

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΓΧΥΣΕΩΣ

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ, ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΜΗΧΑΝΗΣ B&W ME-C ΚΑΙ ME-GI

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΛΙΑΓΚΡΙΑΔΩΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΦΑΝΤΙ ΣΑΑΝΤ

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2017

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΓΧΥΣΕΩΣ
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ, ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΜΗΧΑΝΗΣ
B&W ME-C ΚΑΙ ME-GI**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΛΙΑΓΚΡΙΔΩΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΑΜ : 4918

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

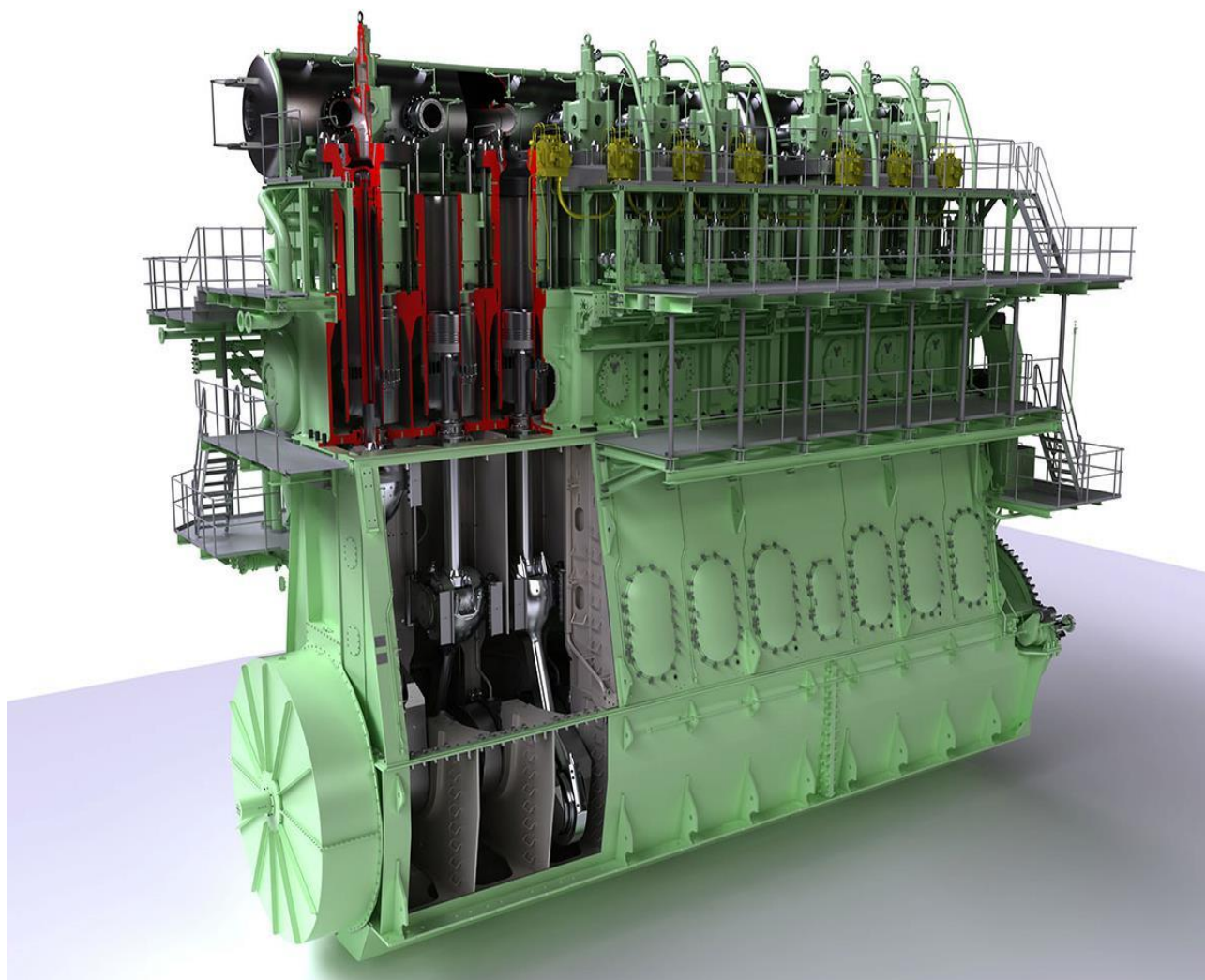
Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΓΧΥΣΕΩΣ
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ, ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΜΗΧΑΝΗΣ
B&W ME-C ΚΑΙ ME-GI**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΛΙΑΓΚΡΙΑΔΩΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσία της εξέλιξης των δίχρονων προωστήριων μηχανών από τις παλιές συμβατικές μηχανές με εκκεντροφόρο το μοντέλο MC, στη νέα γενιά μηχανών ηλεκτρονικού ελέγχου σειράς ME, καθώς και τα στοιχεία επιλογής αυτών των μηχανών σε σύγκριση με τις παλιές. Στη συνέχεια θα γίνει περιγραφή του ανοίγματος της βαλβίδας εξαγωγής με υδραυλική ενεργοποίηση των αντλιών και την απουσία του εκκεντροφόρου που αναπτύχθηκε από την εταιρεία MAN B&W, προκειμένου να καταστεί δυνατή η εισαγωγή ευφυούς ελέγχου στη λειτουργία των μεγάλων δίχρονων αργόστροφων πετρελαιομηχανών για την επίτευξη του σκοπού στις ηλεκτρονικές μηχανές MAN B&W ME-C. Τέλος θα αναπτύξουμε τον τρόπο της έγχυσης καυσίμου στις μηχανές διπλού καυσίμου πετρελαίου και φυσικού αερίου της MAN B&W με το μοντέλο ME-GI και συγκεκριμένα την έγχυση αερίου, αναλύοντας τη διαδικασία έως τον ψεκασμό μέσα στον κύλινδρο, καθώς και κάποιους συντελεστές ασφαλείας του δικτύου για την αποφυγή επικινδύνων περιστατικών όπως διαρροή ή πυρκαγιά και τις παραμέτρους για την κράτηση της μηχανής ή την ασφαλή λειτουργία της.

Abstract

The purpose of this work is to present the development of two-stroke propulsion machinery from the old conventional machines with the camshaft MC model, the new electronically controlled ME series new engine generation, as well as selection elements of these machines compared to the old. Next description will be concerning of the opening of the exhaust valve with hydraulic actuation of the pumps and the absence of the camshaft, developed by MAN B&W company in order to enable the introduction of intelligent control in the operation of large two-stroke low speed diesel engines for achieving the objective in electronic engines MAN B&W ME-C. Finally we will develop the mode of fuel injection in the dual fuel oil engines and gas of MAN B&W with the ME-GI model, namely the injection of gas by analyzing the process to spray into the cylinder, as well as some network security factors to avoid dangerous incidents such as leakage or fire and parameters for stopping the engine or to operating it safely.

Πρόλογος

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια μικρή παρουσίαση στις διαφορές των δυο σειρών μηχανών της MAN B&W, την παλιά σειρά MC με τον εκκεντροφόρο με τη σχετικά νέα σειρά, την ηλεκτρονικά ελεγχόμενη μηχανή ME, όπου έχει εμφανισθεί η εγκατάσταση της πλέον ολοένα και σε περισσότερα εμπορικά πλοία, θα αναλύσουμε τα μέρη της ηλεκτρονικής μηχανής ME, όπου έχει αντικαταστήσει από την MC. Θα αναφερθούμε στις οικονομικές ωφελήσεις της ME χάρη στην οικονομία καυσίμου σε ειδικά φορτία και θα παρουσιάσουμε το καινοτόμο σύστημα της MAN που αφορά την έγχυση πετρελαίου και το άνοιγμα της βαλβίδας εξαγωγής μέσω του ηλεκτροϋδραυλικού συστήματος, επενεργητών και συσσωρευτών (accumulators). Τέλος θα αναλύσουμε μια ακόμα σειρά της ηλεκτρονικά ελεγχόμενης μηχανής, της ME-GI (Gas Injection), όπου είναι μηχανή διπλού καυσίμου, πετρελαίου – φυσικού αερίου, περιγράφοντας το υγροποιημένο αέριο, το σύστημα ψεκασμού και την πίεση του καυσίμου καθώς και τη σχεδίαση των σωληνώσεων.

Κεφάλαιο 1

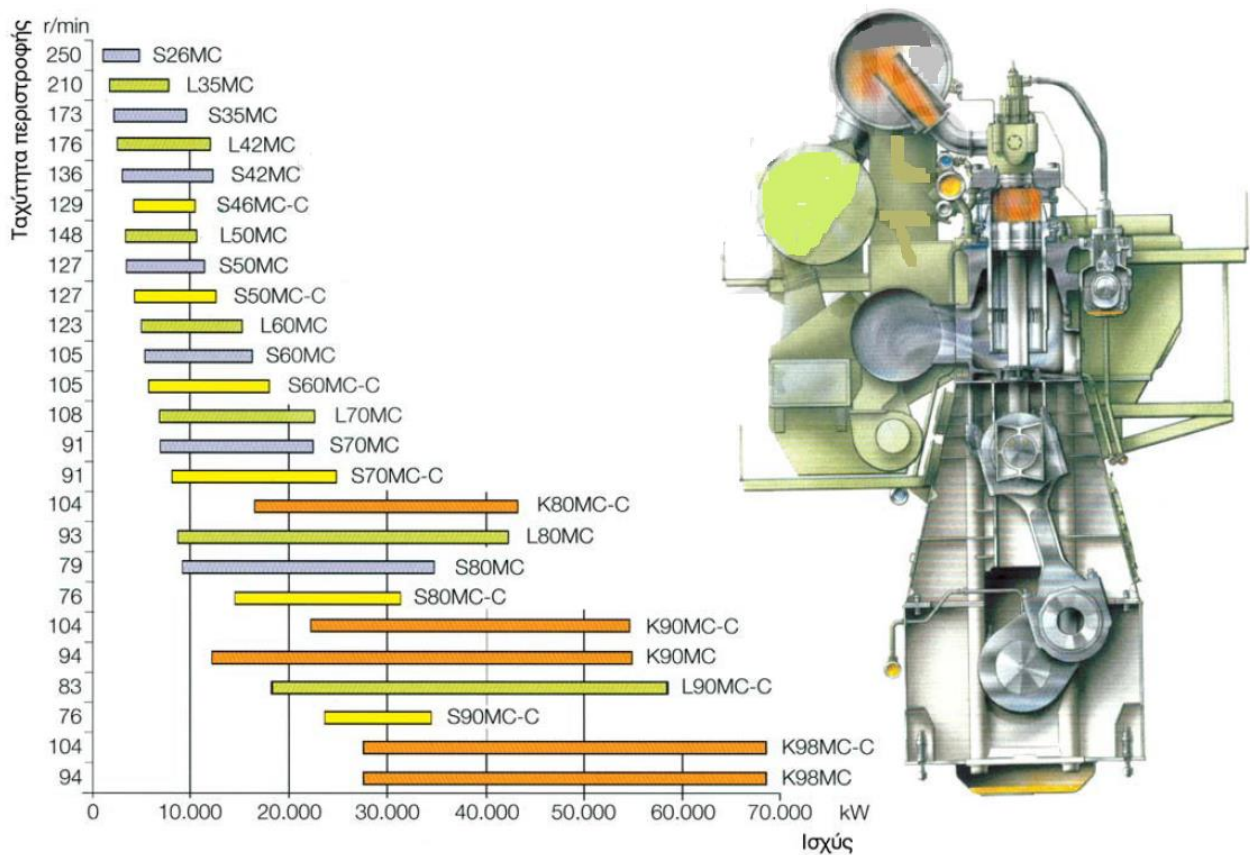
Εισαγωγή στις αργόστροφες πετρελαιομηχανές.

1.1 Αργόστροφες μηχανές MAN B&W

Η MAN B&W αποτελεί συνένωση της γερμανικής MAN και της δανέζικης Burmeister & Wain, 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.

1.2 Για τη σειρά MC

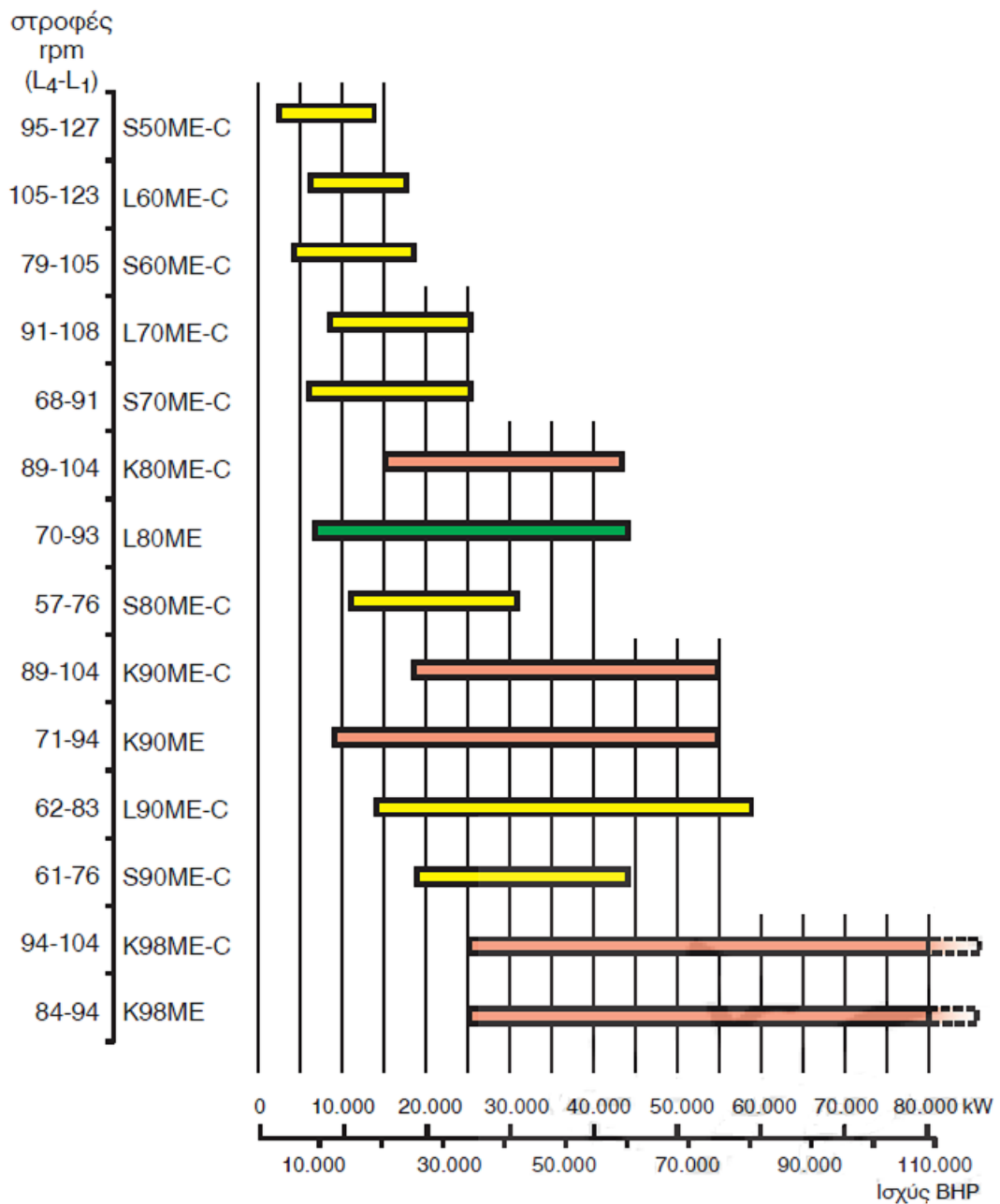
Οι αντλίες καυσίμου υψηλής πίεσεως, καθώς και οι υδραυλικοί μηχανισμοί των βαλβίδων εξαγωγής παίρνουν κίνηση από κοινό εκκεντροφόρο. Τα έγκεντρα προσαρμόζονται με σφιχτή συναρμογή στον εκκεντροφόρο άξονα, ενώ η γωνιακή τους θέση μπορεί να προσαρμοστεί με τη διοχέτευση λαδιού υψηλής πίεσεως. Ο εκκεντροφόρος παίρνει κίνηση μέσω αλυσίδας. Οι εντατήρες της αλυσίδας είναι αυτορυθμιζόμενοι και λειτουργούν με υδραυλική πίεση. Οι βαλβίδες εξαγωγής βυθίζονται με την εφαρμογή υδραυλικής πίεσεως, ενώ η επαναφορά τους γίνεται με πίεση αέρα, το οποίο επιτρέπει την ελεύθερη περιστροφή της κάθε βαλβίδας. Η περιστροφή των βαλβίδων πραγματοποιείται με τη χρήση περυγίων. 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 εφοδιάζονται με αντλίες καυσίμου υψηλής πίεσεως, που έχουν τη δυνατότητα μεταβολής του χρονισμού 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 ενάυσεως των διαφόρων καυσίμων.



Σχήμα 1.2.1: Το εύρος στροφών και ισχύος των κινητήρων MC της MAN B&W

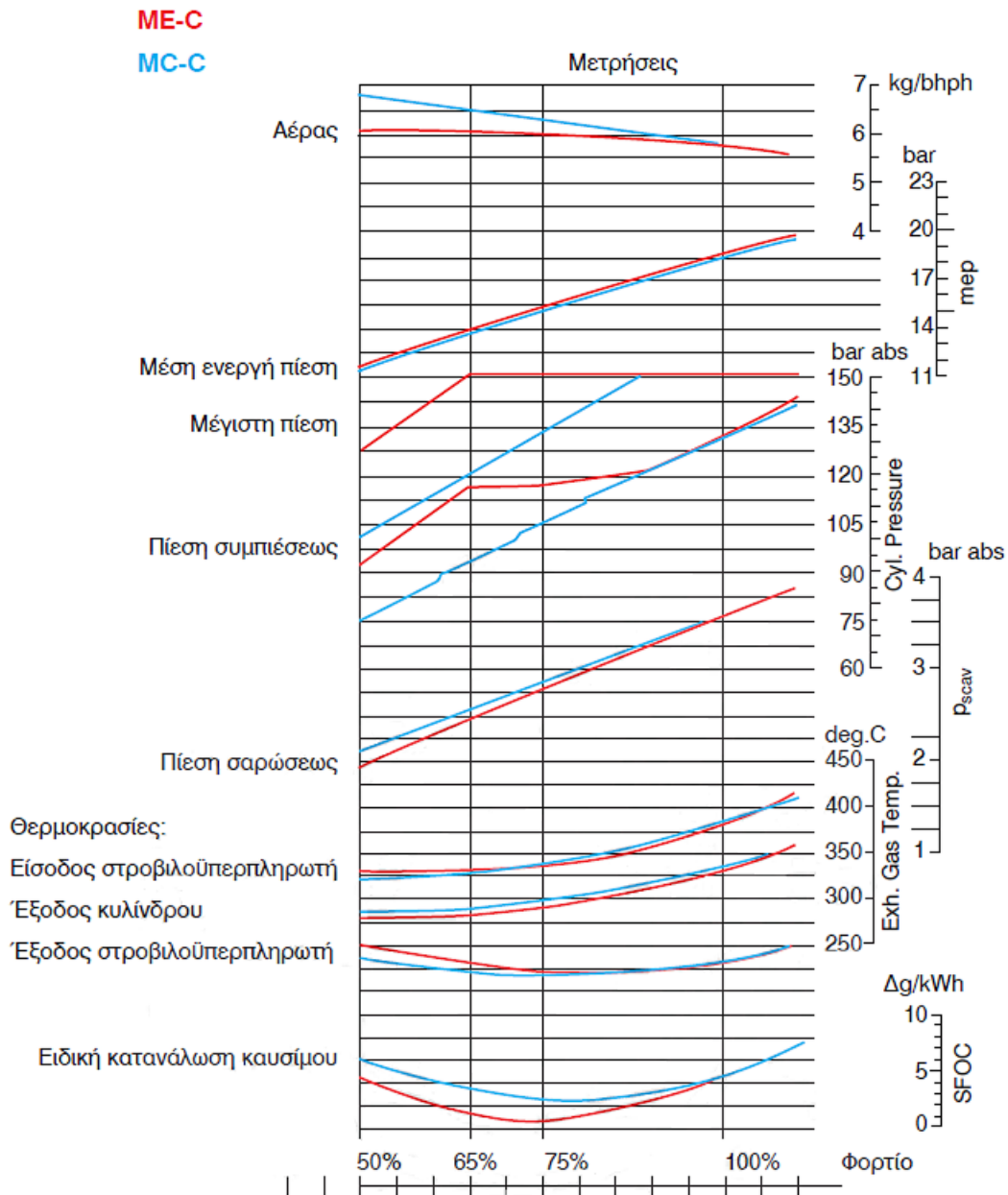
1.3 Για τη σειρά ME

Η οικογένεια μηχανών ME αποτελεί εξέλιξη της οικογένειας MC και αναφέρεται σε ηλεκτρονικά ελεγχόμενες μηχανές, οι οποίες προσφέρουν αυξημένη οικονομία, μειωμένους ρύπους, αλλά και περισσότερη ευελιξία κατά τη λειτουργία τους. Είναι διαθέσιμες σε διαμέτρους κυλίνδρων από 500 έως 980 mm. Εξασφαλίζουν την ίδια ειδική κατανάλωση καυσίμου στο κανονικό σημείο σχεδίασεως με τις μηχανές της οικογένειας MC, αλλά μικρότερη ειδική κατανάλωση σε μερικά φορτία. Στην οικογένεια ME καταργείται ο εκκεντροφόρος άξονας 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 της 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 εγχύσεως (καθώς και του χρονισμού και της διάρκειας ανοίγματος των βαλβίδων εξαγωγής), ανάλογα με το σημείο λειτουργίας του κινητήρα.



Σχήμα 1.3.1: Το εύρος στροφών και ισχύος των κινητήρων ME της MAN B&W

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



Σχήμα 1.3.2: Διαγράμματα λειτουργίας των δύο ειδών κινητήρα ME-C και MC-C

Κεφάλαιο 2

Οι πετρελαιοκινητήρες MAN MC και ME

2.1 Ανάπτυξη της σειράς MC σε ME

Βάση σχεδιασμού της σειράς ME, με βάση τα ίδια δομικά μέρη και ειδικά τα χαρακτηριστικά του σχεδιασμού ως προς τη σειρά της MC είναι καλά δοκιμασμένη τεχνολογία για περισσότερα από 100 χρόνια εξέλιξης του κινητήρα. Συνεχής αναθεώρηση του σχεδιασμού που οφείλεται σε ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού των κινητήρων, οι οποίοι παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες. Η μελλοντική ανάπτυξη του κινητήρα βασίζεται σε καινοτόμες εστιάσεις και μελέτες των απαιτήσεων της αγοράς και των τάσεων .

Type	On order/ Delivered	Type	On order/ Delivered	Type	On order/ delivered
K98	756	S90	288	G80	60
K90	571	S80	609	G70	37
K80	254	S70	2,284	G70 ME-GI	18
L90	27	S65	56	G60	94
L80	201	S60	3,984	G50	106
L70	353	S50	5,607		
L70 ME-GI	5	S46	798		
L60	671	S42	1066		
L50	345	S40	44		
L42	170	S35	1,223		
L35	1,125	S26	245		

As of Sept 2013 Totals: 291 GW 20,997 Engines

Σχήμα 2.1.1: Αριθμός παραγγελιών δίχρονων μηχανών MAN όλων των σειρών και διαμέτρων

2.2 Διαφορές της ME-C από την MC-C

Τα στοιχεία της σειράς MC-C είναι :

- Η βαλβίδα εξαγωγής λειτουργεί από έναν εκκεντροφόρο
- Ο ψεκασμός του καυσίμου λειτουργεί με ένα εκκεντροφόρο

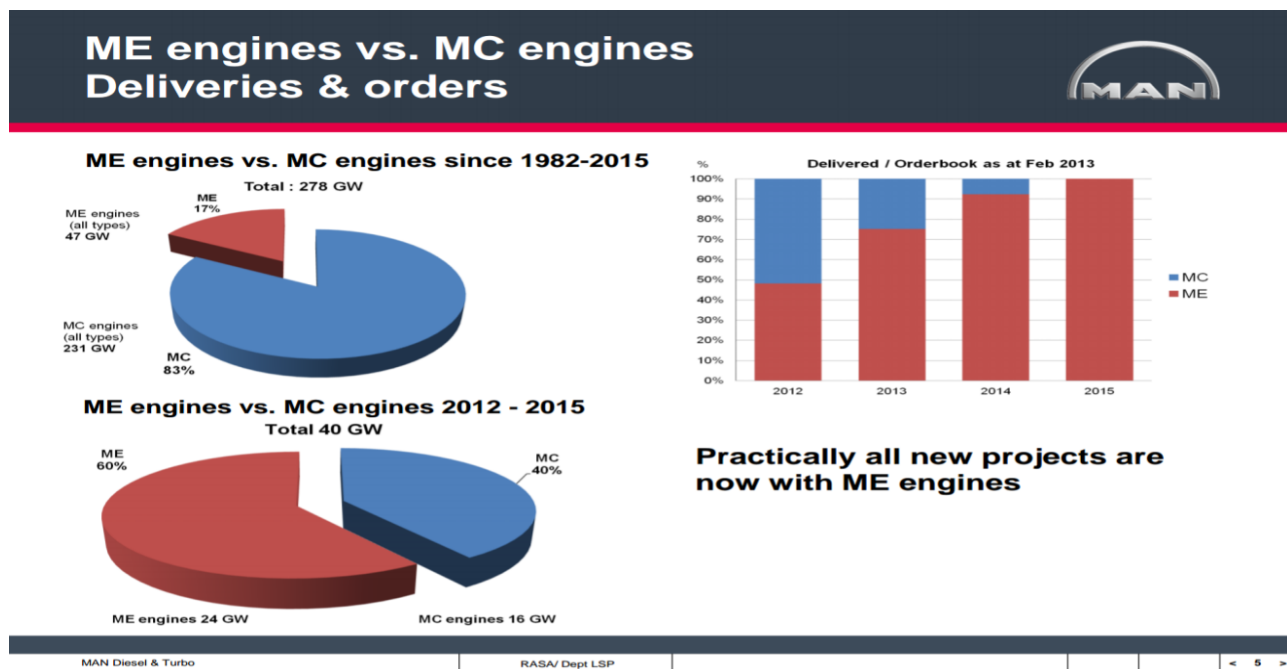
Οι αλλαγές της νέας σειράς ME-C είναι οι κάτωθι :

- Ηλεκτρονικά ελεγχόμενη βαλβίδα εξαγωγής
- Ηλεκτρονικά ελεγχόμενος ψεκασμός καυσίμου
- Σύστημα ελέγχου κινητήρα:

- Έλεγχος λειτουργίας ψεκασμού καυσίμου
- Εξελιγμένο μοντέλο Governor
- Έλεγχος λίπανσης κυλίνδρων
- Υδραυλικές αντλίες ελέγχου
- Βοηθητικοί φυσητήρες On / Off
- Έλεγχος ενεργοποίησης της βαλβίδας εξαγωγής
- Έλεγχος βαλβίδας προεκκίνησης αέρα
- Ακολουθίες έναρξης και αναστροφής

MC -C Για πολλά χρόνια η προτιμώμενη μηχανή από την αγορά :

- Χαμηλό κόστος παραγωγής και εγκατάστασης
- Υψηλή αξιοπιστία
- MC-C σχεδιασμός κυλίνδρου
- Λίπανση κυλίνδρου με βελτιστοποίηση ποσότητας
- MC / C έχουν επεκταθεί τα χρονικά διαστήματα επιθεώρησης των εξαρτημάτων
- Εμπειρία από περισσότερα από 15.000 μηχανές
- MC-C ευελιξία στο πρόγραμμα του κινητήρα
- Ο κινητήρας MAN B&W μετά από πρόγραμμα πωλήσεων / έχει την αντιμετώπιση προβλημάτων



Σχήμα 2.2.1: Συνολική ισχύς των μηχανών ME και MC στις αγορές κατά τα έτη 1982-2015 και 2012-2015

ME-C προστιθέμενα στοιχεία

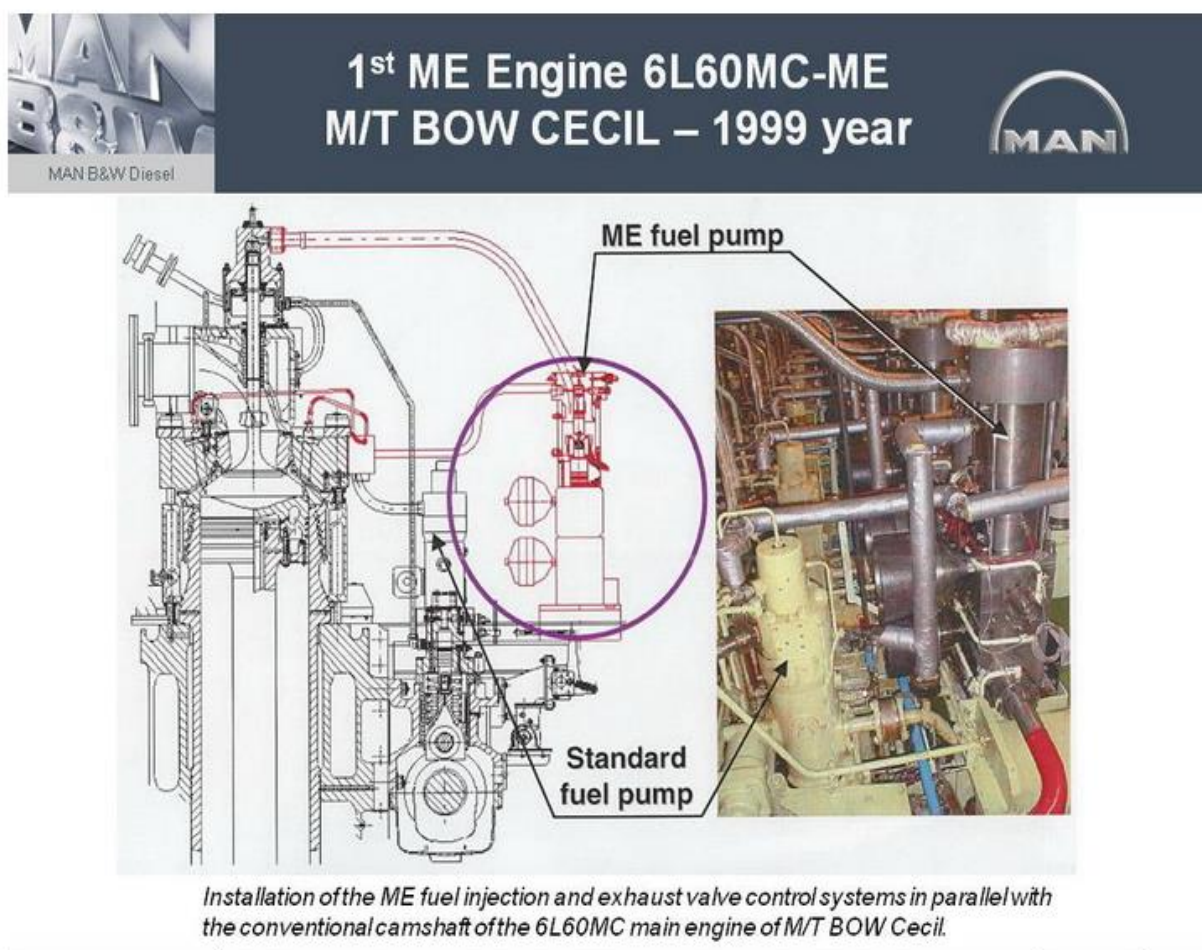
- Προσαρμοσμένη για συνεχή ενημέρωση της μελλοντικής αγοράς και τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις.
- Χαμηλά επίπεδα sfoc σε Tier II (0.2).
- Βελτιωμένη λειτουργικότητα και παρακολούθηση.
- Βελτιωμένη επίλυση προβλημάτων.
- Διαμόρφωση βαθμού ψεκασμού καυσίμου, δυνατότητες εξισορρόπησης NOx.
- Αυτόματης ρύθμισης, PMI on-line και την εξοικονόμηση διάρκειας ζωής της sfoc/sloc.
- Ολοκληρωμένη λίπανση κυλίνδρων με Alpha Lubricator.
- Οικονομία καυσίμου σε χαμηλό φορτίο.
- Ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό έλεγχο του προστιθέμενου εξοπλισμού (EGB, TC, VTA, κλπ.)

Κεφάλαιο 3

Ηλεκτρονικά ελεγχόμενες μηχανές MAN B&W ME

3.1 Εισαγωγή στις ηλεκτρονικές μηχανές ME

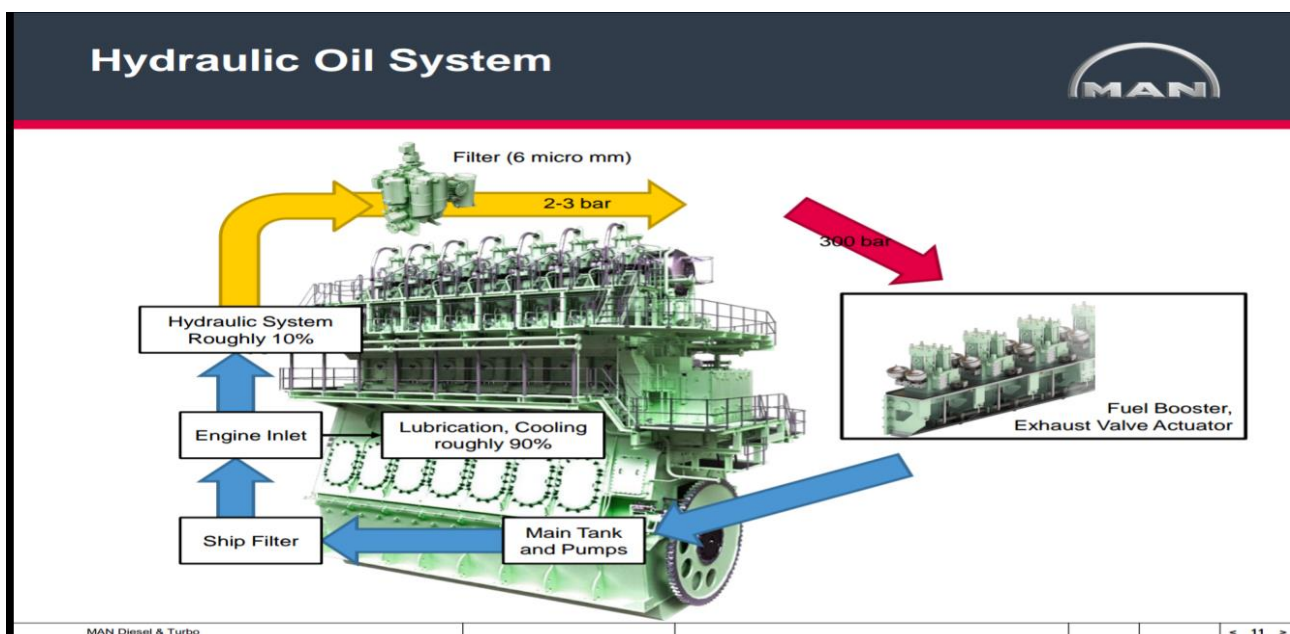
Η MAN B&W ονομάζει τη δική της σειρά ME ως έξυπνη μηχανή. Χρησιμοποιούν ηλεκτρικές αντλίες και αξονικά έμβολά να πιέσουν λάδι έως 300 bar τα οποία στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για την έγχυση του καυσίμου και τη λειτουργία της βαλβίδας εξαγωγής. Η MAN ME ελέγχει ηλεκτρονικά οποιοδήποτε τύπο κινητήρα, είναι η λύση στην απαίτηση για αξιόπιστη ευελιξία και οποιοσδήποτε κανονισμούς, χαρακτηριστικό για τις εκπομπές αέριων ρύπων. Η MAN Diesel έχει αναπτύξει ειδικά για το υλικό και το λογισμικό για να αποκτήσουν μια ολοκληρωμένη λύση για το σύστημα ελέγχου του κινητήρα. Η βασική φιλοσοφία της ασφάλειας είναι ότι μόνο μηχανική βλάβη προκαλείται στον κινητήρα για να βγουν εκτός λειτουργίας οι μονάδες ελέγχου στο σύστημα ελέγχου του κινητήρα και κατά συνέπεια να υποκύψει .



Σχήμα 3.1.1: Η πρώτη εγκατάσταση ηλεκτρονικής μηχανής στο M/T BOW Cecil το 1999

3.2 Υδραυλικό Σύστημα (Hydraulic Oil System)

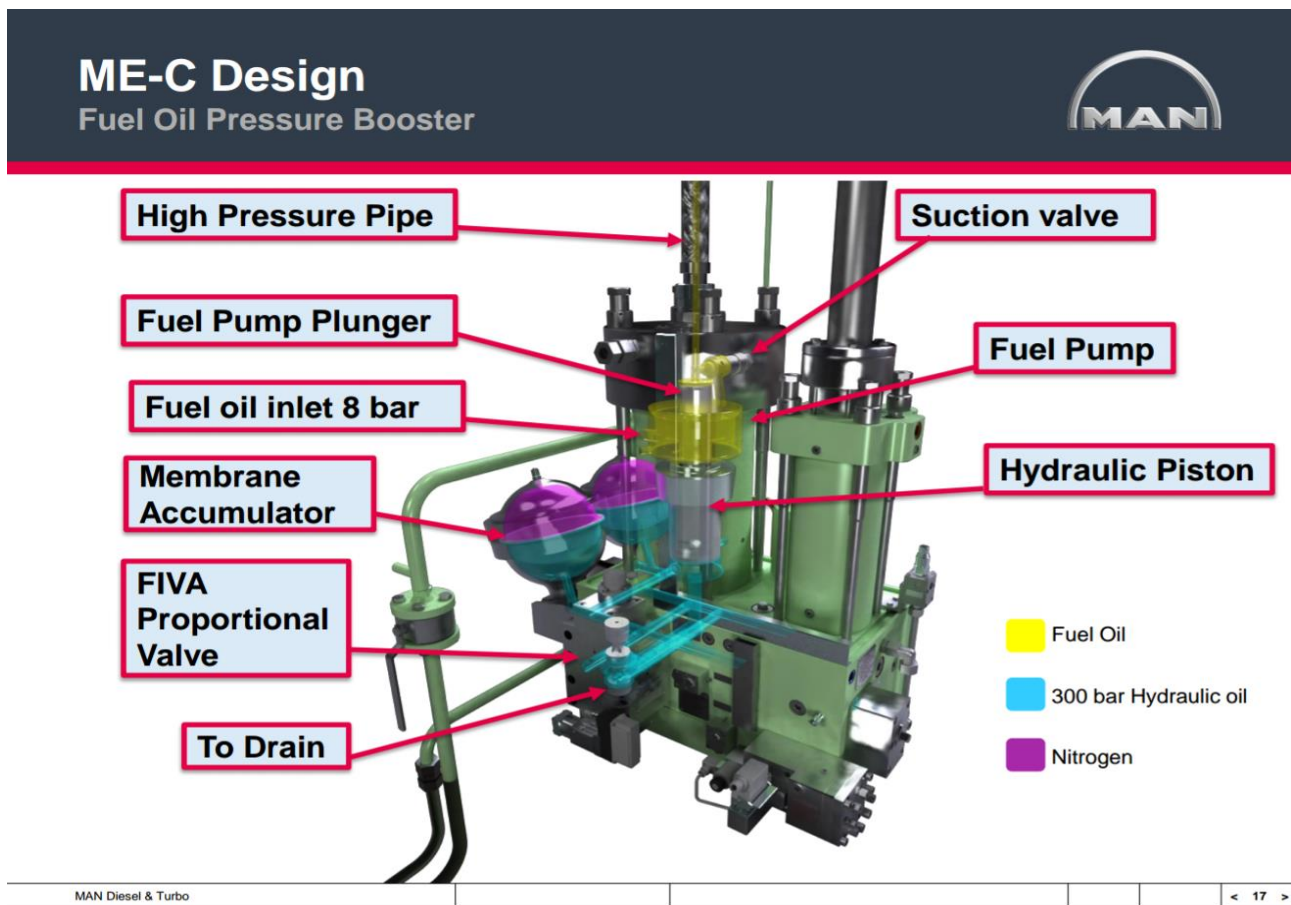
Στο υδραυλικό σύστημα η ισχύς παρέχεται από εμβολοφόρες αντλίες, οι οποίες παίρνουν κίνηση από το στροφαλοφόρο άξονα της μηχανής. Ως υδραυλικό υγρό χρησιμοποιείται το ίδιο το λάδι της μηχανής, αποφεύγοντας έτσι την κατασκευή επιπλέον δικτύων και δεξαμενών. Λόγω της λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος σε υψηλές πιέσεις, απαιτείται υψηλή καθαρότητα του λαδιού, το οποίο επιτυγχάνεται με τη χρήση ειδικών αυτοκαθαριζόμενων φίλτρων. Ο κινητήρας αποτελείται από ένα υδραυλικό μηχανικό σύστημα για την ενεργοποίηση της έγχυσης καυσίμου και των βαλβίδων εξαγωγής. Οι επενεργητές είναι ηλεκτρονικοί από έναν αριθμό μονάδων ελέγχου μετά την ολοκλήρωση του συστήματος ελέγχου του κινητήρα. Στο υδραυλικό σύστημα, το μηχανέλαιο χρησιμοποιείται ως μέσο λειτουργίας, φιλτράρεται και οδηγείται στο τροφοδοτικό της υδραυλικής μονάδας. Το μηχανέλαιο αναρροφάται από την ελαιολεκάνη με κατεύθυνση τα αυτόματα φίλτρα και αφού φιλτραριστεί, ένα ποσοστό θα οδηγηθεί για τις λειτουργίες της μηχανής και το υπόλοιπο θα χρησιμοποιηθεί για το υδραυλικό σύστημα. Πριν συμπιεστεί, θα φιλτραριστεί ξανά από φίλτρα με πολύ μικρή διατομή, 6 μικρά, για την αποφυγή στερεών σωματιδίων που μπορεί να προκαλέσουν φθορές στα έμβολα του υδραυλικού συστήματος. Η πίεση του ελαίου πριν τη συμπίεση είναι μεταξύ των 2-3 bar, αφού συμπιεστεί όμως, αποκτά την επιθυμητή πίεση στα 300 bar, πίεση κατάλληλη για την εργασία του συστήματος με τελικό προορισμό τις αντλίες πετρελαίου για την έγχυση του καυσίμου και τους επενεργητές της βαλβίδας εξαγωγής για το άνοιγμα της. Με το πέρας της εργασίας του ελαίου, αποστραγγίζεται και κατευθύνεται προς το σύστημα ψύξης όπου επαναλαμβάνεται η διαδικασία.



Σχήμα 3.2.1 Σχηματική διάταξη κατεύθυνσης του εργαζόμενου ελαίου από την ελαιολεκάνη έως την υδραυλική μονάδα.

3.3 Σύστημα έγχυσης πετρελαίου

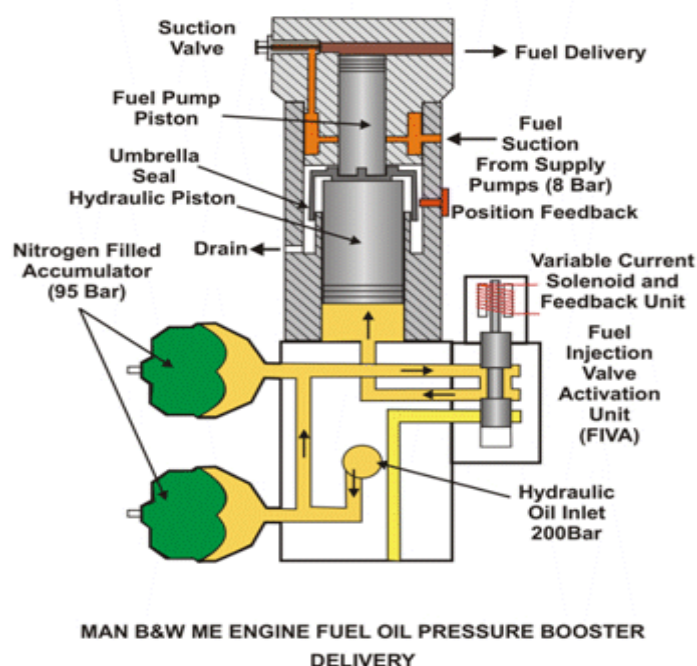
Το συγκεκριμένο σύστημα αναπτύχθηκε από την εταιρεία MAN B&W ME, προκειμένου να καταστεί δυνατή η εισαγωγή ευφυούς ελέγχου στη λειτουργία των μεγάλων δίχρονων αργόστροφων πετρελαιομηχανών. Στο σύστημα αυτό, ο εκκεντροφόρος άξονας αντικαθίσταται πλήρως από υδραυλικό σύστημα, το οποίο παρέχει την ισχύ για τη λειτουργία τόσο των αντλιών καυσίμου υψηλής πίεσης. Οι αντλίες πίεσης πετρελαίου έχουν την ίδια λειτουργία όπως αντλίες του καυσίμου για τον συμβατικό κινητήρα MC, ωστόσο το έμβολο ψεκασμού καυσίμου στον κινητήρα ME οδηγείται από ένα υδραυλικό έμβολο όπου ενεργοποιείται από μια ηλεκτρονικά ελεγχόμενη βαλβίδα. Η MAN B&W ME λειτουργεί μια σωληνοειδή βαλβίδα που λειτουργεί (FIVA Injection - βαλβίδα καυσίμου ενεργοποίησης βαλβίδων) επιτρέποντας την πίεση λαδιού κάτω από ένα υδραυλικό έμβολο. Αυτό στη συνέχεια μετακινεί το έμβολο της αντλίας καυσίμου προς τα πάνω, αυξάνοντας την πίεση καυσίμου για το άνοιγμα των εγχυτήρων. Ο ψεκασμός καυσίμου επιτυγχάνεται με τους ενισχυτές πίεσης (fuel oil pressure booster) οι οποίοι είναι μηχανικά απλούστεροι από τις αντλίες του καυσίμου στους κινητήρες MC.



Σχήμα 3.3.1: Αντλία πετρελαίου ME με όλα τα εξαρτήματα της .

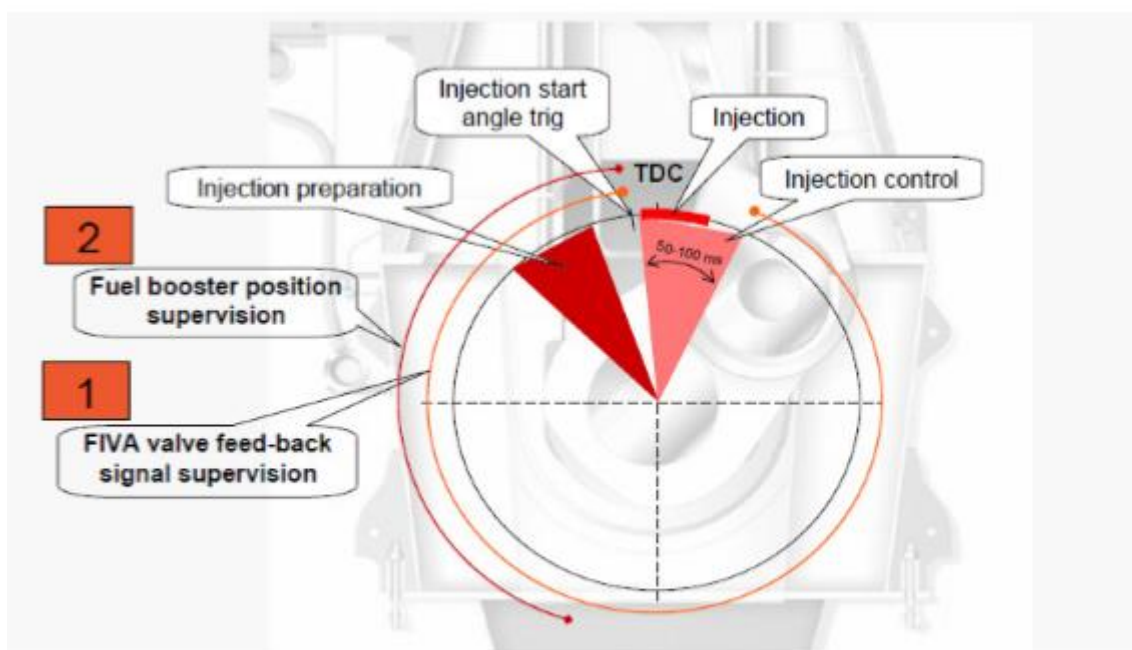
Ο συσσωρευτής με άζωτο συμπληρώθηκε για να διατηρεί την πίεση του υδραυλικού λαδιού κατά την διάρκεια της λειτουργίας της αντλίας. Οι αντλίες καυσίμου (μία για κάθε κύλινδρο) είναι κλασσικές αντλίες μονού βυθίσματος, οι οποίες τροφοδοτούν με καύσιμο κλασσικούς εγχυτήρες καυσίμου. Η χρήση δοκιμασμένων μηχανισμών αυξάνει την αξιοπιστία του συστήματος και διευκολύνει τη συντήρηση. 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, όπως για παράδειγμα έγχυση με μειώμενη πίεση (και παροχή) καυσίμου, έγχυση με σταθερή πίεση, έγχυση με προοδευτικά αυξανόμενη πίεση εγχύσεως ή διπλή έγχυση (πilotική συν κύρια έγχυση). Με την εφαρμογή εγχύσεως με προοδευτικά αυξανόμενη πίεση επιτυγχάνεται μείωση της καταναλώσεως καυσίμου, ενώ με την εφαρμογή pilotικής εγχύσεως μειώνονται οι παραγόμενοι ρύποι.



Σχήμα 3.3.2: Σχηματική διάταξη λειτουργίας αντλίας πετρελαίου ME

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 συστρόφη 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).



Σχήμα 3.3.3 Τα σημεία προετοιμασίας από την ηλεκτρονική εντολή έως την έγχυση.

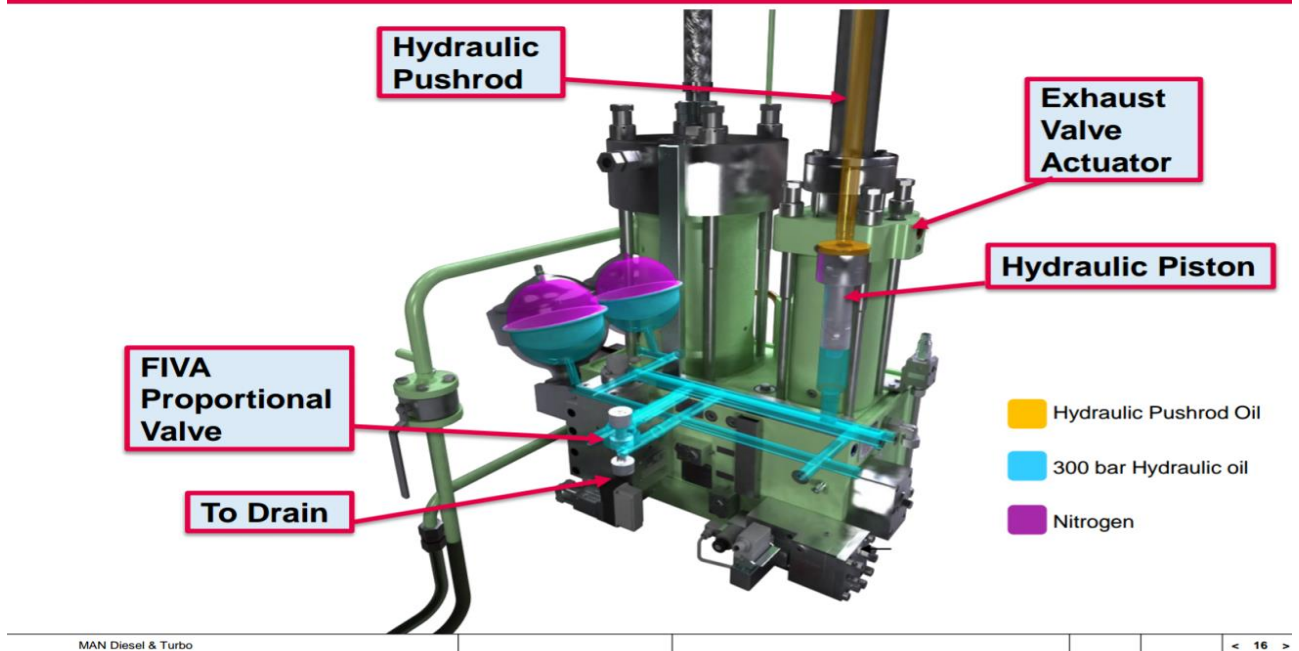
3.4 Ενεργοποίηση ανοίγματος βαλβίδας εξαγωγής

Η βαλβίδα εξαγωγής έχει την ίδια λειτουργία όπως στους συμβατικούς κινητήρες. Ωστόσο, το άνοιγμα της βαλβίδας εξαγωγής του κινητήρα ME οδηγείται από ένα διβάθμιο υδραυλικό έμβολο, το οποίο ενεργοποιείται με την υδραυλική πίεση της μονάδας, από το σύστημα βαλβίδας FIVA, η βαλβίδα εξαγωγής κλείνει από το σύστημα spring air στα 7 kg/cm^2 . Ο ενεργοποιητής βαλβίδων εξαγωγής αντικαθιστά το έκκεντρο της βαλβίδας εξαγωγής με υδραυλική αντλία. 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 κύρια μηχανή τροφοδοσίας LO μέσω μιας ανεπίστροφης βαλβίδας. Ο χρονισμός της βαλβίδας εξαγωγής και η διάρκεια ανοίγματός της ελέγχονται από ειδική βαλβίδα ταχείας αποκρίσεως στο υδραυλικό σύστημα. Με τη χρήση ηλεκτρονικού ελέγχου, τα χαρακτηριστικά της εγχύσεως μπορούν να βελτιστοποιούνται σε όλο το φάσμα του φορτίου της μηχανής. 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 στροφές αυτές. Η βελτιστοποίηση της λειτουργίας της μηχανής (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.

3.4.1 Αρχή λειτουργίας ενεργοποιητή βαλβίδας εξαγωγής

Η βαλβίδα FIVA που οδηγεί τον ενεργοποιητή (actuator) στην πλευρά εξαγωγής έχει δύο θέσεις, (ανοιχτή) open ή (κλειστή) shut. Όταν ανοίγει από το σύστημα ελέγχου του κινητήρα (με ένα δυαδικό σήμα), το υδραυλικό λάδι ωθεί τα έμβολα προς τα πάνω, ανοίγοντας την βαλβίδα εξαγωγής του κινητήρα μέσω της υδραυλικής ράβδου ώθησης. Η πίεση διατηρείται μόνιμα έως ότου η βαλβίδα FIVA ενεργοποιείται για να εμποδίσει την πίεση όταν η φάση εξαγωγής έχει ολοκληρωθεί. Η βαλβίδα εξαγωγής επιστρέφει στην κλειστή του θέση από τη πίεση του αέρα. 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 μηχανής, μειώνοντας έτσι τη διαδρομή ακινητοποίησεως 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.



Σχήμα 3.4.1.1: Σχηματική διάταξη του ενεργοποιητή της βαλβίδας εξαγωγής με τα εξαρτήματα της.

3.5 Αντικατάσταση κύριων εξαρτημάτων της ΜΕ.

Τέλος, η ηλεκτρονικά ελεγχόμενη μηχανή ΜΕ αντικαθιστά τα ακόλουθα συστήματα - μηχανισμούς, από τη συμβατική μηχανή ΜC. Μετάδοση κίνησης με αλυσίδα, στροφαλοφόρου άξονα, εκκεντροφόρος με έκκεντρα καυσίμου και έκκεντρα βαλβίδων εξαγωγής, τα roller guides στις αντλίες καυσίμου, συμπεριλαμβανομένων των κυλινδρικών οδηγών του κινητήρα και του μηχανισμού αναστροφής, αντλίες εγχύσεως καυσίμου και το σύστημα VIT, τους μηχανισμούς ενεργοποίησης της βαλβίδας εξαγωγής, με γνώμονα την έναρξη διανομής αέρα, ο ηλεκτρονικός κυβερνήτης με ενεργοποιητή ρύθμισης άξονα κοινώς governor, κονσόλα κινητήρα στην πλάγια πλευρά ελέγχου, μηχανικοί λιπαντήρες των κυλίνδρων (λουμπρικέςτες).

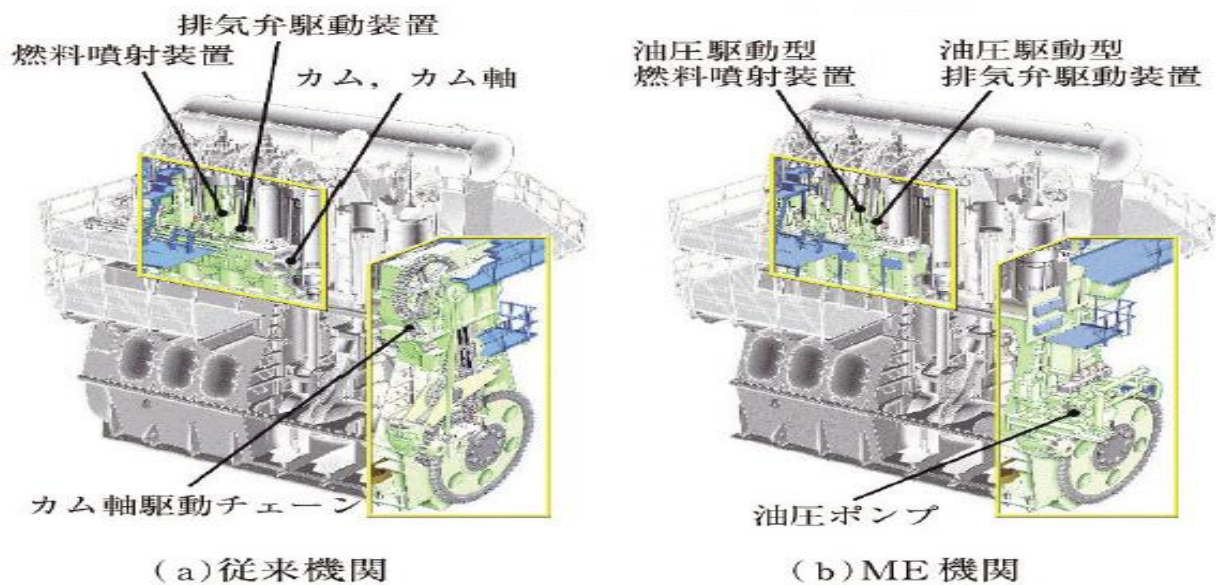


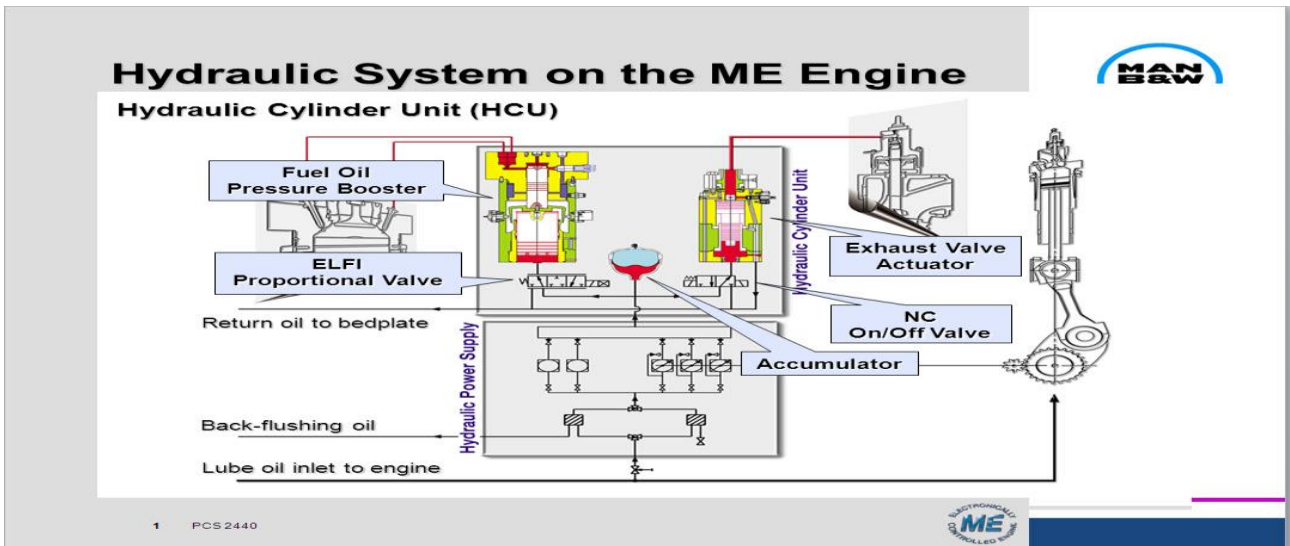
図1 従来機関との比較

Fig. 1 Comparison between ME engine and conventional engine

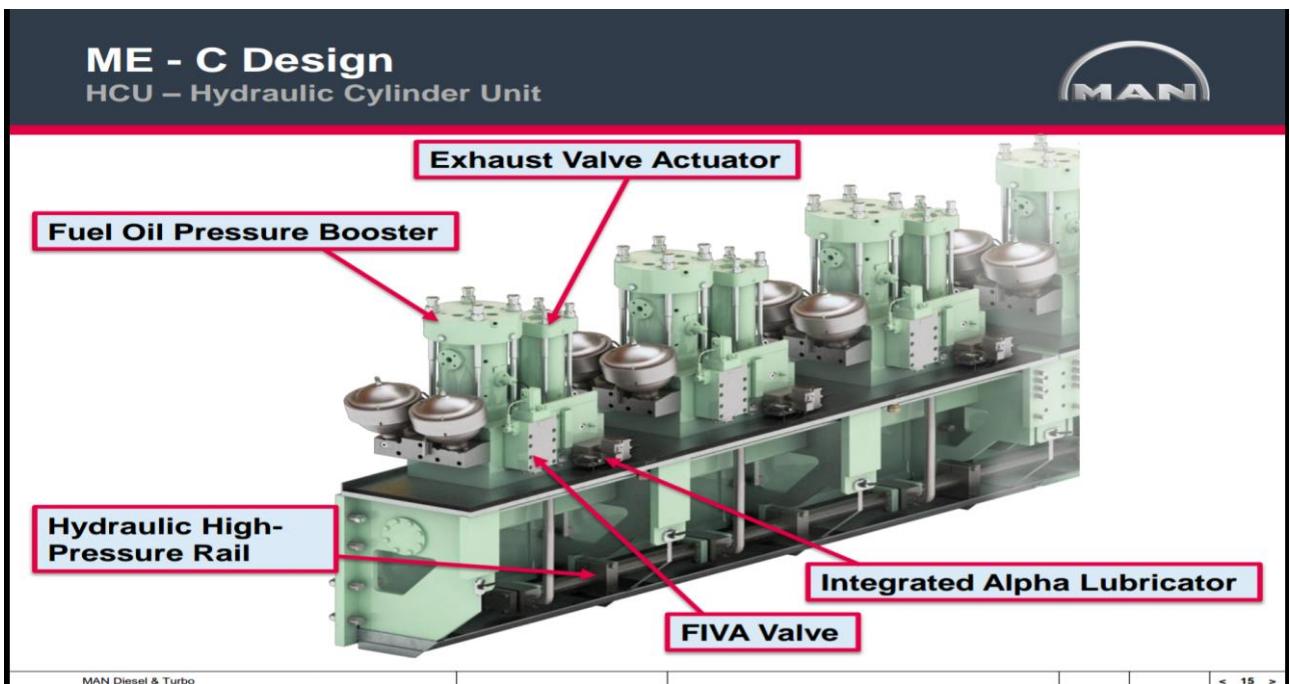
Σχήμα 3.5.1: Αντικατάσταση εξαρτημάτων μεταξύ συμβατικής μηχανής MC και ηλεκτρονικής μηχανής ME.

3.6 Υδραυλική μονάδα κυλίνδρου

Το νέο ηλεκτροϋδραυλικό σύστημα ελέγχου του κινητήρα ME περιλαμβάνει την HCU (Hydraulic Control Unit): Υδραυλική μονάδα κυλίνδρου συμπεριλαμβανομένης της βαλβίδας FIVA για την έγχυση του καυσίμου και ο ηλεκτρονικός ελεγχόμενος ενεργοποιητής βαλβίδας alpha lubricator. Από την μονάδα παροχής υδραυλικής ισχύος, το υδραυλικό λάδι τροφοδοτείται μέσω από τις σωληνώσεις διπλού τοιχώματος και καταλήγει στις υδραυλικές μονάδες κυλίνδρου. Υπάρχει μια υδραυλική μονάδα ανά κύλινδρο, η οποία αποτελείται από ενισχυτές πίεσης, την βαλβίδα εξαγωγής, τους καυστήρες και την βαλβίδα ενεργοποίησης (FIVA), την βαλβίδα ελέγχου, την ηλεκτρονική βαλβίδα ψεκασμού καυσίμου (ELFI) και μια ηλεκτρονική βαλβίδα ενεργοποίησης (ELVA) βαλβίδων ελέγχου.



Σχήμα 3.6.1

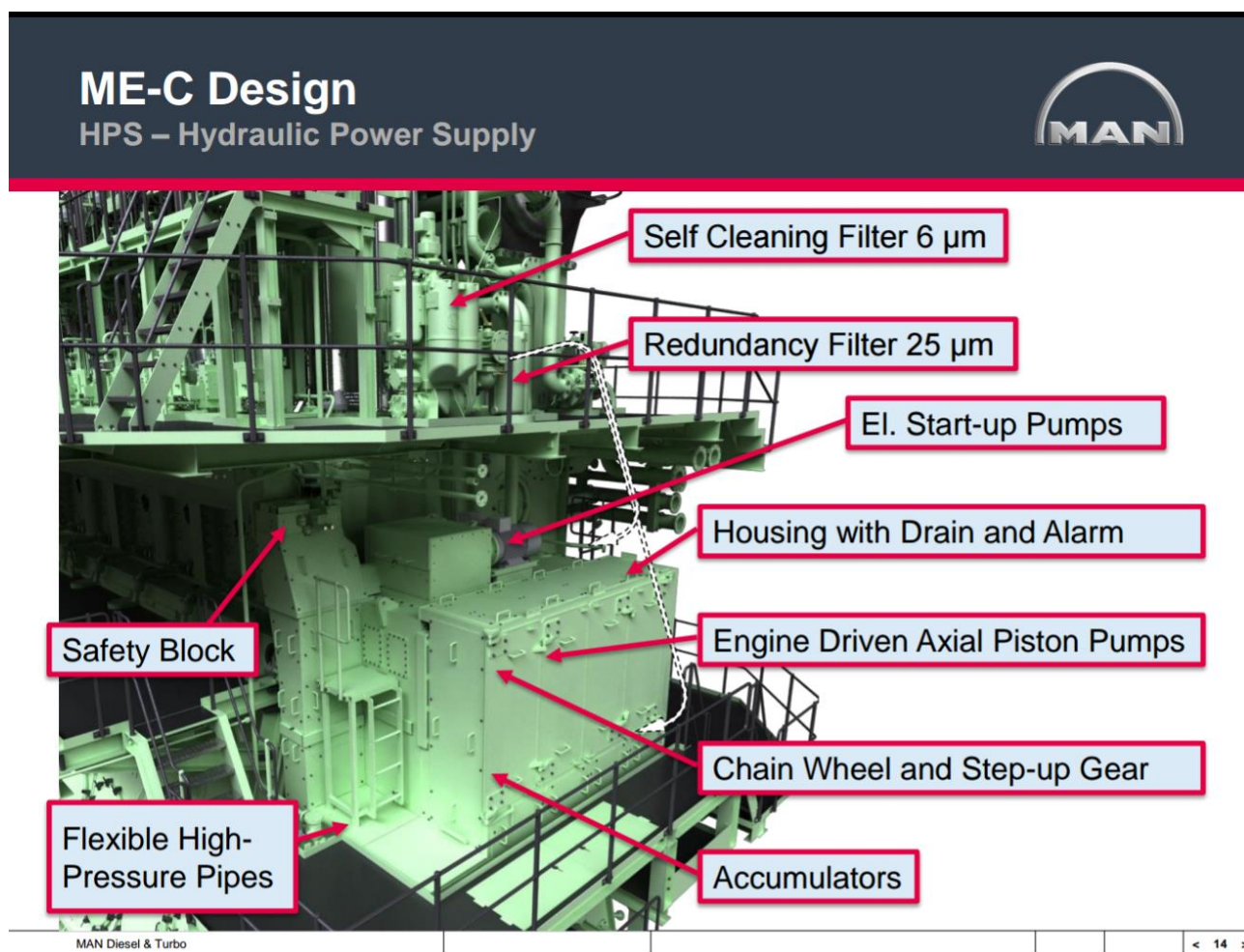


Σχήμα 3.6.2

Σχήμα 3.6.1,2: Σχηματική διάταξη υδραυλικής μονάδας των κυλίνδρων για την έγχυση πετρελαίου και την ενεργοποίηση της βαλβίδας καθώς και η διαδρομή του ελαίου .

3.7 Υδραυλική μονάδα παροχής ισχύος

HPS: υδραυλική μονάδα παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. μονάδα ελέγχου καλείται η πλήρη μονάδα και όλο το σύστημα. Αποτελείται από επενεργητές, αλυσίδα μετάδοσης κίνησης συνδεδεμένη με το στροφαλοφόρο και το γρανάζι όπου συνδέεται με τον άξονα της μονάδας και περιστρέφει τα έμβολα για την συμπίεση του λαδιού. Επίσης, υπάρχουν τοποθετημένα αλάρμ και δίκτυο εξυδάτωσης. Μια ηλεκτροκίνητη αντλία για τη μονάδα και τα φίλτρα με διατομή 25 μικρά και έπειτα τα αυτοκαθαριζόμενα φίλτρα με διατομή 6 μικρά. Τέλος, οι ελαστικές σωλήνες υψηλής πίεσης για τη μεταφορά του ελαίου αποτελούν τα εξαρτήματα για την παραγωγή και διανομή του λαδιού με μεγάλη πίεση .

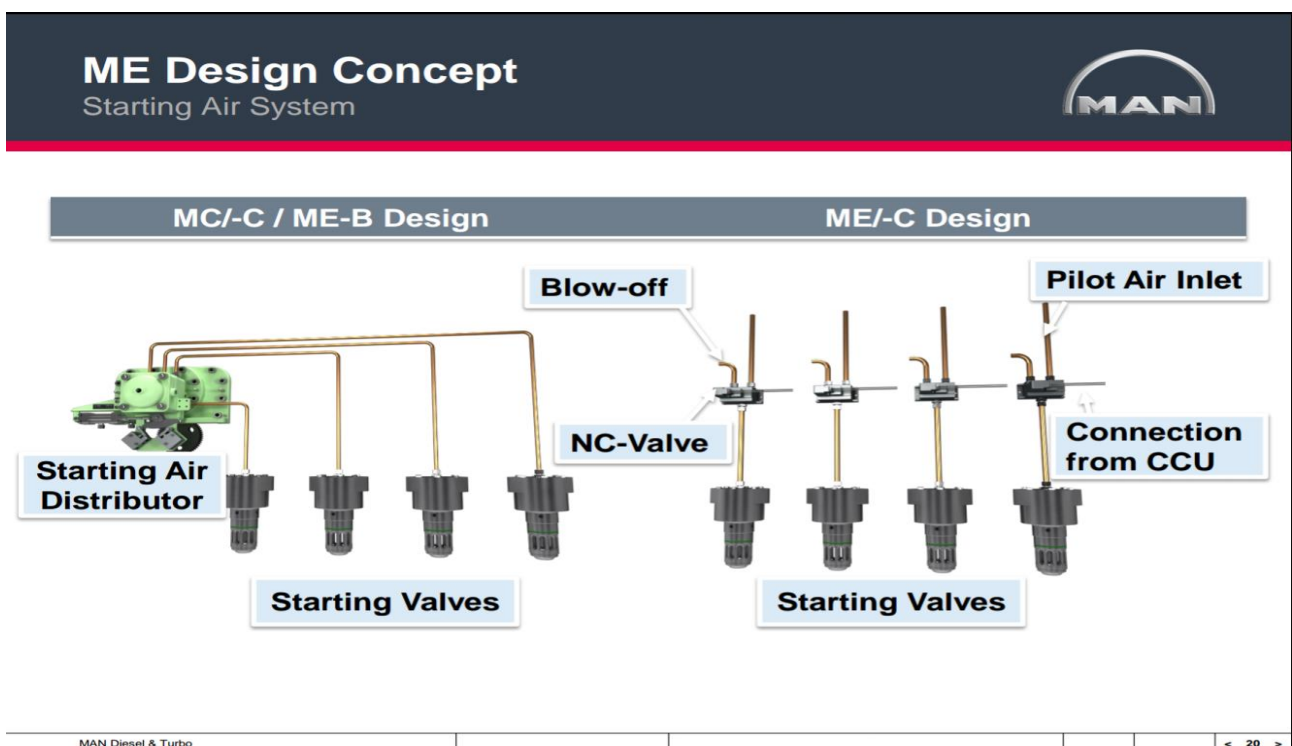


Σχήμα 3.7.1: Απεικόνιση της εγκατάστασής για την υδραυλική παροχή ισχύος

3.8 Σύστημα αέρα προεκκίνησης

Το σύστημα εκκίνησης αέρα είναι παρόμοιο με εκείνο σε ένα συμβατικό κινητήρα. Δεν υπάρχει ανάγκη για μηχανικά μέρη οδηγήσεως στον διανομέα για να ανοίξει τις βαλβίδες προεκκίνησης στη σωστή ώρα. Αντί για ένα εκκεντροφόρο, οδηγείται αντιστρέφοντας τους διανομείς του αέρα

προεκκινήσεως, κάθε βαλβίδα εκκίνησης αέρα ανοίγει στο σωστό χρόνο με τους αισθητήρες του κινητήρα, στέλνει ένα σήμα σε μια σωληνοειδές βαλβίδα όπου ελέγχεται η NC (κανονικά κλειστή) της βαλβίδας. Ο χρονισμός των βαλβίδων εκκίνησης αέρα θα ποικίλει ανάλογα με τον αριθμό των κυλίνδρων, αλλά θα είναι ανοικτή για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα για να επιτρέψει την επικάλυψη, έτσι ώστε μια βαλβίδα να ανοίγει προτού κλείσει η προηγούμενη βαλβίδα, επιτρέποντας να ξεκινήσει από οποιαδήποτε θέση ανάπαυσης. Το ονομαστικό άνοιγμα μπορεί να θεωρηθεί από 0° (δηλαδή ANΣ) και κλείνει στις 110° ATDC. Ο υπολογιστής ξέρει πότε να στείλει το μήνυμα, διότι λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τη θέση του στροφαλοφόρου από τους κωδικοποιητές γωνίας που μετρούν τη θέση του στροφαλοφόρου άξονα και τις στροφές του. Όταν ο κινητήρας έχει φτάσει την απαραίτητη ταχύτητα οι υπολογιστές κλείνουν τον αέρα για να εισαχθεί το καύσιμο. Ο αέρας προεκκίνησης ελέγχεται ηλεκτρονικά από on-off βαλβίδες διασκορπισμού και αντικατέστησε το μηχανικό τρόπο εκκίνησης του διανομέα αέρα. Η θέση του στροφαλοφόρου άξονα παρακολουθείται και μεταδίδεται στο σύστημα ελέγχου. Με τον έλεγχο των ηλεκτρονικών βαλβίδων σε σχέση με τη θέση του στροφαλοφόρου άξονα, το σύστημα ελέγχου του.



Σχήμα 3.8.1: Σύστημα διανομής αέρα στις MC-C & ME-B και στις ME-C

Η ευελιξία του συστήματος επιτυγχάνεται μέσω των διαφόρων τρόπων λειτουργίας, αυτά επιλέγονται αυτόματα, ανάλογα με τις συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας ή χειροκίνητα από το χειριστή για την κάλυψη συγκεκριμένων στόχων, όπως η χαμηλή κατανάλωση καυσίμου

πετρελαίου ή περιορισμένης εκπομπής καυσαερίων. Ο κύριος πίνακας λειτουργίας τοποθετείται στην αίθουσα ελέγχου του κινητήρα είναι η σύνδεση για τον μηχανικό και την κατάσταση λειτουργίας του κινητήρα. Το σύνολο επικοινωνεί με το σύστημα ελέγχου του κινητήρα και δίνει στο χειριστή μια συνολική εικόνα της κατάστασης του κινητήρα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού ή όταν παραμένει σε ακινησία. Η λίστα συναγερμών στον πίνακα παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες που βοηθά το μηχανικό στην ανίχνευση και την αντιμετώπιση τυχόν μη φυσιολογικών συνθηκών στο σύστημα ελέγχου ΜΕ. Οι μηχανικοί στη δουλειά τους, εξασφαλίζουν μεγάλη διάρκεια ζωής για τη μηχανή , με έλεγχο και δοκιμή και πάνω απ'όλα με τη γνώση, γνωρίζοντας την έννοια και τη λειτουργία της για κάθε μικρή λεπτομέρεια.

Κεφάλαιο 4^ο

Ηλεκτρονικές μηχανές με έγχυση καυσίμου φυσικού αερίου.

4.1 Εισαγωγή στις MAN ME-GI

Αυτό το κείμενο αφορά τις τελευταίες εξελίξεις στον τύπο ME-GI διπλού καυσίμου της MAN B&W. Η συζήτηση και το ενδιαφέρον για τη μείωση των εκπομπών CO₂, S και σωματιδίων έχουν αυξηθεί από τους πλοιοκτήτες και το ενδιαφέρον για τη διερεύνηση εναλλακτικών στο μέλλον. Το καύσιμο του κινητήρα ME-GI προσφέρει τη δυνατότητα αξιοποίησης μιας τέτοιας εναλλακτικής στους σύγχρονους κινητήρες και τα συναφή συστήματα τροφοδοσίας καυσίμου. Η έρευνα αγοράς δείχνει ότι, στο μέλλον, εφαρμογές αερίου μπορεί να εγκατασταθούν όχι μόνο για τα πλοία μεταφοράς LNG, αλλά και για τα RoRo και πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων δηλαδή όλα τα είδη πλοίων. Ως εκ τούτου, αυτό το κείμενο δεν είναι μόνο να περιγράψει τις λύσεις στο σύστημα παροχής συγκράτησης αερίων καυσίμων για πλοία μεταφοράς LNG, αλλά και για άλλες εφαρμογές στα πλοία. Τα διάφορα συστήματα τροφοδοσίας αερίου και τεχνολογίες που είναι διαθέσιμες στην αγορά, θα συζητηθούν στο παρόν κείμενο.

Η απόφαση για τα πλοία διπλούς τροφοδοτήσεως καυσίμου θα βασίζεται κατά κύριο λόγο στις προσδοκίες των ιδιοκτητών για τη μελλοντική ανάπτυξη σε κανονισμούς για την ασφάλεια του φυσικού αερίου και των καυσίμων και των κανονισμών ελέγχου των εκπομπών καυσαερίων. Η MAN Diesel έχει δείξει ότι οι μηχανές διπλού καυσίμου μπορεί να είναι κάτι περισσότερο από οικονομικά υγιής κινητήρες, είναι επίσης ασφαλείς αξιόπιστες και περιβαλλοντικά επιθυμητές.

Πέρα από το ζήτημα της αξιοπιστίας και της διαθεσιμότητας για ασφάλεια των τιμών είναι οι κύριες παράμετροι όπου οι πλοιοκτήτες και διαχειριστές επέλεξαν κινητήρια δύναμη για τα πλοία στο στόλο τους τη MAN Diesel όπου συνεργάζονται στενά με τους κατασκευαστές αεροσυμπιεστών του εφοδιασμού με αέριο, όπως Burekhardt συμπίεσης CRYOSTAR και Hamworthy.

Η απόφαση να επενδύσει σε πλοία διπλής τροφοδοτήσεως θα βασίζεται κατά κύριο λόγο στις προσδοκίες των ιδιοκτητών για τη μελλοντική εξέλιξη των τιμών του πετρελαίου και των άλλων καυσίμων, τους κανονισμούς ασφαλείας και τους κανονισμούς ελέγχου των εκπομπών.

Η MAN Diesel έχει δείξει ότι οι μηχανές διπλού καυσίμου μπορεί να είναι κάτι περισσότερο από οικονομικά υγιής - κινητήρες διπλού καυσίμου είναι επίσης ασφαλείς, αξιόπιστες και περιβαλλοντικά επιθυμητές, ως αποτέλεσμα της εμπειρίας που αποκτήθηκε μέσα από πολλά χρόνια από δίχρονους κινητήρες Diesel για τη θαλάσσια αγορά για την ενιαία και καθώς και για τα σκάφη διπλής έλικας σε όλους τους τύπους των εμπορικών εφαρμογών.

Πέρα από το ζήτημα της τιμής, της ασφάλειας, της αξιοπιστίας και της διαθεσιμότητας είναι οι κύριες παράμετροι όπου οι πλοιοκτήτες και διαχειριστές επέλεξαν κινητήρια δύναμη για τα πλοία στο στόλο τους.

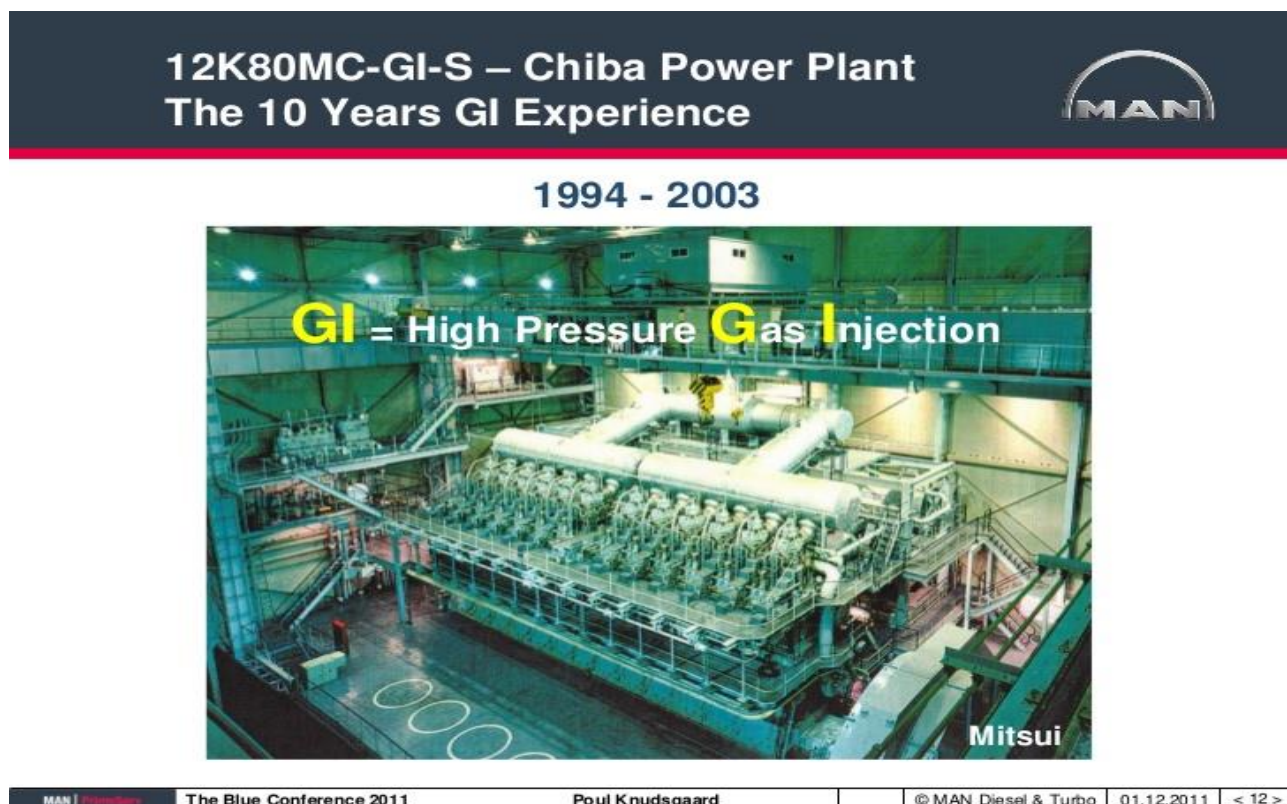
Ως εκ τούτου, η MAN Diesel συνεργάζεται στενά με τους κατασκευαστές εφοδιασμού με αέριο, όπως Burekhardt , CRYOSTAR και Hamworthy.

4.2 Εφαρμογές για το υγροποιημένο φυσικό αέριο στις ME-GI

Η ME οικογένεια κινητήρων των MC έχει στην αγορά τις μηχανές από το 1982. Αυτές έχουν υπηρετήσει για σχεδόν κάθε θαλάσσια απαίτηση για πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, VLCCs , ULCCs , δεξαμενόπλοια, πλοία μεταφοράς φορτίου χύδην και γενικών φορτηγά πλοία.

Οι λόγοι για την επιλογή των δίχρονων MC/ME κινητήρων είναι πολλές: Υψηλή θερμική απόδοση, την αξιοπιστία, τη διαθεσιμότητα, την ασφάλεια, καθώς και το γεγονός ότι είναι μια απλή και ισχυρή λύση.

Οι MC / ME κινητήρες είναι ένα καλά δοκιμασμένο προϊόν στη βιομηχανία .Το GI (Έγχυση Αερίου) είναι μια λύση που αναπτύχθηκε παράλληλα και τελείωσε για δοκιμή στις αρχές του 1990 . Το 1994, η πρώτη μηχανή GI, το μοντέλο 12K80MC-GI-S , τέθηκε σε λειτουργία μια μονάδα παραγωγής ενέργειας στο Chiba , Τόκιο, Ιαπωνία.



Σχήμα 4.2.1: Η πρώτη δίχρονη μηχανή της MAN με έγχυση φυσικού αερίου, το μοντέλο 12K80MC-GI-S

Την ίδια στιγμή, το 1994, όλοι οι μεγάλοι νηογνώμονες ενέκριναν την έννοια G1 για σταθερές και θαλάσσιες εφαρμογές.

Τεχνικά, υπάρχει μόνο μικρή διαφορά μεταξύ των κινητήρων και των καυσίμων πετρελαίου-φυσικού αερίου, αλλά η μηχανή G1 παρέχει μια βέλτιστη ευκαμψία καυσίμου.

Η γραμμή παροχής αερίου έχει σχεδιαστεί με αεριζόμενες σωληνώσεις διπλού τοιχώματος και αισθητήρες HC για το κλείσιμο της ασφάλειας.

Για τον έλεγχο του κινητήρα του φυσικού αερίου, το σύστημα ελέγχου και ασφάλειας G1 είναι ένα σύστημα με καλά αποδεδειγμένο σύστημα ελέγχου.

Το πλήρες σύστημα ελέγχου αερίου έχει αναπτυχθεί σε στενή συνεργασία με Burckhardt Compressor AG και Kongsberg.

Εκτός από τα συστήματα αυτά στον κινητήρα, ο κινητήρας και τα βοηθητικά θα περιλαμβάνουν κάποιες νέες μονάδες. Οι πιο σημαντικές από αυτές, εκτός από αυτός του συστήματος παροχής αερίου, παρατίθενται παρακάτω.

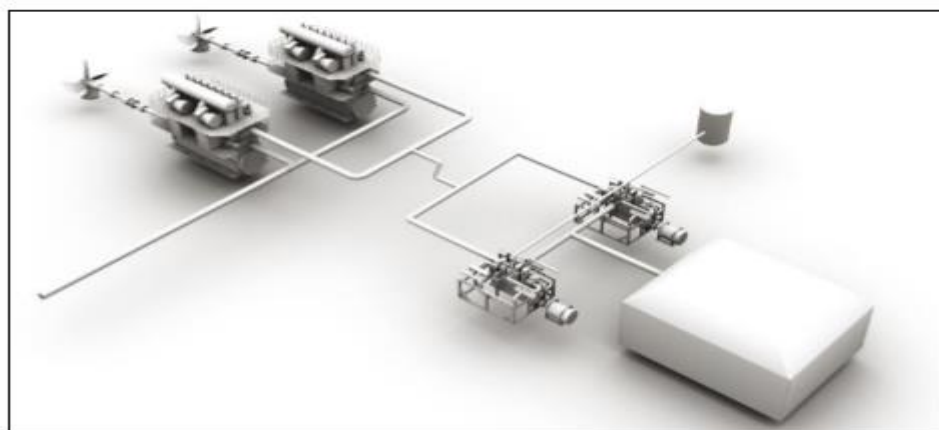


Fig. 1: ME-GI engine with gas compressor supply system

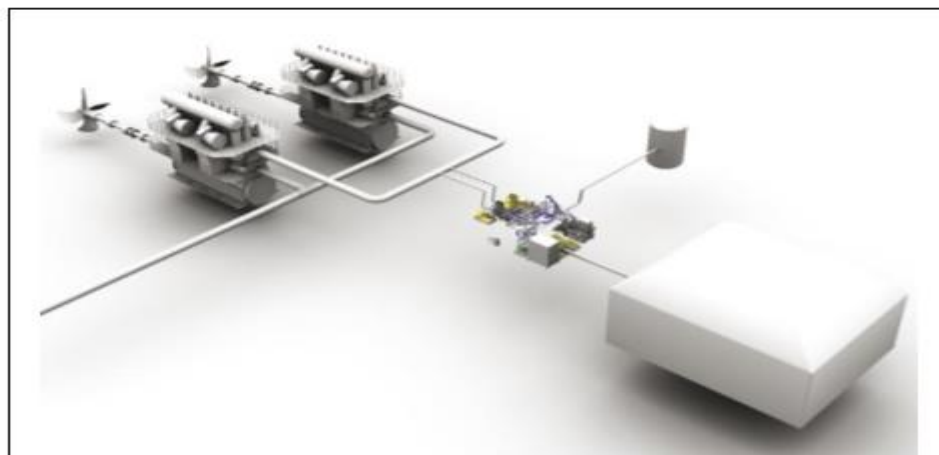


Fig. 2: ME-GI engine with LNG pump supply system (reliquefaction unit not shown)

Σχήμα 4.2.2: Στο σχήμα 1, η εγκατάσταση παροχής αερίου προς τη μηχανή με συμπιεστή και στο σχήμα 2, εγκατάσταση με σύστημα αντλιών παροχής φυσικού αερίου.

Οι νέες μονάδες είναι:

- Σύστημα αερισμού για τον εξαερισμό του χώρου μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού. σωλήνα της σωλήνωσης διπλού τοιχώματος.
- Σφράγιση στο σύστημα πετρελαίου κατά την παράδοση του πετρελαίου, σφράγιση με τις βαλβίδες αερίου διαχωρισμού πετρελαίου ελέγχου και φυσικού αερίου
- Σύστημα αδρανούς αερίου το οποίο δίνει τη δυνατότητα καθαρισμού του συστήματος φυσικού αερίου στον κινητήρα με αδρανές αέριο.

Το σύστημα GI περιλαμβάνει επίσης:

- Έλεγχος και σύστημα ασφαλείας, το οποίο περιλαμβάνει ένα αναλυτή υδρογονανθράκων για τον έλεγχο του περιεχομένου υδρογονανθράκων του αέρα στους σωλήνες αερίου διπλού τοιχώματος.
- Το σύστημα ελέγχου και ασφάλειας GI έχει σχεδιαστεί για να "αποτύχει σε ασφαλή κατάσταση». Όλος ο εντοπισμός βλαβών κατά τη λειτουργία του φυσικού αερίου , συμπεριλαμβανομένου αποτυχιές του ίδιου του συστήματος ελέγχου, θα οδηγήσει σε μια στάση αερίου καυσίμου / Shut-Down, και να αλλάξει τη λειτουργία του καυσίμου σε πετρέλαιο . Blow-out και εξαέρωση των αγωγών αερίου υψηλής πίεσης και το πλήρες σύστημα παροχής αερίου ακολουθεί.
- Η λειτουργία του πετρελαίου γίνεται πάντα χωρίς καμία απώλεια ισχύος του κινητήρα.
- Το αέριο υψηλής πίεσης από την παροχή αερίου ρέει μέσω του κύριου αγωγού μέσω του στενού και εύκαμπτοι σωλήνες υποκατάστημα στο σύστημα μπλοκ βαλβίδων αερίου κάθε κυλίνδρου και συσσωρευτών.

Αυτοί οι σωλήνες εκτελούν δύο σημαντικά καθήκοντα:

- Χωρίζουν κάθε μονάδα κυλίνδρου από τους υπόλοιπους από την άποψη της δυναμικής του φυσικού αερίου, χρησιμοποιώντας την καλά αποδεδειγμένη σχεδιαστική φιλοσοφία του συστήματος καυσίμου πετρελαίου του κινητήρα ΜΕ.
- Ενεργούν ως εύκαμπτες συνδέσεις μεταξύ του άκαμπτου κεντρικού συστήματος σωληνώσεων και τη δομή του κινητήρα, διασφαλίζοντας με επιπλέον πιέσεις στην κύρια και υπό σωλήνες που προκλήθηκαν από τις αναπόφευκτες διαφορές στην θερμική διαστολή του συστήματος αγωγού φυσικού αερίου και τη δομή του κινητήρα.

Η δεξαμενή, που περιέχει περίπου 20 φορές το ποσό ψεκασμού ανά διαδρομή στις MCR, εκτελεί επίσης δύο σημαντικά καθήκοντα:

Προμηθεύει την ποσότητα του φυσικού αερίου για τον ψεκασμό σε μια μικρή, αλλά προκαθορισμένη, πτώση της πίεσης.

Αποτελεί ένα σημαντικό μέρος του συστήματος ασφαλείας.

Δεδομένου ότι οι σωληνώσεις παροχής αερίου είναι σχεδιασμός κοινού αυλού, η βαλβίδα έγχυσης αερίου πρέπει να ελέγχεται από ένα βοηθητικό σύστημα ελέγχου λαδιού. Αυτό, κατ' αρχήν, συνίσταται από το σύστημα με υδραυλικό έλεγχο του πετρελαίου και την (ηλεκτρονική έγχυση αερίου) ELGI βαλβίδα, παρέχοντας έλαιο ελέγχου υψηλής πίεσης προς την βαλβίδα έγχυσης αερίου, ελέγχοντας έτσι το χρόνο και το άνοιγμα της βαλβίδας αερίου.

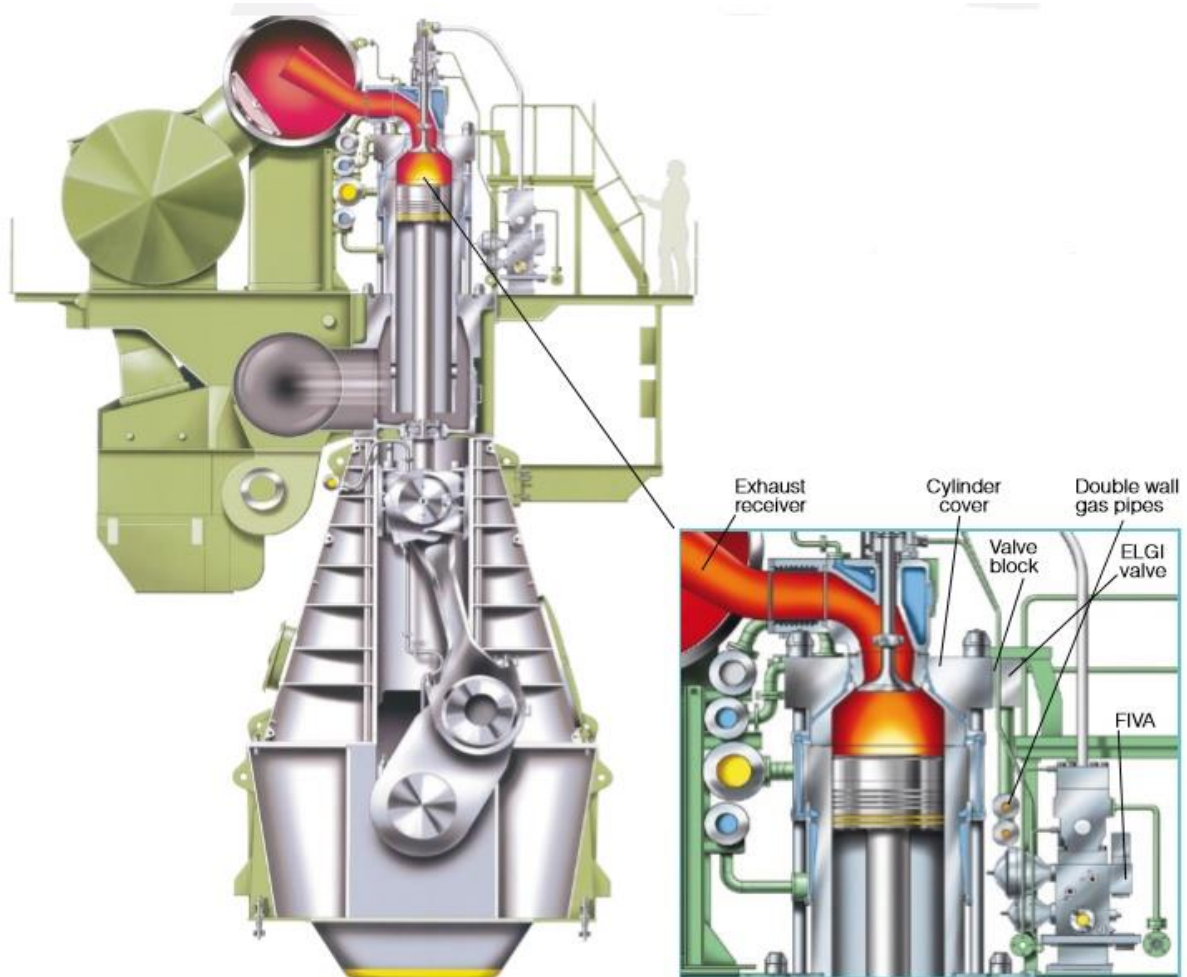


Fig. 3: Components to be modified: ME-GI compared to an ME engine

Σχήμα 4.2.3: Τροποποιημένα μέρη για την έγχυση αερίου στη ME-GI σύμφωνα με την κατασκευή της ME

4.3 Σύστημα ψεκασμού φυσικού αερίου στις ME-GI

Η διπλή λειτουργία καύσιμου απαιτεί την έγχυση και των δύο πιλοτικών πετρελαίου και αερίου καυσίμων στο θάλαμο καύσης.

Διαφορετικοί τύποι βαλβίδων που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό. Δύο είναι εξοπλισμένα για έγχυση αερίου και δύο για το βοηθητικό μέσο πιλοτικά fuel. Αυτό που απαιτείται τόσο για τη λειτουργία των καυσίμων και του φυσικού αερίου, έχει ως εξής:

- Προμήθεια φυσικού αερίου υψηλής πίεσης.
- Προμήθεια πετρελαίου εσωτερικής καύσης (πιλοτικά πετρελαίου).

- Προμήθειας πετρελαίου ελέγχου για την ενεργοποίηση των βαλβίδων έγχυσης του αερίου.
- Σφράγιση του εφοδιασμού με πετρέλαιο.

Αυτή η βαλβίδα είναι σύμφωνη με τις παραδοσιακές αρχές σχεδιασμού του συμπαγούς σχεδιασμού. Φυσικό αέριο εισάγεται στη βαλβίδα έγχυσης αερίου μέσω οπών στο κάλυμμα του κυλίνδρου. Για να αποφευχθεί η διαρροή αερίου μεταξύ του της βαλβίδας έγχυσης αερίου κάλυμμα κυλίνδρου και το περίβλημα οδηγού βαλβίδας άξονα, δακτύλιοι στεγανοποίησης από θερμοκρασία και ανθεκτικό υλικό του αερίου έχουν εγκατασταθεί. Οποιαδήποτε διαρροή αερίου μέσω των δακτυλίων στεγανοποίησης αερίου θα οδηγηθεί μέσω οπών στη βαλβίδα έγχυσης αερίου στο χώρο μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού σωλήνα θωράκισης του συστήματος σωληνώσεων αερίου διπλού τοιχώματος. Αυτή η διαρροή θα ανιχνευθεί από τον HC αισθητήρα.

Το αέριο δρα συνεχώς στον άξονα της βαλβίδας σε μια μέγιστη πίεση περίπου 250 bar. Για να αποτραπεί το αέριο από την είσοδο του συστήματος ενεργοποίησης λάδι ελέγχου μέσω της εκκαθάρισης γύρω από τον άξονα, ο άξονας να σφραγίζεται από τη σφράγιση ελαίου σε μια πίεση μεγαλύτερη από την πίεση του αερίου (25-50 bar. Υψηλότερο).

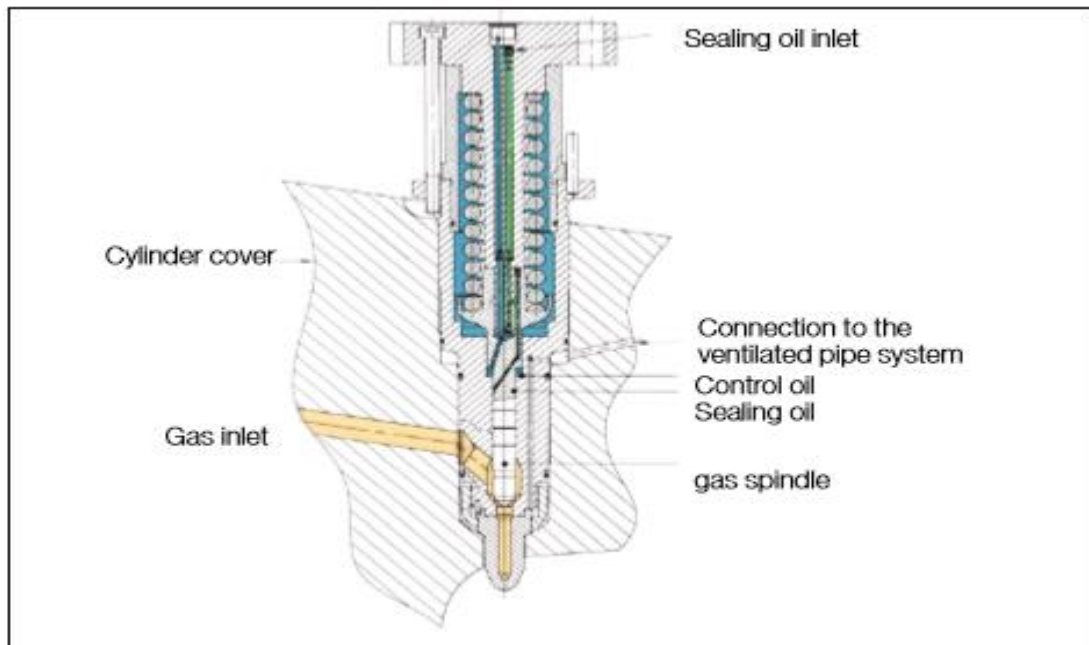
Η πιλοτική βαλβίδα πετρελαίου είναι ένα πρότυπο βαλβίδας ME καύσιμου πετρελαίου χωρίς αλλαγές, εκτός από το ακροφύσιο. Η πίεση καυσίμου πετρελαίου παρακολουθείται συνεχώς από το σύστημα ασφαλείας GI με σκοπό τον εντοπισμό τυχόν δυσλειτουργία της βαλβίδας.

Ο σχεδιασμός της βαλβίδας πετρελαίου επιτρέπει τη λειτουργία αποκλειστικά στο πετρέλαιο μέχρι MCR. Ο κινητήρας του φυσικού αερίου μπορεί να τρέξει στο πετρέλαιο υπό φορτίο 100% ανά πάσα στιγμή, χωρίς να σταματήσει ο κινητήρας.

Για παρατεταμένη λειτουργία σε πετρέλαιο, συνιστάται να αλλάξει τα ακροφύσια και να αποκτήσουν μια αύξηση στην απόδοση της τάξης του 1%, όταν λειτουργεί σε πλήρες φορτίο του κινητήρα.

Όπως μπορεί να φανεί στο σχήμα 5 (σύστημα Gas Injection), το σύστημα ψεκασμού ME-GI αποτελείται από δύο βαλβίδες fuel , δύο βαλβίδες καυσίμου αερίου, ELGI για το άνοιγμα και το κλείσιμο των βαλβίδων καυσίμου αερίου και ένα FIVA (ενεργοποιητή βαλβίδας έγχυσης καυσίμου) βαλβίδα για τον έλεγχο - μέσω της βαλβίδας καυσίμων – ψεκασμού πετρελαίου. Επιπλέον, αποτελείται από τη συμβατική πίεση πετρελαίου, η οποία προμηθεύει πιλοτικό πετρέλαιο σε κατάσταση διπλής λειτουργίας καυσίμου.

Η πίεση πετρελαίου είναι εξοπλισμένη με έναν αισθητήρα πίεσης για τη μέτρηση της πιλοτικής πίεσης του λαδιού στην πλευρά υψηλής πίεσης. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, αυτός ο αισθητήρας παρακολουθεί τη λειτουργία της βαλβίδας πετρελαίου . Εάν βρεθεί οποιαδήποτε απόκλιση από μια κανονική έγχυση, το σύστημα ασφαλείας GI δεν θα επιτρέψει το άνοιγμα για το πετρέλαιο ελέγχου μέσω της βαλβίδας ELGI. Στην περίπτωση αυτή δεν θα γίνει έγχυση αερίου.



- Fig. 4: Gas injection valve – ME-GI engine

Σχήμα 4.3.1: Ο σχεδιασμός του καυστήρα έγχυσης αερίου με τα μέρη του δείχνεται στην εικόνα .

Υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, όπου δεν έχει βρεθεί καμία δυσλειτουργία της βαλβίδας πετρελαίου, η βαλβίδα καυσίμου αερίου ανοίγει στη σωστή γωνιακή θέση στροφάλου, και εγχέεται το αέριο. Το αέριο παρέχεται απευθείας σε μια συνεχή καύση. Κατά συνέπεια, ο κίνδυνος που έχει για τα άκαυστα αέρια τελικά θεωρείται ότι είναι πολύ χαμηλή. Παρακολούθηση των πιέσεων δέκτη αέρα και την κατάσταση καύσης έναντι μιας τέτοιας κατάστασης. Σε περίπτωση πολύ υψηλής πίεσης καύσης, ο τρόπος αερίου σταματά και ο κινητήρας επιστρέφει στην καύση μόνο πετρελαίου. Η ροή του αερίου σε κάθε κύλινδρο κατά την διάρκεια ενός κύκλου θα πρέπει να ανιχνεύεται με μέτρηση της πτώσης πίεσης στον συσσωρευτή. Με το σύστημα αυτό, κάθε μη φυσιολογική ροή του αερίου, που οφείλεται είτε σε καταστρεμμένες βαλβίδες έγχυσης αερίου ή μπλοκαρισμένες βαλβίδες αερίου, θα πρέπει να ανιχνεύεται αμέσως. Η παροχή αερίου θα πρέπει να διακόπτεται και οι γραμμές αερίου να καθαρίζεται με αδρανές αέριο. Επίσης σε αυτή την περίπτωση, ο κινητήρας θα συνεχίσει να λειτουργεί μόνο με πετρέλαιο, χωρίς καμία απώλεια ισχύος.

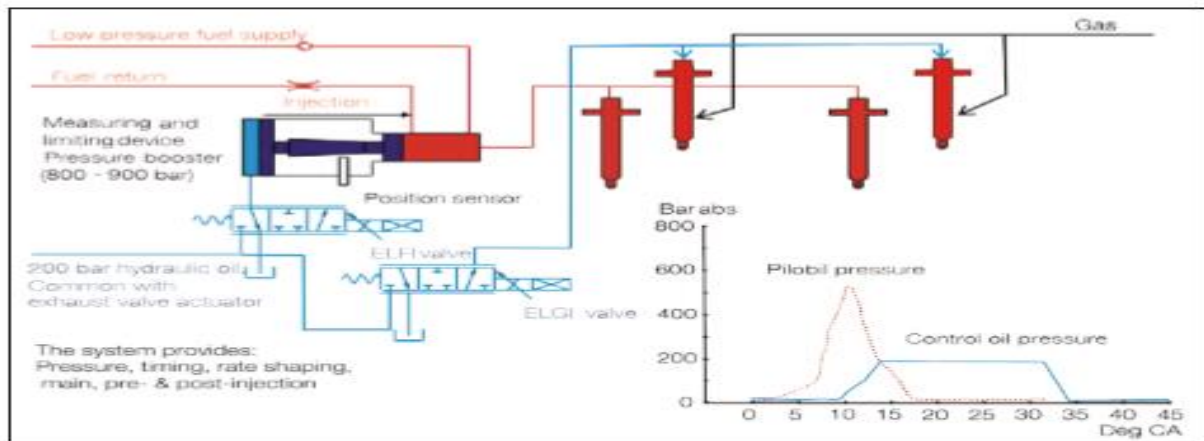


Fig. 5: ME-GI injection system

Σχήμα 4.3.2: Σύστημα έγχυσης καυσίμου στην ME-GI.

4.4 Υψηλή πίεση καυσίμου και σχεδίαση διπλού τοιχώματος των σωληνώσεων.

Μια σταθερή πίεση στο σύστημα παροχής αερίου πρόκειται να τοποθετηθεί για τη διανομή του φυσικού αερίου υψηλής πίεσης σε κάθε μπλοκ βαλβίδων. Οι σωλήνες αερίου έχουν σχεδιαστεί με διπλά τοιχώματα, με τον εξωτερικό σωλήνα θωράκισης να έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να εμποδίζεται την εκροή αερίου στο μηχανοστάσιο σε περίπτωση ρήξης του σωλήνα αδρανούς αερίου.

Ο παρεμβαίνων χώρος, συμπεριλαμβανομένου και του χώρου γύρω από τις βαλβίδες, φλάντζες, κλπ, είναι εξοπλισμένος με ένα ξεχωριστό μηχανικό αερισμό με χωρητικότητα περίπου 30 αλλαγές αέρα ανά ώρα. Η πίεση στο παρεμβαίνοντα χώρο είναι μικρότερη από εκείνη του μηχανοστασίου με τους κινητήρες (απορροφητήρες) ανεμιστήρες να τοποθετούνται έξω από τους αγωγούς εξαερισμού. Ο αέρας εισαγωγής αερισμού λαμβάνεται από μια μη-επικίνδυνη περιοχή.

Οι σωλήνες αερίου διατάσσονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε ο αέρας να αναρροφάται εντός του συστήματος σωληνώσεων διπλού τοιχώματος γύρω από την είσοδο του σωλήνα, μέσα από τους σωλήνες διακλάδωσης στις μεμονωμένες ενότητες ελέγχου της βαλβίδας αερίου, μέσω των σωληνών τροφοδοσίας διακλάδωσης με τον κύριο αγωγό τροφοδοσίας και μέσω του ανεμιστήρα αναρρόφησης στην ατμόσφαιρα.

Ο αέρας εξαερισμού εξαντλείται σε μια πυρκαγιά. Το σύστημα σωληνώσεων διπλού τοιχώματος είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε κάθε τμήμα να αερίζεται. Όλοι οι αρμοί συνδέονται με σφραγίσματα σε ένα όγκο αερίου υψηλής πίεσης με αερισμό. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε διαρροή αερίου οδηγηθεί στο αεριζόμενο μέρος του συστήματος σωληνώσεων διπλού τοιχώματος ανιχνεύεται από τους αισθητήρες HC.

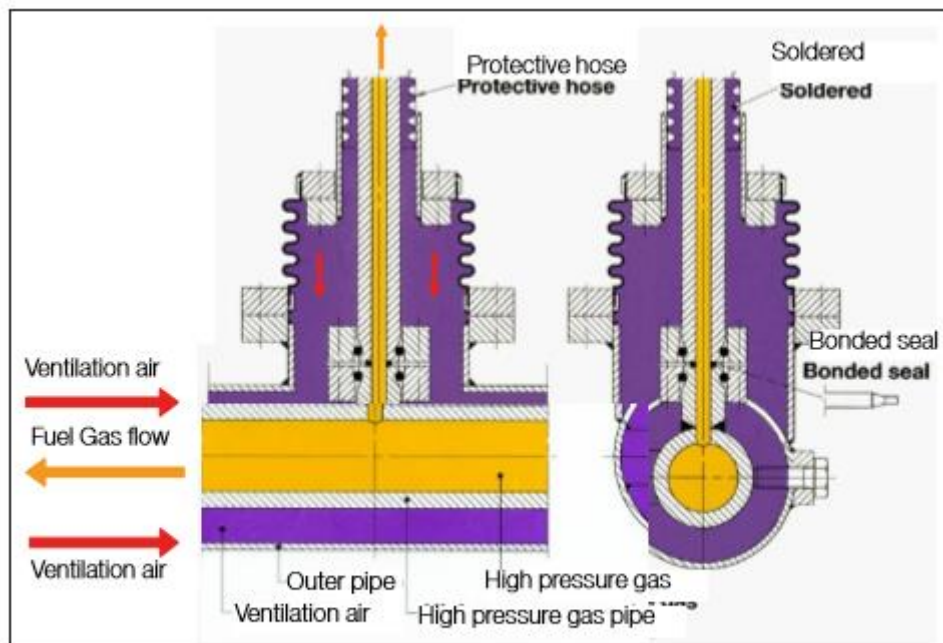


Fig. 6: Branching of gas piping system

Σχήμα 4.4.1: Σχεδιασμός των αγωγών φυσικού αερίου διπλού τοιχώματος υψηλής πίεσης .

Οι σωλήνες αερίου στον κινητήρα είναι σχεδιασμένες για 50% μεγαλύτερη πίεση από την κανονική πίεση λειτουργίας, και υποστηρίζονται έτσι ώστε να αποφεύγονται οι μηχανικές δονήσεις. Οι σωλήνες έχουν δοκιμαστεί υπό πίεση σε 1,5 φορές την πίεση εργασίας. Ο σχεδιασμός είναι για να είναι όλα-συγκολλημένα, όσο είναι εφικτό, χρησιμοποιώντας συνδέσεις φλάντζας μόνο στο βαθμό που απαιτείται για τη συντήρηση.

Ο κλάδος σωληνώσεων των μεμονωμένων κυλίνδρων έχει σχεδιαστεί με επαρκή ευελιξία για την αντιμετώπιση της θερμικής διαστολής της μηχανής από κρύο σε θερμή κατάσταση. Το σύστημα σωληνών αερίου είναι επίσης σχεδιασμένο έτσι ώστε να αποφεύγονται οι υπερβολικές διακυμάνσεις της πίεσης του αερίου κατά τη λειτουργία.

Για το σκοπό της κάθαρσης του συστήματος μετά τη χρήση του φυσικού αερίου, οι σωλήνες αερίου είναι συνδεδεμένοι με ένα σύστημα αδρανούς αερίου υπό πίεση 4-8 bar. Σε περίπτωση βλάβης του φυσικού αερίου, το σύστημα σωληνώσεων της υψηλής πίεσης αποσυμπιέζεται πριν τον αυτόματο καθαρισμό. Κατά τη διάρκεια μιας κανονικής διακοπής αερίου, ο αυτόματος καθαρισμός θα ξεκινήσει μετά από μία περίοδο έως και 30 λεπτά. Ο χρόνος είναι, συνεπώς, διαθέσιμο για μια γρήγορη επανεκκίνηση στη λειτουργία του φυσικού αερίου.

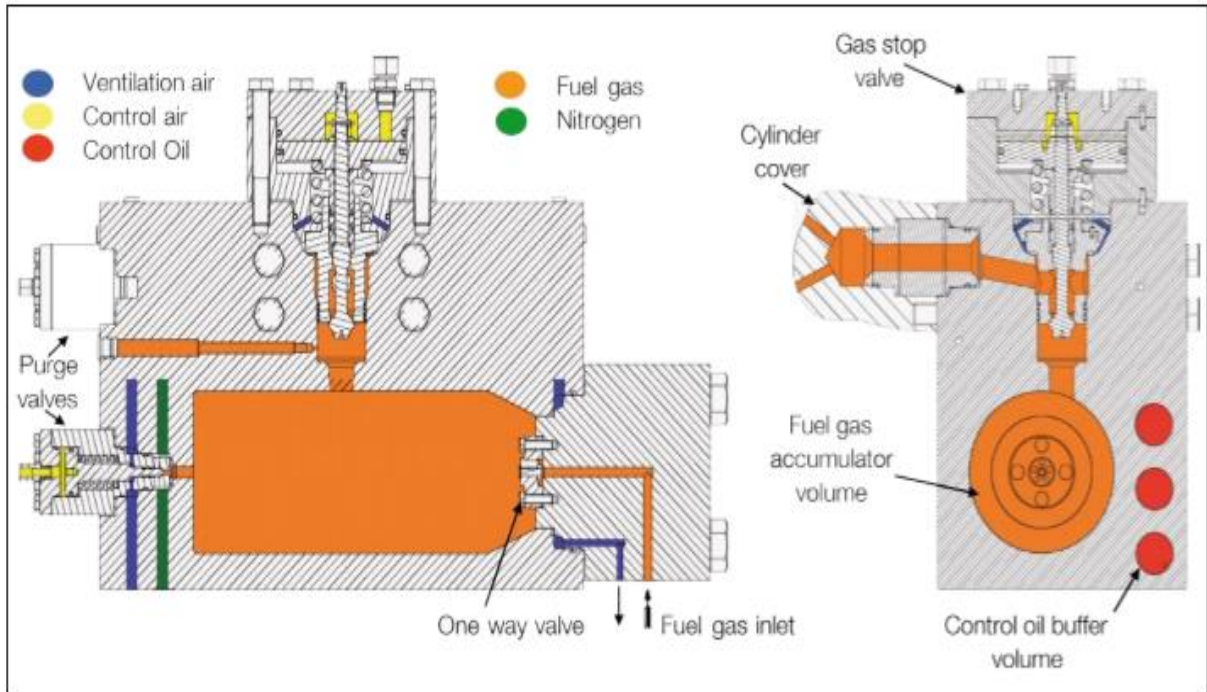
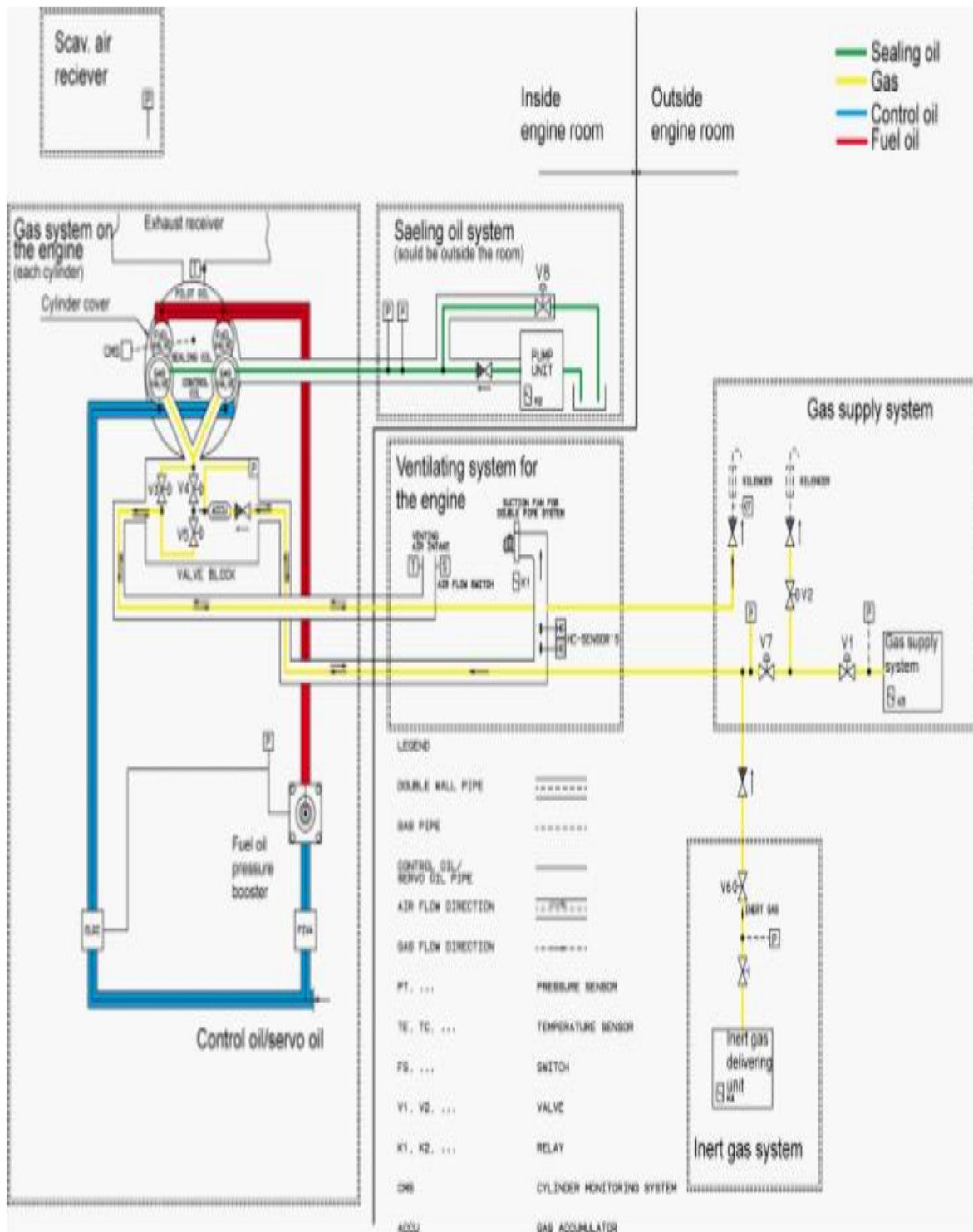


Fig. 7: Gas valve control block

Σχήμα 4.4.2: Βαλβίδα ελέγχου φυσικού αερίου

ME-GI System Complete in Schematic Form



Σχήμα 4.4.3: Σχηματική διάταξη ολοκληρωμένου συστήματος φυσικού αερίου για την έγχυση φυσικού αερίου της μηχανής MAN ME-GI.

Επίλογος – Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά των τριών ειδών προωστήριων μηχανών της MAN, την MC-C, την ME και ME-GI που χρησιμοποιούνται στα πλοία. Συγκεκριμένα παρουσιάστηκαν τα χαρακτηριστικά των δίχρονων ηλεκτρονικά ελεγχόμενων μηχανών με έγχυση πετρελαίου και με έγχυση διπλού καυσίμου.

Οι πλέον υποσχόμενες μηχανές για τα πλοία είναι οι μηχανές διπλού καυσίμου οι οποίες μπορεί να λειτουργούν είτε με αέριο είτε με υγρό. Οι συγκεκριμένες μηχανές έχουν βρεθεί πως μειώνουν σημαντικά τους αποβαλλόμενους ρύπους.

Οι μηχανές διπλού καυσίμου παρέχουν γενικά πολλά πλεονεκτήματα, τόσο στο πλήρωμα που χειρίζεται, όσο και στους ιδιοκτήτες. Καλύτερη καύση, μικρότερες θερμοκρασίες καυσαερίων και μικρότερες απώλειες NOx. Όταν οι συγκεκριμένες μηχανές λειτουργούν με αέριο δεν υπάρχουν δευτερεύουσες απώλειες αερίων και κατά συνέπεια δεν απαιτούν συστήματα καθαρισμού.

Βιβλιογραφία

1. <http://dieselturbo.man.euMainten>
2. Maintenance manual, K98ME Volume I
3. Maintenance manual, K98ME Volume II
4. MAN Diesel Introduction to the ME engine
5. http://www.eugenfound.edu.gr/appdata/documents/books_pdf/e_j00067.pdf
6. http://www.eugenfound.edu.gr/appdata/documents/books_pdf/e_j00071.pdf
7. ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ Α' Κλιάνης Λ.-Νικολός Ι.-Σιδέρης Ι. 2002
8. ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ Β' Κλιάνης Λ.- Νικολός Ι.- Σιδέρης Ι. 2003
9. http://www.eugenfound.edu.gr/appdata/documents/books_pdf/e_j00048.pdf
10. http://www.mandieselturbo.com/download/project_guides_tier2/printed/s80mec9.pdf
11. http://www.marinediesels.info/2_stroke_engine_parts/Other_info/electronic_engine.htm

Περιεχόμενα

Περίληψη	4
Abstract	5
Πρόλογος	6
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στις αργόστροφες πετρελαιομηχανές	7
1.1 Αργόστροφες μηχανές MAN B&W	7
1.2 Για τη σειρά MC	7
1.3 Για τη σειρά ME	8
Κεφάλαιο 2: Οι πετρελαιοκινητήρες MAN MC και ME	11
2.1 Ανάπτυξη της σειράς MC σε ME	11
2.2 Διαφορές ME-C από την MC	11
Κεφάλαιο 3: Ηλεκτρονικά ελεγχόμενες μηχανές MAN B&W ME	14
3.1 Εισαγωγή στις Ηλεκτρονικές Μηχανές ME	14
3.2 Υδραυλικό σύστημα	15
3.3 Σύστημα Έγχυσης Πετρελαίου	16
3.4 Ενεργοποίηση ανοίγματος βαλβίδας εξαγωγής	18
3.4.1 Αρχή λειτουργίας ενεργοποιητή βαλβίδας εξαγωγής	19
3.5 Αντικατάσταση κύριων εξαρτημάτων της ME	20
3.6 Υδραυλική μονάδα κυλίνδρου HCU	21
3.7 Υδραυλική μονάδα παροχής ισχύος	23
3.8 Σύστημα αέρα προεκκίνησης	23
Κεφάλαιο 4: Ηλεκτρονικές μηχανές με έγχυση καυσίμου φυσικού αερίου	26
4.1 Εισαγωγή στις MAN ME- GI	26
4.2 Εφαρμογές για το υγροποιημένο αέριο στις ME- GI	27
4.3 Σύστημα ψεκασμού LNG στις ME- GI	30
4.4 Υψηλή πίεση καυσίμου και σχεδίαση διπλού τοιχώματος των σωληνώσεων	33
Επίλογος - Συμπεράσματα	37
Βιβλιογραφία	38