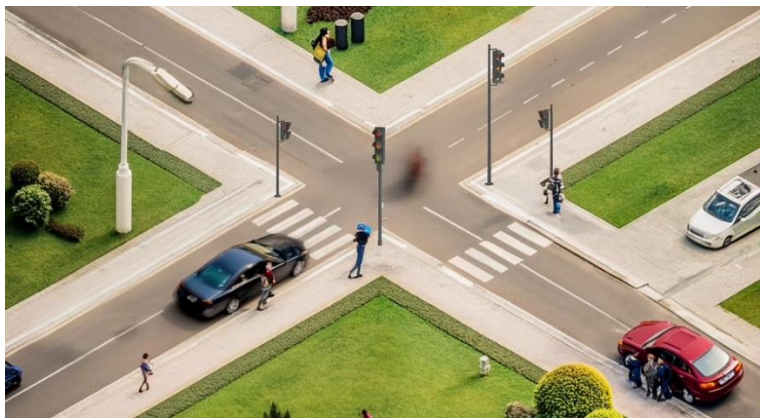




ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΕΙΝΗΣ
ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ



Των φοιτητών
Φασούλα Ζήση 517145
Χατζηγεωργίου Γεώργιο 517149

Επιβλέπων
Ιορδάνης Κιοσκερίδης
Καθηγητής

Μάιος 2024

Τίτλος Δ.Ε. Υλοποίηση συστήματος φωτεινής σηματοδότησης
Κωδικός Δ.Ε.24151
Ονοματεπώνυμο φοιτητών Φασούλας Ζήσης , Χατζηγεωργίου Γεώργιος
Ονοματεπώνυμο εισηγητή Ιορδάνης Κιοσκερίδης
Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 13/03/2024
Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 20/5/2024

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 Φασούλα Ζήση και Χατζηγεωργίου Γεώργιου 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' οιονδήποτε 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 οποιονδήποτε 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.

«Στους γονείς μας»

Πρόλογος

Το θέμα της πτυχιακής εργασίας είναι η λειτουργία της φωτεινής σήμανσης με την βοήθεια της αρχιτεκτονικής του Arduino. Επιλέξαμε το συγκεκριμένο θέμα επειδή η αρχιτεκτονική του Arduino είναι το θέμα που μας ενδιαφέρει να ασχοληθούμε στο μέλλον. Υπεύθυνος της εργασίας ήταν ο καθηγητής μας Ιορδάνης Κιοσκερίδης.

Περίληψη

Οι κυκλοφοριακές συμφορήσεις αποτελούν σημαντικό πρόβλημα στην κοινωνία και ορθή λειτουργία των τρίχρωμων φωτεινών σηματοδοτών είναι απαραίτητη. Ο πιο εύκολος και προσιτός τρόπος για την σωστή λειτουργία του φαναριών είναι με την βοήθεια του προγράμματος Arduino. Στο πρώτο κεφάλαιο της πτυχιακής εργασίας γίνεται ιστορική αναδρομή των φωτεινών σηματοδοτών, στα ειδή που διακρίνονται, στην λειτουργία τους και στην τοποθέτησή τους. Επίσης στο ίδιο κεφάλαιο αναλύονται και κάποιοι συγκεκριμένοι αισθητήρες οι οποίοι βοηθούν στην παρακολούθηση της κίνησης. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η λειτουργία του Arduino και ο προγραμματισμός του. Επιπλέον, γίνεται αναφορά και στα κυριότερα υλικά που χρησιμοποιούνται στο πρακτικό κομμάτι της πτυχιακής εργασίας. Στο τρίτο και τελευταίο πραγματοποιείται ένωση των δύο προηγούμενων κεφαλαίων και πως αυτά λειτουργούν στην πράξη. Τέλος, καταγράφονται τα συμπεράσματα της πτυχιακής εργασίας και οι βιβλιογραφικές αναφορές.

Implementation of a traffic light system

Zisis Fasoulas & George Chatzigeorgiou

Abstract

Traffic congestion is a significant problem in society, and the proper functioning of traffic lights is essential. The easiest and most accessible way to ensure the correct operation of traffic lights is through the use of the Arduino program. The first chapter of the thesis provides a historical overview of traffic lights, the types that exist, their operation, and their placement. Additionally, the same chapter analyzes specific sensors that help monitor traffic flow. The second chapter examines the functionality of the Arduino and its programming. Furthermore, it references the main materials used in the practical part of the thesis. The third and final chapter integrates the previous two chapters and demonstrates how they work in practice. Finally, the conclusions of the thesis and the bibliographical references are recorded.

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος και συγκεκριμένα στο τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων. Επίσης η ολοκλήρωση αυτής της εργασίας ήρθε εις πέρας με την πολύτιμη βοήθεια του καθηγητή μας Κιοσκερίδη Ιορδάνη που ήταν πρόθυμος να μας βοηθήσει σε κάθε στάδιό της. Τέλος χρωστάμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στις οικογένειές μας που μας στήριξαν οικονομικά αλλά και ψυχολογικά όλα αυτά τα χρόνια για την ολοκλήρωση των σπουδών μας.

Περιεχόμενα

Αφιέρωση.....	iii
Πρόλογος.....	iv
Περίληψη.....	v
Abstract	vi
Ευχαριστίες	vii
Περιεχόμενα	viii
Κατάλογος Εικόνων	x
Συντομογραφίες.....	xii
Κεφάλαιο 1ο: Φωτεινός Σηματοδότης.....	1
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Ιστορική Αναδρομή.....	2
1.3 Φωτεινές Πηγές.....	4
1.4 Προβλήματα στην κυκλοφορία	6
1.5 Είδη φωτεινών σηματοδοτών και η λειτουργία τους	7
1.6 Τοποθέτηση φαναριών	10
1.7 Ανιχνευτές Κίνησης	10
1.8 Τοποθέτηση ανιχνευτών.....	15
1.9 Επίλογος.....	16
Κεφάλαιο 2ο: Arduino	17
2.1 Εισαγωγή.....	17
2.2 Πως ξεκίνησε το Arduino.....	18
2.2.1 Γιατί το Arduino ;.....	18
2.3 Υλικό (Hardware).....	19
2.3.1 Επίσημες Πλακέτες.....	23
2.4 Προγραμματισμός του Arduino	24
2.5 Τα σημαντικότερα υλικά που χρησιμοποιούνται	28
2.6 Επίλογος.....	34
Κεφάλαιο 3ο: Χρήση Arduino στην πράξη	35
3.1 Εισαγωγή.....	35
3.2 Τρίχρωμος Φωτεινός Σηματοδότης και Πεζοί	36
3.3 Τελική Υλοποίηση Συστήματος.....	41
3.4 Κατασκευή Μακέτας.....	43

Κεφάλαιο 4ο: Συμπεράσματα	46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	47

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1: Σηματοδότης με Led

Εικόνα 1.2: Το πρώτο αυτοματοποιημένο φανάρι

Εικόνα 1.3: Πλατεία Ομοιοίας 1950

Εικόνα 1.4: Ο πρώτος ηλεκτρικός φωτεινός σηματοδότης στο Cleveland

Εικόνα 1.5: Λαμπτήρας πυρακτώσεως

Εικόνα 1.6: Λαμπτήρας Αλογόνου

Εικόνα 1.7: Φωτεινή Πηγή με Led

Εικόνα 1.8: Τρίχρωμος Φωτεινός Σηματοδότης

Εικόνα 1.9: Συνεγκατάσταση δύο φαναριών στον ίδιο στύλο

Εικόνα 1.10: Push button για πεζούς

Εικόνα 1.11: Επαγωγικοί Βρόχοι

Εικόνα 1.12: Έλεγχος από μαγνητικούς βρόχους

Εικόνα 1.13: Παθητικός Υπέρυθρος Αισθητήρας

Εικόνα 1.14: Παρακολούθηση ψηφιακής εικόνας

Εικόνα 2.1: ATMEGA32

Εικόνα 2.2: Λογότυπο Arduino

Εικόνα 2.3: Hardware of Arduino Uno

Εικόνα 2.4: Ψηφιακό και Αναλογικό Arduino Uno

Εικόνα 2.5: USB και Jack σύνδεση

Εικόνα 2.6: Χαρακτηριστικά Arduino Uno

Εικόνα 2.7: Infrared sensor

Εικόνα 2.8 Arduino Leonardo

Εικόνα 2.9: Arduino IDE

Εικόνα 2.10: Σύνδεση Led

Εικόνα 2.11: Ωμική αντίσταση 1Kohm

Εικόνα 2.12: Ηχείο

Εικόνα 2.13: Pull down resistor

Εικόνα 2.14: Pull up resistor

Εικόνα 2.15: Ποτενσιόμετρο

Εικόνα 3.1: Γενική εικόνα του κυκλώματος με το Arduino Uno

Εικόνα 3.2: Τρίχρωμος Φωτεινός Σηματοδότης

Εικόνα 3.3: Φανάρι πεζών

Εικόνα 3.4: Φανάρι Πεζών και I.X

Εικόνα 3.5: Κατασκευή κυκλώματος στο ράστερ

Εικόνα 3.6: Ένωση ράστερ και Arduino

Εικόνα 3.7: Τελικό κύκλωμα εργασίας

Εικόνα 3.8: Αρχικό στάδιο μακέτας

Εικόνα 3.9: Βάση κατασκευής

Εικόνα 3.10: Τρίχρωμος Φωτεινός Σηματοδότης εργασίας

Εικόνα 3.11: Τελική μορφή μακέτας

Συντομογραφίες

Δ.Ε.	Διπλωματική Εργασία
ΔΙΠΙΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
Π.Ε.	Πτυχιακή Εργασία
PIR	Passive Infrared Sensors
IDE	Integrated Development Environment
GND	Ground
LED	Light- Emitting Diode
PWM	Pulse-width modulation

Κεφάλαιο 1ο: Φωτεινός Σηματοδότης

1.1 Εισαγωγή

Ο φωτεινός σηματοδότης ή αλλιώς φανάρι χρησιμοποιείται για να ελέγχεται η κυκλοφορία των οχημάτων αλλά και των πεζών. Ο σηματοδότης λειτουργεί με ηλεκτρική ενέργεια και συγκεκριμένα με την χρησιμοποίηση λαμπτήρων, οι οποίοι φωτοβολούν εναλλασσόμενα και περιοδικά. Επίσης τα φανάρια τα χρησιμοποιούν εκτός από τους οδηγούς και οι πεζοί επομένως πρέπει να δουλεύουν συνεχώς και σε όλες τις καιρικές συνθήκες ώστε να αποφεύγονται τροχαία ατυχήματα. Το υπουργείο και η Τροχαία είναι τα αρμόδια τμήματα που οφείλονται για την ορθή λειτουργία των φαναριών.

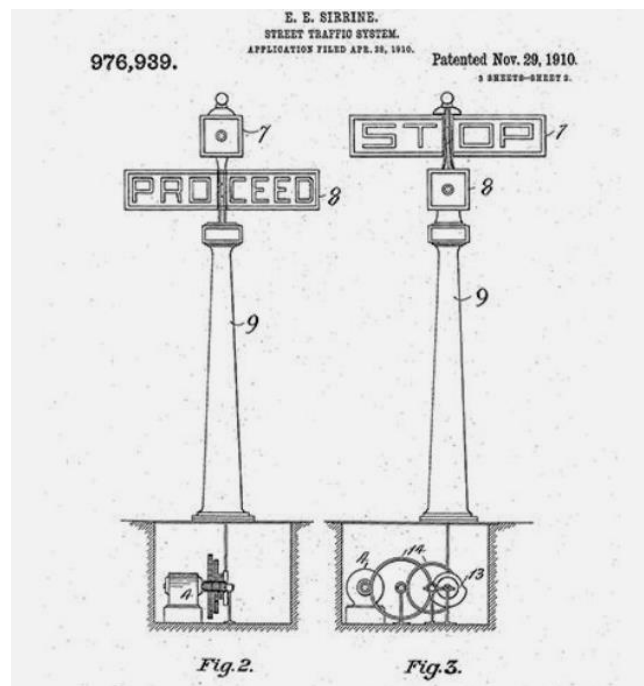


Εικόνα 1.1 : Σηματοδότης με LED

Πηγή : protothema

1.2 Ιστορική Αναδρομή

Οι σηματοδότες δεν δημιουργήθηκαν για να δώσουν λύση στην σωστή μετακίνηση των αυτοκινήτων μέσα στις πόλεις. Αυτό το πρόβλημα υπήρχε από τα παλιά χρόνια όπου άμαξες με άλογα και πεζοί δημιουργούσαν προβλήματα στην κυκλοφορία. Εκείνη την εποχή οι σιδηροδρομικές γραμμές είχαν ένα σύστημα σηματοδοσίας με μικρούς βραχίονες ώστε να δείχνουν εάν ένα τρένο μπορεί να περάσει ή όχι. Έτσι τον Δεκέμβριο του 1868 ο βρετανός μηχανικός των σιδηροδρομικών γραμμών John Peake Knight σκέφτηκε να εφαρμόσει την ίδια μέθοδο με κάποιες αλλαγές για να ελέγχεται η κίνηση. Συγκεκριμένα την μέρα τοποθέτησε ενδείξεις «stop» και «go» ωστόσο για το βράδυ χρησιμοποιούνταν πράσινα και κόκκινα φώτα τα οποία άναβαν με την βοήθεια μίας λυχνίας αερίου. Στο σημείο υπήρχε πάντα ένας αστυνομικός ώστε να το χειρίζεται επειδή δεν λειτουργούσε αυτόματα. Ο πρώτος σηματοδότης τοποθετήθηκε έξω από το Κοινοβούλιο του Λονδίνου για να περνούν πιο γρήγορα τον δρόμο οι βουλευτές. Το φανάρι έδειχνε να λειτουργεί σωστά οπότε ήταν έτοιμοι να ξεκινήσουν την δημιουργία και άλλων τέτοιων φαναριών, μέχρι που λίγες εβδομάδες αργότερα το φανάρι εξερράγη λόγω διαρροής του αερίου με αποτέλεσμα τον τραυματισμό του αστυνομικού που βρισκόταν στο σημείο. Οι αρμόδιες αρχές θεώρησαν επικίνδυνο τον συγκεκριμένο τύπο σηματοδότη και τον απέσυραν αμέσως. Αρκετά χρόνια μετά ο Ernest Serrine στο Σικάγο εφάρμοσε για πρώτη φορά ένα αυτοματοποιημένο σύστημα σηματοδοτών. Δημιούργησε δύο πινακίδες «proceed» και «stop» και τις τοποθέτησε πάνω σε μια κολώνα ώστε να περιστρέφονται για να ενημερώνουν τους οδηγούς.



Εικόνα 1.2 : Το πρώτο αυτοματοποιημένο φανάρι

Πηγή : Library of Illinois

Το 1912 ένας αστυνομικός ο Lester Farnsworth Wire έφερε στην επικαιρότητα τα πρώτα ηλεκτρικά σήματα κυκλοφορίας με πράσινο και κόκκινο χρώμα. Τα συγκεκριμένα σήματα έπαιρναν ρεύμα από τα καλώδια των τρόλεϊ ωστόσο έπρεπε να βρίσκεται ξανά στο σημείο κάποιος αστυνομικός για να αλλάξει η κυκλοφορία. Έτσι το 1914 ο James Hoge εγκαινίασε στο Cleveland ένα πιο ανεπτυγμένο τύπο φαναριών τοποθετώντας δύο φωτιζόμενες ενδείξεις το «move» και το «stop» χωρίς να ήταν απαραίτητη η παρουσία αστυνομικών στο σημείο παρά μόνο σε περίπτωση ανάγκης. Το 1922 η εταιρία Crouse-Hinds κατασκεύασε τα πρώτα αυτοματοποιημένα φανάρια τα οποία τοποθετήθηκαν στην Νέα Υόρκη με αποτέλεσμα να αποδεσμεύσουν χιλιάδες αστυνομικούς από τα χρέη χειριστή. Ωστόσο στην Ευρώπη εξαιτίας του πρώτου παγκοσμίου πολέμου τα φανάρια άργησαν να εμφανιστούν , με τα πρώτα ηλεκτρικά φανάρια να τοποθετούνται στην Γερμανία και συγκεκριμένα στην πόλη του Βερολίνου το 1924. Τέλος στην Ελλάδα είχαν αυξηθεί τα τροχαία δυστυχήματα και με πρωτοβουλία του τότε διοικητή της Τροχαίας Αλέξανδρου Θεοφανίδη εγκαθίσταται ο πρώτος σηματοδότης στο κέντρο της Αθήνας τον Ιούλιο του 1936.



Εικόνα 1.3: Πλατεία Ομονοίας 1950

Πηγή: protothema.gr



Εικόνα 1.4 : Ο πρώτος ηλεκτρικός φωτεινός σηματοδότης στο Cleveland

Πηγή : Cleveland Police Museum

Αν και τα φανάρια έχουν την σημερινή τους μορφή και έγιναν παγκοσμίως γνωστά, η εξέλιξή τους δεν έχει σταματήσει ακόμα. Με την βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης προσπαθούν να δημιουργήσουν έξυπνα φανάρια ώστε να αντιλαμβάνονται την κίνηση, να ρυθμίζεται αυτοματοποιημένα ο χρόνος λειτουργίας τους και να υπάρχει ασύρματη επικοινωνία με τα αμάξια για το πότε θα ανάψει το κόκκινο και πράσινο φως.

1.3 Φωτεινές Πηγές

Οι φωτεινές πηγές που τοποθετούνται σε έναν φωτεινό σηματοδότη είναι σημαντικές επειδή αυτές καθορίζουν το κόστος λειτουργίας του φαναριού. Οι φωτεινές πηγές θα πρέπει να έχουν χαμηλή κατανάλωση, διάρκεια στον χρόνο και ορθή λειτουργία χωρίς προβλήματα. Τα είδη φωτεινών πηγών είναι τα εξής:

- Λαμπτήρες πυρακτώσεως: Είναι τα πρώτα είδη φωτεινών πηγών που τοποθετήθηκαν σε φωτεινούς σηματοδότες και έχουν τάση λειτουργίας τα 220V και ισχύ 25 έως 100 Watt. Η διάρκεια τους είναι περίπου 8.000 ώρες.



Εικόνα 1.5: Λαμπτήρας πυρακτώσεως

- Λαμπτήρες αλογόνου: Είναι η εξελιγμένη μορφή των λαμπτήρων πυρακτώσεως με πολύ μικρή κατανάλωση και υψηλότερα διάρκεια ζωής. Η τάση λειτουργίας είναι τα 10 έως 15 V και έχουν ισχύ 20 έως 30 Watt. Η διάρκεια ζωής τους είναι περίπου 15.000 ώρες



Εικόνα 1.6: Λαμπτήρας Αλογόνου

- Φωτεινές Πηγές με Led: Με την χρήση των Led οι φωτεινοί σηματοδότες έχουν εξελιχθεί και έχουν ισχύ από 10 έως 15 Watt. Η διάρκεια ζωής τους είναι περίπου οι 100.000 ώρες.



Εικόνα 1.7: Φωτεινή Πηγή με Led

Πηγή: nextsystems.gr

1.4 Προβλήματα στην κυκλοφορία

Με την πάροδο του χρόνου τα προβλήματα στην κυκλοφορία συνεχώς αυξάνονται με αποτέλεσμα να καθυστερούν οι άνθρωποι στις δραστηριότητές τους και στις δουλειές. Τα κυκλοφορικά προβλήματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία είναι η επαναλαμβανόμενη κίνηση, δηλαδή καθημερινά στο ίδιο σημείο ή δρόμο συγκεκριμένες ώρες της ημέρας η κίνηση αυξάνεται προκαλώντας καθυστερήσεις στους οδηγούς. Η δεύτερη κατηγορία είναι η μη επαναλαμβανόμενη κίνηση η οποία προκαλείται από μεμονωμένα περιστατικά όπως δρόμοι υπό κατασκευή ή συντήρηση, τροχαία ατυχήματα, καιρικές συνθήκες και άλλα. Και στις δύο περιπτώσεις προκαλείται συμφόρηση στους δρόμους και είναι απαραίτητο η παρακολούθηση της κυκλοφοριακής κίνησης. Επιπλέον, υπάρχει και μαθηματικός τύπος οποίος υπολογίζει πόση ώρα καθυστερούν τα οχήματα μέσα στην μέρα, όπως αναφέρεται στην σχέση (1.1) :

$$\text{daily vehicle hours of delay} = \frac{\text{daily vehicle Km of travel}}{\text{speed}} - \frac{\text{daily vehicle Km of travel}}{\text{free flow speed}} \quad (1.1)$$

Επομένως, είναι αναγκαίο σε κάποια σημεία να τοποθετηθούν τρίχρωμοι φωτεινοί σηματοδότες ώστε να αντιμετωπίζονται τα προβλήματα με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και να περιορίζονται οι καθυστερήσεις.

1.5 Είδη φωτεινών σηματοδοτών και η λειτουργία τους

Τρίχρωμοι φωτεινοί σηματοδότες: Αποτελούν μια υποκατηγορία και χρησιμοποιούνται λαμπτήρες με τρία διαφορετικά χρώματα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι λαμπτήρες αποτελούνται από λευκό χρώμα και ο χρωματισμός γίνεται με την βοήθεια κάποιων έγχρωμων φίλτρων, ενώ οι πιο εξελιγμένοι σηματοδότες αποτελούνται από φωτοδιόδους. Παγκοσμίως τα πιο συνήθη χρώματα είναι το κόκκινο, το πορτοκαλί και το πράσινο. Το κόκκινο χρώμα δηλώνει υποχρεωτική διακοπή της πορείας, το πορτοκαλί δηλώνει προειδοποίηση και τέλος το πράσινο μας επιτρέπει να συνεχίσουμε την πορεία μας κανονικά. Ένας σηματοδότης λειτουργεί ορθά όταν χρησιμοποιούνται περιοδικά και τα τρία χρώματα. Στην Ευρώπη κυρίως οι λαμπτήρες έχουν στηθεί κατακόρυφα, με το κόκκινο να βρίσκεται στην κορυφή, το πορτοκαλί στην μέση και το πράσινο στην βάση. Σε κάποιες χώρες όπως και η Ελλάδα το πορτοκαλί ανάβει μόνο όταν θέλει να προαναγγείλει το κόκκινο φως, οπότε προειδοποιεί τους οδηγούς ώστε να σταματήσουν. Ωστόσο σε αρκετά κράτη του εξωτερικού το πορτοκαλί φως ανάβει και για να προειδοποιήσει για τον πράσινο σηματοδότη ώστε οι οδηγοί να βρίσκονται σε ετοιμότητα για να συνεχίσουν την πορεία τους. Στις χώρες αυτές το πορτοκαλί ανάβει μαζί με το κόκκινο για ελάχιστα δευτερόλεπτα, πριν σβήσει ο ερυθρός σηματοδότης και ανάψει ξανά μόνο το πράσινο.



Εικόνα 1.8: Τρίχρωμος Φωτεινός Σηματοδότης

Πηγή: dreamstime

Πολλαπλοί σηματοδότες: Εφόσον υπάρχουν πάνω από μια επιλογές κατεύθυνσης, οι οποίες ρυθμίζονται από διαφορετικά φανάρια, τότε γίνεται εγκατάσταση των φαναριών στον ίδιο στύλο ώστε να τα προσέχουν όλοι οι οδηγοί. Έτσι, επιτυγχάνεται ότι ο ένας σηματοδότης θα απαγορεύει την πορεία των αυτοκινήτων προς τα αριστερά ενώ ταυτόχρονα ο άλλος θα επιτρέπει την πορεία των αυτοκινήτων κανονικά προς όλες τις δυνατές κατευθύνσεις και αργότερα και το αντίστροφο.



Εικόνα 1.9 : Συνεγκατάσταση δύο φαναριών στον ίδιο στύλο

Πηγή : Wikipedia

Σηματοδότες για πεζούς: Οι συγκεκριμένοι σηματοδότες είναι υπεύθυνοι για την σωστή κυκλοφορία των πεζών και έχουν εικονογράμματα ανθρώπων. Δεν είναι τρίχρωμοι, σαν των οχημάτων αλλά δίχρωμοι. Η κόκκινη φιγούρα ανθρώπου μας δείχνει την στάση ενώ η πράσινη φιγούρα μας δηλώνει το βάδισμα. Σε δρόμους μεγάλης κίνησης οχημάτων η πράσινη φιγούρα δεν ανάβει συνεχώς αλλά αναβοσβήνει , κάτι που σημαίνει ότι οι πεζοί μπορούν να περάσουν τον δρόμο αλλά με προσοχή λόγω της κίνησης των οχημάτων. Πολλές φορές σε δρόμους με μεγάλη κίνηση των οχημάτων τα φανάρια τοποθετούνται πάνω σε διαβάσεις πεζών και είναι ρυθμισμένα να δείχνουν πάντα το πράσινο χρώμα. Εφόσον κάποιος πεζός θέλει να περάσει τον δρόμο χωρίς κίνδυνο, μπορεί να σταματήσει την κυκλοφορία πατώντας ένα ηλεκτρικό κουμπί στον στύλο των φαναριών, το οποίο μετά από ελάχιστα δευτερόλεπτα ενεργοποιεί το κόκκινο φως. Ύστερα από κάποια δευτερόλεπτα όσα χρειάζεται ένα μέσο άτομο να περάσει απέναντι τον δρόμο ανάβει ξανά ο πράσινος σηματοδότης ώστε να συνεχίσει η πορεία των οχημάτων.



Εικόνα 1.10: Push button για πεζούς

Πηγή : dreamstime

Σηματοδότες για ποδηλάτες: Σε αρκετές χώρες που υπάρχει σύγχρονο δίκτυο ποδηλατοδρόμων γίνεται χρήση των φαναριών που αφορούν αποκλειστικά τους ποδηλάτες. Τα συγκεκριμένα φανάρια είναι ίδια με αυτά των οχημάτων, ωστόσο όταν ανάβουν δείχνουν την εικόνα ενός ποδηλάτου.

Σηματοδότες για άτομα με ειδικές ανάγκες: Με πρωτοβουλία του Υπουργείου έχουν εγκαταστήσει ειδικά μέσα σήμανσης, ώστε να διευκολύνεται η μετακίνηση των ατόμων με ειδικές ανάγκες. Έχουν τοποθετήσει συσκευές ηχητικών σημάτων για τους ανθρώπους με πρόβλημα στην όραση και κατασκεύασαν ανάγλυφους δρόμους για μεγαλύτερη ασφάλεια

1.6 Τοποθέτηση φαναριών

Η χρήση των φωτεινών σηματοδοτών εφαρμόζεται σε περιπτώσεις όπου χρειάζεται να ρυθμίζεται σωστά η κυκλοφορία για την αποφυγή ατυχημάτων. Οι περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται τα φανάρια είναι οι εξής :

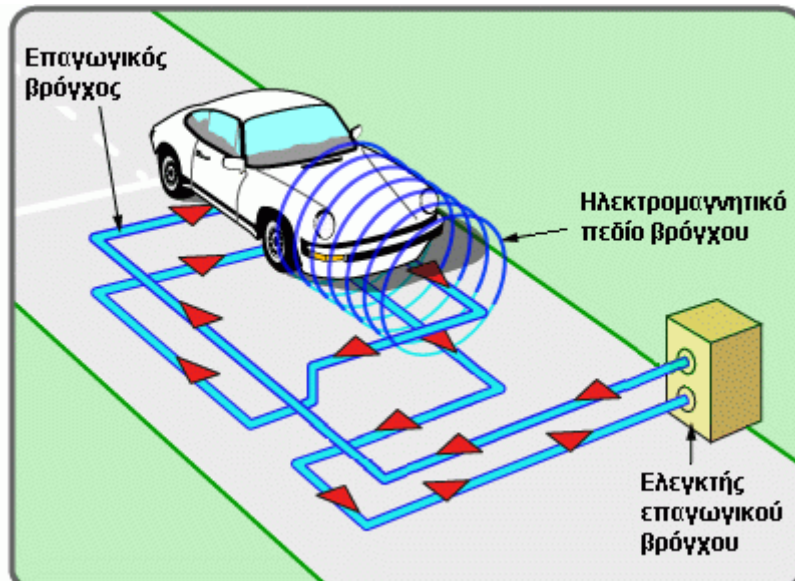
- Σε διαβάσεις για το πέρασμα των πεζών
- Σε σταθμούς διόδων για την γρήγορη επιλογή λωρίδας
- Σε διαβάσεις σιδηροδρόμων (σε περίπτωση περάσματος τρένου)
- Σε κινητές γέφυρες, για τον σταματημό των οχημάτων.
- Σε περιοχές φορτοεκφόρτωσης για να κινούνται με ασφάλεια τα οχήματα
- Σε σταθμούς έκτακτης ανάγκης, για να παραχωρείται προτεραιότητα στα άτομα αυτά.
- Σε σημεία που χρειάζεται να αυτοκίνητα να δώσουν προτεραιότητα στους πεζούς και ύστερα να συνεχίσουν την πορεία τους. Το πορτοκαλί φανάρι λειτουργεί παλμικά.
- Σε κόμβους όπου υπάρχει μεγάλη κυκλοφορία.
- Σε σήραγγες και περιοχές εκτέλεσης έργων ώστε να ρυθμίζεται η κυκλοφορία και στα δύο ρεύματα.

1.7 Ανιχνευτές Κίνησης

Ο κατάλληλος τεχνικός εξοπλισμός που είναι υπεύθυνος για την καταμέτρηση και τον εντοπισμό των οχημάτων στις οδούς είναι αναγκαίο να υπάρχει σε όλους τους δρόμους. Οι αισθητήρες αυτοί συλλέγουν δεδομένα και στην συνέχεια χρησιμοποιούνται για την ρύθμιση της κυκλοφορίας. Υπάρχουν δύο τύποι αισθητήρων, οι παρεμβατικοί και οι μη παρεμβατικοί. Οι παρεμβατικοί αισθητήρες είναι κυρίως ανιχνευτές επαγωγικού βρόχου και τοποθετούνται μόνιμα στο οδόστρωμα και έχουν υψηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης. Ενώ οι μη παρεμβατικοί αισθητήρες, τοποθετούνται έξω από το οδόστρωμα έχοντας ως αποτέλεσμα την εύκολη εγκατάσταση και αντικατάστασή τους. Για αυτό το λόγο είναι σημαντικοί για προσωρινή χρήση. Τέλος στους μη παρεμβατικούς ανιχνευτές υπάρχουν και διάφορες τεχνολογίες όπως τα ραντάρ και οι βιντεοκάμερες.

Ανιχνευτές Επαγωγικού Βρόχου

Οι ανιχνευτές επαγωγικού βρόχου τοποθετούνται στο οδόστρωμα. Στους συγκεκριμένους βρόχους γίνεται τροφοδότηση με ηλεκτρική ενέργεια και σε συχνότητα από 40kHz έως 100kHz. Η κύρια πληροφορία που στέλνει ο αισθητήρας βρόχου είναι η παρουσία του οχήματος. Εφόσον έχουν τοποθετηθεί δύο βρόχοι σε κοντινή απόσταση, μπορεί να μετρηθεί η ταχύτητα του οχήματος με ακρίβεια. Τα δεδομένα που καταγράφονται από τον ανιχνευτή επαγωγικού βρόχου είναι με ακρίβεια και σωστά. Ωστόσο, επειδή συνήθως χρησιμοποιούνται για αρκετό καιρό, κάποιοι από αυτούς παθαίνουν ζημιά και χρειάζονται αλλαγή.



Εικόνα 1.11: Επαγωγικοί Βρόχοι

Πηγή : nextsystems.gr

Ανιχνευτές πίεσης

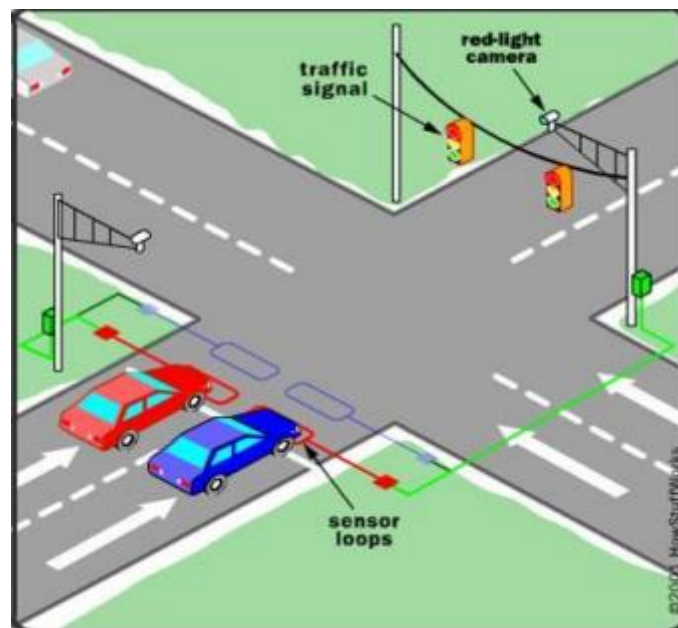
Οι ανιχνευτές πίεσης μπορούν να ανιχνεύσουν την παρουσία οχήματος σε κάθετη τομή παρατηρώντας την επίδραση από το όχημα στον ανιχνευτή. Οι σύνθετοι ανιχνευτές λειτουργούν με σωλήνες οπτικών ινών, ενώ οι απλοί ανιχνευτές είναι σωλήνες που ενώνονται με το οδόστρωμα. Οι συγκεκριμένοι αισθητήρες βοηθούν στην καταμέτρηση της κυκλοφορίας, στις καθυστερήσεις των διασταυρώσεων και στα σήματα stop. Τέλος, φθείρονται εύκολα από τα ελαστικά των λεωφορείων και των φορτηγών.

Σταθμοί εν-κινήσει ζύγισης οχημάτων

Οι συγκεκριμένοι σταθμοί συμβάλουν στην καταγραφή του βάρους των φορτηγών και του μεικτού βάρους στα αυτοκίνητα όταν αυτά περνούν από τον αισθητήρα καταγραφής. Το πλεονέκτημα είναι ότι δεν χρειάζεται να σταματήσουν για να ζυγιστούν τα οχήματα και η μέτρηση γίνεται καθώς περάσουν από το σημείο.

Ανιχνευτές μαγνητικού πεδίου

Η λειτουργία των ανιχνευτών μαγνητικού πεδίου είναι η διέλευση του οχήματος μέσα στο μαγνητικό πεδίο. Ο πιο γνωστός ανιχνευτής είναι ο μαγνητικός βρόχος . Το πηνίο είναι ορθογώνιο με κάθετη διάταξη 1,8m και μήκος 1,8-7,5m και αφού τοποθετηθεί μέσα στο οδόστρωμα σφραγίζεται με εποξειδικό υλικό. Για να μετρηθεί η ταχύτητα των οχημάτων πρέπει να τοποθετηθούν δύο αισθητήρες σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας οι δύο αισθητήρες πλέον μπορούν να τοποθετηθούν σε μια μονάδα μόνο. Η εγκατάσταση του αισθητήρα γίνεται στην μέση της λωρίδας, ώστε αν χρειαστεί να πραγματοποιηθούν έργα να μην χρειάζεται το κλείσιμο του δρόμου. Το κύριο μειονέκτημα είναι ότι δεν μπορούν να παρατηρήσουν τα σταματημένα οχήματα.



Εικόνα 1.12: Έλεγχος από μαγνητικούς βρόχους

Πηγή: nextsystems.gr

Παθητικοί Υπέρυθροι Αισθητήρες

Οι παθητικοί υπέρυθροι αισθητήρες (Passive Infrared Sensors – PIR) έχουν ως λειτουργία την μέτρηση του μήκους, της ταχύτητας του οχήματος, και την κίνηση στους δρόμους. Στις περισσότερες περιπτώσεις τοποθετούνται πάνω στον δρόμο με σκοπό να παρατηρούν τις θερμοκρασίες από τα κινούμενα οχήματα. Το βασικό ελάττωμα των συγκεκριμένων αισθητήρων είναι ότι υπολειτουργούν σε περιπτώσεις καιρικών φαινομένων.



Εικόνα 1.13: Παθητικός Υπέρυθρος Αισθητήρας

Πηγή: adec-technologies.ch

Παθητικοί Ακουστικοί Αισθητήρες

Με την βοήθεια των ακουστικών αισθητήρων καταγράφονται οι ήχοι από διάφορα σημεία των οχημάτων και η διάδραση των ελαστικών με τον δρόμο. Όταν τα οχήματα περάσουν από την ζώνη καταγραφής, παρατηρείται η αύξηση της ηχητικής ενέργειας. Ενώ όταν τα οχήματα απομακρυνθούν από την ζώνη καταγραφής υπάρχει μείωση της ηχητικής ενέργειας. Εφόσον, ο ακουστικός αισθητήρας τοποθετηθεί στο κέντρο του δρόμου έχει την δυνατότητα να καταγράφει τα δεδομένα έως και σε επτά λωρίδες. Τα κύρια μειονεκτήματα των αισθητήρων είναι η ακριβή αγορά τους και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν λόγω των καιρικών φαινομένων.

Ραντάρ Μικροκυμάτων

Τα ραντάρ μικροκυμάτων εντοπίζουν τις αλλαγές συχνοτήτων ανάμεσα στα ηλεκτρομαγνητικά σήματα που εκπέμπονται και λαμβάνονται. Υπάρχουν δύο τύποι ραντάρ που βοηθούν για την ανίχνευση οχημάτων. Ο πρώτος τύπος μεταδίδει ηλεκτρομαγνητική ενέργεια σε συγκεκριμένη συχνότητα και μέσω της αρχής Doppler μετράει τις ταχύτητες των οχημάτων. Ανάλογα με την ταχύτητα του οχήματος προκύπτει και η διαφορά συχνότητας μεταξύ των εκπεμπόμενων και λαμβανόμενων σημάτων. Το βασικό ελάττωμα των ραντάρ είναι ότι δεν μπορούν να καταγράψουν τα δεδομένα για τα σταματημένα οχήματα επειδή δεν παρατηρούνται οι συχνότητες. Ο δεύτερος τύπος εκπέμπει ένα συνεχόμενο κύμα διαμορφωμένης συχνότητας που αλλάζει την μεταδιδόμενη συχνότητα συνέχεια με το πέρασμα του χρόνου. Η λειτουργία του είναι μέσω της συχνότητας να βρίσκει τα σταματημένα οχήματα.

Ενεργοί Υπέρυθροι Αισθητήρες

Η λειτουργία τους είναι σχεδόν ίδια με αυτή των ραντάρ μικροκυμάτων. Χρησιμοποιούνται δίοδοι λέιζερ για την παροχή ενέργειας στο υπέρυθρο φάσμα. Ένα μέρος της ενέργειας δεν απορροφάται και επιστρέφεται πίσω στον δέκτη του ανιχνευτή του οχήματος. Μέσω των λέιζερ παρατηρούνται δεδομένα σχετικά με την ταχύτητα, το πέρασμα και την παρουσία των οχημάτων.

Ενεργοί Ακουστικοί Αισθητήρες

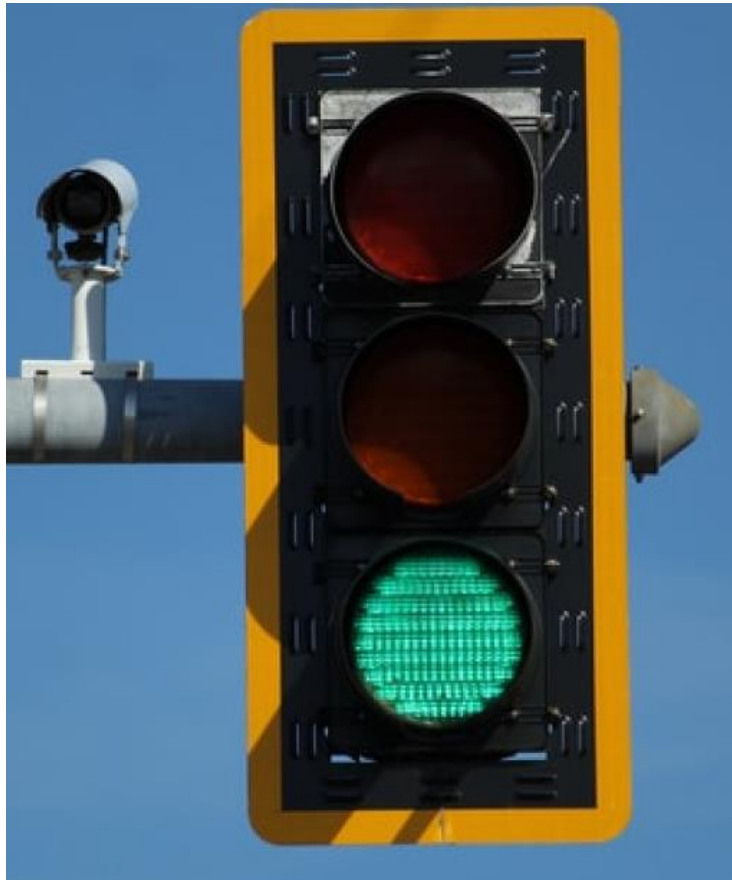
Οι ενεργοί ακουστικοί αισθητήρες διαδίδουν παλμούς υπερηχητικής ενέργειας προς το οδόστρωμα. Ένα μέρος δεν απορροφάται από το οδόστρωμα ή από το όχημα και επιστρέφεται πίσω στον δέκτη. Ο αισθητήρας έχει την δυνατότητα να παρατηρεί το πέρασμα των οχημάτων.

Κάμερες και επεξεργασία βίντεο

Κάποια συστήματα ανιχνευτών χρησιμοποιούν κάμερες και βίντεο. Για αρχή κάποια σημεία των εικόνων θέτονται από τον χρήστη ως περιοχές ανίχνευσης. Έπειτα, ο επεξεργαστής εικόνας και του βίντεο καταγράφουν κυκλοφορικά δεδομένα όπως είναι η κίνηση στους δρόμους, οι ταχύτητες των οχημάτων και το μήκος τους. Σχετικά με την ποιότητα των δεδομένων, σύμφωνα με έρευνες το βίντεο είναι μια ισχυρή μέθοδο ωστόσο εμφανίζει κάποιες αδυναμίες. Οι πιο σημαντικές αδυναμίες είναι οι εξής:

- Δύσκολα καιρικά φαινόμενα μειώνουν την ορατότητα
- Οι συνθήκες φωτισμού λόγω σκιών και αντανακλάσεων
- Οι κάμερες θα πρέπει να τοποθετούνται πάνω στον δρόμο και όχι σε πλάγια σημεία
- Οι μετακινήσεις των καμερών λόγω κακής εγκατάστασης δεν καταγράφουν με ακρίβεια.

Στις περισσότερες περιπτώσεις το βίντεο χρησιμοποιείται τοπικά επειδή τα κέντρα διαχείρισης κυκλοφορίας χρειάζονται περισσότερες πληροφορίες. Ωστόσο οι κατασκευαστές υποστηρίζουν ότι μπορούν να συλλέξουν και υπερτοπικά δεδομένα. Λόγω του μικρού κόστους εγκατάστασή τους, οι τοπικοί μη παρεμβατικοί αισθητήρες συλλέγουν δεδομένα και στέλνονται σε μελέτες προσομοίωσης. Για παράδειγμα, γίνεται να χρησιμοποιηθούν κάμερες οι οποίες θα ενεργοποιηθούν από ραντάρ μικροκυμάτων ή αισθητήρων πίεσης.



Εικόνα 1.14: Παρακολούθηση ψηφιακής εικόνας

Πηγή: bikeit.gr

1.8 Τοποθέτηση ανιχνευτών

Οι ανιχνευτές έχουν την δυνατότητα να τοποθετηθούν μέσα στο οδόστρωμα ή πάνω σε αυτό. Όταν χρειάζεται να τοποθετηθούν μέσα στο οδόστρωμα είναι απαραίτητο το σκάψιμο του δρόμου για την τοποθέτηση του συστήματος που είναι συνήθως μαγνητικός βρόχος. Ενώ στην άλλη περίπτωση όταν πρόκειται να τοποθετηθούν πάνω στο οδόστρωμα, η εγκατάσταση γίνεται πάνω σε ειδικό στύλο αποκλειστικά μόνο για αυτό τον σκοπό ή πάνω στον στύλο του τρίχρωμου φωτεινού σηματοδότη. Και στις δύο περιπτώσεις το κύριο σημείο είναι το σημείο που θα ανιχνευτεί το όχημα. Η απόσταση του σημείου από την θέση του φαναριού εξαρτάται από την ταχύτητα κίνησης και τον τύπο του ανιχνευτή. Μια εύκολη μέθοδος για να βρεθεί το σημείο τοποθέτησης δίνεται σύμφωνα με το Traffic Manual της Καλιφόρνιας όπου ο αισθητήρας τοποθετείται σε εκείνο το σημείο που ο οδηγός παρατηρεί τον φωτεινό σηματοδότη και ξεκινάει να μειώνει ταχύτητα σε περίπτωση κόκκινης σήμανσης.

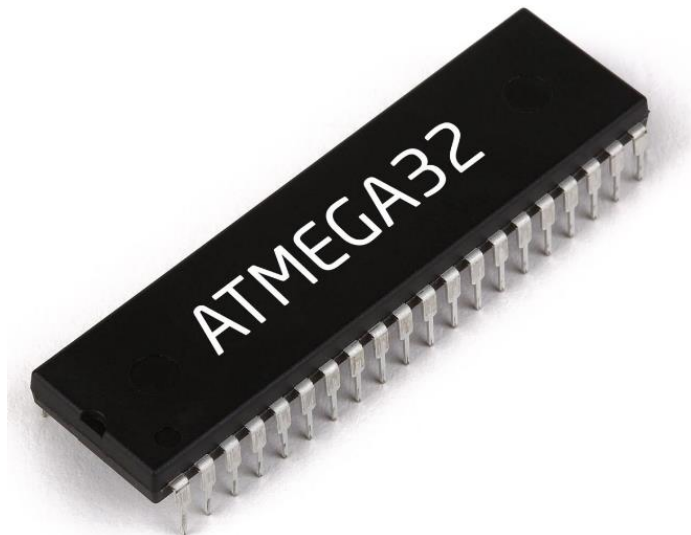
1.9 Επίλογος

Συμπερασματικά, ο φωτεινός σηματοδότης ρυθμίζει την κυκλοφορία των οχημάτων και των πεζών στους δρόμους. Λειτουργεί με ηλεκτρική ενέργεια και είναι απαραίτητος καθόλη την διάρκεια της ημέρας. Οι σηματοδότες χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες όπως οι τρίχρωμοι σηματοδότες, οι σηματοδότες για πεζούς και άλλα. Πέρασαν αρκετά χρόνια και πολλοί προσπάθησαν να κατασκευάσουν τον κατάλληλο φωτεινό σηματοδότη, ωστόσο ο πρώτος ηλεκτρικός σηματοδότης τοποθετήθηκε το Cleveland και από τότε συνεχώς εξελίσσονται.

Κεφάλαιο 2ο: Arduino

2.1 Εισαγωγή

Ο μικροελεγκτής είναι μία ελαφρώς διαφορετική εκδοχή του μικροεπεξεργαστή, ο οποίος λειτουργεί με λίγα εξωτερικά εξαρτήματα επειδή διαθέτει αρκετά ενσωματωμένα υποσυστήματα. Αυτό τον τύπο επεξεργαστή τον χρησιμοποιούν σε πολλά ενσωματωμένα συστήματα ελέγχου μικρού και μεσαίου κόστους. Ένα παράδειγμα μικροελεγκτή είναι ο ATmega32.



Εικόνα 2.1 : ATMEGA32

Πηγή : mikroe.com

Ο μικροελεγκτής είναι η καρδιά του Arduino. Πιο συγκεκριμένα το Arduino είναι ανοιχτό υλικό με εισόδους και εξόδους και ενσωματωμένο μικροελεγκτή, το οποίο μπορεί να προγραμματιστεί με την γλώσσα Wiring. Επίσης υπάρχουν πολλοί τύποι Arduino που ο καθένας είναι προσαρμοσμένος ώστε να υποστηρίζονται όλες οι ανάγκες του οποιουδήποτε project. Επιπλέον μπορεί να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω διάφορων προγραμμάτων όπως η γλώσσα προγραμματισμού Processing, η Pure Data και άλλες. Αρκετές εκδόσεις του Arduino μπορούν να αγοραστούν έτοιμες ωστόσο οι πληροφορίες είναι ελεύθερες για όλους αν θέλουν να το συναρμολογήσουν μόνοι τους.

2.2 Πως ξεκίνησε το Arduino

Το 2005 σε μια κωμόπολη της βορειοδυτικής Ιταλίας την Ιβρέα, κάποιοι μαθητές ξεκίνησαν ένα project με σκοπό την κατασκευή μιας συσκευής με χαμηλό κόστος και προσιτή στον καθένα για να ελέγχονται τα προγράμματα διαδραστικών σχεδίων. Ιδρυτές της ιδέας ήταν ο David Cueartielles και ο Massimo Banzi, οι οποίοι άρχισαν να κατασκευάζουν τις πλακέτες σε ένα μικρό εργοστάσιο. Ως στόχο είχαν να ήταν πιο οικονομικές από τα άλλα συστήματα που υπήρχαν εκείνη την εποχή. Από το 2006 και έπειτα συνεχώς ανακοινώνονται νέες εκδόσεις βασισμένες στο αρχικό σχέδιο ώστε να εξυπηρετούνται όλο και πιο δύσκολα και απαιτητικά project.

Εκδόσεις :

- Το 2006 ανακοινώθηκε το Arduino Mini
- Το 2008 βγήκε το Arduino Duemilanove, βασίστηκε στον ATMEGA328.
- Το 2009 κατασκευάστηκε το Arduino Mega, βασισμένο στο ATMEGA1280.
- Τον Ιούλιο του 2012 ανακοινώθηκε το Arduino Leonardo και βασίζεται στο ATMEGA32u4.
- Τον Οκτώβριο του 2012 δημιουργήθηκε το Arduino Due. Χρησιμοποιείται μικροελεγκτής SAM3X8E και είχε πυρήνα ARM Cortex-M3.
- Τον Νοέμβριο του 2012 έβγαλαν το Arduino Micro και σε αυτό χρησιμοποιήθηκε ATMEGA32u4
- Το 2013 ανακοινώθηκε το Arduino Robot με χρήση του ATMEGA32u4 και ήταν το πρώτο με ρόδες.
- Τον Μάιο του 2013 ανακοινώθηκε το Arduino Yun και είναι βασίστηκε στο ATMEGA32u4 και στο ATHEROS AR9331. Ήταν η πρώτη πλακέτα Wifi που ένωνε το Arduino με το Linux

Το Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές περιπτώσεις όπως η εκπαιδευτική ρομποτική, η Ιατρική, σε συστήματα ασφαλείας και παρακολούθησης, σε έξυπνες καλλιέργειες και σε άλλους πολλούς τομείς.

2.2.1 Γιατί το Arduino ;

Εξαιτίας της απλής λειτουργίας του Arduino, έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλά προγράμματα και σε διάφορες εφαρμογές. Το λογισμικό του είναι εύκολο για κάποιον αρχάριο αλλά και παράλληλα ευέλικτο για τους εξελιγμένους χρήστες. Στα σχολεία το χρησιμοποιούν για να κατασκευάσουν οικονομικά επιστημονικά όργανα, για να ξεκινήσουν προγραμματισμό και ρομποτική. Στον κλάδο των σχεδιαστών και των αρχιτεκτόνων γίνεται χρήση του Arduino για την δημιουργία διαδραστικών πρωτοτύπων ενώ τέλος οι μουσικοί και οι καλλιτέχνες το χρησιμοποιούν για τις εγκαταστάσεις των οργάνων. Το πρόγραμμα του Arduino μπορεί να τρέξει σε Mac, Linux και Windows.

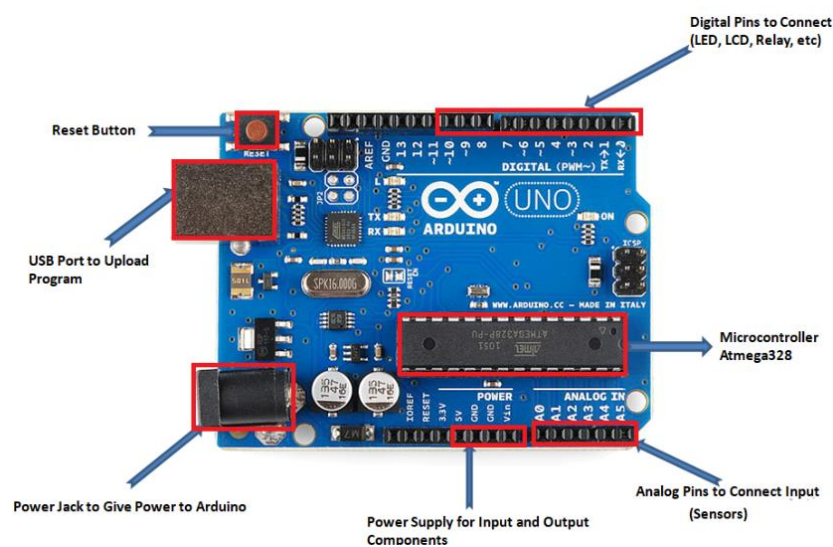


Εικόνα 2.2: Λογότυπο Arduino

Πηγή : arduino.cc

2.3 Υλικό (Hardware)

Οι πλακέτες Arduino αποτελούνται από τον ATMEL AVR μικροελεγκτή και κάποια εξαρτήματα για την ευκολία του χρήστη στον προγραμματισμό και την τοποθέτησή του σε διάφορα κυκλώματα. Οι πλακέτες αποτελούνται από κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHZ και ρυθμιστή τάσης 5V. Όλοι οι μικροελεγκτές όπως ο ATmega328 και ο ATmega168 είναι προγραμματισμένοι με bootloader για να μην χρειάζονται εξωτερικούς προγραμματιστές. Επιπλέον στις πλακέτες υπάρχει προγραμματισμός με μια RS-232 σειριακή σύνδεση. Στις μέρες μας τα Arduino προγραμματίζονται με την βοήθεια ενός USB, καθώς αυτό επιτυγχάνεται μέσω της εφαρμογής προσαρμογέων USB-To-Serial.



Εικόνα 2.3: Hardware of Arduino Uno

Πηγή: electronicsmedia.info

Κεφάλαιο 2

Το Arduino διαθέτει μια σειριακή θύρα ώστε να υπάρχει η δυνατότητα επικοινωνίας της πλακέτας με τον υπολογιστή ή και άλλων συσκευών. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιείται η σύνδεση μέσω USB όταν πρόκειται για επικοινωνία μεταξύ του υπολογιστή, ενώ όταν υπάρχει σύνδεση με άλλη συσκευή χρησιμοποιούνται τα pins 0 ή 1. Για να ενεργοποιηθεί η σειριακή θύρα επικοινωνίας πρέπει στην διαδικασία `setup()` να γραφεί η εντολή `Serial.begin(BaudRate)`, όπου έτσι εκφράζεται ο ρυθμός μετάδοσης των bits. Επιπλέον η σειριακή θύρα μπορεί να λειτουργήσει και ως αμφίδρομη επικοινωνία, πιο αναλυτικά για αποστολή ή λήψη δεδομένων. Ένα παράδειγμα της αμφίδρομης επικοινωνίας είναι η εξφαλμάτωση (debugging) των προγραμμάτων. Ο χρήστης μπορεί να δει τις τιμές των μετρητών και τις τιμές των μεταβλητών με την βοήθεια της οθόνης σειριακής επικοινωνίας. Τέλος όταν το Arduino συνθεδεί μέσω USB στον υπολογιστή γίνεται ενεργοποίηση της σειριακής οθόνης. Το παράθυρο που ανοίγει δείχνει όλα τα μηνύματα του κώδικα που έχουν φορτωθεί για να τρέξει η πλακέτα.

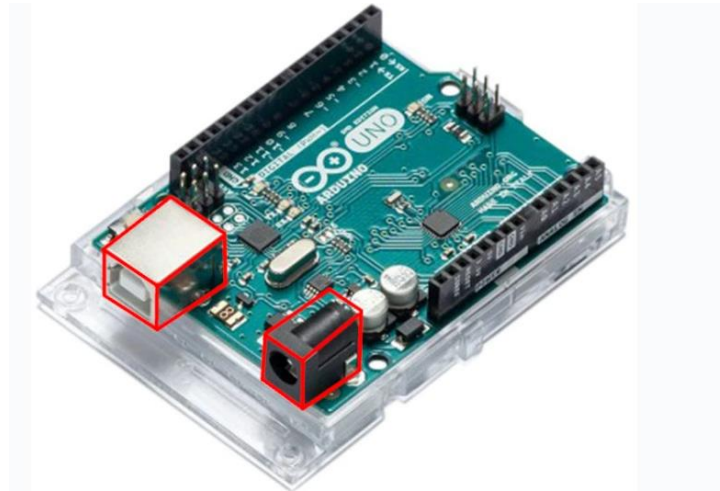
Τα Arduino Uno, Diecimilia και το Duemilanove διαθέτουν 14 ψηφιακά Pins εισόδου και εξόδου από το 0 μέχρι το 13 και έξι αναλογικές εισόδους από το 0 μέχρι το 5. Από τα 14 ψηφιακά pins οι έξι θύρες και συγκεκριμένα οι 3,5,6,9,10,11 μπορούν να δημιουργήσουν και pulse-width διαμορφωμένα σήματα. Στην έξοδο τα pins παρέχουν τάση από 0V μέχρι και 5V. Ειδικότερα για τις ψηφιακές εισόδους και εξόδους οι θύρες μπορούν να πάρουν τάση 0V ή 5V με ονομασία Low ή High. Για τις αναλογικές εισόδους γίνεται χρήση των θυρών A0 μέχρι A5 με σκοπό να παρατηρούνται οι τιμές των ρευμάτων στο διάστημα 0 μέχρι 5V. Τέλος, για τις αναλογικές εξόδους χρησιμοποιούνται οι pulse width modulation θύρες, όπου παρέχουν ρεύμα εξόδου διάφορες τιμές στο διάστημα 0 μέχρι 5 V.



Εικόνα 2.4: Ψηφιακό και Αναλογικό Arduino Uno

Πηγή: robobill.gr

Το Arduino Uno τροφοδοτείται με δύο διαφορετικούς τρόπους. Αρχικά με την βοήθεια μιας θύρας USB, που συνδέεται σε laptop και ο δεύτερος τρόπος είναι με την βοήθεια ενός jack, που συνδέεται μέχρι τα 11V.



Εικόνα 2.5 : USB και Jack σύνδεση

Πηγή : robobill.gr

Στην παρακάτω εικόνα 2.6 γίνεται περιληπτική αναφορά των χαρακτηριστικών του Arduino Uno.

Microcontroller	ATmega328P
Operating Volt.	5V
Input Volt. (recommended)	7-12V
Input Volt. (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (6 PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm

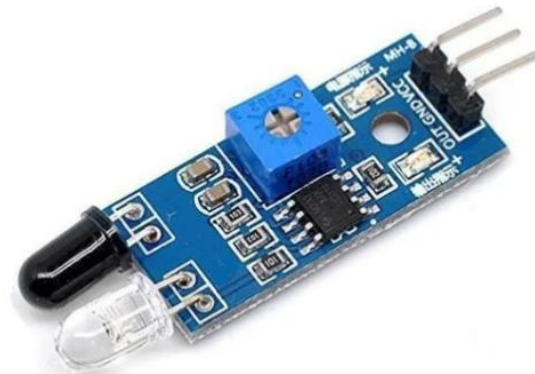
Εικόνα 2.6: Χαρακτηριστικά Arduino Uno

Πηγή: arduino.cc

Κεφάλαιο 2

Το Arduino Nano και Compatible, διαθέτουν αρσενικά header pins για να μπορούν να συνδέονται σε Breadboards. Υπάρχουν αρκετές πλακέτες συμβατές με αυτές του Arduino, οι οποίες στην λειτουργία είναι ίδιες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά. Επίσης κάποιες έχουν το βασικό Arduino και με την τοποθέτηση καινοτόμων output drivers χρησιμοποιούνται συχνά στα σχολεία για την δημιουργία buggies και μικρών ρομπότ. Κάποιες άλλες πλακέτες είναι ηλεκτρικά ίσες αλλά είναι διαφορετικές στην μορφή έχοντας την δυνατότητα την συνεχόμενη χρήση των shields. Με την βοήθεια της τεχνολογίας των shields τα οποία συνδέονται στα pins-headers παρέχεται έλεγχος στα motors, Wi-Fi , GPS , Ethernet και άλλα.

Μέσω του Arduino και συγκεκριμένα την βοήθεια του ATMEGA32 επεξεργαστή, γίνονται διάφοροι υπολογισμοί και μετατροπές δεδομένων. Ωστόσο μέσω των αισθητήρων το Arduino καταλαβαίνει το περιβάλλον. Μπορούν να τοποθετηθούν πολλοί αισθητήρες πάνω στο Arduino ώστε να ανιχνεύονται περισσότερα στοιχεία για το περιβάλλον όπως την θερμοκρασία, υγρασία και άλλα. Στην εικόνα 2.5 παρατηρούμε έναν αισθητήρα IR μέσω του οποίου μπορούμε να μετρήσουμε την υπέρυθη ακτινοβολία.



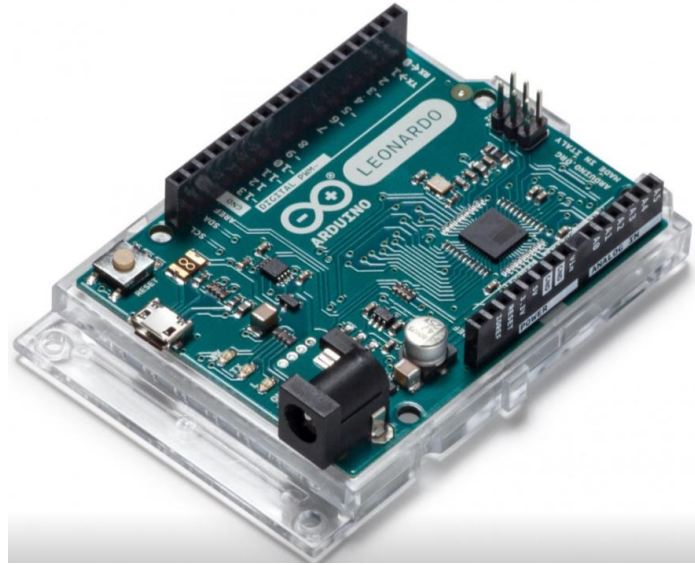
Εικόνα 2.7 : Infrared sensor

Πηγή : robobill.gr

2.3.1 Επίσημες Πλακέτες

Το πρωτότυπο του Arduino παράγεται από την εταιρία Smart-Projects στην Ιταλία. Κάποιες άλλες πλακέτες έχουν δημιουργηθεί στο Κολοράντο της Αμερικής από την εταιρία SparkFun Electronics. Μέχρι σήμερα έχουν χρησιμοποιηθεί δεκαέξι εκδοχές του Arduino Hardware.

1. Arduino Mini: Χρησιμοποιεί τεχνολογία Surface-mounted ATmega168, δηλαδή να ηλεκτρονικά εξαρτήματα τοποθετούνται απευθείας πάνω στην πλακέτα.
2. Arduino Nano: Είναι πιο μικρό από το Mini και τροφοδοτείται με την βοήθεια θύρας USB. Και σε αυτό χρησιμοποιείται η τεχνολογία Surface-mounted ATmega168, ωστόσο στις νεότερες εκδόσεις χρησιμοποιείται ATmega328.
3. Serial Arduino: Έχει προγραμματιστεί με την σειριακή DE-9 σύνδεση χρησιμοποιώντας τον μικροελεγκτή ATmega8.
4. Arduino Extreme: Λειτουργεί με τον μικροελεγκτή ATmega8 και με ένα USB interface.
5. Arduino NG: Προγραμματίζεται με USB interface και χρησιμοποιεί ATmega8.
6. Arduino NG Plus: Προγραμματίζεται με USB interface και χρησιμοποιεί ATmega168.
7. Arduino Bluetooth: Προγραμματίζεται με Bluetooth interface και χρησιμοποιεί ATmega168.
8. Arduino Diecimila: Χρησιμοποιείται τεχνολογία ATmega168 σε ένα Dip28 πακέτο και USB interface για προγραμματισμό.
9. LilyPad Arduino: Μια μινιμαλιστική κατασκευή για εφαρμογές ένδυσης και για ηλεκτρονικά υφάσματα χρησιμοποιώντας Surface-mounted ATmega328.
10. Arduino Duemilanove: Η τροφοδοσία γίνεται μέσω USB και DC ενέργειας και χρησιμοποιούνται ATmega168 και ATmega328 για τις νεότερες εκδόσεις.
11. Arduino Uno: Χρησιμοποιεί την ίδια τεχνολογία ATmega328 όπως οι νεότερες εκδόσεις του Duemilanove, ωστόσο το Duemilanove λειτουργεί με FTDI chipset για την θύρα του USB, ενώ το Uno λειτουργεί με την τεχνολογία ATmega8u2 και ως σειριακός μετατροπέας.
12. Arduino Mega: Χρησιμοποιεί το Surface-mounted ATmega1280 με στόχο την μεγαλύτερη μνήμη και παραπάνω Inputs και Outputs.
13. Arduino Mega2560: Χρησιμοποιείται η τεχνολογία Surface-mounted ATmega2560 έχοντας μνήμη 256kB.
14. Arduino Esplora: Η μορφή του είναι παρόμοια με χειριστήριο κονσόλας με joystick και έχουν τοποθετηθεί διάφοροι αισθητήρες για ήχο, θερμοκρασία και επιτάχυνση.
15. Arduino Due: Βασίζεται στην Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 τεχνολογία. Είναι η πρώτη πλακέτα που βασίζεται στον 32-bit ARM microcontroller επεξεργαστή.
16. Arduino Leonardo: Με την βοήθεια του ATmega32U4 μικροεπεξεργαστή δεν υπάρχει η ανάγκη σύνδεσης μέσω USB και έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ως ποντίκι και ψηφιακό πληκτρολόγιο.



Εικόνα 2.8:Arduino Leonardo

Πηγή: grobotronics.com

2.4 Προγραμματισμός του Arduino

Για να προγραμματιστεί η πλακέτα χρειάζεται να εγκατασταθεί το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (Integrated Development Environment, IDE) του Arduino που βοηθάει στην ανάπτυξη των προγραμμάτων. Στην συγκεκριμένη σουίτα λογισμικού γράφεται ο κώδικας, στον οποίο έπειτα γίνεται μεταγλώττιση και φορτώνεται στην πλακέτα. Η μεταγλώττιση γίνεται μέσω του GNU toolchain και του AVR Libc ενώ η μεταφόρτωση γίνεται μέσω του Avrdude. Αρχικά όταν γράφεται ένας κώδικας είναι υποχρεωτικό να γίνει αρχικοποίηση των θυρών που χρησιμοποιούνται, δηλαδή να δοθεί η πληροφορία ότι οι θύρες που χρησιμοποιούνται είναι είσοδοι ή έξοδοι. Αυτή η πληροφορία δίνεται με την συνάρτηση `pinMode()`. Επιπλέον όταν γίνεται χρήση της σειριακής οθόνης για την παρακολούθηση της επικοινωνίας με τον υπολογιστή χρησιμοποιούνται τα 0 και 1 pins, οπότε είναι καλό να μην χρησιμοποιούνται σε άλλες εφαρμογές αυτά τα pins χωρίς να είναι απαραίτητο. Στην συνέχεια, έχοντας εγκατάσταση το IDE γράφονται τα πρώτα κομμάτια του κώδικα. Δύο είναι οι βασικές συναρτήσεις του Arduino, η `setup()` και η `loop()`.

- **setup():** Στην συνάρτηση αυτή τοποθετούνται οι εντολές που θα τρέξουν μια φορά, όταν γίνει ενεργοποίηση της μονάδας, δηλαδή όταν πάρει ρεύμα η πλακέτα ή πατηθεί το κουμπί reset που βρίσκεται πάνω σε αυτή. Σε αυτή την συνάρτηση τοποθετούνται οι αρχικοποιήσεις τιμών και ορίζονται οι είσοδοι και έξοδοι που θα χρησιμοποιηθούν.
- **loop():** Στην συνάρτηση αυτή γράφεται το πρόγραμμα. Οι εντολές θα τρέξουν και όταν φτάσει στο τέλος του προγράμματος θα γίνει ενεργοποίηση της `loop()` ώστε να ξανά τρέξουν οι εντολές από την αρχή. Αυτό θα γίνεται συνέχεια όσο τροφοδοτείται με ρεύμα το Arduino.

Επομένως, το Arduino έχει μια βασική λειτουργία, να τρέξει η συνάρτηση `setup()` μια φορά και η `loop()` να τρέχει συνέχεια μέχρι να σταματήσει να δίνεται ρεύμα στο Arduino ή αν πατηθεί το κουμπί reset.

Εφόσον γίνουν κάποιες αλλαγές στον κώδικα πρέπει να πατηθεί το reset ώστε να φορτωθεί το νέο πρόγραμμα και θα ξανασυμβεί η ίδια διαδικασία.

```

1 void setup() {
2   // put your setup code here, to run once:
3
4 }
5
6 void loop() {
7   // put your main code here, to run repeatedly:
8
9 }

```

Εικόνα 2.9: Arduino IDE

Τύποι Μεταβλητών του Arduino:

- int, με ακέραιες τιμές στο διάστημα -32768 μέχρι 32767
- byte, με τιμές από το 0 μέχρι και το 255
- boolean, με τιμές το 0 ή 1
- float, όλοι οι δεκαδικοί αριθμοί
- long, ακέραιες τιμές αλλά σε πολύ μεγαλύτερο διάστημα από τις int μεταβλητές.
- string , αφορά του πίνακες χαρακτήρων
- char, αφορά έναν χαρακτήρα μεγέθους ένα byte.

Συναρτήσεις εισόδου και εξόδου ρεύματος: Στην αρχικοποίηση του κάθε προγράμματος, δηλαδή μέσα στην συνάρτηση setup() θα πρέπει να οριστούν τα pins που θα χρησιμοποιηθούν ως είσοδοι και ποια ως εξοδοι. Η συνάρτηση που χρησιμοποιείται για τον ορισμό των pins είναι η pinMode(Pin, Mode), όπου ορίσματα θα πάρει τον αριθμό pin και την κατάσταση λειτουργίας, δηλαδή αν είναι είσοδος (input) ή έξοδος (output). Επομένως, για να υπάρχει η δυνατότητα να διατεθεί ρεύμα μέσω μιας θύρας θα πρέπει να έχει οριστεί ως έξοδος. Παρόμοια, για να «διαβαστεί» από ένα pin εισόδου θα πρέπει να έχει οριστεί είσοδος με την κατάλληλη συνάρτηση.

Ψηφιακή Είσοδος: Και τα 14 pins του Arduino μπορούν να λειτουργήσουν σαν ψηφιακές εισόδοι, δηλαδή να έχουν πάρει τάση στην είσοδο 0 ή 5 V. Η συνάρτηση με το οποίο συμβαίνει αυτό είναι η `digitalRead(Pin)`, όπου το όρισμά της είναι η θύρα που θα χρησιμοποιηθεί ως είσοδο.

Ψηφιακή Έξοδος: Όπως στην είσοδο, έτσι και στην έξοδο οι 14 θύρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ψηφιακές έξοδοι δίνοντας 0 ή 5 V στην έξοδο. Αυτό συμβαίνει μέσω της συνάρτησης `digitalWrite(Pin,Value)`, με ορίσματα το νούμερο της θύρας και τις προκαθορισμένες τιμές 0 ή 5 V στην παράμετρο Value.

Αναλογική Είσοδος: Το Arduino διαθέτει 6 αναλογικές εισόδους (A0,A1,A2,A3,A4,A5). Σε αυτές τις θύρες μπορούν να συνδεθούν διάφορα αναλογικά εξαρτήματα όπως ένα ποτενσιόμετρο και να «διαβαστεί» ως είσοδο. Αυτό θα γίνει με την βοήθεια της συνάρτησης `analogRead(Pin)`, όπου και πάλι ορίζεται ο αριθμός της θύρας. Η τιμή που μπορεί να λάβει η είσοδος είναι από 0 έως 1023. Τις περισσότερες φορές χρησιμοποιείται μια μεταβλητή για να καταχωρηθεί η τιμή.

Για παράδειγμα: `int r = analogRead(A0) ;`

Αναλογική Έξοδος: Από τα 14 pins μερικά από αυτά είναι και PWM, έχοντας την δυνατότητα να προσομοιάσουν την αναλογική έξοδο με την βοήθεια παλμοκωδικής διαμόρφωσης. Επομένως, με τιμές από 0 έως 255 η προσομοίωση είναι αναλογική στο διάστημα από 0 μέχρι 5 V. Η παραπάνω διαδικασία γίνεται με την συνάρτηση `analogWrite(Pin, Value)`, με ορίσματα τον αριθμός της θύρας και τάση εξόδου από 0 έως 5V στην παράμετρο value. Αναλυτικότερα, στην παράμετρο Value η τιμή 0 δίνει 0V, η τιμή 255 δίνει 5 V έξοδο και υπάρχει η δυνατότητα να δοθούν και ενδιάμεσες τάσεις.

Για παράδειγμα: `analogWrite(ledPin, 255) ;`

Συναρτήσεις χρόνου: Σε όλα σχεδόν τα προγράμματα είναι απαραίτητο να διαχειρίζεται και ο χρόνος. Επομένως υπάρχουν οι συναρτήσεις χρόνου για αυτό τον σκοπό.

Συνάρτηση καθυστέρησης - `delay()`: Σε κάθε πρόγραμμα μπορεί να τοποθετηθεί μια καθυστέρηση για κάποιο γεγονός και να διαρκέσει για όσο χρόνο έχει οριστεί. Αυτό γίνεται με την συνάρτηση `delay(time)` όπου στο όρισμα time τοποθετείται ο χρόνος σε ms. Με αυτή την εντολή η εκτέλεση του προγράμματος σταματά για τον χρόνο time που ορίστηκε.

Για παράδειγμα: `delay(200); /* Το πρόγραμμα σταματά για 0,2 sec */`

Συνάρτηση καθυστέρησης - `delayMicroseconds()`: Είναι η ίδια συνάρτηση με την παραπάνω ωστόσο σε αυτή ο χρόνος καθυστέρησης δίνεται σε microseconds.

Συνάρτηση καταγραφής - `millis()`: Όλα τα Arduino έχουν ενσωματωμένο ρολόι, το οποίο καταγράφει τον χρόνο λειτουργίας του. Η συγκεκριμένη πληροφορία δίνεται με την συνάρτηση `millis()`, όπου ο χρόνος που πέρασε από το ξεκίνημα του Arduino επιστρέφεται σε milliseconds.

Δομή Επιλογής: Στον προγραμματισμό του Arduino αρκετές φορές θα χρειαστεί να γίνει έλεγχος κάποιας συνθήκης, ώστε να γίνει εκτέλεση ενός τμήματος του προγράμματος ή κάποιο άλλο αντί για αυτό. Αυτό γίνεται με την βοήθεια της δομής επιλογής.

```

Για παράδειγμα: if < συνθήκη > {
    < εντολές > }
else {
    < εντολές B >
}

```

Στην < συνθήκη > γράφεται ο έλεγχος που θα πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας τους συγκριτικούς τελεστές. Στην συνθήκη μπορούν να χρησιμοποιηθούν και λογικοί τελεστές για πιο σύνθετες συνθήκες. Στην συνέχεια στις < εντολές > γράφονται οι αντίστοιχες εντολές που πρέπει να εκτελεστούν. Αν η < συνθήκη > είναι αληθής τότε θα εκτελεστούν οι < εντολές > , αν όμως είναι ψευδής θα εκτελεστούν οι < εντολές B > .

Δομή Επανάληψης: Εκτός από την δομή επιλογής υπάρχει και η δομή επανάληψης, η οποία επαναλαμβάνει το σύνολο των εντολών για όσες φορές έχει οριστεί να συμβεί. Ωστόσο υπάρχουν και δομές επανάληψης που αριθμός βημάτων δεν έχει προκαθοριστεί από πριν.

```

Για παράδειγμα: for < αρχική τιμή > ; < συνθήκη τερματισμού > ; < βήμα > ;
    { < εντολές > }

```

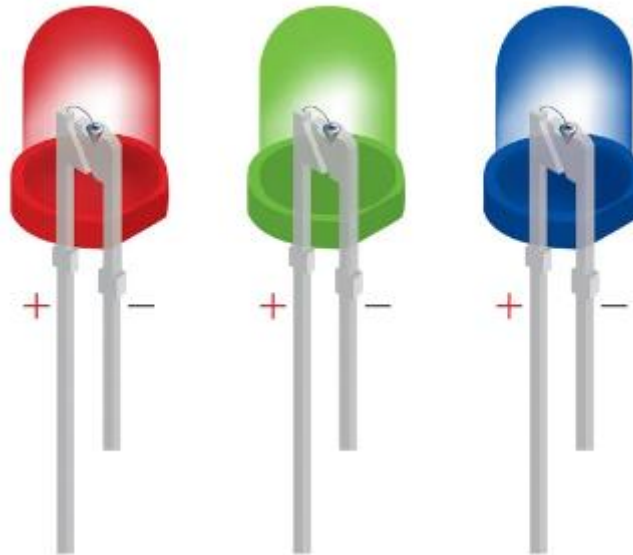
Στην < αρχική τιμή > τοποθετείται μια αρχική τιμή , πχ $j = 0$

Στην < συνθήκη τερματισμού > γράφεται η συνθήκη για να τερματίσει η επανάληψη , πχ $j < 5$ (όταν το j πάρει τιμή 6 τότε θα σταματήσει η δομή επανάληψης)

Στο < βήμα > δίνεται ο αριθμός με τον οποίο θα αλλάζει η αρχική τιμή, πχ $j + 1$

2.5 Τα σημαντικότερα υλικά που χρησιμοποιούνται

Η Δίοδος Εκπομπής Φωτός (light- emitting diode) ή αλλιώς LED είναι ένας ημιαγωγός με σκοπό την εκπομπή φωτεινής ακτινοβολίας στενού φάσματος, το οποίο λειτουργεί όταν δοθεί ηλεκτρική τάση. Τα LED έχουν πολικότητα και μπορούν να δουλέψουν σωστά εφόσον συνδεθούν με την κατάλληλη φορά ρεύματος. Τις περισσότερες φορές το πιο μακρύ πόδι πρέπει να συνδεθεί στην θετική κατεύθυνση ενώ το άλλο πρέπει να συνδεθεί στην αρνητική φορά. Ωστόσο αν συνδεθούν αντίθετα δεν θα καεί το LED αλλά δεν θα ανάψει.



Εικόνα 2.10: Σύνδεση Led

Πηγή: deposiphotos.com

Το χρώμα των Led μπορεί να είναι ορατό, υπέρυθρο ή υπεριώδες και εξαρτώνται από τις χημικές συστάσεις των ημιαγωγών που χρησιμοποιούνται. Η κύρια λειτουργία των Led είναι μια p-n επαφή, η οποία θα πολωθεί ορθά ώστε να γεμίσει με ηλεκτρόνια και οπές τις p και n πλευρές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το φορτίο μειονότητας να ξανά συνδεθεί με το φορτίο πλειονότητας στην ουδέτερη ή απογυμνωμένη περιοχή. Ουσιαστικά, η δίοδος εκπομπής φωτός είναι μια επαφή p-n που έχει δημιουργηθεί από ένα ημιαγωγό άμεσου ενεργειακού χάσματος, όπως είναι το GaAs και η σύνδεση μεταξύ των ηλεκτρονίων και οπών οδηγεί στην εκπομπή φωτονίων. Τα εκπεμπόμενα φωτόνια είναι περίπου ίσα με το ενεργειακό χάσμα. Επιπλέον, η δομή των Led είναι απαραίτητο να είναι τέτοια ώστε τα εκπεμπόμενα φωτόνια να έχουν την δυνατότητα να απομακρύνονται από την διάταξη χωρίς να γίνεται επαναφόρτιση από το ημιαγωγό υλικό.

Πλεονεκτήματα Led

- Απόδοση: Παράγουν παραπάνω φως ανά watt σε σχέση με τις λάμπες πυράκτωσης.
- Χρώμα: Εκπέμπουν φως με συγκεκριμένα χρώματα χωρίς φίλτρα.
- Χρόνος Ζωής: Έχουν παραπάνω χρόνο ζωής από τους λαμπτήρες πυράκτωσης και λαμπτήρες φθορισμού.
- Χρόνος ON/OFF: Έχουν γρήγορη απόκριση, δηλαδή μπορούν να έρθουν γρήγορα σε κατάσταση πλήρους φωτεινότητας.
- Μέγεθος: Είναι μικρότερα από 2mm και τοποθετούνται σε πίνακες αποτύπωσης.
- Ψυχρό Φως: Εκπέμπουν ελάχιστη θερμότητα σε μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας.
- Τοξικότητα: Δεν έχουν υδράργυρο σε σχέση με τις λάμπες φθορισμού.
- Εστίαση: Εστιάζουν το φως σε συγκεκριμένη περιοχή και όχι γενικά
- Αντίσταση σε κραδασμούς: Λόγω της στερεάς κατάστασή τους είναι δύσκολο να υποστούν ζημία.

Εφαρμογές Led

1. Ορατή απεικόνιση: Λόγω του χαμηλού κόστους συντήρησης, της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και των μικρών μεγεθών, χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές για ορατή απεικόνιση. Τοποθετούνται σε σταθμούς τρένων και λεωφορείων, στα λιμάνια, στα στάδια για μηνύματα, στους δρόμους ως πινακίδες και άλλα. Επίσης γίνεται χρήση των Led και στα αυτοκίνητα ως ενδείξεις των φρένων και των φλας.
2. Φωταγωγήση: Το φως ανακλάται από αντικείμενα για να γίνει ορατό. Λόγω της υψηλής απόδοσης χρησιμοποιούνται για φωταγωγήση. Χρησιμοποιούνται για τα φώτα των δρόμων, για κύρια φώτα στα αυτοκίνητα, για αρχιτεκτονικές κατασκευές και ιδανικά για χρήση στις τηλεοράσεις και στους υπολογιστές.
3. Μη ορατές εφαρμογές: Χρησιμοποιούνται και σε διαδικασίες οι οποίες δεν γίνονται αντιληπτές με το ανθρώπινο μάτι όπως τα τηλεχειριστήρια των τηλεοράσεων.

Ωμική αντίσταση

Στα ηλεκτρονικά κυκλώματα η χρήση ωμικής αντίστασης δημιουργεί περιορισμό στην ροή του ρεύματος και πτώση τάσης στα άκρα της αντίστασης. Η μονάδα μέτρησης της αντίστασης στο Διεθνές σύστημα μονάδων είναι το Ohm (Ω) και υπάρχουν διάφοροι τύποι αντιστάσεων όπως οι σταθερές αντιστάσεις, οι μεταβλητές αντιστάσεις και οι μη γραμμικές αντιστάσεις.



Εικόνα 2.11: Ωμική αντίσταση 1Kohm

Πηγή: grobotronics.com

Ηχείο (Sounder)

Ένα ακόμα εξάρτημα που συνδέεται στο Arduino είναι το ηχείο. Λειτουργεί όπως ακριβώς το Led με δύο καλώδια. Στην εικόνα 2.10 βλέπουμε ένα ηχείο του οποίου το ένα καλώδιο πηγαίνει στην πηγή και το άλλο στην γείωση. Εάν η τάση είναι σταθερή τότε θα παραχθεί σταθερός ήχος, ενώ αν η τάση είναι μεταβαλλόμενη και το ένα καλώδιο συνδεθεί σε PWM pin τότε θα παραχθεί μεταβλητός ήχος.

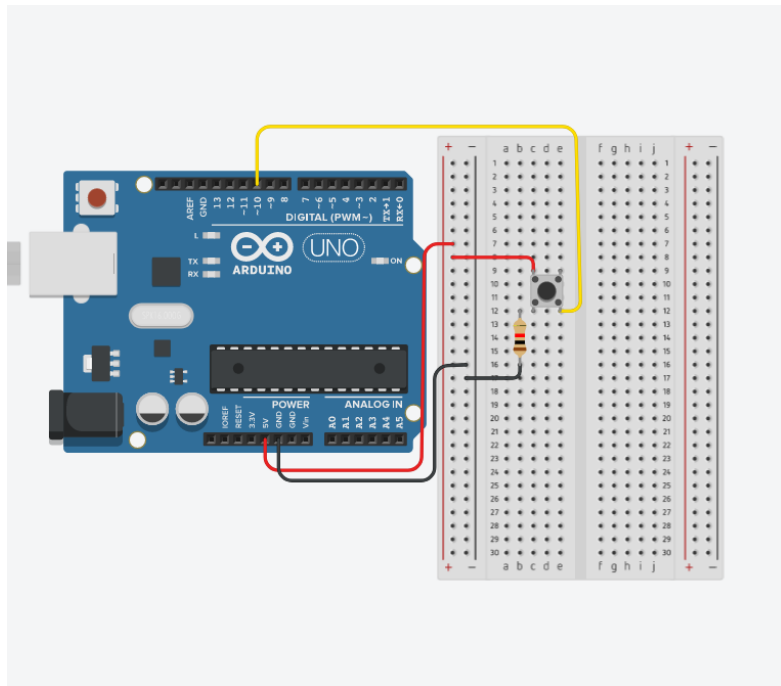


Εικόνα 2.12: Ηχείο

Πηγή: arduino.cc

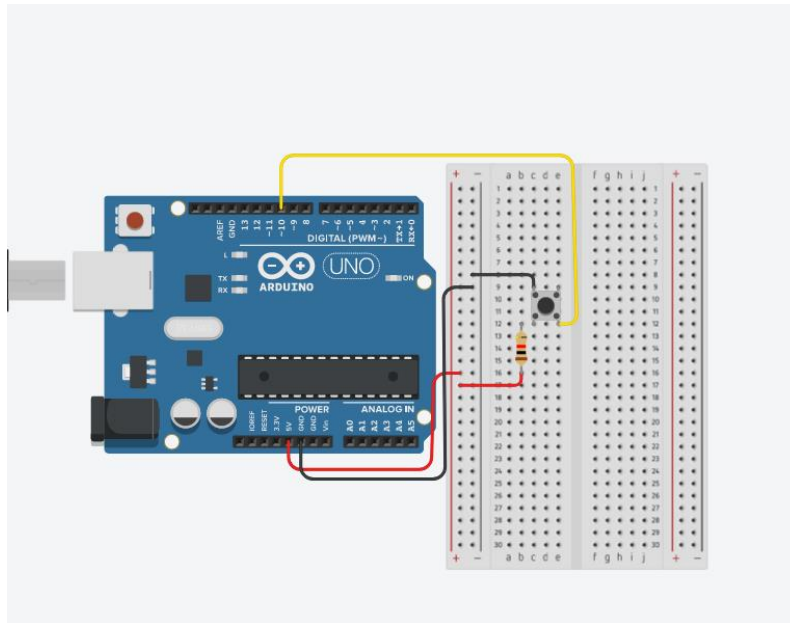
Κουμπιά (Buttons)

Πολλές φορές κρίνεται αναγκαίο η χρησιμοποίηση των κουμπιών ώστε να γίνεται παρέμβαση στο κύκλωμα όποτε είναι απαραίτητο. Για παράδειγμα η χρήση των κουμπιών βοηθάει όταν θέλουμε να δώσουμε ρεύμα σε ένα μέρος του κυκλώματος ή όταν χρειάζεται να κοπεί η τροφοδοσία. Στις παρακάτω εικόνες αναπαρίστανται δύο κυκλώματα με κουμπιά. Στην εικόνα 2.11 όταν πατηθεί το κουμπί αφήνει το ρεύμα να περάσει, δηλαδή το Input pin είναι πάντα σε κατάσταση Low και όταν πατηθεί το κουμπί γίνεται High. Ενώ στην εικόνα 2.12 όταν πατηθεί το κουμπί θα υπάρξει διακοπή του ρεύματος, δηλαδή το Input pin είναι πάντα σε High κατάσταση και όταν πατηθεί το κουμπί θα γίνει Low.



Εικόνα 2.13: Pull down resistor

Πηγή: tinkercard.com



Εικόνα 2.14: Pull up resistor

Πηγή: tinkercard.com

Ο γενικός κανόνας είναι ότι το ρεύμα ακολουθεί την πορεία με την μικρότερη αντίσταση και ότι τα κουμπιά έχουν εσωτερικά δική τους μικρή αντίσταση. Επομένως, στο κύκλωμα Pull up όταν πατηθεί το πλήκτρο και κλείσει το κύκλωμα θα πραγματοποιηθεί κίνηση από τα 5V προς την γείωση. Ενώ στο κύκλωμα Pull down, όταν πατηθεί το πλήκτρο θα ενεργοποιηθεί το κύκλωμα, δηλαδή θα υπάρχει ροή από την πηγή στην είσοδο.

Ποτενσιόμετρο

Με την βοήθεια του ποτενσιόμετρου έχουμε στο κύκλωμα μια μεταβλητή αντίσταση. Γυρνώντας το ποτενσιόμετρο αυξάνεται ή μειώνεται η αντίσταση, με αποτέλεσμα να περνάει περισσότερο ή λιγότερο ρεύμα. Στην εικόνα 2.13 παρατηρούμε ένα ποτενσιόμετρο το οποίο διαθέτει τρία σημεία σύνδεσης. Το αριστερά πόδι θα πάει στην γείωση και το δεξί στην πηγή ή και το αντίθετο, ενώ το μεσαίο πόδι θα πάει στο αναλογικό pin της πλακέτας. Ουσιαστικά, λειτουργεί σαν διαιρέτης τάσης, ο οποίος κάθε φορά που γυρνάει το χειριστήριο μεταβάλλεται. Σε σπάνιες περιπτώσεις μπορεί να λειτουργήσει και ως ένας ροοστάτης εφόσον χρησιμοποιηθούν μόνο τα δύο πόδια, το μεσαίο και ένα από τα άλλα δύο.



Εικόνα 2.15: Ποτενσιόμετρο

Πηγή: hwlibre.com

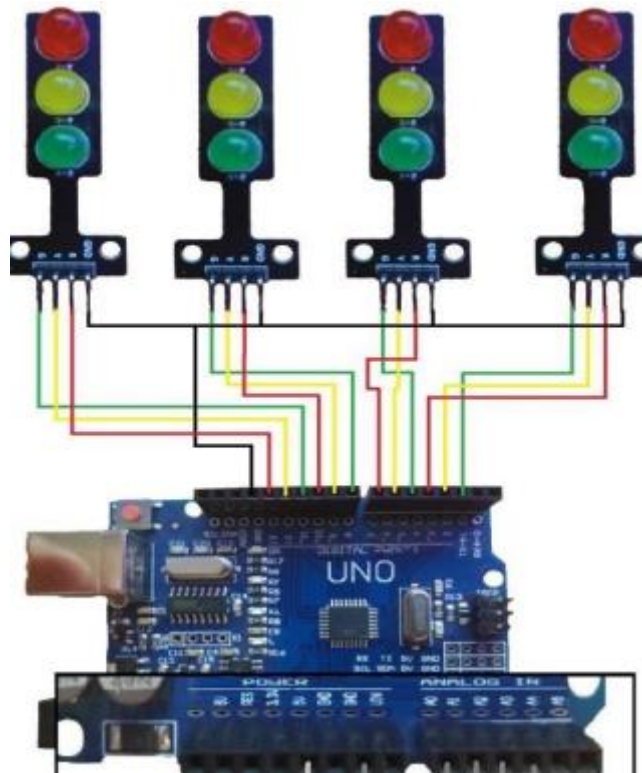
2.6 Επίλογος

Συμπερασματικά, το Arduino αποτελεί μια εύκολη, προσιτή και οικονομική λύση για την κατασκευή διάφορων προγραμμάτων. Διαθέτει αρκετές πλακέτες οι οποίες χρησιμοποιούνται ανάλογα με τις ανάγκες των προγραμμάτων. Συνήθως το χρησιμοποιούν στην ρομποτική, σε διάφορα συστήματα ασφαλείας και στην έξυπνη καλλιέργεια. Ο κώδικας στο περιβάλλον του IDE είναι εύκολος και προσιτός σε όλους τους χρήστες και μπορεί να τρέξει σε Mac, Windows, και Linux.

Κεφάλαιο 3ο: Χρήση Arduino στην πράξη

3.1 Εισαγωγή

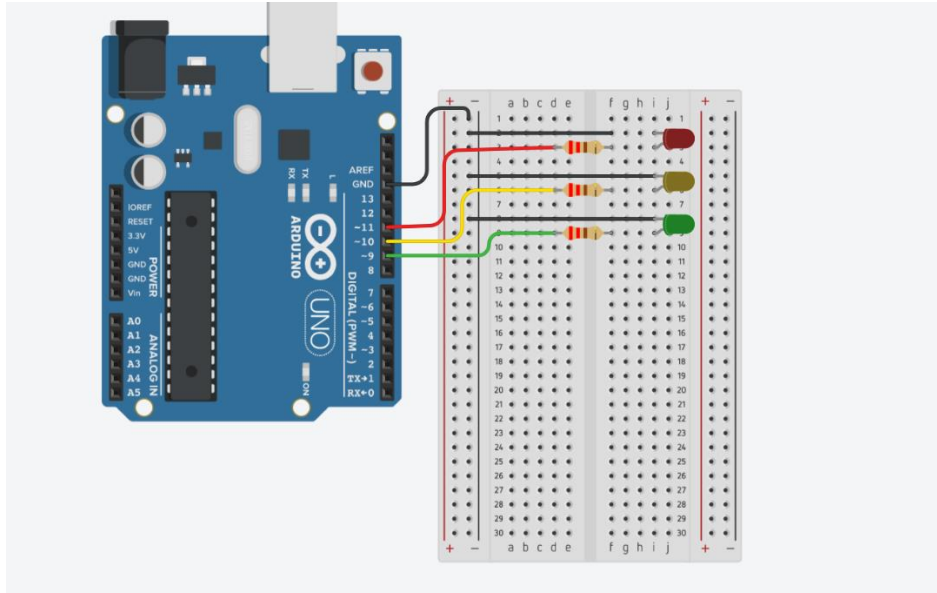
Στο κεφάλαιο τρία της πτυχιακής εργασίας γίνεται παρουσίαση της λειτουργίας των φωτεινών σηματοδοτών. Επομένως, κατασκευάστηκε μακέτα με οδούς της πόλης της Καβάλας (Δαγκλή και Ερυθρού Σταυρού) που ελέγχονται από τέσσερις τρίχρωμους φωτεινούς σηματοδότες και φανάρια πεζών. Επιπλέον, εκτός από τους τρίχρωμους φωτεινούς σηματοδότες και τα φανάρια πεζών υλοποιείται κύκλωμα στο οποίο τοποθετήθηκε κουμπί διακοπής για να καθορίζει την έναρξη των φαναριών. Η λειτουργία του κυκλώματος θα είναι η εξής: Θα λειτουργεί το φανάρι των αυτοκινήτων στην κεντρική οδό Ερυθρού Σταυρού και μετά από λίγα λεπτά θα ανάβει το φανάρι των πεζών για να περάσουν την Ερυθρού Σταυρού. Παράλληλα, υπάρχει κάθετος δρόμος η οδός Δαγκλή στην οποία και σε αυτή υπάρχει φανάρι αυτοκινήτων και πεζών. Όταν ανάψει πράσινο για τα αυτοκίνητα στην οδό Ερυθρού Σταυρού, ο τρίχρωμος φωτεινός σηματοδότης στην Δαγκλή θα είναι κόκκινος και θα ανάβει το πράσινο φανάρι των πεζών στην Δαγκλή. Ενώ όταν γίνει το φανάρι κόκκινο στην Ερυθρού Σταυρού θα αναβοσβήνει πράσινο το φανάρι στην Δαγκλή ώστε πρώτα να πάρουν προτεραιότητα οι πεζοί στην Ερυθρού Σταυρού. Τέλος όταν ο τρίχρωμος σηματοδότης στην Δαγκλή γίνει κόκκινος τότε οι πεζοί μπορούν να περάσουν απέναντι τον δρόμο.



Εικόνα 3.1: Γενική εικόνα του κυκλώματος με το Arduino Uno

3.2 Τρίχρωμος Φωτεινός Σηματοδότης και Πεζοί

Αρχικά, πραγματοποιείται η λειτουργία του τρίχρωμου φωτεινού σηματοδότη. Με τα κατάλληλα διαστήματα καθυστέρησης τα φανάρια αναβοσβήνουν για κάποιο χρονικό διάστημα και η διαδικασία επαναλαμβάνεται. Τα Led θα ανάψουν κατά σειρά: Πράσινο ύστερα πορτοκαλί και τέλος κόκκινο.



Εικόνα 3.2: Τρίχρωμος Φωτεινός Σηματοδότης

Πηγή: tinkercard.com

Κώδικας

```
// Ορισμός των pins για τα Led
const int greenLed = 9;
const int yellowLed = 10;
const int redLed = 11;

void set up() {
// Ρύθμιση pin των Led ως εξόδους
pinMode(greenLed, OUTPUT);
pinMode(yellowLed, OUTPUT);
pinMode(redLed, OUTPUT);
}

void loop () {
```

```

// Αναβοσβήνει το πράσινο Led για 4 sec
digitalWrite(greenLed, HIGH);
digitalWrite(yellowLed, LOW);
digitalWrite(redLed, LOW);
delay(4000);

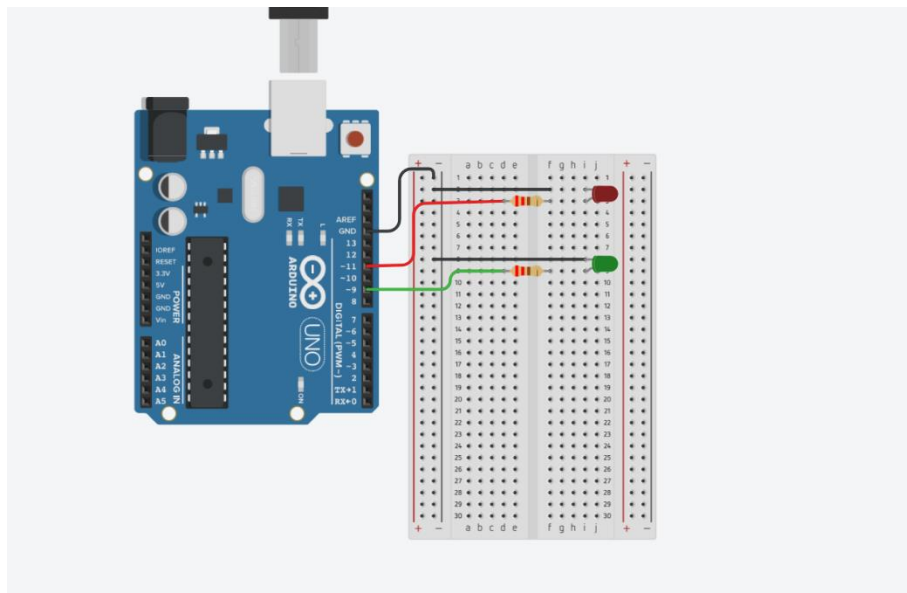
// Αναβοσβήνει το κίτρινο Led για 1 sec
digitalWrite(greenLed, LOW);
digitalWrite(yellowLed, HIGH);
digitalWrite(redLed, LOW);
delay(1000);

// Αναβοσβήνει το κόκκινο Led για 2 sec
digitalWrite(greenLed, LOW);
digitalWrite(yellowLed, LOW);
digitalWrite(redLed, HIGH);
delay(2000);
}

```

Φανάρι πεζών

Στην συνέχεια, πραγματοποιείται η λειτουργία το φανάρι των πεζών το οποίο θα ανάβει πράσινο και κόκκινο. Η διαδικασία των Led είναι απλή: Πράσινο ύστερα κόκκινο και επαναλαμβάνεται.



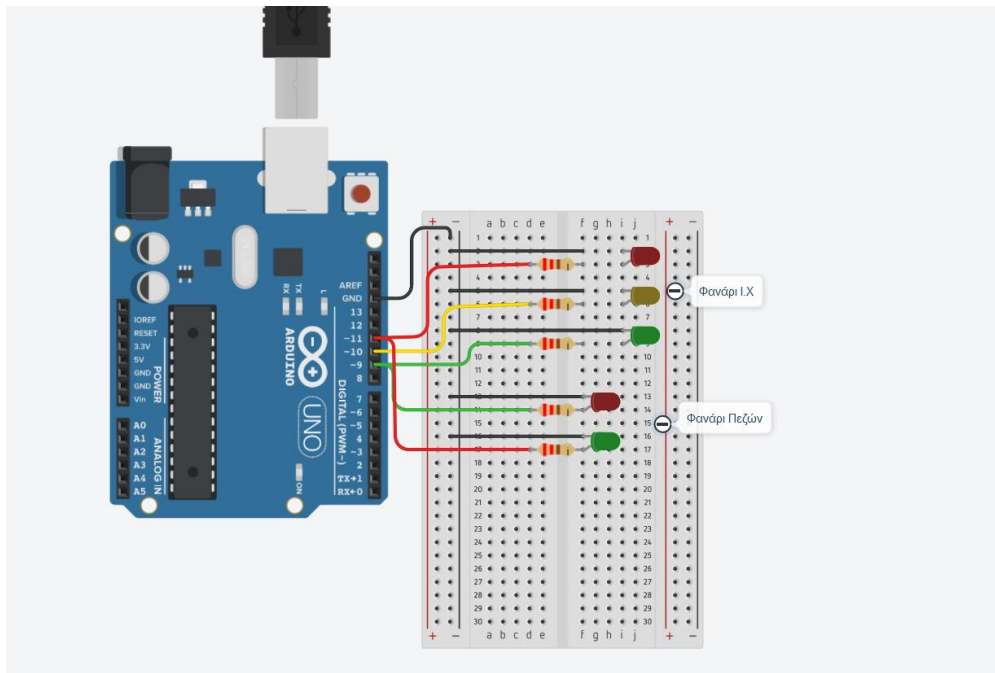
Εικόνα 3.3: Φανάρι πεζών

Πηγή: tinkercard.com

Κώδικας

```
// Ορισμός pins για τα Led  
const int greenLed = 9;  
const int redLed = 11;  
  
void setup() {  
  // Ρύθμιση pin των Led ως εξόδους  
  pinMode(greenLed, OUTPUT);  
  pinMode(redLed, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
  // Αναβοσβήνει το πράσινο Led για 2 sec  
  digitalWrite(greenLed, HIGH);  
  digitalWrite(redLed, LOW);  
  delay(2000);  
  
  // Αναβοσβήνει το κόκκινο Led για 2 sec  
  digitalWrite(greenLed, LOW);  
  digitalWrite(redLed, HIGH);  
  delay(2000);  
}
```

Ένωση φανάρι πεζών και τρίχρωμου φωτεινού σηματοδότη



Εικόνα 3.4: Φανάρι Πεζών και LX

Πηγή: tinkercard.com

Κώδικας

```
// Ορισμός pins για τα Led

const int greenLed = 9;
const int yellowLed = 10;
const int redLed = 11;

void setup() {
  // Ρύθμιση pin των Led ως εξόδους
  pinMode(greenLed, OUTPUT);
  pinMode(yellowLed, OUTPUT);
  pinMode(redLed, OUTPUT);
}

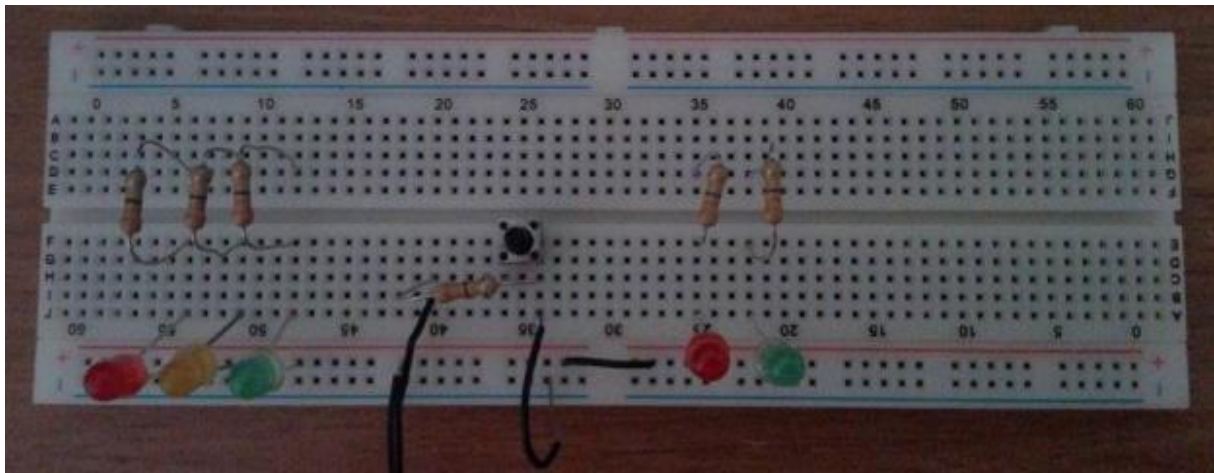
void loop () {
  // Αναβοσβήνει το πράσινο Led για 4 sec
  digitalWrite(greenLed, HIGH);
  digitalWrite(yellowLed, LOW);
  digitalWrite(redLed, LOW);
  delay(4000);

  // Αναβοσβήνει το κίτρινο Led για 1 sec
  digitalWrite(greenLed, LOW);
  digitalWrite(yellowLed, HIGH);
  digitalWrite(redLed, LOW);
  delay(1000);

  // Αναβοσβήνει το κόκκινο Led για 2 sec
  digitalWrite(greenLed, LOW);
  digitalWrite(yellowLed, LOW);
  digitalWrite(redLed, HIGH);
  delay(2000);

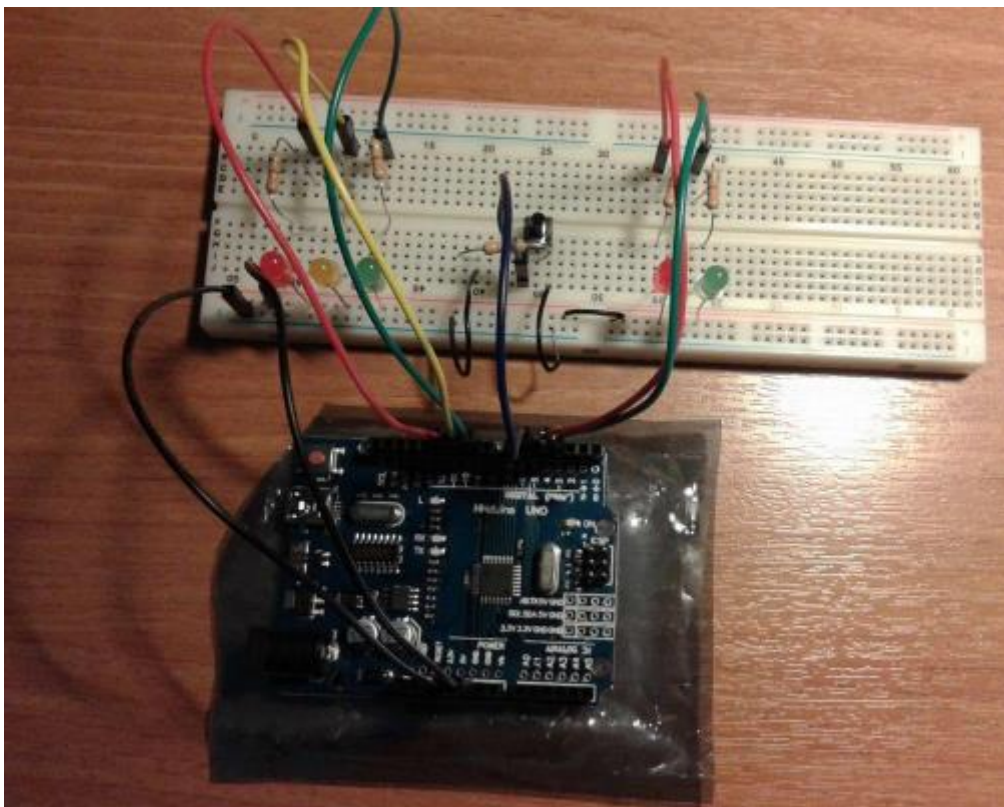
  // Ανάβει το κίτρινο Led για 2 sec ( Λειτουργεί σαν παύση )
  digitalWrite(greenLed, LOW);
  digitalWrite(yellowLed, HIGH);
  digitalWrite(redLed, LOW);
  delay(2000);
```

Κύκλωμα στο Breadboard



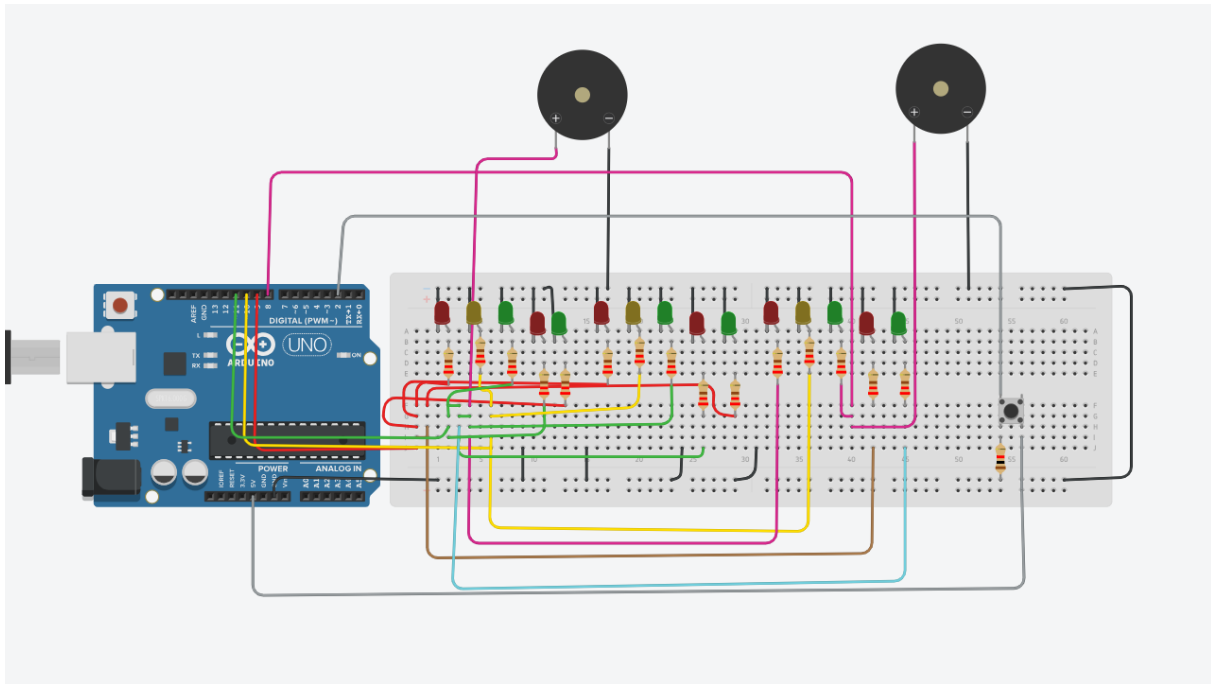
Εικόνα 3.5: Κατασκευή κυκλώματος στο ράστερ

Breadboard & Arduino



Εικόνα 3.6: Ένωση ράστερ και Arduino

3.3 Τελική Υλοποίηση Συστήματος



Εικόνα 3.7: Τελικό κύκλωμα εργασίας

Κώδικας

```
int buttonPin=2; // Ορισμός pin κουμπιού

bool buttonState= Low ; // Η κατάσταση κουμπιού

bool runLoop = false ; // Κατάσταση αν τρέχει ο κώδικας

void setup() {
  pinMode ( buttonPin, INPUT ) // Ορισμός pin κουμπιού ως είσοδος
  pinMode ( 9, OUTPUT )
  pinMode ( 10, OUTPUT )
  pinMode (11, OUTPUT )
  pinMode ( 8, OUTPUT)
}

void loop() {
  buttonState = digitalRead ( buttonPin ) ; // Ανάγνωση κατάσταση κουμπιού
  // Αν το κουμπί πατηθεί, άλλαξε την κατάσταση του runLoop
  if ( buttonState == High ) {
    delay (50) ; // Μικρή καθυστέρηση για debouncing
```

Κεφάλαιο 3

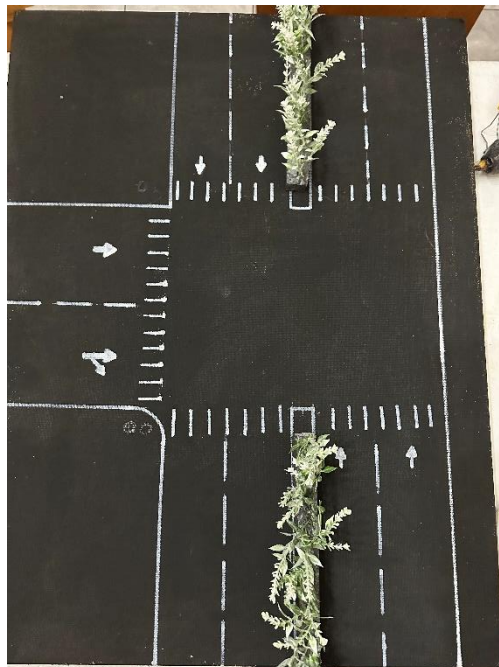
```
runLoop = !runLoop; // Αλλάζει την κατάσταση του runLoop
while ( digitalRead ( buttonPin) == High ; // Περιμένει μέχρι να απελευθερωθεί το κουμπί
delay(50) ; // // Μικρή καθυστέρηση για debouncing
}
// Αν το runLoop είναι true, εκτέλεσε το κύκλωμα
if ( runLoop) {
    digitalWrite( 9, high) ;
    for ( int = j ; j<10; j++ ) {
        digitalWrite ( 8, high ) ;
        delay(100) ;
        digitalWrite ( 8, Low ) ;
        delay(100) ;
    }
    digitalWrite ( 9, Low ) ;
    digitalWrite( 10, high ) ;
    delay(2000) ;
    digitalWrite ( 10, Low ) ;
    digitalWrite ( 11, high ) ;
    delay(3000) ;
    digitalWrite ( 11, Low) ;
    digitalWrite ( 10, high ) ;
    delay(2000) ;
    digitalWrite ( 10 , Low ) ;
}
}
```

3.4 Κατασκευή Μακέτας

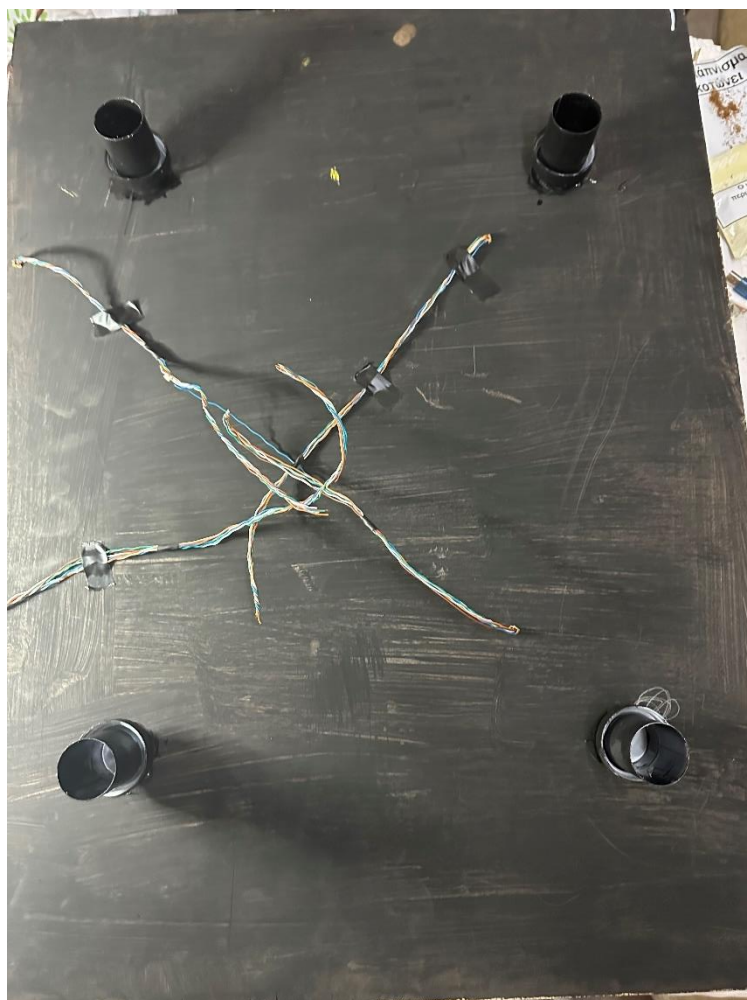
Υλικά και εργαλεία για την κατασκευή της μακέτας:

- Arduino Uno R3
- Led
- Buzzer 9V
- Ράστερ
- Αυτοκινητάκια
- Βραχυκυκλωτήρες
- Ξύλο Μελαμίνης 80 x 60 x 4
- Πινέλα Πλακέ
- Κολλητήρι
- Κοπτάκι
- Αντιστάσεις 220Ω
- Jumpwire
- Ακρυλικό χρώμα Amsterdam
- Κόλλα Atlacol
- Μαρκadόροι Λαδιού
- Αποστάτες για βάση
- PushButton
- Επαναφορτιζόμενο τρυπάνι
- Απογυμνωτής καλωδίων
- Πιστόλι Σιλκόνης
- Μονόκλινα καλώδια

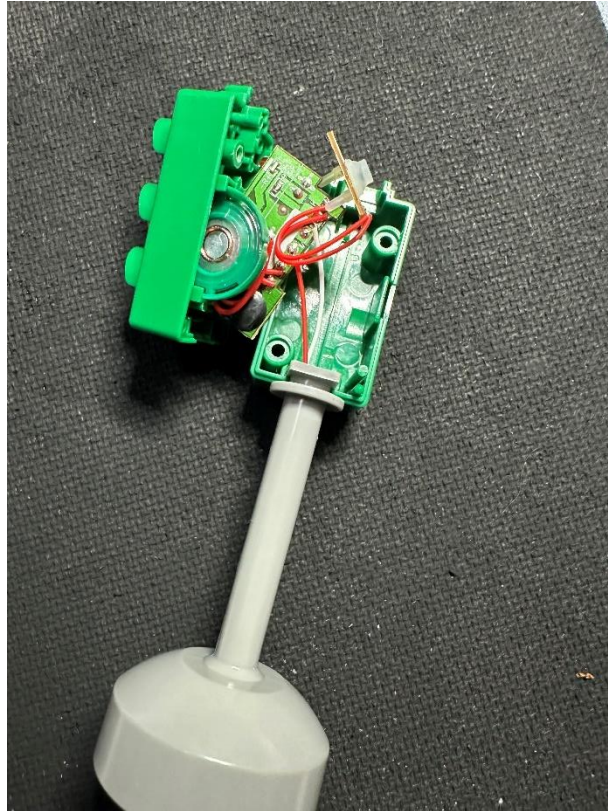
Φωτογραφίες Μακέτας



Εικόνα 3.8: Αρχικό στάδιο μακέτας



Εικόνα 3.9: Βάση κατασκευής



Εικόνα 3.10: Τρίχρωμος Φωτεινός Σηματοδότης εργασίας



Εικόνα 3.11: Τελική μορφή μακέτας

Κεφάλαιο 4ο: Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, οι φωτεινοί σηματοδότες εφευρέθηκαν και σκοπό να ελέγχεται η κυκλοφορία, να μην υπάρχει κίνηση στους δρόμους και να μην γίνονται τροχαία ατυχήματα. Οι φωτεινοί σηματοδότες εκτός από τους οδηγούς βοηθούν και τους πεζούς, ποδηλάτες και άτομα ειδικών αναγκών ώστε να διασχίζουν με ασφάλεια τους δρόμους. Με την βοήθεια της τεχνολογίας και του προγραμματισμού του Arduino, ο οποίος είναι προσιτός σε όλους του χρήστες πραγματοποιήθηκε το πρακτικό κομμάτι της πτυχιακής εργασίας ώστε να λειτουργούν σωστά όλα τα φανάρια. Το Arduino Uno R3 θεωρήσαμε ότι ήταν το κατάλληλο για να χρησιμοποιηθεί.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία

- [1] S.O. Kasap, *Principles of Electronic Materials and Devices with*. New York 2002
- [2] J. Singh, *Semiconductor Optoelectronics Physics and Technology*. New York 1995
- [3] Antoniou K. & Spyropoulou I., *Traffic Engineering and Traffic Simulation Principles*. Athens 2015
- [4] Mannering F. & Washburn S. , *Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis*. New Jersey 1990
- [5] M. Margolis, *Arduino Cookbook* . U.S.A 2011
- [6] J. Blum, *Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry*. New Jersey 2002
- [7] S.Monk, *Programming Arduino: Getting Started with Sketches*. New York 2016
- [8] B.Craft, *Arduino Projects*. U.S.A 2013
- [9] Forbes T. Brown, *Engineering Systems Dynamics*. New York 2006
- [10] K. Kaiser, *Electromagnetic Compatibility Handbook*. New York 2004

Internet Site

- [11] “The man who gave us traffic lights, ” 22 July 2009 [Online]. Available: bbc.co.uk
- [12] “Η ιστορία του φωτεινού σηματοδότη, ” 25/6/2023 [Online]. Available: caranddrive.gr
- [13] “Τι είναι το Arduino και πως λειτουργεί, ” 11/2/2023 [Online]. Available: robobill.gr
- [14] “ Ποτενσιόμετρο και Arduino, ” [Online]. Available: ardumotive.com

Journal Articles

- [15] Justin Lahart, “ Taking an Open-Source Approach to Hardware, ” Nov. 2009
- [16] Monte Castleman, “ The Flashing Yellow Arrow and the Yellow Trap, ” Jan. 2015