

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ : ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΙΓΜΩΝ ΚΥΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ  
ΠΛΟΙΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:  
ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:  
ΠΕΡΙΒΟΛΗ ΠΑΣΧΑΛΙΝΑ**

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ**

**2012**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ : ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΙΓΜΩΝ ΚΥΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ  
ΠΛΟΙΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**ΑΜ : 4146**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ : ΙΟΥΝΙΟΣ 2013**

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται και αναλύεται το σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής πλοίου, ένα από τα σημαντικότερα συστήματα για την ορθή και ασφαλή πλεύση ενός σύγχρονου πλοίου. Η εργασία αυτή δομείται σε πέντε ανεξάρτητα κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο, το οποίο λειτουργεί και ως εισαγωγή της εργασίας, γίνεται μια πολύ γενική αναφορά στο σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής, δίνεται ο ορισμός του και εξηγείται πολύ γενικά η λειτουργία του. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια γενική περιγραφή των πνευματικών συστημάτων, στοιχεία απαραίτητα για την κατανόηση της λειτουργίας του συστήματος ελιγμών της κύριας μηχανής. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η δομή αυτού του συστήματος για μια μηχανή εσωτερικής καύσης και στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται ενδελεχής επεξήγηση της λειτουργίας του συστήματος αυτού. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο, το οποίο τοποθετείται αντί επιλόγου, συγκεντρώνονται όλα τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα εργασία.

## **ABSTRACT**

This thesis presents and analyzes the maneuvering system of the main engine of the ship. This system is one of the most important systems for proper and safe navigation of the modern ships. This work is structured in five separate sections, in five separate chapters. In the first chapter which is work like an introduction in this thesis, makes a general reference on the maneuvering system of the main engine. The second chapter gives a general description of pneumatic systems which are indispensable for understanding the function of the maneuvering systems of the main engine. The third chapter presents the structure of the maneuvering system for an IC engine and the fourth chapter is a detailed explanation of the function of this system. Finally, the fifth chapter, gather all findings resulting from this work and acts as a conclusion of this thesis.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη .....	3
Abstract.....	4
Περιεχόμενα .....	5
Πρόλογος .....	6
1 ο Κεφάλαιο “Εισαγωγή – Γενική περιγραφή συστήματος ελιγμών κύριας μηχανής” .....	7
1.1 Εισαγωγή στο σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής πλοίου .....	7
1.1.1 Ορισμός.....	7
1.1.2 Περιγραφή λειτουργίας .....	7
2 ο Κεφάλαιο “Πνευματικά συστήματα” .....	10
2.1 Ιστορική αναδρομή .....	10
2.2 Γενική περιγραφή .....	11
2.2.1 Στοιχεία κίνησης πνευματικών συστημάτων.....	12
2.2.2 Στοιχεία ελέγχου πνευματικών συστημάτων .....	14
2.3 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα πνευματικών συστημάτων.....	17
2.4 Χρήση πνευματικών συστημάτων σε συστήματα πλοίων .....	18
3 ο Κεφάλαιο “Δομή συστήματος ελιγμών κύριας μηχανής πλοίου” .....	20
3.1 Πνευματικό σύστημα πλοίου .....	20
3.2 Πνευματικό σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής .....	21
3.2.1 Σύστημα αέρα εκκινήσεως .....	21
3.2.2 Διάταξη του συστήματος ελιγμών κύριας μηχανής .....	24
4 ο Κεφάλαιο “Λειτουργία συστήματος ελιγμών κύριας μηχανής πλοίου” .....	29
4.1 Λειτουργία συστήματος ελιγμών .....	29
4.2 Θέσεις λειτουργίας συστήματος ελιγμών .....	36
Συμπεράσματα.....	41
Βιβλιογραφία .....	42

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εξέλιξη του ανθρώπου από αρχαιοτάτων χρόνων έως και τις μέρες μας ήτο πάντοτε συνυφασμένη με την τεχνολογική εξέλιξη σε διάφορους τομείς. Ένας από αυτούς τους τομείς ήταν και η ναυτιλία. Από την αρχαιότητα οι άνθρωποι χρησιμοποίησαν καράβια για να μεταφέρουν ανθρώπους και προϊόντα από ένα μέρος σε ένα άλλο. Ήταν πάντοτε ένα σημαντικό μέρος για μια οικονομία ο στόλος της. Για αυτό και αρχικά επικράτησαν οι Φοίνικες, ακολούθησαν οι αρχαίοι Έλληνες, οι Ρωμαίοι, οι Βενετοί και οι Γενοβέζοι, οι Ισπανοί και οι Πορτογάλοι και εν τέλει οι Βρετανοί. Είναι φανερό ότι όσοι λαοί κατάφεραν να έχουν ισχυρή ναυσιπλοΐα πρωταγωνιστούσαν στον παγκόσμιο χάρτη.

Η σημαντικότητα της ναυτιλίας και του σύγχρονου στόλου, είτε εμπορικού είτε πολεμικού, καθιστούσαν τα πλοία ως ένα από τους τομείς τεχνολογικών εξελίξεων ανά τους αιώνες. Όποια χώρα κατάφερνε να έχει τεχνολογικά σύγχρονα πλοία υπερείχε έναντι των άλλων. Για αυτό και τα πλοία θεωρούνταν για χρόνια ο τομέας με τις πιο σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές.

Όπως σε όλες τις σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές έτσι και στα πλοία δεν μπορούσαν να απουσιάζουν τα διάφορα συστήματα αυτοματισμού. Για αυτό, πέρα από όλες τις τεχνολογικές εξελίξεις, στα πλοία χρησιμοποιούνται και συστήματα πεπιεσμένου αέρα για να λειτουργήσουν διάφορα συστήματα αυτοματισμού. Ένα από αυτά τα συστήματα πεπιεσμένου αέρα χρησιμοποιείται και για το σύστημα ελιγμών της κύριας μηχανής ενός πλοίου στην περίπτωση που αυτή είναι μια μηχανή εσωτερικής καύσης. Έτσι η παρούσα εργασία θα παρουσιάσει αυτό το σύστημα, το σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής, που χρησιμοποιείται στα πλοία.

# 1<sup>Ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## “ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΙΓΜΩΝ ΚΥΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ”

### 1.1 Εισαγωγή στο σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής πλοίου

Τα πλοία φέρουν πολλά συστήματα τεχνολογικά προηγμένα τα οποία είτε βοηθούν την λειτουργία και τον χειρισμό τους από το προσωπικό είτε αυξάνουν την ασφάλεια κατά την πλεύση τους. Ένα από αυτά τα συστήματα είναι και το σύστημα ελιγμών της κύριας μηχανής του πλοίου, ένα πνευματικό σύστημα (στις σύγχρονες εφαρμογές είναι ηλεκτροπνευματικό αφού δέχεται και ηλεκτρικές εντολές ώστε να δράσουν οι διάφοροι επενεργητές), απαραίτητο για την ορθή και ασφαλή λειτουργία της κύριας μηχανής του πλοίου.

Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε μόνο με σύστημα ελιγμών που αφορά μια εμβολοφόρα μηχανή εσωτερικής καύσης που είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη σε πλοία και θα αποφύγουμε την εμπλοκή με άλλους τύπους πλοίων. Στις επόμενες ενότητες του παρόντος κεφαλαίου θα γίνει μια γενική περιγραφή ενός τέτοιου συστήματος αφού προηγηθεί ο ορισμός του. <sup>[1],[2]</sup>

#### 1.1.1 Ορισμός

Ως σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής πλοίου ορίζεται ένα σύστημα το οποίο είναι υπεύθυνο για τον χειρισμό και τον έλεγχο της κύριας μηχανής ενός πλοίου. Αυτό συνεπάγεται ότι το σύστημα ελιγμών της κύριας μηχανής του πλοίου μπορεί να καθορίσει την έναρξη και τον τερματισμό της λειτουργίας της κύριας μηχανής. Επίσης καθορίζει την αντιστροφή της λειτουργίας της, και τέλος δύναται να καθορίσει στην ταχύτητα εξόδου από την κύρια μηχανή άρα και την ταχύτητα του πλοίου. <sup>[2]</sup>

#### 1.1.2 Περιγραφή λειτουργίας

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι εκκίνησης μιας μηχανής diesel περιλαμβάνοντας χειροκίνητες, ηλεκτρικές αλλά και μηχανικά κινούμενες συσκευές. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται σε μια συγκεκριμένη μηχανή ποικίλουν ανάλογα το μέγεθος, την σχεδίαση και τις απαιτήσεις χρήσεως της. Στις κύριες μηχανές άμεσης πρόωσης ή ακόμα και στις γεννήτριες οι κλασικές μέθοδοι δεν επαρκούν για να παραχθεί η απαιτούμενη ροπή που

χρειάζεται για να υπερνικήσουν την μεγάλη αδράνεια των μερών που περιλαμβάνονται στο σύστημα Αυτού του είδους οι μηχανές χρησιμοποιούν συνήθως ένα σύστημα πεπιεσμένου αέρα για την εκκίνηση.

Αν η κύρια μηχανή είναι αναστρέψιμου τύπου, είναι σημαντικό να μπορεί να εκκινεί από οποιαδήποτε θέση παύσης. Για να επιτευχθεί αυτό, κάθε κύλινδρος είναι εφοδιασμένος με μια βαλβίδα προκίνησης, το άνοιγμα της οποίας καθορίζεται από έναν διανομέα (distributor). Ο διανομέας αυτός όταν ο αέρας εισάγεται στον σχετικό κύλινδρο, στον σωστό χρόνο, επιτυγχάνει την εκκίνηση από οποιαδήποτε θέση έχει γίνει παύση λειτουργίας. Υπάρχει μια χρονική περίοδος κατά την οποία δυο κύλινδροι θα πληρωθούν με αέρα στα άκρα των περιόδων τους, ώστε να επιτευχθεί η σωστή διεύθυνση κίνησης.

Μια σύγχρονη μέθοδος είναι η εισαγωγή αέρα λίγο πριν το άνω νεκρό σημείο (Α.Ν.Σ.), έτσι η ευθυγράμμιση του βάρκρου του εμβόλου και του διωστήρα είναι τέτοια ώστε να αναπτυχθεί ελάχιστη ροπή στρέψης, ούτως ώστε ο συσσωρευμένος αέρας να αναγκάσει το έμβολο σε κατακόρυφη κίνηση μετά το Α.Ν.Σ.. Η αρχική πίεση του αέρα είναι κάτω από την πίεση συμπίεσης αλλά θα είναι σε θέση να στρέψει την μηχανή επειδή η πίεση συμπίεσης επιτυγχάνεται στο τέλος της διαδρομής του εμβόλου, οπότε η εισαγωγή καταλαμβάνει το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα αυτής της φάσης.

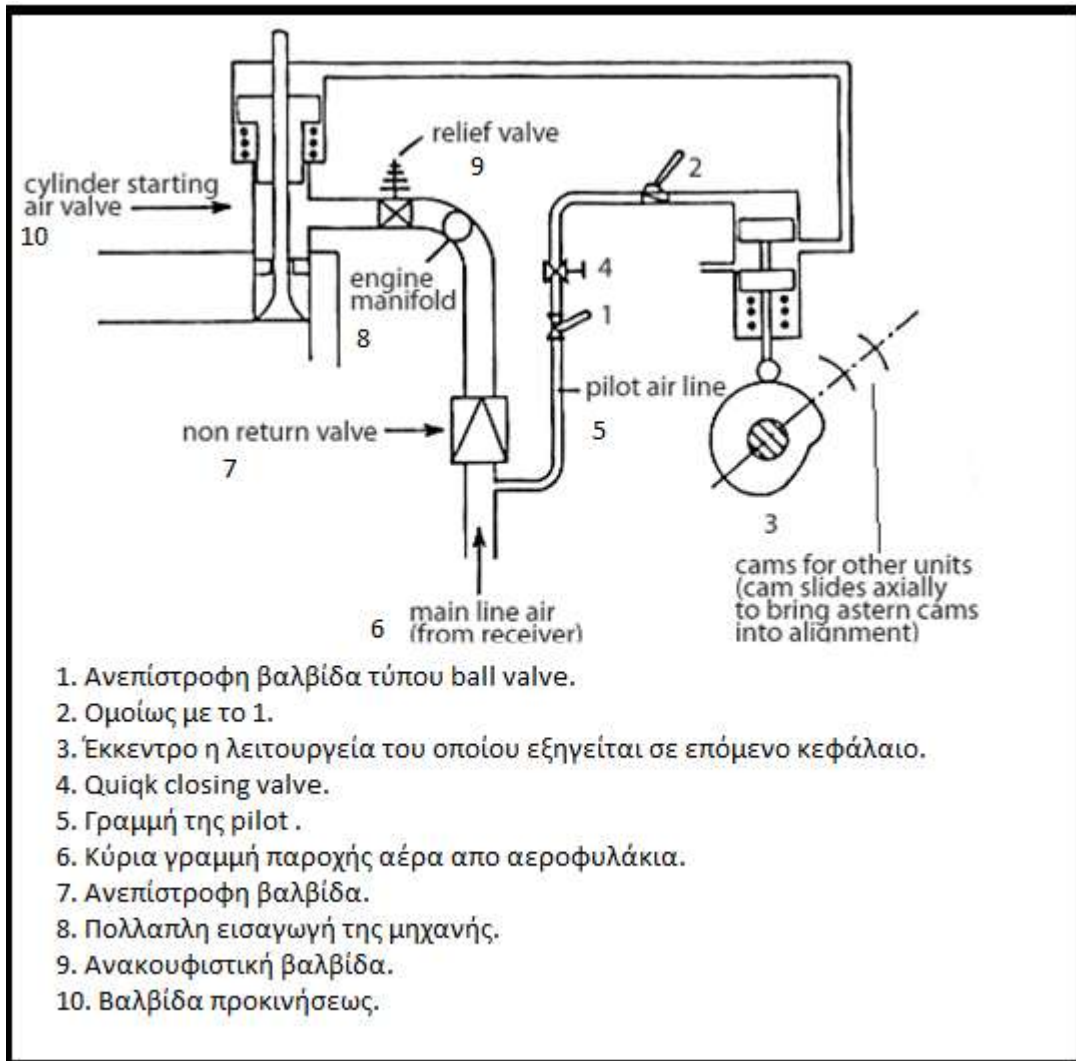
Στο σύστημα εκκίνησης με αέρα μας ενδιαφέρουν τα εξής :

1. Μεταξύ μηχανής και αεροφυλακίου να υπάρχει ισχυρή ανεπίστροφη βαλβίδα.
2. Έδραση αυτής της βαλβίδας κοντά στη μηχανή ώστε να περιοριστεί η απόσταση του εκρηκτικού κύματος που τυχόν θα δημιουργηθεί στον αγωγό από καύσιμο και οξυγόνο που ίσως να υπάρχουν.
3. Μεταξύ της βαλβίδας αυτής και της βαλβίδας του αεροφυλακίου θα πρέπει να υπάρχει άλλη μια ανακουφιστική διάταξη.
4. Για κάθε κύλινδρο υπάρχει μια μόνο βαλβίδα.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ένα γενικό σκαρίφημα του συστήματος αέρα εκκινήσεως που αφορά στη γραμμή αέρα από τα αεροφυλάκια μέχρι το έκκεντρο και



τη βαλβίδα προκινήσεως και όχι στο γενικό δίκτυο του αέρα που θα αναλυθεί στα παρακάτω κεφάλαια.



Σχήμα 1.1 :Τυπική διάταξη του συστήματος αέρα εκκινήσεως, από τα αεροφυλάκια μέχρι το έκκεντρο και τη βαλβίδα προκινήσεως. <sup>[15]</sup>

## 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ”

Τα πνευματικά συστήματα είναι συστήματα που χρησιμοποιούν πεπιεσμένο αέρα για να κινήσουν κατάλληλους επενεργητές έτσι ώστε να δημιουργηθούν διάφοροι αυτοματισμοί, απαραίτητοι για την ορθή λειτουργία διαφόρων εφαρμογών. Η ονομασία τους προέρχεται από την ελληνική λέξη «πνεύμα». Η λέξη αυτή, στην αρχαιοελληνική, σημαίνει μεταξύ άλλων και αέρας.

Η εξέλιξη και η διάδοση των πνευματικών συστημάτων ήταν ανάλογη με την εξέλιξη της βιομηχανίας και της τεχνολογίας. Η πολύ μεγάλη επικράτησή τους στον τομέα των αυτοματισμών οφείλεται κυρίως στο ότι μπορούν να λύσουν τα σημαντικότερα προβλήματα αυτοματισμού και μάλιστα με τον οικονομικότερο και ευκολότερο τρόπο.

Στο παρόν κεφάλαιο θα ασχοληθούμε γενικά με τα πνευματικά συστήματα. Αφού γίνει μια σύντομη ιστορική αναδρομή στην εξέλιξή τους θα ακολουθήσει μια γενική περιγραφή της λειτουργίας τους και μια μικρή καταγραφή των χρήσεών τους. Τέλος, το κεφάλαιο θα κλείσει με εφαρμογές πνευματικών συστημάτων σε πλοία.

#### 2.1 Ιστορική αναδρομή

Τα πνευματικά συστήματα είναι συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν πεπιεσμένο αέρα. Ο αέρας ήτο πάντα ένα μέσο μεταφοράς που χρησιμοποιήθηκε από τους ανθρώπους από αρχαιοτάτων χρόνων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα χρήσης αέρα και εκμετάλλευσης της ενέργειάς του είναι κυρίως οι ανεμόμυλοι και τα πανιά των πλοίων.

Ταυτόχρονα με την ιστορική εξέλιξη του ανθρώπου όμως ωρίμαζε και η σκέψη του. Έτσι, λογικά σκεφτόμενος, θεωρούσε ότι η ενέργεια που περιέχεται στον αέρα θα αυξανόταν αν συγκέντρωνε περισσότερο αέρα στον ίδιο χώρο. Έτσι πρωτοπόροι μηχανικοί της αρχαιότητας πειραματίζονταν με πεπιεσμένο αέρα. Μεγαλύτερος όλων ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς. Δημιούργησε πλειάδα μηχανικών κατασκευών στις οποίες χρησιμοποιούσε πεπιεσμένο αέρα για να επιτύχει τους σκοπούς του. Πέραν των κατασκευών του όμως άφησε και άφθονο συγγραφικό έργο στο οποίο εξηγούσε απλουστευμένα την θεωρία της λειτουργίας αυτών των κατασκευών.

Όπως τα πάντα στην επιστήμη της μηχανικής, έτσι και η εξέλιξη των πνευματικών συστημάτων παρουσιάζει ένα κενό από το τέλος της ελληνικής κυριαρχίας έως και το τέλος του μεσαίωνα στην Ευρώπη. Η επόμενη ιστορική αναφορά σε σχέση με την χρήση

πεπιεσμένου αέρα μας έρχεται από την Γερμανία το έτος 1650. Αυτή την χρονιά ο Γερμανός φυσικός και μηχανικός Otto von Guericke έθεσε σε λειτουργία την πρώτη αντλία αέρα. Η αντλία αυτή μπορούσε να δημιουργήσει κενό αέρος σε διάφορα δοχεία και έδωσε την ευκαιρία στον Guericke να μελετήσει τον ρόλο του αέρα σε διάφορες εφαρμογές.

Ακολούθως, η εξέλιξη των πνευματικών συστημάτων ήταν ραγδαία. Χαρακτηριστικά, το 1829 κατοχυρώθηκε για πρώτη φορά πατέντα για συμπιεστή αέρος. Ο πρώτος αυτός συμπιεστής αέρος συμπιέζε τον αέρα σε διαδοχικούς κυλίνδρους. Το 1872 η τεχνολογική εξέλιξη ήτο τέτοια όπου οι συμπιεστές αέρα χρειάζονταν ψύξη και εμφανίστηκαν για πρώτη φορά υδρόψυκτοι συμπιεστές αέρος. Ένα χρόνο πριν, το 1871, εφευρέθηκε και το πρώτο πνευματικό εργαλείο, ένα πνευματικό τρυπάνι. Τον 19<sup>ο</sup> αιώνα εφευρέθηκε και η πρώτη σημαντική χρήση των πνευματικών συστημάτων, οι πνευματικοί σωλήνες οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν κυρίως στις τηλεπικοινωνίες για μεταφορά μηνυμάτων και τηλεγραφημάτων.

Ακολούθως η ανάπτυξη των πνευματικών συστημάτων ήταν δραματική. Τον 20 αιώνα ανακαλύφθηκαν πάρα πολλές συσκευές που χρησιμοποιούν αέρα για την λειτουργία τους και έδωσαν την ευχέρεια σε έξυπνους μηχανικούς να δημιουργήσουν τεράστια ποικιλία συστημάτων αυτοματισμού που χρησιμοποιούν πνευματικά συστήματα. Έτσι πλέον τα πνευματικά συστήματα αποτελούν μέρος της καθημερινότητάς μας. [7], [8], [9]

## **2.2 Γενική περιγραφή**

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στις προηγούμενες παραγράφους, πνευματικά συστήματα ορίζονται ως τα συστήματα που χρησιμοποιούν πεπιεσμένο αέρα. Η παραγωγή του πεπιεσμένου αέρα γίνεται με την χρήση ειδικών μηχανημάτων τα οποία ονομάζονται συμπιεστές και είναι είτε εμβολοφόροι είτε κοχλιωτοί. Ο πεπιεσμένος αέρας που παράγεται από αυτούς τους συμπιεστές διανέμεται σε πολλές εφαρμογές με την χρήση ενός πνευματικού δικτύου, δηλαδή ενός δικτύου σωληνώσεων. Ταυτόχρονα μπορεί να αποθηκεύεται και μέρος του πεπιεσμένου αέρα σε ένα αεροφυλάκιο.

Τα πνευματικά συστήματα έχουν μερικά πολύ σημαντικά χαρακτηριστικά τα οποία τα καθιστούν ιδανικά για την χρήση τους σε κυκλώματα αυτοματισμών. Καταρχήν είναι εύκολη η παραγωγή πεπιεσμένου αέρα, η αποθήκευσή του και η μεταφορά του. Κατά δεύτερον μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πάρα πολλά περιβάλλοντα εφαρμογών και δεν υπάρχει πρόβλημα ακόμη και εάν το περιβάλλον είναι εύφλεκτο. Κατά τρίτον μπορούν να

δημιουργήσουν εύκολα κινήσεις με μικρές ταχύτητες, έως 1 – 2 m/s, με μικρές δυνάμεις έως 4000 kP και με περιορισμένες αποστάσεις έως 2 m.

Η υλοποίηση ενός πνευματικού συστήματος απαιτεί δύο είδη εξαρτημάτων, απαιτεί στοιχεία κίνησης και στοιχεία ελέγχου. Τα στοιχεία κίνησης είναι στοιχεία που εκμεταλλεύονται την πίεση του αέρα για να παράξουν κίνηση. Σε αυτά τα στοιχεία περιλαμβάνονται οι κύλινδροι που μετατρέπουν την πνευματική ισχύ σε ευθύγραμμη κίνηση (φέρουν και την ονομασία επενεργητές) και οι κινητήρες που μετατρέπουν την πνευματική ισχύ σε περιστροφική κίνηση. Τα στοιχεία ελέγχου εκμεταλλεύονται την ισχύ του πεπιεσμένου αέρα ώστε να καθορίσουν τις διαδρομές που θα ακολουθήσει αναλόγως του ελέγχου που εκτελούν σε κάποια παράμετρο. Τα πλέον συνήθη στοιχεία ελέγχου είναι οι διάφορες πνευματικές βαλβίδες. Τέλος, διάφορα άλλα στοιχεία συμπληρώνουν ένα πνευματικό σύστημα με σκοπό την εύρυθμη λειτουργία του. Τέτοια στοιχεία είναι για παράδειγμα τα φίλτρα αέρος, οι ρυθμιστικές βαλβίδες και άλλα.

Πέραν των παραπάνω στοιχείων απαιτείται ακόμη ένα εξάρτημα για την ολοκλήρωση ενός πνευματικού συστήματος. Το μηχάνημα αυτό είναι ένας αεροσυμπιεστής ο οποίος είναι υπεύθυνος για την δημιουργία του πεπιεσμένου αέρα. Οι αεροσυμπιεστές είναι δύο τύπων. Οι πρώτοι είναι οι εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές οι οποίοι εισάγουν τον αέρα σε ένα χώρο και ακολούθως ελαττώνουν τον όγκο αυτού του θαλάμου με την κίνηση ενός εμβόλου. Οι δεύτεροι οι οποίοι ονομάζονται αεροσυμπιεστές ροής, επιταχύνουν την μάζα του αέρα ώστε να επιτύχουν την συμπίεσή του.

Στις επόμενες υποενότητες θα δούμε αναλυτικότερα τα στοιχεία κίνησης και τα στοιχεία ελέγχου που φέρουν τα πνευματικά συστήματα. [6], [11]

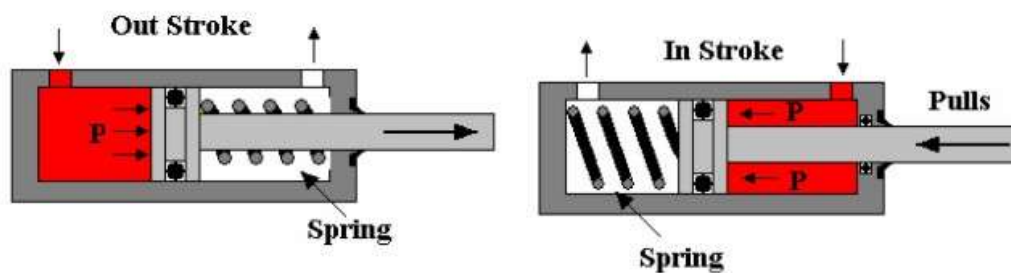
### **2.2.1 Στοιχεία κίνησης πνευματικών συστημάτων**

Όπως ήδη έχει προαναφερθεί τα στοιχεία κίνησης των πνευματικών συστημάτων, ή αλλιώς επενεργητές είναι οι κύλινδροι και οι κινητήρες. Οι κύλινδροι μετατρέπουν την πνευματική ισχύ σε γραμμική κίνηση ενώ οι κινητήρες μετατρέπουν την πνευματική ισχύ σε περιστροφική κίνηση.

Οι κύλινδροι είναι η πρώτη κατηγορία πνευματικών επενεργητών που θα αναλύσουμε. Αποτελούνται από ένα θάλαμο στον οποίο υπάρχουν οι θύρες εισαγωγής και εξαγωγής του αέρα, ένα πιστόνι, στεγανωτικά για αποφυγή απωλειών αέρα και μια ράβδος επενέργειας η οποία εκτελεί την ευθύγραμμη κίνηση. Οι κύλινδροι είναι πολύ απλοί όσο

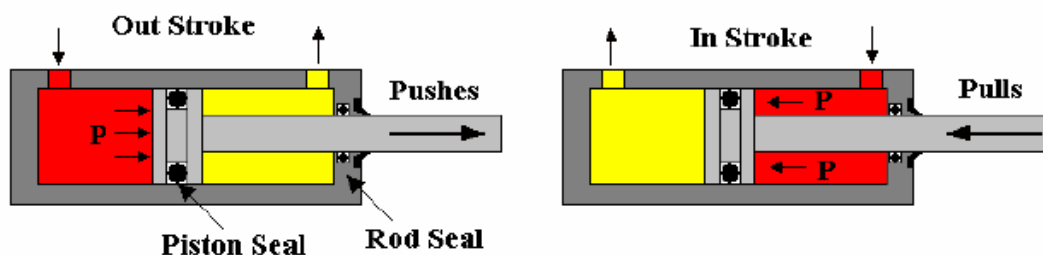
αφορά το κατασκευαστικό τους σκέλος και έχουν υψηλή αντοχή σε υπερφορτίσεις. Επίσης απλή είναι και η λειτουργία τους η οποία εξαρτάται από τον τύπο τους.

Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι κυλίνδρων. Ο απλούστερος είναι ο κύλινδρος απλής ενεργείας με μια είσοδο αέρα. Όταν ο αέρας εισέλθει εντός του θαλάμου του κυλίνδρου, εξαιτίας της υψηλής πίεσής του, ωθεί το πιστόνι να επιστρέψει. Αυτό συνεπάγεται την ευθύγραμμη κίνηση της ράβδου επενέργειας η οποία είναι ενσωματωμένη με το πιστόνι. Λόγω του ότι δεν υπάρχει δεύτερη είσοδος αέρα, η επαναφορά γίνεται με ένα ελατήριο που υπάρχει στην πίσω πλευρά του πιστονιού και το οποίο σπρώχνει το πιστόνι στην αρχική του θέση όταν σταματήσει η παροχή πεπιεσμένου αέρα στην είσοδο του κυλίνδρου. Σε περίπτωση που ο κύλινδρος είναι σχεδιασμένος για χρήση σε υψηλά φορτία τότε η επαναφορά μπορεί να γίνει απλά και μόνο με την ίδια την δύναμη που ασκεί το φορτίο στο πιστόνι. Στο σχήμα 2.1 και 2.2 που ακολουθεί φαίνεται η λειτουργία κυλίνδρων απλής και διπλής ενέργειας.



Σχήμα 2.1: Κύλινδρος απλής ενέργειας <sup>[5]</sup>

Ο δεύτερος τύπος είναι ο κύλινδρος διπλής ενέργειας. Η διαφοροποίηση του σε σχέση με τον προηγούμενο κύλινδρο είναι ότι έχει δύο εισόδους πεπιεσμένου αέρα, μια δεξιά και μια αριστερά του πιστονιού. Αυτό συνεπάγεται ότι αναλόγως της πίεσης του αέρα που εισέρχεται σε κάθε πλευρά του πιστονιού καθορίζεται και η θέση του άρα και η θέση της ράβδου επενέργειας. Επίσης δεν απαιτείται ελατήριο καθώς η επαναφορά μπορεί να γίνει με χρήση πεπιεσμένου αέρα στην αντίθετη πλευρά από την πλευρά κίνησης του πιστονιού. Στο σχήμα 2.2 που ακολουθεί φαίνεται η λειτουργία κυλίνδρου διπλής ενέργειας.



Σχήμα 2.2: Κύλινδρος διπλής ενέργειας <sup>[5]</sup>

Ο τρίτος και τελευταίος τύπος κυλίνδρων είναι οι ειδικοί κύλινδροι. Σε αυτούς τους κυλίνδρους συγκαταλέγονται αρκετοί κύλινδροι όπως ο ζυγός κύλινδρος (αλλιώς ονομάζεται και κύλινδρος Tandem) όπου φέρει δύο κυλίνδρους διπλής ενέργειας των οποίων το αποτέλεσμα αθροίζεται αφού βρίσκονται ενωμένοι σε σειρά, ώστε να διπλασιάζεται η δύναμη του εμβόλου, ο κύλινδρος κρούσης που έχει πολύ μεγάλη και απότομη ταχύτητα εκκίνησης και ο κύλινδρος πολλαπλών θέσεων ο οποίος συνδυάζει πολλούς κυλίνδρους έτσι ώστε να πετύχει στην έξοδό του έως και 12 θέσεις.

Οι κινητήρες είναι η δεύτερη κατηγορία πνευματικών επενεργητών και μετατρέπουν την πνευματική ισχύ σε περιστροφική κίνηση. Η πίεση του πεπιεσμένου αέρα καθορίζει τις στροφές των πνευματικών κινητήρων. Αυτό συνεπάγεται ότι μπορεί πολύ εύκολα να μεταβληθεί ο αριθμός των στροφών τους εάν και εφόσον απαιτηθεί απλά και μόνο με αλλαγή της πίεσης του αέρα εισόδου. Επίσης μπορούν να δώσουν στην έξοδό τους πολύ υψηλές στροφές. Ακόμη έχουν την ικανότητα να υπερφορτίζονται και να ασκούν ροπές ακόμη και σε πολύ χαμηλές στροφές. Αντίθετα, σε μεγάλα φορτία παρουσιάζουν εμφανή προβλήματα κατά την λειτουργία τους και παρουσιάζουν μικρότερο βαθμό απόδοσης σε σχέση με τους ηλεκτροκινητήρες ή τους υδραυλικούς κινητήρες.

Οι πνευματικοί κινητήρες χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες αναλόγως της κατασκευής τους. Έτσι συναντούμε εμβολοφόρους πνευματικούς κινητήρες (είτε αξονικούς είτε ακτινικούς), πτερυγιοφόρους, γραναζωτούς και στροβιλοφόρους. Τα χαρακτηριστικά της κάθε κατηγορίας πνευματικών κινητήρων καθορίζουν και το πεδίο χρήσης της η ανάλυση των οποίων ξεφεύγει των σκοπών της παρούσας εργασίας. <sup>[5], [6], [10]</sup>

### **2.2.2 Στοιχεία ελέγχου πνευματικών συστημάτων**

Για την ορθή λειτουργία των στοιχείων κίνησης των πνευματικών συστημάτων απαιτούνται τα στοιχεία ελέγχου τα οποία επί της ουσίας ελέγχουν την κίνηση των στοιχείων κίνησης εάν αυτή γίνεται με βάση τις εκάστοτε λειτουργίες του συστήματος αυτοματισμού. Τα στοιχεία ελέγχου των πνευματικών συστημάτων είναι οι βαλβίδες. Οι βαλβίδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τρεις λόγους. Ο πρώτος είναι η ρύθμιση της κατεύθυνσης της ροής του πεπιεσμένου αέρα άρα και της κατεύθυνσης του εκάστοτε επενεργητή. Αυτές οι βαλβίδες ονομάζονται βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης ροής. Ο δεύτερος είναι η ρύθμιση της παροχής του ρευστού άρα και της ταχύτητας λειτουργίας του εκάστοτε επενεργητή. Οι βαλβίδες που αποτελούν αυτή της κατηγορία φέρουν την ονομασία βαλβίδες ελέγχου ροής. Ο τρίτος είναι η ρύθμιση της πίεσης του πεπιεσμένου αέρα του πνευματικού συστήματος άρα και η ρύθμιση

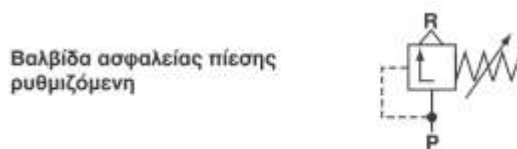
της δύναμης ή της ροπής του επενεργητή. Οι βαλβίδες αυτές ονομάζονται βαλβίδες ελέγχου πίεσης. Στις επόμενες παραγράφους θα γίνει μια σύντομη παρουσίαση της λειτουργίας αυτών των τριών τύπων βαλβίδων.

Οι βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης ροής, όπως λέει και το όνομά τους, ελέγχουν την κατεύθυνση της ροής του πεπιεσμένου αέρα μέσα στο πνευματικό δίκτυο έτσι ώστε να επιτευχθούν οι κατά περίπτωση επιθυμητές επενέργειες. Οι συγκεκριμένες βαλβίδες φέρουν ένα τύμπανο – διπλό πιστόνι του οποίου η θέση καθορίζει την διεύθυνση κίνησης του πεπιεσμένου αέρα άρα και την κίνηση του επενεργητή. Η θέση του τυμπάνου μπορεί να μεταβληθεί με πολλούς τρόπους κάτι που καθορίζει και τον τρόπο ενεργοποίησης της βαλβίδας. Η βαλβίδα μπορεί να ενεργοποιείται με το χέρι με την χρήση ενός μοχλού (χειροκίνητη), με την βοήθεια ενός ενσωματωμένου ελατηρίου, με την βοήθεια βοηθητικής πίεσης από το ίδιο ή από ανεξάρτητο πνευματικό κύκλωμα ή με την βοήθεια ενός ηλεκτρικού σήματος (το οποίο μπορεί να ενεργοποιήσει ένα ηλεκτρομαγνήτη που θα μεταβάλει την θέση του τυμπάνου ή μια ηλεκτροβάννα που θα αλλάξει την ροή στο βοηθητικό πνευματικό κύκλωμα). Πέραν του τρόπου ενεργοποίησής τους οι βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης ροής χαρακτηρίζονται και από τον αριθμό των θυρών που διαθέτουν και τον αριθμό των θέσεων που μπορεί να λάβει το τύμπανό τους. Συγκεκριμένα, μια βαλβίδα ελέγχου κατεύθυνσης ροής μπορεί να έχει από δύο έως 5 θύρες εισόδου και εξόδου πεπιεσμένου αέρα και το τύμπανό της μπορεί να λάβει 2 ή 3 διαφορετικές θέσεις. Βάσει αυτών των δύο στοιχείων γίνεται και η ονομασία της βαλβίδας. Για παράδειγμα μια βαλβίδα με την ονομασία 3/2 συνεπάγεται ότι έχει 3 θύρες εισόδου πεπιεσμένου αέρα και το τύμπανό της μπορεί να λάβει δύο θέσεις, μια δεξιά και μια αριστερά.

Η δεύτερη κατηγορία βαλβίδων είναι οι βαλβίδες ελέγχου ροής οι οποίες καθορίζουν και την ταχύτητα κίνησης των επενεργητών όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα. Στην ουσία αυτές οι βαλβίδες μειώνουν ή αυξάνουν την παροχή του πεπιεσμένου αέρα αναλόγως της επιθυμητής ταχύτητας του επενεργητή. Ο στραγγαλισμός της παροχής που συνεπάγεται η κίνηση της βαλβίδας μπορεί να γίνει είτε στον αέρα εισαγωγής είτε στον αέρα εξαγωγής από τον επενεργητή. Συνήθως προτιμάται η δεύτερη λύση γιατί προσφέρει πιο ευσταθή ρύθμιση της ταχύτητας του επενεργητή. Παράδειγμα τέτοιων βαλβίδων φαίνεται στο παράρτημα που ακολουθεί στο τέλος της εργασίας.

Η τελευταία κατηγορία βαλβίδων είναι οι βαλβίδες ελέγχου πίεσης οι οποίες ελέγχουν την δύναμη ή την ροπή που έχει ο κάθε επενεργητής. Πέραν του ελέγχου δύναμης ή ροπής του επενεργητή χρησιμοποιούνται και για λόγους ασφαλείας ώστε να αποφευχθούν

υπερπίεσεις στο πνευματικό κύκλωμα. Στην ουσία αυτές οι βαλβίδες περιορίζουν την πίεση σε συγκεκριμένα μέρη του κυκλώματος. Υπάρχουν δύο ειδών βαλβίδες ελέγχου πίεσης. Η πρώτη κατηγορία είναι οι βαλβίδες ανακούφισης. Χρησιμοποιούνται κυρίως για λόγους ασφαλείας, τοποθετούνται μετά το αεροφυλάκιο και περιορίζουν την πίεση σε όλο το πνευματικό σύστημα κρατώντας την κάτω από μια τιμή ασφαλείας. Αυτή η βαλβίδα έχει ένα ελατήριο το οποίο την συγκρατεί μονίμως κλειστή. Όταν η πίεση στο πνευματικό κύκλωμα όμως ανέβει το ελατήριο συμπιέζεται περισσότερο και ανοίγει μια δίοδος στο περιβάλλον από την οποία διαφεύγει ο πεπιεσμένος αέρας έως ότου μειωθεί η πίεση στο κύκλωμα. Η δεύτερη κατηγορία είναι οι βαλβίδες ρύθμισης της πίεσης. Μοιάζουν πολύ στην λειτουργία τους με τις βαλβίδες ανακούφισης με μόνη διαφορά ότι δεν υπάρχει η οπή διαφυγής και στην θέση της υπάρχει συνέχεια του πνευματικού κυκλώματος. Έτσι ελέγχεται η πίεση στο συγκεκριμένο σκέλος του πνευματικού κυκλώματος ώστε να καθοριστεί επακριβώς η δύναμη ή η ροπή ενός επενεργητή που ακολουθεί. Ο συμβολισμός μιας τέτοιας βαλβίδας φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



**Σχήμα 2.3:Ρυθμιζόμενη Βαλβίδα Ασφαλείας** <sup>[13]</sup>

Αυτά είναι τα σημαντικότερα στοιχεία ενός πνευματικού κυκλώματος. Η απλουστευμένη παρουσίαση τους είναι επαρκής ώστε να μπορεί ο αναγνώστης να κατανοήσει την λειτουργία του συστήματος ελιγμών κύριας μηχανής ενός πλοίου. Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται για το συμβολισμό των πνευματικών στοιχείων που απαρτίζουν ένα πνευματικό σύστημα υπάρχουν στο παράρτημα της εργασίας. Υπάρχουν διάφορα σύμβολα που χρησιμοποιούνται, όμως με βάση διάφορους κανονισμούς. Η πλέον γνωστή τυποποίηση είναι DIN ISO 1219-1. Περισσότερα στοιχεία μπορούν να αναζητηθούν σε εξειδικευμένη με πνευματικά κυκλώματα βιβλιογραφία, η παράθεσή τους ξεφεύγει των στόχων της παρούσας εργασίας. <sup>[5], [6], [11]</sup>



## **2.3 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα πνευματικών συστημάτων**

Τα πνευματικά συστήματα έχουν κερδίσει ένα μεγάλο μέρος στον τομέα των αυτοματισμών. Αυτό οφείλεται σε μια σειρά πλεονεκτημάτων τους που τα καθιστούν ιδανικά για αυτούς. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα τους είναι τα ακόλουθα:

- Χαμηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας των συγκεκριμένων συστημάτων που τα καθιστούν προσιτά σε μεγάλο μέρος της αγοράς για δημιουργία απλών ή και περίπλοκων αυτοματισμών.
- Παρουσιάζουν μεγάλη αξιοπιστία στον τρόπο λειτουργίας τους κάτι που διασφαλίζει την εύρυθμη λειτουργία των αυτοματισμών για τους οποίους χρησιμοποιούνται. Επίσης τα πνευματικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή σε σχέση με τα αντίστοιχα ηλεκτρονικά με αποτέλεσμα να συμβάλλουν στην περαιτέρω αύξηση της αξιοπιστίας των πνευματικών συστημάτων.
- Σε συνδυασμό με το παραπάνω έχουν και υψηλή απόδοση η οποία οφείλεται στην εύκολη μεταφορά του πεπιεσμένου αέρα σε μεγάλες αποστάσεις διαμέσου σωληνώσεων με ελάχιστες απώλειες ισχύος.
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε επικίνδυνα περιβάλλοντα όπως για παράδειγμα σε περιβάλλοντα με υψηλές θερμοκρασίες, σε περιβάλλοντα με εύφλεκτα υλικά, σε περιβάλλοντα με εκρηκτικά υλικά, σε έντονα διαβρωτικά περιβάλλοντα και σε περιβάλλοντα με σκόνη χωρίς να δημιουργείται κανένα πρόβλημα.
- Κατά την χρήση τους δεν λερώνουν τον χώρο στον οποίο βρίσκονται και σε περίπτωση διαρροής δεν λερώνουν τους χώρους στους οποίους διαρρέει ο πεπιεσμένος αέρας.
- Ο πεπιεσμένος αέρας που χρησιμοποιούν μπορεί ανά πάσα περίπτωση να διοχετευθεί στο περιβάλλον χωρίς να το μολύνει κάτι που ευκολύνει πολύ τον έλεγχο του συστήματος από υπερπίεσεις. Επίσης ευκολύνει πολύ την διαχείριση του αέρα μετά την χρήση ο οποίος απελευθερώνεται κατευθείαν στο περιβάλλον.
- Ο σχεδιασμός των εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται στα πνευματικά συστήματα είναι σχετικά απλός με αποτέλεσμα την εύκολη κατασκευή του και την χρήση του ακόμη και από ανειδίκευτο προσωπικό. Επίσης ευκολύνει πολύ τον σχεδιασμό διάφορων αυτοματισμών χωρίς απαίτηση ειδικών γνώσεων. Ακόμη μπορούν να ρυθμιστούν εύκολα κάνοντας εύκολη την διαχείρισή τους από το μη εξειδικευμένο προσωπικό που τα χρησιμοποιεί.

Πέρα από τα πλεονεκτήματά τους όμως τα πνευματικά συστήματα παρουσιάζουν και μια σειρά μειονεκτημάτων. Αυτά είναι τα ακόλουθα:

- Ο πεπιεσμένος αέρας, λόγω της συμπιεστότητάς του, δεν είναι κατάλληλος για εφαρμογές που απαιτούν μεγάλη ακρίβεια. Εκτός από αυτό δημιουργείται διαφορά στην ταχύτητα στις διάφορες θέσεις των επενεργητών εξαιτίας της συμπιεστότητας του αέρα.
- Επίσης λόγω της συμπιεστότητας του πεπιεσμένου αέρα δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα πνευματικά συστήματα σε εφαρμογές που απαιτούν υψηλές δυνάμεις ή ροπές.
- Τα πνευματικά συστήματα παράγουν θόρυβο κατά την είσοδο ή την έξοδο του πεπιεσμένου αέρα σε αυτά κάτι που τα καθιστά ενοχλητικά.

#### **2.4 Χρήση πνευματικών συστημάτων σε συστήματα πλοίων**

Τα πνευματικά συστήματα, λόγω των παραπάνω πλεονεκτημάτων τους, καθίστανται ιδανικά για πλειάδα εφαρμογών σε πλοία. Παρακάτω απαριθμούνται μερικές μόνο από τις εφαρμογές τους έτσι ώστε ενδεικτικά να γίνει αντιληπτό πόσο χρήσιμα είναι για την ορθή λειτουργία ενός πλοίου.

1. Εκκίνηση συστήματος παραγωγής ισχύος σε περίπτωση χρήσης μηχανών εσωτερικής καύσης. Το συγκεκριμένο σύστημα θα παρουσιαστεί στα επόμενα κεφάλαια της παρούσας εργασίας.
2. Λειτουργία αεροθαλάμων συμπλέκτη – αναστροφέα μικρών ντιζελοκίνητων πλοίων.
3. Τροφοδότηση πεπιεσμένου αέρα σε λέβητες οι οποίοι λειτουργούν με καύση υπό πίεση.
4. Τροφοδότηση αεριοστροβίλων που χρησιμοποιούνται είτε για να κινήσουν το πλοίο είτε για διάφορες άλλες εφαρμογές εντός αυτού.
5. Καθαρισμός με χρήση πεπιεσμένου αέρα λήψεων θαλάσσης σε περίπτωση που αυτές έχουν τυχόν αποφραχθεί και οποιονδήποτε άλλων αποφραγμένων οπών εντός του πλοίου.
6. Χρήση πεπιεσμένου αέρα για την υπερπλήρωση δίχρονων και τετράχρονων μηχανών εσωτερικής καύσης ώστε να αυξηθεί η ισχύς των κινητήρων.
7. Λειτουργία και πλήρωση αεροκώδωνων αντλιών που απαιτούν πεπιεσμένο αέρα για την ορθή τους λειτουργία.
8. Λειτουργία αεροκίνητου μηχανισμού στρέψεως κυρίων μηχανών.

9. Λειτουργία αεροκίνητων αντλιών είτε φορητών είτε καταδυόμενων για διάφορες χρήσεις εντός του πλοίου.
10. Λειτουργία αερόφρενου των ελικοφόρων αξόνων.
11. Λειτουργία διάφορων αεροκίνητων εργαλείων που απαιτείται για την επισκευή, την συντήρηση ή την βαφή του πλοίου.
12. Λειτουργία διάφορων αυτοματισμών που χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές εντός του πλοίου.

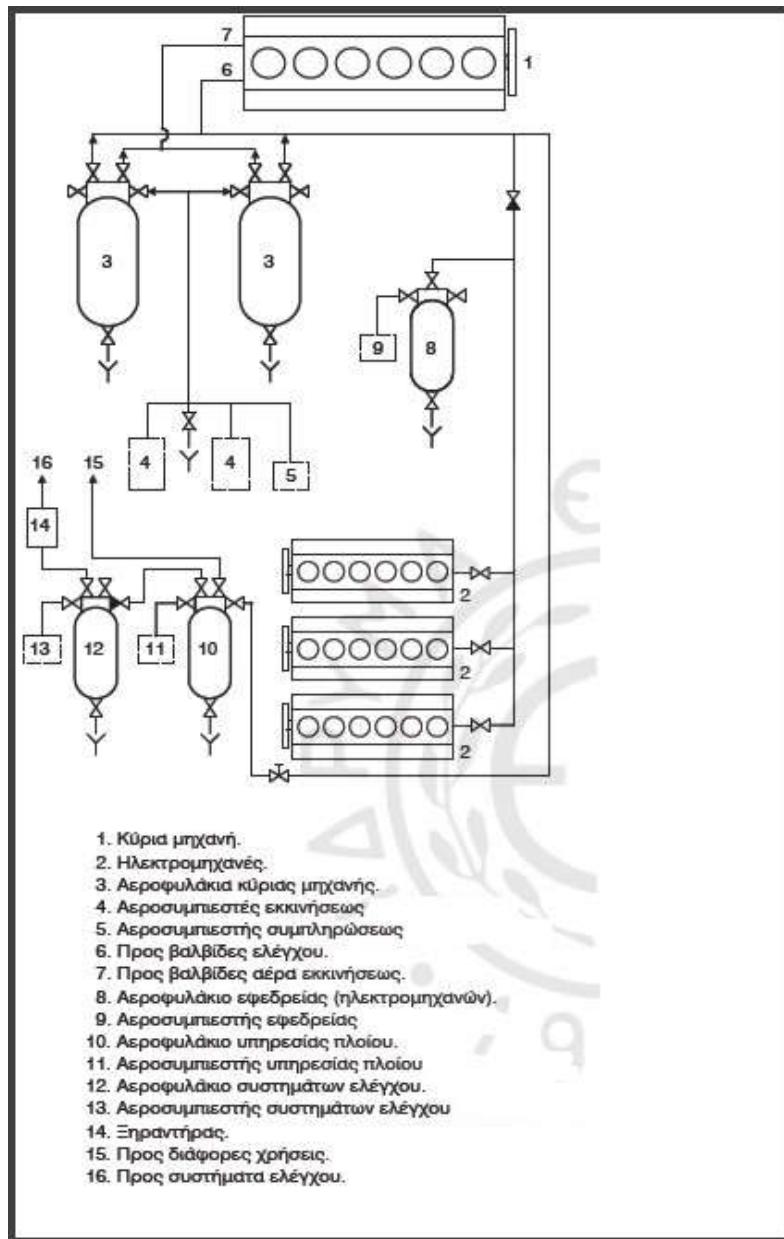
Αυτές είναι μερικές μόνο από την πλειάδα εφαρμογών πνευματικών συστημάτων στα πλοία. Η αναφορά τους και μόνο καθιστά το πόσο σημαντικά είναι τα πνευματικά συστήματα για τα πλοία. Στην πορεία της εργασίας θα ασχοληθούμε αποκλειστικά και μόνο με το σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής ενός πλοίου που στην ουσία είναι ένα πνευματικό σύστημα. <sup>[1]</sup>

## 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΔΟΜΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΙΓΜΩΝ ΚΥΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΟΥ”

#### 3.1 Πνευματικό σύστημα πλοίου

Το σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής πλοίου είναι μέρος ενός μεγαλύτερου συστήματος, του πνευματικού συστήματος του πλοίου. Στο σχήμα 3.1 που ακολουθεί παρουσιάζεται η δομή ενός τυπικού πνευματικού συστήματος πλοίου.



Σχήμα 3.1: Τυπικό πνευματικό σύστημα πλοίου <sup>[3]</sup>

Το σύστημα αυτό παρέχει πεπιεσμένο αέρα για να εκτελούνται όλες οι λειτουργίες που έχουν παρουσιαστεί στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Από το παραπάνω σχήμα φαίνεται ότι το πνευματικό σύστημα είναι ένα από τα κυριότερα συστήματα για την λειτουργία του πλοίου. Από τις παραπάνω λειτουργίες του συστήματος όμως σε αυτή την εργασία θα εξετάσουμε την λειτουργία του συστήματος ελιγμών της κύριας μηχανής. Για αυτό και στην επόμενη ενότητα θα παρουσιαστεί η δομή αυτού του συστήματος. <sup>[3]</sup>

### **3.2 Πνευματικό σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής**

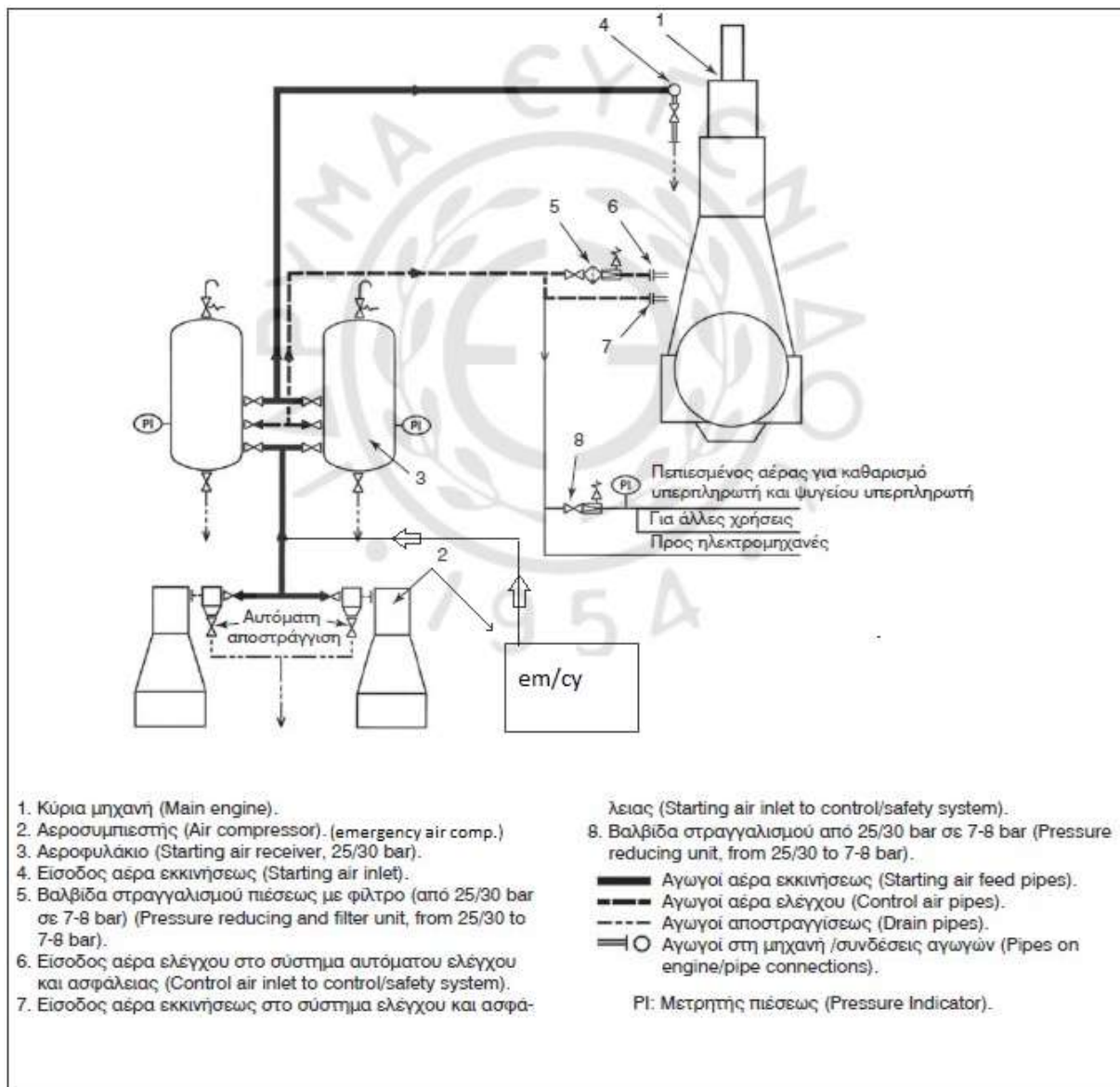
Το σύστημα ελιγμών της κύριας μηχανής του πλοίου, και γενικά η ικανότητα ελιγμών του πλοίου εξαρτάτε από τον πεπιεσμένο αέρα σε δύο τομείς. Ο πρώτος τομέας είναι καθαρά η δυνατότητα ελιγμών του πλοίου που εξαρτάται από την διαθεσιμότητα του αέρα εκκινήσεως του πλοίου. Ο δεύτερο τομέας είναι ο έλεγχος και η μεταφορά των εντολών για τους ελιγμούς με ένα πνευματικό σύστημα ελέγχου. Σε αυτή την ενότητα της εργασίας θα παρουσιαστεί η δομή των δύο παραπάνω συστημάτων.

#### **3.2.1 Σύστημα αέρα εκκινήσεως**

Το σύστημα αέρα εκκινήσεως είναι υπεύθυνο για την παραγωγή πεπιεσμένου αέρα κατά την εκκίνηση του πλοίου. Η διαθεσιμότητα του πεπιεσμένου αέρα είναι ένα μέγεθος που εξαρτάται καθαρά από τα αεροφυλάκια του πλοίου. Όσο μεγαλύτερα είναι και όσο περισσότερα σε αριθμό είναι συνεπάγεται ότι υπάρχει μεγαλύτερη ποσότητα πεπιεσμένου αέρα διαθέσιμη κατά την εκκίνηση του πλοίου άρα υπάρχει μεγαλύτερη δυνατότητα ελιγμών του πλοίου. Ο μέγιστος αριθμός των αεροφυλακίων εξαρτάται από την χωρητικότητά τους. Οι διεθνείς κανόνες λένε ότι ο αποθηκευμένος πεπιεσμένος αέρας πρέπει να επαρκεί για τουλάχιστον έξι εκκινήσεις μιας μη αναστρέψιμης μηχανής και δώδεκα μιας αναστρέψιμης μηχανής όπως αναγράφεται στο Rules for the Classification of Steel Ships (chapter 1 machinery). Άρα η απαιτούμενη ποσότητα πεπιεσμένου αέρα θα καθορίσει και τον αριθμό των αεροφυλακίων τα οποία όμως, για λόγους ασφαλείας, θα είναι κατ ελάχιστον δύο.

Στο σχήμα 3.2 παρουσιάζεται η δομή ενός τυπικού συστήματος πεπιεσμένου αέρα εκκινήσεως του πλοίου. Τα δύο αεροφυλάκια που φαίνονται σε αυτό το σχήμα περιέχουν αέρα υψηλής πίεσεως, 30 bar, έτσι ώστε να έχουν μικρότερο μέγεθος και να μην καταλαμβάνουν πολύ χώρο. Η αρχική πλήρωση των δύο αεροφυλακίων γίνεται με την χρήση πολυβάθμιων αεροσυμπιεστών μεγάλου μεγέθους. Κατά την πορεία της λειτουργίας τους η

συμπλήρωση με πεπιεσμένο αέρα γίνεται με την χρήση ενός μικρότερου αεροσυμπιεστή (emergency). Η ύπαρξη ενός ξηραντήρα μετά τους αεροσυμπιεστές κρίνεται απαραίτητη για την μη ύπαρξη υγρασίας στον πεπιεσμένο πλέον αέρα. [3]



Σχήμα 3.2: Τυπικό σύστημα αέρα εκκίνησης [3]

Το σύστημα αέρα εκκίνησης του συστήματος ελιγμών κύριας μηχανής εμπεριέχει τους παρακάτω συντελεστές:

- Σύστημα ελιγμών
- Κύρια βαλβίδα εκκίνησης
- Αεροδιανομέας (distributor)
- Βαλβίδες προκίνησης

### **3.2.1.1 Σύστημα ελιγμών**

Έχει ηλεκτροπνευματικό σχεδιασμό και αποτελείται από τα τρία ακόλουθα υποσυστήματα:

- Σύστημα ρυθμίσεως
- Σύστημα αναστροφής
- Σύστημα ασφαλείας
  - Σύστημα ρυθμίσεως εννοούμε τις πιθανές θέσεις που μπορεί να λάβει η μηχανή ( start-stop και διαχείριση της μηχανής). Τα start-stop ενεργοποιούνται πνευματικά.

Ρύθμιση ταχύτητας από απόσταση ( remote control) γίνεται από την κονσόλα ελιγμών η οποία δίνει εντολή στο governor.

Ρύθμιση ταχύτητας χειροκίνητα (manual control) γίνεται τοπικά από τα χειριστήρια της μηχανής, από τον ρυθμιστικό τροχό τον οποίο κινούμε χειροκίνητα δίνοντας έτσι ή κόβοντας πετρέλαια.

- Σύστημα αναστροφής

Περιλαμβάνει τις πνευματικές βαλβίδες πρόσω και ανάποδα (ahead-astern). Διαχειρίζεται τους κυλίνδρους αναστροφής του διανομέα και τα roller guides των αντλιών πετρελαίου.

- Σύστημα ασφαλείας

Έχει ξεχωριστή παροχή αέρα και ελέγχεται από το monitoring system. Σε περίπτωση shut down της μηχανής απελευθερώνεται ένα σήμα αέρα στις puncture valve οπότε και διακόπτεται η παροχή καυσίμου στους κυλίνδρους

### **3.2.1.2 Κύριο επιστόμιο εκκίνησης**

Παρεμβάλλεται στον κύριο αγωγό. Είναι ένα μεγάλο επιστόμιο τύπου ball valve το οποίο συνδέεται και με ένα άλλο επιστόμιο μικρότερο που λειτουργεί σαν by-pass. Επιπλέον μια ανεπίστροφη βαλβίδα προστατεύει από την υποστροφή του φαινομένου της υπερβολικής πίεσης της γραμμής.

### **3.2.1.3 Αεροδιανομέας**

Οδηγείται από το άκρο του εκκεντροφόρου μέσω οδοντωτών τροχών και αποτελείται από τα παρακάτω επιμέρους τμήματα:

- Δίσκος διανομέα όπου: κοντές και μακριές εσοχές έρχονται σε επαφή στην επιφάνεια επαφής του δίσκου διανομέα. Κατά την διάρκεια του πρόσω οι εξωτερικές υποδοχές καθορίζουν την κατεύθυνση πρόσω ενώ οι εσωτερικές την κατεύθυνση ανάποδα.

- Δίσκος αναστροφής, ο οποίος είναι σχεδιασμένος να έχει δυο σύνολα οπών τοποθετημένα απέναντι από τις δυο σειρές ομόκεντρων εσοχών στον δίσκο διανομέα. Με την βοήθεια ενός κυλίνδρου συνδέεται με τον βραχίονα του δίσκου αναστροφής. Ένα από αυτά τα σύνολα μπορεί να αποκοπεί, ενώ το άλλο φέρεται σε επικοινωνία με τις οπές εξόδου που οδηγούν στις βαλβίδες προκίνησης.
- Περίβλημα : κάθε οπή εξόδου από το περίβλημα του διανομέα οδηγεί σε μια βαλβίδα προκίνησης.
- Άξονας και δακτύλιος: ο άξονας περιστρέφεται σε ένα έδρανο τοποθετημένο στο κέντρο του διανομέα και οδηγείται μέσω οδοντωτών τροχών από τον εκκεντροφόρο.

Μια σύντομη περιγραφή της λειτουργίας του έχει ως εξής:

Κατά την εισαγωγή του αέρα στον διανομέα η πίεση του αέρα συσσωρεύεται σε δυο χώρους, προκαλώντας τον δίσκο διανομέα να πρεσάρεται ενάντια στον δίσκο αναστροφής. Ο αέρας περνά δια μέσου των οπών του δίσκου διανομέα στις κοντές εσοχές και περεταιίρω μέσα από οπές στον δίσκο αναστροφής και το περίβλημα. Όταν πλέον περάσει και το περίβλημα ενεργοποιείται η βαλβίδα προκίνησης.

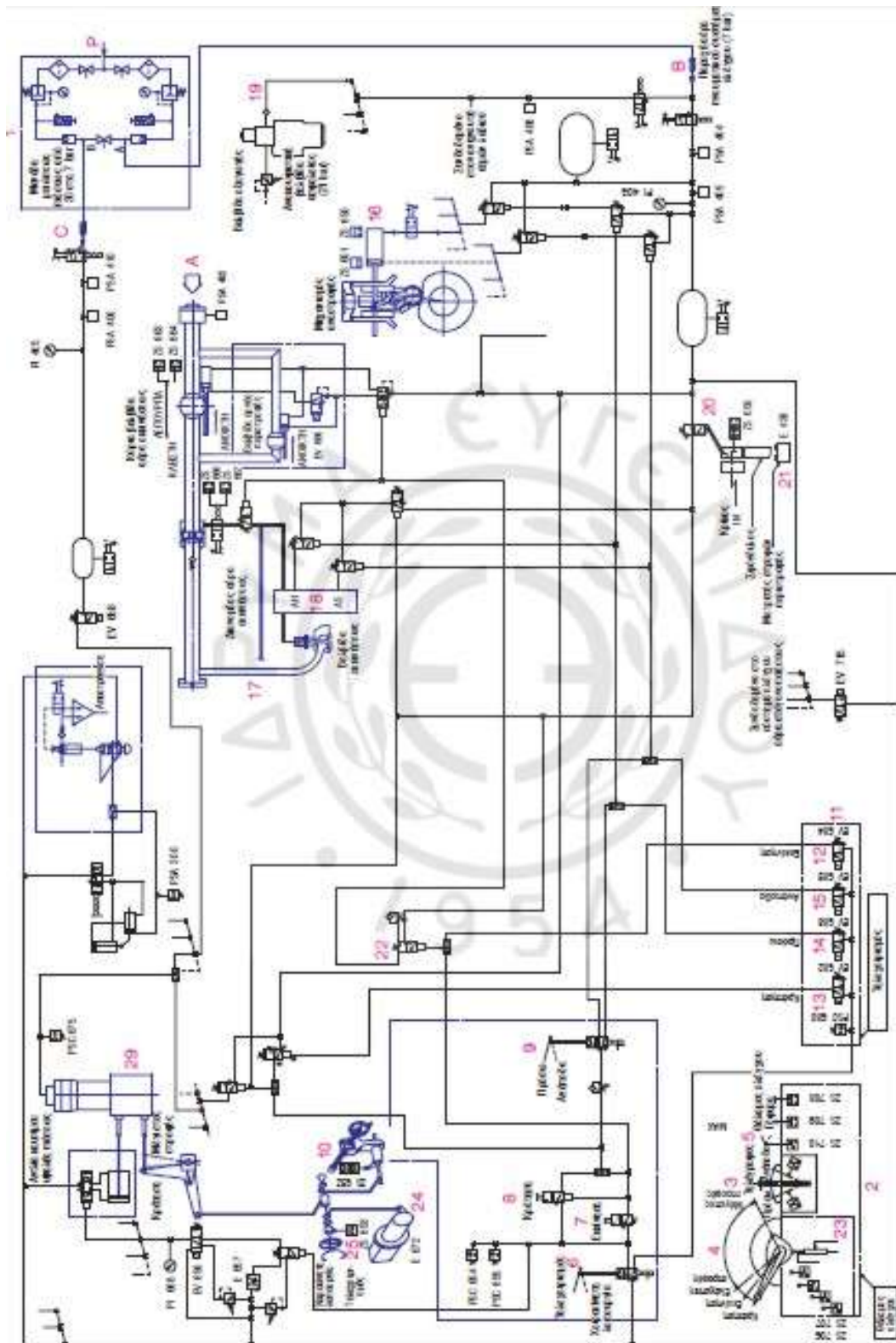
#### **3.2.1.4 Βαλβίδα προκίνησης**

Εδράζεται στην κεφαλή του κυλίνδρου. Όταν το κύριο επιστόμιο εκκίνησης είναι ανοιχτό, ο θάλαμος της βαλβίδας προκίνησης πρεσάρεται με αέρα δια μέσου της γραμμής παροχής εφ' όσων βέβαια αυτή διαρρέεται με αέρα. Η βαλβίδα παραμένει κλειστή λόγω του ελατηρίου της, όταν όμως ο θάλαμος της πρεσαριστεί με αέρα από τον διανομέα η βαλβίδα ανοίγει και ο αέρας εκκίνησης εισέρχεται στον κύλινδρο.

#### **3.2.2 Διάταξη του συστήματος ελιγμών κύριας μηχανής**

Από το πνευματικό σύστημα παροχής εκκινήσεως που παρουσιάστηκε παραπάνω τροφοδοτείται με πεπιεσμένο αέρα και το σύστημα ελιγμών της κύριας μηχανής του πλοίου. Συγκεκριμένα, από τα τουλάχιστον δύο αεροφυλάκια που φαίνονται στο σχήμα 3.2 ξεκινάει και ένα δεύτερο κύκλωμα το οποίο οδηγείται σε ένα μειωτήρα πίεσης (βαλβίδα στραγγαλισμού 5) στον οποίο η πίεση μειώνεται περίπου στα 7 bar. Από εκεί και πέρα ο πεπιεσμένος αέρας οδηγείται στο σύστημα ελιγμών της κύριας μηχανής του πλοίου το οποίο φαίνεται στο σχήμα 3.3.



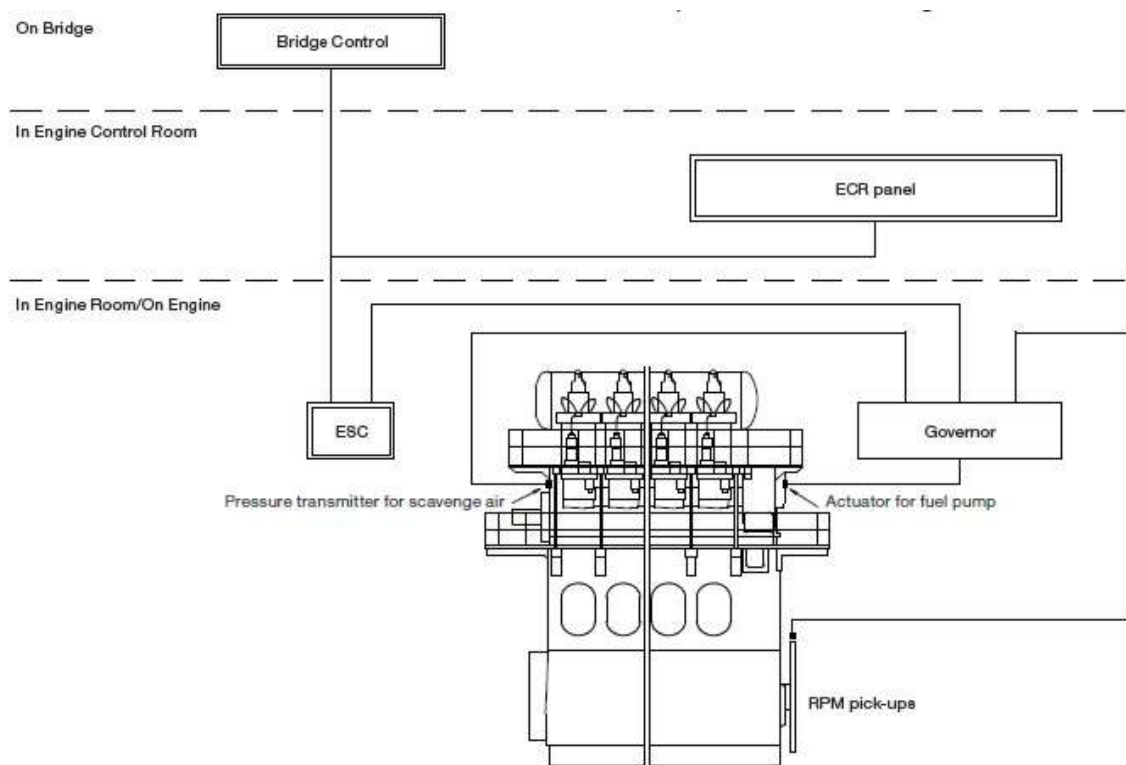


Σχήμα 3.3: Σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής πλοίου<sup>14]</sup>

Το σύστημα μείωσης της πίεσης από 30 bar σε 7 bar φαίνεται και στο σχήμα 3.3, στην θέση με το λατινικό γράμμα P. Από εκεί ο πεπιεσμένος αέρας πίεσεως 7 bar πλέον διοχετεύεται στις θέσεις B του συστήματος ελιγμών. Στο παραπάνω σχήμα φαίνονται

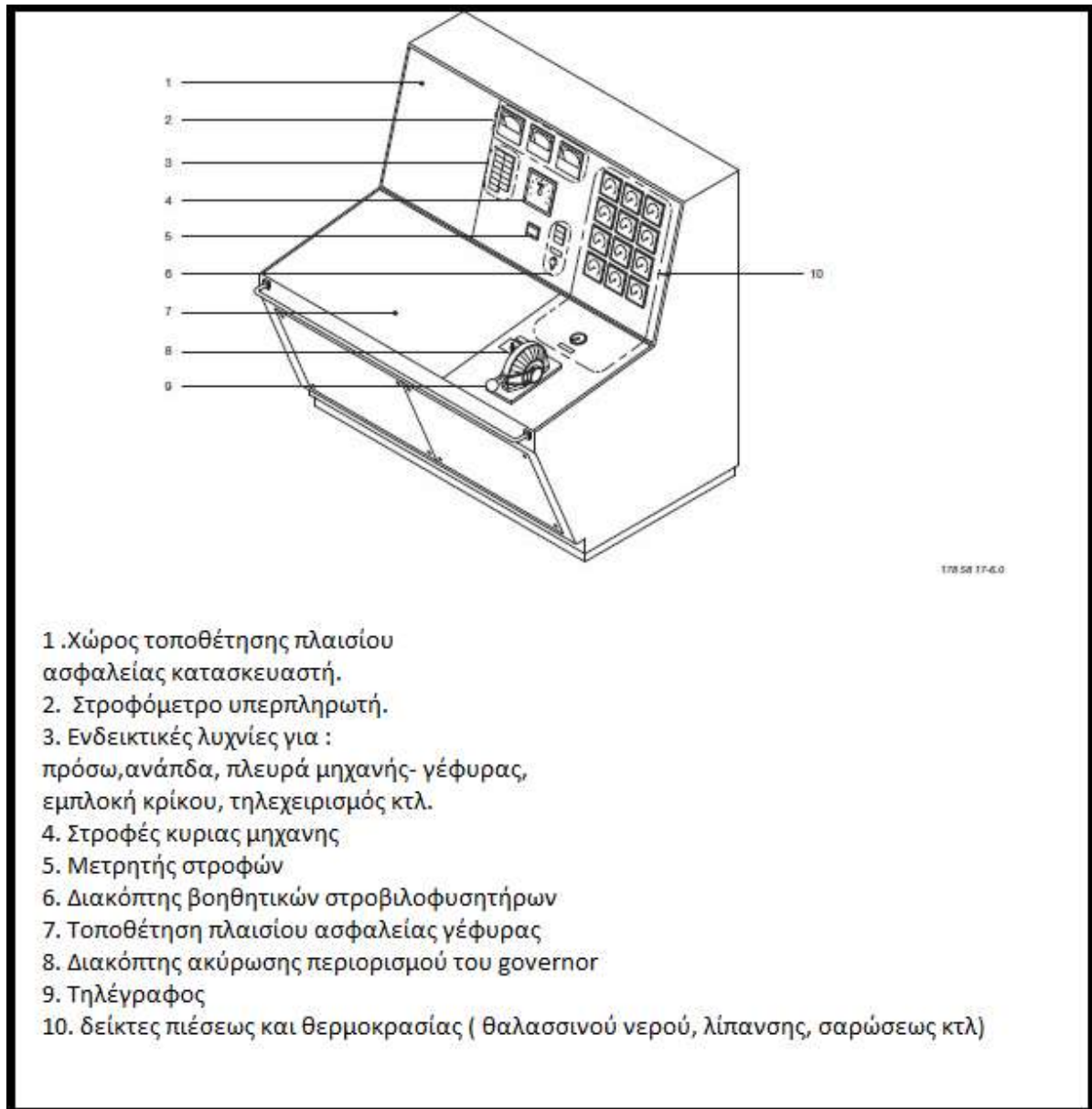
ταυτόχρονα και οι θέσεις A που είναι το σύστημα αέρα εκκινήσεως και C που είναι η είσοδος του κυκλώματος αυτόματης κρατήσεως της μηχανής και δέχεται πεπιεσμένο αέρα 7 bar. Αναλόγως των εντολών που δέχεται το σύστημα από τον χειριστή του λειτουργεί και το παραπάνω σύστημα. Η λειτουργία του θα περιγραφεί στο αμέσως επόμενο κεφάλαιο.

Για την ορθή λειτουργία του συστήματος ελιγμών της κύριας μηχανής του πλοίου απαιτείται ένα σύστημα τηλεχειρισμού το οποίο θα δίδει τις αντίστοιχες εντολές. Το σύστημα αυτό μπορεί να δεχτεί χειρισμό από τρεις θέσεις. Η πρώτη θέση είναι στον θάλαμο ελέγχου του μηχανοστασίου (αριθμός 2) όπου βρίσκεται ο μοχλός ελέγχου φοράς περιστροφής της μηχανής (3) και το χειριστήριο ρυθμίσεως στροφών (4). Ο μοχλός ελέγχου είναι υπεύθυνος για την φορά κίνησης (πρόσω, ανάποδα) και το χειριστήριο ρυθμίσεως στροφών, συνδεδεμένο με κατάλληλο έκκεντρο, είναι υπεύθυνο για την ενεργοποίηση των βαλβίδων κράτησης, εκκίνησης και ρύθμισης στροφών της μηχανής. Η δεύτερη θέση ελέγχου είναι από την γέφυρα του πλοίου. Αναλόγως της θέσης της βαλβίδας με τον αριθμό 5 καθορίζεται εάν ο έλεγχος θα γίνεται από την γέφυρα ή από τον θάλαμο ελέγχου του μηχανοστασίου. Τέλος, με την ύπαρξη της βαλβίδας 6 υπάρχει ως τρίτη εναλλακτική περίπτωση χειρισμού ο χειροκίνητος χειρισμός του συστήματος. Στο σχήμα 3.4 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα τρία επίπεδα χειρισμού του συστήματος ελιγμών της κύριας μηχανής πλοίου.

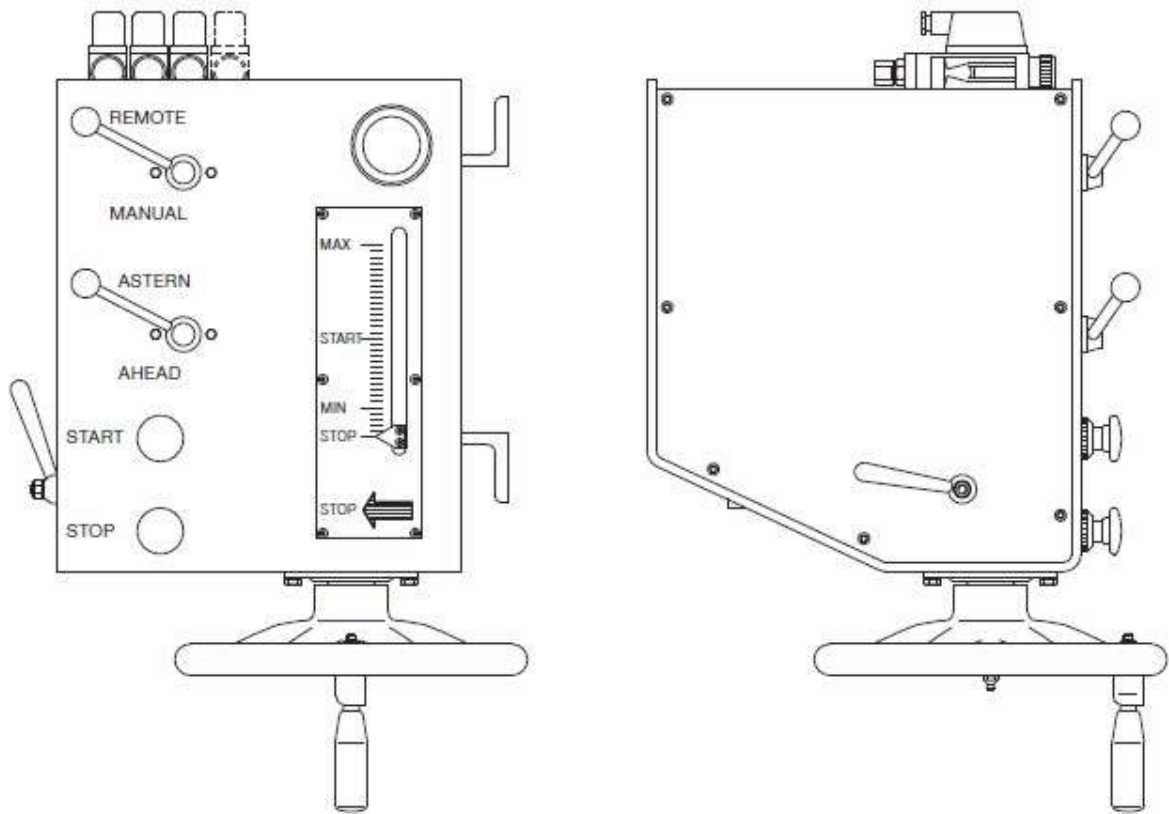


Σχήμα 3.4: Επίπεδα χειρισμού συστήματος ελιγμών κύριας μηχανής <sup>[2]</sup>

Το σχήμα 3.4 αναπαριστά σχηματικά τα προαναφερθέντα και καταδεικνύει τα τρία επίπεδα χειρισμού του συστήματος ελιγμών της κύριας μηχανής. Από τα τρία συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως τα δύο, ο έλεγχος από την γέφυρα και από τον θάλαμο χειρισμού της κύριας μηχανής. Αντίθετα, ο χειροκίνητος έλεγχος της μηχανής επιλέγεται μόνο σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης. Στα σχήματα 3.5, 3.6 φαίνονται κατά σειρά η κονσόλα χειρισμού της μηχανής από το δωμάτιο ελέγχου της και τα χειριστήρια χειροκίνητου ελέγχου της μηχανής τοποθετημένα πάνω στην ίδια. <sup>[2], [4]</sup>



Σχήμα 3.5: Κονσόλα χειρισμού μηχανής από το δωμάτιο ελέγχου της <sup>[2]</sup>



Σχήμα 3.6: Χειριστήρια μηχανής επί της ίδιας της μηχανής <sup>[2]</sup>

## 4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

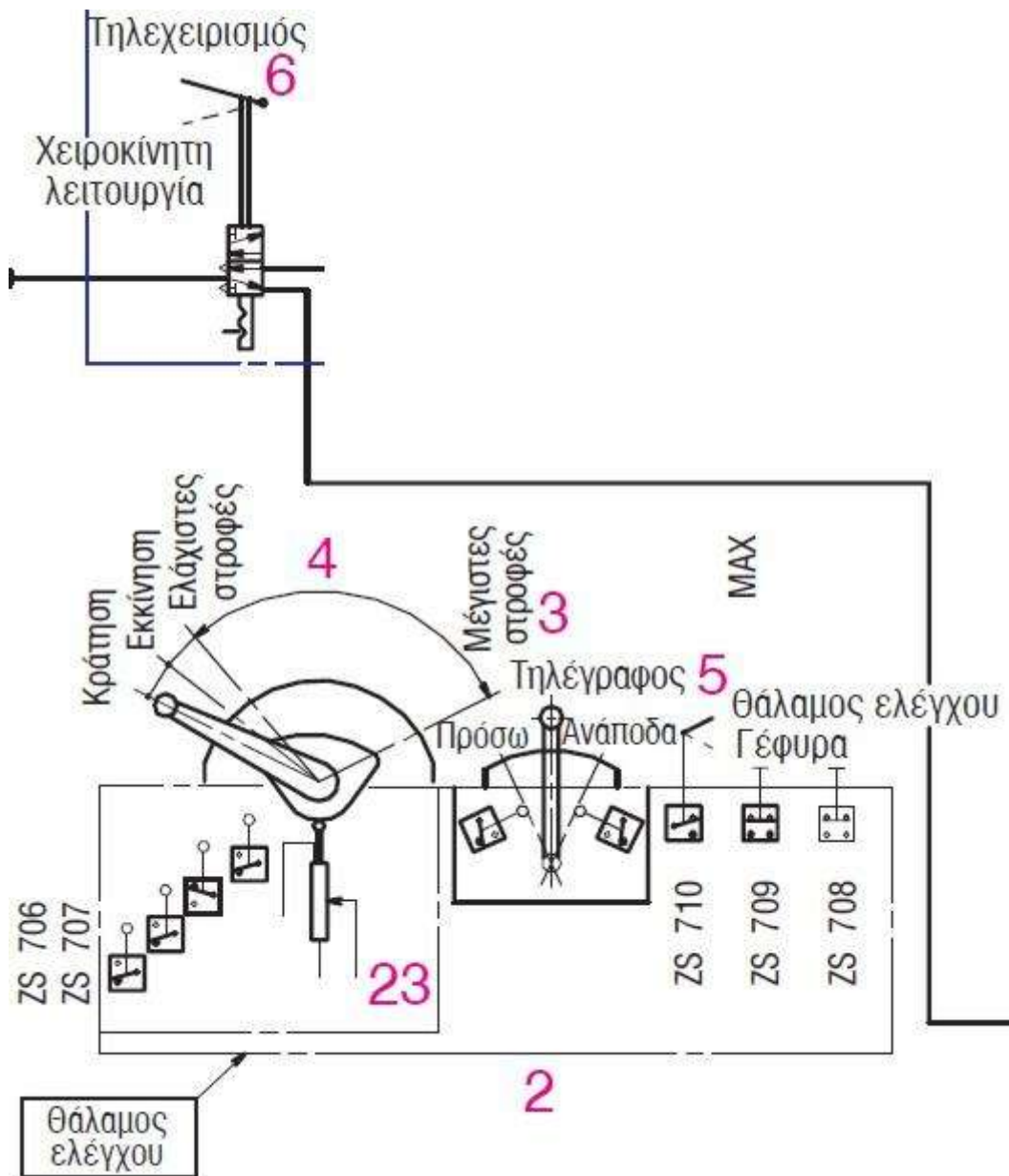
### “ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΛΙΓΜΩΝ ΚΥΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΟΥ”

#### 4.1 Λειτουργία συστήματος ελιγμών

Στο προηγούμενο κεφάλαιο είδαμε ότι ο χειρισμός της λειτουργίας της κύριας μηχανής του πλοίου μπορεί να γίνει από τρεις περιοχές, την γέφυρα, τον θάλαμο ελέγχου της κύριας μηχανής και από τα ίδια τα χειριστήρια της κύριας μηχανής. Η κανονική λειτουργία του πλοίου συνεπάγεται και έλεγχο της λειτουργίας της μηχανής είτε από τον θάλαμο ελέγχου της είτε μέσω τηλεχειρισμού από την γέφυρα.

Στο σχήμα 4.1 φαίνεται το χειριστήριο της μηχανής. Τέτοιου είδους χειριστήρια υπάρχουν δύο, ένα στον θάλαμο ελέγχου και ένα στην γέφυρα. Από το χειριστήριο διακρίνονται ο μοχλός επιλογής φοράς περιστροφής της μηχανής (3). Ο μοχλός αυτός έχει τρεις θέσεις, πρόσω και ανάποδα και επιλογή τηλεγράφου εξαιτίας του ότι η λειτουργία της συγκεκριμένης μηχανής είναι αντιστρέψιμη. Ακολούθως υπάρχει ο μοχλός επιλογής στροφών (4) ο οποίος, όπως έχει λεχθεί και στο προηγούμενο κεφάλαιο είναι συνδεδεμένο με ένα έκκεντρο και ενεργοποιεί τις τέσσερις βαλβίδες που φαίνονται από κάτω του για την κράτηση, την εκκίνηση, τις ελάχιστες στροφές και την μεταβολή των στροφών. Ένας ακόμη μοχλός (5) ενεργοποιεί τον τηλεχειρισμό του συστήματος από την γέφυρα του πλοίου. Αναλόγως της θέσης του μοχλού επιλέγεται η ενεργοποίηση μιας εκ των δύο βαλβίδων που βρίσκονται κάτω από αυτόν (της 710 για χειρισμό από τον θάλαμο ελέγχου και της 709 για χειρισμό από την γέφυρα).

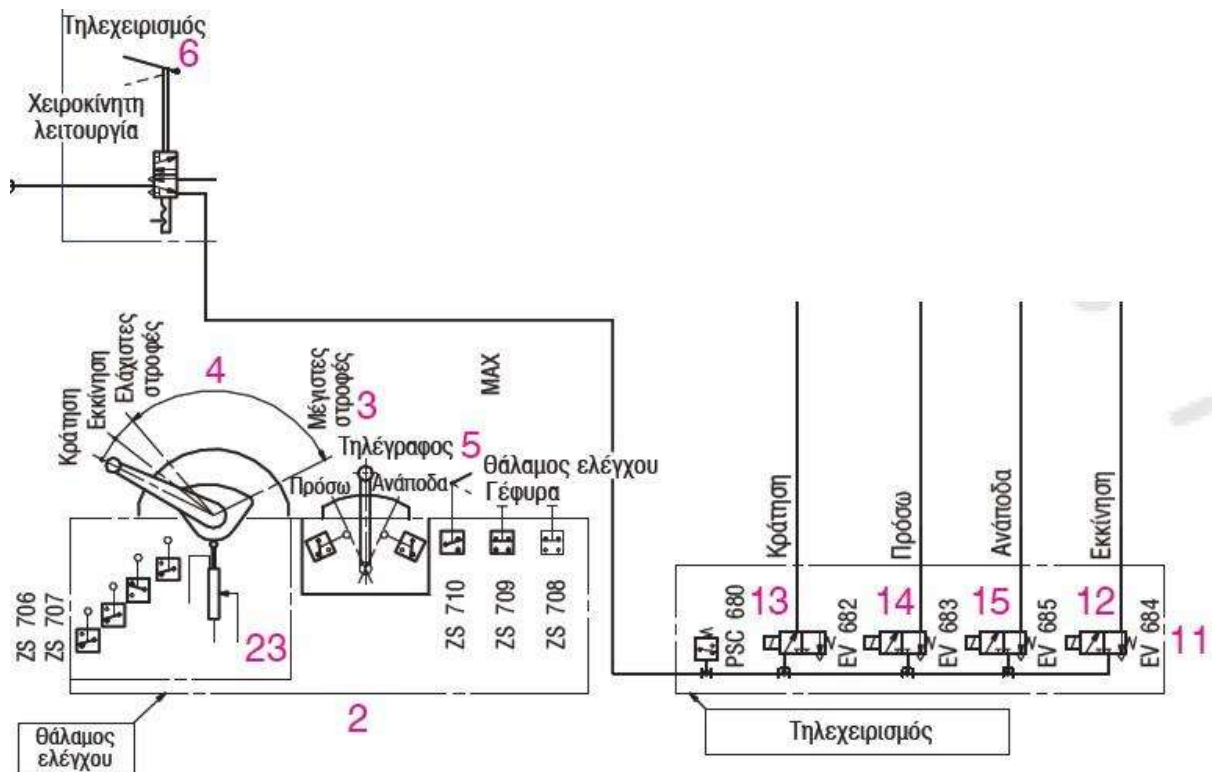
Τέλος, ένας τελευταίος μοχλός δίνει την δυνατότητα επιλογής τηλεχειρισμού ή χειροκίνητης λειτουργίας μέσω μιας ακόμη πνευματικής βαλβίδας (6). Εάν επιλεγθεί ο τηλεχειρισμός τότε η μηχανή μπορεί να ελεγχθεί είτε από τον θάλαμο ελέγχου της μηχανής είτε από την γέφυρα. Εάν επιλεγθεί η χειροκίνητη λειτουργία τότε η μηχανή ελέγχεται χειροκίνητα από τα χειριστήρια που φέρει η ίδια και που φαίνονται στο σχήμα 3.6 του προηγούμενου κεφαλαίου.



Σχήμα 4.1: Χειριστήριο μηχανής <sup>[4]</sup>

Σε περίπτωση που από τον μοχλό και την βαλβίδα 6 επιλεγεί ο τηλεχειρισμός της μηχανής του πλοίου τότε οι εντολές που δίδονται από το χειριστήριο είτε του θαλάμου ελέγχου της μηχανής είτε της γέφυρας επενεργούν σε τηλεχειριζόμενες βαλβίδες ελέγχου οι οποίες φαίνονται στο σχήμα 4.2 (στο κουτί με τον αριθμό 11). Οι βαλβίδες αυτές είναι τέσσερις στον αριθμό, και όπως φαίνεται ξεκάθαρα και από το σχήμα 4.2 ελέγχουν έκαστη μια λειτουργία. Η βαλβίδα 12 ελέγχει την εκκίνηση της μηχανής, η βαλβίδα 13 ελέγχει την κράτηση της μηχανής και οι βαλβίδες 14 και 15 δίδουν την εντολή πρόσω ή ανάποδα αναλόγως της θέσης του μοχλού 3.

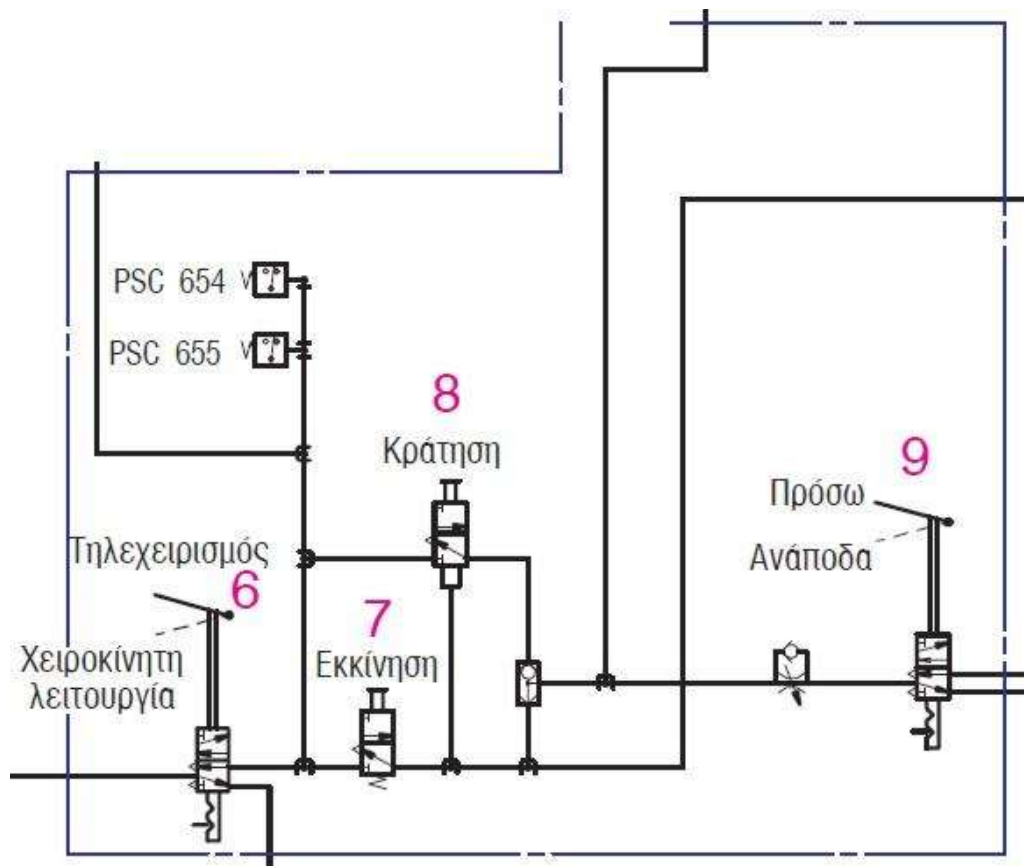




Σχήμα 4.2: Τηλεχειρισμός μηχανής από την γέφυρα του πλοίου <sup>[4]</sup>

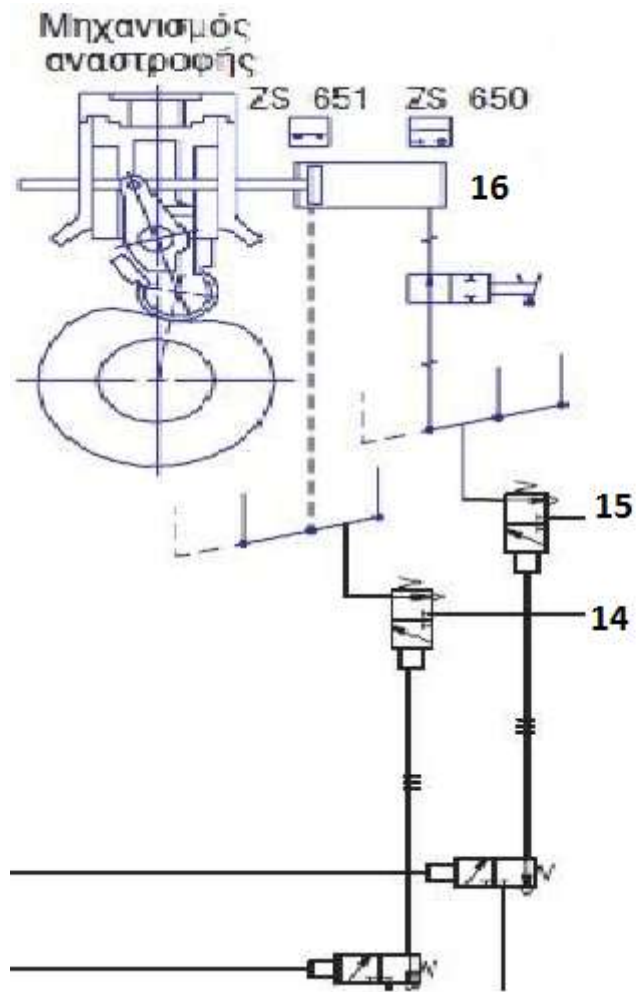
Σε περίπτωση τώρα που επιλεχθεί ο χειροκίνητος έλεγχος της μηχανής από τον μοχλό και την βαλβίδα 6 τότε οι εντολές από τα χειριστήρια της μηχανής δίδονται σε άλλες πνευματικές βαλβίδες που παρουσιάζονται στο σχήμα 4.3. Σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν τρεις βαλβίδες. Οι δύο πρώτες, 7 και 8, ελέγχουν την εκκίνηση και την κράτηση της μηχανής αντίστοιχα. Η ενεργοποίησή τους γίνεται από κομβία που υπάρχουν στο σώμα της μηχανής. Η τρίτη βαλβίδα, 9, ελέγχει την διεύθυνση κίνησης της μηχανής, πρόσω ή ανάποδα και ενεργοποιείται από ένα μοχλό ο οποίος βρίσκεται είτε στην μια είτε στην άλλη θέση. Το σχήμα 4.3 που ακολουθεί στην επόμενη σελίδα παρουσιάζει το σύστημα χειροκίνητου ελέγχου της μηχανής.

Και στις δύο περιπτώσεις, είτε τηλεχειρισμού είτε χειροκίνητου ελέγχου, οι βαλβίδες που ελέγχουν την φορά κίνησης της μηχανής δίδουν εντολή στην βαλβίδα υπ αριθμόν 16 (φαίνεται στο σχήμα 4.4) που καθορίζει την περιστροφή της μηχανής. Στην περίπτωση τηλεχειρισμού η εντολή προέρχεται από τις βαλβίδες 14 και 15 ενώ στην περίπτωση χειροκίνητου ελέγχου η εντολή εξαρτάται από την θέση της βαλβίδας 9. Η βαλβίδα 16 ελέγχει την θέση των έκκεντρων του εκκεντροφόρου τα οποία καθορίζουν και την φορά κίνησης. Ταυτόχρονα, οι ίδιες βαλβίδες επενεργούν στον διανομέα του αέρα εκκίνησης (18) ώστε να επιτευχθεί η σωστή φορά κίνησης όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.5.

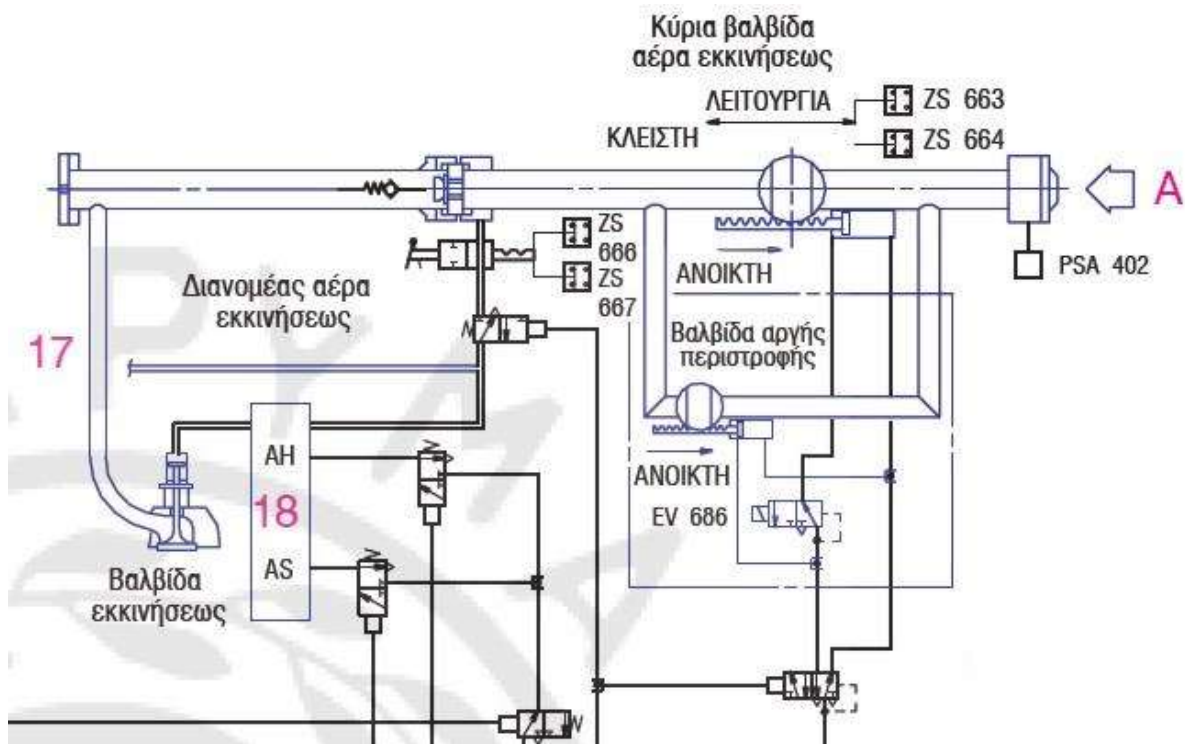


Σχήμα 4.3: Επιλογή χειροκίνητου ελέγχου μηχανής <sup>[4]</sup>



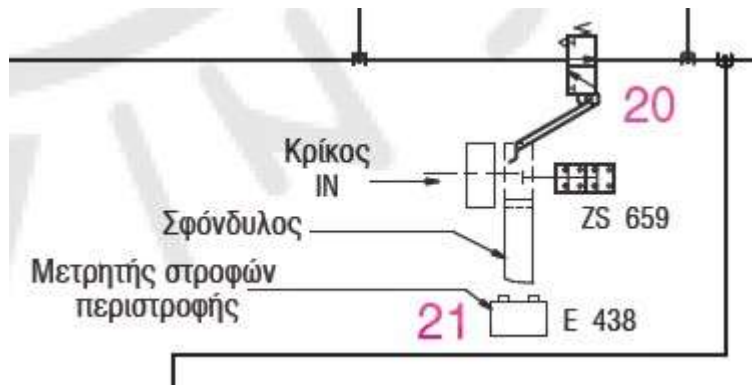


Σχήμα 4.4: Επιλογή θέσης μηχανισμού αναστροφής <sup>[4]</sup>



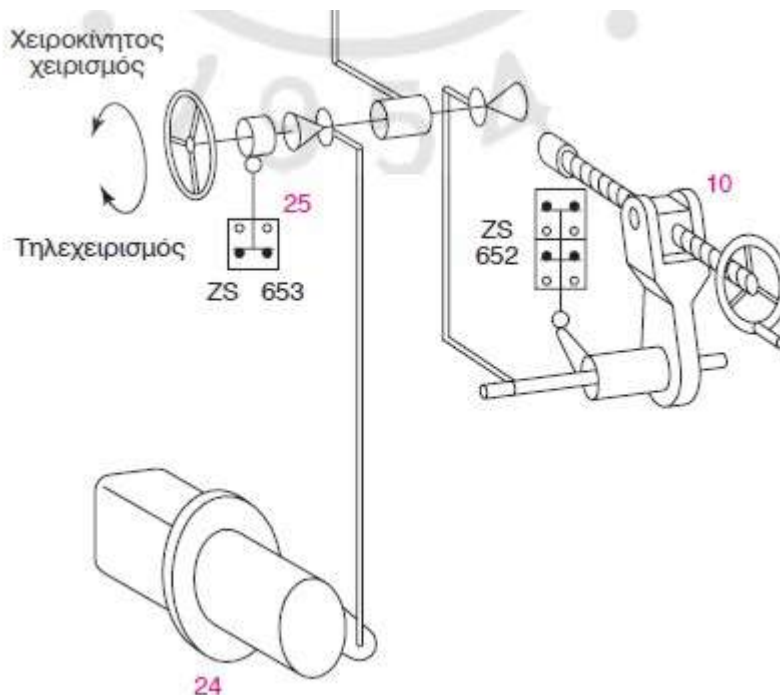
Σχήμα 4.5: Επιλογή φοράς αέρα εκκινήσεως <sup>[4]</sup>

Για την λειτουργία της μηχανής και την τροφοδοσία με αέρα εκκίνησης πρέπει να είναι ενεργοποιημένες οι βαλβίδες 7 εάν ο χειρισμός γίνεται χειροκίνητα ή 12 εάν ο χειρισμός γίνεται από τον θάλαμο ελέγχου της μηχανής ή από την γέφυρα. Όταν ενεργοποιηθούν οι βαλβίδες που δίδουν εντολή εκκίνησης ανοίγει μια άλλη πνευματική βαλβίδα, η βαλβίδα 22 η οποία επιτρέπει την ροή αέρα στο σύστημα εκκινήσεως δια μέσου του διαύλου 17 ο οποίος είναι απευθείας συνδεδεμένος με την παροχή A που φέρει πεπιεσμένο αέρα 30 bar όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα 4.5. Πέραν της βαλβίδας 22, για να επιτραπεί η ροή αέρος στο σύστημα εκκινήσεως από τον δίαυλο 17 πρέπει μια ακόμη πνευματική βαλβίδα, η βαλβίδα 20 να είναι ενεργοποιημένη. Η ενεργοποίησή της εξαρτάται από την εμπλοκή ενός κρίκου μέσα σε ένα σφόνδυλο (του οποίου οι στροφές μετρούνται με τον αισθητήρα 21) όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 4.6. Εάν η βαλβίδα 20 δεν ενεργοποιηθεί, ακόμη και εάν τεθεί σε θέση εκκίνησης η μηχανή από τις βαλβίδες 7 ή 12 δεν πρόκειται να εκκινήσει η μηχανή καθώς δεν θα επιτραπεί η ροή αέρα εκκινήσεως.



Σχήμα 4.6: Σφόνδυλος και βαλβίδα ενεργοποίησης συστήματος <sup>[4]</sup>

Τέλος, το μόνο που μένει είναι η ρύθμιση των στροφών και της παροχής καυσίμου της μηχανής. Εάν το σύστημα βρίσκεται σε θέση χειροκίνητου ελέγχου η ρύθμιση του καυσίμου γίνεται μέσω του χειροκίνητου περιστροφικού μοχλού 10. Και με αυτό τον τρόπο καθορίζονται και οι στροφές της μηχανής. Εάν όμως το σύστημα βρίσκεται σε θέση τηλεχειρισμού, αναλόγως της θέσης του κομβίου 4 που επιλέγει τον αριθμό στροφών της μηχανής αποστέλλεται αντίστοιχο ηλεκτρικό σήμα (αριθμός 23). Στο σχήμα 4.2 φαίνεται το κομβίο 4 και η αποστολή ηλεκτρικού σήματος. Το ηλεκτρικό σήμα με την σειρά του καθορίζει την θέση του ρυθμιστή στροφών 24 όταν βρίσκεται στην θέση τηλεχειρισμού (μέσω του περιστροφικού μοχλού 25). Το σχήμα 4.7 παρουσιάζει την λειτουργία του ρυθμιστή στροφών και της παροχής καυσίμου στην μηχανή. <sup>[2], [4]</sup>



Σχήμα 4.7: Σύστημα ρύθμισης στροφών και παροχής καυσίμου <sup>[4]</sup>

## **4.2 Θέσεις λειτουργίας συστήματος ελιγμών**

Το σύστημα ελιγμών μπορεί να έχει τρεις θέσεις λειτουργίας. Η πρώτη είναι η θέση στάσης (STOP), η δεύτερη η θέση πορείας (AHEAD) (ASTERN) και η τρίτη η θέση εκτάκτου λειτουργίας (emergency). Στις επόμενες παραγράφους θα παρουσιάσουμε αυτές τις θέσεις λειτουργίας.

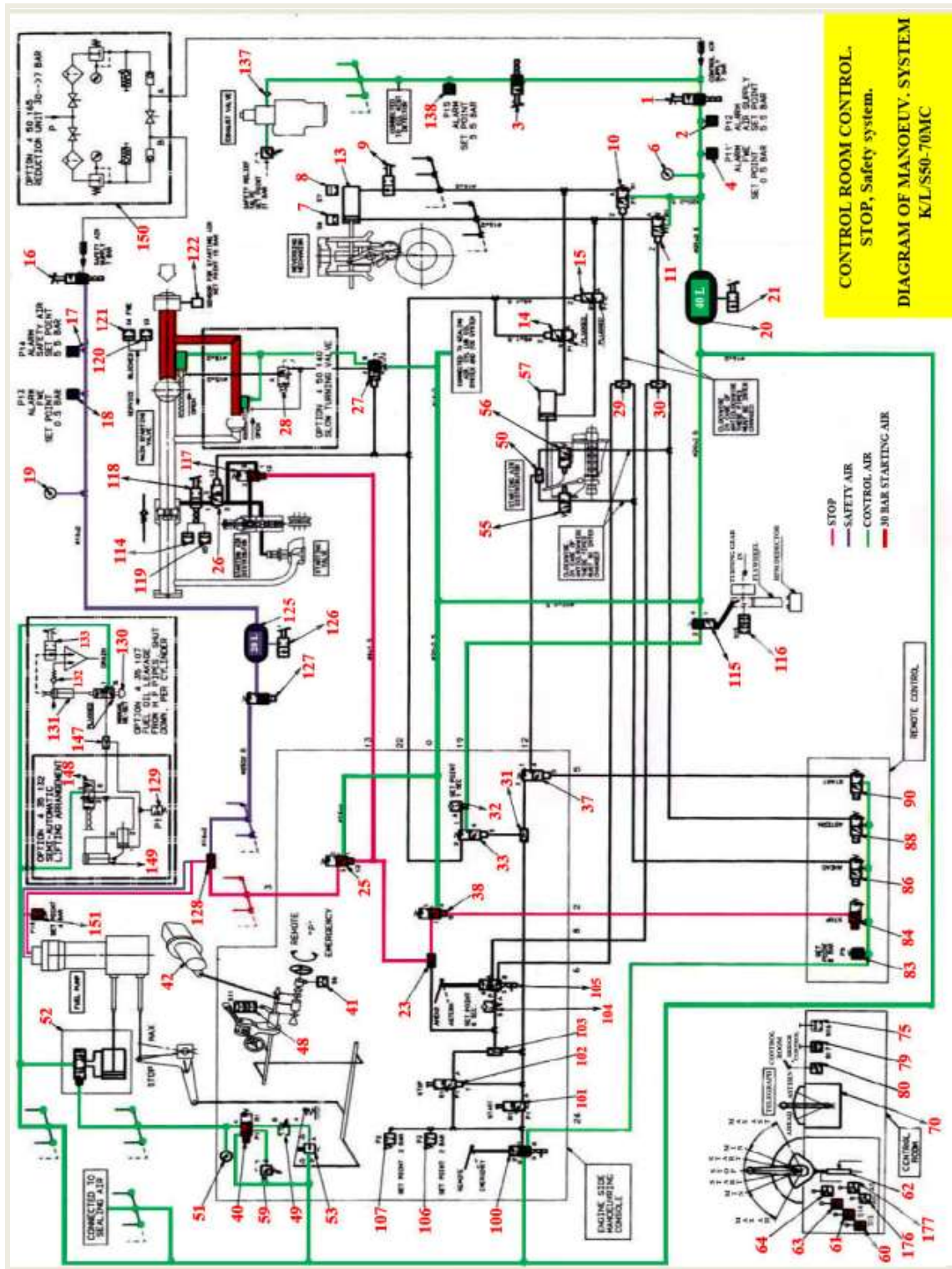
Στην θέση στάσης το πλοίο παραμένει ακίνητο. Σε αυτή την περίπτωση το χειριστήριο βρίσκεται στην θέση STOP. Αυτό συνεπάγεται ότι οι βαλβίδες κράτησης είναι ενεργοποιημένες και με την σειρά τους δίδουν εντολή στην διακοπή παροχής συμπιεσμένου αέρα στην μηχανή και ταυτόχρονα στην παροχή συμπιεσμένου αέρα στις αντλίες καυσίμου για να τις εκτονώσουν, να μειωθεί η πίεση σε αυτές και έτσι να σταματήσουν να παρέχουν καύσιμο στην μηχανή.

Στην θέση πρόσω (ahead) το χειριστήριο μεταφέρεται στην θέση εκκίνησης της μηχανής. Τότε ενεργοποιούνται οι βαλβίδες εκκίνησης της μηχανής και δίδεται εντολή για παροχή αέρα εκκινήσεως. Η παροχή αυτή γίνεται στον διανομέα εάν ο κρίκος ασφαλείας (ασφαλιστική διάταξη γραναζωτού μηχανισμού που εμπλέκεται στο οδοντωτό τμήμα του σφονδύλου εμποδίζοντας την περιστροφή του) δεν είναι κουμπωμένος στον σφόνδυλο. Με την διανομή αέρα εκκινήσεως (30bar), ο αέρας αυτός περνάει από τον διανομέα (Pilot) ο οποίος καθορίζει σε ποιον κύλινδρο θα οδηγηθεί πρώτα, ανάλογα την σειρά καύσεως. Ο αέρας φτάνει στην είσοδο της βαλβίδας προκινήσεως όπου έχει πίεση 30 bar, η κατασκευή όμως της βαλβίδας αυτής δεν του επιτρέπει να εισέλθει. Το άνοιγμα της πραγματοποιείται από την γραμμή του αέρα πίεσεως 7 bar (service air) και κλείνει με την βοήθεια της τάσης ενός ελατηρίου στο εσωτερικό της βαλβίδας. Όσον αφορά το ανάποδα (astern) η διαδικασία είναι η ίδια με την μόνη διαφορά ότι (βλ. σχ. 4.4) οι βαλβίδες 14 και 15 δίνουν εντολή για πλήρωση του κυλίνδρου με αέρα με αποτέλεσμα την μετατόπιση του δεξιά ή αριστερά. Ο κύλινδρος αυτός επενεργεί σε έναν άξονα ο οποίος με την σειρά του κινεί δεξιά ή αριστερά το ράουλο της αντλίας πετρελαίου που εφάπτεται στο έκκεντρο. Με αυτόν τον τρόπο καταφέρνουμε να αλλάξει η σειρά καύσεις της μηχανής και να αντιστραφεί η κίνησή της.

Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις η λειτουργία γίνεται από τον θάλαμο ελέγχου της μηχανής. Εναλλακτικά μπορεί να γίνει και από την γέφυρα του πλοίου. Σε περίπτωση όμως που για οιοδήποτε λόγο το πνευματικό σύστημα ελιγμών δεν λειτουργεί ορθά από κανένα σημείο (θαλαμο ή γεφυρα) και επειδή πρέπει να εξασφαλιστεί η λειτουργία τότε χρησιμοποιείται το χειριστήριο που βρίσκεται επάνω στην μηχανή και γίνεται ο χειρισμός κατάστασης εκτάκτου ανάγκης. Σε αυτή την περίπτωση, και αφού επιλεγθεί η χειροκίνητη

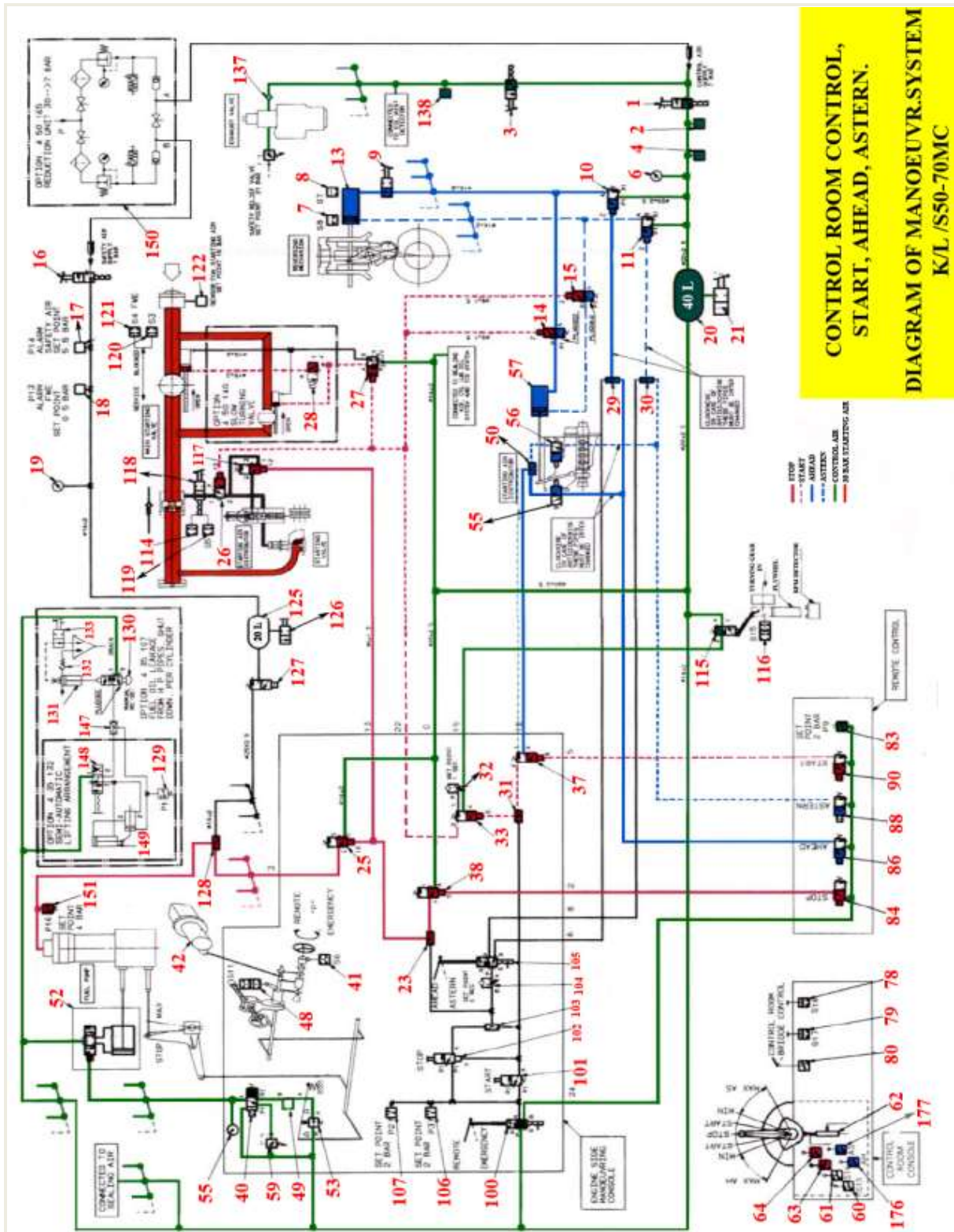
λειτουργία, η θέση STOP επιτυγχάνεται με την πίεση του κομβίου με την αντίστοιχη ένδειξη, η θέση START με την ίδια διαδικασία και η ρύθμιση των στροφών με την χρήση του περιστροφικού μοχλού του σχήματος 4.7. Η διαδικασία ενεργοποίησης του εκάστοτε κυκλώματος είναι ακριβώς η ίδια αλλά διαφέρουν απλά οι βαλβίδες που το ενεργοποιούν.

Στα σχήματα 4.8, 4.9 και 4.10 παρουσιάζονται αυτές οι τρεις λειτουργίες του πνευματικού συστήματος ελιγμών κύριας μηχανής πλοίου. Στα σχήματα αυτά παρουσιάζεται το ίδιο σύστημα με αυτό που έχει περιγραφεί στην προηγούμενη ενότητα, το μόνο που διαφέρει όμως είναι η αρίθμηση των στοιχείων του.<sup>[2]</sup>

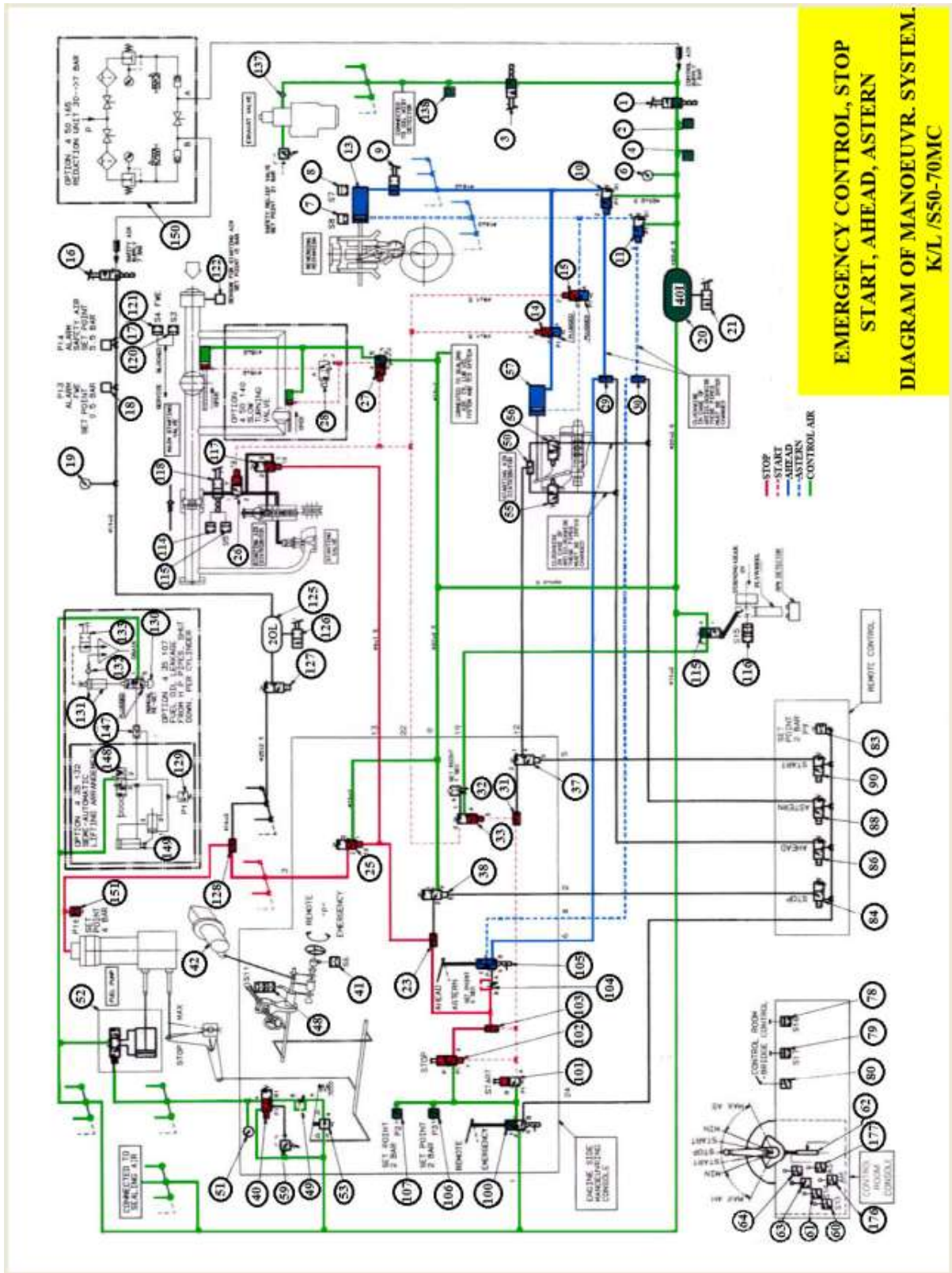


Σχήμα 4.8: Πνευματικό σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής σε θέση STOP





Σχήμα 4.9: Πνευματικό σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής σε θέση AHEAD



Σχήμα 4.10: Πνευματικό σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής σε λειτουργία εκτάκτου ανάγκης



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε το πνευματικό σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής ενός πλοίου. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν με την ολοκλήρωση της εργασίας είναι τα ακόλουθα:

- Το πνευματικό σύστημα ελιγμών κύριας μηχανής είναι ένα από τα σημαντικότερα συστήματα για την ασφαλή πλεύση των πλοίων.
- Χρησιμοποιείται πνευματικό σύστημα γιατί είναι ιδιαίτερα αξιόπιστο, έχει μικρούς χρόνους απόκρισης και δεν δημιουργεί πρόβλημα στην λειτουργία των μηχανών του πλοίου.
- Είναι ένα από τις πολλές εφαρμογές πνευματικών συστημάτων σε πλοία, ίσως όμως το πιο σημαντικό.
- Το σύστημα ελιγμών της κύριας μηχανής μπορεί να χειριστεί από τρεις δυνατούς χώρους, τον θάλαμο ελέγχου της κύριας μηχανής, την γέφυρά και χειροκίνητα από την ίδια την μηχανή.
- Ο χειροκίνητος έλεγχος αντικαθιστά τον τηλεχειρισμό μόνο σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης όπου ο τηλεχειρισμός δεν λειτουργεί ορθά.
- Χωρίς το πνευματικό σύστημα δεν θα ήτο δυνατή η εκκίνηση της μηχανής καθώς δεν θα υπήρχε η παροχή του αέρα εκκινήσεως.
- Με την εξέλιξη της τεχνολογίας χρησιμοποιούνται όλο και πιο σύγχρονες συσκευές ελέγχου και μεταφοράς εντολών (με χρήση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συστημάτων) όμως το πνευματικό σύστημα παραμένει το κύριο σύστημα ελιγμών της κύριας μηχανής του πλοίου και είναι άκρως απαραίτητο για την ορθή λειτουργία των μηχανών του.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Βιβλία:

1. Γ. Φ. Δανιήλ, Κ. Η. Μιμηκόπουλος, «Βοηθητικά Μηχανήματα Πλοίων», Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου, Αθήνα, 2006.
2. MAN, «MAN B&W S50MC – C8 – TII: Project Guide Camshaft Controlled Two – Stroke Engines», 1<sup>st</sup> Edition, MAN Diesel & Turbo, Denmark, April 2010.
3. Χ. Λ. Κλιάνης, Κ. Ι. Νικολός, Α. Ι. Σιδέρης, «Μηχανές Εσωτερικής Καύσης: Τόμος Πρώτος», Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου, Αθήνα, 2002.
4. Χ. Λ. Κλιάνης, Κ. Ι. Νικολός, Α. Ι. Σιδέρης, «Μηχανές Εσωτερικής Καύσης: Τόμος Δεύτερος», Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου, Αθήνα, 2003.

### Άρθρα:

5. Edexcel, «Applied Pneumatics and Hydraulics – Η Tutorial – Hydraulic and Pneumatic Cylinders», Λήψη από:  
<http://www.freestudy.co.uk/fluid%20power/cylinders.pdf> (15/06/2013)
6. ΤΕΙ Κρήτης, «Πνευματικά – Υδραυλικά Συστήματα», Σημειώσεις μαθήματος Τεχνολογία Ελέγχου, Λήψη από:  
<http://www.tm.teicrete.gr/Portals/23/Shmeioseis/texnologia%20elenxou/texn.elenxou.kef3.pdf> (15/06/2013)

### Διαδικτυακοί τόποι:

7. <http://inventors.about.com/od/pstartinventions/a/pneumatic.htm> (15/06/2013)
8. <http://pneumatic-system.blogspot.com/2006/01/brief-history-of-pneumatic-tube.html> (15/06/2013)
9. [http://www.ehow.com/about\\_5492181\\_history-pneumatics.html](http://www.ehow.com/about_5492181_history-pneumatics.html) (15/06/2013)
10. <http://www.angelfire.com/ia3/jrtdogbone/pneumatic.htm> (15/06/2013)
11. [http://resources.hkedcity.net/res\\_files/201101/20110128101153\\_259037.pdf](http://resources.hkedcity.net/res_files/201101/20110128101153_259037.pdf) (15/06/2013)
12. [http://www.veristar.com/bvrules/C\\_1\\_s10\\_17\\_3.htm](http://www.veristar.com/bvrules/C_1_s10_17_3.htm) (15/06/2013)
13. <http://maredu.gunet.gr/modules/document/document.php?course=MAK146>(εργαστήριο ΣΑΕ ΣΤ' εξαμήνου ΑΕΝ Μακεδονίας «εισαγωγή στα πνευματικά συστήματα)
14. <http://www.google.gr/imgbp?hl=el&tab=wi> (φωτογραφικό υλικό)

**Εκπαιδευτικά software:**

15. Engineering Knowledge Seamanship International – demo.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

# Pneumatics Symbols

DIN ISO1219-1, 03/96. Graphic symbols for pneumatic equipment.

Circuit symbols are used through this catalogue and on the labels of most SMC Pneumatic products.

There are several symbol systems and conventions in use around the world, most officially recognised by standards bodies. Commonly used is ISO1219-1.

The symbols found in this catalogue generally conform to the Japanese Industrial Standard (JIS) in many cases, there is no difference between JIS and ISO circuit symbols.

The situation also occurs when SMC develop new product systems for which an ISO or JIS symbol does not exist. Examples include the MGZ high power cylinder or the AV series air operated soft start / release valve. In this situation either a composite symbol showing a representative circuit is used, or the nearest standard symbol is modified by SMC.

For assistance a table below shows both ISO symbols, which may differ from JIS symbols in this catalogue, and common ISO/JIS/SMC Symbols.

Volume **1**



Symbol	Description
	Directional control valve 2/2-way valve, closed normal position
	Directional control valve 2/2-way valve, open normal position
	Directional control valve 3/2-way valve, closed normal position
	Directional control valve 3/2-way valve, open normal position
	Directional control valve 3/3-way valve, closed neutral position
	Directional control valve 4/2-way valve
	Directional control valve 4/3-way valve, closed neutral position
	Directional control valve 4/3-way valve, exhaust neutral position
	Directional control valve 5/2-way valve
	Directional control valve 5/3-way valve, closed neutral position

Symbol	Description
	Directional control valve 5/3-way valve, exhaust neutral position
	Directional control valve 5/3-way valve, open neutral position
	Manual Control General
	Manual Control Lever
	Manual Control Button
	Manual Control Pedal
	Mechanical Control Plunger
	Mechanical Control Spring
	Mechanical Control Roller
	Mechanical Control Roller with idle return
	Solenoid with one effective winding
	Solenoid with two windings acting in opposition
	Combined Control by solenoid and pilot valve
	Pressure Control
	Shuttle valve
	Pneumatic- Electric-Relay
	Pneumatic Indicator
	Silencer
	Pressure Control Valve Air operated
	Mechanical Component Cabinet

# Pneumatics Symbols

DIN ISO1219-1, 03/96. Graphic symbols for pneumatic equipment.

Volume **2**

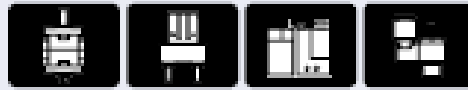


Symbol	Description	Symbol	Description
	Single-acting cylinder, single piston rod, return stroke by external force		Single-acting cylinder, single piston rod, stroke by spring, return stroke by air pressure
	Double-acting cylinder, single piston rod		Single-acting cylinder, non rotating single piston rod, stroke by spring, return stroke by air pressure
	Double-acting cylinder, non-rotating single piston rod		Double-acting cylinder with cushioning adjustable at both ends, single piston rod
	Double-acting cylinder, rear boss mount, single piston rod		Double-acting cylinder with cushioning adjustable at both ends, double piston rod
	Double-acting air-hydro cylinder, single piston rod		Magnetically coupled rodless cylinder
	Double-acting cylinder with double piston rod		Double-acting cylinder, single piston rod, with built in speed controller
	Double-acting cylinder with double non rotating piston rod		Double-acting cylinder, double piston rod, with built in speed controller
	Double-acting air-hydro cylinder with double piston rod		Stroke reading cylinder, single piston rod
	Single-acting cylinder, single piston rod, return stroke by spring		Stroke reading cylinder with brake, single piston rod
	Single-acting cylinder, non rotating single piston rod, return stroke by spring		Double-acting cylinder with lock, single piston rod

# Pneumatics Symbols

DIN ISO1219-1, 03/96. Graphic symbols for pneumatic equipment.

Volume 3

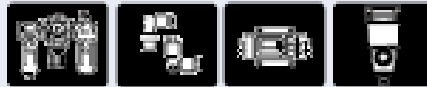


Symbol	Description	Symbol	Description
	Semi-rotary actuator, double acting		Safety speed control valve. Meter-out control style: A control valve with cylinder speed control function, fixed throttle, rapid air supply function
	Flow control valve. Throttle valve, adjustable, with silencer		Safety speed control valve. Meter-in control style: A control valve with cylinder speed function and rapid air supply function
	Non-return valve, without spring		Vacuum ejector
	One way flow control valve, adjustable		Vacuum ejector, with built-in silencer
	Non-return valve, dual speed controller with one-touch fittings		Multistage vacuum ejector, with filter and built-in silencer
	Quick exhaust valve		Multistage vacuum ejector, with filter, built-in silencer and vacuum pressure gauge
	Quick exhaust valve with silencer		Multistage vacuum ejector, with filter, built-in silencer and vacuum pressure switch
	Quick exhaust valve with speed exhaust controller and silencer		Vacuum pressure switch unit
	Speed controller with residual pressure release valve		Energy Transmission Filter
	Speed controller with pilot check valve		

# Pneumatics Symbols

DIN ISO1219-1, 03/96. Graphic symbols for pneumatic equipment.

Volume **4**



Symbol	Description	Symbol	Description
	Pressure control valve, relieving pressure regulator, adjustable		Air preparator, Service unit (simplified graph)
	Filter with water trap		Air combination, Air filter, regulator and Lubricator
	Filter with water trap, automatic		Air combination, Air filter and regulator
	Water trap with automatic drain		Air combination, Air filter, mist separator and regulator
	Mist separator		Air combination, Mist separator, regulator and pressure gauge
	Micro mist separator		Pneumatic booster regulator, hand operated
	Lubricator		Adjustable pressure switch
	Dryer		Non adjustable pressure switch
	Cooler		Pneumatic capacitor
	Pneumatic pressure gauge		Non-return valve, without spring