



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

# Ανάπτυξη εφαρμογής λογισμικού φωτεινού σηματοδότη με δυναμικά μεταβαλλόμενο χρονισμό

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

---

του/της

**ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΚΟΣΜΑ**

**Επιβλέπων:** ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΒΛΑΧΟΠΟΥΛΟΣ

ΤΟΠΟΣ/ΜΗΝΑΣ/ΕΤΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

ΑΥΤΗ Η ΣΕΛΙΔΑ ΕΙΝΑΙ ΣΚΟΠΙΜΑ ΛΕΥΚΗ



HELLENIC DEMOCRACY  
UNIVERSITY OF WESTERN MACEDONIA  
SCHOOL OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF ELECTRICAL  
& COMPUTER ENGINEERING

# DEVELOPMENT OF A TRAFFIC LIGHT SOFTWARE WITH DYNAMICALLY VARIABLE TIMING

THESIS

---

**DIMITRIOS KOSMAS**

**SUPERVISOR:** DIMITRIOS VLACHOPOYLOS

PLACE/MONTH/YEAR OF PUBLICATION

ΑΥΤΗ Η ΣΕΛΙΔΑ ΕΙΝΑΙ ΣΚΟΠΙΜΑ ΛΕΥΚΗ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

## ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο

\_\_\_\_\_” καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ.

\_\_\_\_\_ αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) Ονοματεπώνυμο Φοιτητή & Επιβλέποντα, Έτος, Πόλη

Copyright (C) Δημήτριος κοσμάς , Δημήτριος βλαχόπουλος , 2023 , Κοζάνη

Υπογραφή Φοιτητή:

Δημήτριος κοσμάς

ΑΥΤΗ Η ΣΕΛΙΔΑ ΕΙΝΑΙ ΣΚΟΠΙΜΑ ΛΕΥΚΗ

# Περίληψη

Η ανάπτυξη μιας εφαρμογής λογισμικού φωτεινών σηματοδοτών με δυναμικά μεταβαλλόμενο χρονισμό είναι ένα κρίσιμο βήμα προς τη βελτιστοποίηση της ροής της κυκλοφορίας, τη μείωση της συμφόρησης, την αποφυγή της άσκοπης αργοπορίας σε ώρες και μέρες μη αιχμής και τη βελτίωση της συνολικής αποδοτικότητας των μεταφορών. Αυτή η διατριβή εστιάζει στο σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αξιολόγηση μιας εφαρμογής λογισμικού που χρησιμοποιεί αισθητήρες για την προσαρμογή των χρονικών κύκλων λειτουργίας των φωτεινών σηματοδοτών με βάση τις συνθήκες κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο.

Η έρευνα ξεκινά με μια ιστορική ανασκόπηση της χρήσης των φωτεινών σηματοδοτών ως μέσο ρύθμισης της κυκλοφορίας των οχημάτων και προχωράει στην εις βάθος ανάλυση των υφιστάμενων συστημάτων διαχείρισης της κυκλοφορίας, εντοπίζοντας τους περιορισμούς τους και τους τομείς προς βελτίωση.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα κριτήρια σχεδίασης, τα βασικά υλικά για τη πραγματοποίηση της εφαρμογής, ο αρχικός προγραμματισμός, οι βελτιώσεις αυτού και εν κατακλείδι τα συμπεράσματα και οι προτεινόμενες μελλοντικές βελτιώσεις.

**Λέξεις Κλειδιά:** Φωτεινοί σηματοδότες, Ρύθμιση κυκλοφορίας οχημάτων, Αυτοματισμός ,PLC, Αισθητήρες.



# Abstract

Developing a traffic light software application with dynamically variable timing is a critical step towards optimizing traffic flow, reducing congestion, avoiding unnecessary delays during off-peak hours and days, and improving overall transportation efficiency. This thesis focuses on the design, implementation and evaluation of a software application that uses sensors to adjust traffic light cycles based on real-time traffic conditions.

The research begins with a historical analysis of the use of traffic lights as a means of regulating vehicular traffic and goes into depth on existing traffic management systems, identifying their limitations and areas for improvement.

Subsequently, the design criteria, the basic materials for its realization, the initial planning, its improvements and indications in the conclusions and proposed future improvements are presented.

**Keywords:** Light signals, Vehicle traffic regulation, Automation, PLC, Sensors.

# Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δημήτριο Βλαχόπουλο για την εμπιστοσύνη, τις πολύτιμες συμβουλές και την καθοδήγηση του για την υλοποίηση αυτής της πτυχιακής.

ΤΟΠΟΣ/ΜΗΝΑΣ/ΕΤΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

ΑΥΤΗ Η ΣΕΛΙΔΑ ΕΙΝΑΙ ΣΚΟΠΙΜΑ ΛΕΥΚΗ

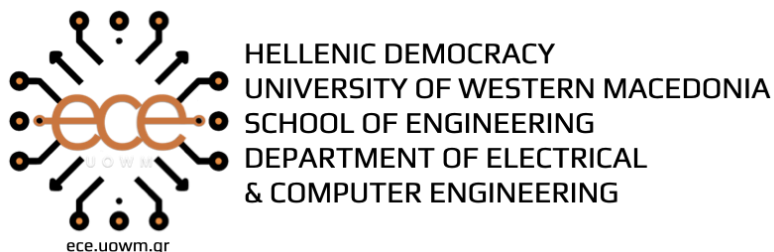
# Περιεχόμενα

---

Περίληψη	8
Abstract	9
Ευχαριστίες	10
Περιεχόμενα	13
Κατάλογος Εικόνων	14
Κατάλογος Πινάκων	15
Πρόλογος	16
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	17
1.1 ΠΡΟΤΕΙΝΩΜΕΝΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ	17
1.2 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΤΟΜΟΥ	17
Κεφάλαιο 2: Γενικά στοιχεία	18
2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	18
2.2 Η τεχνολογία των φωτεινών σηματοδοτών	21
2.3 Συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας	24
2.4 Στόχος της πτυχιακής εργασίας	25
Κεφάλαιο 3: Σχεδίαση θέματος	26
3.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	26
3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΩΝ	27
Κεφάλαιο 4: Προγραμματισμός αυτοματισμού	31
4.1 ΑΡΧΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ	31
Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα	48
5.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	48
Κεφάλαιο 6: Επίλογος	50
6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	50
6.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ	50
Βιβλιογραφία	52
Συντομογραφίες - Αρκτικόλεξα - Ακρωνύμια	53
Απόδοση ξενόγλωσσων όρων	54

# Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1: Χειροκίνητος φωτεινός σηματοδότης.....	18
Εικόνα 2.2: Lester Wire.....	18
Εικόνα 2.3: Ο πρώτος τρίχρωμος φωτεινός σηματοδότης.....	19
Εικόνα 2.4: Ο πρώτος φωτεινός σηματοδότης στην Αθήνα.....	20
Εικόνα 3.1. PLC M241 Schneider Electric.....	27
Εικόνα 3.2. Extender Modicon TM3 Schneider Electric.....	27
Εικόνα 3.3: Αισθητήρας επαγωγικού βρόγχου.....	28
Εικόνα 3.4. Τροφοδοτικό ABL8RPS24100 Schneider Electric.....	29
Εικόνα 4.1. Σχεδιάγραμμα διασταύρωσης εφαρμογής αυτοματισμού.....	31
Εικόνα 4.2. Μέρος Α' - Προγράμματος Αυτοματισμού.....	43
Εικόνα 4.3. Μέρος Β' - Προγράμματος Αυτοματισμού.....	44
Εικόνα 4.4. Μέρος Γ' - Προγράμματος Αυτοματισμού.....	44
Εικόνα 4.5. Μέρος Δ' - Προγράμματος Αυτοματισμού.....	45
Εικόνα 4.6. Οπτικό διάγραμμα σηματοδοτών - δρόμων/διαβάσεων.....	46
Εικόνα 4.7. Αυτοματισμός ρύθμισης χρόνου φωτεινών σηματοδοτών.....	47



ΕΙΚΟΝΑ 1: LOGO ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΓΓΛΙΚΗ, ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ ECE.UOWM.GR

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 4.1:Είσοδοι PLC .....	34
Πίνακας 4.2:Εξοδοι PLC .....	35
Πίνακας 4.3:Στοιχεία επεξεργασίας φωτεινού σηματοδότη 1 .....	36
Πίνακας 4.4: Στοιχεία επεξεργασίας φωτεινού σηματοδότη 2 .....	37
Πίνακας 4.5: Στοιχεία επεξεργασίας φωτεινού σηματοδότη 3 .....	39
Πίνακας 4.6: Στοιχεία επεξεργασίας φωτεινού σηματοδότη 4 .....	40
Πίνακας 4.7:Στοιχεία επεξεργασίας γενικού ρόλου.....	41
Πίνακας 4.7:Σύγκριση δεδομένων στις 10:00 π.μ. ....	48
Πίνακας 4.7:Σύγκριση δεδομένων στις 14:00 μ.μ. ....	49

# Πρόλογος

Οι φωτεινοί σηματοδότες αποτελούν κρίσιμο στοιχείο της ασφάλειας και της κυκλοφορίας στους δρόμους. Ο στατικός χρόνος που αφιερώνεται σε κάθε κατεύθυνση στα φανάρια δεν λαμβάνει υπόψη τη δυναμική φύση της κυκλοφορίας που παρατηρείται καθημερινά. Η παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάστηκε με στόχο να παρέχει μια λύση για τη βελτίωση της ροής της κυκλοφορίας και τη μείωση του χρόνου αναμονής στα φανάρια.

Η έμπνευση για αυτό το έργο προήλθε από την πόλη της Κέρκυρας, όπου η καθημερινή κυκλοφοριακή συμφόρηση στην είσοδο και την έξοδο της πόλης δημιουργεί προβλήματα για τους οδηγούς. Οι ανάγκες για ρύθμιση των φαναριών διαφέρουν ανάλογα με την ώρα της ημέρας και το επίπεδο κυκλοφορίας, και γι' αυτό εξετάστηκε μια λύση που θα βελτιώσει την ροή της κυκλοφορίας.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε υπό την καθοδήγηση του καθηγητή Δημητρίου Βλαχόπουλου, σε στενή συνεργασία και επικοινωνία.



# Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Η κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι ένα πιεστικό ζήτημα που αντιμετωπίζουν οι αστικές περιοχές παγκοσμίως, οδηγώντας σε αυξημένο χρόνο ταξιδιού, κατανάλωση καυσίμου και ατμοσφαιρική ρύπανση. Τα συστήματα φαναριών σταθερού χρόνου, τα οποία ακολουθούν προκαθορισμένα σχέδια χρονισμού σημάτων, συχνά αποτυγχάνουν να προσαρμοστούν στη δυναμική φύση της ροής της κυκλοφορίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αναποτελεσματική διαχείριση της κυκλοφορίας και επιδεινώνει περαιτέρω τα προβλήματα συμφόρησης.

## 1.1 Προτεινόμενη αντιμετώπιση

Για να αντιμετωπιστεί αυτή η πρόκληση, μια εναλλακτική πρόταση που προτείνεται είναι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής λογισμικού φαναριού δυναμικά μεταβαλλόμενου χρονισμού που χρησιμοποιεί PLC (Programmable Logic Controller) και αισθητήρες επαγωγικού βρόχου που πιστεύω θα αναδειχθεί ως μια πολλά υποσχόμενη λύση.

## 1.2 Οργάνωση του τόμου

Στο πρώτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η ιστορική εξέλιξη των φαναριών στον κόσμο και στην Ελλάδα, με ανάλυση της σημασίας τους. Επίσης, περιγράφονται τα στοιχεία ενός φωτεινού σηματοδότη και η τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε αυτά.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναλύεται τα κριτήρια σχεδιασμού για την αυτοματοποίηση των φαναριών, με περιγραφή των υλικών και των αισθητήρων που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση της λύσης.

Στο τρίτο κεφάλαιο, εξετάζεται ο προγραμματισμός του αυτοματισμού, με παρουσίαση σχεδιαγραμμάτων διασταυρώσεων ως παραδείγματα για τα φανάρια, περιγραφή του αλγορίθμου και παρουσίαση εικόνων από το πρόγραμμα στο Zelio, καθώς και πίνακες με τις εισόδους και εξόδους του PLC.

Το τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζει τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την έρευνα και αξιολογείται η αποτελεσματικότητα της λύσης. Επίσης, συζητούνται οι προκλήσεις που παρουσιάστηκαν κατά την υλοποίηση.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται προτάσεις για μελλοντικές βελτιώσεις και επεκτάσεις της λύσης, με αναφορά σε ιδέες για μελλοντική έρευνα και ανάπτυξη, καθώς και πιθανές εφαρμογές ή τρόπους για τη βελτίωση της απόδοσης του αυτοματισμού των φαναριών.

# Κεφάλαιο 2: Γενικά στοιχεία

---

## 2.1 Ιστορικά στοιχεία

### Η ιστορία των φωτεινών σηματοδοτών – παγκόσμια

Η ιστορία των φωτεινών σηματοδοτών χρονολογείται από τα τέλη του 19ου αιώνα, όταν οι πρώτοι χειροκίνητοι σηματοδότες κυκλοφορίας εγκαταστάθηκαν στο Λονδίνο και το Παρίσι το 1868. Αυτά τα πρώτα φανάρια ήταν ουσιαστικά λάμπες αερίου με κόκκινο και πράσινο χρώμα και λειτουργούσαν χειροκίνητα από έναν αστυνομικό ή τροχονόμο.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.1. ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΦΩΤΕΙΝΟΣ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣ**

(ΠΗΓΗ: [WWW.PAPPASDRIVING.EU/PORTFOLIO/OI-ΦΩΤΕΙΝΟΙ-ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΕΣ-ΚΑΙ-Η-ΙΣΤΟΡΙΑ](http://WWW.PAPPASDRIVING.EU/PORTFOLIO/OI-ΦΩΤΕΙΝΟΙ-ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΕΣ-ΚΑΙ-Η-ΙΣΤΟΡΙΑ) )

Το πρώτο ηλεκτρικό φανάρι κατασκευάστηκε το 1912 από έναν Αμερικανό με όνομα Lester Wire και εγκαταστάθηκε στο Κλίβελαντ του Οχάιο. Αυτό το πρώτο φανάρι αποτελούνταν από δύο χρώματα, κόκκινο και πράσινο, και ένα βομβητή που ηχούσε όταν άλλαζαν τα χρώματα. Το πρώτο αυτόματο φανάρι αναπτύχθηκε το 1927 από τον Garrett Morgan, έναν Αφροαμερικανό εφευρέτη, και εγκαταστάθηκε επίσης στο Κλίβελαντ.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.2. LESTER WIRE**

(ΠΗΓΗ: [EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/LESTER\\_WIRE](http://EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/LESTER_WIRE) )

Με τα χρόνια, τα φανάρια έχουν εξελιχθεί και γίνονται πιο εξελιγμένα. Το πρώτο τρίχρωμο φανάρι, με κόκκινο, κίτρινο και πράσινο σήμα, αναπτύχθηκε το 1920 από έναν αστυνομικό του Ντιτρόιτ με όνομα William Potts. Αυτό το τρίχρωμο φανάρι έγινε το πρότυπο σε πολλές χώρες και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα.



**ΕΙΚΟΝΑ 2.3. Ο ΠΡΩΤΟΣ ΤΡΙΧΡΩΜΟΣ ΦΩΤΕΙΝΟΣ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣ**

(ΠΗΓΗ : [WWW.THEHENRYFORD.ORG/COLLECTIONS-AND-RESEARCH/DIGITAL-COLLECTIONS/ARTIFACT/227457](http://WWW.THEHENRYFORD.ORG/COLLECTIONS-AND-RESEARCH/DIGITAL-COLLECTIONS/ARTIFACT/227457) )

Το πρώτο διάστημα των φωτεινών σηματοδοτών, δεν υπήρχε τυποποίηση χρωμάτων ή σημάτων. Ορισμένα φανάρια χρησιμοποιούσαν κόκκινα και πράσινα σήματα, ενώ άλλα κόκκινα και άσπρα ή κόκκινα και κίτρινα σήματα. Το 1935, η Διεθνής Επιτροπή Φωτισμού (CIE) καθιέρωσε ένα διεθνές πρότυπο για τα χρώματα των σημάτων κυκλοφορίας, το οποίο όριζε ότι το κόκκινο, το κίτρινο και το πράσινο θα χρησιμοποιούνται παγκοσμίως.

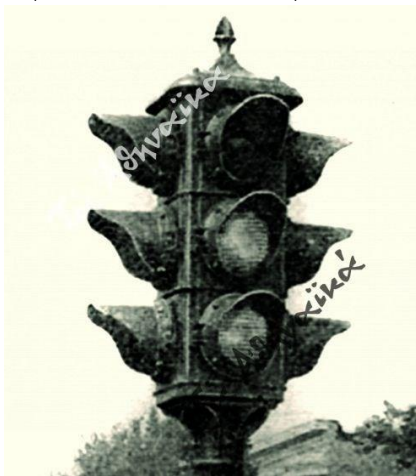
Σήμερα, τα φανάρια βρίσκονται σχεδόν σε όλες τις χώρες του κόσμου και αποτελούν ουσιαστικό μέρος των συστημάτων διαχείρισης της κυκλοφορίας. Τα φανάρια ελέγχονται από ηλεκτρονικά συστήματα που παρακολουθούν τη ροή της κυκλοφορίας και προσαρμόζουν τον κύκλο λειτουργίας τους για τη μείωση της συμφόρησης και τη βελτίωση της ασφάλειας.

Τα τελευταία χρόνια, τα φανάρια έχουν γίνει επίσης πιο φιλικά προς το περιβάλλον, με την εισαγωγή των λαμπτήρων LED που καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από τους παραδοσιακούς λαμπτήρες πυρακτώσεως. Επιπλέον, ορισμένες πόλεις έχουν αρχίσει να πειραματίζονται με έξυπνα φανάρια που μπορούν να επικοινωνούν με συνδεδεμένα οχήματα για τη βελτίωση της ροής της κυκλοφορίας και τη μείωση των εκπομπών ρύπων.

Συνολικά, η ιστορία των φωτεινών σηματοδοτών παγκοσμίως αποτελεί απόδειξη της ευρηματικότητας και της καινοτομίας των ανθρώπων, καθώς συνεχίζουμε να βρίσκουμε νέους τρόπους για να διαχειριστούμε τη ροή της κυκλοφορίας και να διατηρούμε τους δρόμους μας ασφαλείς.

## **Η ιστορία των φωτεινών σηματοδοτών – στην Ελλάδα**

Τα φανάρια αποτελούν σημαντικό μέρος των υποδομών οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα εδώ και πολλές δεκαετίες. Το πρώτο φανάρι στην Ελλάδα τοποθετήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1930 στην Αθήνα. Συγκεκριμένα, τον Ιούλιο του 1936 στη διασταύρωση Σταδίου και Πεσμαζόγλου. Το πρώτο εκείνο φανάρι, το οποίο αγοράστηκε 70.000 δραχμές από το Βερολίνο, λειτουργούσε δεκατέσσερις ώρες την ημέρα (08:00 – 22:00).



**ΕΙΚΟΝΑ 2.4. Ο ΠΡΩΤΟΣ ΦΩΤΕΙΝΟΣ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ**

( ΠΗΓΗ: [WWW.TAATHINAIKA.GR/O-PROTOS-FOTEINOS-SIMATODOTIS-FANARI/](http://WWW.TAATHINAIKA.GR/O-PROTOS-FOTEINOS-SIMATODOTIS-FANARI/) )

Ωστόσο, η χρήση των φωτεινών σηματοδοτών στην Ελλάδα δεν ήταν ευρέως διαδεδομένη μέχρι τη δεκαετία του 1970, όταν η κυβέρνηση άρχισε να δίνει προτεραιότητα στη βελτίωση της οδικής ασφάλειας και των υποδομών.

Κατά τις δεκαετίες του 1970 και του 1980, πολλές μεγάλες πόλεις της Ελλάδας, συμπεριλαμβανομένης της Θεσσαλονίκης, της Πάτρας και του Ηρακλείου, εγκατέστησαν φανάρια σε πολυσύχναστες διασταυρώσεις. Τα φανάρια αρχικά λειτουργούσαν χειροκίνητα από τροχονόμους, αλλά καθώς προχωρούσε η τεχνολογία, τα αυτοματοποιημένα φανάρια έγιναν πιο συνηθισμένα.

Τις δεκαετίες του 1990 και του 2000, η Ελλάδα συνέχισε να επενδύει σε υποδομές φωτεινών σηματοδοτών, με πολλές πόλεις να αναβαθμίζουν τα συστήματά τους σε σύγχρονα συστήματα ελεγχόμενα από υπολογιστή. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν αισθητήρες και κάμερες για να παρακολουθούν τη ροή της κυκλοφορίας και να προσαρμόζουν τον κύκλο λειτουργίας των φωτεινών σηματοδοτών σε πραγματικό χρόνο για τη βελτιστοποίηση της ροής της κυκλοφορίας.

Σήμερα, τα φανάρια αποτελούν ουσιαστικό μέρος της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα, με χιλιάδες διασταυρώσεις εξοπλισμένες με σύγχρονα συστήματα υψηλής τεχνολογίας. Επιπλέον, η ελληνική κυβέρνηση έχει εφαρμόσει

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ ΜΕ ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΟ ΧΡΟΝΙΣΜΟ**

αυστηρούς νόμους και κανονισμούς σχετικά με τη χρήση των φωτεινών σηματοδοτών, συμπεριλαμβανομένων των προστίμων σε οδηγούς που περνάνε με κόκκινο φανάρι ή δεν σταματούν σε διασταυρώσεις.

Παρά τις επενδύσεις της χώρας σε υποδομές φωτεινών σηματοδοτών, η Ελλάδα εξακολουθεί να έχει σχετικά υψηλό αριθμό τροχαίων ατυχημάτων σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Αυτό οφείλεται εν μέρει στη μη επιβολή της οδικής νομοθεσίας, καθώς και στο ορεινό ανάγλυφο της χώρας και στους στενούς δρόμους με στροφές. Ωστόσο, τα φανάρια παραμένουν ένα κρίσιμο εργαλείο για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας και τη μείωση των ατυχημάτων στην Ελλάδα.

## 2.2 Η τεχνολογία των φωτεινών σηματοδοτών

### Τα μέρη ενός φωτεινού σηματοδότη

Τα ηλεκτρικά φανάρια αποτελούνται από πολλά βασικά στοιχεία που συνεργάζονται για τη ρύθμιση της ροής της κυκλοφορίας και παρέχουν οπτικές ενδείξεις στους χρήστες του δρόμου. Τα κύρια στοιχεία των ηλεκτρικών φαναριών είναι:

**A) Κεφαλή σήματος:** Η κεφαλή σήματος είναι το ορατό μέρος του φαναριού και περιέχει τα χρωματιστά φώτα που μεταδίδουν πληροφορίες σε οδηγούς και πεζούς. Συνήθως αποτελείται από τρία ή τέσσερα φωτεινά τμήματα διατεταγμένα κάθετα ή οριζόντια. Κάθε ενότητα περιέχει ένα συγκεκριμένο έγχρωμο φως:

Κόκκινο φως: Υποδεικνύει τα οχήματα να σταματήσουν.

Κίτρινο φως: Σηματοδοτεί προσοχή, υποδεικνύοντας ότι το σήμα πρόκειται να αλλάξει.

Πράσινο φως: Επιτρέπει στα οχήματα να προχωρήσουν.

**B) Μονάδες λαμπτήρα:** Αυτές είναι οι μεμονωμένες πηγές φωτός σε κάθε τμήμα της κεφαλής σήματος. Τα σύγχρονα φανάρια χρησιμοποιούν συχνά διόδους εκπομπής φωτός (LED) ως πηγή φωτός λόγω της ενεργειακής απόδοσης, της φωτεινότητας και της μεγάλης διάρκειας ζωής τους. Κάθε μονάδα λαμπτήρα αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο χρώμα (κόκκινο, κίτρινο ή πράσινο) και έχει σχεδιαστεί για να παρέχει βέλτιστη ορατότητα στους χρήστες του δρόμου.

**Γ) Οπτικά και φακοί:** Τα οπτικά και οι φακοί στην κεφαλή σήματος βοηθούν στην ενίσχυση της ορατότητας των έγχρωμων φώτων και διασφαλίζουν ότι είναι εύκολα ορατά από τους οδηγούς και τους πεζούς. Αυτά τα εξαρτήματα έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν ευρυγώνιο φωτισμό και να ελαχιστοποιούν την αντανάκλαση.

**Δ) Μονάδα ελεγκτή:** Η μονάδα ελεγκτή είναι υπεύθυνη για τη διαχείριση του χρονισμού και της αλληλουχίας των φωτεινών σηματοδοτών. Ελέγχει πότε ανάβει κάθε έγχρωμο φως και για πόσο χρόνο, με βάση προκαθορισμένους ή προσαρμοστικούς αλγόριθμους χρονισμού. Η μονάδα ελεγκτή λαμβάνει εισόδους από διάφορους αισθητήρες και ανιχνευτές για να καθορίσει τους κατάλληλους χρονισμούς σήματος.

**Ε) Αισθητήρες και ανιχνευτές:** Αυτές οι συσκευές ανιχνεύουν την παρουσία και την κίνηση οχημάτων, πεζών και ποδηλάτων στις διασταυρώσεις.

Οι συνήθεις τύποι αισθητήρων περιλαμβάνουν:

- 1) Επαγωγικοί ανιχνευτές βρόχου: Οι θαμμένοι επαγωγικοί βρόχοι στο πεζοδρόμιο ανιχνεύουν αλλαγές στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που προκαλούνται από την παρουσία οχημάτων.
- 2) Συστήματα ανίχνευσης βίντεο: Τα συστήματα ανίχνευσης βίντεο χρησιμοποιούν κάμερες που είναι εγκατεστημένες σε διασταυρώσεις για τη λήψη στιγμιότυπων σε πραγματικό χρόνο της περιοχής της διασταύρωσης. Οι προηγμένοι αλγόριθμοι υπολογιστικής όρασης αναλύουν τη ροή βίντεο για να ανιχνεύσουν οχήματα, πεζούς και ποδήλατα. Το σύστημα μπορεί να παρακολουθεί την κίνησή τους, να μετράει τον αριθμό των οντοτήτων και να προσδιορίζει τη θέση τους, επιτρέποντας ακριβή δεδομένα για τον έλεγχο των σημάτων κυκλοφορίας.
- 3) Αισθητήρες ραντάρ μικροκυμάτων: Οι αισθητήρες ραντάρ μικροκυμάτων εκπέμπουν σήματα μικροκυμάτων και μετρούν την ανάκλαση ή τη μετατόπιση Doppler που προκαλείται από κινούμενα οχήματα ή πεζούς. Αυτοί οι αισθητήρες είναι ικανοί να ανιχνεύουν οχήματα και πεζούς σε διαφορετικές καιρικές συνθήκες και μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για την ταχύτητα και τη θέση τους.
- 4) Ανιχνευτές υπερήχων: Οι ανιχνευτές υπερήχων χρησιμοποιούν ηχητικά κύματα για να ανιχνεύσουν την παρουσία οχημάτων σε διασταυρώσεις. Αυτοί οι ανιχνευτές εκπέμπουν ηχητικά κύματα υψηλής συχνότητας και μετρούν το χρόνο που χρειάζεται για να αναπηδήσουν τα κύματα μετά το χτύπημα ενός οχήματος. Με βάση τα ανακλώμενα σήματα, οι ανιχνευτές μπορούν να προσδιορίσουν την παρουσία και τη θέση των οχημάτων.
- 5) Αισθητήρες υπέρυθρων: Οι αισθητήρες υπέρυθρων χρησιμοποιούνται συνήθως για την ανίχνευση πεζών και ποδηλατών σε διασταυρώσεις. Αυτοί οι αισθητήρες εκπέμπουν υπέρυθρες ακτίνες και μετρούν τη διακοπή που προκαλείται από άτομα ή ποδήλατα που διασχίζουν τη διαδρομή. Συχνά χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλους αισθητήρες για τη βελτίωση της ακρίβειας ανίχνευσης.
- 6) Κάμερες θερμικής απεικόνισης: Οι κάμερες θερμικής απεικόνισης ανιχνεύουν θερμικές μεταβολές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό της παρουσίας πεζών και οχημάτων. Αυτές οι κάμερες είναι ιδιαίτερα χρήσιμες σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού ή όταν η ορατότητα είναι κακή λόγω καιρικών συνθηκών.

Αξίζει να σημειωθεί ότι διαφορετικές διασταυρώσεις ενδέχεται να χρησιμοποιούν συνδυασμό αυτών των αισθητήρων και ανιχνευτών για να διασφαλιστεί η ολοκληρωμένη κάλυψη και η ακριβής ανίχνευση των διαφόρων συμμετεχόντων στην κυκλοφορία. Τα δεδομένα που συλλέγονται από αυτούς τους αισθητήρες χρησιμοποιούνται στη συνέχεια από τους ελεγκτές σημάτων κυκλοφορίας για τη δυναμική προσαρμογή του χρονισμού σήματος και τη βελτιστοποίηση της ροής της κυκλοφορίας στις διασταυρώσεις.

## 2.3 Συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας

Τα υπάρχοντα συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας έχουν κάνει σημαντικές προόδους στη διαχείριση της ροής της κυκλοφορίας και στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των μεταφορών. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί και ο εντοπισμός αυτών των περιορισμών είναι ζωτικής σημασίας για την βελτίωση τους. Ακολουθεί μια ανάλυση των **κοινών περιορισμών** που εντοπίζονται στα υπάρχοντα συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας:

- 1) Έλεγχος σταθερού χρόνου: Τα παραδοσιακά συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας βασίζονται συχνά στον έλεγχο σταθερού χρόνου, όπου οι χρονισμοί σημάτων κυκλοφορίας είναι προκαθορισμένοι και δεν προσαρμόζονται στις συνθήκες κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να οδηγήσει σε αναποτελεσματική ροή κυκλοφορίας, ειδικά κατά τη διάρκεια ποικίλων απαιτήσεων κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ο έλεγχος σταθερού χρόνου δεν λαμβάνει υπόψη παράγοντες όπως η κυκλοφοριακή συμφόρηση, ο όγκος των πεζών ή ειδικά γεγονότα, με αποτέλεσμα αυξημένες καθυστερήσεις και συμφόρηση.
- 2) Έλλειψη προσαρμοστικότητας: Πολλά υπάρχοντα συστήματα στερούνται προσαρμοστικότητας σε μεταβαλλόμενα μοτίβα κυκλοφορίας και συνθήκες σε πραγματικό χρόνο. Δεν ανταποκρίνονται αποτελεσματικά σε απροσδόκητα περιστατικά, έργα κατασκευής δρόμων ή ξαφνικές αλλαγές στον όγκο της κυκλοφορίας. Ως αποτέλεσμα, τα συστήματα ενδέχεται να μην βελτιστοποιούν τη ροή της κυκλοφορίας ή να μην παρέχουν την απαραίτητη ευελιξία για την αντιμετώπιση δυναμικών σεναρίων κυκλοφορίας.
- 3) Περιορισμένη ενοποίηση δεδομένων: Η ενσωμάτωση και η χρήση δεδομένων από διάφορες πηγές είναι απαραίτητες για την αποτελεσματική διαχείριση της κυκλοφορίας. Ωστόσο, ορισμένα συστήματα αποτυγχάνουν να ενσωματώσουν δεδομένα από αισθητήρες, κάμερες, συνδεδεμένα οχήματα και άλλες πηγές, οδηγώντας σε ελλιπείς πληροφορίες και μειωμένη ακρίβεια στην παρακολούθηση της κυκλοφορίας και στη λήψη αποφάσεων.
- 4) Ανεπαρκής ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο: Αν και η συλλογή δεδομένων είναι απαραίτητη, η ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο είναι εξίσου κρίσιμη. Τα υπάρχοντα συστήματα ενδέχεται να μην διαθέτουν ισχυρές δυνατότητες ανάλυσης δεδομένων για την αποτελεσματική επεξεργασία και ερμηνεία δεδομένων. Χωρίς σωστή ανάλυση, πολύτιμες πληροφορίες για τη βελτιστοποίηση της ροής της κυκλοφορίας, την πρόβλεψη συμφόρησης ή την προσαρμογή των χρονισμών σήματος μπορεί να παραλειφθούν.
- 5) Ανεπαρκής ανίχνευση πεζών και ποδηλάτων: Οι πεζοί και τα ποδήλατα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αστική κυκλοφορία. Ωστόσο, πολλά υπάρχοντα συστήματα δεν εντοπίζουν επαρκώς και δεν λαμβάνουν υπόψη

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ ΜΕ ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΟ ΧΡΟΝΙΣΜΟ**

αυτούς τους χρήστες του δρόμου στις στρατηγικές διαχείρισης της κυκλοφορίας. Αυτός ο περιορισμός μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα ανεπαρκείς χρόνους διέλευσης πεζών, κίνδυνο στην ασφάλεια αυτών και μειωμένη απόδοση.

- 6) Έλλειψη διαλειτουργικότητας : Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας λειτουργούν μεμονωμένα, χωρίς απρόσκοπτη ενοποίηση με άλλα συστήματα μεταφορών. Αυτή η έλλειψη διαλειτουργικότητας εμποδίζει τον αποτελεσματικό συντονισμό με τις δημόσιες συγκοινωνίες, τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης και άλλες αστικές υποδομές, περιορίζοντας τις δυνατότητες για ολιστική διαχείριση της κυκλοφορίας και πολυτροπικό σχεδιασμό μεταφορών.

#### **Τομείς προς βελτίωση:**

- 1) Προσαρμοστικός έλεγχος σημάτων κυκλοφορίας ( Adaptive Traffic Signal Control ) : Η ανάπτυξη προηγμένων αλγορίθμων και συστημάτων που προσαρμόζουν δυναμικά τους χρονισμούς σήματος με βάση τις συνθήκες κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο, συμπεριλαμβανομένου του όγκου κυκλοφορίας, των επιπέδων συμφόρησης και της ζήτησης πεζών/ποδηλάτων, μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τη ροή της κυκλοφορίας και να μειώσει τη συμφόρηση.
- 2) Ενσωμάτωση διαφορετικών πηγών δεδομένων: Η βελτίωση της ενοποίησης δεδομένων από αισθητήρες, κάμερες, συνδεδεμένα οχήματα και άλλες πηγές μπορεί να παρέχει μια πιο ολοκληρωμένη και ακριβή εικόνα των συνθηκών κυκλοφορίας. Αυτή η ενοποίηση μπορεί να επιτρέψει καλύτερες στρατηγικές λήψης αποφάσεων και διαχείρισης της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο.
- 3) Προηγμένες αναλύσεις δεδομένων: Η εφαρμογή προηγμένων τεχνικών ανάλυσης δεδομένων, όπως η μηχανική μάθηση και η προγνωστική μοντελοποίηση, μπορεί να βοηθήσει στην ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και στην εξαγωγή πρακτικών πληροφοριών. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να ενημερώσουν τις αποφάσεις διαχείρισης της κυκλοφορίας, να βελτιστοποιήσουν τους χρονισμούς σήματος και να ανταποκρίνονται προληπτικά στις μεταβαλλόμενες συνθήκες κυκλοφορίας.
- 4) Διαλειτουργικότητα και επικοινωνία: Η προώθηση της διαλειτουργικότητας μεταξύ συστημάτων διαχείρισης της κυκλοφορίας και άλλων αστικών υποδομών, όπως τα συστήματα δημόσιας συγκοινωνίας και οι υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, μπορεί να επιτρέψει τον απρόσκοπτο συντονισμό και τις ολοκληρωμένες προσεγγίσεις για τη διαχείριση της κυκλοφορίας. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πιο αποτελεσματικό σχεδιασμό των μεταφορών και σε βελτιωμένη συνολική αστική κινητικότητα.

Αντιμετωπίζοντας αυτούς τους περιορισμούς και εστιάζοντας σε περιοχές προς βελτίωση, μπορούν να αναπτυχθούν μελλοντικά συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας για να παρέχουν προσαρμοστικές, βασισμένες σε δεδομένα και ολοκληρωμένες λύσεις που βελτιστοποιούν τη ροή της κυκλοφορίας,



μειώνουν τη συμφόρηση, βελτιώνουν την ασφάλεια και βελτιώνουν τη συνολική εμπειρία μετακίνησης στις αστικές περιοχές.

## **2.4 Στόχος της πτυχιακής εργασίας**

Στόχοι της διπλωματικής εργασίας είναι:

- 1) Να σχεδιαστεί και να αναπτυχθεί μια εφαρμογή λογισμικού για τον έλεγχο των φωτεινών σηματοδοτών που χρησιμοποιεί δυναμικούς χρονισμούς.
- 2) Να διερευνηθούν τα πιθανά οφέλη από τη δυναμική προσαρμογή των χρονισμών των φωτεινών σηματοδοτών με βάση τις συνθήκες κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο.
- 3) Να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα της αναπτυγμένης εφαρμογής λογισμικού για τη βελτίωση της ροής της κυκλοφορίας και τη μείωση της συμφόρησης.

# Κεφάλαιο 3: Σχεδίαση λογισμικού φωτεινών σηματοδοτών

## 3.1 Κριτήρια σχεδίασης

Κατά το σχεδιασμό του συστήματος αυτοματισμού φαναριών με δυναμικά μεταβλητό χρονισμό, έλαβα υπόψη τα ακόλουθα κριτήρια σχεδιασμού:

- 1) Παρακολούθηση κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο: Η εφαρμογή λογισμικού θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να συλλέγει δεδομένα κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο από διάφορες πηγές, όπως αισθητήρες, κάμερες ή συνδεδεμένα οχήματα. Αυτά τα δεδομένα θα χρησιμεύσουν ως είσοδοι για τη δυναμική προσαρμογή του χρονισμού των φωτεινών σηματοδοτών.
- 2) Επικοινωνία και ενσωμάτωση: Η εφαρμογή λογισμικού θα πρέπει να σχεδιαστεί για να επικοινωνεί με άλλα συστήματα και συσκευές διαχείρισης της κυκλοφορίας, όπως κεντρικά κέντρα ελέγχου, ελεγκτές σημάτων κυκλοφορίας και συστήματα απόκρισης έκτακτης ανάγκης. Η ενοποίηση με τις υπάρχουσες υποδομές θα επιτρέψει τον αποτελεσματικό συντονισμό και τον συγχρονισμό των φωτεινών σηματοδοτών.
- 3) Επεκτασιμότητα και ευελιξία: Η εφαρμογή λογισμικού θα πρέπει να μπορεί να χειριστεί μεγάλο αριθμό κυκλοφοριακών διασταυρώσεων και να προσαρμόζεται σε διάφορες διαμορφώσεις οδικού δικτύου. Θα πρέπει να είναι αρκετά ευέλικτο ώστε να δέχεται διαφορετικά σενάρια κυκλοφορίας και να μπορεί εύκολα να κλιμακωθεί ώστε να περιλαμβάνει πρόσθετες διασταυρώσεις ή μελλοντική επέκταση.
- 4) Θέματα ασφάλειας: Προτεραιότητα στην ασφάλεια ενσωματώνοντας χαρακτηριστικά που αφορούν τις διαβάσεις πεζών, τις σχολικές ζώνες και άλλους ευάλωτους χρήστες του δρόμου. Επίσης η εφαρμογή λογισμικού θα πρέπει να συμμορφώνεται με τα καθιερωμένα πρότυπα και κανονισμούς ασφαλείας.
- 5) Βελτιστοποίηση απόδοσης: Να υπάρχει η δυνατότητα βελτιστοποίησης για να ελαχιστοποιηθούν οι καθυστερήσεις και να μεγιστοποιηθεί η απόδοση της ροής της κυκλοφορίας.
- 6) Συντήρηση και δυνατότητα αναβάθμισης: Να σχεδιαστεί το σύστημα έχοντας κατά νου την ευκολία συντήρησης και αναβάθμισης.

Λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα κριτήρια σχεδιασμού, το λογισμικό εφαρμογής φωτεινού σηματοδότη με δυναμικά μεταβαλλόμενο χρονισμό μπορεί να προσαρμοστεί αποτελεσματικά στις μεταβαλλόμενες συνθήκες κυκλοφορίας και να βελτιστοποιήσει το χρονισμό του σήματος για τη βελτίωση της συνολικής ροής κυκλοφορίας, τη μείωση της συμφόρησης, τη βελτίωση της ασφάλειας και την παροχή καλύτερης εμπειρίας χρήστη.

## 3.2 Επιλογή υλικών

Κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος αυτοματισμού φαναριών δυναμικά μεταβλητού χρονισμού με χρήση PLC (Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής) και αισθητήρων, λήφθηκαν υπόψη τα ακόλουθα στοιχεία:

1) PLC (Programmable Logic Controller): Ένα αξιόπιστο και κατάλληλο PLC που πληροί τις απαιτήσεις του συστήματος όσον αφορά την ισχύ επεξεργασίας, τη χωρητικότητα εισόδου/εξόδου (I/O), τις δυνατότητες επικοινωνίας και την ευελιξία προγραμματισμού. Τα PLC από αξιόπιστους κατασκευαστές όπως η Siemens, η Allen-Bradley (Rockwell Automation) ή η Schneider Electric χρησιμοποιούνται συνήθως σε εφαρμογές βιομηχανικού αυτοματισμού.

Για αυτό επιλέχθηκε:

-PLC: M241 40 IO επαφές ρελέ



ΕΙΚΟΝΑ 3.1. PLC M241 SCHNEIDER ELECTRIC

( ΠΗΓΗ: [HTTPS://WWW.SE.COM/GR/EL/WORK/PRODUCTS/INDUSTRIAL-AUTOMATION-CONTROL/TOOLS/MODICON-PLC-CONFIGURATOR.JSP?PLCSEARCH=M241](https://www.se.com/gr/el/work/products/industrial-automation-control/tools/modicon-plc-configurator.jsp?plcsearch=M241))

Και

-Extender: Modicon TM3, 16 outputs transistor PNP (spring) της εταιρίας Schneider Electric.



ΕΙΚΟΝΑ 3.2. EXTENDER MODICON TM3 SCHNEIDER ELECTRIC

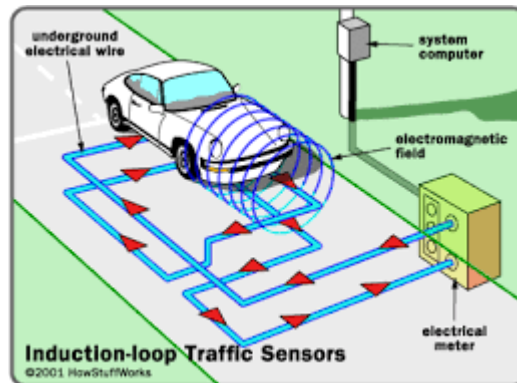
( ΠΗΓΗ: [HTTPS://WWW.SE.COM/IL/EN/PRODUCT/TM3DQ16TG/DISCRETE-OUTPUT-MODULE-MODICON-TM3-16-OUTPUTS-TRANSISTOR-PNP-SPRING/](https://www.se.com/il/en/product/tm3dq16tg/discrete-output-module-modicon-tm3-16-outputs-transistor-pnp-spring/))

---

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ ΜΕ ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΟ ΧΡΟΝΙΣΜΟ

2) Αισθητήρες: Κατάλληλοι αισθητήρες για τη συλλογή δεδομένων κίνησης σε πραγματικό χρόνο.

Χρησιμοποιήθηκαν αισθητήρες επαγωγικού βρόγχου που αποτελούν μια αξιόπιστη και αποδοτική επιλογή για τον έλεγχο των φωτεινών σημάτων κυκλοφορίας. Αυτοί οι αισθητήρες έχουν ευρέως χρησιμοποιηθεί και έχουν αποδείξει την αξιοπιστία τους κατά τη διάρκεια πολλών ετών σε πραγματικές κυκλοφοριακές συνθήκες.



**ΕΙΚΟΝΑ 3.3. ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΒΡΟΓΧΟΥ**

( ΠΗΓΗ: [HTTPS://WWW.GATE-AUTOMATION.GR/ΕΠΑΓΟΓΙΚΟΙ-ΒΡΟΧΟΙ/](https://www.gate-automation.gr/επαγωγικοί-βρόχοι/) )

Η βασική αρχή λειτουργίας τους, η ανίχνευση μεταλλικών αντικειμένων μέσω της μεταβολής της επαγωγικής αντίστασης, επιτρέπει την ακριβή αναγνώριση των οχημάτων και την αυτόματη ρύθμιση των φωτεινών σημάτων ανάλογα με την κυκλοφορία.

Παρά την εμφάνιση νέων τεχνολογιών, οι αισθητήρες επαγωγικού βρόγχου παραμένουν μια αξιόπιστη επιλογή για τον έλεγχο της κυκλοφορίας, προσφέροντας απλότητα, ανθεκτικότητα και αποδοτικότητα. Οι αισθητήρες αυτοί έχουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με άλλες μεθόδους ανίχνευσης οχημάτων σε συστήματα φωτεινών σημάτων κυκλοφορίας. Αν και οι νέες τεχνολογίες, όπως οι ραντάρ ή οι κάμερες, έχουν εισαχθεί για τη συμπλήρωση ή αντικατάσταση των αισθητήρων επαγωγικής περιοχής σε ορισμένα συστήματα, οι αισθητήρες αυτοί παραμένουν προτιμώμενοι για πολλούς λόγους.

-Ένα από τα πλεονεκτήματά τους είναι η αξιοπιστία τους. Έχουν αποδειχθεί αξιόπιστοι και ανθεκτικοί σε διάφορες καιρικές και περιβαλλοντικές συνθήκες λειτουργίας.

-Επίσης, είναι σχετικά οικονομικοί σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες ανίχνευσης.

-Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η απλότητα της εγκατάστασης και συντήρησης. Η εγκατάσταση των αισθητήρων γίνεται με την τοποθέτηση των επαγωγικών βρόγχων στο οδόστρωμα και τη σύνδεσή τους με το σύστημα του PLC.

3) Διεπαφές επικοινωνίας: Το επιλεγμένο PLC υποστηρίζει πρωτόκολλα επικοινωνίας που διευκολύνουν την ανταλλαγή δεδομένων με τους

αισθητήρες. Οι κοινές διεπαφές επικοινωνίας περιλαμβάνουν το Ethernet, το Modbus, το Profibus ή το Profinet.

- 4) Καλωδίωση: Χρησιμοποιήθηκαν υλικά καλωδίωσης υψηλής ποιότητας κατάλληλα για βιομηχανικά περιβάλλοντα για τη σύνδεση των αισθητήρων και του PLC.

Το καλώδιο PVC αποτελεί μια ιδανική επιλογή για την εφαρμογή. λόγω των πολλαπλών πλεονεκτημάτων που προσφέρει.

-Διαθέτει αξιόπιστη αντοχή στην υγρασία διασφαλίζοντας ομαλή λειτουργία ακόμα και σε αντίξοες καιρικές συνθήκες.

-Είναι ανθεκτικό στη θερμότητα, προσαρμόζονται ευκολότερα σε υψηλές θερμοκρασίες που μπορεί να εμφανιστούν σε ένα περιβάλλον υψηλής κυκλοφορίας οχημάτων.

-Είναι εύκαμπτο και εύχρηστο κατά την εγκατάσταση, επιτρέποντας ευέλικτη διάταξη και σύνδεση στο σύστημα του PLC.

-Η οικονομική του κατασκευή το καθιστά προσιτό και οικονομικό σε σχέση με άλλα τύπου καλωδίων, ενώ παρέχει αξιόπιστη απόδοση και αντοχή στην καθημερινή λειτουργία του συστήματος φωτεινών σημάτων.

στην αγορά, επιτρέποντας την ευκολία στην αντικατάσταση ή επέκταση του συστήματος κατά τη διάρκεια της συντήρησης ή της αναβάθμισης.

- 5) Τροφοδοτικό και Προστασία από υπέρταση: Επιλέχθηκε μια σταθερή και αξιόπιστη μονάδα τροφοδοσίας για να παρέχει σταθερή ισχύ στο PLC και τους αισθητήρες, το τροφοδοτικό που χρησιμοποιήθηκε είναι το: ABL8RPS24100 της Schneider Electric.



**ΕΙΚΟΝΑ 3.4. ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ ABL8RPS24100 SCHNEIDER ELECTRIC**

( ΠΗΓΗ : [WWW.SE.COM/GR/EL/PRODUCT/ABL8RPS24100/PHASEO-ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ-MONΗΣ-H-ΔΙΠΛΗΣ-ΦΑΣΗΣ-100-500V-AC-24V-10A/](http://WWW.SE.COM/GR/EL/PRODUCT/ABL8RPS24100/PHASEO-ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ-MONΗΣ-H-ΔΙΠΛΗΣ-ΦΑΣΗΣ-100-500V-AC-24V-10A/) )

Ενσωματώθηκε συσκευή προστασίας από υπερτάσεις για προστασία από αιχμές τάσης και παροδικές καταστάσεις που θα μπορούσαν να βλάψουν το σύστημα, Easy9, iMAX 65KA EA9L659F230 της εταιρίας Schneider Electrics.

- 6) Λογισμικό προγραμματισμού: Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι η γλώσσα FBD - Function Block Diagram και το πρόγραμμά Zelio Soft 2.

---

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ ΜΕ ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΟ ΧΡΟΝΙΣΜΟ**

Αποτελούν έναν πανίσχυρο τρόπο για την ανάπτυξη και τον προγραμματισμό του PLC. Η FBD παρέχει μια γραφική αναπαράσταση του συστήματος, με τη χρήση λειτουργικών μπλοκ που αντιπροσωπεύουν διάφορες λειτουργίες.

Με τη FBD, υπήρξε η δυνατότητα να δημιουργηθεί ένα προγραμματισμένο μοντέλο των λειτουργιών μου, όπως τον έλεγχο των φωτεινών σημάτων, με ευκολία και κατανόηση που μας προσφέρεται από την γραφική αναπαράσταση. Η διάταξη των μπλοκ επιτρέπει την εύκολη σύνδεση και αλληλεπίδραση μεταξύ των διαφόρων λειτουργιών, ενώ η ευελιξία της γλώσσας επιτρέπει να προσαρμοστεί και να επεκταθεί το πρόγραμμά με ευκολία. Η FBD είναι μια δυναμική και αξιόπιστη γλώσσα προγραμματισμού που επιτρέπει την αποτελεσματική υλοποίηση των λειτουργιών ενός συστήματος ελέγχου και την ευκολία συντήρησης και αναβάθμισής του.

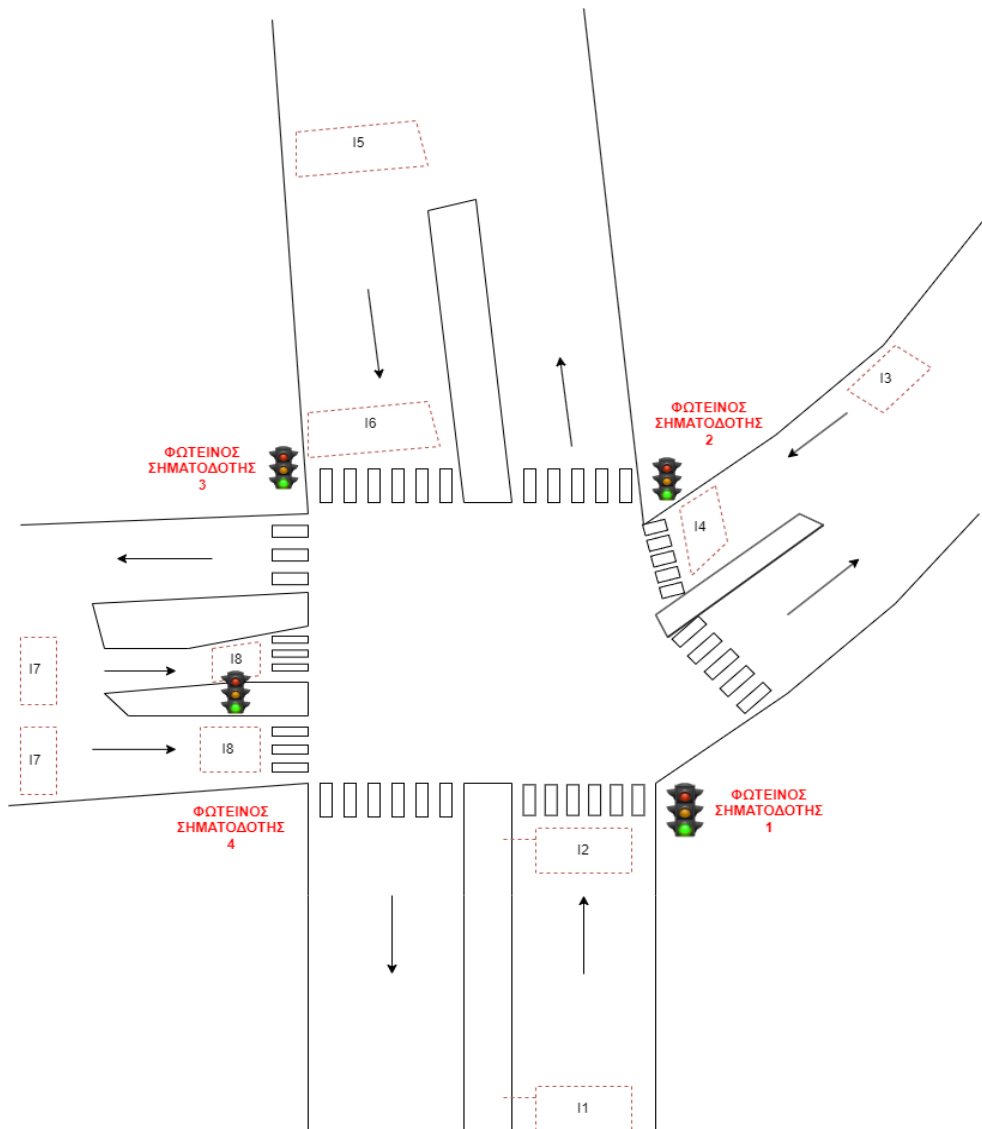
Η εμπειρία μου με το Zelio Soft 2 και την FBD ήταν εξαιρετικά θετική, καθώς παρέχει την απαιτούμενη ευελιξία και εργαλεία για την ανάπτυξη ενός αξιόπιστου και αποτελεσματικού προγράμματος ελέγχου των φωτεινών σημάτων κυκλοφορίας.

Τέλος, ελέγχθηκαν για πλήρη τεκμηρίωση, εγχειρίδια χρήστη και τεχνική υποστήριξη που διατίθενται από τους κατασκευαστές PLC και αισθητήρων για βοήθεια στην εγκατάσταση, τον προγραμματισμό και την αντιμετώπιση προβλημάτων του συστήματος.

---

# Κεφάλαιο 4: Προγραμματισμός αυτοματισμού

## 4.1 Αρχικός προγραμματισμός



**ΕΙΚΟΝΑ 4.1. ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ  
(ΠΗΓΗ: Ο ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ)**

### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Πατώντας το πλήκτρο της προσομοίωσης , στη συνέχεια το πλήκτρο "Run"

---

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ ΜΕ ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΟ ΧΡΟΝΙΣΜΟ**

και εφόσον δεν έχει γίνει κάποια αλλαγή στις αρχικές συνθήκες του αυτοματισμού, ενεργοποιείται το κόκκινο φως όλων των φωτεινών σηματοδοτών τόσο για τα οχήματα όσο και για τους πεζούς. Από την στιγμή που θα πατήσουμε το πλήκτρο "Run" και μετά το πέρας 12 δευτερολέπτων, εφόσον δεν εντοπιστεί όχημα σε έναν από τους τέσσερις αισθητήρες εισόδου, τότε θα απενεργοποιηθεί το κόκκινο των πεζών και θα ενεργοποιηθεί το πράσινο.

Για την εκκίνηση του κυκλώματος πρέπει να πιέσουμε το πλήκτρο "Start" δύο φορές. Με το πάτημα του πλήκτρου "start" δηλώνουμε ότι ο δρόμος είναι έτοιμος να δεχθεί οχήματα. Σε αυτό το στάδιο, εφόσον δεν έχει εντοπιστεί όχημα σε κάποιον από τους τέσσερις αισθητήρες εισόδου (I1,I3,I5,I7) το πράσινο των πεζών παραμένει ενεργοποιημένο όπως και το κόκκινο των οχημάτων. Αυτό δεν θα αλλάξει μέχρι να εισέλθει κάποιο όχημα στην διασταύρωση. Το επόμενο βήμα είναι να εισέλθει ένα ή περισσότερα οχήματα σε έναν από τους δρόμους. Πιέζοντας λοιπόν ένα από τα πλήκτρα ( I1, I3, I5, I7) δύο φορές , προσθέτουμε +1 στον καταμετρητή (counter) του αντίστοιχου δρόμου. Ο έλεγχος της εξόδου των οχημάτων γίνεται από τους αισθητήρες (I2,I4,I6,I8). Πιέζοντας το αντίστοιχο πλήκτρο δύο φορές ο καταμετρητής αφαιρεί 1. Ο καταμετρητής στη συνέχεια μεταφέρει την πληροφορία αυτή σε μία συντόμευση (macro) με τον αριθμό "2" σαν τίτλο (εικόνα 4.2.), η οποία έχει δημιουργηθεί για να γίνει πιο ευανάγνωστο και κατατοπιστικό το κύκλωμα. Μέσα σε αυτή τη συντόμευση βρίσκονται μια σειρά από Block και πύλες που επιτρέπουν στον αυτοματισμό να αλλάζει τον χρόνο των σηματοδοτών ανάλογα με τον αριθμό των οχημάτων. Αυτό γίνεται αρχικά με το block "archive" , εδώ φτάνει η πληροφορία από τον καταμετρητή που λάβαμε προηγουμένως. Αυτό το block είναι απαραίτητο γιατί απομνημονεύει μια πληροφορία όταν του δοθεί εντολή. Σε αυτή την περίπτωση ήταν απαραίτητο να απομνημονευθεί η πληροφορία του αριθμού των οχημάτων ακριβώς την χρονική στιγμή που ενεργοποιείται το πράσινο ώστε να δοθεί ο κατάλληλος χρόνος στο φανάρι ανάλογα με τα οχήματα που βρισκόταν εκείνη την στιγμή μεταξύ των αισθητήρων και όχι όσων εισήλθαν στο δρόμο μετά την ενεργοποίηση του πράσινου σηματοδότη των οχημάτων. Αφού λοιπόν καθοριστεί το πόσα οχήματα βρισκόταν μεταξύ των αισθητήρων κατά την ενεργοποίηση του πράσινου , γίνεται μια απλή μαθηματική πράξη που επιτρέπει να δοθεί ο κατάλληλος χρόνος στον σηματοδότη. Η πληροφορία από το block "archive" μεταφέρεται σε δύο block. Το πρώτο πολλαπλασιάζει τον αριθμό των οχημάτων επί 1,5 ώστε να δοθούν 1,5 δευτερόλεπτα για κάθε όχημα να διασχίσει την διασταύρωση και το δεύτερο προσθέτει τέσσερα δευτερόλεπτα ο οποίος είναι χοντρικά ο χρόνος που χρειάζονται τα πρώτα οχήματα για την εκκίνηση. Ο τελικός αριθμός στη συνέχεια καταλήγει σε ένα χρονικό το οποίο δίνει και τον αντίστοιχο χρόνο στον πράσινο σηματοδότη. Μέσα στην συντόμευση επίσης υπάρχει ένα block σύγκρισης το οποίο σε περίπτωση που ο αριθμός των οχημάτων είναι μηδέν , ο πράσινος σηματοδότης δεν ενεργοποιείται και το κύκλωμα στη συνέχεια ελέγχει τους επόμενους σηματοδότες για ύπαρξη οχημάτων. Σε περίπτωση ενεργοποίησης του πράσινου για το χρονικό διάστημα που υπολογίστηκε βάση των οχημάτων, ο κόκκινος σηματοδότης απενεργοποιείται και μετά το πέρας του χρόνου αυτού ενεργοποιείται



ο πορτοκαλί σηματοδότης για τρία δευτερόλεπτα. Αφού παρέλθουν τα τρία δευτερόλεπτα ενεργοποιείται και πάλι ο κόκκινος σηματοδότης. Κάθε φορά που ολοκληρώνεται ένας τέτοιος κύκλος λειτουργίας σε οποιονδήποτε από τους τέσσερις φωτεινούς σηματοδότες που βρίσκονται σε κάθε δρόμο, και μετά την παρέλευση δύο δευτερολέπτων από την ενεργοποίηση του κόκκινου των οχημάτων, απενεργοποιούνται τα κόκκινα των πεζών και ενεργοποιούνται όλα τα πράσινα για τέσσερα δευτερόλεπτα. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, εάν δεν εντοπιστούν οχήματα σε κανέναν από τους τέσσερις δρόμους για χρόνο μεγαλύτερο των 12 δευτερολέπτων, τα πράσινα των πεζών παραμένουν ενεργοποιημένα μέχρι τον εντοπισμό οχήματος. Εάν υπάρχει έστω ένα ή περισσότερα οχήματα σε κάποιον από τους τέσσερις δρόμους και αφού απενεργοποιηθεί το πράσινο των πεζών το κύκλωμα ελέγχει κυκλικά τους τέσσερις φωτεινούς σηματοδότες όπως είναι αριθμημένοι στο σχεδιάγραμμα. Από τον φωτεινό σηματοδότη 1, στον φωτεινό σηματοδότη 2, στον φωτεινό σηματοδότη 3 και τέλος στον φωτεινό σηματοδότη 4. Δηλαδή εάν ο πρώτος φωτεινός σηματοδότης που εντόπισε όχημα ήταν ο φωτεινός σηματοδότης 2, αφού ολοκληρωθεί η λειτουργία που αναφέρθηκε παραπάνω, στη συνέχεια θα γίνει έλεγχος στον φωτεινό σηματοδότη 3 για ύπαρξη οχημάτων. Ο έλεγχος αυτός διαρκεί περίπου τρία δευτερόλεπτα.

Όλοι οι χρόνοι που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι ενδεικτικοί και χρησιμοποιήθηκαν για να γίνει ευκολότερη η παρουσίαση και η προσομοίωση του κυκλώματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: Είσοδοι PLC

ΕΙΣΟΔΟΙ - INPUTS PLC	ΕΙΔΟΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ PLC
	Αισθητήρας Επαγωγικού Βρόγχου	Είσοδος οχημάτων στο δρόμο 1	I <sub>1</sub>
	Αισθητήρας Επαγωγικού Βρόγχου	Έξοδος οχημάτων από το δρόμο 1	I <sub>2</sub>
	Αισθητήρας Επαγωγικού Βρόγχου	Είσοδος οχημάτων στο δρόμο 2	I <sub>3</sub>
	Αισθητήρας Επαγωγικού Βρόγχου	Έξοδος οχημάτων από το δρόμο 2	I <sub>4</sub>
	Αισθητήρας Επαγωγικού Βρόγχου	Είσοδος οχημάτων στο δρόμο 3	I <sub>5</sub>
	Αισθητήρας Επαγωγικού Βρόγχου	Έξοδος οχημάτων από το δρόμο 3	I <sub>6</sub>
	Αισθητήρας Επαγωγικού Βρόγχου	Είσοδος οχημάτων στο δρόμο 4	I <sub>7</sub>
	Αισθητήρας Επαγωγικού Βρόγχου	Έξοδος οχημάτων από το δρόμο 4	I <sub>8</sub>
	Μπουτόν Start	Ενεργοποίηση αυτοματισμού	I <sub>9</sub>

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2: Έξοδοι PLC

	ΕΙΔΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΕΞΟΔΟΥ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ PLC
ΕΞΟΔΟΙ - OUTPUTS PLC	Φωτεινός σηματοδότης	Κόκκινο φανάρι δρόμου 1	Q <sub>1</sub>
	Φωτεινός σηματοδότης	Πορτοκαλί φανάρι δρόμου 1	Q <sub>2</sub>
	Φωτεινός σηματοδότης	Πράσινο φανάρι δρόμου 1	Q <sub>3</sub>
	Φωτεινός σηματοδότης	Κόκκινο φανάρι πεζών δρόμου 1	Q <sub>4</sub>
	Φωτεινός σηματοδότης	Πράσινο φανάρι πεζών δρόμου 1	Q <sub>5</sub>
	Φωτεινός σηματοδότης	Κόκκινο φανάρι δρόμου 2	Q <sub>6</sub>
	Φωτεινός σηματοδότης	Πορτοκαλί φανάρι δρόμου 2	Q <sub>7</sub>
	Φωτεινός σηματοδότης	Πράσινο φανάρι δρόμου 2	Q <sub>8</sub>
	Φωτεινός σηματοδότης	Κόκκινο φανάρι πεζών δρόμου 2	Q <sub>9</sub>
	Φωτεινός σηματοδότης	Πράσινο φανάρι πεζών δρόμου 2	Q <sub>10</sub>
	Φωτεινός σηματοδότης	Κόκκινο φανάρι δρόμου 3	Q <sub>11</sub>

Φωτεινός σηματοδότης	Πορτοκαλί φανάρι δρόμου 3	Q <sub>12</sub>
Φωτεινός σηματοδότης	Πράσινο φανάρι δρόμου 3	Q <sub>13</sub>
Φωτεινός σηματοδότης	Κόκκινο φανάρι πεζών δρόμου 3	Q <sub>14</sub>
Φωτεινός σηματοδότης	Πράσινο φανάρι πεζών δρόμου 3	Q <sub>15</sub>
Φωτεινός σηματοδότης	Κόκκινο φανάρι δρόμου 4	Q <sub>16</sub>
Φωτεινός σηματοδότης	Πορτοκαλί φανάρι δρόμου 4	Q <sub>17</sub>
Φωτεινός σηματοδότης	Πράσινο φανάρι δρόμου 4	Q <sub>18</sub>
Φωτεινός σηματοδότης	Κόκκινο φανάρι πεζών δρόμου 4	Q <sub>19</sub>
Φωτεινός σηματοδότης	Πράσινο φανάρι πεζών δρόμου 4	Q <sub>20</sub>

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3: Στοιχεία επεξεργασίας φωτεινού σηματοδότη 1

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΕΙΔΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΡΥΘΜΙΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ
B031	Χρονικό	Καθυστερήση εναλλαγής από κόκκινο σε πράσινο (φωτεινός σηματοδότης 1)	ON delay=4 sec
B047	Χρονικό	Διάρκεια πορτοκαλί	ON delay=3 sec

		(φωτεινός σηματοδότης 1)	
B051	Χρονικό	Καθυστέρηση ενεργοποίησης πράσινου πεζών  (φωτεινός σηματοδότης 1)	ON delay= 2 sec
B052	Χρονικό	Διάρκεια πράσινου πεζών  (φωτεινός σηματοδότης 1)	ON delay= 4 sec
M45B225	Χρονικό	Διάρκεια πράσινου αυτοκινήτων  (φωτεινός σηματοδότης 1)	Ο χρόνος καθορίζεται από τον αριθμό των οχημάτων
M45B020	Συγκριτής	Όταν ο αριθμός των οχημάτων είναι ίσος με το μηδέν δεν ενεργοποιείται το πράσινο των οχημάτων. (φωτεινός σηματοδότης 1)	-
M45B016	Πολλαπλασιαστής	Πολλαπλασιασμός του αριθμού των οχημάτων επί 2 (φωτεινός σηματοδότης 1)	-
M45B018	Πρόσθεση	Πρόσθεση 4 δευτερολέπτων για την εκκίνηση των οχημάτων. (φωτεινός σηματοδότης 1)	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4: Στοιχεία επεξεργασίας φωτεινού σηματοδότη 2

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΕΙΔΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΡΥΘΜΙΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ
----------------------	-----------------	-----------	-----------------------

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ ΜΕ ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΟ ΧΡΟΝΙΣΜΟ**

B227	Χρονικό	Καθυστερήση εναλλαγής από κόκκινο σε πράσινο (φωτεινός σηματοδότης 2)	ON delay=4 sec
B228	Χρονικό	Διάρκεια πορτοκαλί (φωτεινός σηματοδότης 2)	ON delay=3 sec
B229	Χρονικό	Καθυστερήση ενεργοποίησης πράσινου πεζών (φωτεινός σηματοδότης 2)	ON delay= 2 sec
B230	Χρονικό	Διάρκεια πράσινου πεζών (φωτεινός σηματοδότης 2)	ON delay= 4 sec
M54B225	Χρονικό	Διάρκεια πράσινου αυτοκινήτων (φωτεινός σηματοδότης 2)	Ο χρόνος καθορίζεται από τον αριθμό των οχημάτων
M54B020	Συγκριτής	Όταν ο αριθμός των οχημάτων είναι ίσος με το μηδέν δεν ενεργοποιείται το πράσινο των οχημάτων. (φωτεινός σηματοδότης 2)	-
M54B016	Πολλαπλασιαστής	Πολλαπλασιασμός του αριθμού των οχημάτων επί 2 (φωτεινός σηματοδότης 2)	-

M54B018	Πρόσθεση	Πρόσθεση 4 δευτερολέπτων για την εκκίνηση των οχημάτων. (φωτεινός σηματοδότης 2)	-
---------	----------	---	---

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5: Στοιχεία επεξεργασίας φωτεινού σηματοδότη 3

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΕΙΔΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΡΥΘΜΙΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ
B140	Χρονικό	Καθυστερήση εναλλαγής από κόκκινο σε πράσινο (φωτεινός σηματοδότης 3)	ON delay=4 sec
B155	Χρονικό	Διάρκεια πορτοκαλί  (φωτεινός σηματοδότης 3)	ON delay=3 sec
B157	Χρονικό	Καθυστερήση ενεργοποίησης πράσινου πεζών  (φωτεινός σηματοδότης 3)	ON delay= 2 sec
B158	Χρονικό	Διάρκεια πράσινου πεζών  (φωτεινός σηματοδότης 3)	ON delay= 4 sec
M47B225	Χρονικό	Διάρκεια πράσινου αυτοκινήτων  (φωτεινός σηματοδότης 3)	Ο χρόνος καθορίζεται από τον αριθμό των οχημάτων

M47B020	Συγκριτής	Όταν ο αριθμός των οχημάτων είναι ίσος με το μηδέν δεν ενεργοποιείται το πράσινο των οχημάτων. (φωτεινός σηματοδότης 3)	-
M47B016	Πολλαπλασιαστής	Πολλαπλασιασμός του αριθμού των οχημάτων επί 2 (φωτεινός σηματοδότης 3)	-
M47B018	Πρόσθεση	Πρόσθεση 4 δευτερολέπτων για την εκκίνηση των οχημάτων. (φωτεινός σηματοδότης 3)	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6: Στοιχεία επεξεργασίας φωτεινού σηματοδότη 4

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΕΙΔΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΡΥΘΜΙΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ
B169	Χρονικό	Καθυστέρηση εναλλαγής από κόκκινο σε πράσινο (φωτεινός σηματοδότης 4)	ON delay=4 sec
B184	Χρονικό	Διάρκεια πορτοκαλί  (φωτεινός σηματοδότης 4)	ON delay=3 sec
B186	Χρονικό	Καθυστέρηση ενεργοποίησης πράσινου πεζών	ON delay= 2 sec



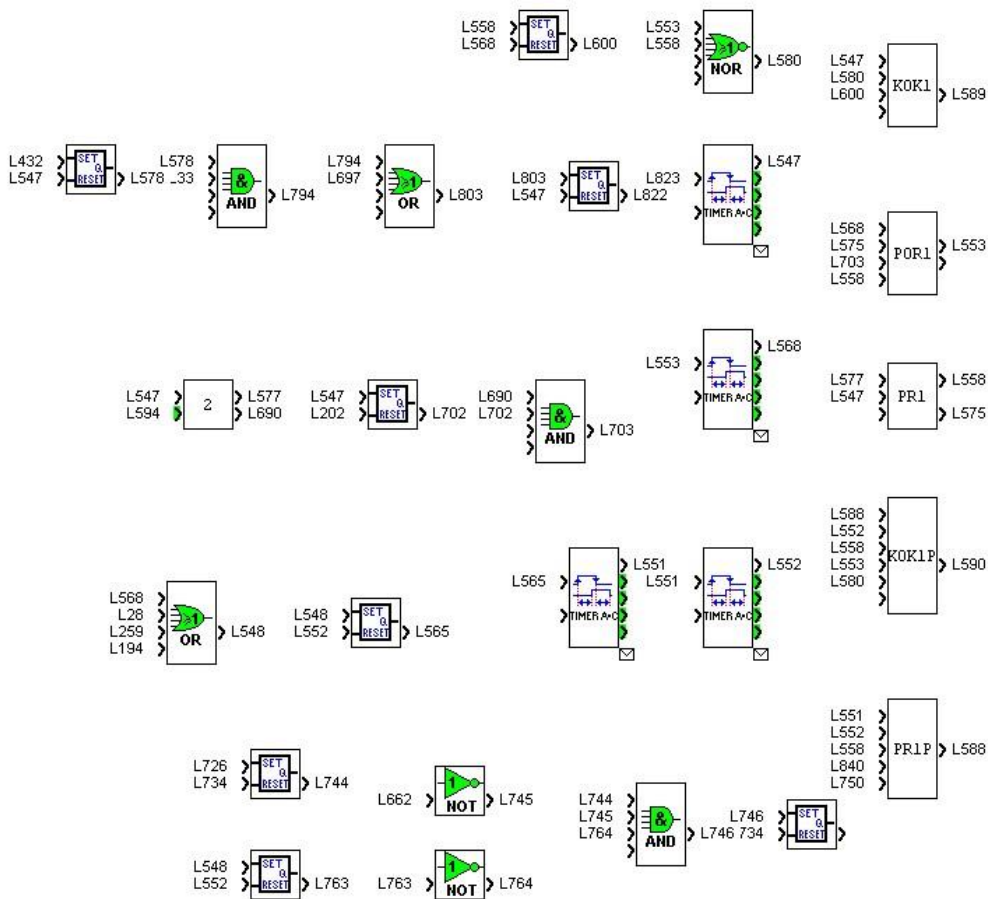
		(φωτεινός σηματοδότης 4)	
B187	Χρονικό	Διάρκεια πράσινου πεζών  (φωτεινός σηματοδότης 4)	ON delay= 4 sec
M48B225	Χρονικό	Διάρκεια πράσινου αυτοκινήτων  (φωτεινός σηματοδότης 4)	Ο χρόνος καθορίζεται από τον αριθμό των οχημάτων
M48B020	Συγκριτής	Όταν ο αριθμός των οχημάτων είναι ίσος με το μηδέν δεν ενεργοποιείται το πράσινο των οχημάτων. (φωτεινός σηματοδότης 4)	-
M48B017	Πολλαπλασιαστής	Πολλαπλασιασμός του αριθμού των οχημάτων επί 2 (φωτεινός σηματοδότης 4)	-
M48B018	Πρόσθεση	Πρόσθεση 4 δευτερολέπτων για την εκκίνηση των οχημάτων. (φωτεινός σηματοδότης 4)	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7: Στοιχεία επεξεργασίας γενικού ρόλου

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΕΙΔΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΡΥΘΜΙΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ
B057	Καταμετρητής (counter)	Καταμετρητής εισόδου/εξόδου	Output ON όταν ο αριθμός των

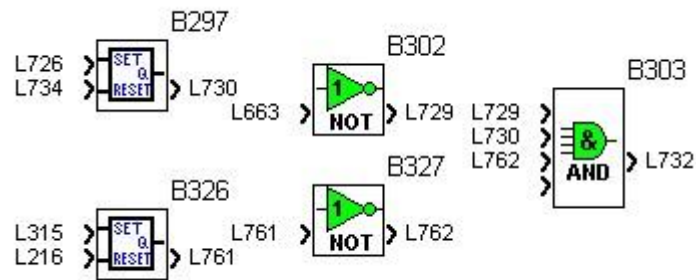
		οχημάτων στον δρόμο 1	οχημάτων είναι ίσος με το 0
B122	Καταμετρητής (counter)	Καταμετρητής εισόδου/εξόδου οχημάτων στον δρόμο 2	Output ON όταν ο αριθμός των οχημάτων είναι ίσος με το 0
B163	Καταμετρητής (counter)	Καταμετρητής εισόδου/εξόδου οχημάτων στον δρόμο 3	Output ON όταν ο αριθμός των οχημάτων είναι ίσος με το 0
B192	Καταμετρητής (counter)	Καταμετρητής εισόδου/εξόδου οχημάτων στον δρόμο 4	Output ON όταν ο αριθμός των οχημάτων είναι ίσος με το 0
B308	Χρονικό	Ενεργοποίηση πράσινου των πεζών και στους 4 δρόμους	ON delay= 12 sec

## ΕΙΚΟΝΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ PLC σε ΓΛΩΣΣΑ FBD



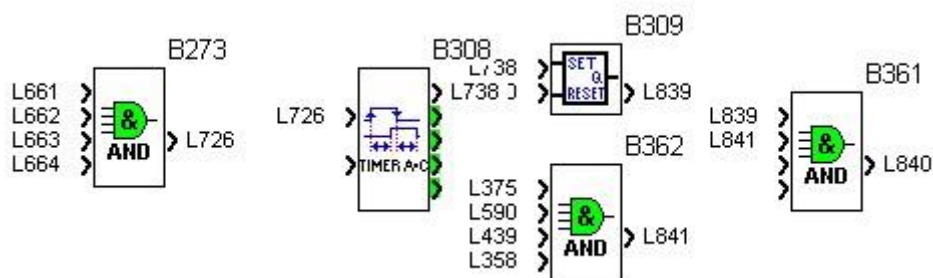
**ΕΙΚΟΝΑ 4.2. ΜΕΡΟΣ Α' - ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ**  
(ΠΗΓΗ: Ο ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ)

Στην παραπάνω εικόνα απεικονίζεται το σύνολο των απαραίτητων block για τη λειτουργία του ενός από τους τέσσερις φωτεινούς σηματοδότες. Αποτελείται από πύλες (OR, AND, NOR), Function Blocks SET/RESET και αρκετά macro τα οποία χρησιμοποιούνται για να ομαδοποιήσουν πολλά blocks μαζί ώστε το κύκλωμα να είναι πιο ευανάγνωστο και κατατοπιστικό για τον χρήστη. Τα block αυτά στην ουσία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με καλώδια, τα οποία υπάρχει η επιλογή να αποκρυφθούν και να εμφανίζονται με την μορφή αριθμών της μορφής "L26", "L440" κ.ο.κ. Οπότε όταν ο ίδιος αριθμός καλωδίου εμφανίζεται σε δυο διαφορετικά μπλοκ, αυτό υποδεικνύει ότι είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους. Στα αριστερά των μπλοκ πάντα βρίσκεται η είσοδος και στα δεξιά τους η έξοδος η οποία δίνει και το αποτέλεσμα που προσφέρει το ανάλογο μπλοκ.



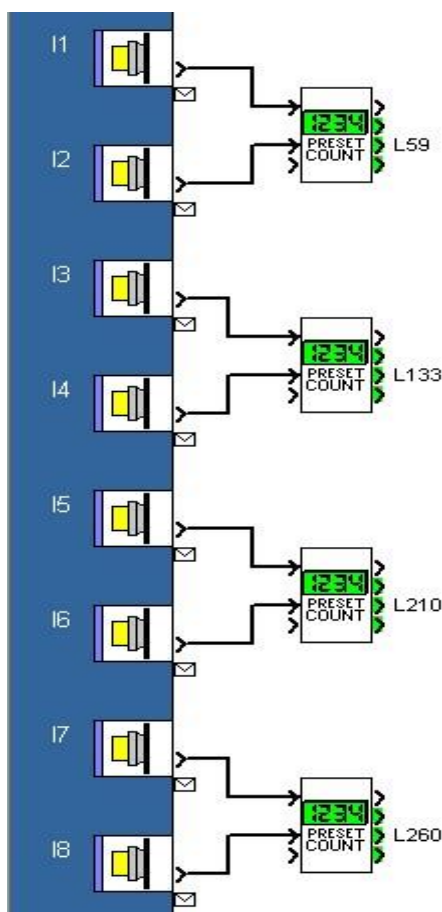
**ΕΙΚΟΝΑ 4.3. ΜΕΡΟΣ Β' - ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ**  
(ΠΗΓΗ: Ο ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ)

Στην παραπάνω εικόνα βρίσκεται ένα τμήμα του αυτοματισμού το οποίο είναι υπεύθυνο για την απενεργοποίηση του πράσινου των πεζών στην περίπτωση που εντοπισθεί όχημα να εισέρχεται στη διασταύρωση από έναν εκ των τεσσάρων αισθητήρων ( I1, I3, I5, I7 ). Πιο αναλυτικά, στο αριστερό άκρο υπάρχουν δύο block set/reset, τα οποία συγκρατούν μια πληροφορία, κάνουν δηλαδή set, μέχρι να ολοκληρωθεί κάποια ενέργεια που εμείς επιθυμούμε. Στην συγκεκριμένη περίπτωση το set με αριθμό block B297 συγκρατεί την πληροφορία ότι μεταξύ των αισθητήρων της διασταύρωσης δεν υπάρχει κάποιο όχημα. Ενώ το set με αριθμό B326 συγκρατεί την πληροφορία ότι τα πράσινα των πεζών είναι ενεργοποιημένα. Στην συνέχεια έχουν τοποθετηθεί δύο πύλες NOT. Η μία πύλη NOT δίνει σήμα 1 (ON) όταν εισέλθει όχημα σε έναν δρόμο της διασταύρωσης, στην συγκεκριμένη περίπτωση, του δρόμου με τον φωτεινό σηματοδότη 3. Η δεύτερη πύλη NOT σε συνεργασία με το block B326 δίνει το σήμα 1 (ON) όταν το πράσινο των πεζών είναι ενεργοποιημένο. Τέλος η πύλη AND (B303) συγκεντρώνει τις τρεις αυτές πληροφορίες και εάν και οι τρεις είναι αληθείς (ON) , δίνει στην έξοδο της σήμα 1 (ON) στα απαραίτητα block που απενεργοποιούν τα πράσινα των πεζών σε όλους τους φωτεινούς σηματοδότες. Εν συντομία , το σύνολο των block στην παραπάνω εικόνα, απενεργοποιούν τα πράσινα των πεζών, στην περίπτωση που αυτά είχαν ενεργοποιηθεί όταν δεν βρισκόταν όχημα σε κανέναν από τους τέσσερις δρόμους εισόδου της διασταύρωσης και μόνο.



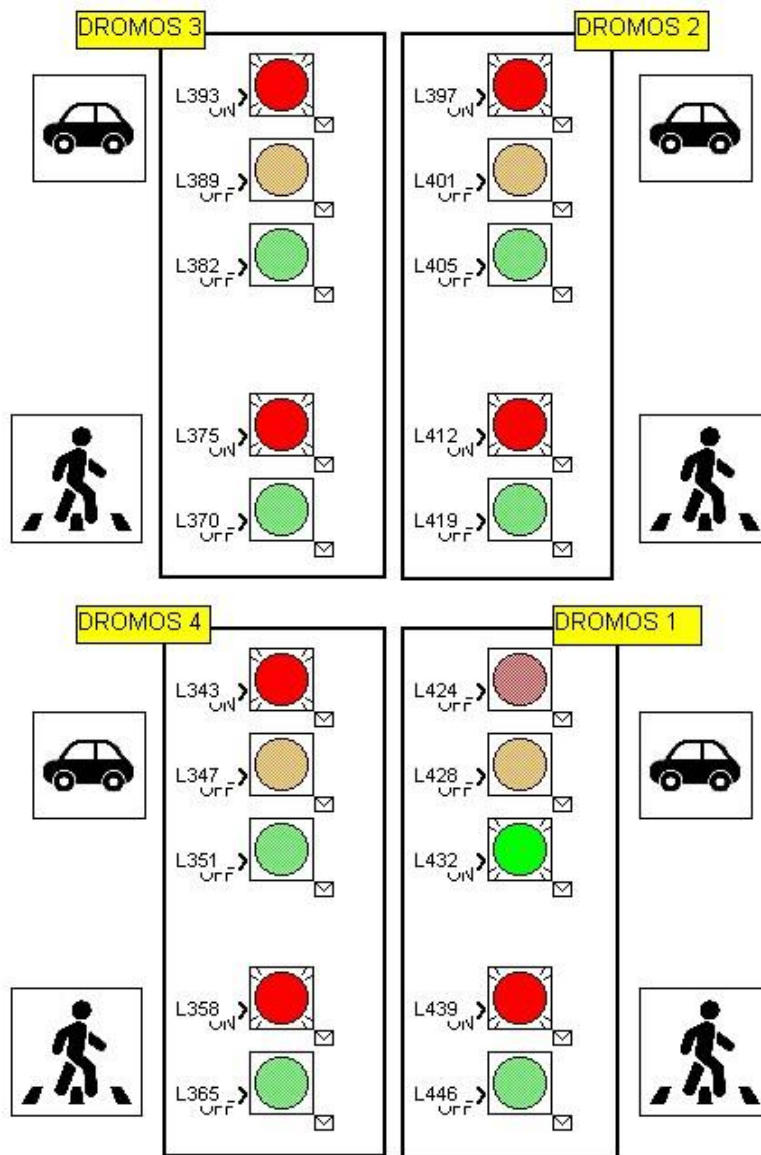
**ΕΙΚΟΝΑ 4.4. ΜΕΡΟΣ Γ' - ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ**  
(ΠΗΓΗ: Ο ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ)

Το σύνολο των στοιχείων στην παραπάνω εικόνα ενεργοποιεί τα πράσινα των πεζών όταν δεν υπάρχουν οχήματα μεταξύ των αισθητήρων στους τέσσερις δρόμους για χρόνο μεγαλύτερο των 12 δευτερολέπτων. Αυτό είναι εφικτό ξεκινώντας με την πύλη AND στο αριστερό άκρο η οποία λαμβάνει πληροφορίες τέσσερις καταμετρητές και οι οποίοι δίνουν σήμα 1 (ON) όταν ο αριθμός των οχημάτων είναι μηδέν. Εφόσον και οι τέσσερις καταμετρητές δώσουν σήμα 1 τότε η πύλη στην έξοδο της δίνει επίσης σήμα 1(ON) ενεργοποιώντας το χρονικό που με τη σειρά του μετά από 12 δευτερόλεπτα θα ενεργοποιήσει το πράσινο των πεζών. Πριν γίνει όμως έχει τοποθετηθεί άλλη μία πύλη AND όπως φαίνεται παραπάνω, η οποία θα επιτρέψει στο πράσινο των πεζών να ενεργοποιηθεί λαμβάνοντας υπόψη δύο προϋποθέσεις. Ότι το κόκκινο των πεζών ήταν ενεργοποιημένο, και ότι ο χρόνος των δώδεκα δευτερολέπτων έχει παρέλθει.

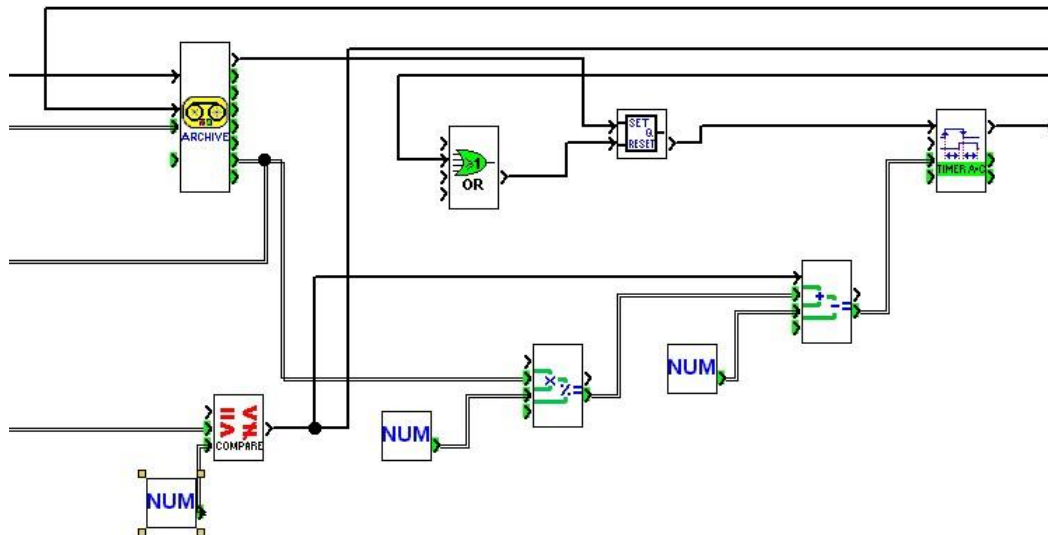


**ΕΙΚΟΝΑ 4.5. ΜΕΡΟΣ Δ' - ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ**  
(ΠΗΓΗ: Ο ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ)

Στην παραπάνω εικόνα απεικονίζονται οι είσοδοι του προγράμματος I<sub>1</sub> έως I<sub>8</sub>, δηλαδή τους αισθητήρες του κάθε δρόμου που ελέγχουν την είσοδο και την έξοδο των οχημάτων στην διασταύρωση. Δεξιά από τους αισθητήρες βρίσκονται οι καταμετρητές (counters) οι οποίοι καταγράφουν πόσα οχήματα βρίσκονται μεταξύ των αισθητήρων.



ΕΙΚΟΝΑ 4.6. ΟΠΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΩΝ - ΔΡΟΜΩΝ/ΔΙΑΒΑΣΕΩΝ  
(ΠΗΓΗ: Ο ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ)



**ΕΙΚΟΝΑ 4.7. ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΧΡΟΝΟΥ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΩΝ  
(ΠΗΓΗ: Ο ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ)**

Αυτό το τμήμα του κυκλώματος είναι ίσως το πιο σημαντικό καθώς εδώ γίνεται η επιλογή του χρόνου που θα δοθεί στο πράσινο φωτεινό σηματοδότη των οχημάτων. Το μπλοκ "archive" επάνω αριστερά απομνημονεύει μια τιμή, σε μια χρονική στιγμή που θα του υποδείξει ο χρήστης. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το archive απομνημονεύει τον αριθμό των οχημάτων που βρίσκονται μεταξύ των αισθητήρων, ακριβώς την χρονική στιγμή που γίνεται η εναλλαγή από κόκκινο σε πράσινο (οχημάτων). Αυτό του επιτρέπει να «κλειδώσει» τον κατάλληλο χρόνο που θα δοθεί στον φωτεινό σηματοδότη ο οποίος χωρίς το archive θα άλλαζε συνεχώς όσο εισέρχονται και εξέρχονται αυτοκίνητα στον συγκεκριμένο δρόμο. Στην συνέχεια, ο αριθμός των οχημάτων πολλαπλασιάζεται επί 2 και προστίθεται ο αριθμός 4 (τα δευτερόλεπτα για την εκκίνηση) όπως αναφέρεται και στην περιγραφή του κυκλώματος.

# Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα

## 5.1 Σύγκριση δεδομένων

Στο πλαίσιο της πτυχιακής αυτής, συλλέχθηκαν δεδομένα από την πραγματική διασταύρωση με φανάρια στην Κέρκυρα, από την οποία καταγράφηκαν οι χρόνοι λειτουργίας των φαναριών ο αριθμός των οχημάτων που είχαν τη δυνατότητα να διασχίσουν κατά τους διάφορους χρόνους. Ακολούθως, αξιοποιήθηκε το λογισμικό που αναπτύχθηκε για να πραγματοποιηθούν προσομοιώσεις που εκτίμησαν τη βελτίωση της ροής της κυκλοφορίας με βάση την εφαρμογή της αυτοματοποίησης των φαναριών.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αυτών των προσομοιώσεων με τη μορφή πίνακα, όπου αναλύεται πώς οι νέοι χρόνοι λειτουργίας των φαναριών έχουν βελτιώσει την κυκλοφορία και έχουν επιτρέψει σε περισσότερα οχήματα να διασχίσουν την διασταύρωση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1: Σύγκριση δεδομένων στις 10:00 π.μ.

10:00 π.μ						
	Χρόνος κόκκινου φαναριού (δευτερόλεπτα)	Χρόνος Πράσινου φαναριού (δευτερόλεπτα)	Οχήματα που διέσχισαν την διασταύρωση	Χρόνος κόκκινου προσομοίωσης (δευτερόλεπτα)	Χρόνος πράσινου προσομοίωσης (δευτερόλεπτα)	Οχήματα που διέσχισαν την διασταύρωση (προσομοίωση)
Δρόμος 1	65	55	30 (900/ώρα)	65	97	50-60 (1110-1330/ώρα)
Δρόμος 2	99	21	9	143	16	9
Δρόμος 3	98	22	7	145	12	7



Δρόμος 4	98	22	13	148	21	13
----------	----	----	----	-----	----	----

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2: Σύγκριση δεδομένων στις 2:00 μ.μ.

2:00 μ.μ						
	Χρόνος κόκκινου φαναριού (δευτερόλεπτα)	Χρόνος Πράσινου φαναριού (δευτερόλεπτα)	Οχήματα που διέσχισαν την διασταύρωση	Χρόνος κόκκινου προσομοίωσης (δευτερόλεπτα)	Χρόνος πράσινου προσομοίωσης (δευτερόλεπτα)	Οχήματα που διέσχισαν την διασταύρωση (προσομοίωση)
Δρόμος 1	65	55	16	121	27	16
Δρόμος 2	99	21	16	121	27	16
Δρόμος 3	98	22	20 (600/ώρα)	86	63	40 (966/ώρα)
Δρόμος 4	98	22	13	148	21	13

# Κεφάλαιο 6: Επίλογος

---

## 6.1 Συμπεράσματα

- 1) Βελτιωμένη ροή κυκλοφορίας: Η χρήση δυναμικά μεταβλητού χρονισμού στα συστήματα ελέγχου φωτεινών σηματοδοτών βελτιώνει σημαντικά τη ροή της κυκλοφορίας προσαρμόζοντας τους χρονισμούς σήματος με βάση τις συνθήκες κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη συμφόρηση, μικρότερους χρόνους ταξιδιού και βελτιωμένη συνολική απόδοση του οδικού δικτύου.
- 2) Ενισχυμένη ασφάλεια: Με την ενσωμάτωση επαγωγικών αισθητήρων βρόχου στο σύστημα φαναριών, καθίσταται δυνατός ο ακριβής εντοπισμός και η απόκριση στην παρουσία οχημάτων στις διασταυρώσεις. Αυτό μπορεί να βελτιώσει την ασφάλεια μειώνοντας την πιθανότητα ατυχημάτων.
- 3) Ευελιξία και προσαρμοστικότητα: Η εφαρμογή λογισμικού που χρησιμοποιεί PLC και αισθητήρες επαγωγικού βρόχου επιτρέπει ευελιξία και προσαρμοστικότητα στον χρονισμό του φαναριού. Το σύστημα μπορεί εύκολα να επαναπρογραμματιστεί για να δέχεται αλλαγές στα μοτίβα κυκλοφορίας, διασφαλίζοντας βέλτιστο έλεγχο σήματος σε διάφορες καταστάσεις.
- 4) Προκλήσεις ενσωμάτωσης: Ενώ η ιδέα των φωτεινών σηματοδοτών δυναμικά μεταβλητού χρονισμού είναι πολλά υποσχόμενη, υπάρχουν προκλήσεις που σχετίζονται με την ενοποίηση του λογισμικού, του PLC και των αισθητήρων επαγωγικού βρόχου. Αυτές οι προκλήσεις περιλαμβάνουν τα πρωτόκολλα επικοινωνίας, την ακρίβεια των αισθητήρων και την αξιοπιστία του συστήματος. Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων ολοκλήρωσης είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχή εφαρμογή τέτοιων συστημάτων.

## 6.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις

### Ανίχνευση πεζών και ποδηλάτων

Ως μελλοντική βελτίωση προτείνεται η πιο αποτελεσματική ανίχνευση πεζών και ποδηλάτων: Η βελτίωση της ανίχνευσης και της εξέτασης των πεζών και των ποδηλάτων στα συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας μπορεί να βελτιώσει την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα. Η εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών ανίχνευσης, όπως αλγόριθμοι όρασης υπολογιστή και εξειδικευμένοι αισθητήρες, μπορεί να ανιχνεύσει με ακρίβεια και να δώσει προτεραιότητα στις κινήσεις πεζών και ποδηλάτων στις διασταυρώσεις.

## **Κάμερες ανίχνευσης οχημάτων**

Μία από τις πιθανές επεκτάσεις περιλαμβάνει τη χρήση καμερών ανίχνευσης οχημάτων. Αντί να γίνει αποκλειστικά χρήση επαγωγικών αισθητήρων, μπορεί να εξεταστεί η χρήση καμερών που θα καταγράφουν την κίνηση των οχημάτων. Με τη χρήση τεχνολογιών όπως η αναγνώριση πινακίδων, η ανίχνευση και αναγνώριση οχημάτων μπορεί να γίνει πιο ακριβής και αποτελεσματική.

## **Μηχανική Μάθηση και ανάλυση δεδομένων**

Χρησιμοποιώντας αναλυτικά δεδομένα κίνησης υπάρχει η δυνατότητα να γίνει πρόβλεψη της κυκλοφοριακής ροής και προσαρμογή του δυναμικού χρόνου των φωτεινών σηματοδοτών βελτιστοποιώντας την απόδοσή τους.

## **Προσαρμοστικότητα στις καιρικές συνθήκες**

Το σύστημα μπορεί να λαμβάνει υπόψη τις καιρικές συνθήκες, όπως βροχή, χιόνι, ομίχλη, κλπ. Για να προσαρμόσει τον χρόνο των φαναριών για πιο ασφαλείς συνθήκες οδήγησης.

# Βιβλιογραφία

---

1. Παπαγεωργίου, Α., & Παπακωνσταντίνου, Ι. (2018). Αυτοματοποιημένοι ελεγκτές PLC: Βασικές αρχές και εφαρμογές. Εκδόσεις Τζιόλα.
2. Αντωνίου, Α., & Βούρλης, Ν. (2019). Συστήματα ελέγχου κυκλοφορίας: Αρχές, μοντέλα και εφαρμογές. Εκδόσεις Τζιόλα.
3. Δ. Τσανακτσίδης - Δ. Τσίτσουλας "ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ", Κεφ. 3, 5 & 9. Διπλωματική εργασία.
4. Vlahogianni, E. I., Karlaftis, M. G., & Golias, J. C. (2014). Short-term traffic forecasting: where we are and where we're going. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 43, 3-19.
5. Li, J., & Wang, J. (2017). Intelligent traffic control system based on PLC. In *2017 IEEE 2nd Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC)* (pp. 739-742). IEEE.
6. Bock, K., Bock, S., & Schellenberg, J. (2016). A software-based simulation framework for traffic light control using PLC. In *Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference* (pp. 3512-3523). IEEE Press.
7. Abdić, S., & Huskić, M. (2018). Design of a traffic light control system using PLC. In *2018 4th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)* (pp. 1-6). IEEE.
8. Hsu, Y. H., Liu, M. F., & Pan, H. L. (2015). Traffic light control system based on PLC and wireless sensor network. *Journal of Networks*, 10(2), 65-73.
9. Σημειώσεις εργαστηρίου PLC

# Συντομογραφίες – Αρκτικόλεξα – Ακρωνύμια

βλπ

βλέπε

κ.λπ.

και λοιπά´

κ.ο.κ

και ούτω καθεξής

# Απόδοση ξενόγλωσσων όρων

Απόδοση	Ξενόγλωσσος όρος
Προγραμματιζόμενος ελεγκτής.....	PLC
Εκκίνηση.....	Start
Έξοδος/αποτέλεσμα.....	Output
Ενεργό.....	ON
Καθυστέρηση.....	Delay
Πρόγραμμα δημιουργίας αυτοματισμών.....	Zelio
Τρέχω.....	Run
Τμήμα.....	Block
Δίοδος φωτοεκπομπής.....	LED
Ρελέ.....	Relay
Καταμετρητής.....	Counter
Συντόμευση.....	Macro
Αρχείο.....	Archive
Διάγραμμα λειτουργικών τμημάτων.....	Function block diagram
Καλώδιο δικτύου.....	Ethernet
Πρωτόκολλο επικοινωνίας.....	Modbus