλά δεν είναι ακατόρθωτη η κατασκευή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-controlled_car
- [2] <https://rcroundup.com/radio-controlled/rc-cars/history-of-rc-cars/>
- [3] <https://www.bluetooth.com/>
- [4] <https://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>
- [5] <https://medium.com/jaycon-systems/bluetooth-technology-what-has-changed-over-the-years-385da7ec7154>
- [6] <https://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>
- [7] http://2epal-n-smyrn.att.sch.gr/files/txn_site/txn2.htm
- [8] <https://techdifferences.com/difference-between-bluetooth-and-wifi.html>
- [9] <https://www.dignited.com/35868/the-differences-between-bluetooth-and-wifi/>
- [10] <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f103c8.pdf>
- [11] <https://www.alldatasheet.com/>
- [12] <https://docplayer.net/28045170-The-insider-s-guide-to-the-stm32-arm-based-microcontroller-an-engineer-s-introduction-to-the-stm32-series-version-1-8.html>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΦΥΛΛΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

LQFP64					
Pin number	Pin name	Type	I/O Level	Main function (after reset)	Default alternative functions
1	V _{BAT}	S		V _{BAT}	
2	PC13 TAMPER- RTC ⁽⁴⁾	I/O		PC13	TAMPER-RTC
3	PC14- OSC32_IN ⁽⁴⁾	I/O		PC14-OSC32_IN	
4	PC15- OSC32_OUT ⁽⁴⁾	I/O		PC15-OSC32_OUT	
5	OSC_IN	I		OSC_IN	
6	OSC_OUT	O		OSC_OUT	
7	NRST	I/O		NRST	
8	PC0	I/O		PC0	ADC12_IN10
9	PC1	I/O		PC1	ADC12_IN11
10	PC2	I/O		PC2	ADC12_IN12
11	PC3	I/O		PC3	ADC12_IN13
12	V _{SSA}	S		V _{SSA}	
13	V _{DDA}	S		V _{DDA}	
14	PA0-WKUP	I/O		PA0	WKUP/USART2_CT S/ ADC12_IN0/ TIM2_CH1_ETR
15	PA1	I/O		PA1	USART2_RTS/ ADC12_IN1/ TIM2_CH2
16	PA2	I/O		PA2	USART2_TX/ ADC12_IN2/ TIM2_CH3
17	PA3	I/O		PA3	USART2_RX/ ADC12_IN3/TIM2_ CH4
18	V _{SS_4}	S		V _{SS_4}	
19	V _{DD_4}	S		V _{DD_4}	
20	PA4	I/O		PA4	SPI1_NSS/ USART2_CK/ ADC12_IN4
21	PA5	I/O		PA5	SPI1_SCK/ ADC12_IN5
22	PA6	I/O		PA6	SPI1_MISO/ ADC12_IN6/TIM3_ CH1
23	PA7	I/O		PA7	SPI1_MOSI/ ADC12_IN7/TIM3_

					CH2
24	PC4	I/O		PC4	ADC12_IN14
25	PC5	I/O		PC5	ADC12_IN15
26	PB0	I/O		PB0	ADC12_IN8/TIM3_CH3
27	PB1	I/O		PB1	ADC12_IN9/TIM3_CH4
28	PB2 / BOOT1	I/O	FT	PB2 / BOOT1	
29	PB10	I/O	FT	PB10	I2C2_SCL/USART3_TX
30	PB11	I/O	FT	PB11	I2C2_SDA/ USART3_RX
31	V _{SS_1}	S		V _{SS_1}	
32	V _{DD_1}	S		V _{DD_1}	
33	PB12	I/O	FT	PB12	SPI2_NSS/I2C2_S MBAI/ USART3_CK/ TIM1_BKIN
34	PB13	I/O	FT	PB13	SPI2_SCK/ USART3_CTS/ TIM1_CH1N
35	PB14	I/O	FT	PB14	SPI2_MISO/ USART3_RTS TIM1_CH2N
36	PB15	I/O	FT	PB15	SPI2_MOSI/TIM1_CH3N
37	PC6	I/O	FT	PC6	
38	PC7	I/O	FT	PC7	
39	PC8	I/O	FT	PC8	
40	PC9	I/O	FT	PC9	
41	PA8	I/O	FT	PA8	USART1_CK/ TIM1_CH1/MCO
42	PA9	I/O	FT	PA9	USART1_TX/ TIM1_CH2
43	PA10	I/O	FT	PA10	USART1_RX/ TIM1_CH3
44	PA11	I/O	FT	PA11	USART1_CTS/ CANRX/ TIM1_CH4 / USBDM
45	PA12	I/O	FT	PA12	USART1_RTS/ CANTX/ TIM1_ETR / USBDM
46	PA13/JTMS/ SWDIO	I/O	FT	JTMS/SWDIO	PA13
47	V _{SS_2}	S		V _{SS_2}	
48	V _{DD_2}	S		V _{DD_2}	
49	PA14/JTCK/S WCLK	I/O	FT	JTCK/SWCLK	PA14

50	PA15/JTDI	I/O	FT	JTDI	PA15
51	PC10	I/O	FT	PC10	
52	PC11	I/O	FT	PC11	
53	PC12	I/O	FT	PC12	
54	PD2	I/O	FT	PD2	TIM3_ETR
55	PB3/JTDO	I/O	FT	JTDO	PB3/TRACESWO
56	PB4/JNTRST	I/O	FT	JNTRST	PB4
57	PB5	I/O		PB5	I2C1_SMBAL
58	PB6	I/O	FT	PB6	I2C1_SCL/ TIM4_CH1
59	PB7	I/O	FT	PB7	I2C1_SDA/TIM4_C H2
60	BOOT0	I		BOOT0	
61	PB8	I/O	FT	PB8	TIM4_CH3
62	PB9	I/O	FT	PB9	TIM4_CH4
63	V _{SS_3}	S		V _{SS_3}	
64	V _{DD_3}	S		V _{DD_3}	

Πίνακας 9 Λειτουργία των pins STM32F103Rx

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΚΩΔΙΚΑΣ

```
static const char Forward[] = "MF";
static const char Back[] = "MB";
static const char ForwardRight[] = "FR";
static const char ForwardRightCombo[] = "RR";
static const char ForwardLeft[] = "FL";
static const char ForwardLeftCombo[] = "LL";
static const char Brake[] = "BB";
static const char slowSpeed[] = "S1";
static const char mediumSpeed[] = "S2";
static const char fastSpeed[] = "S3";
static const char rFlash[] = "F1";
static const char lFlash[] = "F2";
static const char ForwardLights[] = "HL";
```

Πίνακας 10 Ονομασίες εντολών

```
void Timer4_PeriodElapsed(TIM_HandleTypeDef *htim)
{
    if(leftFlash == true && rightFlash == false)
    {
        if(timerTick_RFLASH == FLASH_RATE)
        {
            HAL_GPIO_TogglePin(GPIOB,L_FlashLed_Pin);
            HAL_GPIO_WritePin(GPIOB,R_FlashLed_Pin,GPIO_PIN_RESET);
        }
    }
    else if(leftFlash == false && rightFlash == true)
    {
        if(timerTick_LFLASH == FLASH_RATE)
        {
            HAL_GPIO_TogglePin(GPIOB,R_FlashLed_Pin);
            HAL_GPIO_WritePin(GPIOB,L_FlashLed_Pin,GPIO_PIN_RESET);
        }
    }
    else
    {
        HAL_GPIO_WritePin(GPIOB,L_FlashLed_Pin | R_FlashLed_Pin,GPIO_PIN_RESET);
    }
}
```

Πίνακας 11 Κώδικας φλας

```
void processCommand(void)
{
    if(status.forward == true)
    {
        moveForward();
        if(status.forwardRight == true)
        {
```

```

        moveForwardRight();
    }
    else if(status.forwardLeft == true)
    {
        moveForwardLeft();
    }
}
else if(status.back == true)
{
    if(status.backRight == true)
    {
        moveBackRight();
    }
    else if(status.backLeft == true)
    {
        moveBackLeft();
    }
    else
    {
        moveBack();
    }
}
else if(status.forwardRight == true)
{
    moveForwardRight();
}
else if(status.forwardLeft == true)
{
    moveForwardLeft();
}
else if(status.brake == true)
{
    brake();
}
}

void receiveCommand(void)
{
    if(memcmp(commandBuffer,Forward,COMMAND_BUF_SIZE) == 0)
    {
        status.forward = true;
    }
    else if(memcmp(commandBuffer,Back,COMMAND_BUF_SIZE) == 0)
    {
        status.back = true;
    }
    else if(memcmp(commandBuffer,ForwardRight,COMMAND_BUF_SIZE) == 0)
    {
        if(status.back == true)
        {

```

```

        status.backRight = true;
    }
    else
    {
        status.forwardRight = true;
    }
}
else if(memcmp(commandBuffer,ForwardLeft,COMMAND_BUF_SIZE) == 0)
{
    if(status.back == true)
    {
        status.backLeft = true;
    }
    else
    {
        status.forwardLeft = true;
    }
}
else if(memcmp(commandBuffer,ForwardRightCombo,COMMAND_BUF_SIZE) == 0)
{
    if(status.back == true && status.backRight == true)
    {
        status.backRight = false;
    }

    if(status.forward == false && status.forwardRight == false)
    {
        status.brake = true;
    }
    else if(status.forward == false && status.forwardRight == true)
    {
        status.brake = true;
        status.forwardRight = false;
    }
    else
    {
        status.forward = true;
        status.forwardRight = false;
    }
}
else if(memcmp(commandBuffer,ForwardLeftCombo,COMMAND_BUF_SIZE) == 0)
{
    if(status.back == true && status.backLeft == true)
    {
        status.backLeft = false;
    }

    if(status.forward == false && status.forwardLeft == false)
    {
        status.brake = true;
    }
}

```

```

else if(status.forward == false && status.forwardLeft == true)
{
    status.brake = true;
    status.forwardLeft = false;
}
else
{
    status.forward = true;
    status.forwardLeft = false;
}
}
else if(memcmp(commandBuffer,Brake,COMMAND_BUF_SIZE) == 0)
{
    if(status.forwardLeft == true)
    {
        status.brake = true;
        status.forward = false;
        status.back = false;
        status.forwardRight = false;
    }
    else if(status.forwardRight == true)
    {
        status.brake = true;
        status.forward = false;
        status.back = false;
        status.forwardLeft = false;
    }
    else
    {
        status.brake = true;
        status.forward = false;
        status.back = false;
        status.forwardRight = false;
        status.forwardLeft = false;
        status.backRight = false;
        status.backLeft = false;
    }
}
else if(memcmp(commandBuffer,slowSpeed,COMMAND_BUF_SIZE) == 0)
{
    setSpeedControl(SLOW_SPEED);
}
else if(memcmp(commandBuffer,mediumSpeed,COMMAND_BUF_SIZE) == 0)
{
    setSpeedControl(MEDIUM_SPEED);
}
else if(memcmp(commandBuffer,fastSpeed,COMMAND_BUF_SIZE) == 0)
{
    setSpeedControl(FAST_SPEED);
}

```

Πίνακας 12 Κώδικας κινήσεων και επιλογής ταχύτητας

```

void moveForward(void)
{
    HAL_GPIO_WritePin(MotorSidePort, MotorRightSide_IN1_Pin |
MotorLeftSide_IN4_Pin, GPIO_PIN_RESET);
    HAL_GPIO_WritePin(MotorSidePort, MotorRightSide_IN2_Pin |
MotorLeftSide_IN3_Pin, GPIO_PIN_SET);
}

void moveBack(void)
{
    HAL_GPIO_WritePin(MotorSidePort, MotorRightSide_IN1_Pin |
MotorLeftSide_IN4_Pin, GPIO_PIN_SET);
    HAL_GPIO_WritePin(MotorSidePort, MotorRightSide_IN2_Pin |
MotorLeftSide_IN3_Pin, GPIO_PIN_RESET);
}

void moveForwardLeft(void)
{
    HAL_GPIO_WritePin(MotorSidePort, MotorRightSide_IN1_Pin, GPIO_PIN_RESET);
    HAL_GPIO_WritePin(MotorSidePort, MotorRightSide_IN2_Pin | MotorLeftSide_IN3_Pin |
MotorLeftSide_IN4_Pin, GPIO_PIN_SET);
}

void moveForwardRight(void)
{
    HAL_GPIO_WritePin(MotorSidePort, MotorLeftSide_IN3_Pin, GPIO_PIN_SET);
    HAL_GPIO_WritePin(MotorSidePort, MotorRightSide_IN1_Pin | MotorRightSide_IN2_Pin |
MotorLeftSide_IN4_Pin, GPIO_PIN_RESET);
}

void moveBackLeft(void)
{
    HAL_GPIO_WritePin(MotorSidePort, MotorRightSide_IN2_Pin, GPIO_PIN_RESET);
    HAL_GPIO_WritePin(MotorSidePort, MotorRightSide_IN1_Pin | MotorLeftSide_IN3_Pin |
MotorLeftSide_IN4_Pin, GPIO_PIN_SET);
}

void moveBackRight(void)
{
    HAL_GPIO_WritePin(MotorSidePort, MotorLeftSide_IN4_Pin, GPIO_PIN_SET);
    HAL_GPIO_WritePin(MotorSidePort, MotorRightSide_IN1_Pin | MotorRightSide_IN2_Pin |
MotorLeftSide_IN3_Pin, GPIO_PIN_RESET);
}

void brake(void)
{
    HAL_GPIO_WritePin(MotorSidePort, MotorRightSide_IN1_Pin |
MotorRightSide_IN2_Pin, GPIO_PIN_RESET);
    HAL_GPIO_WritePin(MotorSidePort, MotorLeftSide_IN3_Pin |
MotorLeftSide_IN4_Pin, GPIO_PIN_RESET);
}

```

```
void setSpeedControl(uint8_t speed)
{
    __HAL_TIM_SET_COMPARE(&htim2,TIM_CHANNEL_3,speed);
}
```

Πίνακας 13 Κώδικας για την λειτουργία κινητήρων