

583
ΑΥΤ



Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών

Τμήμα Αυτοματισμού



Πτυχιακή εργασία

Θέμα : Σύστημα συναγερμού-εντοπισμού-ελέγχου οχήματος με κύκλωμα 3G,GSM & GPS



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΙΧΑΛΗΣ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΑΘΑΝΑΣΟΥΛΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ Α.Μ.: 34185

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΜΑΙΟΣ 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ & ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

1.1 Συναγερμοί αυτοκινήτων και απομακρυσμένος έλεγχος τους

1.1.1 Συναγερμός

1.1.2 GSM

1.1.3 GPRS / 3G

1.1.4 GPS

1.2 Επεξήγηση πτυχιακής εργασίας και των εφαρμογών της

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

2.1 Arduino UNO Rev3

2.1.1 Ιστορία

2.1.2 Η πλακέτα Arduino

2.1.3 Είσοδοι – έξοδοι

2.1.4 Τροφοδοσία

2.1.5 Ενσωματωμένα κουμπιά LED

2.1.6 Το περιβάλλον Arduino IDE

2.1.7 Οθόνη LCD

2.1.8 Μπαταρίες

2.1.9 Γλώσσα προγραμματισμού

2.2 Αισθητήρες

2.2.1 Εισαγωγή

2.2.2 Είδη αισθητηρίων συναγερμού οχήματος & ολοκληρωμένων λύσεων

2.2.3 Σύνδεση Υπερήχων για παρκάρισμα με Arduino

2.2.4 Πρωτόκολλα επικοινωνίας

2.3 Telit GM862-GPS/GSM/GPRS Modem

2.3.1 Εισαγωγή

2.3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά

2.6 Πλακέτα PCB πτυχιακής εργασίας

2.7 Σενάριο λειτουργίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ARDUINO

3.1 Αλγόριθμος κυρίου μέρους

3.1.1 Δήλωση μεταβλητών

3.1.2 Κυρίως πρόγραμμα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Βιβλιογραφία



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ & ΕΛΕΓΧΟΥ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

1.1 Συναγερμοί αυτοκινήτων και απομακρυσμένος έλεγχος τους

1.1.1 Συναγερμός

Συναγερμός οχήματος ονομάζεται η ειδική ηλεκτρονική συσκευή που εγκαθίσταται σε ένα όχημα και που, μέσω διάταξης αισθητήρων και άλλων μέσων, ενεργοποιείται από προσπάθεια παραβίασης. Όταν παραβιάζεται το όχημα, οι συναγερμοί οχημάτων ειδοποιούν με τους εξής τρόπους ή συνδυασμούς αυτών: εκπομπή ήχου υψηλής συχνότητας (συνήθως μια σειρήνα, κόρνα), ηχογραφημένη εκ των προτέρων λεκτική προειδοποίηση, ρυθμική λειτουργία φώτων, ηλεκτρονικό σήμα ασύρματης τηλε-ειδοποίησης. Εκτός της ειδοποίησης, ο συναγερμός μπορεί να ακινητοποιήσει το όχημα (λειτουργία immobilizer).

Στους σύγχρονους συναγερμούς, καρδιά της μονάδας είναι ένας μικροελεγκτής με κατάλληλο λογισμικό, το οποίο προσπαθεί να καλύψει όσο γίνεται περισσότερα σενάρια προβλημάτων.

Οι συναγερμοί αυτοκινήτων μπορούν να σχεδιαστούν για να ενεργοποιηθούν από:

- δονήσεις
- κλίση του οχήματος (για να αποτρέψουν την αναρμόδια ρυμούλκηση)
- άνοιγμα ή το κλείσιμο των ειδικών διακοπών (πχ επαφές πορτών)
- μικρές αλλά γρήγορες αλλαγές στην τάση μπαταρίας ή το κύκλωμα ανάφλεξης
- αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας όπως οι αισθητήρες υπερήχων, υπέρυθρων ακτίνων ή μικροκυμάτων.
- Υπερβολικά δυνατός θόρυβος κοντά στο όχημα

1.1.2 GSM

GSM : Global System for Mobile communications (Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών)

Κοινό Ευρωπαϊκό ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας. Το Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Συμβούλιο (European Telecommunications Standards Institute) το 1982, άρχισε την μελέτη για την 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 ένα αριθμό καναλιών και την διαίρεση αυτών σε χρονοθυρίδες για την μετάδοση σημάτων. 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 (πρώην TIM ή πρώην TELESTET). Το πρότυπο GSM δεν είναι μόνο Ευρωπαϊκό πρότυπο, αφού υιοθετήθηκε από πολλές άλλες χώρες των άλλων Ηπείρων, εκμεταλλευόμενο διάφορες ζώνες συχνοτήτων. Υπηρεσίες όπως κλήση, λήψη κλήσεως, αποστολή και λήψη sms, αποστολή και λήψη mms, εκτροπή κλήσεων, φραγή κλήσεων, απόκρυψη κλήσεων, αναμονή και κράτηση κλήσεων, τηλεδιάσκεψη, λειτουργούν χάρη στις τεχνικό υπόβαθρο ενός δικτύου GSM.

1.1.3 GPRS / 3G

Η δεύτερη γενιά κυψελωτών (cellular) τηλεπικοινωνιακών δικτύων, πρωτοεμφανίστηκε εμπορικά, κάτω από το **GSM Standard**, το 1991. Τρία κύρια πλεονεκτήματα των δικτύων 2ης γενιάς (2G) σε σύγκριση με τους “προκατόχους” τους, ήταν:

Ψηφιακά κρυπτογραφημένες τηλεφωνικές συνομιλίες

Πολύ μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στο φάσμα συχνοτήτων

Υπηρεσίες Διαχείρισης δεδομένων όπως τα SMS

Μετά την έναρξη λειτουργίας των δικτύων 2G, όλα τα προηγούμενα τηλεφωνικά συστήματα κινητής τηλεφωνίας, χαρακτηρίστηκαν ως **1G**. Ενώ τα ραδιο-σήματα στα δίκτυα 1G είναι αναλογικά, τα αντίστοιχα των δικτύων 2G είναι ψηφιακά. Και τα δύο συστήματα χρησιμοποιούν ψηφιακή σηματοδότηση για σύνδεση με τους ραδιο-φάρους (που λαμβάνουν τα σήματα των κινητών συσκευών), μέσω των οποίων μεταφέρονται στο υπόλοιπο τηλεφωνικό σύστημα.

Το σύστημα **2G**, έδωσε με τη σειρά τη θέση του σε νεώτερες τεχνολογίες (με πολύ μεγαλύτερο broadband και ειδικούς αλγορίθμους που επιτρέπουν ολοκλήρωση υπηρεσιών όπως μεταφορά μεγάλων αρχείων πολυμέσων, τηλεοπτικών σημάτων κ.α.) που χαρακτηρίστηκαν αντίστοιχα ως **2.5G**, **2.75G**, **3G**, και **4G**. Παρά την ραγδαία εξέλιξη, δίκτυα 2G βρίσκονται ακόμη σε χρήση σε πολλές χώρες της γης, ανάμεσα στις οποίες και η Ελλάδα.

HSDPA : High-Speed Downlink Packet Access (Πρόσβαση υψηλής ταχύτητας λήψης πακέτων)

Πρόκειται για πρωτόκολλο τηλεπικοινωνιών κινητής τηλεφωνίας, επιπέδου εξελιγμένου 3G (τρίτης γενιάς), που ανήκει στην οικογένεια των πρωτοκόλλων High Speed Packet Access (**HSPA** – χρησιμοποιούνται επίσης στα δίκτυα 3.5G, 3G+ or turbo 3G) και το οποίο επιτρέπει σε δίκτυα βασισμένα στο Universal Mobile

Telecommunications System (UMTS), να επιτυγχάνουν υψηλότερες ταχύτητες αλλά και χωρητικότητες μετάδοσης δεδομένων. Οι υπάρχουσες διαμορφώσεις HSDPA, υποστηρίζουν ταχύτητες λήψης of 1.8, 3.6, 7.2 and 14.4 Megabits/sec. Περαιτέρω αύξηση ταχύτητας είναι διαθέσιμη με τη χρήση HSPA+ , που υποστηρίζει ταχύτητες λήψης έως και 42 Mbit/s και έως 84 Mbit/s με την έκδοση 9 των 3GPP standards.

1.1.4 GPS

Το **GPS (Global Positioning System), Παγκόσμιο Σύστημα Θεσιθεσίας** είναι ένα παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης, το οποίο βασίζεται σε ένα "πλέγμα" εικοσιτεσσάρων δορυφόρων της Γης, στους οποίους υπάρχουν ειδικές συσκευές, οι οποίες ονομάζονται "δέκτες GPS". Οι δέκτες αυτοί παρέχουν ακριβείς πληροφορίες για τη θέση ενός σημείου, το υψόμετρό του, την ταχύτητα και την κατεύθυνση της κίνησης του. Επίσης, σε συνδυασμό με ειδικό λογισμικό χαρτογράφησης μπορούν να απεικονίσουν γραφικά τις πληροφορίες αυτές.

Το σύστημα ξεκίνησε από το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ και ονομάστηκε "**NAVSTAR GPS (Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System)**". Το δορυφορικό αυτό σύστημα ρυθμίζεται καθημερινά από τη Βάση Πολεμικής Αεροπορίας Στριβερ (Schriever) με κόστος 400 εκατομμύρια δολάρια το χρόνο.

Το παρελθόν

Τα σημεία του ορίζοντα, ή ακόμη και τα αστέρια, χρησιμοποιούνταν από την αρχαιότητα για τον προσανατολισμό των ανθρώπων. Ένα σταθερό άστρο στον ουρανό, με γνωστή γεωγραφική θέση ως προς το σημείο παρατήρησης, αποτελούσε σημείο αναφοράς και βοηθούσε τους ανθρώπους στο να βρουν τη σωστή πορεία τους. Στον προσανατολισμό συνέβαλαν αργότερα και άλλα μέσα, όπως η πυξίδα και ο εξάντας. Ωστόσο ο εξάντας είναι εύχρηστος μόνο για τον προσδιορισμό του γεωγραφικού πλάτους, ενώ η χρήση του για τον προσδιορισμό του γεωγραφικού μήκους είναι δύσκολη και εξαιρετικά σύνθετη, πράγμα που αποτελεί ένα σημαντικό μειονέκτημα για προσδιορισμό του στίγματος στην θάλασσα. Ως αποτέλεσμα, τον 17ο αιώνα, το Ηνωμένο Βασίλειο συνέστησε ένα συμβούλιο επιστημόνων, το οποίο θα επιβράβευε χρηματικά όποιον θα μπορούσε να εφεύρει ένα όργανο, το οποίο θα επέτρεπε τον ακριβή υπολογισμό και των δύο γεωγραφικών συντεταγμένων, δηλαδή μήκους και πλάτους.

Το 1761, ο Άγγλος ωρολογοποιός Τζον Χάρισσον (John Harrison), ύστερα από προσπάθειες δώδεκα ετών, κατασκεύασε ένα όργανο, το οποίο δεν ήταν άλλο από το γνωστό σημερινό χρονόμετρο. Σε συνδυασμό με τον εξάντα, το χρονόμετρο επέτρεπε τον υπολογισμό του στίγματος των πλοίων με εξαιρετική ακρίβεια (για τα δεδομένα της εποχής). Πέρασαν αρκετά χρόνια μέχρι να δημιουργηθούν τα πρώτα συστήματα εντοπισμού θέσης που βασίζονταν σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα (ραντάρ, στα μέσα του 20ού αιώνα. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν ευρύτατα κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου (και χρησιμοποιούνται ακόμη). Τα συστήματα εντοπισμού θέσης της εποχής αποτελούνταν από ένα δίκτυο σταθμών βάσης και κατάλληλους δέκτες.

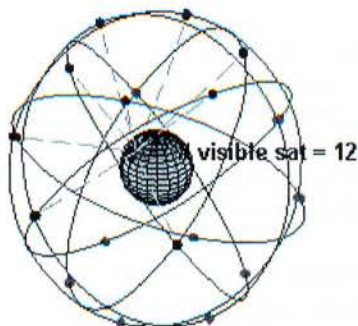
Ανάλογα με την ισχύ του σήματος που λάμβανε κάθε δέκτης από σταθμούς γνωστής γεωγραφικής θέσης, σχηματίζονταν δύο ή περισσότερες συντεταγμένες, μέσω των οποίων προσδιοριζόταν η θέση των σημείων ενδιαφέροντος επάνω σε ένα χάρτη. Στην περίπτωση αυτή, όμως, συνέβαιναν υπήρχαν δύο διαφορετικά προβλήματα: Στην πρώτη περίπτωση η χρήση σταθμών βάσης, που θα εξέπεμπαν σήμα σε υψηλή συχνότητα, διέθεταν μεν υψηλή ακρίβεια εντοπισμού, αλλά είχαν μικρή εμβέλεια. Στη δεύτερη περίπτωση συνέβαινε το ακριβώς αντίθετο, δηλαδή ο σταθμός βάσης χρησιμοποιούσε μεν χαμηλή συχνότητα εκπομπής σήματος, προσφέροντας έτσι υψηλότερη εμβέλεια, αλλά και η ακρίβεια που παρείχε ήταν χαμηλή.

Έστω και με αυτά τα προβλήματα, η αρχή της χρήσης ραδιοκυμάτων για τον εντοπισμό της θέσης ενός σημείου είχε ήδη γίνει. Το Global Positioning System στη σημερινή του μορφή βασίζεται σε παρεμφερή τεχνολογία. Συνδυάζει όλες τις μεθόδους που είχαν χρησιμοποιηθεί στον ουρανό, δηλαδή την τεχνολογία των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων καθώς και την παρατήρηση ενός –τεχνητού αυτή τη φορά- ουράνιου σώματος. Οι σταθμοί βάσης που λαμβάνουν και δέχονται τα απαραίτητα ηλεκτρομαγνητικά κύματα δεν είναι πλέον επίγειοι, αλλά εδρεύουν σε δορυφόρους.

Ένα δίκτυο πολυάριθμων (24 - 32) δορυφόρων που βρίσκεται σε σταθερή θέση γύρω από τον πλανήτη μας, βοηθά τους δέκτες GPS να παρέξουν το ακριβές στίγμα ενός σημείου οπουδήποτε στον κόσμο. Όταν, το 1957, πραγματοποιήθηκε η εκτόξευση του δορυφόρου Σπούτνικ, οι άνθρωποι είχαν ήδη αντιληφθεί ότι ένα τεχνητό ουράνιο σώμα κοντά στη Γη είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για να εντοπιστεί η θέση ενός σημείου πάνω στον πλανήτη. Αμέσως μετά την εκτόξευσή του, οι ερευνητές του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (MIT) διαπίστωσαν ότι το σήμα που λαμβανόταν από τον δορυφόρο αυξανόταν καθώς αυτός πλησίαζε προς το επίγειο σημείο παρατήρησης και μειωνόταν όταν ο δορυφόρος απομακρυνόταν από αυτό. Αυτό ήταν και το πρώτο βήμα για την υλοποίηση της τεχνολογίας που σήμερα αποκαλείται Global Positioning System. Με τον ίδιο τρόπο που η θέση ενός δορυφόρου μπορούσε να εντοπιστεί ανάλογα με την ισχύ του σήματος που λαμβάνεται από αυτόν, υπήρχε και η δυνατότητα να συμβεί το ακριβώς αντίθετο: Ο δορυφόρος να εντοπίσει την ενός σημείου θέση με ιδιαίτερη ακρίβεια. Στην πραγματικότητα ένας δορυφόρος δεν είναι αρκετός για να υπάρξουν ακριβή αποτελέσματα, αλλά απαιτούνται τουλάχιστον τρεις, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Το GPS αρχικά δημιουργήθηκε αποκλειστικά για στρατιωτική χρήση και ανήκε στη δικαιοδοσία του αμερικανικού Υπουργείου Εθνικής Άμυνας. Στα μέσα της δεκαετίας του 1960 το σύστημα δορυφορικής πλοήγησης, γνωστό τότε με την ονομασία Transit System, χρησιμοποιήθηκε ευρέως από το αμερικανικό ναυτικό. Απαιτήθηκαν αρκετές δεκαετίες, μέχρι δηλαδή τα μέσα της δεκαετίας του 1990, ώστε το σύστημα GPS να εξελιχθεί, να γίνει ιδιαίτερα ακριβές και να αρχίσει να διατίθεται για ελεύθερη χρήση από το ευρύ κοινό.

Λειτουργικά τμήματα



Αναπαράσταση του αρχικού σχεδίου του συστήματος GPS, με 24 δορυφόρους GPS (4 δορυφόροι σε καθμία από τις 6 τροχιές). Οι αριθμοί δείχνουν την εξέλιξη του αριθμού των ορατών δορυφόρων από ένα σημείο (45° Βόρεια) που δείχνει το βέλος. Ο ρυθμός χρόνου της αναπαράστασης, είναι 2.880 φορές ταχύτερος από τον πραγματικό ρυθμό χρόνου (κάθε μισό λεπτό αντιπροσωπεύει 24 ώρες).

Το σύστημα εντοπισμού θέσης GPS σχηματίζει ένα παγκόσμιο δίκτυο, με εμβέλεια που καλύπτει ξηρά, θάλασσα και αέρα. Εξαιτίας αυτής της έκτασής του, είναι απαραίτητος ο διαχωρισμός του σε επιμέρους τμήματα όπου πραγματοποιούνται όλες οι λειτουργίες του αλλά και ο συντονισμός του. Αναλυτικά, τα τμήματα αυτά είναι:

- **Διαστημικό τμήμα:** Αποτελείται από το δίκτυο των 24 - 32 δορυφόρων που ήδη αναφέραμε. Οι δορυφόροι αυτοί «σκεπάζουν» ομοιόμορφα με το σήμα τους ολόκληρο τον πλανήτη, γεγονός που αποδεικνύει τη φιλοσοφία που κρύβεται πίσω από τη λειτουργία του συστήματος GPS, δηλαδή τη διαθεσιμότητά του σε κάθε σημείο της Γης, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να αποπροσανατολιστεί κανείς ποτέ και πουθενά.

Όλοι οι δορυφόροι βρίσκονται σε ύψος 12.552 μιλίων (20.200 χιλιομέτρων) πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και εκτελούν δύο περιστροφές γύρω από τη Γη κάθε 24ωρο. Η κατασκευάστρια εταιρεία είναι η Rockwell International, η εκτόξευσή τους πραγματοποιήθηκε από το ακρωτήριο Canaveral, ενώ η τροφοδοσία τους με ηλεκτρική ενέργεια πραγματοποιείται μέσω των ηλιακών στοιχείων που διαθέτουν.

- **Επίγειο τμήμα ελέγχου:** Οι δορυφόροι, όπως είναι αναμενόμενο, είναι πολύ πιθανό να αντιμετωπίσουν ανά πάσα στιγμή προβλήματα στη σωστή λειτουργία τους. Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται σε αυτούς αφορούν στη σωστή τους ταχύτητα και υψόμετρο και στην κατάσταση της επάρκειάς τους σε ηλεκτρική ενέργεια. Παράλληλα, εφαρμόζονται όλες οι διορθωτικές ενέργειες που αφορούν στο σύστημα χρονομέτρησης των δορυφόρων, ώστε να αποτρέπεται η παροχή λανθασμένων πληροφοριών στους χρήστες του συστήματος. Το τμήμα επίγειου ελέγχου αποτελείται από ένα επανδρωμένο και τέσσερα μη επανδρωμένα κέντρα, εγκατεστημένα σε ισάριθμες περιοχές του πλανήτη.

Οι περιοχές αυτές είναι οι εξής: α) Κολοράντο (ΗΠΑ)
β) Χαβάη (Ανατολικός Ειρηνικός Ωκεανός) γ) Ascension Island (Ατλαντικός Ωκεανός) δ) Diego Garcia (Ινδικός Ωκεανός) ε) Kwajalein (Δυτικός Ειρηνικός Ωκεανός)

Ο κυριότερος σταθμός βάσης είναι αυτός του Κολοράντο, ο οποίος είναι μάλιστα και ο μοναδικός που βρίσκεται στην ξηρά. Αναλαμβάνει τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας των εναπομεινάντων τεσσάρων σταθμών, καθώς και τον συντονισμό τους. Σημειώνοντας τη θέση των σταθμών αυτών πάνω σε έναν παγκόσμιο χάρτη, παρατηρεί κανείς ότι η διάταξή τους δεν είναι τυχαία, αλλά ακολουθούν μια γραμμή παράλληλη με τα γεωγραφικά μήκη της Γης.

- **Το τμήμα τελικού χρήστη:** Απαρτίζεται από τους χιλιάδες χρήστες δεκτών GPS ανά την υφήλιο. Οι δέκτες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο κατά τη διάρκεια μιας απλής πεζοπορίας, όσο και σε οχήματα ή θαλάσσια σκάφη και κατά κανόνα διαθέτουν αρκετά μικρές διαστάσεις. Για να προσφέρουν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες, οι δέκτες συνδυάζονται με ειδικό λογισμικό, που προβάλλει ένα χάρτη στην οθόνη της συσκευής GPS. Πρόκειται, δηλαδή, για λογισμικό που λαμβάνει από τους δορυφόρους τις πληροφορίες για το στίγμα του σημείου στο οποίο βρίσκεται ο δέκτης και τις μετατρέπει σε κατανοητή «ανθρώπινη» μορφή, πληροφορώντας το χρήστη για την ακριβή γεωγραφική του θέση.

Φορητές συσκευές GPS



GPS συσκευή πλοήγησης Navigon, σε ταμπλό αυτοκινήτου.

Η μεγάλη εξάπλωση της χρήσης του GPS οφείλεται και στη διάδοση των, οικονομικά προσιτών, φορητών δεκτών GPS για πεζούς ή οχήματα και των γενικών υπολογιστικών συσκευών (όπως τα PDA) με ενσωματωμένο δέκτη GPS. Ένας φορητός δέκτης αποτελείται από:

- Την εσωτερική δορυφορική κεραία, η οποία λαμβάνει το σήμα GPS από τους δορυφόρους με τους οποίους έχει οπτική επαφή. Επίσης, λαμβάνει σήμα και από ανακλάσεις, π.χ. σε τοίχους, κάνοντας δυνατή τη λήψη σε δρόμους που περιβάλλονται από πολύ ψηλά κτήρια (στην καθιερωμένη αγγλόφωνη σχετική ορολογία, οι συνθήκες αυτές αποκαλούνται "urban canyon") ή ακόμη και σε κάποιους εσωτερικούς χώρους. Πάντως, αρκετοί δέκτες διαθέτουν υποδοχή

για εξωτερική κεραία. Οι εξωτερικές δορυφορικές κεραίες διαθέτουν πάντα προενισχυτή και δίνουν καλύτερη λήψη, λόγω της δυνατότητας τοποθέτησης πάνω από πιθανά εμπόδια (π.χ. στην οροφή του αυτοκινήτου) και της ενίσχυσης που διαθέτουν (στις εσωτερικές κεραίες δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιπλέον στάδιο προενίσχυσης, καθώς αυτό θα οδηγούσε σε ανεπιθύμητη ανάδραση, λόγω της γειννίας με το αναλογικό τμήμα του δέκτη).

- Τον κυρίως δέκτη GPS ο οποίος χρησιμοποιεί κυκλώματα εξαιρετικά χαμηλού θορύβου και ειδικές τεχνικές επεξεργασίας σήματος ώστε να ξεχωρίζει τα εξαιρετικά ασθενή σήματα από τους δορυφόρους, από τον ισχυρό τηλεπικοινωνιακό θόρυβο ο οποίος έχει τη μορφή τυχαίου σήματος. Ο κυρίως δέκτης αποτελείται από το αναλογικό τμήμα εισόδου και το ψηφιακό, το οποίο περιέχει σύνθετο ψηφιακό υλικό (hardware), συνήθως κάποιο εξειδικευμένο ολοκληρωμένο κύκλωμα τύπου ASIC και μικροελεγκτή (microcontroller) χαμηλής κατανάλωσης ισχύος. Αυτό το hardware χρησιμοποιεί λογισμικό με πολύ εξελιγμένους αλγορίθμους επεξεργασίας, για να μπορέσει να εξάγει χρήσιμο στίγμα σε συνθήκες urban canyon ή δύσκολης λήψης εν γένει. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η ακρίβεια λήψης, λόγω των πολλαπλών σημάτων, τα οποία λαμβάνει η κεραία από τον ίδιο δορυφόρο, με χρονική καθυστέρηση μεταξύ τους (φαινόμενο ηχούς), μπορεί να υποβαθμίσει σημαντικά την ακρίβεια θέσης. Το αποτέλεσμα εξαρτάται έντονα από την ποιότητα των αλγορίθμων και βελτιώνεται σημαντικά από την μία γενιά δεκτών στην επόμενη.



Ενδείξεις συσκευής πλοήγησης GPS

Η τελική έξοδος του δέκτη είναι το στίγμα (θέση) του και η ακριβής παγκόσμια ώρα UMT. Αυτά τα δύο δεδομένα, μαζί με άλλες χρήσιμες πληροφορίες όπως ο αριθμός των λαμβανόμενων δορυφορικών σημάτων και η στάθμη τους, αποστέλλονται σε μια θύρα επικοινωνίας του δέκτη, συνήθως σειριακής μορφής, δηλαδή ασύγχρονη (UART) ή σύγχρονη (π.χ. SPI). Ο ρυθμός με τον οποίο βγαίνει

νέο στίγμα στην έξοδο του δέκτη είναι συνήθως 1 φορά το δευτερόλεπτο (δηλαδή 1 Hz), αν και υπάρχουν δέκτες που μπορούν να δίνουν στίγμα με ταχύτερους ρυθμούς (π.χ. 10 Hz). Σε συσκευές που λειτουργούν με μπαταρία, ο κυρίως δέκτης GPS διαθέτει και καταστάσεις λειτουργίας όπου ο ρυθμός αποστολής στίγματος μειώνεται σημαντικά, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ισχύος.

- Τον κυρίως μικροελεγκτή, την οθόνη απεικόνισης (συνήθως υγρών κρυστάλλων) και το υπόλοιπο hardware επικοινωνία με το χρήστη της συσκευής. Ο μικροελεγκτής αυτός, μέσω του ενσωματωμένου λογισμικού του, επεξεργάζεται το στίγμα που λαμβάνει από τον κυρίως δέκτη GPS, μέσω της αντίστοιχης σειριακής του θύρας. Το αποτέλεσμα της επεξεργασίας είναι μια πιο κατανοητή για τον άνθρωπο μορφή του στίγματος, και συνήθως εμφανίζεται σε οθόνη με δυνατότητες γραφικών, πάνω σε ψηφιακό χάρτη, μαζί με άλλες πληροφορίες όπως ώρα, υψόμετρο και ταχύτητα κίνησης. Η ακρίβεια του ενσωματωμένου χάρτη μπορεί να είναι αρκετά μεγάλη, στα ακριβότερα μοντέλα, ενώ συχνά υπάρχει η δυνατότητα αναβάθμισης ή επαύξησής του μέσω σύνδεσης με προσωπικό υπολογιστή (PC).



GPS δορυφορική πλοήγηση, σε smartphone, πάνω σε ποδήλατο.

Οι ισχυροί μικροελεγκτές και η μεγάλη μνήμη των σύγχρονων φορητών δεκτών έχουν κάνει δυνατή την ύπαρξη διάφορων απλών και εξελιγμένων βοηθημάτων εύρεσης θέσης και πλοήγησης. Π.χ. μπορούμε να βλέπουμε τη διαδρομή που έχουμε ήδη κάνει, να κάνουμε μεγέθυνση πάνω στο χάρτη ή να εισάγουμε προορισμό και ο δέκτης να βρίσκει τη βέλτιστη διαδρομή (λειτουργία πλοήγησης). Σχεδόν πάντα υπάρχει η δυνατότητα ορισμού σημείων στο χάρτη ως προτιμώμενων ή ακόμη και κατάλογος με σημεία ενδιαφέροντος, όπως πρατήρια βενζίνης, καταστήματα και αξιοθέατα. Στα μοντέλα για αυτοκίνητο συνήθως υπάρχει η δυνατότητα φωνητικών οδηγιών, κατά τη λειτουργία πλοήγησης, ώστε ο οδηγός να μη χρειάζεται να κοιτάει την οθόνη. Επίσης, κυκλώματα δεκτών GPS αρχίζουν να ενσωματώνονται και σε κινητά τηλέφωνα και άλλες συσκευές, όπως ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές. Στο κοντινό μέλλον οι φορητοί δέκτες GPS θα βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή και στα άτομα με αναπηρία, όπως οι τυφλοί, οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να ζητούν προορισμό και να ακούν φωνητικές οδηγίες από το δέκτη GPS.

Σύστημα πλοήγησης αυτοκινήτου

Το **σύστημα πλοήγησης** οχημάτων βασίζεται στο σύστημα εντοπισμού θέσης GPS (Global Positioning System). Αποτελείται από ένα σύνολο συσκευών που, συνεργαζόμενες έχουν ως αποτέλεσμα την καθοδήγηση του οδηγού του οχήματος έτσι, ώστε, μέσω ηλεκτρονικού χάρτη καθοδήγησης να φτάσει στον προορισμό του. Το σύστημα αυτό βασίζεται σε ένα σύνολο δορυφόρων το οποίο, ως αρχικός *οδηγός*, δίνει πληροφορίες σε μια ηλεκτρονική συσκευή εγκατεστημένη στο όχημα και συνεργάζεται, με το κατάλληλο λογισμικό, με ενσωματωμένους ηλεκτρονικούς χάρτες, ώστε να μπορεί ο οδηγός να εντοπίζει σε αυτούς την θέση στην οποία βρίσκεται με το όχημά του.

Τρόπος λειτουργίας του συστήματος πλοήγησης (GPS)

Συνοπτικά, το GPS είναι ένα δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού θέσης (3-Δ), χρόνου και ταχύτητας για ακίνητο και κινούμενο δέκτη σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα (από μερικά δευτερόλεπτα μέχρι λίγες ώρες ανάλογα με το είδος των εφαρμογών) παραβλέποντας κλασικές επίγειες τεχνικές που εφαρμόζονται όπως ο τριγωνισμός, ο τριπλευρισμός ή, συνήθως, ο συνδυασμός αυτών των δυο μεθόδων, που παρέχουν τις επιφανειακές ελλειψοειδείς συντεταγμένες και η υψομετρία, που παρέχει την τρίτη παράμετρο, το υψόμετρο. Βασίζεται στις αρχές λειτουργίας των παθητικών δορυφορικών συστημάτων και εξασφαλίζει συνεχή, παγκόσμια πλοήγηση ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες σε απεριόριστο αριθμό χρηστών.

Η βασική αρχή στην οποία στηρίζεται είναι ο προσδιορισμός θέσης με την μέτρηση τεσσάρων «συντεταγμένων» μεταξύ του παρατηρητή και του δορυφόρου. Γι' αυτό η σχεδίαση των τροχιών των δορυφόρων έγινε με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι δυνατή η παρατήρηση τεσσάρων τουλάχιστον δορυφόρων από οποιοδήποτε σημείο της γης για κάθε στιγμή. Για τον προσδιορισμό της θέσης ενός σημείου στο χώρο αρκούν οι μετρήσεις των αποστάσεων από τρία σημεία γνωστών συντεταγμένων. Βέβαια, θα αρκούσαν και τρεις δορυφόροι για τον προσδιορισμό της θέσης ενός σημείου στο σύστημα αναφοράς των δορυφόρων. Ο λόγος που απαιτούνται τουλάχιστον τέσσερις δορυφόροι (αποστάσεις) είναι για να προσδιορίζεται η διαφορά ανάμεσα στην ένδειξη του χρονομέτρου του χρήστη και την ένδειξη του χρονομέτρου του δορυφόρου, δηλαδή η καθυστέρηση του χρονομέτρου του δέκτη σε σχέση με το χρόνο αναφοράς του GPS. Ακριβώς για αυτό το λόγο της ύπαρξης αυτού του σφάλματος χρησιμοποιείται ο όρος *ψευδοαπόσταση*.

Ο χρόνος αναφοράς του GPS έχει ως σημείο έναρξης την 00.00 UTC της 5ης Ιανουαρίου 1980. Η προσδιοριζόμενη θέση (X,Y,Z) αναφέρεται στο **Παγκόσμιο Γεωκεντρικό Σύστημα Αναφοράς 1984**, γνωστό ως **WGS 84**. Το σήμα που εκπέμπει κάθε δορυφόρος είναι μοναδικό και εξαιρετικά σύνθετο και βασίζεται σε δυο φέρουσες συχνότητες στην περιοχή του φάσματος των μικροκυμάτων.

$$L1 = 154 \times 10.23 = 1575.42 \text{ MHz \&}$$

$$L2 = 120 \times 10.23 = 1227.60 \text{ MHz,}$$

πολλαπλάσιες της βασικής συχνότητας των 10.23 MHz.

Γενικότερα, για την απαλοιφή συστηματικών σφαλμάτων, χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία πέραν των δύο συχνοτήτων διάφοροι γραμμικοί συνδυασμοί τους όπως η L3 για εξάλειψη του φαινομένου της ιονοσφαιρικής διάθλασης για καλύτερη απόδοση .

Το σήμα παράγεται από την σύνθεση δυο κωδικών μοναδικών για κάθε δορυφόρο, του C/A (coarse/acquisition) που προστίθεται μόνον στον φορέα (συχνότητα) L1 και του P (ακρίβεια, precision), που διαμορφώνεται και στις δυο συχνότητες L1, L2. Οι κώδικες καλούνται και *ψευδοτυχαίοι* εξαιτίας του γεγονότος ότι με τη βοήθεια αυτών είναι δυνατή η μέτρηση των ψευδοαποστάσεων που προαναφέρθηκαν. Ο δέκτης (ή αλλιώς συσκευή πλοήγησης) δέχεται το σήμα, συγκρίνει τον λαμβανόμενο κώδικα με ένα αντίγραφο που παράγει ο ίδιος και, τελικά, ταυτίζει το σήμα και ο χρόνος διαδρομής του σήματος πολλαπλασιαζόμενος με την ταχύτητα του φωτός c παρέχει την απόσταση μεταξύ δέκτη και δορυφόρου. Αυτή η απόσταση είναι η ψευδοαπόσταση και δεν περιλαμβάνει την χρονική ολίσθηση μεταξύ χρονόμετρων δέκτη και δορυφόρου, η οποία προστίθεται σαν επιπλέον άγνωστος στην τελική εξίσωση υπολογισμού.

Παρακάτω, φαίνονται αίτια που μπορούν να προκαλέσουν σφάλματα σε ότι αφορά στην θέση του δέκτη, κ το μέγεθος του σφάλματος σε μέτρα.

Αίτιο (Σφάλμα σε μέτρα)

- Ιονοσφαιρική επίδραση: (+ - 5μ.)
- Σφάλμα δορυφορικού ρολογιού: (+ - 2μ.)
- Τροποσφαιρική επίδραση: (+ - 0,5μ.)
- Αριθμητικά λάθη σε υπολογισμούς: (+ - 1μ.)
- Σφάλματα λόγω αστρονομικού ημερολογίου: (+ - 2,5μ.)
- Εμπόδια (κτίρια, φαράγγια, τοίχοι κτλ): (+ - 1μ.)

Οι μετρήσεις με δορυφορικό σύστημα εντοπισμού διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες, ανάλογα με το αν βασίζονται σε μετρήσεις:

- *ψευδοαποστάσεων*

- *φάσεων.*

Ακριβέστερες από αυτές είναι οι μετρήσεις *φάσεων.*

Στις μετρήσεις φάσεων μετράται η διαφορά φάσης του σήματος του δορυφόρου την στιγμή εκπομπής με την φάση του σήματος του δέκτη τη στιγμή της λήψης. Η διαφορά φάσης, σε κύκλους πολλαπλασιαζόμενη με το μήκος κύματος λ μετατρέπεται σε απόσταση.

Τη στιγμή της λήψης ο δέκτης μετράει μόνο το κλασματικό μέρος της φάσης μιας και δε μπορεί να μετρήσει και τον ακέραιο αριθμό κύκλων που αντιστοιχεί στην απόσταση δορυφόρου-δέκτη. Επομένως, οι μετρήσεις φάσης παρουσιάζουν το πρόβλημα της αβεβαιότητας στον προσδιορισμό αυτού του ακέραιου αριθμού N , κάτι το οποίο λύνει με συγκεκριμένο αλγόριθμο ο κάθε δέκτης στην έναρξη των μετρήσεων.

Σε τυχόν αδυναμία λήψης του σήματος χάνεται ένας αριθμός ακέραιων κύκλων με συνέπεια όλες οι επόμενες μετρήσεις να είναι μετατοπισμένες κατά τον ίδιο αριθμό κύκλων. Το πρόβλημα αυτό (ολίσθηση κύκλων) αντιμετωπίζεται όπως και η ασάφεια των ακέραιων κύκλων από το δέκτη κατά την προεπεξεργασία. Ο συνδυασμός

μετρήσεων φάσης και κώδικα θεωρείται ο ιδανικότερος για τον εντοπισμό της ολίσθησης των κύκλων.

Μέθοδος προσδιορισμού θέσης

Η μέθοδος **RTK (Real Time Kinematic / Σχετικός κινηματικός προσδιορισμός)** είναι κινηματικός προσδιορισμός, στην οποία χρησιμοποιούνται δύο δέκτες (base – rover) L1/L2, και είναι η μοναδική που μπορεί να δώσει αποτελέσματα καθώς και πληροφορίες για την ποιότητα της λύσης σε πραγματικό χρόνο. Για τη λειτουργία της μεθόδου, απαιτείται επικοινωνία μεταξύ των δεκτών, η οποία πραγματοποιείται είτε με κάποιο μόντεμ UHF είτε με κάποιο μόντεμ GSM/GPRS. Ο κινητός δέκτης λαμβάνει συνεχώς διορθώσεις από τη βάση και τις χρησιμοποιεί για να επιλύσει εν κινήσει (On The Fly) τις ασάφειες φάσης. Πλέον, ο χρήστης μπορεί να αποτυπώνει σε περιοχές περιορισμένης ορατότητας σε δορυφόρους (φυσικά ή τεχνητά εμπόδια) χωρίς να χάνεται χρόνος για επανέναρξη. Η ακρίβεια της συγκεκριμένης μεθόδου είναι της τάξης του εκατοστού και ο χρόνος που χρειάζεται είναι της τάξης του 1 δευτερολέπτου.

Δορυφόρος

Το όλο σύστημα αποτελείται από 28 τεχνητούς δορυφόρους. Το «**Global Positioning System**» (**GPS**) είναι το μόνο πλήρως λειτουργικό σύστημα πλοήγησης στην Γη (satellite navigation system).

Ένας αστερισμός με GPS που μεταδίδουν ακριβή σήματα συγχρονισμού σε ραδιοφωνικούς ηλεκτρονικούς δέκτες GPS μας επιτρέπουν να καθορίσουμε ακριβώς μία θέση (γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος, ύψος) ημέρα ή νύχτα, με οποιοδήποτε καιρό.

Από τότε που το GPS έγινε πλήρως λειτουργικό το 1993, έχει γίνει εργαλείο ζωτικής σημασίας και σφαιρικής χρησιμότητας, αρκετά χρήσιμο στο αυτοκίνητο και ακόμα πιο αναγκαίο για την σύγχρονη ναυσιπλοΐα. Το GPS επίσης παρέχει και ακριβείς χρονικές αναφορές, που απαιτούνται για κάποιες επιστημονικές έρευνες, συμπεριλαμβανομένης και της μελέτης των σεισμών.

Το σύστημα αύξησης εκτενών ζωνών (WAAS), διαθέσιμο από τον Αύγουστο του 2000, αυξάνει την ακρίβεια του GPS μέσα σε 2 μέτρα για τους συμβατούς δέκτες. Με το GPS η ακρίβεια μπορεί να βελτιωθεί σε 1 εκατοστόμετρο, χρησιμοποιώντας άλλες τεχνικές όπως την **διαφορική εξίσωση του GPS (DGPS)**.

Ο δέκτης



Το στάνταρ σύστημα πλοήγησης του Lexus LS 460 L (5ης γενιάς), με οθόνη υψηλής ανάλυσης 9 ιντσών, 800x600, touch-screen (οθόνη αφής).



Ταξί στο Κυότο με aftermarket συσκευή πλοήγησης GPS.

Τα δορυφορικά συστήματα επιτρέπουν στις μικρές ηλεκτρονικές συσκευές να καθορίσουν θέσεις (γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος και ύψος) μέσα σε μερικά μέτρα χρησιμοποιώντας τα χρονικά σήματα που μεταδίδονται με ραδιοσυχνότητες από τους δορυφόρους. Οι δέκτες στο έδαφος σε σταθερή θέση βέβαια, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για επιστημονικά πειράματα που χρειάζεται ορισμός θέσεως.

Για να έχουμε έναν πλοηγό στο αυτοκίνητο, αρκεί να εφοδιαστούμε με μία κατάλληλη συσκευή η οποία να έχει ενσωματωμένο GPS. Από την δεκαετία του 1990, πολλοί κατασκευαστές αυτοκινήτων άρχισαν να τοποθετούν στην κεντρική

κονσόλα του αυτοκινήτου μία οθόνη, η οποία εκτός από τις λειτουργίες που αφορούν στο αυτοκίνητο (ραδιόφωνο,κατανάλωση,υπολογιστής ταξιδιού κτλ.), μπορεί να μετατραπεί και σε πλοηγό. Για να γίνει βέβαια αυτό, πρέπει ο κατασκευαστής να έχει εφοδιάσει το όχημα με τον απαραίτητο εξοπλισμό (GPS, μονάδα, κεραία κτλ). Το μόνο που πρέπει να κάνει ο οδηγός, είναι να ενσωματώσει στη συσκευή με κάποιον τρόπο τους χάρτες που τον αφορούν.

Αν ο κατασκευαστής δεν έχει εξοπλίσει με κάτι τέτοιο την συσκευή, ο οδηγός θα πρέπει να εφοδιαστεί με μία συσκευή-πλοηγό (**φορητό υπολογιστής τσέπης / pocket pc**), ένα ρολόι ή και ένα κινητό τηλέφωνο) και να το τοποθετήσει σε κάποιο βολικό για την παρακολούθησή του σημείο στο εσωτερικό του αυτοκινήτου, ώστε να καθοδηγείται από αυτό. Το πλεονέκτημα του μηχανήματος αυτού είναι ότι με το να είναι φορητό, εκτός από το αυτοκίνητο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον κάτοχο του και αλλού, όπως σε ένα σκάφος, σε δεύτερο αυτοκίνητο, στο σπίτι (αν είναι υπολογιστής) κτλ.

Συνεργασία δορυφόρου - δέκτη

Διάφορες μετρήσεις μπορούν να γίνουν συγχρόνως σε διάφορους δορυφόρους, επιτρέποντας με μια συνεχή αποτύπωση στον δέκτη και να παραχθούν στον πραγματικό χρόνο.

Κάθε απόσταση μέτρησης, ανεξάρτητα από το σύστημα που χρησιμοποιείται, τοποθετεί το δέκτη σε μια σφαιρική θέση σε συγκεκριμένη απόσταση από τον εκφωνητή. Με τη λήψη διάφορων τέτοιων μετρήσεων και την έρευνα ενός σημείου όπου συναντιούνται, παράγεται μια αποτύπωση. Εντούτοις, στην περίπτωση των γρήγορων δεκτών, η θέση του σήματος κινείται όπως τα σήματα παραλαμβάνονται από διάφορους δορυφόρους. Επιπλέον, τα ραδιοκύματα παρουσιάζουν επιβράδυνση καθώς περνούν μέσω της ιονόσφαιρας, αυτή η επιβράδυνση ποικίλλει ανάλογα με τη γωνία του δέκτη στο δορυφόρο, επειδή αλλάζει η απόσταση μέσω της ιονόσφαιρας.

Ο βασικός υπολογισμός προσπαθεί έτσι να βρει την πιο σύντομη κατεύθυνση της εφαιπομένης γωνίας στους 4 πόλους που τοποθετούνται σε 4 δορυφόρους.

Οι δορυφορικοί δέκτες πλοήγησης μειώνουν τα λάθη με τη χρησιμοποίηση των συνδυασμών σημάτων από τους πολλαπλάσιους δορυφόρους και έπειτα την χρησιμοποίηση των τεχνικών όπως το φίλτράρισμα Kalman για να περιοριστεί ο θόρυβος.



Ενδείξεις συσκευής πλοήγησης GPS.

Η λειτουργία ενός συστήματος πλοήγησης αυτοκινήτου έχει ως εξής :

- α) Άνοιγμα της συσκευής - και αν είναι υπολογιστής τσέπης, επιλογή του προγράμματος πλοήγησης που έχουμε εφοδιαστεί
- β) Αναμονή για την λήψη σήματος μέσω δορυφόρου
- γ) Επιλογή προορισμού με εισαγωγή οδού, είτε με καθορισμό ενός σημείου στο χάρτη
- δ) Επιλογή του τρόπου μετάβασης (συντομότερο σε χλμ., ή μέσω κεντρικών οδών)
- ε) Αναμονή για τον υπολογισμό της επιλεγμένης διαδρομής
- στ) Επιλογή της διαδρομής - εμφανίζεται στην οθόνη και καθοδηγεί τον οδηγό καθ' όλη την πορεία μέχρι τον τελικό προορισμό, δίνοντας σχηματικές και φωνητικές κατευθύνσεις για την πορεία. Η πορεία που έχει επιλεγεί είναι μαρκαρισμένη στο χάρτη με διαφορετικό χρωματισμό, ώστε να μπορεί να βλέπει ο χρήστης της συσκευής όλη την διαδρομή που θα διανύσει.

Σε όλη τη διαδρομή επίσης μπορεί να παίρνει πληροφορίες για την απόσταση και το χρόνο μέχρι τον προορισμό, την ταχύτητα με την οποία κινείται το όχημα, καθώς και το υψόμετρο που βρίσκεται .

Άλλες δυνατότητες ενός δέκτη

Τα περισσότερα συστήματα πλοήγησης συνδυάζουν την λειτουργικότητα με τη διασκέδαση. Με έναν τέτοιο δέκτη, μπορεί κανείς να παρακολουθεί ταινίες και βίντεο κλιπ, να ακούει τραγούδια, να συνδέεται στο Διαδίκτυο, ως και να παρακολουθεί τηλεοπτικές εκπομπές.

Επίσης, σημαντικό είναι να τονιστεί ότι ανάλογα με το πρόγραμμα πλοήγησης που έχει επιλεγεί για τη συσκευή, είναι δυνατή η ενημέρωσή του με διάφορα πρόσθετα που προσφέρονται από το λογισμικό, που παρέχουν ορισμένες διευκολύνσεις. Τέτοια είναι διάφορα σημεία ενδιαφέροντος ανά περιοχές, επικίνδυνα σημεία δρόμων, διάφορα καταστήματα, κέντρα διασκέδασης, τράπεζες, σταθμοί βενζίνης, ξενοδοχεία, σχολεία, αθλητικά κέντρα, δημόσιες υπηρεσίες και πολλά άλλα ανάλογα με το πρόγραμμα και τις δυνατότητες του.

Επιλογή κατάλληλης συσκευής



GPS συσκευή πλοήγησης **Navion**, πάνω από το ταμπλό - η συνηθέστερη aftermarket τοποθέτηση.

Για να επιλέξει κανείς τον κατάλληλο δέκτη, αν δεν είναι εφοδιασμένο το αυτοκίνητό του εξ' αρχής, θα πρέπει αρχικά να έχει αποφασίσει τι ακριβώς θέλει να κάνει με την συγκεκριμένη συσκευή εκτός από την χρήση του σαν πλοηγό (π.χ.κινητό τηλέφωνο ή υπολογιστής). Στη συνέχεια, το κόστος της κάθε συσκευής είναι σημαντικός παράγοντας για την τελική επιλογή και επηρεάζει τον κάθε υποψήφιο αγοραστή.

Όλες οι συσκευές αυτού του είδους συνοδεύονται με μία βάση, η οποία τοποθετείται στο όχημα σε κάποιο ορατό για τον οδηγό σημείο, χωρίς όμως να τον εμποδίζει κατά την οδήγηση. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να έχει λάβει κανείς υπόψη του το χώρο που του παρέχεται και το μέγεθος της συσκευής.

Τέλος, το πιο σημαντικό στο όλο σύστημα είναι το λογισμικό με το οποίο θα εφοδιαστεί η συσκευή. Το πρόγραμμα πλοήγησης θα πρέπει να καλύπτει τις απαιτήσεις του χρήστη σε ότι αφορά στην χρήση του, να είναι εφοδιασμένο με τους κατάλληλους, ενημερωμένους χάρτες, καθώς και να υποστηρίζεται με αναβαθμίσεις (συνήθως μέσω Διαδικτύου) για να μπορεί πάντα να δίνει σωστές πληροφορίες. Επίσης, στις αναβαθμίσεις συμπεριλαμβάνονται και όσες αφορούν στα πρόσθετα που ίσως έχουν τοποθετηθεί στο δέκτη, γιατί και αυτά χρειάζονται συχνή ενημέρωση.

1.2 Επεξήγηση πτυχιακής εργασίας & των λειτουργιών της

Ο σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι η ενεργοποίηση ενός συστήματος εντοπισμού(GPS) κατά βούληση όταν το επιθυμήσει ο χειριστής. Το σύστημα θα αποστέλλει στον χειριστή πληροφορίες για το που βρίσκετε το όχημα, έπειτα ο χειριστής θα έχει τη δυνατότητα να δει την ακριβή τοποθεσία του οχήματος μέσω GPS. Αυτό θα επιτευχθεί χρησιμοποιώντας ένα GPS-GPRS-GSM modem (πιο συγκεκριμένα το GM862 της Telit) σε επικοινωνία με έναν μικροεπεξεργαστή. Τα δύο θα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με την εξής μορφή, στην περίπτωση ενεργοποίησης του συστήματος κατά απαίτηση του χρήστη, το gm862 θα λαμβάνει συγκεκριμένες εντολές από το χρήστη μέσω του GSM modem που διαθέτει με τη μορφή μηνυμάτων, αυτές θα προωθούνται και θα επεξεργάζονται από τον μικροεπεξεργαστή ο οποίος θα στέλνει τις ανάλογες εντολές στο GM862, ώστε να γίνουν οι ανάλογες ενέργειες για τον εντοπισμού του οχήματος. Η ακριβή τοποθεσία του οχήματος θα μπορεί να φανεί μέσω του link που θα αποστέλλεται με SMS στον χρήστη αφού έχουμε στείλει την κατάλληλη εντολή. Έπειτα ο χρήστης θα μπορεί να προβάλλει αυτό το link είτε μέσω του κινητού του είτε μέσω οποιουδήποτε υπολογιστή που έχει πρόσβαση στο internet.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

2.1 Arduino UNO Rev3

2.1.1 Ιστορία

Το 2005 στην Ivrea της Ιταλίας κατασκευάζεται μία συσκευή η οποία θα είχε την δυνατότητα να ελέγχει και να αλληλεπιδρά σύμφωνα με το περιβάλλον. Σκοπός των κατασκευαστών ήταν αυτή η συσκευή να κοστίζει λιγότερο σε σχέση με άλλες παρόμοιων δυνατοτήτων. Η ομάδα αποτελούνταν από τους Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, David Mellis και Gianluca Martino. Το όνομα της συσκευής έχει τις ρίζες του από τον Arduino of Ivrea, έναν βασιλιά της Ιταλίας του ενάτου αιώνα όπου κατοικούσε στην ίδια πόλη. Η συσκευή ονομάστηκε “Arduino” που αντιστοιχούσε σε ένα ιταλικό ανδρικό όνομα και σήμαινε “ισχυρός φίλος”.

Το Arduino αναπτύχθηκε σύμφωνα με την πλατφόρμα Wiring, μία πτυχιακή εργασία του Hernando Barragan από το Interaction Design Institute Ivrea. Είχε ως στόχο να είναι μία ηλεκτρονική εκδοχή της Processing που θα χρησιμοποιούσε ένα περιβάλλον προγραμματισμού δικό της αλλά θα έμοιαζε σχεδιαστικά και συντακτικά με αυτό της Processing. Όχι πολύ καιρό πριν, αυτοί που εργάζονταν πάνω στον τομέα του hardware σήμαινε ότι κατασκεύαζαν κυκλώματα από το μηδέν, χρησιμοποιώντας εκατοντάδες διαφορετικές ηλεκτρονικές διατάξεις όπως αντιστάσεις, πυκνωτές, πηνία, τρανζίστορ, και πολλά άλλα. Τα κύκλωμα αυτά ήταν ενσύρματα με σκοπό να πραγματοποιήσουν συγκεκριμένες εργασίες.

Όταν απαιτούνταν αλλαγές στις εργασίες τους, τότε έπρεπε να γίνουν και κάποιες χρονοβόρες αλλαγές στον σχεδιασμό των κυκλωμάτων, όπως αποσυνκλήσεις και συγκλήσεις των απαιτούμενων διατάξεων, αποσυνδέσεις και συνδέσεις καλωδίων κ.α.. Με την εμφάνιση της ψηφιακής τεχνολογίας και των μικροεπεξεργαστών, αυτές οι λειτουργίες οι οποίες πρώτα έπρεπε να γίνουν με καλώδια και διατάξεις τώρα αντικαταστάθηκαν από τα λογισμικά προγράμματα.

Το λογισμικό είναι πιο εύκολο να τροποποιηθεί από ότι το hardware. Με μερικά πατήματα πλήκτρων, μπορεί να αλλάξει ριζικά η λογική μίας συσκευής και να δημιουργηθούν επιπλέον ακόμη δύο ή τρεις δοκιμαστικές εκδόσεις. Η διαδικασία αυτή θα απαιτούσε το ίδιο χρονικό διάστημα όσο και ο χρόνος που απαιτείται για να κολληθεί ένα ζεύγος αντιστάσεων.

Όπως είναι φυσικό μαζί με τον χρόνο μειώθηκε και το κόστος για τις τροποποιήσεις καθώς και για τις δοκιμαστικές εκδόσεις. Όπως το περιγράφει ο δημιουργός του, το Arduino είναι μία open-source (ανοικτού κώδικα) πλατφόρμα «πρωτοτυποποίησης» ηλεκτρονικών κυκλωμάτων βασισμένη σε ευέλικτο και εύκολο στη χρήση hardware και software που προορίζεται για οποιονδήποτε έχει λίγη προγραμματιστική εμπειρία, στοιχειώδεις γνώσεις ηλεκτρονικών και ενδιαφέρεται να δημιουργήσει διαδραστικά αντικείμενα ή περιβάλλοντα.

Το Arduino αποτελείται από δύο κύρια μέρη, την πλακέτα Arduino το οποίο είναι το κομμάτι του hardware πάνω στο οποίο εργάζεται ο κατασκευαστής όταν πραγματοποιεί μία κατασκευή ενώ το δεύτερο τμήμα είναι το περιβάλλον Arduino IDE, το κομμάτι του λογισμικού που τρέχει στον υπολογιστή. Το IDE

χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί ένα sketch (ένα μικρό πρόγραμμα στον υπολογιστή) που φορτώνεται στον μικροελεγκτή της πλακέτας Arduino. Έτσι το sketch λέει στην πλακέτα Arduino τι πρέπει να κάνει.

Γιατί να επιλέξω τον Arduino;

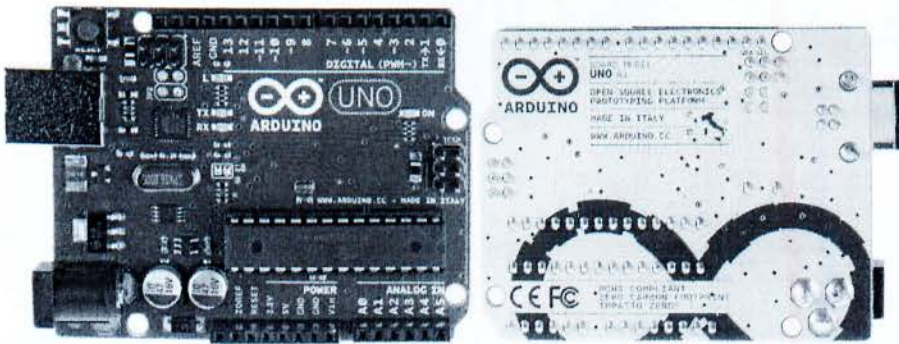
Υπάρχει πληθώρα άλλων μικροελεγκτών και αναπτυξιακών στο εμπόριο για να ασχοληθεί κάποιος εκεί έξω. Ο Basic Stamp της Parallax, ο BX-24 της Netmedia, το Handyboard του MIT και πολύ άλλη όμοιας λειτουργικότητας. Όλα αυτά τα εργαλεία που προαναφέραμε είναι απλά και για τον αρχάριο χρήστη καθώς "κρύβουν" τις δύσκολες λεπτομέρειες της αρχιτεκτονικής και επιτρέπουν τον άμεσο προγραμματισμό του μικροελεγκτή, προσφέροντας τα πάντα σε ένα και μόνο "πακέτο" έτοιμο για χρήση. Ο Arduino διαφέρει από τους προηγούμενους γιατί απλοποιεί την διαδικασία να δουλεύει κάποιος με μικροελεγκτές, αλλά κάποια πλεονεκτήματα που προσφέρει σε σχέση με άλλους μικροελεγκτές για χρήση από δασκάλους, μαθητές και άλλους hobbίστες είναι τα παρακάτω:

- Φθηνός - Οι πλακέτες του Arduino είναι εξαιρετικά φθηνές σε σχέση με άλλες πλατφόρμες μικροελεγκτών. Ειδικά δε μπορεί με τα σχηματικά που κυκλοφορούν στο Internet να κατασκευάσει κάποιος την φθηνότερη εκδοχή ενός Arduino. Ωστόσο ακόμα και αν προμηθευτεί την έτοιμη (μονταρισμένη πλακέτα) αυτή θα κοστίσει το μέγιστο 50 Euro.
- Τρέχει σε διάφορα Λειτουργικά Συστήματα. Οι μηχανικοί λογισμικού, ανέπτυξαν το περιβάλλον προγραμματισμού του Arduino για Windows, Machinstoh OSX και για λειτουργικά συστήματα Linux. Τα περισσότερα συστήματα ανάπτυξης Μικροελεγκτών περιορίζονται στα Windows.
- Απλό, ξεκάθαρο προγραμματιστικό περιβάλλον. Το περιβάλλον προγραμματισμού ενός Arduino ενδείκνυται για αρχάριους, αλλά είναι ταυτόχρονα και ευέλικτο και για πιο προχωρημένους χρήστες.
- Ανοιχτού λογισμικού και λογισμικού που επεκτείνεται και παραμετροποιείται. Το software του Arduino διανέμεται με την μορφή εργαλείων ανοιχτού λογισμικού και είναι διαθέσιμο προς επέκταση για έμπειρους προγραμματιστές. Η γλώσσα προγραμματισμού του μπορεί να επεκταθεί διαμέσου των βιβλιοθηκών την C++ και οι άνθρωποι που θέλουν να ασχοληθούν περισσότερο με τους μικροελεγκτές μπορούν να μεταβούν από τον Arduino στην AVR C που είναι για προγραμματισμό των Atmel Μικροελεγκτών και η γλώσσα στην οποία βασίστηκε το λογισμικό του Arduino. Ομοίως μπορεί κάποιος να προσθέσει κώδικα της AVR-C στο πρόγραμμα που έχει γράψει για τον Arduino του.
- Ανοιχτού Υλικού το οποίο μπορεί να επεκταθεί. Ο Arduino βασίζεται στους μικροελεγκτές της Atmel ATMEGA8 και ATMEGA168. Τα σχηματικά για τα αναπτυξιακά είναι κάτω από την άδεια της Creative Commons, επιτρέποντας σε έμπειρους σχεδιαστές να κατασκευάσουν το δικό τους αναπτυξιακό, εξελίσνοντας το ήδη υπάρχον χωρίς να έχουν νομικά προβλήματα. Η ακόμη καλύτερα όχι τόσο έμπειροι χρήστες μπορούν να επιδιώξουν την αντιγραφή και κατασκευή της πλακέτας σε ράστερ για να καταλάβουν την λειτουργία ενός Arduino.

2.1.2 Η πλακέτα Arduino

Η πλακέτα Arduino είναι ένα μικρό κύκλωμα που περιέχει ένα ολοκληρωμένο σύστημα υπολογιστή χρησιμοποιώντας ένα μικρό chip (ολοκληρωμένο κύκλωμα) που είναι ο μικροελεγκτής. Αυτός ο υπολογιστής είναι τουλάχιστον χίλιες φορές λιγότερο ισχυρός από ένα MacBook, αλλά είναι πολύ φθηνότερος και πολύ χρήσιμος για την κατασκευή ηλεκτρονικών συσκευών. Μάλιστα κάποιος θα μπορούσε να ισχυριστεί ότι λειτουργικά το Arduino μοιάζει πολύ με το NXT Brick των Lego Mindstorms NXT. Άλλωστε η ρομποτική είναι μία από τις πολλές κατηγορίες στις οποίες το Arduino διαπρέπει.

Η ομάδα του Arduino έχει τοποθετήσει σε αυτήν την πλακέτα όλα τα απαραίτητα στοιχεία που απαιτούνται για τον μικροελεγκτή ώστε να μπορεί να λειτουργεί σωστά και να μπορεί να επικοινωνεί με τον υπολογιστή και άλλες σειριακές συσκευές.



Εικόνα 2.1.2.1 και 2.1.2.2: Μπροστινή και πίσω όψη της πλακέτας Arduino.

Ειδικότερα μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR (ATmega328 και ATmega168 στις νεότερες εκδόσεις, ATmega8 στις παλαιότερες) και συμπληρωματικά εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωση του σε άλλα κυκλώματα. Όλες οι πλακέτες περιλαμβάνουν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz (ή κεραμικό αντηχητή σε κάποιες παραλλαγές). Ο μικροελεγκτής είναι από κατασκευής προγραμματισμένος με ένα bootloader, έτσι ώστε να μην χρειάζεται εξωτερικός προγραμματιστής.

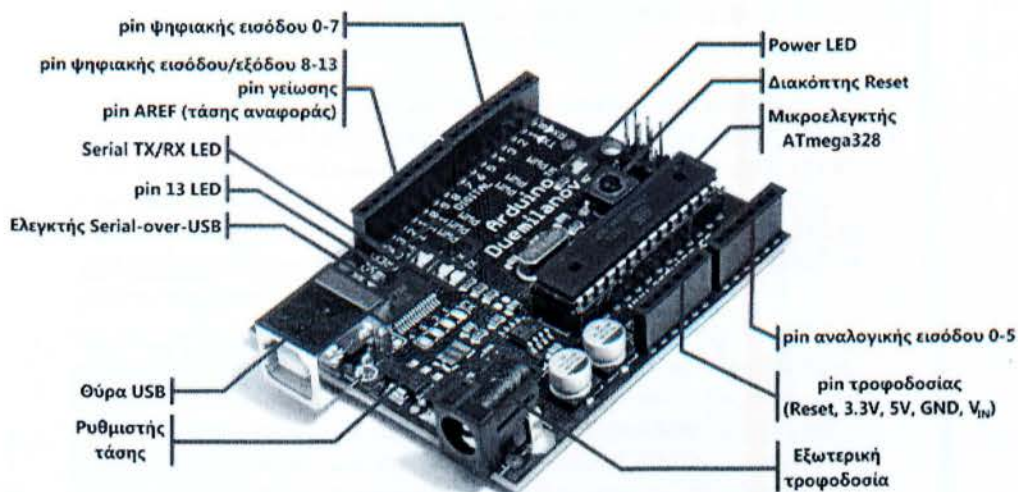
Γενικά όλες οι πλακέτες είναι προγραμματισμένες μέσω μιας σειριακής σύνδεσης RS-232, αλλά ο τρόπος με τον οποίο αυτό υλοποιείται ποικίλλει ανάλογα με την έκδοση. Οι σειριακές πλακέτες Arduino περιέχουν ένα απλό κύκλωμα αντιστροφής για την μετατροπή ανάμεσα στα σήματα των επιπέδων RS-232 και TTL.

Οι πλακέτες Arduino που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά, συμπεριλαμβανόμενης και της Uno, προγραμματίζονται μέσω USB, εφαρμόζοντας ένα chip προσαρμογέα USB-to-Serial όπως το FTDI FT232.

2.1.3 Είσοδοι - Έξοδοι

Καταρχήν το Arduino διαθέτει σειριακό interface. Ο μικροελεγκτής ATmega (εικόνα 2.1.3.2) υποστηρίζει σειριακή επικοινωνία, την οποία το Arduino προωθεί μέσα από έναν ελεγκτή Serial-over-USB ώστε να συνδέεται με τον υπολογιστή μέσω

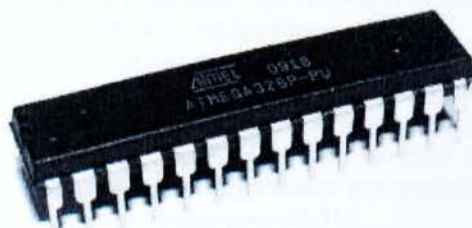
USB. Η σύνδεση αυτή χρησιμοποιείται για την μεταφορά των προγραμμάτων που σχεδιάζονται από τον υπολογιστή στο Arduino αλλά και για αμφίδρομη επικοινωνία του Arduino με τον υπολογιστή μέσα από το πρόγραμμα την ώρα που εκτελείται.



Εικόνα 2.1.3.1: Τα στοιχεία που απαρτίζουν την πλακέτα Arduino.

Επιπλέον, στην πάνω πλευρά του Arduino βρίσκονται 14 θηλυκά pin, αριθμημένα από το 0 έως το 13, που μπορούν να λειτουργήσουν ως ψηφιακές εισοδοι και έξοδοι. Λειτουργούν στα 5V και καθένα μπορεί να παρέχει ή να δεχτεί το πολύ 40mA.

Ως ψηφιακή έξοδος, ένα από αυτά τα pin μπορεί να τεθεί από το πρόγραμμά σε κατάσταση HIGH ή LOW, οπότε το Arduino θα ξέρει αν πρέπει να διοχετεύσει ή όχι ρεύμα στο συγκεκριμένο pin. Με αυτόν τον τρόπο είναι εφικτό να ανάψει και να σβήσει ένα LED που είναι συνδεδεμένο στο συγκεκριμένο pin. Αν πάλι ένα από αυτά τα pin έχει ρυθμιστή ως ψηφιακή είσοδος μέσα από το πρόγραμμα, μπορεί με την κατάλληλη εντολή να διαβαστεί η κατάστασή του (HIGH ή LOW) ανάλογα με το αν η εξωτερική συσκευή που έχει συνδεθεί σε αυτό το pin διοχετεύει ή όχι ρεύμα στο pin.



Εικόνα 2.1.3.2: Μικροελεγκτής ATMEGA328P-PU

Μερικά από αυτά τα 14 pin, εκτός από ψηφιακές εισοδοι/έξοδοι έχουν και δεύτερη λειτουργία. Συγκεκριμένα:

- Τα pin 0 και 1 λειτουργούν ως RX και TX της σειριακής όταν το πρόγραμμα ενεργοποιεί την σειριακή θύρα. Έτσι, όταν λόγω χάρη το πρόγραμμα στέλνει δεδομένα στην σειριακή θύρα, αυτά προσθύνονται και στην θύρα USB μέσω του ελεγκτή Serial-Over-USB αλλά και στο pin 0 για να τα διαβάσει ενδεχομένως μια άλλη συσκευή (π.χ. ένα δεύτερο Arduino στο δικό του pin 1). Αυτό φυσικά σημαίνει ότι αν στο πρόγραμμα ενεργοποιηθεί το σειριακό interface, χάνονται 2 ψηφιακές εισοδοί/έξοδοι.

- Τα pin 2 και 3 λειτουργούν και ως εξωτερικά interrupt (interrupt 0 και 1 αντίστοιχα). Με άλλα λόγια, μπορούν να ρυθμιστούν μέσα από το πρόγραμμα ώστε να λειτουργούν αποκλειστικά ως ψηφιακές εισοδοί στις οποίες όταν συμβαίνουν συγκεκριμένες αλλαγές, η κανονική ροή του προγράμματος σταματάει άμεσα και εκτελείται μια συγκεκριμένη συνάρτηση. Τα εξωτερικά interrupt είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε εφαρμογές που απαιτούν συγχρονισμό μεγάλης ακρίβειας.
- Τα pin 3, 5, 6, 9, 10 και 11 μπορούν να λειτουργήσουν και ως ψευδοαναλογικές έξοδοι με το σύστημα PWM (Pulse Width Modulation), δηλαδή το ίδιο σύστημα που διαθέτουν οι μητρικές των υπολογιστών για να ελέγχουν τις ταχύτητες των ανεμιστήρων. Έτσι, αν συνδεθεί λόγω χάρη ένα LED σε κάποιο από αυτά τα pin, μπορεί να ελεγχθεί πλήρως η φωτεινότητά του με ανάλυση 8bit (256 καταστάσεις από 0-σβηστό ως 255-πλήρως αναμμένο) αντί να υπάρχει απλά η δυνατότητα να είναι απλά αναμμένο ή σβηστό που παρέχουν οι υπόλοιπες ψηφιακές έξοδοι. Το PWM παίρνει ένα εύρος τιμών από το 0 έως το 255. Με λίγα λόγια το PWM δεν είναι πραγματικά αναλογικό σύστημα, έτσι θέτοντας στην έξοδο την τιμή 127, δεν σημαίνει ότι η έξοδος θα παρέχει 2.5V αντί της κανονικής τιμής των 5V, αλλά ότι θα δίνει έναν παλμό που η τάση του θα εναλλάσσεται με μεγάλη συχνότητα και για ίσα χρονικά διαστήματα μεταξύ των τιμών 0V και 5V με σκοπό η μέση τιμή να ισούται με 2,5V.
- Στην κάτω πλευρά του Arduino, με τη σήμανση ANALOG IN, υπάρχει μια ακόμη σειρά από 6 pin, αριθμημένα από το 0 έως το 5. Το καθένα από αυτά λειτουργεί ως αναλογική είσοδος κάνοντας χρήση του ADC (Analog to Digital Converter) που είναι ενσωματωμένο στον μικροελεγκτή. Για παράδειγμα, αν τροφοδοτηθεί ένα από αυτά τα pin με μία τάση η οποία μπορεί να κυμανθεί με ένα ποτενσιόμετρο από 0V ως μία τάση αναφοράς Vref (η οποία αν δεν γίνει κάποια αλλαγή είναι προρυθμισμένη στα 5V), τότε μέσα από το πρόγραμμα μπορεί να «διαβαστεί» η τιμή της θύρας ως ένας ακεραίος αριθμός χωρητικότητας 10-bit, από το 0 (όταν η τάση στο pin είναι 0V) μέχρι το 1023 (όταν η τάση στο pin είναι 5V). Η τάση αναφοράς μπορεί να ρυθμιστεί με μία εντολή όπως για παράδειγμα στα 1.1V. Ένας άλλος τρόπος όπου η τάση αναφοράς μπορεί να δηλωθεί από τον προγραμματιστή είναι τροφοδοτώντας με μία εξωτερική τάση αναφοράς τη θύρα με την σήμανση AREF που βρίσκεται στην απέναντι πλευρά της πλακέτας. Έτσι, αν τροφοδοτηθεί η θύρα AREF με 3.3V και στην συνέχεια εκτελεσθεί η εντολή να διαβαστεί κάποιο pin αναλογικής εισόδου στο οποίο εφαρμόζετε τάση 1.65V, το Arduino θα επιστρέψει την τιμή 512. Τέλος, καθένα από τα 6 αυτά pin, με κατάλληλη εντολή μέσα από το πρόγραμμα μπορεί να μετατραπεί σε ψηφιακό pin εισόδου/εξόδου όπως τα 14 που βρίσκονται στην απέναντι πλευρά και τα οποία περιγράφηκαν πριν. Σε αυτή την περίπτωση τα pin μετονομάζονται από 0~5 σε 14~19 αντίστοιχα.

2.1.4 Τροφοδοσία

Το Arduino μπορεί να τροφοδοτηθεί με ρεύμα είτε από τον υπολογιστή μέσω της σύνδεσης USB, είτε από εξωτερική τροφοδοσία που παρέχεται μέσω μιας υποδοχής φισ των 2.1mm (θετικός πόλος στο κέντρο) και βρίσκεται στην κάτω-αριστερή γωνία του Arduino.



Εικόνα 2.1.4.1 και 2.1.4.2: Τροφοδοσία με DC προσαρμογέα ή με αλκαλική μπαταρία

Για να μην υπάρχουν προβλήματα, η εξωτερική τροφοδοσία πρέπει να είναι από 7 ως 12V και μπορεί να προέρχεται από ένα κοινό μετασχηματιστή του εμπορίου, από μπαταρίες ή οποιαδήποτε άλλη πηγή DC.

Δίπλα από τα pin αναλογικής εισόδου, υπάρχει μια ακόμα συστοιχία από 6 pin με την σήμανση POWER. Η λειτουργία του καθενός έχει ως εξής:

- Το πρώτο, με την ένδειξη RESET, όταν γειωθεί (σε οποιοδήποτε από τα 3 pin με την ένδειξη GND που υπάρχουν στο Arduino) έχει ως αποτέλεσμα την επανεκκίνηση του Arduino.
- Το δεύτερο, με την ένδειξη 3.3V, μπορεί να τροφοδοτήσει διατάξεις, συσκευές ή αισθητήρες με τάση 3.3V. Η τάση αυτή δεν προέρχεται από την εξωτερική τροφοδοσία αλλά παράγεται από τον ελεγκτή Serial-over-USB και έτσι η μέγιστη ένταση που μπορεί να παρέχει είναι μόλις 50mA.
- Το τρίτο, με την ένδειξη 5V, μπορεί να τροφοδοτήσει και αυτό διάφορες διατάξεις, συσκευές ή αισθητήρες με τάση 5V. Ανάλογα με τον τρόπο τροφοδοσίας του ίδιου του Arduino, η τάση αυτή προέρχεται είτε άμεσα από την θύρα USB (που ούτως ή άλλως λειτουργεί στα 5V), είτε από την εξωτερική τροφοδοσία αφού αυτή περάσει από ένα ρυθμιστή τάσης για να την «κατεβάσει» στα 5V.
- Το τέταρτο και το πέμπτο pin, με την ένδειξη GND, είναι γειώσεις.
- Το έκτο και τελευταίο pin, με την ένδειξη Vin έχει διπλό ρόλο. Σε συνδυασμό με το pin γείωσης δίπλα του, μπορεί να λειτουργήσει ως μέθοδος εξωτερικής τροφοδοσίας του Arduino, στην περίπτωση που δεν βολεύει να χρησιμοποιηθεί η υποδοχή του φισ των 2.1mm. Αν όμως υπάρχει ήδη συνδεδεμένη εξωτερική τροφοδοσία μέσω του φισ, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτό το pin για να τροφοδοτήσει εξαρτήματα και συσκευές με

την πλήρη τάση της εξωτερικής τροφοδοσίας (7~12V), πριν αυτή περάσει από τον ρυθμιστή τάσης όπως γίνεται με το pin των 5V.

2.1.5 Ενσωματωμένα κουμπιά και LED

Πάνω στην πλακέτα του Arduino υπάρχει ένας διακόπτης micro-switch και τέσσερα μικροσκοπικά LED επιφανειακής στήριξης. Η λειτουργία του διακόπτη (που έχει την σήμανση RESET) και του ενός LED με την σήμανση POWER είναι μάλλον προφανής. Τα δύο LED με τις σημάνσεις TX και RX, χρησιμοποιούνται ως ένδειξη λειτουργίας του σειριακού interface, καθώς ανάβουν όταν το Arduino στέλνει ή λαμβάνει αντίστοιχα δεδομένα μέσω USB. Τα LED αυτά ελέγχονται από τον ελεγκτή Serial-over-USB και συνεπώς δεν λειτουργούν όταν η σειριακή επικοινωνία γίνεται αποκλειστικά μέσω των ψηφιακών pin 0 και 1.

Τέλος, υπάρχει το LED με την σήμανση L. Η βασική λειτουργία του LED στην πλακέτα Arduino είναι για να αναβοσβήνει συνήθως για δοκιμαστικό σκοπό. Οι κατασκευαστές του σκέφτηκαν να ενσωματώσουν ένα LED στην πλακέτα, το οποίο σύνδεσαν στο ψηφιακό pin 13. Έτσι, ακόμα και αν δεν έχει συνδέσει τίποτα πάνω στο φυσικό pin 13, αναθέτοντάς του την τιμή HIGH μέσα από το πρόγραμμά, θα ανάψει το ενσωματωμένο LED.

2.1.6 Το περιβάλλον Arduino IDE (integrated development environment)

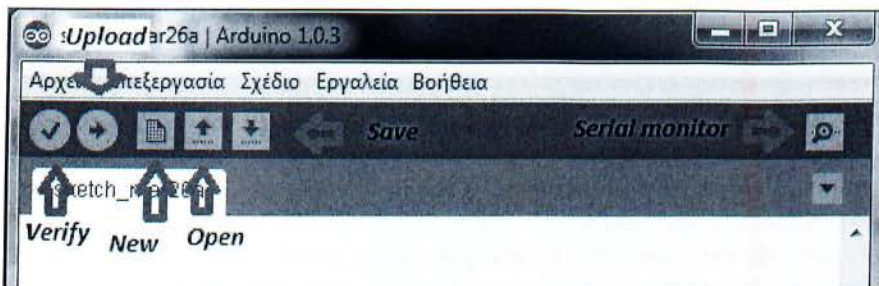
Το Arduino IDE είναι ένα πρόγραμμα βασισμένο σε Java και συγκεκριμένα παρέχει: ένα πρακτικό περιβάλλον για την συγγραφή των προγραμμάτων σας (τα οποία ονομάζονται sketch στην ορολογία του Arduino) με συντακτική χρωματική σήμανση, αρκετά έτοιμα παραδείγματα, μερικές έτοιμες βιβλιοθήκες για προέκταση της γλώσσας και για να χειρίζεστε εύκολα μέσα από τον κώδικά σας τα εξαρτήματα που συνδέετε στο Arduino, τον compiler για την μεταγλώττιση των sketch σας, ένα serial monitor που παρακολουθεί τις επικοινωνίες της σειριακής (USB), αναλαμβάνει να στείλει αλφαριθμητικά της επιλογής σας στο Arduino μέσω αυτής και είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για το debugging των sketch σας και την επιλογή να ανεβάσετε το μεταγλωττισμένο sketch στο Arduino.

Το Arduino IDE είναι αρκετά απλούστερο σε αντίθεση με άλλα περιβάλλοντα ανάπτυξης λογισμικού όπως το Eclipse, το Xcode και το Visual Studio. Κυρίως αποτελείται από έναν editor (κειμενογράφο), έναν compiler, ένα loader και ένα serial monitor. Δεν περιέχει προχωρημένες λειτουργίες όπως debugging ή code completion, δίνει μόνο τη δυνατότητα για μερικές ρυθμίσεις στα «preferences».



Εικόνα 2.1.6.1: Περιβάλλον Arduino IDE

Παρακάτω δίνετε η εικόνα του toolbar του Arduino IDE και η αναλυτική λειτουργία των κουμπιών του toolbar που δίνει άμεση πρόσβαση στις λειτουργίες που χρειάζονται περισσότερο για την ανάπτυξη των εφαρμογών που επιθυμεί να αναπτύξει ο χρήστης.



Εικόνα 2.1.6.2 - Το toolbar του Arduino IDE

Με το κουμπί Verify ο χρήστης μπορεί να μεταγλωττίσει (compile) τον κώδικα που βρίσκεται εκείνη την στιγμή στον editor. Το κουμπί Verify εκτός από τον συντακτικό έλεγχο, αφού μεταγλωττιστή ο κώδικας στη συνέχεια τον μετατρέπει σε μορφή κατάλληλη για να «φορτωθεί» στον μικροελεγκτή του Arduino.

Το κουμπί New δημιουργεί ένα καινούριο πρόγραμμα διαγράφοντας οτιδήποτε υπάρχει στον editor. Πριν όμως πραγματοποιήσει αυτήν την ενέργεια, δίνει στον χρήστη την ευκαιρία να αποθηκεύσει το υπάρχον sketch (πρόγραμμα) στην περίπτωση που έχει κάνει κάποιες αλλαγές σε αυτό.

Με το κουμπί Open μπορεί ο χρήστης να ανοίξει ένα υπάρχον πρόγραμμα από το σύστημα του.

Το κουμπί Save αποθηκεύει τις αλλαγές που έχουν γίνει στο πρόγραμμα που επεξεργάστηκε στον Editor.

Το κουμπί Upload όπως και το κουμπί Verify μεταγλωττίζει τον υπάρχον κώδικα στον editor. Με τη διαφορά όμως ότι αφού ελέγξει για τυχόν συντακτικά λάθη και το μετατρέψει σε μορφή κατάλληλη για το Arduino, στη συνέχεια θα τον προωθήσει στην θύρα που έχει επιλέξει ο προγραμματιστής από το μενού Tools > Serial Port ώστε να «φορτωθεί» στον μικροελεγκτή.

Ο υπολογιστής μπορεί να επικοινωνήσει με το Arduino μέσω σειριακής σύνδεσης. Επιλέγοντας το κουμπί Serial Monitor ανοίγει ένα serial monitor παράθυρο όπου επιτρέπει να παρακολουθεί ο προγραμματιστής τα δεδομένα που στέλνονται προς το Arduino αλλά και τα δεδομένα που στέλνονται από το Arduino προς τον υπολογιστή.

Επιλέγοντας από το μενού το Sketch πέρα από τις λειτουργίες που αναφέρθηκαν παραπάνω για την εντολή Verify/compile, εμφανίζονται και κάποιες άλλες ενδιαφέρουσες λειτουργίες. Η επιλογή Show Sketch folder είναι μία συντόμευση η οποία ανοίγει σε ένα παράθυρο την διεύθυνση στην οποία το λειτουργικό σύστημα αποθηκεύει τα αρχεία των εφαρμογών. Η επιλογή Add file επιτρέπει στον χρήστη να ανοίξει ένα αρχείο το οποίο μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε μέσα στο σύστημα και να το αποθηκεύσει στον ίδιο φάκελο όπου ανήκει και η εφαρμογή.

Τελευταία είναι η επιλογή Import Library. Ο προγραμματιστής έχει την δυνατότητα να εισάγει στο πρόγραμμα που αναπτύσσει οποιαδήποτε βιβλιοθήκη, είτε αυτή είναι του Arduino είτε κάποια που δημιούργησε ο ίδιος.

Δίπλα από το Sketch στο μενού υπάρχει η επιλογή Tools. Σε αυτή την στήλη του μενού ο προγραμματιστής έχει την δυνατότητα να επιλέξει την θύρα (serial port) με την οποία θα επικοινωνήσει ο υπολογιστής με το Arduino, καθώς επίσης και μια συγκεκριμένη έκδοση Arduino έχει (board). Εκτός όμως από αυτές τις δύο βασικές λειτουργίες υπάρχουν και κάποιες άλλες. Το Auto Format το οποίο μορφοποιεί των κώδικα που βρίσκεται στον editor κατάλληλα για να διαβάζεται ευκολότερα.

Το Archive Sketch το οποίο μετατρέπει την εφαρμογή που αναπτύσσει ο προγραμματιστής σε ένα αρχείο zip και το αποθηκεύει. Ακόμα σε μερικές περιπτώσεις όταν ένα αρχείο ανοιχθεί στο Arduino IDE υπάρχει η περίπτωση να περιέχει χαρακτήρες οι οποίοι δεν είναι ASCII. Έτσι επιλέγοντας το Fix Encoding & Reload ο κώδικας θα ανανεωθεί αντικαθιστώντας τους περιέργους χαρακτήρες σε χαρακτήρες UTF-8 έκδοση. Τέλος η επιλογή Burning Bootloader απευθύνεται σε προχωρημένους χρήστες όπου τους δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν την μνήμη που αντιστοιχεί στον bootloader.

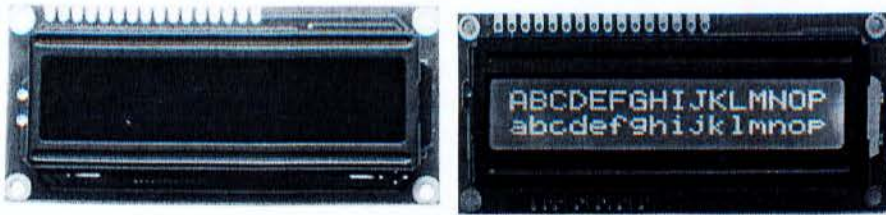
2.1.7 Οθόνη LCD

Εισαγωγή

Η οθόνη LCD (υγρών κρυστάλλων) είναι μια ηλεκτρονική μονάδα και την συναντάμε σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Μια 16x2 LCD οθόνη είναι πολύ βασική μονάδα και χρησιμοποιείται πολύ συχνά σε διάφορες συσκευές και κυκλώματα.

Αυτές οι μονάδες προτιμώνται έναντι των seven segment display και άλλων πολλών LEDs. Οι λόγοι που είναι τόσο δημοφιλής είναι διότι: οι οθόνες LCD είναι οικονομικές, εύκολα προγραμματιζόμενες, δεν έχουν περιορισμό στην εμφάνιση ειδικών και απλών χαρακτήρων (σε αντίθεση με τις seven segment display), εμφανίζουν κινούμενα σχέδια και ούτω καθεξής.

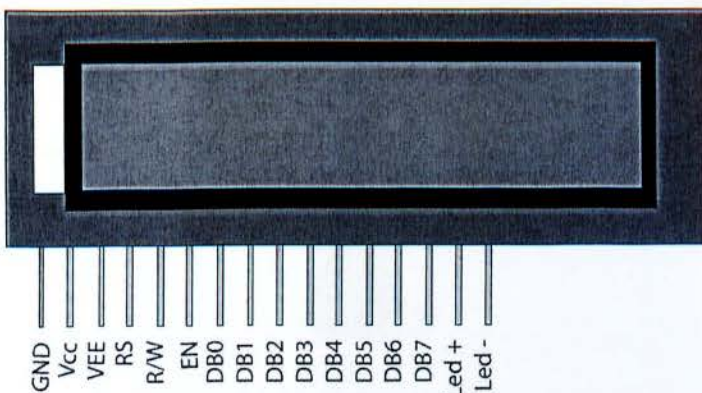
Μια οθόνη 16x2 LCD σημαίνει ότι μπορεί να εμφανίσει 16 χαρακτήρες ανά γραμμή και υπάρχουν 2 τέτοιες γραμμές. Σε αυτή την οθόνη LCD κάθε χαρακτήρας εμφανίζεται σε μήτρα 5x7 pixel. Αυτή η οθόνη LCD έχει δύο μητρώα, αυτά της διοίκησης και των δεδομένων.



Εικόνα 2.5.1.2 και 2.5.1.3: Οθόνη LCD 16x2 με μπλε φωτισμό απενεργοποιημένη και σε λειτουργία

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

Το μητρώο αποθηκεύει τις εντολές που δόθηκαν στην οθόνη LCD. Μέσω μιας εντολής η οθόνη LCD μπορεί να κάνει ένα προκαθορισμένο έργο όπως, μια αρχικοποίηση, την εκκαθάριση της οθόνης, την αλλαγή της θέσης του δρομέα, τον έλεγχο της οθόνης κλπ. Το μητρώο αποθηκεύει τα δεδομένα που θα εμφανίζονται στην οθόνη LCD. Τα δεδομένα είναι η τιμή ASCII του χαρακτήρα που πρόκειται να εμφανίζεται στην οθόνη LCD.



Εικόνα 2.5.1.4: Διάγραμμα pin οθόνης

Παρακάτω ακολουθεί ένας πίνακας με την περιγραφή της λειτουργίας του κάθε pin της οθόνης ξεχωριστά:

Lcd Pins	Λειτουργία	Όνομα
1	Ground (0V)	Γείωση
2	Τάση τροφοδοσίας 5V (4.7V - 5.3V)	Vcc
3	Ρύθμιση της αντίθεσης μέσω μιας μεταβλητής αντίστασης	V ₀
4	Επιλέγει καταχωρητή εντολών όταν δεν παίρνει τάση/ Επιλέγει καταχωρητή δεδομένων όταν παίρνει τάση	Επιλέξτε Εγγραφή
5	Χωρίς τάση γράφει στο μητρώο/ Με τάση διαβάζει από το μητρώο	Ανάγνωση / Εγγραφή
6	Στέλνει τα δεδομένα στις πινέζες δεδομένων, όταν αλλάζει κατάσταση ο παλμός, από υψηλός σε χαμηλό	Ενεργοποίηση
7	8-bit δεδομένων	DB0
8		DB1
9		DB2
10		DB3
11		DB4
12		DB5
13		DB6
14		DB7
15	Τάση 5V οπίσθιου φωτισμού	Led +
16	Γείωση 0V οπίσθιου φωτισμού	Led-

Για την ολοκλήρωση της σύνδεσης, της οθόνης με την πλακέτα του Arduino χρησιμοποιήθηκε ένα ποτενσιόμετρο 1 K Ω , για την ρύθμιση της αντίθεσης της οθόνης LCD. Το ποτενσιόμετρο δεν είναι τίποτα άλλο παρά μια μεταβλητή αντίσταση. Αποτελείται από αγωγίμη πλάκα σχήματος Ω , πάνω στην οποία γυρίζει, με τη βοήθεια ενός στροφέα, μια επαφή. Ανάλογα με την απόσταση της επαφής από την είσοδο του ρεύματος στο ποτενσιόμετρο μεταβάλλεται και η αντίσταση.



2.5.2.1: Ποτενσιόμετρο

2.1.8 Μπαταρίες

Για την τροφοδοσία της κατασκευής χρησιμοποιήθηκαν επαναφορτιζόμενες μπαταρίες Νικελίου – Υδριδίου Μετάλλου (Ni-MH). Οι συγκεκριμένες μπαταρίες αποτελούν τις πιο δημοφιλείς επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, και έχουν αντικαταστήσει τις μπαταρίες Νικελίου – Καδμίου (Ni-Cd) καθώς έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα ενέργειας. Παράγονται σε τυπικά μεγέθη AAA, AA κτλ.

Θεωρούνται εν γένει καλοί αντικαταστάτες των απλών αλκαλικών μπαταριών σε πολλές περιπτώσεις. Οι κυψέλες των μπαταριών αυτών είναι της τάξεως των 8,7V. Επίσης επαναφορτίζεται πλήρως έως και 1.000 φορές, χωρίς να απαιτείται πλήρης αποφόρτιση πριν την επαναφόρτιση. Τέλος, με την τεχνολογία νικελίου-υδριδίου μετάλλου οι μπαταρίες μπορούν να επαναφορτιστούν πολλές φορές, και το γεγονός αυτό καθιστά σχεδόν περιττή την αντικατάστασή τους.

Η μπαταρία που χρησιμοποιήθηκε είναι μεγέθους 9V και χωρητικότητας 200 mAh και φαίνεται στην επόμενη εικόνα, ενώ οι τεχνικές προδιαγραφές της παρουσιάζονται παρακάτω.

Τεχνικές Προδιαγραφές.

Τάση μπαταρίας : 9V

Χωρητικότητα : 200 mAh

Χημική σύνθεση : Νικελίου-υδριδίου μετάλλου

Διάρκεια ζωής εκτός λειτουργίας : 2 έτη



Εικόνα 2.4.1: Επαναφορτιζόμενη μπαταρία 9V

Όπως προανέφερα υπάρχουν δύο βασικές τεχνολογίες μπαταριών, η Νικελίου – Υδριδίου Μετάλλου και η Νικελίου – Καδμίου. Ας δούμε μερικά από τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των μπαταριών Ni-MH όπου και χρησιμοποιούνται.

- Πλεονεκτήματα: Έχουν υψηλή χωρητικότητα σε τυπικά μεγέθη και φορτίζουν εύκολα

- **Μειονεκτήματα:** Ακριβότερες από τις Ni-Cd, αποφορτίζονται πολύ γρήγορα σε κατάσταση αδράνειας και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συστήματα με μεγάλες απαιτήσεις ενέργειας.

Η επιλογή της τροφοδοσίας έγινε με βάση τα datasheet του Arduino, όπου απαιτείται τάση εισόδου από 7V ως 20V DC. Προτεινόμενη τροφοδοσία είναι από 9V ως 12V. Για λόγους οικονομίας, όμως, επιλέγουμε την χαμηλότερη δυνατή τροφοδοσία.

Επιδιώκουμε, λοιπόν, τροφοδοσία της τάξης των 9V, και για τον λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε 1 μπαταρία 9V τύπου Ni-MH. Παρακάτω παρουσιάζεται ένας φορτιστής για συγκεκριμένου τύπου μπαταρίες.



Εικόνα 2.4.2: Φορτιστής μπαταριών 9V

2.1.7 Γλώσσα προγραμματισμού

Η γλώσσα του Arduino βασίζεται στη γλώσσα Wiring, μια παραλλαγή της C/C++ για μικροελεγκτές αρχιτεκτονικής AVR όπως ο ATmega, και υποστηρίζει όλες τις βασικές δομές της C καθώς και μερικά χαρακτηριστικά της C++. Για compiler χρησιμοποιείται ο AVR gcc και ως βασική βιβλιοθήκη C χρησιμοποιείται η AVR libc.

Λόγω της καταγωγής της από την C, στην γλώσσα του Arduino χρησιμοποιούνται ουσιαστικά οι ίδιες βασικές εντολές και συναρτήσεις, με την ίδια σύνταξη, τους ίδιους τύπων δεδομένων και τους ίδιους τελεστές όπως και στην C. Πέρα από αυτές όμως, υπάρχουν κάποιες ειδικές εντολές, συναρτήσεις και σταθερές που βοηθούν για την διαχείριση του ειδικού hardware του Arduino. Οι πιο σημαντικές από αυτές επεξηγούνται στον πίνακα που ακολουθεί:

Όρισμα	Είδος	Τύπος	Παράμετροι	Περιγραφή
LOW	Σταθερά	int	-	Έχει την τιμή 0 και είναι αντίστοιχη του λογικού false.
HIGH	Σταθερά	int	-	Έχει την τιμή 1 και είναι αντίστοιχη του

				λογικού true.
INPUT	Σταθερά	int	-	Έχει την τιμή 0 και είναι αντίστοιχη του λογικού false.
OUTPUT	Σταθερά	int	-	Έχει την τιμή 1 και είναι αντίστοιχη του λογικού true.
pinMode	Εντολή	-	(pin, mode)	Καθορίζει αν το συγκεκριμένο ψηφιακό pin θα είναι pin εισόδου ή pin εξόδου ανάλογα με την τιμή που δίνεται στην παράμετρο mode (INPUT ή OUTPUT αντίστοιχα).
digitalWrite	Εντολή	-	(pin, pinstatus)	Θέτει την κατάσταση pinstatus (HIGH ή LOW) στο συγκεκριμένο ψηφιακό pin.
digitalRead	Συνάρτηση	int	(pin)	Επιστρέφει την κατάσταση του συγκεκριμένου ψηφιακού pin (0 για LOW και 1 για HIGH) εφόσον αυτό είναι pin εισόδου.
analogReference	Εντολή	-	(type)	Δέχεται τις τιμές DEFAULT, INTERNAL ή EXTERNAL στην παράμετρο type για να καθορίσει την τάση αναφοράς (V_{ref}) των αναλογικών εισόδων (5V, 1.1V ή η εξωτερική τάση με την οποία τροφοδοτείται το pin AREF αντίστοιχα)
analogRead	Συνάρτηση	int	(pin)	Επιστρέφει έναν ακέραιο από 0 έως 1023, ανάλογα με την τάση που τροφοδοτείται το συγκεκριμένο pin αναλογικής εισόδου στην κλίμακα 0 ως V_{ref} .
analogWrite	Εντολή	-	(pin, value)	Θέτει το συγκεκριμένο ψηφιακό pin σε κατάσταση ψευδοαναλογικής εξόδου (PWM). Η παράμετρος value καθορίζει το πλάτος του παλμού σε σχέση με την περίοδο του παραγόμενου σήματος στην κλίμακα από 0 ως 255 (π.χ. με value 127, το πλάτος του παλμού είναι ίσο με μισή περίοδο).
millis	Συνάρτηση	unsigned long	()	Μετρητής που επιστρέφει το χρονικό διάστημα σε ms από την στιγμή που άρχισε η εκτέλεση του προγράμματος. Λάβετε υπόψη ότι λόγω του τύπου μεταβλητής (unsigned long δηλ. 32bit) θα γίνει overflow σε 2^{32} ms δηλαδή περίπου σε 50 μέρες, οπότε ο μετρητής θα ξεκινήσει πάλι από το μηδέν.

delay	Εντολή	-	(time)	Σταματά προσωρινά την ροή του προγράμματος για <i>time</i> ms. Η παράμετρος <i>time</i> είναι unsigned long (από 0 ως 2 ³²). Σημειώστε ότι παρά την προσωρινή παύση, συναρτήσεις των οποίων η εκτέλεση ενεργοποιείται από interrupt θα εκτελεστούν κανονικά κατά την διάρκεια μιας delay.
attachInterrupt	Εντολή	-	(interrupt, function, triggermode)	Θέτει σε λειτουργία το συγκεκριμένο <i>interrupt</i> , ώστε να ενεργοποιεί την συνάρτηση <i>function</i> , κάθε φορά που ικανοποιείται η συνθήκη που ορίζεται από την παράμετρο <i>triggermode</i> : <ul style="list-style-type: none"> • LOW (ενεργοποίηση όταν η κατάσταση του pin που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο interrupt γίνει LOW) • RISING (όταν από LOW γίνει HIGH) • FALLING (όταν από HIGH γίνει LOW) • CHANGE (όταν αλλάξει κατάσταση γενικά)
detachInterrupt	Εντολή	-	(interrupt)	Απενεργοποιεί το συγκεκριμένο <i>interrupt</i> .
noInterrupts	Εντολή	-	()	Σταματά προσωρινά την λειτουργία όλων των interrupt
interrupts	Εντολή	-	()	Επαναφέρει την λειτουργία των interrupt που διακόπηκε προσωρινά από μια εντολή noInterrupts.
Serial.begin	Μέθοδος κλάσης	-	(datarate)	Θέτει τον ρυθμό μεταφοράς δεδομένων του σειριακού interface (σε baud)
Serial.println	Μέθοδος κλάσης	-	(data)	Διοχετεύει τα δεδομένα <i>data</i> για αποστολή μέσω του σειριακού interface. Η παράμετρος <i>data</i> μπορεί να είναι είτε αριθμός είτε αλφαριθμητικό.

Επιπλέον, στην γλώσσα του Arduino κάθε πρόγραμμα αποτελείται από δύο βασικές ρουτίνες ώστε να έχει την γενική δομή:

```
// Ενσωματώσεις βιβλιοθηκών, δηλώσεις μεταβλητών...
```

```
void setup()
```

```
{
```

```

// ...
}
void loop()
{
// ...
}

```

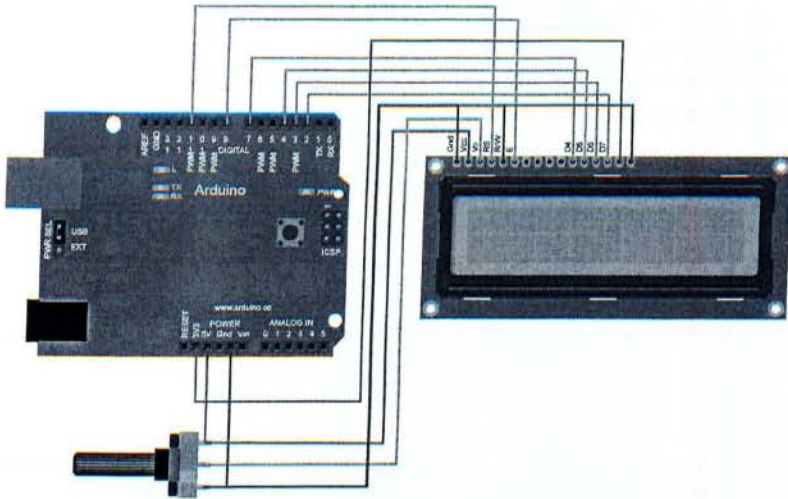
Η βασική ρουτίνα `setup()` εκτελείται μια φορά μόνο κατά την εκκίνηση του προγράμματος ενώ η βασική ρουτίνα `loop()` περιέχει τον βασικό κορμό του προγράμματος και η εκτέλεσή της επαναλαμβάνεται συνέχεια σαν ένας βρόγχος `while(true)`.

Σύνδεση με Arduino

Παρακάτω παρατίθενται αναλυτικά ο πίνακας με τις συνδέσεις των pin της οθόνης LCD με τις ψηφιακές εισόδους/εξόδους του Arduino, καθώς και η γραφική απεικόνιση των συνδέσεων αυτών.

Lcd Pins	Arduino Digital inputs/outputs	Όνομα
1	Ground (0V)	Gnd
2	5V (4.7V - 5.3V)	Vcc
3	Ποτενσιόμετρο	Vo
4	Pin 11	Rs
5	Ground (0V)	R/W
6	Pin 8	E
7	Δεν χρησιμοποιείτε	DB0
8	Δεν χρησιμοποιείτε	DB1
9	Δεν χρησιμοποιείτε	DB2
10	Δεν χρησιμοποιείτε	DB3
11	Pin 7	DB4
12	Pin 4	DB5
13	Pin 3	DB6
14	Pin 2	DB7
15	3.3V	Led +
16	Ground (0V)	Led -

Παρακάτω παρουσιάζετε τη γραφική απεικόνιση των συνδέσεων της πλακέτας του Arduino με την οθόνη LCD και το ποτενσιόμετρο.



Εικόνα 2.5.2.2: Συνδεσμολογία πλακέτας Arduino με οθόνη και ποτενσιόμετρο

2.2 Αισθητήρες

2.2.1 Εισαγωγή

Η ανάγκη εγκατάστασης συστημάτων ασφαλείας συνεχώς αυξάνεται λόγω της αύξησης της εγκληματικότητας και τον τρομοκρατικών ενεργειών. Οι χώροι εγκατάστασης των συστημάτων ασφαλείας μπορεί να είναι οικίες, δημόσια κτίρια, σχολεία, νοσοκομεία, επαγγελματικοί χώροι, γραφεία, καταστήματα, αποθήκες, εργοστάσια, αλλά και μεγάλες εγκαταστάσεις όπως αεροδρόμια, στρατόπεδα και γενικά κάθε είδους εγκαταστάσεις αλλά και εξωτερικοί χώροι όπου υπάρχει η ανάγκη προστασίας από διαρρήκτες ή εισβολείς όπου έχουν σκοπό για κακοπροαίρετες ενέργειες.

Ένα σύστημα ασφαλείας συνήθως αποτελείται από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας όπου στην οποία συνδέονται οι περιφερειακές συσκευές και αισθητήρες. Η κεντρική μονάδα δέχεται σήματα από τους αισθητήρες τα οποία τα επεξεργάζεται και αποφασίζει για την ύπαρξη συναγερμού ή μη, επίσης στην κεντρική μονάδα συνδέονται ένα ή παραπάνω πληκτρολόγια για τον έλεγχο του συστήματος από τους χρήστες, ακόμα συνδέονται σειρήνες για την ηχητική ειδοποίηση σε περίπτωση συναγερμού, φάροι σηματοδότησης για την οπτική ειδοποίηση, και συσκευές για απομακρυσμένη ειδοποίηση μέσω τηλεφωνικού δικτύου, GSM, GPRS κτλ.

Οι αισθητήρες ενός συστήματος ασφαλείας έχουν τον πιο σημαντικό ρόλο για την ορθή λειτουργία του συστήματος, λόγω του ότι είναι υπεύθυνοι για την ανίχνευση εισβολών στην προστατευόμενη περιοχή ή γενικά την παρουσία συνθηκών για την ενεργοποίηση συναγερμού. Για τους παραπάνω λόγους ανάλογα τον χώρο όπου χρειάζεται επιτήρηση από το σύστημα ασφαλείας θα πρέπει να υπάρξει σωστή επιλογή αισθητήρων με κατάλληλα χαρακτηριστικά για να υπάρχει σωστή κάλυψη του προστατευόμενου χώρου επίσης πολύ μεγάλη σημασία έχει η σωστή τοποθέτηση και ρύθμιση των αισθητήρων.

2.2.2 Είδη αισθητηρίων συναγερμού οχήματος & ολοκληρωμένων λύσεων

Αισθητήρες θραύσης κρυστάλλων



Αν χρειάζεται πολύς χρόνος για ένα κλέφτη να παραβιάσει την κλειδαριά, η αμέσως επόμενη κίνηση είναι να σπάσει το παράθυρο. Ένα πλήρως εξοπλισμένο σύστημα συναγερμού αυτοκινήτου έχει μια συσκευή που αισθάνεται αυτή την ενέργεια.

Ο πιο κοινός ανιχνευτής θραύσεως γυαλιού είναι ένα απλό μικρόφωνο που συνδέεται με τον μικροελεγκτή του συναγερμού. Το μικρόφωνο μετρά τις αλλαγές στη διακύμανση πίεσης αέρα και τις μετατρέπει σε παλμικό ηλεκτρικό ρεύμα ανάλογης συχνότητας. Το γυαλί που σπάει έχει τη δική του διακριτή συχνότητα. Ο μικροελεγκτής διαθέτει κατάλληλο κύκλωμα επεξεργασίας (Digital Signal Processing, DSP) το οποίο αποφασίζει, μετρώντας τη συχνότητα του ήχου και τη μεταβολή της έντασής του, αν προέρχεται από θραύση γυαλιού. Κατ' αυτό τον τρόπο, μόνο αυτός ο συγκεκριμένος ήχος θα προκαλέσει το συναγερμό, και όλοι οι άλλοι ήχοι αγνοούνται.

Αισθητήρες πίεσης



Ένας άλλος τρόπος να ανιχνευθεί η παρουσία εισβολέα είναι να παρακολουθείτο το επίπεδο πίεσης αέρος στο θάλαμο επιβατών. Το άνοιγμα μιας πόρτας ή το σπάσιμο ενός παραθύρου ωθεί ή τραβά αέρα στο αυτοκίνητο, προκαλώντας γρήγορη αλλαγή στην πίεση. Οι διακυμάνσεις στην πίεση αέρα ανιχνεύονται με έναν συνηθισμένο μεγάφωνο. Κανονικά αυτό χρησιμοποιείται για να μετατρέπει τις μεταβολές του ηλεκτρικού ρεύματος σε ήχο αλλά μπορεί να λειτουργήσει και αντίστροφα. Τότε, οι διακυμάνσεις πίεσης κινούν τον κώνο του μεγαφώνου, παράγοντας έτσι ρεύμα στο πηνίο που βρίσκεται πάνω του. Όταν ο μικροελεγκτής του συναγερμού δεχτεί σήμα από τον αισθητήρα πίεσης, θα προκαλέσει συναγερμό.

Αισθητήρες χώρου



Πολλοί κλέφτες αυτοκινήτων δεν θέλουν ολόκληρο αυτοκίνητο αλλά μεμονωμένα τμήματά του. Γι αυτό δεν χρειάζεται πάντοτε να ανοίξουν μια πόρτα ή ένα παράθυρο. Έχοντας ένα φορητό ρυμούλκησης, ο κλέφτης χρειάζεται μόνο να ανυψώσει το αυτοκίνητο και να το μεταφέρει ολόκληρο μακριά.

Για να αποτρέψουν την μετακίνηση του αυτοκινήτου, μερικά συστήματα συναγεμμένων περιλαμβάνουν ανιχνευτές περιμέτρου, δηλαδή συσκευές που ελέγχουν τι συμβαίνει γύρω από το αυτοκίνητο. Ο πιο κοινός ανιχνευτής περιμέτρου είναι ένα ραντάρ που αποτελείται από ένα πομπό ραδιοκυμάτων και έναν δέκτη. Ο δέκτης ελέγχει τις αντανακλάσεις των ραδιοκυμάτων πάνω στα αντικείμενα γύρω από το όχημα. Με βάση αυτές τις πληροφορίες, η συσκευή ραντάρ μπορεί να καθορίσει την θέση οποιουδήποτε αντικειμένου στον περιβάλλοντα χώρο.

Αισθητήρες κλίσης



Ένας άλλος τρόπος προστασίας από κλοπή με φορτηγό ρυμούλκησης είναι ο ανιχνευτής κλίσης. Η βασική διάταξη ενός ανιχνευτή κλίσης είναι μια σειρά διακοπών υδραργύρου. Ένας διακόπτης υδραργύρου αποτελείται από ζεύγος ηλεκτρικών επαφών και μια σφαίρα υδραργύρου που τοποθετούνται μέσα σε έναν κύλινδρο. Ο υδράργυρος είναι υγρό μέταλλο και ρέει όπως το νερό, αλλά μεταφέρει ηλεκτρική ενέργεια όπως ένα στερεό μέταλλο. Όταν ο κύλινδρος γέρνει, μετατοπίζεται ο υδράργυρος έτσι ώστε να ακουμπήσει το ζεύγος επαφών που βρίσκεται στην μία άκρη του κυλίνδρου. Έτσι κλείνει το ηλεκτρικό κύκλωμα και το σήμα πηγαίνει στον μικροελεγκτή. Όταν ο κύλινδρος γέρνει από την άλλη πλευρά, ο υδράργυρος κυλά μακριά από τα καλώδια ανοίγοντας το κύκλωμα.

Οι αισθητήρες κλίσης τοποθετούνται σε διάφορες γωνίες και θέσεις. Κατά τη στάθμευση, μερικοί από αυτούς είναι στην κλειστή θέση και μερικοί στην ανοικτή. Εάν ένας κλέφτης αλλάξει την κλίση του οχήματος (με την ανύψωσή του με φορτηγό ρυμούλκησης ή με γρύλλο), μερικοί από τους κλειστούς διακόπτες ανοίγουν και μερικοί κλείνουν, διαφοροποιώντας την κατάσταση των διακοπών σε σχέση με αυτή της θέσης στάθμευσης.

Συστήματα ειδοποίησης

Ανεξάρτητα από το πόσο προηγμένους αισθητήρες έχει ένας συναγερμός, το σύστημα δεν είναι πολύ καλό εάν δεν διαθέτει ένα αποτελεσματικό σύστημα ειδοποίησης.

Παραγωγή ήχων

Ένα σύστημα συναγερμού έχει σειρήνα που παράγει ποικίλους διαπεραστικούς ήχους έντασης πολλών ντεσιμπέλ. Ο δυνατός θόρυβος αποτρέπει τον κλέφτη, κινώντας υποψίες στους περαστικούς. Με μερικά συστήματα συναγερμών, μπορείτε να προγραμματιστεί μια ευδιάκριτη σειρά θορύβων σειρήνας έτσι να μπορεί ο ιδιοκτήτης του οχήματος να διακρίνει το συναγερμό του από άλλους συναγερμούς.

Μερικά συστήματα συναγερμών παίζουν ένα καταγραμμένο μήνυμα όταν κάποιος βρεθεί πολύ κοντά στο αυτοκίνητο. Ο κύριος σκοπός αυτής της λειτουργίας είναι να ενημερωθούν οι εισβολείς ότι υπάρχει προηγμένο σύστημα συναγερμού, προτού δοκιμάσουν οτιδήποτε. Πιθανότατα, ένας έμπειρος κλέφτης αυτοκινήτων θα αγνοήσει εντελώς αυτές τις προειδοποιήσεις, αλλά στον περιστασιακό ερασιτέχνη κλέφτη μπορεί να λειτουργήσει ως ισχυρός αποτρεπτικός παράγοντας.

Προσωπική ειδοποίηση / Τηλεχειρισμός

Πολλά συστήματα συναγερμών περιλαμβάνουν έναν ενσωματωμένο ραδιοπομπό και μια φορητή συσκευή λήψης σημάτων που μπορεί να έχει κάποιος μαζί του στο μπρελόκ.

Οι φορητές συσκευές τηλεχειρισμού (τηλεχειριστήρια, remote controls) δίνουν τη δυνατότητα ελέγχου του συναγερμού (πχ ενεργοποίηση / απενεργοποίηση) από μακριά. Το σήμα αυτό διαθέτει κωδικοποίηση ώστε να μην είναι εύκολο να επηρεάσει παρακείμενους συναγερμούς ή να αντιγραφεί από απόσταση.

Λειτουργία πανικού

Αυτή η λειτουργία ενεργοποιείται από το τηλεχειριστήριο και ενεργοποιεί το συναγερμό ακόμη κι όταν αυτός είναι απενεργοποιημένος. Είναι χρήσιμη σε περίπτωση που η απόπειρα κλοπής ή ληστείας γίνεται μπροστά στον ιδιοκτήτη του οχήματος.

Εύρεση οχήματος μέσω συστήματος GPS



Αυτή η λειτουργία ενεργοποιείται από SMS και ενεργοποιεί το συναγερμό ακόμη κι όταν αυτός είναι απενεργοποιημένος. Είναι χρήσιμη σε περίπτωση που η απόπειρα κλοπής έχει γίνει ήδη. Ο ιδιοκτήτης έχει την δυνατότητα να ελέγξει το αυτοκίνητο από απόσταση και ακόμη αν μάθει την τοποθεσία του όπου και αν είναι αυτό χωρίς να το γνωρίζει ο κλέφτης.

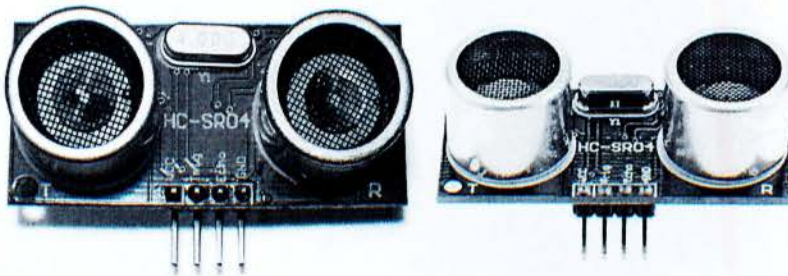


2.2.3 Σύνδεση Υπερήχων για παρκάρισμα με Arduino

Αισθητήρας υπερήχων HC-SR04

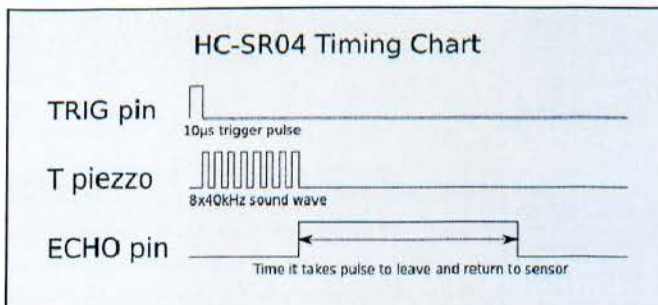
Για την διαδικασία εντοπισμού και αποφυγής πρόσκρουσης στα εμπόδια χρησιμοποιήθηκαν αισθητήρες υπερήχων. Οι αισθητήρες υπερήχων είναι μία φθηνή και σχετικά αξιόπιστη λύση χωρίς να απαιτούν πολύπλοκα κυκλώματα υποστήριξης. Είναι αρκετά δημοφιλείς στην κατηγορία των ρομποτικών οχημάτων.

Οι αισθητήρες υπερήχων λειτουργούν με την ίδια αρχή που λειτουργούν τα ραντάρ και τα σόναρ. Απαρτίζονται από ένα πομπό, ο οποίος δημιουργεί το σήμα και από ένα δέκτη ο οποίος το λαμβάνει. Εκτιμούν την απόσταση ενός στόχου ή ακόμα και την ταχύτητα του στόχου λαμβάνοντας υπόψη τους την αντανάκλαση ενός ραδιοκύματος ή ενός ηχητικού σήματος πάνω στο στόχο, υπολογίζοντας τον χρόνο που έκανε το σήμα για να καλύψει την απόσταση από τον αισθητήρα στο αντικείμενο και πίσω. Έτσι ο αισθητήρας στέλνει ριπές παλμών υψηλής συχνότητας (40kHz περίπου), ενώ η κάθε ριπή ταξιδεύει στον αέρα (και σε θερμοκρασία δωματίου 20-25C) με ταχύτητα 344m/s. Τα ηλεκτρονικά του αισθητήρα μετρούν το χρόνο λήψης του σήματος και τον μετατρέπουν σε μονάδα μήκους. Δεδομένου ότι η ταχύτητα του ήχου επηρεάζεται από τη θερμοκρασία αέρα, οι αισθητήρες υπερήχων περιλαμβάνουν έναν ενσωματωμένο αισθητήρα θερμοκρασίας.



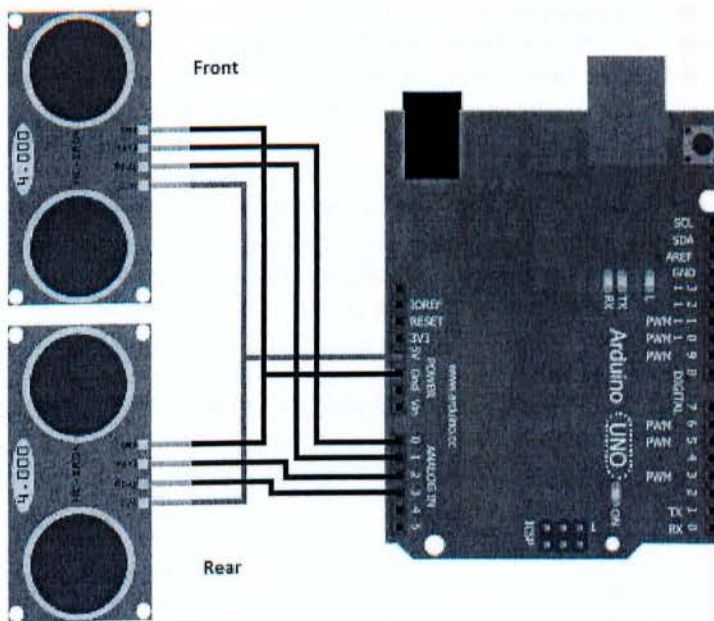
Εικόνα 2.2.2.1 και 2.2.2.2: Αισθητήρας υπερήχων HC-SR04

Εφαρμογές τους θα βρούμε σε ένα μεγάλο εύρος τεχνολογιών όπως την ανίχνευση προσέγγισης, την παρουσία ή την απουσία αντικειμένου, την ανίχνευση εμποδίων σε αυτοματοποιημένα οχήματα, τη μέτρηση απόστασης, τη μέτρηση στάθμης, τη μέτρηση της διεύθυνσης και της ταχύτητας του ανέμου κ.τ.λ. Η κατανάλωση ισχύος του αισθητήρα είναι της τάξης των 30mA έως 35mA το πολύ, ενώ η τάση λειτουργίας του είναι στα 5V.



Εικόνα 2.2.2.3: Αρχή λειτουργίας αισθητήρα υπερήχων

Για την σύνδεση των αισθητήρων με την πλακέτα Arduino χρησιμοποιήθηκαν οχτώ καλώδια. Η σύνδεση των αισθητήρων με την πλακέτα του Arduino γίνεται ως εξής: ο κάθε ένας αισθητήρας HC-SR04 διαθέτει τέσσερα pin (Vcc, Trigger, Echo, GND) εκ των οποίων δυο, τα Echo και Trigger, συνδέονται στα digital pins 14, 15 και 16, 17 του Arduino αντίστοιχα. Στο Vcc pin των αισθητήρων συνδέουμε τάση +5v από το Arduino και στο Gnd pin τους συνδέουμε το Gnd του Arduino. Στην παρακάτω εικόνα φαίνετε αναλυτικά η συνδεσμολογία που ακολουθήθηκε:



Εικόνα 2.2.3.1: Συνδεσμολογία πλακέτας Arduino με αισθητήρες υπερήχων

Στους παρακάτω πίνακες παρατίθενται αναλυτικά οι συνδέσεις των pin (των αισθητήρων) με την πλακέτα του Arduino όπως περιγράφηκαν παραπάνω:

Front HC-SR04

Pin 1	Gnd	Arduino Ground
Pin 2	Echo	Arduino Pin 14
Pin 3	Trig	Arduino Pin 15
Pin 4	Vcc	Arduino +5V

Rear HC-SR04

Pin 1	Gnd	Arduino Ground
Pin 2	Echo	Arduino Pin 16
Pin 3	Trig	Arduino Pin 17
Pin 4	Vcc	Arduino +5V

2.2.4 Πρωτόκολλα επικοινωνίας

Για την πτυχιακή εργασία χρησιμοποιήθηκαν δύο πρωτόκολλα επικοινωνίας. Το σειριακό πρωτόκολλο αλλά και το πρωτόκολλο I²C.

Σειριακό πρωτόκολλο (Serial)

Η σειριακή μέθοδος μετάδοσης χρησιμοποιείται στα υπολογιστικά συστήματα σε περιπτώσεις όπως:

- **Ενσωματωμένα (embedded) συστήματα.** Η σειριακή επικοινωνία έχει το πλεονέκτημα του μικρού αριθμού αγωγών και ακροδεκτών. Με τον τρόπο αυτόν επιτυγχάνεται εξοικονόμηση χώρου, κάτι που είναι ζωτικής σημασίας για τα συστήματα αυτά. Επιπλέον, η σειριακή επικοινωνία υλοποιείται μέσω τυποποιημένων interfaces, τα οποία υποστηρίζονται από μεγάλο αριθμό ολοκληρωμένων κυκλωμάτων. Τα interfaces αυτά έχουν απλό σχήμα χρονισμού, ιδανικό για ενσωματωμένα συστήματα.

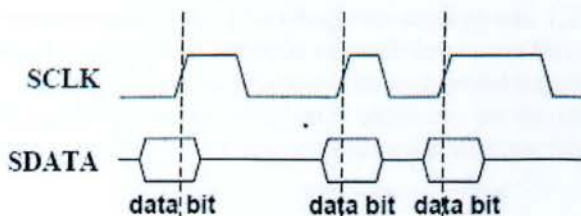
- **Για τη μετάδοση μεταξύ συστημάτων.** Σε αγωγούς εκτός τυπωμένου κυκλώματος είναι ευκολότερη η χρήση μικρού αριθμού καλωδίων αντί για διαύλους μεγάλου εύρους λέξης. Η χρήση της σειριακής μετάδοσης δεν υπαγορεύεται μόνο λόγω ευκολίας, αλλά και λόγω της απαιτούμενης ανοσίας στον θόρυβο. Οι κλασσικοί παράλληλοι δίαυλοι χρησιμοποιούν σήματα ρολογιού για τον συγχρονισμό της μεταφοράς, τα οποία σήματα σε μεγάλες αποστάσεις (και μεγάλες ταχύτητες) δεν μπορούν να διαδοθούν αξιόπιστα. Η χρήση διαφορικών σειριακών μεθόδων μετάδοσης με ζεύγος σημάτων (κανονικού-συμπληρωματικού) έχει την ιδιότητα απόρριψης του θορύβου σε μεγάλο βαθμό και επιτρέπει τη χρήση αγωγών μεγάλου μήκους.

Συγχρονισμός μετάδοσης.

Στη σειριακή μετάδοση, όπως σε κάθε μέθοδο επικοινωνίας, είναι αναγκαία η ύπαρξη ενός **μηχανισμού συγχρονισμού** μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη: ο παραλήπτης θα πρέπει να διακρίνει πότε το επόμενο bit πληροφορίας βρίσκεται πάνω στη γραμμή για να το παραλάβει. Ανάλογα με την ύπαρξη σήματος ρολογιού ή όχι, η μετάδοση χαρακτηρίζεται ως **σύγχρονη** ή **ασύγχρονη**.

Σύγχρονη μετάδοση.

Όταν η μετάδοση είναι **σύγχρονη** (σχήμα 1), τότε χρησιμοποιείται ένα παράπλευρο σήμα ρολογιού (serial clock) ξεχωριστά από τη γραμμή δεδομένων, το οποίο χρονίζει τη σειριακή μεταφορά. Η σύγχρονη μετάδοση χρησιμοποιείται συνήθως για την επικοινωνία μεταξύ ολοκληρωμένων κυκλωμάτων πάνω στο ίδιο τυπωμένο κύκλωμα (πλακέτα).



Στα περισσότερα σχήματα σύγχρονης σειριακής μετάδοσης δεν είναι αναγκαίο το ρολόι να διατηρεί έναν σταθερό ρυθμό. Ο χρόνος κάθε bit δεν απαιτείται να είναι σταθερός και το ρολόι μπορεί ακόμα και να σταματήσει τελείως.

Η μεταφορά συγχρονίζεται στις ακμές του σήματος ρολογιού: συνήθως στη μία ακμή ο αποστολέας εμφανίζει το bit πάνω στη γραμμή, ενώ στην επόμενη αντίθετη ακμή ο παραλήπτης “κλειδώνει” το bit (που πλέον έχει σταθερή τιμή) στο εσωτερικό του.

Ενσωματωμένα συστήματα.

Η σειριακή μετάδοση χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο στα ενσωματωμένα συστήματα, λόγω των πλεονεκτημάτων μικρού απαιτούμενου χώρου και τυποποιημένων σειριακών interfaces. Στην αγορά είναι διαθέσιμα πολλά ολοκληρωμένα κυκλώματα διαφόρων λειτουργιών, τα οποία υποστηρίζουν έναν ή περισσότερους τρόπους σειριακής μετάδοσης. Την ικανότητα άμεσης σειριακής μετάδοσης έχουν επίσης και πολλοί μικροελεγκτές, οι οποίοι υλοποιούν τα σειριακά πρωτόκολλα σε υλικό (hardware).

Η σειριακή διασύνδεση έχει το μειονέκτημα της χαμηλής ταχύτητας μεταφοράς των δεδομένων, αλλά στα ενσωματωμένα συστήματα οι απαιτήσεις ταχύτητας συνήθως δεν είναι μεγάλες. Επιπλέον, η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει οδηγήσει πλέον σε σειριακά interfaces μεγάλων ταχυτήτων, εξισορροπώντας την έλλειψη της παράλληλης μεταφοράς.

Το σειριακό πρωτόκολλο (γνωστό και ως πρωτόκολλο UART), είναι ευρέως αναλυμένο για την επικοινωνία με τον Arduino για αυτό και θα εμβαθύνουμε στο επόμενο πρωτόκολλο.

I²C πρωτόκολλο

Ο διάυλος I²C είναι ένας σειριακός διάυλος που δημιουργήθηκε από τη Philips και χρησιμοποιείται για την σύνδεση περιφερειακών μικρής ταχύτητας σε motherboard, embedded systems, κινητά τηλέφωνα ή άλλες ηλεκτρονικές συσκευές. Ο διάυλος I²C δεν χρησιμοποιείται μόνο για την επικοινωνία συσκευών που βρίσκονται πάνω σε ένα τυπωμένο κύκλωμα, αλλά και για την επικοινωνία συσκευών που συνδέονται με καλώδια.

Χρησιμοποιεί μόνο δύο καλώδια, τα οποία είναι αμφίδρομης κατεύθυνσης: Τα SCL και SDA. Η γραμμή SCL είναι η γραμμή ρολογιού, ενώ η SDA είναι η γραμμή δεδομένων. Οι γραμμές αυτές συνδέονται σε όλες τις συσκευές στον διάυλο I²C. Προφανώς εκτός από τα παραπάνω καλώδια, απαιτείται και ένα τρίτο καλώδιο, το οποίο είναι η γείωση (GND) ή 0 V. Επίσης μπορεί να υπάρχει και ένα τέταρτο καλώδιο το οποίο είναι η γραμμή τροφοδοσίας, με την οποία τροφοδοτούνται με ισχύ οι διάφορες συσκευές που υπάρχουν στο δίκτυο. Τυπικές τάσεις που χρησιμοποιούνται στο διάυλο είναι είναι τα +5V ή 3,3V, αν και επιτρέπονται συστήματα με διαφορετικές τάσεις (συνήθως στην περιοχή από 1,2V-5,5V). Ο μέγιστος αριθμός κόμβων, που μπορούν να συνδεθούν στον διάυλο, περιορίζεται από τον αριθμό των διαθέσιμων διευθύνσεων (θα επεξηγηθεί παρακάτω), αλλά και από τη συνολική χωρητικότητα του διαύλου, η οποία π.χ. για τον standard mode δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 400pF, το οποίο και περιορίζει τις πρακτικές αποστάσεις επικοινωνίας.

Παρακάτω γίνεται η σύγκριση διαφόρων πραγματοποιήσεων του διαύλου.

Στην πράξη μπορούμε π.χ. να πετύχουμε μεγαλύτερα μήκη διαύλου μειώνοντας την ταχύτητα.

Διάυλος	Ρυθμός Δεδομένων (bit/sec)	Μήκος Διαύλου (μέτρα)	Παράγοντας περιορισμού μήκους διαύλου	Μέγιστος Αριθμός κόμβων	Παράγοντας Περιορ. Αριθμ. κόμβων
I2C	400k	2	Χωρητικότητα καλωδίωσης	20	400pF max
I2C με Οδηγός (Buffer)	400k	100	Καθυστέρηση διάδοσης	Οποιοσδήποτε	Κανένας περιορισμός
I2C	3,4M	0,5	Χωρητικότητα καλωδίωσης	5	100pF max

Αμφότερες οι γραμμές SCL και SDA είναι τύπου *ανοικτού απαγωγού* (open drain) ή *ανοικτού συλλέκτη* (open collector στον κόσμο των TTL). Αυτό σημαίνει ότι και οι δύο αυτές γραμμές πρέπει να συνδέονται η κάθε μία, μόνο οι γραμμές και όχι κάθε συσκευή που συνδέεται στο δίαυλο ξεχωριστά, με μία αντίσταση στην γραμμή τροφοδοσίας, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η αντίσταση αυτή ονομάζεται *αντίσταση τερματισμού*. Η τιμή των αντιστάσεων δεν είναι κρίσιμη, αλλά μαζί με την χωρητικότητα του διαύλου, επηρεάζει την μέγιστη ταχύτητα λειτουργίας του διαύλου. Μεγάλες χωρητικότητες του διαύλου, μπορούν να αντισταθμιστούν με μικρές αντιστάσεις τερματισμού. Συνηθισμένες τιμές αντιστάσεων είναι από 1KΩ έως 10KΩ. Οι αντιστάσεις αυτές δεν μπορούν να απουσιάζουν, διότι τότε οι γραμμές θα είναι μονίμως σε κατάσταση λογικού 0 και δίαυλος δεν θα δουλεύει.

Λογικές στάθμες των γραμμών SCL και SDA

Επειδή στον δίαυλο I2C συνδέεται ποικιλία συσκευών διαφόρων τεχνολογιών (CMOS, NMOS, Διπολικής τεχνολογίας), οι οποίες μπορεί να έχουν διαφορετικές τάσεις λειτουργίας, οι στάθμες του λογικού 0 (Low) και λογικού 1 (High) σε όλες τις νέες συσκευές δεν είναι σταθερές, αλλά εξαρτώνται από την τάση τροφοδοσίας. Έτσι τα κατώφλια του λογικού 0 και του λογικού 1 τοποθετούνται στο 30% και το 70% της τάσης τροφοδοσίας αντίστοιχα. Δηλ. μία τάση στην περιοχή 0-0,3V_{DD} θεωρείται λογικό 0 (Low), ενώ μία τάση στην περιοχή 0,7V_{DD} έως V_{DD}, θεωρείται λογικό 1 (High). Παλαιότερα τα κατώφλια του λογικού 0 και 1 είχαν τοποθετηθεί στα 1,5V και 3,0V αντίστοιχα.

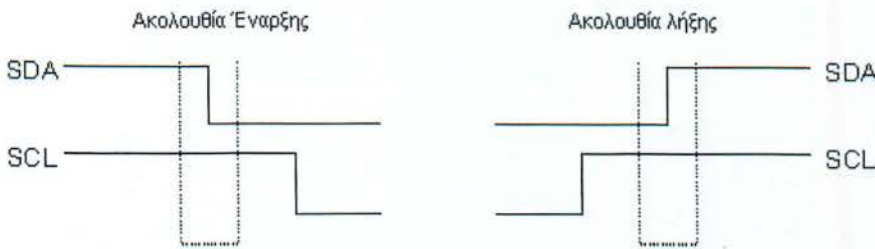
Κύριοι και υποτελείς (Masters and Slaves)

Οι συσκευές στον δίαυλο I²C είναι είτε *Κύριοι (Masters)* είτε *Υποτελείς (Slave)*. Η Master συσκευή είναι αυτή που ελέγχει και οδηγεί τη γραμμή ρολογιού SCL (παράγει τους παλμούς ρολογιού). Οι Slave συσκευές είναι αυτές που ανταποκρίνονται στις συσκευές Master. Μία συσκευή Slave δεν μπορεί να ξεκινήσει μία μεταφορά πάνω στο δίαυλο, μόνο μία συσκευή Master μπορεί. Σε έναν δίαυλο μπορεί να είναι συνδεδεμένες πολλές Master και πολλές Slaves συσκευές. Και οι Master και οι Slave

συσκευές μπορούν να μεταφέρουν δεδομένα στον διάυλο, αλλά μόνο οι Master συσκευές ελέγχουν την μεταφορά.

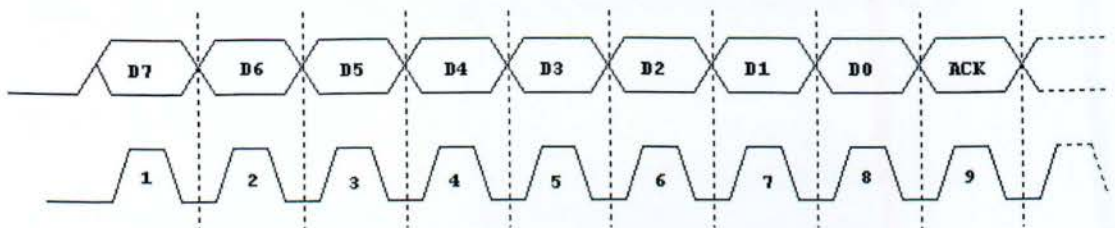
Το φυσικό πρωτόκολλο του διαύλου I²C

Όταν μία Master συσκευή επιθυμεί να επικοινωνήσει με μία Slave συσκευή, ξεκινά στέλνοντας στον διάυλο μία **ακολουθία έναρξης (start sequence)**. Η ακολουθία έναρξης, είναι μία από τις δύο ειδικές ακολουθίες που ορίζονται στο διάυλο I²C, ή άλλη είναι η **ακολουθία λήξης (stop sequence)**. Οι ακολουθίες έναρξης και λήξης διαφέρουν στο ότι είναι οι μοναδικές θέσεις στις οποίες επιτρέπεται να αλλάζει η γραμμή δεδομένων (SDA), ενόσω η γραμμή ρολογιού είναι σε κατάσταση λογικού 1 (high). Όταν μεταφέρονται δεδομένα, η γραμμή SDA πρέπει να παραμένει σταθερή και να μην αλλάζει όσο η γραμμή ρολογιού είναι high. Οι ακολουθίες έναρξης και λήξης σημαδεύουν την έναρξη και τη λήξη μιας μεταφοράς με μία slave συσκευή. Δηλαδή ο διάυλος θεωρείται ότι είναι αποσχολημένος, μετά από μία ακολουθία έναρξης και ελεύθερος λίγο χρόνο μετά την ακολουθία λήξης.



Ακολουθίες Έναρξης Λήξης

Τα δεδομένα μεταφέρονται σε ακολουθίες των 8 bit. Τα bit τοποθετούνται στη γραμμή SDA, ξεκινώντας από το περισσότερο σημαντικό bit (MSB). Η γραμμή SCL μετά πάλεται high μετά low. Για κάθε 8 bit δεδομένων που μεταφέρονται, η συσκευή που λαμβάνει στέλνει πίσω ένα bit επιβεβαίωσης (ACK). Έτσι στην πραγματικότητα απαιτούνται 9 παλμοί ρολογιού, για την μεταφορά των 8 bit κάθε byte δεδομένων. Εάν η συσκευή που λαμβάνει, στείλει πίσω ένα low bit επιβεβαίωσης (ACK), τότε έχει λάβει τα δεδομένα και είναι έτοιμη να λάβει το επόμενο byte δεδομένων. Εάν στείλει πίσω ένα high bit επιβεβαίωσης (που συμβολίζεται και με NACK, από τη φράση Not Acknowledged), αυτό δείχνει ότι η συσκευή που λαμβάνει, δεν μπορεί να λάβει περαιτέρω δεδομένα και η master συσκευή πρέπει να τερματίσει την αποστολή δεδομένων, εκπέμποντας μία ακολουθία λήξης.



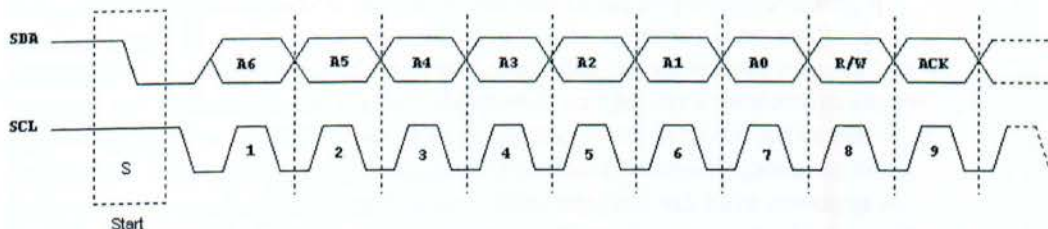
Αποστολή Byte

Διευθυνσιοδότηση συσκευών του I²C διαύλου

Σε όλες τις slave συσκευές που συνδέονται στον δίαυλο, έχει αποδοθεί ένας αριθμός σαν διεύθυνση. Οι master συσκευές δεν είναι απαραίτητο να έχουν διεύθυνση, εκτός εάν υπάρχουν πολλές master συσκευές στον δίαυλο (περιβάλλον Multi-master). Οι master συσκευές μπορούν να διαλέξουν αυθαίρετα μία από τις συνδεδεμένες slave, για επικοινωνία, χρησιμοποιώντας τη διεύθυνσή της. Οι διευθύνσεις των συσκευών του I²C διαύλου είναι είτε 7 bit (θεωρητικά έως 128 συσκευές στο δίαυλο), είτε 10 bit (θεωρητικά έως 1204 συσκευές στο δίαυλο).

Εδώ θα μιλήσουμε για την περίπτωση που η διευθυνσιοδότηση είναι 7-bit.

Θεωρητικά με 7 bit μπορούμε να έχουμε έως και 128 συσκευές στο δίαυλο. Επειδή όμως ορισμένες διευθύνσεις χρησιμοποιούνται για ειδικούς σκοπούς, μόνο 112 διευθύνσεις είναι διαθέσιμες στην 7-μπιτη διευθυνσιοδότηση. Π.χ η I2C διεύθυνση 0, είναι γενική κλήση προς όλες τις συσκευές. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι διευθύνσεις που είναι δεσμευμένες για ειδικές χρήσεις.



Αποστολή Διεύθυνσης 7 bit

Όταν στέλνουμε την διεύθυνση **A6A5A4A3A2A1A0** των 7-bit της συσκευής με την οποία θέλουμε να επικοινωνήσουμε, ακόμη και τότε στέλνουμε 8 bit. Το επιπλέον (R/W) bit χρησιμεύει να πληροφορήσει την slave συσκευή, εάν η master συσκευή πρόκειται να γράψει ή να διαβάσει από αυτήν. Εάν το bit είναι μηδέν η master συσκευή πρόκειται να γράψει. Εάν είναι 1 (ένα) πρόκειται να διαβάσει από την slave. Τα 7 bit της διεύθυνσης τοποθετούνται στα 7 πάνω bit του byte, ενώ bit ανάγνωσης/εγγραφής (R/W) στο λιγότερο σημαντικό bit (LSB), όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.

Δεσμευμένες Διευθύνσεις

Δύο ομάδες των 8 διευθύνσεων (0000 XXX και 1111 XXX) χρησιμοποιούνται για ειδικούς σκοπούς, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα

Διεύθυνση Slave	R/W bit	Περιγραφή
0000 000	0	Δ/νση Γενική Κλήσης
0000 000	1	START Byte
0000 001	x	Δ/νση CBUS
0000 010	x	Δεσμευμένο για διαφορετικές μορφές διαύλου
0000 011	x	Δεσμευμένο για μελλοντικούς σκοπούς

0000 1xx	x	High Speed mode master code
1111 1xx	x	Δεσμευμένο για μελλοντικούς σκοπούς
1111 0xx	x	Διευθυνσιοδότηση slave 10 bit

Ταχύτητες

Η *standard* συχνότητα ρολογιού για τον δίαυλο I²C είναι 100KHz. Το πρότυπο όμως καθορίζει και μεγαλύτερες ταχύτητες ρολογιού: Τον *Fast mode* με ταχύτητες ρολογιού μέχρι 400KHz και τον *High Speed mode* με ταχύτητες ρολογιού μέχρι και 3,4MHz. Πρόσφατα όμως έχει προδιαγραφεί ένας επιπλέον τρόπος ο *fast mode plus*

Επιμήκυνση ρολογιού (Clock stretching)

Όταν η master συσκευή διαβάζει από τη slave, η slave τοποθετεί τα δεδομένα στον δίαυλο, αλλά είναι η master που ελέγχει το ρολόι. Τι συμβαίνει, εάν η slave δεν είναι έτοιμη να στείλει δεδομένα; Με slave συσκευές όπως σειριακές EEPROM δεν υπάρχει πρόβλημα, αλλά αν η slave συσκευή είναι ένας μικροεπεξεργαστής ή μικροελεγκτής, οι οποίοι έχουν να κάνουν και άλλες εργασίες, αυτό είναι ένα πρόβλημα. Ο μικροεπεξεργαστής που παίζει το ρόλο της slave συσκευής, πρέπει π.χ να σώσει την κατάσταση του μικροεπεξεργαστή, να πάει στην υπορουτίνα διακοπής, να βρεί πια διεύθυνση θέλει η master να διαβάσει, να πάρει τα δεδομένα και να τα τοποθετήσει στον καταχωρητή εκπομπής. Αυτό απαιτεί κάποιον χρόνο, κατά τον οποίο η master συσκευή θα συνεχίζει να στέλνει παλμούς και κατά συνέπεια να διαβάζει λανθασμένα δεδομένα. Σε αυτήν την περίπτωση το πρωτόκολλο επιτρέπει η slave συσκευή να κρατάει το ρολόι σε κατάσταση λογικού 0 (low). Η master συσκευή από την άλλη πλευρά είναι υπεύθυνη, μετά από την απελευθέρωση της γραμμής ρολογιού, να ελέγξει εάν πράγματι πήγε στην υψηλή κατάσταση (high) προτού να συνεχίσει. Αυτός ο μηχανισμός λέγεται *επιμήκυνση του ρολογιού*. Για διαύλους με πολλές συσκευές, είναι σημαντικό να πάρουμε υπόψη την επιμήκυνση του ρολογιού, γιατί υπάρχει κίνδυνος η πιο αργή συσκευή να μειώσει την συνολική απόδοση του διαύλου.

Ένας γρήγορος τρόπος πρόσβασης στα δεδομένα

Πολλές I2C συσκευές έχουν έναν εσωτερικό **καταχωρητή-δείκτη** και ο οποίος δείχνει την θέση μνήμης από την οποία θα διαβάσουμε, ή στην οποία θα γράψουμε κατά την ακόλουθη ανάγνωση ή εγγραφή. Ο δείκτης αυτός αυξάνεται κατά 1 μετά από κάθε εγγραφή ή ανάγνωση. Στον δείκτη αυτόν έχουμε την δυνατότητα να γράψουμε την αρχική τιμή. Αυτό το χαρακτηριστικό δεν είναι μέρος του πρωτύπου I2C, αλλά είναι ένα πολύ χρήσιμο χαρακτηριστικό, όταν θέλουμε να γράψουμε ή να διαβάσουμε μεγάλο όγκο δεδομένων (π.χ σε I2C μνήμες RAM και ROM).

The I²C Software Protocol

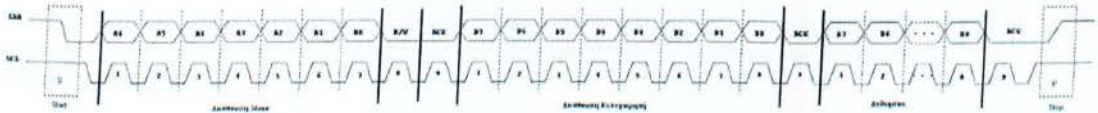
Εγγραφή σε μία slave συσκευή:

Για να ξεκινήσει μία επικοινωνία, το πρώτο πράγμα που θα κάνει η master συσκευή είναι να εκπέμψει την ακολουθία έναρξης. Αυτό ειδοποιεί όλες τις slave συσκευές στο δίαυλο, ότι πρόκειται να ξεκινήσει μία εκπομπή και να ακούσουν για την περίπτωση που είναι γι' αυτές. Μετά η master συσκευή θα εκπέμψει την διεύθυνση της συσκευής. Η slave συσκευή που η διεύθυνσή της ταιριάζει με αυτήν θα συνεχίσει,

ενώ όλες οι άλλες θα περάσουν σε αναμονή περιμένοντας την επόμενη επικοινωνία. Μετά την αποστολή της δ/νσης της slave συσκευής, η master στέλνει τη διεύθυνση του καταχωρητή της slave στον οποίο θέλει να γράψει. Τώρα η master μπορεί να στείλει το Byte ή τα Bytes δεδομένων. Η master μπορεί να συνεχίσει να στέλνει δεδομένα, τα οποία θα τοποθετηθούν στις επόμενες θέσεις, επειδή η slave συσκευή θα αυξάνει αυτόματα την διεύθυνση του εσωτερικού καταχωρητή μετά την λήψη κάθε byte. Όταν η master συσκευή στείλει όλα τα δεδομένα, σταματάει την εκπομπή εκπέμποντας μια ακολουθία λήξης. Συγκεκριμένα τα βήματα που ακολουθούνται έχουν ως εξής:

Η master συσκευή:

1. Στέλνει την ακολουθία έναρξης
2. Στέλνει την διεύθυνση της slave συσκευής με το **R/W bit low** (άρτια διεύθυνση), δηλώνοντας έτσι ότι θέλει να κάνει εγγραφή δηλ. να στείλει δεδομένα.
3. Στέλνει την διεύθυνση του εσωτερικού καταχωρητή στον οποίο θέλει να γράψει
4. Στέλνει το byte δεδομένων
5. Στέλνει (προαιρετικά)οποιοδήποτε αριθμό επιπλέον byte
6. Στέλνει την ακολουθία λήξης



Εγγραφή σε Slave

Ανάγνωση από την slave συσκευή

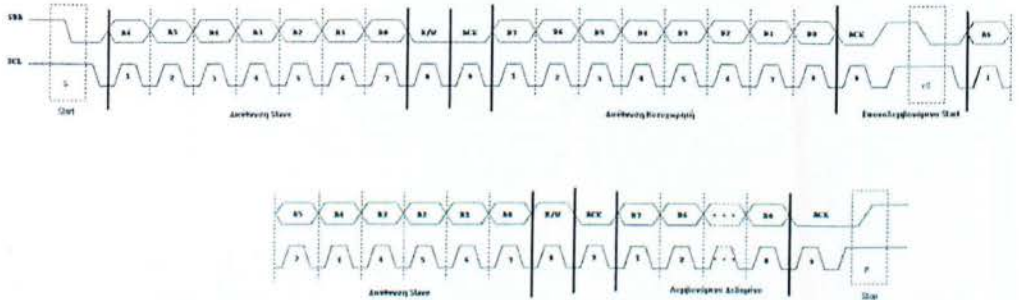
Πριν να διαβάσουμε δεδομένα από μία slave συσκευή, πρέπει να την πληροφορήσουμε ποιον εσωτερικό καταχωρητή της θέλουμε να διαβάσουμε. Έτσι μία ανάγνωση από την slave συσκευή στην πραγματικότητα ξεκινά με μία εγγραφή σ' αυτήν. Έτσι η ακολουθία που ακολουθείται για να διαβάσει μία master από μία slave έχει ως εξής: Η master συσκευή

1. Στέλνει την ακολουθία έναρξης
2. Στέλνει την διεύθυνση της slave συσκευής με το R/W bit low (εγγραφή, άρτια διεύθυνση).
3. Στέλνει την διεύθυνση του εσωτερικού καταχωρητή από τον οποίο θέλει να διαβάσει

Με τα δύο προηγούμενα βήματα, γράφεται ο καταχωρητής-δείκτης της slave συσκευής, σύμφωνα με αυτά που αναφέραμε νωρίτερα για γρήγορη πρόσβαση στα δεδομένα

1. Στέλνει πάλι την ακολουθία έναρξης (επαναλαμβανόμενη έναρξη rS)
2. Στέλνει πάλι την διεύθυνση της slave συσκευής με το R/W bit high (περιττή διεύθυνση), για να δηλώσει ότι επιθυμεί ανάγνωση

3. Διαβάζει τα δεδομένα (ένα ή περισσότερα byte). Μετά από την λήψη κάθε byte, η συσκευή που λαμβάνει επιβεβαιώνει (ACK) τη λήψη.
4. Στέλνει την ακολουθία λήξης



Ανάγνωση από Slave

Εφαρμογές πρωτοκόλλου I²C

Ο διάυλος I²C είναι κατάλληλος για περιφερειακά όπου η απλότητα και το χαμηλό κόστος κατασκευής είναι σημαντικότερα από την ταχύτητα. Συνηθισμένες εφαρμογές του διαύλου είναι:

- Ανάγνωση-εγγραφή σειριακών μνημών EEPROM
- Πρόσβαση σε χαμηλής ταχύτητας μετατροπείς αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (ADC) ή ψηφιακού σε αναλογικό (DAC).
- Ανάγνωση αισθητήρων με σύνδεση I²C
- Ανάγνωση ρολογιών πραγματικού χρόνου (Real Time Clocks)
- Ανάγνωση επιτηρητών Hardware και διαγνωστικών αισθητήρων, όπως π.χ θερμοστατών CPU και ταχύτητας ανεμιστήρων
- Ενεργοποίηση-Απενεργοποίηση τροφοδοσίας τμημάτων συστημάτων κ.α.

Στην αγορά υπάρχουν μικροελεγκτές που έχουν ενσωματωμένες θύρες I²C, αλλά ένα ιδιαίτερα ισχυρό χαρακτηριστικό του διαύλου I²C, είναι ότι ένας μικροελεγκτής μπορεί να εξομοιώσει τις θύρες I²C μόνο με γενικής χρήσης ακροδέκτες (general purpose I/O) και λογισμικό, χωρίς να χρειάζεται να έχει εξειδικευμένο hardware.

2.3 Telit GM862 GPS / GSM / GPRS Modem



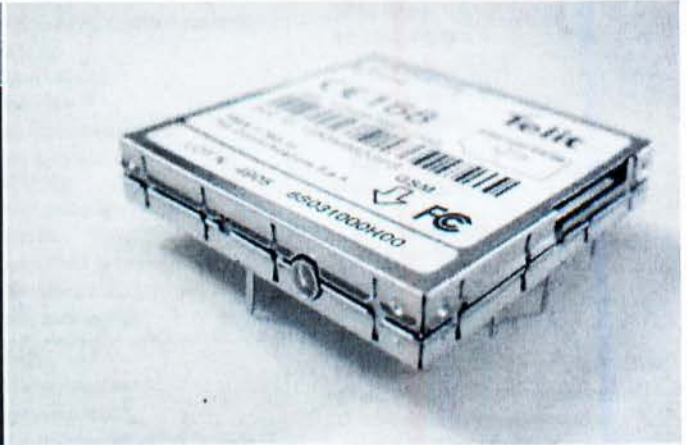
2.3.1 Εισαγωγή

Για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας βασικό στοιχείο ήταν το Modem GM862 της Telit Wireless. Είναι ένα ολοκληρωμένο αλλά και πολύπλοκο σύστημα που επικοινωνεί με τον Arduino μέσω σειριακής επικοινωνίας. Είναι βασισμένο σε 2 chips επικοινωνίας, GPS, GSM. Περιέχει 2 κεραίες για την σύνδεση τους και έχει υποδοχή για μια κάρτα SIM.

Υποστηρίζει προγραμματισμό σε C & Python και έχει ενσωματωμένο μικροελεγκτή με I/O Pins.

Οι πληροφορίες παρακάτω είναι στην αγγλική γλώσσα διότι όλη η βιβλιογραφία είναι από το Manual του Modem.

2.3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά:



- 0101 Telit Unified AT Command Set
- 1101 SiRF[®] Powered
- 20 Channel GPS Receiver
- Quad Band GPRS
- GPRS Class 1F
- RoHS Compliant
- On Board SIM Holder
- SIM Access Profile
- PYTHON[®] Script Interpreter
- Embedded FTP and SMTP Client
- Extended Temperature Range
- Extended RF Sensitivity
- Serial Port Multiplexer (GSM 7.10)
- Embedded TCP/IP Stack



The new GM862-GPS module is at the cutting edge of the Telit product line. It combines superior performance in quad-band GSM/GPRS modem functionality with the latest 20-channel high sensitivity SiRFstarIII[™] single-chip GPS receiver. Pin-to-pin compatibility to the previous GM862-GPS module enhances and extends the functionality of new and existing GPS applications.

With its ruggedized design, extended temperature range, integrated SIM card holder, and industrial-grade connectors, the Telit GM862-GPS is the ideal platform for mobile applications in areas such as telematics, fleet management, tracking, security, and vehicle navigation.

The new GPS receiver features low power consumption with position resolution accuracy of less than 2.5m, SBAS (WAAS and EGNOS) as well as high sensitivity for indoor fixes. These features combined with the available Python[™] application development environment translate into a very cost effective and feature rich platform quite capable of becoming the total solution for the complete customer application. Additional features including jamming detection, integrated TCP/IP protocol stack, and Easy Scan[®] offer unmatched benefits to the application developer without adding cost.

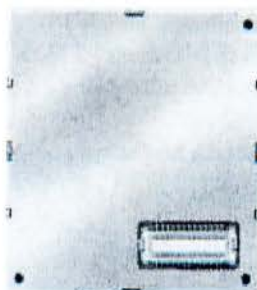
All Telit modules, support Over-the-Air firmware update by means Premium FOTA Management. By embedding RedBend's vCurrent[®] agent, a proven and battle-tested technology powering hundreds of millions of cellular handsets world-wide Telit is able to update its products by transmitting only a delta file, which represents the difference between one firmware version and another.

As part of Telit's corporate policy of environmental protection, all products comply to the RoHS (Restriction of Hazardous Substances) directive of the European Union (EU Directive 2002/95/EG).

Product features

- Quad-band EGSM
850 / 900 / 1800 / 1900 MHz
- Output power
- Class 4 (2W) @ 850 / 900 MHz
- Class 1 (1W) @ 1800 / 1900 MHz
- Control via AT commands according to GSM 07.05, 07.07 and Telit enhancements
- Supply voltage range: 3.22-4.5 V DC (3.8 V DC recommended)
- GSM power consumption (typical values)
- Power off: < 26 uA
- Idle (registered, power saving): 2.6 mA
- Dedicated mode: 200 mA
- GPRS cl.10: 370 mA
- Serial port multiplexer GSM 7.10
- SIM access profile
- Sensitivity:
-107 dBm (typ.) @ 850 / 900 MHz
-106 dBm (typ.) @ 1800 / 1900 MHz
- Dimensions: 43.9 x 43.9 x 6.9 mm
- Weight: 20 grams
- Extended temperature range
- 40°C to +85°C (operational)
- 40°C to +85°C (storage temperature)
- RoHS compliant
- TCP/IP stack access via AT commands

Making machines talk.™



actual size

Telit® wireless solutions

Telit Communications S.p.A.
Via Stazione di Prosecco, 5/B
I-34010 Sgonico (Trieste), Italy
Tel: +39 040 4192 200
Fax: +39 040 4192 289
E-Mail: EMEA@telit.com

Telit Wireless Solutions Inc.
3121 RDU Center Drive, Suite 130
Morrisville, NC 27560, USA
Tel: +1 888 846 9773 or +1 919 439 7977
Fax: +1 888 846 9774 or +1 919 840 0337
E-Mail: NORTHAMERICA@telit.com

Telit Wireless Solutions Inc.
Rua Cunha Gago, 700 - c) 81, Pinheiros
São Paulo - SP, 05421001, Brazil
Tel: +55 11 2679 4654
Fax: +55 11 2679 4654
E-Mail: LATINAMERICA@telit.com

Telit Wireless Solutions Co., Ltd.
12th FL, Shinyoung Securities Bld.
34-12, Yeouido-dong, Yeongdeungpo-gu
Seoul, 150-854, Korea
Tel: +82 2 368 4600
Fax: +82 2 368 4604
E-Mail: AFRC@telit.com

www.telit.com
www.telit.com/techforum
www.telit.com/facebook
www.telit.com/twitter

Distributed by

GPS receiver

- GPS power consumption:
Operating current: 75 mA, including 20 mA for the antenna LNA
- High sensitivity for indoor reception, up to -159 dBm (with active antenna)
- Accuracy: 2.5 m
- Extremely fast TTFF's at low signal levels
- Hot start: 3 s
- Warm start: 35 s
- Cold start: 35 s
- 200,000+ effective correlators
- Supports 20-channel GPS, L1 1575.42 MHz
- GPS NMEA 0183 output format
- Date WGS-84
- Dedicated GPS AT commands
- SBAS (WAAS and EGNOS) support
- Low power consumption

Interfaces

- 50-pin Molex connector
- 13 I/O pins maximum
- Analog audio (balanced and unbalanced)
- 1 A/D converter, buzzer output
- ITU-T V.24 serial link through UART:
 - CMOS level
 - Baud rate from 300 to 115,200 bps
 - Auto-bauding from 2,400 to 57,600 bps
- 50 Ohm MMCX antenna connector
- On board SIM card holder, 1.8V/ 3V with real-time detection

Audio

- Telephony, emergency call
- Half rate, full rate, enhanced full rate and adaptive multi rate voice codecs (HR, FR, EFR, AMR)
- Superior echo cancellation & noise reduction
- Handset & hands-free operations
- DTMF

Approvals

- Fully type approved conforming with R&TTE
- CE, GCF, FCC, PTCRB, IC, Anatel

SMS

- Point-to-point mobile originated and mobile terminated SMS
- Concatenated SMS supported
- SMS cell broadcast
- Text and PDU mode

Circuit switched data transmission

- Asynchronous transparent circuit switched data (CSD) up to 14.4 kbps
- Asynchronous non-transparent CSD up to 9.6 kbps
- V.110

GPRS data

- GPRS class 10
- Mobile station class B
- Coding scheme 1 to 4
- PBCC support

Fax

- Group 3, class 1

GSM supplementary

- Call forwarding
- Call barring
- Call waiting & call hold
- Advice of charge
- Calling line identification presentation (CLIP)
- Calling line identification restriction (CLIR)
- Unstructured supplementary services mobile originated data (USSD)
- Closed user group

Additional features

- SIM phonebook
- Fixed dialing number (FDN)
- Real-time clock
- Alarm management
- Battery management
- Network LED support
- IRA character set
- Jamming detection & report
- Embedded TCP/IP stack, including TCP, IP, UDP, SMTP and FTP protocols
- TFMS (Telit Firmware Management Services) Over-the-Air update

Python® application resources

- Python® script interpreter (module takes the application code directly in the Python® language)
- Memory: 1.9 MB of NV memory for the user scripts and 1.2 MB RAM for the Python® engine usage
- Over-the-air application SW update
- IIC Bus and SPI Bus controlled in Python®



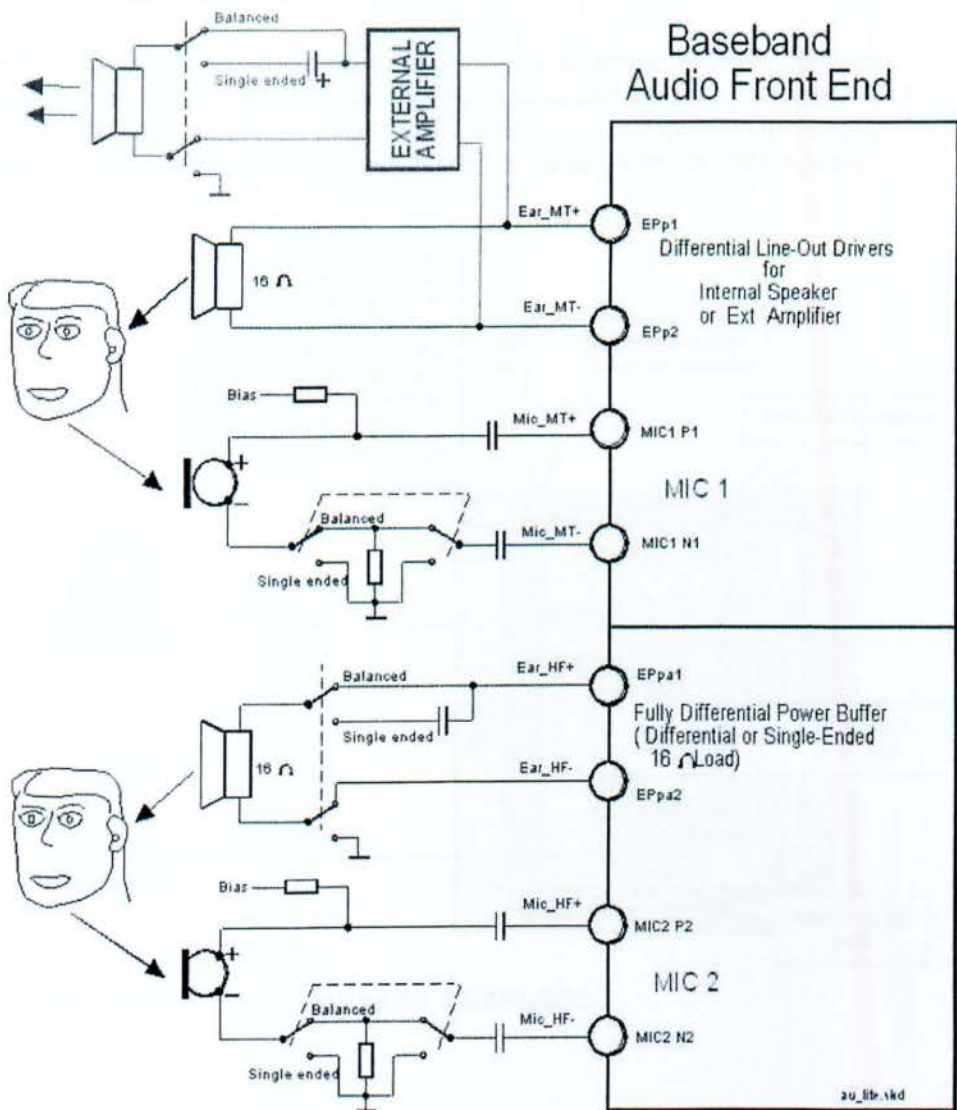
Telit's EASY features

- EASY SCAN® automatic scan over GSM frequencies (with or without SIM card)

The Audio Front End

The Audio Front End is part of the GSM/GPRS Baseband Systems. It comprises the digital and analog circuits for receive and transmit audio operation and ringing. In this document only the analog blocks will be dealt with, but at its end you can find some paragraphs that describe the functionalities and suggest the implementations of the Echo Canceller/Noise Suppressor/AutomaticGainControl modules that allow the use of the M2M in HandsFree or Car kit environments, even if they are digital parts of the firmware section.

In the rest of the document we shall refer to Baseband Audio Front End as AFE.



GSM Modem /GPS Receiver Interface

The interface between TELIT GSM modem and GPS receiver is carried out by means of a serial line as depicted on fig. 2. In this configuration only two serial lines are externally available for the user applications.

The fig. 3 shows a second configuration: all the serial lines are available to the user. In this solution it is responsibility of the user to connect together GSM modem and GPS receiver through the dedicated serial line (jumper in centre-position).

The GPS receiver (SiRF Star III) is equipped with two serial ports:

SIRF BINARY port: supports GPS navigation data in SIRF BINARY format [8]. The factory configuration is 57600 bps, 8, n, 1, where it is applicable.

NMEA port: supports GPS navigation data in NMEA-0183 format, see paragraph 5. The factory configuration is 4800 bps, 8, n, 1.

Refer to the fig. 2: the user may interface the TELIT module with two different applications: the first one could be a script, running on User DTE, to control the GSM modem and GPS receiver by means of AT commands, the second one, running on User Device 1, can directly exchange NMEA sentences with the GPS receiver.

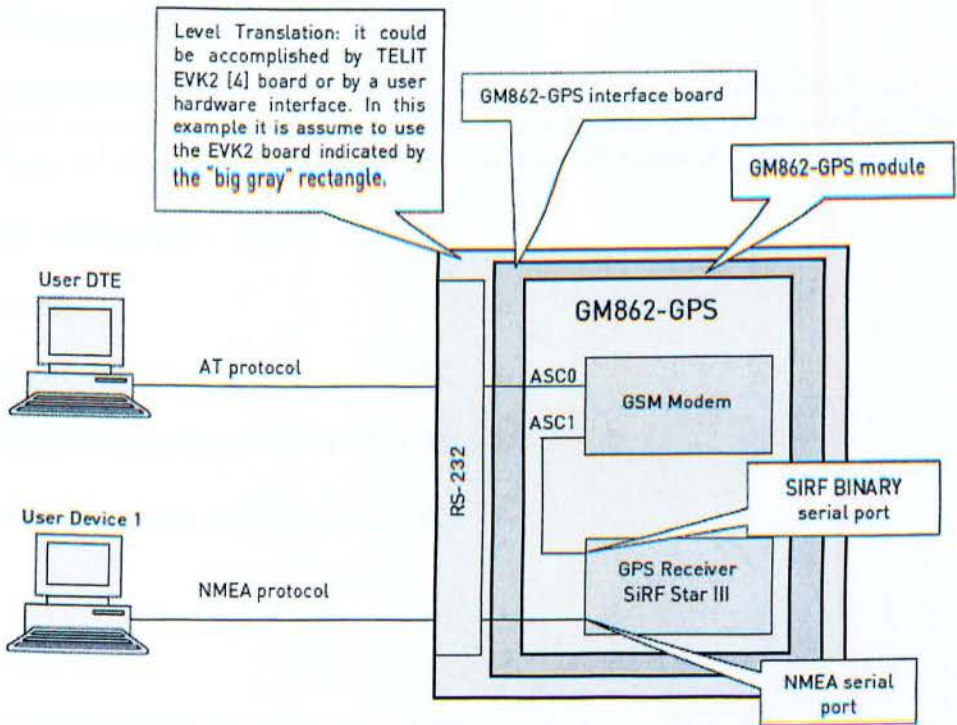


Fig. 2: Serial Ports' availability: GM862-GPS

Controlled Mode

In general, by means of AT\$GPSD AT command, the ASC1 serial port of the GSM modem may be forced to enter or exit “Controlled Mode” and in accordance with its current mode can be dedicated to different services.

AT\$GPSD=<device type>

GM862-GPS module, refer to fig. 2

ASC1 serial port is hardwired to SIRF BINARY serial port, in accordance with this hardware solution the ASC1 serial port is permanently dedicated to GPS receiver control: <device type> = 2. No other configurations are allowed.

AT\$GPSD? \$GPSD: 2 GPS factory configuration: “Controlled Mode” OK

GPS Power Control

Let’s assume that the GPS factory configuration, memorized on NVM, hasn’t been changed: when the GSM modem is powered on, the GPS receiver is switched on. The following AT command is used to switch on/off the GPS receiver.

AT\$GPSP=<status>

Examples:

AT\$GPSP=0 Switch off GPS receiver OK

AT\$GPSP? Check its status **\$GPSP: 0** OK

AT\$GPSP=1 Switch on GPS receiver OK

GPS Reset

AT command used to reset the GPS receiver.

AT\$GPSR=<reset_type>

Examples:

Check the range of available values supported by the module. In accordance with the requirements select it.

AT\$GPSR=? \$GPSR: (0-4) OK

Force a cold start of the GPS receiver, it clears all the parameters in its memory and starts a new scanning of the available satellites.

AT\$GPSR=1 OK

GPS Antenna Power Supply

The GPS receiver needs an active antenna that may be powered by the module (by default) or by an external power supply. The following AT command is used to select power source of the GPS antenna.

GM862-GPS and GE863-GPS modules

AT\$GPSAT=<type>

Examples

Check the range of available values supported by the module

AT\$GPSAT=? \$GPSAT: (0,1) OK

Check if the GPS antenna is supplied by the module itself. 1 means that the GPS antenna is supplied by the module.

AT\$GPSAT? \$GPSAT: 1 OK

GPS Antenna Current and Voltage Readout

The following two AT commands are available for GM862-GPS and GE863-GPS modules only. Both commands work when the GPS antenna is supplied by the module itself.

AT command used to check the GPS antenna voltage supply.

AT\$GPSAV?

AT command used to check the GPS antenna current consumption.

AT\$GPSAI?

Examples:

Check the GPS antenna voltage supply:

AT\$GPSAV? \$GPSAV: 3800 it means 3,8 V dc OK

Check the GPS antenna current consumption:

AT\$GPSAI? \$GPSAI: 18 in mA OK

Reading Acquired GPS Position

AT command used to read the acquired position of the GPS Receiver.

AT\$GPSACP

Example

Check the acquired GPS position.

AT\$GPSACP

```
$GPSACP:080220,4542.82691N,01344.26820E,259.07,3,2.1,0.1,0.0,0.0,270705,09  
OK
```

Setting the GPS Module in Power Saving Mode

AT command used to set the GPS module in Power Saving mode.

AT\$GPSPS=<mode> [,<PTF_Period>]

Examples:

Check the range of available values supported by the module

```
AT$GPSPS=? $GPSPS: (0-2),(0-300000) OK
```

Check the current values.

```
AT$GPSPS? $GPSPS: 0,1800 OK
```

Wake Up GPS from Power Saving Mode

AT command used to wake up the GPS module from Power Saving mode.

AT\$GPSWK

Examples:

Check the current values.

```
AT$GPSPS? $GPSPS: 0,1800 OK
```

0 means full power mode. The second parameter expressed in seconds is valid only if the first parameter is equal to 2 (push-to-fix mode), see [6].

Wake up GPS receiver.

```
AT$GPSWK +CME ERROR: operation not supported2
```

Operation not supported because the GPS receiver is powered ON.

Power down the GPS receiver.

AT\$GPPS=2 OK

Wake up the GPS receiver.

AT\$GPSWK OK

NMEA Output Messages

As factory configured, the GPS receiver provides the user with the following sentences continuously sent on NMEA serial port: GGA, GSA, GSV, RMC.

GGA	Time, position and fix type data.
GLL	Latitude, longitude, UTC time of position fix and status.
GSA	GPS receiver operating mode, satellites used in the position solution and DOP values.
GSV	The number of GPS satellites in view satellite ID numbers, elevation, azimuth, and SNR values.
VTG	Course and speed information relative to the ground.
RMC	Time, date, position, course and speed data.

At power on, both GM862-GPS and GE863-GPS modules show, on User Device 1, the sequence of the output NMEA sentences hereafter listed. In the case of GE864-GPS module, it displays on the User Device 1 the NMEA sentences only if the jumper is plugged into down-position, the module is out of the "Controlled Mode", see paragraph 4.1.1.

\$GPGGA,065049.000,4542.8078,N,01344.2698,E,1,07,1.2,268.1,M,45.2,M,,0000*5F

\$GPGSA,A,3,20,11,32,28,17,19,14,,,,,1.9,1.2,1.5*3F

\$GPRMC,065049.000,A,4542.8078,N,01344.2698,E,0.25,103.45,190508,,A*66

\$GPGGA,065050.000,4542.8077,N,01344.2698,E,1,07,1.2,267.9,M,45.2,M,,0000*5F

\$GPGSA,A,3,20,11,32,28,17,19,14,,,,,1.9,1.2,1.5*3F

\$GPRMC,065050.000,A,4542.8077,N,01344.2698,E,0.15,131.12,190508,,A*61

\$GPGGA,065051.000,4542.8077,N,01344.2698,E,1,07,1.2,267.8,M,45.2,M,,0000*5F

\$GPGSA,A,3,20,11,32,28,17,19,14,,,,,1.9,1.2,1.5*3F

\$GPGSV,3,1,11,32,77,037,33,11,69,292,31,20,44,253,26,14,34,050,32*7E
 \$GPGSV,3,2,11,19,32,174,25,28,12,287,26,17,12,321,33,23,07,195,25*7D
 \$GPGSV,3,3,11,31,07,111,19,22,06,062,,03,04,166,18*48
 \$GPRMC,065051.000,A,4542.8077,N,01344.2698,E,0.10,306.95,190508,,,A*6C
 \$GPGGA,065052.000,4542.8076,N,01344.2697,E,1,07,1.2,267.5,M,45.2,M,,0000*5F
 \$GPGSA,A,3,20,11,32,28,17,19,14,,,,,1.9,1.2,1.5*3F
 \$GPRMC,065052.000,A,4542.8076,N,01344.2697,E,0.15,185.15,190508,,,A*65
 \$GPGGA,065053.000,4542.8076,N,01344.2697,E,1,07,1.2,267.3,M,45.2,M,,0000*58
 \$GPGSA,A,3,20,11,32,28,17,19,14,,,,,1.9,1.2,1.5*3F
 \$GPRMC,065053.000,A,4542.8076,N,01344.2697,E,0.32,198.79,190508,,,A*67
 \$GPGGA,065054.000,4542.8074,N,01344.2696,E,1,07,1.2,267.1,M,45.2,M,,0000*5E
 \$GPGSA,A,3,20,11,32,28,17,19,14,,,,,1.9,1.2,1.5*3F
 \$GPRMC,065054.000,A,4542.8074,N,01344.2696,E,0.46,205.36,190508,,,A*6C
 ...
 ...

GGA - Global Positioning System Fixed Data

GGA sentence is displayed on the user device with the following format:

\$GPGGA,161229.487,3723.2475,N,12158.3416,W,1,07,1.0,9.0,M, , , 0000*18

Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPGGA		GGA protocol header
UTC Time	161229.487		hhmmss.sss
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
Position Fix Indicator	1		See Tab. 4
Satellites Used	07		Range 0 to 12
HDOP	1.0		Horizontal Ditution of Precision
MSL Altitude	9.0	meters	
Units	M	meters	
Geoid Separation		meters	
Units	M	meters	
Age of Diff. Corr.		second	Null fields when DGPS is not used
Diff. Ref. Station ID	0000		
Checksum	*18		
<CR> <LF>			End of message termination

GLL - Geographic Position - Latitude/Longitude

GLL sentence is displayed on the user device with the following format:

\$GPGLL,3723.2475,N,12158.3416,W,161229.487,A,A*41

Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPGLL		GLL protocol header
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
UTC Time	161229.487		hhmmss.sss
Status	A		A=data valid or V=data not valid
Mode	A		A=Autonomous, D=DGPS, E=DR (Only present in NMEA version 3.00)
Checksum	*41		
<CR> <LF>			End of message termination

GSA - GNSS DOP and Active Satellites

GSA sentence is displayed on the user device with the following format:

\$GPGSA,A,3,07,02,26,27,09,04,15, , , , ,1.8,1.0,1.5*33

Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPGSA		GSA protocol header
Mode 1	A		See Tab. 7
Mode 2	3		See Tab. 8
Satellite Used ⁵	07		Sv on Channel 1
Satellite Used	02		Sv on Channel 2
....			
Satellite Used1			
PDOP	1.8		
HDOP	1.0		
VDOP	1.5		
Checksum	*33		
<CR> <LF>			End of message termination

AT Commands References

3.5.1.1.1. Starting A Command Line - AT

AT - Starting A Command Line		SELINT 0 / 1 / 2
AT	The prefix AT, or at, is a two-character abbreviation (A T tention), always used to start a command line to be sent from TE to TA, with the only exception of AT#/prefix	
Reference	3GPP TS 27.007	

3.5.1.1.2. Last Command Automatic Repetition - A/

A/ - Last Command Automatic Repetition		SELINT 0 / 1 / 2
A/	If the prefix A/ or a/ is issued, the MODULE immediately execute once again the body of the preceding command line. No editing is possible and no termination character is necessary. A command line may be repeated multiple times through this mechanism, if desired. If A/ is issued before any command line has been executed, the preceding command	

3.5.3.1.1. Set To Factory-Defined Configuration - &F

&F - Set To Factory-Defined Configuration		SELINT 0 / 1 / 2
AT&F[<value>]	Execution command sets the configuration parameters to default values specified by manufacturer; it takes in consideration hardware configuration switches and other manufacturer-defined criteria. Parameter: <value>: 0 - just the factory profile base section parameters are considered. 1 - either the factory profile base section and the extended section are considered (full factory profile). Note: if parameter <value> is omitted, the command has the same behaviour as AT&F0	
Reference	V25ter.	

3.5.3.1.2. Soft Reset - Z

Z - Soft Reset		SELINT 0 / 1 / 2
ATZ[<n>]	Execution command loads the base section of the specified user profile and the extended section of the default factory profile. Parameter: <n> 0..1 - user profile number Note: any call in progress will be terminated. Note: if parameter <n> is omitted, the command has the same behaviour as ATZ0.	
Reference	V25ter.	

3.5.3.1.3. Select Active Service Class - +FCLASS

+FCLASS - Select Active Service Class		SELINT 0 / 1 / 2
AT+FCLASS=<n>	Set command sets the wireless module in specified connection mode (data, fax, voice), hence all the calls done afterwards will be data or voice. Parameter: <n> 0 - data 1 - fax class 1	

3.5.3.1.10. Model Identification - +GMM

+GMM - Model Identification		SELINT 0 / 1 / 2
AT+GMM	Execution command returns the model identification.	
Reference	V.25ter	

3.5.3.1.11. Revision Identification - +GMR

+GMR - Revision Identification		SELINT 0 / 1 / 2
AT+GMR	Execution command returns the software revision identification.	
Reference	V.25ter	

3.5.3.1.12. Capabilities List - +GCAP

+GCAP - Capabilities List		SELINT 0 / 1 / 2
AT+GCAP	Execution command returns the equipment supported command set list. Where: +CGSM: GSM ETSI command set +FCLASS: Fax command set +DS: Data Service common modem command set +MS: Mobile Specific command set	
Reference	V.25ter	

3.5.3.1.13. Serial Number - +GSN

+GSN - Serial Number		SELINT 0 / 1 / 2
AT+GSN	Execution command returns the device board serial number.	
	Note: The number returned is not the IMSI, it is only the board number	
Reference	V.25ter	

3.5.3.1.24. Speaker Mode - M

M - Speaker Mode		SELINT 0 / 1 / 2
ATM<n>	It has no effect and is included only for backward compatibility with landline modems	

3.5.3.1.25. Master Reset - +CMAR

+CMAR - Master Reset		SELINT 0 / 1
AT+CMAR=< phone lock code>	This command requests the MT to reset user data. The user data in the phone will be reset to default values. Parameters: < phone lock code> - string type representing an 8 digits security code. It must be verified before performing the master reset. Note: issuing the command will cause an NVM formatting. After the formatting is completed the module will automatically reboot. It is strongly recommended to issue an AT+CFUN=4 command before starting to format NVM, in order to not interfere with the formatting process. Note: the command is available for SELINT 0 and 1 only in 10.00.xx3 release and onwards.	
AT+CMAR=?	Test command tests for command existence.	

+CMAR - Master Reset		SELINT 2
AT+CMAR=< phone lock	This command requests the MT to reset user data. The user data in the	

3.5.5.3. Message Receiving And Reading

3.5.5.3.1. New Message Indications - +CNMI

+CNMI - New Message Indications To Terminal Equipment	SELINT 0 / 1
<p>AT+CNMI[=[<mode>[,<mt> [,<bm>[,<ds> [,<bfr>]]]]]]</p>	<p>Set command selects the behaviour of the device on how the receiving of new messages from the network is indicated to the DTE.</p> <p>Parameter:</p> <p><mode> - unsolicited result codes buffering option</p> <ol style="list-style-type: none"> 0 - Buffer unsolicited result codes in the TA. If TA result code buffer is full, indications can be buffered in some other place or the oldest indications may be discarded and replaced with the new received indications. 1 - Discard indication and reject new received message unsolicited result codes when TA-TE link is reserved, otherwise forward them directly to the TE. 2 - Buffer unsolicited result codes in the TA in case the DTE is busy and flush them to the TE after reservation. Otherwise forward them directly to the TE. 3 - if <mt> is set to 1 an indication via 100 ms break is issued when a SMS is received while the module is in GPRS online mode. It enables the hardware ring line for 1 s. too. <p><mt> - result code indication reporting for SMS-DELIVER</p> <ol style="list-style-type: none"> 0 - No SMS-DELIVER indications are routed to the TE. 1 - If SMS-DELIVER is stored into ME/TA, indication of the memory location is routed to the TE using the following unsolicited result code: +CMTI: <memr>,<index> where: <memr> - memory storage where the new message is stored "SM" "ME" <index> - location on the memory where SM is stored. 2 - SMS-DELIVERs (except class 2 messages and messages in the message waiting indication group) are routed directly to the TE using the following unsolicited result code: (PDU Mode) +CMT: ,<length><CR><LF><pdu> where: <length> - PDU length <pdu> - PDU message (TEXT Mode) +CMT:<oa>,<scs>[,<tooa>,<fo>,<pid>,<dcs>,<sca>,<tosca>,<length>]-<CR><LF><data> (the information written in italics will be present depending on +CSDH last setting) where: <oa> - originating address, string type converted in the currently selected character set (see +CSCS)

\$GPSAP - GPS Antenna Protection		SELINT 0/1/2
AT\$GPSAP=<set>[,<value>]	<p>Set command allows to activate an automatic protection in case of high current consumption of GPS antenna. The protection disables the GPS antenna supply voltage.</p> <p>Parameters: <set> 0 - deactivate current antenna protection (default) 1 - activate current antenna protection <value> - the antenna current limit value in mA 0..200</p> <p>The parameter <value> has meaning only if parameter <set>=1, otherwise it is not accepted.</p> <p>Note: the new setting is stored through \$GPSSAV</p>	
AT\$GPSAP?	<p>Read command reports the current activation status of antenna automatic protection and the current antenna limit value, in the format:</p> <p>\$GPSAP: <set>,<value></p> <p>Test command reports the range of supported values for parameters <set> and <value></p> <p>Example</p> <pre>AT\$GPSAP=0 OK Note : no SW control on antenna status (HW current limitation only) AT\$GPSAP=1,25 OK activate current antenna protection with related current limit AT\$GPSAP? \$GPSAP:1,50 OK Antenna protection activated with 50mA limit</pre>	
Note	The module is already provided of an Hardware protection for the high current consumption that is automatically activated if the consumption exceeds 50mA	

3.5.7.12.9. GPS NMEA Serial Port Speed - \$GPSS

\$GPSS - GPS Serial Port Speed		SELINT 0/1/2
AT\$GPSS=<speed>	<p>Set command allows to select the speed of the NMEA serial port.</p> <p>Parameter: <speed> 4800 - (default) 9600 19200 38400</p>	

3.5.7.12.11. Get Acquired Position - \$GPSACP

\$GPSACP - Get Acquired Position		SELINT 0/1/2
AT\$GPSACP	<p>Execution command returns information about the last GPS position in the format:</p> <p>\$GPSACP: <UTC>,<latitude>,<longitude>,<hdop>,<altitude>,<fix>,<cog>,<spkm>,<spkn>,<date>,<nsat></p> <p>where: <UTC> - UTC time (hhmmss.sss) referred to GGA sentence <latitude> - format is ddmm.mmmmm N/S (referred to GGA sentence) where: dd - degrees 00..90</p>	

\$GPSACP - Get Acquired Position	SELINT 0 / 1 / 2
	<p>mm mmmm - minutes 00.0000..59.9999 N/S: North / South <longitude> - format is dddmm mmmm E/W (referred to GGA sentence) where: ddd - degrees 000..180 mm mmmm - minutes 00.0000..59.9999 E/W: East / West <hdop> - x.x - Horizontal Dilution of Precision (referred to GGA sentence) <altitude> - x.x Altitude - mean-sea-level (geoid) in meters (referred to GGA sentence) <fix> - 0 - Invalid Fix 2 - 2D fix 3 - 3D fix <cog> - ddd.mm - Course over Ground (degrees, True) (referred to VTG sentence) where: ddd - degrees 000..360 mm - minutes 00..59 <spkn> - x.x Speed over ground (Km/hr) (referred to VTG sentence) <spkn> - x.x- Speed over ground (knots) (referred to VTG sentence) <date> - ddmmyy Date of Fix (referred to RMC sentence) where: dd - day 01..31 mm - month 01..12 yy - year 00..99 - 2000 to 2099 <nsat> - nn - Total number of satellites in use (referred to GGA sentence) 00..12</p>
AT\$GPSACP?	Read command has the same meaning as the Execution command
AT\$GPSACP=?	Test command returns the OK result code
Example	<p>AT\$GPSACP \$GPSACP:080220.479,4542.82691N,01344.26820E,259.07,3,2,1,0,1,0,0,0,0,270705,09 OK</p>
Note	The command is available in "Controlled Mode" only (GE864-GPS)

\$GPS - Set The GPS Module In Power Saving Mode		SELINT 2
AT\$GPS= <mode> [,<PTF_Period>]	<p>Set command allows to set the GPS module in Power saving mode.</p> <p>Parameters:</p> <p><mode> - the GPS receiver can operate in three modes (four in GE864-GPS)</p> <ol style="list-style-type: none"> 0 - full power mode, power saving disabled (default); it is the standard operating mode; power is supplied to the receiver continuously and the GPS receiver continues to operate without an interrupt. 1 - tricklepower mode; the power to the SiRF chipset is cycled periodically, so that it operates only a fraction of the time; power is applied only when a position fix is scheduled. 2 - push-to-fix mode; the GPS receiver is generally off, but turns on frequently enough to collect ephemeris data to maintain the GPS real-time clock calibration so that, upon user request, a position fix can be provided quickly after power-up. 3 - micro power mode (GE864-GPS only); a direct transition is requested to the Micro Power Management low power mode as soon as sufficient ephemeris data is available and a valid navigation position solution is calculated at near zero user velocity. <p><PTF_Period> - push-to-fix period, numeric value in secs; when mode is push-to-fix, the receiver turns on periodically according to this parameter; default value is 1800 sec. This parameter has meaning only when <mode>=2</p> <p>NOTE: with at\$gps=2,x, during the push to fix period VAUX is turned off. VAUX can be controlled by AT#VAUX command, too (GM862-GPS and GE863-GPS only).</p>	
AT\$GPS?	Read command returns the current power saving mode and push-to-fix period, in the format:	

\$GPS - Set The GPS Module In Power Saving Mode		SELINT 2
	\$GPS: <mode>,<PTF_Period>	
AT\$GPS=?	Test command returns the available range for <mode> and <PTF_Period>	
Note	Available in "controlled mode" only	

3.5.7.12.15. Wake Up GPS From Power Saving Mode - \$GPSWK

\$GPSWK - Wake Up GPS From Power Saving Mode		SELINT 0 / 1 / 2
AT\$GPSWK	<p>Execution command allows to wake up the GPS module if set in sleeping mode due to power saving.</p> <p>Note: if the GPS module is in tricklepower mode, it will start up, make the fix and then continue to work in power saving mode.</p> <p>Note: if the GPS module is in push-to-fix mode, issuing \$GPSWK permits to wake up it before the push to fix period; after the new fix the GPS module will return in push-to-fix mode with the same parameters.</p> <p>Note: this command turns on the VAUX, so it could interfere with AT#VAUX command (GM862-GPS and GE863-GPS only).</p> <p>Note: if the GPS module is in micro power mode, it will be set to full power mode (same as issuing AT\$GPS=0 command). (GE864-GPS only)</p>	
AT\$GPSWK=?	Test command returns the OK result code	
Note	Available in "controlled mode" only	

3.5.7.12.16. Save GPS Parameters Configuration - \$GPSSAV

\$GPSSAV - Save GPS Parameters Configuration		SELINT 0 / 1 / 2
AT\$GPSSAV	Execution command stores the current GPS parameters in the NVM of the device.	
AT\$GPSSAV=?	Test command returns the OK result code	
Example	AT\$GPSSAV OK	
Note	The module must be restarted to use the new configuration	

3.5.7.13.1. Remote SIM Enable - #RSEN

#RSEN - Remote SIM Enable	SELINT 2
<p>AT#RSEN=<mode> [,<sapformat> [,<role> [,<muxch> [,<beacon> [,<scriptmode>]]]]]</p>	<p>Set command is used to enable/disable the Remote SIM feature. The command returns ERROR if requested on a non multiplexed interface</p> <p>Parameter: <mode> 0 - disable 1 - enable <sapformat> 1 - binary SAP (default) <role> 0 - remote SIM Client (default)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> If the ME doesn't support the Easy Script Extension® or <scriptmode> is omitted or <scriptmode> is 0 </div>

3.5.7.15.7. DTMF decoder

3.5.6.16.135. Embedded DTMF decoder enabling - #DTMF

#DTMF - Embedded DTMF decoder enabling	SELINT 2
<p>AT#DTMF=<mode></p>	<p>Set command enables/disables the embedded DTMF decoder.</p> <p>Parameters: <mode>: 0 - disable DTMF decoder (default) 1 - enables DTMF decoder 2 - enables DTMF decoder without URC notify</p> <p>Note: This functionality has to be enabled only with</p>

	<p>AT#CPUMODE=1.</p> <p>Note: if <mode>=1, the receiving of a DTMF tone is pointed out with an unsolicited message through AT interface in the following format:</p> <p>#DTMFEV: x with x as the DTMF digit</p> <p>Note: the duration of a tone should be not less than 50ms.</p> <p>Note: the value set by command is not saved and a software or hardware reset restores the default value. The value can be stored in NVM using profiles.</p> <p>Note: When DTMF decoder is enabled, PCM playing and recording are automatically disabled (AT#SPCM will return error).</p>
AT#DTMF?	<p>Read command reports the currently selected <mode> in the format:</p> <p>#DTMF: <mode></p>
AT#DTMF=?	<p>Test command reports supported range of values for all parameters.</p>

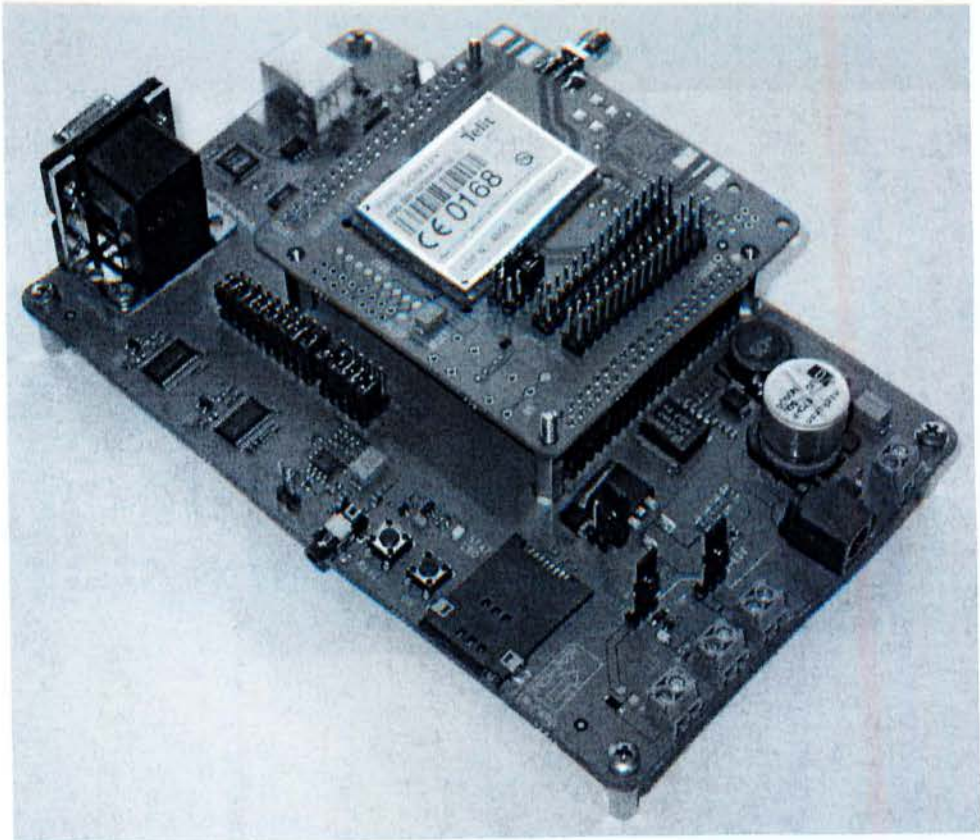
3.5.6.16.136. Embedded DTMF decoder configuration - #DTMFCFG

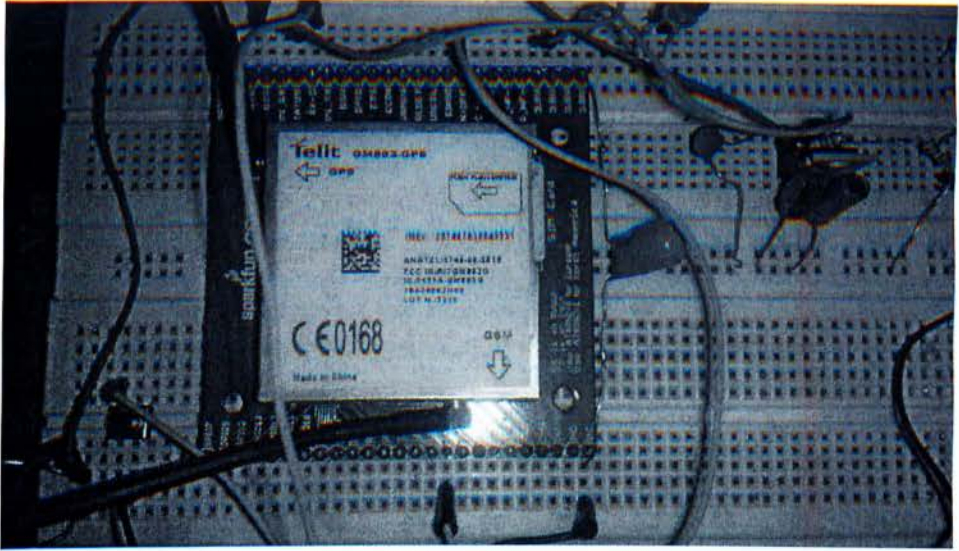
#DTMFCFG – Embedded DTMF decoder configuration	SELINT 2
<p>AT#DTMFCFG=<scaling>,<threshold></p>	<p>Set command allows configuration of the embedded DTMF decoder.</p> <p>Parameters:</p> <p><scaling>: 3..8 – this is the scaling applied to the pcm samples in order to manage arithmetic operations. The default value is 7.</p> <p><threshold>: 1500..9999 – this is the numeric threshold use to detect DTMF tones. The default value is 2500.</p> <p>Note: The default values were chosen after a fine tuning, so every change should be done very carefully to avoid wrong decoding.</p> <p>Note: the values set by command are not saved and a software or hardware reset restores the default value.</p>
AT#DTMFCFG?	<p>Read command reports the currently selected <scaling>,<threshold> in the format:</p>

2.3.3 Σύνδεση Telit GM862 με Arduino

Η σύνδεση του Modem με τον Arduino γίνεται μέσω σειριακής επικοινωνίας. Απλά στα RF Modules συνδέουμε το RX Pin του Arduino στο RX Pin του Modem και το TX Pin του Arduino στο TX Pin του Modem. Επίσης προσέχουμε την τάση που δίνουμε στα σειριακά pins του Modem γιατί δέχονται 3.3V και όχι 5V που έχει στην σειριακή του ο Arduino. Αυτό το κατορθώνουμε με έναν διαιρέτη τάσης. Έπειτα επικοινωνούμε με οποιοδήποτε Terminal από τον υπολογιστή και μετά είμαστε έτοιμοι να γράψουμε τον κώδικα.

2.4 Πλακέτα PCB πτυγιακής εργασίας





2.5 Σενάριο λειτουργίας

Ο σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι η ενεργοποίηση ενός συστήματος εντοπισμού(GPS) κατά βούληση όταν το επιθυμήσει ο χειριστής. Το σύστημα θα αποστέλλει στον χειριστή πληροφορίες για το που βρίσκετε το όχημα, έπειτα ο χειριστής θα έχει τη δυνατότητα να δει την ακριβή τοποθεσία του οχήματος μέσω GPS. Αυτό θα επιτευχθεί χρησιμοποιώντας ένα GPS-GPRS-GSM modem (πιο συγκεκριμένα το GM862 της Telit) σε επικοινωνία με έναν μικροεπεξεργαστή.

Τα δύο θα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με την εξής μορφή, στην περίπτωση ενεργοποίησης του συστήματος κατά απαίτηση του χρήστη, το gm862 θα λαμβάνει συγκεκριμένες εντολές από το χρηστή μέσω του GSM modem που διαθέτει με τη μορφή μηνυμάτων, αυτές θα προωθούνται και θα επεξεργάζονται από τον μικροεπεξεργαστή ο οποίος θα στέλνει τις ανάλογες εντολές στο GM862, ώστε να γίνουν οι ανάλογες ενέργειες για τον εντοπισμού του οχήματος. Η ακριβή τοποθεσία του οχήματος θα μπορεί να φανεί μέσω του link που θα αποστέλλεται με SMS στον χρήστη αφού έχουμε στείλει την κατάλληλη εντολή. Έπειτα ο χρήστης θα μπορεί να προβάλει αυτό το link είτε μέσω του κινητού του είτε μέσω οποιουδήποτε υπολογιστή που έχει πρόσβαση στο internet.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ARDUINO

3.1 Αλγόριθμος

3.1.1 Δήλωση μεταβλητών

Σε αυτή την παράγραφο πραγματοποιούμε τη δήλωση μεταβλητών.

```
#include <NewSoftSerial.h>

char inData[200]; // Allocate some space for the string

char inChar; // Where to store the character read

int index = 0; // Index into array; where to store the character

int AT=0;

int GPSCTRL=10;

int a=0;

char *smsAT;

char *smsREAD;

char *RECsms;

char *ATstr;

char *okstr;

char s3[200];

char CMTI[20];

char *smsTEXT;

char *GPSACP=0;

char NUM[20];

char GPSFIX[10];

char GPSLAT[20];
```

```
char GPSLONG[20];

char GPSSAT[12];
char *GPS=0;

char LAT[10];
char LONG[10];

char LATI1[6];
char LATI2[6];
char LATI3[6];

int gpssatellites=0;

char SATE[10];
char LATI4=0;
char LONGI1[6];
char LONGI2[6];
char LONGI3[6];
char LONGI4=0;
char GPSALT[12];
char ALTI1[10];
char GPSSPEED[12];
char SPEED[10];
int gpsspeed=0;
int gpsspeedkn=0;
int gpsaltitude=0;

int wipe_start_memory =34;

int arrayindex =0;
int indexcounter =0;
int latindex=0;
int longindex=0;
int altindex=0;
```

```
int fixindex=0;
int kmspeedindex=0;
int dateindex=0;
int satindex=0;
int hdopindex=0;
int cogindex=0;
int knspeedindex=0;
char GPSSPEEDKN[12];
char gpssdateday[3];
char gpssdatemonth[3];
char gpssdateyear[3];
char gpstimehours[3];
char gpstimeminutes[3];
char gpstimeseconds[3];
int smsmemory=0;
int cmticounter=0;
char RELAY1[10];
NewSoftSerial mySerial(2, 3);

void setup(){
  pinMode(13, OUTPUT);
  digitalWrite(13, LOW);
  mySerial.begin(9600);
  Serial.begin (9600);
  delay(500);
  mySerial.println("AT+CMGF=1");
  delay(500);
  mySerial.println("AT$GPSP=1");
```

```

delay(500);

//mySerial.println("AT+CNMI=1,1,0,0,0");

pinMode(12, OUTPUT);

mySerial.println("AT+CNMI=1,1,0,0,0");

delay(400);

}

```

3.1.2 Κυρίως πρόγραμμα

Στο κυρίως πρόγραμμα προγραμματίζετε η κύρια λειτουργία του συστήματος μας. Ο Arduino είναι αυτός που διαχειρίζεται τα πακέτα του Modem και στέλνει τις απαραίτητες εντολές για να αντλήσει πληροφορίες ή να μας αποστείλει αυτές.

```

void loop() {

if (strcmp (RELAY1,"RELAYON")==0) {

digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on

Serial.println("RELAY ON!!!");

delay(2000);

memset(RELAY1, 0, sizeof(RELAY1));

memset(smsREAD, 0, sizeof(smsREAD));

AT=1;

}

if (AT<=1){

Serial.println("Sending AT");

delay(500);

mySerial.println("AT");

```

```

}
if (GPSCTRL==0){
  Serial.println("REQUESTING GPS");
  delay(500);

  mySerial.println("AT$GPSACP");
}
while (mySerial.available() > 0) // Don't read unless
// there you know there is data
{
  if(index <= 80) // One less than the size of the array
  {
    inChar = mySerial.read();// Read a character
    inData[index] = inChar; // Store it
    index++; // Increment where to write next*-t
    inData[index] = '\0'; // Null terminate the string
    Serial.print("AT====");
    Serial.println(AT);
    RECsms=strstr(inData,"CMTI") ;
    ATstr=strstr (inData,"AT");
    okstr=strstr (inData,"OK");
    smsAT=strstr (inData,"CMGR");
    smsREAD=strstr (inData,"REC");
    GPSACP=strstr(inData,"GPSACP:") ;
    Serial.print("inData=====");
    Serial.println(inData);
    Serial.print("inChar=====");
    Serial.println(inChar);
  }
}

```

```

Serial.print("ATstr=");
Serial.println(ATstr);
Serial.print("okstr=");
Serial.println(okstr);
Serial.print("smsAT=");
Serial.println(smsAT);
Serial.print("smsREAD=");
Serial.println(smsREAD);
Serial.print("RECsms=");
Serial.println(RECsms);
Serial.print("GPSACP=");
Serial.println(GPSACP);
//TESXT OF MESSAGE=====
if (AT==5){
  if (strcmp (okstr,"OK") == 0) {
    AT=6;
    a=2;
    strncpy(s3,&smsREAD[55],5);
    Serial.println("s3====");
    Serial.println(s3);
    strncpy(NUM,&smsREAD[13],13);
    Serial.println("NUM====");
    Serial.println(NUM);
  }
}

if (inChar == ',') {
  arrayindex=index-1;

```

```
indexcounter++;  
  
switch (indexcounter) {  
case 1:  
    latindex= index;  
    break;  
case 2:  
    longindex = index;  
    break;  
case 3:  
    hdopindex= index;  
    break;  
case 4:  
    altindex = index;  
    break;  
case 5:  
    fixindex= index;  
    break;  
case 6:  
    cogindex= index;  
    break;  
case 7:  
    kmspeedindex = index;  
    break;  
case 8:  
    knspeedindex= index;  
    break;  
case 9:  
    dateindex = index;
```



```

        break;

    case 10:
        satindex = index;
        break;

    default:
        break;

    }
}

//END TEXT OF MESSAGE

} // end of if=====

else {
    index=0;
} //END OF READING+START OF CONTROLS=====

//=====AT

if (strcmp (ATstr,"AT") == 0) {
    if (AT==0) {

        ATstr=0;
        AT=1;
        index=0;
    }
}

if (strcmp (okstr,"OK") == 0) {
    if (AT==1)

```

```

{
    okstr=0;

    AT=2;

    Serial.println("Correct!");

    index=0;
}
} //END OF AT=====

//START OF NEW MESSAGE ARRIVAL=====
if (strcmp (RECsms,"CMTI")==0){
    AT=3;
}

if (AT==3){
    strncpy(CMTI,&RECsms[11],2);
    Serial.print("SMS MEMORY =");
    Serial.println(CMTI);
    smsmemory = atoi (CMTI);
    cmtcounter=atoi (CMTI);
}

//START OF RECEIVING MESSAGE

if (strcmp (smsAT,"CMGR")==0){
    AT=4;
    index=0;
}

if (AT==4){
    if (strcmp (smsREAD,"REC")==0){
        a=1;
        AT=5;
    }
}

```

```

    }

} // END OF RECEIVE=====

if (strcmp (GPSACP,"GPSACP:") == 0) {

    indexcounter=0;

    arrayindex=0;

    if (GPSCTRL==0)

    {

        GPSCTRL=1;

        Serial.println("ATTENTION GETTING GPS COORDINATES");

        index=0;

    }

}

if (strcmp (okstr,"OK") == 0) {

    if (GPSCTRL==1)

    {

        okstr=0;

        GPSCTRL=2;

        Serial.println("Correct!");

    }

}

} // end of while=====

if (GPSCTRL==2){

    strncpy(GPSFIX,&inData[28],2);

    Serial.print("GPSFIX =");

    Serial.println(GPSFIX);

    GPSCTRL=3;

```

```

if (strcmp (GPSFIX, "00") == 0) {

  GPSCTRL=0;

  Serial.println("GPS POTITION NOT FIXED...RESENDING..");

}

else {

  strncpy(GPSFIX,&inData[70],2);

  Serial.print("GPSFIX =");

  Serial.println(GPSFIX);

  // Latitude

  strncpy(LATI1,&inData[latindex],2);

  strncpy(LATI2,&inData[latindex+2],2);

  strncpy(LATI3,&inData[latindex+5],4);

  LATI4 = inData[latindex+9];

  Serial.print("GPSLATITUDE = ");

  Serial.print(LATI1);

  Serial.print(" ");

  Serial.print(LATI2);

  Serial.print(".");

  Serial.print(LATI3);

  Serial.print("North/South: ");

  Serial.println(LATI4);

  // Longitude

  strncpy(LONGI1,&inData[longindex],3);

  strncpy(LONGI2,&inData[longindex+3],2);

  strncpy(LONGI3,&inData[longindex+6],4);

  LONGI4 = inData[longindex+10];

  Serial.print("GPSLONGITUDE=");

```

```
Serial.print(LONGI1);  
  
Serial.print(" ");  
Serial.print(LONGI2);  
  
Serial.print(".");  
Serial.print(LONGI3);  
  
Serial.print("East/West: ");  
Serial.println(LONGI4);
```

```
// Altitude
```

```
strncpy(GPSALT,&inData[altindex],(fixindex-1)-altindex);  
  
Serial.print("GPSALT: ");  
Serial.println(GPSALT);
```

```
// Speed (Km/h)
```

```
strncpy(GPSSPEED,&inData[kmspeedindex],(knspeedindex-1)-kmspeedindex);  
  
Serial.print("GPSSPEED: ");  
Serial.println(GPSSPEED);
```

```
// Speed (Knots/h)
```

```
strncpy(GPSSPEEDKN,&inData[knspeedindex],(dateindex-1)-knspeedindex);  
  
Serial.print("GPSSPEEDKN: ");  
Serial.println(GPSSPEEDKN);
```

```
// Number Of Satellites
```

```
strncpy(GPSSAT,&inData[satindex],2);  
  
Serial.print("Locked Satellites: ");  
Serial.println(GPSSAT);
```

```

// Date & Time

strncpy(gpsdateday,&inData[dateindex],2);

Serial.print("Date: ");

Serial.print(gpsdateday);

strncpy(gpsdatemonth,&inData[dateindex+2],2);

Serial.print("/");

Serial.print(gpsdatemonth);

strncpy(gpsdateyear,&inData[dateindex+4],2);

Serial.print("/");

Serial.print(gpsdateyear);

Serial.print(" ");

strncpy(gpstimehours,&inData[1],2);

strncpy(gpstimeminutes,&inData[3],2);

strncpy(gpstimeseconds,&inData[5],2);

Serial.print(gpstimehours);

Serial.print(":");

Serial.print(gpstimeminutes);

Serial.print(":");

Serial.print(gpstimeseconds);

GPCTRL=4;

}

}

if (AT==3){

    delay(1000);

    // check for message memory full

    Serial.println("REQUESTING MESSAGE");

    mySerial.print("AT+CMGR=");

    mySerial.println(cmticounter) ;

```

```

}
if (AT==6){
  strncpy(RELAY1,&smsREAD[55],7); // if relayon sms
  GPS=strstr (s3,"GPSON");
  if (strcmp (GPS,"GPSON")==0){
    AT=7;
    GPSCTRL=0;
  }
}
if (GPSCTRL==4){
  mySerial.print("AT+CMGF=1\r\n");
  delay(300);
  mySerial.print("AT+CMGS=");
  delay(300);
  // Replace with a valid phone number
  mySerial.print(NUM);
  mySerial.print("\r\n");
  delay(300);
  mySerial.print("NaThAN's GPS location: ");
  mySerial.print("http://maps.google.com/maps?q=");
  mySerial.print(LAT11);
  mySerial.print("+");
  mySerial.print(LAT12);
  mySerial.print(".");
  mySerial.print(LAT13);
  mySerial.print("+");
  mySerial.print(LAT14);
  mySerial.print(",+");

```

```

mySerial.print(LONGI1);
mySerial.print("+");
mySerial.print(LONGI2);
mySerial.print(".");
mySerial.print(LONGI3);
mySerial.print("+");
mySerial.print(LONGI4);

//mySerial.print("&ll=38.011481,23.801773&spn=0.00179,0.004128&t=h&z=19"); // In
Satellite view mode

mySerial.print(" ");
mySerial.print("Satellites:");
mySerial.print(GPSSAT);
mySerial.print(", ");
mySerial.print("Alt:");
mySerial.print(GPSALT);
mySerial.print("m");
mySerial.print(", ");
mySerial.print("Speed:");
mySerial.print(GPSSPEED);
mySerial.print("Km/h, ");
mySerial.print("Date: ");
mySerial.print(gpsdateday);
mySerial.print("/");
mySerial.print(gpsdatemonth);
mySerial.print("/");
mySerial.print(gpsdateyear);
mySerial.print(" ");
mySerial.print(gpstimehours);

```



```

mySerial.print(":");
mySerial.print(gpstimeminutes);
mySerial.print(":");
mySerial.print(gpstimeseconds);
mySerial.print(" UTC");

delay(300);

// End the SMS with a control-z
mySerial.print(0x1A,BYTE);

AT=7;

GPSCTRL=5;

if (smsmemory>=20){
  Serial.println("SMS MEMORY FULL!!!");
  delay(1000);
  while (wipe_start_memory>>0) {
    Serial.print("Deleting message memory: ");
    Serial.println(wipe_start_memory);
    mySerial.print("AT+CMGD=");
    mySerial.println(wipe_start_memory);
    delay(600);
    wipe_start_memory=wipe_start_memory-1;
    smsmemory=0;
    // memset(CMTI, 0, sizeof(CMTI));
  }
  wipe_start_memory=34;
  delay(1000);

```

```
}  
  
memset(GPSFIX, 0, sizeof(GPSFIX));  
  
memset(GPSLAT, 0, sizeof(GPSLAT));  
  
memset(GPSLONG, 0, sizeof(GPSLONG));  
  
memset(inData, 0, sizeof(inData));  
memset(LAT, 0, sizeof(LAT));  
  
memset(LONG, 0, sizeof(LONG));  
  
LATI4=0;  
  
gpssatellites=0;  
  
LONGI4=0;  
  
memset(GPSLAT, 0, sizeof(GPSLAT));  
  
memset(SATE, 0, sizeof(SATE));  
  
memset(GPSSPEED, 0, sizeof(GPSSPEED));  
  
}  
} //=====End of loop=====
```

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Βιβλιογραφία

1. <http://www.arduino.cc/>
2. <http://grobotronics.com>
3. http://el.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications
4. http://el.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
6. <http://users.sch.gr/>
7. http://el.wikipedia.org/wiki/Συναγερμός_αυτοκινήτου/
8. <http://www.engineersgarage.com>
9. <http://deltahacker.gr>
10. <http://itp.nyu.edu/physcomp/>
11. <http://sparkfun.com>
12. <http://www.grobot.gr/>
14. <http://www.mechatronics.gr/>
15. <http://www.datasheetcatalog.com/>
16. <http://fritzing.org/>