



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Προγραμματισμός Λογικού Ελεγκτή (ΠΛΕ)

Επέκταση προγράμματος αυτοματισμού, μονάδας επεξεργασίας
λυμάτων μικρού οικισμού, με τη χρήση προγραμματιζόμενου
λογικού ελεγκτή τύπου «Twido» του κατασκευαστικού οίκου
«Schneider».



Επιμέλεια Εργασίας:

Μαραγκάκης Κωνσταντίνος

Επιβλέπων Καθηγητής:

Κ. Σηφακάκη Κρυσταλλία

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2016

Ευχαριστίες

Για τη διεκπεραίωση της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέποντα καθηγήτη, Κ. Σηφακάκη Κρυσταλλία για τη συνεργασία και την πολύτιμη συμβολή της στην ολοκλήρωση της.

Περιεχόμενα

Ορισμοί.....	12
Κεφ.1 Τεχνολογία Αυτοματισμών.....	13
Εισαγωγή.....	13
1.1 Σύστημα αυτομάτου ελέγχου	14
Σύστημα ανοιχτού βρόγχου	16
Σύστημα κλειστού βρόγχου	17
Σύστημα αυτόματου ελέγχου.....	18
Διαταραχή $d(t)$	19
Αισθητήριο – Μορφοτροπέας Σήματος.....	19
Σχεδίαση-Σύνθεση ενός Σ.Α.Ε.....	19
1.2 Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής.	21
1.2.1. Πλεονεκτήματα του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.	21
1.2.2. Τύποι προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών.	22
1.2.3. Δομή του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.....	22
Πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων	24
Μονάδα τροφοδοσίας	24
Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU).....	24
Μονάδα εισόδου	24
Μονάδα εξόδου.....	25
Μνήμες.....	25
Μονάδα Προγραμματισμού.....	26
1.3. Σύστημα αυτοματισμού με χρήση προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.....	26
1.3.1. Χαρακτηριστικά της προγραμματιζόμενης τεχνολογίας	26
1.3.2. Στάδια εργασίας στον προγραμματιζόμενο αυτοματισμό.....	27
1.3.3. Βασικές έννοιες προγραμματισμού λογικών ελεγκτών	28

1.3.4 Λέξη ή Word	28
1.3.5 Μνήμη.....	29
1.3.6 Αρχή λειτουργίας ενός Προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή	29
1.3.7 Ψυχρή/θερμή εκκίνηση.....	32
1.3.8 Πρόγραμμα.....	34
1.3.9. Γλώσσα προγραμματισμού.....	35
1.3.10. Σύγκριση γλώσσας επαφών Ladder με ηλεκτρολογικού σχεδίου..	35
Κεφάλαιο 2 ^ο	38
Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής «Twido P.L.C.»	38
2.1. Τα επιμέρους στοιχεία του προγραμματιζόμενου Λογικού ελεγκτή «Twido»	39
2.1.1 Τα είδη του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή «Twido»	39
2.1.2.Επεκτάσιμοι (Modular) ελεγκτές.....	41
2.1.3.Στιβαροί ελεγκτές Twido Extreme	43
Πίνακας ειδικών προδιαγραφών στιβαρών βάσεων ελεγκτών «Twido»	45
2.1.4. Ρολόι Πραγματικού Χρόνου (RTC).....	46
2.1.5. Μνήμη Εφαρμογής (Memory ή Backup).....	47
2.1.6. Οθόνη χειρισμού και απεικόνισης (Display).....	48
2.1.7. Επιπλέον Θύρα Επικοινωνίας.....	48
2.1.8. Κάρτες ψηφιακών εισόδων/εξόδων	49
Ψηφιακές Είσοδοι	49
Ψηφιακές Έξοδοι.....	50
Μεικτές Ψηφιακές Εισόδου/Εξόδου.....	50
2.1.9. Κάρτες αναλογικών εισόδων/εξόδων	50
Αναλογικές Είσοδοι	51
2.2. Τρόποι δικτύωσης.....	51
2.2.1. Θύρες επικοινωνίας.....	52

2.2.2. Απομακρυσμένες είσοδοι-έξοδοι (I/O).....	53
2.2.3. Σύνδεση απομακρυσμένων ελεγκτών	54
2.2.4. Σύνδεση σε ASCII.....	55
2.2.5. Δίκτυο Modbus.....	55
2.2.6. Δίκτυο CanOpen	56
2.2.7. Δίκτυο Ethernet.....	57
2.2.8. Δίκτυο AS-I.....	59
2.3. Το Λογισμικό Twidosuite	60
2.3.1. Σύνταξη του προγράμματος	64
2.3.2. Εκτέλεση και παύση του προγράμματος.....	66
2.4. Αποσφαλμάτωση / διόρθωση του προγράμματος.....	67
2.4.1. Διάγνωση σφαλμάτων	67
2.4.2. Σε σύνδεση (online) ή εκτός σύνδεσης (offline).....	68
2.5. Προγραμματισμός με τη χρήση του λογισμικού Twidosuite	69
2.5.1. Προγραμματισμός σε Ladder	69
2.5.2. Γραφικά στοιχεία της γλώσσας επαφών (Ladder).....	71
2.5.3. Επαφές.....	71
2.5.4. Λειτουργικά στοιχεία	72
2.5.5. Στοιχεία σύγκρισης.....	73
2.5.6. Στοιχεία πράξης.....	73
2.5.7. Στοιχεία αποσφαλμάτωσης.....	74
2.6. Συνδέσεις Επαφών	74
2.6.1. Πηνία.....	74
2.6.2. Επαφές ανερχόμενης/κατερχόμενης παρυφής	75
2.6.3. Σύνδεση Ψηφιακών εισόδων	75
2.6.4. Σύνδεση ψηφιακών εξόδων.....	76
2.7. Εσωτερικά στοιχεία.....	77

2.7.1.Bit μνήμης (memory bit)	77
2.7.2.Bit συστήματος (system bit)	77
2.7.3.Στοιχεία λέξης (word).....	78
2.7.4.Λέξη μνήμης (Memory Word)	78
2.7.5.Λέξη συστήματος (System Word)	78
2.7.6.Αναλογικές είσοδοι (Input Words).....	79
2.7.7. Αναλογικές έξοδοι (Output Words).....	81
2.7.8.Χρονικά	81
2.8. Αριθμητικές εντολές/πράξεις.....	82
2.8.1. Εντολή ανάθεσης.....	83
2.8.2. Ανάθεση πινάκων ψηφίων (Bit strings).....	83
2.8.3.Εντολές σύγκρισης	84
2.8.4.Περιπτώσεις σφαλμάτων και υπερχείλισης	85
2.9.Ειδικές εντολές.....	85
2.9.1.Έξοδος παλμοσειράς (PLS).....	87
2.9.2.Έξοδος παλμογεννήτριας (PWM)	87
2.9.3.Εντολή άλματος (JUMP).....	88
2.9.4. Εντολή κλήσης υπορουτίνας (SRn)	89
2.9.5. Εντολή NOP	91
2.10.Προγραμματισμός σε λίστα εντολών (Instruction List).....	91
2.10.1. Κανόνες λίστας εντολών	93
2.10.2. Εντολές που χρειάζονται για αντιστρεψιμότητα.....	93
2.10.3. Εντολές που πρέπει να αποφεύγονται για την αντιστρεψιμότητα .	94
2.10.4. Σταθμήμετρο.....	95
Κεφάλαιο 3. Περιγραφή εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων οικισμών Βουτών και Σταυρακίων	96
3.1. Περιγραφή των επί μέρους σταδίων επεξεργασίας Σηπτική δεξαμενή.	98

3.1.1. Στόχοι	99
3.1.2. Εφαρμογές -περιορισμοί	99
3.2. Βιολογική επεξεργασία	101
3.2.1. Δεξαμενή τροφοδοσίας αμμόφιλτρου.....	101
3.2.2. Φίλτρο Άμμου με Ανακυκλοφορία (Recirculating sand filter).....	102
3.2.3. Δεξαμενή αποθήκευσης εκροής	102
3.2.4. Απολύμανση της εκροής	103
3.2.5.Μονάδα εξουδετέρωσης οσμερίων σηπτικής δεξαμενής	103
3.2.6.Κτίριο διοίκησης (γραφείο-εργαστήριο-ηλ.πίνακα, συνεργείο - αποθήκη, WC).....	104
3.3.Διάθεση των επεξεργασμένων (Δίκτυο άρδευσης)	104
3.3.1.Δυνατότητες διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων	104
3.3.2. Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά εισόδου εγκατάστασης	107
3.4. Πρόγραμμα αυτοματισμού μονάδας επεξεργασίας λυμάτων οικισμών Βούτες Σταυράκια	109
3.5. Προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων των οικισμών Βούτες Σταυράκια	118
Κεφ.4.Συμπεράσματα-παρατηρήσεις.....	121
Κεφ.5.Παράρτημα προγράμματος λειτουργίας.....	124
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	154

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σωστή λειτουργία των μονάδων επεξεργασίας λυμάτων (ΜΕΛ) είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ύπαρξη του κατάλληλου συστήματος αυτοματισμού. Με την χρήση των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών (ΠΛΕ-PLC) δίνεται η δυνατότητα να εκτελούνται πολύπλοκα προγράμματα αυτοματισμών και η χρήση τους σε απομακρυσμένες εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων είναι μία καλή επιλογή για την αξιόπιστη λειτουργία των μονάδων αυτών .

Στο πλαίσιο της προτεινόμενης πτυχιακής εργασίας θα επεκταθεί το πρόγραμμα αυτοματισμού σε μίας εν λειτουργία εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων ενός μικρού απομακρυσμένου οικισμού.

Για την υλοποίηση της πτυχιακής απαιτούνται γνώσεις στην γενική δομή, υλικό και συμπεριφορά ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (ΠΛΕ, PLC) και στις γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται για τον προγραμματισμό ΠΛΕ.

Η εργασία έγινε με τη χρήση έναν προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή τύπου Twido του κατασκευαστικού οίκου «Schneider Electric», στον οποίο εφαρμόστηκε πρόγραμμα συνταγμένο σε γλώσσα Ladder και αναπτύχθηκε με την χρήση της εφαρμογής TwidoSuite.

Η εργασία αυτή είχε **ως σκοπό** την ανάπτυξη μια μεθοδολογίας για την κατανόηση ενός σύνθετου συστήματος αυτομάτου ελέγχου αποτελούμενο από προγραμματιζόμενο ελεγκτή, αισθητήρια ελέγχου και κάρτες επέκτασης, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας τους και τέλος την επέκταση του προγράμματος του ΠΛΕ που ελέγχει την εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων των οικισμών Βούτες – Σταυράκια του Δήμου Ηρακλείου.

Η εργασία αυτή αποτελείται από τέσσερα κεφάλαια και ένα παράρτημα.

Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφονται οι βασικές έννοιες των συστημάτων αυτομάτου ελέγχου, η δομή του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή και των αισθητηρίων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή της σειράς ΠΛΕ Twido του κατασκευαστικού οίκου «Schneider Electric» στο υλικό περιβάλλον, κάρτες επέκτασης ψηφιακές-αναλογικές, τρόποι δικτύωσης και εκτεταμένη αναφορά στο

λογισμικό του Twido και στην γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται (LADDER).

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται: η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων Ε.Ε.Λ των οικισμών Βούτες – Σταυράκια, το πρόγραμμα ελέγχου της εγκατάστασης και το υλικό που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο λειτουργίας.

Και τέλος στο παράρτημα παρουσιάζεται ο κώδικας του προγράμματος του ΠΛΕ .

Ορισμοί

Σύστημα Αυτομάτου Ελέγχου : είναι κάθε τεχνητό ή φυσικό σύστημα που μπορεί να ελέγχει αυτόματα ορισμένα μεγέθη όπως, η θέση (X,Y,Z), η ταχύτητα, η πίεση, η ηλεκτρική τάση, η θερμοκρασία, κ.α.

Αισθητήριο : μπορεί να είναι μια ξεχωριστή συσκευή ή μια περίπλοκη κατασκευή που ανιχνεύει ένα σήμα ή μια διέγερση και παράγει μια μετρήσιμη έξοδο.

Πειραματική Επιβεβαίωση: είναι η πειραματική επιβεβαίωση της σχεδίασης.

Σήματα Δοκιμής: είναι η δυνατότητα ρύθμισης των χαρακτηριστικών των συστημάτων ελέγχου στο πεδίο του χρόνου.

Ο προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής-ΠΛΕ (Programmable Logic Controller- PLC): είναι ένας βιομηχανικός «υπολογιστής» κατάλληλα σχεδιασμένος για εφαρμογές αυτοματοποιημένου ελέγχου.

Σύστημα : είναι ένα σύνολο στοιχείων κατάλληλα συνδεδεμένα μεταξύ τους.

TwidoSuite : είναι το λογισμικό περιβάλλον του P.L.C σειράς Twido.

Ladder : είναι η γλώσσα προγραμματισμού στο P.L.C Twido όπου διαβάζεται σαν διάγραμμα καλωδίωσης ή σαν ένα ηλεκτρολογικό σχέδιο

Rung : λέγονται οι λογικές ενότητες, όπου είναι χωρισμένες ένα πρόγραμμα σε μορφή Ladder.

Ψηφίο ή Bit : στο P.L.C. είναι η αντικατάσταση των υλικών μερών ενός πίνακα π.χ. ρελαί, στον προγραμματιζόμενο ελεγκτή σε μορφή μπλοκ.

Λέξη ή Word : είναι μια διεύθυνση μνήμης στην οποία περιέχεται μια τιμή.

Σύστημα αυτοματισμού : λέγεται ένα σύστημα το οποίο, ανάλογα τις πληροφορίες που δέχεται, εκτελεί καθορισμένες ενέργειες.

Ρολόι Πραγματικού Χρόνου (RTC) : είναι ένα ρολόι με το οποίο μπορούμε να καταγράψουμε τι έγινε κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Αρχιτεκτονικής master/slave : Καθορίζει τον τρόπο επικοινωνίας του ελεγκτή και των επιμέρους συσκευών.

Instruction List ή γλώσσα λίστας: Η γλώσσα σύνταξης προγράμματος στο P.L.C. Twido σε μορφή γραπτών εντολών.

Κεφ.1 Τεχνολογία Αυτοματισμών

Εισαγωγή

Οι πρώτες παρατηρήσεις επάνω στις δράσεις του ηλεκτρισμού έγιναν στην αρχαία Ελλάδα. Γύρω στα 600 Π.Χ. ο Θαλής ο Μιλήσιος παρατήρησε ότι το **ήλεκτρο** (κεχριμπάρι), όταν τριφτεί σε ένα στεγνό ύφασμα, αποκτά την ικανότητα να έλκει διάφορα ελαφρά αντικείμενα, π.χ. πολύ μικρά κομμάτια ξύλου. Από το ήλεκτρο δόθηκε στο φαινόμενο αυτό η ονομασία «ηλεκτρισμός»

Περισσότερες γνώσεις στο θέμα ηλεκτρισμός έδωσε ο Γάλλος Φυσικός C.Dufay το 1733, που διέκρινε, ότι πρέπει να υπάρχουν δύο είδη ηλεκτρισμού και ότι τα διάφορα σώματα μπορούν, ύστερα από τριβή, να χωριστούν σε δύο ομάδες.

Τα καλώδια εμφανίστηκαν αμέσως μετά την ανακάλυψη του συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος. Μέχρι τότε δεν υπήρχε ανάγκη μεταφοράς του, παρά μόνο το ηλεκτρικό φορτίο που παραγόταν από χημικές ουσίες ή άλλες διαδικασίες μεταφερόταν σε **δοχεία Leden** μέσω χάλκινων συρμάτων. Μετά την ανακάλυψή τους άρχισαν να διαδίδονται σιγά-σιγά σε ορισμένες βιομηχανικές και βιοτεχνικές μονάδες μαζί με περιορισμένες ηλεκτρικές ανακαλύψεις.

Μετά από καιρό ανακαλύφθηκε ότι το ηλεκτρικό ρεύμα είναι ένας πολύ καλός φορέας ενέργειας και η κατασκευή και χρήση των καλωδίων συστηματοποιήθηκε. Άρχισαν να εμφανίζονται τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και δημιουργήθηκαν τα πρώτα εκτεταμένα δίκτυα καλωδίων για τη διανομή του παραγόμενου ρεύματος.

Οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές (ΠΛΕ- PLC) αποτελούν πια σήμερα, σχεδόν αποκλειστικά, το εργαλείο για την πραγματοποίηση κάθε είδους αυτοματισμού. Η εφαρμογή τους μπορεί να είναι, σε ένα απλό αυτοματισμό κίνησης μεταφορικών ταινιών είτε ανελκυστήρα, σε ένα αντλιοστάσιο, σε μια παραγωγική μηχανή, σε μια διαδικασία σύνθετου αυτοματισμού σε ένα εργοστάσιο κ.α.

Το γεγονός ότι είναι συσκευές που με το κατάλληλο πρόγραμμα μπορούν να προσαρμοστούν σε οποιαδήποτε εφαρμογή, οδήγησε στην ραγδαία εξάπλωση τους. Έτσι παραμερίστηκαν τα συμβατικά ρελαί και ακριβές σύνθετες κατασκευές.

Η τεχνολογία αυτοματισμών, συναρτημένη στην τεχνολογία πληροφορικής και στην τεχνολογία επικοινωνιών, αποτελεί την κινητήρια δύναμη της σύγχρονης κοινωνίας μας. Διαδικασίες μπορούν να εμποπτεύονται και να ελέγχονται εξ αποστάσεως. Οι συνιστώσες που χρησιμοποιεί η τεχνολογία αυτοματισμών αποτελούνται από μηχανικά, ηλεκτρικά, ηλεκτρονικά και οπτικά στοιχεία των τεχνολογιών ελέγχου, μετάδοσης κίνησης, αισθητήρων και επικοινωνιών.

1.1 Σύστημα αυτομάτου ελέγχου

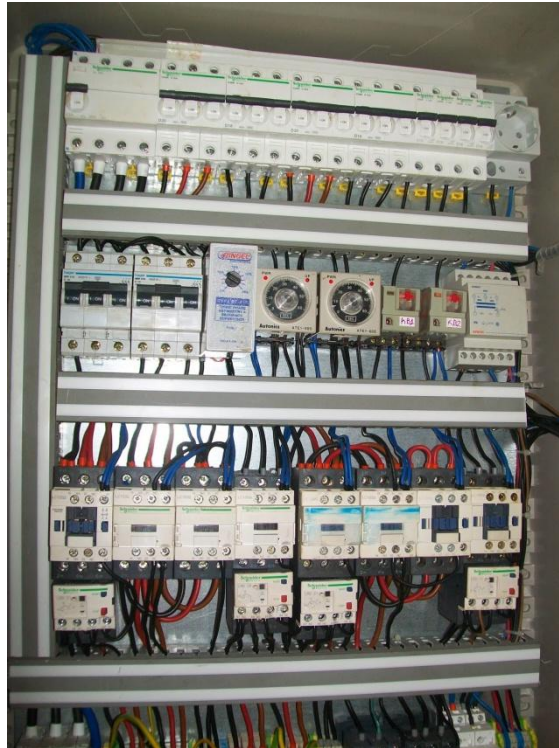
Σύστημα Αυτομάτου Ελέγχου είναι κάθε τεχνητό ή φυσικό σύστημα που μπορεί να ελέγχει αυτόματα ορισμένα μεγέθη όπως, η θέση (X,Y,Z), η ταχύτητα, η πίεση, η ηλεκτρική τάση, η θερμοκρασία, κ.α.

Τα συστήματα κατατάσσονται σε δύο γενικές κατηγορίες, στα συστήματα ανοιχτού βρόγχου (open-loop control system) και στα συστήματα κλειστού βρόγχου (closed-loop control system).

Ο Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής ΠΛΕ (Programmable Logic Controller - PLC) είναι ένας βιομηχανικός «υπολογιστής» κατάλληλα σχεδιασμένος για εφαρμογές αυτοματοποιημένου ελέγχου. Σύμφωνα με τον κανονισμό DIN 19226, το PLC είναι ένα σύστημα ελέγχου το οποίο επεξεργάζεται σήματα εισόδου και με συγκεκριμένη απαίτηση-πρόγραμμα, ενεργοποιεί στοιχεία εξόδου.

Τα δεδομένα έως σήμερα έχουν δείξει δύο τεχνολογικές επιλογές, όσον αφορά τα συστήματα αυτοματισμού:

- Της καλωδιωμένης τεχνολογίας ή του κλασσικού αυτοματισμού, όπως αποκαλείται.(Εικόνα 1.1)
- Της προγραμματιζόμενης τεχνολογίας ή P.L.C., όπως συνήθως αποκαλείται.



Εικόνα 1.1.: Πίνακας με κλασσικό αυτοματισμό
(http://stperakis.blogspot.gr/2014/12/blog-post_29.html)

Χαρακτηρίζοντας την καλωδιωμένη τεχνολογία ή κλασσικό αυτοματισμό όπου σε αυτήν την περίπτωση η λειτουργία της εγκατάστασης-συστήματος εξαρτάται αποκλειστικά από την καλωδίωση μεταξύ των διάφορων λειτουργικών-μηχανικών στοιχείων, όπως ρελέ, χρονικά, μετρητές, θερμίστορ, κ.α.

Η καλωδιωμένη τεχνολογία απαιτεί υψηλό επίπεδο τεχνογνωσίας σε επίπεδο κατασκευής και κυρίως συντήρησης.

Φυσικά όσο πιο πολύπλοκη μια εγκατάσταση-σύστημα, τόσο πιο δύσκολη και εκτεταμένη η καλωδίωση. Αυτό συνεπάγεται αυξημένη δυσκολία και πολυπλοκότητα της μελέτης, αποσφαλμάτωσης και εκκίνησης της εγκατάστασης.

Για το λόγο αυτό οποιαδήποτε τροποποίησης της εγκατάστασης-συστήματος χρειαστεί στη συνέχεια, απαιτεί νέα μελέτη και πολλές φορές δύσκολη τροποποίησης της καλωδίωσης. Αυτό συμβαίνει συνήθως λόγω του πλήθους των διαφορετικών εξαρτημάτων που είναι συνδεδεμένα.

Επιπλέον όσο πιο πολύπλοκη εγκατάσταση, άρα εκτεταμένη καλωδίωση, τόσο πιο μεγάλες οι απαιτήσεις σε χώρο και εξαερισμό, ενώ ταυτόχρονα

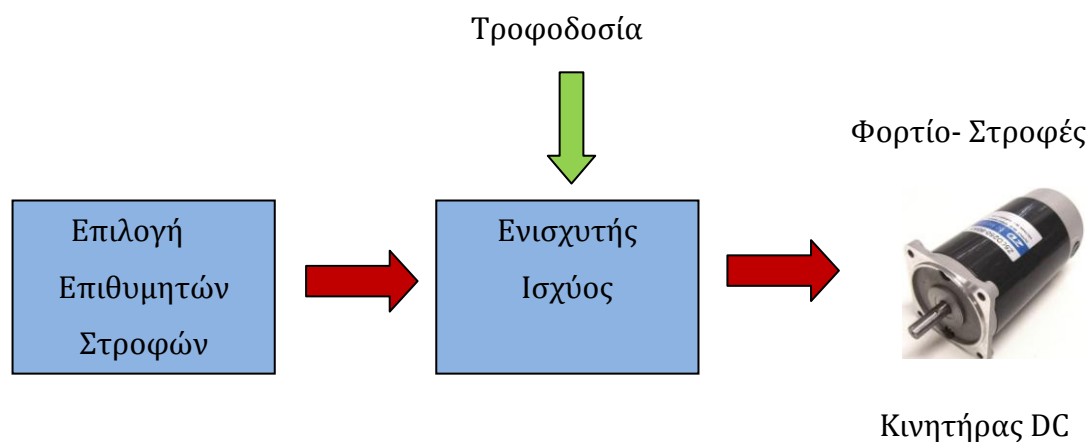
απαιτείται η ανάλογη τεχνογνωσία σε επίπεδο κατασκευής τέτοιων πινάκων, ικανό να φιλοξενήσουν τόσο μεγάλο αριθμό και όγκο καλωδίωσης, διάφορων στοιχείων και εξαρτημάτων.

Τέτοιες τροποποιήσεις μπορούν να επιφέρουν επιπλέον κόστος στην εγκατάσταση-σύστημα, καθώς στη πορεία μπορούν να προκύψουν καινούργια στοιχεία ή εξαρτήματα που πρέπει να τοποθετηθούν με το ανάλογο φυσικά κόστος.

Σύστημα ανοιχτού βρόγχου

Σύστημα ανοιχτού βρόγχου (open-loop control system) :είναι ένα σύστημα χωρίς ανάδραση του οποίου η έξοδος παράγεται απευθείας ως απόκριση στο αντίστοιχο σήμα εισόδου.

Στο ανοιχτό σύστημα του σχήματος , η βαθμίδα επιλογής των επιθυμητών στροφών είναι ουσιαστικά ένα ποτενσιόμετρο συνδεδεμένο με μία πηγή τάσης μικρής ισχύος (βαθμονομημένο σε στροφές), η έξοδος του οποίου οδηγεί τον ενισχυτή ισχύος και αυτός με τη σειρά του δίνει την απαιτούμενη ισχύ στον κινητήρα (M) για να στρέφεται με τις επιθυμητές στροφές.



Εικόνα 1.1.1.: Σύστημα ελέγχου στροφών κινητήρα ανοιχτού βρόγχου

Αν υποθεθεί ότι ο κινητήρας στρέφεται με τις επιθυμητές στροφές και εφαρμοστεί στον άξονα του ένα φορτίο, τότε παρατηρείται ότι οι πραγματικές στροφές του κινητήρα μειώνονται σε σχέση με τις επιθυμητές.

Για να επανέλθει το σύστημα στην αρχική του κατάσταση, πρέπει να μεταβληθεί η θέση του ποτενσιόμετρου, αυτό όμως έχει σαν συνέπεια την καταστροφή της υπάρχουσας βαθμονόμησης

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι τα σφάλματα που προκύπτουν, λόγω διαταραχών, σε ένα ανοιχτό σύστημα δεν μπορούν να εξαλειφθούν, παρά μόνο με την δική μας παρέμβαση στην είσοδο του συστήματος.

Τα πλεονεκτήματα που έχουν τα ανοιχτά συστήματα είναι το μικρό κόστος σχεδίασης και κατασκευής, η ευκολία συντήρησης, όπως επίσης και η απουσία προβλημάτων αστάθειας.

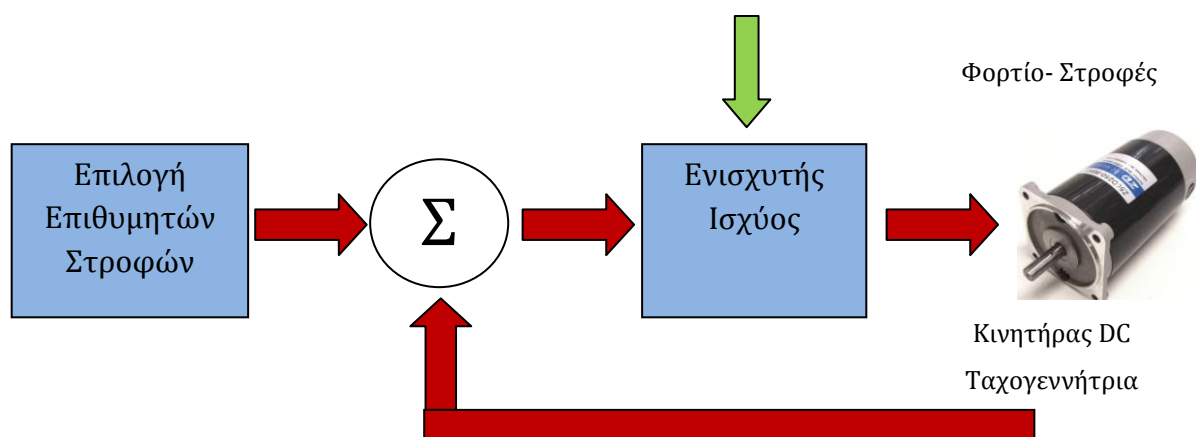
Από την άλλη πλευρά, τα μειονεκτήματα τους είναι η ευαισθησία στις εξωτερικές ή εσωτερικές διαταραχές, οι οποίες δημιουργούν απόκλιση από το επιθυμητό αποτέλεσμα και η απαίτηση συνεχούς παρακολούθησης και ρύθμισης, έτσι ώστε να ισορροπεί το σύστημα.

Σύστημα κλειστού βρόχου

Σύστημα κλειστού βρόχου (closed – loop control system): Είναι ένα σύστημα με ανάδραση το οποίο αυτόματα τείνει να διατηρήσει προκαθορισμένη σχέση μεταξύ των μεταβλητών εισόδου και εξόδου.

Στο κλειστό σύστημα του σχήματος σε κάθε χρονική στιγμή οι πραγματικές στροφές του κινητήρα (M) μετριοούνται από την ταχογεννήτρια (TG), η οποία παράγει μια τάση ανάλογη των στροφών του κινητήρα, τάση ανάδρασης.

Η τάση αυτή συγκρίνεται με την τάση των επιθυμητών στροφών και όταν υπάρχει απόκλιση από τις επιθυμητές στροφές προκύπτει μια διαφορά που ονομάζεται σφάλμα.



Εικόνα 1.1.2. :Σύστημα ελέγχου στροφών κινητήρα κλειστού βρόχου μέσω ταχογεννήτριας

Το σφάλμα αυτό αφού διαμορφωθεί κατάλληλα στη βαθμίδα του ελεγκτή, εφαρμόζεται στον ενισχυτή ισχύος, ο οποίος με τη σειρά του αναγκάζει τον κινητήρα να στραφεί με τις επιθυμητές στροφές (μηδενισμός του σφάλματος)

Σύστημα αυτόματου ελέγχου

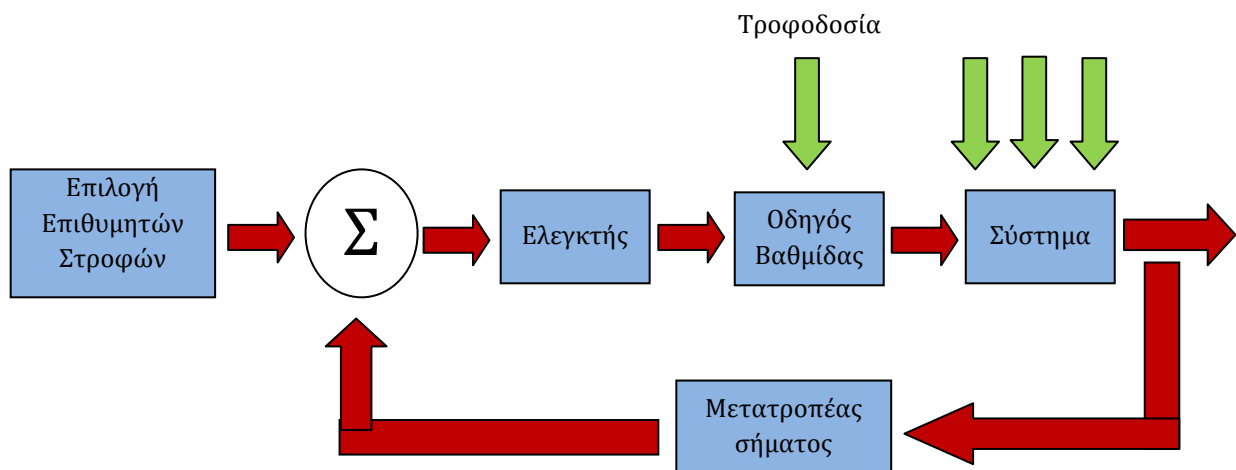
Το δομικό διάγραμμα ενός συστήματος αυτομάτου ελέγχου, αποτελείται από:
Βαθμίδα Επιθυμητού Σήματος (Set Point): Είναι η βαθμίδα που δίνει την μεταβλητή εισόδου – επιθυμητή τιμή $w(t)$.

Συγκριτής (Comparator): Στη βαθμίδα αυτή συγκρίνεται η επιθυμητή τιμή $w(t)$, με το σήμα ανάδρασης $b(t)$ και δίνει στην έξοδο της το σφάλμα $e(t)$ που προκύπτει. Ουσιαστικά συγκρίνει την επιθυμητή με την πραγματική τιμή $\{ e(t) = w(t) - b(t) \}$

Ελεγκτής (Controller): Ο ελεγκτής είναι η βαθμίδα που διαμορφώνει το σφάλμα $e(t)$ και δίνει στην έξοδο του το σήμα ελέγχου – μεταβλητή ελέγχου $u(t)$.

Οδηγός βαθμίδα (Driver): Είναι η βαθμίδα που ενώνει τον ελεγκτή με το υπό έλεγχο σύστημα. Έχοντας σαν είσοδο ένα σήμα μικρής ισχύος, όπως το σήμα ελέγχου $u(t)$, δίνει στην έξοδο του ένα σήμα κατάλληλης ισχύος, το $m(t)$, το οποίο οδηγεί το ελεγχόμενο σύστημα.

Σύστημα: Είναι ένα σύνολο στοιχείων κατάλληλα συνδεδεμένα μεταξύ τους, έτσι ώστε να εξυπηρετούν κάποιο συγκεκριμένο σκοπό. Ο σκοπός αυτός είναι το αποτέλεσμα που θα έχουμε στην έξοδο του συστήματος, δηλαδή η μεταβλητή εξόδου – πραγματική τιμή $y(t)$.



Εικόνα 1.1.2.: Δομικό διάγραμμα συστήματος αυτόματου ελέγχου.

Διαταραχή $d(t)$

θεωρείται ένα ανεπιθύμητο σήμα το οποίο τείνει να επιδράσει δυσμενώς στη λειτουργία του συστήματος. Η διαταραχή μπορεί να οφείλεται σε εσωτερικές ως προς το σύστημα παραμέτρους, όπως φθορά ψηκτρών ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος ή σε εξωτερικές ως προς το σύστημα παραμέτρους, όπως μεταβολές φορτίου, θερμοκρασίες, κ.α.

Αισθητήριο – Μορφοτροπέας Σήματος

Το αισθητήριο μπορεί να είναι μια ξεχωριστή συσκευή ή μια περίπλοκη κατασκευή που ανιχνεύει ένα σήμα ή μια διέγερση και παράγει μια μετρήσιμη έξοδο. Επειδή η φύση και οι εφαρμογές των αισθητηρίων καλύπτουν ένα ευρύ πεδίο είναι σημαντικό να ορίσουμε την ακριβή σημασία της σχετικής ορολογίας.

Οι όροι αισθητήριο (sensor) και μετατροπέας (transducer) ή μορφοτροπέας έχουν παρόμοια, αλλά ελαφρά διαφορετική σημασία και συχνά προκαλείται σύγχυση ανάμεσα τους. Ο μετατροπέας είναι οποιαδήποτε συσκευή που μετασχηματίζει μια μορφή ενέργειας σε μια άλλη. Επομένως ένα αισθητήριο είναι ένας μετατροπέας, αλλά δεν είναι όλοι οι μετατροπείς οπωσδήποτε και αισθητήρια. Π.χ. ο λαμπτήρας φωτισμού είναι ένας μορφοτροπέας όταν μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε φωτεινή ακτινοβολία. Όταν όμως χρησιμοποιηθεί για να ελέγχει αν και πότε έχει τάση ένα σημείο του ηλεκτρικού κυκλώματος, τότε ο λαμπτήρας είναι αισθητήριο.

Σχεδίαση-Σύνθεση ενός Σ.Α.Ε

Για την σχεδίαση-σύνθεση ενός συστήματος αυτομάτου ελέγχου, απαιτείται μία πολυσύνθετη διαδικασία. Σε γενικές γραμμές τα στάδια της διαδικασίας είναι τα εξής:

Ανάλυση του συστήματος :Κατά την ανάλυση ενός συστήματος εξετάζονται τα μεγέθη που πρέπει να ελέγχονται ώστε να διασφαλίζεται η σωστή λειτουργία του. Να καθορίζεται η συμπεριφορά του συστήματος δηλαδή εάν πρέπει να μένει σταθερό σε συνάρτηση με το χρόνο η να μεταβάλλεται κατά κάποιο καθορισμένο

τρόποι ακόμα να εντοπίζονται τα μεγέθη και οι διαταραχές που επηρεάζουν τη συμπεριφορά του συστήματος και τα μεγέθη εξόδου του.

Επιλογή του ελεγκτή : Ένα από τα σημαντικότερα κομμάτια της σχεδίασης-σύνθεσης είναι η επιλογή του κατάλληλου τύπου ελεγκτή .Ποια πρέπει να είναι η δυναμική συμπεριφορά του στοιχείου ελέγχου και ποια από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πρέπει να χρησιμοποιηθούν ,έτσι ώστε το σύστημα να πληροί τις απαιτούμενες προδιαγραφές.

Επιλογή-Προσαρμογή Αισθητηρίου: Ανάλογα με την έξοδο που έχουμε στο σύστημα μας (ελεγχόμενη μεταβλητή) επιλέγουμε το αντίστοιχο αισθητήριο ,έτσι ώστε το σήμα του να αποτελέσει κατάλληλη είσοδο στο συγκριτή και στη συνέχεια στον ελεγκτή .

Πειραματική Επιβεβαίωση: Η πειραματική επιβεβαίωση της σχεδίασης είναι επιβεβλημένη αφού η σχεδίαση βασίζεται σε μαθηματικά μοντέλα ενώ ο έλεγχος επιχειρείται σε πραγματικά δεδομένα

Επομένως για να επιβεβαιωθεί η σωστή σχεδίαση και σύνθεση ενός Σ.Α.Ε. πρέπει να κατασκευαστεί ένα πρότυπο του συστήματος αυτού και πάνω σε αυτό αφενός να ελεγχθεί η αξιοπιστία της σχεδίασης του συστήματος και αφετέρου να ρυθμιστούν οι παράμετροι των ελεγκτών που επιτρέπουν στο σύστημα να έχει την επιθυμητή συμπεριφορά .

Εάν ληφθούν υπόψη ,η ποικιλία των συστημάτων και οι υψηλές απαιτήσεις ελέγχου στις σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές ,είναι προφανής η έκταση και η πολυπλοκότητα του προβλήματος της ανάλυσης ,σχεδίασης και σύνθεσης ενός Σ.Α.Ε.

Σήματα Δοκιμής : Η δυνατότητα ρύθμισης των χαρακτηριστικών των συστημάτων ελέγχου στο πεδίο του χρόνου πραγματοποιείται εφαρμόζοντας στην είσοδο τους διάφορα σήματα .Η διαδικασία αυτή τόσο κατά τη μεταβατική κατάσταση όσο και κατά τη μόνιμη (ισορροπία), αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία της διαδικασίας σχεδίασης τους .

Στην πράξη τα σήματα που εισέρχονται στην είσοδο των συστημάτων τις περισσότερες φορές είναι ακαθόριστα ,γι' αυτό έχουν επιλεγεί κάποια τυποποιημένα σήματα δοκιμής (test signal) , τα οποία μπορούν να μας δώσουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την ικανότητα λειτουργίας των συστημάτων υπό κανονικές συνθήκες καθώς και για τη γενικότερη συμπεριφορά τους.

Τα σήματα δοκιμής που χρησιμοποιούνται και παράγονται εύκολα στο εργαστήριο είναι η βηματική συνάρτηση, η κρουστική συνάρτηση η συνάρτηση μοναδιαίας ώσης, η συνάρτηση αναρρίχησης ή κλίσης ή ράμπας και η παραβολική συνάρτηση.

1.2 Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής.

Ο προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής PLC (Programmable Logic Controller) είναι ένας βιομηχανικός υπολογιστής κατάλληλα σχεδιασμένος για εφαρμογές αυτοματοποιημένου ελέγχου. Σύμφωνα με τον κανονισμό DIN 19226, το PLC είναι ένα σύστημα ελέγχου το οποίο επεξεργάζεται σήματα εισόδου και με συγκεκριμένη απαίτηση-πρόγραμμα, ενεργοποιεί στοιχεία εξόδου.

Ο αρχικός προορισμός του ήταν να αντικαταστήσει τα κυκλώματα εντολοδότησης του κλασσικού αυτοματισμού (ρελέ) με τις πολύπλοκες συνδέσεις τους. Στη συνέχεια, όμως, η εξέλιξη της τεχνολογίας το διαφοροποίησε και το προσαρμοσε στις απαιτήσεις των σύγχρονων εφαρμογών.

Έτσι το PLC σήμερα εκτός του να μετρά, να συγκρίνει, να υπολογίζει και να ελέγχει αναλογικά και ψηφιακά σήματα, είναι σε θέση να παρακολουθεί, να αλλάζει παραμέτρους μέσω οθονών HMI (Human Machine Interface), να διαθέτει εντολές positioning control για κίνηση σέρβο- βηματικών κινητήρων, να έχει ενσωματωμένη δυνατότητα ελέγχου PID κ.α.

Το σύστημα PLC δεν είναι σχεδιασμένο για μια συγκεκριμένη, αλλά αντιπροσωπεύει μια γενική μορφή ελέγχου, η οποία προσαρμόζεται ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής.

1.2.1. Πλεονεκτήματα του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.

Τα πλεονεκτήματα του PLC ως προς τον κλασσικό αυτοματισμό, είναι πάρα πολλά, ενδεικτικά αναφέρονται τα παρακάτω:

- Εξοικονόμηση χώρου σε σχέση με τον αντίστοιχο πίνακα κλασσικού αυτοματισμού.
- Δυνατότητα αλλαγής των καταστάσεων εξόδου με επαναπρογραμματισμό χωρίς αλλαγή στην καλωδίωση της εγκατάστασης.
- Έλεγχος και παρακολούθηση της λειτουργίας του συστήματος μέσω H/Y.
- Δυνατότητα επέκτασης ή αναβάθμισης της εγκατάστασης αυτοματισμού.
- Γρήγορη και εύκολη υλοποίηση πολύπλοκων εφαρμογών.

- Εξοικονόμηση κόστους για εφαρμογές αυτοματισμού που απαιτούν μεγάλο αριθμό βοηθητικών εξαρτημάτων ελέγχου.
- Μικρό κόστος συντήρησης λόγω μείωση του αριθμού των μηχανικών επαφών.
- Διαχείριση ψηφιακών και αναλογικών σημάτων.
- Μεγαλύτερη αξιοπιστία και ταχύτητα ελέγχου.

1.2.2. Τύποι προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας και οι ανάγκες της αγοράς οδήγησαν στο διαχωρισμό των PLC σε δύο μεγάλες κατηγορίες

Compact PLC: Πρόκειται για αυτόνομα PLC στα οποία είναι ενσωματωμένες οι βασικές του μονάδες και χρησιμοποιούνται για μικροαυτοματισμούς, έλεγχο αισθητηρίων, αντικατάσταση του κλασικού αυτοματισμού (ρελέ) κ.α.

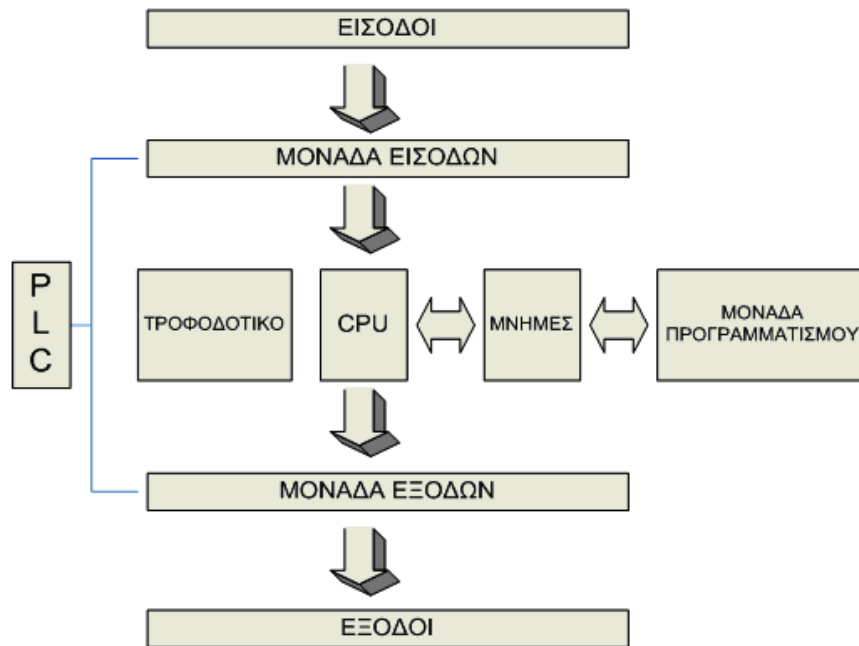
Τα σύγχρονα όμως compact PLC περιλαμβάνουν επιπρόσθετες λειτουργίες, όπως συγκριτές, μαθηματικές και λογικές συναρτήσεις, στοιχεία ελέγχου PID κ.α.

Παρά ταύτα ο τύπος αυτός του PLC δεν είναι δυνατόν να ανταποκριθεί σε σύνθετες και με μεγάλες απαιτήσεις εφαρμογές αυτοματισμού.

Modular PLC: Πρόκειται για επεκτάσιμα PLC όπου οι επιμέρους μονάδες ή κάρτες (εισόδων-εξόδων-επικοινωνίας κ.λπ.) τοποθετούνται σε ένα πλαίσιο στήριξης (rack) πάνω στο οποίο πραγματοποιούνται οι μεταξύ τους συνδέσεις. Η αύξηση των επιμέρους μονάδων έχει ως αποτέλεσμα να πολλαπλασιάζονται οι δυνατότητες του και να το καθιστούν ικανό να καλύπτει και τις επιπλέον απαιτητικές εφαρμογές αυτοματισμού.

1.2.3. Δομή του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.

Τα PLC λειτουργούν με τη μέθοδο της επεξεργασίας πληροφοριών και η δομή τους βασίζεται στις ίδιες αρχές με αυτές που εφαρμόζονται στην αρχιτεκτονική των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Οι βασικές βαθμίδες που συγκροτούν ένα PLC φαίνονται στο σχήμα.



Εικόνα 1.2.3.: Δομή του PLC (<http://docplayer.gr/3774851-Veltistopoiisi-tis-leitoyrgikotitas-toy-systimatou-diaheirisis-energeias-kai-eroptikoy-eleghoy-toy-apth.html>)

Στην αγορά υπάρχουν σήμερα πάρα πολλά μοντέλα PLC κατασκευασμένα από πολλές εταιρίες. Η επιλογή ενός προγραμματιζόμενου ελεγκτή (τύπος, μέγεθος, κόστος) εξαρτάται 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, δηλ. απαιτούμενη μνήμη και δυνατότητες της κεντρικής μονάδας).

Ανεξάρτητα όμως από τύπο και μέγεθος, ένας προγραμματιζόμενος ελεγκτής, συνίσταται από τα εξής απαραίτητα στοιχεία:

Πλαίσιο για τοποθέτηση των μονάδων

Μονάδα τροφοδοσίας.

Γ. Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) που αποτελεί τον εγκέφαλο του PLC.

Δ. Μονάδες εισόδων / εξόδων.

Μνήμες

Συσκευή προγραμματισμού

Πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων

Όλες οι μονάδες, από τις οποίες αποτελείται ένας προγραμματιζόμενος ελεγκτής, πρέπει να τοποθετηθούν σε κάποιο πλαίσιο. Σ' αυτό είναι ενσωματωμένο το σύστημα αγωγών (BUS), μέσω των οποίων επικοινωνούν οι διάφορες μονάδες μεταξύ τους για την ανταλλαγή πληροφοριών και για την τροφοδοσία τους. Αν οι θέσεις του κεντρικού πλαισίου που διατίθεται, δεν επαρκούν για να τοποθετηθούν οι μονάδες εισόδων και εξόδων που απαιτούνται σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή, τότε χρησιμοποιούνται περισσότερα πλαίσια επέκτασης για την τοποθέτηση των επιπλέον μονάδων. Κάθε πλαίσιο επέκτασης συνδέεται με το κεντρικό πλαίσιο ή με τα άλλα πλαίσια μέσω ειδικής μονάδας διασύνδεσης και καλωδίου.

Μονάδα τροφοδοσίας

Η μονάδα τροφοδοσίας χρησιμεύει για να δημιουργήσει από την τάση του δικτύου τις απαραίτητες **εσωτερικές** τάσεις για την τροφοδοσία αποκλειστικά των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, που υπάρχουν μέσα στον προγραμματιζόμενο ελεγκτή (τρανζίστορ, ολοκληρωμένα κλπ). Οι τυπικές εσωτερικές τάσεις των ελεγκτών είναι συνήθως: DC 5V, DC 9V, DC 24V.

Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)

Είναι η βασική μονάδα του ελεγκτή, η οποία είναι υπεύθυνη για τη λειτουργία του αυτοματισμού. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας είναι στην ουσία ένας μικροϋπολογιστής και διακρίνουμε σ' αυτήν όλα τα κύρια μέρη ενός μικροϋπολογιστή, δηλαδή τον μικροεπεξεργαστή και τη μνήμη. Ο μικροεπεξεργαστής είναι ο αυτός που εκτελεί όλες τις λειτουργίες του προγραμματιζόμενου ελεγκτή.

Μονάδα εισόδου

Σκοπός αυτής της μονάδας είναι να λαμβάνει τα σήματα από τα διάφορα στοιχεία εισόδου (μπουτόν, διακόπτες ON-OFF, τερματικοί διακόπτες, αισθητήρια κ.α.), να τα προσαρμόζει σε σήματα που δέχεται η μονάδα ελέγχου (CPU) και να ενεργοποιεί το αντίστοιχο LED εισόδου στη πρόσοψη του PLC. Τα σήματα αυτά αποθηκεύονται πρώτα σε συγκεκριμένες θέσεις μνήμης και από εκεί μεταφέρονται προς επεξεργασία.

Οι είσοδοι διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τις ψηφιακές και τις αναλογικές:

- Οι ψηφιακές είσοδοι δέχονται σήματα δύο καταστάσεων, τη χαμηλή, λογικό 0 και την υψηλή, λογικό 1. Στα περισσότερα PLC η ελεγχόμενη τάση δίνεται από το τροφοδοτικό του και έχει την τιμή 24V DC.
- Οι αναλογικές είσοδοι δέχονται σήματα που συνήθως προέρχονται από αισθητήρες (πίεσης, θερμοκρασίας κ.α.) οι οποίοι μετατρέπουν την τιμή του φυσικού μεγέθους σε πρότυπα σήματα τάσης (0-10V ή -10 έως 10V) ή ρεύματος (0-20Ma ή 4-20Ma).

Μονάδα εξόδου

Είναι η μονάδα η οποία μεταφέρει τα σήματα εξόδου από το επεξεργαστή(CPU), στους ακροδέκτες όπου συνδέονται τα στοιχεία εξόδου (ενδεικτικές λυχνίες, ηλεκτροβάνες, ρελέ κ.α.) και ενεργοποιεί το αντίστοιχο LED στην πρόσοψη του PLC.

Σημείωση : Οι μονάδες εισόδου και εξόδου είναι ηλεκτρικά μονωμένες ως προς τη μονάδα ελέγχου (CPU), δηλαδή είναι γαλβανικά απομονωμένες με τη βοήθεια οπτοσυζευκτών (optocou-pler), ρελέ ή triac.

Μνήμες

Διακρίνονται σε τρεις τύπους : RAM-ROM-EPROM ή FLASH EPROM.

- RAM: Σε αυτόν τον τύπο μνήμης αποθηκεύουμε προσωρινά δεδομένα και προγράμματα που επεξεργαζόμαστε. Σε περίπτωση διακοπής τροφοδοσίας το πρόγραμμα παραμένει στη μνήμη με τη βοήθεια μπαταρίας.
- ROM: Στη μνήμη αυτή είναι αποθηκευμένο από τον κατασκευαστή το λογισμικό ανάπτυξης του PLC, δηλαδή οι βασικές οδηγίες που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του. Η μνήμη αυτή διατηρεί το περιεχόμενο της όταν διακοπεί η τροφοδοσία του PLC και δεν απαιτείται η υποστήριξη από μπαταρία.
- EPROM-FLASH EPROM: Ηλεκτρικά διαγραφόμενη και επαναπρογραμματιζόμενη μνήμη η οποία χρησιμοποιείται για αποθήκευση ή μεταφορά ενός προγράμματος.

Μονάδα Προγραμματισμού

Ο ΠΛΕ προγραμματίζεται είτε μέσω ειδικού λογισμικού από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή είτε απ' ευθείας μέσω ενσωματωμένης ή αποσπώμενης ειδικής μονάδας προγραμματισμού. Με τη διαδικασία αυτή υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής και τροποποίησης του προγράμματος στη μνήμη του PLC.

Τροφοδοτικό: Δημιουργεί τις κατάλληλες τάσεις για την ορθή λειτουργία των διαφόρων κυκλωμάτων του PLC.

1.3. Σύστημα αυτοματισμού με χρήση προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.

Σύστημα αυτοματισμού λέγεται ένα σύστημα το οποίο, ανάλογα τις πληροφορίες που δέχεται, εκτελεί καθορισμένες ενέργειες βασισμένες στο περιβάλλον του.

Οι ενέργειες εκτελούνται σύμφωνα με μια ειδική διαδικασία, η οποία εξαρτάται από πληροφορίες που δόθηκαν, ή από προκαθορισμένους παραμέτρους.

1.3.1. Χαρακτηριστικά της προγραμματιζόμενης τεχνολογίας.

Στη περίπτωση αυτή, ο τρόπος λειτουργίας της εγκατάστασης-συστήματος εξαρτάται από το πρόγραμμα που τρέχει από τον προγραμματιζόμενο ελεγκτή. Το πρόγραμμα είναι μια σειρά εντολών οι οποίες εκτελούνται, συνήθως η μία μετά την άλλη (ή με διαφορετική σειρά), από τον προγραμματιζόμενο ελεγκτή.

Φυσικά για το λόγο αυτό η προγραμματιζόμενη τεχνολογία απαιτεί υψηλότερο επίπεδο τεχνογνωσίας, αφού απαιτούνται γνώσεις προγραμματισμού και λογισμικού (software).

Έτσι όσο πολύπλοκη αν είναι μια εγκατάσταση, η καλωδίωση παραμένει μικρή. Μόνο μια συσκευή, ο προγραμματιζόμενος ελεγκτής, χωρίς καλωδίωση μεταξύ των μερών που τον αποτελούν, αλλά μόνο με τα στοιχεία-εξαρτήματα από τα οποία επικοινωνεί, όπως αισθητήρια, κινητήρια στοιχεία και παροχή τροφοδοσίας φυσικά. Έτσι συνεπάγεται μεγάλη ευκολία υλοποίησης της μελέτης, αποσφαλμάτωσης και εκκίνησης (start up) της εγκατάστασης μας.

Οποιαδήποτε τροποποίησης της λειτουργίας του συστήματος μας χρειαστεί, το μόνο που απαιτείται είναι η τροποποίηση του προγράμματος που τρέχει από τον προγραμματιζόμενο ελεγκτή.

Έτσι δεν χρειάζεται καμία επέμβαση στο υλικό της εγκατάστασης-συστήματος μας, γιατί βοηθητικά ρελέ, χρονικά, μετρητές, κ.α. , έχουν αντικατασταθεί από τα εσωτερικά στοιχεία (ή εντολές) του προγράμματος μας.

Όσο πολύπλοκη και αν είναι η εγκατάσταση μας, οι απαιτήσεις σε χώρο και εξαερισμό, είναι σχεδόν ελάχιστες σε σύγκριση με αυτές που χρειάζεται ένας κλασσικός αυτοματισμός.

1.3.2. Στάδια εργασίας στον προγραμματιζόμενο αυτοματισμό

Ο Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής (PLC) είναι μια ειδική συσκευή, η οποία έρχεται να αντικαταστήσει στον πίνακα του κλασσικού αυτοματισμού όλα τα βοηθητικά ρελέ, τα χρονικά και τους απαριθμητές. Αντί για την κατασκευή ενός πίνακα με πολύπλοκες συνδεσμολογίες μεταξύ των παραπάνω υλικών, που έχουμε στον κλασσικό αυτοματισμό, με τη χρήση του PLC, η λειτουργία του αυτοματισμού προγραμματίζεται” μέσω μιας ειδικής συσκευής προγραμματισμού ή μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού. Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα στάδια που απαιτούνται για την υλοποίηση ενός αυτοματισμού με PLC καθώς και η αντιστοιχία με τα στάδια που απαιτούνται στον κλασσικό αυτοματισμό συρματωμένης λογικής.

Παρατηρούμε ότι τα στάδια, τα οποία αλλάζουν στις εργασίες σχεδιασμού και κατασκευής ενός αυτοματισμού, όταν χρησιμοποιούμε τα PLC, είναι τα 2,3 και 4. Αντί για την κατασκευή ενός πίνακα, με πλήθος υλικών και πολύπλοκες καλωδιώσεις, έχουμε την κατασκευή ενός πίνακα με ελάχιστα υλικά, απλές καλωδιώσεις και τον προγραμματισμό του PLC.

Πίνακας 1	
Προγραμματιζόμενη Λογική	Συρματωμένη Λογική
1. Περιγραφή του αυτοματισμού	1. Περιγραφή του αυτοματισμού
2. Ανάπτυξη του σχεδίου εφαρμογής του πίνακα (σχέδιο καλωδίωσης)	2. Ανάπτυξη του λειτουργικού σχεδίου του αυτοματισμού
3. Κατασκευή του πίνακα της εγκατάστασης.	3. Ανάπτυξη του σχεδίου εφαρμογής του πίνακα (σχέδιο καλωδίωσης).
4. Ανάπτυξη του προγράμματος λειτουργίας του αυτοματισμού και εισαγωγή του προγράμματος στο PLC	4. Κατασκευή του πίνακα της εγκατάστασης.

μέσω της συσκευής προγραμματισμού.	
5.Εγκατάσταση και σύνδεση στους ακροδέκτες (κλέμες) του πίνακα των αισθητήρων που δίνουν τις πληροφορίες (εντολές) και των συσκευών (αποδεκτών) που εκτελούν τις εργασίες	5. Εγκατάσταση και σύνδεση στους ακροδέκτες (κλέμες) του πίνακα των αισθητήρων που δίνουν τις πληροφορίες (εντολές) και των συσκευών (αποδεκτών) που εκτελούν τις εργασίες.
6. Δοκιμή λειτουργίας της εγκατάστασης.	6. Δοκιμή λειτουργίας της εγκατάστασης.
7. Πλήρης λειτουργία του αυτοματισμού.	7. Πλήρης λειτουργία του αυτοματισμού.

1.3.3. Βασικές έννοιες προγραμματισμού λογικών ελεγκτών

Ψηφίο ή Bit: Ψηφίο ή Bit, είναι μια από τις πιο βασικές έννοιες, πάνω στην οποία χτίστηκε όλο το οικοδόμημα του αυτοματισμού.

Ένα Bit μπορεί να έχει δύο καταστάσεις:

1 , για παράδειγμα η κατάσταση ON ενός διακόπτη και

0 , για παράδειγμα η κατάσταση OFF ενός διακόπτη

Πρέπει να αναφερθεί ότι στα P.L.C. Twido, υπάρχουν 4 είδη Bit:

Το Bit εισόδου, ή Input Bit (%I), για παράδειγμα η κατάσταση ενός αισθητηρίου.

Το Bit εξόδου, ή Output Bit (%Q), για παράδειγμα η εντολή εκκίνησης ενός κινητήρα.

Το Bit μνήμης, ή Memory Bit (%M), για παράδειγμα ένα βοηθητικό ρελέ.

Το Bit συστήματος, ή System Bit (%S), για παράδειγμα ένα alarm.

Ο συμβολισμός στην παρένθεση χρησιμοποιείται για το συμβολισμό κάθε Bit, όσο αφορά τον προγραμματισμό τους.

Τον συμβολισμό αυτό ακολουθεί το TwidoSuite, άλλα και όλα τα Software της Telemecanique, όπως και όλα τα Software που υπακούουν στο πρότυπο IEC 1131.

1.3.4 Λέξη ή Word

Ακόμα μια σημαντική έννοια, πάνω στην οποία στηρίζονται τα προγράμματα αυτοματισμού, ακόμη και τα πιο απλά τα οποία περιέχουν μετρήσεις, άρα αριθμητικές τιμές, είναι η έννοια της λέξης ή πιο γνωστά ως Word.

Πρέπει να αναφερθεί ότι στα P.L.C. Twido, υπάρχουν 4 είδη Word:

Το Word εισόδου, ή Input Word (%IW), για παράδειγμα η τιμή μίας θερμοκρασίας.

Το Word εξόδου, ή Output Word (%QW), για παράδειγμα μια τιμή 0-10V.

Το Word μνήμης, ή Memory Word (%MW), για παράδειγμα η τιμή ενός χρονικού.

Το Word συστήματος, ή System Word (%SW), για παράδειγμα η ώρα συστήματος.

Ο συμβολισμός στην παρένθεση χρησιμοποιείται για το συμβολισμό κάθε Word, όσο αφορά τον προγραμματισμό τους.

Εύκολα μπορούμε να καταλάβουμε, μια λέξη περιέχει ένα νούμερο, π.χ. η τιμή ενός χρονικού κ.α.

Μια λέξη λοιπόν είναι μια διεύθυνση μνήμης στην οποία περιέχεται η τιμή αυτή.

1.3.5 Μνήμη

Η μνήμη περιέχει το πρόγραμμα, επίσης και τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται και διαμορφώνονται από αυτό. Επομένως τα δεδομένα μπορεί να είναι:

- Ένα Bit, εισόδου, εξόδου, μνήμης και συστήματος
- Μια Word εισόδου, εξόδου, μνήμης και συστήματος

Παράλληλα με τα δύο είδη δεδομένων, υπάρχουν δύο είδη μνήμης:

- Μνήμη Προσωρινής Αποθήκευσης ή RAM (Random Access Memory) Αποθηκεύονται σε αυτή οι τρέχουσες τιμές, όπως η τιμή ενός χρονικού, μετρητή, η το αποτέλεσμα ενός στοιχείου πράξης.
- Μνήμη Μόνιμης Αποθήκευσης ή EEPROM (Read Only Memory). Αποθηκεύονται σε αυτή σταθερές και αμετάβλητες τιμές, όπως η προκαθορισμένη ενός χρονικού, μετρητή, μια σταθερά, κ.α.

1.3.6 Αρχή λειτουργίας ενός Προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή

Ας υποθέσουμε ότι ένα PLC βρίσκεται σε κατάσταση εκτέλεσης του αυτοματισμού (RUN). Τα βήματα που ακολουθεί κατά τη λειτουργία του είναι τα εξής:

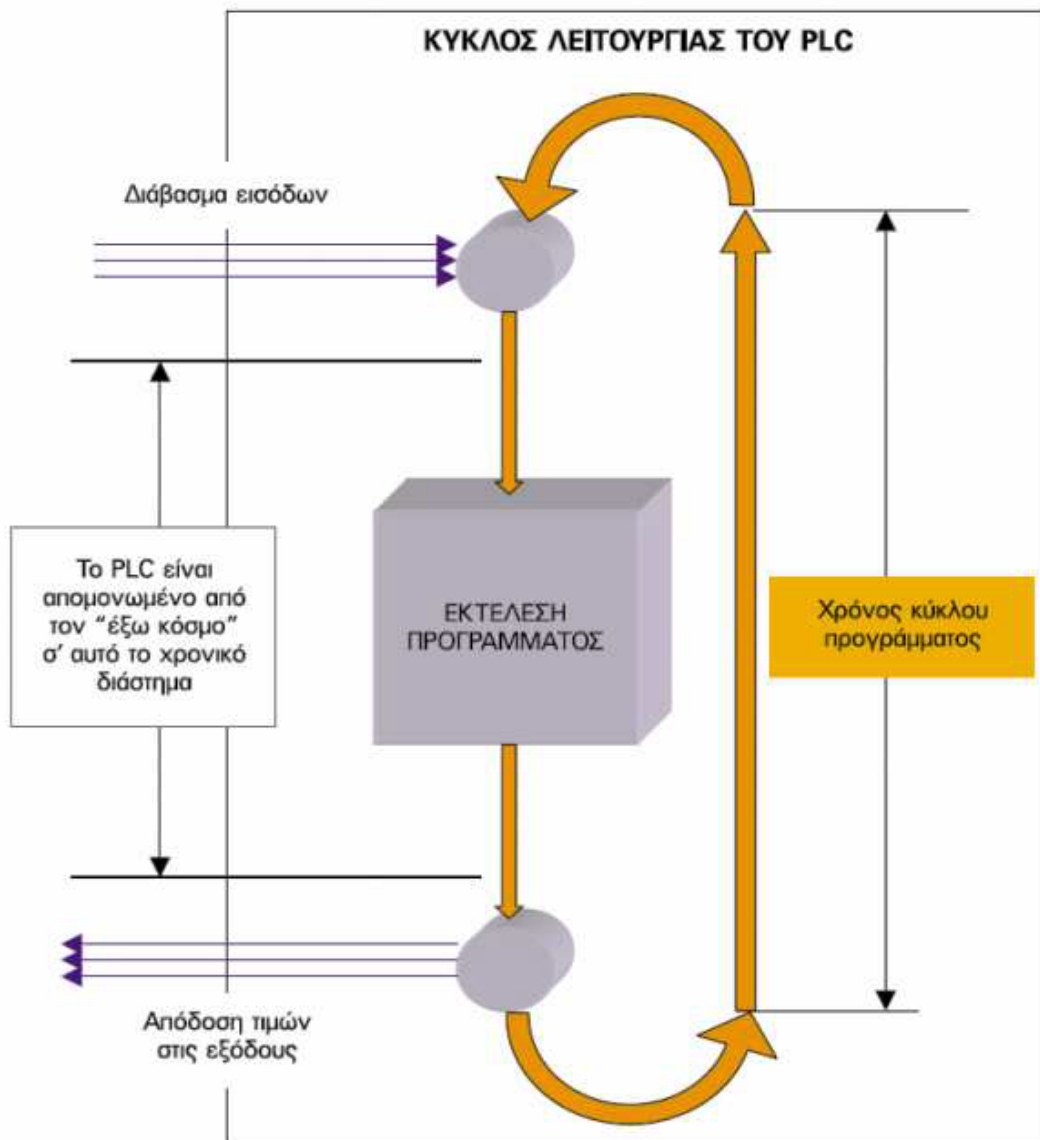
Βήμα 1ο: Στην αρχή ο μικροεπεξεργαστής “διαβάζει” της εισόδους. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε είσοδο ελέγχει αν έχει “υψηλή” τάση (λογικό “1”) ή “χαμηλή”

τάση (λογικό “0”). Η τιμή “0” ή “1” για κάθε είσοδο αποθηκεύεται σε μια ειδική περιοχή της μνήμης η οποία ονομάζεται εικόνα εισόδων (input image). Την εικόνα εισόδων μπορείτε να την φανταστείτε σαν έναν πίνακα, όπου ο μικροεπεξεργαστής σημειώνει τις τιμές που διάβασε. Π.χ. είσοδος I1=“1”. I2=“0”, I3=“0” κ.ο.κ.

Βήμα 2ο: Στη συνέχεια ο μικροεπεξεργαστής χρησιμοποιώντας σαν δεδομένα τις τιμές των εισόδων, που διάβασε, εκτελεί τις εντολές του προγράμματος, το οποίο λειτουργεί τον αυτοματισμό. Το πρόγραμμα αυτό στην ουσία περιέχει μια σειρά από λογικές πράξεις. Η εκτέλεση του προγράμματος θα δώσει αποτελέσματα για τις εξόδους. Τα αποτελέσματα αυτά αποθηκεύονται στην ειδική περιοχή της μνήμης που ονομάζεται εικόνα εξόδων (output image). Όπως η εικόνα εισόδων, έτσι και η εικόνα εξόδων περιέχει την τιμή (“0” ή “1”) για κάθε έξοδο. Σημειώνουμε ότι οι τιμές αυτές προκύπτουν από την εκτέλεση των λογικών πράξεων του προγράμματος.

Βήμα 3ο: Στη συνέχεια ο μικροεπεξεργαστής θέτει τις τιμές της εικόνας εξόδων στις εξόδους. Αυτό σημαίνει ότι θα δοθεί “υψηλή” τάση σε όποια έξοδο έχει “1” και χαμηλή τάση σε όποια έξοδο έχει “0”.

Με τη συμπλήρωση του 3ου βήματος συμπληρώνεται ένας πλήρης κύκλος λειτουργίας και η διαδικασία αρχίζει από την αρχή. Ο κύκλος λειτουργίας εκτελείται συνεχώς όσο το PLC βρίσκεται σε κατάσταση RUN. Δηλαδή ένα PLC εκτελεί συνεχώς τα βήματα του κύκλου λειτουργίας. Στο σχήμα 1.3 φαίνεται ένας κύκλος λειτουργίας PLC.



Σχήμα 1.3 Κύκλος λειτουργίας PLC http://www.metal.ntua.gr/uploads/4258/863/ex8_plc.pdf

Ο χρόνος που χρειάζεται για να εκτελέσει το PLC ένα πλήρη κύκλο λειτουργίας ονομάζεται **χρόνος κύκλου** και εξαρτάται από την ταχύτητα του επεξεργαστή του PLC, αλλά και από τον αριθμό και το είδος των εντολών του προγράμματος. Δηλαδή στο ίδιο PLC για ένα μεγαλύτερο πρόγραμμα έχουμε μεγαλύτερο χρόνο κύκλου. Ο χρόνος κύκλου αποτελεί ένα μέτρο σύγκρισης μεταξύ των PLC. Για να μπορούν να συγκριθούν τα PLC ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης ενός προγράμματος, ορίζουμε τον **μέσο χρόνο κύκλου**, σαν το χρόνο κύκλου ενός προγράμματος που περιλαμβάνει 1 Kbyte δυαδικές εντολές. Πάντως στη χειρότερη περίπτωση και σε ένα αργό PLC, ο χρόνος κύκλου δεν ξεπερνά τις μερικές εκατοντάδες millisecond.

Θα θέλαμε σ' αυτό το σημείο να τονίσουμε την ουσιαστική διαφορά στην λειτουργία ενός αυτοματισμού με PLC από έναν κλασσικό αυτοματισμό με ρελέ. Στην περίπτωση του κλασσικού αυτοματισμού, όταν έχουμε αλλαγή της κατάστασης ενός διακόπτη εισόδου, η αλλαγή αυτή προκαλεί εκείνη τη στιγμή αλυσιδωτές αλλαγές στα στοιχεία του κυκλώματος που τροφοδοτούνται από το συγκεκριμένο διακόπτη. Έχουμε δηλαδή διαδικασία που συμβαίνει σε πραγματικό χρόνο.

Αν μελετήσουμε τον κύκλο λειτουργίας του PLC, θα δούμε ότι το PLC "δεν βλέπει" συνεχώς τον "έξω κόσμο", παρά μόνο κατά τα χρονικά διαστήματα που διαβάζει τις εισόδους και αποδίδει τιμές στις εξόδους. Στον υπόλοιπο χρόνο του κύκλου, το PLC είναι ένας υπολογιστής ο οποίος εκτελεί πράξεις απομονωμένο από τον έξω κόσμο. Για να γίνει αυτό κατανοητό υποθέστε ότι αλλάζει η κατάσταση μιας εισόδου, κατά την διάρκεια του χρόνου κατά τον οποίο εκτελούνται οι εντολές προγράμματος. Στην περίπτωση αυτή στο τέλος του κύκλου το PLC θα δώσει αποτελέσματα στις εξόδους, στα οποία δεν θα έχει ληφθεί υπ' όψη η τρέχουσα αλλαγή στη κατάσταση της συγκεκριμένης εισόδου. Αυτό γιατί το PLC θα ενημερωθεί από την εικόνα των εισόδων για την αλλαγή της συγκεκριμένης εισόδου στην αρχή του επόμενου κύκλου επεξεργασίας του προγράμματος. Έτσι το PLC θα ενημερώσει τις εξόδους που επηρεάζονται από την συγκεκριμένη είσοδο, στο τέλος του επόμενου κύκλου επεξεργασίας του προγράμματος. Λαμβάνοντας τα παραπάνω υπ' όψη θα έλεγε κανείς ότι τελικά το PLC ανταποκρίνεται καθυστερημένα στις αλλαγές μιας αυτοματοποιημένης διαδικασίας. Όμως αυτό δεν είναι η πραγματικότητα, αφού ο χρόνος πραγματοποίησης ενός κύκλου προγράμματος από ένα PLC είναι πάρα πολύ μικρός, το πολύ 300ms σε πολύπλοκες εγκαταστάσεις αυτοματισμού.

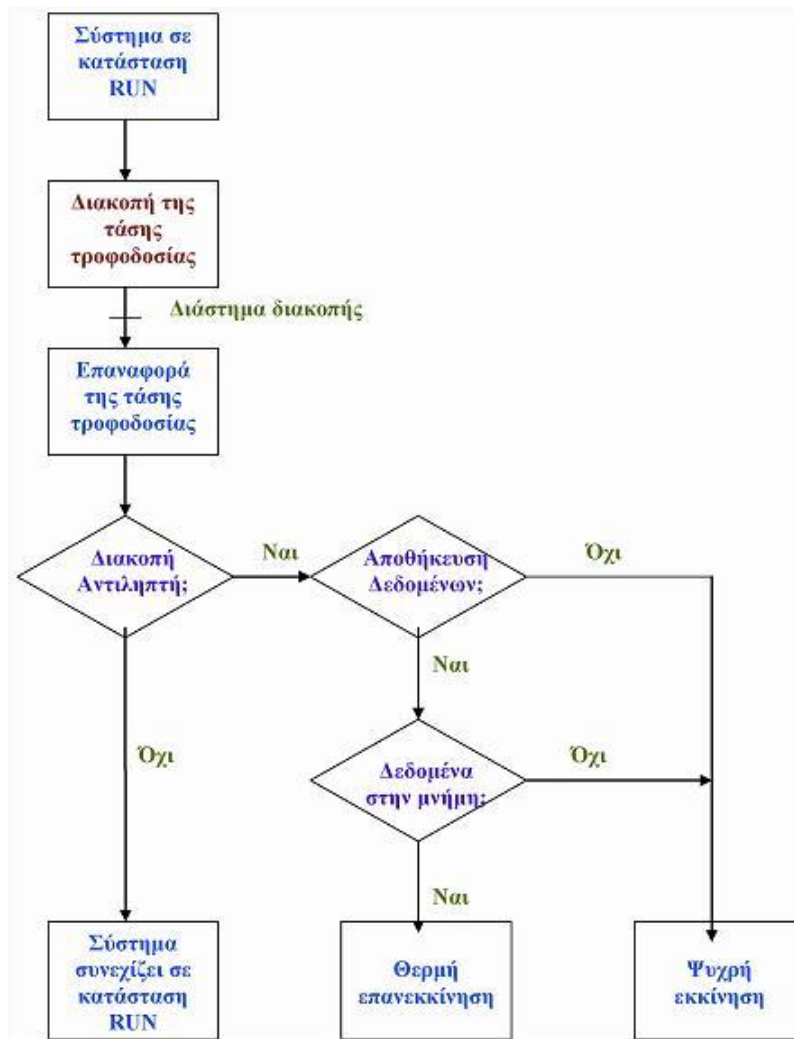
1.3.7 Ψυχρή/θερμή εκκίνηση

Είναι ενδιαφέρον να αναφερθούμε σχετικά με την συμπεριφορά του ελεγκτή σε περίπτωση διακοπής της τάσης τροφοδοσίας.

Οπότε σε έναν ελεγκτή σε περίπτωση διακοπής της τάσης τροφοδοσίας, και κατόπιν επανεκκίνησης του, υπάρχουν δύο πιθανά σενάρια:

Να γίνει ψυχρή εκκίνηση (Cold Start)

Να γίνει θερμή επανεκκίνηση (Warm Restart)



Εικόνα 1.3.7 : Συμπεριφορά ελεγκτή κατά την περίπτωση διακοπής της τάσης τροφοδοσίας (<http://www.electronews.gr/2011/05/plc.html>).

Για να καταλάβουμε καλύτερα ως υποθέσουμε ότι γίνεται διακοπή της τάσης τροφοδοσίας σε μια εφαρμογή.

Αν υποθέσουμε ότι η εφαρμογή μας, στην οποία ένας μετρητής έχει μετρήσει Χ μπουκάλια, και συμβαίνει ξαφνική διακοπή της τάσης τροφοδοσίας, ο ελεγκτής μας όπως είναι φυσικό, λόγω απώλειας ισχύος σβήνει.

Κατά αυτήν την περίπτωση, η συμπεριφορά του προγράμματος του P.L.C. φαίνεται στο διάγραμμα ροής στην εικόνα.

Αν ο χρόνος διακοπής είναι μικρότερος από τον χρόνο φίλτρου τροφοδοσίας του συστήματος, δεν γίνεται αντιληπτό από τον ελεγκτή ο οποίος συνεχίζει να λειτουργεί κανονικά.

Στην περίπτωση όμως που ο χρόνος διακοπής είναι μεγαλύτερος από το χρόνο φίλτρου του συστήματος, προκύπτουν δύο πιθανά σενάρια:

Κατά την επαναλειτουργία του ελεγκτή, επειδή η διακοπή έγινε ακαριαία, όπως για παράδειγμα ένα βραχυκύκλωμα, έχουν χαθεί από την μνήμη του ελεγκτή οι προσωρινές τιμές μέτρησης, με απλά λόγια πόσα μπουκάλια είχε μετρήσει κατά την διακοπή. Ο τύπος αυτός εκκίνησης λέγεται ψυχρή εκκίνηση και σηματοδοτείται για τον χειριστή με το Bit συστήματος %S0.

Κατά την επαναλειτουργία του ελεγκτή, ο ελεγκτής δεν έχει χάσει τις προσωρινές τιμές μέτρησης, δηλαδή πόσα μπουκάλια είχε μετρήσει κατά την διακοπή. Ο τύπος αυτός εκκίνησης λέγεται θερμή εκκίνηση, και σηματοδοτείται για τον χειριστή με το Bit συστήματος %S1.

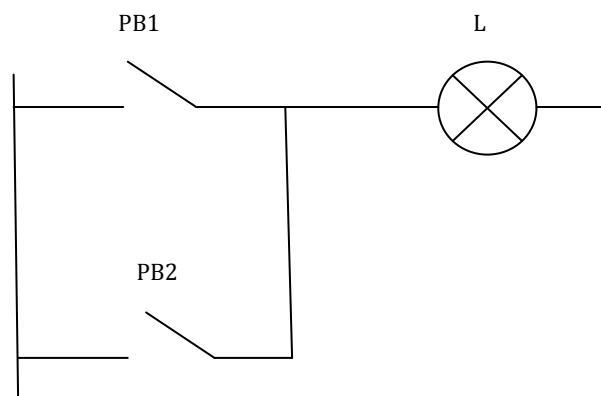
Με την χρήση του Bit συστήματος %S0 και %S1, μπορούμε να ξέρουμε πότε έγινε ο ένας η ο άλλος τρόπος επανεκκίνησης, το οποίο μας βοηθάει να θέσουμε αρχικές τιμές, ή να μηδενίσουμε κάποιες άλλες για λόγους ασφαλείας, ή και αν χρειαστεί να σταματήσουμε αμέσως οποιαδήποτε εκτέλεση της εφαρμογής.

1.3.8 Πρόγραμμα

Σαν πρόγραμμα εννοούμε μια **σειρά εντολών**, όπου μπορούν εύκολα να γραφτούν ή και να τροποποιηθούν, μέσω ενός Η/Υ. Υπάρχουν περιπτώσεις τροποποιήσεων χωρίς την ύπαρξη Η/Υ.

Οι εντολές προσδιορίζουν στη CPU του ελεγκτή, τις ενέργειες που πρέπει να εκτελέσει.

Στην εικόνα 1.3.5 παρουσιάζεται μία ρουτίνα ενός προγράμματος .



Εικόνα 1.3.5.: Παράδειγμα προγράμματος του ελεγκτή
Διάβασε την είσοδο 1 (PB1)

Ή διάβασε την είσοδο 2 (PB2)

Ενεργοποίησε την έξοδο L (από 'όποια από τις 2 εισόδους κλίσει)

1.3.9. Γλώσσα προγραμματισμού

Το πρόγραμμα που είδαμε πριν, πρέπει να γραφτεί σε μια γλώσσα προγραμματισμού, η οποία να είναι κατανοητή από τον προγραμματιστή-χειριστή, αλλά εξίσου κατανοητή από την CPU του ελεγκτή.

Αρκετές γλώσσες υπάρχουν, οι οποίες σε λειτουργικά χαρακτηριστικά, καθώς και δυνατότητες, όπως ευελιξία, ταχύτητα ανταπόκρισης, ευχρηστία, απλότητα εφαρμογής διαφέρουν αρκετά μεταξύ τους, καθώς και στα πλεονεκτήματα που διαθέτουν, όπως:

Υπολογισμοί μαθηματικοί

Έλεγχος

Διαχείριση

Διαδοχή λειτουργιών κ.α.

Στην εργασία μου θα εστιάσω στην γλώσσα επαφών (ladder), καθώς είναι μια από τις δύο γλώσσες που υποστηρίζει το Twido P.L.C., παράλληλα με την λίστα εντολών (Instruction List).

Η γλώσσα επαφών (ladder), έχει δημιουργηθεί ώστε να απεικονίζεται πιο εύκολα, τα συστήματα αυτοματισμού, θυμίζοντας αρκετά του κλασσικού αυτοματισμού το σχέδιο, για οποιοδήποτε τεχνικό η εγκαταστάτη ασχολείται.

1.3.10. Σύγκριση γλώσσας επαφών Ladder με ηλεκτρολογικού σχεδίου

Ένα πρόγραμμα γραμμένο σε Ladder, γίνεται να πούμε ότι διαβάζεται σαν ένα διάγραμμα καλωδίωσης ή σαν ένα ηλεκτρολογικό σχέδιο.

Από τους πιο κοινούς όρους στη γλώσσα επαφών Ladder, είναι το Rung (ενότητα).

Ένα πρόγραμμα γραμμένο σε Ladder, χωρίζεται σε λογικές ενότητες, όπως λέγονται τα Rungs.

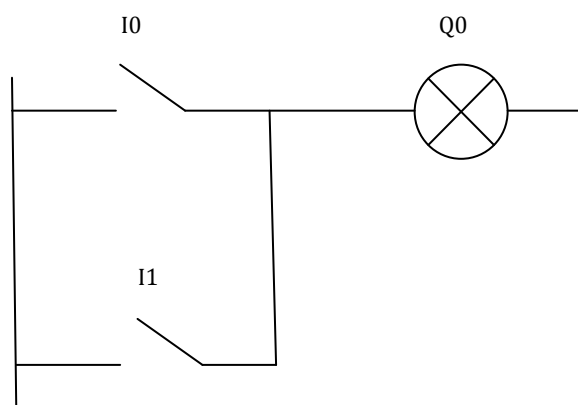
Οι λογικές ενότητες, αποτελούνται από αυτοτελές πεδία, όπου σε αυτά τοποθετούνται οι επαφές (είσοδοι) , τα πηνία (έξοδοι) , γενικά όλα τα στοιχεία του προγράμματος, αρχίζοντας από τα αριστερά με κατεύθυνση προς τα δεξιά.

Το σύνολο των στοιχείων όπως χρονικά, μετρητές, βοηθητικές επαφές κ.α., συνδέονται σε οριζόντιες ή κάθετες συνδέσεις, ακριβώς όπως σε ένα ηλεκτρολογικό σχέδιο.

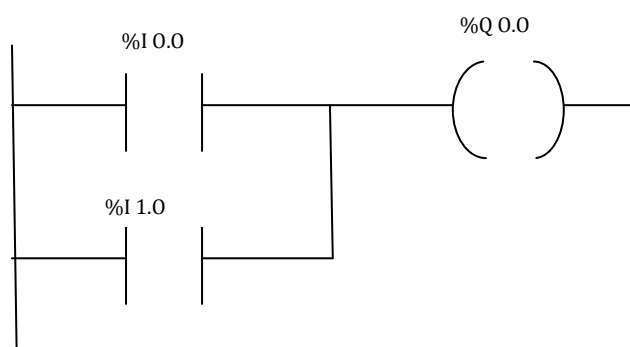
Τα στοιχεία αυτά συνδυασμένα σε λογικές ενότητες (Rungs), εκτελούνται διαδοχικά από την CPU του ελεγκτή.

Τα στοιχεία αυτά μπορεί να είναι:

- Είσοδοι, για παράδειγμα αισθητήρια, διακόπτες, κ.α.
- Έξοδοι, για παράδειγμα ρελέ, λυχνίες, κ.α.
- Λογικές πύλες, για παράδειγμα AND, OR, NOT, XOR, κ.α.
- Αριθμητικοί υπολογισμοί και συγκρίσεις
- Βοηθητικά στοιχεία, για παράδειγμα , μετρητές, χρονικά, κ.α.
- Εσωτερικά στοιχεία μνήμης, για παράδειγμα, ψηφία (Bit) και λέξεις (words), κ.α.



Ηλεκτρικό διάγραμμα



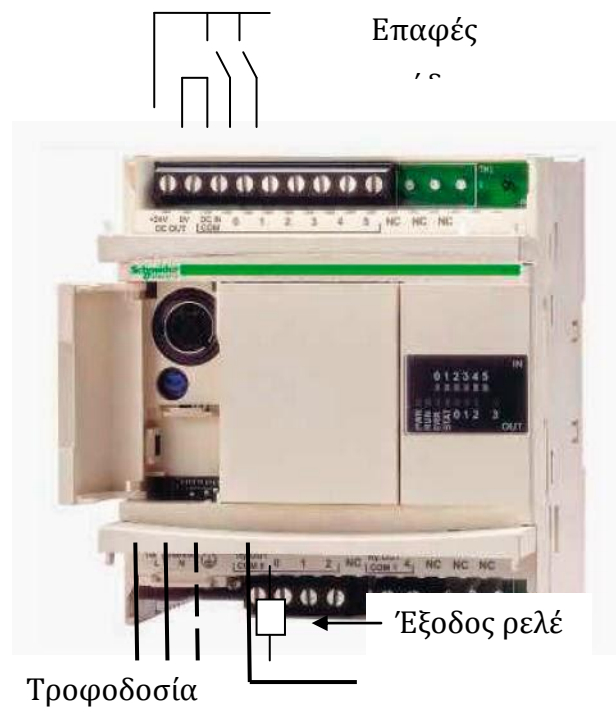
Πρόγραμμα Ladder

Εικόνα 1.3.6: Σύγκριση ηλεκτρολογικού σχεδίου με γλώσσα επαφών Ladder

Το ηλεκτρολογικό διάγραμμα έχει δύο επαφές (διακόπτες) και ένα πηνίο (ρελέ), όπως ακριβώς το πρόγραμμα σε γλώσσα επαφών Ladder.

Βλέπουμε ότι αποτελείται από στοιχεία όπως επαφές και πηνία, όπως και το επόμενο παράδειγμα

Για να γίνει αυτό το παράδειγμα λειτουργικό για ένα P.L.C., απλά συνδέουμε σε δύο εισόδους του ελεγκτή, για παράδειγμα %I0.0 και %I0.1 τους αντίστοιχους διακόπτες, και συνδέουμε σε μια έξοδο, για παράδειγμα %Q0.1, το βοηθητικό ρελέ όπως βλέπουμε στο παράδειγμα που ακολουθεί.



Εικόνα 1.3.10.: Σύγκριση και συνδέσεις ηλεκτρολογικού σχεδίου και προγράμματος

Κεφάλαιο 2°

Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής «Twido P.L.C.»



Εικόνα 2.: Σειρά Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές Twido (<http://www.aotewell.com>)

2.1. Τα επιμέρους στοιχεία του προγραμματιζόμενου Λογικού ελεγκτή «Twido» .

2.1.1 Τα είδη του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή «Twido».

Η σειρά Twido διαθέτει λογικούς ελεγκτές μη επεκτάσιμους (Twido Compact), καθώς και επεκτάσιμους (Twido Modular). Επίσης διαθέτει ένα τύπο ελεγκτή, ειδικό για εγκατάσταση και λειτουργία σε εξαιρετικά αντίξοο περιβάλλον, το Twido Extreme.



Εικόνα 2.1.1. :Σειρά Twido Compact (<http://www.schneider-electric.com>)

Ο μη επεκτάσιμος ελεγκτής χρησιμοποιείται για απλές εφαρμογές και αποτελείται από

- Τροφοδοτικό+CPU+I/Os
- Τέσσερις εκδόσεις με 10, 16, 24 και 40 I/Os

Συνεπάγεται από χαρακτηριστικά χαμηλού κόστους , χωρίς περιττές λειτουργίες, εύκολο στο ξεκίνημα του και πλήθος απλών εφαρμογών όπως :

- Κτίρια / εξυπηρετήσεις
- Διαχείριση φωτισμού
- Έλεγχος πρόσβασης

- Συστήματα ασφαλείας
- Θέρμανση / κλιματισμός



Εικόνα 2.1.1.: Σειρά Twido Modular (<http://www.synchronics.co.in>)

Ο επεκτάσιμος ελεγκτής χρησιμοποιείται σχετικά σύνθετες εφαρμογές για μεγιστοποίηση της απόδοσης και χαρακτηρίζεται από :

- Εξαιρετικά μικρό μέγεθος
- Μεγάλη ευελιξία , χάρη στη μεγάλη γκάμα I/Os, και άλλων καρτών
- Εύκολη εγκατάσταση ,εύκολη καλωδίωση. Τοποθετείται μέσα η έξω από τον πίνακα εξοικονομώντας χώρο. Μοντάρεται με λίγες κινήσεις , καθώς δεν χρειάζεται κατσαβίδι

Για τον επεκτάσιμο ελεγκτή υπάρχει πληθώρα πολύπλοκων εφαρμογών όπως:

- Βιομηχανία
- Μικρές και μεγάλες μηχανές
- Συστήματα αυτοματισμού

Διαθέτει επίσης μεγάλο εύρος καρτών επέκτασης εισόδων/εξόδων, ψηφιακές και αναλογικές, και διάφορα ακόμα προαιρετικά εξαρτήματα, όλα προσβάσιμα μέσω του λογισμικού Twidosuite.

Πλεονέκτημα του Twido είναι ότι μειώνει το μέγεθος του απαιτούμενου πίνακα σε σχέση με άλλα PLC, καθώς προσφέρει επεκτάσιμη βάση CPU μέχρι και 40 I/O, σε μέγεθος μίας πιστωτικής κάρτας (π.χ. TWDLMDA20DTK)

Οι ελεγκτές και οι κάρτες επέκτασης, προσφέρουν διάφορες επιλογές καλωδίωσης για την απλοποίηση της εγκατάστασης, για παράδειγμα :

- Αποσπώμενες κλέμμες
- Ταχείας σύνδεσης ή αλλιώς ελάσματος
- Βύσματος με καλώδιο (Twidofast)

Επομένως ο αυτοματισμός μπορεί να προσαρμοστεί σε αυτό ακριβώς που απαιτεί η εφαρμογή μας, δηλαδή:

- Με μη επεκτάσιμους ή αλλιώς Compact ελεγκτές, με 10, 16, 24 και 40 I/O
- Με επεκτάσιμους ή αλλιώς Modular ελεγκτές, με 20 ή 40 I/O
- Με εύρος καρτών επέκτασης εισόδων/εξόδων , ψηφιακών και αναλογικών προαιρετικά εξαρτήματα για δίκτυα , οθόνες, μνήμη και ρολόι RTC
- Πλήθος λύσεων καλωδίωσης και συνδέσεων
- Με εύχρηστο λογισμικό προγραμματισμού στα Ελληνικά
- Απόλυτη συμβατότητα με όλα τα βιομηχανικά υλικά της Telemecanique

Οι ελεγκτές της σειράς Twido, κινούνται σε 3 άξονες βάση των δυνατοτήτων τους:

- Επεκτασιμότητα
- Μνήμη
- Ενσωματωμένες λειτουργίες

2.1.2.Επεκτάσιμοι (Modular) ελεγκτές

Η σειρά επεκτάσιμων (Modular) ελεγκτών ή αλλιώς **Twido Modular**, προσφέρουν μια έκδοση εξελιγμένων τεχνολογικών λύσεων για τις εφαρμογές αυτοματισμού. Τα μεγέθη των επεκτάσιμων (Modular) ελεγκτών κυμαίνονται μεταξύ 35 και 45 x 90 x 70mm.

Οι επεκτάσιμες βάσεις, διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την ικανότητα επεξεργασίας τους, τον αριθμό των εισόδων 24 Vdc, αλλά και τον αριθμό των εξόδων ρελέ και τρανζίστορ (20 και 40 I/O).

Σημαντική διαφορά μεταξύ των επεκτάσιμων/συμπαγών βάσεων είναι η τροφοδοσία τους, η οποία μπορεί να είναι μόνο στα 24V για τους επεκτάσιμους, για την ακρίβεια μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ, 19,2 και 30 Vdc.

Στις εκδόσεις με τροφοδοσία 24 Vdc, δεν υπάρχει ενσωματωμένο τροφοδοτικό, που θα μας παρέχει 24 Vdc για να τροφοδοτήσουμε τα αισθητήρια των εισόδων και όχι μόνο πλέον τις εισόδους, αλλά και τον ίδιο τον ελεγκτή, επομένως είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός εξωτερικού τροφοδοτικού.

Γενικά η έκδοση των επεκτάσιμων ελεγκτών προσφέρει τα ακόλουθα

πλεονεκτήματα:

- Σημαντικό αριθμό εισόδων και εξόδων I/O (μέχρι 40 I/O) σε μικρό μέγεθος, έτσι ώστε να μειώσουμε τον απαιτούμενο χώρο, και επομένως μέγεθος της εγκατάστασης, για εκείνες τις εφαρμογές όπου ο χώρος είναι ένας σημαντικός παράγοντας.
- Για τις εκδόσεις των ελεγκτών με 20 και 40 I/O, προσφέρει ποικίλες δυνατότητες επέκτασης και επιλογών, παρέχοντας ένα ικανοποιητικό βαθμό ευελιξίας.
- Για τον ελεγκτή με 20 I/O. με κωδικό TWD LMDA 20DTK, γίνεται να προστεθούν μέχρι 4 κάρτες επέκτασης, είτε ψηφιακές είτε αναλογικές, όπως και κάρτες επικοινωνίας.
- Αντίστοιχα, οι εκδόσεις των ελεγκτών με 40 I/O, δηλαδή με κωδικό TWDL.MDA 20DRF και TWD LMDA 40DTK, είναι πλήρως επεκτάσιμες, είναι δυνατό να προστεθούν μέχρι 7 κάρτες επέκτασης, είτε ψηφιακές είτε αναλογικές, όπως και κάρτες επικοινωνίας.
- Η εκδόσεις των επεκτάσιμων ελεγκτών, για τις κάρτες επέκτασης εισόδων/εξόδων προσφέρουν διάφορους τύπους συνδέσεων, όπως αποσπώμενες κλέμμες και κλέμμες ταχείας σύνδεσης (με ελατήριο) οι οποίοι επιτρέπουν απλή, γρήγορη και ασφαλή καλωδίωση.
- Η προκαλωδιωμένη λύση που προσφέρει το σύστημα Advantys Telefast ABE7 επιτρέπει σύνδεση των καρτών με βύσματα τύπου HE 10 προς : (1.) Προσχηματισμένα καλώδια με ελεύθερα άκρα στην μια πλευρά για την άμεση σύνδεση μας στους αισθητήρες ή τα βοηθητικά ρελέ, (2.) προκαλωδιωμένη κλεμμοσειρά Advantys Telefast ABE 7 για ελεγκτές Twido.
- Ψηφιακή οθόνη, η οποία χρησιμοποιείται ως εργαλείο απεικόνισης και ρύθμισης.
- Επιλογές της οθόνης και της επιπλέον μνήμης μας επιτρέπουν την εύκολη ρύθμιση, μεταφορά αλλά και αποθήκευση ή προστασία των εφαρμογών
- Τεχνολογία EEPROM της κάρτας μνήμης μας επιτρέπει μεταφορά αλλά και αποθήκευση των εφαρμογών μας προς οποιοδήποτε ελεγκτή Twido.

2.1.3.Στιβαροί ελεγκτές Twido Extreme

Οι στιβαροί ελεγκτές προσφέρουν μια έκδοση για εφαρμογές που υπόκεινται σε αντίξοες, περιβαλλοντικές συνθήκες, για παράδειγμα εξαιρετική αντοχή και ανθεκτικότητα σε θέματα θερμοκρασίας, δονήσεων, στεγανότητας και κρουστικών καταπονήσεων.

Με πρωτοποριακό σχήμα και μέγεθος διαστάσεων 165 χ 225 χ 88 mm, ο μη επεκτάσιμος στιβαρός ελεγκτής TWD LEDCK1, αποτελείται από ένα μεταλλικό κέλυφος με βαθμό προστασίας IP67



Εικόνα 2.1.3.: Στιβαρός Ελεγκτής Twido Extreme

Ο ελεγκτής extreme TWD LEDCK1 χρησιμοποιείται σε ειδικές εφαρμογές όπου είναι αναγκαία η ενσωμάτωση σε μηχανές εξωτερικών εγκαταστάσεων, και μπορεί να δώσει λύσεις σε θέματα αντοχής, στον χρόνο και στην ευκολία της εγκατάστασης.

Ο συγκεκριμένος ελεγκτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εγκαταστάσεις και εφαρμογές όπως:

- εξωτερική διαχείριση αντλιών
- επεξεργασία νερού και αποβλήτων
- έλεγχος μηχανισμών οχημάτων γερανών
- έλεγχος μηχανισμών πυροσβεστικών οχημάτων
- έλεγχος μηχανισμών φορητών απορριμμάτων

Σημαντική διαφορά του συγκεκριμένου ελεγκτή και των προηγούμενων ελεγκτών Twido είναι η τροφοδοσία του, η οποία μπορεί να είναι 12Vdc (για την ακρίβεια μεταξύ 9-16Vdc), ή 24Vdc (για την ακρίβεια μεταξύ 18-32Vdc).

Στις εκδόσεις με τροφοδοσία 12 ή 24 Vdc, δεν υπάρχει ενσωματωμένο τροφοδοτικό, που θα μας παρέχει 12 ή 24Vdc για να τροφοδοτήσουμε τα αισθητήρια των εισόδων και όχι μόνο πλέον τις εισόδους, αλλά και τον ίδιο τον ελεγκτή, επομένως είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός εξωτερικού τροφοδοτικού.

Πολύ σημαντική είναι η δυνατότητα τροφοδοσίας στα 12 Vdc, την οποία μπορεί να μας παρέχει μία μπαταρία ή μια συσκευή Αδιάλειπτης Παροχής Ενέργειας (UPS), η ακόμα η μπαταρία του οχήματος στο οποίο χρησιμοποιείται, αν η εφαρμογή το υποστηρίζει.

Ο στιβαρός ελεγκτής Twido Extreme, προσφέρει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Σημαντικό αριθμό εισόδων και εξόδων I/O (μέχρι 40 I/O) σε μικρό μέγεθος, σε εξαιρετικά ανθεκτικό μεταλλικό περίβλημα, έτσι ώστε να μειώσουμε τον απαιτούμενο χώρο, αφού δεν χρειάζεται κουτί για την εγκατάσταση του και επομένως μέγεθος της εγκατάστασης, για τις εφαρμογές όπου εκτός από τις πολύ δυσμενείς συνθήκες λειτουργίας ο χώρος είναι ένας επίσης σημαντικός παράγοντας.
- Πλήθος εισόδων, όπου εκτός από τις 13 ψηφιακές εισόδους, μια είσοδο PWM (πολύ γρήγορης μέτρησης), μια είσοδο γρήγορης μέτρησης στα 10 kHz, και 8 αναλογικές εισόδους από τις οποίες η μια σαν δεύτερη προγραμματιζόμενη PWM.
- Πλήθος εξόδων, εκτός από 16 ψηφιακές εξόδους με ενσωματωμένη προστασία βραχυκυκλώματος, παρέχει 3 εξόδους PWM ή PLS.
- Μεγάλη ευελιξία δικτύωσης, με τις ακόλουθες 3 θύρες επικοινωνίας: 1.Modbus, 2.Can Open, 3.Can J1939.
- Η προκαλωδιωμένη λύση που προσφέρει το σύστημα Advantys Telefast ABE7 επιτρέπει σύνδεση των καρτών με βύσματα τύπου HE 10 προς : (1.) Προσηματισμένα καλώδια με ελεύθερα άκρα στην μια πλευρά για την άμεση σύνδεση μας στους αισθητήρες ή τα βοηθητικά ρελέ, (2.) προκαλωδιωμένη κλεμμοσειρά Advantys Telefast ABE 7 για ελεγκτές Twido.



- Εικόνα .: Δυνατότητες σύνδεσης ελεγκτή Twido Extreme

Οι προδιαγραφές των στιβαρών βάσεων ελεγκτών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακες:

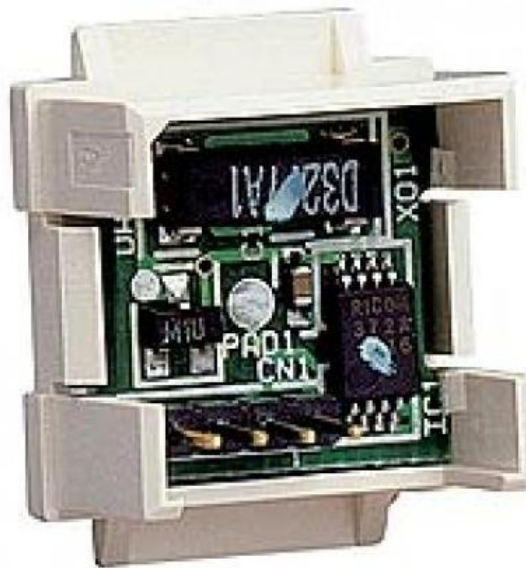
Πίνακας γενικών προδιαγραφών στιβαρής βάσης προγραμματιζόμενων ελεγκτών «Twido»			
Θερμοκρασία	Λειτουργίας	°C	-40 έως 110
	Αποθήκευσης		- 55...+ 155
Σχετική υγρασία	90 έως 120 %, μη συμπυκνωμένη		
Βαθμός προστασίας	IP 67		
Αντοχή σε διάβρωση	Απρόσβλητο σε διαβρωτικά αέρια, καύσιμα, υδραυλικά λάδια, λάδια μηχανής, χημικές ουσίες, διαλυτικές ουσίες SAE J1455, αντιψυκτικά, προϊόντα καθαρισμού		
Μέγιστο ύψος λειτουργίας και μεταφοράς	0...3600 m		
Αντοχή δόνησης	5...150 Hz με εύρος 3.5 mm σε όλους τους άξονες,		
	24...2000 Hz ανά άξονα για 6 ώρες		
Αντοχή κρούσης	15 G διάρκεια 11 msec ή 50 G / 5 msec (1G=9.8 m/s)		
Εφεδρική μνήμη RAM	Μπαταρία	Εξωτερική με λειτουργία αναμονής	

Πίνακας ειδικών προδιαγραφών στιβαρών βάσεων ελεγκτών «Twido»	
Βάση-επεξεργαστή	TWD LEDCK1
Αριθμός εισόδων 24 Vdc	22
Αριθμός εξόδων	19 source transistor

Χωρητικότητα προγράμματος	Εντολές	3000		
Χρόνος επεξεργασίας	Βασική εντολή	msec	10 για 1000 λογικές εντολές	
	Συνολικός συστήματος		0.7	
Στοιχεία μνήμης	Εσωτερικά Bit μνήμης		256	
	Word μνήμης		3000	
	χρονικά		128	
	Διπλές Word μνήμης		Ναι	
Τροφοδοσία	Τάση τροφοδοσίας	Vdc	12 ή 24	
	Όρια τάσης τροφοδοσίας	9...16 ή 20.4...26.4		
	Μέγιστο ρεύμα εισροής	A	50	
	Μέγιστο ρεύμα 24 Vdc	mA	700 στα 26.4 Vdc	
	Μέγιστη κατανάλωση ισχύος	W	96	
Επικοινωνία	Τύπος θύρας επικοινωνίας	RS485	CanOpen	
	Ανώτατη ταχύτητα δικτύου(Kbps)	38.4	500	
	Σύνδεση προγραμματισμού	Θύρα Half-duplex		
	Ανώτατος αριθμός Slaves	16		
	Πρωτόκολλο επικοινωνίας	Modbus Master/slave RTU, ASCII character mode	Master	
Μέτρηση	Αριθμός καναλιών	1		
	Συχνότητα	1 κανάλι στα 10 kHz (FCi λειτουργία)		
	Ανάλυση	16 bits(0..65535 σημεία)		
	Έλεγχος θέσης	3 κανάλια, 2 στα 1 kHz και 1 στα 5 kHz (PWM, PLS λειτουργία)		
Αναλογικές εισοδοι	Αριθμός καναλιών	7		
	Εύρος	V	0...5	
	Ανάλυση	10 bits (0..1023)		CanJ1999
	Σφάλμα μέτρησης	mV	-125 έως +125	250

2.1.4. Ρολόι Πραγματικού Χρόνου (RTC)

Είναι ένα ρολόι το οποίο είναι απαραίτητο, για εφαρμογές που μας ενδιαφέρει, να ενεργοποιήσουμε ένα στοιχείο του συστήματος αυτοματισμού συγκεκριμένο χρονικό διάστημα π.χ. λειτουργίας αντλίας συγκεκριμένη ώρα της ημέρας, να καταγράψουμε τι έγινε κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή για παρά π.χ. υπερθέρμανση αντλίας στις 09:48:24 Δευτ. Δευτέρα 11/9/2014. Καθώς επίσης μας παρέχει πληροφορίες για έτος/μήνα/ημέρα/ώρα/δευτ, που μας είναι χρήσιμες για εφαρμογές καταγραφής δεδομένων ή αλλιώς Data Logging.



Εικόνα 2.1.4.: Ρολόι Πραγματικού Χρόνου(RTC)

2.1.5. Μνήμη Εφαρμογής (Memory ή Backup)

Όμοια σε εξωτερική εμφάνιση με το Ρολόι Πραγματικού Χρόνου, αλλά και υποδοχή σύνδεσης στον ελεγκτή η μνήμη ή αλλιώς Memory ή Backup, δίνει τις εξής δυνατότητες:

- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αλλαγή του προγράμματος χωρίς την χρήση άλλων εργαλείων.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για λειτουργία αντιγράφου ασφαλείας του προγράμματος μας, ή αλλιώς Backup, ώστε σε περίπτωση απώλειας του από την εσωτερική μνήμη του ελεγκτή, κάτι που θα μπορούσε να οφείλεται σε κάποια στιγμιαία υπέρταση π.χ., στην πρώτη επανεκκίνηση (power-up) να διαβάσει το πρόγραμμα από την κάρτα μνήμης, και να εκτελέσει κανονικά το πρόγραμμα
- Μια ακόμη χρήση της κάρτας μνήμης, θα ήταν μια πιθανή αύξηση της μνήμης εφαρμογής. Αυτό είναι μια ιδιαίτερα χρήσιμη λύση, σε περίπτωση που το πρόγραμμα μας υπερβεί τις δυνατότητες του ελεγκτή.
- Έχοντας την κάρτα μνήμης μας προσφέρεται μια επιπλέον δυνατότητα όσον αφορά την διαχείριση της μνήμης. Με αυτόν τον τρόπο, ο χρήστης έχει την δυνατότητα να χωρίσει τον χώρο της μνήμης σε Πρόγραμμα και Δεδομένα (Data). Αυτή η δυνατότητα χρησιμοποιείται για εφαρμογές καταγραφής δεδομένων.

2.1.6. Οθόνη χειρισμού και απεικόνισης (Display)

Με την Οθόνη χειρισμού και απεικόνισης (Display), μας δίνεται η δυνατότητα πολλαπλών λειτουργιών, με ένα πολύ εύκολο τρόπο, χωρίς την ανάγκη χρήσης και σύνδεσης με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η οθόνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να συνδεθεί είτε σε επεκτάσιμο ελεγκτή, είτε σε μη επεκτάσιμο ελεγκτή, και μας δίνει τις εξής δυνατότητες:

- Εμφάνιση ή αλλαγή της κατάστασης του ελεγκτή, όπως RUN, STOP, ERROR, NO PROGRAM
- Εμφάνιση και αλλαγή της κατάστασης μεταβλητών του ελεγκτή, όπως %Ix.y, %Qx.y, %IWx.y, %QWx.y, %Mx, %MWx, %Sx, %KWx, %Cx, %TMx, %Rx, %FCx, %VFCx, %PLSx, %PWMx, %MSGx, %DRx, %JNWx, %QNWx.
- Εμφάνιση και ρύθμιση της επικοινωνίας και των δικτύων, ορίζοντας επιθυμητό πρωτόκολλο επικοινωνίας και διεύθυνση.
- Εμφάνιση και ρύθμιση της ημερομηνίας και ώρας, με την προϋπόθεση βέβαια ο ελεγκτής να διαθέτει ρολόι πραγματικού χρόνου (RTC). Έτσι όλες οι ρυθμίσεις γίνονται με 4 πλήκτρα επιλογής

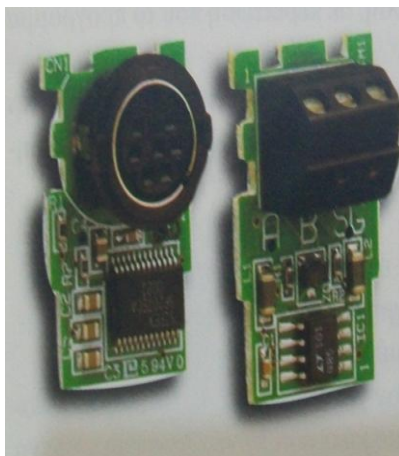


Εικόνα 2.1.6.: οθόνη χειρισμού και απεικόνισης στιβαρού ελεγκτή (<http://www.standardelectricsupply.com>)

2.1.7. Επιπλέον Θύρα Επικοινωνίας

Με την επιπλέον Θύρα επικοινωνίας, μας δίνεται η δυνατότητα χρήσης και σύνδεσης πολλαπλών δικτύων, με πολύ εύκολο τρόπο, είτε με την μορφή βύσματος Mini-Din. είτε με την μορφή κλέμματος. Το επιπλέον δίκτυο μπορεί να

είναι είτε σειριακό RS-232, είτε RS-485, ή και σύνδεση απομακρυσμένων ελεγκτών και I/O. Έτσι έχουμε τη δυνατότητα, μέχρι και την χρήση 3 δικτύων ταυτόχρονα με τον ελεγκτή TWDLCAE40DRF, ή 2 δικτύων ταυτόχρονα για τους υπόλοιπους ελεγκτές.



Εικόνα 2.1.7.: Επιπλέον Θύρα Επικοινωνίας

2.1.8. Κάρτες ψηφιακών εισόδων/εξόδων

Η σειρά ψηφιακών καρτών επέκτασης των ελεγκτών Twido, προσφέρουν εύρος εξελιγμένων τεχνολογικά λύσεων σε μικρό μέγεθος. Με ελάχιστο μέγεθος που κυμαίνεται μεταξύ 17,5- 39 χ 90 χ 70 mm, υπάρχουν δεκαπέντε διαθέσιμες κάρτες επέκτασης ψηφιακών εισόδων/εξόδων.

Η σειρά καρτών επέκτασης εισόδων/εξόδων του Twido, παρέχει κάρτες ψηφιακών εισόδων, εξόδων αλλά και μικτές, παρέχοντας την δυνατότητα ανάκτησης ή γενικότερα εισαγωγής, ψηφιακών τιμών που χρησιμοποιούνται στις βιομηχανικές εφαρμογές, για παράδειγμα μπουτόν, τερματικοί διακόπτες, φωτοκύτταρα, κ.α.

Οι κάρτες ψηφιακών εξόδων παρέχουν την δυνατότητα του έλεγχου συσκευών όπως ρελέ, ενδεικτικές λυχνίες, φανούς σήμανσης και σειρήνες αλλά και εφαρμογές που απαιτούν ψηφιακό έλεγχο διεργασίας, όπως PWM και PLS.

Υπάρχουν συνολικά δεκαπέντε κάρτες, οι οποίες είναι οι εξής

Ψηφιακές Είσοδοι

TWD DDA8 DT	8 ψηφιακών εισόδων 120 VAC, με αποσπώμενη κλεμμοσειρά.
TWD DDI 8DT	8 ψηφιακών εισόδων 24 VDC, με αποσπώμενη κλεμμοσειρά.
TWD DDI 16DT	16 ψηφιακών εισόδων 24 VDC, με αποσπώμενη κλεμμοσειρά.

TWD DDI 16DK	16 ψηφιακών εισόδων 24 VDC, με βύσμα τύπου HE10 (αποσπώμενο βύσμα MIL)
TWD DDI 32DK	32 ψηφιακών εισόδων 24 VDC, με βύσμα τύπου HE10 (αποσπώμενο βύσμα MIL)

Ψηφιακές Έξοδοι

TWD DDO 8UT	8 εξόδοι transistor 24 VDC sink, με αποσπώμενη κλεμμοσειρά.
TWD DDO 8TT	8 εξόδων transist. 24 VDC source, με αποσπώμενη κλεμμοσειρά.
TWD DDO 8RT	8 εξόδοι ρελέ 2A. με αποσπώμενη κλεμμοσειρά.
TWD DRA 16RT	16 εξόδων ρελέ 2A, με αποσπώμενη κλεμμοσειρά.
TWD DDO 16UK	16 εξόδων transistor 24 VDC sink, με βύσμα τύπου HE10 (αποσπώμενο βύσμα MIL).
TWD DDO 16TK	16 εξόδων transistor 24 VDC source, με βύσμα τύπου HE 10 (αποσπώμενο βύσμα MIL).
TWD DDO 32UK	32 εξόδων transistor 24 VDC sink, με βύσμα τύπου HE 10 (αποσπώμενο βύσμα MIL).
TWD DDO 32TK	32 εξόδων transistor 24 VDC sink, με βύσμα τύπου HE 10 (αποσπώμενο βύσμα MIL).

Μικτές Ψηφιακές Εισόδους/Εξόδοι

TWD DMM 8DRT	4 εισόδων 24 VDC και 4 εξόδων ρελέ 2 A, με αποσπώμενη κλεμμοσειρά.
TWD DMM 24DRF	16 εισόδων 24 VDC και 8 εξόδων ρελέ 2 A, με κλεμμοσειρά ταχείας σύνδεσης (με ελατήριο).

Όλες οι κάρτες ψηφιακών εισόδων/εξόδων είναι ηλεκτρικά απομονωμένες με τη χρήση οπτικής απομόνωσης (photocoupler) μεταξύ του εσωτερικού ηλεκτρονικού κυκλώματος και των εισόδων/εξόδων, για μέγιστη προστασία

2.1.9. Κάρτες αναλογικών εισόδων/εξόδων

Η σειρά αναλογικών καρτών επέκτασης των ελεγκτών Twido, προσφέρουν εύρος εξελιγμένων τεχνολογικά λύσεων σε μικρό μέγεθος. Με ελάχιστο μέγεθος που είναι μεταξύ 23,5 x 90 x 70 mm, υπάρχουν δεκαπέντε διαθέσιμες κάρτες επέκτασης αναλογικών εισόδων/εξόδων.

Η σειρά καρτών επέκτασης εισόδων/εξόδων του Twido, παρέχει κάρτες αναλογικών εισόδων, εξόδων αλλά και μικτές, παρέχουν την δυνατότητα ανάκτησης ή μέτρησης αναλογικών τιμών που χρησιμοποιούνται στις βιομηχανικές εφαρμογές, για παράδειγμα πίεση, θερμοκρασία, κ.α.

Οι κάρτες αναλογικών εξόδων χρησιμοποιούνται για να ελεγχτούν συσκευές όπως ρυθμιστές στροφών (inverters), ρυθμιζόμενες βαλβίδες, βάνες, αλλά και

συστήματα που απαιτούν έλεγχο διεργασίας.

Με απλά λόγια η έξοδος τάσης ή έντασης είναι ανάλογη της αριθμητικής τιμής που ορίζει ο χειριστής του προγράμματος.

Όταν ο ελεγκτής Twido σταματήσει για κάποιο λόγο, οι έξοδοι διαμορφώνονται με την λειτουργία fallback (σημείο στη χαμηλότερη τιμή της κλίμακας ή στην τελευταία τιμή λειτουργίας).

Αν η λειτουργία αυτή, τεθεί σε “hold”, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποσφαλμάτωση της εφαρμογής ή αν κάποιο σφάλμα εμφανιστεί, να μην διαταραχθεί η λειτουργία της εφαρμογής που ελέγχουμε.

Υπάρχουν συνολικά δεκαπέντε κάρτες, οι οποίες είναι οι εξής:

Αναλογικές Είσοδοι

TWD AMI 2HT	2 αναλογικών εισόδων 0-10 V, 4-20 mA, 12 bits (50 mA), με αποσπώμενη κλεμμοσειρά.
TWD AMI 2LT	2 αναλογικών εισόδων θερμοστοιχείων (Th) K, J και T (50 mA) , 16 bits με αποσπώμενη κλεμμοσειρά.
TWD AMI 4LT	4 αναλογικών εισόδων 0-10 V, 0-20 mA, PT 100 3 καλωδίων, NI 100 3 καλωδίων, 12 bits (50 mA) με αποσπώμενη κλεμμοσειρά.
TWD AMI 8HT	8 αναλογικών εισόδων 0-10 V, 0-20 mA, 10 bits (50 mA), με αποσπώμενη κλεμμοσειρά.
TWD ARI 8HT	8 αναλογικών εισόδων PTC, NTC, 10 bits (50 mA), με αποσπώμενη κλεμμοσειρά

Οι αναλογικές κάρτες επέκτασης εισόδων/εξόδων παρέχουν δυνατότητα ανάλυσης σήματος 10 bits, 11 bits + πρόσημο (sign), αλλά και 12 bits, σε σύνδεση με αποσπώμενες κλέμμες.

Χωρίς να υπάρχει ενσωματωμένο τροφοδοτικό, είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός εξωτερικού τροφοδοτικού, που θα παρέχει 24 Vdc για να τροφοδοτηθούν τα αισθητήρια των εισόδων/εξόδων.

Όλες οι κάρτες αναλογικών εισόδων/εξόδων είναι ηλεκτρικά απομονωμένες με τη χρήση οπτικής απομόνωσης (photocoupler) μεταξύ του εσωτερικού ηλεκτρονικού κυκλώματος και των εισόδων/εξόδων, για μέγιστη προστασία.

2.2. Τρόποι δικτύωσης

Από τις πιο σημαντικές λειτουργίες και δυνατότητες ενός ελεγκτή σε συστήματα αυτοματισμού μεσαίου αλλά και υψηλού επιπέδου, είναι αυτή της δικτύωσης.

Η δικτύωση, μπορεί να γίνει για την επικοινωνία μεταξύ ελεγκτών Twido, αλλά και για την επικοινωνία μεταξύ άλλων συσκευών.



Εικόνα 2.2.: Δικτύωση μεταξύ ελεγκτή και διαφόρων συσκευών

Όσον αφορά την επικοινωνία αποκλειστικά μεταξύ ελεγκτών Twido, μιλάμε για σύνδεση των ελεγκτών σε απομακρυσμένη σύνδεση. Για αυτήν την περίπτωση υπάρχουν δύο είδη δικτύωσης:

- Απομακρυσμένες I/O
- Απομακρυσμένοι Ελεγκτές

Στην περίπτωση επικοινωνίας μεταξύ ελεγκτών Twido και άλλων συσκευών, μιλάμε για σύνδεση ελεγκτών σε δίκτυο, το οποίο μπορεί να είναι:

- ASCII
- Modbus
- CanOpen
- Ethernet
- AS-i

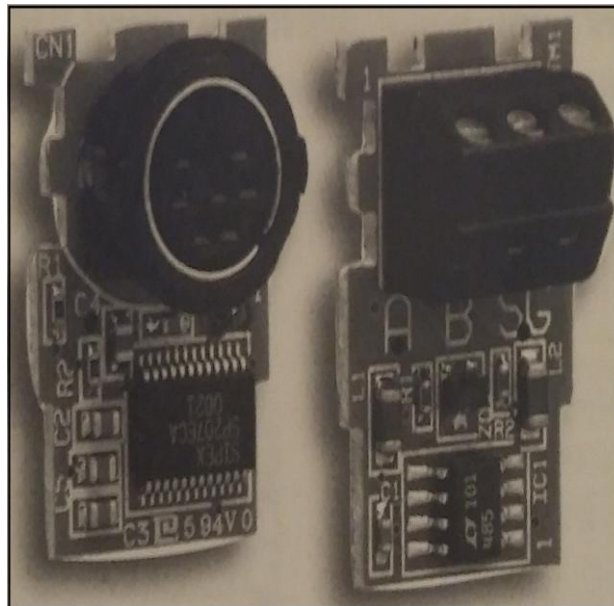
2.2.1. Θύρες επικοινωνίας

Στους ελεγκτές Twido εκτός από την μία θύρα επικοινωνίας, υπάρχει η δυνατότητα να προστεθεί μια επιπλέον θύρα επικοινωνίας.

Έτσι μπορούμε να έχουμε τη δυνατότητα χρήσης και σύνδεσης πολλαπλών δικτύων, με απλό τρόπο, με την μορφή βύσματος Mini-Din, ή με την μορφή κλέμματος.

Το επιπλέον δίκτυο γίνεται να είναι σειριακό RS-232 ή RS-485, ή ακόμα και σύνδεση απομακρυσμένων ελεγκτών και I/O.

Με αυτόν τον τρόπο γίνεται να υπάρχει μέχρι και η χρήση 3 δικτύων ταυτόχρονα με τον ελεγκτή **TWDL C E40DRF**, ή 2 δικτύων ταυτόχρονα για τους άλλους ελεγκτές



Εικόνα 2.2.1.: Πρόσθετη θύρα επικοινωνίας

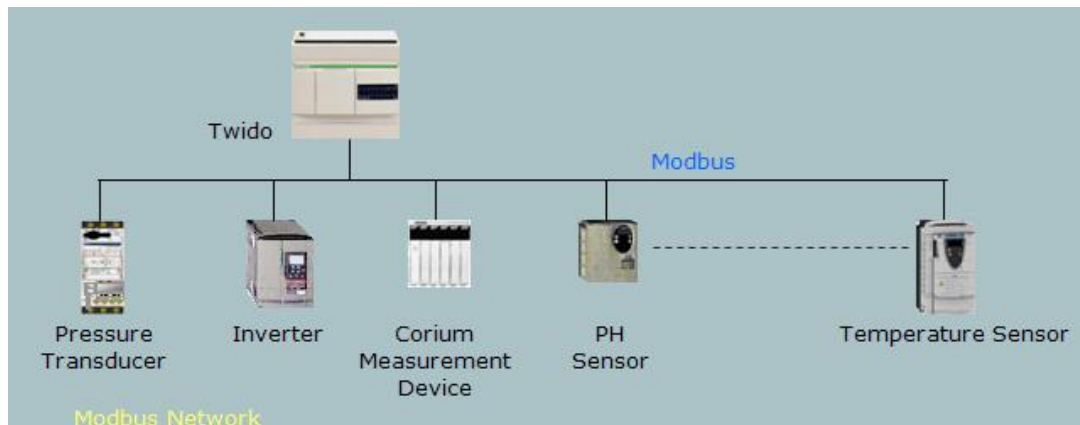
Πρέπει βέβαια να ξέρουμε ότι η 2^η θύρα επικοινωνίας υποστηρίζει τα ίδια πρωτόκολλα με την 1^η θύρα, εκτός του προγραμματισμού.

2.2.2. Απομακρυσμένες εισοδοί-έξοδοι (I/O)

Η απομακρυσμένη σύνδεση I/O είναι τύπος δικτύου μορφής διαύλου (bus) υψηλής ταχύτητας, τρόπου σύνδεσης master/slave.

Ο τρόπος λειτουργίας του είναι η μεταφορά μικρού όγκου δεδομένων ανάμεσα στο κύριο ελεγκτή (master) και μέχρι επτά απομακρυσμένων (slave) ελεγκτών.

Έτσι τα δεδομένα Εισόδων/Εξόδων του οποιοδήποτε απομακρυσμένου ελεγκτή μπορούν να μεταφερθούν, στον κύριο ελεγκτή (master). Για την περίπτωση που ο ελεγκτής διαμορφώνεται για να λειτουργήσει ως απομακρυσμένες I/O, δεν περιέχει και δεν εκτελεί κανένα πρόγραμμα, δηλαδή οι εισοδοί και έξοδοι του απομακρυσμένου ελεγκτή, γίνονται μια απλή επέκταση του Master ελεγκτή.



Εικόνα 2.2.2.: Σύστημα αυτοματισμού με απομακρυσμένη σύνδεση I/O (<http://www.automatica.gr>)

Για να υπάρχει πρόσβαση στις εισόδους/εξόδους του κάθε απομακρυσμένου ελεγκτή Twido, ο κύριος ελεγκτής (master), απλά καλεί την διεύθυνση του %I και %Q, σε μορφή σχεδόν όμοια με την γνωστή μορφή των εισόδων και εξόδων.

2.2.3. Σύνδεση απομακρυσμένων ελεγκτών

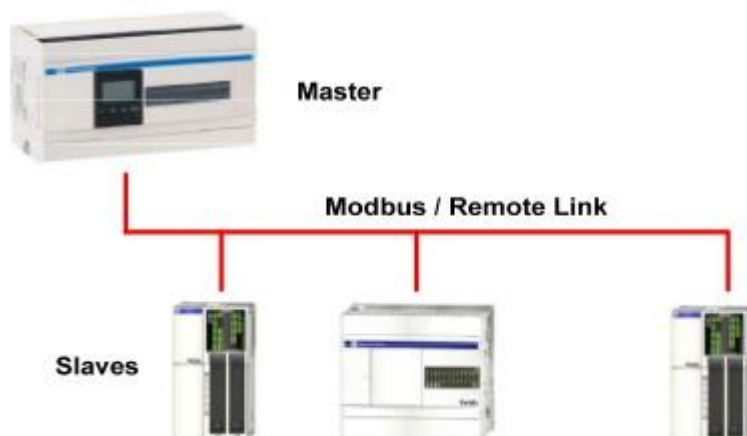
Η απομακρυσμένη σύνδεση ελεγκτών είναι επίσης τύπος δικτύου μορφής διαύλου (bus) υψηλής ταχύτητας, τρόπου σύνδεσης master/slave. Ο τρόπος λειτουργίας του επίσης είναι η μεταφορά μικρού όγκου δεδομένων ανάμεσα στο κύριο ελεγκτή (master) και μέχρι επτά απομακρυσμένων (slave) ελεγκτών. Ο τρόπος σύνδεσης των ελεγκτών είναι ίδιος ακριβώς όπως με τις απομακρυσμένες εισόδους/εξόδους.

Twido to Twido Communications

Master : Twido
Slave : Twido



• Modbus
• Remote Link

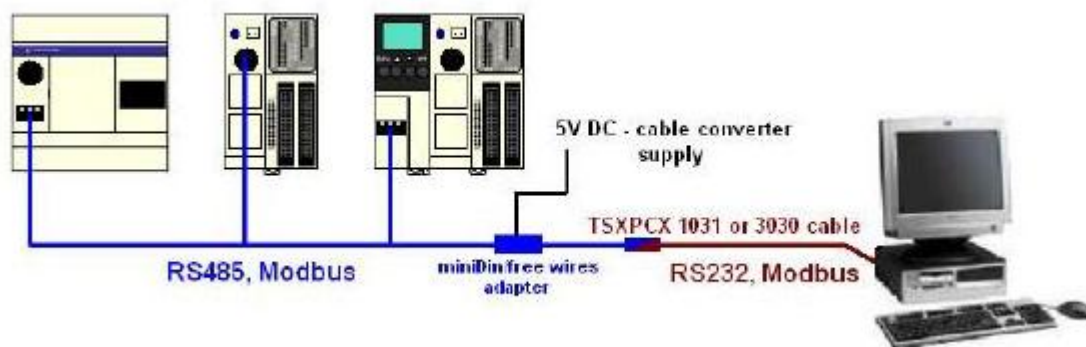


Εικόνα 2.2.3.: απομακρυσμένη σύνδεση ελεγκτών (<http://image.slidesharecdn.com>)

Για να επικοινωνήσει με τους απομακρυσμένους ελεγκτές, ο κύριος ελεγκτής (master) χρησιμοποιεί τις λέξεις δικτύου (word) **%INW** και **%QNW** για ανταλλαγή δεδομένων με τον απομακρυσμένου ελεγκτή) στο δίκτυο

2.2.4. Σύνδεση σε ASCII

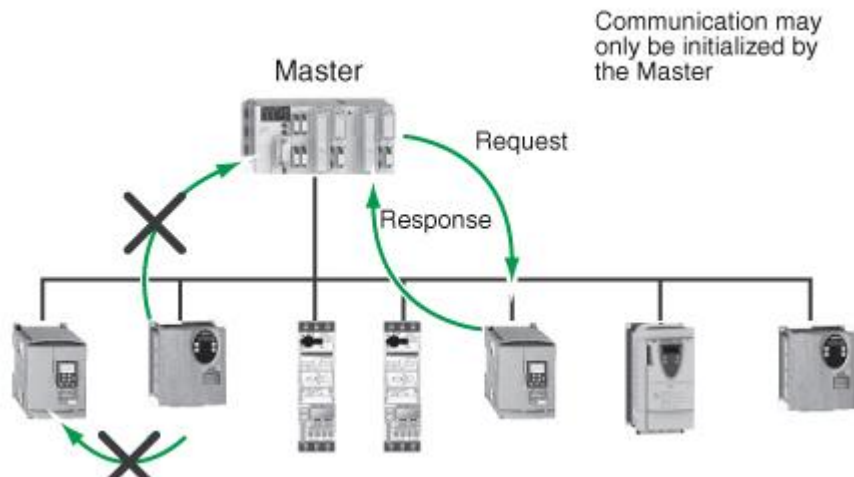
Η σύνδεση σε ASCII, είναι η επικοινωνία ανάμεσα σε ένα ελεγκτή και μιας ακόμη συσκευής. Η τύπος σύνδεσης σε ASCII είναι αρχιτεκτονικής ένα προς ένα, σε σειριακή RS232 σύνδεση μεταξύ τους. Σκοπός είναι η μεταφορά δεδομένων μεταξύ του ελεγκτή και της άλλης συσκευής, για παράδειγμα εκτυπωτές, οθόνες απεικόνισης, Η/Υ, κλπ. Συνηθισμένη εφαρμογή, είναι η αποθήκευση δεδομένων σε Η/Υ, για παράδειγμα τιμές θερμοκρασίας που καταγράφονται σε ελεγκτής, όπως στην εφαρμογή της εικόνας.



Εικόνα 2.2.4.: Σύνδεση RS232 με Η/Υ

2.2.5. Δίκτυο Modbus

Ο τύπος δικτύου Modbus, είναι δίκτυο μορφής διαύλου (bus), υψηλής ταχύτητας, αρχιτεκτονικής master/slave. Σκοπός είναι η μεταφορά δεδομένων μεταξύ του ελεγκτή (master) και μέχρι 30 απομακρυσμένων συσκευών, για παράδειγμα οθόνες απεικόνισης, Η/Υ, inverters, κ.α. Με το συγκεκριμένο δίκτυο, τα δεδομένα κάθε συσκευής γίνεται να μεταφερθούν σε μέγιστο μήκος δικτύου 1000m, ανάλογα με την εφαρμογή και το πρόγραμμα του master ελεγκτή. Σε κάθε ελεγκτή γίνεται να χρησιμοποιηθούν 2 θύρες επικοινωνίας, δηλαδή να υπάρχει σύνδεση σε 2 δίκτυα Modbus, όπου στο πρώτο ο ελεγκτής λειτουργεί σαν master και στο δεύτερο σαν slave.



Εικόνα 2.2.5.: Τύπος δικτύου Modbus (<http://www.electrical-installation.org/>)

2.2.6. Δίκτυο CanOpen

Ο τύπος δικτύου CanOpen, είναι επίσης δίκτυο μορφής διαύλου (bus), υψηλής ταχύτητας, αρχιτεκτονικής master/slave.

Σκοπός του συγκεκριμένου είναι η μεταφορά δεδομένων ανάμεσα στον κύριο ελεγκτή (master) και μέχρι των 16 απομακρυσμένων (slave) συσκευών, για παράδειγμα ελεγκτές, ρυθμιστές στροφών (inverters), ταχογεννητριών (encoders) κ.α. για κανονικές και πολύπλοκες μηχανές, μεταφορά και διαχείριση υλικών, κ.α.

Τα δεδομένα της κάθε απομακρυσμένης συσκευής γίνεται να μεταφερθούν σε ένα μέγιστο μήκος δικτύου 1000 m. με ταχύτητα 1 Mbit/sec, ανάλογα με την εφαρμογή και το πρόγραμμα του master ελεγκτή.



Εικόνα 2.2.6.(1):Κάρτα επικοινωνίας CanOpen

Έτσι με μία κάρτας επέκτασης, εφόσον ο ελεγκτής είναι επεκτάσιμος, με κωδικό TWDNC01M , ο ελεγκτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν master του

CanOpen δικτύου, ή απλά σαν slave, όπως η παρακάτω εφαρμογή στην εικόνα.

Η κάρτα επέκτασης με κωδικό TWDNC01M της Schneider Electric ακολουθεί το πρωτόκολλο του CanOpen Standard. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα να ρυθμιστεί με το λογισμικό TwidoSuite. Υπάρχει η δυνατότητα να προσθέσουμε αρχεία ρυθμίσεων άλλων στοιχείων και συσκευών CanOpen με αρχεία EDS, στον κατάλογο του TwidoSuite, για να τα χρησιμοποιηθούν στο δίκτυο της εφαρμογής μας.



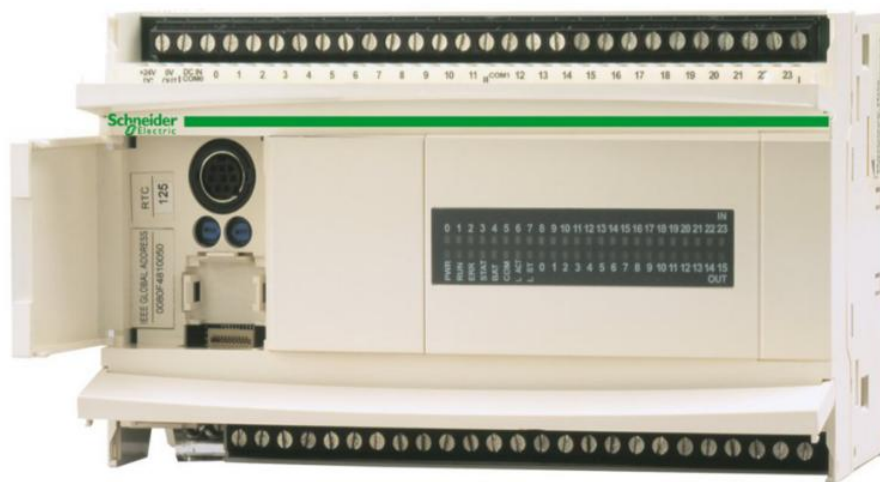
Εικόνα 2.2.6.(2): Σύστημα εφαρμογής σε δίκτυο CanOpen (<http://www2.schneider-electric.com>)

Για τους ρυθμιστές στροφών (inverters) της σειράς Altivar της Schneider Electric, παραδίδονται ειδικές εντολές (macros) για το TwidoSuite, για την απλούστευση των εντολών κινήσεων τους, μέσω του δικτύου CanOpen, για παράδειγμα Περιστροφή δεξιά, Περιστροφή αριστερά, και στάση.

2.2.7. Δίκτυο Ethernet

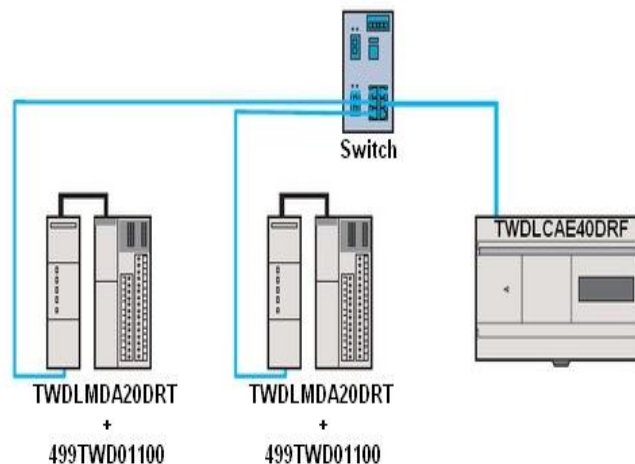
Η σύνδεση δικτύου Ethernet είναι ένας τύπος δικτύου μορφής αστέρα υψηλής ταχύτητας, αρχιτεκτονικής client/server. Σκοπός του συγκεκριμένου δικτύου είναι η μεταφορά δεδομένων ανάμεσα στον κύριο ελεγκτή (server) και των απομακρυσμένων συσκευών (clients) που δίνουν πρόσβαση οι IP διευθύνσεις

του δικτύου, για παράδειγμα ελεγκτές, οθόνες απεικόνισης, Η/Υ, ρυθμιστές στροφών, Gateways κ.α. Έτσι τα δεδομένα του απομακρυσμένου ελεγκτή μπορούν να μεταφερθούν, σε μέγιστο μήκος δικτύου 100 m μέχρι το switch (αλλαγή διεύθυνσης) ή hub (κέντρο), με μέγιστη ταχύτητα 100 Mbit/sec, ανάλογα με την εφαρμογή και το πρόγραμμα του ελεγκτή (client).



Εικόνα 2.2.7.(1): Ελεγκτής TWDLCAE40DRF (<http://electroautomatica.ru>)

Για να κατανοήσουμε καλύτερα, για να επικοινωνήσει μέσω δικτύου Ethernet, όπως ο ελεγκτής TWDLCAE40DRF ο οποίος διαθέτει ενσωματωμένη θύρα επικοινωνίας RJ45 Ethernet, ο κάθε ελεγκτής της σειράς Twido με λειτουργικό το λιγότερο V3.0, γίνεται με την χρήση του μετατροπέα (Gateway) TwidoPort από Modbus δίκτυο μετατροπής σε Ethernet, της σειράς ConneXium, με κωδικό 499TWD01100 στον περιεχόμενο κατάλογο του λογισμικού TwidoSuite.



Εικόνα 2.2.7.(2): Σύστημα μετατροπής με δίκτυο Ethernet (<http://www.schneiderelectric.fr>)

Η μόνη διαφορά έτσι που έχει ο ελεγκτής που χρησιμοποιεί το TwidoPort, σε σχέση με τον ελεγκτή TWDLCAE40DRE ο οποίος διαθέτει ενσωματωμένη θύρα επικοινωνίας RJ45 Ethernet, είναι ότι **δεν μπορεί** δώσει εντολή ανάγνωσης ή γραφής αιτημάτων (requests) από το Twido μέσω του TwidoPort.

2.2.8. Δίκτυο AS-I

Η σύνδεση δικτύου AS-I είναι τύπος δικτύου μορφής διαύλου (bus) υψηλής ταχύτητας, αρχιτεκτονικής master/slave. Σκοπός του συγκεκριμένου δικτύου είναι η μεταφορά δεδομένων ανάμεσα στον κύριο ελεγκτή (master) και μέχρι 62 διευθύνσεων (slave) συσκευών, για παράδειγμα μπουτόν, αισθητήρια, θερμομαγνητικούς διακόπτες, φάρους σήμανσης κ.α. Έτσι τα δεδομένα της απομακρυσμένης συσκευής μπορούν να μεταφερθούν, σε ένα μέγιστο μήκος δικτύου 100m χωρίς ενίσχυση (repeater), ή μέχρι 300 m με 2 repeaters.

Γίνεται σε κάθε ελεγκτή να μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέχρι και δυο κάρτες επικοινωνίας AS-Interface για σύνδεση μέχρι και σε δυο δίκτυα AS-I, στα οποία ο ελεγκτής μπορεί να λειτουργήσει ως master και στις δύο θύρες.



Εικόνα 2.2.8.: Κάρτα επέκτασης επικοινωνίας AS-I

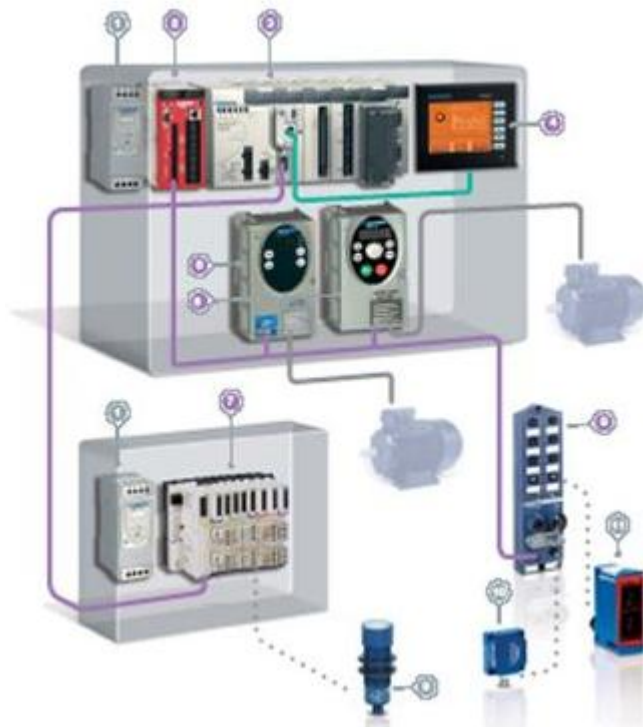
Η συγκεκριμένη κάρτα επέκτασης μας παρέχει:

Έως 31 τυποποιημένες και 62 εκτεταμένες διευθύνσεις

Έως 248 εισόδους και 186 εξόδους

Έως 7 αναλογικούς slaves (μέγιστος αριθμός 4 εισόδων/εξόδων για κάθε slave)

Ο μέγιστος αριθμός καρτών AS-Interface που έχουμε την δυνατότητα να συνδέσουμε σε ένα ελεγκτή Twido είναι δύο.



Εικόνα 2.2.8.: Εφαρμογή συστήματος με δίκτυο AS-Interface (<http://images.slideplayer.fr>)

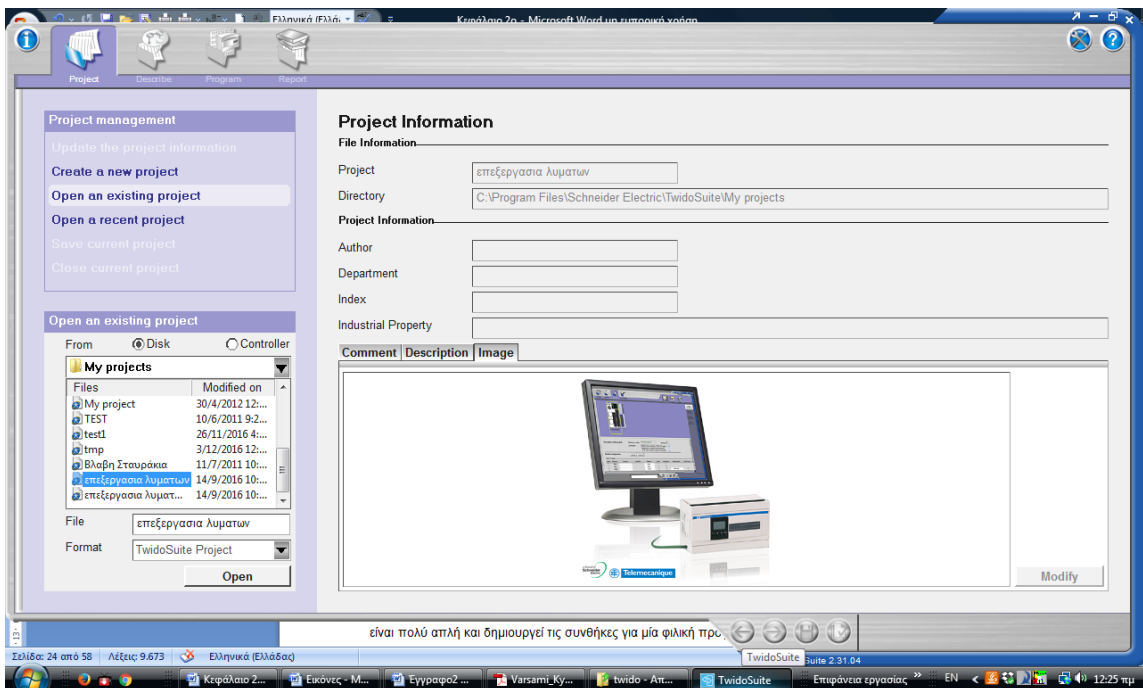
2.3. Το Λογισμικό Twidosuite

Το TwidoSuite είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης για τον προγραμματισμό των εφαρμογών των προγραμματιζόμενων λογικά ελεγκτών. Το TwidoSuite αναπτύχθηκε από την Schneider Electric με στόχο το κοινό που δεν έχει πολύ χρόνο για την εκμάθηση ή την χρήση ενός λογισμικού για τον προγραμματισμό PLC.

Το TwidoSuite χρησιμοποιείται επίσης από τον προγραμματιστή για να:

- Επιλέξει τον κατάλληλο ελεγκτή από τον κατάλογο υλικών της Schneider Electric

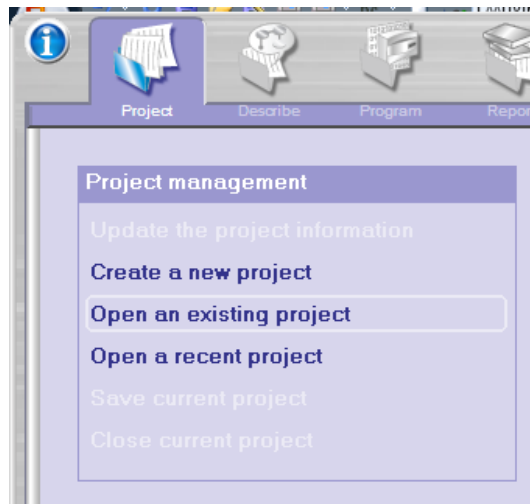
- Διαμορφώσει τα στοιχεία της εφαρμογής
- Συντάξει το πρόγραμμα της εφαρμογής
- Μεταφέρει το πρόγραμμα στον ελεγκτή
- Διαλέξει την εκκίνηση ή παύση εκτέλεσης του προγράμματος
- Διορθώσει την εφαρμογή
- Ρυθμίσει τις μεταβλητές λειτουργίας
- Εντοπίσει δυσλειτουργίες και σφάλματα της εφαρμογής
- Εκδώσει το αρχείο τεκμηρίωσης της εφαρμογής



Εικόνα 2.3.(1) : Περιβάλλον εργασίας προγράμματος TwidoSuite

Το TwidoSuite βοηθά και απλοποιεί όλες τις λειτουργίες με σκοπό την σημαντική μείωση του απαιτούμενου για τον προγραμματισμό χρόνο. Είναι ένα από τα λογισμικά προγραμματισμού τα οποία είναι οργανωμένα με βάση τις απαιτήσεις της ανάπτυξης ενός έργου. Επιπρόσθετα η διεπαφή του TwidoSuite είναι πολύ απλή και δημιουργεί τις συνθήκες για μία φιλική προς τον χρήστη, γρήγορη και αποτελεσματική χρήση.

Το παγκόσμιο δίκτυο των συνεργατών του συστήματος TwidoSuite, παρέχει μία ποικιλία υπηρεσιών για τους χρήστες του, όπως είναι η υποστήριξη, η εκπαίδευση και ο προγραμματισμός εφαρμογών.



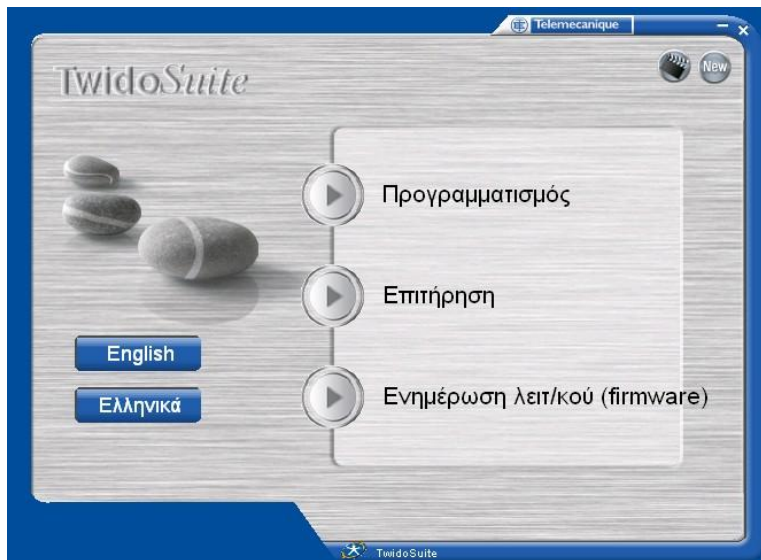
Εικόνα 2.3.(2) : Δημιουργία έργου στο πρόγραμμα TwidoSuite

Στο TwidoSuite ένα έργο είναι εύκολα ελέγξιμο και διαχειρίσιμο. Η διαδικασία δημιουργίας ενός νέου έργου δεν θα μπορούσε να είναι απλούστερη, καθώς και η εύρεση ενός παλιού στον σκληρό δίσκο του ηλεκτρονικού υπολογιστή ή άμεσα από τον προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή. Για λόγους εξοικονόμησης χρόνου κατά την επιλογή του έργου παρουσιάζονται όλες οι βασικές πληροφορίες του πριν ακόμη το άνοιγμά του, ώστε να γίνεται γρηγορότερη η εύρεση του επιθυμητού, καθώς και η άντληση των απαραίτητων γι' αυτό πληροφοριών χωρίς την ανάγκη περαιτέρω ανάπτυξης.

Μετά την δημιουργία ενός έργου, η συγγραφή του προγράμματος είναι πολύ απλή λόγω των δυνατοτήτων που παρέχει το TwidoSuite, και οι οποίες βασίζονται σε γραφικές περιγραφές του υλικού ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή καθώς και στο περιεχόμενο επικοινωνίας τους. Επίσης η τοποθέτηση ενός αντικειμένου μέσα στη ζώνη εργασίας είναι μία αυτοματοποιημένη διαδικασία επιλογής του αντικειμένου από ένα κατάλογο προϊόντων, και έπειτα μεταφοράς του στην επιθυμητή θέση.

Ξεκινώντας το Twidosuite, μπορούμε να επιλέξουμε ένα από τα παρακάτω όπως φαίνεται στην εικόνα:

- Προγραμματισμός
- Επιτήρηση
- Ενημέρωση λογισμικού (Firmware)



Εικόνα 2.3.(3) : Αρχικό Μενού λογισμικού twidoSuite

Το λογισμικό TwidoSuite είναι προθυμοποιημένο και είναι χωρισμένο σε ενότητες ή καρτέλες, οι οποίες μας βοηθάνε στην δημιουργία της εφαρμογής μας με ξεκάθαρο τρόπο.

Υπάρχουν διάφορα είδη ελεγκτών Twido, ανάλογα με τον αριθμό εισόδων/εξόδων (I/O), είτε είναι επεκτάσιμοι είτε όχι. Κάθε τύπος ελεγκτή έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.

Επομένως δεύτερη κίνηση μας, αφού στην πρώτη θα έχουμε καθορίσει την ονομασία της εφαρμογής μας, είναι να καθοριστεί ο ελεγκτής που πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε.

Κατά την επιλογή του ελεγκτή μας, το λογισμικό επιλέγει κάποια λειτουργικά στοιχεία όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τον ελεγκτή μας.

Στις εφαρμογές μας, κάποιες φορές έχουμε την ανάγκη τέτοιων λειτουργικών στοιχείων, όπως χρονικά, μετρητές, μέτρηση με ρολόγια πραγματικού χρόνου (RTC), κ.α., τα οποία χρειάζεται να ρυθμιστούν προκειμένου να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν από το πρόγραμμα.

Για ένα χρονικό για παράδειγμα είναι απαραίτητο να οριστεί:

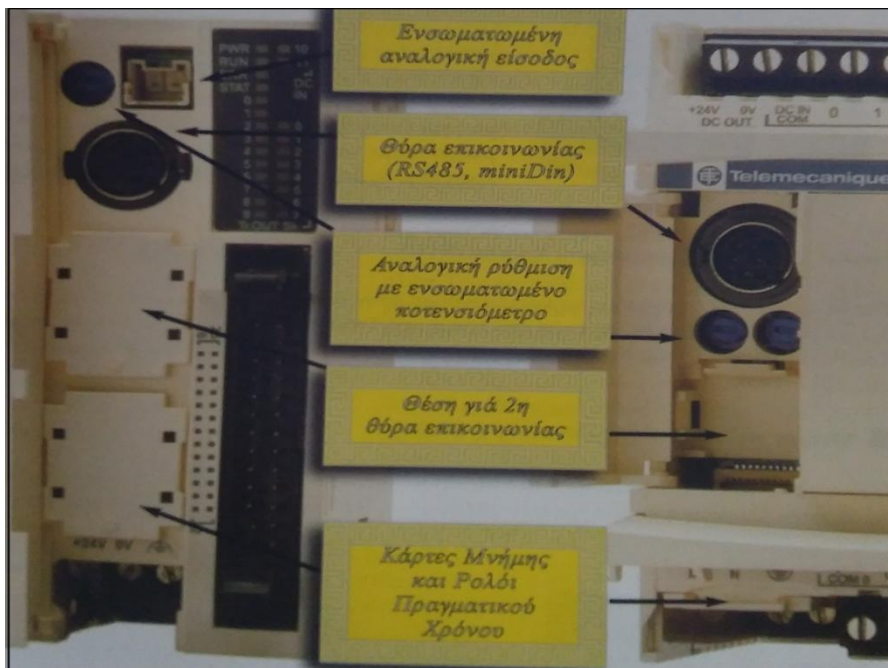
- Το είδος του, αν είναι καθυστέρησης ενεργοποίησης (Ton) ή απενεργοποίησης (Toff) ή καστάνιας
- Η χρονική βάση του (μονάδα μέτρησης, π.χ. 1 sec)
- Η προρυθμισμένη τιμή του

Αυτά τα στοιχεία έχουμε τη δυνατότητα να τα τροποποιήσουμε κατά τη διάρκεια του προγραμματισμού, αλλά καλύτερα πάντα είναι να γίνεται στην έναρξη.

Η επιλογή του κατάλληλου ελεγκτή πρέπει να γίνει με βάση τα παραπάνω κριτήρια.

Μπορούμε να ξεκινήσουμε ξεκινώντας από το χαμηλότερο επίπεδο δυνατοτήτων, για παράδειγμα με 10 εισόδους/εξόδους(I/O) χωρίς δυνατότητα επέκτασης, έως για παράδειγμα με 40 εισόδους/εξόδους(I/O) με δυνατότητα επέκτασης έως και 264 εισόδους/εξόδους(I/O).

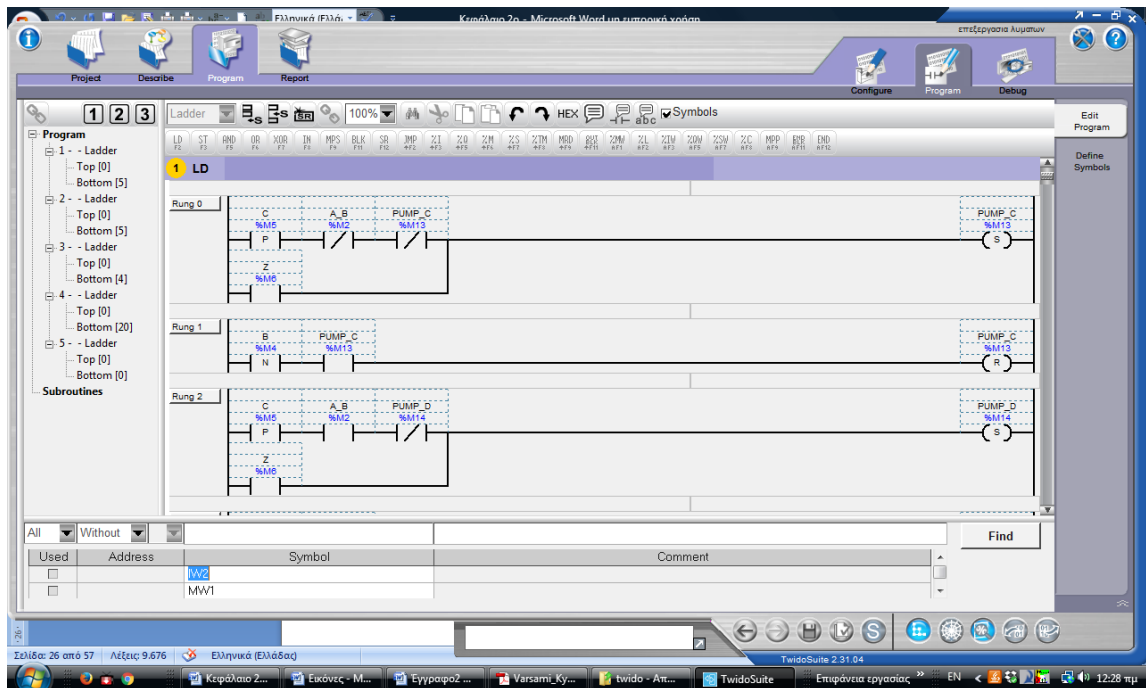
Υπάρχει δυνατότητα να προσθέσουμε περισσότερα εξαρτήματα, άρα υψηλότερο επίπεδο επεξεργαστή, σημαίνει μεγαλύτερες δυνατότητες μνήμης και ενσωματωμένων λειτουργιών. Μπορούμε να προσθέσουμε όλα τα εξαρτήματα που έχουμε αναφέρει, όπως για παράδειγμα επιπλέον θύρα επικοινωνίας.



Εικόνα 2.3.1.(4).: Εξαρτήματα και προαιρετικά στοιχεία Twido

2.3.1. Σύνταξη του προγράμματος

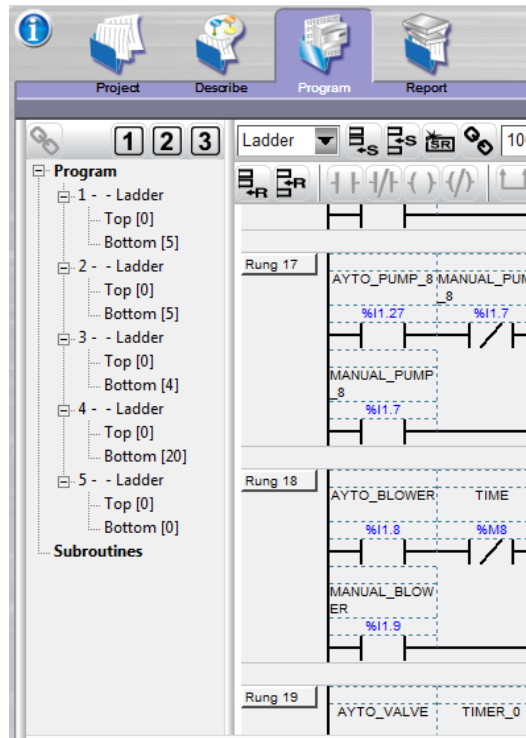
Η κύρια λειτουργία του λογισμικού είναι η σύνταξη του προγράμματος και η μεταφορά του στο ΠΛΕ..



Εικόνα 2.3.1.(1): Παράθυρο σύνταξης προγράμματος με το λογισμικό Twidosuite

Το πρόγραμμα γράφεται στο παράθυρο επεξεργασίας του λογισμικού. Το παράθυρο επεξεργασίας χρησιμοποιείται για να εισάγουμε τις διαφορετικές επαφές, τα πηνία και συγκεκριμένα όλα τα απαραίτητα στοιχεία της γλώσσας επαφών (Ladder).

Για την διευκόλυνση της εξερεύνησης του κάθε προγράμματος, υπάρχει η επιλογή της γρήγορης πρόσβασης σε κάθε τμήμα του προγράμματος, με την χρήση μίας λίστας που βρίσκεται στο πλάι του προγράμματος και στην οποία καταγράφονται όλα του τα τμήματα. Με την επιλογή του τμήματος ενδιαφέροντος, αυτόματα μεταφέρεται η εστίαση σε αυτό το σημείο.



Εικόνα 2.3.1.(2) : Λίστα τμημάτων προγράμματος

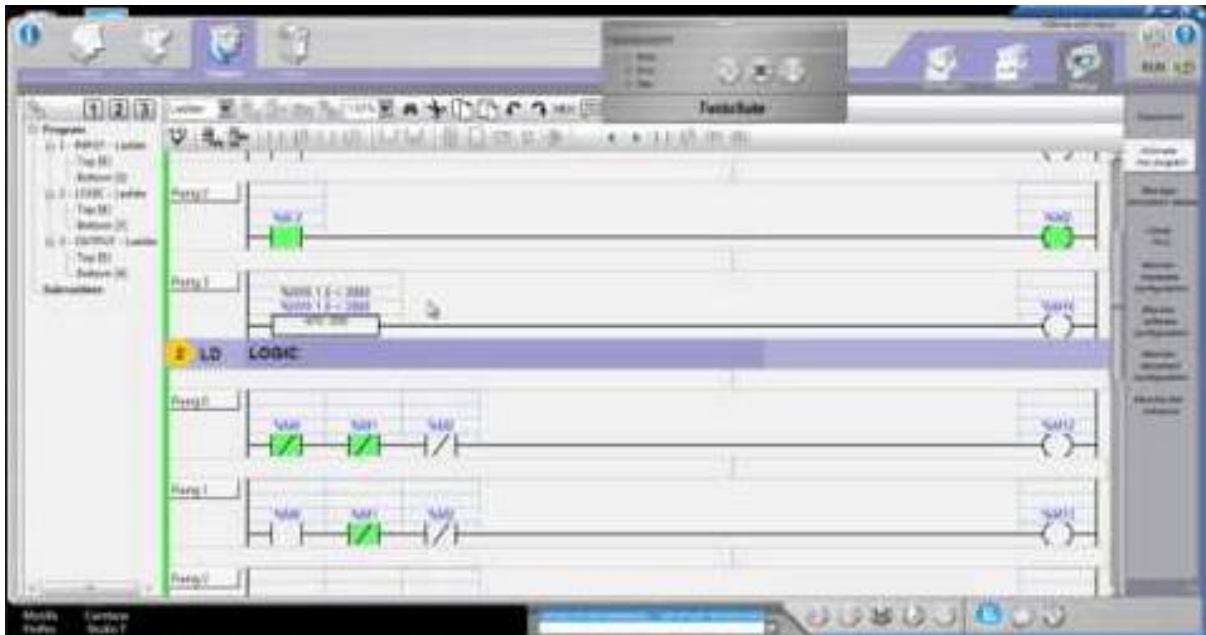
2.3.2. Εκτέλεση και παύση του προγράμματος

Με το που μεταφερθεί το πρόγραμμα στον ελεγκτή, δεν λειτουργεί ακόμα.

Πρέπει πρώτα να το τρέξουμε, έτσι ώστε αυτόματα να :

- Διαβάσει την θέση των αισθητηρίων
- Εκτελέσει τις ενότητες του προγράμματος
- Ενεργοποιήσει τις επαφές εξόδου

Φυσικά έχουμε την δυνατότητα, ανά πάσα στιγμή να παγώσουμε την εκτέλεση του προγράμματος.



Εικόνα 2.3.2.: Οθόνης εκτέλεσης προγράμματος του λογισμικού Twidosuite

2.4. Αποσφαλμάτωση / διόρθωση του προγράμματος

Το λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελεγχτεί ότι η εφαρμογή μας λειτουργεί σύμφωνα με τις εντολές που έχουν γραφτεί στο πρόγραμμα.

Μόλις εκτελεστεί το πρόγραμμα, πρέπει να ελέγξουμε αν λειτουργεί με τον επιθυμητό τρόπο. Τη διαδικασία αυτή λέμε αποσφαλμάτωση.

Μιλώντας για αποσφαλμάτωση και διόρθωση του προγράμματος, φυσικά αναφερόμαστε και στην ρύθμιση των μεταβλητών του προγράμματος. Η λειτουργία αυτή παρέχεται από το λογισμικό του προγράμματος και αναφέρεται στη ρύθμιση των διαφόρων στοιχείων ,για παράδειγμα χρονικά, μετρητές, ρολόγια πραγματικού χρόνου, κ.α.

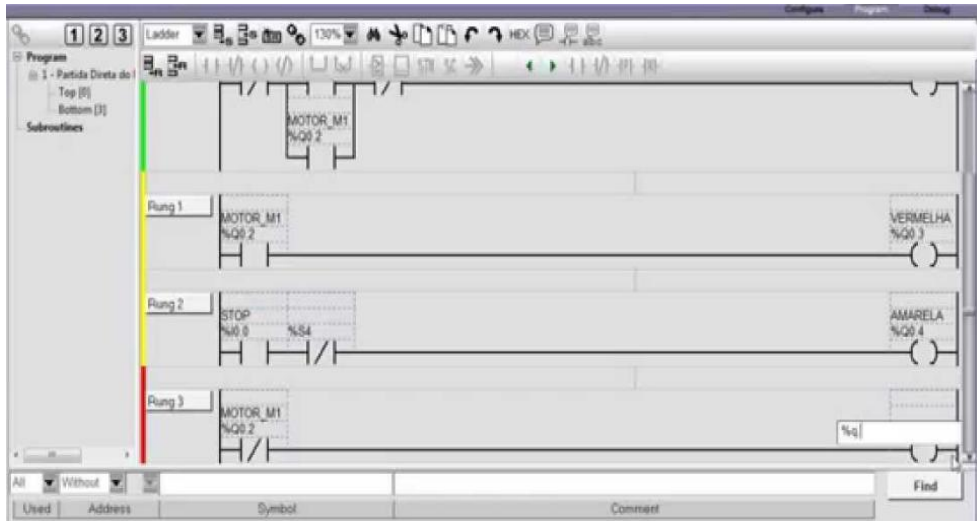
2.4.1. Διάγνωση σφαλμάτων

Υποθέτουμε ότι ο ελεγκτής μας, έχει τρέξει το πρόγραμμα, όταν κάποια στιγμή παρατηρούμε ότι δεν λειτουργεί η εφαρμογή μας με τον επιθυμητό τρόπο.

Ξέρουμε πλέον ότι το 99% των προβλημάτων σε μια εφαρμογή, οφείλεται σε στοιχεία που βρίσκονται εκτός του ελεγκτή, για παράδειγμα αισθητήρια, βαλβίδες, τερματικοί διακόπτες, κ.α.

Ακόμα και αν τα προβλήματα σε μια εφαρμογή δεν βρίσκονται στον ελεγκτή, αλλά στα στοιχεία που τον περιβάλλουν, το λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τα εντοπίσει.

Η διόρθωση σφαλμάτων ή δυσλειτουργιών γενικότερα είναι δυνατή μέσω του λογισμικού προγραμματισμού.



Εικόνα 2.4.1.: Οθόνη διάγνωσης σφαλμάτων από το λογισμικό

2.4.2. Σε σύνδεση (online) ή εκτός σύνδεσης (offline)

Έχουμε αναφέρει κάποιες από τις λειτουργίες του λογισμικού, κάποιες από τις οποίες δεν είναι πάντα διαθέσιμες. Μερικές από τις λειτουργίες είναι διαθέσιμες όταν είμαστε εκτός σύνδεσης, και άλλες είναι διαθέσιμες όταν είμαστε σε σύνδεση.

Εκτός σύνδεσης είμαστε όταν ο υπολογιστής δεν συνδέεται με τον ελεγκτή, όπου σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να επιλέξουμε τον τύπο του ελεγκτή, τους τύπους των χρονικών, να συντάξουμε το πρόγραμμα της εφαρμογής μας, να το αποθηκεύσουμε στη μνήμη του υπολογιστή μας, κ.α.. βέβαια όλα όσα γράφουμε παραμένουν στον υπολογιστή μας.

Αργότερα πρέπει να μεταφερθεί το πρόγραμμα στον ελεγκτή, αφού αυτός ελέγχει την εφαρμογή μας.

Αντίστοιχα, σε σύνδεση βρισκόμαστε όταν ο υπολογιστής συνδέεται με τον ελεγκτή.

Οπότε για να είμαστε σε ενεργή σύνδεση, θα πρέπει να ισχύει:

- Ο υπολογιστής μας να συνδέεται με τον ελεγκτή μέσω καλωδίου προγραμματισμού

- Να ζητήσουμε, και να μας δοθεί σύνδεση μέσω του λογισμικού προγραμματισμού
- Αφού γίνουν αυτά μπορούμε να καθοδηγήσουμε τον ελεγκτή μας, ώστε να εκτελέσει το πρόγραμμα που συντάξαμε.
- Τι δυνατότητες υπάρχουν όταν βρισκόμαστε σε σύνδεση ή εκτός σύνδεσης!
- Εκτός σύνδεσης μπορούμε να:
 - Διαλέξουμε τον τύπο του ελεγκτή, για παράδειγμα Twido 10, 16, κ.α.
 - Διαμορφώσουμε τα στοιχεία του προγράμματος, για παράδειγμα τα χρονικά, κ.α.
- Συντάξουμε το πρόγραμμα εφαρμογής
- Μεταφέρουμε το πρόγραμμα στον ελεγκτή, κατόπιν σύνδεσης του υπολογιστή με τον ελεγκτή
- Σε σύνδεση μπορούμε να:
 - Εκκινήσουμε και να σταματήσουμε την εκτέλεση του προγράμματος
 - Διορθώσουμε το πρόγραμμα
 - Ρυθμίσουμε τα στοιχεία του προγράμματος
 - Εντοπίσουμε τις προεπιλογές του προγράμματος

Εκτός από την μεταφορά του προγράμματος, οι ενέργειες που έχουν άμεσα σχέση με τον ελεγκτή, πραγματοποιούνται όταν βρισκόμαστε σε σύνδεση.

2.5. Προγραμματισμός με τη χρήση του λογισμικού Twidosuite

Για την δημιουργία κάποιου προγράμματος, το οποίο αποτελείται από μια σειρά εντολών, υπάρχουν διαθέσιμες τρεις γλώσσες προγραμματισμού :

- Γλώσσα λίστας, ή αλλιώς Instruction list.
- Γλώσσα επαφών, ή αλλιώς Ladder.
- Γλώσσα διαγράμματος ροής, ή αλλιώς γλώσσα SFC (Grafcet)

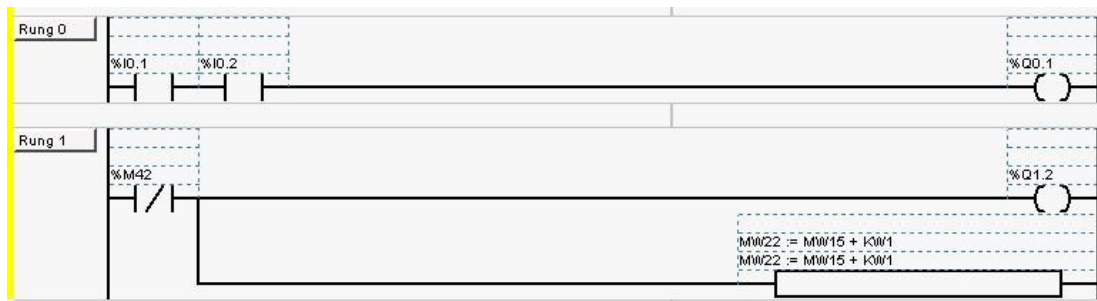
2.5.1. Προγραμματισμός σε Ladder

Ένα κύκλωμα σε γλώσσα επαφών (Ladder) είναι παρόμοιο με ένα ηλεκτρολογικό κύκλωμα αυτοματισμού. Η γλώσσα επαφών έχει ορισμένες, αλλά σημαντικές διαφορές στους συμβολισμούς με τον αντίστοιχο ηλεκτρολογικό διάγραμμα, από τις οποίες οι βασικότερες είναι:

- Οι είσοδοι απεικονίζονται από σύμβολα επαφών, αντί των ηλεκτρολογικών διακοπών
- Οι έξοδοι απεικονίζονται από σύμβολα πηνίων, αντί του ηλεκτρολογικού (τετράγωνου) πηνίου
- Σε ένα πρόγραμμα γλώσσας επαφών μπορούμε να εισάγουμε αριθμητικές εντολές και πράξεις

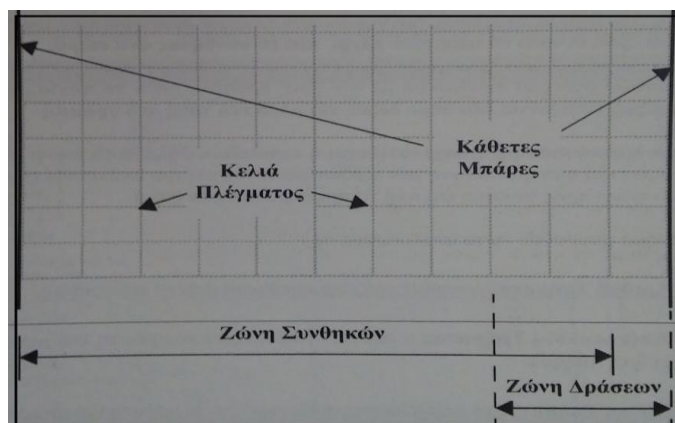
Ένα πρόγραμμα που δημιουργείται σε γλώσσα επαφών (Ladder), αποτελείται από ενότητες ή αλλιώς rungs, είναι ένα σύνολο από επαφές, πηνία και κάποιες άλλες δυνατότητες λειτουργιών, σχεδιασμένα μεταξύ δύο κάθετων γραμμών.

Οι ενότητες αυτές, όσες υπάρχουν, αποτελούν το πρόγραμμα και εκτελούνται διαδοχικά από τον ελεγκτή



Εικόνα 2.5.1.(1): Ενότητες (Rungs) προγράμματος TwidoSuite

Κάθε ενότητα σε γλώσσα επαφών (Ladder) αποτελείται από ένα πλέγμα επτά σειρών επί έντεκα στηλών που ορίζεται σε δύο ζώνες όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.5.1.(2): Πλέγμα σε επιφάνεια προγραμματισμού του λογισμικού twidoSuite

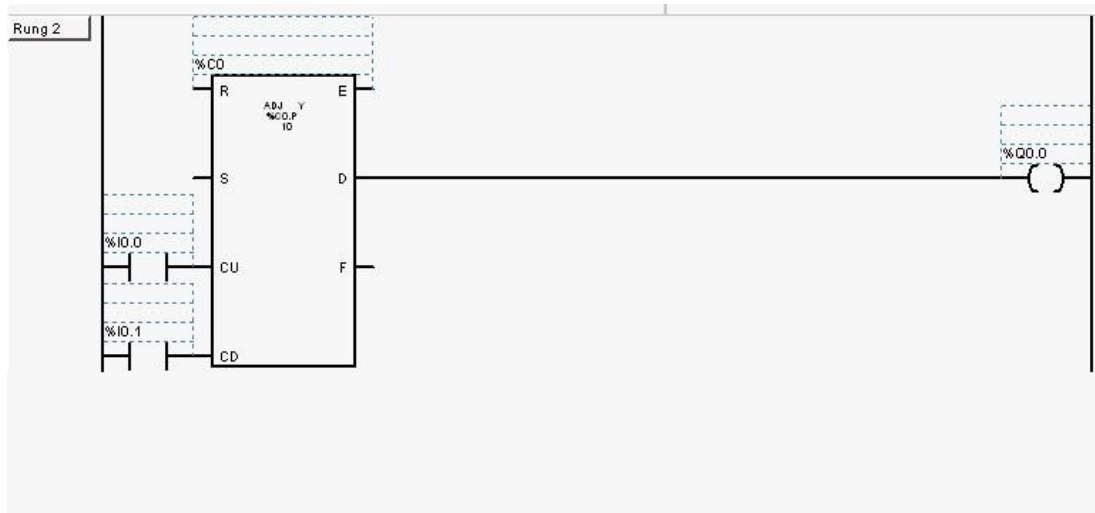
Οι δύο ζώνες που ορίζεται το πλέγμα είναι οι εξής:

- Ζώνη συνθηκών η οποία περιέχει τις συνθήκες ή παραμέτρους που ελέγχονται προκειμένου να εκτελεστούν οι ενέργειες που υπάρχουν στην ζώνη δράσεως. Οριοθετείται από τις στήλες 1-10, και περιλαμβάνει τις επαφές, τα λειτουργικά στοιχεία και τα στοιχεία σύγκρισης.
- Ζώνη δράσεων η οποία περιέχει τις ενέργειες και δράσεις που θα εκτελέσει ο ελεγκτής, με την μορφή εξόδων ή πράξεων αναλόγως των αποτελεσμάτων εκπλήρωσης στην ζώνη συνθηκών. Οριοθετείται από τις στήλες 8-11, και περιλαμβάνει τα πηνία και τα στοιχεία πράξης.

2.5.2.Γραφικά στοιχεία της γλώσσας επαφών (Ladder)

Η γλώσσα επαφών είναι σαν μια γραφική γλώσσα, της οποίας η λειτουργία ορίζεται από γραφικά στοιχεία όπως τα εξής: επαφές, συνδέσεις, πηνία, εντολές μετάβασης, λειτουργικά στοιχεία, εντολές σύγκρισης, εντολές πράξης

Οι επαφές, τα πηνία και οι εντολές μετάβασης (jump και call) δεσμεύουν ένα μόνο κελί του πλέγματος της επιφάνειας προγραμματισμού. Τα λειτουργικά στοιχεία, οι εντολές σύγκρισης και πράξης καταλαμβάνουν πολλαπλά κελιά.



Εικόνα 2.5.2.: Λειτουργικό στοιχείο, επαφές και πηνία

2.5.3 .Επαφές

Οι επαφές τοποθετούνται στην ζώνη συνθηκών και καταλαμβάνουν ένα μονό κελί.

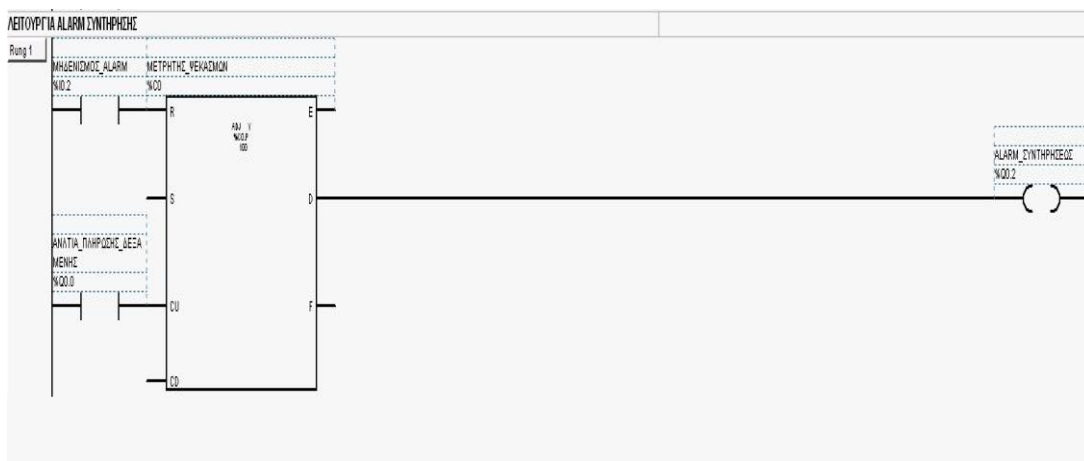
Μπορούμε να δούμε μια περιγραφή των γραφικών στοιχείων αυτών στον πίνακα παρακάτω.

Όνομασία	Γραφικό στοιχείο	Γλώσσα List	Περιγραφή εντολής
Κανονικά ανοικτή επαφή		LD	Διαρροή της επαφής όταν βρίσκεται σε κατάσταση 1 (ON)
Κανονικά κλειστή επαφή		LDN	Διαρροή της επαφής όταν βρίσκεται σε κατάσταση 0 (OFF)
Επαφή ανερχόμενης παρυφής		LDR	Διαρροή της επαφής την στιγμή της αλλαγής κατάστασης από 0 (OFF) σε 1 (ON)
Επαφή κατερχόμενης παρυφής		LDF	Διαρροή της επαφής την στιγμή της αλλαγής κατάστασης από 1 (ON) σε 0 (OFF)

Εικόνα 2.5.3.: Επεξήγηση επαφών

2.5.4.Λειτουργικά στοιχεία

Τα λειτουργικά στοιχεία (Function blocks), εισάγονται στην ζώνη συνθηκών του πλέγματος της επιφάνειας προγραμματισμού. Βασικός κανόνας είναι ότι πρέπει να εισάγονται στην πρώτη γραμμή της λογικής ενότητας (rung). Σε ενότητα που υπάρχει κάποιο λειτουργικό στοιχείο, για παράδειγμα ένας μετρητής, δεν επιτρέπεται να υπάρχουν γραμμές που να συνδέουν άλλα στοιχεία, πάνω ή κάτω από αυτό τον μετρητή. Οι συνδέσεις και γραμμές που επιτρέπονται είναι αυτές που καταλήγουν, ή προέρχονται από τις επαφές του λειτουργικού αυτού στοιχείου.

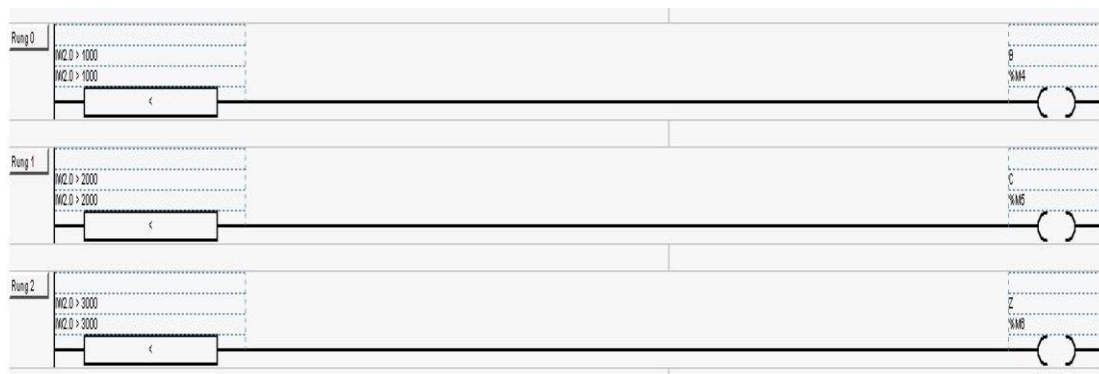


Εικόνα 2.5.4.: Λειτουργικό στοιχείο (Μετρητής)

2.5.5.Στοιχεία σύγκρισης

Τα στοιχεία σύγκρισης (Comparison blocks) τοποθετούνται στη ζώνη συνθηκών του πλέγματος της επιφάνειας προγραμματισμού.

Τα στοιχεία σύγκρισης εισάγονται σε οποιαδήποτε γραμμή ή στήλη της ενότητας (rung), με την προϋπόθεση ότι όλο το μήκος τους βρίσκεται εντός της ζώνης συνθηκών..



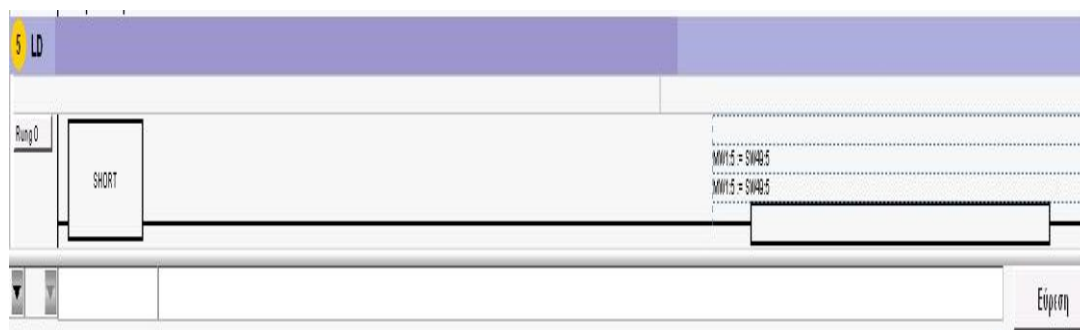
Εικόνα 2.5.5.: Στοιχείο σύγκρισης

Για να εισάγουμε την εντολή στο στοιχείο σύγκρισης, για παράδειγμα **IW2.0>3000**, γίνεται με ένα κλικ στο πεδίο επάνω από το στοιχείο σύγκρισης, και μετά η πληκτρολόγηση της εντολής που θέλουμε.

2.5.6.Στοιχεία πράξης

Τα στοιχεία πράξης (Comparison blocks) τοποθετούνται στην ζώνη δράσεων του πλέγματος της επιφάνειας προγραμματισμού.

Τα στοιχεία πράξης εισάγονται σε οποιαδήποτε γραμμή, με την διαφορά όμως ότι θα πρέπει να εισάγονται στο άκρο δεξιά δηλαδή, της ενότητας (rung), με την προϋπόθεση ότι όλο το μήκος τους βρίσκεται εντός της ζώνης συνθηκών.



Εικόνα 2.5.6. : Στοιχείο πράξης

Για να εισάγουμε την εντολή στο στοιχείο πράξης, για παράδειγμα **MW1:5 := SW49:5**, γίνεται με ένα κλικ στο πεδίο επάνω από το στοιχείο πράξης, και μετά η πληκτρολόγηση της εντολής που θέλουμε.

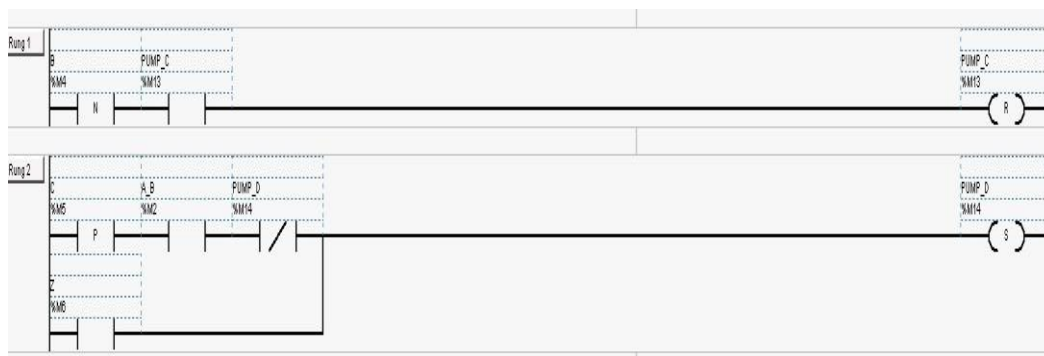
2.5.7. Στοιχεία αποσφαλμάτωσης

Οι εντολές OPEN και SHORT μας βοηθάνε, με απλή μέθοδο, για αποσφαλμάτωση και ανίχνευση λαθών στην γλώσσα επαφών (Ladder).

Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να αλλάξουμε το αποτέλεσμα κάθε ενότητας (rung), είτε βραχυκυκλώνοντας, με λογικό 1, με την εντολή SHORT, είτε διακόπτοντας την συνέχεια της ενότητας (rung), με λογικό 0, με την εντολή OPEN.

2.6. Συνδέσεις Επαφών

Στη γλώσσα Ladder το πιο κοινό στοιχείο είναι οι επαφές, οι οποίες μπορούν να αποτελούν τα στοιχεία εισόδου, για παράδειγμα τερματικούς διακόπτες, απλά μπουτόν ή στοιχεία Bit μνήμης (βοηθητικά ρελέ).



Εικόνα 2.6.: Απεικόνιση επαφών στη γλώσσα Ladder

2.6.1. Πηνία

Τα πηνία αντιστοιχούν στις εξόδους του ελεγκτή και αντιπροσωπεύουν τις εντολές που θέλουμε να εκτελέσουμε. Οι έξοδοι ενημερώνονται στο τέλος εκτέλεσης κάθε κύκλου.

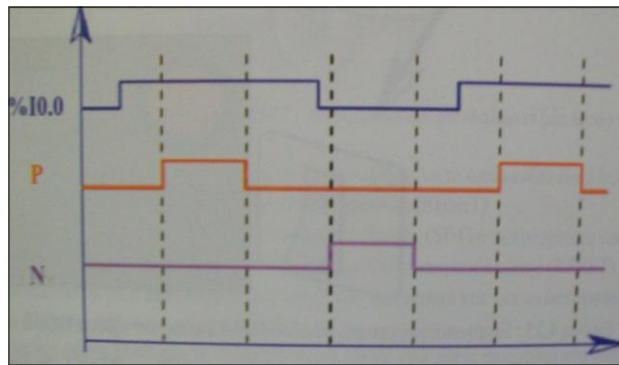
Υπάρχουν τεσσάρων ειδών πηνία:

- Το κανονικό πηνίο
- Το ανάστροφο πηνίο
- Το πηνίο μανδάλωσης η αυτοσυγκράτησης (SET)
- Το πηνίο απομανδάλωσης (RESET)

Το πηνίο μανδάλωσης (SET) ενεργοποιεί και αυτοσυγκρατεί ή μανδαλώνει μια έξοδο. Έτσι παραμένει ενεργοποιημένο μέχρι να το απομανδάλώσει το πηνίο απομανδάλωσης (RESET). Στο πρόγραμμα σε γλώσσα Ladder για κάθε πηνίο μανδάλωσης πρέπει και να υπάρχει ένα πηνίο απομανδάλωσης

2.6.2. Επαφές ανερχόμενης/κατερχόμενης παρυφής

Η επαφή ανερχόμενης παρυφής ενεργοποιείται την χρονική στιγμή, που η είσοδος του προγράμματος αλλάζει από 0 σε 1. Αντίστοιχα η επαφή κατερχόμενης παρυφής ενεργοποιείται τη χρονική στιγμή, που η είσοδος του προγράμματος αλλάζει από 1 σε 0. Η αντίληψη της αλλαγής των εισόδων από το πρόγραμμα για τις επαφές ανερχόμενης/κατερχόμενης παρυφής γίνεται αντιληπτή σε κάθε νέο κύκλο.

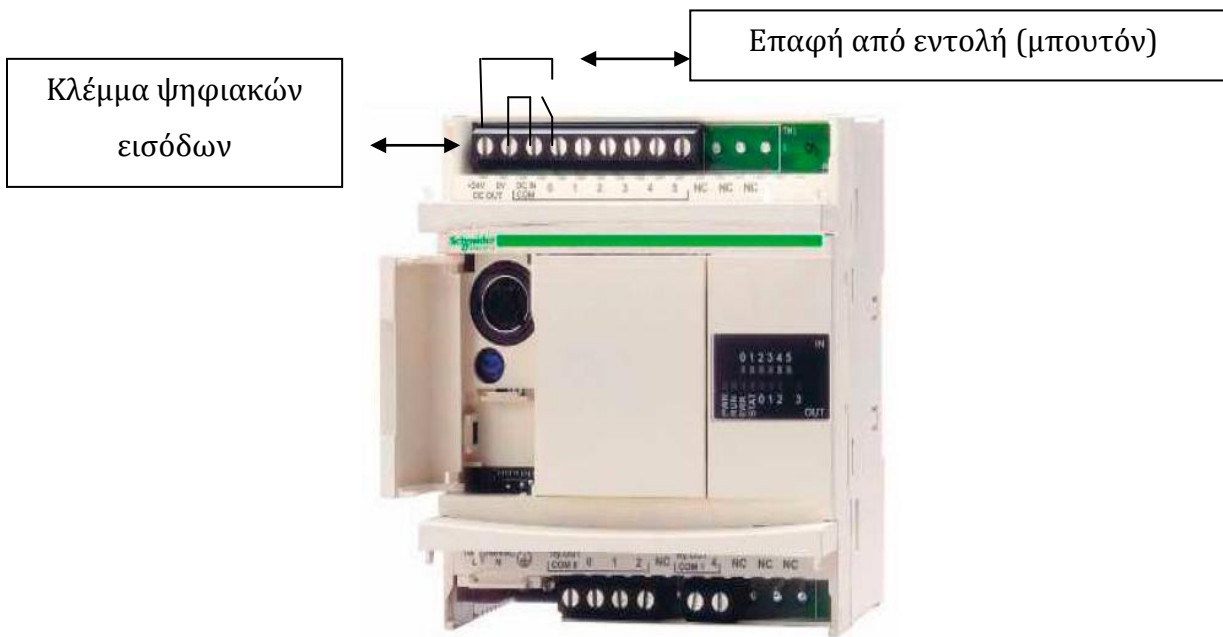


Εικόνα 2.6.2.:Διάγραμμα ενεργοποίησης επαφών ανερχόμενης/κατερχόμενης παρυφής

2.6.3. Σύνδεση Ψηφιακών εισόδων

Οι ψηφιακές εισοδοί είναι ψηφιακά δεδομένα μορφής bit από αισθητήρια, μπουτόν, διακόπτες κ.α.. Η τιμή τους μπορεί να είναι 1 ή 0 (κλειστή ή ανοικτή επαφή), πιο συγκεκριμένα στις ψηφιακές εισόδους χρησιμοποιείται η ακόλουθη σύνταξη:

Στην εικόνα μπορούμε να δούμε την ψηφιακή είσοδο %I0.1

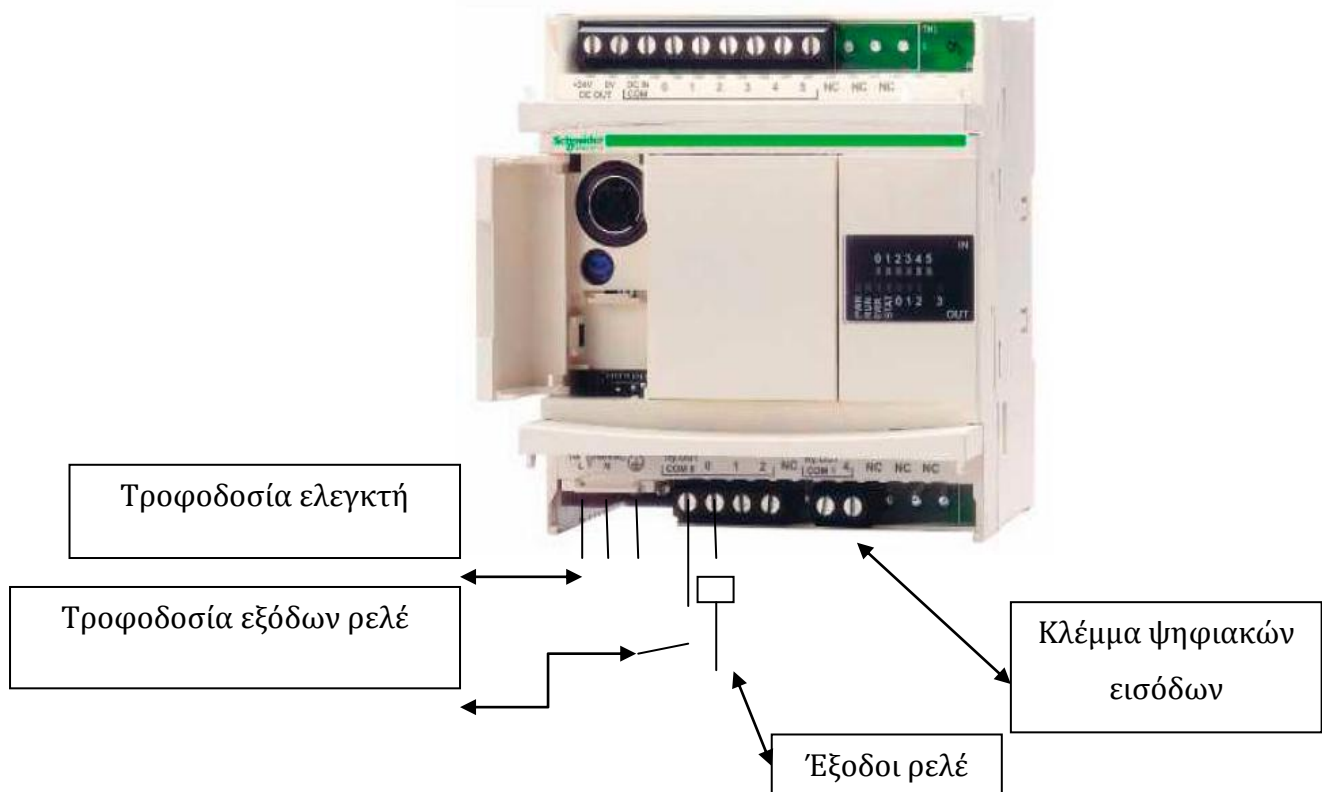


Εικόνα 2.6.3.: Ψηφιακοί είσοδοι ελεγκτή

2.6.4. Σύνδεση ψηφιακών εξόδων.

Οι ψηφιακές έξοδοι είναι ψηφιακές εντολές μορφής προς κινητήρια στοιχεία ή στοιχεία ελέγχου για παράδειγμα ρελέ, καταναλωτές, θερμικά, συστήματα ασφαλείας κ.α. Η τιμή τους μπορεί να είναι 1 ή 0 (ενεργοποιημένη ή απενεργοποιημένη έξοδος) πιο συγκεκριμένα στις ψηφιακές εξόδους χρησιμοποιείται η ακόλουθη σύνταξη: **%Qy.z**

Στην εικόνα βλέπουμε για παράδειγμα την ψηφιακή έξοδο % Q0.1



Εικόνα 2.6.4.: Ψηφιακοί έξοδοι ελεγκτή

2.7. Εσωτερικά στοιχεία

2.7.1.Bit μνήμης (memory bit)

Το Bit Μνήμης είναι ένα βοηθητικό ρελέ σε μορφή bit. Με αυτό γίνεται να αποθηκεύσουμε εσωτερικά και να διαχειριστούμε όπως την τιμή μιας εισόδου/εξόδου, γενικά πληροφορίας σε μορφή ψηφίου (Bit).

Η τιμή του μπορεί να είναι είτε 1 είτε 0, έτσι χρησιμοποιείται η παρακάτω σύνταξη:

%M n

Τα Bit Μνήμης ξεκινάνε από %M0, %M1, έως %M127 bits, κοινά για όλους τους ελεγκτές Twido, και αυξάνονται αναλόγως την κάρτα επέκτασης.

2.7.2.Bit συστήματος (system bit)

Με το Bit συστήματος γίνεται να αποθηκεύσουμε και να διαχειριστούμε εσωτερικά την τιμή μιας πληροφορίας του συστήματος σε μορφή ψηφίου (Bit).

Η τιμή τους μπορεί να είναι 1 ή 0, έτσι χρησιμοποιείται η ακόλουθη σύνταξη:

%S n

Επειδή είναι στοιχεία συστήματος, ο περιορισμός ως προς τον αριθμό, δηλαδή πόσα, γίνεται να χρησιμοποιηθούν σε κάποιο πρόγραμμα, ο οποίος κυμαίνεται από %S0 και του %S 127 αλλά και ως προς τον τύπο χρήση ελεγκτή (αν δηλαδή επιτρέπεται εγγραφή ή ανάγνωση ή και τα δύο).

2.7.3.Στοιχεία λέξης (word)

Οι αριθμητικές εντολές ισχύουν για δεκαεξάμπιτες λέξεις (16-bit words) και για τριανταδυάμπιτες διπλές λέξεις (32-bit double words), και γράφονται σε αγκύλες (Operation ή Compare Blocks). Εάν το αποτέλεσμα μιας λειτουργίας είναι αληθές (Λογική Boolean = 1), η αριθμητική πράξη εκτελείται. Εάν το αποτέλεσμα μιας λειτουργίας είναι αναληθές (Λογική Boolean = 0), η αριθμητική πράξη δεν εκτελείται και ο τελεστής παραμένει αμετάβλητος.

2.7.4.Λέξη μνήμης (Memory Word)

Μια λέξη μνήμης είναι μια διεύθυνση μνήμης στην οποία περιέχεται μια αριθμητική τιμή.

Με την λέξη μνήμης γίνεται να αποθηκεύσουμε και να διαχειριστούμε την τιμή μιας αναλογικής εισόδου, εξόδου, γενικά μιας οποιαδήποτε πληροφορίας σε μορφή λέξης (Word). Η τιμή τους μπορεί να είναι ένας αριθμός που κυμαίνεται:

- Από -32768 και έως 32767 για 16-μπιτες λέξεις (16-bit words)
- Από -2147483648 έως +2147483647 για 32-μπιτες διπλές λέξεις (32-bit double words)
- Από -3.402824e+38 έως 3.402824e+38 για 32-μπιτες δεκαδικές λέξεις (32-bit floating words).

Για τις λέξεις μνήμης (16-bit words) χρησιμοποιείται η παρακάτω σύνταξη:

%MW n

Τα Word Μνήμης ξεκινάνε από %MW0, %MW1, έως %MW2999 . Σε αριθμό 3000 Words είναι κοινά για όλους τους ελεγκτές Twido.

2.7.5.Λέξη συστήματος (System Word)

Με την λέξη συστήματος γίνεται να αποθηκεύσουμε και να διαχειριστούμε την τιμή μιας πληροφορίας του συστήματος του ελεγκτή, ή οποία βρίσκεται σε μορφή

λέξης (Word). Έτσι χρησιμοποιείται η ακόλουθη σύνταξη:

%SW n

Για παράδειγμα η λέξη συστήματος το %SW51 μας δείχνει την ώρα του ελεγκτή, αν βέβαια αυτός διαθέτει ρολόι πραγματικού χρόνου (RTC).

Άλλο παράδειγμα λέξης συστήματος είναι το %SW6, το οποίο είναι η λέξη η όπου μας δείχνει την κατάσταση του ελεγκτή, δηλαδή παράγει μια τιμή η οποία διαβάζεται ως εξής:

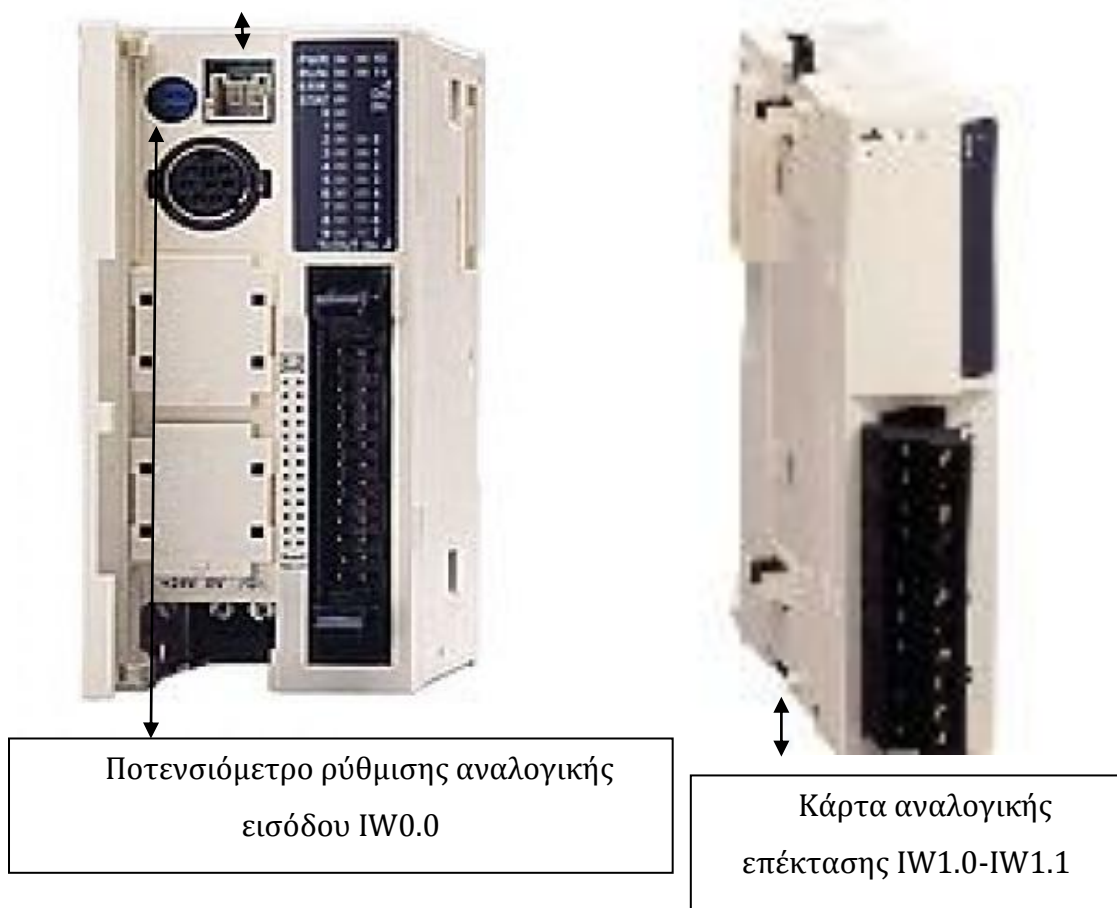
- Η λέξη συστήματος %SW6 = 0 σημαίνει ότι ο ελεγκτής δεν περιέχει πρόγραμμα.
- Η λέξη συστήματος %SW6 = 2 σημαίνει ότι ο ελεγκτής βρίσκεται σε κατάσταση στάσης (STOP).
- Η λέξη συστήματος %SW6 = 3 σημαίνει ότι ο ελεγκτής βρίσκεται σε κατάσταση εκτέλεσης (RUN).

2.7.6.Αναλογικές είσοδοι (Input Words)

Οι αναλογικές είσοδοι είναι αναλογικά δεδομένα μορφής word από αισθητήρια, κ.α..

Στην εικόνα παρακάτω μια αναλογική είσοδο %W0.0

Αναλογική είσοδος IW0.0 π.χ. Πίεση 0-10V
--



Εικόνα 2.7.6.: Αναλογική είσοδος στον ελεγκτή (<http://www.tlauk.net>)

Η τιμή τους είναι ένας αριθμός που κυμαίνεται μεταξύ -32768 και 32767 όσον αφορά τις δωδεκάμπιτες αναλογικές εισόδους (12-bit), έτσι για τις αναλογικές εισόδους χρησιμοποιείται η παρακάτω σύνταξη:

%IWy.z

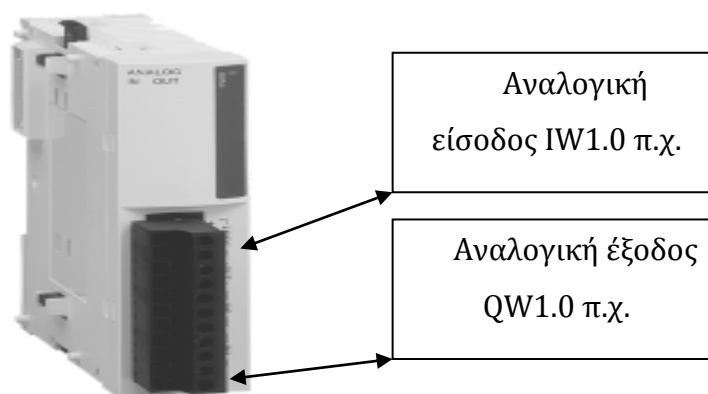
Για παράδειγμα οι διευθύνσεις και κάποιες τιμές εισόδων για τον ελεγκτή Twido και της αναλογικής κάρτας επέκτασης του είναι οι εξής:

- Η είσοδος %IW0.0 μπορεί να έχει τιμή 270 (π.χ. Πίεση)
- Η είσοδος %IW1.0 μπορεί να έχει τιμή 11300 (π.χ. Πίεση)
- Η είσοδος %IW1.1 μπορεί να έχει τιμή 459 (π.χ. θερμοκρασία)

2.7.7. Αναλογικές έξοδοι (Output Words)

Οι αναλογικές έξοδοι είναι αναλογικά δεδομένα μορφής word για κινητήρια στοιχεία ή στοιχεία ελέγχου, για παράδειγμα ρυθμιστές στροφών, ρύθμιση βαλβίδων, θερμοστοιχεία κ.α. χρησιμοποιείται η παρακάτω σύνταξη:

%QWy.z



Εικόνα 2.7.7. : Αναλογικοί έξοδοι στην κάρτα επέκτασης του Twido

Για παράδειγμα οι διευθύνσεις και κάποιες τιμές εισόδων (οι έξοδοι της κάρτας συνδέονται για παράδειγμα με τα κινητήρια στοιχεία) για τον ελεγκτή Twido και της αναλογικής κάρτας επέκτασης του είναι οι εξής:

- Η είσοδος %IW1.0 γίνεται να έχει την τιμή 2120 (για παράδειγμα Πίεση)
- Η έξοδος %QW1.0 γίνεται να έχει την τιμή 6600 (για παράδειγμα Συχνότητα ρυθμιστή στροφών)

2.7.8.Χρονικά

Με τα χρονικά χρησιμοποιούμε έννοιες του χρόνου, όπως μας βολεύει, όπως η καθυστέρηση. Έτσι υπάρχουν τα ακόλουθα χρονικά :

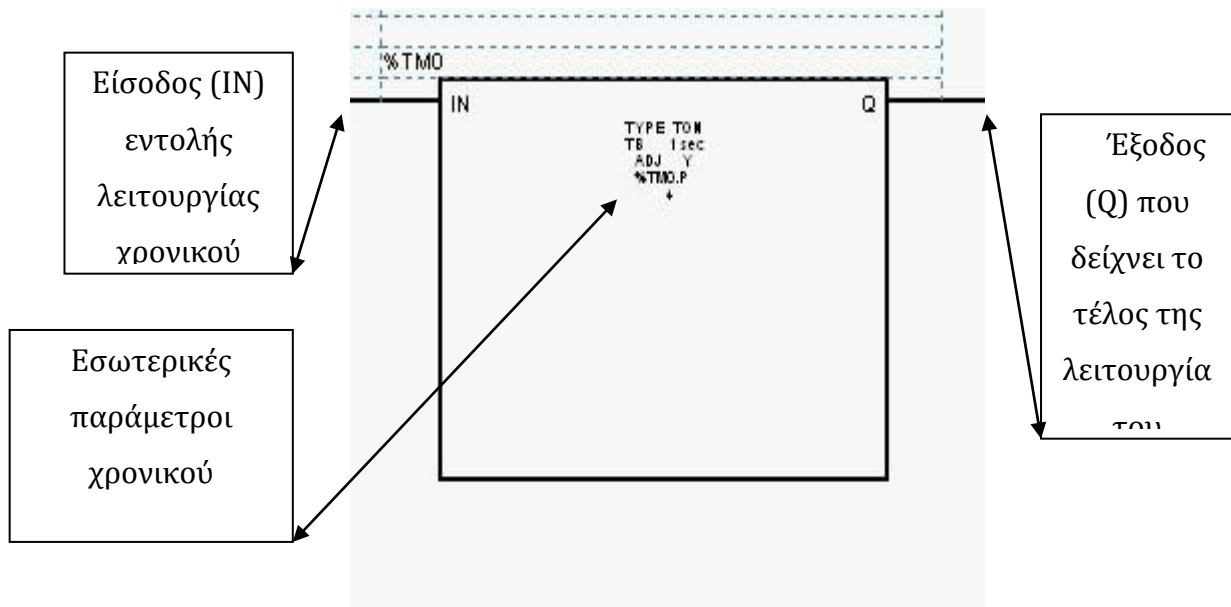
- Καθυστέρησης έναρξης (On Delay ή TON)
- Καθυστέρησης παύσης (Off Delay ή TOFF)
- Παλμού ή καστανίας (TP)

Η τιμή εξόδου τους μπορεί να είναι 1 ή 0 (ενεργοποιημένη ή απενεργοποιημένη), αλλά πρέπει να λαμβάνουμε υπόψιν αριθμητικές τιμές που έχουν σχέση με την μέτρηση του χρόνου. Έτσι χρησιμοποιείται η παρακάτω σύνταξη:

%TM n

Για να λειτουργήσει ένα χρονικό σύμφωνα με τις απαιτήσεις μας, πρέπει να ρυθμίσουμε το χρονικό, για την λειτουργία που επιθυμούμε μέσω των παρακάτω παραμέτρων:

- Τύπος χρονικού, για παράδειγμα TON, TOF ή TP
- Χρονική βάση: 1ms, 10ms, 100ms, 1s και 1min
- %TMn.P : Προκαθορισμένη τιμή μέτρησης
- %TMn.V : Τρέχουσα τιμή μέτρησης
- %TMn.Q : Έξοδος χρονικού και φυσικά μια εντολή εισόδου



Εικόνα 2.7.8.: Λειτουργικές παράμετροι χρονικού

2.8. Αριθμητικές εντολές/πράξεις

Οι αριθμητικές εντολές είναι το πιο σημαντικό κομμάτι ενός προγράμματος υψηλού επιπέδου, αλλά και ενός αλγόριθμου, ισχύουν γενικά για λέξεις (words) στα 16-bits αλλά και στα 32-bit (double words). Η σύνταξη των αριθμητικών εντολών γίνεται κατά κανόνα με εισαγωγή τους σε αγκύλες.

Η εκτέλεση τους μπορεί να γίνεται άμεσα με εντολή του χρήστη, η γενικότερα να εκτελείται κάτω από συνθήκες ή έστω από κάποια συνθήκη που ορίζει ο χρήστης.

2.8.1. Εντολή ανάθεσης

Οι εντολές ανάθεσης είναι οι απλούστερες αλλά και πιο συνηθισμένες μορφές αριθμητικών εντολών. Η χρησιμότητα τους αποσκοπεί στην ανάθεση της τιμής που έχει ο τελεστής Op2 στον τελεστέο Op1.

Έτσι για παράδειγμα, αν ο τελεστής 2 έχει την αναλογική τιμή μιας θερμοκρασίας από ένα αισθητήριο PT100, που έχει συνδεθεί σε μια αναλογική είσοδο του ελεγκτή, για παράδειγμα την %IW3.0, γίνεται να αναθέσουμε ή να δώσουμε την τιμή αυτή, σε μια λέξη μνήμης, για παράδειγμα στην %MW32.

Η σύνταξη για τις εντολές ανάθεσης είναι:

[Op1 :=Op2] <=> , (δηλαδή) , Op2 => Op1

Έτσι για το προηγούμενο παράδειγμα μας θα είχαμε:

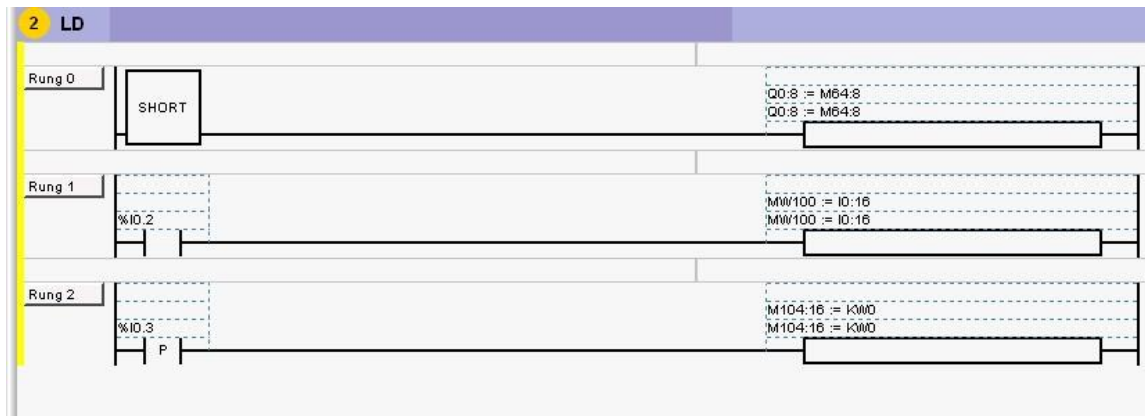
`%MW32:= %IW3.0`

Η εντολή ανάθεσης γίνεται να εκτελεσθεί σε Πίνακες ψηφίων (Bit strings), Λέξεις (Words), Διπλές λέξεις (Double words), Δεκαδικές λέξεις (Floating Word), Πίνακες λέξεων (Word tables), Πίνακες διπλών λέξεων (Double word Tables), Πίνακες δεκαδικών λέξεων (Floating word tables).

2.8.2. Ανάθεση πινάκων ψηφίων (Bit strings)

Η εντολή ανάθεσης μπορεί να εκτελεστεί στους παρακάτω πίνακες ψηφίων (σε Ladder), όπως φαίνεται και στην εικόνα, δηλαδή:

- Πίνακας ψηφίων => Πίνακας ψηφίων (Γραμμή 1)
- Πίνακας ψηφίων => Λέξη (Γραμμή 2) ή Διπλή λέξη (με δείκτη)
- Λέξη ή Διπλή λέξη (με δείκτη) => Πίνακας ψηφίων (γραμμή 3)
- Άμεση τιμή => Πίνακας ψηφίων



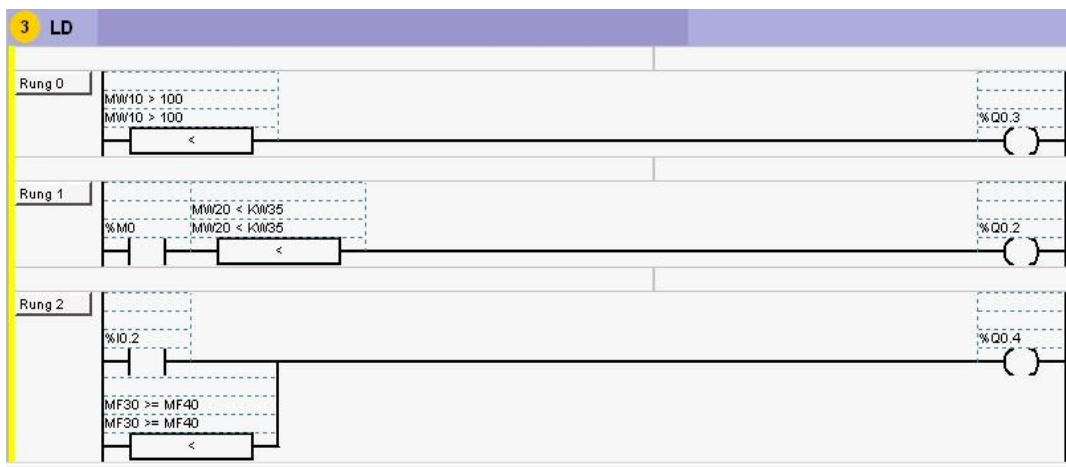
Εικόνα 2.8.2.: Παράδειγμα εντολών ανάθεσης ψηφίων σε Ladder

2.8.3. Εντολές σύγκρισης

Η εντολή σύγκρισης μετά από την ανάθεση, είναι η συνήθης μορφή αριθμητικής εντολής. Η χρήση τους αντιστοιχεί στην σύγκριση της τιμής που έχει ο τελεστής Op1 σε σχέση με τον τελεστή Op2. Η σύνταξη για τις εντολές σύγκρισης είναι:

[Op1Τελεστής Op2]

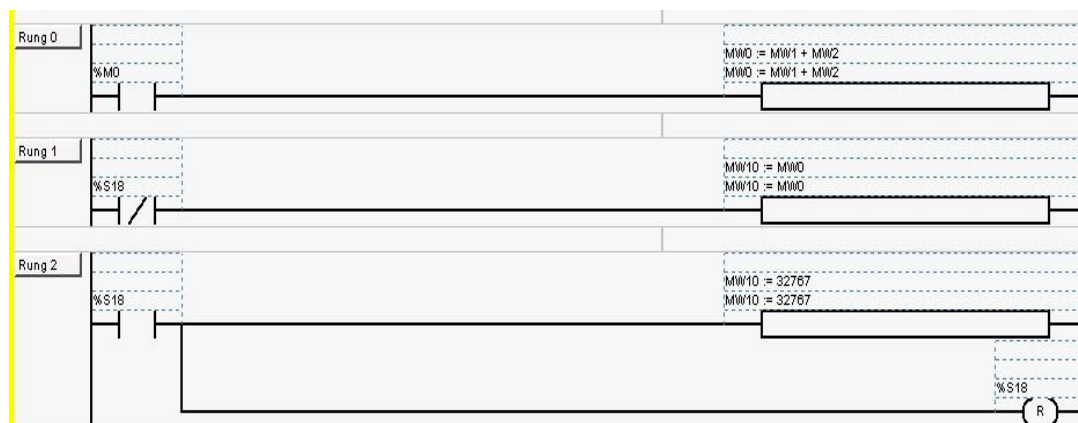
Με την χρήση της εντολής σύγκρισης, γίνεται εφικτή η εκτέλεση εντολών, όπως για παράδειγμα η ενεργοποίηση ενός πηνίου ή μια εντολή ανάθεσης, υπό συνθήκες ή έστω υπό μια συνθήκη που ορίζει ο χρήστης. Έτσι, αν το αποτέλεσμα της προηγούμενης εντολής σύγκρισης ήταν αληθές (Λογική Boole = 1), τότε η αριθμητική εντολή εκτελείται, ενώ αντίστοιχα αν το αποτέλεσμα της σύγκρισης δεν ήταν αληθές (Λογική Boole = 0), τότε η αριθμητική εντολή δεν εκτελείται και ο τελεστής παραμένει αμετάβλητος.



Εικόνα 2.8.3.: Παράδειγμα εντολών σύγκρισης σε Ladder

2.8.4.Περιπτώσεις σφαλμάτων και υπερχείλισης

Για την περίπτωση πρόσθεσης και πολλαπλασιασμού, αν η τιμή του αποτελέσματος υπερβεί την χωρητικότητα της λέξης (στην οποία μεταφέρεται το αποτέλεσμα), τότε το bit συστήματος %S18, το οποίο μας δείχνει την υπερχείλιση, τίθεται σε 1, έτσι καταλαβαίνουμε ότι η τιμή του αποτελέσματος είναι ασαφής, όπως φαίνεται και στο επόμενο παράδειγμα.



Εικόνα 2.8.4.: Παράδειγμα υπερχείλισης σε Ladder

Βλέπουμε ότι πρόγραμμα του χρήστη διαχειρίζεται το bit συστήματος, %S18.

Έτσι μόλις το bit συστήματος %S18 γίνει 1 από τον ελεγκτή, στη προηγούμενη περίπτωση σφάλματος και υπερχείλισης που είδαμε, πρέπει να προβλέψουμε ώστε να μηδενιστεί από το πρόγραμμα μας, έτσι ώστε αν το ξαναχρησιμοποιήσουμε, να μπορέσουμε να το επαναχρησιμοποιήσουμε.

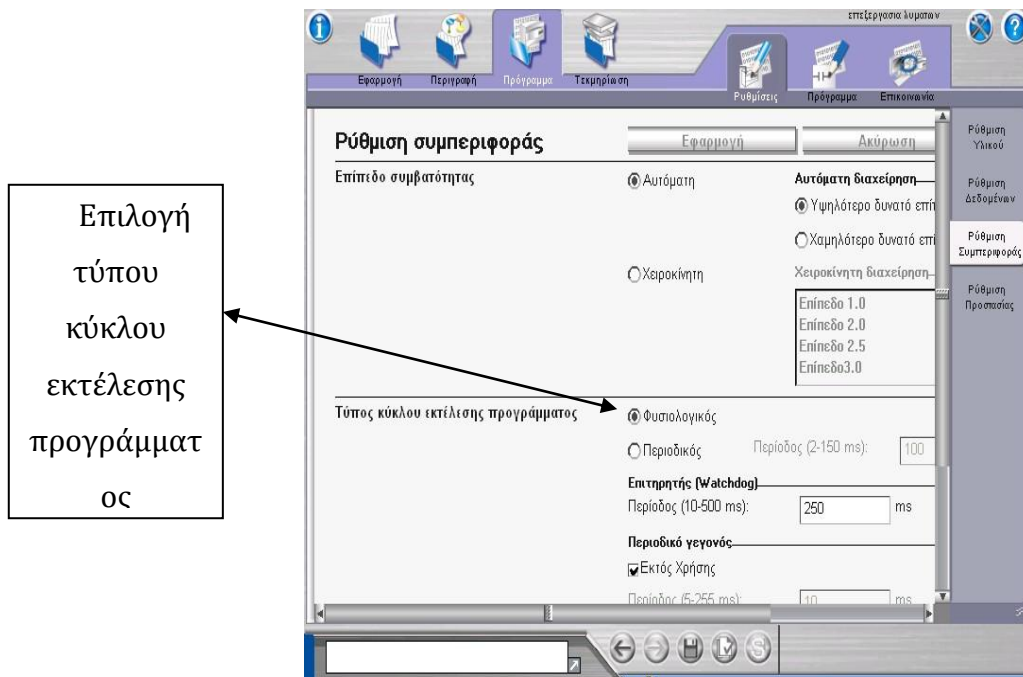
Για το παράδειγμα μας, εάν το %MW1 = 23241 και το %MW2 = 21853, τότε το κανονικό αποτέλεσμα δεν γίνεται να εκφραστεί σε μια λέξη 16-bit (%MW0), για αυτό τον λόγο το bit συστήματος %S18, τίθεται σε 1 (παρακάμπτοντας την λέξη που θέλαμε να πάρει την τιμή, την %MW10), αφού το αποτέλεσμα που παίρνουμε, από την πρόσθεση (45994) είναι λάθος γιατί το όριο για 16 bit λέξεις είναι (32767).

2.9.Ειδικές εντολές

Οι ειδικές εντολές, χρησιμεύουν στην εκτέλεση λειτουργιών, που έχουν σχέση με την ροή και εκτέλεση του προγράμματος, και όχι με τα στοιχεία και τις μεταβλητές του, όπως άλλες εντολές.

Για παράδειγμα η Εντολή τέλους προγράμματος (END), όπου ορίζει το τέλος

ενός κύκλου εκτέλεσης προγράμματος. Χρησιμοποιείται συνήθως για αποσφαλμάτωση, αφού γίνεται έτσι να εκτελέσουμε ένα μέρος του προγράμματος μόνο, ή χρησιμοποιείται για καλύτερη συμβατότητα κατά την μετατροπή του προγράμματος από γλώσσα επαφών σε γλώσσα λίστας και αντίστροφα. Ειδικότερα αν ο τύπος κύκλου εκτέλεσης προγράμματος είναι φυσιολογικός, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, όταν η εντολή τέλος προγράμματος END ενεργοποιείται, οι έξοδοι ενημερώνονται και αρχίζει ο επόμενος κύκλος εκτέλεσης.

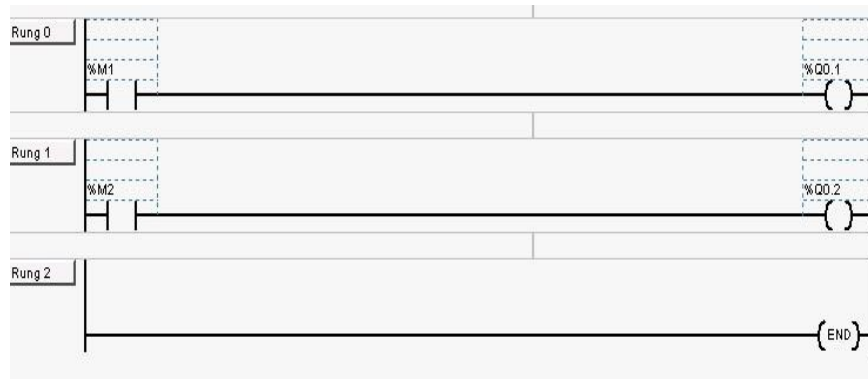


Εικόνα 2.9.(1): Καρτέλα ρύθμισης τύπου κύκλου εκτέλεσης προγράμματος. Αλλά αντίθετα, αν ο τύπος κύκλου εκτέλεσης προγράμματος είναι περιοδικός, οι έξοδοι ενημερώνονται και αρχίζει ο επόμενος κύκλος, αφού ολοκληρωθεί το τέλος της περιόδου.

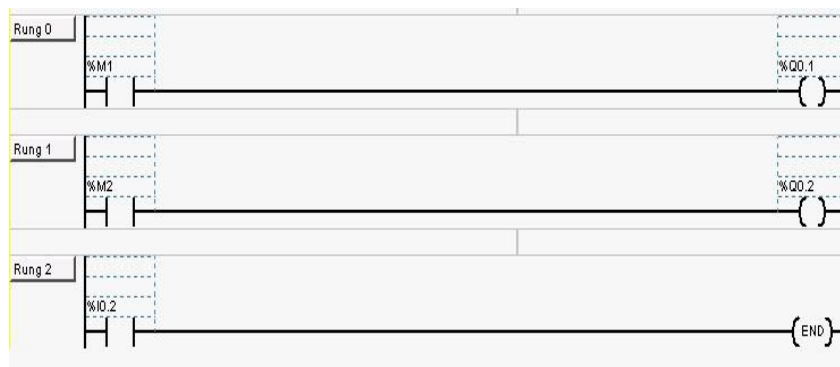
Με αυτόν τον τρόπο υπάρχουν 3 διαφορετικές εντολές END:

- END: Που σημαίνει, τέλος προγράμματος χωρίς συνθήκη (για παράδειγμα, μια ανοιχτή επαφή πριν την END).
- ENDC: Τέλος του προγράμματος με την εκπλήρωση της υπάρχουσας συνθήκης.
- ENDCN: Τέλος του προγράμματος χωρίς την εκπλήρωση της υπάρχουσας συνθήκης.

Για να δούμε την σύνταξη της εντολής END χωρίς συνθήκη, βλέπουμε την παρακάτω εικόνα



Εικόνα 2.9.(2): Παράδειγμα εντολής END χωρίς συνθήκη σε Ladder
 Για να δούμε την σύνταξη της εντολής END με συνθήκη, βλέπουμε την παρακάτω εικόνα



Εικόνα 2.9.(3): Παράδειγμα εντολής END με συνθήκη σε Ladder

2.9.1. Έξοδος παλμοσειράς (PLS)

Η έξοδος παλμοσειράς (PLS) του ελεγκτή, είναι μια λειτουργία η οποία μπορεί να οριστεί και να χρησιμοποιηθεί, από κάθε μια από τις δυο πρώτες εξόδους του ελεγκτή, πιο συγκεκριμένα από την %Q0.0.0 ή την %Q0.0.1. Στις εξόδους αυτές, με την βοήθεια λειτουργίας που έχει την μορφή μπλοκ (function block), παράγεται μια παλμοσειρά. Η παλμοσειρά αυτή έχει μεταβλητή περίοδο, αλλά σταθερό κύκλο λειτουργίας, και αναλογία 50% της περιόδου.

2.9.2. Έξοδος παλμογεννήτριας (PWM)

Η έξοδος παλμογεννήτριας (PWM) του ελεγκτή, είναι μια λειτουργία η οποία μπορεί να οριστεί και να χρησιμοποιηθεί, επίσης από κάθε μια από τις δυο πρώτες εξόδους του ελεγκτή, πιο συγκεκριμένα από την %Q0.0.0 ή την %Q0.0.1. Στις εξόδους αυτές, με την βοήθεια λειτουργίας που έχει την μορφή μπλοκ

(function block), παράγεται μια παλμοσειρά. Η παλμογεννήτρια αυτή έχει σταθερή περίοδο, αλλά μεταβλητό κύκλο λειτουργίας, και αναλογία παλμών της περιόδου.

2.9.3. Εντολή άλματος (JUMP)

Η εντολή άλματος προσπερνάει την εκτέλεση από ένα σημείο του προγράμματος και την οδηγεί σε άλλο σημείο του προγράμματος που έχει την ετικέτα %Li.

Υπάρχουν 3 διαφορετικές εντολές άλματος :

- JMP: Που σημαίνει άλμα χωρίς συνθήκη (Jump Unconditional).
- JMPC: Άλμα με εκπλήρωση της συνθήκης (Jump Conditional).
- JMPCN: Άλμα με χωρίς την εκπλήρωση της συνθήκης (Jump ConditionalNot).

Οι κανόνες που υπάρχουν για την σύνταξη της εντολής άλματος, είναι οι εξής:

- Οι εντολές άλματος δεν επιτρέπονται μεταξύ παρενθέσεων, και ούτε να τοποθετούνται μεταξύ εντολών AND, OR, η κενών παρενθέσεων ().
- Η ετικέτες τοποθετούνται μόνο πριν τις εντολές LD, LDN, LDR, LDF ή BLK.
- Ο αριθμός της ετικέτας %Li , ορίζεται μόνο μια φορά σε ένα πρόγραμμα.
- Το άλμα στο πρόγραμμα γίνεται να εκτελεστεί προς οποιαδήποτε γραμμή προγράμματος, είτε προς τα πάνω, είτε προς τα κάτω από το σημείο άλματος. Απλά όταν είναι προς τα πάνω, πρέπει να δίνεται προσοχή ως προς το χρόνο κύκλου εκτέλεσης του προγράμματος, γιατί παρατεταμένος χρόνος γίνεται να ενεργοποιήσει τον παρατηρητή του προγράμματος (Watchdog).

Για να κατανοήσουμε καλύτερα την σύνταξη εντολής άλματος, βλέπουμε παρακάτω ένα παράδειγμα σε γλώσσα λίστας εντολών, αφού εκεί χρησιμοποιείται συνηθέστερα:


```

000 LD %M15
001 JMPC %L8 [άλμα στην ετικέτα %L8, υπό την συνθήκη ότι το bit
μνήμης %M15 έχει την τιμή 1]
002 LD [%MW24>%MW12]
003 ST %M15
004 JMP %L12 [άλμα στην ετικέτα %L12, χωρίς συνθήκη]
005 %L8:
006 LD %M12
007 AND %M13
008 ST %M12
009 JMPCN %L12 [άλμα στην ετικέτα %L12, υπό την συνθήκη ότι το bit
μνήμης %M12 δεν έχει την τιμή 1]
010 OR %M11
011 S %Q0.0
012 %L12
013 LD %I0.0

```

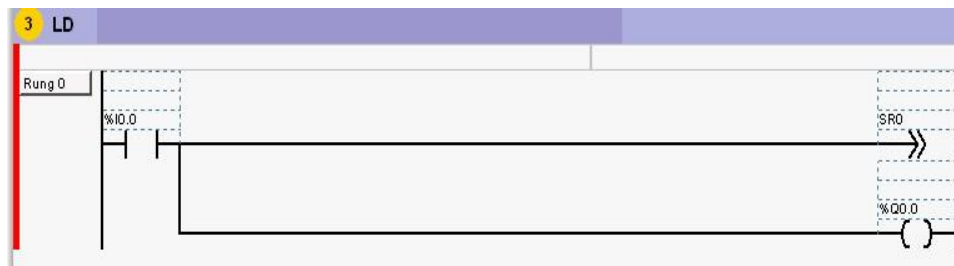
2.9.4. Εντολή κλήσης υπορουτίνας (SRn)

Εντολή κλήσης υπορουτίνας (SRn), διακόπτει την εκτέλεση ενός προγράμματος σε ένα σημείο όπου ήδη βρίσκεται, την μεταφέρει στο σημείο του προγράμματος όπου γίνεται η κλήση και εκτέλεση της υπορουτίνας (SRn), και αφού ολοκληρωθεί η υπορουτίνα ξαναγίνεται επιστροφή στο κυρίως πρόγραμμα από το σημείο που διακόπηκε.

Οι κανόνες που υπάρχουν για την σύνταξη της εντολής κλήσης υπορουτίνας (SRn), είναι οι εξής:

- Μια υπορουτίνα δεν γίνεται να καλεί μια άλλη υπορουτίνα.
- Οι εντολές κλήσης υπορουτίνας δεν επιτρέπονται μεταξύ παρενθέσεων, και ούτε να τοποθετούνται μεταξύ εντολών AND, OR, η κενών παρενθέσεων ().

- Η ετικέτα της υπορουτίνας τοποθετούνται μόνο πριν τις εντολές LD ή BLK, ώστε να ορίζεται το ξεκίνημα μια συνθήκης για γλώσσα λίστας, ή το ξεκίνημα μιας γραμμής (Rung) για γλώσσα επαφών (Ladder).
- Η κλήση μιας υπορουτίνας δεν γίνεται να ακολουθείται από εντολή ανάθεσης (έξοδο), γιατί επειδή η υπορουτίνα μπορεί να αλλάξει τις τιμές των μεταβλητών του ελεγκτή, και έτσι μετά την επιστροφή από την υπορουτίνα, οι τιμές αυτές να διαφέρουν από την στιγμή της κλήσης της, όπως στο παρακάτω παράδειγμα:



Εικόνα 2.9.4.: Παράδειγμα κλήσης υπορουτίνας όπου δεν πρέπει να ακολουθείται από εντολή ανάθεσης

Η χρήση της υπορουτίνας, γίνεται σε 3 βήματα:

- Η εντολή SRn καλεί την υπορουτίνα με ετικέτα SRn, αν και εφόσον το αποτέλεσμα της προηγούμενης συνθήκης, για παράδειγμα μια σύγκριση, είναι αληθής.
- Μια υπορουτίνα αναφέρεται σε μία ετικέτα SRn, όπου n=0-15 για τους ελεγκτές με κωδικούς TWDLCAA10DRF, TWDLCAA16DRF, και n=0-63 για υπόλοιπους ελεγκτές Twido.
- Η εντολή επιστροφής RET, τοποθετείται στο τέλος της υπορουτίνας και ορίζει τη επιστροφή της λειτουργίας του προγράμματος από την υπορουτίνα στο κυρίως πρόγραμμα.

Για να κατανοήσουμε καλύτερα την σύνταξη εντολής κλήσης υπορουτίνας, βλέπουμε παρακάτω ένα παράδειγμα σε γλώσσα λίστας εντολών, αν και χρησιμοποιείται επίσης και στην γλώσσα επαφών (Ladder):

000	LD %M15	
001	AND %M5	
002	ST %Q0.0	
003	LD [%MW24>%MW12]	
004	SR8	[Κλήση υπορουτίνας SR8]

005	LD %I0.4	[Σημείο επιστροφής από υπορουτίνα]
006	AND %M13	
007	-	
008	-	
009	-	
010	END	[Τέλος προγράμματος]
011	SR8:	[υπορουτίνα SR8]
012	%LD 1	
013	IN %TM0	
014	LD %TM0.Q	
015	ST %M15	
010	RET	[Επιστροφή στο κυρίως πρόγραμμα]

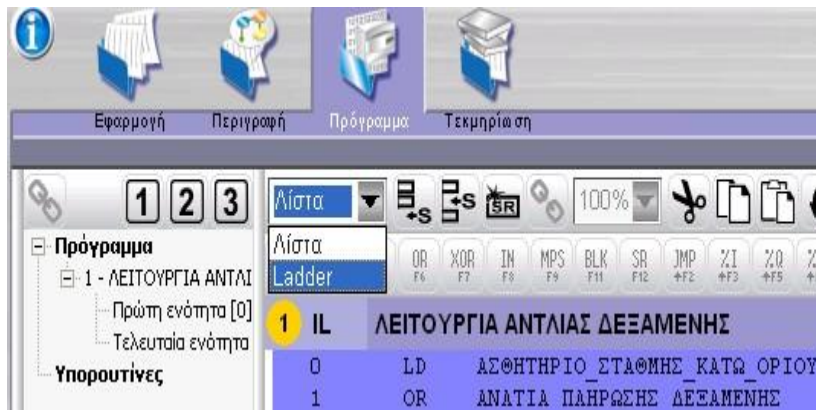
2.9.5. Εντολή NOP

Η εντολή NOP χρησιμοποιείται μόνο στην γλώσσα λίστας εντολών (List). Η χρήση της αποσκοπεί στο να μην εκτελείται καμία λειτουργία. Αυτό είναι χρήσιμο στην γλώσσα λίστας, για να εξασφαλίσουμε κάποιες κενές γραμμές σε ένα πρόγραμμα, έτσι ώστε αν θελήσουμε αργότερα να προσθέσουμε εντολές στο πρόγραμμα να μην χρειάζεται τροποποίηση γραμμών.

2.10. Προγραμματισμός σε λίστα εντολών (Instruction List)

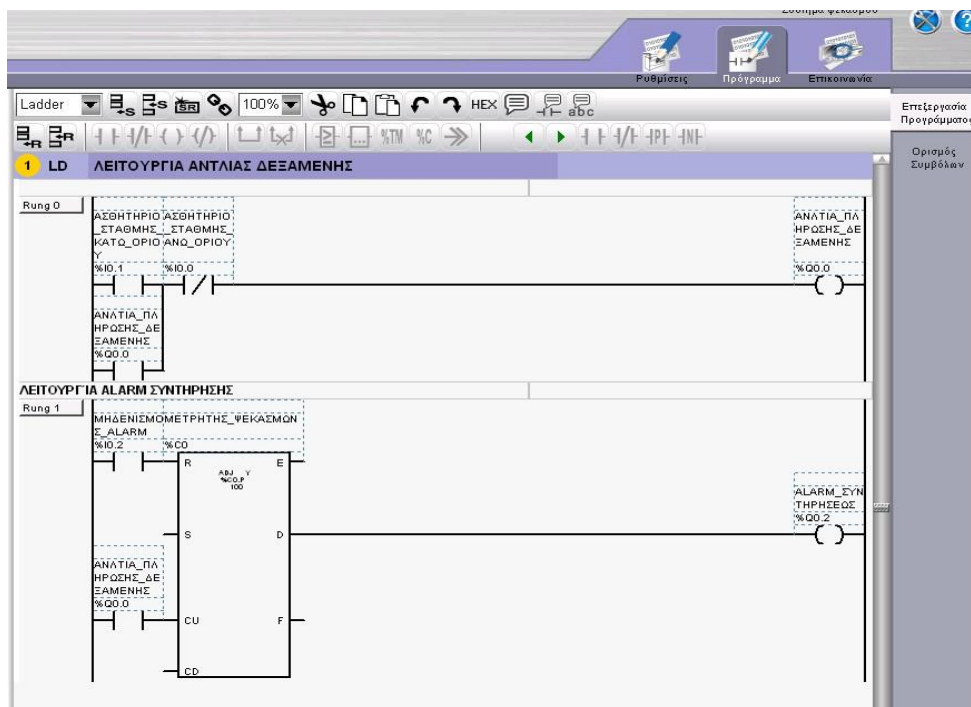
Η γλώσσα επαφών (Ladder) είναι μια από τις δύο γλώσσες που αναγνωρίζει το Twido P.L.C., μαζί με την γλώσσα λίστας εντολών (Instruction List).

Με την γλώσσα λίστας γίνεται να δημιουργήσουμε το ίδιο πρόγραμμα που θα φτιάχναμε και στην γλώσσα επαφών. Μια πολύ σημαντική λειτουργία του λογισμικού Twidosuite, είναι η μετατροπή της λογικής ενότητας (Rung) στη γλώσσα επαφών σε γλώσσα λίστας, η αλλιώς την αντιστρεψιμότητα του προγράμματος από την μίας γλώσσα στην άλλη με το πάτημα ενός πλήκτρου.

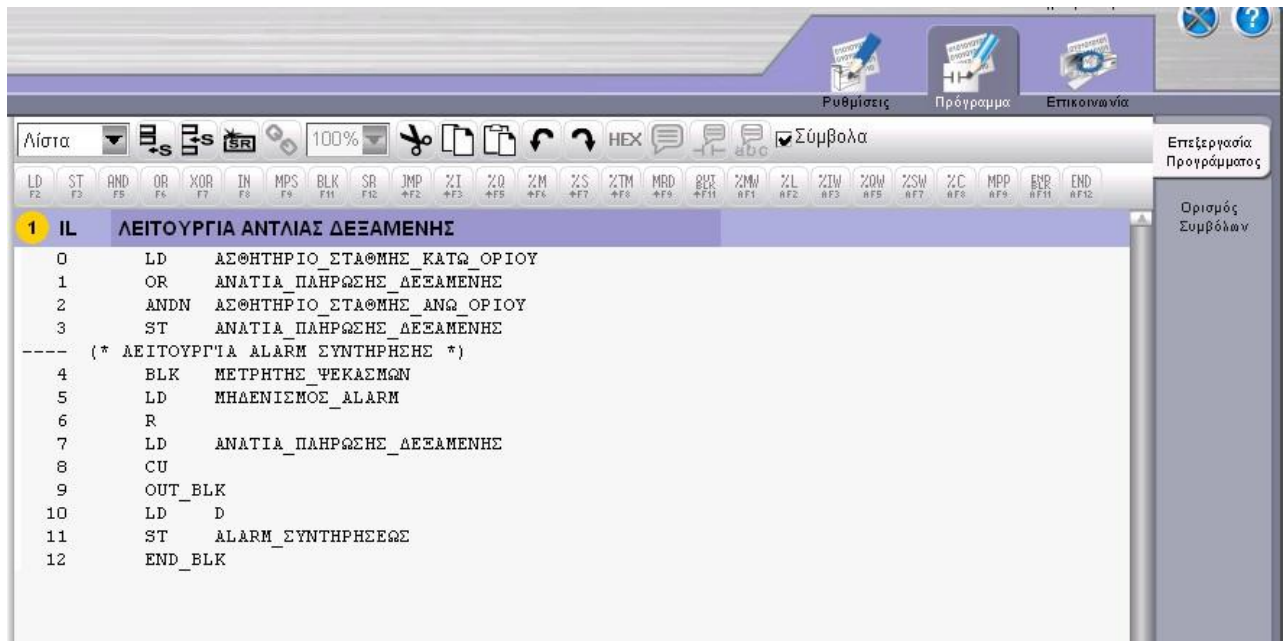


Εικόνα 2.10.(1): Μετατροπή από γλώσσα Ladder σε γλώσσα λίστας και ανάποδα

Για να είναι εφικτή μια τέτοια μετατροπή όμως πρέπει να τηρηθούν κάποιοι κανόνες στην σύνταξη του προγράμματος.



Εικόνα 2.10.(2): Πρόγραμμα σε γλώσσα επαφών (Ladder) πριν την μετατροπή



Εικόνα 2.10.(3): Πρόγραμμα σε γλώσσα λίστας εντολών (Instruction List) μετά την μετατροπή

2.10.1. Κανόνες λίστας εντολών

Στη γλώσσα λίστας εντολών μια ‘πρόταση’ προγράμματος αναλογεί στην λογική ενότητα (Rung) στη γλώσσα Ladder. Η πρόταση αποτελεί στην ουσία, μια σειρά γραπτών οδηγιών ή εντολών. Οι κανόνες που διέπουν την σύνταξη μιας πρότασης, είναι οι εξής:

- Κάθε πρόταση γράφεται σε μία μόνο γραμμή.
- Η πρώτη εντολή της πρότασης αρχίζει με LD (Load).
- Κάθε εντολή έχει δύο ζώνες
- Την ονομασία της εντολής (αποτελούμενη από την δράση και τον τύπο της).
- Την ονομασία του αντικειμένου όπου πρόκειται να η εντολή να εφαρμοστεί.

Για παράδειγμα μια κανονικά κλειστή επαφή, εκφράζεται με την χρήση της εντολής LDN ακολουθούμενη από το αντικείμενο στο οποίο εφαρμόζεται, ως πούμε η είσοδος %I0.0. , δηλαδή η εντολή που περιέχει την πρόταση μας είναι η : LDN % I0.0

2.10.2. Εντολές που χρειάζονται για αντιστρεψιμότητα

Για να είναι ένα λειτουργικό στοιχείο (χρονικό, μετρητής κ.α.) στη γλώσσα λί-

στας αντιστρέψιμο, απαιτείται η χρήση των παρακάτω εντολών:

- Η εντολή BLK ορίζει την έναρξη λειτουργικού στοιχείου, ταυτόχρονα καθορίζει την αρχή της λογικής ενότητας (Rung), αν χρησιμοποιηθεί αντιστρεψιμότητα, αλλά και την αρχή των εισόδων του λειτουργικού στοιχείου.
- Η εντολή OUT_BLK ορίζει την αρχή των εξόδων του λειτουργικού στοιχείου.
- Η εντολή END_BLK ορίζει το τέλος του λειτουργικού στοιχείου, ταυτόχρονα καθορίζει και το τέλος της λογικής ενότητας (Rung).

Η χρήση των παραπάνω εντολών είναι απαραίτητες μόνο για να εξασφαλίσουμε την αντιστρεψιμότητα του προγράμματος μας.

2.10.3. Εντολές που πρέπει να αποφεύγονται για την αντιστρεψιμότητα

Σημαντικό για την σύνταξη που πρέπει να έχει ένα πρόγραμμα, είναι να μην χρησιμοποιούμε ορισμένες εντολές λίστας, οι οποίες δεν έχουν καμία αντιστοιχία στην γλώσσα επαφών Ladder. Για παράδειγμα, η εντολή N (την ξέρουμε σαν NOT) η οποία αντιστρέφει μια τιμή δεν έχει αντιστοιχία στην γλώσσα επαφών Ladder . Ο παρακάτω πίνακας μας δείχνει τις εντολές λίστας οι οποίες δεν είναι αντιστρέψιμες στην γλώσσα επαφών Ladder

Εντολή Λίστας	Τελεστής	Περιγραφή
JMPCN	%Li	Άλμα με την μη εκπλήρωση των όρων συνθήκης (Jump Conditional Not)
N	Κανένας	Άρνηση (Not)
ENDCN	Κανένας	Τέλος με την μη εκπλήρωση των όρων συνθήκης (End Conditional Not)

Εικόνα 2.10.3.: Εντολές και τελεστές που δεν είναι αντιστρέψιμες σε Ladder

2.10.4. Σταθμήμετρο

Κατά τη συνεχή μέτρηση, το ύψος της στάθμης ανιχνεύεται γραμμικά, μετατρέπεται σε ένα ηλεκτρικό σήμα και παρουσιάζεται στην ένδειξη. Για την περαιτέρω επεξεργασία χρησιμεύουν, ανάλογα με τον τύπο της συσκευής, έξοδοι ενεργοποίησης ελεύθερου προγραμματισμού ή μια αναλογική έξοδος.

Κατά τη μέτρηση οριακών σημείων ανιχνεύεται το ύψος μιας καθορισμένης στάθμης και μετατρέπεται στη συνέχεια σε ένα ηλεκτρικό σήμα. Η προσαρμογή των αισθητήρων ανάλογα με το υλικό μέσο μπορεί να διεκπεραιωθεί από το χρήστη με ένα μόνο πάτημα πλήκτρου, χάρη στο μικροεπεξεργαστή. Το ενσωματωμένο ηλεκτρονικό σύστημα φροντίζει για μια ακριβή επανάληψη των προ ρυθμισμένων σημείων ενεργοποίησης.



Εικόνα 2.3.6.: αισθητήριο στάθμης (<http://www.technor.gr/atm.econ.html>)

Κεφάλαιο 3. Περιγραφή εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων οικισμών Βουτών και Σταυρακίων

Η θέση (Εικόνα 1) της Ε.Ε.Λ. των οικισμών Βουτών και Σταυρακίων βρίσκεται εντός της κοιλάδας που σχηματίζεται ανάμεσα στους δύο οικισμούς, και πιο συγκεκριμένα στα νοτιοανατολικά του οικισμού των Βουτών και στα βορειοδυτικά του οικισμού των Σταυρακίων, σε απόσταση περίπου 490 μέτρων από τα όρια του πρώτου και 130 μέτρων από τα όρια του δεύτερου. Αντίστοιχα, η θέση της σηπτικής δεξαμενής των Βουτών, βρίσκεται στα βόρεια του οικισμού και σε απόσταση περίπου 1.100 μέτρων από τα όρια του. Η έκταση της Ε.Ε.Λ. έχει συνολικό εμβαδό 2,3 στρ. περίπου και η πρόσβαση στο χώρο πραγματοποιείται μέσω ασφαλτοστρωμένου δρόμου πλάτους 4 μ. περίπου. Αντίστοιχα, η έκταση της σηπτικής δεξαμενής – αντλιοστασίου Βουτών έχει συνολικό εμβαδό 259,20 τ.μ. και η πρόσβαση στο χώρο πραγματοποιείται μέσω της Επαρχιακής Οδού Ηρακλείου – Κρουσώνα.

Το υψόμετρο στην περιοχή που αναπτύσσεται ο οικισμός Βουτών είναι περίπου 240 μ. και στον οικισμό των Σταυρακίων περίπου 250 μ. Το μέσο υψόμετρο στην περιοχή της υφιστάμενης Ε.Ε.Λ. είναι περίπου 140 μ. και στη θέση της σηπτικής δεξαμενής – αντλιοστασίου Βουτών περίπου 160 μ.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι συντεταγμένες κεντροβαρικά για το γήπεδο της ΕΕΛ, της σηπτικής δεξαμενής – αντλιοστασίου Βουτών και της αρδευόμενης περιοχής, σε συντεταγμένες στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ '87) και στο Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα 1984 (WGS 84).

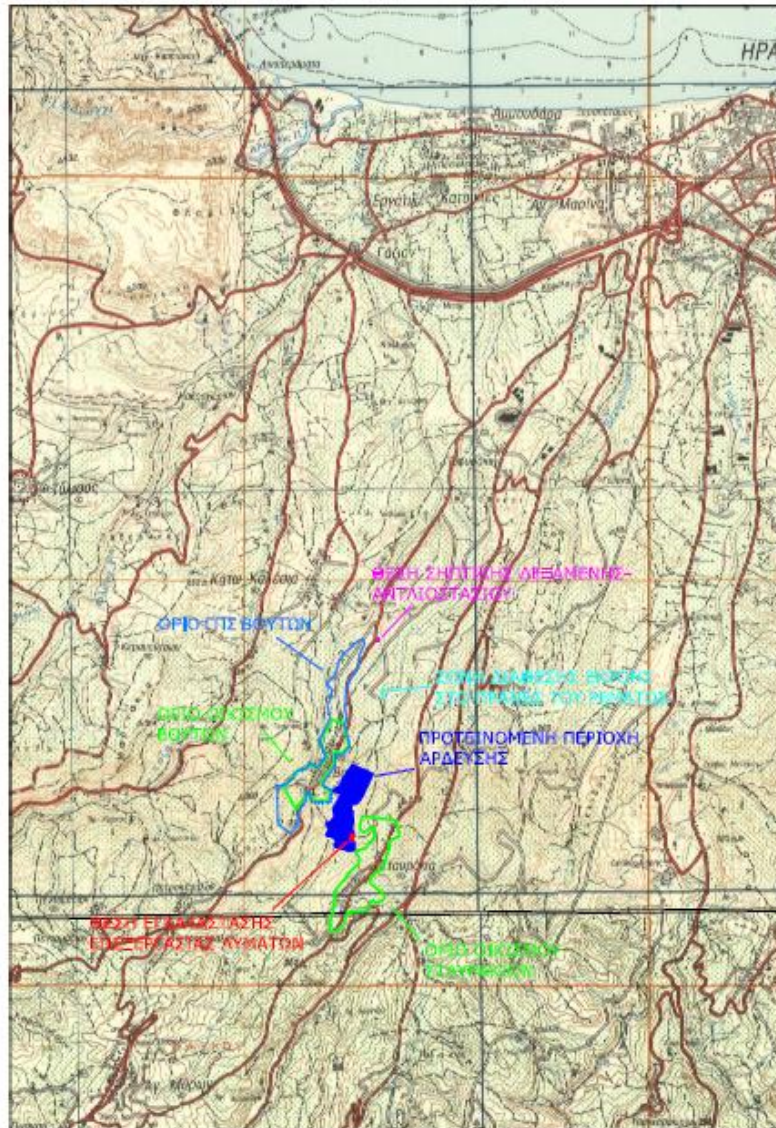
	Συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ 87		Συντεταγμένες σε WGS 84	
	Χ	Υ	φ	λ
Ε.Ε.Λ.	596337	3901815	35°15'17,31"	25°03'32,41"
Σηπτική δεξαμενή Βουτών	596660	3904263	35°16'36,65"	25°03'46,22"

Πίνακας 1: συντεταγμένες έργου

Λόγο του ανάγλυφου των δύο οικισμών τα λύματα που προέρχονται από τον οικισμό των Σταυρακίων οδηγούνται μέσω αποχετεύσεων με βαρύτητα στην Ε.Ε.Λ., ενώ τα λύματα του οικισμού των Βουτών συλλέγονται μέσω αποχετεύσεων με βαρύτητα σε σηπτική δεξαμενή – αντλιοστάσιο και στη συνέχεια οδηγούνται μέσω καταθλιπτικού αγωγού στη υφιστάμενη Ε.Ε.Λ.

Στην ευρύτερη περιοχή κυριαρχεί το λοφώδες και ημιορεινό τοπίο και το ανάγλυφο παρουσιάζει αξιόλογες εξάρσεις

Τα υφιστάμενα έργα επεξεργασίας των αστικών λυμάτων των Οικισμών Βούτες - Σταυράκια αφορούν στη σηπτική δεξαμενή - αντλιοστάσιο στα βόρεια του οικισμού των Βουτών και την Ε.Ε.Λ. που βρίσκεται στα νοτιοανατολικά του οικισμού των Βουτών και στα βορειοδυτικά του οικισμού των Σταυρακίων, τα οποία ετέθησαν σε λειτουργία το 2010 τηρώντας όλες τις προδιαγραφές για την κατάλληλη επεξεργασία των λυμάτων.



Εικόνα: 1 : Θέση εγκαταστάσεων (Απόσπασμα χάρτη 1:50.000 μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.)

Αναλυτικότερα τα έργα επεξεργασίας αστικών λυμάτων των οικισμών Βούτες και Σταυράκια περιλαμβάνουν:

Την σηπτική δεξαμενή – αντλιοστάσιο, στα δυτικά του οικισμού, η οποία περιλαμβάνει αναλυτικά τα παρακάτω επί μέρους στάδια:

A) Σηπτική Δεξαμενή

B) Βιόφιλτρο Compost εξουδετέρωσης οσμερίων σηπτικής δεξαμενής

Γ) Αντλιοστάσιο – καταθλιπτικός αγωγός μεταφοράς των λυμάτων του οικισμού των Βουτών προς την Ε.Ε.Λ.

Δ) Κτίριο ελέγχου

Την υφιστάμενη Ε.Ε.Λ., στα ανατολικά του οικισμού των Βουτών και στα δυτικά του οικισμού Σταυράκια, η οποία περιλαμβάνει αναλυτικά τα παρακάτω επί μέρους στάδια επεξεργασίας:

A) Σηπτική Δεξαμενή κεντρική στο χώρο των εγκαταστάσεων επεξεργασίας

B) Αντλιοστάσιο & μία Δεξαμενή τροφοδοσίας για κάθε χαλικόφιλτρο

Γ) Τρία βιολογικά χαλικόφιλτρα χαμηλής φόρτισης διακοπτόμενης τροφοδοσίας με ανακυκλοφορία

Δ) Απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία UV της εκροής

Ε) Δεξαμενή αποθήκευσης της εκροής (με αντλιοστάσιο άρδευσης εσωτερικών χώρων γηπέδου Ε.Ε.Λ.)

Ζ) Κτίριο ελέγχου της μονάδας

Η) Βιόφιλτρο Compost εξουδετέρωσης οσμερίων σηπτικής δεξαμενής

Θ) Λοιπά έργα υποδομής (διαμόρφωση χώρου, περίφραξη, ύδρευση, ηλεκτροφωτισμός)

Ι) Δίκτυο άρδευσης του περιμετρικού πρασίνου εντός του γηπέδου της ΕΕΛ

ΙΑ) Βαρυτικό αγωγό μεταφοράς των λυμάτων στο ρέμα βόρεια της Ε.Ε.Λ. (με υπερχείλιση από τη δεξαμενή αποθήκευσης εκροής).

3.1. Περιγραφή των επί μέρους σταδίων επεξεργασίας Σηπτική δεξαμενή

Οι σηπτικές δεξαμενές χρησιμοποιούνται πολλούς αιώνες σαν προεπεξεργασία των αστικών λυμάτων. Χρησιμοποιήθηκαν με μεγάλη επιτυχία για μικρούς οικισμούς ή μεμονωμένα σπίτια. Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν γίνει σημαντικές βελτιώσεις στο σχεδιασμό και την κατασκευή των σηπτικών δεξαμενών. Ιδιαίτερα την τελευταία δεκαετία σε αρκετές περιοχές ανεπτυγμένων

χωρών (USA, Ιαπωνία κ.λ.π.) ενισχύθηκε η τάση για αποκεντρωμένα συστήματα επεξεργασίας αστικών λυμάτων.

Έτσι απομακρυσμένα προάστια και οικισμοί αντί να συνδεθούν με τις κεντρικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (Ε.Ε.Λ) με μεγάλα αντλιοστάσια και καταθλιπτικούς αγωγούς ή τεράστιους και πολυδάπανους αγωγούς βαρύτητας, εξυπηρετούνται σήμερα με νέες μικρές Ε.Ε.Λ. ή αποκεντρωμένα μικρά συστήματα , (π.χ αμμόφιλτρα, τεχνικούς υδροβιότοπους ή συστήματα υπεδάφιας διάθεσης)

Στα αποκεντρωμένα μικρά συστήματα πολύ συχνά σήμερα η προεπεξεργασία είναι σηπτική δεξαμενή ή δεξαμενή τύπου Imhoff.

3.1.1. Στόχοι

Οι στόχοι που εξυπηρετούν οι σηπτικές δεξαμενές είναι η αφαίρεση των αιωρούμενων στερεών (λασπών) και επιπλεόντων υλικών (αφρού, λιπών - ελαίων) ώστε η εκροή:

- α) να μην δημιουργήσει προβλήματα βουλωμάτων (εμφράξεων) στα επόμενα στάδια επεξεργασίας και διάθεσης των λυμάτων
- β) να αυξηθούν οι αποδόσεις των επόμενων σταδίων

3.1.2. Εφαρμογές -περιορισμοί

Οι σηπτικές δεξαμενές είναι το πρώτο στάδιο επεξεργασίας σε ένα μικρό (αποκεντρωμένο) σύστημα. Για την εκροή έχουμε κυρίως δύο δυνατότητες:

α) αν τα εδάφη είναι ακατάλληλα (επαρκής περατότητα, χωρίς ρωγμές) και τα υπόλοιπα νερά σε αρκετό βάθος, τότε είναι δυνατή η υπεδάφια διάθεση (με κατάλληλο σχεδιασμό-κατασκευή και ελεγχόμενη διάθεση).

β) αν τα εδάφη είναι ακατάλληλα (αδιαπέρατα ή ρωγμώδη-καρστικά ή υπάρχει υδροφορία σε πολύ μικρό βάθος), τότε η εκροή της σηπτικής δεξαμενής οδηγείται σε σύστημα υψηλού βαθμού καθαρισμού, (αμμόφιλτρο, υδροβιότοπος κ.λ.π.) προτιμάται η επιφανειακή διάθεση (π.χ άρδευση) ή γίνεται αυστηρά ελεγχόμενη διάθεση στο έδαφος ή εκροή μεταφέρεται σε άλλη θέση όπου η διάθεση είναι ασφαλέστερη. Φυσικά για πολύ καθαρή εκροή (τριτοβάθμια καθαρισμένη από αμμόφιλτρο ή υδροβιότοπο) είναι δυνατή η διάθεση σε ρέμα ή στη θάλασσα με κατάλληλους περιορισμούς και σε συχνό έλεγχο.

Η εκροή από σηπτικές δεξαμενές επιδέχεται προσθήκη χημικών (κροκιδωτικών) για την αφαίρεση όλων των στερεών, αζώτου-φωσφόρου και του BOD₅ (70-85%).

Για την κατασκευή σηπτικών δεξαμενών υπάρχουν στην Ελληνική Νομοθεσία οι εξής περιορισμοί:

- α) ελάχιστη απόσταση από τα όρια του οικοπέδου 1m
- β) Υδατοστεγής κατασκευή
- γ) Κατάλληλος εξαερισμός και στεγανά καλύμματα ανθρωποθυρίδων
- δ) Αποστάσεις, βάθος και κατάλληλη τοποθέτηση ώστε να προστατεύονται τα υπόγεια νερά σε κάθε περίπτωση διαρροών, υπερχειλίσεων κ.λπ.
- ε) Γενικά επαρκείς κατά περίπτωση αποστάσεις ώστε να μην ενοχλούνται άνθρωποι και να προστατεύονται τα υπόγεια νερά και η δημόσια υγεία .

Αποδόσεις σηπτικών δεξαμενών

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι συνήθεις (μέσες) αποδόσεις των σηπτικών δεξαμενών.

α/α	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΚΡΟΗΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ
		(PPM)	%
1.	BOD ₅	120-240	20-40
2.	COD	200-330	20-40
3.	Αιωρούμενα στερεά (S.S)	40-150	50-80
4.	Ολικό άζωτο	20-45	10-40
5.	Λίπη-Λάδια		70-80
6.	Φωσφόρος	10-25	-15%
7.	Μικρόβια-μικροοργανισμοί	ανεπαρκής μείωση	

Πίνακας 3.1.2.: αποδόσεις των σηπτικών δεξαμενών

Σύμφωνα με έρευνες του Brandes, η απόδοση των σηπτικών δεξαμενών μπορεί να αυξηθεί σημαντικά, χωρίς αύξηση του όγκου τους, εάν διαχωρίσουμε τα λύματα κουζίνας, πλυντηρίων και λουτρού (gray water) τα οποία να οδηγηθούν σε άλλο σύστημα επεξεργασίας και διάθεσης (π.χ. άρδευση πράσινου). Μέσα στη σηπτική δεξαμενή οδηγούνται στην περίπτωση αυτή μόνο τα λύματα από τη χρήση WC (Blackwater).

Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των σηπτικών δεξαμενών είναι:

- γεωμετρία (σχήμα, διαστάσεις, σχέση μ.-πλ.-β.-κλπ).
- υδραυλικές φορτίσεις (μεγάλη υπερφόρτιση μπορεί να μειώσει την απόδοση καθίζησης ή επίπλευσης)
- διαμορφώσεις εισόδου-εξόδου
- αριθμός θαλάμων
- θερμοκρασία περιβάλλοντος & λυμάτων
- τρόπος λειτουργίας & συντήρησης

Σηπτική δεξαμενή με ένα θάλαμο (που έχει κατασκευαστεί και λειτουργεί σωστά) επαρκεί για αποδεκτές αποδόσεις. Παρ' όλα αυτά συνηθίζεται διθάλαμη ή τριθάλαμη δεξαμενή με την ίδια συνολική χωρητικότητα, διότι έτσι έχουμε καλύτερη ασφάλεια στην παγίδευση - συγκράτηση και των επιπλεόντων και των λασπών, ιδιαίτερα μάλιστα σε περιόδους που έχουμε μεγαλύτερες φορτίσεις ή ανατάραξη λόγω μεγάλων ρυθμών χώνευσης (πχ. το θέρος).

- Λανθασμένος σχεδιασμός ή κακή τοποθέτηση των διαφραγμάτων μπορούν να προκαλέσουν τυρβώδη ροή τοπικά και να μειώσουν την απόδοση της καθίζησης.
- Μικρά ή λάθος διαφράγματα μπορούν να διευκολύνουν τη διαφυγή επιπλεόντων προς το σύστημα διάθεσης της εκροής (πχ. λίπη , λάδια που κλείνουν το πορώδες του εδάφους).
- Κακή λειτουργία και συντήρηση μπορούν να μειώσουν τις αποδόσεις του συστήματος
- Διάφορα υλικά και ράκη που πέφτουν στην αποχέτευση μπορούν να προκαλέσουν βουλώματα στις αποχετεύσεις, στα ανοίγματα επικοινωνίας των θαλάμων ή στον αγωγό διάθεσης της εκροής
- Φράξιμο στην αντλία ή στον αγωγό εκκένωσης των λασπών μπορεί να προκαλέσει ανύψωση της στάθμης λασπών και της διαφυγής τους μαζί με την εκροή.

3.2. Βιολογική επεξεργασία

Το σύστημα βιολογικής επεξεργασίας περιλαμβάνει:

- Δεξαμενή τροφοδοσίας (δοσομέτρησης) αμμόφιλτρου
- Αμμόφιλτρα

3.2.1. Δεξαμενή τροφοδοσίας αμμόφιλτρου

Η δεξαμενή αυτή χρησιμεύει σαν αποθήκη της πρωτοβάθμιας εκροής, που έρχεται από τη σηπτική δεξαμενή με άντληση. Από τη δεξαμενή ξεκινά η γραμμή τροφοδοσίας (& ανακυκλοφορίας) του αμμόφιλτρου, που αποτελείται από τις αντλίες τροφοδοσίας (δύο για κάθε λεκάνη αμμόφιλτρου), τους κεντρικούς αγωγούς μεταφοράς διανομής (ένα για κάθε αμμόφιλτρο) και του αγωγούς

διανομής της ροής πάνω στο αμμόφιλτρο. Στη δεξαμενή αυτή καταλήγει με φυσική ροή ο αγωγός επιστροφής (με τις συλλεκτήριες γραμμές που μεταφέρουν τη διηθημένη εκροή από κάθε αμμόφιλτρο στη δεξαμενή δοσομέτρησης). Στη είσοδο του αγωγού αυτού στη δεξαμενή δοσομέτρησης, υπάρχει μια ειδική βαλβίδα με μπάλα που κλείνει τη γραμμή προς τη δεξαμενή δοσομέτρησης (όταν η δεξαμενή γεμίσει) και οδηγεί την περίσσεια προς της δεξαμενή αποθήκης εκροής. Αντί τη χρήση βαλβίδας μπορεί να χρησιμοποιηθεί και υπερχειλίση για την περίσσεια προς τη δεξαμενή αποθήκευσης εκροής.

3.2.2. Φίλτρο Άμμου με Ανακυκλοφορία (Recirculating sand filter)

Τα αμμόφιλτρα αυτά χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερες φορτίσεις (σε σχέση με τα φίλτρα περιοδικής φόρτισης (intermittent filters) και ανακυκλοφορία 100-500 % και χρησιμοποιούνται κυρίως σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις. Βασικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού είναι: Προεπεξεργασία σε σηπτική δεξαμενή αφαίρεση λιπών και αδρομερών (πρωτοβάθμια), υλικό πλήρωσης άμμος με διάμετρο 1,5-2,5 mm ή λεπτό χαλίκι, φορτίσεις μέχρι 0,2 m³/m²-ημ (για άμμο 1,5-2,5 mm), και πάχος στρώματος άμμου 60 cm (Ball, 1995).

Η συνήθης ποιότητα της εκροής μετά τη απολύμανση είναι η ακόλουθη:

BOD ₅ mg/L	COD mg/L	TSS mg/L	pH	Tot.Coli, MPN/100ml	TKN mg/L
5-15	< 50	< 10	7.0-8.5	< 100	0-10

Πίνακας 3.2.2.: Ποιότητα της εκροής

στρώμα άμμου: 60 cm

πάχος υποστρώματος: 30 cm

πάχος στρώματος τροφοδοσίας-διανομής : 25 cm

3.2.3. Δεξαμενή αποθήκευσης εκροής

Θα κατασκευαστεί μικρή δεξαμενή αποθήκευσης της εκροής, η οποία εκτός της αποθήκευσης μικρής ποσότητας εκροής (πχ.35-40 m³), θα εξυπηρετεί ταυτόχρονα:

α) τις ανάγκες της απολύμανσης (συνεχής ανακυκλοφορία μέσα στη μονάδα UV για 16-18 ώρες) και β) την άντληση καθαρισμένων νερών προς την αρδευόμενη περιοχή.

Σε περίπτωση ζημιάς σε όλο το σύστημα του αμμόφιλτρου τα λύματα με παρακαμπτήρια διάταξη (by-pass) θα οδηγούνται από τη σηπτική δεξαμενή στη δεξαμενή εκροής και από τη δεξαμενή αυτή με άντληση θα οδηγούνται για διάθεση (άρδευση) σε δασική έκταση.

3.2.4. Απολύμανση της εκροής

Μετά την βιολογική επεξεργασία τα λύματα θα οδηγούνται στο σύστημα απολύμανσης με υπεριώδη ακτινοβολία UV.

Θα χρησιμοποιηθεί μονάδα με υπεριώδη ακτινοβολία (U.V.) που θεωρείται σήμερα βέλτιστη από οικολογική άποψη και πολύ μικρού λειτουργικού κόστους. Η εκροή θα διέρχεται με φυσική ροή μέσα από ειδικά διαμορφωμένο κανάλι με λάμπες υπεριώδους ακτινοβολίας όπου θα παραμένει τουλάχιστο 10sec . Η απολύμανση θα τοποθετηθεί πριν τη δεξαμενή αποθήκευσης εκροής. Θα γίνει πρόβλεψη ώστε να είναι δυνατή μελλοντικά η προσθήκη αντλίας ανακυκλοφορίας από τη δεξαμενή αποθήκευσης εκροής στη μονάδα απολύμανσης (για πολλαπλό πέρασμα-απολύμανση της εκροής)

α απαιτούμενα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων μετά και τη χλωρίωση είναι:

- βιοχημικά απαιτ. οξυγόνο : $S_2 < ή = 15 \text{ mg/lit}$
- αιωρούμενα στερεά : $S.S. < ή = 15 \text{ mg/lit}$
- ολικά κολοβακτηρίδια (Total coli)<100 αποικ./100 ml (απόλυτα μέγιστο)
Τα αναμενόμενα αποτελέσματα προβλέπονται σημαντικά καλύτερα:
- βιοχημικά απαιτ. οξυγόνο : $S_2 < ή = 10 \text{ mg/lit}$
- αιωρούμενα στερεά : $S.S. < ή = 10 \text{ mg/lit}$
- ολικά κολοβακτηρίδια (Total coli) 0-20 αποικ./100 ml

3.2.5.Μονάδα εξουδετέρωσης οσμαερίων σηπτικής δεξαμενής

Η αντιμετώπιση των τυχόν οσμαερίων της σηπτικής δεξαμενής θα γίνει με δίκτυο συγκέντρωσης-απαγωγής, θα μεταφέρει τα οσμαέρια με εξαεριστήρα σε φίλτρο με πληρωτικό υλικό ενεργό άνθρακα.

3.2.6.Κτίριο διοίκησης (γραφείο-εργαστήριο-ηλ.πίνακα, συνεργείο - αποθήκη, WC)

Το κτίριο διοίκησης θα εξυπηρετεί τις ανάγκες της εγκατάστασης με τους χώρους:

- γραφείο-αίθουσα ελέγχου με τον κεντρικό πίνακα της εγκατάστασης & χώρο εργαστηρίου
- συνεργείο-αποθήκη εργαλείων-ανταλλακτικών
- χώρο υγιεινής (WC)

Λοιπά έργα υποδομής (διαμόρφωση χώρου, περίφραξη, ύδρευση, ηλεκτροφωτισμός)

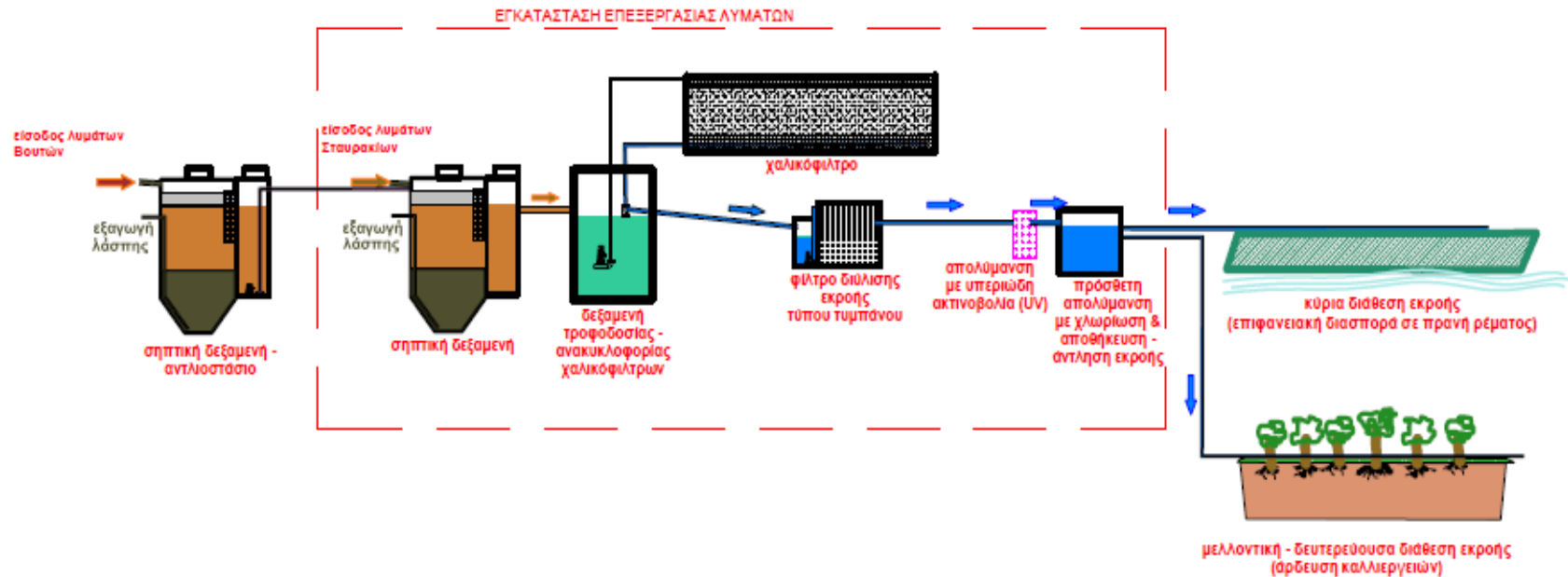
3.3.Διάθεση των επεξεργασμένων (Δίκτυο άρδευσης)

3.3.1.Δυνατότητες διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων

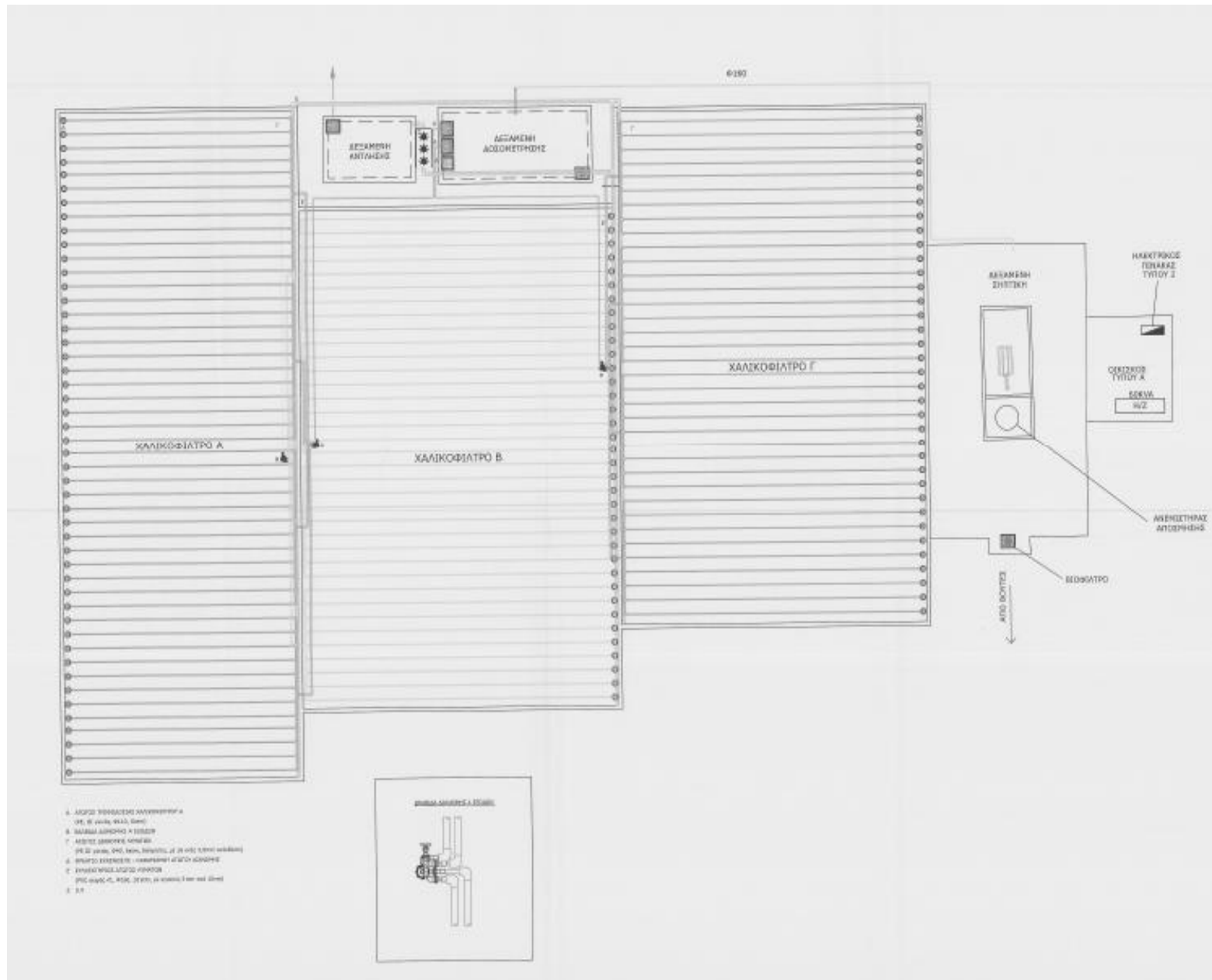
Η επιλογή της άρδευσης δενδροκομικών ή καλλωπιστικών καλλιεργειών (μετά από σωστή απολύμανση) επιλέχθηκε σαν σωστή και ασφαλής λύση διότι :

- έχει αποδειχθεί ότι η άρδευση ελαιοδένδρων με δευτεροβάθμια καθαρισμένα λύματα δεν επηρεάζει το δένδρο ή τον καρπό, αντίθετα μάλιστα οι μικρές ποσότητες αζώτου και φωσφόρου που περιέχουν τα καθαρισμένα λύματα βοηθούν στη φυσική λίπανση και αποφεύγεται η χρήση χημικών λιπασμάτων. Η καλλιέργεια μάλιστα χωρίς χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων δίνει « βιολογικό λάδι».
- η στάγδην άρδευση είναι ασφαλέστατη και για τους γεωργούς
- η άρδευση με καθαρισμένα λύματα εξοικονομεί ποσότητες νερού, ιδιαίτερα το θέρος που έχουμε πολλά λύματα και μεγάλη έλλειψη αρδευτικού νερού. Το παραγόμενο νερό μετά την αμοοδιύλιση δεν περιέχει αιωρούμενα στερεά (<2 ppm) και η εγκατάσταση στάγδην άρδευσης (με μπεκ) δεν αναμένεται να παρουσιάζει προβλήματα βουλωμάτων.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ (FLOW SHEET) ΕΡΓΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΒΟΥΤΩΝ - ΣΤΑΥΡΑΚΙΩΝ ΔΗΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ



Εικόνα 3.3.1.(1) : Διάγραμμα ροής έργων διαχείρισης λυμάτων οικισμών Βουτών – Σταυρακίων (Διάγραμμα ροής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων)



Εικόνα 3.3.1.(2) : Κάτοψη υφιστάμενης εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων οικισμών Βούτες – Σταυριάκια (Κάτοψη Χαλικόφιλτρου Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων)

3.3.2. Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά εισόδου εγκατάστασης

Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων είναι σχεδιασμένη για να δέχεται λύματα που προέρχονται κυρίως από υπολείμματα τουαλέτας, απόνερα λουτρού και κουζίνας, απόνερα καθαριότητας, εστιατόρια, ξενοδοχεία κλπ. (οικιακά ή αστικά λύματα). Σε αυτά περιλαμβάνονται οργανικές ουσίες σε διάλυση ή αιωρούμενα σωματίδια, λίπη-έλαια, ανόργανες ουσίες και διαλυμένα αέρια. Δεν προβλέπεται όμως να επεξεργάζεται βιομηχανικά λύματα ή άλλα ειδικά απόβλητα, τα οποία αν διοχετευτούν στο δίκτυο χωρίς την προβλεπόμενη από τον Νόμο προεπεξεργασία είναι δυνατόν να επιφέρουν ανυπολόγιστες και μόνιμες βλάβες στην εγκατάσταση.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται η τυπική σύνθεση των οικιακών και αστικών λυμάτων καθώς και τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των αστικών υγρών αποβλήτων στην είσοδο των εγκαταστάσεων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: ΤΥΠΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΟΙΚΙΑΚΩΝ – ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (γραμ/κατ-ημ)	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ (mg/l)
Ολικά στερεά	115-170	680-1000
Πτητικά στερεά	65-85	380-500
Αιωρούμενα στερεά	35-50	200-290
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο	50-70	290-410
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο	115-125	680-730
Ολικό Άζωτο	6-17	35-100
Αμμωνία	1-3	6-18
Νιτρικά & Νιτρώδη	<1	<5
Ολικός Φώσφορος	1-4	6-24
Ολικά κωλοβακτηρίδια		$10^{10} - 10^{12}$ απ/ml
Κοπρανώδη κωλοβακτηρίδια		$10^8 - 10^{10}$ απ/ml

Πίνακας 3.3.2.(1): Τυπική σύνθεση οικιακών/αστικών λυμάτων

Η Ε.Ε.Λ τέθηκε σε λειτουργία το 2010, τηρώντας όλες τις προδιαγραφές για την σωστή επεξεργασία των λυμάτων, όπως αυτές προκύπτουν από τις υφιστάμενες εγκρίσεις και την ισχύουσα τότε νομοθεσία.

Στον Πίνακα 2.2 παρουσιάζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά εισόδου στην εγκατάσταση όπως αυτά εκτιμούνται το έτος 2024.

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, προτείνονται:

1. Προσθήκη ενός χαλικόφιλτρου και αύξηση του ισοδύναμου πληθυσμού στους 2000 ικ με ημερήσια παραγωγή λυμάτων 100 lit ανά κάτοικο.

2. Προσθήκη στην Ε.Ε.Λ, ενός φίλτρου (τύπου τυμπάνου) διύλισης της εκροής, που προκύπτει μετά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από τα χαλικόφιλτρα. Το φίλτρο θα εξασφαλίζει την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών και θα προηγείται της απολύμανσης.

2. Προσθήκη στην Ε.Ε.Λ. αναλογικού χλωριωτή σε σειρά μετά την έξοδο από τη μονάδα απολύμανσης υπεριώδους ακτινοβολίας UV για την εξασφάλιση πρόσθετης απολύμανσης της εκροής, με δεδομένο ότι το σύστημα δίνει ικανοποιητική ποιότητα εκροής τριτοβάθμιας επεξεργασίας.

3. Επέκταση της μονάδας απόσμησης της σηπτικής δεξαμενής – αντλιοστασίου Βουτών, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα δημιουργίας οχλήσεων.

4. Ως κύρια λύση για τη διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων, προτείνεται η διάθεσή τους στο πρανές παρακείμενου ρέματος της περιοχής όλους τους μήνες του χρόνου, ενώ μελλοντικά και κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (ως δευτερεύουσα λύση) σχεδιάζεται να γίνεται επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων μέσω της άρδευσης περίπου 185,3 στρ. ελαιώνων και αμπελώνων της περιοχής της Ε.Ε.Λ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2: ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

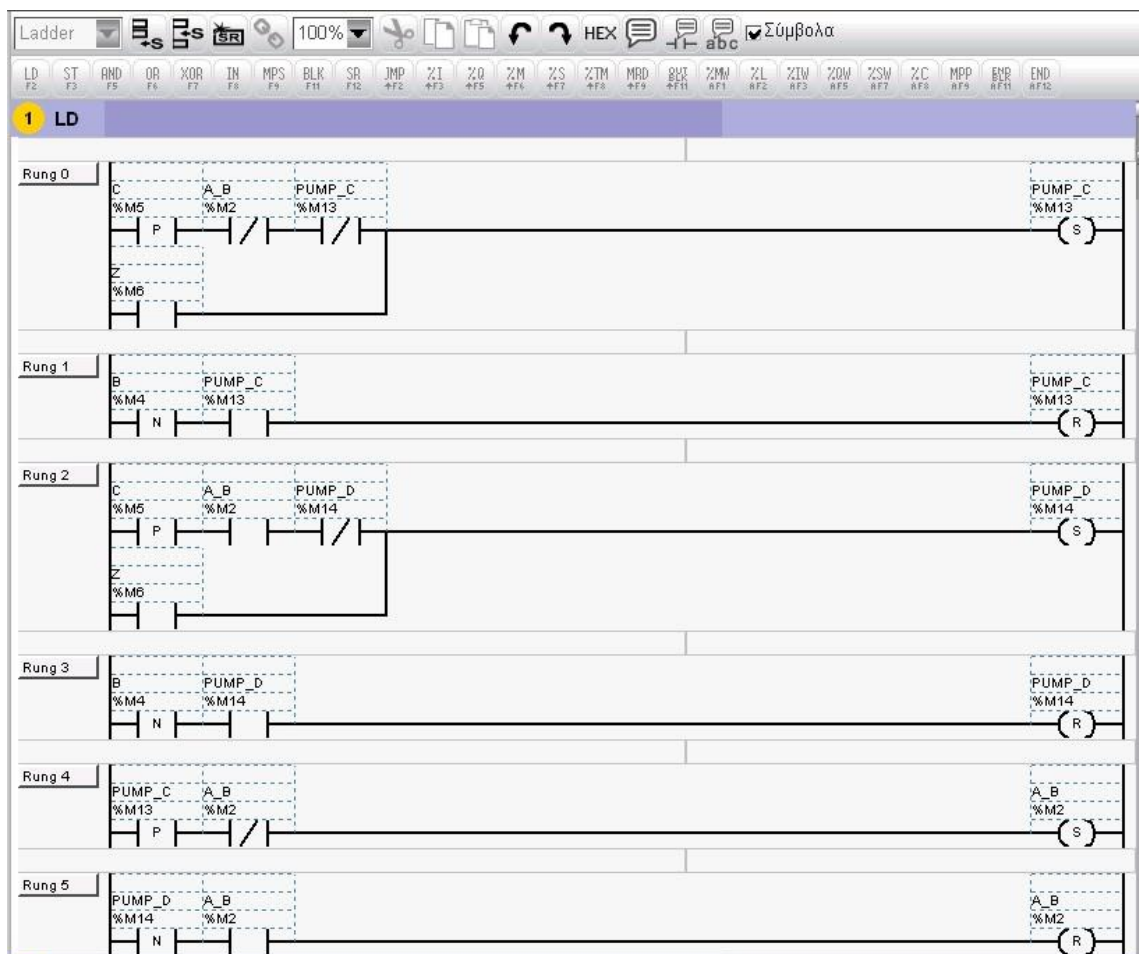
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΣΥΜΒΟΛΟ	ΜΟΝΑΔΑ	2024 (ορίζοντας σχεδιασμού)	
			ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	PE	κάτοικος	1.600	1.800
ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΥΜΑΤΩΝ / ΚΑΤΟΙΚΟ	q	lt/d-PE	70,00	100,00
ΜΕΓΙΣΤΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΥΜΑΤΩΝ / ΚΑΤΟΙΚΟ	q _{max}	lt/d-PE	105,00	150,00
ΜΕΣΟ ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	Q _d	m ³ /d	112,00	180,00
ΜΕΣΟ ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	Q _d	lt/sec	1,30	2,08
ΜΕΓΙΣΤΟ ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	Q _{d,max}	m ³ /d	168,00	270,00
ΜΕΓΙΣΤΟ ΗΜΕΡΗΣΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	Q _{d,max}	lt/sec	1,94	3,13
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (μέγιστο ημερήσιο υδραυλικό φορτίο ανηγμένο σε ωριαία βάση)	Q _h	m ³ /h	7,00	11,25
ΑΔΙΑΣΤΑΤΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΩΡΙΑΙΑΣ ΑΙΧΜΗΣ --- $P = 1,5 + 2,5(Q_{d,max})^{-1/2}$	k	-	3,29	2,91
ΑΠΟΔΕΚΤΟΣ ΑΔΙΑΣΤΑΤΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΩΡΙΑΙΑΣ ΑΙΧΜΗΣ ΛΟΓΩ ΔΙΚΤΥΟΥ	k _{δίκτ.}	-	3,00	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΡΙΑΙΑ ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	Q _{h,max}	m ³ /h	21,00	33,75
ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΡΙΑΙΑ ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	Q _{h,max}	lt/sec	5,83	9,38

Πίνακας 3.3.2.(1): Ποσοτικά χαρακτηριστικά εισόδου στην εγκατάσταση

3.4. Πρόγραμμα αυτοματισμού μονάδας επεξεργασίας λυμάτων οικισμών Βούτες Σταυράκια.

Έχοντας μια εικόνα της Ε.Ε.Λ. παρακάτω ακολουθεί το πρόγραμμα που τροφοδοτεί τα 4 χαλικόφιλτρα σε γλώσσα Ladder.

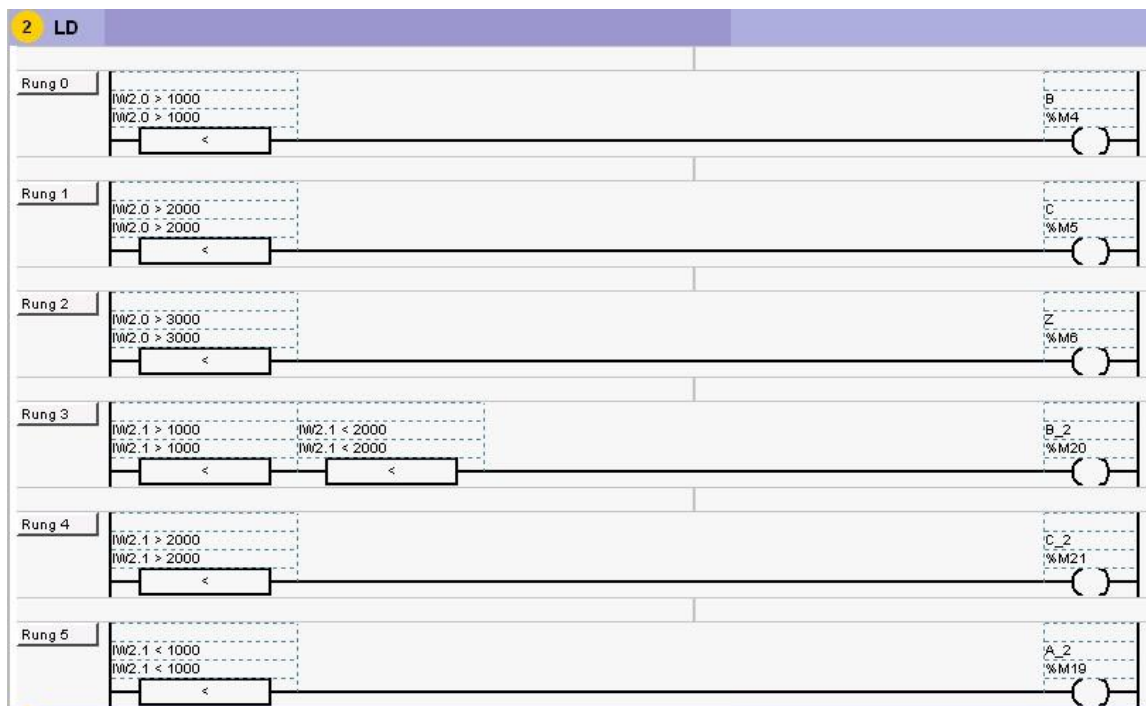
- 1) Η πρώτη ενότητα που τροφοδοτεί την δεξαμενή ανακυκλοφορίας
- 2) Η δεύτερη ενότητα που ρυθμίζει την πίεση των δυο δεξαμενών (ανακυκλοφορίας και διάθεσης)
- 3) Η Τρίτη ενότητα που καθορίζει για πόσο χρόνο θα δουλέψουν οι αντλίες
- 4) Η τέταρτη ενότητα ενεργοποιεί τις αντλίες
- 5) Η Πέμπτη ενότητα καθορίζει ή δίνει μόνιμα άσο όταν η αναλογία των στοιχείων μνήμης πλησιάζει μια αναλογία των στοιχείων του συστήματος



Εικόνα 3.4.(1): Ενότητα 1

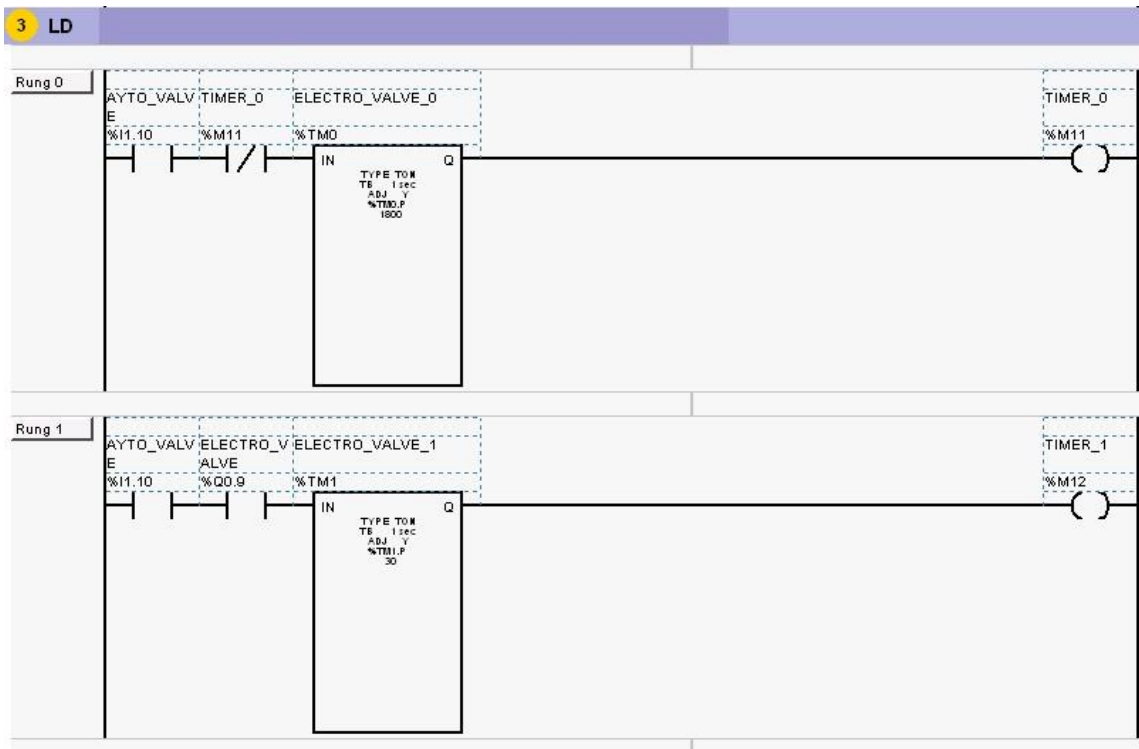
Στην Ενότητα 1 έχουμε την έναρξη των αντλιών της δεξαμενής ανακυκλοφορίας. Αυτό επιτυγχάνεται ορίζοντας μια ακολουθία για κάθε rung, για παράδειγμα στο rung 0 έχω εκκίνηση της αντλίας αφού εκπληρωθούν 3 συνθήκες ή μια άλλη, έτσι έχουμε: για να έχω εκκίνηση της αντλίας C πρέπει το ύψος της δεξαμενής να είναι στο επίπεδο c ($c > 2000$) και η κλειστή επαφή του τεχνητού επιπέδου A_B να μην είναι ενεργή και να μην έχει ενεργοποιηθεί η κλειστή επαφή της αντλίας C τότε ενεργοποιείται η αντλία C ή ενεργοποιείται απευθείας από το επίπεδο δεξαμενής Z ($Z > 3000$) δηλαδή το χαμηλότερο επίπεδο.

Στην ενότητα 2 έχουμε την ρύθμιση μέσω χωρητικότητας των δεξαμενών ανακυκλοφορίας (επιτυγχάνεται με χρήση αναλογικών αισθητήριων) και διάθεσης σε 3 διαφορετικά επίπεδα, για κάθε δεξαμενή, ώστε να ξέρουμε το ύψος κάθε δεξαμενής για αποφυγή περίπτωσης υπερχείλισης

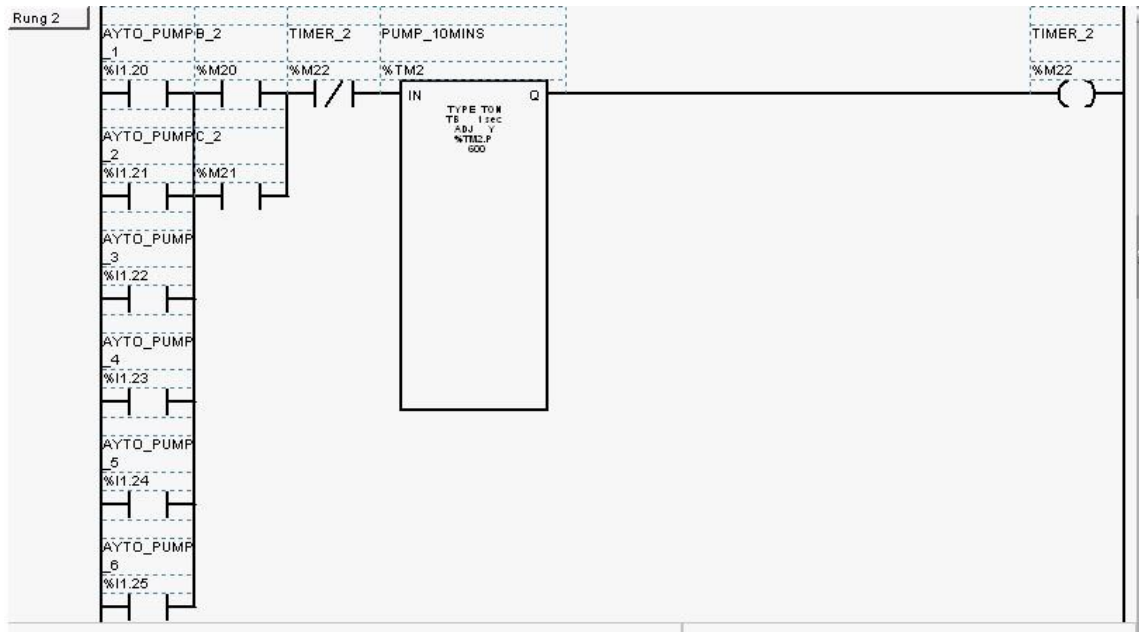


Εικόνα 3.4.(2): Ενότητα 2

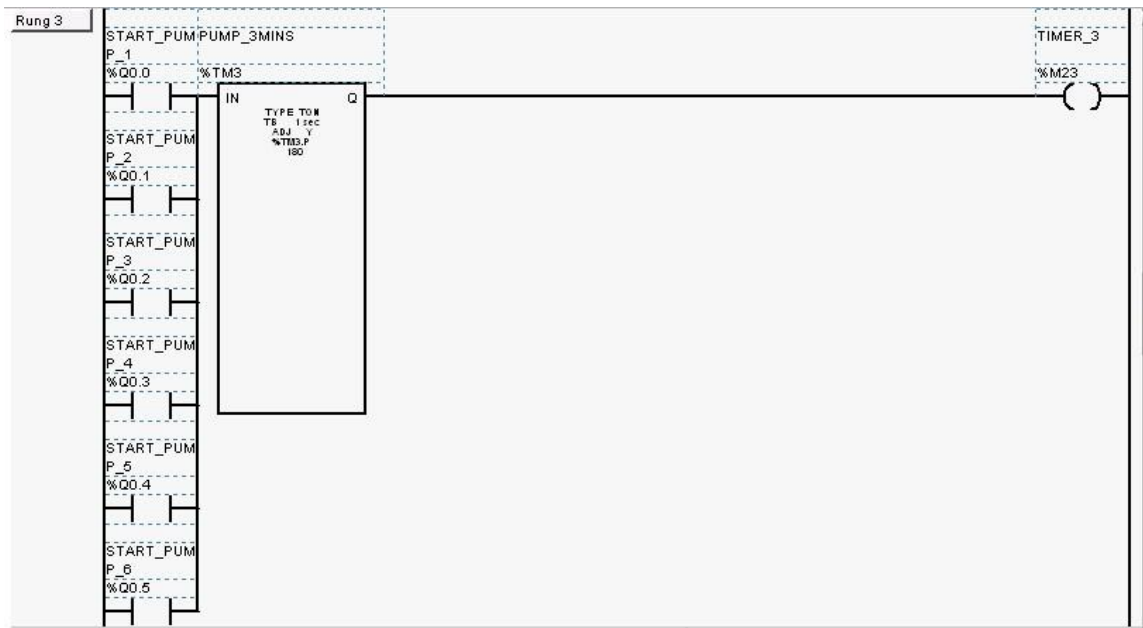
Στην ενότητα 3 έχουμε την ρύθμιση των χρονικών που ελέγχουν τις αντλίες.



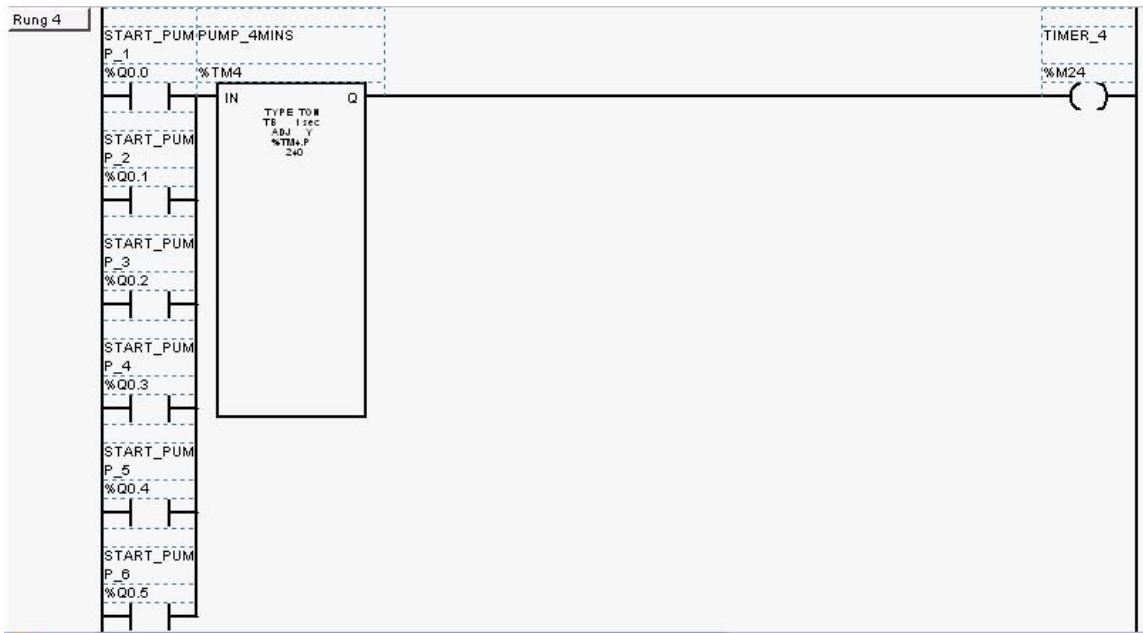
Εικόνα 3.4.(3): Ενότητα 3



Εικόνα 3.4.(4): Ενότητα 3

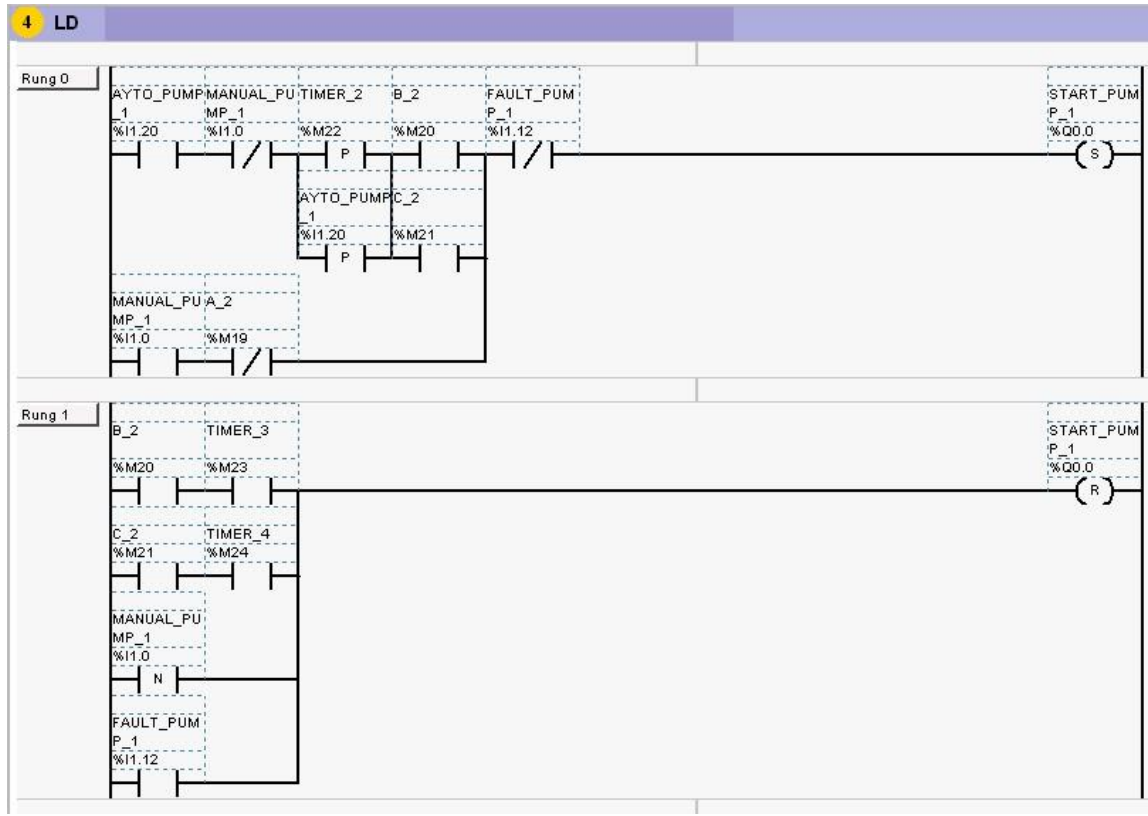


Εικόνα 3.4.(5): Ενότητα 3

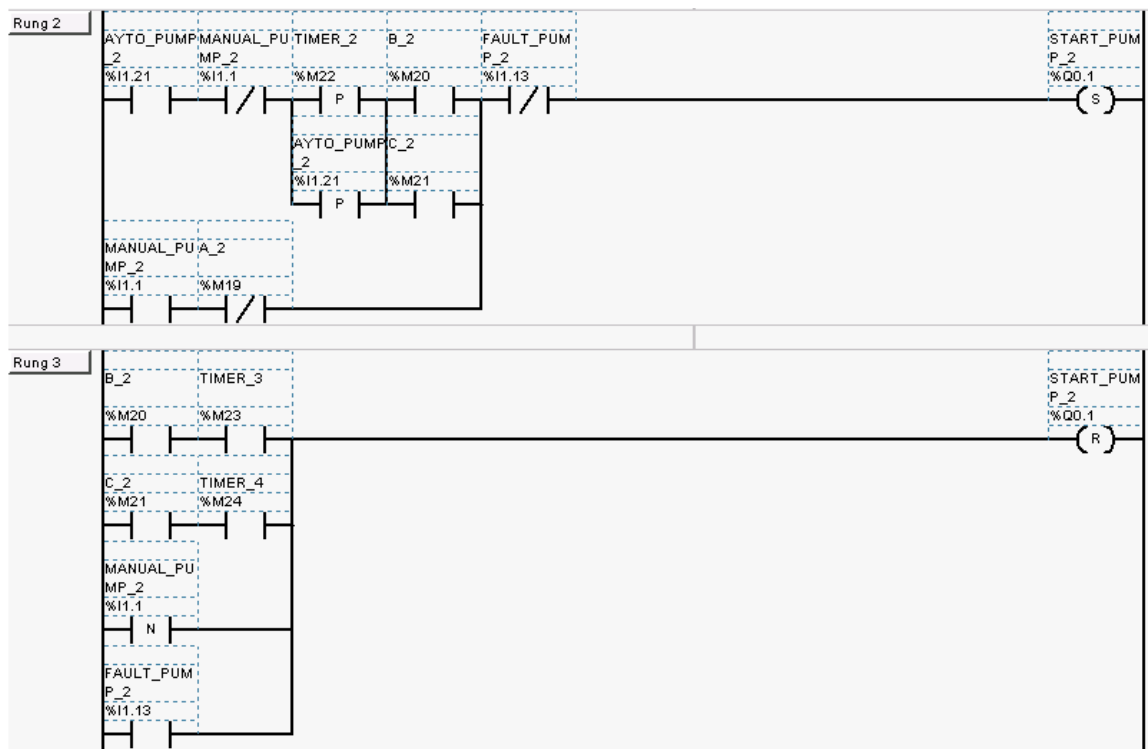


Εικόνα 3.4.(6): Ενότητα 3

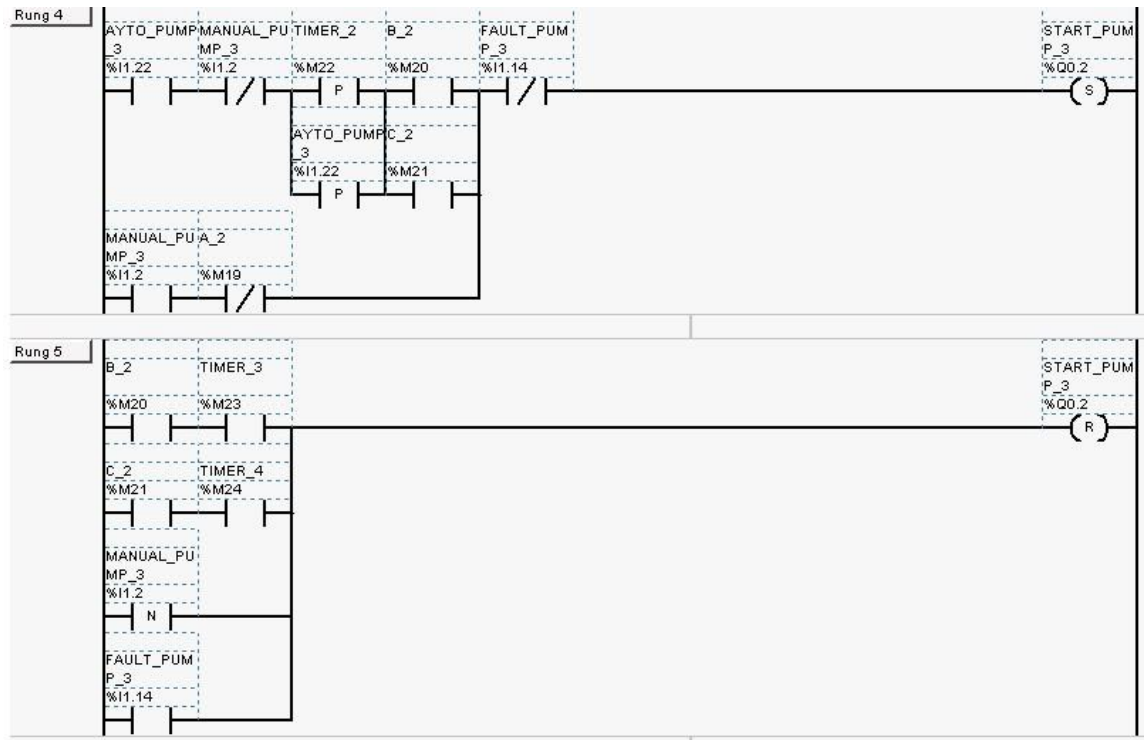
Στην Ενότητα 4 έχουμε την έναρξη των αντλιών, της ηλεκτροβάνας και του ανεμιστήρα της μονάδας απόσμησης της εγκατάστασης.



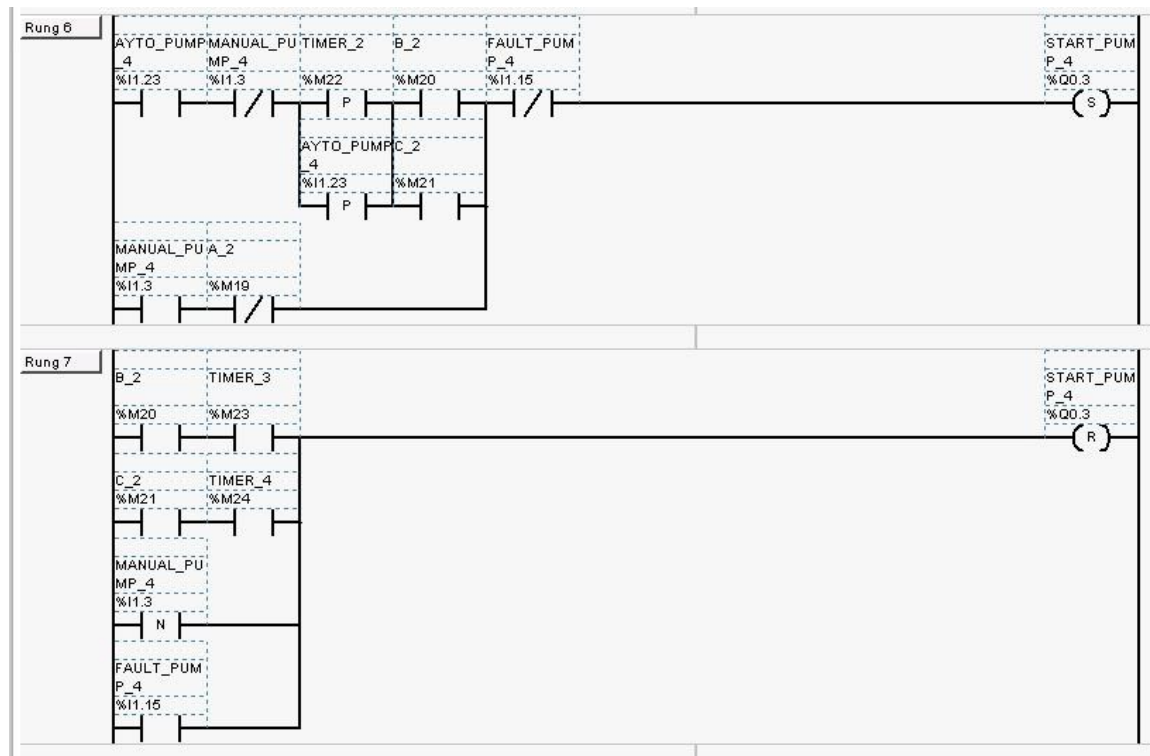
Εικόνα 3.4.(7): Ενότητα 4



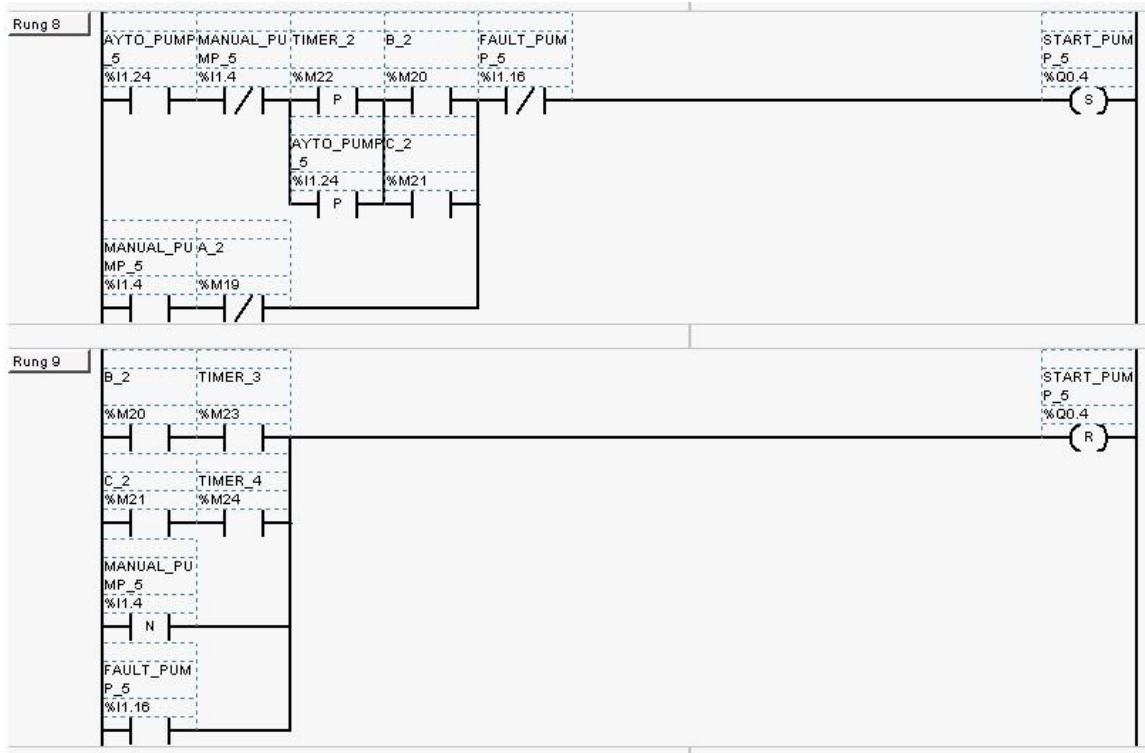
Εικόνα 3.4.(8): Ενότητα 4



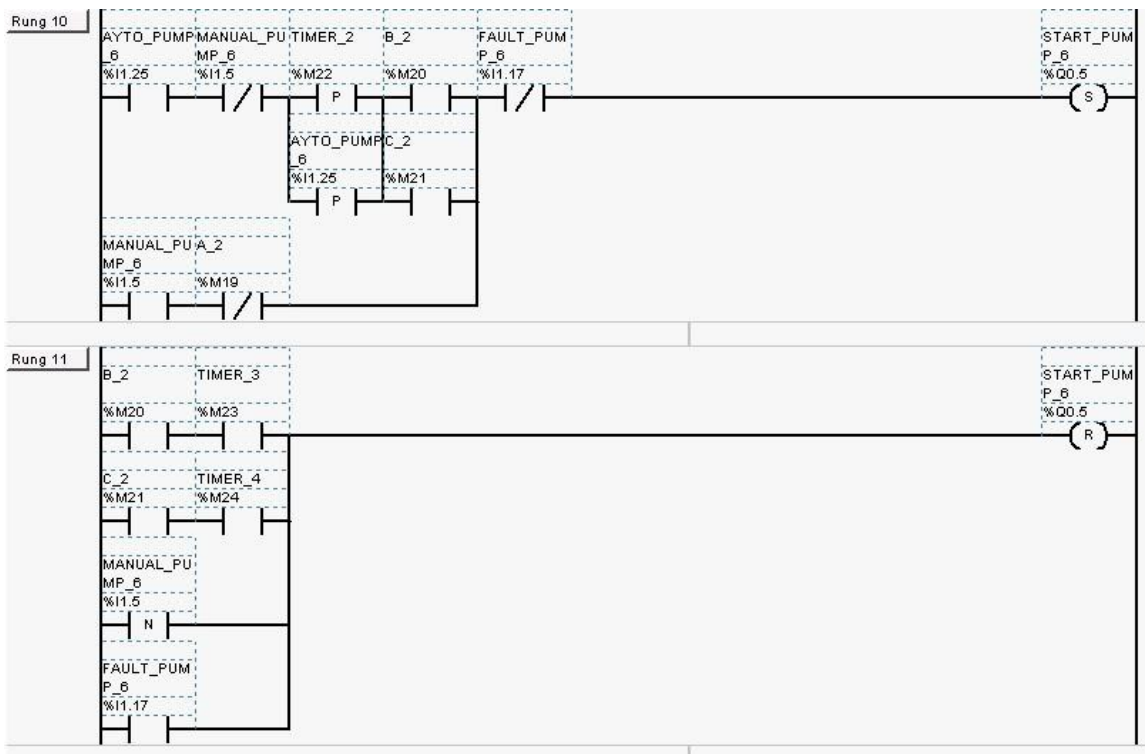
Εικόνα 3.4.(9): Ενότητα 4



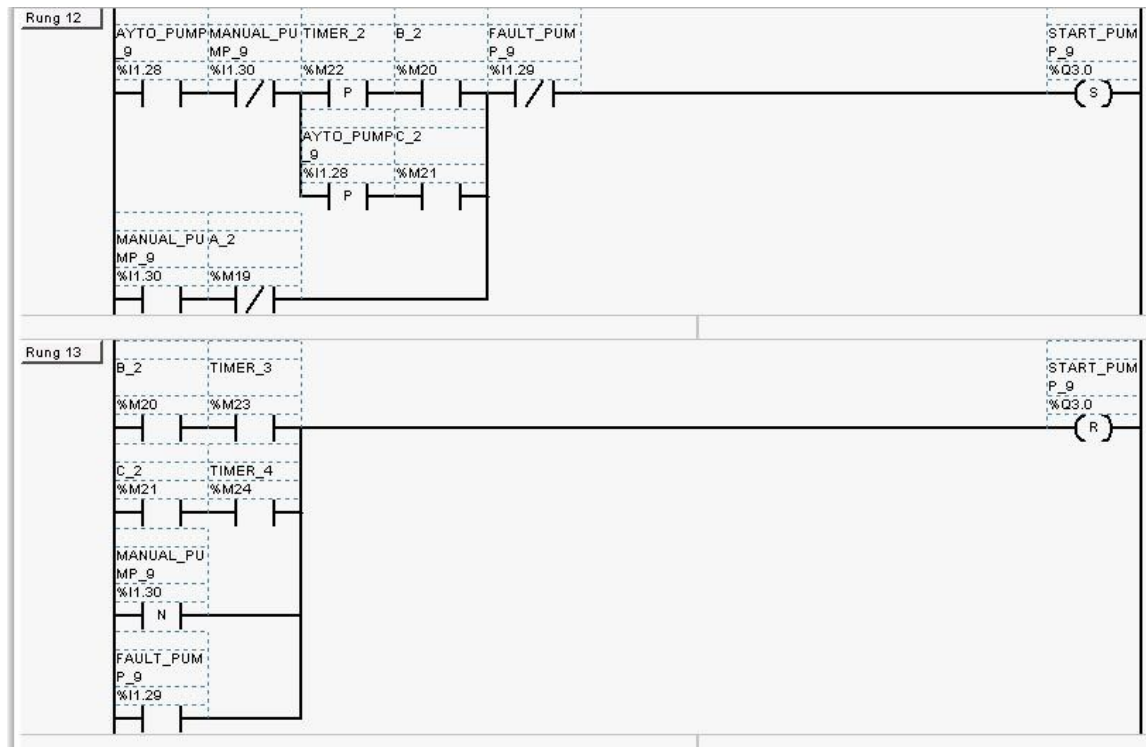
Εικόνα 3.4.(10): Ενότητα 4



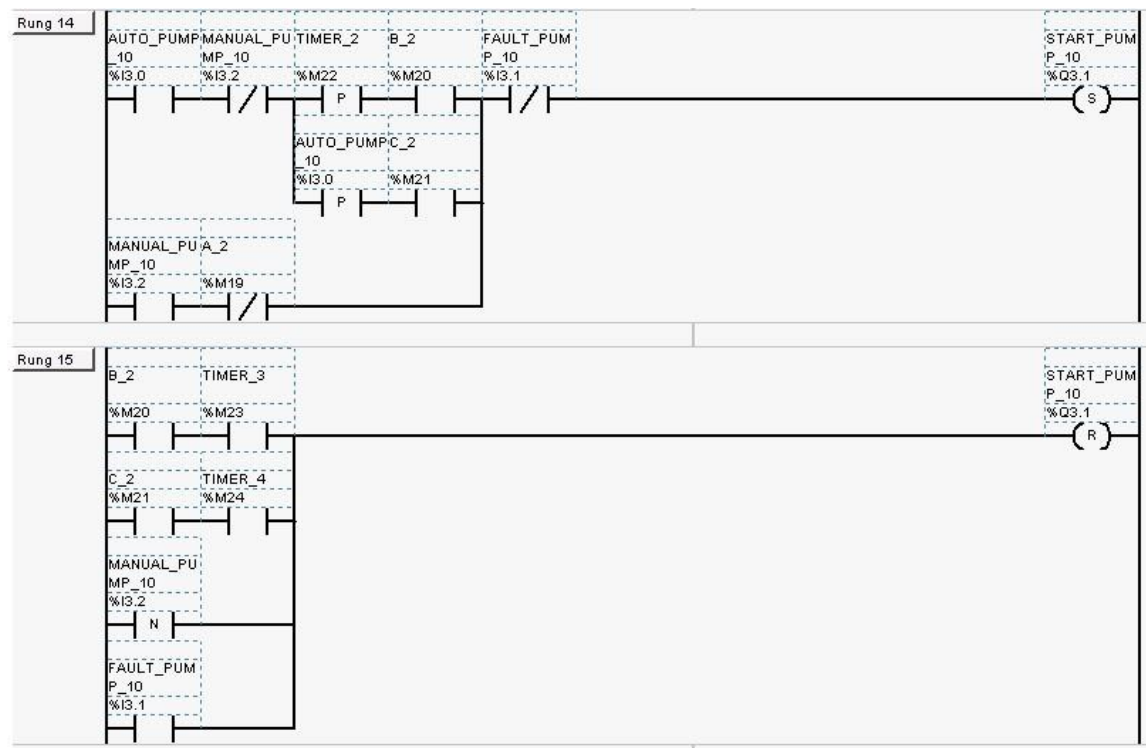
Εικόνα 3.4.(11): Ενότητα 4



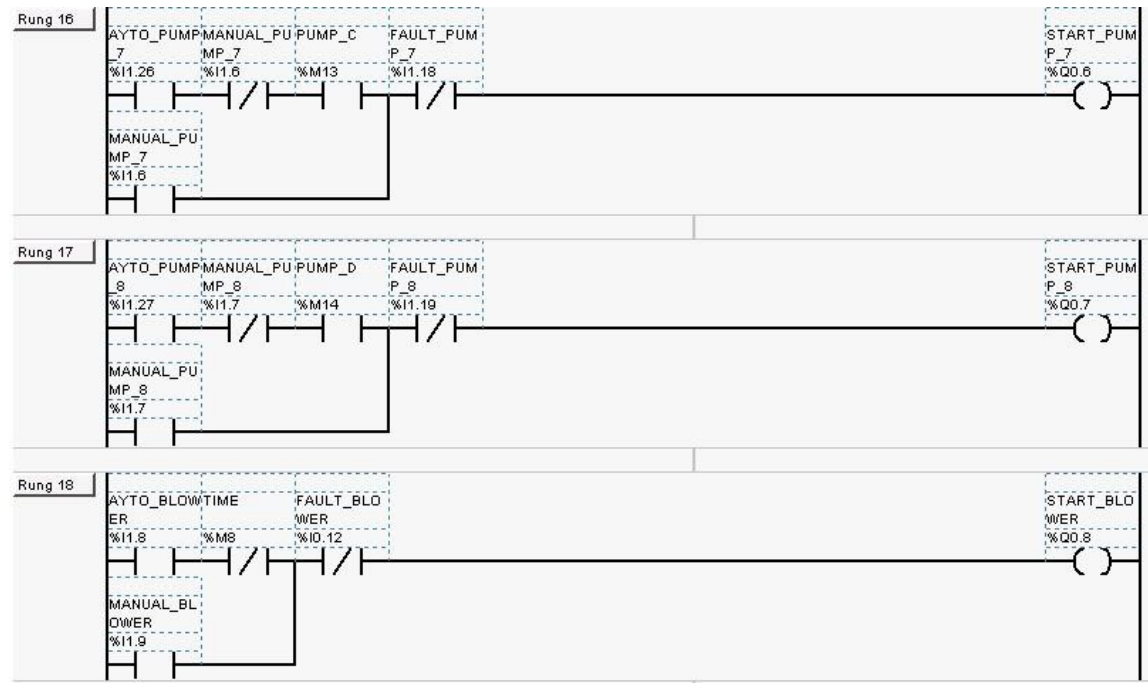
Εικόνα 3.4.(12): Ενότητα 4



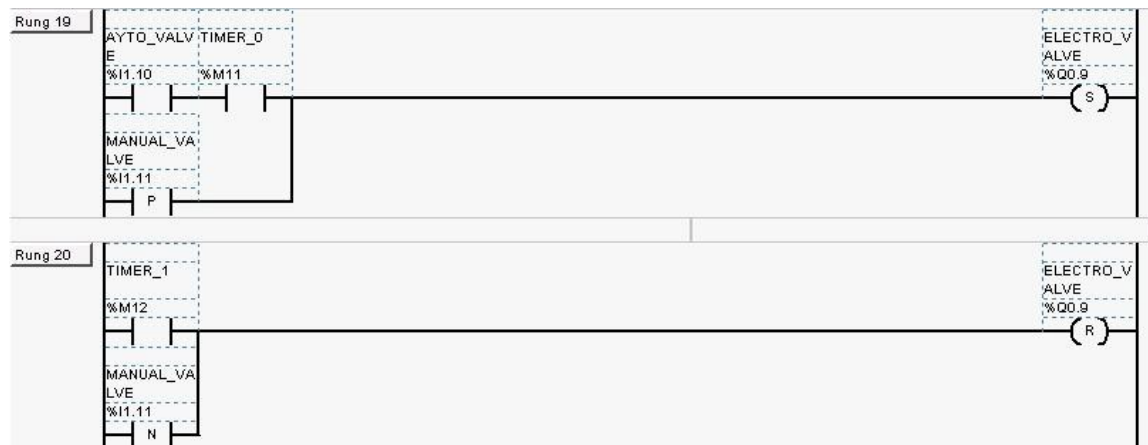
Εικόνα 3.4.(13): Ενότητα 4



Εικόνα 3.4.(14): Ενότητα 4

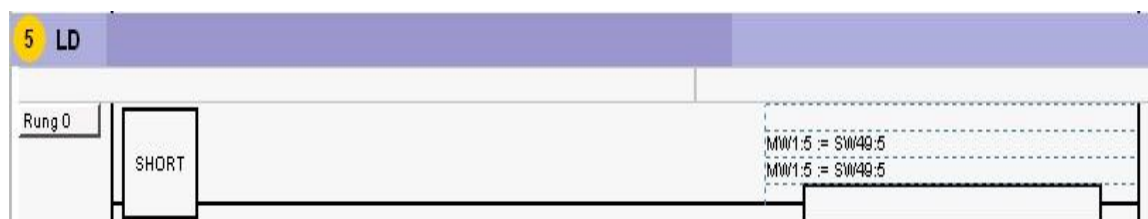


Εικόνα 3.4.(15): Ενότητα 4



Εικόνα 3.4.(16): Ενότητα 4

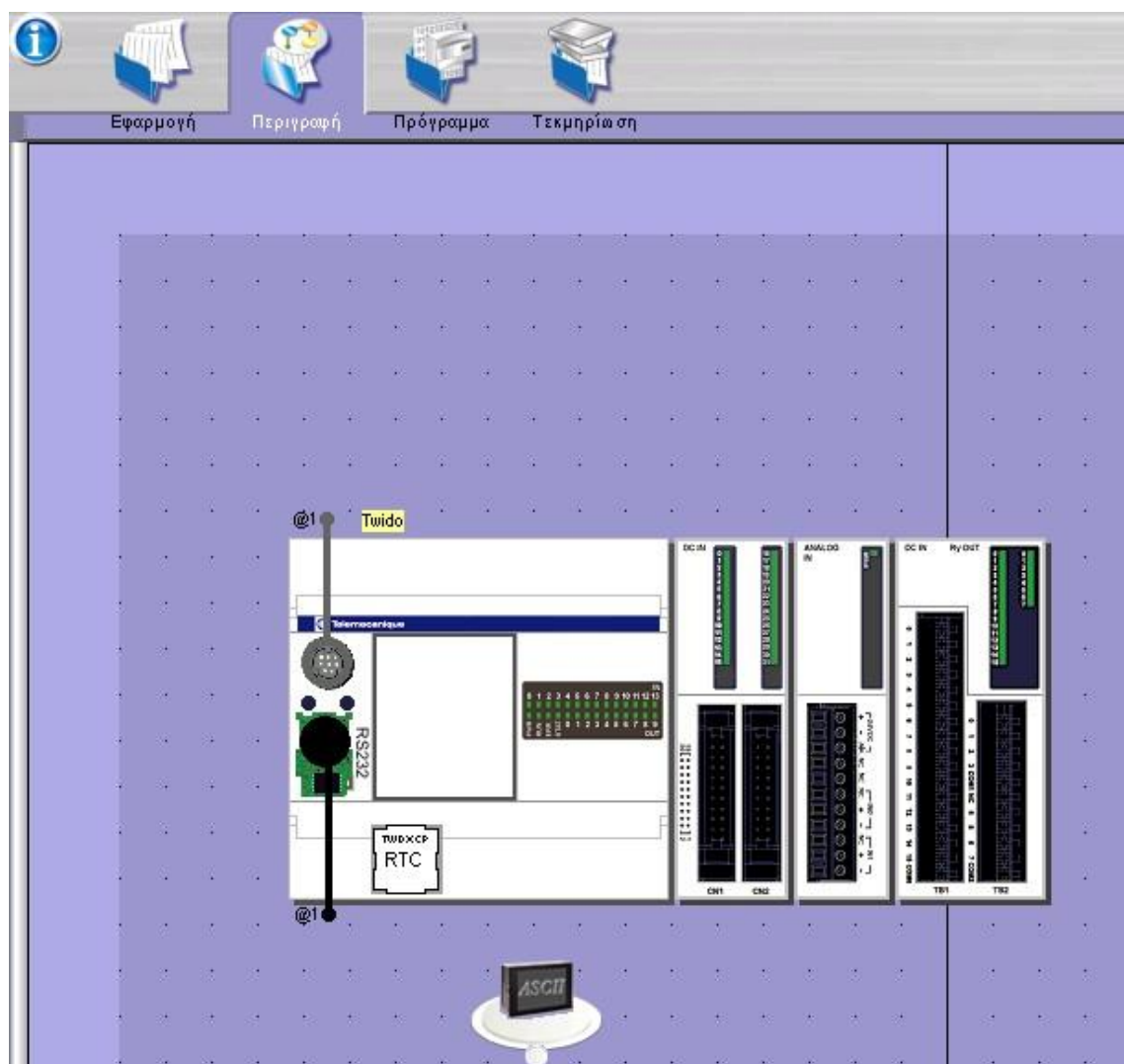
Ενότητα 5 έχουμε την αποσφαλμάτωση του προγράμματος της εγκατάστασης. Η πέμπτη ενότητα καθορίζει ή δίνει μόνιμα άσο όταν η αναλογία των στοιχείων μνήμης πλησιάζει μια αναλογία των στοιχείων του συστήματος.



Εικόνα 3.4.(17): Ενότητα 4

3.5. Προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων των οικισμών Βούτες Σταυράκια

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η δομή του ΠΛΕ μαζί με τις κάρτες επέκτασης που χρησιμοποιείται για την Ε.Ε.Λ όπως παρουσιάζεται στο μενού «Περιγραφή» του λογισμικού του Twidosuite



Εικόνα 3.5.(1): Ελεγκτής με κάρτες επέκτασης
Ο ΠΛΕ που χρησιμοποιείται είναι το TWDLCAA24DRF

Περιγραφή συσκευής Κωδικός προϊόντος Διεύθυνση << >>

Περιγραφή Συμπαγής Επεκτάσιμη Βάση, 230VAC, 14 Είσοδοι 24VDC, 10 Έξοδοι ρελέ 2A. Μή αποσπώμενες κλήμμες.

Ρυθμίσεις συσκευής

Είσοδοι/Έξοδοι

Πίνακας εισόδων

Σε Χρ	Διεύθυνση	Σύμβολο	Σε χρήση απο	Φιλτράρισμα	Μανδάλωση	Εκκίνηση/Στ	Ενεργοποίηση γεγον	Υψηλή προτεραι	Νούμερο SR
<input type="checkbox"/>	%I0.0	PUMP_1		3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	%I0.1	PUMP_2		3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	%I0.2	PUMP_3		3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Εκτός Χρήσης	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	%I0.3	PUMP_4		3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Εκτός Χρήσης	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	%I0.4	PUMP_5		3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Εκτός Χρήσης	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	%I0.5	PUMP_6		3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Εκτός Χρήσης	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	%I0.6	PUMP_7		3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	%I0.7	PUMP_8		3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	%I0.8	BLOWER		3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	%I0.9	VALVE		3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	%I0.10	D_E_H		3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	%I0.11	H_Z		3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.12	FAULT_BLOWER	Χρήση από το πρόγ	3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	%I0.13	FAULT_VALVE		3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Πίνακας εξόδων

Σε Χρ	Διεύθυνση	Σύμβολο	Κατάστα	Σε χρήση απο
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.0	START_PUMP_1		Χρήση από το πρόγραμμα
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.1	START_PUMP_2	<input type="checkbox"/>	Χρήση από το πρόγραμμα
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.2	START_PUMP_3	<input type="checkbox"/>	Χρήση από το πρόγραμμα
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.3	START_PUMP_4	<input type="checkbox"/>	Χρήση από το πρόγραμμα
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.4	START_PUMP_5		Χρήση από το πρόγραμμα
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.5	START_PUMP_6		Χρήση από το πρόγραμμα
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.6	START_PUMP_7		Χρήση από το πρόγραμμα
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.7	START_PUMP_8		Χρήση από το πρόγραμμα
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.8	START_BLOWER		Χρήση από το πρόγραμμα
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.9	ELECTRO_VALVE		Χρήση από το πρόγραμμα

Εικόνα 3.5.(2): Ορισμός εισόδων-εξόδων P.L.C

Η πρώτη κάρτα επέκτασης που χρησιμοποιείται είναι η TWDDDI32DK όπου από κάτω βλέπουμε τον ορισμό των εισόδων της.

Περιγραφή συσκευής

Κωδικός προϊόντος Διεύθυνση

Περιγραφή

Ρυθμίσεις συσκευής

Πίνακας εισόδων

Σειρά	Διεύθυνση	Σύμβολο
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.0	MANUAL_PUMP_1
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.1	MANUAL_PUMP_2
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.2	MANUAL_PUMP_3
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.3	MANUAL_PUMP_4
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.4	MANUAL_PUMP_5
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.5	MANUAL_PUMP_6
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.6	MANUAL_PUMP_7
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.7	MANUAL_PUMP_8
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.8	ΑΥΤΟ_BLOWER
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.9	MANUAL_BLOWER
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.10	ΑΥΤΟ_VALVE
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.11	MANUAL_VALVE
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.12	FAULT_PUMP_1
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.13	FAULT_PUMP_2
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.14	FAULT_PUMP_3
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.15	FAULT_PUMP_4
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.16	FAULT_PUMP_5
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.17	FAULT_PUMP_6
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.18	FAULT_PUMP_7
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.19	FAULT_PUMP_8
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.20	ΑΥΤΟ_PUMP_1
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.21	ΑΥΤΟ_PUMP_2
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.22	ΑΥΤΟ_PUMP_3
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.23	ΑΥΤΟ_PUMP_4
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.24	ΑΥΤΟ_PUMP_5
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.25	ΑΥΤΟ_PUMP_6
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.26	ΑΥΤΟ_PUMP_7
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.27	ΑΥΤΟ_PUMP_8
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.28	ΑΥΤΟ_PUMP_9
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.29	FAULT_PUMP_9
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1.30	MANUAL_PUMP_9
<input type="checkbox"/>	%I0.1.31	

Εικόνα 3.5.(3): Ορισμός εισόδων καρτών επέκτασης

Η δεύτερη κάρτα επέκτασης που χρησιμοποιείται είναι η TWDAMI2HT όπου ο ορισμός των αναλογικών εισόδων της φαίνεται από κάτω

Περιγραφή συσκευής

Κωδικός προϊόντος Διεύθυνση

Περιγραφή

Ρυθμίσεις συσκευής

Πίνακας εισόδων και εξόδων

Σε Χρ	Διεύθυνση	Σύμβολο	Τύπος	Εύρος	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μονάδες
<input type="checkbox"/>	%IW2.0	LEVEL_TANK_1	Εκτός χρήσης	Απλή	0	4095	Καμία
<input type="checkbox"/>	%IW2.1	LEVEL_TANK_2	Εκτός χρήσης	Απλή	0	4095	Καμία

Εικόνα 3.5.(4): Ορισμός εισόδων αναλογικής κάρτας επέκτασης

Η Τρίτη κάρτα επέκτασης εισόδων εξόδων είναι η TWDDMM24DRF όπου ο ορισμός των εισόδων-εξόδων της φαίνεται από κάτω

Περιγραφή συσκευής

Κωδικός προϊόντος Διεύθυνση

Περιγραφή

Ρυθμίσεις συσκευής

Πίνακας εισόδων

Σε Χρ	Διεύθυνση	Σύμβολο
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.3.0	AUTO_PUMP_10
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.3.1	FAULT_PUMP_10
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.3.2	MANUAL_PUMP_10

Πίνακας εξόδων

Σε Χρ	Διεύθυνση	Σύμβολο
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.3.0	START_PUMP_9
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.3.1	START_PUMP_10
<input type="checkbox"/>	%Q0.3.2	

Εικόνα 3.5.(5): Ορισμός εισόδων-εξόδων κάρτας επέκτασης

Κεφ.4.Συμπεράσματα-παρατηρήσεις

Η καλωδιωμένη τεχνολογία απαιτεί υψηλό επίπεδο τεχνογνωσίας σε επίπεδο κατασκευής και κυρίως συντήρησης. Φυσικά όσο πιο πολύπλοκη μια εγκατάσταση-σύστημα, τόσο πιο δύσκολη και εκτεταμένη η καλωδίωση. Αυτό συνεπάγεται αυξημένη δυσκολία και πολυπλοκότητα της μελέτης, αποσφαλμάτωσης και εκκίνησης της εγκατάστασης.

Οπότε ας φανταστούμε τη λειτουργία της Μ.Ε.Λ. με καλωδιωμένη τεχνολογία, θα χρειαζόμασταν ξεχωριστό πίνακα για κάθε αντλία σε κάθε χαλκίφιλο και δεξαμενή που έχουμε δηλαδή 8 πίνακες μεγάλης κατασκευής μαζί με την διάταξη προστασίας της κάθε αντλίας (ρελαί ισχύος,

έλεγχου, ασφαλειοδιακόπτη και θερμικό για κάθε πίνακα), και μεγάλη κατασκευή συνεπάγεται ότι χρειαζόμαστε πολύ περισσότερο χώρο. Στην συνέχεια θα πρέπει να συνδέσουμε αυτούς του πίνακες σε ένα πολύ μεγαλύτερο διπλό πίνακα με πολύπλοκη διάταξη ρελαί και χρονικών ώστε να φτιάξουμε το 'πρόγραμμα της εγκατάστασης', η σύνδεση μόνο των περιφερειακών πινάκων των αντλιών με το πίνακα ελέγχου τους βάση της κάτοψης της εγκατάστασης θα χρειαστεί αρκετά εκατοντάδες μέτρα καλώδιο, το οποίο θα πρέπει να μονωθεί από το περιβάλλον (οπότε τα ίδια εκατοντάδες μέτρα σε υλικό μόνωσης). Όλα αυτά θα γίνουν με 3 μεγάλους περιορισμούς:

1. Χωρίς την δυνατότητα αναβάθμισης, δηλαδή επέκτασης της λειτουργίας της μονάδας.
2. Χωρίς την δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου της εγκατάστασης σε για παράδειγμα, περίπτωση σφάλματος ενός αισθητηρίου κάποιος θα πρέπει να πάει εκεί ή να είναι εκεί σε καθημερινή βάση ώστε να γίνεται επιτήρηση της εγκατάστασης.
3. Και φυσικά το κόστος της όλης εγκατάστασης σε καλωδιωμένη εγκατάσταση.

Για το λόγο αυτό οποιαδήποτε τροποποίησης της εγκατάστασης-συστήματος χρειαστεί στη συνέχεια, απαιτεί νέα μελέτη και πολλές φορές δύσκολη τροποποίησης της καλωδίωσης. Αυτό συμβαίνει συνήθως λόγω του πλήθους των διαφορετικών εξαρτημάτων που είναι συνδεδεμένα.

Στη περίπτωση που ο τρόπος λειτουργίας της εγκατάστασης-συστήματος είναι με προγραμματιζόμενο ελεγκτή άρα εξαρτάται από το πρόγραμμα που τρέχει από τον προγραμματιζόμενο ελεγκτή. Φυσικά για το λόγο αυτό η προγραμματιζόμενη τεχνολογία απαιτεί υψηλότερο επίπεδο τεχνογνωσίας, αφού απαιτούνται γνώσεις προγραμματισμού και λογισμικού (software).

Τα πλεονεκτήματα του PLC ως προς τον κλασικό αυτοματισμό, είναι πάρα πολλά, ενδεικτικά αναφέρονται τα παρακάτω:

- Εξοικονόμηση χώρου σε σχέση με τον αντίστοιχο πίνακα κλασικού αυτοματισμού.
- Δυνατότητα αλλαγής των καταστάσεων εξόδου με επαναπρογραμματισμό χωρίς αλλαγή στην καλωδίωση της εγκατάστασης.

- Έλεγχος και παρακολούθηση της λειτουργίας του συστήματος μέσω Η/Υ.
- Δυνατότητα επέκτασης ή αναβάθμισης της εγκατάστασης αυτοματισμού.
- Γρήγορη και εύκολη υλοποίηση πολύπλοκων εφαρμογών.
- Εξοικονόμηση κόστους για εφαρμογές αυτοματισμού που απαιτούν μεγάλο αριθμό βοηθητικών εξαρτημάτων ελέγχου.
- Μικρό κόστος συντήρησης λόγω μείωση του αριθμού των μηχανικών επαφών.
- Διαχείριση ψηφιακών και αναλογικών σημάτων.
- Μεγαλύτερη αξιοπιστία και ταχύτητα ελέγχου.

Κεφ.5.Παράρτημα προγράμματος λειτουργίας

26/11/2016

19/5/2015

~επεξεργασία λυμάτων.xpr

TwidoSuite ~επεξεργασία λυμάτων



Project Information

Print date 26/11/2016

Author

Department

Index

Industrial

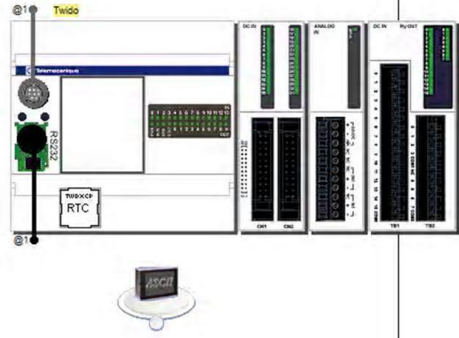
Property

Comment

History

Contents

First Page	1
History	3
Contents	4
Graphical Description	5
Properties	8
Bill of material	9
Hardware	10
Memory objects	11
Memory report	13
Behavior configuration	14
Content	15
Symbols	25
Cross references	27
Animation table	28
Preferences	29
About	30
Total Page Number	30



Page 1

Page 2

Properties

Bill of material

Family	Reference number	Quantity
Twido	TWDLCAA24DRF	1
Twido	TWDDDI32DK	1
Twido	TWDDMM24DRF	1
Twido	TWDAMI2HT	1
Twido	TWDNAC232D	1
Twido	TWDXCPRTC	1
ASCII elements	Viewer	1

Hardware configuration

Base

TWDLCAA24DRF

Expansion bus modules

1 : TWDDDI32DK

2 : TWDAMI2HT

3 : TWDDMM24DRF

Memory objects configuration

Timer configuration (%TM)

Used	%TM	Symbol	Type	Adjustable	Time Base	Preset
Yes	%TM0	ELECTRO_VALVE_0	TON	Yes	1 s	1800
Yes	%TM1	ELECTRO_VALVE_1	TON	Yes	1 s	30
Yes	%TM2	PUMP_10MINS	TON	Yes	1 s	600
Yes	%TM3	PUMP_3MINS	TON	Yes	1 s	180
Yes	%TM4	PUMP_4MINS	TON	Yes	1 s	240

Counter configuration (%C)

Register configuration (%R)

Drum configuration (%DR)

Scheduler block configuration (%SCH)

Fast counters configuration (%FC)

Very fast counters configuration (%VFC)

Memory words (%MD)

Memory words (%MW)

Memory words (%MF)

Memory bits (%M)

Used	%M	Symbol	Allocated
Yes	%M2	A_B	Yes
Yes	%M4	B	Yes
Yes	%M5	C	Yes
Yes	%M6	Z	Yes
Yes	%M8	TIME	Yes
Yes	%M11	TIMER_0	Yes
Yes	%M12	TIMER_1	Yes
Yes	%M13	PUMP_C	Yes
Yes	%M14	PUMP_D	Yes
Yes	%M19	A_2	Yes
Yes	%M20	B_2	Yes
Yes	%M21	C_2	Yes
Yes	%M22	TIMER_2	Yes
Yes	%M23	TIMER_3	Yes
Yes	%M24	TIMER_4	Yes

PID configuration (PID)

Constant configuration (%KD)

Constant configuration (%KW)

Configuration of external objects Comm

Configuration of external objects Drive

Configuration of external objects Tesys

Configuration of external objects Advantys OTB

Memory

Memory usage statistic

User data

Memory bits	: 25 Bits	0.1%
Memory words	: 0 Words	0.0%
Backed up	: 280 Words	
RAM = EEPROM	: ???	
Constants	: 0 Words	0.0%
Configuration	: 399 Words	11.6%
Avail. mem. data	: 2957 Words	85.7%

User program

Executable code	: 961 Words	6.1%
Prog. data	: 4 Words	0.1%
Online modif.	: 0 words	0.0%
Avail. code mem.	: 14707 words	92.1%

Other

Execution data	: 86 words	2.5%
:	86 2.5%	
	wo	
	rd	
	s	

Configure the behavior

Functional levels

Functional levels management

Management :	Automatic
Level :	The highest possible

Scan mode

Scan mode

Mode :	Normal
Duration (ms) :	-

Watchdog

Duration (ms) :	250
-----------------	-----

Periodic event

Not used :	Yes
------------	-----

Startup

Parameters

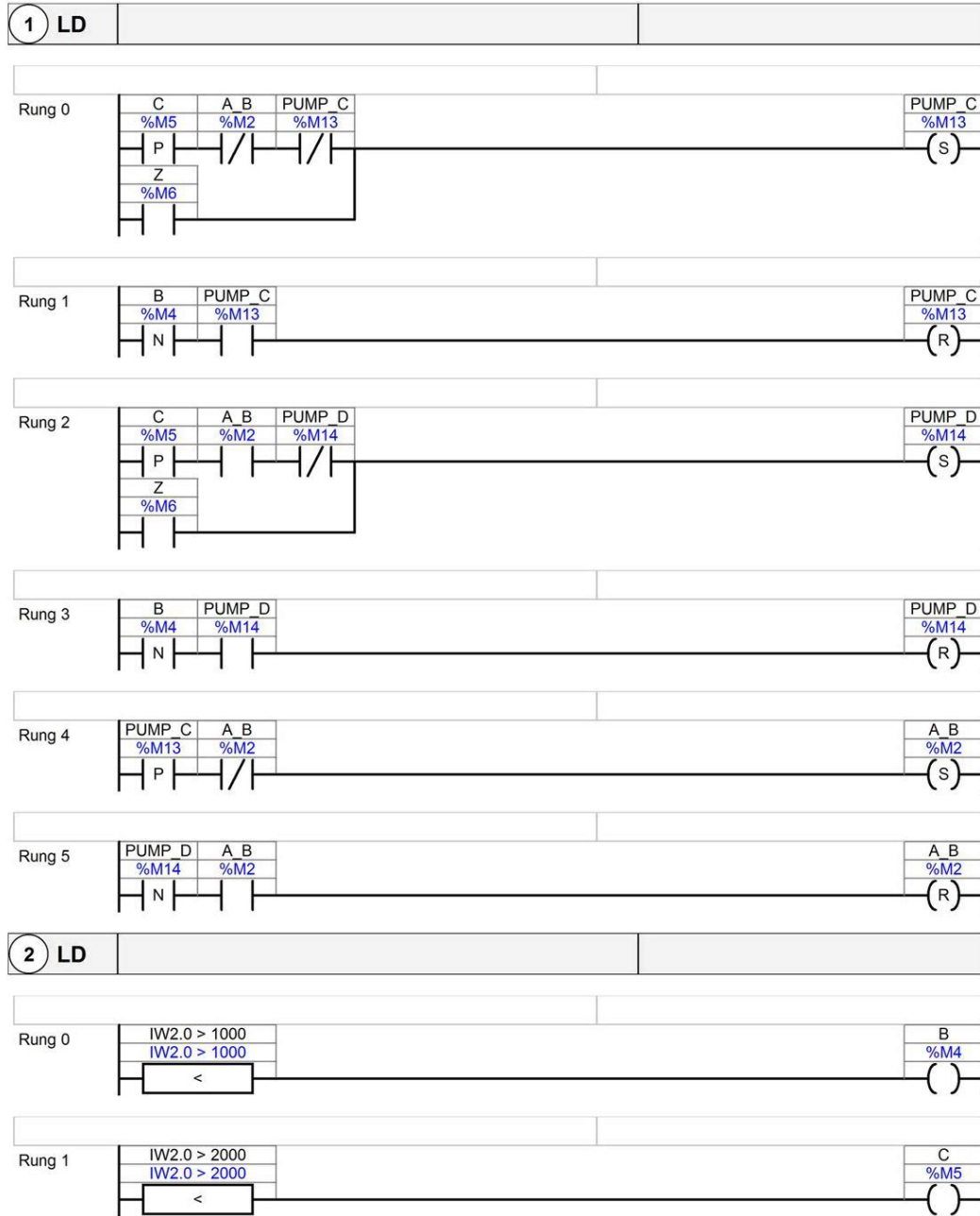
Automatic start in Run :	No
Run/Stop Input:	None

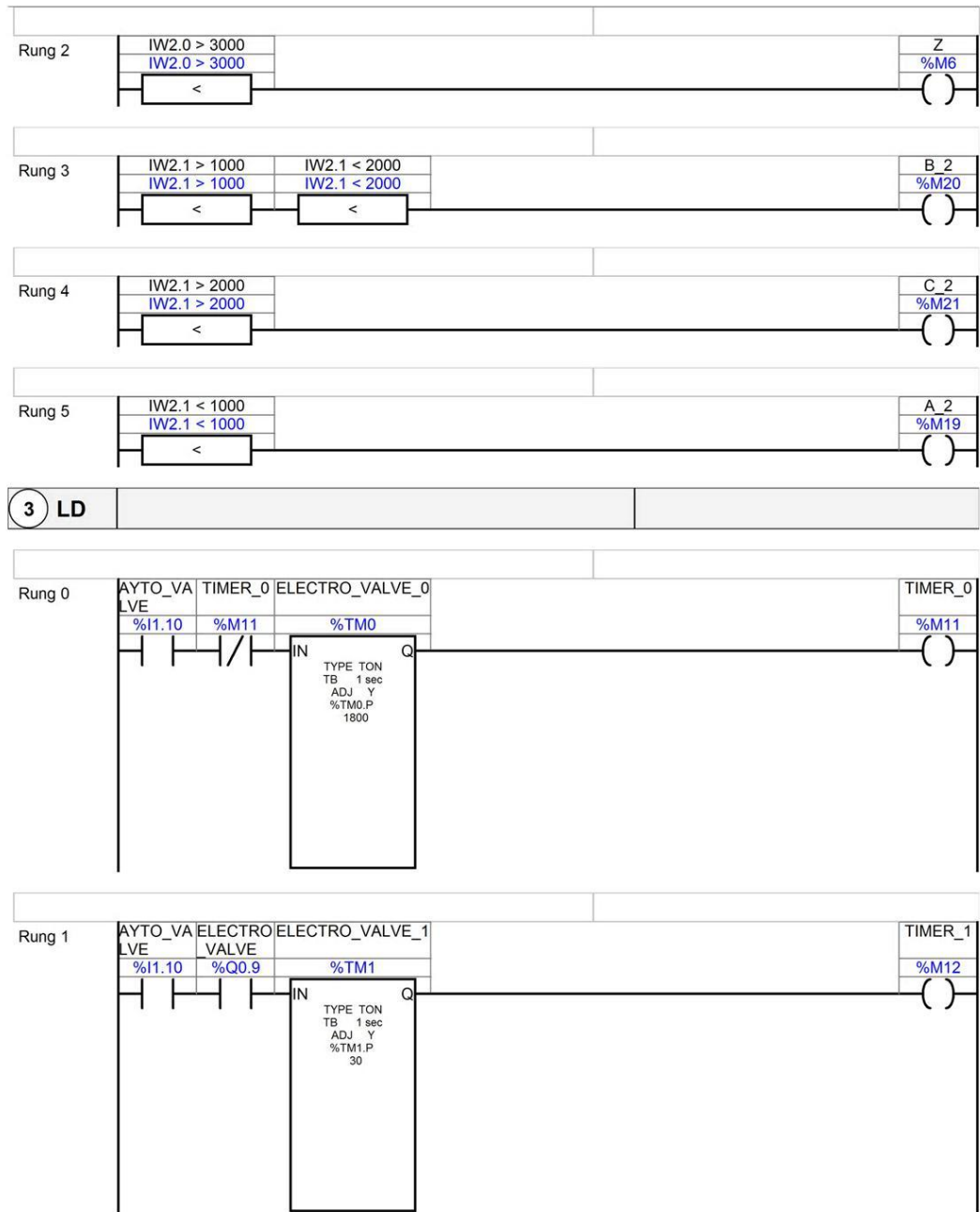
Autosave

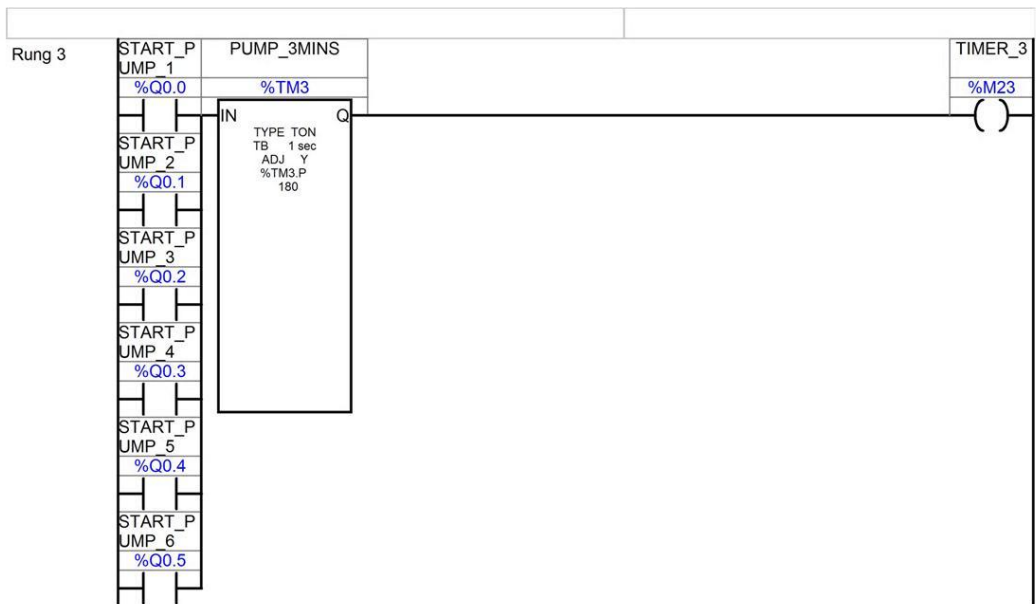
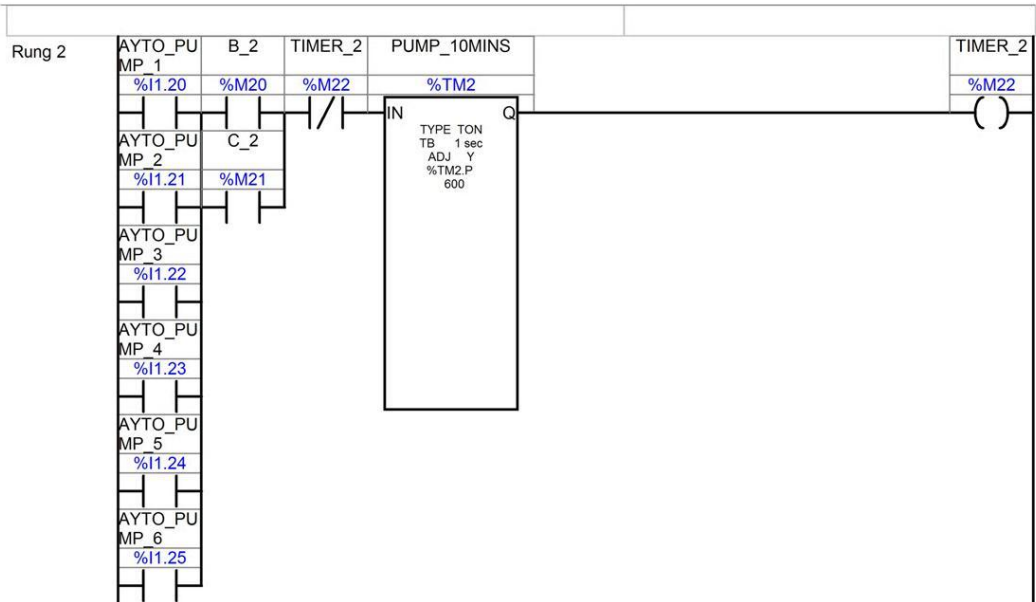
Parameters

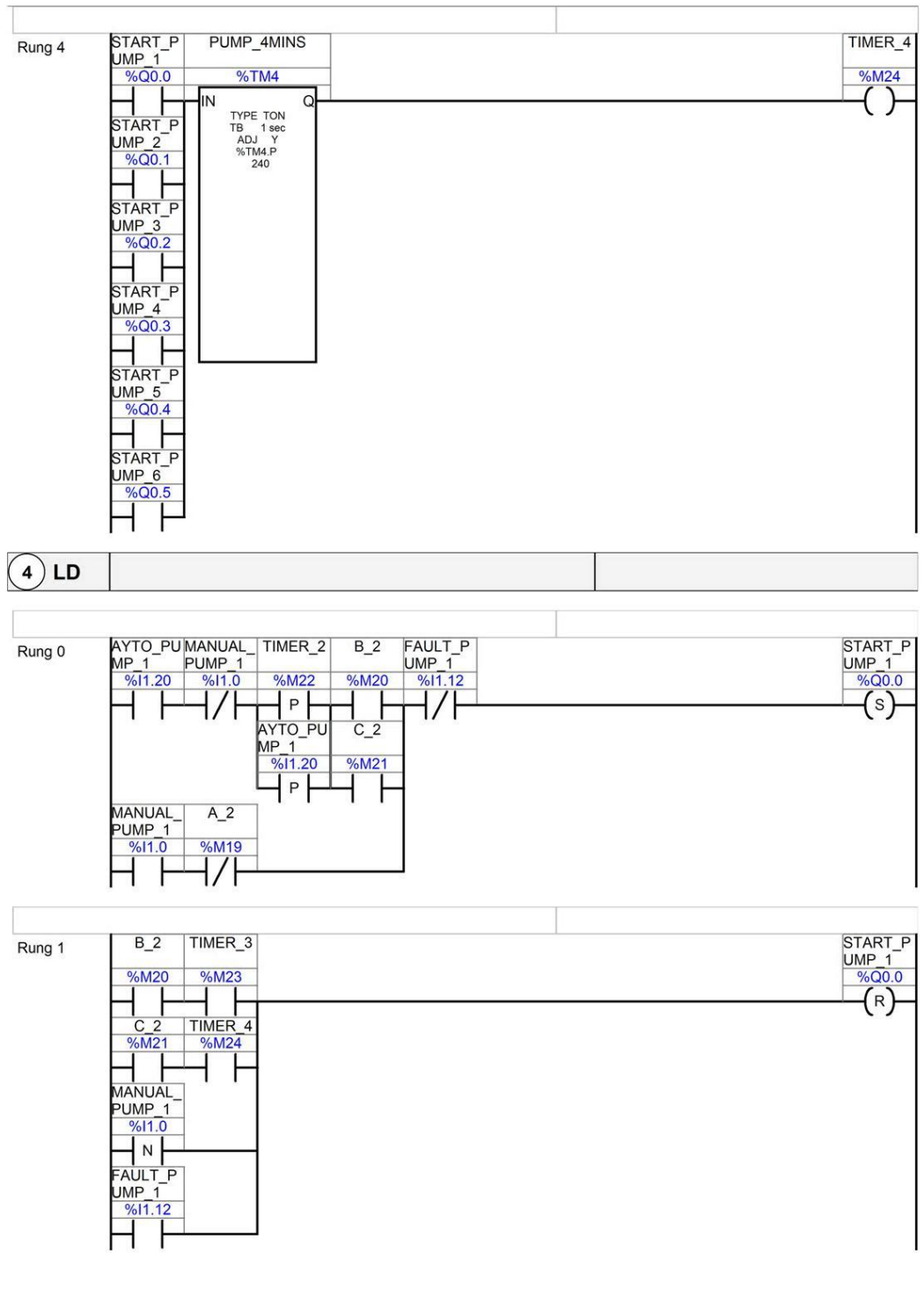
Autosave RAM=>EEPROM :	Yes
------------------------	-----

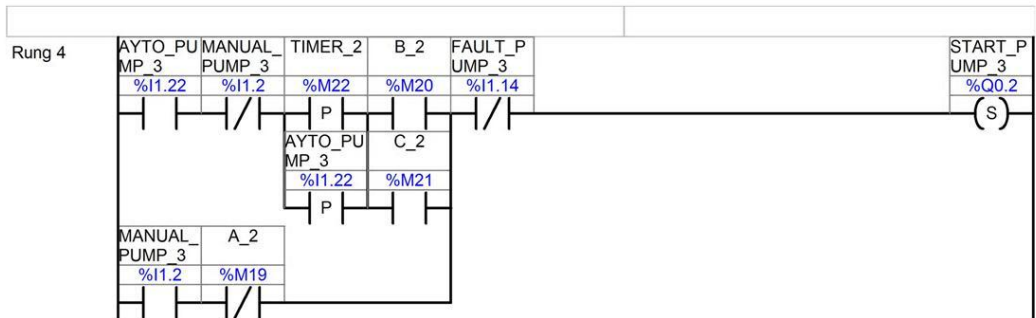
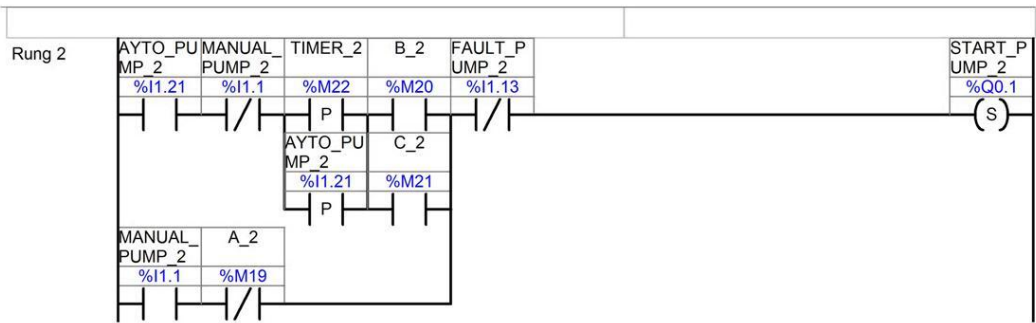
Program lists and diagrams

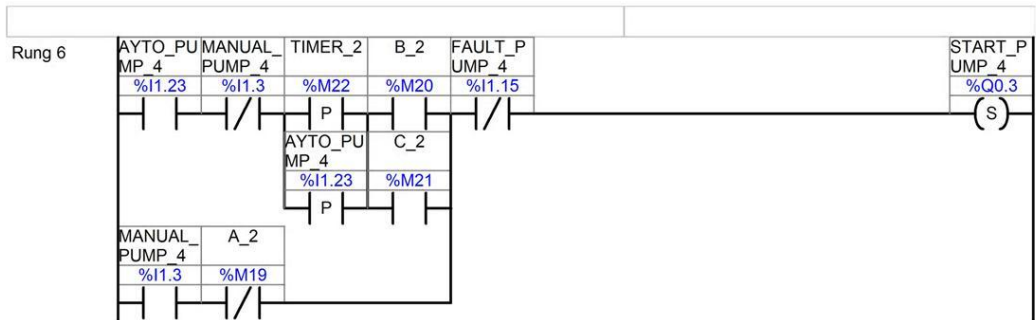


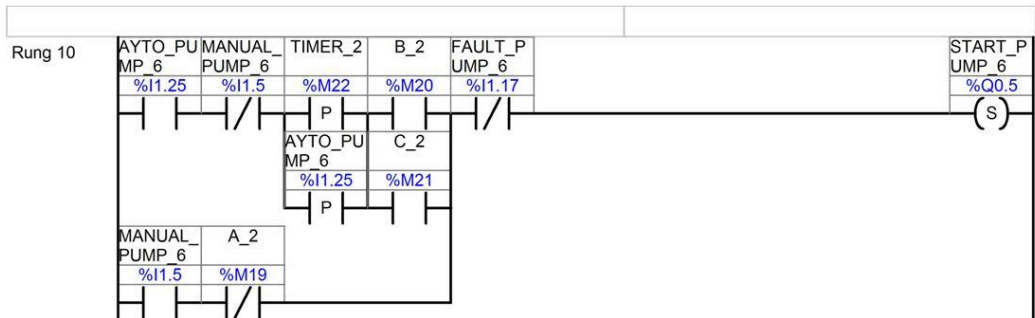
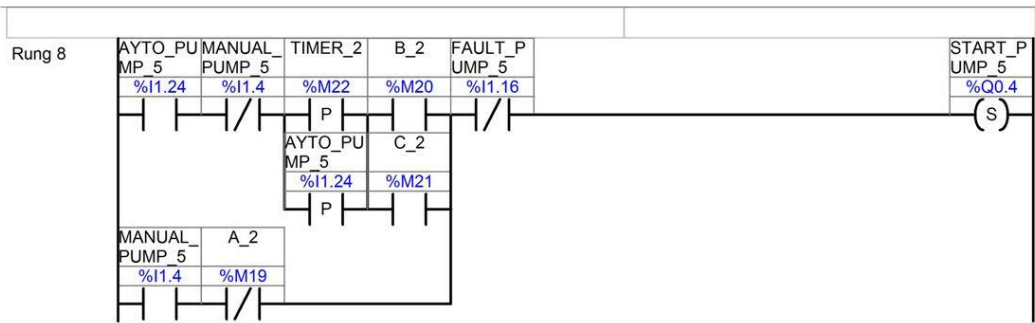


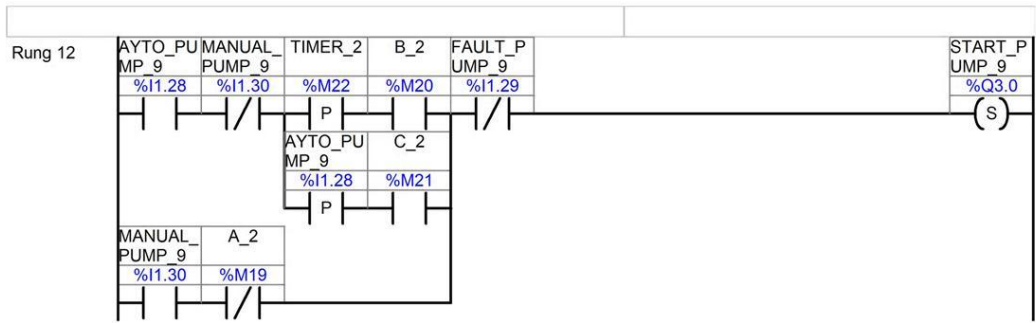


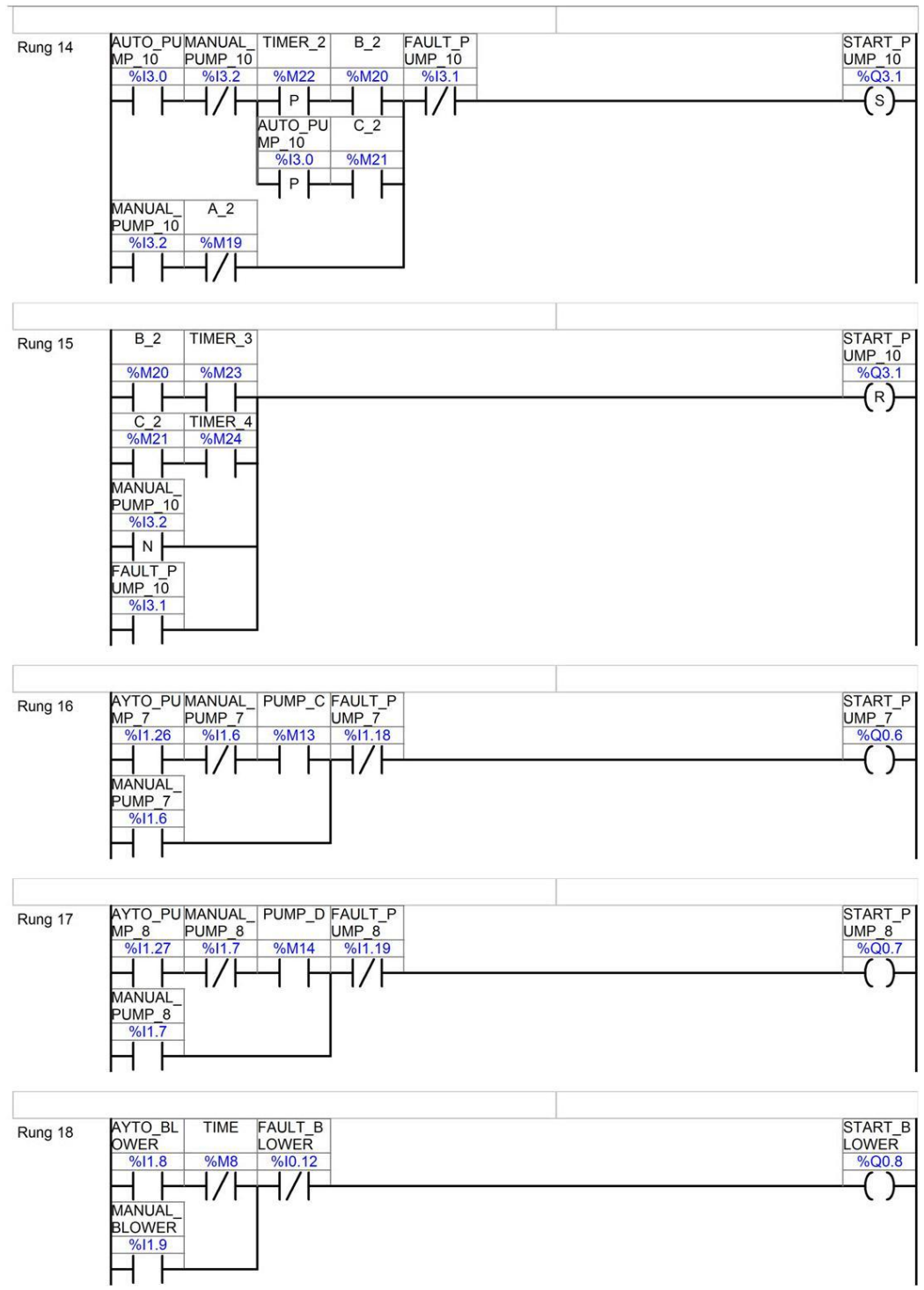


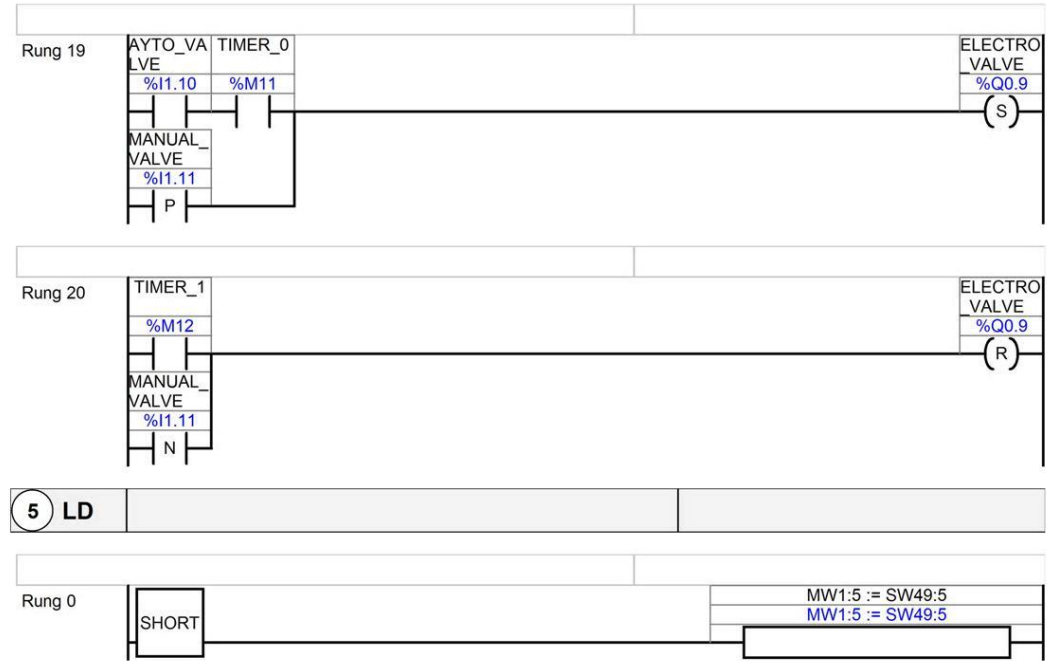












Symbols

Used	Address	Symbol	Comment
No	%M3	A	
Yes	%I3.0	AUTO_PUMP_10	
Yes	%I1.8	AYTO_BLOWER	
Yes	%I1.20	AYTO_PUMP_1	
Yes	%I1.21	AYTO_PUMP_2	
Yes	%I1.22	AYTO_PUMP_3	
Yes	%I1.23	AYTO_PUMP_4	
Yes	%I1.24	AYTO_PUMP_5	
Yes	%I1.25	AYTO_PUMP_6	
Yes	%I1.26	AYTO_PUMP_7	
Yes	%I1.27	AYTO_PUMP_8	
Yes	%I1.28	AYTO_PUMP_9	
Yes	%I1.10	AYTO_VALVE	
Yes	%M19	A_2	
Yes	%M2	A_B	
Yes	%M4	B	
No	%I0.8	BLOWER	
Yes	%M20	B_2	
Yes	%M5	C	
Yes	%M21	C_2	
No	%I0.10	D_E_H	
Yes	%Q0.9	ELECTRO_VALVE	
Yes	%TM0	ELECTRO_VALVE_0	
Yes	%TM1	ELECTRO_VALVE_1	
Yes	%I0.12	FAULT_BLOWER	
Yes	%I1.12	FAULT_PUMP_1	
Yes	%I1.13	FAULT_PUMP_2	
Yes	%I1.14	FAULT_PUMP_3	
Yes	%I1.15	FAULT_PUMP_4	
Yes	%I1.16	FAULT_PUMP_5	
Yes	%I1.17	FAULT_PUMP_6	
Yes	%I1.18	FAULT_PUMP_7	
Yes	%I1.19	FAULT_PUMP_8	
Yes	%I1.29	FAULT_PUMP_9	
Yes	%I3.1	FAULT_PUMP_10	
No	%I0.13	FAULT_VALVE	
No	%I0.11	H_Z	
No		IW2	
No	%IW2.0	LEVEL_TANK_1	
No	%IW2.1	LEVEL_TANK_2	
Yes	%I1.9	MANUAL_BLOWER	
Yes	%I1.0	MANUAL_PUMP_1	
Yes	%I1.1	MANUAL_PUMP_2	
Yes	%I1.2	MANUAL_PUMP_3	
Yes	%I1.3	MANUAL_PUMP_4	
Yes	%I1.4	MANUAL_PUMP_5	
Yes	%I1.5	MANUAL_PUMP_6	
Yes	%I1.6	MANUAL_PUMP_7	
Yes	%I1.7	MANUAL_PUMP_8	
Yes	%I1.30	MANUAL_PUMP_9	
Yes	%I3.2	MANUAL_PUMP_10	
Yes	%I1.11	MANUAL_VALVE	
No		MW1	
No	%I0.0	PUMP_1	
No	%I0.1	PUMP_2	
No	%I0.2	PUMP_3	
Yes	%TM3	PUMP_3MINS	
No	%I0.3	PUMP_4	
Yes	%TM4	PUMP_4MINS	
No	%I0.4	PUMP_5	

Used	Address	Symbol	Comment
No	%I0.5	PUMP_6	
No	%I0.6	PUMP_7	
No	%I0.7	PUMP_8	
Yes	%TM2	PUMP_10MINS	
No	%M0	PUMP_A	
No	%M1	PUMP_B	
Yes	%M13	PUMP_C	
Yes	%M14	PUMP_D	
No	%M15	PUMP_E	
No	%M16	PUMP_F	
Yes	%Q0.8	START_BLOWER	
Yes	%Q0.0	START_PUMP_1	
Yes	%Q0.1	START_PUMP_2	
Yes	%Q0.2	START_PUMP_3	
Yes	%Q0.3	START_PUMP_4	
Yes	%Q0.4	START_PUMP_5	
Yes	%Q0.5	START_PUMP_6	
Yes	%Q0.6	START_PUMP_7	
Yes	%Q0.7	START_PUMP_8	
Yes	%Q3.0	START_PUMP_9	
Yes	%Q3.1	START_PUMP_10	
No		SW49	
Yes	%M8	TIME	
Yes	%M11	TIMER_0	
Yes	%M12	TIMER_1	
Yes	%M22	TIMER_2	
Yes	%M23	TIMER_3	
Yes	%M24	TIMER_4	
No	%I0.9	VALVE	
No	%M7	X	
Yes	%M6	Z	

Cross references

Address	Symbol	Section	Lines/Networks	Operator
%M2	A_B	1	2	AND
	A_B	1	4	--(S)--
	A_B	1	4	ANDN
	A_B	1	5	--(R)--
	A_B	1	5	AND
%M4	B	1	1	LDF
	B	1	3	LDF
%M5	C	1	2	LDR
%M6	Z	1	2	OR
%M13	PUMP_C	1	1	--(R)--
	PUMP_C	1	1	AND
	PUMP_C	1	4	LDR
%M14	PUMP_D	1	2	--(S)--
	PUMP_D	1	2	ANDN
	PUMP_D	1	3	--(R)--
	PUMP_D	1	3	AND
	PUMP_D	1	5	LDF

Animation table

List of preferences to print

Directory:

Parameters

Path: C:\Program Files\Schneider Electric\Twidosuite\My projects

Image:

Parameters

Image: Default image
Path:

Functional levels:

Parameters

Type: Automatic
Level: The very highest

Connections management:

About

License:

Company: DEYAH
User First Name Kristallia
User Last Name Sifakaki
State: Registered version
Number of test days:-

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Χρήστος Β.Παπαζαχαρίας, *Λύσεις στο προγραμματισμό και την εγκατάσταση P.L.C.*

