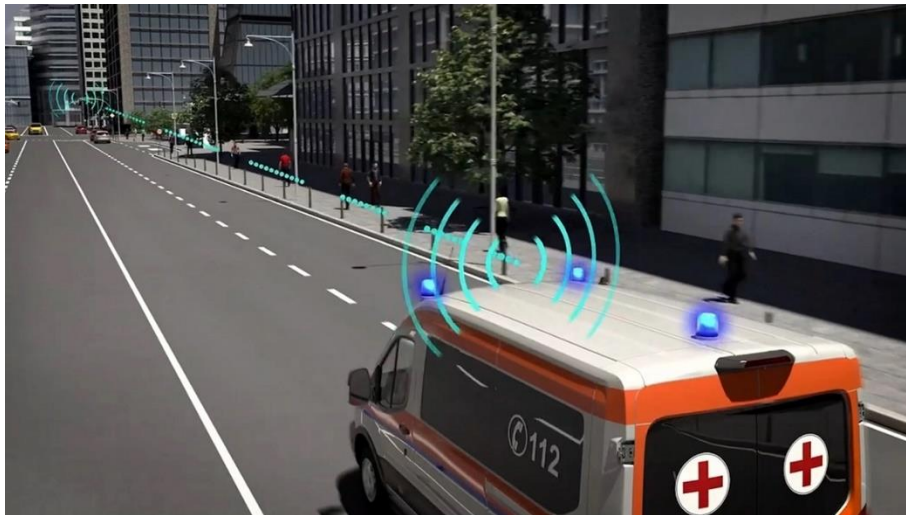


ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΣΚΕΥΗΣ
ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ ΓΙΑ
ΠΑΡΟΧΗ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΟΧΗΜΑΤΑ
ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ»



Των φοιτητών
ΓΡΗΓΟΡΙΑΔΗ ΘΕΟΔΩΡΟΥ
Αρ. Μητρώου: 515170
ΚΡΙΚΕΛΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ
Αρ. Μητρώου: 516064

Επιβλέπων
Ονοματεπώνυμο **ΓΙΑΚΟΥΜΗΣΑΓΓΕΛΟΣ**
Βαθμίδα Λέκτορας

Ημερομηνία ...04/09/2022...

Τίτλος Δ.Ε. Σχεδίαση και κατασκευή συσκευής ελέγχου φωτεινού σηματοδότη για παροχή προτεραιότητας σε οχήματα έκτακτης ανάγκης με χρήση μικροελεγκτή.

Κωδικός Δ.Ε. 21256

Όνοματεπώνυμο φοιτητών: ΓΡΗΓΟΡΙΑΔΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ, ΚΡΙΚΕΛΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ

Όνοματεπώνυμο εισηγητή: ΓΙΑΚΟΥΜΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ

Ημερομηνία ανάληψης: Δ.Ε 03-04-2021

Ημερομηνία περάτωσης: Δ.Ε. 04-09-2022

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

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία των φοιτητών ΓΡΗΓΟΡΙΑΔΗ ΘΕΟΔΩΡΟΥ και ΚΡΙΚΕΛΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ που την εκπόνησαν. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οποιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιοδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

Η παρούσα Διπλωματική εργασία είναι αφιερωμένη στις οικογένειές μας για την πολύτιμη στήριξή τους και στους εαυτούς μας που καταφέραμε να φτάσουμε ως το τέλος αυτού του όμορφου ταξιδιού των σπουδών μας!

«Αφιέρωση»

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε κατά τη θερινή περίοδο του Ακαδημαϊκού Έτους 2021-2022 στα πλαίσια του Προπτυχιακού Προγράμματος του τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η εργασία πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του κ. Γιακουμή Άγγελου.

Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί η σχεδίαση και η κατασκευή συσκευής ελέγχου φωτεινού σηματοδότη για παροχή προτεραιότητας σε οχήματα έκτακτης ανάγκης με χρήση μικροελεγκτή.

Ο σημαντικότερος λόγος που οδήγησε τους φοιτητές στη συγγραφή της συγκεκριμένης Διπλωματικής Εργασίας, είναι φυσικά το κυκλοφοριακό πρόβλημα που επικρατεί και αντιμετωπίζει καθημερινά η κοινωνία, ειδικότερα στις μεγαλουπόλεις. Τα οχήματα έκτακτης ανάγκης, πολλές φορές εγκλωβίζονται ανάμεσα στα υπόλοιπα οχήματα, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται σε μεγάλο βαθμό το έργο τους. Ο λόγος αυτός αποτέλεσε κίνητρο για τους φοιτητές και ευελπιστούν στο μέλλον η ιδέα της εργασίας τους να γίνει πράξη. Συγκεκριμένα, οραματίζονται στο μέλλον να δημιουργηθούν οι κατάλληλες υποδομές έτσι ώστε τα οχήματα έκτακτης ανάγκης να υλοποιούν το σημαντικό έργο τους χωρίς κανένα άλλο όχημα να τους δυσκολεύει.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

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

Το πρόβλημα αυτό, έχει ως αντίκτυπο στα οχήματα έκτακτης ανάγκης, όπως είναι το ασθενοφόρο, το περιπολικό και το πυροσβεστικό, τα οποία πρέπει να κινούνται με «άνεση» στους δρόμους λόγω αναγκαιότητας και χρησιμότητας πρέπει να έχουν άμεση πρόσβαση σε ένα επείγον περιστατικό ώστε να προσφερθούν γρήγορα οι υπηρεσίες που παρέχει το κάθε ένα από αυτά.

Στα πλαίσια αυτής της πτυχιακής, θα μελετήσουμε τον έλεγχο των φωτεινών σηματοδοτών για την παροχή προτεραιότητας στα οχήματα έκτακτης ανάγκης. Η πραγματοποίηση αυτή θα γίνει μέσω μια κατασκευής με τη χρησιμοποίηση μικροελεγκτή.

Αρχικά, γίνεται μια ιστορική αναδρομή για τον τρόπο λειτουργίας των φωτεινών σηματοδοτών και τη σχεδίαση τους.

Στη συνέχεια, γίνεται μια περιγραφή για τη χρήση και τον τρόπο προγραμματισμού των μικροελεγκτών καθώς και μια μικρή ανάλυση του ARDUINO, της λειτουργίας του GPS και του πομποδέκτη.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, παρουσιάζεται αναλυτικά η κατασκευή, ο προγραμματισμός και η λειτουργία του συστήματος παροχής προτεραιότητας σε οχήματα έκτακτης ανάγκης στους φωτεινούς σηματοδότες μιας διασταύρωσης.

«Light signal control for priority of emergency vehicles with use microcontroller»

PANAGIOTIS KRIKELIS

THEODOROS GRIGORIADIS

ABSTRACT

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

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

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

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

First is a throwback to the way traffic lights and their design.

Then a description is given for the use and how to program microcontrollers, as well as a little analysis of ARDUINO, GPS and transceiver operation.

In the last chapter, the construction, planning and operation of the system for giving priority to emergency vehicles at the traffic lights of an intersection is presented in detail.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο, οι συντάκτες της εργασίας θα ήθελαν να ευχαριστήσουν τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Γιακουμή Άγγελο για την εποικοδομητική συνεργασία καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησής της. Επίσης, οφείλουν να ευχαριστήσουν τους δικούς τους ανθρώπους για την διαρκή υλική και ψυχική συμπαράσταση, όχι μόνο κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αλλά κυρίως και σε όλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής πορείας.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ABSTRACT	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	7
1. ΦΩΤΕΙΝΟΙ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΕΣ	8
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ	8
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	8
1.3 ΦΩΤΕΙΝΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ	11
1.4 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΩΝ	13
1.5 ΤΥΠΟΙ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ	14
1.6 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	16
1.7 ΘΕΣΕΙΣ ΚΕΦΑΛΩΝ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	17
1.8 ΣΤΗΡΙΞΗ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	18
1.9 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗΣ	20
2. ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ	22
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ	22
2.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ	23
2.3 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ	24
2.4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ARDUINO	25
2.5 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	26
2.6 ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗ	27
2.7 ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ GPS	29
2.8 ΔΟΜΗ GPS	30
2.9 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	31
2.10 ΤΡΙΓΩΝΙΣΜΟΣ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ	32
2.11 ΠΟΜΠΟΣ	35
2.12 ΔΕΚΤΗΣ	35
3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	35
3.1 ΟΙ ΠΛΑΚΕΤΕΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ	35
3.2 Η ΠΛΑΚΕΤΑ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ΤΟΥ ΔΕΚΤΗ	36
3.3 Η ΠΛΑΚΕΤΑ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ΤΟΥ ΠΟΜΠΟΥ	37

3.4 ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ARDUINO IDE.....	40
3.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΩΝ	41
3.6 ΡΥΘΜΙΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗ	44
3.6.1 Ο ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗΣ HC-12.....	44
3.7 ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΙΣΧΥΟΣ	48
3.8 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΣ.....	49
3.9 Ο ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ GPS	51
3.10 ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΚΩΔΙΚΑΣ ARDUINO	53
3.11 ΟΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΝΜΕΑ	54
3.12 ΚΩΔΙΚΑΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ.....	57
3.13 Η ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ ΩΣ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΣ.....	61
3.14 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΩΝ.....	69
Βιβλιογραφικές αναφορές	78
Βιβλία 80	

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εικόνα 1.1: Garrett Morgan.....	9
Εικόνα 1.2: Στύλος σε σχήμα T.....	9
Εικόνα 1.3: Ντιτρόιτ 1920.....	10
Εικόνα 1.4: Η χαοτική κίνηση πεζών και αυτοκινήτων στην Ομόνοια 1955.....	10
Εικόνα 1.5: Τυπική μορφή φωτεινού σηματοδότη (κυκλικής μορφής).....	12
Εικόνα 1.6: Τυπική μορφή φωτεινού σηματοδότη (βέλη πορείας).....	12
Εικόνα 1.7: Φωτεινή σηματοδότηση για πεζούς.....	12
Εικόνα 1.8: Φωτεινή σηματοδότηση για ποδηλάτες.....	13
Εικόνα 1.9: Λαμπτήρες σηματοδοτών αριστερά διακρίνεται ο λαμπτήρας πυρακτώσεως και δεξιά λαμπτήρας αλογόνου.....	15
Εικόνα 1.10: Λαμπτήρας σηματοδότη.....	15
Εικόνα 1.11: Στερέωση με απλό βραχίονα.....	19
Εικόνα 1.12: Στερέωση με βραχίονα με επέκταση.....	19
Εικόνα 1.13: Φωτεινός σηματοδότης όπου διακρίνεται το λευκό πλαίσιο αντίθεσης.....	20
Εικόνα 1.14: Αντιθαμβωτική μάσκα με κυψέλες.....	21
Εικόνα 1.15: Αντιθαμβωτική μάσκα με σχισμές.....	21

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Εικόνα 2.1: Τηλεματική	27
Εικόνα 2.2: Πομποδέκτης και πληροφορία.....	28
Εικόνα 2.3: Δομή συστήματος GPS	31
Εικόνα 2.4: Προσδιορισμός χρόνου ταξιδιού σήματος με την χρήση συγχρονισμένου κώδικα ...	32
Εικόνα 2.5: Πιθανά σημεία δέκτη όταν μετρηθεί η απόσταση από τρεις δορυφόρους.....	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Εικόνα 3.0: ARDUINO UNO.....	36
Εικόνα 3.0.1: ARDUINO MEGA.....	38
Εικόνα 3.1: ARDUINO IDE.....	40
Εικόνα 3.2: HC-12.....	44
Εικόνα 3.3: Κολλήσεις ακίδων σε πομποδέκτη και GPS.....	48
Εικόνα 3.4: Serial Monitor δέκτη.....	51
Εικόνα 3.5: NEO-6M GPS.....	52
Εικόνα 3.6: Οι προτάσεις NMEA στο Serial Monitor	55
Εικόνα 3.7: Η τοποθεσία γεωγραφικού μήκους και πλάτους στο Serial Monitor	61
Εικόνα 3.8: Τοποθεσία Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων..	62
Εικόνα 3.9: Τοποθεσία εκκίνησης κόμβου Σίνδου με κατεύθυνση την ΒΙ.ΠΕ.....	62
Εικόνα 3.10: Τοποθεσία εκκίνησης κόμβου Σίνδου με κατεύθυνση την Εθνική Οδό.....	63
Εικόνα 3.11: Τοποθεσία εκκίνησης Ανδρέα Παπανδρέου με κατεύθυνση τη Σίνδο.....	64
Εικόνα 3.12: Τοποθεσία εκκίνησης Ανδρέα Παπανδρέου με κατεύθυνση την Εθνική Οδό.....	64
Εικόνα 3.13: Δοκιμή φωτεινών σηματοδοτών με 6 LED.....	70
Εικόνα 3.14: Απεικόνιση συνδέσεων των LED με το ARDUINO μέσω του προγράμματος tinkercad.....	70
Εικόνα 3.15: Δοκιμή φωτεινών σηματοδοτών με 12 LED.....	71
Εικόνα 3.16: Κολλήσεις καλωδίων	71
Εικόνα 3.17: Υπόγεια καλώδια.....	72
Εικόνα 3.18: Κολλήσεις στύλων και δρόμου.....	72
Εικόνα 3.19: Κολλήσεις των LED	73
Εικόνα 3.20: Τοποθέτηση καφάο φωτεινών σηματοδοτών	73
Εικόνα 3.21: Τοποθέτηση οδικών πινακίδων	74
Εικόνα 3.22: Τελική κατασκευή σε λειτουργία.....	74

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1: ARDUINO UNO.....	37
Πίνακας 3.2: ARDUINO MEGA.....	39
Πίνακας 3.3: Ο ρυθμός Baud	46
Πίνακας 3.4: Τιμές μετάδοσης ισχύος.....	48
Πίνακας 3.5: Σύνδεση HC-12 με το ARDUINO MEGA.....	49
Πίνακας 3.6: Σύνδεση HC-12 με το ARDUINO UNO.....	49
Πίνακας 3.7: Σύνδεση GPS NEO-6M με το ARDUINO MEGA	53
Πίνακας 3.8: Ανάλυση προτάσεων NMEA	56
Πίνακας 3.9: Πίνακας Κόστους.....	75

1. ΦΩΤΕΙΝΟΙ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΕΣ

1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Ο φωτεινός σηματοδότης ή στην καθομιλουμένη φανάρι είναι μια κατηγορία σηματοδοτών, οι οποίοι ρυθμίζουν την κυκλοφορία των οχημάτων με τη χρήση λαμπτήρων, οι οποίοι φωτοβολούν εναλλασσόμενα και περιοδικά. Ο τρόπος και ο χρόνος εναλλαγής των λαμπτήρων ρυθμίζεται από ειδικό ηλεκτρονικό σύστημα, που ελέγχει η Τροχαία και το αρμόδιο υπουργείο για τις συγκοινωνίες.

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

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

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

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

("Combination traffic guide and traffic regulating signal"). [15],[26],[27]

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

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

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

Τα χρώματα των φαναριών που αναπαριστούν σταμάτημα και ξεκίνημα ενδέχεται να προήλθαν από αυτά που τακτοποιούσαν το λιμάνι (κόκκινο) και το στρίψιμο προς τα δεξιά (πράσινο) στη ναυσιπλοΐα. Σύμφωνα με τους κανόνες ναυτικής κυκλοφορίας, το πλοίο από τα αριστερά έπρεπε να σταματήσει για αυτό που έρχεται από τα δεξιά πράγμα που ισχύει πλέον και στην χερσαία κυκλοφορία. [15],[26],[27]



Εικόνα 1.1: Garrett Morgan



Εικόνα 1.2: Στύλος σε σχήμα T



Εικόνα 1.3: Ντιτροϊτ 1920

Η Γαλλία ήταν η πρώτη ευρωπαϊκή χώρα που τοποθέτησε φανάρια. Ήταν στο Παρίσι το 1922 που και οι κάτοικοι της Δυτικής Ευρώπης εντάχθηκαν στις τάξεις των πολιτών που κινούνταν στους δρόμους, καθοδηγούμενοι από τις ενδείξεις ενός φαναριού. Πριν από την Αγγλία (την πολιτεία όπου αυτή η εφεύρεση της ανθρωπότητας είδε το φως για πρώτη φορά), τα ηλεκτρικά φανάρια "έπιασαν" μόλις το 1927.

Στην Ελλάδα, οι φωτεινοί σηματοδότες άργησαν να φτάσουν παρόλο που η κυκλοφοριακή συμφόρηση στους κεντρικούς δρόμους της πρωτεύουσας ήταν μεγαλειώδης. Πάντως κάποια λιγοστά φανάρια στα τέλη της δεκαετίας του 1940 είχαν κάνει την εμφάνισή τους με η απαρχαιωμένη τους τεχνολογία (ίσως μονού φωτισμού) καθώς και η τοποθέτησή τους σε ακατάλληλα μεγάλο ύψος τα είχε απαξιώσει στα μάτια των οδηγών, γεγονός που αύξανε τον κίνδυνο των ατυχημάτων. Σε ένα σύνολο 16.315 κυκλοφορόντων οχημάτων στην Αθήνα το 1949 είχαν προκύψει 1263 ατυχήματα.[15],[27]



Εικόνα 1.4

Η χαοτική κίνηση πεζών κι αυτοκινήτων στην Ομόνοια το 1955.

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

1.3 ΦΩΤΕΙΝΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

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

Όσον αφορά στις χρωματικές ενδείξεις, στην Ελλάδα, όπως και παγκοσμίως, εφαρμόζονται τρία διαφορετικά χρώματα, πράσινο, κίτρινο και κόκκινο, σε σταθερή και αναλάμπουσα μορφή. Κατά τον ελληνικό Κ.Ο.Κ., υπάρχουν οι παρακάτω ενδείξεις:

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

Τα σύμβολα που είναι δυνατόν να εμφανίζονται στις ενδείξεις των φωτεινών σηματοδοτών είναι : βέλη πορείας, σύμβολα για πεζούς, ενδείξεις παραχώρησης ή υποχρεωτικής πορείας, σύμβολα προειδοποίησης.[28]



Εικόνα 1.5: Τυπική μορφή φωτεινού σηματοδότη (κυκλικής μορφής).



Εικόνα 1.6: Τυπική μορφή φωτεινού σηματοδότη (βέλη πορείας).



Εικόνα 1.7: Φωτεινή σηματοδότηση για πεζούς



Εικόνα 1.8: Φωτεινή σηματοδότηση για ποδηλάτες

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

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

1.4 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΩΝ

Η φωτεινή σηματοδότηση εφαρμόζεται σε περιπτώσεις όπου απαιτείται η ρύθμιση της διέλευσης ή μη κατά κύριο λόγο οχημάτων σε συγκεκριμένα σημεία της οδού, και για συγκεκριμένους λόγους. Τέτοιες περιπτώσεις είναι οι ακόλουθες: [17]

- Ισόπεδοι κόμβοι με μεγάλους φόρτους κυκλοφορίας ή χωρίς ασφαλή διαμόρφωση, ή κόμβοι όπου επιθυμείτε επενεργούμενη σηματοδότηση λόγω υψηλού φόρτου στη μία διεύθυνση και χαμηλού στην άλλη.
- Σε ισόπεδες διαβάσεις σιδηροδρόμων.

- Σε σταθμούς διοδίων για έγκαιρη επιλογή της κατάλληλης λωρίδας.
- Σε εισόδους αυτοκινητοδρόμων, για έλεγχο της προσπέλασης.
- Στις προσβάσεις στενών τμημάτων με μία λωρίδα κυκλοφορίας όπως στενές γέφυρες ή σήραγγες ή περιοχές εκτέλεσης έργων, για την εναλλάξ κίνηση των δυο αντιθέτων ρευμάτων κυκλοφορίας. Μπροστά από κινητές γέφυρες, για ακινητοποίηση των οχημάτων κυκλοφορίας.
- Σε περιπτώσεις εφαρμογής αντίθετης κατεύθυνσης λωρίδων, για υπόδειξη των επιτρεπόμενων λωρίδων κίνησης.
- Μέσα σε περιοχές φορτοεκφορτώσεων, για την ασφαλή κίνηση των οχημάτων.
- Μπροστά και κοντά σε σταθμούς έκτακτης ανάγκης, για παραχώρηση της προτεραιότητας.

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

1.5 ΤΥΠΟΙ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ

Οι φωτεινές πηγές που χρησιμοποιούνται σε έναν σηματοδότη είναι ο πιο καθοριστικός παράγοντας στο ζήτημα του κόστους λειτουργίας του συστήματος σηματοδότησης. Η φωτεινή πηγή θα πρέπει να συνδυάζει χαμηλή κατανάλωση, ικανοποιητικά φωτεινά χαρακτηριστικά, διάρκεια στην απόδοση και αξιοπιστία λειτουργίας. [17]

Οι τύποι φωτεινών πηγών που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι οι εξής:

- Λαμπτήρες πυρακτώσεως: Είναι οι παλαιότεροι τύποι λαμπτήρων σε σηματοδότες. Λειτουργούν με τάση 220 V και έχουν ισχύ 25-100 Watt (για σηματοδότες οχημάτων, 75-100 Watt). Έχουν διάρκεια ζωής περί τις 8.000 ώρες.
- Λαμπτήρες αλογόνου: Βελτιωμένη εκδοχή λαμπτήρων, με πολύ χαμηλότερη κατανάλωση και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Λειτουργούν με τάση 10-15 V, με χρήση μετασχηματιστή, και έχουν ισχύ 20-30 Watt σε κάθε εφαρμογή. Έχουν διάρκεια ζωής περί τις 15.000 ώρες.

- Φωτεινές πηγές με διόδους LED: Η τελευταία εξέλιξη στο χώρο της φωτεινής σηματοδότησης. Έχουν ισχύ 10-15 Watt, αλλά με πολύ χαμηλές απώλειες, και διάρκεια ζωής περί τις 100.000 ώρες.

Η εφαρμογή των διόδων τύπου LED κερδίζει συνεχώς έδαφος στην Αμερική, όπου ήδη σε πολλές περιπτώσεις οι κλασικές κεφαλές με λαμπτήρες αντικαθίστανται μαζικά από συστήματα LED. Τα εν λόγω συστήματα συνδυάζουν πολύ χαμηλή κατανάλωση και πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής, κάτι που ελαχιστοποιεί το κόστος λειτουργίας και συντήρησης. Αλλά και από τεχνικής απόψεως, τα συστήματα LED προσφέρουν μεγάλη φωτεινή ένταση και διάρκεια των χαρακτηριστικών τους σε βάθος χρόνου και φωτεινή ομοιομορφία της επιφάνειας του σήματος. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί και ότι η μη απαίτηση του ανακλαστήρα και η χρήση διαφορετικού είδους κρυστάλλων, εξαλείφουν και το πρόβλημα της θάμβωσης.[17]



Εικόνα 1.9: Λαμπτήρες σηματοδοτών αριστερά διακρίνεται ο λαμπτήρας πυρακτώσεως και δεξιά λαμπτήρας αλογόνου.



Εικόνα 1.10: Λαμπτήρας σηματοδότη

1.6 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ

Τα συστήματα σηματοδότησης διαχωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, με βάση το είδος επενέργειας από την κυκλοφορία και το είδος του συντονισμού μεταξύ διαφορετικών κόμβων. Το είδος του εφαρμοζόμενου συστήματος επηρεάζει τον απαιτούμενο τεχνικό εξοπλισμό. Ως προς το είδος επενέργειας, διακρίνονται οι παρακάτω τύποι:[17]

Σηματοδότηση σταθερού χρόνου (pretimed ή fixedtime): Ο χρόνος κάθε φάσης σηματορρύθμισης είναι σταθερός. Μπορεί να υπάρχουν απλώς διαφορετικά προγράμματα με βάση την περίοδο της ημέρας.

Σηματοδότηση ημιεπενεργούμενη από την κυκλοφορία (semi-actuated): Στην περίπτωση αυτή καταγράφεται η κυκλοφορία σε μία ή περισσότερες, αλλά όχι σε όλες, τις προσβάσεις. Με βάση τις καταγραφές αυτές είναι δυνατό να μεταβληθούν δυναμικά και επί τόπου οι χρόνοι σηματοδότησης. Συνήθως η καταγραφή γίνεται στις προσβάσεις των ασθενέστερων κινήσεων, ώστε να διακόπτονται οι κύριες κινήσεις μόνο όταν παρουσιάζονται οχήματα ή πεζοί στις προσβάσεις αυτές.

Σηματοδότηση πλήρως επενεργούμενη (full actuated): Η καταγραφή γίνεται σε όλες τις προσβάσεις. Η ύπαρξη επενέργειας καθιστά υποχρεωτική τη χρήση των κατάλληλων ανιχνευτών, καθώς και των κατάλληλων κεντρικών μονάδων.

Τυπικό παράδειγμα συσκευών επενέργειας είναι τα πλήκτρα των πεζών. Ως προς το είδος του συντονισμού, διακρίνονται οι εξής τύποι:

Μη συντονισμένη σηματοδότηση: Κάθε κόμβος σε ένα δίκτυο εκτελεί το δικό του ανεξάρτητο πρόγραμμα.

Σηματοδότηση συντονισμένη κατά μήκος αρτηρίας: Η σηματοδότηση των διαδοχικών κόμβων μιας οδού γίνεται κατά τέτοιον τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται συνεχής ροή (πράσινο κύμα). Σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιείται μία κύρια μονάδα ρύθμισης που συντονίζει τις τοπικές μονάδες κάθε κόμβου.

Συστήματα καθολικής ρύθμισης κυκλοφορίας: Αποτελούν την πιο σύγχρονη εξέλιξη στο χώρο της σηματοδότησης ενός αστικού δικτύου. Ένα τέτοιο σύστημα καταγράφει ανά πάσα στιγμή τους φόρτους σε διάφορα σημεία του δικτύου, ενώ μία κεντρική μονάδα αναλαμβάνει τη σηματορρύθμιση όλης της περιοχής, με τρόπο ώστε να πληρούνται κάποια κριτήρια, όπως η ελαχιστοποίηση του κόστους καθυστερήσεων και των στάσεων. Και σε αυτήν την περίπτωση απαραίτητη είναι η χρήση ανιχνευτών.[17]

1.7 ΘΕΣΕΙΣ ΚΕΦΑΛΩΝ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ

Τα βασικά στοιχεία εξοπλισμού σε μία σηματοδότηση είναι οι κεφαλές με τα φωτεινά σήματα (κυκλικής μορφής, βέλη πορείας), διότι αυτές δίνουν τα εν λόγω σήματα ρύθμισης της κυκλοφορίας. Κατά συνέπεια, βασικής σημασίας στη σηματοδότηση είναι η θέση των κεφαλών σε σχέση με την κυκλοφορία. [29]

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

Η δεύτερη διάταξη είναι οι κεφαλές δίπλα από το οδόστρωμα, όπου συνήθως τοποθετείται και χαμηλότερα σε σχέση με την προηγούμενη διάταξη, έχει το πλεονέκτημα της ευκολότερης παρακολούθησης της ένδειξης όταν τα οχήματα είναι σταματημένα μπροστά στο φωτεινό σηματοδότη. Συνήθως, σε όλους τους ισόπεδους κόμβους με φυσιολογικό κυκλοφοριακό φόρτο τοποθετούνται κεφαλές και δεξιά από το οδόστρωμα, ενώ αν το οδόστρωμα έχει μεγάλο πλάτος, υπάρχει κεφαλή και αριστερά, στην πιθανή διαχωριστική νησίδα, ή διαγώνια αριστερά, μετά τη διασταύρωση. [17]

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

- Για κεφαλές συνήθων σηματοδοτών πάνω απ την οδό, η κάτω βάση του σώματος της κεφαλής πρέπει να βρίσκεται σε ύψος τουλάχιστον 4,6 m από το οδόστρωμα, ενώ η άνω βάση το πολύ 7,8 m από αυτό.
- Για κεφαλές συνήθων σηματοδοτών δίπλα από την οδό, η κάτω βάση του σώματος της κεφαλής πρέπει να βρίσκεται σε ύψος τουλάχιστον 2,4 m από το πεζοδρόμιο ή από το οδόστρωμα (ή 1,4 m από το επίπεδο της νησίδας, εάν ο σηματοδότης είναι τοποθετημένος εκεί), ενώ η άνω βάση το πολύ 5,8 m από αυτό.

- Για κεφαλές σηματοδοτών σε προσβάσεις αυτοκινητόδρομων, οι οποίοι τοποθετούνται δίπλα από την οδό πρόσβασης, η κάτω βάση του σώματος της κεφαλής πρέπει να βρίσκεται σε ύψος από 1,4 m έως 1,8 m από το οδόστρωμα.
- Για κεφαλές σηματοδοτών που βρίσκονται επάνω από κάθε λωρίδα κυκλοφορίας (όπως σε σταθμούς διοδίων ή σε περιπτώσεις ελέγχου της χρήσης των λωρίδων), η κάτω βάση του σώματος της κεφαλής πρέπει να βρίσκεται σε ύψος από 4,6 m έως 5,8 m από το οδόστρωμα.
- Κεφαλές σηματοδοτών με ενδείξεις για πεζούς πρέπει να βρίσκονται σε ύψος από 2,1 m έως 3,0 m από το πεζοδρόμιο.

1.8 ΣΤΗΡΙΞΗ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ

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

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

Οι στύλοι με οριζόντιο βραχίονα χρησιμοποιούνται όπου απαιτείται η τοποθέτηση κεφαλής σηματοδότησης επάνω από το οδόστρωμα χρησιμοποιούνται είτε πολυγωνικές διατομές μμεταβλητών διαμέτρων της τάξεως των 200-100 mm, είτε κυκλικές διατομές

μμεταβλητών διαμέτρων της τάξεως των 170-140 mm. Το μήκος του χρησιμοποιούμενου βραχίονα εξαρτάται από το πλάτος της οδού, καθώς σε οδούς με πολλαπλές λωρίδες απαιτείται η κεφαλή να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο εσωτερικά στην οδό. Τέλος, για τη στήριξη των στύλων στο έδαφος εφαρμόζεται είτε έμπηξη του στύλου σε βάθος περί το 1 m με επιφανειακό θεμέλιο από σκυρόδεμα, είτε κοχλίωση επάνω σε βάση από σκυρόδεμα, με κατάλληλη απόληξη του στύλου. [17]

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

στηρίζεται επάνω σε κατακόρυφο στύλο ή εξωτερική επιφάνεια, χρησιμοποιούνται οι παρακάτω διατάξεις στερέωσης:

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



Εικόνα 1.11: Στερέωση με απλό βραχίονα



Εικόνα 1.12: Στερέωση με βραχίονα με επέκταση

1.9 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗΣ

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

Η θάμβωση είναι εν γένει ένα από τα πιο συνήθη προβλήματα, συνήθως κατά τις πρωινές ώρες όπου ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά, και είναι περισσότερο έντονο σε χώρες με άφθονη ηλιοφάνεια, όπως η Ελλάδα. Οι ακτίνες του ήλιου προσπίπτουν απευθείας επάνω στο κρύσταλλο, με αποτέλεσμα τα σήματα που είναι αναμμένα να μην φαίνονται ως αναμμένα, και το αντίστροφο. Για την αντιμετώπιση της θάμβωσης απαιτείται καταρχήν να ληφθεί πρόνοια κατά το σχεδιασμό του κρυστάλλου επικάλυψης, καθώς και γενικά του όλου οπτικού συστήματος. Επειδή, όμως, αυτό δεν είναι αρκετό, κάθε σήμα του σηματοδότη εφοδιάζεται και με ένα σκιάδιο (visor), το οποίο αντιμετωπίζει, συνήθως, επαρκώς το φαινόμενο. Τα σκιάδια είναι τα χαρακτηριστικά σώματα που καλύπτουν κάθε σήμα, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 13. Ωστόσο, πολλές φορές παραλείπονται αδικαιολόγητα σε σηματοδότες πεζών (πιθανόν θεωρούνται μικρότερης σημασίας), με αποτέλεσμα οι πεζοί αρκετές φορές να αντιμετωπίζουν μεγάλο πρόβλημα αναγνώρισης των ενδείξεων. [17]



Εικόνα 1.13: Φωτεινός σηματοδότης όπου διακρίνεται το λευκό πλαίσιο αντίθεσης

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



Εικόνα 1.14: Αντιθαμβωτική μάσκα με κυψέλες.



Εικόνα 1.15: Αντιθαμβωτική μάσκα με σχισμές

2. ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ

2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ

Ο μικροελεγκτής είναι ένα αυτόνομο υπολογιστικό σύστημα, με πολύ μικρό μέγεθος, σε ένα και μοναδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα (computer on a chip). Όπως και όλα τα VLSI κυκλώματα αποτελείται από μέρη που κατασκευάζονται με διάφορες λιθογραφικές μεθόδους πάνω σε πλάκες πυριτίου, τα λεγόμενα Silicon Wafers. Πάνω σε αυτά σχηματίζονται χιλιάδες έως εκατομμύρια τρανζίστορ και κατ' επέκταση δημιουργούνται τα λεγόμενα ολοκληρωμένα κυκλώματα που είναι συνδυασμός λογικών πυλών. Συνδυάζοντας τις λογικές πύλες, δημιουργούνται υπομονάδες που επιτελούν ορισμένες πιο εξειδικευμένες λειτουργίες στον μικροελεγκτή. Μια κύρια διαφορά μεταξύ ενός μικροελεγκτή και ενός μικροεπεξεργαστή είναι πως στον μικροελεγκτή υπάρχει ενσωματωμένη μνήμη και μονάδες ελέγχου περιφερειακών συσκευών. [25]

Οι μικροελεγκτές έχουν ως κύριο σκοπό τους να επικοινωνούν με άλλες ηλεκτρονικές διατάξεις και όχι με τον άνθρωπο. Είναι αρκετά βεβαρημένοι με υπολογιστικό φόρτο υπολογιστές, κρυμμένοι σε διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές και οι λειτουργίες τους είναι από περιορισμένες έως πολύπλοκες εργασίες ελέγχου.

2.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ

Κάποιες από τις τακτικές συσκευές, που ελέγχονται εν μέρη ή και εντελώς ακόμη από κάποιον μικροελεγκτή, είναι ηλεκτρονικά ρολόγια, φούρνοι μικροκυμάτων, ηλεκτρικά πλυντήρια, «εγκέφαλοι» αυτοκινήτων κτλ. Επίσης, πέρα από εφαρμογές καθημερινής χρήσης, οι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται και κατά κόρον σε πληθώρα από επιστημονικούς τομείς για πειραματισμό, έρευνα και διευκολύνοντας πλέον πολλές ηλεκτρονικές λειτουργίες.

Ενώ οι άνθρωποι αναγνώρισαν γρήγορα και εκμεταλλεύτηκαν τη υπολογιστική ισχύ του μικροεπεξεργαστή, σκέφτηκαν επίσης και μια άλλη υλοποίηση για αυτούς, και αυτή αφορούσε τον έλεγχο. Οι σχεδιαστές ξεκίνησαν να χρησιμοποιούν μικροεπεξεργαστές σε διαφόρων ειδών μηχανήματα που δεν είχαν καμία σχέση με υπολογισμούς, όπως στο φούρνο, στο κλιματιστικό ή στο αυτοκίνητο.

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

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

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

Υπάρχουν χιλιάδες διαφορετικοί τύποι μικροελεγκτών στον κόσμο σήμερα, οι οποίοι φτιάχνονται από πολυάριθμους διαφορετικούς κατασκευαστές. Ένας κατασκευαστής χτίζει μια

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

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

2.3 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ

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

Η γλώσσα που αντιλαμβάνεται ένας μικροελεγκτής όπως και ένας μικροεπεξεργαστής ονομάζεται γλώσσα μηχανής. Στην πράξη ο χρήστης προγραμματίζει τον μικροελεγκτή σε μνημονική γλώσσα Assembly. Η γλώσσα Assembly γενικά θεωρείται χαμηλού επιπέδου καθώς βρίσκεται πολύ κοντά στην γλώσσα μηχανής. Οι εντολές της γλώσσας μηχανής επιτελούν περιορισμένες διεργασίες και πολλές φορές χρειάζεται εκατοντάδες εντολών για να εκτελέσουν πράξεις και λειτουργίες πιο σύνθετες από τις συνηθισμένες. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να γράψουμε το πρόγραμμα σε γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου. [25]

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

2.4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ARDUINO

Το Arduino αποτελεί μια ολοκληρωμένη υπολογιστική πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα η οποία βασίζεται στο υλικό που είναι μια μητρική πλακέτα στην οποία είναι συνδεδεμένος ο μικροελεγκτής μαζί με κάποιες εισόδους/εξόδους. Η παραπάνω υπολογιστική πλατφόρμα προγραμματίζετε κάθε φορά για την εκάστοτε λειτουργία που θέλουμε να κάνει μέσω της γλώσσας προγραμματισμού Wiring, η οποία τρέχει σε ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή και κατόπιν φορτώνεται στην πλακέτα Arduino. Αξίζει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι το Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να υλοποιήσει λειτουργίες που επιθυμούμε είτε συνδεδεμένο σε κάποιο ηλεκτρονικό υπολογιστή, είτε για την υλοποίηση ανεξάρτητων διαδραστικών εργασιών όπως συνέβη και στην παρούσα πτυχιακή εργασία. Στις παρακάτω ενότητες θα γίνει μία λεπτομερής περιγραφή του μικροελεγκτή Arduino καθώς και των λοιπών εξαρτημάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της εργασίας, θα αναλυθεί πλήρως η αρχιτεκτονική του Arduino. Τέλος θα ακολουθήσει μια λεπτομερής περιγραφή της υλοποίησης που έγινε με αναλυτικά στοιχεία, σχέδια και φωτογραφίες έτσι ώστε να γίνει πιο κατανοητό στον αναγνώστη ο τρόπος σχεδίασης, υλοποίησης και λειτουργίας του συστήματος ένδειξης εξωτερικής θερμοκρασίας που αναλάβαμε να υλοποιήσουμε. [13]

2.5 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Αναζητώντας την ιστορική εξέλιξη του Arduino και πηγαίνοντας πίσω στο χρόνο και συγκεκριμένα στο 2005 εντοπίζουμε την ανάγκη να εφευρεθεί μια συσκευή για τον έλεγχο προγραμμάτων διαδραστικών σχεδίων από μαθητές, οι οποίοι έπρεπε να είναι πιο φθηνή από τα πρωτότυπα συστήματα εκείνης της εποχής. Έτσι το 2005 ήταν η χρονιά που μπήκε στη ζωή μας το Arduino. Υπεύθυνοι για την πρώτη σχεδίαση και ιδρυτές του Arduino ήταν ο Massimo Banzì και ο David Cueartielles που αρχικά το ονόμασαν από το Arduin της Ivrea και ξεκίνησαν να παράγουν πλακέτες σε ένα μικρό εργοστάσιο στην Ιβρέα, κωμόπολη της επαρχίας Τορίνο στην περιοχή Πεδεμόντιο της βορειοδυτικής Ιταλίας-την ίδια περιοχή στην οποία στεγαζόταν η εταιρία υπολογιστών Olivetti. Κατόπιν το Σεπτέμβριο του επόμενου χρόνου (2006) ανακοινώθηκε η επόμενη γενιά Arduino το Arduino MINI.

Μετά από δύο περίπου χρόνια και συγκεκριμένα τον Οκτώβρη του 2008 ανακοινώθηκε το Arduino Duemilanove το οποίο αρχικά βασίστηκε στον μικροεπεξεργαστή AtmelAtmega 168 αλλά στην συνέχεια στάλθηκε στα σημεία πώλησης με τον AtmelAtmega 328. Τον Μάρτιο του επόμενου χρόνου ανακοινώνεται από τους ιδρυτές του Arduino το Arduino Mega το οποίο είναι εξοπλισμένο με τον μικροελεγκτή AtmelAtmega 1280. Έτσι μετά από μια σειρά επιτυχημένων ετών για το Arduino φτάνουμε στο 2011 όπου σύμφωνα με στατιστικές έρευνες το Arduino χρησιμοποιείται από περισσότερους από 30000 χρήστες σε όλο τον κόσμο. Το 2012 ανακοινώθηκαν τρεις διαφορετικές εκδόσεις του Arduino τον Ιούλιο, τον Οκτώβριο και τον Νοέμβριο με τις ονομασίες Arduino Leonardo, Arduino Due και Arduino Micro αντίστοιχα. Οι διαφορές εστιάζονται στον διαφορετικό μικροελεγκτή κάθε φορά και πιο συγκεκριμένα το Arduino Leonardo χρησιμοποιούσε τον Atmel ATmega32u4, το Arduino Due τον AtmelSAM3X8E και το Arduino Micro με τον μικροελεγκτή Atmel ATmega32u4. Και μετά από όλα αυτά ερχόμαστε στο 2013 και συγκεκριμένα στον Μάιο όπου ανακοινώνονται δύο εκδόσεις, η Arduino Robot με τον Atmel ATmega32u4 που ήταν και επίσημα το πρώτο Arduino με ρόδες και το Arduino Yun με ATmega32u4 και το Atheros AR9331 και ήταν το πρώτο προϊόν WIFI που συνδύαζε το Arduino με το Linux. Έκτοτε έχει παρουσιαστεί μια πληθώρα από εκδόσεις του Arduino διαφορετικούς μικροελεγκτές οι οποίες και θα παρουσιάσουν στην επόμενη ενότητα. [13]

2.6 ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗ

Ορισμός:

Η τηλεματική είναι ο συνδυασμός των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής. Με τον όρο τηλεματική εννοούμε τις υπηρεσίες που προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία με τις οποίες μπορούμε να λάβουμε και να αποστείλουμε πληροφορίες. Οι πληροφορίες μπορούν να έχουν πολλές μορφές, μπορεί δηλαδή να είναι οπτικές, κειμένου, εικόνας και μεταδίδονται μέσω υπολογιστή ή άλλων ειδικών συσκευών, π.χ. πομποδέκτες. Είναι δηλαδή η ανταλλαγή δεδομένων μέσω συστημάτων συνδεδεμένων με τηλεπικοινωνιακές γραμμές. Οι τηλεπικοινωνιακές αυτές γραμμές μπορεί να είναι τηλεφωνικές, ραδιοφωνικές ζεύξης, μικροκυματικές συνδέσεις, δορυφορικές γραμμές και μορφές απομακρυσμένης σύνδεσης ψηφιακών δεδομένων.

Δεδομένα θεωρούνται όλες οι μεταβολές που έχουν καταγραφεί, όπως στην περίπτωση μας η αλλαγή τοποθεσίας μέσω του GPS. [12]

Από τις πρώτες οργανωμένες κοινωνίες η ανάπτυξη των τηλεπικοινωνιών ήταν ζωτικής σημασίας. Η εμφάνιση των υπολογιστικών συστημάτων διεύρυνε το πεδίο έρευνας.



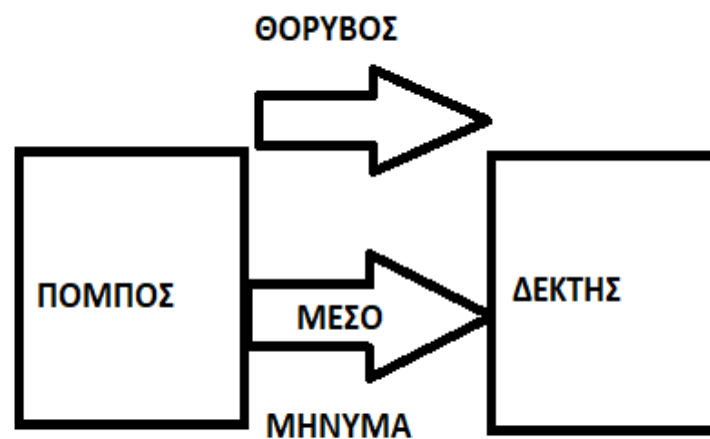
Εικόνα 2.1: Τηλεματική

Αρχικά η χρήση των τηλεπικοινωνιών για τη σύνδεση υπολογιστικών συστημάτων έγινε για οικονομικούς λόγους και όχι για την ανάπτυξη των τηλεπικοινωνιών. Πρώτα χρησιμοποιήθηκαν υπολογιστικοί πόροι τύπου (hardware και software), που ήταν αδύνατο εκείνη την εποχή να υπάρχουν στην κατοχή του χρήστη. Έτσι δημιουργήθηκε ένα κεντρικό σύστημα που μοιραζόταν πολλοί χρήστες και επιμεριζόταν το κόστος και χρησιμοποιήθηκε η ήδη υπάρχουσα υποδομή των υπαρχόντων τηλεπικοινωνιών. Η τηλεματική δεν ταυτίζεται με τη δικτύωση, αλλά με την απομακρυσμένη σύνδεση υπολογιστικών συστημάτων.

Η ανάπτυξη της πληροφορικής που ακολούθησε μετά από αναλύσεις του μοντέλου Jon von Neuman, δημιούργησε το υπόβαθρο για την επιστημονική μεθοδολογία της Κυβερνητικής, η οποία βασίζεται στην ανάλυση της επικοινωνίας μεταξύ δυο συστημάτων που αποστέλλουν πληροφορία το ένα στο άλλο. Το σύστημα που αποστέλλει την πληροφορία ονομάζεται πομπός ενώ το σύστημα που δέχεται την πληροφορία, ονομάζεται δέκτης. Η πληροφορία περιέχεται στο μήνυμα όταν αυτή είναι κωδικοποιημένη και ο δέκτης την αντιλαμβάνεται μόνο αν την αποκωδικοποιήσει.

Η πληροφορία δηλαδή είναι μια ενέργεια που προκαλεί μεταβολή στο δέκτη, για παράδειγμα στις ιδιότητες, στη θέση του. Έτσι καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η σύνδεση πομπού και δέκτη για την αποστολή πληροφορίας πρέπει να γίνεται με το κατάλληλο μέσο.

Στον κλάδο των τηλεπικοινωνιών που μεταφέρονται σύνθετες κωδικοποιημένες πληροφορίες, συχνά υπάρχει το πρόβλημα του θορύβου και των παρασίτων που καθιστούν την αποκωδικοποίηση της πληροφορίας δύσκολη και αλλοιώνουν την ίδια την πληροφορία.



Εικόνα 2.2: Πομποδέκτης και πληροφορία

Ένα ακόμη πρόβλημα που συναντάται στις τηλεπικοινωνίες είναι το ζήτημα του συγχρονισμού, καθώς η αποστολή πληροφορίας σε συγκεκριμένο χρόνο, είναι πολύ

σημαντική. Όπως συμβαίνει και στην εφαρμογή μας. Έτσι καταλήγουμε στο ότι η τηλεματική επικοινωνία απαιτεί:

- Δέκτες και πομπούς
- Γραμμές επικοινωνίας
- Hardware
- Software

Πολύ σημαντικά για την εφαρμογή μας είναι τα πρότυπα επικοινωνιών (Standards), των πομποδεκτών.

Είναι η ασύγχρονη επικοινωνία, δηλαδή η επικοινωνία που πραγματοποιείται σε οποιονδήποτε χρόνο και δεν υπάρχει σ' αυτήν συγκεκριμένο πρότυπο, π.χ. ο παγκόσμιος ιστός, το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, κ.λ.π.

Η σύγχρονη επικοινωνία, η οποία είναι επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο, έχει μικρό κόστος και καθίσταται εύκολη ανεξαρτήτως χώρου, π.χ. τηλέφωνο, θυροτηλέφωνο, που ανήκουν στην κατηγορία της τηλεδιάσκεψης και έχουν ως πλεονέκτημα τη ζωντανή και άμεση επικοινωνία.

Η υβριδική επικοινωνία η οποία αποτελεί έναν συνδυασμό των δυο προηγούμενων, ώστε να προσαρμόζεται στις ανάγκες της κάθε εφαρμογής που χρησιμοποιείται.

2.7 ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ GPS

Το GPS είναι ένα σύστημα παγκόσμιο που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό θέσης. Πήρε την ονομασία του από τα αρχικά των λέξεων Global Positioning System, ονομασία που έλαβε από το ερευνητικό πρόγραμμα του στρατού των ΗΠΑ που το ανέπτυξε. Στα ελληνικά μεταφράζεται ως Παγκόσμιο Σύστημα Θεσιθεσίας, ονομασία βέβαια που σπάνια χρησιμοποιείται στην καθημερινότητα καθώς έχει επικρατήσει η αγγλική ονομασία GPS.

Με το όνομα GPS λοιπόν ορίζεται το σύστημα που έχει αναπτυχθεί από τον στρατό των ΗΠΑ για τον προσδιορισμό θέσης στην επιφάνεια της γης και αποτελείται από 24 δορυφόρους σε τροχιά γύρω από την Γη. Οι δορυφόροι αυτοί μεταδίδουν συνεχώς πληροφορίες σχετικά με την θέση τους πέριξ της γης. Οι πληροφορίες οι οποίες λαμβάνονται από διάφορες συσκευές χρηστών οι οποίες ονομάζονται δέκτες. Διαμέσου επεξεργασίας των πληροφοριών αυτών προσδιορίζεται η ακριβής θέση στην οποία βρίσκεται ο χρήστης, κάτι που αποτελεί την κύρια λειτουργία του συστήματος GPS. Επιπλέον δύναται να προσδιοριστούν διάφορα άλλα στοιχεία όπως η ταχύτητα του χρήστη εάν κινείται, το υψόμετρο της θέσης του, η ώρα στο σημείο του χρήστη και η θέση ενός άλλου σημείου. [3],[18],[19],[20]

2.8 ΔΟΜΗ GPS

Το σύστημα GPS αποτελείται από τρία ανεξάρτητα κομμάτια. Υπάρχει το κομμάτι που βρίσκεται στο διάστημα (διαστημικό τμήμα – space segment), υπάρχει το κομμάτι που βρίσκεται στον χρήστη (τμήμα χρήστη – user segment) και υπάρχει και ένα ενδιάμεσο τμήμα στο οποίο γίνεται ο έλεγχος του συστήματος (τμήμα ελέγχου – control segment).

Το τμήμα διαστήματος είναι το τμήμα του συστήματος GPS το οποίο βρίσκεται στο διάστημα, εκτός του πλανήτη γη. Επί της ουσίας είναι ένας αριθμός δορυφόρων, 24 την δεδομένη στιγμή, οι οποίοι βρίσκονται εν τροχιά γύρω από τον πλανήτη και κάθε στιγμή έχουν την δυνατότητα να παρέχουν πληροφορίες για οποιοδήποτε σημείο στον πλανήτη. Οι συχνότερες πληροφορίες που μεταφέρουν για ένα σημείο είναι η θέση του, η κίνησή του (πορεία και ταχύτητα συνήθως) και το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται. Το διαστημικό τμήμα του GPS επικοινωνεί τόσο με το τμήμα χρήστη όσο και με το τμήμα ελέγχου.

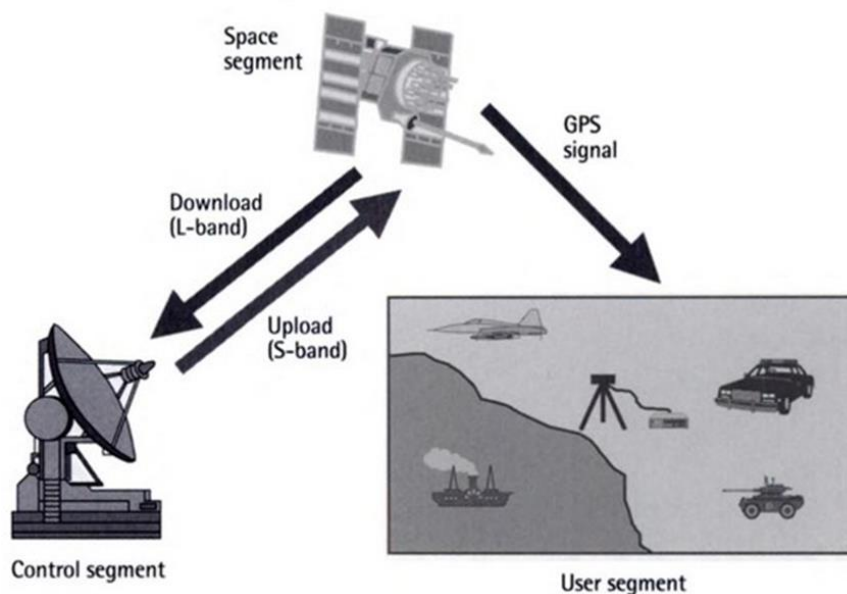
Το τμήμα ελέγχου είναι το τμήμα που είναι υπεύθυνο για την ορθή λειτουργία του συστήματος GPS. Το τμήμα αυτό βρίσκεται σε μια στρατιωτική βάση στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (συγκεκριμένα στην περιοχή Colorado Springs) και επικοινωνώντας συνεχώς με τους δορυφόρους ρυθμίζει διάφορες παραμέτρους τους. Αποτελείται από ένα αριθμό κεραιών αποστολής και λήψης σημάτων οι οποίες συνεχώς επικοινωνούν με τους δορυφόρους του συστήματος ώστε να ελέγχουν την ορθή λειτουργία τους και αν απαιτείται να προβαίνουν σε οποιοδήποτε ρυθμίσεις ή διορθώσεις απαιτούνται. Η επικοινωνία του συστήματος ελέγχου με τους δορυφόρους γίνεται διαμέσου δύο διαδρομών της ζώνης φάσματος S (S bandlink) και της ζώνης φάσματος L (L bandlink). Συνήθως το φάσμα S χρησιμοποιείται για να αποσταλούν δεδομένα στους δορυφόρους και το φάσμα L για να ληφθούν δεδομένα από τους δορυφόρους.

Το τμήμα χρήστη είναι το τμήμα GPS που βρίσκεται στις διάφορες εφαρμογές του GPS (στρατιωτικές και πολιτικές εφαρμογές) και αλληλεπιδρά με τον χρήστη. Είναι το τμήμα δηλαδή το οποίο λαμβάνει τα δεδομένα από τον δορυφόρο και τα μετατρέπει σε μορφή

αναγνώσιμη και εύκολα κατανοητή στον χρήστη. Το τμήμα του χρήστη είναι ένα τμήμα το οποίο εμφανίζει τεράστια ποικιλία γιατί χρησιμοποιείται σε διάφορες εφαρμογές. Όμως όλες οι εφαρμογές αυτές έχουν μερικά κοινά χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα η ύπαρξη μιας κεραίας διαμέσου της οποίας λαμβάνεται το σήμα από τον δορυφόρο.

Από τα παραπάνω είναι σαφές ότι οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν το GPS αποτελούν το τμήμα του χρήστη και έρχονται απευθείας σε επικοινωνία με το δορυφορικό τμήμα του συστήματος. Το τμήμα ελέγχου απλά χρησιμοποιείται για να εξασφαλίζει την ορθή λειτουργία του δορυφορικού τμήματος. Προς τούτο, περαιτέρω αναφορά στο τμήμα ελέγχου ξεφεύγει των στόχων της παρούσας εργασίας. Αντίθετα, τόσο το δορυφορικό τμήμα όσο και το τμήμα χρήστη είναι πολύ σημαντικά για τις εφαρμογές του GPS και αναλύονται εν συνεχεία στα κεφάλαια 2 και 3. [3],[18],[19],[20]

Στην επόμενη εικόνα φαίνεται διαγραμματικά η δομή του συστήματος GPS.



Εικόνα 2.3: Δομή συστήματος GPS

2.9 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Όπως είναι ήδη αντιληπτό από όσα έχουν γραφτεί προηγουμένως το GPS είναι ένα σύστημα που αποτελείται από δορυφόρους που βρίσκονται στην τροχιά της Γης και οι οποίοι αποτελούν τους πομπούς και από επίγειους δέκτες οι οποίοι βρίσκονται στην επιφάνεια της Γης. Η επικοινωνία μεταξύ των δύο προσδιορίζει την θέση των επίγειων δεκτών. Στην ουσία γίνεται μέτρηση από τους δέκτες των δορυφορικών σημάτων που φτάνουν σε αυτούς, σημάτων

τα οποία μεταφράζονται σε αποστάσεις μεταξύ των δεκτών και των δορυφόρων του συστήματος μια δεδομένη χρονική στιγμή. Τα σήματα αυτά επεξεργάζονται άμεσα, σε πραγματικό χρόνο από λογισμικό που βρίσκεται στον δέκτη είτε αποθηκεύονται στον δέκτη και επεξεργάζονται αργότερα από εξωτερικό λογισμικό. Μετά την επεξεργασία των σημάτων προσδιορίζεται είτε η θέση του δέκτη (με τρεις συντεταγμένες, γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος και ύψος), είτε η ταχύτητα του δέκτη είτε ο χρόνος στην θέση που βρίσκεται ο δέκτης είτε συνδυασμός των τριών παραπάνω.

Ο προσδιορισμός του χρόνου που απαιτείται για να διαδοθεί το σήμα, είναι πολύ σημαντικός γιατί προσδιορίζει επί της ουσίας την απόσταση μεταξύ δορυφόρου και δέκτη. Ο προσδιορισμός γίνεται με σύγκριση δύο σημάτων. Οι δορυφόροι και οι δέκτες GPS είναι συγχρονισμένοι ώστε να παράγουν το ίδιο σήμα, ένα συγχρονισμένο κώδικα ακριβώς την ίδια στιγμή. Ο δέκτης κάποια στιγμή λαμβάνει το σήμα από τον δορυφόρο και το συγκρίνει με το δικό του σήμα. Η χρονική διαφορά ανάμεσα στο σήμα που έλαβε και στο σήμα που παράγει μπορεί εύκολα τώρα να μετρηθεί συγκρίνοντας τα δύο σήματα.

Η επόμενη εικόνα δείχνει το σήμα που εκπέμπει ο δορυφόρος (ίδιο με το σήμα που εκπέμπει ο δέκτης) και το σήμα που λαμβάνει ο δέκτης. Η διαφορά μεταξύ των δύο σημάτων που παράγει και λαμβάνει ο δέκτης προσδιορίζουν τον χρόνο ταξιδιού του σήματος.



Εικόνα 2.4: Προσδιορισμός χρόνου ταξιδιού σήματος με την χρήση συγχρονισμένου κώδικα

Ο χρόνος που θα μετρηθεί, πολλαπλασιαζόμενος επί την ταχύτητα διάδοσης του σήματος δίνει την απόσταση μεταξύ δέκτη και δορυφόρου. Φυσικά δεν είναι τόσο απλός ο υπολογισμός της απόστασης γιατί εισέρχονται διάφορα σφάλματα στο σήμα κατά το ταξίδι του, και επίσης υπάρχουν σφάλματα συγχρονισμού αλλά η γενική αρχή προσδιορισμού της απόστασης είναι η παραπάνω. [3],[18],[19],[20]

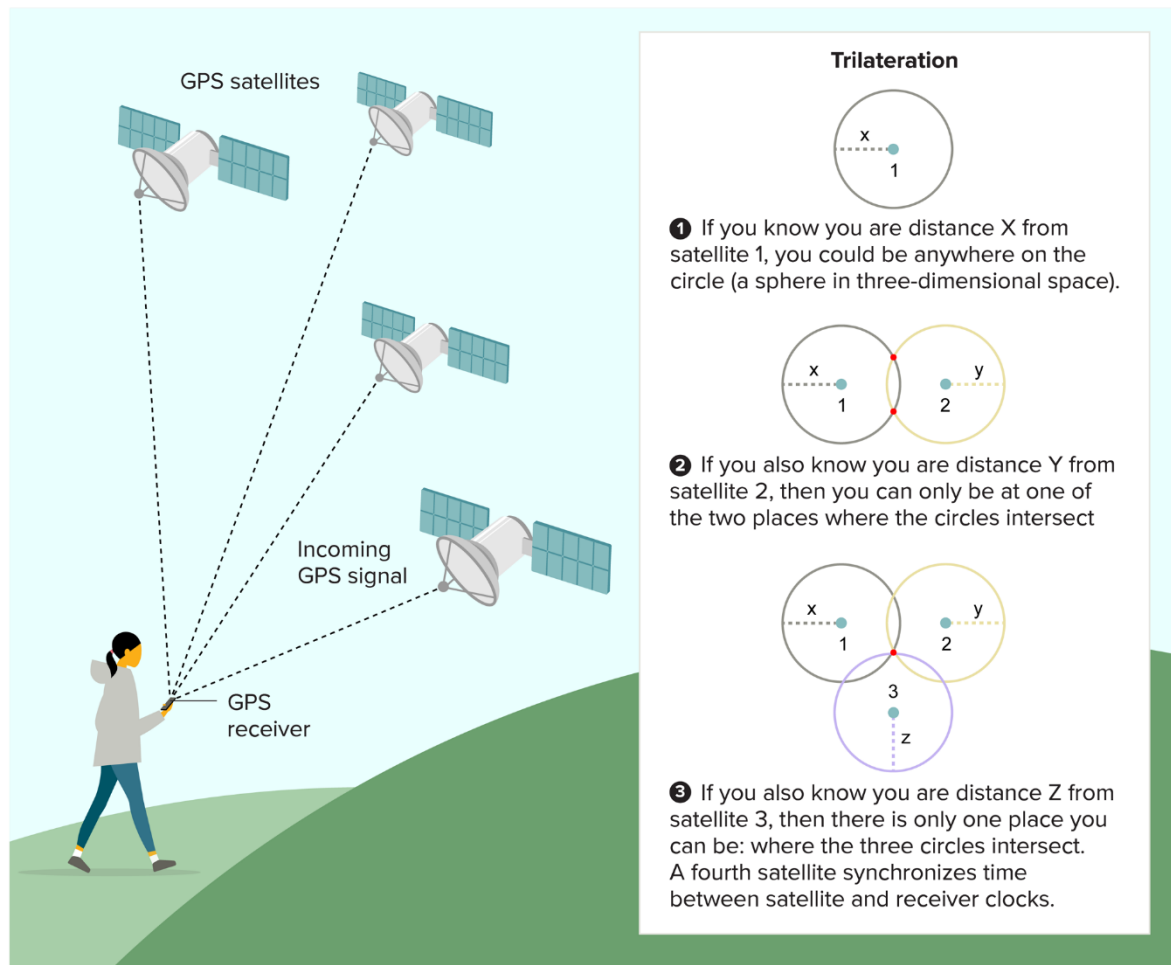
2.10 ΤΡΙΓΩΝΙΣΜΟΣ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ

Κατά την λειτουργία του συστήματος ο κάθε δορυφόρος, ο οποίος διαθέτει τέσσερα διαφορετικά χρονόμετρα, αποστέλλει σήμα με την τιμή αυτών των χρονομέτρων, με την θέση του δορυφόρου βάσει της τροχιάς του, με τις απαιτούμενες παραμέτρους διόρθωσης τιμών λόγω σφαλμάτων. Ο δέκτης λαμβάνει αυτό το σήμα οπότε γνωρίζοντας την ταχύτητα διάδοσης του σήματος και τον χρόνο αποστολής και λήψης, αλλά και τις παραμέτρους διόρθωσης μπορεί να υπολογίσει την απόστασή του από τον συγκεκριμένο δορυφόρο. Υπολογίζοντας την απόσταση από ένα δορυφόρο ο δέκτης μπορεί να προσδιορίσει ότι βρίσκεται πάνω σε μια σφαίρα που απέχει την συγκεκριμένη απόσταση από τον δορυφόρο αυτό. Αν αντίστοιχα μετρήσει την απόσταση του από δεύτερο δορυφόρο τότε προσδιορίζεται μια δεύτερη σφαίρα στην οποία μπορεί να βρίσκεται ο δέκτης. Η τομή των δύο σφαιρών καθορίζει ένα δακτύλιο στον οποίο βρίσκεται ο δέκτης. Σε περίπτωση τώρα που μετρηθεί και απόσταση από τρίτο δορυφόρο τότε προκύπτει και μια τρίτη σφαίρα στην οποία κινείται ο δέκτης. Η τομή των τριών σφαιρών δίνει μόνο δύο πιθανά σημεία στα οποία μπορεί να βρίσκεται ο δέκτης. Από τα σημεία αυτά το ένα αντιστοιχεί στην επιφάνεια της γης και είναι το σημείο στο οποίο βρίσκεται ο δέκτης. Η θέση του δέκτη εκφράζεται με τρεις συντεταγμένες X , Y , Z οι οποίες αντιστοιχούν σε γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος και ύψος του δέκτη από το επίγειο σημείο αναφοράς αφού γίνει μετατροπή των αποστάσεων του δέκτη από τους τρεις δορυφόρους, σε σχέση με τις θέσεις των δορυφόρων ως προς το επίγειο σύστημα αναφοράς.

Στις επόμενες τρεις εικόνες παρουσιάζεται η διαδικασία προσδιορισμού θέσης του δέκτη όπως έχει περιγράψει παραπάνω. Στην πρώτη εικόνα φαίνεται η σφαίρα στην οποία δύναται να βρίσκεται ο δέκτης μετά την μέτρηση της απόστασης από ένα δορυφόρο. Στην δεύτερη εικόνα φαίνεται ο δακτύλιος σε ένα σημείο του οποίου δύναται να βρίσκεται ο δέκτης μετά την μέτρηση απόστασης από δύο δορυφόρους. Στην τρίτη εικόνα φαίνονται τα δύο σημεία στα οποία βρίσκεται ο δέκτης μετά την μέτρηση απόστασης από τρεις δορυφόρους.

How GPS works

A GPS receiver, like the one in your smartphone, pinpoints its location on Earth's surface by analyzing its distance to three GPS satellites; a fourth satellite synchronizes clocks in the receiver and satellites.



SOURCE: UNAVCO

KNOWABLE MAGAZINE

Εικόνα 2.5: Πιθανά σημεία δέκτη όταν μετρηθεί η απόσταση από τρεις δορυφόρους

Στην πράξη, για λόγους ακρίβειας, οι δέκτες δέχονται δεδομένα από τέσσερις δορυφόρους και όχι από τρεις (όπως αναγράφεται και στην τελευταία εκ των τριών εικόνων που παρουσιάστηκαν παραπάνω) καθώς υπάρχει ενδεχόμενο να εμφανίζονται μικρές διαφορές στον συγχρονισμό των χρονομέτρων των δορυφόρων οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε υπολογισμό μιας σημαντικής διαφοράς θέσης σε σχέση με την πραγματική. Το σήμα του τέταρτου δορυφόρου χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί με ακρίβεια η διαφορά χρόνου ΔT εκπομπής και λήψης σήματος. Αφού λοιπόν υπολογιστεί η θέση του συστήματος είναι δυνατή η λήψη νέων δεδομένων ώστε να επαναυπολογιστεί η θέση του δέκτη. Η διαφορά μεταξύ των δύο θέσεων του δέκτη και του χρόνου λήψης των δύο σημάτων προσδιορίζει την ταχύτητα του δέκτη. [3],[18],[19],[20]

2.11 ΠΟΜΠΟΣ

Ο πομπός αποτελεί επί το πλείστον μέρος ενός συστήματος επικοινωνίας. Ο πομπός είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που, συνήθως με τη βοήθεια μιας κεραίας, εκπέμπει σήματα που περιέχουν πληροφορίες όπως το ραδιοφωνικό, το τηλεοπτικό ή σήμα άλλων τηλεπικοινωνιών.

Δέχεται κάποια δεδομένα τα οποία μετασχηματίζει ή κωδικοποιεί για να μεταδοθούν σε κάποιο κανάλι ή μέσο μετάδοσης. Ως μέσα μετάδοσης μπορούν να θεωρηθούν ο κενός χώρος, δισύρματα καλώδια, οπτικές ίνες κ.α. Παράδειγμα πομπών είναι αυτοί της τηλεόρασης, του ραδιοφώνου, επίγειοι πομποί προς τηλεπικοινωνιακός δορυφόρους. Στην πληροφορική πομπός μπορεί να θεωρηθεί ένα modem, το οποίο δέχεται ροή ψηφιακών δεδομένων, τα οποία μετατρέπει σε αναλογικό σήμα πριν τα αποστείλει στο τηλεφωνικό δίκτυο.

Για να έχει νόημα η αποστολή δεδομένων πρέπει να υπάρχει και κάποιος παραλήπτης - δέκτης ο οποίος κάνει την αντίστροφη εργασία. Δηλαδή μετατρέπει τα δεδομένα του καναλιού μετάδοσης στα πρωτογενή που έλαβε ο πομπός.

Ιδιαίτερη κατηγορία αποτελούν οι πάσης φύσεως συσκευές ραντάρ, (επιφανείας, αέρος κλπ), τα ηλεκτρονικά βυθόμετρα, και υποβρύχιες συσκευές που αποτελούν ταυτόχρονα πομπό-δέκτες των ιδίων (δικών τους) ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.

2.12 ΔΕΚΤΗΣ

Με έναν ψηφιακό δέκτη πολυμέσων μπορούν να ληφθούν ασύρματα ή μέσω καλωδίου δεδομένα πολυμέσων. Ανάλογα με τη συσκευή είναι εφικτό να λάβει κανείς μουσική, εικόνες, βίντεο, Live TV, ραδιόφωνο μέσω διαδικτύου ή άλλες μορφές αρχείου απευθείας από το διαδίκτυο. Ορισμένοι δέκτες μπορούν να αναπαράγουν οι ίδιοι τα ληφθέντα αρχεία, ενώ άλλοι απαιτούν σύνδεση σε κάποια τερματική συσκευή.

3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

3.1 ΟΙ ΠΛΑΚΕΤΕΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

3.2 Η ΠΛΑΚΕΤΑ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ΤΟΥ ΔΕΚΤΗ

Αυτή η πλακέτα μικροελεγκτή είναι το **ARDUINO Uno Rev3SMD**, η οποία βασίζεται στο μικροελεγκτή **AT mega328**, έχει έξι αναλογικές εισόδους, σύνδεση USB, υποδοχή τροφοδοσίας, κουμπί επαναφοράς, κεφαλίδα ICSP, κεραμικό αντηχείο 16mHz, 14digital ακίδες I/O από τις οποίες οι έξι μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως έξοδοι PWM, τον μετατροπέα AT mega 16U2 ως μετατροπέα USB σε σειριακό και μια UART σειριακή είσοδο RX TX.

Ο μικροελεγκτής AT mega328 Microchip Technology. Είναι συσκευή βασισμένη στην αρχιτεκτονική RISC που συνδυάζει τη μνήμη Flash 32KB ISP με δυνατότητες ανάγνωσης όταν υπάρχει εγγραφή, 2KB SRAM, 1KB EEPROM, 13 καταχωρητές εργασίας γενικής χρήσεως και σειριακό προγραμματιζόμενο USART. [5],[7],[8],[10]



Εικόνα 3.0: ARDUINO UNO

Πίνακας χαρακτηριστικών ARDUINO UNO

ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ	ATmega328P
---------------	------------

ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	5V
ΡΕΥΜΑ DC ΑΝΑ PIN I/O	20mA
SRAM	2 KB (ATmega328P)
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΑΚΙΔΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ/ΕΞΟΔΟΥ	14 (6 παρέχουν έξοδο PWM)
ΑΝΑΛΟΓΙΚΕΣ ΑΚΙΔΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	6
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΛΟΓΙΟΥ	16MHz
ΒΑΡΟΣ	25 γρ.
LED_BUILTIN	13
FLASH MEMORY	32KB (AT mega328P), τα 0,5 KB χρησιμοποιούνται από τον bootloader
ΜΗΚΟΣ	68,6 χλστ
ΠΛΑΤΟΣ	53,4 χλστ
ΡΕΥΜΑ DC ΓΙΑ ΑΚΙΔΑ 3,3V	50mA
ΤΑΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ	60-20V
ΤΑΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ	7-12V
EEPROM	1KB (ATmega328P)

Πίνακας 3.1: ARDUINO UNO

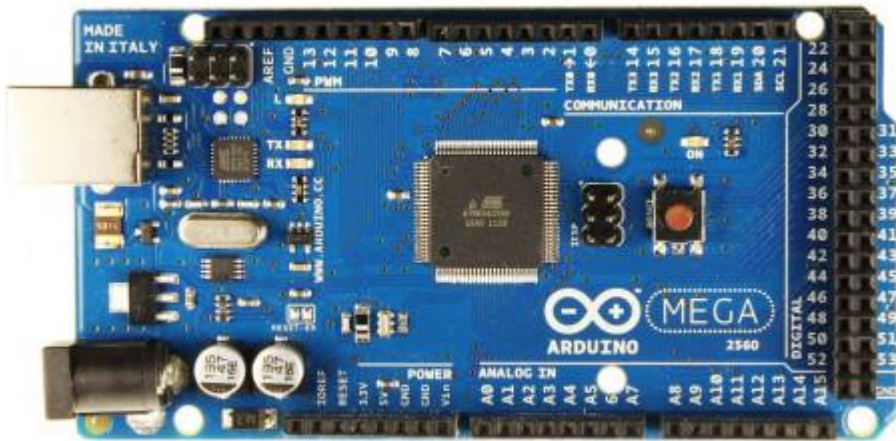
3.3 Η ΠΛΑΚΕΤΑ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ΤΟΥ ΠΟΜΠΟΥ

Αυτή η πλακέτα μικροελεγκτή είναι το **ARDUINO MEGA 2560Rev3**, η οποία βασίζεται στο μικροελεγκτή **AT mega2560**, διαθέτει 16 αναλογικές εισόδους, 54 digital ακίδες I/O από τις οποίες οι 15 μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως έξοδοι PWM, κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz, σύνδεση USB, υποδοχή τροφοδοσίας, κουμπί επαναφοράς, κεφαλίδα ICSP και τέσσερις UART σειριακές θύρες RXTX.

Ο μικροελεγκτής AT mega2560 Microchip Technology συνδυάζει μνήμη Flash 256KB ISP, 8KB SRAM, 8KB EEPROM, 32 καταχωρητές εργασίας γενικής χρήσεως και τέσσερις σειριακούς προγραμματιζόμενους USART.

Στην εφαρμογή μας χρησιμοποιήθηκε η πλακέτα του **ARDUINO MEGA 2560 Rev3** έτσι ώστε να βρίσκεται στον πομπό (όχημα έκτακτης ανάγκης), για την πληθώρα των σειριακών θυρών καθώς χρησιμοποιούμε εξαρτήματα όπως το GPS neo 6M και ο **HC-12**, και

μας είναι πιο εύκολες οι συνδέσεις σειριακής μορφής. Σε περίπτωση που θέλουμε να επεκτείνουμε την εφαρμογή μας με τη σειριακή σύνδεση περισσότερων εξαρτημάτων έχουμε τη δυνατότητα λόγω των τεσσάρων UART σειριακών θυρών RXTX. [5], [6], [9], [10], [13]



Εικόνα 3.0.1: ARDUINO MEGA

Πίνακας χαρακτηριστικών ARDUINO MEGA 2560 Rev3

ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ	ATmega2560
ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	5V
ΡΕΥΜΑ DC ANA PIN I/O	20mA
SRAM	8KB
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΑΚΙΔΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ/ΕΞΟΔΟΥ	54 (15 παρέχουν έξοδο PWM)
ΑΝΑΛΟΓΙΚΕΣ ΑΚΙΔΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	16

TAXYTHTA ΡΟΛΟΓΙΟΥ	16MHz
ΒΑΡΟΣ	37 γρ
LED_BUILTIN	13
FLASH MEMORY	256 KB τα 8 KB χρησιμοποιούνται από τον bootloader
ΜΗΚΟΣ	101,52 χλστ
ΠΛΑΤΟΣ	53,3χλστ
ΡΕΥΜΑ DC ΓΙΑ ΑΚΙΔΑ 3,3V	50 mA
ΤΑΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ (ΣΥΝΙΣΤΑΤΑΙ)	7-12V
ΤΑΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ (ΟΡΙΟ)	6-20V
EEPROM	4KB

Πίνακας 3.2: ARDUINO MEGA

3.4 ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ARDUINO IDE

Για την εφαρμογή μας χρησιμοποιήθηκε το προγραμματιστικό περιβάλλον **ARDUINO IDE**, μέσα από το οποίο αναπτύσσουμε τους κώδικες της εφαρμογής μας για τις πλακέτες **ARDUINO**. Είναι ένα περιβάλλον που επιτρέπει να γράφονται προγράμματα και να φορτώνονται στον μικροελεγκτή **ARDUINO**. Αποτελεί εφαρμογή πολλών λειτουργικών συστημάτων (Windows, UNIX, Linux) η γλώσσα προγραμματισμού του γίνεται με συναρτήσεις της γλώσσας C και C++.

Το περιβάλλον IDE έχει τρεις περιοχές: 1) Περιοχή εντολών, 2) Εισαγωγή κειμένου, 3) Περιοχή μηνυμάτων.

Στην περιοχή εντολών απεικονίζεται το όνομα του κώδικα και τα εικονίδια των εντολών.

Στην περιοχή κειμένου γράφουμε τον κώδικα που ανεβάζουμε στο **ARDUINO** και το πρόγραμμα το γράφουμε όπως σε οποιονδήποτε επεξεργαστή κειμένου.

Στην περιοχή μηνυμάτων εμφανίζονται μηνύματα διαφόρων τύπων, όπως μηνύματα λαθών.

Οι επιλογές του μενού είναι: File, edit, sketch, tools, help.

Τα εικονίδια εντολών είναι: verify, upload, create, open, save.

Serial Monitor, εκεί στέλνουμε και λαμβάνουμε δεδομένα μεταξύ του **ARDUINO** και του υπολογιστικού περιβάλλοντος του IDE. Αφού έχουμε γράψει τον κώδικα θα πρέπει να κάνουμε verify (επικύρωση του κώδικά μας) και εφόσον επικυρωθεί ανεβαίνει στην πλακέτα **ARDUINO**. [10], [11], [13]



Εικόνα 3.1: ARDUINO IDE

Οι συναρτήσεις που αποτελείται ένα σχέδιο **ARDUINO** είναι οι εξής: void setup() και την void loop(). Στην συνάρτηση setup οι εντολές μέσα στο μπλοκ εκτελούνται μια φορά, ενώ στη συνάρτηση loop εκτελούνται επαναλαμβανόμενα. [11], [13]

3.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΩΝ

Αρχικά έχουμε δυο ζεύγη αντιδιαμετρικών φωτεινών σηματοδοτών, οι οποίοι είναι ρυθμισμένοι έτσι ώστε το κάθε ζεύγος που αποτελείται από δυο φανάρια να έχει το ίδιο χρώμα και αντίθετο χρώμα με το άλλο ζεύγος. Όπως συμβαίνει στις περισσότερες οδικές διασταυρώσεις.

Για την εφαρμογή της λειτουργίας των φωτεινών σηματοδοτών και σύμφωνα με τον κώδικα που έχουμε δημιουργήσει, η λειτουργία των φαναριών έχει ως εξής:

Τα πρώτα επτά δευτερόλεπτα και τα δυο ζεύγη των φωτεινών σηματοδοτών έχουν χρώμα πορτοκαλί. Στη συνέχεια σβήνουν τα πορτοκαλί φανάρια και ανάβει το κόκκινο φανάρι του πρώτου ζεύγους φαναριών και αντίστοιχα το πράσινο φανάρι του δεύτερου ζεύγους φαναριών για επτά δευτερόλεπτα.

Έπειτα για τρία δευτερόλεπτα ανάβουν και πάλι τα πορτοκαλί φανάρια και των δυο ζευγών. Ακολούθως σβήνουν τα πορτοκαλί φανάρια και ανάβει το πράσινο φανάρι του πρώτου ζεύγους και το κόκκινο φανάρι του δεύτερου ζεύγους για επτά δευτερόλεπτα.

Στην περίπτωση όμως που ο δέκτης δεχτεί το ανάλογο σήμα από τον πομπό συνδυασμένο με την τοποθεσία που λαμβάνει από το GPS, η τοποθεσία αυτή μέσω του κώδικα μας δίνει πληροφορίες για το γεωγραφικό πλάτος και γεωγραφικό μήκος που βρίσκεται το όχημα έκτακτης ανάγκης, το σενάριο των φωτεινών σηματοδοτών τροποποιείται ως εξής:

Ενεργοποιείται το πράσινο φανάρι του ζεύγους, του δρόμου στον οποίο βρίσκεται το όχημα έκτακτης ανάγκης και αντίστοιχα το κόκκινο φανάρι του άλλου ζεύγους φαναριών, εωσότου ολοκληρωθεί η διέλευση του οχήματος έκτακτης ανάγκης, η οποία θα αποτυπώνεται από το σήμα που θα λαμβάνεται στο δέκτη λόγω της τοποθεσίας που θα αποστέλλεται και θα επαναλειτουργεί το αρχικό σενάριο.

Παρακάτω είναι ο κώδικας λειτουργίας των φωτεινών σηματοδοτών της διασταύρωσης:

```
// φανάρι 1  
int red1 = 10;  
int yellow1 = 9;  
int green1 = 8;  
  
// φανάρι 2  
int red2 = 13;  
int yellow2 = 12;  
int green2 = 11;  
  
void setup () {  
// φανάρι 1  
pinMode (red1, OUTPUT);  
pinMode (yellow1, OUTPUT);  
pinMode (green1, OUTPUT);  
  
// φανάρι 2  
pinMode (red2, OUTPUT);  
pinMode (yellow2, OUTPUT);  
pinMode (green2, OUTPUT);  
}  
  
void loop () {  
changeLights ();  
delay(10000);  
}
```

```

void changeLights () {
  // ανάβουν και τα 2 πορτοκαλί φανάρια
  digitalWrite(green1, LOW);
  digitalWrite(yellow1, HIGH);
  digitalWrite(yellow2, HIGH);
  delay (7000);

  // σβήνουν τα πορτοκαλί φανάρια και ανάβει το κόκκινο του φαναριού 1 και το πράσινο
  του φαναριού 2
  digitalWrite(yellow1, LOW);
  digitalWrite(red1, HIGH);
  digitalWrite(yellow2, LOW);
  digitalWrite(red2, LOW);
  digitalWrite(green2, HIGH);
  delay(7000);

  // ανάβουν και τα 2 πορτοκαλί φανάρια
  digitalWrite(yellow1, HIGH);
  digitalWrite(yellow2, HIGH);
  digitalWrite(green2, LOW);
  delay(3000);

  // σβήνουν τα πορτοκαλί φανάρια και ανάβει το κόκκινο του φαναριού 2 και το πράσινο
  του φαναριού 1
  digitalWrite(green1, HIGH);
  digitalWrite(yellow1, LOW);
  digitalWrite(red1, LOW);
  digitalWrite(yellow2, LOW);
  digitalWrite(red2, HIGH);
  delay(7000);
}

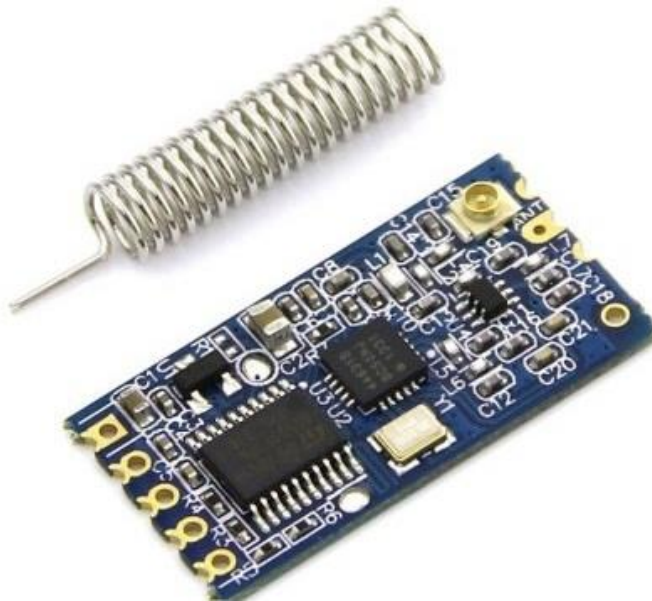
```

3.6 ΡΥΘΜΙΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗ

3.6.1 Ο ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗΣ HC-12

Για την εφαρμογή μας χρησιμοποιήσαμε δυο πομποδέκτες **HC-12** . Ο ένας έχει τον ρόλο του πομπού και άλλος του δέκτη.

Ο **HC-12**, είναι ένας ασύρματος πομποδέκτης που αποτελείται από 100 κανάλια των 100 mW και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποστολή και λήψη σειριακής πληροφορίας. Τα κανάλια αυτά βρίσκονται στην περιοχή 433 έως 473 MHz, με εμβέλεια μέχρι και ένα χιλιόμετρο σε ανοικτό χώρο. Ο **HC-12** βασίζεται στο τσιπ **Si4463** το οποίο αποτελεί τον πομποδέκτη του ολοκληρωμένου. Η μέγιστη ισχύς εκπομπής είναι στα 20 dBm (100mW) και η ευαισθησία λήψης κυμαίνεται από -117dBm έως -100dBm. Δέχεται 3,2V έως 5,5VDC τάση τροφοδοσίας. Η θερμοκρασία λειτουργίας του μπορεί να κυμανθεί από -40 βαθμούς κελσίου έως +85 βαθμούς κελσίου και οι διαστάσεις του είναι 27,8mmx 14,4mmx 4mm. [1], [2]



Εικόνα 3.2: HC-12

Αποτελείται επίσης από τον μικροελεγκτή **STM8S003FS** ο οποίος είναι 8 bit έχει μνήμη flash 8 kB, EEPROM 128 byte και ADC 10 bit . Είναι προγραμματισμένο για τον έλεγχο του **Si4463** διότι είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία UART μεταξύ του **HC-12** και των μικροελεγκτών που είναι συνδεδεμένοι με αυτόν. Ο συνδυασμός αυτών των δυο **STM8S003FS** και **Si4463** μαζί με τα υπόλοιπα εξαρτήματα αποτελούν τον πομποδέκτη **HC-**

12 , που παρέχει μια διεπαφή UART σε επίπεδο TTL πέντε ακίδων (VCC, GND, RX, TX, SET). [1], [2]

HC-12 ρυθμίζεται με τις εντολές AT. Οι σημαντικότερες εντολές είναι:

- Η **AT** , η οποία είναι εντολή δοκιμής και επιστρέφει OK στο serial monitor όταν ενεργοποιείται η AT διεπαφή.
- Η **AT+Bxxxx**, η εντολή αυτή ορίζει το ρυθμό Baud της σειριακής θύρας. Παράδειγμα, το AT+B9600 ορίζει το Baud rate στα 9600bps.
- Η **AT+Cxxxx**, η εντολή αυτή ρυθμίζει τα ραδιοφωνικά κανάλια, παράδειγμα το κανάλι 001 βρίσκεται στα 433,4 MHz. Για κάθε επόμενο κανάλι προστίθενται 400 kHz, δηλαδή το κανάλι 100 βρίσκεται στα 473 MHz. Παράδειγμα, η εντολή AT+C 003 θα ρυθμίσει τη συχνότητα στα 434,2 MHz. Και οι δυο **HC-12** που συνδέονται ασύρματα, οφείλουν να λειτουργήσουν στην ίδια συχνότητα.
- Η **AT+FUx** , η εντολή αυτή ρυθμίζει τέσσερις διαφορετικές λειτουργίες για τη συσκευή: FU1, FU2, FU3, FU4. Και οι δυο **HC-12** που συνδέονται ασύρματα, οφείλουν να λειτουργήσουν, με τον ίδιο τύπο λειτουργίας.

Η FU1, είναι η λειτουργία εξοικονόμησης ενέργειας με 250000bps “over the air” ρυθμό baud. Ο ρυθμός της σειριακής θύρας μπορεί να πάρει οποιαδήποτε από τις υποστηριζόμενες τιμές.

Η FU2, είναι η λειτουργία μεγάλης εξοικονόμησης ενέργειας με 250000bps “over the air” ρυθμό baud. Αλλά ο ρυθμός baud της σειριακής θύρας πρέπει να είναι ή 1200bps ή 2400bps ή 4800bps.

Η FU3, είναι η λειτουργία γενικού σκοπού όπου ανάλογα με την ταχύτητα της σειριακής θύρας , διαφέρει ο ρυθμός “over the air”, το μέγιστο εύρος και η ευαισθησία του δέκτη, όπως περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα. [2]

ΡυθμόςBaud σειριακή θύρας	ΠοσοστόBaud Over- the-Air	Ευαισθησία δέκτη	Μέγιστο εύρος (m)
------------------------------	------------------------------	------------------	-------------------

1200bps	5000bps	-117dBm	1000m
2400bps	5000bps	-117dBm	1000m
4800bps	15000bps	-112dBm	500m
9600bps	15000bps	-112dBm	500m
19200bps	58000bps	-107dBm	250m
38400bps	58000bps	-107dBm	250m
57600bps	236000bps	-100dBm	100m
115200bps	236000bps	-100dBm	100m

Πίνακας 3.2: Ο ρυθμός Baud

Η FU4, είναι η λειτουργία μεγάλης εμβέλειας η οποία έχει ρυθμό 500bps “over the air” και 1200bps ταχύτητα σειριακής θύρας. Στη λειτουργία αυτή στέλνονται μικρά πακέτα, με μέγιστο τα 50 byte και το εύρος αυξάνεται στα 1800m περίπου.

- Η **AT+Px**, η εντολή αυτορυθμίζει την ισχύ μετάδοσης όπως περιγράφεται στην ενότητα 3.2.2
- Η **AT+Rx**, η εντολή αυτή ανακτά όλες τις παραμέτρους, π.χ. mode, power, channel, baud rate, frequency.
- Η **AT+DEFAULT**, η εντολή αυτή επαναφέρει τις παραμέτρους στις αρχικές ρυθμίσεις.

Για το σετάρισμα του πομποδέκτη η σύνδεση έγινε ως εξής:

HC-12	ARDUINO UNO
VCC	5V
GND	GND
TX	Pin2

RX	Pin3
SET	GND

Πίνακας 3.3: Σύνδεση HC-12 με το ARDUINO UNO

Με τον εξής κώδικα καταφέρνουμε τη σειριακή επικοινωνία μέσω του Serial Monitor του λογισμικού του ARDUINO και με τις εντολές **AT** να σετάρουμε τον πομποδέκτη.

```

#include<SoftwareSerial.h>
// Pin2 και Pin3 του Arduino για την software σειριακή επικοινωνία
#defineRX 2 //συνδέουμε το TXpin του HC-12
#defineTX 3 //συνδέουμε το RXpinτου HC-12
SoftwareSerialmySerial(RX, TX);

//ρυθμός baud στα 9600

void setup() {
Serial.begin(9600);
mySerial.begin(9600);

}

void loop() { // run over and over
if (mySerial.available()) {
Serial.write(mySerial.read());
}
if (Serial.available()) {
mySerial.write(Serial.read());
}
}
}

```

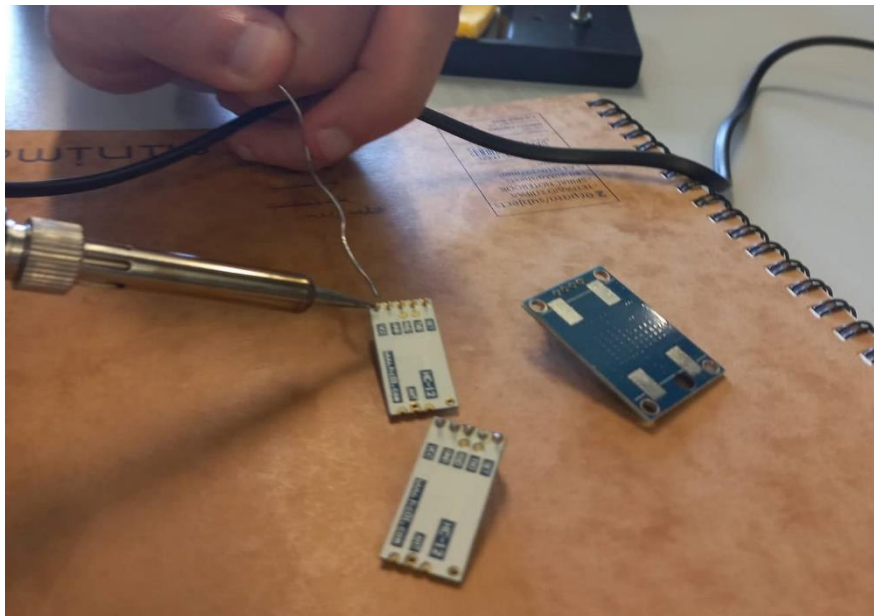
3.7 ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΙΣΧΥΟΣ

Στη συγκεκριμένη εφαρμογή χρειάστηκε να ρυθμίσουμε την ισχύ μετάδοσης έτσι ώστε να είναι η μικρότερη δυνατή λόγω της κοντινής απόστασης μεταξύ του πομπού και του δέκτη δεδομένου ότι είναι μακέτα. Αυτό επιτεύχθηκε χρησιμοποιώντας στο Serial Monitor τις εντολές AT+Px για τη ρύθμιση της ισχύος μετάδοσης της συσκευής.

X ΤιμήAT + Px	1	2	3	4	5	6	7	8
Ισχύς μετάδοσης (dBm)	-1	2	5	8	11	14	17	20
Ισχύς μετάδοσης(W)	0,8 mW	1,6 mW	3,2 mW	6,3 mW	12 mW	25 mW	50 mW	100 mW

Πίνακας 3.4: Τιμές μετάδοσης ισχύος

Έτσι επιλέξαμε την εντολή **AT + P1** η οποία αντιστοιχεί σε -1 dBm της οποίας η ισχύς μετάδοσης είναι 0,8 mW. Επίσης έγιναν οι κολλήσεις των κεραιών για τον **HC-12** στην πλακέτα του πομπού, καθώς και στην πλακέτα του δέκτη. Κολλήσεις ακροδέκτη 5 pin για τις 5 ακίδες του **HC-12**(VCC, GND, RX, TX, SET). [2]



Εικόνα 3.3: Κολλήσεις ακίδων σε πομποδέκτη και GPS

3.8 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΣ

Για την εφαρμογή μας θα χρειαστούμε δυο πομποδέκτες **HC-12** ο ένας απ' αυτούς θα χρησιμοποιηθεί ως πομπός και ο άλλος ως δέκτης. Ο πομπός θα βρίσκεται πάνω στο όχημα έκτακτης ανάγκης, έτσι ώστε να στέλνεται η τοποθεσία του στον δέκτη που θα βρίσκεται στον μικροελεγκτή των φωτεινών σηματοδοτών. Η σύνδεση του πομπού με το Arduino Mega 2560 αποτυπώνεται στον παρακάτω πίνακα: [1],[2],[6], [9]

HC-12	ARDUINO MEGA 2560
VCC	5V,330Ohm,BUTTON Pin1
GND	GND,330Ohm,BUTTON Pin 2
TX	Pin2
RX	Pin3
BUTTON	Pin8

Πίνακας 3.5: Σύνδεση HC-12 με το ARDUINO MEGA

Η σύνδεση του δέκτη ο οποίος θα βρίσκεται στο μικροελεγκτή των φωτεινών σηματοδοτών αποτυπώνεται στον παρακάτω πίνακα:

HC-12	ADUINO UNO
VCC	5V
GND	GND
TX	Pin2
RX	Pin3

Πίνακας 3.6: Σύνδεση HC-12 με το ARDUINO UNO

Ο κώδικας και των δυο **HC-12** είναι ο ίδιος και στις δυο περιπτώσεις και είναι ο εξής:

```
#include<SoftwareSerial.h>
```

```
// Pin2 και Pin3 του Arduino για την software σειριακή επικοινωνία
```

```
SoftwareSerialmySerial(2, 3); //RX, TX
```

```
//ρυθμός baud στα 9600
```

```
void setup() {
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
mySerial.begin(9600);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
if(Serial.available() > 0){//Διαβάξιαποτο serial monitor καιστέλνειςτον HC-12
```

```
String input = Serial.readString();
```

```
mySerial.println(input);
```

```
}
```

```
if(mySerial.available() > 1){//Διαβάξιαπότον HC-12 καιστέλνειςτο serial monitor
```

```
String input = mySerial.readString();
```

```
Serial.println(input);
```

```
}
```

```
delay(20);
```

```
}
```

Κάθε φορά που θα γραφτεί κάποιο μήνυμα στο Serial Monitor του πομπού και πατηθεί το κουμπί, θα ανάβει το TXLED του δέκτη και θα εμφανίζεται το αντίστοιχο μήνυμα στο Serial Monitor του δέκτη. Όπως για παράδειγμα η παρακάτω εικόνα, η οποία στέλνει το μήνυμα της τοποθεσίας του οχήματος έκτακτης ανάγκης. Η οποία τοποθεσία αντιστοιχεί στη διασταύρωση της παρούσας εφαρμογής. [1],[6],[10]

```
10
11 void loop() {
12
13
14   if(Serial.available() > 0){//Read from serial monitor and send over HC-12
15     String input = Serial.readString();
16     mySerial.println(input);
17   }
18
19   if(mySerial.available() > 1){//Read from HC-12 and send to serial monitor
20     String input = mySerial.readString();
21     Serial.println(input);

```

Output Serial Monitor x

Message (Ctrl + Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM6')

1

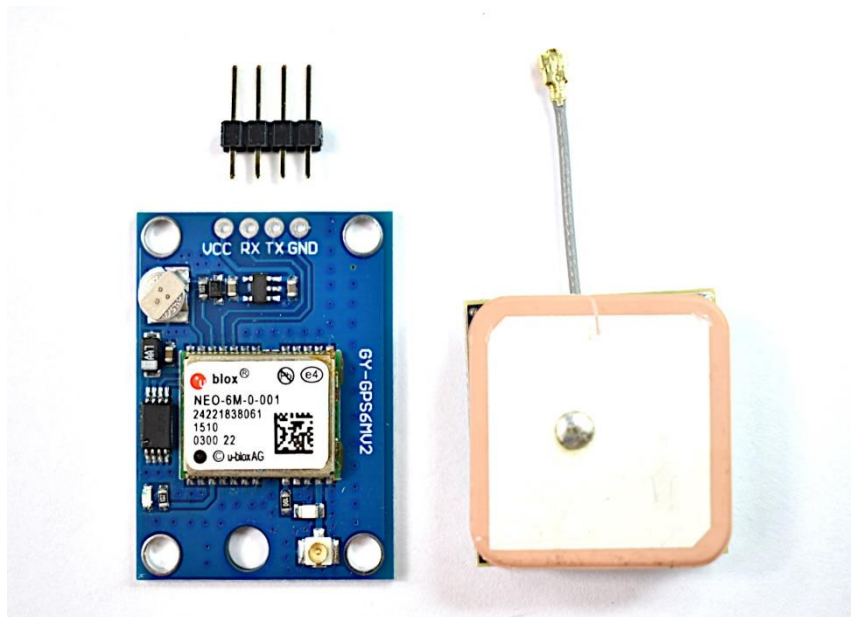
1

Latitude: 40.655897 Longitude: 22.801372 Altitude: 67.00 Date: 8/8/2022 Time: 16:08:19:20.00

Εικόνα 3.4: Serial Monitor δέκτη

3.9 Ο ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ GPS

Το GPS διεπαφή ublox **NEO-6M** έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί 21 δορυφόρους και να αναγνωρίζει οποιαδήποτε τοποθεσία σε οποιοδήποτε σημείο του κόσμου. Το **NEO-6M GPS** τσιπ είναι πολύ μικρό σε μέγεθος αλλά έχει τεράστιες δυνατότητες. Παρακολουθεί 21 δορυφόρους σε 50 κανάλια, ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη ευαισθησία πλοήγησης στα -161dB και η κατανάλωση του ρεύματος του, είναι στα 45mA. Ενημερώνει 5 τοποθεσίες σε ένα sec με ακρίβεια δυο μέτρων κάθετης και οριζόντιας θέσης. Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του τσιπ είναι η εξοικονόμηση ενέργειας (psm). Έτσι μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας με επιλεκτική ενεργοποίηση και απενεργοποίηση τμημάτων του σε 11mA, ανάλογα με το είδος της εφαρμογής. Αποτελείται από τέσσερις ακίδες (VCC, RX, TX, GND) που απαιτούνται για τη σύνδεση με τον μικροελεγκτή μέσω του πρωτοκόλλου UART. [3],[14]



Εικόνα 3.5: NEO-6M GPS

Ο ρυθμός Baud κυμαίνεται από 4800bps έως 230400bps με προεπιλογή ρυθμού Baud στα 9600bps. Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας της πλοήγησης είναι τα NMEA και το UBX Binary. Η τάση λειτουργίας του κυμαίνεται από 2,7V έως 3,6V, είναι όμως ανεκτικό και σε τάση 5V από μικροελεγκτή λόγω του ρυθμιστή MIC5205 χωρίς να χρησιμοποιηθεί μετατροπέας λογικής στάθμης. Η αντίσταση TXD-RXD είναι 510Ohm και η θερμοκρασία λειτουργίας του είναι ίδια με του **HC-12** δηλαδή -40 βαθμοί κελσίου έως +85 βαθμοί κελσίου. Αποτελείται επίσης από μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία κουμπιού, η οποία έχει αυτόματη φόρτιση όταν παρέχεται ρεύμα στη μονάδα καθώς λειτουργεί σαν υπερπυκνωτής και κρατάει τα δεδομένα της για 15 μέρες χωρίς τροφοδοσία.

Είναι εξοπλισμένο με HK24C32 two wire serial EEPROM, το οποίο έχει μέγεθος 4KB. Η μπαταρία και το EEPROM διατηρούν την Battery backed RAM, δηλαδή τη μνήμη δεδομένων της μπαταρίας. Αποτελείται επίσης από μια κεραία η οποία συνδέεται στον U.FL connector η οποία έχει ευαισθησία -161dBm για τη λήψη σημάτων από δορυφόρους. Υπάρχει επίσης το Position fix LED indicator δηλαδή το LED που δείχνει την κατάσταση διόρθωσης θέσης. Όταν αυτό δεν αναβοσβήνει εφόσον έχει συνδεθεί σωστά, γίνεται αναζήτηση των δορυφόρων. Όταν αυτό αναβοσβήνει κάθε έναsec, βλέπει τους δορυφόρους και λαμβάνει τις συντεταγμένες. Έγιναν κολλήσεις ακροδέκτη 4 pin για τις 4 ακίδες του **GPS NEO-6M** (VCC, RX, TX, GND). [3],[14]

3.10 ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΙ ΚΩΔΙΚΑΣ ARDUINO

Η Σύνδεση με το Arduino περιγράφεται στον ακόλουθο πίνακα:

GPS NEO-6M	ARDUINO UNO
VCC	5V
RX	Pin5
TX	Pin4
GND	GND
ΚΕΡΑΙΑ	U.FL connector

Πίνακας 3.7: Σύνδεση GPS NEO-6M με το ARDUINO MEGA

Ο παρακάτω κώδικας περιγράφει τη σειριακή επικοινωνία μεταξύ του **GPSNEO-6M** και το **Arduino**, καθώς διαβάζει τα δεδομένα που αποστέλλονται από το **GPS** (τοποθεσίες) και τα γράφει στο Serial Monitor. [3],[6],[14]

```
#include<SoftwareSerial.h>
```

```
// Pin4 και Pin5 του Arduino για την software σειριακή επικοινωνία
```

```
intRXPin = 4;
```

```
intTXPin = 5;
```

```
// Το baud του NEO-6M είναι 9600
```

```
intGPSBaud = 9600;
```

```
// Δημιουργία software σειριακής πόρτας "gpsSerial"
```

```

SoftwareSerialgpsSerial(RXPin, TXPin);

void setup()
{
  // Ξεκινάει η hardware σειριακή πόρτα του Arduino με 9600 baud
  Serial.begin(9600);

  // Ξεκινάει η software σειριακή πόρτα του GPS'sdefaultbaud
  gpsSerial.begin(GPSBaud);
}

void loop()
{
  // Διαβάζει και γράφει την καινούρια τοποθεσία που δίνεται
  while (gpsSerial.available() > 0)
  Serial.write(gpsSerial.read());
}

```

3.11 ΟΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ NMEA

Τα δεδομένα που λαμβάνονται στο Serial Monitor είναι προτάσεις του προτύπου NMEA (National Marine electronics Association). Αυτές οι προτάσεις αναλύονται ευκολότερα από τους μικροελεγκτές . Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται τα δεδομένα που εμφανίζονται στο Serial Monitor. [3]

```

23
24 // Διαβάζει και γράφει την καινούργια τοποθεσία που δίνεται
25 while (gpsSerial.available() > 0)
26     Serial.write(gpsSerial.read());
27
28

```

Output Serial Monitor x

Message (Ctrl + Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM6')

New Line 9600 baud

```

$GPRMC,165937.000,A,4029.2375,N,02250.5641,E,4.79,301.73,070822,,A*6D
$GPVTG,301.73,T,M,4.79,N,8.87,K,A*36
$GPZDA,165937.000,07,08,2022,00,00*54
$GPTXT,01,01,01,ANTENNA OK*35
$GPGGA,165938.000,4029.2377,N,02250.5640,E,1,04,4.5,74.3,M,0.0,M,,*55
$GPGLL,4029.2377,N,02250.5640,E,165938.000,A,A*55
$GPGSA,A,3,09,30,07,06,,,,,,,,,7.5,4.5,6.0*3C
$GPGSV,3,1,10,02,21,307,,03,12,135,,04,30,073,,06,37,243,13*7E

```

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

Εικόνα 3.6: Οι προτάσεις NMEA στο Serial Monitor

Υπάρχουν πολλές προτάσεις του προτύπου **NMEA** . Κάποια παραδείγματα είναι τα εξής:

- \$GPGSA - GPS DOP και ενεργοί δορυφόροι
- \$GPGSV - Δορυφόροι GPS σε προβολή
- \$GPHDT - Heading, True
- \$GPR00 - Λίστα σημείων διαδρομής στην τρέχουσα ενεργή διαδρομή
- \$GPBOD - προέλευση προς προορισμό
- \$GPBWC - απόσταση από το σημείο διαδρομής
- \$GPGGA - Παγκόσμιο Σύστημα εντοπισμού θέσης

- \$GPGLL - Γεωγραφική θέση, γεωγραφικό πλάτος / μήκος
- \$GPSTN - Αναγνωριστικό πολλαπλών δεδομένων
- \$GPWPL - Τοποθεσία σημείου διαδρομής
- \$GPXTE - Σφάλμα διασταύρωσης
- \$GPZDA - Ημερομηνία και ώρα
- \$GPRMC - συγκεκριμένα δεδομένα GPS/Transit
- \$GPRTE – Διαδρομές
- \$GPTRF - Δεδομένα επιδιόρθωσης συγκοινωνίας

Αναλύοντας μια πρόταση NMEA

Για παράδειγμα:

\$GPRMC,165959.000,A,4029.2429,N,02250.5595,E,2.75,303.57,070822,.,,A*6F

Αυτή η πρόταση μας δίνει γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος, υψόμετρο, ταχύτητα, ημερομηνία και ώρα.

\$	Κάθε πρόταση NMEA ξεκινά με χαρακτήρα \$.
----	---

GPRMC	Συνιστώμενες ελάχιστες συντεταγμένες παγκόσμιας τοποθέτησης
165959.000	Τρέχουσα ώρα σε UTC – 16:59:59
A	Κατάσταση A=ενεργό ή V=Κενό
4029.2429,N	Γεωγραφικό πλάτος 40 μοίρες 29.2429' B
02250.5595,E	Γεωγραφικό μήκος 22 μοίρες 50.5595' A
2.75	Ταχύτητα πάνω από το έδαφος σε κόμβους
303.57	Γωνία τροχιάς σε μοίρες True
070822	Τρέχουσα ημερομηνία 07/08/2022
,,A	Μαγνητική παραλλαγή
*6F	Τα δεδομένα αθροίσματος ελέγχου, ξεκινούν πάντα με *

Πίνακας 3.8: Ανάλυση προτάσεων NMEA

3.12 ΚΩΔΙΚΑΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ

Αρχικά θα πρέπει να εγκαταστήσουμε τη βιβλιοθήκη **TINY GPS Plus**η οποία κάνει πολύ εύκολη την ανάλυση των προτάσεων **NMEA**, μας παρέχει δηλαδή το γεωγραφικό πλάτος, το γεωγραφικό μήκος, το γεωγραφικό ύψος, ημερομηνία και ώρα. Ο παρακάτω κώδικας μας δίνει το αποτέλεσμα όλων των προαναφερθέντων στο Serial Monitor. Με την ίδια ακριβώς σύνδεση **GPS** και **Arduino**, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

// Η εγκατάσταση της βιβλιοθήκης Tiny GPS++ και της βιβλιοθήκης Soft ware Serial και σειριακή επικοινωνία και ρυθμός baud στα 9600

```
#include <Tiny GPS++.h>
```

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
int RXPin = 4;
```

```
int TXPin = 5;
```

```
int GPSBaud = 9600;
```

```
TinyGPSPlusgps;
```

```
//σειριακή επικοινωνία με μικροελεγκτή καθώς και με το GPS
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
gpsSerial.begin(GPSBaud);
```

```
}
```

```
// Η συνάρτηση βρόγχου για να εκτυπώνει πληροφορίες τοποθεσίας
```

```
(γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος,υψόμετρο,ημερομηνία και ώρα)
```

```
αν περάσουν 5000 χιλιοστά του δευτερολέπτου,δεν λάβει χαρακτήρες στη σειριακή θύρα,  
εκτυπώνεται μήνυμα σφάλματος "NotAvailable".
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
while (gpsSerial.available() > 0)
```

```
if (gps.encode(gpsSerial.read()))
```

```
displayInfo();
```

```
if (millis() > 5000 &&gps.charsProcessed() < 10)
```

```
{
```

```
Serial.println("No GPS detected");
```

```
while(true);
```

```
}
```

```
}
```

```
void displayInfo()
```

```
{
```

```
    if (gps.location.isValid())
```

```
    {
```

```
        Serial.print("Latitude: ");
```

```
        Serial.println(gps.location.lat(), 6);
```

```
        Serial.print("Longitude: ");
```

```
        Serial.println(gps.location.lng(), 6);
```

```
        Serial.print("Altitude: ");
```

```
        Serial.println(gps.altitude.meters());
```

```
    }
```

```
    else
```

```
    {
```

```
        Serial.println("Location: Not Available");
```

```
    }
```

```
        Serial.print("Date: ");
```

```
        if (gps.date.isValid())
```

```
        {
```

```
            Serial.print(gps.date.month());
```

```
            Serial.print("/");
```

```
            Serial.print(gps.date.day());
```

```
            Serial.print("/");
```

```
            Serial.println(gps.date.year());
```

```
        }
```

```
        else
```

```
        {
```

```
            Serial.println("Not Available");
```

```
        }
```

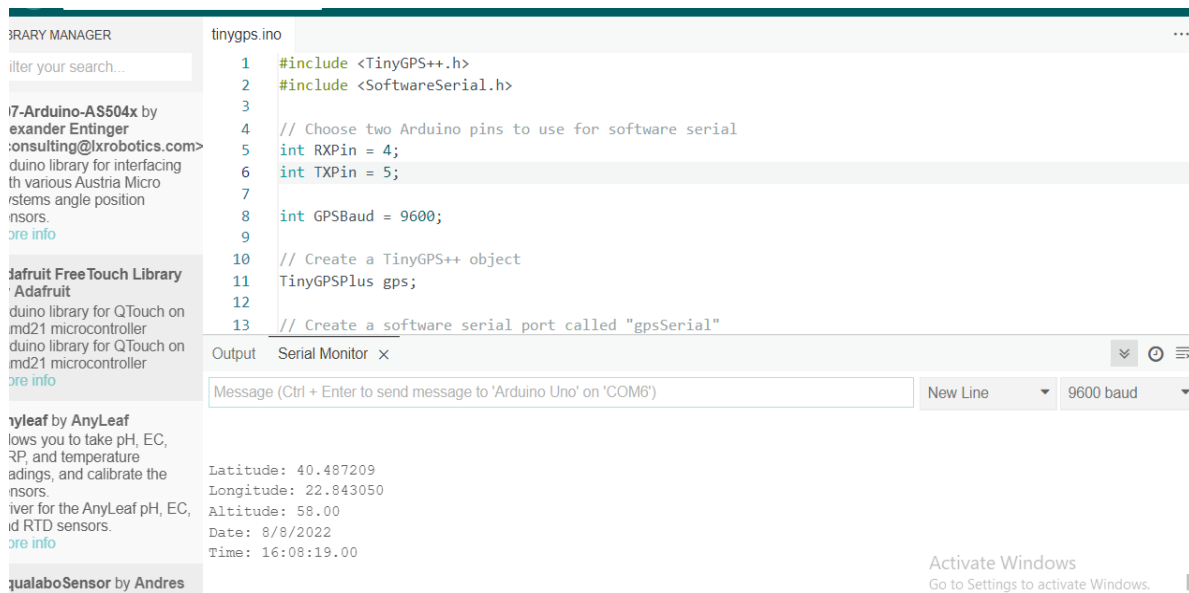
```

Serial.print("Time: ");
  if (gps.time.isValid()
  {
    if (gps.time.hour() < 10) Serial.print(F("0"));
Serial.print(gps.time.hour());
Serial.print(":");
    if (gps.time.minute() < 10) Serial.print(F("0"));
Serial.print(gps.time.minute());
Serial.print(":");
    if (gps.time.second() < 10) Serial.print(F("0"));
Serial.print(gps.time.second());
Serial.print(".");
    if (gps.time.centisecond() < 10) Serial.print(F("0"));
Serial.println(gps.time.centisecond());
  }
  else
  {
Serial.println("Not Available");
  }

Serial.println();
Serial.println();
delay(1000);
}

```

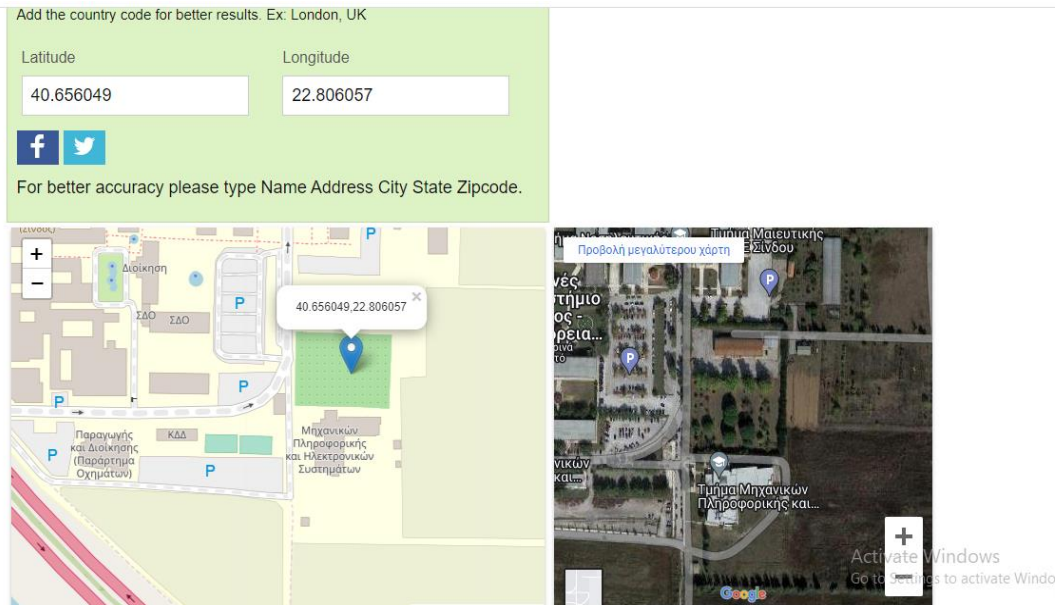
Έτσι το αποτέλεσμα στο Serial Monitor είναι αυτής της μορφής.



Εικόνα 3.7: Η τοποθεσία γεωγραφικού μήκους και πλάτους στο Serial Monitor

3.13 Η ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ ΩΣ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΣ

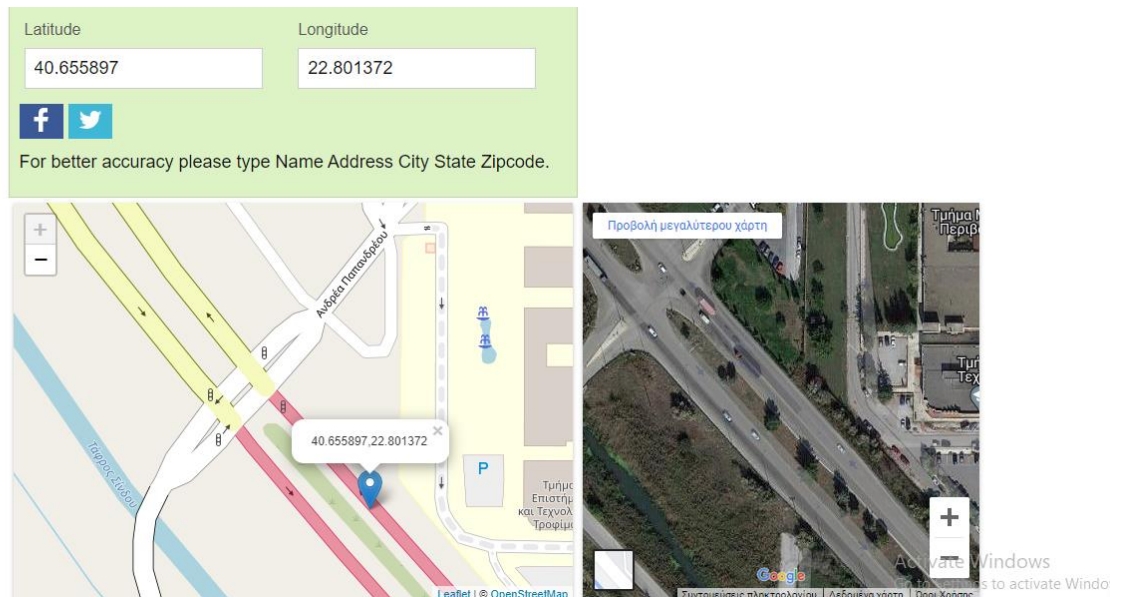
Η διασταύρωση που πήραμε ως παράδειγμα είναι αυτή που βρίσκεται στη συμβολή των οδών Ανδρέα Παπανδρέου και του κόμβου της Σίνδου, δηλαδή η διασταύρωση μπροστά από το Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας – Αλεξάνδρεια Πανεπιστημιούπολη και τα σημεία έναρξης αποστολής πακέτου – τοποθεσίες, στο δέκτη είναι αυτά που αποτυπώνονται στις παρακάτω εικόνες:



Εικόνα 3.8: Τοποθεσία Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων

Περίπτωση 1: Κόμβος Σίνδου με κατεύθυνση τη ΒΙ.ΠΕ Σίνδου και τη Σίνδο.

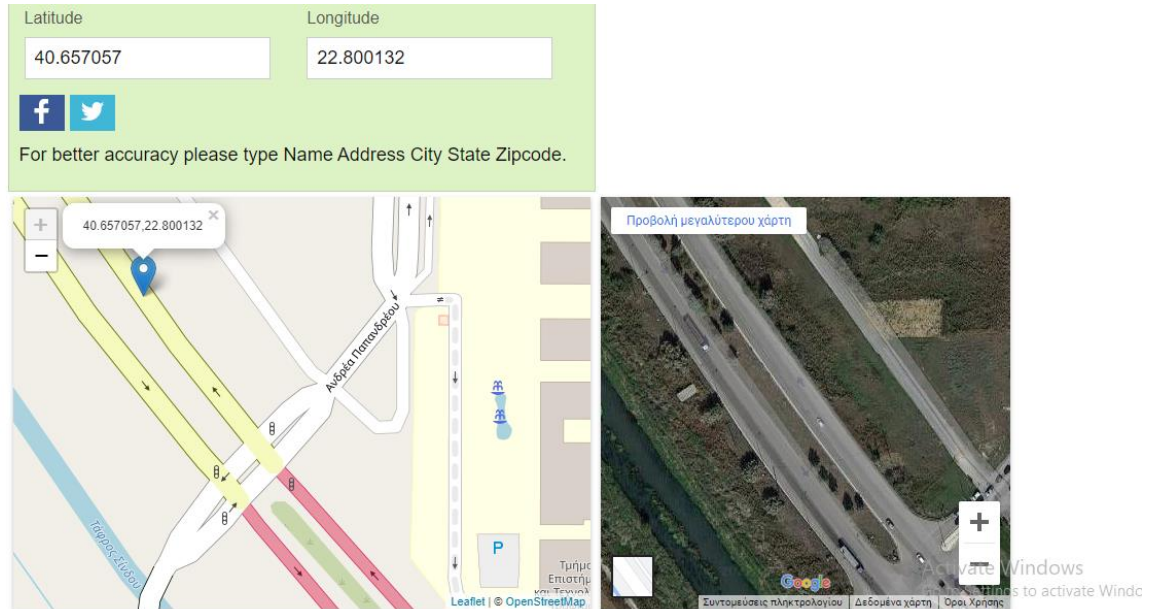
Στην περίπτωση που το GPS στείλει την τοποθεσία εκκίνησης με Latitude: 40.655897 και Longitude: 22.801372, σημαίνει ότι το όχημα έκτακτης ανάγκης βρίσκεται στον **κόμβο της Σίνδου** και έχει κατεύθυνση τη **ΒΙ.ΠΕ Σίνδου και τη Σίνδο**, έχει ως τοποθεσία πάυσης την Latitude: 40.657057 και Longitude: 22.800132. [4]



Εικόνα 3.9: Τοποθεσία εκκίνησης κόμβου Σίνδου με κατεύθυνση την ΒΙ.ΠΕ

Περίπτωση 2: Κόμβος Σίνδου με κατεύθυνση τη Εθνική οδό και τη Σίνδο.

Στην περίπτωση που το GPS στείλει την τοποθεσία εκκίνησης με Latitude: 40.657057 και Longitude: 22.800132, σημαίνει ότι το όχημα έκτακτης ανάγκης βρίσκεται στον **κόμβο της Σίνδου** και έχει κατεύθυνση την **Εθνική οδό και τη Σίνδο**, έχει ως τοποθεσία πάυσης την Latitude: 40.655897 και Longitude:22.801372.

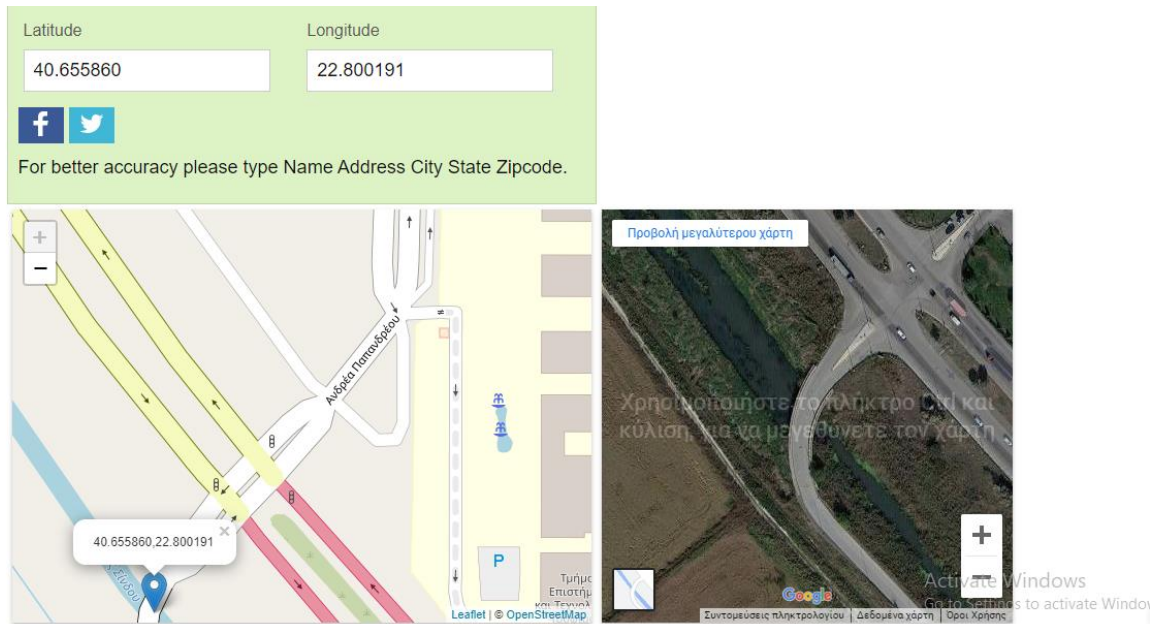


Εικόνα 3.10: Τοποθεσία εκκίνησης κόμβου Σίνδου με κατεύθυνση την Εθνική Οδό

Από την αποστολή της τοποθεσίας που έχουμε ορίσει ως τοποθεσία εκκίνησης ξεκινάει και η εναλλαγή του σεναρίου, έτσι ώστε τα φανάρια του **κόμβου της Σίνδου** να ανάψουν πράσινα και τα φανάρια της **οδού Ανδρέα Παπανδρέου** να ανάψουν κόκκινα.

Περίπτωση 3: Οδός Ανδρέα Παπανδρέου με κατεύθυνση τη Σίνδο.

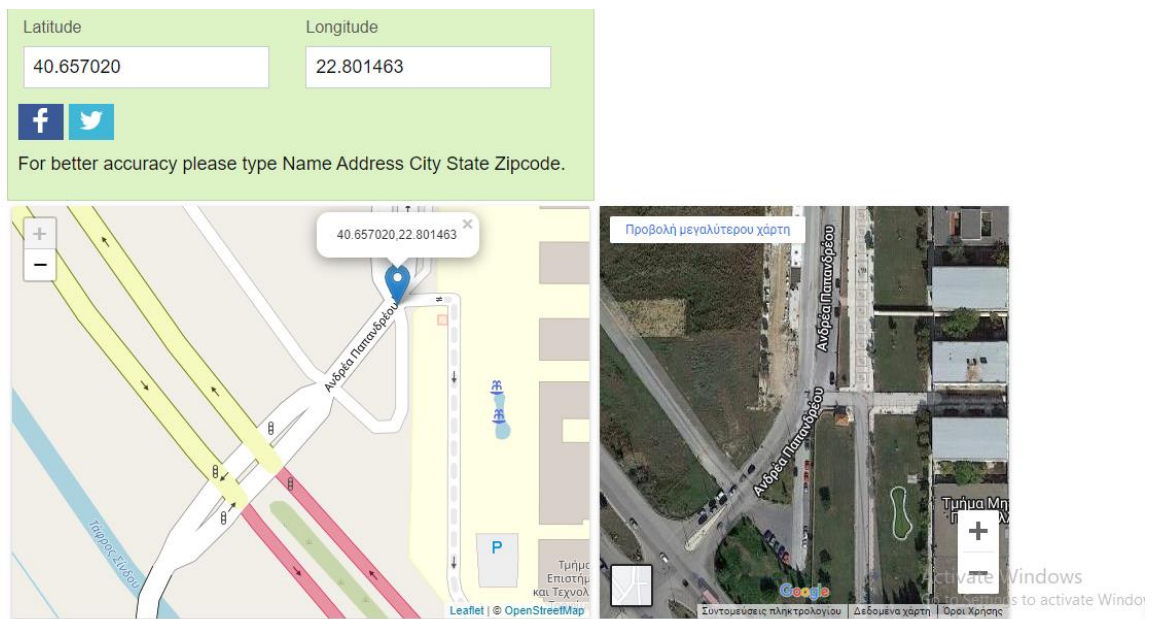
Στην περίπτωση που το GPS στείλει την τοποθεσία εκκίνησης με Latitude: 40.655860 και Longitude: 22.800191, σημαίνει ότι το όχημα έκτακτης ανάγκης βρίσκεται στην **οδό Ανδρέα Παπανδρέου** και έχει κατεύθυνση τη **Σίνδο**, έχει ως τοποθεσία πάυσης την Latitude: 40.657020 και Longitude:22.801463. [4]



Εικόνα 3.11: Τοποθεσία εκκίνησης Ανδρέα Παπανδρέου με κατεύθυνση τη Σίνδο

Περίπτωση 4: Οδός Ανδρέα Παπανδρέου με κατεύθυνση εταιρείες της περιοχής και την Εθνική Οδό .

Στην περίπτωση που το GPS στείλει την τοποθεσία εκκίνησης με Latitude: 40.657020 και Longitude: 22.801463, σημαίνει ότι το όχημα έκτακτης ανάγκης βρίσκεται **στην οδό Ανδρέα Παπανδρέου** και έχει κατεύθυνση εταιρείες της περιοχής και την Εθνική Οδό, έχει ως τοποθεσία πάυσης την Latitude: 40.655860 και Longitude:22.800191. [4]



Εικόνα 3.12: Τοποθεσία εκκίνησης Ανδρέα Παπανδρέου με κατεύθυνση την Εθνική Οδό

Από την αποστολή της τοποθεσίας που έχουμε ορίσει ως τοποθεσία εκκίνησης ξεκινάει και η εναλλαγή του σεναρίου, έτσι ώστε τα φανάρια της οδού Ανδρέα Παπανδρέου να ανάψουν πράσινα και τα φανάρια του κόμβου της Σίνδου να ανάψουν κόκκινα.

Για την επιλογή αυτών των τοποθεσιών εκκίνησης έχουν ληφθεί υπόψιν οι αποστάσεις από τους φωτεινούς σηματοδότες, για να έχουν το χρόνο να απομακρυνθούν τα διερχόμενα οχήματα του αντίθετου ρεύματος. Για την απεικόνιση και την κατανόηση των τοποθεσιών, των αποστάσεων και για την εύρεση του γεωγραφικού πλάτους και γεωγραφικού μήκους χρησιμοποιήθηκε η ιστοσελίδα: Latlong.net. Όστε να βρίσκουμε lat long συντεταγμένες. [4]

Ο κώδικας για τον έλεγχο των συντεταγμένων

```
// Latitude Longitude  
int Latitude = 1;  
int Longitude = 1;  
  
// φανάρι 1  
int red1 = 10;  
int yellow1 = 9;  
int green1 = 8;  
// φανάρι 2  
int red2 = 13;  
int yellow2 = 12;  
int green2 = 11;  
  
void setup () {  
// φανάρι 1  
pinMode (red1, OUTPUT);  
pinMode (yellow1, OUTPUT);  
pinMode (green1, OUTPUT);  
  
// φανάρι 2  
pinMode (red2, OUTPUT);  
pinMode (yellow2, OUTPUT);  
pinMode (green2, OUTPUT);
```

```

}
void loop () {
// πρώτη περίπτωση κατά το κεφάλαιο 3.13
if (Latitude == 40.655897  Longitude == 22.801372)
do {
digitalWrite(green1, LOW);
digitalWrite(yellow1, HIGH);
digitalWrite(yellow2, HIGH);
delay (3000);

digitalWrite(yellow1, LOW);
digitalWrite(red1, HIGH);
digitalWrite(yellow2, LOW);
digitalWrite(red2, LOW);
digitalWrite(green2, HIGH);
delay(7000);
while ( Latitude == 40.657057  και Longitude == 22.800132 );
}
// δεύτερη περίπτωση κατά το κεφάλαιο 3.13
else if ( Latitude == 40.657057  και Longitude == 22.800132 )
do {
digitalWrite(green1, LOW);
digitalWrite(yellow1, HIGH);
digitalWrite(yellow2, HIGH);
delay (3000);

digitalWrite(yellow1, LOW);
digitalWrite(red1, HIGH);
digitalWrite(yellow2, LOW);
digitalWrite(red2, LOW);
digitalWrite(green2, HIGH);
delay(7000);
while (Latitude == 40.655897  Longitude == 22.801372);
}

```

```

}
// τρίτη περίπτωση κατά το κεφάλαιο 3.13
else if ( Latitude == 40.657020 και Longitude == 22.801463 )
do {
digitalWrite(yellow1, HIGH);
digitalWrite(yellow2, HIGH);
digitalWrite(green2, LOW);
delay(3000);
digitalWrite(green1, HIGH);
digitalWrite(yellow1, LOW);
digitalWrite(red1, LOW);
digitalWrite(yellow2, LOW);
digitalWrite(red2, HIGH);
delay(7000);
while (Latitude == 40.655860 Longitude == 22.800191);
}
// τέταρτη περίπτωση κατά το κεφάλαιο 3.13
else if ( Latitude == 40.655860 και Longitude == 22.800191 )
do {
digitalWrite(yellow1, HIGH);
digitalWrite(yellow2, HIGH);
digitalWrite(green2, LOW);
delay(3000);
digitalWrite(green1, HIGH);
digitalWrite(yellow1, LOW);
digitalWrite(red1, LOW);
digitalWrite(yellow2, LOW);
digitalWrite(red2, HIGH);
delay(7000);
while (Latitude == 40.657020 Longitude == 22.801463);
}
else
changeLights ();

```

```
delay(10000);
```

```
}
```

```
void changeLights () {
```

```
// ανάβουν και τα 2 πορτοκαλί φανάρια
```

```
digitalWrite(green1, LOW);
```

```
digitalWrite(yellow1, HIGH);
```

```
digitalWrite(yellow2, HIGH);
```

```
delay (7000);
```

```
// σβήνουν τα πορτοκαλί φανάρια και ανάβει το κόκκινο του φαναριού 1 και το πράσινο του φαναριού 2
```

```
digitalWrite(yellow1, LOW);
```

```
digitalWrite(red1, HIGH);
```

```
digitalWrite(yellow2, LOW);
```

```
digitalWrite(red2, LOW);
```

```
digitalWrite(green2, HIGH);
```

```
delay(7000);
```

```
// ανάβουν και τα 2 πορτοκαλί φανάρια
```

```
digitalWrite(yellow1, HIGH);
```

```
digitalWrite(yellow2, HIGH);
```

```
digitalWrite(green2, LOW);
```

```
delay(3000);
```

```
// σβήνουν τα πορτοκαλί φανάρια και ανάβει το κόκκινο του φαναριού 2 και το πράσινο του φαναριού 1
```

```
digitalWrite(green1, HIGH);
```

```
digitalWrite(yellow1, LOW);
```

```
digitalWrite(red1, LOW);
```

```
digitalWrite(yellow2, LOW);
```

```
digitalWrite(red2, HIGH);
```

```
delay(7000);
```

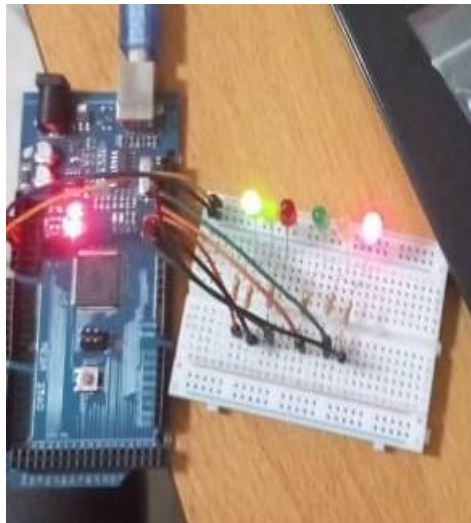
```
}
```

3.14 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΩΝ

Για την κατασκευή της μακέτας χρησιμοποιήθηκαν :

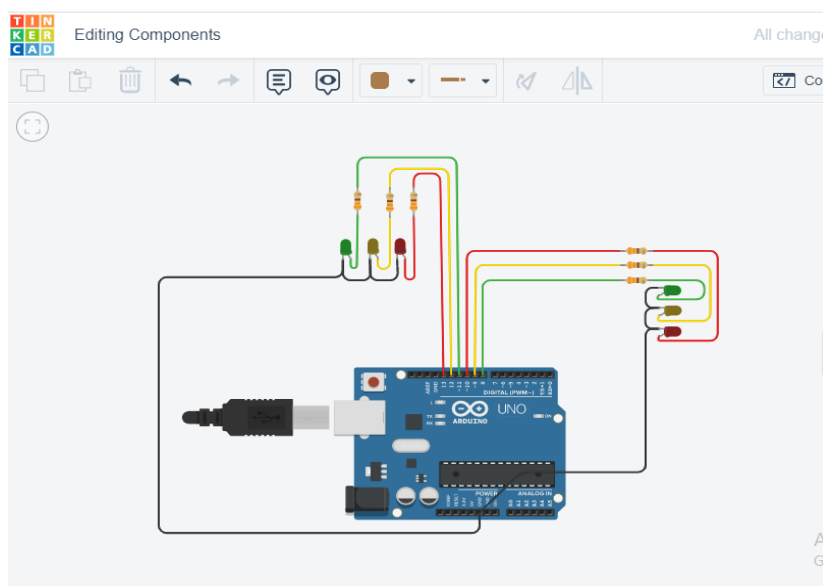
- Τέσσερις πράσινοι λαμπτήρες τύπου LED
- Τέσσερις πορτοκαλί λαμπτήρες τύπου LED
- Τέσσερις κόκκινοι λαμπτήρες τύπου LED
- Χάρτινη επιφάνεια βάση ειδική για κατασκευή μακετών
- Αυτοκόλλητο υλικό με διαγραμμίσεις για την προσομοίωση της διασταύρωσης
- Τέσσερις μεταλλικοί στύλοι
- Έξι αντιστάσεις 330 Ohm
- Μικρογραφίες οδικών πινακίδων σήμανσης
- Καλάι και κολλητήρι για τις κολλήσεις
- Καλώδια και ακροδέκτες
- Υλικό κόλλησης
- Θερμοσυστελόμενο υλικό

Για το σενάριο των φωτεινών σηματοδοτών μετά το τρέξιμο του κώδικα, χρησιμοποιήθηκαν 6 αντιστάσεις, 6 LED (2 πράσινα, 2 πορτοκαλί, 2 κόκκινα) και ένα ράστερ. Με δυο φανάρια και όχι δυο ζεύγη φαναριών.

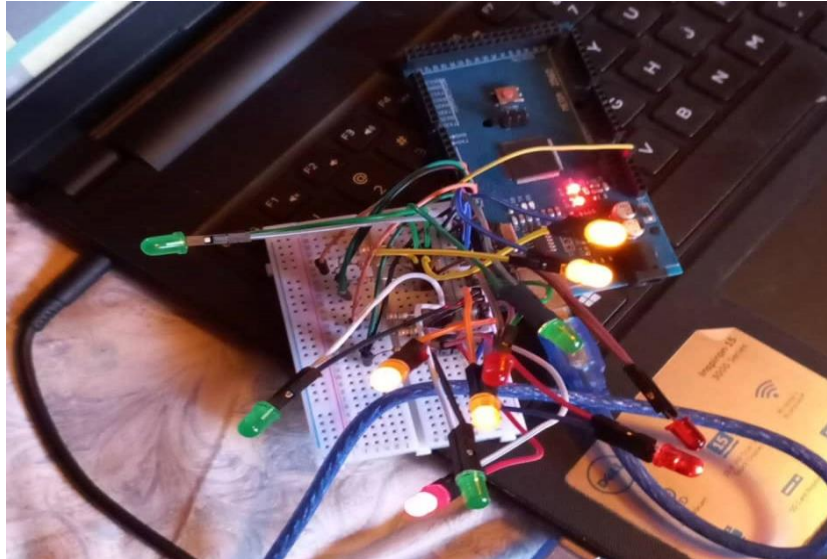


Εικόνα 3.13: Δοκιμή φωτεινών σηματοδοτών με 6 LED

Στο pin8 του ARDUINO συνδέθηκε η άνοδος του πράσινου LED σε σειρά με μια αντίσταση 330Ω και η κάθοδος με την GND του ARDUINO, στο pin9 του ARDUINO συνδέθηκε η άνοδος του πορτοκαλί LED σε σειρά με μια αντίσταση 330Ω και η κάθοδος με την GND του ARDUINO, στο pin10 του ARDUINO συνδέθηκε η άνοδος του κόκκινου LED σε σειρά με μια αντίσταση 330Ω και η κάθοδος με την GND του ARDUINO. Στο pin11 του ARDUINO συνδέθηκε η άνοδος του πράσινου LED σε σειρά με μια αντίσταση 330Ω και η κάθοδος με την GND του ARDUINO, στο pin12 του ARDUINO συνδέθηκε η άνοδος του πορτοκαλί LED σε σειρά με μια αντίσταση 330Ω και η κάθοδος με την GND του ARDUINO, στο pin13 του ARDUINO συνδέθηκε η άνοδος του κόκκινου LED σε σειρά με μια αντίσταση 330Ω και η κάθοδος με την GND του ARDUINO.

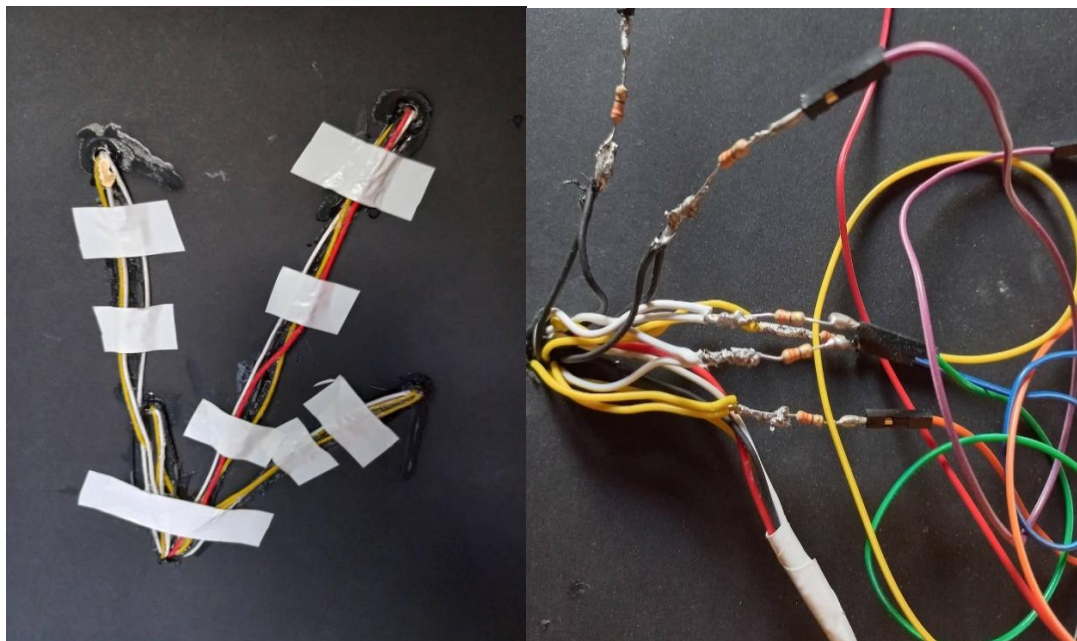


Εικόνα 3.14: Απεικόνιση συνδέσεων των LED με το ARDUINO μέσω του προγράμματος tinker cad



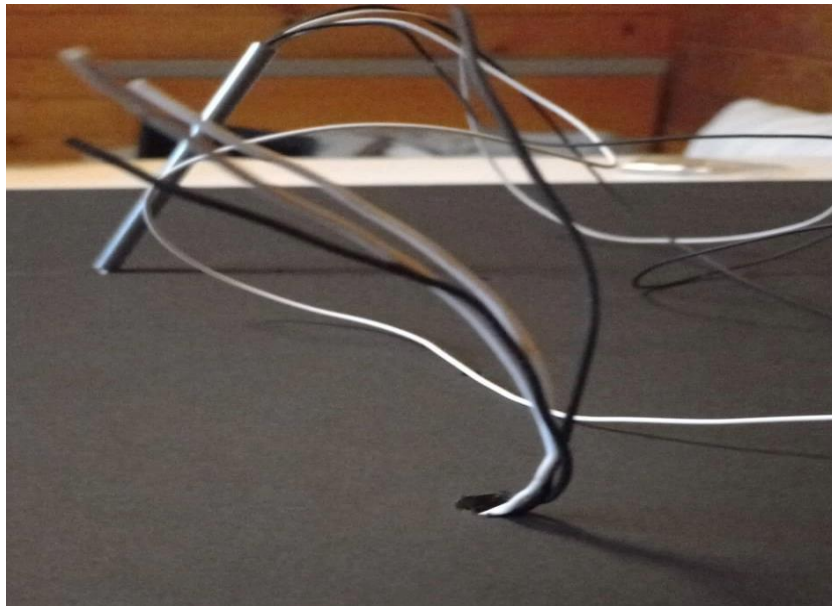
Εικόνα 3.15: Δοκιμή φωτεινών σηματοδοτών με 12 LED

Στην κατασκευή των φωτεινών σηματοδοτών επιλέχθηκε χάρτινη επιφάνεια βάση ειδική για κατασκευή μακετών, με τέτοιο πάχος που να μπορεί να στηρίξει τους φωτεινούς σηματοδότες. Στη συνέχεια μετρήθηκαν οι αποστάσεις σε συνδυασμό με το αυτοκόλλητο υλικό με διαγραμμίσεις και δημιουργήθηκαν οι τρύπες για να περαστούν και να κολληθούν τα καλώδια κάτω από τη μακέτα, κόλληση με καλαΐ μεταξύ καλωδίων και αντιστάσεων και δοκιμάστηκε εκ νέου η σύνδεση για τυχόν σφάλματα.

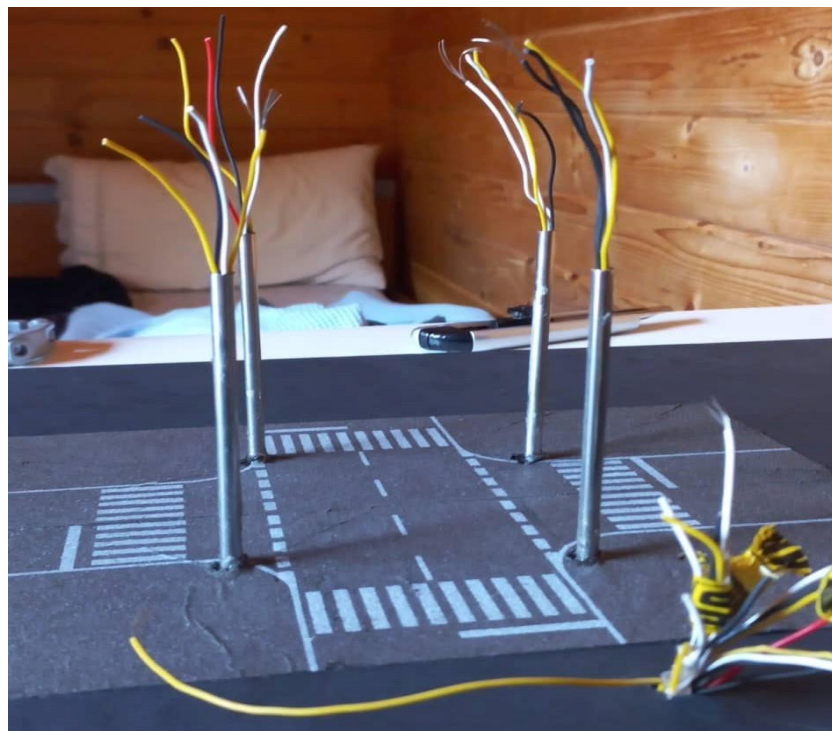


Εικόνα 3.16: Κολλήσεις καλωδίων

Στη συνέχεια κολλήθηκαν οι μεταλλικοί στύλοι, αφού πρώτα περάστηκαν από μέσα τους τα καλώδια. Έπειτα βραχυκυκλώθηκαν τα καλώδια των αντιδιαμετρικών φαναριών, τα οποία θα πρέπει να έχουν ταυτόχρονα το ίδιο χρώμα.

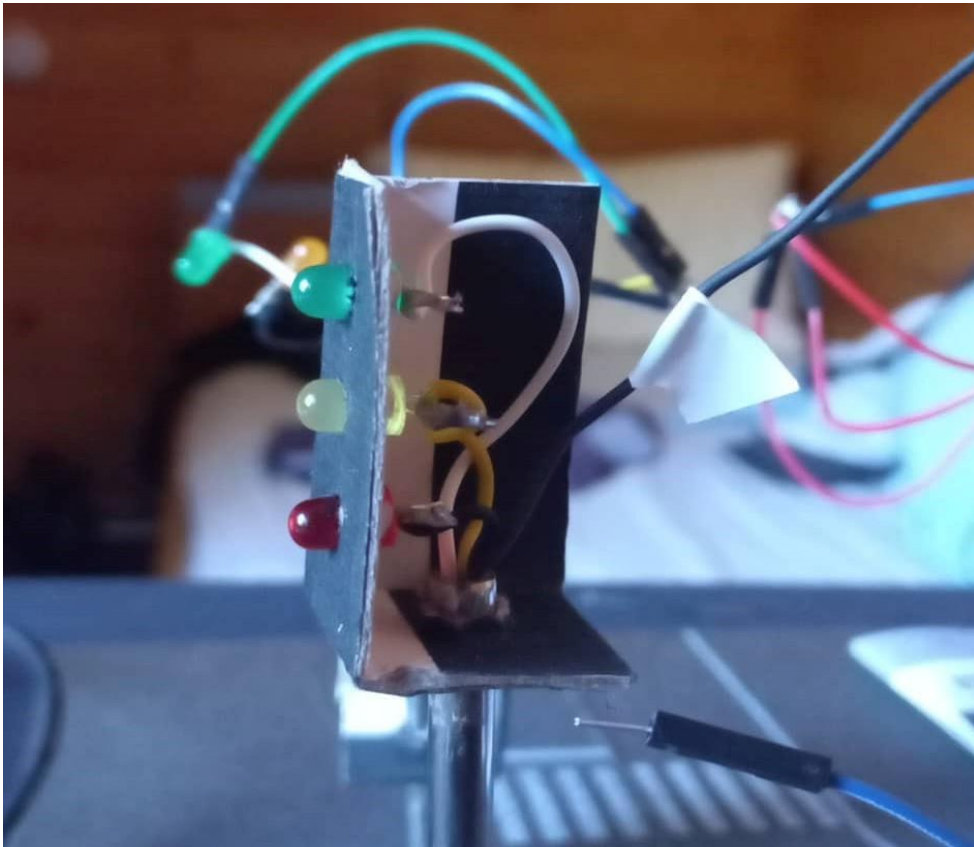


Εικόνα 3.17: Υπόγεια καλώδια



Εικόνα 3.18: Κολλήσεις στύλων και δρόμου

Κατόπιν κολλήθηκαν και τα LED των φωτεινών σηματοδοτών και δοκιμάστηκαν εκ νέου για τυχόν σφάλματα.



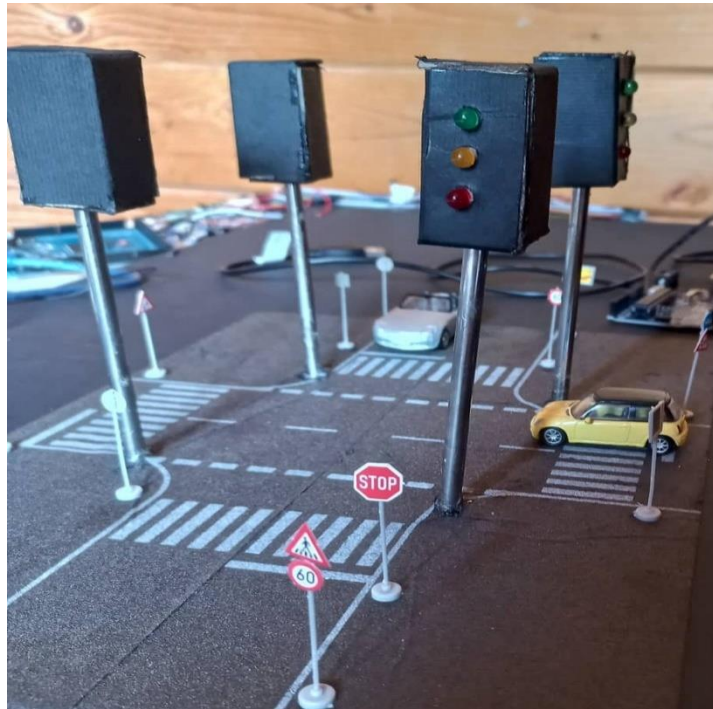
Εικόνα 3.19: Κολλήσεις των LED

Ακολούθως, κολλήθηκαν τα καφάο και περάστηκαν τα LED των φωτεινών σηματοδοτών. Επίσης, περάστηκε θερμοσυστελόμενο υλικό πάνω από τα σημεία κόλλησης των καλωδίων και των αντιστάσεων.



Εικόνα 3.20: Τοποθέτηση καφάο φωτεινών σηματοδοτών

Τέλος, κολλήθηκαν μικρογραφίες οδικών πινακίδων σήμανσης.



Εικόνα 3.21: Τοποθέτηση οδικών πινακίδων



Εικόνα 3.22: Τελική κατασκευή σε λειτουργία

3.15 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

ARDUINO Uno Rev3 SMD x1	20 ευρώ
ARDUINO MEGA 2560 Rev3 x1	30 ευρώ
Πομποδέκτης HC-12 x2	30 ευρώ
NEO-6M GPS x1	15 ευρώ
LED X12	4 ευρώ
Αντιστάσεις 330Ohm x10	2 ευρώ
Καλώδια	5 ευρώ
Βραχυκυκλωτήρες x2	5 ευρώ
Ράστερ x1	2.50 ευρώ
Button x1	0.50 ευρώ
Χάρτινη επιφάνεια βάση ειδική για κατασκευή μακετών	15 ευρώ
Μικρογραφίες οδικών πινακίδων σήμανσης	5 ευρώ
Αυτοκόλλητο υλικό με διαγραμμίσεις για την προσομοίωση της διασταύρωσης	5 ευρώ
Υλικό κόλλησης	4 ευρώ
Θερμοσυστελλόμενο υλικό 1μ.	10 ευρώ
Καλάι	5 ευρώ
Συνολικό Κόστος Κατασκευής:	160 ευρώ

Πίνακας 3.8: Πίνακας κόστους

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ

Για τη συσκευή ελέγχου φωτεινού σηματοδότη χρησιμοποιήθηκαν ισχυροί μικροελεγκτές με πολλές δυνατότητες, όπως το **ARDUINO MEGA**, το οποίο εκτός από πολλές εξόδους έχει και τέσσερις σειριακές εισόδους και μας δίνει τη δυνατότητα να βελτιώσουμε τη συσκευή μας, καθώς επιδέχεται εύκολα μετατροπές και πρόσθεση άλλων συσκευών.

Ο πομποδέκτης **HC-12**, αποτελεί άριστη επιλογή για τέτοιου είδους εφαρμογές, καθώς λόγω της μεγάλης εμβέλειάς του (μέχρι ένα χιλιόμετρο), μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε πραγματικό χώρο.

Σε ότι αφορά στις βελτιώσεις, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και άλλα εξαρτήματα, όπως αισθητήρες, πράγμα που δεν έγινε διότι δεν είναι σίγουρη η κίνηση του οχήματος έκτακτης ανάγκης, σε πραγματικό χώρο και χρόνο, εξαρτάται δηλαδή από πολλούς εξωγενείς παράγοντες.

Θα μπορούσε να συνδυαστεί επίσης η χρήση των σειρήνων οχημάτων έκτακτης ανάγκης με τέτοιου είδους εφαρμογές και θα ήταν δυνατή η αποστολή πακέτων πληροφορίας διαφορετικού τύπου, οι οποίες θα έδιναν περισσότερες πληροφορίες στον δέκτη, ώστε να χειρίζεται διαφορετικά τη λειτουργία των φωτεινών σηματοδοτών.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η σημασία του έργου είναι πολύ μεγάλη και σημαντική για τα οχήματα έκτακτης ανάγκης, καθότι βελτιώνεται η κυκλοφορία και προσαρμόζεται η λειτουργία των φωτεινών σηματοδοτών στις κυκλοφοριακές συνθήκες.

Το αποτέλεσμα αυτής της κατασκευής έχει ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα, καθώς δίνει προτεραιότητα σε οχήματα που έχουν ως αποστολή να σώζουν ανθρώπινες ζωές και με την αποφυγή καθυστερήσεων αυτό επιτυγχάνεται στο μέγιστο βαθμό. Για το σκοπό αυτό, καταλυτικό ρόλο παίζει η ανάπτυξη των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, του προγραμματισμού, της τηλεματικής και των τηλεπικοινωνιών.

Τέλος η ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος δίνει τη δυνατότητα στην κάθε υπηρεσία να συντονίσει βέλτιστα τις ενέργειές της για την αντιμετώπιση προβλημάτων και την απρόσκοπτη εξυπηρέτηση των πολιτών.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- [1] Understanding and Implementing the HC-12 Wireless Transceiver Module
November 02, 2016 by Mark Hughes. <https://www.allaboutcircuits.com/projects/understanding-and-implementing-the-hc-12-wireless-transceiver-module/>
- [2] HC-12 Wireless Transceiver Modules 433Mhz – 1000 Meters. <https://www.hellasdigital.gr/go-create/lora/hc-12-wireless-transceiver-modules-433mhz-1000-meters/>
- [3] GPS - NMEA sentence information. <http://aprs.gids.nl/nmea/>
- [4] Latitude and Longitude Finder. <https://www.latlong.net/>
- [5] Programming AVR and Arduino microcontrollers using the Arduino ISP
December 3, 2018 By Scott Thornton. <https://www.microcontrollertips.com/programming-avr-microcontrollers-arduinios-arduino-isp/>
- [6] ATmega2560. <https://www.microchip.com/en-us/product/ATmega2560#>
- [7] Microchip Technology ATmega328 8-Bit AVR MCUs.
<https://gr.mouser.com/new/microchip/atmelatmega328/>
- [8] Arduino Uno Rev3 SMD. <https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3-smd?queryID=21744fd2b9b8db6c640f8fe3edcda524>
- [9] Arduino Mega 2560 Rev3. <https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>
- [10] Programming AVR and Arduino microcontrollers using the Arduino ISP
December 3, 2018 By Scott Thornton. <https://www.microcontrollertips.com/programming-avr-microcontrollers-arduinios-arduino-isp/>

[11] Γνωριμία με το Arduino IDE Posted on 27 Ιουνίου, 2020 by Γιάννης Πλευριτάκης. <https://learnelectronics.gr/%CE%B3%CE%BD%CF%89%CF%81%CE%B9%CE%BC%CE%AF%CE%B1-%CE%BC%CE%B5-%CF%84%CE%BF-arduino-ide/>

[12] Science Wiki, Τηλεματική. <https://science.fandom.com/el/wiki/%CE%A4%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE>

[13] ARDUINO Εισαγωγή στον προγραμματισμό με WIRING. <http://18gym-patras.ach.sch.gr/index.php/arduino-eisagogi-ston-programmatismo-me-wiring>

[14] NEO-6M GPS Module with Flight Control <https://nettop.gr/index.php/eksartimata/aisthires/location/gy-neo-6m-v2-new-gps-module.html>

[15] Η ιστορία των φαναριών (και μια ελληνική προφητεία), ασσόδου, Οκτ 27, 2017, <https://1-2.gr/2017/10/27/h-istoria-ton-fanarion-kai-mia-ellhnikh-profhteia/>

[16] Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών, «Σχέδιο του νέου Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας», Αθήνα 2017. <https://government.gov.gr/wp->

[17] ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΟΔΩΝ, Δημήτριος Τσανακτσίδης
Δημήτριος Τσίτσουλας, ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ-ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ,
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ,
ΙΟΥΝΙΟΣ 2003. <http://www.tsanak.gr/documents/civil/roadequip.pdf>

[18] A. El-Rabbany, 2002, “Introduction to GPS: The Global Positioning System”, Artech House Editions, USA. <https://www.amazon.com/Introduction-GPS-Global-Positioning-System/dp/1596930160>

[19] Idaho University, 2018, “Global Positioning System: A global navigation system that everyone can use”, Presentation in Lesson 4 «GPS/GIS integration», Idaho, USA, 2018.

https://www.webpages.uidaho.edu/nrgis/secure/pdf_slides/lesson4.pdf

[20] E. D. Kaplan, C. J. Hegarty, 2006, “Understanding GPS: Principles and Applications”, 2nd Edition, Artech House Editions, USA. https://www.academia.edu/30871193/Understanding_GPS_Principles_and_Applications_Second_Edition

[26] A Brief History of Traffic Lights, Andrew Gardner, Οκτ 17, 2017, <https://www.artsy.net/article/artsy-editorial-history-traffic-lights>

[27] Η ιστορία των φαναριών και μια ελληνική προφητεία <https://1-2.gr/2017/10/27/h-istoria-ton-fanarion-kai-mia-ellhnikh-profhteia/>

[28] ΣΧΕΔΙΟ ΝΟΜΟΥ «ΠΥΘΜΙΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ https://government.gov.gr/wp-content/uploads/2017/10/1.-%CE%9D%CE%A3%CE%A7-%CE%9C%CE%95%CE%A4%CE%91%CE%A6%CE%9F%CE%A1%CE%A9%CE%9D-31-10-2017_%CE%A3%CE%A5%CE%9D%CE%95%CE%9D%CE%A4%CE%95%CE%A5%CE%9E%CE%97.pdf

Βιβλία

[21] Παπάζογλου Παναγιώτης, Λιωνής Σπύρος – Πολυχρόνης, *Ανάπτυξη εφαρμογών με το Arduino*, 3^η εκδ. Τζιόλας, 2021.

[22] Πογαρίδης, Δημήτρης, *Ενσωματωμένα συστήματα οι μικροελεγκτές AVR και ARDUINO*, Δίσιγμα, 2020.

[23] Φραντζεσκάκης Ι.Μ., Γιαννόπουλος Γ.Α., *Σχεδιασμός των μεταφορών και κυκλοφοριακή τεχνική*, Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη, 1986.

[25] Μπουλταδακης , Πατσυλιδης, Ασημοπουλος *Εισαγωγή στον προγραμματισμό μικροελεγκτών, FPGA και CPLD*