



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

ΚΑΡΠΙΕΤΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΚΛΟΠΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ GSM/GPS

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
ΣΑΠΟΥΝΙΔΗΣ ΘΕΟΔΟΣΙΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΙΟΥΝΙΟΣ 2008



ΑΔΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης.





ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
OVERVIEW	8
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.....	11
1.1. ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	12
1.1.1. ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	12
1.1.2. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	12
1.2. ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	13
1.2.1. Η ΚΥΡΙΑ ΜΟΝΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	13
1.2.2. ΟΙ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	13
1.2.3. ΟΙ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΞΟΔΟΥ	16
1.2.4. Η ΜΟΝΑΔΑ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	17
1.2.5. Η ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΗΓΗ ΙΣΧΥΟΣ.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	
GSM GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS	19
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ ΚΥΨΕΛΗΣ	20
2.2. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ.....	23
2.2.1. ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ	23
2.2.2. ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗΣ ΧΡΟΝΟΥ	25
2.2.3. ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗΣ ΚΩΔΙΚΑ.....	26
2.3. ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ GSM	28
2.3.1. ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	28
2.3.2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΤΟΥ GSM.....	29
2.3.3. Η ΜΟΝΑΔΑ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΗ (SUBSCRIBER IDENTITY MODULE, SIM).....	32
2.3.4. Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ GSM	33
2.3.5. ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΗ ΤΟΥ GSM	33
2.3.5. ΚΕΡΑΙΕΣ GSM.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	
NAVSTAR GPS NAVIGATION SIGNAL TIMING AND RANGING GLOBAL POSITIONING SYSTEM... 37	
3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	38
3.2. ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ GPS.....	39



3.3.	ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	40
3.3.1.	Ο ΤΟΜΕΑΣ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΟΣ	40
3.3.2.	Ο ΤΟΜΕΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ	41
3.3.3.	Ο ΤΟΜΕΑΣ ΧΡΗΣΤΗ	43
3.3.4.	ΩΡΑ ΚΑΙ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ GPS	44
3.3.5.	ΤΟ ΣΗΜΑ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ.....	44
3.3.6.	ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΣΗΜΑΤΟΣ GPS	46
3.3.7.	ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ NMEA - 0183	47
3.3.8.	ΒΑΣΙΚΗ ΥΠΟΜΟΝΑΔΑ ΔΕΚΤΗ GPS.....	50
3.3.9.	ΙΣΧΥΣ ΣΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΕΡΑΙΕΣ GPS	51
3.3.10.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ GPS ΣΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗ / ΕΠΙΛΟΓΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ.....	53
4.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	54
4.2.	ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ.....	55
4.2.1.	ΟΙ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ PIC.....	56
4.2.2.	Ο ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ PIC18F8722.....	57
4.2.3.	ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ.....	58
4.2.4.	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΕΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ PIC.....	58
4.3.	GSM MODEM.....	59
4.3.1.	ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ GSM MODEM.....	59
4.3.2.	ΕΝΤΟΛΕΣ AT	59
4.3.3.	ΤΟ ΜΟΝΤΕΜ Q2501 ΤΗΣ WAVECOM.....	60
4.4.	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	61
4.4.1.	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΜ.....	63
4.4.2.	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ.....	72
4.4.3.	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΦΟΡΤΙΩΝ	77
4.4.4.	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΟΘΟΝΗΣ-ΠΛΗΚΤΡΟΛΟΓΙΟΥ.....	78
4.4.5.	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ	80

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°

	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	85
5.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	86
5.2.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΛΟΓΟΥ ΕΠΙΛΟΓΩΝ (MENU)	86
5.2.1.	ΕΠΙΛΟΓΗ PROTECTION	87
5.2.2.	ΕΠΙΛΟΓΗ ALARM	88
5.2.3.	ΕΠΙΛΟΓΗ DISPLAY	89



5.2.4.	ΕΠΙΛΟΓΗ MODEM	89
5.2.5.	ΕΠΙΛΟΓΗ SENSORS	91
5.2.6.	ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ.....	91
5.3.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	92
5.3.	ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΜΕΣΩ GSM ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ GPS	93
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο		
	ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ	95
6.1.	ΤΜΗΜΑ ΥΛΙΚΟΥ	96
6.1.1.	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ EAGLE	96
6.1.2.	ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΧΗΜΑΤΙΚΟΥ	98
6.1.3.	ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΥΠΩΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ.....	106
6.2.	ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	115
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α ΑΡΧΕΙΑ ΠΗΓΑΙΟΥ ΚΩΔΙΚΑ.....		121
ΠΗΓΕΣ / ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		169

07172ΕΣ





ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετάται και υλοποιείται ένα πλήρες σύστημα προστασίας ενός οχήματος, από άτομα τα οποία δεν έχουν εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε αυτό. Το μεγάλο πλεονέκτημα του συστήματος αυτού είναι η χρήση της τεχνολογίας κυψελοειδούς τηλεφωνίας GSM και της τεχνολογίας παγκόσμιου εντοπισμού θέσης GPS, οι οποίες παρέχουν ανα πάσα στιγμή στον ιδιοκτήτη τη δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου των λειτουργιών του συστήματος προστασίας, γενικά των ηλεκτρικών διατάξεων του οχήματος, και τη γνώση της θέσης στην οποία βρίσκεται. Ταυτόχρονα με τις πληροφορίες θέσης, παρέχονται και πληροφορίες που αφορούν μεταβλητές όπως η ταχύτητα και η κατεύθυνση του οχήματος. Ο έλεγχος πραγματοποιείται μέσω της επικοινωνίας του κινητού τηλεφώνου με ένα εγκατεστημένο στο σύστημα μόντεμ GSM, το οποίο διαθέτει ενσωματωμένο δέκτη GPS, ενώ οι εντολές ελέγχου αποστέλλονται με μηνύματα κειμένου SMS.

Επιπρόσθετα, στο εσωτερικό του οχήματος και υπο θέα μόνο του οδηγού, υπάρχει ο συνδυασμός οθόνης-πληκτρολογίου ο οποίος διασυνδέει τον οδηγό με το σύστημα και του παρέχει τις πληροφορίες θέσης του οχήματος καθώς και τη δυνατότητα ρύθμισης παραμέτρων που αφορούν την προστασία του οχήματος και τη λειτουργία των τμημάτων GSM και GPS.



OVERVIEW

A complete vehicle protection system is studied and implemented in this project. Its purpose is to prevent unauthorized access to the vehicle's compartment and operation by using latest technology techniques. The advantage of this system is the use of cellular communications GSM, which provides remote control of vehicle's electric systems without distance restrictions, and global positioning GPS, which provides information including longitude, latitude, height, global time, speed and course (heading) of the vehicle. The control of the system is achieved by sending the appropriate commands, in the form of text messages (SMS), from owner's mobile phone to a GSM modem, which is part of a GSM/GPS module installed in the vehicle.

In addition, driver has the ability to monitor and control several parameters and functions of the system by using a combination of display and keyboard, which is placed near instruments cluster in such a way, that the only person who have access is the driver. GPS calculations can also be displayed to provide valuable information while on the road.



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία χρόνια η διάρρηξη και η κλοπή οχημάτων έχουν λάβει πρωτοφανείς διαστάσεις. Αυτό το πρόβλημα επεκτείνεται όχι μόνο στα επιβατικά αλλά και στα φορτηγά οχήματα τα οποία μεταφέρουν πολύτιμα φορτία. Διάφορα συστήματα έχουν επινοηθεί στη προσπάθεια να αποτραπεί οποιαδήποτε ενέργεια μη εξουσιοδοτημένης χρήσης του οχήματος, γνωρίζοντας περιορισμένο βαθμό επιτυχίας. Συνηθέστερα, αυτά τα συστήματα έχουν λάβει τη μορφή διατάξεων συναγερμών τα οποία ενεργοποιούνται όταν ένα μη εξουσιοδοτημένο πρόσωπο επιχειρήσει είτε να εισέλθει στο όχημα ή να το θέσει σε λειτουργία. Παρ' όλα αυτά, η πιθανότητα παραβίασης ή απώλειας του οχήματος χωρίς να το αντιληφθεί ο ιδιοκτήτης είναι μεγάλη και η πιθανότητα εύρεσης του ελάχιστη. Γι' αυτό το λόγο είναι αναγκαία η χρήση μιας διάταξης η οποία θα επιτρέπει τον απομακρυσμένο έλεγχο του συστήματος προστασίας του οχήματος καθώς και τον συνεχή προσδιορισμό της θέσης του.

Η λύση προσφέρεται από την τεχνολογία της τηλεφωνίας κυψέλης (GSM) η οποία γνωρίζει τα τελευταία χρόνια ραγδαία ανάπτυξη και συσχετίζεται με συνεχώς αυξανόμενο πλήθος εφαρμογών. Μία από αυτές είναι και ο απομακρυσμένος έλεγχος διατάξεων ο οποίος θα μελετηθεί και θα υλοποιηθεί στην παρούσα εργασία σε συνεργασία με το σύστημα συναγερμού του οχήματος. Παράλληλα, η χρήση της τεχνολογίας Παγκόσμιου Εντοπισμού Θέσης (GPS) μπορεί να παρέχει πληροφορίες σχετικές με τη θέση του οχήματος καθώς και άλλες πολύτιμες πληροφορίες. Έτσι, ο ιδιοκτήτης θα έχει τον έλεγχο των λειτουργιών του συναγερμού και ταυτόχρονα θα είναι σε θέση να γνωρίζει που βρίσκεται ανα πάσα στιγμή η επένδυσή του.





1

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ



1.1. ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

1.1.1. ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η πρώτη καταγεγραμμένη περίπτωση κλοπής αυτοκινήτου συνέβη το 1896, μόλις δέκα χρόνια μετά την εμφάνιση των οχημάτων με κινητήρα εσωτερικής καύσης. Καθώς καταγράφονταν και νέες περιπτώσεις έπρεπε να βρέθει ένας τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος. Έτσι, εμφανίστηκαν τα πρώτα συστήματα προστασίας οχημάτων από κλοπή.

Αρχικά, αποτελούνταν από καθαρά μηχανικές διατάξεις οι οποίες καλούνταν να ανιχνεύουν τη μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση και χρήση του οχήματος και να ειδοποιούν τον ιδιοκτήτη ή τους περιβάλλοντες σε αυτό, παράγοντας σήματα που διεγείρουν τις αισθήσεις της όρασης και της ακοής. Ένα πολύ απλό αλλά αποτελεσματικό για εκείνη την εποχή σύστημα, αποτελείτο από αισθητήρες της μορφής διακόπτη οι οποίοι τοποθετούνταν σε κάθε θύρα και σκανδαλίζονταν κάθε φορά που μία από αυτές άνοιγε. Η ειδοποίηση πραγματοποιείτο οπτικά μέσω των φώτων και ακουστικά μέσω της κόρνας του οχήματος.

1.1.2. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τον 20^ο αιώνα, η εξέλιξη της τεχνολογίας της ηλεκτρονικής επιτρέπει στα συστήματα προστασίας να γίνουν πολυπλοκότερα και αποτελεσματικότερα. Ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα ημιαγωγού στοιχείου αναλαμβάνει τη διαχείριση της λειτουργίας του συστήματος ελέγχοντας τις διατάξεις σκανδαλισμού (αισθητήρες) και τις διατάξεις ειδοποίησης (φώτα, κόρνα). Το πλήθος των διαφορετικού τύπου αισθητήρων είναι ικανό να ανιχνεύσει οποιαδήποτε μεταβολή της κατάστασης ηρεμίας του οχήματος και να σκανδαλίσει το ολοκληρωμένο κύκλωμα με αποτέλεσμα την παραγωγή των σημάτων ειδοποίησης. Επίσης καθίσταται δυνατός ο τηλεχειρισμός του συστήματος από περιορισμένη απόσταση μερικών δεκάδων μέτρων. Αυτός ο περιορισμός θα αρθεί με την εμφάνιση της τεχνολογίας της κυψελωτής τηλεφωνίας (GSM).



1.2. ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ένα σύγχρονο σύστημα προστασίας οχήματος αποτελείται από διατάξεις οι οποίες εκφράζουν την τελευταία λέξη της τεχνολογίας. Τα βασικά στοιχεία που αποτελούν το σύγχρονο σύστημα είναι:

- Η κύρια μονάδα ελέγχου του συστήματος (εγκέφαλος).
- Οι διατάξεις εισόδου (αισθητήρες, διακόπτες).
- Οι διατάξεις εξόδου (συσκευές ειδοποίησης, κλειδαριές, παράθυρα).
- Η μονάδα ασυρμάτου ελέγχου (πομπός - δέκτης).
- Η εναλλακτική πηγή ισχύος του συστήματος.

1.2.1. Η ΚΥΡΙΑ ΜΟΝΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Στα περισσότερα σύγχρονα συστήματα η κύρια μονάδα ελέγχου είναι ένας μικρός υπολογιστής. Σκοπός της ύπαρξης του είναι ο έλεγχος και η διαχείριση των σημάτων των διατάξεων εισόδου ώστε να γίνει αντιληπτή οποιαδήποτε ενέργεια μεταβολής της κατάστασης ηρεμίας του οχήματος. Παράλληλα, διαχειρίζεται τα σήματα του δέκτη της μονάδας ασυρμάτου ελέγχου ώστε να ενεργοποιηθούν οι επιθυμητές διατάξεις εξόδου και ελέγχει διαρκώς την ύπαρξη της πηγής ισχύος του συστήματος (μπαταρία). Στην περίπτωση κατά την οποία διαταράσσεται η ηρεμία του συστήματος ενεργοποιεί τις διατάξεις εξόδου ανάλογα με την αιτία μεταβολής.

1.2.2. ΟΙ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥ

Οι διατάξεις εισόδου αποτελούν τα αισθητήρια όργανα του συστήματος. Τοποθετούνται σε συγκεκριμένα σημεία του οχήματος ώστε να ενημερώνεται η μονάδα ελέγχου για την οποιαδήποτε μεταβολή στην κατάσταση ηρεμίας του συστήματος. Οι ενέργειες που μπορούν να μεταβάλλουν την κατάσταση ηρεμίας του οχήματος είναι :

- Παραβίαση των θυρών των επιβατών
- Παραβίαση της θύρας των αποσκευών
- Παραβίαση του καλύμματος του κινητήρα



- Θραύση των κρυστάλλων του οχήματος
- Επιχείρηση αλλαγής της θέσης του οχήματος
- Υπερβολική προσέγγιση του οχήματος (οχήματα με κουκούλα)

Αισθητήρες θυρών

Η παραβίαση των θυρών του οχήματος καθώς και του καλύμματος του κινητήρα είναι οι πιο συνηθισμένες ενέργειες. Τα αισθητήρια που χρησιμοποιούνται είναι στην πλειοψηφία τους μηχανικού τύπου, της μορφής διακόπτη δύο καταστάσεων, αλλά συναντώνται και ηλεκτρονικού τύπου με τη μορφή μαγνητικών ή οπτικών διακοπών. Τα περισσότερα συστήματα προστασίας συνεργάζονται με τους ήδη υπάρχοντες διακόπτες στις θύρες του οχήματος όπως αυτός της εικόνας 1.1. Το ένα ακρο βρίσκεται στο δυναμικό της πηγής τροφοδοσίας ενώ το άλλο συνδέεται στην κύρια μονάδα ελέγχου. Όταν η θύρα είναι ανοικτή ο άξονας πιέζεται προς τα έξω, εξ' αιτίας της ύπαρξης ελατηρίου στο εσωτερικό του διακόπτη, και τα άκρα του διακόπτη έρχονται σε επαφή. Το δυναμικό της πηγής ανιχνεύεται από την κύρια μονάδα ελέγχου και το σύστημα αντιλαμβάνεται την κατάσταση της θύρας. Σε κάθε θύρα ανιχνεύεται η κατάσταση των διακοπών και η μεταβολή της κατάστασής τους τους δηλώνει παραβίαση.



Εικ.1.1. αισθητήρας θυρών

Αισθητήρες θραύσης κρυστάλλου

Οι αισθητήρες των θυρών δεν είναι αρκετά αποτελεσματικοί, καθώς υπάρχουν τρόποι διάρρηξης του οχήματος χωρίς την παραβίαση των θυρών. Η θραύση των κρυστάλλων παρέχει πρόσβαση στο εσωτερικό του οχήματος παρακάμπτοντας τον έλεγχο των θυρών. Γι' αυτό το λόγο τοποθετούνται στο εσωτερικό του οχήματος αισθητήρες οι οποίοι ανιχνεύουν είτε την συχνότητα που παράγεται κατά τη θραύση του κρυστάλλου ή τη μεταβολή της πίεσης στο χώρο. Οι αισθητήρες που ανιχνεύουν τη συχνότητα



Εικ.1.2. αισθητήρας θραύσης κρυστάλλου με μικρόφωνο

έχουν τη μορφή μικροφώνου. Η συχνότητα με την μεγαλύτερη ένταση που παράγεται κατά τη θράυση του κρυστάλλου βρίσκεται στο υπερηχητικό φάσμα και έχει τιμή περίπου 90 KHz. Έτσι η ευαισθησία των κυκλωμάτων του μικροφώνου μελετάται για τη συγκεκριμένη περιοχή συχνοτήτων ώστε να αποκρίνεται μόνο μέσα σε αυτή. Μ'αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται ο λανθασμένος σκανδαλισμός του συστήματος προστασίας από ανεπιθύμητα ηχητικά σήματα υψηλής έντασης που βρίσκονται στο ακουστικό φάσμα, π.χ. κεραυνοί. Οι αισθητήρες πίεσης βασίζονται ως επί το πλείστον στο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο και ανιχνεύουν τη μετάβολή της πίεσης στο εσωτερικό του οχήματος η οποία μπορεί να προκληθεί από τη θράυση των κρυστάλλων αλλά και από το άνοιγμα μίας θύρας.

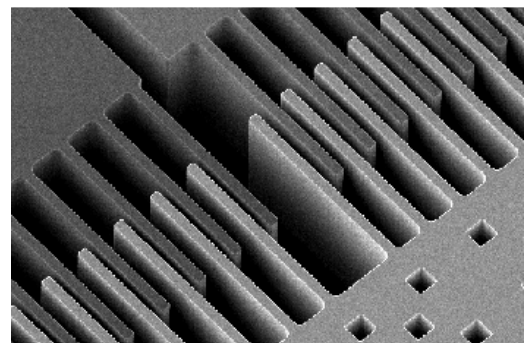


Εικ.1.3. αισθητήρας πίεσης

Αισθητήρες δόνησης-μετατόπισης

Εκτός από την περίπτωση διάρρηξης του οχήματος, υπάρχει και η περίπτωση της επιχείρησης ανύψωσης ή ακόμα και μεταφοράς του σε άλλο χώρο από αυτόν όπου βρίσκεται σταθεμευμένο, όπως και η περίπτωση της επαφής του με κάποιο άλλο όχημα ή αντικείμενο που θα προκαλέσει την κίνηση του. Για την ανίχνευση της κίνησης, τα σύγχρονα συστήματα βασίζονται στη χρήση ηλεκτρομηχανικών διατάξεων που εκμεταλλεύονται το πιεζοηλεκτρικό και χωρητικό φαινόμενο. Τέτοιες διατάξεις είναι οι αισθητήρες επιτάχυνσης οι οποίοι κατασκευάζονται με τη χρήση νανοτεχνολογίας εφαρμοσμένης σε συνδυασμό με αρχές φυσικής όπως είναι το χωρητικό φαινόμενο μεταξύ δύο επαφών.

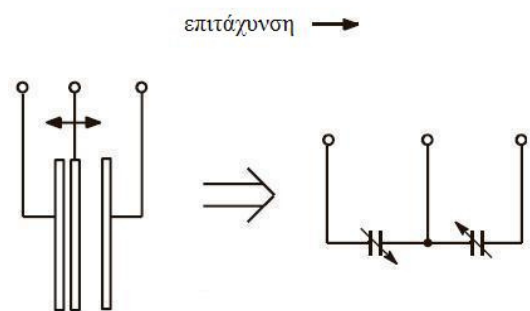
Στους αισθητήρες αυτούς υπάρχουν συστοιχίες επαφών τοποθετημένες σε συγκεκριμένες αποστάσεις μεταξύ τους. Μία ομάδα επαφών είναι σταθερή ενώ οι υπόλοιπες έχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται ανάμεσα στις σταθερές επαφές. Ακόμα και η πιο μικρή κίνηση του οχήματος, της τάξης της δόνησης, προκαλεί την μετατόπιση των κινούμενων επαφών του αισθητήρα και κατά συνέπεια την μεταβολή της



Εικ.1.4. εσωτερικό χωρητικού αισθητήρα επιτάχυνσης



τιμής της χωρητικότητας μεταξύ τους. Η μεταβολή αυτή μετατρέπεται σε μεταβολή τάσης και ανιχνεύεται απο την κύρια μονάδα ελέγχου του συστήματος η οποία ενεργοποιεί τις διατάξεις εξόδου ανάλογα με το μέγεθος της μεταβολής. Αν η κίνηση βρίσκεται στο επίπεδο της δόνησης η κύρια μονάδα ελέγχου μπορεί απλά να παράγει ένα προειδοποιητικό σήμα, ενώ αν είναι της τάξης της κρούσης να ενεργοποιήσει πλήρως τις μονάδες εξόδου.



Εικ.1.5. λειτουργία αισθητήρα επιτάχυνσης

Αισθητήρες προσέγγισης

Οι αισθητήρες προσέγγισης χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση της κίνησης στον χώρο των επιβατών και ειδικά σε οχήματα τα οποία δεν διαθέτουν σκέπαστρο. Η λειτουργία τους βασίζεται στην εκπομπή μικροκυματικής ενέργειας μικρής ισχύος, που καλύπτει τον χώρο των επιβατών, και στην λήψη της καθώς ανακλάται απο τα αντικείμενα του χώρου. Οποιαδήποτε κίνηση μέσα στον καλυπτόμενο χώρο διαφοροποιεί τα λαμβανόμενα κύματα και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον σκανδαλισμό του συστήματος προστασίας.

1.2.3. ΟΙ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΞΟΔΟΥ

Οι διατάξεις εξόδου του συστήματος έχουν ως αποστολή να αποτρέψουν οποιαδήποτε προσπάθεια παραβίασης ή μετακίνησης του οχήματος απο μη εξουσιοδοτημένα πρόσωπα και να ειδοποιήσουν τον ιδιοκτήτη και τους περιβάλλοντες σ' αυτό. Το σύστημα μπορεί να ελέγξει τις υπάρχουσες διατάξεις ηχητικής και οπτικής σήμανσης όπως είναι η κόρνα και τα φώτα του οχήματος, τους ηλεκτρομηχανικούς διακόπτες (ρελαί) οι οποίοι ενεργοποιούν τα συστήματα εκκίνησης και τροφοδοσίας καυσίμου αλλά και επιπλέον τοποθετημένες



Εικ.1.6. σειρήνα

διατάξεις που αυξάνουν την αποτελεσματικότητα του συστήματος, όπως η διάταξη απομακρυσμένου ελέγχου και ειδοποίησης μέσω του δικτύου GSM και του συστήματος GPS.

1.2.4. Η ΜΟΝΑΔΑ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Η ανάγκη ελέγχου του συστήματος προστασίας απο απόσταση ώθησε τους κατασκευαστές τέτοιων συστημάτων να επινοήσουν την μονάδα ασυρμάτου ελέγχου. Οι πρώτες μονάδες αναλάμβαναν την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση του συστήματος προστασίας και αργότερα, εφ'όσον η τεχνολογία του οχήματος το επέτρεπε, έγινε εφικτός και ο έλεγχος του κλειδώματος των θυρών των επιβατών και των αποσκευών. Αποτελείται απο δύο ξεχωριστές διατάξεις, τον πομπό και τον δέκτη. Η λειτουργία της βασίζεται στην εκπομπή και λήψη κατάλληλα διαμορφωμένων ραδιοκυμάτων τα οποία διαμορφώνονται απο τα δεδομένα των εντολών ελέγχου του συστήματος προστασίας. Ο πομπός είναι η διάταξη την οποία φέρει μαζί του ο ελέγχων το σύστημα και έχει μικρές διαστάσεις και βάρος, λόγω της ανάγκης της φορητότητας του. Διαθέτει πλήκτρα τα οποία μεμονωμένα ή σε συνδυασμούς αντιπροσωπεύουν και μια διαφορετική λειτουργία του συστήματος προστασίας. Ο δέκτης, που τοποθετείται σταθερά στο όχημα, αναλαμβάνει τις διαδικασίες της αποδιαμόρφωσης των λαμβανόμενων απο τον πομπό σημάτων και της αποστολής των εντολών στην κύρια μονάδα ελέγχου η οποία ενεργοποιεί τις ανάλογες εξόδους.



Εικ.1.7. πομπός ασυρμάτου ελέγχου

1.2.5. Η ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΗΓΗ ΙΣΧΥΟΣ



Εικ.1.8. εναλλακτική πηγή ισχύος

Η κύρια μονάδα ελέγχου τροφοδοτείται απο την μπαταρία, την πηγή ισχύος του οχήματος, όπως και όλες οι σχετιζόμενες με το σύστημα προστασίας διατάξεις. Υπάρχει όμως και μία εναλλακτική πηγή η οποία αναλαμβάνει την τροφοδοσία του συστήματος, όταν για οποιονδήποτε λόγο που σχετίζεται με το σύστημα η κύρια πηγή αδυνατεί να το τροφοδοτήσει, εως ότου αποκατασταθεί η κύρια παροχή.





2

GSM  

Global System for Mobile communications

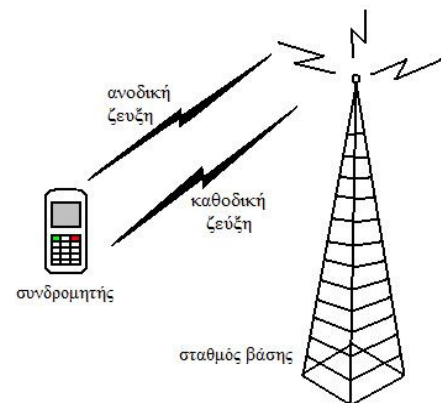


2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ ΚΥΨΕΛΗΣ

Τα συστήματα τηλεφωνίας κυψέλης είναι ασύρματα συστήματα τα οποία λειτουργούν με βάση την διανεμημένη μετάδοση πληροφοριών. Επομένως, αντί να υπάρχει μία μοναδική υπηρεσία μετάδοσης για πολλούς διαφορετικούς χρήστες γύρω από μια περιοχή κάλυψης, όπως στη ραδιοφωνική μετάδοση διαμόρφωσης συχνότητας (FM), η καλυπτόμενη περιοχή διαιρείται σε μικρότερες περιοχές γνωστές ως κελιά ή κυψέλες. Κάθε κυψέλη διαθέτει ένα σταθερό σύστημα πομποδέκτη γνωστό ως σταθμός βάσης.

Ο χρήστης ενός συστήματος κυψέλης επικοινωνεί με τον σταθμό βάσης για να πραγματοποιήσει μία κλήση, φωνητική ή δεδομένων. Τότε ο σταθμός βάσης διανέμει την κλήση είτε προς το τερματικό σημείο ενός επίγειου δικτύου ή προς έναν άλλο χρήστη του δικτύου κυψέλης. Κανονικά, για τις φωνητικές κλήσεις, ο σταθμός βάσης διανέμει την κλήση σε ένα δίκτυο PSTN (Public Switched Telephony Network). Κάθε χρήστης του δικτύου ονομάζεται συνδρομητής. Η σχέση μεταξύ σταθμού βάσης και συνδρομητή φαίνεται στην εικόνα 2.1. Η ζεύξη επικοινωνίας από τον σταθμό βάσης προς τον συνδρομητή ονομάζεται καθοδική, ενώ από τον συνδρομητή προς τον σταθμό βάσης ονομάζεται ανοδική ζεύξη.

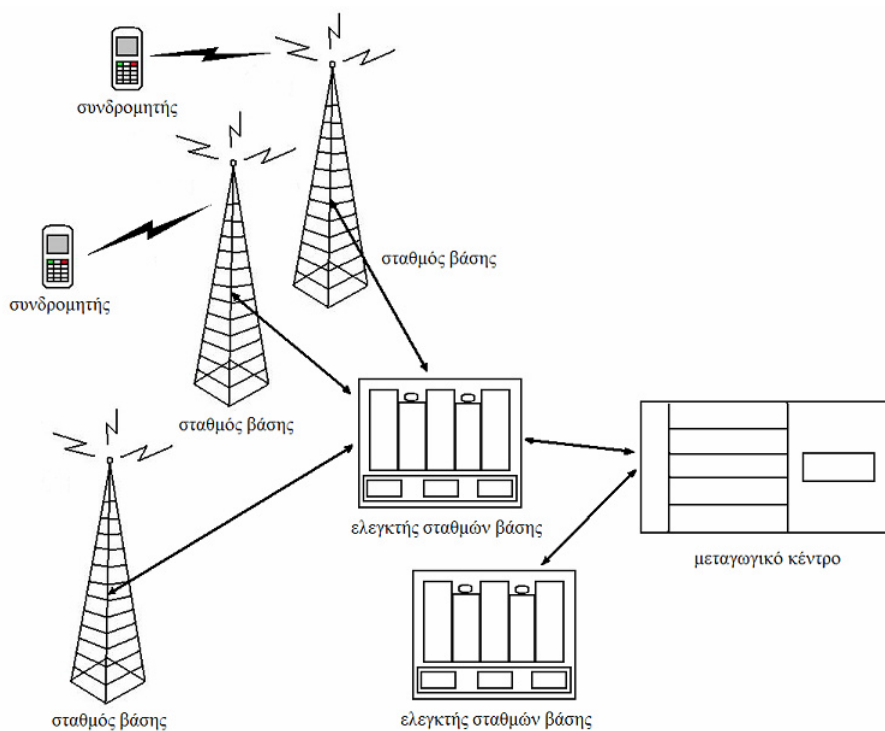
Οι συνδρομητές έχουν τη δυνατότητα να κινούνται ή να μένουν σταθεροί. Αν ο συνδρομητής κινείται, το δίκτυο πρέπει να είναι ικανό να χειριστεί την περίπτωση κατά την οποία ο κινούμενος συνδρομητής, ή αλλιώς κινούμενος σταθμός, μετακινείται από μία κυψέλη σε άλλη. Για να διασφαλιστεί το γεγονός ότι η κλήση δεν θα τερματιστεί κατά τη μετακίνηση από μία κυψέλη σε άλλη, πληροφορίες σχετικές με τον κινούμενο σταθμό γίνονται γνωστές στους σταθμούς βάσης που εμπλέκονται στην περίπτωση. Γι' αυτόν και για άλλους λόγους, υπάρχει κάποια επικοινωνία στο δίκτυο η οποία συνδέει τους σταθμούς βάσης. Το δίκτυο αυτό ονομάζεται δίκτυο σπονδυλικής στήλης (backbone network).



Εικ.2.1. Ζεύξη συνδρομητή-σταθμού βάσης

Το δίκτυο backbone αποτελείται από ξεχωριστά συστήματα μεταξύ του δικτύου PSTN και του σταθμού βάσης. Ο σταθμός βάσης συνδέεται συνήθως με έναν ελεγκτή σταθμών βάσης (Base Station Controller, BSC), ο οποίος δικτυώνει ένα σύμπλεγμα (cluster) σταθμών βάσης για να διασφαλιστεί ότι η μεταφορά της κλήσης από τον ένα σταθμό στον άλλο πραγματοποιείται ισοδύναμα μέσα σε μία γεωγραφική περιοχή. Το σύμπλεγμα είναι μία ομάδα κυψελών η οποία χρησιμοποιεί το πλήρες σύνολο των διαθέσιμων τηλεφωνικών καναλιών σε ένα δίκτυο κυψέλης.

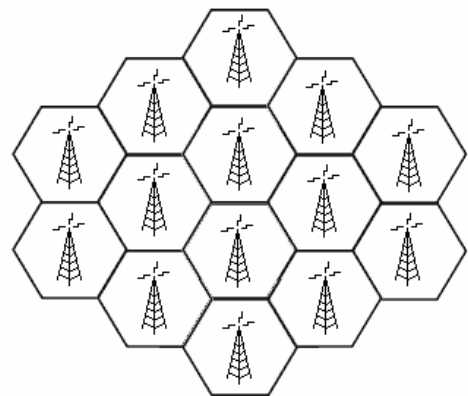
Ένας ή περισσότεροι ελεγκτές σταθμών βάσης συνδέονται συνήθως σε ένα μεταγωγικό κέντρο (Mobile Switching Center, MSC), το οποίο συνδέεται απ'ευθείας με το δίκτυο PSTN. Το μεταγωγικό κέντρο περιέχει πληροφορίες σχετικές με τον συνδρομητή που είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν για να δρομολογηθούν άλλες πληροφορίες προς αυτόν τον χρήστη κατά τη διάρκεια της κλήσης. Εκτός αυτού, ένας καταχωρητής εντοπισμού έδρας (Home Location Register, HLR) μπορεί να είναι συνεγκατεστημένος με το μεταγωγικό κέντρο. Αυτή η μονάδα περιέχει συγκεκριμένες πληροφορίες οι οποίες χρησιμεύουν κυρίως στην πιστοποίηση του συνδρομητή κατά τη διάρκεια αρχικοποίησης της κλήσης. Η διεπικοινωνία μεταξύ του κινητού σταθμού, του σταθμού βάσης, του ελεγκτή σταθμών βάσης και του μεταγωγικού κέντρου φαίνεται παρακάτω στην εικόνα 2.2.



Εικ.2.2. Αρχιτεκτονική σπονδυλικής στήλης (backbone)

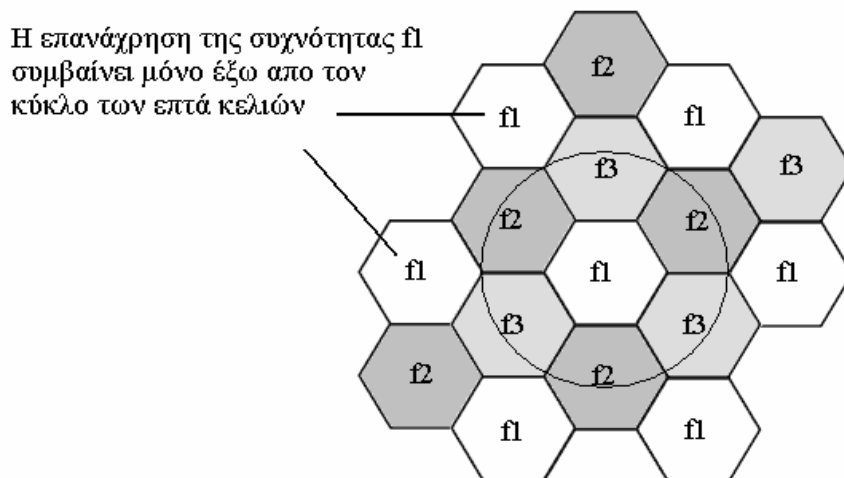


Ένα δίκτυο κυψέλης αποτελείται απο πολλές κυψέλες σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική διάταξη. Ένας σταθμός βάσης θα χρησιμοποιήσει διαφορετική συχνότητα (ή συχνότητες) επικοινωνίας απο αυτή που χρησιμοποιούν οι σταθμοί βάσης των γειτονικών κυψελών. Αυτό αυξάνει τον παράγοντα επαναχρήσεως συχνότητας, ο οποίος αντιπροσωπεύει τον ελάχιστο αριθμό συχνοτήτων που απαιτούνται για ένα δεδομένο δίκτυο κυψέλης που εξασφαλίζει οτι η ομοσυχνотική παρεμβολή βρίσκεται κάτω απο ένα ανεκτό επίπεδο. Για λόγους ανάλυσης, τα κελιά αναπαρίστανται σε εξαγωνικό σχήμα (κυψέλης) με σκοπό να περιγραφεί ένα ιδανικό κυψελοειδές δίκτυο (εικόνα 2.3). Αυτός ο τύπος αναπαράστασης έχει ως αποτέλεσμα έναν παράγοντα επαναχρήσεως συχνότητας με τιμή 7 (εικόνα 2.4), καθώς αυτός είναι ο ελάχιστος αριθμός των απαιτούμενων συχνοτήτων για να διασφαλιστεί οτι μεταξύ γειτονικών σταθμών βάσης δεν θα καταλαμβάνεται η ίδια συχνότητα.



Εικ.2.3. εξαγωνική αναπαράσταση κελιών

Ο εξαγωνικός τύπος αναπαράστασης είναι επαρκής για την προκαταρκτική ανάλυση ενός δικτύου. Στην πραγματικότητα, διάφοροι παράγοντες όπως η μορφολογία του εδάφους, οι περιορισμοί στην παράταξη των σταθμών βάσης, κενά κάλυψης και υψηλής πυκνότητας (με την έννοια του αριθμού των συνδρομητών) περιοχές, αποτρέπουν την ομοιόμορφη σύνθεση του εξαγωνικού κελιού.



Εικ.2.4. παράγοντας επανάχρησης συχνότητας με τιμή 7



2.2. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

Οι επικοινωνίες πολλαπλής πρόσβασης διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο ώστε να είναι εμπορικά βιώσιμο ένα σύστημα κυψέλης. Ο όρος πολλαπλή πρόσβαση αναφέρεται στο γεγονός κατα το οποίο οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν ταυτόχρονα το σύστημα κυψέλης. Τα ασύρματα συστήματα πολλαπλής πρόσβασης μπορούν να καταταχθούν σε τρεις κατηγορίες:

1. Πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης συχνότητας
Frequency Division Multiple Access (FDMA)
2. Πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης χρόνου
Time Division Multiple Access (TDMA)
3. Πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης κώδικα
Code Division Multiple Access (CDMA)

Δεν εννοείται μ' αυτό τον τρόπο ότι δεν υπάρχουν άλλα συστήματα πολλαπλής πρόσβασης στις επικοινωνίες κυψέλης. Παρ' ολ' αυτά αυτές οι τρεις κατηγορίες περιγράφουν την εξέλιξη σχεδόν όλων των συστημάτων κυψέλης ανα τον κόσμο.

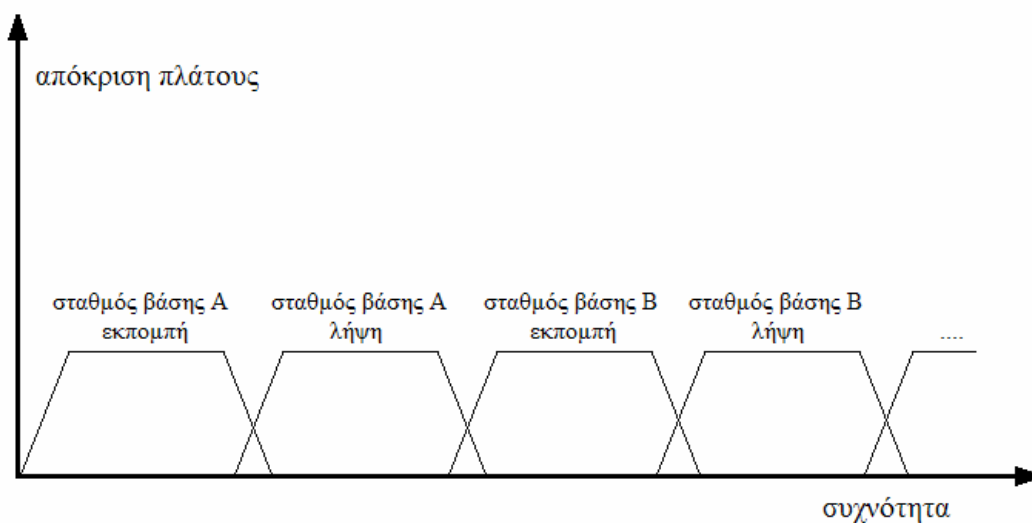
2.2.1. ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

Τα συστήματα διαίρεσης συχνότητας αποτέλεσαν τα θεμέλια για τα πρώτα ευρέως αναπτυγμένα συστήματα κυψέλης στη Βόρεια Αμερική. Συγκεκριμένα, το Προοδευμένο Σύστημα Κινητής Τηλεφωνίας (Advanced Mobile Phone System, AMPS), αναπτύχθηκε αρχικά από τη εταιρεία AT & T και παρατάχθηκε στην Βόρειο Αμερική με μικρή παρουσία στην Πόλη του Μεξικό το 1981. Η πρώτη παράταξη του συστήματος στις Ηνωμένες Πολιτείες έγινε στην περιοχή του Σικάγο το 1983, σηματοδοτώντας το ξεκίνημα μίας εθνικού εύρους παρουσίασης των υπηρεσιών κυψέλης για το κοινό. Το σύστημα αυτό αναπτύχθηκε στη ζώνη των 800 MHz χρησιμοποιώντας απόσταση καναλιών στα 30 KHz η οποία ισχύει σ' αυτή τη ζώνη και σήμερα.



Το Ευρωπαϊκό Σύστημα Επικοινωνίας Ολικής Πρόσβασης (European Total Access Communication System, ETACS) αναπτύχθηκε στην Ευρώπη με τη μικρή διαφορά σε σχέση με το αμερικανικό AMPS στην απόσταση καναλιών που ήταν 25 KHz. Ομοίως το σύστημα N-AMPS (Narrowband AMPS, στενής ζώνης AMPS) αναπτύχθηκε από την Motorola ώστε να λειτουργεί με απόσταση καναλιών στα 10 KHz, αυξάνοντας την χωρητικότητα του συστήματος. Αυτά τα αρχικά συστήματα διαίρεσης συχνότητας αποκαλούνται ως συστήματα κυψέλης πρώτης γενιάς.

Τα συστήματα διαίρεσης συχνότητας γενικά λειτουργούν με κάθε σταθμό βάσης σε μια ομάδα κελιών να καταλαμβάνει ξεχωριστή συχνότητα και στις δύο ζώνες εκπομπής και λήψης (περιορισμένος παράγοντας επανάχρησης συχνότητας), με κάθε ζώνη να εξυπηρετεί έναν συνδρομητή. Ένα παράδειγμα φασματικής κατανομής για ένα σύστημα διαίρεσης συχνότητας δίνεται στην εικόνα 2.5.



Εικ.2.5 φασματική κατανομή συστήματος διαίρεσης συχνότητας

Αυτά τα πρώτης γενιάς συστήματα βασισμένα στη διαίρεση συχνότητας είναι πρωτίστως αναλογικά συστήματα, όπως το AMPS. Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει ότι δεν είναι δυνατό να μεταφερθεί ψηφιακή πληροφορία από τη φέρουσα ενός τέτοιου συστήματος. Είναι γεγονός ότι το AMPS μεταδίδει ομιλία σε αναλογική μορφή αλλά η πληροφορία ελέγχου μεταδίδεται σε ψηφιακή κατά τέτοιο τρόπο ώστε ο δέκτης να λαμβάνει είτε ομιλία ή πληροφορία ελέγχου μα ποτέ και τα δύο ταυτόχρονα.



Τα συστήματα διαίρεσης συχνότητας έμφυτους περιορισμούς εξ' αιτίας του γεγονότος ότι κάθε φασματικό κανάλι μπορεί να κατανεμηθεί σε έναν μόνο χρήστη. Συνεπώς, υποθέτοντας ότι ένας σταθμός βάσης έχει μία συχνότητα εκπομπής και μία συχνότητα λήψης, μπορεί να εξυπηρετήσει έναν χρήστη. Επιπρόσθετα, εξ' αιτίας του περιορισμένου παράγοντα επανάχρησης συχνότητας σε μια δεδομένη ανάπτυξη, η ενδοκαναλική παρεμβολή αποτελεί αντικείμενο για συζήτηση.

2.2.2. ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗΣ ΧΡΟΝΟΥ

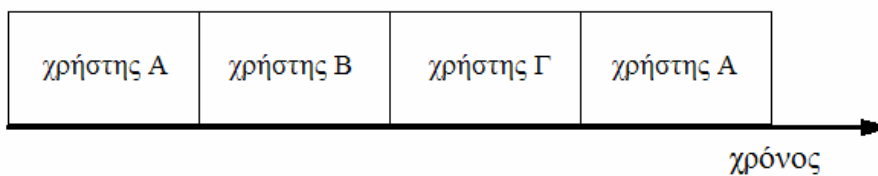
Στα πρώτα χρόνια της δεκαετίας του 1980, οι χειριστές κυβελωτής τηλεφωνίας και οι πωλητές ασύρματου εξοπλισμού ανα τον κόσμο αναγνώρισαν τους περιορισμούς χωρητικότητας των αναλογικών συστημάτων βασισμένων στη διαίρεση συχνότητας. Υπήρχε η ανησυχία ότι με την αύξηση της δημοτικότητας των υπηρεσιών κυψέλης, συστήματα όπως το AMPS δεν θα ήταν σε θέση να ανταποκριθούν αποτελεσματικά στις απαιτήσεις. Η ιδέα του AMPS συνελήφθη στα μέσα της δεκαετίας του 1960 και εκμεταλλεύτηκε την ύπαρξη της υψηλής τότε τεχνολογίας στη σχεδίαση κυκλωμάτων. Ωστόσο, δύο δεκαετίες αργότερα, ήταν δυνατή η ψηφιακή επεξεργασία σήματος πραγματικού χρόνου σε ολοκληρωμένα κυκλώματα.

Αυτό οδήγησε στην ανάπτυξη των πρώτων ψηφιακών συστημάτων βασισμένων στην πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης χρόνου. Στη Βόρεια Αμερική, υπήρχε η επιθυμία της διατήρησης της συμβατότητας μεταξύ του νέου συστήματος και της υπάρχουσας φασματικής κατανομής συχνότητων του AMPS. Ως αποτέλεσμα, στα τέλη της δεκαετίας του 1980, αναπτύχθηκε το D-AMPS (Digital AMPS) εφαρμόζοντας τη διαίρεση χρόνου με απόσταση καναλιών στα 30 KHz. Την ίδια περίοδο στην Ευρώπη, η Groupe Special Mobile (GSM) ανέπτυξε ένα ψηφιακό πρότυπο βασισμένο στη διαίρεση χρόνου με απόσταση καναλιών 200 KHz. Οι πρώτες υλοποιήσεις του GSM έγιναν το 1991 και του D-AMPS το 1992. Αυτά τα συστήματα ομαδοποιήθηκαν υπο τη γενική κατάταξη για τις πρώτες ψηφιακές τεχνολογίες κυψέλης γνωστή ως « δεύτερη γενιά ».

Τα συστήματα διαίρεσης χρόνου αξιοποιούν το φάσμα κατα παρόμοιο τρόπο με τα συστήματα διαίρεσης συχνότητας, με τον κάθε σταθμό βάσης σε μια ομάδα να καταλαμβάνει ξεχωριστή συχνότητα εκπομπής και λήψης. Ωστόσο, κάθε μια από τις δύο φασματικές ζώνες



κατανέμεται επίσης στο χρόνο σε κάθε χρήστη κατα κυκλικό τρόπο. Ως παράδειγμα, η τριών θυρίδων διαίρεση χρόνου διαιρεί την εκπομπή σε τρεις αμετάβλητες χρονικές περιόδους (θυρίδες), κάθε μία με ισοδύναμη χρονική διάρκεια, με μια συγκεκριμένη θυρίδα να ορίζεται για εκπομπή σε (ή απο, στην περίπτωση ανοδικής ζεύξης) έναν από τρεις πιθανούς χρήστες (εικόνα 2.6). Αυτός ο τύπος προσέγγισης απαιτεί εξαιρετικό συγχρονισμό μεταξύ του κινητού σταθμού και του σταθμού βάσης.



Εικ.2.6 πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης χρόνου τριών θυρίδων

Ένας απλός κανόνας περιεκτικότητας είναι ότι ο αριθμός των θυρίδων σε ένα σύστημα διαίρεσης χρόνου είναι επίσης και ο αριθμός της αύξησης της χωρητικότητας συγκρινόμενης με αυτή του συστήματος διαίρεσης συχνότητας με πανομοιότυπο εύρος ζώνης. Ωστόσο, αυτό δεν επιβεβαιώνεται πάντα στα υλοποιημένα δίκτυα, εξ' αιτίας κυρίως των διαφορών της ψηφιακής επεξεργασίας στα συστήματα διαίρεσης χρόνου και της αναλογικής επεξεργασίας στα συστήματα διαίρεσης συχνότητας, λαμβάνοντας υπ' όψιν την ενδοκαναλική παρεμβολή και την μετρίαση των επιδράσεων του ασύρματου καναλιού.

2.2.3. ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗΣ ΚΩΔΙΚΑ

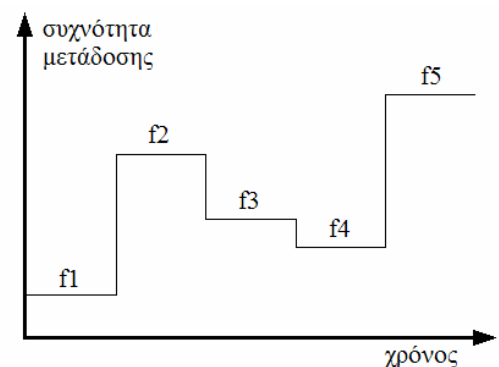
Στα μέσα της δεκαετίας του 1980, αρκετοί ερευνητές θεώρησαν δυνατή την ύπαρξη μίας τεχνολογίας που θα χρησιμοποιείται για στρατιωτικές εφαρμογές καθώς επίσης και για τις επικοινωνίες κυψέλης. Αυτή η τεχνολογία, επικοινωνιών εκτεινόμενου φάσματος, η οποία ενέπλεκε τον μετασχηματισμό της πληροφορίας στενής ζώνης σε σήμα ευρείας ζώνης προς μετάδοση, θεωρήθηκε μέσο διευθυνσιοδότησης των περιορισμών της χωρητικότητας των συστημάτων διαίρεσης χρόνου (αποτέλεσμα του γεγονότος ότι ο αριθμός των χρηστών σε κάθε ξεχωριστή συχνότητα περιορίζεται από τον αριθμό των διαθέσιμων χρονικών θυρίδων).

Ένα σύστημα εκτεινόμενου φάσματος λειτουργεί μετασχηματίζοντας την στενής ζώνης πληροφορία ενός ξεχωριστού χρήστη σε πληροφορία ευρείας ζώνης με τη χρήση υψηλής συχνότητας κωδίκων, ο καθένας μοναδικός για αυτόν τον συγκεκριμένο χρήστη. Αναθέτοντας μοναδικούς κώδικες σε διαφορετικούς χρήστες, είναι δυνατή η πολλαπλή πρόσβαση, συγκεκριμένα η πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης κώδικα. Επιπλέον σε ένα σύστημα διαίρεσης κώδικα οι περιορισμοί στην επανάχρηση συχνότητας, που παρουσιάζουν τα συστήματα διαίρεσης συχνότητας και χρόνου, δεν είναι τόσο κρίσιμοι, καθώς πολλαπλοί κινητοί σταθμοί και σταθμοί βάσης μπορούν να κατέχουν τις ίδιες συχνότητες ταυτόχρονα.

Πρόσφατα, η πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης κώδικα σχημάτισε τη βάση για προηγμένα κυψελοειδή συστήματα ανα τον κόσμο. Αποτελώντας κομμάτι του ερευνητικού έργου της Διεθνούς Ένωσης Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunications Union, ITU), τα συστήματα τρίτης γενιάς αναπτύχθηκαν για να βελτιώσουν τις ασύρματες υπηρεσίες πολυμέσων στους συνδρομητές.

Τα συστήματα πολλαπλής πρόσβασης διαίρεσης κώδικα αντιπροσωπεύονται από δύο τύπους: αναπήδησης συχνότητας και άμεσης ακολουθίας.

Η διαίρεση κώδικα που χρησιμοποιεί αναπήδηση συχνότητας εμπλέκει έναν χρήστη ο οποίος μεταδίδει μέσω πολλαπλών συχνοτήτων συνεχώς στο χρόνο κατά ψευδοτυχαίο τρόπο. Η έννοια ψευδοτυχαίος σ' αυτή την περίπτωση αναφέρεται στο γεγονός ότι η ακολουθία των συχνοτήτων μετάδοσης είναι γνωστή στον πομπό και στον δέκτη, αλλά εμφανίζεται ως τυχαία σε κάθε άλλο δέκτη. Στην εικόνα 2.7 δίνεται ένα παράδειγμα αναπήδησης συχνότητας.



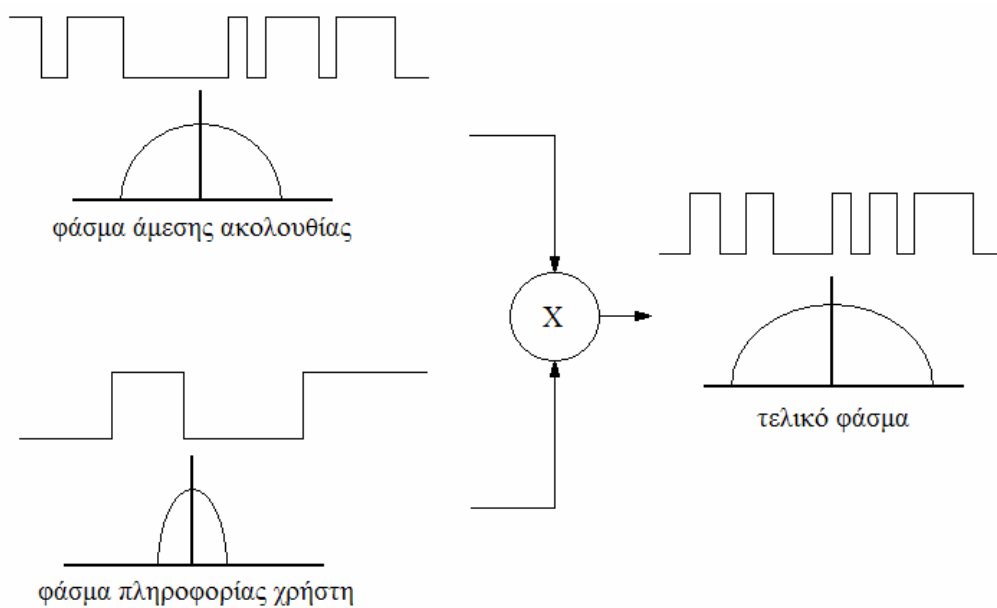
Εικ.2.7 ακολουθία αναπήδησης συχνότητας

Η ακολουθία των συχνοτήτων μετάδοσης είναι γνωστή στον πομπό και στον δέκτη, αλλά εμφανίζεται ως τυχαία σε κάθε άλλο δέκτη. Στην εικόνα 2.7 δίνεται ένα παράδειγμα αναπήδησης συχνότητας.

Στα αργής αναπήδησης συστήματα η αλλαγή συχνοτήτων γίνεται με μικρότερο ρυθμό από τον ρυθμό μετάδοσης της πληροφορίας ενώ στα γρήγορης αναπήδησης συμβαίνει το αντίθετο. Τα συστήματα αναπήδησης συχνότητας περιορίζονται από τον συνολικό αριθμό των διαθέσιμων συχνοτήτων προς μετάβαση. Αν δύο χρήστες μεταπηδήσουν στην ίδια συχνότητα ταυτόχρονα, θα παρεμβάλλουν ο ένας με τον άλλο.



Τα συστήματα άμεσης ακολουθίας λειτουργούν διαμορφώνοντας το σήμα πληροφορίας του χρήστη με μία ακολουθία γνωστή σε πομπό και δέκτη. Αυτή η ακολουθία παράγεται με ρυθμό κατα πολύ υψηλότερο από το σήμα του χρήστη, απλώνοντας κυριολεκτικά το εύρος ζώνης του σήματος του χρήστη. Η διαδικασία αυτή φαίνεται στην εικόνα 2.8. Όλα τα εμπορικά κυψελοειδή συστήματα διαίρεσης κώδικα χρησιμοποιούν την άμεση ακολουθία αντιστάμενα στην τεχνολογία αναπήδησης συχνότητας.



Εικ.2.8 έκταση της πληροφορίας κατά την άμεση ακολουθία

2.3. ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ GSM

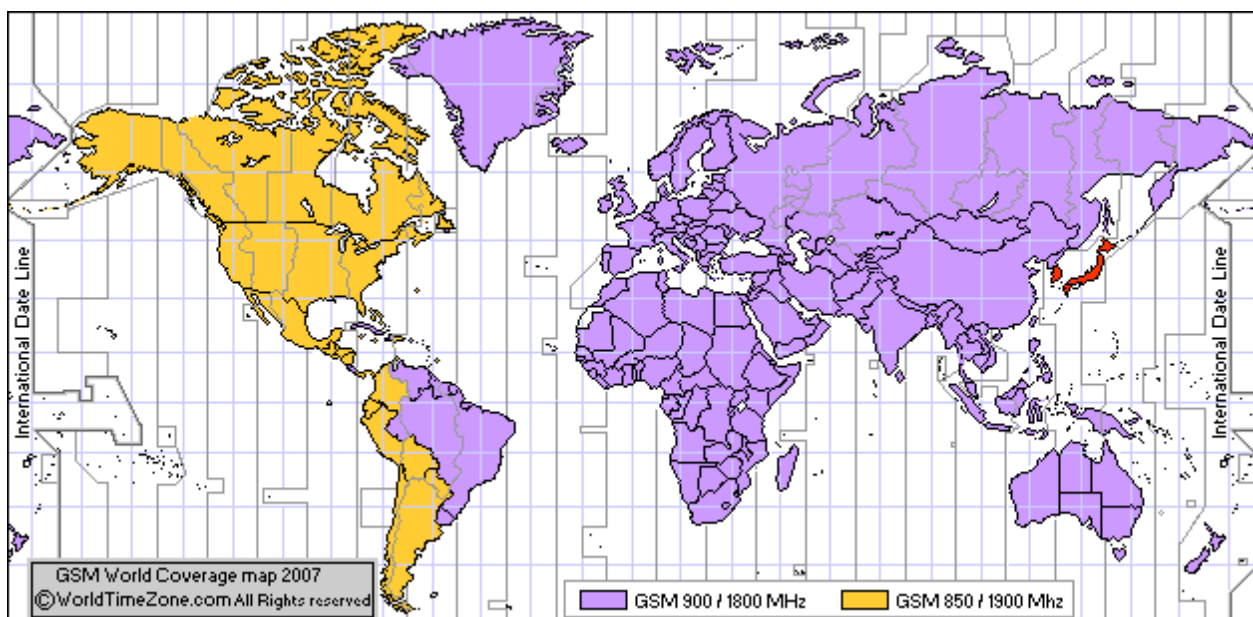
2.3.1. ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το 1982, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ταχυδρομικών και Τηλεπικοινωνιακών Διοικήσεων (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, CEPT) δημιούργησε την ομάδα Groupe Spécial Mobile (GSM) για να αναπτύξει ένα πρότυπο για ένα σύστημα κινητής τηλεφωνίας που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην Ευρώπη. Το 1987 υπεγράφη το υπόμνημα κατανόησης από δεκατρείς χώρες για την ανάπτυξη ενός κοινού για την Ευρώπη κυψελοειδούς συστήματος τηλεφωνίας. Το 1989, την ευθύνη του GSM ανέλαβε το Ίδρυμα

Ευρωπαϊκών Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (European Telecommunications Standards Institute,ETSI) και το 1990 ανακοινώθηκε επίσημα για πρώτη φορά το πρότυπο και τα χαρακτηριστικά του συστήματος. Τότε, η συντόμευση μετονομάστηκε απο Group Special Mobile σε Global System for Mobile Communications GSM. Το πρώτο δίκτυο υλοποιήθηκε στη Φινλανδία απο την Radiolinja με την συντήρηση της τεχνικής υποδομής σε συνεργασία με την Ericsson, ενώ στην Ελλάδα το 1993 από την WIND (τότε TELESTET).

2.3.2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΤΟΥ GSM

Το GSM είναι ένα κυψελοειδές δίκτυο, το οποίο σημαίνει οτι οι κινητοί σταθμοί (κινητά τηλέφωνα) συνδέονται σε αυτό αναζητώντας σταθμούς βάσης στην άμεση γεινίαση. Το GSM λειτουργεί σε τέσσερις διαφορετικές ζώνες συχνοτήτων. Τα περισσότερα δίκτυα GSM λειτουργούν στις ζώνες των 900 MHz και 1800 MHz. Κάποιες χώρες στην Αμερική, συμπεριλαμβανόμενες και τις Ηνωμένες Πολιτείες και τον Καναδά, χρησιμοποιούν τις ζώνες των 850 MHz και 1900 MHz επειδή μέρος απο τις ζώνες στα 900 και 1800 MHz έχουν ήδη κατανεμηθεί στα προηγούμενα αναλογικά συστήματα. Οι σπανιότερες ζώνες συχνοτήτων στα 400 και 450 MHz εκχωρήθηκαν σε κάποιες χώρες, κυρίως στη Σκανδιναβία, στις οποίες αυτές οι συχνότητες είχαν προηγουμένως χρησιμοποιηθεί για συστήματα πρώτης γενιάς.

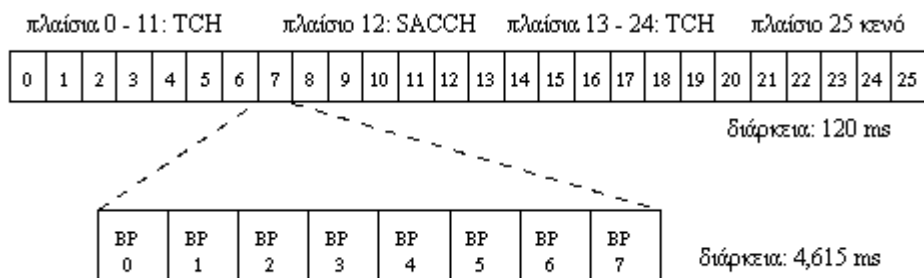


Εικ.2.9. Παγκόσμιος χάρτης κάλυψης GSM



Στη ζώνη των 900 MHz, η ζώνη συχνοτήτων ανοδικής ζεύξης είναι μεταξύ των 890 και 915 MHz και η ζώνη καθοδικής ζεύξης μεταξύ των 935 και 960 MHz. Το εύρος των 25 MHz υποδιαιρείται σε 124 φέρουσες συχνότητες καναλιών, το καθένα απο αυτά εκτεινόμενο στα 200 KHz. Χρησιμοποιείται η διαίρεση χρόνου για την παραγωγή οκτώ πλήρους ρυθμού η δεκάξι ημίσιου ρυθμού καναλιών ομιλίας για κάθε συχνοτικό κανάλι. Υπάρχουν οκτώ χρονοθυρίδες ομαδοποιημένες στο λεγόμενο πλαίσιο πολλαπλής πρόσβασης διαίρεσης χρόνου, TDMA frame. Ένα κανάλι ανταποκρίνεται στην επανεμφάνιση μιας θυρίδας ανα πλαίσιο και καθορίζεται απο τη συχνότητα και τη θέση της θυρίδας μέσα στο πλαίσιο. Στο GSM υπάρχουν δύο τύποι καναλιών, τα κανάλια κίνησης και τα κανάλια ελέγχου.

- Τα κανάλια κίνησης μεταφέρουν πληροφορίες ομιλίας και δεδομένων. Τα κανάλια πλήρους ρυθμού (TCH/F) καθορίζονται χρησιμοποιώντας ένα σύνολο απο 26 πλαίσια TDMA το οποίο ονομάζεται 26-multiframe. Το πολυπλαίσιο αυτό διαρκεί 120 ms. Μέσα σ' αυτή τη δομή, τα κανάλια της ανοδικής και της καθοδικής ζεύξης διαχωρίζονται απο τρεις θυρίδες. Ως συνέπεια, οι κινητοί σταθμοί δεν χρειάζεται να εκπέμπουν και να λαμβάνουν ταυτόχρονα γεγονός που απλοποιεί το ηλεκτρονικό υλικό του συστήματος. Τα πλαίσια που αποτελούν το 26-πολυπλαίσιο έχουν διαφορετικές λειτουργίες και είναι: 24 πλαίσια για την κίνηση .1 πλαίσιο χρησιμοποιείται για το κανάλι συναιτερικού ελέγχου και το τελευταίο πλαίσιο δεν χρησιμοποιείται. Αυτό το πλαίσιο επιτρέπει στον κινητό σταθμό άλλες λειτουργίες όπως η μέτρηση της ισχύος του σήματος γειτονικών κυψελών.



Εικ.2.10 δομή 26-πολυπλαίσιου

- Τα κανάλια ελέγχου μεταφέρουν πληροφορίες αναγνώρισης, πρόσβασης και συγχρονισμού του κινητού σταθμού με το δίκτυο, καθώς και σήματα που σχετίζονται με την επιλογή και διατήρηση του καναλιού κίνησης.

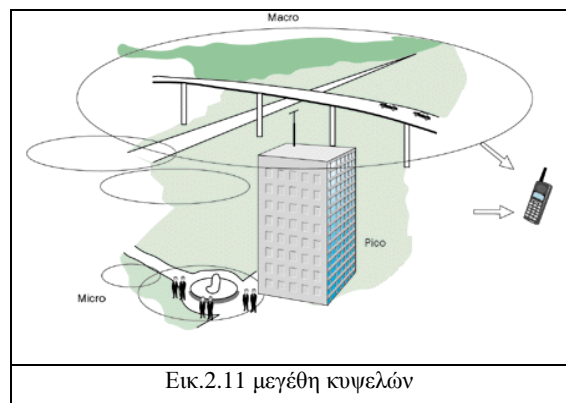
Ο ρυθμός δεδομένων του καναλιού είναι 270,833 kbit/s και η διάρκεια του πλαισίου είναι 4,615 ms ενώ η διάρκεια της χρονοθυρίδας 0,577 ms.

Το E-GSM καθορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ΡάδιοΕπικοινωνιών στα τέλη της δεκαετίας του 1990 για να «αντικαταστήσει» το κλασικό GSM900 διατηρώντας βέβαια την δομή του αυξάνοντας όμως τις περιοχές συχνοτήτων από 880 έως 915 MHz ανοδικής ζεύξης και 925 έως 960 MHz καθοδικής ζεύξης. Έτσι επέτρεψε στα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας να αυξήσουν τη χωρητικότητά τους και να καλύψουν την ανάγκη ζήτησης λόγω της αύξησης των χρηστών.

Στη ζώνη των 1800 MHz διατηρείται η δομή ενός GSM900 δικτύου αλλά χρησιμοποιούνται διαφορετικά ζεύγη συχνοτήτων, από τα 1710 έως τα 1785 MHz ανοδικής ζεύξης και από τα 1805 έως τα 1880 MHz καθοδικής ζεύξης. Οι περιοχές των 75 MHz υποδιαιρούνται η καθεμία σε 374+ (1 ελεύθερο) κανάλια και κάθε κανάλι έχει εύρος ζώνης 200KHz. Αυτή η αλλαγή στην ζώνη συχνοτήτων έγινε διότι οι ζώνες του GSM 900 στην Ευρώπη ήταν δεσμευμένες από άλλους παροχείς κινητής τηλεφωνίας. Όπως και στην χώρα μας σήμερα όλες οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας χρησιμοποιούν και τα δύο συστήματα (GSM900/1800) αυξάνοντας αισθητά τη χωρητικότητά στα δίκτυα τους.

Στο δίκτυο GSM υπάρχουν πέντε διαφορετικά μεγέθη κυψελών:

- **κυψέλη macro** θεωρείται η κυψέλη στην οποία η κεραία του σταθμού βάσης είναι τοποθετημένη σε ιστό σε υψόμετρο μεγαλύτερο από το μέσο ύψος των κτιρίων.
- **κυψέλη micro** θεωρείται η κυψέλη στην οποία η κεραία του σταθμού βάσης βρίσκεται κάτω από το μέσο ύψος των κτιρίων και τυπικά χρησιμοποιείται σε αστικές περιοχές.
- **κυψέλη pico** θεωρείται η κυψέλη της οποίας η διάμετρος κάλυψης είναι μερικές δεκάδες μέτρα και χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο σε εσωτερικούς χώρους
- **κυψέλη femto** σχεδιάστηκε για χρήση σε κατοικίες ή μικρούς επαγγελματικούς χώρους και συνδέονται με τον δικτυακό πάροχο μέσω ευρυζωνικής διαδικτυακής σύνδεσης.

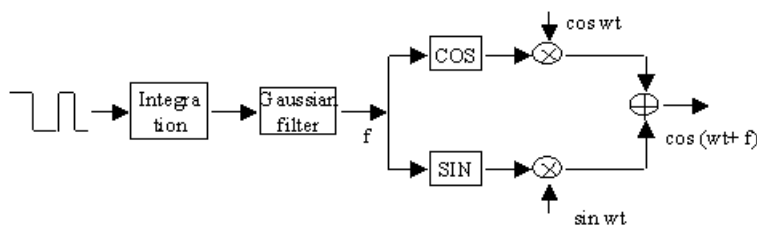




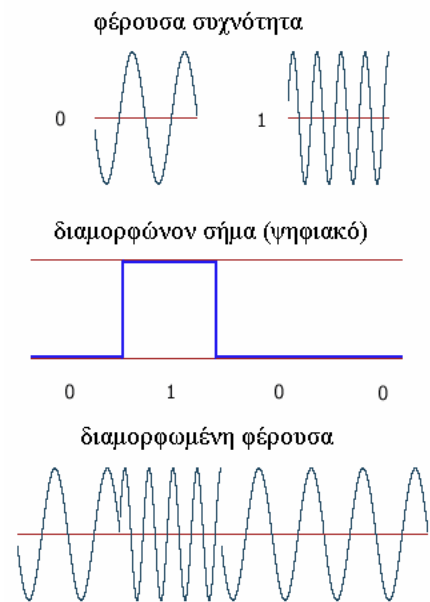
- **κυψέλη umbrella (ομπρέλα)** χρησιμοποιείται για να καλύψει σκιασμένες περιοχές μικρότερων κυψελών και να γεμίσει κενά κάλυψης μεταξύ αυτών.

Η οριζόντια ακτίνα μιας κυψέλης ποικίλει εξαρτώμενη από το ύψος και το κέρδος της κεραίας καθώς και από τις συνθήκες διάδοσης, από λίγες εκατοντάδες μέτρα έως αρκετές δεκάδες χιλιόμετρα. Η μεγαλύτερη πρακτική απόσταση που υποστηρίζεται από τις προδιαγραφές του GSM είναι 35 χιλιόμετρα. Υπάρχουν επίσης υλοποιήσεις εκτεταμένης κυψέλης όπου η ακτίνα διπλασιάζεται ή και περισσότερο, εξαρτώμενη από το σύστημα της κεραίας και τη μορφολογία του εδάφους.

Η διαμόρφωση που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση των πληροφοριών στο δίκτυο GSM είναι η GMSK. Στη διαμόρφωση GMSK, το σήμα που πρόκειται να διαμορφώσει τη φέρουσα κατά συχνότητα περνά από ένα Gaussian χαμηλοπερατό φίλτρο πριν τροφοδοτηθεί στον διαμορφωτή συχνότητας, γεγονός το οποίο μειώνει την παρεμβολή μεταξύ γειτονικών καναλιών.



Εικ.2.12 διαμορφωτής GMSK

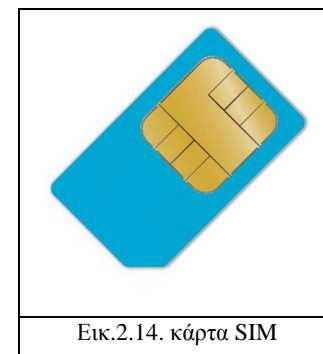


Εικ.2.13 διαμόρφωση συχνότητας

2.3.3. Η ΜΟΝΑΔΑ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΗ (SUBSCRIBER IDENTITY MODULE, SIM)

Ένα από τα χαρακτηριστικά του συστήματος GSM είναι η Μονάδα Ταυτότητας Συνδρομητή γνωστή ως κάρτα SIM. Η SIM είναι μια «έξυπνη» κάρτα η οποία περιέχει τις πληροφορίες εγγραφής στο δίκτυο και τον τηλεφωνικό κατάλογο του συνδρομητή. Μια κάρτα SIM διαθέτει έναν μικροεπεξεργαστή, μια μνήμη ROM που χρησιμοποιείται για τις λειτουργίες του δικτύου (αναγνωριστικά, πιστοποίηση, κέντρο μηνυμάτων κτλ.) και μια μνήμη EPROM την οποία

χρησιμοποιεί ο χρήστης για τα προσωπικά του δεδομένα. Επιτρέπει έτσι στον συνδρομητή να διατηρεί τις προσωπικές του πληροφορίες κατά την αλλαγή τηλεφωνικής συσκευής. Εναλλακτικά, ο συνδρομητής έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τον πάροχο των υπηρεσιών διατηρώντας την συσκευή απλά αλλάζοντας την SIM. Επίσης ο συνδρομητής έχει τη δυνατότητα να ασφαρίζει τα δεδομένα που υπάρχουν στην κάρτα χρησιμοποιώντας παρεχόμενους με την κάρτα κωδικούς ασφαλείας.



2.3.4. Η ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ GSM

Το GSM σχεδιάστηκε με ένα μέτριο επίπεδο ασφαλείας. Το σύστημα πιστοποιεί την αυθεντικότητα του συνδρομητή χρησιμοποιώντας ένα προ-διαμοιρασμένο κλειδί (pre-shared key στην κρυπτογραφία) και την μέθοδο της έγκυρης απάντησης σε συγκεκριμένη ερώτηση (challenge-response). Οι επικοινωνίες μεταξύ του συνδρομητή και του σταθμού βάσης μπορούν να κρυπτογραφηθούν. Η ανάπτυξη του Συστήματος Παγκόσμιων Κινητών Τηλεπικοινωνιών (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS) παρουσιάζει μια προαιρετική κάρτα, την USIM, η οποία χρησιμοποιεί ένα μακρύτερο κλειδί αυθεντικότητας αποδίδοντας μεγαλύτερη ασφάλεια. Το δίκτυο GSM χρησιμοποιεί αρκετούς αλγορίθμους ασφαλείας. Για να διασφαλιστεί η μυστικότητα των συνδιαλέξεων χρησιμοποιούνται τα κρυπτογραφήματα ροής A5/1 και A5/2. Το κρυπτογράφημα A5/1 αναπτύχθηκε πρώτο και είναι ένας δυνατότερος αλγόριθμος που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη και στις Ηνωμένες Πολιτείες ενώ το κρυπτογράφημα A5/2 είναι ασθενέστερο και χρησιμοποιείται σε άλλες χώρες.

2.3.5. ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΗ ΤΟΥ GSM

Υπάρχουν δύο ειδών υπηρεσίες που προσφέρει στους συνδρομητές του το GSM

- οι υπηρεσίες τηλεφωνίας (αναφερόμενες και ως τηλεϋπηρεσίες) και
- οι υπηρεσίες δεδομένων (αναφερόμενες και ως υπηρεσίες κομιστή)

Οι υπηρεσίες τηλεφωνίας είναι κυρίως υπηρεσίες ομιλίας οι οποίες παρέχουν στον συνδρομητή



τη δυνατότητα να επικοινωνεί με άλλους συνδρομητές. Οι υπηρεσίες δεδομένων παρέχουν την απαραίτητη χωρητικότητα ώστε να μεταδοθούν κατάλληλα σήματα δεδομένων μεταξύ δύο σημείων πρόσβασης δημιουργώντας διασύνδεση με το δίκτυο. Επιπρόσθετα της κανονικής τηλεφωνίας και των κλήσεων εκτάκτου ανάγκης το δίκτυο GSM παρέχει τις ακόλουθες υπηρεσίες.

- **Διτονική πολλαπλή συχνότητα (dual-tone multifrequency, DTMF).** Το DTMF είναι ένα σχέδιο τονικής σηματοδότησης που χρησιμοποιείται συχνά για διάφορους σκοπούς ελέγχου διαμέσου του τηλεφωνικού δικτύου, όπως ο ασύρματος έλεγχος μιας μηχανής απάντησης.
- **Υπηρεσία γραπτών μηνυμάτων (short message service, SMS).** Στην υπηρεσία SMS, ένα μήνυμα αποτελούμενο το μέγιστο από 160 χαρακτήρες μπορεί να σταλεί από ή προς ένα κινητό σταθμό. Αν η συσκευή του συνδρομητή είναι απενεργοποιημένη ή βρίσκεται σε περιοχή εκτός κάλυψης, το μήνυμα αποθηκεύεται ώστε να σταλεί στον συνδρομητή αμέσως μόλις η συσκευή ενεργοποιηθεί ή επανέλθει σε καλυπτόμενη από το δίκτυο περιοχή. Αυτή η λειτουργία διασφαλίζει την παράδοση του μηνύματος.
- **Ευρεία γνωστοποίηση από την κυψέλη (cell broadcast),** που είναι μία διαφοροποίηση της υπηρεσίας SMS. Ένα μήνυμα με μέγιστο αριθμό 93 χαρακτήρων μπορεί να μεταδοθεί προς όλους τους συνδρομητές σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Τυπικές εφαρμογές αποτελούν οι προειδοποιήσεις κυκλοφοριακής συμφόρησης και οι αναφορές ατυχημάτων.
- **Υπηρεσία φωνητικών μηνυμάτων (voice mail).** Αυτή η υπηρεσία είναι ουσιαστικά μία μηχανή απάντησης εντός του δικτύου, η οποία ελέγχεται από τον συνδρομητή. Οι κλήσεις μπορούν να προωθηθούν στο φάκελο φωνητικών μηνυμάτων και ο συνδρομητής να τα ελέγξει χρησιμοποιώντας ως κλειδί πρόσβασης έναν κωδικό ασφαλείας.

Επίσης, το δίκτυο GSM υποστηρίζει ένα σύνολο από συμπληρωματικές υπηρεσίες που μπορούν να υποστηρίξουν και τις δύο βασικές υπηρεσίες, τηλεφωνίας και δεδομένων. Ένα μέρος αυτών ακολουθεί παρακάτω.

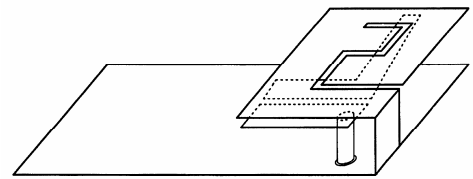
- **Προώθηση κλήσεων (call forwarding).** Αυτή η υπηρεσία παρέχει στον συνδρομητή τη δυνατότητα να προωθήσει τις εισερχόμενες κλήσεις σε έναν άλλο αριθμό εάν η

καλούμενη κινητή μονάδα δεν είναι προσβάσιμη ή είναι απασχολημένη ή δεν απαντά.

- **Φραγή κλήσεων (call barring).** Αυτή η υπηρεσία επιτρέπει στον συνδρομητή να αποτρέψει εισερχόμενες ή εξερχόμενες κλήσεις.
- **Κράτηση κλήσης (call hold).** Αυτή η υπηρεσία επιτρέπει στον συνδρομητή να διακόψει μία τρέχουσα κλήση και στη συνέχεια να την επαναφέρει. Η υπηρεσία κράτησης κλήσης είναι διαθέσιμη μόνο στην κανονική τηλεφωνία.
- **Αναμονή κλήσης (call waiting).** Η υπηρεσία αναμονής κλήσης ειδοποιεί τον συνδρομητή για την ύπαρξη εισερχόμενης κλήσης κατά τη διάρκεια μιας συνδιάλεξης. Ο συνδρομητής μπορεί να απαντήσει, να απορρίψει ή να αγνοήσει την εισερχόμενη κλήση.

2.3.5. ΚΕΡΑΙΕΣ GSM

Ο κυριότερος τύπος κεραίας που χρησιμοποιείται για την μετάδοση και λήψη του σήματος GSM είναι η μικροταινιακή κεραία ή αλλιώς τυπωμένη κεραία η οποία κατασκευαστικά σχετίζεται μερικώς με την κεραία τύπου Patch που χρησιμοποιείται στο GPS. Η

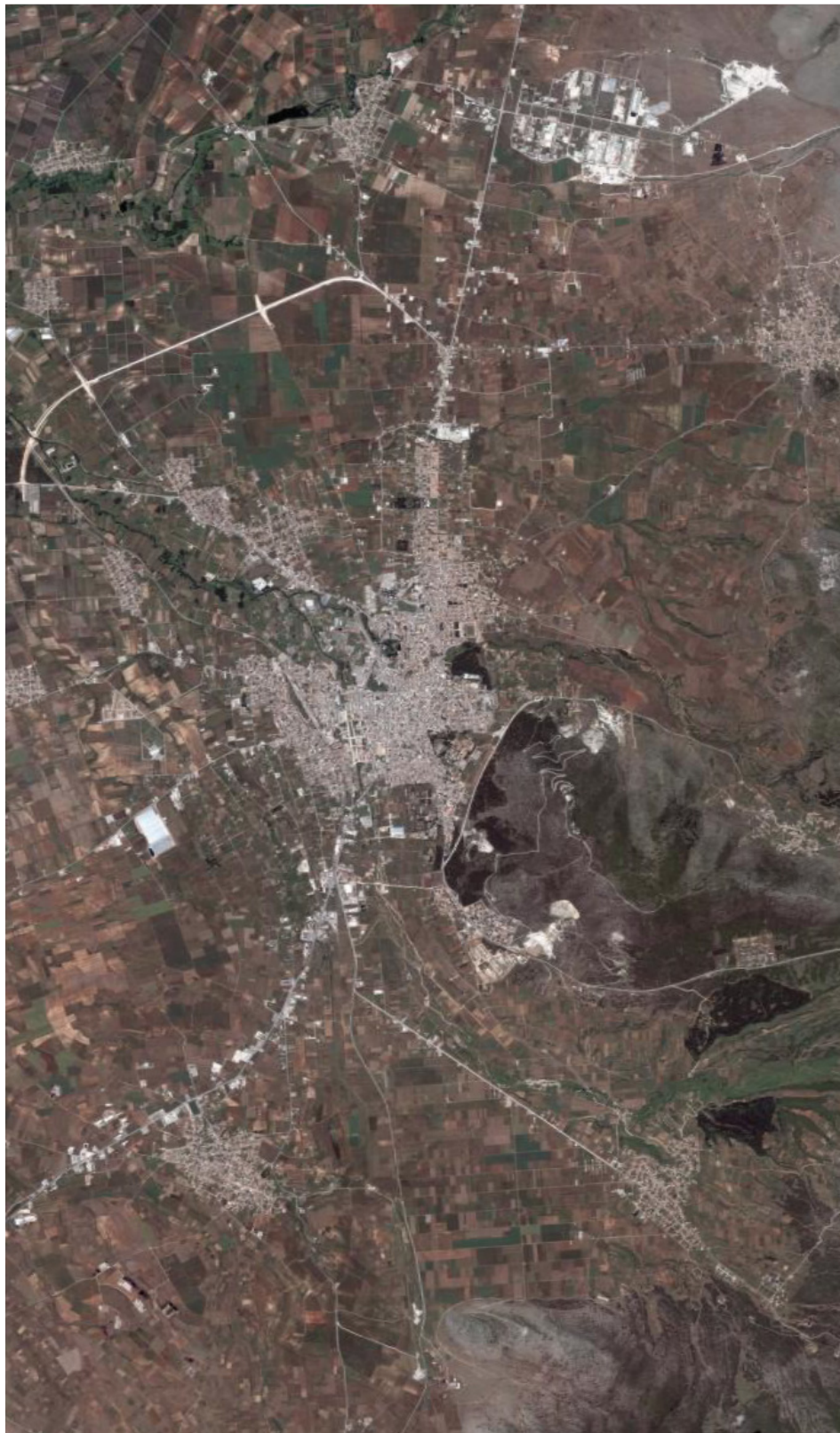


Εικ.2.15 μικροταινιακή κεραία τύπου PIFA

κατασκευή της μικροταινιακής κεραίας βασίζεται στην επίστρωση ενός μεταλλικού ίχνους πάνω σε επιφάνεια μονωτικού διηλεκτρικού υποστρώματος. Στην άλλη πλευρά του διηλεκτρικού υλικού επιστρώνεται συνεχές μεταλλικό στρώμα το οποίο σχηματίζει ένα επίπεδο γείωσης. Οι ποιά κοινές μικροταινιακές κεραίες έχουν σχήμα τετράγωνο, στρόγγυλο, ελλειπτικό, αλλά είναι πιθανό οποιοδήποτε συνεχόμενο σχήμα. Οι κεραίες που βρίσκονται ενσωματωμένες στα κινητά τηλέφωνα είναι τύπου PIFA (Planar Inverted F Antenna) και είναι ένα είδος μικροταινιακής κεραίας με πολλές διακλαδώσεις κατάλληλου μήκους ώστε να συντονίζονται στις διάφορες συχνότητες του κυβελοειδούς δικτύου (εικόνα 2.15).

† Συμπερασματικά, το GSM είναι ένα πολύπλοκο πρότυπο και μπορεί να θεωρηθεί ως η πρώτη σοβαρή προσπάθεια για την πλήρωση των προδιαγραφών ενός παγκόσμιου συστήματος προσωπικής επικοινωνίας.

Στην παρούσα εργασία το κεφάλαιο αυτό όπως και τα κεφάλαια 1 και 3 δεν έχει σκοπό να αποτελέσει ένα ολοκληρωμένο και εξαντλητικό οδηγό.



3



NAVigation Signal Timing And Ranging Global Positioning System



3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

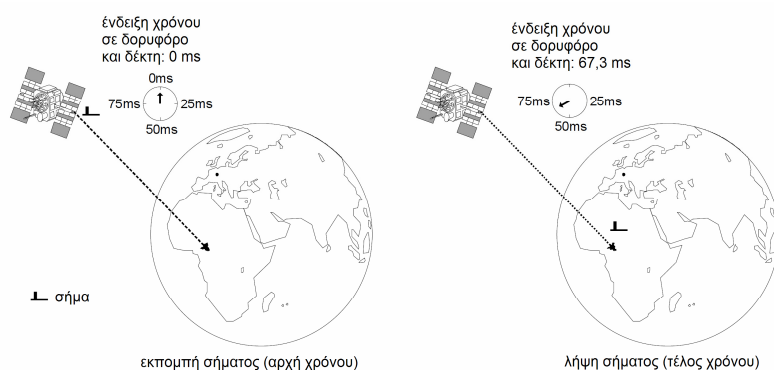
Η βασική ιδέα της υλοποίησης ενός συστήματος εντοπισμού θέσης έχει τις ρίζες της πριν από τον 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο. Το 1939, ο Γερμανός επιστήμονας Karl Hans Janke ανακοίνωσε στο Βερολίνο μία ευρεσιτεχνία η οποία σχετιζόταν με την ένδειξη της θέσης των αεροσκαφών. Στο κείμενο της ευρεσιτεχνίας, υπέθετε δύο μακρινά σώματα (δορυφόροι) εκπεμπόμενα ηλεκτρομαγνητικά σήματα τα οποία μπορούσαν να ανιχνευθούν και να παρουσιασθούν πάνω σε μια οθόνη ως διάνυσμα. Αποθέτοντας έναν χάρτη πάνω στην οθόνη θα μπορούσε να καθοριστεί η θέση και η διεύθυνση ενός αντικειμένου. Το σχέδιο του GPS βασίζεται εν μέρει στο παρόμοιο επίγειο σύστημα πλοήγησης όπως το LORAN και το Decca Navigator που αναπτύχθηκαν στις αρχές του 1940. Επιπρόσθετη έμπνευση παρείχε και το σύστημα Sputnik από τη Σοβιετική Ένωση το 1957. Το πρώτο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης, ονομαζόμενο Transit, χρησιμοποιήθηκε από το Ναυτικό των Ηνωμένων Πολιτειών και δοκιμάστηκε επιτυχώς το 1960.

Χρησιμοποιώντας έναν αστερισμό πέντε δορυφόρων, μπορούσε να καθοριστεί την θέση ενός σώματος μία φορά κάθε πέντε ώρες. Το 1967, το Ναυτικό των Ηνωμένων Πολιτειών ανέπτυξε τον δορυφόρο Timation με τον οποίο απέδειξε τη δυνατότητα τοποθέτησης χρονιστών ακριβείας στο διάστημα, μία τεχνολογία στην οποία στηρίζεται το GPS. Στη δεκαετία του 1970, το επίγειο σύστημα Omega Navigation System, βασισμένο στη σύγκριση της φάσης του σήματος, έγινε το πρώτο παγκοσμίου εύρους ασύρματο σύστημα πλοήγησης. Ο πρώτος πειραματικός δορυφόρος του GPS, Block-I, εκτοξεύθηκε τον Φεβρουάριο του 1978, ενώ μέχρι το 1985 ακολούθησαν άλλοι δέκα για να επιβεβαιώσουν το εγχείρημα. Το 1989, εκτοξεύθηκε ο πρώτος εξελιγμένος δορυφόρος Block-II ενώ το 1994 ένας πλήρης αστερισμός 24 δορυφόρων βρισκόταν σε τροχιά μέχρι τον Απρίλιο του 1995 οπότε και ανακοινώθηκε η πλήρης δυνατότητα λειτουργίας του συστήματος GPS.



3.2. ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ GPS

Ένας δέκτης GPS καθορίζει τη θέση του υπολογίζοντας χρονικά την απόσταση σημάτων τα οποία εκπέμπουν οι δορυφόροι που βρίσκονται σε τροχιά. Κάθε δορυφόρος εκπέμπει συνεχώς μηνύματα τα οποία περιέχουν πληροφορίες σχετικές με την χρονική στιγμή κατα την οποία εστάλει το μήνυμα, στοιχεία της ακριβούς τροχιάς του δορυφόρου που στέλνει το μήνυμα (ephemeris), την γενική υγεία και το περίγραμμα των τροχιών των δορυφόρων (almanac). Τα σήματα αυτά ταξιδεύουν με την ταχύτητα του φωτός στο διάστημα και με ελαφρώς μικρότερη ταχύτητα στην ατμόσφαιρα της Γης. Ο δέκτης χρησιμοποιεί τον χρόνο άφιξης κάθε μηνύματος για να μετρήσει την απόσταση από κάθε δορυφόρο, από την οποία καθορίζει τη θέση του μέσω γεωμετρικών και τριγωνομετρικών υπολογισμών. Οι συντεταγμένες που προκύπτουν μετατρέπονται σε πίο φιλικές προς το χρήστη μορφές, όπως το γεωγραφικό μήκος και πλάτος ή το στίγμα σε έναν χάρτη, και έπειτα απεικονίζονται στον χρήστη.



Εικ.3.1. Καθορισμός χρόνου μεταφοράς σήματος

Κάθε δορυφόρος φέρει έως και τέσσερα ατομικά ρολόγια. Τα ατομικά ρολόγια είναι, αυτή τη στιγμή, τα ποιο ακριβή όργανα μέτρησης χρόνου με απώλειες της τάξης του ενός δευτερολέπτου κάθε 30.000 με 1.000.000 χρόνια.

Για να γίνουν ακόμα πίο

ακριβή συγχρονίζονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα από διάφορα σημεία ελέγχου πάνω στη Γή. Το σήμα που εκπέμπεται από τον δορυφόρο χρειάζεται περίπου 67,3 ms για να φτάσει στη Γή ακολουθώντας κατακόρυφη πορεία. Για κάθε επιπλέον χιλιόμετρο, σε περίπτωση μή κατακόρυφης πορείας, χρειάζεται 3,33 μ s. Έτσι επιβάλλεται η χρήση μίας ακριβούς συσκευής μέτρησης χρόνου όπως το ατομικό ρολόι.

Ίσως φαίνεται ότι τρεις δορυφόροι θα ήταν αρκετοί για να καθοριστεί η θέση ενός σώματος, γνωρίζοντας ότι ο χώρος έχει τρεις διαστάσεις. Παρ'όλ'αυτά, η λύση των τριών δορυφόρων απαιτεί γνώση χρονικών στιγμών με ακρίβεια νανοδευτερολέπτων η οποία δεν είναι ευκολο να



επιτευχθεί. Χρησιμοποιώντας τέσσερις ή και περισσότερους δορυφόρους, επιτρέπεται να βελτιωθούν σφάλματα που οφείλονται σε χρονικές παραμέτρους και έτσι να μὴν χρειάζεται η κατασκευή ενός υπερακριβούς μετρητή χρόνου. Με λίγα λόγια, ο δέκτης χρησιμοποιεί τέσσερις μετρήσεις για να λύσει μία εξίσωση με τέσσερις μεταβλητές, x , y , z και t .

Αν και χρειάζονται τέσσερις δορυφόροι για κανονική λειτουργία, σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να χρειάζονται λιγότεροι. Αν μία παράμετρος είναι γνωστή, για παράδειγμα σε ένα πλοίο που είναι γνωστό το ύψος όπου βρίσκεται (0 μέτρα), ένας δέκτης καθορίζει τη θέση του χρησιμοποιώντας τρεις δορυφόρους. Επίσης, στην πράξη, οι δέκτες χρησιμοποιούν επιπρόσθετες πληροφορίες όπως η τελευταία γνωστή θέση και η αδρανιακή πλοήγηση.

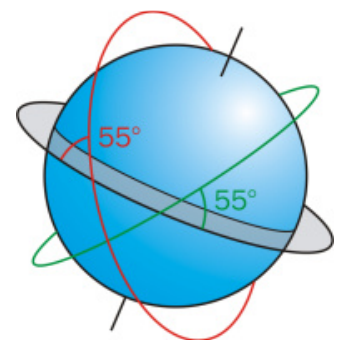
3.3. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το υπάρχον σύστημα GPS αποτελείται από τρεις κύριους τομείς. Αυτοί είναι:

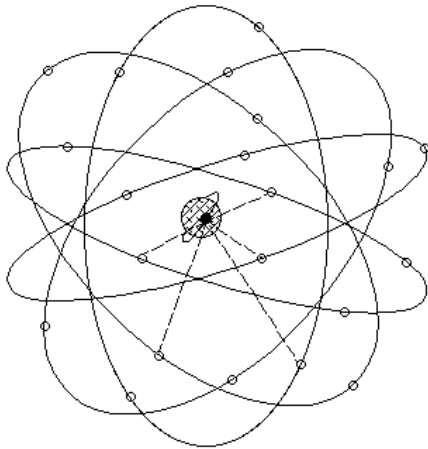
- Ο τομέας διαστήματος
- Ο τομέας ελέγχου
- Ο τομέας χρήστη

3.3.1. Ο ΤΟΜΕΑΣ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ο τομέας διαστήματος αποτελείται από τους δορυφόρους, ή διαστημικά οχήματα κατά την ορολογία GPS, οι οποίοι βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη Γή. Το GPS αρχικά σχεδιάστηκε ώστε εικοσιτέσσερις δορυφόροι να μοιράζονται σε τρία τροχιακά επίπεδα, με οκτώ δορυφόρους ανά επίπεδο, αλλά μετατράπηκε σε έξι τροχιακά επίπεδα με τέσσερις δορυφόρους το καθένα. Τα τροχιακά επίπεδα έχουν ως κέντρο το κέντρο της γής και δεν περιστρέφονται σε σχέση με τα μακρινά αστέρια. Τα έξι επίπεδα έχουν κλίση 55° σε σχέση με το επίπεδο του ισημερινού και διαφέρουν μεταξύ τους κατά 60° (γωνία κατά μήκος του ισημερινού από ένα σημείο αναφοράς έως τη διαστάυρωση της τροχιάς). Οι τροχιές είναι με τέτοιο τρόπο διατεταγμένες ώστε τουλάχιστον έξι δορυφόροι να βρίσκονται σε οπτική επαφή με οποιοδήποτε σημείο της Γής.



Εικ.3.2. κλίση τροχιάς



Εικ.3.3. αναπαράσταση του συμπλέγματος GPS

Οι δορυφόροι βρίσκονται σε υψόμετρο 20.200 χιλιομέτρων με ακτίνα τροχιάς 26.600 χιλιόμετρα, ταξιδεύουν γύρω από τη Γή με ταχύτητα περίπου 11.200 χιλιόμετρα ανά ώρα και εκτελούν ο καθένας δύο πλήρεις περιστροφές ανά περιστροφή της Γής. Επομένως, το ίχνος εδάφους του κάθε δορυφόρου επαναλαμβάνεται σε μια μέρα. Αυτό ήταν πολύ χρήσιμο κατά τη διαδικασία της ανάπτυξης του συστήματος, αφού έστω και με τέσσερις δορυφόρους, σωστή ευθυγράμμιση σημαίνει ότι και οι τέσσερις είναι ορατοί από ένα σημείο για λίγες ώρες κάθε μέρα.

Η ισχύς τροφοδοσίας τους προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια μέσω των ειδικών κατόπτρων που διαθέτουν. Σε περίπτωση έλλειψης ηλιακής ενέργειας υπάρχουν εφεδρικές πηγές ισχύος (μπαταρίες) για να τροφοδοτήσουν το σύστημα. Διαθέτουν επίσης μικρά προωθητικά πυραυλικά συστήματα για τη διόρθωση τυχούσας παρέκλισης από την σωστή τροχιά. Οι δορυφόροι έχουν διάρκεια ζωής περίπου δέκα χρόνια μέχρι εξαντλησεως των διαθέσιμων καυσίμων.

Από τον Σεπτέμβριο του 2007, υπάρχουν 31 ενεργοί δορυφόροι στον σύμπλεγμα του GPS. Οι επιπρόσθετοι δορυφόροι βελτιώνουν την ακρίβεια των υπολογισμών του δέκτη παρέχοντας εφεδρικές μετρήσεις. Με την αύξηση του αριθμού των δορυφόρων το σύμπλεγμα μετατράπηκε σε μη ομοιόμορφη διευθέτηση. Η διευθέτηση αυτή βελτίωσε την αξιοπιστία και διαθεσιμότητα του συστήματος, σε σχέση με την ομοιόμορφη διευθέτηση, όταν υπάρξει βλάβη σε πολλούς δορυφόρους.

3.3.2. Ο ΤΟΜΕΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

Οι πορείες πτήσης των δορυφόρων παρακολουθούνται από σταθμούς της Αεροπορίας των Ηνωμένων Πολιτειών και βρίσκονται σε καίρια σημεία στις παρακάτω περιοχές:

1. Springs, Colorado (Ηνωμένες Πολιτείες)
2. Hawaii (Ανατολικός Ειρηνικός Ωκεανός)



3. Cape Canaveral, Florida ((Ηνωμένες Πολιτείες))
4. Ascension Island (Ατλαντικός Ωκεανός)
5. Diego Garcia (Ινδικός Ωκεανός)
6. Kwajalein (Δυτικός Ειρηνικός Ωκεανός)



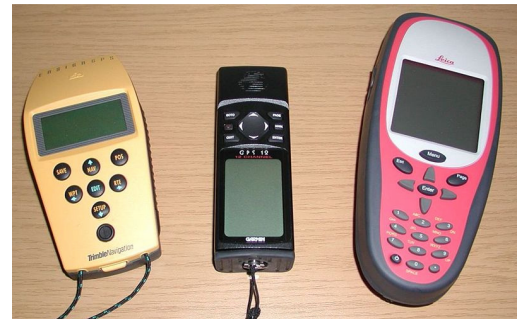
Εικ.3.4. οι σταθμοί ελέγχου των δορυφόρων

μαζί με σταθμούς που ελέγχονται από το National Geospatial-Intelligence Agency (NGA). Οι πληροφορίες ιχνηλάτησης αποστέλλονται στο Springs του Colorado όπου βρίσκεται ο κυριότερος σταθμός βάσης και ο μοναδικός στην ξηρά. Ο σταθμός του Colorado επικοινωνεί τακτικά με τους δορυφόρους μέσω των υπολοίπων σταθμών για να τους παράσχει ενημερώσεις πλοήγησης. Αυτές οι ενημερώσεις συγχρονίζουν τα ατομικά ρολόγια των δορυφόρων με αποκλίσεις μεταξύ τους μερικών νανοδευτερολέπτων και ρυθμίζουν τα δεδομένα ephemeris του κάθε δορυφόρου. Οι ενημερώσεις παράγονται από ένα φίλτρο Kalman το οποίο χρησιμοποιεί ως εισόδους, πληροφορίες από τους επίγειους σταθμούς παρακολούθησης, πληροφορίες καιρικών συνθηκών διαστήματος (ηλιακός άνεμος) κ.α.

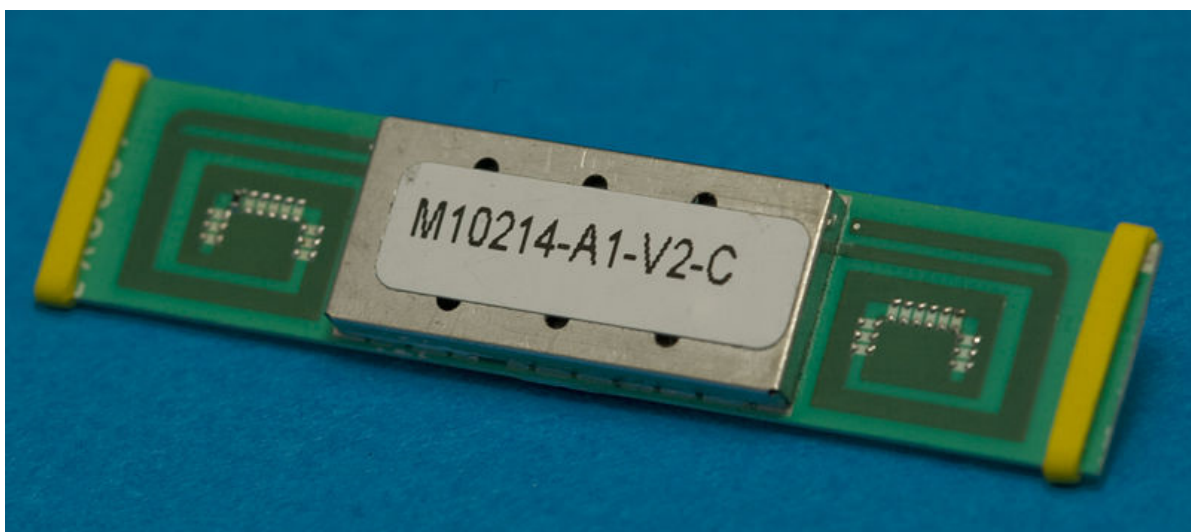
Οι ελιγμοί διόρθωσης της πορείας των δορυφόρων δεν καθορίζονται από τις προδιαγραφές του GPS. Έτσι, για να αλλάξει η πορεία ενός δορυφόρου, πρέπει αυτός να χαρακτηριστεί ως «μή υγιής» ώστε οι δέκτες να μη συμπεριλάβουν στους υπολογισμούς τα δεδομένα που αποστέλλονται απ' αυτόν. Τότε, πραγματοποιείται ο ελιγμός και η προκύπτουσα τροχιά παρακολουθείται από το έδαφος, τα νέα δεδομένα ephemeris τοποθετούνται και ο δορυφόρος χαρακτηρίζεται ξανά «υγιής».

3.3.3. Ο ΤΟΜΕΑΣ ΧΡΗΣΤΗ

Οι δέκτες GPS των χρηστών ανα την υφήλιο, είναι ο τομέας χρήστη. Σε γενικές γραμμές, ένας δέκτης αποτελείται από μία κεραία η οποία συντονίζεται στις εκπεμπόμενες από τους δορυφόρους συχνότητες, κυκλώματα επεξεργαστών δέκτη και έναν υψηλής σταθερότητας χρονιστή (κρυσταλλικός ταλαντωτής). Επίσης μπορεί να διαθέτουν οθόνη ώστε να παρέχουν οπτικά τις πληροφορίες εντοπισμού στον χρήστη. Ένας δέκτης συχνά χαρακτηρίζεται από τον αριθμό καναλιών, δηλαδή από το πλήθος των δορυφόρων από τους οποίους δέχεται ταυτόχρονα δεδομένα. Αρχικά περιοριζόμενος σε τέσσερα ή πέντε, ο αριθμός των καναλιών του δέκτη αυξήθηκε σταδιακά, ώστε τα σημερινά συστήματα να υποστηρίζουν από δώδεκα έως είκοσι κανάλια. Πολλοί δέκτες GPS μπορούν να μεταδώσουν τα δεδομένα θέσης σε έναν προσωπικό υπολογιστή ή άλλη συσκευή χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο NMEA 0183 ή το νεότερο και λιγότερο δημοφιλές NMEA 2000. Υπάρχουν επίσης και άλλα πρωτόκολλα όπως το SiRF και το MTK. Οι δέκτες GPS μπορούν να διασυνδεθούν με άλλες συσκευές χρησιμοποιώντας μεθόδους που περιλαμβάνουν σειριακή επικοινωνία, USB ή Bluetooth.



Εικ.3.4. συσκευές δέκτη GPS



Εικ.3.5 ένα τυπικό κύκλωμα δέκτη GPS με ενσωματωμένη κεραία



3.3.4. ΩΡΑ ΚΑΙ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ GPS

Ενώ τα περισσότερα ρολόγια συγχρονίζονται στην Παγκόσμια Συντεταγμένη Ωρα UTC, τα ατομικά ρολόγια των δορυφόρων συγχρονίζονται στην Ωρα GPS. Η διαφορά είναι ότι η Ωρα GPS δεν είναι διορθωμένη ώστε να εναρμονιστεί με την συνεχώς μειωμένου ρυθμού περιστροφή της Γής, οπότε δεν περιέχει το ένα δευτερόλεπτο επιπλέον που χρειάζεται η Ωρα UTC περιοδικά για να ακολουθήσει την Μέση Ηλιακή Ωρα. Η Ωρα GPS τοποθετήθηκε σύμφωνα με την UTC το 1980 αλλά από τότε έχει αποκλίνει. Η έλλειψη των διορθώσεων σημαίνει ότι η Ωρα GPS παραμένει μετατοπισμένη κατά 19 δευτερόλεπτα σε σχέση με την Διεθνή Ατομική Ωρα (International Atomic Time, TAI).

Το μήνυμα πλοήγησης GPS περιλαμβάνει τη διαφορά μεταξύ των Ωρών UTC και GPS, η οποία από το 2006 είναι 14 δευτερόλεπτα λόγω του προστιθέμενου δευτερολέπτου στην Ωρα UTC την 31^η Δεκεμβρίου του 2005. Οι δέκτες αφαιρούν αυτή την απόκλιση για να υπολογίσουν την Ωρα UTC και τις τιμές ζώνης ώρας. Οι καινούριες μονάδες GPS ενδέχεται να μη δείχνουν τη σωστή ώρα μέχρι να λάβουν το μήνυμα διόρθωσης απόκλισης. Η περιοχή απόκλισης μπορεί να διευθετήσει 255 προστιθέμενα δευτερόλεπτα διόρθωσης ώρας (οκτώ bit) η οποία, με τον παρών ρυθμό μείωσης της περιστροφής της Γής, μπορεί να διαρκέσει μέχρι το 2330.

Σε αντίθεση με το Γρηγοριανό ημερολόγιο το οποίο ακολουθεί τη μορφή Έτος, Μήνας, Μέρα, η ημερομηνία GPS εκφράζεται σε αριθμούς εβδομάδας και ημέρας της εβδομάδας. Ο αριθμός εβδομάδας μεταδίδεται ως πεδίο 10bit οπότε μηδενίζεται κάθε 1024 εβδομάδες (19,6 έτη). Η πρώτη εβδομάδα ξεκίνησε την 00:00:00 Ωρα UTC (00:00:19 Ωρα TAI) στις 6 Ιανουαρίου του 1980 και μηδενίστηκε ξανά στις 23:59:47 UTC της 21^{ης} Αυγούστου του 1999. Για να οριστεί η Γρηγοριανή ημερομηνία, πρέπει να δοθεί στον δέκτη η προσεγγιστική ημερομηνία (μέσα σε 3584 ημέρες) για να μεταφράσει σωστά την ημερομηνία GPS. Για τη διευθέτηση αυτής της υπόθεσης, το μήνυμα πλοήγησης χρησιμοποιεί ένα πεδίο 13bit το οποίο επαναλαμβάνεται μόνο κάθε 8192 εβδομάδες (157 έτη) και θα μηδενιστεί ξανά το έτος 2137.

3.3.5. ΤΟ ΣΗΜΑ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ

Κάθε δορυφόρος του GPS μεταδίδει συνεχώς ένα μήνυμα πλοήγησης με ρυθμό 50 bit/s το οποίο παρέχει την ώρα της εβδομάδας, τον αριθμό της GPS εβδομάδας και την πληροφορία



υγείας του δορυφόρου. Αυτά περιέχονται στο πρώτο κομμάτι του μηνύματος. Στο δεύτερο κομμάτι αποστέλλονται τα δεδομένα ephemeris και στο τελευταίο τα δεδομένα almanac. Τα μηνύματα αποστέλλονται κατα πλαίσια των 1.500 bits σε χρόνο 30 δευτερολέπτων.

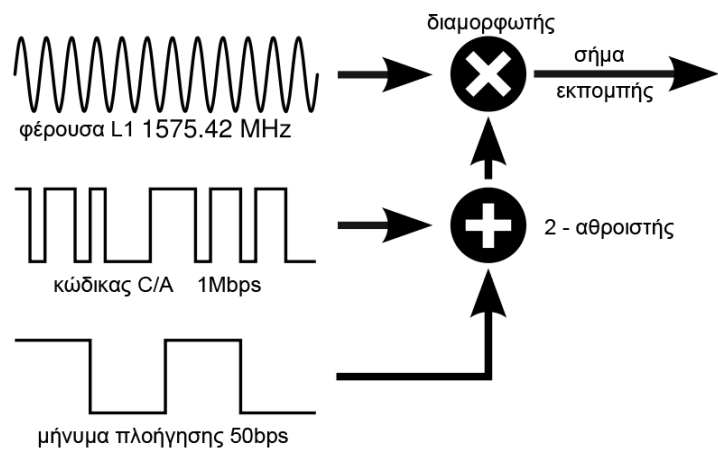
Τα πρώτα 6 δευτερόλεπτα κάθε πλαισίου περιέχουν δεδομένα που περιγράφουν τον χρονισμό του δορυφόρου και τη σχέση του με την ώρα GPS. Τα επόμενα 12 δευτερόλεπτα περιέχουν τα δεδομένα ephemeris τα οποία είναι ένας πίνακας τιμών που περιγράφει τη θέση του δορυφόρου στον ουρανό σε δεδομένες χρονικές στιγμές. Ο πίνακας αυτός ενημερώνεται κάθε δύο ώρες και γενικά είναι έγκυρος για τέσσερις ώρες, με πρόβλεψη για ενημέρωση κάθε έξι ώρες ή περισσότερο σε μη ονομαστικές συνθήκες. Ο χρόνος που απαιτείται για την απόκτηση των δεδομένων ephemeris είναι κύριος παράγοντας της χρονικής καθυστέρησης κατά τη διάρκεια της πρώτης προσπάθειας εύρεσης στίγματος του δέκτη. Αυτό συμβαίνει εξ' αιτίας του χαμηλού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων και στη χειρότερη περίπτωση η καθυστέρηση αγγίζει τα 30 δευτερόλεπτα.

Τα τελευταία 12 δευτερόλεπτα του πλαισίου αντιπροσωπεύουν τα δεδομένα almanac τα οποία περιέχουν την γενική τροχιά και κατάσταση για κάθε δορυφόρο στο σύμπλεγμα, ένα ιονοσφαιρικό μοντέλο και πληροφορίες για τη συσχέτιση του παραγόμενου χρόνου GPS με την παγκόσμια ώρα (Coordinated Universal Time, UTC). Κάθε πλαίσιο περιέχει το $1/25^{\circ}$ των δεδομένων almanac, έτσι απαιτούνται 12,5 λεπτά για την απόκτηση του πλήρους πακέτου από έναν δορυφόρο. Τα δεδομένα almanac εξυπηρετούν διακεκριμένους σκοπούς. Πρώτος σκοπός είναι η βοήθεια στην ανάκτηση των δορυφόρων κατά το ξεκίνημα, επιτρέποντας στο δέκτη να παράγει μία λίστα ορατών δορυφόρων βασισμένη σε αποθηκευμένες πληροφορίες θέσης και χρόνου, ενώ τα δεδομένα ephemeris απαιτούνται από κάθε δορυφόρο για τον υπολογισμό της θέσης με τη χρήση αυτού του δορυφόρου. Ο δεύτερος σκοπός είναι η συσχέτιση της Ώρας GPS με την Ώρα UTC. Τέλος, τα δεδομένα almanac επιτρέπουν σε έναν δέκτη απλής συχνότητας, τη διόρθωση ιονοσφαιρικών λαθών χρησιμοποιώντας ένα ιονοσφαιρικό μοντέλο. Πρέπει να επισημανθεί ότι κάθε δορυφόρος εκπέμπει τα δικά του δεδομένα ephemeris αλλά εκπέμπει τα δεδομένα almanac όλων των δορυφόρων.

Κάθε δορυφόρος μεταδίδει με τουλάχιστον δύο ξεχωριστούς κώδικες εκτεινόμενου φάσματος. Ο ένας είναι ο κώδικας C/A (Coarse / Acquisition code) ο οποίος είναι ελεύθερα διαθέσιμος στο κοινό και ο άλλος είναι ο Κώδικας Ακριβείας (Precise Code, P) ο οποίος είναι κρυπτογραφημένος και δεσμευμένος για στρατιωτικές εφαρμογές. Ο κώδικας C/A είναι ένας



ψευδοτυχαίος κώδικας 1023^{ov} chip (1 chip είναι ο παλμός ενός κώδικα εκτεινόμενου φάσματος άμεσης ακολουθίας που χρησιμοποιείται στην πολλαπλή πρόσβαση CDMA) με ρυθμό 1023 Kchip/s. Κάθε δορυφόρος διαθέτει τον δικό του μοναδικό κώδικα C/A ώστε να αναγνωρίζεται από τους υπόλοιπους που εκπέμπουν στην ίδια συχνότητα.



Εικ.3.6. εκπεμπόμενο σήμα GPS απλής συχνότητας

Ο κώδικας P είναι ένας ψευδοτυχαίος κώδικας των 10,23 μεγαchip/s και επαναλαμβάνεται μόνο κάθε εβδομάδα. Ο P κώδικας κρυπτογραφείται από τον κώδικα Y για να παραχθεί ο κώδικας P(Y), ο οποίος μπορεί να αποκρυπτογραφηθεί μόνο από διατάξεις οι οποίες το κατάλληλο κλειδί. Και οι δύο κώδικες, C/A και P(Y) μεταδίδουν την ακριβή ώρα της ημέρας στον χρήστη.

3.3.6. ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΣΗΜΑΤΟΣ GPS

Οι φέρουσες συχνότητες των δεδομένων στις οποίες συντονίζονται οι δέκτες GPS είναι:

- Η συχνότητα L1 στα 1575,42 MHz ($10,23 \text{ MHz} \times 154$). Μεταφέρει το μήνυμα πλοήγησης, τον κώδικα C/A και τον κρυπτογραφημένο κώδικα P(Y). Είναι η συχνότητα που χρησιμοποιούν οι δέκτες για την εξυπηρέτηση της ανάγκης πλοήγησης των πολιτών.
- Η συχνότητα L2 στα 1227,60MHz ($10,23 \text{ MHz} \times 120$). Μεταφέρει τον κώδικα P(Y).
- Η συχνότητα L3 στα 1381,05 MHz ($10,23 \text{ MHz} \times 135$). Χρησιμοποιείται για να σημάνει την ανίχνευση πυρηνικών εκτονώσεων και άλλων γεγονότων που εκπέμπουν υψηλής ενέργειας υπέρυθρη ακτινοβολία.
- Η συχνότητα L4 στα 1379,913 MHz. Μελετάται για επιπρόσθετη ιονοσφαιρική διόρθωση.
- Η συχνότητα L5 στα 1176,45 MHz ($10,23 \text{ MHz} \times 115$). Προτάθηκε για χρήση ως σήμα προστασίας ζωής του πολίτη. Αυτή η συχνότητα βρίσκεται σε μία διεθνώς



προστατευόμενη περιοχή για αεροναυτική πλοήγηση, υποσχόμενη ελάχιστη ή καμία παρεμβολή υπό όλες τις συνθήκες. Ο πρώτος δορυφόρος που θα παρέχει αυτό το σήμα αναμένεται να εκτοξευθεί το έτος 2009.

3.3.7. ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ NMEA - 0183

Για να μεταδοθούν οι υπολογισμένες μεταβλητές όπως η θέση, η ταχύτητα, η κατεύθυνση κ.α. σε μία περιφερειακή συσκευή (προσωπικό υπολογιστή, οθόνη), οι μονάδες δέκτη GPS διαθέτουν σειριακή διασύνδεση (επιπέδου TTL ή RS-232). Τα πιο σημαντικά στοιχεία της πληροφορίας του δέκτη μεταδίδονται μέσω αυτής της διασύνδεσης με μία ειδική μορφή δεδομένων. Αυτή η μορφή προδιαγράφεται από τον Σύνδεσμο NMEA (National Marine Electronics Association) για να διασφαλιστεί ότι η μεταφορά θα πραγματοποιηθεί χωρίς προβλήματα και ονομάζεται NMEA-0183. Το πρωτόκολλο ομαδοποιεί τις πληροφορίες του GPS σε επτά ομάδες δεδομένων κάθε μία από τις οποίες έχει τη γενική μορφή:

```
$GPDTS,Inf_1,Inf_2,Inf_3,Inf_4,Inf_5,Inf_6,Inf_n*CS<CR><LF>
```

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι ερμηνείες των χαρακτήρων της γενικής μορφής

Πεδίο	Περιγραφή
\$	Αρχή της ομάδας δεδομένων
GP	Πληροφορία που προέρχεται από συσκευή GPS
DTS	Αναγνωριστικό ομάδας δεδομένων
Inf_1 έως Inf_n	Πληροφορία υπ' αριθμόν 1...n
,	Διαχωριστικό των κομματιών πληροφορίας
*	Διαχωριστικό του αθροίσματος ελέγχου
CS	Άθροισμα ελέγχου του συνόλου των δεδομένων
<CR><LF>	Τέλος ομάδας : εντολή <Carriage Return> και <Line Feed>

Πίνακας 1: Περιγραφή των ανεξάρτητων κομματιών της ομάδας δεδομένων πρωτοκόλλου NMEA



Οι πληροφορίες inf μπορεί να αντιπροσωπεύουν τις παρακάτω μεταβλητές:

- Ώρα UTC
- Ημερομηνία
- Γεωγραφικό μήκος
- Γεωγραφικό πλάτος
- Ποιότητα σήματος GPS
- Ταυτότητες δορυφόρων
- Στοιχεία θέσης δορυφόρων
- Αριθμός δορυφόρων που συμμετέχουν στον υπολογισμό της θέσης
- Υψόμετρο
- Ταχύτητα κίνησης
- Κατεύθυνση κίνησης

Οι επτά ομάδες δεδομένων του πρωτοκόλλου NMEA είναι οι παρακάτω:

- **Ομάδα δεδομένων GGA**

Η ομάδα δεδομένων GGA περιέχει πληροφορίες για την ώρα UTC, το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, την ποιότητα του συστήματος, τον αριθμό των δορυφόρων που χρησιμοποιούνται και το ύψος. Ένα παράδειγμα της ομάδας GGA είναι:

```
$GPGGA,130305.0,4717.115,N,00833.912,E,1,08,0.94,00499,M,047,M,,*58<CR><LF>
```

- **Ομάδα δεδομένων GLL**

Η ομάδα δεδομένων GLL περιέχει πληροφορίες για το γεωγραφικό μήκος, βόρειο ή νότιο, το γεωγραφικό πλάτος, ανατολικό ή δυτικό, την ώρα UTC και την ποιότητα των δεδομένων

```
$GPGLL,4717.115,N,00833.912,E,130305.0,A*32<CR><LF>_
```



- **Ομάδα δεδομένων GSA**

Η ομάδα δεδομένων GSA περιέχει πληροφορίες για τον τρόπο υπολογισμού της θέσης, τον αριθμό ταυτότητας κάθε δορυφόρου που συμμετέχει στον υπολογισμό και μία σειρά μεταβλητών που προσδιορίζουν την ποιότητα και την ακρίβεια των υπολογισμών:

```
$GPGSA,A,3,13,20,11,29,01,25,07,04,,,,,1.63,0.94,1.33*04<CR><LF>
```

- **Ομάδα δεδομένων GSV**

Η ομάδα δεδομένων GSA περιέχει πληροφορίες για την ταυτότητα και τη θέση (αζιμούθιο, ανύψωση) των δορυφόρων που συμμετέχουν στον υπολογισμό της θέσης καθώς και για τον λόγο σήματος προς θόρυβο:

```
$GPGSV,2,2,8,01,52,187,43,25,25,074,39,07,37,286,40,04,09,306,33*44<CR><LF>_
```

- **Ομάδα δεδομένων RMC**

Η ομάδα δεδομένων RMC περιέχει τις ελάχιστες συνιστώμενες πληροφορίες ώρας, γεωγραφικού μήκους και πλάτους, υψομέτρου, της κατάστασης του συστήματος, ταχύτητας, κατεύθυνσης και ημερομηνίας. Αυτά τα δεδομένα παρέχονται από όλους τους δέκτες GPS.

```
$GPRMC,130304.0,A,4717.115,N,00833.912,E,000.04,205.5,200601,01.3,W*7C<CR><LF>_
```

- **Ομάδα δεδομένων VTG**

Η ομάδα δεδομένων VTG περιέχει πληροφορίες ταχύτητας και κατεύθυνσης:

```
$GPVTG,014.2,T,015.4,M,000.03,N,000.05,K*4F<CR><LF>
```

- **Ομάδα δεδομένων ZDA**

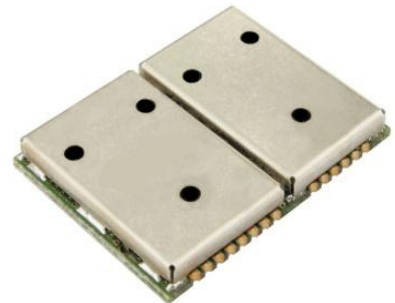
Η ομάδα δεδομένων ZDA περιέχει πληροφορίες ώρας και ημερομηνίας:

```
$GPZDA,130305.2,20,06,2001,,*57<CR><LF>
```



3.3.8. ΒΑΣΙΚΗ ΥΠΟΜΟΝΑΔΑ ΔΕΚΤΗ GPS

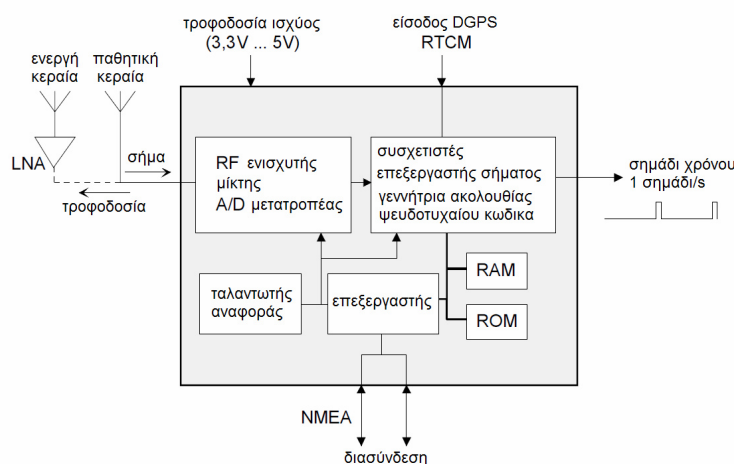
Στην εικόνα 3.7 φαίνεται η υπομονάδα δέκτη GPS και στην εικόνα 3.8 το μπλόκ διάγραμμα της. Τα σήματα συχνότητας 1575,42 MHz που λαμβάνονται από την κεραία, προενισχύονται και μετατρέπονται σε μια μικρότερη ενδιάμεση συχνότητα. Ο ταλαντωτής αναφοράς παρέχει το απαραίτητο φέρον κύμα για την μετατροπή συχνότητας καθώς και την συχνότητα χρονισμού του επεξεργαστή και του συσχετιστή. Η αναλογική ενδιάμεση συχνότητα μετατρέπεται



Εικ.3.7. υπομονάδα δέκτη GPS

σε ψηφιακό σήμα από έναν μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακό. Ο χρόνος μεταφοράς του

σήματος από τους δορυφόρους προς τον δέκτη GPS εξακριβώνεται διαμέσου της συσχέτισης των ακολουθιών των παλμών ψευδοτυχαίου κώδικα. Η ακολουθία αυτή πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να καθοριστεί αυτός ο χρόνος, αλλιώς η συσχέτιση δεν είναι μέγιστη. Τα δεδομένα ανακτώνται από την ανάμιξη τους με τη σωστή



Εικ.3.8 τυπικό μπλόκ διάγραμμα μιας υπομονάδας δέκτη GPS

ακολουθία. Ταυτόχρονα, το ωφέλιμο σήμα ενισχύεται κάτω από το επίπεδο παρεμβολής. Το πλήθος των ταυτόχρονα επεξεργάσιμων δορυφορικών σημάτων φτάνει τα 16. Ο έλεγχος και η παραγωγή της ακολουθίας ψευδοτυχαίου κώδικα και η ανάκτηση των δεδομένων εκτελείται από έναν επεξεργαστή σήματος. Ο υπολογισμός των δεδομένων και η αποθήκευση των παραμέτρων που προκύπτουν από την διαδικασία εύρεσης της θέσης, εκτελείται από έναν επεξεργαστή με την υποστήριξη διατάξεων μνήμης.

3.3.9. ΙΣΧΥΣ ΣΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΕΡΑΙΕΣ GPS

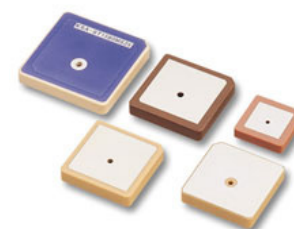
Η ισχύς που εκπέμπει ένας δορυφόρος στη συχνότητα L1 των 1575,42 MHz είναι 500 Watt (27 dBW) ενώ το κέρδος της κεραίας είναι 13 dBi (dBisotropic). Οι απώλειες κατά τη διάδοση του κύματος προς την επιφάνεια της Γής από απόσταση 20.200 χιλιομέτρων είναι περίπου 182dB. Συνεπώς το σήμα που φτάνει στην επιφάνεια της Γής έχει ισχύ περίπου -155dBW.

Οι υπομονάδα δέκτη GPS μπορεί να λειτουργήσει είτε με παθητική ή με ενεργή κεραία. Οι ενεργές κεραίες διαθέτουν έναν προενισχυτή χαμηλού θορύβου (Low Noise Amplifier, LNA), τροφοδοτούνται από την υπομονάδα διαμέσου της γραμμής υψηλής συχνότητας και ενισχύουν το σήμα της κεραίας κατά 15 με 20 dB. Διατίθενται επίσης κεραίες που συνδυάζουν την λήψη σημάτων FM/GSM/GPS. Οι κεραίες GPS λαμβάνουν δεξιόστροφα κυκλικά πολωμένα κύματα. Στην αγορά διατίθενται δύο τύποι κεραίων, οι ελικοειδείς (Helix) κεραίες και οι κεραίες Patch.



Εικ.3.10. κεραία Patch με περίβλημα

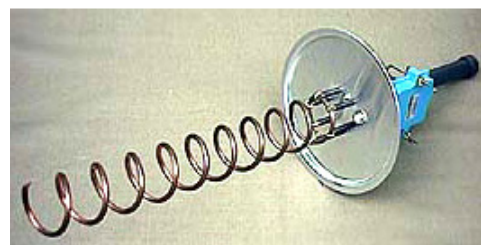
Οι κεραίες Patch είναι επίπεδες, γενικά έχουν τετράγωνο κεραμικό και μεταλλικό σώμα διαστάσεων μισού μήκους κύματος και στερεώνονται σε μια μεγαλύτερη μεταλλική πλάκα που συμπεριφέρεται ως επίπεδο γείωσης



Εικ.3.9 κεραίες Patch

το οποίο αποκόπτει οποιαδήποτε ακτινοβολία πίσω από την κεραία. Για να διασφαλιστεί ένας επαρκώς υψηλός βαθμός επιλεκτικότητας πρέπει να ρυθμιστεί ο λόγος επιφάνειας του επιπέδου γείωσης και της κεραίας Patch. Το κέρδος μιας κεραίας Patch φτάνει τα 7 με 9 dB. Συνήθως, οι κεραίες Patch τοποθετούνται σε ένα περίβλημα όπως φαίνεται στην εικόνα 3.10 και προστατεύονται έτσι από διάφορες αιτίες καταστροφής.

Οι ελικοειδείς κεραίες αποτελούνται από ένα αγωγίμο σύρμα τυλιγμένο σε ελικοειδή μορφή. Η φορά της περιέλιξης καθορίζει και την πόλωση της κεραίας, δεξιόστροφη ή αριστερόστροφη. Στις περισσότερες περιπτώσεις η κεραία στηρίζεται πάνω σε ένα επίπεδο γείωσης που συμπεριφέρεται ως ανακλαστήρας του



Εικ.3.11. ελικοειδής κεραία

κύματος και προσφέρει αυξημένη ευαισθησία ή κέρδος που είναι μεγαλύτερο από το κέρδος της κεραίας Patch. Μια ελικοειδής κεραία φαίνεται στην εικόνα 3.11.



3.3.10. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ GPS ΣΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗ – ΕΠΙΛΟΓΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

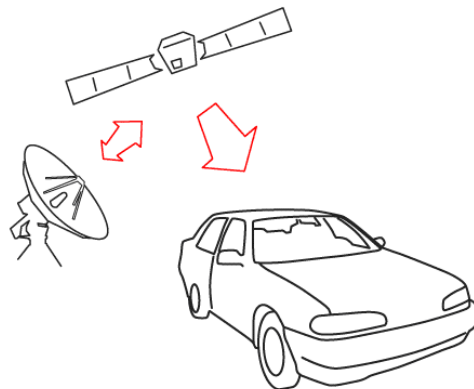
Χρησιμοποιώντας το GPS μπορούν να καθοριστούν οπουδήποτε στη Γή οι ακόλουθες τιμές:

- Η ακριβής θέση ενός αντικείμενου (γεωγραφικό μήκος και πλάτος, υψόμετρο) με ακρίβεια απο 20 μέτρα έως 1 χιλιοστό του μέτρου.
- Η ακριβής ώρα (παγκόσμια ώρα UTC) με απόκλιση απο 60ns έως 1ns.

Επιπρόσθετα, απο τη γνώση της τρισδιάστατης θέσης και τον ακριβή χρόνο, μπορούν να παραχθούν οι παρακάτω μεταβλητές:

- Ταχύτητα
- Επιτάχυνση
- Πορεία - Κατεύθυνση
- Τοπική ώρα
- Απόσταση

Τα παραδοσιακά πεδία εφαρμογής του GPS είναι η τοπογραφική επιστήμη, η ναυτιλία και η αεροπλοΐα. Ωστόσο, η αγορά απολαμβάνει μία έκρηξη ζήτησης ηλεκτρονικών συστημάτων πλοήγησης οχημάτων. Ο λόγος αυτής της αύξησης είναι η βιομηχανία αυτοκινήτων, η οποία επιδιώκει να βελτιώσει τις συνθήκες κίνησης στα οδικά δίκτυα και παράλληλα να αυξήσει το αίσθημα ασφάλειας των επιβατών μέσα στο όχημα και την προστασία του οχήματος σε περιπτώσεις διάρρηξης ή κλοπής, αντικείμενο που μελετάται στην παρούσα εργασία.





4

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ



4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το σύστημα προστασίας οχήματος που μελετάται στην παρούσα εργασία βασίζεται στην γενική μορφή των σύγχρονων συστημάτων που περιγράφηκαν στο 1^ο κεφάλαιο. Αποτελείται δηλαδή από την μονάδα τροφοδοσίας, την μονάδα ελέγχου, τις διατάξεις εισόδου-εξόδου και τη μονάδα τηλεχειρισμού. Στην ομάδα των διατάξεων εξόδου προστίθεται ένα modem GSM/GPS το οποίο διατηρεί αμφίδρομη επικοινωνία με την μονάδα ελέγχου και θα περιγραφεί παρακάτω. Ως διάταξη εισόδου θεωρείται και ο συνδυασμός πληκτρολογίου-οθόνης που προστίθεται για να αναλάβει την διασύνδεση του χρήστη με την μονάδα ελέγχου και λειτουργεί ως μέσο ελέγχου των δυνατοτήτων του συστήματος.

Το σύστημα μπορεί να διαχωριστεί σε επιμέρους τμήματα τα οποία είναι:

- Η τροφοδοσία του συστήματος
- Το κυρίως σύστημα προστασίας (συναγερμού) με τα αντίστοιχα στοιχεία και κυκλώματα των διατάξεων εισόδου-εξόδου και τηλεχειρισμού
- Το τμήμα χειρισμού φορτίου των διατάξεων εξόδου του συναγερμού
- Το μόντεμ και τα στοιχεία που συνεργάζονται για την διασύνδεση του με το υπόλοιπο σύστημα
- Η οθόνη και το πληκτρολόγιο

Το τμήμα τροφοδοσίας, το κυρίως σύστημα συναγερμού και το μόντεμ φιλοξενούνται στην ίδια πλακέτα η οποία έχει τις απαραίτητες διαστάσεις ώστε να μπορεί να τοποθετηθεί σε μία από τις κενές θέσεις του ταμπλώ του αυτοκινήτου.

Η μονάδα τροφοδοσίας αποτελεί την καρδιά του συστήματος παρέχοντας τις σωστές τάσεις στα κατάλληλα υποτμήματα του συστήματος. Ο “εγκέφαλος”, ο οποίος αναλαμβάνει να διαχειριστεί τη λειτουργία του συστήματος, είναι ο μικροελεγκτής PIC18F8722 της εταιρείας MICROCHIP. Μ’ αυτόν συνδέονται όλες οι περιφερειακές διατάξεις τις οποίες θα μελετήσουμε στη συνέχεια. Το modem GSM/GPS είναι το Q2501 της WAVECOM και επικοινωνεί με τον μικροελεγκτή διαμέσου της σειριακής διασύνδεσης RS-232.

Πρίν αναλύσουμε όμως τα επιμέρους τμήματα και την μεταξύ τους σύνδεση, απαιτείται μια σύντομη αναφορά στους μικροελεγκτές PIC και στο μόντεμ Q2501.



4.2. ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ

Ένας μικροελεγκτής είναι ένας μικρός υπολογιστής που περιλαμβάνει μια μονάδα επεξεργασίας, μνήμη και λειτουργίες εισόδου-εξόδου που του επιτρέπουν να συνδέεται με περιφερειακές μονάδες. Είναι ένα εξάρτημα υψηλής ολοκλήρωσης σε αντίθεση με έναν γενικής χρήσης μικροεπεξεργαστή. Επιπρόσθετα των λειτουργιών ενός γενικής χρήσης μικροεπεξεργαστή, ο μικροελεγκτής ενσωματώνει επιπλέον στοιχεία όπως η μνήμη γραφής και ανάγνωσης για αποθήκευση δεδομένων, περιφερειακές διατάξεις και διασυνδέσεις εισόδου-εξόδου. Λειτουργούν σε συχνότητες χρονισμού έως και μερικών δεκάδων MHz, καταναλώνουν σχετικά λίγη ενέργεια, της τάξης των χιλιοστών του watt, και έχουν τη δυνατότητα να εισέρχονται σε κατάσταση αναμονής ενός γεγονότος, όπως το πάτημα ενός πλήκτρου, που μειώνει ακόμα περισσότερο την κατανάλωση και τους καθιστά ιδανικούς για εφαρμογές οι οποίες τροφοδοτούνται από μπαταρία.

Ο μικροελεγκτής είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που ενσωματώνει τα παρακάτω στοιχεία:

- Κεντρική μονάδα επεξεργασίας με απλό επεξεργαστή των 4bit έως και πολύπλοκο των 32 και 64bit.
- Διακριτές μονάδες εισόδου-εξόδου που ελέγχουν ή ανιχνεύουν την κατάσταση κάθε ακροδέκτη του μικροελεγκτή αφιερωμένο σ' αυτή τη λειτουργία.
- Σειριακή διασύνδεση (UART, I²C, SPI, CAN, LIN)
- Περιφερειακά όπως μετρητές χρόνου (TIMERS), μετρητές γεγονότων (COUNTERS), συγκριτές (COMPARATORS), γεννήτριες παλμών μεταβλητού εύρους (PWM).
- Πτητική μνήμη (RAM) για αποθήκευση δεδομένων
- Μνήμη ROM, EPROM, EEPROM ή FLASH για την αποθήκευση του κώδικα προγράμματος και παραμέτρων λειτουργίας
- Γεννήτρια χρονισμού που είναι συνήθως ταλαντωτής κρυστάλλου, ή ένα κύκλωμα RC
- Μετατροπείς αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (A/D Converter)



- Υποστήριξη προγραμματισμού του μικροελεγκτή ενώ βρίσκεται στην πλακέτα της εφαρμογής. Αυτή η λειτουργία επιτρέπει την άμεση και εύκολη ενημέρωση του κώδικα προγράμματος του μικροελεγκτή χωρίς την απομάκρυνση του από την εφαρμογή ειδικά σε περιπτώσεις όπου η συσκευασία (SMD, επιφανειακής στήριξης) του μικροελεγκτή δεν το επιτρέπει.

Αυτή η ολοκλήρωση μειώνει δραστικά τον αριθμό των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (chip) το πλήθος των απαιτούμενων αγωγών και το μέγεθος της πλακέτας της εφαρμογής. Επίσης, οι ακροδέκτες ενός μικροελεγκτή αφιερώνονται σε περισσότερες από μία λειτουργίες και ο τρόπος συμπεριφοράς τους ελέγχεται από λογισμικό, γεγονός που αυξάνει το πλήθος των υλοποιήσιμων εφαρμογών.

4.2.1. ΟΙ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ PIC

Η ονομασία PIC προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Programmable Intelligent Computer. Οι μικροελεγκτές PIC είναι εξαιρετικά διαδεδομένοι εξ' αιτίας του χαμηλού τους κόστους, της διαθεσιμότητας και του μικρού κόστους των αναπτυξιακών εργαλείων, της πληθώρας των σημειώσεων οι οποίες παρέχονται ελεύθερα και της δυνατότητας του σειριακού προγραμματισμού και επαναπρογραμματισμού.



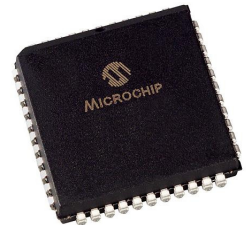
Εικ.4.1 μικροελεγκτής PIC σε κέλυφος DIP-40

Η αρχιτεκτονική των μικροελεγκτών PIC είναι διακριτικά μινιμαλιστική. Χαρακτηρίζεται από τα παρακάτω:

- Ξεχωριστό χώρο για κώδικα και δεδομένα (αρχιτεκτονική Harvard)
- Έναν μικρό αριθμό εντολών συγκεκριμένου μήκους
- Οι περισσότερες εντολές εκτελούνται σε ένα κύκλο εκτέλεσης (4 κύκλοι ρολογιού)
- Έναν καταχωρητή συσσώρευσης (Accumulator)
- Όλες οι θέσεις μνήμης RAM λειτουργούν ως καταχωρητές και ως πηγή ή προορισμός μαθηματικών και άλλων λειτουργιών

- Μία στοίβα υλικού για αποθήκευση των επιστρεφόμενων διευθύνσεων
- Καταχωρητές θυρών, περιφερειακών και επεξεργαστή

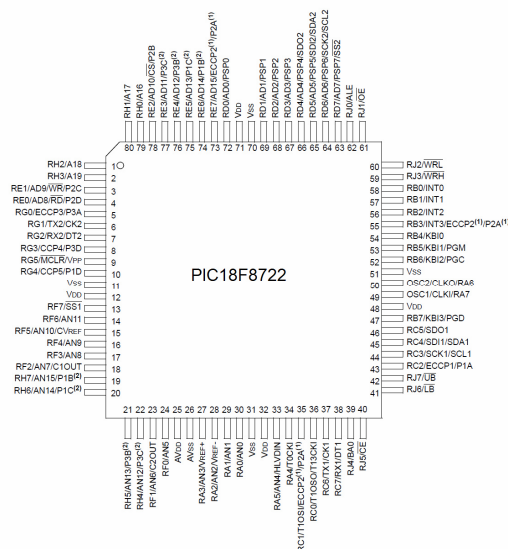
Σε αντίθεση με τις περισσότερες μονάδες επεξεργασίας, δεν υπάρχει διάκριση μεταξύ χώρου “μνήμης” και “καταχωρητή” διότι η RAM εξυπηρετεί και τις δύο εργασίες μνήμης και καταχώρησης και συνήθως αναφέρεται ως αρχείο καταχώρησης.



Εικ.4.2 κελυφος PLCC-44

4.2.2. Ο ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ PIC18F8722

Η επιλογή του μικροελεγκτή έγινε με βάση τις απαιτήσεις του συστήματος για αυξημένο αριθμό ακροδεκτών εισόδων-εξόδων, μνήμης και δυνατοτήτων διασύνδεσης. Ο συγκεκριμένος μικροελεγκτής διαθέτει 80 ακροδέκτες σε κέλυφος τύπου TQFP. Απο το σύνολο των 80 ακροδεκτών, οι 70 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εισοδοί ή εξοδοί καθώς και για λειτουργίες των εσωτερικών περιφερειακών όπως η σειριακή διασύνδεση, ο μετατροπέας αναλογικού σε ψηφιακό κ.α. Διαθέτει μνήμη προγράμματος Flash 128Kbytes, μνήμη δεδομένων SRAM 3936 bytes και μνήμη EEPROM 1Kbyte. Επίσης διαθέτει 16 κανάλια μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακό με ανάλυση 10-bit, 2 σειριακές θύρες τύπου USART, 2 μετρητές χρόνου των 8bit και 3 μετρητές των 16bit.



Εικ.4.3. ο μικροελεγκτής PIC18F8722



4.2.3. ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Η εταιρεία MICROCHIP παρέχει ελεύθερα ένα αναπτυξιακό περιβάλλον ονομαζόμενο MPLAB το οποίο περιλαμβάνει έναν συμβολομεταφραστή (assembler), έναν διασυνδετή (linker), έναν εξομοιωτή λογισμικού (software simulator) και ένα εργαλείο ασφαλμάτωσης (debugger). Παρέχονται επίσης, επι πληρωμή, μεταφραστές γλώσσας C για τις οικογένειες PIC18 και dsPIC οι οποίοι συνεργάζονται απόλυτα με το MPLAB, αλλά και δωρεάν φοιτητικές εκδόσεις ισχύος λειτουργίας 60 ημερών. Πολλές εταιρείες διαθέτουν μεταφραστές γλώσσας C, BASIC και PASCAL, οι οποίοι συνεργάζονται με το MPLAB ή διαθέτουν το δικό τους περιβάλλον προγραμματισμού.

4.2.4. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΕΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ PIC

Για να μεταφέρουμε τον μεταγλωττισμένο κώδικα προγράμματος απο το αναπτυξιακό περιβάλλον στον μικροελεγκτή απαιτείται μία διάταξη η οποία ονομάζεται Προγραμματιστής. Οι μικροελεγκτές PIC έχουν τη δυνατότητα να προγραμματίζονται τοποθετημένοι πάνω στην πλακέτα της εφαρμογής υποστηρίζοντας την λειτουργία σειριακού προγραμματισμού ICSP (In Circuit Serial Programming). Ο σειριακός προγραμματισμός πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας τρεις ακροδέκτες, δεδομένων PGD, χρονισμού PGC, τάσης προγραμματισμού VPP και την τροφοδοσία της εφαρμογής.

Υπάρχουν πολλοί προγραμματιστές για τους μικροελεγκτές PIC, που εκτείνονται απο πολύ απλές σχεδιάσεις, που αναλαμβάνουν απλά τη σειριακή μεταφορά του προγράμματος στον μικροελεγκτή, εώς πολύπλοκες, οι οποίες διεκπεραιώνουν και άλλες λειτουργίες όπως την επαλήθευση του προγραμματισμού. Η MICROCHIP παρέχει συσκευές προγραμματισμού και εκσφαλμάτωσης όπως η συσκευή MPLAB ICD2 (εικόνα 4.4) η οποία διαθέτει διασύνδεση RS232 και USB χρησιμοποιήθηκε για τον προγραμματισμό του PIC18F8722.



Εικ.4.4 προγραμματιστής MPLAB ICD2



4.3. GSM MODEM

4.3.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ GSM MODEM

Το μόντεμ GSM είναι ένα ασύρματο μόντεμ το οποίο λειτουργεί με το δίκτυο GSM. Ένα ασύρματο μόντεμ συμπεριφέρεται όπως ένα ενσύρματο μόντεμ τηλεφωνίας με τη μόνη διαφορά να βρίσκεται στη χρήση του μέσου μετάδοσης των δεδομένων. Το μόντεμ GSM μπορεί να έχει τη μορφή εξωτερικής συσκευής ή κάρτας προσωπικού υπολογιστή. Τυπικά το εξωτερικό μόντεμ επικοινωνεί με τον υπολογιστή μέσω σειριακής διασύνδεσης RS-232 ή USB. Όπως όλα τα κινητά τηλέφωνα, τα οποία περιέχουν μόντεμ GSM, το μόντεμ GSM απαιτεί κάρτα SIM για να συνδεθεί με το ασύρματο δίκτυο.

4.3.2. ΕΝΤΟΛΕΣ AT

Ο έλεγχος του μόντεμ απο τον υπολογιστή γίνεται μέσω των εντολών AT (AT commands). Τα γράμματα AT προέρχονται απο τη λέξη Attention που σημαίνει προσοχή. Κάθε γραμμή εντολής ξεκινά με τα γράμματα AT ή at που δηλώνουν στο μόντεμ οτι ακολουθεί το κύριο μέρος που πρέπει να εκτελεστεί. Πολλές απο τις εντολές που χρησιμοποιούνται στα ενσύρματα μόντεμ, όπως ATD (κλήση), ATA (απάντηση), ATH (τερματισμός κλήσης), υποστηρίζονται καί απο τα μόντεμ GSM. Εκτός απο αυτές τις βασικές εντολές, τα μόντεμ GSM υποστηρίζουν εντολές που είναι συγκεκριμένες για την τεχνολογία GSM, όπως οι εντολές για τη διαχείριση της κάρτας SIM, η παρακολούθηση της ισχύος του σήματος και οι εντολές που σχετίζονται με την υπηρεσία γραπτών μηνυμάτων SMS. Παραδείγματα εντολών και η σημασία τους δίνονται παρακάτω:

- Λήψη βασικών πληροφοριών του μόντεμ GSM.
AT+CGMI (όνομα κατασκευαστή). AT+CGMM (αριθμός μοντέλου)
- Υπηρεσία γραπτών μηνυμάτων SMS.
_AT+CMGS (αποστολή). AT+CMGR (ανάγνωση). AT+CMGD (διαγραφή).
- Τηλεφωνικός κατάλογος
AT+CPBR (ανάγνωση). AT+CPBW (εγγραφή). AT+CPBF(αναζήτηση).



4.3.3. ΤΟ ΜΟΝΤΕΜ Q2501 ΤΗΣ WAVECOM

Το μόντεμ Q2501 της εταιρείας Wavocom δημιουργήθηκε για να καλύψει κυρίως τις ανάγκες της αυτοκινητοβιομηχανίας αφού συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των τεχνολογιών GSM και GPS.

Είναι μια πλήρης υπομονάδα που διαθέτει δέκτες GSM και GPS, και μπορεί να συνδεθεί με την πλακέτα της εφαρμογής μέσω ενός συνδετήρα μικρών διαστάσεων 80 ακροδεκτών. Ο δέκτης GSM λειτουργεί στις συχνότητες των 900 και 1800 MHz και ο δέκτης GPS στη συχνότητα των 1575,42 MHz με δυνατότητα ταυτόχρονης παρακολούθησης 16 δορυφόρων. Στο άνω μέρος του μόντεμ φιλοξενούνται οι δύο συνδετήρες των κεραιών GSM και GPS.



Εικ.4.5 το μόντεμ Q2501 της Wavocom

Τροφοδοσία του Q2501

Η τάση τροφοδοσίας του μόντεμ κυμαίνεται από 3,4V έως 4,5V ενώ η απαίτηση ρεύματος φτάνει τα 2A. Η τροφοδοσία ισχύος του Q2501 είναι η πιο κρίσιμη παράμετρος για τη σωστή λειτουργία του. Λόγω της παλμικής μορφής του μεταδιδόμενου σήματος στο GSM το τροφοδοτικό θα πρέπει να παρέχει κορυφές ρεύματος σε πάρα πολύ μικρό χρονικό διάστημα (μικρότερο από 10μs). Ο ενσωματωμένος δέκτης GPS λειτουργεί με τάση 3V η οποία παράγεται εσωτερικά του μόντεμ.

Λειτουργίες ελέγχου

Ο έλεγχος ενεργοποίησης και επαναφοράς(μηδενισμού) του μόντεμ πραγματοποιείται μέσω δύο ακροδεκτών με την εφαρμογή τάσης συγκεκριμένου επιπέδου και για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Επίσης, καθώς το μόντεμ είναι ενεργοποιημένο, υπάρχει η δυνατότητα απενεργοποίησης και επαναφοράς του με καταλλήλες εντολές AT:

AT+CFUN=0 (απενεργοποίηση) και AT+CFUN=1 (μηδενισμός)

Σειριακή διασύνδεση του Q2501

Η διασύνδεση του μόντεμ με ένα εξωτερικό σύστημα πραγματοποιείται σειριακά. Τα τμήματα GSM και GPS διαθέτουν από δύο ανεξάρτητες μονάδες UART, μία κύρια και μία εναλλακτική. Υπάρχει δυνατότητα ελέγχου και των δύο τμημάτων μέσω της κύριας UART του τμήματος GSM η οποία θα χρησιμοποιηθεί στην εφαρμογή του συστήματος προστασίας.



Δηλαδή, η αποστολή των εντολών AT ελέγχου του GSM και του GPS και οι απαντήσεις του μόντεμ θα πραγματοποιούνται μέσω δύο ακροδεκτών, Tx και Rx όπως θα δούμε παρακάτω.

Λειτουργία κάρτας SIM

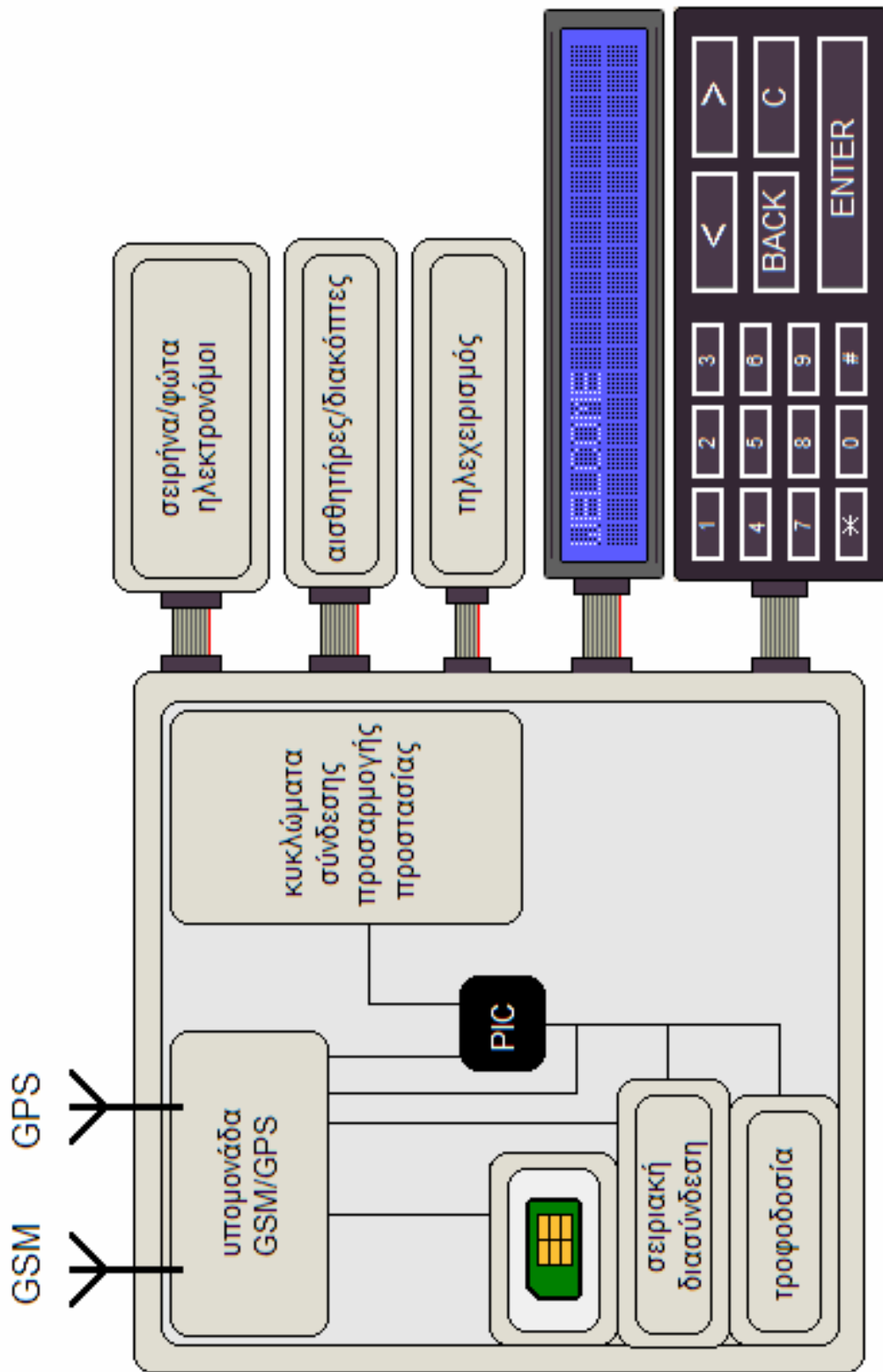
Η λειτουργία SIM έχει σχεδιαστεί ώστε να υποστηρίζει κάρτες SIM τάσης τροφοδοσίας 3V. Απαιτείται η παρουσία εξαρτήματος υποδοχής της κάρτας και η χρήση των κατάλληλων ακροδεκτών του μόντεμ οι οποίοι είναι αφιερωμένοι για την λειτουργία και τον έλεγχο της κάρτας και θα αναφερθούν κατά την ανάλυση των συνδέσεων.

Ενδεικτικά λειτουργίας

Ο οπτικός έλεγχος βασικών λειτουργιών του μόντεμ είναι δυνατός συνδέοντας διόδους LED σε ακροδέκτες που παρέχουν τα κατάλληλα σήματα. Ένας ακροδέκτης είναι αφιερωμένος στην λειτουργία του μόντεμ και στην κατάσταση του τμήματος GSM. Οι άλλοι δύο αφιερώνονται στο τμήμα του GPS και δείχνουν, ο ένας την κατάσταση ενεργοποίησης και ο άλλος την δυνατότητα υπολογισμού θέσης.

4.4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενος σ' αυτό το κεφάλαιο, το σύστημα διαχωρίζεται σε επιμέρους τμήματα των οποίων η σύσταση θα αναλυθεί παρακάτω. Μια γενική αντίληψη του συστήματος μπορεί να διαμορφωθεί βλέποντας στην εικόνα 4.6 ένα αντιπροσωπευτικό μπλόκ διάγραμμα. Στην κύρια πλακέτα του συστήματος φιλοξενούνται, ο μικροελεγκτής, το μόντεμ GSM με τον ενσωματωμένο δέκτη GPS, το κύκλωμα σειριακής διασύνδεσης του μόντεμ με τον προσωπικό υπολογιστή και τον μικροελεγκτή, το κύκλωμα διασύνδεσης της κάρτας SIM, τα κυκλώματα που σχετίζονται με την σύνδεση του μικροελεγκτή με τα στοιχεία του συστήματος προστασίας, και το τροφοδοτικό. Με την κύρια πλακέτα, συνδέονται μέσω συνδετήρων, η οθόνη, το πληκτρολόγιο, ο τηλεχειρισμός, η πλακέτα που φιλοξενεί τα κυκλώματα οδήγησης των εξαρτημάτων ειδοποίησης του συναγερμού και οι αισθητήρες θυρών και κίνησης του οχήματος.



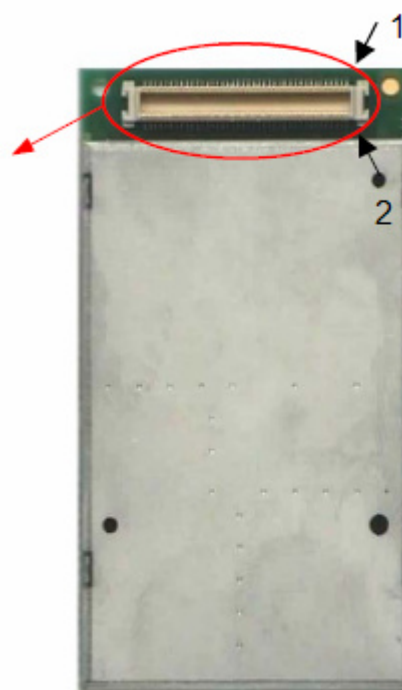
Εικ.4.6 μπλόκ διάγραμμα του συστήματος.

Ακολουθεί η ανάλυση των επιμέρους τμημάτων.

4.4.1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΜ

Όπως προαναφέρθηκε, η υπομονάδα του μόντεμ GSM με τον ενσωματωμένο δέκτη GPS συνδέεται με την κύρια πλακέτα μέσω ενός συνδετήρα 80 ακροδεκτών. Στην εικόνα 4.7 φαίνεται η παράταξη των ακροδεκτών και η ονομασία τους ανάλογα με την λειτουργία για την οποία προορίζονται.

1	GPS_RXD2	GPS_TXD2	2
3	GPS_RXD0	GPS_TXD0	4
5	GPS_SCK	GSM_BBEN	6
7	GPS_REVERSE	GPS_MOSI	8
9	GPS_EXTINT0	RESERVED	10
11	GPS_MISO	RESERVED	12
13	GPS_PCS0_N	RESERVED	14
15	GPS_PCS1_N	RESERVED	16
17	GPS_TIMEPULSE	GPS_VANT	18
19	GPS_VCORE	GSM_PAC_EN	20
21	GPS_EN	GPIO1	22
23	SIM_CLK	GPIO2	24
25	SIM_RST	ON/OFF	26
27	SIM_DATA	SPI_IO	28
29	SIM_VCC	SPI_CLK	30
31	AUXDAC	BOOT	32
33	ROW0	~RST	34
35	ROW1	~INTR	36
37	ROW2	GPI	38
39	ROW3	GPO2	40
41	ROW4	GPO1	42
43	COL0	GPIO0	44
45	COL1	GPO0	46
47	COL2	GPO3	48
49	COL3	GSM_RTS1	50
51	COL4	GSM_RXD1	52
53	GPIO3	GSM_DTR1	54
55	GPIO5	GSM_DSR1	56
57	GSM_CTS1	AUXADC	58
59	GSM_TXD1	VCC	60
61	SPK1P	MIC1P	62
63	SPK1N	MIC1N	64
65	SPK2P	MIC2P	66
67	SPK2N	MIC2N	68
69	BUZ	SIM_PRES	70
71	GSM_DCD1	FLASH_LED	72
73	GPIO4	GSM_RI1	74
75	VBATT	VCC_RTC	76
77	VBATT	VBATT	78
79	VBATT	VBATT	80



Εικ.4.7 ο συνδετήρας του Q2501 και οι ονομασίες των ακροδεκτών του



Στην παρούσα σχεδίαση χρησιμοποιούνται μόνον οι απαραίτητοι ακροδέκτες για την υλοποίηση του συστήματος και αφορούν την τροφοδοσία, την ενεργοποίηση της υπομονάδας και του δέκτη GPS, την τροφοδοσία της κεραίας GPS, την σειριακή διασύνδεση, την διασύνδεση της κάρτας SIM και τα ενδεικτικά λειτουργίας.

Τροφοδοσία του Q2501

Η τιμή της τάσης τροφοδοσίας του Q2501 επιλέγεται στα 3,8V. Όπως φαίνεται στην διπλανή εικόνα οι ακροδέκτες στους οποίους θα επιβληθεί η τάση τροφοδοσίας ονομάζονται VBATT. Επειδή η τιμή του ρεύματος τροφοδοσίας μπορεί να φτάσει και τα 2A αφιερώνονται για την τροφοδοσία πέντε ακροδέκτες. Το δυναμικό της γής συνδέεται στο μεταλλικό περίβλημα της υπομονάδας το οποίο συμπεριφέρεται ως προστατευτικό κάλυμμα αποτρέποντας τα υψίσυχνα κύματα που παράγονται να διαδοθούν στο περιβάλλον και να επηρεάσουν άλλες ηλεκτρονικές διατάξεις.

69	BUZ	SIM_PRES	70
71	GSM_DCD1	FLASH_LED	72
73	GPIO4	GSM_RI1	74
75	VBATT	VCC_RTC	76
77	VBATT	VBATT	78
79	VBATT	VBATT	80

Εικ.4.8 VBATT οι ακροδέκτες τροφοδοσίας

Τις προδιαγραφές που απαιτούνται για τη σωστή λειτουργία του τομέα GSM θα τις μελετήσουμε κατα την ανάλυση του τμήματος τροφοδοσίας.

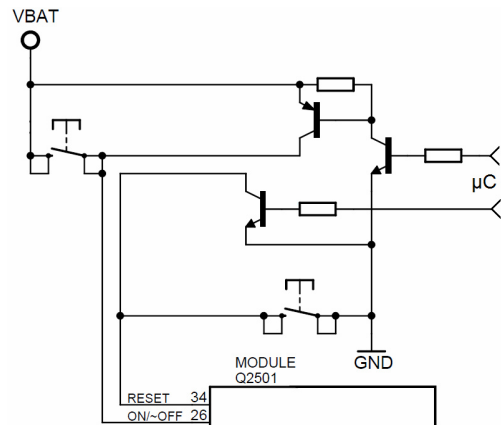
Ενεργοποίηση/απενεργοποίηση του Q2501

Η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση του Q2501 πραγματοποιείται μέσω του ακροδέκτη με αριθμό 26 και ονομασία ON/~OFF. Παρέχοντας υψηλή λογική στάθμη σ' αυτόν τον ακροδέκτη ενεργοποιείται η υπομονάδα Q2501 και μπορεί να παραμείνει σ' αυτή τη στάθμη μέχρι την απενεργοποίησή του. Για να γίνει εφικτή η απενεργοποίηση της υπομονάδας μέσω της AT εντολής AT+CFUN=0, ο ακροδέκτης ON/~OFF πρέπει πρώτα να ελευθερωθεί από το υψηλό λογικό επίπεδο. Στην παρούσα σχεδίαση προβλέπεται ο έλεγχος της ενεργοποίησης μέσω ενός πιεστικού διακόπτη (χειροκίνητα) αλλά και μέσω του μικροελεγκτή από το λογισμικό της εφαρμογής (εικόνα 4.9).

Καθώς η υπομονάδα βρίσκεται υπό τροφοδοσία, για να ενεργοποιηθεί απαιτείται η παρουσία της υψηλής λογικής στάθμης στον ακροδέκτη ON/~OFF για τουλάχιστον 1 δευτερόλεπτο. Με τη παρέλευση αυτού του χρονικού διαστήματος, ένας εσωτερικός μηχανισμός διατηρεί την στάθμη υψηλής λογικής μέχρι την απενεργοποίηση της υπομονάδας.

Επαναφορά-επανεκκίνηση

Υποστηρίζεται η λειτουργία επαναφοράς της υπομονάδας διαμέσου της εφαρμογής χαμηλού λογικού επιπέδου στον ακροδέκτη με αριθμό 34 και ονομασία \sim RST. Όπως στην λειτουργία ενεργοποίησης, έτσι και σ' αυτή τη λειτουργία υπάρχει δυνατότητα χειροκίνητης επαναφοράς της υπομονάδας με τη χρήση πιεστικού διακόπτη αλλά και μέσω του μικροελεγκτή (εικόνα 4.9).



Εικ.4.9 κύκλωμα ελέγχου ενεργοποίησης-επανεκκίνησης

Εσωτερικά της υπομονάδας ο ακροδέκτης \sim RST προσδένεται σε υψηλή λογική στάθμη μέσω μιας αντίστασης pull up με τιμή 4,7KΩ. Συνίσταται αυτή η λειτουργία να χρησιμοποιείται μόνο σε έκτακτη περίπτωση επαναφοράς και για να πραγματοποιηθεί θα πρέπει το χαμηλό λογικό επίπεδο να διατηρηθεί για χρονικό διάστημα τουλάχιστον 500ns.

Ενδεικτικά κατάστασης λειτουργίας

Η κατάσταση λειτουργίας των μονάδων GSM και GPS είναι δυνατόν να παρακολουθείται μέσω διόδων LED οι οποίες συνδέονται στους ακροδέκτες με αριθμό 72 και 17. Ο ακροδέκτης 72 ονομάζεται FLASH_LED και ενδεικνύει την κατάσταση λειτουργίας του GSM ενώ ο ακροδέκτης με αριθμό 17 ονομάζεται GPS_TIMEPULSE και ενδεικνύει την κατάσταση λειτουργίας του GPS. Στους πίνακες που ακολουθούν επεξηγούνται οι οπτικές ενδείξεις για κάθε τμήμα.

FLASH_LED	Κατάσταση GSM	
OFF	Υπομονάδα απενεργοποιημένη	
ON	Μόνιμα ON	Υπομονάδα ενεργοποιημένη αλλά δεν είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο.
	ON για 200ms, OFF για 2s	Υπομονάδα ενεργοποιημένη, συνδεδεμένη στο δίκτυο, καμία επικοινωνία σε εξέλιξη.
	ON για 200ms, OFF για 600ms	Υπομονάδα ενεργοποιημένη, συνδεδεμένη στο δίκτυο, επικοινωνία σε εξέλιξη.

Πίνακας 2. καταστάσεις λειτουργίας GSM



GPS_TIMEPULSE	Κατάσταση GPS	
OFF	Το τμήμα του GPS απενεργοποιημένο ή δεν υπάρχει σήμα απο αρκετους δορυφόρους.	
ON	ON για 100ms OFF για 900ms	Το GPS πραγματοποιεί υπολογισμούς εύρεσης θέσης.

Πίνακας 3. καταστάσεις λειτουργίας GPS

Για την άμεση ένδειξη κατάστασης ενεργοποίησης του τμήματος GPS χρησιμοποιείται μία діοδος LED συνδεδεμένη στον ακροδέκτη με αριθμό 21 και ονομασία GPS_EN.

Σειριακή διασύνδεση

Όπως προαναφέρθηκε, στην παρούσα εφαρμογή, η επικοινωνία της υπομονάδας GSM/GPS με τον προσωπικό υπολογιστή και τον μικροελεγκτή μέσω της κύριας σειριακής διασύνδεσης του τμήματος GSM. Αυτή η διασύνδεση χρησιμοποιείται για τον ταυτόχρονο έλεγχο των τμημάτων GSM και GPS αποστέλλοντας τις κατάλληλες για κάθε τμήμα εντολές AT.

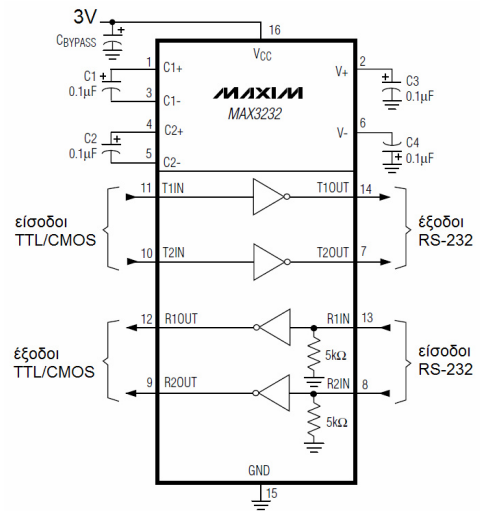
Οι απαραίτητοι ακροδέκτες για την υλοποίηση της σύνδεσης είναι οι:

ονομασία	αριθμός	περιγραφή
GSM_TXD1	59	Αποστολή σειριακών δεδομένων
GSM_RXD1	52	Λήψη σειριακών δεδομένων
GSM_RTS1	50	Request To Send - αίτηση για αποστολή
GSM_CTS1	57	Clear To Send - ελεύθερο για αποστολή

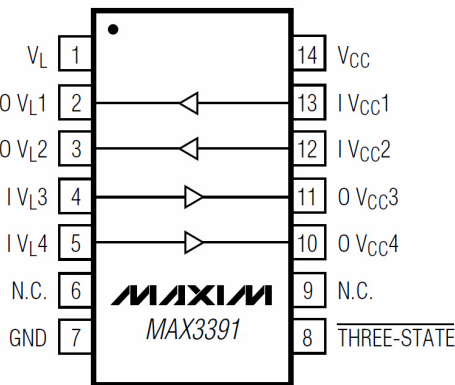
Πίνακας 4. ακροδέκτες της σειριακής διασύνδεσης

Το τμήμα της κύριας σειριακής διασύνδεσης του GSM αναγνωρίζει ως υψηλό λογικό επίπεδο τα 3V ενώ ως χαμηλό τα 0V. Ως γνωστό, η σειριακή θύρα του υπολογιστή χειρίζεται την τάση των 3V εως 15V ως έγκυρο χαμηλό λογικό επίπεδο και την τάση των -3V εως -15V ως υψηλό. Απο την άλλη πλευρά, ο μικροελεγκτής αναγνωρίζει τις τάσεις των 5V και 0V ως υψηλό και χαμηλό λογικό επίπεδο αντίστοιχα. Και στις δύο περιπτώσεις, απαιτείται η χρήση ενός κυκλώματος το οποίο θα μεταφράζει τα επίπεδα των τάσεων και θα επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των συστημάτων.

Η επικοινωνία μεταξύ υπομονάδας GSM και προσωπικού υπολογιστή καθίσταται δυνατή με τη χρήση του ολοκληρωμένου κυκλώματος MAX3232 (εικόνα 4.10) της εταιρείας MAXIM ως αμφίδρομο μεταφραστή των σειριακών σημάτων. Η τάση τροφοδοσίας του είναι 3V και απαιτεί μικρό ρεύμα για τη λειτουργία του, με μέγιστη τιμή 1mA. Για να λειτουργήσει χρειάζεται τέσσερις πυκνωτές χωρητικότητας 0,47μF ο καθένας για την μετατροπή των τάσεων και έναν πυκνωτή χωρητικότητας 0,1μF για την απόζευξη της τάσης τροφοδοσίας. Υποστηρίζει ταχύτητες μετάδοσης έως 1Mbps. Η σύνδεση με τον προσωπικό υπολογιστή πραγματοποιείται μέσω ενός συνδέσμου τύπου SUB-D9. Η σειριακή επικοινωνία με τον προσωπικό υπολογιστή κρίνεται απαραίτητη διότι προσφέρει άμεση και ευκολότερη πρόσβαση στις ρυθμίσεις και τον έλεγχο των τμημάτων GSM και GPS μέσω του προγράμματος hyper terminal των Windows.



Εικ.4.10. το ολοκληρωμένο MAX3232

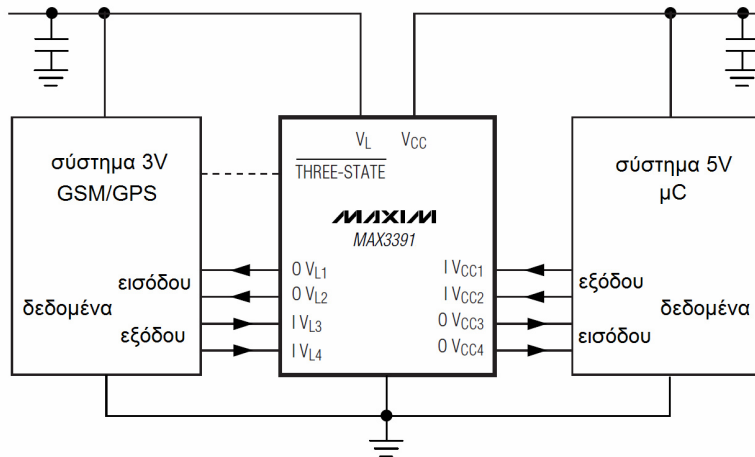


Εικ.4.11. το ολοκληρωμένο MAX3391

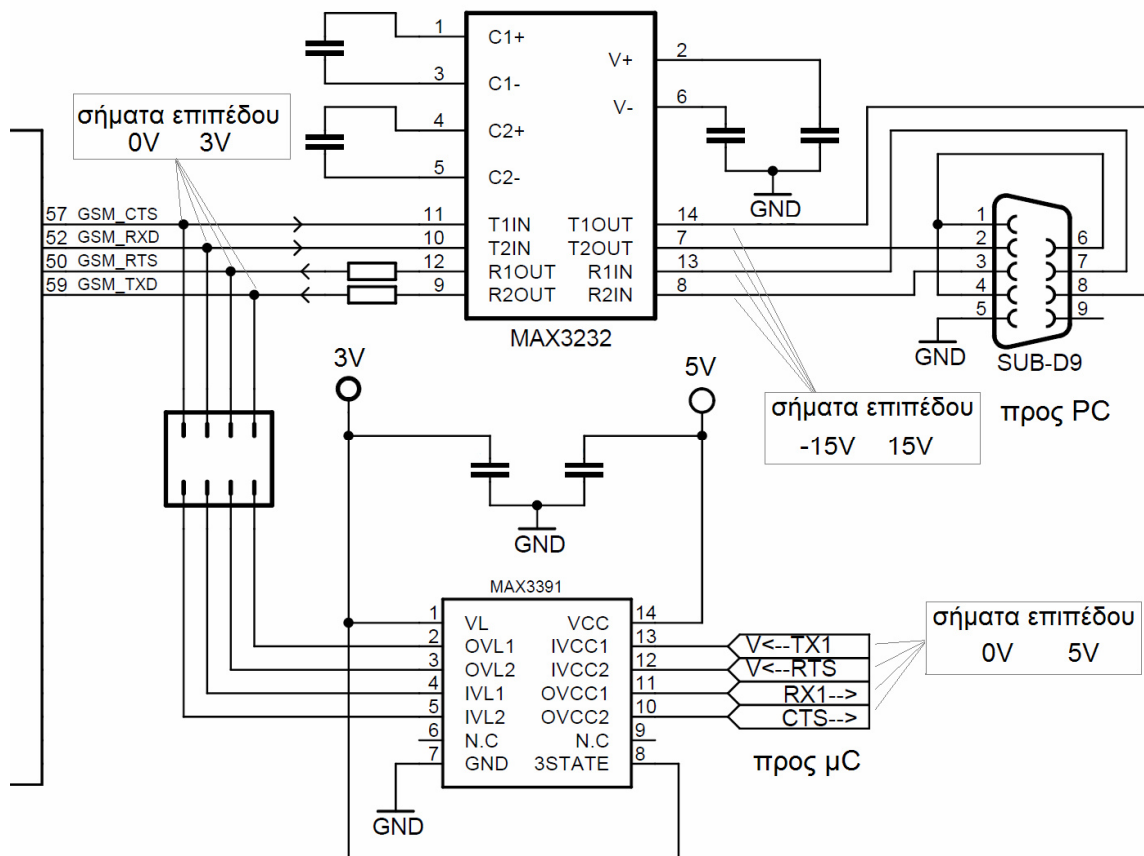
Μεταξύ υπομονάδας GSM/GPS και μικροελεγκτή παρεμβάλλεται το ολοκληρωμένο MAX3391 της MAXIM (εικόνα 4.11). Το MAX3391 είναι ένας μεταφραστής επιπέδων τάσης ο οποίος παρέχει την απαραίτητη μετατροπή για την μεταφορά των δεδομένων σε ένα πολυτασικό σύστημα. Οι εξωτερικά εφαρμοζόμενες τάσεις, VCC και VL, θέτουν τα λογικά επίπεδα για κάθε πλευρά του κυκλώματος μετατροπής. Τα σήματα χαμηλότερου λογικού επιπέδου που προέρχονται από την υπομονάδα GSM και είναι 3V παρουσιάζονται στην πλευρά VL και τα σήματα υψηλότερου λογικού επιπέδου που αφορούν τον μικροελεγκτή και είναι 5V παρουσιάζονται στην πλευρά VCC. Οι ταχύτητες μετάδοσης που υποστηρίζονται φτάνουν και τα 8Mbps. Τα μόνα εξωτερικά στοιχεία απαραίτητα για την σωστή λειτουργία του είναι οι πυκνωτές αποσύζευξης των τάσεων VCC και VL. Στις εικόνες που ακολουθούν φαίνεται το μπλόκ διάγραμμα της σύνδεσης του MAX3391(εικόνα 4.12) με τα εμπλεκόμενα συστήματα, και



το γενικό κύκλωμα των στοιχείων που συμμετέχουν στην σειριακή διασύνδεση (εικόνα 4.13).



Εικ.4.12. μπλόκ διάγραμμα της σύνδεσης του MAX3391 με το σύστημα



Εικ.4.13. το γενικό κύκλωμα της σειριακής διασύνδεσης



Η τιμή του ρυθμού μετάδοσης των δεδομένων επιλέχθηκε στα 9600baud. Όπως φαίνεται στην εικόνα 4.13 μεταξύ της υπομονάδας GSM/GPS και του ολοκληρωμένου MAX3391 παρεμβάλλονται τέσσερις συνδετήρες που επιτρέπουν την σύνδεση και αποσύνδεση των δύο συστημάτων. Όταν πραγματοποιείται επικοινωνία μεταξύ προσωπικού υπολογιστή και υπομονάδας GSM/GPS οι συνδετήρες αποσυνδέονται διακόπτοντας την επικοινωνία με τον μικροελεγκτή για να μην υπάρξει σύγχυση μεταξύ των σημάτων των εμπλεκόμενων βαθμίδων.

Διασύνδεση κάρτας SIM

Η υπομονάδα Q2501 είναι σχεδιασμένη να διασυνδέεται με κάρτες SIM των οποίων τα εσωτερικά στοιχεία λειτουργούν με τάση 3V. Οι ακροδέκτες της υπομονάδας οι οποίοι αφιερώνονται για την διασύνδεση και την λειτουργία της κάρτας φαίνονται στον πίνακα 5.

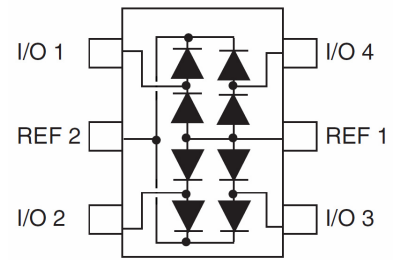
ονομασία	αριθμός	περιγραφή
SIM_CLK	23	Χρονισμός των κυκλωμάτων της κάρτας.
SIM_RST	25	Επανεκκίνηση των κυκλωμάτων της κάρτας.
SIM_DATA	27	Δίαυλος δεδομένων.
SIM_VCC	29	Τροφοδοσία των κυκλωμάτων της κάρτας.
SIM_PRES	70	Ανίχνευση παρουσίας κάρτας στον υποδοχέα
VCC	60	Παρεχόμενη τάση 2,8V για την ανίχνευση κάρτας

Πίνακας 5. ακροδέκτες διασύνδεσης SIM

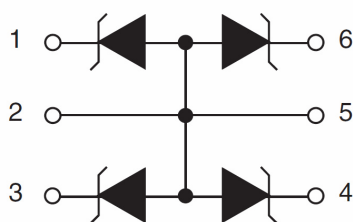
Για την ανίχνευση της παρουσίας της κάρτας, στον υποδοχέα υπάρχουν δύο ακροδέκτες ονομαζόμενοι IN και OUT οι οποίοι έρχονται σε επαφή όταν τοποθετείται κάρτα. Ο ακροδέκτης IN τροφοδοτείται με τάση 2,8V συνδεδεμένος με τον ακροδέκτη VCC της υπομονάδας. Ο ακροδέκτης OUT συνδέεται με τον ακροδέκτη SIM_PRES. Όταν υπάρχει κάρτα στο υποδοχέα ο ακροδέκτης SIM_PRES βρίσκεται σε δυναμικό 2,8V και η υπομονάδα αντιλαμβάνεται την ύπαρξη της κάρτας. Επειδή η εισαγωγή-εξαγωγή της κάρτας είναι ένα σύνθετο φαινόμενο, είναι πιθανό κατά τη διαδικασία αυτή να παρουσιαστούν ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις μεταξύ των ακροδεκτών των εμπλεκόμενων διατάξεων. Οι εκφορτίσεις αυτές έχουν τη μορφή στιγμιαίων κορυφών τάσης με τιμές της τάξης των KV και είναι ικανές να καταστρέψουν τις ευαίσθητες ηλεκτρονικές διατάξεις της κάρτας. Γι' αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούνται ολοκληρωμένα



κυκλώματα που αποτελούνται από διόδους καταστολής υπερτάσεων όπως είναι το ESDA6V1SC6 της ST Microelectronics και το DALC208SC6 της SGS-Thomson. Η εσωτερική δομή των δύο ολοκληρωμένων κυκλωμάτων φαίνεται στις εικόνες 4.14 και 4.15, ενώ ο τρόπος σύνδεσης με τους υπο προστασία αγωγούς στην εικόνα 4.16 που δείχνει και το σύνολο των συνδέσεων της διασύνδεσης της κάρτας SIM.



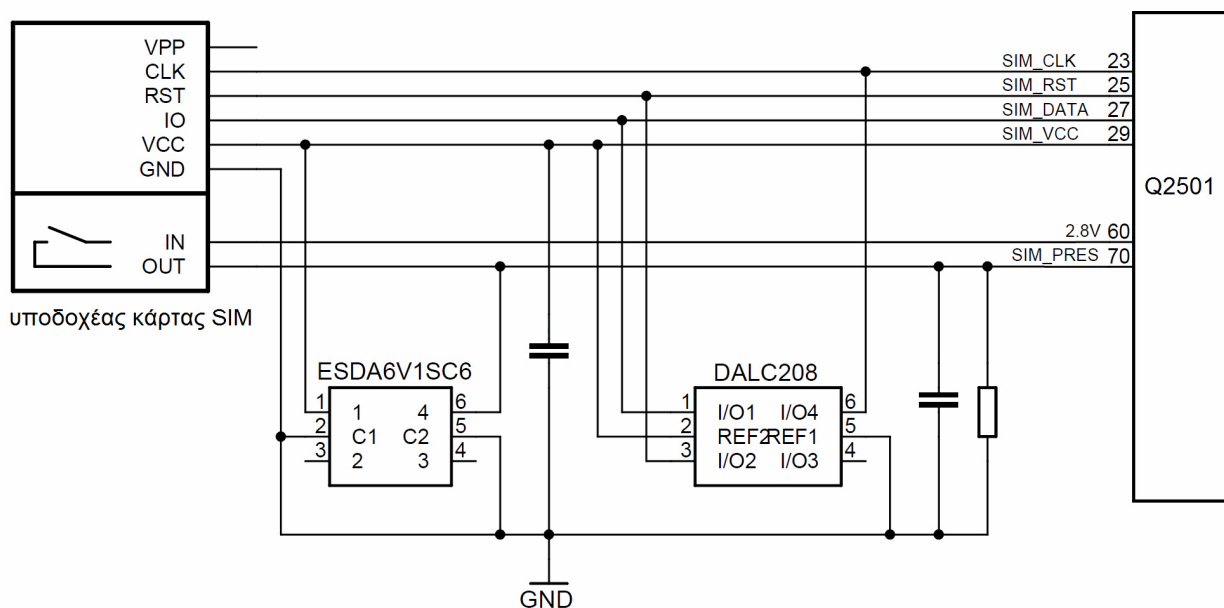
Εικ.4.14 το DALC208SC6 της SGS



Εικ.4.15. το ESDA6V1SC6

Οι διόδοι του ESDA6V1SC6 προστατεύουν τους αγωγούς που μεταφέρουν τα σήματα SIM_VCC και SIM_PRES κατά τέτοιο τρόπο ώστε το δυναμικό τους να μην ξεπεράσει ποτέ την θετική τιμή των 6,1V και την αρνητική των -0,7V. Οι διόδοι του DALC208SC6 προστατεύουν τους αγωγούς που μεταφέρουν τα σήματα SIM_DATA, SIM_CLK και SIM_RST

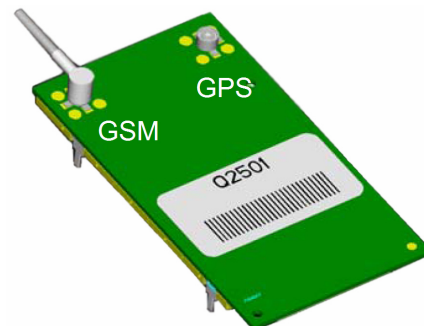
και είναι διατεταγμένες έτσι ώστε να μην επιτρέπουν στο δυναμικό του κάθε αγωγού να υπερβεί τα 0,7V πάνω από την τάση τροφοδοσίας της κάρτας (SIM_VCC) και τα -0,7V κάτω από το δυναμικό 0V της γής (GND).



Εικ.4.16. η συνδεσμολογία του κυκλώματος διασύνδεσης της κάρτας SIM

Συνδέσεις κεραιών GSM και GPS

Για την σύνδεση των κεραιών των τμημάτων GSM και GPS η υπομονάδα Q2501 φιλοξενεί στο άνω μέρος της δύο συνδετήρες υψηλών συχνοτήτων, τύπου MMS της εταιρείας RADIALL, έναν για κάθε τμήμα (εικόνα 4.17). Οι προδιαγραφές των κεραιών που απαιτούνται για την εύρυθμη λειτουργία των σταδίων υψηλής συχνότητας των τμημάτων GSM και GPS δίνονται στους παρακάτω πίνακες.



Εικ.4.17. συνδετήρες κεραιών

Χαρακτηριστικά	E-GSM 900	DCS 1800
Συχνότητα εκπομπής	880 εως 915 MHz	1710 εως 1785 MHz
Συχνότητα λήψης	925 εως 960 MHz	1805 εως 1880 MHz
Σύνθετη αντίσταση	50Ω	
Λόγος στασίμου κύματος VSWR	1,5 : 1	
Πόλωση	Γραμμική	
Τυπικό κέρδος	0dBi προς τουλάχιστον μία κατεύθυνση	

Πίνακας 6. προδιαγραφές κεραίας GSM

Χαρακτηριστικά	GPS
Συχνότητα λήψης	1575,42 MHz +/- 1,023 MHz
Σύνθετη αντίσταση	50Ω
Λόγος στασίμου κύματος VSWR	1,5 : 1
Πόλωση	Κυκλική δεξιόστροφη
Κέρδος ενεργού κεραίας	Τυπικά 15dB μέγιστο 45dB
Τάση τροφοδοσίας	3V ή 5V
Ρεύμα τροφοδοσίας	10mA μέγιστο χωρίς εξωτερική τροφοδοσία 50mA μέγιστο με εξωτερική τροφοδοσία στον ακροδέκτη GPS_VANT

Πίνακας 7. προδιαγραφές κεραίας GPS



Η κεραία GSM που χρησιμοποιείται στην εφαρμογή είναι μία μικροταινιακή κεραία η οποία πληρεί τις προδιαγραφές και είναι κατάλληλη για τοποθέτηση στο μπροστινό υαλοκρύσταλλο του οχήματος. Για τον δέκτη GPS χρησιμοποιείται ενεργός κεραία τύπου Patch με περίβλημα προστασίας. Για να λειτουργήσει ο ενσωματωμένος ενισχυτής χαμηλού θορύβου (LNA), απαιτεί τάση τροφοδοσίας 3V και ρεύμα 15mA. Η υπομονάδα Q2501 μπορεί αυτόνομα να παρέχει σε μία ενεργή κεραία GPS, μέχρι και 10mA. Για την παροχή μεγαλύτερου ρεύματος έως 50mA στην κεραία, η υπομονάδα διαθέτει έναν ακροδέκτη εισόδου ο οποίος ονομάζεται GPS_VANT. Σ' αυτόν τον ακροδέκτη επιβάλλεται εξωτερική τροφοδοσία 3V η οποία μπορεί να παρέχει στην κεραία το απαιτούμενο ρεύμα.

4.4.2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ

Η σχεδίαση του τμήματος του συναγερμού περιλαμβάνει τις συνδέσεις μεταξύ του μικροελεγκτή και των διατάξεων που είναι υπεύθυνες για την παρακολούθηση της μεταβολής της κατάστασης ηρεμίας του οχήματος και για την ενεργοποίηση των διατάξεων ειδοποίησης και αποτροπής της διάρρηξης. Ως τμήμα του συναγερμού θεωρείται και η διάταξη τηλεχειρισμού του συστήματος, καθώς και οι διατάξεις παροχής ισχύος στα συστήματα ειδοποίησης και τα συστήματα απενεργοποίησης των βασικών για τη λειτουργία του οχήματος εξαρτημάτων.

Παρακολούθηση κατάστασης θυρών

Οι αισθητήρες των θυρών των επιβατών και των αποσκευών, καθώς και ο αισθητήρας του καλύμματος του κινητήρα (καπό) έχουν τη μορφή πιεζόμενου διακόπτη βαρέως τύπου, όπως περιγράφηκε στο 1^ο κεφάλαιο. Ο ένας ακροδέκτης όλων των διακοπών είναι συνδεδεμένος με την γείωση του οχήματος. Όταν κάποια θύρα ανοίγει, ο διακόπτης κλείνει και μεταφέρεται το δυναμικό γής στον άλλο ακροδέκτη. Η βασική ιδέα σύνδεσης των διακοπών με τον μικροελεγκτή είναι η σύνδεση κάθε ελεύθερου ακροδέκτη των διακοπών με έναν ακροδέκτη του μικροελεγκτή. Ο μικροελεγκτής τότε, για να ελέγξει την κατάσταση των διακοπών, θα πρέπει μέσω του προγράμματος λειτουργίας του, να ανιχνεύει συνεχώς την τάση στα άκρα των αφιερωμένων στους διακόπτες ακροδεκτών. Κατα την υλοποίηση μιας μικρής εφαρμογής η οποία δεν είναι πολύπλοκη, αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα. Όταν όμως η εφαρμογή απαιτεί τον ταυτόχρονο έλεγχο πάρα πολλών παραμέτρων, όπως η παρούσα, είναι ωφέλιμο η σχεδίαση του



υλικού και του λογισμικού να γίνει κατα τέτοιο τρόπο ώστε ο μικροελεγκτής να ενημερώνεται για την αλλαγή μιας παραμέτρου μόνο όταν αυτή συμβαίνει. Έτσι, π.χ. στην περίπτωση των διακοπών, δεν θα χρειάζεται ο συνεχής έλεγχος της κατάστασης και ο μικροελεγκτής μπορεί είτε να μένει αδρανής, που σημαίνει χαμηλότερη κατανάλωση, και να περιμένει να συμβεί κάποιο γεγονός, ή να εκτελεί κάποια άλλη λειτουργία.

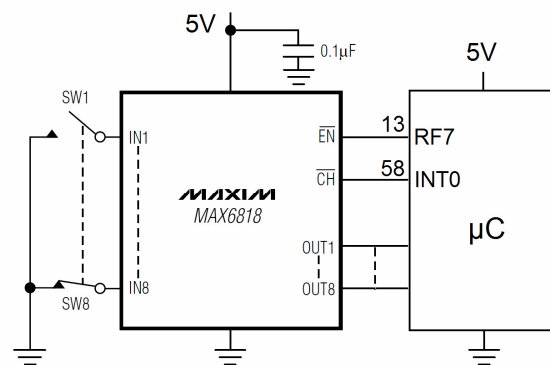
Ο μικροελεγκτής υποστηρίζει τη λεγόμενη λειτουργία των διακοπών (interrupts). Αυτή η λειτουργία υπάρχει για να εξυπηρετήσει μία διαδικασία ορισμένη από το πρόγραμμα λειτουργίας, μόνο όταν κάποια παράμετρος, που έχει σχέση με τη διαδικασία αυτή, αλλάξει. Μερικές από τις διακοπές που υποστηρίζει ο μικροελεγκτής είναι:

- EXT . Εξωτερική διακοπή στον ακροδέκτη με αριθμό 58 και ονομασία RB0/INT0. Η αλλαγή της λογικής κατάστασης του ακροδέκτη από εξωτερική αιτία, π.χ. πιεστικός διακόπτης, πυροδοτεί την εξυπηρέτηση της διακοπής και την εκτέλεση ορισμένης λειτουργίας μέσω προγράμματος. Επιβάλλεται να οριστεί το μέτωπο της αλλαγής του λογικού επιπέδου κατά το οποίο θα πυροδοτείται, από LOW σε HIGH ή από HIGH σε LOW.
- EXT1. Ομοίως με την EXT με τη διαφορά ότι συμβαίνει στον ακροδέκτη 57-RB1/INT1.
- AD. Πυροδοτείται όταν ολοκληρωθεί μια μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό σε ένα από τα 16 υποστηριζόμενα κανάλια.
- RDA. Πυροδοτείται όταν στον ακροδέκτη με αριθμό 38 και ονομασία RC6/RX1/DT1, αφιερωμένο στην σειριακή διασύνδεση, έχουν ληφθεί δεδομένα.
- LOWVOLT . Πυροδοτείται κατά την ανίχνευση πτώσης της τάσης τροφοδοσίας κάτω από ένα επίπεδο.
- RB. Οποιοδήποτε μετώπου αλλαγή στην λογική κατάσταση των ακροδεκτών με αριθμούς 47,52,53,54 και ονομασίες αντιστοίχα RB7/KB3/PGD, RB6/KB2/PGC, RB5/KB1/PGM, RB4/KB0, πυροδοτεί τη συγκεκριμένη διακοπή.
- TIMER0. Όταν ενεργοποιηθεί μέσω του προγράμματος λειτουργίας ο χρονομετρητής 8 ή 16bit TIMER0, αυξάνει την τιμή ενός εσωτερικού μετρητή σε κάθε κύκλο μηχανής. Όταν η τιμή του μετρητή φτάσει και υπερβεί (υπερχειλίσσει) την μέγιστη τιμή η οποία καθορίζεται από τον χρήστη, τότε πυροδοτείται η αντίστοιχη διακοπή. Ο μικροελεγκτής διαθέτει 5 μετρητές με ισάριθμες αντίστοιχες διακοπές.



Επειδή ο συνολικός αριθμός των ελεγχόμενων διακοπών στο σύστημα είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των ακροδεκτών του μικροελεγκτή που υποστηρίζουν διακοπή από εξωτερική αιτία, χρησιμοποιείται ένα ολοκληρωμένο το οποίο δέχεται όλα τα σήματα από τους διακόπτες και παρέχει στον μικροελεγκτή ένα σήμα σκανδαλισμού κάθε φορά που κάποιος από τους διακόπτες αλλάζει κατάσταση. Το σήμα σκανδαλισμού συνδέεται με τον ακροδέκτη RB0/INT0 και πυροδοτεί την διακοπή EXT. Έτσι, ο μικροελεγκτής ελέγχει ποιός διακόπτης άλλαξε κατάσταση μόνο όταν είναι απαραίτητο και παράλληλα ελευθερώνονται υλικοί πόροι του συστήματος (οι υπόλοιπες εξωτερικές διακοπές) για χρήση από άλλες διατάξεις του συστήματος όπως το τμήμα του τηλεχειρισμού.

Το ολοκληρωμένο που αναλαμβάνει την διαχείριση των διακοπών είναι το MAX6818 της MAXIM. Διαθέτει εισόδους οκτώ εισόδους και ισάριθμες εξόδους. Στις εισόδους συνδέονται τα σήματα που προέρχονται από τους διακόπτες. Για να εξαληφθεί το φαινόμενο της αναπήδησης των μηχανικών



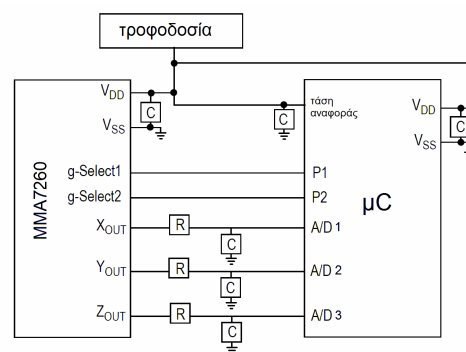
Εικ.4.18.σύνδεση διακοπών και μικροελεγκτή μέσω του MAX6818

διακοπών, το MAX6818 διαθέτει εσωτερικά κυκλώματα καθυστέρησης της εμφάνισης των αλλαγών των εισόδων στις εξόδους κατά 60ms. Έτσι, δεν είναι απαραίτητη η υλοποίηση κάποιου αλγόριθμου προγράμματος για το φιλτράρισμα των αναπηδήσεων και απλοποιείται περισσότερο η λειτουργία του μικροελεγκτή. Κάθε είσοδος του MAX6818 διαθέτει προστασία κατά των κορυφών υπερτάσεων που μπορεί να εμφανιστούν. Επιπλέον των ακροδεκτών εισόδων-εξόδων και τροφοδοσίας, υπάρχουν και οι ακροδέκτες EN και CH. Ο ακροδέκτης CH μεταβαίνει από υψηλό σε χαμηλό λογικό επίπεδο σε κάθε αλλαγή κατάστασης που ανιχνεύεται στις εισόδους. Αυτή η μετάβαση ενεργοποιεί τη διακοπή EXT (INT0). Όταν ο ακροδέκτης EN είναι σε λογικό επίπεδο HIGH, οι εξόδοι του MAX6818 βρίσκονται σε κατάσταση απομόνωσης και δεν εμφανίζουν τα επίπεδα των εισόδων. Μόλις μεταβεί σε λογικό επίπεδο LOW, οι καταστάσεις των εισόδων εμφανίζονται στις εξόδους και ο μικροελεγκτής μπορεί να ελέγξει την αλλαγή κατάστασης των διακοπών μέσα από την ρουτίνα εξυπηρέτησης της διακοπής. Ταυτόχρονα, η μετάβαση από HIGH σε LOW του ακροδέκτη EN επαναφέρει τον ακροδέκτη CH σε λογικό HIGH για να είναι δυνατή η επανάληψη της διαδικασίας σε επόμενη αλλαγή.

Αισθητήρας δόνησης-κλίσης

Το κύριο στοιχείο του αισθητήρα δόνησης-κλίσης είναι ο αισθητήρας επιτάχυνσης MMA7260QT της Freescale Semiconductor. Είναι ένας MEMS χωρητικός αισθητήρας τριών αξόνων με δυνατότητα επιλογής της ευαισθησίας του στην επιτάχυνση, μεταξύ των τιμών 1,5g, 2g, 4g και 6g. Η τάση τροφοδοσίας του είναι 3V και το ρεύμα που απαιτεί 0,5mA. Παρέχει τρεις αναλογικές τάσεις μέσα στα όρια της τροφοδοσίας, μία για κάθε άξονα, οι οποίες μεταβάλλονται ανάλογα με τη επιτάχυνση ή την κλίση του αισθητήρα. Η γενική συνδεσμολογία με τον μικροελεγκτή φαίνεται στην εικόνα 4.19.

Οι αναλογικές έξοδοι του αισθητήρα συνδέονται με τρεις ακροδέκτες του μικροελεγκτή οι οποίοι ορίζονται ως αναλογικές εισόδους. Ο άξονας x συνδέεται στον ακροδέκτη 29-RA1/AN1, ο άξονας y στον ακροδέκτη 28-RA2/AN2/VREF- και ο άξονας z στον ακροδέκτη 30-RA0/AN0. Επειδή οι αναλογικές τάσεις κυμαίνονται από 0V έως 3V και ο μικροελεγκτής τροφοδοτείται με 5V, πρέπει η τάση αναφοράς του μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακό να οριστεί στα 3V. Γι'αυτό το λόγο, στον ακροδέκτη 27-RA3/AN3/VREF+ εφαρμόζουμε το δυναμικό των 3V ώστε να εξασφαλίσουμε την πλήρη δυναμική περιοχή του μετατροπέα. Τα φίλτρα RC τοποθετούνται κοντά στις εξόδους του αισθητήρα για να ελαχιστοποιηθεί ο θόρυβος χρονισμού των εσωτερικών κυκλωμάτων του αισθητήρα. Τυπικές τιμές για αυτά τα υλικά είναι $R=1k\Omega$ και $C=0,1\mu F$. Ο αισθητήρας τοποθετείται σε διαφορετική πλακέτα από την κύρια, όχι πολύ μακριά από αυτή και η μεταφορά των τάσεων γίνεται μέσω θωρακισμένου καλωδίου.



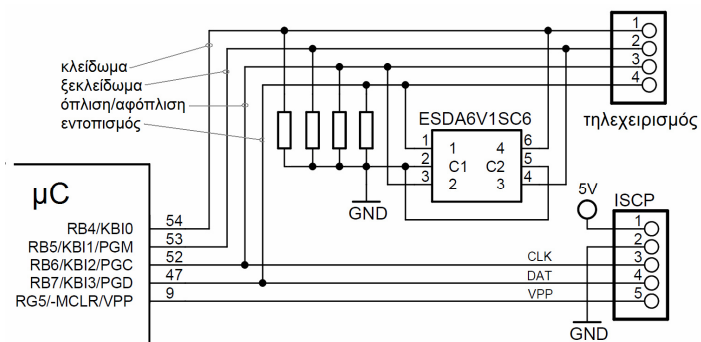
Εικ.4.19. τυπική σύνδεση αισθητήρα επιτάχυνσης και μικροελεγκτή

Τηλεχειρισμός

Ο τηλεχειρισμός του συστήματος επιτυγχάνεται μέσω ενός έτοιμου συστήματος πομπού-δέκτη τεσσάρων καναλιών που λειτουργεί στη συχνότητα των 433,92MHz. Χρησιμοποιεί τη μέθοδο αναπήδησης (ολίσθησης) κώδικα για την κρυπτογράφηση των δεδομένων επικοινωνίας εξασφαλίζοντας ασφαλή μετάδοση χωρίς υποκλοπές. Η εμβέλεια του πομπού φτάνει τα 50 μέτρα. Οι λειτουργίες του τηλεχειρισμού είναι: κλείδωμα –ξεκλείδωμα θυρών, ενεργοποίηση και



απενεργοποίηση συστήματος προστασίας και εντοπισμός οχήματος. Οι τέσσερις έξοδοι του δέκτη που αντιστοιχούν σ' αυτές τις λειτουργίες, συνδέονται με αντίστοιχο αριθμό ακροδεκτών του μικροελεγκτή. Ποιό συγκεκριμένα, η έξοδος κλειδώματος των θυρών συνδέεται με τον ακροδέκτη 54-RB4/KBI0, η έξοδος ξεκλειδώματος με τον ακροδέκτη 53-RB5/KBI1/PGM, η έξοδος ενεργοποίησης-απενεργοποίησης του συστήματος προστασίας με τον ακροδέκτη 52-RB6/KBI2/PGC και η έξοδος του σήματος εντοπισμού με τον ακροδέκτη 47-RB7/KBI3/PGD.



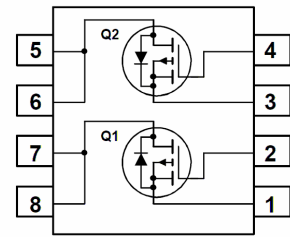
Εικ.4.20. σύνδεση δέκτη τηλεχειρισμού, σειριακού προγραμματισμού και μικροελεγκτή

Για την προστασία των κυκλωμάτων των εμπλεκόμενων διατάξεων, σε κάθε ακροδέκτη του συνδετήρα των δύο διατάξεων έχει προστεθεί ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα ESDA6V1SC6 για την προστασία τους από στατικές εκφορτίσεις. Και οι τέσσερις ακροδέκτες του μικροελεγκτή

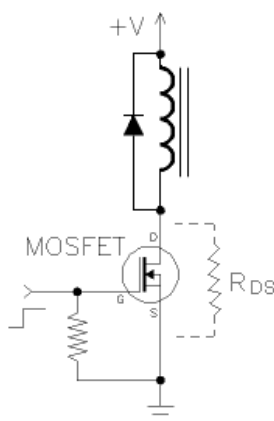
υποστηρίζουν την λειτουργία της διακοπής RB. Αυτό σημαίνει ότι κάθε φορά που θα πιέζεται ένα πλήκτρο στον πομπό τηλεχειρισμού, ο δέκτης θα παράγει έναν θετικό παλμό στην έξοδο που αντιστοιχεί στο πιεζόμενο πλήκτρο, η διακοπή θα ενεργοποιείται και μέσα στην ρουτίνα εξυπηρέτησης της διακοπής θα ελέγχεται η ταυτότητα του πλήκτρου και θα εκτελείται η αντίστοιχη εντολή. Για να μπορεί ο μικροελεγκτής να αντιληφθεί τον θετικό παλμό, είναι συνδεδεμένες στους τέσσερις ακροδέκτες αντιστάσεις πρόσδεσης στο δυναμικό της γής (pull down). Όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.20, οι ακροδέκτες 47 και 52 του μικροελεγκτή είναι κοινοί για τις διατάξεις του τηλεχειρισμού και του σειριακού προγραμματισμού. Κατά τη διαδικασία προγραμματισμού του μικροελεγκτή συνδέεται στον συνδετήρα ICSP η συσκευή προγραμματισμού (MPLAB ICD2 στην εφαρμογή αυτή). Αν είναι ταυτόχρονα συνδεδεμένος και ο συνδετήρας του δέκτη τηλεχειρισμού, τα κυκλώματα του δέκτη παραλληλίζονται με αυτά του προγραμματιστή με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται εσφαλμένος προγραμματισμός. Έτσι, κάθε φορά που συνδέεται ο προγραμματιστής πρέπει να αποσυνδέεται ο τηλεχειρισμός. Γι' αυτό το λόγο προστέθηκε το κύκλωμα προστασίας ESDA6V1SC6.

4.4.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ ΦΟΡΤΙΩΝ

Οι διατάξεις με τις οποίες το σύστημα προστασίας προειδοποιεί και ειδοποιεί τον ιδιοκτήτη και τους περιβάλλοντες του οχήματος είναι η σειράνα και τα φώτα ένδειξης αλλαγής πορείας(φλας), ενώ οι διατάξεις απενεργοποίησης των κρίσιμων για την λειτουργία του οχήματος είναι η αντλία καυσίμου και ο ηλεκτρικός εκκινητής (μίζα). Η σειράνα που χρησιμοποιείται λειτουργεί με τάση 12V και καταναλώνει ισχύ 15W, δηλαδή απαιτεί απο την μπαταρία του οχήματος 1,25A. Τα φώτα ένδειξης αλλαγής κατεύθυνσης καταναλώνουν συνολική ισχύ 84W (4×21W) και επειδή ενεργοποιούνται ταυτόχρονα απαιτούν ρεύμα 7A. Η αντλία καυσίμου και ο ηλεκτρικός εκκινητής ελέγχονται μέσω ηλεκτρονόμων οι οποίοι απαιτούν ο καθένας 200mA. Στον μικροελεγκτή προβλέπονται έξοδοι οι οποίες αφιερώνονται στην παραγωγή σημάτων για τον έλεγχο αυτών των διατάξεων. Επειδή το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα κάθε ακροδέκτη του μικροελεγκτή είναι 25mA, δεν μπορεί να συνδεθεί απ'ευθείας στο αντίστοιχο φορτίο γι'αυτό απαιτείται χρήση οδηγών κυκλωμάτων των φορτίων ισχύος. Τα κυκλώματα αυτά φιλοξενούνται σε διαφορετική πλακέτα εξ'αιτίας της αυξημένης διαχειριζόμενης ισχύος και συνδέονται με την κύρια πλακέτα και τον μικροελεγκτή μέσω καλωδίων που μεταφέρουν τα σήματα ελέγχου.



Εικ.4.21 διπλό N-MOSFET



Εικ.4.22.οδήγηση ηλεκτρονόμου απο τρανζίστορ N-MOSFET

Την διαχείριση της ισχύος και την οδήγηση των φορτίων αναλαμβάνουν τρανζίστορ τεχνολογίας MOSFET της εταιρείας Fairchild Semiconductor, τα οποία επιλέχθηκαν με κριτήριο τη εξαιρετική απόδοση στην οδήγηση φορτίων συνεχούς ρεύματος και την συμπεριφορά τους ως προς τον παράγοντα της θερμοκρασίας. Για τον έλεγχο της σειράνας χρησιμοποιείται το MOSFET N-καναλιού FDD8445 το οποίο έχει αντίσταση εκροής-πηγής $R_{DS(ON)}$ ίση με 6,7mΩ. Για την οδήγηση των ενδεικτικών αλλαγής κατεύθυνσης καθώς και για την οδήγηση των ηλεκτρονόμων χρησιμοποιήθηκε το διπλό MOSFET N-καναλιού FDS6898A (εικόνα 4.22) με αντίσταση $R_{DS(ON)}$ ίση με 14mΩ και δυνατότητα παροχής ρεύματος 10A.



4.4.4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΟΘΟΝΗΣ-ΠΛΗΚΤΡΟΛΟΓΙΟΥ

Οθόνη

Η οθόνη είναι τύπου υγρών κρυστάλλων (LCD) αλφαριθμητικών χαρακτήρων με δυνατότητα απεικόνισης 2 γραμμών των 16 χαρακτήρων (2×16) και φωτισμού του υποβάθρου από διόδους LED. Είναι συμβατή με τις αντίστοιχες οθόνες που χρησιμοποιούν τον ελεγκτή HD44780 της Hitachi. Διαθέτει 16 ακροδέκτες των οποίων η σημασία δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

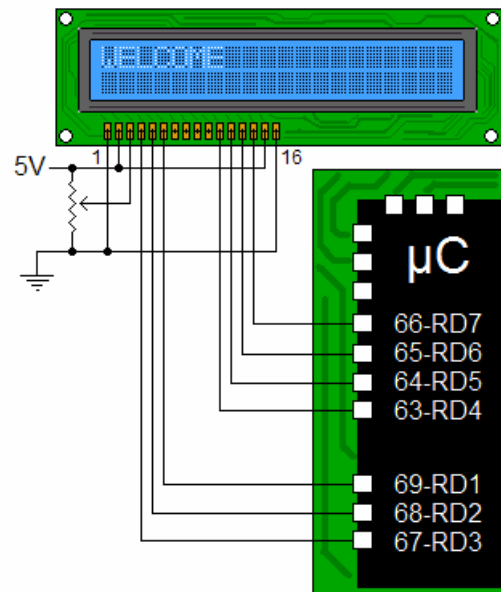


Εικ.4.23. οθόνη LCD 2×16 χαρακτήρων

Ακροδέκτης	Σύμβολο	Λογικό επίπεδο Επίπεδο τάσης	Περιγραφή
1	VSS	0V	Γείωση
2	VDD	5V	Τάση τροφοδοσίας
3	VO	μεταβλητό	Τάση ελέγχου αντίθεσης οθόνης
4	RS	H/L	H:δεδομένα, L:κώδικας εντολών
5	R/W	H/L	H:ανάγνωση, L:εγγραφή
6	E	H,H→L	Σήμα ενεργοποίησης ελεγκτή
7	DB0	H/L	Ψηφίο δεδομένων 0
8	DB1	H/L	Ψηφίο δεδομένων 1
9	DB2	H/L	Ψηφίο δεδομένων 2
10	DB3	H/L	Ψηφίο δεδομένων 3
11	DB4	H/L	Ψηφίο δεδομένων 4
12	DB5	H/L	Ψηφίο δεδομένων 5
13	DB6	H/L	Ψηφίο δεδομένων 6
14	DB7	H/L	Ψηφίο δεδομένων 7
15	A	□	Άνοδος LED
16	K	□	Κάθοδος LED

Πίνακας 8. οι ακροδέκτες της οθόνης LCD

Για την μεταφορά των δεδομένων απο τον μικροελεγκτή στην οθόνη, χρησιμοποιούνται μόνο οι τέσσερις απο τους οκτώ ακροδέκτες DB0-DB7 της οθόνης, σύμφωνα με την λειτουργία διασύνδεσης 4bit, με σκοπό την εξοικονόμηση χρήσης ακροδεκτών του μικροελεγκτή. Κατα τη λειτουργία αυτή, τα προς αποστολή δεδομένα 8bit χωρίζονται σε δύο nibble (4bit) και μεταφέρονται με τη σειρά στην οθόνη. Στην εικόνα 4.24, φαίνεται η συνδεσμολογία της οθόνης με τον μικροελεγκτή. Για να έχει νόημα η αποστολή δεδομένων στην οθόνη ο ακροδέκτης εισόδου EN πρέπει να βρίσκεται σε λογικό επίπεδο LOW. Όταν ο μικροελεγκτής αποστέλλει δεδομένα προς απεικόνιση, ο ακροδέκτης εισόδου RS πρέπει να βρίσκεται σε λογικό επίπεδο HIGH, ενώ όταν αποστέλλει δεδομένα ελέγχου των λειτουργιών της οθόνης, π.χ. αλλαγή γραμμής ή καθαρισμός οθόνης, ο ακροδέκτης RS πρέπει να βρίσκεται σε λογικό επίπεδο LOW. Και στις δύο περιπτώσεις ο ακροδέκτης R/W πρέπει να βρίσκεται σε λογικό επίπεδο LOW για την ενημέρωση του ελεγκτή οθόνης οτι αποστέλλονται δεδομένα.



Εικ.4.24.σύνδεση οθόνης - μικροελεγκτή

Πληκτρολόγιο

Το πληκτρολόγιο που χρησιμοποιείται είναι ένα πληκτρολόγιο 17 πληκτρων εκ των οποίων τα 16 τοποθετούνται σε διάταξη τύπου MATRIX 4×4. Σε συνδυασμό με την οθόνη, τοποθετείται πίσω απο το τιμόνι και δίπλα στα ενδεικτικά όργανα, σε σημείο του οχήματος όπου ελεύθερη πρόσβαση έχει μόνο ο οδηγός. Στην εικόνα 4.25. φαίνεται το σχέδιο του πληκτρολογίου.



Εικ.4.25.το πληκτρολόγιο της εφαρμογής

Η διάταξη matrix αποτελείται απο τέσσερις γραμμές και τέσσερις στήλες οι οποίες συνδέονται στον μικροελεγκτή όπως φαίνεται στην εικόνα 4.26. Οι γραμμές συνδέονται με τέσσερις ακροδέκτες του μικροελεγκτή που ορίζονται ως έξοδοι, ενώ οι στήλες συνδέονται

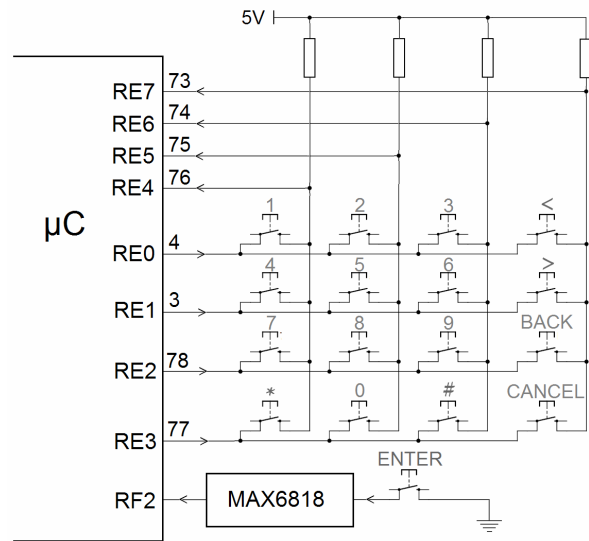


με τέσσερις ακροδέκτες που ορίζονται ως είσοδοι. Αυτές οι είσοδοι προσδένονται στην τάση τροφοδοσίας μέσω αντιστάσεων pull-up, για την διατήρηση τους σε λογικό επίπεδο HIGH. Για την αναγνώριση του πιεζόμενου πλήκτρου εφαρμόζεται ένας αλγόριθμος σάρωσης του πληκτρολογίου με περίοδο επανάληψης 1ms. Κατά τον αλγόριθμο αυτό, διαδοχικά, τρεις έξοδοι-γραμμές οδηγούνται σε λογική κατάσταση HIGH και μία οδηγείται σε κατάσταση LOW. Ταυτόχρονα, ελέγχεται η λογική κατάσταση των εισόδων-στηλών. Αν όλες οι στήλες βρίσκονται σε λογικό HIGH, εξ' αιτίας των αντιστάσεων πρόσδεσης, σημαίνει ότι κανένας από τους διακόπτες που συνδέονται με την έξοδο-γραμμή η οποία βρίσκεται σε λογικό επίπεδο LOW, δεν έχει πιεστεί. Αν σε κάποια από τις εισόδους-στήλες ανιχνευθεί λογικό LOW, τότε έχει πιεστεί το πλήκτρο που αντιστοιχεί σ' αυτή τη στήλη και την γραμμή που βρίσκεται σε λογικό LOW.

Ο διακόπτης ο οποίος αντιστοιχεί στην εντολή ENTER, συνδέεται σε μία από τις εισόδους του ολοκληρωμένου MAX6818 του οποίου η λειτουργία περιγράφηκε παραπάνω. Έτσι, κάθε φορά που πιέζεται, ενεργοποιείται η διακοπή EXT για να δηλώσει το γεγονός και να εκτελεστούν οι οριζόμενες για την περίπτωση εντολές.

4.4.5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

Είναι γνωστό ότι η τάση τροφοδοσίας των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών ενός αυτοκινήτου παρέχεται από την μπαταρία του οχήματος και κυμαίνεται από 12,5V έως 14V. Για την λειτουργία των διατάξεων του συστήματος απαιτείται η παραγωγή τριών διαφορετικών συνεχών τάσεων με τιμή 3V, 3,8V και 5V. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται τρεις διαφορετικοί σταθεροποιητές τάσης υψηλής ακρίβειας και σταθερότητας. Επειδή για τον σταθεροποιητή των 3,8V η μέγιστη επιτρεπόμενη τάση εισόδου έχει τιμή 9V, πρέπει η τάση της μπαταρίας να

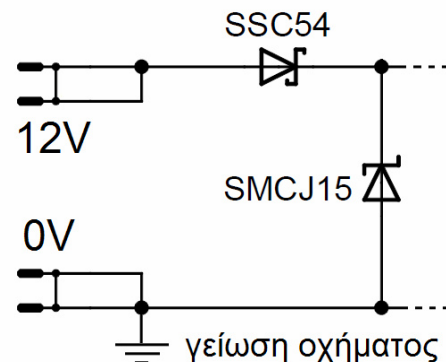


4.26. σύνδεση του πληκτρολογίου με τον μικροελεγκτή

υποβιβαστεί σε τιμή μικρότερη απο αυτή. Γι'αυτό το λόγο επιλέχθηκε ένας αρχικός σταθεροποιητής ο οποίος τροφοδοτεί τους υπόλοιπους με τάση εξόδου σταθεροποιημένη στα 7,5V. Παρακάτω αναλύονται τα επιμέρους στάδια παραγωγής τάσης της τροφοδοσίας.

Είσοδος της τροφοδοσίας 12V

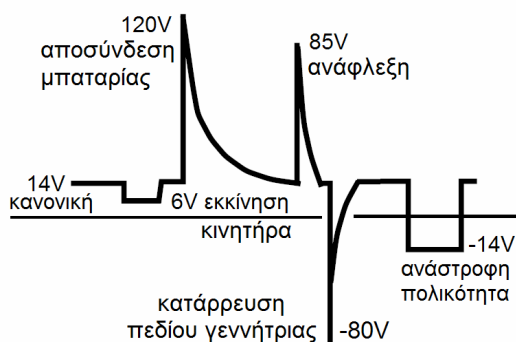
Το τμήμα εισόδου αποτελείται απο δύο ακροδέκτες βαρέως τύπου, στους οποίους συνδέονται τα καλώδια τροφοδοσίας 12V, μία δίοδο ισχύος Schottky SSC54 και μία δίοδο καταστολής μεταβατικών φαινομένων SMCJ15 (εικόνα 4.27). Η δίοδος Schottky SSC54 της εταιρείας VISHAY τοποθετείται σε σειρά με τη ενεργή γραμμή τροφοδοσίας για να αποτρέψει οποιοδήποτε φαινόμενο αρνητικής τάσης προς τα κυκλώματα που ακολουθούν, ενώ επιτρέπει τη συνεχή ροή θετικού



Εικ.4.27. τα στοιχεία προστασίας εισόδου 12V

ρεύματος μέγιστης τιμής 4A. Η δίοδος SMCJ15 της εταιρείας Fairchild Semiconductor συνδέεται παράλληλα με τους αγωγούς τροφοδοσίας όπως συνδέεται μια δίοδος zener, με σκοπό να αποτρέψει την οποιαδήποτε αύξηση της τάσης της γραμμής τροφοδοσίας πάνω απο την τιμή των 15V, εξ'αιτίας των συχνών μεταβατικών φαινομένων, η οποία μπορεί να καταστρέψει τα ευαίσθητα ηλεκτρονικά εξαρτήματα. Η ισχύς διαχείρισης φορτίου φτάνει τα 1600W.

Η εμφάνιση μεταβατικών φαινομένων στο ηλεκτρικό κύκλωμα είναι συχνή εξ'αιτίας της επαγωγικής φύσης των φορτίων που συνδέονται σ'αυτό. Τα κυριότερα επαγωγικά φορτία τα οποία προκαλούν τις μεγαλύτερες υπερτάσεις είναι ο εκκινητήρας (μίζα) και η γεννήτρια (δυναμό) του οχήματος. Μικρότερης ισχύος φορτία είναι τα σωληνοειδή των εγχυτήρων καυσίμου και γενικά όλα διακοπτικά στοιχεία ηλεκτρομαγνητικής λειτουργίας.



Εικ.4.28. μορφές υπερτάσεων

Στην εικόνα 4.28 φαίνονται οι μορφές των διάφορων υπερτάσεων. Ένα μεταβατικό φαιόμενο μπορεί να παράγει αιχμές τάσης απο αρκετές δεκάδες έως λίγες εκατοντάδες βόλτ. Η πιο συχνή αιτία παραγωγής υπερτάσης είναι η κατάρρευση του πεδίου της γεννήτριας όταν απενεργοποιείται ο κινητήρας του οχήματος, δηλαδή κάθε φορά που

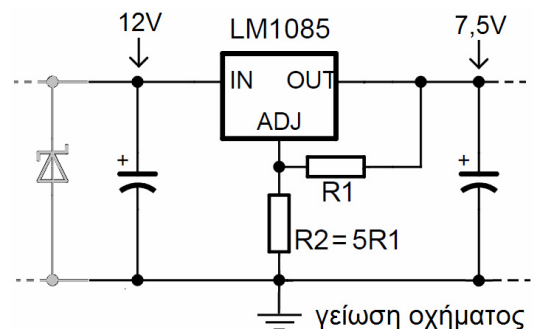


γυρίζουμε το κλειδί στη θέση OFF. Πιό σπάνιο, αλλά περισσότερο ισχυρό και καταστροφικό, είναι το μεταβατικό φαινόμενο που παράγεται κατά την αποσύνδεση της μπαταρίας ενώ η γεννήτρια λειτουργεί και παρέχει ισχύ σε φορτίο. Ακόμα μία πιθανή περίπτωση είναι και η ανάστροφη σύνδεση των πόλων της μπαταρίας που προκαλεί την εμφάνιση αρνητικής τάσης των 14V.

Ενδιάμεση σταθεροποίηση 7,5V

Το τμήμα σταθεροποίησης της ενδιάμεσης τάσης των 7,5V, δέχεται στην είσοδο του την προστατευμένη από τα μεταβατικά φαινόμενα τάση τροφοδοσίας των 12V. Το κύριο στοιχείο του τμήματος είναι το ολοκληρωμένο σταθεροποίησης ρυθμιζόμενης τάσης LM1085 της National Semiconductor. Για την ρύθμιση της τάσης εξόδου απαιτούνται δύο αντιστάσεις των οποίων οι τιμές συνδέονται σύμφωνα με την εξίσωση $R2=5 \times R1$. Επειδή τροφοδοτεί όλα τα υπόλοιπα τμήματα, η ποιότητα και οι τιμές των χρησιμοποιούμενων υλικών είναι ένας κρίσιμος παράγοντας για την συγκεκριμένη εφαρμογή, ειδικά για το τμήμα της υπομονάδας GSM/GPS.

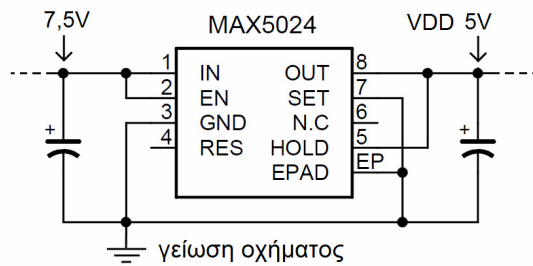
Γι' αυτό το λόγο όλοι οι πυκνωτές του συστήματος που έχουν πολικότητα είναι τανταλίου χαμηλής αντίστασης σειράς (ESR) και οι αντιστάσεις είναι ακριβείας με ανοχή 0,5%. Ο κατασκευαστής μέσα από το βιβλίο προδιαγραφών προτείνει για τους πυκνωτές εισόδου-εξόδου τιμή χωρητικότητας 10μF για εξασφαλισμένη σταθερότητα και απόκριση στις απαιτήσεις ρεύματος του φορτίου.



Εικ.4.29. το τμήμα ενδιάμεσης σταθεροποίησης 7,5V

Σταθεροποίηση 5V

Η σταθεροποιημένη τάση των 5V απαιτείται για την τροφοδοσία του PIC18F8722, του MAX6818, του ενός τμήματος του MAX3391, και της οθόνης LCD. Χρησιμοποιείται το ολοκληρωμένο σταθεροποίησης τάσης MAX5024 της MAXIM με επιλογή μεταξύ ρυθμιζόμενης τάσης σταθεροποίησης και συγκεκριμένης τάσης 5V η οποία είναι ρυθμισμένη από τον κατασκευαστή. Η εφαρμογή συγκεκριμένης τάσης στον ακροδέκτη SET καθορίζει και την τάση σταθεροποίησης. Αν του επιβληθεί το δυναμικό 0V της γείωσης, τότε η τάση σταθεροποιείται στα 5V, όπως φαίνεται στην εικόνα 4.30. Για την εμφάνιση της σταθεροποιημένης τάσης στην έξοδο, ο ακροδέκτης EN πρέπει να συνδεθεί με την τάση εισόδου και ο ακροδέκτης HOLD με



Εικ.4.30. το τμήμα σταθεροποίησης 5V

την τάση εξόδου. Η ελάχιστη τάση εισόδου πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,5V μεγαλύτερη από την επιθυμητή τάση εξόδου για να παρέχεται σταθεροποιημένη τάση ακόμα και στο ρεύμα των 200mA που ορίζεται ως το μέγιστο ρεύμα παροχής. Οι πυκνωτές τανταλίου χαμηλής ESR είναι επιλεγμένοι με βάση τα κριτήρια της

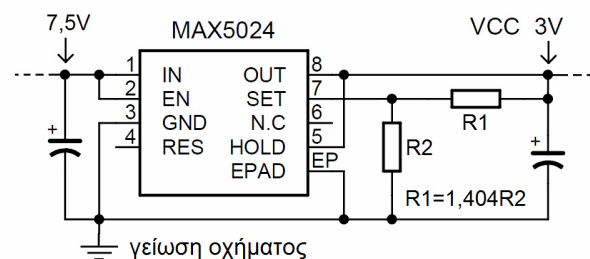
σταθερότητας της τάσης εξόδου και την άμεση απόκριση στις απαιτήσεις ρεύματος, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Σταθεροποίηση 3V

Η τάση των 3V απαιτείται για την τροφοδότηση του τμήματος της σειριακής διασύνδεσης της υπομονάδας GSM/GPS με τον μικροελεγκτή (MAX3391) και τον προσωπικό υπολογιστή (MAX3232), και του αισθητήρα δόνησης-κλίσης (MMA7260QT).

Η σταθεροποίηση εκτελείται από ένα

ολοκληρωμένο MAX5024, αυτή τη φορά σε λειτουργία ρυθμιζόμενης τάσης εξόδου. Για τη λειτουργία αυτή απαιτούνται δύο αντιστάσεις συνδεδεμένες όπως φαίνεται στην εικόνα 4.31 και η τιμή τους δίνεται από την εξίσωση $V_{OUT} = V_{SET} (1 + R1 / R2)$ όπου $V_{SET} = 1,248V$ και $V_{OUT} = 3V$.



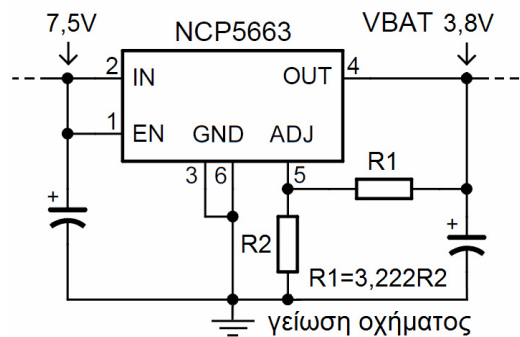
Εικ.4.31. το τμήμα σταθεροποίησης 3V

Σταθεροποίηση 3,8V

Η τάση των 3,8V παράγεται αποκλειστικά για την τροφοδότηση της υπομονάδας GSM/GPS. Οι απαιτήσεις του τμήματος GSM από την τροφοδοσία είναι συγκεκριμένες εξ' αιτίας της φύσης του σήματος GSM. Η μετάδοση του σήματος στο GSM γίνεται με τη μορφή παλμών πολύ μικρής χρονικής διάρκειας και υψηλής τιμής ρεύματος. Γι' αυτό τι λόγο θα πρέπει η μονάδα τροφοδοσίας να παρέχει ρεύμα τιμής 2A με χρόνο ανόδου το πολύ 10μs. Επίσης, επειδή η τάση VBAT οδηγεί απ' ευθείας τον υψίσυχο ενισχυτή GSM, είναι σημαντικό να διατηρηθεί στο ελάχιστο δυνατό η κυμάτωση της τάσης (10m Vp-p) για να αποφευχθούν τα όποια σφάλματα φάσης και η υποβάθμιση του φάσματος διαμόρφωσης.



Για την παραγωγή της τάσης των 3,8V χρησιμοποιείται το ολοκληρωμένο NCP5663 της ON Semiconductor. Το NCP5663 είναι ένας γραμμικός, υψηλών επιδόσεων σταθεροποιητής με δυνατότητα ρύθμισης της τάσης εξόδου και παροχής ρεύματος έως και 3A. Χαρακτηρίζεται από εξαιρετική απόκριση στις μεταβάσεις του ρεύματος φορτίου, που σημαίνει ότι μπορεί να προσφέρει το απαιτούμενο ρεύμα στο φορτίο, όταν αυτό απαιτεί μεταβάσεις του ρεύματος της τάξης των 3A μέσα σε χρονικό διάστημα 0,1μs (αιχμές ισχύος). Επίσης τα επίπεδα θορύβου της τάσης είναι πολύ χαμηλά και μάλιστα χωρίς τη χρήση πυκνωτή παράκαμψης, ενώ είναι θερμοκρασιακά σταθερό και διαθέτει τα απαραίτητα κυκλώματα για την προστασία του σε περιπτώσεις εσφαλμένης λειτουργίας των τροφοδοτούμενων κυκλωμάτων. Για την εξασφάλιση αυτών των επιδόσεων ο κατασκευαστής προτείνει τη χρήση υλικών συγκεκριμένων χαρακτηριστικών. Έτσι ο πυκνωτής εισόδου επιλέχθηκε να έχει τιμή χωρητικότητας 150μF και αντίσταση σειράς 35mΩ και ο πυκνωτής εξόδου στα 47μF και αντίσταση σειράς 350mΩ. Οι τιμές των αντιστάσεων καθορίζουν και την τάση εξόδου σύμφωνα με την εξίσωση $R1=R2(V_{OUT}/V_{REF} - 1)$ και επιλέγονται με ακρίβεια 0,5%. Για να ενεργοποιηθούν τα εσωτερικά κυκλώματα του NCP5663 και να υπάρξει τάση εξόδου θα πρέπει ο ακροδέκτης EN να συνδεθεί με την τάση εισόδου.



Εικ.4.31. το τμήμα σταθεροποίησης 3,8V



5

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

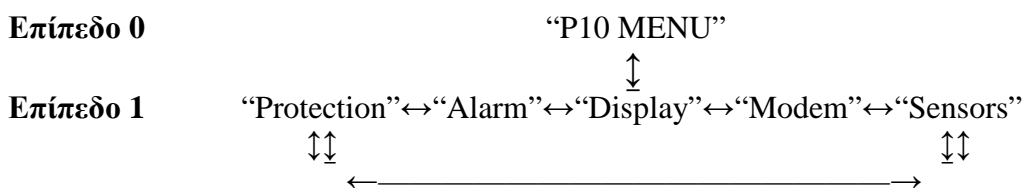


5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κεφάλαιο αυτό είναι αφιερωμένο στην περιγραφή του τρόπου λειτουργίας και των οδηγιών χρήσης του συστήματος. Στο τέλος του κεφαλαίου, ο αναγνώστης θα γνωρίζει τις δυνατότητες του συστήματος, οι οποίες δεν περιορίζονται μόνο στον τομέα της προστασίας του οχήματος. Η δυνατότητα της διασύνδεσης του χρήστη με το σύστημα μέσω του πληκτρολογίου και της οθόνης, παρέχει τον άμεσο έλεγχο παραμέτρων σχετικών με τον συναγερμό και την υπομονάδα GSM/GPS, καθώς και πλήθος πληροφοριών που προκύπτουν από τους υπολογισμούς θέσης του GPS. Στη συνέχεια, θα περιγραφεί ο κατάλογος επιλογών (menu) του συστήματος και ο τρόπος πλοήγησης μέσα σ' αυτόν μέσω του πληκτρολογίου και της οθόνης, οι λειτουργίες απομακρυσμένου ελέγχου μέσω του πομπού τηλεχειρισμού και του δικτύου GSM, οι λειτουργίες ειδοποίησης μέσω GSM και οι πληροφορίες που παρέχει το σύστημα GPS.

5.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΛΟΓΟΥ ΕΠΙΛΟΓΩΝ (MENU)

Η δομή του καταλόγου επιλογών του συστήματος και τα επίπεδα του αναλύονται παρακάτω. Η μετακίνηση μεταξύ των επιπέδων πραγματοποιείται με τα πλήκτρα ENTER (είσοδος στο αμέσως επόμενο επίπεδο) και BACK (επιστροφή στο αμέσως προηγούμενο επίπεδο), συμβολίζεται με το σύμβολο \updownarrow , ενώ η μετακίνηση μεταξύ των επιλογών ενός επιπέδου πραγματοποιείται με τα πλήκτρα $< >$ και συμβολίζεται με το σύμβολο \leftrightarrow .



Η διασύνδεση οθόνης-πληκτρολογίου ενεργοποιείται μόνο όταν το κλειδί βρίσκεται στη θέση ON του διακόπτη (μία θέση πριν την εκκίνηση του κινητήρα). Το επίπεδο 0 είναι η αρχική ένδειξη της οθόνης και εμφανίζεται όταν ο διακόπτης γυρίσει στη θέση ON. Πιέζοντας το πλήκτρο ENTER πραγματοποιείται η μετάβαση από το επίπεδο 0 στο επίπεδο 1 και αντιστρόφως με το πλήκτρο BACK.

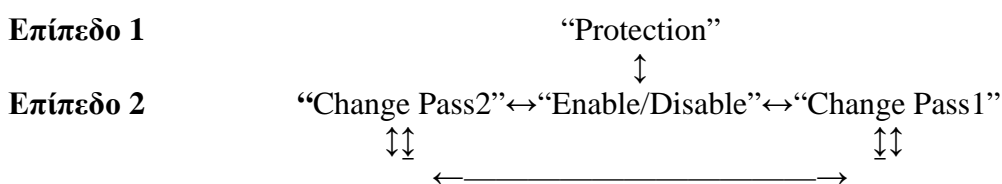


Στο επίπεδο 1 υπάρχουν πέντε επιλογές οι οποίες είναι:

- Protection. Επιλογή προστασίας του καταλόγου απο μη εξουσιοδοτημένα πρόσωπα.
- Alarm. Επιλογή διαχείρισης λειτουργιών του συναγερμού.
- Display. Επιλογή ένδειξης πληροφοριών GPS.
- Modem. Επιλογή διαχείρισης λειτουργιών της υπομονάδας GSM/GPS.
- Sensors. Επιλογή μεταβολής της ευαισθησίας των αισθητήρων

5.2.1. ΕΠΙΛΟΓΗ PROTECTION

Η επιλογή Protection παρέχει τη δυνατότητα ενεργοποίησης/απενεργοποίησης (enable/disable) της προστασίας του καταλόγου κατα την ενεργοποίηση της διασύνδεσης. Όταν η προστασία είναι ενεργοποιημένη, ζητείται απο τον χρήστη η εισαγωγή ενός αριθμού ασφαλείας Pass1 με περιθώριο δύο εσφαλμένων προσπαθειών. Αν εισαχθεί ο σωστός αριθμός, η πρόσβαση στον κατάλογο καθίσταται δυνατή, ενώ στην περίπτωση τριών εσφαλμένων προσπαθειών ο κατάλογος κλειδώνει και ζητείται απο τον χρήστη ένας δεύτερος αριθμός ασφαλείας Pass2. Ο κατάλογος ξεκλειδώνει κατα την εισαγωγή του σωστού αριθμού Pass2. Σε περίπτωση εισόδου τριών εσφαλμένων αριθμών το σύστημα ξεκλειδώνει με τρόπο που γνωρίζει μόνο ο συγγραφέας.



Ενεργοποίηση / Απενεργοποίηση προστασίας καταλόγου επιλογών

Κατα τη μετάβαση απο το επίπεδο 1 στο επίπεδο 2 της επιλογής Protection η οθόνη αναγράφει την κατάσταση προστασίας στην οποία πρόκειται να μεταβεί ο κατάλογος μόλις πιεσθεί το πλήκτρο ENTER. Αυτό σημαίνει οτι εάν αναγράφεται η ένδειξη Enable, η προστασία είναι απενεργοποιημένη και πρόκειται να ενεργοποιηθεί με την πίεση του πλήκτρου ENTER. Κατα την πίεση του ENTER η κατάσταση αλλάζει και ο κατάλογος επιστρέφει αυτόματα στην αρχική ένδειξη P10 MENU.



Αλλαγή αριθμού Pass1, Pass2

Στο επίπεδο 2 της επιλογής Protection δίνεται η δυνατότητα αλλαγής των αριθμών προστασίας Pass1 και Pass2. Η διαδικασία που ακολουθείται κατά την αλλαγή είναι ίδια και για τους δύο αριθμούς. Το παράδειγμα που ακολουθεί δίνεται για τον αριθμό Pass1.

Επίπεδο 0		P10 MENU
Επίπεδο 2	“change Pass1”	↑↑
	↓ (ENTER)	↑↑
Επίπεδο 3	“wrong Pass1” → “new Pass1:” (εισαγωγή αριθμού)	↑↑
	↑↑ ↓ (ENTER)	↑↑
Επίπεδο 4	↑↑ “repeat pass1” (επανάληψη αριθμού)	↑↑
	↑↑ ↓ (ENTER)	↑↑
	εσφαλμένη εισαγωγή ←————→ επιτυχής εισαγωγή —————→ ”OK”	

Το μέγιστο πλήθος αριθμητικών χαρακτήρων που μπορούν να περιέχουν οι αριθμοί Pass1 ή Pass2 είναι 9 χαρακτήρες. Εάν κατά την πληκτρολόγηση, το πλήθος των χαρακτήρων υπερβεί τους 9, εμφανίζεται το μήνυμα “Overlenghted pass1” επαναλαμβάνεται η διαδικασία εισαγωγής.

5.2.2. ΕΠΙΛΟΓΗ ALARM

Στην επιλογή ALARM δίνεται απλά η δυνατότητα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης της σιωπηλής ενεργοποίησης του συναγερμού για την περίπτωση ειδοποίησης μόνο μέσω του κινητού τηλεφώνου και όχι μέσω των διατάξεων ειδοποίησης (σειρήνα, φώτα).

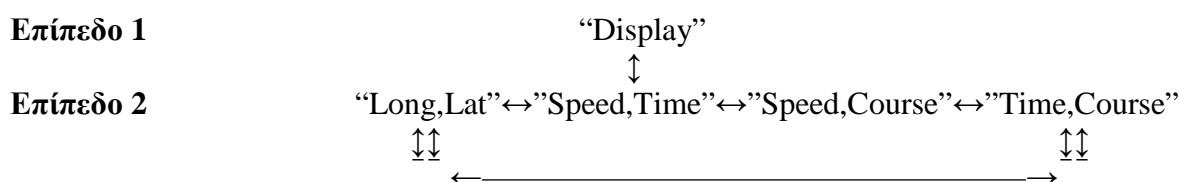
Επίπεδο 1	“Alarm”
	↓
Επίπεδο 2	“Silent on/off”

Και σ’ αυτή την περίπτωση, η ένδειξη Silent on ή Silent off υποδεικνύει την κατάσταση στην οποία θα εισέλθει το σύστημα μόλις πιεσθεί το πλήκτρο ENTER



5.2.3. ΕΠΙΛΟΓΗ DISPLAY

Η διαδικασία υπολογισμού της θέσης του οχήματος από τον δέκτη GPS, εκτός από τις συντεταγμένες της θέσης, παράγει και πληροφορίες σχετικές με την ώρα, την ημερομηνία, την ταχύτητα και την πορεία-κατεύθυνση του οχήματος, τις οποίες μεταδίδει ανά δευτερόλεπτο στον μικροελεγκτή σε πακέτα δεδομένων ομάδας RMC, σύμφωνα με το πρωτόκολλο NMEA 0183. Η επιλογή Display δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη του συστήματος να επιλέξει την απεικόνιση συνδυασμού αυτών των πληροφοριών σε 4 ζευγάρια όπως φαίνεται παρακάτω.

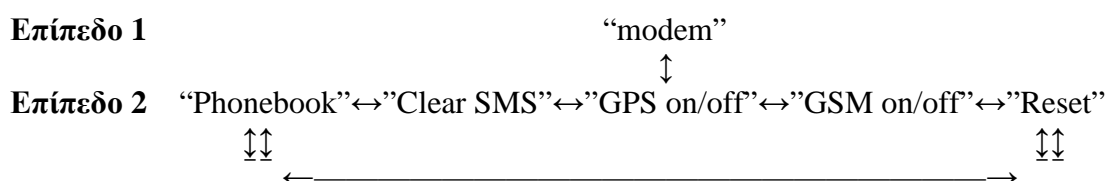


- **Long,Lat.** Συντεταγμένες γεωγραφικού μήκους και πλάτους.
- **Speed,Time.** Ταχύτητα οχήματος σε χιλιόμετρα ανά ώρα (km/h) και παγκόσμια ώρα.
- **Speed,Course.** Ταχύτητα οχήματος και πορεία σε μοίρες ως προς το Βορρά.
- **Time,Course.** Παγκόσμια ώρα και πορεία του οχήματος.

Καθώς προβάλλονται οι πληροφορίες, αν πιεσθεί το πλήκτρο C και παραμείνει πιεσμένο για ένα δευτερόλεπτο, η οθόνη επιστρέφει στην επιλογή Display.

5.2.4. ΕΠΙΛΟΓΗ MODEM

Η διαχείριση βασικών λειτουργιών της υπομονάδας GSM/GPS πραγματοποιείται μέσα από την επιλογή Modem. Έτσι, καθίσταται δυνατή η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των τμημάτων GSM και GPS, η διαγραφή των εισερχόμενων μηνυμάτων κειμένου, η επανεκκίνηση της υπομονάδας και η δημιουργία ενός τηλεφωνικού καταλόγου ο οποίος θα περιέχει τους αριθμούς τηλεφώνων με τους οποίους θα επιτρέπεται η αμφίδρομη επικοινωνία.



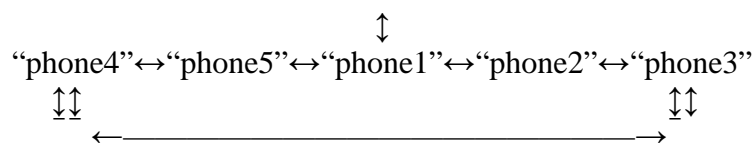


Η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των τμημάτων GSM και GPS πραγματοποιείται επιλέγοντας τις εντολές GSM on ή GSM off και GPS on ή GPS off αντίστοιχα. Η εντολή GSM on είναι ουσιαστικά η εντολή ενεργοποίησης της υπομονάδας Q2501. Συνεπώς, οι υπόλοιπες εντολές έχουν σημασία μόνο όταν έχει προηγηθεί η εκτέλεση της εντολής GSM on. Και σ' αυτή την περίπτωση, η ένδειξη της οθόνης υποδεικνύει την κατάσταση που θα προκύψει όταν πιεσθεί το πλήκτρο ENTER. Η επιλογή Clear SMS επιτρέπει τη χειροκίνητη διαγραφή των μηνυμάτων κειμένου ενώ η επιλογή Reset την επανεκκίνηση της μονάδας σε περίπτωση ανάγκης. Η επιλογή Phonebook επιτρέπει την διαχείριση έως 5 τηλεφωνικών αριθμών οι οποίοι μπορούν να ελέγχουν το σύστημα. Δίνεται η δυνατότητα εγγραφής ενός νέου αριθμού όταν η συγκεκριμένη θέση είναι κενή, της διαγραφής του όταν δεν κρίνεται απαραίτητος, της αλλαγής του σε περίπτωση μεταβολής του αριθμού του τηλεφώνου ενός χρήστη και της κλήσης του σε περίπτωση ανάγκης.

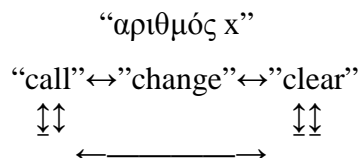
Επίπεδο 2

“Phonebook”

Επίπεδο 3



Σε κάθε ένδειξη phonex όπου x=1,2,3,4,5,στη δεύτερη γραμμή της οθόνης εμφανίζεται ο αριθμός εφ'όσον υπάρχει, αλλιώς εμφανίζεται η ένδειξη Empty (κενό). Για οποιαδήποτε ενέργεια που αφορά μία συγκεκριμένη θέση πρέπει να πιεσθεί το πλήκτρο ENTER και τότε εμφανίζονται οι δυνατές ενέργειες. Αν η θέση είναι κενή εμφανίζεται το μήνυμα enter numberx και δίνεται η δυνατότητα πληκτρολόγησης του αριθμού. Ο αριθμός εισάγεται και κατοχυρώνεται με το πλήκτρο ENTER. Αν η θέση δεν είναι κενή τότε εμφανίζεται ο αριθμός στην πρώτη γραμμή και οι επιλογές στη δεύτερη όπως φαίνεται παρακάτω



Η επιλογή change επιτρέπει τη αλλαγή του αριθμού στη συγκεκριμένη θέση και η διαδικασία είναι όμοια με αυτή της εισαγωγής νέου αριθμού. Η επιλογή clear διαγράφει τον αριθμό και αφήνει τη θέση κενή, ενώ η επιλογή call πραγματοποιεί κλήση εκτάκτου ανάγκης στον συγκεκριμένο αριθμό και τερματίζεται με τη πίεση του πλήκτρου C.



5.2.5. ΕΠΙΛΟΓΗ SENSORS

Η επιλογή Sensors επιτρέπει στον χρήστη τη ρύθμιση της ευαισθησίας των αισθητήρων του συστήματος, δόνησης-κλίσης και πίεσης. Η διαδικασία ρύθμισης είναι όμοια και για τους δύο αισθητήρες όπως θα περιγραφεί παρακάτω για τον αισθητήρα δόνησης-κλίσης.

Επίπεδο 2		“Shock”
		↓
Επίπεδο 3	(τρέχουσα τιμή)	“current value: XX” (XX= 01 εως 99) “change”

Πιέζοντας το πλήκτρο ENTER στην εντολή change, εμφανίζεται η ένδειξη

“enter new value”

“01 to 99:”

όπου ο αριθμός 01 δηλώνει την ελάχιστη ευαισθησία ενώ ο αριθμός 99 τη μέγιστη. Η διαδικασία δεν επιτρέπει την εισαγωγή της τιμής 00. Μόλις εισαχθεί και το ψηφίο των μονάδων εμφανίζεται για ένα δευτερόλεπτο η ένδειξη new value:YY, όπου YY ο αριθμός ο οποίος μόλις εισήχθει, και η οθόνη επιστρέφει στην επιλογή Shock.

5.2.6. ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ

Για τη διευκόλυνση του χρήστη στην επιλογή συχνά χρησιμοποιούμενων εντολών και λειτουργιών, προβλέπεται η λειτουργία 9 συντομεύσεων προς αυτές τις εντολές οι οποίες αντιστοιχούν στα αριθμητικά πλήκτρα 1 εως 9 και είναι οι παρακάτω:

1. Speed, Time
2. Speed, Course
3. Course, Time
4. Long, Lat
5. GPS on/off
6. GSM on/off
7. Clear SMS
8. Silent on/off
9. Call phonenumber2



5.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Ο απομακρυσμένος έλεγχος του οχήματος πραγματοποιείται μέσω του συστήματος πομπού-δέκτη τηλεχειρισμού και μέσω του δικτύου GSM με τη χρήση του κινητού τηλεφώνου σε επικοινωνία με την υπομονάδα Q2501. Ενώ ο έλεγχος μέσω του συστήματος τηλεχειρισμού περιορίζεται από το πλήθος των διαθέσιμων καναλιών ελέγχου και την εμβέλεια του πομπού, ο έλεγχος μέσω του δικτύου GSM δεν γνωρίζει περιορισμούς παρά μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις απώλειας σήματος. Έτσι οι λειτουργίες ελέγχου που προσφέρει ο τηλεχειρισμός περιορίζονται στις βασικές: κλείδωμα/ξεκλείδωμα θυρών, όπλιση/αφόπλιση συναγερμού και εντοπισμό του οχήματος, συνήθως σε χώρους όπου βρίσκονται πολλά οχήματα, μέσω της ενεργοποίησης των φώτων. Από την άλλη πλευρά ο έλεγχος μέσω GSM μπορεί να προσφέρει τις παραπάνω λειτουργίες και επιπλέον οποιαδήποτε άλλη λειτουργία που αφορά το σύστημα προστασίας, το τμήμα GPS και γενικά τη διαχείριση των ηλεκτρικών διατάξεων του οχήματος.

Ο έλεγχος των λειτουργιών γίνεται με την αποστολή μηνύματος κειμένου SMS. Κάθε λειτουργία αντιπροσωπεύεται και από ένα μήνυμα κειμένου χαρακτηριστικό της λειτουργίας αυτής. Για παράδειγμα, η λειτουργία κλειδώματος των θυρών θα εκτελεστεί όταν αποσταλεί το μήνυμα LOCK (κλειδώνω), ενώ η λειτουργία όπλισης του συναγερμού θα εκτελεστεί όταν αποσταλεί το μήνυμα ARM (οπλίζω). Παρακάτω ορίζονται οι ελεγχόμενες λειτουργίες και τα αντίστοιχα μηνύματα κειμένου τα οποία τις ενεργοποιούν.

1. **GPSON**. Ενεργοποίηση του δέκτη GPS.
2. **GPSOFF**. Απενεργοποίηση του δέκτη GPS.
3. **GPSPOS**. Υπολογισμός θέσης και αποστολή των πληροφοριών με SMS στον αριθμό που έστειλε το μήνυμα.
4. **LOCK**. Κλείδωμα των θυρών.
5. **UNLOCK**. Ξεκλείδωμα των θυρών.
6. **ARM**. Όπλιση συναγερμού. Η αφόπλιση γίνεται με κλήση του αριθμού της υπομονάδας.
7. **PANIC**. Ενεργοποίηση των διατάξεων ειδοποίησης του συναγερμού.
8. **SIREN**. Ενεργοποίηση της σειρήνας για 20 δευτερόλεπτα.
9. **SILENT**. Ενεργοποίηση σιωπηλής λειτουργίας του συναγερμού.
10. **NORMAL**. Απενεργοποίηση της σιωπηλής λειτουργίας και της λειτουργίας PANIC.
11. **GSMOFF**. Απενεργοποίηση της υπομονάδας Q2501



12. **.RESET.** Πλήρης επανεκκίνηση του συστήματος

13. **CAUSE.** Σε περίπτωση σκανδαλισμού του συναγερμού αποστέλλεται με SMS στον αποστολέα του μηνύματος η αιτία σκανδαλισμού.

14. **STATE.** Ενημέρωση του ενδιαφερόμενου για την κατάσταση στην οποία βρίσκονται ορισμένες λειτουργίες (κλειδωμένο N/O, οπλισμένο N/O, GPS on/off).

5.3. ΕΙΔΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΜΕΣΩ GSM ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ GPS

Ειδοποιήσεις GSM

Το σύστημα προστασίας έχει τη δυνατότητα να ενημερώσει τον ιδιοκτήτη, κατόπιν αιτήσεως του, για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται. Αυτό συμβαίνει όταν ο χρήστης αποστείλει μήνυμα κειμένου “STATE”. Τότε, το σύστημα συλλέγει τις πληροφορίες και ενημερώνει τον χρήστη αποστέλλοντας σε αυτόν μήνυμα SMS το οποίο περιέχει την κατάσταση κλειδώματος των θυρών, όπλισης του συναγερμού και λειτουργίας του δέκτη GPS. Επίσης, όταν για οποιονδήποτε λόγο σκανδαλιστεί ο συναγερμός, το σύστημα πραγματοποιεί άμεσα κλήση προς τον ιδιοκτήτη ειδοποιώντας τον για την κατάσταση. Αν ο ιδιοκτήτης δεν έχει οπτική πρόσβαση στο όχημα, έχει τη δυνατότητα να ενημερωθεί για την αιτία η οποία σκανδάλισε το συναγερμό, αποστέλλοντας μήνυμα SMS “CAUSE” και το σύστημα αποστέλει πίσω με γραπτό μήνυμα την αιτία. Οι αιτία μπορεί να είναι μία από τις παρακάτω:

- Δόνηση-κλίση του οχήματος ενός εκ των τριών σταδίων ευαισθησίας.
- Αλλαγή στην πίεση του εσωτερικού του οχήματος.
- Παραβίαση οποιουδήποτε διακόπτη παρακολούθησης των θυρών, επιβατών και αποσκευών, και του καλύμματος του κινητήρα.

Πληροφορίες GPS

Οι πληροφορίες οι οποίες εξάγονται από τη διαδικασία υπολογισμού της θέσης του οχήματος, είναι δυνατό να προβληθούν μέσω της οθόνης του συστήματος, σε συνδυασμούς που περιγράφηκαν κατά την εντολή καταλόγου Display, αλλά και μέσω της οθόνης του κινητού τηλεφώνου, κατόπιν αιτήσεως του χρήστη. Έτσι, αποστέλλοντας το γραπτό μήνυμα GPSPOS στην υπομονάδα Q2501, αυτή επιστρέφει με γραπτό μήνυμα τις πληροφορίες που αφορούν την ώρα, την ημερομηνία, το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, την ταχύτητα και την κατεύθυνση.



6

VPP
DAT
CLK

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ



Μία ηλεκτρονική εφαρμογή αποτελείται απο το υλικό ή κατασκευαστικό τμήμα και απο το πολύ συνηθισμένο πλέον στην επιστήμη της Ηλεκτρονικής λογισμικό τμήμα.

6.1. ΤΜΗΜΑ ΥΛΙΚΟΥ

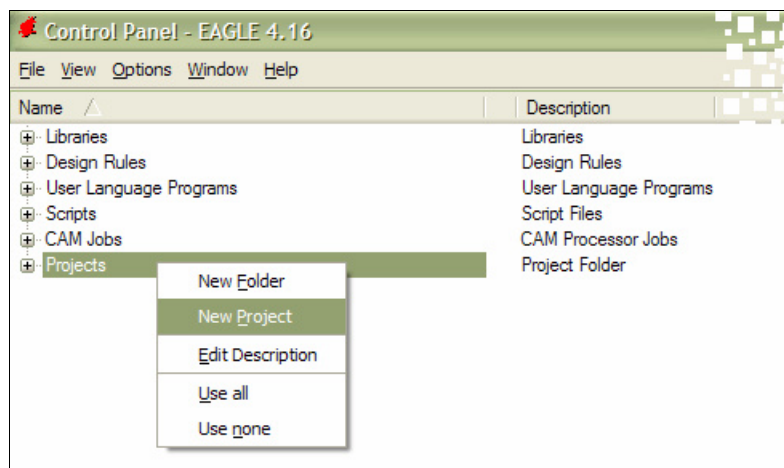
Η διαδικασία υλοποίησης του υλικού της εφαρμογής ξεκινά απο τη στιγμή της σύλληψης της ιδέας της εφαρμογής και περιλαμβάνει την μελέτη της διάταξης και την επιλογή των κατάλληλων εξαρτημάτων τα οποία θα συνθέσουν ένα πλήρες κύκλωμα που θα λειτουργεί με βάση συγκεκριμένες προδιαγραφές. Το πλήρες αυτό κύκλωμα της εφαρμογής φιλοξενείται σε μία πλακέτα διαστάσεων ανάλογων του πλήθους, του μεγέθους και της διάταξης των στοιχείων που χρησιμοποιούνται. Η διαδικασία κατασκευής της πλακέτας απαιτεί τη χρήση ενός προγράμματος σχεδίασης κυκλωμάτων και διαχωρίζεται σε δύο τμήματα, το τμήμα σχεδίασης του σχηματικού διαγράμματος της εφαρμογής και το τμήμα σχεδίασης του τυπωμένου κυκλώματος όπως αυτό θα αποτυπωθεί στην πλακέτα.

6.1.1. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ EAGLE

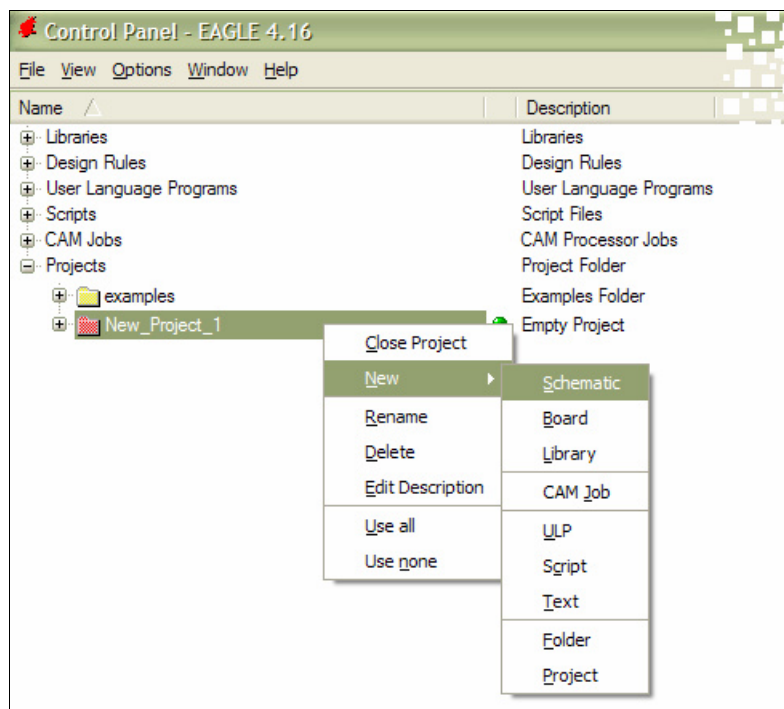
Το πρόγραμμα με το οποίο σχεδιάστηκε το κύκλωμα της εφαρμογής είναι το EAGLE 4.1 της εταιρείας Cadsoft το οποίο διατίθεται ελεύθερα στην έκδοση Light Edition με περιορισμένες δυνατότητες χρήσης των λειτουργιών σχεδίασης. Το πρόγραμμα είναι ιδιαίτερα κατανοητό, εύχρηστο και προσφέρει ελεύθερα μεγάλη ποικιλία βιβλιοθηκών εξαρτημάτων. Στην εικόνα 6.1 φαίνεται ένα τμήμα απο το κύριο παράθυρο της εφαρμογής. Σ' αυτό το παράθυρο δίνεται στον χρήστη ένα πλήθος επιλογών μέσα στις οποίες βρίσκεται και η επιλογή της δημιουργίας ενός νέου σχεδίου (project). Με την επιλογή της δημιουργίας νέου σχεδίου εμφανίζεται αυτομάτως ένας νέος υποφάκελος του φακέλου projects με αρχική ονομασία New_Project_1 η οποία μετονομάζεται κατ' επιθυμία του χρήστη. Πατώντας το δεξί πλήκτρο του ποντικιού στον υποφάκελο New_Project_1 εμφανίζεται ένα πλήθος επιλογών μεταξύ των



οποίων βρίσκεται και η επιλογή της δημιουργίας νέου σχηματικού όπως φαίνεται και στην εικόνα 6.2. Επιλέγοντας την δημιουργία νέου σχηματικού εμφανίζεται ένα νέο ανεξάρτητο παράθυρο το οποίο αντιπροσωπεύει το περιβάλλον σχεδίασης των σχηματικών διαγραμμάτων της εφαρμογής με τα κατάλληλα εργαλεία και επιλογές και θα μελετηθεί παρακάτω κατά την εξήγηση της διαδικασίας της σχεδίασης.



Εικ.6.1. δημιουργία νέου σχεδίου

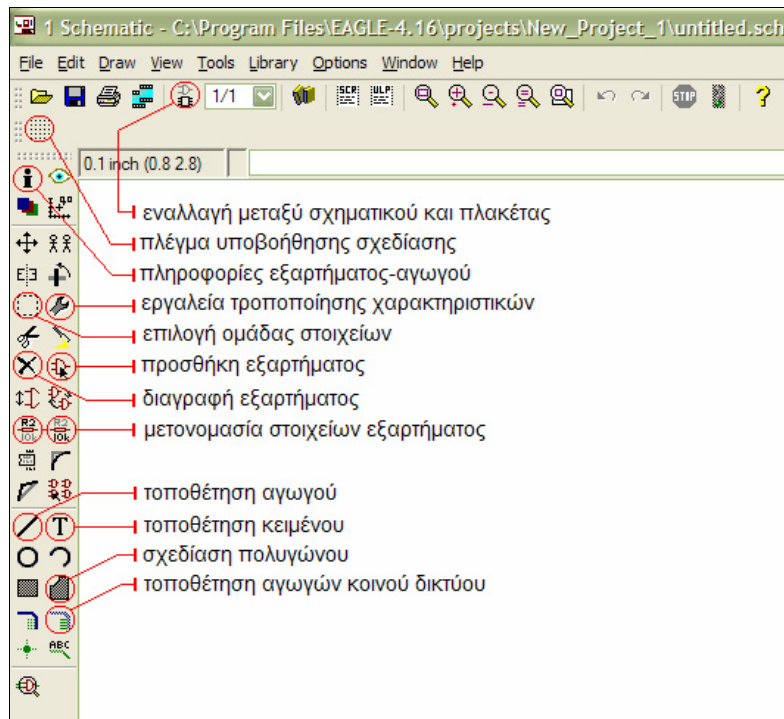


Εικ.6.2. δημιουργία νέου σχηματικού

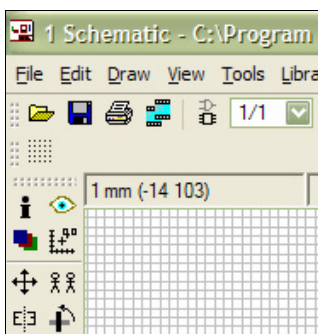


6.1.2. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΧΗΜΑΤΙΚΟΥ

Το παράθυρο σχεδίασης σχηματικού διαγράμματος με την επεξήγηση των σημαντικότερων εργαλείων φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.




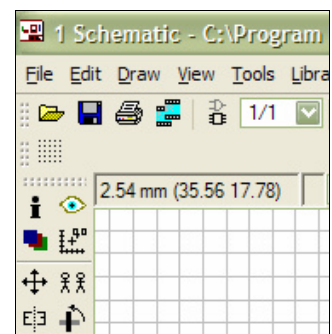
Εικ.6.3.παράθυρο σχεδίασης σχηματικού διαγράμματος



Εικ.6.4.πλέγμα μετακίνησης και τοποθέτησης 1mm


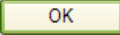

Αρχικά, όπως φαίνεται στην εικόνα 6.3, ο χώρος σχεδίασης είναι κενός.

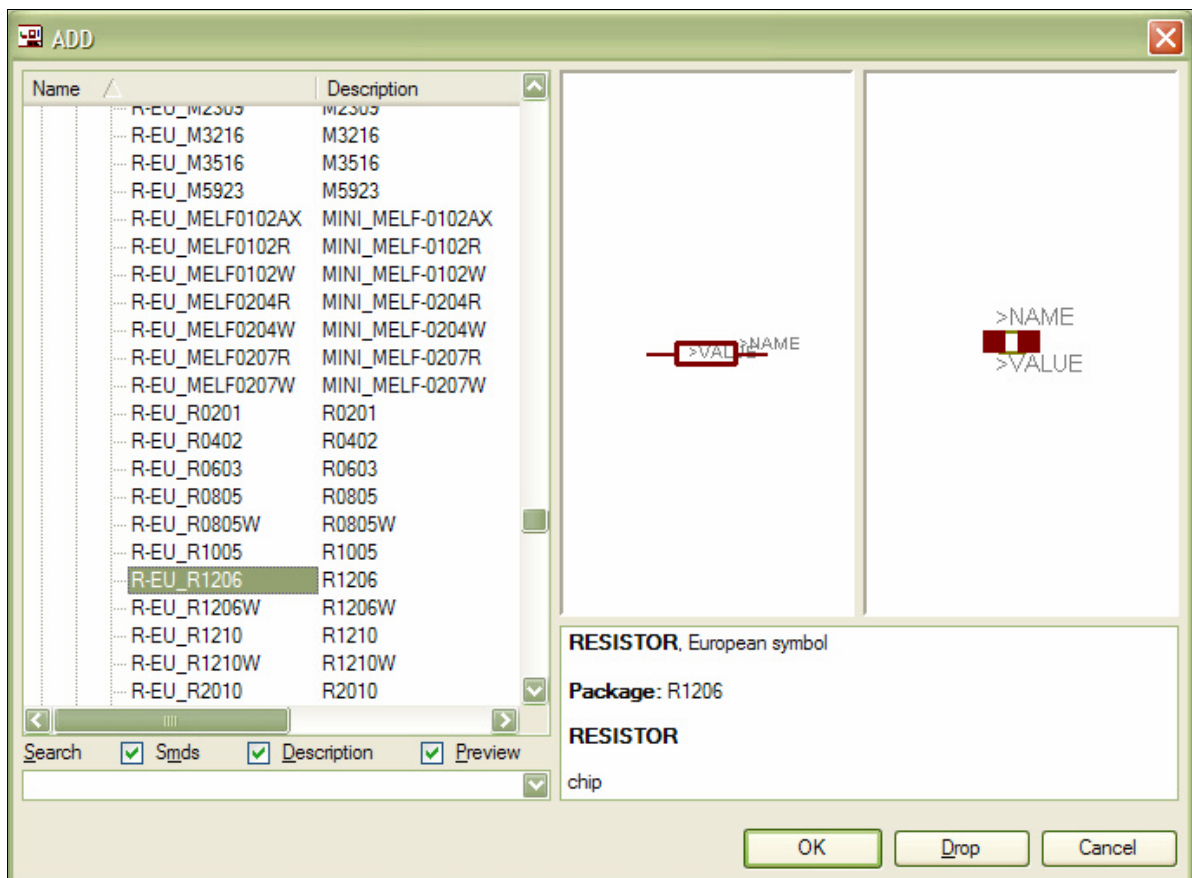
Επιλέγοντας το σύμβολο πλέγματος  δίνεται η δυνατότητα εμφάνισης ή απόκρυψης και ρύθμισης της λεπτομέρειας του πλέγματος πάνω στο οποίο μετακινούνται και τοποθετούνται τα στοιχεία του κυκλωματος, εξαρτήματα



Εικ.6.5.πλέγμα μετακίνησης και τοποθέτησης 2,54mm





αγωγοί και σύμβολα. Στις εικόνες φαίνονται πλέγματα με δυνατότητα μετακίνησης των στοιχείων κατα 1mm και κατα 2,54mm (1inch). Υποστηρίζεται ρύθμιση πλέγματος με δυνατότητα μετακίνησης στοιχείων εως και 0,01mm.

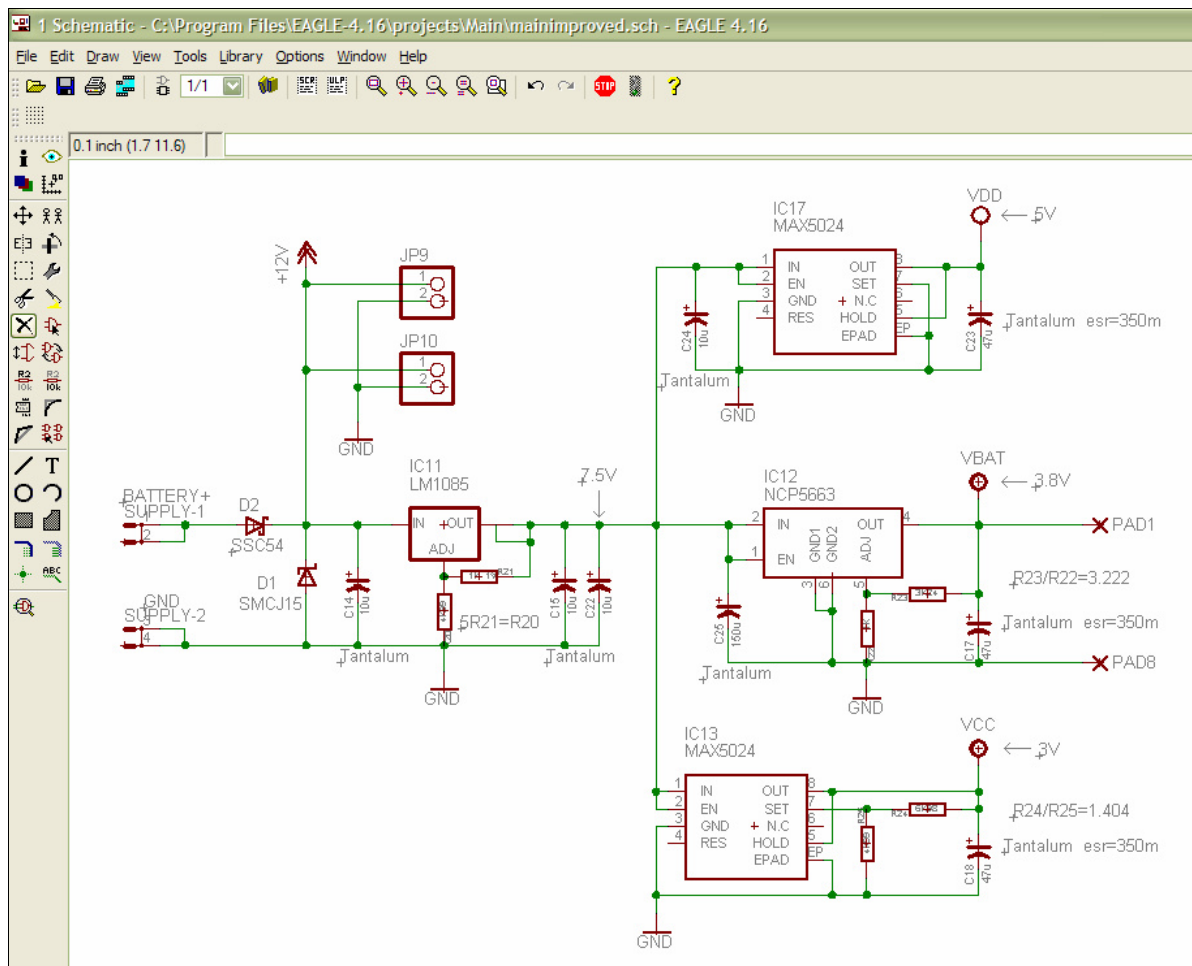
Για την τοποθέτηση των εξαρτημάτων του κυκλώματος επιλέγουμε το σύμβολο προσθήκης εξαρτημάτων  και ανοίγει ένα παράθυρο το οποίο περιέχει εξαρτήματα που βρίσκονται στις βιβλιοθήκες εξαρτημάτων του EAGLE. Στα αριστερά του παραθύρου βρίσκονται οι των βιβλιοθήκες ενώ στην δεξιά πλευρά φαίνονται το σχέδιο του εξαρτήματος στο σχηματικό διάγραμμα και το αποτύπωμα του για την κατασκευή της πλακέτας. Χαμηλά στο παράθυρο υπάρχει η δυνατότητα άμεσης εύρεσης του εξαρτήματος εφ'όσον είναι γνωστή η κωδική ονομασία του ή το είδος του ή ο τύπος της συσκευασίας του. Στην εικόνα 6.6 φαίνεται η εύρεση μίας αντίστασης συσκευασίας τύπου SMD 1206 με κωδικό ονόματος R. Επιλέγοντας το πλήκτρο  επανερχόμαστε στο παράθυρο σχεδίασης και τοποθετούμε το εξάρτημα στην θέση επιλογής μας και σύμφωνα πάντα με τις ρυθμίσεις του πλέγματος. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να τοποθετηθούν κατάλληλα όλα τα εξαρτήματα του κυκλώματος καθώς και τα σύμβολα των τάσεων, ενώ παράλληλα, με το σύμβολο , τοποθετείται κείμενο όπου απαιτείται.



Εικ.6.6.παράθυρο αναζήτησης εξαρτημάτων

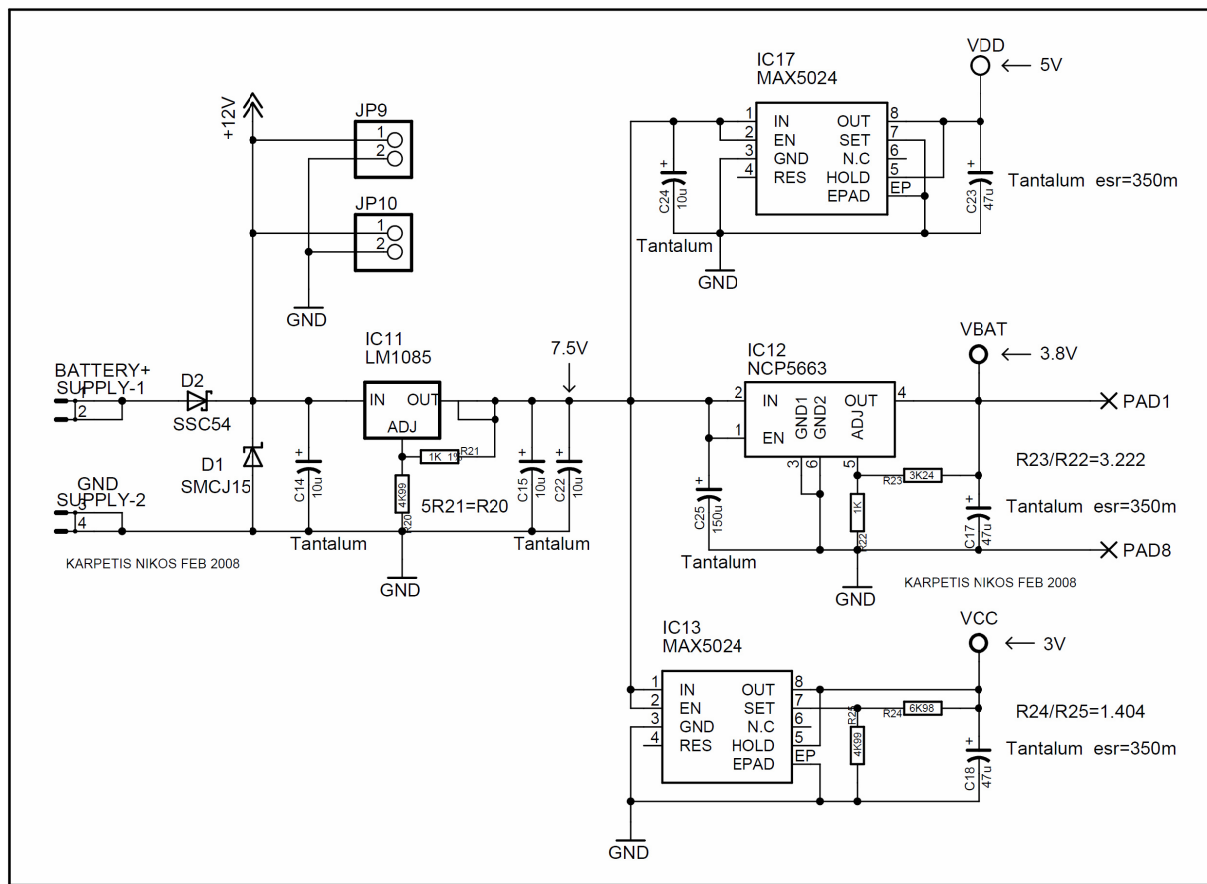


Κατα τη σχεδίαση του σχηματικού υπάρχει η δυνατότητα μετονομασίας των στοιχείων του κυκλώματος και των τιμών τους επιλέγοντας τα πλήκτρα  και . Η ένωση των εξαρτημάτων με γραμμές αγωγών γίνεται επιλέγοντας το πλήκτρο τοποθέτησης αγωγών κοινού δικτύου . Διαφέρει απο την τοποθέτηση απλού αγωγού  διότι κατα την σχεδίαση στο σχηματικό, οι ακροδέκτες εξαρτημάτων που συνδέονται με κοινό αγωγό, αποκτούν μια δεύτερη συγκεκριμένη κοινή ονομασία η οποία χρησιμοποιείται κατα τη σχεδίαση της πλακέτας, για να υποδείξει τους ακροδέκτες που πρέπει να συνδεθούν μεταξύ τους πάνω στην πλακέτα. Στις εικόνες 6.7 και 6.8 φαίνεται το ολοκληρωμένο σχηματικό διάγραμμα του τμήματος τροφοδοσίας της εφαρμογής.



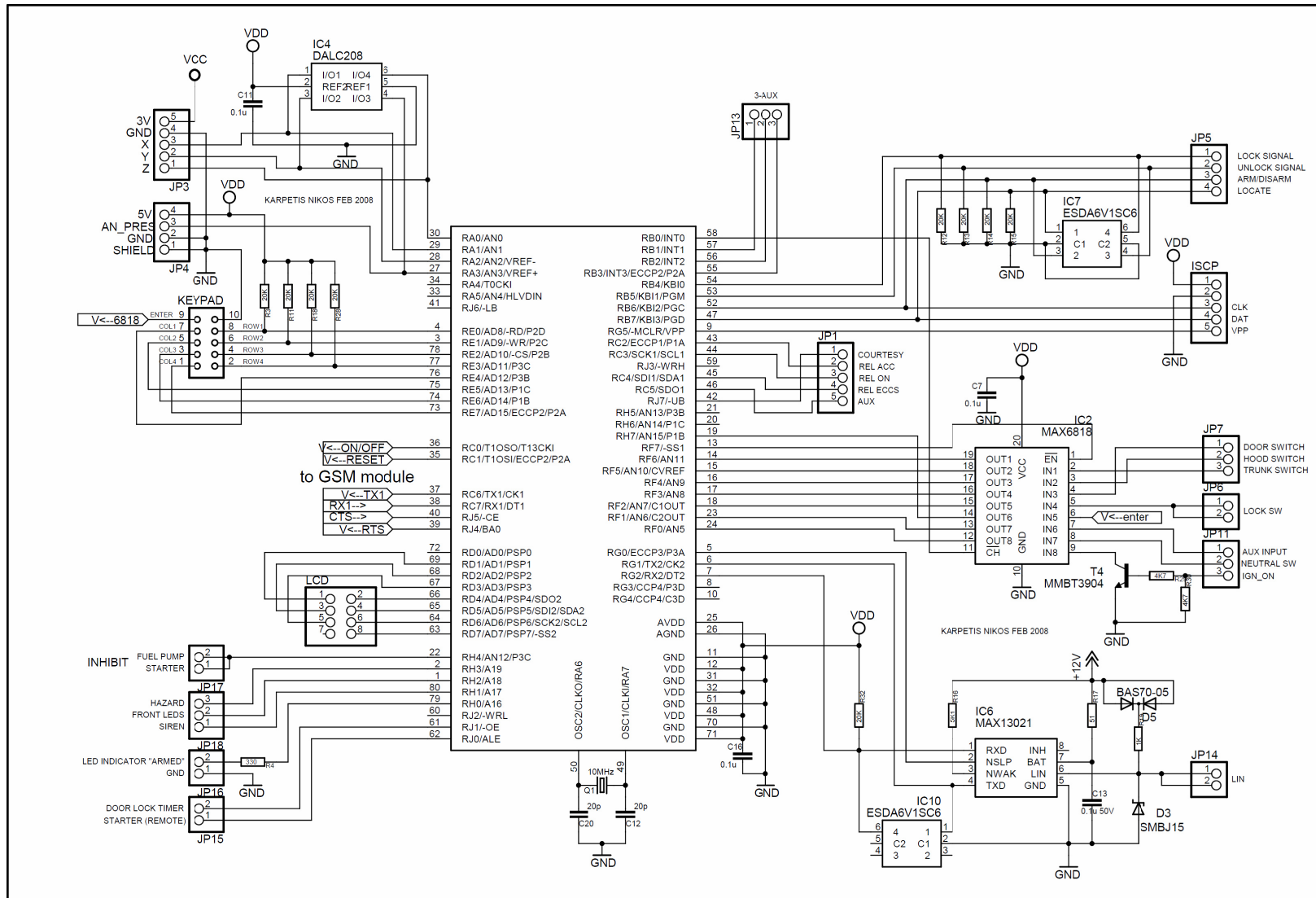
Εικ.6.7. το σχηματικό διάγραμμα του τμήματος τροφοδοσίας

Ομοίως σχεδιάστηκαν και τα υπόλοιπα τμήματα των οποίων τα σχηματικά διαγράμματα παρατίθενται στις επόμενες σελίδες.



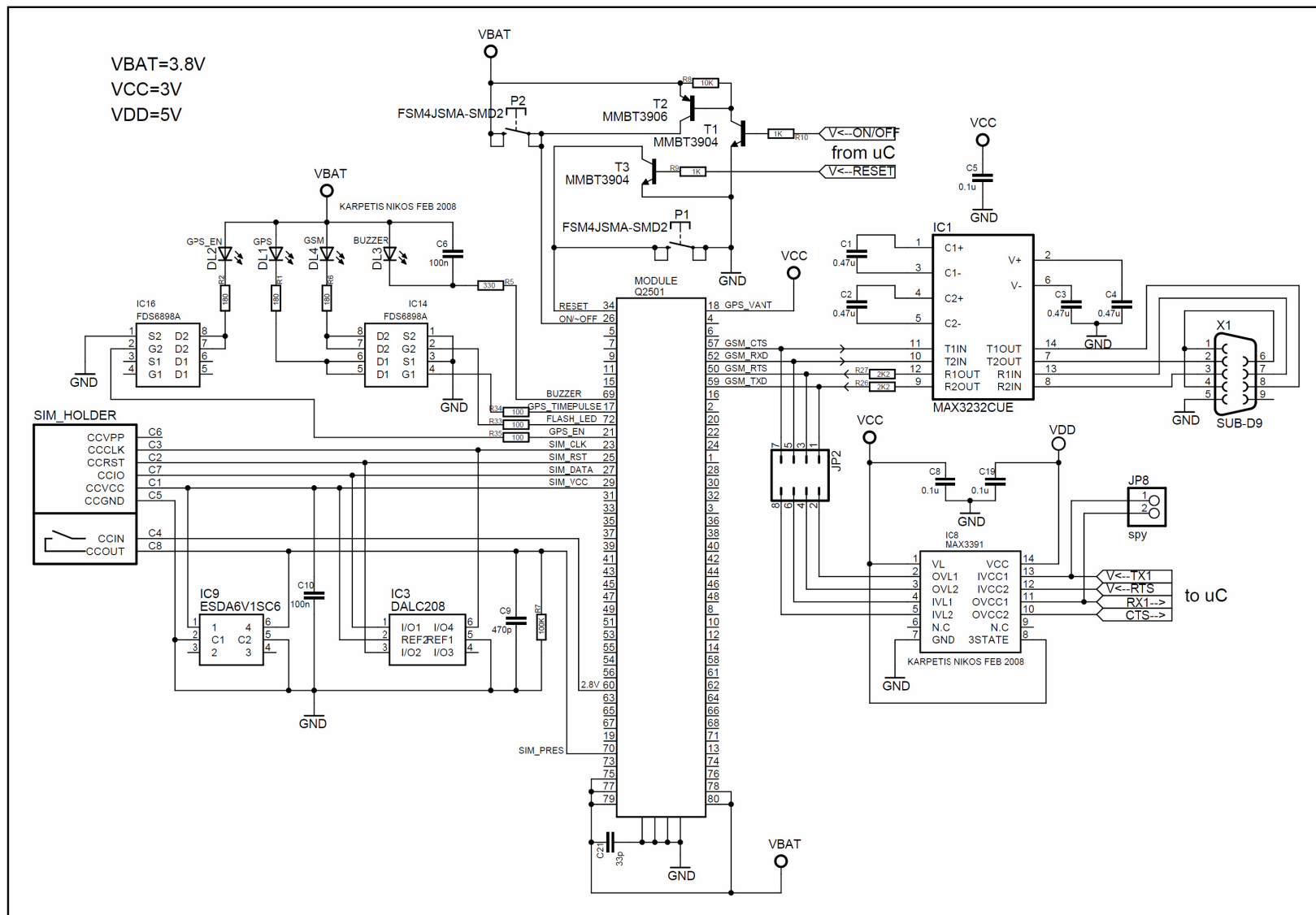
Εικ.6.8. Το σχηματικό διάγραμμα του τμήματος τροφοδοσίας της εφαρμογής





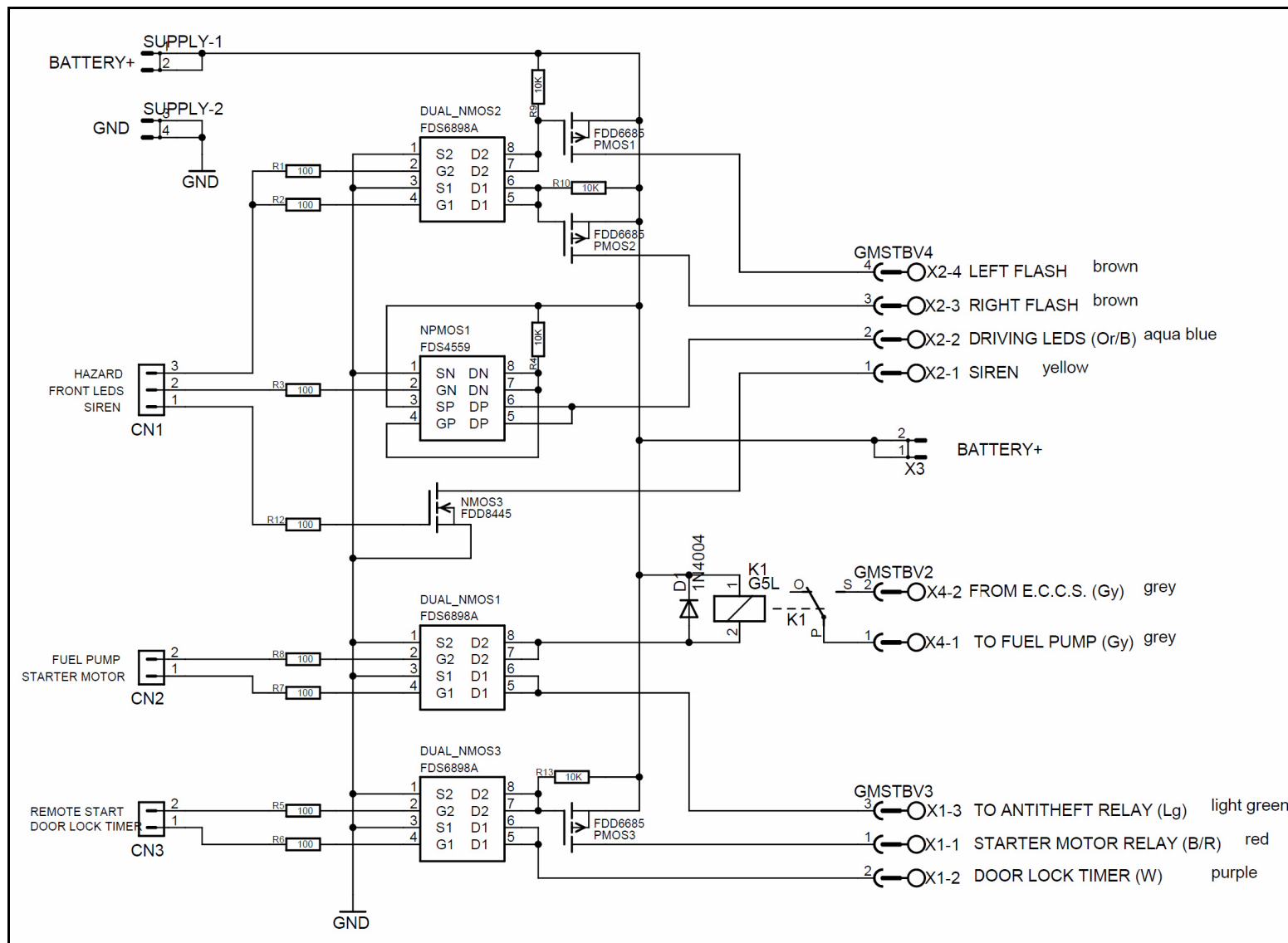
Εικ.6.9. το σχηματικό διάγραμμα του μικροελεγκτή





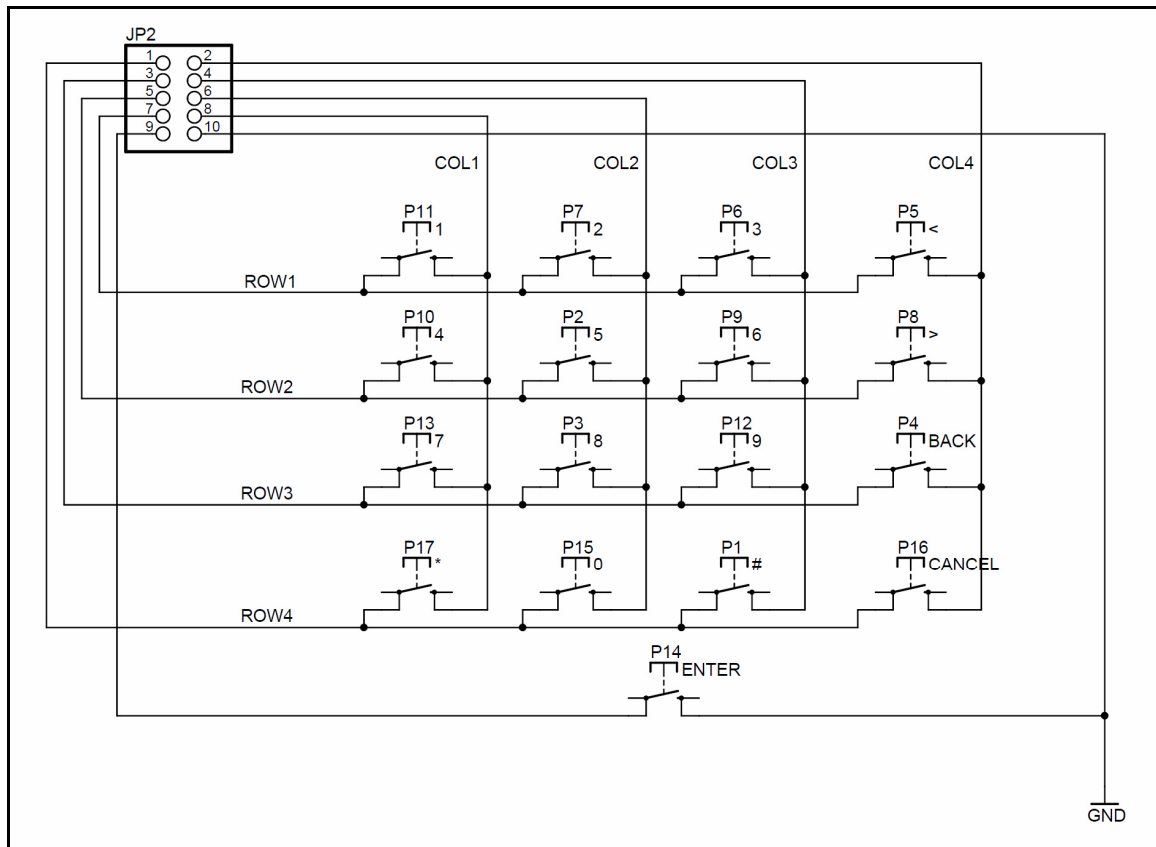
Εικ.6.10. το σχηματικό διάγραμμα του τμήματος GSM/GPS



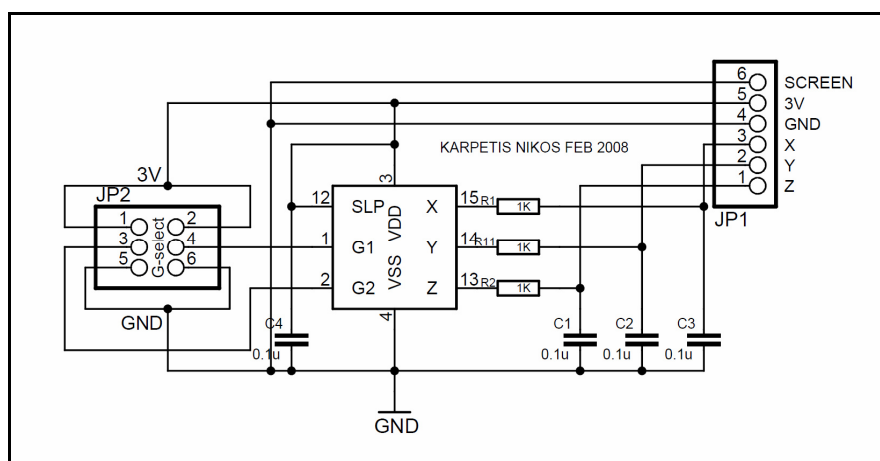


Εικ.6.11. το σχηματικό διάγραμμα του τμήματος οδήγησης φορτίων






Εικ.6.12. το σχηματικό διάγραμμα του πληκτρολογίου

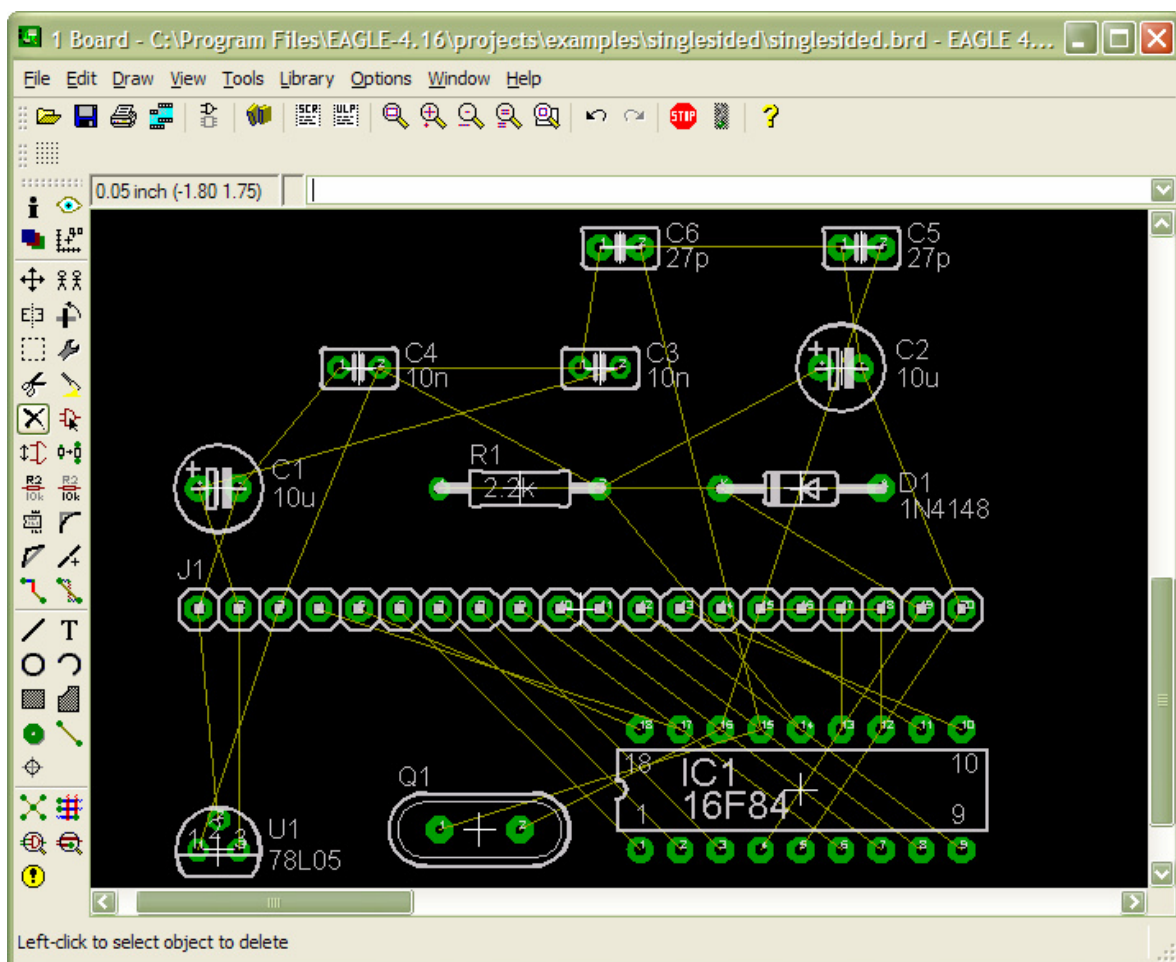


Εικ.6.13. το σχηματικό διάγραμμα του αισθητήρα δόνησης-κλίσης




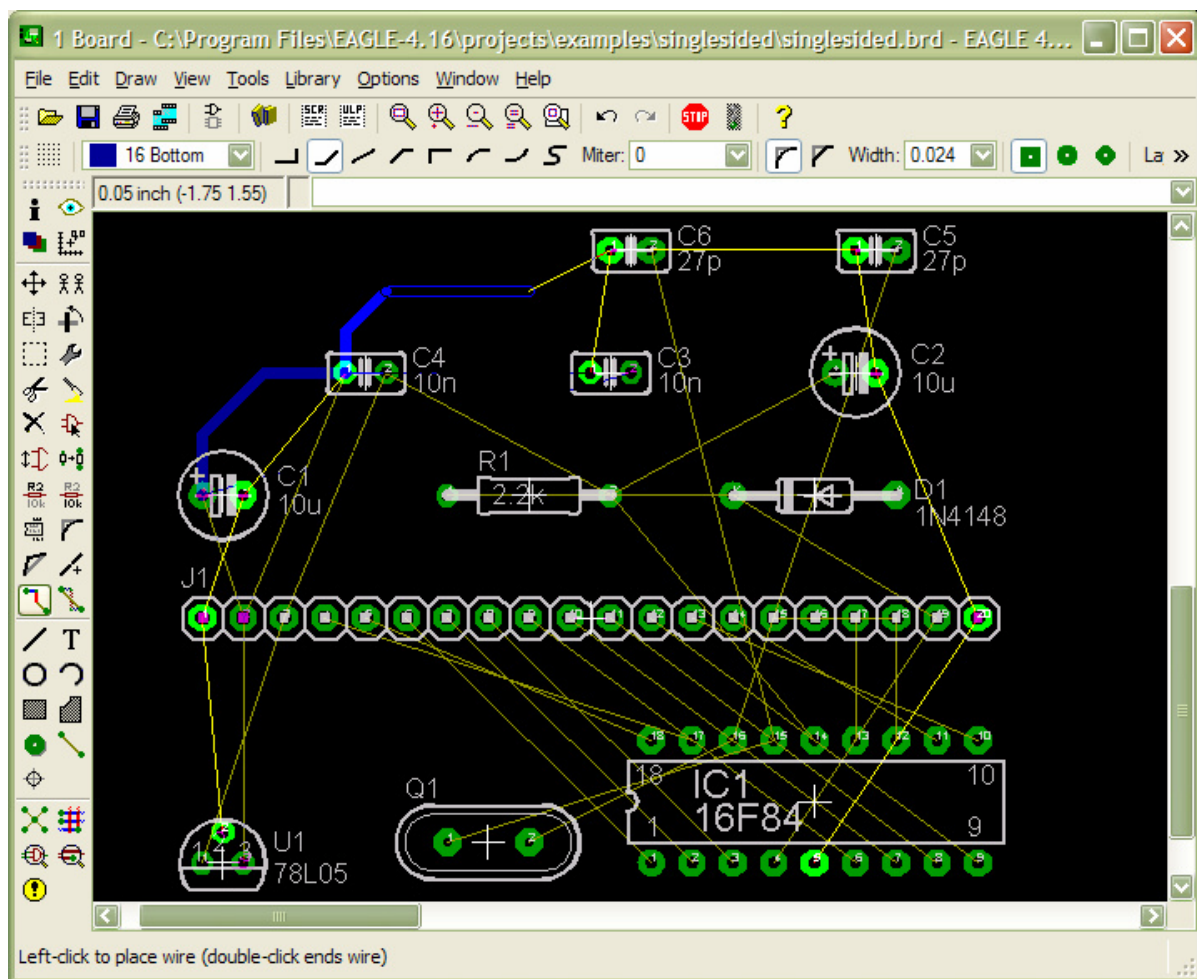
6.1.3. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΥΠΩΜΕΝΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Εφ'όσον ολοκληρωθεί η σχεδίαση του σχηματικού διαγράμματος το επόμενο βήμα είναι η σχεδίαση της πλακέτας της εφαρμογής. Επιλέγοντας το πλήκτρο  ανοίγει ένα νέο παράθυρο που αντιπροσωπεύει το περιβάλλον σχεδίασης της πλακέτας. Επίσης με το ίδιο πλήκτρο πραγματοποιείται η εναλλαγή μεταξύ των παραθύρων του σχηματικού και της πλακέτας. Ο χώρος σχεδίασης της πλακέτας δεν είναι κενός, αλλά περιέχει όλα τα εξαρτήματα του σχηματικού διαγράμματος σε παράταξη, ώστε να τοποθετηθούν στη συνέχεια στις κατάλληλες θέσεις. Αρχικά, δέν υπάρχει καμία σύνδεση μεταξύ τους παρα μόνο οι νοητές ενώσεις ακροδεκτών (κίτρινες γραμμές) οι οποίες υποδεικνύουν ποιο ακροδέκτης θα συνδεθούν υπο κοινό αγωγό. Στην εικόνα 6.14. φαίνεται η αρχική μορφή της πλακέτας με τα ασύνδετα εξαρτήματα.




Εικ.6.14.αρχική παράταξη των εξαρτημάτων στο χώρο σχεδίασης της πλακέτας

Με το πλήκτρο  επιλέγεται η λειτουργία της σχεδίασης των διαδρομών χαλκού οι οποίες θα συνδέουν τα εξαρτήματα. Ξεκινώντας τη σχεδίαση της διαδρομής, χρώματος μπλέ στην εικόνα 6.15, απο έναν ακροδέκτη σε κάποιον άλλο, το πρόγραμμα διευκολύνει τον σχεδιαστή δείχνοντας του με την έντονα κίτρινη συνδετική γραμμή με ποιόν ακροδέκτη επιτρέπεται η σύνδεση. Ταυτόχρονα, όλοι οι διαθέσιμοι προς σύνδεση ακροδέκτες αποκτούν έντονο πράσινο χρώμα.

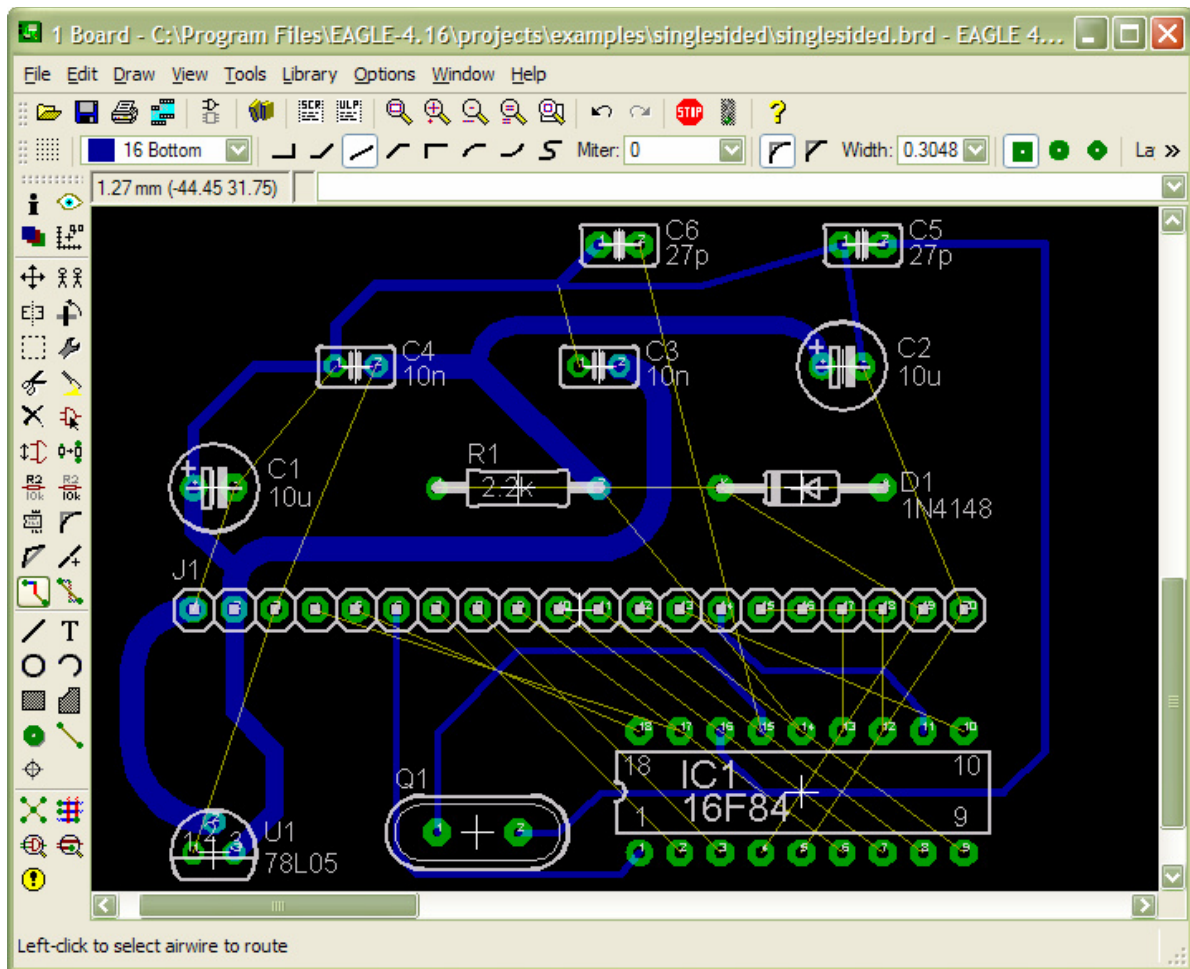


Εικ.6.15. σχεδίαση των διαδρομών του κυκλώματος


Με την επιλογή πλήκτρου απο τη σειρά  καθορίζεται ο τρόπος χάραξης της διαδρομής, με γωνίες 45 και 90 μοιρών ή με καμπύλες, δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα. Το πλάτος της διαδρομής μπορεί να μεταβληθεί οποιαδήποτε στιγμή κατα την χάραξη τοποθετώντας στο πλαίσιο **Width: 0.024** την επιθυμητή τιμή. Η τιμή 0,024 εκφράζεται με μονάδα μέτρησης την ίντσα (1inch=2,54mm).



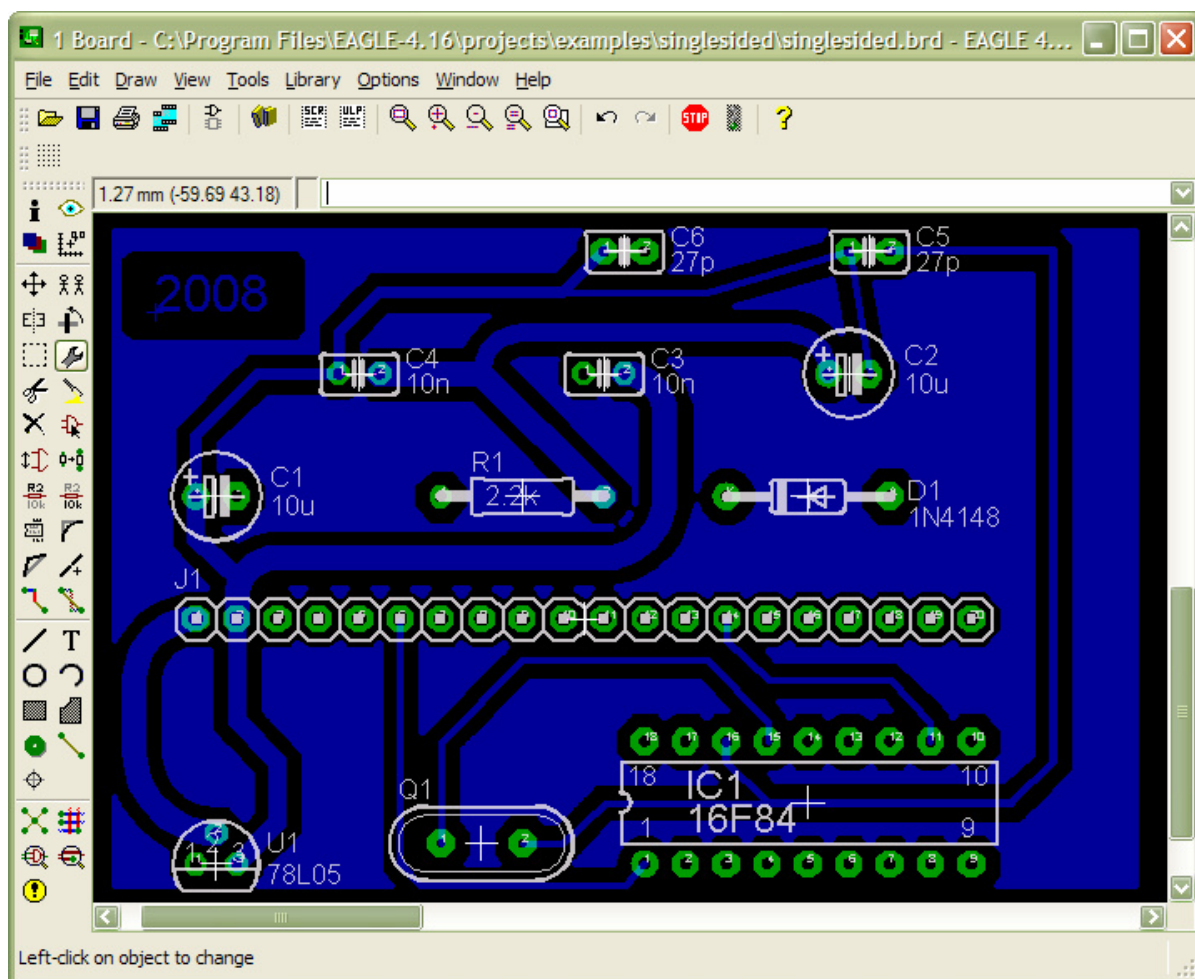
Το διαφορετικό πλάτος των διαδρομών είναι αποτέλεσμα της γνώσης του ρεύματος το οποίο θα διαρρέει τον αγωγό. Συνεπώς, τα μεγαλύτερα πλάτη δηλώνουν τη ροή μεγαλύτερων ρευμάτων. Στην εικόνα 6.16 φαίνεται ένα παράδειγμα σχεδίασης διαδρομών με διαφορετικά πλάτη και τρόπο χάραξης. Επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία της χάραξης για όλους τους ασύνδετους ακροδέκτες ολοκληρώνεται η σχεδίαση των διαδρομών της πλακέτας.



Εικ.6.16.σχεδίαση διαδρομών διαφορετικού πλάτους

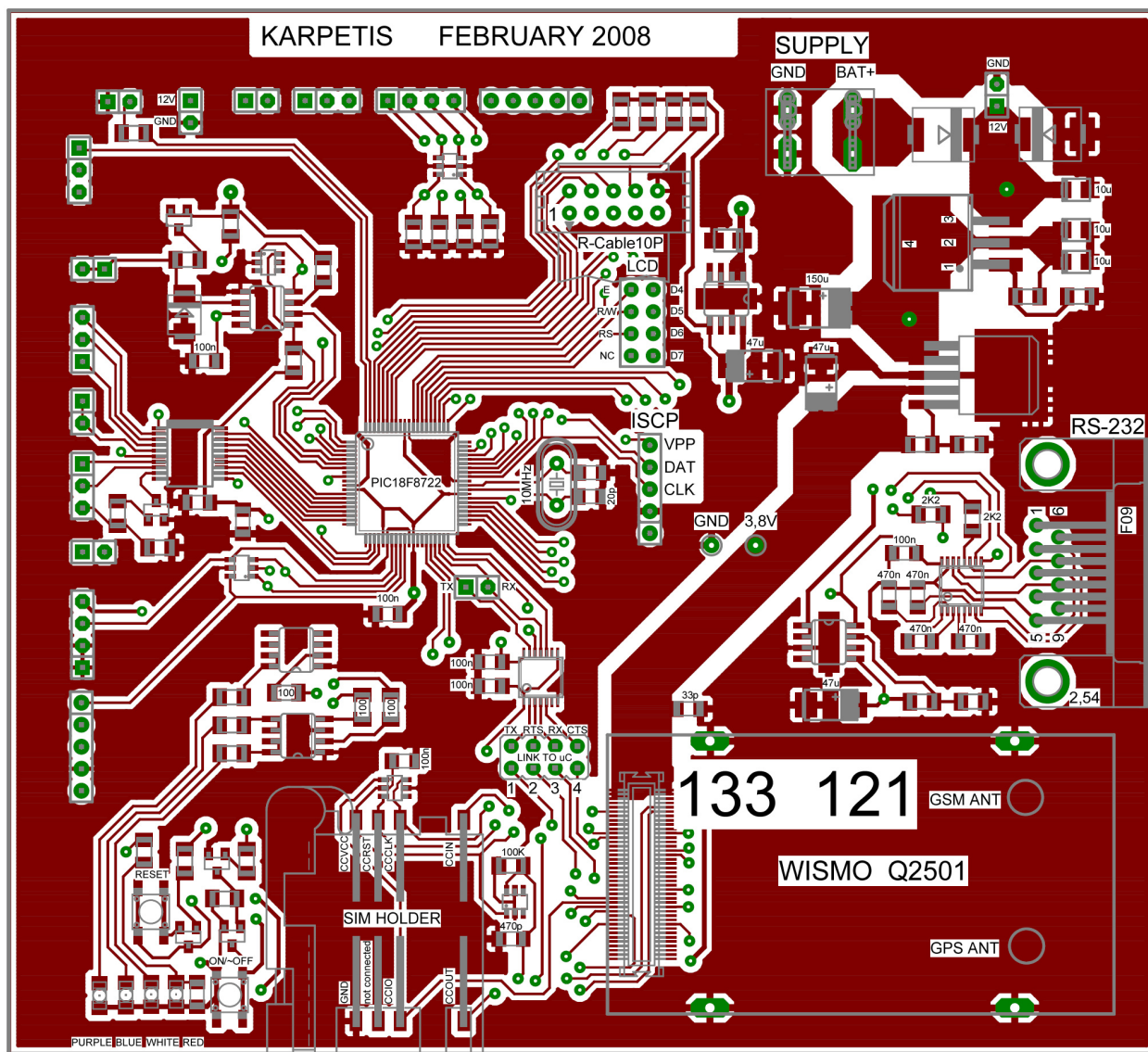
Η τοποθέτηση κειμένου στην πλακέτα της εφαρμογής είναι δυνατή με την επιλογή του πλήκτρου **T**. Με την επιλογή της λειτουργίας τοποθέτησης πολυγώνου  είναι δυνατή η δημιουργία μεγάλων και συμπαγών κομματιών αγωγίμης επιφάνειας για την κάλυψη ενός μέρους ή ολόκληρης της πλακέτας. Συνήθως αυτά τα κομμάτια φέρουν το δυναμικό της γής με

σκοπό την θωράκιση του κυκλώματος απο παρασιτικά φαινόμενα και την μείωση χωρητικών και επαγωγικών φαινομένων μεταξύ των διαδρομών της πλακέτας. Ένας άλλος λόγος της δημιουργίας τους είναι και η εξοικονόμηση υλικών κατα την αποχάλκωση της πλακέτας και η παραγωγή μικρότερης ποσότητας βλαβερών για το περιβάλλον ουσιών. Στην επόμενη εικόνα φαίνεται το σχέδιο της πλακέτας στην οποία έχει χρησιμοποιηθεί η λειτουργία κειμένου και πολυγώνου .

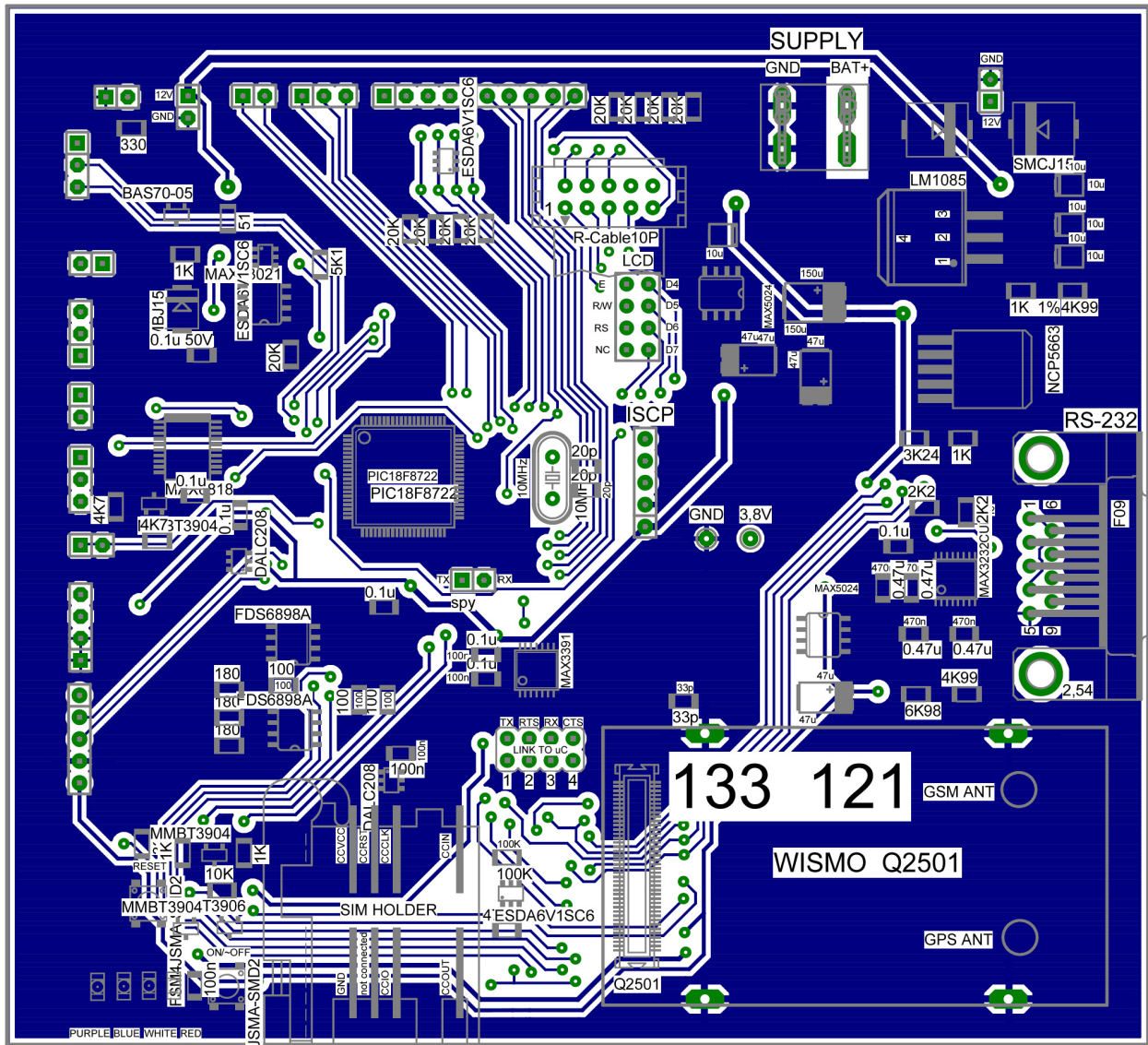


Εικ.6.17. τελική μορφή πλακέτας με κείμενο και κάλυψη των κενών περιοχών με αγωγίμη επιφάνεια

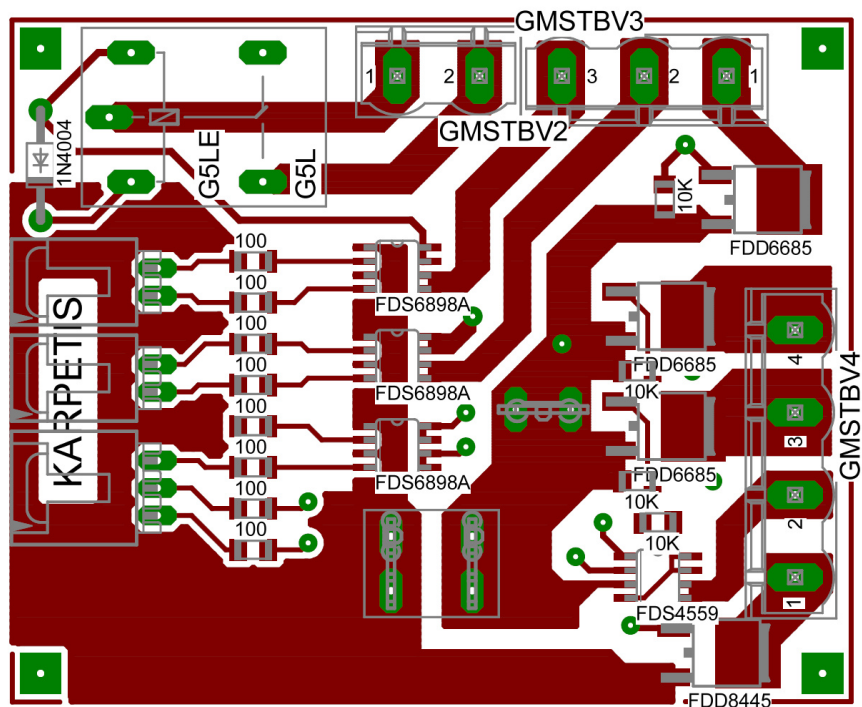
Στις σελίδες που ακολουθούν, παρατίθενται τα τυπωμένα κυκλώματα των πλακετών της εφαρμογής έτσι όπως σχεδιάστηκαν με τη χρήση του προγράμματος EAGLE. Η κύρια πλακέτα αλλά και η πλακέτα των κυκλωμάτων οδήγησης των φορτίων έχουν δύο επίπεδα, άνω και κάτω, διότι η πολυπλοκότητα της εφαρμογής, όπως θα φανεί, δεν επέτρεπε τη χρήση ενός επιπέδου.



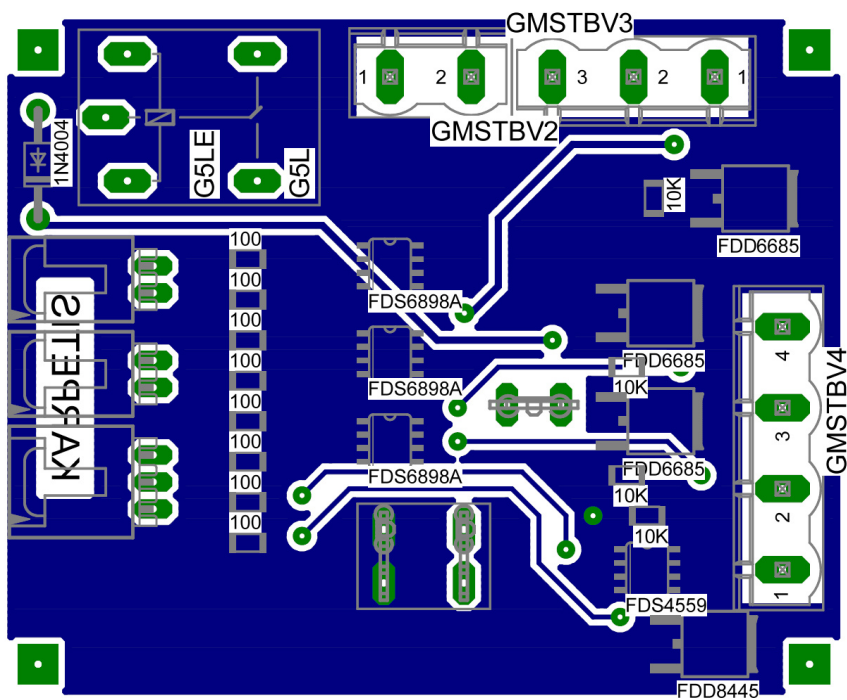
Εικ.6.18. το άνω επίπεδο της κύριας πλακέτας



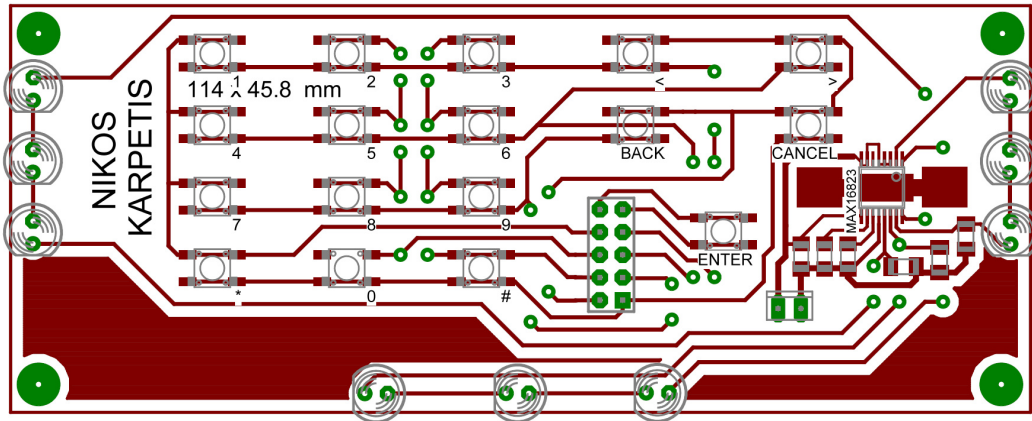
Εικ.6.19. το κάτω επίπεδο της κύριας πλακέτας



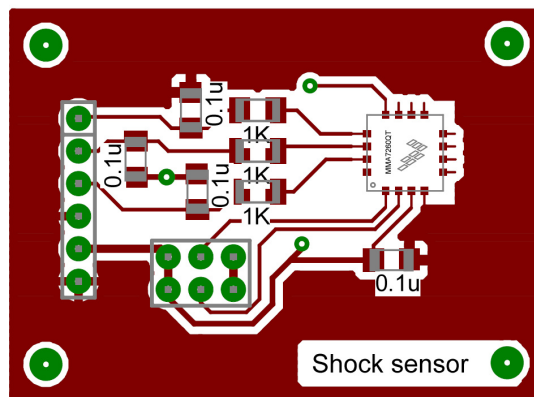
Εικ.6.20. το άνω επίπεδο της πλακέτας οδήγησης των φορτίων



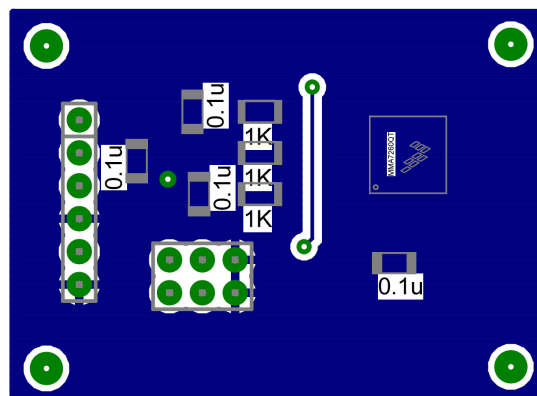
Εικ.6.21. το κάτω επίπεδο της πλακέτας οδήγησης των φορτίων



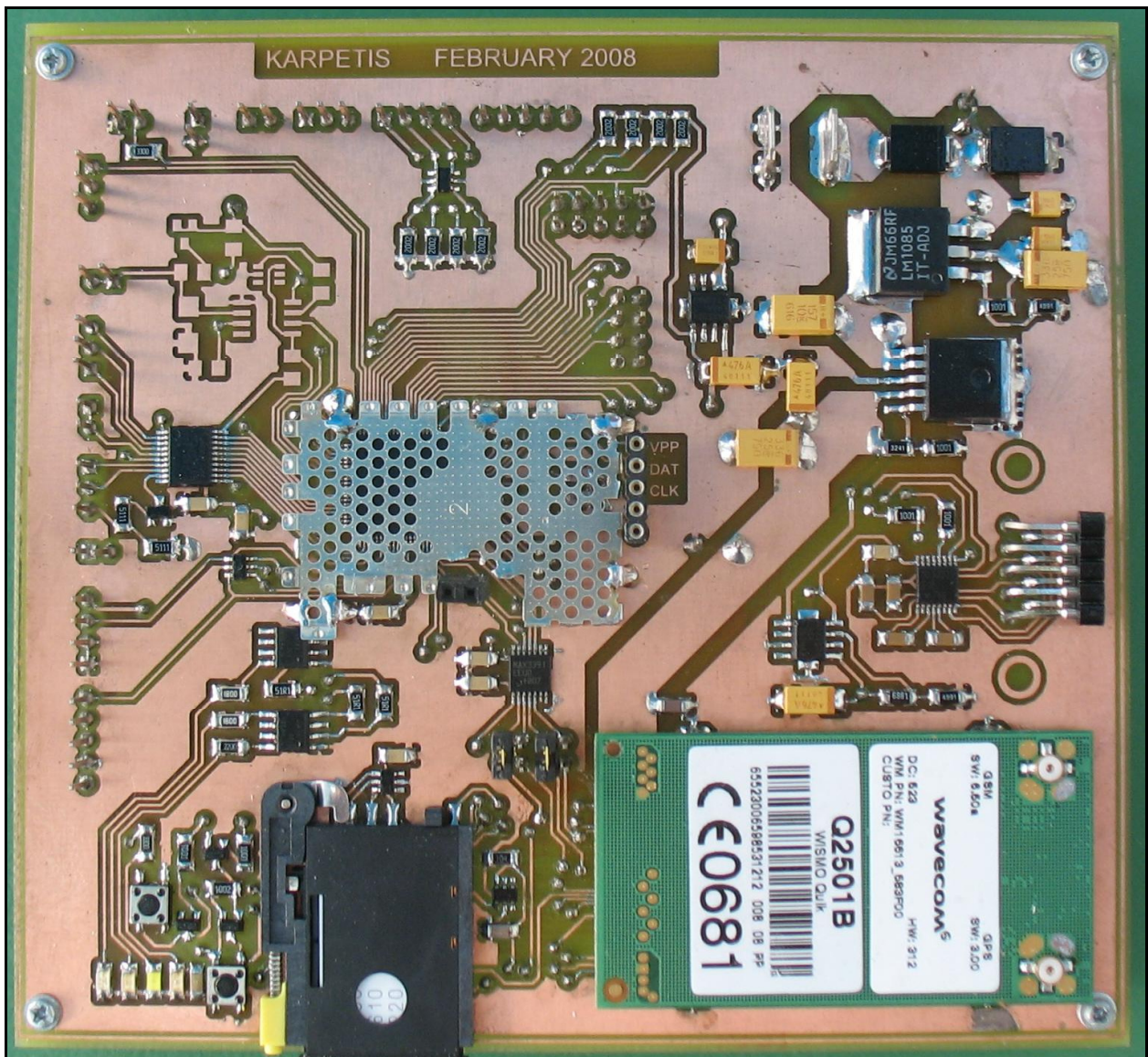
Εικ.6.22. η πλακέτα του πληκτρολογίου



Εικ.6.23. το άνω επίπεδο της πλακέτας του αισθητήρα δόνησης



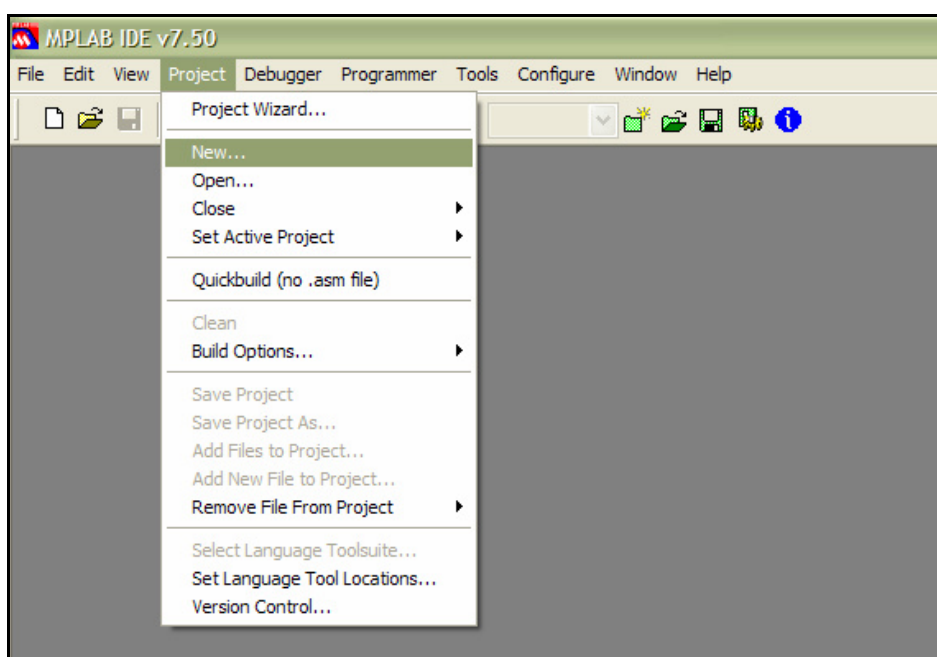
Εικ.6.24. το κάτω επίπεδο της πλακέτας του αισθητήρα δόνησης



Εικ.6.25. η τελική εικόνα του άνω επιπέδου της κύριας πλακέτας

6.2. ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

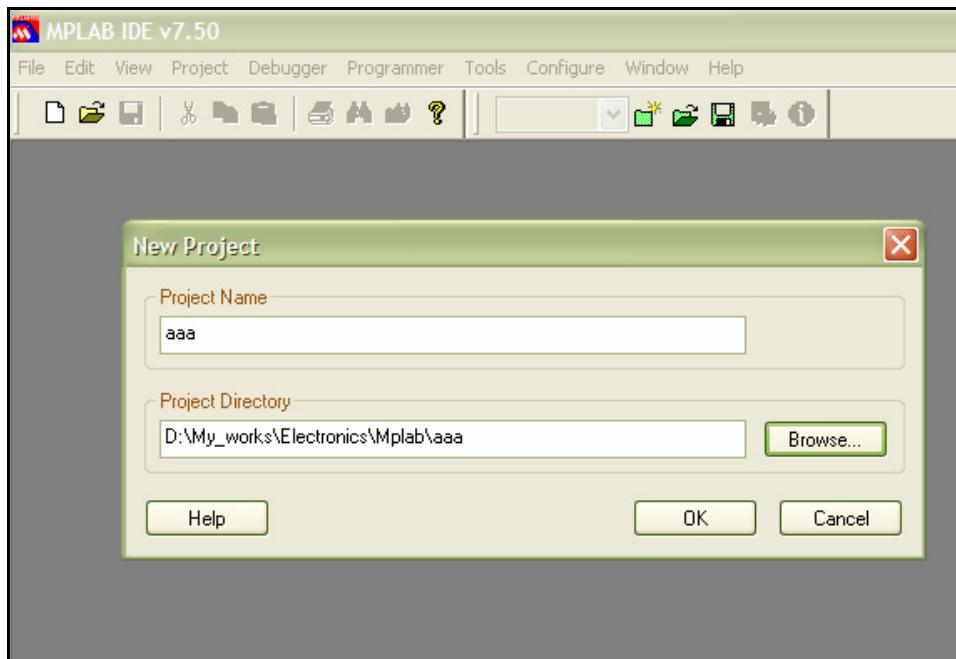
Η έννοια του τμήματος λογισμικού περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες οι οποίες απαιτούνται για την συγγραφή του κώδικα προγραμματισμού, ο οποίος καθορίζει την λειτουργία των κυκλωμάτων της εφαρμογής και την μεταφορά του στον μικροελεγκτή ως κώδικα μηχανής. Γι' αυτό το λόγο υπάρχουν αναπτυξιακά συστήματα που περιλαμβάνουν, το περιβάλλον στο οποίο συγγράφεται και μεταγλωττίζεται ο κώδικας προγραμματισμού και το υλικό εκείνο που θα αναλάβει τη διαδικασία μεταφοράς του κώδικα στον μικροελεγκτή. Ένα τέτοιο σύστημα είναι και το περιβάλλον προγραμματισμού MPLAB σε συνεργασία με τη συσκευή προγραμματισμού ICD2, προϊόντα της εταιρείας Microchip. Η συγγραφή του κώδικα έγινε στη γλώσσα προγραμματισμού C, χρησιμοποιώντας τον μεταγλωττιστή της εταιρείας CCS ο οποίος διαθέτει τις κατάλληλες βιβλιοθήκες και εντολές για τον προγραμματισμό των μικροελεγκτών της Microchip. Στην εικόνα 6.26 φαίνεται ένα μέρος από το παράθυρο του περιβάλλοντος προγραμματισμού MPLAB και ο τρόπος δημιουργίας ενός νέου σχεδίου (project).



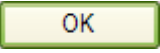

Εικ.6.26. δημιουργία νέου σχεδίου στο MPLAB 7.50



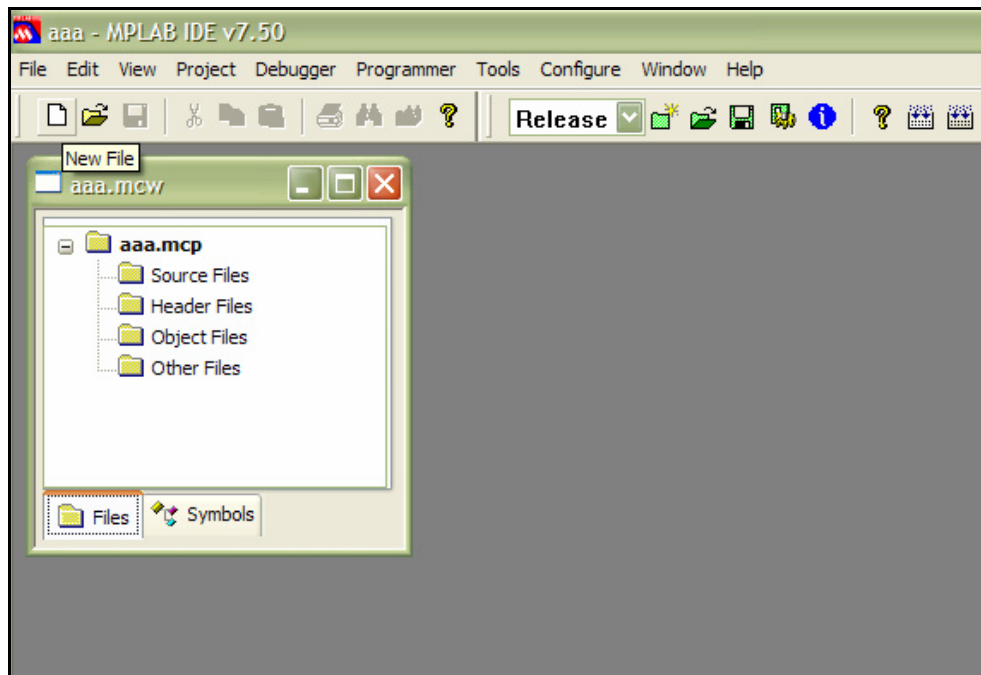
Επιλέγοντας Project→New..., ανοίγει ένα νέο παράθυρο (εικόνα 6.27) στο οποίο εισάγεται το όνομα του σχεδίου και η θέση στην οποία θα βρίσκονται τα σχετικά με το σχέδιο αρχεία τα οποία θα δημιουργηθούν στη συνέχεια.



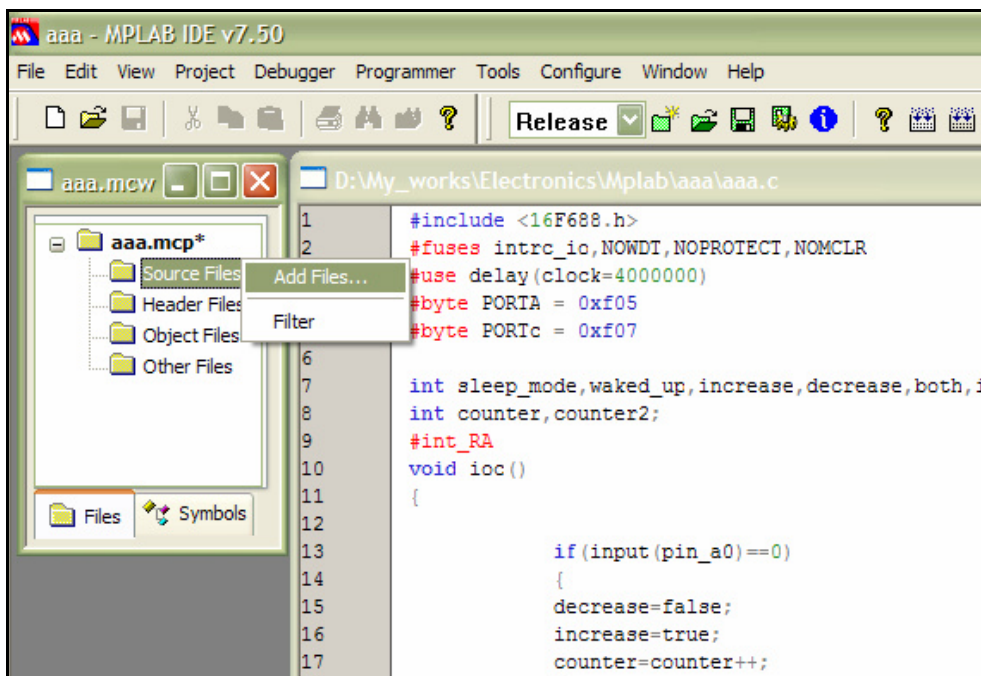
Εικ.5.27. ονομασία του σχεδίου και επιλογή θέσης αποθήκευσης

Επιλέγοντας  δημιουργείται το σχέδιο και εμφανίζεται ο χώρος εργασίας όπως φαίνεται στην εικόνα 6.28. Με την επιλογή του πλήκτρου  δημιουργείται ένα νέο αρχείο, αρχικά χωρίς κατάληξη, στο οποίο θα γραφεί ο κώδικας του προγράμματος σε γλώσσα C και κατα την αποθήκευση του θα του δοθεί όνομα και η κατάληξη .c. Το αρχείο αυτό ονομάζεται αρχείο πηγαίου κώδικα (source file) και θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια κατα τη διαδικασία μεταγλώττισης. Κατα τη διαδικασία αυτή, θα μετατραπεί σε αρχείο κώδικα μηχανής το οποίο θα έχει κατάληξη .hex. Τελευταία, θα μεταφερθεί μέσω της συσκευής ICD2 στον μικροελεγκτή.

Μόνο όταν ολοκληρωθεί η συγγραφή του κώδικα έχει νόημα η προσθήκη του πηγαίου αρχείου στον φάκελο Source Files (εικόνα 6.29), για να εκτελεστούν στη συνέχεια τα βήματα της μεταγλώττισης και του προγραμματισμού του μικροελεγκτή.



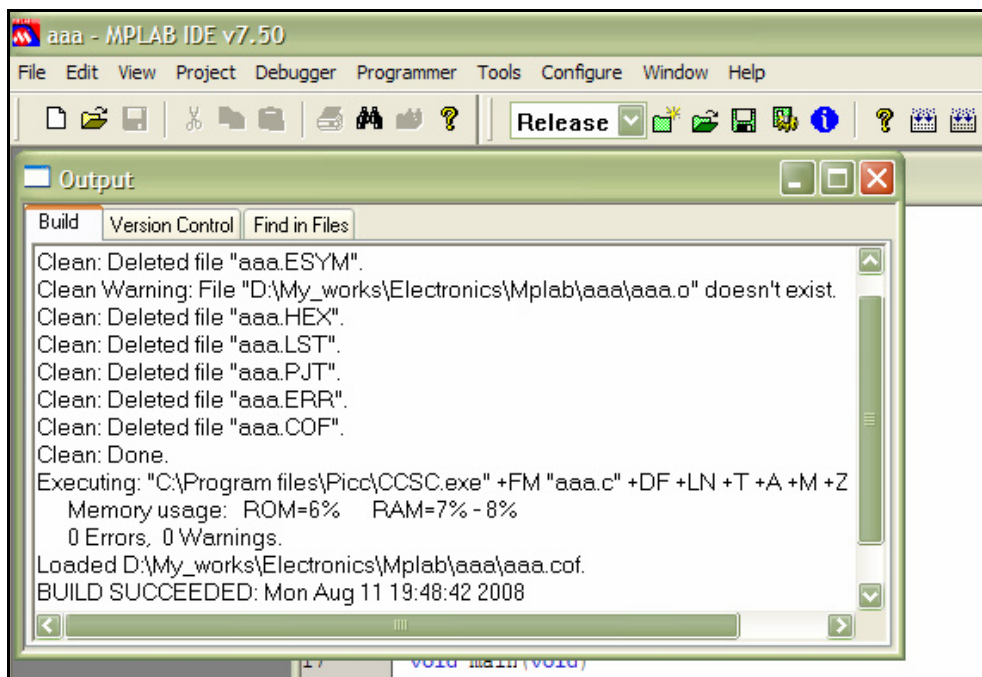
Εικ.6.28. ο χώρος εργασίας του MPLAB



Εικ.6.29. προσθήκη πηγαίου αρχείου aaa.c

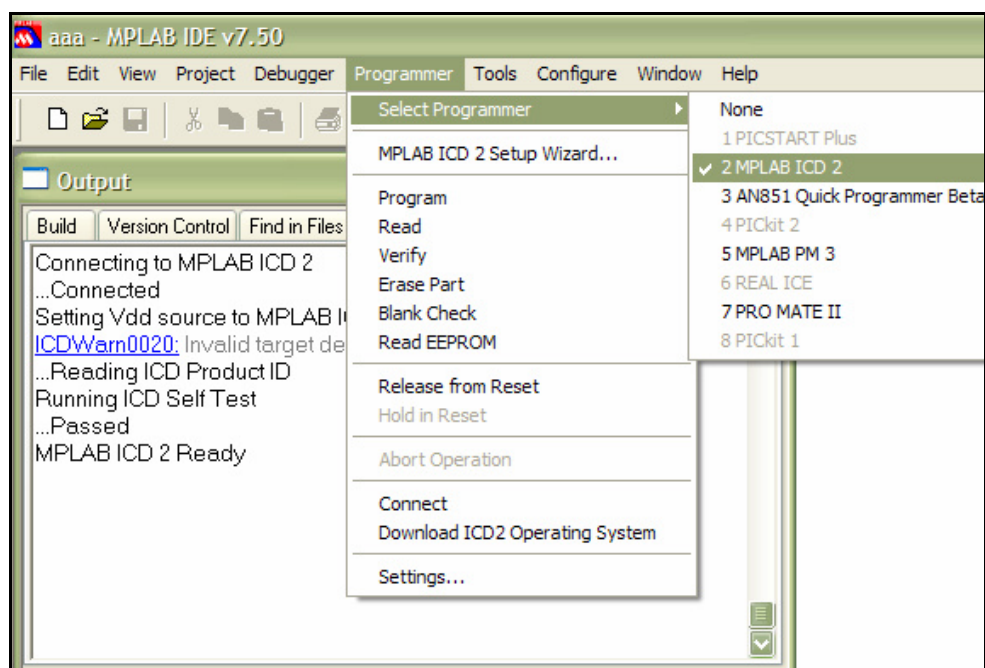


Μόλις γίνει η προσθήκη του πηγαίου αρχείου ακολουθεί η διαδικασία της μεταγλώττισης η οποία πραγματοποιείται με την επιλογή Project→Build all. Αν ο κώδικας σε γλώσσα C δεν περιέχει σφάλματα, στο παράθυρο που εμφανίζεται ανακοινώνεται η επιτυχής μεταγλώττιση μαζί με τις πληροφορίες της διαδικασίας (εικόνα 6.30). Σε περίπτωση σφάλματος κώδικα, ανακοινώνεται η αποτυχία της μεταγλώττισης και προβάλλονται οι αιτίες της αποτυχίας. Μόλις γίνουν οι απαραίτητες διορθώσεις στον κώδικα, η διαδικασία μεταγλώττισης επαναλαμβάνεται και παράγεται το δεκαεξαδικό HEX αρχείο του κώδικα μηχανής. Σ' αυτό το σημείο μπορεί να πραγματοποιηθεί το τελευταίο βήμα, η μεταφορά του HEX αρχείου στον μικροελεγκτή.



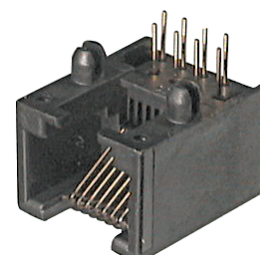
Εικ.6.30. επιτυχημένη μεταγλώττιση του πηγαίου κώδικα

Αρχικά μέσω της επιλογής Configure→Select device..., ορίζεται ο PIC18F8722 ως ο μικροελεγκτής στον οποίο πρόκειται να μεταφερθεί ο κώδικας μηχανής. Κατόπιν, πραγματοποιείται η σύνδεση της συσκευής προγραμματισμού ICD2 με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω της σειριακής θύρας USB. Επιλέγοντας Programmer→Select Programmer→MPLAB ICD2 ορίζεται η συγκεκριμένη συσκευή, ανάμεσα σε άλλες συσκευές προγραμματισμού της Microchip. Το περιβάλλον του MPLAB εκτελεί λειτουργίες σύνδεσης με το ICD2 και ενημερώνει τον χρήστη για την επιτυχία της σύνδεσης (εικόνα 6.31).



Εικ.6.31. επιλογή συσκευής προγραμματισμού ICD2

Η συσκευή MPLAB ICD2 διαθέτει ως μέσο σύνδεσης με τον μικροελεγκτή, έναν αρσενικό συνδετήρα τύπου RJ12 με 6 ακροδέκτες από τους οποίους χρησιμοποιούνται οι πέντε: δύο για την τροφοδοσία του μικροελεγκτή, ένας για την παροχή της τάσης προγραμματισμού VPP, ένας για τη μεταφορά των δεδομένων PGD και ένας για την παροχή του σήματος χρονισμού PGC. Στην πλακέτα της εφαρμογής του



Εικ.6.32.συνδετήρας RJ12

συστήματος προστασίας, οι ακροδέκτες του μικροελεγκτή οι οποίοι είναι αφιερωμένοι στην διαδικασία προγραμματισμού καταλήγουν σε έναν συνδετήρα τύπου θηλυκής ακιδοσειράς πέντε ακροδεκτών. Γι' αυτό το λόγο κρίνεται απαραίτητη η κατασκευή ενός τυπικού κυκλώματος προσαρμογέα, από θηλυκό RJ12 σε αρσενική ακιδοσειρά 5 ακροδεκτών μέσω εύκαμπτου καλωδίου, για την ολοκλήρωση της σύνδεσης προγραμματιστή-μικροελεγκτή. Όταν επιτευχθεί η σύνδεση, καθίσταται δυνατή η μεταφορά του προγράμματος στον μικροελεγκτή. Επιλέγοντας Programmer→Erase Part διαγράφεται η μνήμη προγράμματος του μικροελεγκτή ενώ με την επιλογή Programmer→Blank Check ελέγχεται αν υπάρχουν δεδομένα στην μνήμη. Τελικά, η μεταφορά του προγράμματος στον μικροελεγκτή γίνεται επιλέγοντας Programmer→Program.



Κατα τη συγγραφή του κώδικα, για λόγους διευκόλυνσης και κατανόησης, το πρόγραμμα διασπάστηκε σε μικρότερα τμήματα, το κάθε ένα απο αυτά αφιερωμένο σε συγκεκριμένο τομέα διαχείρισης της εφαρμογής. Για παράδειγμα, ένα τμήμα περιέχει τον κώδικα που σχετίζεται με την διαχείριση της υπομονάδας GSM/GPS ενώ άλλα τμήματα σχετίζονται με την διαχείριση της λειτουργίας του πληκτρολογίου και της οθόνης, των διακοπών, του τμήματος του συναγερμού. Ο κορμός όμως του κώδικα, το κυρίως πρόγραμμα δηλαδή, είναι το αρχείο εκείνο που περιέχει όλες τις εντολές που απαιτούνται για την αρχικοποίηση του μικροελεγκτή και τις οδηγίες προς τον μεταγλωττιστή για την αναγνώριση και συμπερίληψη των υπόλοιπων τμημάτων. Στο παράρτημα Α παρατίθεται ο κώδικας της εφαρμογής όπως αυτός συγγράφηκε σε γλώσσα προγραμματισμού C.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Αρχεία πηγαίου κώδικα

main.c **κυρίως πρόγραμμα**

```
#include <18f8722.h>

#DEVICE HIGH_INTS=TRUE
#DEVICE ADC=10

#fuses
HS,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,PUT,NOBROWNOUT,NOMCLR,NOLVP,NOXINST,NOFCMEN,NOIESO,PROTECT

#use delay(clock=1000000)
#use rs232(baud=9600, BITS=8,PARITY=n, xmit=pin_c6, rcv=pin_c7)

#byte baudcon=0xf7e
#byte txsta=0xfac
#byte spbrg=0xfaf
#byte spbrgh=0xf7f
#byte memcon=0xf9c
#byte portd_lcd=0xf83
#byte porth_warning=0xf87

#priority ext,rda,rb,timer1,timer3
//priority of interrupts.1st external,2nd rs232,3rd on pin change,4th timer1,5th timer3,Karpetis

#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <defines.h>
#include <vars.h>
#include <lcd_.c>
#include <kbrd_.c>
#include <alarm_functions.h>
#include <modem_functions.h>
#include <display_functions.h>
#include <display_handling.h>
#include <ints.h>

void main()
{
//***** comment next two lines incase of no AD use *****
setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
setup_adc_ports(AN0_TO_AN2|VSS_VREF);
//an0=1st_accel_axis=X
//an1=2nd_accel_axis=Z
//an2=3rd_accel_axis=Y
//a3=VREF=3V

//***** uncomment next two lines incase of no AD use *****
//setup_adc_ports(no_analogs);
//SETUP_ADC(ADC_OFF);
SETUP_EXTERNAL_MEMORY(EXTMEM_DISABLE );
```



```
//or memcon=0b10000000;
//set bit EBDIS of MEMCON reg to enable portd and porte I/O functions
set_tris_b(0b11110001);
set_tris_j(0b01100001);
set_tris_h(0b10000000);
set_tris_f(0b01111111);

baudcon=baudcon|0b00001000;
//affects only baudcon's bit-3
txsta=txsta|0b00000100;
//affects only txsta's bit-2
spbrg=3;
spbrgh=1; //set for 0,16% of aberration at 9200baud,10MHz (datasheet DS39646B - page 254)
porth_warning=0x00;
number_of_tries=3;
//device_reset=1;

output_high(en); //MAX6818 ENABLE pin is pulled high
unlock();
//unlock doors
for (i=0 ; i<=2 ; i++)
{
    output_high(siren);
    delay_ms(20);
    output_low(siren);
    delay_ms(300);
}

kbd_init();
//initialize keypad
lcd_init();
//initialize lcd
regain_stored_data();
//restore saved data from eeprom
if(gsm_off==0)
{
    gsm_off=1;
    write_eeprom(100,gsm_off);
    delay_ms(100);
}

//incase of unexpected power loss while GSM was on
//when the power comes back,GSM remains off and must be enabled by user
enable_interrupts(int_rb);
enable_interrupts(int_ext);
ext_int_edge(h_TO_1);
enable_interrupts(int_rda);
empty_rs_buf();
enable_interrupts(global);

while (true)
{
    if ((enter_pressed==1)&(blocked==0))
    {
        DISABLE_INTERRUPTS(int_ext);
        execute_enter();
        enter_pressed=0;
        empty_rs_buf();
        enable_interrupts(int_rda);
        ENABLE_INTERRUPTS(int_ext);
    }

    while (sensitivity_change==1)
```



```
{
  disable_interrupts(int_rda);
  change_sensitivity();
  empty_rs_buf();
  enable_interrupts(int_rda);
}

while ((request_pass>0)|(pass_change>0))
{
  give_change_password();
  execute_enter();
}

while (number_change==1)
{
  disable_interrupts(int_rda);
  change_number();
  execute_enter();
  empty_rs_buf();
  enable_interrupts(int_rda);
}

while(remain_inside_menu==1)
{
  if ((chrget==1)|(enter_main==1))
  {
    chrget=0;
    enter_main=0;
    check_chr();
    if ((request_pass==0)&(pass_change==0))
      display_message();
  }
  chr=kbd_getc();
  if (chr!=0)
    chrget=1;
}

if (((info==1)&(nmea==0)|(speedgot==1))
{
  disable_interrupts(int_rda);
  disable_interrupts(int_ext);
  speedgot=0;
  nmea=1;
  spd = atof (speed);
  spd*=factor;
  sprintf(kmh,"%3.1f",spd);
  switch (sublv12)
  {
    case 0 :printf(lcd_putc,"\fSpeed ");printf(lcd_putc,kmh);
            lcd_gotoxy(13,1);printf(lcd_putc,"Km/h\n");
            printf(lcd_putc,"Time ");printf(lcd_putc,time);
            break;
    case 1 :printf(lcd_putc,"\fSpeed ");printf(lcd_putc,kmh);
            lcd_gotoxy(13,1);printf(lcd_putc,"Km/h\n");
            printf(lcd_putc,"Heading ");printf(lcd_putc,course);
            break;
    case 2 :printf(lcd_putc,"\fTime ");printf(lcd_putc,time);
            printf(lcd_putc,"\n");
            printf(lcd_putc,"Heading ");printf(lcd_putc,course);
            break;
    case 3 :printf(lcd_putc,"\fLon ");printf(lcd_putc,lon);
            lcd_gotoxy(16,1);printf(lcd_putc,horpoint2),lcd_putc("\n");
  }
}
```



```
printf(lcd_putc,"Lat ");printf(lcd_putc,lat);
lcd_gotoxy(16,2);printf(lcd_putc,horpoint1);
break;
}
output_low(en);
delay_ms(10);
if ((input(ign_on)==1)&(key==1))
{
nmea=0;
portd_lcd=0x00;
printf("AT+WGPSNMEA=0");putc(13);
delay_ms(200);
disable_gps();
enter_pressed=0;
remain_inside_menu=0;
info=0;
sublv1=0;
sublv2=0;
key=0;
pass_given=1;
request_pass=0;
enable_interrupts(int_rb);
enable_interrupts(int_ext);
}
else if ((input(lock_sw)==1)&(locked==0))
lck();
else if ((input(lock_sw)==0)&(locked==1))
unlck();
output_high(en);
chr=kbd_getc();
if (chr=='b')
{
printf("AT+WGPSNMEA=0");putc(13);
delay_ms(200);
lvl=1;
speedgot=0;
remain_inside_menu=1;
enter_main=1;
info=0;
nmea=0;
enter_pressed=0;
enable_interrupts(int_ext);
}
if (nmea==1)
{
printf("AT+WGPSNMEA=1,3");putc(13);
}
delay_ms(300);
empty_rs_buf();
enable_interrupts(int_rda);
}

if(in_rda==1)
{
disable_interrupts(int_rda);
remain_inside_menu=1;
puts("ATH");
delay_ms(500);
clear_calls();
in_rda=0;
empty_rs_buf();
enable_interrupts(int_rda);
}
```



```
    }

if (trigg==1)
{
    call_owner();
}

else if (in_sms==1)
{
    disable_interrupts(int_rda);
    in_sms=0;
    printf("AT+CMGR=1");putc(13);
    delay_ms(50);
    empty_rs_buf();
    enable_interrupts(int_rda);
}

else if (smsgot==1)
{
    disable_interrupts(int_rda);
    clearsms();
    smsgot=0;
    if (!strcmp( strstr (sms, gpson) , gpson,6 ) )
    {
        enable_gps();
    }
    else if ( !strcmp( strstr (sms, gpsoff) , gpsoff,7 ) )
    {
        disable_gps();
    }
    else if ( !strcmp( strstr (sms, gpsp) , gpsp,7 ) )
    {
        gps_ask=1;
        printf("AT+WGSPSNMEA=1,3");putc(13);
        delay_ms(200);
    }
    else if ( !strcmp( strstr (sms, unlock) , unlock,7 ) )
    {
        unlck();
        output_high(siren);
        delay_ms(100);
        output_low(siren);
    }
    else if ( !strcmp( strstr (sms, lock) , lock,5 ) )
    {
        lck();
        output_high(siren);
        delay_ms(30);
        output_low(siren);
    }
    else if ( !strcmp( strstr (sms, arm) , arm,4 ) )
    {
        lck();
        delay_ms(1000);
        arm_();
    }
    else if ( !strcmp( strstr (sms, panic) , panic,6 ) )
    {
        pan=1;
        setup_timer_3(T3_INTERNAL/T3_DIV_BY_1);
        ENABLE_INTERRUPTS(INT_TIMER3);
    }
    else if ( !strcmp( strstr (sms, siren_) , siren,6 ) )
```



```
{
    active_siren=1;
    output_high(siren);//siren on for 10 seconds
    setup_timer_3(T3_INTERNAL|T3_DIV_BY_1);
    ENABLE_INTERRUPTS(INT_TIMER3);
}
else if ( !strcmp( strstr (sms, silent), silent,7 ) )
{
    silent_=on;    //armed but silent when triggered
}
else if ( !strcmp( strstr (sms, normal) , normal,7 ) )
{
    silent_=off;  //armed , active siren and hazard when triggered
}
else if ( !strcmp( strstr (sms, gsmoff), gsmoff,7 ) )
{
    puts("AT+WGPSM=0,0");
    putc(13);
    delay_ms(1000);
    puts("AT+CFUN=0");
    putc(13);
    delay_ms(6000);
    gsm_off=1;
    setup_uart(false);
}
else if ( !strcmp( strstr (sms, reset) , reset,6 ) )
{
    printf("AT+CFUN=1");putc(13);
    delay_ms(3000);
    reset_cpu();
}
else
;
if(gps_ask==0)
    remain_inside_menu=1;
empty_rs_buf();
enable_interrupts(int_rda);
}
else if ((gpsgot==1) | !strcmp( strstr (sms, cause) , cause,6 ) )
{
    disable_interrupts(int_rda);
    printf("AT+CMGS=");
    putc("");
    printf(phone);
    putc("");
    delay_ms(50);
    empty_rs_buf();
    putc(13);
    while(c!='>')
    {
        c=getc();
    }
    spd = atof (speed);
    spd*=factor;
    sprintf(kmh,"%3.1f",spd);
    if (gpsgot==1)
    {
        gpsgot=0;
        printf("Date: ");printf(date);putc(13);
        delay_ms(100);
        printf("Time: ");printf(time);putc(13);
        delay_ms(100);
    }
}
```



```
printf("Latitude: ");printf(lat);putc(horpoint1[0]);putc(13);
delay_ms(100);
printf("Longitude: ");printf(lon);putc(horpoint2[0]);putc(13);
delay_ms(100);
printf("Speed: ");printf(kmh);printf(" Km/h");putc(13);
delay_ms(100);
printf("Course: ");printf(course);putc(13);
delay_ms(100);
printf("Edited by: %1c",0x0d );
delay_ms(100);
printf("Nikos Karpetis %1c",0x0d );

}
else
{
switch(reason)
{
case 1:
printf("Shock sensor stage 1 %1c",0x0d );
break;
case 2:
printf("Shock sensor stage 2 %1c",0x0d );
break;
case 3:
printf("Full impact %1c",0x0d );
break;
case 4:
printf("Pressure sensor %1c",0x0d );
break;
case 5:
printf("Door open %1c",0x0d );
break;
case 6:
printf("Hood open %1c",0x0d );
break;
case 7:
printf("Trunk open %1c",0x0d );
break;
}
printf("%1c",0x0d );
reason=0;//Karpetis
delay_ms(7000);
}
gps_ask=0;
remain_inside_menu=1;
empty_rs_buf();
enable_interrupts(int_rda);
}
else if ( ring==1)
{
remain_inside_menu=1;
disable_interrupts(int_rda);
ring=0;
puts("ATH");
delay_ms(500);
clear_calls();
if (gps_on==1)
{
gps_ask=1;
printf("AT+WGPSNMEA=1,3");putc(13);
delay_ms(200);
}
}
```




```
else
    disarm();
    empty_rs_buf();
    enable_interrupts(int_rda);
}
else
{
    if ((locked==1)&(armed==0)&(k==0))
    {
        if (gsm_off==0)
        {
            setup_uart(UART_WAKEUP_ON_RDA);
            empty_rs_buf();
            enable_interrupts(int_rda);
        }
        sleep();
    }
}
}
```

Ints.h **αρχείο διακοπών**

```
#int_rda high
void interrupt_rda()
{
    in_rda=1;
    while ((c!='+')&(c!='$'))
    {
        c=getc();
        if(c==4)
            break;
    }
    if (nmea==0)
        output_high(led);
    len=0;plen=0;smslen=0;
    while(len<6)
    {
        c=getc();
        recon[len++]=c;
    }
    recon[len++]=0;
    if (!(strcmp( strstr (recon, id), id,4 ))|( strcmp( strstr (recon, readsms), readsms,4 )))
    {
        while (!((c=='2')|(c=='6')))
        {
            c=getc();
        }
        while(c!="")
        {
            phone[plen]=c;
            plen++;
            c=getc();
        }
        phone[plen]='\0';
        if
        (!strcmp(phone,number[0])|!strcmp(phone,number[1])|!strcmp(phone,number[2])|!strcmp(phone,number
[4]))
            {
                in_rda=0;
            }
    }
}
```



```
if (!strcmp( strstr (recon, id) , id,4 ))
    {
        ring=1;
    }
else
    {
        while (c!=10)
            {
                c=getc();
            }
        while ((c!='.*)&(c!=' ')&(c!=3)&(c!=4))
            {
                c=getc();
                sms[smslen++]=c;
            }
        sms[smslen++]=0;
        smsgot=1;
    }
else
    ;
}
else if ( !strcmp( strstr (recon, incsms), incsms,4 ) )
    {
        in_sms=1;
        in_rda=0;
    }

else if ( !strcmp( strstr (recon, gpspos), gpspos,5 ) )
    {
        while (c!=',')
            {
                c=getc();
            }
        while ((gpsgot==0)&(speedgot==0))
            {
                c=getc();
                while (c!=',')
                    {
                        time[datalen++]=c;
                        if ((datalen==2)|(datalen==5))
                            {
                                time[datalen++]=': ';
                            }
                    }
                c=getc();
            }
        time[datalen++]=0;
        datalen=0;
        c=getc();
        while (c!=',')
            {
                c=getc();
            }
        c=getc();
        while (c!=',')
            {
                lat[datalen++]=c;
                c=getc();
            }
        lat[datalen++]=0;
        datalen=0;
        c=getc();
    }
```



```
while (c!=',')
{
    horpoint1[0]=c;
    c=getc();
}
c=getc();
while (c!=',')
{
    lon[datalen++]=c;
    c=getc();
}
lon[datalen++]=0;
datalen=0;
c=getc();
while (c!=',')
{
    horpoint2[0]=c;
    c=getc();
}
c=getc();
while (c!=',')
{
    speed[datalen++]=c;
    c=getc();
}
speed[datalen++]=0;
datalen=0;
c=getc();
while (c!=',')
{
    course[datalen++]=c;
    c=getc();
}

course[datalen++]=0;
datalen=0;
c=getc();
while (c!=',')
{
    date[datalen++]=c;
    if ((datalen==2)&&(datalen==5))
    {
        date[datalen++]='/';
    }
    c=getc();
}
date[datalen++]=0;
datalen=0;
if(gps_ask==0)
{
    speedgot=1;
}
else
{
    gpsgot=1;
}
}
in_rda=0;
puts("AT+WGPSNMEA=0");
delay_ms(200);
}
else
```



```
    ;
    pass_given=1;
    remain_inside_menu=0;
    output_low(led);
    empty_rs_buf();
}

#int_rb high
void interrupt_rb()
{
    output_high(led);
    output_low(en); //ENABLE READING DATA FROM MAX6818,ALSO RESET CH PIN TO HIGH
    delay_ms(50);
    switch(locked)
    {
        case 0:
            if ((input(rlock)==1)&(input(door_sw)==1))
            {
                lck();
                delay_ms(500);
                if(input(lock_sw)==1)
                {
                    output_high(hazard);
                    output_high(siren);
                    delay_ms(30);
                    output_low(siren);
                    delay_ms(110);
                    output_high(siren);
                    delay_ms(80);
                    output_low(siren);
                    output_low(hazard);
                }
            }
            else
            {
                for(i=0;i<6;i++)
                {
                    output_high(siren);
                    delay_ms(30);
                    output_low(siren);
                    delay_ms(150);
                }
            }
        }
        break;
        case 1:
            if (input(runlock)==1)
            {
                disable_INTERRUPTS(INT_ext);
                unlck();
                delay_ms(500);
                if (armed==0)
                {
                    if(input(lock_sw)==0)
                    {
                        output_high(hazard);
                        output_high(siren);
                        delay_ms(80);
                        output_low(siren);
                        delay_ms(110);
                        output_high(siren);
                        delay_ms(30);
                        output_low(siren);
                    }
                }
            }
        }
    }
}
```



```
        output_low(hazard);
    }
    else
    {
        for(i=0;i<6;i++)
        {
            output_high(siren);
            delay_ms(30);
            output_low(siren);
            delay_ms(150);
        }
    }
    else
        disarm();
    enable_INTERRUPTS(INT_ext);
}
else if ((input(rlocate)==1)&(input(runlock)!=1))
{
    while ((input(rarm)==0)&(cup<2000))
    {
        cup++;
        delay_ms(1);
    }
    cup=0;
    if (input(rarm)==0)
    {
        output_high(d_leds);
        k=1;
        setup_timer_1(T1_INTERNAL|T1_DIV_BY_8);
        ENABLE_INTERRUPTS(INT_TIMER1);
    }
    else
    {
        if (armed==0)
            arm_();
        else
            disarm();
    }
}
break;
}
output_high(en);
output_low(led);
}

#int_rtcc
void interrupt_rtcc()
{
    rtcc++;
    switch(1)
    {
        case 0:
            if (rtcc==2500)
            {
                output_high(led);
                delay_ms(60);
                output_low(led);
                rtcc=0;
            }
            break;
        case 1:
```



```
        if (rtcc==1200)
            {
                output_high(led);
                delay_ms(40);
                output_low(led);
                rtcc=0;
            }
        break;
    }

    set_adc_channel(0); //the next read_adc call will read channel 0 x
    delay_us(40);
    shockx=read_adc();
    set_adc_channel(1); //the next read_adc call will read channel 1 z
    delay_us(40);
    shockz=read_adc();
    set_adc_channel(2); //the next read_adc call will read channel 2 y
    delay_us(40);
    shocky=read_adc();

// set_adc_channel(3); //the next read_adc call will read channel 3
// delay_us(20);
// pressure=read_adc();

    shockx=abs(local_shockx-shockx);
    shocky=abs(local_shocky-shocky);
    shockz=abs(local_shockz-shockz);
    shock=shockx+shocky+shockz;

// pressure=abs(local_pressure-pressure);

    if ((shock >= stage1)&(shock < stage2))
        {
            //reason=1;
            //shock_level=1;

//FOR TESTING:
            for (i=0 ; i<1 ; i++)
                {
                    output_high(siren);
                    delay_ms(30);
                    output_low(siren);
                    delay_ms(200);
                }
        }
    else if ((shock >= stage2)&(shock < stage3))
        {
            //reason=2;
            //shock_level=2;

//FOR TESTING:
            for (i=0 ; i<2 ; i++)
                {
                    output_high(siren);
                    delay_ms(40);
                    output_low(siren);
                    delay_ms(500);
                }
        }
    else if (shock >= stage3)
```



```
        {
            //reason=3;
//FOR TESTING:
            for (i=0 ; i<3 ; i++)
            {
                output_high(siren);
                delay_ms(40);
                output_low(siren);
                delay_ms(300);
            }
        }

// else if (pressure > pressure_value*(100-pressure_sensitivity))
//     reason=4;
// else
//     {
//         shock_level=0;
//     }

if(reason!=0)
    {
        disable_INTERRUPTS(INT_RTCC);
        setup_timer_3(T3_INTERNAL|T3_DIV_BY_1);
        //TTIMER = (256(or 65536) - αριθμός_φόρτωσης) * ρύθμιση_prescaler * 4 * TXT
        //65536*1*4*0.1us=26.214ms
        trigg=1;
        rtcc=0;
    }
    /*/

}

#int_timer1 high
void interrupt_timer1()
{
    timer1++;

    if (timer1==50)
        {
            output_low(d_leds);
            disable_INTERRUPTS(INT_TIMER1);
            SETUP_TIMER_1(T1_DISABLED);
            timer1=0;
            k=0;
        }
}

#int_timer3 high
void interrupt_timer3()
{
    output_high(led);
    output_low(en);
    delay_ms(5);
    if (active_siren==1)
        ;

else if (alarm_signed<=10)
    {
        if ((input(lock_sw)==0)|(n==1)&(fulltrig==0))
            {
```



```
if(silent_==0)
    output_high(hazard);
if ((input(door_sw)==0)&(n==0))
    {
    n=1;
    disable_interrupts(int_ext);
    }
else if ((input(lock_sw)==0)&(n==1)&(locked==1))
    {
    locked=0;
    }
else if ((input(lock_sw)==1)&(n==1)&(locked==0))
    {
    locked=1;
    m++;
    }
else if ((m==3)&(n==1))
    {
    n=0;
    m=0;
    armed=0;
    output_low(siren);
    output_low(hazard);
    output_low(led);
    lck();
    DISABLE_INTERRUPTS(INT_TIMER3);
    SETUP_TIMER_3(T3_DISABLED);
    enable_INTERRUPTS(INT_ext);
    }
else if ((counter1<=2)&(silent_==off))
    {
    output_high(siren);
    counter1++;
    }
else if ((2<counter1<=10)&(silent_==off))
    {
    output_low(siren);
    counter1++;
    if (counter1==10)
        {
        counter1=0;
        counter2++;
        if (counter2==40)
            {
            fulltrig=1;
            counter2=0;
            enable_INTERRUPTS(INT_ext);
            }
        }
    }
}
else if ((input(door_sw)==0)|(input(hood_sw)==0)|(input(trunk_sw)==0)|(fulltrig==1)|(pan==1)|(reason==3)|(reason==4))
    {
    if (input(door_sw)==0)
        reason=5;
    if (input(hood_sw)==0)
        reason=6;
    if (input(trunk_sw)==0)
        reason=7;
    if (alarm_signed==2)
        pan=0;
    n=0;
    }
```




```
m=0;
fulltrig=1;
if (silent==off)
    output_high(siren);
timer3++;
if (timer3==10)
    {
    timer3=0;

    if (silent==off)
        output_toggle(hazard);
    trig_count++;
    if (trig_count==70)
        {
        fulltrig=0;
        trig_count=0;
        alarm_signed++;
        if(pan==0)
            trigg=1;
        }
    }
}
else if ((shock_level==1)|(shock_level==2))
;
else
{
l=1;
m=0;
n=0;
trigg=0;
DISABLE_INTERRUPTS(INT_TIMER3);
SETUP_TIMER_3(T3_DISABLED);
if(armed==1)
    {
    setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_2|RTCC_8_BIT);
    ENABLE_INTERRUPTS(INT_RTCC);
    }
output_low(siren);
output_low(hazard);
output_low(led);
}
}
t3counter++;
if(t3counter>190)//aprox 5sec
    endtime=1;
else if(t3counter>400)//aprox 10sec
    {
    t3counter=0;
    output_low(siren);
    active_siren=0;
    DISABLE_INTERRUPTS(INT_TIMER3);
    SETUP_TIMER_3(T3_DISABLED);
    if(armed==1)
        {
        setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_2|RTCC_8_BIT);
        ENABLE_INTERRUPTS(INT_RTCC);
        }
    }
output_high(en);
}

#int_ext high
```



```
void interrupt_ext()
{
    output_high(led);
    output_low(en); //ENABLE READING DATA FROM MAX6818,ALSO RESET CH PIN TO HIGH
    delay_ms(10);

switch(armed)
{
    case 0:
        if ((input(lock_sw)==1)&(locked==0))
            {
                lck();
            }
        else if ((input(lock_sw)==0)&(locked==1))
            {
                unlck();
            }

        else if ((input(ign_on)==1)&(key==1))
            {
                disable_interrupts(int_rda);
                portd_lcd=0x00;
                for(i=0;i<3;i++)
                {
                    delay_ms(40);
                    output_low(led);
                    delay_ms(20);
                    output_high(led);
                }
                if (gsm_off==0)
                {
                    printf("AT+WGPSNMEA=0");putc(13);
                    delay_ms(200);
                    disable_gps();
                }
                nmea=0;
                speedgot=0;
                enter_pressed=0;
                remain_inside_menu=0;
                info=0;
                sublvl1=0;
                sublvl2=0;
                key=0;
                pass_given=1;
                request_pass=0;
                enable_interrupts(int_rb);
                empty_rs_buf();
                enable_interrupts(int_rda);
            }
        else if ((input(ign_on)==0)&(key==0))
            {
                disable_interrupts(int_rb);
                for(i=0;i<2;i++)
                {
                    delay_ms(30);
                    output_low(led);
                    delay_ms(30);
                    output_high(led);
                }
                key=1;
            }
    }
}
```



```
lvl=0;
lcd_init();
delay_ms(20);
switch (protection)
{
case 0:
    lcd_gotoxy(5,1);printf(lcd_putc,"WELCOME");
    delay_ms(1000);
    request_pass=0;
    remain_inside_menu=1;
    enter_main=1;
    break;

case 1:
    pass_given=1;
    lvl=1;
    printf(lcd_putc,"\fSystem Protected");
    remain_inside_menu=0;
    switch(blocked)
    {
case 0:
        lcd_gotoxy(2,2);printf(lcd_putc,"Enter password");
        switch(sys_locked)
        {
case 0: request_pass=1;
            break;
case 1: request_pass=2;
            lcd_putc("2");
            break;
        }
        delay_ms(1000);
        break;
case 1:
        lcd_gotoxy(3,2);printf(lcd_putc,"and blocked");
        break;
    }
    break;
}
}
else if(input(enter_sw)==0)
{
if ((blocked==0)&(key==1))
{
    disable_interrupts(int_rda);
    delay_ms(50);
    lvl++;
    remain_inside_menu=0;
    pass_given=1;
    enter_pressed=1;
    enter_main=0;
    delay_ms(300);

if ((lvl==5)&(sublvl1==2))
{
    lvl=4;
}
else if (lvl==6)
{
    number_given=1;
}
}
}
```



```
    }
    break;
case 1:
    if ((input(lock_sw)==0)|(input(door_sw)==0)|(input(hood_sw)==0)|(input(trunk_sw)==0))
    {
        disable_INTERRUPTS(INT_RTCC);
        setup_timer_3(T3_INTERNAL|T3_DIV_BY_1);//65536*1*4*0.1us=26.214ms
        trigg=1;
    }
    break;
}
output_high(en); // PULL HIGH TO BE ABLE TO RESET CH IN THE NEXT ENTRY
output_low(led);
}
```

modem_functions

```
void clear_calls()
{
    printf("AT+WDCP=");putc("");printf("MC");putc("");putc(13);
    delay_ms(150);
    printf("AT+WDCP=");putc("");printf("RC");putc("");putc(13);
    delay_ms(150);
    printf("AT+WDCP=");putc("");printf("LD");putc("");putc(13);
    delay_ms(150);
}
```

```
void modemon()
{
    output_high(pin_c0);
    delay_ms(4000);
    output_low(pin_c0);
    gsm_off=0;
}
```

```
void clearsms()
{
    printf("AT+CMGD=1,4");
    putc(13);
    delay_ms(3000);
}
```

```
void enable_gps()
{
    puts("AT+WGPSM=0,1");
    gps_on=1;
    delay_ms(200);
    empty_rs_buf();
    enable_interrupts(int_rda);
}
```

```
void disable_gps()
{
    puts("AT+WGPSM=0,0");
}
```



```
gps_on=0;
delay_ms(200);
empty_rs_buf();
enable_interrupts(int_rda);
}

void call_owner()
{
  disable_interrupts(int_timer3);
  disable_interrupts(int_rda);
  printf("ATD");printf(number[0]);putc(0x3b);putc(13);
  delay_ms(500);
  t3counter=0;
  endtime=0;
  switch(shock_level)
  {
    case 1:
      for(i=0; i<2; i++)
      {
        output_high(siren);
        delay_ms(200);
        output_low(siren);
        delay_ms(1000);
      }
      break;
    case 2:
      for(i=0; i<7; i++)
      {
        output_high(siren);
        delay_ms(200);
        output_low(siren);
        delay_ms(500);
      }
      break;
  }
  shock_level=0;
  enable_interrupts(int_timer3);

  while((endtime==0)&(armed==1))
  {
    ;
  }
  trigg=0;
  disable_interrupts(int_timer3);
  t3counter=0;
  endtime=0;
  printf("ATH");putc(13);
  delay_ms(1000);
  empty_rs_buf();
  enable_interrupts(int_rda);

  if (armed==1)
  {
    if (shock_level==0)
      enable_interrupts(int_timer3);
    else
    {
      SETUP_TIMER_3(T3_DISABLED);
      setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_2|RTCC_8_BIT);
      ENABLE_INTERRUPTS(INT_RTCC);
    }
  }
}
```



```
else
    SETUP_TIMER_3(T3_DISABLED);
}

/*
void call_owner() //alternative,call 3 numbers
{
    i=1;
    do
    {
        switch (i)
        {
            case 1 : printf("ATD");printf(number[0]);putc(0x3b);
                    break;
            case 2 : printf("ATD");printf(number[1]);putc(0x3b);
                    break;
            case 3 : printf("ATD");printf(number[2]);putc(0x3b);
                    break;
        }
        putc(13);
        delay_ms(500);
        setup_timer_3(T3_INTERNAL|T3_DIV_BY_1);//65536*1*4*0.1us=26.214ms
        enable_interrupts(int_timer3);
        while((endtime==0)&(armed==1))
        {
            ;
        }
        disable_interrupts(int_timer3);
        t3counter=0;
        endtime=0;
        printf("ATH");putc(13);
        delay_ms(1000);
        i++;
    }while((i<4)&(armed==1));
    i=0;
    if(armed==1)
        enable_interrupts(int_timer3);
}*/
```

display_functions

```
void cancel()
{
    i--;
    lcd_putc("\b");
    lcd_putc(" ");
    lcd_putc("\b");
}

void access()
{
    for(i=0;i<10;i++)
    {
        givenpass1[i]=0;
        givenpass2[i]=0;
    }
}
```



```
    }  
    i=0;  
    lvl=0;  
    sys_locked=0;  
    request_pass=0;  
    remain_inside_menu=0;  
    number_of_tries=3;  
    lcd_putc("\f");lcd_gotoxy(2,1);printf(lcd_putc,"Access Granted");  
}
```

```
void regain_stored_data()  
{  
    for(i=0;i<9;i++)  
    {  
        temp_int=read_eeprom(i);  
        delay_ms(50);  
        itoa(temp_int,10,temp_char);  
        password1[i]=temp_char[0];  
        temp_int=read_eeprom(i+10);  
        delay_ms(50);  
        itoa(temp_int,10,temp_char);  
        password2[i]=temp_char[0];  
    }  
    password1[i]='\0';  
    password2[i]='\0';  
  
    for(sublvl3=0;sublvl3<=4;sublvl3++)  
    {  
        for(i=0;i<10;i++)  
        {  
            temp_int=read_eeprom(i+20+sublvl3*10);  
            delay_ms(50);  
            itoa(temp_int,10,temp_char);  
            number[sublvl3][i]=temp_char[0];  
            if(i==9)  
                number[sublvl3][10]='\0';  
        }  
        phone_cleared[sublvl3]=read_eeprom(110+sublvl3);  
        delay_ms(50);  
    }  
    sublvl3=0;  
  
    gsm_off=read_eeprom(100);  
    delay_ms(50);  
    gps_on=read_eeprom(101);  
    delay_ms(50);  
    protection=read_eeprom(102);  
    delay_ms(50);  
    for(i=0; i<=1; i++)  
    {  
        temp_int=read_eeprom(i+103);  
        delay_ms(50);  
        itoa(temp_int,10,shock_sense[i]);  
        temp_int=read_eeprom(i+105);  
        delay_ms(50);  
        itoa(temp_int,10,pressure_sense[i]);  
    }  
    i=0;  
    shock_sense[2]='\0';  
    pressure_sense[2]='\0';  
    shock_sensitivity=atoi(shock_sense);  
    pressure_sensitivity=atoi(pressure_sense);
```



```
    }  
void change_sensitivity()  
{  
    while(sense_got==0)  
    {  
        printf(lcd_putc("\fenter new value\n"));  
        printf(lcd_putc("01 to 99 :"));  
        i=0;  
        enter_pressed=0;  
        while((i<=1)&(enter_pressed==0))  
        {  
            chr=kbd_getc();  
            if ((chr!=0)&(0x30<=chr)&(chr<=0x39))  
            {  
                lcd_gotoxy(15+i,2);  
                lcd_putc(chr);  
                switch(sublvl2)  
                {  
                    case 0:  
                        shock_sense[i]=chr;  
                        temp_int=atoi(chr);  
                        write_eeprom(temp_int,103+i);  
                        delay_ms(100);  
                        break;  
                    case 1:  
                        pressure_sense[i]=chr;  
                        temp_int=atoi(chr);  
                        write_eeprom(temp_int,105+i);  
                        delay_ms(100);  
                        break;  
                }  
                i++;  
            }  
        }  
        delay_ms(500);  
        if (i==2)  
        {  
            shock_sense[i]='\0';  
            pressure_sense[i]='\0';  
            lcd_putc("\fnew value: ");  
            switch(sublvl2)  
            {  
                case 0:  
                    printf(lcd_putc,shock_sense);  
                    break;  
                case 1:  
                    printf(lcd_putc,pressure_sense);  
                    break;  
            }  
            delay_ms(1000);  
            sense_got=1;  
            i=0;  
            shock_sensitivity=atoi(shock_sense);  
            pressure_sensitivity=atoi(pressure_sense);  
            chr='\0';  
            lvl=2;  
            enter_main=1;  
            remain_inside_menu=1;  
            sensitivity_change=0;  
        }  
    }  
}
```




```
    }  
  
void change_number()  
{  
    temp_int=sublv13+1;  
    itoa(temp_int,10,temp_char);  
    printf(lcd_putc,"\fEnter new no");printf(lcd_putc,temp_char);lcd_putc("\n");  
    i=0;  
    while(i<=10)  
    {  
        chr=kbd_getc();  
        if ((chr!=0)&(0x30<=chr)&(chr<=0x39))  
        {  
            number[sublv13][i]=chr;  
            if(i==9)  
                number[sublv13][10]='\0';  
            i++;  
            phone_len=i;  
            itoa(i,10,temp_char);  
            lcd_gotoxy(i,2);lcd_putc(chr);  
            if(i==10)  
            {  
                lcd_gotoxy(15,2);printf(lcd_putc,"10");  
            }  
            else  
            {  
                lcd_gotoxy(16,2);printf(lcd_putc,temp_char);  
            }  
        }  
        else if ((chr=='c')&(i>0))  
        {  
            lcd_gotoxy(i+1,2);  
            cancel();  
            itoa(i,10,temp_char);  
            lcd_gotoxy(15,2);printf(lcd_putc," ");  
            lcd_gotoxy(16,2);printf(lcd_putc,temp_char);  
        }  
        else if (chr=='b')  
        {  
            lvl=3;  
            number_change=0;  
            for(i=0;i<10;i++)  
            {  
                temp_int=read_eeprom(i+20+sublv13*10);  
                delay_ms(100);  
                itoa(temp_int,10,temp_char);  
                number[sublv13][i]=temp_char[0];  
                if(i==9)  
                    number[sublv13][10]='\0';  
            }  
            i=0;  
            number_given=1;  
        }  
        if((chr==0)&(number_given==1))  
        {  
            break;  
        }  
    }  
    if (i>=11)  
    {  
        lcd_putc("\f");lcd_gotoxy(3,1);printf(lcd_putc,"Overlengthed");  
        lcd_gotoxy(6,2);printf(lcd_putc,"Number");  
    }  
}
```



```
        delay_ms(1000);
    }
}

void give_change_password()
{
    if (asknew<2)
    {
        if(pass_change>0)
            printf(lcd_putc,"\fNew ");
        else if(request_pass>0)
            lcd_putc("\f");
    }
    else if ((asknew==2))
        printf(lcd_putc,"\fRepeat ");
    printf(lcd_putc,"Password");
    if ((pass_change==2)|(request_pass==2))
        lcd_putc("2");
    lcd_putc("\n");
    pass_given=0;
    i=0;
    itoa(i,10,temp_char);
    lcd_gotoxy(16,2);printf(lcd_putc,temp_char);
    while(i<10)
    {
        chr=kbd_getc();
        if ((chr!=0)&(0x30<=chr)&(chr<=0x39))
        {
            switch(pass_change)
            {
                case 1: if (asknew==1)
                    {
                        password1[i]=chr;
                        temp_char[0]=chr;
                        temp_int=atoi(temp_char);
                        write_eeprom(i,temp_int);
                        delay_ms(100);
                    }
                else if (asknew==2)
                    temp_password1[i]=chr;
                break;
                case 2: if (asknew==1)
                    {
                        password2[i]=chr;
                        temp_char[0]=chr;
                        temp_int=atoi(temp_char);
                        write_eeprom(i+10,temp_int);
                        delay_ms(100);
                    }
                else if (asknew==2)
                    temp_password2[i]=chr;
                break;
            }
        }
        switch(request_pass)
        {
            case 1: givenpass1[i]=chr;
                break;
            case 2: givenpass2[i]=chr;
                break;
        }
        i++;
    }
}
```



```
        lcd_gotoxy(i,2);lcd_putc('*');
        itoa(i,10,temp_char);
        lcd_gotoxy(16,2);printf(lcd_putc,temp_char);
        tempi=i;
    }
    else if ((chr=='c')&(i>0))
    {
        lcd_gotoxy(i+1,2);
        cancel();
        itoa(i,10,temp_char);
        lcd_gotoxy(16,2);printf(lcd_putc,temp_char);
    }
    if((chr==0)&(pass_given==1))
    {
        break;
    }
}
if (i>=10)
{
    lcd_putc("\f");lcd_gotoxy(3,1);printf(lcd_putc,"Overlengthed");
    lcd_gotoxy(5,2);printf(lcd_putc,"Password");
    delay_ms(2000);
}
}

void check_chr()
{
    switch(chr)
    {
        case 'b':
            sublvl4=0;
            if (lvl==5)
            {
                disable_interrupts(int_rda);
                disable_interrupts(int_ext);
                printf("ATH");putc(13);
                lcd_putc("\f");lcd_gotoxy(2,1);printf(lcd_putc,"Call released");
                delay_ms(1000);
                lvl=4;
                empty_rs_buf();
                enable_interrupts(int_rda);
                enable_interrupts(int_ext);
            }
            if(lvl>0)
                lvl--;
            break;
        case '<':
            switch(lvl)
            {
                case 1:
                    if(sublvl1==0)
                        sublvl1=maximum;
                    else
                        sublvl1--;
                    break;
                case 2:
                    if(sublvl2==0)
                        sublvl2=maximum;
                    else
                        sublvl2--;
                    break;
                case 3:
```



```
        if(sublv13==0)
            sublv13=maximum;
        else
            sublv13--;
        break;
    case 4:
        if(sublv14==0)
            sublv14=maximum;
        else
            sublv14--;
        break;
    }
    break;
case '>':
    switch(lvl)
    {
        case 1:
            if(sublv11==maximum)
                sublv11=0;
            else
                sublv11++;
            break;
        case 2:
            if(sublv12==maximum)
                sublv12=0;
            else
                sublv12++;
            break;
        case 3:
            if(sublv13==maximum)
                sublv13=0;
            else
                sublv13++;
            break;
        case 4:
            if(sublv14==maximum)
                sublv14=0;
            else
                sublv14++;
            break;
    }
    break;
case '1': //shortcuts
    lvl=2;
    sublv11=0;
    sublv12=0;
    break;
case '2':
    lvl=2;
    sublv11=0;
    sublv12=1;
    break;
case '3':
    lvl=2;
    sublv11=0;
    sublv12=2;
    break;
case '4':
    lvl=2;
    sublv11=0;
    sublv12=3;
    break;
```



```
case '5':
    lvl=2;
    sublvl1=1;
    sublvl2=0;//gps on_off
    break;
case '6':
    lvl=2;
    sublvl1=1;
    sublvl2=1;//gsm on_off
    break;
case '7':
    lvl=2;
    sublvl1=1;
    sublvl2=4;//clear SMS
    break;
case '8':
    lvl=2;
    sublvl1=4;
    sublvl2=0;//silent on_off
    break;
case '9':
    lvl=4;
    sublvl3=1;
    sublvl4=2;//call number2
    break;
}
}

void execute_enter()
{
    enter_main=1;
    remain_inside_menu=1;
    chr='\0';
    if(lvl==1)
    {
        ;
    }
    else if (lvl==2)
    {
        sublvl3=0;
        if (request_pass>0)
        {
            pass_given=1;
            switch(request_pass)
            {
                case 1:
                    for(i=tempi;i<9;i++)
                    {
                        givenpass1[i]='\0';
                    }
                    break;
                case 2:
                    for(i=tempi;i<9;i++)
                    {
                        givenpass2[i]='\0';
                    }
                    break;
            }
            givenpass1[i]='\0';
            givenpass2[i]='\0';
            if ((!strcoll(givenpass1,password1))(!strcoll(givenpass2,password2)))
                access();
        }
    }
}
```



```
else
{
number_of_tries--;
lvl=1;
lcd_putc("\f");lcd_gotoxy(2,1);printf(lcd_putc,"Access Denied");
switch(number_of_tries)
{
case 2:
lcd_gotoxy(3,2);printf(lcd_putc,"2 tries left");
break;
case 1:
lcd_gotoxy(5,2);printf(lcd_putc,"Last try");
break;
case 0:
switch (request_pass)
{
case 1:
lcd_gotoxy(2,2);printf(lcd_putc,"System locked");
request_pass=2;
sys_locked=1;
number_of_tries=3;
break;
case 2:
lcd_putc("\f");lcd_gotoxy(2,1);printf(lcd_putc,"System blocked");
request_pass=0;
blocked=1;
remain_inside_menu=0;
lvl=0;
number_of_tries=3;
break;
}
break;
}
}
delay_ms(2000);
}
else
;
}
else if (lvl==3)
{
switch (sublvl1)
{
case 0: //display
switch(gps_on)
{
case 0:
lvl=2;
sublvl1=1;
sublvl2=0;
lcd_putc("\f");lcd_gotoxy(3,1);printf(lcd_putc,"GPS disabled");
delay_ms(1000);
break;
case 1:
remain_inside_menu=0;
info=1;
nmea=0;
enter_pressed=0;
break;
}
break;
case 1: //modem
```



```
switch (sublvl2)
{
  case 0:
    switch (gsm_off)
    {
      case 0:
        switch (gps_on)
        {
          case 1:
            lvl=2;
            disable_gps();
            point=1;
            break;
          case 0:
            lvl=2;
            sublvl1=0;
            enable_gps();
            point=2;
            break;
        }
        write_eeprom(101,gps_on);
        delay_ms(100);
        break;
      case 1:
        printf(lcd_putc, "\fGSM deactivated");
        delay_ms(1500);
        lvl=2;
        sublvl1=1;
        sublvl2=1;
        break;
    }
    break;
  case 1:
    sublvl2=0;
    lvl=2;
    // DISABLE_INTERRUPTS(int_ext);
    switch (gsm_off)
    {
      case 0:
        printf("AT+CPOF");putc(13);
        printf(lcd_putc, "\fGSM deactivated");
        delay_ms(6000);
        gsm_off=1;
        lvl=0;
        sublvl1=0;
        break;
      case 1: point=3;
        lcd_putc("\f");lcd_gotoxy(2,1);printf(lcd_putc, "GSM activated");
        modemon();
        lcd_putc("\f");lcd_gotoxy(2,1);printf(lcd_putc, "Initialization");
        lcd_gotoxy(3,2);printf(lcd_putc, "in progress");
        delay_ms(7000);
        lcd_putc("\f");lcd_gotoxy(4,1);printf(lcd_putc, "Modem Ready");
        clearsms();
        clear_calls();
        break;
    }
    // ENABLE_INTERRUPTS(int_ext);
    write_eeprom(100,gsm_off);
    delay_ms(100);
    break;
  case 2:
```



```
switch (gsm_off)
{
case 0:
    sublvl2=0;
    lvl=2;
    printf("AT+CFUN=1");putc(13);
    lcd_putc("\r");lcd_gotoxy(2,1);printf(lcd_putc,"Initialization");
    lcd_gotoxy(3,2);printf(lcd_putc,"in progress");
    delay_ms(8000);
    clearsms();
    clear_calls();
    break;
case 1:
    printf(lcd_putc,"\rGSM deactivated");
    delay_ms(1500);
    lvl=0;
    sublvl3=0;
    sublvl2=0;
    sublvl1=0;
    break;
}
break;
case 3:
    sublvl3=0;
    break;
case 4:
    switch (gsm_off)
    {
case 0:
        lcd_putc("\r");lcd_gotoxy(4,1);printf(lcd_putc,"Processing");
        clearsms();
        lcd_putc("\r");lcd_gotoxy(5,1);printf(lcd_putc,"Cleared");
        delay_ms(1000);
        sublvl2=0;
        lvl=2;
        break;
case 1:
        printf(lcd_putc,"\rGSM deactivated");
        delay_ms(1500);
        lvl=2;
        sublvl1=1;
        sublvl2=1;
        break;
    }
    break;
}
break;
case 2: //sensors
;
break;
case 3: //protection
if (sublvl2==0)
{
    lvl=0;
    switch (protection)
    {
case 0:
        protection=1;
        point=4;
        break;
case 1:
        protection=0;
```




```
        point=5;
        break;
    }
    write_eeprom(102,protection);
    delay_ms(100);
}
else if (sublvl2==1)
{
    remain_inside_menu=0;
    asknew=1;
    pass_change=1;
}
else if (sublvl2==2)
{
    remain_inside_menu=0;
    asknew=1;
    pass_change=2;
}
else
;
break;
case 4: //alarm
    lvl=1;
    lcd_putc("\nF");
    lcd_gotoxy(2,1);
    switch(silent_)
    {
        case 0:
            silent_=1;
            printf(lcd_putc,"Silent mode on");
            break;
        case 1:
            silent_=0;
            printf(lcd_putc,"Silent mode off");
            break;
    }
    delay_ms(1000);
    break;
}
}
else if (lvl==4)
{
    switch(pass_change)
    {
        case 1:
            if (asknew==1)
            {
                lvl=3;
                asknew=2;
                pass_given=1;
                for(i=tempi;i<9;i++)
                {
                    password1[i]='0';
                    write_eeprom(i,0);
                    delay_ms(50);
                }
                password1[i]='\0';
            }
            else if (asknew==2)
            {
                asknew=3;
                for(i=tempi;i<9;i++)
```



```
        {
            temp_password1[i]='0';
        }
        temp_password1[i]='\0';
    }
    break;
case 2:
    if (asknew==1)
    {
        lvl=3;
        asknew=2;
        pass_given=1;
        for(i=tempi;i<9;i++)
        {
            password2[i]='0';
            write_eeprom(i+10,0);
            delay_ms(50);
        }
        password2[i]='\0';
    }
    else if (asknew==2)
    {
        asknew=3;
        for(i=tempi;i<9;i++)
        {
            temp_password2[i]='0';
        }
        temp_password2[i]='\0';
    }
    break;
}
if(asknew==3)
{
    asknew=0;
    pass_given=1;
    if ((!strcmp(temp_password1,password1))||(!strcmp(temp_password2,password2)))
    {
        for(i=0;i<10;i++)
        {
            temp_password1[i]=0;
            temp_password2[i]=0;
        }
        pass_change=0;
        lvl=0;
        sublvl1=0;
        sublvl2=0;
        sublvl3=0;
        i=0;
        lcd_putc("\n");lcd_gotoxy(8,1);printf(lcd_putc,"OK");
        delay_ms(1000);
    }
    else
    {
        lvl=3;
        asknew=1;
        pass_given=1;
        printf(lcd_putc,"\nInvalid Password");
        lcd_gotoxy(4,2);printf(lcd_putc,"Try again");
        delay_ms(1000);
    }
}
if(sublvl1==2)
```



```
        {
            sensitivity_change=1;
            remain_inside_menu=0;
            sense_got=0;
        }
    }
else if (lvl==5)
    {
        switch(sublv14)
        {
            case 0:
                number_given=0;
                number_change=1;
                remain_inside_menu=0;
                break;
            case 1:
                phone_cleared[sublv13]=1;
                write_eeprom(110+sublv13,1);
                for(i=0;i<10;i++)
                {
                    write_eeprom(i+20+sublv13*10,0);
                    delay_ms(100);
                    number[sublv13][i]='\0';
                }
                printf(lcd_putc, "\f");lcd_gotoxy(5,1);printf(lcd_putc, "Cleared");
                delay_ms(1000);
                lvl=3;
                sublv14=0;
                break;
            case 2:
                switch(gsm_off)
                {
                    case 0:
                        printf("ATD");printf(number[sublv13]);
                        putc(0x3b);putc(13);
                        delay_ms(500);
                        break;
                    case 1:
                        printf(lcd_putc, "\fGSM deactivated");
                        delay_ms(1500);
                        lvl=2;
                        sublv11=1;
                        sublv12=1;
                        break;
                }
                break;
        }
    }
else if (lvl==6)
    {
        if(phone_len!=10)
        {
            lvl=5;
            number_given=0;
            printf(lcd_putc, "\f");lcd_gotoxy(2,1);printf(lcd_putc, "Invalid number");
            lcd_gotoxy(4,2);printf(lcd_putc, "Try again");
            delay_ms(1000);
        }
        else
        {
            phone_cleared[sublv13]=0;
            write_eeprom(110+sublv13,0);
        }
    }
}
```



```
printf(lcd_putc,"%f");lcd_gotoxy(8,1);printf(lcd_putc,"OK");
for(i=0;i<10;i++)
{
temp_char[0]=number[sublv13][i];
temp_int=atoi(temp_char);
write_eeprom(i+20+sublv13*10,temp_int);
delay_ms(100);
}
number_change=0;
remain_inside_menu=1;
lvl=3;
sublv13=0;
sublv14=0;
}
else
;
}
```

alarm_functions

```
void lck()
{
output_low(door_lock_timer);
locked=1;
}

void unlck()
{
output_high(door_lock_timer);
locked=0;
}

void arm_()
{
m=0;
armed=1;
fulltrig=0;
output_high(hazard);
for (i=0 ; i<=1 ; i++)
{
output_high(siren);
delay_ms(100);
output_low(siren);
delay_ms(150);
}
delay_ms(500);
output_low(hazard);

set_adc_channel(0); //the next read_adc call will read channel 0
delay_us(100);
local_shockx=read_adc();
set_adc_channel(1); //the next read_adc call will read channel 1
delay_us(100);
local_shockz=read_adc();
set_adc_channel(2); //the next read_adc call will read channel 2
delay_us(100);
local_shocky=read_adc();

/* set_adc_channel(3); //the next read_adc call will read channel 3
delay_us(20);
local_pressure=read_adc();
```



```
*/
    setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_2|RTCC_8_BIT);
    ENABLE_INTERRUPTS(INT_RTCC);
}
void disarm()
{
    disable_INTERRUPTS(INT_RTCC);
    disable_INTERRUPTS(int_timer3);
    setup_timer_0(RTCC_OFF);
    SETUP_TIMER_3(T3_DISABLED);
    pan=0;
    l=0;
    trigg=0;
    fulltrig=0;
    armed=0;
    alarm_signed=0;
    output_high(hazard);
    for (i=0 ; i<=2 ; i++)
        {
            if (i==2)
                output_low(hazard);
            output_high(siren);
            delay_ms(100);
            output_low(siren);
            delay_ms(150);
        }
    delay_ms(250);
    for (i=0 ; i<1 ; i++)
        {
            output_high(hazard);
            delay_ms(500);
            output_low(hazard);
            delay_ms(500);
        }
}
```

display_handling

```
void display_message()
{
    lcd_putc("\f");

    lcd_gotoxy(2,1);
    switch (point)
    {
        case 1:
            printf(lcd_putc, "\fGPS deactivated");
            delay_ms(2000);
            break;
        case 2:
            printf(lcd_putc, "GPS activated");
            delay_ms(2000);
            break;
        case 3:
            sublv13=0;
            sublv12=0;
            sublv11=0;
            lvl=0;
            break;
        case 4:
            printf(lcd_putc, "Protection on");
    }
}
```



```
        delay_ms(2000);
        break;
    case 5:
        printf(lcd_putc,"Protection off");
        delay_ms(2000);
        break;
    }
    point=0;
    lcd_putc("\f");
    if (lvl!=0)
    {
        lcd_putc('<');lcd_gotoxy(16,1);lcd_putc('>');
        if(chr=='<')
        {
            lcd_gotoxy(2,1);lcd_putc(chr);
        }
        else if(chr=='>')
        {
            lcd_gotoxy(15,1);lcd_putc(chr);
        }
    }
    lcd_gotoxy(6,1);

    switch(lvl)
    {
        case 0: //p10 menu
            sublvl3=0;
            sublvl2=0;
            sublvl1=0;
            speedgot=0;
            info=0;
            remain_inside_menu=0;
            lcd_gotoxy(5,1);printf(lcd_putc,"P10 MENU");
            break;
        case 1 :if(request_pass==0)
            {
                maximum=4;
                sublvl2=0;
                switch(sublvl1)
                {
                    case 0 : //display
                        lcd_gotoxy(5,1);printf(lcd_putc,"Display");
                        break;
                    case 1 : //modem
                        printf(lcd_putc,"Modem");
                        break;
                    case 2 : //sensors
                        lcd_gotoxy(5,1);printf(lcd_putc,"Sensors");
                        break;
                    case 3 : //protection
                        lcd_gotoxy(4,1);printf(lcd_putc,"Protection");
                        break;
                    case 4 : //alarm
                        printf(lcd_putc,"Alarm");
                        break;
                }
            }
            break;
        case 2 : sublvl3=0;
            switch(sublvl1)
            {
                case 0 :maximum=3;
```



```
if (sublv12==0)
    {
        //display 1st option:speed,time
        lcd_gotoxy(4,1);printf(lcd_putc,"Speed,Time");
    }
else if (sublv12==1)
    {
        //display 2nd option:speed,course
        lcd_gotoxy(3,1);printf(lcd_putc,"Speed,Course");
    }
else if (sublv12==2)
    {
        //display 3rd option:time,course
        lcd_gotoxy(3,1);printf(lcd_putc,"Time,Course");
    }
else if (sublv12==3)
    {
        //display 4th option:longitude,latitude
        lcd_gotoxy(5,1);printf(lcd_putc,"Long,Lat");
    }
break;
case 1 :maximum=4;
if (sublv12==0)
    {
        if(gps_on==1)
            { //gsm 1st option
                printf(lcd_putc,"GPS off");
            }
        else //gsm 2nd option
            {
                printf(lcd_putc,"GPS on");
            }
    }
else if (sublv12==1)
    {
        if(gsm_off==0)
            { //gsm 3rd option
                printf(lcd_putc,"GSM off");
            }
        else //gsm 4th option
            {
                printf(lcd_putc,"GSM on");
            }
    }
else if (sublv12==2)
    {
        //gsm 5th option
        printf(lcd_putc,"Reset");
    }
else if (sublv12==3)
    {
        //gsm 6th option
        lcd_gotoxy(4,1);printf(lcd_putc,"Phonebook");
    }
else if (sublv12==4)
    {
        //gsm 6th option
        lcd_gotoxy(4,1);printf(lcd_putc,"Clear SMS");
    }
break;
case 2 :maximum=1;
if (sublv12==0)
```



```
        {
            //sensors 1st option:shock
            printf(lcd_putc,"Shock");
        }
    else if (sublv12==1)
    {
        //sensors 2nd option:pressure
        lcd_gotoxy(5,1);printf(lcd_putc,"Pressure");
    }
    break;
case 3 :maximum=2;
    switch (sublv12)
    {
        case 0:
            switch (protection)
            {
                case 0:
                    printf(lcd_putc,"Enable");
                    break;
                case 1:
                    printf(lcd_putc,"Disable");
                    break;
            }
            break;
        case 1:
            lcd_gotoxy(3,1);printf(lcd_putc,"Change Pass1");
            break;
        case 2:
            lcd_gotoxy(3,1);printf(lcd_putc,"Change Pass2");
            break;
    }
    break;
case 4 :maximum=1;
    lcd_putc("\f");
    switch(silent_)
    {
        case 0:
            lcd_gotoxy(4,1);printf(lcd_putc,"Silent on");
            break;
        case 1:
            lcd_gotoxy(4,1);printf(lcd_putc,"Silent off");
            break;
    }
    break;
}
break;
case 3: maximum=4;
    switch(sublv11)
    {
        case 1:
            switch(sublv12)
            {
                case 3:
                    temp_int=sublv13+1;
                    itoa(temp_int,10,temp_char);
                    lcd_gotoxy(3,1);
                    printf(lcd_putc,"phonenumber");printf(lcd_putc,temp_char);
                    lcd_gotoxy(1,2);
                    if (phone_cleared[sublv13]==0)
                        printf(lcd_putc,number[sublv13]);
                    else
                        printf(lcd_putc,"empty");
            }
        }
    }
```




```
                break;
            }
        break;
    case 2:
        lcd_putc("\fcurrent value:");lcd_gotoxy(15,1);
        switch(sublv12)
        {
            case 0:
                printf(lcd_putc,shock_sense);
                break;
            case 1:
                printf(lcd_putc,pressure_sense);
                break;
        }
        lcd_gotoxy(6,2);
        lcd_putc("Change");
        break;
    }
    break;
case 4: maximum=2;
    if(phone_cleared[sublv13]==1)
    {
        maximum=0;
        lcd_gotoxy(1,1);lcd_putc(" ");
        lcd_gotoxy(16,1);lcd_putc(" ");
    }
    temp_int=sublv13+1;
    itoa(temp_int,10,temp_char);
    lcd_gotoxy(3,1);
    printf(lcd_putc,"phonenumber");printf(lcd_putc,temp_char);
    switch(sublv14)
    {
        case 0:
            lcd_gotoxy(6,2);lcd_putc("Change");
            break;
        case 1:
            lcd_gotoxy(6,2);lcd_putc("Clear");
            break;
        case 2:
            lcd_gotoxy(7,2);lcd_putc("Call");
            break;
    }
    break;
case 5:
    lcd_putc("\f");lcd_gotoxy(4,1);
    printf(lcd_putc,"Calling...\n");
    printf(lcd_putc,number[sublv13]);
    break;
}
delay_ms(400);
if ((lvl==3)&(sublv11==2))
;
else
{
    lcd_gotoxy(2,1);lcd_putc(" ");
    lcd_gotoxy(15,1);lcd_putc(" ");
}
}
```

vars.h



```
char recon[ ];
char sms[ ];
char phone[ ];

char date[ ]; //dd/mm/yy
char time[ ]; //hh:mm:ss.cc
char lat[ ]; //4039.08357N
char lon[ ]; //02256.74115E
char speed[ ]; //000.000 knots(*1.853,2 Km/h) (1knot=1nmile/h)
char kmh[ ]; //000.00 Km/h
char course[ ]; //000.00 degrees
char horpoint1[ ]; //N or S
char horpoint2[ ]; //E or W

char password1[10];
char password2[10];
char temp_password1[10];
char temp_password2[10];
char givenpass1[10];
char givenpass2[10];

char gpson [ ] = "GPSON.";
char gpsoff [ ] = "GPSOFF.";
char gpos [ ] = "GPSPOS.";
char incsms [ ] = "CMTI";
char readsms [ ] = "CMGR";
char id [ ] = "CLIP";
char gpspos [ ] = "GPRMC";
char lock [ ] = "LOCK.";
char unlock [ ] = "UNLOCK.";
char arm [ ] = "ARM.";
char panic [ ] = "PANIC.";
char siren_ [ ] = "SIREN.";
char silent [ ] = "SILENT.";
char normal [ ] = "NORMAL.";
char gsmoff [ ] = "GSMOFF.";
char cause [ ] = "CAUSE.";
char reset [ ] = "RESET.";

char c,chr,temp_char[1],shock_sense[3],pressure_sense[3];

static char number[5][11];

signed long shock,shockx,shocky,shockz;
signed long local_shockx,local_shocky,local_shockz; //local_pressure,pressure,Karpetis

static long rtcc,cup,t3counter;

static int len,plen,smstrlen,datalen,timer1,timer3;
static int shock_sensitivity,pressure_sensitivity,shock_level,reason;
static int trig_count,alarm_signed,counter1,counter2,m,i,tempi;
static int lvl,sublvl1,sublvl2,sublvl3,sublvl4,request_pass,pass_change,asknew,point,phone_len;

float spd;

static short int trigg,fulltrig,armed,locked,silent_,pan,endtime,k,l,n;
static short int sensitivity_change,sense_got,active_siren;
static short int in_sms,ring,msggot,gpsgot,gps_on,gps_ask;
static short int gsm_off,key,speedgot,nmea,info,in_rda;
static short int chrget,enter_pressed,enter_main,remain_inside_menu,pass_given;
static short int protection,number_change,number_given,sys_locked,blocked;
static short int phone_cleared[5];
```



```
//short int device_reset;  
int number_of_tries,temp_int,maximum;
```

defines.h

```
#define on 1  
#define off 0  
  
#define stage1 shock_value*(100-shock_sensitivity) //1-99  
#define stage2 shock_value*(199-shock_sensitivity) //100-198  
#define stage3 shock_value*(298-shock_sensitivity) //199-297  
  
#define factor 1.853 // 1knot=1.853,2km/h  
#define shock_value 1  
//#define pressure_value 4  
  
#define accx pin_a0  
#define accz pin_a1  
#define accy pin_a2  
#define pres pin_a3  
  
#define ch pin_b0  
#define int_1 pin_b1  
#define int_2 pin_b2  
#define int_3 pin_b3  
#define rlock pin_b4  
#define runlock pin_b5  
#define rarm pin_b6  
#define rlocate pin_b7  
  
#define modpower pin_c0  
#define modreset pin_c1  
#define relacc pin_c2  
#define relon pin_c3  
#define releccs pin_c4  
#define auxout pin_c5  
  
#define LCD_E pin_d1  
#define LCD_RW pin_d2  
#define LCD_RS pin_d3  
#define LCD_DB4 pin_d4  
#define LCD_DB5 pin_d5  
#define LCD_DB6 pin_d6  
#define LCD_DB7 pin_d7  
  
#define ign_on pin_f0  
#define neutral pin_f1  
#define enter_sw pin_f2  
#define lock_sw pin_f3  
#define door_sw pin_f4  
#define hood_sw pin_f5  
#define trunk_sw pin_f6  
#define en pin_f7  
  
#define relstart pin_j0  
#define door_lock_timer pin_j1  
#define courtesy pin_j7  
  
#define led pin_h0  
#define siren pin_h1  
#define d_leds pin_h2  
#define hazard pin_h3
```



```
#define inh    pin_h4
#define aux_in pin_h7

#define all_outputs 0x00
```

lcd_.c

```
#define USE_LCD_RW 1

#define lcd_type 2 // 0=5x7, 1=5x10, 2=2 lines
#define lcd_line_two 0x40 // LCD RAM address for the 2nd line

int8 const LCD_INIT_STRING[4] =
{
    0x20 | (lcd_type << 2), // Func set: 4-bit, 2 lines, 5x8 dots
    0xc, // Display on
    1, // Clear display
    6 // Increment cursor
};

//-----SEND NIBBLE
void lcd_send_nibble(int8 nibble)
{
    output_bit(LCD_DB4, !(nibble & 1));
    output_bit(LCD_DB5, !(nibble & 2));
    output_bit(LCD_DB6, !(nibble & 4));
    output_bit(LCD_DB7, !(nibble & 8));

    delay_cycles(1);
    output_high(LCD_E);
    delay_us(5);
    output_low(LCD_E);
}

//-----
#ifdef USE_LCD_RW
int8 lcd_read_nibble(void)
{
    int8 retval;

    #bit retval_0 = retval.0
    #bit retval_1 = retval.1
    #bit retval_2 = retval.2
    #bit retval_3 = retval.3

    retval = 0;

    output_high(LCD_E);
    delay_cycles(1);

    retval_0 = input(LCD_DB4);
    retval_1 = input(LCD_DB5);
```



```
retval_2 = input(LCD_DB6);
retval_3 = input(LCD_DB7);

output_low(LCD_E);

return(retval);
}
#endif

#ifdef USE_LCD_RW
int8 lcd_read_byte(void)
{
int8 low;
int8 high;

output_high(LCD_RW);
delay_cycles(1);

high = lcd_read_nibble();

low = lcd_read_nibble();

return( (high<<4) | low);
}
#endif
void lcd_send_byte(int8 address, int8 n)
{
output_low(LCD_RS);

#ifdef USE_LCD_RW
while(bit_test(lcd_read_byte(),7) );
#else
delay_us(60);
#endif

if(address)
output_high(LCD_RS);
else
output_low(LCD_RS);

delay_cycles(1);

#ifdef USE_LCD_RW
output_low(LCD_RW);
delay_cycles(1);
#endif

output_low(LCD_E);

lcd_send_nibble(n >> 4);
lcd_send_nibble(n & 0xf);
}

void lcd_init(void)
```



```
{
int8 i;

output_low(LCD_RS);

#ifdef USE_LCD_RW
output_low(LCD_RW);
#endif

output_low(LCD_E);

delay_ms(20);

for(i=0 ;i < 3; i++)
{
    lcd_send_nibble(0x03);
    delay_ms(5);
}

lcd_send_nibble(0x02);

for(i=0; i < sizeof(LCD_INIT_STRING); i++)
{
    lcd_send_byte(0, LCD_INIT_STRING[i]);

    #ifndef USE_LCD_RW
    delay_ms(5);
    #endif
}

}

void lcd_gotoxy(int8 x, int8 y)
{
int8 address;

if(y != 1)
    address = lcd_line_two;
else
    address=0;

address += x-1;
lcd_send_byte(0, 0x80 | address);
}

void lcd_putc(char c)
{
switch(c)
{
case '\f':
    lcd_send_byte(0,1);
    delay_ms(2);
    break;
}
```



```
case '\n':
    lcd_gotoxy(1,2);
    break;

case '\b':
    lcd_send_byte(0,0x10);
    break;

default:
    lcd_send_byte(1,c);
    break;
}
}
```

kbrd_.c

```
//Keypad connection:
#define COL0 PIN_E4
#define COL1 PIN_E5
#define COL2 PIN_E6
#define COL3 PIN_E7
#define row0 PIN_E0
#define row1 PIN_E1
#define row2 PIN_E2
#define row3 PIN_E3

// Keypad layout:
char const KEYS[4][4] =
{{'1','2','3','<'},
 {'4','5','6','>'},
 {'7','8','9','b'},
 {'*','0','#','c'}};

#define KBD_DEBOUNCE_FACTOR 33

void kbd_init()
{
    set_tris_e(0x0f);
}

short int ALL_ROWS (void)
{
    if(input (row0) & input (row1) & input (row2) & input (row3))
        return (0);
    else
        return (1);
}

char kbd_getc()
{
    static byte kbd_call_count;
    static short int kbd_down;
    static char last_key;
    static byte col;
    byte kchar;
    byte row;
    kchar='\0';

    if(++kbd_call_count>KBD_DEBOUNCE_FACTOR)
    {
```



```
switch (col)
{
case 0:
    output_low(col0);
    output_high(col1);
    output_high(col2);
    output_high(col3);
    break;

case 1:
    output_high(col0);
    output_low(col1);
    output_high(col2);
    output_high(col3);
    break;

case 2:
    output_high(col0);
    output_high(col1);
    output_low(col2);
    output_high(col3);
    break;

case 3:
    output_high(col0);
    output_high(col1);
    output_high(col2);
    output_low(col3);
    break;
}

if(kbd_down)
{
    if(!ALL_ROWS())
    {
        kbd_down=false;
        kchar=last_key;
        last_key='\0';
    }
}
else
{
    if(ALL_ROWS())
    {
        if(!input (row0))
            row=0;
        else if(!input (row1))
            row=1;
        else if(!input (row2))
            row=2;
        else if(!input (row3))
            row=3;

        last_key =KEYS[row][col];
        kbd_down = true;
    }
    else
    {
        ++col;
        if(col==4)
            col=0;
    }
}
```




```
    }  
    kbd_call_count=0;  
  }  
  return(kchar);  
}
```



ΠΗΓΕΣ / ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<http://www.gsmfavorites.com>

<http://en.wikipedia.org>

http://www.kemt.fei.tuke.sk/predmety/KEMT414_AK/_materialy/Cvicenia/GSM/OVERVIEW/overview.htm

<http://www.developershome.com/sms>

GIRIDHAR MANDYAM, JERSEY LAI. (2002). Third-Generation CDMA Systems for Enhanced Data Services

JOHN SCOURIAS. "An Overview of GSM"

JEAN-MARIE ZOGG. "GPS basics", Ublox doc id: GPS-X-02007

WAVECOM WISMO Quik Q2501 Product Specifications

WAVECOM WISMO Quik Q25 Series – WISMO Quik Q2501 Customer Design Guidelines

WAVECOM WISMO Quik Q2500 Series – Specific AT Commands for GPS management

WAVECOM AT Commands Interface Guide X51

MAXIM Automotive Design Guide

HARRIS Suppression products - Suppression of Transients in an Automotive Environment

Freescale Semiconductor - Impact Measurement Using Accelerometers

Texas Instruments - Selecting the Right Level-Translation Solution

Datasheets

MICROCHIP - PIC18F8722 80-Pin, 1-Mbit, Enhanced Flash Microcontrollers with 10-bit A/D and nanoWatt Technology.

FAIRCHILD Semiconductor - Transient Voltage Suppressors SMBJ5V0(C)A - SMBJ170(C)A.

FAIRCHILD Semiconductor - FDD6685 30V P-Channel PowerTrench[®] MOSFET

FAIRCHILD Semiconductor - FDD84845 N-Channel PowerTrench[®] MOSFET 40V, 50A, 8.7m Ω

FAIRCHILD Semiconductor - FDS6898A Dual N-Channel Logic Level PWM Optimized PowerTrench[®] MOSFET

Freescale Semiconductor - $\pm 1.5g$ - 6g Three Axis Low-g Micromachined Accelerometer.

VISHAY - SSB43L & SSB44 High-Current Density Surface Mount Schottky Rectifier.

ST Microelectronics - DALC208 Low Capacitance Diode Array.

ST Microelectronics – ESDAxxSCx Quad Transil[™] array for ESD protection.

National Semiconductor - LM1085 3A Low Dropout Positive Regulators.

ON Semiconductor - NCP5663, NCV5663 Ultra-Fast 3.0 A Low Dropout Linear Regulator with Enable.

MAXIM – MAX5024 65V, Low-Quiescent-Current, High-Voltage Linear Regulators with μP Reset.

MAXIM – MAX3232 $\pm 15kV$ ESD-Protected, 3.0V to 5.5V, Up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers.

MAXIM – MAX3391 $\pm 15kV$ ESD-Protected, 1 μA , 16Mbps, Quad Low-Voltage Level Translators.

MAXIM – MAX6818 $\pm 15kV$ ESD-Protected, Octal CMOS Switch Debouncers.

