

Αυτοματοποιημένα Αντλιοστάσια:

Μελέτη περίπτωσης του αντλιοστασίου της Τραμ Α. Ε.

Σπουδαστής	Εισηγητής
Νιωτάκης Γεώργιος	Κουλόπουλος Αθανάσιος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	σελ 5
Summary	σελ 6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1. ΑΝΤΛΙΕΣ	σελ 7
1.1 Ιστορική Αναδρομή Αντλιών	σελ 7
1.1.1 Ατέρμονας κοιλίας του Αρχιμήδη	σελ 7
1.1.2 Αντλία του Κτησίβιου	σελ 7
1.1.3 Άντληση νερού στην Περαχώρα	σελ 7
1.1.4 Πυροσβεστική αντλία του Ήρωνος	σελ 8
1.1.5 Χειροκίνητη Αντλία	σελ 8
1.1.6 Σύγχρονη Αντλία	σελ 9
1.2 Χαρακτηριστικά των αντλιών	σελ 9
1.2.1 Παροχή Q	σελ 9
1.2.2 Ύψη H	σελ 9
1.2.3 Βαθμός απόδοσης η	σελ 10
1.3 Βασικές έννοιες	σελ 10
1.4 Κατάταξη Αντλιών	σελ 11

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2. ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ	σελ 12
2.1 Ιστορική αναδρομή Αυτοματισμών	σελ 12
2.1.1 Πιεστήριο λαδιού	σελ 12
2.1.2 Το αυτόματο περιστέρι του Αρχύτα	σελ 13
2.1.3 Αυτόματες πύλες ναού	σελ 14
2.2 Σύγχρονοι αυτοματισμοί	σελ 15
2.2.1 Ηλεκτρονόμος	σελ 15
2.2.2 Σχέδιο ηλεκτρολογικού αυτοματισμού με χρήση ηλεκτρονόμου για έλεγχο αντλιοστασίου	σελ 16
2.3 P.L.C. (programmable logic controller)	σελ 18
2.3.1 Ιστορική αναδρομή	σελ 18
2.3.2 Στοιχεία του PLC	σελ 19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ	σελ 21
3.1 Περιγραφή κατασκευής δικτύου	σελ 21
3.2 Γραφική παράσταση του αυτοματισμού του συστήματος άρδευσης	σελ 22
3.3 Βασική αρχή λειτουργίας του αντλιοστασίου	σελ 23
3.4 Συγκρότημα αντλιών	σελ 24
3.5 Δεξαμενή τροφοδοσίας	σελ 25
3.6 Η αντλία γεώτρησης	σελ 26
3.7 Αντλία ακαθάρτων και φίλτρα καθάρσεως	σελ 27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΑΤΑΡΤΟ

4. Γενική τεχνική περιγραφή της κατασκευής του αντλιοστασίου	σελ 28
4.1 Εξυπηρέτηση αναγκών άρδευσης	σελ 28
4.2 Πως κατανέμονται οι δαπάνες χρήσεως του αντλιοστασίου	σελ 29
4.3 Ηλεκτρολογική εγκατάσταση	σελ 29
4.3.1 Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση του αντλιοστασίου	σελ 29
4.3.2 Οι αγωγοί τροφοδοσίας	σελ 30
4.3.3 Ηλεκτρικός πίνακας	σελ 30
4.4 Κεντρική Μονάδα Ελέγχου (PLC)	σελ 34
4.5 Ρυθμιστής στροφών (inverter)	σελ 36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

5. Διεργασίες του Συστήματος αυτοματισμού	σελ 39
5.1 Οι επιμέρους διεργασίες του συστήματος αυτοματισμού	σελ 39
5.2 Βαθμονόμηση των αναλογικών εισόδων / εξόδων	σελ 40
5.3 Ο ελεγκτής PID	σελ 40
5.4 Καθορισμός λειτουργίας απαιτούμενων αντλιών	σελ 43
5.5 Έναρξη και πάυση των αντλιών	σελ 45
5.6 Καθορισμός του τρόπου λειτουργίας των αντλιών	σελ 48
5.7 Έλεγχος ανάδρασης λειτουργίας των αντλιών	σελ 49
5.8 Πλήρωση της δεξαμενής	σελ 50
5.9 Λειτουργία αντλίας ακαθάρτων	σελ 52
5.10 Εντολή πλήρωσης της δεξαμενής από γεώτρηση ή την ΕΥΔΑΠ	σελ 52
5.11 Καθορισμός βλαβών των αντλιών	σελ 53
5.12 Μέτρηση παροχής	σελ 54
5.13 Μέτρηση χρόνου λειτουργίας & εκκινήσεων αντλιών	σελ 56

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

6. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές Allen- Bradley Micrologix 1500	σελ 57
6.1 Περιγραφή του PLC Micrologix 1500	σελ 57
6.2 Δομή του Micrologix 1500	σελ 58
6.2.1 Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU)	σελ 58
6.2.2 Κάρτες Εισόδου/Εξόδου (I/O)	σελ 59
6.2.3 Συσκευές Επικοινωνίας (Interface Device)	σελ 60
6.2.4 Προσομοίωση Εισόδων – Εξόδων (Simulation)	σελ 60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

7. Πακέτο λογικού προγραμματισμού RSLogix 500- Βασικές λειτουργίες σελ 61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ

8. Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός σελ 62
- 8.1 Προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής (PLC) σελ 62
 - 8.1.1 Βασική μονάδα σελ 62
 - 8.1.2 Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) σελ 62
 - 8.1.3 Κάρτες Ψηφιακών Εισόδων σελ 63
 - 8.1.4 Κάρτες Ψηφιακών Εξόδων σελ 63
 - 8.1.5 Κάρτα Αναλογικών Εισόδων σελ 63
 - 8.1.6 Κάρτα Αναλογικών Εξόδων σελ 64
 - 8.1.7 Συσκευή Επικοινωνίας σελ 64
 - 8.1.8 Ρολόιπραγματικού χρόνου & επέκταση μνήμης σελ 64
 - 8.2 Ρυθμιστής στροφών σελ 65
 - 8.2.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά σελ 65
 - 8.2.2 Βασικές λειτουργίες σελ 67
 - 8.2.3 Διαμορφώσιμες εφαρμογές I/O σελ 67
 - 8.3 Εκκινητής (Soft Starter) σελ 70
 - 8.4 Αισθητήρια Μετρήσεων σελ 70
 - 8.4.1 Μεταδότης πίεσης σελ 70
 - 8.4.2 Μεταδότης πίεσης για μέτρηση στάθμης σελ 71

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΝΑΤΟ

9. Εποπτικός έλεγχος σελ 72
- 9.1 Διαβάθμιση των συσκευών εποπτικού ελέγχου σελ 72
 - 9.2 Συστήματα λήψης δεδομένων SCADA σελ 73
 - 9.3 Σχεδίαση συστήματος SCADA για το αντλιοστάσιο σελ 73
 - 9.4 Οθόνες ενδείξεων με ηλεκτρολόγιο (panel) σελ 74

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

10. Βασικές αρχές αυτοματισμού	σελ 75
--------------------------------	--------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΤΕΚΑΤΟ

11. Τρόποι ελέγχου της αντλίας από απόσταση, με χρήση απλής κάρτας sim και χρήση υπολογιστή	σελ 76
11.1 Με χρήση Η/Υ	σελ 76
11.1.1 Λογισμικό τύπου team viewer	σελ 76
11.2 Με χρήση απλής κάρτας sim	σελ 77
11.2.1 GSM MODEM	σελ 77
11.2.2 Τοποθέτηση κάρτας SIM	σελ 77
11.2.3 Συνδέσεις	σελ 77
11.2.4 Προγραμματισμός	σελ 78
11.2.5 Είσοδοι –έξοδοι	σελ 79
11.2.6 Έλεγχος εξόδων. Άνοιγμα κλείσιμο και παλμός	σελ 80
11.2.7 Λειτουργία εισόδων- εξόδων	σελ 80
11.3 Καθορισμός χρηστών	σελ 81
11.3.1 Καταχώρηση αριθμών τηλεφώνων χρηστών	σελ 82
11.3.2 Ρύθμιση λειτουργιών κλήσεων	σελ 83
11.3.3 Αυτοέλεγχος με αναπάντητες κλήσεις	σελ 85
11.3.4 Τηλεχειρισμός αντλιοστασίων	σελ 85
11.4 Χειρισμός συσκευής	σελ 86
11.4.1 Χειρισμός με μηνύματα	σελ 86
11.4.2 Χειρισμός με κλήσεις	σελ 87
11.4.3 Ενδείξεις λειτουργίας	σελ 87
11.5 Προγραμματισμός συστήματος	σελ 87
11.6 Έλεγχος συστήματος μέσω SMS	σελ 88

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ 90
--------------	--------

ΒΟΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ 92
--------------	--------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	σελ 93
-------------	--------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	σελ 100
--------------	---------

Περίληψη

Με τον όρο αντλιοστάσιο εννοούμε ένα συγκρότημα αντλιών, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση των χώρων του πρασίνου τόσο του Τραμ όσο και του δημαρχείου. Η λειτουργία του συστήματος του αντλιοστασίου συνίσταται στα εξής: Οι αντλίες αρχικά τροφοδοτούνται με νερό συνήθως από παρακείμενη δεξαμενή, η οποία με τη σειρά της εφοδιάζεται με νερό από μια γεώτρηση, ενώ σε περίπτωση μη επάρκειας νερού, η τροφοδοσία πραγματοποιείται από ένα δίκτυο ύδρευσης – άρδευσης. Η βασική αρχή λειτουργίας του αντλιοστασίου, λόγω κυρίως του μεγάλου μήκους του δικτύου παροχής ύδατος, είναι το να εξασφαλίζει ελεγχόμενη πίεση ύδατος σε όλο το δίκτυο.

Προκειμένου να επιτευχθεί στο μέγιστο ο έλεγχος αυτός της πίεσης, είναι απαραίτητο να μεταβληθεί η συχνότητα λειτουργίας των αντλιών, μέσω ενός ρυθμιστή στροφών (inverter) καθώς και αλγορίθμων ελέγχου PID, οι οποίοι ακολουθώντας ελέγχονται από έναν προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή (PLC) της σειράς Micrologix 1500 του οίκου Allen Bradley.

Η πτυχιακή εργασία που ακολουθεί είχε ως κύριο στόχο της την ανάπτυξη του αυτοματισμού σε αντλιοστάσιο άρδευσης, μέσω του οποίου καλύπτονται οι ανάγκες άρδευσης σε χώρους πρασίνου. Πιο συγκεκριμένα το πρώτο μέρος της εργασίας αφορά σε μια γενική περιγραφή του συστήματος αυτοματισμού, αναλύοντας τα βασικά μέρη του και την αρχή λειτουργίας του συστήματος άρδευσης. Μέσα στο ίδιο πλαίσιο παρατίθεται επίσης η τεχνική περιγραφή του έργου, η οποία βασίζεται στη μελέτη για την κατασκευή του αντλιοστασίου, η οποία πάρα ταύτα αφορά μόνο στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση του έργου.

Στο κυρίως μέρος της εργασίας επεξηγείται λεπτομερώς η σχεδίαση του αυτοματισμού του αντλιοστασίου. Στο μεγαλύτερο μέρος γίνεται τόσο η περιγραφή όσο και η ανάλυση της λειτουργίας των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών της Allen Bradley(σειρά Micrologix 1500)και του περιβάλλοντος προγραμματισμού RSLogix 500, με το οποίο πραγματοποιείται ο προγραμματισμός τους. Στη συνέχεια της μελέτης παρατίθεται η ανάλυση του προγράμματος η οποία διεξήχθη στα πλαίσια του έργου, ενώ στο καταληκτικό κομμάτι της μελέτης και σε ξεχωριστά κεφάλαια παρουσιάζονται ο εποπτικός έλεγχος συστήματος αυτοματισμού καθώς τα βασικά μέρη του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού αυτού καθώς και τρόποι απομακρυσμένου ελέγχου του αντλιοστασίου.

Λέξεις Κλειδιά

Αυτοματισμός, Αντλιοστάσιο, Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής (PLC), Αντιστροφέας (Inverter), Ελεγκτής PID, Micrologix1500 & RSLogix 500 (Allen Bradley), Συστήματα Εποπτικού Ελέγχου (SCADA)

SUMMARY (Abstract)

The scope of this thesis was the development of the automation for a irrigation pumping station, which works, via which are covered the local needs of irrigation of Municipality and the needs of irrigation green to the TRAM in the above region.

The pumping station it is composed by two groups of pumps, which supply the TRAM and the Municipality. The pumps are supplied with water from a reservoir, which is paid by a drilling and in case of not sufficiency of drilling then by the network of EIDAP. The basic operation to pumping station is to ensures constant water pressure in the entire network in the region although the big length of the network. This requirement for constant pressure of water is achieved using the Programmable Logic Controller (PLC) Micrologix1500 of Allen Bradley, two inverters for the groups of pumps and a PID Controller.

The first part of this thesis is the general description of the irrigation pumping station, analyzing the basic parts and the basic operation of this. Moreover, is presented the technical description, which is based on the study that became for the manufacture the pumping station, which will serve the needs of water supply and concerns only the electrical installation of work. It follows, the basic part of this work in the third chapter, where is explained the designing of automation system. In the second part become the description of controller Micrologix1500 and the environment of programming software RSLogix 500. Finally, in separate chapters are presented the development of program, the supervisory control of automation system and some basic parts of the electrical equipment.

KeyWords

Automation, Pumping Station, Programmable Logic Controller (PLC), Inverter, PID Controller, Micrologix1500 & RSLogix 500 (Allen Bradley), Supervisory Control Systems (SCADA)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1. Αντλίες

Αρχικά θα ήταν δόκιμο να προσπαθήσουμε να δώσουμε ένα ορισμό για το τι είναι Αντλία

Αντλίες ονομάζονται τα μηχανικά μέσα με τα οποία είναι δυνατό να μεταφερθεί μία ποσότητα υγρού από μια υψομετρική στάθμη σε μια άλλη που βρίσκεται ψηλότερα ή από ένα χώρο χαμηλής πίεσης σε άλλο υψηλής πίεσης. Οι αντλίες τοποθετούνται πάντοτε μεταξύ των σημείων παραλαβής και αποστολής του υγρού και η μεταφορά του οφείλεται στη δημιουργία διαφοράς πίεσης στις 2 πλευρές του κινούμενου στοιχείου της αντλίας.

1.1 Ιστορική αναδρομή Αντλιών

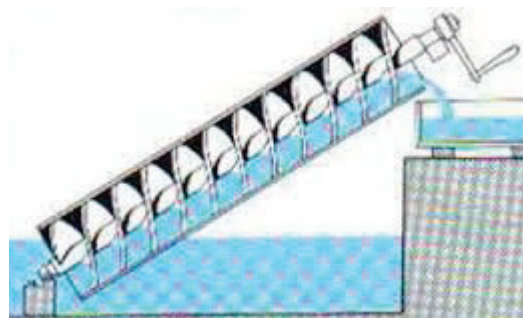
1.1.1 Ατέρμονας κοχλίας του Αρχιμήδη (325 π.Χ)

Ατέρμονα κοχλίας του Αρχιμήδη περίπου

Ένας ατέρμονα κοχλίας, εγκιβωτισμένος μέσα σε ξύλινο σωλήνα, μεταφέρει με τα πτερύγιά του, νερό από τον ποταμό Νείλο για την άρδευση των χωραφιών της Αρχαίας Αιγύπτου.



Εικόνα 2 Ατέρμονα κοχλίας του Αρχιμήδη



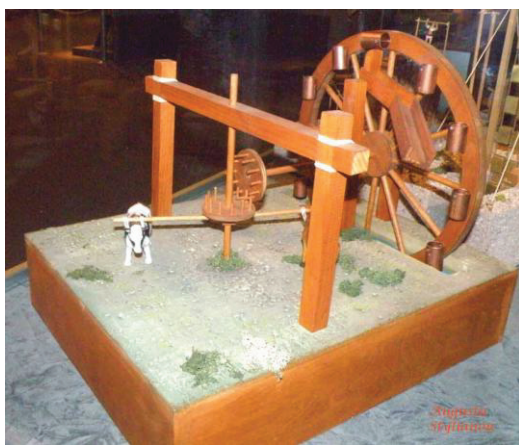
Εικόνα 1 Ο κοχλίας σε τομή

1.1.2 Αντλία του Κτησίβιου (300 π.Χ).

Δύο έμβολα, παλινδρομούν εντός κυλινδρικών δοχείων, εφοδιασμένων με δερμάτινες αντεπίστροφες βαλβίδες. Αναρροφούν το νερό από τη δεξαμενή με την υπό-πίεση που δημιουργείται από την ανοδική κίνηση του εμβόλου και το καταθλίβουν με την καθοδική του κίνηση, στον σωλήνα εξαγωγής.

1.1.3 Άντληση νερού στην Περσική (3ος αιώνας π. Χ.)

Ο μεγάλος ξύλινος τροχός, με τα χάλκινα δοχεία του, περιστρεφόταν με σύστημα γωνιακής μετάδοσης ξύλινων οδοντωτών τροχών, το οποίο ενεργοποιούνταν από ζώα. Τα χάλκινα δοχεία, γέμιζαν με νερό στο κάτω μέρος του τροχού και το άδειαζαν στο επάνω μέρος σε ειδική διάταξη σωλήνων που αποτελούσαν αύλακα.



Εικόνα 3 Αναπαράσταση του αντλητικού συστήματος της Περαχώρας

1.1.4 Πυροσβεστική αντλία του Ήρωνος (100 μ. Χ.)

Ύδιας φιλοσοφίας κατασκευή (με την αντλία του Κτησίβιου) από τον Ήρωνα (Αλεξάνδρεια 100 μ.Χ.), ο οποίος τη χρησιμοποίησε ως μετακινούμενη πυροσβεστική αντλία. Η κατασκευή αυτή χρησιμοποιούνταν μέχρι πριν από 50 περίπου χρόνια.



Εικόνα 4 Πυροσβεστική αντλία Ήρωνος

1.1.5 Χειροκίνητη Αντλία (Πομόνα)

Η λειτουργία της βασίζεται στην παλινδρομική κίνηση αξονικής στήλης, μέσα σε συστοιχία σωληνώσεων ώστε το νερό να εξωθείται να ανέβει
[Wikipedia]



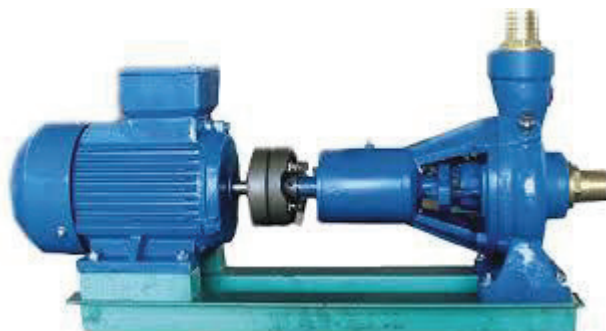
Εικόνα 5 Πομόνα

1.1.6 Σύγχρονη Αντλία

Σύγχρονες αντλίες, με τις οποίες σήμερα αντλούνται κάθε είδους ρευστά καθαρό νερό, διάφορα υγρά, λύματα κλπ.

Υπάρχουν βενζινοκίνητες και Ηλεκτροκίνητες αντλίες.

Διακρίνονται σε φυγοκεντρικές αντλίες και αντλίες θετικής μετατόπισης.



1.2. Χαρακτηριστικά των αντλιών

Προκειμένου να επιλέξουμε την κατάλληλη αντλία, που θα μας χρησιμεύσει σε μια συγκεκριμένη εργασία, πρέπει να λαμβάνουμε πάντοτε υπ όψη μας τα παρακάτω χαρακτηριστικά. Πολλές φορές, τα τεχνικά εγχειρίδια των αντλιών, περιλαμβάνουν αυτές τις πληροφορίες, σε μορφή διαγράμματος (συνήθως παροχής - μανομετρικού ύψους)

1.2.1 Παροχή Q

Παροχή της αντλίας, ονομάζουμε τον όγκο του υγρού που αποδίδεται στην κατάθλιψη της αντλίας, στη μονάδα του χρόνου.

Μονάδες μέτρησης της παροχής είναι:

m^3 / s ή m^3 / h

(κυβικά μέτρα το δευτερόλεπτο ή κυβικά μέτρα το λεπτό)

1.2.2 Ύψη H

Στατικό ύψος αναρρόφησης (H_a) Η κατακόρυφη απόσταση από τη στάθμη του υγρού μέχρι το θάλαμο αναρρόφησης

Στατικό ύψος κατάθλιψης (H_k) Η κατακόρυφη απόσταση από το θάλαμο κατάθλιψης μέχρι τη στάθμη του ρευστού στο δοχείο που καταλήγει το ρευστό

Στατικό ύψος H_σ

$$H_\sigma = H_a + H_k$$

Ύψος αντιστάσεων H_r

Το σύνολο των αντιστάσεων στη ροή του ρευστού. Εξαρτώνται από το μήκος των σωληνώσεων, τις γωνίες και τις καμπύλες κατά τη διαδρομή, τη παρεμβολή ρυθμιστικών οργάνων (βάνες, διακόπτες κλπ)

Υπάρχουν εσωτερικές αντιστάσεις που οφείλονται στην αντλία και εξωτερικές που οφείλονται στους παραπάνω παράγοντες

Μανομετρικό ύψος H_m

Είναι το ολικό ύψος αν αφαιρέσουμε τις αντιστάσεις σωληνώσεων αναρρόφησης και κατάθλιψης

Ολικό ύψος H_o

Είναι το άθροισμα του στατικού ύψους και του ύψους αντιστάσεων

$$H_o = H_s + H_r$$

1.2.3 Βαθμός απόδοσης η

Υδραυλικός βαθμός απόδοσης η_h

Είναι το μέτρο των απωλειών λόγω αντιστάσεων ροής στην αναρρόφηση και στην κατάθλιψη

Ογκομετρικός βαθμός απόδοσης η_v

Είναι ο λόγος της πραγματικής προς την θεωρητική παροχή της αντλίας

Μηχανικός βαθμός απόδοσης η_m

Είναι το μέτρο των απωλειών μιας αντλίας λόγω μηχανικών τριβών κατά τη λειτουργία της

Βαθμός απόδοσης

$$\eta = \eta_h * \eta_v * \eta_m$$

Αποδιδόμενη ισχύς αντλίας

$$P = \rho * g * H_o * Q$$

ρ = πυκνότητα ρευστού

g = επιτάχυνση της βαρύτητας

H_o = Ολικό ύψος

Q = παροχή αντλίας

Ισχύς κινητήρα

$$P_k = \eta * P$$

η = ο συνολικός βαθμός απόδοσης της αντλίας

1.3 Βασικές έννοιες

Αντλία ονομάζεται το μηχάνημα που αντλεί ή διακινεί υγρά χωρίς να λαμβάνουμε υπόψιν το κινητήρα
Αντλητικό συγκρότημα ονομάζεται η αντλία μαζί με το κινητήρα (ηλεκτροκινητήρα ή βενζινοκινητήρα/πετρελαιοκινητήρα) .

Πιεστικό συγκρότημα ονομάζεται το αυτόματο αντλητικό συγκρότημα που αυξάνη την πίεση σε μία εγκατάσταση για ιδανική και αυτόματη τροφοδοσία νερού .

Αναρρόφηση ονομάζεται το τμήμα του δικτύου από τη θέση του υγρού μέχρι την αντλία

Κατάθλιψη ονομάζεται το τμήμα του δικτύου από την αντλία μέχρι εκεί που καταλήγει η αντλία

1.4 Κατάταξη Αντλιών

Οι αντλίες χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο μεταφοράς του υγρού από τον σωλήνα αναρροφήσεως στον σωλήνα καταθλίψεως [Κωσταντίνου Β. Ακριτίδη]:

- a) Αντλίες θετικής μετατοπίσεως ή αντλίες στατικού τύπου (Positive displacement pumps)
- b) Αντλίες δυναμικές ή αντλίες κινητικού τύπου (Rotor dynamic pumps)

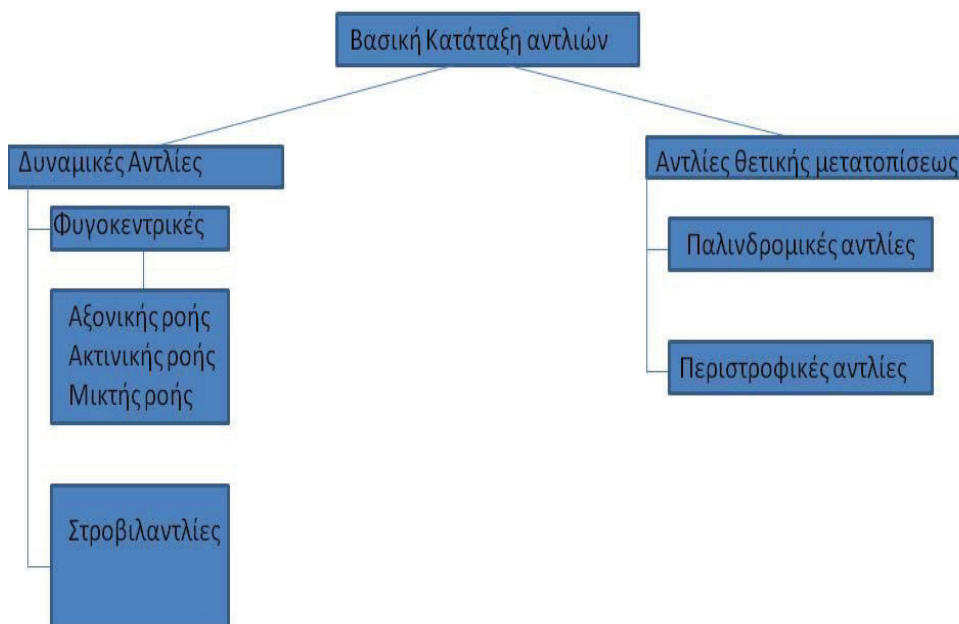
Οι Αντλίες μετατοπίσεως κατά την λειτουργία τους μετατοπίζουν θετικά το υγρό και η παροχή τους δεν επηρεάζεται σημαντικά από την αντίσταση που παρουσιάζεται κατά την κίνηση του υγρού μέσα στους σωλήνες. Αυτές οι αντλίες χωρίζονται σε :

- Παλινδρομικές αντλίες (Reciprocating pumps)
- Περιστροφικές αντλίες (Rotary pumps)

Οι Αντλίες δυναμικές μεταβάλλουν την κινητική κατάσταση του υγρού με αποτέλεσμα την μεταβολή της κινητικής ενέργεια του υγρού σε στατική πίεση και αντίστροφα. Η παροχή τους επηρεάζεται σημαντικά από την αντίσταση που παρουσιάζεται κατά την κίνηση του υγρού μέσα στους σωλήνες. Αυτές οι αντλίες χωρίζονται σε :

- Φυγοκεντρικές αντλίες (Centrifugal pumps)
- Στροβιλαντλίες (Turbine pumps)

Στο παρακάτω σχήμα θα δούμε μια γενική κατάταξη των αντλιών



Εικόνα 6 Κατάταξη αντλιών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2 .Αυτοματισμοί

Ο Αυτοματισμός είναι το πεδίο της επιστήμης και της τεχνολογίας που ασχολείται με με την επιβολή επιθυμητής συμπεριφοράς στα φαινόμενα και με την κατανόηση των μηχανισμών μέσω των οποίων καθορίζεται η λειτουργία ενός φαινομένου. Ειδικότερα, ο Αυτοματισμός περιλαμβάνει:

-την εξέταση και κατανόηση των μηχανισμών μέσω των οποίων ένα φαινόμενο οδηγείται στο να έχει τη μια ή την άλλη συμπεριφορά. Αυτή η αντίληψη των αιτιών που καθορίζουν τις λειτουργίες ενός φαινομένου ονομάζεται και ανάλυση των συστημάτων

-τον έλεγχο, δηλαδή την επιβολή στα φαινόμενα της επιθυμητής ή της συμφέρουσας συμπεριφοράς ή, ακόμη, την αποτροπή μιας επικίνδυνης ή ζημιογόνου εξέλιξης.

Το αντικείμενο του αυτοματισμού είναι γενικό και πολύπλευρο για τούτο και οι εφαρμογές του είναι πολυάριθμες και πολύμορφες και απλώνονται σε όλες τις περιοχές της φυσικής και τεχνολογικής πραγματικότητας. Δεκάδες εφαρμογές του αυτοματισμού ελέγχουν τη λειτουργία απλών συσκευών, τις οποίες χρησιμοποιούμε καθημερινά. Μια διάταξη αυτοματισμού, για παράδειγμα, εξασφαλίζει ότι ο θερμοσίφωνας έχει την επιθυμητή συμπεριφορά, δηλαδή διατηρεί το νερό στην κατάλληλη για οικιακή χρήση θερμοκρασία [Frank D. Petruzella].

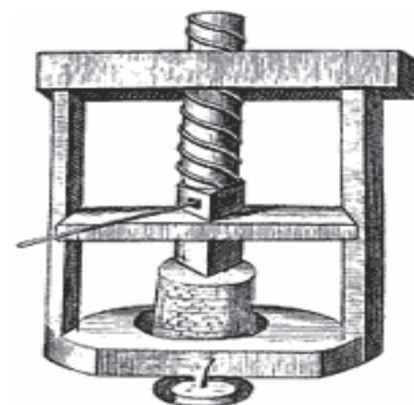
2.1 Ιστορική αναδρομή Αυτοματισμών

2.1.1 Πιεστήριο λαδιού

Υπήρχαν και στην αρχαία Ελλάδα (όπως υπάρχουν σε ευρεία χρήση και μέχρι σήμερα) πιεστήρια που με την δύναμη που εφαρμόζεται σε έναν κοχλία καταφέρνουν να συμπιέζουν οτιδήποτε χρειαστεί. Η δύναμη όμως που απαιτείται για την λειτουργία τους είναι συνήθως μεγάλη κάνοντας ιδιαίτερα κουραστική την χρήση τους.

Ο Ήρωνας λοιπόν κατανοώντας καλύτερα απ' τους υπόλοιπους την μηχανική των υγρών κατάφερε και έφτιαξε μερικές συσκευές ώστε να βγαίνει ευκολότερα το λάδι απ' τις ελιές με την βοήθεια υδραυλικής πρέσας. Αυτός ο τύπος πιεστηρίου αν και είναι δυσκολότερος κατασκευαστικά, μιας και απαιτεί σοβαρή κατασκευαστική ακρίβεια, δίνει πολύ καλύτερα αποτελέσματα μιας και ο πολλαπλασιασμός δυνάμεως που πετυχαίνει είναι εντυπωσιακός σε σχέση με το απλό μηχανικό πιεστήριο.

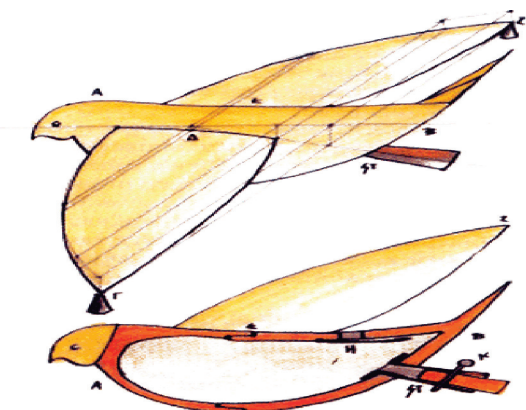
Ο ίδιος βασικός τρόπος συμπίεσης χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα στα περισσότερα πιεστήρια λαδιού, τυπογραφεία, ανυψωτικά μηχανήματα κλπ. Ο Κτησίβιος έφτιαξε επίσης κάποιο παρόμοιο πιεστήριο που δούλευε με αντλία κενού! Φυσικά η στεγανοποίηση που απαιτούσε η κατασκευή ήταν ακόμα καλύτερη από το υδραυλικό πιεστήριο.



Εικόνα 7 Πιεστήριο Λαδιού

2.1.2 Το αυτόματο περιστέρι του Αρχύτα

Πρώτη ιστορική αναφορά ενός τεχνικά άρτιου αυτόματου μηχανισμού βρίσκουμε στις περιγραφές του Ρωμαίου Αυλού Γελλίου (γύρω στο 143 μ.Χ.) και του σύγχρονου του Έλληνα φιλοσόφου Φαβωρίνου. Κατ' αυτούς ο φίλος του Πλάτωνα Αρχύτας, από τον Τάραντα της Σικελίας (430-350 π.Χ.), καινοτόμος στα μαθηματικά και ιδρυτής της επιστημονικής μηχανικής, κατασκεύασε «ξύλινη πετομένην αυτομάτην περιστεράν/ξύλινο ομοίωμα περιστεριού που πετούσε εξαιτίας ενός ρεύματος αέρος που περιείχε και έχοντας τόσο καλά ζυγιασμένα τα βάρη του»
Η μηχανή αυτή είχε τη δυνατότητα να κινείται αφ' εαυτής, να πετά, αξιοποιώντας ως εσωτερική της ενέργεια την τάση εκτόνωσης που διέθετε ο πεπιεσμένος στο εσωτερικό της αέρας. Η κατεύθυνση της πορείας της καθοριζόταν από την κλίση του ακροφύσιου, που αποτελούσε τη διέξοδο εκτόνωσης του πεπιεσμένου αέρα



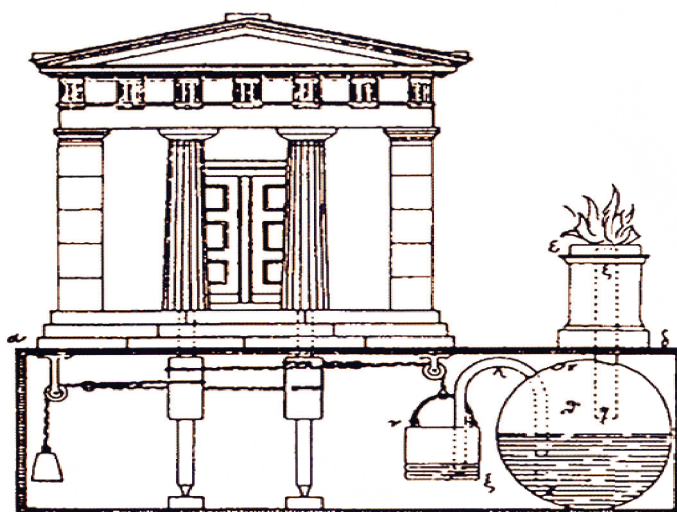
Εικόνα 8 Αυτόματο περιστέρι

2.1.3 Αυτόματες πύλες ναού

Την ιδιότητα της διαστολής του θερμαινόμενου αέρα αξιοποιεί ο Ήρων για να κατασκευάσει ακόμη πύλες ναού που ανοίγουν και κλείνουν αυτόματα. «Ναός κατασκευάζεται, έτσι ώστε, μόλις ανάβει φωτιά σε βωμό, που βρίσκεται στην είσοδο του, και γίνει θυσία, οι πόρτες του ναού να ανοίγουν αυτόματα και μόλις σβήσει η φωτιά πάλι να κλείνουν» (Ήρων, Πνευματικά, Α, 38).

Όταν ανάψει η φωτιά στο Βωμό, διαστέλλεται ο θερμαινόμενος αέρας στο δοχείο κάτω από το βωμό, πιέζει το νερό που βρίσκεται σε ένα στεγανό και σταθερό δοχείο πιο κάτω και το μεταφέρει σε ένα κινητό δοχείο, συνδεδεμένο μέσω τροχαλιών και αντιβάρων με τις πύλες του ναού.

Ο μηχανισμός αυτός εφαρμόστηκε πιθανόν στο μεγάλο ναό της Εφέσιας Αρτέμιδος. [Wikipedia]



Εικόνα 9 Μηχανισμός λειτουργίας για αυτόματες πόρτες

2.2 Σύγχρονοι αυτοματισμοί

Όπως είδαμε οι πρώτοι αυτοματισμοί ήταν καθαρά μηχανικοί, όλοι οι έλεγχοι δηλαδή καθοριζόταν από τη κίνηση γραναζιών και μοχλών. Αργότερα έγινε το μεγάλο άλμα με τη χρήση του ηλεκτρισμού. Το κύριο εξάρτημα στο κλασικό αυτοματισμό είναι ο ηλεκτρονόμος

2.1 Ηλεκτρονόμος

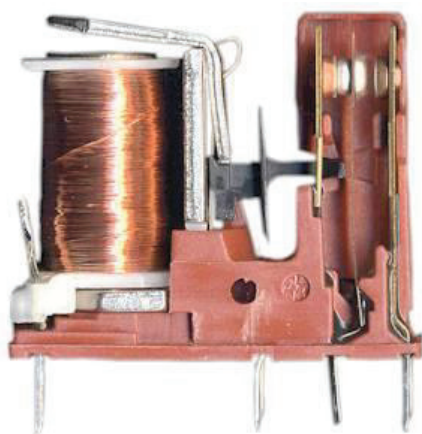
Ο ηλεκτρονόμος, ρελέ (*relay*) ή ρελές είναι ένας ηλεκτρικός διακόπτης που ανοίγει και κλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα κάτω από τον έλεγχο ενός άλλου ηλεκτρικού κυκλώματος. Στην αρχική μορφή του, ένας ηλεκτρομαγνήτης ενεργοποιούσε το διακόπτη, με το άνοιγμα ή κλείσιμο μιας ή περισσότερων επαφών.

Κάθε επαφή ενός ηλεκτρονόμου μπορεί να είναι *Κανονικά-Ανοικτή* (*Normally Open, NO*), *Κανονικά-Κλειστή* (*Normally Closed, NC*) ή *μεταγωγικός* (*change-over*), ανάλογα με τον τύπο της.

- Μια επαφή Κανονικά-Ανοικτή συνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται· το κύκλωμα αποσυνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης *Επαφή Μορφής Α* ή *επαφή "make"*. Η επαφή μορφής Α είναι ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν την ενεργοποίηση μιας πηγής υψηλής τάσης από απόσταση.
- Μια επαφή Κανονικά-Κλειστή αποσυνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται· το κύκλωμα συνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης *Επαφή Μορφής Β* ή *επαφή "break"*. Η επαφή μορφής Β είναι ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν το κύκλωμα να παραμένει κλειστό (ενεργό) μέχρι ο ηλεκτρονόμος να ενεργοποιηθεί.
- Μια επαφή Μεταγωγική μπορεί να ελέγχει δύο κυκλώματα. Ισοδυναμεί με μια επαφή κανονικά-ανοικτή και μια επαφή κανονικά-κλειστή που έχουν ένα κοινό ακροδέκτη. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης *Επαφή Μορφής C*.

Συνήθως ένας ηλεκτρονόμος αποτελείται από περισσότερες από μία ελεγχόμενες επαφές. Οι επαφές χωρίζονται σε κύριες και βοηθητικές. Οι κύριες διαρρέονται συχνά από ισχυρότερα ρεύματα και έτσι είναι αυτές που διακόπτουν το κύριο κύκλωμα και συνήθως είναι Κανονικά-Ανοικτές. Οι βοηθητικές έχουν όπως υπονοεί και το όνομά τους επικουρικό χαρακτήρα και ο ρόλος τους είναι να βοηθούν στον έλεγχο των αυτοματισμών (που είναι ο κύριος τομέας χρήσης των ηλεκτρονόμων). Για παράδειγμα βοηθούν στην ενεργοποίηση/απενεργοποίηση βοηθητικών κυκλωμάτων όπως ενδεικτικές λυχνίες.

Οι ηλεκτρονόμοι χρησιμοποιήθηκαν ευρέως σε ηλεκτρολογικούς πίνακες για την κατασκευή κυκλωμάτων αυτοματισμού [Κοκκινάκη-Καρύδη]



Εικόνα 10 Ηλεκτρονόμος (ρελέ)

2.2.2 Σχέδιο ηλεκτρολογικού αυτοματισμού με χρήση ηλεκτρονόμου για έλεγχο αντλιοστασίου

Στο παρακάτω ηλεκτρολογικό σχέδιο διακρίνουμε ένα Κύκλωμα Ισχύος και ένα Κύκλωμα Αυτοματισμού .

Πρόκειται για ένα κύκλωμα τροφοδοσίας τριφασικού κληνητήρα με ενναλαγή αστέρα – τρίγωνο (Y-Δ) με χρήση μπουτον START STOP και χρονικό ρελέ για την ενναλαγή από αστέρα σε τρίγωνο.

Στο κύκλωμα ισχύος διακρίνονται 3 ηλεκτρονόμοι ισχύος

- K1 – κύριως ηλεκτρονόμος
- K2 – ηλεκτρονόμος τριγώνου (Δ)
- K3 – ηλεκτρονόμος αστέρα (Y)

Επίσης έχει και θερμικό ρελε για προστασία της αντλίας από ένταση ηλεκτρικού ρευματος μεγαλύτερου από το επιτρεπτό όριο.

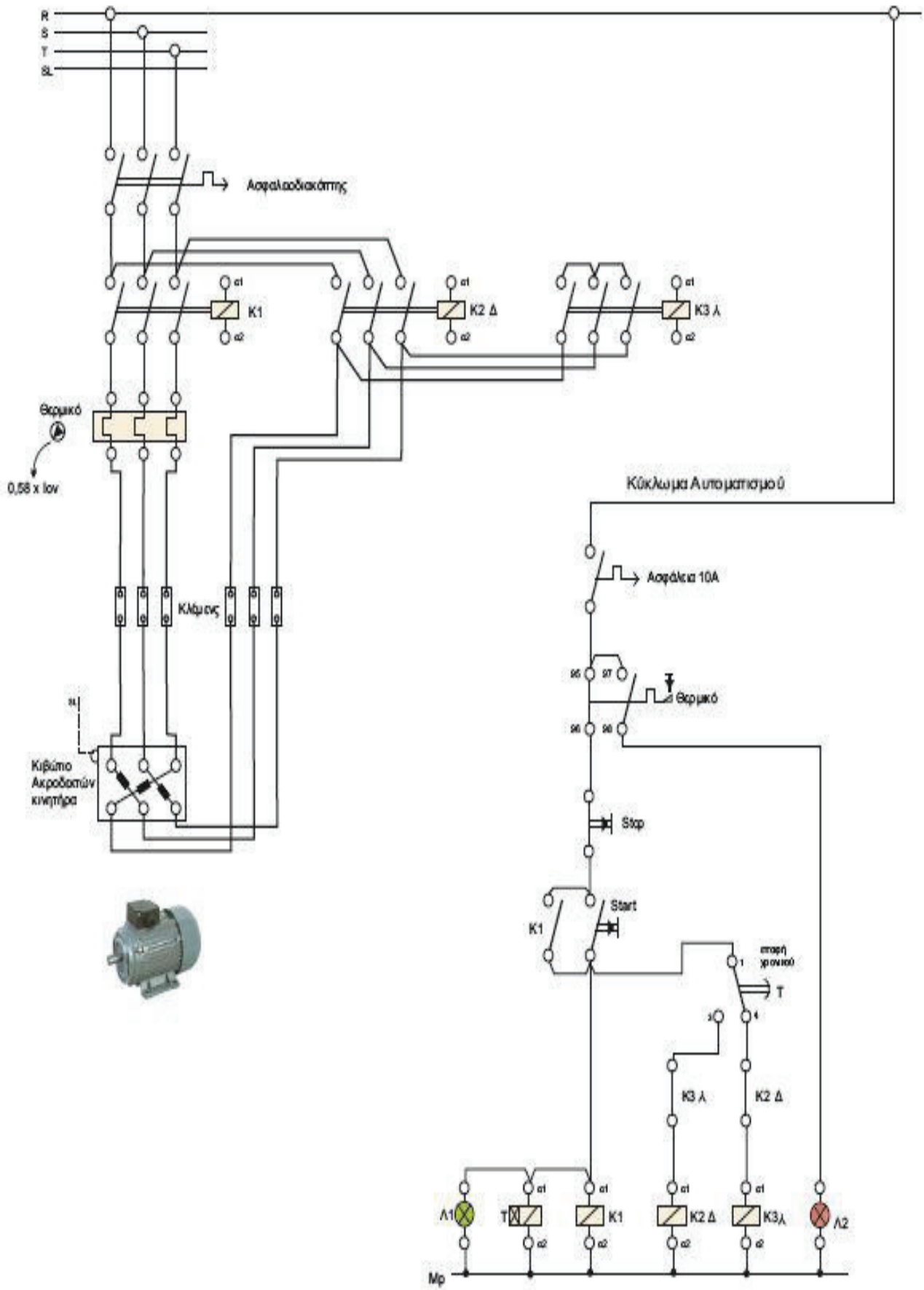
Στο κύκλωμα αυτοματισμού διαρέεται από μονοφασικό ρεύμα σε αντίθεση με το κύκλωμα ισχύος. Τροφοδοτείτε από μια ασφάλεια 10A . Σε κατάσταση ηρεμίας βλέπουμε ότι η επαφή του θερμικού (95-96) είναι normally close (κανονικά κλειστή) όπως και η επαφή του μπουτόν STOP. Εάν πατηθεί το μπουτόν START διεγείρετε το πηνίο του ηλεκτρονόμου K1 ενεργοποιήτε η επαφή αυτοσυγκράτησης του μπουτο START τίθετε σε λειτουργία το χρονικό ρελε (timer) το οποίο αρχίζει να μετρά .Η επαφή του χρονικού 1-4 είναι normally close (NC) και διαρέεται από ρευμα , η επαφή μανδάλωσης του K2 είναι NC άρα διεγείρετε το πηνίο του ρελέ K3 -αστέρα (Y) και έτσι η αντλία ξεκινά την λειτουργία της σε συνδεσμολογία αστέρα. Παρατηρούμε ότι οι ηλεκτρονόμοι K2 και K3 μόλις ενεργοποιηθούν αλλάζουν κατάσταση στις βοηθητικές επαφές τους και έτσι επιτυγχάνεται η μανδάλωση ανάμεσα στο κύκλωμα του αστέρα και στο κύκλωμα του τριγώνου.

Όταν το χρονικό ρελέ (timer) αλλάξει κατάσταση στις επαφές του η επαφή 1-4 απενεργοποιήται , τίθεται εκτος λειτουργίας το κύκλωμα του αστέρα(Y) ,ενεργοποιήτε η επαφή 1-3 και θέτει σε λειτουργία τα κύκλωμα του τριγώνου.

Σε περίπτωση που πατηθεί το μπουτόν STOP θέτει εκτος λειτουργίας όλους τους ηλεκτρονόμους και για να τεθει ξανά σε λειτουργία το κύκλωμα επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία πατώντας το μπουτόν START.

Επίσης στο κύκλωμα διακρίνεται η ενδκτηκή λυχνία Λ1 (πρασινή) η οποία ενεργοποιήται όταν το κύκλωμα βρίσκεται σε λειτουργία. Αντίθετα αν το θερμικό ρελέ διακόψει την λειτουργία του κυκλώματος για κάποιο λόγο θα ενεργοποιηθεί η λυχνία Λ2 (κόκκινη) μέσω της επαφής 97-98.

Κύκλωμα Ισχύος



2.3 P.L.C.(programmable logic controller)

2.3.1 Ιστορική αναδρομή

Η επανάσταση της πληροφορικής ξεκινά το 1975 με τη κατασκευή του πρώτου μικροϋπολογιστή. Η βιομηχανία μέχρι και τη δεκαετία του '80 χρησιμοποιούσε ελάχιστα τα ηλεκτρονικά. Το 90% και πλέον των αυτοματισμών καταλάμβαναν οι αυτοματισμοί με ηλεκτρονόμους. Στις αρχές της δεκαετίας του '80 Η τεχνολογία γινόταν γρηγορότερη και αναπτυσσόταν συνεχώς, παράλληλα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Οι εταιρίες εμφανίζουν στους τεχνικούς της βιομηχανίας ένα νέο προϊόν που το ονόμασαν PLC χωρίς να χρησιμοποιήσουν τη πλήρη ονομασία του (Programmable Logic Controller) για να μη τρομάξουν το τεχνικό κατεστημένο της βιομηχανίας. Οι νέες συσκευές επεξεργάζονται πλέον δεδομένα και ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους ή με υπολογιστές

Η τεχνολογία προχωρά, φθάνουμε στη δεκαετία του '90, όπου τεχνολογικά έγινε μεγάλο άλμα (συσκευές μικρότερες, φθηνότερες, με σημαντικά αυξημένες δυνατότητες συγκριτικά με αυτές της προηγούμενης δεκαετίας) αλλά παράλληλα αυξήθηκε δυσανάλογα το κόστος εκπόνησης των προγραμμάτων και της θέσης των εγκαταστάσεων σε λειτουργία. Οι κατασκευαστές δίνουν πλέον σημαντικό βάρος στο λογισμικό, παρέχοντας έτοιμες λύσεις για τομείς του αυτοματισμού με τη βοήθεια βιβλιοθηκών, εκμεταλλευόμενοι τη πρόοδο των ηλεκτρονικών υπολογιστών και χρησιμοποιώντας την εξέλιξη στο λειτουργικό σύστημα (τεχνολογία Windows) για να μειώσουν το χρόνο προγραμματισμού των PLC (σχόλια προγράμματος, αντιγραφή τμημάτων προγράμματος από ένα πρόγραμμα σε άλλο κ.τ.λ.).

Το PLC δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένας μικροϋπολογιστής, κατάλληλα προσαρμοσμένος ώστε να χρησιμοποιείται για τη λειτουργία των αυτοματισμών. Το PLC δηλαδή δημιουργήθηκε για να αντικαταστήσει τον κλασικό πίνακα αυτοματισμού με τους ηλεκτρονόμους. Η αλλαγή . το άλμα θα μπορούσαμε να πούμε , που έγινε είναι ότι περάσαμε κατευθείαν από τους ηλεκτρονόμους στους υπολογιστές παρακάμπτοντας τα ηλεκτρονικά. Για να μπορούν όμως οι τεχνικοί να χρησιμοποιήσουν το νέο προϊόν και να μην “τρομάξουν” από έννοιες όπως υπολογιστής , προγραμματισμός, γλώσσες προγραμματισμού κλπ, οι εταιρίες δεν ανέφεραν τίποτε από τα παραπάνω. Απλά τους είπαν αντί να σχεδιάσετε το ηλεκτρολογικό σχέδιο θα το κάνετε με το τρόπο που θα σας πούμε. Ουσιαστικά τους μάθαιναν προγραμματισμό. Οι πρώτες γλώσσες προγραμματισμού δεν έκαναν τίποτε άλλο από το να αντιγράφουν το ηλεκτρολογικό σχέδιο σε μια ειδική συσκευή προγραμματισμού.

Με άλλα λόγια το P.L.C (Programmable Logic Controller – Προγραμματιζόμενος Λογικός Εκλεκτής) είναι μια συσκευή σχεδιασμένη να εκτελεί λογικές λειτουργίες που μέχρι τώρα επιτυγχάνονταν με ηλεκτρομηχανικούς ηλεκτρονόμους



Εικόνα 11 Ένα P.L.C. όπως είναι σήμερα.

2.3.2 Στοιχεία του PLC

Το PLC είναι ένας μικροϋπολογιστής ειδικού τύπου επομένως το υλικό (hardware) μοιάζει με το αντίστοιχο τον Η/Υ. Άρα έχουμε:

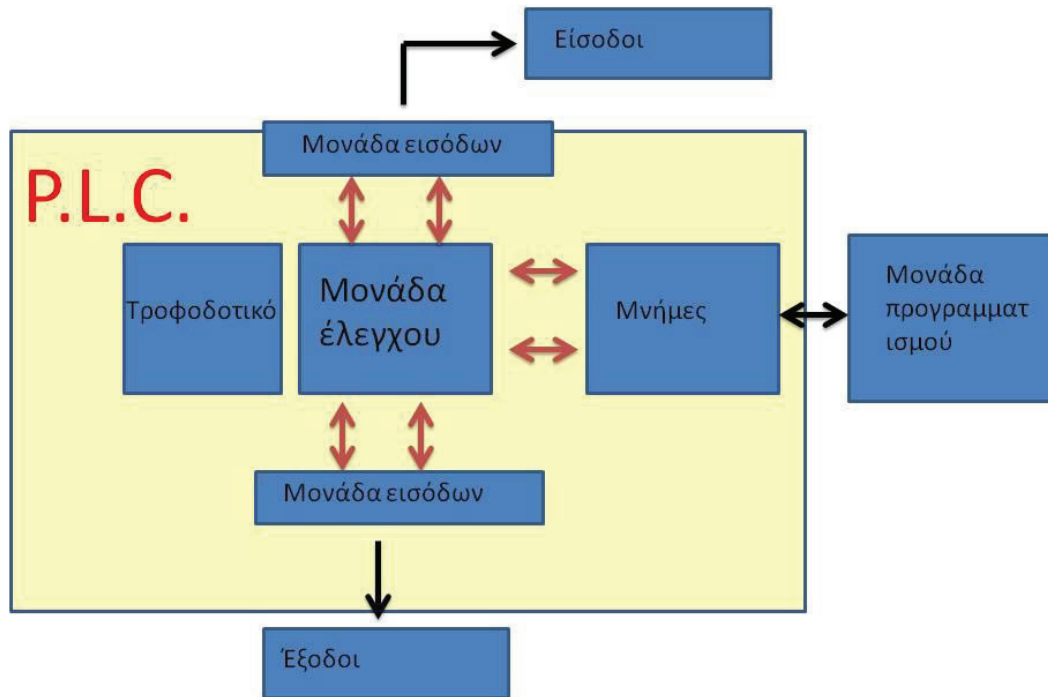
Κύρια μέρη

- Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU) : στην μονάδα αυτή γίνεται η επεξεργασία του προγράμματος και η εκτέλεση των εντολών του με βάση τις καταστάσεις στις μονάδες σημάτων εισόδου-εξόδου
- Μονάδα εισόδων: υπάρχουν δύο βασικοί τύποι αυτών των μονάδων
 - Ψηφιακές (On-Off) στις οποίες η είσοδος μπορεί να αναγνωρίζει δύο μόνο τάσεις (υψηλή-χαμηλή)
 - Αναλογική στις οποίες το σήμα εισόδου είναι αναλογικό σήμα και είναι τάσεις από 0 έως 10V ή -10V έως 10V ή εντάσεις ρεύματος 0 έως 20mA ή 4 έως 20mA .
- Μονάδα εξόδων : διακρίνονται επίσης σε ψηφιακές και αναλογικές.
- Μνήμη: υπάρχουν δύο βασικοί τύποι
 - Μνήμη Προγράμματος (R.AM.) εδώ αποθηκεύεται το πρόγραμμα που αναπτύσσουμε και μας επιτρέπει γρήγορες αλλαγές
 - Μνήμη συστήματος (R.O.M.) εδώ αποθηκεύετε μόνο το λογισμικό ανάπτυξης από τον κατασκευαστή
 - Προαιρετική μνήμη σε αυτή μπορεί να αποθηκευτεί το πρόγραμμα όταν το τελειώσουμε απελευθερώνοντας έτσι την μνήμη RAM.
- Τροφοδοτικό
- Θύρα επικοινωνίας (σύνδεση με Η/Π κλπ) για να γίνεται η ανταλλαγή πληροφοριών με τον χρήστη

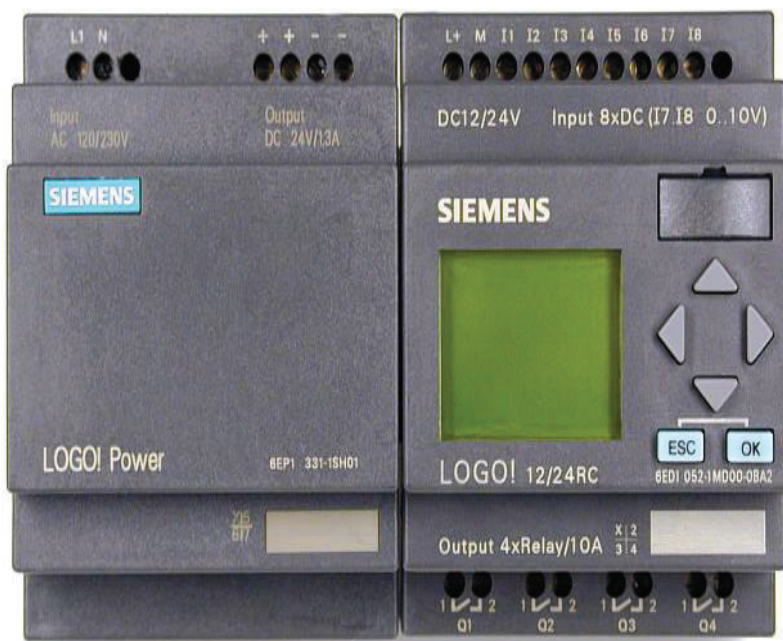
Επεκτάσεις

- Επέκταση για Μονάδες εισόδου
- Επέκταση για Μονάδες εξόδου
- Μονάδες Προσομοίωσης
- Μόντεμ (modem)
- Οθόνες

Στην εικόνα 12 μπορούμε να δούμε τα στοιχεία ενός PLC και στην Εικόνα 13 βλέπουμε πως είναι ένα PLC με επέκταση εισόδων/εξόδων. [Frank D. Petruzella]



Εικόνα 13 Στοιχεία ενός P.L.C.



Εικόνα 12 PLC με σύνδεση επέκτασης μονάδων εισόδων/εξόδων

Κεφαλαίο ΤΡΙΤΟ

Περιγραφή του αντλιοστασίου

Γενικά

Η ανάγκη για την κατασκευή ενός σύγχρονου και πλήρως ηλεκτρονικά ελεγχόμενου αντλιοστασίου (εικ1) στην περιοχή την οποία εξετάζουμε, προέκυψε κυρίως από τις ανάγκες άρδευσης του πρασίνου στην εν λόγω περιοχή. Κύριος στόχος της κατασκευής είναι, λόγω του μεγάλου μήκους του δικτύου παροχής ύδατος, η εξασφάλιση ελεγχόμενης πίεσης ύδατος σε όλο το μήκος του δικτύου.

3.1 Περιγραφή κατασκευής δικτύου

Το αντλιοστάσιο βρίσκεται 40cm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους (υπόγειο), και έχει εξωτερικές διαστάσεις 9,80m x 3,70m και βάθους 4,00m. Η κάτοψη εσωτερικού εμβαδού είναι 6,50m x 3,10m και ύψους 2,50m. Στην οροφή του έχει διαμορφωθεί φρεάτιο ορθογώνιας διατομής, διαστάσεων 1,60m x 1,00m, μέσω του οποίου γίνεται η πρόσβαση στο εσωτερικό του και η τοποθέτηση ή απομάκρυνση του εγκατεστημένου εξοπλισμού. Επί του τοιχίου έχει εγκατασταθεί χαλύβδινη κλίμακα με αντιολισθητικά σκαλοπάτια. Το φρεάτιο καλύπτεται από δύο χαλύβδινα στεγανά καλύμματα από αντιολισθητική λαμαρίνα, διαστάσεων 1,10m x 0,85m, στερεωμένα στη μία πλευρά με αρθρωτούς συνδέσμους, με χειρολαβές και υποδοχείς λουκέτου, ώστε να κλειδώνουν με ασφάλεια.



Εικόνα 14 Μερική άποψη του αντλιοστασίου

3.2 Γραφική παράσταση του αυτοματισμού του συστήματος άρδευσης

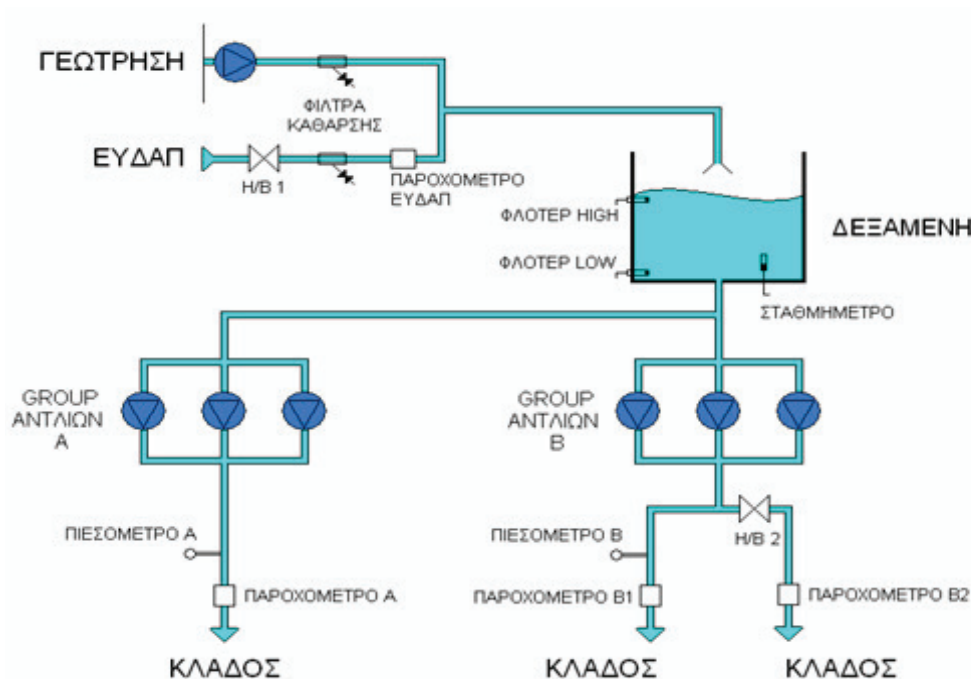
Η άρδευση πρασίνου πραγματοποιείται μέσω δύο συστοιχιών αντλιών, οι οποίες λειτουργούν ανεξάρτητα μεταξύ τους τροφοδοτώντας χωριστά κυκλώματα άρδευσης.

Πιο συγκεκριμένα η παρακολούθηση της στάθμης ύδατος της δεξαμενής γίνεται από τον αναλογικό αισθητήρα μέτρησης στάθμης (σταθμήμετρο) και τους διακόπτες στάθμης τύπου πλωτήρα (φλοτέρ high & low), που είναι τοποθετημένοι σε κατάλληλα σημεία εντός της, ώστε να δίνουν τα σήματα ανώτερης και κατώτερης στάθμης ύδατος. Τόσο η Η εκκίνηση και η λειτουργία των αντλιών εξασφαλίζεται μέσω δύο ρυθμιστών στροφών (inverters), έναν για κάθε συστοιχία αντλιών, οι οποίοι ελέγχονται από την κεντρική μονάδα ελέγχου (PLC) του συστήματος αυτοματισμού.

Ακολούθως η μέτρηση της διαφορικής πίεσης της παροχής ύδατος των κλάδων γίνεται από αισθητήρια διαφορικής πίεσεως (πιεσόμετρα), τα οποία δίνουν σήματα στη κεντρική μονάδα ελέγχου (PLC). Κατ'αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η σταθερή πίεση του συστήματος, συγκρίνοντας την πραγματική με την επιθυμητή τιμή πίεσης στο επιτρεπτό εύρος παροχής.

Τέλος, η παροχή νερού από τη γεώτρηση, η εισροή νερού από το δίκτυο της ΕΥΔΑΠ καθώς και η κατανάλωση νερού στα τρία δίκτυα παρακολουθούνται μέσω υγρομέτρων (παροχόμετρων), με ηλεκτρική έξοδο παλμού, τοποθετημένων σε κατάλληλα σημεία του συστήματος. Τα υδρόμετρα μεταφέρουν τις σχετικές ενδείξεις στο PLC.

Στις ενότητες οι οποίες ακολουθούν θα πραγματοποιηθεί εκτενής ανάλυση στην αρχή λειτουργίας του συστήματος ύδρευσης, καθώς και στα βασικά μέρη αυτού.



Εικόνα 15 Γραφική παράσταση του συστήματος αυτοματισμού του αντλιοστασίου

3.3 Βασική αρχή λειτουργίας του αντλιοστασίου

Κύριος στόχος/ λειτουργία του αντλιοστασίου είναι να εξασφαλίζει ελεγχόμενη πίεση ύδατος κατά μήκος του δικτύου παροχής ύδατος στην εξεταζόμενη περιοχή.

Ως εκ τούτου οι αντλίες του συγκροτήματος λειτουργούν, έχοντας ως βασικό στόχο τη διατήρηση σταθερή πίεσης σε μια προεπιλεγθείσα τιμή. Συνεπώς όταν έχουμε απαίτηση παροχής, τίθεται αμέσως σε λειτουργία η πρώτη αντλία, η οποία ενεργοποιείται αμέσως από την πτώση πίεσης του συστήματος.

Η ομαλή εκκίνηση εξασφαλίζεται από το ρυθμιστή στροφών (inverter) και η συνεχής ρύθμιση της πίεσης γίνεται μέσω του ελεγκτή PID ο οποίος λειτουργεί ελεγχόμενος αποκλειστικά, όπως και ο inverter, από την κεντρική μονάδα ελέγχου (PLC). Όσο η ζήτηση πίεσης αυξάνεται και εάν η εν λειτουργία αντλία φτάσει στο μέγιστο των στροφών της, τότε τίθεται σε λειτουργία η επόμενη (δεύτερη) αντλία μέσω του inverter στο ελάχιστο της αποδόσεώς της, αφού πρώτα η προηγούμενη (πρώτη) αντλία μεταγεται σε σταθερή τροφοδοσία μέσω ρελέ(ηλεκτρονόμος).

Η δεύτερη αντλία αναλαμβάνει πλέον το ρυθμιστικό ρόλο για το σύστημα.

Στην περίπτωση κατά την οποία και η δεύτερη αντλία δεν αρκεί για την επίτευξη της επιθυμητής πίεσης τότε μπαίνει σε λειτουργία και η τελευταία (τρίτη) αντλία με την ίδια διαδικασία μεταγωγής. Τέλος αν η ζήτηση πίεσης ελαττωθεί, εν συνεχεία μειώνονται οι στροφές της αντλίας, η οποία έχει το ρυθμιστικό ρόλο, έως ότου οι στροφές της «μηδενιστούν» και ο ρυθμιστικός ρόλος περνάει στην προηγούμενη (σε σειρά εκκίνησης) αντλία. Προκειμένου να επιτευχθεί ισορροπημένη καταπόνηση όλων των αντλιών, οι αντλίες κλείνουν η μία μετά την άλλη με την αντίθετη σειρά από την οποία εκκίνησαν. Συνεπώς η τελευταία που ξεκίνησε να λειτουργεί μέσω του inverter, ρυθμίζει την πίεση του δικτύου μέσω του ελεγκτή PID.

Οι αντλίες κλείνουν μία μετά την άλλη με την αντίθετη σειρά που εκκίνησαν, ώστε να επιτυγχάνεται ισορροπημένη καταπόνηση όλων των αντλιών και συνεπώς η τελευταία που ξεκίνησε να λειτουργεί μέσω του inverter και να ρυθμίζει την πίεση του δικτύου, μέσω του ελεγκτή PID.

Σε περίπτωση που η ζήτηση μηδενιστεί, τότε το συγκρότημα των αντλιών διακόπτει ομαλά την λειτουργία του μέσω επικοινωνίας του επεξεργαστή μονάδας ελέγχου αποκλείοντας με αυτόν τον τρόπο τα υδραυλικά πλήγματα, τα οποία προκαλούνται τόσο από την πρόωρη διακοπή όσο και από την άμεση επανεκκίνηση αντλιών. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται στην περίπτωση που η δεξαμενή τροφοδοσίας αδειάσει. Εν κατακλείδι θα σημειώναμε πως η βασική αρχή λειτουργίας συνίσταται στα εξής: Οι αντλίες λειτουργούν με εναλλαγή και το πλήθος που λειτουργούν κάθε φορά καθορίζεται από τη μονάδα ελέγχου (PLC) σε άμεση συνεργασία με τον ελεγκτή PID, ανάλογα με τη ζήτηση παροχής ύδατος.

3.4 Συγκρότημα αντλιών

Δύο συστοιχίες αντλιών (Α και Β) μέσω των οποίων πραγματοποιείται η άρδευση, αποτελούν τον βασικό πυρήνα του αντλιοστασίου. Μελετώντας προσεκτικά το παραπάνω σχήμα συνάγουμε τα εξής: Η συστοιχία Α εξυπηρετεί τις ανάγκες άρδευσης του ανατολικού δικτύου, ενώ περιλαμβάνει τρεις ανοξείδωτες αντλίες παροχής $7\text{m}^3/\text{h}$ έκαστη, σε μανομετρικό $90\text{m}\Sigma\Upsilon$. Η συστοιχία Β (εικόνα 16) εξυπηρετεί τις ανάγκες άρδευσης του δυτικού δικτύου (προς την παραλία - Παλαιό Φάληρο) και περιλαμβάνει τρεις ανοξείδωτες αντλίες παροχής $7\text{m}^3/\text{h}$ έκαστη, σε μανομετρικό $60\text{m}\Sigma\Upsilon$. Η άρδευση για τις τοπικές ανάγκες του Δήμου γίνεται κατά προτεραιότητα τις πρωινές ώρες από τη συστοιχία αντλιών Β, η οποία παρέχει μέχρι $14\text{m}^3/\text{h}$ με πίεση περίπου 6 bars.

Σε ότι αφορά στη χρήση νερού αυτή εμφανίζεται ετεροχρονισμένη. Από το προηγούμενο προκύπτει, πως κατά τη διάρκεια της προγραμματισμένης άρδευσης του Τραμ, δεν θα υπάρχει ζήτηση νερού από τα δίκτυα του Δήμου. Στην περίπτωση κατά την οποία ζητηθεί νερό από προγραμματισμένη άρδευση, οι αντλίες ενεργοποιούνται και οι ρυθμιστές στροφών (inverters) ρυθμίζουν την ταχύτητα περιστροφής των κινητήρων, έτσι ώστε η παροχή να παραμείνει σταθερή. Σε ο,τι αφορά την εκκίνησή τους αυτή γίνεται αυτόματα ανάλογα με τη ζήτηση και ο αυτοματισμός της λειτουργίας τους εξασφαλίζεται από το PLC.(στο προκείμενο θ αναφερθούμε στην ακόλουθη παράγραφο)

Στην περίπτωση υπερπίεσης στις καταθλίψεις του συγκροτήματος, λειτουργεί η αντίστοιχη αντιπληγματική βαλβίδα υπερπίεσης, ενώ ένας αγωγός οδηγεί ποσότητα νερού από την αντιπληγματική βαλβίδα στο φρεάτιο στραγγισμάτων. Ως εκ τούτου όταν η πίεση στο δίκτυο αποκατασταθεί η αντιπληγματική βαλβίδα κλείνει.



Εικόνα 16 Δευτερη ομάδα αντλιών

3.5 Δεξαμενή τροφοδοσίας

Ένα από τα βασικότερα τμήματα του αντλιοστασίου είναι η δεξαμενή τροφοδοσίας. Προχωρώντας σε μια εκτενή περιγραφή αυτής, θα σημειώναμε τα εξής: Η δεξαμενή είναι κλειστή, έχει εμβαδό κάτοψης 3,10m x 2,40m και ύψος 3,00m, ενώ ο ωφέλιμος όγκος της είναι περίπου 15m³.

Στην οροφή αυτής έχει διαμορφωθεί φρεάτιο τετραγωνικής διατομής(με διαστάσεις 1,00m x 0,80m) μέσω του οποίου θα πραγματοποιείται η πρόσβαση στο εσωτερικό της. Το φρεάτιο καλύπτεται από χαλύβδινο, στεγανό κάλυμμα από αντιολισθητική λαμαρίνα (1,10m x 0,90m), με αρθρωτούς συνδέσμους, χειρολαβές καθώς και υποδοχείς λουκέτου.

Το κυρίως μέσο τροφοδότησης της δεξαμενής με νερό, είναι η γεώτρηση, ενώ σε περίπτωση χαμηλής στάθμης αυτής, η τροφοδοσία πραγματοποιείται αυτόματα μέσω αντίστοιχης ηλεκτροβάνας, η οποία ενεργοποιείται στην κατώτερη στάθμη της δεξαμενής. Πριν την είσοδο της δεξαμενής υπάρχει μια δικλείδα τύπου πεταλούδας, η οποία λειτουργεί ως ρυθμιστικός παράγοντας. Μετά το πέρας ανάλογων δοκιμών, η δικλείδα (πεταλούδα) επιτρέπει τη διέλευση μιας περίπου ελεγχόμενης ποσότητας νερού. (παροχής)

Στο εσωτερικό της δεξαμενής έχουν τοποθετηθεί ένα αναλογικό αισθητήριο μέτρησης στάθμης (σταθμήμετρο), καθώς και δύο διακόπτες στάθμης τύπου πλωτήρα(φλοτερ). Τα προηγούμενα έχουν τοποθετηθεί σε κατάλληλα σημεία, έτσι ώστε να λειτουργούν εφεδρικά ως προς τον αυτοματισμό πλήρωσης, ενώ παράλληλα είναι ικανά να μεταβιβάζουν σήματα για την ανώτερη ή την κατώτερη στάθμη του νερού. Επιπροσθέτως τα φλοτέρ, λειτουργούν και ως συναγερμός (alarm), σε περίπτωση υπέρβασης της ανώτατης στάθμης ή εκκένωσης της δεξαμενής. Χρήσιμο σε αυτό το σημείο είναι να προστεθεί πως για την οπτική απεικόνιση της στάθμης πέραν της ηλεκτρονικής διάταξης, χρησιμοποιείται διαφανής στήλη ύδατος.

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, η πλήρωση της δεξαμενής γίνεται αυτόματα πρωτίστως από την αντλία γεώτρησης και δευτερευόντως από το δίκτυο ύδρευσης.

Σε ο,τι αφορά στην αντλία γεώτρησης αυτή παραμένει ενεργοποιημένη, μέχρι τη στιγμή που η στάθμη θα φτάσει/ ανέλθει στο ανώτατο επιτρεπτό σημείο(περίπου 2,50m από τον πυθμένα). Στην περίπτωση κατά την οποία προκύψει ανεξέλεγκτη αύξηση της στάθμης του νερού εντός της δεξαμενής, το νερό απορρέει από τον αγωγό υπερχείλισης

Προκειμένου να επιτευχθεί η καλύτερη λειτουργία του αυτοματισμού, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ένα ψηφιακό αισθητήριο πίεσης μέσα στη δεξαμενη, μέσω του οποίου θα δινόταν εντολή για άμεση διακοπή της λειτουργίας της αντλίαςγεώτρησης, σε περίπτωση υπέρβασης του/ ενός προκαθορισμένου ορίου πίεσης.

Εν κατακλείδι το νερό εισέρχεται στη δεξαμενή αφού προτίστως διέλθει απο ένα χειροκαθοριζόμενο φίλτρο. Ο έλεγχος και καθαρισμός του φίλτρου γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, πάραυτά σε περίπτωση έμφραξης αυτού, η αύξηση της πίεσης προκαλεί την εκκένωση ποσότητας νερού, μέσω της υδραυλικής δικλείδας ανακούφισης. Η δικλείδα ελέγχει την πίεση στον αγωγό, ενώ σε περίπτωση υπέρβασης μιαςπροκαθορισμένης τιμής, όπως για παράδειγμα κατά την πλήρη έμφραξη του πλέγματος, ανοίγει, και το νερό εκτονώνεται στο φρεάτιο στραγγισμάτων.

3.6 Η αντλία γεώτρησης

Τόσο η γεώτρηση όσο και η υποβρύχια αντλία της, στεγάζονται σε ένα μικρό υπερυψωμένο φρεάτιο(80cm x 80cm) το οποίο βρίσκεται παρακειμένως του αντλιοστασίου. Ο καταθλιπτικός αγωγός της αντλίας γεώτρησης, (ονομαστικής διαμέτρου DN 80(3in), διέρχεται από τη δεξαμενή επάνω από την ανώτατη στάθμη του νερού και καταλήγει εντός του αντλιοστασίου.

Η γεώτρηση¹ και η υποβρύχια αντλία της στεγάζονται σε μικρό υπερυψωμένο φρεάτιο, διαστάσεων 80cm x 80cm, παρακείμενο στο αντλιοστάσιο. Ο καταθλιπτικός αγωγός της αντλίας γεώτρησης, ονομαστικής διαμέτρου DN 80 (3in), διέρχεται από τη δεξαμενή επάνω από την ανώτατη στάθμη του νερού και καταλήγει εντός του αντλιοστασίου.

Αυτό επιτυγχάνεται με την απ ευθείας κατάθλιψη του νερού στο δίκτυο καθώς και τη διατήρηση σταθερής πίεσης εξόδου μέσω δυο πιεστικών δοχείων, τα οποία έχουν εκτιμώμενο όγκο 250lt έκαστο. Σε ο,τι αφορά στην πίεση εξόδου, αυτή έχει ρυθμιστεί στα 6bar, ενώ η επανεκκίνηση της αντλίας στα 4bar.

Τα πιεστικά δοχεία στεγάζονται στο αντλιοστάσιο και συνεχίζουν να είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο για καλύτερη λειτουργία του αντλιοστασίου. Τέλος έχοντας ως δεδομένο πως η **αντλία** λειτουργεί επί εικοσαώρου βάσεως (20ωρη)², η διαθέσιμη παροχή της αντλίας της γεώτρησης ανέρχεται σε 12m³/h.

¹ Η γεώτρηση προϋπήρχε για την εξυπηρέτηση των αναγκών άρδευσης του

Δήμου, με την αντλία της να αποδίδει νερό προς τα τοπικά δίκτυα άρδευσης μέσω ενός υπαίθριου συλλέκτου τριών εξόδων ονομαστικής διατομής DN 80 (3in).

² Η συνολική ημερήσια παροχή ισούται με 240m³

3.7 Αντλία ακαθάρτων και φίλτρα καθάρσεως

Η αντλία ακαθάρτων βρίσκεται τοποθετημένη στο φρεάτιο υποδοχής των στραγγισμάτων και φέρει ικανότητα παροχής $20\text{m}^3/\text{h}$, ενώ έχει μανομετρικό ύψος $8\text{m}\Sigma\text{Y}$. Η διαδικασία ενεργοποίησής της γίνεται ως εξής: Ενεργοποιείται άμεσα από διακόπτη στάθμης τύπου φλωτέρ, ενώ καταθλίβει το περιεχόμενο του φρεατίου έξω από το αντλιοστάσιο, σε φρεάτιο ομβρίων, μέσω ενός αγωγού ο οποίος έχει ονομαστική διάμετρο DN 50. Σε ο,τι αφορά στο φρεάτιο στραγγισμάτων, αυτό εκτείνεται σε όλο το μήκος της πλευράς που αποτελεί το όριο της δεξαμενής του νερού, ενώ φέρει πλάτος $0,7\text{ m}$ και βάθος $0,50\text{m}$. Στο φρεάτιο αυτό καταλήγουν:

1. Η εκκένωση της δεξαμενής μέσω δικλείδας.
2. Ο αγωγός υπερχείλισης της δεξαμενής.
3. Οι αγωγοί εκκένωσης των φίλτρων καθάρσεων.
4. Οι αγωγοί εκτόνωσης των αντιπληγματικών βαλβίδων προστασίας συγκροτήματος αντλιών.

Οι πιθανές διαρροές νερού από το συγκρότημα αντλιών, τα δοχεία κτλ.

Όπως ήδη έχει αναφερθεί νωρίτερα, η εκκίνηση της αντλίας ακαθάρτων γίνεται αυτόματα, μετά από άμεση εντολή από τον αντίστοιχο πλωτήρα στάθμης. Ως εκ τούτου σε περίπτωση που η στάθμη στο φρεάτιο υπερβεί την ελάχιστη τιμή, η στάση ακολουθεί την πτώση της στάθμης στο ελάχιστό δυνατό. Εν κατακλείδι σε περίπτωση υπερχείλισης, ο πλωτήρας ανώτατης στάθμης, καταδुकνύει την υπέρβαση της ανώτερης επιθυμητής στάθμης και δίνει σήμα συναγερμού

Σε ο,τι αφορά στα φίλτρα καθάρσεως, η διαδικασία ενεργοποίησής έχει ως εξής: Κάθε φορά που δίνεται εντολή πλήρωσης της δεξαμενής είτε από την αντλία γεώτρησης, είτε από το δίκτυο της, τότε οι ηλεκτροβάνες των αντίστοιχων φίλτρων καθάρσεως ανοίγουν (εικόνα 17) για ένα διάστημα ολίγων δευτερολέπτων, έτσι ώστε να απομακρύνονται τυχόν ακαθαρσίες οι οποίες υπάρχουν ήδη στο ξεκίνημα της λειτουργίας τους. Τέλος τα φίλτρα καθάρσεως τίθενται σε λειτουργία επίσης και στην περίπτωση χειροκίνητης εντολής από την οθόνη ενδείξεων (panel



Εικόνα 17 Φίλτρα καθάρσεως

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Γενική τεχνική περιγραφή της κατασκευής του αντλιοστασίου

Εισαγωγή

Στις ενότητες οι οποίες ακολουθούν θα παρατεθεί η τεχνική περιγραφή εγκατάστασης του αντλιοστασίου, μέσω του οποίου καλύπτονται οι τοπικές ανάγκες άρδευσης και οι ανάγκες άρδευσης πρασίνου στην εν λόγω περιοχή και αφορούν μόνο την ηλεκτρολογική εγκατάσταση.

4.1 Εξυπηρέτηση αναγκών άρδευσης

Κοιτάζοντας στο παρελθόν, γίνεται σαφές πως οι ανάγκες άρδευσης καλύπτονταν με χειροκίνητα μέσα. Πιο συγκεκριμένα μέσα από τη χρήση του υπό μόνιμη πίεση δικτύου και χειροκίνητο άνοιγμα των βαλβίδων άρδευσης στις τοπικές επιφάνειες πρασίνου.

Από το παραπάνω συμπεραίνεται πως η διαχείριση της άρδευσης πραγματοποιούταν μόνο κατά τις πρωινές ώρες και με τη βοήθεια του προσωπικούς εκ τούτου το παλιό αντλιοστάσιο και ο εξοπλισμός του ήταν αποκλειστικά διαθέσιμος για τις ανάγκες του δήμου μεταξύ των ωρών 07.00 και 14.00, καθημερινά. Σε αυτό το διάστημα μπορούσαν να αναληφθούν συνολικά $7 \times 12 = 84\text{m}^3$ ύδατος.

Σε ο,τι αφορά τις ανάγκες άρδευσης της περιοχής αυτές ανέρχονται σε 170m^3 /ημέρα κατά τους μήνες αιχμής, σύμφωνα με τη μελέτη άρδευσης. Οι ανάγκες αυτές ικανοποιούνται οριακά σύμφωνα με το ανώτερο σχήμα εκμετάλλευσης. Για περαιτέρω ασφάλεια συνίσταται η σύνδεση της δεξαμενής με το δίκτυο της ΕΥΔΑΠ, με παροχή 2'' (ιντσών) και χρήση της παροχής αυτής σε έκτακτες συνθήκες.

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, η άρδευση γίνεται μέσω δύο συστοιχιών αντλιών. Πιο συγκεκριμένα όπως ελέγχθη νωρίτερα, η συστοιχία Α εξυπηρετεί τις ανάγκες άρδευσης. Η δε άρδευση στο δήμο γίνεται κατά προτεραιότητα τις πρωινές ώρες από την ομάδα αντλιών Β, η οποία παρέχει μέχρι $14\text{m}^3/\text{h}$ με πίεση περίπου 6 bars.

Στην έξοδο της Β συστοιχίας υπάρχουν δυο ηλεκτροβαλβίδες 2''. Η μία παραμένει κανονικά ανοικτή (N.O), ενώ η άλλη κανονικά κλειστή (N.C). Οι δυο αυτές βαλβίδες επιστρέφουν τη ροή ύδατος προς μια μονο κατεύθυνση (στο Δήμο ή στο Τραμ). Στις 14:00 καθημερινά οι βαλβίδες εναλλάσσονται, επιτρέποντας μόνο τη ροή προς το Τραμ. Η διαδικασία αυτή αντιστρέφεται στις 7:00 το πρωί. Σε αυτό το σημείο χρήσιμο είναι να αναφερθεί πως η διαδικασία εναλλαγής των βαλβίδων τροφοδοσίας ελέγχεται από τη μονάδα ελεγχου (PLC) του αντλιοστασίου.

4.2 Πως κατανέμονται οι δαπάνες χρήσεως του αντλιοστασίου

Η παροχή νερού από τη γεώτρηση, η είσοδος νερού στο δίκτυο καθώς και ο τρόπος κατανάλωσης νερού στ τρία δίκτυα, παρακολουθούνται μέσω παροχομέτρων (με ηλεκτρονική έξοδο παλμού), τα οποία είναι τοποθετημένα σε κατάλληλα σημεία του συστήματος. Τα παροχομέτρα μεταφέρουν τις σχετικές ενδείξεις στο PLC.

Λόγω του ότι το σύνολο της εισροής νερού αλλά και οι καταναλώσεις νερού είναι γνωστά μεγέθη, είναι ταυτόχρονα εφικτή η κατανομή των καταναλώσεων νερού προς τα δύο μέρη, έτσι ώστε να διαμοιράζεται αντίστοιχα και η ανάλογη σχετική δαπάνη.

Σε ο,τι αφορά την κατανάλωση ενέργειας αυτή προέρχεται τόσο από τη λειτουργία της αντλίας γεώτρησης όσο και από τη λειτουργία του συγκροτήματος αντλιών, ενώ η κατανομή σχετικής δαπάνης γίνεται κατ αναλογία των καταναλώσεων νερού προς τα τρία δίκτυα σύμφωνα με τις ενδείξεις των παροχομέτρων και κατόπιν συμφωνίας των δυο μερών. Ομοίως οι δαπάνες συντήρησης του αντλιοστασίου είναι πιθανόν να βαρύνουν τα δυο μέρη ανάλογα με την κατανάλωση νερού προς τρία δίκτυα. Ο προγραμματισμός άρδευσης για την εξυπηρέτηση του TPAM γίνεται μεταξύ των ωρών 14.00 έως 07.00 της επόμενης μέρας (χρονικό διάστημα 17 ωρών). Θεωρώντας συνολική ανάπαυση των αντλιών διάρκειας 4 ωρών, μπορούν να αντληθούν έως $(17-4) \times 12 = 156 \text{m}^3$ /ημέρα.

4.3 Ηλεκτρολογική εγκατάσταση

4.3.1 Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση του αντλιοστασίου

Το σύνολο της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης (πίνακας, καλωδιώσεις, διακόπτες, ρευματοδότες κ.ο.κ,) είναι στεγανού τύπου κλάσεως IP 45. Για την τροφοδοσία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού έγινε επέκταση της γραμμής τροφοδοσίας (η οποία υπήρχε ήδη στο παλιό αντλιοστάσιο) προκειμένου να καλύπτονται οι ανάγκες του καινούριου εξοπλισμού.

Προκειμένου να καλυφθούν οι συνολικές καταναλώσεις της εγκατάστασης, προβλέφθηκε εφεδρεία ισχύος 10% περίπου, για την εγκατάσταση εξοπλισμού σε τυχόν μελλοντικές επεκτάσεις. Σε ο,τι αφορά τις καλωδιώσεις του αντλιοστασίου αυτές έγιναν με ανθυγρά καλώδια. Τα καλώδια αυτά έχουν αγωγούς από χαλκό καθώς και θερμοπλαστική μόνωση ενώ φέρουν και εξωτερικό προστατευτικό περίβλημα από θερμοπλαστική ή ελαστική **ουσία**.

4.3.2 Οι αγωγοί τροφοδοσίας

Το σχήμα/ σχέδιο των αγωγών τροφοδοσίας είναι ως εξής:

Ο αγωγός τροφοδοσίας (από το εξωτερικό ερμάριο ηλεκτροδότησης (πύλαρ) του Δήμου έως και το αντλιοστάσιο), κατευθύνεται εντός ενός αγωγού προστασίας από PVC με διάμετρο Φ 100. Ακολούθως ένας δεύτερος αγωγός προστασία Φ50 οδεύει παράλληλα για την μελλοντική τοποθέτηση αγωγών ελέγχου λειτουργίας. Να σημειωθεί εδώ πως οι οριζόντιες εσωτερικές οδεύσεις των καλωδίων έγιναν σε αεριζόμενες εσχάρες αναρτημένες από την οροφή με ντίζες, ενώ οι κάθετες είναι ορατές εντός πλαστικών ή γαλβανισμένων σιδηροσωλήνων.

Φωτιστικά σώματα

Σε ο,τι αφορά στα φωτιστικά σώματα, αυτά τοποθετήθηκαν στην οροφή του ξηρού θαλάμου. Ο τύπος των φωτιστικών σωμάτων είναι φθορισμός, ενώ παράλληλα είναι στεγανά IP 65 και με βάση τους φωτοτεχνικούς υπολογισμούς οι οποίοι πραγματοποιήθηκαν η ισχύς του είναι 36W.

Το ένα από τα φωτιστικά διαθέτει ενσωματωμένο αυτόνομο φορτιζόμενο στοιχείο, το οποίο εξασφαλίζει το φωτισμό ασφαλείας. Στην περίπτωση κατά την οποία προκείψει διακοπή ρεύματος αυτό ανάβει και φωτίζει το χώρο για περίπου μια ώρα.

4.3.3 Ηλεκτρικός πίνακας

Ο ηλεκτρικός πίνακας βρίσκεται εγκατεστημένος εντός του αντλιοστασίου. Από αυτόν τροφοδοτούνται όλες οι καταναλώσεις του αντλιοστασίου όπως και της γεώτρησης.

Ο τοπικός πίνακας είναι υπεύθυνος για την αυτόματη λειτουργία του αντλιοστασίου και περιλαμβάνει όλα τα απαιτούμενα όργανα και συσκευές χειρισμών, προστασίας, μέτρησης, ενδείξεων κ.ο.κ. Τα προηγούμενα προσδιορίζονται από το μονογραμμικό σχέδιο το οποίο αναλύεται σε αντίστοιχο κεφάλαιο της μελέτης.

Η μορφολογία του πίνακα

Ο πίνακας ως προς τη μορφολογία του είναι μεταλλικός, στεγανός, τύπου πεδίου, ενώ σε ο,τι αφορά στην προσβασιμότητά του (για λόγους επιθεώρησης των οργάνων και των συσκευών) αυτή είναι δυνατή από την εμπρόσθια πλευρά αφού ο πίνακας είναι κλειστός από τις υπόλοιπες πλευρές του. Τέλος το καλώδιο της κεντρικής τροφοδοσίας του πίνακα εισήλθε από την βάση αυτού, είναι προστατευμένο με πλαστική σωλήνα, ενώ τα καλώδια τροφοδοσίας του εξοπλισμού εξέρχονται από το άνω μέρος.

Η μορφολογία του πίνακα

Ο πίνακας ως προς τη μορφολογία του είναι μεταλλικός, στεγανός, τύπου πεδίου, ενώ σε ο,τι αφορά στην προσβασιμότητά του (για λόγους επιθεώρησης των οργάνων και των συσκευών) αυτή είναι δυνατή από την εμπρόσθια πλευρά αφού ο πίνακας είναι κλειστός από τις υπόλοιπες πλευρές του. Τέλος το καλώδιο της κεντρικής τροφοδοσίας του πίνακα εισήλθε από την βάση αυτού, είναι προστατευμένο με πλαστική σωλήνα, ενώ τα καλώδια τροφοδοσίας του εξοπλισμού εξέρχονται από το άνω μέρος.

Τα όργανα του ηλεκτρικού πίνακα

Η γραμμή εισόδου του ηλεκτρικού πίνακα περιλαμβάνει τα ακόλουθα όργανα:

1. Τριπολικό αυτόματο διακόπτη ισχύος ονομαστικής εντάσεως 63A.
2. Τρία αμπερόμετρα κινητού σιδήρου, κλάσεως 1,5, με περιοχή ενδείξεως 0 - 50A, με σύνδεση μέσω μετασχηματιστών εντάσεως.
3. Τρεις μετασχηματιστές εντάσεως, σχέσεως μετασχηματισμού 50A/5A, για τη τροφοδότηση των αμπερομέτρων.
4. Βολτόμετρο κινητού σιδήρου, κλάσεως 1,5, με περιοχή ενδείξεων 0 - 600V.
5. Μεταγωγέα βολτομέτρου επτά θέσεων για την ένδειξη της πολικής και της φασικής τάσης.
6. Τρεις ενδεικτικές λυχνίες 230V.

Οι γραμμές εξόδου του ηλεκτρικού πίνακα περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Τρεις γραμμές τροφοδοσίας των 2,3kW και τρεις γραμμές των 3kW, για τις δύο ομάδες αντλιών αντίστοιχα, που λειτουργούν με δύο κοινούς inverters.
2. Μία γραμμή 7kW για τη τροφοδοσία της γεώτρησης μέσω ηλεκτρονικού εκκινητή (soft-starter).
3. Μία γραμμή 1,5kW για τη τροφοδοσία της αντλίας ακαθάρτων.
4. Τριφασική γραμμή τροφοδότησης ρευματοδότη πίνακα, με τριπολική αυτόματη ασφάλεια 16A.
5. Μονοφασική γραμμή τροφοδότησης των ρευματοδοτών του πίνακα, με αυτόματη ασφάλεια 10A.

6. Μονοφασική γραμμή τροφοδότησης των φωτιστικών σωμάτων, με αυτόματη ασφάλεια 10Α.
7. Μονοφασική γραμμή τροφοδότησης των οργάνων, με αυτόματη ασφάλεια 10Α.
8. Μονοφασική γραμμή τροφοδότησης των αυτοματισμών (συνεχούς τάσης), με αυτόματη ασφάλεια 10Α και τροφοδοτικό 230V/24VDC.
9. Μονοφασική γραμμή τροφοδότησης των αυτοματισμών (εναλλασσόμενης τάσης), με αυτόματη ασφάλεια 10Α και μετασχηματιστή 230V/24VAC.

Τρόπος τροφοδοσία αντλίας

Η τροφοδοσία κάθε αντλίας γίνεται μέσω ενός αυτόματου τριπολικού διακόπτη ισχύος ονομαστικής έντασης ανάλογης της ισχύος του κινητήρα, με σταθερά μαγνητικά στοιχεία προστασίας καθώς και ρυθμιζόμενα, θερμικά στοιχεία υπερέντασης. Τα θερμικά στοιχεία παρέχουν – για κάθε κινητήρα- προστασία έναντι της υπερφόρτωσης ή βραχυκυκλώματος, ενώ προκαλούν στάση το κινητήρα, καθώς και σήμανση σε περίπτωση φαινομένου υπερθέρμανσης

Ο ηλεκτρικός εκκινητής (soft- starter)

Για την εκκίνηση της γεώτρησης, λόγω της μεγάλης ισχύος της (7kW), τοποθετήθηκε ηλεκτρονικός εκκινητής (soft-starter). Μέσω της χρήσης του soft-starter επιτυγχάνεται η ομαλή εκκίνηση και παύση της γεώτρησης, προστασία στην εν κενώ λειτουργία καθώς και προστασία έναντι υπέρτασης ή υπότασης στο δίκτυο. Επιπλέον καταρθούται προστασία έναντι υπερφόρτωσης ή βραχυκυκλώματος, ενδείξεις λειτουργίας ή βλάβης, επαφές για εξωτερική εντολή χειροκίνητης εκκίνησης και στάσης καθώς και επαφές ελεύθερες δυναμικού για σηματοδότηση λειτουργίας ή βλάβης

Ανάλυση της εμπρόσθιας πλευράς του ηλεκτρικού πίνακα

Στη μπροστινή πλευρά του ηλεκτρικού πίνακα υπάρχουν τα όργανα μετρήσεων των ηλεκτρικών μεγεθών (αμπερόμετρα και βολτόμετρο), ο μεταγωγέας του βολτόμετρου (ένδειξη πολικής ή φασικής τάσης) καθώς και οι διακόπτες επιλογής λειτουργίας των αντλιών (αυτόματη ή χειροκίνητη). Τα μπουτόν έναρξης και παύσης των αντλιών και οι ενδεικτικές λυχνίες για τις βλάβες αντλιών και των inverters και την λειτουργία των αντλιών (λειτουργία με inverter ή χωρίς).

Από τα παραπάνω συμπερνεί κανείς πως με κατάλληλο χειρισμό από τον πίνακα μπορεί να επιλεγεί οποιαδήποτε αντλία και να λειτουργήσει είτε αυτόματα (auto), μέσω του PLC, είτε με χειροκίνητα (manual), χρησιμοποιώντας τα αντίστοιχα μπουτόν εκκίνησης (start) και παύσης (stop) του πίνακα.

Στον πίνακα έχει τοποθετηθεί και λειτουργεί οθόνη ενδείξεων με πληκτρολόγιο (panel), στην οποία παρουσιάζεται η κατάσταση λειτουργίας του αντλιοστασίου και υπάρχει ιστορικό σφαλμάτων (alarms). Από την οθόνη χειρισμών γίνονται οι χειροκίνητοι χειρισμοί των αντλιών, η παραμετροποίηση του συστήματος, ενώ είναι δυνατή η παρακολούθηση όλων των ενδείξεων των

οργάνων. Σε αυτό το σημείο είναι χρήσιμο να σημειωθεί πως μια παρόμοια οθόνη, με ακριβώς την ίδια λειτουργικότητα, υπάρχει σε εξωτερικό ερμάριο (πίλαρ) ηλεκτροδότησης, που βρίσκεται στο πάρκο που εξετάζουμε, ώστε να μην απαιτείται κάθοδος στο αντλιοστάσιο για τον χειρισμό και τη παρακολούθηση του



Εικόνα 18 Μπροστινή πλευρά του ηλ. πίνακα

4.4 Κεντρική Μονάδα Ελέγχου (PLC)

Η αυτόματη λειτουργία του εγκατεστημένου εξοπλισμού και η συνεργασία των επί μέρους τμημάτων του γίνεται από τη κεντρική λογική μονάδα ελέγχου (εικ. 5), τον προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή (PLC), ο οποίος αποτελείται από περισσότερα ανεξάρτητα εναλλάξιμα στοιχεία (modules).

Στα modules αυτά περιλαμβάνονται η κάρτα τροφοδοσίας (Power Supply), η μονάδα κεντρικού μικροεπεξεργαστή (CPU), ο απαιτούμενος αριθμός καρτών εισόδων και εξόδων (I/O), καθώς και η συσκευή επικοινωνίας (Interface Device).



Εικόνα 19 Ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής του αντλιοστασίου

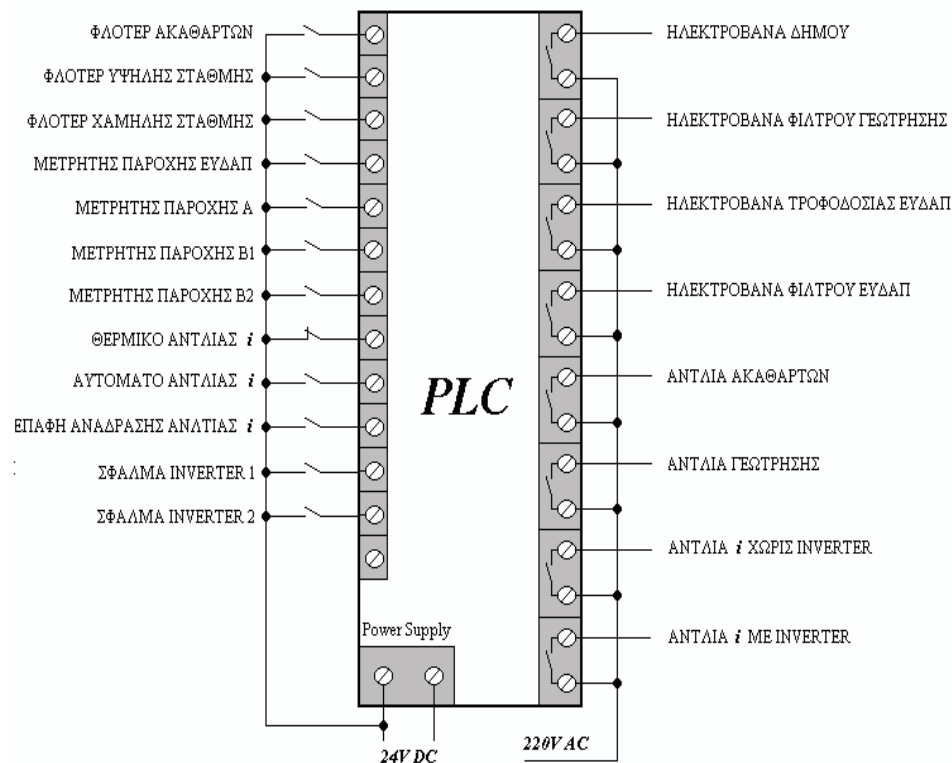
Ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής είναι ένα ηλεκτρονικό ψηφιακό σύστημα, σχεδιασμένο για χρήση σε βιομηχανικό περιβάλλον, το οποίο χρησιμοποιεί μία προγραμματιζόμενη μνήμη για την αποθήκευση εντολών, ώστε να επιτελούνται διάφορες λειτουργίες, όπως λογικές, χρονικές, μετρητικές και αριθμητικές πράξεις και να ελέγχονται, μέσω ψηφιακών/αναλογικών μονάδων, διάφορες μηχανές ή διαδικασίες.

Το PLC είναι συνδεδεμένο σε διάφορα σημεία του αυτοματισμού, απ' όπου μέσω αισθητήρων λαμβάνει σήματα (ψηφιακά ή αναλογικά) από τις εισόδους του και σύμφωνα με το πρόγραμμα που τρέχει στον επεξεργαστή του, μεταβιβάζει τα αποτελέσματα των λογικών επεξεργασιών στις αντίστοιχες εξόδους του ελεγκτή.³

Στην ακόλουθη εικόνα (εικόνα 20) φαίνεται η σύνδεση (καλωδίωση) του PLC με τα ψηφιακά στοιχεία εισόδου και εξόδου του αυτοματισμού του αντλιοστασίου. Επίσης στο σχήμα αυτό διακρίνουμε τα σήματα εισόδου, όπως η επαφή από το φλοτέρ του

³ Με τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές θα ασχοληθούμε στο επόμενο κεφάλαιο αναλυτικά

στραγγισμάτων (φλοτέρ ακαθάρτων), και τις εξόδους, όπως η ηλεκτροβάννα του που υπάρχει στον κλάδο Β.



Εικόνα 20 Σύνδεση του PLC με τα ψηφιακά στοιχεία εισόδου-εξόδου

Αναλογικά σήματα αυτοματισμού

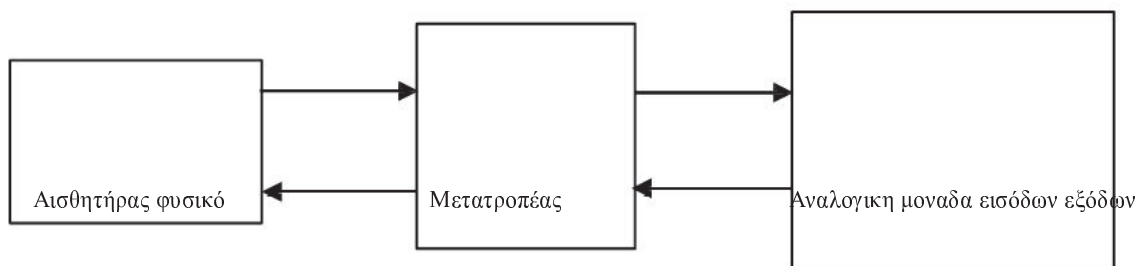
Όσον αφορά τα αναλογικά σήματα του αυτοματισμού, έχουμε τα δύο αισθητήρια μέτρησης πίεσης των κλάδων του και το αισθητήριο μέτρησης της στάθμης της δεξαμενής, που αφορούν τις αναλογικές εισόδους, ενώ οι αναλογικές εξόδους του αυτοματισμού εφαρμόζονται στα inverters. Η επεξεργασία των σημάτων αυτών από το PLC χρήζει ιδιαίτερης ανάλυσης, η οποία ακολουθεί παρακάτω.

Επεξεργασία των αναλογικών σημάτων

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η επεξεργασία των αναλογικών σημάτων ακολουθείται η κάτωθι διαδικασία:

Αρχικά μετατρέπουμε το φυσικό μέγεθος σε ηλεκτρικό, με τη βοήθεια του κατάλληλου αισθητήρα και στη συνέχεια το εισάγουμε στο PLC. Σημειώτεον ότι, τα πρότυπα ρεύματος

είναι περισσότερο ανεκτικά σε ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο από τα αντίστοιχα τάσης. Στην εικόνα 21 φαίνεται η διαδικασία μέτρησης ενός αναλογικού σήματος, από το φυσικό μέγεθος έως τη μονάδα αναλογικών εισόδων, καθώς και η μετατροπή μιας τιμής από το PLC σε ηλεκτρικό σήμα σε μια μονάδα αναλογικών εξόδων.



Εικόνα 21 Διάταξη αισθητήρων

Ο αισθητήρας μέτρησης μετατρέπει τις αλλαγές στο φυσικό μέγεθος, (π.χ. πίεση, στάθμη κλπ.) σε γραμμική διάσταση. Ο μετατροπέας (transducer) συνδέεται με τον αισθητήρα και μετατρέπει τις αντιδράσεις του αισθητήρα σε τυποποιημένο ηλεκτρικό σήμα, όπως $\pm 500\text{mV}$, $\pm 10\text{V}$, $\pm 20\text{mV}$, και $4\dots 20\text{mA}$. Τα σήματα αυτά μεταφέρονται στην αναλογική μονάδα εισόδων.

Εν συνεχεία στη μονάδα εισόδου, το αναλογικό σήμα μετατρέπεται σε ψηφιακό, με τη βοήθεια ψηφιακού μετατροπέα. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται συνεχώς από την πρώτη αναλογική είσοδο μέχρι και την τελευταία και ξανά από την αρχή κυκλικά. Το αποτέλεσμα της ψηφιοποίησης αποθηκεύεται σε ειδική μνήμη στην κάρτα εισόδων. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται όταν μια τιμή από το PLC θέλουμε να μετατραπεί σε ηλεκτρικό σήμα. Σε ο,τι αφορά τις κάρτες αυτές έχουν ειδική μνήμη η οποία αποθηκεύει τις ψηφιακές τιμές οι οποίες πρόκειται να μετατραπούν σε αναλογικές. Εν κατακλείδι η μετατροπή γίνεται με τη βοήθεια ειδικού μετατροπέα DAC (Digital to Analog Converter) και μπορεί να δώσει τυποποιημένα ηλεκτρικά σήματα $\pm 10\text{V}$, $\pm 20\text{mV}$, $0\dots 10\text{V}$, $1\dots 5\text{V}$, $0\dots 20\text{mV}$ και $4\dots 20\text{mA}$.

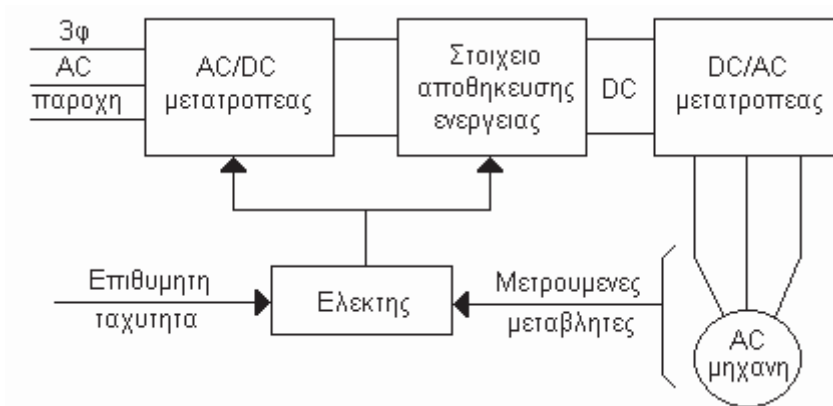
4.5 Ρυθμιστής στροφών (inverter)

Ο ρυθμιστής στροφών είναι ένα ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου κινητήρων που αποτελεί βασική υποδομή για την εκτέλεση διαφόρων διαδικασιών της βιομηχανικής παραγωγής. Βασικά του πλεονεκτήματα είναι ο έλεγχος και η δυνατότητα μεταβολής της ταχύτητας του φορτίου, ο άμεσος έλεγχος της ροπής του κινητήρα, η δυνατότητα ομαλής εκκίνησης (μικρό ρεύμα εκκίνησης, χαμηλή καταπόνηση του φορτίου), καθώς και η δυνατότητα αυτοματοποίησης (έλεγχος από απόσταση).



Εικόνα 22 Βασικές συνητώσεις συστήματος ηλεκτρικής κίνησης

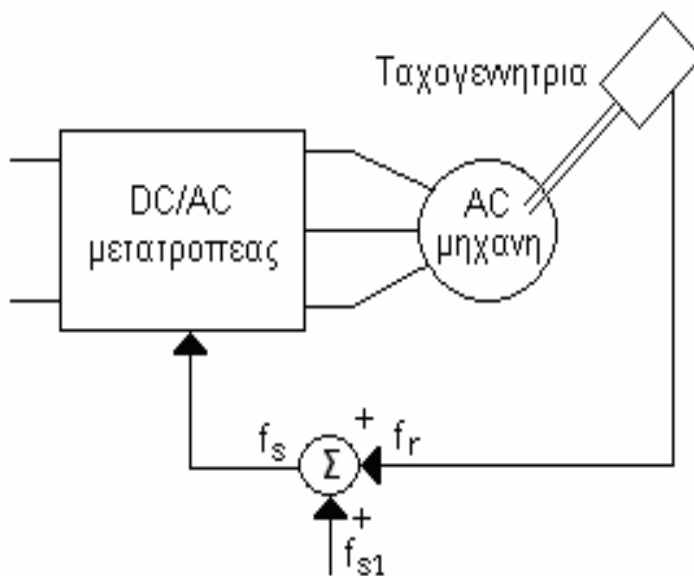
Η ταχύτητα του κινητήρα εναλλασσόμενης τάσης επιτυγχάνεται μέσω ελέγχου της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του. Εάν μεταβάλλουμε την ενεργό τιμή (rms) της τάσης ή τη συχνότητα της τάσης τότε μεταβάλλουμε και την ταχύτητα του. Ο καλύτερος τρόπος ελέγχου ενός AC κινητήρα είναι να μεταβάλλουμε την ίδια στιγμή την ενεργό τιμή (rms) και τη συχνότητα της τάσης, ώστε να μπορούμε να επιτύχουμε μέγιστη δυνατή ροπή από τον κινητήρα. Ως εκ τούτου αυτό το οποίο χρειαζόμαστε είναι μια ηλεκτρονική διάταξη ισχύος, η οποία στην έξοδό της να παρέχει μια εναλλασσόμενη τάση μεταβλητής ενεργούς τιμής και συχνότητας.



Παρατηρώντας το άνωθεν σχήμα βλέπουμε πως η εναλλασσόμενη τάση δικτύου εφαρμόζεται στον AC/DC μετατροπέα (ελεγχόμενος ανορθωτής), ο οποίος αποτελείται συνήθως από θυρίστορ και παρέχει ελεγχόμενη τιμή συνεχούς τάσης. Ακολούθως η συνεχής αυτή τάση εφαρμόζεται στο στοιχείο αποθήκευσης, όπου συνήθως υπάρχει ένας πυκνωτής (DC ζεύξη) που λειτουργεί ως αποθήκη ηλεκτρικής ενέργειας και ως φίλτρο τάσης. Ο DC/AC μετατροπέας (αντιστροφέας) παράγει εναλλασσόμενη τάση ρυθμιζόμενου πλάτους και ρυθμιζόμενης συχνότητας, η οποία εφαρμόζεται στον κινητήρα του οποίου μπορεί να ελέγχει την ταχύτητα. Ο ελεγκτής συγκρίνει επιθυμητές και πραγματικές τιμές και ρυθμίζει αναλόγως τους

δύο μετατροπείς. Ο αντιστροφέας μπορεί να αποτελείται από ημιαγωγικούς διακόπτες, όπως τρανζίστορ ισχύος, MOSFET ισχύος, θυρίστορ, GTO, IGBT ή κάποιον άλλο ημιαγωγικό διακόπτη, ανάλογα με τις απαιτήσεις ισχύος του AC κινητήρα.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, στον ανορθωτή ελέγχεται η τιμή της τάσης V_S και στον αντιστροφέα η τιμή της συχνότητας f_S . Υπενθυμίζουμε ότι f_S είναι η σύγχρονη συχνότητα του κινητήρα, f_r είναι η συχνότητα περιστροφής του δρομέα και f_{S1} είναι η συχνότητα ολίσθησης ($f_S - f_r$). Για να επιτευχθεί ο έλεγχος ταχύτητας με παράλληλη διατήρηση της σχέσης $V_S / f_S = \text{σταθερά}$, χρησιμοποιείται ο έλεγχος κλειστού βρόχου (closed loop) του σχήματος 2.5, ο οποίος εξασφαλίζει, παράλληλα με τον έλεγχο ταχύτητας f_r , και σταθερή ολίσθηση f_{S1} στη μηχανή επαγωγής.



Βασικές λειτουργίες τυπικού ρυθμιστή στροφών

Εξετάζοντας τις βασικές λειτουργίες ενός τυπικού ρυθμιστή στροφών, μπορούν να επισημανθούν οι εξής:

- 1) Το ρελέ ένδειξης σφάλματος,
- 2) η θερμική προστασία του inverter
- 3) χρήση ανεμιστήρα (για την επίτευξη του αερισμού)
- 4) θερμική προστασία του κινητήρα (μέσω inverter με τον υπολογισμό του I^2t).

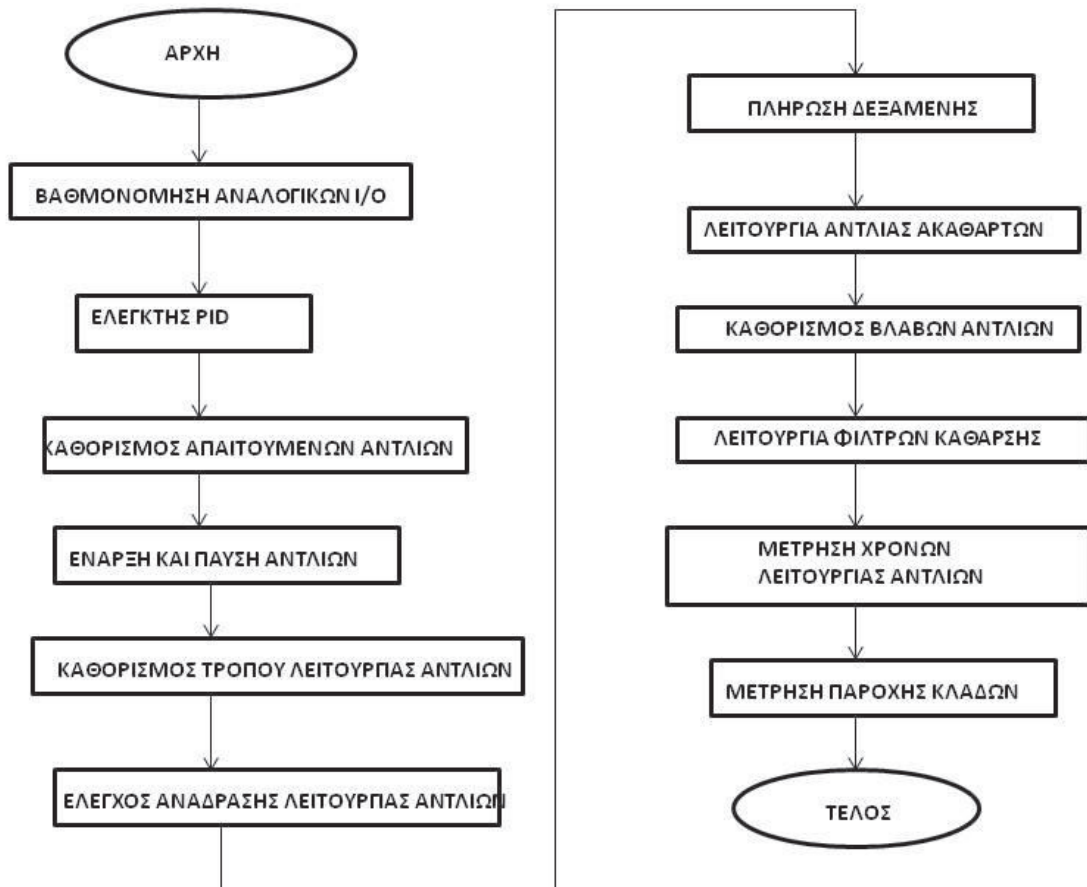
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

5. Διεργασίες του συστήματος αυτοματισμού

5.1 Οι επιμέρους διεργασίες του συστήματος αυτοματισμού

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας, αναφερθήκαμε εκτενώς στην αρχή λειτουργίας του αυτοματισμού, της οποίας βασικό μέλημα είναι η δημιουργία των επιμέρους διεργασιών (subroutines) της διαδικασίας, καθώς και η σύνθεση αυτών έτσι ώστε να επιτευχθεί ο συνολικός αυτοματισμός. Το επόμενο βήμα είναι να αποφασισθεί η σωστή, δομημένη σειρά με βάση την οποία αυτές θα εκτελούνται.

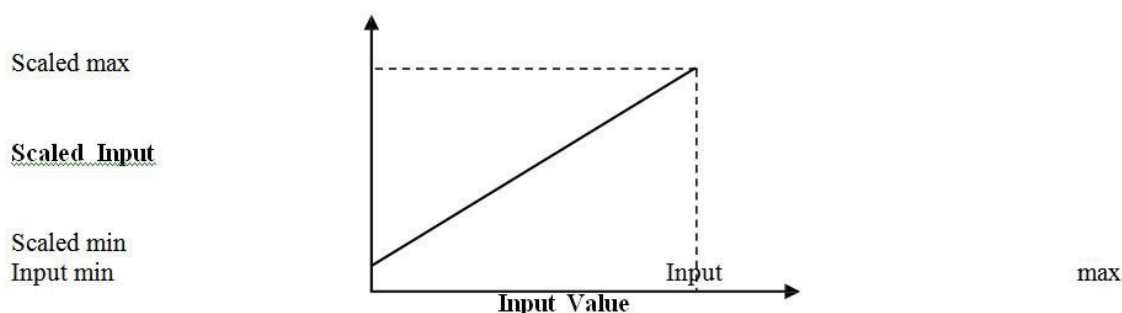
Η κεντρική μονάδα ελέγχου (PLC) λειτουργεί με κυκλική επεξεργασία των δεδομένων της τάξεως κάποιων msec για έναν κύκλο επεξεργασίας. Ως εκ τούτου το PLC εκτελεί τις προγραμματιζόμενες υπορουτίνες του αυτοματισμού, με τη σειρά με την οποία καλούνται



5.2 Βαθμονόμηση των αναλογικών εισόδων / εξόδων

Η εν λόγω διεργασία αφορά στην ανάγνωση και βαθμονόμηση των αναλογικών εισόδων/ εξόδων. Όπως ήδη αναφέρθηκε οι αναλογικές εισοδοί είναι τα δυο αισθητήρια μέτρησης πίεσης των κλάδων και το αισθητήριο μέτρησης της στάθμης της δεξαμενής, ενώ οι αναλογικές εξοδοί εφαρμόζονται στα δυο inverter μετά το IPD έλεγχο. Επιπλέον όπως έχει προαναφερθεί, το φυσικό μέγεθος (πίεση) μετατρέπεται σε ηλεκτρικό και εισέρχεται στο PLC σε ψηφιακή κωδικοποιημένη μορφή.

Η κωδικοποίηση αυτή είναι γραμμικά ανάλογη με το μετρούμενο ηλεκτρικό μέγεθος. Άρα αυτό το οποίο πρέπει να δώσουμε στο σύστημα είναι α) το ανώτατο και το κατώτατο όριο της κλίμακας(value) του αισθητηρίου σε ψηφιακή κωδικοποιημένη μορφή και β) το εύρος της αριθμητικής μεταβλητής(scaled value) το οποίο θα μετατρέπεται σε ψηφιακή κωδικοποιημένη μορφή (μεγέθους 16 bit 1word)



Ένα παράδειγμα (βλ. άνωθεν σχήμα) της βαθμονόμησης είναι η φυσική αναλογική είσοδος το μετρητή στάθμης της δεξαμενής, η οποία αναπροσαρμόζεται από 0-250m σε ένα αριθμητικό εύρος ακέραιων τιμών (0-31157), δηλαδή Scaled min=0/Scaled max=250 και Input min=0/Input max=31157.

5.3 Ο ελεγκτής PID

Μια από τις πλέον διαδεδομένες τεχνικές ελέγχου σε συστήματα αυτόματου ελέγχου είναι αυτή του ελεγκτή PID. Πρόκειται για μια τεχνική η οποία χρησιμοποιεί μαθηματικές σχέσεις για τη διεξαγωγή συμπεράσματος ενώ απαιτεί το μαθηματικό μοντέλο του συστήματος προς έλεγχο, έτσι ώστε να επιλεγούν κατάλληλα οι παράμετροι του ελεγκτή. Ο PID συμπεριλαμβάνει έναν αναλογικό ελεγκτή (P), έναν ολοκληρωτή ελεγκτή (I) και έναν διαφορικό ελεγκτή (D).

Παράδειγμα λειτουργίας PID

Έστω πως έχουμε την περίπτωση ρυθμιστή PID, ο οποίος αποτελείται από πέντε τελεστικούς ενισχυτές αυτός λειτουργεί ως εξής:

Αρχικά το σήμα ανάδρασης V_{rv} (feedback signal) συγκρίνεται με το σήμα αναφοράς V_{sp} (reference signal) μέσω ενός τελεστικού ενισχυτή σφάλματος (error amplifier), ως εκ τούτου στην έξοδο του δημιουργείται το σήμα σφάλματος $V_{error} = V_{sp} - V_{rv}$.

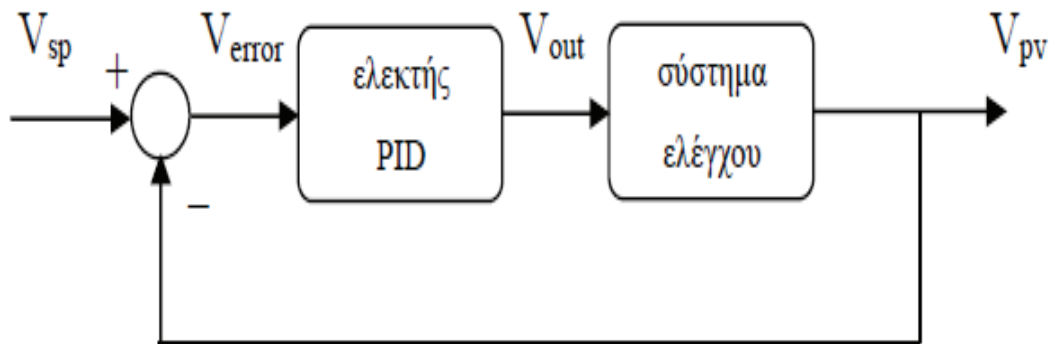
Εν συνεχεία το σήμα V_{error} , εισέρχεται στην είσοδο τριών τελεστικών ενισχυτών, α) στον αναλογικό ενισχυτή ο οποίος ενισχύει το σήμα σφάλματος με μια αναλογική ενίσχυση K_p β) στον ενισχυτή ολοκλήρωσης που στην έξοδό του προκύπτει το ολοκλήρωμα του σήματος σφάλματος (ολ. Ενίσχυση

K1) και γ) στον διαφορικό ενισχυτή που στην έξοδό του προκύπτει το παράγωγο του σήματος σφάλματος (διαφορική ενίσχυση KD). Τέλος οι εξοδοί των ενισχυτών αθροίζονται μέσω αθροιστή, οπότε στην έξοδο προκύπτει η ολική επίδραση του PID ρυθμιστή.

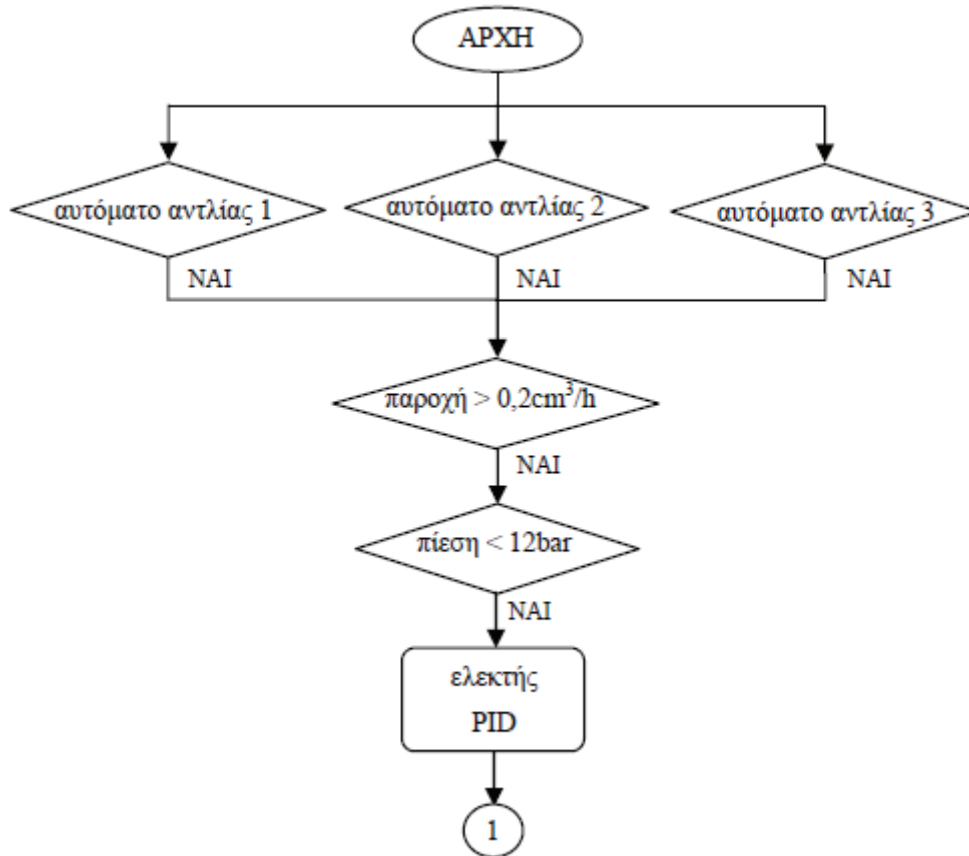
$$V_{out} = K_P V_{error} + K_I \int V_{error} + K_D \frac{dV_{error}}{dt}$$

Το PID σήμα V_{out} εφαρμόζεται στο επόμενο τμήμα του συστήματος ελέγχου έτσι ώστε να επιτευχθεί η επαναφορά του συστήματος στην επιθυμητή κατάσταση. Επομένως, στον ελεγκτή PID, ο ρυθμιστής P ενισχύει το σήμα σφάλματος έτσι ώστε να επαναφέρει το ελεγχόμενο σύστημα πλησίον της επιθυμητής κατάστασης. Επειδή ο ρυθμιστής P από μόνος του δε μπορεί να μηδενίσει το σφάλμα, υπάρχει ο ρυθμιστής I ο οποίος ολοκληρώνει το σφάλμα και το ενισχύει γραμμικά έτσι ώστε να επιτευχθεί ο μηδενισμός του. Ο ρυθμιστής D χρειάζεται για τη γρήγορη επαναφορά του συστήματος στην επιθυμητή κατάσταση

Μεταφέροντας το άνωθεν παράδειγμα στον αυτοματισμό του αντλιοστασίου στο επόμενο σχήμα παρατηρούμε πως το σήμα ανάδρασης V_{pv} αντιστοιχεί στην πίεση που υπάρχει στο δίκτυο νερού, και παίρνει τιμές από 0 έως 12bar, ενώ το σήμα αναφοράς V_{sp} αντιστοιχεί στις στροφές της αντλίας, που λειτουργεί μέσω του inverter, και παίρνει τιμές από 0 έως 1500RPM.

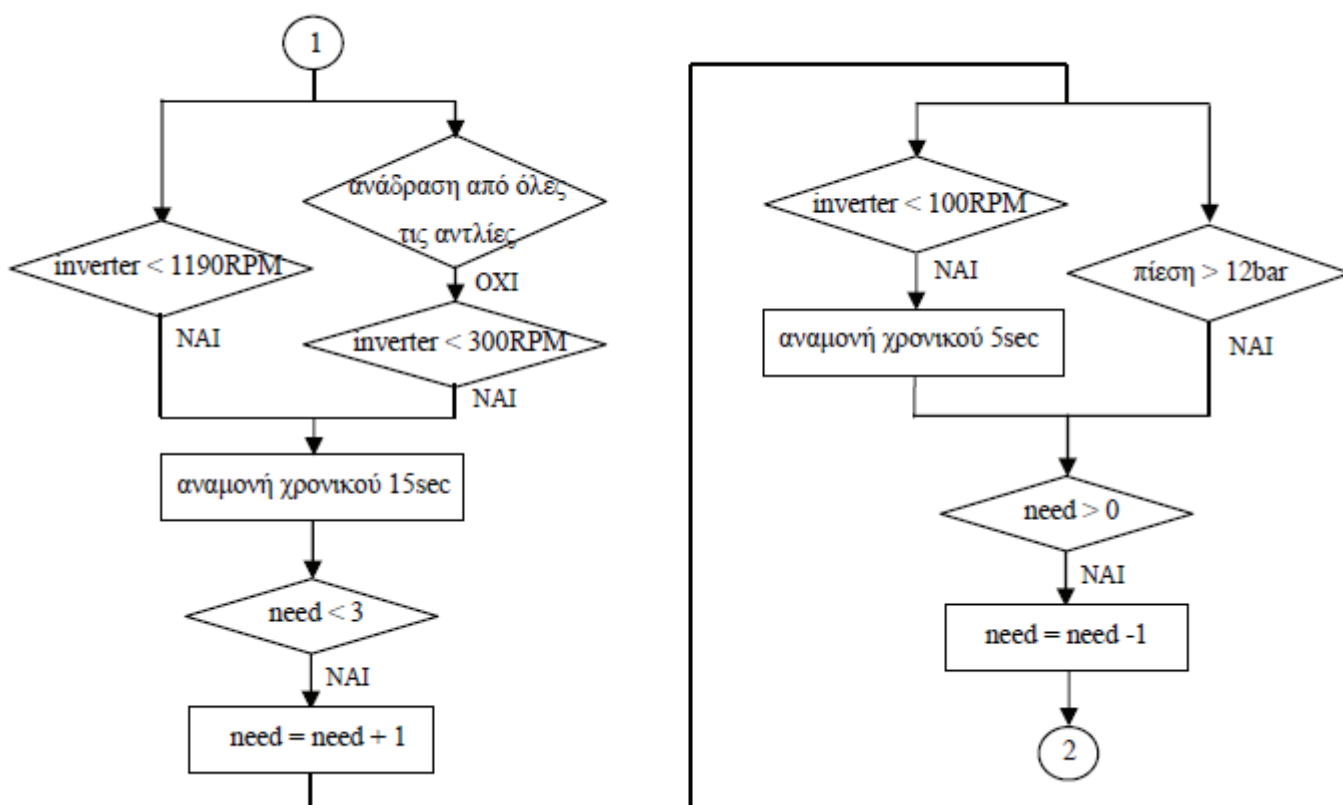


Ακολούθως η μέθοδος ελέγχου του ελεγκτή PID που χρησιμοποιείται στον αυτοματισμό είναι η αντίστροφη εκτέλεση (SP-PV), η οποία προκαλεί η αύξηση της ελεγχόμενης μεταβλητής (πίεση δικτύου) όταν η μεταβλητή εισαγωγής (στροφές κινητήρα) είναι μικρότερη από ένα καθορισμένο όριο.



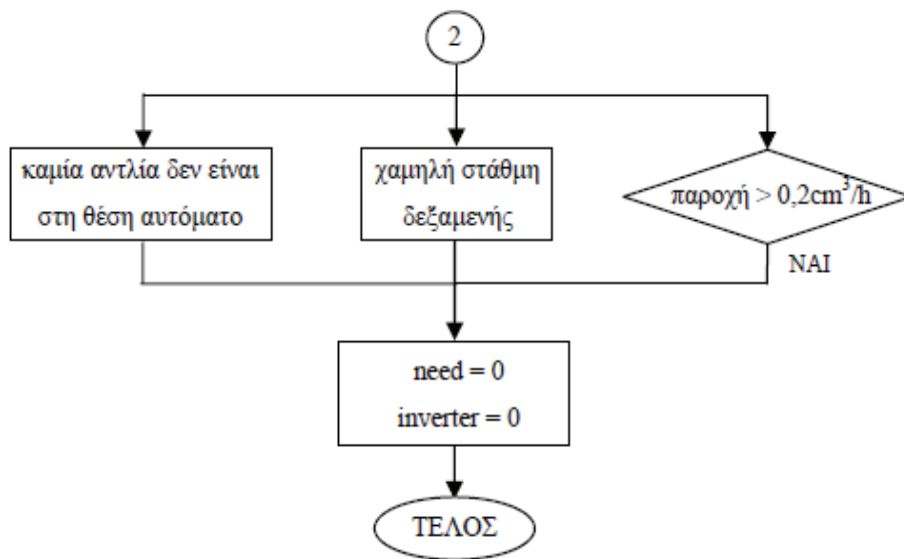
5.4 Καθορισμός λειτουργίας απαιτούμενων αντλιών

Η συγκεκριμένη διεργασία καθορίζει πόσες αντλίες απαιτούνται να λειτουργούν. Η εν λόγω διεργασία καθορίζεται από τη συνθήκη διατήρησης σταθερής πίεσης του νερού στο δίκτυο. Προκειμένου το σύστημα να κατανοήσει πως πρέπει να αυξηθεί ο αριθμός των αντλιών που λειτουργούν, πρέπει οι στροφές του Inverter που δίνονται από τον PID να φτάσουν τη μέγιστη τιμή τους. Αυτό σημαίνει πως η ισχύς της αντλίας έχει φτάσει στο μέγιστο και πλέον δεν επαρκεί για τη διατήρηση της επιθυμητής πίεσης. Πιο συγκεκριμένα όταν οι στροφές (Inverter) υπερβούν τις 1190RPM, τότε αρχίζει να μετράει χρονικό περιθώριο δυνατότητας κάλυψης της απαίτησης της πίεσης από τις αντλίες που λειτουργούν. Ο χρόνος μετράει ακόμα και όταν δε λειτουργεί καμιά αντλία και οι στροφές υπερβούν τις 300RPM. Η δεύτερη συνθήκη ελέγχεται κατά την έναρξη της διαδικασίας, όταν δε λειτουργεί καμιά αντλία ώστε να είναι πιο γρήγορη η εκκίνηση της πρώτης. Όταν ολοκληρωθεί ο χρόνος των 15 sec. και η μεταβλητή απαίτησης για αντλίες(need) είναι μικρότερη του 3 (μέγιστος αριθμός αντλιών) τότε αυξάνεται κατά 1 η μεταβλητή απαίτησης(need) ενώ παράλληλα μηδενίζεται και ο χρόνος αύξησης. Προκειμένου το σύστημα να καταλάβει πως πρέπει να μειωθεί ο αριθμός των αντλιών που λειτουργούν, πρέπει οι στροφές του Inverter να φτάσουν την ελάχιστη τιμή. Πιο αναλυτικά όταν οι στροφές είναι μικρότερες των 100RPM, τότε αρχίζει να μετράει χρονικό με διάρκεια 5sec. Μετά το πέρας του χρόνου των 5sec. ή όταν η πίεση είναι μεγαλύτερη των 12 bar και η μεταβλητή απαίτησης είναι μεγαλύτερη του 0, τότε μειώνεται κατά το 1 η μεταβλητή απαίτησης ενώ παράλληλα μηδενίζεται και το χρονικό μείωσης



Διαγραμμα ροής αλυσίσης και μείωσης των απαιτούμενων αντλιών

Ο μηδενισμός της μεταβλητής απαίτησης για αντλίες και της μεταβλητής των στροφών του inverter γίνεται, είτε εάν καμία αντλία δεν είναι στη θέση αυτόματο είτε εάν η δεξαμενή είναι άδεια (ένδειξη από τον πλωτήρα χαμηλής στάθμης) είτε όταν δεν έχουμε παροχή στο δίκτυο.



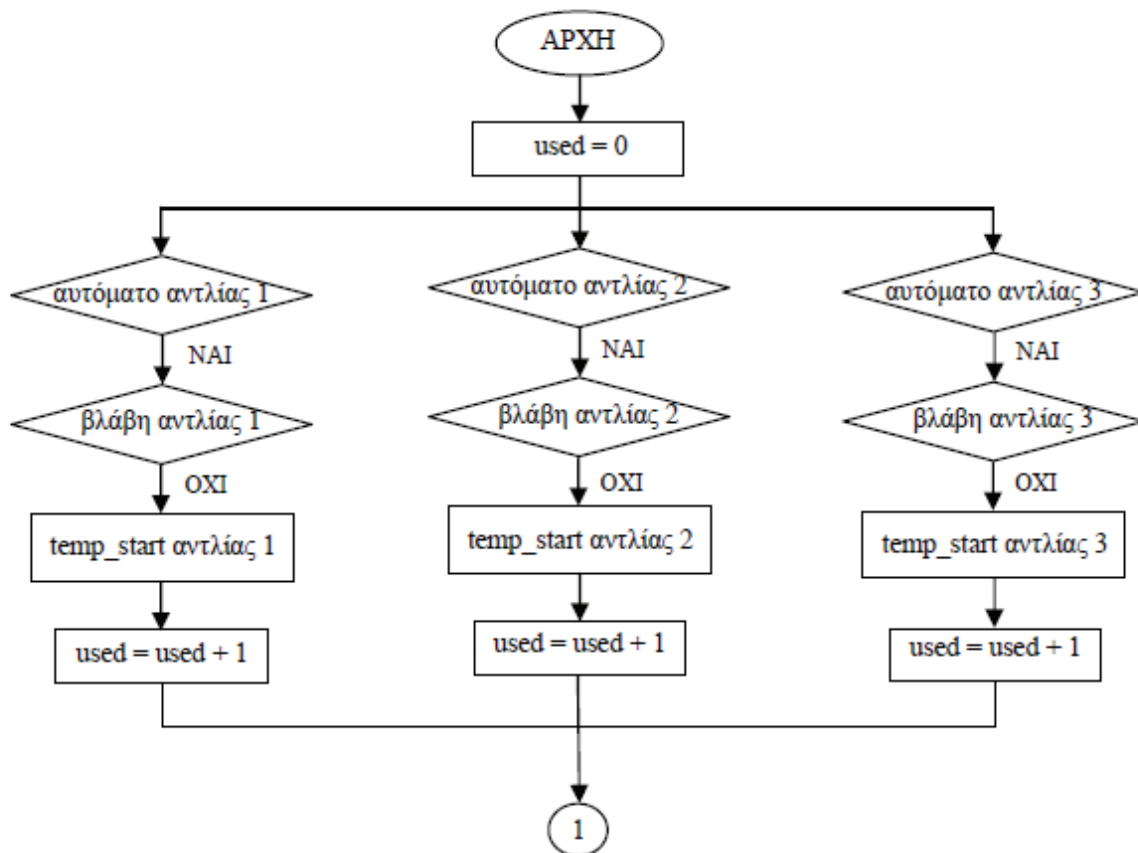
Διάγραμμα ροής μηδενισμού μεταβλητής απαίτησης αντλιών και στροφών inverter

5.5 Έναρξη & παύση των αντλιών

Η εν λόγω διεργασία είναι αυτή η οποία καθορίζει ποιες αντλίες πρόκειται να λειτουργήσουν ή όχι. Η επιλογή γίνεται με βάση το ποια αντλία λειτουργούσε νωρίτερα και ποια ήταν σε αναμονή. Έτσι εάν σε έναν κύκλο λειτουργούσε η αντλία 1, στον επόμενο, μετά την παύση θα λειτουργήσει η αντλία 2 και ακολούθως η αντλία 3.

Σε περίπτωση που κάποια αντλία δεν είναι διαθέσιμη λόγω βλάβης ή μη θέσης του διακόπτη της στη θέση αυτόματο, τότε η συγκεκριμένη αντλία δεν υπολογίζεται στην εναλλαγή. Εάν η προηγούμενη συνθήκη συμβεί εν ώρα λειτουργίας της αντλίας τότε αυτή παύει και μπαίνει σε λειτουργία η επόμενη. Όλο το παραπάνω σχήμα επιτυγχάνεται με την κυκλική λειτουργία των αντλιών και έχει ως συνέπεια την ισοδύναμη φθορά τους.

Πρώτη εργασία του αλγορίθμου είναι ο μηδενισμός της μεταβλητής used, η οποία αναφέρεται στην αντλία που λειτουργεί, ώστε σε κάθε κύκλο να γίνεται η μέτρηση της από την αρχή. Κατόπιν εξασφαλίζεται η έναρξη λειτουργίας των αντλιών μετά την επιβεβαίωση από τον διακόπτη της κάθε αντλίας στη θέση αυτόματο και μη ύπαρξης βλάβης στην αντλία. Στην υπορουτίνα αυτή χρησιμοποιείται η προσωρινή μεταβλητή εκκίνησης των αντλιών (temp_start), επειδή η κάθε αντλία μπορεί να λειτουργήσει με δυο τρόπους (μέσω Inverter ή με σταθερή τροφοδοσία μέσω ρελέ). Για κάθε έναρξη αντλίας γίνεται η μέτρηση των αντλιών που λειτουργούν. Πιο συγκεκριμένα η μεταβλητή used αυξάνεται κατά 1.

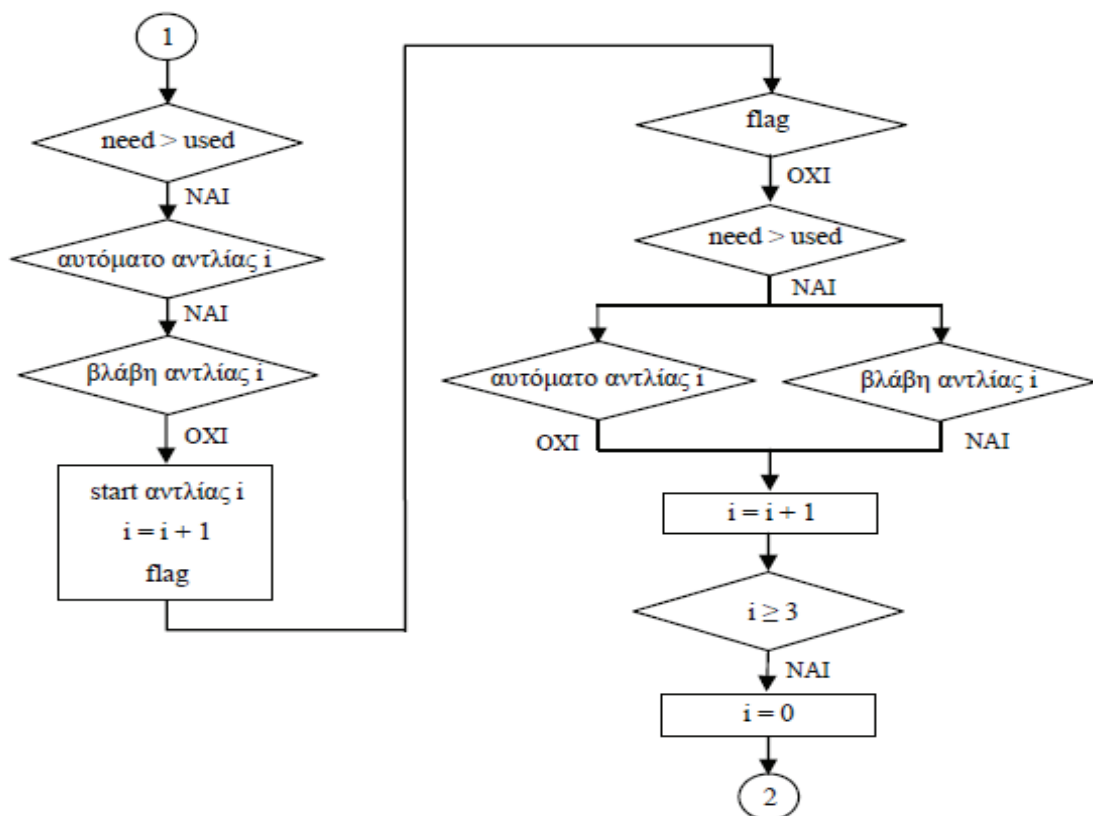


Διάγραμμα ροής έναρξης των αντλιών

Η λειτουργία της κυκλικής εναλλαγής βασίζεται στη δυνατότητα των μεταβλητών σε μεταβλητή διευθυνσιδότηση. Δηλαδή τη θέση που υποδηλώνει τη διεύθυνση μιας μεταβλητής μπορεί να είναι ακέραιη μεταβλητή. Όλες οι μεταβλητές που χρειάζονται για την κυκλική εναλλαγή να έχουν για την ίδια αντλία τη θέση διεύθυνσης. Κατ'αυτόν τον τρόπο βάζοντας στη θέση διεύθυνσης τη μεταβλητή start και για $i= 1,2,3$, ελέγχεται αντίστοιχα η εκάστοτε αντλία.

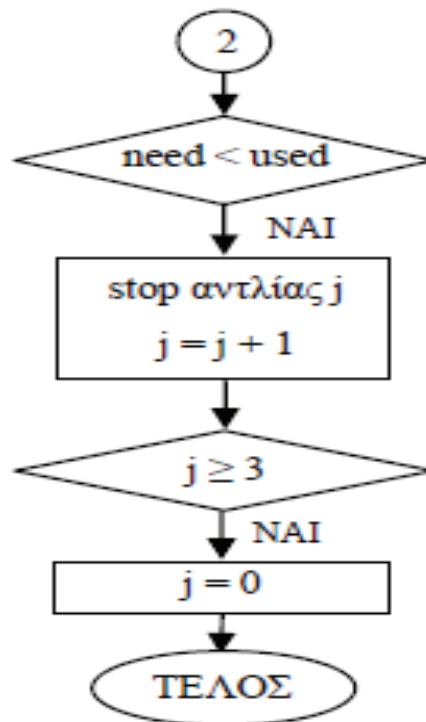
Η επόμενη εργασία του αλγορίθμου είναι να συγκρίνει τον αριθμό των αντλιών που λειτουργούν (μεταβλητή used), με αυτόν που απαιτούνται (μεταβλητή απαίτησης need που έχει υπολογιστεί από τη προηγούμενη διεργασία). Σε συνθήκες λειτουργίας οι δύο μεταβλητές πρέπει να είναι ίσες. Έτσι, εάν η μεταβλητή απαίτησης είναι μεγαλύτερη της μεταβλητής used, δηλαδή η απαίτηση είναι μεγαλύτερη από τον αριθμό αντλιών που λειτουργούν και έχουμε τον διακόπτη σε θέση αυτόματο και η αντλία δεν παρουσιάζει βλάβη, τότε έχουμε εντολή εκκίνησης της i αντλίας και ταυτόχρονα αύξηση του i κατά 1 και ενεργοποίηση μιας βοηθητικής μεταβλητής flag.

Η βοηθητική μεταβλητή flag μας εξυπηρετεί σε περίπτωση που έχουμε βλάβη ή μη θέση αυτόματου στο διακόπτη της i αντλίας, ώστε να αυξήσουμε το i και στον επόμενο κύκλο να εξετασθεί και να λειτουργήσει η επόμενη αντλία. Τέλος, όταν το i γίνει ίσο με 3, δηλαδή το πρόγραμμα έχει εξετάσει τη τελευταία αντλία, τότε πρέπει να μηδενιστεί ώστε να ελεγχθεί ξανά η πρώτη αντλία



Διάγραμμα ροής ελέγχου εναλλαγής των αντλιών

Σε περίπτωση, που η μεταβλητή απαίτησης (need) είναι μικρότερη της μεταβλητής used, δηλαδή η απαίτηση είναι μικρότερη από τον αριθμό αντλιών που λειτουργούν, τότε πρέπει να μειωθούν οι αντλίες που λειτουργούν και να παύσει η εντολή εκκίνησης της j αντλίας. Παράλληλα αυξάνει κατά 1 το j ώστε στον επόμενο κύκλο να εξετασθεί και να παύσει η επόμενη αντλία. Τέλος, όταν το j γίνει ίσο με 3, δηλαδή το πρόγραμμα (σχήμα 3.8) έχει εξετάσει τη τελευταία αντλία, τότε πρέπει να μηδενιστεί ώστε να ελεγχθεί ξανά η πρώτη αντλία.



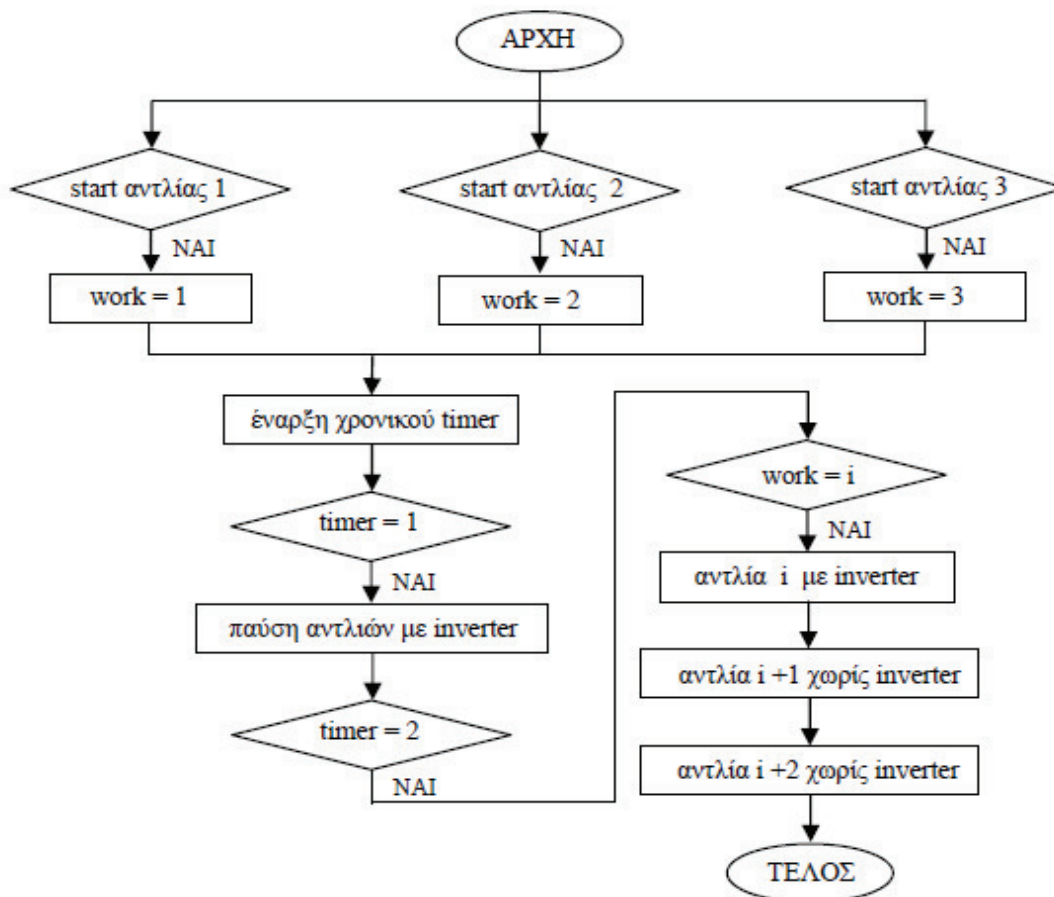
Διάγραμμα ροής ελέγχου παύσης των αντλιών

5.6 Καθορισμός του τρόπου λειτουργίας των αντλιών

Μέσω της διεργασίας αυτής, όπως απεικονίζεται στο καθορίζονται οι αντλίες καθώς και ο τρόπος με τον οποίο θα λειτουργήσουν. δηλαδή είτε χρησιμοποιώντας το ρυθμιστή στροφών (inverter) είτε με σταθερή τροφοδοσία μέσω ρελέ (direct on line).

Η λογική του αυτοματισμού, για τη επιλογή της αντλίας που θα λειτουργεί με το ρυθμιστή στροφών, βασίζεται στο ότι μόνο μία αντλία από κάθε συστοιχία, μπορεί να λειτουργεί κάθε φορά με τον ένα inverter. Οπότε, όποια αντλία έχει πάρει εντολή (από προηγούμενη διεργασία) να λειτουργήσει μέσω inverter τότε μετακινείται ο αντίστοιχος αριθμός της (1, 2, 3) στη μεταβλητή work.

Από τη στιγμή που δοθεί εντολή εκκίνησης αντλίας ξεκινάει και μετράει χρονικό (timer). Στο πρώτο δευτερόλεπτο του χρονικού δίνεται εντολή παύσης λειτουργίας όλων των αντλιών με inverter. Στο δεύτερο δευτερόλεπτο του χρονικού, εξετάζεται ποια αντλία λειτουργεί με inverter, μέσω της μεταβλητής work, και δίνεται εντολή να ξεκινήσει με σταθερή τροφοδοσία μέσω ρελέ, αφού βεβαίως από τα προηγούμενα έχει σταματήσει. Επίσης δίνεται εντολή λειτουργίας με inverter στη αντλία που πρόκειται να λειτουργήσει.



Διάγραμμα ροής ελέγχου καθορισμού του τρόπου λειτουργίας των αντλιών

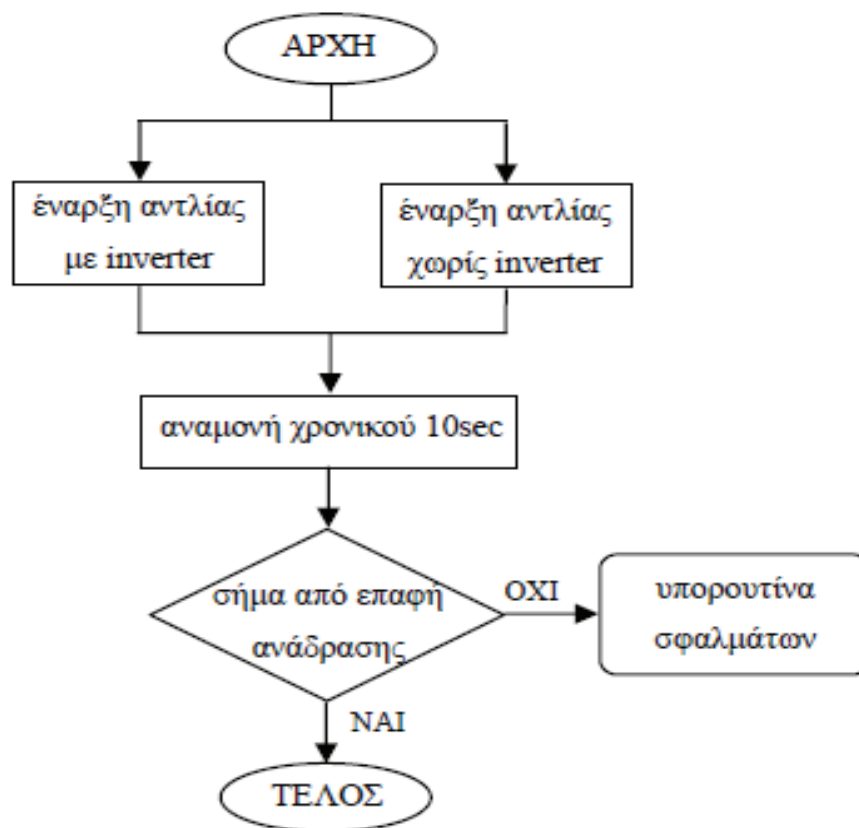
5.7 Έλεγχος ανάδρασης λειτουργίας των αντλιών

Όταν έχουμε εντολή έναρξης μιας αντλίας, τότε έχουμε ενεργοποίηση της αντίστοιχης εξόδου στο PLC. Ενεργοποίηση εξόδου του PLC σημαίνει έξοδο τάσης (24V AC), η οποία εφαρμόζεται στο πηνίο του ηλεκτρονόμου της αντίστοιχης αντλίας. Συνεπώς, έχουμε λειτουργία του ηλεκτρονόμου (κλείσιμο των επαφών του και εφαρμογή τριφασικής τάσης στον κινητήρα) και άμεση έναρξη της αντίστοιχης αντλίας.

Όμως υπάρχει η περίπτωση αφού έχουμε δώσει εντολή έναρξης αντλίας, αυτή να μη λειτουργήσει και αυτό να οφείλεται σε σφάλμα λειτουργίας του ηλεκτρονόμου. Για το λόγο αυτό, παίρνουμε μία ανοικτή (N.O.) βοηθητική επαφή του ηλεκτρονόμου και τη συνδέουμε σε είσοδο του PLC.

Ορίζοντας ένα ασφαλές χρονικό διάστημα (10sec), στο οποίο αναμένουμε σήμα από τη βοηθητική επαφή πριν το πέρας του χρόνου αυτού, θα έχουμε ομαλή λειτουργία του ηλεκτρονόμου, διαφορετικά θα έχουμε ενεργοποίηση βλάβης (alarm) για την αντίστοιχη αντλία.

Συνεπώς, σε αυτή τη διεργασία πραγματοποιείται ο έλεγχος ανάδρασης (feedback) λειτουργίας του κάθε κινητήρα μετά από εντολή έναρξης του.



Διάγραμμα ροής ελέγχου ανάδρασης των αντλιών

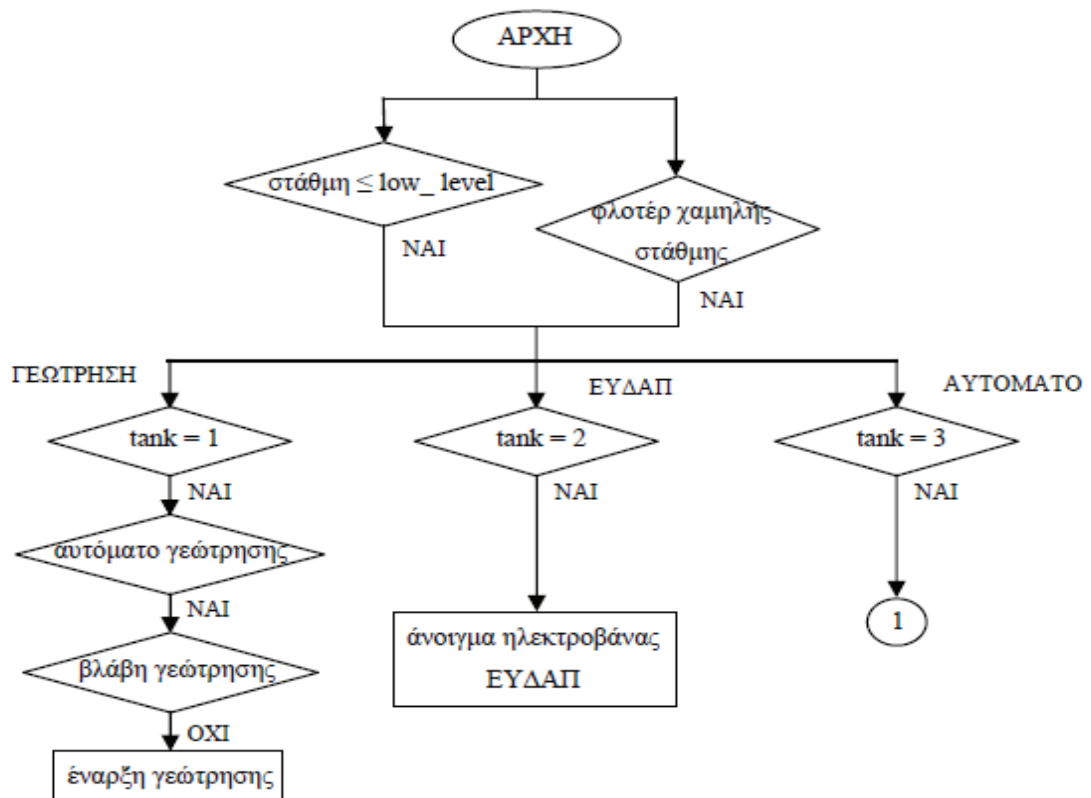
5.8 Πλήρωση της δεξαμενής

Στη διεργασία αυτή γίνεται ο προγραμματισμός της λειτουργίας πλήρωσης της δεξαμενής. Επίσης, επιλέγεται η πλήρωση μεταξύ γεώτρησης ή ηλεκτροβάνας της ΕΥΔΑΠ.

Η απαίτηση για πλήρωση της δεξαμενής ενεργοποιείται είτε εάν έχει ενεργοποιηθεί το φλοτέρ της χαμηλής στάθμης, είτε εάν η στάθμη της δεξαμενής είναι κάτω από το όριο χαμηλής στάθμης (low_level). Η επιλογή του ορίου low_level γίνεται από το χρήστη μέσω της οθόνης ενδείξεων (panel).

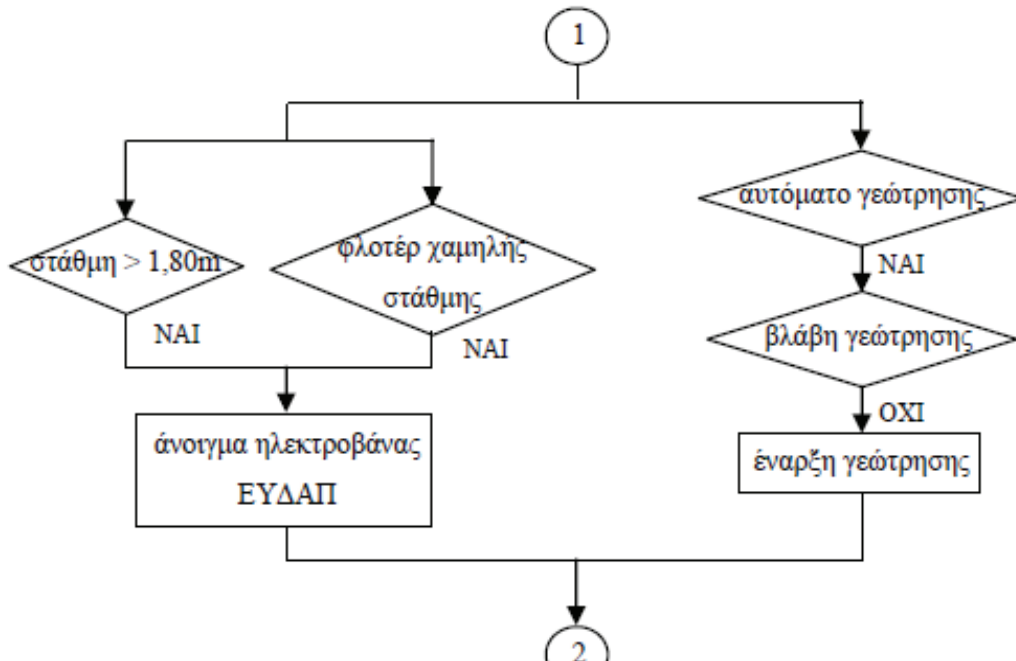
Αφού πλέον έχει ορισθεί η απαίτηση για πλήρωση της δεξαμενής, πρέπει να καθορισθεί εάν τη δεξαμενή τη πληρώσει η ηλεκτροβάνα της ΕΥΔΑΠ ή η γεώτρηση ή και οι δύο. Για την επιλογή αυτή, έχει εισαχθεί η μεταβλητή tank, η οποία παίρνει τιμές 1, 2, 3. Το 1 σημαίνει επιλογή της γεώτρησης, το 2 επιλογή της ΕΥΔΑΠ και το 3 αυτόματη επιλογή. Η επιλογή της μεταβλητής γίνεται από τον χρήστη μέσω της οθόνης ενδείξεων (panel).

Έτσι, εάν έχουμε απαίτηση για νερό και η μεταβλητή tank έχει την τιμή 1 και ο διακόπτης της γεώτρησης είναι στη θέση αυτόματο και δεν έχει βλάβη η αντλία, τότε δίνεται εντολή έναρξης της αντλίας γεώτρησης. Όταν η μεταβλητή tank έχει την τιμή 2 δίνεται εντολή για άνοιγμα της ηλεκτροβάνας της ΕΥΔΑΠ.



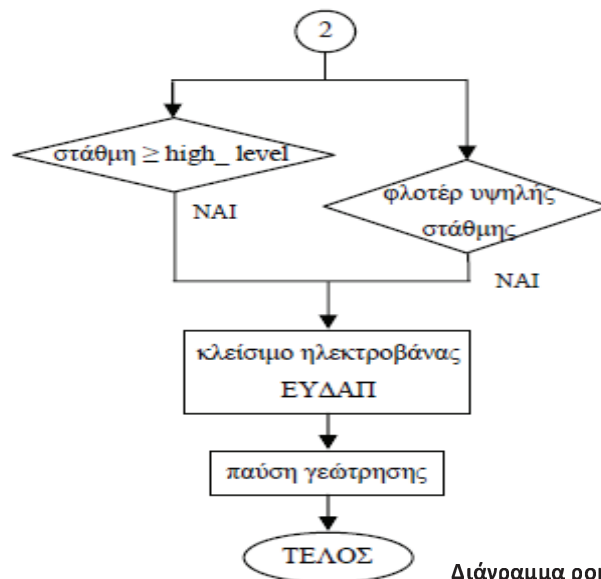
Διάγραμμα ροής ελέγχου έναρξης πλήρωσης δεξαμενής

Όταν η μεταβλητή tank έχει την τιμή 3, δηλαδή στο αυτόματο, και έχουμε απαίτηση για νερό, εκκινείται η γεώτρηση, αφού ο διακόπτης της είναι στη θέση αυτόματο και δεν έχει βλάβη η αντλία. Εάν η κατανάλωση είναι μεγαλύτερη από τη δυνατότητα της γεώτρησης, τότε εκκινεί και η ηλεκτροβάννα της ΕΥΔΑΠ. Δηλαδή, εάν η στάθμη είναι μικρότερη από 1,80m ή έχει «χτυπήσει» το φλοτέρ χαμηλής στάθμης, τότε ανοίγει και η ηλεκτροβάννα της ΕΥΔΑΠ.



Διάγραμμα ροής ελέγχου πλήρωσης δεξαμενής με επιλογή αυτόματο

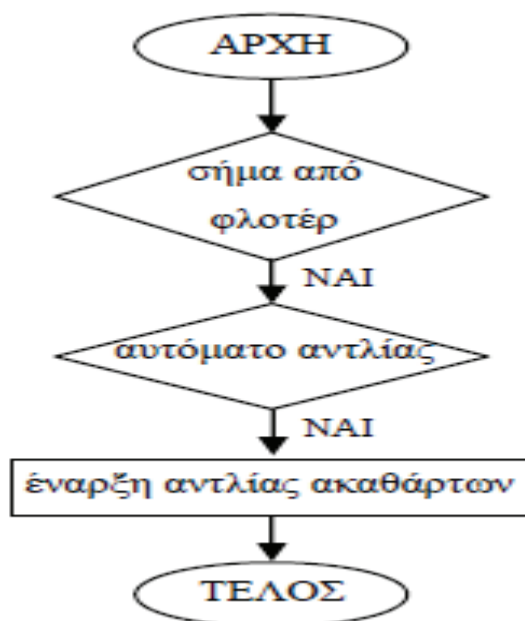
Τέλος, όταν δεν έχουμε απαίτηση για νερό, δηλαδή είτε έχει ενεργοποιηθεί το φλοτέρ της υψηλής στάθμης είτε το ύψος της στάθμης της δεξαμενής είναι μεγαλύτερο από το όριο υψηλής στάθμης (high_level), τότε δίνεται εντολή για παύση της αντλίας γεώτρησης και κλείσιμο της ηλεκτροβάννας της ΕΥΔΑΠ. Η επιλογή του ορίου high_level γίνεται από το χρήστη μέσω της οθόνης ενδείξεων (panel).



Διάγραμμα ροής ελεγχου παύσης πλήρωσης δεξαμενής

5.9 Λειτουργία αντλίας ακαθάρτων

Στη περίπτωση αυτή γίνεται ο καθορισμός λειτουργίας της αντλίας ακαθάρτων, η οποία είναι τοποθετημένη στο φρεάτιο υποδοχής των στραγγισμάτων. Η λειτουργία της αντλίας ακαθάρτων επιτυγχάνεται μετά από σήμα υψηλής στάθμης από το αντίστοιχο φλοτέρ (που βρίσκεται στο φρεάτιο στραγγισμάτων) και επιβεβαίωση από το διακόπτη της ότι βρίσκεται στη θέση αυτόματο.

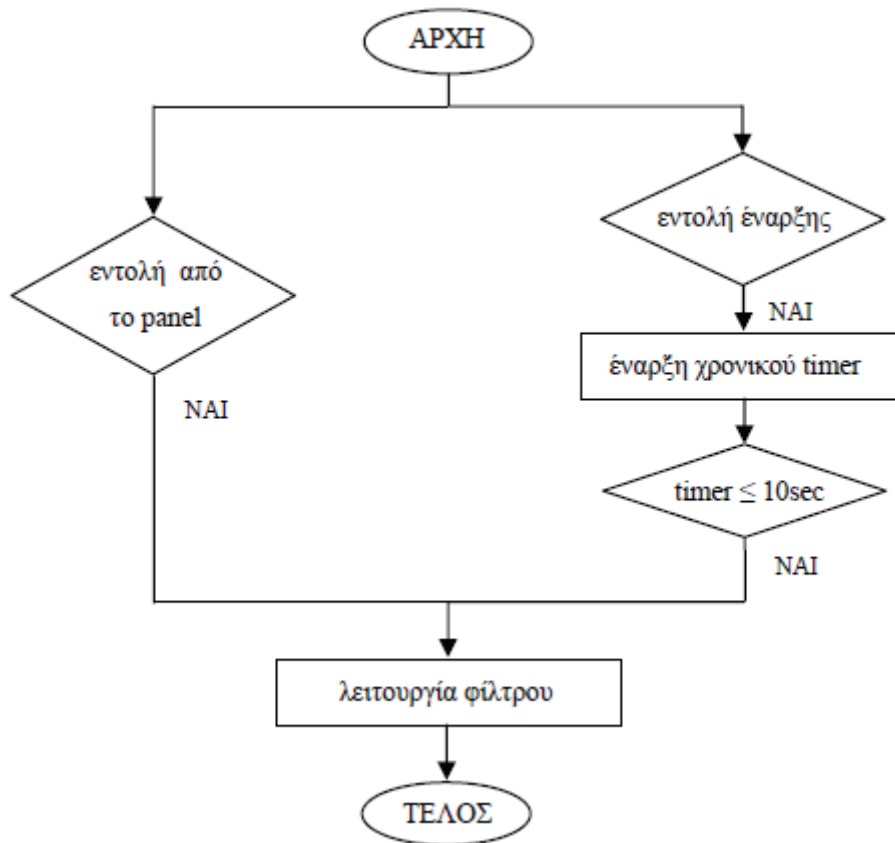


Διάγραμμα ελέγχου λειτουργίας αντλίας ακαθάρτων

5.10 Εντολή πλήρωσης της δεξαμενής από γεώτρηση ή την ΕΥΔΑΠ

Κάθε φορά που δίνεται εντολή πλήρωσης της δεξαμενής, είτε από τη γεώτρηση είτε από την ΕΥΔΑΠ, πρέπει να ανοίγουν οι ηλεκτροβάνες των αντίστοιχων φίλτρων για 10sec, ώστε να απομακρύνονται οι ακαθαρσίες που υπάρχουν στην αρχή της λειτουργίας τους.

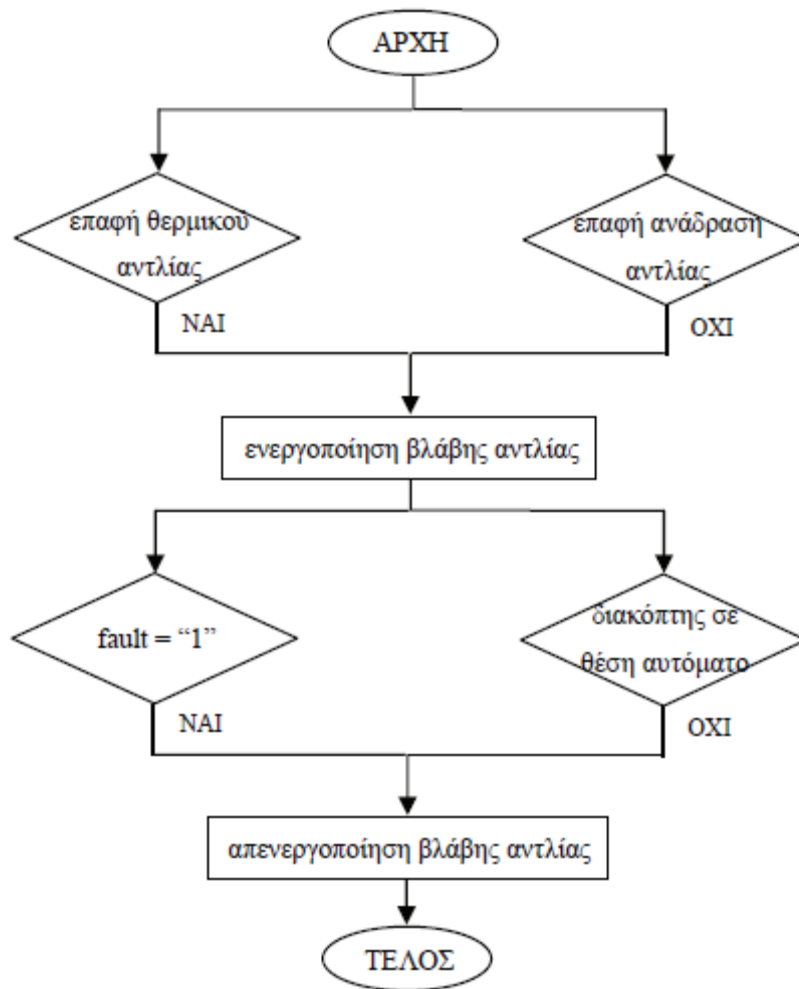
Συνεπώς, είτε όταν έχουμε εντολή έναρξης της γεώτρησης είτε της ΕΥΔΑΠ, αρχίζει η μέτρηση του χρονικού (timer) και για τα πρώτα 10sec έχουμε τη λειτουργία του φίλτρου. Το φίλτρο λειτουργεί και σε περίπτωση χειροκίνητης εντολής από το panel.



Διάγραμμα ροής ελέγχου λειτουργίας φίλτρου

5.11 Καθορισμός βλαβών των αντλιών

Στη διεργασία αυτή πραγματοποιείται ο καθορισμός για ενδεχόμενη βλάβη των αντλιών. Έτσι, για οποιαδήποτε αντλία έχουμε ενεργοποίηση βλάβης, η οποία συνήθως προκύπτει είτε από πτώση του θερμικού, είτε από μη ανταπόκρισης λειτουργίας της (μέσω της επαφής ανάδρασης). Για την απενεργοποίηση βλάβης πρέπει είτε να γίνει αναγνώριση της βλάβης από το panel, μέσω της μεταβλητής fault, είτε ο διακόπτης της αντλίας να μη βρίσκεται στη θέση με την ένδειξη αυτόματο.



Διάγραμμα ροής ελέγχου βλαβών των αντλιών

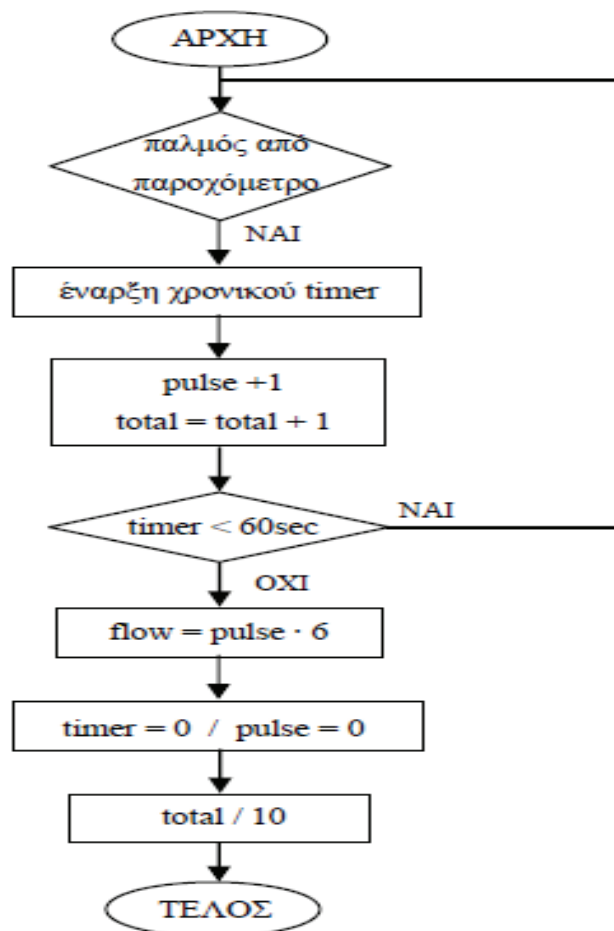
5.12 Μέτρηση παροχής

Στη διεργασία αυτή γίνεται η μέτρηση της στιγμιαίας και της συνολικής παροχής από τα όργανα μέτρησης παροχής (παροχόμετρα). Από τα παροχόμετρα παίρνουμε ως έξοδο παλμούς, όπου κάθε παλμός αντιστοιχεί σε $0,1\text{m}^3$. Μετρώντας τους συνολικούς παλμούς προκύπτει η συνολική παροχή σε m^3 , ενώ μετρώντας τους παλμούς στη διάρκεια ενός λεπτού προκύπτει η στιγμιαία παροχή σε m^3/h .

Για κάθε παλμό που έρχεται από ένα παροχόμετρο, αυξάνεται ο απαριθμητής pulse και η μεταβλητή total κατά 1. Κάθε φορά που ολοκληρώνεται ο χρόνος των 60sec,

πολλαπλασιάζεται ο αριθμός των παλμών (pulse) με το 6 και το αποτέλεσμα εισάγεται στη μεταβλητή flow, η οποία αντιστοιχεί στη στιγμιαία παροχή σε m^3/h .

Ο συντελεστής 6 υπολογίζεται με την εξής λογική: εάν έχουμε έναν παλμό κάθε 1 λεπτό, σε μία ώρα θα έχουμε 60 παλμούς. Όμως κάθε παλμός είναι $0,1m^3$, άρα έχουμε παροχή $6m^3/h$. Έτσι εάν πολλαπλασιάσουμε τους παλμούς του λεπτού με το 6 προκύπτει η στιγμιαία παροχή. Τέλος, μηδενίζονται οι παλμοί των παροχόμετρων του λεπτού (pulse), ώστε να ξεκινήσει η μέτρηση των παλμών στο επόμενο λεπτό και διαιρείται ο συνολικός αριθμός των παλμών (total) με το 10, ώστε το αποτέλεσμα να μας δίνει τη συνολική παροχή



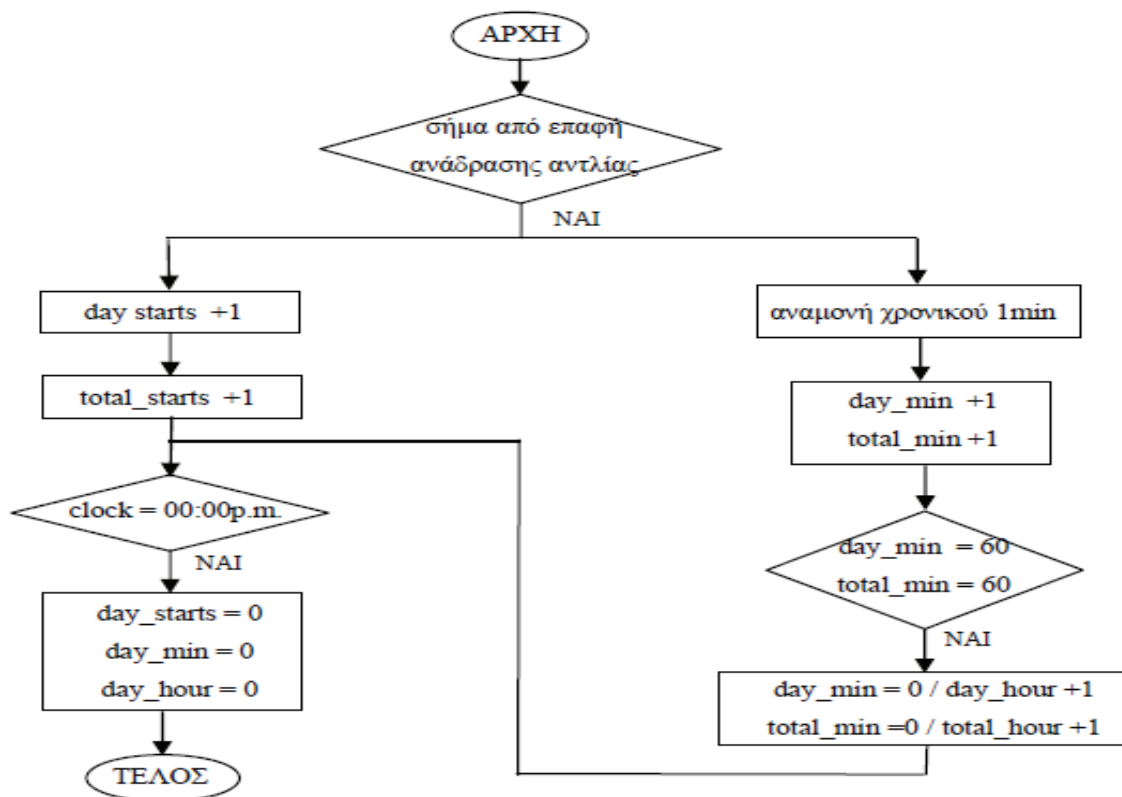
Διάγραμμα ελέγχου ροής έτρηση παροχής

5.13 Μέτρηση χρόνου λειτουργίας & εκκινήσεων αντλιών

Η εν λόγω διεργασία (αφορά στη μέτρηση του χρόνου λειτουργίας και των εκκινήσεων των αντλιών, τόσο κατά τη διάρκεια μιας ημέρας αλλά και συνολικά. Οι μετρήσεις αυτές γίνονται για παρακολούθηση των χρονών αυτών μέσω των panel.

Για τη μέτρηση των εκκινήσεων των αντλιών ακολουθείται ο εξής αλγόριθμος: μετά από το σήμα ανάδρασης κάποιας αντλίας (έναρξη λειτουργίας αντλίας), αυξάνεται κατά 1 η μεταβλητή των ημερησίων εκκινήσεων (day_starts) και η μεταβλητή των συνολικών εκκινήσεων (total_starts) της αντίστοιχης αντλίας. Μια φορά τη ημέρα, στις 00:00π.μ., μηδενίζεται η μεταβλητή των ημερησίων εκκινήσεων.

Για τη μέτρηση του χρόνου λειτουργίας των αντλιών ακολουθείται ο εξής αλγόριθμος: μετά από σήμα ανάδρασης κάποιας αντλίας (έναρξη λειτουργίας αντλίας) και αφού περάσει ένα λεπτό, αυξάνει κατά 1 η μεταβλητή των ημερησίων λεπτών (day_min) και η μεταβλητή των συνολικών λεπτών (total_min) λειτουργίας της αντίστοιχης αντλίας. Τέλος δηλαδή η αντλία λειτουργεί για μία ώρα, τότε μηδενίζονται τα λεπτά και αυξάνεται κατά 1 η μεταβλητή των ημερησίων ωρών (day_hour) λειτουργίας της. Το ίδιο ισχύει και για το συνολικό χρόνο λειτουργίας της αντλίας (total_hour), ενώ χρήσιμο είναι να σημειωθεί πως μια φορά τη ημέρα, στις 00:00π.μ., μηδενίζονται οι μεταβλητές των ημερησίων λεπτών και ωρών.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

6. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές Allen- Bradley Micrologix 1500



6.1 Περιγραφή του PLC Micrologix 1500

Ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής Micrologix 1500 της εταιρείας Allen-Bradley αποτελείται από πρότυπα συναρτησιακά στοιχεία (modular) και είναι σχεδιασμένος κατά τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει επέκταση του συστήματος, χρησιμοποιώντας πολλαπλές μονάδες επέκτασης εισόδων/εξόδων (I/O). Υποστηρίζει μονάδες μνήμες με τις οποίες μπορούμε να μεταφέρουμε τα προγράμματα μας από και στο Micrologix 1500 με ευκολία και να τα αποθηκεύσουμε σε αυτές. Επιπλέον έχει τη δυνατότητα ρολογιού πραγματικού χρόνου (real time clock) με τη χρήση μίας επιπλέον ειδικής μονάδας.

Υποστηρίζει υψηλού επιπέδου επιλογές επικοινωνίας σε δίκτυα SCADA και RTU. Το Micrologix 1500 περιλαμβάνει μνήμη 7KB, ενώ υποστηρίζει 32 bit προσημασμένους ακέραιους αριθμούς, δυνατότητα για PID έλεγχο και απαριθμητές 20 KHz υψηλής ταχύτητας. Το Micrologix 1500, χρησιμοποιεί τα πρωτόκολλα επικοινωνίας DF1, DH485 και Device Net της Allen-Bradley, και έχει τη δυνατότητα επικοινωνίας σε δίκτυο με άλλα PLC (Siemens, Modicon, Omron, ...).

Επίσης, διαθέτει τέσσερις εισόδους (interrupt) για επεξεργασία υψηλής ταχύτητας και τέσσερις εισόδους που επιτυγχάνουν την επεξεργασία παλμών με ακρίβεια msec, κατά τη διάρκεια της κανονικής σάρωσης του προγράμματος. Τα αποσπώμενα terminal blocks, επιτρέπουν την εύκολη σύνδεση του ελεγκτή, μειώνοντας το χρόνο της εγκατάστασης.

Η βασική μονάδα ελέγχου περιλαμβάνει ένα πλήθος από ψηφιακές εισόδους και εξόδους με τάση λειτουργίας για τις εισόδους τα 24V DC ή 120V AC και εξόδους ρελέ (relay). Οι μονάδες επέκτασης είναι έχουν τάσεις λειτουργίας για τις μεν ψηφιακές μονάδες 24V DC και 120V AC και για τις δε αναλογικές μονάδες 0..10V ή 4..20mA ή 0..20mA.

Όλα τα PLC είναι όμοια και εναλλάξιμα ως προς τα τεχνικά χαρακτηριστικά, την επεκτασιμότητα και το μέγιστο αριθμό των προσαρτώμενων καρτών. [Installation Instructions MicroLogix™ 1500]

6.2 Δομή του Micrologix 1500

Ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής Micrologix 1500 της Allen-Bradley,

αποτελείται από :

- την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU)
- τις κάρτες Εισόδων / Εξόδων (I/O)
- τις απαραίτητες για την επικοινωνία συσκευές (Interface Devices)

Τα παραπάνω είναι όλα προσυναρμολογημένα και ελεγμένα από την Allen— Bradley και τοποθετούνται σε ράγα. Οι συνδέσεις των καλωδίων των εισόδων και εξόδων γίνονται σε κινούμενες (αρθρωτές) φισέττες πάνω στο σασί του PLC, τοποθετημένες στο εμπρόσθιο μέρος των καρτών, για εύκολη και γρήγορη σύνδεση και αποσύνδεση των I/O's από τη κάρτα που τα εξυπηρετεί, για τις περιπτώσεις αλλαγών ή επιδιορθώσεων. Περισσότερες της μίας κάρτας μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους για τη δημιουργία ενός μεγαλύτερου συστήματος, με τη χρήση ενός απλού καλωδίου χωρίς τη χρήση ειδικών interface. Η συγκράτηση των αγωγών στις κλεμμοσειρές των καρτών είναι βιδωτή.

6.2.1 Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU)

Η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU) έχει εσωτερικό δίαυλο επεξεργασίας 32bit και εξωτερικό 32bit. Ο επεξεργαστής της έχει κατασκευαστεί, για την Allen-Bradley, με ειδική αρχιτεκτονική (ASIC) ώστε να είναι προσαρμοσμένος σε λειτουργίες ελέγχου. Επιπλέον είναι από τις ελάχιστες CPU της αγοράς που

μπορούν να οδηγήσουν άμεσα και χωρίς segmentation (κατάτμηση) κάρτες 32bit.

Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας έχει επιπλέον τα εξής χαρακτηριστικά :

- Συνολική μνήμη 38Kwords (14Kwords + 48Kbytes).
- Έχει τη δυνατότητα καταγραφής δεδομένων (data logging) έως 48Kbytes.
- Διαχείριση 284 I/O στο τοπικό rack (28 στο base unit + 256 με κάρτες επέκτασης) και 5760 inputs και 5760 outputs με επέκταση Device Net.
- Επέκταση μέχρι και 16 κάρτες τοπικά.
- Ελεύθερη διαχείριση της μνήμης δεδομένων (4Kwords) και προσαρμογή της (πλήθος εσωτερικών flags, ακεραίων, δεκαδικών, χρονικών, απαριθμητών, κ.τ.λ.) ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής και ανάλογα με την επιθυμία του προγραμματιστή.
- Έχει τη δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων σε ανεξάρτητη μνήμη από αυτή του επεξεργαστή.
- Τα προγράμματα λειτουργίας μπορούν να αποθηκευτούν σε μνήμη RAM EPROM είτε Flash EPROM.
- Ο χρόνος επεξεργασίας 1000 εντολών είναι μικρότερος του 1ms, με bit execution μικρότερο από 0.7μs.
- Προστασία δεδομένων από μεταβολή μέσω δικτύου, από μεταβολή με download και από μεταβολή λόγω μεταφοράς προγράμματος από EPROM
- Διακόπτης εναλλαγής κατάστασης Run – Ram – Program.

- Δύο σειριακές θύρες που υποστηρίζουν πρωτόκολλα RS232 DF1 Full Duplex, RS232 DF1 Half Duplex Master, RS232 DF1 Half Duplex Slave, DH485, Modbus RTU, ASCII.
- Δύο ενσωματωμένα ποτενσιόμετρα για άμεση μεταβολή εσωτερικών καταχωρητών της CPU..
- Δύο high speed counters 20 kHz με 8 διαφορετικά σενάρια λειτουργίας και ενσωματωμένη λειτουργία PLS (Programmable Limit Switch).
- Δύο high speed outputs 20kHz που μπορούν να λειτουργήσουν ως PTO (PulseTrain Outputs) και ως PWM (Pulse Width Modulated) outputs.
- Οκτώ γρήγορες εισόδους μανδάλωσης.
- Ενσωματωμένος αλγόριθμος PID.
- Δυνατότητα διαχείρισης ASCII χαρακτήρων και επικοινωνίας με ASCII UDP πρωτόκολλο.
- Εντολές διαχείρισης καταγραφής δεδομένων (Data Logging).
- Τέσσερις είσοδοι interrupt.
- Χρονικά με ανάλυση 1msec.
- Προγραμματιζόμενα χρονικά interrupt με 1msec set point.
- Ο ελεγκτής 1764-LRP προγραμματίζεται μέσω του λογισμικού RSLogix 500 χρησιμοποιώντας συμβολική παρουσίαση των παραμέτρων ελέγχου, ενώ διαθέτει γλώσσα προγραμματισμού Ladder.
- Ο προσφερόμενος ελεγκτής διαθέτει μπαταρία λιθίου για διατήρηση των στοιχείων της RAM, ρολόι πραγματικού χρόνου και ενσωματωμένο Watch dog.

6.2.2 Κάρτες Εισόδου/Εξόδου (I/O)

Οι κάρτες Εισόδου/Εξόδου (I/O), με τις οποίες γίνεται η επικοινωνία- διασύνδεση με το περιβάλλον (συλλογή πληροφοριών και αποστολή εντολών) είναι :

- Ψηφιακών εισόδων για τη συλλογή πληροφοριών τύπου ON-OFF από επαφές ελεύθερης τάσης.
- Ψηφιακών εξόδων για την αποστολή εντολών με κατάλληλες επαφές.
- Αναλογικών εισόδων για τη συλλογή μετρήσεων από αισθητήρια όργανα που παρέχουν αναλογικό σήμα.
- Αναλογικών εξόδων για την οδήγηση συσκευών που απαιτούν τέτοιο σήμα(αναλογικές βάνες, λειτουργία αντλίας με inverter, κ.τ.λ.).

Οι κάρτες ψηφιακών εισόδων διατίθενται με 8 ή 16 εισόδους (κανάλια) και οι κάρτες ψηφιακών εξόδων με 4 ή 8 ή 16 εξόδους (κανάλια) ανά κάρτα. Οι κάρτες αναλογικών εισόδων εξόδων διατίθενται με 4 ή 8 εισόδους ή

6.2.3 Συσκευές Επικοινωνίας (Interface Device)

Οι θύρες επικοινωνίας βρίσκονται στην κεντρική μονάδα. Αυτή η αρχιτεκτονική έχει το πλεονέκτημα ότι προσφέρει μεγαλύτερες ταχύτητες επικοινωνίας, μιας και επικοινωνεί με τη κεντρική μονάδα άμεσα και όχι μέσω του εξωτερικού διαύλου. Η επικοινωνία πραγματοποιείται με τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

- Ανεξάρτητος επεξεργαστής επικοινωνίας.
- Ελεύθερο πρωτόκολλο επικοινωνίας σε επίπεδο χαρακτήρα.
- Ταχύτητα μετάδοσης μέχρι 19200bits/sec.
- Μηνύματα είτε σταθερού είτε μεταβλητού μήκους (μέχρι 255bytes).
- Ύπαρξη δυνατότητας προγραμματισμού της προτεραιότητας κάθε συσκευής για την αποφυγή συγκρούσεων στη περίπτωση ταυτόχρονης εκπομπής.
- Το πρωτόκολλο επικοινωνίας επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ της CPU χωρίς την ανάγκη ύπαρξης ΚΣΕ (peer to peer).
- Ύπαρξη ειδικών αλγορίθμων επικοινωνίας για τη βελτιστοποίηση της κυκλοφορίας των πληροφοριών.
- Δυνατότητα αναμετάδοσης εισερχόμενων πληροφοριών

6.2.4 Προσομοίωση Εισόδων – Εξόδων (Simulation)

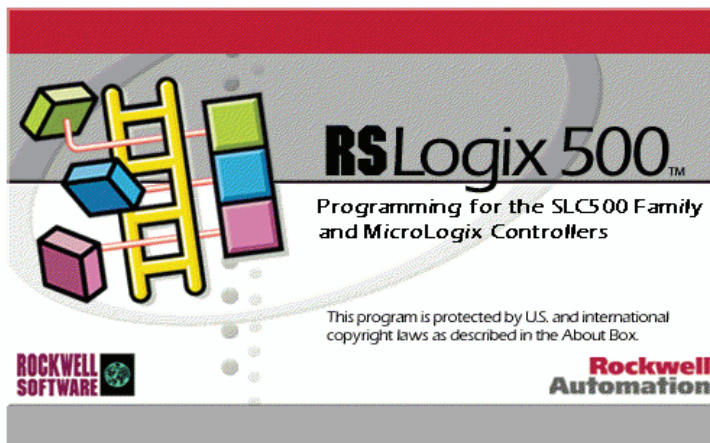
Μια από τις δυνατότητες του Micrologix 1500 της Allen-Bradley είναι να μπορεί να προσομοιώνει (simulation) κάθε ψηφιακή ή αναλογική είσοδο/έξοδο. Αυτή η δυνατότητα μας δίνεται μέσω του λογισμικού του (RSLogix) στο οποίο γίνεται και ο προγραμματισμός του PLC.

Με τη λειτουργία αυτή δίνεται η δυνατότητα καθορισμού των καταστάσεων εισόδων και εξόδων, για σκοπούς ελέγχου, ανεξάρτητα από το πρόγραμμα. Επίσης υπάρχει σύστημα προσομοίωσης αναλογικών και ψηφιακών εισόδων/εξόδων με ποτενσιόμετρα, διακόπτες και λυχνίες αντίστοιχα.

Δηλαδή η προσομοίωση του προγράμματος με το ειδικό λογισμικό εφαρμογής (RSLogix Emulate), μας δίνει την δυνατότητα να πραγματοποιηθεί η προσομοίωση του αυτοματισμού με την βοήθεια του Η/Υ πραγματοποιώντας περίπλοκα σενάρια και έλεγχο δεκάδων σημάτων χωρίς να υπάρξει κίνδυνος στην εγκατάσταση από τυχόν λάθη που έγιναν στον προγραμματισμό κατά την φάση της ανάπτυξης του προγράμματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Πακέτο λογικού προγραμματισμού RSLogix 500 - Βασικές λειτουργίες



Σε προηγούμενο κεφάλαιο είδαμε τα χαρακτηριστικών του PLC (MicroLogix 1500). Στο κεφάλαιο αυτό θα δούμε το πώς θέτουμε ή τροποποιούμε τα χαρακτηριστικά αυτά.

Το λογισμικό RSLogix 500 είναι μια εφαρμογή 32-bit λογικής και απαιτεί το λειτουργικό σύστημα των Windows. Με τη χρήση του πακέτου προγραμματισμού RSLogix 500, χρειαζόμαστε μόνο ένα λογισμικό για τον προγραμματισμό ελέγχου διεργασίας, κίνησης, οδήγησης και διαδοχικού ελέγχου.

Το πακέτο λογισμικού RSLogix 500 μας παρέχει συμβολικό προγραμματισμό, η δομή του είναι τέτοια ώστε να έχουμε μεγαλύτερη παραγωγικότητα και ένα μεγάλο σύνολο εντολών που μας εξυπηρετούν για πολλούς τύπους εφαρμογών. Στον συμβολικό προγραμματισμό τον πραγματοποιούμε με διάγραμμα επαφών (Ladder diagram), το θετικό σε αυτό είναι ότι παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με μονογραμμικό σχέδιο συνδεσμολογίας ενός ηλεκτρικού κυκλώματος που έχουμε στον κλασικό αυτοματισμό και έτσι μπορούμε να ακολουθούμε εύκολα την ροή του σήματος σε επαφές και πηνία.

Θα δούμε αναλυτικά κάποιες λειτουργίες και εντολές του λογισμικού στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ

8. Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός

8.1 Προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής (PLC)

Allen-Bradley Micrologix 1500



8.1.1 Βασική μονάδα

- *Allen-Bradley 1764-28BXB*
- Τάση εισόδου 20,4 - 30V DC
- Αριθμός εισόδων : 16.
- Αριθμός εξόδων : 12.
- Τύπος κυκλώματος εισόδου: 24V DC sink / source
- Τύπος κυκλώματος εξόδου: 6 Relay , 6 FET transistor.
- Θερμοκρασία λειτουργίας 0 – 55⁰C (χωρίς κλιματισμό).
- Συχνότητα λειτουργίας εισόδων : 0 Hz έως 20 KHz.
- Σχετική υγρασία 5% έως 95%

8.1.2 Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)

Allen-Bradley 1764-LRP

- CPU με εσωτερικό / εξωτερικό δίαυλο επεξεργασίας 32 bit.
- Δύο θύρες RS-232.
- Συνολική μνήμη 104 Kbytes.
- Δυνατότητα καταγραφής δεδομένων έως 48K bytes.
- Δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων σε μνήμη ανεξάρτητη από αυτή του επεξεργαστή.
- Τα προγράμματα λειτουργίας μπορούν να αποθηκευτούν σε μνήμη RAM, EPROM είτε Flash EPROM.
- Ο χρόνος επεξεργασίας των 1000 εντολών είναι μικρότερος του 1ms, με bit execution μικρότερο από 0.5μs.

8.1.3 Κάρτες Ψηφιακών Εισόδων

- *Allen-Bradley 1769-IQ16*
- Αριθμός εισόδων : 16
- Είσοδοι PNP και NPN
- Περιοχή τάσης στα 24 V DC.
- Τάση λειτουργίας κυκλώματος εισόδου :
 - 10 έως 30 V DC στους 30⁰C
 - 10 έως 26.4 V DC στους 55⁰C

8.1.4 Κάρτες Ψηφιακών Εξόδων

Allen-Bradley 1769-OW8

- Αριθμός εξόδων: 8
- Έξοδοι τύπου ρελέ
- Περιοχή τάσης εξόδου 5 έως 265V AC και 5 έως 125V DC
- Ρεύμα εξόδου 2.5A στα 240V AC και 2A στα 24V DC
- Τάση λειτουργίας κυκλώματος εισόδου :
 - 10 έως 30 V DC στους 30⁰C
 - 10 έως 26.4 V DC στους 55⁰C

8.1.5 Κάρτα Αναλογικών Εισόδων

Allen-Bradley 1769-IF4

- ✓ Αριθμός εισόδων : 4
- ✓ Περιοχή ρεύματος 0-20mA και 4-20mA.
- ✓ Περιοχή τάσης -10...+10 V DC, 0...+10 V DC, 0... 5 V DC και 1...5 V DC
- ✓ Διακριτική ικανότητα (resolution) των εισόδων είναι 14 bits/plus sign με 50 ή
- ✓ 60 Hz φίλτρο επιλογής. Ακρίβεια 0.2%
- ✓ Επαναληψιμότητα 0.03%
- ✓ Ανίχνευση κομμένου καλωδίου και διάγνωση υπέρβασης άνω και κάτω ορίου
- ✓ μέτρησης
- ✓ Σύνθετη αντίσταση εισόδου: 200kΩ τάσης, 250Ω ρεύματος.

8.1.6 Κάρτα Αναλογικών Εξόδων

Allen-Bradley 1769-OF4

- ✓ Αριθμός εισόδων : 2
- ✓ Έξοδοι τάσης ή ρεύματος με περιοχές $-10...+10$ V DC, $0...+10$ V DC, $0... 5$ V DC, $1...5$ V DC και $0...20$ mA, $4...20$ mA
- ✓ Ανάλυση 14bits
- ✓ Χρόνος μετατροπής για όλα τα κανάλια μαζί < 2.5 msec
- ✓ Προστασία από βραχυκύκλωμα και υπέρταση
- ✓ Διάγνωση κομμένου καλωδίου και υψηλής αντίστασης φορτίου
- ✓ Ακρίβεια 0.35%
- ✓ Επαναληψιμότητα 0.05%

8.1.7 Συσκευή Επικοινωνίας

Allen-Bradley 1761-NET-AIC+

- Σύνδεση συσκευών μέσω RS-232 σε δίκτυο DH485.
- Δύο απομονωμένες RS-232 συνδέσεις (9-pin D-shell & 8-pin mini DIN).
- Μια σύνδεση RS-485 (6-pin Phoenix).
- Τροφοδοσία μέσω 8-pin mini DIN από ελεγκτή της MicroLogix ή εξωτερικού τροφοδοτικού.
- Συμβατότητα με τα υπάρχοντα δίκτυα SLC DH485 που χρησιμοποιούν 1747- AICs.
- Απομόνωση μεταξύ όλων των θυρών για ένα σταθερότερο δίκτυο και προστασία για τις συνδεδεμένες συσκευές.
- Διαγνωστικές λυχνίες (leds) για τη δραστηριότητα του δικτύου.



8.1.8 Ρολόι Πραγματικού Χρόνου & Επέκταση μνήμης (κάρτα EPROM)

Allen-Bradley 1764-MM2RTC

- Λειτουργία ρολογιού πραγματικού χρόνου (έτος, μήνα, ημερομηνία, ώρα, λεπτά και δευτερόλεπτα).
- EPROM για αποθήκευση του προγράμματος (backup).
- Αυτόματη φόρτωση προγράμματος στη RAM σε περίπτωση σφάλματος απώλειας μνήμης στην CPU.

Προγραμματισμός μέσω του RSLogix500 χωρίς την απομάκρυνση της EPROM από τη CPU.

- Απεριόριστος επαναπρογραμματισμός



8.2 Ρυθμιστής στροφών (Inverter)

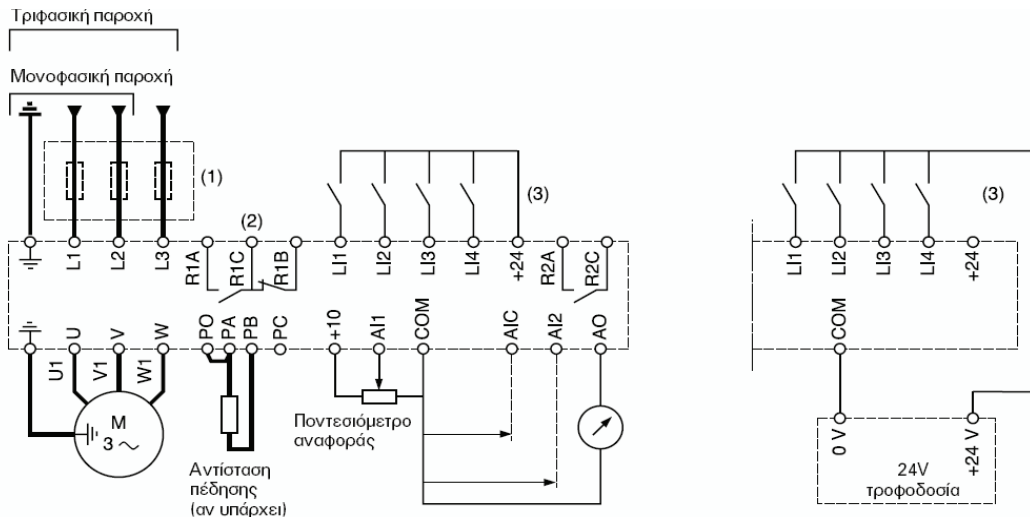
Ρυθμιστής στροφών για ασύγχρονους κινητήρες



Εικόνα 23 Ρυθμιστής στροφών Altivar 28 Telemecanique

8.2.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά

Το διάγραμμα καλωδίωσης σε περίπτωση εργοστασιακής ρύθμισης εικόνα 24

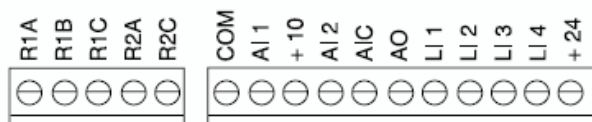


Εικόνα 24 Διάγραμμα καλωδίωσης

όπου:

- (1) φίλτρο γραμμής τροφοδοσίας, εάν χρησιμοποιείται (μονοφασικό ή τριφασικό)
- (2) επαφές ρελέ ένδειξης σφάλματος κατάστασης του ρυθμιστή
- (3) εσωτερική πηγή τροφοδοσίας 24V

στην εικόνα 16 και στον πίνακα μπορούμε να δούμε την διάταξη, της προδιαγραφές και την χρησιμότητα των ακροδεκτών. [Installation Instruction MicroLogix 1500]



- Μέγιστη διατομή αγωγού σύνδεσης:
1,5 mm² - AWG 16
- Μέγιστη ροπή σύσφιγξης:
0,5 Nm

Εικόνα 25

Ακροδέκτης	Χρήση	Ηλεκτρικές προδιαγραφές
R1A	Ρελέ R1σφαλματος.	Ελάχιστη ικανότητα διακοπής:
R1B R1C	Μεταγωγική επαφή "Κ/Α" με κοινό ακροδέκτη το R1C	• 10mA στα 5V συνεχές (DC) Μέγιστη ικανότητα διακοπής για επαγωγικό φορτίο ($\cos\phi=0,4$ και $L/R=7ms$):
R2A R2C	Προγραμματιζόμενο ρελέ R2.	
COM	Κοινός ακροδέκτης των I/O	
AI1	Αναλογική είσοδος τάσης	Αναλογική είσοδος 0 +10V • Εσωτερική αντίσταση 30kΩ • Ανάλυση 0,01V • Ακρίβεια $\pm 4,3\%$, γραμμικότητα $\pm 0,2\%$, $\pm 0,2\%$
+10	Παροχή ισχύος για ποτενσιόμετρο 1	+10V (+8%-0), 10mA μέγιστο, με προστασία
AI2 AIC	Αναλογική είσοδος τάσης ή αναλογική είσοδος ρεύματος. Η χρήση των AI2 ή AIC	Αναλογική είσοδος 0÷10V, αντίσταση 30kΩ ή αναλογική είσοδος 0÷20mA ,αντίσταση 450Ω. Ανάλυση, ακρίβεια και χρόνος δειγματοληψίας του AI2 ή AIC= AI1.
AO	Αναλογική έξοδος	Η έξοδος μπορεί να προγραμματισθεί από 0-20mA ή 4-20mA, με ακρίβεια $\pm 6\%$
L11 L12 L13 L14	Ψηφιακές εισοδοι	Προγραμματιζόμενες ψηφιακές εισοδοι • Παροχή +24V (μέγιστη 30V) • Αντίσταση 3,5kΩ • Κατάσταση 0 αν <5V, κατάσταση 1 αν >5V
+24	Τροφοδοτικό 24V για χρήση με τις ψηφιακές εισόδους	+24V με προστασία έναντι βραχυκυκλώματος και υπερφόρτισης. Ελάχιστη τάση εξόδου

8.2.2 Βασικές λειτουργίες

Ρελέ ένδειξης σφάλματος

Το ρελέ ένδειξης σφάλματος ενεργοποιείται όταν ο ρυθμιστής στροφών είναι ενεργοποιημένος και δεν υπάρχει βλάβη. Έχει μια μεταγωγική επαφή A/K. Ο ρυθμιστής στροφών επανέρχεται σε κανονική λειτουργία μετά από σφάλμα, με τις εξής ενέργειες:

- Απενεργοποίηση του ρυθμιστή στροφών μέχρις ότου σβήσει η οθόνη και το κόκκινο ενδεικτικό LED και ξανά επανενεργοποίηση.
- Αυτόματα όταν έχει ενεργοποιηθεί η λειτουργία αυτόματης επανεκκίνησης.
- Με μια ψηφιακή είσοδο όταν αυτή προγραμματιστεί ως είσοδος επαναφοράς μετά από σφάλμα.

Θερμική προστασία ρυθμιστή στροφών

Θερμική προστασία με θερμίστορ τοποθετημένο στη ψήκτρα απαγωγής θερμότητας ή ενσωματωμένο στο στοιχείο ισχύος. Έμμεση προστασία του ρυθμιστή στροφών έναντι υπερφόρτισης με επιτήρηση ανώτατου ορίου ρεύματος. Τυπικά όρια διακοπής:

- Ρεύμα κινητήρα ίσο με το 185% του ονομαστικού ρεύματος του ρυθμιστή στροφών: 2sec.
- Ρεύμα κινητήρα ίσο το με μέγιστο μεταβατικό ρεύμα του ρυθμιστή στροφών: 60sec.

Εξαερισμός ρυθμιστή στροφών

Ο ανεμιστήρας ξεκινάει αυτόματα όταν ο ρυθμιστής στροφών βρίσκεται σε κίνηση (φορά λειτουργίας + αναφορά). Τίθεται εκτός λειτουργίας σε λίγα δευτερόλεπτα μετά από στάση του ρυθμιστή (ταχύτητα κινητήρα < 0,5 Hz και ολοκλήρωση πέδησης έγχυσης).

8.2.3 Διαμορφώσιμες εφαρμογές I/O

Εφαρμογές ψηφιακών εισόδων

Φορά περιστροφής: κανονική /ανάστροφη

Η ανάστροφη περιστροφή μπορεί να απενεργοποιηθεί για εφαρμογές που απαιτούν μία μονό φορά περιστροφής του κινητήρα.

Έλεγχος 2-καλωδίων: Η κίνηση (κανονική ή ανάστροφη) και η στάση ελέγχονται από την ίδια ψηφιακή είσοδο, για την οποία λαμβάνεται υπόψη η κατάσταση '1' (κίνηση) και '0' (στάση).

Κατά την ενεργοποίηση ή τη χειροκίνητη επαναφορά (reset) μετά από σφάλμα ή εντολή στάσης, ο κινητήρας μπορεί να ξεκινήσει μόνο όταν έχει επαναφορά των εντολών "forward" (κανονική), "reverse" (αντίστροφη) και "DC injection stop" (στάση έγχυσης με συνεχές ρεύμα). Αν έχει ρυθμιστεί η λειτουργία αυτόματης επανεκκίνησης (παράμετρος Atr στο menu drC), αυτές οι εντολές λαμβάνονται υπόψη χωρίς να είναι αναγκαία η επαναφορά τους.

Έλεγχος 3-καλωδίων: Η κίνηση (κανονική ή ανάστροφη) και η στάση ελέγχονται από δύο διαφορετικές ψηφιακές εισόδους. Η LI1 αντιστοιχεί πάντοτε στη λειτουργία στάσης. Η στάση

γίνεται με το άνοιγμα (κατάσταση 0). Ο παλμός στην είσοδο κίνησης αποθηκεύεται στη μνήμη μέχρι να ανοίξει η είσοδος στάσης.

Κατά την ενεργοποίηση ή τη χειροκίνητη επαναφορά (reset) μετά από σφάλμα ή εντολής στάσης, ο κινητήρας μπορεί να τροφοδοτηθεί μόνο όταν έχει γίνει επαναφορά (reset) στις εντολές “forward” (κανονική), “reverse” (αντίστροφη) και “DC injection stop” (στάση έγχυσης με συνεχές ρεύμα).

Εναλλαγή ράμπας: 1^η ράμπα: ACC, DEC, 2^η ράμπα: AC2, DE2. Η εναλλαγή μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους:

- Με ενεργοποίηση μιας ψηφιακής εισόδου LIX ή με ανίχνευση ενός προκαθορισμένου ορίου συχνότητας Frt.

Λειτουργία βήμα προς βήμα (JOG): Εντολή για λειτουργία χαμηλών στροφών. Αν η επαφή JOG είναι κλειστή και μετά κλείσει η επαφή που καθορίζει τη φορά περιστροφής, η ράμπα είναι 0,1 sec ανεξάρτητα από τις ρυθμίσεις ACC, dEC, AC2 και dE2. Αν η επαφή που καθορίζει τη φορά περιστροφής είναι κλειστή και μετά κλείσει η επαφή JOG, τότε χρησιμοποιούνται οι ρυθμισμένες ράμπες. Ο ελάχιστος χρόνος μεταξύ δύο εντολών JOG είναι 0,5 sec. Παράμετρος που βρίσκεται στο menu ρυθμίσεις:

- Ταχύτητα JOG.

Ελεύθερη στάση: Σταματάει τον κινητήρα μόνο σε περίπτωση ανθιστάμενης ροπής. Η τροφοδοσία του κινητήρα διακόπτεται. Η ελεύθερη στάση πραγματοποιείται όταν ανοίξει η ψηφιακή είσοδος που έχει αντιστοιχιστεί σε αυτή τη λειτουργία (κατάσταση 0).

Στάση με έγχυση συνεχούς ρεύματος: Αυτή μπορεί να ενεργοποιηθεί με 2 τρόπους:

- Με ενεργοποίηση μιας ψηφιακής εισόδου που έχει αντιστοιχιστεί σε αυτή τη λειτουργία (κατάσταση 1)
- Αυτόματα αν η συχνότητα είναι μικρότερη από 0,5 Hz.

Γρήγορη στάση: Στάση με πέδηση, με το χρόνο επιβράδυνσης ράμπας ρεύματος διαιρούμενο με 4, εντός των όποιων δυνατοτήτων πέδησης. Η γρήγορη στάση πραγματοποιείται όταν ανοίξει η ψηφιακή είσοδος που έχει αντιστοιχιστεί σε αυτή τη λειτουργία (κατάσταση 0).

Επαναφορά σε περίπτωση σφάλματος: Διαγράφει το σφάλμα που έχει αποθηκευτεί στη μνήμη και επαναφέρει το ρυθμιστή στροφών, αν η αιτία του σφάλματος έχει εξαλειφθεί, εκτός από το σφάλμα OCF (υπέρβαση ρεύματος), SCF (βραχυκύκλωμα ρεύματος), EEF και InF (εσωτερικές βλάβες), που απαιτούν να τεθεί εκτός λειτουργίας ο ρυθμιστής στροφών. Το σφάλμα διαγράφεται όταν η ψηφιακή είσοδος που έχει αντιστοιχηθεί σε αυτή τη λειτουργία αλλάξει από 0 σε 1.

Εξαναγκασμένος τοπικός έλεγχος όταν χρησιμοποιείται η σειριακή σύνδεση: Αλλάζει από απομακρυσμένο έλεγχο (μέσω σειριακής σύνδεσης) σε τοπικό έλεγχο (μέσω των τοπικών εισόδων).

Εφαρμογές αναλογικής εισόδου.

Η είσοδος AI1 είναι πάντοτε αναφορά. Η αντιστοίχιση των AI2 και AIC είναι 0-10V και 0-20mA αντίστοιχα.

Άθροιση των ταχυτήτων αναφοράς: η συχνότητα αναφοράς από τις AI2/AIC μπορεί να αθροιστεί με την AI1.

Ελεγκτής PI: επιτρέπει σε ένα αισθητήριο να συνδεθεί ώστε να ενεργοποιήσει τον ελεγκτή PI. Η αναφορά είναι η είσοδος AI1 ή η εσωτερική αναφορά rPI που μπορεί να ρυθμιστεί με το πληκτρολόγιο του ATV-28. Οι παράμετροι που μπορούν να ρυθμιστούν είναι η αναλογική ενίσχυση ελεγκτή (rPG), η ενίσχυση ολοκληρώματος ρυθμιστή (rIG), ο συντελεστής πολλαπλασιασμού ανάδρασης (FbS) και η αντιστροφή της φοράς διόρθωσης (PIC).

"Χειροκίνητη – Αυτόματη" λειτουργία με το PI: η λειτουργία αυτή συνδυάζει τον ελεγκτή PI και την εναλλαγή αναφοράς με μια ψηφιακή είσοδο. Η ταχύτητα αναφοράς δίνεται από την AI1 ή με τη λειτουργία PI, ανάλογα με τη κατάσταση της ψηφιακής εισόδου.

Εφαρμογές ρελέ R2

Επίτευξη ορίου συχνότητας (FIA): η επαφή του ρελέ κλείνει όταν η συχνότητα του κινητήρα είναι μεγαλύτερη ή ίση από το όριο συχνότητας που ρυθμίζεται με το Ftd στο menu ρύθμισης.

Επίτευξη στροφών αναφοράς (StA): η επαφή του ρελέ κλείνει όταν η συχνότητα του κινητήρα είναι μεγαλύτερη ή ίση από τη τιμή των στροφών αναφοράς.

Επίτευξη ορίου ρεύματος (CtA): η επαφή του ρελέ κλείνει όταν το ρεύμα του κινητήρα είναι μεγαλύτερο ή ίσο από το όριο ρεύματος που ρυθμίζεται από το Ctd στο menu ρύθμισης.

Επίτευξη θερμικής κατάστασης (tSA): η επαφή του ρελέ κλείνει όταν η θερμική κατάσταση του κινητήρα είναι μεγαλύτερη ή ίση από το όριο θερμότητας που ρυθμίζεται με το ttd στο menu ρύθμισης.

Εφαρμογές αναλογικής εξόδου

Η αναλογική έξοδος AO είναι μια έξοδος ρεύματος, που μπορεί να ρυθμιστεί ως 0-20mA ή 4-20mA.

Ρεύμα κινητήρα (κωδικός OCr): αντικατοπτρίζει το rms ρεύμα του κινητήρα. Τα 20mA αντιστοιχούν στο διπλάσιο του ονομαστικού θερμικού ρεύματος του κινητήρα Ith.

Συχνότητα κινητήρα (κωδικός rFr): παρέχει τη συχνότητα του κινητήρα που υπολογίζεται από το ρυθμιστή των στροφών. Τα 20mA αντιστοιχούν στη μέγιστη συχνότητα (παράμετρος tFr).

Ροπή κινητήρα (κωδικός OLO): αντικατοπτρίζει την απόλυτη τιμή της ροπής του κινητήρα. Τα 20mA αντιστοιχούν στο διπλάσιο της ονομαστικής ροπής του κινητήρα (τυπική τιμή).

Ισχύς (κωδικός OPr): αντικατοπτρίζει την ισχύ που παρέχεται στον κινητήρα από το ρυθμιστή των στροφών. Τα 20mA αντιστοιχούν στο διπλάσιο της ονομαστικής ισχύος του ρυθμιστή των στροφών.

8.3 Εκκινητής (Soft Starter)

Το Danfoss MCD 3000 Soft Starter είναι προηγμένο και ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό σύστημα εκκίνησης κινητήρων.

Εκτελεί τέσσερις κύριες λειτουργίες:

1. Έλεγχος εκκίνησης – start control.
2. Έλεγχος παύσης – stop control, συμπεριλαμβανομένων soft stop (παρατεταμένος παύσης) και braking (μειωμένος χρόνος παύσης).
3. Ηλεκτρονική προστασία του κινητήρα-electronic motor protection.
4. Monitoring και διασυνδετική διάταξη – system interface.



Εικόνα 26 Εκκινητής (soft starter)

Ένας μετασχηματιστής εντάσεως μετρά συνεχώς τη τιμή του ρεύματος, παρέχει τη απαραίτητη ανάδραση (feedback) για τον έλεγχο της τάσεως εξόδου και για άλλες πολυάριθμες λειτουργίες προστασίας του κινητήρα. Ο προγραμματισμός γίνεται εύκολος με τη χρήση της οθόνης και του πληκτρολογίου που υπάρχουν στη πρόσοψη της συσκευής. Το πληκτρολόγιο περιλαμβάνει start, stop και reset μπουτόν. Το Danfoss MCD 3000 Soft Starter έχει εύρος ισχύος 7.5-800kW και τάση λειτουργίας 200 – 690VAC

8.4 Αισθητήρια Μετρήσεων

8.4.1 Μεταδότης πίεσης

Τυπικές εφαρμογές STS ATM

- Εγκαταστάσεις μηχανημάτων.
- Βιομηχανική διαδικασία ελέγχου.
- Θέρμανση και ψύξη.
- Παρακολούθηση περιβάλλοντος.
- Βιομηχανία τροφίμων.
- Δοκιμή και βαθμονόμηση συστημάτων.

Χαρακτηριστικά

- Συμπαγής και γερή κατασκευή από ανοξείδωτο ατσάλι 1.4435 (316L).
- Πιεζοστατικό στοιχείο μέτρησης.
- Ενδεικτική, απόλυτη.

- Standard DIN κλίμακα μέτρησης πίεσης από 0.100 mbar έως 0.25 bar.
- Διαθέσιμη βαθμονόμηση για όλες τις κοινές μονάδες πίεσης.
- Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή οδηγία EMC 89/336/EEC.
- Υψηλή αξιοπιστία.
- Προσαρμοσμένη έκδοση για αρθρωτή συναρμολόγηση.
- Προστασία από αντίστροφη πολικότητα και βραχυκύκλωμα.
- Θερμοκρασία μέσου μέχρι 150 °C.
- Αντικεραυνική προστασία σύμφωνα με το πρότυπο EN 61000-4-5.

8.4.2 Μεταδότης πίεσης για μέτρηση στάθμης

Τυπικές εφαρμογές

Μέτρηση βάθους και στάθμης σε :

- Φρεάτια.
- Γεωτρήσεις.
- Λύματα.
- Δεξαμενές.
- Λίμνες, ποτάμια.
- Εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων.

Χαρακτηριστικά

- Συμπαγής και γερή κατασκευή από ανοξείδωτο ατσάλι 1.4435 (316L).
- Πιεζοστατικό στοιχείο μέτρησης.
- Ενδεικτική, απόλυτη.
- Standard DIN κλίμακα μέτρησης πίεσης από 0.100 mbar έως 0.25 bar.
- Διαθέσιμη βαθμονόμηση για όλες τις κοινές μονάδες πίεσης mH₂O, mWG,
- mWC κ.τ.λ.
- Σύμφωνα με την EMC οδηγία EN 61000.
- Υψηλή αξιοπιστία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΝΑΤΟ

9. Εποπτικός έλεγχος

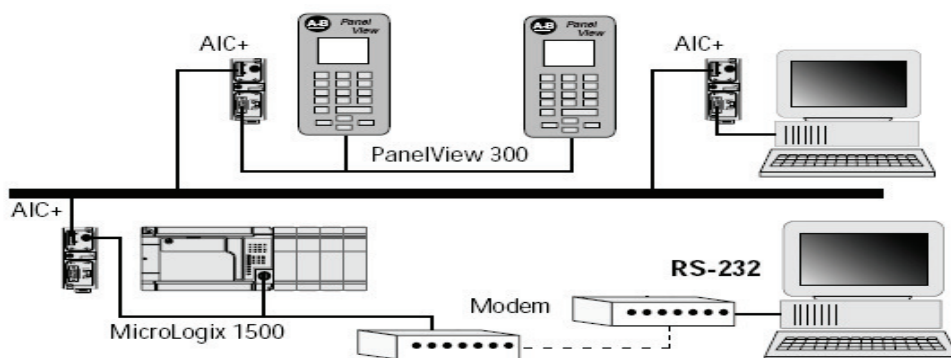
9.1 Διαβάθμιση των συσκευών εποπτικού ελέγχου

Κατά την λειτουργία κάθε συστήματος πρέπει να γίνεται διαχρήση και έλεγχος των διεργασιων που πραγματοποιούνται , δηλαδή πρέπει να καταγράφουμε να παρακολουθούμε και να ελέγχουμε ένα μεγάλο πλήθος διεργασιών. Αυτό το επιτιγχάνουμε με τα συστήματα εποπτικού ελέγχου τα οποία καταγράφουν την παραγωγή ,τις συνθήκες λειτουργίας αλλά και τις βλάβες που υπάρχουν στα μηχανήματα.

Ανάλογα τις εφαρμογές που έχουμε στο σύστημά μας έχουμε και τις ανάλογες συσκευές εποπτικού ελέγχου :

- μπουτονιέρες (Push button Panels)
- ειδικές συσκευές επιτήρησης και χειρισμών (Operator Interfaces)
- συστήματα βασισμένα σε υπολογιστές για επιτήρηση και χειρισμούς (SCADA)

Στο σύστημα που μελετάμε εμεις, για τον έλεγχο του συστήματος αυτοματισμού έχουν τοποθετηθεί δύο οθόνες ενδείξεων με πληκτρολόγιο, οι οποίες ανήκουν στις συσκευές εποπτικού ελέγχου Operator Interfaces. Ακόμα, μία μελλοντική επέκταση του συστήματος αυτοματισμού είναι η δημιουργία ενός συστήματος SCADA για τον αυτοματισμό άρδευσης . [Γεώργιος Κορρές]



Εικόνα 27 Βασικά όργανα για τον εποπτικό έλεγχο ενός συστήματος αυτοματισμού

9.2 Συστήματα λήψης δεδομένων SCADA

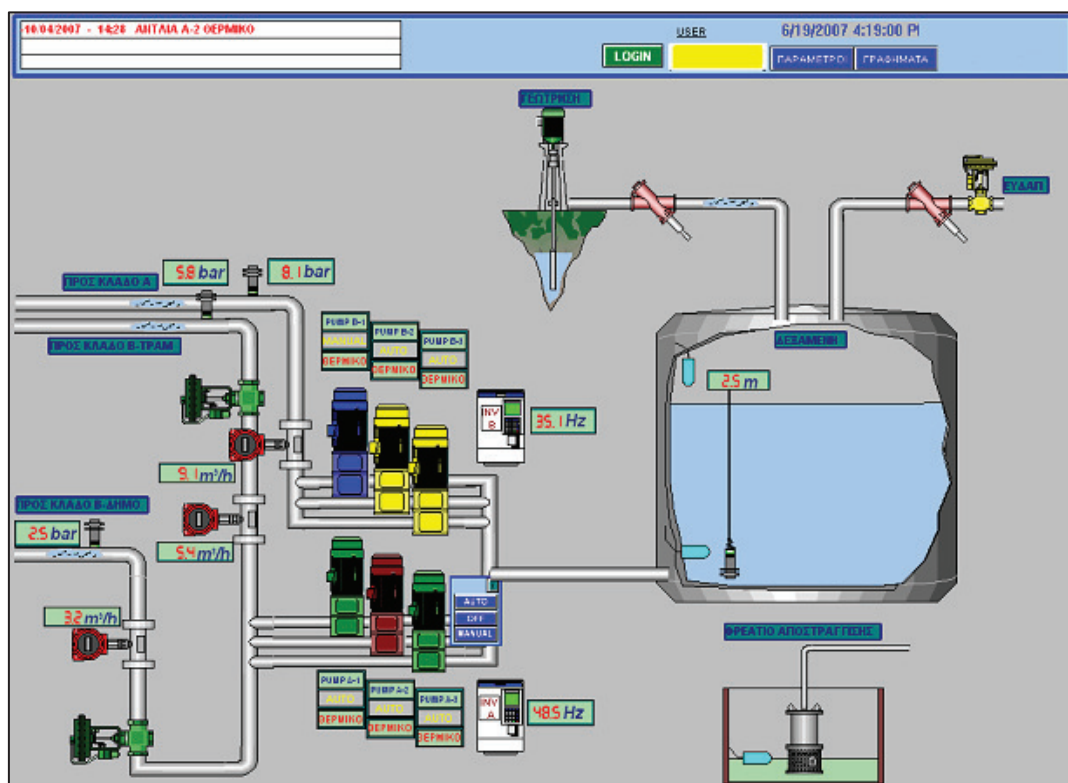
Ένα σύστημα SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition system) είναι συστήματα τηλεμέτρησης, τα οποία συλλέγουν πληροφορίες από διάφορες διεργασίες και χρησιμοποιούνται για τον εποπτικό τους έλεγχο. Σε βιομηχανικές εφαρμογές αλλά και στα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας αυτά τα συστήματα παίζουν καταλητικό ρόλο.

Τα συστήματα SCADA μας δίνουν τη δυνατότητα να λειτουργούμε μηχανές και εγκαταστάσεις στο βέλτιστο επίπεδο και να εξασφαλίζουμε τη διαθεσιμότητα και τη παραγωγικότητα των μηχανών. Κατατάσσονται στην τεχνολογία MMI (Man Machine Interface).

9.3 Σχεδίαση συστήματος SCADA για το αντλιοστάσιο

Ένας άλλος στόχος, της διπλωματικής εργασίας, ήταν η ανάπτυξη και ο σχεδιασμός του περιβάλλον λογισμικού ενός συστήματος SCADA για τον αυτοματισμό άρδευσης του TPAM. Ένα σύστημα σαν κι' αυτό θα ήταν απαραίτητο στη περίπτωση εποπτικού ελέγχου του αντλιοστασίου από μεγάλη απόσταση.

Η παρακάτω εικόνα, δημιουργήθηκε από ειδικό λογισμικό κατασκευής και λειτουργίας συστημάτων SCADA και μπορεί να εμφανίζεται στην οθόνη του υπολογιστή όπου είναι εγκατεστημένο το λογισμικό αυτό. Με τη λειτουργία του συστήματος αυτού, μπορεί να γίνει πλήρης εποπτικός έλεγχος του αυτοματισμού του αντλιοστασίου. Ο υπολογιστής αυτός μπορεί να βρίσκεται είτε κοντά στο αντλιοστάσιο είτε μακριά από αυτό, με την επικοινωνία μεταξύ του υπολογιστή και του PLC να εξασφαλίζεται μέσω μιας συμβατής συσκευής επικοινωνίας



9.4 Οθόνες ενδείξεων με πληκτρολόγιο (panel)

Οι συσκευές αυτές (panel), ανήκουν στην κατηγορία των συσκευών οπτικού ελέγχου Operator Interfaces, μας δίνουν τη δυνατότητα να επικοινωνούν με το PLC μέσω των θυρών επικοινωνίας τους και να βλέπουμε στην οθόνη τους τη πληροφορία σε μορφή κειμένου ή γραφικών, ενώ από τα ενσωματωμένα πλήκτρα μπορούμε να διενεργούμε χειρισμούς.

Τα panel αυτά είναι της σειράς PanelView - Allen Bradley και βρίσκονται το ένα στον ηλεκτρικό πίνακα του αντλιοστασίου και το άλλο στο εξωτερικό ερμάριο ηλεκτροδότησης στο πάρκο του Δήμου. Ο προγραμματισμός τους γίνεται από το λογισμικό PanelBuilder 32 της Allen Bradley.

Στις συσκευές αυτές, παρουσιάζεται η κατάσταση λειτουργίας του αντλιοστασίου, ενώ υπάρχει και ιστορικό καταγραφής σφαλμάτων (alarms). Επίσης, γίνονται οι χειροκίνητοι χειρισμοί των αντλιών, η παραμετροποίηση του συστήματος και παρακολουθούνται όλες οι ενδείξεις των οργάνων.



Οι λειτουργίες που ελέγχονται μέσω των panel παρουσιάζονται στη κεντρική οθόνη και επιλέγονται χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα πλοήγησης.

- Indications (ενδείξεις): ενδείξεις φλοτέρ, στάθμης δεξαμενής, παροχές,
- κατανάλωση και πιέσεις.
- Parameters (παράμετροι): παράμετροι λειτουργίας του συστήματος.
- Alarms (σήματα συναγερμού): βλάβες κινητήρων με χρονική ένδειξη

ΕΦΑΛΛΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

10. Βασικές αρχές αυτοματισμού

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζουμε μερικά κυκλώματα αυτοματισμών . Με τον όρο «κυκλώματα» αυτοματισμού» εννοούνται εφαρμογές βιομηχανικού αυτοματισμού οι οποίες στα πλαίσια του συμβατικού αυτοματισμού υλοποιούνται ως κυκλώματα, ενώ στα πλαίσια του προγραμματιζόμενου αυτοματισμού υλοποιούνται ως προγράμματα που εκτελούνται σε κάποιας μορφής PLC.

Στον αυτοματισμό δεν χρησιμοποιούμε μόνο την τεχνολογία για να ξεκινήσουμε ή να σταματήσουμε κάποια αντλία αλλά σε αρκετές περιπτώσεις να διακόψουμε την λειτουργία ολου του συστήματος σε περιπτώσεις που έχουμε κάποια βλάβη ή και ακόμα για να προλάβουμε κάποια βλάβη στο συστήμα μας. [Νικόλαου Α. Πανταζή]

Κάποιοι στοιχειώδεις αυτοματισμοί είναι

- Λειτουργία κινητήρα με θερμική προστασία
- Λειτουργία μηχανής με καθυστέρηση έναρξης
- Λειτουργία μηχανής με καθυστέρηση παύσης
- Περιοδική λειτουργία μηχανής με 2 σταθερές χρόνου
- Λειτουργία μηχανής με επιλεγόμενο χειρισμό, αυτόματο ή χειροκίνητο
- Κυκλώματα αυτοματισμού με συσκευές αντίχενωσης
- Εκκίνηση μηχανής με δυνατότητα ακύρωσης
- Λειτουργία δύο αντλιών με κυκλική εναλλαγή βάσης- αιχμής

Θα εξετάσουμε τις παραπάνω περιπτώσεις αυτοματισμού στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΤΕΚΑΤΟ

11. Τρόποι ελέγχου της αντλίας από απόσταση , με χρήση απλής κάρτας sim

11.1 Με χρήση Η/Υ

Σε παρπάνω κεφάλαιο είδαμε ότι το PLC μπορεί να είναι συνδεδεμένο με ένα Η/Υ και σε μόνιμη βάση έτσι ώστε να ελέγχουμε το σύστημα αυτοματισμού που έχουμε αναπτύξει. Υπάρχουν περιπτώσεις που η συνεχής εποπτεία του συστήματος μας είναι αναγκαία έτσι χρειαζόμαστε να το ελέγχουμε από μακριά.

Αν ο Η/Υ που είναι συνδεδεμένο το PLC έχει πρόσβαση στο διαδύκτιο (internet) τότε ο έλεγχος μπορεί να πραγματοποιηθεί από κάποιον άλλον Η/Π που έχει επίσης έχει πρόσβαση στο διαδύκτιο αρκετά και στους δύο Η/Υ να είναι εγκατεστημένο το ένα λογισμικό τύπου team viewer .

11.1.1 Λογισμικό τύπου team viewer

Το TeamViewer συνδέεται με οποιονδήποτε υπολογιστή ή διακομιστή σε ολόκληρο τον κόσμο μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα. Μπορούμε να ελέγξετε τον απομακρυσμένο υπολογιστή που είναι συνδεδεμένο το PLC σαν να καθόμαστε και να τον χειροζόμαστε μπροστά του. Το μόνο που χρειάζεται είναι να δημιουργήσουμε ένα λογαριασμό (account) . κατά την έναρξη του προγράμματος και κάθε φορά που αποσυνδεόμαστε -συνδεόμαστε από το διαδύκτιο το team viewer παράγει αυτόματα ένα κωδικό (password) τον οποίο εμείς τον χρησιμοποιούμε μαζί με την διεύθυνση (IP) του Η/Υ του PLC ώστε να συνδεόμαστε. Από την στιγμή που πραγματοποιήτε η σύνδεση με τον απομακρυσμένο υπολογιστή αποκτάμε πρόσβαση σε όλα τα λογισμικά που δεν απαιτούν έγκριση του διαχειριστή του Η/Υ .Μπορούμε να λειτουργήσουμε το λογισμικό του PLC και να κάνουμε όποια παρέμβαση εμείς επιθυμούμε ανάλογα με την περίπτωση. [<http://www.teamviewer.com>]

11.2 Με χρήση απλής κάρτας sim

Σε περίπτωση που το PLC δεν έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο έχουμε την δυνατότητα να ελέγξουμε το σύστημα αντλιών με χρήση κάρτας sim και σλυστημα τηλεχειρισμού.

11.2.1 GSM MODEM

GMC 67 Τηλεχειρισμός GSM, Τηλεχειρισμός με SMS

Το GMC 67 (GSM Multi Control) είναι ένα σύστημα τηλεχειρισμού και τηλεειδοποίησης μέσω του δικτύου GSM. Έχει 6 εισόδους και 7 εξόδους. Μπορεί πολύ εύκολα (μέσω υπολογιστή ή μηνυμάτων SMS) να ρυθμιστεί να λειτουργήσει σαν: τηλεχειρισμός μέσω κινητού, συναγερμός, έλεγχος θερμοκρασίας, τηλεχειρισμός αντλιοστασίου, αυτόματο σύστημα επικοινωνίας ανοικτής ακρόασης, σύστημα αναγγελιών. Και βέβαια, χάρη στις πολλές εισόδους που έχει, μπορούμε να συνδυάσουμε όλες τις παραπάνω λειτουργίες σε μια συσκευή. Παρακάτω θα δούμε την εγκατάσταση του. [GMC 67 GSM Multi Control]

11.2.2 Τοποθέτηση κάρτας SIM

Αφού αφαιρέσου τον κωδικό PIN της κάρτας SIM, (χρησιμοποιώντας ένα κινητό τηλέφωνο) τοποθετείστε τη στο GMC. Η κάρτα μπαίνει από σχισμή στο πλάι μέχρι να ακούσετε ένα κλικ. Για να την αφαιρέσουμε, πιέζουμε λίγο προς τα μέσα με ένα νόμισμα. Θα ακουστεί ένα κλικ και η κάρτα θα πεταχτεί έξω.

11.2.3 Συνδέσεις

Για να λειτουργήσει η συσκευή χρειάζεται μια τάση τροφοδοσίας από 6 μέχρι 14V/DC.

Η κατανάλωσή της είναι 30 mA σε ηρεμία και 200 mA όταν επικοινωνεί. Οι συνδέσεις γίνονται όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.

Οι εξοδοί είναι open-collector με δυνατότητα 500 mA

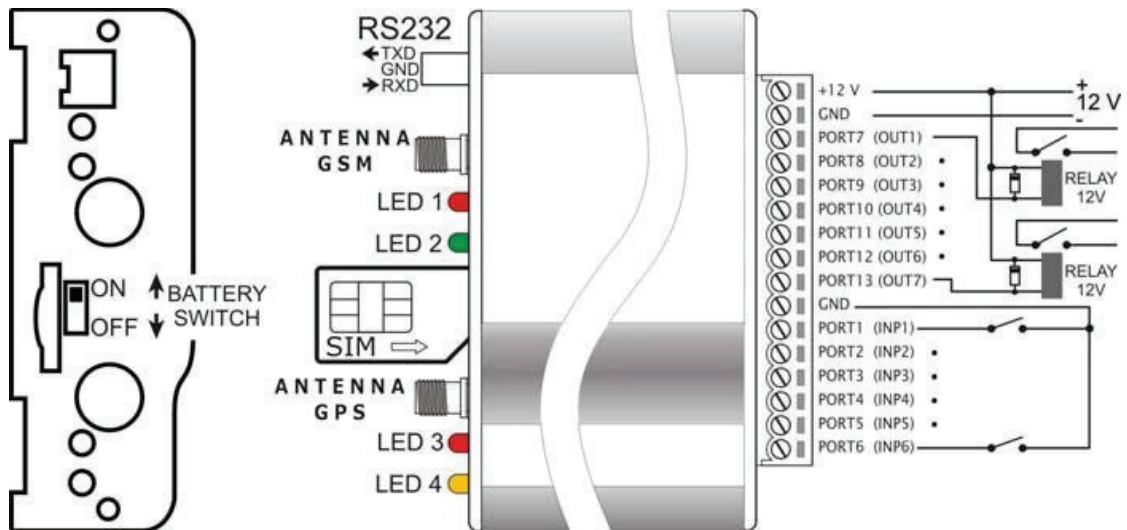
Εάν θέλουμε να συνδέσουμε μεγάλο ρελέ που έχει ρεύμα οδήγησης πάνω από 500 mA, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα ενδιάμεσο ρελέ χαμηλής ισχύος.

Πρέπει οπωσδήποτε να τοποθετήσουμε και μια διόδο παράλληλα με το τύλιγμα του ρελέ (κάθοδος της διόδου στο +).

Οι είσοδοι είναι προ-ρυθμισμένες σαν λογικές είσοδοι με pull-up αντίσταση, αλλά η λειτουργία τους μπορεί να αλλάξει. Ορισμένες είσοδοι μπορούν να γίνουν αναλογικές είσοδοι ή είσοδοι για θερμοστοιχείο. Μπορούν επίσης να γίνουν είσοδος μικροφώνου και

έξοδος για ακουστικό ή ενισχυτή. Οι έξοδοι μπορούν επίσης να γίνουν είσοδοι έτσι ώστε να έχουμε συνολικά 13 εισόδους.

Εάν η συσκευή που προμηθευτήκαμε έχει ενσωματωμένη μπαταρία, στο πλάι της συσκευής υπάρχει ο διακόπτης της μπαταρίας. Πρέπει να τον βάλουμε στη θέση ON για να λειτουργήσει η συσκευή.



Εικόνα 28 Συνδέσεις του GMC

11.2.4

Προγραμματισμός

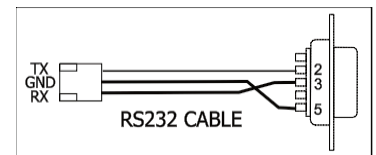
Ο προγραμματισμός μπορεί να γίνει είτε από υπολογιστή είτε μέσω SMS. Γίνεται δι- νοντας εντολές της μορφής #XX*YYYYYY#, όπου XX ο αριθμός της εντολής και YYYYYYYY τα δεδομένα. Οι εντολές προγραμματισμού περιγράφονται στα επόμενα κεφάλαια.

Προγραμματισμός με υπολογιστή

Γίνεται με δυο τρόπους. Με το πρόγραμμα GMC.EXE (οδηγίες σε αρχείο) ή με ένα πρόγραμμα τερματικού (π.χ. TERATERM). Εάν χρησιμοποιήσουμε το GMC.EXE δεν χρειάζεται καν να μελετήσουμε τις εντολές προγραμματισμού. Συμπληρώνουμε εμείς σε μια φόρμα τις λειτουργίες που θέλουμε και το πρόγραμμα συντάσσει τις εντολές.

Για να προγραμματίσουμε με το πρόγραμμα τερματικού πρέπει πρώτα να ετοιμάσου- με σε ένα πρόγραμμα επεξεργασίας απλού κειμένου, π.χ. το notepad, ένα κείμενο στο οποίο έχουμε βάλει όσες εντολές θέλουμε και στο τέλος τον χαρακτήρα @. Π.χ.

#12*12 1 A#
#21*6981234567#



Εικόνα 29 Καλώδιο RS 232

#31*ALARM1 NOALARM1#

@ Συνδέουμε το PC με το GMC με το καλώδιο (Σχήμα 2) και ρυθμίζουμε τη σύνδεση

RS232 στα: 19200 baud, 8 bit, no parity.

Transmit delay = 40msec/char.

Πιέζουμε το πλήκτρο [S] στον υπολογιστή και περιμένουμε απάντηση 'READY'.

Τότε στέλνουμε το αρχείο που ετοιμάσαμε να γίνει ο προγραμματισμός.

11.2.5 Είσοδοι – εξόδοι

Το GMC έχει συνολικά 13 ports. Από αυτά τα 6 πρώτα είναι είσοδοι και τα υπόλοιπα 7 είναι εξόδοι. Η λειτουργία των port μπορεί να αλλάξει. Όλα τα port μπορούν να γίνουν είσοδοι ενώ ορισμένες είσοδοι μπορούν να γίνουν αναλογικές είσοδοι ή είσοδοι για θερμοστοιχείο. Αναλογικές είσοδοι μπορούν να γίνουν τα port 1,2,3,4,5,10,11,12.

Ονομασίες εισόδων - εξόδων

Σε κάθε port δίνουμε δυο ονομασίες, μια όταν αυτό είναι απενεργοποιημένο και μια όταν είναι ενεργοποιημένο. Τις ονομασίες αυτές βλέπουμε στην αναφορά με SMS που θα λάβουμε που μας δείχνει την κατάσταση της εισόδου ή εξόδου.

Επίσης στέλνοντας ένα SMS με την ονομασία του ενεργοποιημένου port ενεργοποιούμε την αντίστοιχη έξοδο ή την ονομασία του απενεργοποιημένου port όταν θέλουμε να απενεργοποιήσουμε την έξοδο.

Για να αλλάξουμε τις ονομασίες δίνουμε εντολές της μορφής:

#NN*XXXXXXXXXYYYYYYYY# Όπου:

NN Ο αριθμός της εντολής που καθορίζει το port. Ο αριθμός αυτός είναι από

31 μέχρι 43 για τα port 1 μέχρι 13 αντίστοιχα.

XXXXXXXXX Είναι η ονομασία του απενεργοποιημένου port

και

YYYYYYYYY Η ονομασία του ενεργοποιημένου port.

Οι ονομασίες πρέπει να έχουν πάντα 8 χαρακτήρες μαζί με τα κενά. Όταν είναι μικρότερες συμπληρώνουμε με κενά.

Εάν ο πρώτος χαρακτήρας της κάθε ονομασίας είναι '.' (τελεία), τότε η ονομασία αυτή δεν θα εμφανίζεται στην αναφορά με SMS.

11.2.6 Έλεγχος εξόδων. Άνοιγμα κλείσιμο και παλμός

Έστω πως στο port 7 (έξοδος 1) έχουμε συνδέσει ένα ρελέ το οποίο ελέγχει μια α- ντλία. Αν προγραμματίσουμε:

```
#37*PUMP OFFPUMP ON #
```

Τότε στέλνοντας ένα μήνυμα με τη φράση 'PUMP ON' θα βάλουμε εμπρός την αντλία ενώ με το μήνυμα 'PUMP OFF' θα κλείσουμε την αντλία.

Εάν όμως θέλουμε η έξοδος να ανοίγει για 1.5 δευτερόλεπτο και μετά να κλείνει μόνη της (παλμός) τότε προγραμματίζουμε ως εξής:

```
#37*..15 PUMP ON #
```

Δηλαδή στην θέση του κειμένου που κλείνει την έξοδο έχουμε βάλει δυο τελείες και την διάρκεια του ανοίγματος σε δέκατα του δευτερόλεπτου,

Έτσι στέλνοντας ένα μήνυμα με τη φράση 'PUMP ON' το port 7 (έξοδος 1) θα ανοίξει για 1,5 δευτερόλεπτο και μετά θα κλείσει μόνο του.

Ο αριθμός που ρυθμίζει τον χρόνο μπορεί να έχει μέχρι 5 ψηφία, δηλαδή μέχρι 99999 το οποίο μας δίνει 9999,9 δευτερόλεπτα = 166 λεπτά .

11.2.7 Λειτουργία εισόδων - εξόδων

Η λειτουργία των ports (εισόδων – εξόδων) ρυθμίζεται με εντολές της μορφής:

#NN*XX T Z# Όπου:

NN ο αριθμός της εντολής που καθορίζει το port. Ο αριθμός αυτός είναι από **01** μέχρι **13** για τα port 1 μέχρι 13 αντίστοιχα.

XX Είναι ο τύπος του port. Παίρνει τιμές από 00 μέχρι 15 όπου:

00= είσοδος που δεν δίνει συμβάν.

01= είσοδος που δίνει συμβάν όταν πάει από '1' σε '0'

02= είσοδος που δίνει συμβάν όταν πάει από '0' σε '1'

03= είσοδος που δίνει συμβάν όταν πάει από '0' σε '1' ή από '1' σε '0'

04= είσοδος που οπλίζει όταν πάει από '1' σε '0' και αφοπλίζει την ομάδα που ανήκει όταν πάει από '0' σε '1'. Ενδιάμεσα η ομάδα μπορεί να οπλιστεί-αφοπλιστεί και με άλλο τρόπο.

05= είσοδος που σπλίζει την ομάδα που ανήκει όταν πάει από '1' σε '0'.

06= είσοδος που αφοπλίζει την ομάδα που ανήκει όταν πάει από '1' σε '0'.

07= είσοδος που σπλίζει την ομάδα που ανήκει όταν είναι '1'.

08= είσοδος που σπλίζει την ομάδα που ανήκει όταν είναι '0'.

12= έξοδος.T Είναι ο χρόνος ανταπόκρισης. Παίρνει τιμές από 0 μέχρι 3, όπου:

0=0.2 s, 1=1 s, 2=5 s, 3=25 s.

Εάν η είσοδος είναι αναλογική, το T δίνει σε πόσες μετρήσεις υπολογίζεται ο μέσος όρος για βγει το αποτέλεσμα, 0=4, 1=8, 2=16, 3=32 μετρήσεις.

Z Είναι η ομάδα που ανήκει το port. Παίρνει τιμές A, B, C και D. Για κατανόηση της βασικής χρήσης των ομάδων κοίτα παράγραφο 2.4.4.2.

Π.χ. το #05*02 1 D# ορίζει την λειτουργία του port 5 σαν είσοδο που δίνει συμβάν όταν πάει από 0 σε 1 και μένει '1' τουλάχιστον για 2 δευτερόλεπτα και ανήκει στην ομάδα D.

Επεξήγηση: Όταν στην είσοδο η τάση είναι από 0 μέχρι 0,5 V, η είσοδος είναι '0'. Όταν είναι από 0,5 μέχρι 12V η είσοδος είναι '1'. Όταν μια είσοδος είναι ασύνδετη έχει τάση 3,9 V και είναι '1'. Όταν συνδεθεί με τη Γη (- της τροφοδοσίας) πάει '0'.

11.3 Καθορισμός χρηστών

Μπορούν να καταχωρηθούν μέχρι τέσσερα νούμερα τηλεφώνων χρηστών. Το GMC 67 θα κάνει κλήση και θα στέλνει μηνύματα στα νούμερα αυτά. Από αυτά θα δέχεται επίσης αναπάντητες και SMS για να εκτελέσει εντολές. Το νούμερο 1 είναι το βασικό και το GMC 67 δέχεται μηνύματα προγραμματισμού μόνο από αυτό.

11.3.1 Καταχώρηση αριθμών τηλεφώνων χρηστών

Καταχωρούμε τα νούμερα με τις εντολές **21, 22, 23 και 24**, π.χ. δίνοντας:

#21*6979901234# καταχωρούμε το νούμερο 1.

Ειδοποιήσεις χρηστών

Όταν κάποια είσοδος δώσει συμβάν, τότε σε ποια τηλέφωνα θα γίνει αποστολή SMS και κλήση εξαρτάται από την ομάδα στην οποία ανήκει η είσοδος που έδωσε το συμβάν.

Αυτό ρυθμίζεται από τις παραμέτρους **25, 26, 27 και 28** για τα νούμερα 1, 2, 3 και 4 αντίστοιχα.

Η κάθε παράμετρος αποτελείται από 8 ψηφία. Τα 4 πρώτα καθορίζουν την αποστολή SMS (το πρώτο για την ομάδα **A**, το δεύτερο για την ομάδα **B** κτλ) και τα 4 τελευταία με τον ίδιο τρόπο την κλήση. Το κάθε ψηφίο μπορεί να είναι 0 (όχι) ή 1 (ναι).

Δίνουμε παραδείγματα.

#25*1111 1111# Το νούμερο 1 θα λάβει SMS και κλήση όταν δώσει συμβάν οποιαδήποτε είσοδος.

#26*0101 0000# Το νούμερο 2 θα λάβει SMS όταν δώσει συμβάν είσοδος που ανήκει στην ομάδα **B** ή **D** και ποτέ κλήση.

#27*1000 0010# Το νούμερο 3 θα λάβει SMS όταν δώσει συμβάν είσοδος που ανήκει στην ομάδα **A** και θα του γίνει κλήση όταν δώσει συμβάν είσοδος που ανήκει στην ομάδα **C**.

#28*0000 0000# Το νούμερο 4 δεν λαμβάνει ποτέ SMS και κλήση.

Εδώ φαίνεται η χρησιμότητα των ομάδων. Μπορούμε δηλαδή, όπως είδαμε στα παραδείγματα παραπάνω, ανάλογα με το ποια είσοδος ενεργοποιήθηκε να ειδοποιούμε άλλους ανθρώπους.

Σε ένα απλό σύστημα που όλα τα τηλέφωνα θα έχουν τις ίδιες ειδοποιήσεις αρκεί να βάλουμε όλες τις εισόδους στην ίδια ομάδα (π.χ. **A**) και να βάλουμε:

#25*1000 1000# #26*1000 1000# #27*1000 1000# #28*1000 1000#.

11.3.2 Ρύθμιση λειτουργιών κλήσεων

Το GMC 67 κάνει και δέχεται κλήσεις. Οι κλήσεις αυτές μπορεί να είναι αναπάντητες ή να απαντηθούν, είτε είναι εισερχόμενες είτε είναι εξερχόμενες.

Εξερχόμενες κλήσεις

Οι εξερχόμενες κλήσεις τερματίζονται με τον τερματισμό ή με την απόρριψη της κλήσης από τον καλούμενο. Με την παράμετρο **44**, η οποία παίρνει τιμές από 000 μέχρι 007, μπορούμε να ρυθμίσουμε τον μέγιστο χρόνο της εξερχόμενης κλήσης και την αυτόματη ενεργοποίηση της εξόδου 5 όπως φαίνεται στον Πίνακα 2. Εάν π.χ. βάλουμε **#44*004#** τότε ο μέγιστος χρόνος θα είναι 5 λεπτά και δεν θα ενεργοποιηθεί η έξοδος 5.

Τιμές παραμέτρου 44

Τιμή παραμέτρου 44	000	001	002	003	004	005	006	007	008	009
Ενεργοποίηση της εξόδου 5	OXI	NAI	OXI	NAI	OXI	NAI	OXI	NAI	OXI	NAI
Μέγιστος χρόνος	25 s		5 min		10 min		1 min		25 min	

Εισερχόμενες κλήσεις

Οι εισερχόμενες κλήσεις κάνουν διάφορες λειτουργίες ανάλογα τον αριθμό των κουδουνισμών και την ανάλογα την τιμή που έχουμε βάλει στην παράμετρο **45**. Για τιμή της παραμέτρου 00 η κλήση απαντιέται από την συσκευή και ενεργοποιείται η έξοδος 5. Για υπόλοιπες τιμές η κλήση είναι αναπάντητη και γίνονται οι λειτουργίες, που φαίνονται στον Πίνακα 3

Λειτουργίες εισερχομένων κλήσεων για τιμή της παραμέτρου **45** μεγαλύτερης του 00.

Αριθμός των κουδουνισμών		
2 ,3	4,5,6	7 και πάνω .
Στέλνει αναφορά		
Στέλνει αναφορά	Όπλιση	Αφόπλιση
Στέλνει αναφορά	Όπλιση + αναφορά	Αφόπλιση + αναφορά
Όπλιση	Αφόπλιση	
Όπλιση + αναφορά	Αφόπλιση + αναφορά	
Ενεργοποιείται η έξοδος 6 για 2 δευτερόλεπτα.		
Ενεργοποιείται η έξοδος 6 για 2 δευτερόλεπτα + αναφορά		
Στέλνει αναφορά	Αντιστρέφει την έξοδο 6.	
Στέλνει αναφορά	Αντιστρέφει την έξοδο 6 + αναφορά.	
Στέλνει αναφορά	ON στην έξοδο 6	OFF στην έξοδο 6
Στέλνει αναφορά	ON στην έξοδο 6 + αναφορά	OFF στην έξοδο 6 + αναφορά
Στέλνει αναφορά	Αντιστρέφει την έξοδο 6	Αντιστρέφει την έξοδο 7
Στέλνει αναφορά	Αντιστρέφει την έξοδο 6 +	Αντιστρέφει την έξοδο 7 +
Στέλνει αναφορά	Παλμό στην έξοδο 6	Παλμό στην έξοδο 7
Στέλνει αναφορά	Παλμό στην έξοδο 6 + αναφορά	Παλμό στην έξοδο 7 + αναφορά
Παλμό στην έξοδο 6	Παλμό στην έξοδο 7	
Παλμό στην έξοδο 6 + αναφορά	Παλμό στην έξοδο 7 + αναφορά	
Στέλνει στίγμα GPS	Στέλνει αναφορά	
Στίγμα GPS + αναφορά	Στέλνει αναφορά	
Στέλνει στίγμα GPS	Όπλιση GPS	Αφόπλιση GPS
Στίγμα GPS + αναφορά	Όπλιση GPS + αναφορά	Αφόπλιση GPS + αναφορά
Ενεργοποιείται η έξοδος 1,2,3 ή 4 εάν η κλήση έγινε αντίστοιχα από τα νούμερα 1,2,3 ή 4.		
Ο χρόνος ενεργοποίησης ρυθμίζεται από την παράμετρο 66.		

11.3.3 Αυτοέλεγχος με αναπάντητες κλήσεις

Το GMC 67 έχει την δυνατότητα να κάνει στο νούμερο που ορίσουμε αναπάντητες κλήσεις ανά χρονικό διάστημα που εμείς έχουμε ορίσει. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να ξέρουμε ότι το GMC 67 λειτουργεί σωστά και είναι έτοιμο να δεχθεί και στείλει εντολές. Ρυθμίζουμε την λειτουργία αυτή με τις παρακάτω εντολές.

#20*XXXXXXXXXX# Καθορισμός αριθμού για αναπάντητες κλήσεις.

#65*HHH# HH = ρυθμός επανάληψης κλήσης σε ώρες. Για να μη γίνονται αναπάντητες βάζουμε HH =000.

Ειδικές λειτουργίες

Η παράμετρος **#66*X Y Z#** ενεργοποιεί και ρυθμίζει μερικές ειδικές λειτουργίες του GMC 67. Οι λειτουργίες αυτές δίνονται παρακάτω.

11.3.4 Τηλεχειρισμός αντλιοστασίων

Για την εφαρμογή αυτή συνεργάζονται 2 συσκευές. Η Α είναι στην αντλία και η Β στην δεξαμενή. Η Β κάνει αναπάντητες κλήσεις στην Α ανά προκαθορισμένο χρόνο όσο η στάθμη είναι χαμηλή. Κάθε φορά που δέχεται αναπάντητη κλήση η Α, ανοίγει την αντλία για προκαθορισμένο χρόνο. Έτσι θα γίνουν τόσες αναπάντητες, μέχρι να φτάσει η στάθμη στην δεξαμενή στο σωστό σημείο.

Για να ενεργοποιηθεί η λειτουργία αυτή βάζουμε **#66*3 0 Z#**. Το **Z** παίρνει τιμές από 0 μέχρι 3 και καθορίζει το κάθε πότε θα στέλνονται αναπάντητες από την Β και για πόσο χρόνο θα παραμένει ανοιχτή η αντλία στην συσκευή Α. Στη συσκευή Α η παράμετρος 45 πρέπει να έχει τιμή 24.

Τιμές Z

ΤΙΜΗ Z	Χρόνος επανάληψης αναπάντητων	Διάρκεια ανοίγματος αντλίας
0	1.5 min	2 min
1	2.5 min	3 min
2	4.5 min	5 min
3	7.5 min	8 min

Μια συσκευή Β μπορεί να κάνει αναπάντητες (ανάλογα την είσοδο που ενεργοποιείται) μέχρι σε 4 συσκευές Α. Κάθε συσκευή Α μπορεί να δέχεται εντολές μέχρι από 4 συσκευές Β. Για την λειτουργία αυτή πρέπει να βάλουμε και **#48*0 0 0 0#**.

11.4 Χειρισμός συσκευής

Την συσκευή την ελέγχουμε στέλνοντας εντολές με μηνύματα και κάνοντας κλήσεις σε αυτή.

11.4.1 Χειρισμός με μηνύματα

Υπάρχουν σταθερά κείμενα μηνυμάτων που ελέγχουν τις λειτουργίες της συσκευής και προγραμματιζόμενα κείμενα που ελέγχουν τις εξόδους.

Τα σταθερά κείμενα μηνυμάτων είναι:

REPORT Αίτηση για αποστολή αναφοράς.

OPLISI Όπλισε ομάδες.

AFOPLI Αφόπλισε ομάδες .

SLEEP Βάλε σε λειτουργία χαμηλής κατανάλωσης.

Τα μηνύματα όπλισης / αφόπλισης παίρνουν μέχρι 4 γράμματα που ορίζουν τις ομάδες που θα οπλιστούν - αφοπλιστούν.

Εάν δεν βάλουμε κανένα γράμμα οπλίζουν / αφοπλίζουν όλες τις ομάδες. Π.χ.

OPLISI ABC όπλισε τις ομάδες **A**, **B** και **C**

AFOPLI Αφόπλισε όλες τις ομάδες

Μπορούμε να ενεργοποιούμε ή απενεργοποιούμε κάποια από τις 7 εξόδους στέλνοντας ένα μήνυμα με την ονομασία που δώσαμε στην ενεργοποιημένη ή απενεργοποιημένη έξοδο (κοίτα παράγραφο 2.4.3.1).

Προσθέτοντας τον χαρακτήρα # στο τέλος της εντολής, θα έχουμε αυτόματα αποστολή μηνύματος αναφοράς σαν επιβεβαίωση.

11.4.2 Χειρισμός με κλήσεις

Οι εισερχόμενες κλήσεις κάνουν διάφορες λειτουργίες ανάλογα με τον αριθμό των κουδουνισμών και την τιμή που έχουμε βάλει στην παράμετρο **45**.

11.4.3 Ενδείξεις λειτουργίας

Το **LED1 (κόκκινο)** κάνει από μια μέχρι 5 λάμπες κάθε τρία δευτερόλεπτα. Ο αριθμός των λάμπων δείχνει την ένταση του σήματος.

Το **LED2 (πράσινο)** είναι η ένδειξη του GSM modem και δείχνει:

Σβησμένο = το modem είναι κλειστό Μια

λάμψη κάθε δευτερόλεπτο = δεν βρίσκει το δίκτυο.

Μια λάμψη κάθε 3 δευτερόλεπτα = έχει συνδεθεί στο δίκτυο.

Τρεις λάμπες το δευτερόλεπτο = έχει συνδεθεί σε GPRS.

11.5 Προγραμματισμός συστήματος

Ο προγραμματισμός του εν λόγω συστήματος έγινε μέσω υπολογιστή και σύνδεση των modem με σειριακό καλώδιο RS232. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιούμε είναι το GMC.EXE

Σε αυτό έχουμε τη δυνατότητα να δουλέψουμε:

- στη φόρμα του συστήματος,
- στον κώδικα,
- και στη φόρμα και στον κώδικα

Ο προγραμματισμός στον κώδικα ή στη φόρμα λειτουργεί ανεξάρτητα και αλληλοσυμπληρώνονται. Στην περίπτωσή μας το πρόγραμμα γράφτηκε και σε φόρμα και σε κώδικα.

Στο παράρτημα βλέπουμε τον προγραμματισμό για το modem της δεξαμενής (tank) καθώς και για το modem του αντλιοστασίου (pump). Η QList που βλέπουμε στα προγράμματα των modem είναι η λίστα εντολών προ-γραμματισμού η οποία είναι αντιγραφή της φόρμας.

11.6 Έλεγχος συστήματος μέσω SMS

Στο σύστημά μας έχουμε τη δυνατότητα να έχουμε έλεγχο κατάστασης ανά πάσα στιγμή στέλνοντας το μήνυμα REPORT στο modem της δεξαμενής ή του αντλιοστασίου. Αυτά αντίστοιχα θα μας δώσουν αναφορά για τις εξής παραμέτρους.

Δεξαμενή(tank)

- την κατάσταση ασφαλείας του πίνακα εξοπλισμού (safe Box) ή (alarm Box)
- την κατάσταση ασφαλείας του Φ/Β στοιχείου (safe P/V) ή (alarm P/V)
- τη στάθμη της δεξαμενής (full) ή (empty)

Αντλιοστάσιο(pump)

- την κατάσταση ασφαλείας της πόρτας του αντλιοστασίου (safe) ή (alarm)
- την κατάσταση του θερμικού προστασίας της αντλίας (failure) ή (thermal ok)
- την κατάσταση λειτουργίας της αντλίας (pump on) ή (pump off)

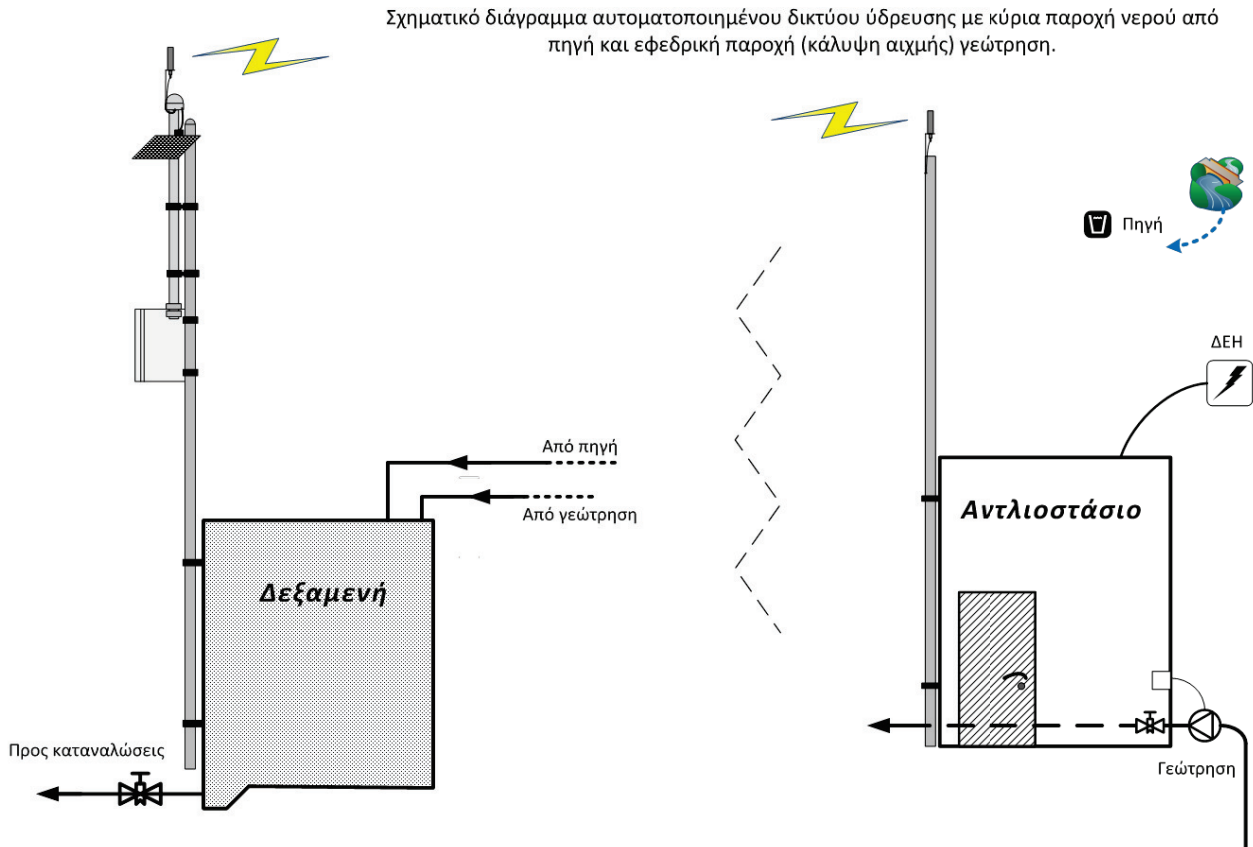
Αντίστοιχα report θα έχουμε σε οποιαδήποτε αλλαγή κατάστασης των παραπάνω παραμέτρων εφόσον βρισκόμαστε σε λειτουργία auto.

Παραδείγματα αναφοράς των modem βλέπουμε παρακάτω.

PUMP ON SAFE	FAILURE SAFE	ALARM ALARM	PUMP OFF SAFE
THERM OK PUMP ON	FAILUR PUMP OFF	THERM OK PUMP ON	THERM OK PUMP OFF
ALARM BO	ALARM P/V	ALARM BO	ALARM P/V
ALARM BO	SAFE BOX	ALARM BO	SAFE BOX
SAFE P/V FULL	ALARM P/V EMPTY	SAFE P/V FULL	ALARM P/V EMPTY

Στην πρώτη σειρά (με bold) φαίνεται το αίτιο της αναφοράς. Στις υπόλοιπες σειρές βλέπουμε την κατάσταση όλων των παραμέτρων που έχουμε χρησιμοποιήσει.

Συνδυασμένα αίτια (πχ πτώση θερμοκούς και άρα off της αντλίας) θα ενεργοποιήσουν διαφορετικές αναφορές. Σε κάθε αναφορά μας ενημερώνει και για την τάση τροφοδοσίας του modem. Στην περίπτωση της δεξαμενής είναι η τάση λειτουργίας της μπαταρίας, άρα έχουμε και έλεγχο κατάστασης της μπαταρίας. Επί πλέον μας ενημερώνει και για τη στάθμη του σήματος GSM.



Εικόνα 30 σχηματικό διάγραμμα αυτοματοποιημένου δικτύου με εγκατεστημένο σύστημα ελέγχου

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την στιγμή που οι απαιτήσεις σε ανάγκη ύδρευσης και άρδευσης αυξήθηκαν και με την βοήθεια της βιομηχανίας κατασκευάστηκαν οι πρώτες ηλεκτρικές αντλίες με αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις χειροκίνητες (πομόνα κλπ) ως τον τρόπο λειτουργίας αλλά και την παροχή μεγάλων ποσοτήτων νερού. Οι ανάπτυξη των εφαρμογών αυτοματισμού με τον κλασσικό τρόπο , χρήση ηλεκτρονόμων, έδωσε λύσεις σε αρκετά προβλήματα καθώς μπορούσε να γίνει έλεγχος των λειτουργιών ενός συστήματος αντλιών χωρίς να απαιτείται κάποια φυσική παρουσία. Αργότερα με την άνθιση των ηλεκτρονικών επιστημών αλλά και της επιστήμης της πληροφορικής αναπτύχθηκε ένα νέο είδος ηλεκτρονικής συσκευής , οι κατασκευαστές το ονόμασαν PLC (Programming Logistics Control) , με μεγάλες δυνατότητες το οποίο άλλαξε τον τρόπο που γίνονταν οι βιομηχανικοί αυτοματισμοί.

Το PLC δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένας μικροϋπολογιστής, κατάλληλα προσαρμοσμένος ώστε να χρησιμοποιείται για τη λειτουργία των αυτοματισμών. Το PLC δηλαδή δημιουργήθηκε για να αντικαταστήσει τον κλασσικό πίνακα αυτοματισμού με τους ηλεκτρονόμους. Έγινε μια μεγάλη αλλαγή, περάσαμε κατευθείαν από τους ηλεκτρονόμους στους υπολογιστές παρακάμπτοντας τα ηλεκτρονικά. Τα αρχικά προβλήματα όσο αφορά την χρήση και τον προγραμματισμό του PLC από τους τεχνικούς ξεπεράστηκαν και η χρήση τους διαδόθηκε γρήγορα. Τα PLC προγραμματίζονται σε τρεις γλώσσες:

- Γλώσσα LADDER που είναι η πρώτη γλώσσα που αναπτύχθηκε και επιτρέπει τη μεταφορά του ηλεκτρολογικού σχεδίου μέσω της συσκευής προγραμματισμού.
- Γλώσσα STL (Γλώσσα λογικών εντολών) Περιέχει εντολές προγράμματος που αντιστοιχούν στις λογικές πύλες (AND, OR, NOT κλπ) Σήμερα έχει εμπλουτιστεί με στοιχεία της γλώσσας assembly και απαιτεί από τον ηλεκτρολόγο να έχει έστω στοιχειώδεις γνώσεις προγραμματισμού.
- Γλώσσα λογικών γραφικών (FBD) ή λογικού διαγράμματος. Είναι και αυτή γραφική αλλά αντί του ηλεκτρολογικού σχεδίου χρησιμοποιείται το αντίστοιχο λογικό κύκλωμα.

Σήμερα τα PLC συνδέονται με κατάλληλο καλώδιο με τον υπολογιστή , τον οποίο χρησιμοποιούμε για να κάνουμε τον προγραμματισμό σε μια από τις παραπάνω γλώσσες κυρίως LADDER ή σε γλώσσα λογικών γραφικών, να δοκιμάσουμε το πρόγραμμα, να κάνουμε δηλαδή προσομοίωση και κατόπιν το μεταφέρουμε στο PLC.

Παραπάνω στην εργασία μελετήσαμε την χρήση του PLC σε ένα βιομηχανικού τύπου αυτοματισμό με αντλίες νερού . Το σύστημα έχει κατασκευαστεί για να καλύψει τις ανάγκες άρδευσης μιας περιοχής πρασίνου α ελέγχει τις αντλίες ακάθαρτων νερών την πλήρωση δεξαμενών. Για τις παραπάνω βασικές λειτουργίες η λύση του κλασσικού αυτοματισμού (ηλεκτρολογικοί πίνακες με ηλεκτρονόμους) θα ήταν αρκετά περίπλοκη PLC αντικατέστησε τον κλασσικό πίνακα αυτοματισμού και ήταν υπεύθυνο για την βασική λειτουργία του συστήματος αλλά και τις επιμέρους διεργασίες που χρειάζονται. Συνοπτικά το PLC έκανε ένα πλήθος εργασιών από το να δέχεται τις πληροφορίες να τις αξιολογεί (σύμφωνα με τα δεδομένα που του έχουμε δώσει κατά τον προγραμματισμό) και να κάνει τις κατάλληλες ενέργειες πχ να δίνει εντολή για να ανοίξει ή να κλείσει η ηλεκτροβάννα από την γεώτρηση ή την παροχή της ΕΥΔΑΠ για την πλήρωση των δεξαμενών του αντλιοστασίου.

Για την καλύτερη λειτουργία του συστήματος αυτοματισμού εγκαταστάθηκαν πέρα από την κεντρική μονάδα του PLC , κάρτες επέκτασης εισόδων/εξόδων , ρυθμιστής στροφών , εκκινητής (Soft Starter) , αισθητήρια μετρήσεων.

Σε αυτό το σύστημα αυτοματισμού εκτελούνται όπως είπαμε αρκετές διεργασίες έτσι για τον ακόμα καλύτερο έλεγχο του συστήματός μας εγκαταστάθηκαν και συσκευές εποπτικού ελέγχου. Τοποθετήθηκαν δύο οθόνες ενδείξεων με πληκτρολόγιο, οι οποίες ανήκουν στις συσκευές εποπτικού ελέγχου Operator Interfaces. Ακόμα, μία μελλοντική επέκταση του συστήματος αυτοματισμού είναι η δημιουργία ενός συστήματος SCADA για τον αυτοματισμό άρδευσης του ΤΡΑΜ. Λόγω των αυξημένων αναγκών και απαιτήσεων ο έλεγχος του συστήματος είναι συνεχής έτσι συνδέοντας το PLC με ένα Η/Υ και με την χρήση του διαδικτύου και λογισμικού τύπου teamviewer μπορούμε να έχουμε πρόσβαση από οπουδήποτε υπολογιστή και να ελέγχουμε τις λειτουργίες και τις διεργασίες του αυτοματισμού μας. Επειδή όμως το δίκτυο του ιντερνέτ μπορεί να παρουσιάσει κάποια βλάβη εγκαταστήσαμε ένα σύστημα τηλεχειρισμού του συστήματος με χρήση καρτών SIM κινητής τηλεφωνίας. Με ένα πλήθος από εντολές τις οποίες μπορούμε να ρυθμίσουμε και ανάλογα με τον τρόπο επικοινωνίας , κλήση , αποστολή SMS έχουμε και ανάλογη δράση από τα σύστημα όπως έναρξη ή διακοπή λειτουργίας κάποις αντλίας ανάλογα με την περίπτωση.

Καταλήγοντας θα μπορούμε να πούμε ότι τα PLC έχουν αρκετά πλεονεκτήματα που όπως προαναφέραμε έχουν κάνει την χρήση τους αρκετά διαδεδομένη

- Ο χρόνος υλοποίησης του αυτοματισμού μειώνετε
- Το κόστος υλοποίησης του αυτοματισμού μειώνετε
- Κατάλληλο σε βιομηχανικούς αυτοματισμούς με αρκετές ηλεκτρικές μηχανές
- Ελαχιστοποίηση κόστους συντήρησης
- Μεγάλη ευελιξία στην τροποποίηση και προσαρμογή του αυτοματισμού
- Δυνατότητα σύνδεσης με Η/Υ ή κάποιο ηλεκτρονικό δίκτυο
- Καταλαμβάνει λιγότερο χώρο
- Οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας

Στα μειονεκτήματα θα μπορούσαμε να πούμε

- Δεν συστήνεται για οικιακούς ή μικρούς αυτοματισμούς λόγω κόστους
- Έλειπες εκπαίδευση στο προσωπικό και τους τεχνικούς.



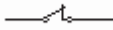




ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Κωσταντίνου Β. Ακριτίδη , “Αντλίες” , Εκδόσεις “Γιαχούδη- Γιαπούλη” , Θεσσαλονίκη 1994
- Γεωργίου Κ. Κοκκινάκη – Γεωργίου Ι. Καρύδη Εκδόσεις “Ίδρυμα Ευγενίδου” , Αθήνα 1995
- Frank D. Petruzella, “Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτες (PLC)” , έκδοση δεύτερη , Μετάφραση Σπυρίδων Γ. Αποστολάκης , Εκδόσεις “Τζιολα” , Θεσσαλονίκη
- Γεώργιος Κορρές, “Στοιχεία Συστημάτων SCADA”, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 2001
- Νικόλαου Α. Πανταζή, “Σύγχρονοι Βιομηχανικοί Αυτοματισμοί”, τόμος Α – Ηλεκτρολογικό σχέδιο & PLC, Ελληνικές Τεχνολογικές Εκδόσεις, 1995
- Νίκου Φωτιάδη, “ Έλεγχος με Προγραμματιζόμενη Μνήμη”, Εκδόσεις “ΙΩΝ”, 1996
- Getting Results Guide (Doc ID 9399-RLD300GR-AUG00), "RSLogix 5000 – Configuration and Programming for the Logix5000™ Family of Controllers", available at <http://www.software.rockwell.com>
- MicroLogix Selector Guide (Publication number 1764-SO001A-U-P December 2006), " MicroLogix 1500 System Overview ", available at <http://www.ab.com/micrologix>
- Installation Instructions (Publication number 1764-5.1 November 2002), " MicroLogix™ 1500 Programmable Controller Base Units ", available at <http://www.theautomationbookstore.com>
- Τηλεχειρισμός για το GMC 67 GSM Multi Control , Εγχειρίδιο Χρήσης
- <http://www.teamviewer.com>
- <https://www.wikipedia.org/>
- <http://www.antlies.gr>
- <http://2epal-am.weebly.com/alphanutaulambdaiotaepsilonsigma.html>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Το λογισμικό RSLogix 500 περιλαμβάνει τις παρακάτω βασικές λειτουργίες:

- Ευκολία διαμόρφωσης, περιλαμβάνοντας του γραφικού διοργανωτή ελεγκτών, των I/O διαλόγων διαμόρφωσης και του εργαλείου διαμόρφωσης κινήσεων.
- Σύνθετη επεξεργασία δεδομένων, χρησιμοποιώντας σειρές και τις καθορισμένες από το χρήστη δομές, ώστε να παρέχει την απαραίτητη ευελιξία για την εφαρμογή παρά τον εξαναγκασμό του για να εγκαταστήσει την ειδική δομή μνήμης, όπως αυτή καθορίζεται από τη μνήμη δεδομένων του ελεγκτή.
- Εύχρηστη μέθοδος διευθυνσιοδότησης των I/O.
- Έναν συντάκτη διαγράμματος επαφών (ladder editor), ελεύθερου μορφής, που μας αφήνει να επικεντρωθούμε στη λογική εφαρμογής αντί της σύνταξης δεδομένου όσο εμείς γράφουμε το πρόγραμμά. Ακόμα, μας επιτρέπει να τροποποιήσουμε τα πολλαπλά λογικά μικρά τμήματα (rungs) ταυτόχρονα, καθώς επίσης και για να εισαγάγουμε τη λογική είτε από το point-and-click interface είτε μέσω μιας υπαγόρευσης εισόδων ASCII.
- Ένας εύκαμπτος και εύχρηστος συντάκτης διαγραμμάτων μπλοκ λειτουργίας (function block editor) που μας επιτρέπει να προγραμματίζουμε τη λογική μας μέσω των function block.
- Μια γραφική απεικόνιση των περιεχομένων του προγράμματος μας η οποία καλείτε project tree που μας επιτρέπει να έχουμε πρόσβαση σε φακέλους και αρχεία που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμά μας. Drag-and-drop editing και ειδική πλοήγηση για να κινεί γρήγορα τα στοιχεία των δεδομένων από ένα αρχείο δεδομένων προς ένα άλλο, rungs από μια υπορουτίνα ή project προς άλλο, εντολές ενός rung σε άλλο, function block σε άλλο μέσα σε ένα project.
- Λογική οργάνωση εφαρμογής χρησιμοποιώντας διεργασίες, πρόγραμμα και επαναλαμβανόμενες δομές
- Διαγνωστική ικανότητα ελέγχου (monitoring) συμπεριλαμβανομένου ενός status display της επικρατούσας κατάστασης του ελεγκτή, ενός πρόγραμμα επαλήθευσης χαρακτηριστικών και μιας ολοκληρωμένης οθόνης δεδομένων.
- Ένας ισχυρός ελεγκτής προγράμματος που χρησιμοποιείτε για να χτίζετε ο κατάλογος των λαθών του προγράμματος και να μπορούμε να κάνουμε τις διορθώσεις με ευκολία.

		Σύμβολα	
		Διάγραμμα συσندσμολογίας	Διάγραμμα επαφών
Είσοδοι	Ανοικτή επαφή		
	Κλειστή επαφή		
Έξοδοι	Λαμτήρας		
	Ήλεκτονόμος		

Σύμβολα επαφών σε σύγκριση με σύμβολα ηλ. κυκλωμάτων

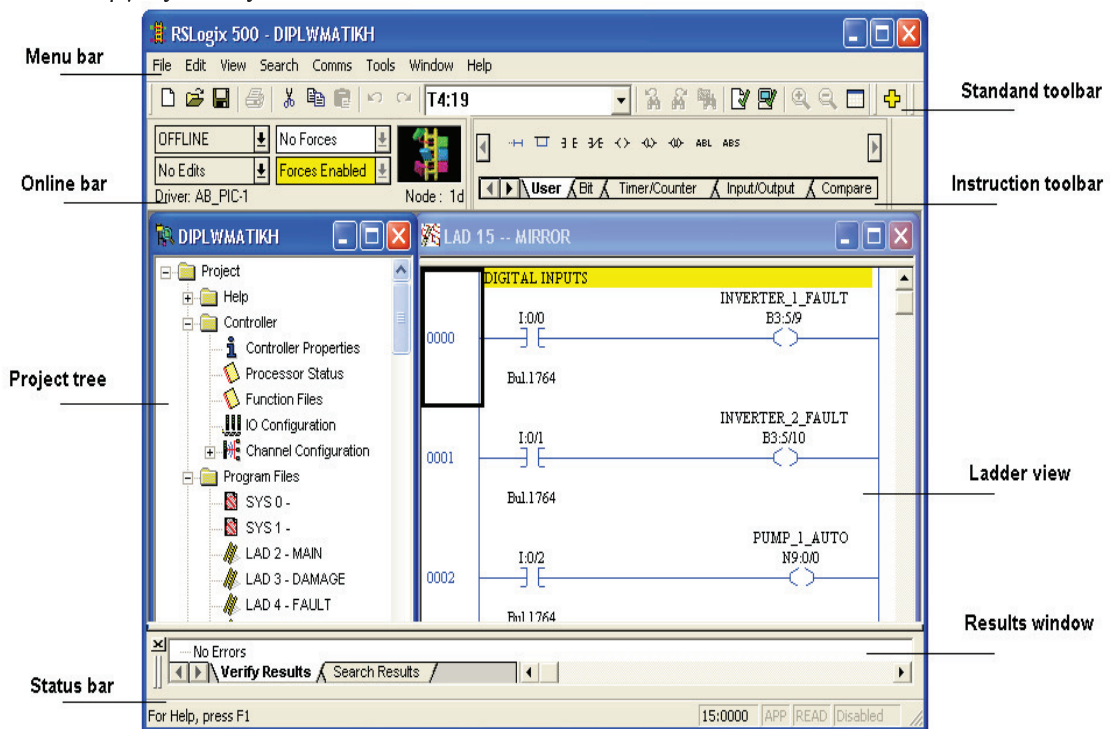
Το περιβάλλον λογισμικού

Το λογισμικό είναι συμβατό και λειτουργεί σε περιβάλλον Windows .

Όταν ανοίγουμε ένα project στο RSLogix 500, αναμένετε να δούμε τα εξής παρακάτω:

- Menu bar – στο οποίο μπορούμε να επιλέξουμε όλες τις λειτουργίες που έχει δυνατότητα να μας παρέχει το λογισμικό, από τα μενού που εμφανίζονται καθώς διαλέγουμε κάθε περιοχή σε αυτήν την μπάρα.
- Online bar – στο οποίο επιδεικνύεται και επιλέγετε ο τρόπο λειτουργίας και η κατάσταση του επεξεργαστή (online or offline) καθώς επίσης και εάν υπάρχουν διάφορα online edits ή forces που αφορούν τη παρουσίαση του προγράμματος. Μπορούμε επίσης να δούμε τον οδηγό επικοινωνιών και των αριθμό των κόμβων και τέλος να «κατεβάσουμε» (download) το πρόγραμμα στον ελεγκτή είτε να«ανεβάσουμε» (upload) από τον ελεγκτή.
- Standard toolbar – στο οποίο περιέχονται διάφορες λειτουργίες, όπως η αποκοπή, το αντίγραφο, η επικόλληση, οι οποίες χρησιμοποιούνται επανειλημμένα όσο αναπτύσσουμε και ξεετάζουμε το πρόγραμμα μας.
- Instruction toolbar – στο οποίο απεικονίζονται οι διάφορες κατηγορίες εντολών σε ετικέτες. Όταν επιλέγουμε μια ετικέτα το αντίστοιχο toolbar αλλάζει για να δείξει εκείνη τη κατηγορία εντολών. Τέλος, μπορούμε να επιλέξουμε μια εντολή και για να την εισάγουμε στο ladder πρόγραμμα μας.
- Status bar – στο οποίο παρατηρούμε τις τρέχουσες πληροφορίες κατάστασης ή υπαγορεύσεις όσο χρησιμοποιούμε το λογισμικό.
- Project tree – ο διοργανωτής ελεγκτής είναι μια γραφική απεικόνιση των περιεχομένων του προγράμματος του ελεγκτή μας όπου περιέχει όλους τους φακέλους και τα αρχεία που περιλαμβάνονται στο project.
- Ladder view – το οποίο είναι το κύριο παράθυρο του λογισμικού, όπου συντάσσουμε τη λογική της εφαρμογή μας σε ladder. Ακόμα, μας επιτρέπει να βλέπουμε πολλαπλά προγράμματα συγχρόνως.

- Results window – το παράθυρο αποτελεσμάτων εμφανίζεται αφότου έχουμε εκτελέσει μια λειτουργία (Verify File or Project) που έχει παράγει αποτελέσματα ή λάθη. Αυτό το παράθυρο μας παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες για τα λάθη και τη κατάσταση μιας λειτουργίας καθώς εκτελείτε.



Τυπικό περιβάλλον του λογισμικού RSLogix 500

Εντολές προγραμματισμού (Instructions)

Οι εντολές προγραμματισμού (instructions) του MicroLogix 1500's χαρακτηρίζονται από τη καταγραφή των δεδομένων των εντολών του, που μας επιτρέπει να καθορίζουμε τις μεταβλητές του ελεγκτή τις οποίες μπορούμε να τις αποθηκεύσουμε ως μια εγγραφή (record). Τα στοιχεία από κάθε record μπορούν να είναι οποιοδήποτε μίγμα από ακέραιων ή διπλών αριθμών.

Διαχωρίζοντας τις εντολές προγραμματισμού σε λειτουργικές ομάδες, παρακάτω παρουσιάζονται οι βασικές κατηγορίες των εντολών του MicroLogix και μια μικρή περιγραφή των βασικότερων εντολών αυτών.

Τύπου Ρελαί – Relay Type (bit)

Οι εντολές τύπου ρελαί επιτηρούν και ελέγχουν τη κατάσταση των bit. Υλοποιούν τις γνωστές μας μανδαλώσεις από τον κλασικό αυτοματισμό – συνδεσμολογίες σε σειρά, παράλληλα, κλπ.

XIC : έλεγχος μιας επαφής (bit) εάν είναι σε ηρεμία κλειστή «Normally Closed» XIO : έλεγχος μιας επαφής (bit) εάν είναι σε ηρεμία ανοικτή «Normally Opened» OTE : ενεργοποίηση εξόδου μετά από αληθής συνθήκη

OTL : ενεργοποίηση και αυτοσυγκράτηση της εξόδου μετά από αληθής συνθήκη OTU : απενεργοποίηση της αυτοσυγκράτηση της εξόδου μετά από αληθής συνθήκη ONS : έλεγχος ενός bit και αυτοσυγκράτηση του

Χρονικών & Μετρητών - Timer & Counter

Οι εντολές που αφορούν χρονικά και μετρητές ελέγχουν τις διαδικασίες που βασίζονται είτε στον χρόνο είτε στο πλήθος γεγονότων.

TON : χρονική καθυστέρηση ενεργοποίησης μιας εξόδου

TOF : χρονική καθυστέρηση απενεργοποίησης μιας εξόδου

RTO : χρονική καθυστέρηση ενεργοποίησης μιας εξόδου με αυτοσυγκράτηση

CTU : μετρητής αύξησης του περιεχομένου του κατά 1

CTD : μετρητής μείωσης του περιεχομένου του κατά 1

RES : μηδενισμός της τιμής και της κατάστασης των bit ενός χρονικού ή μετρητή

Σύγκρισης - Comparison

Οι εντολές σύγκρισεως συγκρίνουν τιμές μεταβλητών με τη χρησιμοποίηση ενός ιδιαίτερου συγκριτή.

EQU : έλεγχος εάν δύο μεταβλητές είναι ίσες (=)

NEQ : έλεγχος εάν μια μεταβλητή δεν είναι ίση με μια άλλη (> <) LES : έλεγχος εάν μια μεταβλητή είναι μικρότερη από μια άλλη (<)

LEQ : έλεγχος εάν μια μεταβλητή είναι μικρότερη ή ίση από μια άλλη (<=) GRT : έλεγχος εάν μια μεταβλητή είναι μεγαλύτερη από μια άλλη (>=)

GEQ : έλεγχος εάν μια μεταβλητή είναι μεγαλύτερη ή ίση από μια άλλη (>=) LIM : έλεγχος μιας μεταβλητής εάν είναι εντός ορίων δύο άλλων μεταβλητών

Μαθηματικές - Math

Οι μαθηματικές εντολές εκτελούν τις αριθμητικές διαδικασίες τιμών των μεταβλητών.

ADD : πρόσθεση δύο μεταβλητών

SUB : αφαίρεση δύο μεταβλητών

MUL : πολλαπλασιασμός μιας μεταβλητής με άλλη

DIV : διαίρεση μιας μεταβλητής με άλλη

NEG : αλλαγή πρόσημου μιας μεταβλητής

CLR : τοποθέτηση όλων των bit ενός word με μηδενικά SQR : εύρεση της τετραγωνικής ρίζας μιας μεταβλητής SCL : βαθμονόμηση μιας μεταβλητής

Μετατροπής - Conversion

Οι εντολές μετατροπής εκτελούν τις μετατροπές μεταβλητών, όπως μεταξύ των δυαδικών και δεκαδικών τιμών.

DCD : μετατρέπει μια 4-bit μεταβλητή σε ένα word (16bit) ENC : μετατρέπει μια ένα word (16bit) σε μια 4-bit μεταβλητή TOD : μετατρέπει μια integer μεταβλητή σε BCD μεταβλητή FRD : μετατρέπει μια BCD μεταβλητή σε μια integer μεταβλητή. Λογικές - Logical

Οι λογικές εντολές εκτελούν τις λογικές διεργασίες των μεταβλητών, σε bit και words.

AND : εφαρμόζει τη λογική πράξη ‘ΚΑΙ’ OR : εφαρμόζει τη λογική πράξη ‘Η’

XOR : εφαρμόζει τη λογική πράξη του αποκλειστικού ‘Η’ NOT : εφαρμόζει τη λογική πράξη ‘ΟΧΙ’

Μεταφοράς - Move

Οι εντολές μεταφοράς τροποποιούν και μεταφέρουν δεδομένα 16bit μεταβλητών.

MOV : μεταφορά μιας τιμής σε μια μεταβλητή

MVM : μεταφέρει δεδομένα μιας μεταβλητής σε συγκεκριμένη θέση μιας άλλης

Αρχείο - File

Οι εντολές αρχείων εκτελούν τις διεργασίες σε στοιχεία αρχείων. COP : Αντιγραφή δεδομένων από ένα αρχείο σε άλλο

FLL : Συμπλήρωση ενός αρχείου με δεδομένα από τα στοιχεία μιας διεύθυνσης

Ακολουθίας - Sequencer

Οι εντολές ακολουθίας χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν τις αυτόματες μηχανές (assembly) που έχουν οι συνεχείς και επαναλαμβανόμενες διαδικασίες. SQC : μεταφορά ενός 16-bit δεδομένου σε μια word διεύθυνση.

SQO : σύγκριση 16-bit δεδομένου με ένα αποθηκευμένο δεδομένο

SQL : μεταφορά και φόρτωση ενός 16-bit δεδομένου σε ένα αρχείο

Έλεγχος προγράμματος - Program Control

Οι εντολές ροής προγράμματος αλλάζουν τη ροή της εκτέλεσης του προγράμματος.

JMP , LBL : εντολή άλματος σε συγκεκριμένη διεύθυνση

JSR ,SBR, RET : εντολή άλματος σε υπορουτίνα και επιστροφή SUS : διάγνωση και επιδιόρθωση σφαλμάτων του προγράμματος TND : προσωρινό τέλος λογικού αρχείου προγράμματος

END : τέλος λογικού αρχείου προγράμματος

Εισόδου και Εξόδου - Input and Output

Οι εντολές εισόδου και εξόδου μας επιτρέπουν να ενημερώνουν επιλεκτικά τα δεδομένα χωρίς καμία αναμονή σε ανιχνεύσεις εισόδων και εξόδων.

IIM : άμεση ενημέρωση εισόδου

IOM : άμεση ενημέρωση εξόδου

REF : ανανέωση ανίχνευσης των εισόδων και εξόδων

Διακοπές - User Interrupt

Οι εντολές των διακοπών καθορίζονται από χρήστη, μας επιτρέπουν να διακόπτουμε το πρόγραμμά μας σύμφωνα καθορισμένα γεγονότα.

INT : διακοπή υπορουτίνας

STI : χρονικά καθορισμένη διακοπή

UID : απενεργοποίηση διακοπής χρήστη

UIE : ενεργοποίηση διακοπής χρήστη

Έλεγχος διεργασίας- Process Control

PID : εντολή ελέγχου διεργασίας κλειστού βρόγχου με ελεγκτή PID.

ASCII

Οι ASCII εντολές χρησιμοποιούν το κανάλι επικοινωνίας για τη λήψη ή τη διαβίβαση δεδομένων και την ειδική διαχείριση των string data. ACB : καθορισμός του πλήθους των χαρακτήρων στο buffer
ACL : άδειασμα του buffer

ARD : διάβασμα των χαρακτήρων του buffer και αποθήκευση τους σε ένα string

ACI : μετατροπή ενός string σε μια integer τιμή AIC : μετατροπή μιας integer τιμής σε ένα string
AWT : γράφει σε ένα string

ASC : αναζήτηση ενός string

ASR : σύγκριση δύο strings

Data Log

DLG : εντολή καθορισμού μεταβλητών και καταγραφή των τιμών τους από τον ελεγκτή.

Αρχεία δεδομένων (Data Files)

Τα δεδομένα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σ' ένα πρόγραμμα προσδιορίζονται από κάποιο τύπο δεδομένων (π.χ. ακέραιος αριθμός). Ορίζοντας έναν τύπο δεδομένων ορίζουμε και το μέγεθος των δεδομένων (το χώρο δηλαδή που καταλαμβάνουν στη μνήμη) καθώς και τη δομή των bit τους.

Τα αρχεία δεδομένων (data files) είναι αρχεία όπου περιέχουν όλες τις πληροφορίες κατάστασης που συνδέονται με εξωτερικά I/O (Inputs/Outputs) και όλες τις άλλες εντολές που χρησιμοποιούνται στο λογικό πρόγραμμα. Οι πληροφορίες κατάστασης αυτές μπορούν να βρίσκονται είτε κύριο πρόγραμμα είτε σε διάφορες υπορουτίνες του προγράμματος. Συνεπώς, τα αρχεία αυτά μπορούν να περιέχουν εισόδους (inputs), εξόδους (outputs), διευθύνσεις (addresses), μεταβλητές (variables), πληροφορίες (information) και γενικότερα όλα τα δεδομένα που θα χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη του προγράμματος. Επιπλέον, τα αρχεία αυτά αποθηκεύουν και πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία του ελεγκτή. Τα data files διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες, όπου οι κυριότερες και αυτές που μας ενδιαφέρουν για την ανάπτυξη του αυτοματισμού μας, είναι οι εξής παρακάτω:

O0 (Output) : Σε αυτό το αρχείο αποθηκεύεται η κατάσταση των εξόδων για τον ελεγκτή, με εύρος τιμών '0' ή '1' (π.χ. O:3/2).

I1 (Input) : Σε αυτό το αρχείο αποθηκεύεται η κατάσταση των εισόδων για τον ελεγκτή με καταστάσεις, με εύρος τιμών '0' ή '1' (I:3/2).

S2 (Status) : Σε αυτό το αρχείο αποθηκεύονται πληροφορίες για τη λειτουργία του ελεγκτή οι οποίες είναι χρήσιμες για την επιδιόρθωση σφαλμάτων του ελεγκτή και για διάφορες λειτουργίες του προγράμματος (π.χ. S:1/13).

B3 (Local bits) : Σε αυτό το αρχείο αποθηκεύονται βοηθητικά εσωτερικά bit, για τη λογική ανάπτυξη του προγράμματος (relay logic), με εύρος τιμών '0' ή '1' (π.χ. B3:4/12).

T4 (Timers) : Σε αυτό το αρχείο αποθηκεύονται τα χρονικά και προκαθορισμένες τιμές αυτών, με εύρος από 0 – 32767sec (π.χ. T4:13).

C5 (Counters) : Σε αυτό το αρχείο αποθηκεύονται οι απαριθμητές (μετρητές) και προκαθορισμένες τιμές αυτών, με εύρος από 0 – 32767 (π.χ. C5:2).

R6 (Control): Σε αυτό το αρχείο αποθηκεύεται το μήκος, θέση δείκτη και η κατάσταση των bit μιας μεταβλητής για ιδιαίτερες εντολές όπως αυτές με μετατόπιση καταχωρητών και τις εντολών ακολουθίας.

F8 (Floating point) : Σε αυτό το αρχείο αποθηκεύονται βοηθητικές αριθμητικές μεταβλητές σε 32-bit (double word), κινητού δεκαδικού, με εύρος $1.175 \cdot 10^{-38}$ – $3.4028 \cdot 10^{38}$

N9 (Integer): Σε αυτό το αρχείο αποθηκεύονται βοηθητικές αριθμητικές μεταβλητές σε 16-bit (word) με εύρος 0 – 32767 (π.χ. N9:5/11).

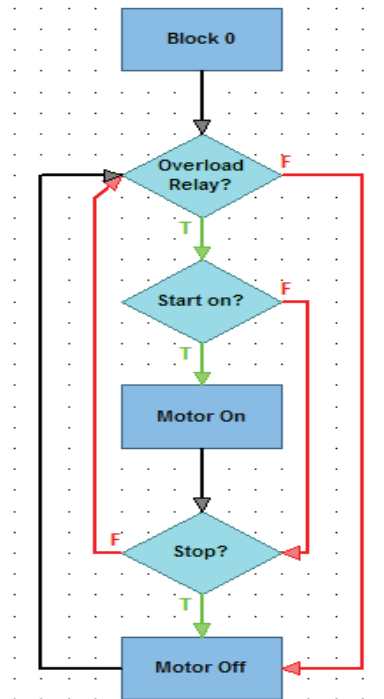
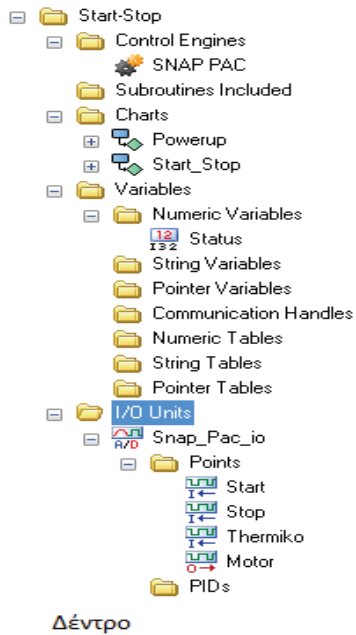
D10 (PID): Σε αυτό το αρχείο αποθηκεύονται μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στον εσωτερικό ελεγκτή PID (π.χ. PD10:1).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Στοιχειώδεις αυτοματισμοί

Λειτουργία κινητήρα με θερμική προστασία

Στο πρώτο αυτό κύκλωμα υλοποιούμε τον αυτοματισμό που ελέγχει την αυτόματη λειτουργία ενός κινητήρα. Πατώντας ένα μπουτόν start ο κινητήρας ξεκινά να δουλεύει, ενώ με το μπουτόν stop σταματά. Επίσης, προβλέπεται και η παρουσία θερμικού.

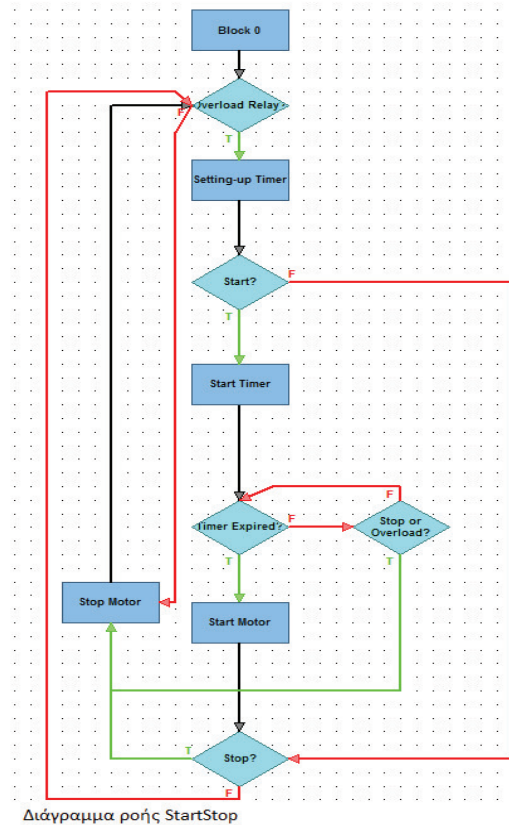
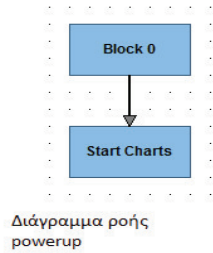
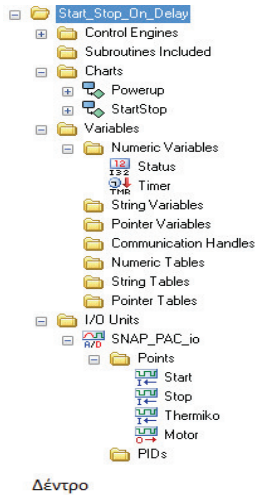


Διάγραμμα ροής

Λειτουργία κινητήρα με θερμική προστασία.

Λειτουργία μηχανής με καθυστέρηση έναρξης

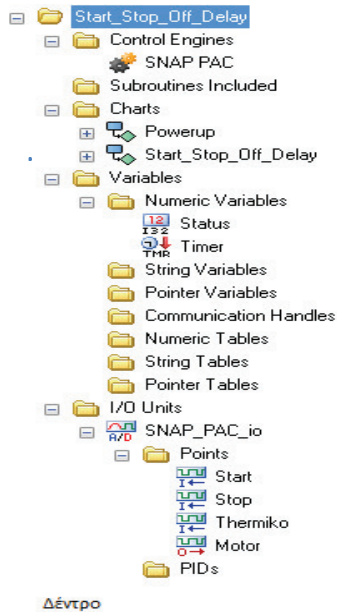
Γενικά, στη βιομηχανία υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες θέλουμε μια μηχανή να εκκινεί μετά από πάροδο χρόνου T από τη χρονική στιγμή εφαρμογής του σήματος εκκίνησης. Ένα τέτοιο κύκλωμα αυτοματισμού με καθυστέρηση έναρξης υλοποιείται σε αυτό το πρόγραμμα.



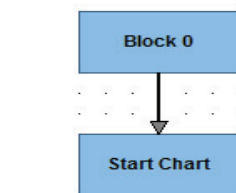
Λειτουργία μηχανής με καθυστέρηση

Λειτουργία μηχανής με καθυστέρηση παύσης

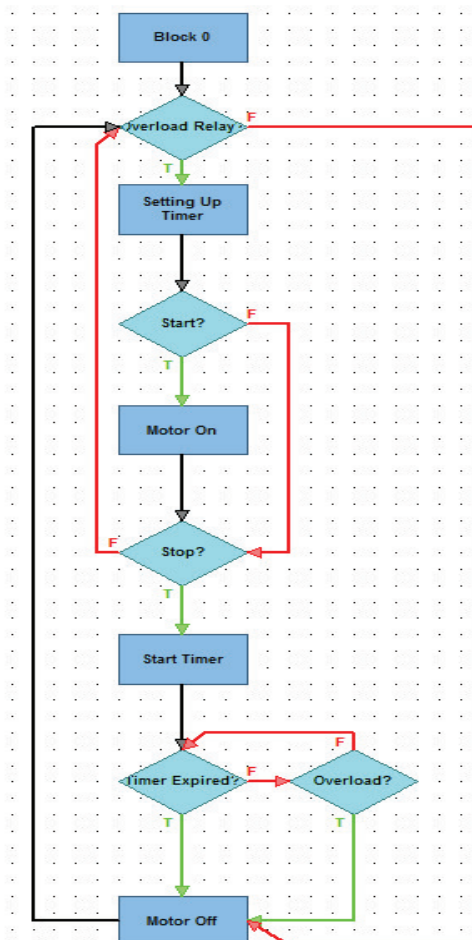
Στο προηγούμενο κύκλωμα είδαμε ότι υπάρχουν περιπτώσεις όπου μια μηχανή πρέπει να ξεκινήσει με μια μικρή χρονική καθυστέρηση έπειτα από το πάτημα ενός μπουτόν start. Το ίδιο μπορεί να ισχύσει και για το πάτημα του μπουτόν stop, να σταματήσει δηλαδή η μηχανή να λειτουργεί όχι ακαριαία, αλλά με μια καθυστέρηση.



Δέντρο



Διάγραμμα ροής powerup

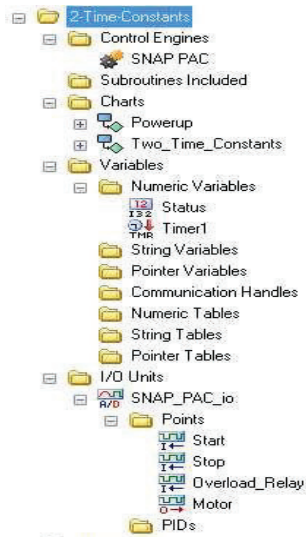


Διάγραμμα ροής Start_Stop_Off_Delay

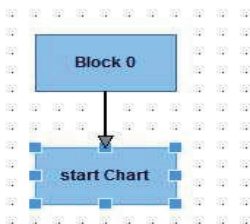
Λειτουργία μηχανής με καθυστέρηση παύσης

Περιοδική λειτουργία μηχανής με 2 σταθερές χρόνου

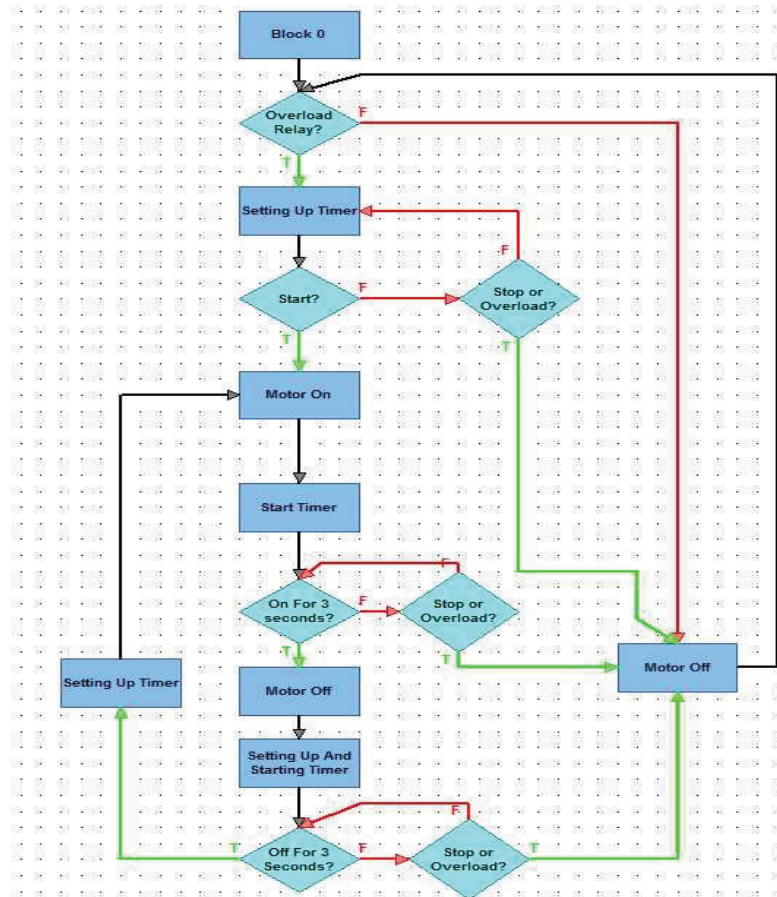
Σε αυτή την εφαρμογή αυτοματισμού έχουμε μία μηχανή η οποία λειτουργεί περιοδικά. Δηλαδή, θα λειτουργεί για χρόνο T1 και θα σταματά για χρόνο T2 συνεχώς. Η έναρξη/παύση της περιοδικής λειτουργίας ενεργοποιείται μέσω ενός ζεύγους START/STOP μπουτόν.



Δέντρο



Διάγραμμα ροής powerup

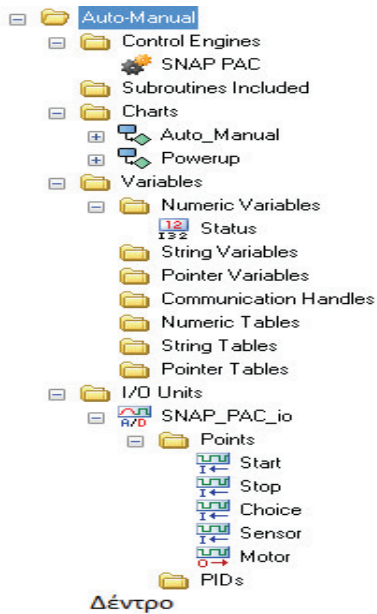


Διάγραμμα ροής Two_Time_Constants

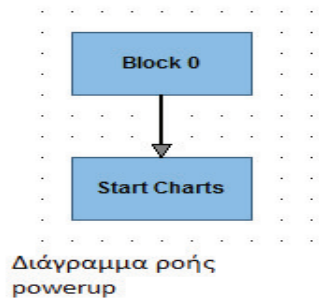
Περιοδική λειτουργία μηχανής με 2 σταθερές χρόνου

Λειτουργία μηχανής με επιλεγόμενο χειρισμό, αυτόματο ή χειροκίνητο

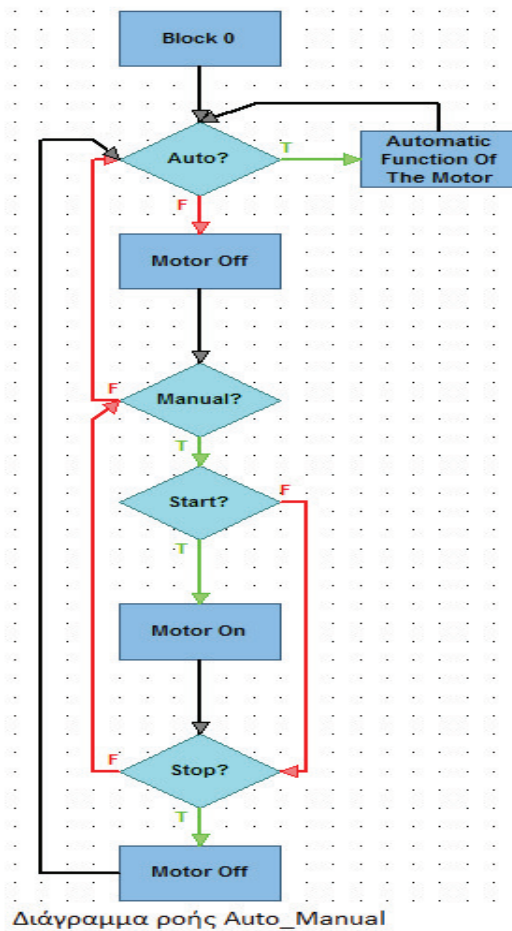
Το παρακάτω πρόγραμμα υλοποιεί ένα κύκλωμα αυτοματισμού στο οποίο ο χειριστής μιας μηχανής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει αν η μηχανή θα λειτουργεί μόνη της αυτόματα σύμφωνα με κάποιον αισθητήρα, ή αν θα λειτουργεί χειροκίνητα με το πάτημα ενός μπουτόν από τον χειριστή.



Δέντρο



Διάγραμμα ροής powerup



Διάγραμμα ροής Auto_Manual

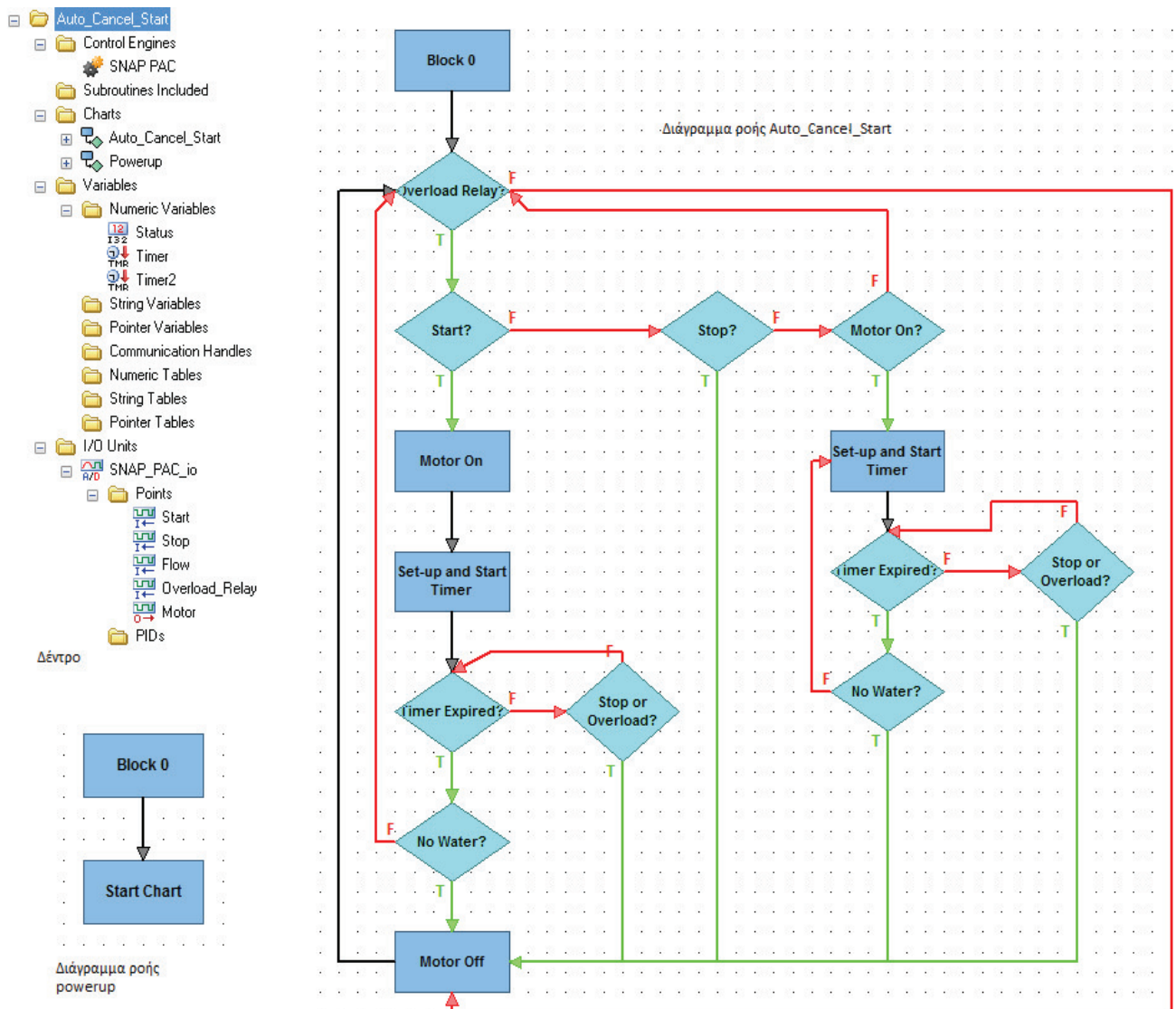
Λειτουργία μηχανής με επλεγμένο χειρισμό αυτόματο ή χειροκίνητο

Κυκλώματα αυτοματισμού με συσκευές αντίχεισης

Στα επόμενα προγράμματα θα παρουσιάσουμε αυτοματισμούς οι οποίοι χρησιμοποιούν αισθητήρες. Οι προς αυτοματοποίηση διαδικασίες θα είναι πιο συγκεκριμένες και όσο το δυνατόν πιο κοντά στην πραγματικότητα

Εκκίνηση μηχανής με δυνατότητα ακύρωσης

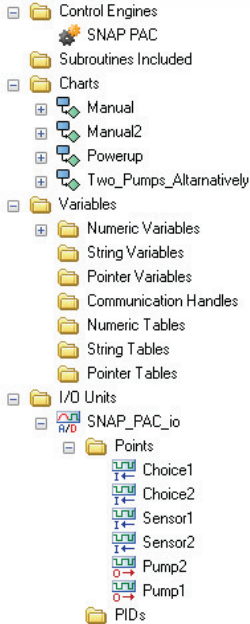
Το πρόγραμμα αυτό υλοποιεί ένα κύκλωμα αυτοματισμού στο οποίο μία μηχανή που παίρνει σήμα να εκκινήσει, για παράδειγμα μια αντλία, να εκκινεί αλλά να σταματά τη λειτουργία της αυτόματα σε περίπτωση που μετά από ένα χρονικό διάστημα από την εκκίνηση της δεν υπάρχει το επιθυμητό αποτέλεσμα, πχ ροή νερού σε έναν σωλήνα.



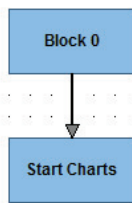
Λειτουργία δύο αντλιών με κυκλική εναλλαγή βάσης- αιχμής

Έστω ότι σε ένα δίκτυο ύδρευσης που τροφοδοτείται από δύο αντλίες θέλουμε αυτές να εναλλάσσουν τους ρόλους βάσης και αιχμής έτσι ώστε να μην καταπονείται συνέχεια η μία αντλία με το φορτίο βάσης. Το παρακάτω πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα επιλογής χειροκίνητης ή αυτόματης λειτουργίας της κάθε αντλίας χωριστά. Επίσης, έχουμε στη διάθεση μας δύο πιεζοστάτες, έναν βάσης κι έναν αιχμής. Με το παρακάτω πρόγραμμα οι δυο αντλίες εναλλάσσουν ρόλους βάσης και αιχμής αυτόματα.

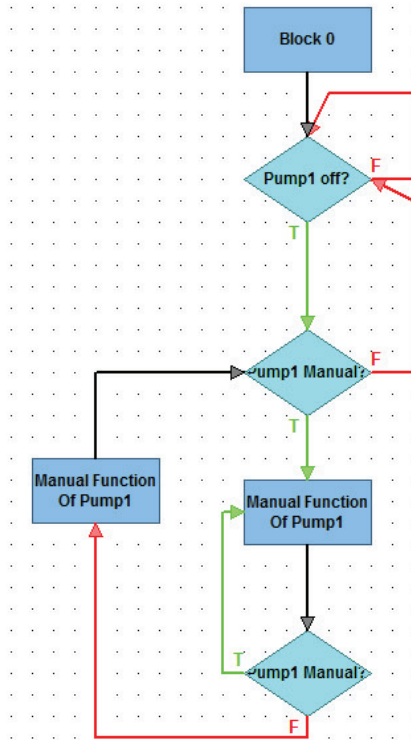
Function_of_2_Pumps_Alternatively



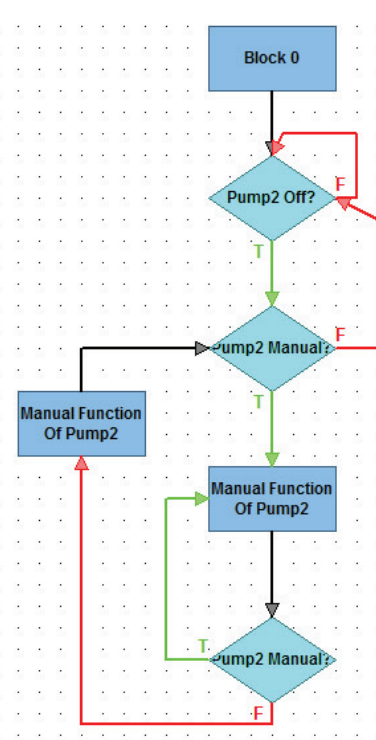
Δέντρο



Διάγραμμα ροής powerup

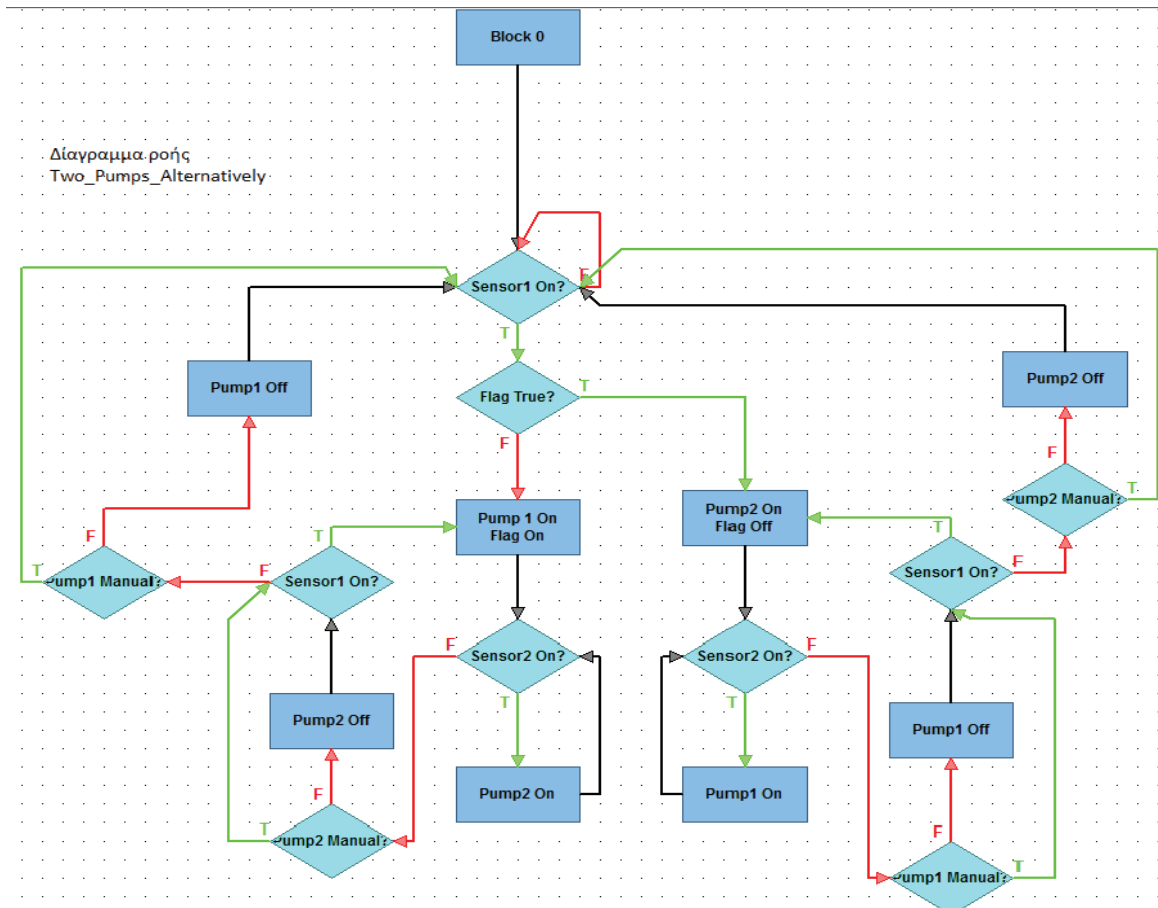


Διάγραμμα ροής Manual



Διάγραμμα ροής Manual_2

Λειτουργία 2 αντλιών με κυκλική εναλλαγή βάσης-αιχμής



Λειτουργία 2 αντλιών με κυκλική εναλλαγή βάσης-αιχμής

