

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ  
Τ.Ε.Ι ΠΕΙΡΑΙΑ

# Πτυχιακή Εργασία

**Πρότυπο σύστημα διαχείρισης φωτεινών σηματοδοτών με μεταβλητή συχνότητα ανάλογα με την κίνηση.**



**Σπουδαστής:** Κοντογιάννης Δημήτριος

**Επιβλέπων Καθηγητής:** Αλαφοδήμος Κωνσταντίνος

Μάρτιος 2017

ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ  
Π. Ραλλη & Θηβών 250, 12244 Αιγάλαιω , Αθήνα – Ελλάδα  
Τηλ. 210-5381488

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας αυτής, γίνεται ο έλεγχος των φωτεινών σηματοδοτών σε μια διασταύρωση διπλής κυκλοφορίας μέσω ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (PLC) καθώς επίσης και η υλοποίηση αυτών στην πράξη μέσω μιας μακέτας.

Αρχικά γίνεται μια ιστορική αναδρομή για τον τρόπο λειτουργίας των φωτεινών σηματοδοτών, παραθέτονται τα συστήματα σηματοδότησης καθώς και οι τύποι των συστημάτων παρακολούθησης.

Στη συνέχεια γίνεται μια περιγραφή του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (PLC) ControLogix.

Επίσης παραθέτονται οι εντολές που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε στο λογισμικό RSLogix 5000 για τον προγραμματισμό του PLC.

Τέλος γίνεται αναφορά στα βήματα που έγιναν για την υλοποίηση της εφαρμογής όπως είναι η μελέτη του τρόπου λειτουργίας των φαναριών, την επιλογή σεναρίου λειτουργίας, το προγραμματιστικό κομμάτι καθώς και την μακέτα.



### ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο / Η κάτωθι υπογεγραμμένος / η Κωνσταντίνος Δημήτριος,  
του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 38705 φοιτητής / τρια του  
Τμήματος **Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε.** του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την  
εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του  
συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και  
πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται  
αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη  
αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα  
του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος  
φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα  
του έχει απονεμίσει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η  
Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασης της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του  
αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα  
καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός  
ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα  
προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Επίσης δηλώνω υπεύθυνα ότι έχω παρακολουθήσει το σεμινάριο συγγραφής και  
εκπόνησης πτυχιακής εργασίας που διοργανώνεται από το Τμήμα Μηχανικών  
Αυτοματισμού Τ.Ε. κατά το Χειμερινό/Εαρινό Εξάμηνο του Ακ. Έτους 2016.

Ο Δηλών  


Ημερομηνία  
03/03/17

### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα από όλα την οικογένεια μου για την ηθική και οικονομική στήριξη που μου παρείχε όλη την διάρκεια των σπουδών μου. Καθώς επίσης και τους συμφοιτητές-φίλους μου για τα όμορφα φοιτητικά χρόνια που περάσαμε μαζί. Επίσης, οφείλω τις θερμές μου ευχαριστίες στον εισηγητή και καθηγητή της πτυχιακής μου εργασίας, κ. Θεοχάρη Ευστάθιο, καθώς επίσης και στο προσωπικό του τμήματος Συστημάτων Ελέγχου της εταιρίας Αλουμίνιον της Ελλάδος και ιδιαίτερα στον κ. Παπαιωάννου Αντώνιο για την παροχή υλικοτεχνικού εξοπλισμού.

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>1</b>
<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....</b>	<b>4</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: Ανάλυση Κυκλοφορίας Δικτύων.....</b>	<b>7</b>
1.1 Εισαγωγή.....	7
1.2 Ορισμός φωτεινών σηματοδοτών.....	7
1.3 Ιστορική Αναφορά.....	8

1.4	Πεδίο εφαρμογής – τοποθέτηση φωτεινών σηματοδοτών.....	9
1.5	Συστήματα σηματοδότησης.....	10
1.6	Είδη φωτεινών ενδείξεων.....	16
1.7	Τύποι συστημάτων παρακολούθησης.....	19
1.7.1	Μαγνητικοί ανιχνευτές.....	20
1.7.2	Συσκευές ανίχνευσης έξω από το οδόστρωμα.....	21
1.7.3	Κλειστά αναλογικά κυκλώματα τηλεόρασης.....	24
1.7.4	Παρακολούθηση με ψηφιακή επεξεργασία εικόνας.....	25
1.7.5	Παρακολούθηση με την βοήθεια καρτών ανταπόκρισης οχημάτων.....	29

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2º: Ο Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής (PLC)**

<b>Allen Bradley ControlLogix.....</b>		<b>30</b>
2.1	Εισαγωγή.....	30
2.2	Πλεονεκτήματα προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών.....	32
2.3	Στάδια εργασίας στον προγραμματιζόμενο αυτοματισμό.....	33
2.4	Δομή προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.....	34
2.4.1	Κεντρικό πλαίσιο (Σασί).....	34
2.4.2	Πρότυπη AC τροφοδοσία ρεύματος.....	37
2.4.3	Ο ελεγκτής ControlLogix της σειράς 1756.....	38
2.4.4	1756 – ENBT/B Ethernet / IP Προδιαγραφές δικτύου.....	40
2.4.5	Προδιαγραφές των 1756 – ControlLogix I/O.....	42

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3º: Δημιουργία εγχειριδίου προγραμματισμού RS Logix 5000.....**

<b>5000.....</b>		<b>52</b>
3.1	Μορφές προγραμματισμού.....	52
3.2	Γλώσσες προγραμματισμού.....	53
3.3	Πλεονεκτήματα λίστας εντολών (STL) σε σχέση με τις γραφικές μορφές (LAD, FBC).....	54
3.4	Μειονεκτήματα λίστας εντολών (STL) σε σχέση με τις γραφικές μορφές (LAD, FBC).....	54
3.5	Συμπεράσματα.....	55
3.6	Προγραμματισμός του PLC που εγκαταστήσαμε.....	56
3.7	Εντολές προγραμματισμού ControlLogix.....	56
3.7.1	Εντολές τύπου Relay.....	56
3.7.2	Εντολές χρονισμού και απαρίθμησης.....	59
3.7.3	Εντολές σύγκρισης.....	61
3.7.4	Εντολές υπολογισμών.....	65
3.7.5	Λογικές εντολές.....	73
3.7.6	Εντολές μετατροπής και μετακίνησης bit.....	76
3.7.7	Εντολές αρχείων.....	78
3.7.8	Διαγνωστικές εντολές.....	81

3.7.9	Εντολές shift.....	83
3.7.10	Ακολουθιακές εντολές.....	86
3.7.11	Εντολές ελέγχου προγράμματος.....	88
3.7.12	Εντολές ελέγχου παραγωγής.....	93
3.7.13	Εντολή μηνυμάτων.....	94
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: Περιγραφή της εφαρμογής.....</b>		<b>94</b>
4.1	Σενάρια λειτουργίας διασταύρωσης τεσσάρων φωτεινών σηματοδοτών.....	94
4.2	Πρόγραμμα διαχείρισης φωτεινών σηματοδοτών.....	95
4.3	Μακέτα για την παρουσίαση της εργασίας.....	100
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>		<b>101</b>
<b>ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ.....</b>		<b>103</b>

# 1. Ανάλυση Κυκλοφορίας Δικτύων [ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ]

## 1.1 Εισαγωγή [ 2 ]

Η κατακόρυφη αύξηση των κυκλοφοριακών φόρτων που λαμβάνει χώρα τα τελευταία χρόνια σε όλα τα οδικά δίκτυα παγκοσμίως έχει επιβάλλει νέες απαιτήσεις στο χώρο της διαχείρισης των εν λειτουργία οδικών έργων. Η φιλοσοφία της διεύρυνσης της οδικής υποδομής ως λύση στο πρόβλημα έδειξε γρήγορα τη δυσκαμψία της, οπότε ως γόνιμη στρατηγική αντιμετώπισης έχει χριστεί πλέον η φιλοσοφία της διαχείρισης της κυκλοφορίας. Για να πραγματοποιηθεί, όμως, η διαχείριση αυτή, ασφαλώς απαιτείται πρώτα η απόκτηση των σχετικών δεδομένων της κυκλοφορίας, μέσα από την ίδια την οδική υποδομή. Παράλληλα, οι απαιτήσεις ασφάλειας που προβάλλουν οι σύγχρονοι αυτοκινητόδρομοι επιβάλλουν ταχύτερη ανίχνευση και αντιμετώπιση των πάσης φύσεως προβληματικών καταστάσεων στην κυκλοφορία, που φτάνουν ως την άμεση επιτήρηση σε πραγματικό χρόνο.

Οι συνθήκες αυτές έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη ενός ακόμη πεδίου εξοπλισμού των οδών, αυτό του εξοπλισμού παρακολούθησης της κυκλοφορίας. Μέχρι τώρα στο πεδίο αυτό περιλαμβάνονταν μόνο οι ανιχνευτές για τους σκοπούς της φωτεινής σηματοδότησης, καθώς και κάμερες κλειστού τηλεοπτικού κυκλώματος σε επικίνδυνα σημεία, όπως σήραγγες ή γέφυρες. Η σύγχρονη παρακολούθηση αξιοποιεί τόσο τις υπάρχουσες, όσο και νέες τεχνολογίες για τους σκοπούς της, δηλαδή τη **μέτρηση πάσης φύσεως κυκλοφοριακών δεδομένων** και την **επιτήρηση της κυκλοφορίας**.

## 1.2 Ορισμός Φωτεινών Σηματοδοτών [ 1 ]

Συσκευές σημάτων που είναι γνωστές ως φανάρια , λάμπες κυκλοφορίας, συστήματα σήμανσης και είναι τοποθετημένες σε διασταυρώσεις δρόμων, διασταυρώσεις πεζών και άλλες θέσεις ώστε να ελέγχουν την ομαλή ροή κυκλοφορίας. Οι φωτεινοί σηματοδότες εναλλάσσουν το δικαίωμα του τρόπου χρήσης του οδικού δικτύου εμφανίζοντας τα φανάρια ενός τυποποιημένου χρώματος (κόκκινο, πορτοκαλί, πράσινο) χρησιμοποιώντας έναν παγκόσμιο κώδικα χρωμάτων ακόμα και για αυτούς που πάσχουν από αχρωματοψία.



### 1.3 Ιστορική Αναφορά [ 3 ]

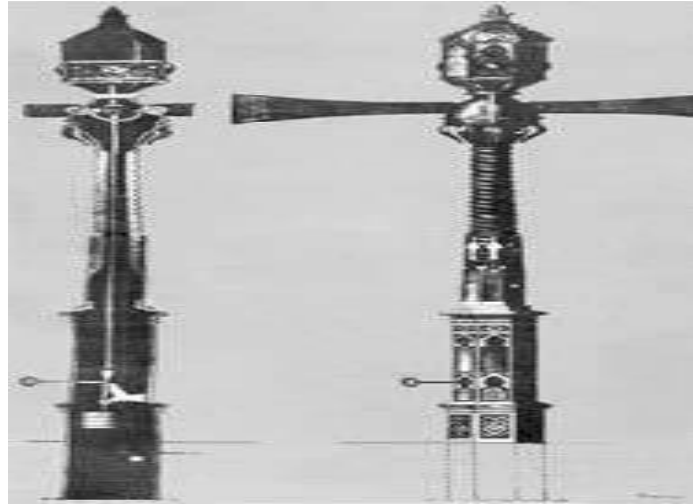
Το πρώτο φανάρι τοποθετήθηκε έξω από τη Βρετανική Βουλή στο Λονδίνο τον Δεκέμβρη του 1868. Το τοποθέτησε εκεί ο μηχανικός τρένων J. P. Knight. Ήταν ένα ανακατασκευασμένο σιδηροδρομικό φανάρι, με σηματοφόρους βραχίονες και με κόκκινες και πράσινες λάμπες. Οι λυχνίες αερίου ελέγχονταν από έναν μοχλό στη βάση τους, ώστε να φαίνεται προς την κυκλοφορία το κατάλληλο φως. Το ηλεκτρικό αυτόματο φανάρι κατασκευάστηκε στην Αμερική το 1912, εφευρέτης του θεωρείται ο αστυνομικός Lester Wire από το Οχάιο. Το 1914 η Αμερικάνικη Εταιρεία Φωτεινών Σηματοδοτών τοποθέτησε ένα σύστημα με δύο χρώματα, κόκκινο και πράσινο, και έναν βομβητή (buzzer) για να προειδοποιεί για τις αλλαγές. Εμπνευστής του ήταν ο James Hoge. Το συγκεκριμένο σύστημα επέτρεπε στην Αστυνομία και την Πυροσβεστική να ελέγχουν τα φανάρια σε περίπτωση ανάγκης. Το πρώτο τρίχρωμο φανάρι τεσσάρων κατευθύνσεων κατασκευάστηκε από τον αστυνομικό William Potts στο Ντιτρόιτ το 1920. Επειδή ήταν υπάλληλος της κυβέρνησης (αστυνομικός) δεν μπορούσε να πατεντάρει την εφεύρεση του. Έτσι, το 1922 ο T.E. Hayes κατοχύρωσε το "Συνδυασμένο οδηγό κυκλοφορίας και ρυθμιστικού σήματος" ("Combination traffic guide and traffic regulating signal").

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

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

Η πρώτη πόλη που συνέδεσε με υπολογιστές το σύστημα φαναριών των δρόμων της ήταν το Τορόντο το 1963. Τα χρώματα των φαναριών που αναπαριστούν σταμάτημα και ξεκίνημα ενδέχεται να προήλθαν από αυτά που ταυτοποιούσαν το λιμάνι (κόκκινο) και το στρίψιμο προς τα δεξιά (πράσινο) στη ναυσιπλοΐα. Σύμφωνα με τους κανόνες ναυτικής κυκλοφορίας, το πλοίο από τα αριστερά έπρεπε να σταματήσει για αυτό που έρχεται από τα δεξιά πράγμα που ισχύει πλέον και στην χερσαία κυκλοφορία. Τέλος, αξίζει να αναφερθούμε και στους φωτεινούς σηματοδότες με χρονόμετρο. Το σύστημα εισάχθηκε τη

δεκαετία του '90. Η αντίστροφη μέτρηση βοηθάει τους οδηγούς και τους πεζούς να ξέρουν πόσο χρόνο έχουν μέχρι να αλλάξει το φανάρι, ώστε να αποφασίσουν αν θα περάσουν τη διασταύρωση με ασφάλεια ή όχι.



**Εικόνα 1.1:** Ο πρώτος σηματοδότης βραχίονας σχεδιασμένος από τον JP Knight το 1868 στο Λονδίνο.



**Εικόνα 1.2:** Χειροκίνητος έλεγχος σηματοδότης από αστυνόμο.

### **1.3 Πεδίο εφαρμογής-Τοποθέτηση φωτεινών σηματοδοτών [ 1 ]**

Η φωτεινή σηματοδότηση εφαρμόζεται σε περιπτώσεις όπου

απαιτείται η ρύθμιση της διέλευσης ή μη κατά κύριο λόγο οχημάτων σε συγκεκριμένα σημεία της οδού, και για συγκεκριμένους λόγους. Τέτοιες περιπτώσεις είναι οι ακόλουθες:

- Ισόπεδοι κόμβοι με μεγάλους φόρτους κυκλοφορίας ή χωρίς ασφαλή διαμόρφωση, ή κόμβοι όπου επιθυμείται επενεργούμενη σηματοδότηση λόγω υψηλού φόρτου στη μία διεύθυνση και χαμηλού στην άλλη.
- Σε ισόπεδες διαβάσεις σιδηροδρόμων.
- Σε σταθμούς διοδίων για έγκαιρη επιλογή της κατάλληλης λωρίδας.
- Σε εισόδους αυτοκινητοδρόμων , για έλεγχο της προσπέλασης
- Στις προσβάσεις στενών τμημάτων με μία λωρίδα κυκλοφορίας όπως στενές γέφυρες ή σήραγγες ή περιοχές εκτέλεσης έργων ,για την εναλλάξ κίνηση των δυο αντιθέτων ρευμάτων κυκλοφορίας.
- Μπροστά από κινητές γέφυρες , για ακινητοποίηση των οχημάτων κυκλοφορίας.
- Σε περιπτώσεις εφαρμογής αντίθετης κατεύθυνσης λωρίδων, για υπόδειξη των επιτρεπόμενων λωρίδων κίνησης.
- Σε συνδυασμό με αυτόματες κινητές πύλες.
- Μέσα σε περιοχές φορτοεκφορτώσεων , για την ασφαλή κίνηση των οχημάτων.
- Μπροστά και κοντά σε σταθμούς έκτακτης ανάγκης , για παραχώρηση της προτεραιότητας.
- Σε διαβάσεις με αυξημένο φόρτο πεζών.
- Σε περιπτώσεις που απαιτείται απλή προειδοποίηση με παλλόμενη κίτρινη ένδειξη.

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

## 1.4 Σύστημα Σηματοδότησης [ 4, 5, 6, 7 ]

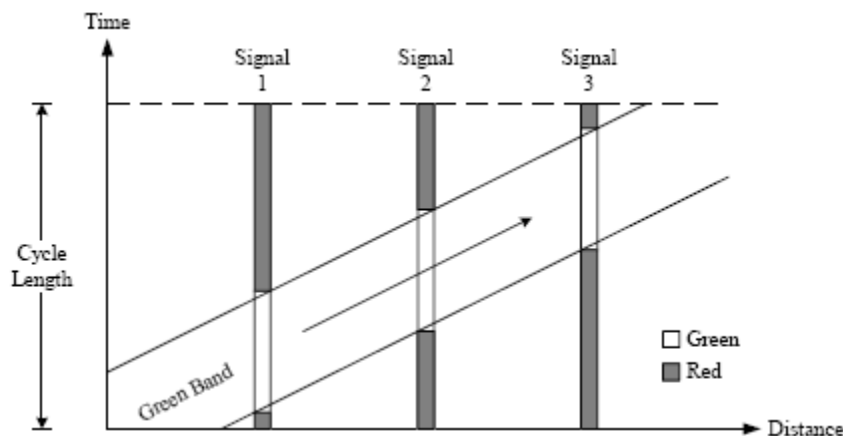
Μια διάκριση των συστημάτων γίνεται, με βάση τον τρόπο που ανταποκρίνονται στις τοπικές κυκλοφοριακές συνθήκες της περιοχής ελέγχου. Διακρίνονται οι ακόλουθες καταστάσεις λειτουργίας:

1. **Προκαθορισμένη (pre- timed):** Πρόκειται για την πιο βασική μορφή ελέγχου που υπάρχει. Το σύστημα διαθέτει μια βιβλιοθήκη

έτοιμων πλάνων σηματοδότησης, βασισμένων σε ιστορικά δεδομένα. Μια χειροκίνητη, εσωτερική, «ωρολογιακή» ρύθμιση επιβάλλει την εναλλαγή των πλάνων, με προκαθορισμένο τρόπο, στη διάρκεια της ημέρας (πρωινή/απογευματινή αιχμή και ώρες εκτός αιχμής). Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται κυκλικά, ώσπου να ενημερωθεί εκ νέου η βιβλιοθήκη με αναβαθμισμένα πλάνα, με χειροκίνητο πάλι τρόπο.

Τα συστήματα αυτά λειτουργούν χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τυχόν διακυμάνσεις της ζήτησης. Η ιδιότητα αυτή σε συνδυασμό με τη μονοτονία αυτών των συστημάτων, περιορίζουν την καταλληλότητα της χρήσης τους σε θέσεις με προβλέψιμη και όχι ιδιαίτερα μεγάλη ζήτηση.

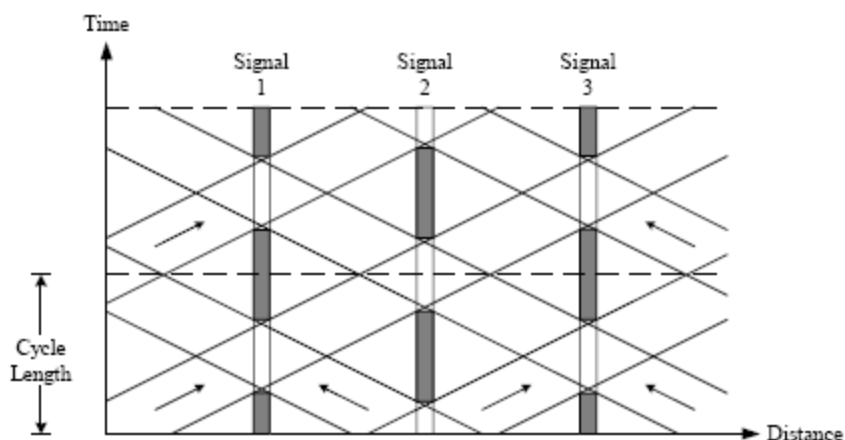
- 2. Συντονισμένη σηματοδότηση (coordinated) – Σχήματα ακολουθίας (progression schemes):** Η κατηγορία αυτή συστημάτων στηρίζεται στην έννοια του πράσινου κύματος (green wave), το συντονισμό δηλαδή μιας σειράς σηματοδοτών (συνήθως τρεις οι περισσότεροι) με σκοπό να επιτρέψουν συνεχόμενη κυκλοφοριακή ροή μέσω αρκετών σηματοδοτών, κατά μήκος μιας κύριας οδού, χωρίς την παρεμβολή κόκκινων ενδείξεων. Στο διάγραμμα χρόνου απόστασης που ακολουθεί, οι κατακόρυφες ταινίες αντιστοιχούν στις ενδείξεις διαδοχικών σηματοδοτών, όπως αυτές εναλλάσσονται στο χρόνο. Με τη βοήθεια ενός τέτοιου διαγράμματος μπορούν να υπολογιστούν οι χρονικές μετατοπίσεις (offsets) έτσι ώστε να προσφέρουν πράσινο κύμα στην επικρατούσα κυκλοφοριακή ροή.



**Εικόνα 1.3:** Πράσινο κύμα στη συντονισμένη σηματοδότηση.

Στην ιδανική περίπτωση, οι μόνες φορές που θα χρειαστεί κάποιος να σταματήσει θα είναι όταν θα χρειαστεί να στρίψει σε άλλη οδό ή όταν θα οδηγεί πολύ γρήγορα ή πολύ αργά. Ο συντονισμός μπορεί να γίνει με

τρόπο που να παρέχει προοδευτική διοχέτευση της κυκλοφορίας όχι μόνο στη μία, αλλά και στις δύο κατευθύνσεις.



Εικόνα 1.4: Πράσινο κύμα στις δύο κατευθύνσεις οδού.

Ειδικότερα, μπορούν να εφαρμοστούν οι ακόλουθοι τύποι ακολουθίας:

- **Ταυτόχρονη (simultaneous):** Κοινή περίοδος και ταυτόχρονη έναρξη της πράσινης ένδειξης σε όλους τους σηματοδότες του διαδρόμου. Τα οχήματα ξεκινούν ταυτόχρονα και προωθούνται κατά μήκος της οδού, μέχρι να υποχρεωθούν με κόκκινη ένδειξη να σταματήσουν, ταυτόχρονα και πάλι, προκειμένου να εξυπηρετηθούν και οι δευτερεύουσες κινήσεις. Ο τύπος αυτός ενδείκνυται, για ομοιόμορφα διατεταγμένες διασταυρώσεις, με μικρές ενδιάμεσες αποστάσεις της τάξης των 90- 150m.
- **Εναλλασσόμενη (Alternate):** Κοινή περίοδος και αντίθετη ένδειξη για κάθε δεύτερο σηματοδότη (ή ομάδα σηματοδοτών). Κατάλληλη για ομοιόμορφα διατεταγμένους κόμβους, ανά 300-600m, με σκοπό την κάλυψη της απόστασης μεταξύ διαδοχικών διασταυρώσεων, στο μισό της περιόδου. Επίσης, υπάρχει και η **διπλή εναλλασσόμενη** ακολουθία, όπου οι ενδείξεις είναι αντίθετες ανά δύο διαδοχικά ζεύγη κόμβων.
- **Περιορισμένη ή απλή (Limited or simple):** Εφαρμόζεται όταν η διάταξη μεταξύ των διασταυρώσεων, αλλά και η κυκλοφοριακή ροή στη διάρκεια της ημέρας, δεν είναι ομοιόμορφη. Στην περίπτωση αυτή η διάρκεια χρονικής περιόδου είναι κοινή, ωστόσο η χρονική μετατόπιση (offset) σε κάθε διασταύρωση διαφέρει άρα και η σχέση των ενδείξεων μεταξύ των σηματοδοτών ποικίλει.
- **Ευέλικτη (Flexible):** Η διαφορά της από την απλή είναι ότι, εκτός από τις διαφορετικές χρονικές μετατοπίσεις μεταξύ των

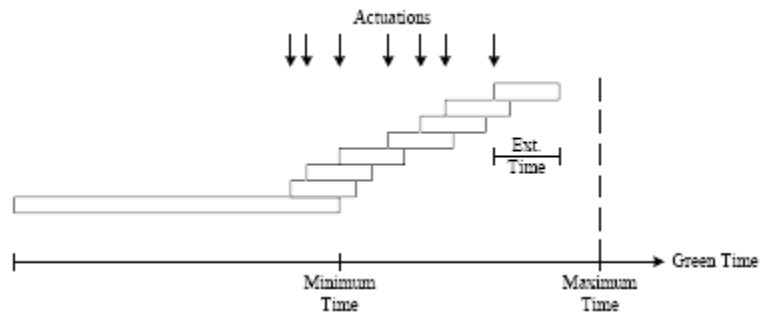
διασταυρώσεων, η διάρκεια της κοινής χρονικής περιόδου μπορεί επίσης να αλλάξει, ώστε να αντανakλά τα μεταβαλλόμενα κυκλοφοριακά μοτίβα.

- 3. Επενεργούμενη (actuated):** Σε αυτή τη μορφή ελέγχου, οι διάρκειες των φάσεων καθορίζονται με βάση τη ζήτηση που καταγράφεται στις προσβάσεις του κόμβου, μέσω ανιχνευτών (συνήθως επαγωγικών βρόγχων). Ο σηματοδότης ενεργοποιείται με την ανίχνευση κίνησης οχημάτων σε κάποιο κλάδο, δίνοντας του προτεραιότητα. Επίσης, μπορεί να παραλείψει τη φάση που δίνει προτεραιότητα σε μια κίνηση, εφόσον δεν ανιχνεύονται οχήματα στη συγκεκριμένη πρόσβαση. Όταν παρατηρούνται ουρές αναμονής και στις δύο προσβάσεις, τότε ο σηματοδότης επανέρχεται στην προκαθορισμένη λειτουργία. Ο χρόνος πρασίνου για κάθε πρόσβαση μπορεί να ποικίλει μεταξύ κάποιας ελάχιστης και κάποιας μέγιστης διάρκειας ανάλογα με την κυκλοφορία. Το σύστημα έχει την δυνατότητα να παρατείνει τη διάρκεια της πράσινης ένδειξης, πέραν της προκαθορισμένης τιμής, διευκολύνοντας για παράδειγμα ένα όχημα που προσεγγίζει το σηματοδότη, ο οποίος πρόκειται να αλλάξει σε κίτρινη ένδειξη, να περάσει τη διασταύρωση.

Στο ακόλουθο σχήμα φαίνεται πώς μπορεί να παραταθεί ο χρόνος πρασίνου σε ένα σύστημα επενεργούμενου ελέγχου. Οι παράμετροι που υπεισέρχονται είναι η ελάχιστη και η μέγιστη διάρκεια πρασίνου και η διάρκεια της παράτασης.

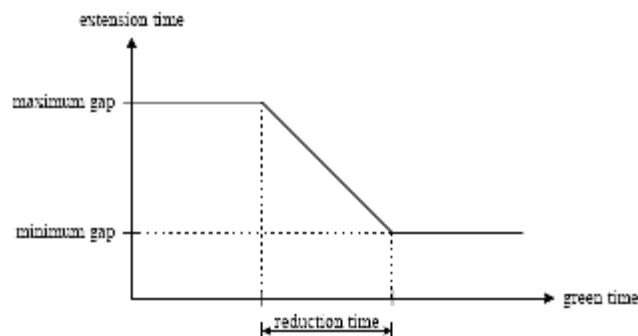
Ανεξαρτήτως της ζήτησης, το πράσινο διατηρείται τουλάχιστον για την προκαθορισμένη ελάχιστη διάρκεια. Αν ανιχνευτεί κάποιο όχημα και ο χρόνος πρασίνου που απομένει είναι λιγότερος από το χρόνο παράτασης, η ένδειξη παρατείνεται από τη στιγμή της επενέργειας για διάστημα ίσο με αυτό της προβλεπόμενης παράτασης.

Αυτό, μπορεί να επαναλαμβάνεται, όπως φαίνεται στο σχήμα, με το τέλος της ένδειξης να καθυστερεί, για το ίδιο διάστημα για κάθε επενέργεια. Η ένδειξη θα τερματιστεί είτε όταν δεν προκύπτει νέα επενέργεια, δηλαδή δεν ανιχνεύονται πλέον οχήματα, στη διάρκεια της τελευταίας παράτασης, είτε όταν η προκαθορισμένη μέγιστη διάρκεια πρασίνου παρέλθει.



**Εικόνα 1.5:** Παράταση διάρκειας πράσινης ένδειξης σε φάση επενέργειας.

Ο χρόνος παράτασης συχνά αναφέρεται ως *διάκενο (gap time)*, γιατί επιβάλλεται όταν το όχημα έχει χρονικό κενό από το προηγούμενο, μικρότερο από την τιμή αυτή. Συνήθως ισούται με το χρόνο διαδρομής από το σημείο ανίχνευσης μέχρι τη διασταύρωση, ώστε να επαρκεί ακριβώς, για την διέλευση του οχήματος που ανιχνεύεται. Μπορεί ωστόσο, να κυμαίνεται και ως συνάρτηση του εναπομένοντος χρόνου πρασίνου μειώνοντας τη διάρκεια παράτασης, καθώς ο μέγιστος επιτρεπόμενος χρόνος προσεγγίζεται. Αυτό συνήθως γίνεται σε περιπτώσεις που οι ανιχνευτές τοποθετούνται μακριά από τη διασταύρωση, οπότε απαιτείται μεγαλύτερη διάρκεια παράτασης στην αρχή της φάσης για να διασφαλιστεί η ασφαλής διέλευση των οχημάτων, ενώ μια βραχύτερη παράταση είναι επαρκής πλησιάζοντας στο τέλος της φάσης. Το επόμενο σχήμα αποδίδει αυτή τη μείωση του διάκενου.



**Εικόνα 1.6:** Παράδειγμα φθίνουσας συνάρτησης της παράτασης πρασίνου.

Η αυτονομία που παρέχεται από αυτής της μορφής τα συστήματα προφανώς, είναι κατάλληλη για τοπική μόνο εφαρμογή, γιατί σε μεγαλύτερο εύρος ενός δικτύου θα προκαλούσε μεγάλα προβλήματα και καθυστερήσεις. Διακρίνονται δύο περιπτώσεις επενεργούμενου ελέγχου:

- **Ημι- επενεργούμενος (semi- actuated):** Είναι καταλληλότερος για τοποθεσίες, όπου η δευτερεύουσα οδός

χαρακτηρίζεται από μικρό όγκο κυκλοφορίας. Η πράσινη ένδειξη στην κύρια οδό διατηρείται, εκτός και αν ανιχνευτεί κάποια ζήτηση σε κάποια δευτερεύουσα πρόσβαση. Τότε, η πρόσβαση αυτή λαμβάνει προτεραιότητα και μόλις εξυπηρετηθεί (δηλαδή δεν ανιχνεύονται άλλα οχήματα) η προτεραιότητα επιστρέφει στην κύρια οδό. Το ίδιο θα συμβεί και στην περίπτωση που εξακολουθούν να υπάρχουν οχήματα στη δευτερεύουσα οδό, το ανώτατο όμως χρονικό όριο, για την εξυπηρέτηση αυτής, έχει ξεπεραστεί.

- **Πλήρως επενεργούμενος (full actuated):** Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις με λιγότερο προβλέψιμες αναλογίες ζήτησης στους κλάδους μιας διασταύρωσης. Τοποθετούνται ανιχνευτές σε όλες τις προσβάσεις του κόμβου, για τη μέτρηση της κυκλοφοριακής ροής. Ανάλογα με την παρατηρούμενη ζήτηση σε κάθε διασταυρούμενη οδό, ρυθμίζεται η προτεραιότητα των κινήσεων.

**4. Ανταποκρινόμενη στην κυκλοφορία (traffic responsive):** Η μορφή αυτή λειτουργίας βρίσκει εφαρμογή σε όλα τα επίπεδα ελέγχου (μεμονωμένη διασταύρωση, αρτηρία ή δίκτυο), καθώς σε κατάσταση ανταπόκρισης στην κυκλοφορία μπορεί να λειτουργεί ένας μεμονωμένος σηματοδότης ή ένα δίκτυο σηματοδοτών. Οι πληροφορίες (inputs) που λαμβάνονται από τους ανιχνευτές, αποδίδουν την τρέχουσα κυκλοφοριακή κατάσταση και χρησιμοποιούνται από το σύστημα, προκειμένου να επιλεγεί το καταλληλότερο χρονικό πλάνο σηματοδότησης, για τις συνθήκες αυτές, από μία βιβλιοθήκη έτοιμων διαφορετικών πλάνων. Η διαδικασία αυτή επιλογής κατάλληλου πλάνου σηματοδότησης επαναλαμβάνεται κάθε 15 λεπτά περίπου. Συνεπώς, ο έλεγχος με ανταπόκριση στην κυκλοφορία είναι αφενός επενεργούμενος (γιατί ανταποκρίνεται στην τρέχουσα ζήτηση), αφετέρου έχει την ιδιότητα να κάνει αντιστοίχιση μοτίβου (pattern matching), συγκρίνοντας τα τρέχοντα δεδομένα που λαμβάνει με τα αποθηκευμένα κυκλοφοριακά προφίλ που διαθέτει.

**5. Προσαρμοζόμενη στην κυκλοφορία (adaptive control):** Όπως και τα προηγούμενα (επενεργούμενα και ανταποκρινόμενα) συστήματα, απαντούν στην τρέχουσα ζήτηση, η λογική τους όμως μπορεί να διαχειριστεί περισσότερες παραμέτρους, παρά να μεταβάλλει απλά τη διάρκεια των ενδείξεων. Πρόκειται για τα πλέον προηγμένα συστήματα έως σήμερα, που εξακολουθούν να εξαπλώνονται σε εφαρμογές και να εξελίσσονται, καθώς



ξεφεύγουν πια από τον περιορισμό των αποθηκευμένων πλάνων και λειτουργούν εντός γραμμής (on line) υπολογίζοντας βέλτιστα χρονικά πλάνα σε κάθε 5-10 λεπτά. Τα κυκλοφοριακά δεδομένα συλλέγονται σε όλες τις προσβάσεις του κόμβου και το σύστημα τα χρησιμοποιεί για να εκτιμήσει τις συνθήκες και να ανταποκριθεί σε **πραγματικό χρόνο (real time)** με προσαρμογές περιόδου και splits, που καθορίζουν την κατανομή του χρόνου στις διάφορες φάσεις. Η λειτουργία ακολουθεί τη λογική βελτιστοποίησης, κατανέμοντας τον χρόνο πρασίνου ώστε, να μεγιστοποιηθούν μεγέθη όπως η εξερχόμενη ροή οχημάτων ή να ελαχιστοποιηθούν κάποια άλλα, όπως καθυστερήσεις και στάσεις.

Η προσαρμοζόμενη λογική μπορεί επίσης να λειτουργεί προνοητικά, προβλέποντας μελλοντικές συνθήκες, με βάση τις μετρήσεις των ανιχνευτών και ιστορικές τάσεις και διευθετώντας κατάλληλα τις ρυθμίσεις των σηματοδοτών.

## 1.5 Είδη φωτεινών ενδείξεων [ 1, 18 ]

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

Στην Ελλάδα όπως και παγκοσμίως εφαρμόζονται τρία διαφορετικά χρώματα κόκκινο, κίτρινο και πράσινο. Κατά τον ελληνικό κώδικα οδικής κυκλοφορίας ( Κ.Ο.Κ.) υπάρχουν οι παρακάτω ενδείξεις:

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

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



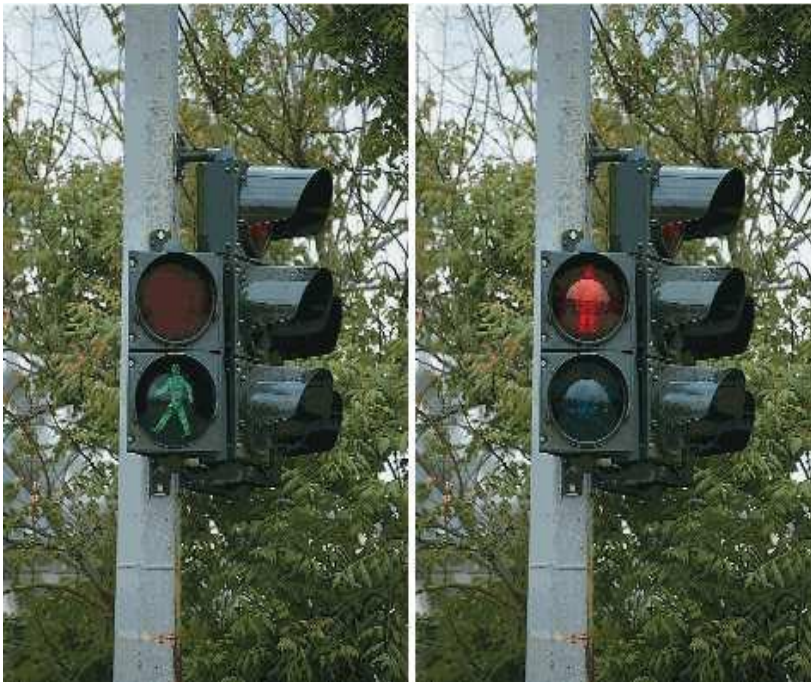
**Εικόνα 1.7:** Τυπική μορφή φωτεινού σηματοδότη(κυκλικής μορφής).



**Εικόνα 1.8:** Τυπική μορφή φωτεινού σηματοδότη (βέλη πορείας).



**Εικόνα 1.9:** Συνδυασμός κυκλικής μορφής και βέλη πορείας.



**Εικόνα 1.10:** Φωτεινή σηματοδότηση πεζών.

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

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



Εικόνα 1.11: Φωτεινός σηματοδότησης για ποδήλατα.

## 1.6 Τύποι συστημάτων παρακολούθησης [ 2 ]

Ο εξοπλισμός των συστημάτων παρακολούθησης της κυκλοφορίας μπορεί να κατηγοριοποιηθεί στους παρακάτω τύπους:

- **Μαγνητικοί ανιχνευτές:** Είναι παγκοσμίως ο ευρύτερα χρησιμοποιούμενος τύπος, με κύρια εφαρμογή τους σηματοδοτούμενους κόμβους. Χρησιμοποιούνται για μέτρηση κυκλοφοριακών δεδομένων.
- **Αισθητήρες ανίχνευσης έξω από το οδόστρωμα:** Είναι συσκευές που τοποθετούνται επάνω από το οδόστρωμα, εφαρμόζοντας διάφορες τεχνολογίες όπως μικροκύματα, λέιζερ ή υπέρυθρες ακτινοβολίες. Χρησιμοποιούνται και αυτοί για μέτρηση κυκλοφοριακών δεδομένων.
- **Κλειστά αναλογικά κυκλώματα τηλεόρασης:** Η γνωστή πρακτική όπου αναλογικές κάμερες αποστέλλουν την εικόνα σε οθόνες του κέντρου διαχείρισης, για άμεση παρακολούθηση από το προσωπικό.
- **Ψηφιακή επεξεργασία εικόνας:** Η πιο σύγχρονη τεχνική, όπου ψηφιακές κάμερες αποστέλλουν την εικόνα σε υπολογιστικά συστήματα τόσο για εξαγωγή κυκλοφοριακών δεδομένων, όσο και για διαπίστωση ειδικών συμβάντων, σε κάθε περίπτωση μετά από ηλεκτρονική επεξεργασία της εικόνας.

Στο παρόν Κεφάλαιο θα παρουσιαστούν συνοπτικά οι παραπάνω τύποι συστημάτων.

### 1.6.1 Μαγνητικοί Ανιχνευτές [ 2 ]

Οι σπουδαιότεροι εκπρόσωποι αυτής της κατηγορίας είναι οι ανιχνευτές βρόχου. Η εφαρμογή των ανιχνευτών αυτών ήταν πολύ συνηθισμένη σε σηματοδοτούμενους κόμβους για τις ανάγκες της επενέργειας, αλλά πλέον έχει επεκταθεί και στο πεδίο της παρακολούθησης της κυκλοφορίας, και ειδικότερα για την απόκτηση κυκλοφοριακών δεδομένων.

Οι εν λόγω ανιχνευτές είναι συσκευές που αποτελούνται από ένα βρόχο καλωδίου, τοποθετημένου κάτω από την οδική επιφάνεια, ο οποίος διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Ένα όχημα που διέρχεται επάνω από το καλώδιο λειτουργεί ως πυρήνας στο πηνίο, μεταβάλλοντας τη χωρητικότητά του, και με αυτό τον τρόπο πιστοποιεί την διέλευση του.



### **Εικόνα 1.12:** Ζεύγη μαγνητικών ανιχνευτών βρόχου.

Στοιχεία που είναι δυνατόν να μετρηθούν με τη βοήθεια των ανιχνευτών βρόχου είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος, η κατανομή κατά λωρίδα, η πυκνότητα των οχημάτων και οι χρονικοί διαχωρισμοί. Επίσης, όπως φαίνεται στην **Εικόνα 1.12**, τοποθετώντας τους βρόχους σε ζεύγη κατά μήκος της λωρίδας είναι δυνατή και η μέτρηση της ταχύτητας, όπως και του μήκους κάθε οχήματος, επιτρέποντας την κατηγοριοποίηση της κυκλοφορίας κατά τύπο οχημάτων.

Επιπλέον, προχωρημένες τεχνικές διαχείρισης των εν λόγω συστημάτων ανίχνευσης χρησιμοποιούν την προαναφερθείσα ικανότητα μέτρησης του μήκους για ταυτοποίηση της διέλευσης του ίδιου οχήματος σε επόμενα σημεία, επιτρέποντας έτσι την εξαγωγή συμπερασμάτων για τους χρόνους διαδρομής και τις μέσες ταχύτητες κίνησης στην οδό. Το ποσοστό σφάλματος στην αναγνώριση των οχημάτων με αυτή τη μέθοδο δεν ξεπερνάει το 5%. Παρομοίως, η ταυτοποίηση της διέλευσης ενός οχήματος μπορεί να πραγματοποιηθεί και με τη βοήθεια του μαγνητικού «αποτυπώματος» που αφήνει κάθε ξεχωριστό όχημα κατά τη διέλευσή του από κάθε βρόχο. Με τη διασπορά σημείων ανίχνευσης σε ένα οδικό δίκτυο ή στις εισόδους και εξόδους αυτοκινητοδρόμων είναι δυνατή η εξαγωγή δεδομένων σχετικά με την προέλευση και προορισμό των μετακινήσεων.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης μαγνητικών ανιχνευτών βρόχου ως συστήματα παρακολούθησης είναι η απλότητα και το χαμηλό κόστος εγκατάστασης, όπως και η δεδομένη εμπειρία από την πολύχρονη χρήση τους. Επίσης, δίνουν αξιόπιστα αποτελέσματα, ενώ η λειτουργία τους δεν επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες. Μειονέκτημά τους είναι η ανάγκη επέμβασης επάνω στην οδό, τόσο για την εγκατάσταση, όσο και για τη συντήρησή τους.

### **1.6.2 Συσκευές ανίχνευσης έξω από το οδόστρωμα [ 2 ]**

Ως εναλλακτική λύση στους μαγνητικούς ανιχνευτές βρόχου στο πεδίο της απόκτησης κυκλοφοριακών δεδομένων, έχουν επινοηθεί και χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι συσκευών ανίχνευσης, τοποθετούμενοι έξω από το οδόστρωμα. Το χαρακτηριστικό όλων αυτών των συσκευών είναι η παρακολούθηση επάνω ή δίπλα από την οδό, με τοποθέτηση σε δικές τους ή υπάρχουσες διατάξεις στήριξης. Κατά συνέπεια, δεν απαιτείται η παρενόχληση της κυκλοφορίας κατά την εγκατάσταση, λειτουργία και συντήρηση των διατάξεων αυτών. Μερικές από τις διατάξεις που μπορούν να συναντηθούν είναι:

• **Ανιχνευτές μικροκυμάτων:** Κατά τη λειτουργία τους εκπέμπουν μικροκύματα και μετρούν τη μεταβολή στη συχνότητα του ανακλώμενου επάνω στην επιφάνεια παρακολούθησης σήματος. Η μεταβολή αυτή είναι ανάλογη με την ταχύτητα των οχημάτων και μπορεί να υπολογιστεί με μεγάλη ακρίβεια. Ωστόσο, η μέτρηση είναι δυνατή μόνο σε περίπτωση ελαφράς κυκλοφορίας. Σε πυκνή, αργή ή στάσιμη κυκλοφορία η λειτουργία είναι προβληματική έως αδύνατη.



Εικόνα 1.13: Ανιχνευτής μικροκυμάτων.

• **Ανιχνευτές υπερήχων:** Υπολογίζουν την απόσταση από τα οχήματα, με τη βοήθεια υπερήχων που ανακλώνται επάνω σε αυτά και στο οδόστρωμα. Η λειτουργία τους παρεμποδίζεται από παράσιτα πηγών θορύβου.



Εικόνα 1.14: Ανιχνευτής υπερήχων.

• **Ενεργητικοί ανιχνευτές υπέρυθρων:** Εκπέμπουν μία σειρά από αόρατες υπέρυθρες ακτίνες και αναλύουν τις αντανακλάσεις από τις λείες επιφάνειες των οχημάτων. Μπορούν να μετρήσουν κυκλοφοριακούς φόρτους και ταχύτητες οχημάτων.

• **Παθητικοί ανιχνευτές υπέρυθρων:** Υπολογίζουν τις μεταβολές στη θερμική ακτινοβολία που προκαλούνται σε ένα συγκεκριμένο πεδίο λήψης. Οι ανιχνευτές αυτοί μπορούν να λειτουργήσουν υπό οποιοσδήποτε συνθήκες κυκλοφορίας, απαιτούν πολύ λίγη ενέργεια και το κόστος τους είναι εξαιρετικά ανταγωνιστικό, ωστόσο πάσχουν στην ακρίβεια υπολογισμού της ταχύτητας.



**Εικόνα 1.15:** Παθητικός ανιχνευτής υπερύθρων.

- **Ανιχνευτές λέιζερ:** Χρησιμοποιούν ακτινοβολία τύπου λέιζερ για να υπολογίσουν την απόσταση από τα οχήματα, ενώ είναι ικανοί να προσδιορίσουν και το περίγραμμά τους. Υπολογίζουν με μεγάλη ακρίβεια φόρτους, ταχύτητα και ταξινόμηση κατά τύπο οχήματος, αλλά το κόστος τους καθιστά απαγορευτική τη μαζική τους χρήση.



**Εικόνα 1.16:** Ανιχνευτής λέιζερ.

Κάθε τύπος από τους προαναφερθέντες παρουσιάζει διάφορα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, καθώς και διάφορες δυνατότητες ανίχνευσης συγκεκριμένων στοιχείων κυκλοφορίας, ενώ σημαντική παράμετρος στη λειτουργία τους είναι και οι περιβαλλοντικές συνθήκες. Για τη διεύρυνση των δυνατοτήτων ανίχνευσης μπορούν να συνδυαστούν επιμέρους τεχνολογίες, όπως παθητικοί ανιχνευτές υπερύθρων μαζί με υπέρηχους ή μικροκύματα. Πάντως, από τους προαναφερθέντες τύπους ο μόνος που διαθέτει την ικανότητα αναγνώρισης οχημάτων, οπότε μπορεί και να εφαρμοστεί για επεναυτοποίηση, σε αναλογία με τους ανιχνευτές βρόχου, είναι οι ανιχνευτές με λέιζερ, το κόστος των οποίων, όμως, είναι πού υψηλό. Κατά συνέπεια, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι οι ανιχνευτές βρόχου μάλλον θα παραμείνουν για αρκετό καιρό ακόμη οι δημοφιλέστεροι, με τους ανιχνευτές εκτός οδοστρώματος να αποτελούν απλώς εναλλακτική λύση όπου δεν είναι δυνατή η εφαρμογή τους.



### 1.6.3 Κλειστά αναλογικά κυκλώματα τηλεόρασης [ 2 ]

Η χρήση κλειστών κυκλωμάτων τηλεόρασης αποτελεί την πιο συνηθισμένη μέθοδο επιτήρησης σε οποιοδήποτε πεδίο, οπότε και η επιτήρηση της κυκλοφορίας δεν θα μπορούσε να αποτελεί εξαίρεση στον κανόνα. Μία σειρά από αναλογικές κάμερες, που εφαρμόζονται κατά μήκος μίας οδού ή σε συγκεκριμένα σημεία ενός οδικού δικτύου, μεταφέρει την εικόνα σε οθόνες στο κέντρο διαχείρισης, όπου το προσωπικό μπορεί να παρακολουθήσει άμεσα τη διεξαγωγή της κυκλοφορίας, ενώ είναι δυνατή και η εγγραφή σε βίντεο.

Ασφαλώς η μέθοδος αυτή παρακολούθησης, τουλάχιστον άμεσα, μπορεί να εφαρμοστεί μόνο για επίβλεψη, και όχι για απόκτηση κυκλοφοριακών δεδομένων. Κατά την επίβλεψη της κυκλοφορίας με τη μέθοδο κλειστού κυκλώματος παρακολούθησης, το προσωπικό του κέντρου διαχείρισης είναι σε θέση να διαπιστώσει διάφορες προβληματικές καταστάσεις όπως ατυχήματα, συμφορήσεις, παράνομα ή προβληματικά κινούμενα οχήματα, δυσμενείς καιρικές συνθήκες, και να αντιδράσει άμεσα, γνωρίζοντας και το πραγματικό μέγεθος του προβλήματος. Σαν απλά παραδείγματα, σε περίπτωση κυκλοφοριακής συμφόρησης σε κάποιο σημείο αυτοκινητοδρόμου το προσωπικό μπορεί να κανονίσει εύκολα και άμεσα την απεικόνιση ενός προειδοποιητικού μηνύματος σε πινακίδα μεταβλητών μηνυμάτων, ή να κινήσει άμεσα τις απαραίτητες διαδικασίες σε περίπτωση ατυχήματος.

Σημαντικός, επίσης, είναι ο ρόλος της επίβλεψης και στην περίπτωση των σηράγγων, όπου ένα ατύχημα ή μία δυσλειτουργία του μηχανολογικού εξοπλισμού μπορεί να αποβούν εξαιρετικά επικίνδυνα. Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία στην απόδοση του όλου συστήματος επίβλεψης είναι η κατάλληλη τοποθέτηση των καμερών. Αυτή εξαρτάται τόσο από τις απαιτήσεις της επίβλεψης, όσο και από τις δυνατότητες της ίδιας της συσκευής που επιλέγεται. Υπάρχουν συσκευές με δυνατότητες περιστροφής κατά τον οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα, καθώς και μεγέθυνσης και εστίασης διαφόρων βαθμών, άμεσα χειριζόμενες σε πραγματικό χρόνο από το προσωπικό του κέντρου. Αυτές οι διατάξεις, βέβαια, απαιτούν πιο σύνθετη υποδομή επικοινωνίας, αλλά επιτρέπουν την κάλυψη ευρύτερης και μεγαλύτερου μήκους περιοχής, μέχρι και 800 m βάθους. Σοβαρό ελάττωμα της μεθόδου επίβλεψης με κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης αποτελεί η δυσκολία λήψης στο σκοτάδι και υπό δυσμενείς συνθήκες ορατότητας, όπως βροχή, χιόνι, ομίχλη, σκόνη, καπνός. Επειδή, δε, είναι αυτές οι περιπτώσεις που καθίσταται ίσως περισσότερο χρήσιμη η επιτήρηση, αρκετοί κατασκευαστές έχουν προχωρήσει στη δημιουργία συσκευών λήψης με υπέρυθρες ακτίνες, που διαθέτουν βελτιωμένες σχετικές ικανότητες, όπως φαίνεται στις **Εικόνες 1.17 έως 1.19**.



**Εικόνα 1.17:** Άποψη υπό συνήθεις συνθήκες ορατότητας.



**Εικόνα 1.18:** Νυχτερινή άποψη με κάμερα βραχέων υπερύθρων.



**Εικόνα 1.19:** Νυχτερινή άποψη με κάμερα μακρών υπερύθρων.

#### **1.6.4 Παρακολούθηση με ψηφιακή επεξεργασία εικόνας [ 2 ]**

Η εφαρμογή συστημάτων ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας αποτελεί την πιο σύγχρονη, αποτελεσματική και συγχρόνως ολοκληρωμένη μέθοδο παρακολούθησης της κυκλοφορίας. Κατά τη μέθοδο αυτή, όπως και στην περίπτωση των κλειστών κυκλωμάτων τηλεόρασης, λαμβάνεται εικόνα από την οδό με τη βοήθεια κάμερας και αναπαράγεται σε οθόνες του κέντρου διαχείρισης. Πλην όμως, η εικόνα αυτή εισάγεται και σε κατάλληλη ηλεκτρονική υπολογιστική μονάδα, όπου και υφίσταται επεξεργασία για τη λήψη όλων των επιθυμητών στοιχείων, παρακάμπτοντας τον ανθρώπινο παράγοντα. Η παρακολούθηση της κυκλοφορίας με ψηφιακή επεξεργασία εικόνας μπορεί να χρησιμοποιηθεί **τόσο για εξαγωγή κυκλοφοριακών δεδομένων, όσο και για επιτήρηση της κυκλοφορίας.**

Η αρχή λειτουργίας του συστήματος φαίνεται στην **Εικόνα 1.20**. Κατά την εγκατάσταση του συστήματος, αφού οριστικοποιηθεί η θέση της κάμερας και ξεκινήσει η λήψη της εικόνας, ο χειριστής ορίζει στην οθόνη γραμμές και περιοχές ανίχνευσης, ανάλογα με τα στοιχεία που είναι επιθυμητό να λαμβάνονται. Μόλις κάποιο όχημα πατήσει κάποια γραμμή ή εισέλθει σε κάποια περιοχή, ανιχνεύεται. Στη συνέχεια, μία σειρά από αλγόριθμους αναλαμβάνει να επεξεργαστεί περαιτέρω την εικόνα και να

εξάγει όλα τα επιθυμητά στοιχεία, απεικονίζοντάς τα στην οθόνη, αλλά και αποθηκεύοντάς τα για δημιουργία διαχρονικών δεδομένων.



**Εικόνα 1.20:** Εικόνα λειτουργίας συστήματος ψηφιακήςεπεξεργασίας εικόνας. Διακρίνονται οι γραμμές ανίχνευσης.

Συνοπτικά, οι δυνατότητες που παρέχονται από τη χρήση ενός σχετικού συστήματος μπορεί να είναι:

- *Μέτρηση κυκλοφοριακών φόρτων*
- *Μέτρηση ταχύτητας οχημάτων και μέσης ταχύτητας κίνησης*
- *Κατανομή κυκλοφορίας κατά λωρίδα*
- *Χωρικοί και χρονικοί διαχωρισμοί*
- *Πυκνότητα κυκλοφορίας*
- *Εκτίμηση μήκους οχημάτων και αντίστοιχη ταξινόμηση φόρτων*
- *Αναγνώριση παρουσίας οχημάτων σε προσβάσεις κόμβων*
- *Μέτρηση μήκους ουράς αναμονής σε προσβάσεις κόμβων*
- *Αναγνώριση συμφορήσεως*
- *Αναγνώριση προβληματικής κίνησης οχημάτων, όπως υψηλή ή χαμηλή ταχύτητα και απότομη μεταβολή της, στάση, αντίθετη κίνηση*
- *Ανίχνευση αντικειμένων στο οδόστρωμα*
- *Ανίχνευση καπνού ή ομίχλης*
- *Δυνατότητα παρακολούθησης οχήματος βάσει διαστάσεων και χρώματος*

Βέβαια, μία εγκατάσταση ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας δεν είναι απαραίτητο να περιλαμβάνει όλες τις προαναφερθείσες δυνατότητες ταυτόχρονα, παρά μόνο όσες χρειάζονται σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση. Συνήθως το διαθέσιμο λογισμικό διατίθεται σε τρεις διαφορετικές δυνατότητες, **για μέτρηση κυκλοφοριακών δεδομένων**, **για ανίχνευση περιστατικών (επιτήρηση)** και **για διαχείριση σηματοδοτούμενων κόμβων**.

Κατά τη **μέτρηση κυκλοφοριακών δεδομένων** μπορούν να μετρηθούν διάφορα στοιχεία όπως ο κυκλοφοριακός φόρτος, οι ταχύτητες των οχημάτων, η κατανομή κατά λωρίδα, οι χωρικοί και

χρονικοί διαχωρισμοί, η πυκνότητα κυκλοφορίας. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα μέτρησης του μήκους κάθε οχήματος, με αντίστοιχη κατανομή της κυκλοφορίας κατά κατηγορία. Τα στοιχεία μήκους σε συνδυασμό με το χρώμα, επιτρέπουν και την ταυτοποίηση της διέλευσης ενός συγκεκριμένου οχήματος από επόμενα παρακολουθούμενα σημεία, για την εξαγωγή μέσων ταχυτήτων και χρόνων διαδρομής, όπως και δεδομένων προέλευσης και προορισμού, σε αναλογία με τα όσα εκτέθηκαν σχετικά με τους μαγνητικούς βρόχους στην Παράγραφο 1.3. Το πλεονέκτημα είναι ότι με τη βοήθεια του λογισμικού όλα αυτά τα στοιχεία μπορούν να παρουσιαστούν σε διάφορες μορφές, καθώς και να αποθηκευτούν και να χρησιμοποιηθούν για εξαγωγή διαχρονικών στοιχείων, εντελώς αυτόματα.



**Εικόνα 1.21:** Παρουσίαση στοιχείων κυκλοφορίας.

Η **ανίχνευση διαφόρων ειδών περιστατικών** πραγματοποιείται και αυτή αυτόματα, με τη δυνατότητα διαπίστωσης συμφόρησης, σταματημένων ή κινούμενων αντίθετα οχημάτων, αντικειμένων στο οδόστρωμα.



**Εικόνα 1.22:** Ανίχνευση περιστατικού.

Με την ανίχνευση κάποιου περιστατικού ενημερώνεται το προσωπικό του κέντρου, το οποίο έχει βέβαια τη δυνατότητα να επιβεβαιωθεί και ιδίως όμμασι από την οθόνη του, διαπιστώνοντας το είδος και την έκτασή του και αποφασίζοντας για τις ενέργειες στις οποίες θα προβεί. Απλώς δεν απαιτείται η συνεχής επαγρύπνησή του, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των κλειστών κυκλωμάτων τηλεόρασης. Ιδιαίτερη εφαρμογή της δυνατότητας ανίχνευσης περιστατικών μπορεί να πραγματοποιηθεί σε επικίνδυνα σημεία, όπως οι σήραγγες, **Εικόνα 1.23.**



**Εικόνα 1.23:** Ανίχνευση σταματημένου οχήματος σε σήραγγα.

Τέλος, κατά τη δυνατότητα της **διαχείρισης σηματοδοτούμενων κόμβων** το σύστημα επεξεργασίας έχει τη δυνατότητα ανίχνευσης οχημάτων που αναμένουν ή προσεγγίζουν στην παρακολουθούμενη πρόσβαση, τη μέτρησή τους, καθώς και την εκτίμηση του μήκους ενδεχόμενης ουράς. Τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιούνται στη διαχείριση της επενεργούμενης σηματοδότησης.



**Εικόνα 1.24:** Ανίχνευση αναμένοντων οχημάτων σε σηματοδότη.

Βασικοί παράγοντες στην αποτελεσματικότητα και αξιοπιστία της ηλεκτρονικής παρακολούθησης είναι το είδος και η θέση των **συσκευών λήψης εικόνας** που χρησιμοποιούνται. Καθώς η ποιότητα της γραφικής επεξεργασίας εξαρτάται από την αντίστοιχη της εικόνας, οι κάμερες που χρησιμοποιούνται στα συστήματα ψηφιακής επεξεργασίας απαιτείται να είναι μεγαλύτερης ευκρίνειας σε σχέση με τις κοινές κάμερες των κλειστών κυκλωμάτων. Έγχρωμες κάμερες είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν, αλλά είναι εν γένει λιγότερο ευαίσθητες σε σχέση με τις ασπρόμαυρες.



**Εικόνα 1.25:** Τύποι συσκευών λήψης εικόνας για εφαρμογές ψηφιακής επεξεργασίας.

Η βέλτιστη θέση κάθε κάμερας εξαρτάται από το είδος της εφαρμογής, καθώς και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Γενικά οι κάμερες θα πρέπει να είναι τοποθετημένες όσο το δυνατό υψηλότερα, και στο κέντρο της ζώνης ανίχνευσης. Εναντίο δεν είναι δυνατό, προτιμάται η τοποθέτηση κοντά στην εσωτερική λωρίδα, καθώς με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται το γεγονός βραδέα και ογκώδη οχήματα να κλείνουν το οπτικό πεδίο στις παρακείμενες λωρίδες. Η απευθείας πρόσπτωση του ηλιακού φωτός επάνω στο φακό θα πρέπει να αποφεύγεται. Το οπτικό πεδίο εξαρτάται από το ύψος τοποθέτησης, όπως και από το εύρος ανοίγματος του φακού. Ενδεικτικά, για την ανίχνευση σταματημένων οχημάτων η ζώνη ανίχνευσης συνήθως περιορίζεται σε 350 m σε ανοιχτές οδούς και σε 15 φορές το ύψος της κάμερας μέσα σε σήραγγες. Επίσης, μία κάμερα με σχεδόν κατακόρυφη τοποθέτηση (κοιτάζοντας προς τα κάτω) παρέχει σαφέστερη διάκριση των διαδοχικών οχημάτων, μειώνοντας τα σφάλματα αναγνώρισης καθότι φαίνονται τα διάκενα μεταξύ τους, αλλά το εξαιρετικά περιορισμένο πεδίο λήψης την καθιστά ακατάλληλη για επιτήρηση.

Τέλος, αναφέρεται ότι, όπως και στην περίπτωση των κλειστών κυκλωμάτων, έτσι και εδώ βασική αδυναμία της μεθόδου είναι η δυσκολία ανίχνευσης σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού ή περιορισμένης ορατότητας. Ομοίως, αντιμετώπιση του προβλήματος επιτυγχάνεται με χρήση τεχνολογιών όπως οι υπέρυθρες ακτινοβολίες.

### **1.6.5 Παρακολούθηση με τη βοήθεια καρτών ανταπόκρισης οχημάτων [ 2 ]**

Πέρα από τις προαναφερθείσες, μία ακόμη μέθοδος που εφαρμόζεται σε αρκετές περιοχές του κόσμου και χρίζει αναφοράς είναι και η παρακολούθηση με τη βοήθεια καρτών ανταπόκρισης στο εσωτερικό των οχημάτων. Η μέθοδος αυτή είναι ευρύτερα γνωστή με τη μορφή της ηλεκτρονικής χρέωσης διοδίων. Οι οδηγοί που επιθυμούν την αποφυγή της ταλαιπωρίας στάσης σε σταθμούς διοδίων εφοδιάζονται με μία ειδική κάρτα, την οποία τοποθετούν στο εσωτερικό του οχήματος. Σε κάθε σταθμό διοδίων υπάρχει ειδικός αναγνώστης, που αναγνωρίζει το συγκεκριμένο όχημα βάσει της κάρτας και χρεώνει το σχετικό αντίτιμο στον οδηγό. Η δυνατότητα αυτή αναγνώρισης κάθε συγκεκριμένου οχήματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ταυτόχρονα και για την ταυτοποίηση της διέλευσης του οχήματος και από επόμενους σταθμούς ανάγνωσης, παρέχοντας κυκλοφοριακά δεδομένα. Βέβαια, η μέθοδος αυτή προφανώς συνεργάζεται μόνο με τα εφοδιασμένα με κάρτα οχήματα, άρα τα αξιόπιστα δεδομένα που μπορεί να παρέχει είναι πολύ φτωχά, περιοριζόμενα μόνο σε μέσες ταχύτητες και χρόνους

διαδρομής. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή είναι και αντίστοιχα απλή, φθηνή και εύκολης εφαρμογής, καθώς απαιτεί απλώς την τοποθέτηση αναγνωστών σε οποιοδήποτε πρόσφορο σημείο (μαζί με την υποδομή επικοινωνίας, βέβαια) και αξιοποιεί την ήδη υπάρχουσα υποδομή χρηστών-κατόχων κάρτας.



**Εικόνα 1.26:** Λειτουργία συστήματος παρακολούθησης με κάρτες ανταπόκρισης οχημάτων.

## **2. Ο Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής (PLC) Allen Bradley ControlLogix [ 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19 ]**

### **2.1 Εισαγωγή [ 8 ]**

Η τεχνική του αυτοματισμού μέχρι πριν τρεις δεκαετίες περίπου, βασιζόταν στο μεγαλύτερο μέρος της στα συστήματα συρματωμένης λογικής. Δηλαδή, η λειτουργία του αυτοματισμού στηριζόταν στην συρμάτωση ανάμεσα στα διάφορα στοιχεία (π.χ. επαφές, πηνία, ρελέ, χρονικά κ.λπ., για αυτοματισμούς με ρελέ, πύλες AND, πύλες OR κ.λπ., για αυτοματισμούς με ηλεκτρικές πλακέτες).

Επομένως, ένας πίνακας αυτοματισμού μπορούσε να κατασκευασθεί, μόνον όταν είχε τελειώσει οριστικά η μελέτη, δηλ. το συνδεσμολογικό σχέδιο. Επιπλέον, κάθε μετέπειτα αλλαγή είχε σαν αποτέλεσμα αντίστοιχη αλλαγή στην συρμάτωση (τροποποίηση του πίνακα), με τα γνωστά προβλήματα, π.χ. αν φτάνουν ή όχι οι ελεύθερες επαφές των ρελέ, αν υπάρχει χώρος για προσθήκη νέου υλικού κ.λπ.

Σήμερα, τα συστήματα προγραμματιζόμενης λογικής, με κύριους εκπρόσωπους στη βιομηχανία τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές, έχουν πια εκτοπίσει τελείως τα προηγούμενα συστήματα αυτοματισμού.

Οι ελεγκτές προγραμματιζόμενης λογικής έκαναν την εμφάνιση τους στην αγορά στα τέλη του 1960, επιβαλλόμενοι τόσο από τις παραγωγικές διαδικασίες που απαιτούσαν όλο και πιο πολύπλοκη λογική στα συστήματα ελέγχου, όσο και από την πρόοδο στην βιομηχανία της ηλεκτρονικής που μπορούσε να προμηθεύσει τους κατασκευαστές με τα απαραίτητα στοιχεία (μνήμες, επεξεργαστές, A/D μετατροπείς, κτλ.).

Τα πρώτα PLC είχαν την δυνατότητα επεξεργασίας μόνο ψηφιακών σημάτων και βέβαια ο προγραμματισμός τους δεν ήταν, όπως συνηθίσαμε να λέμε, φιλικός στον χρήστη. Για παράδειγμα, η αποθήκευση του προγράμματος γινόταν σε κασέτες. Η δεκαετία του 70 ήταν η εποχή όπου τα PLC άρχιζαν να εγκαθίστανται δειλά -δειλά στην βιομηχανία, ενώ η καθιέρωση τους ήρθε την επόμενη δεκαετία (1980). Η παρουσία του προσωπικού υπολογιστή από το 1982 και μετά, από την μία μεριά προσέφερε απεριόριστες δυνατότητες και ευκολίες στην δημιουργία και τον έλεγχο προγραμμάτων, ενώ από την άλλη απείλησε τα PLC που κινδύνευαν προσωρινά από συστήματα ελέγχου με προσωπικούς υπολογιστές (PC based automation). Όμως το τοπίο ξεκαθάρισε οριστικά στα τέλη της δεκαετίας όπου τόσο τα PLC, όσο και οι H/Y απέκτησαν την θέση τους στις παραγωγικές διαδικασίες με σαφές πλεονέκτημα υπέρ των PLC.

Στα συστήματα προγραμματιζόμενης λογικής, η κατασκευή και συρμάτωση του πίνακα είναι ανεξάρτητη από τη λειτουργία που πρόκειται να εκτελέσει ο αυτοματισμός, με άλλα λόγια η μελέτη δεν αποτελεί προϋπόθεση. Πάνω στις κλέμες του ελεγκτή συνδέονται όλα τα στοιχεία, που δίνουν εντολές (τερματικοί διακόπτες, μπουτόν κλπ.), καθώς και όλα τα στοιχεία που δέχονται εντολές (πηνία, ρελέ ισχύος κινητήρων, λυχνίες κλπ.).

Η λειτουργία του αυτοματισμού προγραμματίζεται στην μνήμη του ελεγκτή, ακόμα και την τελευταία στιγμή, πριν από τη θέση σε λειτουργία. Επομένως η μελέτη (πρόγραμμα) μπορεί να γίνεται παράλληλα με την επιλογή του υλικού και την κατασκευή του πίνακα.



Αν στην συνέχεια χρειαστεί να γίνουν αλλαγές στη λειτουργία, γεγονός σύνηθες στον αυτοματισμό, τότε αυτές γίνονται πολύ απλά «διορθώνοντας» το πρόγραμμα, χωρίς να χρειαστεί να επέμβουμε τη συρμάτωση του πίνακα.

Αυτή η ευελιξία στις μετατροπές και οι πολλές τους δυνατότητες αποτελούν το σπουδαιότερο πλεονέκτημα των ελεγκτών προγραμματιζόμενης λογικής στην τεχνική του αυτοματισμού.

Τέλος, από τις αρχές του 1990 έως σήμερα η ανάπτυξη των ελεγκτών προγραμματιζόμενης λογικής είναι αλματώδης και χαρακτηρίζεται από δίκτυα υψηλών ταχυτήτων, ταχύτατους και πανίσχυρους κεντρικούς επεξεργαστές.

## **2.2 Πλεονεκτήματα Προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών [ 8 ]**

- Μεγιστοποιούν την ταχύτητα της διαδικασίας παραγωγής και κατά συνέπεια μειώνουν πολύ γρήγορα το χρόνο απόσβεσης της εγκατάστασης.
- Στο στάδιο της μελέτης δεν υπάρχει πρόβλημα αν επαρκούν ή όχι οι επαφές των ρελέ, των χρονικών ή των εξωτερικών τερματικών.
- Η λειτουργία του αυτοματισμού μπορεί να αλλάξει πολύ εύκολα σε οποιοδήποτε στάδιο (μελέτη, κατασκευή, θέση σε λειτουργία ή αργότερα).
- Ο εντοπισμός βλαβών διευκολύνεται γιατί για κάθε εξωτερική εντολή υπάρχει αντίστοιχο LED. Επίσης, η ροή του αυτοματισμού μπορεί να παρακολουθείται άνετα, με τη βοήθεια μιας συσκευής προγραμματισμού.
- Έχουν τη δυνατότητα επέκτασης. Δηλαδή αν προστεθεί κάποια καινούρια διαδικασία ή χρειάζεται κάποιος επιπλέον έλεγχος, μπορεί με την προσθήκη των κατάλληλων καρτών εισόδων/εξόδων (I/O), το ίδιο το PLC να την πραγματοποιήσει.
- Ο αυτοματισμός παραδίδεται συντομότερα σε λειτουργία, επειδή η μελέτη μπορεί να γίνεται παράλληλα με την τοποθέτηση και συρμάτωση του ελεγκτή.
- Δεν υπάρχει το γνωστό πρόβλημα των «μη ενημερωμένων» σχεδίων του πίνακα αυτοματισμού μετά από λίγο καιρό. Ο ελεγκτής έχει

πάντα κρατημένο «μέσα του» το τελευταίο πρόγραμμα, το οποίο μπορεί να διαβαστεί με μία συσκευή προγραμματισμού ή να εκτυπωθεί σε χαρτί.

- Υπάρχει σημαντική οικονομία στο χώρο, τη συντήρηση (δεν υπάρχουν μηχανικές επαφές) και την κατανάλωση ενέργειας.
- Η τοποθέτηση μπορεί να γίνει χωρίς κίνδυνο και μέσα σε πεδία ισχύος.
- Ένας ελεγκτής μπορεί να συνδεθεί με περιφερειακές μονάδες για επιτήρηση έλεγχο της εγκατάστασης (οθόνη, εκτυπωτής, πληκτρολόγιο), καταργώντας το κλασικό μιμικό διάγραμμα και τον πίνακα χειρισμών. Επίσης, μπορεί να συνδεθεί με ηλεκτρονικό υπολογιστή για ανταλλαγή στοιχείων.
- Η γλώσσα προγραμματισμού είναι προσαρμοσμένη στο βιομηχανικό αυτοματισμό και άρα είναι προσιτή στο προσωπικό που μέχρι σήμερα συντηρούσε τους κλασσικούς πίνακες αυτοματισμού.
- Όλες οι κάρτες είναι τοποθετημένες στον ίδιο δίαυλο επικοινωνίας (bus), πράγμα που επιταχύνει την διαδικασία ανταλλαγής πληροφοριών. Τα PLC έχουν σχεδόν απεριόριστη διάρκεια ζωής λόγω των ασθενών ρευμάτων που χρησιμοποιούν. Ταυτόχρονα συμβάλουν στην οικονομικότερη, από πλευράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, λειτουργία της εγκατάστασης.

### **2.3 Στάδια εργασίας στον προγραμματιζόμενο αυτοματισμό [ 8 ]**

Στην επίλυση ενός προβλήματος αυτοματισμού με ένα ελεγκτή συναντάμε τρία στάδια. Παρακάτω περιγράφονται τα στάδια αυτά, ενώ παράλληλα παρουσιάζεται η αντιστοιχία που έχουν με σύστημα συρματωμένης λογικής (π.χ. αυτοματισμός με ρελέ).

Προγραμματιζόμενη λογική

1. Επιλογή ελεγκτή προγραμματιζόμενης λογικής.
2. Τοποθέτηση ελεγκτή σε πίνακα. Συρμάτωση εξωτερικών στοιχείων της εγκατάστασης (τερματικοί, μπουτόν, διακόπτες, ενδ. λυχνίες, ρελέ ισχύος, κ.λπ.), πάνω στις κλέμες του ελεγκτή.
3. Προγραμματισμός.

Συρματωμένη λογική

1. Επιλογή βοηθητικού ρελέ, χρονικών, κ.λπ. που χρειάζονται για τον αυτοματισμό, βάσει του συνδεσμολογικού σχεδίου.
2. Απλή τοποθέτηση του υλικού (βοηθητικά ρελέ, χρονικά) μέσα στον πίνακα. Συρμάτωση των εξωτερικών στοιχείων της εγκατάστασης ελεγκτή (τερματικοί, μπουτόν, διακόπτες, ενδ. λυχνίες, ρελέ ισχύος, βαλβίδες κ.λπ.) πάνω στην κλεμοσειρά του πίνακα.
3. Συρμάτωση του υλικού αυτοματισμού (βοηθητικά ρελέ, χρονικά) μέσα στον πίνακα μεταξύ τους, σύμφωνα με το συνδεσμολογικό σχέδιο.

## **2.4 Δομή Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή [ 8 ]**

Η επιλογή ενός ελεγκτή προγραμματιζόμενης λογικής (τύπος -μέγεθος -κόστος) εξαρτάται κυρίως από το πλήθος των στοιχείων που δίνουν εντολή σ' αυτόν (είσοδοι) και το πλήθος των στοιχείων που δέχονται εντολή απ' αυτόν (έξοδοι), καθώς και από το πλήθος των λειτουργιών που απαιτείται να κάνει ο αυτοματισμός (μέγεθος προγράμματος, απαιτούμενη μνήμη και δυνατότητες της κεντρικής μονάδας).

Ανεξάρτητα, όμως, από τον τύπο και το μέγεθος, σε κάθε ελεγκτή συναντάμε τα εξής απαραίτητα στοιχεία:

- Πλαίσιο για τοποθέτηση των μονάδων.
- Μονάδα τροφοδοσίας.
- Κεντρική μονάδα (CPU) με τον μικροεπεξεργαστή και την μνήμη για το πρόγραμμα.
- Μονάδες εισόδων.
- Μονάδες εξόδων.

### **2.4.1 Κεντρικό πλαίσιο (Σασί) [ 11, 12 ]**

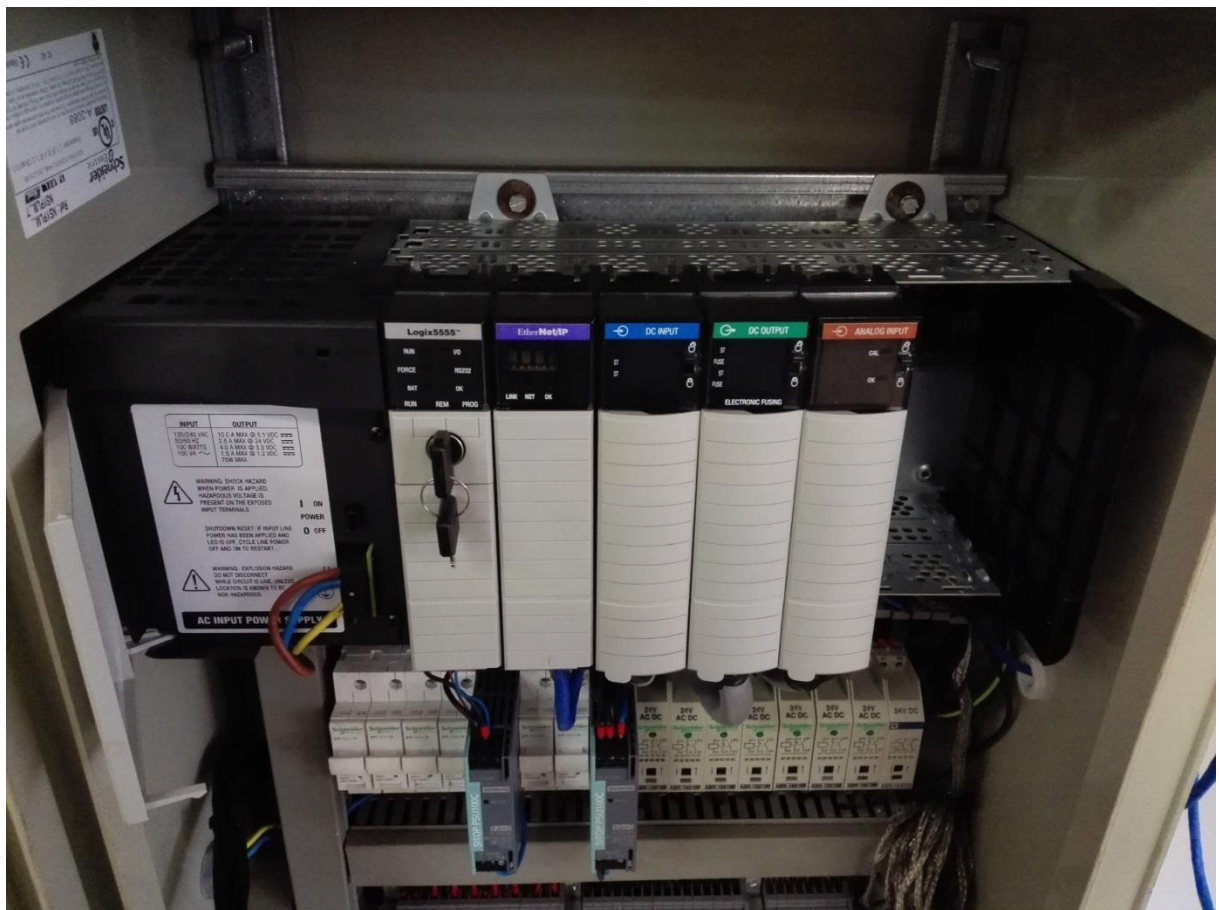
Περιγραφή:

Το σύστημα ControlLogix® είναι ένα αρθρωτό σύστημα που απαιτεί ένα 1756 I/O σασί όπου μπορούν να τοποθετηθούν διάφορες μονάδες στις υποδοχές. Τα σασί είναι διαθέσιμα με 4, 7,

10, 13, και 17 θέσεις, για τυπικές εφαρμογές όπου οι θερμοκρασίες κυμαίνονται από 0...60 ° C. Το εύρος θερμοκρασίας για τη σειρά C σασί είναι από -25 ... 70 ° C (-13 ... 158 ° F). Μπορούμε να τοποθετήσουμε οποιαδήποτε μονάδα της επιλογής μας σε οποιαδήποτε υποδοχή. Η βασική μονάδα σασί παρέχει τις ακόλουθες δυνατότητες:

- Επικοινωνία υψηλής ταχύτητας μεταξύ των ενοτήτων.
- Διανομή ισχύος σε κάθε μονάδα όπου τοποθετείται στο σασί.
- Επικοινωνία μεταξύ πολλαπλών ελεγκτών που μπορούν να τοποθετηθούν σε αυτό το σασί.
- Μηνύματα τα οποία μπορούν να διέρχονται μεταξύ και μέσα από πολλαπλές μονάδες διεπαφής επικοινωνίας που στεγάζονται στο σασί.

Επιπλέον στο σασί βρίσκεται τοποθετημένο το τροφοδοτικό.



**Εικόνα 2.1:** Κεντρικό πλαίσιο (Σασί).

### Τεχνικές Προδιαγραφές

Ρεύμα βασικής μονάδας, σασί / υποδοχή max @ 1.2V DC	1.5 A/-
Ρεύμα βασικής μονάδας, σασί / υποδοχή max @ 3.3V DC	4 A/4 A
Ρεύμα βασικής μονάδας, σασί / υποδοχή max @ 5.1V DC	15 A/6 A
Ρεύμα βασικής μονάδας, σασί / υποδοχή max @ 24 V DC	2.8 A/2.8 A
Μέγιστη κατανάλωση ισχύος	4.5 W
Τάση γαλβανικής απομόνωσης	Καθορίζεται από την εγκατεστημένη παροχή ηλεκτρικού ρεύματος και τις μονάδες
Θέσεις	7
Μέθοδος τοποθέτησης	Μόνο οριζόντια
Διαστάσεις	50.8 x 60.9 x 20.3 cm
Βάρος κατά προσέγγιση	1.10 kg
Τοποθεσία	Πίνακας
Χαρακτηριστικά καλωδίων	Λειτουργική Γείωση - 8,3 mm <sup>2</sup> στερεά ή πολύκλινα καλώδια χαλκού εκτιμάται σε 90 °C ή υψηλότερη
IEC Κωδική ονομασία	T5

## 2.4.2 Προτύπη AC τροφοδοσία ρεύματος [ 10 ]



Εικόνα 2.2: Προτύπη AC τροφοδοσία ρεύματος.

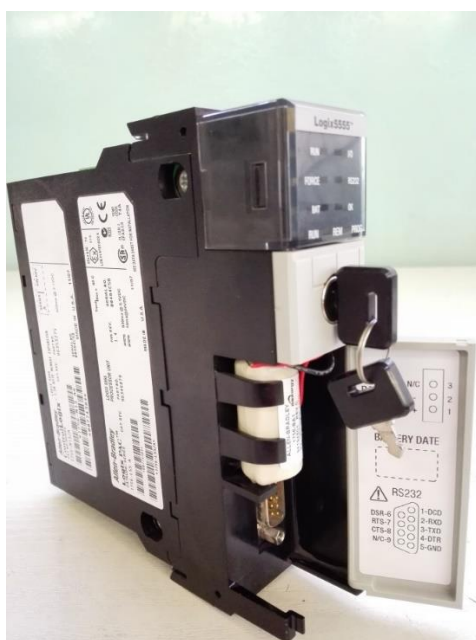
### Τεχνικά Χαρακτηριστικά –1756-PA72

Εύρος τάσης εισόδου	85...265V AC
Τάση εισόδου, ονομαστική	120V/240V AC
Φάσμα συχνοτήτων εισόδου	47...63 Hz
Ισχύς εισόδου, μέγιστη	100VA/100 W
Ισχύς εξόδου, μέγιστη	75 W @ 0...60 °C
Κατανάλωση ενέργειας	25 W @ 0...60 °C
Κατανάλωση ισχύος	85.3 BTU/hr
Χρόνος αναμονής	5 κύκλοι @ 85V AC, 50/60 Hz 6 κύκλοι @ 120V AC, 50/60 Hz 6 κύκλοι @ 200V AC, 50/60 Hz 6 κύκλοι @ 240V AC, 50/60 Hz
Ρεύμα εισροής, μέγιστο	20 A
Τρέχουσα χωρητικότητα στα 1.2V DC	1.5 A
Τρέχουσα χωρητικότητα στα 3.3V DC	4 A
Τρέχουσα χωρητικότητα στα 5.1V DC	10 A
Τρέχουσα χωρητικότητα στα 24V DC	2.8 A

Προστασία από υπερένταση, μέγιστη	Που παρέχει ο χρήστης 15 A
Ηλεκτρική ασφάλεια	Μη αντικαταστάσιμες ασφάλειες είναι συγκολλημένες στη θέση τους
φορτίο του μετασχηματιστή, μέγιστο	100VA
Τάση απομόνωσης	250V (συνεχής), τύπος ενισχυμένης μόνωσης Ο τύπος έχει δοκιμαστεί @ 3500V DC για 60 sec, με ισχύ εισόδου από τη βασική μοναδα περίπου
Βάρος, κατά προσέγγιση	0.95 kg
Διαστάσεις	14.0 x 11.2 x 14.5 cm
Τοποθεσία της μονάδας	Στην Αριστερή πλευρά του σασί 1756
Σασί	1756-A4, 1756-A7, 1756-A10, 1756-A13, 1756-A17
Μέγεθος καλωδίου	2,5 mm <sup>2</sup> (14 AWG) στερεά ή πολύκλινα καλώδια χαλκού εκτιμάται στους 90 ° C (194 ° F) ή μεγαλύτερη, 1,2 mm (3/64 in.) Μόνωση μέγιστη
Κατηγορία καλωδίου	1 - στις θύρες τροφοδοσίας
Βόρειοαμερικανός κωδικός θερμοκρασίας	T4
Τύπος ταξινόμησης στο έγκλειστο μέρος	Κανένα (ανοιχτού τύπου)

### 2.4.3 Ο Ελεγκτής ControlLogix σειράς 1756 [ 13 ]

Ο ελεγκτής ControlLogix® παρέχει μια επεκτάσιμη λύση ελεγκτή που είναι σε θέση να αντιμετωπίσει ένα μεγάλο ποσό των εισόδων/εξόδων (I/O) καρτών. Μπορούμε να τοποθετήσουμε τον ελεγκτή ControlLogix σε οποιαδήποτε υποδοχή ενός ControlLogix I/O σασί, και να εγκαταστήσουμε πολλαπλούς ελεγκτές στο ίδιο σασί. Οι ελεγκτές ControlLogix μπορεί να παρακολουθούν και ελέγχουν I/O σε όλη την πλακέτα βάσης ControlLogix, καθώς και πάνω από τις συνδέσεις του δικτύου.



**Εικόνα 2.3:** Ελεγκτής ControlLogix σειράς 1756 (CPU).

1756-155 M13 Προδιαγραφές

Μνήμη		Κάρτα Μνήμη	Ένταση ρεύματος βασικής μονάδας		Κατανάλωση ισχύος	Απαγωγή θερμότητας	Βάρος, περ.
Δεδομένα και Λογική	Ναί		@ 5.1 V DC	@ 24V DC			
1.5 MB	208 KB	Ναί	1.23 A	0.014 A	5.6 W	19.1 BTU/hr	0.35 kg



## 2.4.4 1756-ENBT/B Ethernet / IP Προδιαγραφές δικτύου [ 9 ]



Εικόνα 2.4: Κάρτα Ethernet.

### Συνδέσεις επικοινωνίας

Ένα σύστημα ControlLogix χρησιμοποιεί συνδέσεις να δημιουργήσουν διαύλους επικοινωνίας μεταξύ των συσκευών. Οι τύποι των συνδέσεων περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Ελέγχει τις τοπικές μονάδες I / O ή τοπικές μονάδες επικοινωνίας.
- Ελέγχει τις απομακρυσμένες μονάδες I / O ή μονάδες με απομακρυσμένη επικοινωνία.
- Παράγει και καταναλώνει ετικέτες.
- Προωθεί μηνύματα.
- Επιτρέπει την πρόσβαση ελεγκτή με την εφαρμογή Studio 5000.
- Επιτρέπει την πρόσβαση ελεγκτή με το λογισμικό RSLinx® για HMI ή άλλες εφαρμογές.

Μας επιτρέπει έμμεσα τον καθορισμό του αριθμού των συνδέσεων που χρησιμοποιεί ο ελεγκτής, ρυθμίζοντας τον ελεγκτή για να επικοινωνεί με άλλες συσκευές στο δίκτυο. Το όριο των συνδέσεων μπορεί να επαναπροσδιοριστεί από την μονάδα επικοινωνίας που χρησιμοποιούν για την σύνδεση οι συσκευές. Εάν μια διαδρομή μηνύματος διέρχεται μέσω μίας μονάδας επικοινωνίας, η σύνδεση η

οποία έχει σχέση με το μήνυμα επίσης μετράει ως προς το όριο σύνδεσης της εν λόγω μονάδας επικοινωνίας.

### Ethernet / IP Δίκτυο

Το βιομηχανικό πρωτόκολλο δικτύου Ethernet (Ethernet / IP) είναι ένα ανοιχτό πρότυπο βιομηχανικής δικτύωσης που υποστηρίζει τόσο σε πραγματικό χρόνο επικοινωνία I/O όπως και ανταλλαγής μηνυμάτων μεταξύ αυτών. Το Ethernet / IP δίκτυο χρησιμοποιεί την off-the-shelf Ethernet τσιπ επικοινωνίας και φυσικά μέσα.

### Ethernet/IP Προδιαγραφές Δικτύου

Συνδέσεις		Μη συνδεδεμένα CIP μηνύματα (backplane + ethernet)
TCP	CIP	
64	128	64+64

### Ethernet / IP Προδιαγραφές δεδομένων

Ετικέτες (μεταβλητές) που παράγονται/καταναλώνονται		Socket Services	Υποστήριξη SNMP (Απαιτείται κωδικός)	Ανίχνευση εις διπλούν IP (Αρχίζοντας αναθεώρηση)
Μέγιστος αριθμός Multicast Ετικετών	Unicast που διατίθεται σε λογισμικό RS Logix 5000			
32	Version 16.03.00 or later	Όχι	Ναι	Revision 3.3

### Ethernet / IP Προδιαγραφές τιμών πακέτων

Αναθεώρηση firmware	Έκδοση λογισμικού	Έκδοση λογισμικού RSLinx	Χωρητικότητα τιμών πακέτων(πακέτ α/sec)	Υποστήριξη για	Ολοκληρωμένη κίνηση

	RSLogix x 5000		I/O	HMI/MS G	Επέκτασ η σε άλλο περιβάλ λον	στους άξονες Ethernet / IP του δικτύου
οποιαδήπ οτε	08.02.0 0 ή νεότερη	2.30 ή νεότερη	500 0	900	Όχι	N/A

## 2.4.5 Προδιαγραφές των 1756-ControlLogix I/O [ 14 ]

Η αρχιτεκτονική ControlLogix® παρέχει ένα ευρύ φάσμα των μονάδων εισόδου και εξόδου ώστε να καλύπτουν πολλές εφαρμογές, από την υψηλή ψηφιακή ταχύτητα για την επεξεργασία ελέγχου. Η αρχιτεκτονική ControlLogix χρησιμοποιεί την τεχνολογία παραγωγού-καταναλωτή, η οποία επιτρέπει την είσοδο των πληροφοριών και την κατάσταση της παραγωγής να μοιράζεται μεταξύ πολλών ελεγκτών ControlLogix.

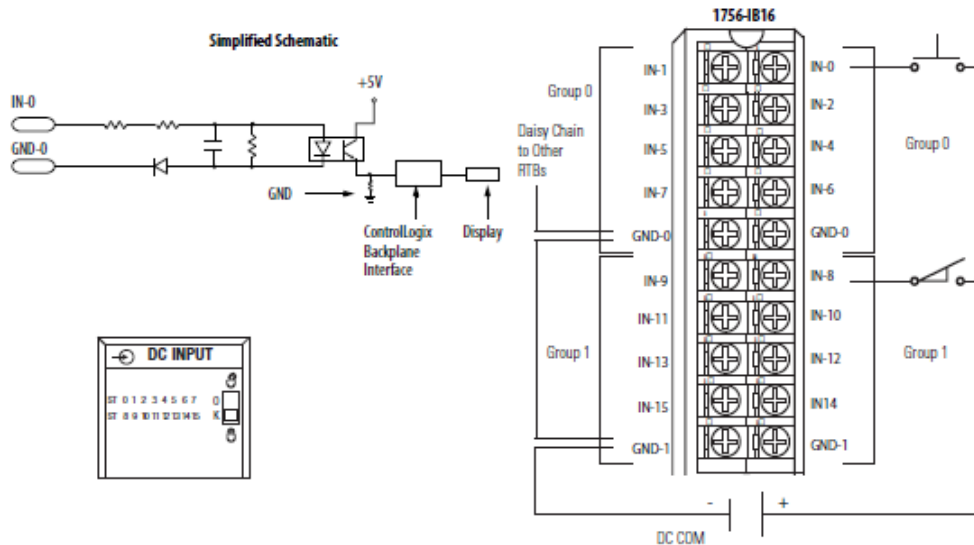
Κάθε ControlLogix μονάδα I/O που τοποθετείται σε ένα ControlLogix σασί, και απαιτεί είτε ένα αφαιρούμενο μπλοκ ακροδεκτών (RTB) ή μια 1492 μονάδα διασύνδεσης (IFM) για να συνδεθεί ο πλευρικός τομέας με την καλωδίωση. Τα RTB και IFMs δεν συμπεριλαμβάνονται με τις μονάδες I / O. Θα πρέπει να παραγγελθεί ξεχωριστά.



**Εικόνα 2.5:** 1) Κάρτα ψηφιακών εισόδων. 2) Κάρτα ψηφιακών εξόδων 3) Κάρτα αναλογικών εισόδων.

## 1756-IB16

ControlLogix DC (10...31.2V) μονάδα εισόδου.



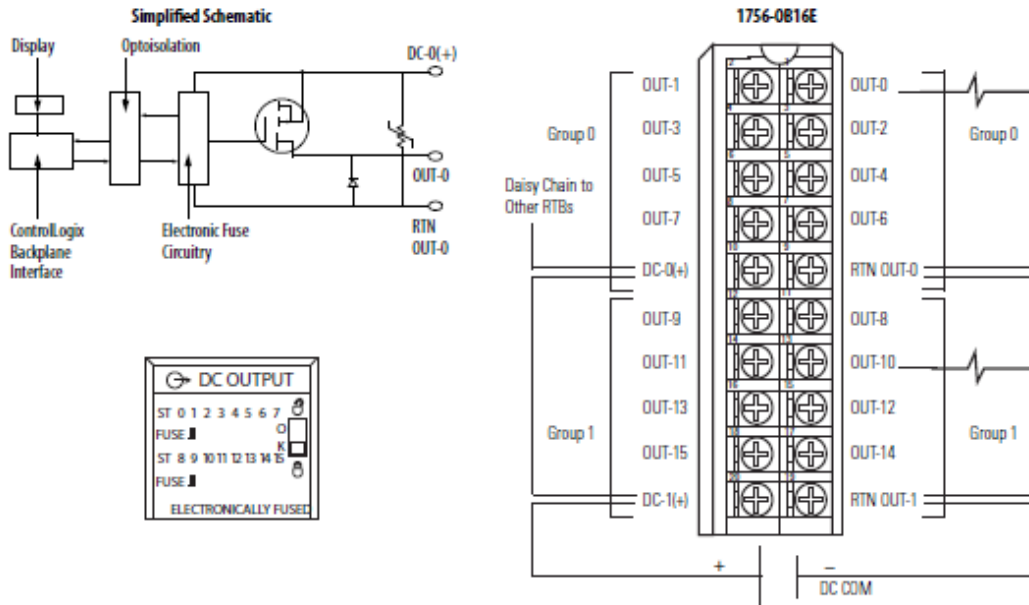
### Τεχνικά Χαρακτηριστικά – 1756 IB16

Είσοδοι	16 (8 σημεία / ομάδα)
Κατηγορία τάσης	12 / 24V DC βύθισης
Λειτουργικό εύρος τάσης	10...31.2V DC
Τάση εισόδου, ονομαστική	24V DC
Καθυστέρηση εισόδου Off σε On	Καθυστέρηση Hardware: 290 $\mu$ s nom / 1ms max + χρόνος φίλτρου Ο χρήστης επιλέγει το χρόνο φίλτρου: 0, 1, ή 2 ms Καθυστέρηση Hardware: 290 $\mu$ s nom / 1ms max + χρόνος φίλτρου Ο χρήστης επιλέγει το χρόνο φίλτρου: 0, 1, ή 2 ms ή 18 ms
On σε Off	
Κατανάλωση ρεύματος @ 5.1V DC	100 mA
Κατανάλωση ρεύματος @ 24V DC	2 mA
Συνολική ισχύς της βασικής μονάδας	0.56 W
Κατανάλωση ισχύος, μέγιστη	5.1 W @ 60 °C (140 °F)
Απαγωγή θερμότητας	17.39 BTU/hr
Τάση σε κατάσταση Off, μέγιστη	5V
Off κατάσταση ρεύματος, μέγιστη	1.5 mA

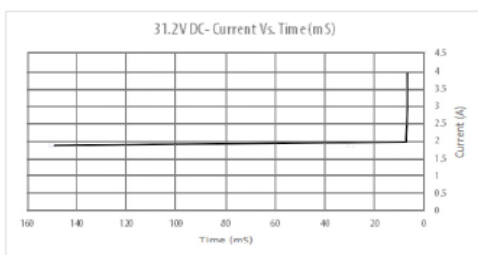
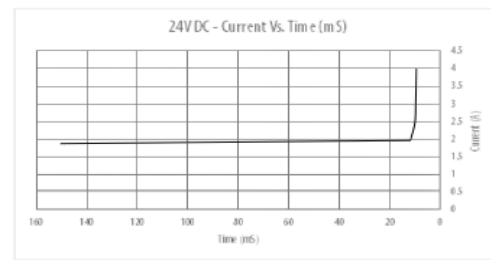
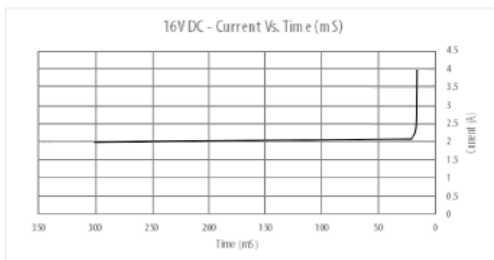
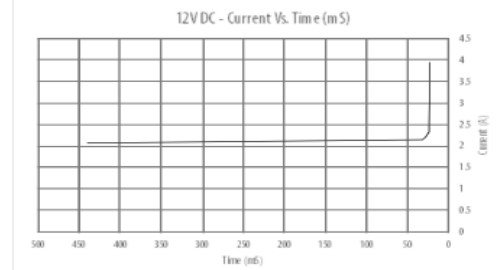
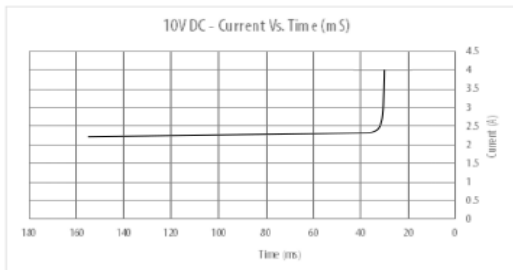
Οη κατάσταση ρεύματος, ελάχιστη	2 mA @ 10V DC
Οη κατάσταση ρεύματος, μέγιστη	10 mA @ 31.2V DC
ρεύμα εισροής, μέγιστο	250 mA peak (που διασπάται σε <37% σε 22 ms, χωρίς ενεργοποίηση)
αντίσταση εισόδου, μέγιστη	3.12 kΩ @ 31.2V DC
Κύκλος Σκαναρίσματος	200 μs...750 ms
Αλλαγή κατάστασης	λογισμικό ρύθμισης
Χρονική σήμανση των εισόδων	±200 μs
Τάση γαλβανικής απομόνωσης	250V (συνεχής), βασικός τύπος μόνωσης, είσοδοι σε backplane, και η ομάδα των εισόδων στην ομάδα Δεν υπάρχει απομόνωση μεταξύ των επιμέρους εισόδων ομάδα δοκιμές ρουτίνας @ 1350V AC for 2 sec
Κλείδωμα μονάδας	Ηλεκτρονικά, από το λογισμικό ρύθμισης
Αφαιρούμενο τερματικό μπλοκ στέγασης	1756-TBNH 1756-TBSH
RTB κλειδώματος	Καθορίζονται από το χρήστη μηχανικά
Θέσεις που καταλαμβάνει στο σασί	1
κατηγορία καλωδίου	1
Βόρειοαμερικανός κωδικός θερμοκρασίας	T3C
IEC Κωδικός θερμοκρασίας	T3
Τύπος ταξινόμησης στο έγκλειστο μέρος	Κανένα (ανοιχτού τύπου)
Αντίστροφη προστασία πολικότητας	Ναι

# 1756-OB16E

ControlLogix DC (10...31.2V) ηλεκτρονικά απομονωμένη μονάδα εξόδου.



### Surge Current Charts



Τεχνικά Χαρακτηριστικά – 1756 OB16E

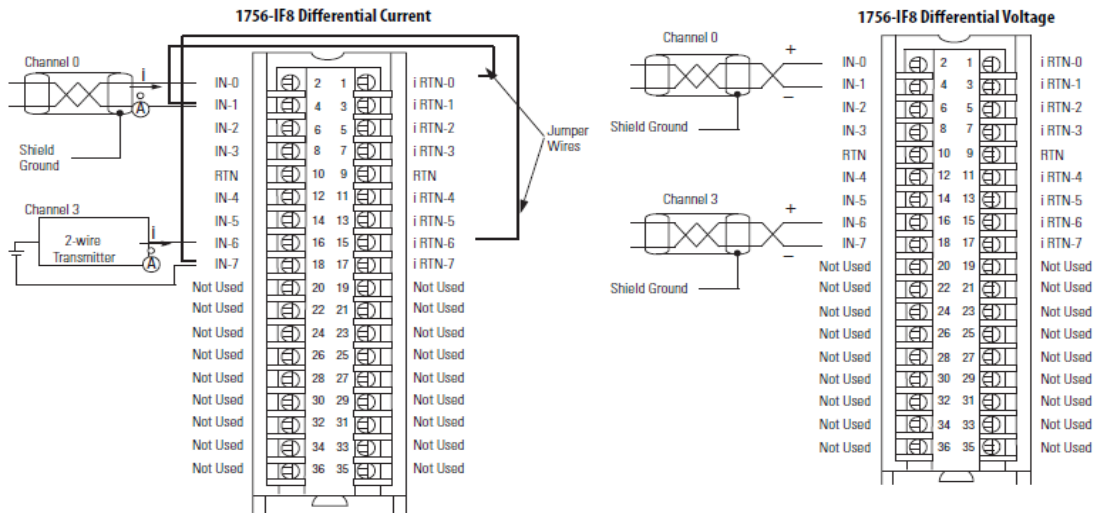
Έξοδοι	16 ηλεκτρονικά απομονωμένες (8 σημεία/ομάδα)
Κατηγορία τάσης	12 / 24V DC από την πηγή
Λειτουργικό εύρος τάσης	10...31.2V DC
Καθυστέρηση εξόδου Off σε On On σε Off	70 $\mu$ s ονομαστικά/1 ms μέγιστο 360 $\mu$ s ονομαστικά/1 ms μέγιστο
Κατανάλωση ρεύματος @ 5.1V DC	250 mA
Κατανάλωση ρεύματος @ 24V DC	2 mA
Συνολική ισχύς της βασικής μονάδας	1.32 W
Κατανάλωση ισχύος, μέγιστη	4.1 W @ 60 °C (140 °F)
Απαγωγή θερμότητας	13.98 BTU/hr
Off-κατάσταση διαρροής ρεύματος ανά σημείο, μέγιστο	1 mA ανά σημείο
On-κατάσταση μέγιστη πτώση τάσης	400 mV DC @ 1 A
Ένταση ανά σημείο, μέγιστη	1 A @ 60 °C (140 °F)
Ένταση ανά μονάδα, μέγιστη	8 A @ 60 °C (140 °F)
Ρεύμα από υπερτάσεις ανά σημείο, τυπικό	2A για 10ms ανά σημείο, επαναλαμβανόμενα κάθε 2 s @ 0 °C (32 ° F) @ 24VDC
φορτίο ρεύματος, ελάχιστο	3mA ανά σημείο
Προγραμματισμένες έξοδοι	Συγχρονισμός μέσα σε 16,7sec μέγιστο, αναφορικά με την συγχρονισμένη ώρα συστήματος
Κατάσταση σε λειτουργία βλάβης ανά σημείο	Κρατά την τελευταία κατάσταση, On ή Off (Off είναι η προεπιλεγμένη)
Κατάσταση σε λειτουργία προγραμματισμού ανά σημείο	Κρατά την τελευταία κατάσταση, On ή Off (Off είναι η προεπιλεγμένη)
Τάση γαλβανικής απομόνωσης	250V (συνεχής), βασικός τύπος μόνωσης, είσοδοι σε backplane, και η ομάδα των εισόδων στην ομάδα Δεν υπάρχει απομόνωση μεταξύ των μεμονωμένων εισόδων

	δοκιμές ρουτίνας @ 1350V AC for 2 sec
Κλείδωμα μονάδας	Ηλεκτρονικά, από το λογισμικό ρύθμισης
Ασφάλεια	Ηλεκτρονικά απομονωμένο ανά ομάδα
Αφαιρούμενο μπλοκ συνδέσεων	1756-TBNH 1756-TBSH
RTB κλειδώματος	Καθορίζονται από το χρήστη μηχανικά
Θέσεις που καταλαμβάνει στο σασί	1
κατηγορία καλωδίου	1
Βόρειοαμερικανός κωδικός θερμοκρασίας	T4
IEC Κωδικός θερμοκρασίας	T4
Τύπος ταξινόμησης στο έγκλειστο μέρος	Κανένα (ανοιχτού τύπου)



# 1756-IF8

## ControlLogix τάσης/έντασης αναλογική μονάδα εισόδου.



- Use this table when wiring your module in Differential mode.

This channel	Uses these terminals
Channel 0	IN-0 (+), IN-1 (-), i RTN-0
Channel 1	IN-2 (+), IN-3 (-), i RTN-2
Channel 2	IN-4 (+), IN-5 (-), i RTN-4
Channel 3	IN-6 (+), IN-7 (-), i RTN-6

- All terminals marked RTN are connected internally.
- A 249 Ω current loop resistor is located between IN-x and i RTN-x terminals.
- If multiple (+) or multiple (-) terminals are tied together, connect that tie point to a RTN terminal to maintain the module's accuracy.
- Place additional loop devices (such as strip chart recorders) at the A location in the current loop.

**IMPORTANT:** When operating in 2 channel, High Speed mode, only use channels 0 and 2.

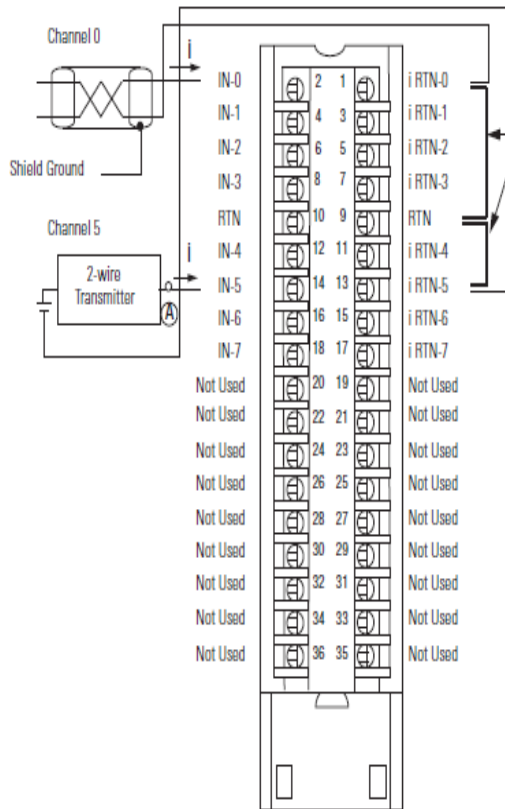
- Use this table when wiring your module in Differential mode.

This channel	Uses these terminals
Channel 0	IN-0 (+), IN-1 (-)
Channel 1	IN-2 (+), IN-3 (-)
Channel 2	IN-4 (+), IN-5 (-)
Channel 3	IN-6 (+), IN-7 (-)

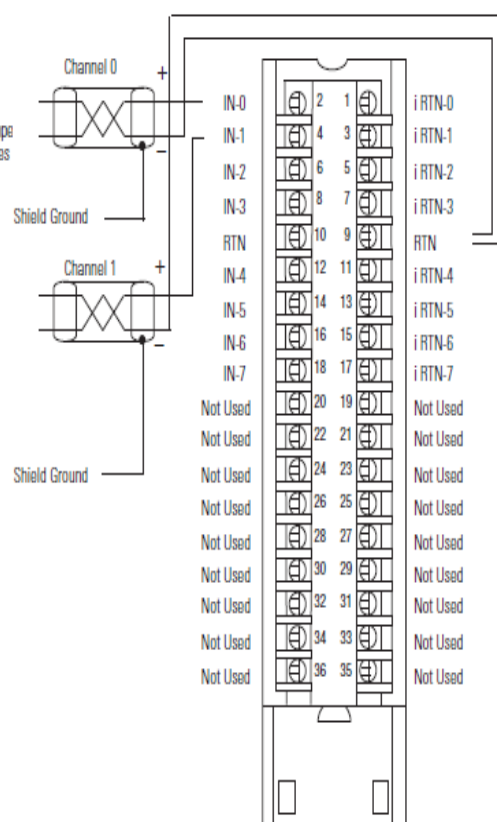
- All terminals marked RTN are connected internally.
- If multiple (+) or multiple (-) terminals are tied together, connect that tie point to a RTN terminal to maintain the module's accuracy.
- Terminals marked RTN or i RTN are not used for differential voltage wiring.

**IMPORTANT:** When operating in 2 channel, High Speed mode, only use channels 0 and 2.

### 1756-IF8 Single-ended Current

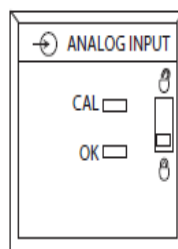


### 1756-IF8 Single-ended Voltage



- All terminals marked RTN are connected internally.
- For current applications, all terminals marked iRTN must be wired to terminals marked RTN.
- A 249  $\Omega$  current loop resistor is located between IN-x and iRTN-x terminals.
- Place additional loop devices (such as strip chart recorders) at the A location in the current loop.

- All terminals marked RTN are connected internally.
- Terminals marked iRTN are not used for single-ended voltage wiring.



Τεχνικά Χαρακτηριστικά – 1756-IF8

Είσοδοι	8 μονού σήματος 4 διαφορικού σήματος 2 υψηλής διαφορικής ταχύτητας
Εύρος εισόδων	±10V 0...10V 0...5V 0...20 mA
Ανάλυση	± 10.25V: 320 μV / καταμέτρηση (15 bits + να καταγράψει την διπολική) 0 ... 10.25V: 160 μV / καταμέτρηση (16 bits) 0 ... 5.125V: 80 μ / καταμέτρηση V (16 bits) 0 ... 20.5mA: 0.32 μA / καταμέτρηση (16 bits)
Κατανάλωση ρεύματος @ 5.1V DC	150 mA
Κατανάλωση ρεύματος @ 24V DC	40 mA
Κατανάλωση ισχύος, μέγιστη	Τάση: 1,73 W Ένταση: 2.33 W
Απαγωγή θερμότητας	Τάση: 5.88 BTU/hr Ένταση: 7.92 BTU/hr
Αντίσταση εισόδου	Τάση: > 1 MΩ Ένταση: 249 Ω
Ανοικτό κύκλωμα ανίχνευσης χρόνου	Διαφορικής τάσης: Θετική ένδειξη πλήρους κλίμακας εντός 5 sec Μονού σήματος ρεύματος: Αρνητική ένδειξη πλήρους κλίμακας εντός 5 sec Μονού σήματος τάσης: Ακόμα και αριθμημένα κανάλια πάνε σε θετική ανάγνωση πλήρους κλίμακας εντός 5 sec, περιττά αριθμημένα κανάλια πηγαίνουν στην αρνητική ανάγνωση πλήρους κλίμακας εντός 5 sec
Προστασία από υπέρταση, μέγιστη	Τάση: 30V DC Ένταση: 8V DC

Απόρριψη θορύβου σε κανονική λειτουργία	>80 dB @ 50/60 Hz
Απόρριψη θορύβου σε κοινή λειτουργία	>100 dB @ 50/60 Hz
Ακρίβεια βαθμονόμησης 25 ° C (77 ° F)	Τάση: καλύτερα από 0,05% της εμβέλειας Ένταση: καλύτερα από 0,15% της εμβέλειας
διάστημα βαθμονόμησης	12 μήνες
Μετατόπιση απόκλισης	Τάση: 15 ppm / ° C Ένταση: 20 ppm / ° C
σφάλμα ενότητας	Τάση: 0,1% της πλήρους κλίμακας Ένταση: 0,3% της πλήρους κλίμακας
Ενότητα εισόδου του χρόνου σάρωσης, ελάχιστη	8 μονού σήματος (κινητής υποδιαστολής) : 16...488 ms 4 διαφορικού σήματος (κινητής υποδιαστολής) : 8...244 ms 2 υψηλής διαφορικής ταχύτητας (κινητής υποδιαστολής) : 5...122 m
On-board συναγερμός δεδομένων	Ναι
Κλιμάκωση σε μονάδες μηχανικής	Ναι
Κανάλι δειγματοληψίας σε πραγματικό χρόνο	Ναι
Μορφή δεδομένων	Λειτουργία ακέραιου (αριστερά δικαιολογείται, 2s συμπλήρωμα) IEEE 32-bit κινητής υποδιαστολής
Ενότητα μεθόδου μετατροπής	Sigma-Delta
Τάση γαλβανικής απομόνωσης	250V (συνεχής), βασικός τύπος μόνωσης, είσοδοι σε backplane, και η ομάδα των εισόδων στην ομάδα Δεν υπάρχει απομόνωση μεταξύ των επιμέρους εισόδων ομάδα δοκιμές ρουτίνας @ 1350V AC for 2 sec
Κλείδωμα μονάδας	Ηλεκτρονικά, από το λογισμικό ρύθμισης
Αφαιρούμενο τερματικό μπλοκ στέγασης	1756-TBCH 1756-TBS6H

RTB κλειδώματος	Καθορίζονται από το χρήστη μηχανικά
Θέσεις που καταλαμβάνει στο σασί	1
Κατηγορία καλωδίου	2
Βόρειοαμερικανός κωδικός θερμοκρασίας	T4A
IEC Κωδικός θερμοκρασίας	T4
Τύπος ταξινόμησης στο έγκλειστο μέρος	Κανένα (ανοιχτού τύπου)

### **3. Δημιουργία εγχειριδίου προγραμματισμού RSLogix5000 [ 8, 15 ]**

#### **3.1 Μορφές προγραμματισμού [ 8 ]**

Για να αναλύσουμε έναν περίπλοκο αυτοματισμό θα πρέπει να χωρίσουμε την εφαρμογή σε μικρότερα μέρη ανάλογα με την δομή της διαδικασίας που πρέπει να ελεγχθεί. Μετά μπορούμε να διαμορφώσουμε τα επιμέρους κομμάτια καθορίζοντας τις λειτουργίες και διοχετεύοντας τα εσωτερικά σήματα προς την διαδικασία ή άλλα μέρη. Αυτός ο διαχωρισμός μπορεί να εφαρμοστεί και στον προγραμματισμό μας. Μ' αυτόν τον τρόπο η δομή του προγράμματος μας ανταποκρίνεται στον διαχωρισμό της εφαρμογής.

Ένα τέτοιο πρόγραμμα μπορεί να διαμορφωθεί πιο εύκολα και να προγραμματιστεί σε μέρη, ακόμα και από διαφορετικά άτομα, στην περίπτωση που το πρόγραμμα είναι πολύ μεγάλο. Τέλος, χωρίζοντας το πρόγραμμα σε μέρη είναι πιο εύκολη η δοκιμή και η αποσφαλμάτωση του. Η δομή του προγράμματος του χρήστη εξαρτάται από το μέγεθος και τις λειτουργίες του.

Οι μορφές προγραμματισμού είναι οι εξής:

- Γραμμικός προγραμματισμός.  
Εδώ όλο το κυρίως πρόγραμμα είναι το μπλοκ οργάνωσης. Κάθε τρέχον μονοπάτι είναι σε ξεχωριστό network. Όταν διορθώνουμε και αποσφαλματώνουμε, μπορούμε να αναφέρουμε το κάθε network απευθείας από τον αριθμό του.
- Μερικός προγραμματισμός.

Ο μερικός προγραμματισμός βασίζεται στον γραμμικό προγραμματισμό μόνο που το πρόγραμμα χωρίζεται σε μπλοκ. Οι αιτίες για τον διαχωρισμό του προγράμματος σε μικρότερα μέρη είναι είτε το γεγονός ότι το πρόγραμμα είναι πολύ μεγάλο, είτε επειδή θέλουμε να διαβάζεται πιο εύκολα. Τα μπλοκ τότε καλούνται με την σειρά. Μπορούμε επίσης να χωρίσουμε το πρόγραμμα ενός μπλοκ σε άλλα μπλοκ. Αυτή η μέθοδος μας επιτρέπει να καλούμε συσχετισμένες λειτουργίες της διαδικασίας μέσα από ένα και το αυτό μπλοκ. Το πλεονέκτημα αυτής της μορφής προγραμματισμού είναι ότι αν και το πρόγραμμα είναι γραμμικό μπορούμε να το αποσφαλματώσουμε σε μέρη (απλά μόνο καλώντας τα μπλοκ).

- Δομημένος προγραμματισμός.  
Ο δομημένος προγραμματισμός χρησιμοποιείται όταν το επινοημένο σχέδιο είναι εξαιρετικά ακριβό, όταν θέλουμε να δημιουργήσουμε λειτουργίες προγράμματος και όταν πρέπει να λυθούν περίπλοκα προβλήματα. Μ' αυτήν την μέθοδο χωρίζουμε το πρόγραμμα σε κομμάτια (μπλοκ) με ενσωματωμένες λειτουργίες ή σε μπλοκ που εξυπηρετούν έναν συγκεκριμένο σκοπό λειτουργίας και τα οποία ανταλλάσσουν όσο το δυνατόν λιγότερα σήματα με τα άλλα μπλοκ. Αναθέτοντας σε κάθε κομμάτι μια συγκεκριμένη λειτουργία δημιουργούμε ευανάγνωστα μπλοκ με απλούστερη επικοινωνία με τα άλλα μπλοκ.

Τέλος, η οργάνωση του προγράμματος καθορίζει την σειρά με την οποία η κεντρική μονάδα επεξεργασίας θα εκτελέσει τα μπλοκ που έχουμε δημιουργήσει. Για να οργανώσουμε το πρόγραμμα μας, προγραμματίζουμε τις κλήσεις των μπλοκ με την σειρά που επιθυμούμε. Η σειρά αυτή θα πρέπει να είναι ανάλογη με την σειρά των επιμέρους λειτουργιών της διαδικασίας που θέλουμε να ελέγξουμε.

### **3.2 Γλώσσες προγραμματισμού [ 8 ]**

Οι ελεγκτές προγραμματίζονται συνήθως σε μια (ή περισσότερες) από τις παρακάτω πια διεθνώς τυποποιημένες μορφές γλωσσών:

- Λίστα εντολών (STATEMENTLIST = STL)
- Σχέδιο επαφών (LADDER DIAGRAM = LAD)
- Λογικό διάγραμμα (FUNCTION BLOCK DIAGRAM = FBD)

Οι μορφές αυτές έχουν τυποποιηθεί κατά DIN και IEC και αποτελούν κατά κάποιο τρόπο τη «γλώσσα» στον προγραμματιζόμενο αυτοματισμό. Μπορούμε να πούμε από την αρχή, ότι οι μορφές σχεδιασμού επαφών (LAD) και λογικού διαγράμματος (FBD) είναι γραφικές μορφές παράστασης, δηλ. το πρόγραμμα «ζωγραφίζεται» πάνω στην οθόνη μιας συσκευής προγραμματισμού.

Το σχέδιο επαφών χρησιμοποιεί λίγο πολύ σύμβολα του κλασσικού συνδεσμολογικού σχεδίου, π.χ. επαφές, πηνία, κτλ. Αντίθετα, το λογικό διάγραμμα χρησιμοποιεί σύμβολα λογικών πυλών, π.χ. πύλη AND, πύλη OR. κλπ.

### Σύγκριση μορφών προγραμματισμού

Η «μητρική» γλώσσα κάθε ελεγκτή είναι αναμφίβολα η λίστα εντολών, η οποία έχει και τις μεγαλύτερες δυνατότητες και ευελιξία. Οποσδήποτε, και οι δύο γραφικές μορφές (σχέδιο επαφών, λογικό διάγραμμα) έχουν το μεγάλο πλεονέκτημα της καλύτερης εποπτείας «με μία ματιά». Στη συνέχεια θα επιχειρήσουμε μια παρουσίαση των σημαντικότερων πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων.

### **3.3 Πλεονεκτήματα λίστας εντολών (STL) σε σχέση με τις γραφικές μορφές (LAD, FBD) [ 8 ]**

- Έχει τις μεγαλύτερες δυνατότητες, γιατί υπάρχουν εντολές, οι οποίες δεν είναι δυνατόν να παρασταθούν γραφικά, αν και στο κοντινό μέλλον αυτό θα διορθωθεί.
- Γνωρίζουμε με απόλυτη ακρίβεια τη σειρά, με την οποία ο μικροεπεξεργαστής επεξεργάζεται το πρόγραμμα (τη μία εντολή ύστερα από την άλλη).
- Καταλαμβάνει μικρότερο χώρο στη μνήμη για την αποθήκευση του προγράμματος.
- Είναι πολύ προσιτή στην χρήση σε όποιον έχει ασχοληθεί ήδη με προγραμματισμό κάθε είδους.
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν μικροί, φτηνοί, φορητοί προγραμματιστές χειρός (ενώ αντίθετα για τη «σχεδίαση» μιας γραφικής μορφής απαιτείται οθόνη, αν θέλουμε να έχουμε εποπτεία).
- Ο χειρισμός κατά την πληκτρολόγηση του προγράμματος είναι πολύ απλούστερος. Αντίθετα, για την πληκτρολόγηση ενός στοιχείου στις γραφικές μορφές, π.χ. μιας επαφής, πρέπει ο δείκτης (cursor) στην οθόνη να βρίσκεται στη σωστή θέση.
- Αν σαν βάση για τον προγραμματισμό χρησιμοποιηθεί ένα κλασσικό συνδεσμολογικό σχέδιο με ρελέ ή ένα λογικό

διάγραμμα (flow-chart), τότε η «μετάφραση» τους σε λίστα εντολών είναι το ίδιο εύκολη με την «μετάφραση» τους σε σχέδιο επαφών ή λογικό διάγραμμα αντίστοιχα (αν όχι ευκολότερη πολλές φορές).

- Πρέπει να τονιστεί, ότι ένα ηλεκτρολογικό συνδεσμολογικό σχέδιο, πολύ σπάνια μπορεί να προγραμματιστεί όπως είναι, χωρίς μετατροπές, σε σχέδιο επαφών.

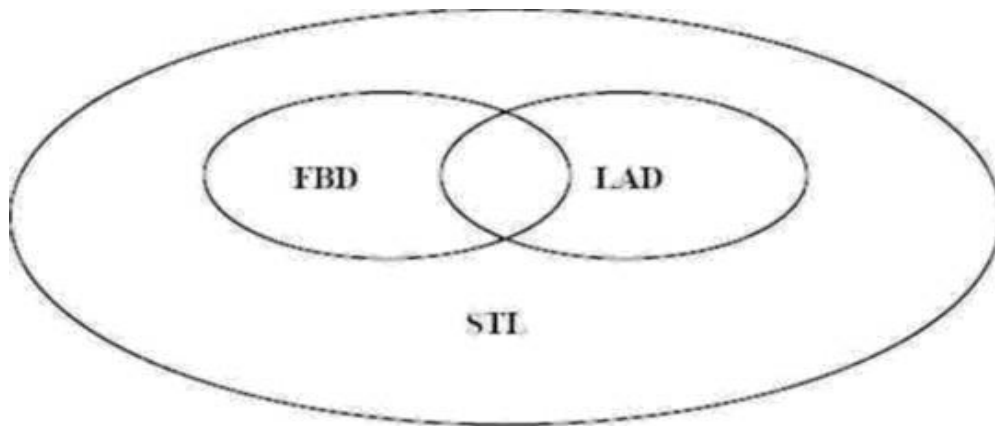
### **3.4 Μειονεκτήματα λίστας εντολών (STL) σε σχέση με τις γραφικές μορφές (LAD, FBD) [ 8 ]**

- Ένα πρόγραμμα γραμμένο σε λίστα εντολών δεν έχει την ίδια εποπτεία «με μια ματιά», την οποία έχουν οι γραφικές μορφές. Με τις δυνατότητες όμως σχολιασμού προγράμματος, που παρέχουν οι σύγχρονες συσκευές προγραμματισμού, το μειονέκτημα αυτό παύει να είναι ιδιαίτερα σημαντικό.
- Η παρακολούθηση του αυτοματισμού σε λειτουργία (πάνω σε μια συσκευή προγραμματισμού οθόνης συνδεδεμένη στον ελεγκτή) είναι απλούστερη και πιο εποπτική, αν το πρόγραμμα είναι γραμμένο σε κάποια από τις δύο γραφικές μορφές.

### **3.5 Συμπεράσματα [ 8 ]**

Καλό είναι οι ελεγκτές να έχουν τη δυνατότητα να προγραμματιστούν και στις τρεις μορφές που προαναφέρθηκαν και να αφήνεται σ' αυτόν που θα φτιάξει το πρόγραμμα η επιλογή της μορφής προγραμματισμού. Θεωρείται αυτονόητο ότι οι τρεις μορφές είναι συμβατές μεταξύ τους, δηλ. σε όποια μορφή κι αν προγραμματίσουμε, έχουμε τη δυνατότητα να πάρουμε το πρόγραμμα και στις άλλες δύο, ζητώντας το από τη συσκευή. Η χρήση περισσότερων από μία μορφή παράστασης ενός προγράμματος είναι πολλές φορές επιθυμητή και για άλλους λόγους: Π.χ. σ' ένα μεγάλο εργοστάσιο, αυτός που θα φτιάξει το πρόγραμμα μπορεί να επιλέξει π.χ. τη λίστα εντολών, αλλά η ηλεκτρολογική συντήρηση πιθανόν να προτιμάει στο αρχείο της την παράσταση σχεδίου επαφών, για την ανεύρεση βλαβών. Όσοι έχουν εμπειρία στον τομέα του αυτοματισμού επιλέγουν συνήθως τη μορφή προγραμματισμού που ταιριάζει καλύτερα στην εμπειρία τους, λαμβάνοντας υπ' όψη και τα πλεονεκτήματα -μειονεκτήματα που προαναφέραμε.





Εικόνα 3.1: Συμβατότητα μεταξύ των γλωσσών.

### 3.6 Προγραμματισμός του PLC που εγκαταστήσαμε [ 8 ]

Τα PLC διαθέτουν πληθώρα χρήσιμων εργαλείων εκ των οποίων πολύ σημαντικό και χρήσιμο είναι η δυνατότητα που παρέχει για on-line παρακολούθηση του προγράμματος όντας συνδεδεμένο με το PLC αλλά και η δυνατότητα πραγματοποίησης αλλαγών σε on-line κατάσταση.

Η βασική φιλοσοφία χρήσης του προγράμματος συνίσταται στα τρία παρακάτω βήματα:

1. Δημιουργία-γράψιμο του προγράμματος
2. Μεταφορά του προγράμματος στην μνήμη του PLC (download)
3. Τρέξιμο του προγράμματος, το PLC σε κατάσταση Run Mode.

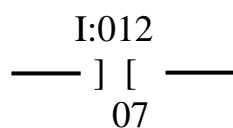
Ο κώδικας του προγραμματισμού που πραγματοποιήσαμε παρουσιάζεται σε επόμενο κεφάλαιο.

### 3.7 Εντολές προγραμματισμού ControlLogix [ 15 ]

#### 3.7.1 Εντολές τύπου Relay [ 15 ]

✚ Examine On (XIC)

Μορφή:



Περιγραφή:

Έλεγχος bit I:012/07, που αντιστοιχεί στην κλέμα 7 μιας πλακέτας εισόδου στο I/O rack 1 I/O group 2. Εάν αυτό το bit πάρει την τιμή 1(set), η εντολή είναι αληθής.

#### ✚ Examine Off (XIO)

Μορφή:

$$\begin{array}{c} \text{I:012} \\ \text{— } ] / [ \text{ —} \\ \text{07} \end{array}$$

Περιγραφή:

Έλεγχος bit I:012/07, που αντιστοιχεί στην κλέμα 7 μιας πλακέτας εισόδου στο I/O rack 1 I/O group 2. Εάν αυτό το bit πάρει την τιμή 0(reset), η εντολή είναι αληθής.

#### ✚ Output Energize (OTE)

Μορφή:

$$\begin{array}{c} \text{O:013} \\ \text{— } ( ) \text{ —} \\ \text{01} \end{array}$$

Περιγραφή:

Εάν η εντολή εισόδου είναι αληθής, το bit 0:013/01 γίνεται 1(set) που αντιστοιχεί στην κλέμα 1 μιας πλακέτας εξόδου στο I/O rack 1, I/O group 3.

#### ✚ Output Latch (OTL)

Μορφή:

$$\begin{array}{c} \text{O:013} \\ \text{— } ( L ) \text{ —} \\ \text{01} \end{array}$$

Περιγραφή:

Εάν οι συνθληκες εισόδου γίνουν αληθής, το bit 0:013/01 γίνεται 1(set) που αντιστοιχεί στην κλέμα 1 μιας πλακέτας εξόδου στο I/O rack 1, I/O group 3. Το bit αυτό συνεχίζει να έχει την τιμή 1 μέχρι να γίνει reset απο μία εντολή OTU ή από άλλη λογική.

#### ✚ Output Unlatch (OTU)

Μορφή:

$$\begin{array}{c} \text{O:013} \\ \text{— } ( U ) \text{ —} \\ \text{01} \end{array}$$

Περιγραφή:

Εάν οι συνθληκες εισόδου γίνουν αληθής, το bit 0:013/01 γίνεται 1 (reset) που αντιστοιχεί στην κλέμα 1 μιας πλακέτας εξόδου στο I/O rack

1, I/O group 3. Το bit αυτό συνεχίζει να έχει την τιμή 0 μέχρι να γίνει set απο μία εντολή OTL ή από άλλη λογική.

#### ✚ Immediate Input (IIN)

Μορφή:

01  
—— ( IIN ) ——

Περιγραφή:

Η εντολή αυτή ενημερώνει μια λέξη στον πίνακα απεικόνισης εισόδων, πριν απο την επόμενη κανονική ενημέρωση του πίνακα απεικόνισης εισόδων. Για ένα τοπικό σασσί (local chassis), η σάρωση του προγράμματος διακόπτεται καθόσο γίνεται η σάρωση των εισόδων του συγκεκριμένου I/O group. Για ένα απομακρυσμένο σασσί (remote chassis), η σάρωση του προγράμματος διακόπτεται μόνο για να ενημερωθεί ο πίνακας απεικόνισης εισόδων με την τελευταία κατάσταση που βρέθηκε στο remote I/O buffer.

#### ✚ Immediate Output (IOT)

Μορφή:

01  
—— ( IOT ) ——

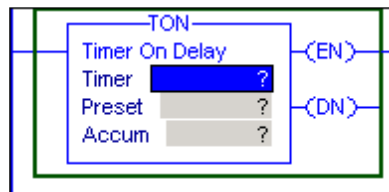
Περιγραφή:

Η εντολή αυτή ενημερώνει μια λέξη στον πίνακα απεικόνισης εξόδων, πριν απο την επόμενη κανονική ενημέρωση του πίνακα απεικόνισης εξόδων. Για ένα τοπικό σασσί (local chassis), η σάρωση του προγράμματος διακόπτεται καθόσο γίνεται η σάρωση των εξόδων του συγκεκριμένου I/O group. Για ένα απομακρυσμένο σασσί (remote chassis), η σάρωση του προγράμματος διακόπτεται μόνο για να ενημερωθεί ο πίνακας απεικόνισης εξόδων με την τελευταία κατάσταση που βρέθηκε στο remote I/O buffer.

### 3.7.2 Εντολές χρονισμού και απαρίθμησης [ 15 ]

#### Timer On Delay (TON)

Μορφή:



TON

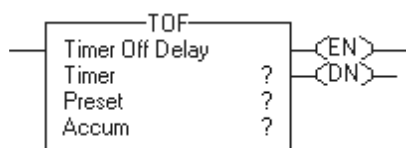
TIMER ON DELAY	
Timer	T4:1
Timer Base	1.0
Preset	15
Accum	0

Περιγραφή:

Εάν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, το στοιχείο 1 του αρχείου χρονικών με αριθμό 4, ξεκινά να αυξάνει σε χρονικά διαστήματα του ενός δευτερολέπτου, καθόσο χρόνο οι συνθήκες του κλάδου προγράμματος (rung) παραμένουν αληθείς. Όταν η αυξανόμενη τιμή γίνει ίση με την προκαθορισμένη τιμή (15), το χρονικό σταματά και η δοσμένη τιμή bit του χρονικού παίρνει τιμή 1.

#### Timer Off Delay (TOF)

Μορφή:



TOF

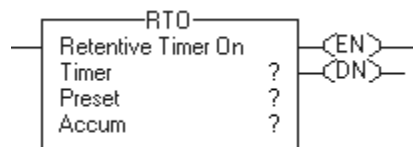
TIMER OFF DELAY	
Timer	T4:1
Timer Base	1.0
Preset	180
Accum	0

Περιγραφή:

Εάν οι συνθήκες εισόδου γίνουν ψευδείς, το στοιχείο 1 του αρχείου χρονικών με αριθμό 4, ξεκινά να αυξάνει σε χρονικά διαστήματα του ενός δευτερολέπτου, καθόσο χρόνο οι συνθήκες του κλάδου προγράμματος (rung) παραμένουν ψευδείς. Όταν η αυξανόμενη τιμή γίνει ίση με την προκαθορισμένη τιμή (180), το χρονικό σταματά και κάνει reset την δοσμένη τιμή bit του χρονικού.

#### 🚦 Retentive Timer On (RTO)

Μορφή:



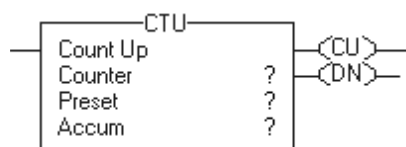
RTO	
RETENTIVE TIMER ON	
Timer	T4:10
Timer Base	1.0
Preset	10
Accum	0

Περιγραφή:

Εάν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, το στοιχείο 10 του αρχείου χρονικών με αριθμό 4, ξεκινά να αυξάνει σε χρονικά διαστήματα του ενός δευτερολέπτου, καθόσο χρόνο οι συνθήκες του κλάδου προγράμματος (rung) παραμένουν αληθείς. Όταν οι συνθήκες του κλάδου γίνουν ψευδείς, το χρονικό σταματά. Εάν οι συνθήκες του κλάδου γίνουν και πάλι αληθείς, το χρονικό συνεχίζει. Όταν αυξανόμενη τιμή γίνει ίση με την προκαθορισμένη τιμή (10), το χρονικό σταματά και η δοσμένη τιμή bit του χρονικού παίρνει τιμή 1.

#### 🚦 Count Up (CTU)

Μορφή:



CTU	
COUNT UP	

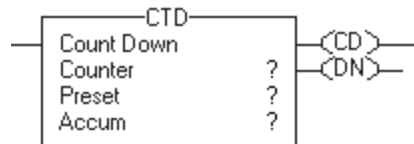
Counter	C5 : 1
Preset	10
Accum	0

**Περιγραφή:**

Εάν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, το στοιχείο 1 του αρχείου μετρητών με αριθμό 5, ξεκινά να αυξάνει κατά 1, κάθε φορά που ο κλάδος προγράμματος (rung) γίνεται από ψευδής αληθής. Όταν αυξανόμενη τιμή γίνει μεγαλύτερη ή ίση με την προκαθορισμένη τιμή (10), ο μετρητής θέτει την τιμή 1 στην δοσμένη τιμή bit.

**Count Down (CTD)**

**Μορφή:**



CTD

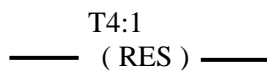
COUNT DOWN	
Counter	C5 : 1
Preset	10
Accum	35

**Περιγραφή:**

Εάν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, το στοιχείο 1 του αρχείου μετρητών με αριθμό 5, ξεκινά να μειώνει κατά 1, κάθε φορά που ο κλάδος προγράμματος (rung) γίνεται από ψευδής αληθής. Όταν αυξανόμενη τιμή γίνει μικρότερη ή ίση με την προκαθορισμένη τιμή (10), ο μετρητής κάνει reset στην δοσμένη τιμή bit.

**Timer and Counter Reset (RES)**

**Μορφή:**



**Περιγραφή:**

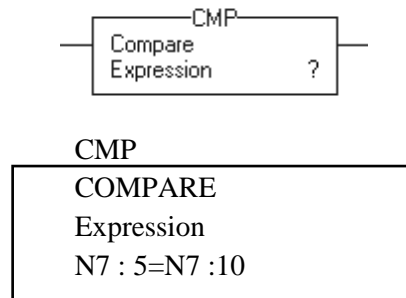
Εάν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, το στοιχείο 1 του αρχείου χρονικών με τον αριθμό 4, γίνεται reset. Με την εντολή αυτή γίνονται

ρεσεν τόσο τα χρονικά και οι μετρητές, όσο και τα blocks ελέγχου (control blocks).

### 3.7.3 Εντολές σύγκρισης [ 15 ]

#### ✚ Compare (CMP)

Μορφή:



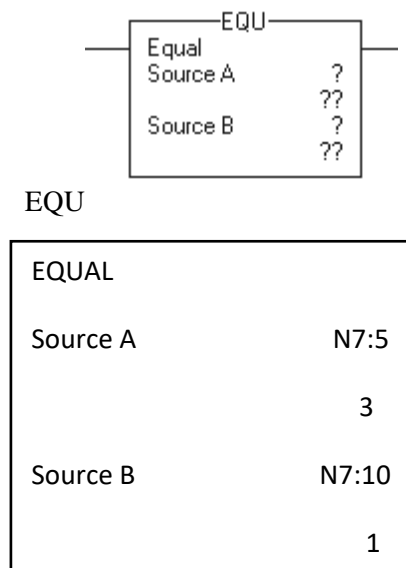
Περιγραφή:

Εάν η έκφραση της εντολής σύγκρισης είναι αληθής, η εντολή εισόδου είναι αληθής. Οι λειτουργίες που μπορεί να εκτελέσει η εντολή CMP είναι: ισότητα (=), μικρότερο από (<), μικρότερο από ή ίσο ( $\leq$ ), μεγαλύτερο από (>), μεγαλύτερο από ή ίσο ( $\geq$ ), άνισο (< >), σε BCD (TOD), από BCD (FRD), τετραγωνική ρίζα (SQR).

Οι παρακάτω λειτουργίες μπορούν να εκτελεστούν από τα Logix5000 Controllers: radians (RAD), degrees (DEG), log (LOG), natural log (LN), sine (SIN), cosine (COS), tangent (TAN), inverse sine (ASN), inverse cosine (ACS), inverse tangent (ATN).

#### ✚ Equal to (EQU)

Μορφή:

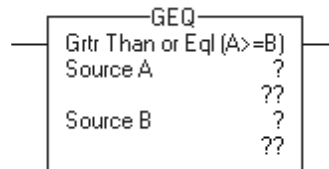


Περιγραφή:

Εάν η τιμή στην πηγή A(N7 : 5) είναι ίση με την τιμή στην πηγή B (N7 : 10), η εντολή εισόδου είναι αληθής.

Greater than or Equal (GEQ)

Μορφή:



GEQ

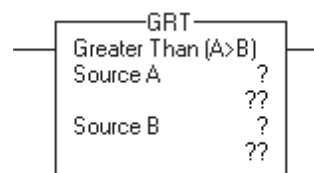
GRTR THAN EQUAL	
Source A	N7:5
	3
Source B	N7:10
	-

Περιγραφή:

Εάν η τιμή στην πηγή A (N7 : 5) είναι μεγαλύτερη από ή ίση με την τιμή στην πηγή B (N7 : 10), η εντολή εισόδου είναι αληθής.

Greater than (GRT)

Μορφή:



GRT

GREATER THAN	
Source A	N7:5
	3
Source B	N7:10
	-

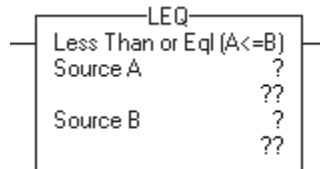


Περιγραφή:

Εάν η τιμή στην πηγή A (N7 : 5) είναι μεγαλύτερη από ή ίση με την τιμή στην πηγή B (N7 : 10), η εντολή εισόδου είναι αληθής.

✚ Less than or Equal (LEQ)

Μορφή:



LEQ

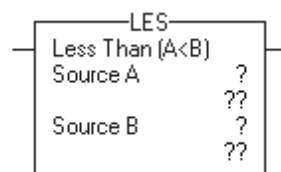
LESS THAN OR EQUAL	
Source A	N7:5
	3
Source B	N7:10
	-

Περιγραφή:

Εάν η τιμή στην πηγή A (N7 : 5) είναι μικρότερη ή ίση από την τιμή στην πηγή B (N7 : 10), η εντολή εισόδου είναι αληθής.

✚ Less than (LES)

Μορφή:



LES

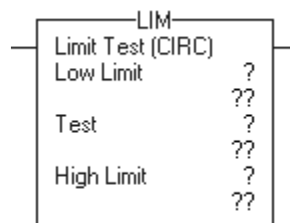
LESS THAN	
Source A	N7:5
	3
Source B	N7:10
	-

Περιγραφή:

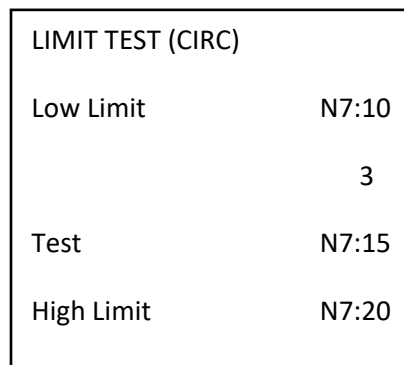
Εάν η τιμή στην πηγή A (N7 : 5) είναι μικρότερη από την τιμή στην πηγή B (N7 : 10), η εντολή εισόδου είναι αληθής.

### ✚ Limit Test (LIM)

Μορφή:



LIM

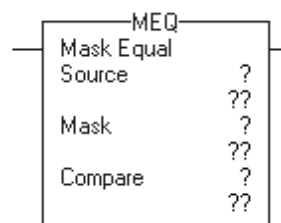


Περιγραφή:

Εάν η τιμή Τεστ (N7 : 15) είναι μεγαλύτερη ή ίση με το Low Limit (N7 : 10) και μικρότερη από ή ίση με το High Limit (N7 : 20), η εντολή εισόδου είναι αληθής.

### ✚ Mask Compare Equal (MEQ)

Μορφή:



## MEQ

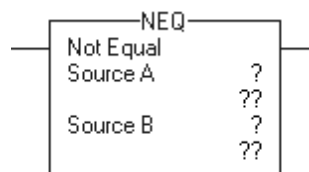
MASKED EQUAL	
Source	N7:5
	0
Mask	N7:15
	0000
High Limit	N7:10
	1

### Περιγραφή:

Ο επεξεργαστής παίρνει την τιμή της πηγής (N7 : 5) και την περνά από το Mask (N7 : 6). Τότε ο επεξεργαστής συγκρίνει το αποτέλεσμα με την τιμή Compare (N7 : 10). Εάν το αποτέλεσμα και αυτές οι τιμές από την σύγκριση είναι ίσες, η εντολή εισόδου είναι αληθής.

### Not Equal To (NEQ)

#### Μορφή:



## NEQ

NOT EQUAL	
Source A	N7:5
	3
Source B	N7:10
	1

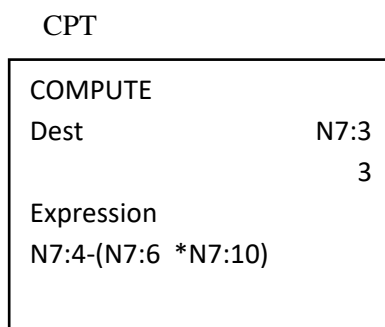
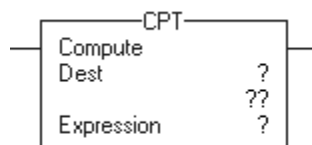
### Περιγραφή:

Εάν η τιμή στην πηγή A (N7 : 5) δεν είναι ίση με την τιμή στην πηγή B (N7 : 10), η εντολή εισόδου είναι αληθής.

### 3.7.4 Εντολές υπολογισμών [ 15 ]

#### ✚ Compute (CPT)

Μορφή:

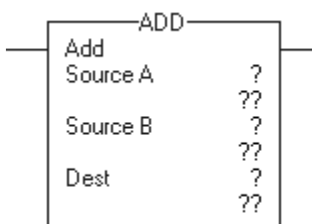


Περιγραφή:

Εαν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, υπολογίζεται η έκφραση (N7:4) - (N7:6 \* N7:10) και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στον Προορισμό (N7:3). Η εντολή CPT μπορεί να εκτελεί τις παρακάτω λειτουργίες: πρόσθεση (+), αφαίρεση (-), πολ/σμός (\*), διαίρεση(/), μετατροπή απο BCD (FRD), μετατροπή σε BCD (TOD), τετραγωνική ρίζα (SQR), λογικό and (AND), λογικό or (XOR), negate (-), clear (0) και move. Οι ακόλουθες λειτουργίες μπορούν επίσης να εκτελεσθούν απο τα PLC - 5/40, -5/40L, -5/60 ή -5/60L: radians (RAD), degrees (DEG), log (LOG), natural log (LN), sine (SIN), cosine (COS), tangent (TAN), inverse sine (ASN), inverse cosine (ACS), inverse tangent (ATN).

#### ✚ Addition (ADD)

Μορφή:



ADD

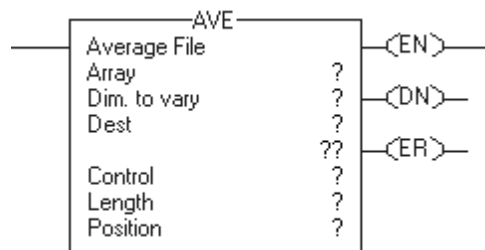
ADD	
Dest	N7:3
	3
Expression	
	N7:4-(N7:6 *N7:10)

Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε προστίθεται η τιμή της Πηγής A (N7:3) στην τιμή της Πηγής B (N7:4) και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στον Προορισμό (N7:12).

✚ Average (AVE)

Μορφή:



AVE	
AVERAGE FILE	
File	#N7:1
Dest	N7:0
Control	R6:0
Length	4
Position	0

Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε προστίθεται οι τιμές N7:1, N7:2, N7:3, N7:4. Το άθροισμα διαιρείται με το 4 και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στην οθέση N7:0.

✚ Clear (CLR)

Μορφή:

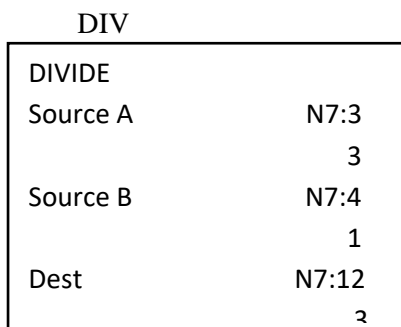
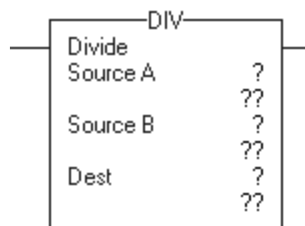


Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε καθορίζεται η λέξη 34 του BCD αρχείου 9, (τίθεται η τιμή 0).

Division (DIV)

Μορφή:

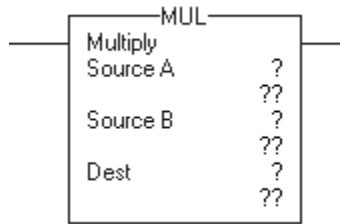


Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε η τιμή της Πηγής A (N7:3) διαιρείται απο την τιμή της Πηγής B (N7:4) και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στον Προορισμό (N7:12).

Multiply (MUL)

Μορφή:



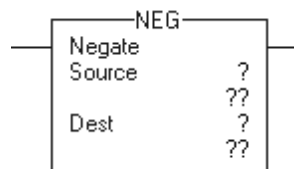
MUL	
MULTIPLY	
Source A	N7:3
	3
Source B	N7:4
	1
Dest	N7:12
	4

Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε η τιμή της Πηγής A (N7:3) πολλαπλασιάζεται απο την τιμή της Πηγής B (N7:4) και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στον Προορισμό (N7:12).

✚ Negate (NEG)

Μορφή:



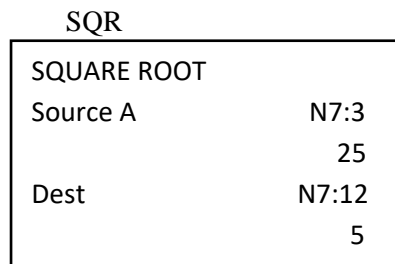
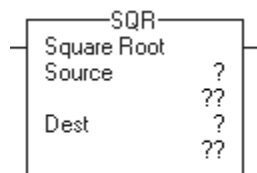
NEG	
NEGATE	
Source A	N7:3
	3
Dest	N7:12
	-3

Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε λαμβάνεται το αντίθετο πρόσημο της τιμής της Πηγής A (N7:3) και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στον Προορισμό (N7:12). Η εντολή κάνει τις θετικές τιμές αρνητικές και τις αρνητικές θετικές.

## ✚ Square Root (SQR)

Μορφή:

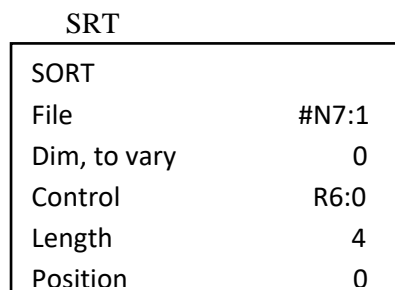
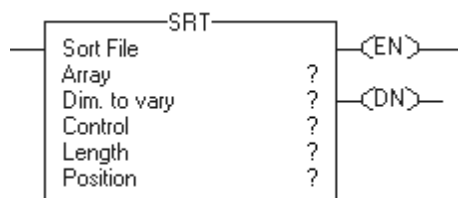


Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε λαμβάνεται η τετραγωνική ρίζα της τιμής της Πηγής A (N7:3) και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στον Προορισμό (N7:12).

## ✚ Sort (SRT)

Μορφή:



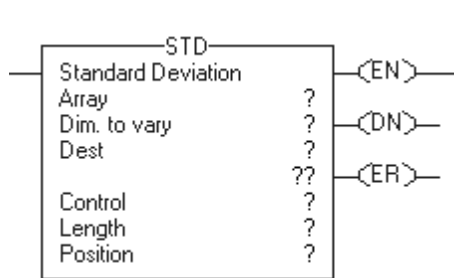
Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε στοιχεία στις θέσεις N7:1, N7:2, N7:3, N7:4 ταξινομούνται κατα αύξουσα σειρά.

## ✚ Standard Deviation (STD)



Μορφή:



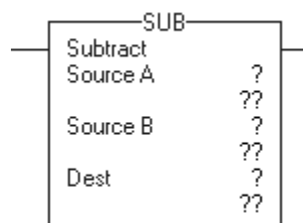
STD	
Standard Deviation	
Array	#N7:1
Dim. to vary	0
Dest	N7:0
Control	R6:0
Length	4
Position	0

Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε στοιχεία στις θέσεις N7:1, N7:2, N7:3, N7:4 χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του standard deviation και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στην θέση N7:0.

### ✚ Subtract (SUB)

Μορφή:



SUB	
SUBTRACT	
Source A	N7:3
	3
Source B	N7:4
	1
Dest	N7:12
	2

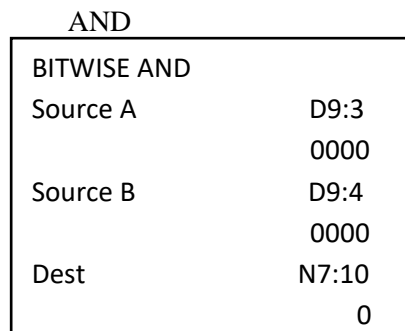
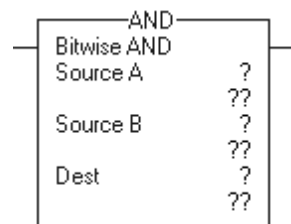
Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε αφαιρείται η τιμή της Πηγής B (N7:4) από την τιμή της Πηγής A (N7:3) πολλαπλασιάζεται και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στον Προορισμό (N7:12).

### 3.7.5 Λογικές εντολές [ 15 ]

#### AND (AND)

Μορφή:



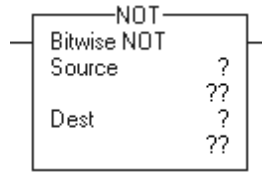
Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε ο επεξεργαστής εκτελεί την λειτουργία AND ανάμεσα στην Πηγή A (D9:3) και στην Πηγή B (D9:4) (bit-for-bit) και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στον Προορισμό (N7:10). Ο πίνακας αλήθειας για την λειτουργία AND είναι:

Πηγή A	Πηγή B	Αποτέλεσμα
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

#### NOT (NOT)

Μορφή:



NOT

Bitwise NOT	
Source A	D9:3
	0000
Dest	N7:10
	0

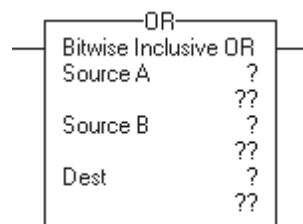
Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε ο επεξεργαστής εκτελεί την λειτουργία NOT (παίρνει το αντίθετο) στην Πηγή B (D9:3) (bit-for-bit) και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στον Προορισμό (N7:10). Ο πίνακας αλήθειας για την λειτουργία NOT είναι:

Πηγή	Προορισμός
0	1
1	0

OR (OR)

Μορφή:



OR

BITWISE INCLUS OR	
Source A	D9:3
	0000
Source B	D9:4
	0000
Dest	N7:10
	0

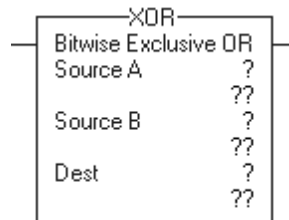
Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε ο επεξεργαστής εκτελεί την λειτουργία OR ανάμεσα στην Πηγή A (D9:3) και στην Πηγή B (D9:4) (bit-for-bit) και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στον Προορισμό (N7:10). Ο πίνακας αλήθειας για την λειτουργία OR είναι:

Πηγή A	Πηγή B	Αποτέλεσμα
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

#### ✚ Exclusive OR (XOR)

Μορφή:



XOR	
BITWISE INCLUS OR	
Source A	D9:3 0000
Source B	D9:4 0000
Dest	N7:10 n

Περιγραφή:

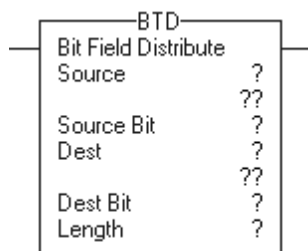
Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε ο επεξεργαστής εκτελεί την λειτουργία Exclusive OR ανάμεσα στην Πηγή A (D9:3) και στην Πηγή B (D9:4) (bit-for-bit) και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στον Προορισμό (N7:10). Ο πίνακας αλήθειας για την λειτουργία XOR είναι:

Πηγή A	Πηγή B	Αποτέλεσμα
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

### 3.7.6 Εντολές μετατροπής και μετακίνησης bit [ 15 ]

#### ✚ Bit Field Distribute (BTD)

Μορφή:



BTD

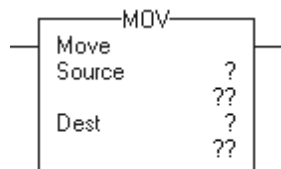
BIT FIELD DISTRIB	
Source	N7:3
	0
Source bit	3
Dest	N7:4
	0
Dest bit	10
Length	6

Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε ο επεξεργαστής αντιγράφει τον αριθμό των bits που προσδιορίζει το μήκος αρχίζοντας από το Source bit (3) της πηγής (N7:3) και τοποθετεί τις τιμές στον προορισμό (N7:4), αρχίζοντας με το Destination bit (10).

#### ✚ Move (MOV)

Μορφή:



MOV

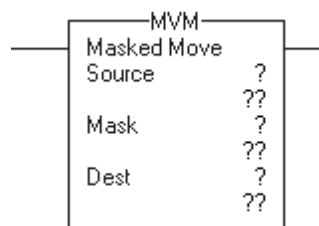
MOVE	
Source	N7:3
	0
Dest	N7:12
	0

Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε μετακινείται ένα αντίγραφο των τιμών της πηγής (N7:3) στον προορισμό (N7:12). Η λειτουργία αυτή υπεργράφει τις προηγούμενες τιμές του προορισμού.

#### Masked Move (MVM)

Μορφή:



MVM

MASKED MOVE	
Source	N7:3
	0
Mask	N7:5
Dest	N7:12

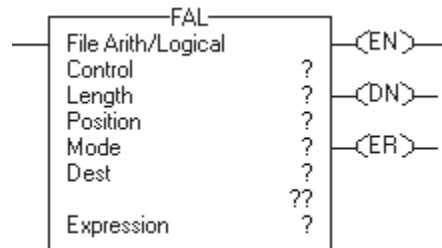
Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς τότε ο επεξεργαστής παίρνει την τιμή της πηγής (N7:3), την περνά από το Mask (N7:5) στον προορισμό και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στον προορισμό (N7:12). Η λειτουργία αυτή υπεργράφει τις προηγούμενες τιμές του προορισμού.

### 3.7.7 Εντολές αρχείων [ 15 ]

#### File Arithmetic and Logic (FAL)

Μορφή:



FAL

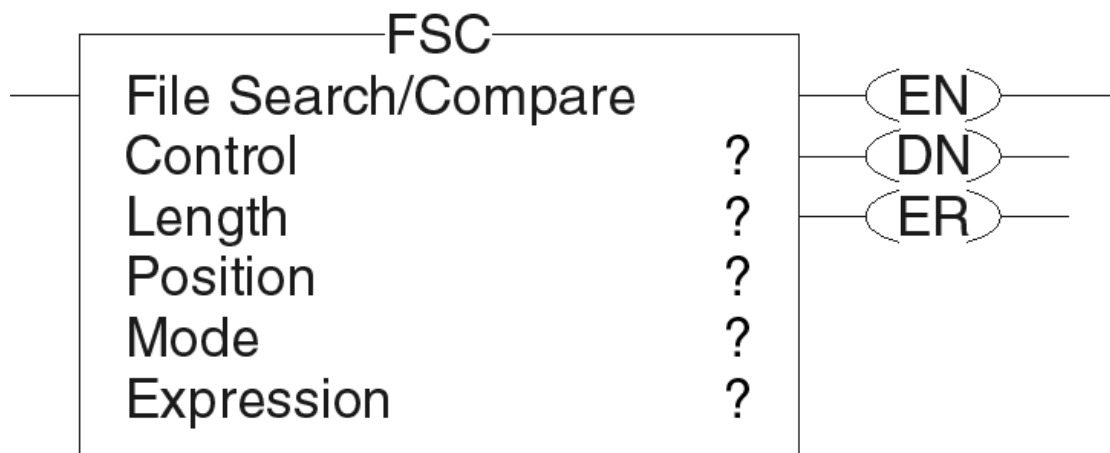
FILE ARITH/LOGICAL	
Control	R6:1
Length	8
Position	0
Mode	ALL
Dest	#N15:10
Expression	#N14:0 256

Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, ο επεξεργαστής διαβάζει 8 στοιχεία από την θέση N14:0 και αφαιρεί την σταθερά 256 από κάθε στοιχείο. Τα αποτελέσματα αποθηκεύονται στην θέση N15:10. Το αρχείο ελέγχου (control file) R6:1 ελέγχει την λειτουργία. Το Mode προσδιορίζει εάν ο επεξεργαστής εκτελεί την έκφραση σε όλα τα στοιχεία στα αρχεία (ALL) ανα σάρωση προγράμματος, ένα στοιχείο στα αρχεία (INC) ανά ψευδή- σε-αληθή μετάβαση ή ένα συγκεκριμένο αριθμό στοιχείων (NUM) ανά σάρωση.

#### File search and Compare (FSC)

Μορφή:



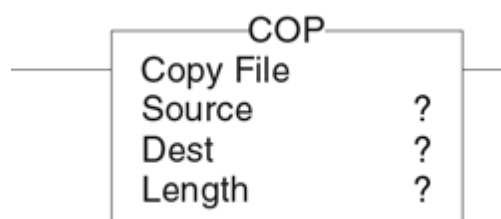
FSC	
FILE SEARCH/COMPARE	
Control	R9:1
Length	90
Position	0
Mode	10
Expression	#B4:0<>#B5:0

Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, ο επεξεργαστής εκτελεί την ανισότητα για 90 στοιχεία (10 ανά σάρωση) ανάμεσα στα αρχεία B4:0 και B5:0 διαβάζει 8 στοιχεία από την θέση N14:0 και αφαιρεί την σταθερά 256 από κάθε στοιχείο. Το Mode προσδιορίζει εάν ο επεξεργαστής εκτελεί την έκφραση σε όλα τα στοιχεία στα αρχεία (ALL) ανά σάρωση προγράμματος, ένα στοιχείο στα αρχεία (INC) ανά ψευδή- σε-αληθή μετάβαση ή ένα συγκεκριμένο αριθμό στοιχείων (NUM) ανά σάρωση.

🚦 File Copy (COP)

Μορφή:





COP	
COPY FILE	
Source	#N7:0
Dest	#N12:0
Length	0

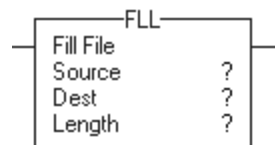
Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, ο επεξεργαστής αντιγράφει τα περιεχόμενα του αρχείου πηγής (N7) στο αρχείο προορισμού (N12).

Η πηγή παραμένει αμετάβλητη. Ο αριθμός των στοιχείων της πηγής που αντιγράφονται με την εντολή COP καθορίζεται από το μήκος.

#### 🚩 File Fill (FLL)

Μορφή:



FLL	
FILL FILE	
Source	#N10:6
Dest	#N12:0
Length	5

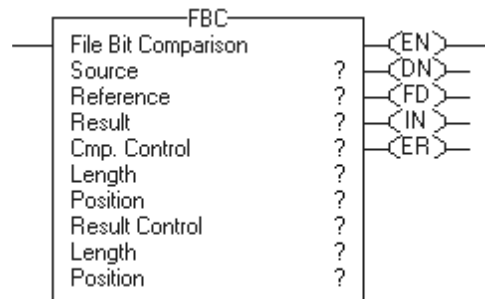
Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, ο επεξεργαστής αντιγράφει την τιμή της πηγής (N10:6) στα στοιχεία προορισμού (N12). Περιεχόμενα του αρχείου πηγής (N7) στο αρχείο προορισμού (N12). Η εντολή FLL καλύπτει μόνο, όσα στοιχεία στον προορισμό, καθορίζει το μήκος.

### 3.7.8 Διαγνωστικές Εντολές [ 15 ]

#### 🚦 File Bit Compare (FBC)

Μορφή:



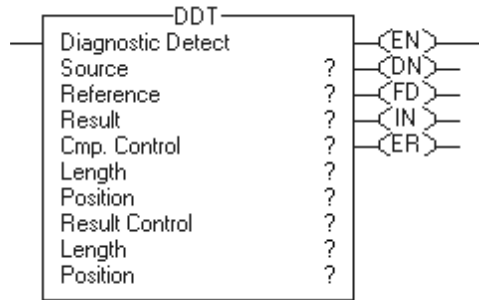
FBC	
FILE BIT COMPARE	
Source	#I:031
Refernce	#B3:1
Result	#N7:0
Cmp Control	R6:4
Length	48
Position	0
Result Control	R6:5
Length	10
Position	0

Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, ο επεξεργαστής συγκρίνει τον αριθμό των bits του αρχείου πηγής(I:031), ο οποίος προσδιορίζεται από το μήκος του Cmp Control (48), με τα bits στο Reference (B3:1). Ο επεξεργαστής αποθηκεύει τα αποτελέσματα στο Result (N7:0). Το στοιχείο R6:4 ελέγχει την σύγκριση και το στοιχείο R6:5 ελέγχει το αρχείο που περιέχει τα αποτελέσματα. Το αρχείο που περιέχει τα αποτελέσματα μπορεί να καρτά μέχρι 10 διαφορές ανάμεσα στα συγκρινόμενα αρχεία.

#### 🚦 Diagnostic Detect (DDT)

Μορφή:



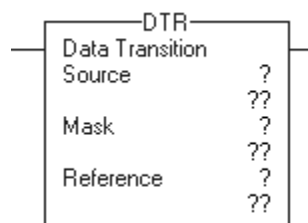
DDT	
DIAGNOSTIC DETECT	
Source	#I:030
Refernce	#B3:0
Result	#N10:0
Cmp Control	R6:0
Length	20
Position	0
Result Control	R6:1
Length	5
Position	0

#### Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, ο επεξεργαστής συγκρίνει τον αριθμό των bits του αρχείου πηγής (I:0310), ο οποίος προσδιορίζεται από το μήκος του Cmp Control (29), με τα bits στο Reference (B3:0). Ο επεξεργαστής αποθηκεύει τα αποτελέσματα στο Result (N10:0). Το στοιχείο R6:1 ελέγχει το αρχείο που περιέχει τα αποτελέσματα. Το αρχείο που περιέχει τα αποτελέσματα μπορεί να καρτά μέχρι 5 διαφορές ανάμεσα στα συγκρινόμενα αρχεία.

#### 🚦 Data Transition (DTR)

#### Μορφή:



DTR	
DATA TRANSITION	
Source	I:002
Mask	OFFF
Refernce	N63:11

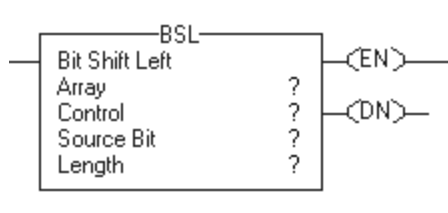
Περιγραφή:

Η εντολή DTR συγκρίνει τα bits του αρχείου πηγής (I:002) διαμέσου της μάσκας (OFFF) με τα bits στο Reference (N63:11). Όταν η non-masked πηγή είναι διαφορετική από το Reference, η εντολή είναι αληθής για μια μόνο σάρωση. Τα bits της πηγής γράφονται στις διευθύνσεις του Reference, για τη επόμενη σύγκριση. Όταν η non-masked πηγή και το reference είναι ίδια, η εντολή παραμένει ψευδής.

### 3.7.9 Εντολές shift [ 15 ]

#### Bit Shift Left (BSL)

Μορφή:



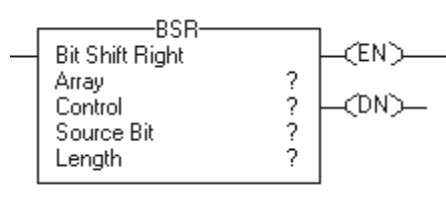
BSL	
BIT SHIFT LEFT	
File	#B3:1
Control	R6:53
Bit Address	I:022/12
Length	5

Περιγραφή:

Εάν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, η εντολή BSL μετακινεί τον αριθμό των bits, που προσδιορίζεται από το μήκος (5) του αρχείου (B3:1), αρχίζοντας από το bit 0 προς τα αριστερά κατά μια θέση bit. Το bit της πηγής (I:022/12) μετακινείται στην θέση του πρώτου bit, B3:1.

#### Bit Shift Right (BSR)

Μορφή:



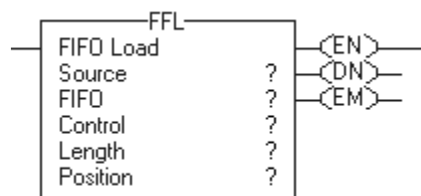
BSR	
BIT SHIFT RIGHT	
File	#B3:2
Control	R6:54
Bit Address	I:023/06
Length	3

### Περιγραφή:

Εάν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, η εντολή BSR μετακινεί τον αριθμό των bits, που προσδιορίζεται από το μήκος (3) του αρχείου (B3:2), αρχίζοντας από το bit με την υψηλότερη θέση, προς τα δεξιά κατά μια θέση bit. Το bit της πηγής (I:023/06) μετακινείται στην θέση του πρώτου bit, B3:2.

### 🚦 FIFO Load (FFL)

### Μορφή:



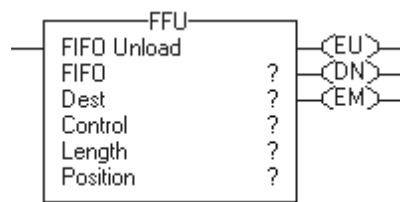
FFL	
FIFO LOAD	
Source	N60:1
FIFO	#N60:3
Control	R6:51
Length	64
Position	0

### Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, ο επεξεργαστής φορτώνει την θέση N60:1 στο επόμενο διαθέσιμο στοιχείο του σωρού, όπως ενδεικνύεται από την λέξη R6:51. Κάθε φορά που ο κλάδος προγράμματος (rung) γίνεται απο ψευδής αληθής, ο επεξεργαστής φορτώνει άλλο στοιχείο στο σωρό #N60:3.

## 🚦 FIFO Unload (FFU)

Μορφή:



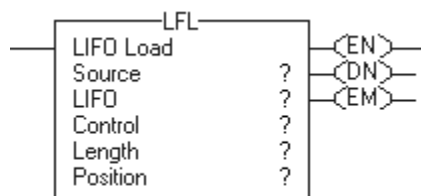
FFU	
FIFO UNLOAD	
FIFO	#N60:3
Dest	N60:2
Control	R6:51
Length	64
Position	0

Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, ο επεργαστής ξεφορτώνει ένα στοιχείο, όπως ενδεικνύεται από την λέξη R6:51, από την θέση #N60:3 στην θέση N60:2. Κάθε φορά που ο κλάδος προγράμματος (rung) γίνεται απο ψευδής αληθής, ο επεξεργαστής ξεφορτώνει άλλο στοιχείο.

## 🚦 LIFO Load (LFL)

Μορφή:



LFL	
LIFO LOAD	
Source	N70:1
LIFO	#N70:2
Control	R6:61
Length	64
Position	0

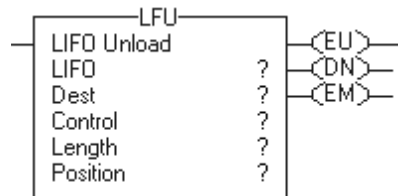
Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, ο επεργαστής φορτώνει την θέση N70:1 στο επόμενο διαθέσιμο στοιχείο του σωρού, όπως ενδεικνύεται από την λέξη R6:61. Κάθε φορά που ο κλάδος

προγράμματος (rung) γίνεται απο ψευδής αληθής, ο επεξεργαστής φορτώνει άλλο στοιχείο.

### 🚦 LIFO Unload (LFU)

Μορφή:



LFU	
LIFO UNLOAD	
LIFO	#N70:3
Dest	N70:2
Control	R6:61
Length	64
Position	0

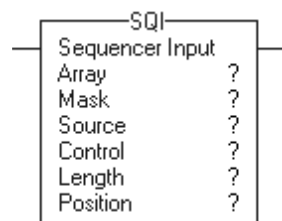
Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισόδου γίνουν αληθείς, ο επεξεργαστής ξεφορτώνει το τελευταίο στοιχείο, από την θέση #N70:3 και το τοποθετεί στην θέση N70:2. Κάθε φορά που ο κλάδος προγράμματος (rung) γίνεται απο ψευδής αληθής, ο επεξεργαστής ξεφορτώνει άλλο στοιχείο.

## 3.7.10 Ακολουθιακές εντολές [ 15 ]

### 🚦 Sequencer Input (SQI)

Μορφή:



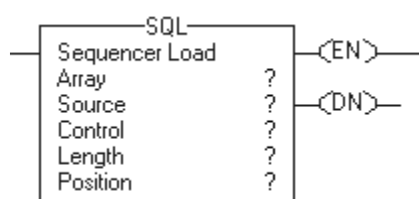
SQI	
SEQUENCER INPUT	
File	#N7:11
Mask	FFF0
Source	I:031
Control	R6:21
Length	4
Position	0

Περιγραφή:

Η εντολή SQL συγκρίνει τον πίνακα δεδομένων εισόδου της πηγής (I:031) διαμέσω της μάσκας (FFF0) με το αρχείο αναφοράς #N7:11, για να διαπιστωθεί αν ταιριάζουν. Η λειτουργία ελέγχεται από τις πληροφορίες στο στοιχείο ελέγχου R6:21. Όταν η κατάσταση όλων των unmasked bits ταιριάζει με τα αντίστοιχα bits αναφοράς, τότε το rung γίνεται αληθές.

#### 🚦 Sequencer Load (SQL)

Μορφή:



SQL	
SEQUENCER LOAD	
File	#N7:20
Source	I:002
Control	R6:22
Length	4
Position	0

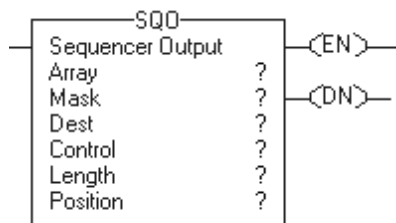
Περιγραφή:

Η εντολή SQL φορτώνει δεδομένα στο Sequencer αρχείο (#N7:20), με βήματα σύμφωνα με τον αριθμό στοιχείων που προσδιορίζει το μήκος (5) του αρχείου (N7:20), ξεκινώντας από την θέση (0). Η λειτουργία ελέγχεται από τις πληροφορίες στο στοιχείο ελέγχου R6:22. Όταν το rung γίνεται από ψευδές αληθές, η εντολή SQL αυξάνει στο επόμενο βήμα στο αρχείο sequencer και φορτώνει τα δεδομένα της πηγής μέσα σε αυτό για κάθε σάρωση, όπου το rung παραμένει αληθές.

#### 🚦 Sequencer Output (SQO)

Μορφή:





SQQ	
SEQUENCER OUTPUT	
File	#N7:1
Mask	0F0F
Dest	0:014
Control	R6:20
Length	4
Position	0

Περιγραφή:

Όταν το rung γίνεται από ψευδές αληθές, η εντολή SQQ αυξάνει στο επόμενο βήμα στο Sequencer αρχείο (#N7:1). Τα δεδομένα στο Sequencer αρχείο μεταφέρονται διαμέσω της μάσκας (0F0F) στον προορισμό (0:014) για κάθε σάρωση, που το rung παραμένει αληθές.

### 3.7.11 Εντολές ελέγχου προγράμματος [ 15 ]

#### Master Control Reset (MCR)

Μορφή:

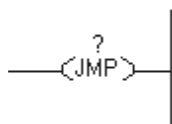


Περιγραφή:

Εάν οι συνθήκες εισόδου είναι αληθείς, το πρόγραμμα σαρώνει τους κλάδους προγράμματος (Rungs) που βρίσκονται ανάμεσα στις γραμμές με την εντολή MCR και εκτελεί τις εξόδους κανονικά. Εάν οι ασυγκράτητες (non-retentive) εξόδοι που βρίσκονται μέσα στην ζώνη MCR γίνονται reset.

#### Jump (JMP)

Μορφή:

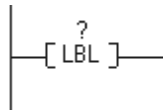


Περιγραφή:

Εάν οι συνθήκες εισόδου είναι αληθείς , ο επεξεργαστής παραλείπει κλάδους προγράμματος (Rungs) κάνοντας άλμα σε εκείνο το rung που προσδιορίζεται από την ετικέτα (?) π.χ. 10.

#### Label (LBL)

Μορφή:

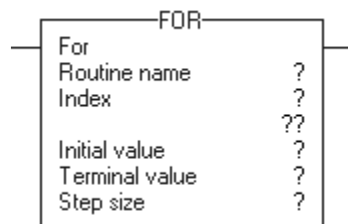


Περιγραφή:

Όταν ο επεξεργαστής διαβάζει μια εντολή JMP που αντιστοιχεί στην ετικέτα με τον αριθμό 10, ο επεξεργαστής κάνει άλμα στο rung που περιέχει την ετικέτα και ξεκινά την εκτέλεση από εκεί και κάτω.

#### FOR Loop (FOR)

Μορφή:



FOR	
FOR	
Label Number	0
Index	N7:0
Initial Value	0
Terminal Value	10
Step Size	0

Περιγραφή:

Ο επεξεργαστής εκτελεί τους κλάδους προγράμματος (rungs) που βρίσκονται ανάμεσα στις εντολές FOR και NXT επαναλαμβανόμενα, σε μια σάρωση προγράμματος, μέχρι να φτάσει την τελικά τιμή (10) ή μέχρι μια εντολή BRK ακυρώσει την λειτουργία.

#### Next (NXT)

Μορφή:

NXT	
NEXT	
Label Number	0

Περιγραφή:

Η εντολή NXT επιστρέφει τον επεξεργαστή στην αντίστοιχη εντολή FOR, ποθ ορίζεται στην εντολή FOR με τον αριθμό ετικέτας (Label Number). Η εντολή NXT πρέπει να προγραμματίζεται σε rung χωρίς συνθήκες και είναι η τελευταία γραμμή προγράμματος που επαναλαμβάνεται στο loop For-Next.

#### ✚ Break (BRK)

Μορφή:

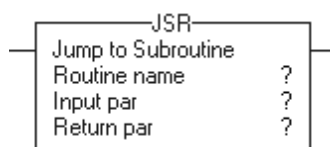
—(BRK)—

Περιγραφή:

Όταν οι συνθήκες εισοδου γίνουν αληθείς, η εντολή BRK ακυρώνει το loop For-Next.

#### ✚ Jump to Subroutine (JSR)

Μορφή:



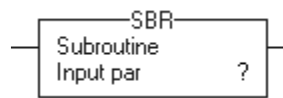
JSR	
JUMP TO SUBROUTINE	
Program File	90
Input par	N16:23
Input par	N16:24
Input par	231
Return par	N19:11
Return nar	N19:12

Περιγραφή:

Εάν οι συνθήκες εισόδου είναι αληθείς, ο επεξεργαστής ξεκινά την εκτέλεση ενός αρχείου προγράμματος υπορουτίνας (90). Ο επεξεργαστής χρησιμοποιεί τις παραμέτρους εισόδου (Input Parameters - N16:23, N16:24, 231) της υπορουτίνας και περνά τις παραμέτρους επιστροφής (Return Parameters - N19:11, N19:12) πίσω στο κύριο πρόγραμμα, στο σημείο που ο επεξεργαστής συνάντησε την εντολή JSR.

## ✚ Subroutine (SBR)

Μορφή:



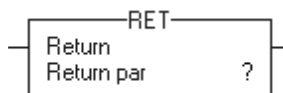
SBR	
SUBROUTINE	
Input par	N43:0
Input par	N43:1
Input par	N43:2

Περιγραφή:

Η εντολή SBR είναι η πρώτη εντολή ενός αρχείου υπορουτίνας. Η εντολή αυτή αναγνωρίζει τις παραμέτρους εισόδου (N43:0, N43:1, N43:2) που ο επεξεργαστής λαμβάνει από την αντίστοιχη εντολή JSR. Η εντολή δεν είναι απαραίτητη, εάν δεν γίνεται το πέρασμα των παραμέτρων εισόδου στην υπορουτίνα.

## ✚ Return (RET)

Μορφή:



RET	
RETURN ( )	
Return par	N43:3
Return par	N43:4

Περιγραφή:

Η εντολή RET δίνει τέλος στην υπορουτίνα και αποθηκεύει τις παραμέτρους επιστροφής (N43:3, N43:4), οι οποίες πρόκειται να επιστρέφουν στην εντολή JSR στο κύριο πρόγραμμα.

## ✚ Temporary End (TND)

Μορφή:

—(TND)—

Περιγραφή:

Η εντολή TND σταματά τον επεξεργαστή από την σάρωση του υπολοίπου προγράμματος ladder.

✚ Always False (AFI)

Μορφή:

—[ AFI ]—

Περιγραφή:

Η εντολή AFI απενεργοποιεί ένα rung (π.χ. ο κλάδος προγράμματος είναι πάντα ψευδής).

✚ One Shot (ONS)

Μορφή:

—[ ONS ]—

Περιγραφή:

Εάν οι συνθήκες εισόδου είναι αληθείς, η εντολή ONS κάνει τον κλάδο προγράμματος αληθή για μια σάρωση. Η γραμμά προγράμματος (rung) είναι ψευδής για διαδοχικές σαρώσεις.

✚ End of Transition (EOT)

Μορφή:

—— ( EOT ) ——

Περιγραφή:

Η εντολή EOT πρέπει να είναι η τελευταία εντολή σε ένα αρχείο μετάβασης SFC. Εάν δεν χρησιμοποιήσετε την εντολή EOT, ο επεξεργαστής θα θεωρεί πάντα την μετάβαση ως αληθή.

✚ User Interrupt Disable (UID)

Μορφή:

—— ( UID ) ——

Περιγραφή:

Η εντολή UID απενεργοποιεί προσωρινά ένα interrupt-driven πρόγραμμα ladder (όπως το STI ή PII).

#### User Interrupt Enable (UIE)

Μορφή:

—— ( UIE ) ——

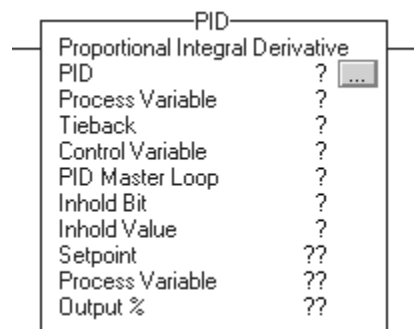
Περιγραφή:

Η εντολή UIE επαν-ενεργοποιεί ένα interrupt-driven πρόγραμμα ladder.

### 3.7.12 Εντολές ελέγχου παραγωγής [ 15 ]

#### Proportional, Integral, and Derivative (PID)

Μορφή:



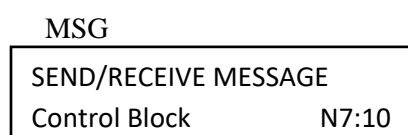
Περιγραφή:

Εάν οι συνθήκες εισόδου είναι αληθείς, ο επεξεργαστής εκτελεί υπολογισμούς PID και ελέγχει ένα κλειστό βρόγχο. Το Control Variable περιλαμβάνει τις κατάλληλες πληροφορίες για το PID. Το PID παίρνει την μεταβλητή (Process Variable) και στέλνει την έξοδο του στο (Output %). Το Tieback χειρίζεται το manual control station.

### 3.7.13 Εντολή μηνυμάτων [ 15 ]

✚ Message (MSG)

Μορφή:



Περιγραφή:

Εάν οι συνθήκες εισόδου είναι αληθείς, τα δεδομένα μεταφέρονται σύμφωνα με τις παραμέτρους που δίνει ο χρήστης κατά την εισαγωγή αυτής της εντολής. Το Control block (N7:10) περιέχει την κατάσταση και τις παραμέτρους της εντολής.

## 4. Περιγραφή της εφαρμογής [ 16 ]

### 4.1 Σενάρια λειτουργίας διασταύρωσης 4 φωτεινών σηματοδοτών:

Για να μπορεί η διασταύρωση να είναι λειτουργική θα επιτρέπεται μόνο η δεξιά στροφή και η συνέχιση της πορείας ευθεία. Για να επιτραπεί και η αριστερή στροφή θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν άλλοι 4 παραπάνω φωτεινοί σηματοδότες.

- 1) Αυτόματος τρόπος. Οι σηματοδότες λειτουργούν αυτόματα, ανεξάρτητα από την υπάρχουσα κίνηση.
- 2) Αυτόματος τρόπος με τρεις φάσεις λειτουργίας. Η λειτουργία μεταξύ των τριών ενδείξεων των φωτεινών σηματοδοτών θα αλλάζει μέσα σε ένα εικοσιτετράωρο ανάλογα με τον φόρτο της διασταύρωσης, (χαμηλή – βράδυ), (κανονική – πρωί απόγευμα), (γρήγορη – μεσημέρι).
- 3) Αυτόματη ανίχνευση οχημάτων. Εδώ ο ένας δρόμος της διασταύρωσης θα έχει πάντα πράσινο και ο άλλος κόκκινο

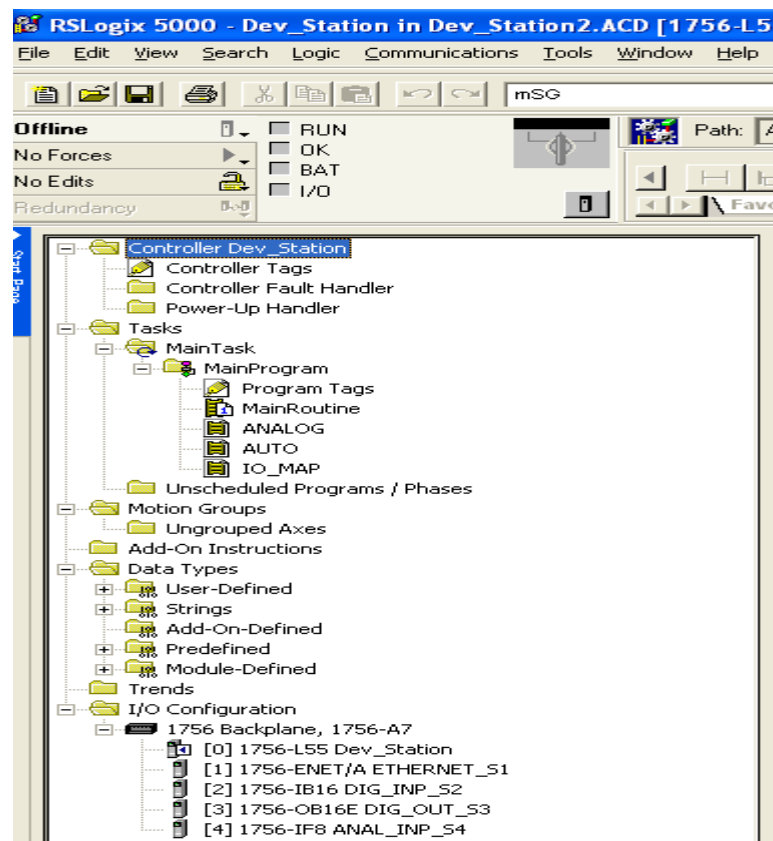
μέχρις ότου ένας επαγωγικός αισθητήρας ανιχνεύσει την ύπαρξη οχήματος σε αναμονή στον δρόμο με το κόκκινο όποτε μετά από μια μικρή καθυστέρηση θα αντιστρέφονται οι σηματοδότες και μετά από ένα μικρό διάστημα θα επανέρχονται στην αρχική κατάσταση.

- 4) Χειροκίνητη ανίχνευση οχημάτων. Ίδια με την προηγούμενη περίπτωση μόνο που αντί για αισθητήρα υπέρυθρων ή υπερήχων θα υπάρχει μηχανικός διακόπτης για να προκαλεί αλλαγή κατάστασης των σηματοδοτών.

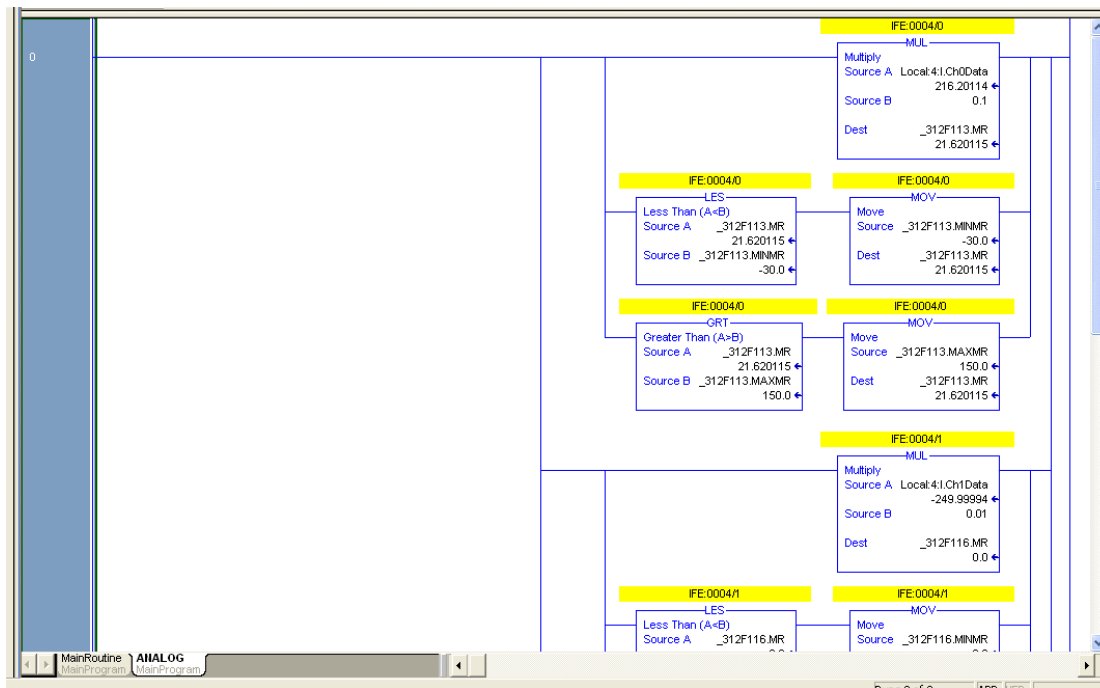
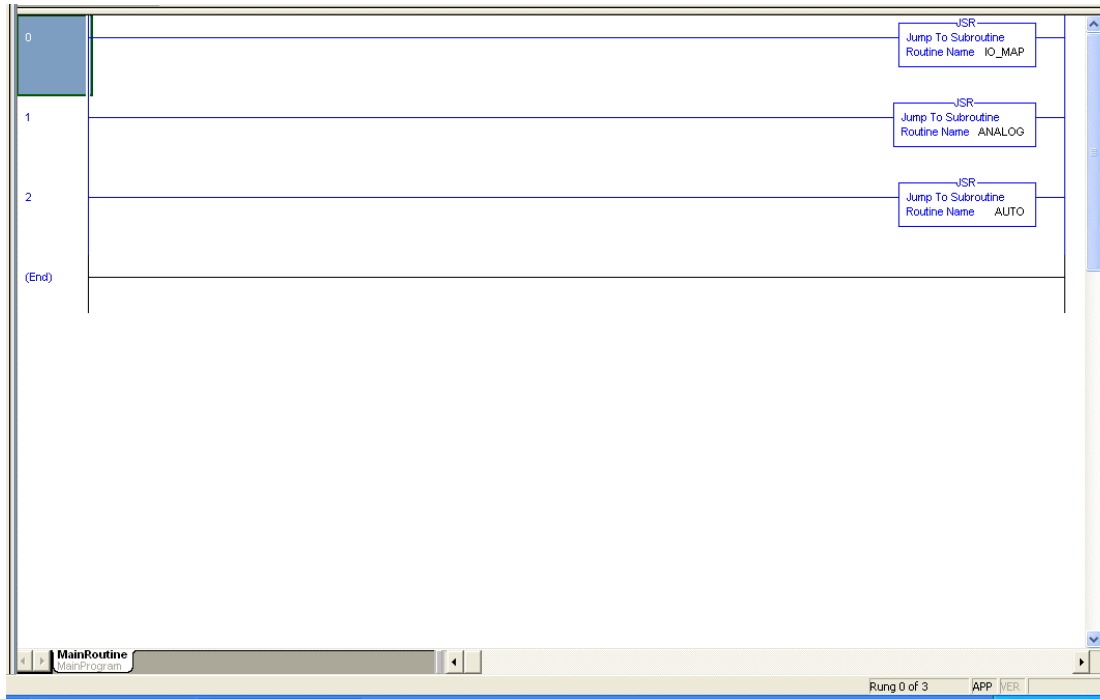
Προς υλοποίηση επιλέχθηκε ο αυτόματος τρόπος με τρεις φάσεις λειτουργίας και χειροκίνητη ανίχνευση οχημάτων. Η επιλογή αυτή συνδιάζει δύο σενάρια και έγινε με βάση την πολυπλοκότητα υλοποίησης των υπολοίπων σεναρίων.

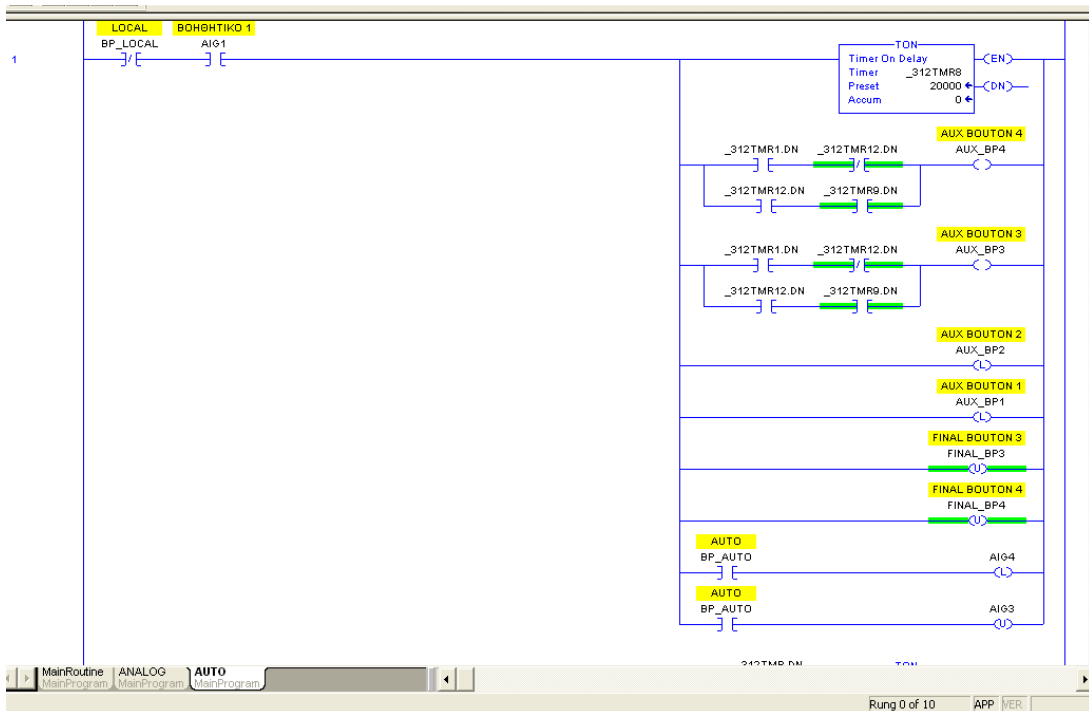
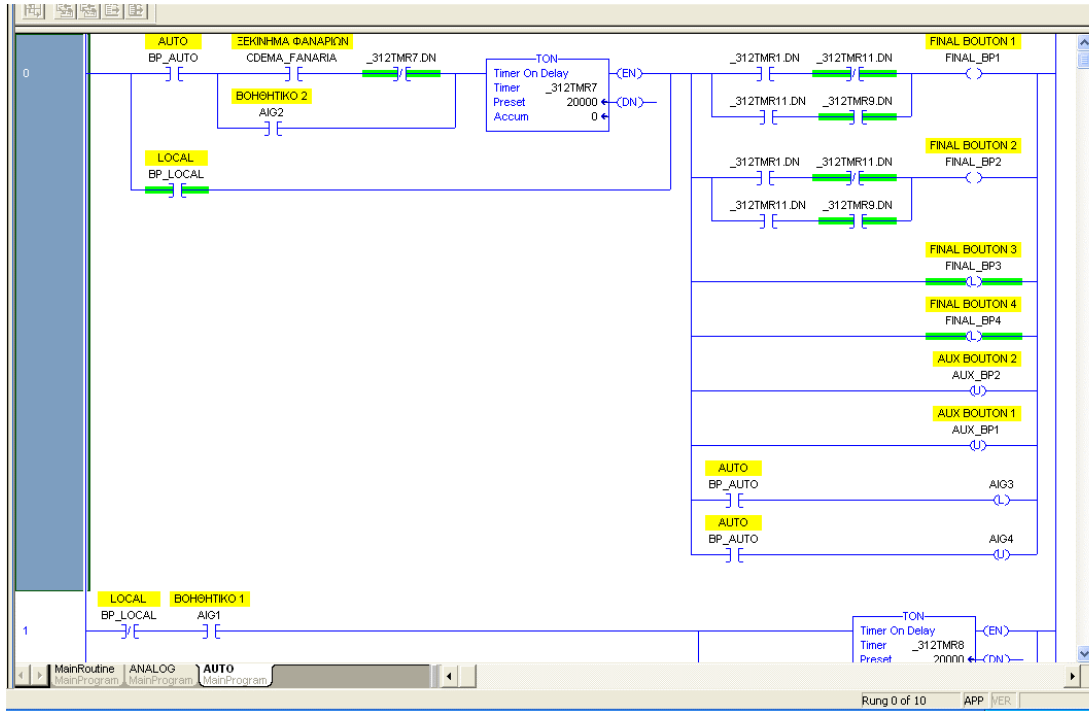
## 4.2 Πρόγραμμα διαχείρισης φωτεινών σηματοδοτών [ 16 ]

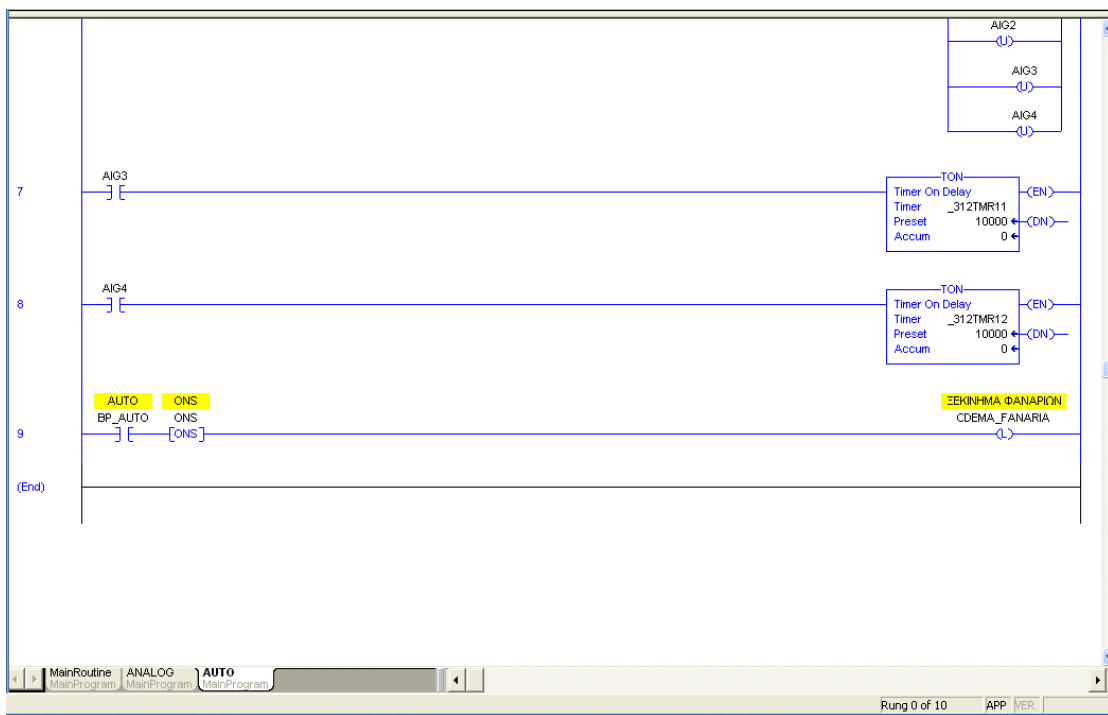
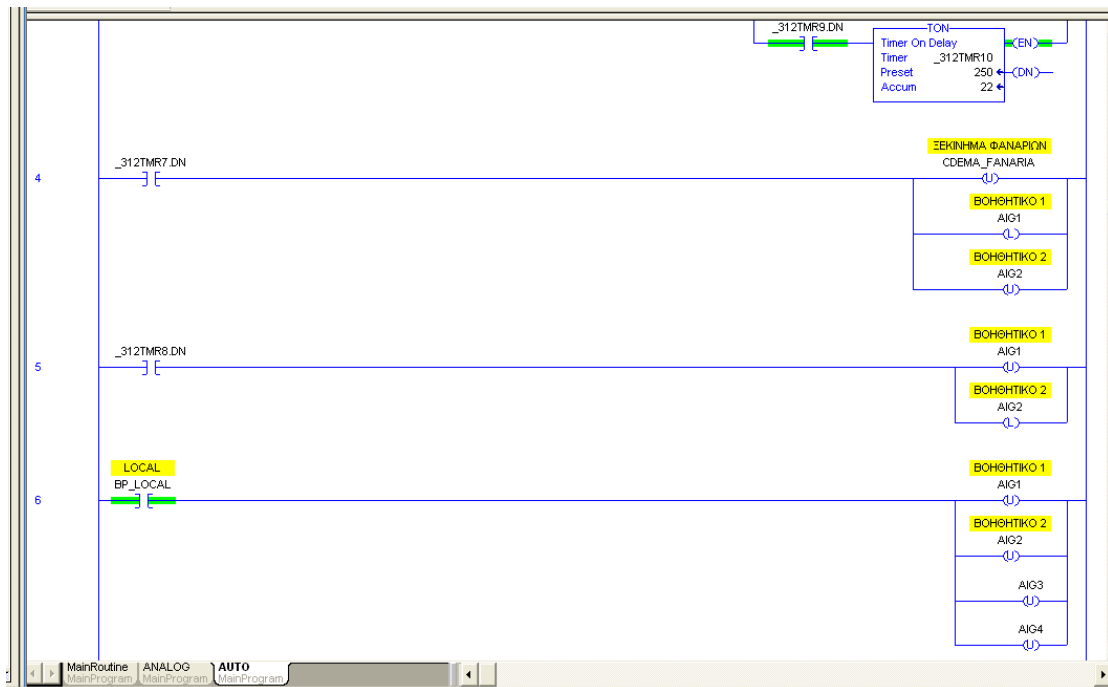
Παρακάτω παρατείνεται το πρόγραμμα σε μορφή εκόνων:

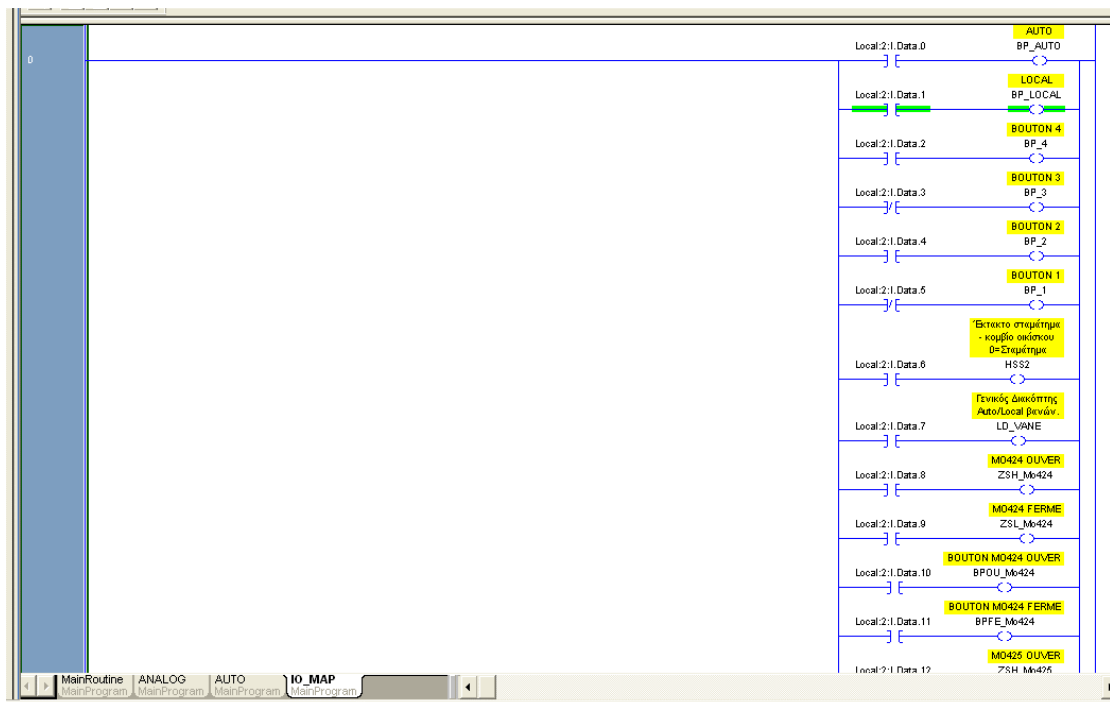
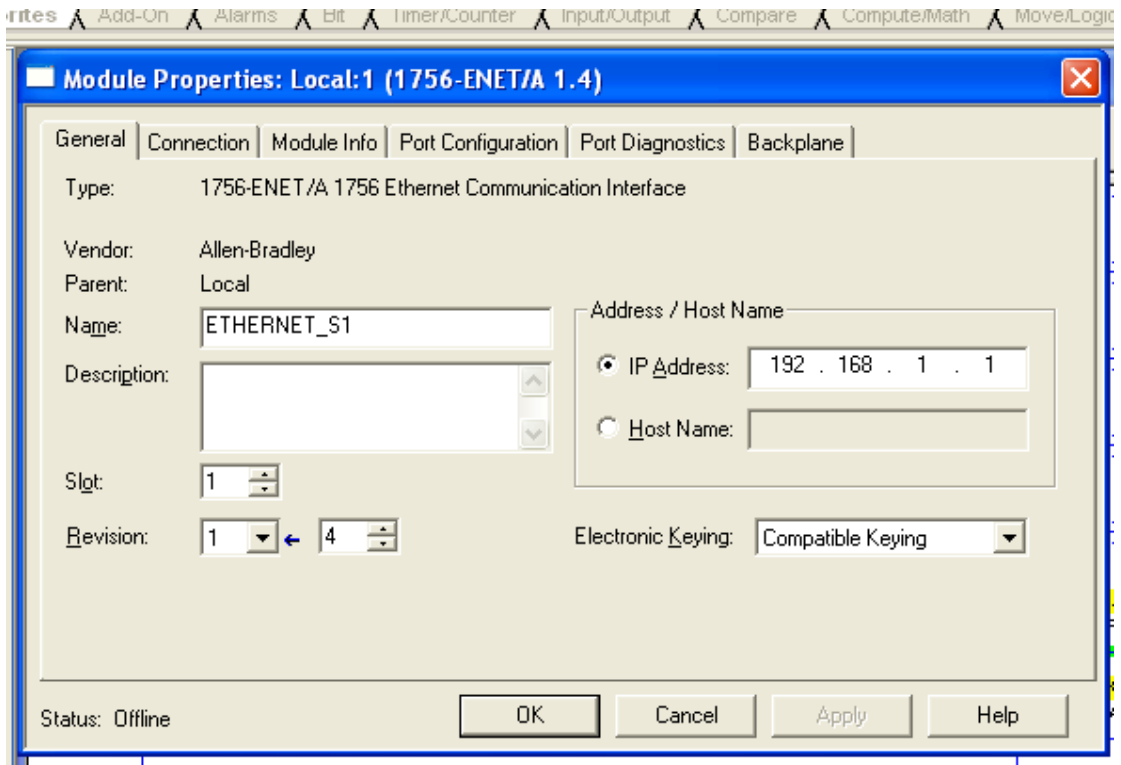


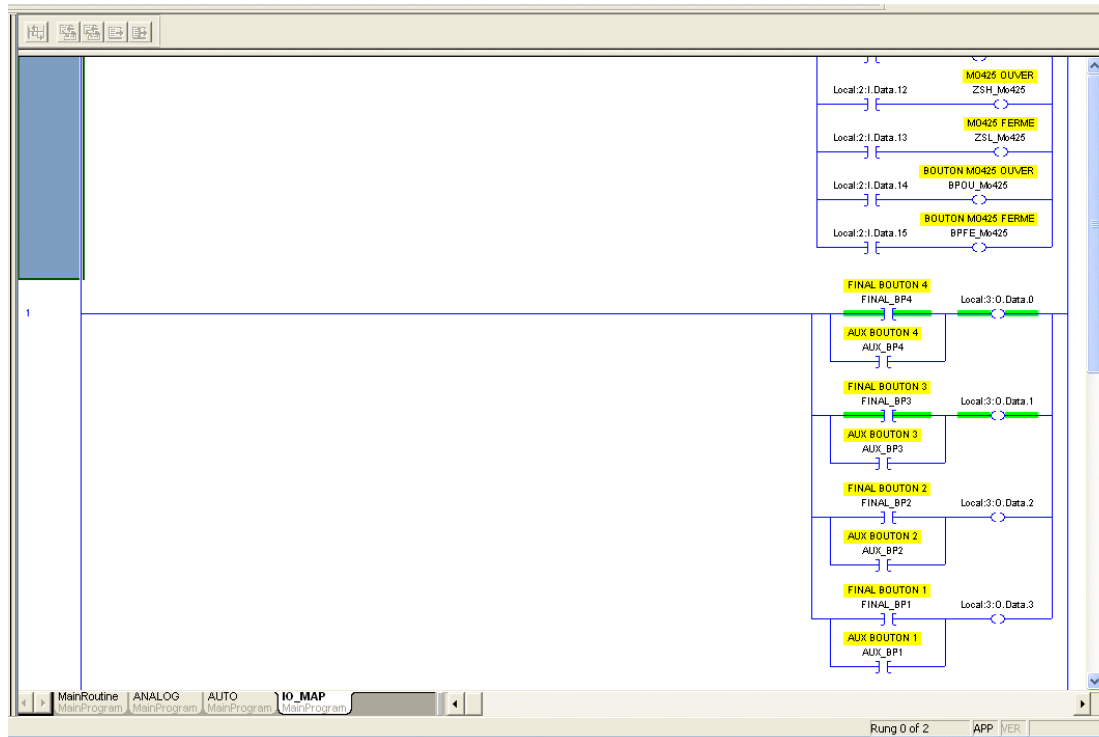






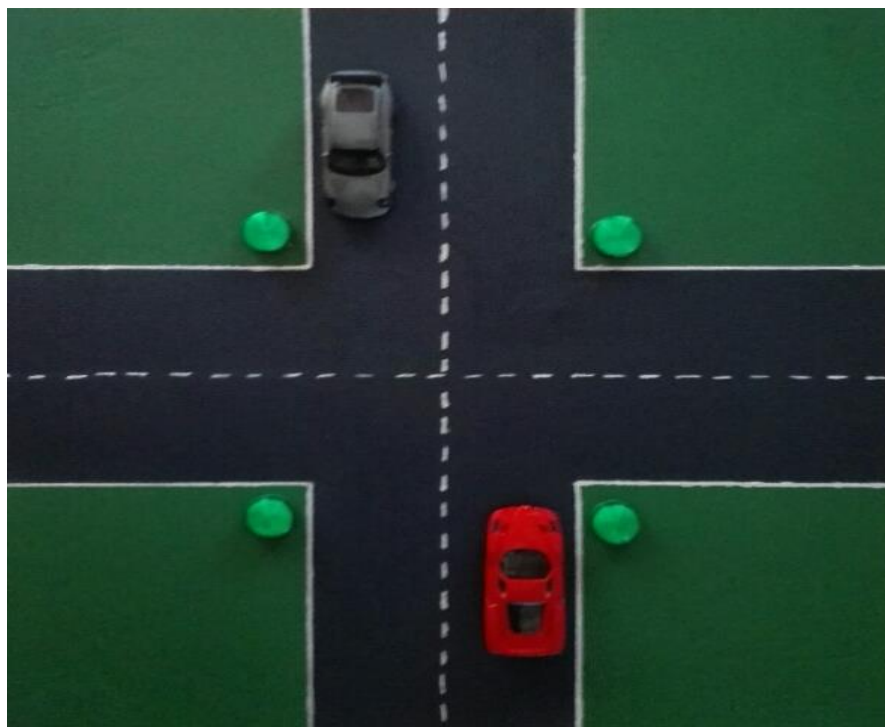






### 4.3 Μακέτα για την παρουσίαση της παρούσας εργασίας

Υλοποιήθηκε μακέτα για την παρουσίαση και τη καλύτερη κατανόηση του προγράμματος (οπτικά) όπου παρουσιάζεται παρακάτω:



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δ. Τσανακτσίδης – Δ. Τσίτσουλας “ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ”, Κεφ. 5
2. Δ. Τσανακτσίδης – Δ. Τσίτσουλας “ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ”, Κεφ. 9
3. Καλογιάννης Ιωάννης(2014): *Έξυπνοι σηματοδότες*. Πτυχιακή εργασία
4. Θωμίδου Μαρία (2007): *Συστήματα Ελέγχου Κυκλοφορίας, Εξέλιξη, Αξιολόγηση, Εφαρμογές*. Διπλωματική εργασία
5. Μίντσης Γεώργιος (2007): *Συστήματα Ελέγχου Κυκλοφορίας*. Διδακτικές σημειώσεις μαθήματος «Οργάνωση και Διαχείριση Συστημάτων Κυκλοφορίας και Στάθμευσης»
6. Θεοδωρή Αναστασία (2005): *Συστήματα Ελέγχου Κυκλοφορίας σε Αστικές Περιοχές- Εξέλιξη και Συγκριτική Θεώρηση*. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία
7. Markos Papageorgiou: *Traffic Control*
8. Διονύσης Δ. Μαρίνος (2011): *Κατασκευή Συστήματος Ελέγχου Στάθμης Δεξαμενών Ελεγχόμενο από PLC*. Διπλωματική εργασία
9. Technical Data “1756 ControlLogix Communication Modules Specifications”, Rockwell Automation Publication 1756-TD003I-EN-E - January 2016
10. Technical Data “1756 ControlLogix Power Supplies Specifications”, Rockwell Automation Publication 1756-TD005E-EN-E - April 2014
11. Technical Data “1756 ControlLogix Chassis Specifications”, Rockwell Automation Publication 1756-TD006E-EN-E - October 2014
12. Installation Instructions “ControlLogix Chassis and Power Supply”, Rockwell Automation Publication 1756-IN005D-EN-P - July 2014
13. Installation Instructions “ControlLogix Controller and Memory Board”, Publication 1756-IN101L-EN-P - June 2008
14. Technical Data “1756 ControlLogix I/O Specifications”, Rockwell Automation Publication 1756-TD002I-EN-E - June 2015
15. Reference Manual “Logix5000 Controllers General Instructions Reference Manual”, Rockwell Automation Publication 1756-RM003P-EN-P - December 2014
16. Quick Start “Logix5000 Controllers”, Publication 1756-QS001E-EN-P - October 2009

## ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

17. <http://www.nextsystems.eu/media/wysiwyg/fanaria/traffic-lights-design.jpg>
18. <http://antikleidi.com/2014/01/15/green-red-yellow/>

19. <http://ab.rockwellautomation.com/Programmable-Controllers/ControlLogix>
20. [http://civilmsc.tepir.gr/wp-content/uploads/2013/06/TEI-logo\\_bw.png](http://civilmsc.tepir.gr/wp-content/uploads/2013/06/TEI-logo_bw.png)