

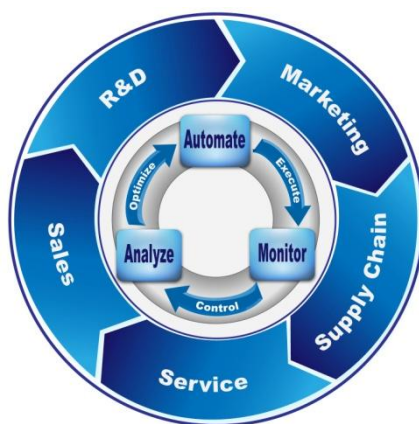


**Η ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΕΝΟΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥ ΛΟΓΙΚΟΥ ΕΛΕΓΚΤΗ.**

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΝΙΚΟΛΟΥΛΙΑΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών:

Αυτοματισμός Παραγωγής και Υπηρεσιών



ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Πειραιάς, Μάιος 2017



**Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για την μερική
εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του
Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Αυτοματισμός Παραγωγής και Υπηρεσιών»
του Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού του Ανωτάτου Εκπαιδευτικού
Ιδρύματος Πειραιώς Τεχνολογικού Τομέα.**



ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **ΝΙΚΟΛΟΥΛΙΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**, του **ΑΝΔΡΕΑ**, με αριθμό μητρώου **34** φοιτητής του Τμήματος **Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε.** του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

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

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

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

Ο Δηλών
ΝΙΚΟΛΟΥΛΙΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Ημερομηνία
16/5/2017



ΣΕΛΙΔΑ ΑΦΙΕΡΩΣΗΣ

Αισθάνομαι την ανάγκη να επισημάνω την απέραντη ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια μου, για όλα όσα μου έχουν προσφέρει στη διάρκεια του μεταπτυχιακού και την άμεση υποστήριξη τους σε κάθε επιλογή μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Παπουτσιδάκη Μιχάλη για την ανιδιοτελή προσφορά του, για τον σημαντικό χρόνο που μου αφιέρωσε και τις πολύτιμες πληροφορίες που μου μετέδωσε καθόλη τη διάρκεια της συγγραφής αυτής της διπλωματικής διατριβής γιατί χωρίς τη βοήθεια του δεν θα ήταν δυνατή η πραγματοποίηση της εργασίας αυτής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον διευθυντή του μεταπτυχιακού προγράμματος τον κ. Τσελέ Δημήτρη που συνέλαβε στην ένταξη μου στο συγκεκριμένο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι απαιτήσεις της σύγχρονης εποχής και ιδίως των τελευταίων πέντε χρόνων περίπου, έχουν επιβάλει με γρήγορους ρυθμούς την ανάπτυξη της τεχνολογίας στο πεδίο των υδραυλικών συστημάτων αυτοματισμού. Ο τομέας των συστημάτων αναπτύσσει ολοένα και περισσότερο τα πεδία εφαρμογής τους, είτε πρόκειται για απλά υδραυλικά κυκλώματα είτε για σύγχρονα υδραυλικά κυκλώματα αυτοματισμού. Στον τομέα των συστημάτων με αυτοματοποιημένες διαδικασίες, ο κλάδος των συστημάτων με τη βοήθεια ενός Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή μόλις πρόσφατα έχει ξεκινήσει να κάνει την εμφάνισή του. Στην παρούσα διατριβή παρουσιάζεται η μελέτη υλοποίησης ενός υδραυλικού συστήματος με τη βοήθεια του PLC, με σκοπό την βελτιστοποίηση του συστήματος αυτόματου ελέγχου και την ακρίβεια θέσης δύο υδραυλικών εμβόλων. Επιπλέον, περιγράφονται οι ιδιότητες του υδραυλικού συστήματος, τα δομικά του μηχανικά μέρη καθώς και η αναλυτική περιγραφή λειτουργία του Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή. Τέλος η εργασία ολοκληρώνεται με την καταγραφή των συμπερασμάτων που έχει η χρήση του συγκεκριμένου ολοκληρωμένου υδραυλικού κυκλώματος.

ΛΕΞΕΙΣ – ΚΛΕΙΔΙΑ

Υδραυλικά συστήματα, υδραυλικοί κύλινδροι, υδραυλικές βαλβίδες, υδραυλικές αντλίες, υδραυλικοί ενεργοποιητές, φωτοτρανζίστορ, προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής, ανακλώμενη δέσμη φωτός, μανόμετρο, φωτοδίοδος, γλώσσα προγραμματισμού, ψηφιακή λογική άλγεβρα, τερματοδιακόπτης.



ABSTRACT

The requirements of modern times and particularly the last five years or so, have imposed a rapidly developing technology in the field of hydraulic automation systems. The systems sector increasingly develop their fields of application, be it simple or hydraulic circuits for modern hydraulic automation circuits. In the systems with automated processes, the systems industry with the help of a Programmable Logical Controller only recently has begun to make its appearance. In this thesis, the feasibility study shows a hydraulic system with the aid of the PLC, in order to optimize the automatic control system and the position accuracy of two hydraulic pistons. Moreover, it describes the properties of the hydraulic system, its structural components and the detailed functional description of Programmable Logic Controller. Finally, the work ends with the recording of the findings of the use of this integrated hydraulic circuit.

KEYWORDS

Hydraulic systems, hydraulic cylinders, hydraulic valves, hydraulic pumps, hydraulic actuators, phototransistor, programmable logic controller, reflected light beam, pressure gauge, LED, programming language, digital logic algebra, limit switches.



Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζει μια νέα άποψη στα υδραυλικά συστήματα αυτοματισμού, η οποία θα είναι χρήσιμη τόσο στους σπουδαστές, όσο και στους μηχανικούς που εμπλέκονται στις εφαρμογές των υδραυλικών κυκλωμάτων αυτοματισμού.

Τα υδραυλικά συστήματα αυτοματισμού χρησιμοποιούνται με γρήγορους ρυθμούς στους βιομηχανικούς χώρους. Στη σημερινή εποχή υπάρχουν υψηλά εξειδικευμένες εταιρίες που παράγουν τα σχετικά δομικά στοιχεία τα οποία συντελούν στην ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου υδραυλικού συστήματος αυτοματισμού.

Τα υδραυλικά συστήματα λειτουργούν σε υψηλές πιέσεις σε σύγκριση με τα υπόλοιπα συστήματα και συνεπώς για εφαρμογές όπου απαιτείται να εξασκηθούν μεγάλες δυνάμεις. Η πίεση λειτουργίας μπορεί να φτάσει μέχρι 600 bar. Ακόμα επειδή το χρησιμοποιούμενο μέσο είναι ασυμπίεστο τα υδραυλικά συστήματα μπορούν να το χρησιμοποιήσουν σε διάφορες περιπτώσεις όπως στην κίνηση ενός εμβόλου. Το βασικό πλεονέκτημα των υδραυλικών συστημάτων είναι η μεγάλη τους ισχύς. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές μεγάλων φορτίων, οι οποίες απαιτούν μεγάλη επιτάχυνση. Σημαντικό μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος των συγκεκριμένων συστημάτων.

Η εργασία αυτή είναι δομημένη σε 4 κεφάλαια. Σκοπός τους είναι να παρουσιάσουν τη θεωρία, τη σχεδίαση και τη μοντελοποίηση ενός ολοκληρωμένου υδραυλικού κυκλώματος αυτοματισμού. Απαραίτητη προϋπόθεση όμως είναι η ανάλυση, η λεπτομερής λειτουργία, τα αισθητήρια των υδραυλικών δομικών εξαρτημάτων και ο αναλυτικός προγραμματισμός του LOGO P.L.C. τα οποία συντελούν σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα αυτοματισμού.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ΑΒSTRACT.....	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	3
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ/ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	5
1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΧΡΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ...6	
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	6
1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....7	
1.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	9
2 ΜΕΡΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	10
2.1 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ.....	11
2.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΒΑΛΒΙΔΕΣ.....	16
2.3 ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ.....	25
2.4 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ.....	33
3 P.L.C ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΣΕ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	48
3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ P.L.C.....	49
3.2 Η ΒΑΣΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ P.L.C.....	50
3.3 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ P.L.C.....	54
3.4 Ο ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ P.L.C.....	56
3.5 Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ P.L.C ΣΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	72
4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ.....	84
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	85
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: PROPOSAL.....	86
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: PAPER.....	90



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ/ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Σύμβολο εμβόλου απλής ενέργειας Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Εικόνα 2. Δομή εμβόλου απλής ενέργειας Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Εικόνα 3. Έμβολο με τηλεσκοπικό κύλινδρο.	13
Εικόνα 4. Έμβολο με βυθιζόμενο βάκτρο.....	13
Εικόνα 5. Σύμβολο εμβόλου διπλής ενέργειας Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Εικόνα 6. Δομή εμβόλου διπλής ενέργειας.....	14
Εικόνα 7. Είδη εμβόλων διπλής ενέργειας.....	15
Εικόνα 8. Συμβολισμοί βαλβίδων ελέγχου κατεύθυνσης. Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Εικόνα 9. Βαλβίδα ελέγχου πίεσης. Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Εικόνα 10. Σύμβολα βαλβίδων ελέγχου πίεσης.....	22
Εικόνα 11. Συμβολισμοί βαλβίδων ελέγχου ροής.....	23
Εικόνα 12. Υδραυλική οδοντωτή αντλία	26
Εικόνα 13. Υδραυλική πτερυγιοφόρο αντλία Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Εικόνα 14. Γραμμικό ποτενσιόμετρο	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Εικόνα 15. Γωνιόμετρο μεταβλητής μαγνητικής αντίστασης.....	38
Εικόνα 16. Γραμμικός διακόπτης με γλωσσίδα	39
Εικόνα 17. Επαγωγικός αισθητήρας.	42
Εικόνα 18. Χωρητικός αισθητήρας.....	43
Εικόνα 19. Μαγνητικός αισθητήρας.	44
Εικόνα 20. Μανόμετρο.....	46
Εικόνα 21. Αισθητήρας ανακλώμενης δέσμης.	47
Εικόνα 22. Κύκλος λειτουργίας ενός PLC. Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	



Κεφάλαιο 1:

Εισαγωγικά στοιχεία και αναδρομή χρήσης συστημάτων

1.1: Ιστορική αναδρομή

Τα συστήματα αυτοματισμού είναι πολύ διαδεδομένα στο βιομηχανικό χώρο εργασίας ως προς το τρόπο λειτουργίας τους, καθώς και των μέσων που χρησιμοποιούν. Η εξειδίκευση των συστημάτων αυτών προϋποθέτει θεωρητικές και κατασκευαστικές γνώσεις.

Τα πρώτα συστήματα αυτοματισμού της βιομηχανικής επανάστασης ήταν μηχανολογικά - μηχανικά συστήματα. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούσαν δομικά στοιχεία από στερεά εξαρτήματα όπως: μάντες και ελατήρια τα οποία είχαν σαν αποτέλεσμα να έχουν μεγάλη αποτελεσματικότητα και απίστευτες δυνατότητες. Κυριάρχησαν μέχρι και τον τέταρτο αιώνα και σήμερα χρησιμοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία του αυτοματισμού [1].

Τον εικοστό αιώνα εμφανίστηκαν οι αυτοματοποιημένες εργαλειομηχανές και δημιουργούσαν ότι και οι σημερινές προγραμματιζόμενες εργαλειομηχανές, αλλά με μηχανικά εξαρτήματα. Πολλές από αυτές χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα στη βιομηχανία [1].

Στο σημερινό βιομηχανικό χώρο εργασίας χρησιμοποιούνται οι υδραυλικοί αυτοματισμοί. Οι υδραυλικοί αυτοματισμοί είναι μηχανισμοί, οι οποίοι προϋποθέτουν άντληση ρευστού για την μετάδοση της κίνησης και μεταφοράς ισχύος σε μεγάλα φορτία [1].

Τα σημερινά συστήματα αυτοματισμού είναι πιο αξιόπιστα και έχουν συγκριτική διαφορά κόστους σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια.



1.2 : Ορισμός και ιδιότητες του υδραυλικού συστήματος

Ως Υδραυλικά συστήματα αυτοματισμού ορίζονται τα συστήματα μεταφοράς ισχύος, τα οποία αποτελούνται από υδραυλικές σωληνώσεις, υδραυλικές αντλίες, υδραυλικούς κινητήρες και υδραυλικά έμβολα τα οποία χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία δύναμης ή ροπής ρευστού [1].

Με τον όρο ροή των ρευστών καλείται ειδικότερα η κίνηση των σωματιδίων των ρευστών, επειδή ρέουν, η οποία όμως κίνηση περιλαμβάνει τις έννοιες της δύναμης που προκαλεί την κίνηση, της ταχύτητας καθώς και της επιτάχυνσης του ρευστού.

Στα υδραυλικά συστήματα η μετάδοση της ενέργειας πραγματοποιείται με τη χρήση κυρίως ασυμπίεστων ρευστών, όπως λάδια [1], [2].

Τα χαρακτηριστικά που συντελούν ένα ολοκληρωμένο υδραυλικό σύστημα αυτοματισμού είναι:

- Μεγάλες δυνάμεις παρά το μικρό μέγεθος
- Έχουν μεγάλη ακρίβεια θέσης
- Μπορεί να είναι ευαίσθητα στις μεταβολές των θερμοκρασιών
- Πιθανή τοξικότητα του υδραυλικού ρευστού

Για τη μοντελοποίηση υδραυλικών συστημάτων αυτοματισμών, την ανάλυσή τους και τον σχεδιασμό υδραυλικών συστημάτων ελέγχου είναι απαραίτητη η κατανόηση των νόμων και των αρχών που περιγράφουν τη ροή των ρευστών σε υδραυλικά έμβολα, υδραυλικές βαλβίδες και γενικά σε υδραυλικά συστήματα παραγωγής ενέργειας [1], [2].

Οι χαρακτηριστικές ιδιότητες που αποτελούν σε ένα υδραυλικό σύστημα είναι οι ακόλουθες:

- Πυκνότητα ρευστών:

Η πυκνότητα ενός ρευστού εκφράζει τη μάζα του ρευστού ανά μονάδα όγκου σε μια συγκεκριμένη θέση του ρευστού. Σε περίπτωση που το ρευστό είναι ασυμπίεστο η πυκνότητα παραμένει η ίδια σε όλα τα σημεία του ρευστού και ισχύει:

$$\rho = m/v$$

Όπου:

m είναι η μάζα του ρευστού

v ο όγκος του ρευστού



- Ειδικό βάρος:

Το ειδικό βάρος ενός ρευστού εκφράζει το βάρος του ρευστού ανά μονάδα όγκου και ισχύει:

$$\Gamma = B/v = mg/v = \rho * g$$

Όπου:

B είναι το βάρος του ρευστού

g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας

- Ειδική πίεση:

Η πίεση ορίζεται ως ο λόγος της δύναμης που ασκεί το ρευστό σε μια επιφάνεια προς το εμβαδό της επιφάνειας αυτής.

Έτσι, η πίεση δίνεται από την ακόλουθη σχέση

$$P = F/A$$

Όπου:

F είναι η δύναμη που ασκεί στο έμβολο

A είναι η επιφάνεια του εμβόλου

- Υδραυλική χωρητικότητα:

Η υδραυλική χωρητικότητα είναι ένα υδραυλικό μέγεθος που σχετίζεται με την αποθήκευση ενέργειας. Ορίζεται ως ο λόγος της μεταβολής του όγκου του ρευστού σε μια υδραυλική διάταξη προς την μεταβολή της πίεσης. Για τον υπολογισμό της υδραυλικής χωρητικότητας είναι αναγκαίο να παραχθεί η σχέση της πίεσης με τη ροή στη συγκεκριμένη εφαρμογή.

- Υδραυλική αδράνεια:

Η υδραυλική αδράνεια οφείλεται στην αδράνεια που παρουσιάζει ένα ρευστό στις μεταβολές της ταχύτητά του. Ορίζεται ως ο λόγος της διαφοράς πίεσης προς την ταχύτητα μεταβολής της ροής.

- Υδραυλική αντίσταση:



Η υδραυλική αντίσταση είναι η αντίσταση που συναντά το ρευστό κατά την κίνηση του σε αγωγούς. Εκφράζει το λόγο της διαφοράς πίεσης προς την παροχή όγκου. Η υδραυλική αντίσταση εξαρτάται από τη μορφή της ροής του ρευστού.

1.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υδραυλικού συστήματος

Πλεονεκτήματα υδραυλικού συστήματος

Τα πλεονεκτήματα των υδραυλικών συστημάτων αυτοματισμού είναι τα εξής:

- Είναι ελαστικά και άκαμπτα και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ευκολία στη σταθεροποίηση του φορτίου με μικρή κατανάλωση ενέργειας.
- Δυνατότητα αντιστροφής της φοράς περιστροφής ή της κίνησης δηλαδή ο υδραυλικός κύλινδρος και ο υδραυλικός κινητήρας μπορούν να αντιστρέψουν την περιστροφή σχεδόν ακαριαία χωρίς κανένα ουσιαστικό πρόβλημα.
- Μεγάλη ποικιλία βιομηχανικών εφαρμογών. Από αυτό προκύπτει ότι ο έλεγχος μπορεί να είναι αυτόματος, με PLC ή με σερβουδραυλικούς μηχανισμούς.
- Απαιτείται μικρός όγκος και μάζα των υδραυλικών κινητήρων
- Έχουν μεγάλη ταχύτητα αντίδρασης, στην οποία συντελεί η μεγάλη ακαμψία και οι μικρές μάζες
- Παρέχουν τη δυνατότητα μεταβολής της χρήσιμης ροπής στρέψης ή της δύναμης, με μεταβολή της πίεσης λειτουργίας του συστήματος
- Δεν απαιτούν ξεχωριστό κύκλωμα ψύξης – λίπανσης διότι το λάδι αναλαμβάνει το ρόλο του λιπαντικού αλλά και του ψυκτικού μέσου στις διάφορες επιφάνειες εργασίας [2].

Μειονεκτήματα υδραυλικού συστήματος

Τα μειονεκτήματα των υδραυλικών συστημάτων αυτοματισμού είναι τα εξής:

- Μικρές ανοχές δηλαδή οι κατασκευές μεγάλης ακρίβειας που απαιτούν υδραυλικά εξαρτήματα δημιουργούν απαγορευτικό κόστος.
- Υπολογιστικές δυσκολίες επομένως ότι δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι νόμοι για τη σχεδίαση υδραυλικών κυκλωμάτων.
- Έκλυση θερμότητας: Η θερμότητα που εκλύεται λόγω εσωτερικών διαρροών αποτελεί ένα ουσιαστικό όριο για οποιαδήποτε μηχανή.
- Υπάρχει πάντα ο κίνδυνος διαρροής και επειδή τα χρησιμοποιούμενα ρευστά ρυπαίνουν και δημιουργείται γύρω από το υδραυλικό σύστημα ρυπαρό περιβάλλον.



- Υπάρχει σχετικός κίνδυνος διάρρηξης του συστήματος λόγω της πολύ μεγάλης αποθηκευμένης ενέργειας και η διάρρηξη ίσως σε ορισμένες περιπτώσεις να έχει σοβαρές συνέπειες [2].

Κεφάλαιο 2:

Μέρη και λειτουργία υδραυλικών συστημάτων

Το υδραυλικό σύστημα αυτοματισμού είναι ένας μηχανισμός που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση κινήσεως και μεταφοράς ισχύος μεγάλων φορτίων κυρίως σε βιομηχανικούς χώρους.

Τα συστήματα αυτά λειτουργούν σε πολύ υψηλότερες πιέσεις σε σύγκριση με άλλα συστήματα αυτοματισμού τα οποία υπάρχουν στον εξωτερικό κόσμο. Η πίεση λειτουργίας τους μπορεί να φτάσει μέχρι 300 bar.

Το υδραυλικό σύστημα αυτοματισμού αποτελείται από ένα σύνολο εξαρτημάτων (δηλαδή: κύλινδροι, βαλβίδες, σωληνώσεις και αντλίες) που συνεργάζονται μεταξύ τους και δημιουργούν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Όλα τα εξαρτήματα αυτά είναι υδραυλικά μηχανήματα, τα οποία χειρίζονται ένα υδραυλικό ρευστό υπό πίεση, που ονομάζεται εργαζόμενο μέσο [3].

Ένα ολοκληρωμένο υδραυλικό κύκλωμα αυτοματισμού αποτελείται από τα εξής δομικά μέρη:

- Υδραυλικοί κύλινδροι
- Υδραυλικές βαλβίδες
- Υδραυλικές αντλίες
- Υδραυλικοί ενεργοποιητές



2.1: Υδραυλικοί κύλινδροι

Οι υδραυλικοί κύλινδροι λέγονται και υδραυλικά έμβολα.

Οι υδραυλικοί κύλινδροι είναι μηχανικά υδραυλικά στοιχεία που τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα γραμμικής κίνησης. Το αποτέλεσμα μιας υδραυλικής δράσης σε ένα κύλινδρο είναι η ευθύγραμμη κίνηση του εμβόλου του.

Η επιλογή του κυλίνδρου γίνεται αναλόγως με την απαιτούμενη πίεση, δύναμη και ταχύτητα ενός υδραυλικού συστήματος αυτοματισμού [3], [4].

Οι υδραυλικοί κύλινδροι διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες :

- Υδραυλικά έμβολα απλής ενέργειας:

Το ρευστό δρα στο υδραυλικό έμβολο από μια κατεύθυνση.

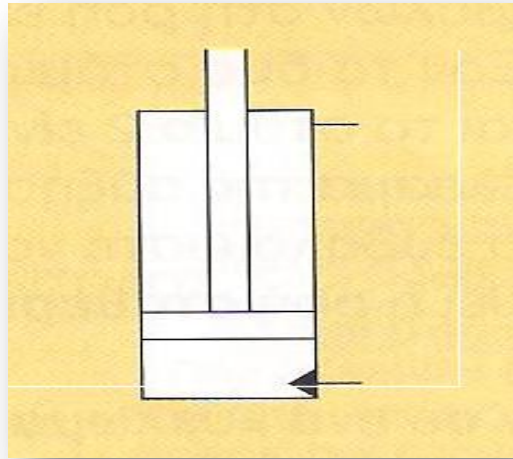
- Υδραυλικά έμβολα διπλής ενέργειας:

Το ρευστό δρα στο υδραυλικό έμβολο και από τις δύο κατευθύνσεις.

Υδραυλικά έμβολα απλής ενέργειας:

Ένας υδραυλικός κύλινδρος απλής ενέργειας είναι ο κύλινδρος που διαθέτει μόνο μια είσοδο ρευστού από την οποία το ίδιο ρευστό εισέρχεται και εξέρχεται δηλαδή έχει μόνο μια κατεύθυνση.

Η απλούστερη μορφή ενός υδραυλικού εμβόλου απλής ενέργειας φαίνεται στη εικόνα 1 [3], [4].



Εικόνα 1: Σύμβολο εμβόλου απλής ενέργειας

Αρχή λειτουργίας:

Το πιστόνι διαρρέει το υδραυλικό έμβολο σε δύο διαφορετικές κοιλότητες, η μια γεμίζει με υδραυλικό λάδι και η άλλη γεμίζει με αέρα. Στη συνέχεια, καθώς το έμβολο κινείται εμπρός και πίσω ο αέρας διαφεύγει και επιστρέφει μέσω μιας οπής εξαερισμού. Για την εισόδου αποφυγή ρύπανσης με τον αέρα, χρησιμοποιείται ένα δομικό στοιχείο που λέγεται πορώδες φίλτρο. Η διαρροή υδραυλικού ρευστού από τη πλευρά της πίεσης προς την πλευρά του αέρα ελέγχεται από έναν στεγανοποιητικό δακτύλιο. Η εισαγωγή ρύπανσης καθώς επιστρέφει το έμβολο ελέγχεται από έναν δακτύλιο απόξεσης. Στην εικόνα 2 διακρίνονται τα μέρη του εμβόλου που αναφέρθηκαν παραπάνω [3], [4].

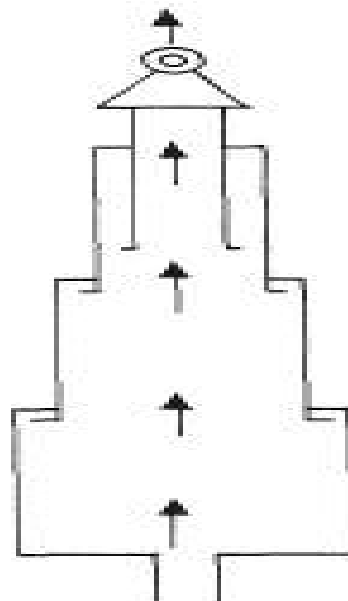


Εικόνα 2 :Δομή εμβόλου απλής ενέργειας

Τα έμβολα απλής ενέργειας διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Έμβολο με τηλεσκοπικό κύλινδρο
- Έμβολο με βυθιζόμενο βάκτρο

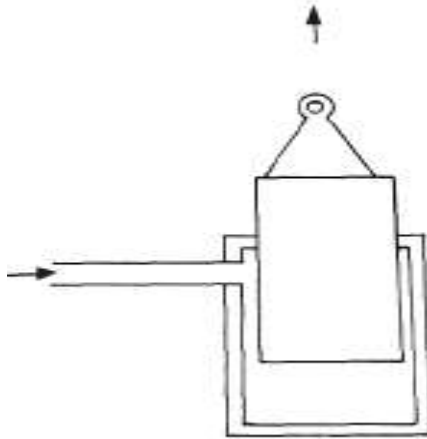
Έμβολο με τηλεσκοπικό κύλινδρο: ο υδραυλικός κύλινδρος αυτός χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου το μήκος του κυλίνδρου σε θέση ηρεμίας πρέπει να είναι πολύ πιο μικρό από το μήκος του σε θέση δράσης. Το έμβολο αυτό είναι πτυσσόμενο όπως παρατηρείται στη εικόνα 3 [3], [4].



Εικόνα 3: Έμβολο με τηλεσκοπικό κύλινδρο



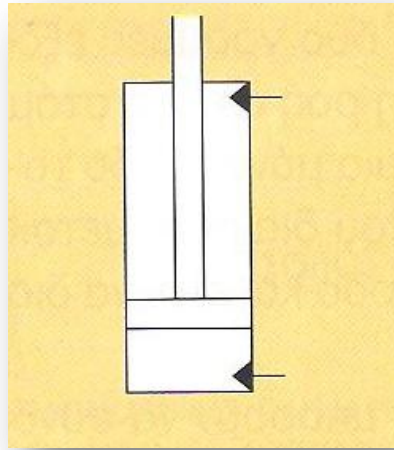
Έμβολο με βυθιζόμενο βάκτρο: στο έμβολο με βυθιζόμενο βάκτρο το πιστόνι και η σπή εξαερισμού έχουν φύγει και το έμβολο έχει μεγάλη διαδρομή. Το έμβολο με βυθιζόμενο βάκτρο παρατηρείται στη εικόνα 4 [3], [4].



Εικόνα 4: Έμβολο με βυθιζόμενο βάκτρο

Υδραυλικά έμβολα διπλής ενέργειας:

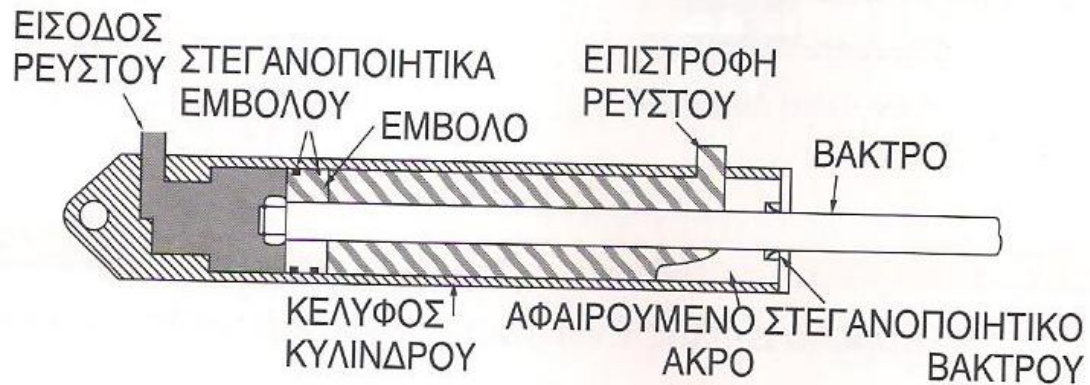
Οι υδραυλικοί κύλινδροι διπλής ενέργειας δέχονται υδραυλικό ρευστό από τα δύο άκρα τους και μπορούν να δράσουν και από τις δύο κατευθύνσεις. Η απλούστερη μορφή ενός υδραυλικού εμβόλου διπλής ενέργειας φαίνεται στη εικόνα 5 [3], [4].



Εικόνα 5: Σύμβολο εμβόλου διπλής ενέργειας

Αρχή λειτουργίας:

Όταν παρέχεται υδραυλικό ρευστό στη μια είσοδο από την αντίθετη είσοδο επιστρέφει ρευστό στη δεξαμενή. Για την αποφυγή διαρροής χρησιμοποιούνται δομικά στοιχεία που λέγονται στεγανοποιητικοί δακτύλιοι και στο έμβολο και στο βάκτρο. Στη εικόνα 6 παρατηρούνται τα μέρη του εμβόλου διπλής ενέργειας [3], [4].



Εικόνα 6: Δομή εμβόλου διπλής ενέργειας

Τα έμβολα διπλής ενέργειας διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

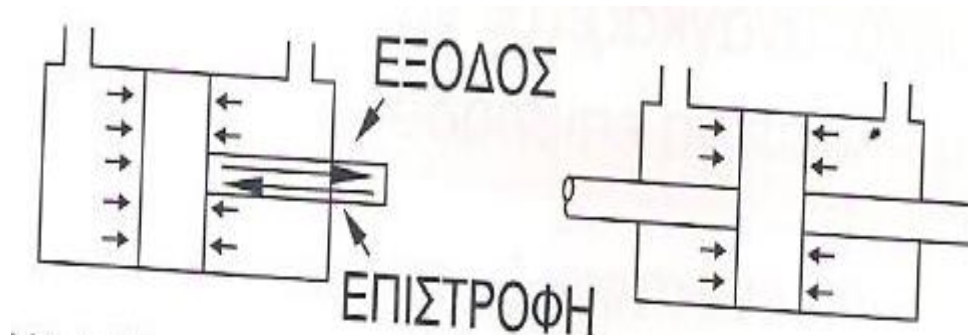
- Έμβολα δορυφορικού τύπου
- Έμβολα μη δορυφορικού τύπου



Έμβολα δορυφορικού τύπου: η σφαιρική επιφάνεια και η ολική δύναμη διαφέρουν στις δύο πλευρές του πιστονιού. Η δραστική επιφάνεια στη πλευρά του βάρκρου είναι μικρότερη από το μέγεθος του βάρκρου [3], [4].

Έμβολα μη δορυφορικού τύπου: η δραστική επιφάνεια είναι ίση στις δύο πλευρές του πιστονιού διότι το βάρκρο εκτείνεται και στις δύο κατευθύνσεις.

Τα έμβολα δορυφορικού και μη δορυφορικού τύπου δηλαδή το αριστερό είναι έμβολο δορυφορικού τύπου, ενώ το δεξιά είναι έμβολο μη δορυφορικού τύπου φαίνεται στη εικόνα 7 [3], [4].



Εικόνα 7 :Είδη εμβόλων διπλής ενέργειας

2.2: Υδραυλικές βαλβίδες

Οι υδραυλικές βαλβίδες σε ένα υδραυλικό κύκλωμα αυτοματισμού είναι υδραυλικά συστήματα, οι οποίες ρυθμίζουν και ελέγχουν τη ροή του υδραυλικού ρευστού σε υδραυλικά κυκλώματα που συνδέονται με την έξοδο της βαλβίδας. Ακόμα, οι

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



υδραυλικές αντλίες είναι στοιχεία, τα οποία χρησιμοποιούνται για την εκκίνηση, το σταμάτημα και τη διεύθυνση της ροής και έτσι βγήκε ο ορισμός της υδραυλικής βαλβίδας σε ένα ολοκληρωμένο υδραυλικό κύκλωμα αυτοματισμού.

Οι υδραυλικές βαλβίδες αποτελούνται από ένα σταθερό μέρος και ένα κινητό μέρος που αυτές κατευθύνουν τη ροή στα διάφορα κανάλια εξόδου της βαλβίδας. Η κίνηση του μηχανικού μέρους μπορεί να γίνει με χειροκίνητο, μηχανικό, υδραυλικό ή και αυτόματο τρόπο [3], [4].

Οι υδραυλικές βαλβίδες χρησιμοποιούνται με πρότυπα, που τα οποία πρότυπα είναι κατά ISO.

Οι υδραυλικές βαλβίδες κατηγοριοποιούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες στις υδραυλικές βαλβίδες ως προς τον τρόπο ρύθμισης της ροής τους και στις υδραυλικές βαλβίδες ως προς τον τρόπο λειτουργίας τους [3], [4].

Οι υδραυλικές βαλβίδες διακρίνονται σύμφωνα με τον τρόπο ρύθμισης της ροής στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Βαλβίδες τύπου εμβόλου:

Εδώ στις υδραυλικές βαλβίδες η ρύθμιση της ροής επιτυγχάνεται με την κίνηση ενός εμβόλου που επιτρέπει τη δίοδο ή τη διακοπή του υδραυλικού ρευστού από τα στόμια της βαλβίδας [3], [4].

- Βαλβίδες τύπου πτερυγίου ακροφυσίου:

Οι υδραυλικές βαλβίδες στηρίζονται στην αρχή της μεταβαλλόμενης διαρροής που αυτό επιτυγχάνεται με την κίνηση ενός πτερυγίου [3], [4].

Εκτός από τον τρόπο ρύθμισης της ροής οι υδραυλικές βαλβίδες σε ένα υδραυλικό σύστημα αυτοματισμού διακρίνονται και με βάση τη λειτουργία τους. Οι κατηγορίες ως προς την αρχή λειτουργίας είναι οι εξής:

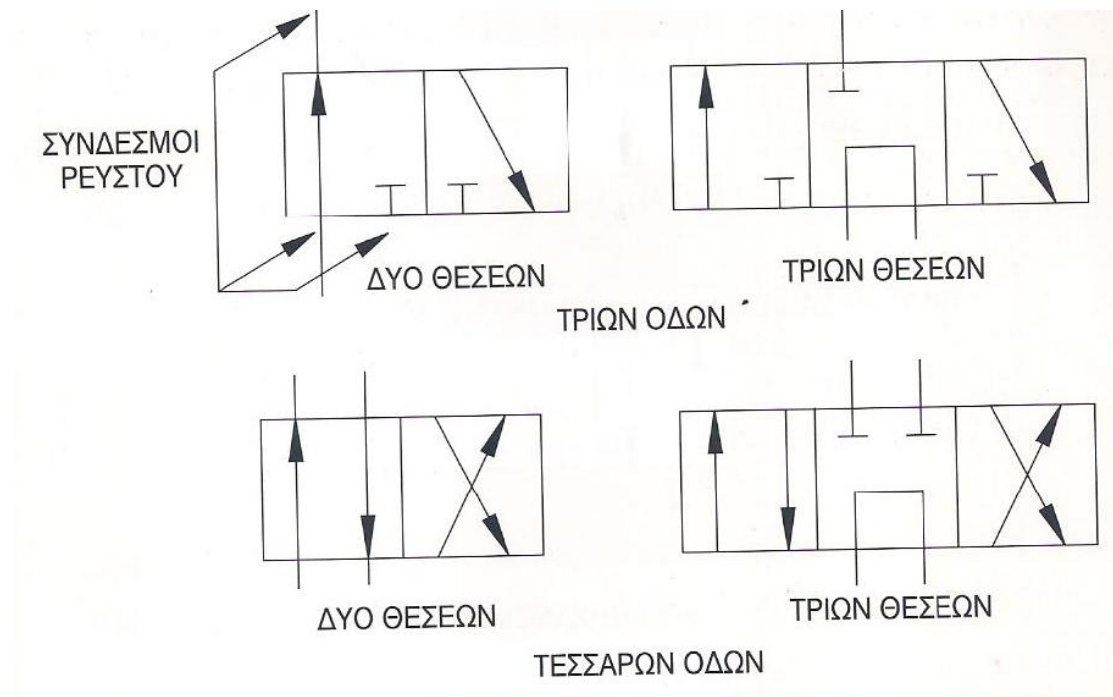
- Βαλβίδες κατεύθυνσης ή βαλβίδες οδήγησης
- Βαλβίδες ελέγχου πίεσης
- Βαλβίδες ελέγχου ροής
- Βαλβίδες ρύθμισης

Βαλβίδες κατεύθυνσης ή αλλιώς βαλβίδες οδήγησης:

Οι υδραυλικές βαλβίδες κατεύθυνσης σε ένα υδραυλικό κύκλωμα με την κατάλληλη υδραυλική ενεργοποίηση καθορίζουν την κατεύθυνση της ροής προς ένα έμβολο.



Οι υδραυλικές βαλβίδες οδήγησης ή αλλιώς κατεύθυνσης χωρίζονται σε αντεπίστροφής μονής ή διπλής κατεύθυνσης και βαλβίδες δύο ή τριών ή και τεσσάρων οδών όπως φαίνεται στη εικόνα 8 [3], [4].



Εικόνα 8 :Συμβολισμοί βαλβίδων ελέγχου κατεύθυνσης

Με τη λέξη οδός, ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον αριθμό των δίοδων του ρευστού μέσω της βαλβίδας.

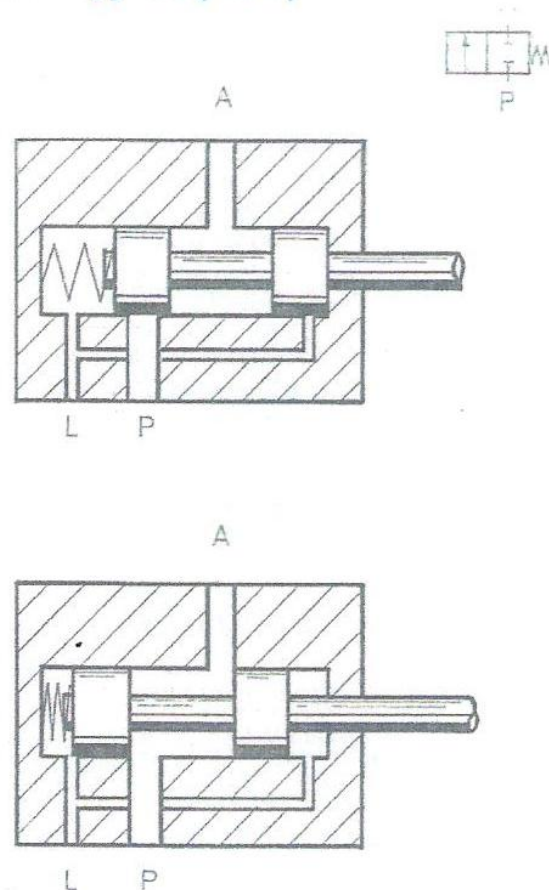
Δηλαδή, η βαλβίδα κατεύθυνσης χωρίζεται :

- Υδραυλική βαλβίδα 2/2
- Υδραυλική βαλβίδα 3/2
- Υδραυλική βαλβίδα 4/2

Υδραυλική βαλβίδα 2/2:



Βαλβίδα Ελέγχου Ροής 2/2 (DCV)



Αρχή λειτουργίας:

Αυτή είναι η βασική βαλβίδα ελέγχου ροής που χρησιμοποιείται στην υδραυλική λειτουργία και είναι κλειστού τύπου.

Στη θέση ηρεμίας το ελατήριο συγκρατεί το έμβολο στην ακραία θέση του, οπότε υπάρχει επικοινωνία μεταξύ των δύο αγωγών δηλαδή του P και A. Αν το χειριστήριο πιεσθεί προς αριστερά το έμβολο μετακινείται και επιτρέπει την επικοινωνία των δύο αγωγών δηλαδή του P και A.

Οι θάλαμοι σε κάθε τέλος του εμβόλου συνδέονται εσωτερικά με μια θύρα διαρροής, η οποία χαρακτηρίζεται με το γράμμα L, για να αποφύγουν τη δυνατότητα της συγκέντρωσης πίεσης μέσα στη βαλβίδα [3], [4].

Υδραυλική βαλβίδα 3/2:

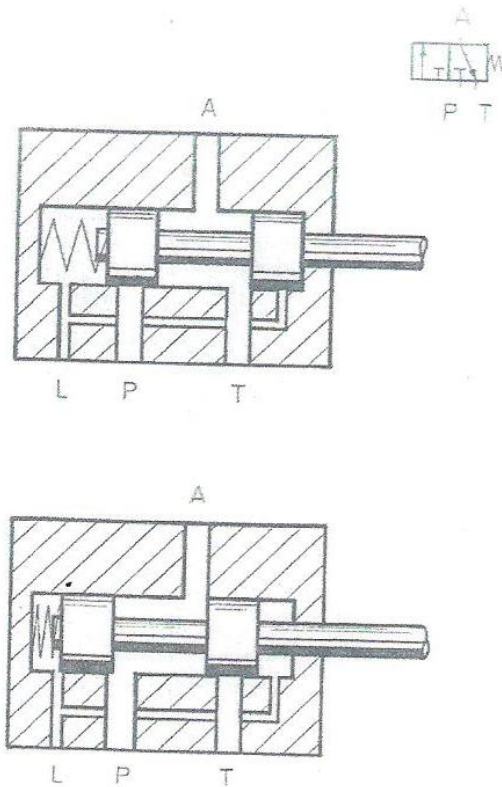
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



Βαλβίδα Ελέγχου Ροής 3/2



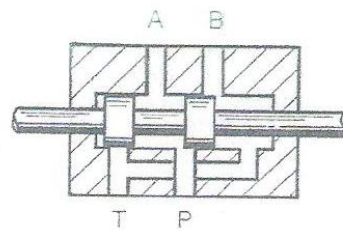
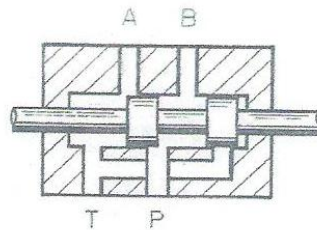
Αρχή λειτουργίας:

Αυτή η βαλβίδα έχει 3 θύρες και 2 καταστάσεις, ως εκ τούτου καλείται 3 θυρών 2 καταστάσεων, ή αλλιώς πιο απλά είναι υδραυλική βαλβίδα 3/2. Στην θέση ηρεμίας της επιτρέπει την επικοινωνία του αγωγού Α με τον Τ. Αν πιεσθεί προς αριστερά το χειριστήριο, το έμβολο κλείνει την επικοινωνία του Α με τον Τ και αποκαθιστά την επικοινωνία μεταξύ Ρ και Α [3], [4].

Υδραυλική βαλβίδα 4/2:



βαλβίδα ελέγχου ροής τρόπων 4/2



Αρχή λειτουργίας:

Αυτή η βαλβίδα έχει 4 θύρες και 2 καταστάσεις ως εκ τούτου καλούνται 4 θυρών 2 καταστάσεων βαλβίδες, ή αλλιώς πιο απλά είναι υδραυλική βαλβίδα 4/2. Δεν υπάρχει κανένα ελατήριο μέσα στη βαλβίδα. Έτσι το έμβολο κινείται σε οποιαδήποτε προκαθορισμένη θέση.

Με το έμβολο στην δεξιά πλευρά το ρευστό ρέει από τον αγωγό Ρ στον αγωγό Β, ενώ το ρευστό στον αγωγό Α επιστρέφει για να μπει στη δεξαμενή μέσω του αγωγού Τ. Όταν το έμβολο κινείται στην αριστερή πλευρά, οι συνδέσεις αντιστρέφονται και το ρευστό από το Ρ διατρέχει τώρα στον αγωγό Α, ενώ από το Τ πηγαίνει προς τον αγωγό Β [3], [4].

Βαλβίδες ελέγχου πίεσης:

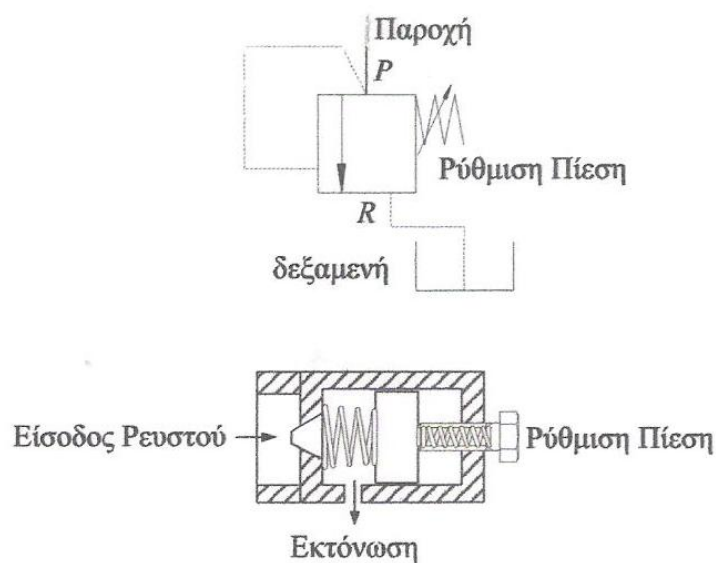
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



Οι υδραυλικές βαλβίδες περιορίζουν την υδραυλική πίεση στα υδραυλικά συστήματα αυτοματισμού, οι οποίες παρέχουν μια δίοδο διαφυγής του υδραυλικού ρευστού προς τη δεξαμενή. Οι υδραυλικές βαλβίδες αυτές προστατεύουν τα υδραυλικά συστήματα από την μεγάλη πίεση που μπορεί να ασκηθεί σε αυτά από την παροχή της αντλίας. Το σχηματικό διάγραμμα της υδραυλικής βαλβίδας ελέγχου πίεσης φαίνεται στη εικόνα 9 [3], [4].



Εικόνα 9: Βαλβίδα ελέγχου πίεσης

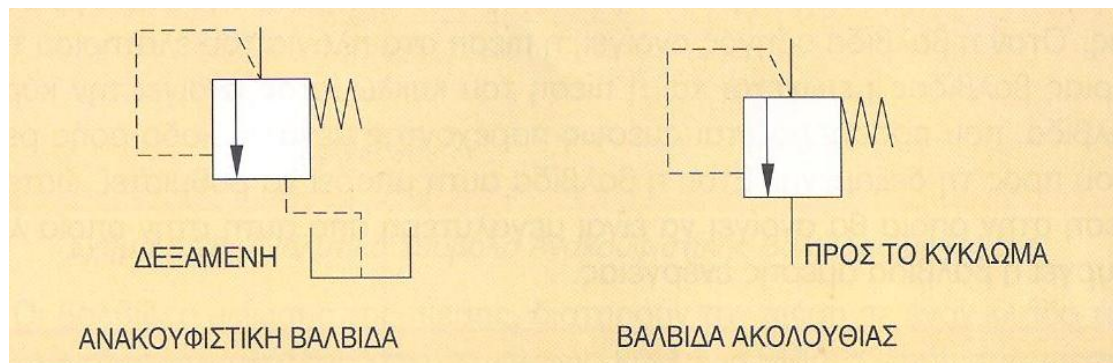
Στη συνέχεια, όταν η πίεση στα άκρα της υδραυλικής βαλβίδας φτάσει σε μια τιμή η οποία καθορίζεται από το μάζεμα του ελατηρίου, η ροή από την αντλία επιστρέφει μέσω της εκτόνωσης της βαλβίδας στη δεξαμενή που αυτό έχει ως επιθυμητό αποτέλεσμα το υδραυλικό κύκλωμα αυτοματισμού να αποφορτίζεται [3], [4].

Επομένως εάν η ροή εκτραπεί πίσω στη δεξαμενή τότε η υδραυλική βαλβίδα ονομάζεται βαλβίδα ανακούφισης.



Εάν όμως η ροή εκτραπεί σε άλλη θέση στο υδραυλικό κύκλωμα αυτοματισμού τότε η βαλβίδα λέγεται βαλβίδα ακολουθίας

Τα σύμβολα των βαλβίδων ελέγχου πίεσης φαίνονται στη εικόνα 10. Το αριστερό σχήμα δείχνει την ανακουφιστική βαλβίδα ή αλλιώς την βαλβίδα ανακούφισης, ενώ το δεξιό σχήμα απεικονίζει την βαλβίδα ακολουθίας [3], [4].



Εικόνα 10 :Σύμβολα βαλβίδων ελέγχου πίεσης

Βαλβίδες ελέγχου ροής:

Οι βαλβίδες ελέγχου ροής χρησιμοποιούνται για την ρύθμιση της παροχής στα υδραυλικά συστήματα.

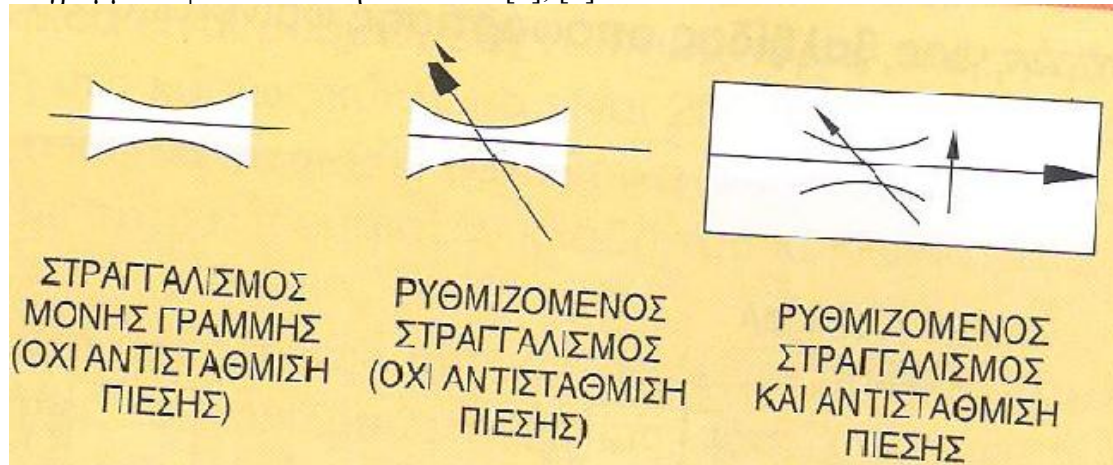
Οι υδραυλικές βαλβίδες έχουν σταθερή πίεση και δεν έχουν διαφορετική ροή.

Η αρχή λειτουργίας των υδραυλικών βαλβίδων αυτών βασίζεται στην αρχή ότι η ροή ρευστού από ένα στόμιο παραμένει σταθερή όσο η διαφορά πίεσης στα άκρα του παραμένει σταθερή. Καθώς αλλάζει η ανοιχτή επιφάνεια του στόμιου που διέρχεται το ρευστό αλλάζει αντίστοιχα και η πίεση στα άκρα του στόμιου. Έτσι σε συνδυασμό με μια βαλβίδα ανακούφισης μπορεί να ρυθμιστεί η παροχή στα υδραυλικά συστήματα αυτοματισμού, το οποίο μια απλή βαλβίδα ρύθμισης είναι ο στραγγαλιστής [3], [4].

Στα υδραυλικά κυκλώματα αυτοματισμού που η λειτουργία τους βασίζεται σε αντλίες που έχουν σταθερή παροχή. Η παροχή της αντλίας και το μέγεθος των μηχανισμών επιλέγονται με σκοπό τη επιθυμητή ταχύτητα. Εφόσον η ταχύτητα των μηχανισμών



εξαρτάται από τη ροή ου υδραυλικού ρευστού ταχύτητα μπορεί να μειωθεί με τους στραγγαλιστές ή αλλιώς υδραυλικές βαλβίδες ελέγχου ροής που τα σχηματικά διαγράμματα φαίνονται στη εικόνα 11 [3], [4].



Εικόνα 11 :Συμβολισμοί βαλβίδων ελέγχου ροής

Επεξήγηση της εικόνας 11:

Τα γραφικά σύμβολα των στραγγαλιστών ή αλλιώς των βαλβίδων ελέγχου ροής φαίνονται στην εικόνα 11.

Το πρώτο σκίτσο στα αριστερά συμβολίζει ένα απλό περιορισμό στη γραμμή της ροής που δεν είναι ρυθμιζόμενη.

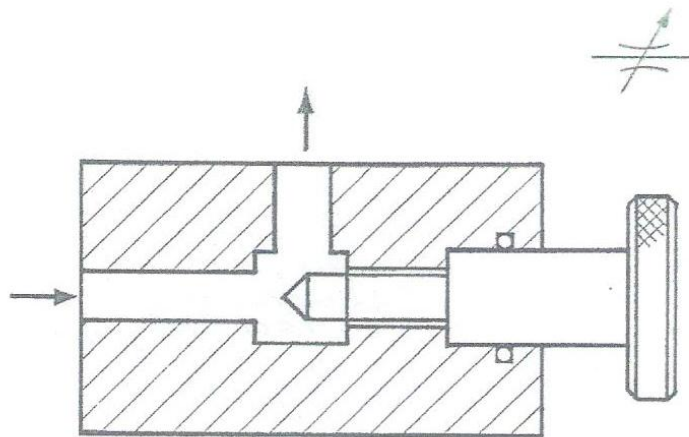
Το δεύτερο σκίτσο δηλαδή το μεσαίο δείχνει μια βαλβίδα στραγγαλισμού, η οποία μπορεί να ρυθμιστεί.

Το τρίτο σκίτσο δηλαδή το τρίτο που είναι τέρμα δεξιά δείχνει μια βαλβίδα στραγγαλισμού που μπορεί να ρυθμιστεί και το μικρό βέλος δείχνει την αντιστάθμιση στην πίεση [3], [4].

Βαλβίδες ρύθμισης:



Ρυθμιστικές βαλβίδες



Αρχή λειτουργίας:

Αυτή η υδραυλική βαλβίδα έχει ενσωματωμένο ρυθμιζόμενο στόμιο, με την προσαρμογή του οδοντωτού κουμπιού που έχει σαν σκοπό τον έλεγχο της βαλβίδας.

Το μέγεθος του στομίου μπορεί να ποικίλει σε πολλές μορφές.

Η ροή του υγρού μπορεί να είναι η ίδια και στις δύο κατευθύνσεις σε αυτόν τον τύπο της βαλβίδας [3], [4].

2.3: Υδραυλικές αντλίες

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



Οι υδραυλικές αντλίες στο υδραυλικό σύστημα είναι το πιο σπουδαίο και σημαντικό μηχανικό εξάρτημα του υδραυλικού συστήματος αλλά παράλληλα και πιο ακριβό υδραυλικό εξάρτημα.

Οι υδραυλικές αντλίες κάνουν μια σπουδαία δουλειά, μετατρέπουν τη ηλεκτρική και μηχανική ισχύ σε υδραυλική ενέργεια με τη συμπίεση του ρευστού προς το σύστημα. Με τον όρο υδραυλική ενέργεια του ρευστού χαρακτηρίζεται κυρίως η δυναμική ενέργεια που περικλείει και μεταφέρει το ρευστό υπό πίεση. Η κινητική ενέργεια του υδραυλικού ρευστού είναι μικρή αφού οι ταχύτητες είναι χαμηλές. Οι υδραυλικές αντλίες είναι πάντα θετικής μετατόπισης, το οποίο σημαίνει ότι παρέχουν πάντα ένα καθοριστικό ποσό υδραυλικού ρευστού ανά περιστροφή. Έτσι, η παροχή τους αν εξαιρέσει τις εσωτερικές διαρροές, οι οποίες γίνονται λόγω αυτολίπανσης είναι ανεξάρτητη από την πίεση καταθλίψεως. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των υδραυλικών αντλιών είναι η ικανότητα τους να αναρροφούν κάποιο ποσό ρευστού κατά την αρχική εκκίνηση τους. Συνεπώς, σαν συμπέρασμα προκύπτει ότι οι υδραυλικές αντλίες είναι αυτόματες αντλίες αναρροφήσεως [3], [4].

Η υδραυλική αντλία έχει δύο μορφές κατεύθυνσης δηλαδή είναι δεξιόστροφης και αριστερόστροφης περιστροφής.

Γενικά οι υδραυλικές αντλίες χαρακτηρίζονται με τη μέγιστη πίεση που μπορούν να αποδώσουν, η οποία πίεση μετριέται σε bar και την παροχή τους που μετριέται σε m^3/sec [3], [4].

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά σε μια υδραυλική αντλία είναι τα εξής:

- Η παροχή
- Το μέγεθος και το βάρος
- Η αποδοτικότητα
- Η ευκολία στον έλεγχο συντήρησης
- Το κόστος

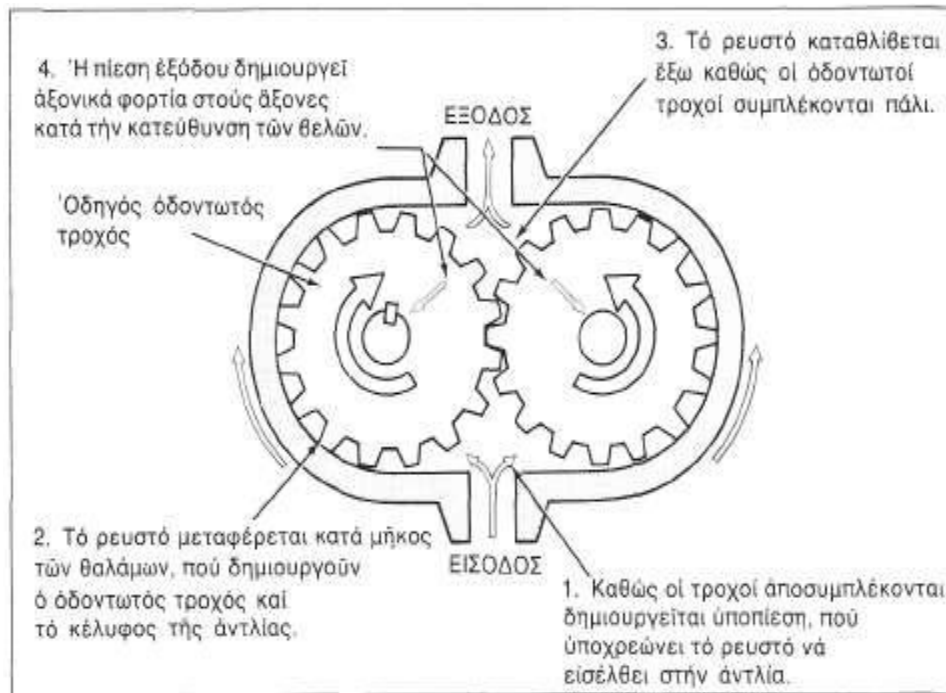
Γενικά οι υδραυλικές αντλίες διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- Υδραυλικές οδοντωτές αντλίες
- Υδραυλικές πτερυγιοφόρες αντλίες
- Υδραυλικές εμβολοφόρες αντλίες
- Υδραυλικές πτερυγωτές αντλίες

Υδραυλικές οδοντωτές αντλίες:



Οι υδραυλικές οδοντωτές αντλίες χρησιμοποιούνται ευρέως. Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στην μεταφορά του ρευστού ανάμεσα σε οδοντωτούς τροχούς όπως δείχνει η εικόνα 12.



Εικόνα 12 :Υδραυλική οδοντωτή αντλία

Οι δύο οδοντωτοί τροχοί έχουν ένα κοινό δηλαδή την ίδια διάμετρο, ίδιο βήμα και τον ίδιο αριθμό δοντιών. Ένας από τους δύο οδοντωτούς τροχούς είναι συνδεδεμένος με τον άξονα του κινητήρα και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να κινεί τον δεύτερο οδοντωτό τροχό.

Οι χώροι κατάθλιψης δημιουργούνται μεταξύ των δοντιών, οι οποίοι περικλείονται από το σώμα της αντλίας και δύο παράπλευρες πλάκες, που λέγονται πλάκες πίεσεως ή πλάκες τριβής.

Μια υποπίεση δημιουργείται στην αναρρόφηση της υδραυλικής αντλίας και καθώς οι δύο τροχοί περιστρέφονται το υδραυλικό ρευστό ρέει για να καταλάβει χώρο και μεταφέρεται στις εξωτερικές επιφάνειες των τροχών. Όταν τα δόντια συμπλέκονται μεταξύ τους το ρευστό ωθείται προς την έξοδο [3], [4].



Η δημιουργία της υψηλής πίεσης στην έξοδο της αντλίας δημιουργεί μια δύναμη που καταπονεί τους τροχούς της αντλίας. Οι ανοχές της κατασκευής αυτής είναι μικρές και ο βαθμός απόδοσης ικανοποιητικός.

Οι οδοντωτοί τροχοί είναι κατασκευασμένοι από χάλυβα. Το κέλυφος της οδοντωτής αντλίας αποτελείται από αλουμίνιο. Οι πλάκες πίεσεως ή αλλιώς πλάκες τριβής αποτελούνται από ένα ειδικό κράμα.

Συνεπώς από όλα τα προηγούμενα προκύπτει ότι η υδραυλική οδοντωτή αντλία είναι για μικρές παροχές διότι έχει σταθερή παροχή.

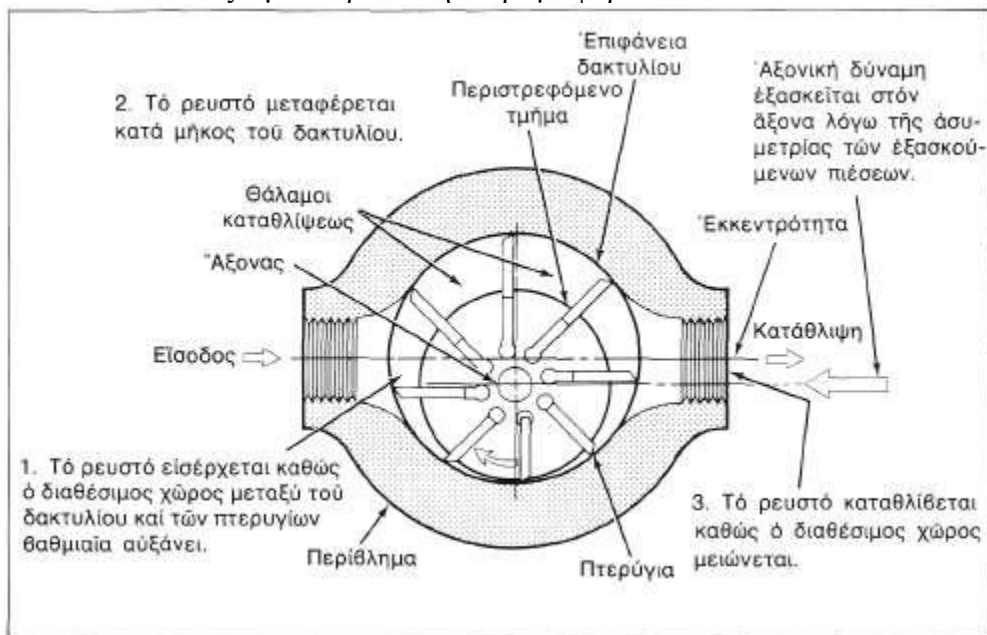
Στην χρησιμότητα της η οδοντωτή αντλία παρουσιάζει ανοχή στο υδραυλικό ρευστό που δεν είναι απόλυτα καθαρό και έχει χαμηλό κόστος για αυτό το λόγο θεωρείται ικανή αντλία [3], [4].



Υδραυλικές πτερυγιόφορες αντλίες:

Ο τύπος της υδραυλικής αντλίας βασίζεται στη περιστροφή πτερυγίων που εφάπτονται στην εσωτερική επιφάνεια ενός δακτυλίου και δημιουργούν χώρους όταν μεταφέρεται το υδραυλικό ρευστό. Οι χώροι αυτοί περικλείονται στις πλάκες τριβής. Τα πτερύγια κινούνται ελεύθερα σε υποδοχές ενός περιστρεφόμενου τμήματος και κρατούνται σε επαφή με την εσωτερική επιφάνεια του δακτυλίου με τη φυγόκεντρο δύναμη και την πίεση που εξασκείται στην κάτω επιφάνεια τους.

Η εικόνα 13 απεικονίζει μια υδραυλική πτερυγιόφορο αντλία.



Εικόνα 13 :Υδραυλική πτερυγιόφορο αντλία

Οι υδραυλικές πτερυγιόφορες αντλίες χρησιμοποιούνται ευρέως, δηλαδή ο υψηλός βαθμός απόδοσης, η χαμηλή στάθμη θορύβου και η μεγάλη διάρκεια ζωής που έχουν τις κάνουν να είναι ιδανικές αντλίες.

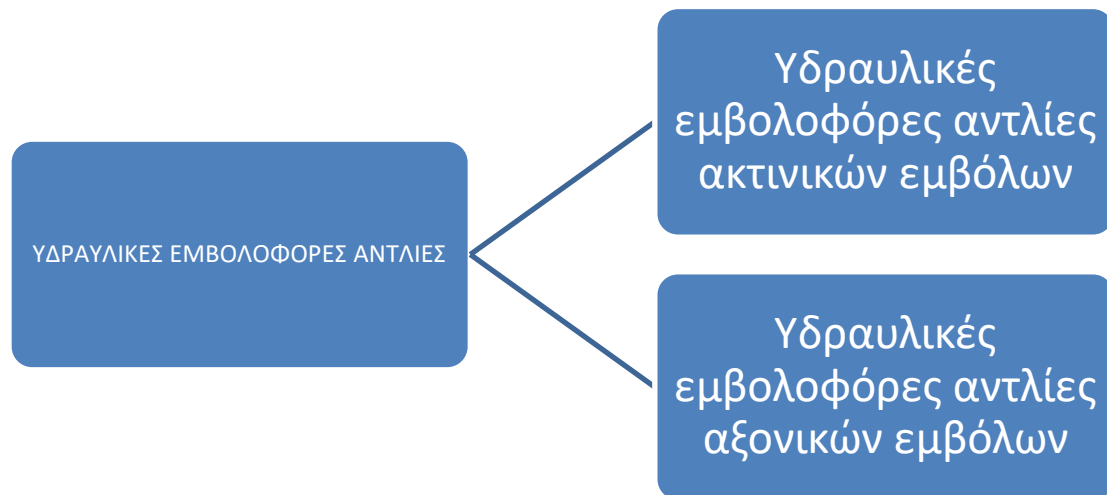
Οι υδραυλικές πτερυγιόφορες αντλίες έχουν το μειονέκτημα τους ότι η ευαισθησία της αναρρόφησης είναι κακής ποιότητας [3], [4].



Υδραυλικές εμβολοφόρες αντλίες:

Η λειτουργία των υδραυλικών εμβολοφόρων αντλιών βασίζεται στην αναρρόφηση του ρευστού και στην παλινδρομική κίνηση ενός εμβόλου μέσα σε ένα έμβολο.

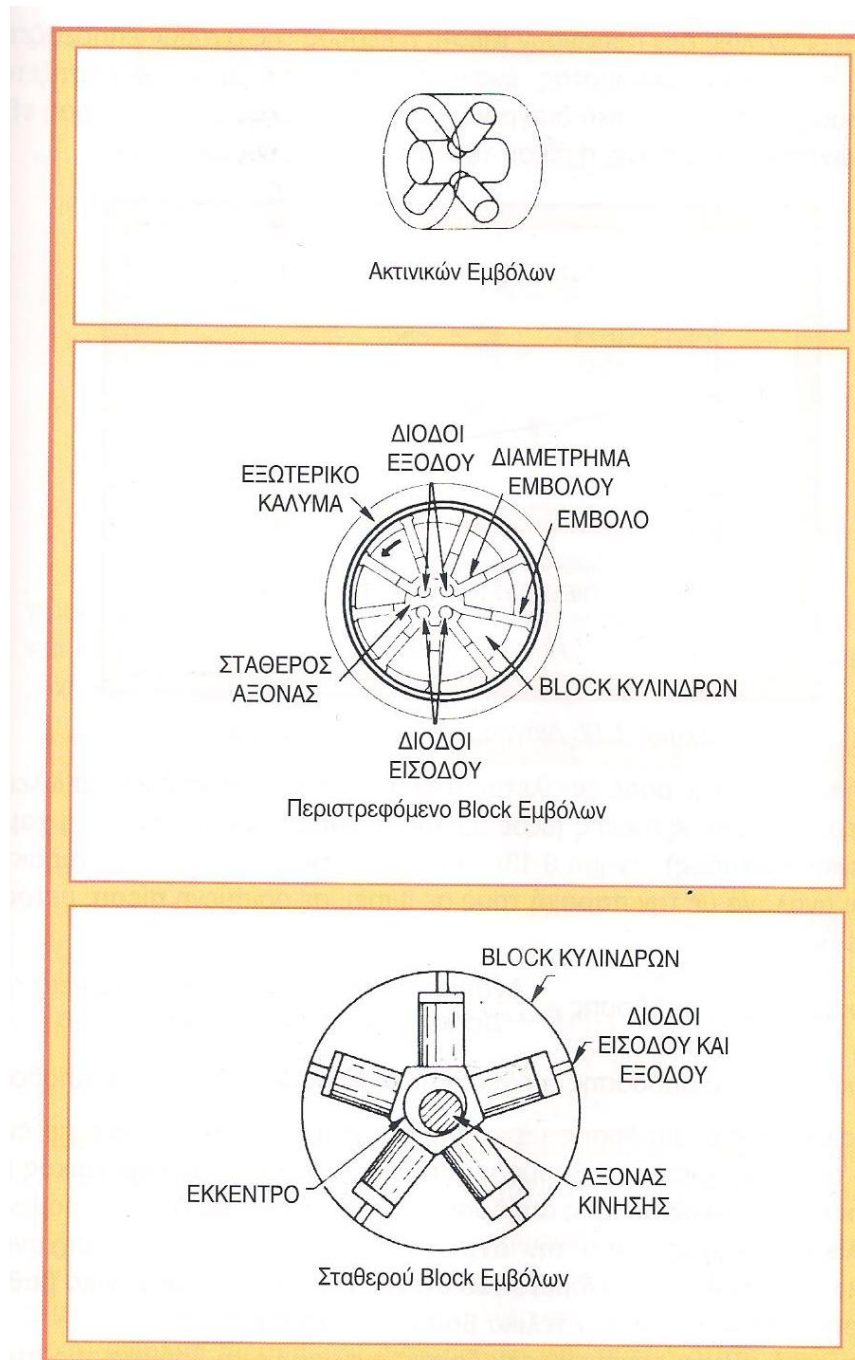
Αυτές οι αντλίες, αποτελούνται πάντα από έναν αριθμό εμβόλων που κατανέμονται είτε παράλληλα είτε ακτινικά κάθετα προς τον άξονα της αντλίας [3], [4].





- Υδραυλικές εμβολοφόρες αντλίες ακτινικών εμβόλων:

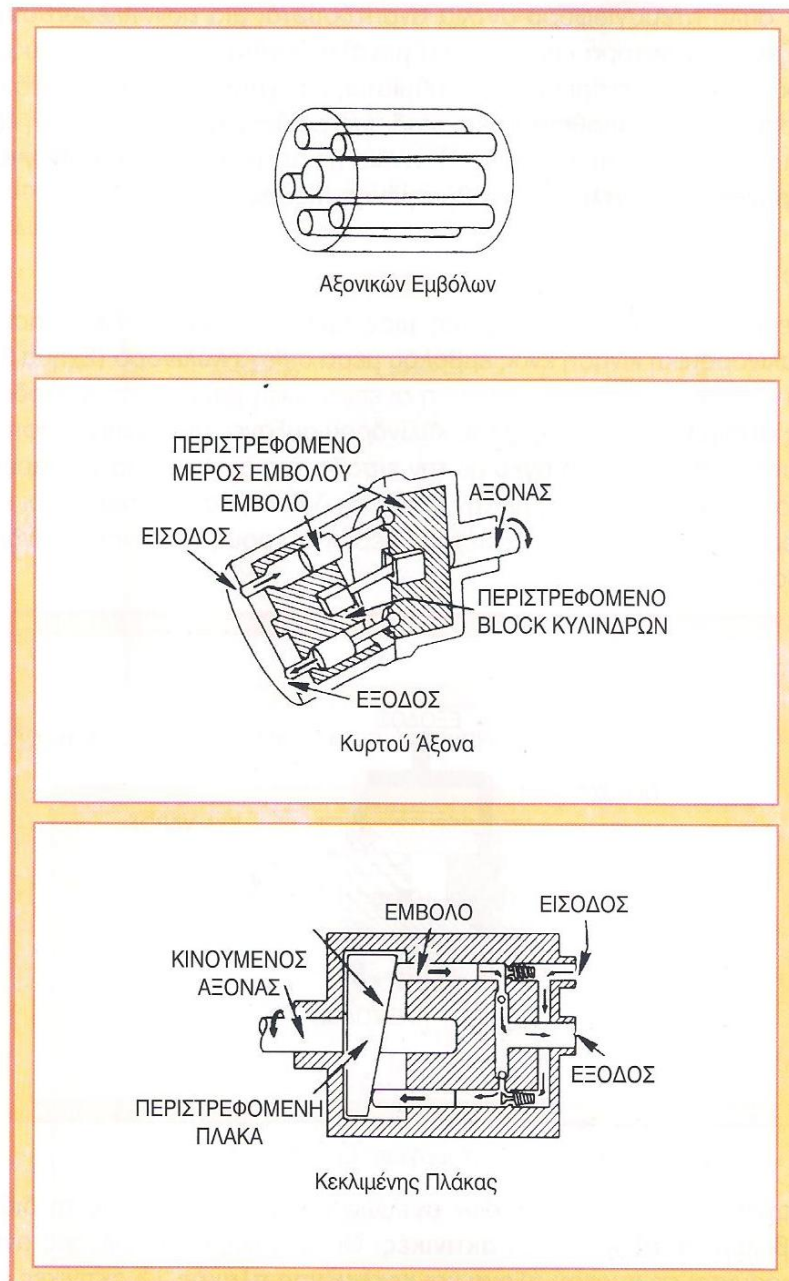
Οι υδραυλικές εμβολοφόρες αντλίες ακτινικών εμβόλων υποδιαιρούνται σε σταθερού block εμβόλων και περιστρεφόμενου block εμβόλων.





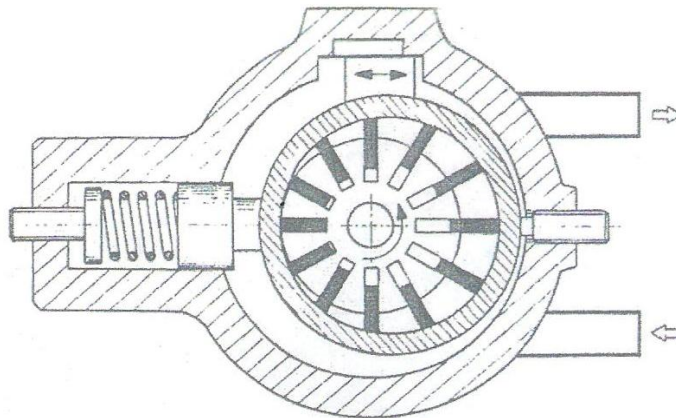
- Υδραυλικές εμβολοφόρες αντλίες αξονικών εμβόλων:

Οι υδραυλικές εμβολοφόρες αντλίες αξονικών εμβόλων υποδιαιρούνται σε κυρτού άξονα και κεκλιμένης πλάκας.





Υδραυλικές πτερυγωτές αντλίες:



Αρχή λειτουργίας:

Η υδραυλική πτερυγωτή αντλία λειτουργεί μέσω ενός ελατηρίου που επιδρά σε ένα έμβολο, κρατά το δακτύλιο της διαδρομής στη θέση του, όσο η πίεση παραμένει μικρή η πίεση του ελατηρίου δεν μπορεί να υπερκινηθεί. Όταν όμως η πίεση γίνει μεγαλύτερη το ελατήριο συμπιέζεται, το δακτυλίδι μετακινείται και έτσι μειώνεται η εκκεντρότητα οπότε μειώνεται και η παροχή. Όσο αυξάνεται η πίεση τόσο περισσότερο συμπιέζεται το ελατήριο, όταν δε η πίεση αυτή φθάσει σε ένα σημείο P_{max} η συμπίεση του ελατηρίου είναι τόση ώστε το δακτυλίδι και ο ρότορας να γίνονται ομόκεντροι και η εκκεντρότητα όπως και η παροχή μηδενίζεται [3], [4].



2.4: Υδραυλικοί ενεργοποιητές

Οι υδραυλικοί ενεργοποιητές λέγονται και αισθητήρες υδραυλικών συστημάτων. Οι αισθητήρες έρχονται σε επαφή με τον μικροελεγκτή και τον εξωτερικό κόσμο.

Οι αισθητήρες είναι μια συσκευή που ανιχνεύει ένα φυσικό μέγεθος όπως για παράδειγμα τη κίνηση ή την ταχύτητα του εμβόλου μέσα σε ένα υδραυλικό κύκλωμα. Τα υδραυλικά κυκλώματα έχουν αισθητήρες, οι οποίοι παίρνουν πληροφορίες από τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές ή από τις υδραυλικές βαλβίδες και αυτοί με τη σειρά τους δίνουν σήμα σχετικά με τη θέση, την ταχύτητα ή την επιτάχυνση του εμβόλου [5].

Τα απαραίτητα χαρακτηριστικά των αισθητηρίων των υδραυλικών συστημάτων αυτοματισμού είναι τα εξής:

- Εύρος:

Τα όρια στα οποία το υδραυλικό σύστημα αυτοματισμού λειτουργεί αξιόπιστα.

- Ακρίβεια:

Η εγγύτητα της τιμής εξόδου προς την τιμή της εισόδου.

- Σφάλμα:

Τη διαφορά ανάμεσα στη μετρούμενη τιμή και πραγματική τιμή.

- Καθυστέρηση:

Η καθυστέρηση της αλλαγής της εξόδου προς την είσοδο.

- Ανοχή:

Το μέγιστο σφάλμα που μπορεί να δημιουργήσει ο αισθητήρας.

- Ευστάθεια:

Η μεταβολή της εξόδου σε μεγάλο χρονικό διάστημα, χωρίς να έχει μεταβολή της εισόδου και των εξωτερικών συνθηκών.

- Επαναληψιμότητα:

Η παραγωγή του ίδιου αποτελέσματος σε διάφορες χρονικές στιγμές με την ίδια είσοδο.



- Χρόνος λειτουργίας:

Ο εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας στα πλαίσια των προδιαγραφών του υδραυλικού κυκλώματος.

Οι κατηγορίες των αισθητήρων, οι οποίοι ελέγχουν ένα υδραυλικό έμβολο μέσα σε ένα υδραυλικό σύστημα είναι:

- Αισθητήρες μετατόπισης και κίνησης
- Αισθητήρες δύναμης
- Αισθητήρες ανίχνευσης
- Αισθητήρες οπτικής ένδειξης



Αισθητήρες μετατόπισης και κίνησης:

Η ανίχνευση του εμβόλου και της κίνησης του είναι ζωτικής σημασίας για την εφαρμογή αφού τα περισσότερα υδραυλικά κυκλώματα αυτοματισμού διαθέτουν κινητά μηχανικά μέρη.

Είναι απαραίτητο η θέση του υδραυλικού εμβόλου ή ο προσδιορισμός του κινητού μέρους της εφαρμογής που βρίσκεται σε κάποια προκαθορισμένη θέση στο χώρο. Άλλες φορές είναι αναγκαίο να γνωρίζεται σε ποιο βαθμό ένα κινητό μέρος κινείται ή περιστρέφεται προς κάποια κατεύθυνση.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις η γνώση της θέσης, της προσέγγισης, της μετατόπισης και της ταχύτητας ή της επιτάχυνσης ενός υδραυλικού εμβόλου αφορούν στο γενικότερο ζήτημα της ανίχνευσης κάποιας παράμετρου της κίνησης του [6], [7].

Οι αισθητήρες μετατόπισης και κίνησης ενός υδραυλικού εμβόλου είναι:

- Γραμμικό ποτενσιόμετρο
- Γωνιόμετρο μεταβλητής μαγνητικής αντίστασης
- Γραμμικός διακόπτης με γλωσσίδα

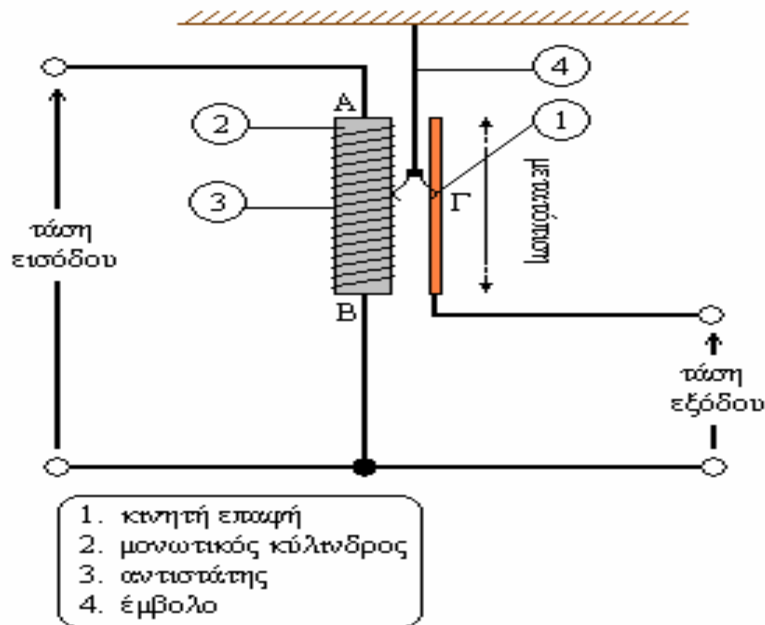


Γραμμικό ποτενσιόμετρο:

Το γραμμικό ποτενσιόμετρο έχει τα εξής μέρη:

- Κινητή επαφή
- Μονωτικό κύλινδρο
- Αντιστάτη
- Έμβολο

Όλα αυτά τα τέσσερα μέρη συντελούν ένα γραμμικό ποτενσιόμετρο. Το γραμμικό ποτενσιόμετρο αποτελείται από μία κινητή επαφή που τοποθετείται κατά μήκος ενός στοιχείου που εμφανίζει αντίσταση. Η κινητή επαφή είναι συνδεδεμένη με ένα έμβολο, το οποίο το άκρο του εμβόλου έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια. Η μορφή ενός γραμμικού ποτενσιόμετρου φαίνεται στη εικόνα 14 [6], [7].



Εικόνα 14.1: Γραμμικό ποτενσιόμετρο

Η σχεδίαση της διάταξης μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την περίπτωση της προβλεπόμενης μέτρησης που έχουμε. Το τμήμα της κινητής επαφής συνήθως κατασκευάζεται από κράματα χαλκού λόγω της καλής αγωγιμότητάς τους και σε συνδυασμό με τη σχετικά ελαστική συμπεριφορά τους που τους επιτρέπει να διατηρούν καλή ηλεκτρική επαφή με την αντίσταση. Τα δομικά στοιχεία που περιλαμβάνουν την αντίσταση λέγονται αντιστάτες. Οι αντιστάτες κατασκευάζονται από λεπτό σύρμα νικελίου που τυλίγεται γύρω από ένα κύλινδρο δηλαδή από μονωτικό υλικό. Εναλλακτικά, οι αντιστάτες μπορούν να κατασκευαστούν από υμένα άνθρακα, μετάλλων ή αγωγίμων πλαστικών για καλύτερη διακριτική ικανότητα. Η ολίσθηση της κινητής επαφής επάνω στον αντιστάτη γίνεται ομαλά και ομοιόμορφα με τη συνδρομή ενός οδηγού [6], [7].

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

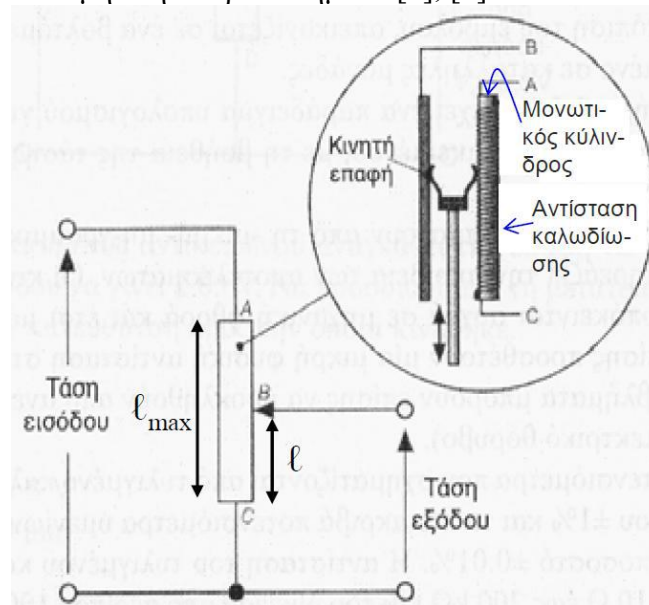
Π.ΡΑΛΛΗ & ΘΗΒΩΝ 250, 122 44, ΑΙΓΑΛΕΩ, ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ

ΤΗΛ.: +30-210-5381311, MSCAUTO1@TEIPIR.GR



Αρχή λειτουργίας:

Εφαρμόζεται μια τάση εισόδου V_1 στα άκρα του αντιστάτη, δηλαδή στα σημεία A και B του σχήματος. Η τάση εξόδου V_0 μετράται μεταξύ της κινητής επαφής στο σημείο B και του ενός άκρου του αντιστάτη στο σημείο Γ. Η τάση εισόδου V_1 , η τάση εξόδου V_0 και η απόσταση BΓ συνδέονται με γραμμική σχέση. Εάν υπάρξει μετατόπιση στη μετρούμενη επιφάνεια, θα κινηθεί αντίστοιχα και το έμβολο, παρασύροντας την κινητή επαφή. Έτσι, θα μεταβληθεί και η απόσταση BΓ, μεταβάλλοντας την τάση εξόδου V_0 . Η μεταβολή αυτή γίνεται αντιληπτή με τη βοήθεια ενός βολτομέτρου και μπορεί να ερμηνευθεί, με κατάλληλη βαθμονόμηση, σε μετατόπιση. Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων επηρεάζεται από τη μικρή μη γραμμικότητα του κυλίνδρου. Με τη χρήση φθείρονται μηχανικά ο αντιστάτης και η κινητή επαφή, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η απόκριση τους. Επίσης, η ένδειξη μετατόπισης αλλοιώνεται από την προσθήκη μιας μικρής φυσικής αντίστασης ή ακόμα και από ανεπιθύμητα ηλεκτρικά σήματα [6], [7].



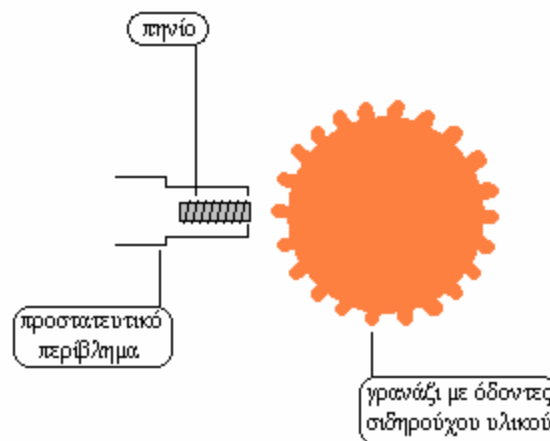
Εικόνα 14.2: Γραμμικό ποτενσιόμετρο

Το κόστος των γραμμικών ποτενσιόμετρων είναι χαμηλό και διαθέτουν εξαιρετική ακρίβεια. Η χρησιμοποίησή τους συνηθίζεται στον έλεγχο των διαστάσεων και στη καταγραφή ταχύτητας.



Γωνιόμετρο μεταβλητής μαγνητικής αντίστασης:

Το γωνιόμετρο πρόκειται για μικρές μαγνητικές συσκευές, οι οποίες αποτελούνται από ένα μικρό πηνίο στερεωμένο σε σταθερό σημείο κοντά σε ένα τροχό που μπορεί να περιστραφεί. Το πηνίο βρίσκεται μέσα σε προστατευτική θήκη. Στη εικόνα 15 απεικονίζεται ένα γωνιόμετρο μεταβλητής μαγνητικής αντίστασης [6], [7].



Εικόνα 15: Γωνιόμετρο μεταβλητής μαγνητικής αντίστασης

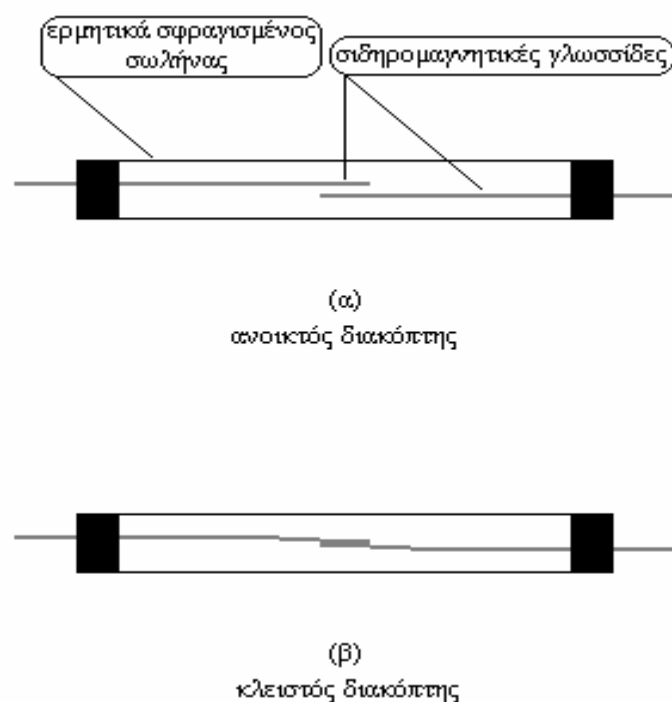
Αρχή λειτουργίας:

Τα δόντια του γραναζιού είναι κατασκευασμένα από σιδηρούχο υλικό και έτσι γίνεται ανιχνεύσιμη η ύπαρξή τους από το πηνίο. Κάθε φορά που περνάει ένας όδοντας κοντά από το πηνίο, μεταβάλλεται το μαγνητικό πεδίο γύρω του και παράγεται μία τάση εξόδου, που αυτή μπορεί να ανιληφθεί σε ένα βολτόμετρο ή αμπερόμετρο με οποιαδήποτε μορφή παλμού [6], [7].



Γραμμικός διακόπτης με γλωσσίδα :

Μια τυπική διάταξη ενός διακόπτη με γλωσσίδα αποτελείται από δύο μικρές σιδηρομαγνητικές γλωσσίδες κλεισμένες ερμητικά μέσα σε ένα λεπτό γυάλινο σωλήνα. Στη εικόνα 16 φαίνεται μια σχηματική αναπαράσταση ενός διακόπτη με γλωσσίδα [6], [7].



Εικόνα 16: Γραμμικός διακόπτης με γλωσσίδα

Οι γλωσσίδες είναι λεπτές, ευλύγιστες και μαγνητίζονται εύκολα με την παρουσία ενός μαγνητικού πεδίου, διότι αυτές είναι σιδηρομαγνητικές. Μερικές φορές συναντιόνται δύο τύποι διακόπτη με γλωσσίδα. Ο πρώτος χαρακτηριστικός τύπος διακόπτη έχει δύο γλωσσίδες όπως περιγράφηκε, τα άκρα των οποίων έλκονται και έρχονται σε επαφή, κλείνοντας ένα κύκλωμα, όταν περάσει ένας μαγνήτης από μικρή απόσταση. Ο δεύτερος τύπος διακόπτη διαθέτει μία εύκαμπτη γλωσσίδα μεταξύ δύο επαφών [6], [7].

Αρχή λειτουργίας:

Αρχικά, η γλωσσίδα εφάπτεται στη μία επαφή, οπότε το κύκλωμα είναι ανοικτό. Μόλις περάσει ένας μαγνήτης από μικρή απόσταση, η γλωσσίδα μετακινείται προς την άλλη επαφή και κλείνει ένα κύκλωμα μέχρι να απομακρυνθεί ο μαγνήτης, οπότε επιστρέφει στην αρχική της θέση [6], [7].



Αισθητήρες δύναμης:

Οι αισθητήρες δύναμης ενός εμβόλου χρησιμοποιούνται για μέτρηση της δύναμης του εμβόλου στα υδραυλικά κυκλώματα αυτοματισμού.

Οι αισθητήρες δύναμης ενός εμβόλου είναι σημαντικοί για τη μετρατοπή της δύναμης σε πίεση ενός ρευστού και για τη παραμόρφωση της δύναμης.

Οι αισθητήρες δύναμης ενός εμβόλου διακρίνονται σε δύο τύπους, οι οποίοι είναι:

- Οι κυψελίδες φόρτισης
- Ο ζυγός ελατηρίου

Οι κυψελίδες φόρτισης ενός εμβόλου, οι οποίες είναι συσκευές που χρησιμοποιούν μετρητές μηχανικής τάσης για να προσδιορίζουν την τιμή μίας άγνωστης δύναμης.

Οι κυψελίδες φόρτισης είναι γραμμικές, δηλαδή έχουν καλή επαναληψιμότητα, είναι αρκετά ακριβείς και είναι ανθεκτικές σε υπερφόρτιση [6], [7].

Ο ζυγός ελατηρίου ενός εμβόλου είναι μία διάταξη που μετράει δύναμη. Ο ζυγός ελατηρίου είναι στην ουσία ένα ελατήριο όπου ανάλογα με την δύναμη που του ασκείται επιμηκύνεται. Αυτή η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι ευθέως ανάλογη της δύναμης, σύμφωνα με τον νόμο του Hooke.

Με την μέθοδο αυτή είναι αδύνατο να επιτευχθεί υψηλή ακρίβεια αλλά δεν παύει να είναι μία εύκολη και γρήγορη εκτίμηση της τιμής μίας άγνωστης δύναμης [6], [7].



Αισθητήρες ανίχνευσης:

Οι αισθητήρες ανίχνευσης ενός εμβόλου είναι αισθητήρια στα οποία αντιδρούν στην ύπαρξη ορισμένων υδραυλικών εμβόλων όταν αυτά βρίσκονται εντός της εμβέλειάς τους. Τα πλεονεκτήματα αυτών των ανιχνευτών σε υδραυλικά συστήματα αυτοματισμού είναι ότι δεν έχουν κινητά μέρη και ότι λόγω της ικανότητας που έχουν να ανιχνεύουν από μακριά δεν έρχονται σε επαφή με τα έμβολα που ανιχνεύουν. Οι ανιχνευτές ανίχνευσης εμβόλων είναι κυρίως ηλεκτρικά ή ηλεκτρονικά συστήματα και έχουν την ικανότητα να ανιχνεύουν γρήγορα το υδραυλικό έμβολο σε ένα υδραυλικό κύκλωμα αυτοματισμού [6], [7].

Οι αισθητήρες ανίχνευσης ενός εμβόλου χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες και είναι οι εξής:

- Επαγωγικοί αισθητήρες
- Χωρητικοί αισθητήρες
- Μαγνητικοί αισθητήρες



Επαγωγικοί αισθητήρες:

Οι επαγωγικοί αισθητήρες είναι μια κατηγορία αισθητήρων που εκμεταλλεύονται το φαινόμενο της επαγωγής, η οποία οφείλεται σε απώλειες δινορρευμάτων σε αγώγιμα υλικά. Αυτό το φαινόμενο επιτρέπει την χωρίς επαφή ανίχνευση όλων των αγώγιμων υλικών όπως μεταλλικά αντικείμενα. Οι επαγωγικοί αισθητήρες οι οποίοι ανιχνεύουν μεταλλικούς στόχους από απόσταση, στη σημερινή εποχή προσφέρουν σε σύγκριση με μηχανικούς διακόπτες, πολλά πλεονεκτήματα για χρήση σε βιομηχανικούς χώρους εργασίας. Είναι ανθεκτικοί σε δονήσεις, σκόνη, υγρασία, λάδια και νερά. Προσφέρουν ακρίβεια ενεργοποίησης, λειτουργία χωρίς μηχανικές φθορές καθώς και υψηλή συχνότητα [6], [7].



Εικόνα 17: Επαγωγικός αισθητήρας



Χωρητικοί αισθητήρες:

Οι χωρητικοί αισθητήρες υπολογίζουν την μεταβολή της χωρητικότητας που οφείλεται στην εισαγωγή ενός αντικειμένου στο ηλεκτρικό πεδίο ενός πυκνωτή εκφράζοντας έτσι την γνωστή σχέση που συνδέει την χωρητικότητα c ενός πυκνωτή με τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά δηλαδή την σχέση [6], [7]:

$$C = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S / I$$



Εικόνα 18 : Χωρητικός αισθητήρας



Μαγνητικοί αισθητήρες:

Οι μαγνητικοί αισθητήρες όπως και οι επαγωγικοί έχουν την δυνατότητα ανίχνευσης μεταλλικών αντικειμένων. Αποτελούνται από ένα πηνίο το οποίο είναι τυλιγμένο γύρω από ένα μαγνήτη και το σύστημα ανίχνευσης. Όταν περάσει ένα μαγνητικό υλικό μέσα από το πεδίο του μαγνήτη τότε η μαγνητική ροή που εμπλέκεται με το πηνίο μεταβάλλεται με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα ρεύμα στο πηνίο.

Το ρεύμα αυτό ανιχνεύεται από το σύστημα ανίχνευσης και έτσι γίνεται αντιληπτή η διέλευση κάποιου αντικειμένου. Είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερη η ταχύτητα διέλευσης αντικειμένου τόσο μεγαλύτερο το επαγόμενο ρεύμα. Ο μαγνητικός ανιχνευτής χαρακτηρίζεται από μία ελάχιστη ταχύτητα αναγνώρισης. Εάν ένα αντικείμενο περάσει εμπρός από τον ανιχνευτή με ταχύτητα μικρότερη από την ελάχιστη ταχύτητα αναγνώρισης τότε το αντικείμενο δεν θα γίνει αντιληπτό [6], [7].



Εικόνα 19 : Μαγνητικός αισθητήρας



Αισθητήρες οπτικής ένδειξης:

Οι αισθητήρες οπτικής ένδειξης ή αλλιώς οπτοαισθητήρες, αποτελούνται από μία πηγή και έναν ανιχνευτή φωτός. Η πηγή φωτός μπορεί να τοποθετηθεί απέναντι από τον ανιχνευτή. Η μέθοδος μέτρησης κατά την οποία χρησιμοποιείται αυτή η διάταξη, ονομάζεται μέθοδος της διαπερατότητας.

Κατά τη μέθοδο ανακλώμενης οπτικής δέσμης η πηγή φωτός τοποθετείται δίπλα στον ανιχνευτή, ο οποίος λαμβάνει την αντανάκλαση της παραγόμενης δέσμης φωτός. Οι πηγές φωτός είναι συνήθως δίοδοι φωτοεκπομπής και οι ανιχνευτές είναι φωτοτρανζίστορ πυριτίου. Το φως που χρησιμοποιείται μπορεί να είναι οπτικό ή υπέρυθρο. Η εγκατάσταση και συντήρηση της συσκευής είναι πιο εύκολη όταν χρησιμοποιείται οπτικό φως, αλλά με το υπέρυθρο φως επιτυγχάνονται καλύτερα αποτελέσματα, γιατί επηρεάζεται λιγότερο από το φαινόμενο της συμβολής που μπορεί να προκαλέσουν γειτονικές πηγές φωτός.

Όταν χρησιμοποιούνται αισθητήρες διαπερατότητας, η πηγή φωτός εκπέμπει ορατό κόκκινο ή υπέρυθρο φως το οποίο λαμβάνει ο ανιχνευτής που έχει τοποθετηθεί απέναντι. Αν παρεμβληθεί κάποιο αντικείμενο, η λήψη της δέσμης φωτός από τον ανιχνευτή διακόπτεται και με αυτόν τον τρόπο διαπιστώνεται η ύπαρξη του αντικειμένου [6], [7].

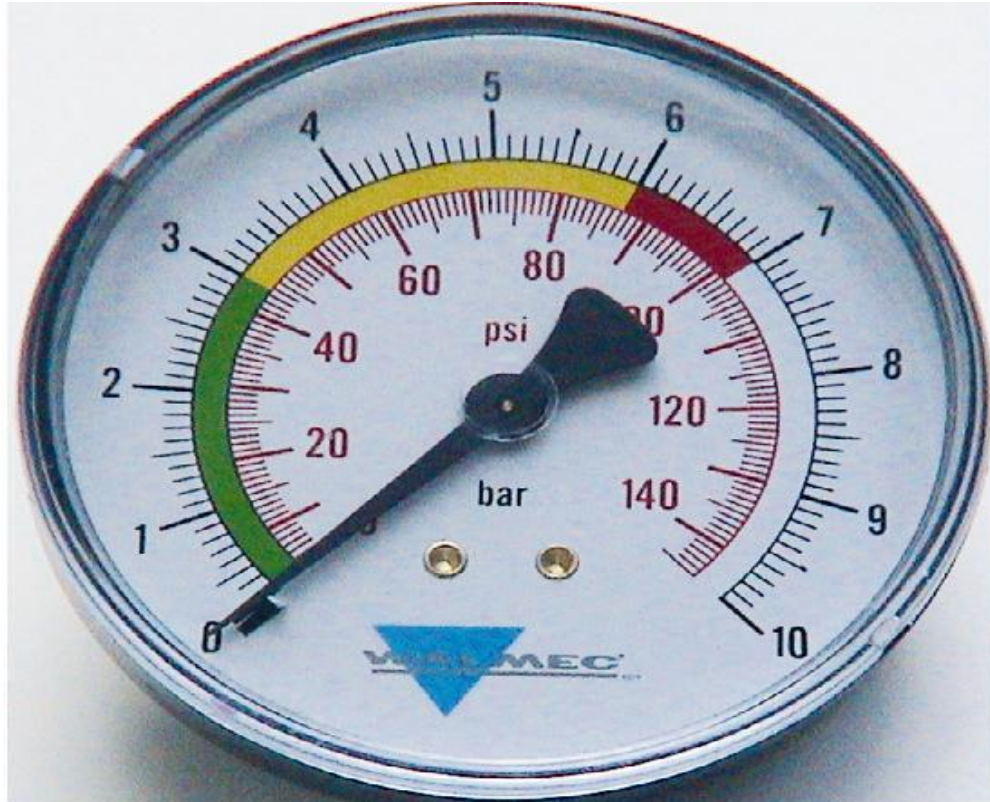
Οι αισθητήρες οπτικής ένδειξης ή οπτοαισθητήρες ενός υδραυλικού εμβόλου είναι:

- Το μανόμετρο
- Αισθητήρας ανακλώμενης δέσμης



Μανόμετρο:

Είναι ένα υδραυλικό οπτικό εξάρτημα, το οποίο τοποθετείται μέσα στο υδραυλικό κύκλωμα αυτοματισμού. Το μανόμετρο είναι ένα όργανο, στο οποίο χρησιμοποιείται για την μέτρηση της πίεσης σε ένα υδραυλικό κύκλωμα αυτοματισμού.



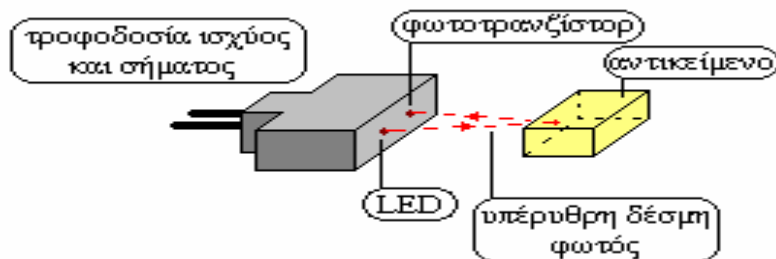
Εικόνα 20 : Μανόμετρο



Αισθητήρας ανακλώμενης δέσμης:

Η δέσμη φωτός που εκπέμπεται από τη δίοδο φωτοεκπομπής ανακλάται πάνω στο αντικείμενο και ανιχνεύεται από το φωτοτρανζίστορ. Η επιφάνεια του αντικειμένου που ελέγχεται με αυτή τη διαδικασία καλύπτεται με ειδική ανακλαστική επιστρώση προκειμένου να μειώνονται τα σφάλματα της μέτρησης. Επίσης, η μετάδοση του φωτός μπορεί να γίνεται με τη μορφή παλμών και να υπάρχει ειδικό φίλτράρισμα, ώστε να ελαττώνεται η πιθανότητα λανθασμένων ενδείξεων. Κατά τη μέθοδο της ανακλώμενης οπτικής δέσμης η ύπαρξη και η ισχύς της ανακλώμενης δέσμης μπορεί να ερμηνευθεί κατάλληλα, ώστε να παρέχει πληροφορίες για την απόσταση του αντικειμένου. Η ισχύς της εκπεμπόμενης δέσμης φωτός καθορίζει την ελάχιστη απόσταση προσέγγισης, στην οποία λειτουργεί ο συγκεκριμένος αισθητήρας.

Σε αυτό τον αισθητήρα σημαντικό ρόλο σε αυτό παίζει η ευαισθησία του φωτοτρανζίστορ, καθώς και η φύση του ελεγχόμενου αντικειμένου [6], [7].



Εικόνα 21 : Αισθητήρας ανακλώμενης δέσμης



Κεφάλαιο 3:

P.L.C και η εφαρμογή του σε υδραυλικά κυκλώματα

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, ο προγραμματισμός της λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος πραγματοποιήθηκε μέσω ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (PLC). Το PLC μπορεί να ορισθεί ως μια ψηφιακή συσκευή με μικροεπεξεργαστή και προγραμματιζόμενη μνήμη, η οποία μπορεί να αποθηκεύσει και να εκτελέσει εντολές του χρήστη για υλοποίηση συναρτήσεων λογικής Boole, ακολουθιακής λογικής, χρονισμού, απαρίθμησης και αριθμητικών πράξεων, προκειμένου μέσω ψηφιακών ή αναλογικών εισόδων/εξόδων, να ελέγξει τη λειτουργία του υδραυλικού συστήματος αυτοματισμού. Στην ουσία έχει τη βασική δομή ενός προσωπικού υπολογιστή με τη διαφορά, ότι ένας προσωπικός υπολογιστής σκοπεύει στην επικοινωνία με τον χρήστη για τη διεκπεραίωση διαφόρων υπολογισμών, γραφικών και επικοινωνιακών εργασιών ενώ το PLC αποσκοπεί στην επικοινωνία με το βιομηχανικό περιβάλλον για την διεκπεραίωση μιας αυτοματοποιημένης διαδικασίας των υδραυλικών κυκλωμάτων. Έτσι, στη πρώτη περίπτωση ο χρήστης στέλνει εντολές (πληκτρολόγιο, ποντίκι) και λαμβάνει τα αποτελέσματα στην οθόνη, ενώ στην δεύτερη, οι διάφορες συσκευές εισόδων (βαλβίδες, διακόπτες, αισθητήρες κ.α.) δίνουν τις εντολές και ενημερώνουν ανάλογα τις συσκευές εξόδων (έμβολα κ.α.).



3.1: Ορισμός και πλεονεκτήματα του P.L.C

Το P.L.C (δηλαδή: Programmable Logic Controllers: Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής) είναι ένας μικροϋπολογιστής κατάλληλα προσαρμοσμένος για την υλοποίηση κάθε είδους αυτοματισμού από την εκκίνηση ενός εμβόλου μέχρι την πλήρη λειτουργία του υδραυλικού κυκλώματος αυτοματισμού [8].

Ένα P.LC έχει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα αυτοματισμού. Έχει την δυνατότητα να εκτελεί εργασίες υπολογισμού και επικοινωνίας.

Ως συσκευή και ως σύστημα είναι πολύ ευέλικτο, ισχυρό και συμπαγές καθώς μπορεί να συναρμολογηθεί με μικρό κόστος. Ακολουθούν αναλυτικά τα οφέλη:

- Ο χρόνος κατασκευής του αυτοματισμού είναι μηδαμινός
- Ελαχιστοποίηση του κόστους συντήρησης, εφόσον δεν υπάρχει θέμα βλάβης επειδή τα PLC χαλάνε σπάνια.
- Τα PLC είναι ευέλικτα στην τροποποίηση της λειτουργίας του υδραυλικού αυτοματισμού, εφόσον η αλλαγή στον αυτοματισμό γίνεται σε λίγα λεπτά , αλλάζοντας μόνο το πρόγραμμα.



3.2: Η βασική δομή του P.L.C

Το PLC που χρησιμοποιήθηκε στη διπλωματική διατριβή είναι το LOGO Siemens. Το LOGO P.L.C είναι ένας μικροϋπολογιστής κατάλληλα προσαρμοσμένος για την υλοποίηση κάθε είδους αυτοματισμού από την εκκίνηση ενός εμβόλου μέχρι την πλήρη λειτουργία του.

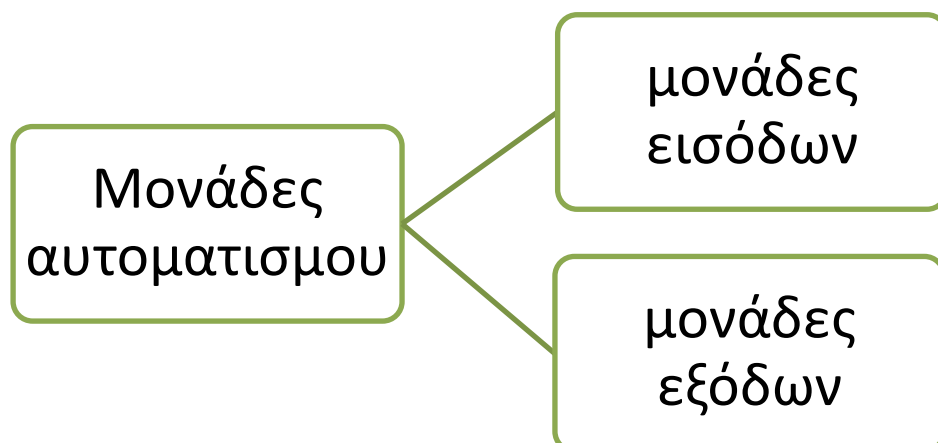
Η δομή ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή είναι ομοιόμορφη και αποτελείται από τα εξής δομικά στοιχεία:

1. Πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων:

Το πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων, δηλαδή αυτό το πλαίσιο είναι απαραίτητο για την τοποθέτηση των μονάδων του P.L.C. Στο πλαίσιο αυτό είναι ενσωματωμένο ένα σύστημα αγωγών μέσω των οποίων επικοινωνούν οι διάφορες μονάδες με την κεντρική μονάδα επεξεργασίας. Τα πλαίσια τοποθέτησης μονάδων χωρίζονται συνήθως σε δύο μέρη, το κεντρικό πλαίσιο, το οποίο είναι μοναδιαίο σε κάθε PLC, και στο πλαίσιο επέκτασης, που έχει τη δυνατότητα επανάληψης του μέχρι την ικανοποίηση όλων των αναγκών [8], [9].

2. Μονάδες αυτοματισμού:

Οι μονάδες αυτοματισμού αυτές αποτελούν τις μονάδες επικοινωνίας της κεντρικής μονάδας με τον εξωτερικό κόσμο, δηλαδή τα έμβολα, τα αισθητήρια κ.λπ. Οι μονάδες αυτές δίνουν πληροφορίες ή εντολές και μαζί με τα υπόλοιπα ηλεκτρονικά στοιχεία (αισθητήρες, έμβολα κ.λπ.) εκτελούν τις εντολές του αυτοματισμού. Οι μονάδες αυτοματισμού διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες [8], [9].





Μονάδες εισόδων.

Η μονάδα εισόδων έχει δύο τύπους:

- Ψηφιακούς τύπους:

Οι οποίοι τύποι μπορούν να πάρουν δύο τιμές που είναι οι ακόλουθες: τη λογική κατάσταση 0 για 0 V ή τη λογική κατάσταση 1 για 5 V.

- Αναλογικούς τύπους:

Οι οποίοι μπορούν να πάρουν οποιαδήποτε τιμή.

Μονάδες εξόδων.

Η μονάδα εξόδων έχει δύο τύπους:

- Ψηφιακούς τύπους:

Οι οποίοι τύποι μπορούν να πάρουν δύο τιμές που είναι οι ακόλουθες: τη λογική κατάσταση 0 για 0 V ή τη λογική κατάσταση 1 για 5 V.

- Αναλογικούς τύπους:

Οι οποίοι μπορούν να πάρουν οποιαδήποτε τιμή.

3. Μονάδα τροφοδοσίας:

Η μονάδα τροφοδοσίας είναι σπουδαία, σημαντική στο P.L.C και η χρησιμότητα της μονάδας τροφοδοσίας έγκειται στην για τη λειτουργία της εγκατάστασης εσωτερικών τάσεων από το δίκτυο [8], [9].

4. Κεντρική μονάδα επεξεργασίας:

Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας είναι υπεύθυνη για την επεξεργασία του προγράμματος με βάση τις καταστάσεις των σημάτων εισόδου και εξόδου. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας αποτελείται από τον μικροεπεξεργαστή όπου στον οποίο γίνεται η επεξεργασία και η εκτέλεση των εντολών και από την μνήμη [8], [9].



Η μνήμη διακρίνεται σε:

- Μνήμη αποθήκευσης προγράμματος:

Η χωρητικότητα της οποίας καθορίζει και το μέγεθος του προγράμματος. Μπορεί να είναι:

- Μνήμη μόνο ανάγνωσης (ROM):

Εκεί αποθηκεύεται συνήθως το εκτελεστικό πρόγραμμα και σχεδιάζονται κυρίως για μόνιμη αποθήκευση δεδομένων. Διατηρούν το περιεχόμενό τους σε τυχόν διακοπή της τάσης τροφοδοσίας [8], [9].

- Μνήμη τυχαίας προσπέλασης (RAM):

Εκεί αποθηκεύεται το πρόγραμμα του χρήστη. Μνήμη γραφής-ανάγνωσης. Ο πιο εύελικτος τύπος μνήμης, αφού ο χρήστης μπορεί να διαβάσει ή να γράψει χωρίς περιορισμούς. Δε διατηρεί το περιεχόμενό της σε περίπτωση διακοπής της τάσης τροφοδοσίας, πρόβλημα που αντιμετωπίζεται με τη χρήση μπαταρίας [8], [9].

- Προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο ανάγνωσης (EPROM):

Τύπος μνήμης, που μπορεί να επαναπρογραμματιστεί εφόσον διαγραφεί το περιεχόμενό της με τη χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας. Σε αντίθεση με τη RAM, το περιεχόμενό της δε διαγράφεται κατά τη διακοπή της τάσης τροφοδοσίας [8], [9].

- Προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο ανάγνωσης με δυνατότητα ηλεκτρικής διαγραφής (EEPROM):

Φαίνεται η καταλληλότερη γιατί είναι παρόμοια με τη μνήμη EPROM, με τη διαφορά ότι παρουσιάζει μεγαλύτερη ευελιξία και για τη διαγραφή του περιεχομένου της αρκεί η εφαρμογή ηλεκτρικής τάσης στους κατάλληλους ακροδέκτες του ολοκληρωμένου [8], [9].

- Μνήμη κατάστασης εισόδων και εξόδων:

Στην μνήμη αυτή γράφονται και διαβάζονται οι καταστάσεις των εισόδων, των μνημών και των εξόδων.



5. Ρολόι πραγματικού χρόνου:

Είναι σημαντικό το ρολόι του πραγματικού χρόνου διότι δείχνει το χρόνο του κάθε προγράμματος. Ο χρόνος μετριέται σε δευτερόλεπτα.

6. Προγραμματιστή:

Ο προγραμματισμός επιτυγχάνεται με τη βοήθεια μιας περιφερειακής δομικής μονάδας εισόδου που ονομάζεται προγραμματιστής.

Ο προγραμματιστής χρησιμοποιείται για την εισαγωγή του προγράμματος στο P.L.C [8], [9].



3.3: Αρχή λειτουργίας του P.L.C.

Το βασικό χαρακτηριστικό ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή είναι η συνεχής ή κυκλική επεξεργασία του προγράμματος που είναι γραμμένο από το μηχανικό στη μνήμη [8], [9].

Ένας κύκλος προγράμματος του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή αποτελείται από τέσσερα βήματα, τα οποία είναι τα ακόλουθα:

1^ο βήμα:

Ο μικροεπεξεργαστής διαβάζει την τρέχουσα κατάσταση των εισόδων και γράφει τις τιμές που αντιστοιχούν 0 για λογικό 0 και 1 για λογική 1 σε ένα πίνακα απεικόνισης καταστάσεων εισόδων (δηλαδή: process – image input register) που βρίσκεται στη μνήμη του επεξεργαστή.

2^ο βήμα:

Ο μικροεπεξεργαστής διαβάζει και ταυτόχρονα εκτελεί μία, μία τις εντολές που είναι γραμμένες στη μνήμη, αρχίζοντας από τη πρώτη και τελειώνοντας στην τελευταία.

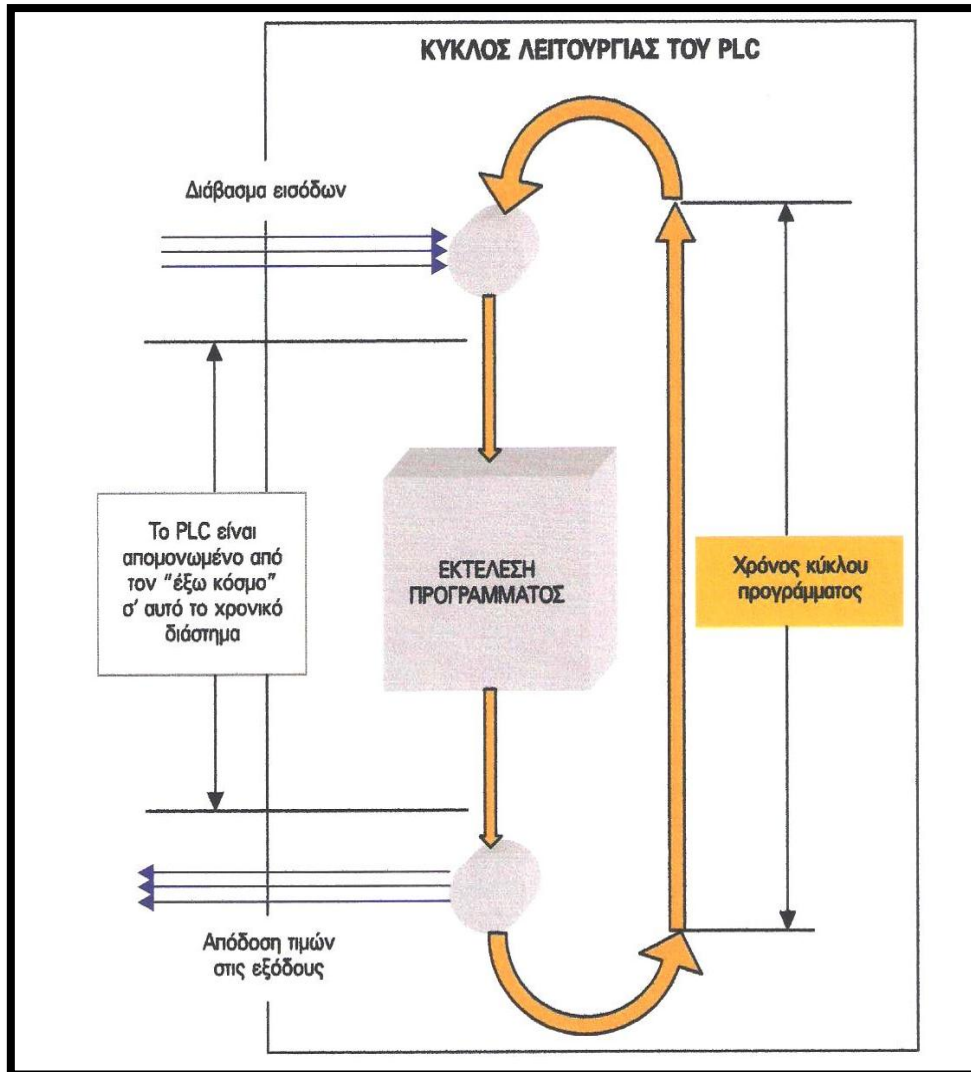
3^ο βήμα:

Μετά την εκτέλεση της τελευταίας εντολής, ο μικροεπεξεργαστής οδηγεί τις εξόδους ανάλογα με την τιμή 0 για λογικό 0 και 1 για λογική 1 σε έναν πίνακα απεικόνισης εξόδων (δηλαδή: process – image output register).

4^ο βήμα:

Τέλος επανέρχεται στο πρώτο βήμα και η διαδικασία επαναλαμβάνεται συνεχώς. Δηλαδή το πρόγραμμα σε έναν προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή εκτελείται κυκλικά αυτό σημαίνει ότι όταν εκτελεστεί και η τελευταία εντολή ο κύκλος λειτουργίας του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή δεν σταματά, αλλά αυτόματα αρχίζει πάλι από την αρχή.

Η εικόνα 22 δείχνει τον κύκλο λειτουργίας ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.



Εικόνα 22: Κύκλος λειτουργίας ενός P.L.C

Σημαντική προϋπόθεση ενός P.L.C:

Η προϋπόθεση που έχει ένας κύκλος λειτουργίας ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή είναι ότι ο κύκλος των βημάτων της λειτουργίας του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή εκτελείται όσο το P.L.C βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας (δηλαδή: RUN) [8], [9].



3.4: Ο προγραμματισμός του P.L.C

Το βασικό κομμάτι σε ένα υδραυλικό κύκλωμα αυτοματισμού με PLC δεν είναι το κατασκευαστικό μέρος δηλαδή η προσομοίωση εφαρμογής αλλά το λογισμικό, δηλαδή το πρόγραμμα που υλοποιεί τον επιθυμητό υδραυλικό σύστημα αυτοματισμό. Η χρήση των εντολών στην δημιουργία ενός προγράμματος, καθορίζουν την σωστή ή όχι λειτουργία μίας συσκευής. Ο τρόπος που οι εντολές αυτές θα μεταφερθούν στο συγκεκριμένο PLC, λέγεται γλώσσα προγραμματισμού (programming language) [10].

Υπάρχουν γενικά τρεις κατηγορίες γλωσσών προγραμματισμού για τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές, οι οποίες είναι οι εξής:

- Γλώσσα LAD ή γλώσσα ηλεκτρολογικών γραφικών
- Γλώσσα STL ή γλώσσα λογικών εντολών
- Γλώσσα FDB ή γλώσσα λογικών γραφικών



ΓΛΩΣΣΑ LAD (ΓΛΩΣΣΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΓΡΑΦΙΚΩΝ)

Η γλώσσα LAD ή γλώσσα ηλεκτρολογικών γραφικών επιτρέπει τη μεταφορά του ηλεκτρολογικού ή μηχανολογικού σχεδίου, διαμέσου της συσκευής προγραμματισμού στο P.L.C Αυτή η γλώσσα χρησιμοποιεί την αμερικάνικη τυποποίηση στο σχεδιασμό ηλεκτρικών επαφών.

Η γλώσσα προγραμματισμού Ladder είναι μία ευκολόχρηστη γραφική γλώσσα προγραμματισμού με την βοήθεια της οποίας μπορεί να γίνει απευθείας μετατροπή του ηλεκτρολογικού σχεδίου σε γλώσσα κατανοητή από το PLC. Ο όρος 'ladder' (σκάλα) χρησιμοποιήθηκε επειδή οι γραμμές ενός συμπληρωμένου διαγράμματος μοιάζουν με τις βαθμίδες μιας σκάλας.

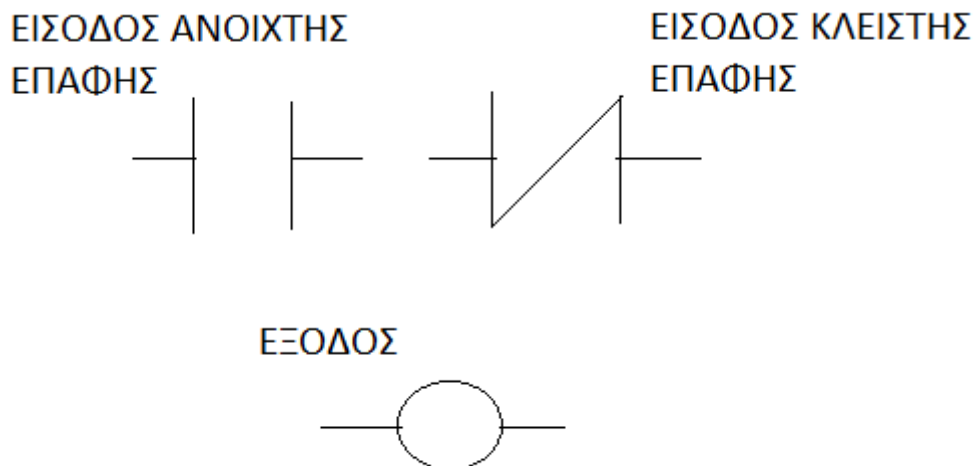
Ένα πρόγραμμα που είναι γραμμένο στη γλώσσα LAD αποτελείται από rungs, δηλαδή ένα σύνολο από εντολές οι οποίες είναι σχεδιασμένες μεταξύ δύο κάθετων γραμμών που αντιπροσωπεύουν η μεν αριστερή τη γραμμή τροφοδοσίας (δηλαδή τη φάση), η δε δεξιά την γραμμή επιστροφής(δηλαδή τον ουδέτερο) [10].

Οι εντολές που υπάρχουν σε ένα rung παριστάνουν:

1) Εισόδους και εξόδους του PLC:

Ως βασικά γραφικά στοιχεία θεωρούνται οι επαφές. Οι επαφές διαχωρίζονται στις ανοικτές (-| -), στις κλειστές(-|/| -). Οι εισοδοι και οι έξοδοι σε ένα PLC μπορεί να είναι αισθητήρια ή βαλβίδες, τα οποία μπορεί να είναι ανοιχτή επαφή ή κλειστή επαφή. Στην είσοδο γίνεται η εισαγωγή των εντολών ή των λογικών πράξεων του PLC, ενώ στην έξοδο γίνεται η εισαγωγή του επιθυμητού αποτελέσματος για παράδειγμα την κίνηση ενός εμβόλου.

Η αναπαράσταση των εισόδων και εξόδων απεικονίζονται στο σχήμα:



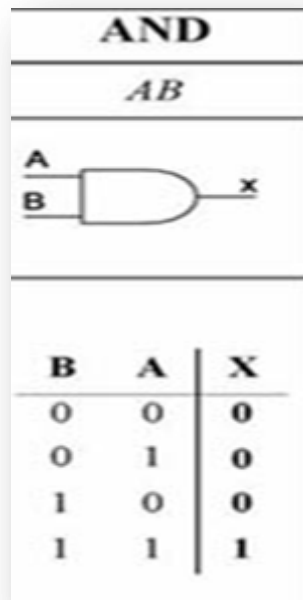


2) Λογικές πράξεις:

Οι λογικές πράξεις που μπορεί να είναι μεταξύ εισόδων και να βγάλουν ένα επιθυμητό αποτέλεσμα είναι αυτές:

- ΛΟΓΙΚΗ ΠΡΑΞΗ AND:


Η πύλη AND εκτελεί την πράξη του λογικού πολλαπλασιασμού. Έχει μία έξοδο και δύο ή περισσότερες εισόδους.





- ΛΟΓΙΚΗ ΠΡΑΞΗ OR:

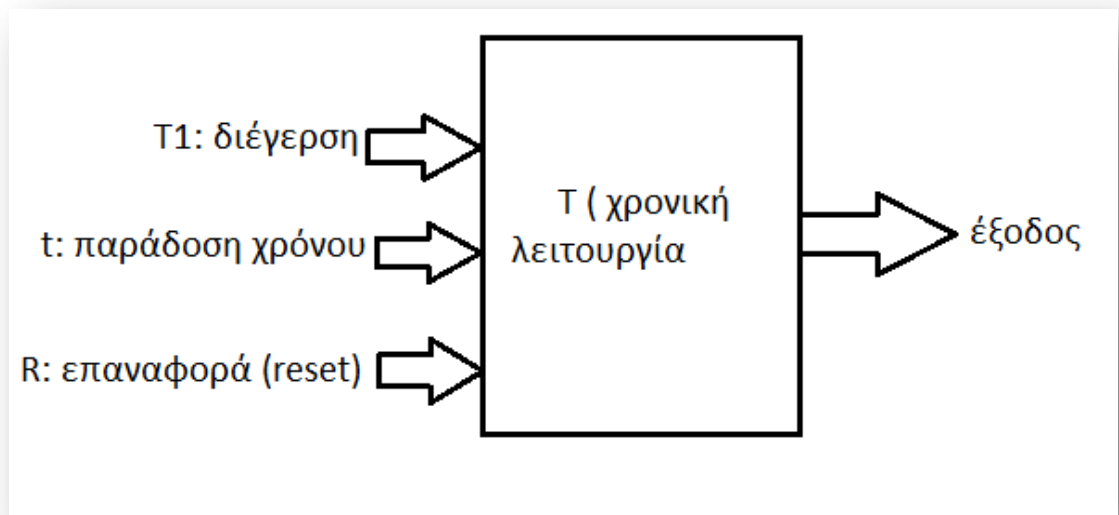
Η πύλη OR εκτελεί την πράξη της λογικής πρόσθεσης. Έχει μία έξοδο και δύο ή περισσότερες εισόδους.

OR		
$A + B$		
		
B	A	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



3) Λειτουργίες χρονικών

Στα PLC οι λειτουργίες χρονικών είναι απαραίτητες διότι με αυτές γίνεται η μέτρηση της διάρκειας της κάθε εργασίας. Ο χρόνος μετριέται πάντα σε δευτερόλεπτα. Όταν ορίζεται από το πρόγραμμα, ξεκινάει ή αντίστροφη μέτρηση, η μείωση, δηλαδή, της τιμής που έχει δηλωθεί με τον ρυθμό της χρονικής μονάδας. Την στιγμή που η τιμή του χρονικού μηδενιστεί, λαμβάνεται ένα αντίστοιχο αξιοποιήσιμο σήμα [10].



Το παραπάνω σχηματικό διάγραμμα απεικονίζει το χρονικό εξάρτημα που εξαρτάται από τρεις εισόδους, οι οποίοι είναι οι ακόλουθες:

- Είσοδος διέγερσης (T1):

Στην είσοδο αυτή συνδέεται το κύκλωμα που ελέγχει τη χρονική λειτουργία.

- Παράδοση χρόνου (t):

Στην είσοδο αυτή εισάγεται ο χρόνος, ο οποίος ο χρόνος μετριέται σε δευτερόλεπτα.

- Είσοδος επαναφοράς (RESET):

Αν η είσοδος αυτή έχει λογική κατάσταση 1, η κατάσταση της εξόδου του χρονικού γίνεται 0 και μηδενίζεται ο χρόνος σε οποιοδήποτε σημείο της διαδικασίας και αν βρίσκεται.



ΓΛΩΣΣΑ STL (ΓΛΩΣΣΑ ΛΟΓΙΚΩΝ ΕΝΤΟΛΩΝ)

Η γλώσσα STL ή γλώσσα λογικών εντολών αναπτύχθηκε ταυτόχρονα με τη γλώσσα LAD, η οποία χρησιμοποιεί ως δεδομένα στοιχεία υπολογιστών όπως γίνεται και στην γλώσσα ASSEMBLY.

Στην STL οι μεταβλητές χρησιμοποιούνται για την διαχείριση δεδομένων, οι χειριστές είναι αριθμητικοί, οι εκφράσεις αποτελούν ένα συνδυασμό από operators και μεταβλητές σε ακολουθίες, ενώ τέλος ο έλεγχος ροής χρησιμοποιείται για την υπό συνθήκη εκτέλεση εντολών, την επανάληψη τους και τη μεταπήδηση σε μία άλλη περιοχή του προγράμματος. Ένα πρόγραμμα για να γραφτεί στη γλώσσα STL χρησιμοποιεί εντολές οι οποίες είναι οι ακόλουθες [10]. :

1) Εντολή φόρτωσης προγράμματος:

Το πρόγραμμα σε ένα PLC αρχίζει με την εντολή φόρτωσης του προγράμματος, η οποία πραγματοποιείται με την εντολή L (δηλαδή: LOAD=ΦΟΡΤΩΝΩ). Η εντολή διαβάζει τη λογική κατάσταση 0 (δηλαδή: χαμηλή κατάσταση) ή 1 (δηλαδή: υψηλή κατάσταση) μιας εισόδου ή εξόδου και την φορτώνει σε μια ειδική θέση μνήμης [10].

2) Εντολή λογικών πράξεων:

Οι λογικές πράξεις που μπορεί να είναι μεταξύ εισόδων και να βγάζουν ένα επιθυμητό αποτέλεσμα είναι αυτές:



AND: Η πράξη AND (ΚΑΙ) γίνεται με την εντολή A (AND=ΚΑΙ). Ο τελεστής AND συμβολίζεται με μία τελεία η οποία τοποθετείται ανάμεσα από τα σύμβολα που αντιστοιχούν στις δύο εισόδους του.

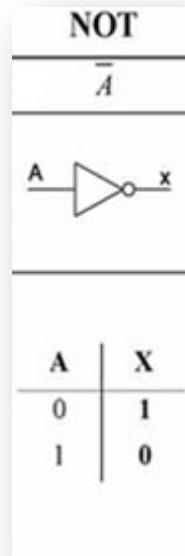
AND		
AB		
		
B	A	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

OR: Η πράξη OR (Η) γίνεται με την εντολή O (OR=Η). Ο τελεστής OR συμβολίζεται με ένα + το οποίο τοποθετείται ανάμεσα από τα σύμβολα που αντιστοιχούν στις δύο εισόδους του.

OR		
$A+B$		
		
B	A	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



NOT: Η πράξη NOT (OXI) γίνεται με την εντολή N (NOT=OXI). Ο τελεστής “NOT” χρησιμοποιείται για να αντιστρέψει την τιμή της εισόδου του.

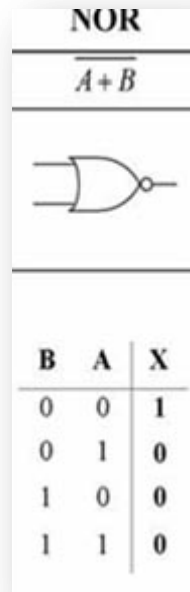


AND NOT: Η πράξη NAND συνδέει δύο ή περισσότερες λογικές μεταβλητές με μια μεταβλητή εξόδου. Η NAND αποτελεί έναν συνδυασμό δύο πυλών της AND και NOT.





OR NOT: Η πράξη NOR συνδέει δύο ή περισσότερες λογικές μεταβλητές με μια μεταβλητή έξοδου. Η NOR αποτελεί έναν συνδυασμό δύο πυλών της OR και NOT.



3) Εντολή διέγερσης:

Οι εντολές αυτές δείχνουν αν έχει ή δεν έχει αυτοσυγκράτηση ένα κύκλωμα. Οι εντολές διέγερσης μπορεί να είναι:

α) Με αυτοσυγκράτηση

Η εντολή διέγερσης με αυτοσυγκράτηση είναι η εντολή SET(S) - RESET(R).

Η εντολή SET θα δώσει αποτέλεσμα 1 αν φτάσει το ρεύμα στο κύκλωμα δηλαδή θα κάνει SET στην αντίστοιχη διεύθυνση που αντιπροσωπεύει [10].

Ενώ η εντολή RESET θα δώσει αποτέλεσμα 0 αν φτάσει το ρεύμα στο κύκλωμα δηλαδή θα κάνει RESET στην αντίστοιχη διεύθυνση που αντιπροσωπεύει με τη μόνη διαφορά της SET αν δεν φτάσει στο κύκλωμα θα διατηρήσει τη προηγούμενη κατάσταση της [10].

β) Χωρίς αυτοσυγκράτηση

Η εντολή διέγερσης χωρίς αυτοσυγκράτηση είναι η εντολή =.

Η εντολή = είναι δυναμική και έχει την ιδιότητα να κρατάει ενεργοποιημένη μια έξοδο.



4) Εντολές χρονικών λειτουργιών:

Σε διάφορα PLC έχουμε χρονικά και στα οποία γίνεται η μέτρηση μιας χρονικής διάρκειας ενός γεγονότος.

Η φόρτωση ενός χρονικού στο PLC πραγματοποιείται L T (L=ΦΟΡΤΩΝΩ και T=TIME=ΧΡΟΝΟΣ), και δίπλα από την εντολή ορίζεται η χρονική διάρκεια που μετριέται σε δευτερόλεπτα, ενώ παράλληλα η επιστροφή του χρονικού γίνεται με την εντολή R(RESET=ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ) [10].

5) Εντολές απαριθμητών:

Οι απαριθμητές είναι ένα στοιχείο, το οποίο μπορεί να μετρήσει ένα γεγονός που συμβαίνει από 0 έως 1000 φορές.

Η προσθήκη του απαριθμητή σε ένα PLC γίνεται με την εντολή L(LOAD=ΦΟΡΤΩΝΩ), ενώ ο μηδενισμός πραγματοποιείται με εντολή R(RESET=ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ).

Ακόμα σε ένα απαριθμητή μπορεί να του αυξήσει τιμή που γίνεται με εντολή CU (COUNTER UP=ΑΥΞΗΣΗ ΠΡΟΣ ΤΑ ΠΑΝΩ), αλλά επίσης να μειώσει τιμή που γίνεται με εντολή CD (COUNTER DOWN=ΜΕΙΩΣΗ ΠΡΟΣ ΤΑ ΚΑΤΩ) [10].



ΓΛΩΣΣΑ FDB (ΓΛΩΣΣΑ ΛΟΓΙΚΩΝ ΓΡΑΦΙΚΩΝ)

Η γλώσσα προγραμματισμού με διάγραμμα λειτουργίας, είναι μία γραφική γλώσσα συσχέτισης των εξόδων με τις εισόδους, κάνοντας χρήση διαφόρων τύπων block.

Η γλώσσα αυτή είναι γραφική, αλλά αντί για το ηλεκτρολογικό σχέδιο του αυτοματισμού έχει σαν δεδομένα την αντίστοιχη λογική πύλη. Δηλαδή έχει αντικαταστήσει το γραφικό σχέδιο σε σχέδιο με λογικές πύλες που δείχνουν 0 για λογική κατάσταση 0 ή 1 [10].

Η λογική πύλη είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα, που χρησιμοποιεί μια λογική πύλη στις εισόδους της και παράγει το επιθυμητό αποτέλεσμα στην έξοδο [10].

Στα κυκλώματα υπάρχουν δύο ειδών τάσεις:

- Την 0,5V που αντιστοιχεί στη λογική κατάσταση 0 και
- Την 5V που αντιστοιχεί στη λογική κατάσταση 1.

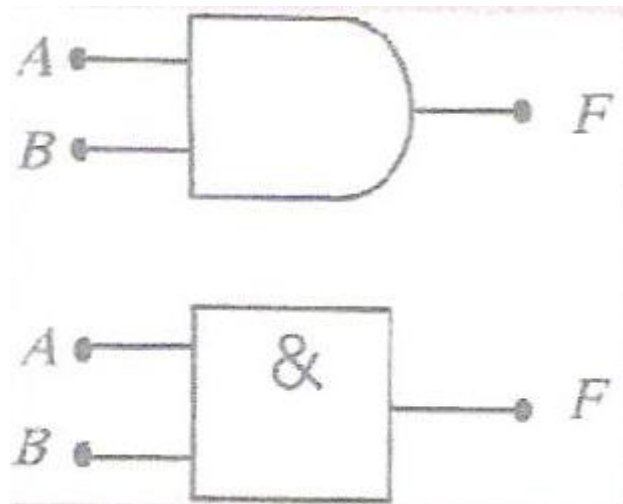
Με άλλα λόγια βγαίνει σαν συμπέρασμα ότι το λογικό 0 αντιστοιχεί στην τάση γείωσης, ενώ το λογικό 1 αντιστοιχεί στην τάση τροφοδοσίας.

Τα είδη λογικών πυλών που βρίσκονται σε αυτήν την γλώσσα είναι τα ακόλουθα:



AND (ΚΑΙ): Η λογική πύλη AND είναι ένα λογικό στοιχείο που έχει δύο ή περισσότερες εισόδους και μια έξοδο. Η λειτουργία της πύλης επιτρέπει η έξοδος της πύλης να έχει λογικό 1 μόνο όταν όλες οι εισοδοί της είναι σε λογικό 1. Εάν έστω μια είσοδος είναι σε λογικό 0 τότε η έξοδος βρίσκεται σε λογικό 0. Το λογικό σύμβολο, η λογική σχέση και ο πίνακας αληθείας φαίνονται από κάτω.

ΣΥΜΒΟΛΟ:



ΤΥΠΟΣ:

$$F = A \cdot B$$

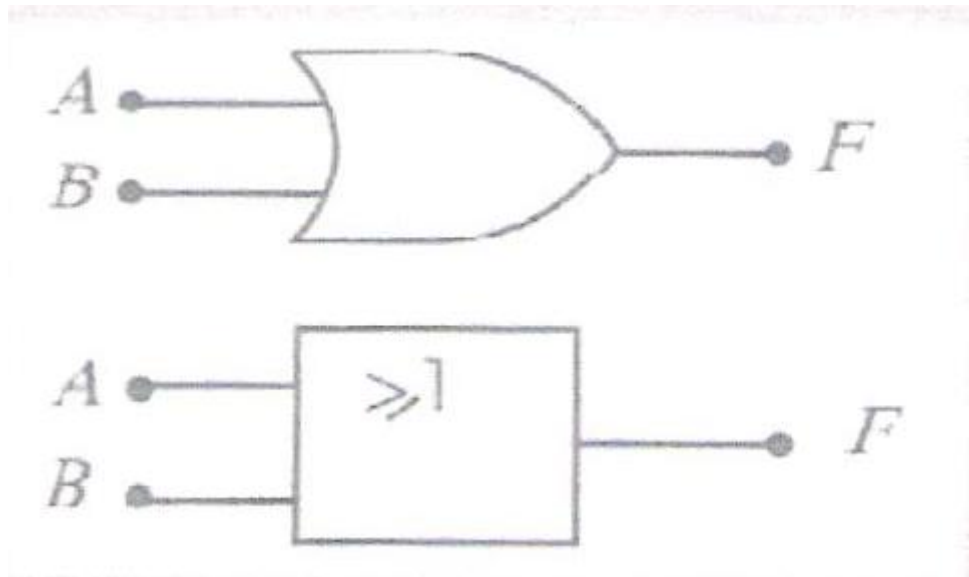
ΠΙΝΑΚΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ:

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>F</i>
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



OR (H): Η πράξη OR συνδέει δύο ή περισσότερες λογικές μεταβλητές εισόδου με μια μεταβλητή εξόδου. Η λειτουργία της επιτρέπει στην έξοδο της να βρίσκεται σε λογικό 1 όταν έστω η μια από τις εισόδους της είναι σε λογικό 1. Το λογικό σύμβολο, η λογική σχέση και ο πίνακας αληθείας φαίνονται από κάτω.

ΣΥΜΒΟΛΟ:



ΤΥΠΟΣ:

$$F = A + B$$

ΠΙΝΑΚΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ:

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>F</i>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



NOT (ΟΧΙ): Η πράξη NOT έχει μια λογική μεταβλητή είσοδο και μία μεταβλητή έξοδο. Η πύλη ΟΧΙ αναστρέφει ένα ψηφιακό σήμα, δηλαδή η είσοδος είναι αντίθετη με την έξοδο επομένως όπου η είσοδος έχει λογικό 0 τότε η έξοδος έχει λογικό 1 και ανάποδα γίνεται. Το λογικό σύμβολο, η λογική σχέση και ο πίνακας αληθείας φαίνονται από κάτω.

ΣΥΜΒΟΛΟ:



ΤΥΠΟΣ:

$$F = \overline{A}$$

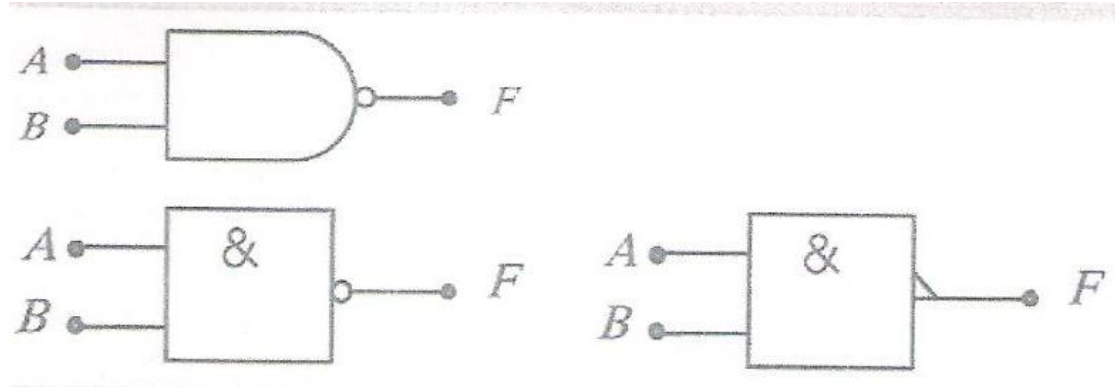
ΠΙΝΑΚΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ:

A	F
0	1
1	0



NAND (ΟΧΙ ΚΑΙ): Η πράξη NAND συνδέει δύο ή περισσότερες λογικές μεταβλητές με μια μεταβλητή εξόδου. Η NAND είναι συνδυασμός των λέξεων NOT και AND και ισοδυναμούν με μια πύλη ΚΑΙ που συνδέεται στη σειρά με έναν αναστροφέα. Το λογικό σύμβολο, η λογική σχέση και ο πίνακας αληθείας φαίνονται από κάτω.

ΣΥΜΒΟΛΟ:



ΤΥΠΟΣ:

$$F = \overline{A \cdot B}$$

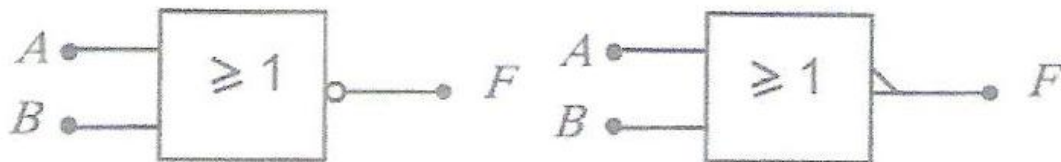
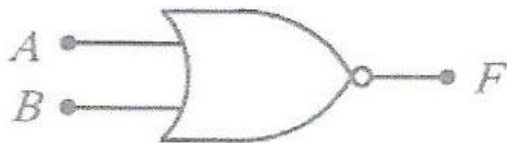
ΠΙΝΑΚΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ:

A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



NOR (OXI Η): Η πράξη NOR συνδέει δύο ή περισσότερες λογικές μεταβλητές με μια μεταβλητή εξόδου. Η NOR είναι συνδυασμός των λέξεων NOT και OR και ισοδυναμούν με μια πύλη Η που συνδέεται στη σειρά με έναν αναστροφέα. Το λογικό σύμβολο, η λογική σχέση και ο πίνακας αληθείας φαίνονται από κάτω.

ΣΥΜΒΟΛΟ:



ΤΥΠΟΣ:

$$F = \overline{A + B}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ:

A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



3.5: Η εφαρμογή του P.LC στα υδραυλικά συστήματα

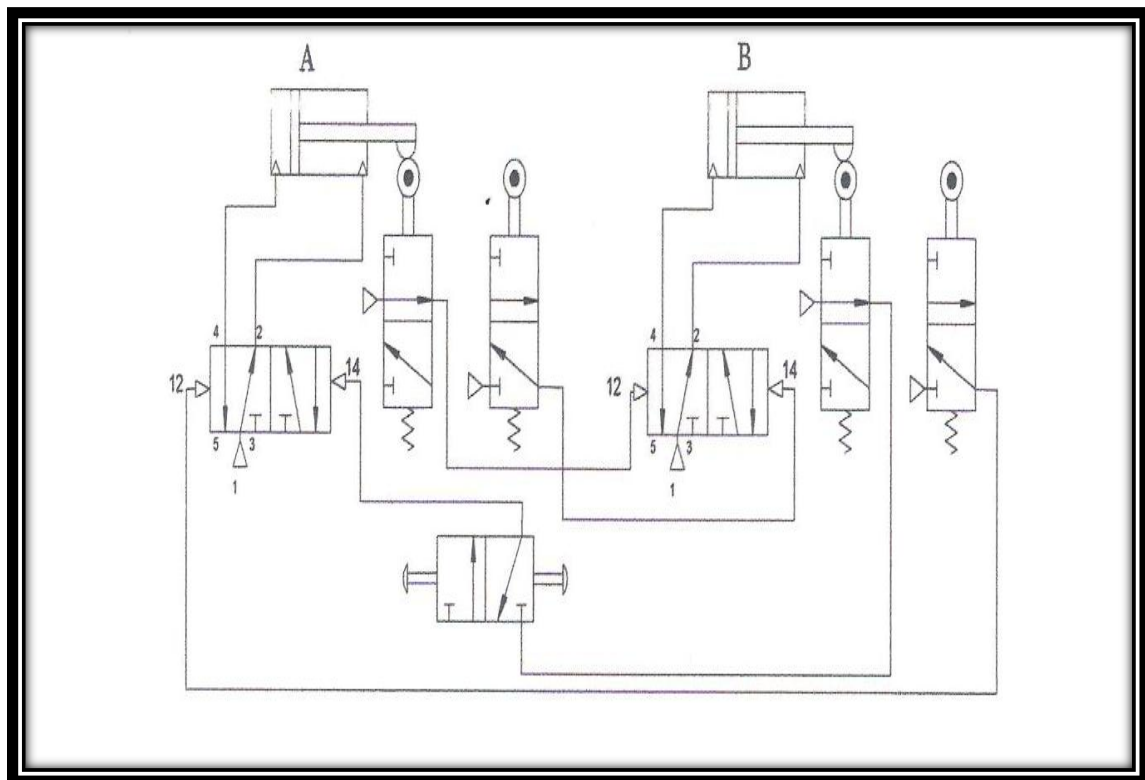
Η συγκεκριμένη εφαρμογή αφορά ένα ολοκληρωμένο υδραυλικό σύστημα αυτοματισμού. Το υδραυλικό κύκλωμα αυτοματισμού συσχετίζεται με δύο υδραυλικά έμβολα που κάνουν κάποιες κινήσεις και η λειτουργία του υδραυλικού κυκλώματος ξεκινάει με έναν διακόπτη εκκίνησης, ο οποίος είναι ένα start.

Ο συσχετισμός των κινήσεων που κάνουν τα υδραυλικά έμβολα είναι ο εξής:

A+, B+, A-, B-.

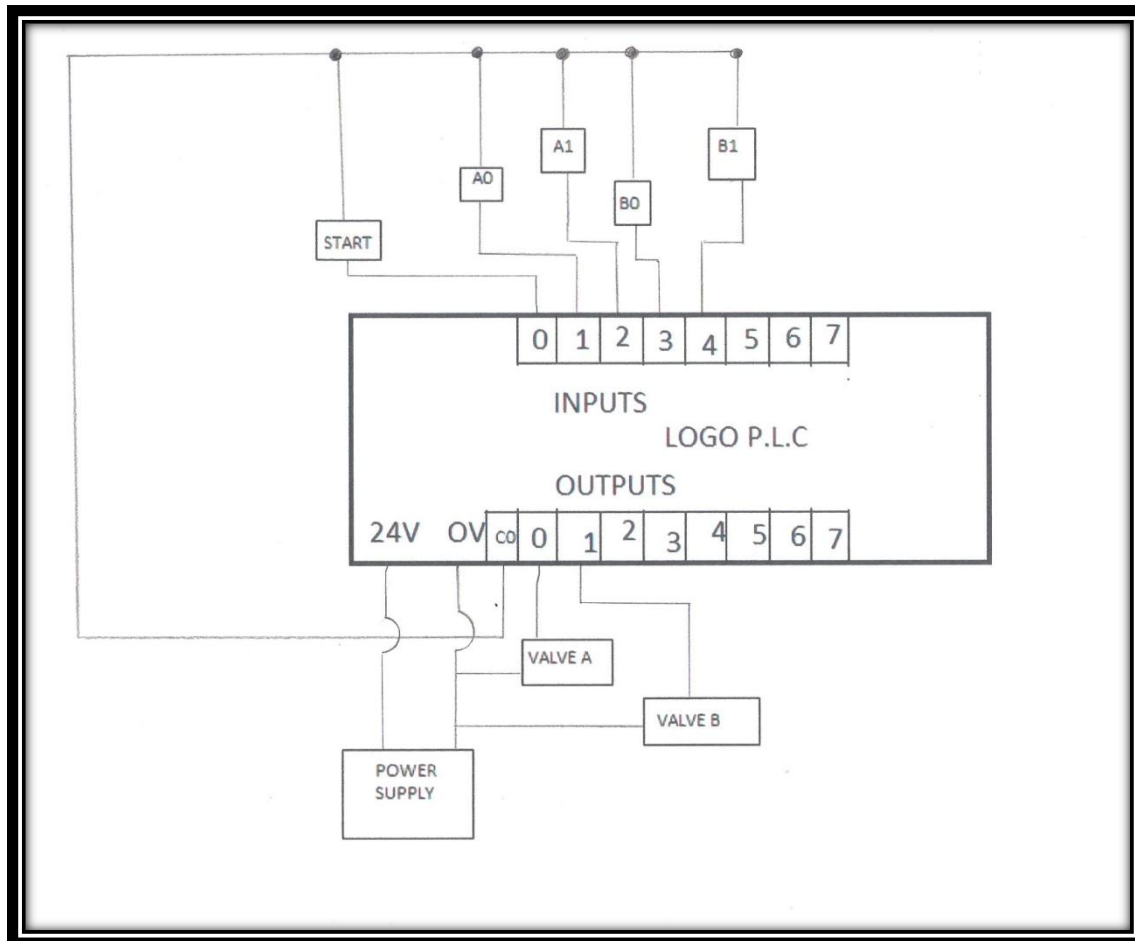
Συσχετισμός κινήσεων ενός υδραυλικού κυκλώματος:

A+, B+, A-, B-



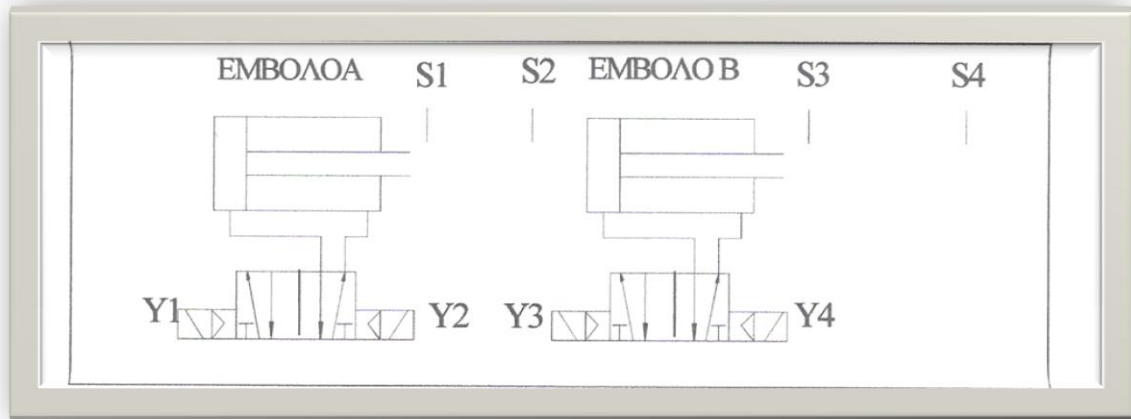


LOGO P.L.C:





Αναγνώριση εισόδων και εξόδων:



Είσοδοι:

I 0.0: start

I 0.1: S1 ο πρώτος τερματοδιακόπτης

I 0.2: S2 ο δεύτερος τερματοδιακόπτης

I 0.3: S3 ο τρίτος τερματοδιακόπτης

I 0.4: S4 ο τέταρτος τερματοδιακόπτης

Έξοδοι:

O 0.1: Y1 το πρώτο πηνίο

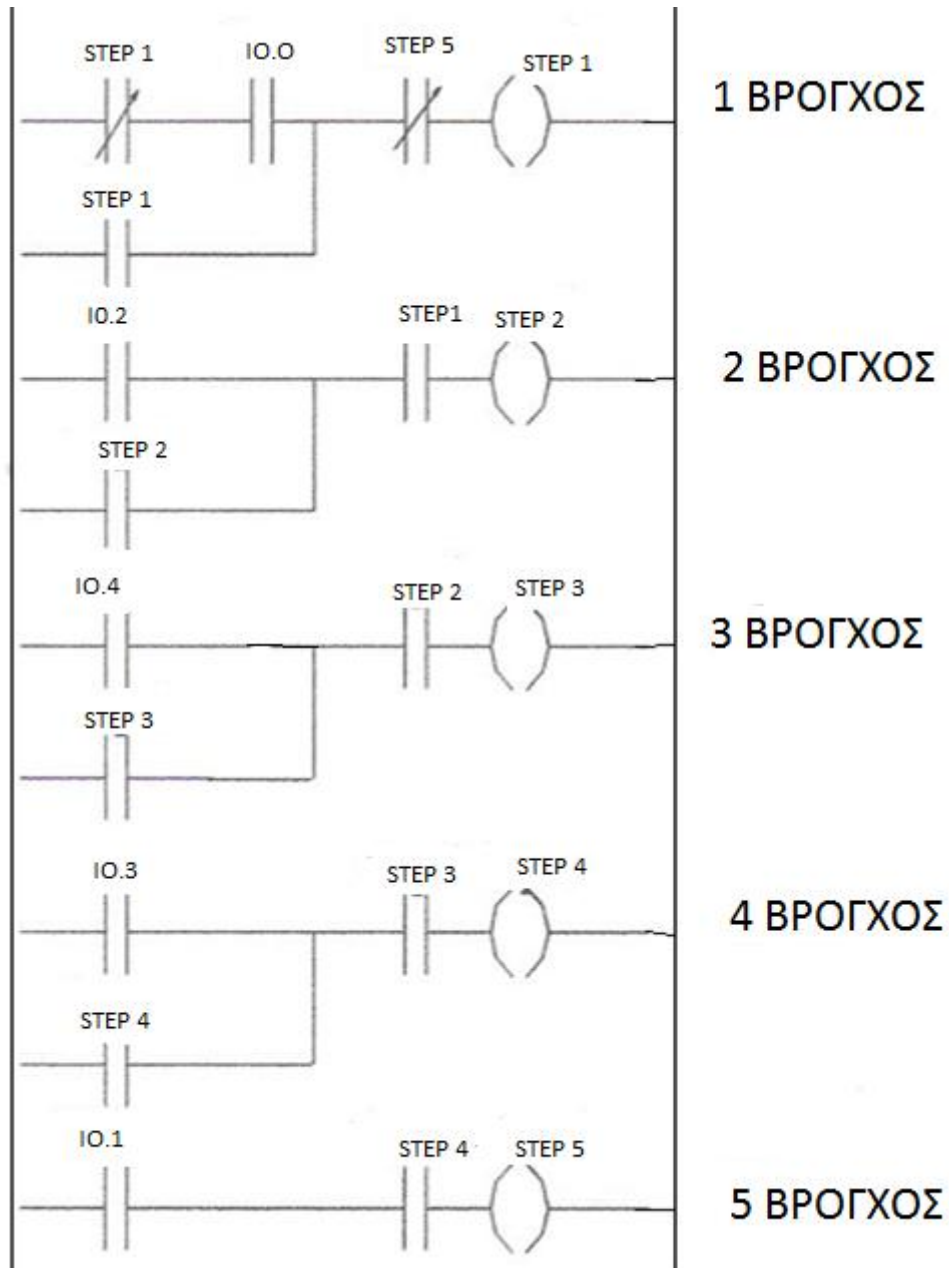
O 0.2: Y2 το δεύτερο πηνίο

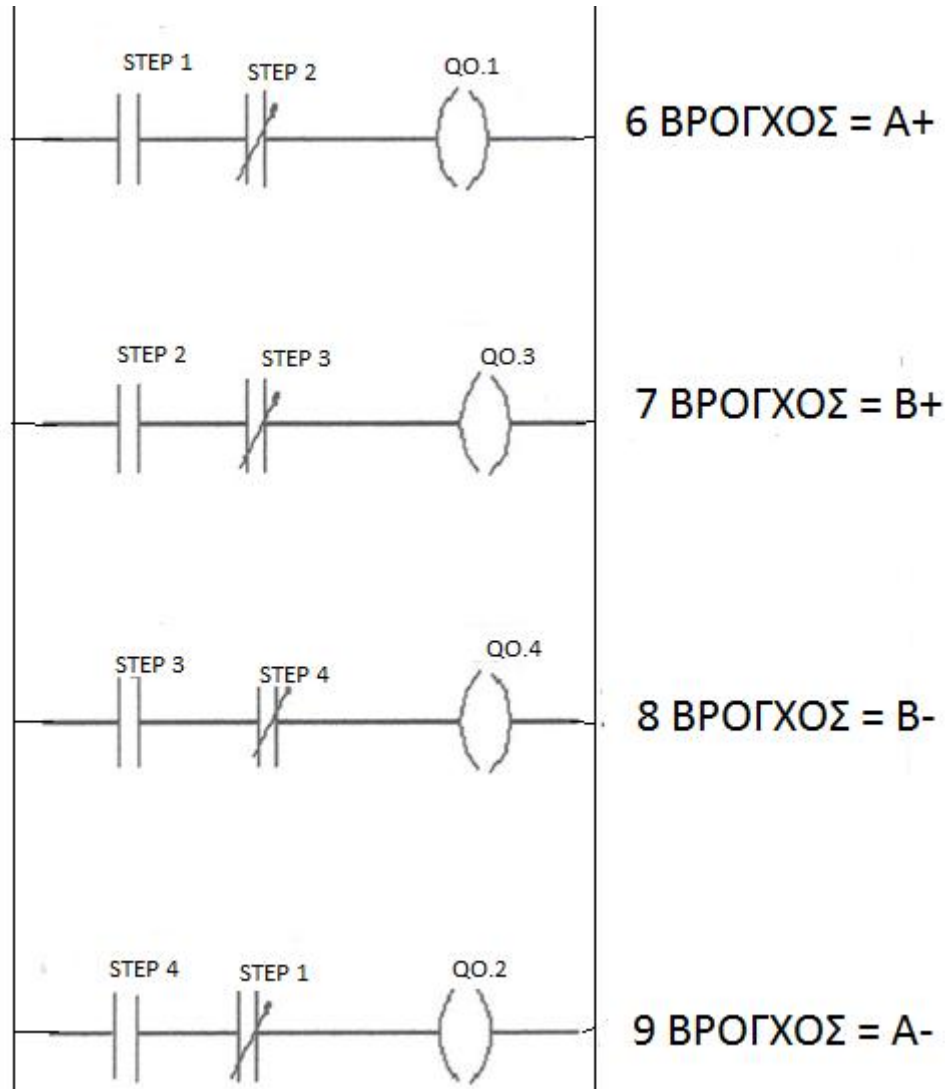
O 0.3: Y3 το τρίτο πηνίο

O 0.4: Y4 το τέταρτο πηνίο



Γλώσσα LAD ή γλώσσα ηλεκτρολογικών γραφικών





1^{ος} βρόγχος:

Μόλις πατηθεί το κουμπί εκκίνησης, το οποίο είναι το start ξεκινάει το υδραυλικό κύκλωμα και μπαίνει σε λειτουργία η βοηθητική επαφή step 1. Η βοηθητική επαφή παραμένει στάσιμη και σταθερή εξαιτίας της δεύτερης επαφής step 1 που η οποία υπάρχει στο δεύτερο κλάδο του βρόγχου και εδώ προκύπτει η κίνηση A+ εμβόλου που γίνεται μέσω του βρόγχου 6.



2^{ος} βρόγχος:

Αφού ολοκληρωθεί ο 1^{ος} βρόγχος δηλαδή ολοκληρωθεί η κίνηση A+ μπαίνει σε λειτουργία ο S2, δηλαδή σημαίνει ο τερματοδιακόπτης S2 που ο οποίος είναι η είσοδος I 0.2 από την αναγνώριση. Με την προϋπόθεση ότι έχει ξεκινήσει το βήμα 1 και πάει να ολοκληρωθεί η είσοδος I 0.2 που ενεργοποιείται από τη βοηθητική επαφή step 2. Η βοηθητική επαφή step παραμένει ενεργοποιημένη εξαιτίας της δεύτερης επαφής step 2 στον δεύτερο κλάδο του βρόγχου και προκύπτει η κίνηση B+ εμβόλου μέσω του βρόγχου 7.

3^{ος} βρόγχος:

Αφού ολοκληρωθεί η κίνηση B+ μπαίνει σε λειτουργία ο S4, δηλαδή ο τερματοδιακόπτης S4 ο οποίος είναι η είσοδος I 0.4 από την αναγνώριση. Με την προϋπόθεση ότι έχει αρχίσει το βήμα 2 και ολοκληρώνεται η είσοδος I 0.4 που ενεργοποιείται από τη βοηθητική επαφή step 3. Η βοηθητική επαφή step 3 μένει ενεργοποιημένη εξαιτίας της δεύτερης επαφής step 3 στον δεύτερο κλάδο του βρόγχου και προκύπτει η κίνηση B- εμβόλου μέσω του βρόγχου 8.

4^{ος} βρόγχος:

Αφού ολοκληρωθεί η κίνηση B- μπαίνει σε λειτουργία ο S3, δηλαδή ο τερματοδιακόπτης S3 ο οποίος είναι η είσοδος I 0.3 από την αναγνώριση. Με την προϋπόθεση ότι έχει ξεκινήσει το βήμα 3 και ολοκληρώνεται η είσοδος I 0.3 που ενεργοποιείται από τη βοηθητική επαφή step 4. Η βοηθητική επαφή step 4 μένει ενεργοποιημένη εξαιτίας της δεύτερης επαφής step 4 στον δεύτερο κλάδο του βρόγχου και προκύπτει η κίνηση A- εμβόλου μέσω του βρόγχου 9.

5^{ος} βρόγχος:

Αφού ολοκληρωθεί η κίνηση A- μπαίνει σε λειτουργία ο S1, δηλαδή ο τερματοδιακόπτης S2 ο οποίος είναι η είσοδος I 0.1 από την αναγνώριση. Με την προϋπόθεση ότι έχει ξεκινήσει το βήμα 4 και ολοκληρώνεται η είσοδος I 0.1 ενεργοποιώντας από τη βοηθητική επαφή step 5. Η βοηθητική επαφή step 5 μένει ενεργοποιημένη εξαιτίας της δεύτερης επαφής step 5 και προκύπτει διακοπή της αυτοσυγκράτησης.

Η διακοπή της αυτοσυγκράτησης έχει σαν αποτέλεσμα την απενεργοποίηση των βοηθητικών επαφών step 1, step 2, step 3 και step 4.



6^{ος} βρόγχος:

Το πηνίο Y1 μπαίνει σε λειτουργία και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση A+ του εμβόλου.

7^{ος} βρόγχος:

Το πηνίο Y3 μπαίνει σε λειτουργία και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση B+ του εμβόλου.

8^{ος} βρόγχος:

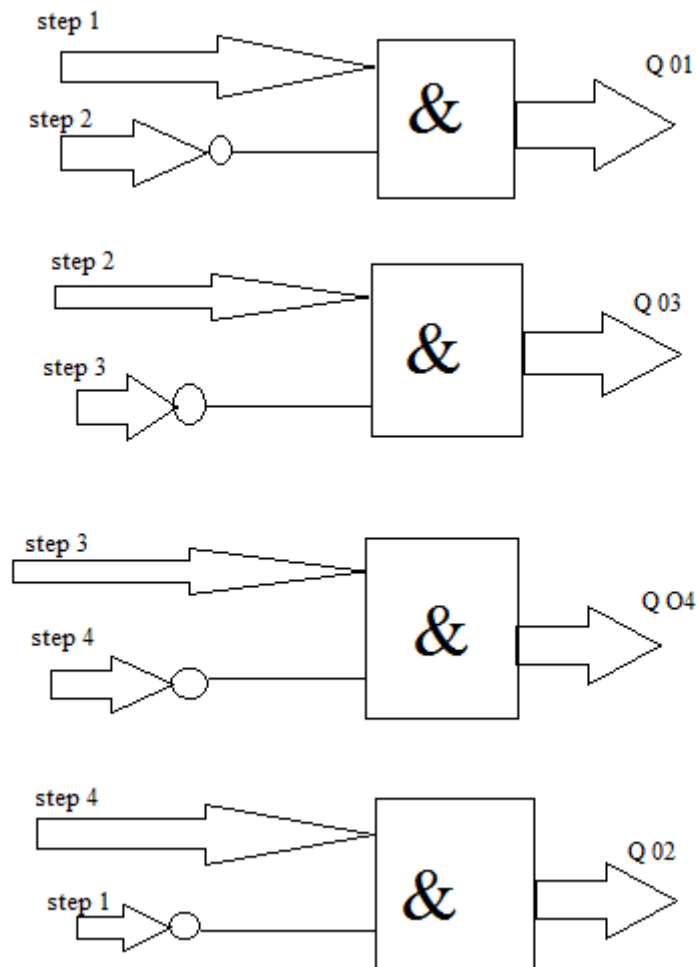
Το πηνίο Y4 μπαίνει σε λειτουργία και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση B- του εμβόλου.

9^{ος} βρόγχος:

Το πηνίο Y2 μπαίνει σε λειτουργία και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση A- του εμβόλου.



Γλώσσα FDB ή γλώσσα λογικών γραφικών





Εδώ απεικονίζεται 4 λογικές πύλες, οι οποίες έχουν κάποιες εισόδους και εξόδους.
Το πρώτο κομμάτι λέει ότι το πηνίο Y1 λειτουργεί και έτσι έχει σαν αποτέλεσμα να γίνεται η κίνηση A+ του εμβόλου.
Μετά το δεύτερο κομμάτι λέει ότι το πηνίο Y3 μπαίνει σε λειτουργία και έτσι έχει σαν αποτέλεσμα να γίνεται η κίνηση B+ του εμβόλου.
Έπειτα το τρίτο κομμάτι λέει ότι το πηνίο Y4 λειτουργεί και έτσι έχει σαν αποτέλεσμα να γίνεται η κίνηση B- του εμβόλου.
Τέλος το τέταρτο κομμάτι λέει ότι το πηνίο Y2 μπαίνει σε λειτουργία και έτσι έχει σαν αποτέλεσμα να γίνεται η κίνηση A- του εμβόλου.

Δηλαδή:

1^{ος} βρόγχος:

Το πηνίο Y1 ενεργοποιείται και έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση A+.

2^{ος} βρόγχος:

Το πηνίο Y3 ενεργοποιείται και έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση B+.

3^{ος} βρόγχος:

Το πηνίο Y4 ενεργοποιείται και έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση B-.

4^{ος} βρόγχος:

Το πηνίο Y2 ενεργοποιείται και έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση A-.



Γλώσσα STL ή γλώσσα λογικών εντολών

1. L F 1
2. A I 0.0
3. S F 1
4. S O 0.1
5. L F 1
6. AN F 2
7. A I 0.2
8. S F 2
9. S O 0.3
10. R O 0.1
11. L F 2
12. AN F 3
13. A I 0.4
14. S F 3
15. R O 0.3
16. S O 0.4
17. L F 3
18. AN F 4
19. A I 0.3
20. S F 4
21. R O 0.4
22. S O 0.2
23. L F 4
24. A I 0.1
25. R O 0.2
26. R F 1
27. R F 2
28. R F 3
29. R F 4



1^ο βήμα:

Το πρώτο βήμα αφορά τις γραμμές από 1 έως 4.

Με την προϋπόθεση ότι δεν έχει αρχίσει το βήμα 1 δηλαδή F1 και μόλις μπει σε λειτουργία το κουμπί εκκίνησης δηλαδή το start που είναι είσοδος I0.0 ενεργοποιείται η βοηθητική επαφή F1 και στη συνέχεια η έξοδος O 0.1 που μέσω του πηνίου 1 προκαλεί την κίνηση A.

Αυτό έχει σαν συνέπεια το πηνίο Y1 μπαίνει σε λειτουργία το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση A+ του εμβόλου.

2^ο βήμα:

Το δεύτερο βήμα αφορά τις γραμμές από 5-10.

Με την προϋπόθεση ότι δεν έχει αρχίσει το βήμα 1 δηλαδή F1 και μόλις ολοκληρωθεί η είσοδος I0.2 ενώ δεν έχει ξεκινήσει το βήμα 2 δηλαδή F2, ενεργοποιείται η βοηθητική επαφή F2 και στη συνέχεια της εξόδου O0.3 που μέσω του πηνίου 3 προκαλεί την κίνηση B.

Αυτό έχει σαν συνέπεια το πηνίο Y3 ενεργοποιείται και έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση B+ του εμβόλου καθώς και την απενεργοποίηση της εξόδου O0.1 του πρώτου βήματος.

3^ο βήμα:

Το τρίτο βήμα αφορά τις γραμμές από 11-16.

Με την προϋπόθεση ότι δεν έχει αρχίσει το βήμα 2 δηλαδή F2 και μόλις ολοκληρωθεί η είσοδος I0.4 ενώ δεν έχει ξεκινήσει το βήμα 3 δηλαδή F3, ενεργοποιείται η βοηθητική επαφή F3 και στη συνέχεια της εξόδου O0.4 που μέσω του πηνίου 4 προκαλεί την κίνηση B.

Αυτό έχει σαν συνέπεια το πηνίο Y4 ενεργοποιείται και έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση B- του εμβόλου καθώς την απενεργοποίηση της εξόδου O0.3 του δεύτερου βήματος.

4^ο βήμα:

Το τέταρτο βήμα αφορά τις γραμμές από 17-22.

Με την προϋπόθεση ότι δεν έχει ξεκινήσει το βήμα 3 δηλαδή F3 και μόλις ολοκληρωθεί η είσοδος I0.3 ενώ δεν έχει ξεκινήσει το βήμα 4 δηλαδή F4, ενεργοποιείται η βοηθητική επαφή F4 και στη συνέχεια της εξόδου O0.2 που μέσω του πηνίου 2 προκαλεί την κίνηση A.

Αυτό έχει σαν συνέπεια το πηνίο Y2 ενεργοποιείται και έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση A- του εμβόλου καθώς την απενεργοποίηση της εξόδου O0.4 του τρίτου βήματος.



5^ο βήμα:

Το πέμπτο βήμα αφορά τις γραμμές 23-29.

Με την προϋπόθεση ότι δεν έχει αρχίσει το βήμα 4 δηλαδή F4 και μόλις ολοκληρωθεί η είσοδος I0.1 απενεργοποιείται η έξοδος O0.2.

Αυτό έχει σαν συνέπεια να απενεργοποιούνται όλες οι βοηθητικές επαφές F1, F2, F3 και F4.



Κεφάλαιο 4:

Συμπεράσματα – Μελλοντικές βελτιώσεις

Συμπέρασμα:

Η εργασία αυτή προσπαθεί να αναδείξει την χρησιμότητα, τη σχεδίαση, τη μοντελοποίηση και τη σημασία των υδραυλικών συστημάτων αυτοματισμού στο βιομηχανικό χώρο εργασίας. Η διπλωματική εργασία αυτή δίνει τη δυνατότητα στον σπουδαστή ή στον μηχανικό να μάθει πόσο σημαντικά είναι το ολοκληρωμένο υδραυλικό σύστημα αυτοματισμού, το οποίο συντελείται από:

- Υδραυλικούς κυλίνδρους
- Υδραυλικές βαλβίδες
- Υδραυλικές αντλίες
- Υδραυλικούς ενεργοποιητές
- P.L.C

Μελλοντικές βελτιώσεις:

Στη παρούσα διατριβή έγινε ένα πρώτο βήμα το θεωρητικό υπόβαθρο των δομικών υδραυλικών εξαρτημάτων που τα οποία συντελούν ένα ολοκληρωμένο σύστημα αυτοματισμού.

Επίσης σαν δεύτερο βήμα πραγματοποιήθηκε η αναλυτική και η λεπτομερής ανάλυση του Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή καθώς και την εφαρμογή του.

Φυσικά υπάρχει χώρος για μελλοντικές βελτιώσεις, οι οποίες ενδεικτικά είναι οι εξής:

- Μια πρώτη πιθανή βελτίωση είναι ότι μπορεί να υπάρξει ο φωνητικός έλεγχος ενός υδραυλικού κυκλώματος αυτοματισμού.
- Ένα δεύτερο τρόπο βελτίωσης είναι η αυτόματη προσαρμογή δομικών μηχανικών εξαρτημάτων πάνω σε ένα υδραυλικό κύκλωμα.



Βιβλιογραφία

1. ΒΙΒΛΙΑ

- [1]: Thomas Kissel: Modern Hydraulic Systems
- [2]: Υδραυλικά συστήματα αυτόματου ελέγχου, Ν. Πανταζής, Εκδόσεις ΙΩΝ
- [3]: Υδραυλικά και Πνευματικά Συστήματα, Θεόδωρος Ν. Κωστόπουλος, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα 2009
- [4]: Υδραυλικά – Πνευματικά Συστήματα, Αθανάσιος Τ. Ρούτουλας, Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική
- [5]: Merritt: Hydraulic Control Systems
- [6]: Thomas Kissel: Modern Industrial and Electrical Motor Controls
- [7]: Electricity, Fluid Power, and Mechanical Systems for Industrial Maintenance, Thomas E. Kissell, 1st Edition
- [8]: Συστήματα Αυτόματου Ελέγχου και Αυτοματισμοί, Ν. Πανταζής, Εκδόσεις Σταμούλη
- [9]: Αυτοματισμός με προγραμματιζόμενους ελεγκτές, Σταύρος Ρούμπης, Εκδόσεις Συμεών
- [10]: Εισαγωγή στους Αυτοματισμούς, Κουτουλάκος Χρήστος, Κότσαλος Ευθύμιος, Χαμηλοθώρης Γιώργος, 1999

2. Κατάλογοι και εγχειρίδια εταιριών

- [1]: Festo, Athens:
https://www.festo.com/cat/el_gr/products_020000
- [2]: Sperry Vickers, Athens:
<https://www.hydraulic-supply.com>
- [3]: Hydraulic Motors, Italy:
<http://www.eaton.com/Eaton/ProductsServices/Hydraulics/Motors/index.htm>
- [4]: Logo P.L.C Siemens, Athens:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82564/v1/Logo_e.pdf



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: PROPOSAL

Πρόταση Μεταπτυχιακής Διατριβής

1. **Όνομα Φοιτητή:** Δημήτρης Νικολούλιας
2. **Όνομα Επιβλέποντα:** Δρ.Μιχάλης Παπουτσιδάκης
3. **Τίτλος Διατριβής:** Η ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥ ΛΟΓΙΚΟΥ ΕΛΕΓΚΤΗ (PLC)

Dissertation Title: The automated process of Hydraulic System Automation using a Programmable Logic Controller.

4. Περίληψη Διατριβής

Η εξέλιξη των Αυτοματισμών, όπως ήταν φυσικό, ακολούθησε την πορεία εξέλιξης της τεχνολογίας. Η δημιουργία και η ευρεία χρήση των μικροϋπολογιστών και των μικροελεγκτών στη βιομηχανία είχε σαν αποτέλεσμα την κατασκευή συστημάτων με χαρακτηριστικό την αξιοπιστία, την ταχύτητα και προπάντων, την μείωση του κόστους.

Ο Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής (Programmable Logic Controller - PLC) είναι στην πραγματικότητα ένας μικροϋπολογιστής, κατάλληλα προσαρμοσμένος ώστε να χρησιμοποιείται στη λειτουργία αυτοματισμών. Οι Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές θεωρούνται οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές της σύγχρονης βιομηχανίας. Για να προγραμματιστεί ένα PLC δημιουργείται μια σειρά από εντολές, οι οποίες λύνουν ένα συγκεκριμένο πρόβλημα αυτοματισμού. Η υλοποίηση και η ορθή ολοκλήρωση του αντίστοιχου αλγορίθμου επίλυσης του προβλήματος, αποτελεί και το κύριο κορμό του προγράμματος.

Για την ορθή λειτουργία των σύγχρονων βιομηχανικών μονάδων σημαντική είναι επίσης, η συνεισφορά των υδραυλικών συστημάτων. Το γεγονός αυτό, αποτελεί αξιόλογο κίνητρο για τη μελέτη και την ανάλυση των συστημάτων αυτών, καθώς και για τον σχεδιασμό αλγορίθμων ελέγχου που βελτιώνουν περαιτέρω την απόδοσή τους. Υδραυλικό σύστημα είναι ένα σύστημα, το οποίο αποσκοπεί στην μετάδοση ισχύος και κίνησης, εκμεταλλευόμενο την ενέργεια του εργαζομένου μέσου (υδραυλικό έλαιο). Τα υδραυλικά συστήματα χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου απαιτείται να ασκηθούν μεγάλες δυνάμεις και σε περιπτώσεις που απαιτείται ακρίβεια ελέγχου κίνησης. Οι κύριες μονάδες κάθε υδραυλικού συστήματος περιλαμβάνουν: την μονάδα παροχής υδραυλικής ισχύος, τις βαλβίδες ελέγχου ροής και πίεσης



και τους γραμμικούς (κύλινδροι) ή περιστροφικούς (κινητήρες) επενεργητές για την μετατροπή της υδραυλικής ισχύος σε ωφέλιμο έργο.

Στην παρούσα διατριβή παρουσιάζεται η μελέτη υλοποίησης ενός υδραυλικού συστήματος με τη βοήθεια του Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή (PLC), με σκοπό την βελτιστοποίηση του συστήματος αυτόματου ελέγχου και την 100% ακρίβεια θέσης δύο υδραυλικών ενεργοποιητών/εμβόλων. Πιο αναλυτικά, θα περιγράψει και θα παρουσιαστεί η δομή και η λειτουργία του υδραυλικού συστήματος, καθώς και οι τρόποι υλοποίησης του με τη βοήθεια του PLC, χρησιμοποιώντας τις γλώσσες προγραμματισμού Ladder, FunctionBlockDiagram (FBD) και StatementList (STL). Επίσης, θα περιγραφούν αναλυτικά τα αισθητήρια που θα χρησιμοποιηθούν για τον επιτυχημένο έλεγχο της κίνησης των δύο υδραυλικών εμβόλων του συστήματος. Ενώ στην σημερινή βιβλιογραφία υπάρχουν διαφόρων ειδών προσομοιώσεις υδραυλικών συστημάτων, δεν ανευρίσκεται καθόλου η υλοποίηση ενός υδραυλικού συστήματος σε κατάλληλο περιβάλλον προγραμματισμού (logosoftcomfort). Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι να καλύψει αυτό το κενό, πάντα με δεδομένο ότι το αντικείμενο που πραγματεύεται εμπίπτει με το αντικείμενο του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών. Τέλος η εργασία ολοκληρώνεται με την καταγραφή των συμπερασμάτων και των πλεονεκτημάτων που έχει η χρήση του Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή για την σωστή λειτουργία του εν λόγω συστήματος αυτοματισμού.

Χρονοδιάγραμμα

Η υλοποίηση της εργασίας θα πραγματοποιηθεί σε **4 στάδια**:

- **1ο στάδιο:** Βιβλιογραφική ανασκόπηση, σχεδιασμός έρευνας (**1^{ος} μήνας**).
- **2ο στάδιο:** Διεξαγωγή Έρευνας (**2^{ος} μήνας**).
- **3ο στάδιο:** Επεξεργασία δεδομένων/εξαγωγή αποτελεσμάτων-συμπερασμάτων (**3^{ος} μήνας**).
- **4ο στάδιο:** Ολοκλήρωση της εργασίας (συγγραφή, διορθώσεις, παράδοση) (**4^{ος} μήνας**).



Κεφάλαιο 1^ο : Εισαγωγικά στοιχεία και ανάδρομη χρήση Υδραυλικών Συστημάτων

- Ιστορική Αναδρομή
- Εισαγωγή

Κεφάλαιο 2^ο: Μέρη και λειτουργία Υδραυλικών Συστημάτων

- Υδραυλικά Συστήματα Αυτοματισμού
- Αισθητήρια Υδραυλικών Συστημάτων Αυτοματισμού

Κεφάλαιο 3^ο: PLC και η εφαρμογή του σε Υδραυλικά Συστήματα

- Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής
- Εφαρμογή υδραυλικού κυκλώματος αυτοματισμού με τη βοήθεια ενός LOGOP.L.C.

Κεφάλαιο 4^ο : Συμπεράσματα και μελλοντικές βελτιώσεις συστήματος

Σχετική Βιβλιογραφία:

- [1] Υδραυλικά – Πνευματικά Συστήματα, Αθανάσιος Τ. Ρούτουλας, Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική
- [2] Υδραυλικά συστήματα αυτόματου ελέγχου, Ν. Πανταζής, Εκδόσεις ΙΩΝ
- [3] Electricity, Fluid Power, and Mechanical Systems for Industrial Maintenance, Thomas E. Kissell, 1st Edition
- [4] Hydraulic Control Systems, Herbert E. Merritt
- [5] Modern Hydraulic Systems, Thomas E. Kissell
- [6] Υδραυλικά και Πνευματικά Συστήματα, Θεόδωρος Ν. Κωστόπουλος, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα 2009
- [7] Συστήματα Αυτόματου Ελέγχου και Αυτοματισμοί, Ν. Πανταζής, Εκδόσεις Σταμούλη
- [8] Modern Industrial and Electrical Motor Controls, Thomas E. Kissel
- [9] Αυτοματισμός με προγραμματιζόμενους ελεγκτές, Σταύρος Ρούμπης, Εκδόσεις Συμεών
- [10] P.L.C Προγραμματισμένοι Λογικοί Ελεγκτές, Ν. Πανταζής
- [11] Εισαγωγή στους Αυτοματισμούς, Κουτουλάκος Χρήστος, Κότσαλος Ευθύμιος, Χαμηλοθώρης Γιώργος, 1999
- [12] <http://www.eaton.com/Eaton/ProductsServices/Hydraulics/Motors/index.htm>
- [13] https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82564/v1/Logo_e.pdf
- [14] <https://www.hydraulic-supply.com/>
- [15] https://www.festo.com/cat/el_gr/products_020000



5. Σχέδιο Βαθμολόγησης

- Εισαγωγή 15%
- Βιβλιογραφική Έρευνα 10%
- Σχεδιασμός Ερευνητικής Μεθοδολογίας 15%
- Μελέτη Συστήματος 20%
- Παρουσίαση Συστήματος 20%
- Συμπεράσματα 10%
- Αυτοαξιολόγηση 5%
- Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα 5%

6. Επιτροπή Έγκρισης & Βαθμολόγησης

Δρ. Δ. Τσελές	Δρ. Κ. Αλαφοδήμος	Δρ. Μ. Παπουτσιδάκης
Καθηγητής	Καθηγητής	Επίκουρος Καθηγητής
Διευθυντής Π.Μ.Σ	Πρόεδρος Τμ. Μηχ. Αυτοματισμού	Τμ.Μηχ. Αυτοματισμού Επιβλέπων-Εισηγητής



ΠΑΡΑΘΗΜΑ 2: PAPER

TITLE:

The automated process of Hydraulic System Automation using a Programmable Logic Controller.

ABSTRACT

With the rapid and vertiginous development of technology of hydraulic automation systems is observed in our current era, an ongoing effort to introduce engineering technology, automated solutions in everyday life with an emphasis on the field of hydraulic automation systems. The systems sector develops increasingly their fields of application, whether simple or hydraulic circuits for modern hydraulic automation circuits.

In the systems with automated processes, the systems sector with the help of have only recently programmable logic controller has begun to make their appearance. In this dissertation, the structure of a hydraulic circuit which has the purpose control and observation of the hydraulic system with the aid of a P.L.C.

Moreover, it describes the properties of the hydraulic system, its structural components and the detailed functional description of Programmable Logic Controller. Finally, the work ends with the recording of the findings of the use of this integrated hydraulic circuit.

KEYWORDS

Programming language, hydraulic systems, hydraulic cylinders, hydraulic valves, hydraulic pumps, hydraulic actuators, programmable logic controller.



1. Introduction

The requirements of modern times and particularly the last five years have imposed a rapidly developing technology in the hydraulic automation area.

As a result, a new technology sector appeared: hydraulic. This remarkable growth is mainly due to the contribution of the construction of hydraulic components and P.L.C, general.

By hydraulic system we mean that a device used to transmit motion and power transmission from the motor to the driven machine. The analysis, design and modeling hydraulic automation systems, based on principles and laws, is widely applicable in fields such as the automotive industry and in robotics [1].

Typical properties that consist a hydraulic system are the following:

- Fluid density: The density of a fluid is the mass of the fluid per unit volume in a particular location of the fluid. If the fluid is incompressible, the density remains the same at all points of the fluid force:
$$\rho = m / v [1].$$
- Specific weight: The specific weight of a fluid is the fluid weight per unit volume, and it is as follows:
$$C = B / v = mg / v = \rho * g [1].$$
- Special pressure: The pressure is defined as the ratio of the force exerted by the fluid on a surface to the area of that surface.
So the pressure is given by the following form:
$$P = F / A [1].$$
- Hydraulic capacity: The hydraulic capacity of a hydraulic size is associated with energy storage. It is defined as the ratio of the change in the volume of fluid in a hydraulic device to the pressure variation. For the calculation of the hydraulic capacity it is necessary to produce the ratio of pressure to flow in the particular application [1].
- Hydraulic inertia: The hydraulic inertia is due to inertia presenting a fluid to changes in speed. It is defined as the ratio of the pressure difference in the change of flow rate [1].
- Hydraulic resistance: The hydraulic resistance is the resistance encountered by the fluid during the movement of the pipelines. It expresses the ratio of the pressure difference to the volume flow. The



hydraulic resistance depends on the shape of the fluid flow [1].

A hydraulic automation system brings advantages and disadvantages [2].

The advantages are:

- Variable speed: Common hydraulic motors have the possibility to change the speed.
- Protection against overloads and control of loads:

The hydraulic valve in a hydraulic automation system protects the system from an uncontrolled increase of the load.

- Small and limited volume: Hydraulic components and the whole hydraulic system provides high performance by combining small size and light weight.
- Wide range of controls: There are great possibilities to control a hydraulic circuit automation. Monitoring can be automated with the help of a P.L.C, manually using a start button, electronically controlled by means of a sensor or a combination of all.

The disadvantages are:

- Small tolerances: The structures with high accuracy result in the hydraulic components creating cost prohibitive.

- Heat Dissipation: The heat released due to internal leakage is a limit for every machine

- Plumbing problems: Here there are no laws for the design of hydraulic circuits, as for example, it can be said electrical circuits. That is, there is nothing like Ohms Law in the behavior of hydraulic fluids.

2. Basic structure of the parts of hydraulic system

As hydraulic automation systems we can define transfer systems, which consist of hydraulic lines, hydraulic pumps, hydraulic motors and hydraulic pistons used to generate power or fluid torque.

By fluid flow we refer to the movement of the fluid particles, because of flowing, but which piece includes the concepts of the force that causes the movement, speed and acceleration of the fluid.

In hydraulic systems the power transmission is performed using mainly incompressible fluid such as oil [2].

An integrated hydraulic automation system consists of the following components:

- Hydraulic cylinders
- Hydraulic valves
- Hydraulic pumps
- Hydraulic actuators



Hydraulic cylinders:
 Hydraulic cylinders are classified as single and double acting cylinders, which are the most used. In addition, there are a large number of cylinder variants, each one designed for a specific use. For example it is telescopic cylinders through which path rod several times its original length is achieved [3], [4].

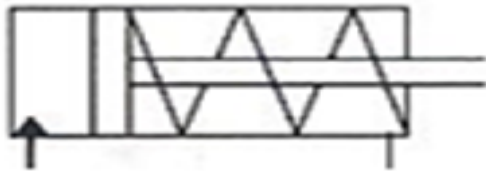


Figure 15 Single-acting hydraulic cylinder

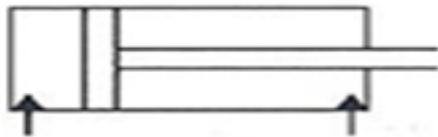


Figure 16 Double-acting hydraulic cylinder

Hydraulic valves:
 The hydraulic valves are key components of hydraulic automation systems for regulating the position, acceleration of a hydraulic piston. These valves are divided into two major categories: the hydraulic valves as how to set and hydraulic valves as mode. Valves as how to set regulate fluid flow [3], [4].
 The hydraulic valves are divided according to the flow-regulating manner in the following categories:

- **Piston type valves:**
 Here the hydraulic valves to regulate flow is achieved by movement of a piston which permits the passage or the stoppage of the hydraulic fluid from the valve ports.
- **Nozzle flap type valves:**
 The hydraulic valves are based on the principle of variable leakage achieved by moving a blade.

While the valves as our mode show how the valve operates and how it conveys the flow to the other structural components of the hydraulic system. The categories on the principle of operation is as follows:

- **Directional valves or valves drivers:**
 Hydraulic directional valve in a hydraulic circuit, which with the appropriate hydraulic actuation determine the direction of flow to a piston [3], [4].

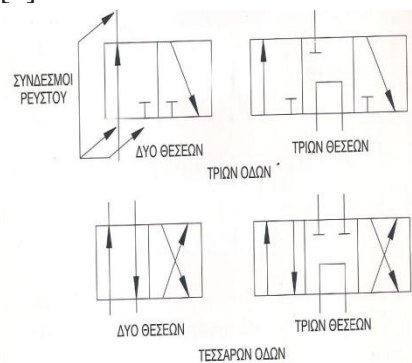


Figure 26 Directional valves



- Pressure Control Valves:
The hydraulic valves are limiting the hydraulic pressure in hydraulic automation systems, which provide an escape passage of the hydraulic fluid to the reservoir. The hydraulic valves protect hydraulics from the great pressure that can be brought to them from the pump [3], [4].

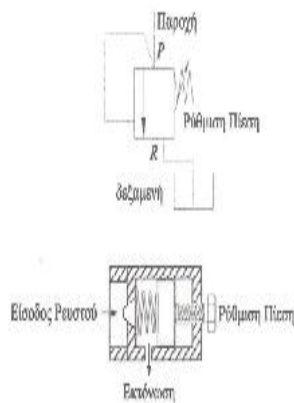


Figure 17 Pressure control valves

- Flow Control Valves:
The flow control valves are used for regulating the flow in hydraulic automation. The hydraulic valves are used in hydraulic systems which have constant pressure and do not have a different flow [3], [4].

Hydraulic pumps:
The hydraulic pumps are the most important component but also the most expensive in a hydraulic system. A hydraulic pump is characterized by the pressure it can produce and supply. The work of the hydraulic pumps in a system is important because it converts electrical, mechanical power to hydraulic power [3], [4]. The hydraulic pumps are divided into three general categories:

- Hydraulic gear pumps:
Their operating principle is based on the transfer of fluid between gears [3], [4].

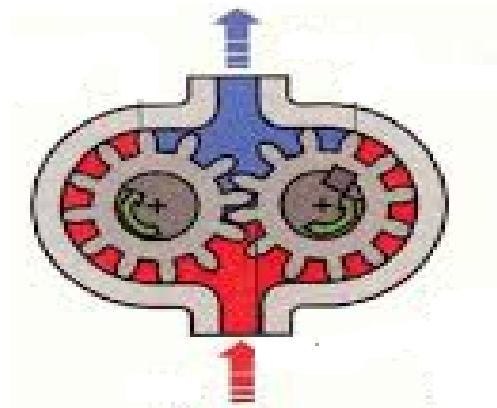


Figure 5 Hydraulic gear pumps

- Hydraulic vane pumps:
The type of hydraulic pump is based on rotating blades adjacent to the inner surface of a ring and create spaces where the hydraulic fluid is transferred [3], [4].

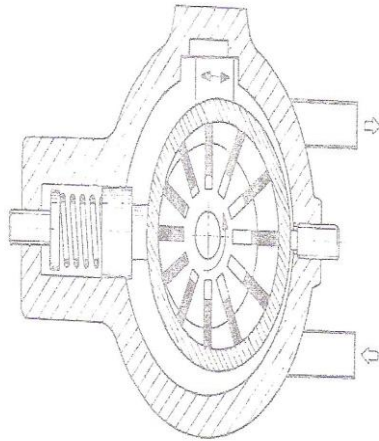


Figure 6
Hydraulic vane pumps

- Hydraulic piston pumps: The functioning of the hydraulic piston pumps is based on the suction of the fluid and the reciprocating motion of a piston within a piston [3], [4].

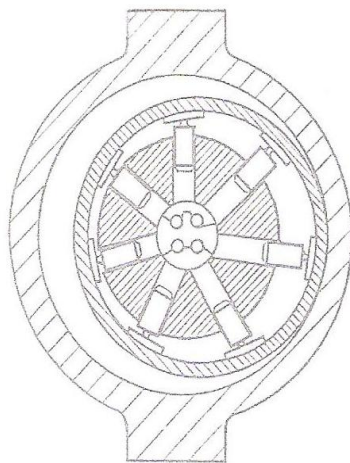


Figure 7
Hydraulic piston pumps

Hydraulic actuators: A last structural hydraulic component contained in the system is the hydraulic actuators, or otherwise sensing hydraulics. Hydraulic actuators are devices that detect the movement, velocity, displacement and the power of a hydraulic piston. They receive data and information from P.L.C or hydraulic valves and give relevant signal through the acceleration, the displacement, the position or the speed of the hydraulic piston [5].

The essential characteristics of a hydraulic sensor are:

- Operating Range: The limits to which the hydraulic automation system works reliably.
- Accuracy: The proximity of the output value to the input value.
- Error: The difference between the measured value and actual value.
- Delay: The delay of the change of the output to the input.
- Repeatability: Producing the same effect at different times with the same input.
- Operating time: The estimated operation time as part of the hydraulic circuit specifications.

Hydraulic actuators are divided into four categories and are as follows [5], [6]:

- Displacement and motion sensors:

These sensors determine the displacement and movement of a hydraulic piston, ie to what extent a hydraulic piston is moved or rotated. Displacement sensors and drive a hydraulic piston is:



- └ Linear potentiometer
- └ Goniometer variable reluctance
- └ Linear reed switch
- Power Sensors:
The use of these sensors is capable of measuring the power of a hydraulic piston. The one piston force sensors are divided into two types, which are:
 - └ The load cells
 - └ The spring yoke
- Detection sensors:
The sensors detect the piston ie whether the hydraulic piston is located inside or outside the range.
The one piston sensors are divided into three categories and are as follows:
 - └ inductive sensors
 - └ Capacitive Sensors
 - └ Magnetic sensors
- Optical indication sensors:
The use of these sensors is to show us various information necessary for the hydraulic piston.
The visual indication sensors or optoasthitires a hydraulic piston is:
 - └ The manometer
 - └ Sensor reflected beam

3. Programmable Logic Controller

A part of the thesis is the methefretiki solution programming a hydraulic automation system, which is programmed with LOGO P.L.C. P.L.C is a digital microprocessor that is tailored to implement any kind of automation from the start of a plunger to the full operation of the hydraulic circuit automation. A P.L.C is able to perform the calculation and communication tasks. As the device is very flexible, strong, can be assembled at low cost and has some advantages [7]:

- The construction time of automation.
- The PLC is flexible in modifying the operation of the hydraulic automation, where a change in automation is a few minutes, changing only the program.
- Minimize maintenance costs, since there is no question of failure because the PLC rarely breaks down.
- The structure of a programmable logic controller is uniform and consists of the following components:
 - └ Units Mounting Frame
 - └ Automation Units
 - └ Power Unit
 - └ Central processing unit
 - └ Real time clock
 - └ Developer



The key piece to a hydraulic circuit with PLC automation is not the structural part, that is, the application simulation but the software, ie the program that implements the desired hydraulic automation system.

Using commands to create a program, determines the correct or not operation of a device. The way that these orders will be transferred to specific PLC, is called a programming language [7]. There are generally three categories of programming languages for P.L.C, which are:

- LAD language or languages electrical graphics
- STL language or language of logic commands
- FDB language or language graphics logic

4. Application of hydraulic systems

This application relates to an integrated hydraulic automation system. The hydraulic circuit of automation is associated with two hydraulic pistons that make some movements and operation of the hydraulic circuit begins with a start switch, which is a start.

The correlation of the movements that make hydraulic pistons is as follows:
A +, B +, A-, B-.

Correlation moves of a hydraulic circuit:

A +, B +, A-, B-

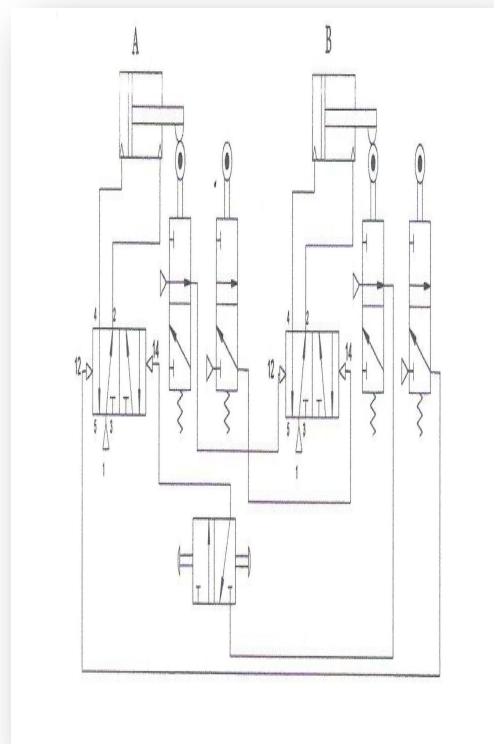
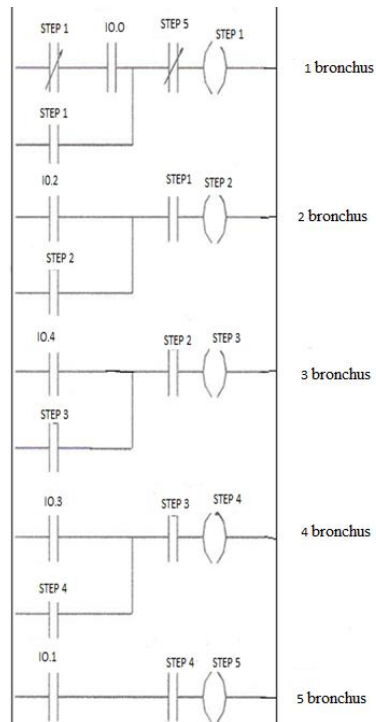


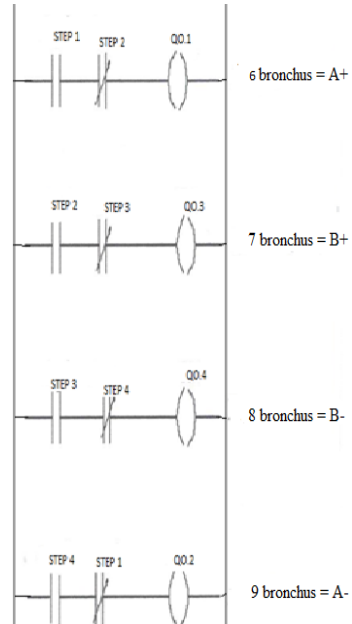
Figure 8 Hydraulic automation systems



LADDER language or languages
electrical graphics



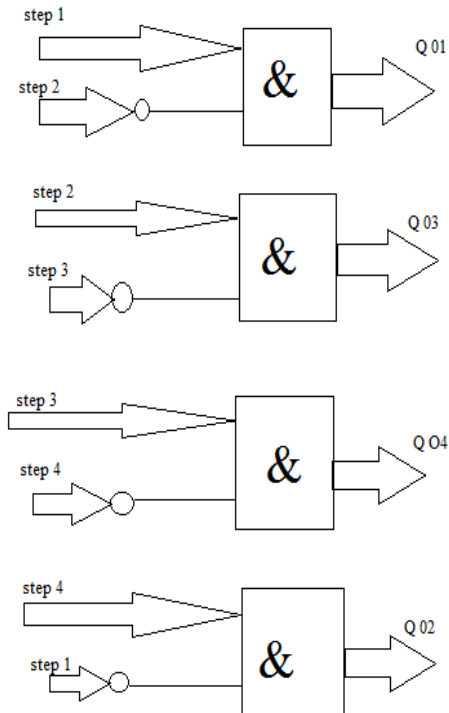
• Figure 9.1 Language LADDER



• Figure 9.2 Language LADDER



FDB language or language graphics logic



• Figure 10 Language FDB

STL language or language of logic commands

1. L F 1
2. A I 0.0
3. S F 1
4. S O 0.1
5. L F 1
6. AN F 2
7. A I 0.2
8. S F 2
9. S O 0.3
10. R O 0.1
11. L F 2
12. AN F 3
13. A I 0.4

14. S F 3
15. R O 0.3
16. S O 0.4
17. L F 3
18. AN F 4
19. A I 0.3
20. S F 4
21. R O 0.4
22. S O 0.2
23. L F 4
24. A I 0.1
25. R O 0.2
26. R F 1
27. R F 2
28. R F 3
29. R F 4

5. Conclusion:

This paper tries to show the usefulness, design, modeling and the importance of hydraulic automation systems in the industrial workplace. The thesis enables the student or engineer to learn how important the integrated hydraulic automation system is. It is composed of:

- Hydraulic cylinders
- Hydraulic valves
- Hydraulic pumps
- Hydraulic actuators
- P.L.C



6. Future improvements:

In the present study the first step was about the theoretical background of building hydraulic components which contribute to an integrated automation system.

Also, as a second step there was comprehensive and detailed analysis of Programmable Logic Controller and its implementation.

Of course there is room for future improvements, which are indicatively are:

- A first possible improvement is that there may be the voice control a hydraulic circuit automation.
- A second way to improve is the automatic adjustment of structural mechanical parts on a hydraulic circuit.

7. References:

- [1] Hydraulic automatic control systems, N. Pantazis, Publisher ION
- [2] Electricity, Fluid Power, and Mechanical Systems for Industrial Maintenance, Thomas E. Kissell, 1st Edition
- [3] Hydraulic Control Systems, Herbert E. Merritt
- [4] Hydraulic and Pneumatic Systems, Theodore N. Costopoulos, Simeon Publications, Athens 2009
- [5] Automatic Control and Automation, N. Pantazis, Publisher Stamouli
- [6] Modern Industrial and Electrical Motor Controls, Thomas E. Kissel
- [7] Automation programmable controllers, Stavros Roumpo, Publisher Simeon.

