



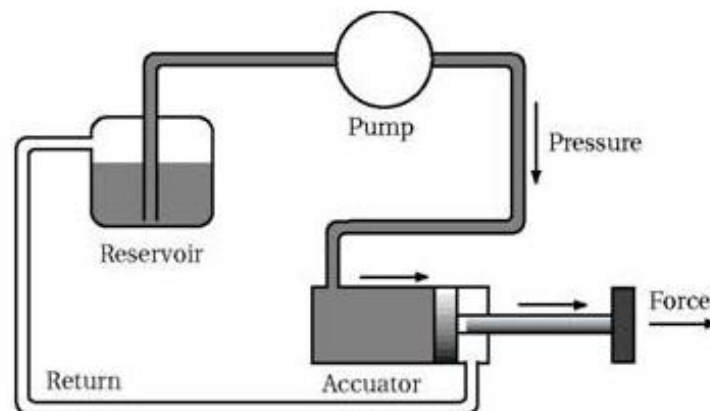
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

**ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**



**ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ:**

ΑΛΕΙΦΤΗΡΑΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**

Δρ.ΜΙΧΑΗΛ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2018

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **Αλειφτήρας Ανδρέας**, του **Βασιλείου**, με αριθμό μητρώου **42795** φοιτητής του Τμήματος **Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής**, του **Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής** 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 απόφασης της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών

Ημερομηνία

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Θέμα της πτυχιακής αφορά τα υδραυλικά συστήματα όπως έμβολα και μοτέρ. Αρχικά αναλύει τον τρόπο λειτουργίας αυτών αλλά και άλλων εξαρτημάτων που είναι απαραίτητα για τα υδραυλικά κυκλώματα, όπως βαλβίδων ελέγχου και ρυθμιστικών βαλβίδων, καθώς και αισθητηρίων κίνησης. Επίσης, αναφέρεται στους αυτοματισμούς παραγωγής, την βιομηχανική τους χρήση, στα πλεονεκτήματα που παρέχουν, στα μειονεκτήματα που μπορεί να έχουν αλλά και στο κομμάτι των βλαβών που συχνά παρουσιάζονται, από τι αυτές προκαλούνται, πώς μπορούμε να τις προβλέψουμε και πώς επισκευάζονται. Τέλος, παρουσιάζει τον αυτόματο έλεγχο υδραυλικών συστημάτων μέσα από ελεγκτές τύπου P.I.D αλλά και μέσα από πρόγραμμα με την χρήση προγραμματιζόμενων ελεγκτών P.L.C.

## **ABSTRACT**

The subject of the diploma thesis concerns the hydraulic systems such as pistons and motors. Initially, it analyzes how these and other components are necessary for the hydraulic circuits, such as control valves and regulating valves, as well as motion sensors. It also refers to the production automation, the industrial use, the advantages it provides, the disadvantages it may have, but also the part of the damages that is often presented, how they are caused, how we can predict them and how they are repaired. Finally, it presents the automatic control of hydraulic systems through P.I.D type controllers as well as through a programmable logical controllers PLC .

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	4
ΕΙΚΟΝΕΣ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> : ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	9
1.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> : ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	15
2.1 ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ.....	15
2.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΒΑΛΒΙΔΕΣ.....	18
2.2.1 Βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης.....	18
2.2.2 Βαλβίδες αντεπιστροφής.....	19
2.2.3 Βαλβίδες ρύθμισης πίεσης.....	20
2.2.4 Βαλβίδες ρύθμισης ροής.....	20
2.3 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΜΒΟΛΑ.....	21
2.3.1 Υδραυλικά έμβολα απλής ενέργειας.....	22
2.3.2 Υδραυλικά έμβολα διπλής ενέργειας.....	23
2.4 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.....	25
2.5 ΠΕΡΙΦΕΡΙΑΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> : ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ.....	27
3.1 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ .....	27
3.2 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ.....	29
3.2.1 Αισθητήρες μετατόπισης κίνησης.....	30
3.2.2 Αισθητήρας δύναμης.....	33
3.2.3 Αισθητήρες Ανίχνευσης.....	33
3.2.4 Οπτικοί αισθητήρες.....	34
3.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	35

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> : ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΒΛΑΒΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ...	40
4.1 ΒΛΑΒΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	40
4.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΒΛΑΒΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> : ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	50
5.1 P.I.D Controller.....	50
5.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ PLC.....	53
5.2.1 Ορισμός και πλεονεκτήματα του PLC.....	53
5.2.2 Δομή και λειτουργία του PLC.....	54
5.2.3 Προγραμματισμός του PLC.....	55
5.2.4 Εφαρμογή του PLC στα υδραυλικά συστήματα.....	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 <sup>ο</sup> : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	63
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	64

## **ΕΙΚΟΝΕΣ**

<b>EIKONA 1.1</b> : Λειτουργία αυτόματης πόρτας Ναού.....	10
<b>EIKONA 1.2</b> : Η εμβολοφόρος αντλία του Κτηβίσιου.....	11
<b>EIKONA 1.3</b> : Η ατμομηχανή του James Watt.....	12
<b>EIKONA 2.1</b> : Συμβολισμοί αντλιών μιας και δύο κατευθύνσεων.....	15
<b>EIKONA 2.2</b> : Τρόπος λειτουργίας υδραυλικής αντλίας.....	16
<b>EIKONA 2.3</b> : Τρόπος λειτουργίας εμβολοφόρου αντλίας.....	17
<b>EIKONA 2.4</b> : Αξονικές και ακτινικές εμβολοφόρες αντλίες .....	17
<b>EIKONA 2.5</b> : Τετραοδική βαλβίδα τριών θέσεων 4/3.....	18
<b>EIKONA 2.6</b> : Γραφικός συμβολισμός βαλβίδας αντεπιστροφής.....	19
<b>EIKONA 2.7</b> : Σύμβολα βαλβίδων ρύθμισης πίεσης.....	20
<b>EIKONA 2.8</b> : Σύμβολα στραγγαλιστών.....	21
<b>EIKONA 2.9</b> : Έμβολο απλής ενέργειας.....	22
<b>EIKONA 2.10</b> : Δομή εμβόλου απλής ενέργειας.....	22
<b>EIKONA 2.11</b> : Έμβολο με βυθιζόμενο βάκτρο.....	23
<b>EIKONA 2.12</b> : Τηλεσκοπικό έμβολο.....	23
<b>EIKONA 2.13</b> : Έμβολο διπλής ενέργειας.....	24
<b>EIKONA 2.14</b> : Είδη εμβόλων διπλής ενέργειας.....	24
<b>EIKONA 2.15</b> : Συμβολισμοί κινητήρων μίας και δύο φορών.....	25
<b>EIKONA 2.16</b> : Τρόπος λειτουργίας υδραυλικού κινητήρα.....	26
<b>EIKONA 3.1</b> : Υδραυλικό κύκλωμα ελέγχου εμβόλου διπλής ενέργειας με βαλβίδα 4/2.....	28
<b>EIKONA 3.2</b> : Έλεγχος εμβόλου διπλής ενέργειας με βαλβίδα 4/3 ανοικτού και κλειστού κέντρου..	28
<b>EIKONA 3.3</b> : Σύστημα ανοικτού κέντρου με αντλία μεταβλητής παροχής.....	29
<b>EIKONA 3.4</b> : Γραμμικό ποτενσιόμετρο.....	31

<b>EIKONA 3.5</b> : Γραμμικός διακόπτης με γλωσσίδα.....	31
<b>EIKONA 3.6</b> : Γωνιόμετρο μεταβλητής αντίστασης.....	32
<b>EIKONA 3.7</b> : Οπτικοί αισθητήρες.....	34
<b>EIKONA 3.8</b> : Υδραυλικά φρένα.....	35
<b>EIKONA 3.9</b> : Φορητό με ανατρεπόμενη καρότσα.....	36
<b>EIKONA 3.10</b> : Υδραυλικά συστήματα αεροσκαφών.....	37
<b>EIKONA 3.11</b> : Σχέδιο υδραυλικού ρομποτικού βραχίονα .....	37
<b>EIKONA 3.12</b> : Σύγχρονη βιομηχανία.....	38
<b>EIKONA 3.13</b> : Υδραυλικό κύκλωμα ανυψωτικού μηχανήματος.....	39
<b>EIKONA 4.1</b> : Σπασμένη σωλήνα λόγω θερμοκρασίας.....	41
<b>EIKONA 4.2</b> : Κατηγορίες ακτινοβολίας ανάλογα με το μήκος κύματος .....	46
<b>EIKONA 4.3</b> : Διάταξη μόνιμου ελέγχου κραδασμών στο σύστημα.....	47
<b>EIKONA 4.4</b> : Υδραυλικός μετρητής παροχής.....	48
<b>EIKONA 5.1</b> : Σύστημα κλειστού βρόγχου.....	50
<b>EIKONA 5.2</b> : Απόκριση συστήματος χωρίς έλεγχο.....	51
<b>EIKONA 5.3</b> : Απόκριση συστήματος με χρήση ελεγκτή τύπου P.I.D.....	52
<b>EIKONA 5.4</b> : Μορφή PLC.....	53
<b>EIKONA 5.5</b> : Δομή PLC.....	54
<b>EIKONA 5.6</b> : Συμβολισμοί εισόδων/ εξόδων στη γλώσσα Ladder.....	56
<b>EIKONA 5.7</b> : Παράδειγμα προγράμματος σε γλώσσα Ladder.....	56
<b>EIKONA 5.8</b> : Αντιστοιχία γλωσσών STL – LADDER .....	57
<b>EIKONA 5.9</b> : Λογικές πύλες – εντολές γλώσσας FDB.....	58
<b>EIKONA 5.10</b> : Γλώσσες προγραμματισμού του PLC ( LADDER – FDB – STL) .....	59
<b>EIKONA 5.11</b> :Υδραυλικό κύκλωμα, διάγραμμα PLC και κώδικας Ladder μιας μηχανής συμπίεσης.	61



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα συστήματα αυτομάτου ελέγχου ή συστήματα αυτοματισμού είναι έννοιες τις οποίες σήμερα χρησιμοποιούμε σε καθημερινή βάση. Πρόκειται για έναν τομέα που σαν βασικό στόχο έχει την διευκόλυνση της ανθρώπινης ζωής και καθημερινότητας. Ο αυτοματισμός στην ουσία είναι μια ακολουθία βημάτων η οποία πραγματοποιείται όταν υπάρξει κάποια διέγερση σε ένα συγκεκριμένο σύστημα και έχει σκοπό να αποφέρει ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα, χωρίς όμως να υπάρχει ανθρώπινη παρέμβαση. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος που τα συστήματα αυτοματισμού είναι υπερεπολύτιμα στην σημερινή βιομηχανία.

### 1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Παρόλο που η χρήση των συστημάτων αυτοματισμού αποτελεί βασικό γνώρισμα της εποχής μας, η ύπαρξή τους ξεκινάει να υφίσταται από την αρχαιότητα. Φυσικά η μορφή αλλά κυρίως η δομή των τότε συστημάτων ήταν αρκετά διαφορετική, ωστόσο δεν έπαψαν να αποτελούν την κύρια πηγή έμπνευσης για την εξέλιξη του αυτοματισμού. Άλλωστε ο στόχος ήταν πάντα ο ίδιος. Να αξιοποιηθεί η υπάρχουσα τεχνολογία με τον καλύτερο τρόπο έτσι ώστε να προσφέρει λύσεις και διευκολύνσεις στα καθημερινά προβλήματα των ανθρώπων.

#### **Ο Ταλώς**

Η πρώτη αναφορά ρομπότ γίνεται στην ελληνική μυθολογία και στην περιοχή της κρήτης, όταν ο Θεός Ήφαιστος κατασκεύασε τον Ταλών, ένα ανθρωπόμορφο όν με σκοπό να το προσφέρει στον βασιλιά Μίνωα για να προστατεύει το νησί. Τα καθήκοντά του ήταν να φροντίζει για την εφαρμογή των νόμων στα χωριά της κρήτης, να περιφρουρεί το νησί και να πετάει πέτρες σε όσα πλοία κινούνταν με εχθρικές διαθέσεις. Ένας μύθος που στην ουσία περιγράφει ένα ρομπότ με συγκεκριμένες λειτουργίες όπου θα μπορούσε να αποτελέσει πηγή έμπνευσης για τους μηχανικούς της εποχής.

## Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων

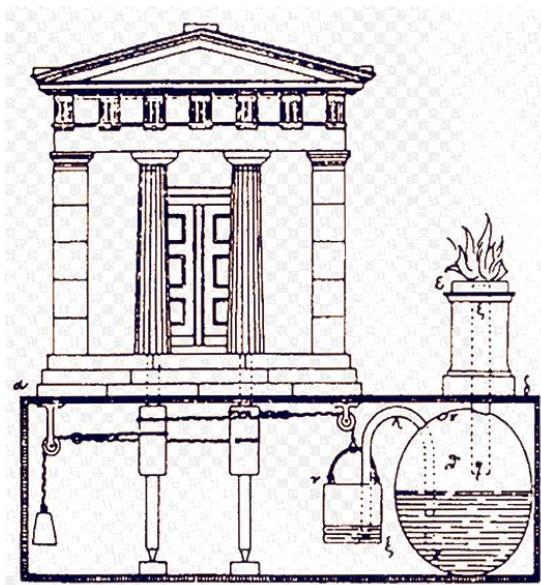
Πρόκειται για έναν μηχανισμό με τεράστια αρχαιολογική αξία καθώς θεωρείται ο πρώτος αναλογικός υπολογιστής που κατασκευάστηκε από τον άνθρωπο.

Ανασύρθηκε το 1900 μ.χ. από αλιείς στην περιοχή ανοικτά των αντικυθήρων και η περίοδος κατασκευής του εκτιμάται μεταξύ του 150 π.χ. με 100 π.χ. Ο μηχανισμός είναι κατασκευασμένος από μπρούτζο, αποτελείται από δεκάδες γρανάζια μεγάλης ακρίβειας τα οποία περιστρέφονται γύρω από άξονες και όσον αφορά την λειτουργία του, αν και αρχικά αποτέλεσε τεράστιο γρόφο με πολλές και διαφορετικές θεωρίες, πλέον η επικρατέστερη είναι ότι ο σκοπός του μηχανισμού ήταν ο υπολογισμός των κινήσεων των ουράνιων σωμάτων.

## Ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς

Έλληνας μηχανικός και γεωμέτρης ο οποίος έζησε το 300 π.χ. έως το 230 π.χ. στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου. Ο Ήρων είναι υπεύθυνος για την κατασκευή μιας σειράς αυτομάτων συστημάτων όπως είναι το Σύστημα αυτόματων θυρών, το αυτόματο γέμισμα κυπέλου, το οδόμετρο του Ήρωνα, η ατμομηχανική αντλία κ.α.

Παρακάτω φαίνεται το σχεδιάγραμμα που περιγράφει εικονικά τον τρόπο με τον οποίο άνοιγαν αυτόματα οι πόρτες του ναού όταν άναβε η φωτιά στον εξωτερικό βωμό.



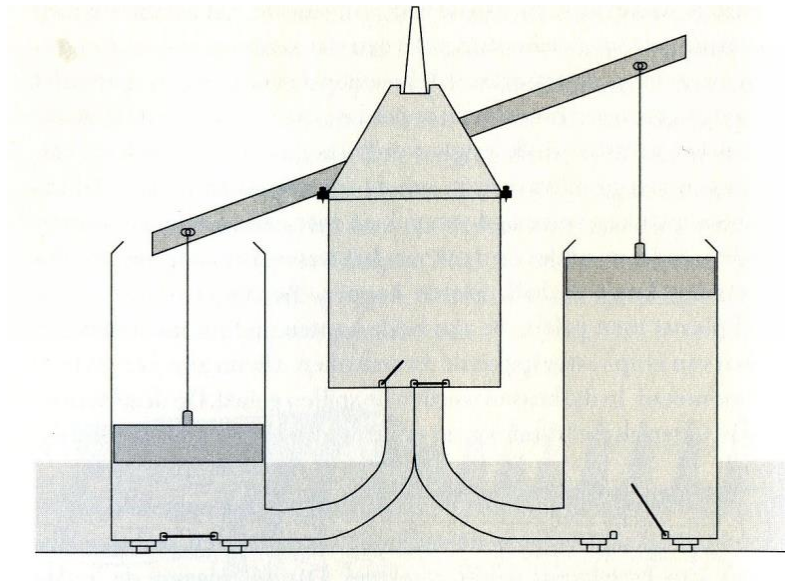
ΕΙΚΟΝΑ 1.1 : Λειτουργία αυτόματης πόρτας Ναού

## Ο Κτηβίσσιος ο Αλεξανδρεύς

Ένας ακόμα μεγάλος εφευρέτης, μηχανικός και μαθηματικός της αρχαιότητας.

Έδρασε στην ίδια περιοχή με τον Ήρωνα, του οποίου υπήρξε και δάσκαλος.

Θεωρείται πατέρας των υδραυλικών και πνευματικών συστημάτων καθώς στα έργα του ασχολήθηκε κυρίως με τους συγκεκριμένους τομείς. Μερικά από τα συστήματα που κατασκεύασε ήταν ο αυτόματος καθρέπτης, το υδραυλικό ωρολόγιο και το υδραυλικό μουσικό όργανο.



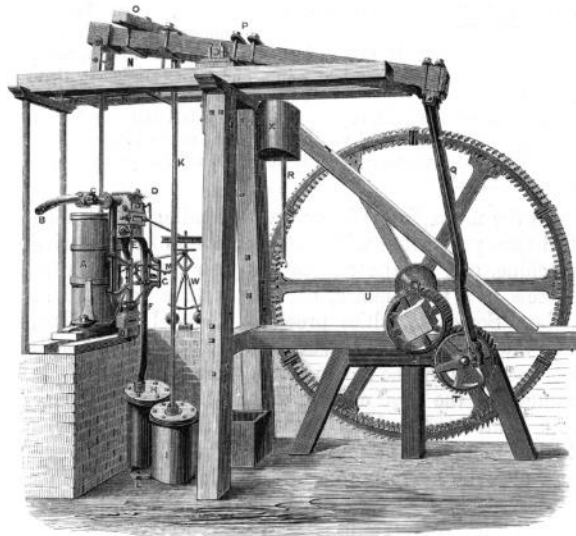
ΕΙΚΟΝΑ 1.2 : Η εμβολοφόρος αντλία του Κτηβίσσιου

## Βυζάντιο - Μεσαίονας – Αναγέννηση

Η μεγάλη κινητικότητα και το ενδιαφέρον για τον τομέα των αυτόματων συστημάτων δεν σταμάτησε στην αρχαιότητα αλλά συνεχίστηκε και στους Βυζαντινούς χρόνους, κάτι που αποδुकνείται μέσα από διάφορες εφευρέσεις. Ωστόσο η επιρροή που άσκησαν οι εφευρέτες και οι μηχανικοί της αρχαιότητας επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι τα έργα του Ήρωνα μεταφράστηκαν στα αραβικά και έφτασαν μέχρι τις Ινδίες. Όπως μάλιστα αναφέρει το κέντρο μελετών Leonardo 3 του Μιλάνου, οι Άραβες της εποχής του μεσαίωνα κατόρθωσαν να τελειοποιήσουν αυτά τα συστήματα και να δημιουργήσουν μηχανές με αξιοθαύμαστες δυνατότητες. Κατά την περίοδο της Αναγέννησης αξίζει να αναφερθεί ο Leonardo Da Vinci ο οποίος υπήρξε σπουδαίο πρόσωπο στον τομέα αφού κατασκεύασε μια τεράστια σειρά εφευρέσεων.

## Βιομηχανική επανάσταση

Πρόκειται για μια ιδιαίτερα ιστορική περίοδο αφού η τεχνολογική πρόοδος που υπήρξε συνδιάστηκε με μεγάλες οικονομικές, κοινωνικές και πολιτισμικές ανακατατάξεις και μεταβολές. Βασικό ρόλο στην Βιομηχανική επανάσταση έπαιξε η ατμομηχανή του James Watt η οποία ήταν μια βελτιωμένη έκδοση της μηχανής που κατασκεύασε ο Thomas Newcomen το 1712. Σε αυτήν την εφεύρεση στηρίχθηκε η κατασκευή των πρώτων τραίνων και σιδηρόδρομων, γεγονός που έφερε επανάσταση στον τομέα της μετακίνησης. Η εξέλιξη των ατμομηχανών βοήθησε στην έλευση του μηχανοποιημένου τρόπου παραγωγής, αντικαθιστώντας τον χειρονακτικό, αφού οι άνθρωποι άρχισαν να κατασκευάζουν μηχανές για οτιδήποτε έκαναν μέχρι τότε με τα χέρια. Μάλιστα αυτά τα συστήματα είχαν σχεδόν παρόμοια αποτελεσματικότητα με τα σημερινά, αν και αποτελούνταν αποκλειστικά από μηχανικά εξαρτήματα (μοχλούς, τροχούς, ιμάντες, ελατήρια κ.λ.π.) που πολλά από αυτά βρίσκονται ακόμα σε χρήση. Φυσικά δεν μπορούν να συγκριθούν με την αξιοπιστία και το κόστος των σημερινών συστημάτων.



ΕΙΚΟΝΑ 1.3 : Η ατμομηχανή του James Watt

Στην σημερινή βιομηχανία χρησιμοποιούνται 4 βασικά ήδη αυτοματισμών. Τα υδραυλικά, τα πνευματικά, τα ηλεκτρικά και τα ηλεκτρονικά. Για την επίλυση των σημερινών πολύ απαιτητικών και πολύπλοκων συστημάτων συνήθως απαιτείται ο συνδιασμός περισσότερων από ένα είδος αυτοματισμών, συστήματα τα οποία ονομάζονται μικτού τύπου.

Τα υδραυλικά συστήματα αυτοματισμών αποτελούνται από υδραυλικούς σωλήνες, υδραυλικές αντλίες, υδραυλικούς κινητήρες, υδραυλικά έμβολα και βαλβίδες και

χρησιμοποιούν υδραυλικά ρευστά με πιο συνηθισμένο το λάδι. Βασικά χαρακτηριστικά τους είναι οι μεγάλες δυνάμεις που ασκούν, η μεγάλη ακρίβεια θέσης και η ευαισθησία που έχουν στην μεταβολή της θερμοκρασίας.

## **1.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υδραυλικών συστημάτων**

Κάθε είδος αυτοματισμού έχει τα δικά του πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα αντίστοιχα. Όσον αφορά τα υδραυλικά συστήματα, έχουμε τα εξής:

### Πλεονεκτήματα υδραυλικών συστημάτων

- Είναι ελαστικά και άκαμπτα, προσφέροντας ευκολία στην σταθεροποίηση φορτίου χωρίς να απαιτείται μεγάλη κατανάλωση ενέργειας.
- Εξαιτίας της ακαμψίας και των μικρών μαζών, υπάρχει μεγάλη ταχύτητα αντίδρασης, γεγονός που καθιστά τα υδραυλικά συστήματα πολύ ελκυστικά σε συγκεκριμένες εφαρμογές.
- Παρέχουν την δυνατότητα σχεδόν ακαριαίας αλλαγής φοράς περιστροφής και κίνησης των υδραυλικών κυλίνδρων και κινητήρων χωρίς κανένα ουσιαστικό πρόβλημα.
- Για την αντιμετώπιση των μεγάλων πιέσεων λαδιού που επικρατούν μέσα στους μηχανισμούς υπάρχει πολύ καλή στεγανότητα, γεγονός που προστατεύει τα συστήματα από διαβρωτικό περιβάλλον όπως υγρασία κ.λ.π.
- Απαιτείται μικρός όγκος και μάζα υδραυλικών κινητήρων σε σχέση με τους ηλεκτρικούς.
- Παρέχουν τη δυνατότητα μεταβολής της χρήσιμης ροπής στρέψης ή της δύναμης με μεταβολή της πίεσης λειτουργίας του συστήματος.
- Το λάδι λειτουργεί επίσης ως ψυκτικό και λιπαντικό μέσο, οπότε δεν χρειάζονται επιπλέον κυκλώματα για αυτές τις λειτουργίες.
- Υπάρχει μεγάλη ποικιλία βιομηχανικών εφαρμογών ( αυτόματος έλεγχος με PLC ή με σερβουδραυλικούς μηχανισμούς).

### Μειονεκτήματα υδραυλικών συστημάτων

- Υπάρχει πάντα κίνδυνος διαρροής ρευστού κι επειδή τα ρευστά που χρησιμοποιούνται ρυπαίνουν, μπορεί να δημιουργηθεί ρυπαρό περιβάλλον γύρω από το σύστημα.
- Είναι πολύ ευαίσθητα σε ξένα σωματίδια τα οποία μπορεί να βρεθούν στο χρησιμοποιούμενο ρευστό, καθώς εξαιτίας των μεγάλων πιέσεων λειτουργίας οι ανοχές μεταξύ σταθερών και κινητών μερών είναι πολύ μικρές. Για το λόγω αυτό, η ανάγκη καθαριότητας και συντήρησης σε ένα υδραυλικό σύστημα είναι επιτακτική.
- Εξαιτίας της μεγάλης αποθηκευμένης ενέργειας δημιουργείται κίνδυνος διάρρηξης του υδραυλικού συστήματος, με σοβαρές σε πολλές περιπτώσεις, συνέπειες.
- Η θερμοκρασία επηρεάζει σημαντικά το δυναμικό ιξώδες των ρευστών που χρησιμοποιούνται.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα υδραυλικά συστήματα είναι συστήματα αυτοματισμού που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά κίνησης και ισχύος μεγάλων φορτίων και αποτελούνται από συγκεκριμένα στοιχεία τα οποία συνδιάζονται με σκοπό να δημιουργήσουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα. Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλύσουμε τα στοιχεία αυτά ξεχωριστά, τον σκοπό ύπαρξής τους, τα μέρη από τα οποία αποτελούνται, αλλά και τον τρόπο λειτουργίας τους.

Τα στοιχεία ενός ολοκληρωμένου υδραυλικού συστήματος είναι τα εξής:

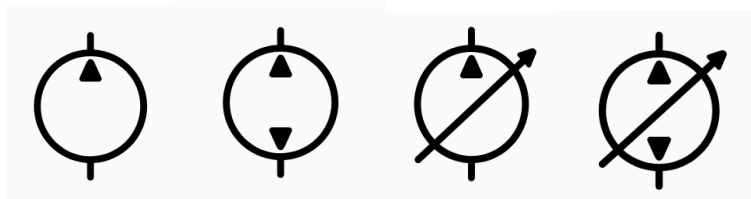
- Υδραυλικές αντλίες
- Υδραυλικές βαλβίδες
- Υδραυλικά έμβολα
- Υδραυλικοί κινητήρες

#### 2.1 ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ

Οι υδραυλικές αντλίες είναι απαραίτητες για ένα υδραυλικό κύκλωμα διότι είναι το εξάρτημα το οποίο προωθεί το χρησιμοποιούμενο ρευστό στο σύστημα. Υπάρχουν αντλίες μίας κατεύθυνσης ή διπλής κατεύθυνσης (αμφίδρομες). Αμφίδρομες είναι οι αντλίες που μπορούν να περιστραφούν και δεξιόστροφα και αριστερόστροφα με αποτέλεσμα να μπορούν να προωθούν το ρευστό προς όποια κατεύθυνση επιθυμεί ο μηχανικός. Υπάρχουν επίσης αντλίες σταθερής παροχής και μεταβαλλόμενης παροχής, στις οποίες υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης της παροχής.

Σταθερής Παροχής

Μεταβαλλόμενης Παροχής

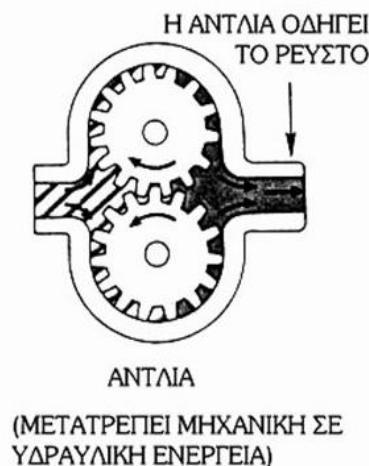


ΕΙΚΟΝΑ 2.1 : Συμβολισμοί αντλιών μιας και δύο κατευθύνσεων

Κύρια χαρακτηριστικά μιας υδραυλικής αντλίας είναι η παροχή της, η αποδοτικότητά της, το μέγεθός της, το βάρος της, η ευκολία στον έλεγχο συντήρησης και το βάρος της. Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής και λειτουργίας τους οι αντλίες χωρίζονται σε υποκατηγορίες.

- Περιστροφικές Αντλίες

Είναι ένας τύπος αντλιών που χρησιμοποιείται εκτεταμένα. Συνήθως αποτελείται από δύο γρανάζια με ίδια διάμετρο το ένα εκ των οποίων είναι συνδεδεμένο με έναν ηλεκτρικό κινητήρα για να παίρνει κίνηση. Αυτό με τη σειρά του δίνει κίνηση στο δεύτερο γρανάζι με το οποίο είναι κουμπωμένα και με την περιστροφή τους μεταφέρουν το ρευστό από την είσοδο στην έξοδο της αντλίας, χωρίς να υπάρχει δυνατότητα επιστροφής του στην είσοδο. Το μέγεθος των δοντιών των γραναζιών είναι ανάλογο με την ποσότητα του ρευστού που παρέχεται στο σύστημα, οπότε τα γρανάζια με λιγότερα και μεγαλύτερα δόντια προσφέρουν μεγαλύτερη ροή στο κύκλωμα. Παρακάτω φαίνεται ο τρόπος λειτουργίας τους σχηματικά



ΕΙΚΟΝΑ 2.2 : Τρόπος λειτουργίας υδραυλικής αντλίας

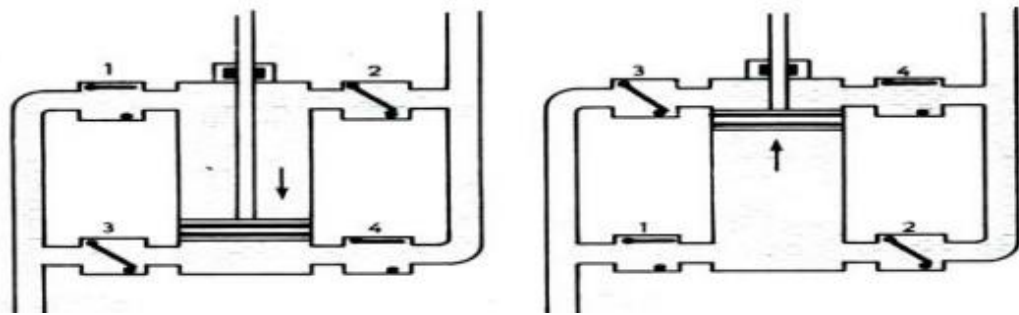
Υπάρχουν επίσης περιστροφικές αντλίες με διαφορετική δομή οι οποίες χρησιμοποιούν διαφορετικά περιστροφικά εξαρτήματα αντί των γραναζιών έχοντας όμως πρόμοια λογική λειτουργίας.



- Εμβολοφόρες Αντλίες

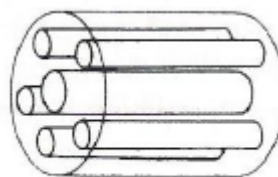
Οι εμβολοφόρες αντλίες αποτελούνται από έναν ή παραπάνω κυλίνδρους και έμβολα και μερικές ανεπίστροφες βαλβίδες. Το ρευστό μπαίνει από την είσοδο και σπρώχνει το έμβολο το οποίο με την σειρά του παρέχει τον οφέλιμο όγκο στο σύστημα. Όταν ο οφέλιμος όγκος μειωθεί, ανοίγει η ανεπίστροφη βαλβίδα στην έξοδο της αντλίας. Για να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ροή με την ελάχιστη δυνατή παλινδρόμηση, όταν αυξάνεται ο οφέλιμος όγκος, ανοίγει και μία ανεπίστροφη βαλβίδα που συνδέεται μαζί του. Για καλύτερη παροχή, συνήθως χρησιμοποιούνται περισσότεροι κύλινδροι και έμβολα.

Παρακάτω ακολουθεί σχηματική απεικόνιση της λειτουργίας μιας εμβολοφόρου αντλίας.

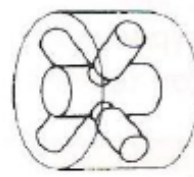


ΕΙΚΟΝΑ 2.3 : Τρόπος λειτουργίας εμβολοφόρου αντλίας

Ανάλογα με την διάταξη των εμβόλων, οι εμβολοφόρες αντλίες χωρίζονται σε αξονικές και ακτινικές. Οι αξονικές με την σειρά τους υποδιαιρούνται σε κυρτού άξονα και κεκλυμένης πλάκας, ενώ οι ακτινικές σε στραθερού block εμβόλων και περιστρεφόμενου block εμβόλων.



Αξονικών Εμβόλων



Ακτινικών Εμβόλων

ΕΙΚΟΝΑ 2.4 : Αξονικές και ακτινικές εμβολοφόρες αντλίες

## 2.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΒΑΛΒΙΔΕΣ

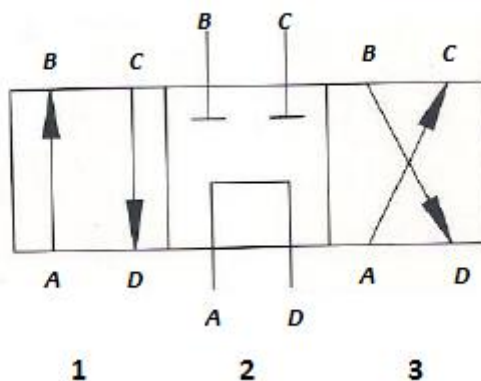
Πρόκειται για άλλο ένα υψηλής σημασίας εξάρτημα στα υδραυλικά συστήματα καθώς οι υδραυλικές βαλβίδες είναι αυτές που ελέγχουν την κίνηση του ρευστού στο κύκλωμα.

Εξαιτίας των πολλών λειτουργιών των οποίων πραγματοποιούν, οι υδραυλικές βαλβίδες χωρίζονται στις εξής κατηγορίες

- Βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης
- Βαλβίδες αντεπιστροφής
- Βαλβίδες ρύθμισης πίεσης
- Βαλβίδες ρύθμισης ροής

### 2.2.1 Βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης

Είναι πιθανότατα η σημαντικότερη κατηγορία υδραυλικών βαλβίδων καθώς ελέγχουν την κατεύθυνση του ρευστού μέσα στο σύστημα. Αναγνωρίζονται ανάλογα με τον αριθμό των οδών που έχουν και τον αριθμό των θέσεων που μπορούν να πάρουν. Οδοί είναι όλες οι υποδοχές που έχει η βαλβίδα ως είσοδους- εξόδους και θέση είναι η εσωτερική συνδεσμολογία των οδών κάθε φορά. Για παράδειγμα, μια βαλβίδα με 3 οδούς και 2 θέσεις ονομάζεται τριοδική βαλβίδα δύο θέσεων. Παρακάτω παρουσιάζεται σχηματικά μια τετραοδική βαλβίδα τριών θέσεων. Οι οδοί συμβολίζονται με τα γράμματα A B C D, ενώ οι θέσεις φαίνονται από τους αριθμούς 1,2,3.



ΕΙΚΟΝΑ 2.5 : Τετραοδική βαλβίδα τριών θέσεων 4/3

Κάθε ένα από τα κουτάκια είναι μια θέση (κατάσταση ) όπου υποδεικνύει την εσωτερική σύνδεση των οδών κάθε φορά. Οι περισσότερες βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης έχουν ένα έμβολο στο εσωτερικό τους, ανάλογα με την θέση του οποίου αποκλείονται ή ελευθερώνονται διάδρομοι για το ρευστό. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται η επιθυμητή διαδρομή και επιλέγεται η κατάλληλη θέση της βαλβίδας. Η επιλογή της θέσης μπορεί να γίνει χειροκίνητα, μηχανικά, υδραυλικά ή αυτόματα.

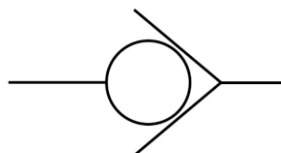
Μερικές βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης είναι οι παρακάτω:

- Βαλβίδα κατεύθυνσης 2/2
- Βαλβίδα κατεύθυνσης 3/2
- Βαλβίδα κατεύθυνσης 4/2
- Βαλβίδα κατεύθυνσης 5/2
- Βαλβίδα κατεύθυνσης 4/3
- Βαλβίδα κατεύθυνσης 5/3
- Βαλβίδα κατεύθυνσης 5/4
- Βαλβίδα κατεύθυνσης 6/3
- Βαλβίδα κατεύθυνσης 4/5

### 2.2.2 Βαλβίδες αντεπιστροφής

Πρόκειται για μια απλή σε λειτουργία βαλβίδα καθώς ο βασικός της σκοπός είναι να επιτρέπει την κίνηση του ρευστού προς μόνο μία κατεύθυνση. Υπάρχει ένας μηχανισμός ο οποίος εμποδίζει την ροή του ρευστού προς την μη επιθυμητή φορά. Το ρευστό κινείται μόνο όταν στην είσοδο υπάρχει μεγαλύτερη πίεση σε σχέση με την πίεση εξόδου. Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση, η βαλβίδα κλείνει.

Παρακάτω φαίνεται ο γραφικός συμβολισμός της βαλβίδας αντεπιστροφής.



ΕΙΚΟΝΑ 2.6 : Γραφικός συμβολισμός βαλβίδας αντεπιστροφής

Η χρησιμότητα των βαλβίδων αντεπιστροφής είναι η αποφυγή επιστροφής ροής στα κυκλώματα.

### 2.2.3 Βαλβίδες ρύθμισης πίεσης

Ο σκοπός των υδραυλικών βαλβίδων ρύθμισης πίεσης είναι ο έλεγχος της πίεσης του συστήματος, επεμβαίνοντας στη ροή και την κατεύθυνση του ρευστού. Για την ασφάλεια του συστήματος, όταν η πίεση ξεπεράσει ένα προκαθορισμένο όριο, οι βαλβίδες ρύθμισης πίεσης ενεργοποιούνται και οδηγούν το ρευστό σε άλλη κατεύθυνση. Εάν το ρευστό οδηγείται πίσω στην δεξαμενή, η βαλβίδα ονομάζεται βαλβίδα ανακούφισης ενώ εάν το ρευστό οδηγείται σε κάποιο άλλος μέρος στο κύκλωμα, η βαλβίδα ονομάζεται βαλβίδα ακολουθίας.



ΕΙΚΟΝΑ 2.7 : Σύμβολα βαλβίδων ρύθμισης πίεσης

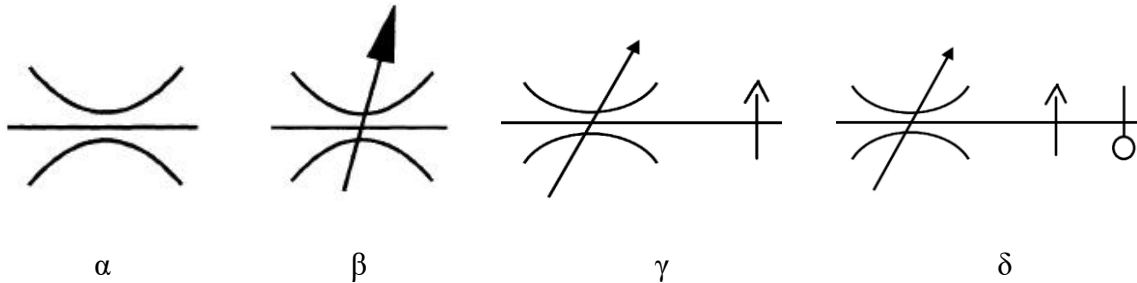
Είναι κατασκευασμένες συνήθως με ελατήρια τα οποία στην άκρη έχουν έναν όγκο ο οποίος φράζει την είσοδό τους. Όταν η πίεση αυξηθεί περισσότερο από το επιθυμητό όριο, το ελατήριο πιέζεται ούτως ώστε να υπάρξει εκτόνωση στο σύστημα.

### 2.2.4 Βαλβίδες ρύθμισης ροής

Αυτές οι βαλβίδες χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της παροχής σε συγκεκριμένα σημεία του κυκλώματος. Αυτό μπορεί να χρησιμεύσει στον έλεγχο της ταχύτητας κάποιου εμβόλου ή κάποιου υδραυλικού κινητήρα. Τα εξαρτήματα τα οποία ανήκουν σε αυτή τη κατηγορία βαλβίδων και μπορούν να μειώσουν την ροή του ρευστού και κατα συνέπεια την ταχύτητα ενός μηχανισμού ονομάζονται στραγγαλιστές. Ωστόσο, το φαινόμενο του στραγγαλισμού του ρευστού μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητες αλλαγές στην τάση αλλά και την θερμοκρασία. Ανάλογα με τις δυνατότητες του στραγγαλιστή, αν δηλαδή μπορεί να ρυθμιστεί η έκταση του

στραγγαλισμού, αν υπάρχει αντιστάθμιση πίεσης και αν υπάρχει αντιστάθμιση θερμοκρασίας, αλλάζει και ο συμβολισμός του.

Παρακάτω φαίνονται τα σύμβολα του στραγγαλιστή για κάθε περίπτωση.



ΣΧΗΜΑ 2.8 : Σύμβολα στραγγαλιστών

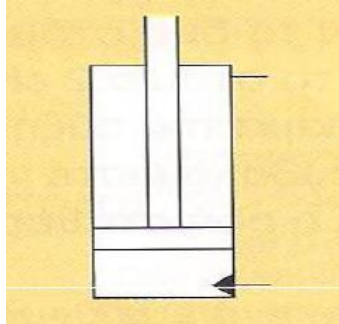
- α) Σύμβολο στραγγαλιστή μονής γραμμής
- β) Σύμβολο στραγγαλιστή ρύθμισης στραγγαλισμού
- γ) Σύμβολο στραγγαλιστή αντιστάθμισης πίεσης
- δ) Σύμβολο στραγγαλιστή αντιστάθμισης θερμοκρασίας

## 2.3 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΜΒΟΛΑ

Τα υδραυλικά έμβολα η αλλιώς υδραυλικοί κύλινδροι, είναι τα μηχανικά υδραυλικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για να υπάρξει στο κύκλωμα γραμμική κίνηση. Οι απαιτήσεις του υδραυλικού συστήματος στο οποίο θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τα υδραυλικά έμβολα (ταχύτητα, δύναμη, πίεση) υποδεικνύουν και την κατάλληλη επιλογή του κυλίνδρου. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, τα υδραυλικά έμβολα χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες. Τα υδραυλικά έμβολα απλής ενέργειας και τα υδραυλικά έμβολα διπλής ενέργειας.

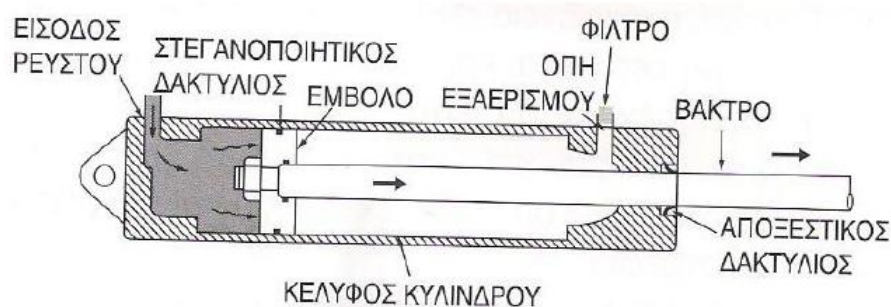
### 2.3.1 Υδραυλικά έμβολα απλής ενέργειας

Σε αυτή την κατηγορία το έμβολο το έμβολο έχει μόνο μία είσοδο ρευστού όπως φαίνεται στην σχηματική απεικόνιση.



ΕΙΚΟΝΑ 2.9 : Έμβολο απλής ενέργειας

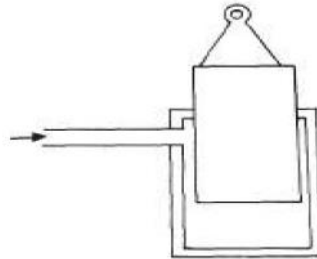
Το ρευστό εισέρχεται από την είσοδο και σπρώχνει το έμβολο, ούτως ώστε να μετακινηθεί το βάκτρο. Από την άλλη πλευρά του εμβόλου υπάρχει αέρας ο οποίος κατά την κίνηση του βάκτρου εγκαταλείπει τον κύλινδρο από μία οπή εξαερισμού. Για να μην περνάει το ρευστό στην πλευρά του εμβόλου όπου βρίσκεται ο αέρας, υπάρχει ένας στεγανοποιητικός δάκτυλος, ενώ για να αποφεύγεται η είσοδος ρύπανσης με τον αέρα χρησιμοποιείται ένα πορώδες φίλτρο. Η επιστροφή του εμβόλου γίνεται με εξωτερική δύναμη όπως είναι η βαρύτητα ή κάποιο ελατήριο. Όλα τα εξαρτήματα τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



ΕΙΚΟΝΑ 2.10 : Δομή εμβόλου απλής ενέργειας

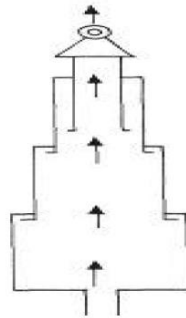
Τα έμβολα έμβολα απλής ενέργειας χωρίζονται σε 2 ακόμα υποκατηγορίες: Τα έμβολα με βυθιζόμενο βάκτρο και τα τηλεσκοπικά έμβολα.

- Τα έμβολα με βυθιζόμενο βάκτρο κατασκευάζονται χωρίς πιστόνι και οπή εξαερισμού καθώς η διάμετρος του βάκτρου είναι αρκετά για να καλύπτει σχεδόν όλο το εσωτερικό του κυλίνδρου. Με αυτό το τρόπο κατασκευής, και το πολύ ισχυρό βάκτρο, το έμβολο είναι σε θέση να αντέχει πολύ μεγαλύτερα φορτία.



ΕΙΚΟΝΑ 2.11 : Έμβολο με βυθιζόμενο βάκτρο

- Τα τηλεσκοπικά έμβολα έμβολα είναι πτυσσόμενα καθώς έχουν 2 ή περισσότερα τμήματα που εκτείνονται κι όταν επιστρέφουν, τοποθετείται το ένα μέσα στο άλλο. Αυτό το έμβολο προσφέρει πολύ μικρό μήκος σε θέση ηρεμίας σε σχέση με το μήκος που αποκτά στη θέση δράσης.

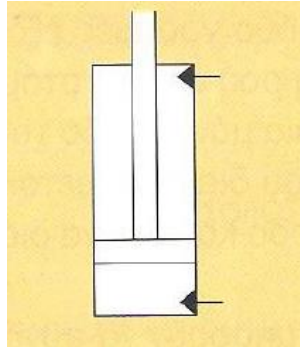


ΕΙΚΟΝΑ 2.12 : Τηλεσκοπικό έμβολο

### 2.3.2 Υδραυλικά έμβολα διπλής ενέργειας

Τα υδραυλικά έμβολα διπλής ενέργειας διαφέρουν στον τρόπο λειτουργίας τους με αυτά της απλής ενέργειας καθώς διαθέτουν δύο εισόδους ούτως ώστε να παρέχεται ρευστό και από τις δύο πλευρές. Έτσι το έμβολο διαθέτει δύναμη και ταχύτητα και για τις δύο κατευθύνσεις.

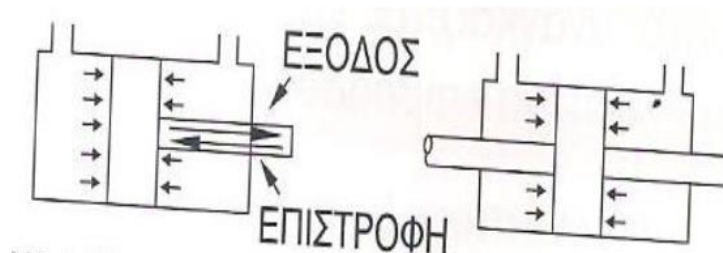
Όταν υπάρχει παροχή στην είσοδο της μιας πλευράς του εμβόλου, το ρευστό που βρίσκεται στην άλλη πλευρά επιστρέφει στην δεξαμενή μέσω της δεύτερης εισόδου. Τα έμβολα αυτά διαθέτουν στεγανοποιητικούς δακτυλίους στο έμβολο και το βάκτρο, για να αποφεύγονται οι διαρροές. Παρακάτω φαίνεται το σύμβολο του εμβόλου διπλής ενέργειας.



ΕΙΚΟΝΑ 2.13 : Έμβολο διπλής ενέργειας

Ανάλογα με το βάκτρο που διαθέτουν, τα έμβολα διπλής ενέργειας διακρίνονται σε διαφορικού τύπου και μη διαφορικού τύπου.

- Στα έμβολα διαφορικού τύπου το βάκτρο εκτείνεται μόνο από την μια πλευρά με αποτέλεσμα να υπάρχει μικρότερη δραστική επιφάνεια από αυτή τη πλευρά, η οποία είναι ανάλογη με την διάμετρο του βάκτρου. Ως εκ τούτου, η πλευρά χωρίς βάκτρο που έχει μεγαλύτερη δραστική επιφάνεια προσφέρει μεγαλύτερη δύναμη και ταχύτητα.
- Στα έμβολα μη διαφορικού τύπου, το βάκτρο εκτείνεται με τον ίδιο τρόπο στις δύο πλευρές του κυλίνδρου με αποτέλεσμα να υπάρχει ίδια δραστική επιφάνεια και κατα συνέπεια ίδιες ταχύτητες και δυνάμεις.

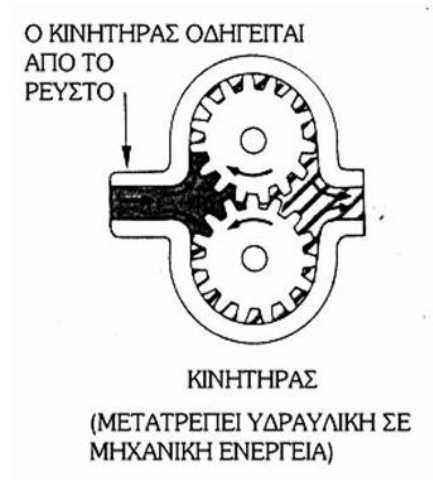


ΕΙΚΟΝΑ 2.14 : Είδη εμβόλων διπλής ενέργειας





το φορτίο. Μόλις επιτευχθεί η μέγιστη ταχύτητα του κινητήρα, η πίεση του συστήματος πρέπει να μειωθεί.



ΕΙΚΟΝΑ 2.16 : Τρόπος λειτουργίας υδραυλικού κινητήρα

## 2.5 ΠΕΡΙΦΕΡΙΑΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

Εκτός από τα παραπάνω βασικά εξαρτήματα ενός υδραυλικού συστήματος, υπάρχουν επίσης κάποια περιφερειακά στοιχεία που μπορεί να μην πραγματοποιούν κάποια βασική λειτουργία ωστόσο, η ύπαρξή τους είναι απαραίτητη για την ολοκλήρωση ενός υδραυλικού συστήματος, όπως είναι η δεξαμενή στην οποία γίνεται η αποθήκευση του ρευστού, οι σωληνώσεις μέσα από τις οποίες μεταφέρεται το ρευστό και διάφορα φίλτρα και όργανα ελέγχου, όπως είναι το μανόμετρο για τον έλεγχο της πίεσης του συστήματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

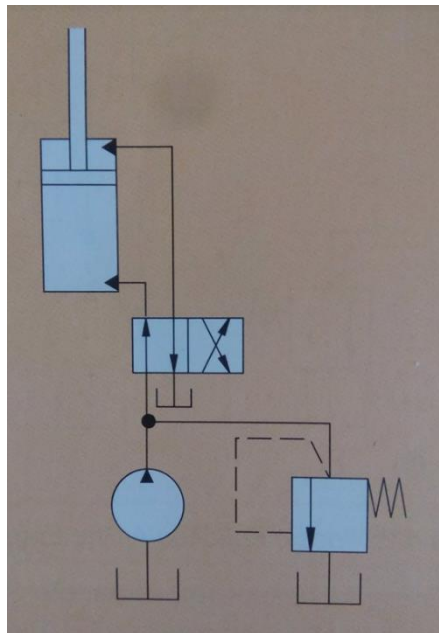
Οι υδραυλικοί αυτοματισμοί είναι τα υδραυλικά συστήματα τα οποία σχεδιάζονται και κατασκευάζονται με σκοπό να πραγματοποιούν μια συγκεκριμένη επιθυμητή διεργασία. Με τον όρο ‘αυτοματισμοί’ εννοείται ότι το σύστημα θα πρέπει να εκτελεί από μόνο του την διεργασία, χωρίς να περιμβάνεται ανθρώπινη παρέμβαση. Πολλές φορές, ακόμα και η εκκίνηση της διεργασίας του συστήματος είναι αυτόματη. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση ειδικών επενεργητών (αισθητηρίων), οι οποίοι φροντίζουν να δώσουν το σήμα έναρξης στο σύστημα την κατάλληλη στιγμή. Φυσικά, απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί ο σωστός σχεδιασμός του συστήματος, δηλαδή του υδραυλικού κυκλώματος που θα πάρει το σήμα από το αισθητήριο και θα εκτελέσει την διεργασία ώστε να αποφέρει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

#### 3.1 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

Τα υδραυλικά κυκλώματα είναι το βασικό και πιο σημαντικό μέρος ενός υδραυλικού συστήματος. Πρόκειται για τον κατάλληλο συνδυασμό των υδραυλικών στοιχείων που αναφέρθηκαν στον προηγούμενο κεφάλαιο, με σκοπό την δημιουργία του κυκλώματος αυτού που θα προσφέρει την επιθυμητή διεργασία.

Για παράδειγμα, αν υποθέσουμε ότι υπάρχει μια ταινία μεταφοράς, πάνω στην οποία βρίσκεται ένα αντικείμενο το οποίο θέλουμε να εκτρέψουμε από την μεταφορά του, θα πρέπει να τοποθετήσουμε ένα έμβολο το οποίο μόλις περάσει το αντικείμενο από εκείνο το σημείο, αυτό θα το σπρώχνει εκτός της μεταφορικής ταινίας. Για να πραγματοποιηθεί όμως αυτή η ενέργεια απαιτείται η δημιουργία ενός κυκλώματος που περιλαμβάνει μια αντλία σταθερής παροχής, μια τετραοδική βλαβίδα δύο θέσεων, μια ανακουφιστική βαλβίδα, και ένα έμβολο διπλής ενέργειας, έτσι ώστε να επιστρέφει στην αρχική του θέση, για να μετατρέπει την υδραυλική ενέργεια σε κινητική. Φυσικά, απαραίτητη είναι η ύπαρξη δεξαμενής του ρευστού και των σωληνώσεων.

Το κύκλωμα που περιγράφηκε παραπάνω φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

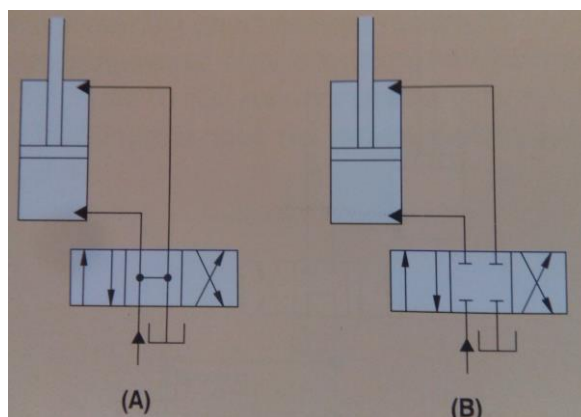


ΕΙΚΟΝΑ 3.1 : Υδραυλικό κύκλωμα ελέγχου εμβόλου διπλής ενέργειας με βαλβίδα 4/2

Το κύκλωμα μπορεί να ενεργοποιείται είτε χειροκίνητα, είτε μηχανικά, είτε αυτόματα με την χρήση αισθητηρίου. Το έμβολο επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση όταν η βαλβίδα κατεύθυνσης αλλάξει θέση, ενώ η ανακουφιστική βαλβίδα είναι απαραίτητη για την εκτόνωση της πίεσης,

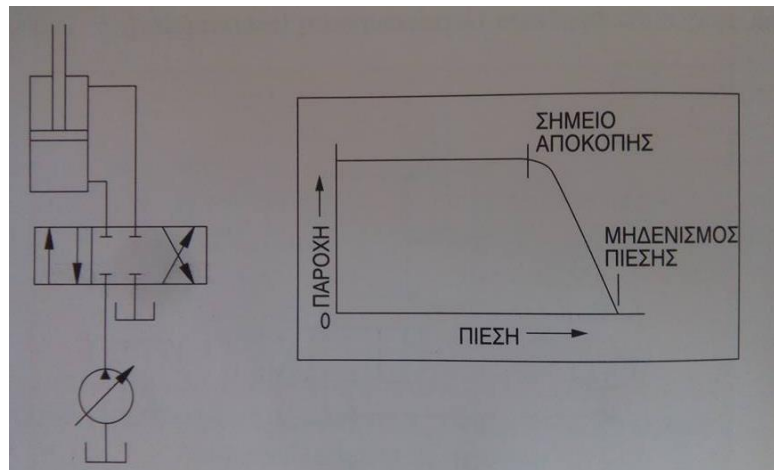
➤ Συστήματα ανοικτού και κλειστού βρόγχου.

Όταν ένα υδραυλικό σύστημα χρησιμοποιεί μια βαλβίδα ελέγχου κατεύθυνσης η οποία διαθέτει κεντρική θέση, τότε ανάλογα με την εσωτερική σύνδεση της κεντρικής θέσης, τα κυκλώματα διακρίνονται σε ανοικτού και κλειστού κέντρου.



ΕΙΚΟΝΑ 3.2 : Έλεγχος εμβόλου διπλής ενέργειας με βαλβίδα 4/3 ανοικτού (A) και κλειστού (B) κέντρου

Στα συστήματα ανοικτού κέντρου υπάρχει συνεχής ροή από την αντλία προς την δεξαμενή με αποτέλεσμα η πίεση του συστήματος να είναι χαμηλή. Στα συστήματα κλειστού κέντρου, δεν υπάρχει ροή από την αντλία προς την δεξαμενή και επειδή η αντλία βρίσκεται συνεχώς σε λειτουργία, παρέχοντας ρευστό στο κύκλωμα, η πίεση είναι υψηλή. Σε αυτή τη περίπτωση είναι απαραίτητη η εκτόνωση της πίεσης του συστήματος με την χρήση για παράδειγμα, μιας ανακουφιστικής βαλβίδας. Ένας άλλος τρόπος ελέγχου της πίεσης ενός συστήματος κλειστού κέντρου όταν η βαλβίδα βρίσκεται στην κεντρική θέση είναι η χρήση αντλίας με μεταβαλλόμενη παροχή. Σε αυτή τη περίπτωση, όταν αυξηθεί η πίεση του συστήματος, η παροχή της αντλίας μειώνεται συνεχώς.



ΕΙΚΟΝΑ 3.3 : Σύστημα ανοικτού κέντρου με αντλία μεταβλητής παροχής

Οπότε, τα συστήματα ανοικτού κέντρου παρέχουν σταθερή ροή και μεταβλητή πίεση, ενώ τα συστήματα κλειστού κέντρου παρέχουν μεταβλητή ροή και σταθερή πίεση.

### 3.2 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ

Όπως αναφέρθηκε, προκειμένου η διεργασία ενός υδραυλικού συστήματος να ξεκινήσει αυτόματα ή να πάρει κάποια προτοβουλία χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου, απαιτείται η χρήση αισθητήριων. Τα αισθητήρια είναι εξαρτήματα τα οποία είναι σε θέση να ανιχνεύσουν φυσικά μεγέθη όπως η κίνηση, η ταχύτητα, η δύναμη, η θερμοκρασία κ.λ.π.. Όταν λοιπόν ανιχνεύσουν την επιθυμητή πληροφορία, δίνουν το έναυσμα στο σύστημα να

ξεκινήσει ή να επιρεάσει την διεργασία η οποία εκτελείται. Πολλές φορές, ταυτόχρονα χρησιμοποιείται και κάποιος ελεγκτής για τον ορισμό της τιμής κατά την οποία θα αντιδρά ο αισθητήρας ή για δέχεται πληροφορίες τις οποίες επιστρέφει ο αισθητήρας από το κύκλωμα, όπως είναι για παράδειγμα η θέση ενός εμβόλου. Σημαντικά στοιχεία για την επιλογή ενός αισθητήρα είναι το εύρος των τιμών που μπορεί να ανιχνεύσει, η ακρίβεια που προσφέρει σε σχέση με την πραγματική τιμή, το σφάλμα που μπορεί να έχει, η ταχύτητα ανταπόκρισης από την στιγμή ανίχνευσης της πληροφορίας, και ο χρόνος λειτουργίας που έχει.

Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο ενός εμβόλου σε ένα σύστημα χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες.

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

### **3.2.1 Αισθητήρες μετατόπισης κίνησης**

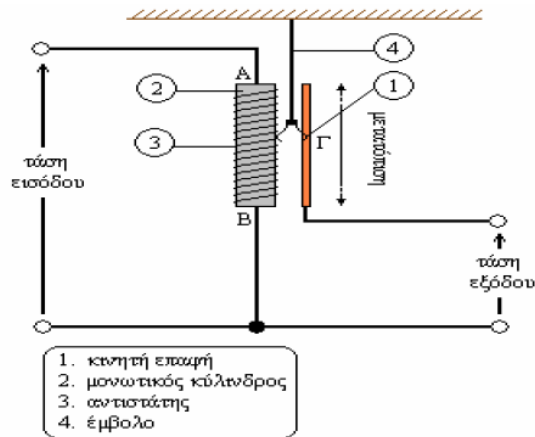
Οι αισθητήρες αυτοί χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση της θέσης και της κίνησης του εμβόλου, παράμετροι που είναι ιδιαίτερα σημαντικοί για ένα υδραυλικό σύστημα, καθώς πολλές φορές προσδιορίζουν τη γενική κατάσταση του συστήματος.

Οι αισθητήρες μετατόπισης είναι οι εξής:

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

#### Γραμμικό ποτενσιόμετρο

Το γραμμικό ποτενσιόμετρο αποτελείται από μια αντίσταση, μια κινητή επαφή, ένα μονοτικό κύλινδρο κι ένα έμβολο. Η μορφή του φαίνεται παρακάτω.



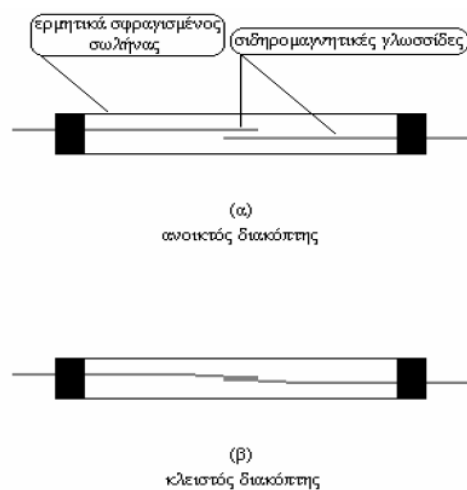
EIKONA 3.4 : Γραμμικό ποτενσιόμετρο

Τρόπος λειτουργίας:

Για την μέτρηση της μετατόπισης του εμβόλου εφαρμόζεται μια τάση εισόδου στο κύκλωμα. Όταν το έμβολο αλλάξει θέση, τότε παρασύρει και την κινητή επαφή η οποία ρυθμίζει την αντίσταση του ποτενσιομέτρου. Με αυτό το τρόπο, ανάλογα με την θέση του εμβόλου μεταβάλλεται και η αντίσταση του ποτενσιομέτρου και κατα συνέπεια η τάση εξόδου του κυκλώματος. Άρα η τάση εξόδου, η οποία μετράται με ένα βολτόμετρο, αντιπροσωπεύει την μετατόπιση του εμβόλου.

### Γραμμικός διακόπτης με γλωσσίδα

Αυτός ο αισθητήρας αποτελείται από έναν λεπτό γυάλινο σωλήνα ο οποίος έχει μέσα μια ή δύο σιδηρομαγνητικές γλωσσίδες.



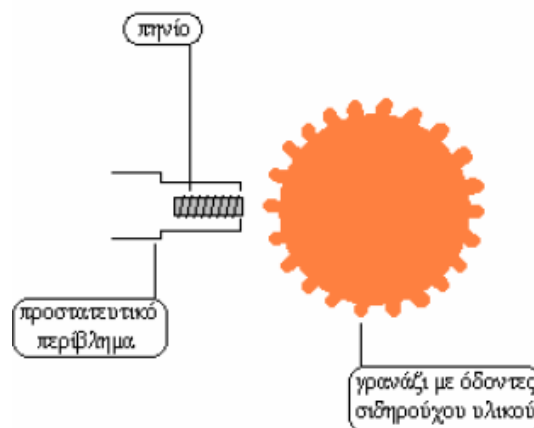
EIKONA 3.5 : Γραμμικός διακόπτης με γλωσσίδα

### Τρόπος λειτουργίας

Οι σιδηρομαγνητικές γλωσσίδες είναι λεπτές και ευλύγιστες έτσι ώστε με την εμφάνιση μαγνητικού πεδίου, αυτές να μαγνητίζονται μεταξύ τους. Έτσι μόλις πλησιάσει ένας μαγνήτης, τα άκρα των γλωσσίδων έλκονται μεταξύ τους και μόλις έρθουν σε επαφή, κλείνουν το κύκλωμα μέχρι να απομακρυνθεί ο μαγνήτης. Στην περίπτωση που υπάρχει μόνο μια γλωσσίδα αυτή εφάπτεται μόνο στην μία εκ των δύο επαφών που έχει. Μόλις πλησιάσει κάποιος μαγνήτης, η γλωσσίδα έλκεται με την δεύτερη επαφή και μόλις ακουμπήσουν μεταξύ τους κλείνει το κύκλωμα.

### Γωνιόμετρο μεταβλητής αντίστασης

Το γωνιόμετρο μεταβλητής αντίστασης αποτελείται από ένα πηνίο το οποίο βρίσκεται μέσα σε ένα προστατευτικό περίβλημα και έναν γραναζωτό τροχό, του οποίου τα δόντια είναι κατασκευασμένα από σιδηρούχο υλικό.



ΕΙΚΟΝΑ 3.6 : Γωνιόμετρο μεταβλητής αντίστασης

### Τρόπος λειτουργίας

Καθώς ο τροχός περιστρέφεται, το πηνίο μπορεί να αμιχνεύσει την παρουσία των δοντιών του. Οπότε κάθε φορά που ένα δόντι πλησιάζει το πηνίο, το μαγνητικό παιδί γύρω από αυτό μεταβάλλεται, με αποτέλεσμα να παράγεται μια τάση εξόδου. Η τάση εξόδου ανιχνεύεται με ένα βολτόμετρο, ένα αμπερόμετρο, ή σε μορφή παλμού.



### 3.2.2 Αισθητήρες δύναμης

Η μέτρηση της δύναμης ενός εμβόλου στα υδραυλικά κυκλώματα γίνεται με τη χρήση των αισθητήρων δύναμης. Αυτή η κατηγορία αισθητήρων χωρίζεται σε δύο τύπους, τις κυψελίδες φόρτισης και τον ζυγό ελατηρίου.

Οι κυψελίδες φόρτισης χρησιμοποιούν μετρητές μηχανικής τάσης έτσι ώστε να προσδιορίσουν την τιμή μιας άγνωστης δύναμης, ενώ ο ζυγός ελατηρίου είναι ένα ελατήριο που επιμηκύνεται ανάλογα με το βάρος ή την δύναμη που του ασκείται. Σύμφωνα με τον νόμο του HOOKE η επιμήκυνση αυτή είναι ανάλογη της ασκούμενης δύναμης. Αυτός ο τρόπος μέτρησης δύναμης προσφέρει ευκολία και ταχύτητα στην εκτίμηση ωστόσο, το αποτέλεσμα δεν είναι ιδιαίτερα ακριβές.

### 3.2.3 Αισθητήρες ανίχνευσης

Αυτοί οι αισθητήρες έχουν την ιδιότητα να ανιχνεύουν την κίνηση ενός εμβόλου από απόσταση, χωρίς δηλαδή να είναι αναγκαία η επαφή τους με το έμβολο. Ο κάθε αισθητήρας έχει συγκεκριμένα εμβέλια κι αφού η ανίχνευση γίνεται από απόσταση, δεν αποτελείται από κινητά μέρη. Οι αισθητήρες ανίχνευσης διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- Επαγωγικοί αισθητήρες
- Χωρητικοί αισθητήρες
- Μαγνητικοί αισθητήρες

#### Επαγωγικοί αισθητήρες

Οι επαγωγικοί αισθητήρες έχουν την δυνατότητα να ανιχνεύουν αγωγή υλικά χωρίς να απαιτείται επαφή με αυτά. Αυτό επιτυγχάνεται εξαιτίας του φαινομένου της επαγωγής, της απώλειας δηλαδή δινορρευμάτων στα υλικά αυτά. Αυτοί οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα στην σύγχρονη βιομηχανία και στα υδραυλικά συστήματα, καθώς προσφέρουν ακρίβεια ενεργοποίησης, υψηλή συχνότητα, ενώ είναι ανθεκτικοί σε συνθήκες βιομηχανίας, δηλαδή σε δονήσεις, σκόνη, λάδια και υγρασία.

### Χωρητικοί αισθητήρες

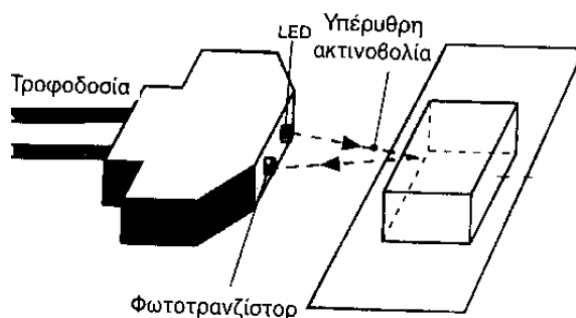
Αυτοί οι αισθητήρες υπολογίζουν την μεταβολή της χωρητικότητας, η οποία προκαλείται από την εισαγωγή ενός αντικείμενου στο ηλεκτρικό πεδίο ενός πυκνωτή. Εξαιτίας της αρχής λειτουργίας του, οι χωρητικοί αισθητήρες δεν ανιχνεύουν αποκλειστικά αγωγικά υλικά καθώς έχουν την δυνατότητα να ανιχνεύσουν επίσης μη αγωγικά υλικά όπως ξύλο, γυαλί, πλαστικό, αλλά και διάφορα υγρά.

### Μαγνητικοί αισθητήρες

Οι μαγνητικοί αισθητήρες βασίζονται στην σχέση μεταξύ μαγνητικών και ηλεκτρικών φαινομένων. Ανιχνεύουν μεταλλικά αντικείμενα από απόσταση όπως οι επαγωγικοί, ωστόσο η εμβέλειά τους είναι πολύ μεγαλύτερη. Αποτελούνται από ένα πηνίο το οποίο είναι τυλιγμένο γύρω από ένα μαγνήτη και το σύστημα ανίχνευσης. Εξαιτίας της αξιοπιστίας τους, της σταθερότητάς τους και του χαμηλού κόστους τους, οι μαγνητικοί αισθητήρες έχουν βοηθήσει ιδιαίτερα στην υψηλή παραγωγικότητα των βιομηχανιών.

### **3.2.4 Οπτικοί αισθητήρες**

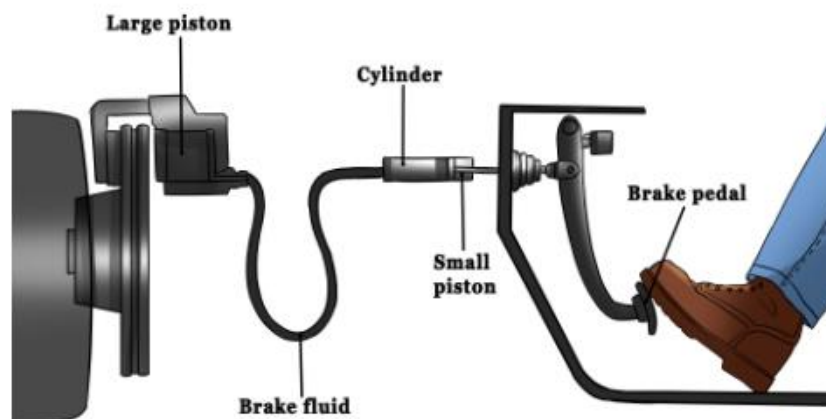
Οι οπτικοί αισθητήρες αποτελούνται από μία πηγή φωτός η οποία συνήθως είναι μια φωτοδίοδος LED και έναν ανιχνευτή φωτός όπως είναι και τα φωτοτρανζίστορ. Τα πιο συνηθισμένα είδη οπτικών αισθητήρων είναι ο αισθητήρας ανακυκλούμενης δέσμης όπου το φως που εκπέμπεται από την πηγή, αντανακλάται στο αντικείμενο που πλησιάζει τον αισθητήρα και έπειτα ανιχνεύεται από το φωτοτρανζίστορ και ο αισθητήρας διαπερατότητας όπου το αντικείμενο ανιχνεύεται καθώς εισβάλλει ανάμεσα στη πηγή και τον ανιχνευτή και διακόπτει τη δέσμη μεταξύ τους. Αυτοί οι αισθητήρες είναι περιζήτητοι σε συστήματα συναγερμού κι ελέγχου ποιότητας.



ΕΙΚΟΝΑ 3.7 : Οπτικοί αισθητήρες

### 3.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα υδραυλικά συστήματα σήμερα είναι τόσο διαδεδομένα που ερχόμαστε σε επαφή μαζί τους σχεδόν καθημερινά, ακόμα και σε περιπτώσεις που πιθανότατα να μην γνωρίζουμε. Ο τομέας των υδραυλικών συστημάτων χρησιμοποιείται σε πολύ απλές και καθημερινές καταστάσεις αλλά σε πολύ πολύπλοκες και απαιτητικές συνθήκες. Τα πλεονεκτήματά τους είναι τέτοια όπου για συγκεκριμένες εφαρμογές τα υδραυλικά συστήματα αποτελού μονόδρομο στην επιλογή τους. Ένα απλό και καθημερινό παράδειγμα αυτού του τομέα είναι τα υδραυλικά φρένα των αυτοκινήτων. Πρόκειται για μια μηχανο-υδραυλική κατασκευή η οποία μέσα από τα υδραυλικά συστήματα πολλαπλασιάζει την δύναμη του οδηγού ο οποίος πατάει το φρένο με σκοπό να σταματήσει ένα όχημα εκατοντάδων κιλών. Το πετάλι στην ουσία είναι ένας μοχλός ο οποίος όταν πατηθεί, μεταφέρει υδραυλική πίεση στην φαγκάνα του φρένου, η οποία πιέζει το δίσκο και με την τριβή που δημιουργείται, επιβραδύνει το όχημα.



ΕΙΚΟΝΑ 3.8 : Υδραυλικά φρένα

Μία ακόμα απλή χρήση τους αποτελεί η υδραυλική οδοντιατρική καρέκλα. Ο γιατρός έχει την ικανότητα να ελέγχει την θέση των εμβόλων που χρησιμοποιεί η υδραυλική καρέκλα, με αποτέλεσμα να ελέγχει και τη θέση της καρέκλας έτσι ώστε να την φέρνει σε σημείο βολικό για αυτόν και τον ασθενή. Χαρακτηριστικό απλό παράδειγμα των υδραυλικών συστημάτων είναι επίσης ο υδραυλικός γρύλος, όπου είναι σε θέση να σηκώνει βαριά αντικείμενα τα οποία είναι αδύνατο να μετακινηθούν με την ανθρώπινη δύναμη.

Ωστόσο η χρησιμότητα των υδραυλικών συστημάτων γίνεται πιο εύκολα κατανοητή σε πιο απαιτητικές εφαρμογές όπου η χρήση άλλων αυτόματων συστημάτων φαίνεται ανεπαρκής ή μη συμφέρουσα. Για παράδειγμα, η χρήση υδραυλικών συστημάτων στα συστήματα των οχημάτων της κατασκευαστικής βιομηχανίας είναι σχεδόν αποκλειστική. Οχήματα όπως γερανοί, μπουλντόζες, εκσκαφείς ή φορητά με ανατρεπόμενες καρότσες χρησιμοποιούν υδραυλικά συστήματα.



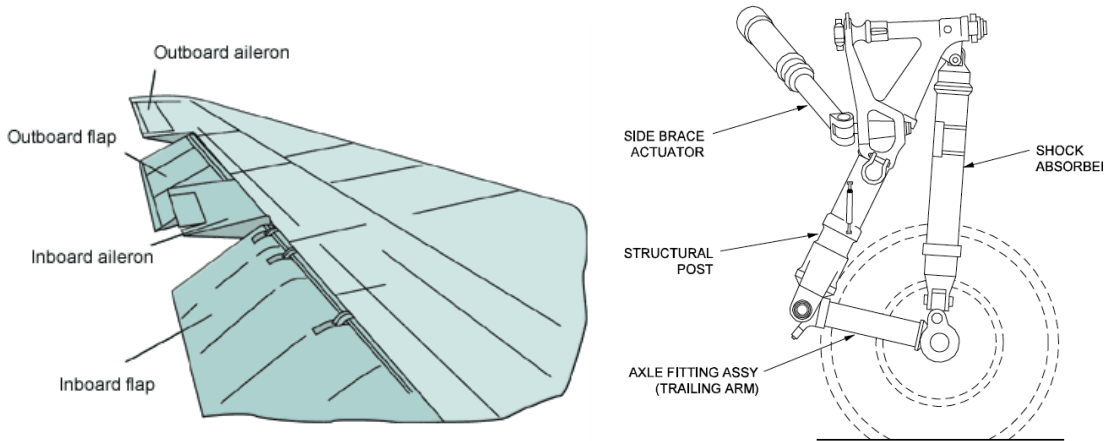
ΕΙΚΟΝΑ 3.9 : Φορητό με ανατρεπόμενη καρότσα

### Υδραυλικά συστήματα στα αεροσκάφη

Κατά την διάρκεια μίας πτήσης, οι δυνάμεις οι οποίες δημιουργούνται και ασκούνται στο αεροπλάνο είναι τεράστιες. Τα υδραυλικά συστήματα είναι απαραίτητα και αποτελούν σημαντικό κομμάτι των συστημάτων των αεροσκαφών. Ένα σύγχρονο αεροσκάφος περιέχει υδραυλικά συστήματα για τη λειτουργία μηχανισμών όπως:

- Το σύστημα προσγείωσης
- Η θέση των φτερών
- Η κίνηση των πτερυγίων

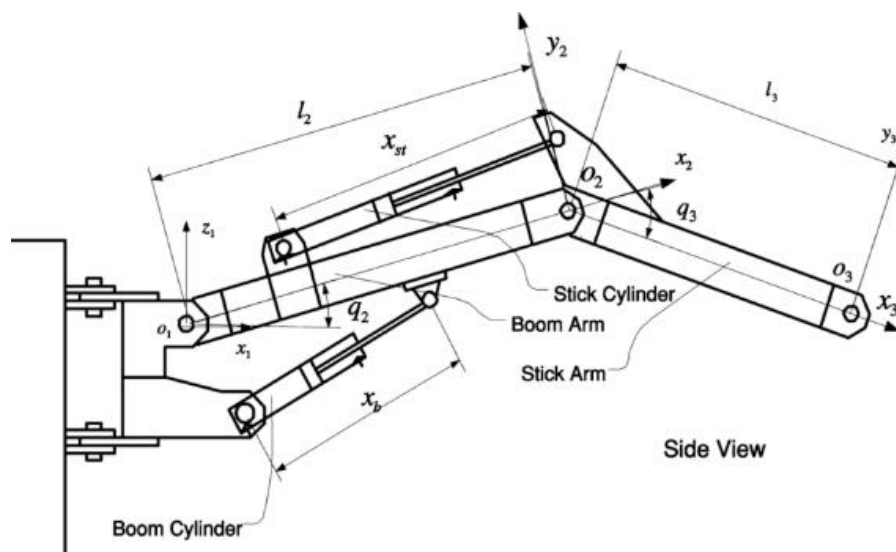
Η υδραυλική ενέργεια παρέχεται απο μία αντλία και διανέμεται στα διάφορα συστήματα. Η υδραυλική ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική μέσα από έναν κύλινδρο ενεργοποίησης ή υδραυλικό κινητήρα



ΕΙΚΟΝΑ 3.10 : Υδραυλικά συστήματα αεροσκαφών

### Υδραυλικά συστήματα στη ρομποτική

Τα υδραυλικά συστήματα είναι αναπόσπαστο κομμάτι και της ρομποτικής. Η υδραυλική ενέργεια μπορεί να δώσει πού μεγαλύτερη δύναμη σε μια ρομποτική άρθρωση σε σχέση με έναν ηλεκτρικό κινητήρα. Η τιμή των ηλεκτρικών κινητήρων με μεγάλη ροπή είναι αρκετά υψηλή, οπότε οι ρομποτικοί βραχίονες που χρησιμοποιούν υδραυλικά συστήματα είναι από μόνοι τους μια μεγάλη κατηγορία.



ΕΙΚΟΝΑ 3.11 : Σχέδιο υδραυλικού ρομποτικού βραχίονα

### Υδραυλικά συστήματα στη βιομηχανία

Οι απαιτήσεις της βιομηχανίας και των γραμμών παραγωγής είναι υψηλές. Για να επιτευχθεί μείωση του κόστους παραγωγής απαιτείται χρήση των πιο κατάλληλων συστημάτων. Για το λόγο αυτό συχνά οι αυτοματισμοί στις βιομηχανίες είναι μεικτού τύπου έτσι ώστε να εκμεταλεύονται τα πλεονεκτήματα όλων των τύπων. Τα υδραυλικά συστήματα έχουν σημαντική θέση στις αυτοματοποιημένες γραμμές παραγωγής καθώς προσφέρουν γρήγορη, γραμμική κίνηση και δύναμη.

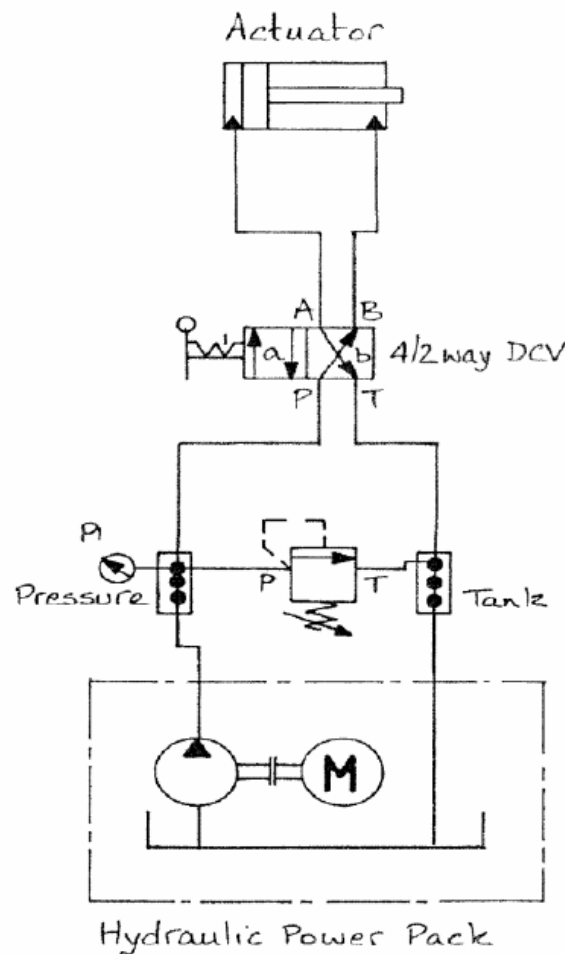


ΕΙΚΟΝΑ 3.12 : Σύγχρονη βιομηχανία

Ωστόσο, σε βιομηχανίες που απαιτείται αποστείρωση, όπως η βιομηχανία των τροφίμων, συχνά τα υδραυλικά συστήματα αποφεύγονται καθώς πολλές φορές τα ρευστά που χρησιμοποιούνται ρυπαίνουν, δημιουργώντας έτσι ακατάλληλο περιβάλλον.

Παράδειγμα εφαρμογής υδραυλικων συστημάτων (ανηψωτικό μηχάνημα)

Παρακάτω φαίνεται το υδραυλικό κύκλωμα ενός ανηψωτικού μηχανήματος.



EIKONA 3.13 : Υδραυλικό κύκλωμα ανηψωτικού μηχανήματος

Το κύκλωμα χρησιμοποιεί ένα έμβολο διπλής ενέργειας και μία τετραοδική βαλβίδα δύο θέσεων 4/2 για τον έλεγχο του εμβόλου. Όταν το κύκλωμα βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας, το ρευστό εισέρχεται στην θύρα P, εξέρχεται από τη θύρα B και οδηγείται στο μπροστινό μέρος του εμβόλου. Έτσι το ανηψωτικό μηχάνημα δεν ενεργοποιείται και η εκτόνωση του ρευστού γίνεται μέσω της ανακουφιστικής βαλβίδας. Όταν η βαλβίδα ελέγχου κατεύθυνσης αλλάζει θέση, το ρευστό εισέρχεται από την θύρα P, εξέρχεται από τη θύρα A και οδηγείται στο πίσω μέρος του εμβόλου, με αποτέλεσμα αυτό να επεκτείνεται και το ανηψωτικό μηχάνημα να σηκώνεται. Με αλλαγή θέσης της βαλβίδας, το ανηψωτικό επιστρέφει στην αρχική του θέση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΒΛΑΒΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Συχνά σε ένα υδραυλικό σύστημα αναπτύσσονται ανεπιθύμητες καταστάσεις οι οποίες μπορούν να επιρεάσουν αρνητικά την απόδοσή του, να διαβρώσουν τα στοιχεία του, ακόμη και να βλάψουν το περιβάλλον εξωτερικά του συστήματος. Τα προβλήματα τα οποία εμποδίζουν την ομαλή λειτουργία του συστήματος ορίζονται ως βλάβες. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε τα συχνότερα φαινόμενα βλαβών σε ένα υδραυλικό σύστημα, πού αυτά μπορεί να οφείλονται και με ποιον τρόπο μπορούν να προβλεφθούν.

#### 4.1 ΒΛΑΒΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Πιθανές βλάβες σε ένα υδραυλικό σύστημα αποτελούν τα παρακάτω φαινόμενα.

- Διαρροή ρευστού
- Θόρυβος στο σύστημα
- Κραδασμοί
- Υπερθέρμανση
- Ρύπανση υδραυλικού ρευστού
- Φαινόμενο σπηλαίωσης
- Αέρας στο ρευστό

##### Διαρροή ρευστού

Διαρροή ρευστού συμβαίνει όταν το ρευστό κατευθύνεται εκτός του υδραυλικού κυκλώματος. Η διαρροή μπορεί να είναι είτε εσωτερική είτε εξωτερική. Εσωτερική διαρροή συμβαίνει όταν το ρευστό κατευθύνεται σε άλλα στοιχεία του κυκλώματος λόγω φθοράς των στοιχείων, προκαλώντας θερμότητα. Εξωτερική διαρροή συμβαίνει όταν το ρευστό καταλήγει



στο εξωτερικό περιβάλλον. Σε αυτή τη περίπτωση υπάρχει απώλεια ρευστού και πρέπει να επισκευάζεται το συντομότερο. Η διαρροή αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και της πίεσης. Για να προβλεφθεί αυτή η κατάσταση απαιτείται σωστή εγκατάσταση και προσεκτική λειτουργία.

Αιτίες που προκαλούν διαρροή ρευστού σε ένα κύκλωμα μπορεί να είναι:

- Τα ανθρώπινα λάθη
- Έλλειψη εκπαίδευσης
- Κακή προστασία εξαρτημάτων
- Κακή συναρμολόγηση
- Λανθασμένη επιλογή υλικών
- Έλλειψη ποιοτικού ελέγχου



ΕΙΚΟΝΑ 4.1 : Σπασμένη σωλήνα λόγω θερμοκρασίας

### Θόρυβος στο σύστημα

Σε ένα υδραυλικό σύστημα, οι συνηθέστερες πηγές που προκαλούν θόρυβο είναι οι αντλίες, οι βαλβίδες, τα υδραυλικά έμβολα και οι σωληνώσεις. Η μετάδοση του θορύβου υπόλοιπο σύστημα γίνεται είτε μέσω αέρα, είτε μέσω του ρευστού, ή μέσα από την σταθερή κατασκευή του συστήματος. Αιτίες που μπορούν να αυξήσουν το θόρυβο είναι η υπερβολική ταχύτητα παροχής, η ύπαρξη αέρα μέσα στο ρευστό και η χρήση μικρών φίλτρων. Ο θόρυβος αποτελεί προβληματική λειτουργία και πρέπει να αντιμετωπισθεί άμεσα καθώς προκαλεί φθορά στα

στοιχεία του συστήματος, ενώ συχνά προκαλεί προβλήματα στην ακουστική υγεία των εργαζομένων.

➤ Θόρυβος στις αντλίες.

Οι αιτίες που προκαλούν θόρυβο στις αντλίες είναι αζυγοσταθμία, η κακή ευθυγράμμιση των αξόνων της αντλίας και του κινητήρα και διάφορες τριβές που προκαλούνται, όπως η μεγάλη αντίσταση από τη γραμμή εισόδου στην αντλία, χαλαρό σφίξιμο συνδέσμων και φλατζών, χαμηλή στάθμη ρευστού και μπλοκάρισμα φίλτρου αναρρόφησης.

➤ Θόρυβος στις βαλβίδες

Οι αιτίες που προκαλούν θόρυβο στο σύστημα εξαιτίας των βαλβίδων είναι οι εξής:

- Όταν περνάει ρευστό μικρής πυκνότητας μέσα από τη βαλβίδα
- Όταν περνάει ρευστό με μεγάλη ταχύτητα μέσα από τη βαλβίδα
- Όταν έχει καταστραφεί το ελατήριο του εμβόλου της βαλβίδας
- Όταν η πίεση στη γραμμή επιστροφής έχει διακυμάνσεις

Όσον αφορά τις ανακουφιστικές βαλβίδες ο θόρυβος μπορεί να οφείλεται σε κακή ρύθμιση ή κακό σχεδιασμό της βαλβίδας, κακή λύπανση της βαλβίδας ή όταν έχει φθαρεί από ακαθαρσίες.

➤ Θόρυβος στα έμβολα

Αιτίες που προκαλούν θόρυβο στο σύστημα εξαιτίας των εμβόλων είναι οι εξής:

- Όταν το έμβολο κολλάει. Αυτό συμβαίνει όταν υπάρχει βρωμιά στο κύλινδρο ή διάφορες επικαθήσεις. Επίσης κακή ευθυγράμμιση του εμβόλου με τον κύλινδρο ή φθορά των στοιχείων του κυλίνδρου μπορεί να έχουν το ίδιο αποτέλεσμα.
- Όταν ο κύλινδρος δεν έχει αερισθεί, το ρευστό μπορεί να περιέχει φυσαλίδες ή ρευστό
- Όταν δεν υπάρχει καλή στεγανοποίηση, μπορεί να δημιουργηθεί θόρυβος εξαιτίας της διαρροής αέρα
- Η χρήση ακατάλληλου ρευστού
- Υπερβολική πίεση που μπορεί να προκαλέσει κρουστικό κύμα στον κύλινδρο

## Κραδασμοί

Οι κραδασμοί είναι πρόβλημα το οποίο οφείλεται στα μηχανικά στοιχεία του συστήματος. Κραδασμούς μπορεί να προκαλέσει η μηχανική αστάθεια των κυλίνδρων, των αντλιών ή των κινητήρων. Η αντλία προκαλεί κραδασμούς για τους ίδιους λόγους που μπορεί να προκαλέσει και θόρυβο στο σύστημα. Υπερβολική πίεση στο κέλυφος της αντλίας ή του κινητήρα, ταλαντώσεις στο σύστημα των σωληνώσεων και κακή λειτουργία κυλίνδρων βαλβίδων και ηλεκτρικού κινητήρα αποτελούν επίσης συχνές πηγές κραδασμών.

## Υπερθέρμανση

Όπως και σε κάθε ηλεκτρομηχανικό σύστημα, η σωστή θερμοκρασία παίζει καθοριστικό ρόλο στην ομαλή λειτουργία των υδραυλικών συστημάτων. Σε καταστάσεις υπερθέρμανσης του συστήματος μπορεί να παρατηρηθεί φθορά των στεγανωτικών, διάβρωση των εξαρτημάτων, οξείδωση του ρευστού, ακόμα και διακοπή του συστήματος. Βασική αιτία για την υπερθέρμανση του συστήματος είναι η μειωμένη αποδοτικότητα των στοιχείων του θερμότητα που αναπτύσσεται σε ένα σύστημα ισούται με το άθροισμα της ενέργειας που χάνεται λόγω κακής απόδοσης από κάθε στοιχείο ξεχωριστά. Πιο συγκεκριμένα, υπερθέρμανση σε ένα υδραυλικό σύστημα μπορεί να παρατηρηθεί:

- Από προβλήματα σε υδραυλικούς κινητήρες όπως η θερμότητα που δημιουργείται εξαιτίας μεγάλης διαρροής ρευστού λόγω μείωσης της ταχύτητας και η μεγάλη αδράνεια ενός φορτίου που πρέπει να κινήσει ο κινητήρας.
- Από λάθη στις δεξαμενές ρευστού, όπως είναι η χαμηλή στάθμη, ανεπαρκής ψυκτική ικανότητα, ακατάλληλος όγκος δεξαμενής σε σχέση με τη παροχή της αντλίας, ύπαρξη αντικειμένων που μπορεί να λειτουργούν ως μονωτές
- Από επίδραση διαφόρων παραμέτρων στο ρευστό, όπως το ιξώδες του λαδιού ή παγιδευμένος αέρας στο ρευστό
- Από απώλειες ισχύος σε σωληνώσεις λόγω τριβών διαρροών ή απώλειας πίεσης
- Από μπλοκάρισμα των βαλβίδων
- Από πτώση πίεσης στα εξαρτήματα

### Ρύπανση υδραυλικού ρευστού

Η ρύπανση του ρευστού είναι υπεύθυνη για μεγάλο μέρος των βλαβών ενός υδραυλικού συστήματος καθώς υπολογίζεται ότι πάνω από το 50 % του χρόνου διακοπής λειτουργίας του οφείλεται στους ρυπαντές που υπάρχουν στο ρευστό ενώ μπορεί να οδηγήσει ακόμα και στην κατάρρευση του συστήματος.

Το ρευστό ρυπαίνεται από σωματίδια τα οποία δημιουργούνται από την καταπόνηση των εξαρτημάτων του συστήματος. Κατά τη λειτουργία του συστήματος αυτά τα σωματίδια κυκλοφορούν ανεμπόδιστα, ενώ υπάρχουν περισσότερα σωματίδια επιδεινώνοντας τη κατάσταση.

Πηγές ρύπανσης ρευστού:

- Προσθήκη νέου λαδιού στην δεξαμενή
- Διαδικασία κατασκευής του συστήματος
- Ο αέρας
- Φθορά υδραυλικών εξαρτημάτων
- Διαρροές ή ελαττωματικά στεγανωτικά
- Διαδικασίες συντήρησης

### Αέρας ρευστού

Η είσοδος αέρα στο ρευστό μπορεί να προκληθεί με πολλούς τρόπους όπως:

1. Χαμηλή σταθμη ρευστού στη δεξαμενή
2. Κακή κατασκευή δεξαμενής
3. Χρήση ακατάλληλου ρευστού
4. Αναταραχή του ρευστού κατά την επιστροφή του στη δεξαμενή
5. Κατεστραμένος δακτύλιος στεγνότητας στον άξονα της αντλίας
6. Ύπαρξη πόρων στη γραμμή αναρρόφησης
7. Ελαττωματικό στεγανωτικό στην άτρακτο
8. Το σύστημα ψύξης δε λειτουργεί σωστά
9. Υψηλή θερμοκρασία ψύξης ή περιβάλλοντος
10. Λανθασμένη ρύθμιση του θερμοστάτη

Τα προβλήματα που μπορεί να δημιουργήσει η είσοδος αέρα στο ρευστό ενός υδραυλικού συστήματος είναι τα παρακάτω:

- Αύξηση θερμοκρασίας στο σύστημα
- Αύξηση επιπέδων θορύβου
- Αύξηση κραδασμών
- Μείωση της απόδοσης του συστήματος
- Καταστροφή του ρευστού λόγω οξείδωσης

## **4.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΒΛΑΒΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

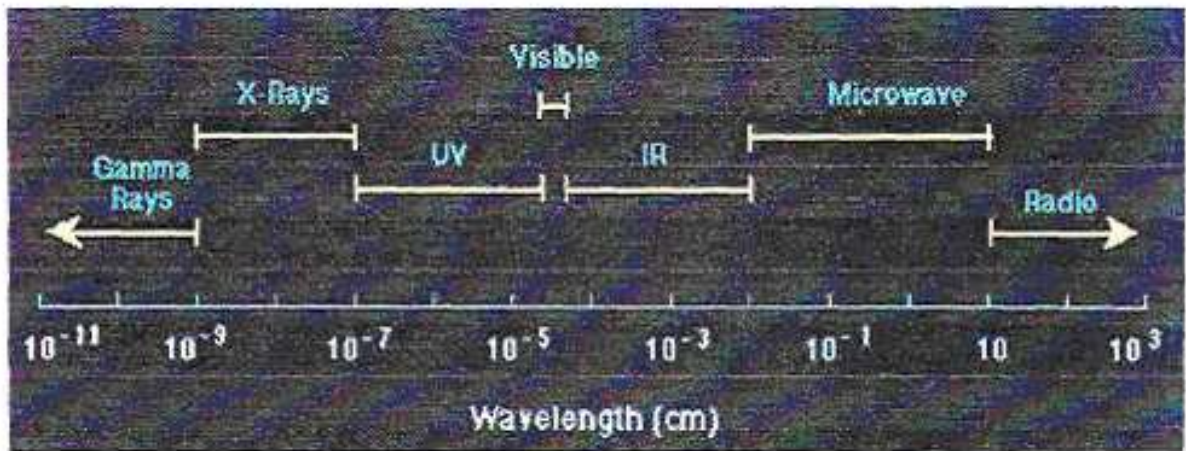
Για τη πρόβλεψη και αντιμετώπιση προβληματικών καταστάσεων πραγματοποιούνται συγκεκριμένες μέθοδοι για κάθε πρόβλημα ξεχωριστά. Μερικές από αυτές είναι η μέθοδος θερμογράφησης για την παρακολούθηση θερμοκρασιών, η μέθοδος παρακολούθησης κραδασμών, η μέθοδος ακουστικής επιθεώρησης, ο εντοπιστός εσωτερικής διαρροής και άλλα εξειδικευμένα εργαλεία για την συντήρηση των συστημάτων.

### Μέθοδος θερμογράφησης

Η θερμογράφηση ελέγχει τη κατάσταση του μηχανολογικού εξοπλισμού μέσα από τη παρακολούθηση της εκπομπής υπέρυθρης ενέργειας, όπως για παράδειγμα της θερμοκρασίας, αξιολογώντας έτσι τη κατάσταση λειτουργίας του. Όταν η θερμογράφηση εντοπίσει περιοχές στο σύστημα με θερμικές ανωμαλίες, είτε ψυχρότερες είτε θερμότερες, ένας έμπειρος μηχανικός κρίνοντας τα αποτελέσματα μπορεί να βγάλει συμπεράσματα για πιθανά προβλήματα των μηχανισμών.

Η λειτουργία της θερμογράφησης βασίζεται στην ιδιότητα που έχουν όλα τα αντικείμενα με θερμοκρασία ανώτερη του μηδενός να εκπέμπουν ενέργεια ή ακτινοβολία.

Ανάλογα με το μήκος κύματος που έχει η ακτινοβολία κατηγοριοποιείται σε τύπους όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα



ΕΙΚΟΝΑ 4.2 : Κατηγορίες ακτινοβολίας ανάλογα με το μήκος κύματος

Για την αποτύπωση των αποτελεσμάτων η θερμογράφηση χρησιμοποιεί όργανα όπως θερμόμετρα υπερύθρων, γραμμικούς σαρωτές και κάμερες απεικόνισης υπερύθρων.

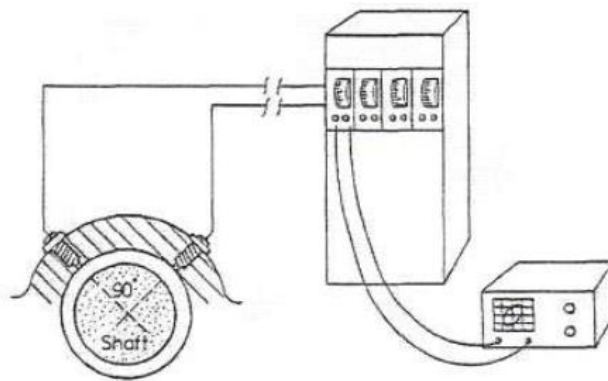
### Μέθοδος παρακολούθησης κραδασμών

Ο τρόπος λειτουργίας των μειχανών και των αντλιών είναι τέτοιος που παράγει κραδασμούς, οι οποίοι πολλές φορές πολλαπλασιάζονται εξαιτίας εξωγενών παραγόντων ή προβληματικών στοιχείων του συστήματος, προκαλώντας μια σειρά βλαβών σε αυτό. Για το λόγω αυτό, η παρακολούθηση καθίσταται επιτακτική

Η μέθοδος παρακολούθησης των κραδασμών επιτυγχάνεται με τη χρήση αισθητήρων οι οποίοι μετατρέπουν το φυσικό μέγεθος που συνεπάγεται ο κραδασμός σε ηλεκτρικό μέγεθος, όπως ρεύμα και τάση. Στην συνέχεια, αυτή η πληροφορία συλλέγεται από κάποια ηλεκτρονικά διάταξη με σκοπό την επεξεργασία της.

Μερικοί από τους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για τη παρακολούθηση των κραδασμών είναι οι εξής:

- Γραμμικοί μετασχηματιστές μεταβλητού διαφορικού
- Αισθητήρες προσέγγισης
- Αισθητήρες ταχύτητας μεταβλητής επαγωγής
- Επιταχυνσιόμετρα
- Οπτικές – ηλεκτρονικές διατάξεις
- Αδρανειακά συστήματα πλοήγησης



ΕΙΚΟΝΑ 4.3 : Διάταξη μόνιμου ελέγχου κραδασμών στο σύστημα

#### Μέθοδος ακουστικής επιθεώρησης

Πρόκειται για μια μέθοδο η οποία ανιχνεύει ήχον τους οποίους εκπέμπουν μηχανολογικά υλικά που υφίστανται δοκιμές εφελκισμού. Οι αισθητήρες ακουστικών εκπομπών μπορούν να εντοπίσουν εύκολα ηχητικά κύματα ευρείας ζώνης με συνιστώσες υψηλών συχνοτήτων. Είναι σε θέση δηλαδή να ανιχνεύσουν καταστάσεις τριβής, συγκρούσεις και σπηλαίωση, οι οποίες προκαλούν προβλήματα στο σύστημα όπως αύξηση της θερμοκρασίας, μείωση ταχύτητας και αποδοτικότητας και αύξηση της καταναλισκόμενης ενέργειας και είναι πολύ δύσκολο να εντοπισθούν καθώς παράγουν πολύ χαμηλό ηχητικό σήμα.

Η μέθοδος ακουστικής επιθεώρησης μπορεί να εντοπίσει ακόμα και εσωτερικές ρωγμές τη στιγμή που η μέθοδος παρακολούθησης κραδασμών μπορεί να εντοπίσει μόνο τις εξωτερικές.

Έτσι η μέθοδος αυτή έχει τη δυνατότητα καταγραφής πολύ υψηλών συχνοτήτων προβλέποντας βλάβες όπως:

- Φθορά από τριβές
- Τριβή πτερυγίων
- Φθορά της πτερωτής
- Διαρροή στα στεγανωτικά
- Παρουσία ξένων σωμάτων
- Μπλοκαρισμένη είσοδο – έξοδο
- Ανεπαρκής λύπανση των τριβέων
- Κόλληση των κινουμένων μερών
- Αζυγοσταθμία και κακή ευθυγράμμιση
- Σπηλαιώση
- Διαρροή αέρα προς το εσωτερικό

#### Εντοπισμός εσωτερικής διαρροής

Όταν υπάρχει εσωτερική διαρροή στο κύκλωμα, παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας στο σημείο της διαρροής, γεγονός που εκμεταλλεύεται η μέθοδος της θερμογράφησης για τον εντοπισμό του σημείου διαρροής. Ωστόσο, μερικές φορές η μέτρηση της θερμοκρασίας δεν επαρκεί για τον εντοπισμό της διαρροής. Για τον λόγο αυτό, η χρήση οργάνων μέτρησης παροχής είναι αναγκαία. Πρόκειται για μία φορητή συσκευή η οποία συνδέεται στο κύκλωμα με σκοπό να ελέγξει τη παροχή του συστήματος και τη πίεση με χρήση βαλβίδας φόρτισης.



ΕΙΚΟΝΑ 4.4 : Υδραυλικός μετρητής παροχής



### Εξειδικευμένα εργαλεία συντήρησης υδραυλικών συστημάτων

Τα τελευταία χρόνια η συντήρηση των υδραυλικών συστημάτων έχει γίνει αρκετά πιο εύκολη, καθώς έχουν αναπτυχθεί καινούργιες μεθοδολογίες οι οποίες βοηθούν σημαντικά στον εντοπισμό βλαβών στο σύστημα. Πλέον υπάρχουν αρκετά εξειδικευμένα όργανα συντήρησης που αποσκοπούν στην ομαλή λειτουργία των υδραυλικών συστημάτων, τα οποία είτε χρησιμοποιούνται απευθείας στα υδραυλικά εξαρτήματα, είτε προορίζονται για πιο εξειδικευμένη χρήση εργοστασίου.

Μερικά εξειδικευμένα εργαλεία συντήρησης υδραυλικών συστημάτων είναι τα εξής:

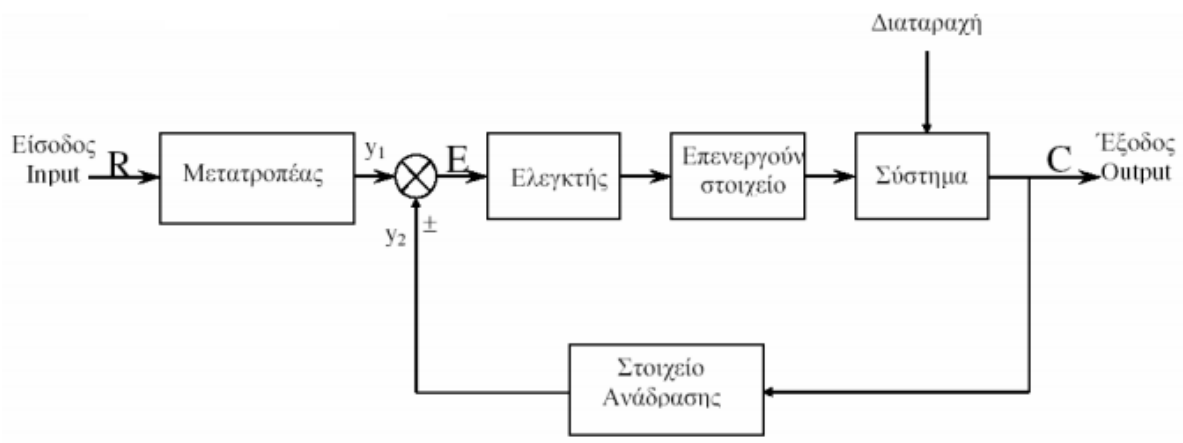
- Αυτόματος ανιχνευτής επιπέδου ρύπανσης
- Ηλεκτρονικό στηθοσκόπιο
- Ελεγκτής κατάστασης υδραυλικού ρευστού
- Υπερηχοτικός ανιχνευτής διαρροών
- Μέτρηση πίεσης με σωλήνα Bourdon
- Έλεγχος λυγισμού σε βάκτρο κυλίνδρου με τη χρήση μετρητικού ρολογιού

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

#### 5.1 P.I.D Controller

Κατά την κατασκευή ενός υδραυλικού συστήματος, η απόκριση που έχει το σύστημα δεν είναι πάντα η επιθυμητή. Για το λόγω αυτό χρησιμοποιούμε ελεγκτές τριών όρων τύπου P.I.D. με σκοπό την ελαχιστοποίηση του σφάλματος. Ο ελεγκτής παρακολουθεί τη λειτουργία του συστήματος και προσπαθεί να ελέγξει τη συμπεριφορά του. Για να γίνει αυτό όμως πρέπει ο ελεγκτής και το υδραυλικό σύστημα του οποίου την απόκριση θέλουμε να ελέγξουμε να βρίσκονται σε σύστημα κλειστού βρόγχου. Απαιτείται δηλαδή η ύπαρξη ανάδρασης.



ΕΙΚΟΝΑ 5.1 : Σύστημα κλειστού βρόγχου

Οι ελεγκτές τύπου P.I.D. έχουν μια συγκεκριμένη συνάρτηση μεταφοράς:

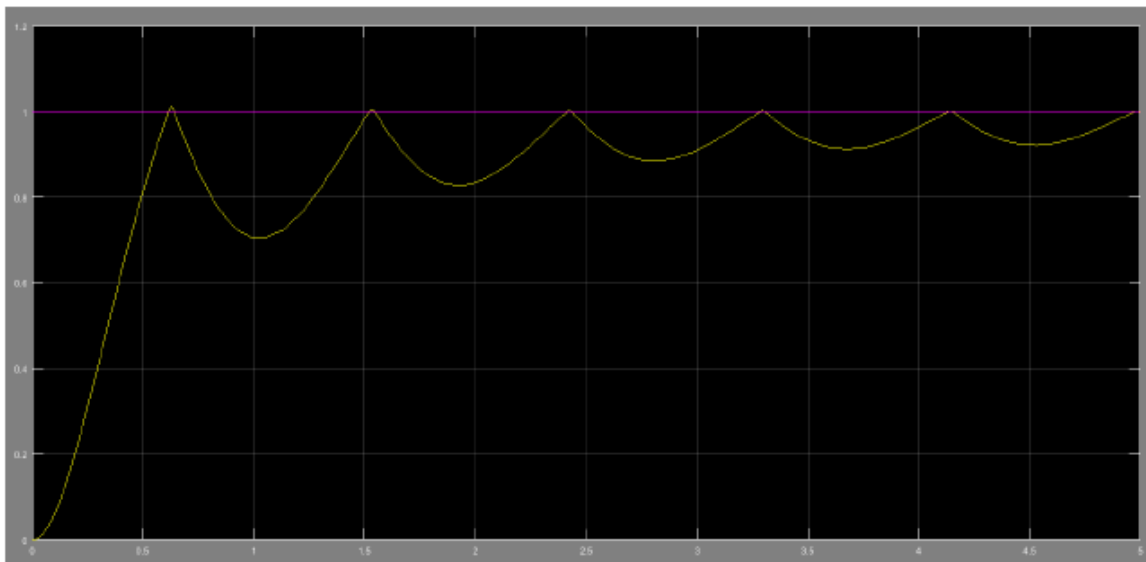
$$C(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s = \frac{K_p s + K_i + K_d s^2}{s}$$

Σε αυτή τη συνάρτηση μεταφοράς διακρίνονται τρεις όροι του ελεγκτή οι οποίοι είναι οι  $K_p$ ,  $K_i$  και  $K_d$ . Ο συμβολισμός αυτών των όρων είναι ο εξής:

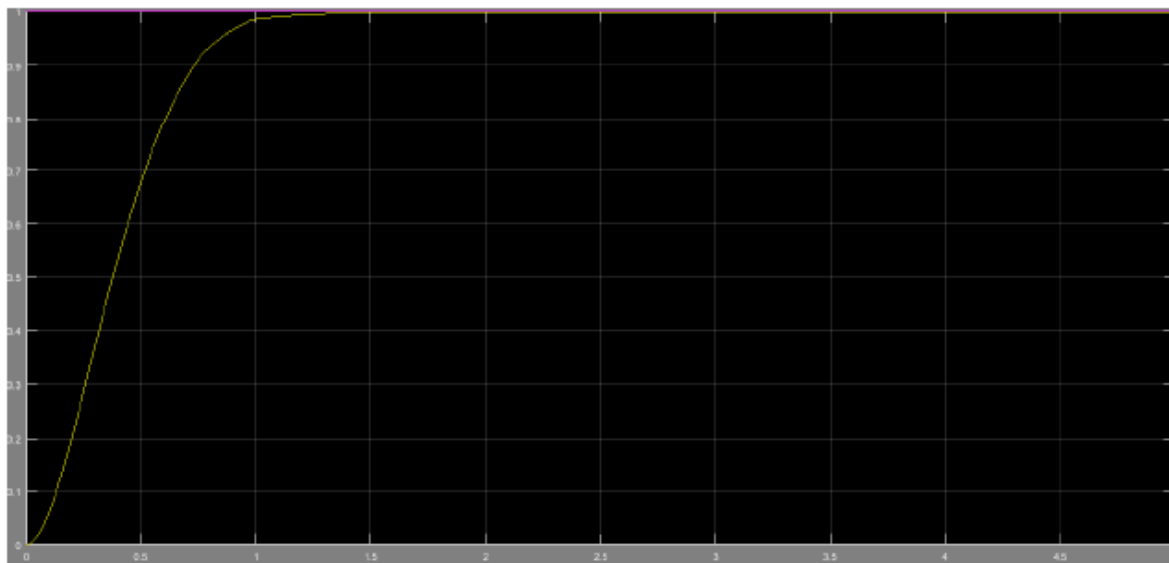
- $K_p$  = Αναλογικό κέρδος
- $K_i$  = Ολοκληρωτικό κέρδος
- $K_d$  = Διαφορικό κέρδος

Ο ελεγκτής βρίσκεται μέσα σε κλειστό βρόγχο μαζί με το σύστημα του οποίου την απόκριση θέλουμε να ελέγξει. Μόλις το σφάλμα, δηλαδή η διαφορά της επιθυμητής τιμής με την τιμή εξόδου, περάσει στον ελεγκτή, αυτός θα υπολογίσει άμεσα την παράγωγο και το ολοκλήρωμα του σήματος. Έπειτα, θα βγάλει στην έξοδό του σήμα ίσο με το αναλογικό κέρδος  $K_p$  επί την τιμή του σφάλματος συν το ολοκληρωτικό κέρδος  $K_i$  επί το ολοκλήρωμα του σφάλματος, συν το διαφορικό κέρδος  $K_d$  επί τη παράγωγο του σφάλματος.

Παρακάτω φαίνεται το αποτέλεσμα της χρήσης ενός P.I.D ελεγκτή στην γραφική παράσταση ενός συστήματος.



ΕΙΚΟΝΑ 5.2 : Απόκριση συστήματος χωρίς έλεγχο



ΕΙΚΟΝΑ 5.3 : Απόκριση συστήματος με χρήση ελεγκτή τύπου P.I.D

Παρατηρούμε ότι σε ένα σύστημα όπου αρχικά δεν υπήρχε ισοροπία στην έξοδο, μετά την χρήση του P.I.D η απόκριση βελτιώθηκε κατά πολύ καθώς υπάρχει ισοροπία, ενώ η υπερύψωση και το σφάλμα έχουν αντιμετωπισθεί.

Για τον υπολογισμό των τριών παραμέτρων  $K_p$ ,  $K_i$  και  $K_d$  συνήθως χρησιμοποιείται η μέθοδος Ziegler – Nichols ενώ το υπολογιστικό πρόγραμμα Matlab αποτελεί εξαιρετικό εργαλείο για την εξομοίωση ενός συστήματος, τον υπολογισμό των παραμέτρων και την εμφάνιση των γραφικών παραστάσεων, με σκοπό την επίτευξη της επιθυμητής απόκρισης.

## 5.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ PLC

### 5.2.1 Ορισμός και πλεονεκτήματα του PLC

Το PLC (Programmable Logical Controller ) είναι ένας σύγχρονος προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής ο οποίος στις μέρες μας χρησιμοποιείται εκτεταμένα σε συστήματα αυτοματισμού και στην παγκόσμια βιομηχανία. Πρόκειται για μια ψηφιακή συσκευή η οποία διαθέτει μικροεπεξεργαστή και προγραμματιζόμενη μνήμη. Διαθέτει επίσης ψηφιακές και αναλογικές εισόδους και εξόδους και ελέγχει ένα αυτόματο σύστημα μέσα από πράξεις ακολουθιακής λογικής, λογικής Boole, χρονισμού, αριθμητικών πράξεων και απαρίθμησης.

Τα PLC προγραμματίζονται στις γλώσσες Ladder, STL και FDB, οι οποίες είναι γλώσσες κοντά στη γλώσσα μηχανής και εύκολα κατανοητές απ' όλους τους εγκαταστάτες αυτοματισμών.

Βασικά πλεονεκτήματα που προσφέρει ένα PLC είναι τα εξής:

- Ευελιξία στις μετατροπές του αρχικού κυκλώματος
- Γρήγορος εντοπισμός βλαβών
- Επάρκεια επαφών, ρελέ και χρονικών
- Άψογη λειτουργία σε δύσκολο βιομηχανικό περιβάλλον
- Δυνατότητα σύνδεσης με εξωτερικές μονάδες και ελέγχου του συστήματος από μεγάλες αποστάσεις



ΕΙΚΟΝΑ 5.4 : Μορφή PLC

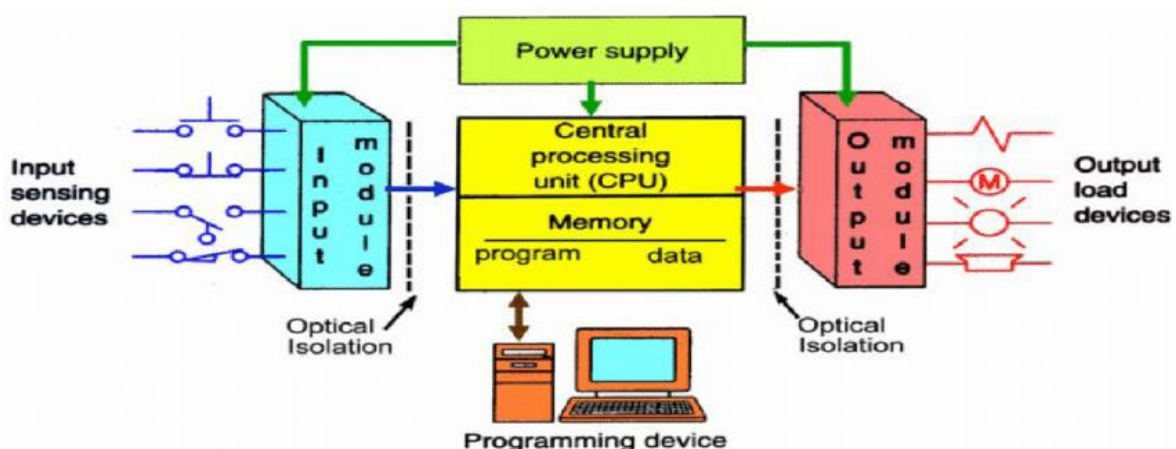
## 5.2.2 Δομή και λειτουργία του PLC

Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές PLC κατασκευάζονται από ένα πλήθος διαφορετικών εταιριών, τα μοντέλα των οποίων μπορεί να έχουν μεταξύ τους κάποιες διαφορές. Ωστόσο, τα βασικά μέρη ενός PLC είναι τα εξής:

- Οι είσοδοι οι οποίοι διακρίνονται σε αναλογικές και ψηφιακές
- Οι έξοδοι οι οποίοι διακρίνονται σε αναλογικές και ψηφιακές
- Η μνήμη όπου αποθηκεύεται το πρόγραμμα
- Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας όπου αποτελεί τον εγκέφαλο του PLC
- Η μονάδα τροφοδοσίας

Η είσοδοι και οι έξοδοι ενός PLC διακρίνονται σε αναλογικές και ψηφιακές. Οι ψηφιακού τύπου μπορεί να πάρου δύο τιμές, 0 για 0 volt και 1 για 5 volt, ενώ οι αναλογικές μπορούν να πάρουν οποιαδήποτε τιμή. Ο επεξεργαστής, διαβάζει την κατάσταση των εισόδων, δηλαδή τις διάφορες πληροφορίες που παίρνει από διακόπτες αισθητήρες κ.λ.π. και στη συνέχεια θέτει σε λογική κατάσταση 0 ή 1 τις εξόδους του, σύμφωνα με το πρόγραμμα που έχει γραφτεί στο PLC. Οι μονάδες εξόδου δίνουν εντολές σε συσκευές όπως μοτέρ, έμβολα, βαλβίδες κ.λ.π.

Σημαντικά στοιχεία ενός PLC είναι επίσης το πλαίσιο για την τοποθέτηση των μονάδων και τυχόν επεκτάσεων τους και η συσκευή προγραμματισμού, για παράδειγμα ένα laptop που διαθέτει την εφαρμογή για τον προγραμματισμό του PLC.



ΕΙΚΟΝΑ 5.5 : Δομή PLC

Η λειτουργία του PLC είναι κυκλική. Αυτό σημαίνει ότι όταν ο επεξεργαστής διαβάσει και τη τελευταία γραμμή του προγράμματος, τότε επιστρέφει στη πρώτη γραμμή και αρχίζει να ξαναδιαβάζει το κώδικα. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται ασταμάτητα σε χρόνο μη αντιληπτό από τον άνθρωπο. Με αυτό το τρόπο έχει συνεχή γνώση της κατάστασης των εισόδων που επιθυμούμε, με την λογική όμως σειρά που είναι γραμμένος ο κώδικας. Όταν αλλάξει η λογική κατάσταση μιας εισόδου, τότε ανάλογα με το κώδικα επηρεάζονται οι έξοδοι, πάλι με την λογική σειρά του προγράμματος. Η εκτέλεση του κώδικα από το PLC πραγματοποιείται μόνο όταν αυτό βρίσκεται σε κατάσταση RUN

### 5.2.3 Προγραμματισμός του PLC

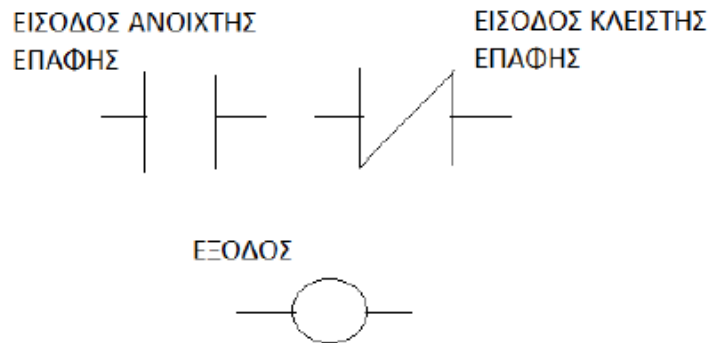
Ο βασικότερος παράγοντας για την αυτοματοποίηση ενός υδραυλικού συστήματος μέσω PLC είναι ο προγραμματισμός του ελεγκτή. Ο προγραμματισμός του PLC στην πραγματικότητα είναι η δημιουργία του σεναρίου που θα ακολουθεί το σύστημα κατά τη λειτουργία του. Για το προγραμματισμό του συγκεκριμένου ελεγκτή υπάρχουν τρεις τρόποι από τους οποίους ο προγραμματιστής επιλέγει τον πιο βολικό για αυτόν. Οι τρεις τρόποι προγραμματισμού ενός PLC είναι οι εξής:

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

➤ Γλώσσα Ladder ή γλώσσα ηλεκτρολογικών γραφικών

Πρόκειται για τη γλώσσα η οποία ιστορικά αναπτύχθηκε πρώτη. Αυτή η γλώσσα προγραμματισμού, ουσιαστικά επιτρέπει τη μεταφορά του ηλεκτρολογικού σχεδίου στο PLC μέσα από τη συσκευή προγραμματισμού. Για το λόγο αυτό, η γλώσσα Ladder είναι ευκολόχρηστη και ιδανική για την εκπαίδευση τεχνιτών, καθώς δεν αλλάζει την εργασία σχεδιασμού του αυτοματισμού. Ωστόσο δε χρησιμοποιεί την ευρωπαϊκή προτυποποίηση στον σχεδιασμό των ηλεκτρικών επαφών, αλλά την αμερικάνικη, πιθανότατα επειδή τα πρώτα PLC αναπτύχθηκαν στην Αμερική. Το όνομά της το πήρε από το σχήμα σκάλας που έχει ένα ολοκληρωμένο διάγραμμα.

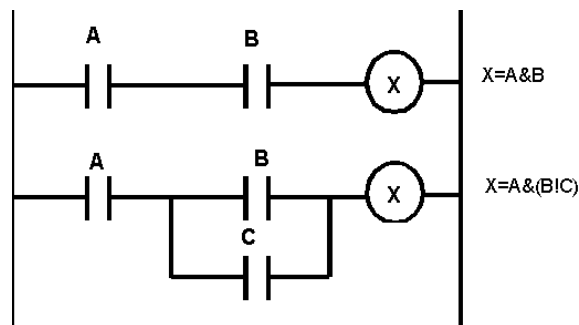
Ο συμβολισμός των εισόδων και εξόδων στη γλώσσα Ladder φαίνεται παρακάτω:



ΕΙΚΟΝΑ 5.6 : Συμβολισμοί εισόδων/ εξόδων στη γλώσσα Ladder

Η διαδικασία λειτουργίας της γλώσσας είναι η εκτέλεση λογικών πράξεων and και or μεταξύ των εισόδων, μέχρι να βγει ένα επιθυμητό αποτέλεσμα στην έξοδο.

Απαραίτητη είναι και η χρήση των χρονικών για τη μέτρηση της διάρκειας μιας διεργασίας. Τα χρονικά διαθέτουν μία είσοδο διέγερσης T1 η οποία δίνει σήμα στο χρονικό να ξεκινήσει να λειτουργεί, μία είσοδο παράδοσης χρόνου (t) στην οποία τοποθετείται ο επιθυμητός χρόνος που θέλουμε να μετρήσει σε δευτερόλεπτα το χρονικό και μία είσοδο επαναφοράς reset, για να επαναφέρει το χρονικό στην αρχική του κατάσταση.



ΕΙΚΟΝΑ 5.7 : Παράδειγμα προγράμματος σε γλώσσα Ladder



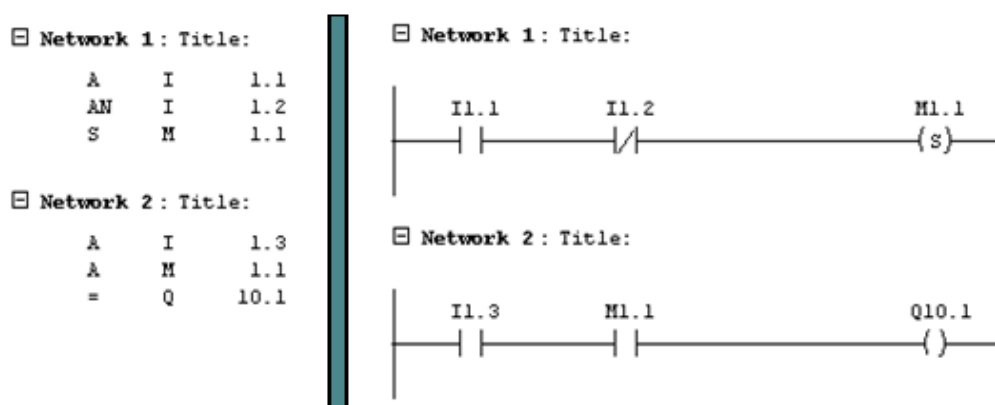
➤ Γλώσσα STL ή γλώσσα λογικών εντολών

Αν και η γλώσσα αναπτύχθηκε σχεδόν ταυτόχρονα με τη γλώσσα Ladder, οι εταιρίες δίσταζαν να την προωθήσουν καθώς αυτή η γλώσσα απαιτεί έστω στοιχειώδεις γνώσεις προγραμματισμού και θεωρούσαν ότι το τεχνικό κατεστημένο της βιομηχανίας δεν ήταν έτοιμο να τη δεχθεί. Μπορεί αρχικά η λίστα των εντολών να ήταν αρκετά περιορισμένη, αλλά πλέον έχει εξελιχθεί πάρα πολύ και αποτελεί βασική επιλογή για τον προγραμματισμό των PLC.

Η γλώσσα STL χρησιμοποιεί εντολές οι οποίες αντιστοιχούν σε λογικές πύλες. Ο συμβολισμός των εισόδων γίνεται με το αγγλικό γράμμα I. Παρακάτω φαίνεται η αντιστοιχία των βασικών εντολών της γλώσσας STL με τις λογικές πύλες.

STL	Λογικές Πύλες
A	AND
O	OR
AN	NAND (AND NOT)
ON	NOR (OR NOT)

Σημαντικές εντολές είναι επίσης η εντολή S (set) και R (reset) οι οποίες δίνουν τιμή 1 ή μηδενίζουν αντίστοιχα ένα στοιχείο όπως για παράδειγμα μια μνήμη ή μια έξοδο. Επίσης αυτή η γλώσσα διαθέτει 5 χρονικά ( SP, SE, SD, SS, SF) με διαφορετική συμπεριφορά το καθένα και δυνατότητα για Counter Up (αύξηση προς τα πάνω) ή Counter Down (μείωση προς τα κάτω) ενός στοιχείου κατά ένα με τις εντολές CU και CD αντίστοιχα. Παρακάτω φαίνεται ένα παράδειγμα με αντιστοιχία της γλώσσας STL με την γλώσσα Ladder.

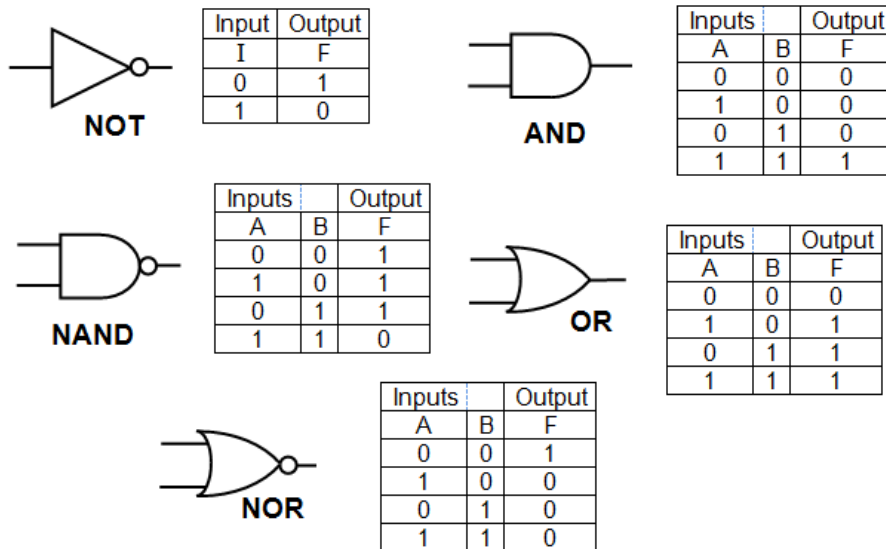


EIKONA 5.8 : Αντιστοιχία γλωσσών STL – LADDER

➤ Γλώσσα FDB ή γλώσσα λογικών γραφικών

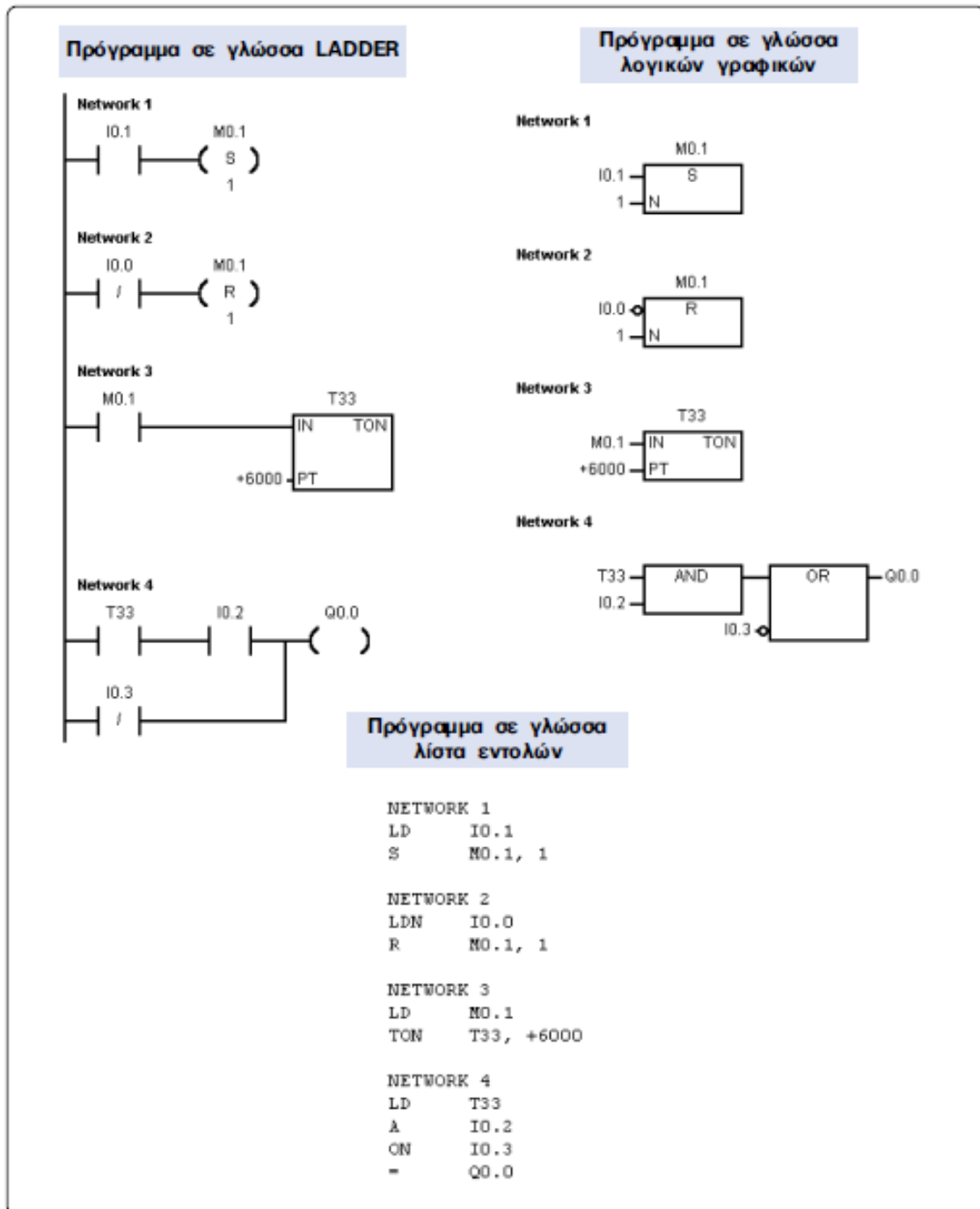
Η γλώσσα FDB είναι κι αυτή γραφική γλώσσα όπως η Ladder ωστόσο, αντί για ηλεκτρολογικό σχέδιο χρησιμοποιεί λογικό. Διαθέτει δηλαδή διάφορα blocks τα οποία αντιστοιχούν σε λογικές πύλες, έχουν εισόδους και εξόδους και λειτουργούν όπως οι εντολές της γλώσσας STL. Αυτή η γλώσσα ωστόσο, είναι σχετικά καινούργια και για τον λόγο αυτό η χρήση της δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στις εταιρίες κατασκευής PLC.

Κατά τη λειτουργία της, η γλώσσα FDB χρησιμοποιεί την τιμή της τάσης. Όταν η τάση του σήματος είναι 0.5 Volt αντιστοιχεί σε 0 και όταν η τάση είναι 5 Volt αντιστοιχεί σε 1. Οι λογικές πύλες που χρησιμοποιεί αυτή η γλώσσα βρίσκονται παρακάτω, μαζί με τον πίνακα αληθείας τους.



EIKONA 5.9 : Λογικές πύλες – εντολές γλώσσας FDB

Ακολουθεί το ίδιο παράδειγμα γραμμένο και στις τρεις γλώσσες που χρησιμοποιούν τα PLC.



ΕΙΚΟΝΑ 5.10 : Γλώσσες προγραμματισμού του PLC ( LADDER – FDB – STL)

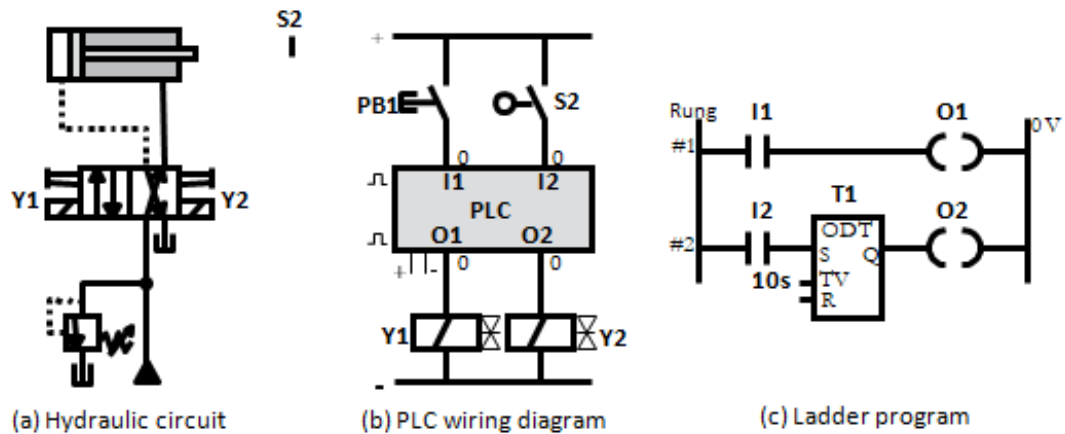
## 5.2.4 Εφαρμογή του PLC στα υδραυλικά συστήματα

Ο αυτόματος έλεγχος ενός υδραυλικού συστήματος απαιτεί τη σχεδίαση και κατασκευή του υδραυλικού κυκλώματος, την σύνδεσή του με το PLC και τον προγραμματισμό του PLC, έτσι ώστε αυτό να οδηγεί το υδραυλικό κύκλωμα στην υλοποίηση του επιθυμητού σεναρίου. Η λειτουργία του PLC είναι να δέχεται σήματα στις εισόδους του, να κάνει τις απαραίτητες διεργασίες που επιβάλλει ο κώδικας, και να εμφανίζει τα αποτελέσματα στις εισόδους του. Τα σήματα στις εισόδους του είναι είτε αναλογικού είτε ψηφιακού τύπου και προέρχονται από εξαρτήματα όπως διακόπτες, μπουτόνς, αισθητήρες κ.λ.π.. Για τον έλεγχο ενός υδραυλικού εμβόλου διπλής ενέργειας για παράδειγμα, απαιτείται τουλάχιστον μία είσοδος, η σύνδεση της είσοδου με το PLC, ο προγραμματισμός του PLC η σύνδεση των εξόδων του PLC με μια βαλβίδα ελέγχου κατεύθυνσης για τον έλεγχο του εμβόλου και η σύνδεση της βαλβίδας με το έμβολο.

### Παράδειγμα αυτόματου ελέγχου υδραυλικού εμβόλου διπλής ενέργειας με χρήση PLC

Έχουμε ένα υδραυλικό έμβολο διπλής ενέργειας το οποίο χρησιμοποιείται σε μια μηχανή συμπίεσης και για τον έλεγχό του χρησιμοποιείται μια βαλβίδα κατεύθυνσης 4/2. Το σενάριο λειτουργίας που θέλουμε να επιτύχουμε είναι το εξής: μόλις δώσουμε σήμα στο σύστημα, ο κύλινδρος επεκτείνεται και μένει σε αυτή τη θέση για 10 δευτερόλεπτα. Μετά το πέρας του χρόνου αυτού ο κύλινδρος επιστρέφει στην αρχική του θέση. Για την επίτευξη του σεναρίου αυτού απαιτείται η χρήση ενός διακόπτη PB1 τύπου μπουτόν το οποίο δίνει ακαριαίο σήμα, ενός αισθητηρίου θέσης S2, τα οποία θα συνδεθούν στις εισόδους του PLC στα σημεία I1 και I2 αντίστοιχα. Επίσης, θα συνδέσουμε τις εξόδους O1 και O1 του PLC στα σημεία Y1 και Y2 της βαλβίδας ελέγχου κατεύθυνσης. Τέλος, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε και το χρονικό T1 για τις ανάγκες του προγράμματος.

Παρακάτω φαίνεται στο σχήμα (a) το υδραυλικό κύκλωμα, στο σχήμα (b) η σύνδεση των εισόδων/εξόδων του PLC και στο σχήμα (c) το πρόγραμμα του PLC με χρήση Ladder.



ΕΙΚΟΝΑ 5.11 : Υδραυλικό κύκλωμα, διάγραμμα PLC και πρόγραμμα γλώσσας Ladder μιας μηχανής συμπίεσης

ο Λειτουργία σεναρίου

Όταν πατηθεί ο διακόπτης PB1 η κατάσταση της εισόδου I1 μεταβάλλεται από 0 σε 1 και κατά συνέπεια η κατάσταση της εξόδου μεταβάλλεται κι αυτή από 0 σε 1, σύμφωνα με το πρόγραμμα της βαθμίδας 1 της γλώσσας Ladder. Το πηνίο Y1 της βαλβίδας ελέγχου κατεύθυνσης 4/2 ενεργοποιείται με αποτέλεσμα να προκαλέσει την επιμήκυνση του εμβόλου. Μόλις το έμβολο επιμηκυνθεί πλήρως, το αισθητήριο S2 πιέζεται και αυτόματα η κατάσταση του σήματός του γίνεται 1. Το σήμα του αισθητηρίου S2 λειτουργεί ως είσοδος έναρξης του χρονικού T1. Όταν περάσει ο προκαθορισμένος χρόνος 10 sec, το χρονικό T1 γίνεται 1, όπου σύμφωνα με το πρόγραμμα μετατρέπει την έξοδο O2 σε 1. Τότε ενεργοποιείται το πηνίο Y2 προκαλώντας έτσι την επιστροφή του εμβόλου στην αρχική του θέση.

Παρακάτω ακολουθεί το πρόγραμμα που υλοποιεί το συγκεκριμένο σενάριο σε γλώσσα STL.

ΕΙΣΟΔΟΙ: I1 → Διακόπτης PB1

I2 → Αισθητήρας S2

ΕΞΟΔΟΙ: O1 → Πηνίο Y1

O2 → Πηνίο Y2

A	I1	ΑΝ ΠΑΡΕΙ ΣΗΜΑ Η ΕΙΣΟΔΟΣ I1
S	O1	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΕΙ ΤΗΝ ΕΞΟΔΟ O2 (ΕΠΙΜΗΚΥΝΕΤΑΙ ΤΟ ΕΜΒΟΛΟ)
		Όταν επιμηκυνθεί το έμβολο πατάει το αισθητήριο S2
A	I2	ΑΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΣΗΜΑ ΣΤΟ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟ S2
L	S5T#10s	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ T1 ΤΥΠΟΥ SP ΟΠΟΥ ΜΕΤΑ ΑΠΟ 10 SEC ΘΑ ΓΙΝΕΙ 1
SP	T1	
R	O1	ΓΙΝΕΤΑΙ RESET ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ O1 ΓΙΑ ΝΑ ΜΠΟΡΕΙ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΝΑ ΕΚΤΕΛΕΣΕΙ ΞΑΝΑ ΤΗΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ
A	T1	ΑΝ ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ T1 ΓΙΝΕΙ 1
S	O2	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΕΙΤΑΙ Η ΕΞΟΔΟΣ O2 (ΕΠΑΝΑΦΕΡΕΙ ΤΟ ΕΜΒΟΛΟ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΚΗ ΤΟΥ ΘΕΣΗ)
R	T1	ΓΙΝΕΤΑΙ RESET ΣΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ T1 ΓΙΑ ΝΑ ΜΠΟΡΕΙ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΝΑ ΕΚΤΕΛΕΣΕΙ ΞΑΝΑ ΤΗΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ
R	O2	ΓΙΝΕΤΑΙ RESET ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ O1 ΓΙΑ ΝΑ ΜΠΟΡΕΙ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΝΑ ΕΚΤΕΛΕΣΕΙ ΞΑΝΑ ΤΗΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ

Οι εντολές reset είναι απαραίτητες για να υπάρχει η δυνατότητα επανεκτέλεσης του προγράμματος.

Όλα τα υδραυλικά συστήματα αυτοματισμού, αλλά και τα συστήματα μικτού τύπου που ελέγχονται από προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές PLC, κατά τη δημιουργία και τη λειτουργία τους ακολουθούν αυτή τη λογική. Πάντα πραγματοποιείται η συνδεσμολογία του συστήματος, συνδέονται όλες οι εισόδου και έξοδοι του στο PLC και από εκεί και πέρα, όσο πιο απαιτητικό είναι το σενάριο του συστήματος, τόσο πιο περίπλοκος είναι ο κώδικας που το καθοδηγεί.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα πτυχιακή, πραγματοποιήθηκε μελέτη των υδραυλικών συστημάτων, ανάλυση των στοιχείων τους, η γενική τους χρήση και η βιομηχανική τους εφαρμογή, η βλάβες που παρουσιάζουν και η προληπτική συντήρηση για την αποφυγή τους και ο αυτόματος έλεγχος μέσα από την χρήση λογικών ελεγκτών τριών όρων τύπου P.I.D. και προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών τύπου PLC.

Διαπιστώθηκε ότι τα πλεονεκτήματα των υδραυλικών συστημάτων είναι τέτοια που καθιστούν τη χρήση τους την καταλληλότερη επιλογή για μία σειρά από καθημερινές και μη εφαρμογές, οι οποίες συντελούν στη διευκόλυνση της ανθρώπινης καθημερινότητας. Επίσης τα πλεονεκτήματα αυτά, σε συνδιασμό με τον τρόπο λειτουργίας αλλά και την ανθεκτικότητα των υδραυλικών συστημάτων, δημιουργούν ένα ασυναγώνιστο πακέτο για τη χρήση τους σε βιομηχανικό περιβάλλον. Ωστόσο, μερικά από τα μειονεκτήματά τους μπορεί να θέσουν κάποιους περιορισμούς σε συγκεκριμένες εφαρμογές.

#### Αυτόματος έλεγχος

δύο βασικοί τύποι ελεγκτών που επιλέγονται για τον αυτόματο έλεγχο των υδραυλικών συστημάτων είναι οι ελεγκτές τύπου P.I.D και PLC.

##### ➤ Ελεγκτής τύπου P.I.D

Η χρήση των ελεγκτών P.I.D γίνεται σε συστήματα κλειστού βρόγχου με σκοπό την εύρεση της επιθυμητής απόκρισης του συστήματος και τη μείωση του σφάλματος.

##### ➤ Ελεγκτής τύπου PLC

Οι ελεγκτές τύπου PLC είναι προγραμματιζόμενοι και δίνουν τη δυνατότητα στο μηχανικό να ελέγξει ακόμα και τα πιο περίπλοκα συστήματα με πολύ απαιτητικά σενάρια λειτουργίας. Για το λόγο αυτό, αλλά και εξαιτίας της ανθεκτικότητάς τους, τα PLC είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα στην χρήση για τον έλεγχο υδραυλικών αλλά και μικτού τύπου συστημάτων στην παγκόσμια βιομηχανία.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### ΒΙΒΛΙΑ

1. *ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ Τ.ΡΟΥΤΟΥΛΑΣ, ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ – ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ, ΑΘΗΝΑ, 2008, ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΔΟΤΙΚΗ*
2. *Δ. ΚΑΛΛΙΔΕΡΟΠΟΥΛΟΣ, Σ. ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΟΥ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ Ι, ΑΘΗΝΑ, 2005, ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΔΟΤΙΚΗ*
3. *Δ. ΚΑΛΛΙΔΕΡΟΠΟΥΛΟΣ, Σ. ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΟΥ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΙΙ, ΑΘΗΝΑ, 2005, ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΔΟΤΙΚΗ*
4. *RICHARD C. DORF, ROBERT H. BISHOP, ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ*

### ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

1. <http://old-2017.metal.ntua.gr/uploads/4701/1180/chap7.pdf>
2. [http://auto.teipir.gr/sites/default/files/set\\_s7.pdf](http://auto.teipir.gr/sites/default/files/set_s7.pdf)
3. <http://google.com> (εύρεση εικόνων)

### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. *ΝΙΚΟΛΟΥΛΙΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, Η ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΒΟΗΘΕΙΑ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥ ΛΟΓΙΚΟΥ ΕΛΕΓΚΤΗ, ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ., 2017*
2. *ΣΙΜΩΝΙΔΗΣ ΒΑΡΘΟΛΟΜΑΙΟΣ, ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΒΛΑΒΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΠΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ, ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ, 2007*
3. *ΒΕΡΥΚΟΚΙΔΗΣ ΜΑΝΩΛΗΣ, ΕΞΥΠΝΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ, ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ, 2010*
4. *ΣΤΕΦΑΝΙΔΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ, ΣΤΑΦΑΝΙΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ, 2011*