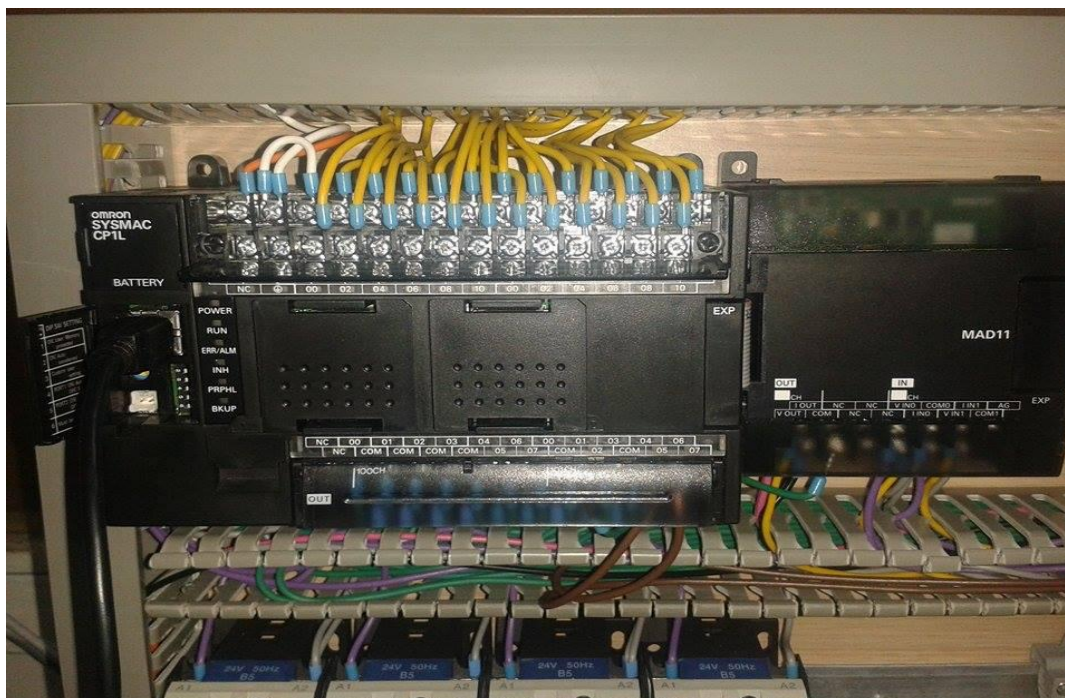


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 1480**



**ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ PLC**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΜΗΤΣΟΥ ΑΧΙΛΛΕΑΣ (6151)**

**ΕΠΟΠΤΕΥΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΣΧΟΙΝΑΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2016**



## Πρόλογος/ Περίληψη

Στην κατασκευή αυτή το πρόβλημα που καλούμαστε να επιλύσουμε αφορά τον έλεγχο της στάθμης μιας δεξαμενής που περιέχει νερό και την αυτόματη λειτουργία μιας αντλίας. Δηλαδή έχουμε τοποθετήσει μια δεξαμενή η οποία τροφοδοτείται από το δίκτυο ύδρευσης που έχει ως κατανάλωση μια αντλία. Για τον αυτοματισμό αυτό χρησιμοποιήθηκε PLC της OMRON. Η ενεργοποίηση της αντλίας γίνεται με δύο τρόπους, είτε αυτόματα, είτε χειροκίνητα με button start-stop. Ο έλεγχος της στάθμης υλοποιείται με ηλεκτρικά φλοτέρ τα οποία συνδέονται στην είσοδο του PLC και μια ηλεκτροβάλβιδα η οποία συνδέεται στην έξοδο του. Το κάθε εξάρτημα της κατασκευής εξετάζεται σε ξεχωριστή παράγραφο και ακολουθεί αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής.



## Πίνακας περιεχομένων

Πρόλογος/ Περίληψη .....	3
Κεφάλαιο 1 .....	8
Βασικές Έννοιες του Αυτοματισμού .....	8
1.1 Εισαγωγή .....	8
1.2 Εφαρμογές του Αυτοματισμού .....	11
1.3 Ανάλυση Συστημάτων Αυτόματου Ελέγχου .....	13
1.4 Ευστάθεια Συστημάτων Αυτόματου Ελέγχου .....	14
1.5 Ελεγκτές Συστημάτων Αυτόματου Ελέγχου .....	15
Κεφάλαιο 2 .....	16
Τα είδη των Αυτοματισμών.....	16
2.1 Εισαγωγή.....	16
2.2 Αυτοματισμοί Ανοικτού και Αυτοματισμοί Κλειστού Κυκλώματος.....	17
2.3 Αναλογικά, Ψηφιακά και Υβριδικά Συστήματα Αυτοματισμού.....	20
2.4 Συστήματα Αυτοματισμού Απλά, με Μνήμη και Έξυπνα Συστήματα .....	21
2.5 Υδραυλικά, Πνευματικά, Ηλεκτρικά, Ηλεκτρονικά συστήματα αυτοματισμού .....	22
2.5.1 Εισαγωγή .....	22
2.5.2 Ηλεκτρικά συστήματα αυτοματισμού .....	23
2.5.3 Υδραυλικά συστήματα .....	31
2.5.4 Πνευματικά συστήματα .....	39
2.5.4 Ηλεκτρονικά συστήματα αυτοματισμού .....	42
Κεφάλαιο 3 .....	43
Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (PLC) .....	43
3.1 Εισαγωγή.....	43
3.2 Πλεονεκτήματα προγραμματιζόμενων ελεγκτών.....	44
3.3 Στάδια εργασίας στον προγραμματιζόμενο αυτοματισμό .....	45
3.4 Δομή προγραμματιζόμενου ελεγκτή .....	45
Κεφάλαιο 4 .....	50
Περιγραφή της εφαρμογής.....	50
4.1 Εξήγηση λειτουργίας.....	50
4.2 Το PLC της OMRON.....	53
4.2.1 Χαρακτηριστικά.....	53
4.2.2 Software .....	54
4.3 Αντλία .....	58

4.4 Ηλεκτροβαλβίδα .....	59
4.5 Βιομηχανικός πίνακας αυτοματισμού .....	60
Βιβλιογραφία .....	62



# Κεφάλαιο 1

## Βασικές Έννοιες του Αυτοματισμού

### 1.1 Εισαγωγή

Με την λέξη «αυτοματισμός» επικράτησε στην καθημερινή ζωή να εννοούμε την υποκατάσταση ανθρώπινης εργασίας από μηχανές που μπορούν να εργάζονται με μεγαλύτερη ανεξαρτησία από τους ανθρώπους. Αυτή η άποψη είναι τελείως ξεπερασμένη σήμερα, γιατί παρά πολλά συστήματα επιτελούν λειτουργίες οι οποίες βρίσκονται εντελώς έξω από τα όρια των δυνατοτήτων ενός μέσου ανθρώπου. Έτσι και αλλιώς πάρα πολλές αυτοματοποιημένες λειτουργίες δεν θα μπορούσαν να γίνουν από ανθρώπους.

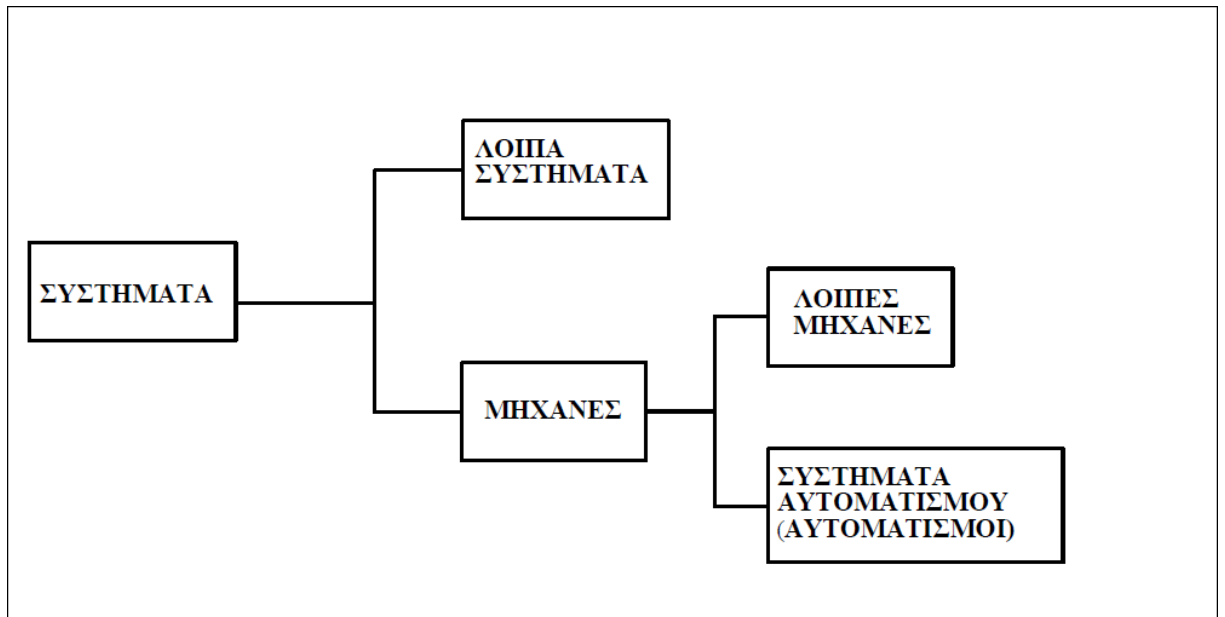
Μια ειδική περίπτωση συστημάτων είναι τα συστήματα αυτοματισμού. Ένα τμήμα του χώρου με σαφή και πλήρη όρια είναι το σύστημα. Χρησιμοποιείται επίσης και ένας άλλος ορισμός για το σύστημα: Μια ομάδα αντικειμένων που έχουν συσχετισμούς μεταξύ τους, τέτοιους ώστε να μπορούμε να τα θεωρήσουμε ως ενιαίο σύνολο είναι σύστημα.

Σαν σύστημα αυτοματισμού θα θεωρούμε ένα σύστημα , που είναι τέτοιο ώστε σε ορισμένες δράσεις που ασκούμε σ' αυτό, να έχει καθορισμένες και γνωστές σε εμάς εκ των προτέρων αντιδράσεις.

Ένα σύστημα αυτοματισμού πρέπει να έχει τις εξής ιδιότητες:

- 1) Να υπάρχει δυνατότητα αλλαγής τους σε ορισμένα σημεία ή τμήματα του συστήματος (δηλ. κάποιας ιδιότητας) με προερχόμενη δράση εκτός συστήματος και
- 2) Να υπάρχουν ορισμένα τμήματα ή σημεία του συστήματος, στα οποία να προκύπτει μια καθορισμένη αλλαγή της κατάστασης (δηλ. ιδιότητας ) σαν αποτέλεσμα των δράσεων στα παραπάνω σημεία του (1).





Σχήμα 1.1: Κατηγορίες συστημάτων

Οι παράμετροι που χαρακτηρίζουν ένα μοντέλο αυτοματισμού είναι:

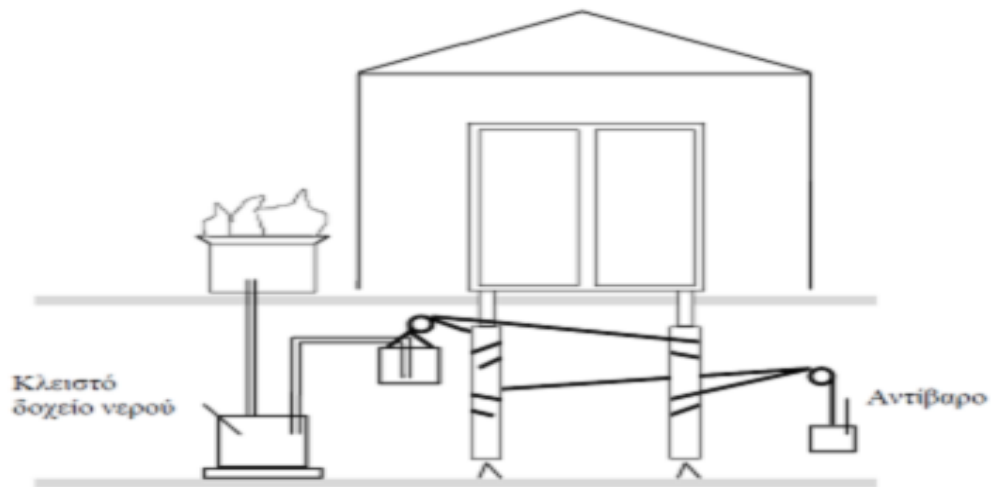
- Ευστάθεια
- Ακρίβεια
- Ευαισθησία

Ένα σύστημα αυτοματισμού είναι μία ειδική περίπτωση μηχανής . Γενικά ένα σύστημα που χρησιμοποιούμε για να μεταφέρουμε ή / και να μετατρέψουμε ενέργεια είναι μηχανή . Η ενέργεια στο σύστημα αυτοματισμού γίνεται δεκτή με αυστηρά προκαθορισμένο τρόπο και μετατρέπεται ή μεταφέρεται επίσης με αυστηρά προκαθορισμένο τρόπο .

Έτσι έχουμε μία ιεράρχηση των εννοιών «σύστημα» , «μηχανή» και «σύστημα αυτοματισμού» σύμφωνα με το σχήμα Σ 1.1 . Βλέπουμε πως από την ευρύτερη έννοια του συστήματος ως τη στενότερη έννοια του συστήματος αυτοματισμού έχουμε μια ολοένα και ακριβέστερη περιγραφή έννοιας . Με την καθημερινή έννοια της λέξης συστήματα, οι αυτοματισμοί ας πούμε είναι τα πιο «συστηματικά». Η συμπεριφορά τους μπορεί να περιγραφεί πολύ ευκολότερα και με περισσότερη λεπτομέρεια με μαθηματικές μεθόδους από την συμπεριφορά των άλλων συστημάτων.

Οι μαθηματικές αυτές μέθοδοι εκτός από εξισώσεις και μαθηματικές εκφράσεις, υπάρχουν και σε συμβολικά διαγράμματα, πίνακες και κωδικοποιήσεις , που περιγράφουν με ακρίβεια όλα τα ουσιώδη μέρη και όλη την λειτουργία ενός αυτοματισμού.

Στη συνέχεια ακολουθεί ένα αρχαίο παράδειγμα συστήματος αυτοματισμού: Ο Ήρωνας ο Αλεξανδρινός επινόησε ένα από τα πρώτα συστήματα αυτόματου ελέγχου που αναφέρονται στη θεωρία, το οποίο είναι για το αυτόματο άνοιγμα των θυρών σε αρχαίο ναό. Η διάταξη φαίνεται στο Σ 1.2:



Σχήμα 1.2: Ο μηχανισμός που επινόησε ο Ήρωνας ο Αλεξανδρινός για το αυτόματο άνοιγμα των θυρών σε ένα αρχαίο ναό

Όταν ανάβει η φωτιά στο βωμό διαστέλλεται ο θερμαινόμενος αέρας κάτω από αυτόν και από το κλειστό δοχείο πιέζει το νερό να ανέβει στον κουβά. Ο τελευταίος γίνεται βαρύτερος και κατέρχεται ανοίγοντας τις πόρτες με τη βοήθεια σχοινιών, και παρασύρει και ανυψώνει το αντίβαρο. Όταν σβήσει η φωτιά η διαδικασία γίνεται αντίστροφα. Κρυώνει ο αέρας, μικραίνει η πίεση του κλειστού δοχείου και στη συνέχεια το υγρό μεταφέρεται στο κλειστό δοχείο λόγω βαρύτητας από τον κουβά. Ο κουβάς γίνεται ελαφρύτερος και στη συνέχεια το αντίβαρο αρχίζει να κατεβαίνει κλείνοντας τις θύρες.

Μάλλον όλος μηχανισμός ενεργοποιείται όταν οι ιερείς άρχιζαν να ανεβαίνουν τα σκαλοπάτια του ναού. Οι κοινοί θνητοί δεν έβλεπαν τη διάταξη και έτσι το άνοιγμα των θυρών αποδίδονταν στους Θεούς!

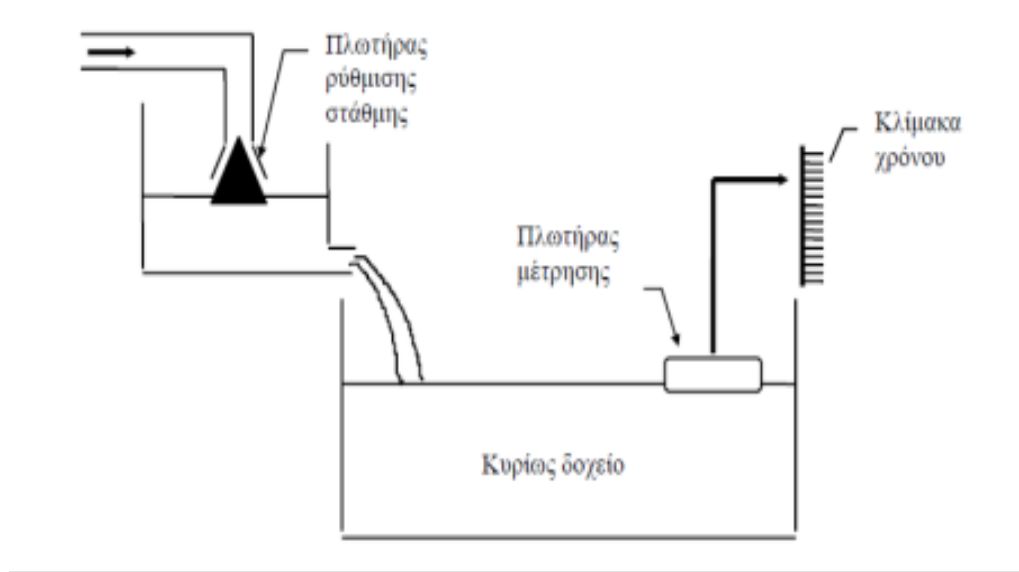
Ακολουθεί ακόμα ένα αρχαίο παράδειγμα συστήματος αυτοματισμού: Το υδάτινο ρολόι θεωρείται το πρώτο σύστημα αυτόματου ελέγχου με ανάδραση που κατασκευάστηκε στην Αλεξάνδρεια τον 3ο π.Χ. αιώνα.

Στη διάταξη αυτή, που φαίνεται στο Σχήμα 1.3 μια κύρια δεξαμενή χρησιμοποιείται για την συγκέντρωση υγρού. Η στάθμη της - κατάλληλα βαθμονομημένη - μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση του χρόνου αν η ροή προς τη δεξαμενή διατηρείται σταθερή. Προκειμένου να είναι η ροή προς την δεξαμενή σταθερή, ο Κτησίβιος χρησιμοποίησε μια δεύτερη δεξαμενή ρύθμισης. Με την βοήθεια ενός κωνικού πλωτήρα έλεγχε την στάθμη αυτής της δεξαμενής: Όταν η στάθμη κατεβαίνει ο πλωτήρας κατερχόμενος αποκαλύπτει περισσότερο το στόμιο και επιτρέπει να περάσει περισσότερο νερό, άρα η στάθμη ξανανεβαίνει. Η σταθερή στάθμη του νερού στο δευτερεύον δοχείο επιβάλλει σταθερή ροή

προς το κύριο (Η ροή από σταθερό στόμιο δοχείου εξαρτάται μόνο από τη στάθμη του νερού σ' αυτό). Ένα μάλλον ογκώδες ρολόι ιδιαίτερα αν συγκριθεί με τα σύγχρονα ηλεκτρονικά!

Στο ρολόι του Κτησίβιου συναντάμε την αρχή της ανάδρασης: Η ελεγχόμενη ποσότητα (στάθμη του βοηθητικού δοχείου) ανατροφοδοτείται (επηρεάζει) στην είσοδο του συστήματος που είναι η ροή του νερού προς αυτό.

Κατά καιρούς εμφανίστηκαν και άλλα πρωτόγονα συστήματα αυτομάτου ελέγχου. Το πρώτο όμως που βρήκε (και βρίσκει) ευρεία χρήση, θεωρείται ο φυγοκεντρικός ρυθμιστής ταχύτητας που εφευρέθηκε το 1788 από τον James Watt για τον έλεγχο ταχύτητας των ατμομηχανών.



Σχήμα 1.3: Το πρώτο σύστημα ελέγχου με ανάδραση (υδάτινο ρολόι του Κτησίβιου Αλεξάνδρεια τον 3ο π.χ. αιώνα)

## 1.2 Εφαρμογές του Αυτοματισμού

Μια μηχανή ή μια διάταξη ονομάζεται αυτόματη όταν εκτελεί τις αναμενόμενες λειτουργίες από μόνη της χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση. Ο Αυτοματισμός είναι το πεδίο της επιστήμης και της τεχνολογίας που ασχολείται με αυτά ακριβώς τα φαινόμενα. Ειδικότερα, ο Αυτοματισμός περιλαμβάνει:

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

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

Οι δύο αυτές διαστάσεις του Αυτοματισμού είναι, βέβαια, αλληλένδετες. Η ικανότητα να ελέγξουμε ένα φαινόμενο στηρίζεται, καταρχήν, στην προηγούμενη κατανόηση των επιμέρους γεγονότων και συνθηκών που το προκαλούν. Έτσι, στο παράδειγμα του κιβωτίου ταχυτήτων, πρέπει πρώτα να κατανοήσουμε πότε και γιατί ο οδηγός αλλάζει τις σχέσεις μετάδοσης και, έπειτα, να υποκαταστήσουμε αυτόν το χειρισμό με μια «αυτόματη» διάταξη (το αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων).

Όπως και τα άλλα πεδία της σύγχρονης τεχνολογίας, ο αυτοματισμός ενσωματώνει όλες τις σχετικές δραστηριότητες και αποτελέσματα, δηλαδή:

- τις μεθόδους και τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση και τον έλεγχο των συστημάτων με μαθηματικές ή άλλες μεθόδους, καθώς και τις γενικότερες θεωρητικές προσεγγίσεις από τις οποίες προέρχονται και στις οποίες στηρίζονται αυτές οι μέθοδοι
- όλα τα βήματα της διαδικασίας ανάπτυξης των αυτόματων συστημάτων: την αρχική θεώρηση και σύλληψη, τη σχεδίαση, την κατασκευή, την εγκατάσταση, τη δοκιμαστική λειτουργία και την οριστική εφαρμογή
- τις διάφορες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται ή υποβοηθούν στην εφαρμογή των μεθόδων του αυτοματισμού και περιλαμβάνουν όργανα και ειδικό εξοπλισμό, τεχνικές γνώσεις, τεκμηρίωση κλπ
- τις ίδιες τις τεχνητές ή φυσικές διατάξεις και μηχανές που χρησιμοποιούμε για να επιβάλλουμε την επιθυμητή συμπεριφορά και οι οποίες, επομένως, επιτελούν την "αυτόματη" λειτουργία.

Όλες αυτές οι περιοχές συναποτελούν την «ύλη» του Αυτοματισμού και το αντικείμενο εργασίας των τεχνικών που απασχολούνται σε αυτόν τον τομέα.

Οι εφαρμογές του αυτοματισμού είναι πολυάριθμες και απλώνονται σε όλες τις περιοχές τις τεχνολογικής και φυσικής πραγματικότητας. Πολλές εφαρμογές του αυτοματισμού ελέγχουν τη λειτουργία απλών συσκευών, τις οποίες συναντάμε καθημερινά. Μια διάταξη αυτοματισμού για παράδειγμα είναι ο θερμοσίφοντας ο οποίος διατηρεί το νερό στην κατάλληλη θερμοκρασία. Επίσης, μια άλλη εφαρμογή αυτοματισμού είναι το ψυγείο το οποίο διατηρεί τα τρόφιμα στην θερμοκρασία που πρέπει για να μην χαλάσουν. Ένα πολύ μεγάλο πλήθος από εφαρμογές του αυτοματισμού βρίσκεται σε όλες τις τεχνολογικές εγκαταστάσεις, συσκευές, διατάξεις, μηχανές κλπ. που βρίσκουμε στη βιομηχανία και τις μεταφορές.

Οι εφαρμογές του αυτοματισμού δεν περιορίζονται στον τεχνικό τομέα. Θέμα του αυτοματισμού είναι, για παράδειγμα, και η διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι αγορές διαμορφώνουν τις τιμές των αγαθών. Δηλαδή, ο αυτοματισμός χρησιμοποιείται για την ανάλυση και μελέτη των φαινομένων της οικονομίας. Ακόμη, ο αυτοματισμός εξετάζει την επίδραση των διαφόρων παραγόντων στην ανάπτυξη των έμβιων πληθυσμών και τους νόμους που διέπουν την εξέλιξη των οικοσυστημάτων.

Οι πιο πολύπλοκες μορφές αυτόματης λειτουργίας είναι φυσικά στους ζωντανούς οργανισμούς. Το ανθρώπινο σώμα, για παράδειγμα, περιλαμβάνει πολυάριθμες αυτόματες λειτουργίες που εξασφαλίζουν την ομαλή λειτουργία του οργανισμού.

Ενδεικτικά:

- όταν κάποιο όργανο του σώματος χρειασθεί οξυγόνο, π.χ. όταν καταβάλλουμε μυϊκή προσπάθεια, η καρδιά πυκνώνει τις σφίξεις και έτσι επιταχύνει την κυκλοφορία του αίματος, που μεταφέρει το οξυγόνο σε όλο το σώμα
- όταν η ένταση του φωτός αυξάνεται, η κόρη συστέλλεται και περιορίζει την έκθεση του εσωτερικού οφθαλμού στο φως, προστατεύοντας έτσι την ευαίσθητη ωχρή κηλίδα από κορεσμό ή βλάβη

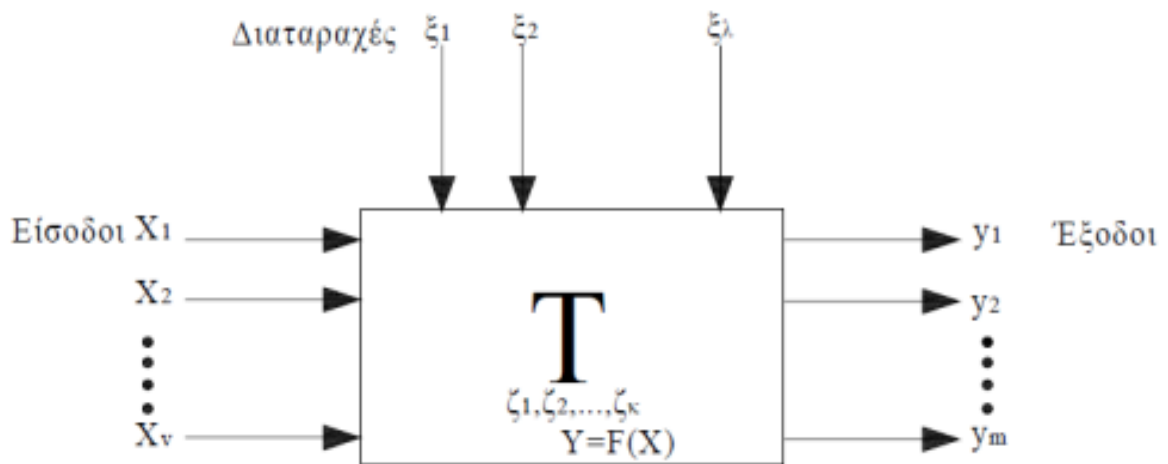
### 1.3 Ανάλυση Συστημάτων Αυτόματου Ελέγχου

Οι αυτοματισμοί συνήθως παριστάνονται με δομικά διαγράμματα (BLOCK DIAGRAMS). Στα διαγράμματα αυτά τα δομικά στοιχεία των αυτοματισμών ή και ολόκληροι αυτοματισμοί ή τμήματά τους, παριστάνονται με απλά ορθογώνια παραλληλόγραμμα, χωρίς να διευκρινίζεται η κατασκευή τους και η εσωτερική τους οργάνωση.

Δεν είναι πάντα καταλληλότερος ο τρόπος αυτός παράστασης αλλά έχει ωστόσο το πλεονέκτημα της ανεξαρτησίας, της γενικότητας, δηλαδή από τον συγκεκριμένο τρόπο κατασκευής των στοιχείων που αποτελούν τον αυτοματισμό, και της απλότητας πράγματα τα οποία διευκολύνουν την θεωρητική και μαθηματική μελέτη των αυτοματισμών.

Στο παρακάτω Σ1.4, βλέπουμε ένα ολόκληρο σύστημα αυτοματισμού **T** σε δομικό διάγραμμα. Ολόκληρος ο **T** παριστάνεται με ένα ορθογώνιο (BLOCK) . Με βέλη που καταλήγουν στο BLOCK ή φεύγουν από αυτό παριστάνονται οι δράσεις που εφαρμόζουμε επάνω στο σύστημα ή οι αντίστοιχες αντιδράσεις του συστήματος **T**. Τα βέλη δηλαδή παριστάνουν τις μεταβολές του τύπου (I) ή (II) που αναφέραμε στα χαρακτηριστικά των αυτοματισμών. Όλες αυτές οι δράσεις και αντιδράσεις μαζί ονομάζονται «σήματα» (SIGNALS). Ένα σήμα του τύπου (I), όπως τα  $x_1, x_2, \dots, x_n$  ονομάζεται «σήμα εισόδου» (INPUT SIGNAL) ή απλά «είσοδος» (INPUT) του αυτοματισμού **T**. Ενώ ένα σήμα του τύπου (II) , όπως τα  $y_1, y_2, \dots, y_n$ , ονομάζεται «σήμα εξόδου» (OUTPUT SIGNAL) ή απλά «έξοδος» (OUTPUT) του αυτοματισμού **T**.

Σύμφωνα με τον ορισμό του αυτοματισμού, οι έξοδοι  $y_1, y_2, \dots, y_n$  πρέπει να είναι συναρτήσεις των εισόδων  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Έτσι σε κάθε ομάδα εισόδων θα αντιστοιχεί μία προβλεπτή ομάδα εξόδων.



Σχήμα 1.4: Το απλούστερο δυνατό δομικό διάγραμμα ενός αυτοματισμού T

Η συνάρτηση αυτή  $F$  υπάρχει πάντα για οποιοδήποτε αυτοματισμό και ονομάζεται «συνάρτηση μεταφοράς σημάτων» ή «συνάρτηση μεταφοράς» του αυτοματισμού αυτού (TRANSFER FUNCTION). Η  $F$  είναι δυνατό να περιλαμβάνει βέβαια και παραμέτρους, όπως οι  $\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_k$  στο παραπάνω παράδειγμα.

Επίσης υπάρχουν συχνά και ανεπιθύμητες, μεταβολές ιδιοτήτων, οι λεγόμενες διαταραχές  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_l$ , (DISTURBANCES) οι οποίες μπορούν να παραμορφώσουν τις εξόδους ή και να προκαλέσουν ανεπιθύμητες εξόδους, τις αναφερόμενες σαν «παρασιτικές εξόδους» ή απλά «παράσιτα» (NOISE), ή ακόμα και να καταργήσουν την συνάρτηση μεταφοράς και να πάψει το σύστημα να είναι αυτοματισμός.

## 1.4 Ευστάθεια Συστημάτων Αυτόματου Ελέγχου

Ένα από τα χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτόματου ελέγχου που διαδραματίζουν το βασικότερο ρόλο στη συμπεριφορά τους είναι η ευστάθεια, γι' αυτό κατά τη σχεδίαση ενός συστήματος αυτόματου ελέγχου επιδιώκεται πρώτα και πάνω από όλα η εξασφάλιση της ευστάθειας. Μετά την εξασφάλιση της ευστάθειας του συστήματος επιδιώκεται η ικανοποίηση άλλων απαιτήσεων σχεδίασης όπως η ταχύτητα, η ακρίβεια απόκρισης, το εύρος ζώνης, το σφάλμα στη μόνιμη κατάσταση κ.λπ.

Ένα σύστημα είναι ευσταθές αν για πεπερασμένη είσοδο παρουσιάζει πεπερασμένη απόκριση. Αντιθέτως ένα σύστημα ονομάζεται ασταθές αν έστω και για μια πεπερασμένη είσοδο δεν παρουσιάζει πεπερασμένη απόκριση.

## 1.5 Ελεγκτές Συστημάτων Αυτόματου Ελέγχου

Στα συστήματα αυτόματου ελέγχου χρησιμοποιούμε συνδεσμολογίες ελεγκτών οι οποίοι αποσκοπούν στη βελτίωση των χαρακτηριστικών του συστήματος που μελετάμε. Με τη χρήση ελεγκτών μπορούμε να πετύχουμε καλύτερες επιδόσεις του συστήματος δηλαδή να γίνει το σύστημα πιο γρήγορο, πιο ακριβές, πιο ευσταθές, να μην επηρεάζεται από τυχόν διαταραχές κ.λπ.

Η μέθοδος με την οποία οι ελεγκτές πετυχαίνουν το στόχο τους είναι η εισαγωγή πόλων ή μηδενικών ή και των δύο στη συνάρτηση μεταφοράς του συστήματος ανοιχτού βρόγχου του οποίου τη συμπεριφορά θέλουμε να βελτιώσουμε. Υπάρχουν διάφορα είδη ελεγκτών τα οποία στην πραγματικότητα αποτελούν συνδυασμό των τριών βασικών ελεγκτών. Η πιο ευρύτατα χρησιμοποιημένη μονάδα ελεγκτή είναι ο ελεγκτής PID (Proportional, Integral, Derivative) ο οποίος ονομάζεται και ελεγκτής τριών όρων (αναλογικό-ολοκληρωτικό-διαφορικός)

Η τοποθέτηση ενός ελεγκτή σ' ένα σύστημα αυτομάτου ελέγχου ικανοποιεί τους εξής στόχους:

- Ικανοποίηση προδιαγραφών μεταβατικής χρονικής απόκρισης: μέγιστη υπερύψωση, χρόνος αποκατάστασης, χρόνος ανύψωσης.
- Ικανοποίηση προδιαγραφών σταθεράς κατάστασης: ευστάθεια, σφάλμα σταθεράς κατάστασης.
- Στιβαρότητα: ικανοποίηση των προαναφερθέντων προδιαγραφών σε συνθήκες σχετικά διαφορετικές από αυτές που έχουν υποτεθεί για την σχεδίαση του ελεγκτή. Αυτό σημαίνει απόρριψη εξωτερικών διαταραχών, μικρή ευαισθησία σε θόρυβο μετρήσεων, μικρή ευαισθησία σε σφάλματα μοντέλου. Η απαίτηση αυτή δεν λαμβάνεται υπόψη αναλυτικά στην κλασική θεωρία, αλλά εμπειρικά, αφού η χρήση ανατροφοδότησης μεριμνά γι' αυτό.

## Κεφάλαιο 2

### Τα είδη των Αυτοματισμών

#### 2.1 Εισαγωγή

Οι κατηγορίες των αυτοματισμών διακρίνονται με τέσσερις τρόπους και είναι οι εξής:

1. Ανάλογα με την φύση της σχέσης εισόδου και εξόδου, οι αυτοματισμοί διακρίνονται σε «συστήματα αυτοματισμού ανοικτού κυκλώματος» (OPEN - LOOP CONTROL SYSTEMS) και σε «συστήματα αυτοματισμού κλειστού κυκλώματος» (CLOSED - LOOP CONTROL SYSTEMS). Το δεύτερο είδος των αυτοματισμών είναι γνωστό και με την ονομασία «Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου» ή συντομογραφικά «**Σ.Α.Ε.**» - FEEDBACK CONTROL SYSTEMS.
2. Ανάλογα με τις δυνατότητες μνήμης που διαθέτουν, τα συστήματα αυτοματισμού διακρίνονται σε «Αναλογικά» (ANALOG SYSTEMS), σε «Ψηφιακά» (DIGITAL SYSTEMS) και σε «Υβριδικά» (HYBRID SYSTEMS).
3. Ανάλογα με τις δυνατότητες μνήμης που διαθέτουν, τα συστήματα αυτοματισμού διακρίνονται σε «Απλά» (SIMPLE SYSTEMS), σε «Συστήματα με Μνήμη» (SYSTEMS WITH MEMORY) και σε «Εξυπνα Συστήματα» (ARTIFICIALLY INTELLIGENT SYSTEMS).
4. Ανάλογα με την φύση των μέσων που χρησιμοποιούν, τα συστήματα αυτοματισμού διακρίνονται σε «Υδραυλικά» (HYDRAULIC SYSTEMS), σε «Πνευματικά» (PNEUMATIC SYSTEMS), σε «Ηλεκτρικά» (ELECTRIC SYSTEMS), σε «Ηλεκτρονικά» (ELECTRONIC SYSTEMS).

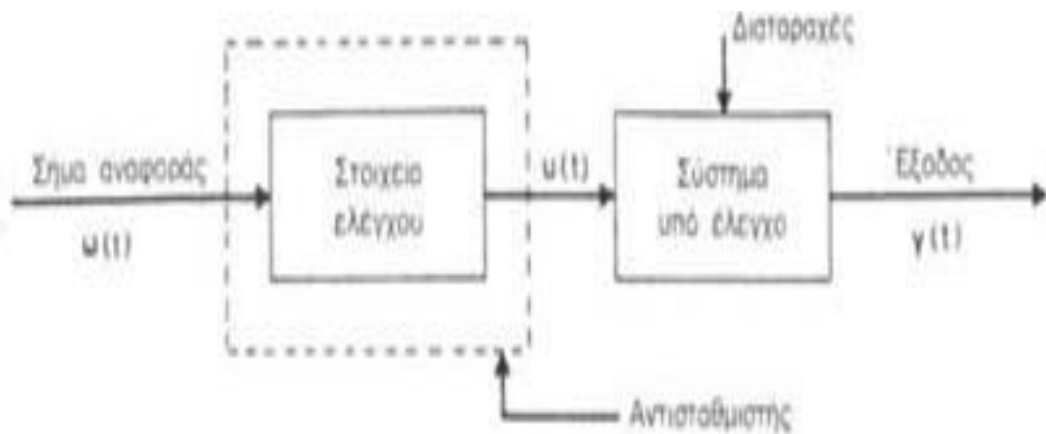
Στο παρελθόν υπήρξαν και μηχανικά συστήματα αυτοματισμού και για το μέλλον υπάρχουν πιθανότητες να εμφανισθούν και μερικά άλλα είδη μέσα στον τρόπο κατάταξης αυτό, όπως π.χ. οπτικά συστήματα. Προς το παρόν όμως τα τέσσερα είδη (υδραυλικά, πνευματικά, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά) είναι ουσιαστικά τα μόνα σε βιομηχανική χρήση.

Οι παραπάνω τέσσερις τρόποι διάκρισης είναι τελείως ανεξάρτητοι μεταξύ τους. π.χ. ένα σύστημα μπορεί να είναι υδραυλικό σύστημα αυτομάτου ελέγχου υβριδικό με μνήμη. Ένα άλλο μπορεί να είναι πνευματικό σύστημα ανοικτού κυκλώματος ψηφιακό απλό, κ.ο.κ.. Δεν αποκλείονται και μικτοί τύποι, όπως π.χ. ηλεκτροπνευματικό σύστημα αυτομάτου ελέγχου ψηφιακό απλό κ.λ.π..

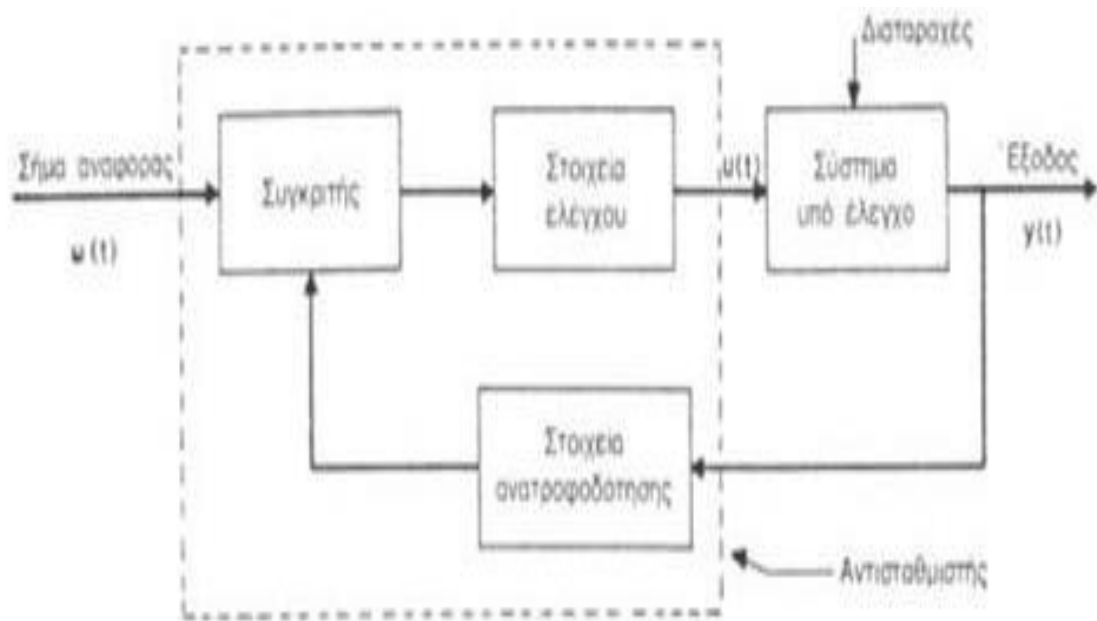


## 2.2 Αυτοματισμοί Ανοικτού και Αυτοματισμοί Κλειστού Κυκλώματος

- Ανοικτό είναι ένα σύστημα όταν η είσοδος  $u(t)$  δεν είναι συνάρτηση της εξόδου  $y(t)$
- Κλειστό είναι ένα σύστημα όταν η είσοδος  $u(t)$  είναι συνάρτηση της εξόδου  $y(t)$



Σχήμα 2.1: Σχηματικό Διάγραμμα ανοικτού συστήματος



Σχήμα 2.2: Σχηματικό Διάγραμμα κλειστού συστήματος

Τα ανοικτά συστήματα έχουν δύο σημαντικά χαρακτηριστικά:

1. Η απόδοση τους (δηλαδή το κατά πόσο επιτυγχάνουν την επιθυμητή έξοδο) εξαρτάται από το καλιμπράρισμα που τους έχει γίνει. Καλιμπράρισμα ονομάζουμε τη ρύθμιση της σχέσης εισόδου-εξόδου έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η απαιτούμενη ακρίβεια όσον αφορά το επιθυμητό αποτέλεσμα.
2. Δεν παρουσιάζουν προβλήματα ευστάθειας (π.χ. Στην περίπτωση της τοστιέρας δεν υπάρχει περίπτωση αδιάκοπης λειτουργίας επειδή δεν έχει επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα)

Παραδείγματα ανοικτών συστημάτων αυτομάτου ελέγχου είναι:

- Πλυντήριο: Ο ρυθμιστής είναι το πρόγραμμα που θέτει το πλυντήριο σε μια σειρά από λειτουργίες όπως αλλαγή νερού, στύψιμο ρούχων κλπ. Η έξοδος του συστήματος (δηλ. ο βαθμός καθαρισμού των ρούχων δεν λαμβάνεται υπόψη στο καθορισμό της επόμενης λειτουργίας).
- Τοστιέρα
- Σύστημα σηματοδότησης δρόμων

Τα κλειστά συστήματα ονομάζονται και συστήματα ανατροφοδότησης (feedback). Ανατροφοδότηση ονομάζουμε τη διαδικασία διοχέτευσης πληροφορίας όσον αφορά την τρέχουσα έξοδο του συστήματος στην είσοδο του.

Τα κλειστά συστήματα είναι λιγότερο ευαίσθητα σε διαταραχές που μπορεί να επηρεάσουν το σύστημα. Διαταραχές ονομάζουμε τις μεταβολές του περιβάλλοντος ή του υπό έλεγχο συστήματος ή άλλες αιτίες που έχουν ως αποτέλεσμα η έξοδος του συστήματος να αποκλίνει από την επιθυμητή συμπεριφορά.

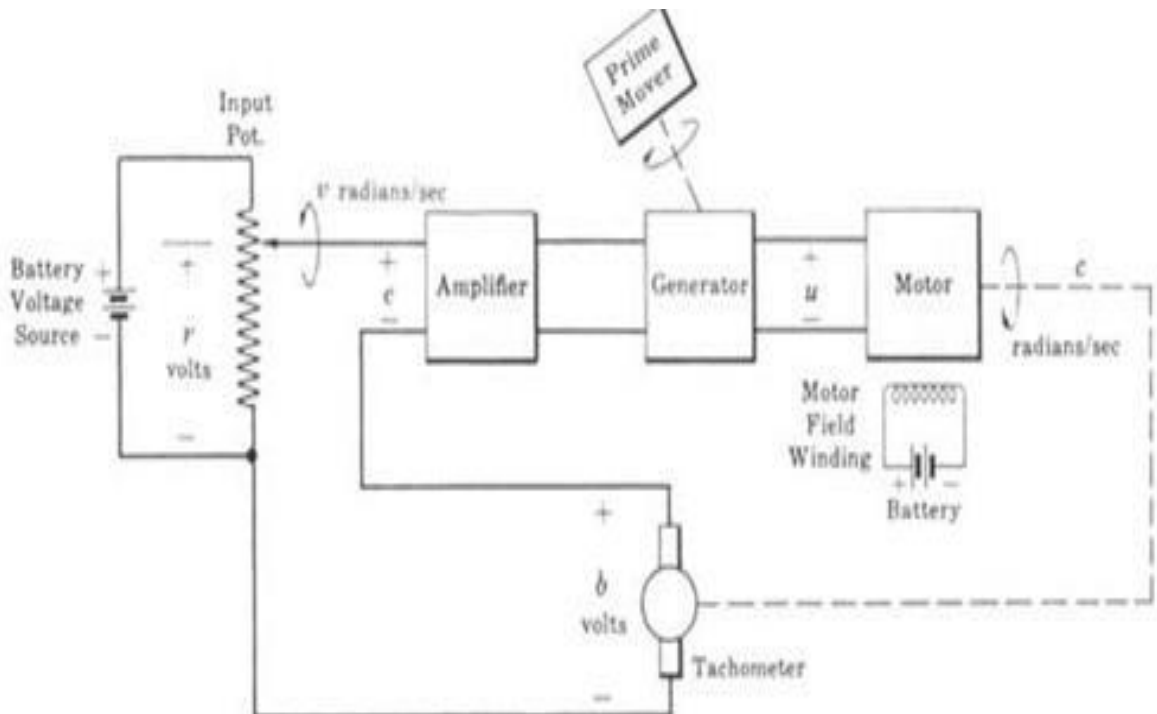
Παραδείγματα κλειστών συστημάτων αυτομάτου ελέγχου είναι:

- Θερμοσίφωνο: Ο ρυθμιστής είναι ένας θερμοστάτης που πρακτικά συμπεριφέρεται ως διακόπτης. Όταν το νερό αποκτήσει την επιθυμητή θερμοκρασία ο διακόπτης ανοίγει οπότε διακόπτεται η τροφοδοσία ηλεκτρικού ρεύματος. Όταν η θερμοκρασία του νερού πέσει κάτω μια συγκεκριμένη τιμή ο διακόπτης κλείνει και επανέρχεται η τροφοδοσία ρεύματος.
- Αυτόματος πιλότος σε αεροσκάφη,
- Τηλεκατευθυνόμενοι πύραυλοι, κλπ.

Τα συστήματα ανατροφοδότησης παρουσιάζουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Αυξημένη ακρίβεια στη δημιουργία της επιθυμητής εξόδου
- Τάση προς ταλάντωση και αστάθεια (π.χ. το θερμοσίφωνο θα εναλλάσσεται διαρκώς ανάμεσα σε κατάσταση θέρμανσης του νερού και αδράνειας)
- Μεγαλύτερη ανοχή ως προς τις διαταραχές (π.χ. Η μειωμένη αποτελεσματικότητα του θερμαντικού στοιχείου στο θερμοσίφωνο δεν οδηγεί σε αδυναμία θέρμανσης του νερού αλλά απλά σε περισσότερο χρόνο τον διακόπτη σε κατάσταση ON)
- Μεγαλύτερη ανοχή ως προς τη μη γραμμικότητα (πολλά φυσικά συστήματα μοντελοποιούνται ως γραμμικά μαθηματικά μοντέλα. Η μοντελοποίηση αυτή δεν είναι πάντοτε ακριβής)
- Αυξημένο εύρος ζώνης (δηλαδή παρουσιάζουν επιθυμητή λειτουργία σε ένα μεγαλύτερο εύρος συχνοτήτων)

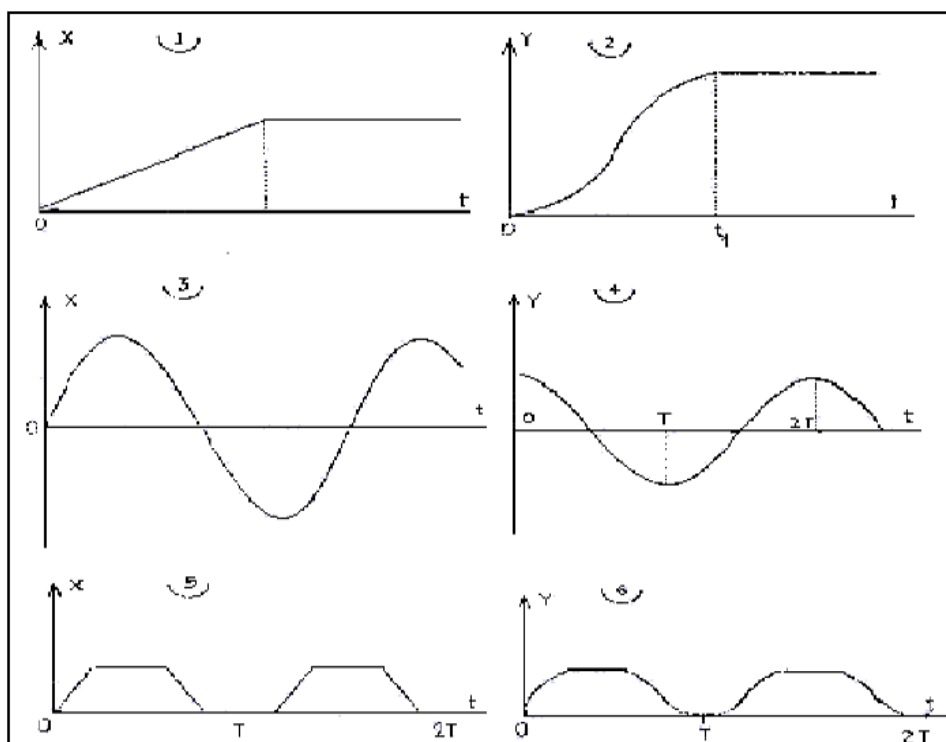
Η ειδική κατηγορία Σ.Α.Ε στην οποία γίνεται έλεγχος μηχανικής κίνησης, όπως π.χ. της ταχύτητας ή της θέσης μιας μάζας, είναι γνωστή και ως σερβομηχανισμός.



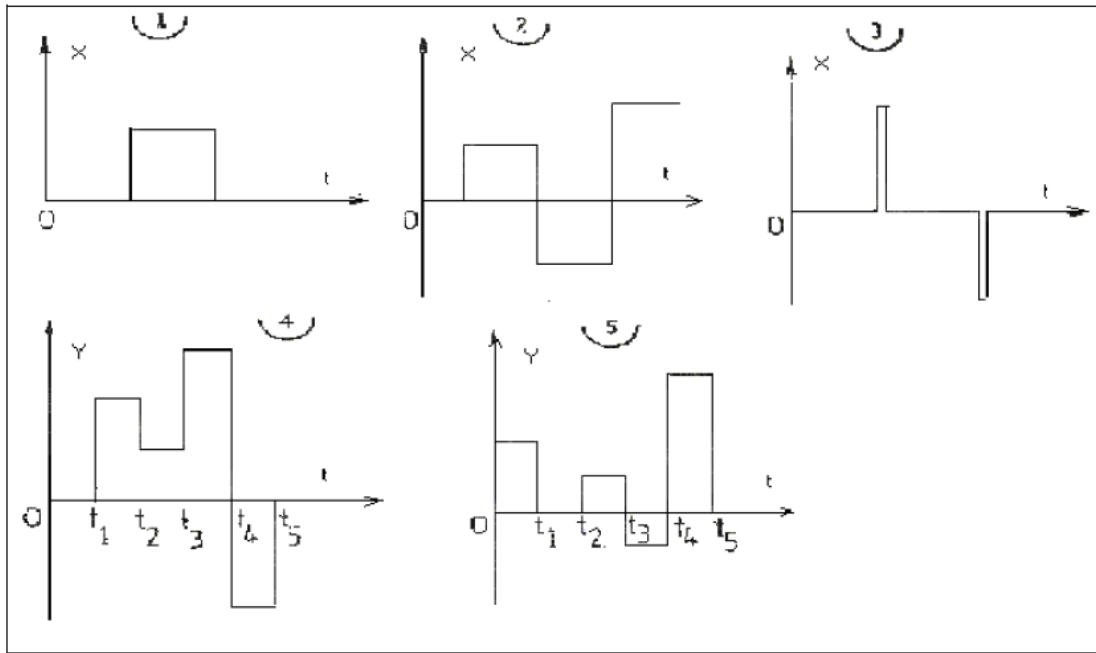
Εικόνα 2.3: Σερβομηχανισμός Ταχύτητας

## 2.3 Αναλογικά, Ψηφιακά και Υβριδικά Συστήματα Αυτοματισμού

Τα σήματα των συστημάτων αυτοματισμού χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες, σε αναλογικά και σε ψηφιακά συστήματα. Αντίστοιχα διακρίνουμε αναλογικά και ψηφιακά συστήματα αυτοματισμού. Τα σήματα εισόδου και εξόδου των αναλογικών συστημάτων παρουσιάζουν μία αρκετά ομαλή και συνεχή μεταβολή ως προς τον χρόνο, ώστε να μπορούν να παρασταθούν με συνεχείς συναρτήσεις του χρόνου. Η έξοδος  $Y$  «προλαβαίνει» και παρακολουθεί κατά συνεχή τρόπο την είσοδο  $X$ . Στο παρακάτω σχήμα, στα διαγράμματα 1 και 2 βλέπουμε μια έξοδο  $Y$  να παρακολουθεί ομαλά μία είσοδο  $X$ . Και τα δύο σήματα είναι απεριοδικά. Στις περιπτώσεις 3-4 και 5-6 έχουμε εισόδους περιοδικές και αντίστοιχες περιοδικές εξόδους με την ίδια περίοδο  $T$ . Τα σήματα αυτά είναι όλα αναλογικά. Τα σήματα εισόδου και εξόδου των ψηφιακών συστημάτων αυτοματισμού παρουσιάζουν πολύ απότομες μεταβολές, τόσο απότομες που να μπορούν να παρασταθούν με κάθετα επί τον άξονα του χρόνου ευθύγραμμα τμήματα - άλματα. Ενώ στο μεταξύ δύο αλμάτων χρονικό διάστημα παρουσιάζουν σταθερότητα.



Σχήμα 2.4: Παραδείγματα της μεταβολής αναλογικών σημάτων εισόδου  $X$  και εξόδου  $Y$ , συναρτήσει του χρόνου  $t$



Σχήμα 2.5: Παραδείγματα της μεταβολής ψηφιακών σημάτων εισόδου  $X$  και εξόδου  $Y$  συναρτήσει του χρόνου  $t$

Τα πιο ευαίσθητα ψηφιακά συστήματα αυτοματισμού μπορούν να αντιδράσουν και σε είσοδο παλμική (π.χ. το σύστημα με INPUT - OUTPUT) ή/και να παράγουν παλμική έξοδο. Χρησιμοποιούνται όμως και συστήματα αυτοματισμού, στα οποία συνυπάρχουν ψηφιακά μαζί με αναλογικά σήματα στις εισόδους ή/και στις εξόδους. Υπάρχουν και σήματα που έχουν μικτό ψηφιακό και αναλογικό χαρακτήρα. Τα συστήματα που χρησιμοποιούν μαζί ψηφιακά και αναλογικά σήματα ή έστω υβριδικά σήματα ονομάζονται υβριδικά συστήματα αυτοματισμού.

## 2.4 Συστήματα Αυτοματισμού Απλά, με Μνήμη και Έξυπνα Συστήματα

Ανάλογα με τις δυνατότητες μνήμης που έχουν τα συστήματα αυτοματισμού διακρίνονται σε απλά ή χωρίς μνήμη, σε συστήματα με μνήμη και σε συστήματα έξυπνα .

Σε ένα σύστημα αυτοματισμού με μνήμη, μία OUTPUT δεν εξαρτάται μόνο από την τρέχουσα INPUT, αλλά και από προηγούμενες INPUT σε προηγούμενους κύκλους λειτουργίας του συστήματος. Ένα τέτοιο σύστημα έχει την ικανότητα να θυμάται τις προγενέστερες αυτές INPUT και αυτό το επιτυγχάνει ρυθμίζοντας κάποιες παραμέτρους του ανάλογα με αυτές τις προγενέστερες INPUT. Ενώ σ' ένα απλό σύστημα αυτοματισμού χωρίς

μνήμη, κάθε προγενέστερη INPUT αγνοείται και η OUTPUT καθορίζεται αποκλειστικά από την τρέχουσα INPUT.

Ένα έξυπνο σύστημα αυτοματισμού είναι ένα σύστημα με ισχυρή μνήμη, που οπωσδήποτε δέχεται προγράμματα, αλλά που έχει την επιπλέον δυνατότητα να αναπροσαρμόζει ή να αλλάζει μόνο του τα προγράμματά του αντιδρώντας σε διάφορες κατηγορίες εισόδων που δέχεται από το περιβάλλον κατά την διάρκεια της λειτουργίας του. Υπάρχουν πολλές διαβαθμίσεις έξυπνων συστημάτων, με ποσοτικές και ποιοτικές διαφορές μεταξύ τους. Στο κάτω άκρο, το όριο μεταξύ των ισχυρότερων συστημάτων με μνήμη και των λιγότερο έξυπνων συστημάτων δεν είναι σαφές. Στο επάνω άκρο, θεωρητικά τουλάχιστον, υπάρχει η δυνατότητα να κατασκευασθούν έξυπνα συστήματα με εντελώς ανθρώπινα χαρακτηριστικά σκέψης. Όμως τέτοια συστήματα αρχίζουν εντελώς να ξεφεύγουν από τον ορισμό του αυτοματισμού που έχουμε δεχθεί εδώ. Γιατί το σύστημα - άνθρωπος φαίνεται ότι διαθέτει ατέλειες ή προτερήματα τέτοια, που το κάνουν να μην έχει σχεδόν ποτέ την ίδια ακριβώς έξοδο σε μία δεδομένη σειρά από εισόδους, όσο και αν εκπαιδευθεί και όση εμπειρία και αν αποκτήσει.

## **2.5 Υδραυλικά, Πνευματικά, Ηλεκτρικά, Ηλεκτρονικά συστήματα αυτοματισμού**

### **2.5.1 Εισαγωγή**

Πρόκειται για βιομηχανικούς αυτοματισμούς όπου ανάλογα με το μέσο μεταφοράς του σήματος (ενέργειας) που χρησιμοποιούν κατατάσσονται σε:

- A) Ηλεκτρικά συστήματα αυτοματισμού: με μέσο μεταφοράς του σήματος ελέγχου και εφαρμογής το ηλεκτρικό ρεύμα.
- B) Υδραυλικά συστήματα αυτοματισμού: με μέσο μεταφοράς του σήματος ελέγχου και εφαρμογής το χρησιμοποιούμενο ρευστό υγρής κατάστασης (κυρίως λάδι).
- Γ) Πνευματικά συστήματα αυτοματισμού: με μέσο μεταφοράς του σήματος ελέγχου και εφαρμογής το χρησιμοποιούμενο ρευστό σε αέρια κατάσταση (ατμοσφαιρικός αέρας υπό πίεση).
- Δ) Ηλεκτρονικά συστήματα αυτοματισμού: με χρήση ασθενών ρευμάτων και μικροϋπολογιστών
- E) Συνδυασμός των ανωτέρω συστημάτων: π.χ. Ηλεκτρο-υδραυλικά και ηλεκτροπνευματικά συστήματα.

## 2.5.2 Ηλεκτρικά συστήματα αυτοματισμού

### 2.5.2.1 Γενικά

Τα ηλεκτρικά συστήματα αυτοματισμού χρησιμοποιούν ηλεκτρικά σήματα που προκαλούν μετατοπίσεις και κινήσεις αλλά σε άλλες εξόδους. Οι δυνατότητες τους σε δυνάμεις, ιδίως στατικές δυνάμεις, υπόκεινται σε πολλούς περιορισμούς γιατί θέλουν ειδικές προφυλάξεις κατά υπερφορτίσεων. Μπορούν όμως να μεταφέρουν με πολύ μεγάλη αξιοπιστία και πολύ μεγαλύτερη, από τους πνευματικούς αυτοματισμούς, ταχύτητα περίπλοκα συστήματα σε πολύ μεγάλες αποστάσεις. Γι' αυτό είναι τα πιο διαδεδομένα συστήματα σήμερα και τα βρίσκουμε σαν υποσυστήματα τουλάχιστον στους περισσότερους βιομηχανικούς αυτοματισμούς.

Τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τους είναι:

Πλεονεκτήματα:

- α) Έχουν μεγάλο βαθμό απόδοσης
- β) Δεν χρειάζονται μονάδα παραγωγής ενέργειας (αεροσυμπιεστές, αντλίες κλπ)
- γ) Είναι «καθαρά» συστήματα και τυχόν διαρροές δεν προκαλούν βλάβες σε διπλανές συσκευές

Μειονεκτήματα:

- α) Προκαλούν σπινθήρες και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εύφλεκτο περιβάλλον
- β) Η συντήρησή τους είναι πολύπλοκη
- γ) Συχνά συνδέονται με ακριβές ηλεκτρονικές μονάδες.

Σε ότι αφορά τη γρήγορη επίτευξη ισχύος και ακριβούς επίτευξης θέσης, το προβάδισμα, έχουν οι ηλεκτρικοί ενεργοποιητές. Αυτό είναι ένα καθοριστικό πλεονέκτημα για ακρίβεια, συγχρονισμό, περιοδικότητα, προσδιοριζόμενο προφίλ πλοήγησης και αντοχή σε καταπονήσεις

Οι ηλεκτρικοί ενεργοποιητές χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπως μεταφορά υλικών επάνω σε μεταφορικές ταινίες, κίνηση μεγάλων δίσκων.



Σχήμα 2.6: Ηλεκτρομηχανικός μηχανισμός για την παραγωγή γραμμικής κίνησης

### 2.5.2.2 Ηλεκτρονόμοι

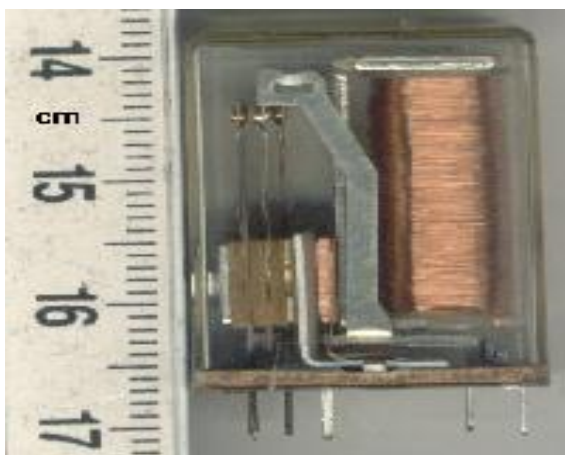
Ο ηλεκτρονόμος, ρελέ (relay) ή ρελές είναι ένας ηλεκτρικός διακόπτης που ανοίγει και κλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα κάτω από τον έλεγχο ενός άλλου ηλεκτρικού κυκλώματος. Στην αρχική μορφή του, ένας ηλεκτρομαγνήτης ενεργοποιούσε το διακόπτη, με το άνοιγμα ή κλείσιμο μιας ή περισσότερων επαφών. Εφευρέθηκε από τον Τζόζεφ Χένρυ το 1835. Επειδή ένας ηλεκτρονόμος είναι ικανός να ελέγχει ένα κύκλωμα εξόδου υψηλότερης ισχύος από το κύκλωμα εισόδου, μπορεί να θεωρηθεί, γενικά, μια μορφή ηλεκτρικού ενισχυτή.

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

Μια επαφή Κανονικά-Ανοικτή συνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται· το κύκλωμα αποσυνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης Επαφή Μορφής Α ή επαφή "make". Η επαφή μορφής Α είναι ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν την ενεργοποίηση μιας πηγής υψηλής τάσης από απόσταση.

Μια επαφή Κανονικά-Κλειστή αποσυνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται· το κύκλωμα συνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης Επαφή Μορφής Β ή επαφή "break". Η επαφή μορφής Β είναι ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν το κύκλωμα να παραμένει κλειστό (ενεργό) μέχρι ο ηλεκτρονόμος να ενεργοποιηθεί.

Μια επαφή Μεταγωγική μπορεί να ελέγχει δύο κυκλώματα. Ισοδυναμεί με μια επαφή κανονικά-ανοικτή και μια επαφή κανονικά-κλειστή που έχουν ένα κοινό ακροδέκτη. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης Επαφή Μορφής C.



(α)



(β)

Εικόνα 2.1: α) Μικρός ηλεκτρονόμος που χρησιμοποιείται στην ηλεκτρονική β) Ένας ηλεκτρονόμος στερεάς κατάστασης, ο οποίος δεν έχει κινούμενα μέρη



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

#### Λειτουργία Ηλεκτρονόμου:

Όταν ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει το πηνίο του ηλεκτρονόμου, το παραγόμενο μαγνητικό πεδίο έλκει έναν οπλισμό που είναι μηχανικά συνδεδεμένος σε μια κινούμενη επαφή. Έτσι, η κινούμενη επαφή είτε συνδέεται με μια σταθερή επαφή είτε αποσυνδέεται από τη σταθερή επαφή. Μόλις το ηλεκτρικό ρεύμα στο πηνίο διακοπεί, ο οπλισμός επιστέφει στη θέση ηρεμίας του εξαιτίας μιας δύναμης επαναφοράς, που είναι ίση με το ήμισυ της μαγνητικής. Η δύναμη επαναφοράς παρέχεται συνήθως από ένα ελατήριο, αλλά και η βαρύτητα χρησιμοποιείται συχνά σε βιομηχανικούς εκκινητές μηχανών. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής στο πηνίο γεννά ένα ηλεκτρικό ρεύμα, το λεγόμενο "επαγωγικό", που έχει αντίθετη φορά από εκείνο που παρέχεται στο πηνίο. Για τη λειτουργία του πηνίου και τη μετακίνηση των επαφών απαιτείται σχετικά μεγάλη ένταση ηλεκτρικού ρεύματος, αλλά - μόλις ο οπλισμός κλείσει - το ηλεκτρικό ρεύμα που απαιτείται για να κρατήσει τον οπλισμό κλειστό είναι ένα μικρό κλάσμα του αρχικού, τυπικά το 1/10. Οι ηλεκτρονόμοι κατασκευάζονται για να λειτουργούν γρήγορα. Σε μια εφαρμογή χαμηλής τάσης, αυτό γίνεται για τη μείωση του θορύβου. Σε μια εφαρμογή υψηλής τάσης ή υψηλής έντασης ρεύματος, αυτό γίνεται για τη μείωση των σπινθηρισμών (ηλεκτρικών εκφορτίσεων μορφής τόξου).

Εάν το πηνίο διεγείρεται με συνεχές (DC) ρεύμα, ανεξάρτητα από το ηλεκτρικό ρεύμα που ρέει διαμέσου των επαφών, μια δίοδος μπαίνει συνήθως παράλληλα με το πηνίο. Όταν το πηνίο διεγείρεται, αποκαθίσταται ένα μαγνητικό πεδίο. Όταν το πηνίο αποδιεγείρεται, το καταρρέον μαγνητικό πεδίο δημιουργεί μια αιχμή ηλεκτρικού ρεύματος που θα μπορούσε να βλάψει το υπόλοιπο κύκλωμα. Αν το πηνίο διεγείρεται με εναλλασσόμενο (AC) ρεύμα, ένα μικρό χάλκινο δαχτυλίδι πτυχώνεται στο άκρο του σωληνοειδούς πηνίου. Το εναλλασσόμενο ρεύμα μηδενίζεται 100 φορές το δευτερόλεπτο. Σε κάθε χρονική στιγμή μηδενισμού, δεν υπάρχει καμιά μαγνητική δύναμη που να συγκρατεί τις επαφές κλειστές. Το μικρό χάλκινο δαχτυλίδι παρέχει ένα μικρό ρεύμα εκτός φάσεως που καλείται shadow pole (σκιάδης πόλος). Το άθροισμα του εναλλασσόμενου ρεύματος και του shadow pole εξασφαλίζει τη συγκράτηση του οπλισμού στη θέση εμπλοκής σε όλες τις χρονικές στιγμές.

Σε αναλογία με τις λειτουργίες της πρωτότυπης ηλεκτρομαγνητικής συσκευής, ένας ηλεκτρονόμος στεράς κατάστασης κατασκευάζεται με ένα θυρίστορ ή άλλη συσκευή διακοπής στερεάς κατάστασης. Για να επιτευχθεί ηλεκτρική απομόνωση, μια δίοδος φωτοεκπομπής LED χρησιμοποιείται με ένα φωτοτρανζίστορ.

### 2.5.2.3 Ηλεκτρικά κυκλώματα

Κύκλωμα ονομάζεται μία κλειστή αγωγή από το ηλεκτρικό ρεύμα διαδρομή. Τα στοιχεία τα οποία συμμετέχουν στο κύκλωμα ονομάζονται ηλεκτρικά στοιχεία.

#### Ηλεκτρικά στοιχεία:

Υπάρχουν βασικά τριών ειδών ηλεκτρικά στοιχεία:

- Τα παραγωγικά ηλεκτρικά στοιχεία, δηλαδή οι πηγές. Στις πηγές οφείλεται η ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ), η οποία είναι η αιτία του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα, δηλαδή οι πηγές δημιουργούν ηλεκτρικό πεδίο, ώστε να ασκούνται δυνάμεις στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του κυκλώματος, άρα και να δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα.
- Οι αγωγοί. Οι αγωγοί συνδέουν την πηγή με τις συσκευές και μεταφέρουν το ηλεκτρικό ρεύμα, άρα και την ηλεκτρική ενέργεια εκεί που χρειάζεται.
- Τα καταναλωτικά ηλεκτρικά στοιχεία, δηλαδή οι συσκευές. Οι συσκευές καταναλώνουν την ηλεκτρική ενέργεια, για να εκτελέσουν μία λειτουργία, όπως ο φωτισμός.

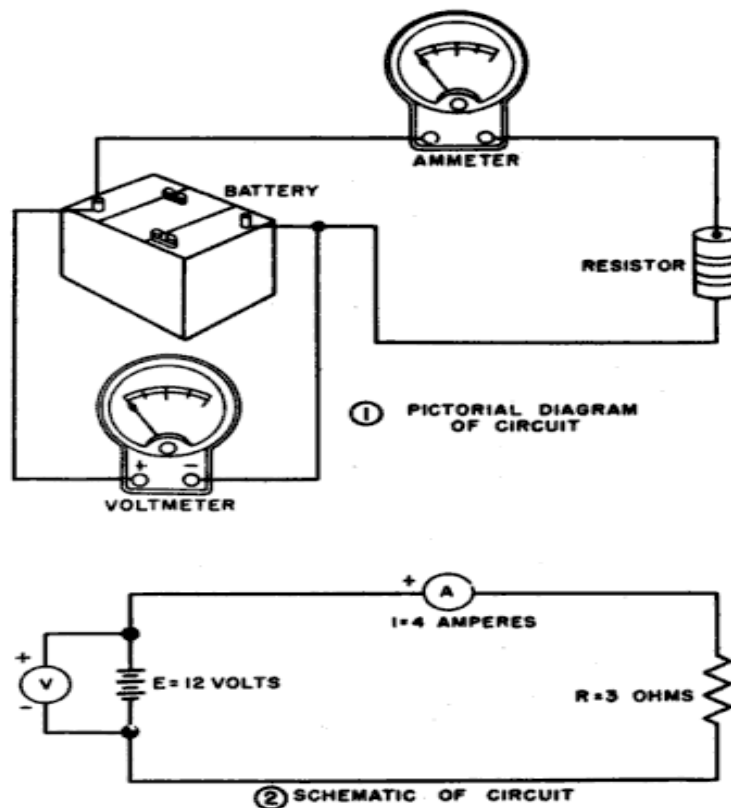





















Figure 48. Diagram of a basic circuit.

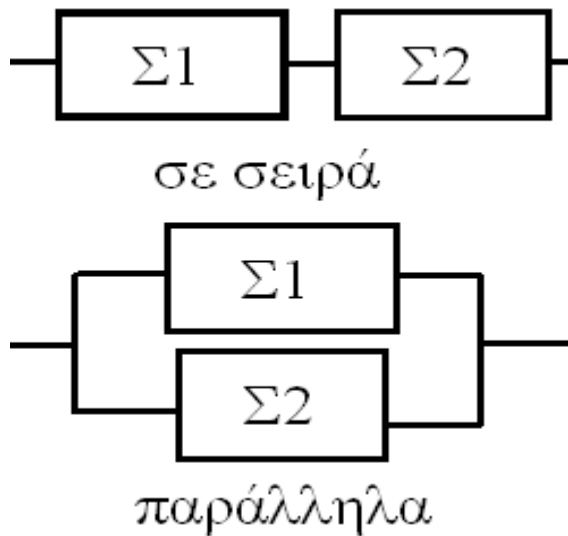
Σχήμα 2.7: Σχηματικές παραστάσεις κυκλωμάτων

Οι πηγές, άρα και τα κυκλώματα και οι συσκευές, είναι δύο ειδών συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος (DC) και εναλλασσόμενου ηλεκτρικού ρεύματος (AC). Η μπαταρία είναι φορητή πηγή συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος. Οι θερμικές συσκευές μπορούν να δουλέψουν με τον ίδιο τρόπο και στα δύο είδη ρεύματος. Οι αγωγοί επειδή λειτουργούν και αυτοί σαν θερμικές συσκευές δε διαχωρίζονται σε αυτές τις δύο κατηγορίες.

	πηγή συνεχούς ρεύματος
	πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος
	αγωγός
	γείωση
	αγωγοί που δε συνδέονται
	αγωγοί που συνδέονται
	ανοιχτός διακόπτης
	κλειστός διακόπτης
	συσκευή Σ
	αντιστάτης
	αντιστάτης μεταβλητής αντίστασης
	λάμπα
	πυκνωτής
	πολομένος πυκνωτής
	πηνείο
	πηνείο με μεταλλικό πυρήνα
	δίοδος
	κρυσταλλοολυχνία
	ηχείο

Εικόνα 2.2: Σύμβολα απλών στοιχείων ηλεκτρικού κυκλώματος

Στα στοιχεία για κυκλώματα συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος υπάρχει επισήμανση + και -, όπως και στην πηγή. Σε κάθε συσκευή το άκρο + συνδέεται με το άκρο + της πηγής ή με άκρο - μιας άλλης συσκευής, ενώ το άκρο - της συσκευής συνδέεται με το άκρο - της πηγής ή άκρο + μιας άλλης συσκευής.



Εικόνα 2.3: Συνδέσεις δύο συσκευών Σ1 και Σ2

#### 2.5.2.4 Θερμικά κυκλώματα

Είναι μηχανισμοί που προστατεύουν τους κινητήρες από υπερεντάσεις (όχι από βραχυκυκλώματα) δηλαδή από διελεύσεις ρεύματος πάνω από το ονομαστικό όριο για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αποτελούνται από τρία διμεταλλικά στοιχεία από τα οποία περνούν οι φάσεις, πριν τροφοδοτήσουν τον κινητήρα. Όταν η ένταση του ρεύματος είναι μέσα στα όρια που έχει ρυθμιστεί το θερμικό, τότε αυτό βρίσκεται σε ηρεμία. Όταν όμως περάσει περισσότερο ρεύμα, από μια ή περισσότερες φάσεις, τότε το ή τα διμεταλλικά, στραβώνει (εκ κατασκευής) και προκαλεί σταμάτημα του κινητήρα. Συνήθως υπάρχει η δυνατότητα επαναφοράς στη λειτουργία του θερμικού μέσω μπουτόν επαναφοράς.

#### 2.5.2.5 Ηλεκτρικά όργανα αυτοματισμών

Ηλεκτρικά όργανα αυτοματισμού αποτελούν:

##### Οι αυτόματοι διακόπτες

Ο διακόπτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για να απομονώσει μέρος ενός κυκλώματος. Το κύκλωμα ονομάζεται κλειστό, όταν ο διακόπτης είναι κλειστός, γιατί το σχέδιό του είναι μια κλειστή καμπύλη. Το κύκλωμα ονομάζεται ανοιχτό, όταν ο διακόπτης είναι ανοιχτός, γιατί το σχέδιό του είναι μια ανοιχτή καμπύλη. Αυτή η ορολογία αντιτίθεται στην καθημερινή ορολογία η οποία περιγράφει το ίδιο φαινόμενο, για παράδειγμα λέμε άνοιξε το φως και εννοούμε στην ηλεκτρολογική ορολογία κλείσε το κύκλωμα που παράγει φως.

Έτσι, οι διακόπτες επιτελούν τις εξής τρεις λειτουργίες:

- Ανοίγουν σε εξαιρετικές περιπτώσεις ένα κύκλωμα, όπως για παράδειγμα ο γενικός διακόπτης ενός νοικοκυριού.
- Κλείνουν σε εξαιρετικές περιπτώσεις ένα κύκλωμα, όπως για παράδειγμα ο συναγερμός ενός νοικοκυριού.
- Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής της κατάστασης ενός κυκλώματος, όπως για παράδειγμα ένα φωτιστικό σε κοιμόδινο.

Επιπλέον, οι διακόπτες μεταφέρουν τις στοιχειώδεις πληροφορίες 0 ή ψευδής όταν είναι ανοιχτοί και 1 ή αληθής όταν είναι κλειστοί, όπως συμβαίνει στους υπολογιστές.

### **Διακόπτες δικτύων ισχύος:**

#### **A) Διακόπτες Μέσης και Υψηλής Τάσεως:**

Στα δίκτυα εναλλασσομένου ρεύματος μέσης τάσεως (1-22kV) και υψηλής/υπερυψηλής τάσεως (66-400kV) οι διακόπτες ταξινομούνται ως εξής:

Αποζεύκτες-γειωτές: Οι αποζεύκτες δεν έχουν δυνατότητα διακοπής ή αποκατάστασης αξιόλογου ρεύματος, όμως έχουν μεγάλη απόσταση μεταξύ των επαφών και εξασφαλίζουν (σε συνεργασία με τους γειωτές) ότι ένα κύκλωμα είναι ασφαλές ώστε να εργασθεί προσωπικό σε αυτό. Οι γειωτές είναι διακόπτες με ανάλογα χαρακτηριστικά με τους αποζεύκτες, με τους οποίους αλληλομανδαλώνονται και εξασφαλίζουν ότι όταν ο αποζεύκτης είναι ανοικτός, το κύκλωμα συνδέεται στη γείωση.

Διακόπτες φορτίου: Έχουν δυνατότητα διακοπής μόνο του κανονικού ρεύματος λειτουργίας ενώ μπορούν να κλείσουν χωρίς βλάβη ακόμα και αν υπάρχει βραχυκύκλωμα. Είναι εφοδιασμένοι με ελατήριο για την γρήγορη απομάκρυνση των επαφών. Αποτελούν μέσα χειρισμού και χρησιμοποιούνται για χειρισμό ηλεκτροκινητήρων, ζεύξη αναχωρήσεων γραμμών, συγχρονισμένη σύνδεση ηλεκτρογεννητριών κλπ.

Διακόπτες ισχύος ή αυτόματοι: Οι διακόπτες ισχύος αποτελούν μέσα προστασίας και σπανίως χρησιμοποιούνται για χειρισμούς. Έχουν δυνατότητα ταχείας διακοπής του πολύ μεγάλου ρεύματος που ρέει στα δίκτυα MT και YT σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, μέσω ειδικών διατάξεων που σβήνουν το τόξο που σχηματίζεται ανάμεσα στις επαφές τους. Οι συνηθέστεροι τύποι σήμερα είναι οι διακόπτες πτωχού ελαίου και οι διακόπτες SF<sub>6</sub>. Οι διακόπτες ισχύος διαθέτουν ισχυρότατο ελατήριο το οποίο εξασφαλίζει την ταχεία απομάκρυνση των επαφών εντός ελάχιστου χρόνου, κάτω των 5 ms. Αν ο μηχανισμός του ελατηρίου ενεργοποιηθεί και ο διακόπτης ανοίξει, πρέπει να οπλίσει εκ νέου, πράγμα που επιτυγχάνεται με χρήση ηλεκτροκινητήρα ή βοηθητικού χειροστροφάλου.

#### **B) Διακόπτες Χαμηλής Τάσεως:**

Στα δίκτυα XT (τυπικά έως 1000V) δεν υπάρχει ιδιαίτερη κατηγορία αποζευκτών, διότι αφενός είναι δυνατή η εργασία προσωπικού υπό τάση, αφετέρου δε οι διακόπτες φορτίου

εξασφαλίζουν επαρκή απόζευξη. Υπάρχουν μόνο διακόπτες φορτίου (χειρισμού) και διακόπτες ισχύος (προστασίας) ή αυτόματοι. Αυτοί έχουν τις ίδιες βασικές ιδιότητες με τους αντίστοιχους διακόπτες μέσης τάσης αλλά είναι πολύ απλούστεροι και φθηνότεροι. Σε απλές εγκαταστάσεις και για ρεύματα μέχρι 100Α χρησιμοποιούνται οι λεγόμενοι μικροαυτόματοι, οι οποίοι είναι ιδιαίτερα χαμηλού κόστους.

Εκτός από απλές εφαρμογές (οικιακές, φωτισμός κλπ) στις περισσότερες περιπτώσεις ο χειρισμός και έλεγχος των φορτίων γίνεται με ηλεκτρονόμους (ρελέ) ισχύος αντί για απλούς χειροκίνητους διακόπτες. Ο λόγος είναι ότι οι ηλεκτρονόμοι συνεργάζονται άμεσα με συστήματα αυτοματισμού, από τα απλούστερα με πιεστικούς διακόπτες START-STOP μέχρι προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLC) και περίπλοκα συστήματα αυτομάτου ελέγχου.

Οι χρονοδιακόπτες: Είναι μηχανισμοί διακοπών οι οποίοι ενεργοποιούνται αυτόματα και συνδέουν ή διακόπτουν διάφορα κυκλώματα συσκευών. Λειτουργούν κατόπιν προγραμματισμένης λειτουργίας με διάφορα χρονικά προγράμματα σε ωριαία, ημερήσια ή εβδομαδιαία βάση. Ανάλογα με το φορτίο του ηλεκτρικού κυκλώματος που μπορούν να διακόψουν χαρακτηρίζονται ως χρονοδιακόπτες των 10Α, των 20Α κλπ.

Τα χρονικά: Είναι μηχανισμοί που εξασφαλίζουν στο κύκλωμα καθυστέρηση διακοπής αν διακόπτεται η λειτουργία του πηνίου τους ή καθυστέρηση έναρξης, όταν τροφοδοτείται το πηνίο τους. Η καθυστέρηση είναι για όσο έχει ρυθμιστεί και μπορεί να είναι από μερικά δευτερόλεπτα, μέχρι μερικά λεπτά. Η καθυστέρηση επιτυγχάνεται μέσω μηχανισμού (ελατήρια, ηλεκτρομαγνήτης κλπ), μέσω πνευματικού μηχανισμού και μέσω κινητήρα.

Οι πιεζοστάτες : Είναι μηχανισμοί που έχουν τη δυνατότητα να κινήσουν μια τετραγωνική επαφή, όταν η πίεση που δέχονται βρεθεί εκτός ορίων που έχουν καθοριστεί. Μέσω των πιεζοστατών επιτυγχάνεται:

- Παύση της αύξησης της πίεσης σε επιθυμητό όριο
- Έναρξη συμπίεση όταν η πίεση πέσει κάτω από κάποιο όριο
- Λειτουργία σήματος κινδύνου σε περιπτώσεις υπερπίεσης

Οι θερμοστάτες: Ανάλογα με τους πιεζοστάτες, είναι μηχανισμοί που έχουν τη δυνατότητα να κινήσουν μια τετραγωνική επαφή, όταν η θερμοκρασία που δέχονται βρεθεί εκτός ορίων που έχουν καθοριστεί. Αποτελούνται συνήθως από τρία τμήματα: το αισθητήριο, το μηχανισμό και την επαφή. Το αισθητήριο, είναι συνήθως τριχοειδής σωλήνας μέσα σε υγρό και μεταβάλλει το μήκος του με τη θερμοκρασία ή τριχοειδής σωλήνας ελαστικός με υγρό μέταλλο που έχει μεγάλο συντελεστή θερμικής διαστολής. Ο μηχανισμός, μετατρέπει τη μεταβολή της θερμοκρασίας σε κίνηση επαφής και μπορεί να είναι αναλογικός ή ηλεκτρονικός. Η επαφή, αντέχει σε χαμηλά φορτία και συνδέεται σε δευτερεύοντα κυκλώματα.

Τα ηλεκτρο-φλοτέρ : Όταν ανέβει η στάθμη του υγρού, και καλυφθεί το ελεύθερο ηλεκτρόδιο, κλείνει κύκλωμα μέσω του νερού, διεγείρεται ο ηλεκτρονόμος και κλείνουν οι δύο επαφές εργασίας ενώ ανοίγει αντίστοιχη επαφή ηρεμίας.

Οι οριοδιακόπτες : Πρόκειται για μηχανισμούς διακοπής, που ενεργοποιούνται από την κίνηση ενός βραχίονα που διαθέτουν, όταν αυτός φτάσει σε μια ορισμένη θέση της διαδρομής του. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι οριοδιακόπτες στα συστήματα ανελκυστήρων.

### 2.5.3 Υδραυλικά συστήματα

#### 2.5.3.1 Εισαγωγή

Τα υδραυλικά συστήματα αυτοματισμών χρησιμοποιούν υδραυλικά ρευστά για την μετάδοση κινήσεων και δυνάμεων. Έχουν τη δυνατότητα ανάπτυξης μεγάλων δυνάμεων και ισχύων, αλλά έχουν αργές αντιδράσεις. Τα συναντάμε σχεδόν οπουδήποτε χρειάζεται μετάδοση ισχυρών δυνάμεων.

Τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τους είναι:

##### Πλεονεκτήματα:

- α) Υψηλή απόδοση ακόμα και σε μεγάλη ισχύ και ταχύτητα
- β) Αποδίδουν μεγάλη ισχύ εξόδου (εφόσον είναι επιθυμητό)
- γ) Ταχύτατη απόκριση (λόγω ασυμπίεστότητας του ρευστού μέσου (λάδι)
- δ) Δυνατότητα αυτολίπανσης
- ε) Δυνατότητα αυτοπροστασίας του συστήματος (π.χ. αντεπίστροφες βαλβίδες)

##### Μειονεκτήματα:

- α) Συχνή συντήρηση και έλεγχος για διαρροές
- β) Κίνδυνοι βλάβης διπλανών συσκευών από διαρροή
- γ) Η θερμοκρασία επηρεάζει τη λειτουργία τους
- δ) Ανακρίβειες από ύπαρξη αέρα στο δίκτυο

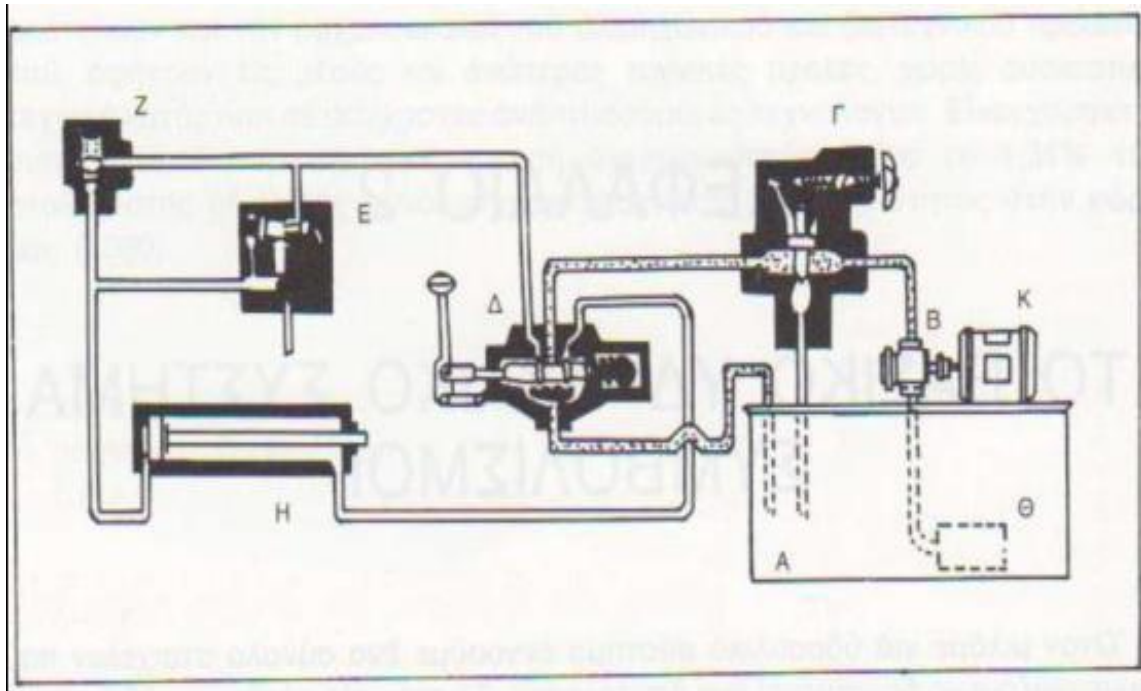
Υπάρχουν αποκλειστικά υδραυλικά συστήματα στη βιομηχανία αλλά πολύ συχνά τα συναντάμε σαν υποσυστήματα άλλων αυτοματισμών μικτού τύπου, σαν τελικά υποσυστήματα που αναλαμβάνουν τις κινήσεις και την μετάδοση δυνάμεων.

Τα υδραυλικά συστήματα λειτουργούν σε πολύ υψηλότερες πιέσεις από τα πνευματικά και συνεπώς ενδείκνυνται για εφαρμογές όπου απαιτείται να εξασκηθούν μεγάλες δυνάμεις.

- Η πίεση λειτουργίας μπορεί να φτάσει μέχρι και 500 bar.
- Εξ άλλου επειδή το χρησιμοποιούμενο μέσο είναι πρακτικά ασυμπίεστο, τα υδραυλικά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιπτώσεις όπου απαιτείται ακρίβεια ελέγχου κίνησης.

Το βασικό πλεονέκτημα των υδραυλικών συστημάτων είναι σίγουρα η πολύ καλή σχέση ισχύος προς βάρος που τα καθιστά ανυπέρβλητα σε εφαρμογές κίνησης μεγάλων φορτίων ή εφαρμογές που απαιτούν υψηλές επιταχύνσεις.

Το σημαντικότερο μειονέκτημά τους είναι το υψηλό τους κόστος.



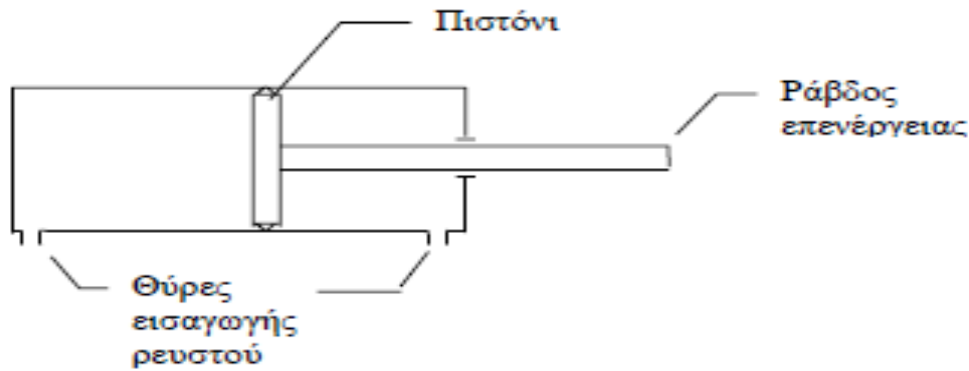
- A. Δεξαμενή*
- B. Αντλία*
- Γ. Ανακουφιστική βαλβίδα*
- Δ. Βαλβίδα ροής*
- Z. Βαλβίδα αντεπιστροφής*
- H. Υδραυλικός κύλινδρος*
- Θ. Φίλτρο προστασίας*

Σχήμα 2.8: Απλό υδραυλικό κύκλωμα σχεδιασμένο με διατομές στοιχείων

### **2.5.3.2 Επενεργητές**

Μία σειρά από εφαρμογές αυτοματισμού απαιτούν ευθύγραμμες κινήσεις, τέτοιες που να μπορούν εύκολα να πραγματοποιηθούν με χρήση πνευματικών ή υδραυλικών κυλίνδρων. Οι μονάδες αυτές είναι απλές κατασκευαστικά και από τη φύση τους αντέχουν σε σοβαρές υπερφορτίσεις. Τυπικά ένας κύλινδρος, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.16, αποτελείται από το περίβλημα με τις θύρες εισαγωγής του ρευστού, το πιστόνι, τη ράβδο επενέργειας και τα κατάλληλα στεγανωτικά.





Σχήμα 2.9: Υδραυλικός κύλινδρος

Η λειτουργία του κυλίνδρου είναι σχεδόν προφανής : Αν ρευστό υπό πίεση εισέλθει από την αριστερή ας υποθέσουμε θύρα, τότε εξασκείται δύναμη στην αριστερή μεριά του πιστονιού  $F = p \cdot S$  ( $p$  : πίεση ρευστού,  $S$  : επιφάνεια πιστονιού). Υπό την επενέργεια της δύναμης αυτής το πιστόνι με την ράβδο είναι σε θέση να κινηθούν προς τα δεξιά. Ακριβώς ανάλογα θα συμβούν αν ρευστό εισέλθει από την δεξιά θύρα.

Κύλινδροι υπάρχουν διαθέσιμοι σε δύο τύπους:

#### 1. Απλής ενέργειας με μία θύρα εισόδου ρευστού - την αριστερή.

Η ράβδος μπορεί να εξασκήσει συνεπώς δύναμη μόνο εξερχόμενη. Η επαναφορά γίνεται συνήθως με ενσωματωμένο ελατήριο, σε κάποιες περιπτώσεις δε με την βοήθεια του ίδιου του φορτίου.

#### 2. Διπλής επενέργειας με δύο θύρες εισόδου ρευστού.

Οι περισσότεροι κύλινδροι σχεδιάζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να επιβραδύνουν καθώς πλησιάζουν το τέλος διαδρομής τους προκειμένου να αποφεύγονται κτυπήματα. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό σώματος κυλίνδρου και πιστονιού, έτσι που όταν το τελευταίο πλησιάζει στο τέλος διαδρομής να εκτρέπει το ρευστό προς θύρα στραγγαλισμού της ροής (στένεμα) και έτσι να επιβραδύνεται η κίνηση.

Εναλλακτικά με τους γραμμικούς επενεργητές έχει κανείς την δυνατότητα να χρησιμοποιήσει περιστροφικούς επενεργητές αν η εφαρμογή το απαιτεί. Πρόκειται για τους κινητήρες αέρα και τους υδραυλικούς κινητήρες.

Οι κινητήρες αέρα έχουν σχετικά μικρό βαθμό απόδοσης συγκρινόμενοι με τους ηλεκτρικούς, έχουν όμως το μεγάλο πλεονέκτημα ότι μπορούν να υπερφορτισθούν ακόμη και να εξασκήσουν ροπή σε πολύ χαμηλές στροφές χωρίς πρόβλημα. Υπερτερούν ακόμη σε κάποιες εφαρμογές χαμηλής ισχύος που απαιτούν πολύ υψηλές στροφές (μέχρι και 15000 RPM) π.χ. μικροί φορητοί λειαντικοί τροχοί. Η ταχύτητα περιστροφής μπορεί να μεταβληθεί, αν μεταβάλλει κανείς την παροχή αέρα προς τον αεροκινητήρα.

Υδραυλικοί κινητήρες χρησιμοποιούνται γενικά σε περιπτώσεις όπου απαιτείται να εξασκηθεί υψηλή ροπή σε χαμηλές στροφές. Λόγω των υψηλών πιέσεων των υδραυλικών συστημάτων, οι αντίστοιχοι κινητήρες είναι στιβαρές κατασκευές, μάλλον ακριβοί, με πολύ καλό βαθμό απόδοσης (80-90%). Μπορούν να υπερφορτισθούν και να εξασκήσουν υψηλή

ροπή ακόμη και σε στάση, πράγμα χρήσιμο σε πολλές εφαρμογές. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι υδραυλικών κινητήρων : Με γρανάζια, τύπου βάνας και με πιστόνια.

### 2.5.3.3 Βαλβίδες ελέγχου

Προκειμένου να λειτουργήσουν οι επενεργητές που περιγράψαμε κατά ένα επιθυμητό τρόπο, πρέπει να χρησιμοποιηθούν κατάλληλες βαλβίδες οι οποίες τους ελέγχουν. Βαλβίδες χρησιμοποιούνται προκειμένου να:

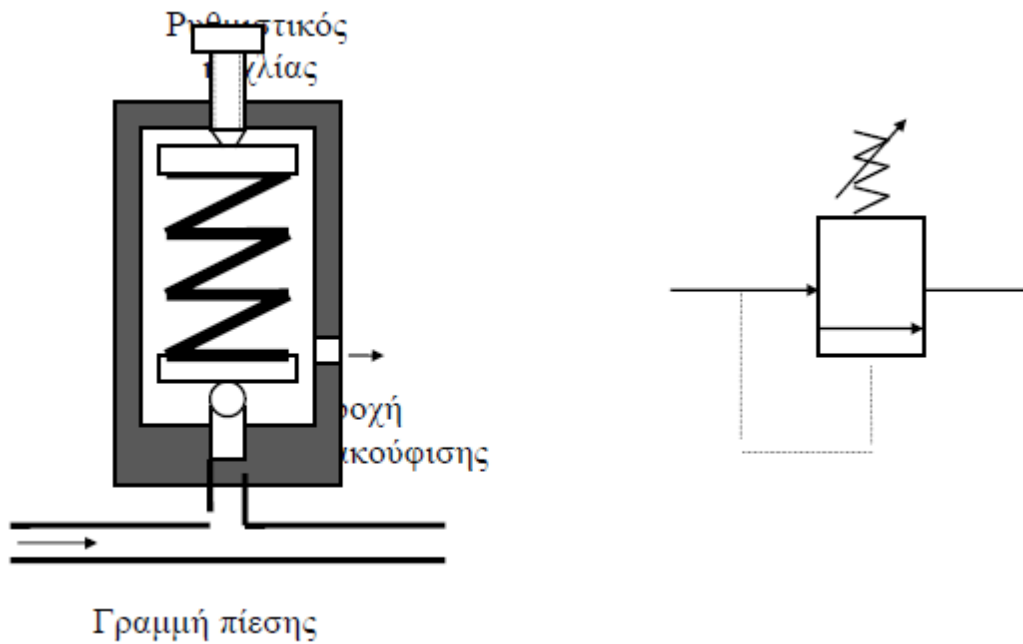
1. Ρυθμισθεί η κατεύθυνση της ροής και συνεπώς η φορά κίνησης του επενεργητή οπότε έχουμε τις βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης ροής.
2. Ρυθμισθεί η ταχύτητα λειτουργίας του επενεργητή μέσω του ελέγχου της παροχής του ρευστού οπότε έχουμε τις βαλβίδες ελέγχου ροής (παροχής).
3. Ρυθμισθεί η δύναμη ή η ροπή επενέργειας μέσω του ελέγχου της πίεσης του ρευστού οπότε έχουμε τις βαλβίδες ρύθμισης πίεσης.

Βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης ροής: Οι βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης ροής χρησιμοποιούνται προκειμένου να ελέγξουν το 'πέραςμα' του ρευστού προς τον επενεργητή: σταμάτημα , ξεκίνημα και κατεύθυνση.

Βαλβίδες ελέγχου πίεσης: Ο έλεγχος πίεσης σε ένα πνευματικό ή υδραυλικό σύστημα έχει σπουδαία σημασία, είτε πρόκειται για λόγους ασφάλειας είτε για λόγους ελέγχου της δύναμης ή της ροπής που πρέπει να εξασκήσουν κάποιοι επενεργητές. Με τον όρο έλεγχο εδώ εννοούμε πάντα περιορισμό. Οι σχετικές βαλβίδες ονομάζονται βαλβίδες ανακούφισης και βαλβίδες ελέγχου (περιορισμού) πίεσης.

Βαλβίδες ανακούφισης: Οι βαλβίδες ανακούφισης τοποθετούνται συνήθως αμέσως μετά τον αεροσυμπιεστή ή την αντλία λαδιού και περιορίζουν την πίεση σε όλο το σύστημα κάτω από μία ορισμένη τιμή. Είναι συνεπώς βασικές μονάδες της ασφάλειας του συστήματος, γι αυτό και συχνά αποκαλούνται και βαλβίδες ασφαλείας. Σε ένα πνευματικό σύστημα, αν για κάποιο λόγο ο πιεσοστάτης που ρυθμίζει το σταμάτημα και την εκκίνηση του αεροσυμπιεστή δεν λειτουργήσει καλά, η πίεση στο σύστημα μπορεί να ανέβει μέχρι το όριο που έχει ρυθμισθεί η βαλβίδα ανακούφισης, οπότε η τελευταία ανοίγει και διοχετεύει αέρα στην ατμόσφαιρα. Για να μην ανέβει φυσικά η πίεση πρέπει η βαλβίδα να είναι ικανή να διοχετεύει παροχή μεγαλύτερη από την παροχή του αεροσυμπιεστή.

Ανάλογα πράγματα συμβαίνουν και σε ένα υδραυλικό σύστημα, μόνο που εδώ υπερπίεσεις εμφανίζονται πολύ συχνότερα : όταν τερματίσει ένας κύλινδρος ή σε μία υπερφόρτιση. Η ανακουφιστική βαλβίδα παροχετεύει τότε μία ποσότητα λαδιού πίσω στο δοχείο, έτσι που να μην υπερβεί η πίεση το σημείο ρύθμισης, που εδώ πρέπει να είναι λίγο ψηλότερο από την επιθυμητή πίεση λειτουργίας. Η αρχή λειτουργίας μία βαλβίδας ανακούφισης φαίνεται στο σχήμα 2.10.



Σχήμα 2.10: Η αρχή λειτουργίας μία βαλβίδας ανακούφισης

Το όργανο συνδέεται πάνω στην γραμμή της πίεσης και δεν υπάρχει κανονικά διαρροή ρευστού προς την παροχή ανακούφισης, διότι το ελατήριο πιέζει την ‘μπίλια’ που κλείνει το πέρασμα. Όταν όμως η πίεση υπερβεί κάποιο όριο τότε η δύναμη που εξασκείται από το ρευστό στην ‘μπίλια’ υπερνικά την δύναμη του ελατηρίου, οπότε ανοίγει το πέρασμα του ρευστού προς την ανακούφιση και η πίεση δεν αυξάνει πλέον. Με τη βοήθεια του ρυθμιστικού κοχλίας ρυθμίζει κανείς την πίεση ‘ανοίγματος’ της βαλβίδας. Στο ίδιο Σχήμα, φαίνεται και το σύμβολο της βαλβίδας αυτής.

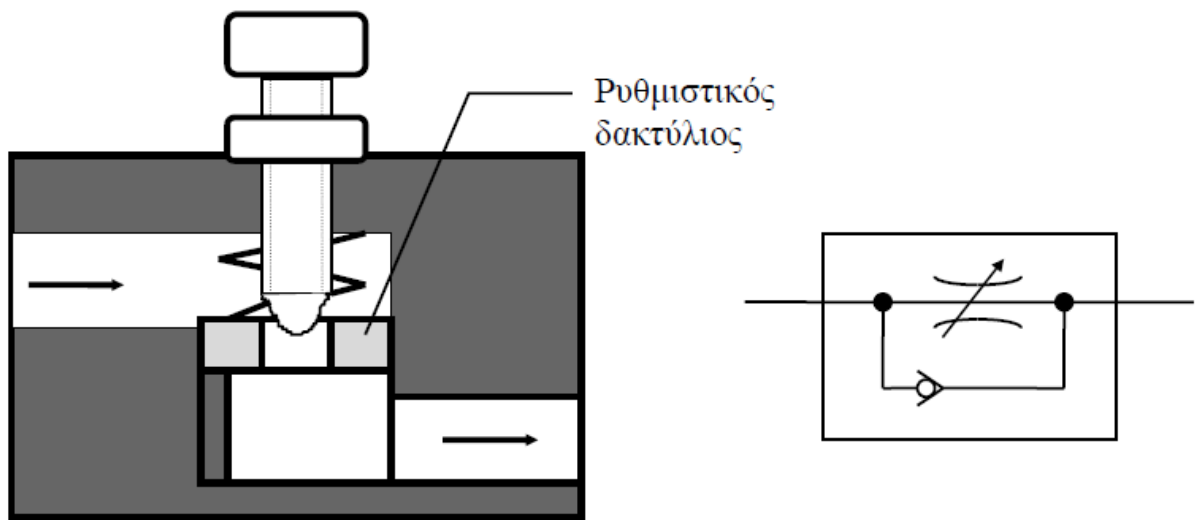
#### Βαλβίδες ρύθμισης (περιορισμού) πίεσης

Βαλβίδες ρύθμισης πίεσης χρησιμοποιούνται σε θέσεις των κυκλωμάτων όπου επιθυμούμε να έχουμε συγκεκριμένη πίεση - μικρότερη αυτής που λειτουργεί το σύστημα. Για παράδειγμα θέλουμε να ελέγξουμε την δύναμη επενέργειας κάποιου κυλίνδρου ή τη ροπή κάποιου κινητήρα. Ο μηχανισμός μοιάζει κάπως με αυτόν της βαλβίδας ανακούφισης μόνο που εδώ δεν υπάρχει χωριστή οδός διαφυγής. Το ελατήριο πιέζει το διάφραγμα που με την σειρά του ανοίγει την παροχή του ρευστού προς την έξοδο. Από την άλλη μεριά του το διάφραγμα δέχεται την πίεση εξόδου του ρευστού. Όταν η τελευταία περάσει κάποιο όριο, η δύναμη γίνεται μεγαλύτερη αυτής του ελατηρίου οπότε το διάφραγμα κινείται προς τα άνω και διακόπτει την παροχή οπότε η πίεση στην έξοδο δεν αυξάνει άλλο. Και πάλι ο με την βοήθεια του κοχλίας ρυθμίζεται η τάνυση του ελατηρίου και συνεπώς η πίεση εξόδου. Πρέπει να αναφερθεί ότι οι ρυθμιστικές βαλβίδες ρυθμίζουν και κατά την αντίστροφη φορά: Αν δηλαδή αυξηθεί για κάποιο λόγο η πίεση από την μεριά της εξόδου, τότε με κατάλληλη ανακούφιση την επαναφέρουν στα επίπεδα ρύθμισης.

#### Βαλβίδες ελέγχου ροής (παροχής)

Προκειμένου να ελέγξουμε την ταχύτητα λειτουργίας ενός πνευματικού ή υδραυλικού επενεργητή (κυλίνδρου ή κινητήρα), ελέγχομε την παροχή του ρευστού προς τον επενεργητή.

Ο έλεγχος (περιορισμός) της παροχής γίνεται σχεδόν πάντα με την χρήση αντίστοιχων βαλβίδων που δημιουργούν κάποιου είδους μεταβλητό 'στένεμα' μέσα από το οποίο αναγκάζεται να περάσει η ροή. Στην Εικόνα 2.11, φαίνεται μία τυπική τέτοια βαλβίδα.



Σχήμα 2.11: Βαλβίδα ελέγχου ροής (παροχής)

Κατά την διεύθυνση των βελών, η ροή αναγκάζεται να περάσει μέσα από το ρυθμιζόμενο στένεμα, άρα έχουμε ρύθμιση της παροχής. Όταν έχουμε ροή προς την αντίθετη κατεύθυνση, τότε δεν έχουμε στραγγαλισμό της ροής αφού ο ρυθμιστικός δακτύλιος - που συγκρατείται στη θέση ρύθμισης με μαλακό ελατήριο - ανεβαίνει και η ροή περνά ανεμπόδιστα. Το τελευταίο αυτό χαρακτηριστικό, η ρύθμιση δηλαδή της ροής μόνο κατά την μία κατεύθυνση, υπάρχει στις περισσότερες των περιπτώσεων, χρησιμεύει δε σε τούτο : Επιτρέπει να ρυθμίζουμε την ταχύτητα επενέργειας των κυλίνδρων διαφορετικά κατά τις δύο φορές λειτουργίας τους (έξοδος - εισαγωγή).

Η αρχή λειτουργίας των βαλβίδων ρύθμισης παροχής είναι ίδια για υδραυλικά και πνευματικά συστήματα. Παρ' όλα αυτά υπάρχουν κάποιες ουσιώδεις διαφορές στη συμπεριφορά των συστημάτων που οφείλονται στο γεγονός ότι ο αέρας είναι συμπιεστός ενώ το λάδι πρακτικά όχι.

Στα πνευματικά συστήματα μπορεί να στραγγαλίσει κανείς είτε τον αέρα προσαγωγής στον κύλινδρο είτε τον αέρα εξαγωγής από τον κύλινδρο. Η δεύτερη περίπτωση έχει αποδειχθεί ότι προσφέρει πλέον ευσταθή ρύθμιση ταχύτητας.

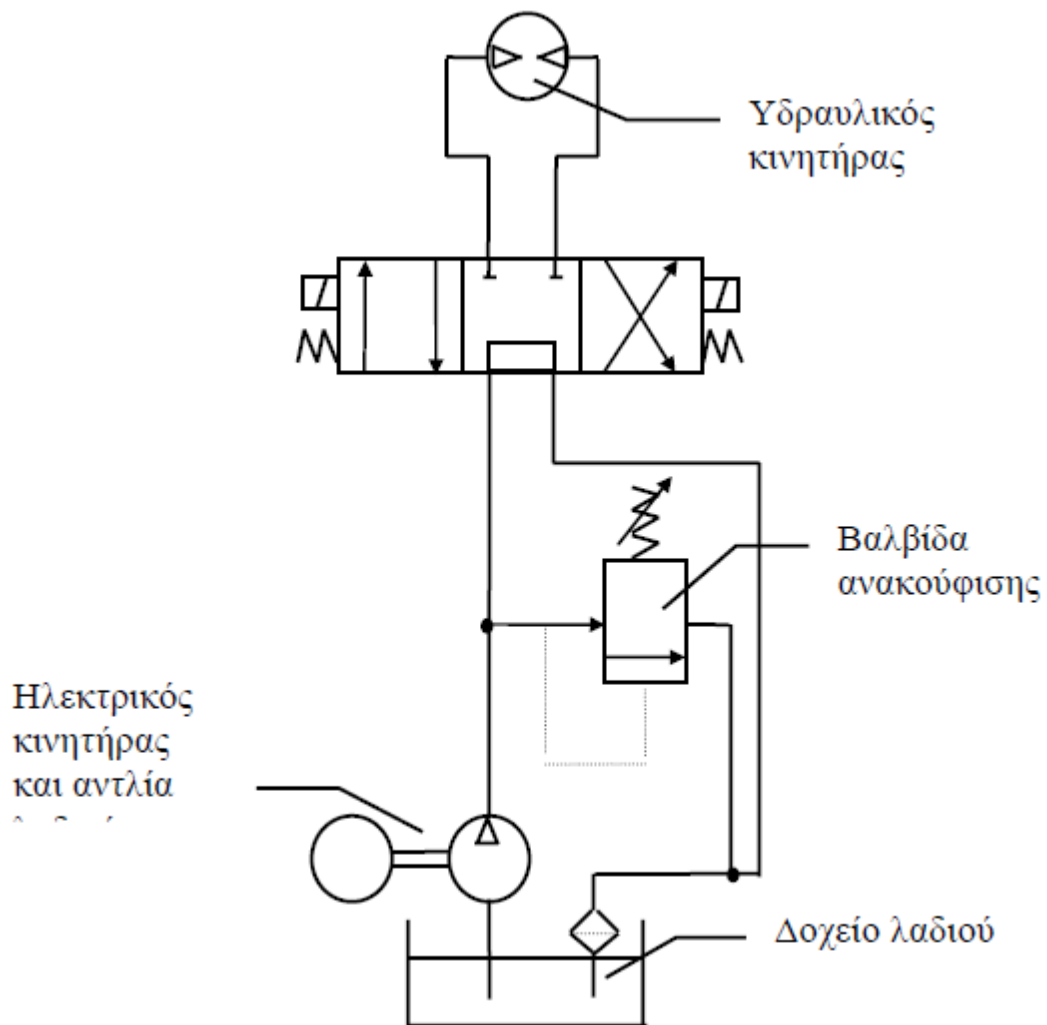
Στα υδραυλικά συστήματα που χρησιμοποιούν αντλία 'σταθερής παροχής', όταν η ροή περιορίζεται από κάποια βαλβίδα, τότε αυξάνει η πίεση στα ανάντη της ροής μέχρι που να ανοίξει η ανακουφιστική βαλβίδα του κυκλώματος και να παροχετεύσει μία ποσότητα ρευστού πίσω στο δοχείο. Αυτό βέβαια σημαίνει απώλεια ενεργείας και αύξηση της θερμοκρασίας του λαδιού.

#### 2.5.3.4 Σχεδιασμός υδραυλικών αυτοματισμών

Έχουν ήδη αναφερθεί τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των υδραυλικών συστημάτων έναντι των πνευματικών ή των καθαρά ηλεκτρικών. Γενικά, τα βασικά στοιχεία κάθε υδραυλικού κυκλώματος είναι : α) Η μονάδα παροχής υδραυλικής ισχύος που περιλαμβάνει δοχείο λαδιού, αντλία και ηλεκτρικό κινητήρα για την κίνησή της καθώς και απαραίτητα βαλβίδα ανακούφισης (ασφαλείας) β) Βαλβίδες ελέγχου ροής και πίεσης και γ) επενεργητές γραμμικούς (κύλινδροι) ή περιστροφικούς (κινητήρες) για την μετατροπή της υδραυλικής ισχύος σε ωφέλιμο έργο.

Ο σχεδιαστής του υδραυλικού κυκλώματος πρέπει να έχει στο μυαλό του ότι πάντα σχεδόν θα πρέπει να προδιαγράψει και την μονάδα παροχής της υδραυλικής ισχύος - σε αντίθεση με το σχεδιασμό των πνευματικών αυτοματισμών όπου θεωρείται δεδομένη η ύπαρξη αέρα υπό πίεση.

Κατά τα άλλα δεν υπάρχουν ουσιώδεις διαφορές στο σχεδιασμό: Οι βαλβίδες κατεύθυνσης ροής είναι για τα υδραυλικά συστήματα είτε δύο είτε συνηθέστερα τριών θέσεων ισορροπίας - στη μεσαία θέση η πίεση συνδέεται με την επιστροφή για να ρέουν τα λάδια ελεύθερα στο δοχείο όταν ο επενεργητής είναι ακίνητος. Στο Σχήμα 2.10, φαίνεται ένα απλό υδραυλικό κύκλωμα: Το κύκλωμα ελέγχου της λειτουργίας υδραυλικού κινητήρα. Χρησιμοποιείται όπως φαίνεται μονάδα παροχής υδραυλικής ισχύος με βαλβίδα ανακούφισης καθώς και ηλεκτρικά ελεγχόμενη βαλβίδα ελέγχου κατεύθυνσης ροής 4/3.



Σχήμα 2.12: Απλό υδραυλικό κύκλωμα

Όταν κανένα από τα πηνία δεν τροφοδοτείται με τάση, η βαλβίδα με τη βοήθεια των ελατηρίων παίρνει τη μεσαία θέση. Τότε τα λάδια οδηγούνται πίσω στο δοχείο χωρίς να φορτίζεται η αντλία. Αν τροφοδοτηθεί το ένα από τα δύο πηνία, τότε τα λάδια διοχετεύονται από την μια μεριά του κινητήρα, οπότε αυτός στρέφεται προς μια φορά. Με την αντίθετη φορά θα στραφεί όταν τροφοδοτηθεί το άλλο πηνίο. Αν ο κινητήρας υπερφορτισθεί τότε αναπτύσσεται μεγάλη πίεση στο δίκτυο, οπότε ανοίγει η ανακουφιστική βαλβίδα - αν είναι σωστά ρυθμισμένη - και οδηγεί μια ποσότητα λαδιών πίσω στο δοχείο διατηρώντας τη πίεση σε επιτρεπτά όρια. Το ίδιο θα συνέβαινε αν είχαμε παρεμβάλει ρυθμιστές ροής για έλεγχο της ταχύτητας περιστροφής του κινητήρα.

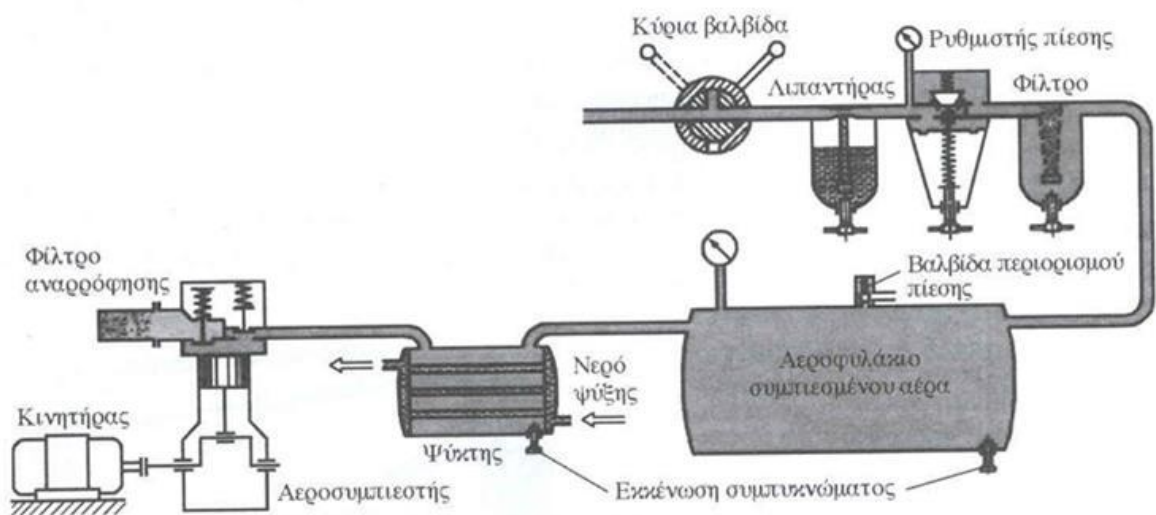
Αν στραγγαλίσομε αρκετά την παροχή για να πετύχομε χαμηλές ταχύτητες, τότε αναγκαστικά αναπτύσσεται πίεση, οπότε λειτουργεί η ανακουφιστική βαλβίδα. Επακόλουθο βέβαια είναι να θερμαίνονται τα λάδια, αν αυτό συμβαίνει συχνά, οπότε απαιτείται και υπάρχει σχεδόν πάντα μικρός εναλλάκτης νερού για ψύξη των λαδιών.

## 2.5.4 Πνευματικά συστήματα

### 2.5.4.1 Εισαγωγή

Τα πνευματικά συστήματα χρησιμοποιούν πεπιεσμένο αέρα κατά τον ίδιο περίπου τρόπο όπως τα υδραυλικά. Οι ικανότητες σε δυνάμεις είναι μικρότερες σε σχέση με τα υδραυλικά συστήματα, αλλά οι ταχύτητες δράσης τους πολύ καλύτερες. Είναι πάρα πολύ διαδεδομένα στην βιομηχανία.

Η παραγωγή του πεπιεσμένου αέρα γίνεται με μηχανές που ονομάζονται αεροσυμπιεστές. Οι αεροσυμπιεστές συμπιέζουν τον αέρα για να αποκτήσει την πίεση που απαιτείται για τη λειτουργία των εξαρτημάτων, ώστε να γίνουν προκαθορισμένες εργασίες. Ο πεπιεσμένος αέρας οδηγείται με σωληνώσεις σε αεροθάλαμο, όπου και αποθηκεύεται. Σε βιομηχανικές εφαρμογές εκτός από τη γενική προπαρασκευή του αέρα γίνεται και τοπική προπαρασκευή για την κατάλληλη τροφοδοσία κάθε μηχανήματος.



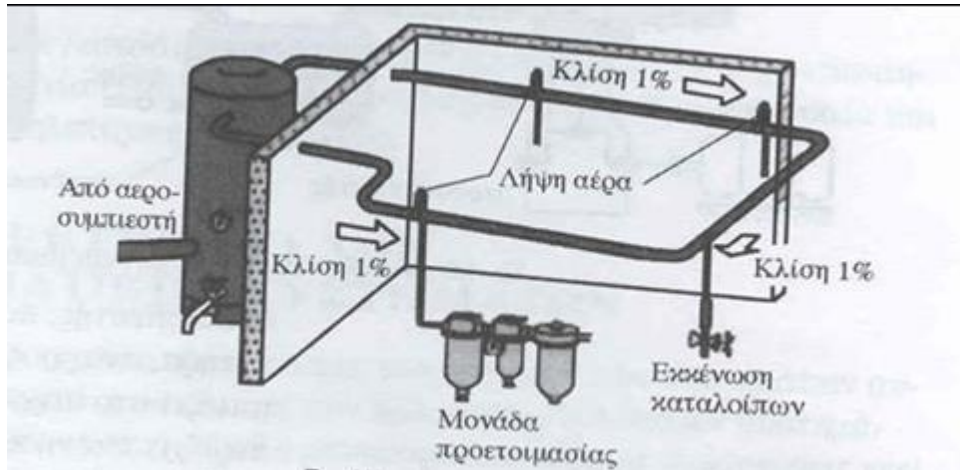
Σχήμα 2.13: Μονάδα παραγωγής & προετοιμασίας πεπιεσμένου αέρα

### 2.5.4.2 Διανομή πεπιεσμένου αέρα

Ο πεπιεσμένος αέρας στη βιομηχανία παράγεται και αποθηκεύεται σε κεντρικό σημείο (αεροθάλαμος) και οδηγείται με σωληνώσεις στις καταναλώσεις.

Κατά την εγκατάσταση του δικτύου πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην τοποθέτηση των σωληνώσεων. Οι σωληνώσεις πρέπει να τοποθετούνται με κλίση 1% με χαμηλότερο σημείο προς το μέρος του αεροσυμπιεστή. Έτσι αποφεύγεται η μεταφορά της υγρασίας, που έχει συμπυκνωθεί στις σωληνώσεις, προς τις καταναλώσεις.

Για την αποστράγγιση του δικτύου των σωληνώσεων στο χαμηλότερο σημείο της εγκατάστασης τοποθετείται ειδικός θάλαμος με βάνα στο κάτω σημείο. Οι σωληνώσεις είναι κατασκευασμένες από χαλκό ή από χάλυβα.



Σχήμα 2.14: Σύστημα διανομής πεπιεσμένου αέρα

Χρήση πεπιεσμένου αέρα σε εφαρμογές αυτοματισμού ενδείκνυται σε περιπτώσεις που έχουμε επενέργεια σε μικρά φορτία, θέλουμε μεγάλες ταχύτητες ή επιθυμούμε απλά μία φτηνή λύση στο πρόβλημά μας. Ο περιορισμός στα φορτία οφείλεται στο γεγονός ότι η διαθέσιμες πιέσεις είναι το πολύ 10 bar. Τα πνευματικά συστήματα είναι ιδανική λύση για ένα μεγάλο εύρος περιπτώσεων αυτοματισμού.

Στα πλεονεκτήματά τους περιλαμβάνονται :

- χαμηλό κόστος
- αξιοπιστία
- μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιβάλλοντα με υψηλές θερμοκρασίες
- δε λερώνουν

Στα δε μειονεκτήματά τους τα παρακάτω:

- δεν είναι κατάλληλα για εφαρμογές ελέγχου θέσης που απαιτούν μεγάλη ακρίβεια λόγω συμπιεστότητας
- δεν είναι κατάλληλα για περιπτώσεις όπου απαιτείται να ασκηθούν μεγάλες δυνάμεις

Πλεονεκτήματα των πνευματικών συστημάτων

- Εύκολη μεταφορά του αέρα με σωληνώσεις εκεί που θέλουμε.
- Χαμηλό κόστος παραγωγής του πεπιεσμένου αέρα.
- Ρυθμιζόμενη ταχύτητα κίνησης των εμβόλων.
- Δεν απαιτείται αγωγός επιστροφής του αέρα.
- Ο αέρας αποθηκεύεται.



- Τα εργαλεία, και γενικά τα έμβολα μπορούν να υπερφορτωθούν χωρίς να υποστούν οποιαδήποτε ζημιά.

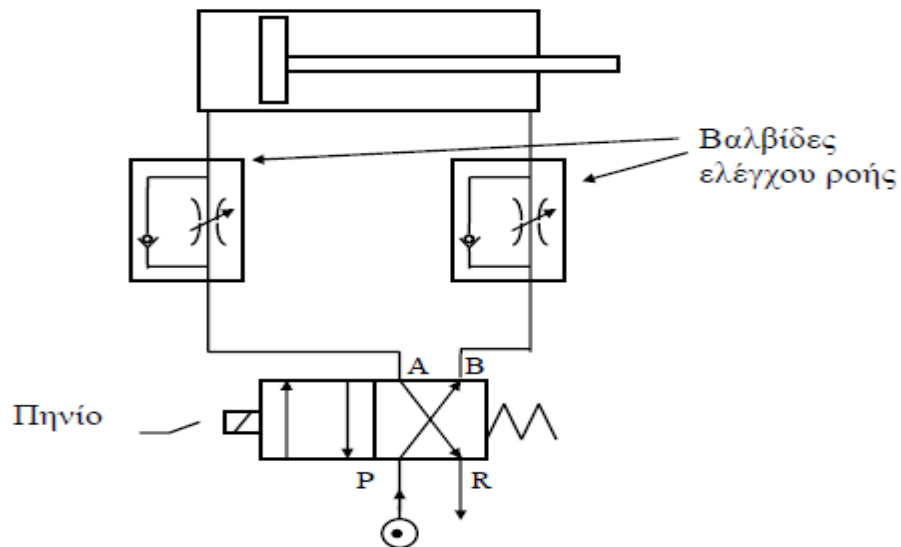
#### **2.5.4.3 Ηλεκτροπνευματικοί αυτοματισμοί**

Τα πνευματικά κυκλώματα έχουν το πλεονέκτημα της απλότητας. Ακόμη και δύσκολες φαινομενικά δουλειές μπορούν να αναλυθούν σε απλές επί μέρους κινήσεις κατάλληλα συντονισμένες μεταξύ τους. Ένας τέτοιος συντονισμός - έλεγχος μπορεί να επιτευχθεί εύκολα αν κανείς χρησιμοποιεί ηλεκτρικά οδηγούμενες βαλβίδες. Ο έλεγχος του συστήματος τότε υλοποιείται με ηλεκτρικά κυκλώματα και έχει για το λόγο αυτό όλα τα σχετικά πλεονεκτήματα: Μπορεί κανείς να εισαγάγει στο σύστημα την τεχνολογία των ηλεκτρονικών αισθητηρίων και μπορεί να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία των Η/Υ - χρησιμοποιώντας PLC, PC ή άλλο μικροεπεξεργαστή - προκειμένου να εισαγάγει κάποιου είδους 'εξυπνάδα' στο σύστημα. Τα συστήματα που προκύπτουν τότε λέγονται ηλεκτροπνευματικά.

#### **2.5.4.4 Απλό κύκλωμα ελέγχου κίνησης κυλίνδρου διπλής ενέργειας**

Η κίνηση ενός κυλίνδρου διπλής ενέργειας μπορεί να ελεγχθεί με αρκετούς τρόπους, ο συνηθέστερος όμως είναι να χρησιμοποιήσει κανείς μια βαλβίδα 4/2 με ηλεκτρική ενεργοποίηση από τη μια μεριά και με επαναφορά ελατηρίου από την άλλη. Στο Σχήμα 2.13, φαίνεται το πνευματικό αυτό κύκλωμα. Μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι έχουν χρησιμοποιηθεί και δύο βαλβίδες ελέγχου ροής για ρύθμιση της ταχύτητας τόσο κατά την έκταση όσο και κατά την επαναφορά του κυλίνδρου. Το τελευταίο αυτό δεν είναι πάντα απαραίτητο: Εξαρτάται από το επιθυμητό κάθε φορά.

Έτσι, όπως είναι σχεδιασμένο το κύκλωμα, ο κύλινδρος θα εκταθεί όταν δώσουμε τάση στο πηνίο της βαλβίδας. Όταν αντίθετα το τελευταίο δεν τροφοδοτείται με τάση, τότε το ελατήριο αναγκάζει την βαλβίδα να πάρει την δεξιά θέση ισορροπίας οπότε ο κύλινδρος επανέρχεται αναγκαστικά, αφού ο πεπιεσμένος αέρας διοχετεύεται από την δεξιά του μεριά. Όταν δηλαδή η μηχανή είναι σταματημένη ή όταν έχω πτώση τάσης ο κύλινδρος θα 'τραβηχτεί' προς τα μέσα. Αυτό το τελευταίο, το που δηλαδή θα είναι ο κύλινδρος όταν έχω πτώση τάσης ή όταν σταματήσει η μηχανή, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από τον σχεδιαστή του κυκλώματος. Αν στη προκειμένη περίπτωση υπήρχε η αντίθετη απαίτηση, τότε οι θύρες του κυλίνδρου έπρεπε να συνδεθούν αντίστροφα στις θύρες A, B της βαλβίδας.



Σχήμα 2.15: Απλό κύκλωμα ελέγχου κίνησης κυλίνδρου διπλής ενέργειας

#### 2.5.4 Ηλεκτρονικά συστήματα αυτοματισμού

Τα ηλεκτρονικά συστήματα αυτοματισμού χρησιμοποιούν και αυτά το ηλεκτρικό ρεύμα σαν φορέα σημάτων, αλλά σε εντάσεις πολύ χαμηλότερες με συνέπεια να συνδυάζουν την ταχύτητα με πολύ μικρό όγκο. Από πλευράς κόστους υπερέχουν απόλυτα των άλλων συστημάτων, όταν χρειάζονται περίπλοκοι αυτοματισμοί, ιδίως προγραμματιζόμενα συστήματα με μνήμη. Είναι τα μόνα πρακτικά εφαρμόσιμα συστήματα στους έξυπνους αυτοματισμούς. Δεν έχουν όμως την δυνατότητα να μεταφέρουν δυνάμεις και οι ικανότητές τους να μεταφέρουν ηλεκτρικές ισχύεις είναι πολύ περιορισμένες. Γι' αυτό στη βιομηχανία τα συναντάμε περισσότερο σαν κέντρα μεγαλύτερων μικτών αυτοματισμών.

## Κεφάλαιο 3

### Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (PLC)



Εικόνα 3.1: PLC Siemens S7 300

#### 3.1 Εισαγωγή

Πριν τα plc η τεχνική του αυτοματισμού βασιζόταν στο μεγαλύτερο μέρος της στα συστήματα συρματομένης λογικής.

Δηλαδή η λειτουργία του αυτοματισμού βασιζόταν στην συρμάτωση ανάμεσα στα διάφορα στοιχεία (π.χ. ηλεκτρονόμους, πηνία, επαφές, χρονικά κ.λπ., για αυτοματισμούς είτε με ρελαί είτε πύλες AND, OR κ.λπ., για αυτοματισμούς με ηλεκτρικές πλακέτες.)

Επομένως ένας πίνακας αυτοματισμού μπορούσε να κατασκευαστεί, μόνον όταν είχε ολοκληρωθεί πλήρως η μελέτη (δηλ. το σχέδιο συνδεσμολογίας).

Με αυτόν τον τρόπο κάθε αλλαγή στη συνέχεια είχε και αλλαγές στη συρμάτωση (δηλ. τροποποίηση του πίνακα), με το πρόβλημα αν θα φτάνουν οι ελεύθερες επαφές των ρελαί, αν υπάρχει χώρος για προσθήκη νέου υλικού κ.λπ. Ενώ σήμερα το σύστημα προγραμματιζόμενης λογικής, τείνει να εκτοπίσει πλήρως τα προηγούμενα.

Στα συστήματα προγραμματιζόμενης λογικής, η κατασκευή και συρμάτωση του πίνακα είναι ανεξάρτητη από τη λειτουργία που πρόκειται να εκτελέσει ο αυτοματισμός, δηλ. η μελέτη δεν χρειάζεται να γίνει εκ των προτέρων. Πάνω στις κλέμες του προγραμματιζόμενου ελεγκτή συνδέονται όλα τα στοιχεία, που δίνουν εντολές (τερματικοί διακόπτες, μπουτόν κ.λπ.) καθώς και όλα τα στοιχεία που δέχονται εντολές (πηνία, ρελαί ισχύος, βαλβίδες κ.λπ.)

Η λειτουργία του αυτοματισμού προγραμματίζεται στη μνήμη του προγραμματιζόμενου ελεγκτή, ακόμα και την τελευταία στιγμή, δηλ. πριν από τη θέση σε λειτουργία. Επομένως η μελέτη (=πρόγραμμα) μπορεί να γίνεται παράλληλα με την επιλογή του υλικού και την κατασκευή του πίνακα.

Αν στη συνέχεια χρειαστεί να γίνουν αλλαγές στη λειτουργία, τότε αυτές γίνονται πολύ απλά διορθώνοντας το πρόγραμμα χωρίς να χρειαστεί να πειράξουμε την συρμάτωση του πίνακα.

### **3.2 Πλεονεκτήματα προγραμματιζόμενων ελεγκτών**

- Στο στάδιο της μελέτης δεν υπάρχει το πρόβλημα του αν επαρκούν οι επαφές των ηλεκτρονόμων, των χρονικών ή των εξωτερικών τερματικών.
- Η λειτουργία του αυτοματισμού, μπορεί να αλλάξει πολύ εύκολα σε οποιοδήποτε στάδιο (μελέτη, κατασκευή, θέση σε λειτουργία ή αργότερα).
- Ο εντοπισμός βλαβών διευκολύνεται, γιατί για κάθε εξωτερική εντολή υπάρχει αντίστοιχο LED. Επίσης, η ροή του αυτοματισμού μπορεί να παρακολουθηθεί άνετα, με τη βοήθεια μιας συσκευής προγραμματισμού.
- Ο αυτοματισμός παραδίδεται συντομότερα σε λειτουργία, γιατί η μελέτη μπορεί να γίνεται παράλληλα με την τοποθέτηση και συρμάτωση του προγραμματιζόμενου ελεγκτή.
- Δεν υπάρχει το γνωστό πρόβλημα των <<μη ενημερωμένων>> σχεδίων του πίνακα αυτοματισμού μετά από λίγο καιρό. Ο προγραμματιζόμενος ελεγκτής έχει πάντα κρατημένο <<μέσα του>> το τελευταίο πρόγραμμα, το οποίο μπορεί να διαβάσει με μια συσκευή προγραμματισμού ή να εκτυπωθεί σε χαρτί.
- Η τοποθέτηση μπορεί να γίνει χωρίς κίνδυνο και μέσα σε πεδία ισχύος.
- Ένας προγραμματιζόμενος ελεγκτής μπορεί να συνδεθεί με περιφερειακές μονάδες για επιτήρηση –έλεγχο της εγκατάστασης (οθόνη, εκτυπωτής, πληκτρολόγιο) καταργώντας το κλασικό μιμητικό διάγραμμα και τον πίνακα χειρισμών. Επίσης, μπορεί να συνδεθεί με ανώτερο υπολογιστή για ανταλλαγή στοιχείων.

- Η γλώσσα προγραμματισμού είναι προσαρμοσμένη στο βιομηχανικό αυτοματισμό και άρα είναι προσιτή στο προσωπικό που μέχρι σήμερα συντηρούσε τους κλασσικούς πίνακες αυτοματισμού.
- Υπάρχει σημαντική οικονομία στο χώρο, τη συντήρηση (δεν υπάρχουν μηχανικές επαφές) και την κατανάλωση ενέργειας.

### 3.3 Στάδια εργασίας στον προγραμματιζόμενο αυτοματισμό

Στην επίλυση ενός προβλήματος αυτοματισμού με ένα προγραμματιζόμενο ελεγκτή συναντάμε τρία στάδια. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η αντιστοιχία που έχουν αυτά με την περίπτωση ενός συστήματος συρματωμένης λογικής (π.χ. αυτοματισμός με ηλεκτρονόμους).

#### Προγραμματιζόμενη λογική

1. Επιλογή προγραμματιζόμενου ελεγκτή
2. Τοποθέτηση προγραμματιζόμενου ελεγκτή σε πίνακα  
Συρμάτωση εξωτερικών στοιχείων της εγκατάστασης (τερματικοί, button, διακόπτες, ενδεικτικές λυχνίες, ηλεκτρονόμοι ισχύος, βαλβίδες κ.λπ.), πάνω στους ακροδέκτες του προγραμματιζόμενου ελεγκτή.
3. Προγραμματισμός

#### Συρματωμένη λογική

1. Επιλογή βοηθητικών ηλεκτρονόμων, χρονικών κ.λπ. που χρειάζονται για τον αυτοματισμό, βάσει της συνδεσμολογίας του σχεδίου.
2. Απλή τοποθέτηση του υλικού (βοηθητικών ηλεκτρονόμων, χρονικά) μέσα στο πίνακα.  
Συρμάτωση των εξωτερικών στοιχείων της εγκατάστασης (τερματικοί, button, διακόπτες, ενδεικτικές λυχνίες, ηλεκτρονόμοι ισχύος, βαλβίδες κ.λπ.), πάνω στην κλεμοσειρά του πίνακα.
3. Συρμάτωση του υλικού αυτοματισμού (βοηθητικών ηλεκτρονόμων, χρονικά) μέσα στον πίνακα μεταξύ τους, σύμφωνα με την συνδεσμολογία του σχεδίου.

### 3.4 Δομή προγραμματιζόμενου ελεγκτή

Η επιλογή ενός προγραμματιζόμενου ελεγκτή (τύπος- μέγεθος- κόστος) εξαρτάται κυρίως από το πλήθος των στοιχείων που δίνουν εντολή σ' αυτόν (είσοδοι), καθώς και από τι πλήθος των λειτουργιών που απαιτείται να κάνει ο αυτοματισμός (μέγεθος προγράμματος, δηλ. απαιτούμενη μνήμη και δυνατότητες της κεντρικής μονάδας).

Ανεξάρτητα όμως από τύπο και μέγεθος συναντάμε σε κάθε προγραμματιζόμενο ελεγκτή τα εξής απαραίτητα στοιχεία:

- Πλαίσιο για τοποθέτηση μονάδων
- Μονάδα τροφοδοσίας
- Κεντρική μονάδα (CPU) με τον μικροεπεξεργαστή και τη μνήμη για το πρόγραμμα
- Μονάδες εισόδων/ εξόδων
- Συσκευή προγραμματισμού

### **Πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων**

Όλες οι μονάδες, από τις οποίες αποτελείται ένας προγραμματιζόμενος ελεγκτής, πρέπει να τοποθετηθούν σε κάποιο πλαίσιο, Σ' αυτό είναι ενσωματωμένο το σύστημα ζυγών, δηλ. το σύστημα αγωγών μέσω των οποίων επικοινωνούν οι διάφορες μονάδες μεταξύ τους για την ανταλλαγή πληροφοριών και για την τροφοδοσία τους.

### **Μονάδα τροφοδοσίας**

Η μονάδα τροφοδοσίας χρησιμεύει για να δημιουργήσει από την τάση του δικτύου τις απαραίτητες εσωτερικές τάσεις για την τροφοδοσία αποκλειστικά των ηλεκτρονικών στοιχείων, που υπάρχουν μέσα στον προγραμματιζόμενο ελεγκτή (τρανζίστορς, ολοκληρωμένα κ.λπ.)

Τυπικές εσωτερικές τάσεις: DC 5V, DC 9V, DC 24V

### **Κεντρική μονάδα (CPU)**

Στην κεντρική μονάδα (CPU) ο μικροεπεξεργαστής επεξεργάζεται συνεχώς (κυκλικά) το πρόγραμμα, που είναι γραμμένο στη μνήμη. Ρωτάει συνεχώς, αν οι διάφορες είσοδοι έχουν ή δεν έχουν τάση (επαφές κλειστές ή ανοικτές), επεξεργάζεται τις εντολές του προγράμματος και βάση αυτών εξαναγκάζει τις εξόδους να διεγερθούν ή όχι (δηλ. να αποκτήσουν ή όχι τάση, οπότε διεγείρονται ή όχι και τα συνδεδεμένα σ' αυτές ηλεκτρονόμοι, βαλβίδες κ.λπ.).

Το πρόγραμμα γράφεται στη μνήμη με τη βοήθεια μιας συσκευής προγραμματισμού (προγραμματιστής).

Αυτή συνδέεται στην κεντρική μονάδα μόνο όταν πρόκειται να γραφτεί ή να μεταφερθεί το πρόγραμμα στη μνήμη ή αν πρόκειται να γίνουν αλλαγές. Επίσης χρησιμοποιείται για τον έλεγχο διαφόρων σημάτων κατά την εξέλιξη του προγράμματος και για την ανεύρεση σφαλμάτων.

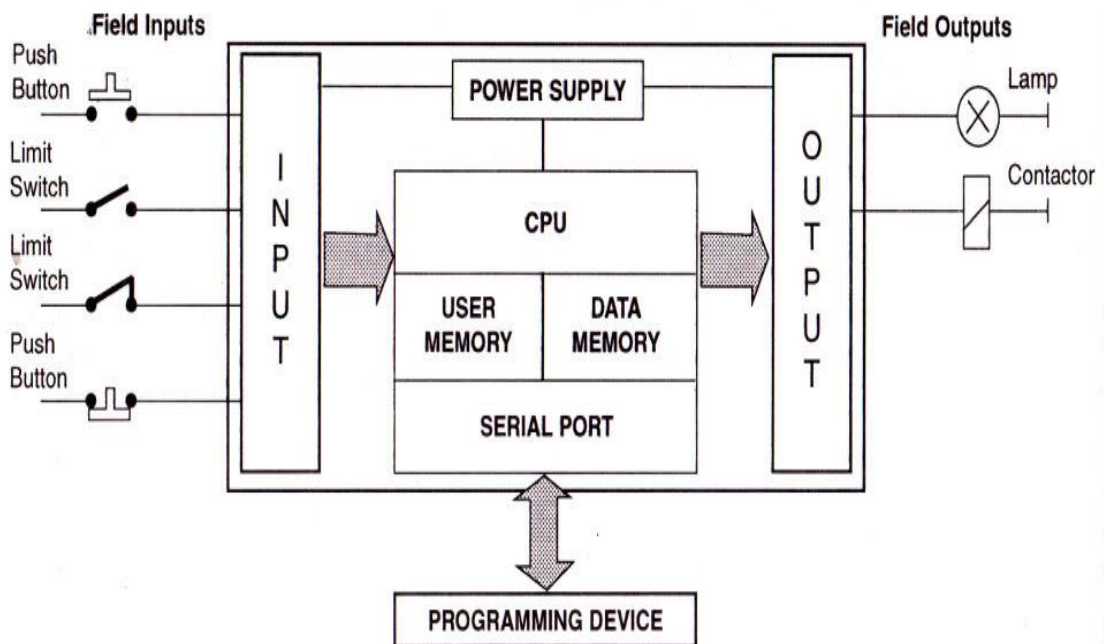
### **Μονάδες εισόδων/ εξόδων (I/O)**

Τα καλώδια που έρχονται από τα αισθητήρια της παραγωγικής διαδικασίας (τερματικοί, button, διακόπτες), συνδέονται στις κλέμες των μονάδων εισόδων (Είσοδοι προγραμματιζόμενου ελεγκτή).

Αντίστοιχα, τα καλώδια που πηγαίνουν προς τους ηλεκτρονόμους ισχύος, βαλβίδες, λυχνίες κ.λπ. συνδέονται στις κλέμες των μονάδων εξόδων (Εξοδοι του προγραμματιζόμενου ελεγκτή).

Ο προγραμματιζόμενος ελεγκτής αντιλαμβάνεται ότι ένα αισθητήριο είναι ανοικτό ή κλειστό από το αν εμφανίζεται τάση L1 στην αντίστοιχη κλέμα εισόδου. Επίσης, αν από το πρόγραμμα δοθεί εντολή για διέγερση π.χ. μιας βαλβίδας, τότε εμφανίζεται η τάση L2 στην αντίστοιχη κλέμα εξόδου.

Οι τάσεις L1, L2 δεν παρέχονται από τη μονάδα τροφοδοσίας του plc και πρέπει να δημιουργηθούν από εμάς με κατάλληλο τροφοδοτικό (για DC) ή μετασχηματιστή τάσης χειρισμού (για AC).



Σχ. 3.1 Δομή προγραμματιζόμενου ελεγκτή

### Συσκευή προγραμματισμού

Η συσκευή προγραμματισμού είναι μια τελείως ξεχωριστή συσκευή από τη μονάδα αυτοματισμού. Χρησιμοποιείται για την εισαγωγή του προγράμματος στο PLC και την παρακολούθηση της εξέλιξης του αυτοματισμού μέσα από την οθόνη που διαθέτει. Με έναν μόνο προγραμματιστή μπορεί να γίνει ο χειρισμός όλων των μονάδων της ίδιας εταιρίας PLC σε μια αυτοματοποιημένη εγκατάσταση.

Ο σχεδιασμός του προγράμματος σ' ένα προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή μπορεί να γίνει με 4 τρόπους :

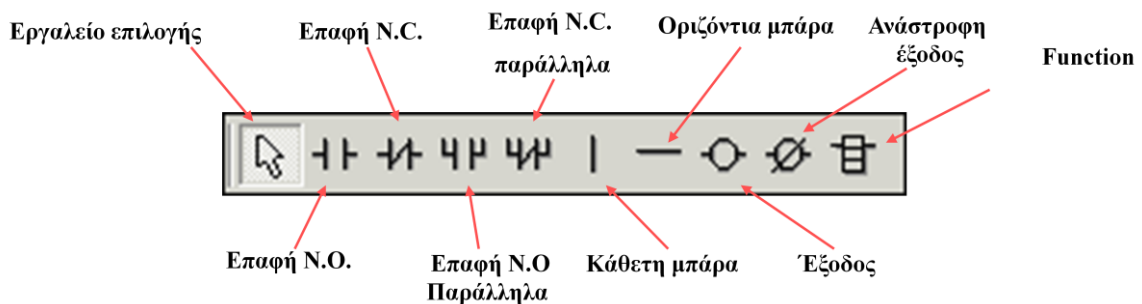
- Με την μορφή διαγράμματος επαφών (LADDER DIAGRAM) ή απλά LAD
- Με την μορφή λίστας εντολών (STATEMENT LIST) ή απλά STL
- Με την μορφή λογικού διαγράμματος (CONTROL SYSTEM FLOWCHART) ή απλά CSF

- Γλώσσα MATRIX (είναι μια γλώσσα προγραμματισμού που έχει κατασκευαστεί από την FESTO , φιλική στο χρήστη , ειδικά για ηλεκτροπνευματικά και ηλεκτροϋδραυλικά συστήματα)

Ο πρώτος τρόπος (LADDER) είναι και ο επικρατέστερος γιατί χρησιμοποιείται κύρια από αυτούς που έχουν εμπειρία στο κλασικό αυτοματισμό επειδή έχει το πλεονέκτημα της καλύτερης εποπτείας του συστήματος . Βέβαια προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να προγραμματιστούν και με άλλους τρόπους. Παρακάτω κάνουμε μια σύντομη αναφορά στη γλώσσα LADDER και STL.

### Βασική δομή γλώσσας διαγράμματος επαφών (LADDER)

Το διάγραμμα LADDER αποτελείται από δύο κάθετους κλάδους , εκ των οποίων ο αριστερός θεωρούμε ότι συνδέεται με πηγή τάσης , και ο δεξιός γειώνεται στο σύστημα . Οι διάφοροι βρόγχοι του προγράμματος , έχουν οριζόντια ροή από τα αριστερά προς τα δεξιά , ανάμεσα στους δύο κάθετους κλάδους .



Εικόνα 3.2 : Σύμβολα του προγράμματος σε γλώσσα ladder

### Βασική δομή γλώσσας Λίστας Εντολών (STATEMENT LIST)

Αντίθετα από το διάγραμμα επαφών LADDER , η μέθοδος προγραμματισμού με τη μορφή λίστας STL δεν παρουσιάζει το πρόβλημα γραφικά , αλλά το περιγράφει περιφραστικά. Η γλώσσα προγραμματισμού STL αποτελείται από ξεχωριστές γραμμές εντολών . Μπορεί να γραφεί ένα σχόλιο (σε γλώσσα υψηλού επιπέδου - καθημερινή) στο δεξιό μέρος της κάθε γραμμής εντολών, έτσι ώστε να έχουμε και μία λεπτομερή περιγραφή της διεργασίας που εκτελείται . Οι εντολές στη γλώσσα STL τοποθετούνται διαδοχικά η μία κάτω απ' την άλλη ενώ γράφονται σε συντομογραφία.

Παρακάτω φαίνονται τα βασικά στοιχεία και οι συντομογραφίες που χρησιμοποιούνται στην γλώσσα προγραμματισμού STL :

### Επεξεργασία Σήματος

Σύμβολο :

AND  
OR  
NOT  
Exclusive - OR

Σύμβολο κατά DIN

A  
O  
N  
XO



Assignment	=
Set	S
Reset	R
Count (forwards)	ZV
Count (backwards)	ZR
Add	ADD
Subtract	SUB
Multiply	MUL
Divide	DIV
Greater than	GR
Greater than or equal to	GRG
Equal to	GL
Smaller than	SL
Smaller than or equal to	SLG
Convert code (decimal / binary)	DEB
Convert code (binary / decimal)	BID

### Οργάνωση Προγράμματος

<u>Λειτουργία:</u>	<u>Σύμβολο κατά DIN</u>
Non operation	NOP
Load	L
Brackets open	(
Brackets closed	)
Jump (unconditional)	SP
Jump (unconditional)	SPB
JUMP Module call (unconditional)	B
Module call (conditional)	BAB
Call module end	BE
Program end	PE
Comment (start/end)	PE

### Πρόσθετοι Συμβολισμοί

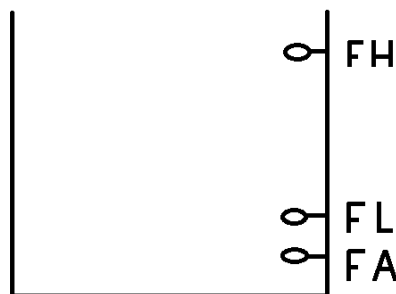
<u>Λειτουργία:</u>	<u>Σύμβολο κατά DIN</u>
Constants	K
Input	I
Output	O
Flag	F
Timer	T
Counter	C
Program module	P
Function module	F
Byte (8 bit)	B
Word (2 byte)	W
Double word	D
Analogue	A
Pulse	P

## Κεφάλαιο 4

### Περιγραφή της εφαρμογής

#### 4.1 Εξήγηση λειτουργίας

Έχουμε τοποθετήσει πάνω σε μια ξύλινη επιφάνεια μια δεξαμενή που περιέχει νερό και μια αντλία νερού. Η παροχή νερού της δεξαμενής γίνεται από το δίκτυο ύδρευσης μέσω μιας ηλεκτροβαλβίδας. Η κατανάλωση του νερού γίνεται μέσω της αντλίας η οποία έχει δύο θέσεις λειτουργίας. Στη θέση 1 η αντλία ενεργοποιείται με το button start, λειτουργεί με παύσεις και σταματάει αυτόματα μετά από τρεις λειτουργίες. Οι χρόνοι ενεργοποίησης και απενεργοποίησης καθορίζονται από το πρόγραμμα. Στη θέση 2 η αντλία ενεργοποιείται και απενεργοποιείται χειροκίνητα με button start-stop τα οποία συνδέονται στην είσοδο του PLC. Στην δεξαμενή έχουν τοποθετηθεί 3 ηλεκτρικά φλοτέρ όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1. Το FH και FL είναι για τον έλεγχο της στάθμης και το FA για την προστασία της αντλίας.



Σχήμα 4.1: Σχηματική αναπαράσταση της δεξαμενής

Το FL είναι για την εντολή του γεμίσματος, το FH είναι για την εντολή της διακοπής του νερού και το FA είναι για την προστασία της αντλίας. Στην εικόνα 4.2 φαίνεται ο όγκος της δεξαμενής και πως είναι τοποθετημένα τα φλοτεράκια.

Τα συγκεκριμένα φλοτέρ έχουν μια επαφή η οποία κλείνει όταν η στάθμη είναι κάτω από αυτά και ανοίγει όταν η στάθμη τα ξεπερνάει. Ας εξετάσουμε την περίπτωση όπου η δεξαμενή είναι γεμάτη. Καθώς η αντλία ενεργοποιείται και η στάθμη του νερού κατεβαίνει το FH αλλάζει κατάσταση και από 0 δίνει εντολή 1 στο PLC (δεν συμβαίνει κάτι ακόμα). Όταν η στάθμη φτάσει στο σημείο όπου βρίσκεται το FL και το ξεπεράσει τότε θα κλείσει η επαφή του και αυτόματα θα ενεργοποιηθεί ένα εσωτερικό χρονικό του PLC το οποίο μετά από

προκαθορισμένο χρόνο βάση προγράμματος θα δώσει εντολή να ενεργοποιηθεί η ηλεκτροβαλβίδα και να εισέρθει νερό στη δεξαμενή.

Κατά την αντίστροφη διαδικασία όπου η δεξαμενή γεμίζει, μόλις η στάθμη ξεπεράσει το FL και από 1 δώσει ξανά εντολή 0 δεν συμβαίνει κάτι και η στάθμη εξακολουθεί να ανεβαίνει. Όταν όμως ξεπεράσει το FH τότε αλλάζοντας κατάσταση η επαφή του από 1 σε 0 θα ενεργοποιηθεί ένα άλλο χρονικό το οποίο μετά από προκαθορισμένο χρόνο θα απενεργοποιήσει την ηλεκτροβαλβίδα και θα σταματήσει η είσοδος του νερού στη δεξαμενή. Ο ρόλος του FA είναι για την περίπτωση βλάβης όπου δεν ενεργοποιηθεί η ηλεκτροβαλβίδα (η δεξαμενή θα αδειάσει) να απενεργοποιήσει την αντλία για να μην δουλέψει εν κενό.

Οι καθυστερήσεις που γίνονται μέσω των χρονικών είναι για να μην καταπονούνται οι επαφές με τα συχνά ανεβοκατεβάσματα της στάθμης.

Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των εξαρτημάτων της κατασκευής.



Εικόνα 4.1: Έλεγχος στάθμης νερού και αυτόματη λειτουργία αντλίας



Εικόνα 4.2: Δεξαμενή

## 4.2 Το PLC της OMRON



Εικόνα 4.3 : PLC OMRON CP1L

### 4.2.1 Χαρακτηριστικά

Το PLC που χρησιμοποιήσαμε για την εφαρμογή είναι της OMRON της σειράς CP1L. Όταν μιλάμε για την περιγραφή των ελεγκτών για περίπλοκες μηχανές η σειρά της OMRON CP1L προσφέρει ένα μικρό σε μέγεθος PLC με την ιδιότητα ενός κανονικού. Αυτή η έκδοση δεν είναι μόνο μικρότερη σε μέγεθος, αλλά είναι και σε κλίμακα, έχει μεγαλύτερη ταχύτητα από άλλα controllers, και επίσης ξεχωρίζει σε τιμή και απόδοση. Φυσικά είναι συμβατό με όλες τις συσκευές της σειράς OMRON PLC. Έχει τα παρακάτω στοιχεία.

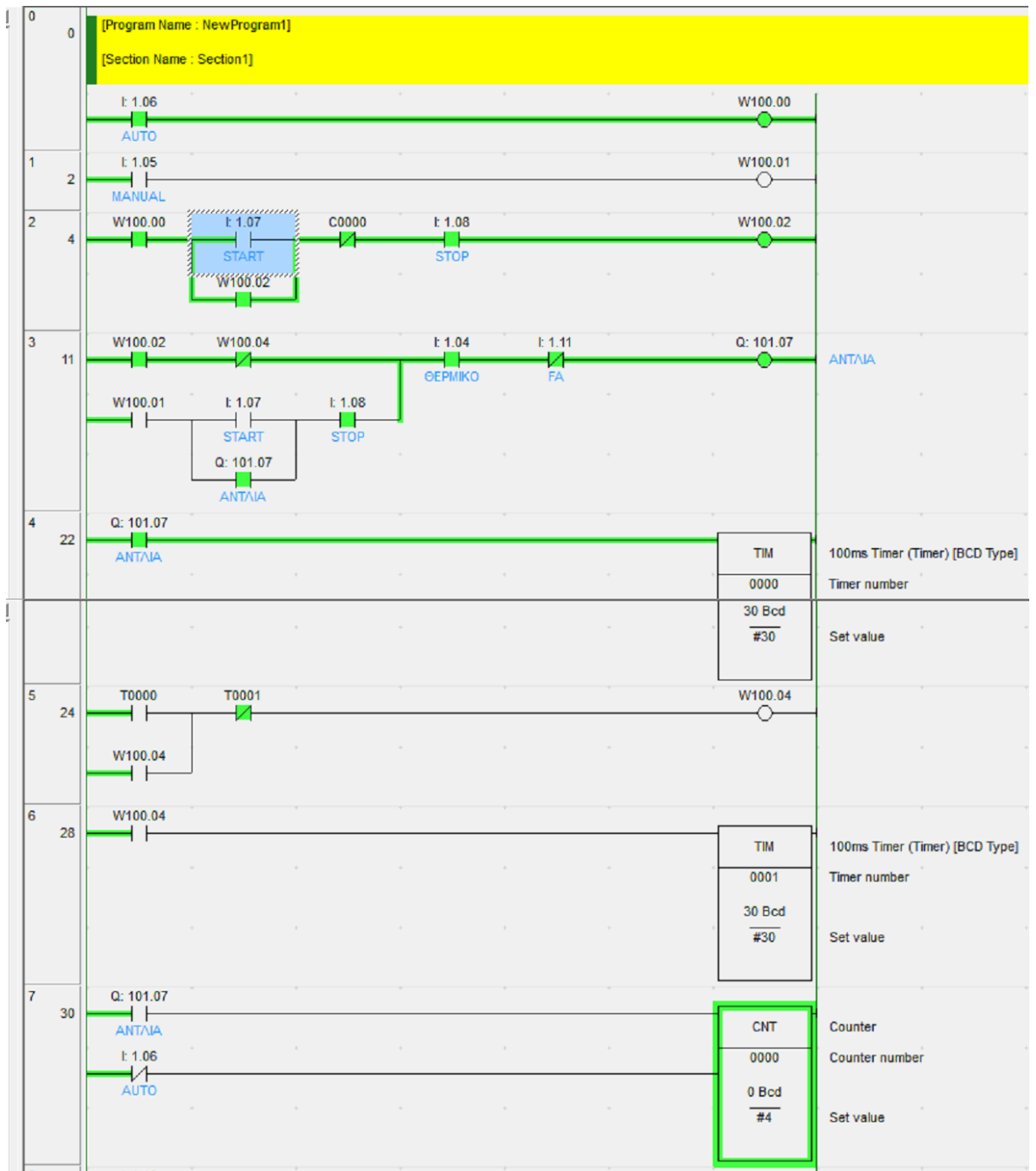
- 4 υψηλής ταχύτητας encoder εισόδους και 2 υψηλής ταχύτητας παλμών εξόδους
- CPUs με AC και DC τροφοδοτικό και 14, 20, 30 ή 40 I/O ενσωματωμένα
- Instruction set συμβατό με CP1H, CT1 και CS1 PLC
- Προαιρετικό RS232C και R5-422A/485 διαδοχικές θύρες
- USB θύρα προγραμματισμού
- Λειτουργικότητα κίνησης
- Διαθέτει το ίδιο λογισμικό με τα άλλα controllers της OMRON
- Κλίμακα με μεγάλη έκταση της I/O μονάδας (maximum μέχρι 160 I/O σημεία)

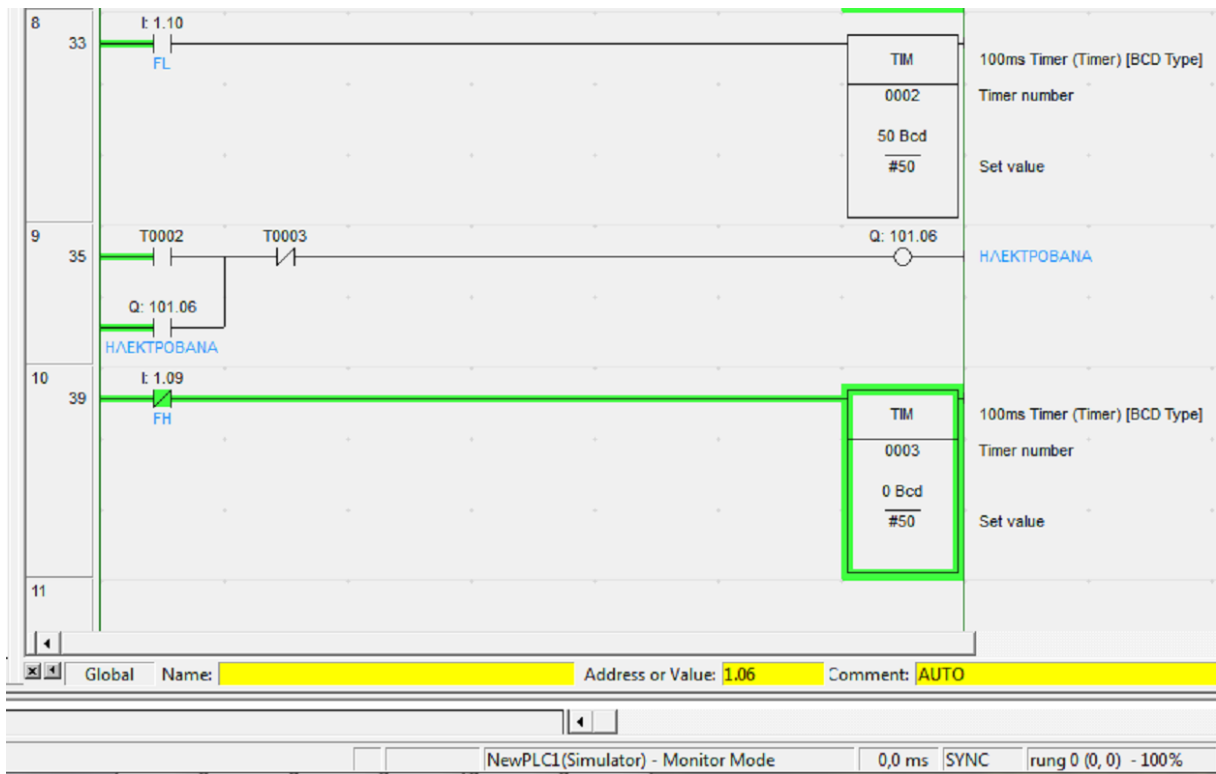
## 4.2.2 Software

Το software που χρησιμοποιήσαμε για τον προγραμματισμό του plc είναι το CX-Programmer και έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

- CX-Programmer είναι ένα λογισμικό για περιβάλλον Windows, που δημιουργήθηκε για τον προγραμματισμό των PLC OMRON μέσω Ηλεκτρονικού Υπολογιστή
- Το CX-Programmer επιτρέπει:
  - Δημιουργία και τροποποίηση προγραμμάτων
  - Αρχειοθέτηση των προγραμμάτων στο δίσκο
  - Επαλήθευση του προγράμματος μέσω λειτουργιών debug
  - Επαλήθευση της λειτουργίας του προγράμματος με σειριακή σύνδεση με το PLC (On line) και επιτήρηση των δεδομένων
  - Σχόλια για όλα τα μέρη του προγράμματος
  - Εκτύπωση των προγραμμάτων
- Ελάχιστες απαιτήσεις για σωστή λειτουργία του CX-Programmer 3.0:
  - CPU Pentium 200MHz ή ανώτερο
  - Hard Disk τουλάχιστον 600MB διαθέσιμη μνήμη
  - Ελάχιστο 32 MB RAM
  - SVGA 800x600 ή ανώτερο
  - Windows 9x, NT, 2000, XP

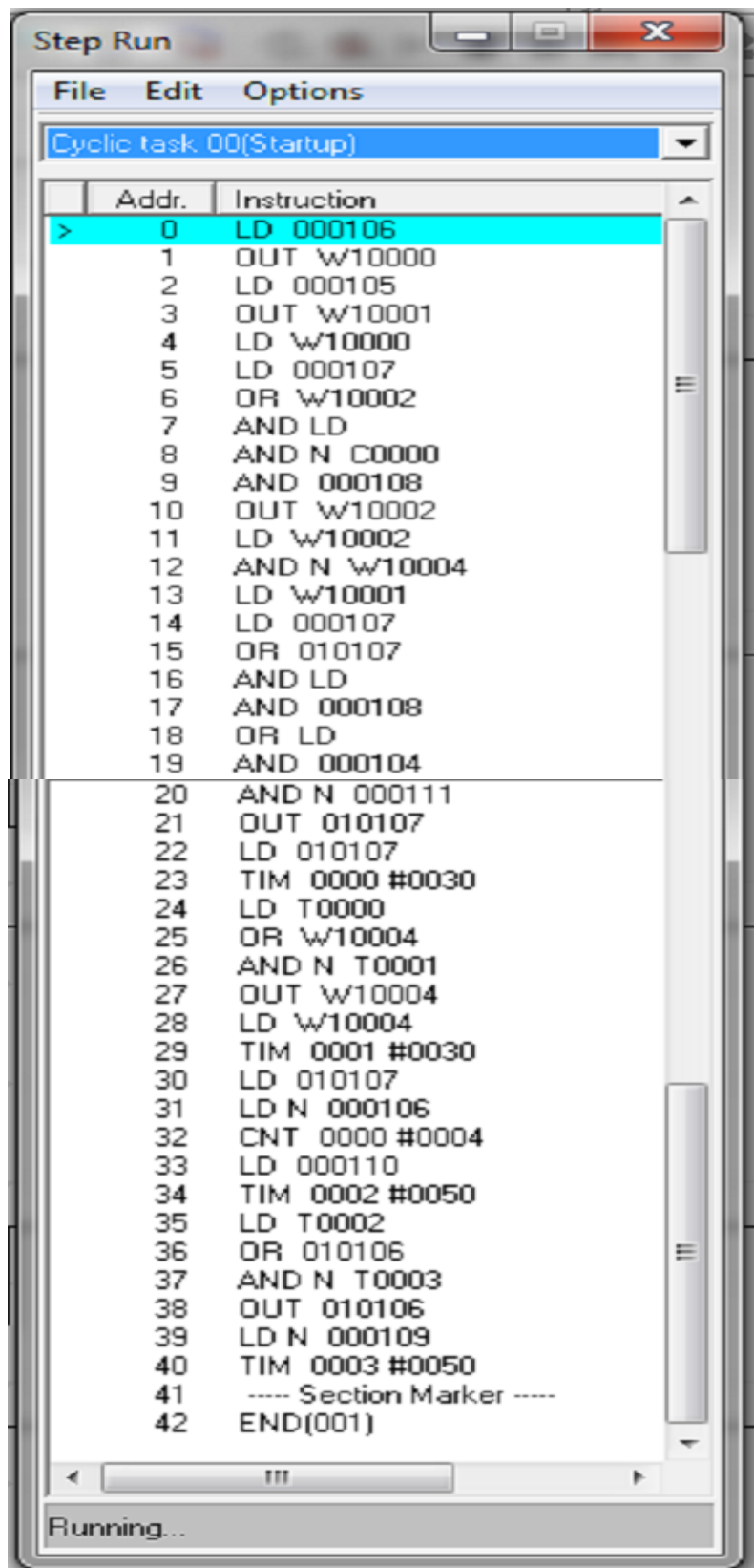
Παρακάτω φαίνεται το πρόγραμμα της εφαρμογής σε γλώσσα LADDER και STL :





Εικόνα 4.4: Το πρόγραμμα σε γλώσσα LADDER





Εικόνα 4.5: Το πρόγραμμα σε γλώσσα STL

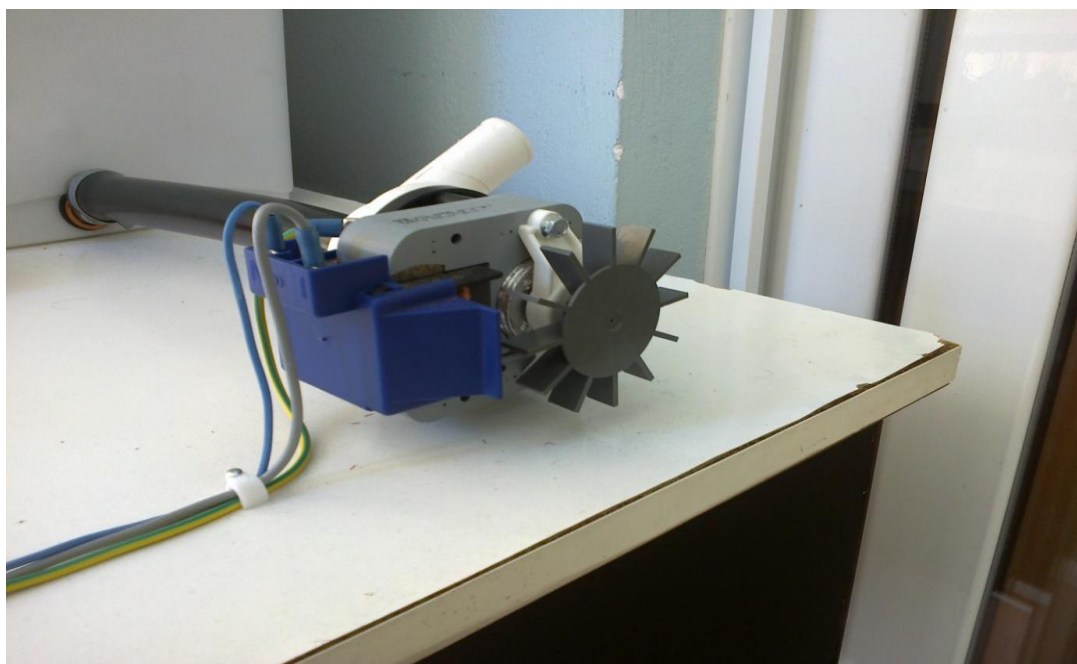
### 4.3 Αντλία

Γενικά μια αντλία αποτελείται από ένα ή περισσότερους δρομείς, τοποθετημένους σε έναν άξονα που παίρνει κίνηση από κινητήρα και στρέφεται πάντοτε κατά την ίδια φορά μέσα σ' ένα περίβλημα. Το περίβλημα έχει ανοίγματα εισόδου και εξόδου του υγρού. Επάνω στον περιστρεφόμενο δρομέα είναι τοποθετημένα πτερύγια κατάλληλου σχήματος. Ο δρομέας μαζί με τα πτερύγια ονομάζονται πτερωτή. Καθώς η πτερωτή περιστρέφεται, το υγρό αποκτά γωνιακή επιτάχυνση οπότε δημιουργείται φυγοκεντρική δύναμη που μεταφέρει το υγρό προς την περιφέρεια του περιβλήματος για να απομακρυνθεί από το άνοιγμα εξόδου.

Επειδή το υγρό απομακρύνεται από το κέντρο προς την περιφέρεια, η πίεση στο κέντρο ελαττώνεται και νέα ποσότητα υγρού κινείται προς το σημείο χαμηλής πίεσης με αποτέλεσμα τη δημιουργία σταθερής ροής.

Ανάλογα με το σχήμα των πτερυγίων και τον τρόπο κινήσεως του υγρού οι δυναμικές αντλίες διακρίνονται ως εξής :

- Φυγοκεντρικές αντλίες οι οποίες έχουν διάταξη πτερυγίων τέτοια ώστε το υγρό που εισέρχεται στο περίβλημα αξονικά, να κινείται και να εξέρχεται κάθετα προς τον άξονα, δηλαδή ακτινικά.
- Μικτής ροής, όπου τα πτερύγια είναι τοποθετημένα υπό γωνία ως προς τον άξονα της περιστροφής. Το υγρό εισέρχεται αξονικά και κινείται συγχρόνως αξονικά και ακτινικά.
- Αξονικής ροής όπου η πτερωτή έχει σχήμα έλικας, το υγρό εισέρχεται κινείται και εξέρχεται αξονικός. Η αύξηση της πίεσης προέρχεται από την ανυψωτική δράση της έλικας που είναι πάντοτε βυθισμένη στο νερό.
- Στοβιλαντλίες στις οποίες τα πτερύγια έχουν ειδική τοποθέτηση.



Εικόνα 4.6 : Αντλία

## 4.4 Ηλεκτροβαλβίδα

Μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα είναι μια ηλεκτρομηχανική βαλβίδα για χρήση σε υγρό ή αέριο. Η βαλβίδα αυτή ελέγχεται από ένα ηλεκτρικό ρεύμα μέσα από ένα σωληνοειδές πηνίο. Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες μπορούν να έχουν δύο ή περισσότερες εισόδους-εξόδους. Στην περίπτωση των δύο εισόδων-εξόδων η μία είναι είσοδος και η άλλη έξοδος. Στην περίπτωση των τριών εισόδων-εξόδων της βαλβίδας η εισροή γίνεται από μία είσοδο και η εκροή από τις δύο εξόδους. Πολλαπλές ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες μπορούν να τοποθετηθούν μαζί σε ένα συλλέκτη.

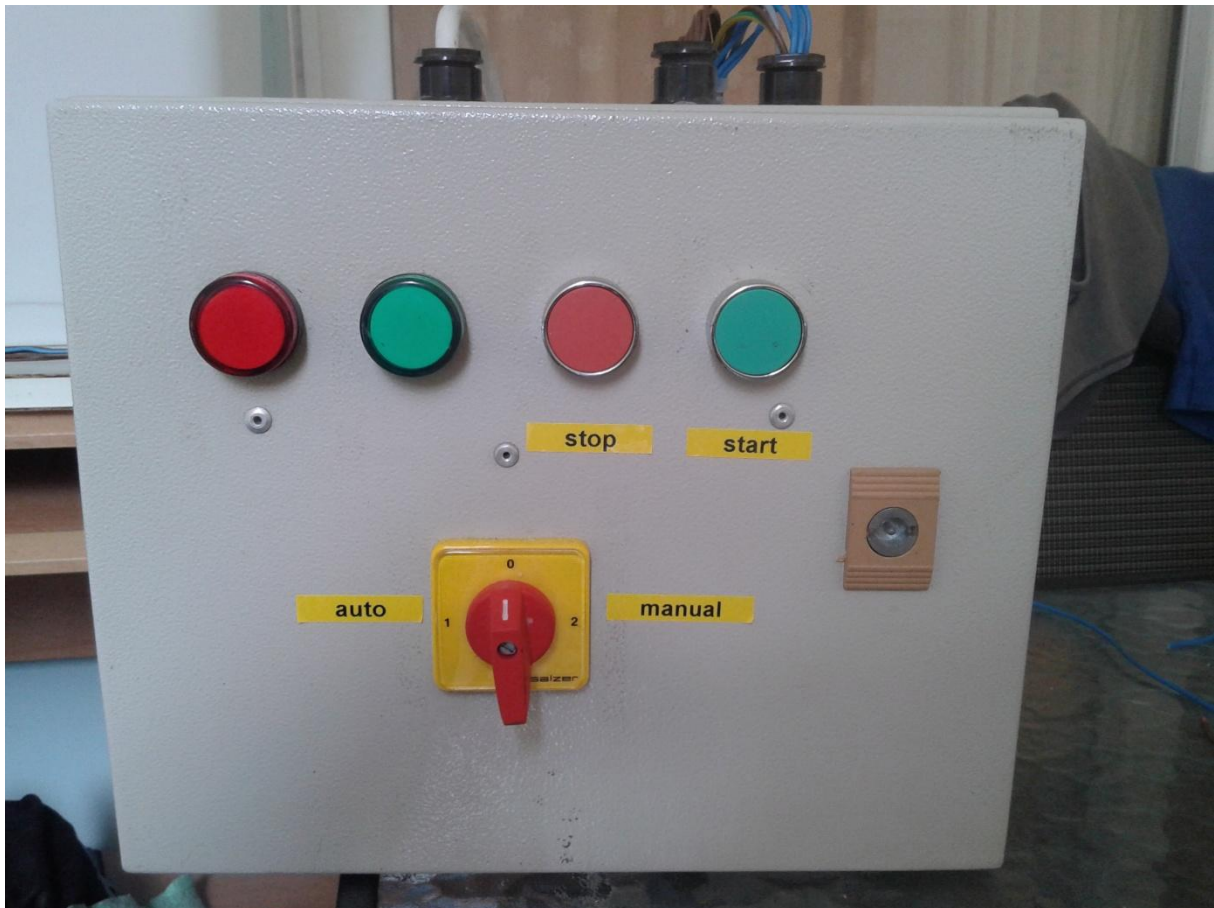
Μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα έχει δύο κύρια μέρη: το σωληνοειδές και τη βαλβίδα. Το σωληνοειδές μετατρέπει ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική το οποίο, με τη σειρά του, ανοίγει ή κλείνει τη βαλβίδα μηχανικά. Η βαλβίδα που χρησιμοποιήσαμε φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 4.7 : Ηλεκτροβαλβίδα

## 4.5 Βιομηχανικός πίνακας αυτοματισμού

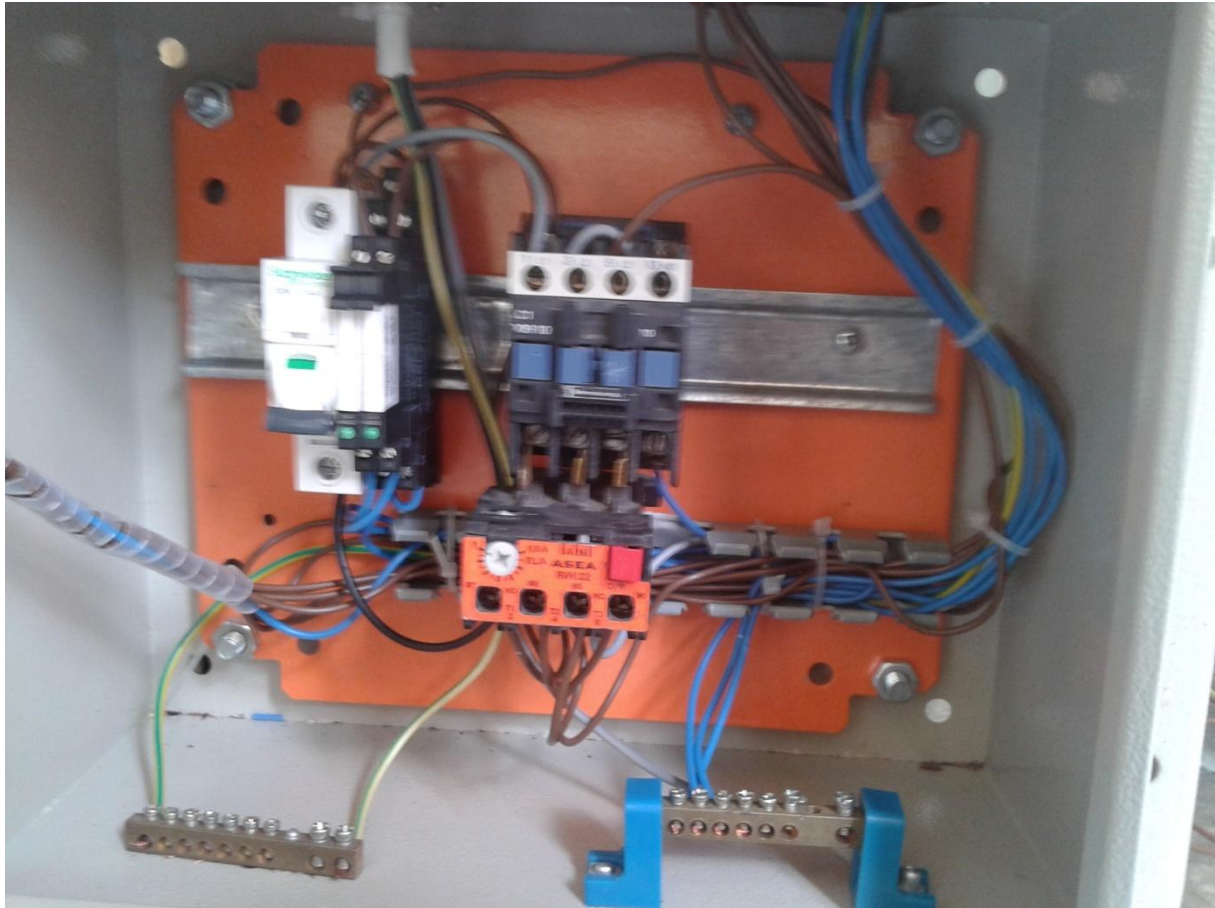
Ο πίνακας περιλαμβάνει δύο button start-stop, δύο ενδεικτικές λυχνίες και ένα μεταγωγικό διακόπτη. Τα button start-stop είναι για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση της αντλίας. Το start έχει μια normal open επαφή, ενώ το stop έχει μια normal close. Η πράσινη λυχνία είναι για την σήμανση λειτουργίας της αντλίας και η κόκκινη είναι για την σήμανση της πτώσης του θερμικού. Οι λυχνίες είναι και οι δύο 230V AC. Ο μεταγωγικός διακόπτης είναι για την επιλογή λειτουργίας της αντλίας, auto ή manual.



Εικόνα 4.8 : Βιομηχανικός πίνακας αυτοματισμού

Στο εσωτερικό του ο πίνακας περιλαμβάνει ένα μικροαυτόματο 6 A, δύο feeder (μικρά ρελεδάκια), ένα ηλεκτρονόμο και ένα θερμικό. Το plc βρίσκεται στο εργαστήριο όπως φαίνεται στην εικόνα 4.1. Τα feeder είναι 24V DC τα οποία ενεργοποιούνται από τις εξόδους του plc. Ο ηλεκτρονόμος είναι 230V AC και ενεργοποιείται από τη normal open επαφή του

ενός feeder, αυτά είναι για την λειτουργία της αντλίας. Το άλλο feeder για τη λειτουργία της ηλεκτροβαλβίδας. Τα παραπάνω φαίνονται στην εικόνα 4.9.



Εικόνα 4.9 : Εσωτερικό βιομηχανικού πίνακα

## Βιβλιογραφία

### Βιβλία:

Γ. Κράνα - Ε. & Δασκαλοπούλου, ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ & ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΛΟΓΙΚΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ PLC – Εκδόσεις ΙΩΝ, 2001.

Denis Collins ~ Eammon Lane, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ ΕΝΑΣ ΠΡΑΚΤΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ - Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 1997.

Σταύρος Ρουμπής <Αυτοματισμός με προγραμματιζόμενους ελεγκτές >

Βέντζας Δημήτριος Γλώσσας Νικόλαος Νικολόπουλος Αλέξιος Εργαστήριο αυτοματισμών και συστημάτων αυτόματου ελέγχου- TEE

F. Petrauzella, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΛΟΓΙΚΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ - Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 2000.

### Διαδίκτυο:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82>

[http://imm.demokritos.gr/platon/AEOAAUAC\\_OOIOO\\_AOOIIAEOEIOIOO/aeoaaauac\\_ooioo\\_aooiiaoeoioioo.html](http://imm.demokritos.gr/platon/AEOAAUAC_OOIOO_AOOIIAEOEIOIOO/aeoaaauac_ooioo_aooiiaoeoioioo.html)

[http://w5.siemens.com/greece/internet/en/pss/I/Automation/Documents/PLC\\_Beginners\\_Manual\\_1283505.pdf](http://w5.siemens.com/greece/internet/en/pss/I/Automation/Documents/PLC_Beginners_Manual_1283505.pdf)

[http://evecp-library.gr/portals/0/ebook/03\\_ebook/03\\_ebook.pdf](http://evecp-library.gr/portals/0/ebook/03_ebook/03_ebook.pdf)

<http://dspace.lib.ntua.gr/handle/123456789/4854>

[http://imm.demokritos.gr/platon/AEOAAUAC\\_OOIOO\\_AOOIIAEOEIOIOO/aeoaaauac\\_ooioo\\_aooiiaoeoioioo.html](http://imm.demokritos.gr/platon/AEOAAUAC_OOIOO_AOOIIAEOEIOIOO/aeoaaauac_ooioo_aooiiaoeoioioo.html)

[http://www.dimoulas.com.gr/PDF%20EIDIKES%20AGORES/DIM/130225%20Industrial\\_automations\\_hq.pdf](http://www.dimoulas.com.gr/PDF%20EIDIKES%20AGORES/DIM/130225%20Industrial_automations_hq.pdf)

<http://int76.ru/upload/iblock/704/7042e0af2ffed2b25630a667a7c034a5.pdf>

<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbm90c2FtYyMDEyfGd4OjM2ZDg0ZmRiNTM1NTE3ZDk>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82>

<http://ikaros.teipir.gr/phyche/Subjects/Routoulas/AutomatismoiVIKTE/ViomixanikosAutomatismos.pdf>

[http://evep-library.gr/portals/0/ebook/03\\_ebook/03\\_ebook.pdf](http://evep-library.gr/portals/0/ebook/03_ebook/03_ebook.pdf)

