



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ**

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΩΤΕΙΝΗΣ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ
ΓΙΑ ΠΑΡΟΧΗ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ
ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ
ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΑΝΙΟΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

Επιβλέπων: ΡΗΓΑΚΗΣ ΗΡΑΚΛΗΣ

ΧΑΝΙΑ 2013

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα από όλα την οικογένεια μου για την ηθική και οικονομική στήριξη που μου παρείχε όλη την διάρκεια των σπουδών μου. Καθώς επίσης και τους συμφοιτητές-φίλους μου για τα όμορφα φοιτητικά χρόνια που περάσαμε μαζί.

Επίσης, οφείλω τις θερμές μου ευχαριστίες στον εισηγητή και επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μου εργασίας, κ. Ρηγάκη Ηρακλή ο οποίος με τις παρατηρήσεις του και την πολύτιμη βοήθεια του, με βοήθησε να πραγματοποιήσω και να ολοκληρώσω την παρούσα πτυχιακή εργασία.

Χανιά, Μάρτιος 2013
Μανιός Εμμανουήλ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο ΦΩΤΕΙΝΟΙ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΕΣ	9
1.1 Ορισμός Φωτεινών Σηματοδοτών.....	9
1.2 Ιστορική Αναφορά.....	9
1.3 Πεδίο εφαρμογής-Τοποθέτηση φωτεινών σηματοδοτών.....	11
1.4 Σύστημα Σηματοδότησης.....	12
1.5 Είδη φωτεινών ενδείξεων.....	13
1.6 Θέσεις κεφαλών σηματοδότησης και διατάξεις στήριξης τους.....	17
1.6.1 Θέσεις κεφαλών σηματοδότησης.....	17
1.6.2 Διατάξεις στήριξης σηματοδοτών και στερέωση κεφαλών πάνω σε αυτές.....	18
1.6.3 Διατάξεις υποβοήθησης οπτικών χαρακτηριστικών των σηματοδοτών.....	21
1.6.4 Φωτεινές πηγές.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ	24
2.1 Ορισμός Μικροελεγκτή.....	24
2.2 Εισαγωγή στους Μικροελεγκτές	23
2.3 Προγραμματισμός Μικροελεγκτών.....	27
2.4 Ο Μικροελεγκτής 8051.....	28
2.4.1 Η Αρχιτεκτονική του 8051.....	29
2.4.2 Οργάνωση Μνήμης.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	37
3.1 Η βασική λειτουργία της εφαρμογής.....	37
3.2 Τα βήματα για την υλοποίηση της εφαρμογής.....	38
3.2.1 Το διάγραμμα ροής.....	41
3.2.2 Το υλικό μέρος της εφαρμογής	44
3.2.3 Ο προγραμματισμός των μικροελεγκτών.....	56
3.3 Η υλοποίηση της εφαρμογής.....	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	60

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Δεδομένου της οικονομικής κρίσης που υπάρχει είναι δύσκολο για αρκετούς να ανταπεξέλθουν στα λειτουργικά έξοδα που χρειάζεται ένα όχημα, γι αυτό τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς είναι μια οικονομική λύση για τη μεταφορά των ανθρώπων. Ωστόσο παρατηρείται το φαινόμενο πως οι περισσότεροι άνθρωποι επιλέγουν τα δικά τους οχήματα για τις μετακινήσεις τους με αποτέλεσμα να δημιουργούν κυκλοφοριακά προβλήματα στους δρόμους και ειδικότερα στις μεγαλουπόλεις.

Το πρόβλημα αυτό έχει ως αντίκτυπο στα οχήματα έκτακτης ανάγκης, όπως είναι το ασθενοφόρο, το περιπολικό και το πυροσβεστικό, τα οποία πρέπει να κινούνται με “άνεση” στους δρόμους για το λόγο ότι η χρησιμότητά τους είναι αναγκαία και πρέπει να έχουν άμεση πρόσβαση σε ένα επείγον περιστατικό ώστε να προσφερθούν γρήγορα οι υπηρεσίες που παρέχει το κάθε ένα από αυτά.

Στα πλαίσια της πτυχιακής αυτής, γίνεται ο έλεγχος των φωτεινών σηματοδοτών για την παροχή προτεραιότητας στα οχήματα έκτακτης ανάγκης μέσω ενός μικροελεγκτή και ενός ασύρματου καθώς επίσης και η υλοποίηση αυτών στην πράξη μέσω μιας κατασκευής.

Αρχικά γίνεται μια ιστορική αναδρομή για τον τρόπο λειτουργίας των φωτεινών σηματοδοτών και τη σχεδίαση τους.(κεφ. 1)

Στη συνέχεια γίνεται μια περιγραφή για τη χρήση και τον τρόπο προγραμματισμού των μικροελεγκτών. Επίσης γίνεται εκτενέστερη περιγραφή και δίνεται έμφαση στους μικροελεγκτές και συγκεκριμένα στον 8051 αναφέροντας τη δομή και τη λειτουργία του. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία γίνεται χρήση του 8051.(κεφ. 2)

Το τελευταίο κεφάλαιο, περιλαμβάνει τα βήματα που έγιναν για την υλοποίηση της εφαρμογής όπως είναι η μελέτη του τρόπου λειτουργίας των φαναριών, η σχεδίαση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και τέλος το προγραμματιστικό κομμάτι.(κεφ. 3)

ABSTRACT

Since the economic crisis that is difficult for some to cope with the operational costs required for a vehicle, so the public transportation is an economical solution for transporting people. However, the phenomenon that most people choose their own vehicles for their movements, thereby causing traffic problems on the roads especially in big cities.

This problem has an impact on emergency vehicles such as ambulance, police car and the fire, which must be swung with "comfort" to the streets for the reason that their utility is necessary and should have direct access an emergency order to offer fast services offered by each of them.

In the context of this dissertation, is the control of traffic lights to give priority to emergency vehicles through a microcontroller and a motion sensor as well as the implementation of these in practice through a structure.

In the context of this dissertation, is the control of traffic lights to give priority to emergency vehicles through a microcontroller and a motion sensor as well as the implementation of these in practice through a structure.

First is a throwback to the way traffic lights and their design. (Chapter 1)

Then a description is given for the use and how to program microcontrollers. Also made extensive description and focus on microcontrollers and specifically in 8051 indicating its structure and function. In this thesis make use of 8051. (Chapter 2)

The last chapter, the steps taken for the implementation of applications such as the study of how the lights, the design of electrical circuits and end the programming tracks. (Chapter 3)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΦΩΤΕΙΝΟΙ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΕΣ

1.1 Ορισμός Φωτεινών Σηματοδοτών

Συσκευές σημάτων που είναι γνωστές ως φανάρια , λάμπες κυκλοφορίας, συστήματα σήμανσης και είναι τοποθετημένες σε διασταυρώσεις δρόμων, διασταυρώσεις πεζών και άλλες θέσεις ώστε να ελέγχουν την ομαλή ροή κυκλοφορίας. Οι φωτεινοί σηματοδότες εναλλάσσουν το δικαίωμα του τρόπου χρήσης του οδικού δικτύου εμφανίζοντας τα φανάρια ενός τυποποιημένου χρώματος (κόκκινο, πορτοκαλί, πράσινο) χρησιμοποιώντας έναν παγκόσμιο κώδικα χρωμάτων ακόμα και για αυτούς που πάσχουν από αχρωματοψία.

1.2 Ιστορική Αναφορά

Το πρώτο φανάρι τοποθετήθηκε έξω από τη Βρετανική Βουλή στο Λονδίνο τον Δεκέμβρη του 1868. Το τοποθέτησε εκεί ο μηχανικός τρένων J. P. Knight. Ήταν ένα ανακατασκευασμένο σιδηροδρομικό φανάρι, με σηματοφόρους βραχίονες και με κόκκινες και πράσινες λάμπες. Οι λυχνίες αερίου ελέγχονταν από έναν μοχλό στη βάση τους, ώστε να φαίνεται προς την κυκλοφορία το κατάλληλο φως.

Το ηλεκτρικό αυτόματο φανάρι κατασκευάστηκε στην Αμερική το 1912, εφευρέτης του θεωρείται ο αστυνομικός Lester Wire από το Οχάιο. Το 1914 η Αμερικάνικη Εταιρεία Φωτεινών Σηματοδοτών τοποθέτησε ένα σύστημα με δύο χρώματα, κόκκινο και πράσινο, και έναν βομβητή (buzzer) για να προειδοποιεί για τις αλλαγές. Εμπνευστής του ήταν ο James Hoge. Το συγκεκριμένο σύστημα επέτρεπε στην Αστυνομία και την Πυροσβεστική να ελέγχουν τα φανάρια σε περίπτωση ανάγκης.

Το πρώτο τρίχρωμο φανάρι τεσσάρων κατευθύνσεων κατασκευάστηκε από τον αστυνομικό William Potts στο Ντιτρόιτ το 1920. Επειδή ήταν υπάλληλος της κυβέρνησης (αστυνομικός) δεν μπορούσε να πατεντάρει την εφεύρεση του. Έτσι, το 1922 ο T.E. Hayes κατοχύρωσε το "Συνδυασμένο οδηγό κυκλοφορίας και ρυθμιστικού σήματος" ("Combination traffic guide and traffic regulating signal").

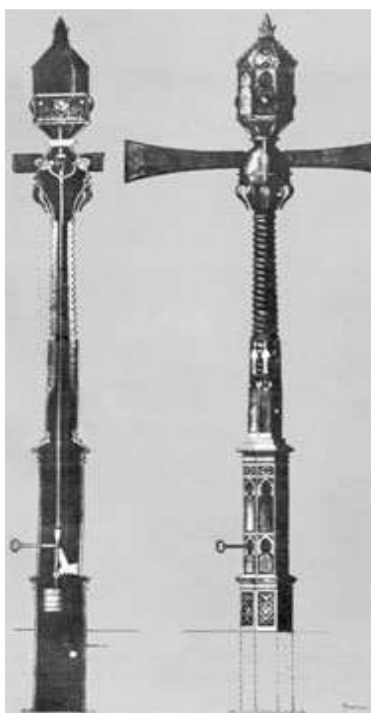
Το πρώτο διασυνδεδεμένο σύστημα κυκλοφορίας εγκαταστάθηκε στο Σολτ Λέικ Σίτυ το 1917 σε δρόμο με έξι διασταυρώσεις, και ελεγχόταν από χειροκίνητους διακόπτες. Ο αυτόματος χειρισμός του συστήματος μπήκε τον Μάρτιο του 1922 στο Χιούστον του Τέξας.

Το 1923 ο Garrett Morgan πατεντάρισε τη δικιά του έκδοση. Ήταν ένας στύλος σε σχήμα T με τρεις θέσεις: σταμάτημα, ξεκίνημα και σταμάτημα προς όλες τις κατευθύνσεις. Η τρίτη κατάσταση έδινε στους οδηγούς τη δυνατότητα να σταματήσουν μέχρι να ξεκινήσει η κυκλοφορία του αντίθετου ρεύματος, και επίσης, για την ασφάλεια των πεζών. Το μεγάλο του πλεονέκτημα ήταν η δυνατότητα χειρισμού του από απόσταση μέσω μηχανικής σύζευξης.

Η πρώτη πόλη που συνέδεσε με υπολογιστές το σύστημα φαναριών των δρόμων της ήταν το Τορόντο το 1963.

Τα χρώματα των φαναριών που αναπαριστούν σταμάτημα και ξεκίνημα ενδέχεται να προήλθαν από αυτά που ταυτοποιούσαν το λιμάνι (κόκκινο) και το στρίψιμο προς τα δεξιά (πράσινο) στη ναυσιπλοΐα. Σύμφωνα με τους κανόνες ναυτικής κυκλοφορίας, το πλοίο από τα αριστερά έπρεπε να σταματήσει για αυτό που έρχεται από τα δεξιά πράγμα που ισχύει πλέον και στην χερσαία κυκλοφορία.

Τέλος, αξίζει να αναφερθούμε και στους φωτεινούς σηματοδότες με χρονόμετρο. Το σύστημα εισάχθηκε τη δεκαετία του '90. Η αντίστροφη μέτρηση βοηθάει τους οδηγούς και τους πεζούς να ξέρουν πόσο χρόνο έχουν μέχρι να αλλάξει το φανάρι, ώστε να αποφασίσουν αν θα περάσουν τη διασταύρωση με ασφάλεια ή όχι.



Εικόνα 1.1: Ο πρώτος σηματοδότης βραχίονας σχεδιασμένος από τον JP Knight το 1868 στο Λονδίνο.



Εικόνα 1.2: Χειροκίνητος έλεγχος σηματοδότης από αστυνόμο.

1.3 Πεδίο εφαρμογής-Τοποθέτηση φωτεινών σηματοδοτών

Η φωτεινή σηματοδότηση εφαρμόζεται σε περιπτώσεις όπου απαιτείται η ρύθμιση της διέλευσης ή μη κατά κύριο λόγο οχημάτων σε συγκεκριμένα σημεία της οδού, και για συγκεκριμένους λόγους. Τέτοιες περιπτώσεις είναι οι ακόλουθες:

- Ισόπεδοι κόμβοι με μεγάλους φόρτους κυκλοφορίας ή χωρίς ασφαλή διαμόρφωση, ή κόμβοι όπου επιθυμείται επενεργούμενη σηματοδότηση λόγω υψηλού φόρτου στη μία διεύθυνση και χαμηλού στην άλλη.
- Σε ισόπεδες διαβάσεις σιδηροδρόμων.
- Σε σταθμούς διοδίων για έγκαιρη επιλογή της κατάλληλης λωρίδας.
- Σε εισόδους αυτοκινητοδρόμων , για έλεγχο της προσπέλασης
- Στις προσβάσεις στενών τμημάτων με μία λωρίδα κυκλοφορίας όπως στενές γέφυρες ή σήραγγες ή περιοχές εκτέλεσης έργων ,για την εναλλάξ κίνηση των δυο αντιθέτων ρευμάτων κυκλοφορίας.
- Μπροστά από κινητές γέφυρες , για ακινητοποίηση των οχημάτων κυκλοφορίας.

- Σε περιπτώσεις εφαρμογής αντίθετης κατεύθυνσης λωρίδων, για υπόδειξη των επιτρεπόμενων λωρίδων κίνησης.
- Σε συνδυασμό με αυτόματες κινητές πύλες.
- Μέσα σε περιοχές φορτοεκφορτώσεων , για την ασφαλή κίνηση των οχημάτων.
- Μπροστά και κοντά σε σταθμούς έκτακτης ανάγκης , για παραχώρηση της προτεραιότητας.
- Σε διαβάσεις με αυξημένο φόρτο πεζών.
- Σε περιπτώσεις που απαιτείται απλή προειδοποίηση με παλλόμενη κίτρινη ένδειξη.
- Η καθημερινή εμπειρία δείχνει ότι η συνηθέστερη εφαρμογή της σηματοδότησης γίνεται σε κόμβους αστικών περιοχών.

Η καθημερινή εμπειρία δείχνει ότι η συνηθέστερη εφαρμογή της σηματοδότησης γίνεται σε κόμβους αστικών περιοχών.

1.4 Σύστημα Σηματοδότησης

Τα συστήματα σηματοδότησης διαχωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες με βάση το είδος επενέργειας από την κυκλοφορία και το είδος συντονισμού μεταξύ διαφορετικών κόμβων. Το είδος του εφαρμοζόμενου συστήματος επηρεάζει τον απαιτούμενο τεχνικό εξοπλισμό.

Ως προς το είδος επενέργειας διακρίνονται οι παρακάτω τύποι :

- **Συστήματα σταθερού χρόνου** (pretimed ή fixed time) : Ο χρόνος κάθε φάσης σηματορρύθμισης είναι σταθερός. Μπορεί να υπάρχουν απλώς διαφορετικά προγράμματα με βάση την περίοδο της ημέρας.
- **Σηματοδότηση ημιεπενεργούμενη από τη κυκλοφορία** (semi-actuated) : Στην περίπτωση αυτή καταγράφεται η κυκλοφορία σε μία ή περισσότερες, αλλά όχι σε όλες, προσβάσεις. Με βάση τις καταγραφές αυτές είναι δυνατό να μεταβληθούν δυναμικά και επί τόπου οι χρόνοι σηματοδότησης. Συνήθως η καταγραφή γίνεται στις προσβάσεις των ασθενέστερων κινήσεων, ώστε να διακόπτονται οι κύριες κινήσεις μόνο όταν παρουσιάζονται οχήματα ή πεζοί στις προσβάσεις αυτές.
- **Σηματοδότηση πλήρως επενεργούμενη** (full-actuated): Η καταγραφή γίνεται σε όλες τις προσβάσεις. Η ύπαρξη επενέργειας καθιστά υποχρεωτική τη χρήση των κατάλληλων ανιχνευτών, καθώς και των κατάλληλων κεντρικών μονάδων. Τυπικό παράδειγμα συσκευών επενέργειας είναι τα πλήκτρα των πεζών.

Ως προς το είδος συντονισμού διακρίνονται οι παρακάτω τύποι :

- **Μη συντονισμένη σηματοδότηση :** Κάθε κόμβος σε ένα δίκτυο εκτελεί το δικό του ανεξάρτητο πρόγραμμα.
- **Συντονισμένη σηματοδότηση κατά μήκος της αρτηρίας:** Η σηματοδότηση των διαδοχικών κόμβων μίας οδού γίνεται κατά τέτοιον τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται συνεχής ροή (πράσινο κύμα). Σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιείται μία κύρια μονάδα ρύθμισης που συντονίζει τις τοπικές μονάδες κάθε κόμβου.
- **Συστήματα καθολικής ρύθμισης:** Αποτελούν την πιο σύγχρονη εξέλιξη στο χώρο της σηματοδότησης ενός αστικού δικτύου. Ένα τέτοιο σύστημα καταγράφει ανά πάσα στιγμή τους φόρτους σε διάφορα σημεία του δικτύου, ενώ μία κεντρική μονάδα αναλαμβάνει τη σηματορρύθμιση όλης της περιοχής, με τρόπο ώστε να πληρούνται κάποια κριτήρια, όπως η ελαχιστοποίηση του κόστους καθυστερήσεων και των στάσεων.

1.5

Είδη φωτεινών ενδείξεων

Σκοπός της φωτεινής σηματοδότησης είναι να περάσει στον οδηγό και σε οποιονδήποτε χρήστη της οδού σαφή μηνύματα με τη βοήθεια απλών και σαφών ενδείξεων. Έτσι στα πλαίσια της φωτεινής σηματοδότησης εφαρμόζονται είτε *απλές χρωματικές ενδείξεις* , είτε *συμβολικές ενδείξεις* , είτε *συνδυασμός τους*.

Στην Ελλάδα όπως και παγκοσμίως εφαρμόζονται τρία διαφορετικά χρώματα κόκκινο, κίτρινο και πράσινο. Κατά τον ελληνικό κώδικα οδικής κυκλοφορίας (Κ.Ο.Κ.) υπάρχουν οι παρακάτω ενδείξεις:

- Πράσινη σταθερή ένδειξη : Επιτρέπει την κίνηση.
- Κόκκινη σταθερή ένδειξη : Δηλώνει υποχρέωση στάσης.
- Κίτρινη σταθερή ένδειξη : Επιτρέπει την κίνηση μόνο αν προφταίνεται η κόκκινη ένδειξη.
- Πράσινη αναλάμπουσα ένδειξη : Συναντάται μόνο σε ενδείξεις για πεζούς. Τους επιτρέπει την κίνηση με ιδιαίτερη προσοχή.
- Κόκκινη αναλάμπουσα ένδειξη : Επιβάλλει ακινητοποίηση λόγω αυξημένου κινδύνου.
- Κίτρινη αναλάμπουσα ένδειξη : Επιτρέπει την κίνηση με ιδιαίτερη προσοχή και με παραχώρηση προτεραιότητας προς όλους τους χρήστες.

Τα σύμβολα που είναι δυνατόν να εμφανίζονται στις ενδείξεις των φωτεινών σηματοδοτών είναι : βέλη πορείας , σύμβολα για πεζούς , ενδείξεις παραχώρησης ή υποχρεωτικής πορείας, σύμβολα προειδοποίησης.



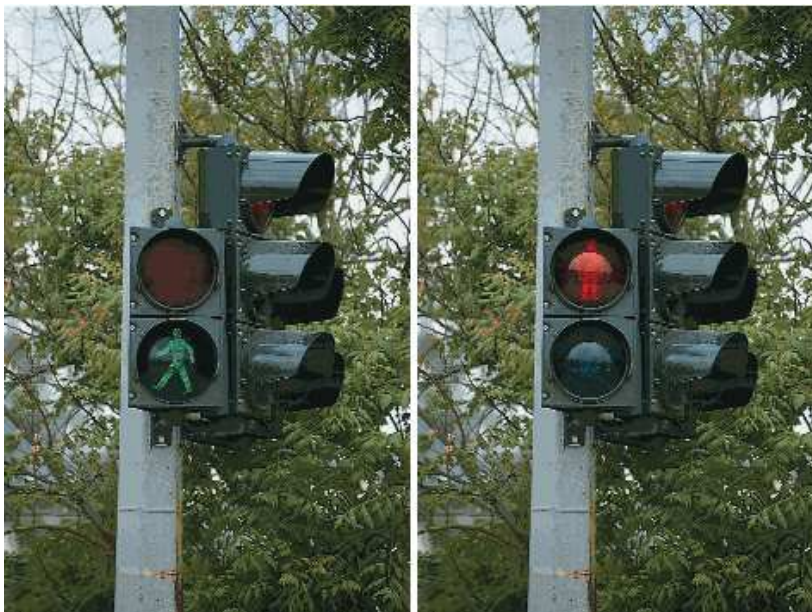
Εικόνα 1.3: Τυπική μορφή φωτεινού σηματοδότη(κυκλικής μορφής).



Εικόνα 1.4: Τυπική μορφή φωτεινού σηματοδότη(βέλη πορείας).



Εικόνα 1.5: Συνδυασμός κυκλικής μορφής και βέλη πορείας.



Εικόνα 1.6: Φωτεινή σηματοδότηση πεζών.

Αξιοσημείωτο είναι να αναφέρουμε ότι η Ευρώπη έχει παράδοση στην αστική ποδηλατοδρομία πάνω από μία δεκαετία. Οι ευρωπαϊκές πόλεις διαθέτουν μεγάλους ποδηλατοδρόμους κατά μήκος των πόλεων, ενώ διαθέτουν ακόμη και φωτεινούς σηματοδότες ειδικά για ποδηλάτες. Οι οδηγοί μηχανοκίνητων οχημάτων σέβονται τους ποδηλάτες ενώ τα ατυχήματα μεταξύ τους είναι σπάνια. Για τις περισσότερες ευρωπαϊκές πόλεις το ποδήλατο είναι τρόπος ζωής, από τις πιο μικρές ηλικίες έως και ηλικιωμένους. Έχουν ποδηλατοδρόμους στους οποίους κινούνται κανονικά στο δρόμο και στα φανάρια εκτός από τη σήμανση του πεζού, υπάρχει και σήμανση για τους ποδηλάτες. Επίσης, επάνω στα πεζοδρόμια έχει ξεχωριστή λωρίδα για να κινούνται οι ποδηλάτες με ασφάλεια ανάμεσα στους πεζούς.

Αντίθετα βέβαια στην Ελλάδα η ποδηλασία έχει αναπτυχθεί μόλις τα τελευταία χρόνια ενώ οι εγκαταστάσεις για την ασφαλή μετακίνηση των ποδηλατών είναι ελάχιστες.



Εικόνα 1.7: Φωτεινός σηματοδότησης για ποδήλατα.

1.6

Θέσεις κεφαλών σηματοδότησης και διατάξεις στήριξης τους

1.6.1

Θέσεις κεφαλών σηματοδότησης

Τα βασικά στοιχεία εξοπλισμού σε μία σηματοδότηση είναι οι κεφαλές με τα φωτεινά σήματα(κυκλικής μορφής, βέλη πορείας), διότι αυτές δίνουν τα εν λόγω σήματα ρύθμισης της κυκλοφορίας. Κατά συνέπεια, βασικής σημασίας στη σηματοδότηση είναι η θέση των κεφαλών σε σχέση με την κυκλοφορία.

Υπάρχουν δύο διατάξεις για την τοποθέτηση μίας κεφαλής, *επάνω από το οδόστρωμα και δίπλα από το οδόστρωμα* (είτε αριστερά, είτε δεξιά). Η πρώτη διάταξη είναι οι κεφαλές να τοποθετούνται επάνω από το οδόστρωμα με σκοπό να γίνεται η έγκαιρη αντίληψή τους από τους οδηγούς από μακρινές αποστάσεις, καθώς και σε περιπτώσεις που απαιτείται σηματοδότηση για κάθε λωρίδα ξεχωριστά (όπως σε σταθμούς διοδίων με πολλαπλές λωρίδες, ή σε περιπτώσεις ελέγχου της χρήσης των λωρίδων).Επίσης, η συγκεκριμένη διάταξη έχει το πλεονέκτημα ότι η κεφαλή διακρίνεται από περισσότερες λωρίδες σε κόμβους.

Η δεύτερη διάταξη είναι οι κεφαλές δίπλα από το οδόστρωμα, όπου συνήθως τοποθετείται και χαμηλότερα σε σχέση με την προηγούμενη διάταξη, έχει το πλεονέκτημα της ευκολότερης παρακολούθησης της ένδειξης όταν τα οχήματα είναι σταματημένα μπροστά στο φωτεινό σηματοδότη. Συνήθως, σε όλους τους ισόπεδους κόμβους με φυσιολογικό κυκλοφοριακό φόρτο τοποθετούνται κεφαλές και δεξιά από το οδόστρωμα, ενώ αν το οδόστρωμα έχει μεγάλο πλάτος, υπάρχει κεφαλή και αριστερά, στην πιθανή διαχωριστική νησίδα, ή διαγώνια αριστερά, μετά τη διασταύρωση.

Το ύψος τοποθέτησης των κεφαλών σηματοδότησης θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να μην προκαλείται πρόβλημα στα διερχόμενα από κάτω οχήματα ή πεζούς. Επίσης, θα πρέπει να βρίσκεται μέσα σε όρια που να κάνουν την κεφαλή ορατή από ένα εκτεταμένο εύρος αποστάσεων από αυτήν. Κατά τις αμερικανικές προδιαγραφές, για σηματοδότες με κατακόρυφη διάταξη των ενδείξεων, που είναι και ο κανόνας για τα ελληνικά δεδομένα, ισχύουν τα εξής μεγέθη:

- **Για κεφαλές συνήθων σηματοδοτών πάνω απ την οδό**, η κάτω βάση του σώματος της κεφαλής πρέπει να βρίσκεται σε ύψος τουλάχιστον 4,6 m από το οδόστρωμα, ενώ η άνω βάση το πολύ 7,8 m από αυτό.
- **Για κεφαλές συνήθων σηματοδοτών δίπλα από την οδό**, η κάτω βάση του σώματος της κεφαλής πρέπει να βρίσκεται σε ύψος τουλάχιστον 2,4 m από το πεζοδρόμιο ή από το οδόστρωμα (ή 1,4 m από το επίπεδο της νησίδας, εάν ο σηματοδότης είναι τοποθετημένος εκεί), ενώ η άνω βάση το πολύ 5,8 m από αυτό.
- **Για κεφαλές σηματοδοτών σε προσβάσεις αυτοκινητοδρόμων**, οι οποίοι τοποθετούνται δίπλα από την οδό πρόσβασης, η κάτω βάση του σώματος της κεφαλής πρέπει να βρίσκεται σε ύψος από 1,4 m έως 1,8 m από το οδόστρωμα.
- **Για κεφαλές σηματοδοτών που βρίσκονται επάνω από κάθε λωρίδα κυκλοφορίας**(όπως σε σταθμούς διοδίων ή σε περιπτώσεις ελέγχου της χρήσης των λωρίδων), η κάτω βάση του σώματος της κεφαλής πρέπει να βρίσκεται σε ύψος από 4,6 m έως 5,8 m από το οδόστρωμα.
- **Κεφαλές σηματοδοτών με ενδείξεις για πεζούς** πρέπει να βρίσκονται σε ύψος από 2,1 m έως 3,0 m από το πεζοδρόμιο.

1.6.2

Διατάξεις στήριξης σηματοδοτών και στερέωση κεφάλων πάνω σε αυτές

Για τη στήριξη των σωμάτων των κεφαλών σηματοδότησης μπορούν να εφαρμοστούν διάφορες διατάξεις στήριξης. Στην Ελλάδα οι πιο συνήθεις διατάξεις είναι οι **μεταλλικοί στύλοι**, σε σηματοδότες κόμβων. Άλλες διατάξεις είναι **μεταλλικά πλαίσια**, για περιπτώσεις σηματοδοτών επάνω από κάθε λωρίδα ή **αιώρηση από καλώδια**, τα οποία μπορεί να στηρίζονται είτε σε κατακόρυφους στύλους, είτε σε άλλα σώματα έξω από την οδό. Επίσης, είναι δυνατή η στήριξη της κεφαλής απευθείας σε κάποιο αντικείμενο έξω από την οδό, όπως τοίχος ή γέφυρα. Όσον αφορά στους μεταλλικούς στύλους, αυτοί μπορεί να είναι είτε **κατακόρυφοι**, είτε **κατακόρυφοι με οριζόντιο βραχίονα** επάνω από το οδόστρωμα.

Οι κατακόρυφοι στύλοι είναι συνήθως κυκλικής διατομής, διαμέτρου 100-150 mm και ύψους που εξαρτάται από το ύψος τοποθέτησης της κεφαλής και χρησιμοποιούνται συνήθως για τη στήριξη σηματοδοτών δίπλα από την οδό ή σηματοδοτών πεζών.

Οι στύλοι με οριζόντιο βραχίονα χρησιμοποιούνται όπου απαιτείται η τοποθέτηση κεφαλής σηματοδότησης επάνω από το οδόστρωμα χρησιμοποιούνται είτε πολυγωνικές διατομές μεταβλητών διαμέτρων της τάξεως των 200-100 mm, είτε κυκλικές διατομές μεταβλητών διαμέτρων της τάξεως των 170-140 mm. Το μήκος του χρησιμοποιούμενου βραχίονα εξαρτάται από το πλάτος της οδού, καθώς σε οδούς με πολλαπλές λωρίδες απαιτείται η κεφαλή να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο εσωτερικά στην οδό.

Τέλος, για τη στήριξη των στύλων στο έδαφος εφαρμόζεται είτε έμπηξη του στύλου σε βάθος περί το 1 m με επιφανειακό θεμέλιο από σκυρόδεμα, είτε κοχλίωση επάνω σε βάση από σκυρόδεμα, με κατάλληλη απόληξη του στύλου.

Όσο αναφορά τις κεφαλές, στηρίζονται επάνω σε μεταλλικούς στύλους ή και απευθείας σε εξωτερικές επιφάνειες, η στήριξη επιτυγχάνεται με τη βοήθεια τοπικών βραχιόνων που συνδέουν το σώμα της κεφαλής με την επιφάνεια στήριξης.

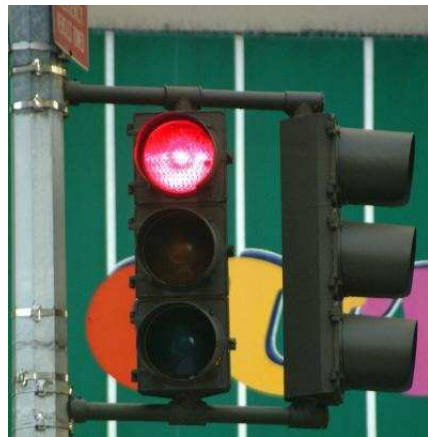
Σε περίπτωση που η κεφαλή στηρίζεται επάνω σε **κατακόρυφο στύλο ή εξωτερική επιφάνεια**, χρησιμοποιούνται οι παρακάτω διατάξεις στερέωσης:

- **Απλοί βραχίονες:** Για τη στερέωση ενός μεμονωμένου σώματος σηματοδότησης.
- **Διπλοί βραχίονες:** Για τη στερέωση σε μία θέση, δύο όμοιων σωμάτων σηματοδότησης .
- **Απλοί βραχίονες με επέκταση:** Για τη στερέωση σε μία θέση, δύο σωμάτων σηματοδότησης, όπου το δεύτερο έχει μικρότερο αριθμό σημάτων (π.χ. σώμα με τρία σήματα, συνοδευόμενο από δεύτερο σώμα με δύο σήματα αναλαμπόντων κίτρινων βελών).
- **Βραχίονες προέκτασης:** Πρόκειται για βραχίονες με μεγάλο άνοιγμα στήριξης, για τη στερέωση του σώματος σηματοδότησης σε απόσταση από τον κατακόρυφο στύλο όταν υπάρχουν εμπόδια που εμποδίζουν την ορατότητα.

Επίσης υπάρχει και η περίπτωση που η κεφαλή στηρίζεται επάνω σε οριζόντιο βραχίονα, χρησιμοποιείται η διάταξη της **Εικόνας 1.10**, με δυνατότητα περιστροφής γύρω από τον οριζόντιο άξονα για ρύθμιση της κλίσης της κεφαλής.



Εικόνα 1.8: Στερέωση με απλό βραχίονα.



Εικόνα 1.9: Στερέωση με βραχίονα με επέκταση.



Εικόνα 1.10: Στερέωση πάνω σε οριζόντιο άξονα.

1.6.3 Διατάξεις υποβοήθησης οπτικών χαρακτηριστικών των σηματοδοτών

Υπάρχουν δύο σοβαρά προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν κατά την εγκατάσταση ενός φωτεινού σηματοδότη είναι η απαίτηση αντίθεσης με το περιβάλλον, καθώς και η θάμβωση που προκαλείται κατά την απευθείας πρόσπτωση των ηλιακών ακτινών επάνω στο σηματοδότη. Τα δύο αυτά φαινόμενα προκαλούν δυσκολίες στην οπτική αναγνώριση των σημάτων. Για την εξασφάλιση επαρκούς αντίθεσης, βασικής σημασίας είναι αρχικά το χρώμα της πρόσθιας επιφάνειας του σώματος της κεφαλής (θυρίδες). Από εκεί και πέρα, σε περιπτώσεις που ο προσανατολισμός και το περιβάλλον του σηματοδότη επιτείνει το πρόβλημα, τοποθετείται περιμετρικά της κεφαλής ειδικό πλαίσιο αντίθεσης κατάλληλων διαστάσεων. Συνήθως σε κεφαλές που τοποθετούνται χαμηλά, όπως οι σηματοδότες δίπλα από την οδό, δεν απαιτείται ένα τέτοιο πλαίσιο, ενώ σε κεφαλές που τοποθετούνται επάνω από την οδό, οι οποίες φαίνονται πολλές φορές με φόντο τον ουρανό, τα εν λόγω πλαίσια είναι κοινός τόπος.

Η θάμβωση είναι εν γένει ένα από τα πιο συνήθη προβλήματα, συνήθως κατά τις πρωινές ώρες όπου ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά, και είναι περισσότερο έντονο σε χώρες με άφθονη ηλιοφάνεια, όπως η Ελλάδα. Οι ακτίνες του ήλιου προσπίπτουν απευθείας επάνω στο κρύσταλλο, με αποτέλεσμα τα σήματα που είναι αναμμένα να μην φαίνονται ως αναμμένα, και το αντίστροφο. Για την αντιμετώπιση της θάμβωσης απαιτείται καταρχήν να ληφθεί πρόνοια κατά το σχεδιασμό του κρυστάλλου επικάλυψης, καθώς και γενικά του όλου οπτικού συστήματος. Επειδή, όμως, αυτό δεν είναι αρκετό, κάθε σήμα του σηματοδότη εφοδιάζεται και με ένα *σκιάδιο* (*visor*), το οποίο αντιμετωπίζει, συνήθως, επαρκώς το φαινόμενο. Τα σκιάδια είναι τα χαρακτηριστικά σώματα που καλύπτουν κάθε σήμα, όπως φαίνεται και στην **Εικόνα 1.11**. Ωστόσο, πολλές φορές παραλείπονται αδικαιολόγητα σε σηματοδότες πεζών (πιθανόν θεωρούνται μικρότερης σημασίας), με αποτέλεσμα οι πεζοί αρκετές φορές να αντιμετωπίζουν μεγάλο πρόβλημα αναγνώρισης των ενδείξεων.



Εικόνα 1.11: Φωτεινός σηματοδότης όπου διακρίνεται το λευκό πλαίσιο αντίθεσης και το σκιάδιο.

Σε περιπτώσεις που τα σκιάδια δεν επαρκούν, μπορούν να εφαρμοστούν στο εσωτερικό του σήματος κατάλληλες **αντιθαμβωτικές μάσκες (anti-phantom masks)**, ωστόσο πρέπει να τονιστεί ότι πολλές φορές οι μάσκες αυτές προκαλούν ελάττωση της φωτεινότητας των ενδείξεων, γι' αυτό και πρέπει να εφαρμόζονται με σύνεση. Οι κατασκευαστικές εταιρίες του εξωτερικού έχουν επινοήσει συστήματα προγραμματιζόμενης ρύθμισης των σχισμών της μάσκας, για την εφαρμογή της μόνο όταν χρειάζεται.



Εικόνα 1.12: Αντιθαμβωτική μάσκα με κυψέλες και με σχισμές.

1.6.4

Οι φωτεινές πηγές που χρησιμοποιούνται σε έναν σηματοδότη είναι ο πιο καθοριστικός παράγοντας στο ζήτημα του κόστους λειτουργίας του συστήματος σηματοδότησης. Η φωτεινή πηγή θα πρέπει να συνδυάζει χαμηλή κατανάλωση, ικανοποιητικά φωτεινά χαρακτηριστικά, διάρκεια στην απόδοση και αξιοπιστία λειτουργίας.

Οι τύποι φωτεινών πηγών που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι οι εξής:

- **Λαμπτήρες πυρακτώσεως:** Είναι οι παλαιότεροι τύποι λαμπτήρων σε σηματοδότες. Λειτουργούν με τάση 220 V και έχουν ισχύ 25-100 Watt (για σηματοδότες οχημάτων, 75-100 Watt). Έχουν διάρκεια ζωής περί τις 8.000 ώρες.
- **Λαμπτήρες αλογόνου:** Βελτιωμένη εκδοχή λαμπτήρων, με πολύ χαμηλότερη κατανάλωση και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Λειτουργούν με τάση 10-15 V, με χρήση μετασχηματιστή, και έχουν ισχύ 20-30 Watt σε κάθε εφαρμογή. Έχουν διάρκεια ζωής περί τις 15.000 ώρες.
- **Φωτεινές πηγές με διόδους LED:** Η τελευταία εξέλιξη στο χώρο της φωτεινής σηματοδότησης. Έχουν ισχύ 10-15 Watt, αλλά με πολύ χαμηλές απώλειες, και διάρκεια ζωής περί τις 100.000 ώρες.



Εικόνα 1.12: Λαμπτήρες σηματοδοτών αριστερά διακρίνεται ο λαμπτήρας πυρακτώσεως και δεξιά ο λαμπτήρας αλογόνου.



Εικόνα 1.13: Σήμα με σύστημα φωτισμού τύπου Led.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ

2.1 Ορισμός Μικροελεγκτή

Ο μικροελεγκτής είναι ένα αυτόνομο υπολογιστικό σύστημα, με πολύ μικρό μέγεθος, σε ένα και μοναδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα (computer on a chip). Όπως και όλα τα VLSI κυκλώματα αποτελείται από μέρη που κατασκευάζονται με διάφορες λιθογραφικές μεθόδους πάνω σε πλάκες πυριτίου, τα λεγόμενα Silicon Wafers. Πάνω σε αυτά σχηματίζονται χιλιάδες έως εκατομμύρια τρανζίστορ και κατ' επέκταση δημιουργούνται τα λεγόμενα ολοκληρωμένα κυκλώματα που είναι συνδυασμός λογικών πυλών. Συνδυάζοντας τις λογικές πύλες, δημιουργούνται υπομονάδες που επιτελούν ορισμένες πιο εξειδικευμένες λειτουργίες στον μικροελεγκτή. Μια κύρια διαφορά μεταξύ ενός μικροελεγκτή και ενός μικροεπεξεργαστή είναι πως στον μικροελεγκτή υπάρχει ενσωματωμένη μνήμη και μονάδες ελέγχου περιφερειακών συσκευών. Οι μικροελεγκτές έχουν ως κύριο σκοπό τους να επικοινωνούν με άλλες ηλεκτρονικές διατάξεις και όχι με τον άνθρωπο. Είναι αρκετά βεβαρημένοι με υπολογιστικό φόρτο υπολογιστές, κρυμμένοι σε διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές και οι λειτουργίες τους είναι από περιορισμένες έως πολύπλοκες εργασίες ελέγχου.

2.2 Εισαγωγή στους Μικροελεγκτές

Κάποιες από τις καθημερινές συσκευές, που ελέγχονται εν μέρη ή και πλήρως ακόμη από κάποιον μικροελεγκτή, είναι ηλεκτρονικά ρολόγια, φούρνοι μικροκυμάτων, ηλεκτρικά πλυντήρια, «εγκέφαλοι» αυτοκινήτων κτλ. Επιπλέον, εκτός από εφαρμογές καθημερινής χρήσης, οι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται και κατά κόρον σε πληθώρα από επιστημονικούς τομείς για πειραματισμό και έρευνα.

Ενώ οι άνθρωποι αναγνώρισαν γρήγορα και εκμεταλλεύτηκαν τη υπολογιστική ισχύ του μικροεπεξεργαστή, σκέφτηκαν επίσης και μια άλλη υλοποίηση για αυτούς, και αυτή αφορούσε τον έλεγχο. Οι σχεδιαστές άρχισαν να χρησιμοποιούν μικροεπεξεργαστές σε διάφορων ειδών μηχανήματα που δεν είχαν καμία σχέση με υπολογισμούς, όπως στο ψυγείο ή στην πόρτα του αυτοκινήτου.

Σε αυτές τις περιπτώσεις η ανάγκη για υψηλή υπολογιστική δύναμη δεν ήταν απαραίτητη, όπως επίσης και η παρουσία τεραστίων ποσών μνήμης ή πολύ υψηλής ταχύτητας. Έτσι λοιπόν προέκυψε μια πρόσθετη κατηγορία μικροεπεξεργαστών, η οποία προορίστηκε για απλές δραστηριότητες ελέγχου, και όχι επεξεργασία πολύ μεγάλων αριθμών. Μετά από λίγο, αυτός ο τύπος μικροεπεξεργαστών απέκτησε την δική του ταυτότητα, και ονομάστηκε μικροελεγκτής. Ο μικροελεγκτής ανέλαβε το ρόλο της υπολογιστικής μονάδας στα embedded systems.

Ένας μικροελεγκτής ενσωματώνει περισσότερες λειτουργίες απ' ότι ένας μικροεπεξεργαστής ο οποίος περιέχει μόνο κεντρική μονάδα επεξεργασίας (όπως αυτοί που χρησιμοποιούνται στους υπολογιστές). Εκτός των συνηθισμένων αριθμητικών και λογικών στοιχείων ενός μικροεπεξεργαστή, ο μικροελεγκτής διαθέτει επιπλέον λειτουργίες. Κάποιες από αυτές είναι η ικανότητα να χρησιμοποιεί μνήμη τυχαίας προσπέλασης για αποθήκευση δεδομένων (όπως η μνήμη RAM), μνήμη μόνο για ανάγνωση για αποθήκευση προγραμμάτων, μνήμη flash για αποθήκευση προσωρινών δεδομένων.

Η κατανάλωση τους σε ισχύ είναι σχετικά μικρή (της τάξεως των millwatt και microwatt) και γενικώς έχουν την ικανότητα να διατηρούν την λειτουργικότητα τους καθώς περιμένουν ένα συμβάν, όπως το πάτημα ενός κουμπιού ή μια διακοπή. Η δυνατότητα τους να ξοδεύουν σχεδόν μηδενική τάση κατά την διάρκεια που δεν επεξεργάζονται δεδομένα, τους κάνει ιδανικούς σε εφαρμογές που λειτουργούν με χαμηλή τάση ή με μπαταρίες. Οι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται ευρέως σε συστήματα και συσκευές αυτόματου ελέγχου, όπως για παράδειγμα σε τηλεχειριστήρια, σε συσκευές γραφείου, σε οικιακές συσκευές, σε εργαλεία και παιχνίδια. Με τη μείωση του μεγέθους, του κόστους, και της κατανάλωσης ισχύος έναντι ενός μοντέλου που χρησιμοποιεί έναν ξεχωριστό μικροεπεξεργαστή, μνήμη, και συσκευές εισόδου-εξόδου, οι μικροελεγκτές είναι μια οικονομική λύση για να ελεγχθούν ηλεκτρονικά πολλαπλές διαδικασίες.

Υπάρχουν χιλιάδες διαφορετικοί τύποι μικροελεγκτών στον κόσμο σήμερα, οι οποίοι φτιάχνονται από πολυάριθμους διαφορετικούς κατασκευαστές. Ένας κατασκευαστής χτίζει μια οικογένεια μικροελεγκτών η οποία βασίζεται σε έναν συγκεκριμένο πυρήνα μικροεπεξεργαστή. Οι διαφορετικοί τύποι μικροεπεξεργαστών μιας οικογένειας δημιουργούνται χρησιμοποιώντας τον ίδιο πυρήνα, συνδυάζοντας το με διαφορετικούς τύπους περιφερειακών μονάδων και διαφορετικά μεγέθη μνήμης. Ένας πυρήνας μπορεί να είναι 8-bit με περιορισμένη δύναμη, ένας άλλος 16-bit, ή να είναι μια περίπλοκη συσκευή 32-bit. Σε κάθε πυρήνα προστίθενται διαφορετικοί συνδυασμοί περιφερειακών και μεγέθους μνήμης, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν διαφορετικά μοντέλα σε μια οικογένεια μικροεπεξεργαστών. Επειδή ο πυρήνας είναι συγκεκριμένος για όλα τα μοντέλα μιας οικογένειας, οι οδηγίες για την χρήση του παραμένουν ίδιες και οι χρήστες δεν δυσκολεύονται όταν χειρίζονται διαφορετικά μοντέλα. Σε μια οικογένεια μπορεί να υπάρχουν περισσότεροι από 100 μικροελεγκτές, ο καθένας με ελαφρώς διαφορετικές ικανότητες ή και στοχευμένοι σε πολύ συγκεκριμένες εφαρμογές.

Οι μικροελεγκτές κατασκευάζονται σε διάφορες μορφές, συνήθως πλαστικές ή κεραμικές ως υλικό συσκευασίας. Η διασύνδεση με τον εξωτερικό κόσμο παρέχεται από τους ακροδέκτες(pins). Όπου είναι δυνατόν οι μικροελεγκτές πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότεροι σε μέγεθος. Το μέγεθος καθορίζεται από τον αριθμό των ακροδεκτών του, και το διάστημα μεταξύ τους.

Υπάρχουν διάφορες αρχιτεκτονικές, πάνω στις οποίες είναι βασισμένοι οι μικροελεγκτές. Μερικές από τις πιο κοινές αρχιτεκτονικές είναι οι: CF (32-bit), ARM, MIPS (32-bit PIC32),S08, AVR, PIC (8-bit PIC16, PIC18, 16-bit dsPIC33 / PIC24), V850,PowerPC ISE, PSoC(Programmable System-on-Chip).

2.3 Προγραμματισμός Μικροελεγκτών

Ο προγραμματισμός αυτών των συσκευών γίνεται με ένα σετ εντολών που έχουν συγκεκριμένη σύνταξη και χρησιμοποιούν δύο καταστάσεις το 1 και το 0. Οι μικροελεγκτές αρχικά, προγραμματιζόνταν μόνο σε γλώσσα assembly, αλλά πλέον διάφορες γλώσσες υψηλού επιπέδου χρησιμοποιούνται για αυτόν τον σκοπό. Αυτές οι γλώσσες προγραμματισμού είναι είτε αποκλειστικά στοχευόμενες για τον προγραμματισμό μικροελεγκτών, ή απλά εκδόσεις τους που μας εξυπηρετούν, όπως η γλώσσα C. Σε μερικούς μικροελεγκτές υπάρχει ενσωματωμένο λογισμικό διερμηνέα. Για παράδειγμα, η BASIC στους παλαιούς μικροελεγκτές της INTEL, BASIC και FORTH στον Zilog Z8.

Η γλώσσα που αντιλαμβάνεται ένας μικροελεγκτής όπως και ένας μικροεπεξεργαστής ονομάζεται γλώσσα μηχανής. Στην πράξη ο χρήστης προγραμματίζει τον μικροελεγκτή σε μνημονική γλώσσα Assembly. Η γλώσσα Assembly γενικά θεωρείται χαμηλού επιπέδου καθώς βρίσκεται πολύ κοντά στην γλώσσα μηχανής. Οι εντολές της γλώσσας μηχανής επιτελούν περιορισμένες διεργασίες και πολλές φορές χρειάζεται εκατοντάδες εντολών για να εκτελέσουν πράξεις και λειτουργίες πιο σύνθετες από τις συνηθισμένες. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να γράψουμε το πρόγραμμα σε γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου.

Οι γλώσσες υψηλού επιπέδου μπορούν να μεταφραστούν σε γλώσσα χαμηλού επιπέδου με τη βοήθεια μεταφραστικών εργαλείων, όπως είναι ο compiler (μεταγλωττιστής) και ο interpreter (διερμηνέας). Το πρώτο είναι εργαλείο λογισμικού, το οποίο δέχεται τις εντολές υψηλού επιπέδου που δίνει ο χρήστης και τις μετατρέπει σε γλώσσα μηχανής. Ο διερμηνέας από την άλλη, είναι υλικό (hardware) μέσα στον μικροελεγκτή το οποίο αποκωδικοποιεί τη γλώσσα υψηλού επιπέδου άμεσα σε γλώσσα μηχανής. Αυτό απαιτεί βεβαίως επεξεργαστική ισχύ από το μέρος του μικροελεγκτή και έχει την τάση να τρέχει πιο αργά από ένα πρόγραμμα που «μεταγλωττίστηκε» (μέσω compiler) σε γλώσσα μηχανής. Ωστόσο έχει το πλεονέκτημα της αμεσότητας, καθώς ο προγραμματιστής μπορεί να αλλάξει ένα σημείο στον κώδικα του και να δει τα αποτελέσματα χωρίς το βήμα της μεταγλώττισης.

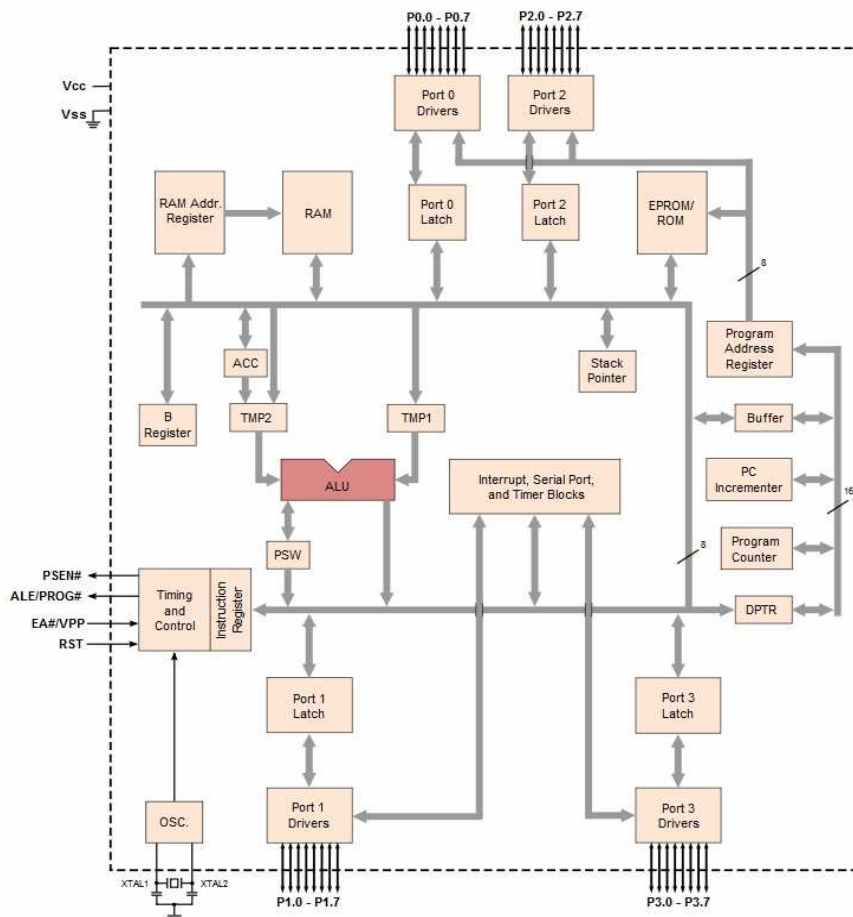
Ο 8051 είναι ένας κλασσικός μικροελεγκτής που παρουσιάστηκε από την Intel και κυριαρχούσε σε εφαρμογές ειδικού σκοπού τη δεκαετία του '80, δεδομένου ότι διέθετε σε ένα και μοναδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα όλα τα απαραίτητα περιφερειακά για μια πλειάδα εφαρμογών (θύρες I/O, χρονιστές/μετρητές, σειριακή θύρα κλπ). Είχε αρχικά υλοποιηθεί σε NMOS τεχνολογία. Σήμερα ο 8051 διατίθεται και σε Intellectual Property core μορφή από εταιρίες όπως πχ η Aldec. Στη μορφή αυτή όλα τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του 8051 περιγράφονται από γλωσσά περιγραφής υλικού (HDL) όπως η VHDL ή η Verilog HDL. Στον HDL κώδικα η εταιρία που αγοράζει το IP core πρόσθετη νέα τμήματα που περιγράφουν τα επιπρόσθετα εξειδικευμένα χαρακτηριστικά για την εφαρμογή της, μεταφράζει τον κώδικα σε κύκλωμα (synthesis) και τον μεταφέρει σε FPGA ή το διαθέτει σε μορφή νέου εμπορικού ολοκληρωμένου κυκλώματος.

Ένα πλήθος μεγάλων εταιριών(Phillips,Atmel,Maxim,TDK,Analog Devices κα) διαθέτουν σήμερα τον 8051 με διαφορές παραλλαγές ως προς τα περιφερειακά που έχουν ενσωματωμένα καθώς και το μέγεθος της μνήμης RAM και ROM. Υλοποιείται κυρίως σε CMOS και για το λόγο αυτό συχνά προστίθεται στο όνομα του το γράμμα C(80C51). Όλες οι εταιρίες αυτές διαθέτουν σήμερα τον 8051 με ενσωματωμένη μνήμη Flash διαφόρων μεγεθών η οποία προγραμματίζεται εύκολα ακόμα και πάνω στην πλακέτα της εφαρμογής στην οποία χρησιμοποιείται το ολοκληρωμένο.

Το μεγάλο πλεονέκτημα του 8051 είναι ο ευέλικτος συνδυασμός εσωτερικής εξωτερικής μνήμης (RAM ή ROM) ο οποίος υποστηρίζεται από τη δυνατότητα να εμφανίζει στους ακροδέκτες του ολοκληρωμένου ο δίαυλος δεδομένων και διευθύνσεων όπως συμβαίνει στους μικροεπεξεργαστές.

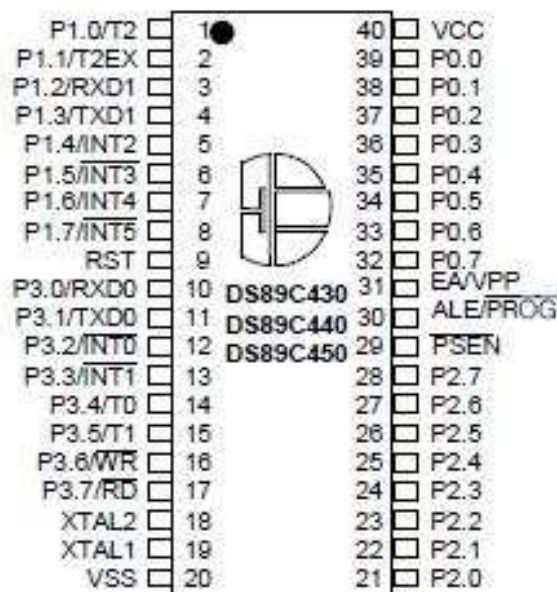
2.4.1 Η Αρχιτεκτονική του 8051

Η αρχιτεκτονική του 8051 παρουσιάζεται στην **Εικόνα 2.1**. η Κεντρική Μονάδα Ελέγχου (CPU) που είναι η καρδιά του συστήματος περιλαμβάνει την Αριθμητική και Λογική μονάδα (ALU), το σύνολο των καταχωρητών (register set), τη μονάδα προσκόμισης και αποκωδικοποίησης εντολών (instruction fetch and decoding), τη μονάδα ελέγχου (control unit), και οτιδήποτε άλλο περιλαμβάνει μια συνηθισμένη Κεντρική Μονάδα Ελέγχου. Ένας εσωτερικός, στο ολοκληρωμένο κύκλωμα, δίαυλος συστήματος δίνει την δυνατότητα στην CPU να επικοινωνεί με τα ενσωματωμένα εσωτερικά περιφερειακά όπως είναι μια εσωτερική μνήμη RAM(128bytes), ROM(4K), δυο 16-bit χρονιστές/μετρητές(Timer0,Timer1), μια σειριακή θύρα(Serial Port). Φυσικά υπάρχει η μονάδα (Osc) που μπορεί να συνδεθεί απ' ευθείας με κρύσταλλο και να παράξει εσωτερικά το ρολόι του συστήματος.



Εικόνα 2.1: Το εσωτερικό ενός Intel 8051 Microcontroller.

Οι περισσότεροι ακροδέκτες του 8051 έχουν έκτος από κάποια βασική λειτουργία πολυπλεγμένη και κάποια δεύτερη η οποία για να χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να γίνει η κατάλληλη διαμόρφωση (configuration) σε σχετικό εσωτερικό καταχωρητή έλεγχου. Οι πολυπλεγμένες λειτουργίες μπορεί να διαφέρουν ελαφρά ανάμεσα σε μοντέρνες εκδόσεις του 8051 λόγω κάποιων επιπλέον περιφερειακών που είναι ενσωματωμένα. Ενδεικτικά παρακάτω παρουσιάζονται οι ακροδέκτες από τα μοντέλα DS890C430-450 της Maxim τα οποία είναι συμβατά με τον 8051.



- Vcc, GND, RST: Τροφοδοσία 5V, γείωση και εξωτερικό Reset.
- XTAL 1, XTAL 2: Σύνδεση κρυστάλλου η ρολογιού.
- PSEN~: Σήμα που χρησιμοποιείται ως Chip Enable όταν έχει συνδεθεί εξωτερική μνήμη προγράμματος (ROM).
- ALE/PROG~: Ο εξωτερικός διάυλος συστήματος είναι πολυπλεγμένος. Το σήμα ALE χρησιμοποιείται για να δείξει ότι τη χρονική στιγμή αυτή στον πολυπλεγμένο διάυλο υπάρχει έγκυρη διεύθυνση. Η λειτουργία PROG~ χρησιμοποιείται για το προγραμματισμό της εσωτερικής μνήμης.
- P0.0 (AD0)-P0.7 (AD7): Οι οκτώ ακροδέκτες της θύρας I/O P0. Από τους ακροδέκτες αυτούς μπορεί να ληφθεί ο διάυλος δεδομένων πολυπλεγμένος με τις 8 λιγότερο σημαντικές γραμμές του διαύλου διευθύνσεων (AD0-AD7).

- P2.0 (A8)-P2.7 (A15): Οι οκτώ ακροδέκτες της θύρας I/O P2. Από τους ακροδέκτες αυτούς μπορεί να ληφθεί ο δίαυλος δεδομένων πολυπλεγμένος με τις 8 περισσότερο σημαντικές γραμμές του διαύλου διευθύνσεων.
- P1.0 (T2): Το ψηφίο 0 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με εξωτερική γραμμή για το μετρητή T2 (το συγκεκριμένο ολοκληρωμένο έχει 3 μετρητές/χρονιστές).
- P1.1 (T2EXT): Το ψηφίο 1 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με γραμμή για το χειρισμό της λειτουργίας Capture/Reload του T2.
- P1.2 (RXD1): Το ψηφίο 2 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με γραμμή λήψης δεδομένων της σειριακής θύρας 1(το συγκεκριμένο ολοκληρωμένο έχει 2 σειριακές θύρες).
- P1.3 (TXD1): Το ψηφίο 3 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με γραμμή αποστολής δεδομένων της σειριακής θύρας 1(το συγκεκριμένο ολοκληρωμένο έχει 2 σειριακές θύρες).
- P1.4 (INT2): Το ψηφίο 4 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με τη γραμμή διακοπής INT2 (ειδικό για το συγκεκριμένο ολοκληρωμένο).
- P1.5 (INT3~): Το ψηφίο 5 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με τη γραμμή διακοπής INT3~ (ειδικό για το συγκεκριμένο ολοκληρωμένο).
- P1.6 (INT4): Το ψηφίο 6 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με τη γραμμή διακοπής INT4 (ειδικό για το συγκεκριμένο ολοκληρωμένο).
- P1.7 (INT5~): Το ψηφίο 7 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με τη γραμμή διακοπής INT5~ (ειδικό για το συγκεκριμένο ολοκληρωμένο).
- P3.0 (RXD0): Το ψηφίο 0 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με γραμμή λήψης δεδομένων της σειριακής θύρας 0(το συγκεκριμένο ολοκληρωμένο έχει 2 σειριακές θύρες).
- P3.1 (TXD0): Το ψηφίο 1 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με γραμμή αποστολής δεδομένων της σειριακής θύρας 0(το συγκεκριμένο ολοκληρωμένο έχει 2 σειριακές θύρες).
- P3.2 (INT0~): Το ψηφίο 2 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με τη γραμμή διακοπής INT0 (ειδικό για το συγκεκριμένο ολοκληρωμένο).
- P3.3 (INT1~): Το ψηφίο 3 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με τη γραμμή διακοπής INT1 (ειδικό για το συγκεκριμένο ολοκληρωμένο).

- P3.4 (T0): Το ψηφίο 4 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με τη γραμμή εισόδου του μετρητή T0.
- P3.5 (T1): Το ψηφίο 5 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με τη γραμμή εισόδου του μετρητή T1.
- P3.6 (WR~): Το ψηφίο 6 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με τη γραμμή έλεγχου WR~ που χρησιμοποιείται για την έγγραφη σε εξωτερική μνήμη δεδομένων.
- P3.7 (RD~): Το ψηφίο 7 της θύρας P1 πολυπλεγμένο με τη γραμμή έλεγχου RD~ που χρησιμοποιείται για την ανάγνωση από εξωτερική μνήμη δεδομένων.
- EA~: Χρησιμοποιείται για την επιλογή εσωτερικής ή εξωτερικής μνήμης προγράμματος.

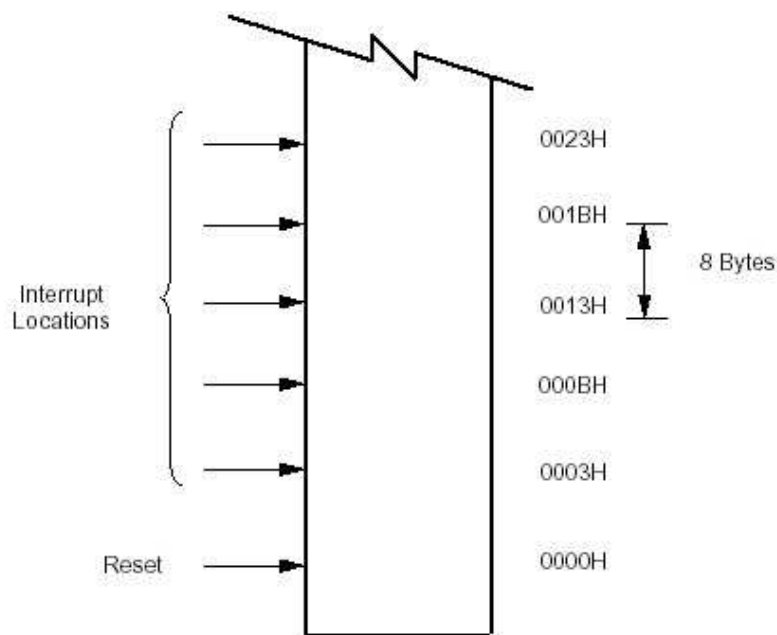
2.4.2 Οργάνωση Μνήμης

Ο 8051 ακολουθεί το μοντέλο Harvard κατά το οποίο η μνήμη προγράμματος είναι ξεχωριστή από τη μνήμη δεδομένων. Ο διαχωρισμός διευθύνσεων προγράμματος και δεδομένων επιτρέπει τη προσπέλαση θέσεων μνήμης και προγράμματος με διαφορετικού μήκους διευθύνσεις και μπορεί να ρυθμιστεί ανάλογα με την εφαρμογή. Έτσι στις περισσότερες εφαρμογές μικροϋπολογιστών συστημάτων μια μνήμη δεδομένων 256 θέσεων (προσπελάσιμη από 8-bit διευθύνσεις) είναι αρκετή. Στην περίπτωση του 8051, 128 bytes RAM διατίθενται εσωτερικά τα οποία καταλαμβάνονται από τους configuration registers των ενσωματωμένων περιφερειακών, από ειδικούς καταχωρητές όπως ο συσσωρευτής A, ο B, ο DPTR κλπ ενώ οι υπόλοιπες θέσεις από γενικής χρήσης καταχωρητές. Το πλήθος των εσωτερικών καταχωρητών μπορεί να φτάσει τους 384. Στον 8051 είναι δυνατή η διευθυνσιοδότηση εξωτερικής μνήμης δεδομένων 16-bit για την κάλυψη εφαρμογών που έχουν ανάγκη από περισσότερη μνήμη RAM. Μια τέτοια δυνατότητα δίνεται με τη χρήση του 16-bit καταχωρητή DPTR. Τα σήματα RD~, WR~ χρησιμοποιούνται για την πυροδότηση ανάγνωσης και έγγραφής στις σωστές στιγμές (Read and Write Strobe).

Όσο αναφορά τη μνήμη προγράμματος αυτή μπορεί να φτάσει τα 64K ενώ στις πιο κλασσικές εκδόσεις 8051 υπάρχει μια εσωτερική μνήμη προγράμματος 4K η οποία επεκτείνεται εξωτερικά. Το σήμα PSEN~ χρησιμοποιείται για το διάβασμα έγκυρων δεδομένων (Real Strobe) από την εξωτερική μνήμη προγράμματος ενώ δεν ενεργοποιείται όταν η ανάγνωση γίνεται από την εσωτερική μνήμη.

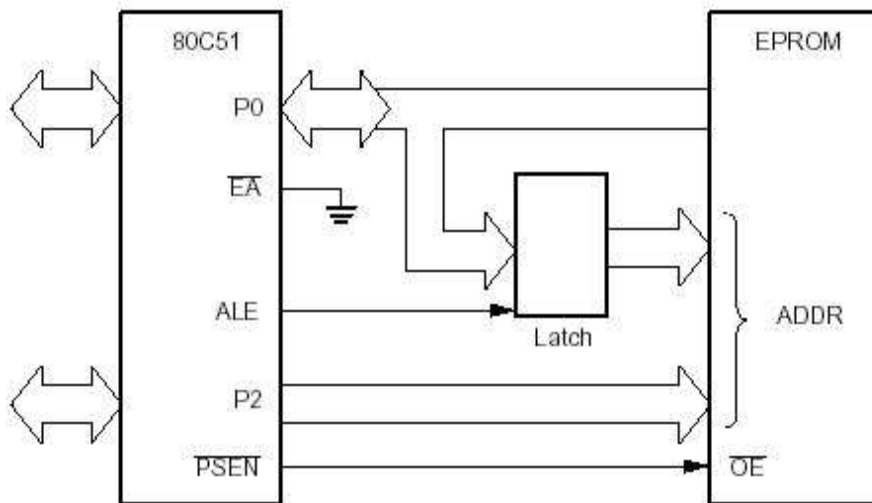
Στις πρώτες θέσεις μνήμης προγράμματος αποθηκεύονται τα διανύσματα διακοπών με πρώτο το Reset Vector στη θέση 0000H(Εικόνα 2.2). Με άλλα λόγια μετά την εκκίνηση του συστήματος εκτελείται η εντολή που βρίσκεται στη θέση 0000H. Τα υπόλοιπα 5 διανύσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξυπηρέτηση γενικών διακοπών και διακοπών που προέρχονται από τα περιφερειακά και διαφέρουν στις διάφορες εκδόσεις του 8051.

Οι πρώτες 4K θέσεις μνήμης προγράμματος μπορούν να προσκομιστούν είτε από την εσωτερική είτε από την εξωτερική μνήμη. Προσπέλαση μνήμης με διεύθυνση μεγαλύτερη του 0FFFH διαβάζει εντολές πάντα από την εξωτερική μνήμη προγράμματος. Εντολές που βρίσκονται σε διευθύνσεις μεταξύ 0000H και 0FFFH προσκομίζονται από την εσωτερική ROM αν το σήμα EA~ (External Address) είναι συνδεδεμένο στην τροφοδοσία ή από την εξωτερική ROM αν το σήμα EA~ είναι γειωμένο.



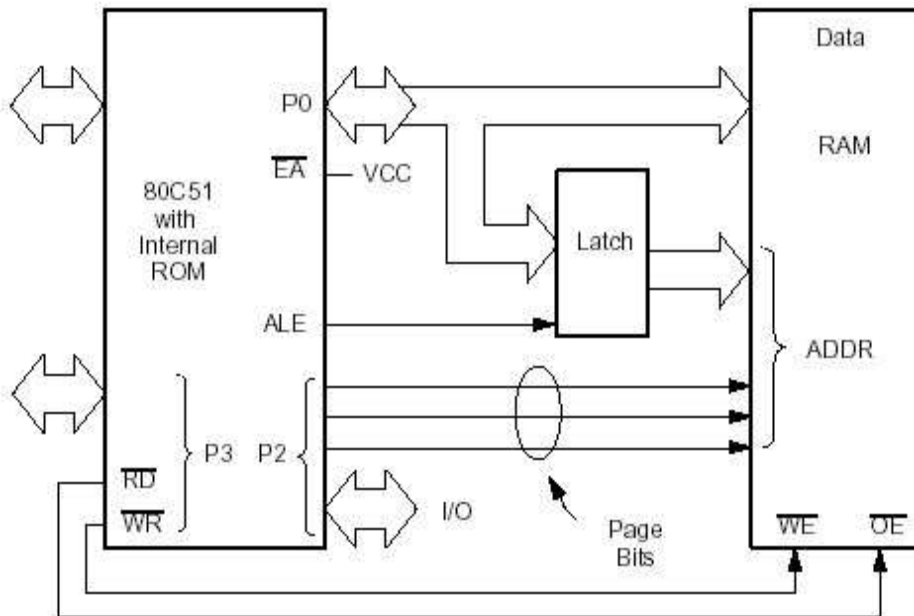
Εικόνα 2.2: Διανύσματα Διακοπών.

Η προσπέλαση εξωτερικής μνήμης προγράμματος καθίσταται δυνατή αν χρησιμοποιηθούν οι ακροδέκτες της θύρας P0 και P2 ως εξωτερικός διάυλος δεδομένων και διευθύνσεων. Οι 8 ακροδέκτες του P0 μεταφέρουν πολυπλεγμένες τις 8-bit λιγότερο σημαντικές γραμμές μιας διεύθυνσης και τις τιμές των δεδομένων. Αυτές μπορούν να διαχωριστούν με τη βοήθεια ενός Latch που κλειδώνει τις τιμές διεύθυνσης όταν ενεργοποιηθεί το σήμα Address Latch Enable (ALE) όπως φαίνεται στην **Εικόνα 2.3**. Η θύρα P2 μεταφέρει αποκλειστικά τις 8 πιο σημαντικές γραμμές του διαύλου διευθύνσεων.



Εικόνα 2.3: Αποπολύπλεξη.

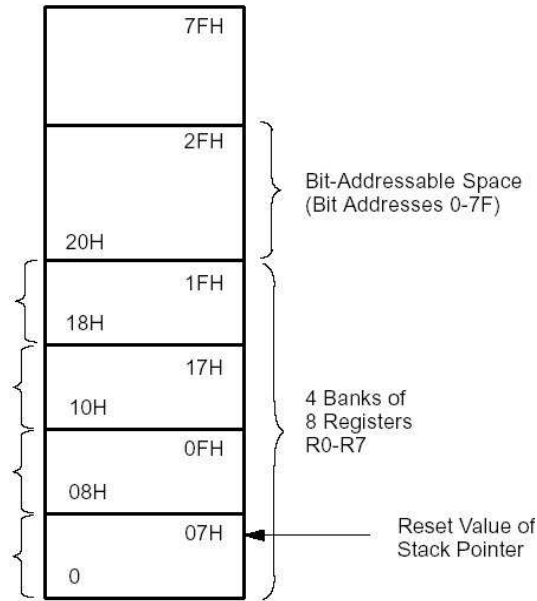
Για την προσπέλαση εξωτερικής μνήμης RAM χρησιμοποιούνται πάλι οι θύρες P0 και P2 ως εξωτερικός διάυλος συστήματος, με συνδυασμό με τα σήματα RD~ και WR~ από τη θύρα P3. Η **Εικόνα 2.4** δείχνει πως μπορεί να συνδεθεί εξωτερική μνήμη RAM 2K στον 8051 αφήνοντας και 5 γραμμές από το P2 ελεύθερες για χρήση ως ακροδέκτες γενικού σκοπού. Ουσιαστικά οι τρεις γραμμές του P2 που συμμετέχουν στη διεύθυνση είναι γραμμές γίνονται ανεξάρτητα 1 ή 0 και μπορούν να θεωρηθούν ότι επιλέγουν σελίδα από την RAM.



Εικόνα 2.4: Σύνδεση εξωτερικής RAM 2K.

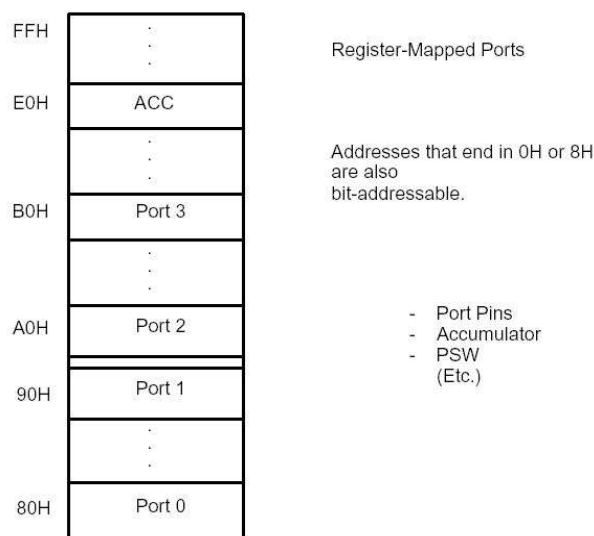
Η δομή της εσωτερικής RAM περιλαμβάνει τα 128 bytes χαμηλών διευθύνσεων που περιλαμβάνουν 4 banks των 8 καταχωρητών (R0-R7). Οι 32 αυτοί καταχωρητές μπορούν να προσπελαστούν απ' ευθείας με τα ονόματά τους στις διάφορες εντολές με αποτέλεσμα σημαντική μείωση του μήκους εντολών και του χρόνου εκτέλεσής τους. Η επιλογή του bank γίνεται από 2 bit στον καταχωρητή PSW. Πάνω από τους 32 αυτούς καταχωρητές υπάρχουν 16 καταχωρητές των οποίων τα bits μπορούν να διευθυνσιοδοτηθούν ανεξάρτητα από συγκεκριμένες εντολές με διευθύνσεις από 0εως 7F. Οι καταχωρητές με διευθύνσεις 30-7F είναι γενικής χρήσης και προσπελούνται ως ψηφιολέξεις (bytes). Η δομή που περιγράφηκε παρουσιάζεται στην **Εικόνα 2.5**.

Στις θέσεις μνήμης δεδομένων 80-FF βρίσκονται οι καταχωρητές ειδικού σκοπού (Special Function Registers-SFRs) όπως ο συσσωρευτής ACC (στη θέση E0), άλλοι καταχωρητές όπως ο B που συμμετέχει στις πράξεις πολλαπλασιασμού/διαίρεσης, ο καταχώρητης κατάστασης (Program Status Word-PSW), ενώ σε ειδικές περιοχές βρίσκονται καταχωρητές που αφορούν τα περιφερειακά (τις θύρες I/O, τους χρονιστές, τη σειριακή θύρα κλπ).



Εικόνα 2.5: Τα χαμηλότερα 128bytes της εσωτερικής RAM.

Τα χαμηλότερα 128 bytes της εσωτερικής RAM μπορούν να προσπελαστούν είτε με έμμεση είτε με άμεση διευθυνσιοδότηση. Στις διευθύνσεις 80-FF όμως, η έμμεση και η άμεση διευθυνσιοδότηση προσπελαίνουν διαφορετικούς καταχωρητές. Οι καταχωρητές ειδικού σκοπού της **Εικόνας 2.6**, προσπελούνται με άμεση διευθυνσιοδότηση ενώ η έμμεση προσπελαίνει 128 διαφορετικούς καταχωρητές γενικού σκοπού. Κατά συνέπεια το σύνολο των εσωτερικών καταχωρητών ανάγνωσης/εγγραφής φτάνει τους $3 \times 128 = 384$.



Εικόνα 2.6: Οι καταχωρητές ειδικού σκοπού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

3.1 Η βασική λειτουργία της εφαρμογής

Όπως αναφέραμε στην εισαγωγή η αυξημένη χρήση των οχημάτων στους δρόμους και κυρίως των πόλεων έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία κυκλοφοριακών ‘κουμφούζιων’ δημιουργώντας έτσι προβλήματα στην μετακίνηση των οχημάτων έκτακτης ανάγκης. Γι αυτό το λόγο η παρούσα πτυχιακή έχει ως σκοπό την διευκόλυνση των οχημάτων αυτών ώστε να μπορούν να κινηθούν άμεσα στο σημείο όπου υπάρχει ανάγκη.

Η εφαρμογή η οποία υλοποιήθηκε είναι η τοποθέτηση ασύρματου στα οχήματα έκτακτης ανάγκης και στους φωτεινούς σηματοδότες ώστε κάθε φορά όπου ένα όχημα ανάγκης πρέπει να μεταβεί σε κάποιο σημείο στέλνει σήμα στους δέκτες που βρίσκονται πάνω στα φανάρια και αυτόματα δίνουν προτεραιότητα (με πράσινο) στους δρόμους απ τους οποίους περνάει και διακόπτουν (με κόκκινο) όλους τους άλλους.

Η υλοποίηση έγινε με τη χρήση του μικροελεγκτή 8051, αρχικά έγινε η μελέτη για τον τρόπο λειτουργίας των φωτεινών σηματοδοτών καθώς επίσης και για τον τρόπο με τον οποίο θα δίνεται η προτεραιότητα. Στη συνέχεια έγινε η δημιουργία του αναπτυξιακού (πλακέτα) στο οποίο τοποθετήθηκε ο μικροελεγκτής καθώς και τα φανάρια χρησιμοποιώντας λαμπάκια τύπου led.

Έπειτα υλοποιήθηκε μέσω αναπτυξιακού και τοποθετήθηκε το ασύρματο με το οποίο γίνεται η επικοινωνία των οχημάτων και των φαναριών. Τέλος γράφτηκαν οι κώδικες με τους οποίους θα προγραμματιστούν οι μικροελεγκτές μέσω του κατάλληλου προγράμματος KEIL uVISION χρησιμοποιώντας τη γλωσσά assembly.

Η συγκεκριμένη εφαρμογή έγινε σε μια διασταύρωση με δυο φανάρια και γι αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι είναι εφικτή και για δρόμους με περισσότερα από δυο φανάρια τροποποιώντας τον κώδικα και προσθέτοντας περισσότερους φωτεινούς σηματοδότες.

3.2 Τα βήματα για την υλοποίηση της εφαρμογής

Το πρώτο βήμα που έγινε είναι η μελέτη γύρω από τον τρόπο λειτουργίας των φωτεινών σηματοδοτών, δηλαδή το πως δουλεύει ένα φανάρι σε φυσιολογικές συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα με ποια σειρά αλλάζουν οι φωτεινές ενδείξεις των φαναριών (πράσινο μετά κίτρινο μετά κόκκινο και μετά πάλι πράσινο κλπ), πόσο χρόνο μένει αναμμένη η κάθε ένδειξη και αφού έχουν συγκεντρωθεί οι βασικές αυτές πληροφορίες γίνεται ο συνδυασμός με ένα άλλο φανάρι. Οι παρακάτω πίνακες δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο δουλεύουν δυο φανάρια καθώς επίσης πως συμπεριφέρονται όταν θα υπάρξει ανάγκη.

Για την εφαρμογή που υλοποιήθηκε έχουμε δυο φανάρια Α και Β και 5 καταστάσεις για την λειτουργία τους (οι άσσοι και τα μηδενικά υποδηλώνουν το πότε είναι ενεργοποιημένα και πότε όχι):

<u>Φανάρια/Καταστάσεις</u>	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
ARED	0	0	1	1	0
AYELLOW	0	1	0	0	0
AGREEN	1	0	0	0	1
BRED	1	1	0	0	1
BYELLOW	0	0	0	1	0
BGREEN	0	0	1	0	0

Στην περίπτωση όπου κάποιο από τα οχήματα έκτακτης ανάγκης περάσει απ τον δρόμο που βρίσκονται τα φανάρια Α και Β εκείνα λειτουργούν ως εξής.

Αν το όχημα περάσει από το φανάρι Α τότε:

<u>Φανάρια/Ανάγκη</u>	<u>Ασθενοφόρο-Πυροσβεστικό- Περιπολικό (κατάσταση 6^η)</u>
ARED	0
AYELLOW	0
AGREEN	1
BRED	1
BYELLOW	0
BGREEN	0

Αν το όχημα περάσει από το φανάρι Β τότε:

<u>Φανάρια/Ανάγκη</u>	<u>Ασθενοφόρο-Πυροσβεστικό- Περιπολικό (κατάσταση 7^η)</u>
ARED	1
AYELLOW	0
AGREEN	0
BRED	0
BYELLOW	0
BGREEN	1

Αφού έχουμε μελετήσει την συμπεριφορά των δυο φαναριών σε φυσιολογικές συνθήκες αλλά και σε περιπτώσεις ανάγκης, στη συνέχεια γίνεται η μελέτη για το ασύρματο όσο αναφορά τον τρόπο λειτουργίας του αλλά και για την τοποθέτηση του.

Το ασύρματο αποτελείται από τον πομπό ο οποίος τοποθετείται στα οχήματα έκτακτης ανάγκης και τον δέκτη όπου τοποθετείται επάνω στους φωτεινούς σηματοδότες. Το ασύρματο το οποίο σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε για την παρούσα εφαρμογή είναι χαμηλής κατανάλωσης ισχύος με τροφοδοσία 3,3Volt και εμβέλειας 50 έως 100 μέτρα (m) υπεραρκετά για την συγκριμένη εφαρμογή ωστόσο μπορεί να αυξηθεί έως 300 μέτρα συνδέοντας το με ένα ενισχυτή.

Η επικοινωνία του ασύρματου και του μικροελεγκτή 8051 γίνεται σειριακά. Ο δέκτης συνδέεται στην σειριακή πόρτα του μικροελεγκτή ώστε κάθε φορά που ο πομπός στέλνει ένα μήνυμα ανάγκης στο δέκτη εκείνος με την σειρά του το μεταφέρει στο μικροελεγκτή.

Το μήνυμα που στέλνει ο πομπός στον δέκτη είναι μια σειρά από έντεκα ψηφία τα οποία χωρίζονται σε ομάδες όπου η κάθε ομάδα δηλώνει κάτι διαφορετικό. Τα δυο πρώτα ψηφία δείχνουν ποιο όχημα ανάγκης είναι, για την εφαρμογή αυτή ορίσαμε ότι το ασθενοφόρο έχει (01), το πυροσβεστικό (02) και το περιπολικό (03), θα πρέπει να αναφερθεί εδώ ότι μπορούν να προστεθούν, ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείτε η εφαρμογή, και άλλα οχήματα όπως είναι του δήμου, στρατιωτικά, κλπ.

Τα άλλα τρία ψηφία δείχνουν αν υπάρχει αναγκαιότητα ή όχι. Η αναγκαιότητα είναι πολύ σημαντική για το λόγο ότι δείχνει ότι κάποιο όχημα πρέπει να μεταβεί σε κάποιο σημείο άμεσα, επίσης μέσω της αναγκαιότητας γίνεται ο έλεγχος για την παροχή προτεραιότητας για το λόγο ότι υπάρχουν περιπτώσεις όπου δυο ή και περισσότερα οχήματα ανάγκης περνούν από διαφορετικούς δρόμους και γι αυτό θα πρέπει να υπάρχουν κάποιοι κανόνες με τους οποίους θα δίνεται προτεραιότητα.

Αρχικά ορίζουμε την αναγκαιότητα με 1XX (όπου XX ο αριθμός του οχήματος) και 0XX την μη αναγκαιότητα, για παράδειγμα αν το ασθενοφόρο πρέπει να μεταβεί κάπου τότε έχουμε ανάγκη και τα ψηφία της αναγκαιότητας θα είναι 101, αν δεν υπάρχει ανάγκη τότε θα είναι 001. Έπειτα γίνεται ο έλεγχος προτεραιότητας όπου ελέγχονται ποια οχήματα έχουν ανάγκη (μέσω της αναγκαιότητας) ώστε να τους δοθεί η προτεραιότητα, γι αυτό το λόγο θέτουμε μια σειρά προτεραιότητας με σκοπό να υπάρχει μια οργάνωση στον τρόπο με τον οποίο θα δίνεται η προτεραιότητα στα οχήματα. Η σειρά προτεραιότητας που ορίζουμε για αυτήν την εφαρμογή είναι πρώτα το ασθενοφόρο μετά το πυροσβεστικό και τελευταίο το περιπολικό και σε περίπτωση όπου υπάρχουν και άλλα οχήματα τα προσαρμόζουμε στη σειρά προτεραιότητας που έχουμε ορίσει.

Ο τρόπος ελέγχου προτεραιότητας:

- Αν ένα ασθενοφόρο περνάει από τον δρόμο Α και ένα περιπολικό περνάει από τον δρόμο Β, έστω και τα δυο πρέπει να μεταβούν σε κάποιο μέρος (ύπαρξη ανάγκης) τότε θα δοθεί προτεραιότητα στο δρόμο που είναι το ασθενοφόρο και ύστερα στο δρόμο που είναι το περιπολικό σύμφωνα με την σειρά προτεραιότητας που έχουμε ορίσει.

- Αν ένα πυροσβεστικό περνάει από τον δρόμο Α, ένα ασθενοφόρο περνάει από τον δρόμο Β και ένα περιπολικό περνάει από το δρόμο Γ και έστω ότι και τα τρία οχήματα έχουν ανάγκη τότε θα δοθεί προτεραιότητα πρώτα στον δρόμο Β μετά στον δρόμο Α και τελευταία στον δρόμο Γ σύμφωνα με την σειρά προτεραιότητας που έχουμε ορίσει.

Με τα υπόλοιπα έξι ψηφία αριθμούμε όλους τους φωτεινούς σηματοδότες που υπάρχουν με σκοπό ο έλεγχος προτεραιότητας να γίνεται και μέσω GPS. Η παρούσα εφαρμογή έχει μόνο δυο φανάρια και δεν έγινε με χρήση GPS γι αυτό δώσαμε εμείς τους αριθμούς 000001 για το ένα και 000002 για το άλλο.

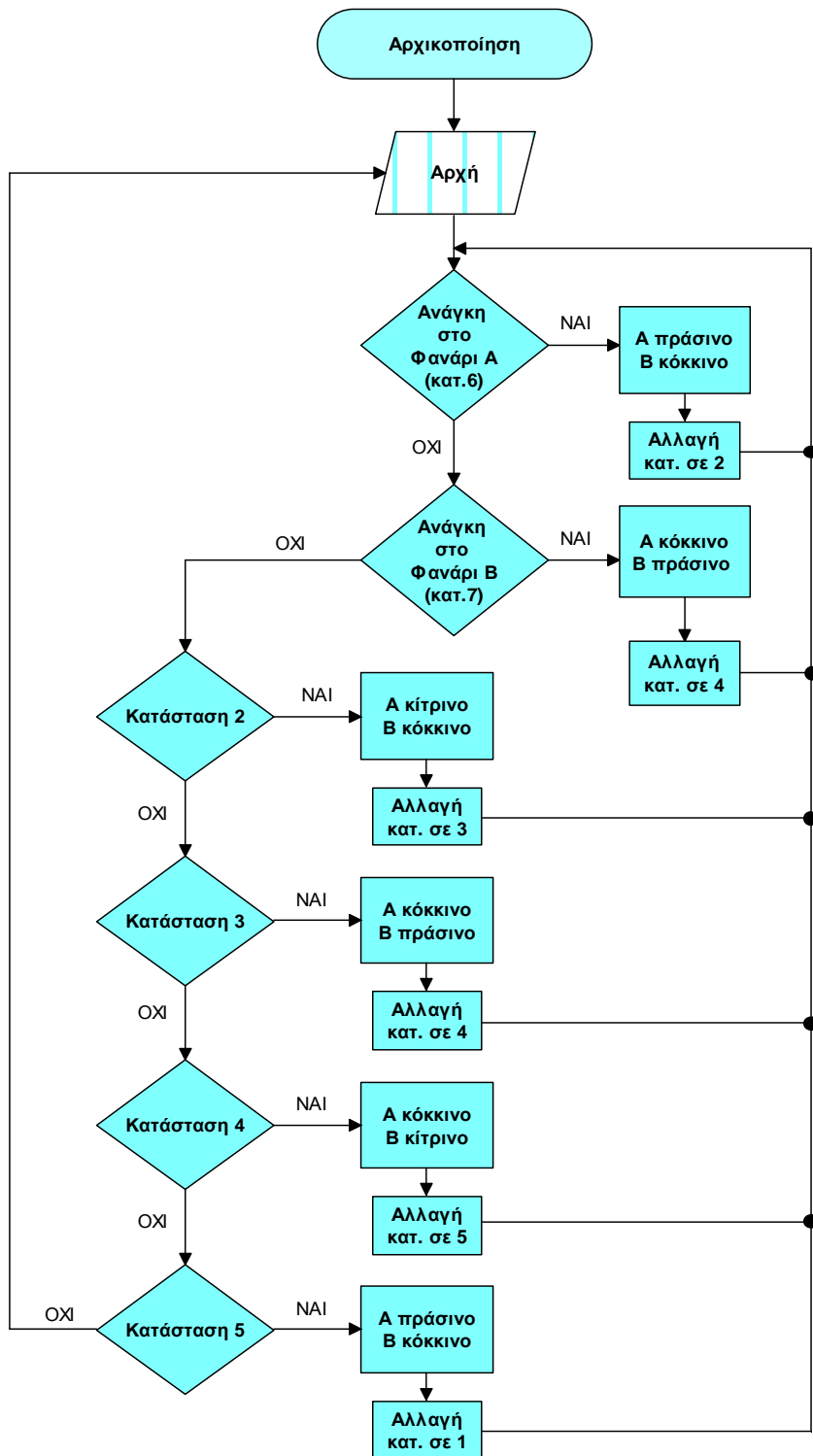
Όταν ένα όχημα έκτακτης ανάγκης πρέπει να μεταβεί σε κάποιο σημείο ορίζει στο GPS ποια διαδρομή θα ακολουθήσει για να φτάσει στο προορισμό του, έτσι έχοντας αριθμήσει τα φανάρια καθώς το όχημα πλησιάζει σε αυτά αναγνωρίζουν τον αριθμό τους και παρέχουν προτεραιότητα.

Ο δέκτης μπορεί να τοποθετηθεί στα φανάρια με δυο τρόπους:

1. Σε μια διασταύρωση με δυο φανάρια, όπως της εφαρμογής, ο δέκτης μπορεί να τοποθετηθεί στο ένα φανάρι με δυο κεραίες όπου η μια θα είναι στραμμένη έτσι ώστε να κοιτάζει τον ένα δρόμο και η άλλη τον άλλο.
2. Σε μια διασταύρωση με δυο φανάρια, όπως της εφαρμογής, μπορεί στο κάθε φανάρι να είναι τοποθετημένος ένας δέκτης.

3.2.1 Το διάγραμμα ροής.

Σύμφωνα με τους παραπάνω πίνακες σχηματίστηκε το διάγραμμα ροής **Εικόνα 3.1** όπου δείχνει τα βήματα με τα οποία δουλεύουν οι φωτεινοί σηματοδότες σε κανονικές συνθήκες αλλά και σε συνθήκες όπου υπάρχει να ανάγκη.



Εικόνα 3.1: Διάγραμμα ροής.

Στο διάγραμμα ροής της **Εικόνας 3.1** διακρίνονται οι εξής διαδικασίες:

- Αρχικοποίηση: Κατά τη διαδικασία της αρχικοποίησης, ρυθμίζονται σε ποιες πόρτες του μικροελεγκτή θα συνδεθούν τα λαμπάκια για τους φωτεινούς σηματοδότες.
- Αρχή: Εδώ ξεκινάει το κυρίως πρόγραμμα, όπου έχει ρυθμιστεί η 1^η κατάσταση για τα φανάρια που είναι A πράσινο και B κόκκινο για χρόνο 10sec (δευτερόλεπτα).
- Έλεγχος ανάγκης για το φανάρι A: Σε αυτή τη διαδικασία γίνεται ο έλεγχος για το αν κάποιο απ τα οχήματα ανάγκης περνάει απ το δρόμο που βρίσκεται το φανάρι A, αν υπάρχει τότε είναι η 6^η κατάσταση και έχουμε A πράσινο και B κόκκινο και είναι συνεχώς αναμμένα μέχρις ότου περάσει το όχημα και η κυκλοφορία επανέρχεται μετά από 17sec. Επίσης έχουμε την αλλαγή κατάστασης από την 6^η στη 2^η.
- Έλεγχος ανάγκης για το φανάρι B: Σε αυτή τη διαδικασία γίνεται ο έλεγχος για το αν κάποιο απ τα οχήματα ανάγκης περνάει απ το δρόμο που βρίσκεται το φανάρι B, αν υπάρχει τότε είναι η 7^η κατάσταση και έχουμε A κόκκινο και B πράσινο και είναι συνεχώς αναμμένα μέχρις ότου περάσει το όχημα και η κυκλοφορία επανέρχεται μετά από 17sec. Επίσης έχουμε την αλλαγή κατάστασης από την 7^η στη 4^η.
- Έλεγχος 2^{ης} κατάστασης: Εδώ έχουμε τον έλεγχο σε ποια κατάσταση βρισκόμαστε και στη συγκριμένη περίπτωση αν είναι η 2^η κατάσταση τότε τα φανάρια αλλάζουν σε A κίτρινο και B κόκκινο για χρόνο 5sec και επίσης γίνεται αλλαγή από τη 2^η στη 3^η κατάσταση.
- Έλεγχος 3^{ης} κατάστασης: Αν είναι η 3^η κατάσταση τότε τα φανάρια αλλάζουν σε A κόκκινο και B πράσινο για χρόνο 10sec και επίσης γίνεται αλλαγή από τη 3^η στη 4^η κατάσταση.
- Έλεγχος 4^{ης} κατάστασης: Αν είναι η 4^η κατάσταση τότε τα φανάρια αλλάζουν σε A κόκκινο και B κίτρινο για χρόνο 5sec και επίσης γίνεται αλλαγή από τη 4^η στη 5^η κατάσταση.
- Έλεγχος 5^{ης} κατάστασης: Αν είναι η 5^η κατάσταση τότε τα φανάρια αλλάζουν σε A πράσινο και B κόκκινο για χρόνο 10sec και επίσης γίνεται αλλαγή από τη 5^η στη 1^η κατάσταση.

3.2.2 Το υλικό μέρος της εφαρμογής.

Το επόμενο βήμα είναι η σχεδίαση και η κατασκευή των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων (πλακέτες) όπου στο ένα θα τοποθετηθούν τα εξαρτήματα ώστε να δημιουργήσουμε τους φωτεινούς σηματοδότες και στο άλλο το ασύρματο για την επικοινωνία. Η σχεδίαση έγινε χρησιμοποιώντας το λογισμικό Eagle.

Το ηλεκτρονικό κύκλωμα για τα φανάρια αποτελείται από:

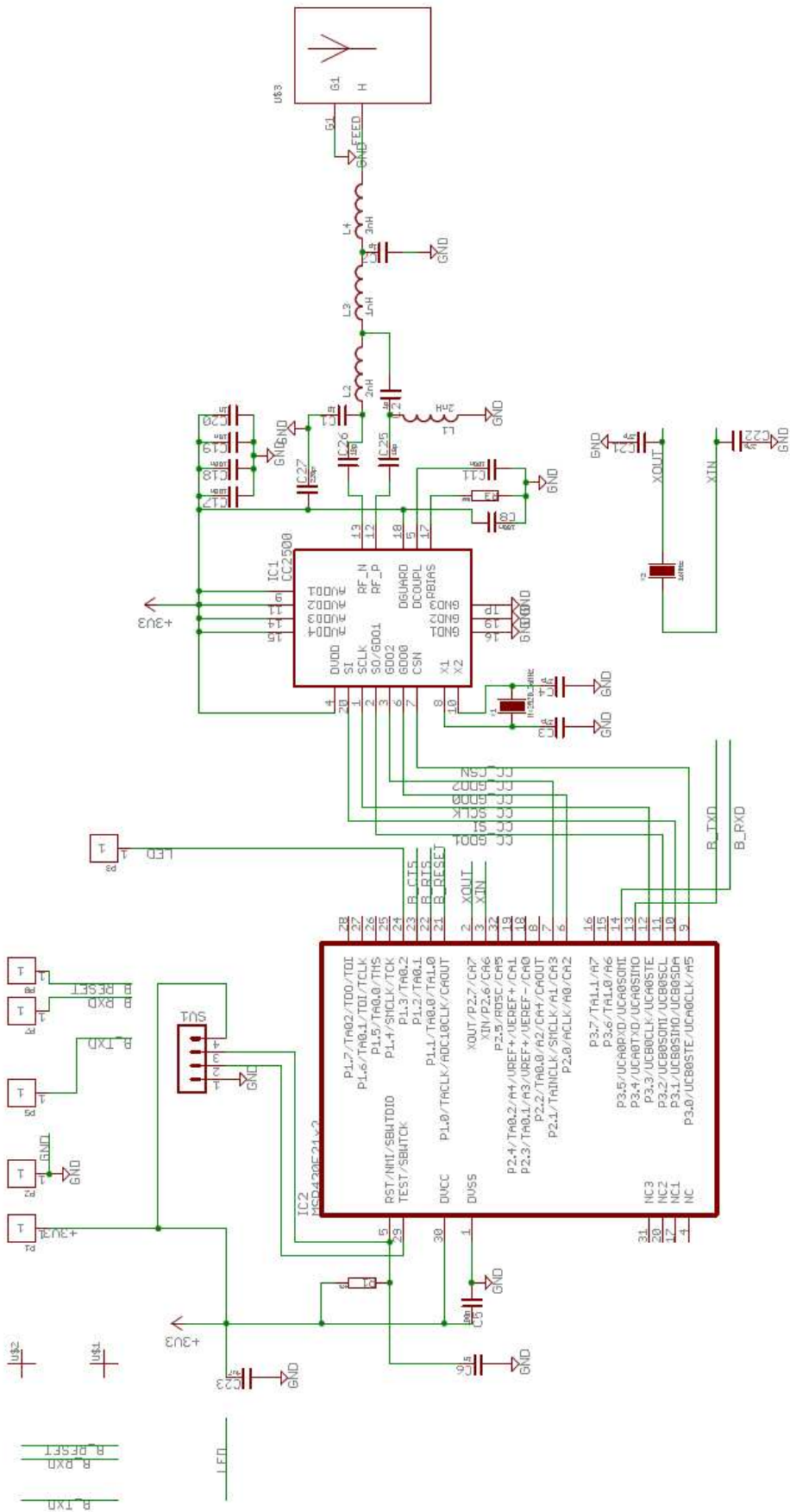
- Την διάταξη τροφοδοσίας.
- Την βαθμίδα για τη σύνδεση του υπολογιστή με την πλακέτα προγραμματισμού, μέσω σειριακής θύρας RS-232.
- Την βαθμίδα του μικροελεγκτή 8051.

Το ηλεκτρονικό κύκλωμα για το ασύρματο αποτελείται από:

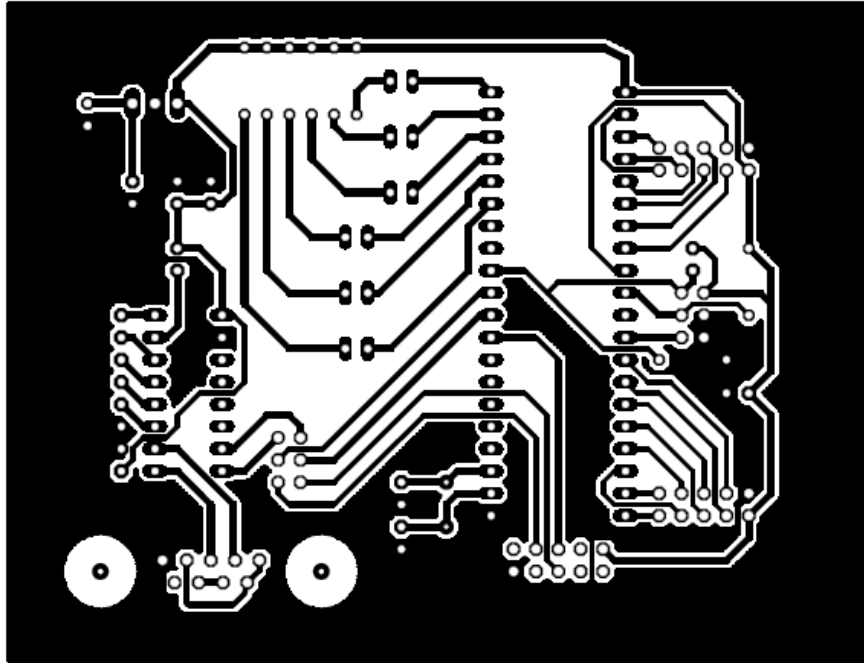
- Την βαθμίδα του μικροελεγκτή MSP43F2132.
- Την βαθμίδα του πομποδέκτη CC2500.

Τα κυκλωματικά διαγράμματα της εφαρμογής καθώς και τα pcb φαίνονται στις παρακάτω **Εικόνες 3.2, 3.3, 3.4, 3.5.**

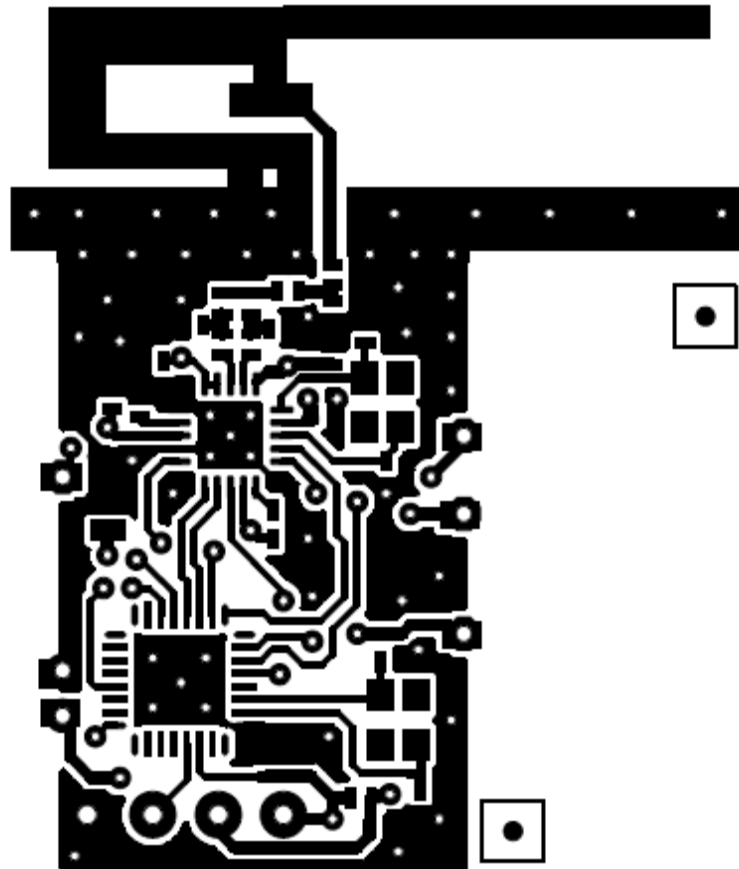
Σε αυτή την παράγραφο που θα ακολουθήσει περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά και η λειτουργία των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και των βασικών εξαρτημάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της εφαρμογής.



Εικόνα 3.3: Το σχηματικό διάγραμμα του ασύρματου.



Εικόνα 3.4: Το pcb διάγραμμα για τα φανάρια.

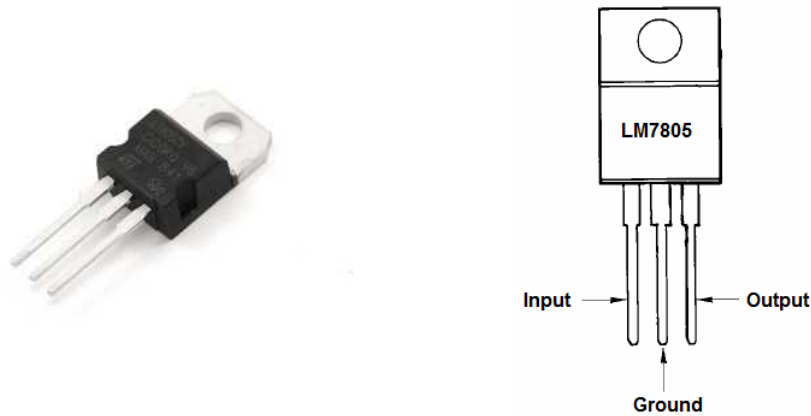


Εικόνα 3.5: Το pcb διάγραμμα για το ασύρματο.

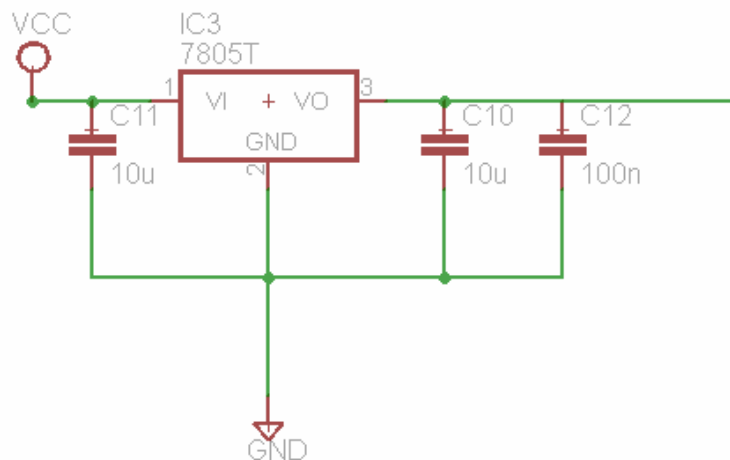
Το ηλεκτρονικό κύκλωμα για τα φανάρια:

Η διάταξη της τροφοδοσίας των εξαρτημάτων αποτελείται από ένα LM7805 regulator (γραμμικό ρυθμιστή τάσης) όπου τα δυο τελευταία ψηφία υποδηλώνουν την τάση που παράγει στην έξοδο, στην συγκεκριμένη περίπτωση 5Volt. Το πλεονέκτημα αυτού του regulator είναι ότι δεν απαιτεί επιπρόσθετα συστατικά για να παρέχει μια σταθερή, ρυθμιζόμενη τάση και αυτό το καθιστά εύκολο στη χρήση καθώς επίσης είναι οικονομικό και αποδοτικό.

Για την τροφοδοσία της εφαρμογής (Vcc) χρησιμοποιήθηκε κοινό τροφοδοτικό εμπορίου με δυνατότητα επιλογής τάσης.



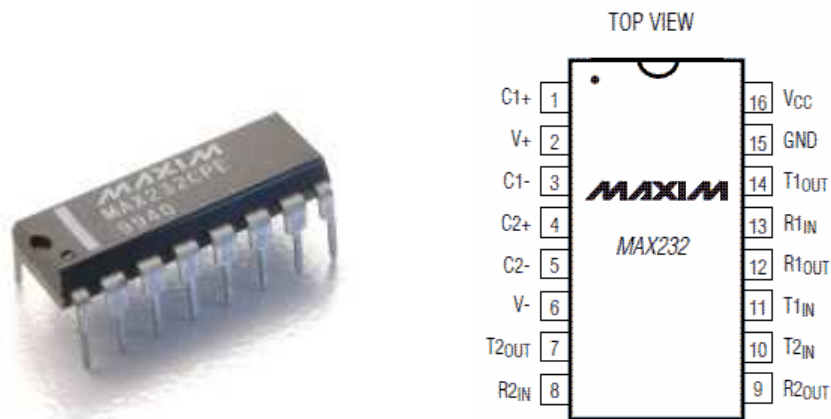
Εικόνα 3.6: Ο ρυθμιστής σε κέλυφος και το διάγραμμα των ακροδεκτών του.



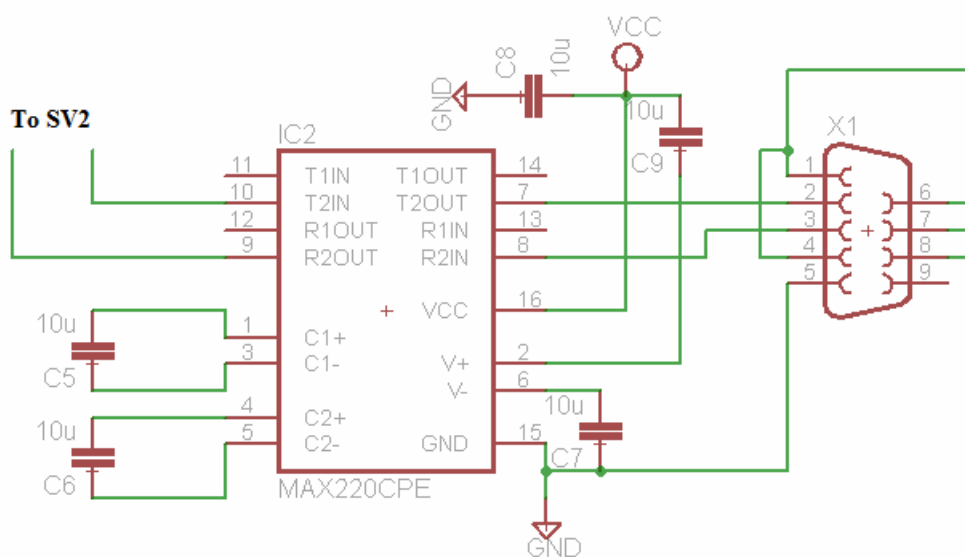
Εικόνα 3.7: Το σχηματικό διάγραμμα του ρυθμιστή τάσης.

Η επικοινωνία της εφαρμογής με τον υπολογιστή έγινε μέσω της σειριακής θύρας και χρησιμοποιήθηκε το πρωτόκολλο επικοινωνίας RS-232. Το ολοκληρωμένο κύκλωμα MAX232 της εταιρίας Maxim, χρησιμοποιήθηκε για το σκοπό αυτό.

Πρόκειται για ένα πομποδέκτη για σειριακή επικοινωνία RS-232, χαμηλής κατανάλωσης. Η βασική λειτουργία του είναι να μετατρέπει τις στάθμες TTL/CMOS που προέρχονται από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας και ελέγχου σε στάθμες RS-232, για την σειριακή θύρα UART του υπολογιστή. Η λειτουργία του στηρίζεται στους εξωτερικούς πυκνωτές που συνδέονται στο ολοκληρωμένο έτσι ώστε δίνοντας του +5V παράγει επίπεδα τάσης +10V και -10V που χρειάζονται για την επικοινωνία και στους αντιστροφής τάσεων που υπάρχουν στις βαθμίδες εκπομπής και λήψης μέσα στο ολοκληρωμένο. Η ταχύτητα επικοινωνίας που μπορεί να υποστηρίξει είναι μέχρι 120kbps.



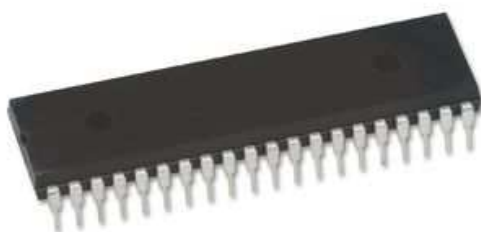
Εικόνα 3.8: Ο πομποδέκτης MAX232 σε κέλυφος και το διάγραμμα των ακροδεκτών του.



Εικόνα 3.9: Το σχηματικό του πομποδέκτη.

Η βαθμίδα του μικροελεγκτή αποτελείται από τον μικροελεγκτή 8051(40 pins) όπου σε αυτόν συνδέεται ένας κρύσταλλος 11.059MHz για την παραγωγή του ρολογιού από τον ενσωματωμένο ταλαντωτή, επίσης στις πόρτες P1.0 έως P1.5 συνδέονται τα λαμπάκια τύπου led ώστε να δημιουργήσουμε τους φωτεινούς σηματοδότες, ακόμη στις πόρτες P0.0 έως P0.7 και P2.0 έως P2.7 συνδέονται υποδοχές (pin connectors) ώστε να συνδεθούν σε αυτές περιφερειακά άλλες εφαρμογές, τέλος ο υποδοχέας sv2 συνδέει τον πομποδέκτη MAX232 με τον μικροελεγκτή και στον υποδοχέα con1 συνδέεται το ασύρματο.

Στο κεφάλαιο 2 που προηγήθηκε υπάρχουν αναλυτικά τα χαρακτηριστικά του μικροελεγκτή 8051.



Εικόνα 3.10: Ο μικροελεγκτής 8051 σε κέλυφος.



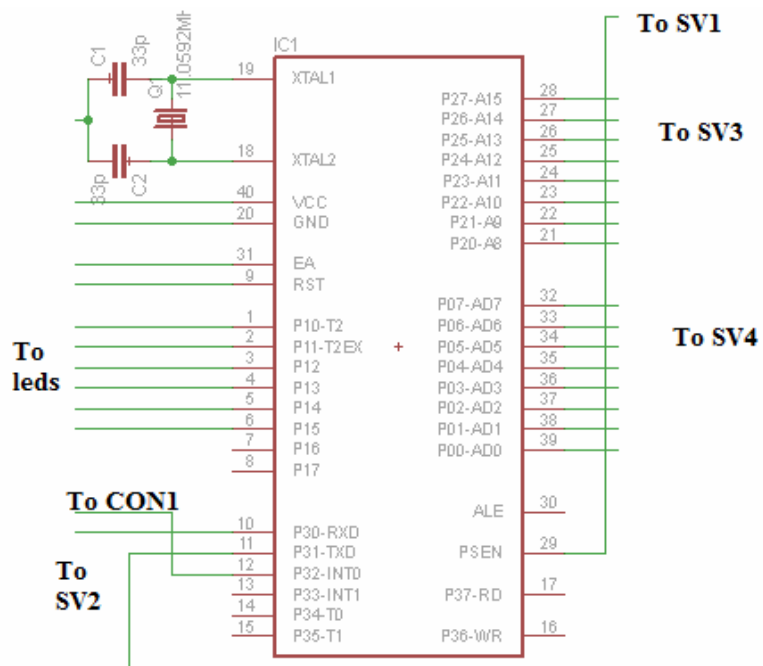
Εικόνα 3.11: Ο κρύσταλλος 11.059MHz σε κέλυφος.



Εικόνα 3.12: Οι υποδοχές.



Εικόνα 3.13: Λαμπάκια τύπου led.

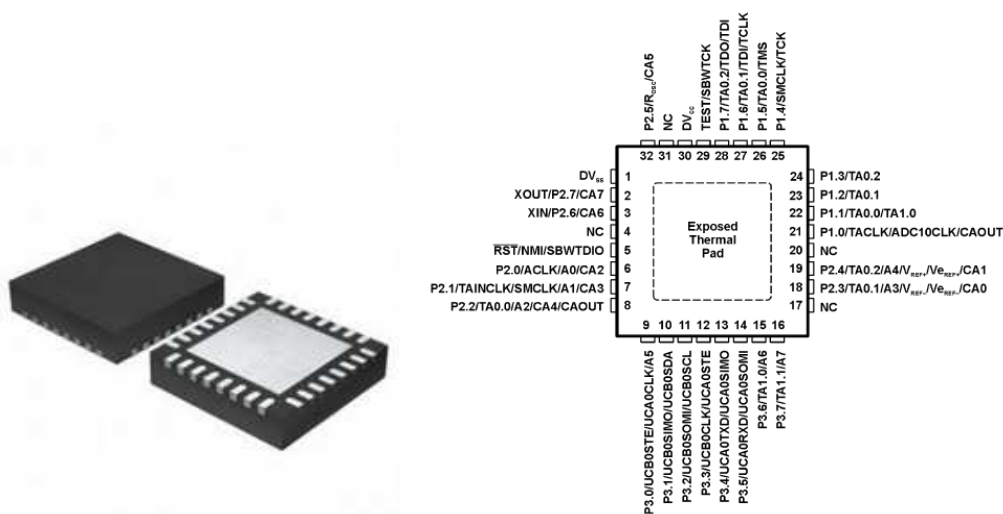


Εικόνα 3.14: Το σχηματικό του μικροελεγκτή.

Το ηλεκτρονικό κύκλωμα για το ασύρματο:

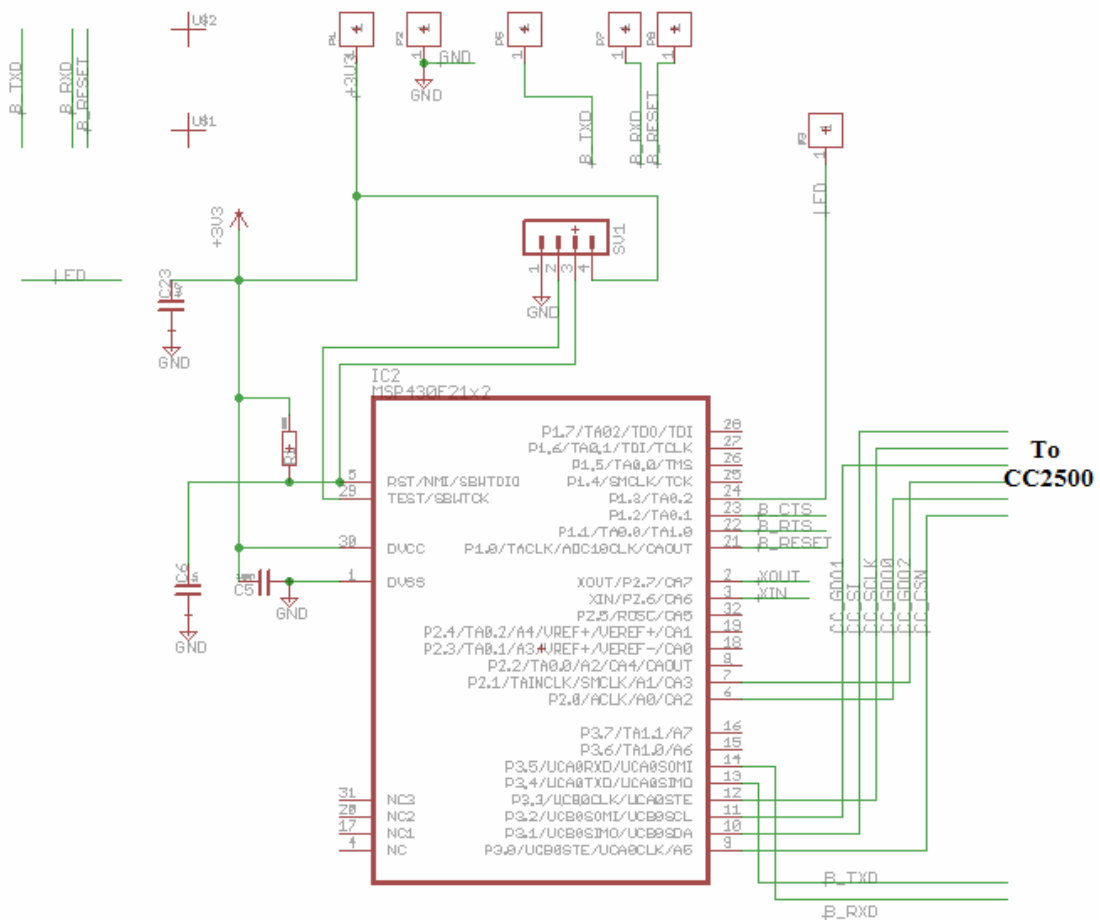
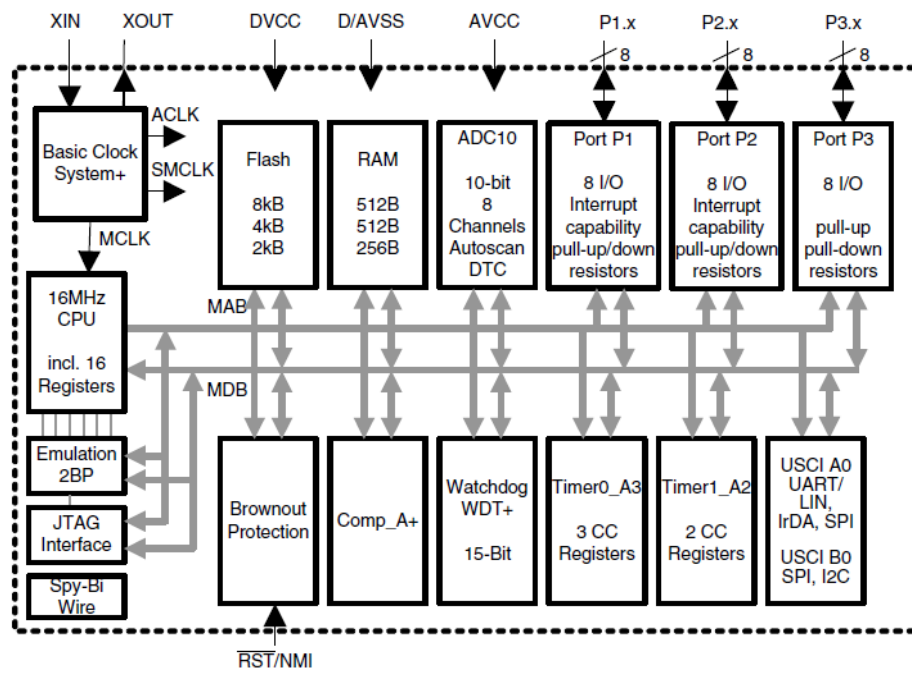
Το αναπτυξιακό του ασύρματος αποτελείται από δυο βαθμίδες η μια είναι εκείνη με το μικροελεγκτή MSP430F2132 της εταιρίας Texas Instruments. Πρόκειται για ένα μικροελεγκτή χαμηλού κόστους και πολύ χαμηλής κατανάλωσης, ιδανικό για εφαρμογές που τροφοδοτούνται από μπαταρία. Στο εσωτερικό του έχει μία κεντρική μονάδα επεξεργασίας των 16-bit, καταχωρητές των 16-bit, έναν ψηφιακά ελεγχόμενο ταλαντωτή (DCO), 2 μετρητές των 16-bit, ένας μετρητής ελέγχου σε περίπτωση σφάλματος στο πρόγραμμα του μικροελεγκτή (watchdog timer), σειριακή επικοινωνία (UART/IrDA/SPI), ένας μετατροπέας από αναλογικό σε ψηφιακό (A/D) και 24 ακροδέκτες εισόδου-εξόδου. Η μέγιστη συχνότητα χρονισμού είναι 16MHz. Η μνήμη του μικροελεγκτή είναι 8KB, 256B flash memory και 512B RAM.

Ο μικροελεγκτής μπορεί να τροφοδοτηθεί από 1,8V μέχρι 3,6V.



Εικόνα 3.15: Ο μικροελεγκτής MSP430F2132 σε κέλυφος και το διάγραμμα των ακροδεκτών του.

functional block diagram



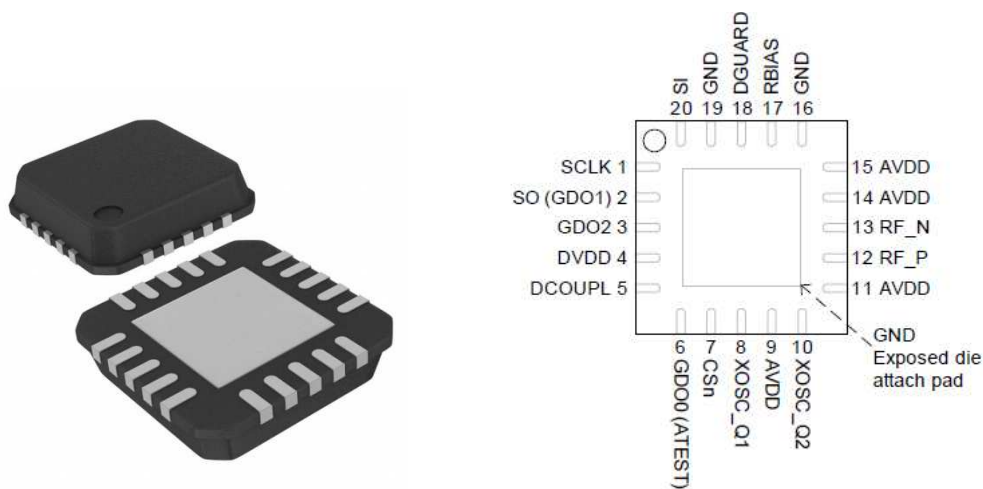
Εικόνα 3.16: Το σχηματικό του μικροελεγκτή MSP430F2132.

Η επόμενη βαθμίδα είναι εκείνη του πομποδέκτη και χρησιμοποιήθηκε το ολοκληρωμένο κύκλωμα CC2500 της εταιρίας Texas Instruments. Είναι ένα ολοκληρωμένο μικρού μεγέθους, πολύ χαμηλού κόστους και κατανάλωσης αλλά πολλών δυνατοτήτων. Ο CC2500 είναι ένας πομποδέκτης ειδικά σχεδιασμένος για τη ζώνη συχνοτήτων ISM 2.4GHz και για εφαρμογές ασύρματης επικοινωνίας με προδιαγραφές πολύ χαμηλής κατανάλωσης ισχύος και μικρής εμβελείας (SRD – Short Range Device).

Ο πομποδέκτης έχει ενσωματωμένο ένα ρυθμιστή μόντεμ που του δίνει την δυνατότητα να έχει ποικιλία τεχνικών διαμόρφωσης φέροντος, OOK (on – off Keying), 2-FSK (Frequency Shift Keying για δυαδικά σήματα δεδομένων), GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying), MSK (Minimum -Shift Keying). Επίσης ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης δεδομένων είναι μέχρι και 500 Kbps. Λόγω των πολλών βαθμίδων που περιέχει το ολοκληρωμένο κύκλωμα δίνεται η δυνατότητα για διαχείριση πακέτων, προσωρινή αποθήκευση δεδομένων (64 byte RX and TX FIFOs), συνεχόμενες μεταδόσεις, σαφής εκτίμηση του καναλιού για το αν είναι ελεύθερο ή όχι, ένδειξη ποιότητας και δυνατότητα λειτουργίας σε αναμονή και επαναλειτουργίας σε κανονική κατάσταση την στιγμή λήψης σήματος (Wake on Radio).

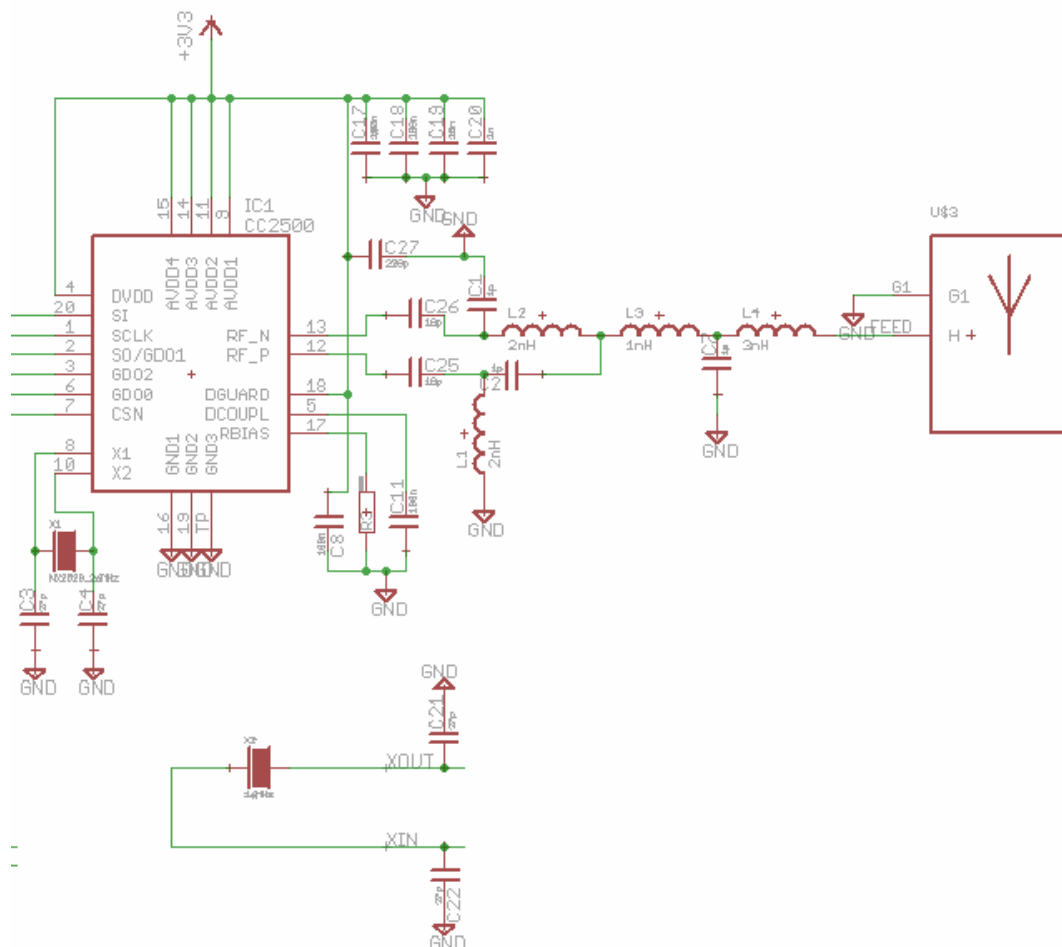
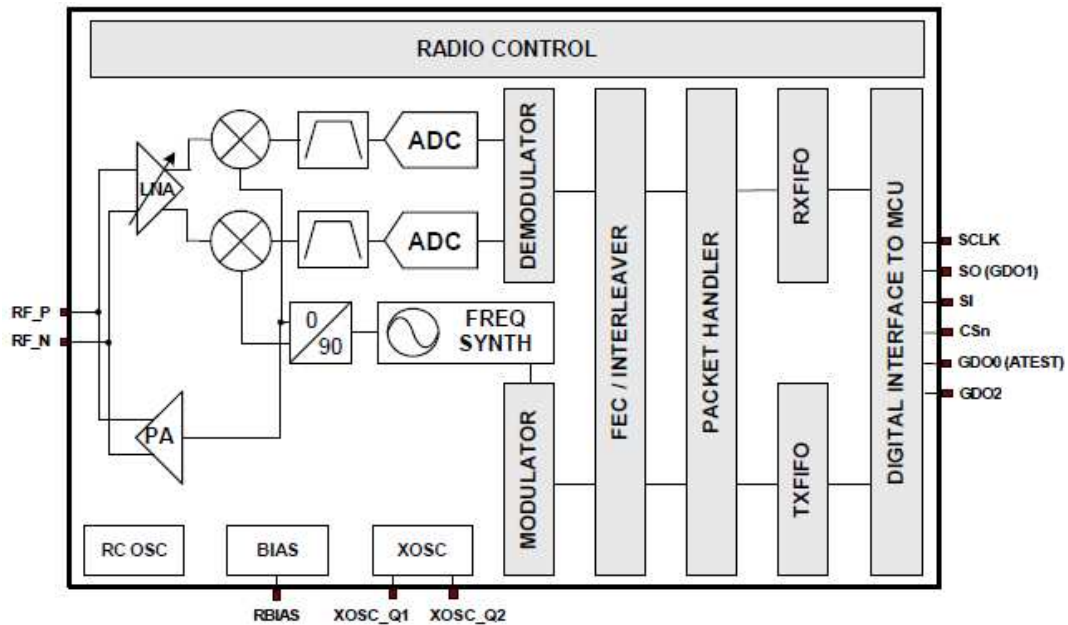
Ο δέκτης του ολοκληρωμένου έχει ευαισθησία -104dBm και υψηλή επιλεκτικότητα και η ισχύς εξόδου του πομπού είναι προγραμματιζόμενη μέχρι και +1dBm.

Η κατανάλωση του ολοκληρωμένου είναι 400nA σε αναμονή, 17mA σε κατάσταση λήψης (RX mode) και 21mA σε κατάσταση εκπομπής (TX mode) για την μέγιστη ισχύ εκπομπής. Ο χρόνος που χρειάζεται για να μεταβεί από την μια κατάσταση στην άλλη είναι μερικά μsec.



Εικόνα 3.17: Ο πομποδέκτης CC2500 σε κέλυφος και το διάγραμμα των ακροδεκτών του.

Functional block diagram



Εικόνα 3.18: Το σχηματικό του πομποδέκτη CC2500.

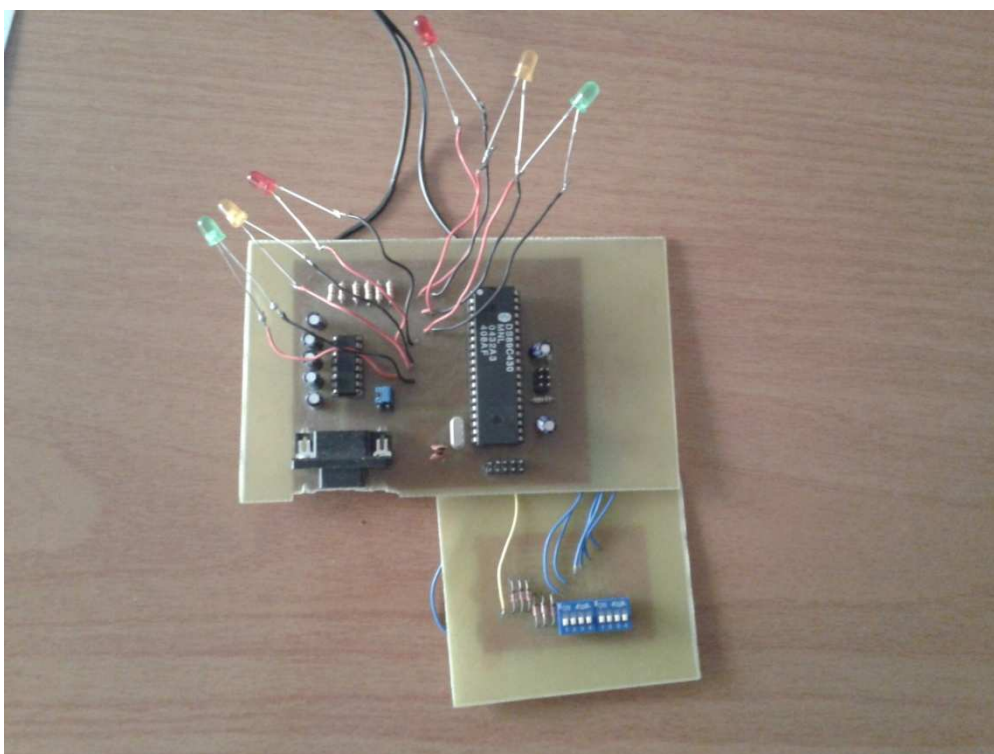
3.2.3 Ο προγραμματισμός των μικροελεγκτών.

Έχοντας κάνει όλες τις απαραίτητες μελέτες, καθώς επίσης έχοντας ολοκληρώσει τα ηλεκτρικά κυκλώματα των πλακετών, το τελευταίο βήμα για την υλοποίηση της εφαρμογής είναι η δημιουργία του κώδικα για το κάθε μικροελεγκτή ξεχωριστά.

Για τον προγραμματισμό των μικροελεγκτών της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε το περιβάλλον KEIL uVISION και ο προγραμματισμός έγινε σε γλώσσα assembly. Πλεονέκτημα αυτής της γλώσσας είναι ότι ο αλγόριθμος του προγράμματος εκτελείται πολύ πιο γρήγορα σε σύγκριση με τις υπόλοιπες γλώσσες προγραμματισμού. Και επίσης μπορεί να υπάρχει ακριβής έλεγχος στο τι κάνει το πρόγραμμα σε κάθε εντολή.

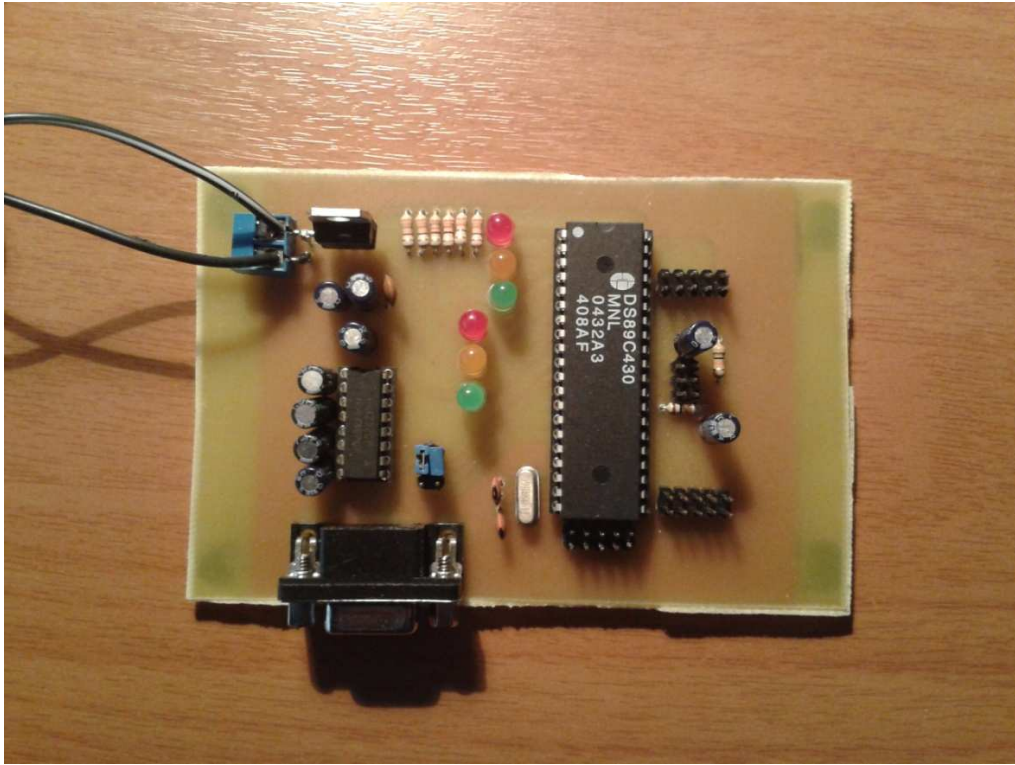
3.3 Η υλοποίηση της εφαρμογής

Αρχικά φτιάχτηκε μια πλακέτα με σκοπό να γίνουν δόκιμες για τυχόν λάθη που μπορούν να έχουν συμβεί είτε στο κώδικα είτε στο ηλεκτρικό κύκλωμα. Ακόμη για τον έλεγχο ανάγκης των οχημάτων δεν χρησιμοποιήθηκε ασύρματη επικοινωνία αλλά μια πλακέτα με έξι διόδους και έξι διακόπτες, όπου κάθε διακόπτης υποδηλώνει την ανάγκη που υπάρχει σε κάθε δρόμο αντίστοιχα. Στην **Εικόνα 3.19** φαίνεται η δοκιμαστική πλακέτα.



Εικόνα 3.19: Η δοκιμαστική πλακέτα.

Η τελική μορφή του ηλεκτρικού κυκλώματος της εφαρμογής φαίνεται στην **Εικόνα 3.20** καθώς και το ασύρματο (πομπός - δέκτης) στις **Εικόνες 3.21, 3.22, 3.23**.



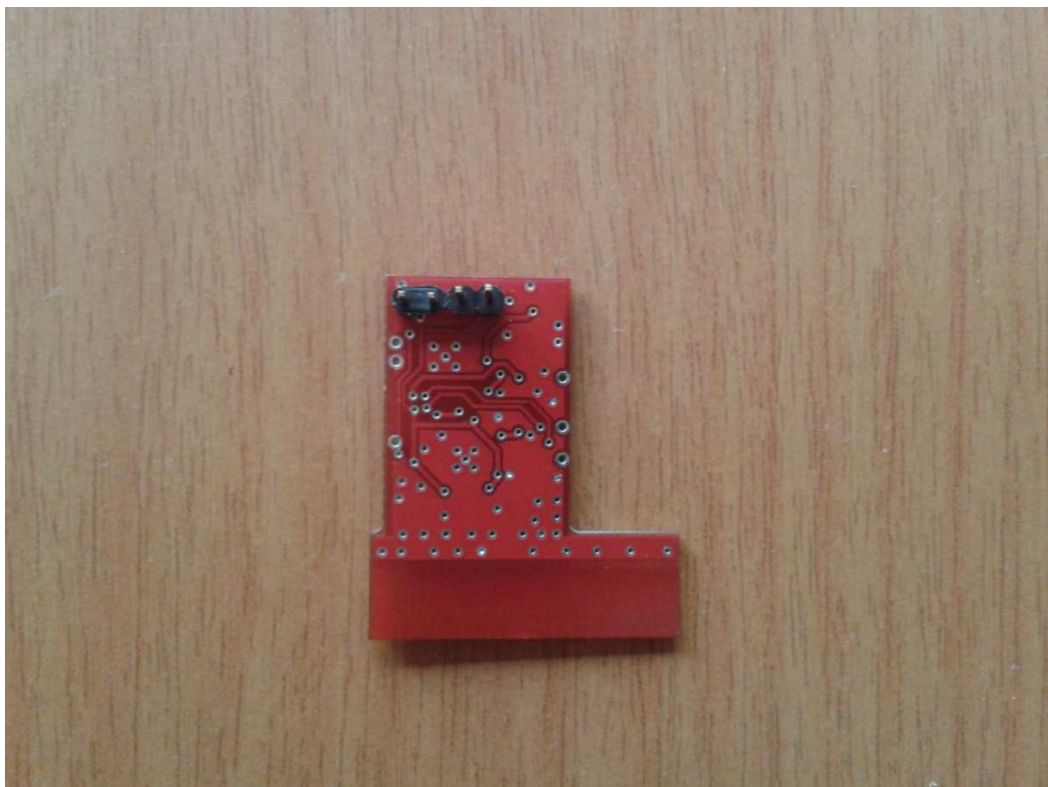
Εικόνα 3.20: Η Τελική πλακέτα.



Εικόνα 3.21: Ο πομπός του ασύρματου.



Εικόνα 3.22: Ο δέκτης του ασύρματου.



Εικόνα 3.23: Ο δέκτης του ασύρματου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλιογραφία

- Predko M., Προγραμματίζοντας το μικροελεγκτή 8051, Τζιόλα 1999

Σύνδεσμοι

- <http://www.wikipedia.org/>
- <http://www.ti.com/>
- <http://www.maxim-ic.com/>
- <http://www.tsanak.gr/documents/civil/trafficlights.pdf>
- <http://www.tsanak.gr/roadequip.htm>
- <http://coolweb.gr/fanaria-istoria-dromos/>
- <http://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop08024/chapter9.htm>
- <http://www.outofspecs.gr/forum/showthread.php/3500-Assembly-%CF%83%CE%B5-8051>