

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ - ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Κάθε αυτόματο σύστημα διαθέτει συνήθως αισθητήρια με την βοήθεια των οποίων παίρνει πληροφορίες από την εγκατάσταση, διαθέτει ακόμη κάποιας μορφής ελεγκτή ο οποίος 'σκέπτεται' και αποφασίζει για τις δράσεις που πρέπει να ληφθούν αλλά διαθέτει ακόμη και τρόπους επενέργειας προκειμένου να επεμβαίνει και να ρυθμίζει.

Σε πολλά συστήματα η επένεργεια αυτή είναι κίνηση - γραμμική ή περιστροφική : Ένα μπράτσο που κρατά ένα πριόνι κατεβαίνει για να κόψει ή μία ράβδος κινείται και διώχνει ένα ελαττωματικό τεμάχιο από μία γραμμή παραγωγής.

Τρεις τρόπους διαθέτομε προκειμένου να πραγματοποιήσομε τις επενέργειες - κινήσεις για τις οποίες συζητούμε : α) καθαρά μηχανικούς, β) με ηλεκτρικούς επενεργητές και γ) με συστήματα που χρησιμοποιούν κάποιο ρευστό.

Μοχλοί, έκκεντρα, γρανάζια, τροχαλίες και μηχανισμοί διάφοροι - καθαρά **μηχανικά στοιχεία** - έχουν χρησιμοποιηθεί παραδοσιακά προκειμένου να επιτευχθούν κινήσεις. Μπορεί κανείς να θυμηθεί το μηχανισμό παλινδρόμησης μίας πλάνης σαν ένα τέτοιο παράδειγμα.

Από την άλλη μεριά, **ηλεκτρικοί επενεργητές** μπορούν να χρησιμοποιηθούν - ιδίως δε σε συνδυασμό με τα παραπάνω μηχανικά στοιχεία - προκειμένου να υλοποιήσει κανείς τις απαραίτητες κινήσεις σε ένα αυτόματο σύστημα. Ο τρόπος αυτός έχει ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά, ιδίως αν ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι οι ηλεκτρικοί κινητήρες - εναλλασσόμενου, συνεχούς ή βηματικοί - μπορούν να ελεγχθούν με ακρίβεια με τη βοήθεια φτηνών ηλεκτρονικών.

Στην τρίτη κατηγορία περιλαμβάνονται τα πνευματικά και τα υδραυλικά συστήματα.

Πνευματικά συστήματα (Pneumatic Systems)

Ο όρος παραπέμπει στην λέξη 'πνεύμα' που στα αρχαία ελληνικά σημαίνει και άνεμος, αέρας. Εξ αυτής και μέσω των αγγλοσαξόνων ο όρος χρησιμοποιείται για να δηλώσει τα συστήματα που χρησιμοποιούν πεπιεσμένο αέρα προκειμένου να κινήσουν κατάλληλους επενεργητές.

Πεπιεσμένο αέρα διαθέτει κάθε βιομηχανικού - βιοτεχνικού τύπου εγκατάσταση. Η παραγωγή του γίνεται με εμβολοφόρους ή κοχλιοφόρους συμπιεστές και υπάρχει συνήθως δίκτυο διανομής που περιλαμβάνει και αεροφυλάκιο.

Χρήση πεπιεσμένου αέρα σε εφαρμογές αυτοματισμού ενδείκνυται σε περιπτώσεις που έχουμε επενέργεια σε μικρά φορτία, θέλομε 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
- δεν λερώνουν

στα δε μειονεκτήματά τους και τα παρακάτω :

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

Υδραυλικά συστήματα

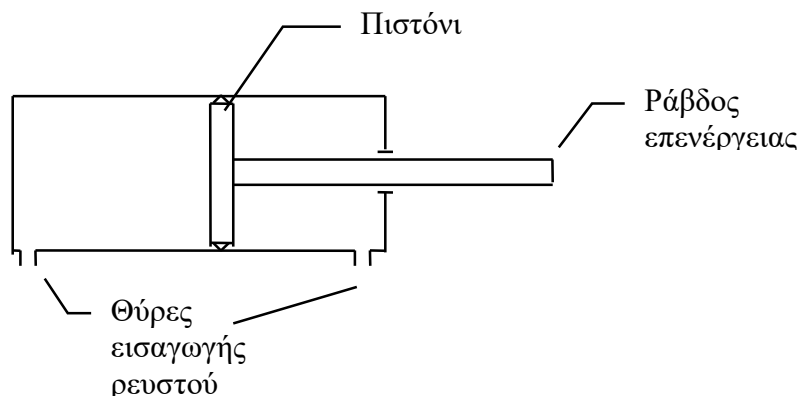
Η σύγχρονη βιομηχανία χρησιμοποιεί υδραυλικά συστήματα με αυξανόμενους ρυθμούς, υπάρχουν δε στον κόσμο μία σειρά από υψηλά εξειδικευμένες εταιρείες που παράγουν το σχετικό εξοπλισμό. Οι κύριες μονάδες κάθε υδραυλικού συστήματος είναι :

α) Η μονάδα παροχής υδραυλικής ισχύος. Περιλαμβάνει δοχείο λαδιού, αντλία και ηλεκτρικό κινητήρα για την κίνησή της. β) Βαλβίδες ελέγχου ροής και πίεσης και γ) επενεργητές γραμμικούς (κύλινδροι) ή περιστροφικούς (κινητήρες) για την μετατροπή της υδραυλικής ισχύος σε ωφέλιμο έργο.

Τα υδραυλικά συστήματα λειτουργούν σε πολύ υψηλότερες πιέσεις από τα πνευματικά και συνεπώς ενδείκνυται 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 θέσης. 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.

3.2 ΕΠΕΝΕΡΓΗΤΕΣ

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 στο Σχήμα 3.1, αποτελείται από το περίβλημα με τις θύρες εισαγωγής του ρευστού, το πιστόνι, τη ράβδο επενέργειας και τα κατάλληλα στεγανωτικά.



Σχήμα 3.1

Η λειτουργία του κυλίνδρου είναι σχεδόν προφανής : Αν ρευστό υπό πίεση εισέλθει από την αριστερή ας πούμε 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 εσωματωμένο 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

στην θύρα P το ρευστό υπό πίεση, οι δε άλλες θύρες οδηγούν το ρευστό στην επιστροφή - αν πρόκειται για λάδι στο δοχείο και αν πρόκειται για αέρα στην ατμόσφαιρα.

Στο Σχήμα 3.2(α) το τύμπανο της βαλβίδας βρίσκεται σε τέτοια θέση που το ρευστό υπό πίεση οδηγείται στα αριστερά του κυλίνδρου και συνεπώς ο τελευταίος ωθείται προς τα δεξιά. Συγχρόνως το ρευστό που βρίσκεται στον δεξιά του πιστονιού χώρο είναι ελεύθερο να επιστρέψει είτε στο δοχείο είτε στην ατμόσφαιρα.

Στο Σχήμα 3.2(β) το τύμπανο της βαλβίδας είναι σε τέτοια θέση που το ρευστό υπό πίεση οδηγείται στα δεξιά του κυλίνδρου. Συμβαίνουν δηλαδή ακριβώς τα αντίθετα από την προηγούμενη περίπτωση. Είναι επίσης φανερό ότι αν το τύμπανο βρεθεί στο μέσο, τότε οι θύρες A,B κλείνουν και συνεπώς ο κύλινδρος ακινητοποιείται (αν πρόκειται για αέρα τότε κινείται όσο του επιτρέπει η συμπιεστότητα του μέσου).

Ο έλεγχος εν τέλει της κίνησης του κυλίνδρου ανάγεται σε έλεγχο θέσης του τύμπανου της βαλβίδας, το οποίο βέβαια είναι πολύ μικρότερο του κυλίνδρου. Ο τρόπος με τον οποίο επενεργούμε για να αλλάξουμε θέση στο τύμπανο καθορίζει την βαλβίδα από την άποψη της **ενεργοποίησης**. Διακρίνομε τους παρακάτω τρόπους με τα αντίστοιχα γραφικά σύμβολά τους :

α. Χειροκίνητη, με την βοήθεια μοχλού η απ' ευθείας επί του τύμπανου.



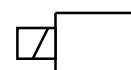
β. Με την βοήθεια βοηθητικής πίεσης από το ίδιο το ρευστό που επενεργεί σε βοηθητική επιφάνεια του τύμπανου.



γ. Με την βοήθεια ενσωματωμένου ελατηρίου.



4. Ηλεκτρικά : είτε με ηλεκτρομαγνήτη που έλκει απ' ευθείας το τύμπανο είτε με μικρή ηλεκτροβάννα που ελέγχει βοηθητική πίεση.



Εκτός του τρόπου ενεργοποίησης, οι βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης ροής διακρίνονται και από :

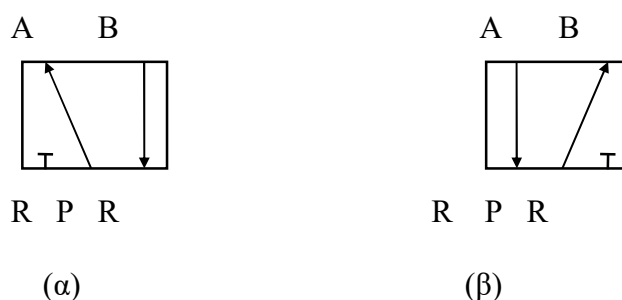
-τον αριθμό των θυρών που διαθέτουν - 2, 3, 4 ή 5

-τον αριθμό των θέσεων που μπορεί να λάβει το τύμπανο - 2 ή 3.

Έτσι δίδεται συνήθως ένα κλάσμα με αριθμητή των αριθμό των θυρών και παρονομαστή τον αριθμό των θέσεων, προκειμένου να χαρακτηριστεί η βαλβίδα. Ο χαρακτηρισμός π.χ. μίας βαλβίδας σαν 4/2, δηλώνει ότι η βαλβίδα διαθέτει 4 θύρες (πίεση και επιστροφή που υπάρχουν πάντα, και δύο άλλες για σύνδεση με κύλινδρο διπλής ενέργειας) και μπορεί να βρεθεί σε 2 διακριτές καταστάσεις : μία στην οποία το

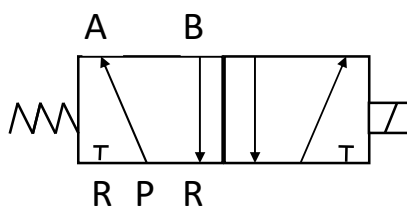
τύμπανο ακινητεί δεξιά και μία που ακινητεί αριστερά, δεν μπορεί δηλαδή το τελευταίο να βρεθεί σε μεσαία θέση.

Εκτός του συμβολισμού με το κλάσμα υπάρχει και ο γραφικός συμβολισμός που μας δείχνει καθαρότερα τις δυνατότητες μίας βαλβίδας καθώς και τους τρόπους ενεργοποίησής της. Στο Σχήμα 3.3 φαίνονται οι καταστάσεις της βαλβίδας που περιγράφηκε παραπάνω : Στο Σχήμα 3.3(α) φαίνεται συμβολικά η κατάσταση του Σχήματος 3.2(α). Η πίεση οδηγείται στην θύρα Α της βαλβίδας ενώ η θύρα Β συνδέεται στην επιστροφή. Αντίστοιχα για το Σχήμα 3.3(β).



Σχήμα 3.3

Προκειμένου να δώσει κανείς τώρα ένα πλήρες σύμβολο για την βαλβίδα αρκεί να τοποθετήσει κοντά τα δύο παραπάνω σύμβολα και να προσθέσει δίπλα από κάθε κατάσταση συμβολικά τον τρόπο που η βαλβίδα μεταβαίνει σε αυτή την κατάσταση. Έτσι στο Σχήμα 3.4 φαίνεται το πλήρες σύμβολο της βαλβίδας που δηλώνει ότι : α) Η βαλβίδα διαθέτει 5 θύρες, β) ότι έχει δύο καταστάσεις ισορροπίας και γ) ότι στην δεξιά εξ αυτών μεταβαίνει με ηλεκτρική ενεργοποίηση ενώ στην αριστερή επανέρχεται με την βοήθεια ελατηρίου όταν σταματήσει η ηλεκτρική ενεργοποίηση.

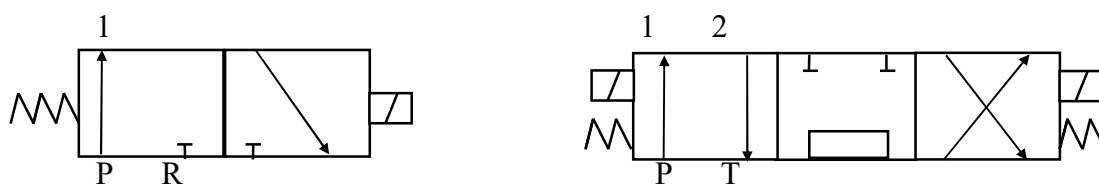


Σχήμα 3.4

Ο παραπάνω συμβολισμός των βαλβίδων έχει πρωτυποποιηθεί, με εξαίρεση ίσως την ονομασία των θυρών, για την οποία μερικοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν αριθμούς αντί γράμματα. Ο συμβολισμός διευκολύνει τα μέγιστα το σχεδιασμό κυκλωμάτων αέρα ή λαδιού μίας και δεν χρειάζεται κάθε φορά να σχεδιάζει κανείς τις

κατασκευαστικές λεπτομέρειες των βαλβίδων, αλλά το σύμβολό τους μίας και αυτό μας δίδει όλες τις πληροφορίες που χρειάζονται για την κατανόηση ενός κυκλώματος.

Στο Σχήμα 3.5 για παράδειγμα εμφανίζονται δύο βαλβίδες με τα σύμβολά τους. Η αριστερή εξ' αυτών είναι μία βαλβίδα 3/2, τριών θυρών και 2 καταστάσεων ισορροπίας δηλαδή. Στην αριστερή θέση της - εκεί που μεταβαίνει δηλαδή με την βοήθεια του ελατηρίου όταν δεν εφαρμόζεται τάση στο πηνίο - , η πίεση συνδέεται στην θύρα 1. Όταν εφαρμοσθεί τάση στο πηνίο τότε η βαλβίδα μεταβαίνει στην άλλη κατάσταση, εκεί δηλαδή που η θύρα 1 συνδέεται με την επιστροφή, η δε παροχή πίεσης διακόπτεται. Με την βοήθεια μίας τέτοιας βαλβίδας μπορούμε να ελέγξουμε την κίνηση εμβόλων απλής ενέργειας.



Σχήμα 3.5

Η άλλη βαλβίδα του Σχήματος 3. 5 διαθέτει 4 θύρες και μπορεί να βρεθεί σε τρεις καταστάσεις. Στην αριστερή εξ' αυτών, όπου έρχεται με ενεργοποίηση του αντίστοιχου πηνίου, η πίεση συνδέεται με την θύρα 1, ενώ η θύρα 2 συνδέεται στην επιστροφή. Στην δεξιά κατάσταση συμβαίνουν τα αντίστροφα. Όταν δεν τροφοδοτείται με τάση κανένα πηνίο, η βαλβίδα με την βοήθεια ελατηρίων ισορροπεί στην μεσαία θέση, όπου οι θύρες 1 , 2 είναι κλειστές η δε πίεση συνδέεται με την επιστροφή. Η βαλβίδα αυτή είναι μία τυπική βαλβίδα λαδιού, κατάλληλη να ελέγξει την κίνηση κυλίνδρων διπλής ενέργειας. Στην μεσαία θέση της, ο μεν κύλινδρος ακινητοποιείται, η δε παροχή της αντλίας παροχετεύεται στην επιστροφή (δοχείο).

Εκτός των παραπάνω χαρακτηριστικών, οι βαλβίδες διακρίνονται ακόμη από το μέγεθός των θυρών τους, που σχετίζεται άμεσα με την ικανότητα τους να 'οδηγήσουν' τις απαιτούμενες παροχές χωρίς να δημιουργήσουν στραγγαλισμό στην ροή. Ακόμη, αν πρόκειται για ηλεκτρικά 'οδηγούμενες' βαλβίδες, από την τάση λειτουργίας των πηνίων τους.

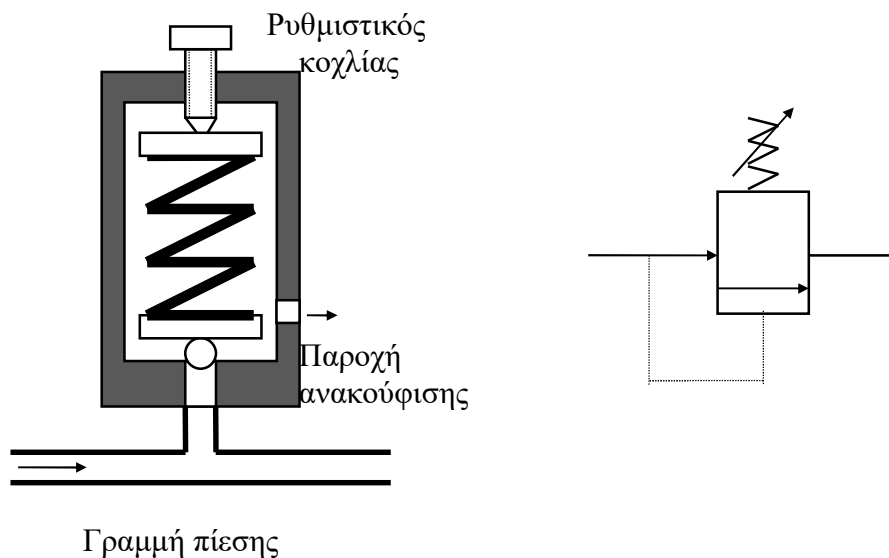
3.3.2 Βαλβίδες ελέγχου πίεσης.

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 έλεγχος εδώ εννοούμε πάντα περιορισμό. Οι σχετικές βαλβίδες ονομάζονται βαλβίδες ανακούφισης και βαλβίδες ελέγχου (περιορισμού) πίεσης.

Βαλβίδες ανακούφισης (Pressure relief valves)

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 τερματίζει 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 3.6.



Σχήμα 3.6

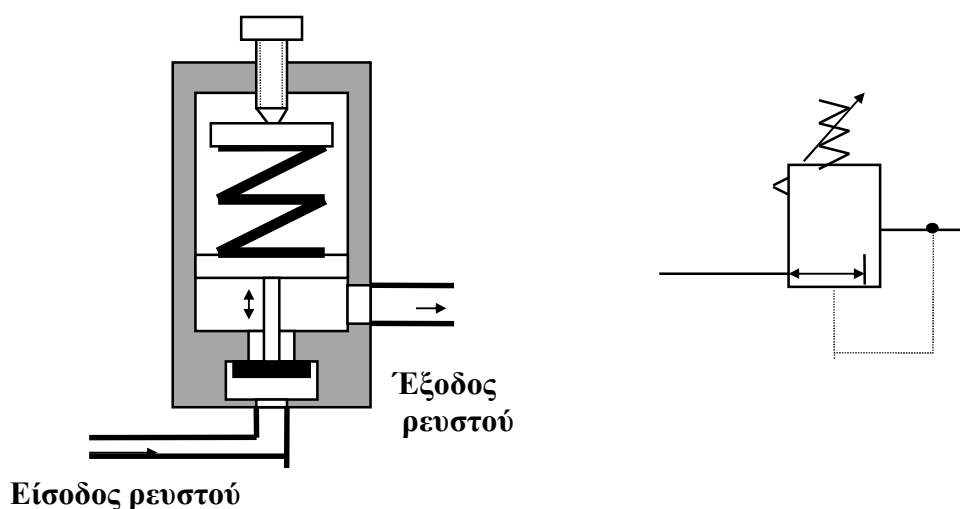
Το όργανο συνδέεται πάνω στην γραμμή της πίεσης και δεν υπάρχει κανονικά διαρροή ρευστού προς την παροχή ανακούφισης, διότι το ελατήριο πιέζει την 'μπίλια' που κλείνει το πέρασμα. Όταν όμως η πίεση υπερβεί κάποιο όριο τότε η δύναμη που εξασκείται από το ρευστό στην 'μπίλια' υπερνικά την δύναμη του ελατηρίου, οπότε ανοίγει το πέρασμα του ρευστού προς την ανακούφιση και η πίεση δεν αυξάνει πλέον.

Με τη βοήθεια του ρυθμιστικού κοχλίου ρυθμίζει κανείς την πίεση ‘ανοίγματος’ της βαλβίδας. Στο ίδιο Σχήμα 3. φαίνεται και το σύμβολο της βαλβίδας αυτής.

Βαλβίδες ρύθμισης (περιορισμού) πίεσης (Pressure reducing valves)

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.

Παρ’ όλο που έχουν σχεδιασθεί και διατίθενται μία σειρά από τέτοιες βαλβίδες, η βασική ιδέα είναι αυτή που φαίνεται στο Σχήμα 3.7. Ο μηχανισμός μοιάζει κάπως με αυτόν

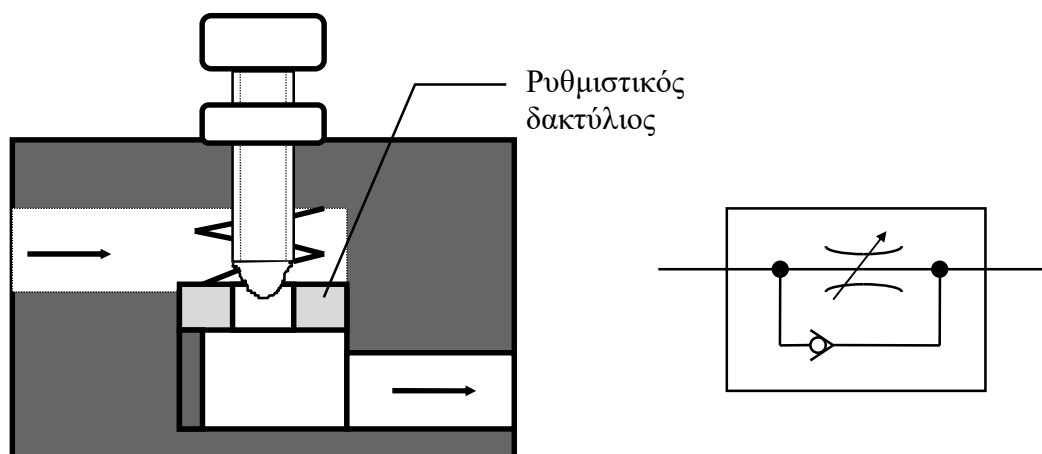


Σχήμα 3.7

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 κοχλίου 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.

3.3.3 Βαλβίδες ελέγχου ροής (παροχής). (Flow control valves).

Προκειμένου να ελέγξουμε την ταχύτητα λειτουργίας ενός πνευματικού ή υδραυλικού επενεργητή (κυλίνδρου ή κινητήρα), **ελέγχουμε 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. Στο Σχήμα 3.8 φαίνεται μία τυπική τέτοια βαλβίδα.



Σχήμα 3.8

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.

3.4 ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

Οι σύγχρονες μηχανές και μηχανολογικές εγκαταστάσεις είναι στον ένα ή στον άλλο βαθμό αυτοματοποιημένες. Η σημασία της χρήσης πνευματικών συστημάτων για υλοποίηση και έλεγχο κινήσεως έχει επίσης ευρύτατα αναγνωρισθεί τα τελευταία χρόνια. Όπου απαιτείται να εξασκηθεί κάποια δύναμη προκειμένου ένα σώμα να μετακινηθεί, συγκρατηθεί ή παραμορφωθεί μπορεί κανείς να σκέφτεται την χρήση κυλίνδρων. Κύλινδροι χρησιμοποιούνται προκειμένου να κινήσουν μηχανισμούς μοχλών, να ανοίξουν θύρες ή να συγκρατήσουν κομμάτια για περαιτέρω κατεργασία. Οι αυτόματες μηχανές συναρμολόγησης τους χρησιμοποιούν κατά κόρο.

Μπορεί κανείς να σχεδιάσει αυτοματισμούς που υλοποιούνται χωρίς την χρήση ηλεκτρικά οδηγούμενων βαλβίδων. Αυτό ενδείκνυται για τις περιπτώσεις που ο αυτοματισμός είναι πολύ απλός ή όταν δεν υπάρχει διαθέσιμη τάση. Τα σύγχρονα όμως βιομηχανικά συστήματα χρησιμοποιούν σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα **ηλεκτροπνευματικούς αυτοματισμούς** για τους λόγους που αναλύονται στην επόμενη παράγραφο.

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**.

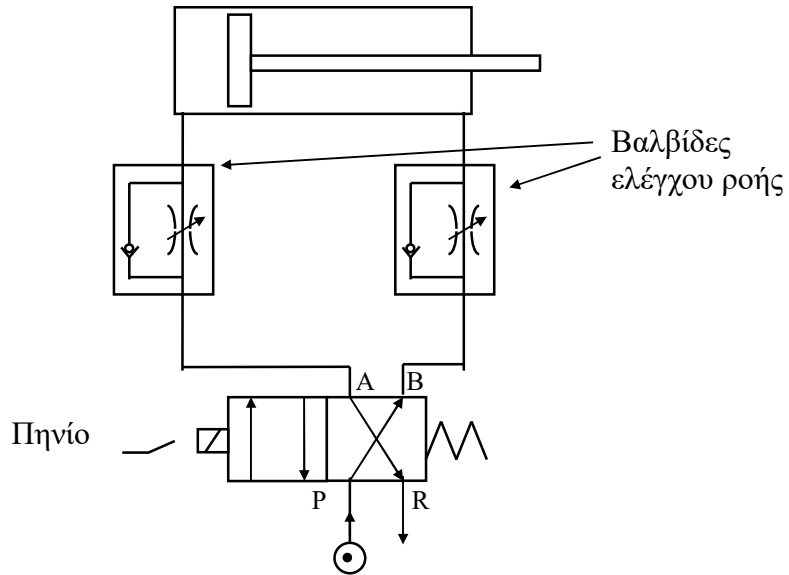
Απλό κύκλωμα ελέγχου κίνησης κυλίνδρου διπλής ενέργειας

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 3.9 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

ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ - ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

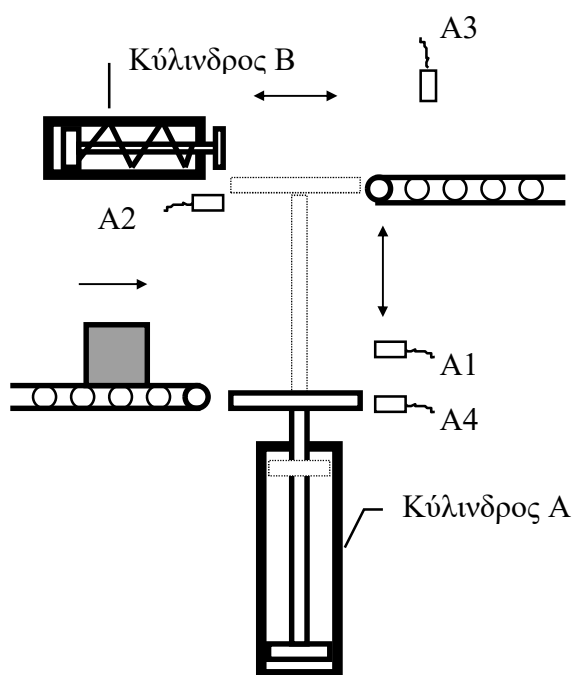
κύλινδρος όταν έχω πτώση τάσης ή όταν σταματήσει η μηχανή, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από τον σχεδιαστή του κυκλώματος. Αν στη προκειμένη περίπτωση υπήρχε η αντίθετη απαίτηση, τότε οι θύρες του κυλίνδρου έπρεπε να συνδεθούν αντίστροφα στις θύρες A, B της βαλβίδας.



Σχήμα 3.9

Παράδειγμα ηλεκτροπνευματικού αυτοματισμού

Ας θεωρήσουμε το μεταφορικό σύστημα του Σχήματος 3.10, στο οποίο απαιτείται ένα αντικείμενο να μεταφέρεται από τον ένα ταινιόδρομο στον επόμενο που βρίσκεται σε διαφορετικό επίπεδο.



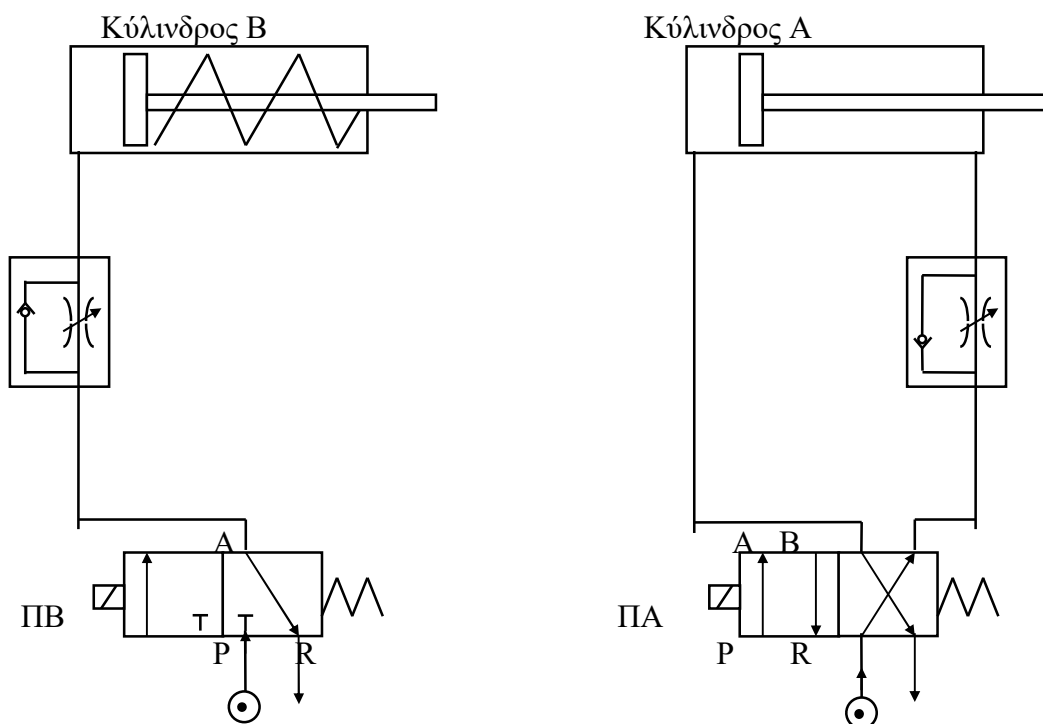
Σχήμα 3.10

Παρά το ότι θα μπορούσε κανείς να χρησιμοποιήσει κάποιου τύπου ηλεκτρικό αναβατώριο ή άλλο μηχανισμό για την ανύψωση του αντικειμένου, η χρήση κυλίνδρων αέρα όπως υποδεικνύει το σχήμα έχει το πλεονέκτημα της απλότητας και οικονομικότητας.

Ο σχεδιασμός του όλου συστήματος ακολουθεί τα παρακάτω βήματα :

1. Ανάλυση των επί μέρους κινήσεων που πρέπει να εκτελεσθούν και προδιαγραφή των κυλίνδρων που απαιτούνται. Σχεδιασμός του **πνευματικού διαγράμματος** στο οποίο φαίνονται όλοι οι κύλινδροι με τις βαλβίδες και τις απαιτούμενες συνδεσμολογίες.

Για την περίπτωση μας οι απαιτούμενες κινήσεις φαίνονται στο σχετικό σχήμα. Σχετικά με τους κυλίνδρους : Ο μεν Β μπορεί να είναι απλής ενέργειας με επιστροφή ελατηρίου, ο δε Α επίσης αν μπορεί κανείς να βρει κύλινδρο τόσο μεγάλου μήκους με ενσωματωμένο ελατήριο - επιστροφή με το βάρος του δεν ενδείκνυται διότι καθυστερεί. Θα θεωρήσουμε ότι στη περίπτωση μας είναι διπλής ενέργειας.



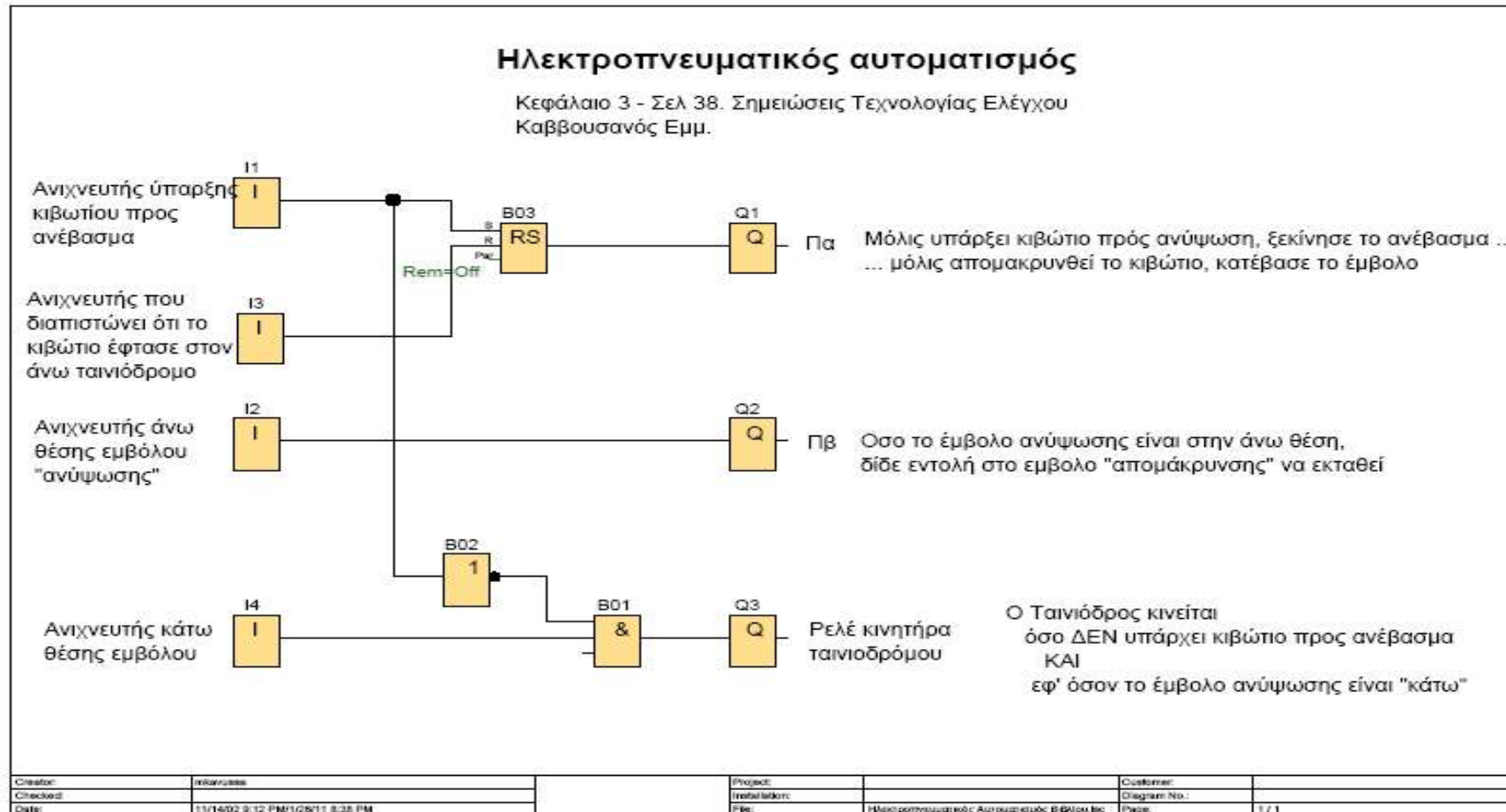
Σχήμα 3.11

Στο Σχήμα 3.11 φαίνεται το πνευματικό διάγραμμα της προτεινόμενης εγκατάστασης. Ο κύλινδρος Α χρειάζεται μία βαλβίδα 4/2 για να ελεγχθεί. Προκειμένου επίσης να υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης της ταχύτητας ανόδου - όταν δηλαδή ο κύλινδρος μεταφέρει το αντικείμενο - χρησιμοποιούμε βαλβίδα ρύθμισης της ροής του εξερχόμενου στη φάση ανόδου αέρα. Αντίστοιχα πράγματα ισχύουν και για τον κύλινδρο Β, μόνο που εδώ απαιτείται βαλβίδα 3/2, η δε ρύθμιση της ταχύτητας εξόδου γίνεται αναγκαστικά με στραγγαλισμό του αέρα εισαγωγής.

2. Προσδιορισμός - σύλληψη του τρόπου ελέγχου του συστήματος. Εδώ γίνεται και ο προσδιορισμός των απαραίτητων αισθητηρίων ή τερματικών διακοπών που θα δώσουν την απαιτούμενη πληροφορία από την εγκατάσταση.

Στη περίπτωση μας η λειτουργία του συστήματος θα είναι απλή : Ένας ανιχνευτής -πιθανόν φωτεινής δέσμης - μας πληροφορεί ότι το αντικείμενο έχει φτάσει στη θέση ανύψωσης. Τότε διακόπτεται η λειτουργία του κάτω ταινιόδρομου και αρχίζει να ανεβαίνει ο κύλινδρος Α. Ένας άλλος ανιχνευτής ή τερματικός διακόπτης Α2 μας πληροφορεί ότι ο κύλινδρος έφτασε στο άνω τέρμα του, οπότε αρχίζει να εξέρχεται ο άλλος κύλινδρος για να σπρώξει το αντικείμενο στον άνω ταινιόδρομο. Ένας ανιχνευτής Α3 μας πληροφορεί ότι ο κύλινδρος Β έχει βγει τόσο όσο να φτάσει το αντικείμενο στη σωστή θέση, οπότε και οι δύο κύλινδροι αρχίζουν να επιστρέφουν. Μόλις τερματίσει ο Α, πράγμα που αντιλαμβανόμαστε και πάλι με κατάλληλο ανιχνευτή ή τερματικό Α4, ξεκινά ο ταινιόδρομος και πάλι και ο κύκλος επαναλαμβάνεται.

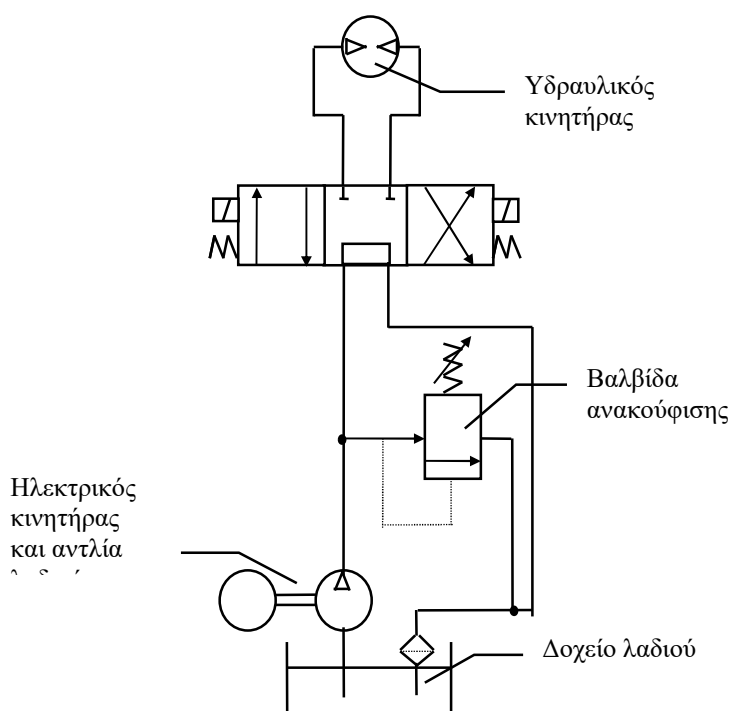
3. Υλοποίηση του ελέγχου με την βοήθεια Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή.



3.5 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

Έχουν ήδη αναφερθεί σε προηγούμενη παράγραφο τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των υδραυλικών συστημάτων έναντι των πνευματικών ή των καθαρά ηλεκτρικών. Έχει επίσης αναφερθεί ότι 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 3.13 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 3.13

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 όποτε 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 .

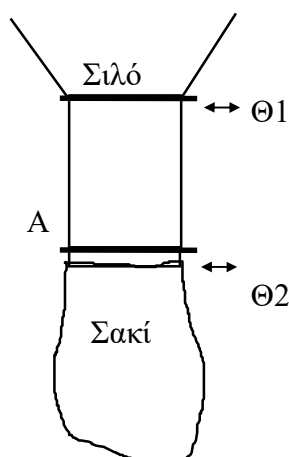
3.6 ΘΕΜΑΤΑ ΓΙΑ ΕΞΑΣΚΗΣΗ

1. Απλό κύκλωμα παλινδρόμησης.

Σχεδιάσετε ένα αυτοματισμό τέτοιο πού να επιτρέπει σε ένα κύλινδρο διπλής ενέργειας να λειτουργεί ως εξής : Να εκτείνεται μέχρι συγκεκριμένη θέση (που ανιχνεύεται με ανιχνευτή) και αμέσως να επιστρέφει, η δε διαδικασία να επαναλαμβάνεται κάθε 5 λεπτά.

2. Στοιχειώδες δοσομετρικό σύστημα

Από το σιλό, μέσω της θύρας Θ1, εισέρχεται κοκκώδες υλικό - π.χ. σιτάρι - στον χώρο Α. Αφού ο χώρος Α που έχει συγκεκριμένο όγκο γεμίσει, ανοίγει η θύρα Θ2 και το υλικό γεμίζει ένα σακί. Έτσι δηλαδή έχουμε ένα στοιχειώδες δοσομετρικό σύστημα.



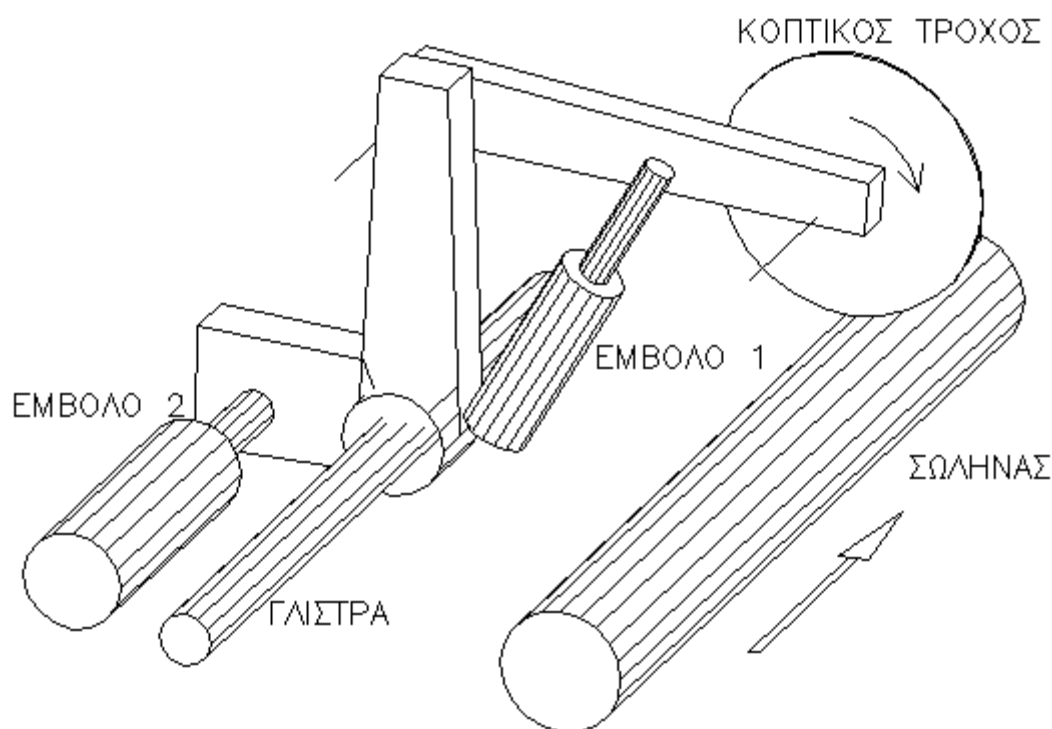
Σχεδιάζετε να αυτοματοποιήσετε την όλη διαδικασία.

1. Τι πληροφορία χρειαζόσαστε και τι αισθητήρια θα χρησιμοποιήσετε για να την πάρετε;
2. Τι επενεργητές;
3. Μπορείτε να σχεδιάσετε ένα αυτοματισμό έτσι που με πάτημα ενός μπουτόν να γεμίζει ο χώρος A και με το πάτημα ενός δευτέρου να γεμίζει το σακί;
4. Μπορείτε να κάνετε το παραπάνω σύστημα να λειτουργεί με ένα μόνο μπουτόν;

3. Μηχανισμός κοπής πλαστικού σωλήνα

Σε γραμμή παραγωγής πλαστικού σωλήνα υπάρχει η διάταξη του σχήματος για την κοπή του σωλήνα χωρίς να σταματά η παραγωγή.

Με το πάτημα ενός μπουτόν από τον χειριστή συμβαίνουν τα παρακάτω : Ο κοπτικός δίσκος εκκινεί, το έμβολο 1 τον κατεβάζει για να κόψει και το έμβολο 2 σπρώχνει τον μηχανισμό ολόκληρο ώστε να ακολουθεί τον σωλήνα καθώς αυτός κινείται. Μόλις το έμβολο 1 τερματίσει (που σημαίνει ότι το κόψιμο τέλειωσε) ανεβαίνει και πάλι ο κοπτικός δίσκος και ο μηχανισμός επιστρέφει στην αρχική του θέση.



Σχεδιάστε το πνευματικό διάγραμμα της οδήγησης των εμβόλων με όλες τις βαλβίδες που απαιτούνται.

Σχεδιάστε το διάγραμμα αυτοματισμού σε μορφή ladder αφού πρώτα αποφασίσετε για τα αισθητήρια ή τους τερματικούς που πιθανόν απαιτούνται.

4. Αναμείκτης κοκκωδών υλικών

Για την κίνηση της ‘έλικας’ μεγάλου αναμείκτη κοκκωδών υλικών αποφασίζεται η χρησιμοποίηση υδραυλικού κινητήρα. Το καπάκι του αναμείκτη ανοίγει και κλείνει με την βοήθεια κυλίνδρου αέρα.

Σχεδιάσετε το υδραυλικό διάγραμμα για τον κινητήρα καθώς και το πνευματικό για τον κύλινδρο. Χρησιμοποιήστε όσες βαλβίδες είναι απαραίτητες για την καλή λειτουργία του συστήματος (λάβετε υπόψη ότι απαιτείται χειροκίνητη ρύθμιση στροφών).

Σχεδιάσετε ένα αυτοματισμό (διάγραμμα ladder) τέτοιο, πού με το πάτημα ενός μπουτόν να εκτελείται ο εξής κύκλος :

1. κλείνει το καπάκι,
2. ο αναμείκτης κινείται δεξιόστροφα για 20 sec,
3. σταματά για 5 sec,
4. κινείται αριστερόστροφα για 10 sec,
5. ανοίγει το καπάκι.

5. Μικρή υδραυλική πρέσα.

Σε βιοτεχνία που εργαζόσαστε απαιτείται να κατασκευαστεί μικρή πρέσα 3 tn.

1. Προτείνετε πνευματικά ή υδραυλικά συστήματα (διαγράμματα με τις απαιτούμενες βαλβίδες και τις συνδεσμολογίες) για την κίνηση της πρέσας καθώς και της προστατευτικής πόρτας που θα τοποθετήσετε.

2. Σχεδιάσετε ένα αυτοματισμό (απαιτούμενα αισθητήρια και διάγραμμα) έτσι που με πάτημα ενός μπουτόν να κλείνει η πόρτα, με το πάτημα ενός άλλου να ανοίγει και με το πάτημα ενός τρίτου να γίνεται η συμπίεση.

Υπάρχουν οι εξής απαιτήσεις ασφάλειας :

α) η πρέσα δεν πρέπει να ‘κατεβαίνει’ αν δεν έχει κλείσει η πόρτα.

β) η πόρτα δεν πρέπει να μπορεί να ανοίξει όσο η πρέσα βρίσκεται σε κίνηση.

Ακόμη :

η πρέσα επανέρχεται αυτόματα, μετά την συμπίεση που διαρκεί 5 sec.