



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ - ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ»
(06171EM)

Σπουδαστής: Κρομμύδας Δημήτριος (Κ.Α.Σ.: 599112)

Επιβλέπουσα: Παπαδοπούλου Μαρία
Φυσικός – Ραδιοηλεκτρολόγος

Θεσσαλονίκη 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	6
1.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ (GPS).....	6
1.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ – ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	7
1.1.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ ΣΕ ΔΥΟ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	10
1.1.3 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ.....	11
1.1.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΗΡΕΑΣΜΟΥ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΙΓΜΑΤΟΣ	12
1.1.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ – ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΔΕΚΤΩΝ GPS.....	13
1.2 ΨΗΦΙΑΚΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	16
1.2.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ GSM	16
1.2.1.1 ΖΩΝΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ.....	17
1.2.1.2 ΚΥΨΕΛΟΕΙΔΗΣ ΔΟΜΗ ΔΙΚΤΥΟΥ GSM.....	18
1.2.1.3 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ GSM ΔΙΚΤΥΩΝ.....	19
1.2.1.4 ΣΥΣΤΗΜΑ CDMA.....	21
1.2.1.5 ΣΥΣΤΗΜΑ PDC.....	22
1.2.1.6 ΣΥΣΤΗΜΑ GPRS.....	22
1.2.1.7 ΣΥΣΤΗΜΑ WCDMA	22
1.2.1.8 ΣΥΣΤΗΜΑ PCS.....	22
1.3 ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	23
1.4 ΔΙΚΤΥΑ 3G.....	23
2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ	24
2.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ	24
2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ.....	29
3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	34
3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΥΚΛΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.....	34
3.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ.....	35
3.2.1 ΕΝΤΟΛΕΣ ΠΟΥ ΕΚΤΕΛΟΥΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ.....	35
3.2.2 ΚΥΡΙΩΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ.....	37
3.3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΡΟΗΣ.....	49
3.3.1 ΚΥΡΙΩΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ.....	49
3.3.2 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ (SMSCHECK).....	51
3.3.3 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΕΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ / ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ ΜΕ SMS	53
3.3.4 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ ΔΕΔΩΜΕΝΩΝ (SEND DATA).....	55
3.3.5 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΕΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ / ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ GPS ΜΕ SMS.....	56
3.3.6 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΕΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ / ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ ΜΕ ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΣΜΟ.....	58
3.3.7 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ (SMSEND).....	59
3.3.8 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ ΣΒΗΣΙΜΑΤΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ SMS	60
3.3.9 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΞΟΥΣΙΟΔΟΤΗΜΕΝΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ.....	60
3.3.10 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ MODEM (GSM).....	61
3.3.11 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ GPS.....	62
3.3.12 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΤΩΝ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΡΟΗΣ.....	63
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	64
5. ΑΝΑΦΟΡΕΣ	66

Ημερομηνία Ανάλυσης Πτυχιακής: Μάρτιος 2008
Ημερομηνία Περάτωσης Πτυχιακής: Μάιος 2010

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αφορά ένα σύστημα εντοπισμού μέσω δορυφόρου της θέσης ενός οχήματος. Το σύστημα περιλαμβάνει ένα δέκτη GPS και ένα τερματικό GSM/ GPRS που συνεργάζονται με έναν προγραμματιζόμενο μικροελεγκτή. Ο δέκτης GPS στέλνει τα δεδομένα (γεωγραφικό μήκος και πλάτος, ώρα, ημερομηνία και ταχύτητα οχήματος) στο μικροελεγκτή, ο οποίος τα διαβάζει και τα στέλνει με μήνυμα, μέσω του τερματικού GSM/GPRS, σε ένα κινητό τηλέφωνο που έχει προκαθοριστεί. Επίσης το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν αντικλεπτικό θέτοντάς το σε κατάσταση συναγερμού, είτε σε περίπτωση μετατόπισης του οχήματος, είτε σε περίπτωση που κάποια από τις πόρτες του οχήματος παραβιαστεί. Το σύστημα είναι πλήρως ελεγχόμενο από το κινητό τηλέφωνο του ιδιοκτήτη, ο οποίος καλώντας το κινητό του συστήματος ή με κατάλληλα μηνύματα, μπορεί να ενεργοποιήσει/ απενεργοποιήσει το συναγερμό ή το GPS και να ζητήσει την αποστολή των δεδομένων του (τρέχουσα κατάσταση συναγερμού, GPS και δεδομένα GPS).

ABSTRACT

In this project a vehicle tracking system with the use of the GPS system is presented. The system consists of a GPS receiver, a GSM/GPRS terminal and a micro-controller. The GPS receiver sends the data (latitude and longitude, time, date and speed of the vehicle) to the micro-controller, which reads and sends them to a certain cellphone number through the GSM/GPRS terminal. This system can also be used as a burglar-alarm system, while setting it into alarm mode, in case the vehicle is moved or one of the doors is broken. The system is fully controlled by owner's cellphone, who can enable or disable the alarm or the GPS and request its information (current alarm mode, GPS status, and GPS data).

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Κάθε χρόνο παγκοσμίως σημειώνεται μεγάλος αριθμός κλοπών κάθε είδους οχήματος, τα οποία δυστυχώς σπάνια επιστρέφουν στους ιδιοκτήτες τους. Λόγω της εξέλιξης της τεχνολογίας των μικροελεγκτών είναι πλέον εφικτή η κατασκευή ενός συστήματος πρόληψης κλοπής αλλά και εντοπισμού, μέσω δορυφόρου, της θέσης του οχήματος.

Η εργασία αυτή αφορά ένα τέτοιο σύστημα. Το σύστημα περιλαμβάνει ένα δέκτη GPS και ένα τερματικό GSM/ GPRS που συνδέονται σε μια πλακέτα που περιλαμβάνει ένα μικροεπεξεργαστή PIC με το κατάλληλο πρόγραμμα. Ο δέκτης GPS στέλνει τα δεδομένα στον μικροεπεξεργαστή, ο οποίος τα διαβάζει και τα στέλνει με μήνυμα, μέσω του τερματικού GSM/ GPRS, σε ένα κινητό τηλέφωνο που έχει προκαθοριστεί, αφού προηγουμένως ο χρήστης έχει στείλει ένα μήνυμα με ένα κωδικό στο σύστημα για να ζητήσει τα δεδομένα. Τα δεδομένα που στέλνει το σύστημα περιλαμβάνουν το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, την ώρα και την ημερομηνία, και την ταχύτητα του οχήματος. Αυτά τα δεδομένα εισάγονται σε ένα πρόγραμμα στον ηλεκτρονικό υπολογιστή και βλέπουμε πάνω στο χάρτη σε ποιο σημείο βρίσκεται το όχημα. Σε περίπτωση που αυτό είναι σε μέρος που δεν μπορεί να λάβει σήμα το GPS, π.χ. γκαράζ, το σύστημα έχει κρατήσει τη θέση του λίγο πριν χάσει το σήμα και στέλνει αυτή τη μέτρηση. Επίσης, το σύστημα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν αντικλεπτικό θέτοντας το σύστημα σε κατάσταση συναγερμού σε περίπτωση που αντιληφθεί μετατόπιση του οχήματος (μέσω του GPS) χτυπώντας μια σειρήνα και στέλνοντας ταυτόχρονα μήνυμα στο κινητό. Για να γίνει αυτό πρέπει πρώτα ο χρήστης να έχει ενεργοποιήσει αυτή τη λειτουργία μέσω κάποιου διακόπτη ή μέσω κάποιου μηνύματος από το κινητό του με τον κατάλληλο κωδικό. Επιπλέον, για την αντικλεπτική προστασία του οχήματος έχει προβλεφθεί η ενεργοποίηση της σειρήνα και σε περίπτωση που κάποια από τις πόρτες του οχήματος παραβιασθεί/ δοθεί εντολή από τον ανιχνευτή κίνησης εντός του οχήματος.

Στην υλοποίηση της εφαρμογής αποφασίσθηκε η χρήση του μικροελεγκτή PIC17F877A της εταιρίας Microchip. Ο συγκεκριμένος μικροελεγκτής έχει τη δυνατότητα επικοινωνίας με δορυφορικό δέκτη και GSM τερματικό, είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος στην αγορά και διακρίνεται για την αξιοπιστία του. Επίσης, το χαμηλό κόστος και η πληθώρα των παραδειγμάτων, που αφορούν τον προγραμματισμό του,

που υπάρχουν ελεύθερα διαθέσιμα στο διαδίκτυο τον καθιστούν ως μια εξαιρετική επιλογή. Η γλώσσα προγραμματισμού που επιλέχθηκε είναι η PICBasic.Pro.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη αναφορά σε ιστορικά-τεχνικά στοιχεία, καθώς και στον τρόπο λειτουργίας των δορυφορικών συστημάτων και των ασύρματων δικτύων επικοινωνιών. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται το ηλεκτρικό κύκλωμα της κατασκευής και τα στοιχεία της. Στο επόμενο κεφάλαιο επεξηγείται το πρόγραμμα του μικροελεγκτή, τόσο με ομάδες εντολών όσο και με διαγράμματα ροής. Τέλος, στο τέταρτο κεφάλαιο αναφέρονται πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και πιθανές χρήσεις της κατασκευής.

Δημήτριος Κρομμύδας

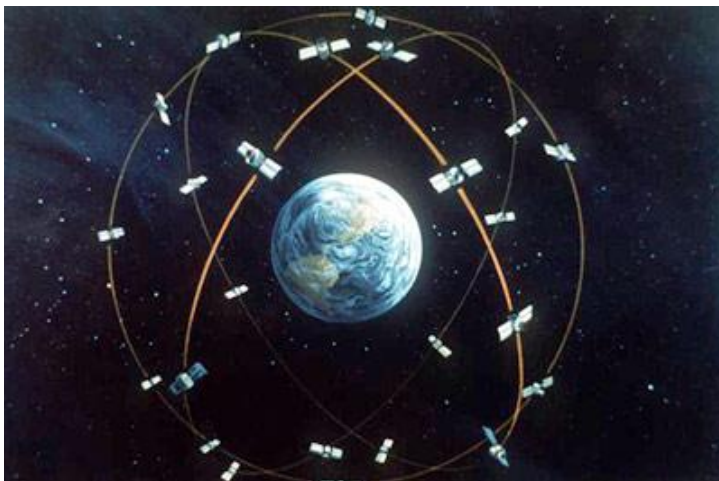
Θεσσαλονίκη, Μάιος 2010

1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση της κατασκευής κρίνεται απαραίτητο να αναφερθούν μερικά θεωρητικά στοιχεία που αφορούν τις τεχνολογίες που συνδυάζονται για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος.

1.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ (GPS)

Ένα σύγχρονο εργαλείο πλοήγησης, που η χρήση του για ταξιδιωτικούς και περιηγητικούς σκοπούς διευρύνεται τα τελευταία χρόνια, αλλά και ιδιαίτερα ελκυστικό (αξεσουάρ/ παρελκόμενο) gadget για τους φίλους της μοντέρνας τεχνολογίας είναι οι δέκτες GPS. Οι δέκτες αυτοί, που χρησιμοποιούνται εδώ και αρκετά χρόνια σε εφαρμογές Γεωδαισίας και Τοπογραφίας, έγιναν πλέον διαθέσιμοι στο ευρύ κοινό και στους ερασιτέχνες χρήστες σε μία απλουστευμένη, εύκολα μεταφέρσιμη και προσιτή, από πλευράς κόστους, μορφή. Προσαρμόζονται εύκολα σε οχήματα ξηράς και η κύρια χρησιμότητά τους είναι να προσδιορίζουν τη θέση τους πάνω στη γήινη επιφάνεια σε πραγματικό χρόνο και με επαρκή ακρίβεια. Άλλωστε το όνομά του GPS προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Global Positioning System, το οποίο ουσιαστικά σημαίνει



σύστημα προσδιορισμού θέσης (στίγμα) στη γη. Το σύστημα πλοήγησης GPS βασίζεται σε σήματα που εκπέμπονται από ένα δίκτυο 27 δορυφόρων (24 λειτουργικούς και 3), που βρίσκονται σε τροχιά στο διάστημα, σε απόσταση 12000miles (19300km) από τη γη

Σχ.1.1 Οι δορυφόροι σε τροχιά γύρω από τη γη

και κινούνται σε 6 διαφορετικές τροχιές. Οι τροχιές αυτές είναι έτσι κατανεμημένες ώστε ανά πάσα στιγμή σε οποιοδήποτε μέρος της γης να είναι διαθέσιμοι «ορατοί» το λιγότερο 4 δορυφόροι. Οι δορυφόροι αυτοί βρίσκονται διαρκώς σε κίνηση, κάνοντας 2 πλήρεις περιφορές γύρω από τη γη σε λιγότερο από 24 ώρες. Η μετάδοση από κάθε

δορυφόρο πληροφοριών για την ακριβή ώρα και θέση του, επιτρέπει στη συσκευή GPS να υπολογίσει με τριγωνισμό τη δική του θέση, η οποία εμφανίζεται στην οθόνη του εκφρασμένη σε συντεταγμένες ενός συγκεκριμένου γεωδαιτικού συστήματος αναφοράς.

Το δίκτυο δορυφόρων που αναγνωρίζουν οι συσκευές του εμπορίου έχει τεθεί σε τροχιά από τις Υπηρεσίες Άμυνας των ΗΠΑ και λέγεται NAVSTAR (υπάρχει και αντίστοιχο ρωσικό δίκτυο). Το GPS δίκτυο εκπέμπει σε δύο συχνότητες, από τις οποίες η μία χρησιμοποιείται μόνο για στρατιωτικούς σκοπούς, ενώ η δεύτερη, που είναι ανοιχτή σε κοινή χρήση, παρέχει μειωμένη ακρίβεια. Υπάρχουν διαφόρων τύπων δέκτες δορυφορικών σημάτων του GPS, που εξυπηρετούν διαφορετικές εφαρμογές και απαιτήσεις ακρίβειας.

1.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ – ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο πρώτος δορυφόρος GPS εκτοξεύτηκε το Φεβρουάριο του 1978. Ο κάθε δορυφόρος ζυγίζει κάτι λιγότερο από 1 τόνο, και το πλάτος του δεν ξεπερνά τα 5 μέτρα με τις ηλιακές κυψέλες σε ανοιχτή θέση. Η ισχύς του πομπού του είναι μέγιστο 50 watt. Κάθε δορυφόρος εκπέμπει σε τρεις διαφορετικές συχνότητες. Τα GPS πολιτικής χρήσης χρησιμοποιούν τη συχνότητα L1, στα 1575.42 MHz. Οι δορυφόροι GPS έχουν μέση διάρκεια ζωής 10 χρόνια. Η αντικατάστασή τους γίνεται κανονικά εδώ και χρόνια με νέους δορυφόρους. Οι τροχιές των δορυφόρων GPS περνούν από περίπου 60 μοίρες βόρεια μέχρι 60 μοίρες νότια (σχήμα για κάλυψη γης). Αυτό σημαίνει ότι κάποιος μπορεί να έχει σήμα από τους δορυφόρους σε οποιοδήποτε σημείο πάνω στη γη, οποιαδήποτε στιγμή. Επειδή οι δορυφόροι δε περνούν πάνω από τους πόλους σε εκείνα τα σημεία η ακρίβεια μειώνεται.

Το μεγαλύτερο καλό που προσφέρει το σύστημα GPS σε σχέση με τα προηγούμενα συστήματα προσδιορισμού θέσης μέσω σταθμών εδάφους, είναι ότι το GPS δουλεύει ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες. Οι προηγούμενες μεθοδολογίες και όργανα, έκαναν δυνατό τον προσδιορισμό θέσης ενός παρατηρητή μετρώντας γωνίες των αστρικών σχηματισμών. Η διαδικασία των γωνιομετρήσεων με τα οπτικά όργανα ήταν πολύ επίπονη και χρονοβόρα διαδικασία. Ταυτόχρονα δεν παρείχε ικανοποιητική ακρίβεια. Επίσης, δεν ήταν δυνατή η εφαρμογή της, ούτε κατά τη διάρκεια της ημέρας, ούτε τις νύχτες που είχε συννεφιά. Οι μετρούμενες γωνίες έπρεπε να μεταφερθούν σε ειδικούς χάρτες και μετά από επίπονη υπολογιστική διαδικασία το τελικό αποτέλεσμα

παρείχε περιορισμένη ακρίβεια της τάξης των μερικών μιλίων. Η μέθοδος επίλυσης βασιζόταν στην κλασική τριγωνομετρία, όπου τα αστέρια αποτελούν τα γνωστά σημεία αναφοράς και οι μετρούμενες γωνίες μεταξύ των αστεριών και του παρατηρητή θα επέλυαν τα τρίγωνα και θα προσδιόριζαν τη θέση του παρατηρητή.

Η όλη διαδικασία θα ήταν πολύ πιο απλή, εάν υπήρχε και η δυνατότητα μέτρησης των αποστάσεων προς τα αστέρια. Η διαδικασία του τριπλευρισμού θα μπορούσε να αντικαταστήσει τον τριγωνισμό, αλλά τέτοιου είδους μετρήσεις δεν ήταν δυνατόν να γίνουν. Η παραπάνω ιδέα της μέτρησης αποστάσεων προς τα σημεία αναφοράς τέθηκε σε εφαρμογή μόλις πρόσφατα, με τη χρησιμοποίηση των ραδιοκυμάτων που σηματοδότησε την αρχή της εποχής του Ραδιοεντοπισμού.

Συστήματα Ραδιοεντοπισμού ονομάζονται τα συστήματα εντοπισμού που βασίζονται στα ραδιοκύματα για τη μέτρηση των αποστάσεων προς διάφορους πομπούς που βρίσκονται εγκατεστημένοι σε σημεία με γνωστές συντεταγμένες. Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στη μέτρηση του χρόνου που έκανε το κύμα να μεταδοθεί από την πηγή του (πομπός) στην ειδική συσκευή που έχει τη δυνατότητα λήψης του (δέκτης). Πολλαπλασιάζοντας το χρόνο μετάδοσης με την ταχύτητα που ταξιδεύει το κύμα παίρνουμε την απόσταση. Το κρίσιμο σημείο στη διαδικασία αυτή είναι η όσο το δυνατόν ακριβέστερη μέτρηση του χρόνου. Τα συστήματα αυτά είχαν ως μειονεκτήματα την περιορισμένη ακρίβεια και κάλυψη της γήινης επιφάνειας, ενώ προσδιόριζαν τη θέση σε ένα διδιάστατο σύστημα, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη το υψόμετρο.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να εξεταστεί τι περιεχόμενο έχει η πληροφορία που εκπέμπει ένας δορυφόρος. Το σήμα του GPS περιέχει ένα -ψευδοτυχαίο κωδικό-, το ephemeris και κάποια δεδομένα αλμανάκ, όπως λέγονται. Ο ψευδοτυχαίος κωδικός προσδιορίζει την ταυτότητα του δορυφόρου που εκπέμπει. Κάθε δορυφόρος έχει ένα χαρακτηριστικό αριθμό PRN (pseudo-random number), από το 1 μέχρι το 32. Αυτός ο αριθμός φαίνεται και στην οθόνη του GPS ώστε να γίνεται αντιληπτό ποιος ή ποιοι δορυφόροι είναι εντός εμβέλειάς. Παρότι υπάρχουν μόνο 24 δορυφόροι, οι αναγνωριστικοί κωδικοί είναι 32 και ο λόγος είναι καθαρά τεχνικός. Έχοντας παραπάνω κωδικούς διαθέσιμους διευκολύνεται η διαχείριση του δικτύου. Όταν ένας νέος δορυφόρος εισάγεται στο δίκτυο, ξεκινάει τη λειτουργία του πριν ο παλιότερος που θα αντικατασταθεί σταματήσει. Με αυτό τον τρόπο είναι σίγουρο ότι θα υπάρχει ο ελάχιστος αριθμός δορυφόρων εν λειτουργία. Ο νέος δορυφόρος χρησιμοποιεί ένα νέο

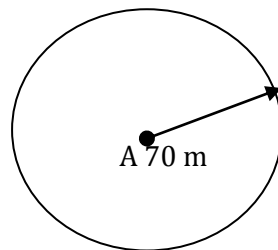
κωδικό αναγνώρισης ώστε να μην δημιουργείται σύγχυση στο δίκτυο. Τα δεδομένα ephemeris εκπέμπονται συνεχώς από κάθε δορυφόρο και περιέχουν σημαντικές πληροφορίες όπως η κατάσταση του δορυφόρου (αν είναι σε λειτουργία ή όχι, αν έχει προβλήματα και που, κτλ.), η ημερομηνία και η ώρα. Χωρίς αυτά τα στοιχεία το GPS δεν θα γνώριζε την τρέχουσα ημερομηνία και ώρα, το χρονικό στίγμα, πληροφορίες σημαντικές για τον προσδιορισμό της θέσης. Τα δεδομένα αλμανάκ πληροφορούν το GPS για τη θέση που θα βρίσκεται κάθε δορυφόρος σε οποιαδήποτε στιγμή της μέρας. Έτσι κάθε δορυφόρος εκπέμπει πληροφορίες για την τροχιά του και τη θέση του, καθώς και για κάθε άλλο δορυφόρο στο δίκτυο για επιπλέον ασφάλεια. Πιο απλά, κάθε δορυφόρος εκπέμπει ένα μήνυμα στο οποίο αναφέρεται το νούμερο του δορυφόρου, η θέση του και η ώρα αποστολής του μηνύματος. Το GPS λαμβάνει αυτή την πληροφορία, και αποθηκεύει τα δεδομένα ephemeris και αλμανάκ για να τα χρησιμοποιήσει στη συνέχεια. Με βάση αυτή την πληροφορία επίσης, το GPS μπορεί να κάνει και διορθώσεις στο εσωτερικό του ρολόι ώστε να υπάρχει συγχρονισμός δεδομένου ότι όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα ο χρονικός προσδιορισμός του σήματος είναι απαραίτητος για να προσδιορίσει την ακριβή θέση του. Αυτό γίνεται ως εξής: Το GPS συγκρίνει την ώρα που ο δορυφόρος εξέπεμψε το μήνυμα, με την ώρα που το μήνυμα ελήφθη από αυτό. Η διαφορά αυτή δείχνει στο GPS πόσο μακριά είναι ο δορυφόρος-αποστολέας. Προσθέτοντας και τις μετρήσεις που λαμβάνονται από τους άλλους δορυφόρους που βρίσκονται εντός εμβέλειας, προσδιορίζεται η ακριβής θέση με τριγωνομετρικούς υπολογισμούς που γίνονται από το GPS. Γι' αυτό χρειάζονται τουλάχιστον τρεις δορυφόροι ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί το γεωγραφικό μήκος και πλάτος (latitude/ longitude), σε δύο διαστάσεις. Με περισσότερους από τρεις δορυφόρους διαθέσιμους, ένα GPS μπορεί να προσδιορίσει και την τρίτη διάσταση (το ύψος-altitude). Επειδή η πληροφορία αυτή εκπέμπεται συνεχώς από όλους τους δορυφόρους, το GPS μπορεί με τη διαφορά χρόνου και θέσης να προσδιορίσει και την ταχύτητα και την διεύθυνση που κινείται (-ground speed- ή SOG - Speed Over Ground, και -ground track- ή COG - Course Over Ground).

Ο αρχικός σκοπός του GPS ήταν καθαρά στρατιωτικός. Ξεκίνησε με την πρωτοβουλία του τότε προέδρου των ΗΠΑ Ρόναλντ Ρέιγκαν και είχε ονομαστεί Πόλεμος των Άστρων. Καθώς όμως το σύστημα εξελισσόταν και ο κόσμος εξοικειωνόταν στην ιδέα των δορυφόρων, άρχισαν να εμφανίζονται ιδέες για την εκμετάλλευση του συστήματος σε μη στρατιωτικές εφαρμογές. Με επίσημο διάγγελμα

του προέδρου Ρείγκαν, στις αρχές του 1980 το σύστημα GPS διατέθηκε προς χρήση στο κοινό, με τη διαφορά ότι η πλήρης λειτουργικότητα του συστήματος θα είναι διαθέσιμη μόνο στον Αμερικάνικο Στρατό. Ο λόγος ήταν να μην χρησιμοποιηθεί το σύστημα από τρομοκράτες και εχθρικές δυνάμεις.

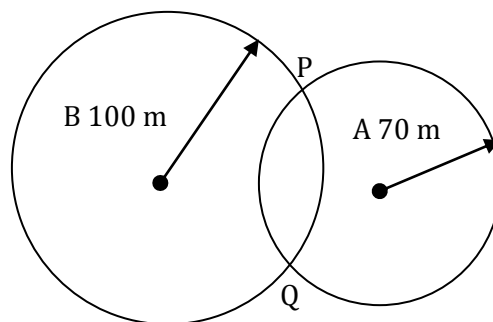
1.1.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ ΣΕ ΔΥΟ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

Έστω ότι ένας πομπός είναι εγκατεστημένος στο σημείο A στη Γη και μια ειδική συσκευή (δέκτης) μπορεί να δέχεται το σήμα που εκπέμπει ο πομπός A και να μετρά την απόσταση προς αυτόν. Επίσης, ο δέκτης έχει αποθηκευμένη στη μνήμη του την ακριβή θέση του πομπού A. Σε μια τυχαία θέση, τίθεται ο δέκτης σε λειτουργία και η απόσταση από τον πομπό προσδιορίζεται σε 70 μέτρα. Η μέτρηση αυτή δεν παρέχει την ακριβή θέση, αλλά προσδιορίζει έναν κύκλο με κέντρο το A και ακτίνα 70 μέτρα (Σχ. 1.2).



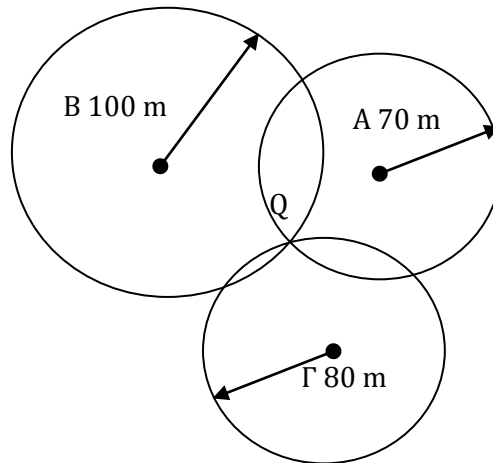
Σχ.1.2 Διδιάστατος υπολογισμός θέσης - Ένα σημείο αναφοράς

Έστω ότι ένας δεύτερος πομπός είναι εγκατεστημένος στο σημείο B με γνωστές συντεταγμένες. Ο δέκτης μετρά την απόσταση και προς το δεύτερο πομπό και την υπολογίζει σε 100 μέτρα. Επομένως βρισκόμαστε κάπου πάνω στον κύκλο με κέντρο το B και ακτίνα 100 μέτρα. Αν συνδυάσουμε όμως και την πληροφορία που είχαμε από τον πομπό A, τότε ξέρουμε ότι βρισκόμαστε σε ένα από τα δύο σημεία τομής των δύο κύκλων P και Q (Σχ 1.3).



Σχ.1.3 Διδιάστατος υπολογισμός θέσης - Δύο σημεία αναφοράς

Για να απορριφθεί μία από τις δύο λύσεις και να προσδιορισθεί η ακριβής θέση, είναι απαραίτητος και ένας τρίτος πομπός (Γ). Ο δέκτης μετρά την απόσταση και προς τον τρίτο πομπό και την υπολογίζει σε 80 μέτρα. Επομένως ο παρατηρητής βρίσκεται κάπου πάνω στον κύκλο με κέντρο το Γ και ακτίνα 80 μέτρα. Αν συνδυαστεί όμως και η πληροφορία που υπάρχει από τον πομπό Α και τον πομπό Β, τότε πλέον είναι γνωστή η θέση του με ακρίβεια αφού οι τρεις κύκλοι διασταυρώνονται σε ένα μόνο σημείο, το Q.



Σχ.1.4 Διδιάστατος υπολογισμός θέσης - Τρία σημείο αναφοράς

1.1.3 ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ

Ο τρισδιάστατος υπολογισμός δεν διαφέρει πολύ από το διδιάστατο. Αντί για κύκλους στα παραπάνω σχήματα χρησιμοποιούνται σφαίρες οπότε οι ακτίνες των κύκλων πηγαίνουν προς όλες τις κατευθύνσεις. Αν ο παρατηρητής γνωρίζει ότι απέχει 100 χιλιόμετρα από το δορυφόρο Α στον ουρανό, ξέρει ότι βρίσκεται μέσα σε μια εικονική σφαίρα με ακτίνα 100 χιλιόμετρα, αν επίσης ο παρατηρητής γνωρίζει ότι απέχει 150 χιλιόμετρα από το δορυφόρο Β στον ουρανό, τότε μπορεί να επικαλύψει την πρώτη σφαίρα με μία δεύτερη μεγαλύτερη σφαίρα. Οι σφαίρες ενώνονται σε ένα τέλειο κύκλο, οπότε γνωρίζοντας και ένα τρίτο δορυφόρο υπάρχει και μια τρίτη σφαίρα, η οποία τέμνει τον κύκλο σε δύο σημεία. Η γη μπορεί να θεωρηθεί ως μία τέταρτη σφαίρα στην επιφάνεια της οποίας μόνο το ένα σημείο από τα δύο πιθανά θα είναι πάνω στην επιφάνειά της, οπότε μπορείτε να αποκλειστεί το ένα σημείο που θα είναι στο κενό. Οι

δέκτες συνήθως ψάχνουν για 4 ή περισσότερους δορυφόρους, για να έχουν πιο ακριβές στίγμα και πιο ακριβή μέτρηση του υψομέτρου.

1.1.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΗΡΕΑΣΜΟΥ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΙΓΜΑΤΟΣ

Στην πράξη το αποδιδόμενο στίγμα δεν είναι τόσο ακριβές. Ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει την ακρίβεια του είναι το Selective Availability (SA). Όπως λέει και η ίδια η λέξη, επίτηδες και επιλεκτικά ελαττώνεται η ακρίβεια του στίγματος από το ίδιο το σύστημα. Το Αμερικάνικο Υπουργείο Αμύνης κρίνει ότι η ακρίβεια που παρέχει το σύστημα GPS είναι αρκετή για μη-στρατιωτική χρήση. Αντίθετα, οι Αμερικάνικες στρατιωτικές δυνάμεις έχουν στη διάθεσή τους το σύστημα σε πλήρη λειτουργία δίνοντάς τους ακρίβεια εκατοστού. Για τους μη στρατιωτικούς δέκτες που κάνουν χρήση του σήματος με επιλεκτική διαθεσιμότητα (SA), η ακρίβεια του στίγματος έχει απόκλιση περίπου 100 μέτρων. Βέβαια με διάφορες υπολογιστικές μεθόδους που χρησιμοποιούν τα ίδια τα GPS η απόκλιση ελαττώνεται στα 30 μέτρα.

Ένας ακόμα παράγοντας που επηρεάζει την ακρίβεια του GPS είναι η γεωμετρία των δορυφόρων. Η γεωμετρική θέση των δορυφόρων είναι το σημείο που βρίσκεται ο καθένας σε σχέση με τους άλλους δορυφόρους, όπως φαίνεται από το GPS. Αν τώρα ένα GPS έχει στην εμβέλειά του τέσσερις δορυφόρους (που είναι αρκετοί για να δώσουν ένα ακριβές στίγμα) αλλά και οι τέσσερις είναι π.χ. βορειοδυτικά σε σχέση με το GPS, η γεωμετρία των δορυφόρων είναι πολύ κακή. Στην πραγματικότητα, το GPS μπορεί να μην είναι σε θέση να δώσει καν στίγμα. Αυτό συμβαίνει γιατί όλες οι μετρήσεις της απόστασης από όλους τους δορυφόρους προέρχονται από την ίδια διεύθυνση, ΒΔ. Με άλλα λόγια, τα τριγωνομετρικά δεδομένα που λαμβάνει το GPS όσον αφορά την περιοχή στην οποία βρίσκεται το στίγμα μας είναι ασαφή, η περιοχή που ορίζεται από τις τομές των αποστάσεων είναι πολύ μεγάλη, και έτσι ο ακριβής προσδιορισμός της θέσης του GPS είναι αδύνατος. Σε αυτή την περίπτωση το σφάλμα του στίγματος μπορεί να είναι της τάξης των 90 έως 150 μέτρων. Στην αντίθετη περίπτωση, με τέσσερις δορυφόρους στην εμβέλεια του GPS κατανεμημένους στα τέσσερα σημεία του ορίζοντα, η ακρίβεια του στίγματος είναι η μέγιστη δυνατή. Η καλύτερη γεωμετρία των δορυφόρων είναι όταν αυτοί βρίσκονται ανά 90 μοίρες σε σχέση με το GPS. Το στίγμα βρίσκεται στην περιοχή που ορίζεται από την τομή των διευθύνσεων της απόστασης από τους τέσσερις δορυφόρους, και η περιοχή αυτή είναι τώρα πάρα πολύ μικρή. Ακόμα και με το Selective Availability, η ακρίβεια του στίγματος είναι της τάξης των 30 μέτρων.

Η ακρίβεια του GPS επίσης είναι μικρότερη όταν κινείται με μεγάλη ταχύτητα ή όταν βρίσκεται ανάμεσα σε ψηλά βουνά ή άλλα εμπόδια. Όταν το σήμα δεν φτάνει μέχρι το GPS λόγω των φυσικών εμποδίων, οι δορυφόροι υπολογίζουν τη θέση τους σε σχέση με τους υπόλοιπους και το GPS μπορεί τότε να καταλάβει εάν είναι σε θέση να δώσει ένα ακριβές στίγμα. Ένα καλό GPS μπορεί να δώσει ένδειξη όχι μόνο ποιι δορυφόροι είναι εντός εμβέλειας και εν λειτουργία, αλλά και πού ακριβώς βρίσκονται (αζιμούθιο και υψόμετρο), ώστε ο χρήστης του GPS να καταλάβει τι βαθμό αξιοπιστίας έχει το στίγμα που του δίνει το όργανο.

Ένα άλλο πρόβλημα που επηρεάζει την ακρίβεια του στίγματος είναι οι αντανακλάσεις. Κάθε ραδιοσήμα ανακλάται πάνω στα διάφορα αντικείμενα του φυσικού περιβάλλοντος και το σήμα φτάνει στο GPS καθυστερημένα αφού έχει ταξιδέψει μεγαλύτερη απόσταση από την αναμενόμενη. Αυτός ο επιπλέον χρόνος κάνει το GPS να πιστεύει ότι ο δορυφόρος που το εξέπεμψε βρίσκεται μακρύτερα από ότι είναι στην πραγματικότητα και έτσι προσδιορίζει λανθασμένα το σχετική θέση του. Αυτό το επιπλέον σφάλμα επιβαρύνει την ακρίβεια του στίγματος με άλλα 4-5 μέτρα.

Τα παραπάνω ήταν οι βασικότερες μόνο αιτίες σφάλματος στις μετρήσεις. Υπάρχουν και άλλοι μικρότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ακρίβεια του GPS, όπως οι καιρικές συνθήκες, ο συγχρονισμός πομπού - δέκτη, κ.α. Για παράδειγμα, τα ραδιοσήματα ταξιδεύουν στο διάστημα με την ταχύτητα του φωτός, επιβραδύνονται όμως σημαντικά όσο προχωρούν μέσα στα διάφορα στρώματα της ατμόσφαιρας, πολύ περισσότερο δε όταν υπάρχουν σύννεφα, βροχή, δυνατός αέρας, κ.λπ.

1.1.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ – ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΔΕΚΤΩΝ GPS

Σε ένα παγκόσμιο σύστημα πλοήγησης λογικό είναι να χρησιμοποιείται ένα παγκόσμιο σύστημα αναφοράς βάσει του οποίου να καθορίζονται τόσο οι μεταβαλλόμενες θέσεις των δορυφόρων, όσο και οι ζητούμενες θέσεις των δεκτών. Το σύστημα που χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό είναι το WGS84 και όλοι οι δέκτες (με τις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις τους) εκφράζουν την υπολογιζόμενη θέση τους με γεωγραφικές συντεταγμένες λ, φ και υψόμετρο στο σύστημα αυτό. Υπάρχουν διαφόρων τύπων δορυφορικοί δέκτες GPS, που εξυπηρετούν διαφορετικές εφαρμογές και απαιτήσεις ακρίβειας. Για εφαρμογές πλοήγησης σε ταξιδιωτική χρήση χρησιμοποιούνται φορητοί ερασιτεχνικοί δέκτες που προσαρμόζονται με κατάλληλες βάσεις σε οχήματα και χαρακτηρίζονται ως outdoor ή mobile, συνδυάζοντας τον

εντοπισμό με άλλες πρόσθετες χρήσιμες λειτουργίες. Υπάρχουν και δέκτες σε μορφή module που προσαρμόζονται σε υπολογιστές παλάμης (palmtop ή handheld) και τους μετατρέπουν σε πλήρεις δέκτες GPS. Στην τελευταία περίπτωση υπάρχει μεγάλη ευελιξία στο λογισμικό και τους χάρτες - υπόβαθρα που μπορεί να χρησιμοποιήσει κανείς (υπάρχει πληθώρα διαθέσιμων προγραμμάτων τόσο για λειτουργικό PalmOS όσο και για PocketPC-WinCE),

Οι δέκτες GPS, εκμεταλλευόμενοι τη δυνατότητα εντοπισμού της θέσης τους και εκτός από την εμφάνιση των συντεταγμένων εντοπισμού, συχνά ενσωματώνουν και άλλες λειτουργίες. Εμφανίζουν οθόνη γραφικών όπου απεικονίζεται η θέση του δέκτη και η γραμμή της διαδρομής που ακολουθεί. Σε πολλούς δέκτες στην οθόνη αυτή απεικονίζεται και χάρτης (συνήθως γενικός) που βρίσκεται αποθηκευμένος στη μνήμη τους, και δίνει μια πολύ καλή εικόνα της θέσης του χρήστη πάνω σε, έστω και γενικευμένο, χαρτογραφικό υπόβαθρο. Οι δέκτες του τύπου αυτού συνήθως έχουν την δυνατότητα να τροφοδοτούνται με χάρτες που προέρχονται από την εταιρία κατασκευής τους συνδεδεμένοι με PC (με περιορισμό το μέγεθος της μνήμης τους). Τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί χάρτες με μεγάλη λεπτομέρεια (ακόμη και σε επίπεδο αρίθμησης οδών), τόσο για τις Η.Π.Α. όσο και για την Ευρώπη, που αποτελούν πολύτιμο βοήθημα για τον ταξιδιώτη.

Ενσωματώνουν λειτουργία πλοήγησης (navigation mode), με την οποία ο χρήστης ορίζει τη θέση ενός σημείου στο οποίο θέλει να πάει (μπορεί να είναι ένα σημείο από το οποίο πέρασε νωρίτερα και το έχει αποθηκεύσει) και ο δέκτης δίνει διαρκώς πληροφορίες για την κατεύθυνση που ο χρήστης πρέπει να ακολουθήσει, την ταχύτητα που κινείται, την απόσταση που απέχει, κ.λπ., καθοδηγώντας τον ουσιαστικά να φθάσει στον προορισμό του. Ακόμη πιο προχωρημένη πλοήγηση γίνεται από δέκτες που ενσωματώνουν λεπτομερή δεδομένα για το οδικό δίκτυο πόλεων και καθοδηγούν το χρήστη πώς θα μεταβεί από τη θέση που βρίσκεται σε ζητούμενη διεύθυνση (οδό και αριθμό), υπολογίζοντας και τη συντομότερη διαδρομή.

Αποθηκεύουν και διαχειρίζονται γεωγραφικά δεδομένα που προκύπτουν από τον εντοπισμό θέσης ή εισάγονται από το χρήστη. Τα δεδομένα αυτά είναι σημεία (waypoints ή waymarks) ή σύνολα σημείων (routes) ή γραμμικές διαδρομές (tracks).

Είναι πλήρεις υπολογιστές ταξιδιού (trip computer) εμφανίζοντας πολλές χρήσιμες πληροφορίες, όπως χρόνο ταξιδιού, χρόνο στάσης, μέση και μέγιστη ταχύτητα,

εκτιμώμενο χρόνο άφιξης, και άλλα πολλά. Τονίζεται ότι όλα τα παραπάνω στοιχεία έχουν έννοια όταν ο δέκτης μπορεί να υπολογίσει τη θέση του.

Εμφανίζουν πυξίδα για τον προσανατολισμό του χρήστη. Περιορισμό αποτελεί το ότι για να λάβει ο χρήστης ορθή ένδειξη πρέπει ο χρήστης να κινείται, αφού ο δέκτης υπολογίζει τον προσανατολισμό του από διαδοχικές θέσεις τους. Εξάιρεση αποτελούν μερικοί δέκτες που ενσωματώνουν μαγνητική πυξίδα που λειτουργεί ανεξάρτητα από τον εντοπισμό θέσης.

Μερικοί δέκτες, επειδή η ακρίβεια προσδιορισμού του υψομέτρου είναι περιορισμένη (της τάξης των 50 μέτρων), ενσωματώνουν ένα βαρομετρικό αλτίμετρο που μετρά υψομετρικές διαφορές με ακρίβεια 2 έως 5 μέτρα. Η συσκευή για να δώσει σωστά υψόμετρα απαιτείται να καλιμπραρισθεί, δηλαδή να εισαχθεί το υψόμετρο σε μια θέση που αυτό είναι γνωστό, όπως στη θάλασσα που είναι περίπου 0.

Ενσωματώνουν άλλες βοηθητικές λειτουργίες, όπως υπολογισμό εμβαδών, ημερολόγιο, αριθμομηχανή, πληροφορίες για ανατολή και δύση τους ήλιου και της σελήνης, κλπ.

Οι δέκτες GPS δέχονται διαφόρων ειδών ρυθμίσεις, από το βαθμό λεπτομέρειας εμφάνισης χαρτών μέχρι τον τρόπο αποθήκευσης διαδρομών, κλπ. Οι σημαντικότερες από αυτές τις ρυθμίσεις αφορούν το Σύστημα Αναφοράς (datum) και τον τρόπο εμφάνισης συντεταγμένων των θέσεων που εντοπίζονται. Οι περισσότεροι δέκτες δίνουν πολλές επιλογές Συστήματος Αναφοράς (datum). Ο χρήστης πρέπει να επιλέξει datum το ίδιο με αυτό που αναφέρει ο χάρτης. Με τον τρόπο αυτό παίρνει αυτόματα από το GPS γεωγραφικές συντεταγμένες εντοπισμού θέσης λ , φ συμβατές με τις αναγραφόμενες στο χάρτη, ώστε να μπορεί να προσδιορίσει αμέσως τη θέση του σ' αυτόν. Αν ο χάρτης εμφανίζει στο πλαίσió του επίπεδες συντεταγμένες x , y , τότε ο χρήστης πρέπει να ορίσει στο δέκτη τις παραμέτρους της προβολής (grid) που αντιστοιχούν στο χάρτη, για να διαβάσει απ' ευθείας από το δέκτη x , y . Πάλι υπάρχουν πολλές διαθέσιμες επιλογές αλλά συνήθως χρειάζεται ο ορισμός μιας custom ή user-defined προβολής που είναι πιο πολύπλοκη διαδικασία.

Όπως προαναφέρθηκε, όλοι οι δέκτες GPS έρχονται με προεπιλεγμένο σύστημα αναφοράς το WGS84 και εμφανίζουν γεωγραφικές συντεταγμένες εντοπισμού θέσης (γεωγραφικό μήκος λ και γεωγραφικό πλάτος φ). Δεν υπάρχει λόγος για το μέσο χρήστη να κάνει κάποια αλλαγή στις ρυθμίσεις αυτές, εκτός αν θέλει να συνδυάσει τη χρήση του GPS και των συντεταγμένων εντοπισμού που λαμβάνει από αυτό με ένα

χάρτη, ο οποίος χρησιμοποιεί κάποιο άλλο Σύστημα Αναφοράς (εκτός του WGS84) και αναγράφει τις αντίστοιχες γεωγραφικές λ, φ ή επίπεδες χ, ψ συντεταγμένες στο πλαίσió του.

Στην πράξη και για τα Ελληνικά δεδομένα, πέραν του WGS84 υπάρχει και το European Datum 50 (ED50) και στο πλαίσió του αναγράφονται τα αντίστοιχα λ, φ σε μοίρες. Το ED50 χρησιμοποιείται σήμερα στην πλειοψηφία των χαρτών στην Ελλάδα. Στην περίπτωση αυτή επιλέγεται από το σχετικό μενού ως datum το ED50 (μπορεί να αναφέρεται και ως EUR50) και τρόπος εμφάνισης συντεταγμένων (coordinates readout) Lon, Lat (δηλαδή γεωγραφικό μήκος λ και πλάτος φ) σε μοίρες, πρώτα, δεύτερα.

Είναι πιθανό τα μενού των ρυθμίσεων από συσκευή σε συσκευή να διαφέρουν, όμως οι παραπάνω οδηγίες καλύπτουν την μεγάλη πλειοψηφία των δεκτών GPS του εμπορίου. Σε μερικούς δέκτες δίνεται η δυνατότητα καθορισμού δύο συστημάτων αναφοράς, ενός πρωτεύοντος (primary) και ενός δευτερεύοντος (secondary), οπότε ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τους συνδυασμούς που τον εξυπηρετούν καλύτερα.

1.2 ΨΗΦΙΑΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες που μπορούν να υλοποιήσουν ασύρματη επικοινωνία είτε ψηφιακά, είτε αναλογικά.. Παρακάτω θα παρουσιασθούν μερικές από αυτές ξεκινώντας από την ψηφιακή τεχνολογία και ειδικότερα τα συστήματα GSM, που είναι από τα κορυφαία ψηφιακά κυψελωτά συστήματα και έχει εκτεταμένη εφαρμογή αφού χρησιμοποιείται σε όλες σχεδόν τις χώρες του κόσμου.

1.2.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ GSM

Το Global System for Mobile communications (GSM), είναι ένα κοινό Ευρωπαϊκό ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας. Το Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Συμβούλιο (European Telecommunications Standards Institute) το 1982, άρχισε τη μελέτη για τη δημιουργία ενός κοινού Ευρωπαϊκού ψηφιακού συστήματος κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G). Αυτό το σύστημα ονομάστηκε αρχικά Group Special Mobile (GSM).

Το GSM είναι ένα κυψελοειδές ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G), το οποίο χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικά σήματα και την τεχνική πολλαπλής

πρόσβασης με διαχωρισμό του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων σε έναν αριθμό καναλιών και τη διαίρεση αυτών σε χρονοθυρίδες για τη μετάδοση σημάτων (Time Division Multiple Access – TDMA). Με αυτό τον τρόπο, μια μόνο συχνότητα μπορεί να υποστηρίζει ταυτόχρονα πολλαπλά κανάλια δεδομένων. Το 1989 η ευθύνη του GSM ανατέθηκε στο Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Ινστιτούτο Προτύπων (ETSI) και το 1990 ανακοινώθηκαν επίσημα για πρώτη φορά το πρότυπο και τα χαρακτηριστικά του GSM. Το 1991 άρχισε η εμπορική του διάθεση στην Ευρώπη, ενώ στην Ελλάδα το σύστημα χρησιμοποιήθηκε το 1993 από την WIND Hellas. Το πρότυπο GSM δεν είναι μόνο Ευρωπαϊκό πρότυπο, αφού υιοθετήθηκε από πολλές άλλες χώρες των άλλων Ηπείρων, εκμεταλλευόμενο διάφορες ζώνες συχνοτήτων.

1.2.1.1 ΖΩΝΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ

- Το GSM 900 (εκπέμποντας στην περιοχή συχνοτήτων των 900 MHz) αποτελεί το κύριο ψηφιακό δίκτυο της Ευρώπης. Επίσης χρησιμοποιείται στη γεωγραφική περιοχή της Ασίας και του Ειρηνικού. Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) παραχώρησε ένα ζεύγος συχνοτήτων, από τα 890 έως τα 915MHz και από τα 935 έως τα 960MHz. Η πρώτη περιοχή χρησιμοποιείται για την επικοινωνία του κινητού με τον σταθμό βάσης (Up link), ενώ η δεύτερη για την επικοινωνία του σταθμού βάσης με το κινητό (down link). Οι περιοχές (ζώνες) των 25MHz υποδιαιρούνται η καθεμία σε 124 + (1 ελεύθερο) κανάλια συχνότητας και κάθε κανάλι έχει εύρος ζώνης 200 KHz. Όλο αυτό το σύστημα ονομάστηκε GSM 900 ή Standard GSM.
- Το GSM 1800 (εκπέμπει στην περιοχή συχνοτήτων των 1800MHz) χρησιμοποιείται επίσης στην Ευρώπη και την Ασία, αλλά δεν είναι τόσο διαδεδομένο όσο το GSM 900. Αναπτύχθηκε το 1991 και αρχικά ονομάστηκε DCS 1800. Διατηρείται η δομή ενός GSM 900 δικτύου αλλά χρησιμοποιούνται διαφορετικά ζεύγη συχνοτήτων, από τα 1710 έως τα 1785MHz Up link και από τα 1805 έως τα 1880MHz Down link. Οι περιοχές των 75MHz υποδιαιρούνται η καθεμία σε 374 (+ 1 ελεύθερο) κανάλια και κάθε κανάλι έχει εύρος ζώνης 200 KHz. Αυτή η αλλαγή στην ζώνη συχνοτήτων έγινε διότι οι ζώνες του GSM 900 στην Ευρώπη ήταν πιασμένες από άλλους παρόχους κινητής τηλεφωνίας. Σήμερα όλες οι εταιρίες κινητής τηλεφωνίας χρησιμοποιούν και τα δύο συστήματα (GSM-900/GSM-1800) στα δίκτυα τους αυξάνοντας αισθητά τη

χωρητικότητά στα δίκτυα τους. Στα τέλη δεκαετίας του 1990 η GSM World Association αποφάσισε να μετονομάσει το DCS 1800 σε GSM 1800 για να φανεί η δυναμικότητα και η παγκοσμιότητα του GSM.

- Το GSM 1900 (εκπέμπει στην περιοχή συχνοτήτων 1900 MHz) είναι το σύστημα GSM που χρησιμοποιείται κυρίως στην Αμερική και τον Καναδά. Και εδώ διατηρείται και πάλι η δομή ενός GSM 900 δικτύου, αλλά χρησιμοποιούνται και εδώ διαφορετικά ζεύγη συχνοτήτων: Από τα 1850 έως τα 1910MHz για Up link και από τα 1930 έως τα 1990MHz για Down link. Οι περιοχές των 60MHz υποδιαιρούνται η καθεμία σε 299+ (1 ελεύθερο) κανάλια συχνότητας και κάθε κανάλι έχει εύρος ζώνης 200KHz. Στα τέλη δεκαετίας του 1990 η GSM World Association αποφάσισε να μετονομάσει το PCS 1900 που λεγότανε παλιότερα σε GSM 1900 για να φανεί η δυναμικότητα και η παγκοσμιότητα του GSM.
- Το E-GSM (Extended-GSM 900 - Εκτεταμένη ζώνη GSM) καθορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ράδιο Επικοινωνιών στα τέλη της δεκαετίας του 1990 για να «αντικαταστήσει» το κλασικό GSM 900 διατηρώντας βέβαια την δομή του αυξάνοντας όμως τις περιοχές συχνοτήτων από 880 έως 915 MHz για Uplink και 925 έως 960MHz Downlink. Έτσι επέτρεψε στα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας να αυξήσουν τη χωρητικότητά τους και να καλύψουν τις ανάγκες από την αυξημένη κίνηση των πελατών τους.

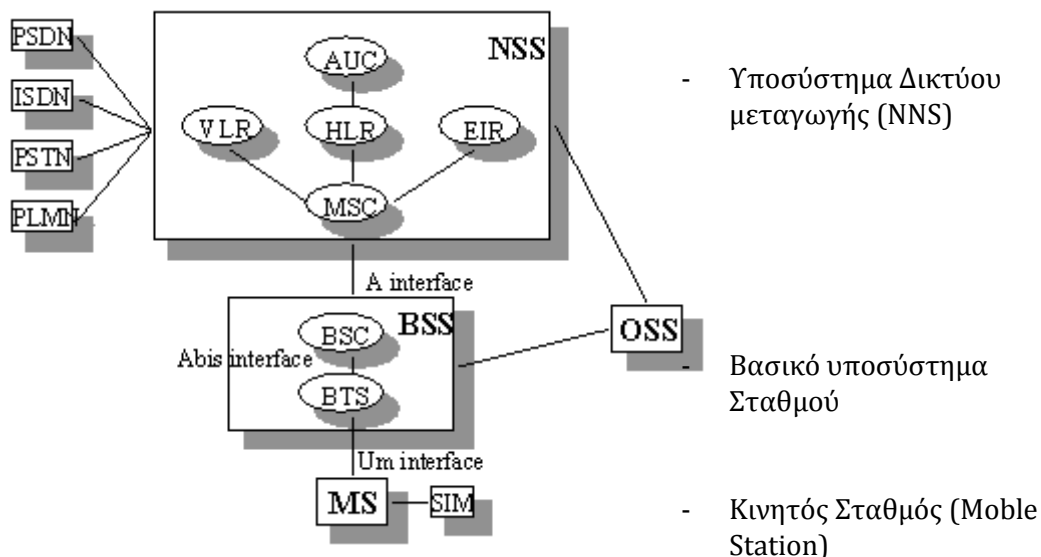
1.2.1.2 ΚΥΨΕΛΟΕΙΔΗΣ ΔΟΜΗ ΔΙΚΤΥΟΥ GSM

Για να αυξηθεί η εμβέλεια ενός δικτύου GSM σε μία γεωγραφική περιοχή, η περιοχή αυτή διαμελίζεται σε μικρότερες περιοχές που λέγονται κυψέλες, οι οποίες εφάπτονται μεταξύ τους με κάθε κυψέλη να έχει και ένα σταθμό βάσης (Base Station), συνθέτοντας έτσι μια δομή κυψελών. Η δομή αυτή επαναλαμβάνεται όσες φορές χρειάζεται για την απαιτούμενη κάλυψη της μιας περιοχής κάνοντας επαναχρησιμοποίηση των συχνοτήτων. Με τη μέθοδο αυτή αυξάνεται η χωρητικότητα του δικτύου αλλά πρέπει η ισχύς κάθε κυψέλης να είναι όση χρειάζεται ώστε να μην ξεπερνάει τα όρια της και να «υπερχειλίζει» άλλες κυψέλες της ίδιας δομής, ενώ για να μη δημιουργείται ενδοκαναλική παρεμβολή σε γειτονικές κυψέλες η επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να απέχουν επαρκώς μεταξύ τους οι κυψέλες μιας δομής που έχουν την ίδια συχνότητα με τις κυψέλες μιας άλλης δομής. Η ενδοκαναλική παρεμβολή μειώνεται όσο αυξάνει ο αριθμός των κυψελών της δομής. Η ακτίνα κάθε

κυψέλης σε αραιοκατοικημένες περιοχές είναι μέχρι 35km, ενώ σε πυκνοκατοικημένες περιοχές δεν ξεπερνά τα 300m. Σε περιοχές με πολύ μεγάλη ζήτηση χωρητικότητας δικτύου, όπως σε αστικά κέντρα, οι σταθμοί βάσης υπερφορτώνονται και έτσι υπάρχει ανάγκη για μεγαλύτερη χωρητικότητα του δικτύου. Έτσι για να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός γίνεται διάσπαση των υπάρχοντων κυψελών σε μικρότερες, ενώ για αυτές χρησιμοποιούνται κεραίες μικρότερης ισχύος (macro bs - micro- bs - pico bs) όπως σε κτήρια, στο μετρό, Δημόσιους Οργανισμούς, οδικές αρτηρίες κ.τ.λ.

1.2.1.3 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ GSM ΔΙΚΤΥΩΝ

Ένα GSM δίκτυο χωρίζεται σε 3 βασικά μέρη, τον Κινητό Σταθμό (Mobile Station), το Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (BSS) και το Υποσύστημα Δικτύου μεταγωγής (NNS- Network Switching Subsystem), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα (Σχ. 1.5).



Σχ.1.5 Αρχιτεκτονική GSM Δικτύου

- Ο Κινητός Σταθμός (Mobile Station) έχει οπωσδήποτε πομπό-δέκτη, κεραία, οθόνη και την κάρτα SIM. Η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς εκπομπής στην Ευρώπη μιας κινητής μονάδας είναι στα 2Watt ενώ σε Αυστραλία και Αμερική είναι 1,6W, οι τιμές αυτές καθορίστηκαν από τη Διεθνή Επιτροπή για την προστασία από τη μη ιονίζουσα ακτινοβολία.
- Το Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (Base Station Subsystem) διαχειρίζεται τις κλήσεις σε μια γεωγραφική περιοχή, όπου καλύπτεται από ένα σύνολο κεραιών

διαφόρων μεγεθών σε σειρά, και κάθε τέτοια κεραία εξυπηρετεί μια κυψέλη. Το BSS χωρίζεται στο βασικό σταθμό πομπό-δέκτη Base Transceiver Station (BTS) και στο βασικό σταθμό ελέγχου Base Station Controller (BSC).

- Το Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (BTS) φροντίζει την επικοινωνία μεταξύ του δικτύου GSM και του κινητού σταθμού. Ένα BTS μπορεί να ελέγχει μια ή περισσότερες κεραίες. Η ισχύς των κεραιών σε ένα BTS μπορεί είναι 40W έως 500W. Όταν ένας χρήστης A θέλει να πραγματοποιήσει μια κλήση σε έναν άλλο συνδρομητή B, ο σταθμός βάσης μεταβιβάζει το σήμα με το αίτημά του A για αναζήτηση και εντοπισμό του άλλου συνδρομητή B στο τηλεπικοινωνιακό κέντρο της εταιρείας του A. Το κέντρο της εταιρείας εντοπίζει την κυψέλη στην οποία βρίσκεται ο B και στέλνει το σήμα στον πλησιέστερο σταθμό βάσης. Από εκεί, πάλι με τη χρήση των διαθέσιμων συχνοτήτων, στέλνεται το σήμα στο κινητό του B κι έτσι μπορεί να επικοινωνήσει μαζί του ο A. Το πεδίο μιας GSM κεραίας ενός σταθμού βάσης ή κινητής μονάδας, είναι παλμικό με κανάλια διάρκειας 4,616 ή 9,232msec το καθένα, που είναι χωρισμένα σε 8 ή 16 διαστήματα-χρονοθυρίδες, διάρκειας 0.577 msec η καθεμία (8x0,577 ή 16x0,577). Κάθε χρήστης χρησιμοποιεί για μια τηλεφωνική κλήση από μια χρονοθυρίδα, άρα ένα κανάλι μπορεί να χρησιμοποιηθεί το πολύ από 8 ή 16 συνδρομητές. Οι 8 ή 16 χρονοθυρίδες που χωρίζονται σε ένα κανάλι αποκαλούνται πλαίσιο TDMA ενώ κάθε χρονοθυρίδα αντιστοιχεί σε 156 bits.
- Το BSC (Βασικός Σταθμός Ελέγχου) ελέγχει τα σήματα παίρνοντας τα από ένα ή περισσότερα BTS ενώ εκχωρεί και απελευθερώνει κανάλια. Τα σήματα που λαμβάνει τα κατευθύνει στο MSC - Mobile Switching Centre - και όταν χρειάζεται μετατρέπει τα 16kbrps φωνής που είναι στην κινητή τηλεφωνία σε 64kbrps που χρησιμοποιείται στη σταθερή τηλεφωνία.
- Το Υποσύστημα Δικτύου μεταγωγής (NNS- Network Switching Subsystem) αποτελείται από:
 - Το Κέντρο Διανομής (Mobile Switching Center), που είναι υπεύθυνο για τη διασύνδεση, τον έλεγχο και τη δρομολόγηση εισερχόμενων/εξερχόμενων κλήσεων μεταξύ του δικτύου κινητής τηλεφωνίας και ενός άλλου δικτύου ή άλλων. Όταν ένα MSC συνδέεται με ένα δίκτυο σταθερής

τηλεφωνίας θα πρέπει να δέχεται 64kbps φωνής. Όταν όμως ο MSC συνδέεται με ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας τότε θα πρέπει να γνωρίζει πού βρίσκεται εκείνη τη δεδομένη χρονική στιγμή ο χρήστης, αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια καταχωρητών (VLR - Visitor Locator Register και HLR - Home Locator Register). Ο πάτριος καταχωρητής θέσης αναζήτησης (HLR) έχει μια Βάση Δεδομένων που κρατά στοιχεία προφίλ ενός συνδρομητή και πληροφορίες για την τρέχουσα θέση του. Η εμβέλεια κάθε τέτοιου κέντρου είναι σε τοπικό επίπεδο. Όταν ο συνδρομητής βγει από τα όρια της τοπικής περιοχής που καλύπτει το HLR, δηλαδή είναι πολύ μακριά από το σπίτι του τότε αναλαμβάνει το χρήστη ο καταχωρητής θέσης αναζήτησης (VLR) ο οποίος έχει μια βάση δεδομένων, ο οποίος συγκρατεί προσωρινά δεδομένα καθώς και την τρέχουσα θέση του, αναλαμβάνοντας τις κλήσεις του.

- Το κέντρο πιστοποίησης (Authentication Centre – AuC) ο ρόλος του οποίου έγκειται στη διαχείριση δεδομένων για την πιστοποίηση της ταυτότητας του χρήστη.

1.2.1.4 ΣΥΣΤΗΜΑ CDMA

Συντομογραφία του Code-Division Multiple Access. Αυτή η ψηφιακή κυψελωτή τεχνολογία χρησιμοποιεί τεχνικές διευρυμένου φάσματος. Σε αντίθεση με ανταγωνιστικά του συστήματα που χρησιμοποιούν την τεχνολογία TDMA, όπως το GSM, το CDMA δεν εκχωρεί μια συγκεκριμένη συχνότητα σε κάθε χρήστη, αντίθετα, κάθε κανάλι χρησιμοποιεί όλο το διαθέσιμο φάσμα. Οι μεμονωμένες συνομιλίες κωδικοποιούνται με μια ψευδοτυχαία ψηφιακή ακολουθία. Πολλές συνομιλίες πραγματοποιούνται ταυτόχρονα με την αποστολή των δεδομένων επικοινωνίας σε ομάδες συνδυασμένων bit, καταχωρώντας σε κάθε ομάδα στην οποία ανήκει μία συνομιλία έναν διαφορετικό κωδικό. Επομένως, στο άλλο άκρο, κάθε επικοινωνία μπορεί να ανασυναρμολογείται με τη σωστή σειρά, χρησιμοποιώντας τους μοναδικούς κωδικούς που επισυνάπτονται σε συγκεκριμένες ομάδες bit. Το CDMA αποτελεί την πλέον διαδεδομένη και πιο πρόσφατη ψηφιακή κυψελωτή τεχνολογία στη Βόρεια Αμερική.

1.2.1.5 ΣΥΣΤΗΜΑ PDC

Το Personal Digital Cellular (PDC) είναι ένα ακόμα σημαντικό πρότυπο ψηφιακών ασύρματων επικοινωνιών. Μολονότι το PDC χρησιμοποιείται αυτή τη στιγμή μόνο στην Ιαπωνία, είναι το δεύτερο μεγαλύτερο ψηφιακό πρότυπο στον κόσμο με περισσότερους από 48 εκατομμύρια συνδρομητές μέχρι τον Ιούλιο του 2000. Αρκετοί λειτουργεί δικτύων σε όλο τον κόσμο έχουν στραφεί ενεργά προς το PDC. Όπως και τα δίκτυα GSM, το PDC βασίζεται στην τεχνολογία TDMA.

1.2.1.6 ΣΥΣΤΗΜΑ GPRS

Το GPRS (General Packet Radio Service) αποτελεί ένα βήμα μεταξύ των κυψελωτών δικτύων GSM και των δικτύων 3^{ης} γενιάς. Το GPRS προσφέρει ταχύτερη μεταφορά δεδομένων (από 9.6Kbits έως 115Kbits) μέσω ενός δικτύου GSM. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να πραγματοποιούν κλήσεις και ταυτόχρονα να μεταφέρουν δεδομένα. Τα κύρια πλεονεκτήματα του GPRS είναι ότι διατηρεί πόρους ραδιοεπικοινωνίας μόνο όταν υπάρχουν δεδομένα προς αποστολή και ότι μειώνει την εξάρτηση από τα παραδοσιακά μεταγώμενα από κυκλώματα στοιχεία δικτύου.

1.2.1.7 ΣΥΣΤΗΜΑ WCDMA

Αποτελεί συντομογραφία του Wideband CDMA και είναι μια τεχνολογία ασύρματων κινητών επικοινωνιών υψηλής ταχύτητας 3^{ης} γενιάς που μπορεί να προσφέρει υψηλότερες ταχύτητες από το CDMA. Το WCDMA μπορεί να φτάσει ταχύτητες μέχρι 2Mbps για μετάδοση φωνής, video, δεδομένων και εικόνας. Το WCDMA υιοθετήθηκε ως πρότυπο από την ITU με το όνομα "IMT-2000 direct spread".

1.2.1.8 ΣΥΣΤΗΜΑ PCS

Συντομογραφία του Personal Communications Service (PCS), είναι ο όρος της Ομοσπονδιακής Επιτροπής Επικοινωνιών των ΗΠΑ (FCC) που χρησιμοποιείται για να περιγράψει μία ομάδα ψηφιακών τεχνολογιών κυψελωτής επικοινωνίας που αναπτύσσεται στις ΗΠΑ. Το PCS λειτουργεί μέσω θυρών ασύρματης επικοινωνίας CDMA, GSM και TDMA.

Τρία από τα πλέον σημαντικά χαρακτηριστικά του συστήματος PCS είναι τα εξής:

- Είναι πλήρως ψηφιακά.

- Λειτουργεί στην περιοχή συχνοτήτων 1900MHz.
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διεθνώς.

Το PCS είναι μια τεχνολογία κινητών επικοινωνιών 2^{ης} γενιάς.

1.3 ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Υπάρχουν τρία είδη αναλογικών δικτύων στα οποία για λόγους πληρότητας θα γίνει απλή αναφορά: Τα AMPS, τα ETACS και τα NMT.

- Το AMPS χρησιμοποιείται κυρίως στις ΗΠΑ. Χρησιμοποιείται επίσης στη Λατινική Αμερική, την Αυστραλία, τη Νέα Ζηλανδία, σε τμήματα της Ρωσίας και στη γεωγραφική περιοχή της Ασίας και του Ειρηνικού.
- Το ETACS χρησιμοποιείται στην Ευρώπη και τη γεωγραφική περιοχή της Ασίας και του Ειρηνικού.
- Το NMT χρησιμοποιείται στη Σκανδιναβία και σε ορισμένες Ευρωπαϊκές χώρες, όπως και σε τμήματα της Ρωσίας, τη Μέση Ανατολή και την Ασία.

1.4 ΔΙΚΤΥΑ 3G

Το 3G είναι μια προδιαγραφή της ITU για την τρίτη γενιά τεχνολογιών κινητών επικοινωνιών. Το 3G υπόσχεται αυξημένο εύρος ζώνης και ταχύτητα μέχρι 384Kbps, όταν μια συσκευή είναι σταθερή ή κινείται με ταχύτητα πεζού, 128Kbps σε αυτοκίνητο και 2Mbps σε σταθερές εφαρμογές. Το 3G λειτουργεί με ασύρματες διασυνδέσεις όπως οι GSM, TDMA και CDMA. Η νέα ασύρματη διασύνδεση EDGE έχει αναπτυχθεί ειδικά για να ικανοποιεί τις ανάγκες εύρους ζώνης του 3G.

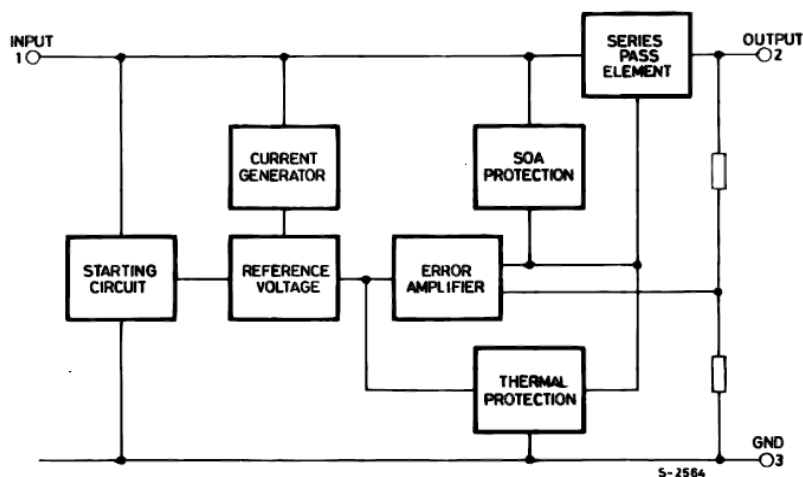
2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

2.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Στην κατασκευή, πέραν των αντιστάσεων και των πυκνωτών που αφορούν την προστασία των στοιχείων του κυκλώματος, χρησιμοποιούνται τα παρακάτω υλικά:

- Το ολοκληρωμένο **IC78LS05**

Το IC78LS05 είναι ένα ολοκληρωμένο το οποίο τροφοδοτείται με τάσεις από +5V έως +18V και στην έξοδο του βγάζει σταθεροποιημένη τάση +5V απαλλαγμένη από τις διακυμάνσεις της αρχικής πηγής. Διαθέτει περιοριστή έντασης (1,5A max) και προστασία υπερφόρτωσης (overload protection). Το σχηματικό του διάγραμμα φαίνεται παρακάτω (Σχ. 2.1).



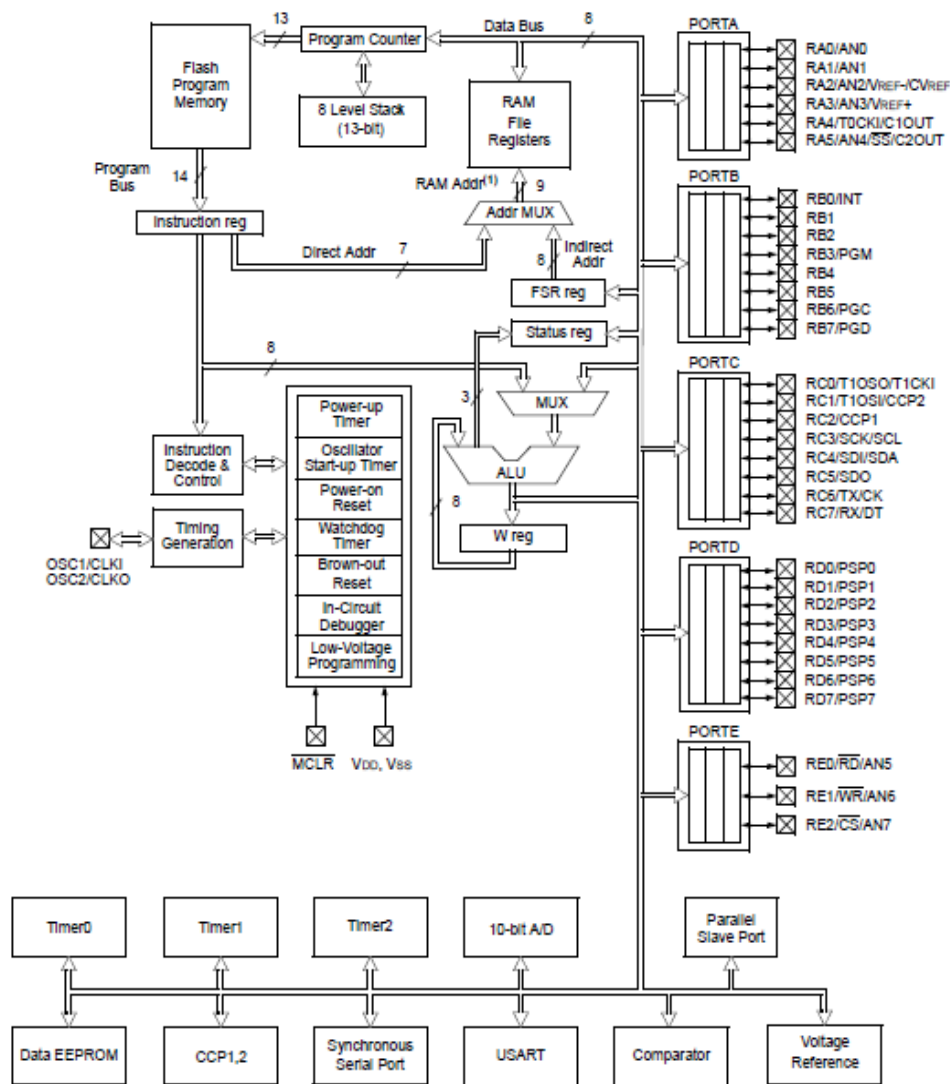
Σχ.2.1 Σχηματικό διάγραμμα του 7805.

- Ο μικροελεγκτής της **PIC 16F877P**

Ο μικροελεγκτής της Microchip PIC16F877P μπορεί να λειτουργήσει με τάσεις από +2V έως +5.5V. Διαθέτει εσωτερικό επεξεργαστή RICS υψηλής απόδοσης 4MHz, και έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει εξωτερικό κρύσταλλο έως 20MHz, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής. Διαθέτει 14,3KBytes μνήμη προγραμματισμού Flash, 368Bytes μνήμη RAM και 256Bytes μνήμη EEPROM. Μπορεί να προγραμματιστεί με ένα εύρος γνωστών γλωσσών προγραμματισμού. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή έχει προγραμματισθεί με PICBasicPRO μέσω του MicroCode Studio. Ο μικροελεγκτής διαθέτει επιπλέον, ανάλογα με τον προγραμματισμό του, ως και 33 ψηφιακές εισόδους/ εξόδους, οκτώ αναλογικούς σε

ψηφιακούς μετατροπείς των 10Bit (A/D converter για χρήση ως αναλογικές εισόδους), δύο μετρητές χρόνου των 8bit και έναν των 16bit, δύο συγκριτές των 16bit, μία θύρα για σύγχρονη σειριακή επικοινωνία (MSSP- Master Synchronous Serial Port), και μία θύρα για σύγχρονη/ ασύγχρονη σειριακή επικοινωνία (USART - Addressable Universal Synchronous Asynchronous Universal Receiver).

Το σχηματικό διάγραμμα του ολοκληρωμένου φαίνεται στο σχήμα 2.2 που ακολουθεί.



Σχ. 2.2: Σχηματικό διάγραμμα μικροελεγκτή PIC 16F877P.

- Το ολοκληρωμένο **ICMAX232**.

Το ολοκληρωμένο ICMAX232 χρησιμοποιείται στη μετατροπή των λογικών σημάτων 0V και +5V που χρησιμοποιεί ο μικροελεγκτής σε σήματα 0V και +12V που χρησιμοποιεί το GSM τερματικό για τη σειριακή του επικοινωνία.

- Το τερματικό MC35 της Siemens

Το εν λόγω τερματικό μπορεί να προγραμματισθεί μέσω AT εντολών και λειτουργεί με τάσεις από 8VDC έως 30VDC, είναι διπλής συχνότητας EGSM900/GSM1800, διαθέτει θύρα σειριακής επικοινωνίας RS232, και Led κατάσταση το οποίο υποδεικνύει την κατάσταση λειτουργίας του. Οι διάφορες καταστάσεις φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Κατάσταση λειτουργίας	LED
Power down	Off
Μη σύνδεση σε δίκτυο (έλλειψη SIM, PIN, κάλυψης δικτύου)	Γρήγορο flashing
Κατάσταση αναμονής	Αργό flashing (75Ms on/3s off)
Κατάσταση εξοικονόμησης ενέργειας	Off
Κατάσταση ομιλίας	On

- Το GPS HI204-III της HAICOM

Πρόκειται για έναν υπερευαίσθητο mini GPS δέκτη ο οποίος διαθέτει chipset SiRF StarIII και κρύσταλλο στα 1575,42MHz. Έχει δυνατότητα λήψης και επεξεργασίας σήματος από 20 δορυφόρους παράλληλα. Σε φυσιολογικές καιρικές συνθήκες χρειάζεται περίπου 35sec από τη στιγμή που θα δοθεί on για τον πλήρη καθορισμό της ώρας με ακρίβεια 0,1 microsecond, της θέσης (γεωγραφικό μήκος γεωγραφικό πλάτος και υψόμετρο) με ακρίβεια 10m και της ταχύτητας του οχήματος με ακρίβεια 0.1m/s. Τα παραπάνω θα υπολογισθούν με τρισδιάστατο υπολογισμό θέσης αν λαμβάνει σήμα από τέσσερις τουλάχιστον δορυφόρους. Αν λαμβάνει σήμα από τρεις ή λιγότερους δορυφόρους τότε θα εμφανίσει το πραγματικό γεωγραφικό μήκος και πλάτος αλλά το τελευταίο γνωστό υψόμετρο. Διαθέτει led κατάστασης λειτουργίας, το οποίο κατά την ανίχνευση σήματος αναβοσβήνει 4 φορές το δευτερόλεπτο ενώ όταν «κλειδώσει» τη θέση του αναβοσβήνει με συχνότητα 1 Hz. Το προκαθορισμένο

σύστημα συντεταγμένων που χρησιμοποιεί είναι το WGS-84 και για τη μετάδοση των δεδομένων του χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο NMEA (National Marine Electronics Association). Δεδομένου ότι τα δεδομένα που στέλνει ο δέκτης συλλέγονται και επεξεργάζονται από τον μικροελεγκτή κρίνεται σκόπιμο να γίνει μία συνοπτική αναφορά στο εν λόγω πρωτόκολλο.

Πρωτόκολλο NMEA

Τα μηνύματα του συγκεκριμένου πρωτοκόλλου που αφορούν τα GPS είναι τα ακόλουθα

GGA	Global Positioning System Fix Data
GLL	Geographic Position Latitude / Longitude
GSA	GNSS DOP and Active Satellites
GSV	GNSS Satellites in View
RMC	Recommended Minimum Specific GNSS Data
VTG	Course Over Ground and Ground Speed

και ενδεικτικά τα δύο πρώτα από αυτά συντάσσονται όπως παρακάτω:

- GGA - GPS FIX DATA

Format:

\$GPGGA,<1>,<2>,<3>,<4>,<5>,<6>,<7>,<8>,<9>,M,<10>,M,<11>,<12>,*<13><CR><LF>

Παράδειγμα:

\$GPGGA,104549.04,2447.2038,N,12100.4990,E,1,06,01.7,00078.8,M,0016.3,M,,*5C<CR><LF>

Πεδίο	Παράδειγμα	Περιγραφή
1	104549.04	Ωρα UTC σε hhmmss.ss format, 000000.00 ~ 235959.99
2	2447.2038	Γ. Πλάτος σε ddmm.mmmm format. Leading zeros transmitted
3	N	Ημισφ. Γ. Πλάτους, 'N' = North, 'S' = South
4	12100.4990	Γ. Μήκος σε dddmm.mmmm format. Leading zeros transmitted
5	E	Ημισφ. Γ. Μήκους, 'E' = East, 'W' = West
6	1	Ενδεικτικό ποιότητας διόρθωσης θέσης

		0: position fix unavailable 1: valid position fix, SPS mode 2: valid position fix, differential GPS mode
7	06	Αριθμός δορυφόρων σε χρήση, 00 ~ 12
8	01.7	Οριζόντια dilution ακρίβειας, 00.0 ~ 99.9
9	00078.8	Υψόμετρο αντένας πάνω από το μέσο επίπεδο θάλασσας, -9999.9 ~ 17999.9
10	0016.3	Υψόμετρο, -999.9 ~ 9999.9
11		Χρόνος από τελευταία αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων σε xxx format (seconds) NULL όταν δεν γίνεται χρήση της υπηρεσίας.
12		Differential reference station ID, 0000 ~ 1023 NULL when DGPS not used
13	5C	Checksum

- GLL - LATITUDE AND LONGITUDE, WITH TIME OF POSITION FIX AND STATUS

Format:

\$GPGLL,<1>,<2>,<3>,<4>,<5>,<6>,<7>*<8><CR><LF>

Παράδειγμα:

\$GPGLL,2447.2073,N,12100.5022,E,104548.04,A,A*65<CR><LF>

Field	Example	Description
1	2447.2073	Γ. Πλάτος σε ddmm.mmmm format. Leading zeros transmitted
2	N	Ημισφ. Γ. Πλάτους, 'N' = North, 'S' = South
3	12100.5022	Γ. Μήκος σε dddmm.mmmm format. Leading zeros transmitted
4	E	Ημισφ Γ. Μήκους, 'E' = East, 'W' = West
5	104548.04	Ωρα UTC σε hhmmss.ss format, 000000.00 ~ 235959.99
6	A	Κατάσταση GPS,

7	A	'A' = valid position, 'V' = navigation receiver warning Ενδεικτικό mode λειτουργίας N' = Data invalid 'D' = Differential 'A' = Autonomous 'E' = Estimated
8	65	Checksum

2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Στη συγκεκριμένη εφαρμογή θα γίνει χρήση 2 ψηφιακών εισόδων (τα pin 19 και 20 του ολοκληρωμένου), 8 ψηφιακών εξόδων (τα pins 23, 29, 30, 34, 37, 38, 39 και 40 του ολοκληρωμένου), και δύο σειριακών θυρών (τα pins 25, 26 και 35 του ολοκληρωμένου). Ο μικροελεγκτής χρησιμοποιεί εξωτερικό κρύσταλλο στα 20MHz, οποίος συνδέεται στα pins 13-14.

Η κατασκευή τροφοδοτείται με 12Volt από την μπαταρία του οχήματος και με την βοήθεια του ολοκληρωμένου 7805 (IC2) υποβιβάζεται και σταθεροποιείται στα 5V, που είναι και η τάση λειτουργίας των ολοκληρωμένων της κατασκευής και του GPS. Το κύκλωμα των 12V προστατεύεται από βραχυκύκλωμα με μία ασφάλεια 3A (F3) και από ανάποδη πολικότητα με μία δίοδο (D3), ενώ το κύκλωμα των 5V προστατεύεται από βραχυκύκλωμα με ασφάλεια 1A (F4) και από ανάποδη πολικότητα με μία δίοδο (D2).

Ο μικροελεγκτής για τη λειτουργία του απαιτεί:

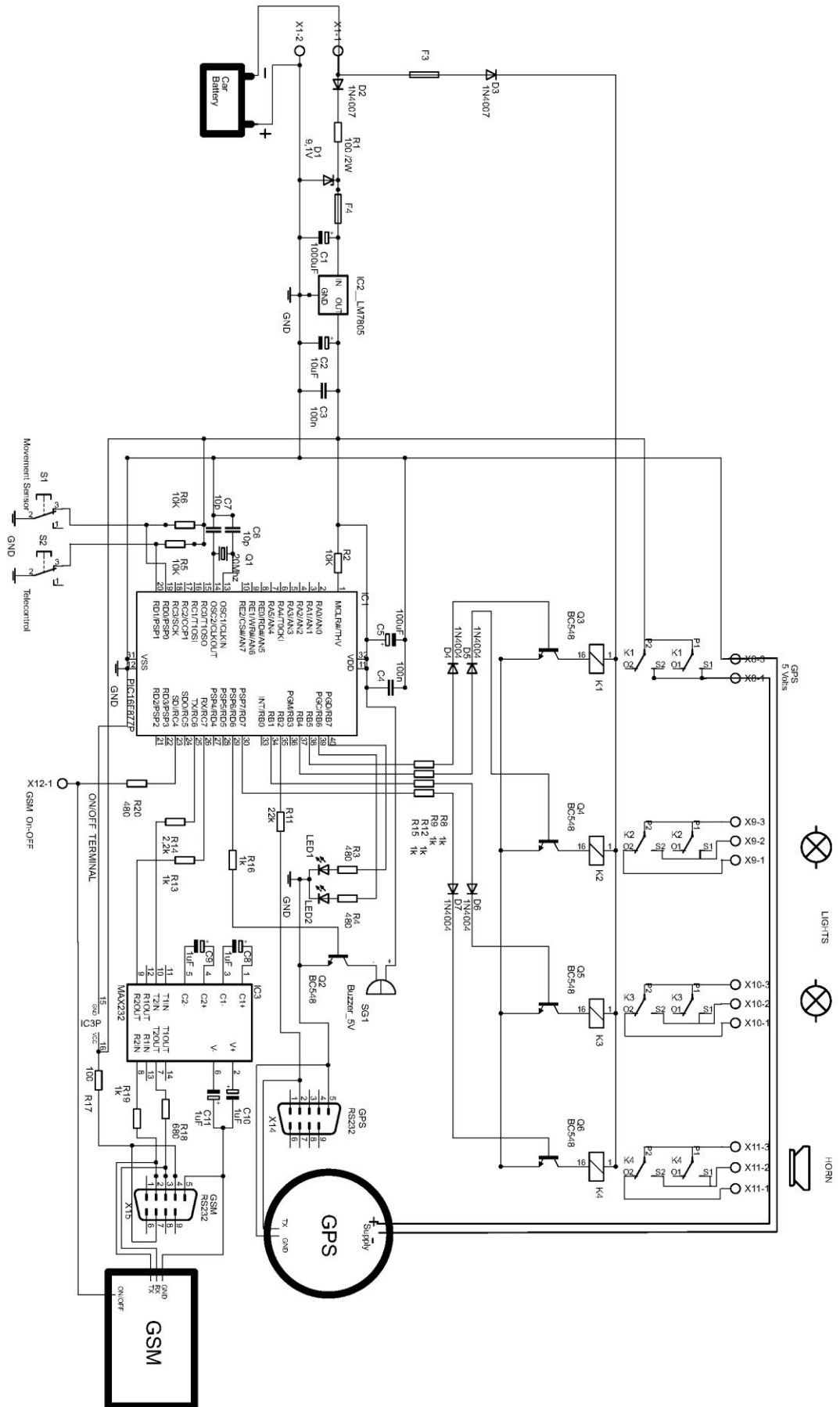
- Τροφοδοσία +5V (pins 32 και 11) και γείωση (pins 31 και 12).
- Λογικό ένα στο pin 1 και
- Τον παραπάνω εξωτερικό κρύσταλλο.
- Οι ψηφιακές εισοδοι του κυκλώματος (pins 19, 20) τροφοδοτούνται με λογικό 1 (5V) μέσω αντιστάσεων 10kΩ (R5 και R6) για περιορισμό ρεύματος. Στην ψηφιακή είσοδο portd.0 (pin 19) συνδέεται ο αισθητήρας ανίχνευσης κίνησης, ο οποίος είναι κανονικά κλειστό με αποτέλεσμα τη γείωση της τάσης (Λογικό 0). Σε περίπτωση ανίχνευσης κίνησης η επαφή του αισθητήρα ανοίγει και εμφανίζεται λογικό ένα στην είσοδο. Ομοίως λειτουργεί η ψηφιακή είσοδο portd.1 (pin 20), στην οποία συνδέεται η επαφή του τηλεχειρισμού για

ενεργοποίηση/ απενεργοποίηση του συναγερμού. Στη κατασκευή για λόγους επίδειξης θα χρησιμοποιηθούν δύο διακόπτες.

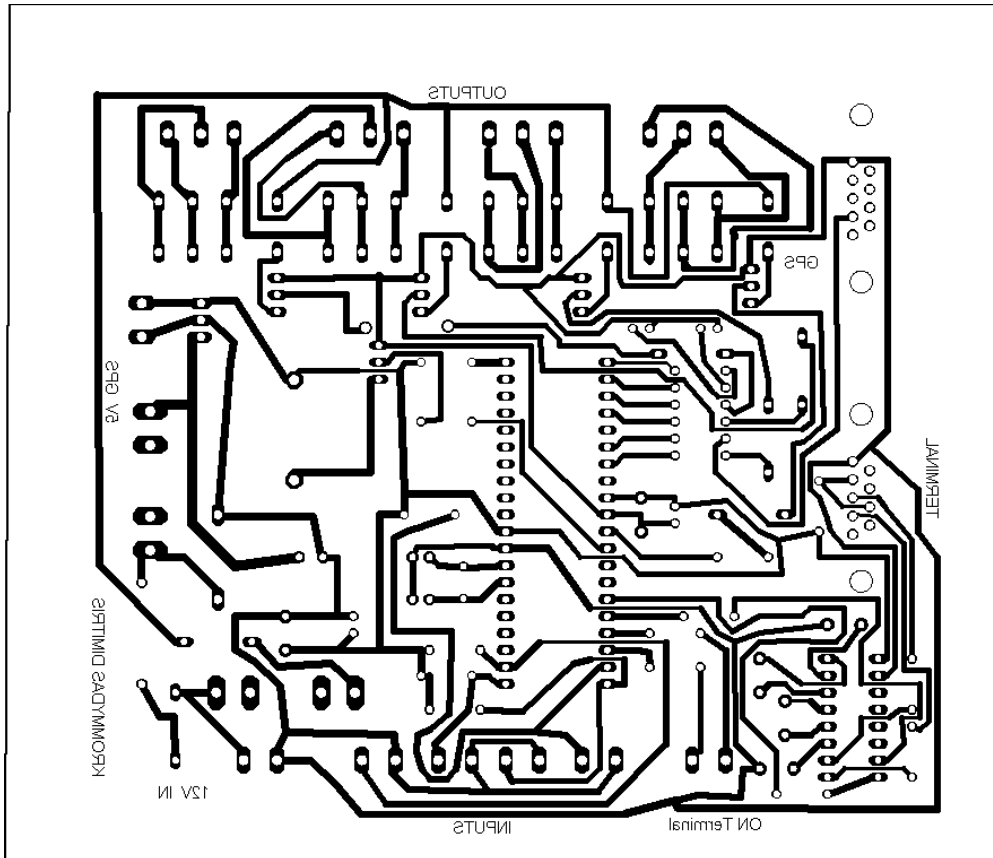
- Η ψηφιακή είσοδος portb.2 (pin 35) χρησιμοποιείται για τη σειριακή επικοινωνία του μικροελεγκτή με το GPS για τη λήψη των δεδομένων του (Rx). Η μεταξύ τους σύνδεση γίνεται με μία αντίσταση 22kΩ (R11) για περιορισμό ρεύματος.
- Η επικοινωνία με το GSM τερματικό γίνεται μέσω του ολοκληρωμένου MAX232 (IC3) και συνδέεται στην portc.6 (pin 25 – Tx) και στην portc.7 (pin26 – Rx) μέσω των αντιστάσεων 2.2 kΩ (R14) και 1kΩ (R13) αντίστοιχα.
- Οι ψηφιακές έξοδοι του μικροελεγκτή (IC1) μπορούν να αποδώσουν το ανώτερο 80mA και εξαιτίας αυτού για την ενεργοποίηση των ρελέ χρησιμοποιούμε τρανζίστορ (BC548). Η ψηφιακή έξοδος portd.6 (pin 29) συνδέεται στη βάση του τρανζίστορ Q2 για την ενεργοποίηση του buzzer μέσω αντίστασης 1kΩ. Οι ψηφιακές έξοδοι portb.6 (pin 39) και portb.7 (pin40) συνδέονται με τα led 1 και 2 μέσω αντιστάσεων 480Ω (R3 και R4 αντίστοιχα). Οι ψηφιακές έξοδοι portd.7 (pin 30), portb.1 (pin 34), portb.4 (pin 37) και portb.5 (pin 38) συνδέονται με τα τρανζίστορ Q3, Q4, Q5 και Q6 τα οποία ενεργοποιούν τα ρελέ K1, K2, K3, και K4 αντίστοιχα. μέσω αντιστάσεων 1 kΩ και διόδων (1N4004).
- Η μεταγωγική επαφή του ρελέ K1 τροφοδοτεί με 5V το GPS.
- Η μεταγωγικές επαφές των ρελέ K2 και K3 τροφοδοτούν με τάση 12V απευθείας από την μπαταρία του οχήματος, τα φλας του.
- Η μεταγωγική επαφή του ρελέ K4 τροφοδοτεί επίσης με τάση απευθείας από την μπαταρία του οχήματος τη σειρήνα του.

Τα παραπάνω φαίνονται στο σχέδιο που ακολουθεί (Σχ. 2.3).

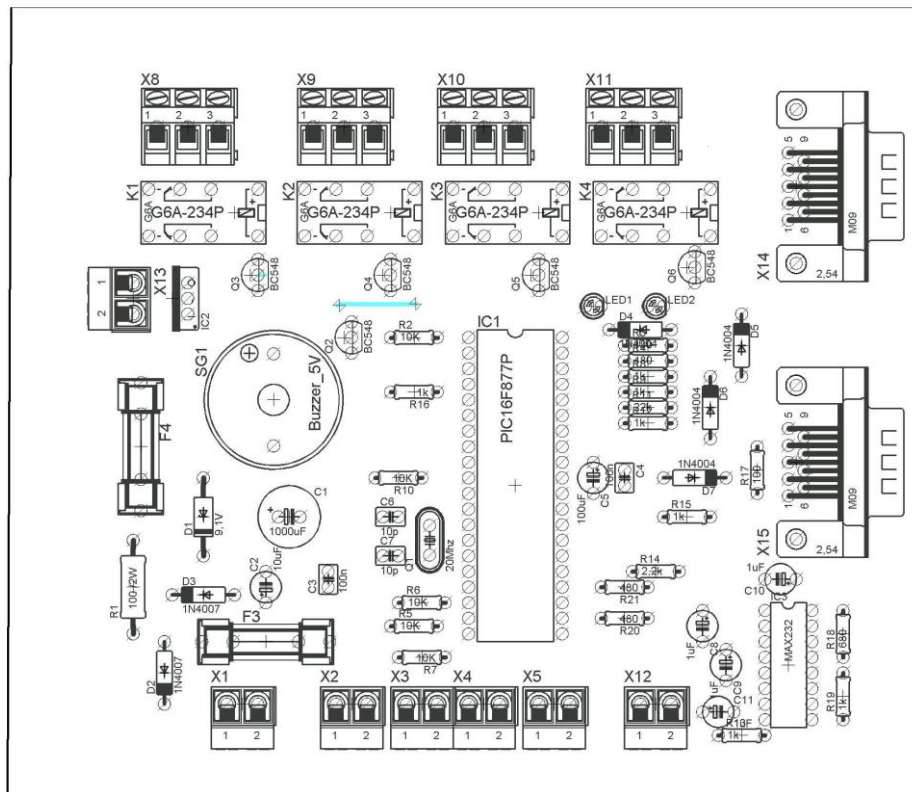
Παρακάτω επίσης βλέπουμε το τυπωμένο κύκλωμα της κεντρικής πλακέτας (Σχ. 2.4), την άνω όψη της πλακέτας με τα υλικά τοποθετημένα (Σχ. 2.5), και ένα πίνακα με τα υλικά της κατασκευής (Πίνακας 2.1).



Σχ. 2.3: Ηλεκτρικό σχέδιο κυκλώματος κεντρικής πλακέτας



Σχ. 2.4 Τυπωμένο κύκλωμα κεντρικής πλακέτας



Σχ. 2.5 Άνω όψη κεντρικής πλακέτας

Πίνακας 2.1: Υλικά κατασκευής κεντρικής πλακέτας

Πυκνωτές	Αντιστάσεις	Τρανζίστορ
C1=1000uF	R1=100Ω /2W	Q2=BC548
C2=10uF	R2=10kΩ	Q3=BC548
C3=100nF	R3=480Ω	Q4=BC548
C4=100nF	R4=480Ω	Q5=BC548
C5=100uF	R5=10kΩ	Q6=BC548
C6=10pF	R6=10kΩ	Ολοκληρωμένα
C7=10pF	R7=10kΩ	IC1=PIC16F877P
C8=1uF	R8=1kΩ	IC2=78LS05
C9=1uF	R9=1kΩ	IC3=MAX232
C10=1uF	R10=10kΩ	Κλέμες Διπλές
C11=1uF	R11=22kΩ	X1
Δίοδοι	R12=1kΩ	X2
D1=9,1V ZENER	R13=1kΩ	X3
D2=1N4007	R14=2,2kΩ	X4
D3=1N4007	R15=1kΩ	X5
D4=1N4004	R16=1kΩ	X12
D5=1N4004	R17=100Ω	X13
D6=1N4004	R18=680	Κλέμες Τριπλές
D7=1N4004	R19=1k	X8
Ασφαλειοθήκες	R20=480	X9
F3	R21=480	X10
F4	Ρελέ	X11
Διοδοι LED	K1=G6A-234P	Σειριακά 9-pin Αρσενικά
LED1=LED	K2=G6A-234P	X14
LED2=LED	K3=G6A-234P	X15
Κρύσταλλος	K4=G6A-234P	Ασφάλειες
Q1=20Mhz	Βομβητής	F3=3A
	SG1=Buzzer 5V	F4=1A

3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΥΚΛΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Στη συνέχεια περιγράφεται ένας πλήρης κύκλος εκτέλεσης του προγράμματος. Το πρόγραμμα διαβάζει την κατάσταση των ψηφιακών εισόδων και των βοηθητικών μεταβλητών του. Κατόπιν, ελέγχει αν έχει δεχθεί εντολή από το σύστημα τηλεχειρισμού για ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση του συναγερμού και εκτελεί αναλόγως. Ακολούθως, όπως και στην περίπτωση που δεν έχει δεχθεί εντολή ενεργοποίησης ή απενεργοποίησης, διαβάζει τα δεδομένα που λαμβάνει το GPS και, εφόσον είναι αξιόπιστα, τα αποθηκεύει στην εσωτερική μνήμη του. Στην επόμενη φάση, και εφόσον ο συναγερμός είναι ενεργός, κάνει έλεγχο για μετακίνηση ή παραβίαση του οχήματος. Ανάλογα με τη συνθήκη που ικανοποιείται ενεργοποιούνται οι αντίστοιχες έξοδοι (κόρνα, φλας) και αποστέλλεται το ανάλογο μήνυμα. Αν δεν ικανοποιείται καμία από τις παραπάνω συνθήκες γίνεται έλεγχος για εισερχόμενη κλήση για χρονικό διάστημα δύο δευτερολέπτων. Στην περίπτωση που δεχθεί κλήση από τον εξουσιοδοτημένο αριθμό αποστέλλει τα δεδομένα του GPS και την κατάσταση του συναγερμού (ενεργός/ ανενεργός). Αν δεν υπάρχει εισερχόμενη κλήση τότε πραγματοποιείται έλεγχος για εισερχόμενα μηνύματα. Εφόσον ο αριθμός αποστολέα είναι ο εξουσιοδοτημένος και το κείμενο του μηνύματος αντιστοιχεί σε κάποια από τις προκαθορισμένες εντολές εκτελεί αναλόγως και σβήνει το μήνυμα. Σβήνονται επίσης τα μηνύματα που δεν προέρχονται από τον εξουσιοδοτημένο αποστολέα και αυτά που το κείμενο τους δεν αντιστοιχεί σε κάποια προκαθορισμένη εντολή. Τα προκαθορισμένα μηνύματα είναι τα ακόλουθα:

- ALARM ON το οποίο ενεργοποιεί το συναγερμό
- ALARM OFF το οποίο απενεργοποιεί το συναγερμό
- GPS ON το οποίο ενεργοποιεί το GPS
- GPS OFF το οποίο απενεργοποιεί το GPS
- SEND DATA το οποίο αποστέλλει τα δεδομένα του GPS και την κατάσταση του συναγερμού.
- NEW PHONE το οποίο ορίζει σαν εξουσιοδοτημένο τον αριθμό αποστολέα του μηνύματος.

Σε αυτό το σημείο ολοκληρώνεται ένας πλήρης κύκλος και το πρόγραμμα ξεκινάει από την αρχή.

3.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ

Σε αυτή την ενότητα θα γίνει ανάλυση βήμα προς βήμα του προγράμματος του μικροελεγκτή.

3.2.1 ΕΝΤΟΛΕΣ ΠΟΥ ΕΚΤΕΛΟΥΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ

Το πρόγραμμα ξεκινάει με τον καθορισμό της λειτουργίας του μικροελεγκτή στα 20MHz και της σειριακής επικοινωνίας στα 9600 Baud.

```
define OSC 20
include "modedefs.bas"
define HSER_TXSTA 24h
define HSER_SPBRG 0BH
DEFINE HSER_RCSTA 90h
DEFINE HSER_BAUD 9600
DEFINE HSER_CLROERR 1
```

Στη συνέχεια ορίζονται οι μεταβλητές του προγράμματος με την εντολή var, οι σταθερές με την εντολή con και γίνεται αρχικοποίησης των τιμών των μεταβλητών.

Η εντολή var συντάσσεται ως εξής:

- Όνομα μεταβλητής **VAR** μέγεθος. (Bit, byte(x), word(x), όπου x αριθμός των bit)

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται είναι οι ακόλουθες:

- GPSin Σειριακή θύρα ανάγνωσης δεδομένων GPS
- MovementSensor Είσοδος αισθητήρα ανίχνευσης κίνησης.
- RemotePort Είσοδος τηλεχειρισμού
- RELE1 Έξοδος ενεργοποίησης/απενεργοποίησης GPS
- RELE2 Έξοδος ενεργοποίησης/απενεργοποίησης δεξιού φλας
- RELE3 Έξοδος ενεργοποίησης/απενεργοποίησης αριστερού φλας
- RELE4 Έξοδος ενεργοποίησης/απενεργοποίησης κόρνας
- LED1 Έξοδος σε ενδεικτικό led
- LED2 Έξοδος σε ενδεικτικό led
- BUZZER Έξοδος ενεργοποίησης/απενεργοποίησης Buzzer
- Stat VAR BYTE Μεταβλητή αποθήκευσης κατάστασης GPS για έλεγχο αξιοπιστίας (A=αξιόπιστα, V= μη αξιοπίστα)
- Date VAR BYTE (6) Μεταβλητή αποθήκευσης ημερομηνίας
- Time var byte(6) Μεταβλητή αποθήκευσης ώρας στη μορφή 154533 που μεταφράζεται ως 15:45:33
- LatA var byte(4) Μεταβλητή αποθήκευσης κατάστασης πρώτου μέρους γεωγραφικού πλάτους
- LatB var byte(2) Μεταβλητή αποθήκευσης κατάστασης δεύτερου μέρους γεωγραφικού πλάτους
- Lat VAR BYTE(1) Ημισφαίριο γεωγραφικού πλάτους (N, S)
- LonA var byte(5) Μεταβλητή αποθήκευσης κατάστασης πρώτου μέρους γεωγραφικού μήκους
- LonB var byte(2) Μεταβλητή αποθήκευσης κατάστασης δεύτερου μέρους γεωγραφικού μήκους
- Lon VAR BYTE(1) Ημισφαίριο γεωγραφικού μήκους (E, W)
- Cse var byte(5) Κατεύθυνση σε μοίρες
- Spd var byte(4) Ταχύτητα σε κόμβους
- Speed var byte(5) } Βοηθητικές μεταβλητές για
- Temp var byte } μετατροπή της ταχύτητας σε Km/h
- Dummy var word }
- SpeedKnots var word }
- SpeedKm var word Ταχύτητα σε Km/h
- SPEEDSPY VAR BIT: Βοηθητική επαφή για έλεγχο ενεργοποίησης/απενεργοποίησης παρακολούθησης μετατόπισης οχήματος.
- Altitude var byte(5) Υψόμετρο σε μέτρα

- SATELLITES VAR BYTE(2) Αριθμός δορυφόρων εντός εμβέλειας του GPS
- ALARM VAR BYTE(3) Βοηθητική επαφή αποθήκευσης κατάστασης συναγερμού (ON/OFF)
- GPS VAR BYTE(3) Βοηθητική επαφή αποθήκευσης κατάστασης GPS (ON/OFF)
- CallerX VAR BYTE[13] Αριθμός καλούντος/αποστολέα sms
- CallerXX var byte[13] Εξουσιοδοτημένος αριθμός τηλεφώνου
- ALARMON VAR BIT Βοηθητική επαφή για έλεγχο ενεργοποίησης/απενεργοποίησης συναγερμού
- SMSFLAG var bit Βοηθητική επαφή για αποστολή κατάλληλου μηνύματος μία μόνο φορά
- Code VAR BYTE(9) Βοηθητική μεταβλητή αποθήκευσης περιεχομένου εισερχόμενου μηνύματος
- I VAR BYTE Βοηθητική μεταβλητή
- A VAR BYTE Βοηθητική μεταβλητή για συγχρονισμό modem
- MovementFlag var bit Βοηθητική επαφή για αποστολή κατάλληλου μηνύματος μία μόνο φορά
- NEWPHONEFLAG var bit Βοηθητική επαφή για αλλαγή εξουσιοδοτημένου αριθμού
- GPSstatus var bit Βοηθητική επαφή κατάστασης GPS (ON/OFF)

Η εντολή con συντάσσεται ως εξής:

- Όνομα σταθεράς **CON** αριθμητική παράσταση.

Στο πρόγραμμα χρησιμοποιείται η παρακάτω σταθερά.

- Baud con 24764

Βοηθάει στον ορισμό της ταχύτητας επικοινωνίας του GPS με το μικροελεγκτή αναστρέφοντας τα δεδομένα που λαμβάνει τα οποία και αποθηκεύει σε αυτή τη μορφή. Αυτό γίνεται επειδή κατά την αποστολή των δεδομένων από το μικροελεγκτή στο GSM τερματικό και προκειμένου να συνεργαστούν τα δύο στοιχεία παρεμβάλλεται το ολοκληρωμένο MAX 232 το οποίο αντιστρέφει εκ νέου τα σήματα.

Οι μεταβλητές αρχικοποιούνται όπως παρακάτω:

- SPEEDSPY = 0
- A = 0
- MOVEMENTFLAG = 1
- NEWPHONEFLAG = 1
- ALARMON = 0
- SMSFLAG = 0

Στη συνέχεια γίνεται ανάγνωση των θέσεων από 0 έως 12 της μνήμης ROM του μικροελεγκτή και το περιεχόμενο αποθηκεύεται στη μεταβλητή CallerXx (12) ανά ψηφίο.

```

READ 0,CALLERXx(0)
READ 1,CALLERXx(1)
READ 2,CALLERXx(2)
READ 3,CALLERXx(3)
READ 4,CALLERXx(4)
READ 5,CALLERXx(5)
READ 6,CALLERXx(6)
READ 7,CALLERXx(7)
READ 8,CALLERXx(8)
READ 9,CALLERXx(9)
READ 10,CALLERXx(10)
READ 11,CALLERXx(11)
READ 12,CALLERXx(12)
    
```

Στη συνέχεια γίνεται ανάγνωση της πρότερης κατάστασης λειτουργίας (ON/OFF) του GPS ώστε να το ενεργοποιήσει ή να το απενεργοποιήσει ανάλογα.

```

READ 15,GPSstatus
if GPSstatus = 0 then
GPS(0) = "O"
GPS(1) = "F"
GPS(2) = "F"
LOW RELE3
else
GPS(0) = "O"
GPS(1) = "N"
GPS(2) = " "
high RELE3
end if
    
```

Ανάγνωση της πρότερης κατάστασης λειτουργίας (ON/OFF) του GPS.

Αν ήταν ανενεργό αποθήκευσε στην μεταβλητή GPS τη λέξη OFF και διέκοψε την ηλεκτρική τροφοδοσία του GPS μέσω του RELE3, αλλιώς αποθήκευσε την λέξη ON και επανέφερε ηλεκτρική τροφοδοσία

Ακολουθεί η ενεργοποίηση του GSM τερματικού στέλνοντας του έναν παλμό για 500msec.

```

ONTerminal:
PAUSE 5000
HIGH PORTC.4
PAUSE 500
LOW PORTC.4
low led1
    
```

και μέσω της παρακάτω AT εντολής ενεργοποιείται η αναγνώριση κλήσης

```
HSEROUT ["AT+CLIP=1",13,10]
```

3.2.2 ΚΥΡΙΩΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Οι εντολές που ακολουθούν εκτελούνται σε κάθε κύκλο προγράμματος.

```

if NEWPHONEFLAG = 1 then
READ 0,CALLERXx(0)
READ 1,CALLERXx(1)
READ 2,CALLERXx(2)
READ 3,CALLERXx(3)
READ 4,CALLERXx(4)
READ 5,CALLERXx(5)
READ 6,CALLERXx(6)
READ 7,CALLERXx(7)
READ 8,CALLERXx(8)
READ 9,CALLERXx(9)
READ 10,CALLERXx(10)
READ 11,CALLERXx(11)
READ 12,CALLERXx(12)
NEWPHONEFLAG = 0
Endif
    
```

Αν στο προηγούμενο κύκλο έχει πάρει εντολή για αλλαγή του εξουσιοδοτημένου αριθμού (NEWPHONEFLAG=1) τότε διαβάζει τη μόνιμη μνήμη και αποθηκεύει το περιεχόμενο στη μεταβλητή CallerXx. Τέλος επαναφέρει τη βοηθητική μεταβλητή NEWPHONEFLAG στη κατάσταση μηδέν.

```

IF RemotePort = 1 AND ALARMON = 0
HIGH buzzer
high RELE2
HIGH RELE3
    
```

```

High rele4
PAUSE 100
LOW buzzer
low RELE2
PAUSE 100
HIGH buzzer
HIGH RELE2
PAUSE 100
LOW buzzer
LOW RELE2
PAUSE 500
LOW RELE3
PAUSE 500
HIGH RELE3
HIGH RELE4
PAUSE 600
LOW RELE3
LOW RELE4
ALARMON = 1
ALARM(0) = "O"
ALARM(1) = "N"
ALARM(2) = " "
SPEEDSPY = 1
ENDIF
    
```

Αν έχει λάβει εντολή ενεργοποίησης του συναγερμού από τον τηλεχειρισμό (RemotePort = 1) και στη πρότερη κατάσταση δεν ήταν ενεργός ο έλεγχος παραβίασης (ALARMON=0) τότε τον ενεργοποιεί (ALARMON=1), καθώς επίσης και τον έλεγχο μετατόπισης (SPEEDSPY=1), και αναβοσβήνει το buzzer τη σειρήνα και τα φλας του οχήματος δύο φορές. Τέλος αποθηκεύει στη μεταβλητή ALARM τη λέξη "ON".

```

IF RemotePort = 0 AND ALARMON = 1 THEN
HIGH buzzer
HIGH RELE2
high RELE3
HIGH RELE4
PAUSE 100
LOW BUZZER
Low RELE2
PAUSE 800
LOW RELE3
LOW RELE4
ALARMON = 0
SMSFLAG = 0
ALARM(0) = "O"
ALARM(1) = "F"
ALARM(2) = "F"
SPEEDSPY = 0
ENDIF
    
```

Αν έχει λάβει εντολή απενεργοποίησης του συναγερμού από τον τηλεχειρισμό (RemotePort=0) και στη πρότερη κατάσταση ήταν ενεργός ο έλεγχος παραβίασης (ALARMON=0), τότε τον απενεργοποιεί (ALARMON=0), καθώς επίσης και τον έλεγχο μετατόπισης (SPEEDSPY=0), και αναβοσβήνει το buzzer τη σειρήνα και τα φλας του οχήματος μία φορά. Τέλος αποθηκεύει στη μεταβλητή ALARM τη λέξη "OFF".

```

IF GPSstatus = 1 THEN
serin2 GPSin,BAUD,2000,THIEFTCHECK,[wait("GPRMC,"),skip 11,STAT]
ELSE
low led2
GOSUB THIEFTCHECK
ENDIF
    
```

Στη συνέχεια γίνεται έλεγχος αν το GPS είναι ενεργό (GPSstatus=1) και στην περίπτωση αυτή γίνεται προσπάθεια ανάγνωσης για 2sec μέσω της σειριακής θύρας με όνομα GPSin με την ταχύτητα που έχει ορισθεί στη σταθερά Baud της ακολουθίας δεδομένων "GPRMC, ". Αν αυτό είναι δυνατό τότε το δωδέκατο ψηφίο της ακολουθίας αποθηκεύεται στη μεταβλητή stat, αλλιώς το πρόγραμμα μεταβαίνει στην διεργασία THIEFTCHECK για έλεγχο παραβίασης του οχήματος.

Στην περίπτωση που το GPS δεν είναι ενεργό το πρόγραμμα επίσης μεταβαίνει στην διεργασία THIEFTCHECK.

```

if stat = "A" then
high led2
serin2 GPSin,BAUD,4000,THIEFTCHECK,[wait("GPRMC,") ,str time\6,skip 5,
STAT,skip 1,str latA\4,skip 1,str latB\2,skip 3,STR LAT\1,SKIP 1 ,str lonA\5,skip 1,
str lonB\2,skip 3,STR LON\1,SKIP 1,str Spd\4,str Cse\5,skip 1,STR DATE\6]
SERIN2 GPSIN,BAUD,4000,THIEFTCHECK,[WAIT("GPGGA,") ,SKIP 38,STR SATELLITES\2,
SKIP 5,STR ALTITUDE\5]
speedknots = 0
dummy = 1000
speed(3) = speed(4)
for temp = 0 to 3
speed(temp) = speed(temp) - "0"
speedknots = speedknots + (speed(temp) * dummy)
dummy = dummy / 10
next temp
speedkm = (speedknots * 18) + (speedknots ** 34260)
speedkm = (speedkm + 5) / 10
ENDIF

```

Στη συνέχεια γίνεται έλεγχος αν τα δεδομένα του GPS είναι αξιόπιστα (Stat='A'). Στην περίπτωση αυτή γίνεται προσπάθεια ανάγνωσης για 4sec μέσω της σειριακής θύρας με όνομα GPSin με την ταχύτητα που έχει ορισθεί στη σταθερά Baud των ακολουθιών δεδομένων:

- "GPRMC," Αν αυτό είναι δυνατό αποθηκεύει την ώρα στη μεταβλητή time, το γεωγραφικό πλάτος στις μεταβλητές LatA και LatB και το ημισφαίριό του στη Lat, αποθηκεύει το γεωγραφικό μήκος στις μεταβλητές LonA και LonB καθώς και το ημισφαίριό του στη Lon, αποθηκεύει την ταχύτητα στην SPD και την κατεύθυνση στη Cse και την ημερομηνία στην date, αλλιώς μεταβαίνει στη διεργασία THIEFTCHECK
- GPGGA. Αν αυτό είναι δυνατό αποθηκεύει τον αριθμό των δορυφόρων εντός εμβέλειας στη μεταβλητή SATELLITES, και το υψόμετρο στη μεταβλητή Altitude, αλλιώς μεταβαίνει στη διεργασία THIEFTCHECK
- Αφού διαβάσει επιτυχώς τις ακολουθίες δεδομένων GPRMC και GPGGA και αποθηκεύσει τα δεδομένα στις αντίστοιχες μεταβλητές, με κατάλληλες πράξεις μετατρέπει την ταχύτητα από Knots σε Km/h.

Σε περίπτωση που τα δεδομένα δεν είναι αξιόπιστα (Stat = "V") μεταβαίνει στη διεργασία THIEFTCHECK.

```
THIEFTCHECK:
IF SPEEDSPY = 1 AND (SPEEDKM > 100) THEN
HIGH buzzer
HIGH RELE2
GOTO smssend
end if
IF MovementSensor = 0 AND ALARMON = 1 AND SMSFLAG = 0
HIGH buzzer
HIGH RELE2
MovementFlag =1
GOTO smssend
ENDIF
```

Στη διεργασία THIEFTCHECK εξετάζεται αν είναι ενεργός ο έλεγχος μετατόπισης και η ταχύτητα είναι πάνω από 10Km/h. Σε αυτή την περίπτωση ενεργοποιείται το buzzer, η σειρήνα και το πρόγραμμα μεταβαίνει στη διεργασία smssend για αποστολή του κατάλληλου μηνύματος. Σε αντίθετη περίπτωση εξετάζεται αν ο συναγερμός είναι ενεργοποιημένος (ALARMON=1), ο αισθητήρας παραβίασης οχήματος είναι ενεργός (MovementSensor = 0) και αν δεν έχει ήδη αποσταλεί μήνυμα (SMSFLAG=0) ενεργοποιείται το buzzer, η σειρήνα και το πρόγραμμα μεταβαίνει στη διεργασία smssend για αποστολή του κατάλληλου μηνύματος.

```
A = A + 1
IF A>50 THEN A=0
IF A = 1 THEN
hserout ["AT",13,10]
hSERIN 2000,ONTERMINAL,[wait("OK")]
high led1
HSEROUT ["AT+CLIP=1",13,10]
ENDIF
```

Αν δεν διαπιστωθεί κάποιου είδους παραβίαση το πρόγραμμα ελέγχει αν το GSM τερματικό είναι ενεργοποιημένο στέλνοντας την εντολή AT. Αν σε 2sec δεν λάβει απάντηση από το τερματικό (OK) τότε μεταβαίνει στη διαδικασία ONTERMINAL για ενεργοποίησή του. Ακολούθως στέλνει εντολή (AT+CLIP=1) για ενεργοποίηση της αναγνώρισης κλήσης. Τα παραπάνω εκτελούνται μία φορά κάθε πενήντα κύκλους.

```
HSERIN 2000,smscheck,[waitstr callerxx\13]
HSEROUT ["AT+CHUP",13,10]
PAUSE 500
GOSUB SmsSend
```

Στο επόμενο στάδιο το πρόγραμμα εξετάζει για 2sec αν υπάρχει εισερχόμενη κλήση από τον εξουσιοδοτημένο αριθμό και στην περίπτωση αυτή αφού τερματίσει την κλήση

στέλνοντας την εντολή AT+CHUP μεταβαίνει στη διεργασία smssend για αποστολή κατάλληλου μηνύματος. Διαφορετικά μεταβαίνει στη διεργασία SMSCHECK.

```
SMSCHECK: hserout ["AT+CMGF=1",13,10]
hSERIN 1500,MAIN,[wait("OK")]
HSEROUT ["AT+CMGL",13,10]
HSERIN 1500,MAIN,[wait("READ"),skip 3,STR CALLERX\13,skip 27,STR Code\9\13]
```

Σε αυτή τη διεργασία με την εντολή AT+CMGF=1 γίνεται απεικόνιση του μηνύματος σε text αρχείο και αφού πάρει επιβεβαίωση ("OK"), στέλνει αίτημα για τη λίστα με τα εισερχόμενα μηνύματα με την εντολή AT+CMGL. Το τερματικό στέλνει τη λίστα με τα εισερχόμενα μηνύματα ξεκινώντας με τους χαρακτήρες READ την οποία λαμβάνει ο μικροελεγκτής και αποθηκεύει τον αριθμό αποστολέα στη μεταβλητή CallerX και τους πρώτους εννέα χαρακτήρες του μηνύματος που αποτελούν τον κωδικό για την επιθυμητή ενέργεια του αποστολέα τους οποίους αποθηκεύει στη μεταβλητή Code.

```
FOR I = 1 TO 5
HIGH LED1
PAUSE 150
LOW LED1
PAUSE 150
NEXT I
```

Αμέσως μετά ο μικροελεγκτής αναβοσβήνει το ενδεικτικό led1 πέντε φορές για να δείξει ότι προχωράει στον έλεγχο του κωδικού του μηνύματος.

```
IF CODE(0) <> "G" THEN GPSOFF
IF CODE(1) <> "P" THEN GPSOFF
IF CODE(2) <> "S" THEN GPSOFF
IF CODE(3) <> " " THEN GPSOFF
IF CODE(4) <> "O" THEN GPSOFF
IF CODE(5) = "N" THEN GPSTURNON

GPSOFF:
IF CODE(0) <> "G" THEN SEND_DATA
IF CODE(1) <> "P" THEN SEND_DATA
IF CODE(2) <> "S" THEN SEND_DATA
IF CODE(3) <> " " THEN SEND_DATA
IF CODE(4) <> "O" THEN SEND_DATA
IF CODE(5) <> "F" THEN SEND_DATA
IF CODE(6) = "F" THEN GPSTURNOFF

SEND_DATA:
IF CODE(0) <> "S" THEN NEWPHONE
```

```

IF CODE(1) <> "E" THEN NEWPHONE
IF CODE(2) <> "N" THEN NEWPHONE
IF CODE(3) <> "D" THEN NEWPHONE
IF CODE(4) <> " " THEN NEWPHONE
IF CODE(5) <> "D" THEN NEWPHONE
IF CODE(6) <> "A" THEN NEWPHONE
IF CODE(7) <> "T" THEN NEWPHONE
IF CODE(8) = "A" THEN SENDDATA

```

NEWPHONE:

```

IF CODE(0) <> "N" THEN ALARM_OFF
IF CODE(1) <> "E" THEN ALARM_OFF
IF CODE(2) <> "W" THEN ALARM_OFF
IF CODE(3) <> " " THEN ALARM_OFF
IF CODE(4) <> "P" THEN ALARM_OFF
IF CODE(5) <> "H" THEN ALARM_OFF
IF CODE(6) <> "O" THEN ALARM_OFF
IF CODE(7) <> "N" THEN ALARM_OFF
IF CODE(8) = "E" THEN PHONECHANGE

```

ALARM_OFF:

```

IF CODE(0) <> "A" THEN ALARM_ON
IF CODE(1) <> "L" THEN ALARM_ON
IF CODE(2) <> "A" THEN ALARM_ON
IF CODE(3) <> "R" THEN ALARM_ON
IF CODE(4) <> "M" THEN ALARM_ON
IF CODE(5) <> " " THEN ALARM_ON
IF CODE(6) <> "O" THEN ALARM_ON
IF CODE(7) <> "F" THEN ALARM_ON
IF CODE(8) = "F" THEN ALARM_TURNOFF

```

ALARM_ON:

```

IF CODE(0) <> "A" THEN DELSMS
IF CODE(1) <> "L" THEN DELSMS
IF CODE(2) <> "A" THEN DELSMS
IF CODE(3) <> "R" THEN DELSMS
IF CODE(4) <> "M" THEN DELSMS
IF CODE(5) <> " " THEN DELSMS
IF CODE(6) <> "O" THEN DELSMS
IF CODE(7) = "N" THEN ALARM_TURNON
goto delsms

```

Οι κωδικοί για τις πιθανές επιθυμητές ενέργειες είναι οι ακόλουθοι:

- GPS ON για ενεργοποίηση του GPS
- GPS OFF για απενεργοποίηση του GPS
- SEND DATA για αποστολή μηνύματος το οποίο θα περιλαμβάνει την κατάσταση του συναγερμού, την κατάσταση και τα δεδομένα του GPS.
- NEW PHONE ο οποίος ουσιαστικά αποτελεί τον εννιάψήφιο κωδικό που επιτρέπει τον αποστολέα του μηνύματος να αντικαταστήσει τον εξουσιοδοτημένο αριθμό.
- ALARM ON για ενεργοποίηση του συναγερμού
- ALARM OFF για απενεργοποίηση του συναγερμού.

Ο έλεγχος γίνεται ανά χαρακτήρα, συγκρίνοντας τους πιθανούς κωδικούς με το περιεχόμενο της μεταβλητής code, στην οποία είναι αποθηκευμένο το περιεχόμενο του εισερχόμενου μηνύματος. Σε περίπτωση που το μήνυμα δεν περιλαμβάνει κανέναν από τους γνωστούς κωδικούς το πρόγραμμα μεταβαίνει στη διεργασία Del Sms για σβήσιμο του μηνύματος, αλλιώς το οδηγείται στη διεργασία που καθορίζεται από τον κωδικό του μηνύματος.

```
SmsSend:
hserout ["AT+CMGS=",34,callerxx(0),callerxx(1),callerxx(2),callerxx(3),_
callerxx(4),callerxx(5),callerxx(6),callerxx(7),callerxx(8),callerxx(9),_
callerxx(10),callerxx(11),callerxx(12),34,13,10]
PAUSE 2000
IF SPEEDSPY = 1 AND (SPEEDKM > 100)
HSEROUT ["AUTOKINITO METAKINITHIKE",13,10]
speedspy = 0
end if
if MovementFlag = 1 then
HSEROUT ["AUTOKINITO PARAVIASTIKE",13,10]
MovementFlag = 0
endif

HSEROUT ["GPS: ",GPS(0),GPS(1),GPS(2),13,10,"ALARM: ",ALARM(0),ALARM(1),ALARM(2),13,10]
hserout ["DATE: ",DATE(0),DATE(1),"/",DATE(2),DATE(3),"/",_
DATE(4),DATE(5),13,10]
hserout ["TIME: ",TIME(0),TIME(1),":",TIME(2),TIME(3),":",_
TIME(4),TIME(5)," UTC",13,10]
hserout ["LAT: ",latA(0),latA(1),",",latA(2),_
latA(3),",",latB(0),latB(1),STR LAT\1,13,10]
hserout ["LON: ",lonA(0),lonA(1),lonA(2),",",lonA(3),_
lonA(4),",",lonb(0),lonB(1),STR LON\1,13,10]
hserout ["Cse: ",Cse(0),Cse(1),Cse(2),CSE(3),CSE(4),13,10]
HSEROUT ["Speed: ",dec3 speedkm/10,",",dec1 speedkm," Km/h",13,10]
HSEROUT ["Altitude: ",ALTITUDE(0),ALTITUDE(1),ALTITUDE(2),ALTITUDE(3),_
ALTITUDE(4)," Meters",13,10,"Sat: ",SATELLITES(0),SATELLITES(1)]
PAUSE 500
hserout [26]
hSERIN 15000,MAIN,[wait("OK")]
if smsflag = 0
pause 10000
low rele2
low buzzer
SMSFLAG = 1
end if
```

Στη διεργασία αυτή έχει πλέον αποφασισθεί η αποστολή κάποιου μηνύματος. Με την εντολή AT+ CMGS = "αριθμός παραλήπτη" καθορίζεται ως αριθμός παραλήπτη ο εξουσιοδοτημένος αριθμός που έχει αποθηκευτεί στη μεταβλητή CallerXx. Το περιεχόμενο του μηνύματος που θα αποσταλεί σε κάθε περίπτωση περιλαμβάνει την κατάσταση του GPS (ON/OFF), την κατάσταση του συναγερμού (ON/OFF), την ώρα UTC, τις συντεταγμένες, την κατεύθυνση κίνησης του οχήματος, την ταχύτητα του, το

υψόμετρο σε μέτρα και τον αριθμό δορυφόρων εντός εμβέλειας. Σε περίπτωση που το GPS είναι σβηστό ή το σήμα του δεν είναι αξιόπιστο αποστέλλει τα τελευταία αξιόπιστα δεδομένα που έχουν καταχωρηθεί σε προηγούμενο κύκλο προγράμματος.

Στην περίπτωση που ο έλεγχος ταχύτητας είναι ενεργοποιημένος (SPEEDSPY=1) και η ταχύτητα είναι πάνω από 10Km/h, τότε στην αρχή του παραπάνω μηνύματος προστίθεται το κείμενο "AUTOKINITO METAKINITHIKE", η βοηθητική μεταβλητή SPEEDSPY γίνεται μηδέν και η σειρήνα και το buzzer συνεχίζουν να χτυπούν για 10sec. Αν το όχημα έχει παραβιασθεί (MovementFlag = 1) και η ταχύτητα είναι μικρότερη από 10km/h, δηλαδή το όχημα είναι ακίνητο, τότε στο αρχικό μήνυμα προστίθεται το κείμενο " AUTOKINITO PARAVIASTIKE", η βοηθητική μεταβλητή MovementFlag γίνεται μηδέν και η σειρήνα και το buzzer συνεχίζουν να χτυπούν για 10sec. Στην περίπτωση που το όχημα έχει παραβιασθεί και η ταχύτητα του είναι μεγαλύτερη από 10Km/h τότε στο αρχικό μήνυμα προστίθενται οι επιπλέον γραμμές των δύο παραπάνω μηνυμάτων. Και σε αυτήν την περίπτωση η σειρήνα και το buzzer συνεχίζουν να χτυπούν για 10sec. Το τελικό μήνυμα που θα αποσταλεί είναι το παρακάτω.

```
AUTOKINITO METAKINITHIKE
AUTOKINITO PARAVIASTIKE
GPS: ON
ALARM: ON
DATE: 06/05/10
TIME: 15:45:26 UTC
LAT: 41.39.32N
LON: 022.48.34E
CSE:45
SPEED: 011.0 Km/h
ALTITUDE: 35.5 m
SAT: 07
```

Μετά την επιτυχή αποστολή κάποιου μηνύματος στην περίπτωση που ο συναγερμός είναι ενεργοποιημένος η βοηθητική μεταβλητή SmsFlag γίνεται ένα ώστε να μην αποσταλεί ξανά μήνυμα.

```
DelSms: 'DIAGAFH TOY MHN YMATOS
pause 100
for i = 1 to 20
high LED1
HSEROUT ["AT+CMGD=",#i,13,10] 'DIAGRAFH TOY MHN YMATOS STHN MNHMH 1 EWS 20
HSERIN 5000,MAIN,[wait("OK")]
low led1
next i
```

Στη διεργασία αυτή το πρόγραμμα μεταβαίνει στην περίπτωση που:

- ο αποστολέας του μηνύματος είναι άγνωστος
- το περιεχόμενο του μηνύματος δεν αντιστοιχεί σε κάποιον από τους γνωστούς κωδικούς παρότι αυτό προέρχεται από τον εξουσιοδοτημένο αποστολέα
- μετά την αποστολή κάποιου μηνύματος και
- μετά την εκτέλεση της ενέργειας που υποδεικνύει ο κωδικός

προκειμένου να το διαγράψει με την εντολή AT+CMGD=1. Επιπλέον αναβοσβήνει το ενδεικτικό led1 είκοσι φορές και το πρόγραμμα ξεκινάει από την αρχή (MAIN)

Ακολουθούν οι διεργασίες που εκτελούνται μετά τη λήψη του κατάλληλου κωδικού.

```
GPSTURNON:  
gosub SENDERCHECK  
HIGH RELE1  
GPS(0) = "O"  
GPS(1) = "N"  
GPS(2) = " "  
GPSstatus = 1  
Write 15,GPSstatus  
goto delsms
```

Στη διεργασία αυτή ελέγχει αν ο κωδικός προέρχεται από τον εξουσιοδοτημένο αποστολέα και σε αυτή την περίπτωση ενεργοποιεί το GPS, γράφει στη βοηθητική μεταβλητή GPS τη λέξη ON και αποθηκεύει την κατάσταση του στη μεταβλητή GPSstatus της οποίας το περιεχόμενο αποθηκεύεται στη μνήμη Rom στη θέση 15 ώστε να γνωρίζει την πρότερη κατάσταση σε περίπτωση διακοπής τροφοδοσίας του συστήματος.

```
GPSTURNOFF:  
GOSUB SENDERCHECK  
LOW RELE1  
GPS(0) = "O"  
GPS(1) = "F"  
GPS(2) = "F"  
GPSstatus = 0  
write 15,GPSstatus  
SPEEDKM = "0000"  
goto delsms
```

Στη διεργασία αυτή ελέγχεται αν ο κωδικός προέρχεται από τον εξουσιοδοτημένο αποστολέα και σε αυτή την περίπτωση απενεργοποιεί το GPS, γράφει στη βοηθητική μεταβλητή GPS τη λέξη OFF και αποθηκεύει την κατάσταση του στη μεταβλητή GPSstatus της οποίας το περιεχόμενο αποθηκεύεται στη μνήμη Rom στη θέση 15 ώστε να γνωρίζει την πρότερη κατάσταση σε περίπτωση διακοπής τροφοδοσίας του συστήματος. Επιπλέον μηδενίζει την ταχύτητα για αποφυγή εσφαλμένου συναγερμού.

```
ALARM_TURNOFF:
GOSUB SENDERCHECK
HIGH buzzer
HIGH RELE2
high RELE3
HIGH RELE4
PAUSE 100
LOW BUZZER
LOW RELE2
PAUSE 800
LOW RELE3
LOW RELE4
ALARMON = 0
SMSFLAG = 0
ALARM(0) = "O"
ALARM(1) = "F"
ALARM(2) = "F"
SPEEDSPY = 0
GOTO delsms
```

Στη διεργασία αυτή ελέγχεται αν ο κωδικός προέρχεται από τον εξουσιοδοτημένο αποστολέα και σε αυτή την περίπτωση απενεργοποιεί το συναγερμό και γράφει στη βοηθητική μεταβλητή ALARM τη λέξη OFF. Επιπλέον αναβοσβήνει τα φλας μία φορά, ενεργοποιεί και απενεργοποιεί τη σειρήνα και το buzzer μία φορά, και μηδενίζει τις βοηθητικές μεταβλητές ALARMON, SMSFLAG και SPEEDSPY.

```
ALARM_TURNON:
GOSUB SENDERCHECK
HIGH buzzer
high RELE2
HIGH RELE3
High rele4
PAUSE 100
LOW buzzer
low RELE2
PAUSE 100
HIGH buzzer
HIGH RELE2
PAUSE 100
```

```
LOW buzzer
LOW RELE2
PAUSE 500
LOW RELE3
PAUSE 500
HIGH RELE3
HIGH RELE4
PAUSE 600
LOW RELE3
LOW RELE4
ALARMON = 1
ALARM(0) = "O"
ALARM(1) = "N"
ALARM(2) = " "
SPEEDSPY = 1
GOTO delsms
```

Στη διεργασία αυτή ελέγχει αν ο κωδικός προέρχεται από τον εξουσιοδοτημένο αποστολέα και σε αυτή την περίπτωση ενεργοποιεί το συναγερμό και γράφει στη βοηθητική μεταβλητή ALARM τη λέξη ON. Επιπλέον αναβοσβήνει τα φλας δύο φορές, ενεργοποιεί και απενεργοποιεί τη σειρήνα και το buzzer δύο φορές, και κάνει ένα τις βοηθητικές μεταβλητές ALARMON, και SPEEDSPY.

```
SENDDATA:
GOSUB SENDERCHECK
GOTO SMSSEND
```

Στη διεργασία αυτή ελέγχει αν ο κωδικός προέρχεται από τον εξουσιοδοτημένο αποστολέα και σε αυτή την περίπτωση στέλνει το κατάλληλο μήνυμα.

```
PHONECHANGE:
NEWPHONEFLAG = 1
write 0,callerx(0)
pause 60
write 1,callerx(1)
pause 100
write 2,callerx(2)
pause 60
write 3,callerx(3)
pause 60
write 4,callerx(4)
pause 60
write 5,callerx(5)
pause 60
write 6,callerx(6)
pause 60
write 7,callerx(7)
pause 60
write 8,callerx(8)
```

```
pause 60
write 9,callerx(9)
pause 60
write 10,callerx(10)
pause 60
write 11,callerx(11)
pause 60
write 12,callerx(12)
pause 60
goto delsms
```

Το πρόγραμμα μεταβαίνει στη διεργασία αυτή αφού λάβει τον κατάλληλο κωδικό ασφαλείας από οποιοδήποτε αποστολέα, τον αριθμό του οποίου έχει αποθηκεύσει στη μεταβλητή CallerX τον οποίο και γράφει στις θέσεις 0 έως 12 της μνήμης ROM του μικροελεγκτή. Για λόγους επίδειξης ο εννιαψήφιος κωδικός έχει ορισθεί σε NEWPHONE. Επιπλέον η μεταβλητή NEWPHONEFLAG γίνεται ένα ώστε η αλλαγή να ισχύσει στον επόμενο κύκλο εκτέλεσης προγράμματος.

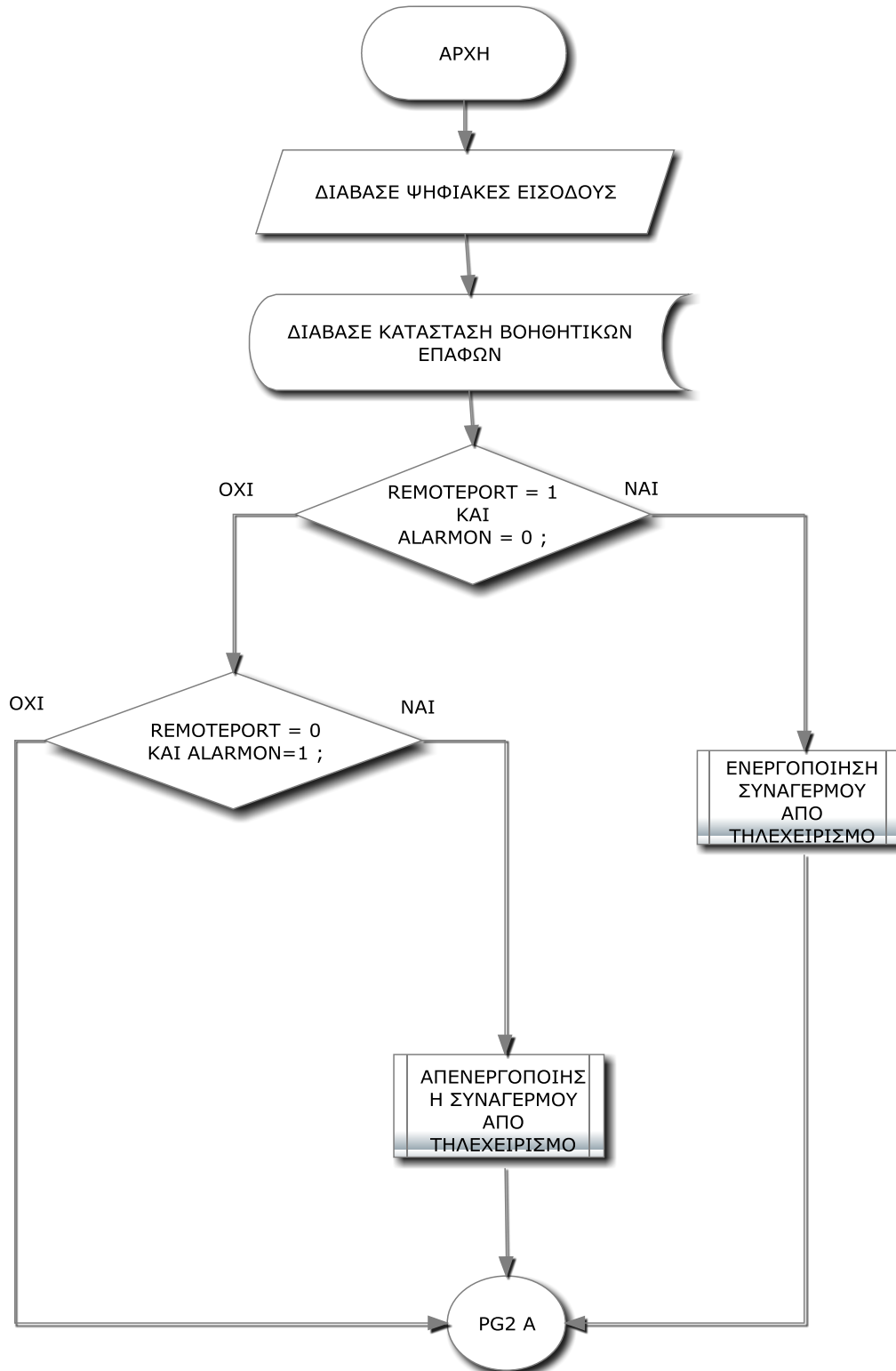
```
SENDERCHECK:
IF CALLERX(0) <> CALLERXX(0) THEN delsms
IF CALLERX(1) <> CALLERXX(1) THEN delsms
IF CALLERX(2) <> CALLERXX(2) THEN delsms
IF CALLERX(3) <> CALLERXX(3) THEN delsms
IF CALLERX(4) <> CALLERXX(4) THEN delsms
IF CALLERX(5) <> CALLERXX(5) THEN delsms
IF CALLERX(6) <> CALLERXX(6) THEN delsms
IF CALLERX(7) <> CALLERXX(7) THEN delsms
IF CALLERX(8) <> CALLERXX(8) THEN delsms
IF CALLERX(9) <> CALLERXX(9) THEN delsms
IF CALLERX(10) <> CALLERXX(10) THEN delsms
IF CALLERX(11) <> CALLERXX(11) THEN delsms
IF CALLERX(12) <> CALLERXX(12) THEN delsms
RETURN
END
```

Στη διεργασία αυτή ελέγχει αν ο κωδικός προέρχεται από τον εξουσιοδοτημένο αποστολέα.

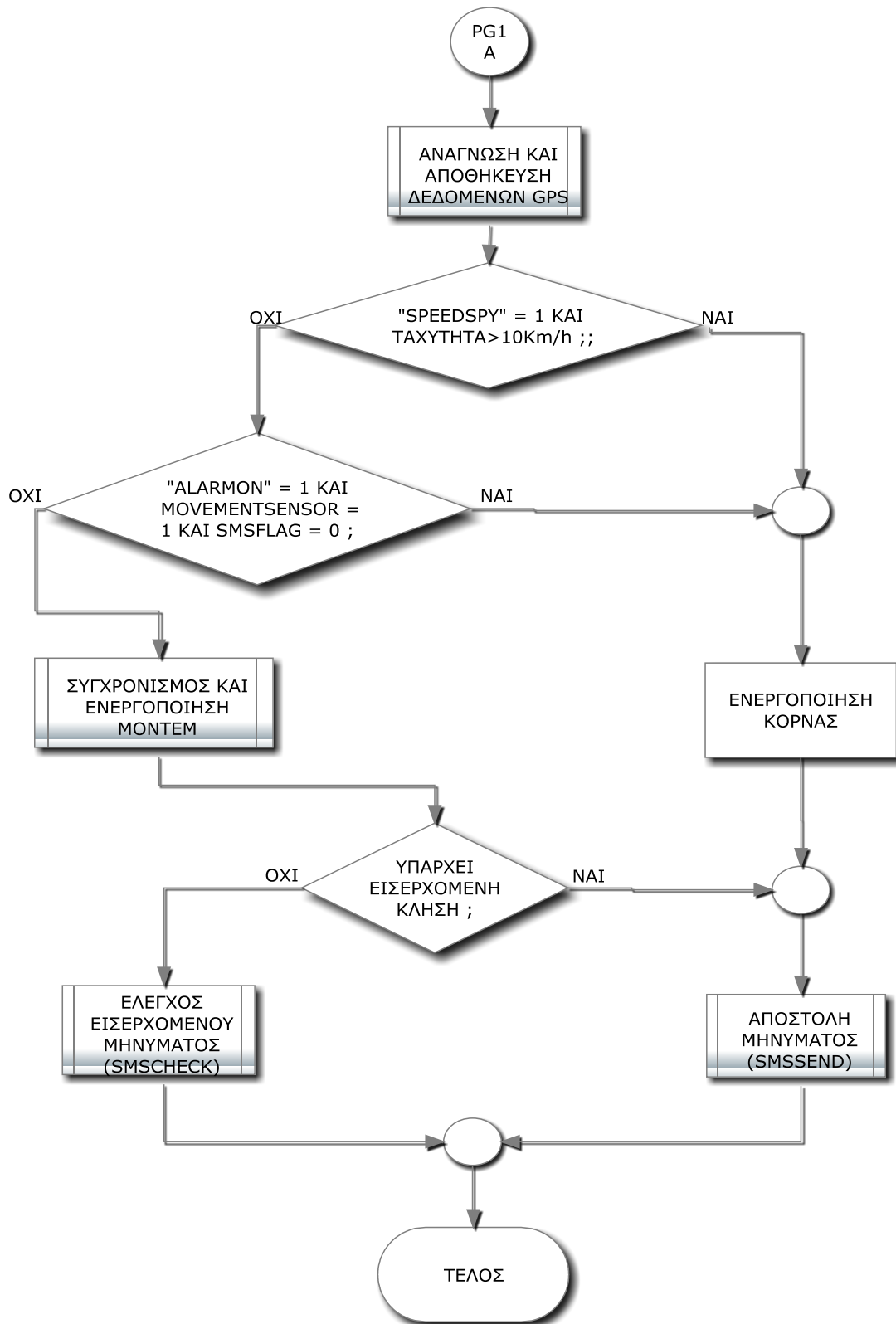
3.3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΡΟΗΣ

3.3.1 ΚΥΡΙΩΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

ΚΥΡΙΩΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΕΛΙΔΑ 1

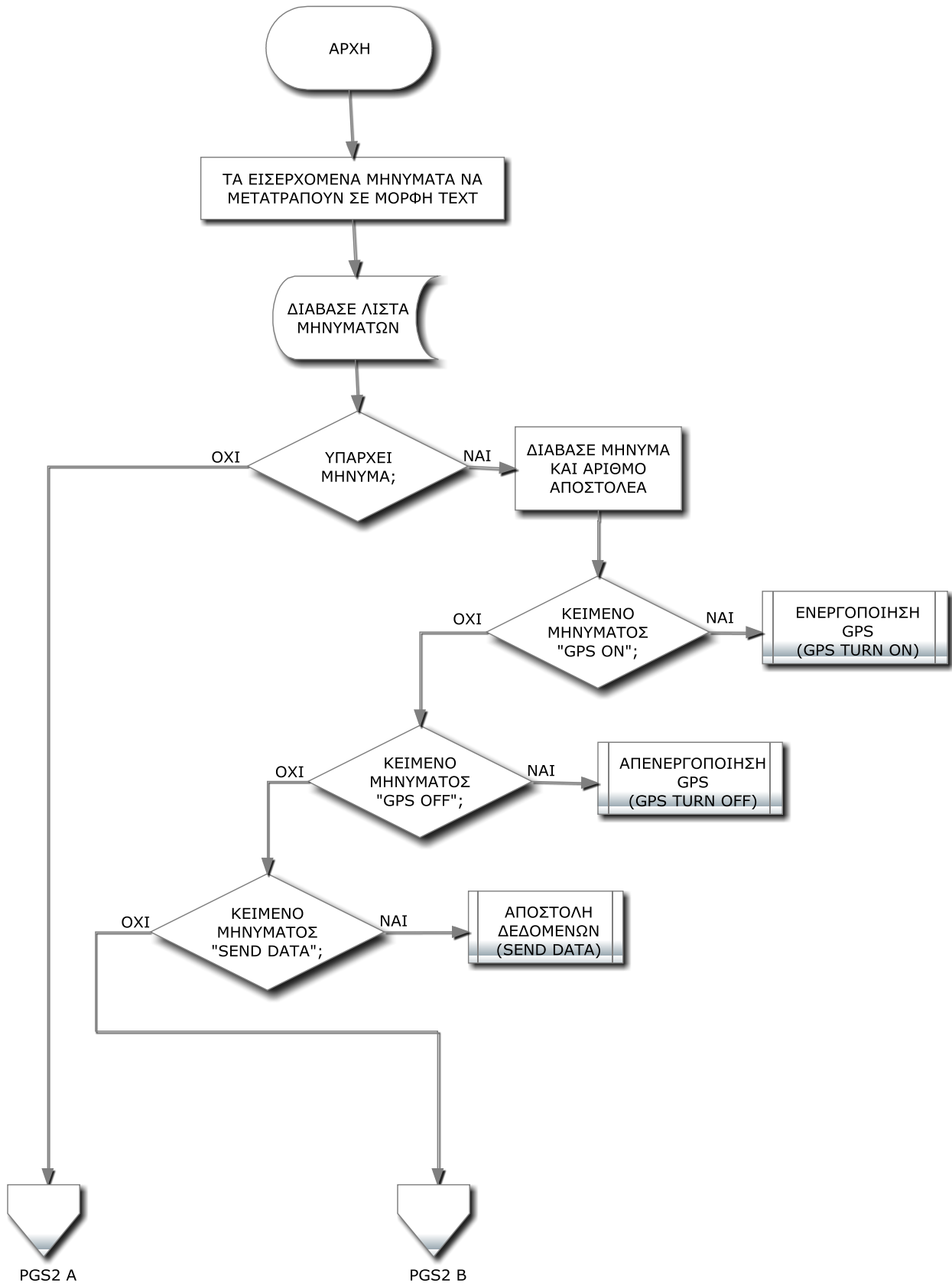


ΚΥΡΙΩΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΕΛΙΔΑ 2

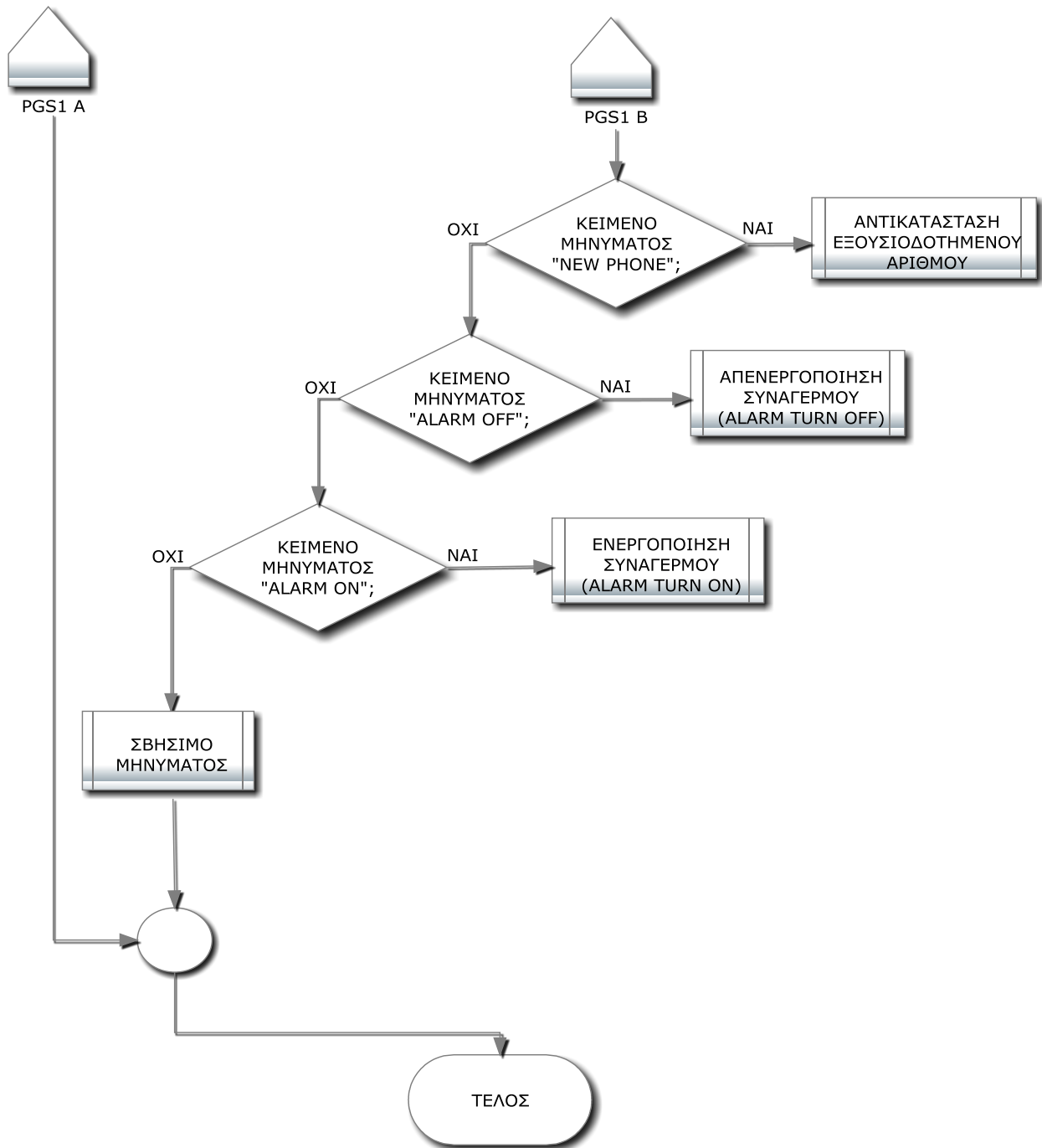


3.3.2 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ (SMSCHECK)

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ (SMSCHECK PG1)

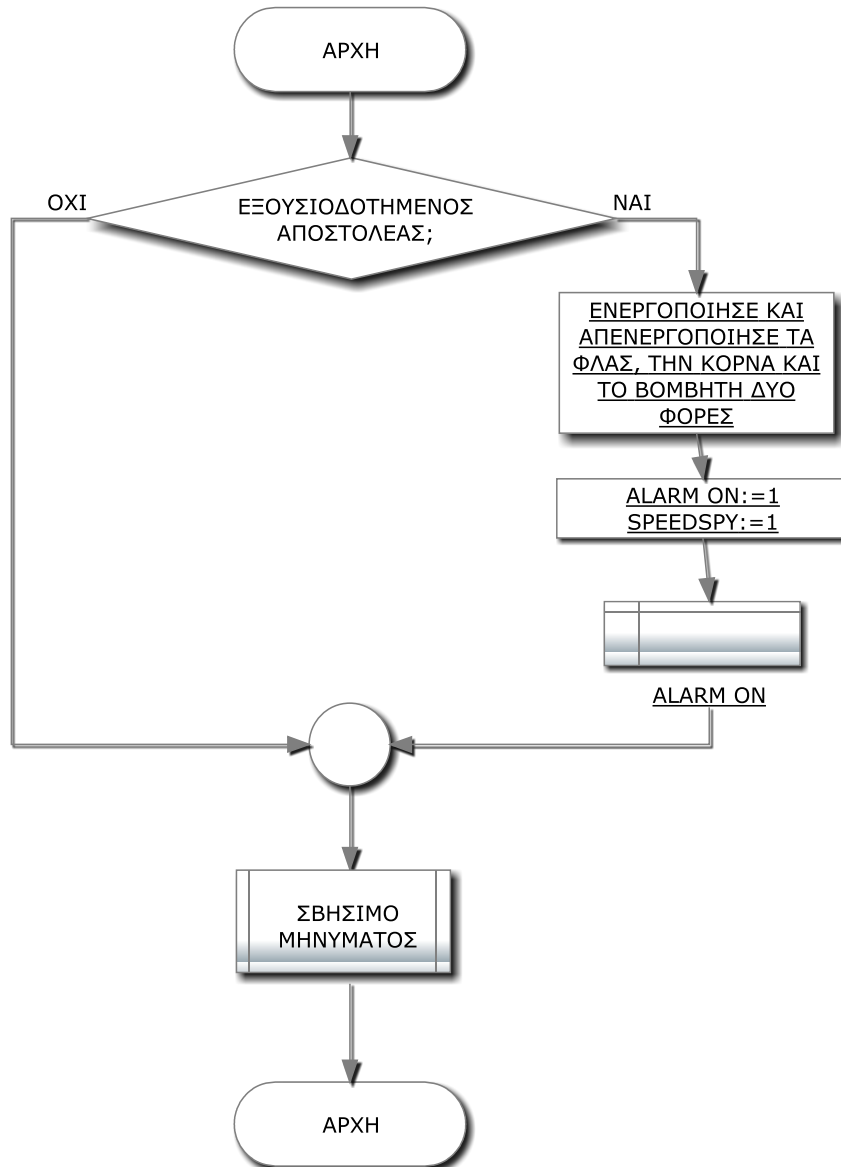


ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ (SMSCHECK PG2)

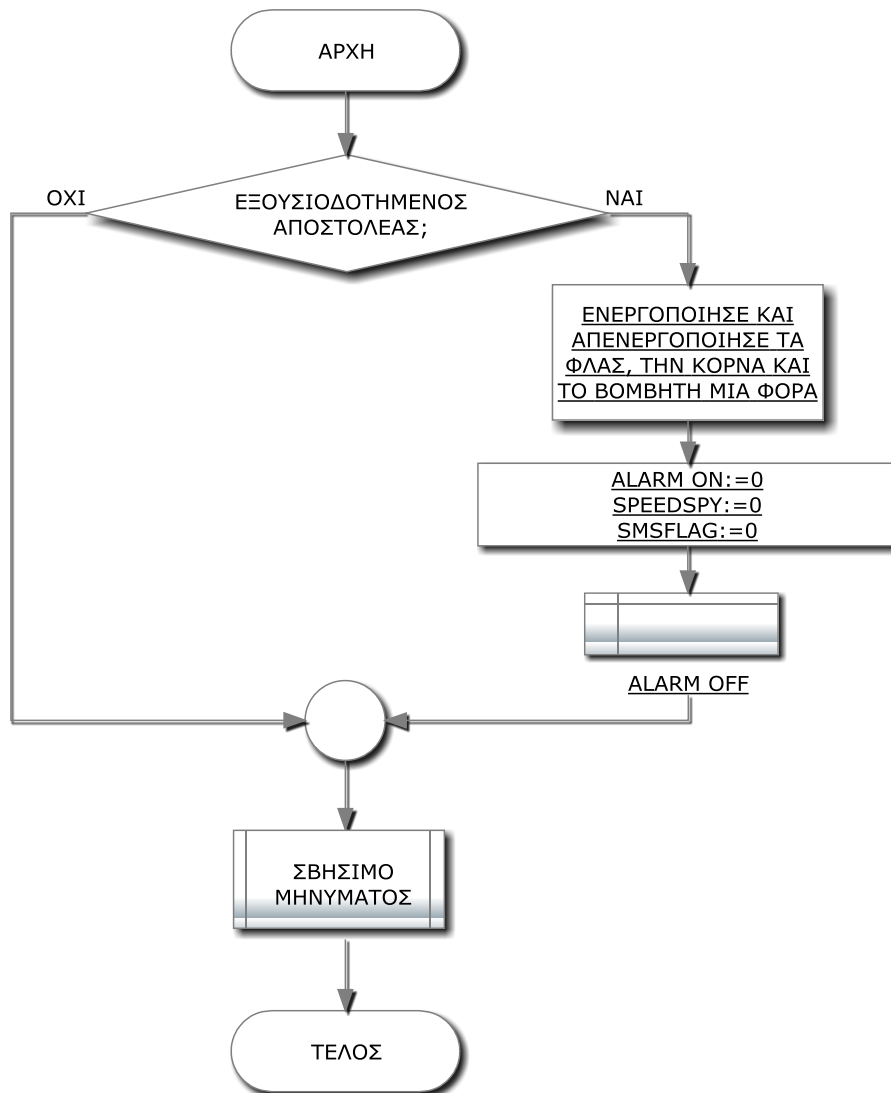


3.3.3 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΕΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ / ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ ΜΕ SMS

ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ ΜΕ SMS (ALARM TURN ON)

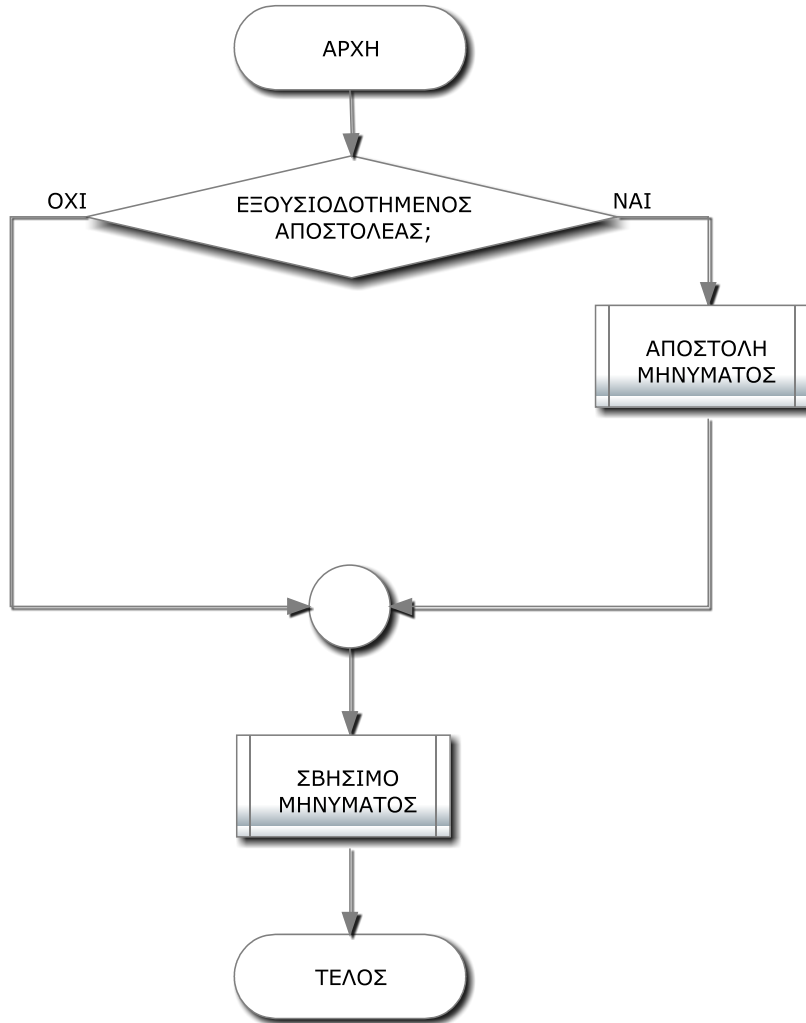


ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ ΜΕ SMS (ALARM TURN OFF)



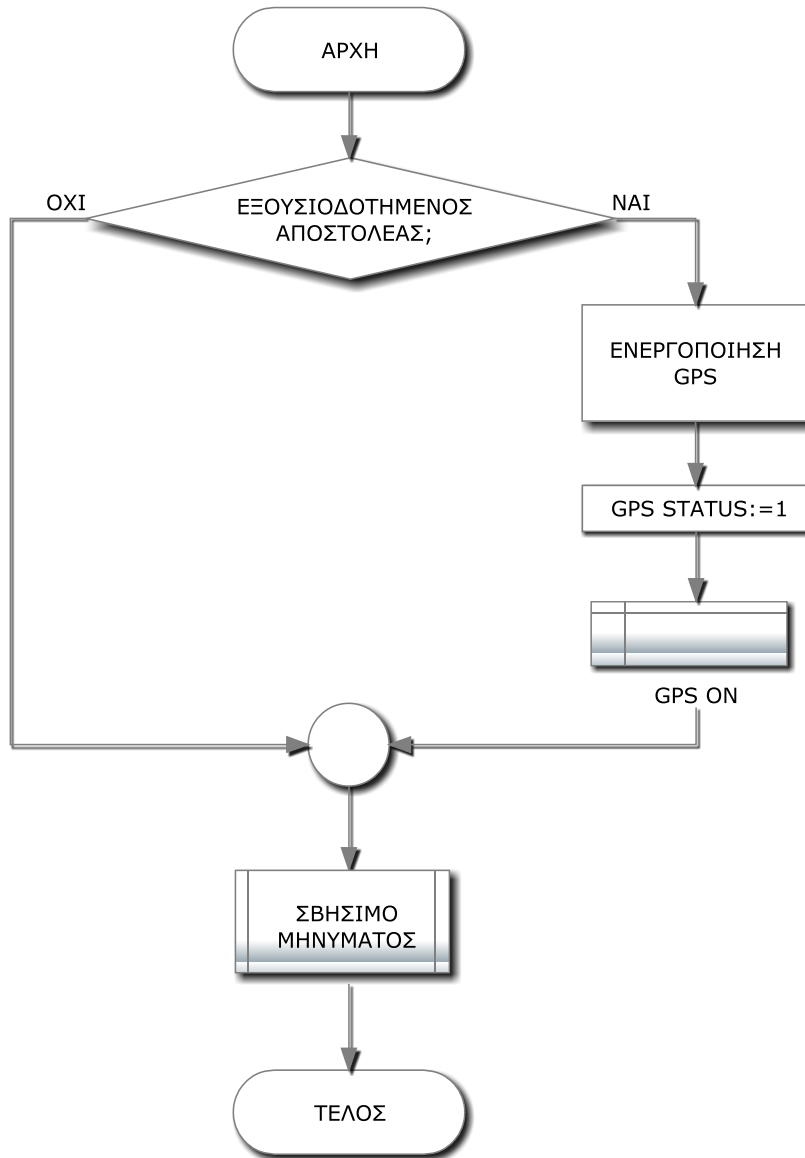
3.3.4 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ ΔΕΔΩΜΕΝΩΝ (SEND DATA)

ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (SEND DATA)

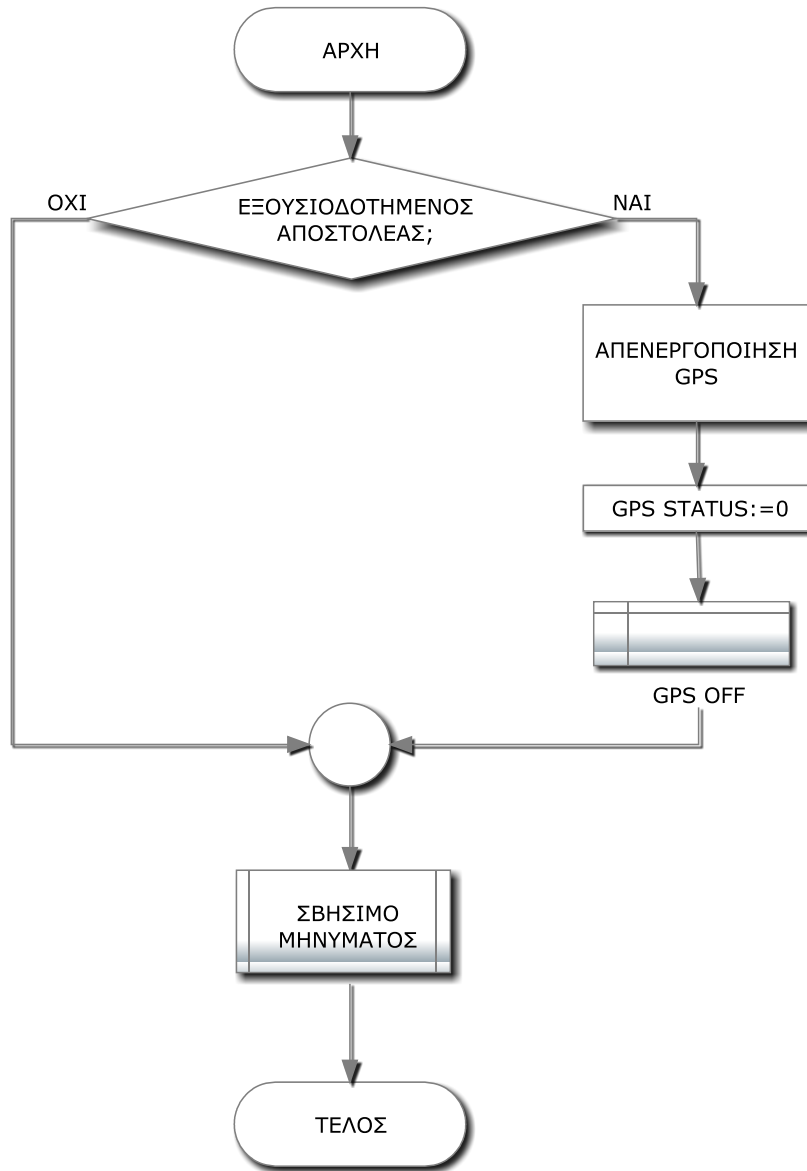


3.3.5 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΕΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ / ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ GPS ΜΕ SMS

ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ GPS (GPS TURN ON)

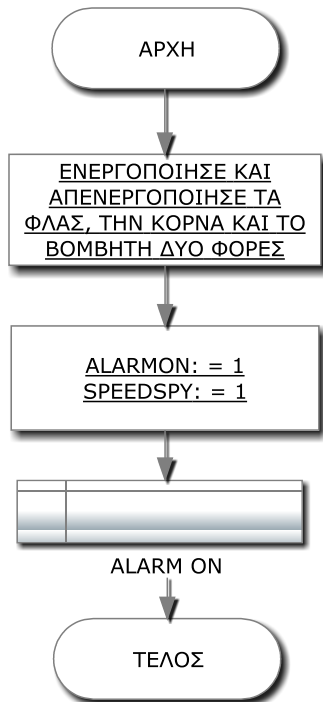


ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ GPS (GPS TURN OFF)



3.3.6 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΕΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ / ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ ΜΕ ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΣΜΟ

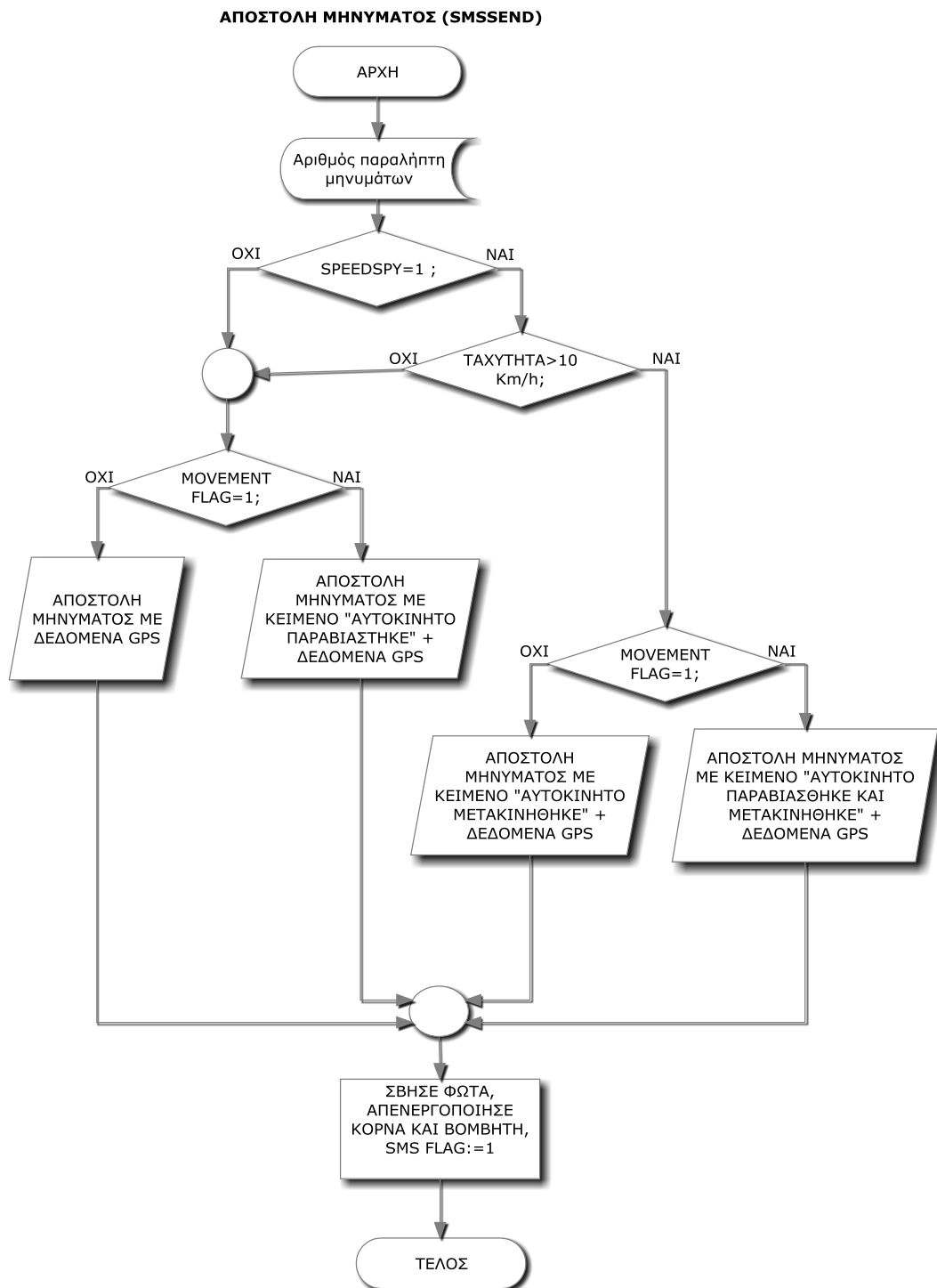
ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ ΑΠΟ ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΣΜΟ



ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ ΑΠΟ ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΣΜΟ



3.3.7 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ (SMSSEND)



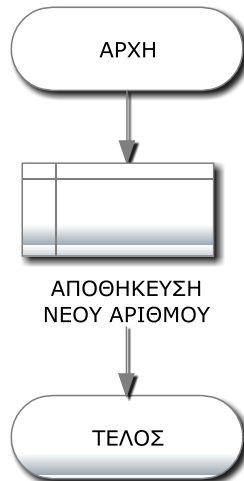
3.3.8 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ ΣΒΗΣΙΜΑΤΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ SMS

ΣΒΗΣΙΜΟ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ (DELSMS)



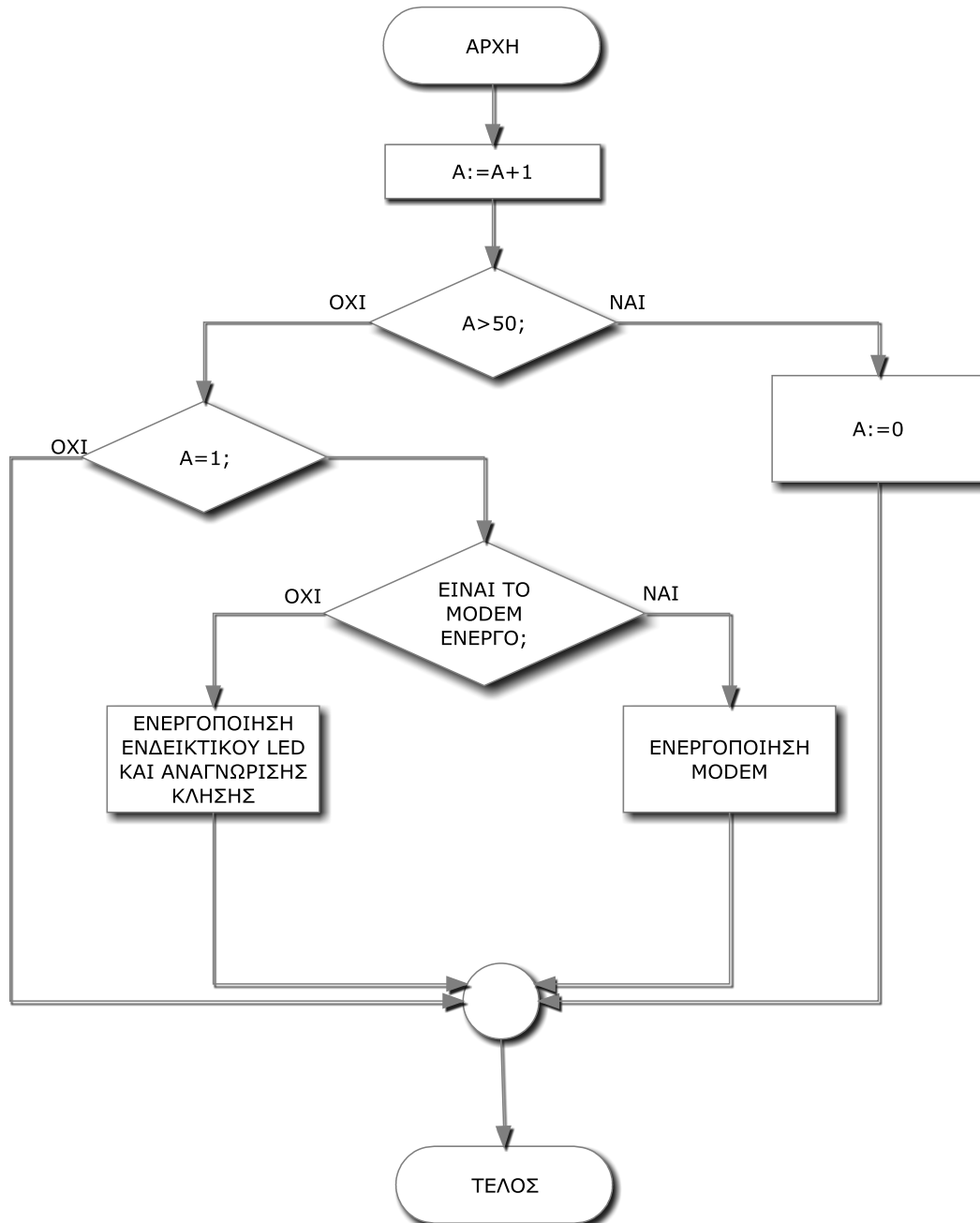
3.3.9 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΞΟΥΣΙΟΔΟΤΗΜΕΝΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ

ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΞΟΥΣΙΟΔΟΤΗΜΕΝΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ

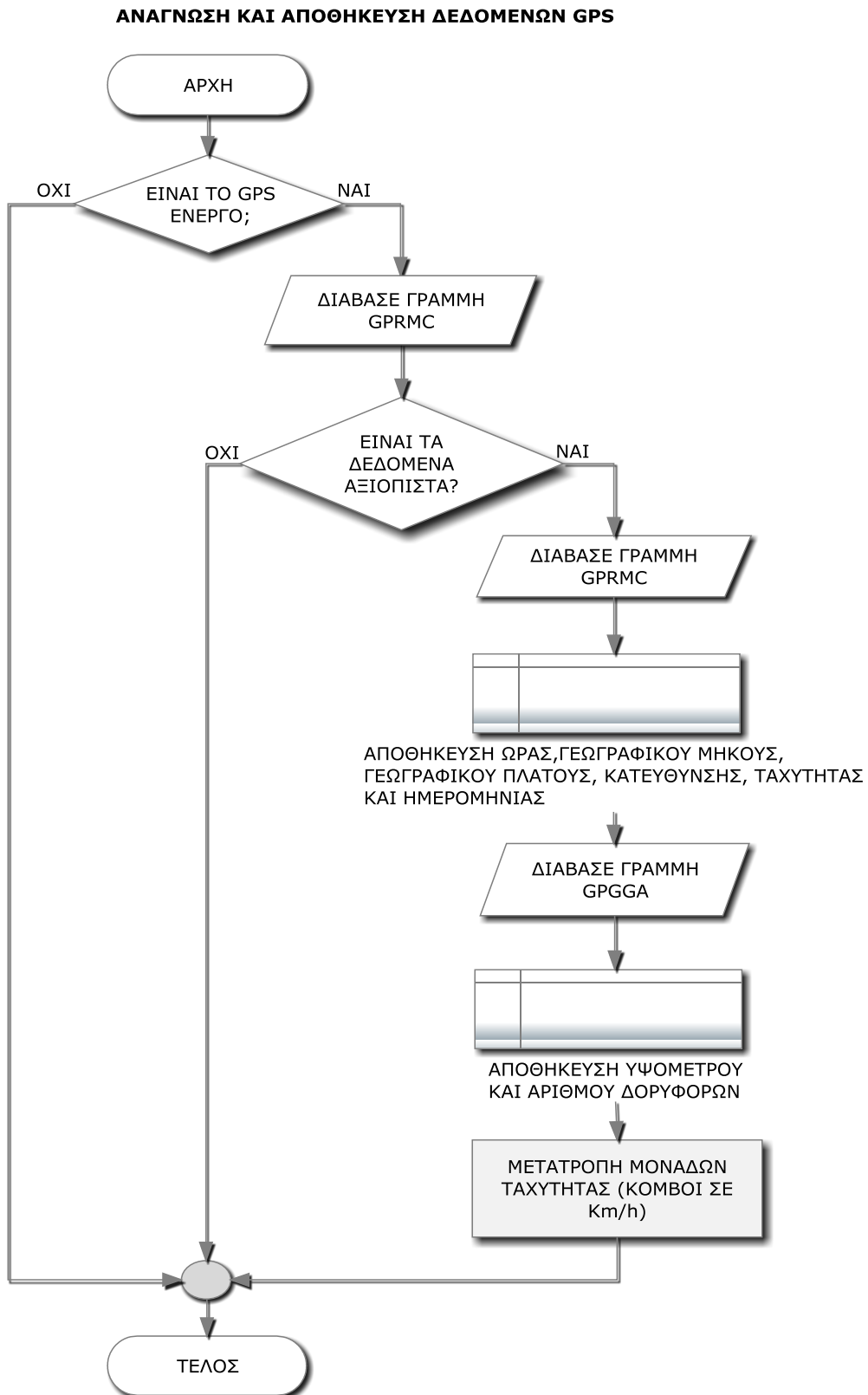


3.3.10 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ MODEM (GSM)

ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΟΝΤΕΜ

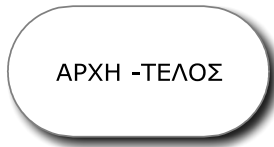


3.3.11 ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ GPS



3.3.12 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΤΩΝ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΡΟΗΣ

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

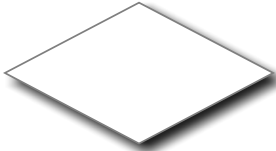


ΑΡΧΗ -ΤΕΛΟΣ

ΣΥΜΒΟΛΟ ΑΡΧΗΣ - ΤΕΛΟΥΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ/ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑΣ



ΣΥΜΒΟΛΟ ΕΝΤΟΛΗΣ



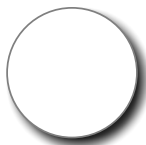
ΣΥΜΒΟΛΟ ΑΠΟΦΑΣΗΣ



ΣΥΜΒΟΛΟ ΕΙΣΟΔΟΥ/ΕΞΟΔΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ



ΣΥΜΒΟΛΟ ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΑΣ



ΣΥΜΒΟΛΟ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ



ΣΥΜΒΟΛΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΜΝΗΜΗ



ΣΥΜΒΟΛΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας, η συγκεκριμένη κατασκευή είναι ένα σύνθετο σύστημα εντοπισμού θέσης οχημάτων (αυτοκίνητα, μηχανές, σκάφη κ.τ.λ.) μέσω δορυφόρου που περιλαμβάνει και συναγερμό. Αποτελείται από ένα μικροελεγκτή, ένα δέκτη GPS και ένα τερματικό GSM/ GPRS. Τα συστήματα αυτά συνεργάζονται κατάλληλα προκειμένου ο κάτοχος του οχήματος να ενημερωθεί άμεσα στην περίπτωση μετακίνησης ή/ και παραβίασης του οχήματος του, και να γνωρίζει την ακριβή του θέση όταν αυτός το επιθυμεί.

Η χρήση μικροελεγκτή προσδίδει στην κατασκευή τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Αυτονομία, μέσω της ενσωμάτωσης σύνθετων περιφερειακών υποσυστημάτων, όπως μνήμες και θύρες επικοινωνίας, το οποίο ταυτόχρονα σημαίνει και ευκολότερη υλοποίηση εφαρμογών λόγω των απλούστερων διασυνδέσεων. Έτσι εξασφαλίζεται η εύκολη επικοινωνία με το τερματικό GSM και το GPS.
- Η ιδιαίτερα χαμηλή κατανάλωση ισχύος μεγιστοποιεί τη φορητότητα και ελαχιστοποιεί το κόστος της συσκευής στην οποία ενσωματώνεται ο μικροελεγκτής.
- Προσφέρει μεγαλύτερη αξιοπιστία και πάλι λόγω των λιγότερων διασυνδέσεων.
- Μειωμένες εκπομπές ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών και μειωμένη ευαισθησία σε αντίστοιχες παρεμβολές από άλλες ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές. Το πλεονέκτημα αυτό προκύπτει από το μικρότερο αριθμό και μήκος εξωτερικών διασυνδέσεων καθώς και τις χαμηλότερες ταχύτητες λειτουργίας.
- Περισσότεροι διαθέσιμοι ακροδέκτες για ψηφιακές και αναλογικές εισόδους-εξόδους (για δεδομένο μέγεθος ολοκληρωμένου κυκλώματος), λόγω της μη δέσμευσής τους για τη σύνδεση εξωτερικών περιφερειακών. Έτσι δίνεται η δυνατότητα το σύστημα να μετρά πλήθος πληροφοριών (π.χ. εξωτερική θερμοκρασία, υγρασία, πίεσης, κλίσης οχήματος κ.τ.λ.) και να τα εμφανίζει σε μία οθόνη LCD.

Το σύστημα με μικρές τροποποιήσεις θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για :

- Προστασία ηλικιωμένων ατόμων με προβλήματα μνήμης
- Παρακολούθηση κατοικίδιων

- Έλεγχο στόλου οχημάτων και μεταφορικών μέσων μιας εταιρίας και, κατά συνέπεια, καλύτερη κατανομή των πόρων της με αντίστοιχη μείωση στο λειτουργικό κόστος (fleet management).

Μειονέκτημα της συσκευής μπορεί να θεωρηθούν:

- Η περιορισμένη κάλυψη των δικτύων κινητής τηλεφωνίας σε απομακρυσμένες περιοχές και
- Η πιθανότητα μη ύπαρξης τριών τουλάχιστον δορυφόρων εντός εμβέλειας του GPS λόγω καιρικών συνθηκών και φυσικών ή τεχνητών εμποδίων (δέντρα, τούνελ κ.τ.λ.).

5. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Βιβλιογραφία

1. Dogan Ibrahim, PIC Basic Projects, Elsevier, 2006.
2. Chuck Hellebuyck, Programming PIC Microcontrollers with PicBasic, Elsevier, 2003.
3. John Iovine, PIC Microcontroller Project Book, McGraw-Hill, 2000.
4. Σταμάτης Αλατσαθιανός, Μικροελεγκτές PIC, Γκιούρδας, 2007.

Ηλεκτρονικές Πηγές

1. <http://www.myphone.gr/library/>
2. http://www.transalp.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=65&Itemid=34
3. <http://www.radio-electronics.com/info/cellularcomms/index.php>
4. http://www.satweb.gr/forum2002-2005/forum_posts.asp?TID=338&get=last
5. <http://el.wikipedia.org/>
6. <http://adventure.howstuffworks.com/gps1.htm>
7. <http://www.microchip.com>