

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : ΑΝΤΛΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ–ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ–FIVE
VALVE–HYDRAULIC CYLINDER UNIT**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΚΟΚΚΑΛΑΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΙΩΑΝΝΗΣ ΡΑΚΙΤΖΗΣ**

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2020

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΑΝΤΛΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ–ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ–FIVA
VALVE–HYDRAULIC CYLINDER UNIT**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΚΟΚΚΑΛΑΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΑΜ : 5846

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

02-07-2020

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

Περίληψη

Σε αυτή τη πτυχιακή θα αναφερθούμε στη καινούρια γενιά ναυτικών μηχανών και συγκεκριμένα στις ηλεκτρονικές μηχανές. Γενικότερα η εν λόγω πτυχιακή χωρίζεται σε 4 κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στη μετάβαση από τις συμβατικές μηχανές MC στις ηλεκτρονικά ελεγχόμενες μηχανές ME, καθώς και στις μεταξύ τους διαφορές. Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στην υδραυλική μονάδα κυλίνδρου HCU και στα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια γενική αναφορά στην ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα FIVA και στο τρόπο λειτουργίας της. Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται η λειτουργία της αντλίας πετρελαίου καθώς και οι διαφορές που υπάρχουν με τις αντλίες πετρελαίου των συμβατικών μηχανών MC. Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη βαλβίδα εξαγωγής, στις διαφορές με τις συμβατικές βαλβίδες εξαγωγής και στο τρόπο με τον οποίο ενεργοποιείται.

Σκοπός της πτυχιακής είναι να κατανοήσουμε τη λειτουργία της ηλεκτρονικής μηχανής γιατί αποτελεί πλέον το σύστημα προώσεως σε πολλά καράβια της εμπορικής ναυτιλίας.

Abstract

In this dissertation, we will refer to the new generation of marine engines and specifically to electronically controlled engines. Generally, this senior thesis is divided into five chapters. The first chapter is referred to the transition from conventional MC engines to electronically controlled ME engines, as well as to the differences between them. The second chapter reports on the hydraulic unit of the cylinder (HCU) and the components of which it consists. In the third chapter we will see a general reference to the solenoid valve FIVA and its mode of operation. In the fourth chapter is detailed the operation of the fuel oil pump as well as the differences that exist with the fuel oil pumps of conventional MC engines. In the fifth and the last chapter is made a reference to the exhaust valve ,to the differences with the conventional exhaust valves and to the way with which it is activated.

The purpose of this dissertation is to understand the operation of the electronically controlled engines because it is nowadays the propulsion system that it is used in many merchant navy ships.

Πρόλογος

Η εισαγωγή των ηλεκτρονικά ελεγχόμενων κινητήρων χαμηλής ταχύτητας χωρίς εκκεντροφόρο, που τώρα κερδίζει δυναμική, είναι ένα ορόσημο στην τεχνολογία ντίζελ που αξίζει μια θέση στην ιστορία, όπως ο πρώτος κινητήρας του Rudolf Diesel στο Άουγκσμπουργκ, το μηχανοκίνητο σκάφος Selandia του 1912, η εισαγωγή του υπερσυμπιεστή σε δίχρονους πετρελαιοκινητήρες το 1954 και το πρώτο σύστημα SCR (Selective Catalytic NOx Reduction) σε πλοία το 1989.

Αυτό το άρθρο θα σκιαγραφήσει τον τρόπο με τον οποίο η MAN B&W εκμεταλλεύεται αυτήν τη νέα τεχνολογία στη σειρά κινητήρων της, συνδυάζοντας παραδοσιακές, αποδεδειγμένες τεχνολογίες με ενισχυμένο ηλεκτρονικό έλεγχο, ώστε να σχεδιάζει κινητήρες οι οποίοι, ενώ είναι και φιλικόι προς την παραγωγή και λειτουργικοί εύχρηστοι, αλλά θα παρέχουν όλα τα οφέλη για τον ιδιοκτήτη και τον χειριστή σύγχρονων και μελλοντικών επιτευγμάτων λογισμικού.

Στον τομέα της έρευνας και της ανάπτυξης των δίχρονων κινητήρων diesel ήταν μια δεκαετία αξιοσημείωτων ορόσημων. Οι κινητήρες diesel, των οποίων ο έλεγχος των αντλιών καυσίμου και τις βαλβίδας εξαγωγής γίνεται από εκκεντροφόρους άξονες είναι η τελευταία λέξη της τεχνολογίας από τη γέννηση των παλινδρομικών μηχανών και έκτοτε εξευγενίστηκαν και αναπτύχθηκαν.

Ωστόσο, ένα μηχανικό έκκεντρο στερεώνεται μόλις κατασκευαστεί και, παρά τις διάφορες μηχανικές και υδραυλικές πρόσθετες συσκευές όπως το VIT, κ.λπ., οι δυνατότητες ελέγχου του χρονισμού περιορίζονται με μηχανικά έκκεντρα. Ο έλεγχος πίεσης ψεκασμού καυσίμου και η διακύμανση του εύρους φορτίου έχουν περιορισμούς με έναν κινητήρα ελεγχόμενο από εκκεντροφόρο άξονα.

Επομένως, ο κύριος σκοπός της αλλαγής σε ηλεκτρονικό έλεγχο είναι να διασφαλιστεί ο χρόνος και ο ρυθμός έγχυσης καυσίμου, καθώς και ο χρονισμός και η λειτουργία της βαλβίδας εξαγωγής, ακριβώς όταν και όπως είναι επιθυμητό.

Ειδικά όσον αφορά τον ρυθμό ψεκασμού καυσίμου, το σύστημα ελέγχου έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η διατήρηση υψηλής πίεσης ψεκασμού και σε χαμηλό φορτίο, χωρίς περιορισμό όπως στον κινητήρα που ελέγχεται από τον εκκεντροφόρο, όπου αυτό θα οδηγούσε σε πολύ υψηλή πίεση σε υψηλό φορτίο. Τόσο η «γωνία έκκεντρου, η κλίση όσο και το μήκος» είναι ηλεκτρονικά μεταβλητά.

Ο ηλεκτρονικός έλεγχος ψεκασμού του καυσίμου και ελέγχου της βαλβίδας εξαγωγής βελτιώνει τη λειτουργία σε χαμηλά φορτία, την επιτάχυνση του κινητήρα και παρέχει καλύτερη ισορροπία κινητήρα και ελέγχου φορτίου, οδηγώντας σε μεγαλύτερους χρόνους μεταξύ των γενικών επιδιορθώσεων.

Κεφάλαιο 1

Μετάβαση από τις συμβατικές μηχανές (MC) στις ηλεκτρονικές μηχανές (ME)

Γενικά

Η MAN B&W αποτελεί συνένωση της γερμανικής MAN και της δανέζικης Burmeister & Main, δύο εταιρείες οι οποίες έχουν συνδεθεί με την ανάπτυξη του κινητήρα Diesel από τα πρώτα χρόνια της ιστορίας του. Μετά την ένωση των δύο εταιρειών το 1980 σταμάτησε η ανάπτυξη των παλαιότερων δίχρονων πετρελαιομηχανών με σάρωση βρόγχου της MAN και η εταιρεία επικεντρώθηκε στην ανάπτυξη δίχρονων πετρελαιομηχανών με ευθύγραμμη σάρωση με βάση το πρόγραμμα MC. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα έχει δώσει περισσότερες από είκοσι σειρές κινητήρων με μεγάλο εύρος ταχυτήτων περιστροφής και ισχύος. Οι κινητήρες της οικογένειας MC χρησιμοποιούν συγκεκριμένη ονοματολογία για να είναι ευκολότερος ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών τους.

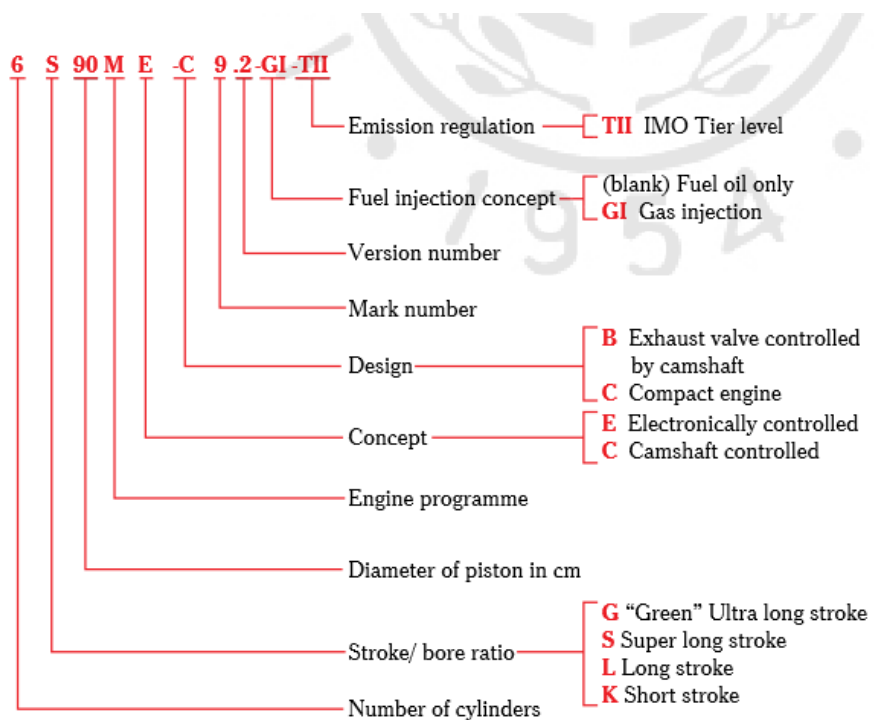
Η σειρά που βρίσκεται πλέον σε παραγωγή είναι η ME (με ηλεκτρονικό έλεγχο). Οι αργόστροφοι κινητήρες της MAN B&W κατασκευάζονται με άδεια από διάφορους κατασκευαστές, κυρίως στην Άπω Ανατολή.

Οι δίχρονοι αργόστροφοι πετρελαιοκινητήρες της MAN B&W χρησιμοποιούν συγκεκριμένη ονοματολογία για να είναι ευκολότερος ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών τους (σχ. 14.2γ). Στην αρχή δίδεται ο αριθμός των κυλίνδρων της μηχανής. Ακολουθεί ένα γράμμα που χαρακτηρίζει τον λόγο διαδρομής εμβόλου προς διάμετρο κυλίνδρου (stroke/bore ratio). Με **G** (Green Ultra Long Stroke) χαρακτηρίζονται οι μηχανές με πάρα πολύ μεγάλη τιμή του λόγου (μέχρι περίπου 4,31) και χαρακτηριστικά χαμηλής παραγωγής ρύπων, με **S** (Super Long Stroke) χαρακτηρίζονται οι μηχανές με πολύ μεγάλη τιμή του λόγου (περίπου 3,8), με **L** (Long Stroke) οι μηχανές με μεγάλη τιμή του λόγου (περίπου 3,2) και με **K** (Short Stroke), οι μηχανές με μικρή τιμή του λόγου (περίπου 2,8).

Ακολουθεί η διάμετρος του κυλίνδρου σε εκατοστά (cm). Στη συνέχεια ακολουθεί ένα γράμμα που δείχνει τη γενιά (generation) της μηχανής (**M**), ακολουθούμενο από ένα γράμμα που χαρακτηρίζει τη σειρά και τον τύπο ελέγχου [μηχανικό με χρήση εκκεντροφόρου άξονα (**C**) ή ηλεκτρονικό (**E**)]. Στη συνέχεια ακολουθεί παύλα και ένα γράμμα που δηλώνει ειδικά χαρακτηριστικά της μηχανής: Το γράμμα **C** αντιστοιχεί σε πιο συμπαγείς μηχανές (Compact), ενώ το γράμμα **B** αντιστοιχεί σε μηχανές με έλεγχο των βαλβίδων εξαγωγής με χρήση εκκεντροφόρου άξονα. Ακολουθεί η έκδοση (Mark) του κινητήρα, στη συνέχεια υπάρχει τελεία και ο αριθμός της υποεκδόσεως (Version) του κινητήρα. Σύμφωνα με την ονοματολογία πριν το 2017, ακολουθεί ο χαρακτηρισμός **GI** για μηχανές διπλού καυσίμου (dual-fuel), που έχουν δηλαδή δυνατότητα εγχύσεως αερίου καυσίμου (Gas Injection),

LGI (Liquid Gas Injection) για μηχανές διπλού καυσίμου (dual-fuel), οι οποίες επί πλέον έχουν τη δυνατότητα καύσεως μεθανόλης, εθανόλης και **LPG** (Liquified Petroleum Gas) και **LGIM** για μηχανές διπλού καυσίμου **LGI** βελτιστοποιημένες για καύση μεθανόλης. Όταν απουσιάζει ο συγκεκριμένος χαρακτηρισμός τότε το όνομα αντιστοιχεί σε μηχανές που χρησιμοποιούν αποκλειστικά υγρά καύσιμα. Οι νεότεροι κινητήρες (από το 2017) φέρουν τους ακόλουθους χαρακτηρισμούς: **GI** (Gas Injection methane), **GIE** (Gas Injection Ethane), **LGIM** (Liquid Gas Injection Methanol), **LGIP** (Liquid Gas Injection LPG).

Ακολουθεί ο κανονισμός εκπομπών καυσαερίων με τον οποίο συμμορφώνεται ο συγκεκριμένος τύπος μηχανής (π.χ. ο χαρακτηρισμός TII αντιστοιχεί στον κανονισμό IMO Tier II). Οι νεότεροι κινητήρες, που ακολουθούν τον κανονισμό IMO Tier III, φέρουν στο τέλος του ονόματος ειδικούς κωδικούς, που αντιστοιχούν στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη των συγκεκριμένων προδιαγραφών εκπομπών (π.χ. 8S70ME-C10.5-GI-EGRBP). Οι κωδικοί που αντιστοιχούν στις τεχνολογίες IMO Tier III είναι: EGRBP, EGRTC, HPSCR, LPSCR. Με απουσία αντίστοιχου κωδικού υπονοείται ότι ακολουθούνται οι προδιαγραφές IMO Tier II.



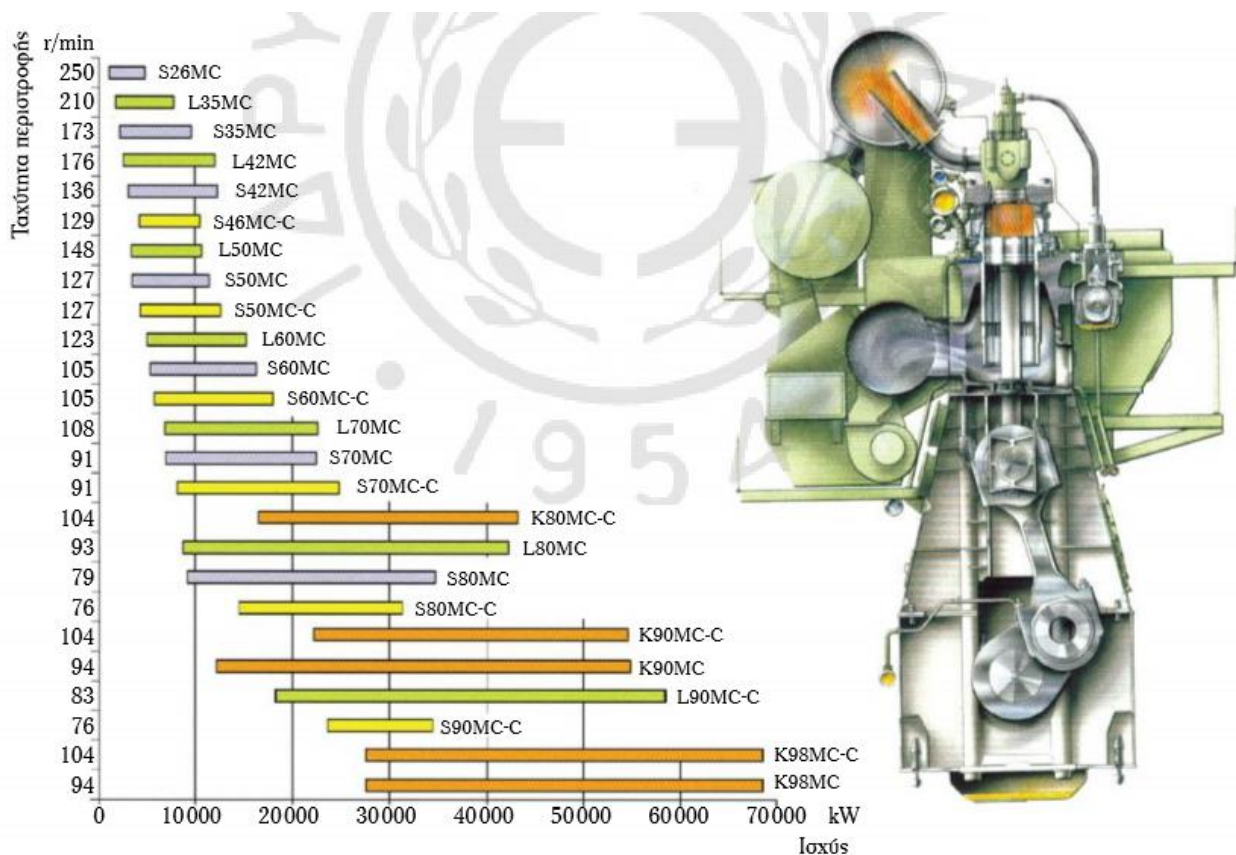
Σχ. 14.2γ
Ονοματολογία των διτρόνων αργοστρόφων πετρελαιομηχανών της MAN B&W (πηγή: MAN B&W).

Αργοστρόφες πετρελαιομηχανές MAN B&W σειράς MC

Οι αντλίες καυσίμου υψηλής πίεσεως, καθώς και οι υδραυλικοί μηχανισμοί των βαλβίδων εξαγωγής παίρνουν κίνηση από κοινό εκκεντροφόρο. Τα έκκεντρα προσαρμίζονται με σφιχτή συναρμογή στον εκκεντροφόρο άξονα, ενώ η γωνιακή τους θέση μπορεί να προσαρμοστεί με τη διοχέτευση λαδιού υψηλής πίεσεως. Ο εκκεντροφόρος παίρνει κίνηση μέσω αλυσίδας. Οι εντατήρες της αλυσίδας είναι αυτορρυθμιζόμενοι και λειτουργούν με υδραυλική πίεση.

Οι βαλβίδες εξαγωγής βυθίζονται με την εφαρμογή υδραυλικής πίεσεως, ενώ η επαναφορά τους γίνεται με «ελατήριο» αέρα, το οποίο επιτρέπει την ελεύθερη περιστροφή της κάθε βαλβίδας. Η περιστροφή των βαλβίδων πραγματοποιείται με τη χρήση πτερυγίων. Στην κορυφή του στελέχους της βαλβίδας υπάρχει υδραυλικός αποσβεστήρας ταλαντώσεων. Για τις μηχανές με διάμετρο κυλίνδρου μεγαλύτερη των 600 mm χρησιμοποιούνται βαλβίδες από κράμα νικελίου (Nimonic).

Οι μεγαλύτερες μηχανές είναι εφοδιασμένες με αντλίες καυσίμου υψηλής πίεσεως, που έχουν τη δυνατότητα μεταβολής του χρονισμού της εγχύσεως, για τη βελτίωση της οικονομίας σε μερικά φορτία. Η ρύθμιση μπορεί να είναι ανεξάρτητη για κάθε κύλινδρο ή συνολική, ώστε να λαμβάνει υπόψη τα διαφορετικά χαρακτηριστικά εναύσεως των διαφόρων καυσίμων.



Σχ. 14.2α

Το εύρος στροφών και ισχύος που καλύπτουν τα μέλη της οικογένειας κινητήρων MC της MAN B&W (πηγή: MAN B&W).

Αργοστροφες πετρελαιομηχανές MAN B&W σειράς ME

Η σειρά μηχανών ME αποτελεί εξέλιξη της οικογένειας MC και αναφέρεται σε ηλεκτρονικά ελεγχόμενες μηχανές, που προσφέρουν αυξημένη οικονομία, μειωμένους ρύπους, αλλά και περισσότερη ευελιξία κατά τη λειτουργία τους. Η σειρά ME είναι αυτή που αντικατέστησε τη σειρά MC στην παραγωγή. Οι μηχανές της σειράς είναι διαθέσιμες σε διαμέτρους κυλίνδρων από 300 – 950 mm, εύρος συνολικής ισχύος από 1.560 kW – 82,440 kW και εύρος ύψους από 5.912 – 16.156 mm.

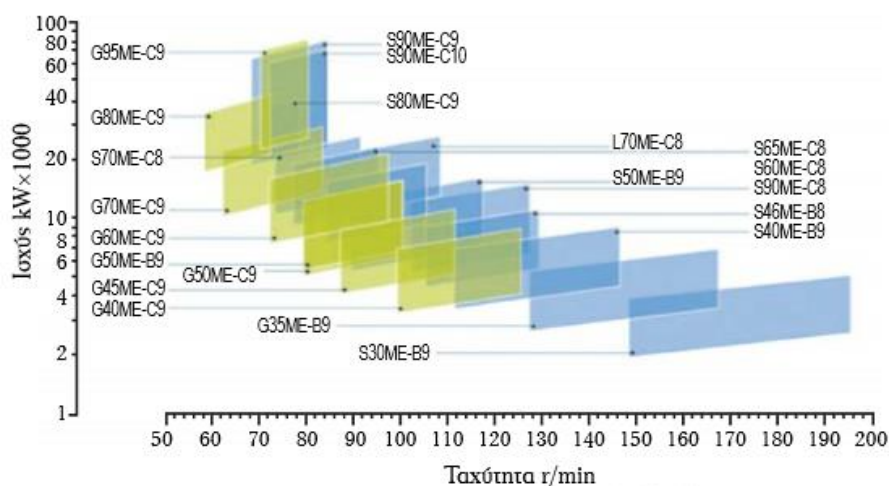
Η σειρά περιλαμβάνει τους κινητήρες:

- **ME** (διάμετροι κυλίνδρων 400 – 950 mm),
- **ME- GI** (διάμετροι κυλίνδρων 400 – 905 mm),
- **ME-B** (διάμετροι κυλίνδρων 300 – 500 mm)
- **MC** (διάμετροι κυλίνδρων 350 – 700 mm).

Εξασφαλίζουν την ίδια ειδική κατανάλωση καυσίμου στο κανονικό σημείο σχεδιάσεως με τις μηχανές της οικογένειας MC, αλλά μικρότερη ειδική κατανάλωση σε μερικά φορτία.

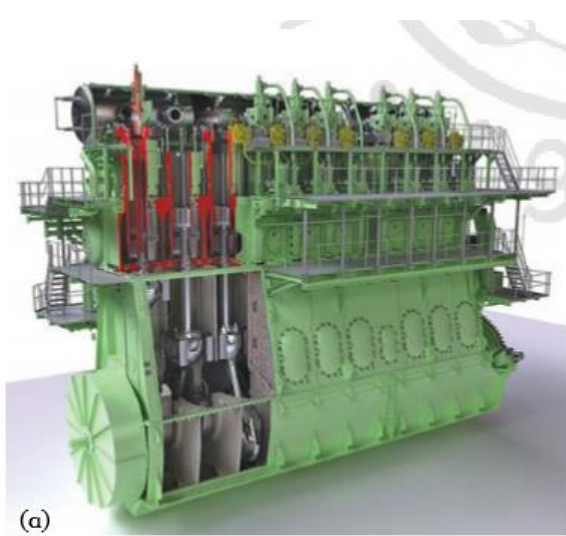
Στην οικογένεια ME καταργείται ο εκκεντροφόρος άξονας και αντικαθίσταται από υδραυλικό σύστημα (ηλεκτρονικά ελεγχόμενο), το οποίο με κατάλληλους υδραυλικούς επενεργητές ρυθμίζει τη λειτουργία των αντλιών καυσίμου. Το σύστημα συνδυάζεται με αντίστοιχη διάταξη για τις βαλβίδες εξαγωγής των κυλίνδρων, οπότε εκλείπει η ανάγκη υπάρξεως εκκεντροφόρου άξονα. Η λειτουργία του αντικαθίσταται από ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου, το οποίο παρέχει μεγάλη ελευθερία μεταβολής του χρονισμού και της διάρκειας της εγχύσεως (καθώς και του χρονισμού και της διάρκειας ανοίγματος των βαλβίδων εξαγωγής), ανάλογα με το σημείο λειτουργίας του κινητήρα. Επίσης κάθε κύλινδρος μπορεί να ρυθμιστεί ανεξάρτητα, οδηγώντας σε ομαλότερη λειτουργία του κινητήρα.

Τα μέλη της οικογένειας κινητήρων ME δίδονται στο σχήμα 14.2στ.



Σχ. 14.2στ
Το εύρος στροφών και ισχύος που καλύπτουν τα μέλη της οικογένειας κινητήρων ME της MAN B&W (πηγή: MAN B&W).

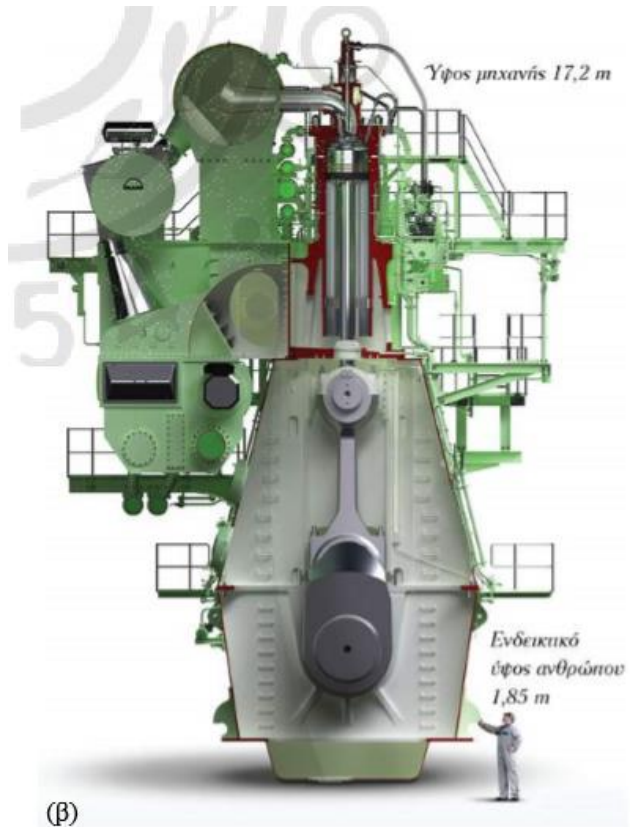
Στο σχήμα 14.2ζ παρουσιάζεται ο πετρελαιοκινητήρας MAN B&W 12S90ME-C.



(α)

Σχ. 14.2ζ

Ο πετρελαιοκινητήρας MAN B&W 12S90ME-C
(πηγή: MAN B&W).



(β)

Οι κινητήρες της σειράς ME-GI είναι κινητήρες διπλού καυσίμου που προσφέρουν τη δυνατότητα της εναλλακτικής χρήσεως υγρού ή αερίου καυσίμου, ανάλογα με την διαθεσιμότητα και τις αντίστοιχες τιμές. Εμφανίζουν σημαντικές μειώσεις στις εκπομπές CO₂, NO_x και SO_x. Οι κινητήρες της σειράς ME-LGI (Liquid Gas Injection) είναι σχεδιασμένοι για καύση καυσίμων πολύ χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο, όπως LPG και μεθανόλη. Η σειρά των κινητήρων G είναι σχεδιασμένη για χαμηλότερη ταχύτητα περιστροφής ελίκων μεγαλύτερης διαμέτρου, επιτυγχάνοντας υψηλή απόδοση, με μείωση της καταναλώσεως κατά 4 – 7% και αντίστοιχη μείωση των εκπομπών CO₂.

Διαφορές μεταξύ μηχανών MAN B&W σειράς MC και ME

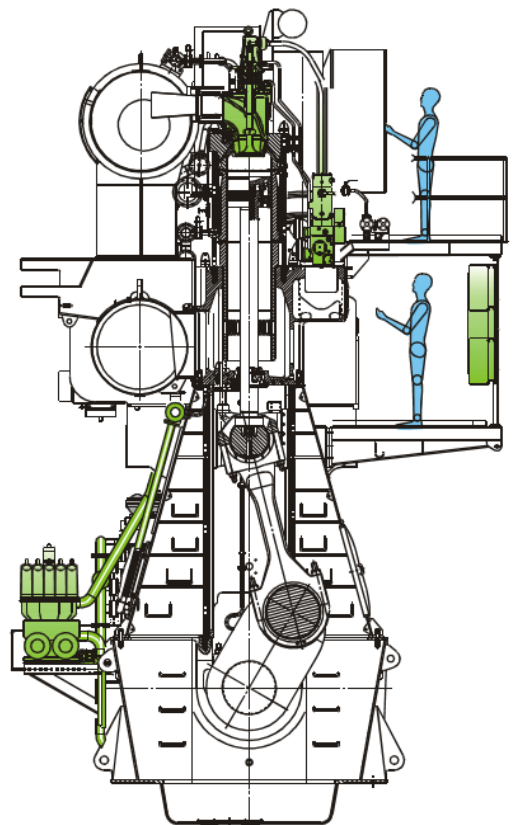
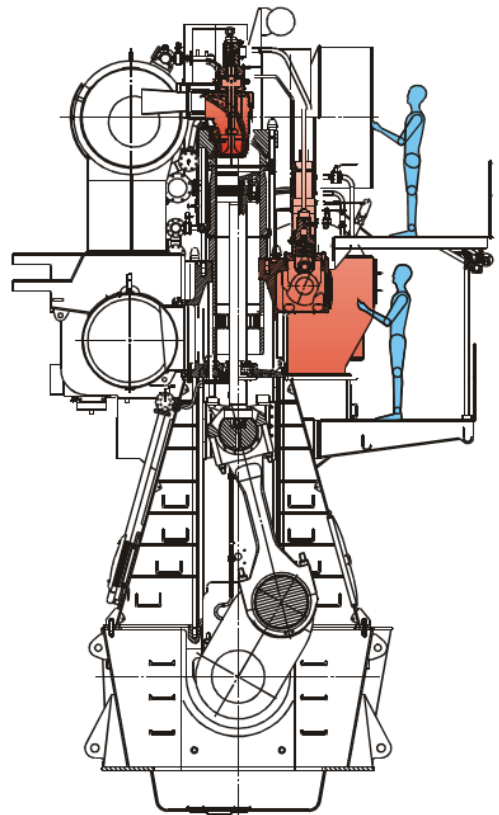
Η μηχανική διαφορά μεταξύ ενός κινητήρα MC-C και του ηλεκτρονικά ελεγχόμενου ομολόγου του, του κινητήρα ME-C, αποτελεί έναν αριθμό μηχανικών εξαρτημάτων που είναι περιττά και αντικαθίστανται από υδραυλικά και μηχανοηλεκτρονικά μέρη με βελτιωμένες λειτουργίες, όπως φαίνεται στο Σχ. 5 και συνοψίζονται παρακάτω:

Παραλείπονται τα ακόλουθα μέρη:

- Αλυσίδα μετάδοσης της κίνησης
- Ο χώρος στον οποίο είναι τοποθετημένη η αλυσίδα
- Ο εκκεντροφόρος με τα έκκεντρα
- Τα ράουλα των αντλιών πετρελαίου και των βαλβίδων εξαγωγής
- Οι αντλίες πετρελαίου
- Οι επενεργητές των βαλβίδων εξαγωγής
- Ο αεροδιανομέας
- Ο ρυθμιστής στροφών
- Η μηχανική λουμπρικέτα
- Τα χειριστήρια εκτάκτου ανάγκης

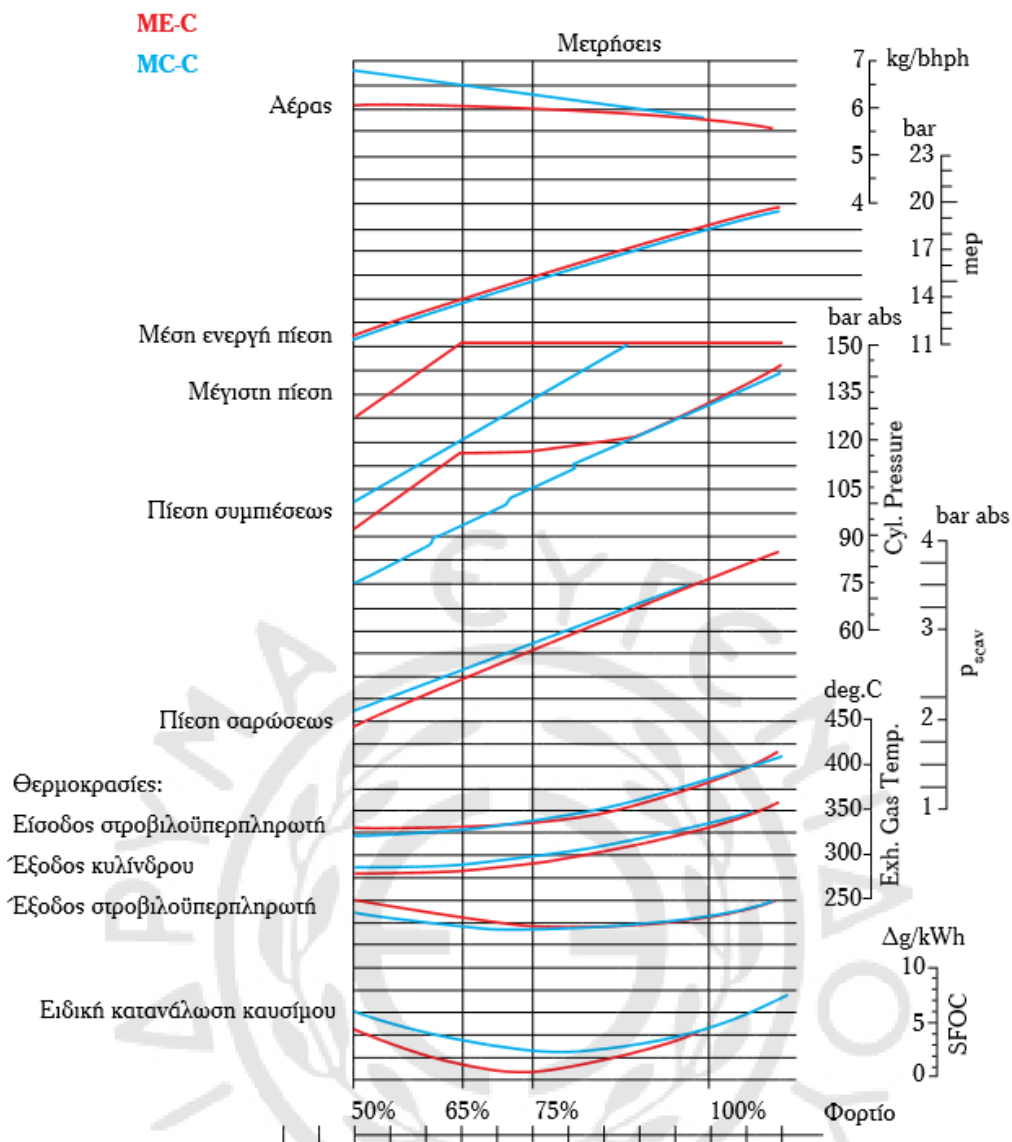
Τα προαναφερθέντα μέρη αντικαθίστανται από:

- Υδραυλική μονάδα παροχής ισχύος ή Hydraulic Power Supply (HPS)
- Υδραυλική μονάδα κυλίνδρου ή Hydraulic Cylinder Units (HCU)
- Σύστημα ελέγχου της μηχανής ή Engine Control System (ECS), το οποίο ελέγχει τα ακόλουθα:
 - Electronically Profiled Injection (EPIC)
 - Τη κίνηση της βαλβίδας εξαγωγής
 - Τον ενισχυτή πίεσης (fuel oil pressure booster)
 - Τις ακολουθίες εκκίνησης και αναστροφής του κινητήρα



- Τη λειτουργία του ρυθμιστή στροφών (governor)
- Τις βαλβίδες προκίνησης (starting valves)
- Τους βοηθητικούς φουσητήρες (auxiliary blowers)
- Σύστημα εντοπισμού της θέσης του στροφαλοφόρου άξονα
- Ηλεκτρονικά ελεγχόμενο Alpha Lubricator
- Τοπικός χειρισμός ή Local Operating Panel (LOP)

Συγκριτικά διαγράμματα λειτουργίας μεταξύ των δύο οικογενειών MC και ME για συγκεκριμένο τύπο μηχανής δίδονται στο σχήμα 14.2η. Σ' αυτό διακρίνεται η μείωση στην ειδική κατανάλωση καυσίμου στα μερικά φορτία, που επιτυγχάνεται στη σειρά ME σε σχέση με τη σειρά MC.



Σχ. 14.2η

Συγκριτικά διαγράμματα λειτουργίας μεταξύ των δύο οικογενειών MAN B&W MC και ME για συγκεκριμένο τύπο μηχανής (πηγή: MAN B&W).

Κεφάλαιο 2

Υδραυλική μονάδα κυλίνδρου (hydraulic cylinder unit - HCU)

Γενικά

Κάθε κύλινδρος της μηχανής είναι εξοπλισμένος με τη δική του υδραυλική μονάδα κυλίνδρου. Η υδραυλική μονάδα κυλίνδρου αποτελείται από:

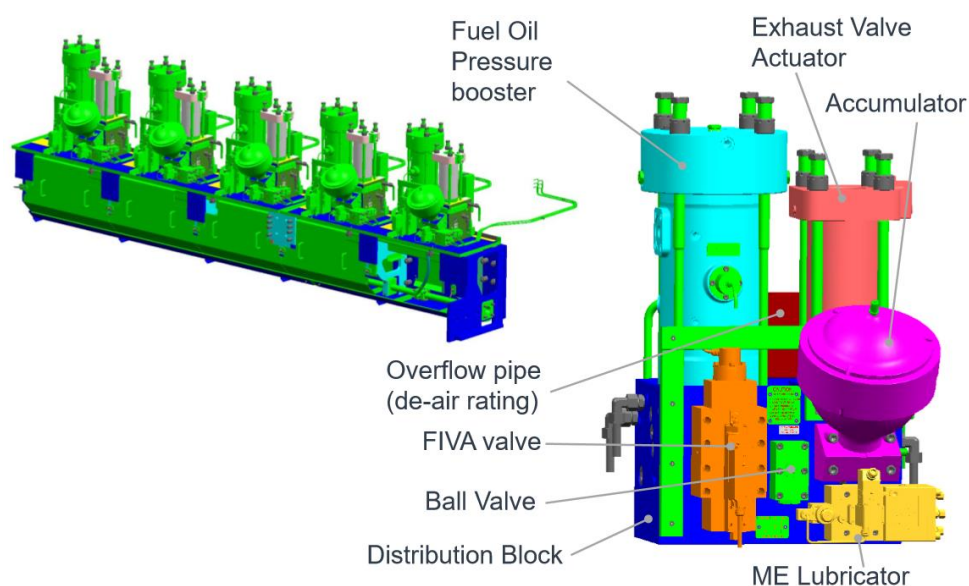
- Ένα μπλοκ διανομέα (distribution block)
- Το σύστημα ηλεκτρονικά ελεγχόμενου ψεκασμού καυσίμου
- Την ηλεκτρονικά ελεγχόμενη ώθηση της βαλβίδας εξαγωγής

Το μπλοκ διανομέα εξυπηρετεί ως μηχανική υποστήριξη για την υδραυλικά ενεργοποιούμενη αντλία καυσίμου και την ενεργοποιητή της βαλβίδας εξαγωγής, καθένα με την ηλεκτρονικά ελεγχόμενη βαλβίδα ελέγχου τους, ELFI και ELVA, αντίστοιχα.

Η λειτουργία του μπλοκ διανομέα είναι, όπως υποδηλώνει το όνομά του, να διανέμει το υδραυλικό λάδι στις βαλβίδες ελέγχου ELFI (για το ψεκασμό του καυσίμου) και ELVA (για την ενεργοποίηση της βαλβίδας εξαγωγής) που είναι τοποθετημένα στο σώμα του διανομέα. Τοποθετημένοι στο σώμα του διανομέα βρίσκονται υδραυλικοί συσσωρευτές, που είναι φορτισμένοι με άζωτο. Η λειτουργία τους είναι να διασφαλίσουν μια σταθερή πίεση του υδραυλικού λαδιού για το ψεκασμό του καυσίμου και την λειτουργία/ενεργοποίηση της βαλβίδας εξαγωγής.

Κοντά στις βαλβίδες ELFI και ELVA, βρίσκονται δύο χειροκίνητες βαλβίδες. Η μία συνδέει την πλευρά εισαγωγής υψηλής πίεσης, ενώ άλλη συνδέει τον συσσωρευτή με την ελαιολεκάνη της μηχανής (γραμμή διαρροής/εκκένωσης).

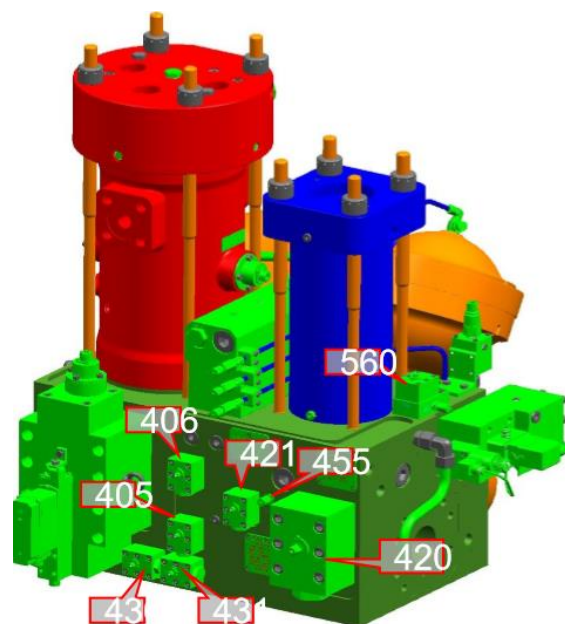
Επίσης στο σώμα του διανομέα υπάρχει και μια μηχανική λουμπρικότα για τη λίπανση του κυλίνδρου.



Λειτουργία των βαλβίδων κατά τη λειτουργία της υδραυλικής μονάδας κυλίνδρου

Η υδραυλική μονάδα κυλίνδρου (HCU) αποτελείται και από τις ακόλουθες βαλβίδες:

- 405: Βαλβίδα αποστράγγισης (drain valve) της βαλβίδας FIVA
- 406: Βαλβίδα αποστράγγισης (drain valve) της βαλβίδας FIVA
- 420: Κύρια βαλβίδα τροφοδότησης του λαδιού υψηλής πίεσης στη βαλβίδα FIVA
- 421: Βαλβίδα αποστράγγισης (drain valve) του μπλοκ διανομής (distribution block)
- 430: Βαλβίδα του συστήματος ανίχνευσης διαρροής στους σωλήνες διπλού τοιχώματος
- 431: Βαλβίδα αποστράγγισης (drain valve) του χώρου διαρροής στις σωλήνες διπλού τοιχώματος
- 560: Βαλβίδα τροφοδότησης λαδιού υψηλής πίεσης στη λουμπρικέτα



Κατά τη λειτουργία της υδραυλικής μονάδας η τοποθέτηση των βαλβίδων είναι η εξής:

- Η βαλβίδα αποστράγγισης 405 και 406 της FIVA βρίσκεται στη κλειστή θέση
- Η κύρια βαλβίδα τροφοδότησης 420 του λαδιού υψηλής πίεσης στη βαλβίδα FIVA βρίσκεται στην ανοικτή θέση
- Η βαλβίδα 421 αποστράγγισης (drain valve) του μπλοκ διανομής βρίσκεται στην κλειστή θέση
- Η βαλβίδα 430 του συστήματος ανίχνευσης διαρροής στους σωλήνες διπλού τοιχώματος βρίσκεται στην ανοικτή θέση
- Η βαλβίδα αποστράγγισης 431 (drain valve) του χώρου διαρροής στις σωλήνες διπλού τοιχώματος βρίσκεται στην κλειστή θέση
- Η βαλβίδα 560 τροφοδότησης λαδιού υψηλής πίεσης στη λουμπρικέτα βρίσκεται στην ανοικτή θέση

Κεφάλαιο 3

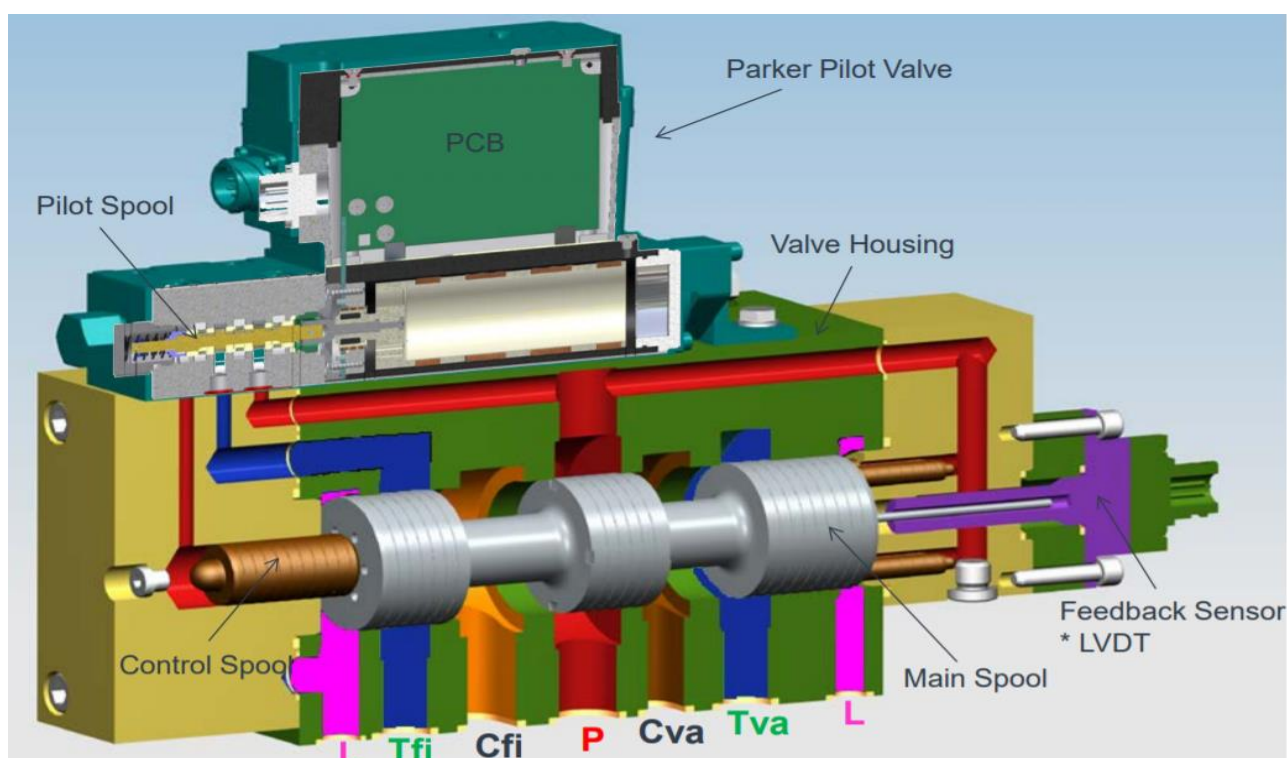
Σωληνοειδής βαλβίδα ή FIVA (fuel injection-valve actuation)

Γενικά

Η σωληνοειδής βαλβίδα FIVA (Fuel Injection – Valve Actuation) είναι απαραίτητη για τη λειτουργία του κινητήρα ΜΕ καθώς ελέγχει την έγχυση καυσίμου και την ενεργοποίηση της βαλβίδας εξαγωγής.

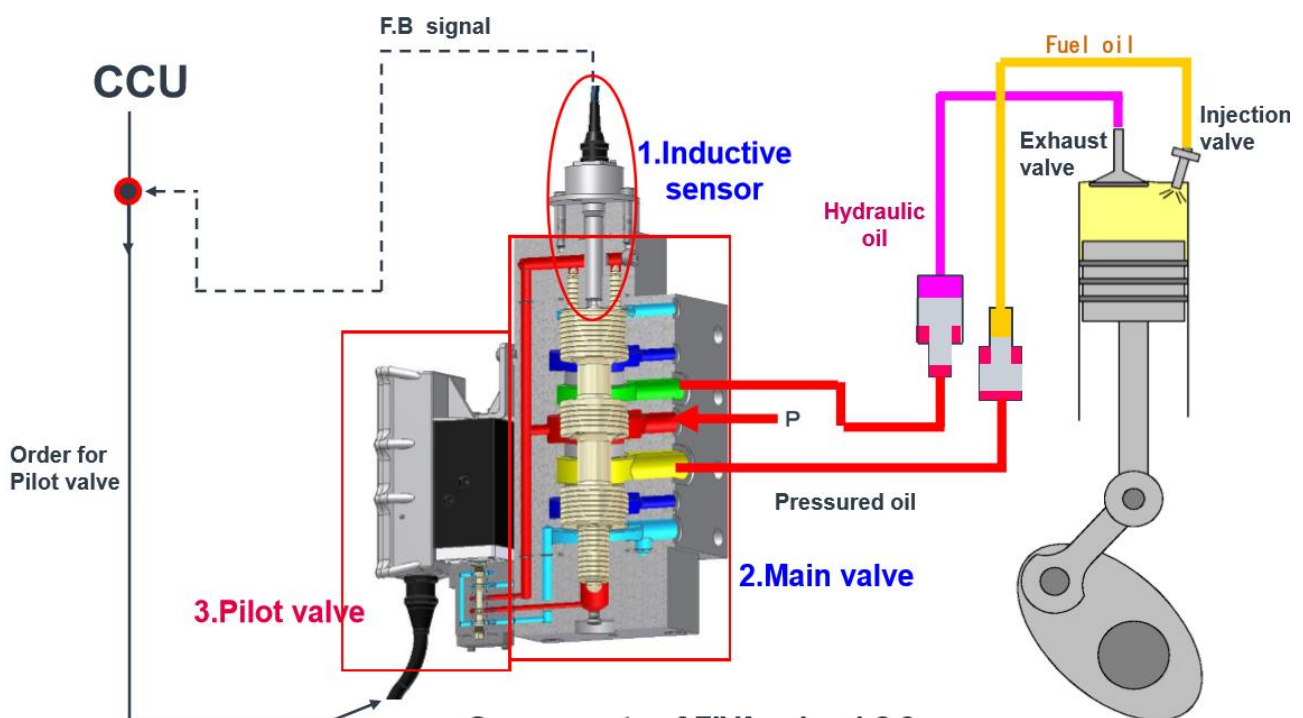
Η σωληνοειδής βαλβίδα FIVA αποτελείται από τα εξής εξαρτήματα:

- Μια πιλοτική βαλβίδα ελέγχου (Parker pilot valve) η οποία παίρνει σήμα από τη μονάδα ελέγχου του κυλίνδρου CCU, ώστε να μετακινήσει με τη σειρά της ένα πιλοτικό έμβολο (μέσω σήματος).
- Ένα πιλοτικό έμβολο (Pilot spool) το οποίο παίρνει το σήμα από τη πιλοτική βαλβίδα ελέγχου και μετατοπίζεται ανάλογα
- Τρία έμβολα ελέγχου (control spool) δεξιά (2) και αριστερά (1) του κύριου εμβόλου της FIVA τα οποία δέχονται τη πίεση του λαδιού ανάλογα με τη θέση στην οποία βρίσκεται το πιλοτικό έμβολο και μετακινούν το κύριο έμβολο της FIVA ανάλογα.
- Το κύριο έμβολο της FIVA (main spool) το οποίο καθώς μετατοπίζεται αποκαλύπτει ή καλύπτει κάποιες θύρες οι οποίες θα αναφερθούν στη συνέχεια.
- Ένα αισθητήρα μετακίνησης (Feedback sensor), ο οποίος στέλνει σήμα στη CCU δείχνοντας ότι το έμβολο της FIVA μετακινήθηκε πλήρως και δεν έχει κολλήσει.




Επίσης πάνω στο περίβλημα της βαλβίδας (valve housing) υπάρχουν και οι εξής θύρες:

- Θύρα **P**: Θύρα κύριας τροφοδότησης λαδιού υψηλής πίεσεως στη σωληνοειδή βαλβίδα
- Θύρα **Cfi**: Θύρα παροχής λαδιού υψηλής πίεσεως κάτω από το υδραυλικό έμβολο του ενισχυτή πίεσης πετρελαίου (fuel oil pressure booster)
- Θύρα **Cva**: Θύρα παροχής λαδιού υψηλής πίεσεως κάτω από το υδραυλικό έμβολο ενεργοποίησης της βαλβίδας εξαγωγής
- Θύρα **Tfi**: Θύρα αποστράγγισης (drain) του λαδιού που υπάρχει στον υδραυλικό θάλαμο του ενισχυτή πίεσης πετρελαίου.
- Θύρα **Tva**: Θύρα αποστράγγισης του λαδιού που υπάρχει στον υδραυλικό θάλαμο για την ενεργοποίηση της βαλβίδας εξαγωγής



Υπάρχουν 4 διαφορετικά είδη σωληνοειδών βαλβίδων οι οποίες βασίζονται πάνω στην ίδια αρχή λειτουργίας:

- MAN B&W FIVA
- Nabtesco
- Bosch Rexroth
- Curtis wright

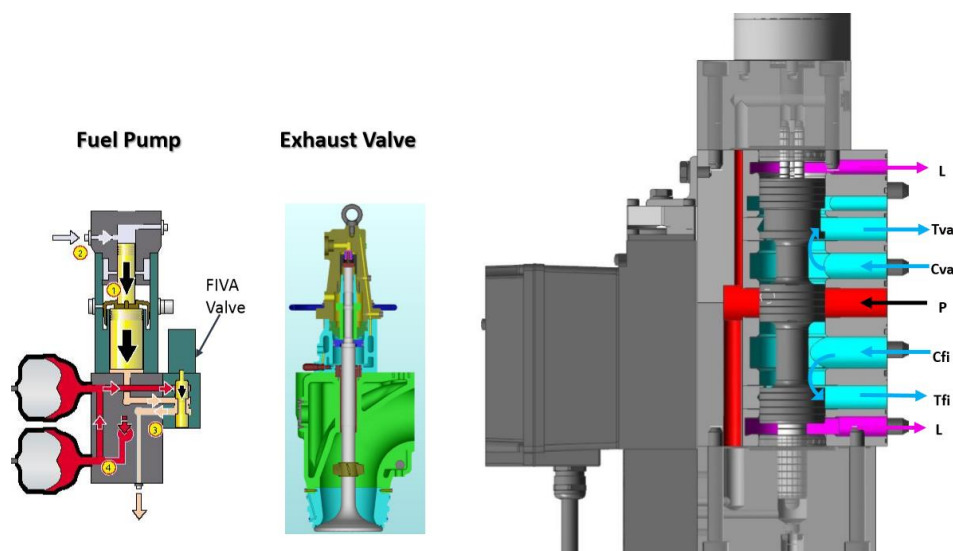
MAN FIVA	Nabtesco	Bosch Rexroth	Curtiss Wright
			

Αργή λειτουργίας σωληνοειδούς βαλβίδας FIVA

1. Ουδέτερη θέση (neutral position) πριν την έγχυση του πετρελαίου

Το λάδι υψηλής πίεσης φτάνει μέχρι τη θύρα P (κύρια θύρα τροφοδότησης λαδιού υψηλής πίεσης στη FIVA), αλλά εμποδίζεται να περάσει στις θύρες Cva (θύρα τροφοδότης λαδιού υψηλής πίεσης στο χώρο κάτω από το υδραυλικό έμβολο το οποίο ενεργοποιεί την κίνηση της βαλβίδας εξαγωγής) και Cfi (θύρα τροφοδότησης λαδιού υψηλής πίεσης στο χώρο κάτω από το υδραυλικό έμβολο του ενισχυτή πίεσης πετρελαίου), λόγω της θέσης στην οποία βρίσκεται το κύριο έμβολο (main spool) της FIVA.

Επομένως με αυτή τη θέση στην οποία βρίσκεται το έμβολο της FIVA, αποστραγγίζεται το λάδι που υπάρχει κάτω από το υδραυλικό έμβολο κίνησης της βαλβίδας εξαγωγής και κάτω από το υδραυλικό έμβολο του ενισχυτή πίεσης πετρελαίου, μέσω των θυρών Tva και Tfi αντίστοιχα (Cva→Tva & Cfi→Tfi). Άρα σε αυτή τη φάση η βαλβίδα εξαγωγής παραμένει κλειστή και δε γίνεται έγχυση πετρελαίου στο κύλινδρο.

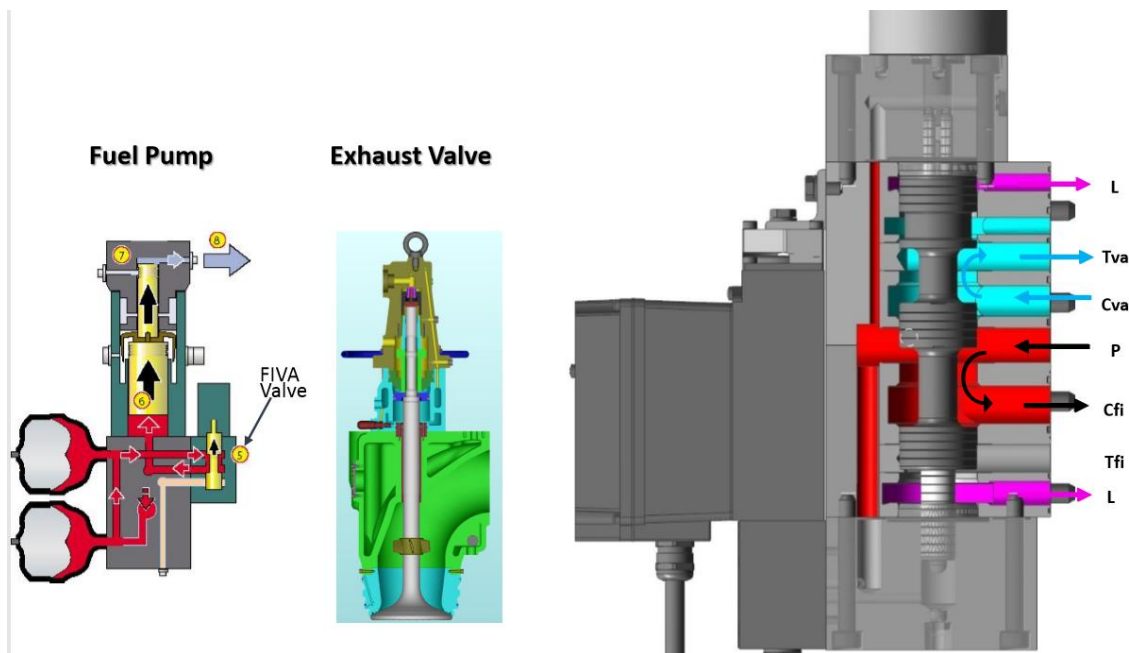


2. Έγχυση πετρελαίου (fuel injection)

Σε αυτή φάση, το κύριο έμβολο της FIVA μετακινείται προς τα πάνω. Έτσι λάδι υψηλής πίεσης περνά από τη θύρα P προς τη θύρα Cfi ($P \rightarrow Cfi$) και στη συνέχεια οδηγείται στον υδραυλικό θάλαμο του ενισχυτή πίεσης. Η θύρα Tfi είναι κλειστή από το έμβολο της FIVA και δε γίνεται αποστράγγιση του λαδιού. Έτσι γεμίζει ο υδραυλικός θάλαμος με λάδι υψηλής πίεσης με αποτέλεσμα να ανυψώνεται το έμβολο του ενισχυτή πίεσης και να πραγματοποιείται έγχυση πετρελαίου στο κύλινδρο.



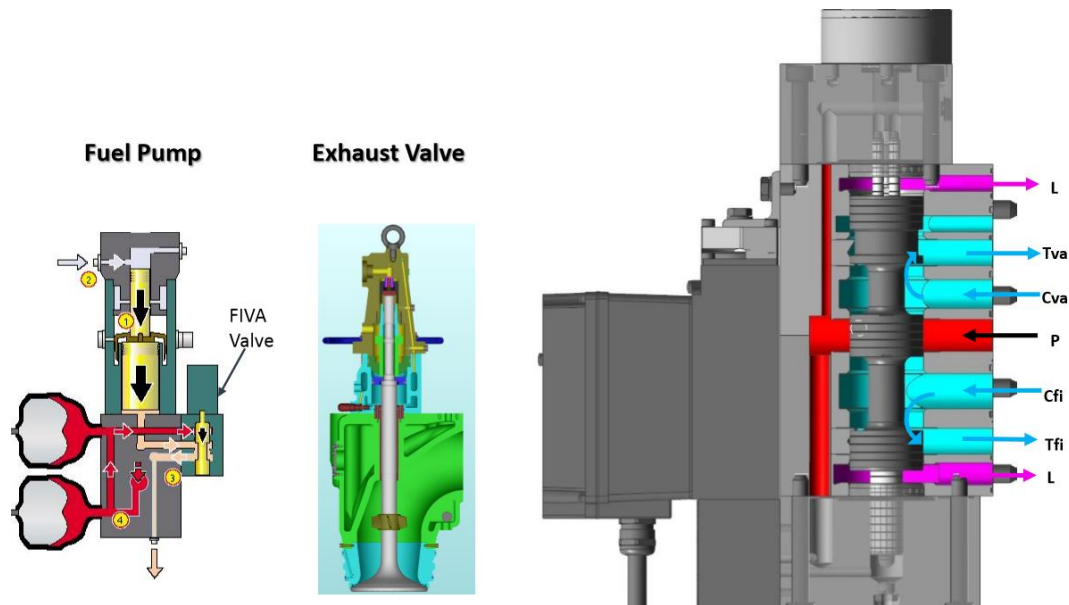
Η βαλβίδα εξαγωγής παραμένει κλειστή διότι σύμφωνα με τη θέση στην οποία βρίσκεται το έμβολο της FIVA το λάδι που βρίσκεται κάτω από υδραυλικό έμβολο κίνησης της βαλβίδας εξαγωγής έχει αποστραγγιστεί μέσω της θύρα Tva.



3. Ουδέτερη θέση (neutral position) μετά το πέρας της έγχυσης

Το έμβολο της FIVA μετατοπίζεται ξανά στην ουδέτερη θέση όπου παύει η τροφοδότηση λαδιού στη θύρα Cfi μέσω της θύρας P και αποκαλύπτεται ξανά η θύρα Tfi όπου το λάδι που βρίσκεται κάτω από το υδραυλικό έμβολο του ενισχυτή πίεσης πετρελαίου αποστραγγίζεται μέσω αυτής της θύρας ($Cfi \rightarrow Tfi$) με αποτέλεσμα το έμβολο του ενισχυτή πίεσης να μετατοπίζεται προς τα κάτω και να παύει η έγχυση του πετρελαίου (πέρας εγχύσεως).

Η βαλβίδα εξαγωγής παραμένει ακόμα κλειστή διότι σύμφωνα με την ουδέτερη θέση στην οποία βρίσκεται το έμβολο της FIVA το λάδι που βρίσκεται κάτω από έμβολο κίνησης της βαλβίδας εξαγωγής έχει αποστραγγιστεί μέσω της θύρα Tva (Cva→Tva).

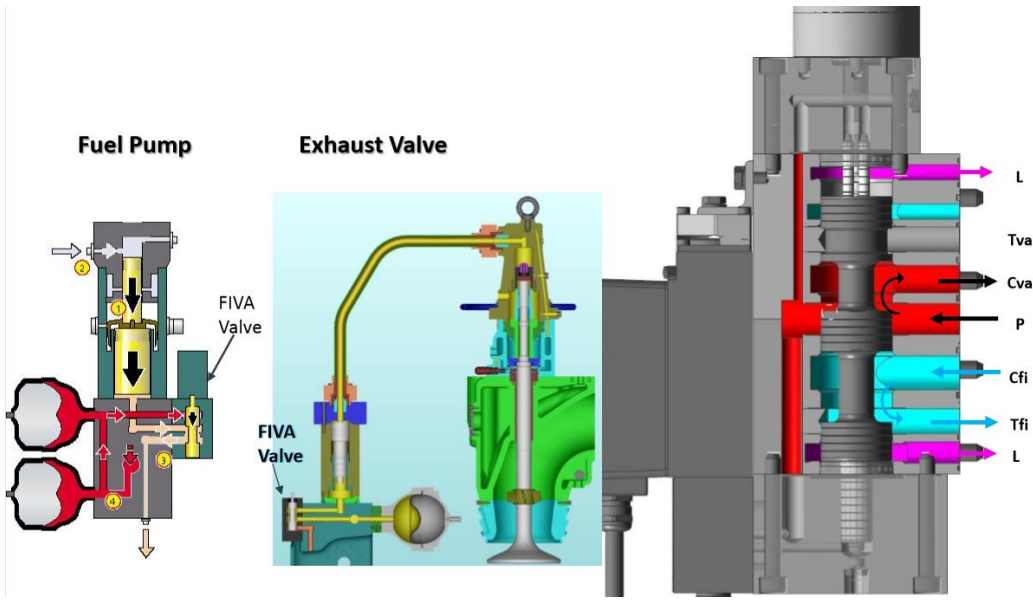


4. Άνοιγμα βαλβίδας εξαγωγής (exhaust valve opening)

Σε αυτή τη φάση το έμβολο της FIVA μετατοπίζεται προς τα κάτω. Έτσι, λάδι υψηλής πίεσης περνά στη θύρα Cva μέσω της θύρας P και οδηγείται στο χώρο κάτω από το υδραυλικό έμβολο κίνησης της βαλβίδας εξαγωγής. Το έμβολο της FIVA καλύπτει τη θύρα Tva, οπότε δε πραγματοποιείται αποστράγγιση του λαδιού. Επομένως, ο υδραυλικός θάλαμος γεμίζει με λάδι υψηλής πίεσης με αποτέλεσμα την ανύψωσή του και το άνοιγμα της βαλβίδας εξαγωγής.

Δε πραγματοποιείται έγχυση γιατί εμποδίζεται η διέλευση λαδιού υψηλής πίεσης μέσω της θύρας Cfi σύμφωνα με τη θέση του εμβόλου της FIVA και το λάδι υψηλής πίεσης που υπήρχε στον υδραυλικό θάλαμο του ενισχυτή πίεσης έχει αποστραγγιστεί μέσω της θύρας Tfi (Cfi→Tfi) όταν το έμβολο της FIVA βρισκόταν στην ουδέτερη θέση.





Κεφάλαιο 4

Αντλία πετρελαίου μηχανών σειράς ΜΕ

Γενικά

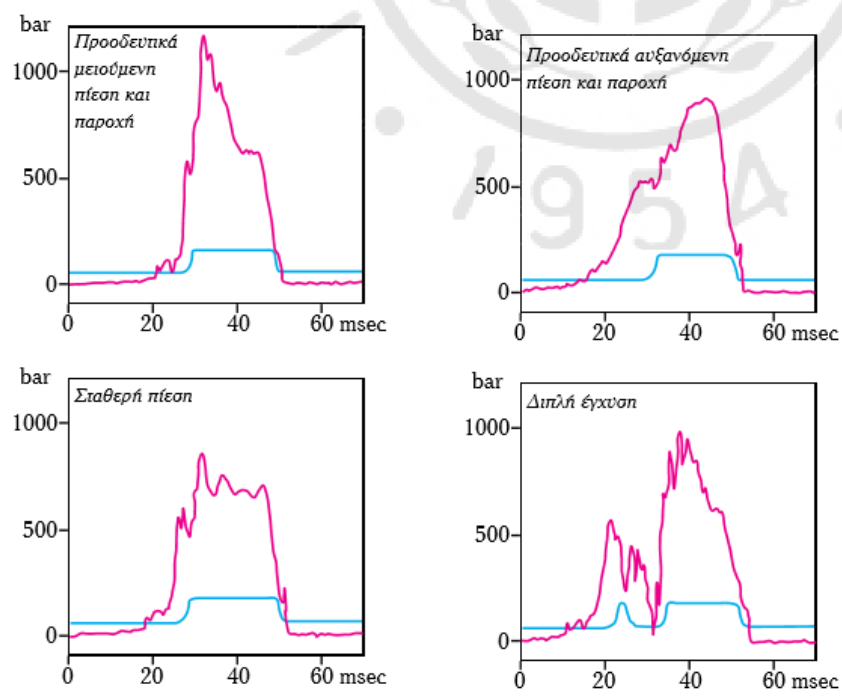
Το συγκεκριμένο σύστημα αναπτύχθηκε από την εταιρεία MAN B&W, προκειμένου να καταστεί δυνατή η εισαγωγή ευφυούς ελέγχου στη λειτουργία των μεγάλων δίχρονων αργόστροφων πετρελαιομηχανών. Στο σύστημα αυτό, ο εκκεντροφόρος άξονας αντικαθίσταται πλήρως από υδραυλικό σύστημα, το οποίο παρέχει την ισχύ για τη λειτουργία τόσο των αντλιών καυσίμου υψηλής πίεσεως όσο και των βαλβίδων εξαγωγής των κυλίνδρων. Στο υδραυλικό σύστημα η ισχύς παρέχεται από εμβολοφόρες αντλίες, οι οποίες παίρνουν κίνηση απ' τον στροφαλοφόρο άξονα της μηχανής. Ως υδραυλικό υγρό χρησιμοποιείται το ίδιο το λιπαντικό της μηχανής, αποφεύγοντας έτσι την κατασκευή επί πλέον δικτύων και δεξαμενών. Λόγω της λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος σε υψηλές πιέσεις, απαιτείται υψηλή καθαρότητα του λιπαντικού, το οποίο επιτυγχάνεται με τη χρήση ειδικών αυτοκαθαριζομένων φίλτρων.

Ο συσσωρευτής με άζωτο συμπληρώθηκε για να διατηρεί την πίεση του υδραυλικού λαδιού κατά την διάρκεια της λειτουργίας της αντλίας. Το λάδι φθάνει με υψηλή πίεση σε κάθε αντλία καυσίμου, παρέχοντας την αναγκαία ισχύ για την ανύψωση κατάλληλου εμβόλου, το οποίο ωθεί το έμβολο της αντλίας καυσίμου. Τα δύο έμβολα διατηρούνται σε επαφή λόγω της πίεσεως του λαδιού και του καυσίμου που επενεργούν στις δύο αντίθετες πλευρές τους. Για την απόσβεση των κυμάτων πίεσεως εντός του υδραυλικού συστήματος και για την άμεση παροχή της αναγκαίας ποσότητας λαδιού για τη λειτουργία της αντλίας, πριν από κάθε αντλία τοποθετείται κατάλληλος συλλέκτης-αποσβεστήρας. Η παροχή του λαδιού ελέγχεται από ειδική βαλβίδα ελέγχου, η οποία με τη σειρά της καθοδηγείται από το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου.

Η χρήση ηλεκτρονικού ελέγχου στο υδραυλικό σύστημα ανυψώσεως της αντλίας καυσίμου, επιτρέπει τον ακριβή έλεγχο του χρονισμού και της διάρκειας της εγχύσεως, διαφοροποιώντας τις παραμέτρους της εγχύσεως, ανάλογα με το σημείο λειτουργίας της μηχανής. Έτσι είναι δυνατόν να παραχθεί μεγάλη ποικιλία από προφίλ εγχύσεως (σχ. 9.4λβ), όπως έγχυση με μειούμενη πίεση (και παροχή) καυσίμου, έγχυση με σταθερή πίεση, έγχυση με προοδευτικά αυξανόμενη πίεση εγχύσεως ή διπλή έγχυση (πιλοτική συν κύρια έγχυση). Με την εφαρμογή εγχύσεως με προοδευτικά αυξανόμενη πίεση επιτυγχάνεται μείωση της καταναλώσεως καυσίμου, ενώ με την εφαρμογή πιλοτικής εγχύσεως μειώνονται οι παραγόμενοι ρύποι.

Για να είναι σε θέση κάθε φορά για τη στιγμή του ψεκασμού του καυσίμου με τα συστήματα ελέγχου, πρέπει να γνωρίζει τη γωνία στρόφαλου των επιμέρους κυλίνδρων. Για να το επιτύχει αυτό υπάρχουν στο στρόφαλο δύο αισθητήρες γωνίας όπου τοποθετείται στο ελεύθερο άκρο του κινητήρα. Αυτοί οι αισθητήρες είναι ακριβής κατά $0,1^\circ$. Οι πιέσεις κυλίνδρου παρακολουθούνται συνεχώς χρησιμοποιώντας όργανα μέτρησης καταπόνησης ενσωματωμένα στην κυλινδροκεφαλή, και ο υπολογιστής αυτόματα αντισταθμίζει για συστροφή στο στροφαλοφόρο όταν αφορούν θέσεις στροφαλοφόρου στην πίεση του κυλίνδρου. Τα συστήματα δίνουν πλήρη ευελιξία κατά την έναρξη και το τέλος της έγχυσης και λαμβάνει υπόψη την ποιότητα των καυσίμων, νεκρός χρόνος (ο χρόνος μεταξύ εντολής εκκίνησης ψεκασμού δίνεται και η πραγματική έγχυση), και μεταβλητό χρονισμό έγχυσης (VIT).

Το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου συνδυάζεται με αντίστοιχο διαγνωστικό σύστημα βλαβών, το οποίο προστατεύει τον κινητήρα από υπερφόρτιση ή από επικίνδυνες βλάβες, αυξάνοντας έτσι την αξιοπιστία του και μειώνοντας το κόστος συντηρήσεως.



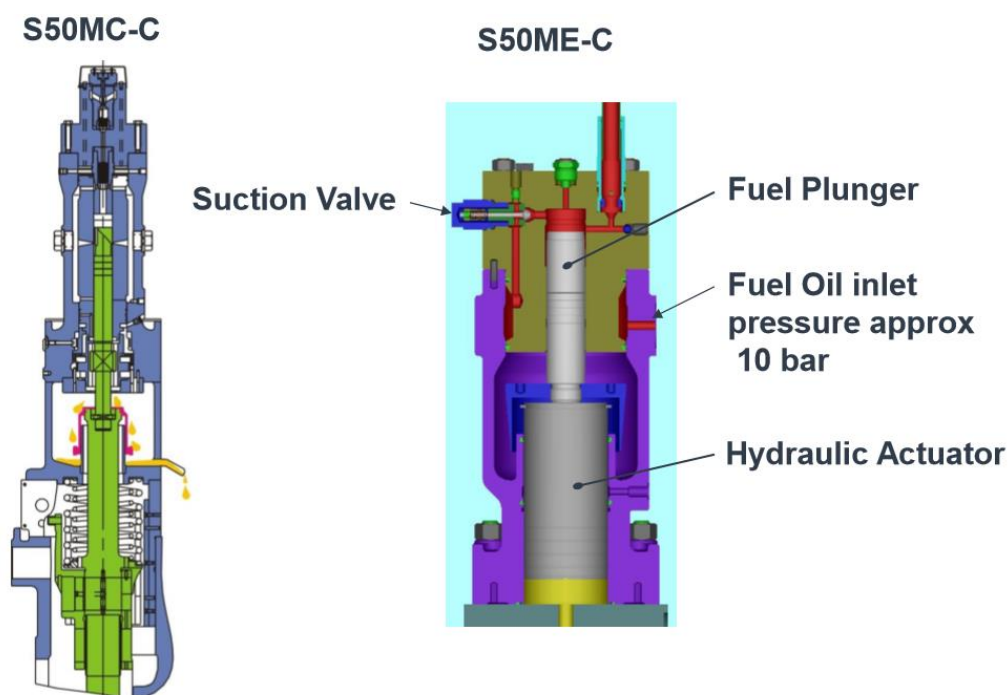
Σχ. 9.4λβ
 Διαφορετικά χαρακτηριστικά εγχύσεως που μπορούν να επιτευχθούν με την εφαρμογή ηλεκτρονικού ελέγχου, στο σύστημα εγχύσεως με αντλίες μονού βυθίσματος με υδραυλική ενεργοποίηση (πηγή: MAN B&W).

Διαφορές αντλίας πετρελαίου μεταξύ σειράς MC και σειράς ME

Και σε αυτόν τον τύπο μηχανών σειράς ME οι αντλίες καυσίμου (μία για κάθε κύλινδρο) είναι κλασικές αντλίες μονού βυθίσματος, οι οποίες τροφοδοτούν με καύσιμο κλασικούς εγχυτήρες καυσίμου.

Οι διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των αντλιών πετρελαίου της σειράς MC με τη σειρά ME είναι οι εξής:

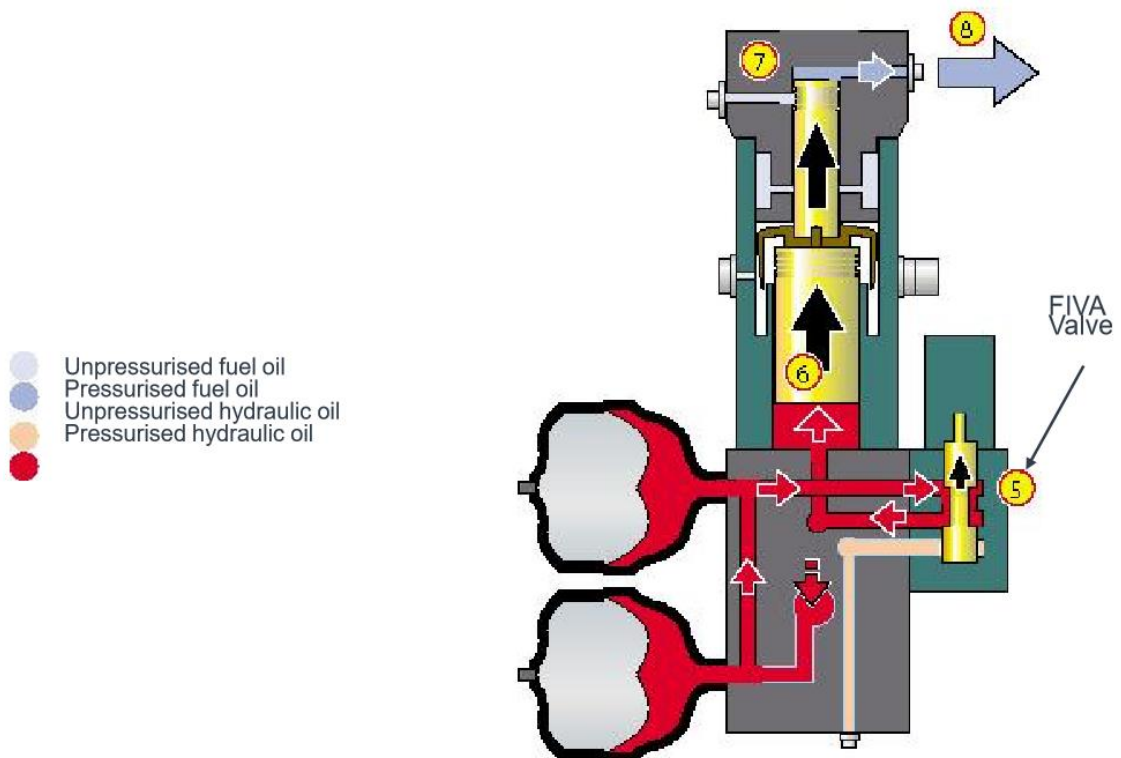
- Απουσιάζει το ραούλο με το ελατήριο που είχε ως αποτέλεσμα τη συνεχή επαφή του ραούλου με το έκκεντρο. Σε αυτό τύπο αντλίας το ράουλο με το ελατήριο αντικαθίσταται με ένα υδραυλικό έμβολο το οποίο είναι σε συνεχή επαφή με το έμβολο της αντλίας. Το ρόλο του έκκεντρου παίζει σε αυτό το τύπο αντλίας το υδραυλικό λάδι.
- Απουσιάζουν ο ρυθμιστικός κανόνας για τη ρύθμιση της ποσότητας καυσίμου που θα ψεκασθεί στο κύλινδρο καθώς και ο ρυθμιστικός κανόνας για το χρονισμό της εγχυσεως. Στο καινούριο τύπο αντλίας οι παραπάνω παράμετροι ρυθμίζονται από τη FIVA (πότε θα ανοίξει και πόση ώρα θα μείνει ανοικτή)
- Απουσιάζει η οπή απαγωγής του καυσίμου ενώ παραμένει η οπή προσαγωγής του καυσίμου.
- Το έμβολο της αντλίας δεν έχει τη χαρακτηριστική σχισμή στη κορυφή του όπως στις αντλίες πετρελαίου της σειράς MC.
- Απουσιάζει η βελονοειδής βαλβίδα (puncture valve)
- Η βαλβίδα αναρρόφησης (suction valve) βρίσκεται στα πλάγια της αντλίας



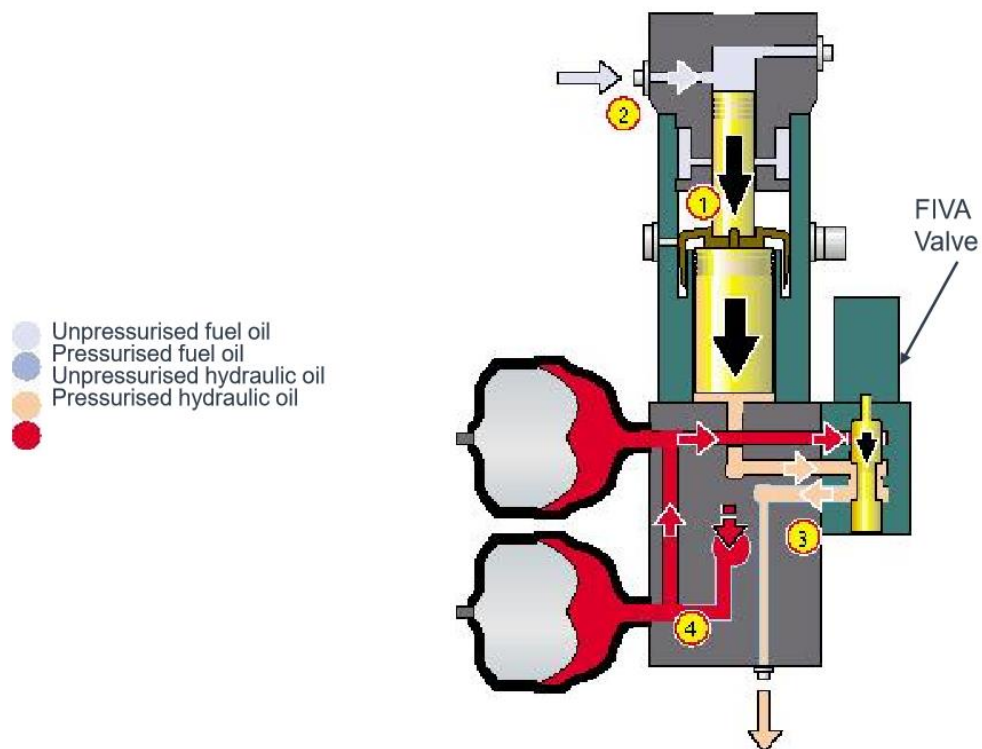
Αρχή λειτουργίας αντλίας πετρελαίου

Όταν δοθεί εντολή από την μονάδα ελέγχου του κυλίνδρου (Cylinder Control Unit CCU) στη ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα FIVA, τότε αυτή ενεργοποιείται και επιτρέπει στο λάδι υψηλής πίεσης να περάσει από τη θύρα Cf1 και να οδηγηθεί στο χώρο κάτω από το υδραυλικό έμβολο (Umbrella seal hydraulic piston). Λόγω του ότι η θύρα Tf1 είναι κλειστή, το λάδι που υπάρχει στο χώρο κάτω από το υδραυλικό έμβολο δεν αποστραγγίζεται, οπότε το υδραυλικό έμβολο ανυψώνεται και με τη σειρά του ανυψώνει το έμβολο της αντλίας (λόγω του ότι βρισκονται σε επαφή μεταξύ τους) με αποτέλεσμα να αυξάνει την πίεση του καυσίμου που υπάρχει στο θάλαμο και να ανοίγει τους καυστήρες ώστε να γίνει η έγχυση μέσα στον αντίστοιχο κύλινδρο.

Το άζωτο που περιέχουν οι συσσωρευτές διατηρεί την πίεση υδραυλικού λαδιού κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της αντλίας.



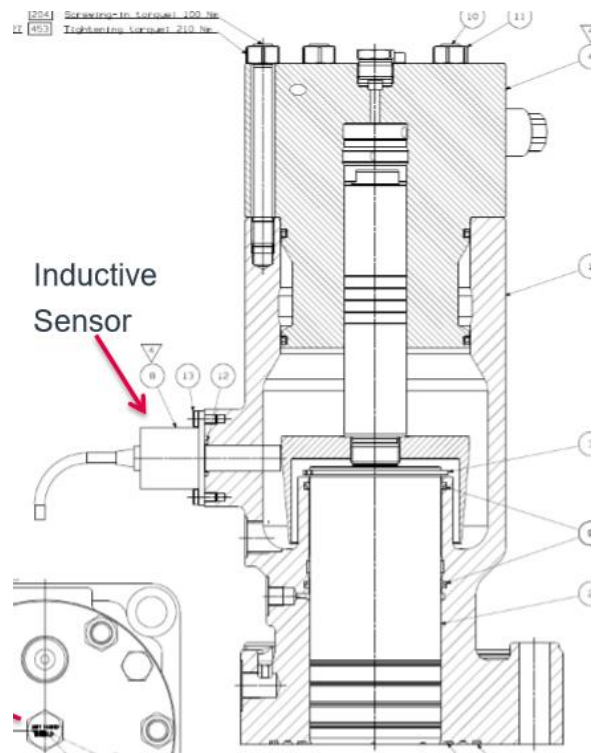
Μετά την ολοκλήρωση της έγχυσης, η CCU δίνει εντολή στην FIVA να ενεργοποιηθεί (μετατόπιση του εμβόλου της – main spool). Επομένως η θύρα Cf1 καλύπτεται από το έμβολο διακόπτοντας την παροχή υδραυλικού λαδιού και αποκαλύπτεται η θύρα Tf1, με αποτέλεσμα το λάδι που υπάρχει κάτω από το υδραυλικό έμβολο να αποστραγγιστεί. Έτσι, το έμβολο της αντλίας και το υδραυλικό έμβολο επιστρέφουν στην αρχική τους θέση και με τη βοήθεια της πίεσης του πετρελαίου που εισάγεται στο θάλαμο από τη βαλβίδα αναρρόφησης (suction valve). Ο ενισχυτής πίεσης γεμίζει με πετρέλαιο και είναι έτοιμος για την επόμενη σειρά εγχύσεως.



Το σύστημα καυσίμου επιτρέπει τη συνεχή κυκλοφορία του θερμαινόμενου πετρελαίου μέσω του ενισχυτή πίεσης και των καυστήρων, για να κρατήσει το σύστημα θερμό κατά την ακινησία της μηχανής.

Σε αυτό το τύπο μηχανής, η ποσότητα πετρελαίου που θα εγχυθεί εξαρτάται από το χρονικό διάστημα που θα μείνει ανοικτή η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα FIVA. Όσο περισσότερο μείνει ανοικτή τόσο περισσότερο θα ανυψωθεί το υδραυλικό έμβολο, άρα και περισσότερη ποσότητα θα εγχυθεί στον κύλινδρο. Ο χρονισμός της εγχύσεως εξαρτάται από το πότε θα ενεργοποιηθεί η FIVA και θα επιτρέψει τη διέλευση του πετρελαίου κάτω από το υδραυλικό έμβολο.

Τέλος στον ενισχυτή πίεσης είναι εγκατεστημένος ένας αισθητήρας που δείχνει τη θέση του εμβόλου μετρώντας την απόσταση μεταξύ του αισθητήρα και ενός εξαρτήματος με τη μορφή κώνου το οποίο παλινδρομεί μαζί με το έμβολο.



Κεφάλαιο 5

Βαλβίδα εξαγωγής μηχανών σειράς ΜΕ

Γενικά

Παράλληλα με τη λειτουργία του συστήματος εγχύσεως, το υδραυλικό σύστημα χρησιμοποιείται για την κίνηση των βαλβίδων εξαγωγής των κυλίνδρων. Με συνδυασμένο έλεγχο του χρονισμού της εγχύσεως και του χρόνου κλεισίματος της βαλβίδας εξαγωγής, είναι δυνατόν να διατηρείται σταθερή η μέγιστη πίεση εντός του κυλίνδρου σε αρκετό εύρος φορτίων (χωρίς κίνδυνο υπερφορτίσεως). Ως αποτέλεσμα, μειώνεται σημαντικά η κατανάλωση καυσίμου σε μερικά φορτία. Επιπλέον επιτυγχάνεται σημαντική μείωση των ελαχίστων στροφών λειτουργίας του κινητήρα, ενώ η λειτουργία του κινητήρα καθίσταται πολύ ομαλότερη στις στρόφες αυτές. Η βελτιστοποίηση της λειτουργίας της μμηχανής (ως σύνολο αλλά και για κάθε κύλινδρο ξεχωριστά) σε όλα τα φορτία, επιτρέπει τη διατήρηση των επιδόσεων του κινητήρα στα ίδια επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του. Επιπλέον ο κινητήρας μπορεί να λειτουργεί εναλλακτικά με χαρακτηριστικά μειωμένων ρύπων ή με χαρακτηριστικά μειωμένης καταναλώσεως, ανάλογα με την περιοχή που ταξιδεύει το πλοίο.

Η χρήση του ηλεκτρονικού συστήματος ελέγχου επιτρέπει τη βελτιστοποιημένη λειτουργία του κινητήρα ακόμη και κατά τη φάση της αναστροφής του (κάτι που δεν μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση εκκεντροφόρου). Με ειδικό χειρισμό μπορεί επίσης να επιτευχθεί ταχεία επιβράδυνση της μμηχανής, μειώνοντας έτσι τη διαδρομή ακινητοποίησης του πλοίου. Αντίστοιχα μπορεί να επιτευχθεί ταχύτερη επιτάχυνση του κινητήρα με κατάλληλο έλεγχο της βαλβίδας εξαγωγής (ανοίγοντας πιο νωρίς υπάρχει περισσότερη διαθέσιμη ενέργεια στα καυσαέρια, οπότε επιταχύνεται ο συμπιεστής του στροβιλοϋπερπληρωτή και αυξάνεται η πίεση υπερπληρώσεως).

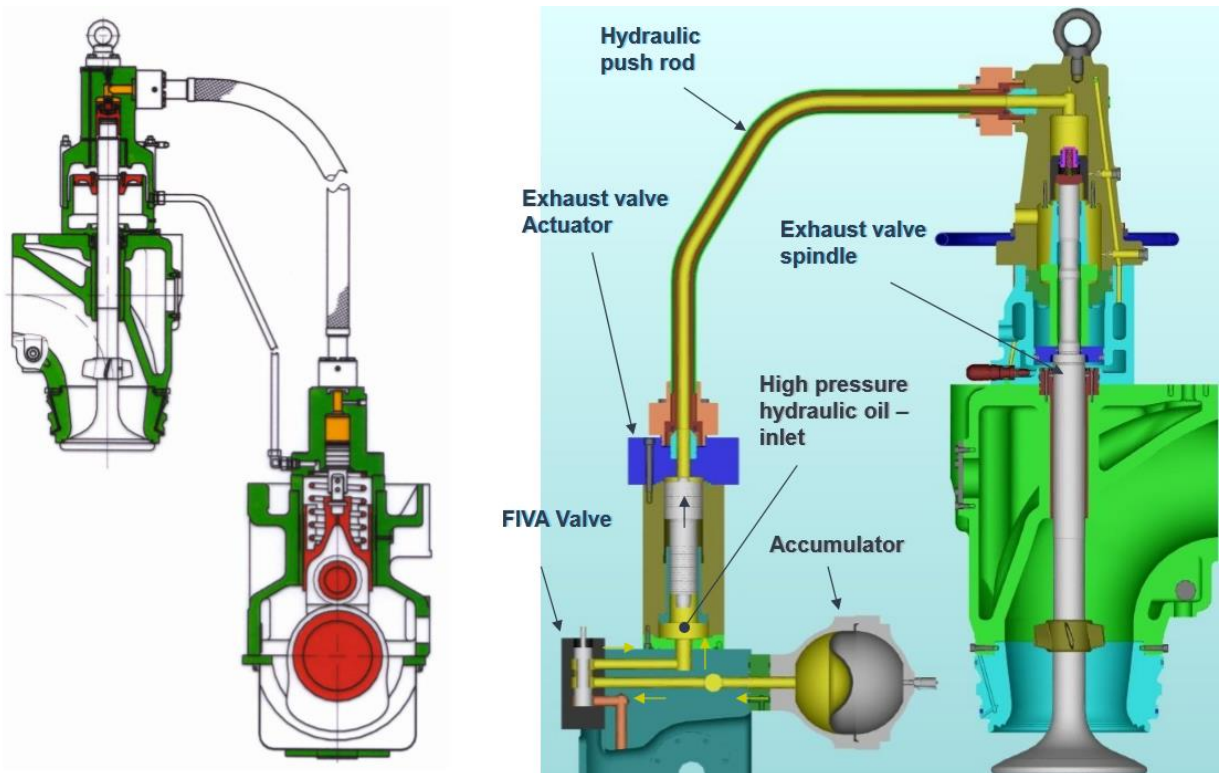
Το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου συνδυάζεται με αντίστοιχο διαγνωστικό σύστημα βλαβών, το οποίο προστατεύει τον κινητήρα από υπερφόρτιση ή από επικίνδυνες βλάβες, αυξάνοντας έτσι την αξιοπιστία του και μειώνοντας το κόστος συντηρήσεως.

Διαφορές βαλβίδας εξαγωγής μεταξύ σειράς MC και σειράς ME

Και σε αυτόν το τύπο μηχανής (σειράς ME) αντιστοιχεί μια βαλβίδα εξαγωγής ανα κύλινδρο με κάποιες όμως διαφορές στη σχεδίαση αλλά και στο τρόπο ενεργοποίησης της.

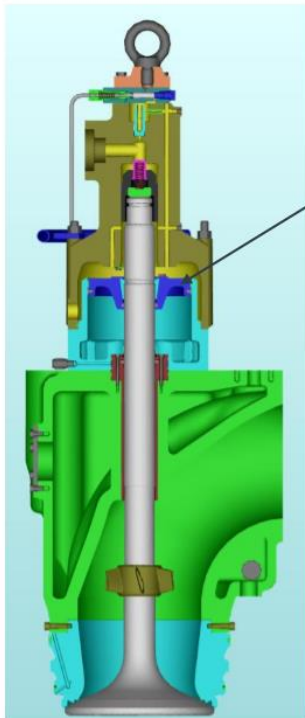
Οι διαφορές αυτές είναι οι εξής:

- Το έκκεντρο μαζί με το ραουλο και το ελατήριο αφαιρούνται και τοποθετείται μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα FIVA, η οποία ρυθμίζει πότε και πόσο λάδι θα οδηγηθεί στον υδραυλικό θάλαμο κάτω από το υδραυλικό έμβολο του επενεργητή και έναν συσσωρευτή ώστε να διατηρείται σταθερή η πίεση στο υδραυλικό λάδι.

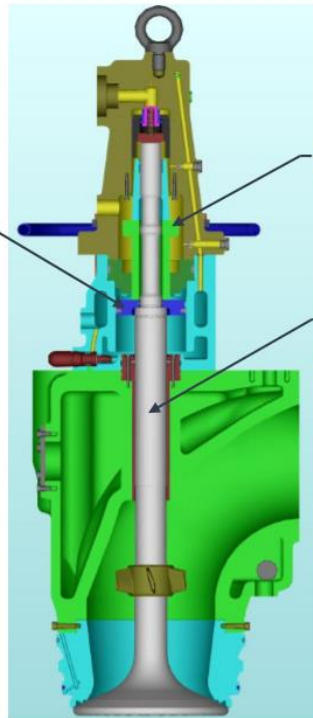


- Έχει μειωθεί η διάμετρος του υδραυλικού κυλίνδρου (oil cylinder), του πνευματικού κυλίνδρου (air cylinder) και του πνευματικού εμβόλου (air piston) για το κλείσιμο της βαλβίδας.
- Έχει τοποθετηθεί ένας κώνος στην ουρά της βαλβίδας για απευθείας μέτρηση της κίνησης της βαλβίδας με την βοήθεια ενός αισθητήρα κίνησης ο οποίος μετρά απόσταση σε χιλιοστά. (Έχει αφαιρεθεί το μικρό βάκτρο στο πάνω μέρος της βαλβίδας)
- Το υδραυλικό έμβολο στην ουρά της βαλβίδας είναι μικρότερο
- Η ανακουφιστική βαλβίδα είναι ρυθμισμένη να ανοίγει στα 25 bar
- Τα παξιμάδια στο πάνω μέρος της βαλβίδας εξαγωγής έχουν αλλάξει και στο καινούριο τύπο βαλβίδας είναι υδραυλικά σφιγμένα

S50MC-C



S50ME-C

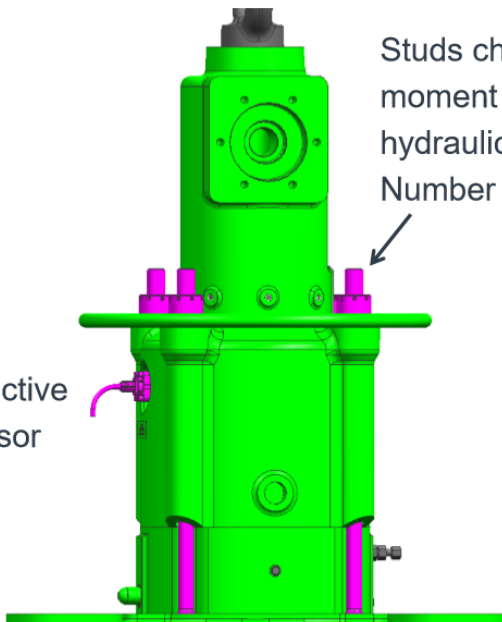


Air spring size for closing the exhaust valve reduced

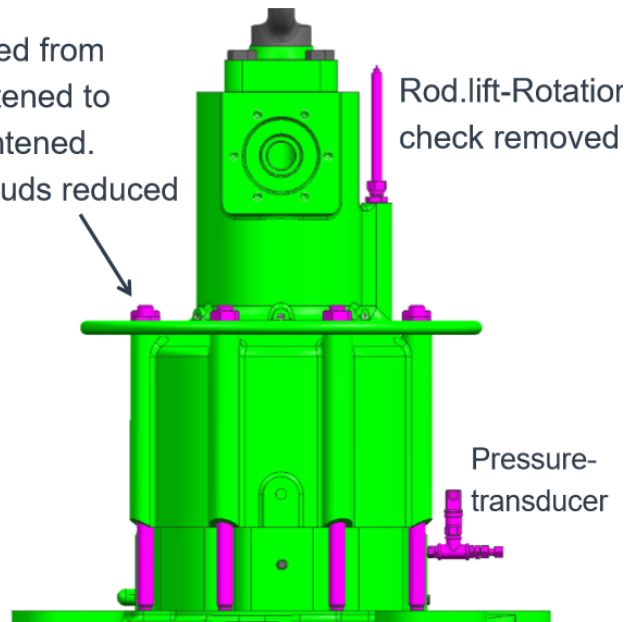
Hydraulic damper for fixed valve stroke

Different valve spindle design

2nd generation Low Force



1st generation Low Force



Studs changed from moment tightened to hydraulic tightened. Number of studs reduced

Rod.lift-Rotator check removed

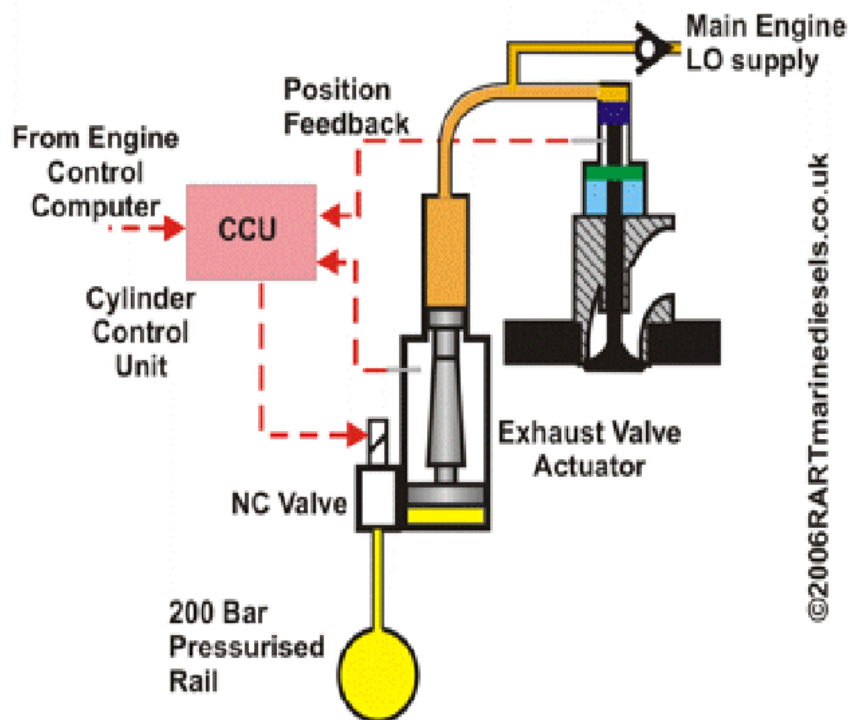
Inductive Sensor

Pressure-transducer

Αρχή λειτουργίας βαλβίδας εξαγωγής

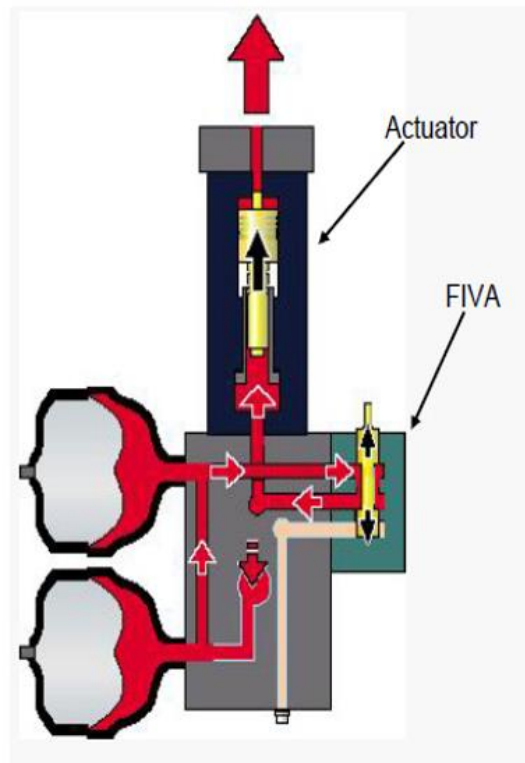
Η βαλβίδα εξαγωγής έχει την ίδια λειτουργία όπως στους συμβατικούς κινητήρες. Ωστόσο, το άνοιγμα της βαλβίδας εξαγωγής του κινητήρα ΜΕ πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός διβάθμιου υδραυλικού εμβόλου, το οποίο μετατοπίζεται με την υδραυλική πίεση της υδραυλικής μονάδας κυλίνδρου (HCU), αφού πρώτα ενεργοποιείται η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα FIVA. Η βαλβίδα εξαγωγής κλείνει από το σύστημα spring air στα 7 kg/cm².

Ο ενεργοποιητής βαλβίδων εξαγωγής αντικαθιστά το έκκεντρο της βαλβίδας εξαγωγής. Το λάδι του κινητήρα αποκτά πίεση στα 300 bar και χρησιμοποιείται για να λειτουργήσει ένα έμβολο που λειτουργεί τη βαλβίδα εξαγωγής. Το λάδι για τη λειτουργία του προέρχεται από την ελαιολεκάνη της κύριας μηχανής μέσω μιας ανεπίστροφης βαλβίδας. Ο χρονισμός της βαλβίδας εξαγωγής και η διάρκεια ανοίγματος της ελέγχονται από ειδική βαλβίδα ταχείας αποκρίσεως στο υδραυλικό σύστημα.



Για να ανοίξει η βαλβίδα εξαγωγής, το σύστημα ελέγχου της μηχανής δίνει εντολή στη μονάδα ελέγχου του κυλίνδρου CCU και αυτή με τη σειρά της, μέσω σήματος, ενεργοποιεί τη ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα FIVA. Με την ενεργοποίησή της, το κύριο έμβολο που υπάρχει στο εσωτερικό της μετατοπίζεται, με αποτέλεσμα λάδι υψηλής πίεσης να οδηγείται στον υδραυλικό θάλαμο κάτω από το υδραυλικό έμβολο του επενεργητή της βαλβίδας εξαγωγής. Έτσι, με την άνοδο του υδραυλικού εμβόλου το λάδι που υπάρχει στο σωλήνα υψηλής πίεσης συμπιέζεται με αποτέλεσμα να μετατοπίζει ένα υδραυλικό έμβολο το οποίο βρίσκεται στην ουρά της βαλβίδας εξαγωγής, ανοίγοντάς την.

Η πίεση διατηρείται σταθερή με τη βοήθεια των συσσωρευτών, μέχρις ότου τελειώσει η φάση της εξαγωγής. Τότε, το έμβολο στο εσωτερικό της FIVA μετατοπίζεται, ανοίγοντας τη θύρα αποστράγγισης του υδραυλικού θαλάμου στον επενεργητή της βαλβίδας εξαγωγής. Έτσι το υδραυλικό έμβολο του επενεργητή μετατοπίζεται προς τα κάτω, με αποτέλεσμα το λάδι που υπάρχει μέσα στο σωλήνα υψηλής πίεσης να ηρεμεί. Η πίεση στην ουρά της βαλβίδας παύει να υπάρχει και η βαλβίδα εξαγωγής να κλείνει με τη βοήθεια του αέρα των 7 bar.



Επίλογος - Συμπεράσματα

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελεί το τελευταίο και παράλληλα το πιο δημιουργικό στάδιο της φοίτησης μου στη σχολή Μηχανικών της Ακαδημίας Εμπορικού Ναυτικού. Η πορεία μου στη σχολή φτάνει στο τέλος της έχοντας αποκομίσει μέσα από αυτή πλήθος γνώσεων και εμπειριών όποιες θα με καθοδηγούν για τα υπόλοιπα χρονιά.

Βιβλιογραφία

1. <http://marineshelf.blogspot.com/2012/01/me-engines-article.html>
2. https://www.eef.edu.gr/media/3765/e_j00071.pdf
3. <https://ppt-online.org/322267>
4. <https://en.ppt-online.org/322272>
5. <http://repository.library.teimes.gr/xmlui/handle/123456789/3948>
6. Maintenance manual, K98ME Volume I
7. Maintenance manual, K98ME Volume II
8. http://www.marinediesels.info/2_stroke_engine_parts/Other_info/electronic_engine.htm
9. https://www.eef.edu.gr/media/2528/e_j00067.pdf

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Πρόλογος.....	5
Κεφάλαιο 1 ^ο : Μετάβαση από τις συμβατικές μηχανές (MC) στις ηλεκτρονικές μηχανές (ME)	
• Γενικά.....	6
• Αργοστροφες πετρελαιομηχανές man b&w σειρας MC.....	8
• Αργοστροφες πετρελαιομηχανές man b&w σειρας MC.....	9
• Διαφορές μεταξύ μηχανών MAN B&W σειρας MC και ME.....	11
Κεφάλαιο 2 ^ο : Υδραυλική μονάδα κυλίνδρου ή hydraulic cylinder unit (HCU)	
• Γενικά.....	13
• Λειτουργία των βαλβίδων κατά τη λειτουργία της HCU.....	14
Κεφάλαιο 3 ^ο : Σωληνοειδής βαλβίδα FIVA (fuel injection – valve actuation)	
• Γενικά.....	15
• Αρχή λειτουργίας σωληνοειδούς βαλβιδας FIVA.....	17
Κεφάλαιο 4 ^ο : Αντλια πετρελαίου μηχανών σειρας ME	
• Γενικά.....	21
• Διαφορές αντλιας πετρελαίου μεταξύ σειρας MC και σειρας ME.....	23
• Αρχή λειτουργίας.....	24
Κεφάλαιο 5 ^ο : Βαλβίδα εξαγωγής μηχανών σειρας ME	
• Γενικά.....	26
• Διαφορές βαλβιδας εξαγωγής μεταξύ σειρας MC και σειρας ME.....	27
• Αρχή λειτουργίας.....	29
Επίλογος – Συμπεράσματα.....	30
Βιβλιογραφία.....	31
Περιεχόμενα.....	32