



**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ Τ.Ε.
ΑΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΙΔΕΙΞΗΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟ
ΛΟΓΙΚΟ ΕΛΕΓΚΤΗ (PLC)**

ΤΕΡΠΙΟΣ ΕΥΘΥΜΙΟΣ (Α.Μ. 1331/89)

&

ΦΟΥΤΣΙΤΖΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ (Α.Μ. 1331/86)

ΕΠΙΒΛΕΨΗ: ΔΡ. - ΜΗΧ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2018

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία και τα συμπεράσματά της, σε οποιαδήποτε μορφή, αποτελούν συνιδιοκτησία του Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. του Αλεξάνδρειου ΤΕΙ Θεσσαλονίκης και των φοιτητών. Οι προαναφερόμενοι διατηρούν το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής (τμηματικά ή συνολικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να αναφέρεται ο τίτλος, ο συγγραφέας, ο επιβλέπων και το τμήμα του ΑΤΕΙΘ.

Η έγκριση της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων των συγγραφέων εκ μέρους του Τμήματος.

Οι υπογεγραμμένοι δηλώνουμε υπεύθυνα ότι η παρούσα Πτυχιακή Εργασία είναι εξ' ολοκλήρου δικό μας έργο και συγγράφηκε ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε.

Δηλώνουμε υπεύθυνα ότι κατά τη συγγραφή ακολουθήσαμε την πρότυπη ακαδημαϊκή δεοντολογία αποφυγής λογοκλοπής και έχουμε αποφύγει οποιαδήποτε ενέργεια που συνιστά παράπτωμα λογοκλοπής.

(Όνομα, Υπογραφή, Ημερομηνία)

(Όνομα, Υπογραφή, Ημερομηνία)

Περιεχόμενα

Abstract	11
Περίληψη.....	13
Εισαγωγή.....	15
1. Κεφάλαιο 1 ^ο : Θεωρητικό πλαίσιο PLC S7-200.....	17
1.1 PLC S7-200	17
1.2 Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των PLC	17
1.3 Πλεονεκτήματα	18
1.4 Δομή, Χαρακτηριστικά, Λειτουργία.	20
1.5 CPU-Κεντρική μονάδα επεξεργασίας	21
1.6 Ενδεικτικές λυχνίες LED.....	22
1.7 Ψηφιακές είσοδοι στο PLC	22
1.8 Ψηφιακές έξοδοι.....	23
1.9 Αναλογικές είσοδοι PLC	24
1.10 Αναλογικές έξοδοι.....	25
1.11 Μνήμη RAM-ROM-PROM-EEPROM.....	25
1.12 Μνήμη φόρτωσης (Load memory).....	27
1.13 Μνήμη εργασίας (Work memory).....	27
1.14 Μνήμη συστήματος (System memory)	27
1.15 Πώς εκτελείται το πρόγραμμα στο PLC.....	28
1.16 Εφαρμογή	30
2. Κεφάλαιο 2 ^ο : Εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν	31
2.1 Πλήκτρα	31
2.2 Τερματικοί Διακόπτες	33
2.3 Αισθητήρες εγγύτητας.....	35
2.3.1 Χωρητικοί αισθητήρες εγγύτητας.	35
2.3.2 Ακουστικοί αισθητήρες εγγύτητας	36
2.3.3 Επαγωγικοί αισθητήρες εγγύτητας.....	37
2.3.4 Εφαρμογή	38
2.4 Διακόπτης 0-1-2	40
2.5 Ενδεικτικές λυχνίες	41
2.6 Μικρό-ρελέ/ Ice cube ρελέ.....	42

2.6.1	Λειτουργία.....	42
2.6.2	Μικρό-ρελέ.....	43
2.6.3	Ice cube ρελέ	45
2.7	Τροφοδοτικό.....	47
2.8	Μικροαυτόματοι διακόπτες ισχύος (MCB).....	49
2.8.1	Μικροαυτόματος διακόπτης ισχύος 1P	49
2.8.2	Μικροαυτόματος διακόπτης ισχύος 2P	50
2.9	Διακόπτης διαρροής	51
3.	Κεφάλαιο 3 ^ο : Προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν, υλοποίηση ασκήσεων και μελέτη	53
3.1	Προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν	53
3.2	Διαδικασία Υλοποίησης των ασκήσεων	54
3.3	Ασκήσεις σε Ladder στο MicroWin Step7.....	55
3.3.1	Άμεση εκκίνηση ασύγχρονου κινητήρα	55
3.3.2	Αλλαγή φοράς περιστροφής ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα	56
3.3.3	Αυτόματος διακόπτης εκκίνησης κινητήρα σε αστέρα-	59
3.3.4	Διαδοχική εκκίνηση και στάση δύο ηλεκτροκινητήρων	61
3.3.5	Τρεις μεταφορικές ταινίες μίας κατεύθυνσης.....	65
3.3.6	Συρόμενη αυλόπορτα	68
3.3.7	Βαρέλα βυρσοδεψείου.....	71
3.3.8	Μίξη χρωμάτων.....	78
3.3.9	Φόρτωση οχήματος	81
3.3.10	Τρεις κινητήρες σε διαδοχική λειτουργία.....	83
3.4	Συνδεσμολογία στο PLC	87
3.4.1	Άμεση εκκίνηση ασύγχρονου κινητήρα.....	87
3.4.2	Αλλαγή φοράς περιστροφής ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα	88
3.4.3	Αυτόματος διακόπτης εκκίνησης κινητήρα σε αστέρα-τρίγωνο	89
3.4.4	Διαδοχική εκκίνηση και στάση δύο ηλεκτροκινητήρων	90
3.4.5	Τρεις μεταφορικές ταινίες μίας κατεύθυνσης.....	91
3.4.6	Συρόμενη αυλόπορτα	92
3.4.7	Βαρέλα βυρσοδεψείου.....	93
3.4.8	Μίξη χρωμάτων.....	94
3.4.9	Φόρτωση οχήματος	95
3.4.10	Τρεις κινητήρες σε διαδοχική λειτουργία.....	96

4.	Κεφάλαιο 4 ^ο : Μελέτη - Επεξεργασία ξύλου - Δημιουργία ξύλινης βάσης	97
4.1	Μελέτη	97
4.2	Επεξεργασία ξύλου - Δημιουργία ξύλινης βάσης	100
5.	Κεφάλαιο 5 ^ο : Τοποθέτηση εξαρτημάτων - Καλωδίωση - Στήριξη κατασκευής	107
5.1	Τοποθέτηση εξαρτημάτων.....	107
5.2	Καλωδίωση.....	110
5.3	Στήριξη	117
6.	Κεφάλαιο 6 ^ο : Σχεδιασμός - Τοποθέτηση σήμανσης.....	119
6.1	Σχεδιασμός της σήμανσης.....	119
6.2	Τοποθέτηση σήμανσης.....	122
	Βιβλιογραφία.....	127

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Ροή πληροφορίας στην κεντρική μονάδα (CPU)	20
Εικόνα 2. Κεντρική μονάδα επεξεργασίας και διασύνδεση με modules. [6]	21
Εικόνα 3. Ενδεικτικές λυχνίες κατάστασης CPU και εισόδων - εξόδων. [6].....	22
Εικόνα 4. Συνδεσμολογία ψηφιακών εισόδων. [6].....	23
Εικόνα 5. Μονάδα ψηφιακών εισόδων. [6]	23
Εικόνα 6. Μονάδα ψηφιακών εξόδων. [6].....	24
Εικόνα 7. Δομή μνήμης S7-200. [6]	26
Εικόνα 8. Κυκλική επεξεργασία προγράμματος.	29
Εικόνα 9. Κυκλική επεξεργασία προγράμματος.....	29
Εικόνα 10. Πλήκτρο ONPOW V12Y-11-G. [5].....	31
Εικόνα 11. Πλήκτρο ONPOW V12Y-11-R. [5]	32
Εικόνα 12. Πλήκτρα ONPOW V12Y - Διαστάσεις. [5].....	32
Εικόνα 13. Τερματικός διακόπτης Panasonic AZ7121. [5].....	34
Εικόνα 14. Διαστάσεις τερματικού διακόπτη Panasonic AZ7121. [5].....	34
Εικόνα 15. Χωρητικός αισθητήρας εγγύτητας. [3].....	36
Εικόνα 16. Ακουστικός αισθητήρας εγγύτητας. [3]	36
Εικόνα 17. Επαγωγικός αισθητήρας εγγύτητας. [3]	37
Εικόνα 18. Αισθητήρας εγγύτητας επαγωγικός Highly TS12-02P-1. [5]	38
Εικόνα 19. Εσωτερικό κύκλωμα αισθητήρα & pinout. [3].....	38
Εικόνα 20. Διαστάσεις Highly TS12-02P-1. [5].....	39
Εικόνα 21. Περιστροφικός διακόπτης Lovato electric GX1651U. [5].....	40
Εικόνα 22. Συνδεσμολογία περιστροφικού διακόπτη Lovato electric GX1651U. [5]	40
Εικόνα 23. Ενδεικτική λυχνία AD22-22G/AD22-22R. [5]	41
Εικόνα 24. Διαστάσεις λυχνίας AD22-22. [5]	41
Εικόνα 25. Μικρό ρελέ Omron G2RV-SL700. [5].....	43
Εικόνα 26. Διαστάσεις Omron G2RV-SL700. [5].....	44
Εικόνα 27. Συνδεσμολογία Omron G2RV-SL700. [5].....	44
Εικόνα 28. Ice cube ρελέ RELPOL PIR4-012DC-00LD. [5].....	45
Εικόνα 29. Διαστάσεις RELPOL PIR4-012DC-00LD. [5]	46
Εικόνα 30. Συνδεσμολογία RELPOL PIR4-012DC-00LD. [5].....	46
Εικόνα 31. Κύκλωμα τροφοδοτικού Carlo Gavazzi SPD2460. [9].....	47
Εικόνα 32. Τροφοδοτικό Carlo Gavazzi SPD2460. [9].....	48

Εικόνα 33. Διαστάσεις Carlo Gavazzi SPD2460. [9].....	48
Εικόνα 34. Μικροαυτόματος ABB 1P. [5]	49
Εικόνα 35. Μικροαυτόματος ABB 2P. [5]	50
Εικόνα 36. Διακόπτης διαρροής FH202-AC. [5].....	51
Εικόνα 37. Λύση άσκησης 1.....	55
Εικόνα 38. Λύση άσκησης 2.....	58
Εικόνα 39. Λύση άσκησης 3.....	60
Εικόνα 40. Λύση άσκησης 4.....	64
Εικόνα 41. Λύση άσκησης 5.....	67
Εικόνα 42. Λύση άσκησης 6.....	70
Εικόνα 43. Λύση άσκησης 7.....	77
Εικόνα 44. Λύση άσκησης 8.....	80
Εικόνα 45. Λύση άσκησης 9.....	82
Εικόνα 46. Λύση άσκησης 10.....	86
Εικόνα 47. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 1.....	87
Εικόνα 48. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 2.....	88
Εικόνα 49. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 3.....	89
Εικόνα 50. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 4.....	90
Εικόνα 51. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 5.....	91
Εικόνα 52. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 6.....	92
Εικόνα 53. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 7.....	93
Εικόνα 54. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 8.....	94
Εικόνα 55. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 9.....	95
Εικόνα 56. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 10.....	96
Εικόνα 57. Σχέδιο κατασκευής στο Autocad.....	98
Εικόνα 58. Σχέδιο κατασκευής στο Autocad 3d.....	99
Εικόνα 59. Ξύλινη τάβλα.....	101
Εικόνα 60. Κοπή ξύλινης τάβλας.	101
Εικόνα 61. Συναρμολόγηση ξύλων.....	102
Εικόνα 62. Συναρμολόγηση ξύλων.....	102
Εικόνα 63. Ολοκλήρωση συναρμολόγησης.....	103
Εικόνα 64. Τρύπημα Ξύλων.	104
Εικόνα 65. Τρύπημα Ξύλων.	104
Εικόνα 66. Τρύπημα Ξύλων.	105

Εικόνα 67. Ολοκλήρωση της διαδικασίας.	106
Εικόνα 68. Τοποθέτηση εξαρτημάτων εισόδων.	107
Εικόνα 69. Τοποθέτηση εξαρτημάτων τροφοδοσίας - CPU.....	108
Εικόνα 70. Τοποθέτηση εξαρτημάτων εξόδων.....	109
Εικόνα 71. Σχέδιο καλωδίωσης.	112
Εικόνα 72. Καλωδίωση των εισόδων.	113
Εικόνα 73. Καλωδίωση CPU, μικρό-ρελέ	114
Εικόνα 74. Καλωδίωση μικρό-ρελέ.....	114
Εικόνα 75. Καλωδίωση των εισόδων-εξόδων PLC.....	115
Εικόνα 76. Καλωδίωση των εξόδων.....	115
Εικόνα 77. Καλωδίωση των εξόδων.....	116
Εικόνα 78. Στήριξη τις κατασκευής.	117
Εικόνα 79. Πινακίδα ονομάτων.	119
Εικόνα 80. Σήμανση.	120
Εικόνα 81. Σήμανση.	120
Εικόνα 82. Σήμανση.	120
Εικόνα 83. Σήμανση.	120
Εικόνα 84. Σήμανση.	121
Εικόνα 85. Σήμανση.	121
Εικόνα 86. Σήμανση εισόδων.	122
Εικόνα 87. Σήμανση τροφοδοσίας, CPU, μικρό-ρελέ.....	123
Εικόνα 88. Σήμανση εξόδων.....	124
Εικόνα 89. Σήμανση ice cube ρελέ.....	125
Εικόνα 90. Ολοκλήρωση της κατασκευής (Τελικό αποτέλεσμα εκπαιδευτικής μονάδας επίδειξης εγκατάστασης αυτοματισμού με βάση Προγραμματιζόμενο Λογικό ελεγκτή).	126

Abstract

The aim of this dissertation is to educate the students of the Alexander Technological Educational Institute of Thessaloniki, and especially those in the course of Classical Automation Systems. It will act as a tool for the demonstration and introduction of students to industrial controllers (PLCs). More specifically, through this construction, students will be able to understand how various components such as buttons, proximity sensors, 0-1-2 switches, terminals and relays operate. In addition, the construction will enable PLC programming through 3 programming languages (STL, Ladder and FBD) with the Siemens Step 7 MicroWin software. In combination of all the above, the dissertation will be an integrated educational experience, both in software and hardware level, so that the student has a complete picture of industrial automation.

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, έχει ως σκοπό την εκπαίδευση των φοιτητών του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης, συγκεκριμένα στο μάθημα των Κλασικών Εγκαταστάσεων Αυτοματισμού, καθώς θα αποτελεί εργαλείο για την επίδειξη και την εισαγωγή των φοιτητών στους βιομηχανικούς ελεγκτές (PLC). Πιο συγκεκριμένα, μέσα από αυτήν την κατασκευή, ο φοιτητής θα είναι σε θέση να κατανοήσει τον τρόπο λειτουργίας διαφόρων εξαρτημάτων όπως των πλήκτρων, των αισθητήρων εγγύτητας, του διακόπτη 0-1-2, των τερματικών διακοπών και των ρελέ. Ακόμα, η κατασκευή θα δίνει την δυνατότητα προγραμματισμού του PLC μέσα από 3 γλώσσες προγραμματισμού (STL, Ladder, FBD), με τη βοήθεια του προγράμματος Step 7 MicroWin της Siemens. Σε συνδυασμό όλων των παραπάνω, η πτυχιακή εργασία θα αποτελέσει μια ολοκληρωμένη εκπαιδευτική εμπειρία, τόσο σε βαθμό Software, αλλά και σε επίπεδο Hardware, ώστε ο φοιτητής να έχει μια ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με τον βιομηχανικό αυτοματισμό.

Εισαγωγή

Με την κατασκευή της εκπαιδευτικής μονάδας, θα δοθεί η δυνατότητα στους φοιτητές να συγκρίνουν και να κατανοήσουν πώς μια εφαρμογή μπορεί να υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας Προγραμματιζόμενους Λογικούς Ελεγκτές PLC (Programmable Logic Controllers). Για την υλοποίηση της κατασκευής χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω υλικά:

- **PLC S7-200:** Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής που είναι η καρδιά της πτυχιακής εργασίας και χορηγήθηκε ευγενικά από τη βιομηχανία Conitex Sonoco (11ο χλμ, Π.Ε.Ο. Θεσσαλονίκης-Κιλκίς, Διευθυντής κ. Αργύρης Πατιός), όπου χρησιμοποιούνταν σε βιομηχανικό αυτοματισμό, ο οποίος αναβαθμίστηκε με PLC νέας τεχνολογίας. Το PLC υλοποιεί λογικές πράξεις, διαβάζοντας την κατάσταση των εισόδων και μεταβάλλει κατάλληλα τις εξόδους, ώστε να αποφέρει το προγραμματισμένο αποτέλεσμα.
- **Πλήκτρα:** Τοποθετήθηκαν 10 πλήκτρα, τα οποία διαθέτουν 5 Normally Open (NO) επαφές με χρώμα πράσινο, καθώς και 5 Normally Closed (NC) επαφές με χρώμα κόκκινο. Χρησιμοποιούνται ως είσοδοι στο PLC.
- **Τερματικοί διακόπτες:** Τοποθετήθηκαν 2 τερματικοί διακόπτες, οι οποίοι διαθέτουν μια μεταγωγική επαφή ο κάθε ένας με τη χρήση της NO επαφής και στους δύο. Χρησιμοποιούνται ως είσοδοι στο PLC.
- **Αισθητήρες εγγύτητας:** Τοποθετήθηκαν 2 αισθητήρες εγγύτητας, τύπου PNP επαγωγικοί με τάση τροφοδοσίας 10-30V DC και απόσταση ενεργοποίησης 0-2 mm. Χρησιμοποιούνται ως είσοδοι στο PLC.
- **Μεταγωγικός διακόπτης:** Τοποθετήθηκε 1 μεταγωγικός διακόπτης 3 καταστάσεων (0-1-2). Χρησιμοποιείται ως είσοδος στο PLC.

- **Μικρο-ρελέ:** Τοποθετήθηκαν 10 μικρο-ρελέ για την προστασία των εξόδων του PLC. Η κάθε έξοδος του PLC οπλίζει και το ανάλογο, που με την σειρά του δίνει ρεύμα στην αντίστοιχη μπόρνα, μέσω της επαφής 11-12-14.

- **Βοηθητικά ρελέ:** Τοποθετήθηκαν 5 βοηθητικά ρελέ 24 V DC. Τα ρελέ αυτά είναι ελεύθερα για να συνδεθούν οπουδήποτε (το πηνίο και οι επαφές του). Χρησιμοποιούνται ως εξοδοί στο PLC.

- **Ενδεικτικές λυχνίες:** Τοποθετήθηκαν 10 ενδεικτικές λυχνίες (5 πράσινες και 5 κόκκινες) 24 V DC. Είναι ελεύθερες να συνδεθούν οπουδήποτε. Χρησιμοποιούνται ως εξοδοί στο PLC.

- **Τροφοδοτικό 24V DC:** Τοποθετήθηκε ένα τροφοδοτικό με τάση τροφοδοσίας 230 V AC και έξοδο 24 V DC για την τροφοδοσία, τόσο των συσκευών εισόδου (πλήκτρα, αισθητήρες εγγύτητας, τερματικοί διακόπτες), όσο και των συσκευών εξόδου (ενδεικτικές λυχνίες και ρελέ).

Επιπλέον, τοποθετήθηκαν **αυτοματάκια, ρελέ διαρροής και ενδεικτικές λυχνίες** για την διακοπή και την προστασία από το κύκλωμα των 230 V AC.

1. Κεφάλαιο 1^ο: Θεωρητικό πλαίσιο PLC S7-200

1.1 PLC S7-200

Το PLC, είναι μια συσκευή στερεάς κατάστασης σχεδιασμένη να εκτελεί λογικές πράξεις. Βασίζεται στην τεχνολογία των μικροϋπολογιστών για να μπορεί να παίρνει λογικές αποφάσεις, αλλά και να κάνει αριθμητικές πράξεις και άλλες λειτουργίες που με τα ρελέ είναι σχεδόν αδύνατον να γίνουν. Δέχεται διάφορα ηλεκτρικά σήματα (τάσεις-ρεύματα-AC/DC) στις εισόδους του (inputs), κατόπιν τα επεξεργάζεται και παράγει τα κατάλληλα σήματα εξόδου (outputs), τα οποία θα ενεργοποιήσουν τις υπό έλεγχο διατάξεις. [7]

Η αρχιτεκτονική ενός PLC είναι βασικά ίδια με ενός μικροϋπολογιστή. Όμως, κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά διαφοροποιούν τα PLC από τους μικροϋπολογιστές. Αυτά είναι:

1.2 Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των PLC

- Είναι σχεδιασμένα να λειτουργούν σε βιομηχανικό περιβάλλον σε μεγάλο εύρος θερμοκρασίας και υγρασίας.
- Δεν επηρεάζονται από βιομηχανικά παράσιτα, π.χ. ηλεκτρονικός θόρυβος.
- Είναι σχεδιασμένα για εύκολη χρήση από τεχνίτες στη βιομηχανία.
- Χρησιμοποιούν εύκολα κατανοητές γλώσσες προγραμματισμού.
- Εκτελούν το πρόγραμμά τους, συνήθως με έναν τρόπο τακτικό και αξιόπιστο.
- Έχουν σχεδιαστεί για εγκατάσταση και συντήρηση από τεχνίτες που δεν είναι απαραίτητο να είναι υψηλά εκπαιδευμένοι τεχνικοί.
- Η ανίχνευση βλαβών απλοποιείται με την ενσωμάτωση ενδεικτικών LED βλάβης και πληροφοριών κακής λειτουργίας. [7]

Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές, χρησιμοποιούνται για να ελέγχουν μηχανές και διεργασίες, όπου απαιτείται οι λειτουργίες να γίνονται αυτόματα, κατ'εξοχήν στη βιομηχανία, αλλά και σε κτηριακές εγκαταστάσεις, στη ναυτιλία, σε μεγάλα έργα του δημοσίου ή ιδιωτικού τομέα, σήραγγες, σταθμούς παραγωγής ενέργειας, ορυχεία, βιολογικούς καθαρισμούς, στον φωτισμό αεροδρομίων, σε συστήματα ανελκυστήρων και σε δεκάδες άλλους τομείς εφαρμογών. [7]

Η εφαρμογή των PLC στις παραπάνω περιπτώσεις, ακολουθεί πάντα την εξής λογική: Με τη βοήθεια διαφόρων τύπων αισθητηρίων (π.χ. θερμοκρασίας, υγρασίας, διοξειδίου του άνθρακα, πίεσης, εγγύτητας), συλλέγουν πληροφορίες από το περιβάλλον, παίρνουν δεδομένα και μέσω των εισόδων τους “αποφασίζουν” με βάση τη λογική του προγράμματός τους, που είναι αποθηκευμένο στην μνήμη RAM της CPU να ενεργοποιούν τις κατάλληλες εξόδους τους, μέσω των οποίων τελικά ελέγχουν μηχανές ή διεργασίες. [7]

1.3 Πλεονεκτήματα

Σε σύγκριση με το κλασσικό αυτοματισμό, τα πλεονεκτήματα των PLC είναι πάρα πολλά και συνεχώς ανακαλύπτονται και άλλα. Ενδεικτικά αναφέρονται τα εξής:

- Είναι συσκευές γενικής χρήσεως: Δεν προσαρμόζονται σε ένα μόνο είδος παραγωγής, είναι ευέλικτες συσκευές γενικής χρήσεως που χρησιμοποιούνται σε οικιακό και βιομηχανικό αυτοματισμό.
- Αλλαγή κανόνων-δυνατότητα επαναπρογραμματισμού: Αν οι κανόνες πρέπει να αλλάξουν σε ένα παραδοσιακό σύστημα πρέπει να ξαναγίνει η καλωδίωση. Αντίθετα, ένα PLC μπορεί να επαναπρογραμματιστεί για να εξυπηρετήσει μια αλλαγή κανόνων σε οποιοδήποτε στάδιο θελήσουμε (μελέτη, κατασκευή, θέση σε λειτουργία ή αργότερα) χωρίς επέμβαση στο υλικό.
- Επιπρόσθετες λειτουργίες: Το παραδοσιακό σύστημα πρέπει να εφοδιαστεί με επιπλέον συσκευές. Αντίθετα, ένα PLC έχει μια τεράστια ποικιλία ενσωματωμένων λειτουργιών όπως ρελέ, χρονιστές, μετρητές, ακολουθιακές διατάξεις και δυνατότητα αριθμητικών πράξεων.

- **Αξιοπιστία:** Στο παραδοσιακό σύστημα τα μηχανικά μέρη είναι πολύ πιθανό να παρουσιάσουν βλάβες υπεύθυνες για σημαντικό ποσοστό σφαλμάτων. Τα PLC έχουν ελάχιστα κινούμενα μέρη.
- **Επικοινωνία:** Τα παραδοσιακά συστήματα έχουν ελάχιστη δυνατότητα επικοινωνίας, σε σχέση με άλλα συστήματα για λόγους ελέγχου και εποπτείας. Τα PLC είναι προετοιμασμένα για έναν τέτοιο ρόλο.
- **Γρήγορος και εύκολος οπτικός έλεγχος της λειτουργίας με μία ματιά με τη βοήθεια των LED,** που υπάρχουν σε όλες τις κάρτες εισόδου και εξόδου.
- **Εξοικονόμηση χρόνου για την δημιουργία του πίνακα αυτοματισμού,** λιγότερα υλικά, λιγότερες και μικρότερες καλωδιώσεις, προγραμματισμός των απαιτούμενων ενεργειών, παράλληλα με την κατασκευή του πίνακα.
- **Καταλαμβάνουν μικρότερο χώρο στον πίνακα αυτοματισμού σε σχέση με τα συμβατικά υλικά.** Ένα PLC επίσης, καταναλώνει πολύ λιγότερη ενέργεια.
- **Οι γλώσσες προγραμματισμού καλύπτουν όλο το φάσμα των ανθρώπων που καλούνται να ασχοληθούν με την τεχνολογία αυτή.** Υπάρχει γλώσσα για ανθρώπους με γνώση στον κλασικό αυτοματισμό (Ladder) και γλώσσες για όσους έχουν υπόβαθρο σε υπολογιστές (Statement List, FBD, C++).
- **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.**
- **Εύκολος εντοπισμός βλαβών.**
- **Υπάρχει η δυνατότητα επέκτασης.** Αν προστεθεί κάποια καινούρια διαδικασία ή απαιτηθεί κάποιος επιπλέον έλεγχος, το ίδιο το PLC μπορεί με την προσθήκη των κατάλληλων καρτών εισόδων/ εξόδων (I/O), να την πραγματοποιήσει.

- Τα PLC έχουν σχεδόν απεριόριστη διάρκεια ζωής, λόγω των ασθενών ρευμάτων που χρησιμοποιούν και επειδή είναι στερεάς κατάστασης (solid state).
- Τέλος, σαν ψηφιακές συσκευές σήμερα πια, μας δίνουν τη δυνατότητα να συνδέσουμε επάνω τους οθόνες, εκτυπωτές, πληκτρολόγια και να καταργήσουμε έτσι τα κλασσικά μιμικά διαγράμματα και τους πίνακες χειρισμών. Εύκολη είναι επίσης, και η διασύνδεση μεταξύ τους γι' ανταλλαγή πληροφοριών, ο τηλεχειρισμός και η τηλεοπτεία, ο εξ αποστάσεως προγραμματισμός τους και η σύνδεσή τους στο Internet. [6, 7]

1.4 Δομή, Χαρακτηριστικά, Λειτουργία.

Ανεξάρτητα από τον τύπο και το μέγεθος, ένας προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής αποτελείται από τα εξής απαραίτητα στοιχεία:

- Μονάδα τροφοδοσίας.
- Κεντρική μονάδα (CPU) με τον μικροεπεξεργαστή και τη μνήμη για το πρόγραμμα.
- Μονάδες εισόδων (DI, AI).
- Μονάδες εξόδων (DQ, AQ). [7]

Σχετικό είναι το παρακάτω σχήμα (Εικόνα 1)

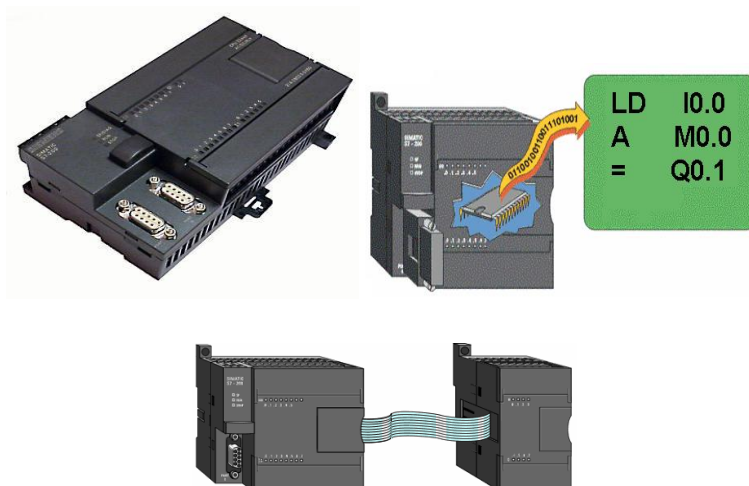


Εικόνα 1. Ροή πληροφορίας στην κεντρική μονάδα (CPU)

1.5 CPU-Κεντρική μονάδα επεξεργασίας

Η CPU, περιέχει τις μονάδες μνήμης του επεξεργαστή, κυκλώματα επικοινωνίας και μονάδα τροφοδοσίας. Ο όρος CPU συχνά εναλλάσσεται με τον όρο επεξεργαστής. Δεν θα πρέπει να συγχέεται με τον αυστηρό όρο CPU των μικρό-υπολογιστών, όπου εννοείται το ολοκληρωμένο κύκλωμα του επεξεργαστή. Εδώ CPU σημαίνει "υπολογιστής", δηλαδή εμπεριέχει όλα τα απαραίτητα στοιχεία που αποτελούν την νοημοσύνη του συστήματος. [7]

Η CPU, συνεχώς εκτελεί το πρόγραμμα και ελέγχει την διαδικασία. Το πρόγραμμα δημιουργείται με την βοήθεια ενός εξωτερικού λογισμικού, το οποίο τρέχει σε κάποιο PC σε τρεις διαφορετικές γλώσσες (STL, FBD, LADDER). Η μονάδα τροφοδοσίας παρέχει όλες τις απαραίτητες στάθμες τάσης που απαιτούνται για την σωστή λειτουργία όλων των τμημάτων του επεξεργαστή και της μνήμης. Η CPU περιέχει τον μικροεπεξεργαστή, ολοκληρωμένα μνήμης, κυκλώματα που αποθηκεύουν ή καλούν πληροφορίες από την μνήμη και τα απαραίτητα κυκλώματα επικοινωνίας για τη σύνδεση του επεξεργαστή με την συσκευή προγραμματισμού. Στη CPU υλοποιούνται λειτουργίες αντίστοιχες με τους συνδυασμούς επαφών στα συμβατικά κυκλώματα, απαριθμήσεις, χρονομετρήσεις, συγκρίσεις δεδομένων, μαθηματικές πράξεις και άλλες λειτουργίες. [7]



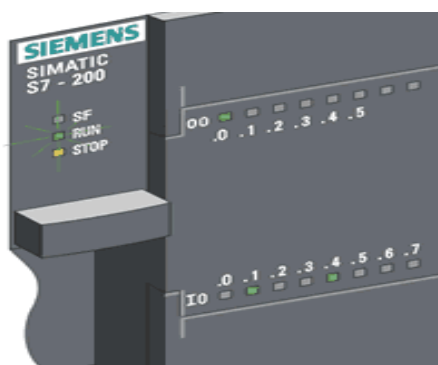
Εικόνα 2. Κεντρική μονάδα επεξεργασίας και διασύνδεση με modules. [6]

1.6 Ενδεικτικές λυχνίες LED

Τρεις ενδεικτικές λυχνίες LED δείχνουν την κατάσταση λειτουργίας της CPU S7-200. Η πράσινη λυχνία για παράδειγμα, είναι αναμμένη όταν η CPU βρίσκεται σε κατάσταση RUN. Η κίτρινη λυχνία είναι αναμμένη όταν η CPU βρίσκεται σε κατάσταση STOP. Και η τρίτη λυχνία με το κόκκινο χρώμα σημαίνει προβλήματα και ανάβει όταν υπάρχει σφάλμα λειτουργίας στη CPU. [7]

Ενδεικτικές λυχνίες επίσης, υπάρχουν στα PLC για να δείχνουν την κατάσταση (ON ή OFF) των εισόδων και των εξόδων του συστήματος.

Για κάθε είσοδο ή έξοδο, υπάρχει και η αντίστοιχη ενδεικτική λυχνία LED που όταν είναι αναμμένη με πράσινο χρώμα, σημαίνει ότι η είσοδος ή η έξοδος βρίσκεται σε κατάσταση ON και αντίστοιχα όταν η λυχνία είναι σβηστή η είσοδος ή η έξοδος βρίσκεται σε κατάσταση OFF. [7]



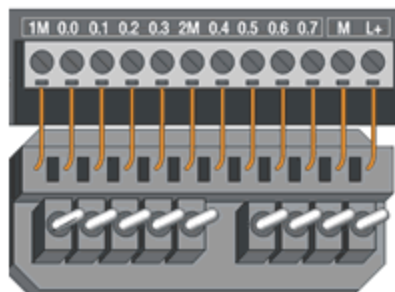
Εικόνα 3. Ενδεικτικές λυχνίες κατάστασης CPU και εισόδων - εξόδων. [6]

1.7 Ψηφιακές εισοδοι στο PLC

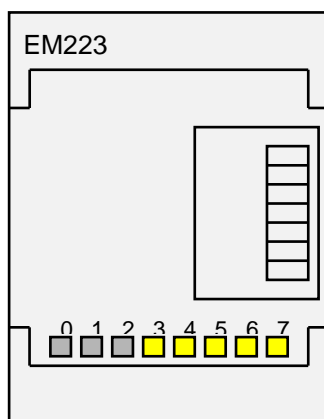
Οι ψηφιακές εισοδοι ενός PLC αναγνωρίζουν δύο διακριτές καταστάσεις: την κατάσταση “ON” και την κατάσταση “OFF” που πάντα αντιστοιχούν στην κατάσταση του λογικού 1 και 0 και διοχετεύονται ως πληροφορίες μέσω της ύπαρξης ή μη ηλεκτρικής τάσης στην εκάστοτε είσοδο. [7]

Στις ψηφιακές εισόδους του PLC μπορούν να συνδεθούν διαφόρων ειδών εξαρτήματα και υλικά που ανήκουν στην κατηγορία των αισθητηρίων “sensors” όπως μπουτόν, επαφές ρελέ, διακόπτες, τερματικοί διακόπτες, διακόπτες εγγύτητας

(διαφόρων τύπων – χωρητικοί, επαγωγικοί κ.λ.π.), φωτοκύτταρα και πλήθος ακόμα εξαρτημάτων. [7]



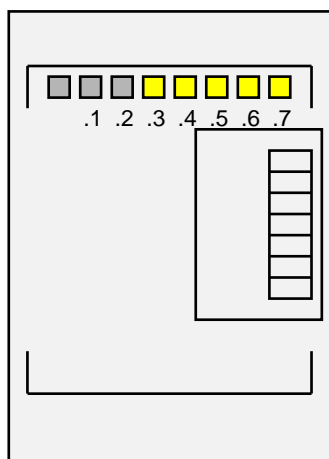
Εικόνα 4. Συνδεσμολογία ψηφιακών εισόδων. [6]



Εικόνα 5. Μονάδα ψηφιακών εισόδων. [6]

1.8 Ψηφιακές εξόδους

Οι ψηφιακές εξόδους μπορούν να έχουν κατάσταση ON ή OFF. Σε αυτές συνδέονται και ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται τα φορτία. Η σύνδεση των φορτίων με τις εξόδους γίνεται είτε απ' ευθείας ή το πιο συνηθισμένο, μέσω διατάξεων ενεργοποίησης όπως ρελέ κ.λ.π. Οι συσκευές εξόδου (ρελέ, φώτα κ.λ.π.) συνδέονται στις κλέμμες των εξόδων, στην κλεμμοσειρά που βρίσκεται στο πάνω μέρος του PLC S7-200. [7]



Εικόνα 6. Μονάδα ψηφιακών εξόδων. [6]

1.9 Αναλογικές εισοδοι PLC

Τα πρώτα PLC περιορίζονταν σε ψηφιακές μονάδες I/O, οι οποίες επέτρεπαν μόνο τη σύνδεση ON/OFF συσκευών. Οι αναλογικές μονάδες διασύνδεσης εισόδου περιέχουν τα κατάλληλα κυκλώματα, ώστε να μπορούν να δεχθούν αναλογικές τάσεις ή ρεύματα από αναλογικές συσκευές. Αυτές οι εισοδοι μετατρέπονται από αναλογική σε ψηφιακή τιμή με έναν μετατροπέα ADC. [7]

Ένα κλασσικό παράδειγμα, είναι η μέτρηση στάθμης ενός υγρού σε μια δεξαμενή. Η στάθμη του υγρού “μεταφράζεται” από το αισθητήριο σε ένα ηλεκτρικό σήμα που κυμαίνεται σε μία τυποποιημένη κλίμακα έντασης ρεύματος (π.χ. 4 έως 20 mA) ή τάσης (π.χ. 0-10 V). Η αναλογική είσοδος του PLC αντιλαμβάνεται τις στάθμες του ηλεκτρικού σήματος, οι οποίες αντιστοιχούν σε στάθμες του φυσικού μεγέθους, π.χ. την στάθμη του υγρού.

1.10 Αναλογικές έξοδοι

Η αναλογική μονάδα διασύνδεσης εξόδου, παίρνει από τον επεξεργαστή ψηφιακές λέξεις, οι οποίες μετατρέπονται σε αναλογική τάση ή ρεύμα για να ελέγξουν μια αναλογική συσκευή. Τα δεδομένα μεταφέρονται μέσω ενός κυκλώματος DAC για να πάρουν την απαραίτητη αναλογική μορφή. Για παράδειγμα, μια αναλογική έξοδος μπορεί να παρέχει ηλεκτρικό σήμα, του οποίου η τάση μεταβάλλεται από 0 έως 10 V και το οποίο οδηγεί έναν αναλογικό ενεργοποιητή π.χ. θέσης, ταχύτητας κ.α. [7]

1.11 Μνήμη RAM-ROM-PROM-EEPROM

Μνήμη RAM είναι το τμήμα του ελεγκτή, στο οποίο αποθηκεύεται το πρόγραμμα ελέγχου. Οι πληροφορίες που αποθηκεύονται στη μνήμη έχουν σχέση με το τρόπο επεξεργασίας των δεδομένων εισόδου-εξόδου. [7]

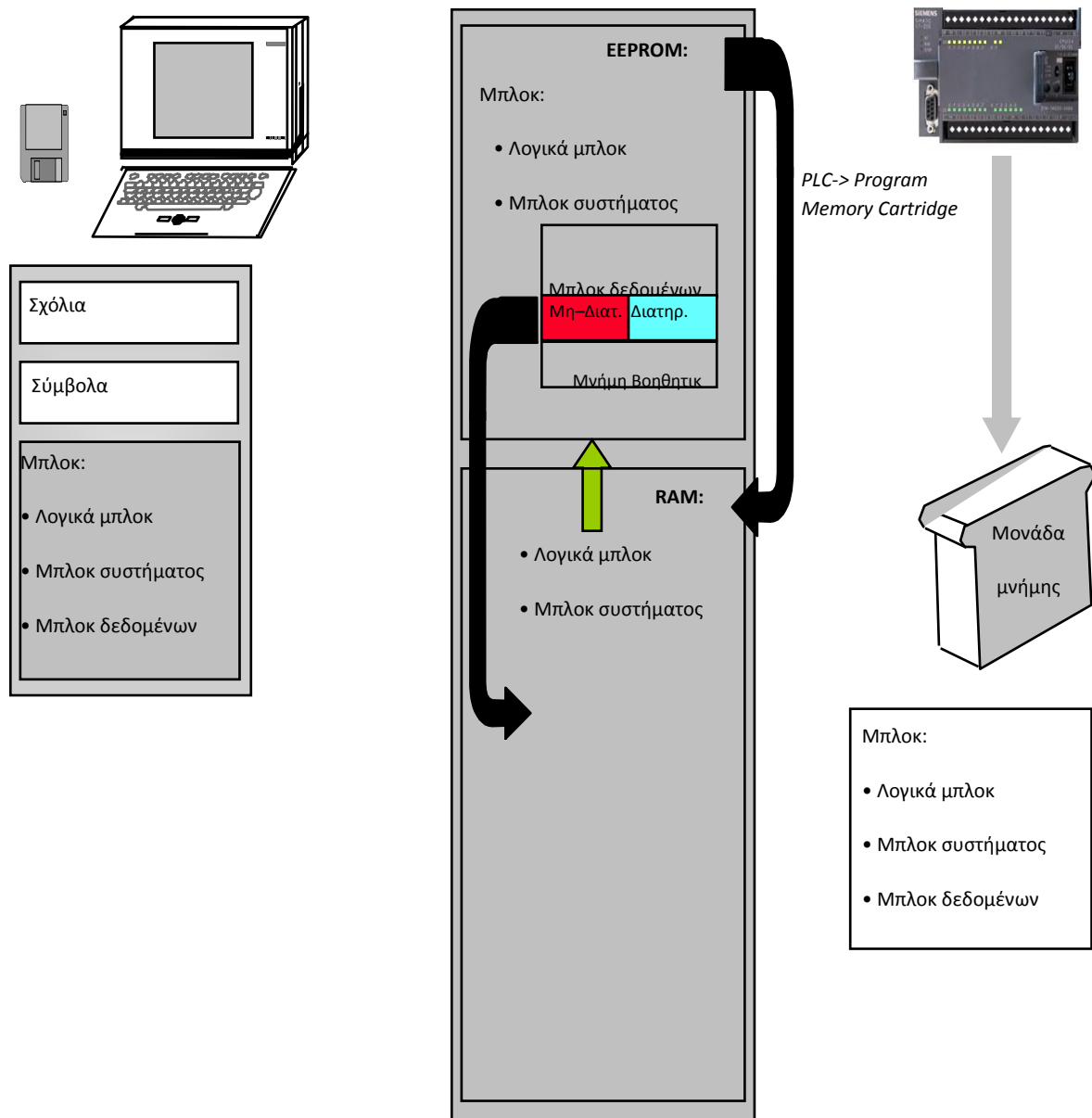
Τα είδη μνημών που υπάρχουν σήμερα είναι τα εξής:

- Μόνο ανάγνωσης (ROM).
- Τυχαίας προσπέλασης (RAM).
- Προγραμματιζόμενες μνήμες μόνο ανάγνωσης (PROM).
- Προγραμματιζόμενες μνήμες μόνο ανάγνωσης με δυνατότητα διαγραφής (EPROM).
- Ηλεκτρικά διαγραφόμενες μνήμες μόνο ανάγνωσης (EAROM).
- Ηλεκτρικά διαγραφόμενες και προγραμματιζόμενες μνήμες μόνο ανάγνωσης (EEPROM).

Η μνήμη μιας CPU χωρίζεται σε 3 γενικές κατηγορίες:

- Μνήμη φόρτωσης.
- Μνήμη εργασίας.
- Μνήμη συστήματος, οι οποίες αναλύονται παρακάτω. [7]

S7-200 Δομή Μνήμης



Εικόνα 7. Δομή μνήμης S7-200. [6]

1.12 Μνήμη φόρτωσης (Load memory)

Η μνήμη αυτή προϋπάρχει σε κάθε CPU και μπορεί να επεκταθεί με εξωτερικές μνήμες RAM ή Flash EPROM (EEPROM).

Στη μνήμη αυτή αποθηκεύεται ολόκληρο το πρόγραμμα, η περιγραφή του συστήματος, καθώς και οι παράμετροι των καρτών. Στο κοντινό μέλλον εδώ θ' αποθηκεύονται και τα σύμβολα και ο σχολιασμός του προγράμματος, που προς το παρόν γίνεται μόνο στη συσκευή προγραμματισμού. [7]

1.13 Μνήμη εργασίας (Work memory)

Εδώ υπάρχουν και εκτελούνται μόνο τα άκρως απαραίτητα στοιχεία από το πρόγραμμά, καθώς και τα μπλοκ δεδομένων – χώροι, όπου αποθηκεύονται τιμές (αριθμοί).

Αυτή είναι πάντα ενσωματωμένη RAM υψηλής απόδοσης (ταχύτητας) και διατηρεί το περιεχόμενό της μόνο με τη βοήθεια μπαταρίας.

Η εργασία αυτή, η μεταφορά δηλαδή, των απαιτητών στοιχείων από εξωτερική μνήμη (RAM ή EEPROM) στη μνήμη εργασίας, γίνεται από το λειτουργικό σύστημα της CPU. Στην περίπτωση, που το πρόγραμμα μεταφέρεται από συσκευή προγραμματισμού, τότε αυτό καταχωρείται στην μνήμη φόρτωσης και εργασίας ταυτόχρονα.

Η μνήμη αυτή προϋπάρχει σε κάθε CPU στη μέγιστη τιμή της, πράγμα που σημαίνει ότι δεν επεκτείνεται με εξωτερικές μνήμες (RAM ή Flash EPROM). [7]

1.14 Μνήμη συστήματος (System memory)

Η μνήμη συστήματος περιέχει τις μεταβλητές, στις οποίες αναφερόμαστε στο πρόγραμμά μας.

Αυτές υπάρχουν ομαδοποιημένες στη μνήμη και το μέγεθός τους εξαρτάται από την εκάστοτε χρησιμοποιούμενη CPU. Η μνήμη συστήματος στη CPU περιλαμβάνει τις παρακάτω περιοχές:

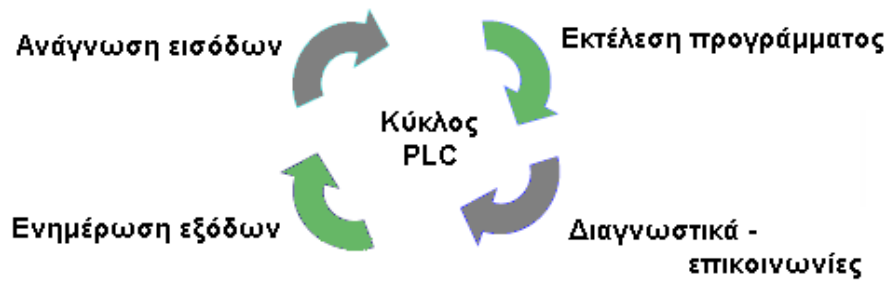
- **Μνήμη απεικόνισης εισόδων:** Στην αρχή κάθε κύκλου σάρωσης του προγράμματός η CPU διαβάζει τις εισόδους από τις κάρτες εισόδων και καταγράφει τις τιμές σ' αυτή την περιοχή.
- **Μνήμη απεικόνισης εξόδων:** Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσής του, το πρόγραμμα υπολογίζει τιμές εξόδου (εντολές). Στο τέλος του κύκλου σάρωσης, η CPU στέλνει τις τιμές αυτές στις κάρτες εξόδου.
- **Βοηθητικά (M):** Αποθηκεύει πληροφορίες (καταστάσεις) ή ενδιάμεσα αποτελέσματα που είναι διαθέσιμα σε όλο το πρόγραμμα.
- **Χρονικά (T):** Παρέχει αποθήκευση των χρόνων των χρονικών.
- **Απαριθμητές (C):** Παρέχει αποθήκευση του περιεχομένου των απαριθμητών.
- **Τοπικά βοηθητικά (I):** Θέσεις που παίζουν το ρόλο ενδιάμεσης αποθήκευσης των δεδομένων ενός υποπρογράμματος την ώρα που αυτό εκτελείται.
- **Διαγνωστικά:** Καταχωρούνται διάφορες ενέργειες που έχουν γίνει στο σύστημα με ώρα και ημερομηνία όπως CPU σε RUN/STOP, βραχυκυκλωμένη κάρτα αναλογικών κλπ. [7]

1.15 Πώς εκτελείται το πρόγραμμα στο PLC

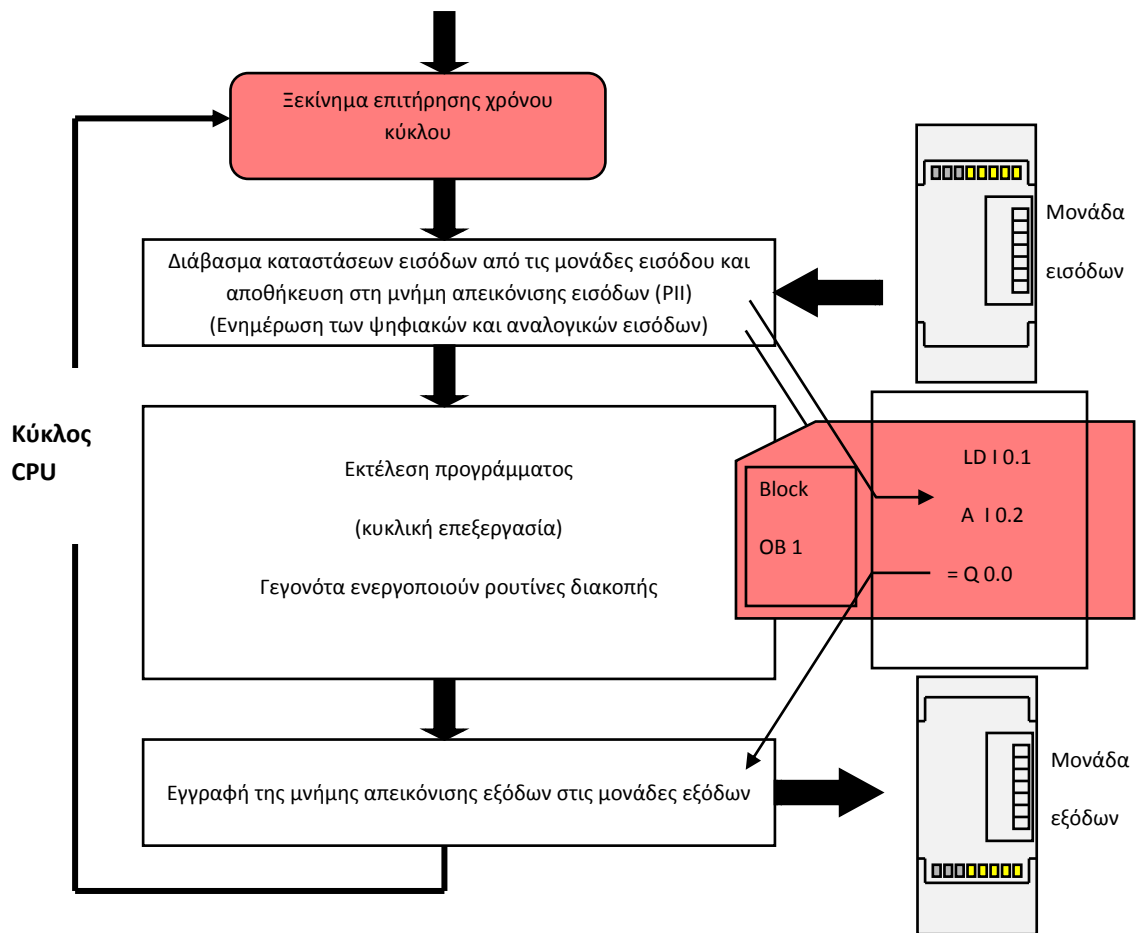
Η εκτέλεση του προγράμματος του PLC, είναι μέρος μιας επαναλαμβανόμενης διαδικασίας που ονομάζεται κύκλος σάρωσης του PLC. Ο κύκλος ξεκινά με ανίχνευση της κατάστασης των εισόδων του PLC.

Στη συνέχεια και με βάση την πληροφορία αυτή, εκτελείται το πρόγραμμα. Έπειτα, το PLC εκτελεί εσωτερικές διαγνωστικές λειτουργίες και λειτουργίες επικοινωνιών. Τέλος, ενημερώνεται (τροποποιείται ή παραμένει η ίδια) η κατάσταση των εξόδων και ο κύκλος ξεκινά και πάλι από την αρχή.

Ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθεί ένας κύκλος του PLC εξαρτάται από το μέγεθος του προγράμματος, το πλήθος των εισόδων και των εξόδων και επίσης, από τον όγκο των επικοινωνιών που ίσως πρέπει να υλοποιηθούν. [7]



Εικόνα 8. Κυκλική επεξεργασία προγράμματος.



Εικόνα 9. Κυκλική επεξεργασία προγράμματος.

1.16 Εφαρμογή

Στην κατασκευή, χρησιμοποιήθηκε PLC της σειράς S7-200 με CPU 214 και κωδικό προϊόντος 6ES7 214-1BC01-QXBO. Η τάση τροφοδοσίας του είναι 230 V AC, την οποία λαμβάνει από διπολικό μικροαυτόματο διακόπτη ισχύος (MCB), ενώ διαθέτει εσωτερικό τροφοδοτικό για την τροφοδότηση των εισόδων του. Διαθέτει 14 εισόδους που είναι στα 24 V DC και 10 εξόδους ρελέ με μέγιστο ρεύμα επαφών 2 A. Το εσωτερικό τροφοδοτικό του δίνει τάση 24 V DC με μέγιστο ρεύμα 280mA. Διαθέτει μνήμη φόρτωσης 12 KB και μνήμη εργασίας 8 KB, με μέγιστο κύκλο προγράμματος που δεν υπερβαίνει τα 0,22 ms. Υπάρχει η δυνατότητα προγραμματισμού έως 256 απεριθμητών με εύρος μέτρησης 0-32767. Μέγιστος αριθμός επεκτάσεων για την παραπάνω CPU είναι 94 ψηφιακές εισοδοι, 74 ψηφιακές έξοδοι, 28 αναλογικές εισοδοι και 14 αναλογικές έξοδοι. Τέλος, διαθέτει μία θύρα MPI PPI για προγραμματισμό του PLC, λειτουργία ως slave μιας άλλης CPU ή επικοινωνία με HMI οθόνης TD-200.

Οι 14 εισοδοι του PLC είναι απευθείας συνδεδεμένες στις 14 μπόρνες που έχουν τοποθετηθεί ως εισοδοι, ενώ οι έξοδοι του PLC συνδέονται στο πηνίο των μικρό-ρελέ. Όλες οι τάσεις, είτε εισόδου, είτε εξόδου έρχονται από εξωτερικό τροφοδοτικό με ξεχωριστή ασφάλιση (Τοποθετήθηκε γυάλινη ασφάλεια 0,1 A εισόδων και 1,5 A εξόδων) και αυτό για να μην επιβαρύνουμε και ριποκινδυνεύουμε το εσωτερικό τροφοδοτικό της CPU. Στην θύρα MPI PPI έχει τοποθετηθεί καλώδιο επέκτασης της θύρας πανομοιότυπο με τύπου RS242 που βγαίνει στο πίσω μέρος της κατασκευής με στυπιοθλήπτη για τη σύνδεση του καλωδίου προγραμματισμού.

2. Κεφάλαιο 2^ο: Εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν

2.1 Πλήκτρα

Πλήκτρα, λέγονται οι διακόπτες με αυτόματη επαναφορά και με συνεχή απόκριση. Για παράδειγμα, πατώντας το πλήκτρο η επαφή του μένει κλειστή όσο είναι πατημένο. Αφήνοντας το, η επαφή ανοίγει. Τα πλήκτρα σαν αυτό του παραδείγματος, χαρακτηρίζονται σαν **push-to-make**, αφού είναι Normally Open (NO) και πρέπει να πατηθούν για να κλείσει η επαφή. Τα μπουτόν που είναι Normally Closed (NC) και πρέπει να πατηθούν για να ανοίξει η επαφή τους, χαρακτηρίζονται σαν **push-to-break**. [4]

Εφαρμογή: Στην παρούσα κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 10 πλήκτρα, 5 εκ' των οποίων έχουν κωδικό ONPOW V12Y-11-G, όπου χρησιμοποιήθηκε η NO επαφή τους και είναι πράσινου χρώματος, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



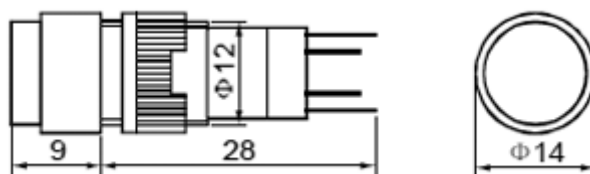
Εικόνα 10. Πλήκτρο ONPOW V12Y-11-G. [5]

Τα υπόλοιπα 5 πλήκτρα που χρησιμοποιήθηκαν έχουν κωδικό ONPOW V12Y-11-R, όπου πήραμε την NC επαφή τους και είναι κόκκινου χρώματος, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 11. Πλήκτρο ONPOW V12Y-11-R. [5]

Και τα δύο πλήκτρα είναι δύο καταστάσεων, διαθέτουν μία μεταγωγική επαφή, έχουν διάμετρο 12 mm, ρεύμα λειτουργίας 0.5A/250V AC και 1A/24V DC. Η σύνδεση τους γίνεται με κόλληση, η θερμοκρασία λειτουργίας τους είναι από -25°C έως 55°C με βαθμό στεγανότητας IP40. Παρακάτω, φαίνονται λεπτομερώς η διαστάσεις τους. [5]



Εικόνα 12. Πλήκτρα ONPOW V12Y - Διαστάσεις. [5]

2.2 Τερματικοί Διακόπτες

Τερματικοί διακόπτες ή αλλιώς και οριοδιακόπτες (limit switch), είναι οι διακόπτες που μετατρέπουν τις ωθήσεις που προέρχονται από κινούμενα μηχανικά μέρη σε ηλεκτρικά σήματα με άνοιγμα ή κλείσιμο μιας ηλεκτρικής επαφής τους. Τα κύρια μέρη ενός οριοδιακόπτη είναι: [2]

α) Το σώμα: Είναι ένα στεγανό κουτί, μέσα στο οποίο βρίσκονται οι επαφές του. Οι επαφές αλλάζουν κατάσταση για όσο χρονικό διάστημα πιέζεται ένας βραχίονας. [2]

β) Η κεφαλή: Τοποθετείται πάνω στο σώμα του οριοδιακόπτη και είναι κατάλληλα διαμορφωμένη, ώστε να δέχεται τον κατάλληλο βραχίονα. [2]

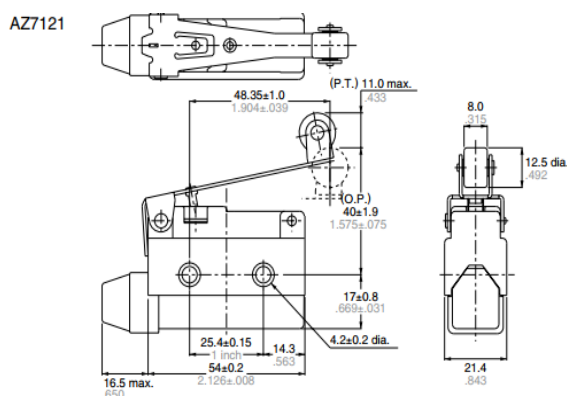
γ) Ο βραχίονας: Μεταφέρει τη μηχανική κίνηση μέσω της κεφαλής στο σώμα του οριοδιακόπτη, αλλάζοντας την κατάσταση των επαφών του. Η μορφή του εξαρτάται από το είδος της εφαρμογής. Τυπικές εφαρμογές οριοδιακοπών υπάρχουν στον αυτόματο έλεγχο πόρτας, σε μεταφορικές ταινίες διακίνησης εμπορευμάτων, σε εργαλειομηχανές, σε μηχανές επεξεργασίας ξύλου και σε πλυντήρια αυτοκινήτων κ.α. [2]

Εφαρμογή: Στην κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν 2 τερματικοί διακόπτες Panasonic AZ7121, όπως φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 13. Τερματικός διακόπτης Panasonic AZ7121. [5]

Από τους παραπάνω τερματικούς διακόπτες, χρησιμοποιήθηκε η NO επαφή και στις δύο περιπτώσεις. Ο παραπάνω τερματικός διακόπτης έχει μέγιστο ρεύμα επαφών 10A/250V AC και 0.4 A/115V DC, η ηλεκτρολογική του σύνδεση γίνεται με βιδωτούς ακροδέκτες, η θερμοκρασία λειτουργίας του είναι από -20°C έως 60°C με δείκτη στεγανότητας IP64. Παρακάτω φαίνονται λεπτομερώς η διαστάσεις του. [5]



Εικόνα 14. Διαστάσεις τερματικού διακόπτη Panasonic AZ7121. [5]

2.3 Αισθητήρες εγγύτητας

Για την μέτρηση μίας απόστασης, χρησιμοποιείται ένας αισθητήρας απόστασης. Ένας αισθητήρας απόστασης είναι μια γραμμική συσκευή, της οποίας το σήμα εξόδου αντιπροσωπεύει την απόσταση που βρίσκεται ένα αντικείμενο από ένα συγκεκριμένο σημείο αναφοράς. Ο αισθητήρας εγγύτητας είναι μια εκδοχή ενός αισθητήρα απόστασης που όμως, ενεργοποιείται σε κάποιο κατώτατο όριο. Συγκεκριμένα, είναι πιο απλή συσκευή, η οποία είναι σχεδιασμένη, έτσι ώστε να δίνει σήμα στην έξοδο της, όταν το αντικείμενο βρίσκεται πλησιέστερα από μια απόσταση από τον αισθητήρα. Η έξοδος αυτή είναι ψηφιακή (0-1). [3]

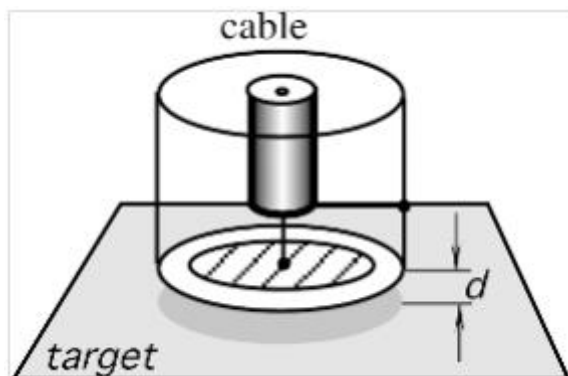
Υπάρχουν τριών ειδών αισθητήρες εγγύτητας, οι οποίοι θα αναλυθούν παρακάτω.

2.3.1 Χωρητικοί αισθητήρες εγγύτητας.

Η ικανότητα των χωρητικών ανιχνευτών να ανιχνεύουν σχεδόν όλα τα υλικά, τους καθιστά μια ελκυστική επιλογή για πολλές εφαρμογές. Η αλλαγή της χωρητικότητας ενός πυκνωτή γίνεται, είτε μέσω της αλλαγής της γεωμετρίας του (παράδειγμα η αλλαγή της απόστασης των οπλισμών του), είτε λόγω της παρουσίας αγωγίμων ή διηλεκτρικών υλικών. Σε πολλές πρακτικές εφαρμογές, κατά τη μέτρηση των αποστάσεων σε ένα ηλεκτρικά αγωγίμο αντικείμενο, η ίδια η επιφάνεια του αντικειμένου μπορεί να χρησιμεύσει ως οπλισμός του πυκνωτή. Η σχεδίαση ενός μονοπολικού χωρητικού αισθητήρα φαίνεται στην εικόνα 16, όπου ο ένας οπλισμός ενός πυκνωτή συνδέεται με τον κεντρικό αγωγό ενός ομοαξονικού καλωδίου, ενώ ο άλλος οπλισμός σχηματίζεται από ένα στόχο (αντικείμενο). [3]

Ένα χωρητικός αισθητήρας εγγύτητας, μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός όταν χρησιμοποιείται για ηλεκτρικά αγωγίμα αντικείμενα. Ο αισθητήρας μετρά μία χωρητικότητα μεταξύ του ηλεκτροδίου και του αντικειμένου, η οποία αλλάζει με την απόσταση. Ωστόσο, ακόμη και για τα μη αγωγίμα αντικείμενα, αυτοί οι αισθητήρες μπορούν να είναι αρκετά αποτελεσματικοί, αν και έχουν μικρότερη ακρίβεια. Κάθε αντικείμενο αγωγίμο ή μη αγωγίμο, το οποίο βρίσκεται κοντά στο ηλεκτρόδιο, έχει από μόνο του διηλεκτρικές ιδιότητες. Με την σειρά τους οι διηλεκτρικές ιδιότητες, θα μεταβάλλουν την χωρητικότητα μεταξύ του

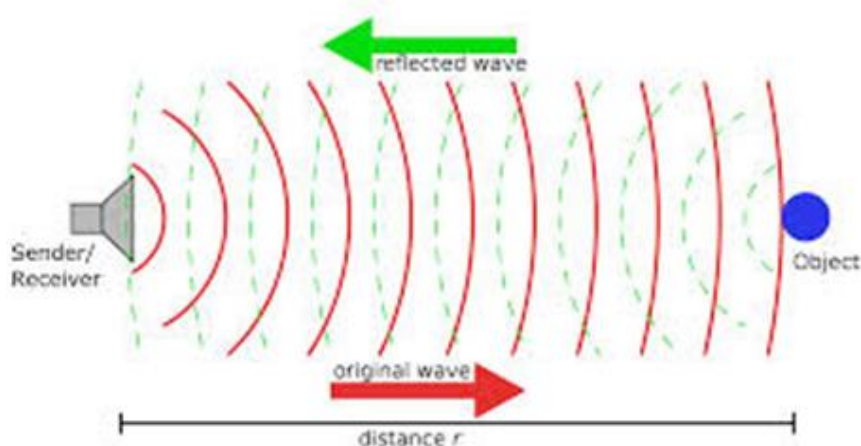
ηλεκτροδίου και του περιβλήματος του αισθητήρα, ο οποίος τέλος θα ενεργοποιήσει την έξοδο του. [3]



Εικόνα 15. Χωρητικός αισθητήρας εγγύτητας. [3]

2.3.2 Ακουστικοί αισθητήρες εγγύτητας.

Οι ακουστικοί αισθητήρες εγγύτητας λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο με τα ραντάρ ή τα σόναρ. Παράγουν υψηλής συχνότητας ηχητικά κύματα, τα οποία ανακλώνται από το στόχο και η ηχώ επιστρέφει στους αισθητήρες. Από τη διαφορά του χρόνου που έγινε η εκπομπή του σήματος μέχρι την επιστροφή του, γίνεται ο υπολογισμός της απόστασης του στόχου. [3]

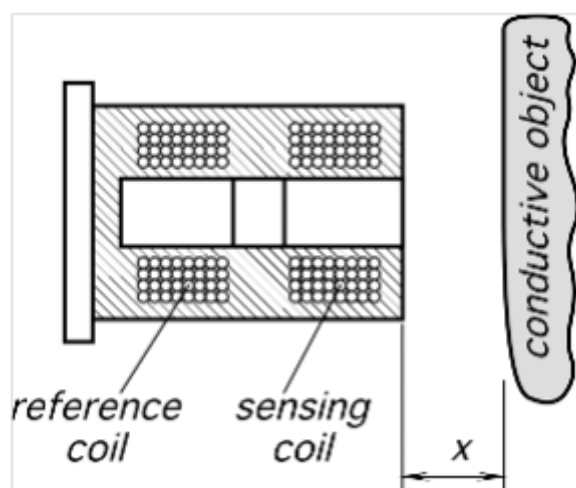


Εικόνα 16. Ακουστικός αισθητήρας εγγύτητας. [3]

2.3.3 Επαγωγικοί αισθητήρες εγγύτητας.

Η θέση μπορεί να ανιχνευτεί και με μεθόδους ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Σαν ανιχνευτή εγγύτητας για μη μαγνητικά, αλλά αγωγιμα υλικά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν αισθητήρα δύο πηνίων, όπως φαίνεται στην εικόνα.

Το ένα πηνίο χρησιμοποιείται ως πηνίο αναφοράς και το άλλο χρησιμοποιείται για την ανίχνευση των μαγνητικών ρευμάτων που επάγονται στο αγωγιμο αντικείμενο. Τα δινορεύματα αυτά παράγουν ένα μαγνητικό πεδίο που αντιτίθεται σε εκείνο του πηνίου ανίχνευσης οδηγώντας έτσι σε μία ανισοροπία σε σχέση με το πηνίο αναφοράς. Όσο πλησιέστερα βρίσκεται το αντικείμενο στο πηνίο, τόσο μεγαλύτερη είναι η μεταβολή της μαγνητικής αντίστασης και τόσο μεγαλύτερη η ανισοροπία. [3]



Εικόνα 17. Επαγωγικός αισθητήρας εγγύτητας. [3]

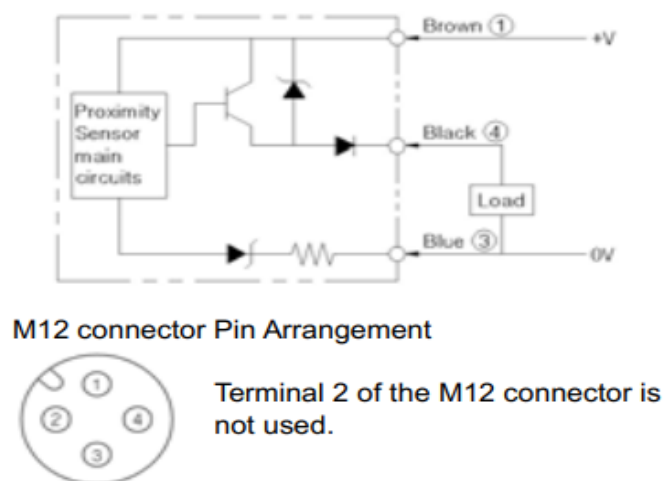
2.3.4 Εφαρμογή

Στην κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν 2 αισθητήρες εγγύτητας επαγωγικού τύπου Highly TS12-02P-1 επαγωγικοί.

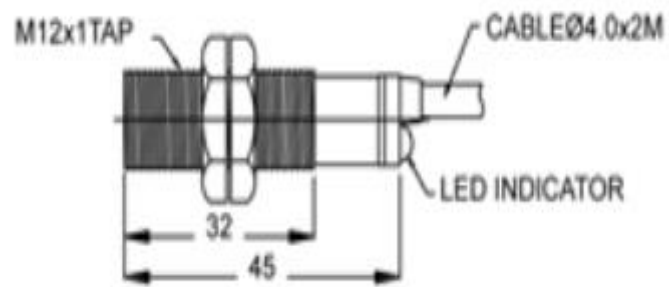


Εικόνα 18. Αισθητήρας εγγύτητας επαγωγικός Highly TS12-02P-1. [5]

Ο παραπάνω αισθητήρας είναι επαγωγικός τύπου PNP με εύρος 0-2mm και τάση τροφοδοσίας 10-30VDC και περίβλημα M12. Είναι μπρούτζινος με μέγιστο ρεύμα λειτουργίας 100mA και κατανάλωση 10mA. Έχει δείκτη στεγανότητας IP67 και δυνατότητα ανίχνευσης μετάλλων. Η ηλεκτρολογική σύνδεση που έγινε σύμφωνα με το manual είναι η παρακάτω. [5]



Εικόνα 19. Εσωτερικό κύκλωμα αισθητήρα & pinout. [3]



Εικόνα 20. Διαστάσεις Highly TS12-02P-1. [5]

2.4 Διακόπτης 0-1-2

Οι περιστροφικοί διακόπτες έχουν ένα εκκεντροφόρο άξονα που ωθεί τις επαφές να ανοίξουν ή να κλείσουν. Μπορούν να υπάρχουν ένα ή περισσότερα ζεύγη επαφών. Ακόμα, οι θέσεις του διακόπτη μπορούν να είναι δύο ή περισσότερες. Για να συνδεθεί σωστά ο διακόπτης, πρέπει να υπάρχει το διάγραμμα των επαφών του. Οι περιστροφικοί διακόπτες, χρησιμοποιούνται σαν γενικοί διακόπτες πινάκων, σαν εκκινητές, σαν αντιστροφείς, για αλλαγή ταχύτητας σε κινητήρες, σαν διακόπτες επιλογής αυτόματης-χειροκίνητης λειτουργίας, καθώς και σε μία πληθώρα άλλων εφαρμογών. [4]

Εφαρμογή: Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε ένας περιστροφικός διακόπτης Lovato electric GX1651U, 3 καταστάσεων (0-1-2).



Εικόνα 21. Περιστροφικός διακόπτης Lovato electric GX1651U. [5]

Ο παραπάνω διακόπτης έχει ονομαστικό ρεύμα 16A με μηχανική αντοχή 5.000.000 κύκλους, θερμοκρασία λειτουργίας από -25°C έως 55°C και στεγανότητα IP65 (από μπροστά). Τέλος, έχει μια μεταγωγική επαφή, όπως φαίνεται και στη παρακάτω εικόνα. [5]

51 - 1-pole changeover /
double throw switch with 0



Number of wafers: 1
Switching angle: 60°

Εικόνα 22. Συνδεσμολογία περιστροφικού διακόπτη Lovato electric GX1651U.
[5]

2.5 Ενδεικτικές λυχνίες

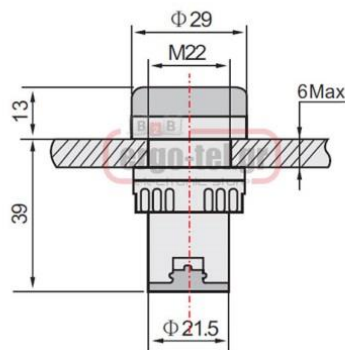
Οι λυχνίες παρέχουν τη δυνατότητα της φωτεινής ένδειξης με την οποία τα συστήματα των αυτοματισμών "ενημερώνουν" τον άνθρωπο για κάθε φάση λειτουργίας του συστήματος ακόμα, και σε περίπτωση βλάβης του. Χωρίζονται ανάλογα με το είδος (LED, αλογόνου) και την τάση λειτουργίας τους (230V AC, 24 V DC) .

Εφαρμογή: Στην κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν 10 ενδεικτικές λυχνίες AD22-22R 24V DC, 5 εκ των οποίων είναι πράσινου χρώματος για ένδειξη λειτουργίας κάποιου εξοπλισμού και 5 κόκκινου χρώματος για ένδειξη στάσης ή βλάβης.



Εικόνα 23. Ενδεικτική λυχνία AD22-22G/AD22-22R. [5]

Οι παραπάνω ενδεικτικές λυχνίες έχουν τάση λειτουργίας 24V AC/DC με βαθμό στεγανότητας IP65 με διάσταση $\Phi 22$, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχέδιο. [5]



Εικόνα 24. Διαστάσεις λυχνίας AD22-22. [5]

2.6 Μικρό-ρελέ/ Ice cube ρελέ

Ο ηλεκτρονόμος, ρελέ είναι ένας ηλεκτρικός διακόπτης που ανοίγει και κλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα κάτω από τον έλεγχο ενός άλλου ηλεκτρικού κυκλώματος. Ένας ηλεκτρομαγνήτης ενεργοποιεί το διακόπτη με το άνοιγμα ή το κλείσιμο μίας ή περισσότερων επαφών. [4]

Κάθε επαφή ενός ηλεκτρονόμου, μπορεί να είναι κανονικά-ανοικτή (Normally Open, NO), κανονικά-κλειστή (Normally Closed, NC) ή μεταγωγική (change-over), ανάλογα με τον τύπο της. [4]

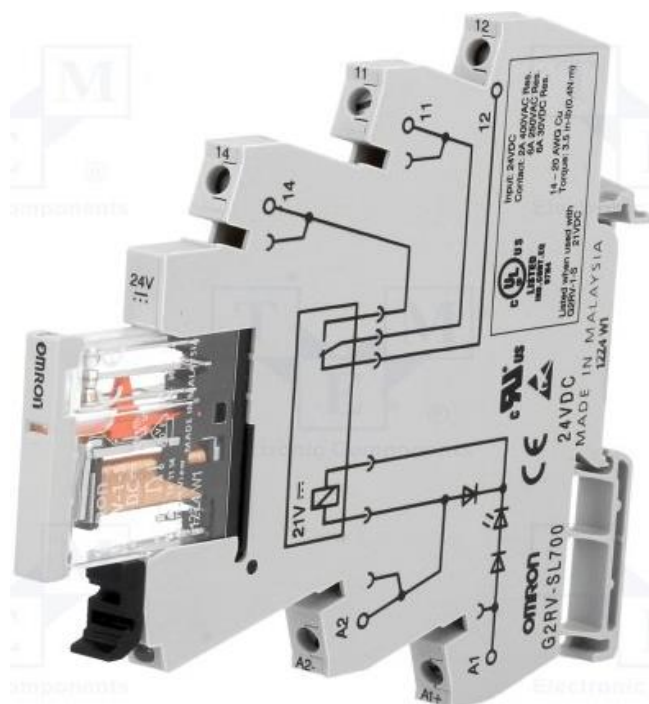
- Μια επαφή κανονικά-ανοικτή, συνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται. Το κύκλωμα αποσυνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης, επαφή “make”, η οποία είναι ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν την ενεργοποίηση μιας πηγής από απόσταση. [4]
- Μια επαφή κανονικά-κλειστή, αποσυνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται. Το κύκλωμα συνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης, επαφή “break”, η οποία είναι ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν το κύκλωμα να παραμένει κλειστό (ενεργό), μέχρι ο ηλεκτρονόμος να ενεργοποιηθεί. [4]
- Μια επαφή μεταγωγική, μπορεί να ελέγχει δύο κυκλώματα. Ισοδυναμεί με μια επαφή κανονικά-ανοικτή και μια επαφή κανονικά-κλειστή που έχουν έναν κοινό ακροδέκτη. [4]

2.6.1 Λειτουργία

Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει το πηνίο του ηλεκτρονόμου, το παραγόμενο μαγνητικό πεδίο έλκει έναν οπλισμό που είναι μηχανικά συνδεδεμένος σε μια κινούμενη επαφή. Έτσι, η κινούμενη επαφή, είτε συνδέεται με μια σταθερή επαφή, είτε αποσυνδέεται από τη σταθερή επαφή. Μόλις το ηλεκτρικό ρεύμα στο πηνίο διακοπεί, ο οπλισμός επιστρέφει στη θέση ηρεμίας του εξαιτίας, μιας δύναμης επαναφοράς που είναι ίση με το ήμισυ της μαγνητικής. Η δύναμη επαναφοράς παρέχεται συνήθως από ένα ελατήριο. [4]

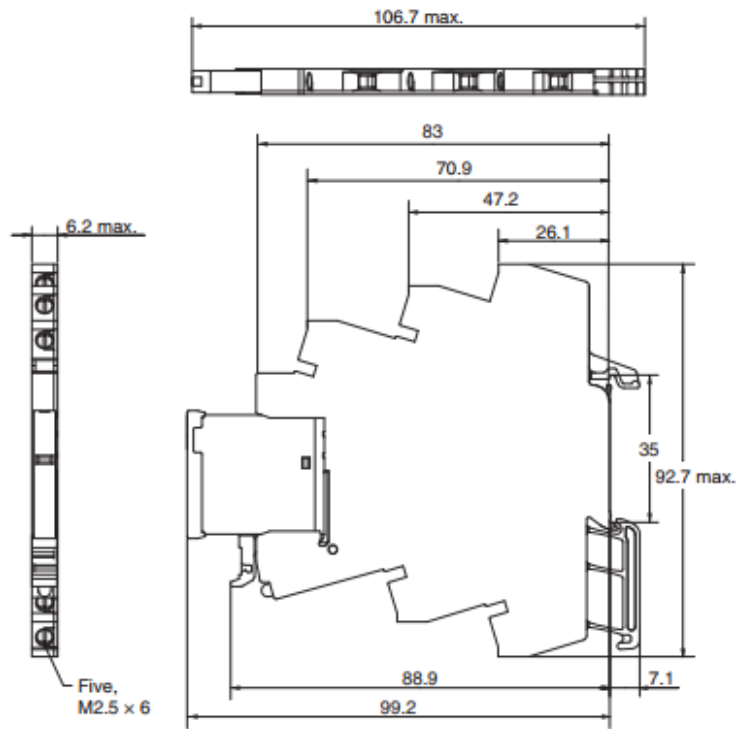
2.6.2 Μικρό-ρελέ

Εφαρμογή: Στην κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν 10 μικρό-ρελέ για την προστασία των εξόδων του PLC από βραχυκύκλωμα. Η κάθε μια έξοδος του PLC οπλίζει και το ανάλογο ρελέ, όπου με την σειρά του δίνει ρεύμα στην ανάλογη μπόρνα.

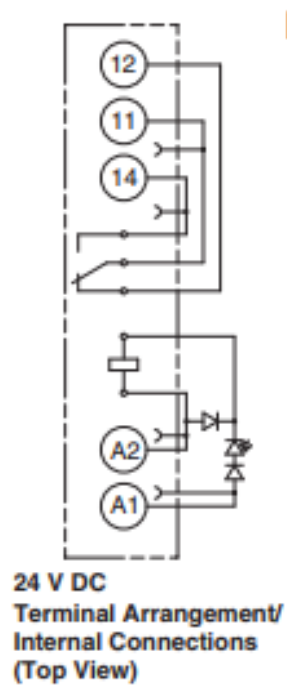


Εικόνα 25. Μικρό ρελέ Omron G2RV-SL700. [5]

Τα παραπάνω μικρό-ρελέ Omron G2RV-SL700 24VDC, διαθέτουν μια μεταγωγική επαφή για φορτίο 6A/250V AC ή 6A/30V DC. Η διέγερση του πηνίου γίνεται με 24V DC και διαθέτει LED λειτουργίας. Ο χρόνος απόκρισης του είναι 20ms και ο χρόνος απελευθέρωσης 40ms. Διαθέτει μηχανική αντοχή 5.000.000 κύκλων και έχει θερμοκρασία λειτουργίας από -40°C έως 55°C. Επιλέχθηκαν τα παραπάνω ρελέ, λόγω των διαστάσεων τους, της ενδεικτικής λυχνίας τους και της αντοχής τους που ξεχωρίζει σε σχέση με τον ανταγωνισμό. Παρακάτω φαίνονται οι διαστάσεις του ρελέ, καθώς και ο τρόπος σύνδεσής του. [5]



Εικόνα 26. Διαστάσεις Omron G2RV-SL700. [5]



Εικόνα 27. Συνδεσμολογία Omron G2RV-SL700. [5]

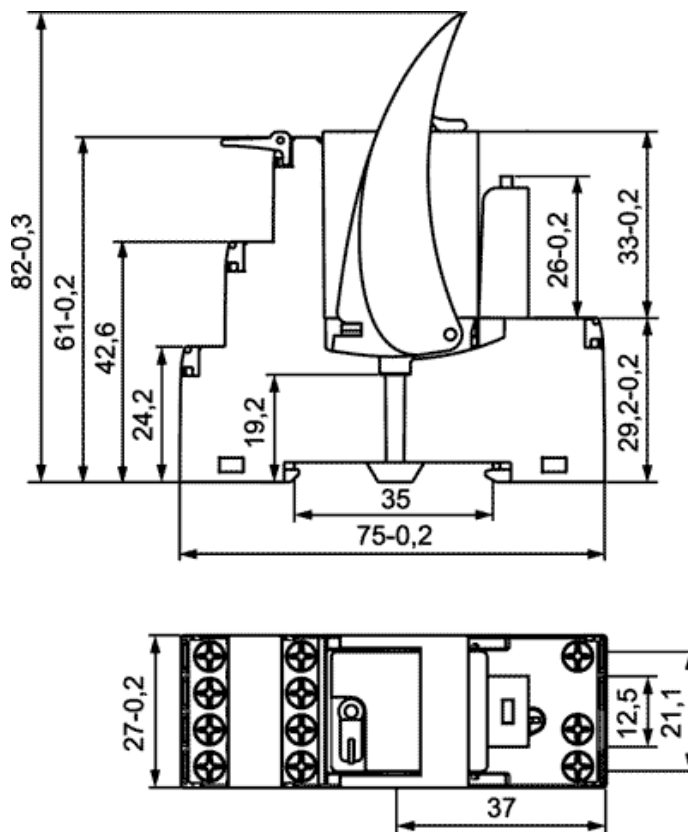
2.6.3 Ice cube ρελέ

Εφαρμογή: Στην κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν 5 ice cube ρελέ, που τα άκρα των πηνίων τους και οι επαφές τους συνδέονται απευθείας σε μπόρνες και είναι έτοιμα να καλωδιωθούν.

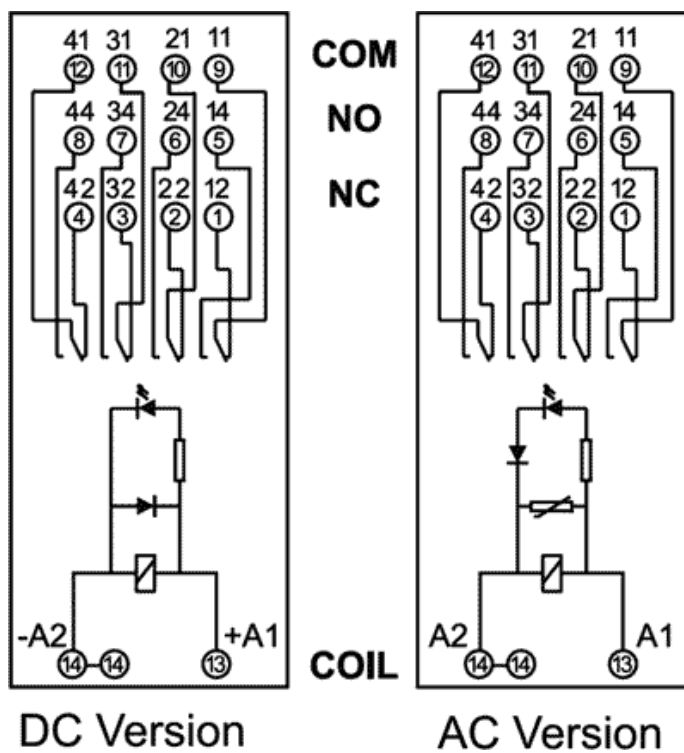


Εικόνα 28. Ice cube ρελέ RELPOL PIR4-012DC-00LD. [5]

Τα παραπάνω ice cube ρελέ, RELPOL PIR4-012DC-00LD, διαθέτουν 4 μεταγωγικές επαφές (χρησιμοποιήθηκαν οι δύο) για φορτίο 6A/250V AC, καθώς και 6A/24V DC. Η διέγερση του πηνίου γίνεται με 24V DC και διαθέτει LED λειτουργίας. Η θερμοκρασία λειτουργίας τους είναι από -40°C έως 55°C. Επιλέχθηκαν τα συγκεκριμένα ρελέ αντί για ρελέ ισχύος, λόγω κόστους κι επειδή στις ασκήσεις του εργαστηρίου δεν απαιτείται η σύνδεση κάποιου πραγματικού ηλεκτροκινητήρα. Παρακάτω φαίνονται οι διαστάσεις του ρελέ, καθώς και ο τρόπος σύνδεσής του. [5]



Εικόνα 29. Διαστάσεις RELPOL PIR4-012DC-00LD. [5]



Εικόνα 30. Συνδεσμολογία RELPOL PIR4-012DC-00LD. [5]

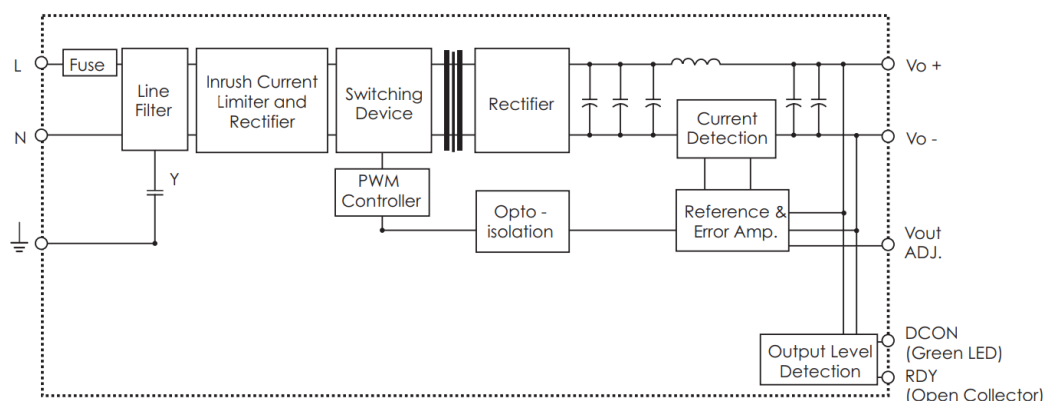
2.7 Τροφοδοτικό

Το τροφοδοτικό είναι μία ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει την τάση του δικτύου (220 ή 110 Volt) στην απαιτούμενη τάση και τον τύπο του ρεύματος (εναλλασσόμενο ή συνεχές) που είναι κατάλληλο για τη λειτουργία μιας ηλεκτρονικής συσκευής. Για τη λειτουργία των ηλεκτρονικών συσκευών απαιτείται συνήθως, όμως, συνεχής τάση. Τα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας παρέχουν εναλλασσόμενη τάση. [8]

Ένα απλό τροφοδοτικό αποτελείται από τέσσερα εξαρτήματα:

- Μετασχηματιστή: Ανυψώνει ή υποβιβάζει την AC τάση, ανάλογα με την τιμή της επιθυμητής DC τάσης.
 - Ανορθωτή: Καταργεί ή ανορθώνει τις αρνητικές ημιπεριόδους της AC τάσης.
 - Φίλτρο: Εξομαλύνει τις κυματώσεις της ανορθωμένης τάσης.
 - Σταθεροποιητή: Διατηρεί τη DC τάση σταθερή, ανεξαρτήτως φορτίου.
- [8]

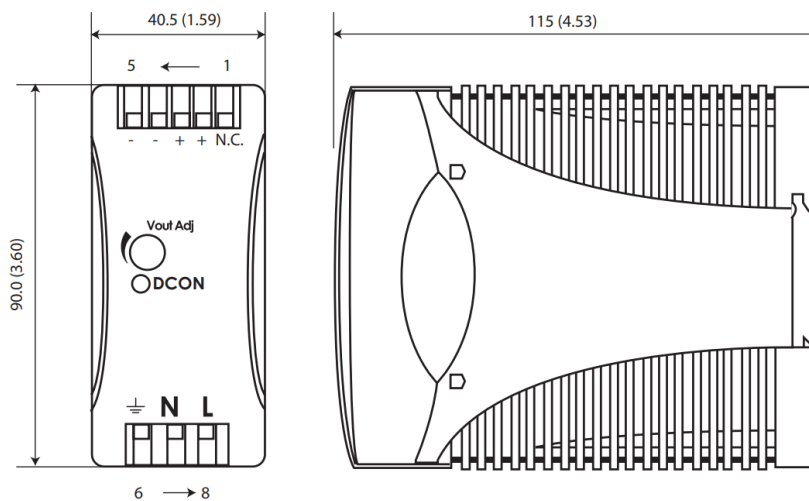
Εφαρμογή: Στην κατασκευή χρησιμοποιήθηκε ένα τροφοδοτικό Carlo Gavazzi SPD2460, του οποίου η ισχύς είναι 60W. Δηλαδή, στα 24V έχει μέγιστο ρεύμα τροφοδοσίας 2,5A. Παρακάτω φαίνεται το διάγραμμα, το τροφοδοτικό, καθώς και οι διαστάσεις του. [9]



Εικόνα 31. Κύκλωμα τροφοδοτικού Carlo Gavazzi SPD2460. [9]



Εικόνα 32. Τροφοδοτικό Carlo Gavazzi SPD2460. [9]



Εικόνα 33. Διαστάσεις Carlo Gavazzi SPD2460. [9]

2.8 Μικροαυτόματοι διακόπτες ισχύος (MCB)

Οι μικροαυτόματοι διακόπτες ισχύος (MCB) είναι ένα εξάρτημα, που εξασφαλίζει την ομαλή λειτουργία της εκάστοτε εγκατάστασης ή συσκευής. Πιο συγκεκριμένα, οι μικροαυτόματοι διακόπτες χρησιμοποιούνται για:

- Προστασία από υπερφορτίσεις (θερμικό στοιχείο).
- Προστασία από βραχυκυκλώματα (μαγνητικό στοιχείο).

2.8.1 Μικροαυτόματος διακόπτης ισχύος 1P

Εφαρμογή: Στην κατασκευή χρησιμοποιήθηκε ένας μικροαυτόματος διακόπτης ισχύος ABB 16A καμπύλης B. Ο συγκεκριμένος μικροαυτόματος διακόπτης ασφαλίζει όλο το κύκλωμα των 230V, το οποίο αποτελείται από το τροφοδοτικό και το PLC.



Εικόνα 34. Μικροαυτόματος ABB 1P. [5]

2.8.2 Μικροαυτόματος διακόπτης ισχύος 2P

Εφαρμογή: Στην κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν δύο μικροαυτόματοι διακόπτες ABB 25A καμπύλης Β, που χρησιμοποιούνται για την προστασία του τροφοδοτικού και του PLC, αντίστοιχα.



Εικόνα 35. Μικροαυτόματος ABB 2P. [5]

2.9 Διακόπτης διαρροής

Ο διακόπτης διαρροής είναι μια διάταξη κατάλληλα σχεδιασμένη για να ανοίγει τις επαφές της, όταν το διαφορικό ρεύμα φθάνει ή ξεπερνάει μια προκαθορισμένη τιμή, υπό προδιαγεγραμμένες συνθήκες. Έτσι, σε περίπτωση σφάλματος προς τη γη, προστατεύει, τόσο τον άνθρωπο από ηλεκτροπληξία, όσο και την ίδια την εγκατάσταση από πυρκαγιά.

Εφαρμογή: Στην κατασκευή χρησιμοποιήθηκε ένας διακόπτης διαρροής FH202-AC με διαρροή ευαισθησίας 0,03A (30mA) για την ασφάλεια των φοιτητών από διαρροές και προστασία τους από ηλεκτροπληξία.



Εικόνα 36. Διακόπτης διαρροής FH202-AC. [5]

3. Κεφάλαιο 3^ο: Προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν, υλοποίηση ασκήσεων και μελέτη

3.1 Προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν

Για την υλοποίηση της πτυχιακής εργασίας χρησιμοποιήθηκαν 3 προγράμματα που διευκόλυναν, τόσο την μελέτη, όσο και την υλοποίηση τις κατασκευής, αλλά και το προγραμματισμό του PLC. Τα προγράμματα αυτά είναι τα εξής: 1) See Electrical, 2) MicroWin , 3) Autocad.

1) **See Electrical:** Το See Electrical είναι ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα αρκετά δημοφιλές και χρησιμοποιείται για την παραγωγή και την διαχείριση των ηλεκτρολογικών σχεδίων. Ήταν κύριο εργαλείο για τη σχεδίαση της καλωδίωσης κάθε άσκησης.

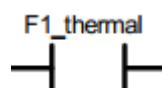
2) **MicroWin:** Το microWin είναι ένα πρόγραμμα προγραμματισμού της Siemens, που έχει ως σκοπό τη δημιουργία προγράμματος σε γλώσσες προγραμματισμού όπως STL, Ladder, αλλά και την διεπαφή του με PLC (είτε online παρακολούθηση των εισόδων/εξόδων, είτε Download και Upload προγράμματα προς/από το PLC). Είναι αρκετά παλιό πρόγραμμα. Διάδοχοι του προγράμματος πλέον, είναι το Step 7 Manager και η σειρά software Tia Portal.

3) **Autocad:** Το Autocad είναι ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα διδιάστατης ή τριδιάστατης σχεδίασης. Διαθέτει εργαλεία που βοηθούν στη δημιουργία σχεδίων. Η χρησιμότητα του Autocad, όπως θα δούμε και στην μελέτη παρακάτω, είναι στην τριδιάστατη σχεδίαση της κατασκευής και η λήψη αποφάσεων για το που θα τοποθετηθούν τα εξαρτήματα. Ακόμα, σχεδιάστηκε η σήμανση της κατασκευής και η αποστολή της σήμανσης για κοπή σε μηχάνημα CNC.

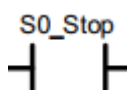
3.2 Διαδικασία Υλοποίησης των ασκήσεων

Ο προγραμματισμός των PLC γίνεται με τη χρήση συγκεκριμένων γλωσσών προγραμματισμού (STL, Ladder, FBD). Οι λύσεις των ασκήσεων του εργαστηρίου Κλασικών Εγκαταστάσεων Αυτοματισμού υλοποιήθηκαν σε γλώσσα Ladder. Παρακάτω, αναφέρονται κάποια από τα βασικά στοιχεία που θα δούμε στις ασκήσεις.

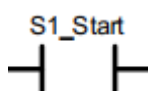
1. Θερμική προστασία (F1_thermal)



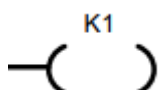
2. Μπουτόν STOP (S0_stop)



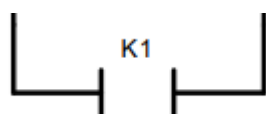
3. Μπουτόν START (S1_start)



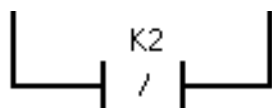
4. Ρελέ (K1)



5. Ανοιχτή επαφή ρελέ (K1)

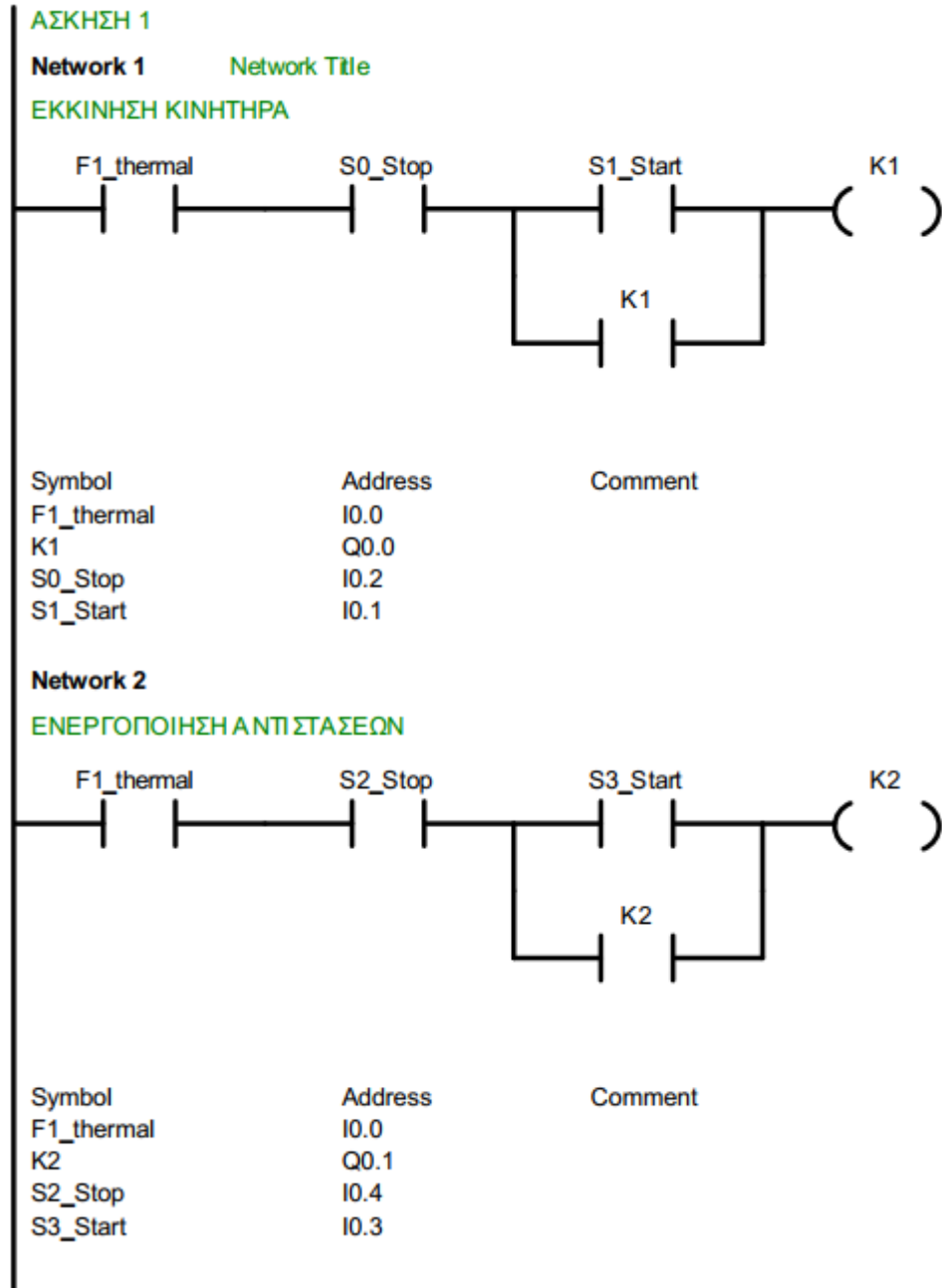


6. Κλειστή επαφή ρελέ (K2)



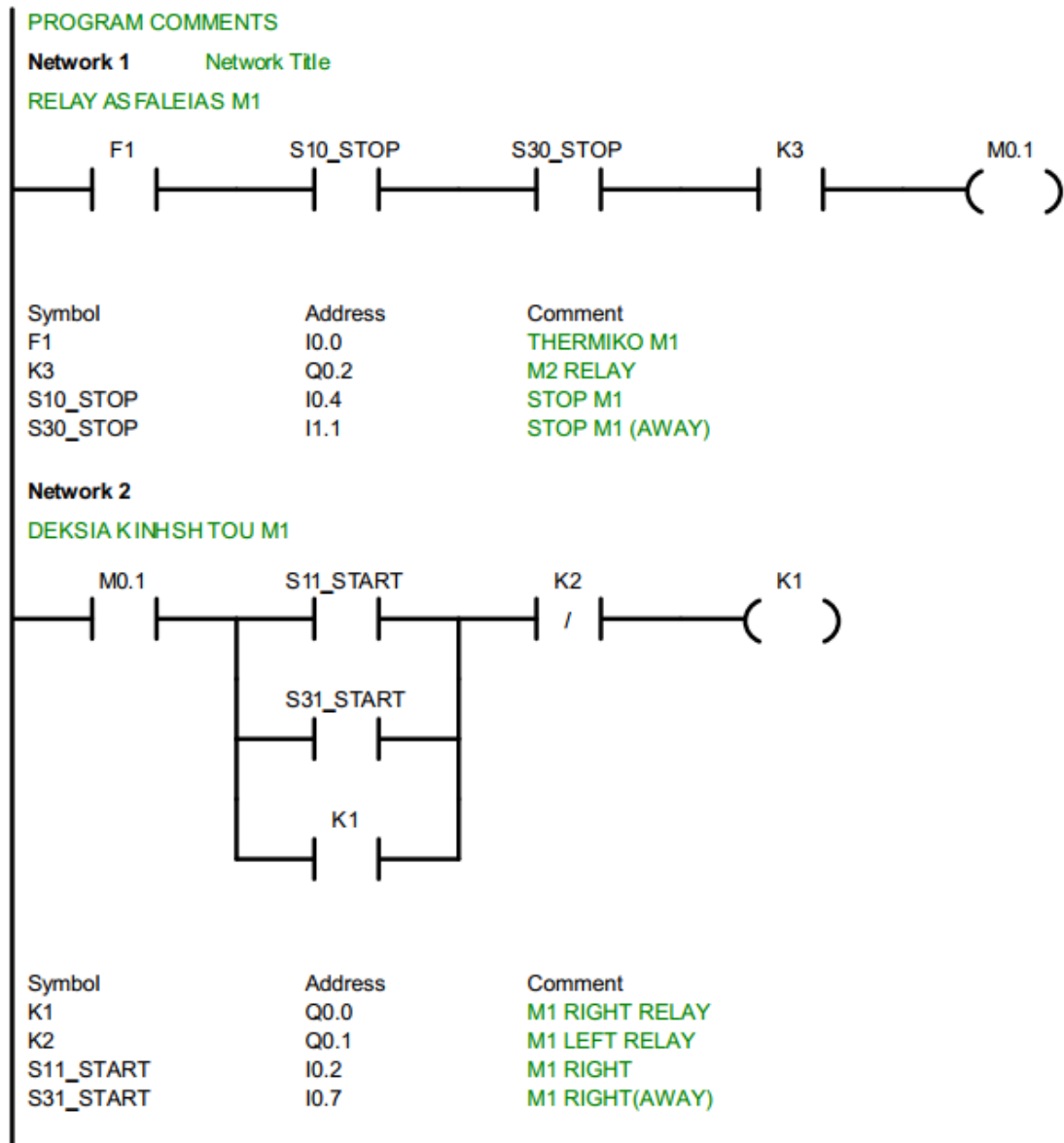
3.3 Ασκήσεις σε Ladder στο MicroWin Step7.

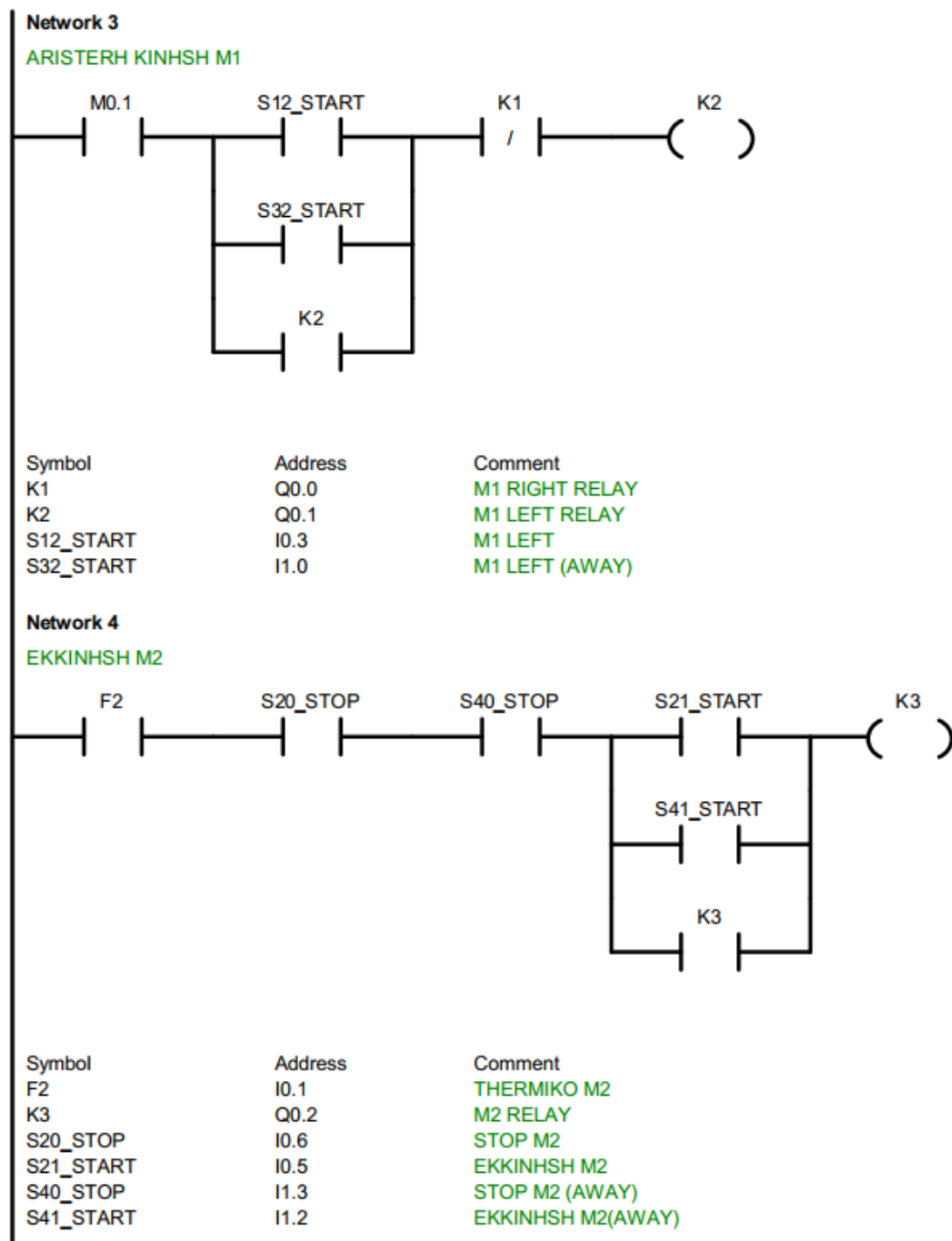
3.3.1 Άμεση εκκίνηση ασύγχρονου κινητήρα

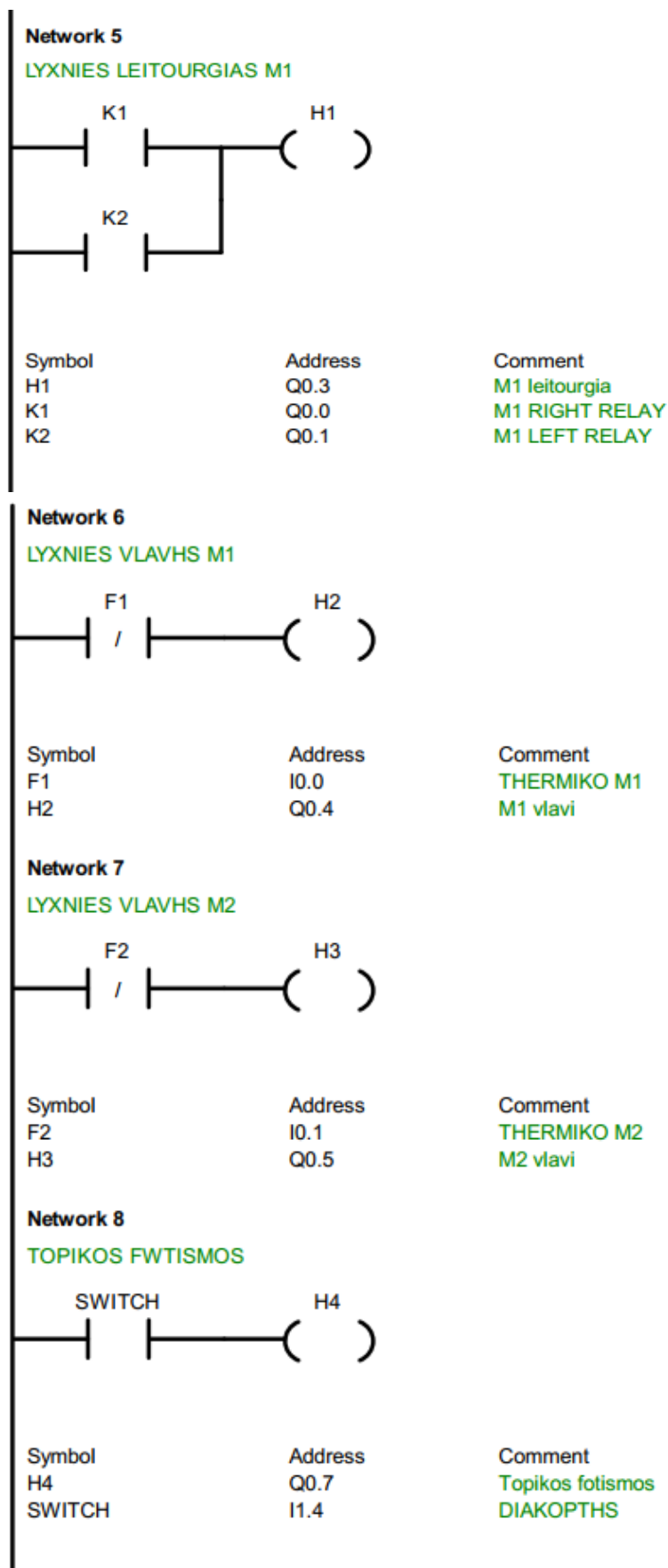


Εικόνα 37. Λύση άσκησης 1.

3.3.2 Αλλαγή φοράς περιστροφής ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα

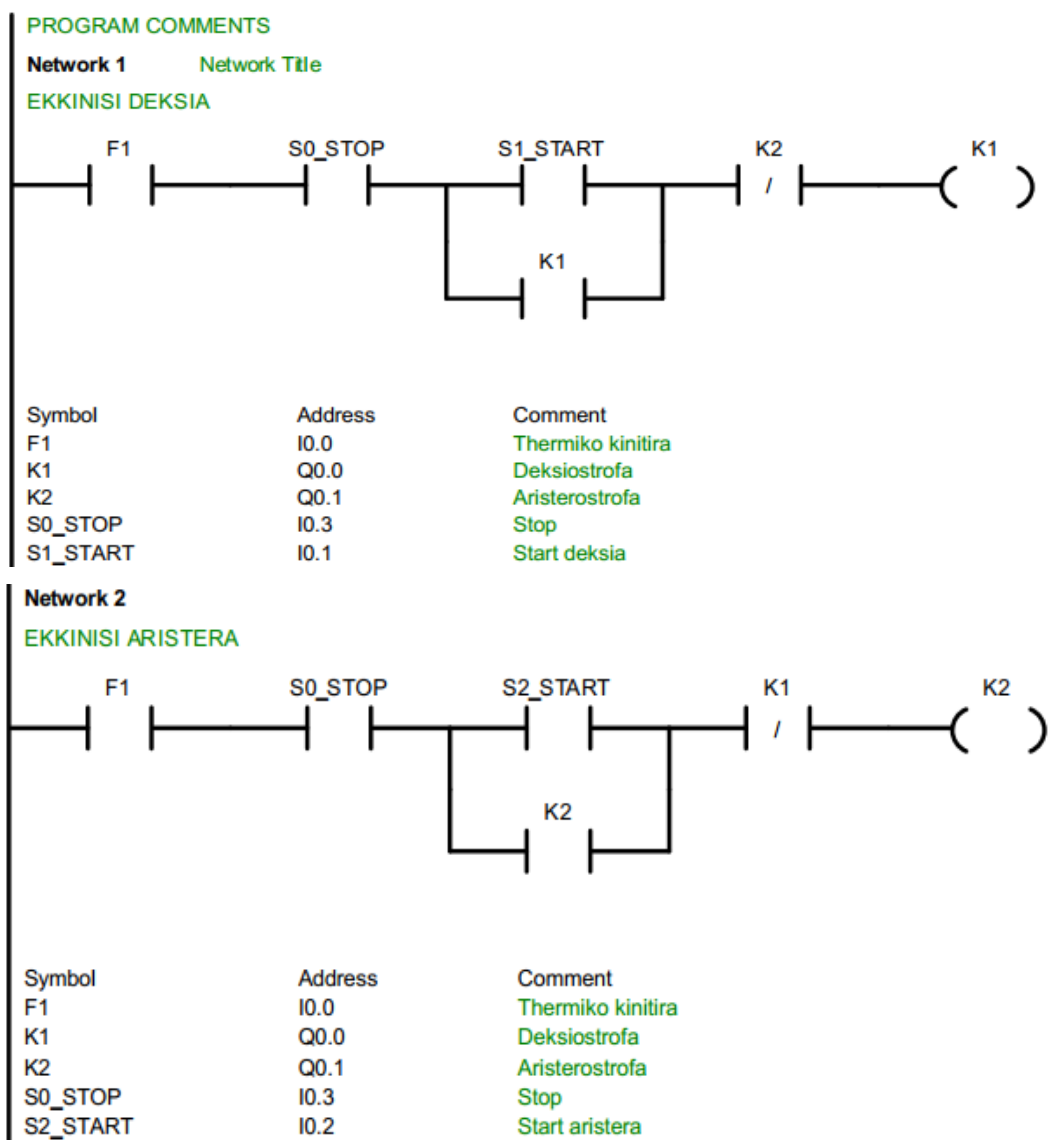


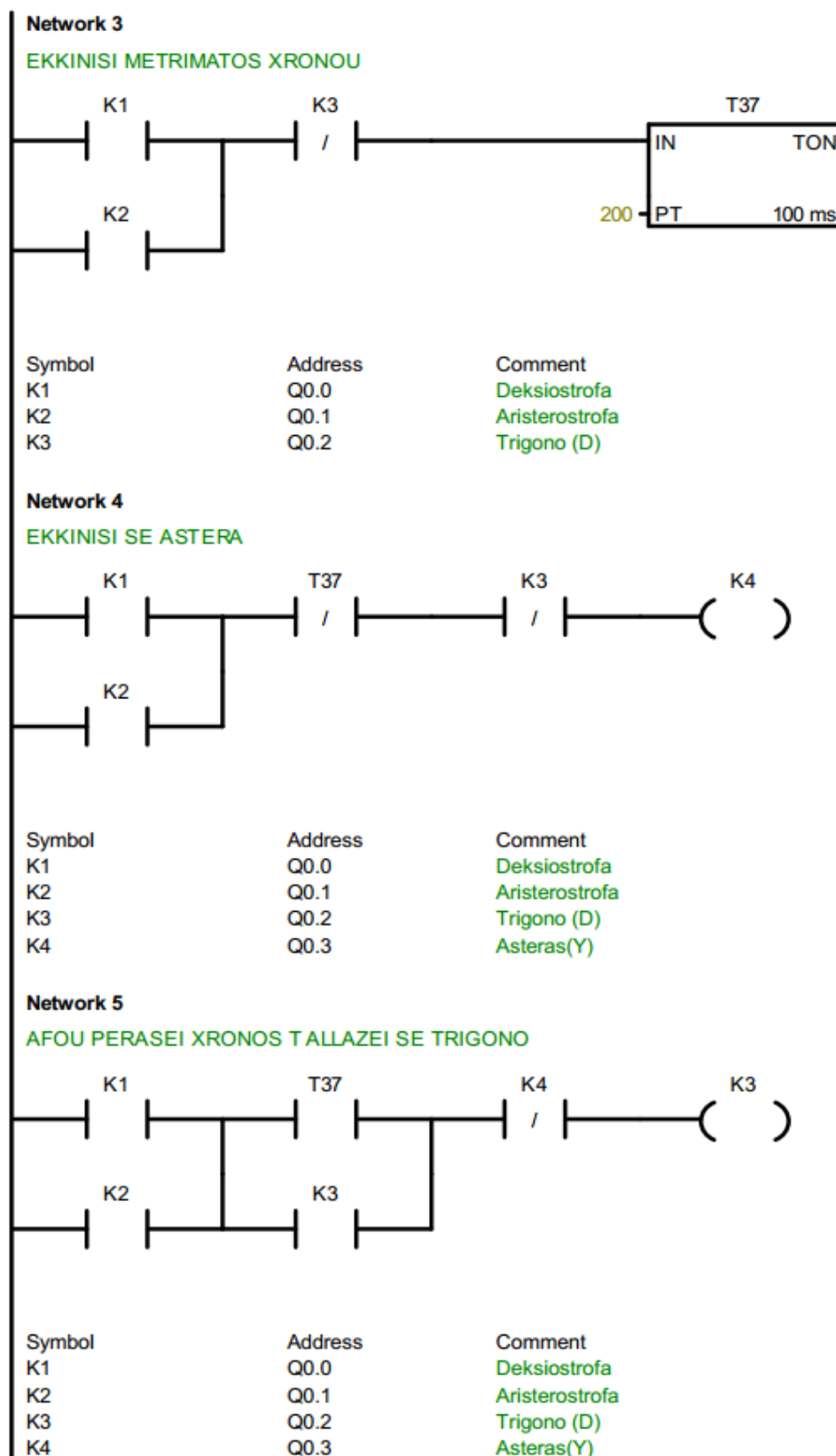




Εικόνα 38. Λύση άσκησης 2.

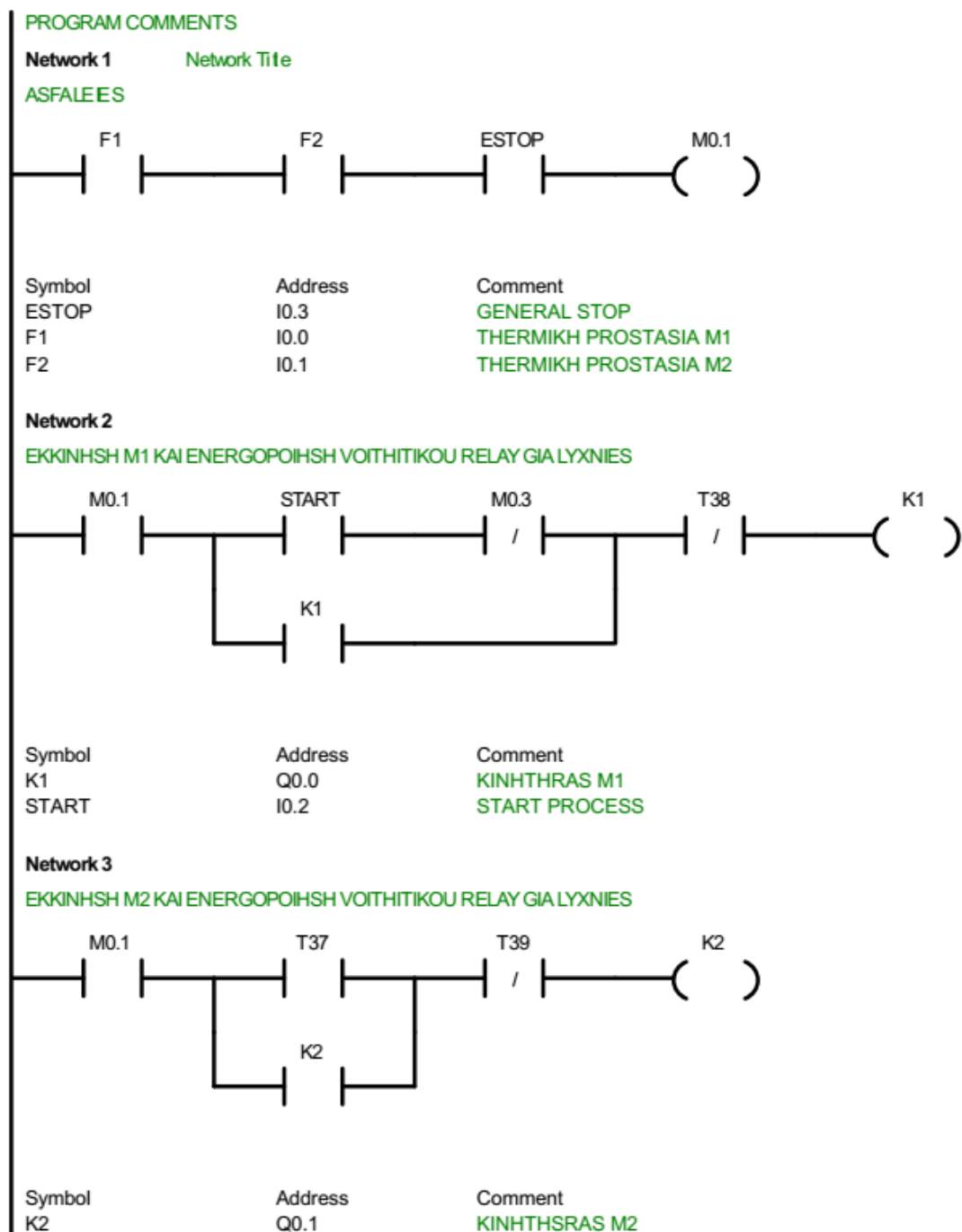
3.3.3 Αυτόματος διακόπτης εκκίνησης κινητήρα σε αστέρα- τρίγωνο

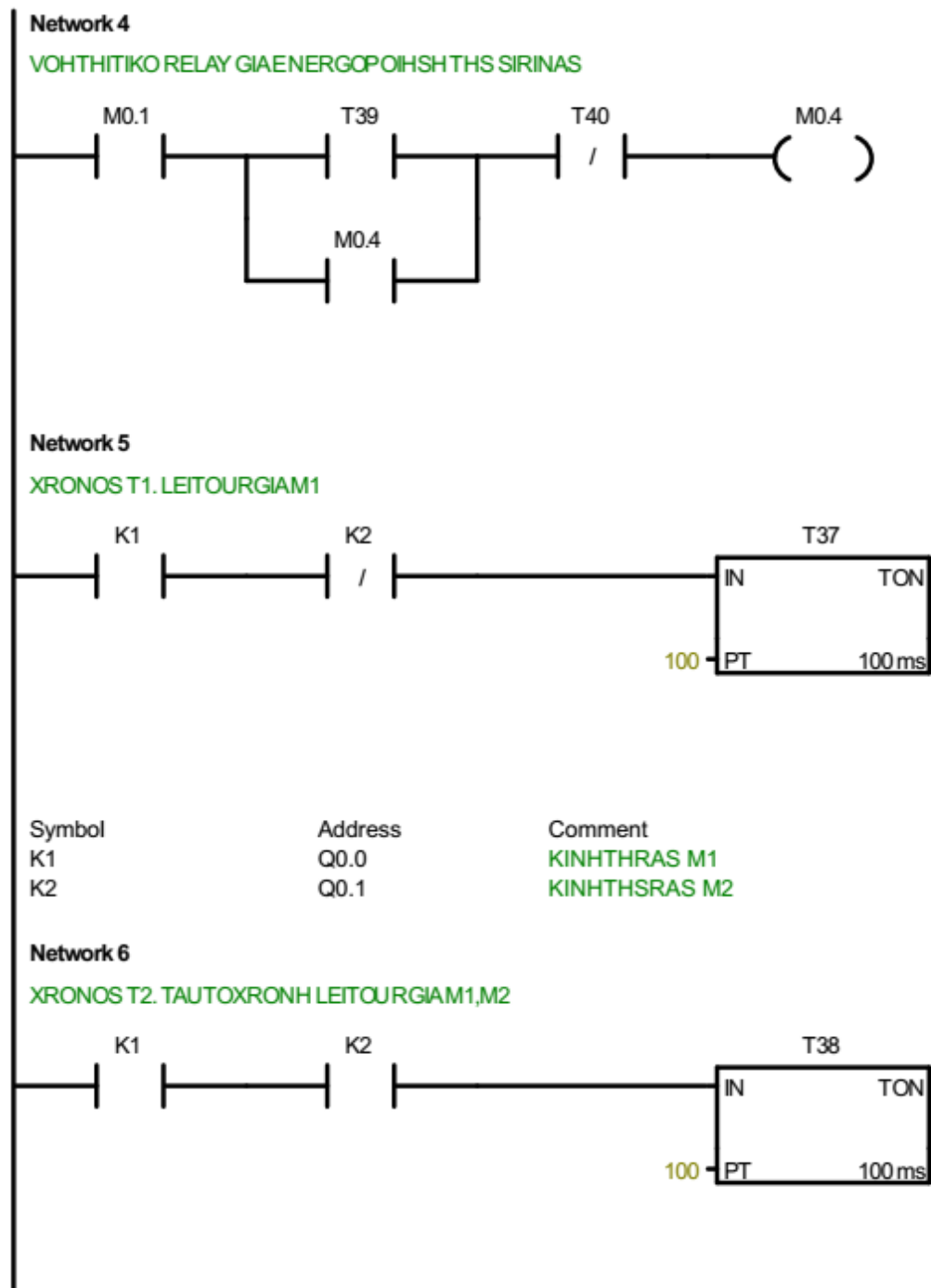


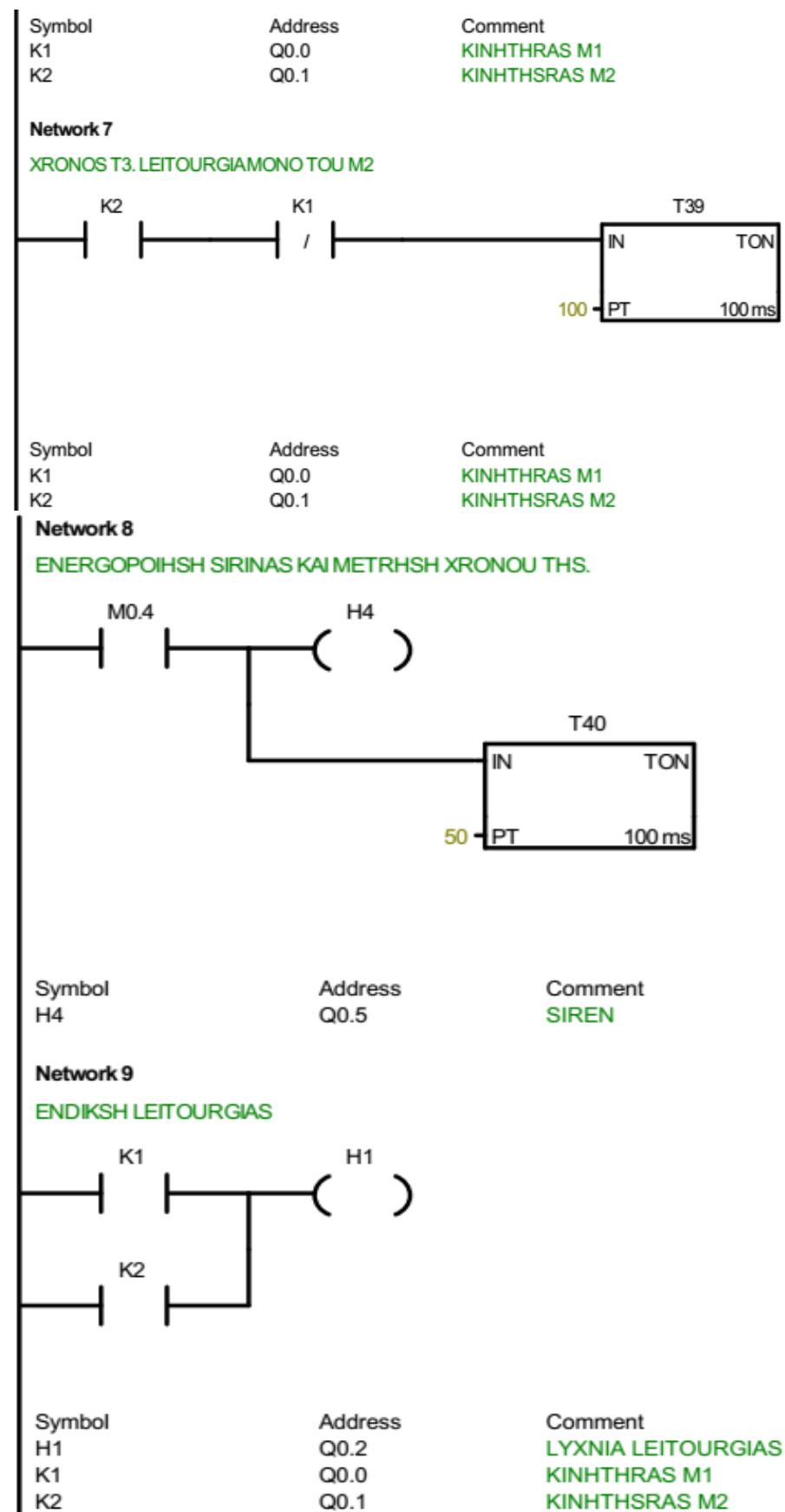


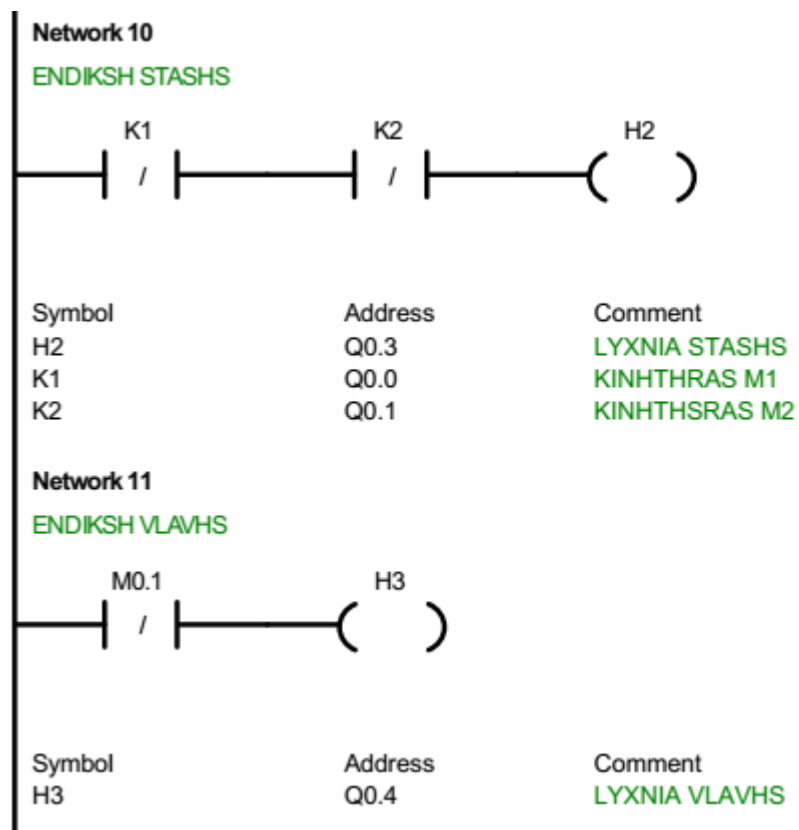
Εικόνα 39. Λύση άσκησης 3.

3.3.4 Διαδοχική εκκίνηση και στάση δύο ηλεκτροκινητήρων



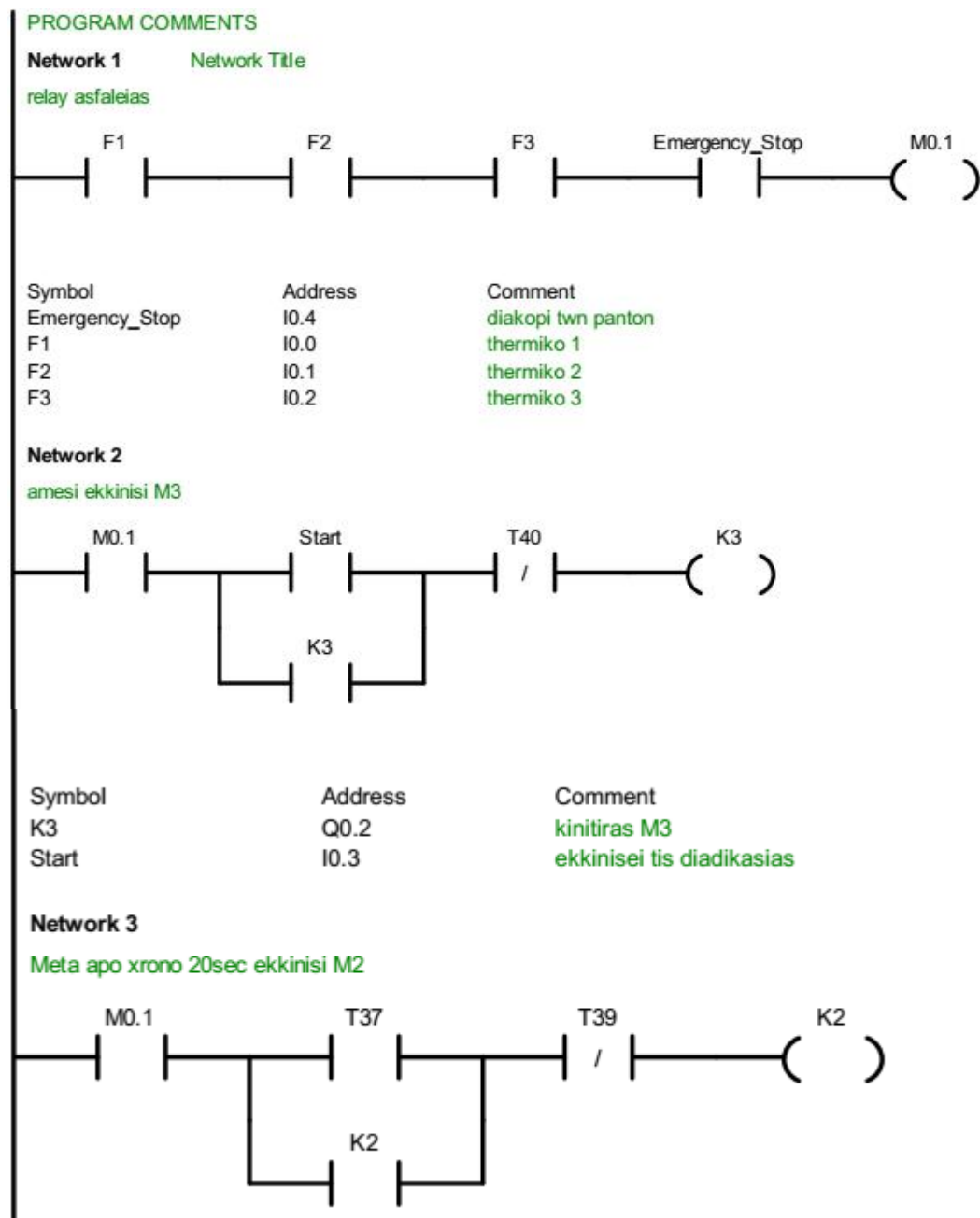


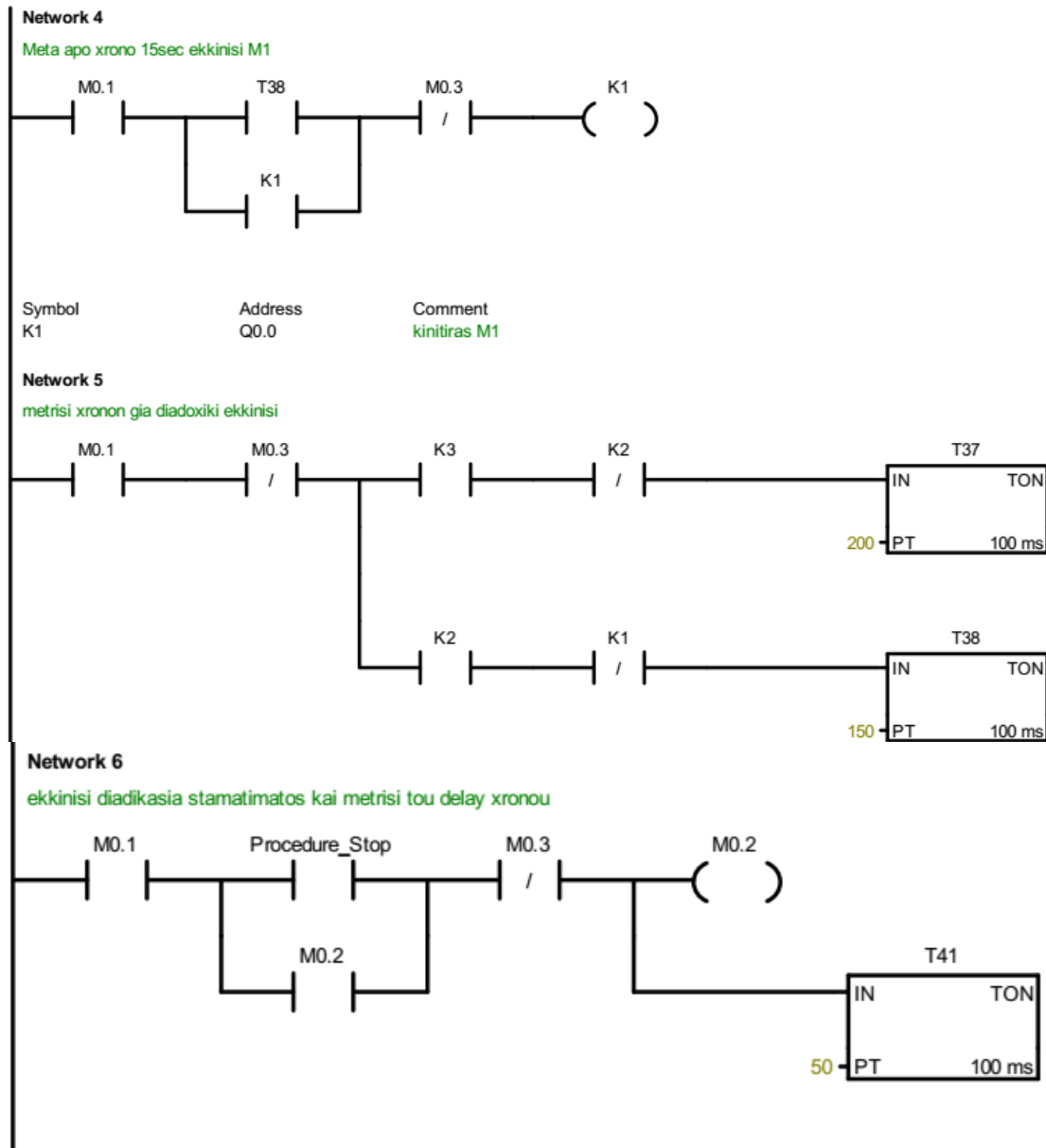


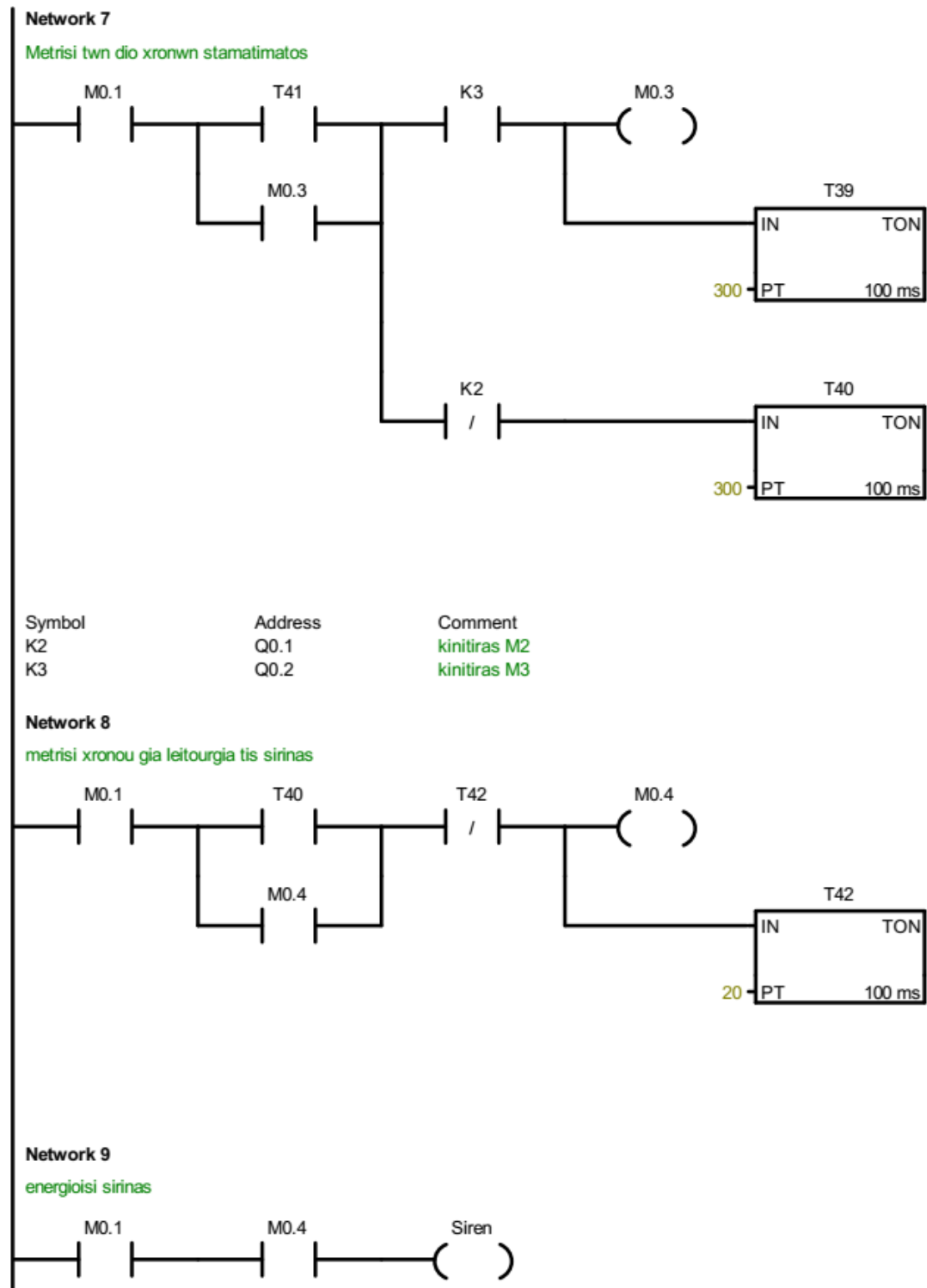


Εικόνα 40. Λύση άσκησης 4.

3.3.5 Τρεις μεταφορικές ταινίες μίας κατεύθυνσης

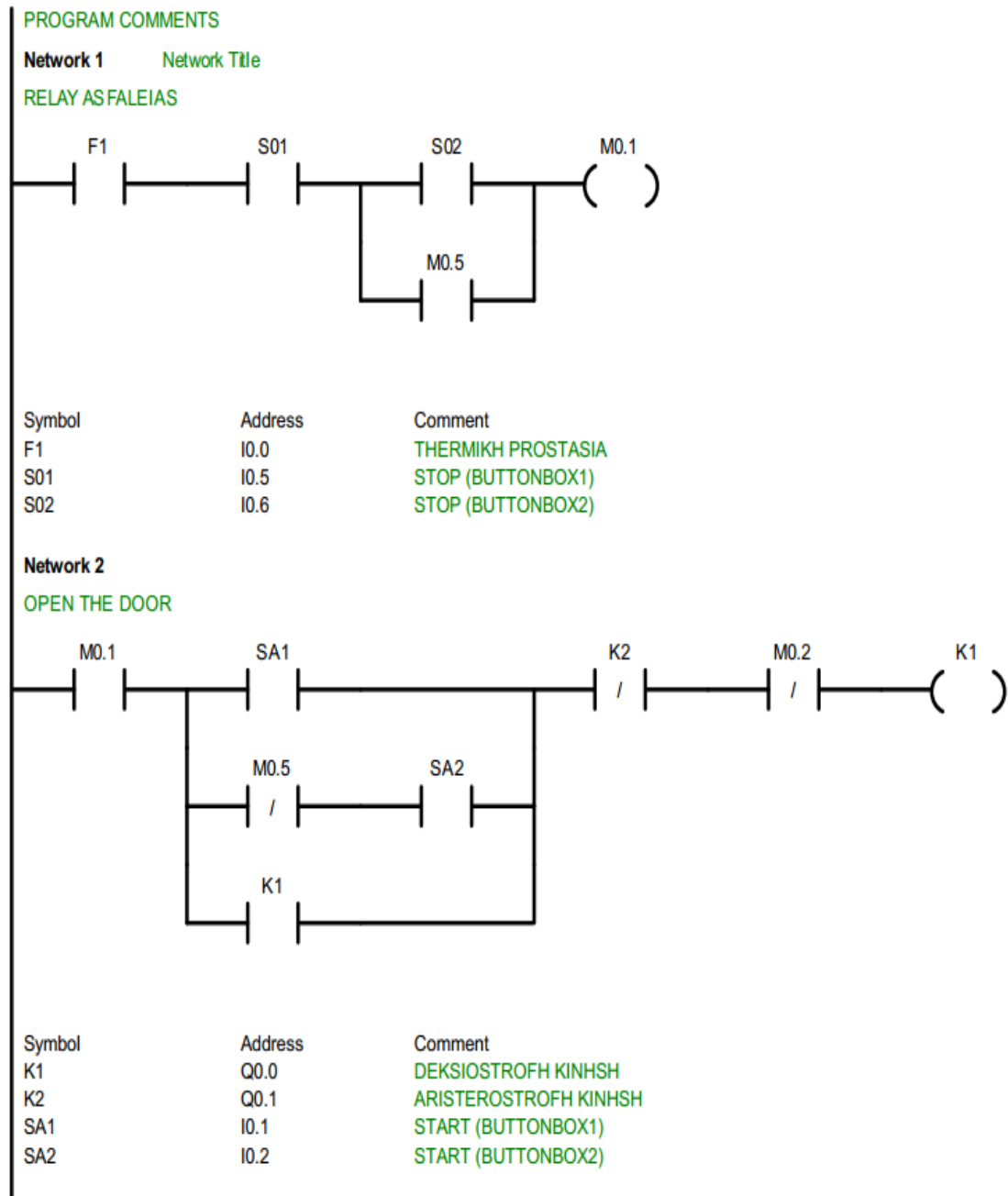


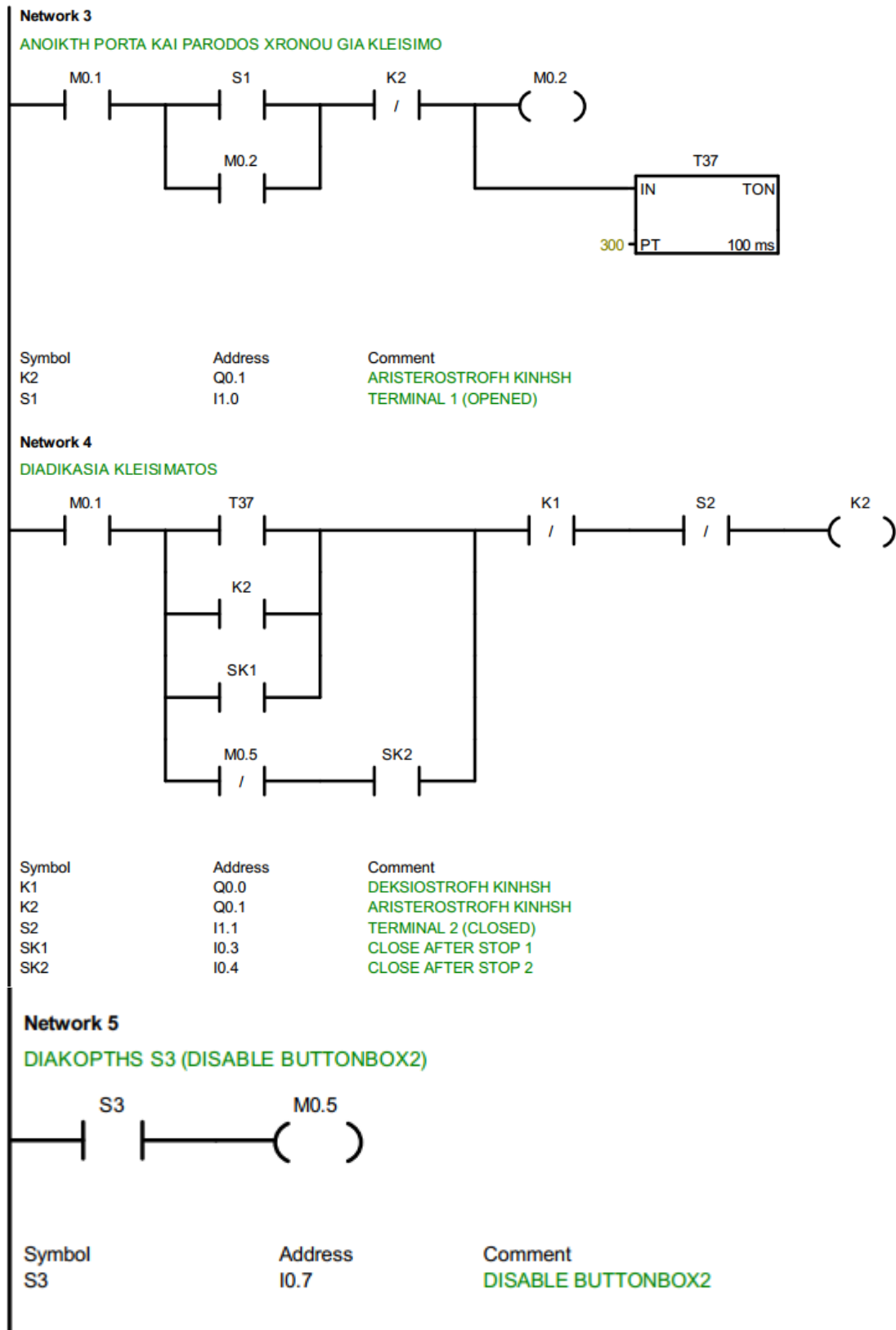


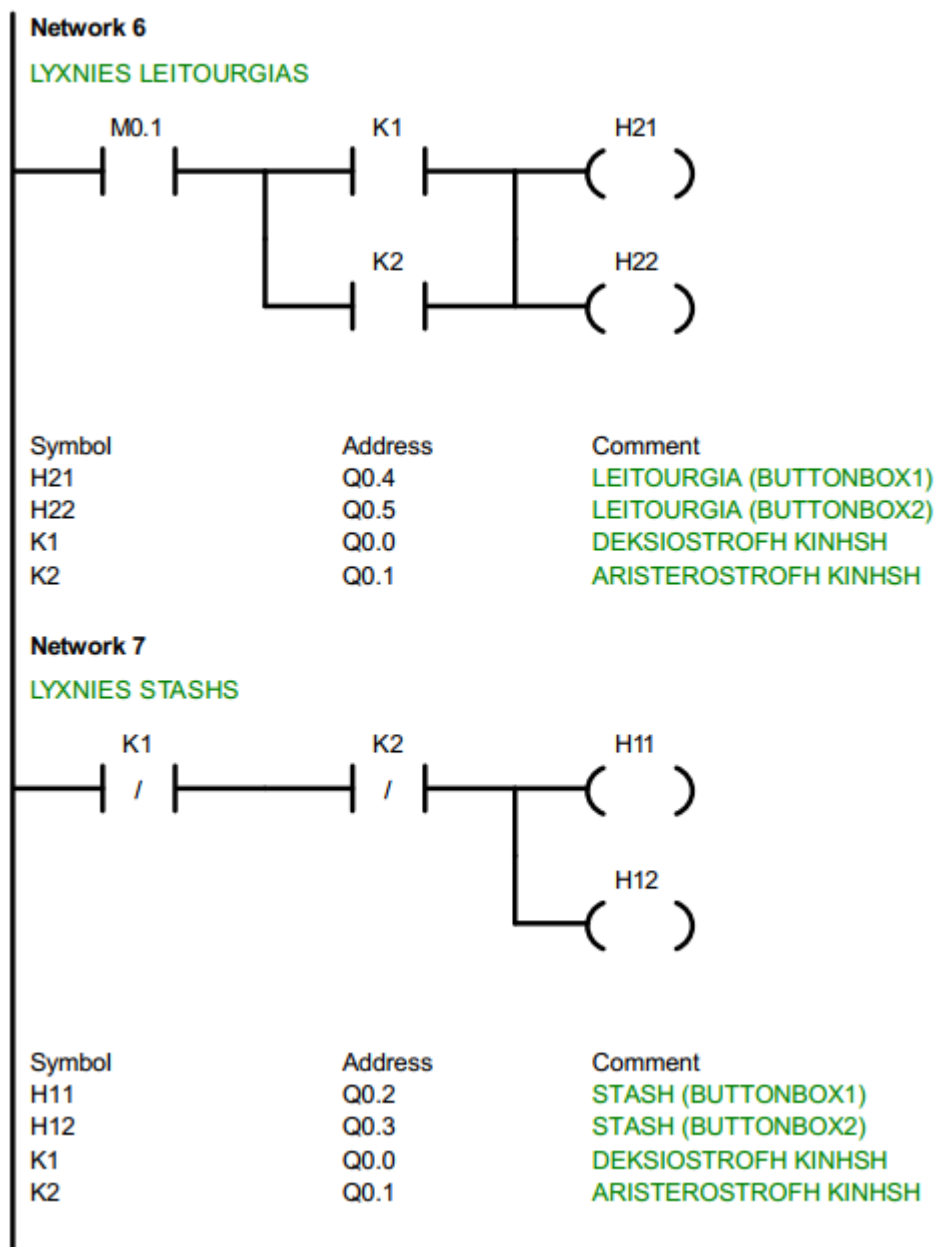


Εικόνα 41. Λύση άσκησης 5.

3.3.6 Συρόμενη αulóπορτα

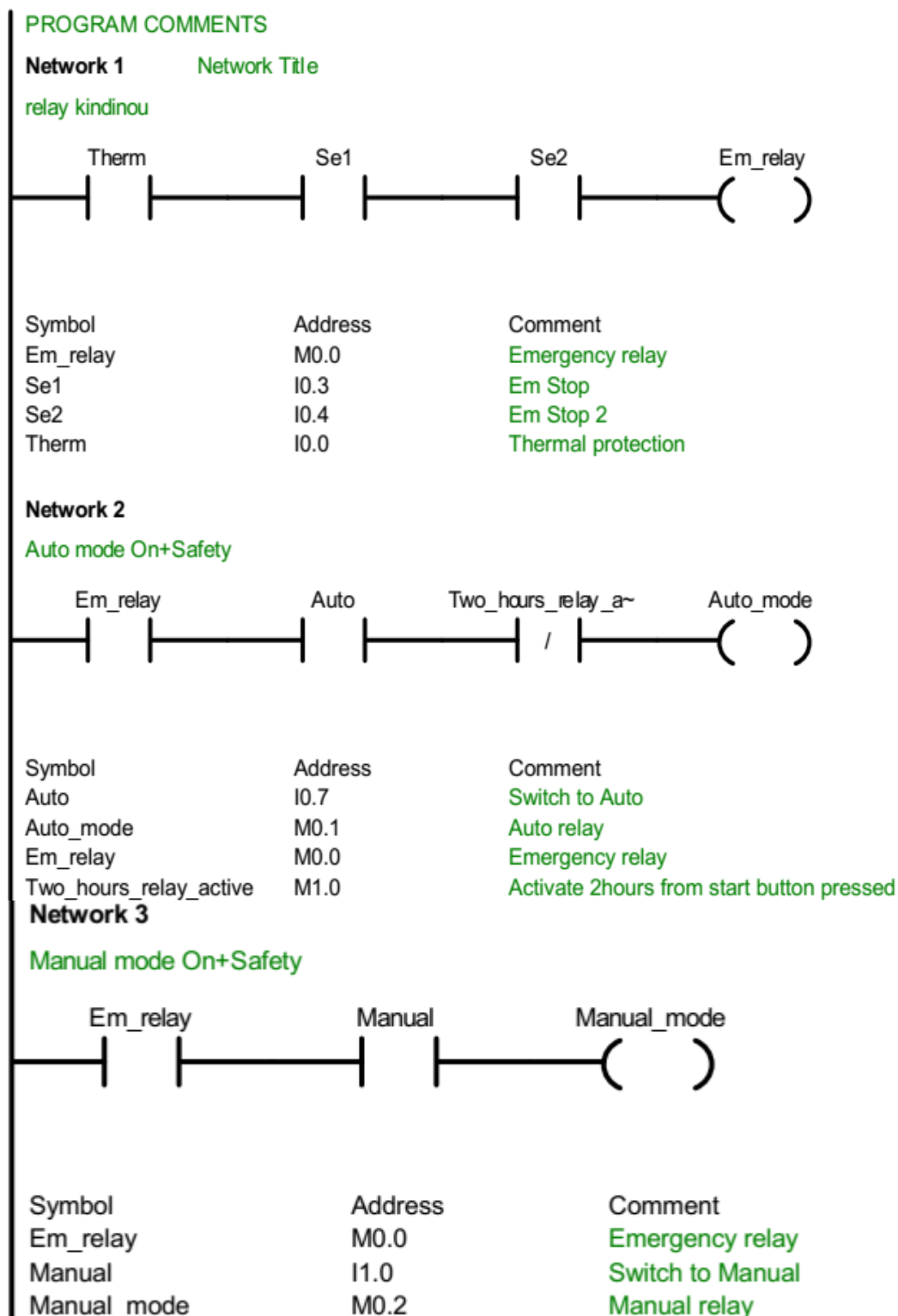


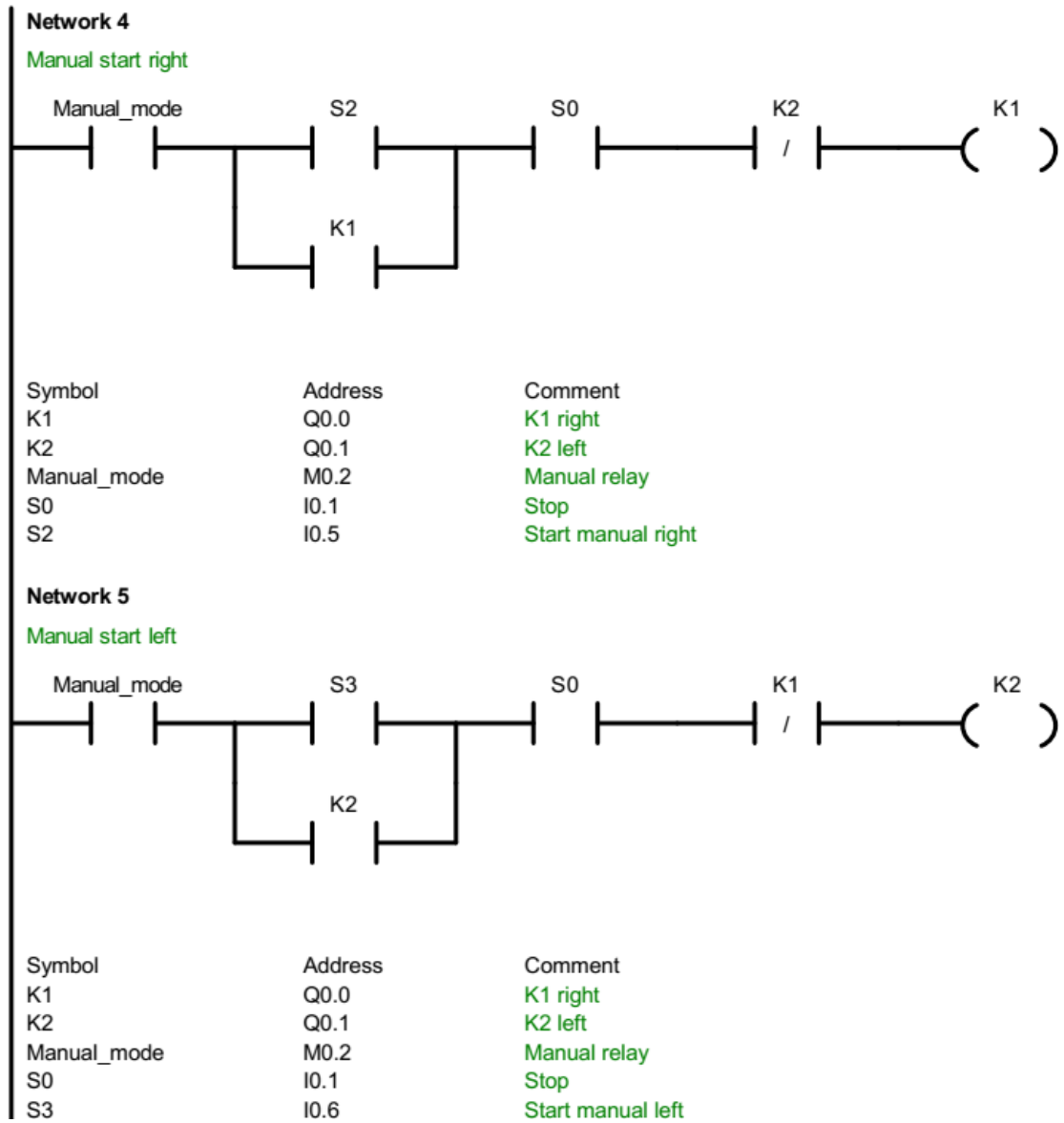


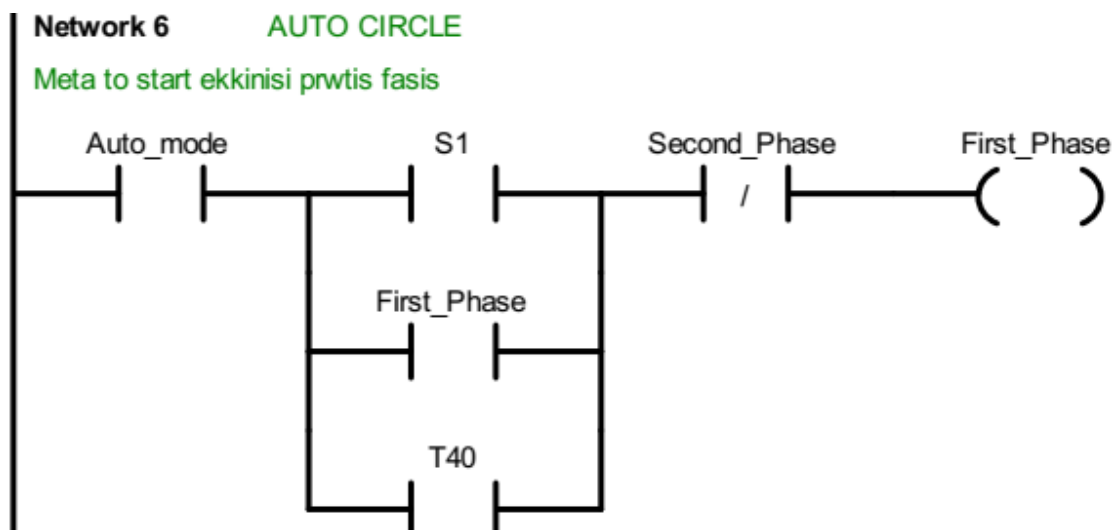


Εικόνα 42. Λύση άσκησης 6.

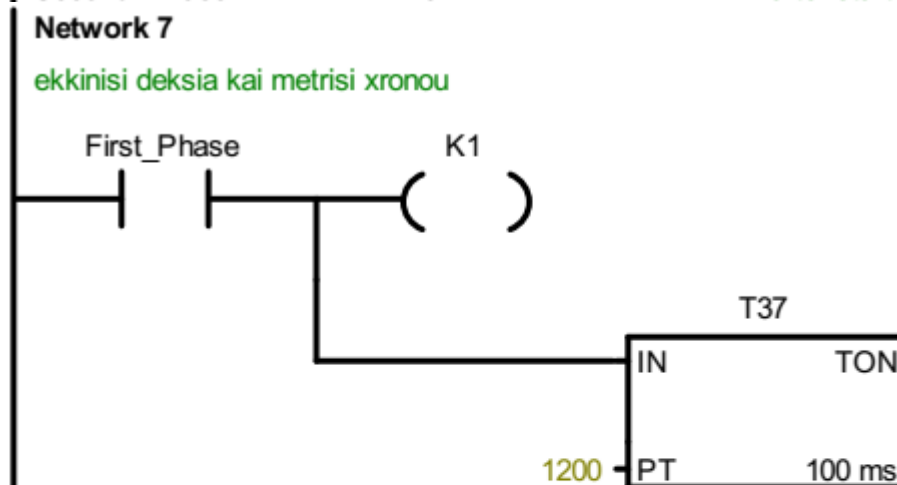
3.3.7 Βαρέλα βυρσοδεψείου



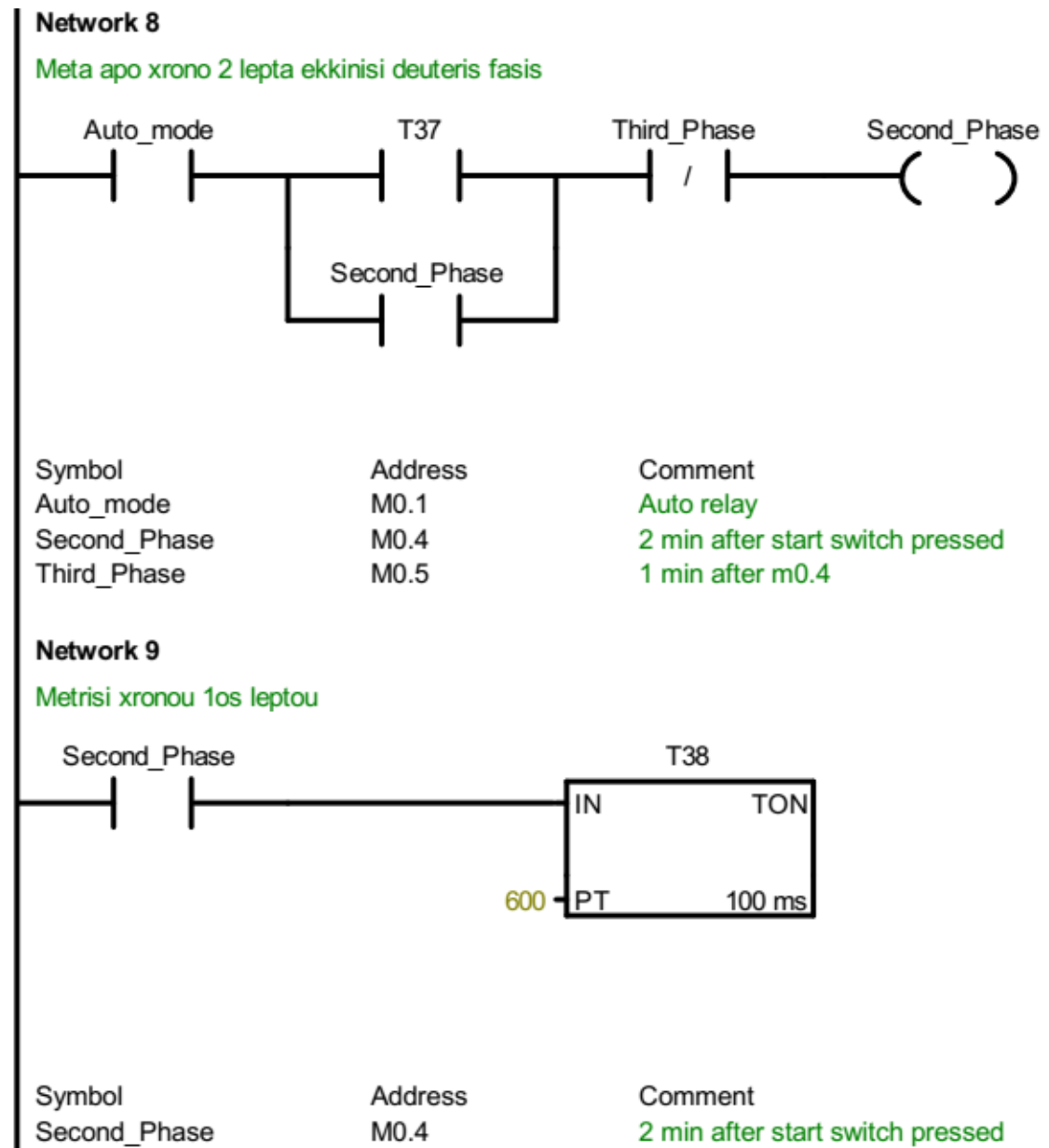


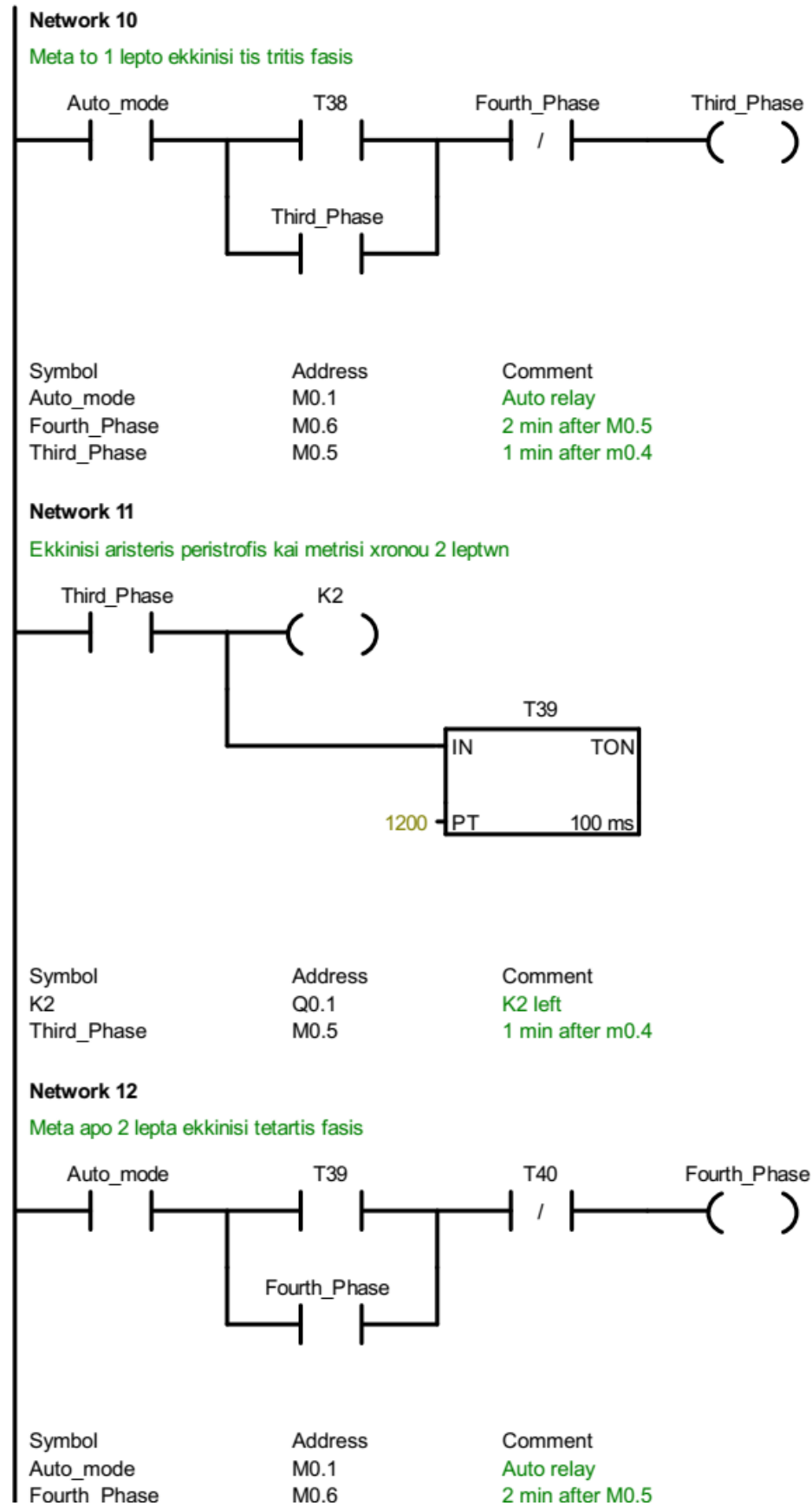


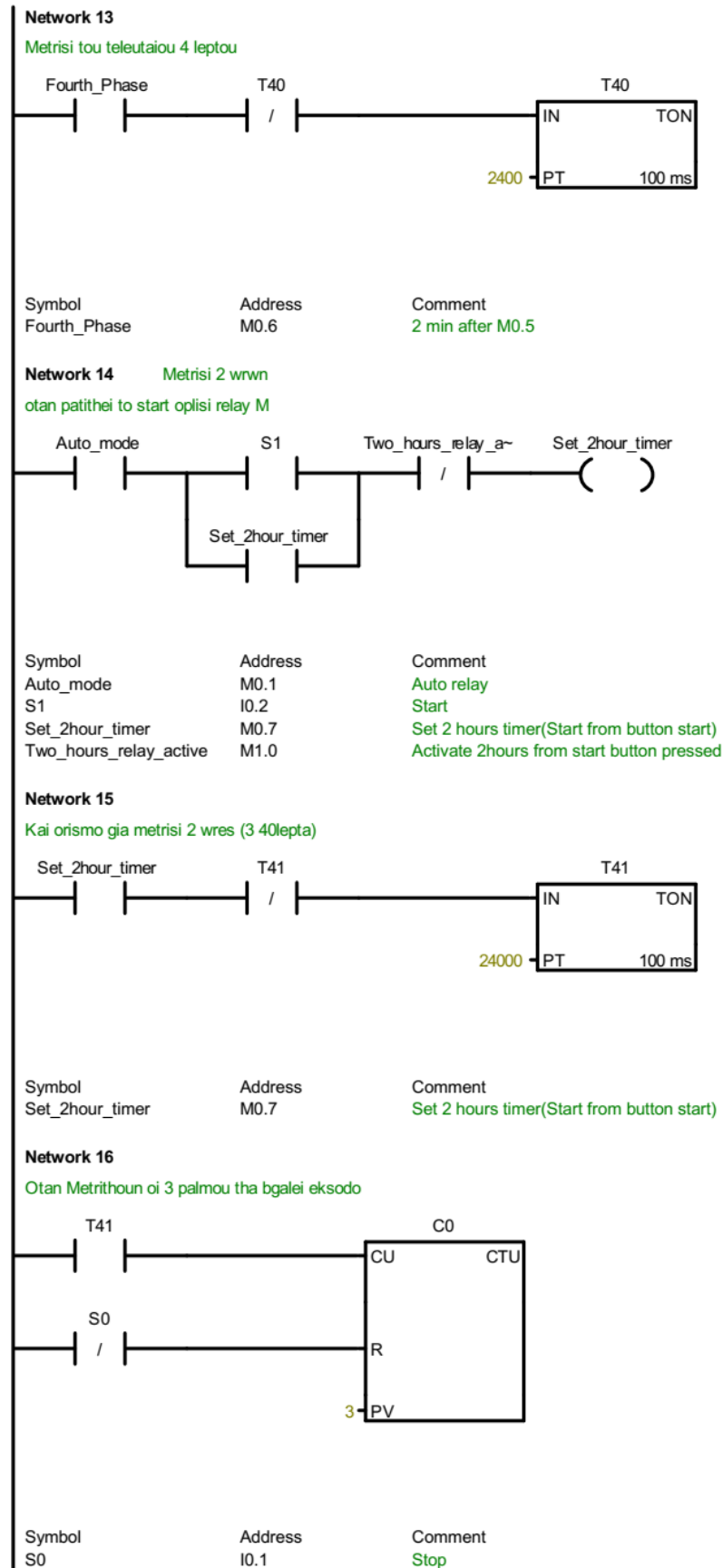
Symbol	Address	Comment
Auto_mode	M0.1	Auto relay
First_Phase	M0.3	When press start switch
S1	I0.2	Start
Second Phase	M0.4	2 min after start switch pressed

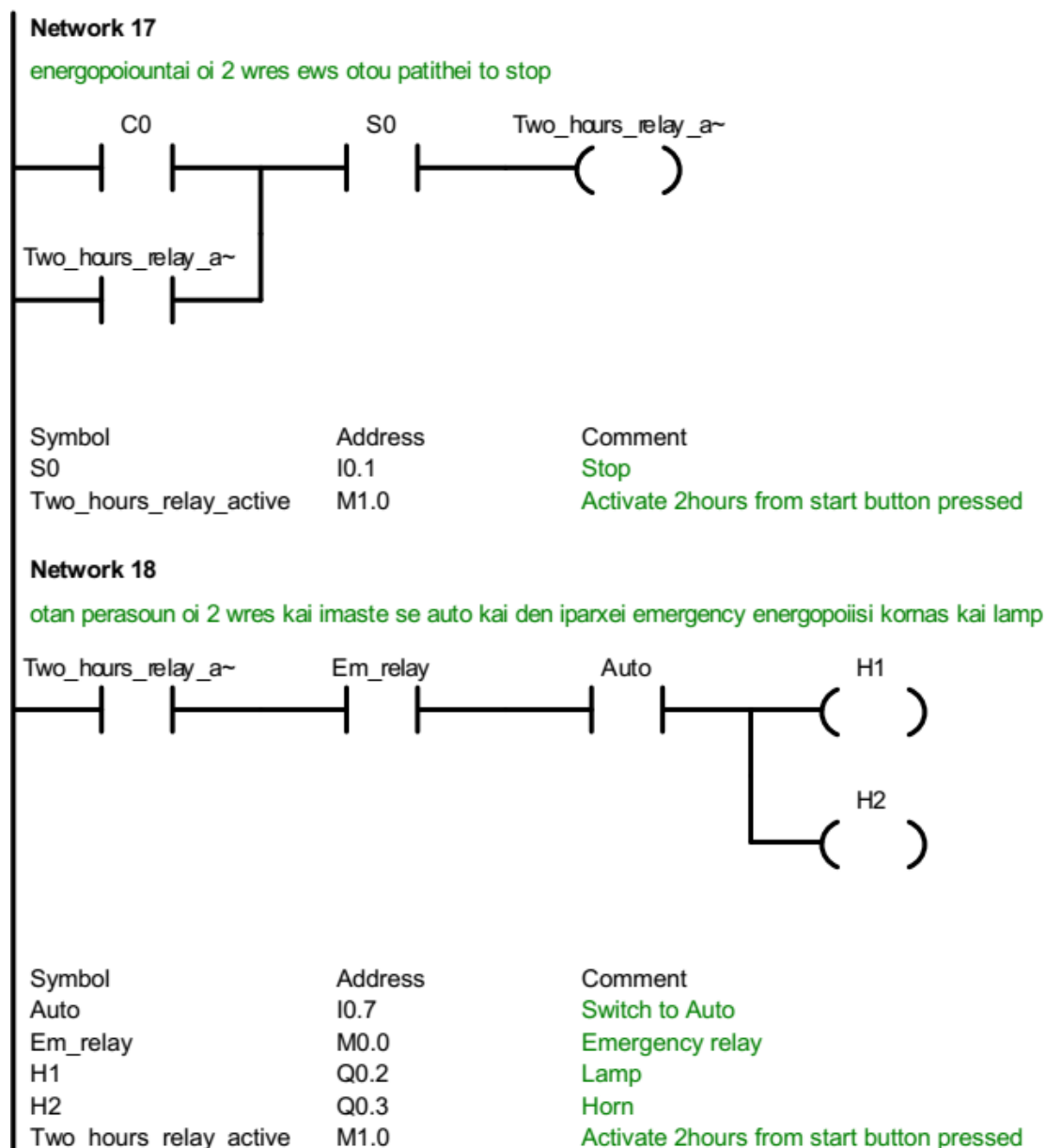


Symbol	Address	Comment
First_Phase	M0.3	When press start switch
K1	Q0.0	K1 right



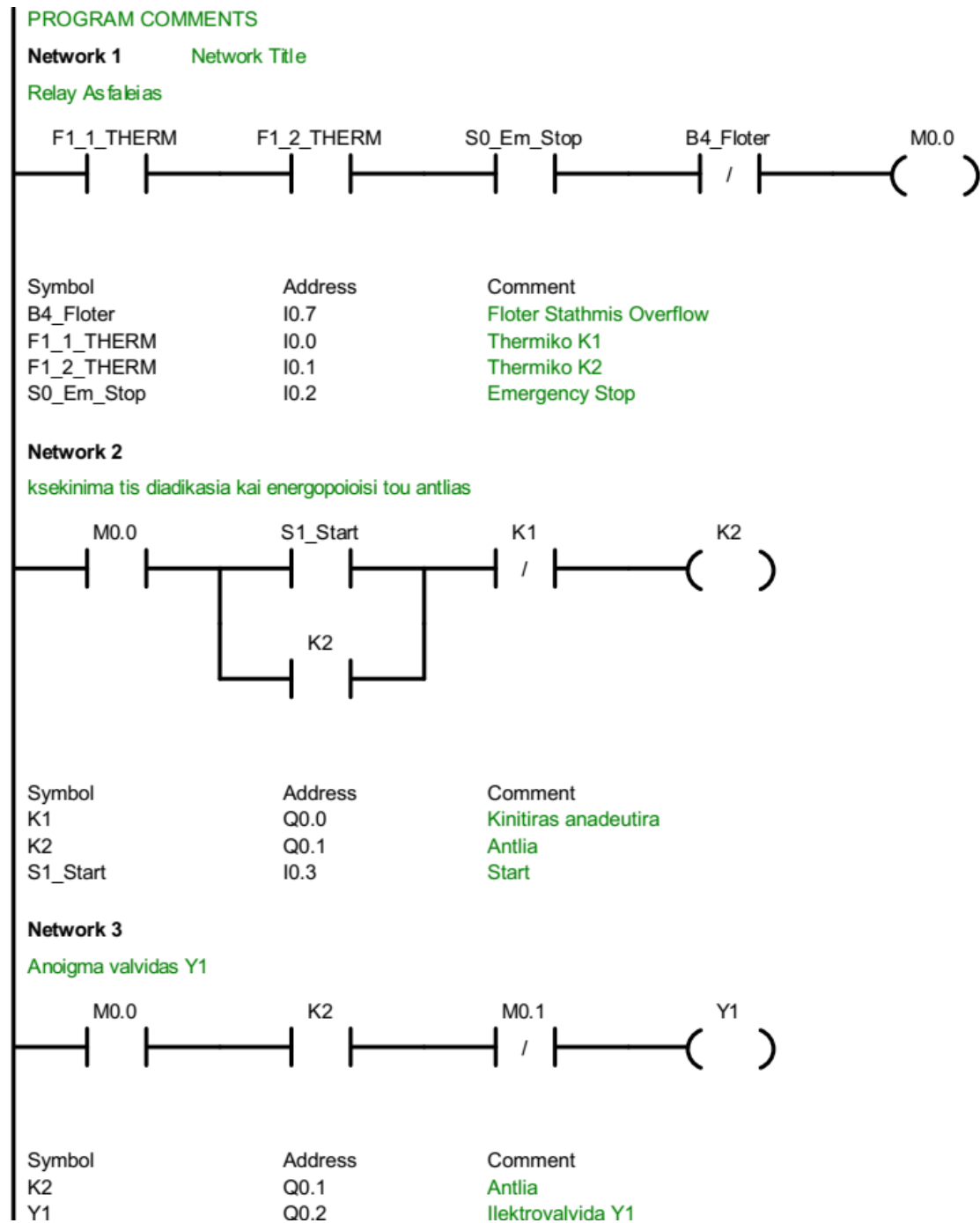






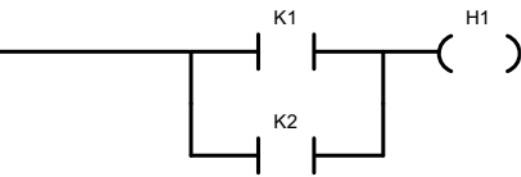
Εικόνα 43. Λύση άσκησης 7.

3.3.8 Μίξη χρωμάτων



Network 4

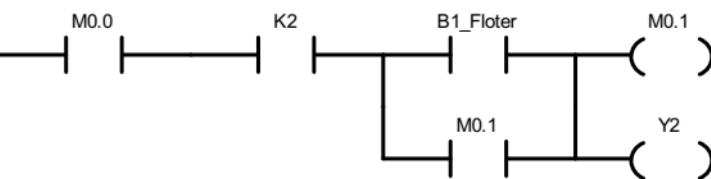
ανοίγμα τις lixneias leitourgeias



Symbol	Address	Comment
H1	Q0.4	Lixeia leitourgeias
K1	Q0.0	Kinitiras anadeutira
K2	Q0.1	Antlia

Network 5

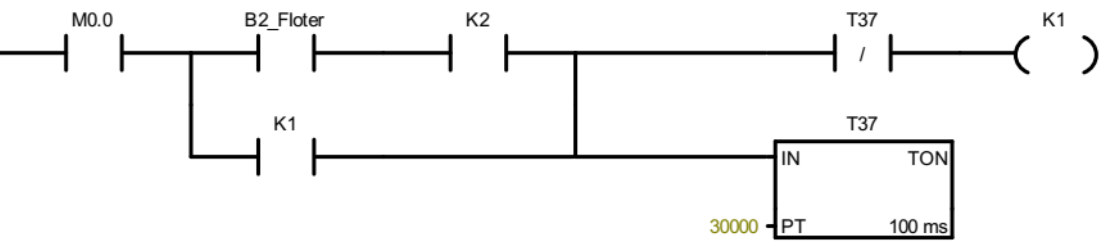
Otan ftasei 1i stathmi svinei Y1 ανοίγει Y2



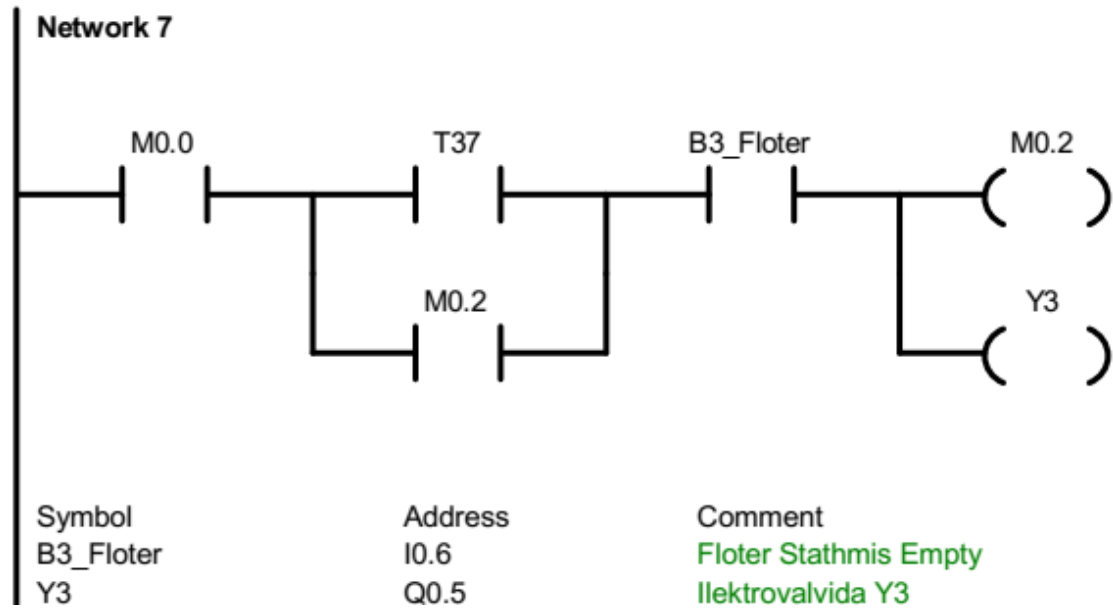
Symbol	Address	Comment
B1_Floter	I0.4	Floter Stathmis 1
K2	Q0.1	Antlia
Y2	Q0.3	Ilektrovalvida Y2

Network 6

Otan ftasei stathmis B2 bgazei ektos Y2 kai K2 kai ανοίγει K1 gia T=60min

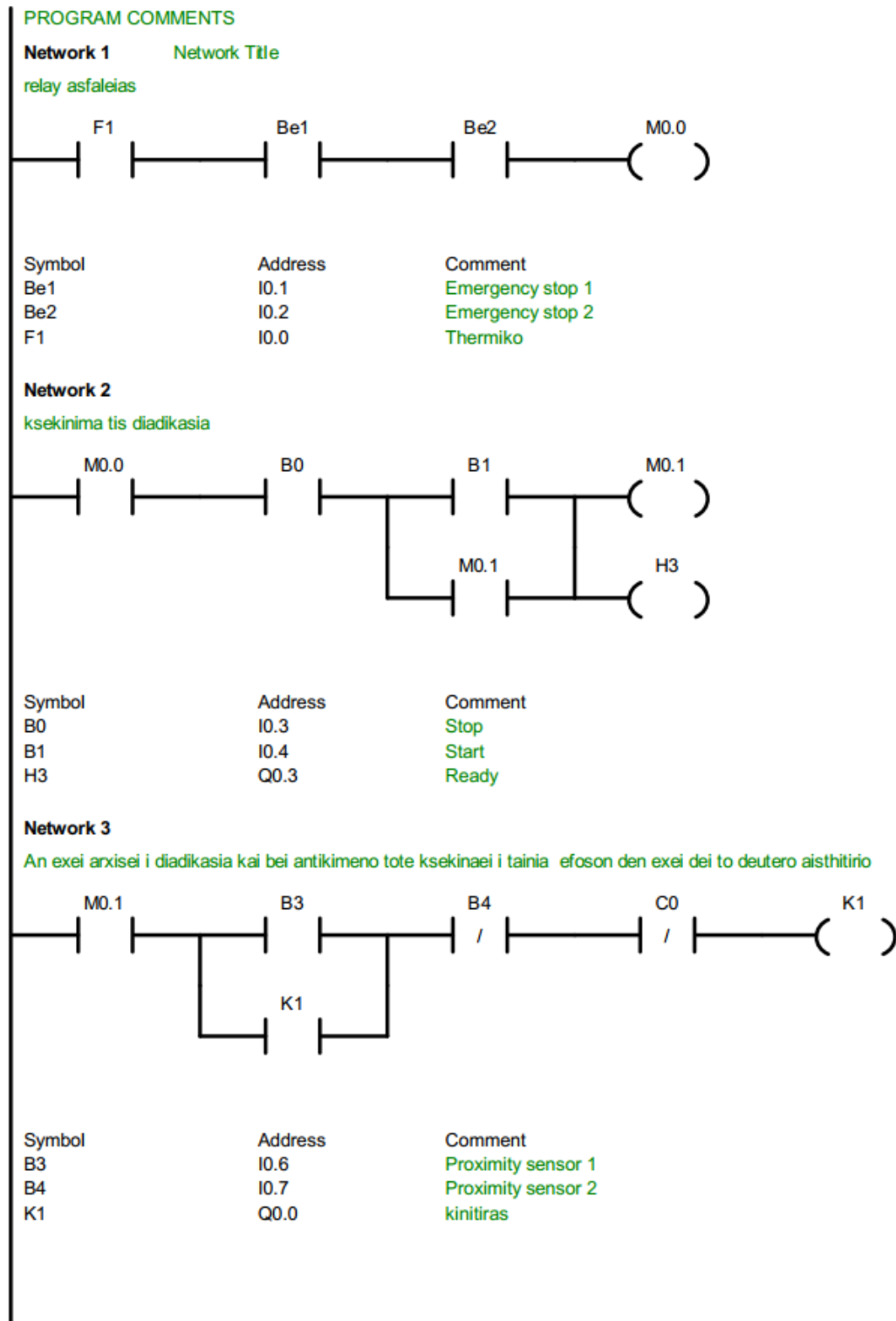


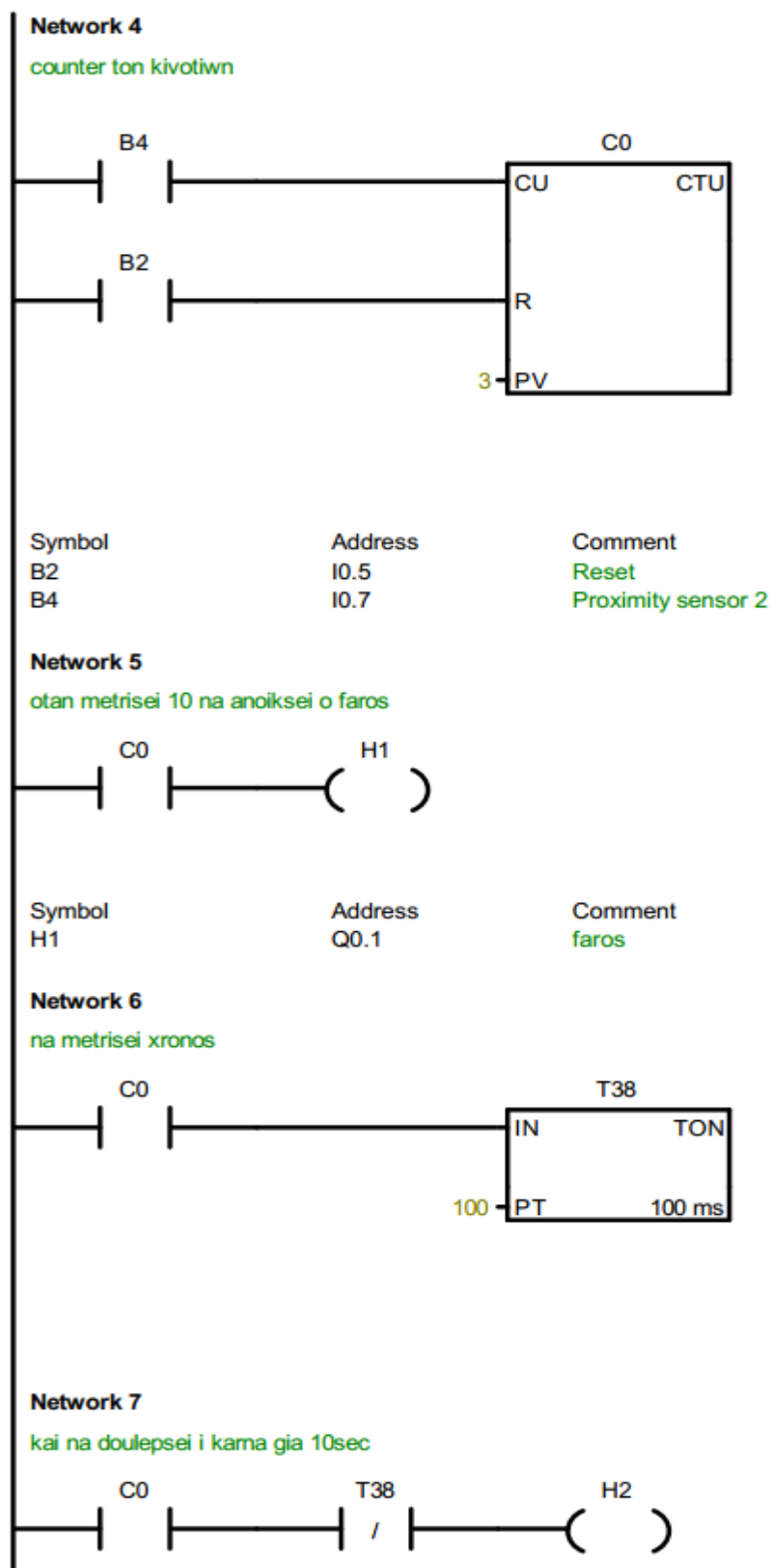
Symbol	Address	Comment
B2_Floter	I0.5	Floter Stathmis 2
K1	Q0.0	Kinitiras anadeutira
K2	Q0.1	Antlia



Εικόνα 44. Λύσης άσκηση 8.

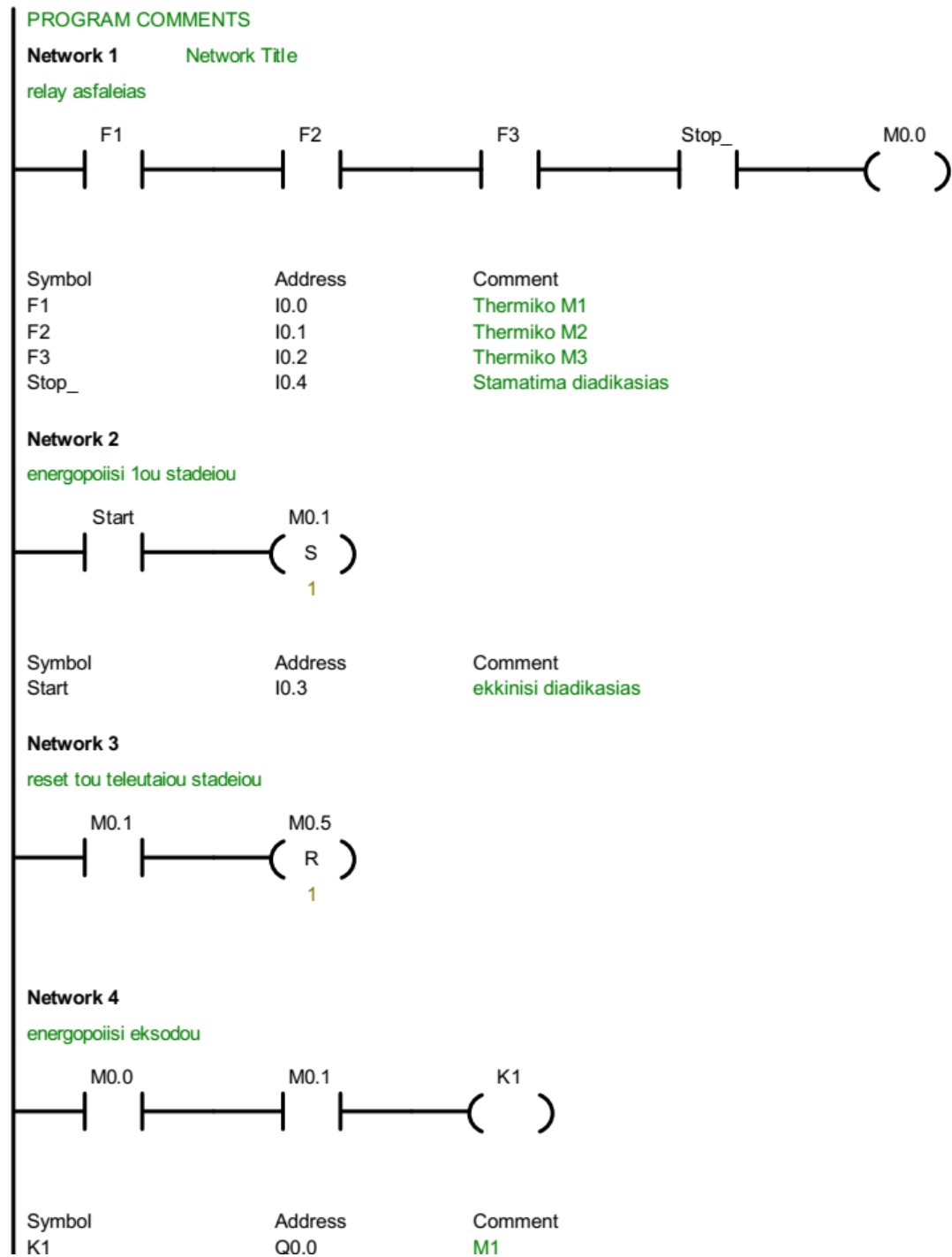
3.3.9 Φόρτωση οχήματος

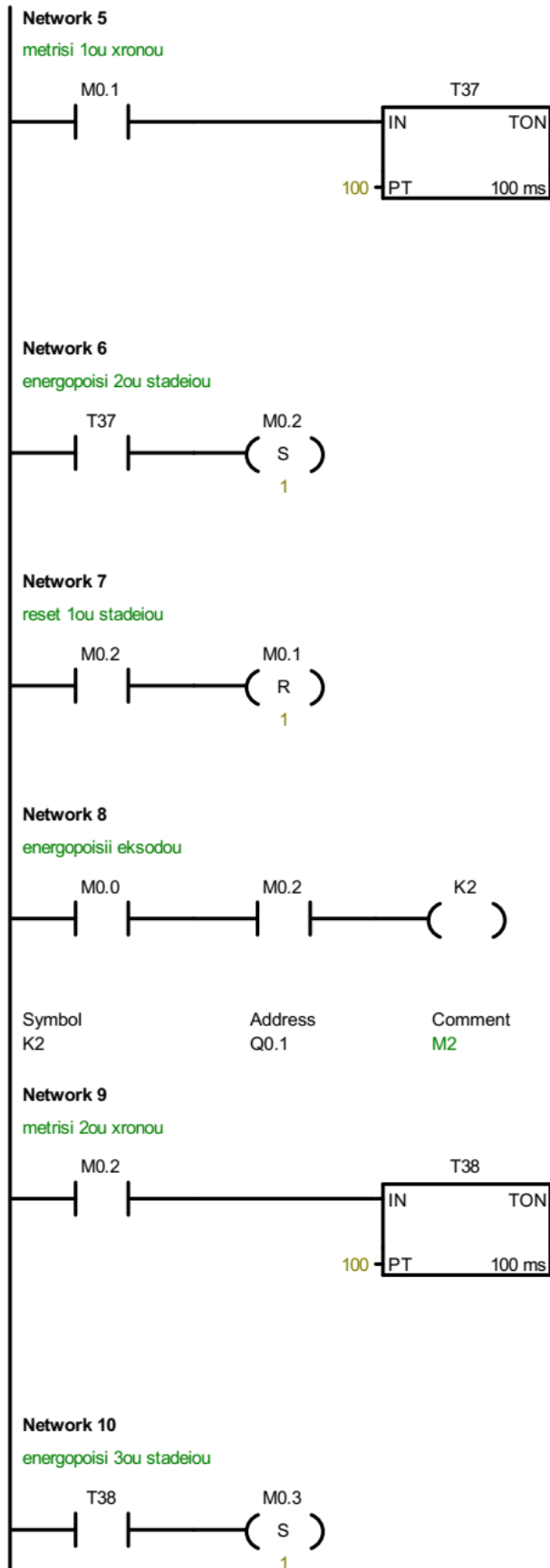


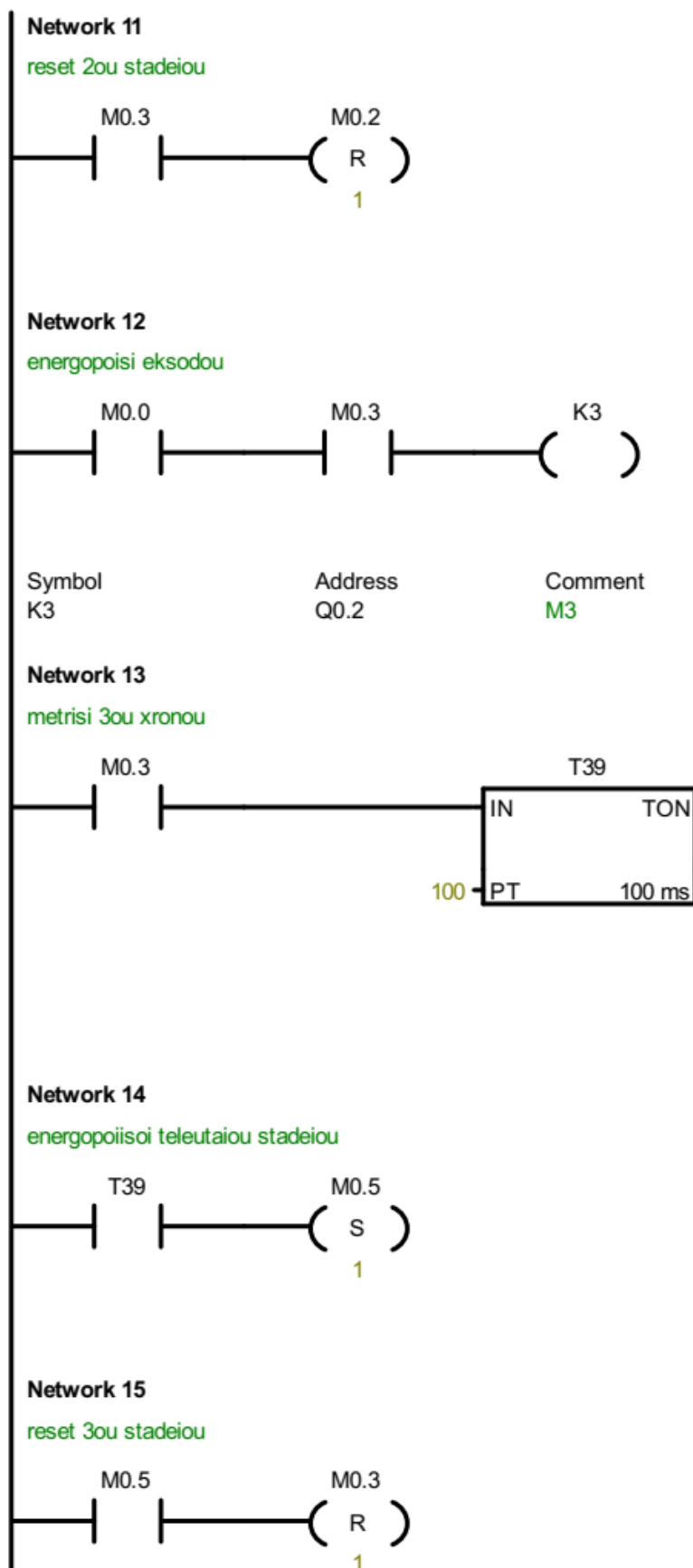


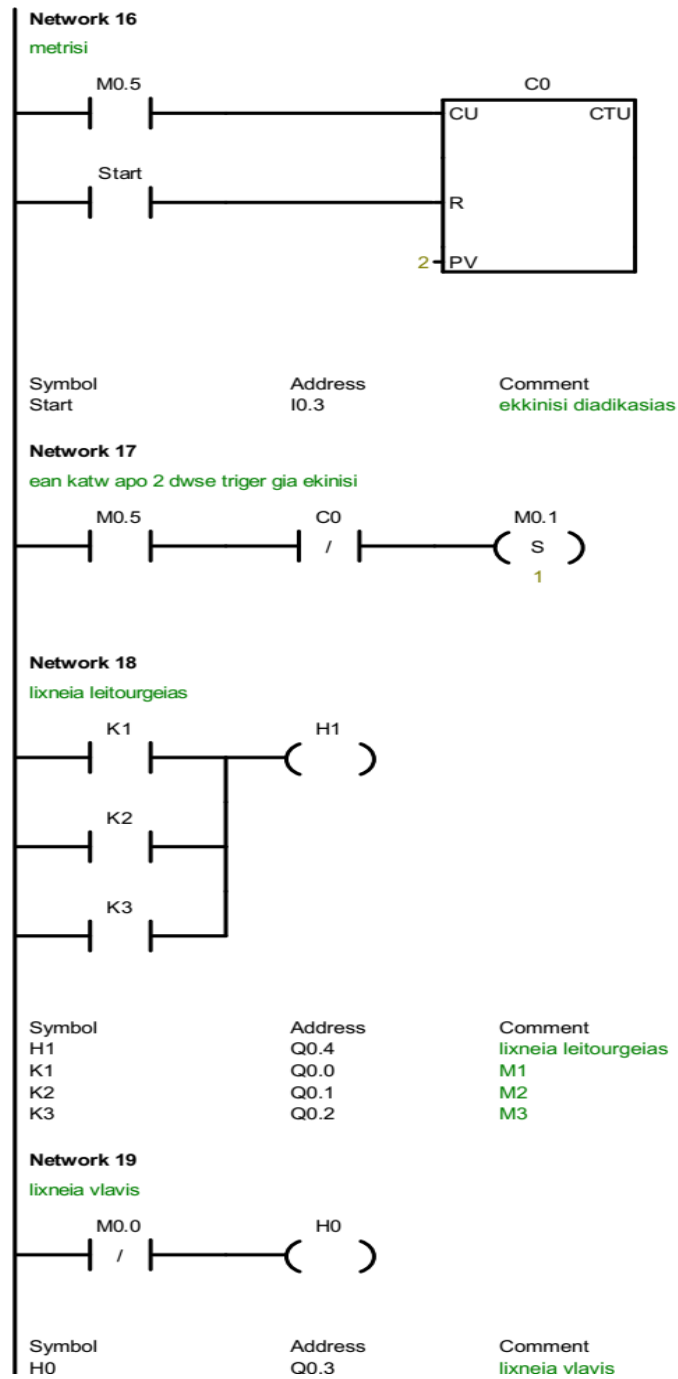
Εικόνα 45. Λύση άσκησης 9.

3.3.10 Τρεις κινητήρες σε διαδοχική λειτουργία







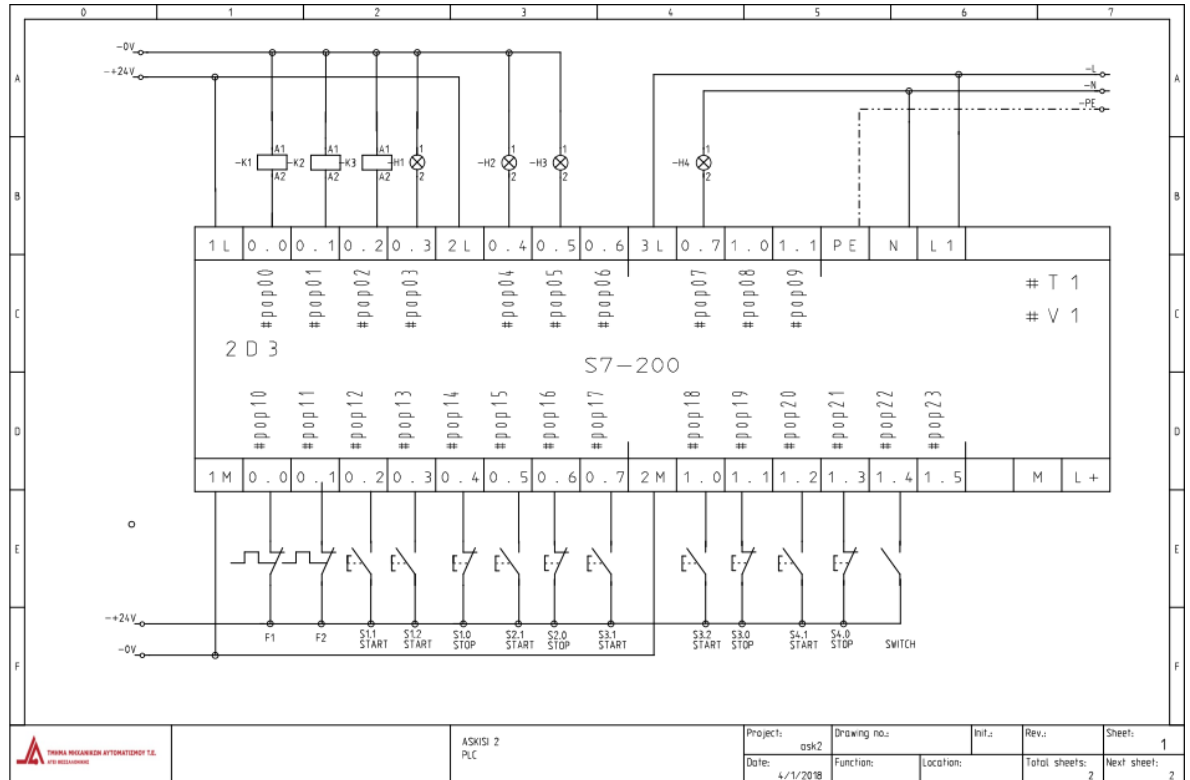


Εικόνα 46. Λύση άσκησης 10.

3.4.2 Αλλαγή φοράς περιστροφής ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα

Είσοδοι: θερμική προστασία (x2), πλήκτρα NC (x4), πλήκτρα NO (x6), διακόπτης (x1).

Εξοδοι: ρελέ (x3), λυχνίες (x4).

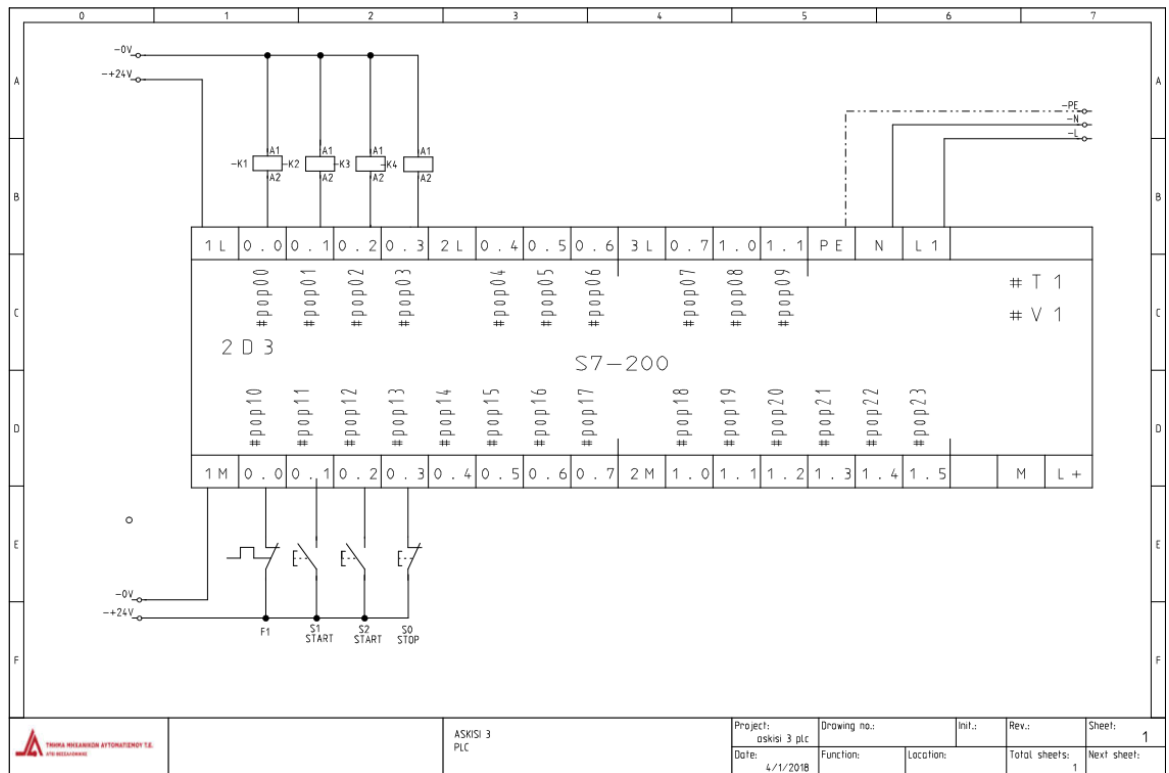


Εικόνα 48. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 2.

3.4.3 Αυτόματος διακόπτης εκκίνησης κινητήρα σε αστέρα-τρίγωνο

Είσοδοι: θερμική προστασία (x1), πλήκτρα NC (x1), πλήκτρα NO (x2).

Έξοδοι: ρελέ (x4).

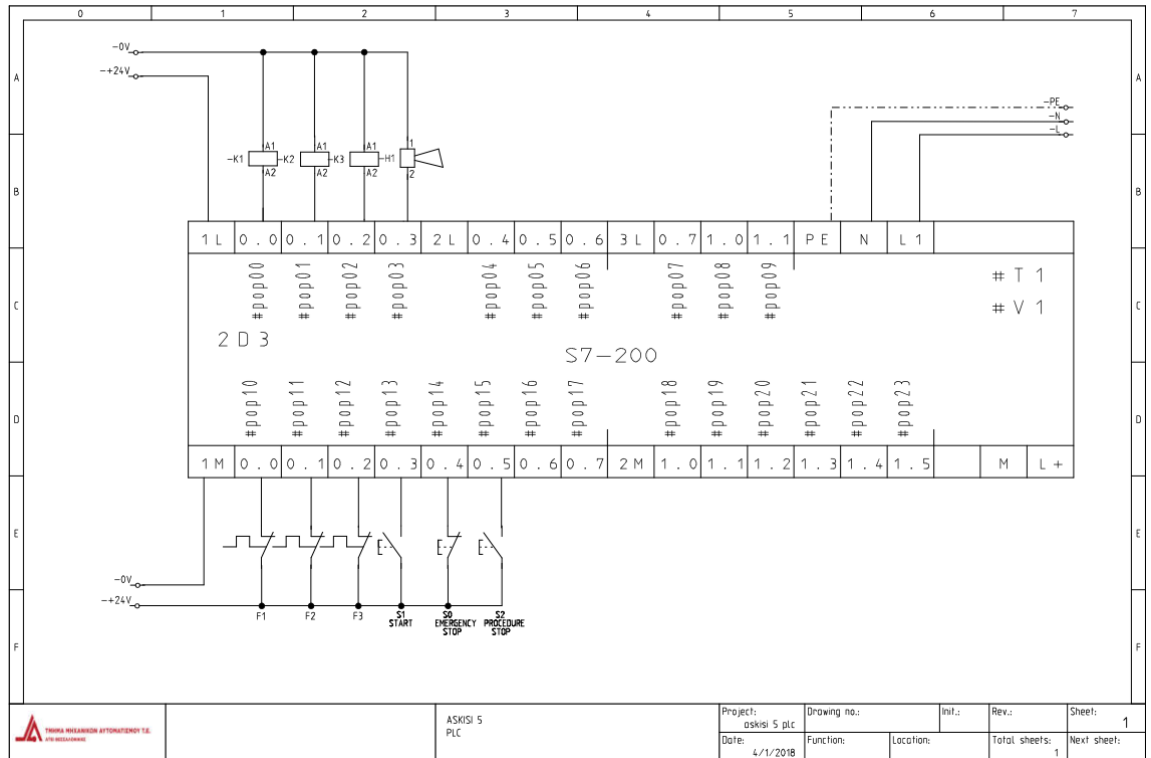


Εικόνα 49. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 3.

3.4.5 Τρεις μεταφορικές ταινίες μίας κατεύθυνσης

Είσοδοι: θερμική προστασία (x3), πλήκτρα NC (x1), πλήκτρα NO (x2).

Εξοδοι: ρελέ (x3), σειρήνα (x1).

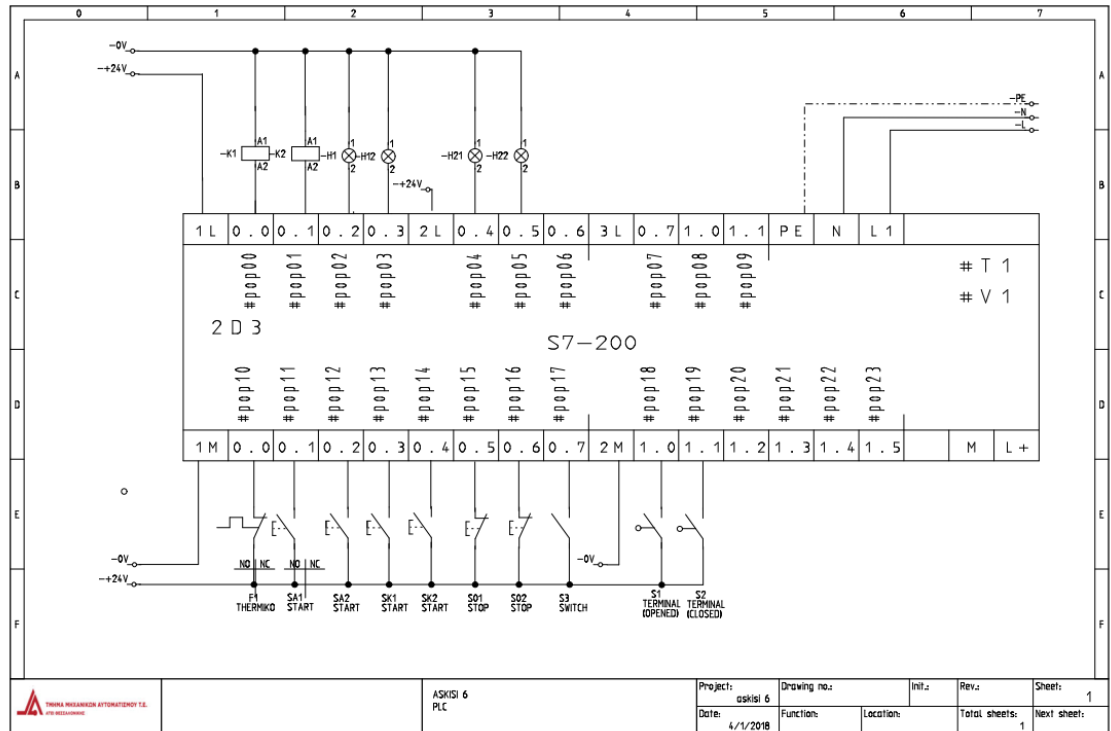


Εικόνα 51. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 5.

3.4.6 Συρόμενη αulóπορτα

Είσοδοι: θερμική προστασία (x1), πλήκτρα NC (x2), πλήκτρα NO (x4), διακόπτης (x1), τερματικοί διακόπτες (x2).

Εξοδοι: ρελέ (x2), λυχνίες (x4).

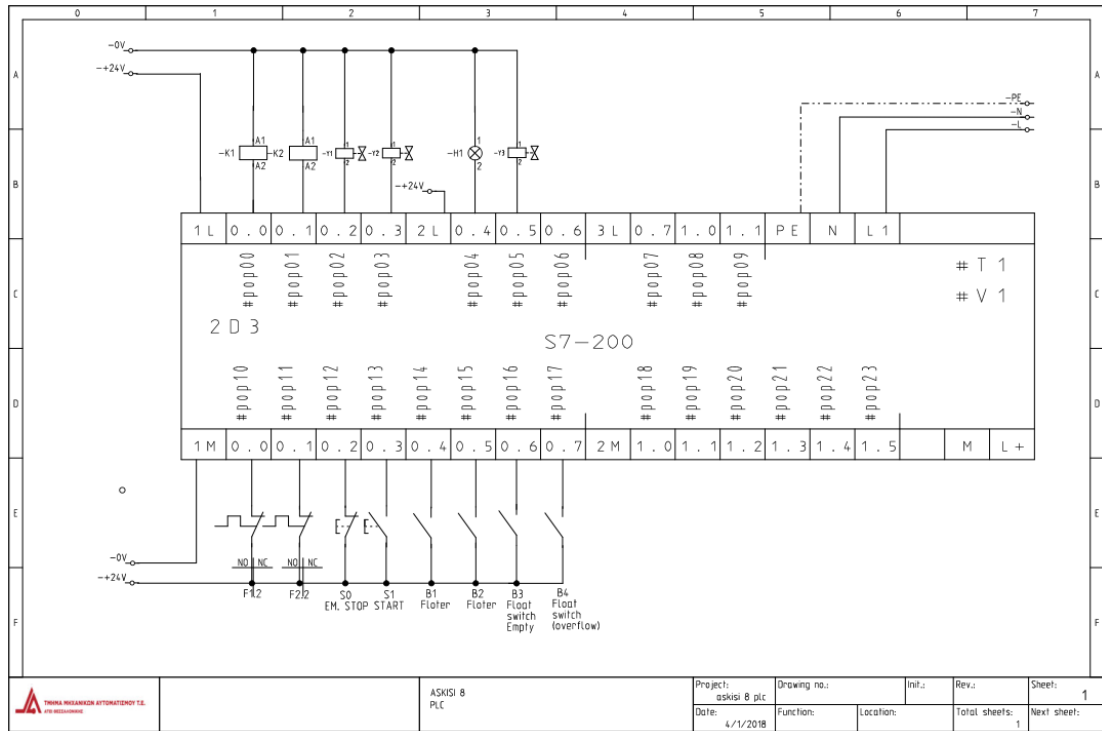


Εικόνα 52. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 6.

3.4.8 Μίξη χρωμάτων

Είσοδοι: θερμική προστασία (x1), πλήκτρα NC (x3), πλήκτρα NO (x3), διακόπτης (x1).

Εξοδοι: ρελέ (x2), λυχνίες (x1), σειρήνα (x1).

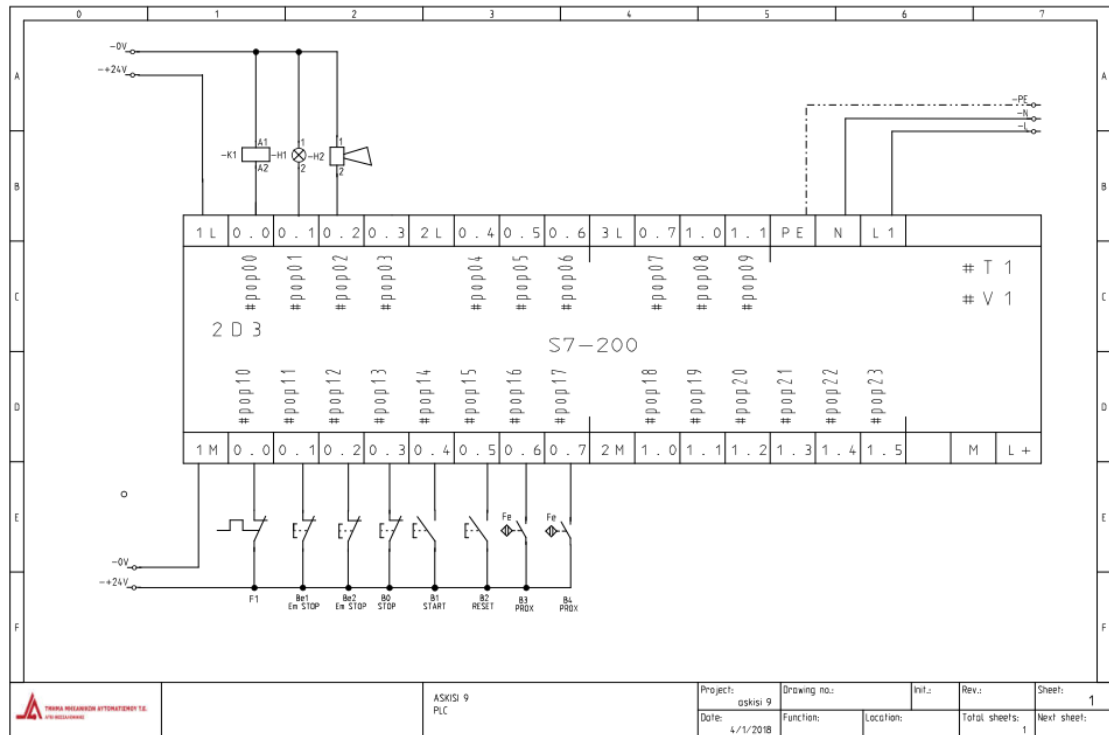


Εικόνα 54. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 8.

3.4.9 Φόρτωση οχήματος

Είσοδοι: θερμική προστασία (x1), πλήκτρα NC (x3), πλήκτρα NO (x2), αισθητήρες εγγύτητας (x2).

Εξοδοι: ρελέ (x1), λυχνίες (x1), σειρήνα (x1).

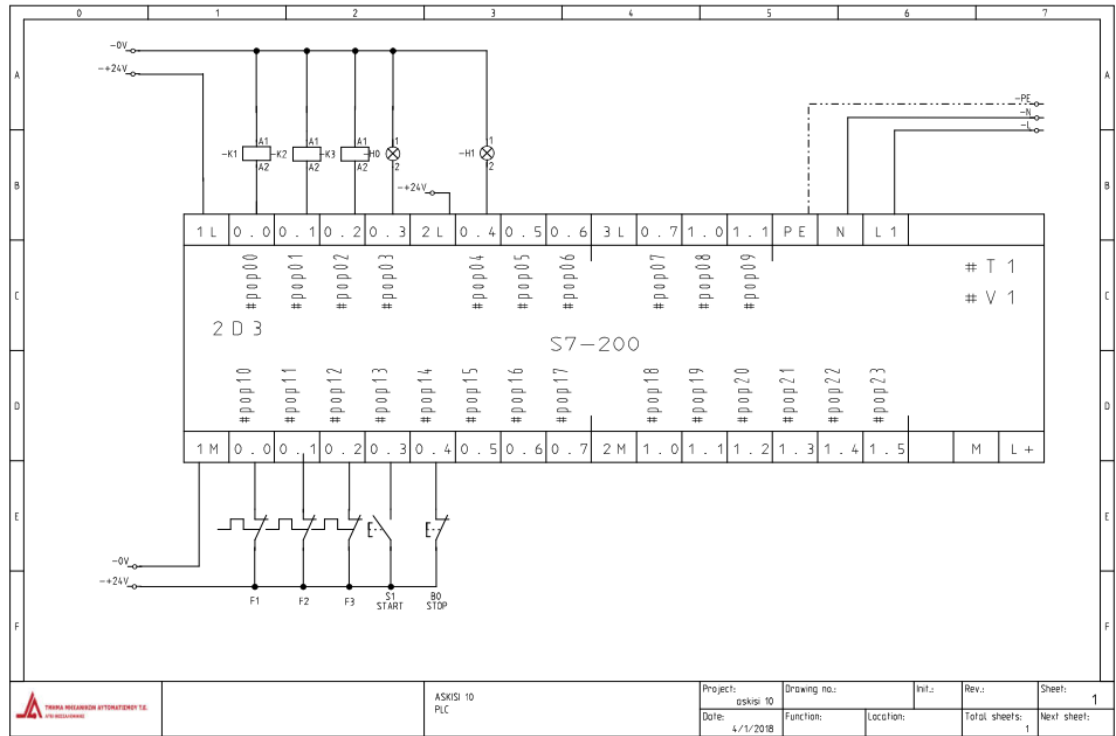


Εικόνα 55. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 9.

3.4.10 Τρεις κινητήρες σε διαδοχική λειτουργία

Είσοδοι: θερμική προστασία (x3), πλήκτρα NC (x1), πλήκτρα NO (x1).

Έξοδοι: ρελέ (x3), λυχνίες (x2).



Εικόνα 56. Ηλεκτρικό διάγραμμα συνδέσεων άσκησης 10.

4. Κεφάλαιο 4^ο: Μελέτη - Επεξεργασία ξύλου - Δημιουργία ξύλινης βάσης

4.1 Μελέτη

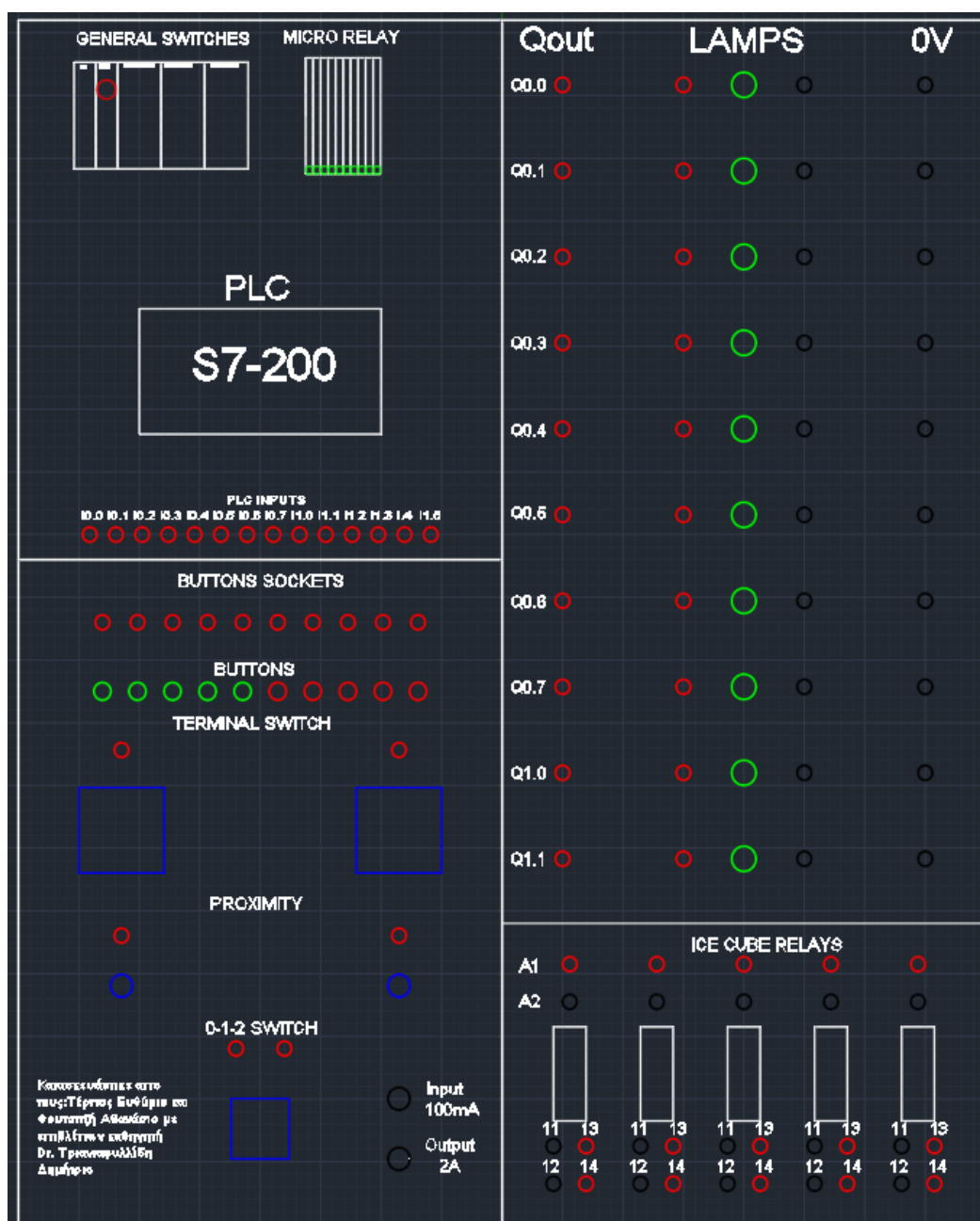
Ροή ενεργειών που απαιτήθηκαν:

- Αρχικά, ερευνήθηκε και αποφασίστηκε η κατασκευή να γίνει με ξύλο και βαμμένη με χρώμα RAL 7000, το οποίο συνηθίζεται σε τέτοιου είδους εφαρμογές. Ακολούθησε η μελέτη των υλικών της μονάδας, για τα οποία υπάρχει και λεπτομερής αναφορά σε παραπάνω κεφάλαιο (βλ. Κεφ.2). Έπειτα, μελετήθηκε ο τρόπος διάταξης όλων των εξαρτημάτων πάνω στην ξύλινη αυτή κατασκευή σε πρόχειρο χαρτί.
- Εν συνεχεία, εφόσον αποφασίστηκε το που και πως θα τοποθετηθεί το κάθε υλικό πάνω στη μονάδα, έγινε σχεδιασμός της κατασκευής με τη βοήθεια του λογισμικού Autocad, ούτως ώστε να γίνει σαφές το επιθυμητό αποτέλεσμα.
- Έχοντας πλέον, όλα τα υλικά ξεκίνησε η δημιουργία της βάσης της μονάδας δηλαδή, η συναρμολόγηση των κομματιών ξύλου. Επόμενη εργασία πάνω στα ξύλα ήταν το τρύπημα και το κόψιμο πλαισίων στα σημεία που το σχέδιο προέβλεπε.
- Ολοκληρώνοντας, τη βάση της μονάδας, προχώρησε η τοποθέτηση των εξαρτημάτων στα κατάλληλα μέρη, σύμφωνα με το σχέδιο.
- Επόμενη ενέργεια ήταν η καλωδίωση των εξαρτημάτων. Δόθηκε μεγάλη έμφαση στην ευνοϊκότερη τακτοποίηση των καλωδιώσεων, ώστε να αποφευχθεί η πολυπλοκότητα και η ακαταστασία στο εσωτερικό της κατασκευής.
- Πραγματοποιήθηκε έλεγχος καλής λειτουργίας για κάθε εξάρτημα, όπως και ο έλεγχος συνέχειας για κάθε καλώδιο. Επίσης, ελέγχθηκε όλο το σύστημα με πολύμετρο για τη σωστή τροφοδοσία κάθε εξαρτήματος.
- Πλέον, έχοντας καταλήξει στο επιθυμητό αποτέλεσμα, έγινε η απαραίτητη σήμανση στην επιφάνεια της μονάδας, ώστε να αναγνωρίζεται το

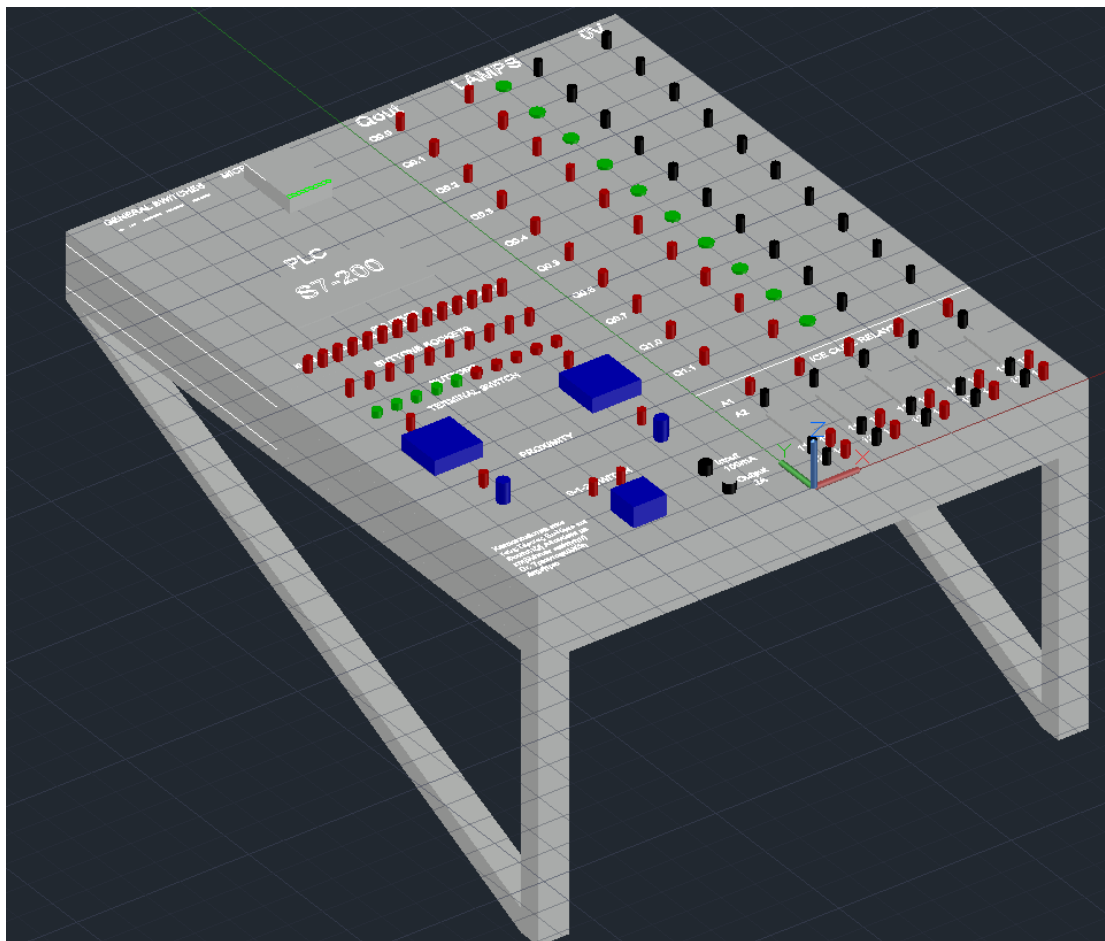
τί υπάρχει εγκατεστημένο σ' αυτήν. Για τη σήμανση χρησιμοποιήθηκαν πλακίδια υλικού Darving.

- Τελικώς, πραγματοποιήθηκε έλεγχος επικοινωνίας με το PLC, αφού ο αρχικός έλεγχος είχε γίνει πριν την τοποθέτηση και καλωδίωση του.

Παρακάτω, εμφανίζεται το σχέδιο που δημιουργήθηκε στο λογισμικό AutoCad, όπου μπορεί να αναγνωρισθεί λεπτομερώς το κάθε σημείο και αντικείμενο πάνω στη μονάδα επίδειξης.



Εικόνα 57. Σχέδιο κατασκευής στο Autocad.



Εικόνα 58. Σχέδιο κατασκευής στο Autocad 3d.

4.2 Επεξεργασία ξύλου - Δημιουργία ξύλινης βάσης

Η μονάδα έχει ως βάση μία ξύλινη κατασκευή. Μετά τη μελέτη που προηγήθηκε αποφασίστηκε η προμήθεια μιας ξύλινης τάβλας διαστάσεων **2400x800x18 mm**, η οποία κόπηκε στα εξής κομμάτια:

- (x1) κομμάτι διαστάσεων **800x960x18 mm**, το οποίο προορίζεται για την πίσω όψη (πλάτη) της μονάδας.
- (x1) κομμάτι διαστάσεων **400x530x18mm**, κάτω αριστερά κομμάτι σύμφωνα με το σχέδιο. Στο κομμάτι αυτό τοποθετήθηκαν τα 10 πλήκτρα, οι δύο τερματικοί διακόπτες, οι δύο αισθητήρες εγγύτητας, οι 2 θήκες ασφαλειών για τις εισόδους και τις εξόδους του PLC και τέλος, ο διακόπτης 0-1-2.
- (x1) κομμάτι διαστάσεων **400x430x18 mm**, πάνω αριστερά κομμάτι σύμφωνα με το σχέδιο. Εδώ έγιναν τρία κοψίματα για να φαίνονται το PLC, τα MCBs και τα μικρο-ρελέ, αντίστοιχα, τα οποία είναι σε ράγα βιδωμένη στο εσωτερικό της μονάδας.
- (x1) κομμάτι διαστάσεων **400x960x18 mm**, το οποίο καλύπτει όλη τη δεξιά πλευρά της πρόσοψης. Λυχνίες (LEDs) και 5 ice cube ρελέ είναι τοποθετημένα στο κομμάτι αυτό.
- Επίσης, κόπηκαν 5 κομμάτια διαστάσεων **80x910x18 mm**, ώστε να δημιουργηθεί το σωστό και επιθυμητό βάθος, αλλά και να προστεθεί επιπλέον στιβαρότητα στην κατασκευή.

Ακολουθούν φωτογραφίες από τις φάσεις επεξεργασίας του ξύλου.

- Αγορά της ξύλινης τάβλας με διαστάσεις **2400x800x18 mm** ως πρώτη ύλη.



Εικόνα 59. Ξύλινη τάβλα.

- Κοπή απαιτούμενων κομματιών.



Εικόνα 60. Κοπή ξύλινης τάβλας.



Εικόνα 61. Συναρμολόγηση ξύλων.



Εικόνα 62. Συναρμολόγηση ξύλων.



Εικόνα 63. Ολοκλήρωση συναρμολόγησης.

Μετά την ολοκλήρωση της κοπής του ξύλου στα επιθυμητά κομμάτια, προχώρησε η διαδικασία τρυπήματος σε συγκεκριμένα σημεία που θα τοποθετούνταν τα υλικά, τα περισσότερα από τα οποία είναι "βιδωτά" (λχ. μπόρνες, πλήκτρα, αισθητήρες εγγύτητας). Παρακάτω, φαίνεται ένα προς ένα κάθε κομμάτι με τις τρύπες που έγιναν.

- **400x530x18mm**, κάτω αριστερά κομμάτι :



Εικόνα 64. Τρύπημα Ξύλων.

- ❖ **400x430x18 mm**, πάνω αριστερά κομμάτι.



Εικόνα 65. Τρύπημα Ξύλων.

Στην εικόνα 65, φαίνονται και τα κομμάτια ράγας που βιδώθηκαν στο εσωτερικό της κατασκευής για την τοποθέτηση του PLC, των διακοπών τροφοδοσίας, των ασφαλειών και των μικρό-ρελέ.

❖ **400x960x18 mm** δεξιά κομμάτι.



Εικόνα 66. Τρύπημα Ξύλων.



Εικόνα 67. Ολοκλήρωση της διαδικασίας.

5. Κεφάλαιο 5^ο: Τοποθέτηση εξαρτημάτων - Καλωδίωση - Στήριξη κατασκευής

5.1 Τοποθέτηση εξαρτημάτων

Μετά την ολοκλήρωση της επεξεργασίας των ξύλων και του βαφίματος, ακολούθησε η διαδικασία της τοποθέτησης όλων των εξαρτημάτων στις κατάλληλες θέσεις που τους αντιστοιχούν.

Όπως θα γίνει αντιληπτό από τις παρακάτω φωτογραφίες, το φυσικό αποτέλεσμα είναι η ακριβής απεικόνιση του σχεδίου που αρχικά δημιουργήθηκε με το λογισμικό Autocad.

❖ 400x530x18mm, κάτω αριστερά κομμάτι :



Εικόνα 68. Τοποθέτηση εξαρτημάτων εισόδων.

Χρησιμοποιήθηκαν πλήκτρα, θερματικοί διακόπτες, αισθητήρες εγγύτητας, ασφάλειες των εισόδων και των εξόδων και τέλος, ο μεταγωγικός διακόπτης 0-1-2.

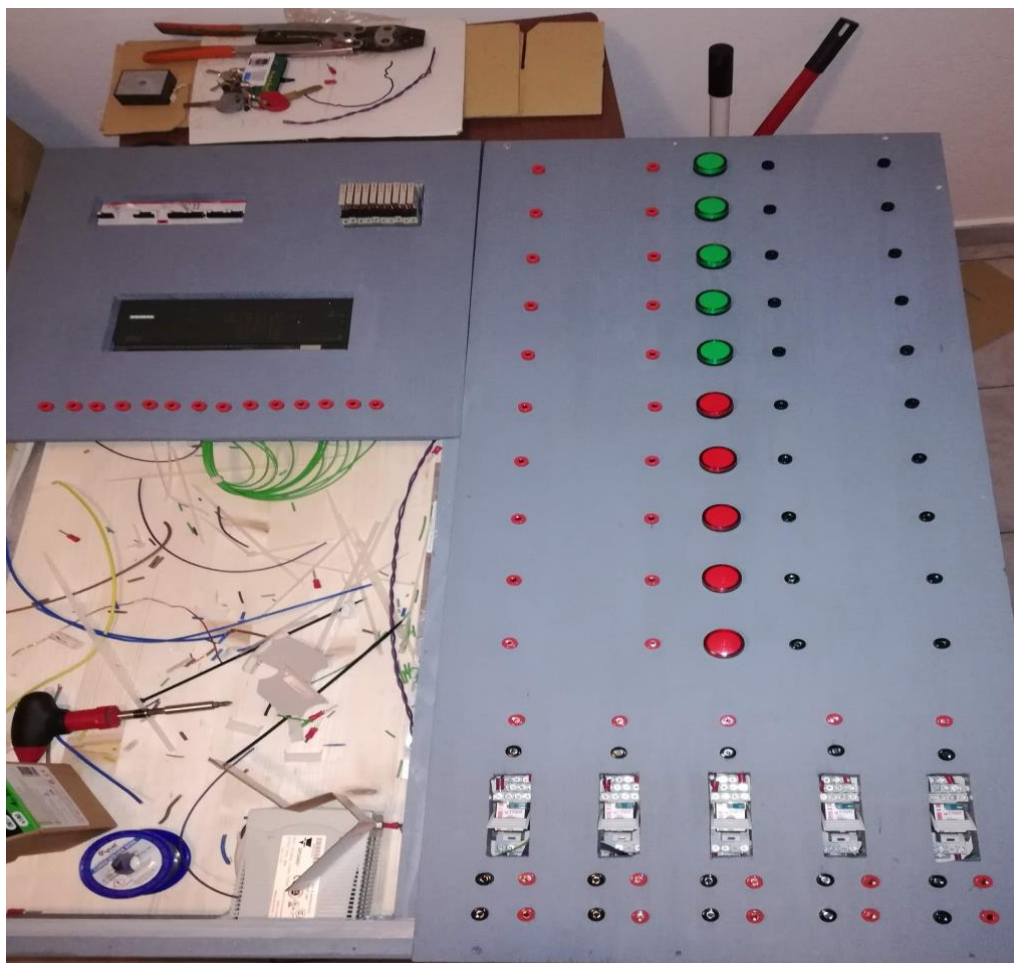
❖ **400x430x18 mm**, πάνω αριστερά κομμάτι:



Εικόνα 69. Τοποθέτηση εξαρτημάτων τροφοδοσίας - CPU.

Όπως φαίνεται στην παραπάνω φωτογραφία, έχει ολοκληρωθεί το βάνιμο και η τοποθέτηση των αντικειμένων. Πάνω δεξιά φαίνονται τα 10 μικρό-ρελέ που προστατεύουν τις εξόδους του PLC, πάνω αριστερά φαίνονται τα MCBS και στη μέση είναι το PLC, κάτω από το οποίο είναι οι μπόρνες για τη χρήση των εισόδων του. Τα αντικείμενα αυτά είναι πάνω σε ράγα στο εσωτερικό της κατασκευής.

❖ **400x960x18 mm** δεξιό κομμάτι.

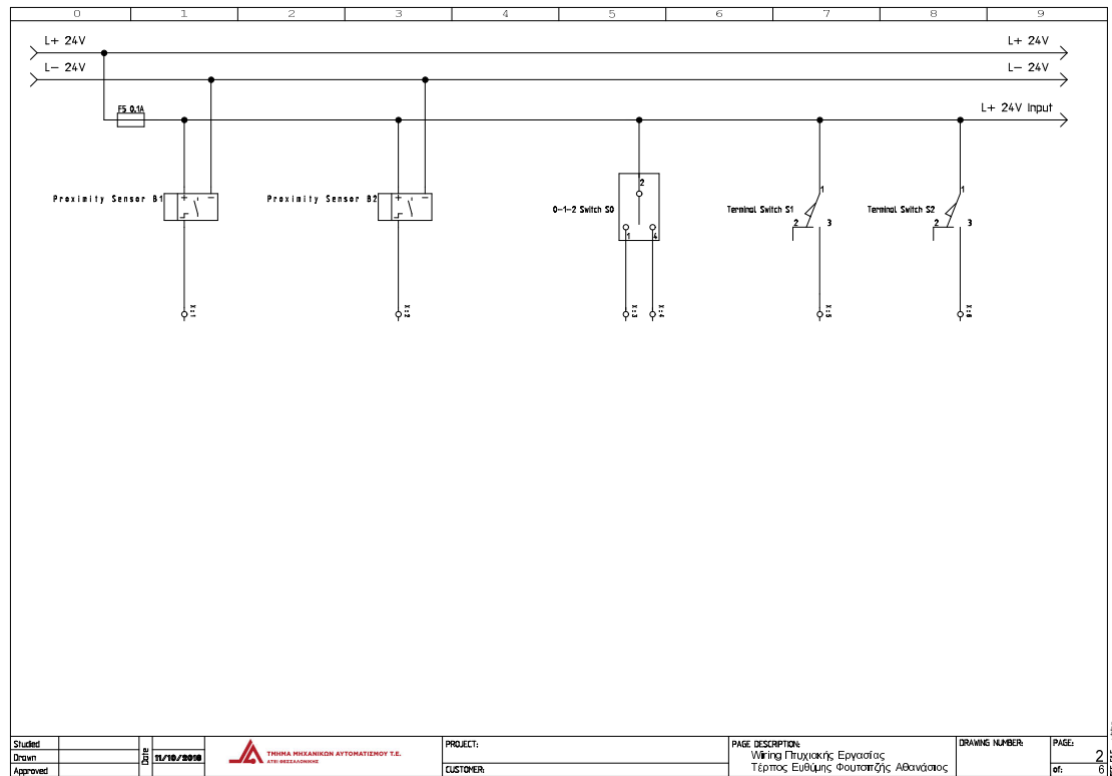
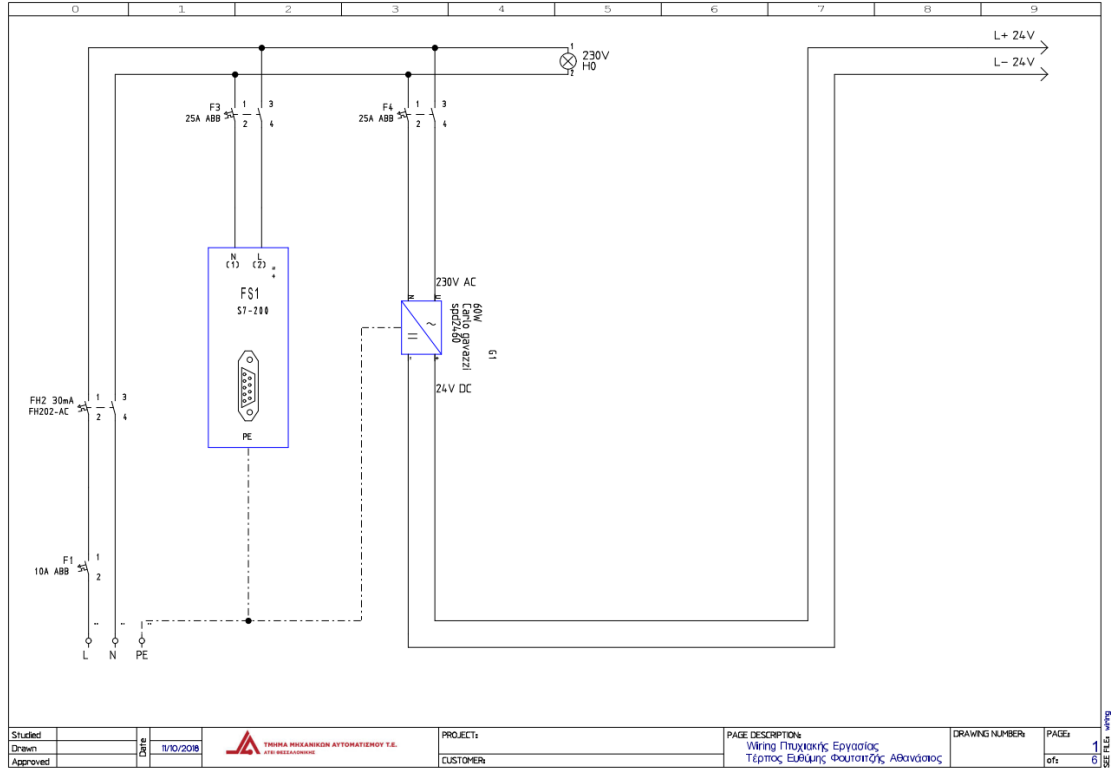


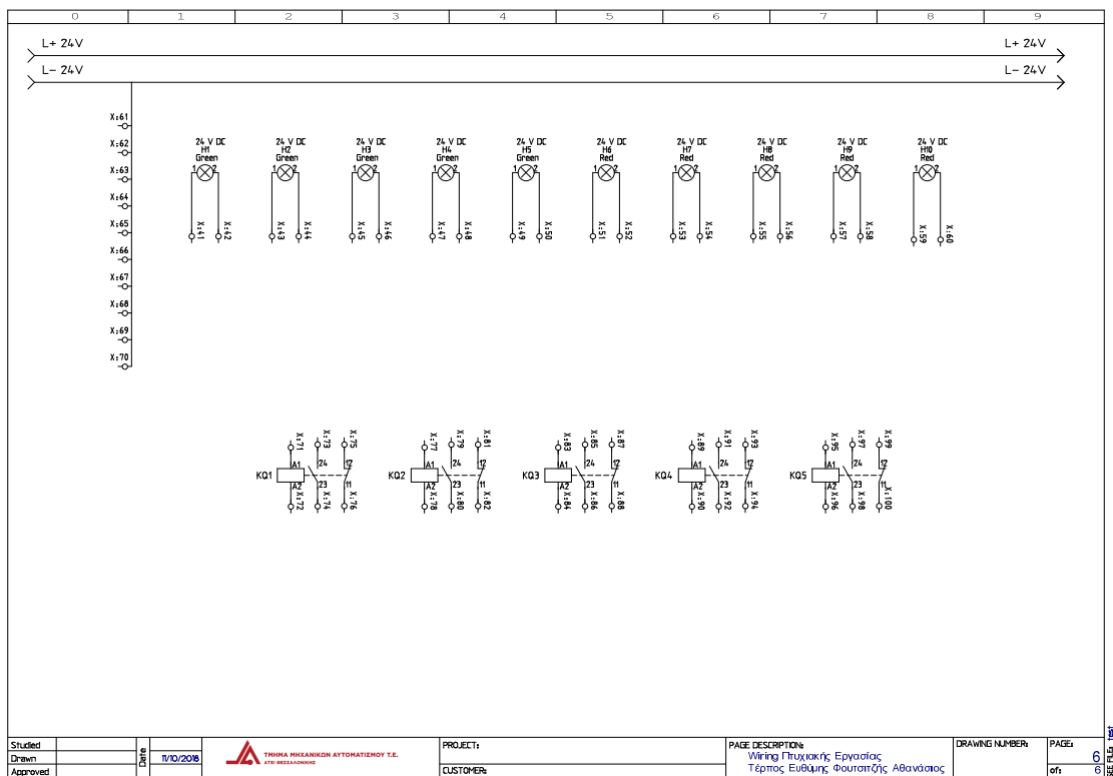
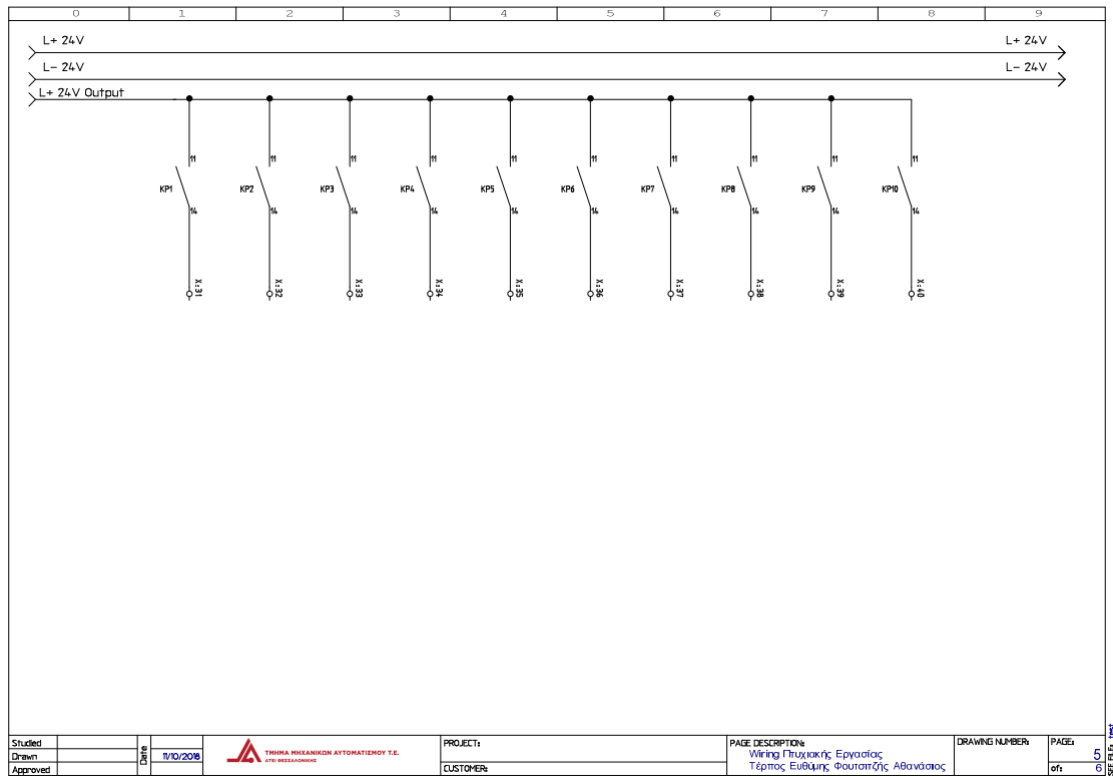
Εικόνα 70. Τοποθέτηση εξαρτημάτων εξόδων.

Στο δεξιό κομμάτι παρουσιάζονται όλες οι λυχνίες και οι μπόρνες τους στη μέση και στο κάτω μέρος έχουν τοποθετηθεί τα ice cube ρελέ για τα οποία υπάρχουν μία κλειστή επαφή (11/12) και μία ανοιχτή επαφή (23/24), όπως και οι άκρες των πηνίων τους (A1-A2). Οι μαύρες μπόρνες στα δεξιά είναι απευθείας καλωδιωμένες στα 0V και οι αριστερά κόκκινες είναι συνδεδεμένες με καθεμία από τις εξόδους του PLC μέσω των μικρό-ρελέ.

5.2 Καλωδίωση

Συνεχίζοντας, προχώρησε η διαδικασία της καλωδίωσης. Αρχικά, έγινε η μελέτη και το σχέδιο καλωδίωσης (wiring diagram).

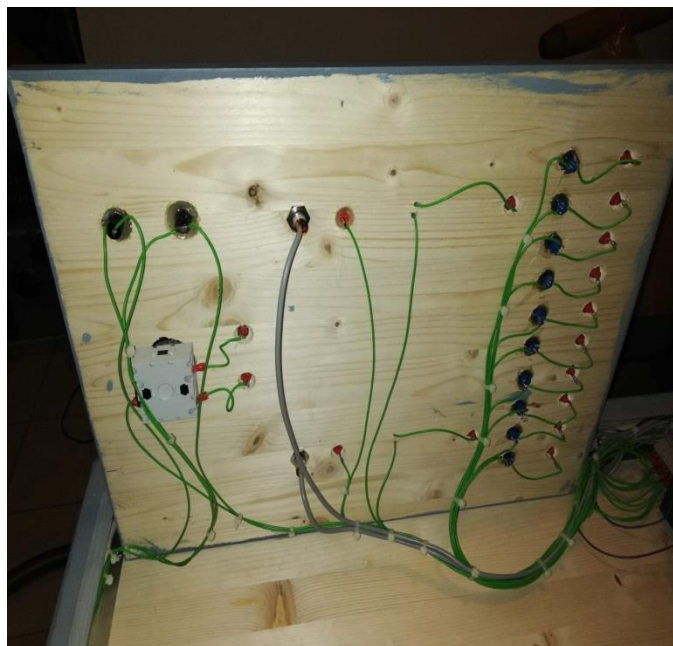




Εικόνα 71. Σχέδιο καλωδίωσης.

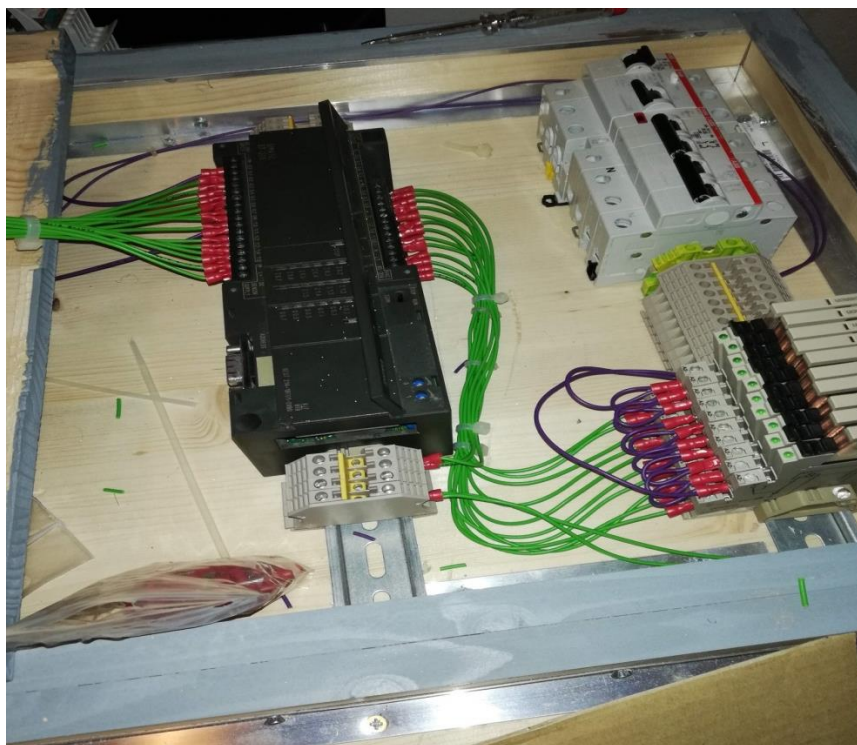
Ένα ένα θα παρουσιαστούν τα κομμάτια με την ίδια σειρά, όπως παραπάνω.

❖ **400x530x18mm**, κάτω αριστερό κομμάτι :

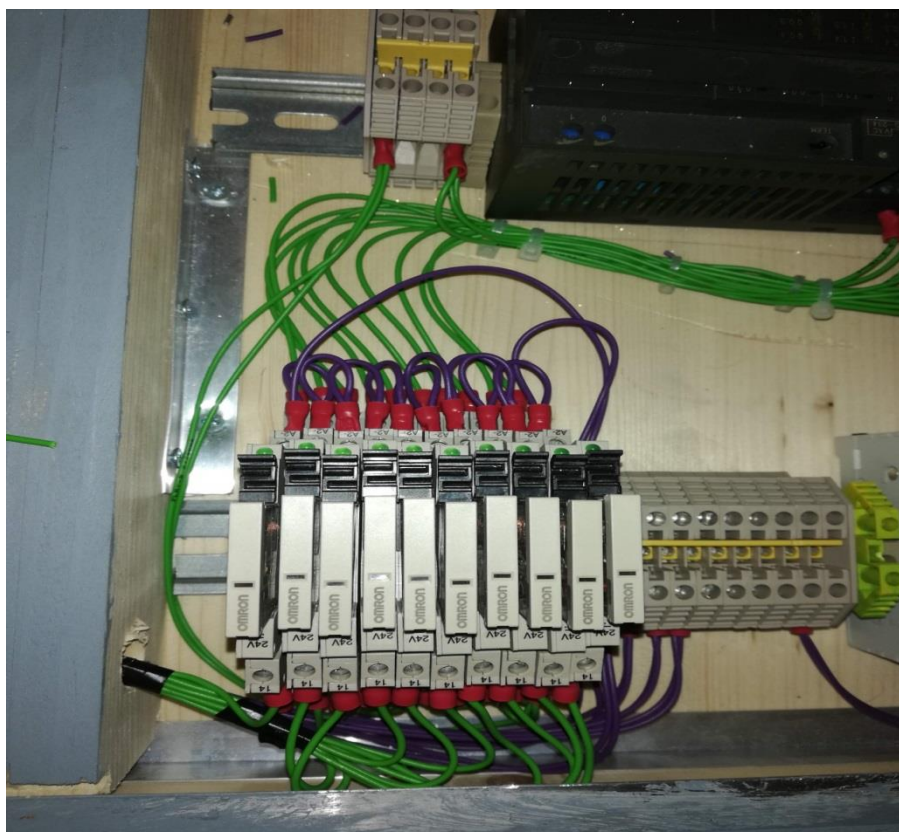


Εικόνα 72. Καλωδίωση των εισόδων.

❖ **400x430x18 mm**, πάνω αριστερό κομμάτι:



Εικόνα 73. Καλωδίωση CPU, μικρό-ρελέ .

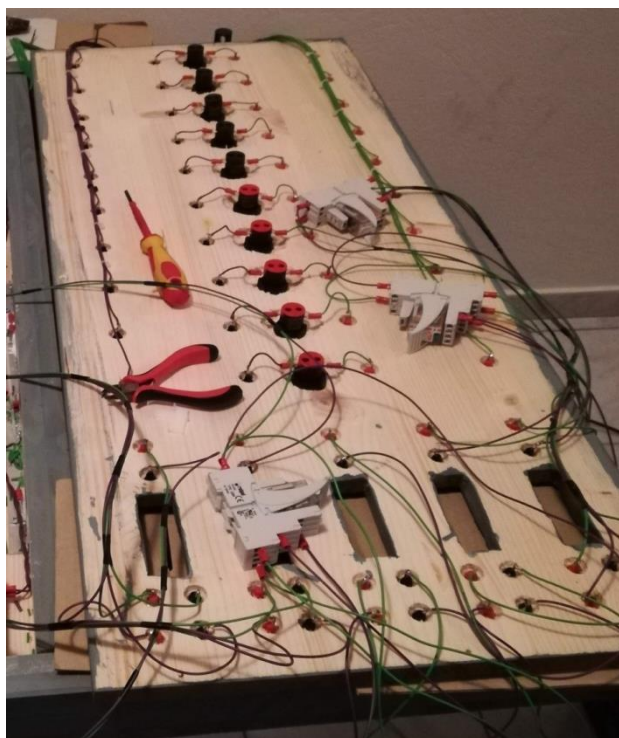


Εικόνα 74. Καλωδίωση μικρό-ρελέ.

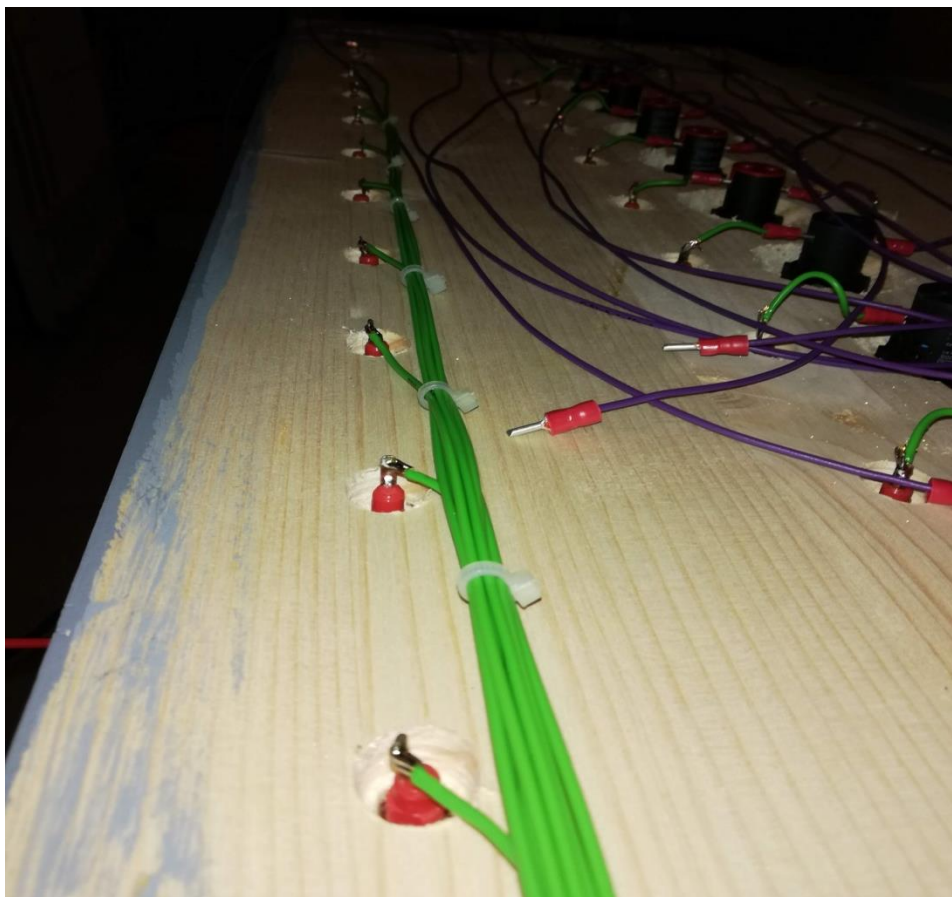


Εικόνα 75. Καλωδίωση των εισόδων-εξόδων PLC.

❖ 400x960x18 mm, δεξιά κομμάτι:



Εικόνα 76. Καλωδίωση των εξόδων.



Εικόνα 77. Καλωδίωση των εξόδων.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, το λειτουργικό κομμάτι έχει ολοκληρωθεί και είναι πολύ κοντά στο επιθυμητό αποτέλεσμα με μοναδική εκκρεμότητα την σήμανση των αντικειμένων πάνω στην μονάδα.

5.3 Στήριξη

Για τη στήριξη τις κατασκευής, χρησιμοποιήθηκαν διάτρητα σίδερα τύπου dexion, ώστε να είναι εύκολα στην συναρμολόγηση και στην αποσυναρμολόγηση του ξύλου από το γραφείο.



Εικόνα 78. Στήριξη τις κατασκευής.

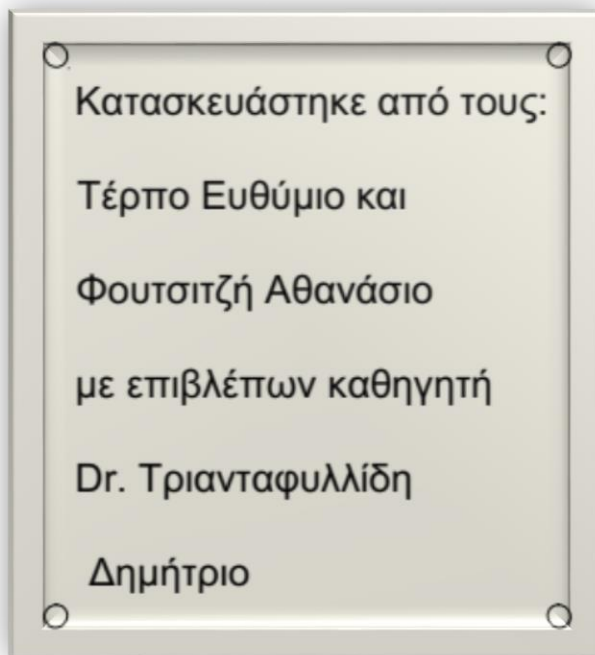
6. Κεφάλαιο 6^ο: Σχεδιασμός - Τοποθέτηση σήμανσης

6.1 Σχεδιασμός της σήμανσης

Για το σχεδιασμό της σήμανσης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Autocad. Κάθε σημείο της πρόσοψης πρέπει να προσδιορίζεται και από κάποιο ταμπελάκι, ώστε να μπορεί κανείς με μια πρώτη ματιά να αναγνωρίσει το αντικείμενο.

Αρχικά, έγινε το παρακάτω αρχείο με τις ακριβείς αποστάσεις και τα σωστά μεγέθη για να είναι ευανάγνωστα, αλλά και κατατοπιστικά τα ταμπελάκια σήμανσης.

- Πινακίδα με τα ονόματα των δημιουργών και του επιβλέποντος καθηγητή :



Εικόνα 79. Πινακίδα ονομάτων.

- Σήμανση των ασφαλειών (εισόδων, εξόδων), των μικρό-ρελέ και της τροφοδοσίας των Ice Cube ρελέ:

○ Micro Relays ○	○ Σ Δ ○	○ Input ○	○ Output ○
------------------	-----------------------	-----------	------------

Εικόνα 80. Σήμανση.

- PLC, τερματικοί διακόπτες, πλήκτρα, αισθητήρες εγγύτητας :

○ PLC ○	○ Buttons ○
○ Terminal Switches ○	○ Proximity Sensor ○

Εικόνα 81. Σήμανση.

- Γενικοί διακόπτες, διακόπτης 0-1-2, σήμανση δεξιού τμήματος που αφορά, τις ενδεικτικές λυχνίες, τις μπόρνες των 0V (μαύρες δεξιά μπόρνες), Qout (κόκκινες αριστερά μπόρνες):

○ 0-1-2 Switch ○	○ General Switches ○
○ Qout	Lamps 0V ○

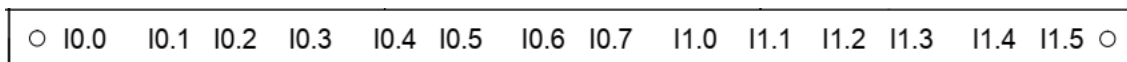
Εικόνα 82. Σήμανση.

- Ενδεικτικά επαφών Ice Cube ρελέ για το κάθε ένα ρελέ:

○ 11 13	11 13	11 13	11 13	11 13 ○
○ 12 14	12 14	12 14	12 14	12 14 ○

Εικόνα 83. Σήμανση.

- Μπόρνες εισόδων PLC :



Εικόνα 84. Σήμανση.

- Μπόρνες εξόδων PLC:



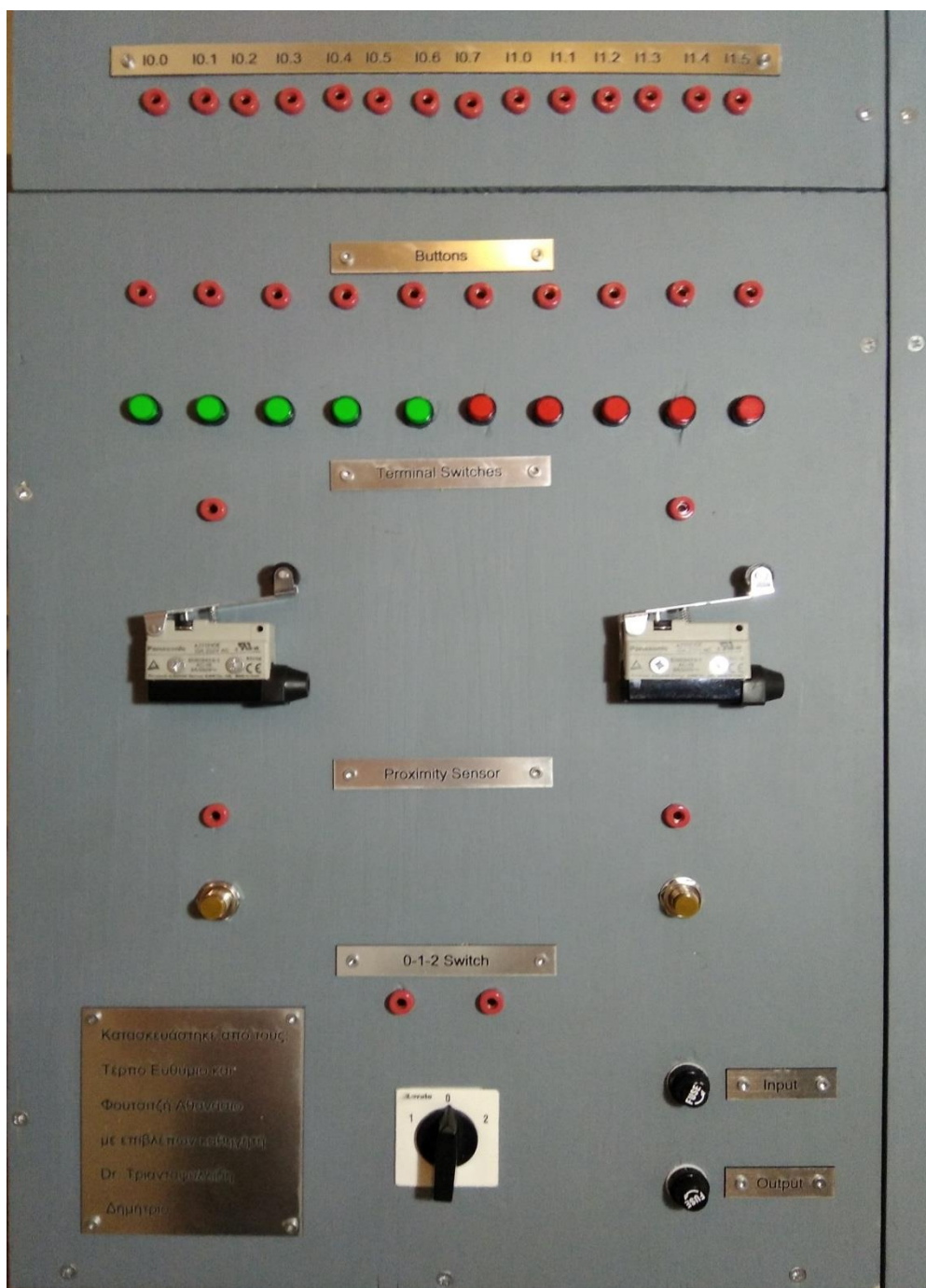
Εικόνα 85. Σήμανση.

Κάθε ένα Q αντιστοιχεί και στην κατάλληλη μπόρνα που αντιπροσωπεύει την αντίστοιχη έξοδο του PLC.

6.2 Τοποθέτηση σήμανσης

Μετά την ολοκλήρωση της μελέτης και του σχεδιασμού των σημάνσεων, πραγματοποιήθηκε η τοποθέτηση τους. Παρακάτω, φαίνονται οι εικόνες του τελικού αποτελέσματος.

- **400x530x18mm**, κάτω αριστερά κομμάτι:



Εικόνα 86. Σήμανση εισόδων.

❖ **400x430x18 mm**, πάνω αριστερά κομμάτι:



Εικόνα 87. Σήμανση τροφοδοσίας, CPU, μικρό-ρελέ.

❖ **400x960x18 mm**, δεξιό κομμάτι:



Εικόνα 88. Σήμανση εξόδων.



Εικόνα 89. Σήμανση ice cube ρελέ.

Έχοντας ολοκληρώσει η τοποθέτηση της σήμανσης σε όλα τα απαιτούμενα σημεία, παρακάτω παρουσιάζεται το τελικό αποτέλεσμα της μονάδας.



Εικόνα 90. Ολοκλήρωση της κατασκευής (Τελικό αποτέλεσμα εκπαιδευτικής μονάδας επίδειξης εγκατάστασης αυτοματισμού με βάση Προγραμματιζόμενο Λογικό ελεγκτή).

Βιβλιογραφία

1. ABB, (2018). *Μικροαυτοματοί διακόπτες-Τους χρησιμοποιούμε καθημερινά αλλά πόσο καλά τους γνωρίζουμε;* Ανακτήθηκε από το διαδίκτυο 8 Οκτωβρίου 2018: <https://new.abb.com/low-voltage/el/news/article-getting-to-know-mcbs>.
2. Τ.Ε.Ι Σερρών, (2018). *ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ*. Ανακτήθηκε από το διαδίκτυο 8 Οκτωβρίου 2018: https://elearning.teicm.gr/file.php/318/elektrikoi_automatismoi.pdf
3. Physicsandroid, (2018). *Αισθητήρας εγγύτητας*. Ανακτήθηκε από το διαδίκτυο 8 Οκτωβρίου 2018: <https://physicsandroid.wordpress.com/%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82-%CE%B5%CE%B3%CE%B3%CF%8D%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82/>
4. ACSYS, (2018). *Είδη διακοπών*. Ανακτήθηκε από το διαδίκτυο 8 Οκτωβρίου 2018: <https://www.acsys1.gr/know-how/switches/index>
5. T.M.E, (2018). *Υλικά εργασίας και περιγραφή λειτουργικότητας τους*, (2018). Ανακτήθηκε από το διαδίκτυο 8 Οκτωβρίου 2018: <https://www.tme.eu/en/>
6. SIEMENS, (2008). *SIMATIC S7-200*. Ανακτήθηκε από το διαδίκτυο 8 Οκτωβρίου 2018: <https://w5.siemens.com/greece/internet/en/pss/I/Automation/Documents/S7-200%20Getting%20Started-gr%202008.pdf>.

7. SIEMENS, (2008). SIMATIC S7-200 Programmable Controller System Manual. Ανακτήθηκε από το διαδίκτυο 8 Οκτωβρίου 2018:

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/582/1109582/att_22063/v1/s7200_system_manual_en-US.pdf

8. Wikipedia, (2018). *Τροφοδοτικό*. Ανακτήθηκε από το διαδίκτυο 8 Οκτωβρίου 2018:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C>

9. Carlo Gavvazi, (2018). Ανακτήθηκε από το διαδίκτυο 8 Οκτωβρίου 2018:

<http://www.carlogavazzisales.com/pspdfs/datasheetSPD60W.pdf>