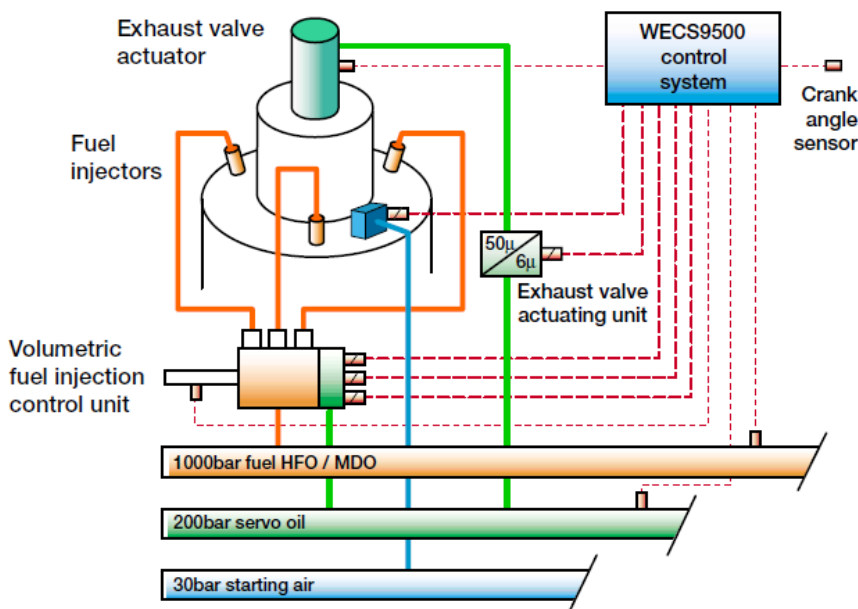




ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

2014
ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΕ DIESEL ΜΕΚ ΤΥΠΟΥ COMMON RAIL



Σπουδαστής:

Παναγιώτης Αναστασόπουλος

Επιβλέπων καθηγητής:

Ανέστης Τσορμπατζίδης

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

ΣΕ DIESEL ΜΕΚ ΤΥΠΟΥ COMMON RAIL

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ

ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΤΣΟΡΜΠΙΑΤΖΙΔΗΣ ΑΝΕΣΤΗΣ

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ, 2014

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

ΣΕ DIESEL ΜΕΚ ΤΥΠΟΥ COMMON RAIL

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

A.M: 4586

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ:

Ο καθηγητής

ΤΣΟΡΜΠΑΤΖΙΔΗΣ ΑΝΕΣΤΗΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο ηλεκτρονικά ελεγχόμενος ψεκασμός πετρελαίου αποτελεί ένα σημαντικό κεφάλαιο στο χώρο των Diesel MEK, που εξελίσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να παρουσιάσει απλά και με σαφήνεια την λειτουργία του πιο γνωστού συστήματος στον χώρο αυτό, το Σύστημα με Κοινό Συλλέκτη (Common Rail).

Η ανάγκη για μειωμένες εκπομπές καυσαερίων, μειωμένη κατανάλωση καυσίμου και ακόμα χαμηλότερα ποσοστά θορύβου αναγκάζουν τους κατασκευαστές ναυτικών diesel κινητήρων να βελτιώνουν συνεχώς τα συστήματα διαχείρισης. Για να καταφέρει ο κινητήρας να φτάσει σε αυτά τα επίπεδα λειτουργίας θα πρέπει το πετρέλαιο να ψεκάζεται με μεγάλη πίεση στο θάλαμο καύσης και η διασπορά του να είναι τόσο λεπτή ώστε η αυτανάφλεξη να επιτυγχάνεται στο μέγιστο δυνατό. Παράλληλα θα πρέπει το καύσιμο να μετριέται με μεγάλη ακρίβεια, η καμπύλη εκφόρτισης πρέπει να έχει συγκεκριμένη μορφή ενώ οι χρόνοι προψεκασμού και κυρίως ψεκασμού να είναι όσο το δυνατό πιο μεταβαλλόμενοι ανάλογα με τις ανάγκες του συστήματος. Το μοναδικό σύστημα ψεκασμού που μπορεί να ανταπεξέλθει σε όλες αυτές τις δυσκολίες είναι το Common Rail.

Η συγγραφή της παρούσας πτυχιακής εργασίας βασίστηκε στη Diesel MEK ναυτικού τύπου SULZER RT-Flex, η οποία θεωρείται από τις κορυφαίες στον ηλεκτρονικό έλεγχο ψεκασμού πετρελαίου.

Στα παρακάτω κεφάλαια περιλαμβάνονται θεωρητικές και πρακτικές αναλύσεις για τη λειτουργία του Common Rail και των επιμέρους συστημάτων του.

ABSTRACT

The electronically controlled diesel injection is an important chapter of Diesel ICE, which is rapidly growing in recent years. The purpose of this thesis is to present clearly and simply the function of most known system in this area, Injection System with Common Rail.

The necessity for reduced gas emissions, reduced fuel consumption and even lower noise levels are forcing manufacturers of marine diesel engines to improve the management systems. To achieve the engine reach these levels of operation, the fuel has to be sprayed at high pressure into the combustion chamber and the dispersion to be so thin that the ignition to achieve at the best possible. Alongside, the fuel should be measured with high accuracy, the combustion discharge curve must have a specific shape and the pre-injection and spraying times is mainly as far as possible to change according to needs of the system. The only injection system that can cope with these difficulties is the Common Rail.

The writing of this thesis was mainly based on Diesel ICE navy type, SULZER RT-Flex, which is considered one of the tops in electronic control diesel injection.

The following chapters include theoretical and practical study of how the Common Rail and its' sub-systems operate.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οφείλω θερμές ευχαριστίες στην Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας και ειδικότερα στη Σχολή Μηχανικών που μου έδωσε την ευκαιρία να αναπτύξω την ακαδημαϊκή μου κουλτούρα και μου προσέφερε απλόχερα τις γνώσεις, που διαθέτω, μέσω των καθηγητών της.

Επίσης, ευχαριστώ τον κύριο Τσορμπατζίδη Ανέστη, Επιστημονικό Συνεργάτη της Σχολής Μηχανικών της Α.Ε.Ν Μακεδονίας, για την ανάθεση της πτυχιακής αυτής εργασίας καθώς και για τις υποδείξεις, τη συνεχή παρακολούθηση, επίβλεψη, φροντίδα και διόρθωση ώστε να καταστεί εφικτή η παρούσα πτυχιακή εργασία. Η θέληση για προσφορά και η προθυμία του κυρίου Τσορμπατζίδη για καινοτόμες προτάσεις στη θεματολογία, στη διάρθρωση και στη συνολική εικόνα της εργασίας, ήταν καταλυτικής σημασίας για το τελικό αποτέλεσμα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους διδάσκοντες καθηγητές της σχολής μου, για την αγαστή συνεργασίας καθηγητή-σπουδαστή, την υπέρμετρη θέληση προσφοράς των γνώσεων τους όπως επίσης και τη συνεχή διαθεσιμότητά τους για υποστήριξη στη θεματολογία της διδακτικής και μη ύλης.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η έγχυση του καυσίμου είναι μία διεργασία η οποία πρέπει να χαρακτηρίζεται από μεγάλη ακρίβεια, καθώς το σύστημα έγχυσης οφείλει να ρυθμίζει επακριβώς την εγχεόμενη μάζα καυσίμου, τον χρόνο έναρξης και τη διάρκεια της έγχυσης.

Η έγχυση του καυσίμου μέσα στον θάλαμο καύσης της μηχανής πραγματοποιείται μέσω του εγχυτήρα, ο οποίος φέρει βελόνα και κατάλληλο ακροφύσιο με κατάλληλες οπές. Ο εγχυτήρας είναι το τελευταίο εξάρτημα στο σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, αφού παραλαμβάνει το καύσιμο με υψηλή πίεση από την αντλία έγχυσης. Ενδεικτικά να αναφέρουμε ότι σε σύγχρονους κινητήρες Diesel, η πίεση ξεπερνά τα 1000 bar.

Τα πλέον διαδεδομένα συστήματα έγχυσης του καυσίμου σε αργόστροφες δίχρονες μηχανές είναι το μηχανικό σύστημα και το σύστημα κοινού συλλέκτη (Common Rail System - CRS). Το σύστημα μηχανικής έγχυσης αποτελείται από αντλίες εγχύσεως καυσίμου υψηλής πίεσης θετικής εκτοπίσεως για κάθε κύλινδρο χωριστά. Σε αντίθεση με τα συστήματα μηχανικής έγχυσης, όπου ο χρονισμός της έγχυσης εξαρτάται από μηχανικές παραμέτρους (έκκεντρα και στροφές της μηχανής) και επομένως η μεταβολή του χρονισμού είναι πολύ περιορισμένη, στα συστήματα έγχυσης κοινού συλλέκτη ο χρονισμός ρυθμίζεται ηλεκτρονικά.

Έτσι, είναι εφικτή η μεταβολή των παραμέτρων του προφίλ έγχυσης, ώστε να επιτυγχάνεται βελτιωμένη απόδοση του κινητήρα σε όλο το εύρος λειτουργίας του, με ταυτόχρονη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων.

Κεφάλαιο 1^ο

Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ COMMON RAIL

Κεφάλαιο 1 - Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ COMMON RAIL

Η πρώτη μηχανή της WARTSILA - SULZER RTA-FLEX μπήκε σε λειτουργία το Σεπτέμβριο του 2001. Ήταν η εξακύλινδρη του τύπου 58T-B και εγκαταστάθηκε στο πλοίο χύμα φορτίου "GYPSUM CENTENNIAL". Άλλες μηχανές ακολούθησαν από τον Αύγουστο του 2003 και εγκαταστάθηκαν: σε ένα δεξαμενόπλοιο τύπου "AFRA- MAX" (6RT-FLEX 58T-B) σε ένα πλοίο ψυγείο (7RT-FLEX 60C) και σε ένα πλοίο πολλαπλών φορτίων (7RT-FLEX 60C).

Μετά το τέλος του Ιανουαρίου 2004, πάνω από 60 μηχανές RT-FLEX ήσαν σε λειτουργία ή υπό παραγγελία σε προνομιούχους κατασκευαστές και στο εργοστάσιο της WARTSILA της Τεργέστης της Ιταλίας, με μία συνολική ισχύ των 3,26 εκατ. KW. Μία σημαντική ένδειξη εμπιστοσύνης αποδίδεται, ανάμεσα από τον όγκο κατασκευής, στο δημοφιλή τύπο των 900 χιλ. διάμετρο κυλίνδρου με διάφορες παραγγελίες των 7, 8, 10 και 12 κυλίνδρων αντίστοιχα, από τις οποίες οι μεγαλύτερες ιπποδυνάμεις προορίζονται για τη πρόωση πολύ μεγάλων πλοίων εμπορευματοκιβωτίων.

Οι Κινέζοι κατασκευαστές μηχανών HUDONG HEAVY MACHINERY έχουν στενή συνεργασία με τους προνομιούχους κατασκευαστές μηχανών της Ιαπωνίας, της Νότιας Κορέας και της Κίνας με υποχρέωση να παραδίδουν μηχανές RT-FLEX.

Ένας σημαντικός λόγος επιλογής των ηλεκτρονικά ελεγχόμενων/κοινού συλλέκτη καυσίμου μηχανών (ELECTRONICALLY -CONTROLLED/COMMON RAIL) στηρίχτηκε στην ικανότητα λειτουργίας σε πολύ χαμηλές σταθερές στροφές, αναπτύσσοντας καλύτερο έλεγχο του πλοίου στα διαστήματα μανούβρας και κατά τις μακρές προσεγγίσεις στα λιμάνια και επίσης κατά τη διάρκεια πλόων στα ποτάμια ανάλογα με τον προορισμό και τις μεταφορικές υποχρεώσεις του πλοίου.

Άλλοι Κινέζοι προνομιούχοι κατασκευαστές μηχανών RT-FLEX είναι οι DALIAN MARINE DIESEL WORKS και οι YICHANGMARINE DIESEL ENGINE PLANT. Η DALIAN έχει προγραμματίσει τη κατασκευή τεσσάρων μηχανών 7RT-FLEX 58T (14,87 MW στις 105 στρ/1' για δεξαμενόπλοια παραγωγών τύπου "AFRAMAZ" των 100.000 DWT. για τους Δανούς πλοιοκτήτες TORM. Τα πλοία ναυπηγήθηκαν στις εγκαταστάσεις DALIAN NEW SHIPBUILDING. Σε προηγούμενες περιόδους είχαν παραδοθεί, από το 1999, σε διάφορους πλοιοκτήτες μία σειρά από 15 πλοία παρόμοιου τύπου δεξαμενόπλοια από τους ίδιους Κινέζους κατασκευαστές. Τα πλοία αυτά είναι εφοδιασμένα με μηχανές τύπου 7RTA 62U με παραδοσιακού τύπου σύστημα εκκεντροφόρου άξονα.

Μία άλλη έκφραση εμπιστοσύνης προς τη RT-FLEX μηχανή είναι της εταιρίας AP MOLLER-MAERSK GROUP με τη παραγγελία μηχανών του τύπου των 900 χιλ. διάμετρο κυλίνδρου με προορισμό να αποδώσουν ισχύ σε τέσσερα πλοία εμπορευματοκιβωτίων της τάξης των 3.700 TEU L-CLASS τα οποία παραδόθηκαν από τα Ναυπηγεία ODENSE STEEL SHIPYARD της Δανίας. Οι δικύλινδρες μηχανές RT-FLEX 96C οι οποίες κάθε μία αναπτύσσει ισχύ των 45,76 MW στις 102στρ/1 έχει ανατεθεί η κατασκευή τους στους προνομιούχους Νότιο-Κορεάτες κατασκευαστές HSD ENGINE CO.

Κεφάλαιο 2^ο

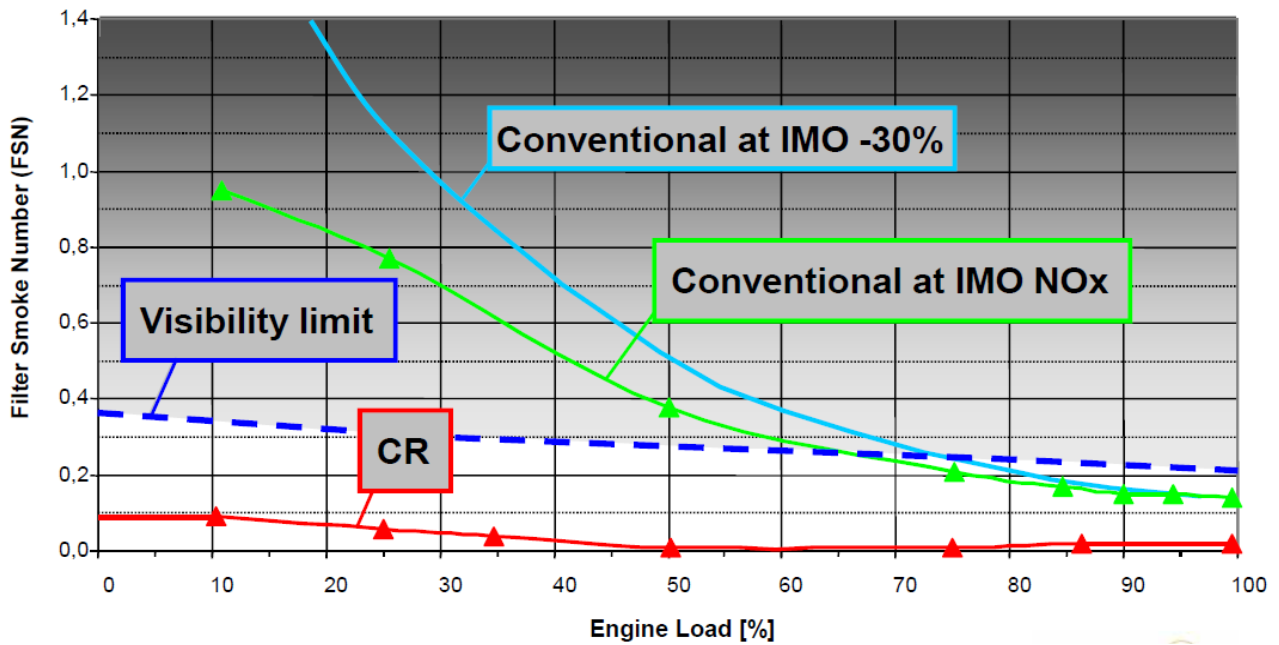
ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

COMMON RAIL

Κεφάλαιο 2 - ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ COMMON RAIL

Η δυναμική για τη παραπέρα ανάπτυξη των μηχανών SULZER RT-FLEX στηρίζεται στις παρακάτω σκέψεις:

- Ευελιξία στη παραπέρα εξέλιξη της κατανάλωσης καυσίμου και των χαμηλών εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NO_x).
- Ικανότητα προεκτάσεων και μετατροπών ώστε να ενσωματωθεί η απ' ευθείας έγχυση νερού με σκοπό τη μείωση των εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NO_x).
- Προσπάθεια να καταστεί η μηχανή αυτο-προσαρμοζόμενη με το σύστημα προσαρμογής ελέγχου ανατροφοδότησης (FEEDBACK) για μακρύτερα χρονικά διαστήματα συντήρησης και επιθεωρήσεων (TIME BEFORE OVERHAULING-TBO), διαφορετική ποιότητα καυσίμου, τη χρήση της ανεκμετάλλευτης θερμότητας (WASTE HEAT RECOVERY), την κατάσταση του περιβάλλοντος του μηχανοστασίου και τη συμμόρφωση με τους τοπικούς κανονισμούς σχετικά με τη ποιότητα των εκπομπών καυσαερίων.
- Να προστεθούν νέες λειτουργικές χαρακτηριστικές, απλά, με τον εκσυγχρονισμό του λογισμικού (SOFTWARE) προγράμματος του συστήματος ηλεκτρονικού ελέγχου της λειτουργίας της μηχανής. Σαν παράδειγμα αναφέρεται μία εναλλακτική καμπύλη κατανάλωσης πετρελαίου που έχει χαραχθεί για τις μηχανές RT-FLEX η οποία αφορά την καθιέρωση μίας σημαντικά χαμηλότερη ειδική κατανάλωση καυσίμου (SPECIFIC FUEL CONSUMPTION) στις περιοχές μειωμένου φορτίου της μηχανής. Είναι ενδιαφέρον η χαρακτηριστική παράμετρος για τους χειριστές/διαχειριστές των δεξαμενόπλοιων VLCC και ULCC τα οποία εκτελούν μακρά ταξίδια σε κατάσταση έρματος.
- Εν τω μεταξύ αναφέρεται συνεχώς ικανοποιητική απόδοση. Η απόδοση του ηλεκτρονικού ελέγχου για την έγχυση του καυσίμου και τη λειτουργία των βαλβίδων εξαγωγής, δείχνουν βελτιωμένη λειτουργία στα χαμηλά φορτία της μηχανής, απόδοση της επιτάχυνσης της Μηχανής και των χειρισμών αναστροφής (μανούβρες) και κράτηση σε περίπτωση ανάγκης (CRASH STOP), καλύτερη ζυγοστάθμιση της μηχανής και έλεγχο του φορτίου.
- Οι χαμηλές καταναλώσεις καυσίμου και κυλινδρελαίου επιτυγχάνονται μαζί με τις καλύτερες χαρακτηριστικές εκπομπών, με ιδιαίτερη έμφαση στον εμφανή καπνό και στα οξείδια του αζώτου (NO_x).



Πίνακας 1: Σύγκριση χρώματος καυσαερίων μεταξύ μιας μηχανής με μηχανικό έλεγχο και μιας μηχανής με Common Rail.

- Άλλα αξιόλογα χαρακτηριστικά τα οποία εντυπωσιάζουν είναι: Εύκολη αλλαγή του τρόπου συμπεριφοράς της μηχανής κατά τη λειτουργία της. Απλοποίηση των μηχανικών συστημάτων με τη παραδοσιακή τεχνολογία της έγχυσης καυσίμου, γνωστή στο πλήρωμα. Καλύτερη ζυγοστάθμιση της μηχανής χάρις στο ισορροπημένο θερμικό φορτίο μεταξύ των κυλίνδρων. Τέλος, αναβάθμιση του λογισμικού (SOFTWARE) και του υλικο-μηχανικού μέρους (HARDWARE) κατά τη διάρκεια της ζωής της μηχανής.

Κεφάλαιο 3^ο

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

ΜΗΧΑΝΗΣ ΜΕ CR

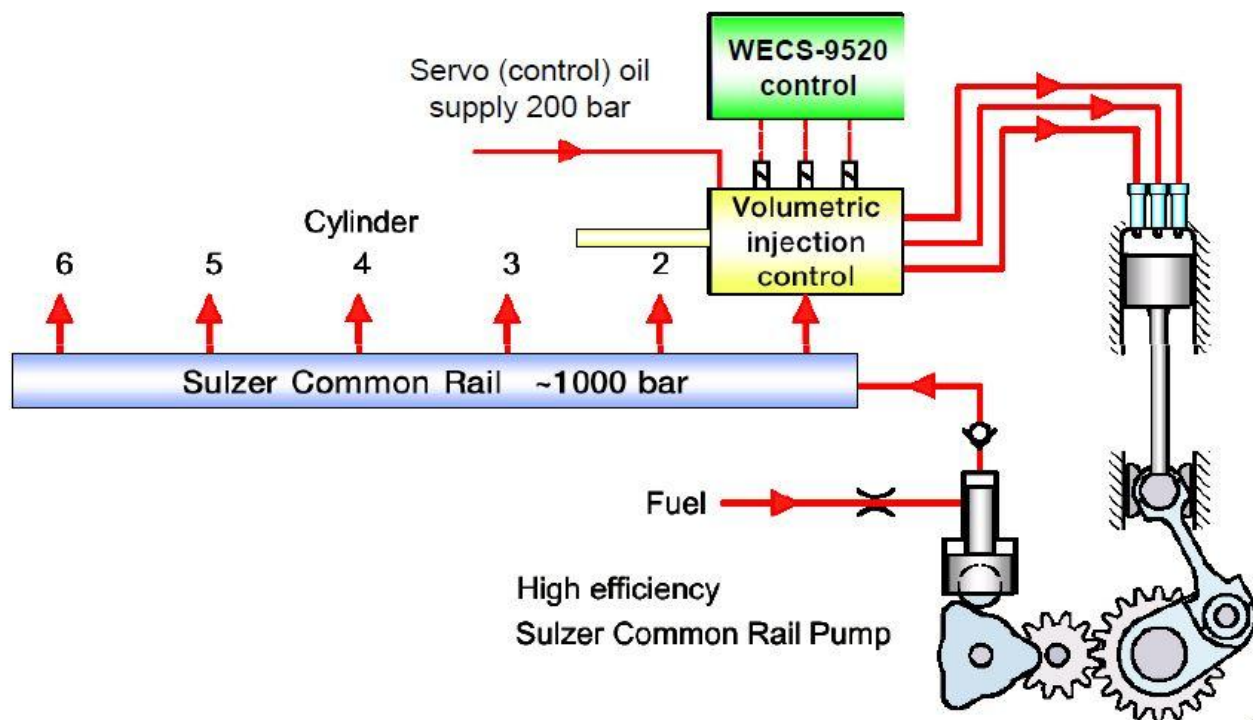
Κεφάλαιο 3 - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΜΕ CR

Μία τεχνολογική εξέλιξη ιδιαίτερης σημασίας, που έχει δώσει μεγάλη ώθηση στην κατεύθυνση της ελεγχόμενης καύσης καλύτερης απόδοσης και χαμηλότερων εκπομπών ρύπων, ενώ επίσης έχει κάνει δυνατή την εφαρμογή διαφόρων επιπρόσθετων τεχνικών μείωσης ρύπων, είναι το σύστημα κοινού διανομέα καυσίμου (common rail system).

Η φιλοσοφία του συστήματος έγχυσης κοινού διανομέα είναι η αποδέσμευση της έγχυσης από την κίνηση του στροφαλοφόρου άξονα (δηλαδή από την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα), και ο πλήρης και άμεσος έλεγχος των χαρακτηριστικών της έγχυσης. Σε αντίθεση με τα συστήματα μηχανικής έγχυσης, όπου ο χρονισμός της έγχυσης εξαρτάται από μηχανικές παραμέτρους (έκκεντρα και στροφές της μηχανής) και επομένως η μεταβολή του χρονισμού είναι πολύ περιορισμένη, στα συστήματα έγχυσης κοινού συλλέκτη ο χρονισμός ρυθμίζεται ηλεκτρονικά. Χωρίς αυτόν τον βαθμό ελευθερίας θα ήταν αδύνατη η μεταβολή των παραμέτρων του προφίλ έγχυσης ώστε να επιτύχουμε βελτιωμένη απόδοση του κινητήρα και μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων.

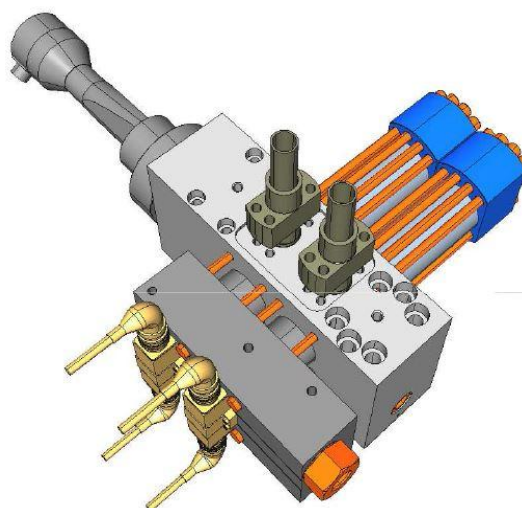
Αυτό επιτυγχάνεται ως εξής:

- Η αντλία χαμηλής πίεσης (Fuel Pump) καταθλίβει το καύσιμο από τη δεξαμενή καυσίμου στην αντλία υψηλής πίεσης (High Pressure Pump).
- Υπάρχει μία συστοιχία από αντλίες καυσίμου υψηλής πίεσης, οι οποίες λαμβάνουν κίνηση απευθείας από τον στροφαλοφόρο άξονα, καταθλίβουν το καύσιμο και το οδηγούν σε έναν διανομέα, ενιαίο για όλους τους κυλίνδρους, μέσα στον οποίο η πίεση του καυσίμου παραμένει σταθερή (ανεξάρτητα από τον ρυθμό έγχυσης στους κυλίνδρους και την ταχύτητα περιστροφής του στροφαλοφόρου). Η δημιουργία πίεσης και ο ψεκασμός διαχωρίζονται με την ύπαρξη του κοινού συλλέκτη. Το καύσιμο υπό πίεση προωθείται στο συλλέκτη έτοιμο προς ψεκασμό.
- Στον κοινό (ενιαίο) συλλέκτη καυσίμου είναι προσαρτημένες μονάδες ελέγχου της έγχυσης του καυσίμου, μία για κάθε κύλινδρο. Σε αυτές εισέρχεται το καύσιμο από τον κοινό διανομέα και εξέρχεται προς κάθε έναν από τους εγχυτήρες με τους οποίους είναι εφοδιασμένος ο κάθε κύλινδρος.



Εικόνα 1: Γενική μορφή του συστήματος έγχυσης καυσίμου με κοινό συλλέκτη σε μηχανή Sulzer RT-Flex.

- Η μονάδα δέχεται σήματα ελέγχου, με τη βοήθεια ενός ειδικού δικτύου λαδιού που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της διάταξης. Τα σήματα αυτά αποστέλλονται ηλεκτρονικά από την κεντρική μονάδα ελέγχου του κινητήρα και καθορίζουν την ποσότητα και τον τρόπο εισαγωγής του καυσίμου στον κινητήρα.



Εικόνα 2: Μονάδα ελέγχου έγχυσης (Injection Control Unit, ICU).

- Όταν οι εγχυτήρες ενεργοποιούνται, μία υδραυλική βαλβίδα ανοίγει, και το καύσιμο

εγγύεται στον κύλινδρο.

Η αντλία υψηλής πίεσης και ο εγχυτήρας είναι μονάδες ανεξάρτητες μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται υψηλή πίεση (και ταχύτητα) έγχυσης σε οποιοδήποτε εύρος στροφών και επιπλέον, να είναι εφικτή η δυνατότητα ελέγχου της λειτουργίας του κάθε εγχυτήρα ξεχωριστά. Η πίεση παράγεται ανεξάρτητα από τις στροφές της μηχανής και την ποσότητα ψεκασμού. Υπεύθυνη για το έλεγχο της παραγωγής πίεσης και του ψεκασμού είναι η μονάδα ελέγχου.

Επιπλέον, υπάρχει ξεχωριστό υδραυλικό σύστημα για τον χειρισμό των βαλβίδων καυσαερίων, ο χρονισμός των οποίων ρυθμίζεται επίσης ανεξάρτητα από την κίνηση του στροφαλοφόρου άξονα και σύμφωνα με τις εντολές που αποστέλλονται από την κεντρική μονάδα ελέγχου του κινητήρα.

Με τον έλεγχο της έγχυσης του καυσίμου από την κεντρική μονάδα ελέγχου της μηχανής, μέσω της μονάδας ελέγχου της έγχυσης, είναι δυνατή η ακριβής ρύθμιση του χρονισμού της έγχυσης, δηλαδή της χρονικής στιγμής κατά την οποία θα ανοίξει και θα κλείσει η βαλβίδα του κάθε εγχυτήρα και επομένως της διάρκειας έγχυσης. Ο εγχυτήρας ψεκάζει καύσιμο απευθείας στο θάλαμο καύσης. Η μονάδα ελέγχου του κινητήρα ελέγχει τη διάρκεια του ψεκασμού, ανάλογα τις συνθήκες λειτουργίας, με την τροφοδοσία ρεύματος σε μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα που βρίσκεται στη μονάδα ελέγχου ψεκασμού (ICU). Ο χρόνος ανοίγματος καθορίζει την ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται. Με σταθερή πίεση, η ποσότητα που ψεκάζεται είναι ανάλογη του χρόνου ελέγχου της βαλβίδας του ICU και είναι ανεξάρτητη από τις στροφές της μονάδας τροφοδοσίας ή της μηχανής. Συνεπώς, είναι δυνατός ο ακριβής καθορισμός της ποσότητας του εγχεόμενου καυσίμου σε κάθε κύκλο, καθώς και η χωρίς περιορισμούς ρύθμιση του χρονικού προφίλ της έγχυσης.

Τέλος, είναι δυνατή η επιλεκτική διακοπή της έγχυσης από έναν ή περισσότερους εγχυτήρες και ο ψεκασμός του καυσίμου από τους υπόλοιπους εγχυτήρες του κυλίνδρου (δυνατότητα χρήσιμη σε χαμηλά φορτία).

Ως εκ τούτου, μεγάλα πλεονεκτήματα του συστήματος κοινού διανομέα αποτελούν ο πλήρης και ακριβής έλεγχος της πίεσης έγχυσης και του χρονικού προφίλ της έγχυσης του καυσίμου, καθώς και η ανεξαρτησία των μεγεθών αυτών από την ταχύτητα περιστροφής του στροφαλοφόρου άξονα, η οποία ανεξαρτησία επιτυγχάνεται με τη μηχανική αποδέσμευση των εγχυτήρων από την αντλία καυσίμου. Επομένως, υπάρχει η δυνατότητα υψηλής πίεσης έγχυσης, σε όλο το φάσμα των φορτίων λειτουργίας της μηχανής. Επίσης, με το σύστημα κοινού διανομέα

επιτυγχάνεται πολύ μεγάλη ακρίβεια στον έλεγχο του ανοίγματος και του κλεισίματος των βαλβίδων των εγχυτήρων και των βαλβίδων εξαγωγής των καυσαερίων.

Κεφάλαιο 4^ο

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΜΗΧΑΝΗΣ

ΣΕ COMMON RAIL

Κεφάλαιο 4 - ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΜΗΧΑΝΗΣ ΣΕ COMMON RAIL

Με την εξέλιξη της «πράσινης ναυτιλίας» στον ναυτιλιακό κλάδο, προβλέπονται αλλαγές στα μηχανήματα και τον εξοπλισμό που κινούν τη βιομηχανία ώστε να μειωθεί η ρύπανση και το κόστους λειτουργίας.

Οι περισσότερες αλλαγές προβλέπονται στην κύρια μηχανή του πλοίου. Η συμβατική δίχρονη ναυτική μηχανή κύριας πρόωσης, ένα μηχανικό επίτευγμα των εξειδικευμένων μηχανικών, έχει πλέον μετατραπεί σε μια νέα ηλεκτρονικά ελεγχόμενη έξυπνη μηχανή, παρέχοντας άμεση προσαρμοστικότητα στη λειτουργία της μηχανής. Αυτό ωφελεί τόσο το περιβάλλον όσο και τη λειτουργία του πλοίου, ώστε αυτό να είναι συμβατό με αυστηρά πρότυπα περί θαλάσσιας ρύπανσης.

Για τη μετατροπή, ας πάρουμε μια από τις πιο δημοφιλείς μηχανές προώθηση πλοίων στη ναυτιλιακή βιομηχανία, τη Sulzer.

10 βήματα για τη μετατροπή μιας συμβατικής μηχανής Sulzer RTA σε ηλεκτρονικά ελεγχόμενη μηχανή RT-FLEX:

1. Αφαίρεση εκκεντροφόρου άξονα μαζί με τις συνδέσεις του σερβομηχανισμού αναστροφής της μηχανής.
2. Αφαίρεση των γραναζιών μετάδοσης κίνησης προς τον εκκεντροφόρο άξονα.
3. Αφαίρεση των αντλιών πετρελαίου υψηλής πίεσης, των μηχανισμών λειτουργίας των βαλβίδων εξαγωγής (αντλίες) και τον αεροδιανομέα.
4. Τοποθέτηση των μονάδων των βαλβίδων εξαγωγής, του συστήματος παροχής αέρα προκίνησης και την πλατφόρμα κοινού συλλέκτη με τις Μονάδες Ελέγχου Ογκομετρικού Ψεκασμού.
5. Παροχή λαδιού συστήματος στα 200 bar.
6. Παροχή καυσίμου στον κοινό συλλέκτη στα 1000 bar.
7. Αφαίρεση του απλού συστήματος λίπανσης κυλίνδρου και αντικατάστασή του με τη Μονάδα Ελέγχου Λίπανσης Παλμικού Τύπου.
8. Αφαίρεση των απλών εμβόλων και αντικατάστασή τους με μοντέρνα έμβολα τύπου Jet shaker με ολοκληρωμένο σύστημα ανάλυσης φθοράς εμβόλου της Sulzer.

9. Τοποθέτηση του συστήματος συντονισμού Delta αντί του απλού συστήματος έγχυσης καυσίμου για την διακοπή παροχής καυσίμου σε μία ή περισσότερες μονάδες σε χαμηλό φορτίο.
10. Εγκαταστήστε το Tribo Pack το οποίο είναι ένας συνδυασμός σχεδιαστικών χαρακτηριστικών του θαλάμου καύσης που αυξάνει το χρόνο μεταξύ γενικών επισκευών (TBO).

Αυτές είναι οι βασικές αλλαγές που απαιτούνται για να μετατραπεί μία μηχανή Sulzer με απλό μηχανικό έλεγχο σε μηχανή με ηλεκτρονικό έλεγχο.

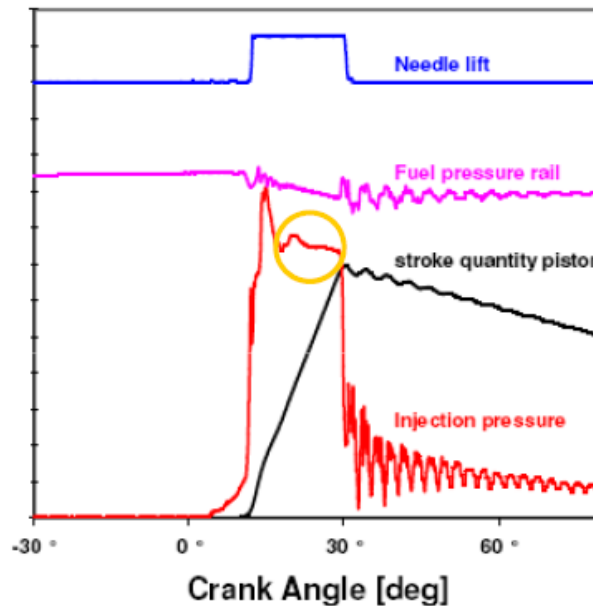
Κεφάλαιο 5^ο

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΕ ΧΑΜΗΛΟ
ΦΟΡΤΙΟ

Κεφάλαιο 5 - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΕ ΧΑΜΗΛΟ ΦΟΡΤΙΟ

Όταν η μηχανή λειτουργεί με χαμηλό φορτίο, τα WECS δίνουν εντολή ώστε να διακοπή η λειτουργία ενός ή και δύο από τους τρεις εγχυτήρες ανά κύλινδρο. Αυτό συμβαίνει για να έχουμε άχρωμα καυσαέρια (με ότι συνεπάγεται αυτό) και μειωμένη κατανάλωση καυσίμου.

Κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε έγχυσης καυσίμου η πίεση του εγχεόμενου καυσίμου μπορεί να ελέγχεται μόνο μετά από μία αρχική κορυφή (peak).



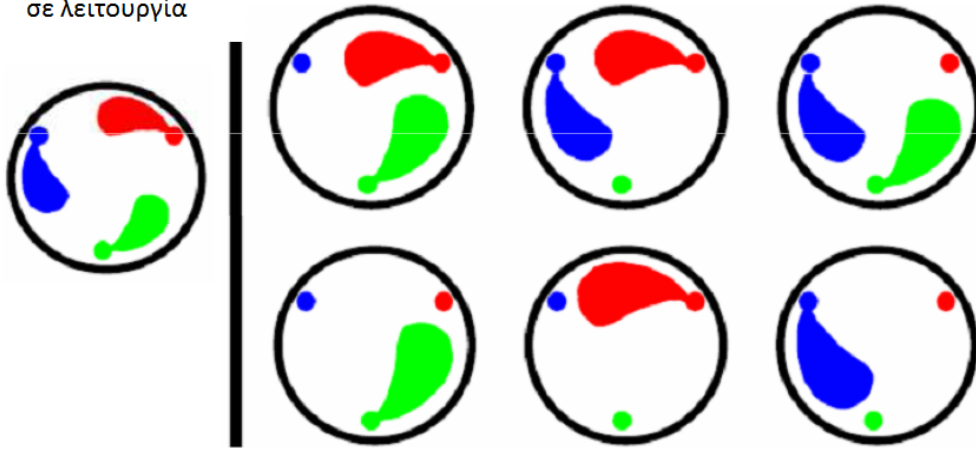
Εικόνα 3: Διάγραμμα παρουσίασης του βελτιωμένου και ελεγχόμενου ψεκασμού καυσίμου.

Για την έγχυση ενός ορισμένου όγκου καυσίμου με ένα εγχυτήρα χρειάζεται περισσότερος χρόνος από ότι με 2 εγχυτήρες. Μεγαλώνοντας το χρόνο που απαιτείται για την έγχυση επιτρέπεται ένα μεγαλύτερο τμήμα της έγχυσης να γίνει ελεγχόμενα και έτσι βελτιώνεται ο διασκορπισμός του καυσίμου για μια βελτιωμένη καύση.

Για να αποφευχθεί η θερμική καταπόνηση στα χιτώνια των κυλίνδρων, οι ενεργοί εγχυτήρες εναλλάσσονται κάθε 20 λεπτά. Η εναλλαγή αυτή από τον έναν εγχυτήρα στον άλλο γίνεται με ένα διάστημα καθυστέρησης 20 δευτερολέπτων μεταξύ κάθε κυλίνδρου για την αποφυγή μαύρων καυσαερίων που οφείλονται σε "ψυχρό" καύσιμο που ψεκάζεται μέσω του νέου θερμού εγχυτήρα.

Διάφανα καυσάερια σε λειτουργία χαμηλών στροφών

Κανονική λειτουργία
3 εγχυτήρες
σε λειτουργία



Λειτουργία
2 εγχυτήρων
εναλλάξ

Λειτουργία με
1 εγχυτήρα
εναλλάξ

Εικόνα 4: Επιλεκτική χρήση εγχυτήρων σε λειτουργία χαμηλού φορτίου.

Κεφάλαιο 6^ο

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΗΣ

RT-FLEX

Κεφάλαιο 6 - ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΗΣ RT-FLEX

6.1 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΓΩΝΙΑΣ ΣΤΡΟΦΑΛΟΥ (CA)

Ο Αισθητήρας γωνίας στροφάλου είναι τοποθετημένος στο άκρο του στροφαλοφόρου άξονα από την αντίθετη πλευρά του σφονδύλου.



Εικόνες 5-6: Αισθητήρας γωνίας στροφάλου (Crank Angle sensor).

Το σήμα του αισθητήρα γωνίας στροφάλου είναι απολύτως αναγκαίο για τη λειτουργία της μηχανής.

Τουλάχιστον ένας από τους αισθητήρες πρέπει να λειτουργεί. Εάν ένας από τους αισθητήρες πάθει κάποια βλάβη, τότε η βλάβη ανιχνεύεται από τη WECS-9520 και η λειτουργία συνεχίζεται με υγιές σήμα.

Σε περίπτωση που και οι δύο αισθητήρες πάθουν βλάβη τότε η μηχανή τίθεται σε κράτηση χωρίς καθυστέρηση.

Οι αισθητήρες χωρίζονται από το στροφαλοφόρο άξονα με ειδική συνδεσμολογία. Οι αισθητήρες δημιουργούν ακριβές ψηφιακό σήμα της ακριβούς θέσης του στροφαλοφόρου άξονα σε μοίρες (0...360).

Οι αισθητήρες γωνίας στροφάλου έχουν ανάλυση με ακρίβεια των 0.1 μοιρών.

Τα ελατήρια σύνδεσης των αισθητήρων γωνίας στροφάλου απορροφούν τις διαμήκης και ακτινικές κινήσεις του στροφαλοφόρου άξονα. Μέσω αυτής της σύνδεσης περιστρέφεται ένας αξονίσκος ο οποίος εδράζεται με δύο ρουλεμάν τα οποία λιπαίνονται με το μηχανέλαιο. Από αυτόν

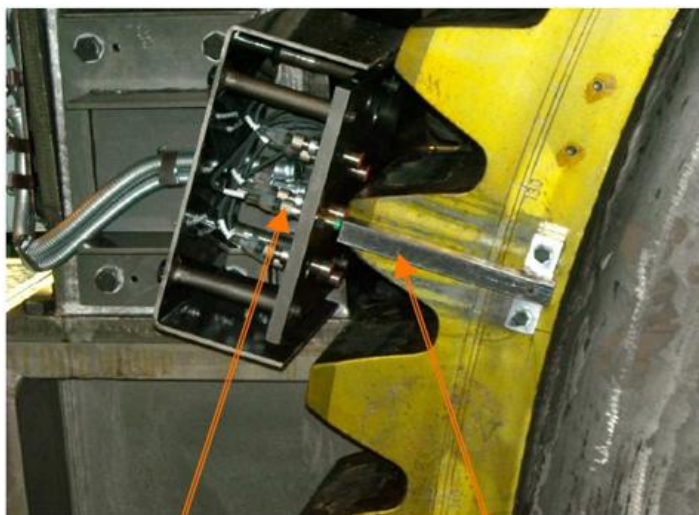
τον αξονίσκο μέσω οδοντωτού ιμάντα περιστρέφεται κάθε αισθητήρας και με αυτόν τον τρόπο καταγράφεται η γωνία στροφάλου για κάθε λειτουργία της μηχανής. Έτσι μεταδίδεται η εντολή στις ηλεκτρονικές πλακέτες μοντέλου FCM-20 MODULE BUS.

Το ψηφιακό σήμα των αισθητήρων γωνίας στροφάλου μεταδίδεται μέσω καλωδίου στο WECS.



Εικόνα 7: Ο αισθητήρας γωνίας στροφάλου με το στήριγμά του και το καλώδιο μετάδοσης ψηφιακού σήματος (CAS).

6.2 TACHOMETER

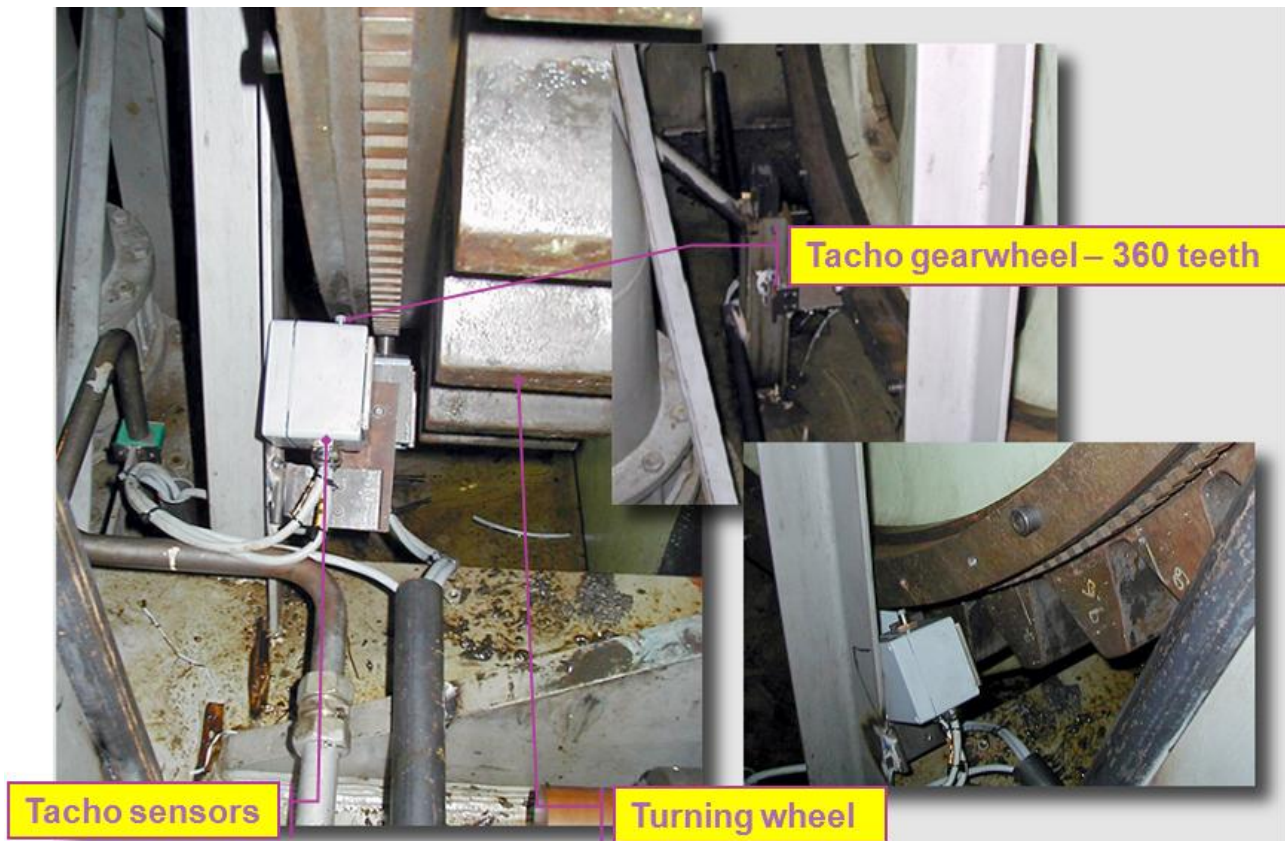


T.D.C PICK-UP
SENSOR

T.D.C TOOTH AT
FLYWHEEL

Εικόνα 8: Αισθητήρας μέτρησης της ταχύτητας περιστροφής του στροφαλοφόρου άξονα.

Το καθορισμένο στο Βολάν Α.Ν.Σ με το TACHOMETER T.D.C PICK-UP SENSOR εντοπίζει το Α.Ν.Σ του κυλίνδρου. Το σήμα του αισθητήρα οδοντώσεως χρησιμοποιείται από την WECS-9520 για να συγκρίνει τα 2 σήματα C.A signals με TDC sensor signal, ώστε να κάνει επαλήθευση του σήματος του αισθητήρα γωνίας στροφάλου.



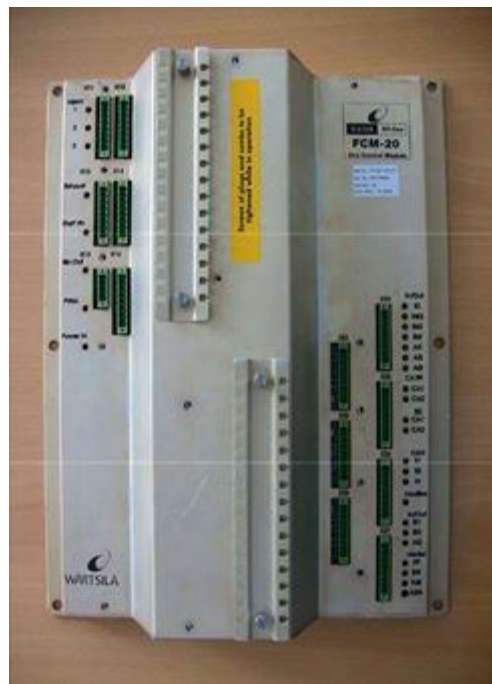
Εικόνα 9: Θέση τοποθέτησης του Tachometer.

Το tachometer τοποθετείται τοπικά στα πλάγια της μηχανής στα δεξιά του Βολάν. Είναι ένα κουτί με τέσσερα ματάκια 2 πάνω και 2 κάτω. Η Απόσταση είναι standar και το διάκενο από τους παλμοδότες στροφών pick-up και οδοντώσεως του Βολάν είναι 1,5 μέχρι 2 mm. Παίρνει σαν σημείο 0 που είναι πάνω στο Βολάν και μετά σε συνδυασμό με τη ταχύτητα περιστροφής του άξονα και το crank angle η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (W.E.C.S) FSM-20 MODULE BUS θα καταγράφει τα 2 σήματα, συγκρίνει τη ταχύτητα περιστροφής από το tachometer και τη γωνία στροφάλου από το crank angle και ανάλογα με τα φορτία δίνει εντολή στα actuator governon για την αυξομείωση πετρελαίου στις αντλίες ώστε να διατηρείται σταθερή η πίεση του πετρελαίου στον

κοινό συλλέκτη για κάθε φορτίο και αντίστοιχη εντολή στις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες των injection control units (ICU).

6.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΥΛΟΥ WECS-95xx/FCM-20 Module Bus

Ηλεκτρονική μονάδα FCM-20 MODULE BUS έχει εισόδους τα ψηφιακά σήματα των αισθητήρων γωνίας στροφάλου και εξόδους εντολές για την κάθε λειτουργία συστημάτων της μηχανής.



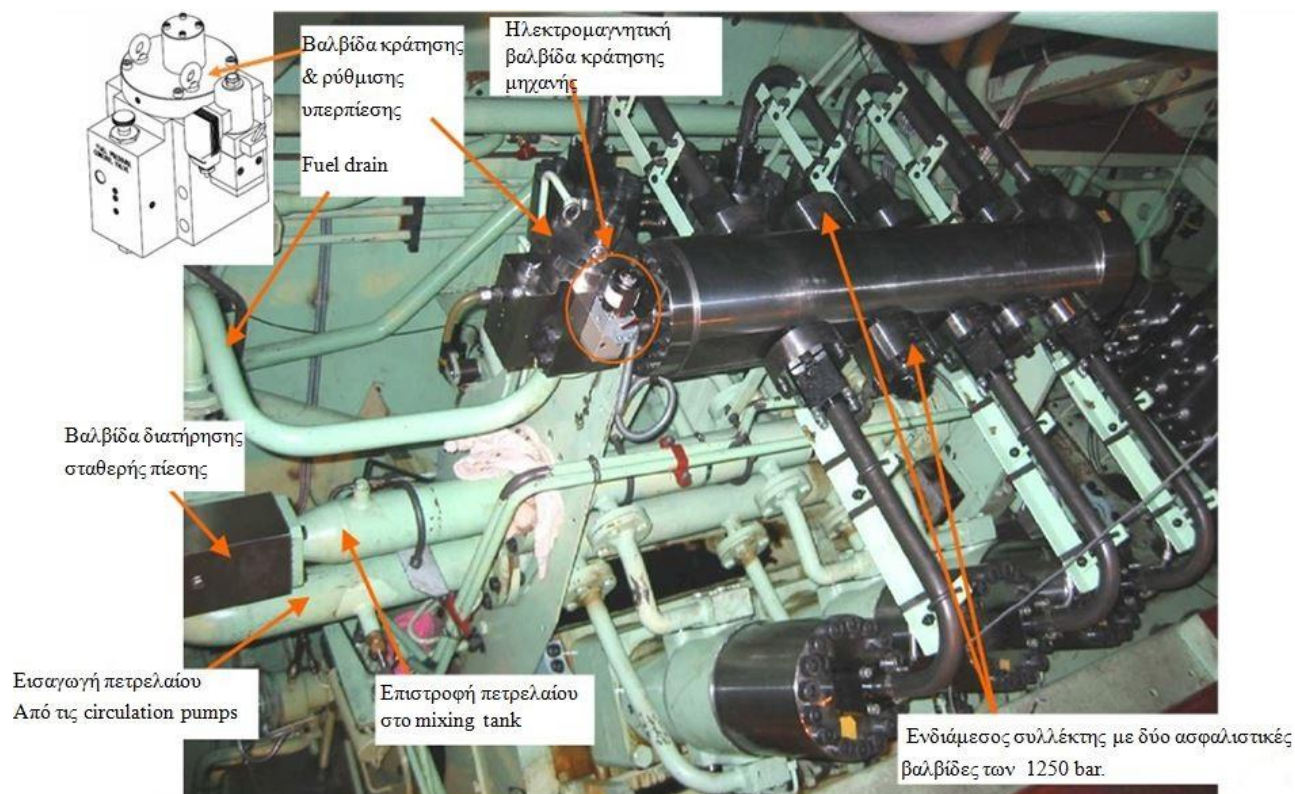
Εικόνες 10-11: WECS-9500 και FCM-20 Module Bus

- Στο πάνω μέρος αριστερά της μονάδας FCM-20 βρίσκονται τα βύσματα διασύνδεσης των ηλεκτρονικών παλμών σημάτων εντολών κατά το υψηλό φορτίο της μηχανής.
- Στο κάτω μέρος δεξιά της μονάδας FCM-20 βρίσκονται τα βύσματα διασύνδεσης των ηλεκτρονικών παλμών σημάτων εντολών κατά το χαμηλό φορτίο της μηχανής.

Επίσης, υπάρχουν και λυχνίες ένδειξης εισόδου εξόδου εντολών. Σε περίπτωση ανωμαλίας η μικρού ρεύματος τότε το χρώμα στις λυχνίες αλλάζει και έτσι ο κώδικας του συστήματος της μονάδας FCM-20 μας πληροφορεί με λεπτομέρεια την τυχόν ανωμαλία που προέκυψε.

6.4 ΜΟΝΑΔΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

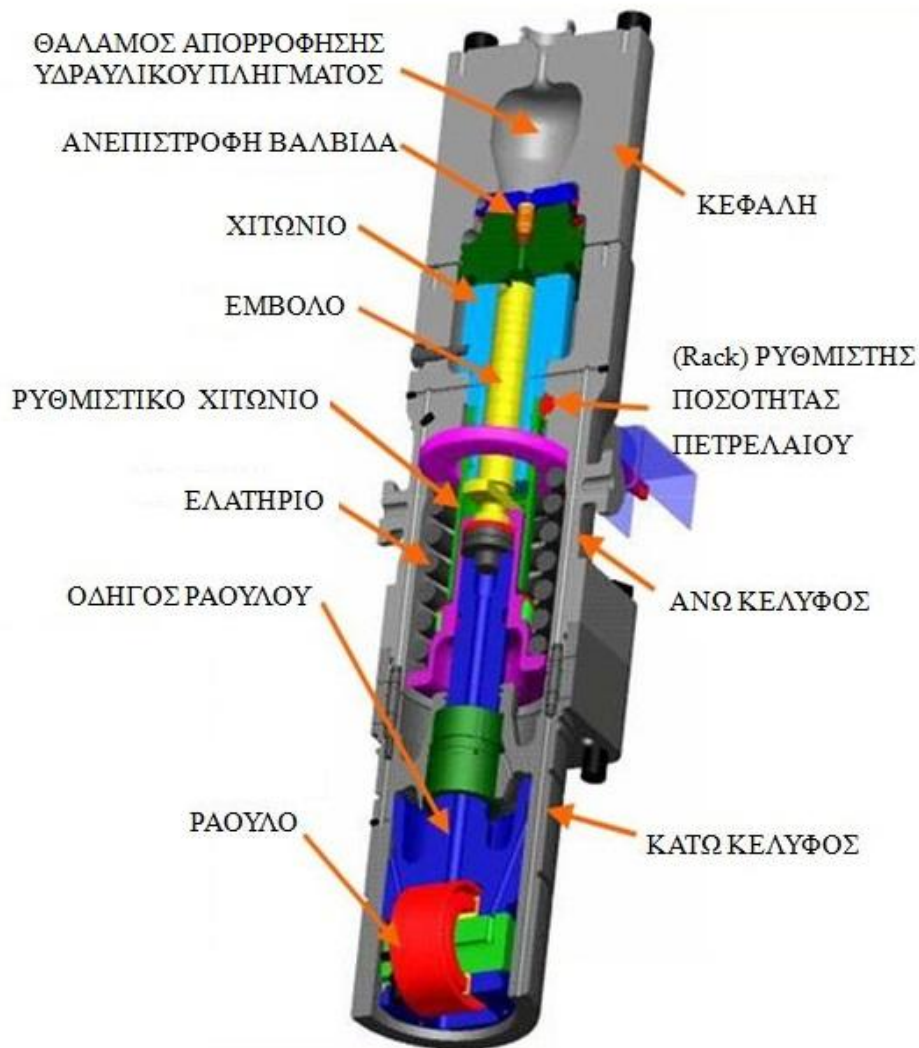
Παρακάτω φαίνονται οι αντλίες υψηλής πίεσεως πετρελαίου κύριας μηχανής τύπου 7RTflex84T-D. Η παροχή πετρελαίου πραγματοποιείται μέσω αυτών προς τον ενδιάμεσο συλλέκτη που φαίνεται στην εικόνα. Πάνω σε αυτόν με ειδική κατάλληλη σύνδεση ακολουθούν 2 σωληνώσεις υψηλής πίεσεως για την παροχή πετρελαίου στον κύριο αγωγό (common rail).



Εικόνα 12: Κεντρική Μονάδα Τροφοδοσίας Πετρελαίου και Ελαίου (Supply Unit).

6.4.1 ΑΝΤΛΙΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Σκοπός των εμβολοφόρων αυτών αντλιών μεταβλητής παροχής πετρελαίου, όπου παρέχουν πετρέλαιο μέσω του συλλέκτη στο common rail, είναι να διατηρούν μια σταθερή πίεση μεταξύ των 650~1000 bar, η πίεση των 1000 bar προκύπτει κατά το υψηλό φορτίο της μηχανής όπου αντιστοιχεί σε τρεις καυστήρες για κάθε κύλινδρο, ενώ των 650 bar προκύπτει κατά το χαμηλό φορτίο της μηχανής με δύο καυστήρες σε λειτουργία για κάθε κύλινδρο.



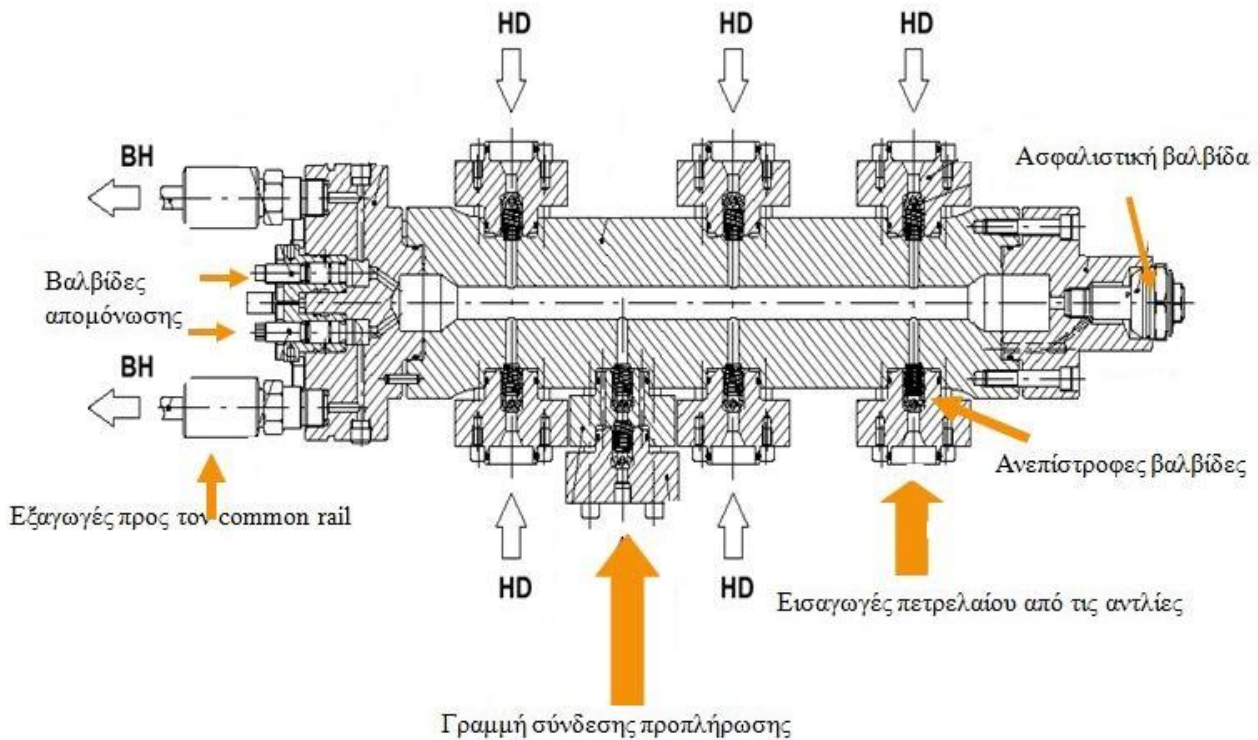
Εικόνα 13: Αντλία πετρελαίου υψηλής πίεσης (μέρος της μονάδας τροφοδοσίας).

Το ράουλο και ο οδηγός της αντλίας λιπαίνονται με το μηχανέλαιο μέσω διπλού (orifice). Η μεταβολή της ποσότητας πετρελαίου πραγματοποιείται μέσω ενός κανόνα (rack), που περιστρέφει το προς παλινδρόμηση έμβολο, αλλάζει και η γεωμετρική θέση της ελικοειδούς τομής σχηματιζόμενη πάνω σε αυτό προς την εξαγωγή της αντλίας.

6.4.2 ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

- Σκοπός του είναι να συλλέγει το πετρέλαιο από όλες τις αντλίες υψηλής πίεσης.
- Για τις εισαγωγές του πετρελαίου από τις αντλίες υπάρχουν ανεπίστροφες βαλβίδες.
- Για την απομόνωση της εξαγωγής του συλλέκτη υπάρχουν οι shut-off valves.

- Όταν η μηχανή είναι σταματημένη, για την προπλήρωση του δικτύου και το πρεσάρισμα υπάρχει επιπλέον γραμμή που έρχεται από την booster αντλία δηλαδή τη circulation p/p και συνδέεται με ανεπίστροφη βαλβίδα. Αυτό φαίνεται στο βέλος «Γραμμή σύνδεσης προπλήρωσης».



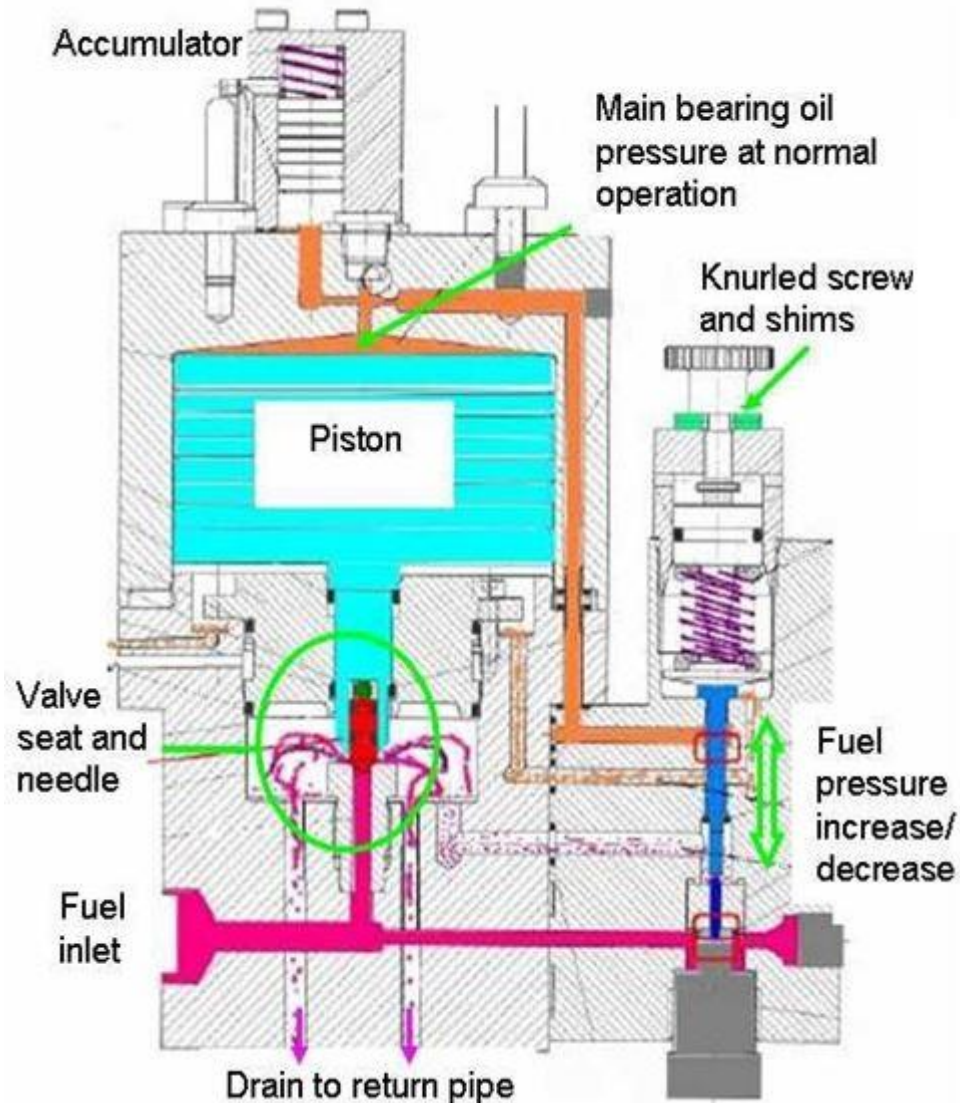
Εικόνα 14: Κάτοψη της μονάδας τροφοδοσίας (το τμήμα του πετρελαίου).

6.4.3 ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΥΠΕΡΠΙΕΣΗΣ

Σε περίπτωση αύξησης πίεσης του πετρελαίου στον ενδιάμεσο συλλέκτη των αντλιών η ρυθμιστική βαλβίδα θα ανοίξει οδηγώντας το πετρέλαιο στην επιστροφή έτσι ώστε να διατηρείται μια σταθερή πίεση. Αυτή η ρύθμιση της πίεσης γίνεται από τη βαλβίδα αυξομείωσης πετρελαίου μέσω της απεικονιζόμενης (knurled screw and shims). Όταν η ρυθμιστική βίδα είναι βιδωμένη μέχρι τη ροδέλα τότε η υπερπίεση είναι ρυθμισμένη στα 1050bar.

Στην κανονική λειτουργία της μηχανής το μηχανέλαιο καθώς διατρέχει την πάνω όψη του εμβόλου διατηρεί την βαλβίδα που διακρίνεται σημειωμένη με πράσινο κύκλο κλειστή, όταν λοιπόν το πετρέλαιο φτάσει την πίεση του λαδιού και την υπερβεί τότε θα ανασηκώσει το έμβολο

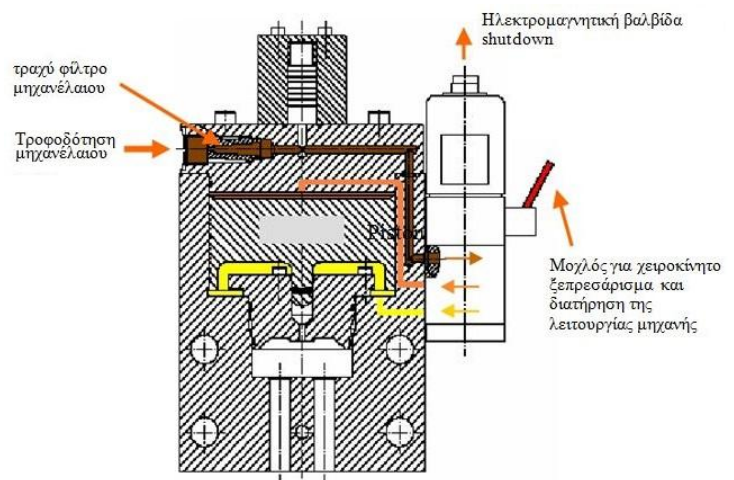
ώστε το πετρέλαιο να βρει διαφυγή μέσω της βαλβίδας στις διόδους που ακολουθούν στην επιστροφή.



Εικόνα 15: Βαλβίδα ρύθμισης της πίεσης του πετρελαίου στον κοινό συλλέκτη.

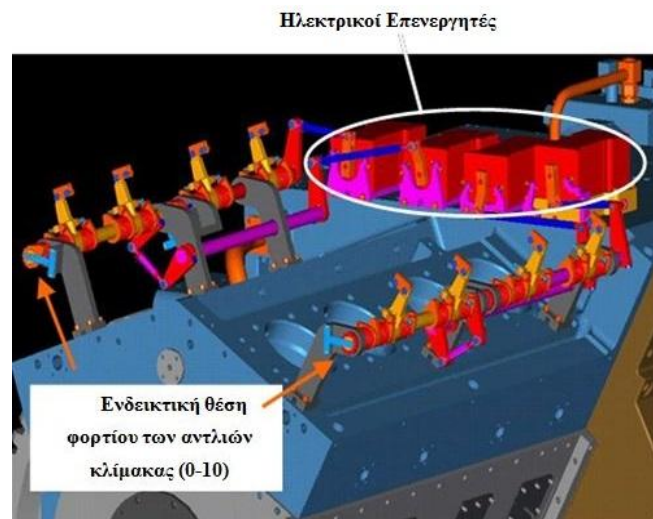
6.4.4 ΚΡΑΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ (Shutdown Valve)

Η κράτηση της μηχανής (shutdown) ξεκινά όταν ενεργοποιηθεί η ηλεκτρομαγνητική παίρνοντας εντολή από το safety system και όχι από το WECS. Στην περίπτωση αυτή η πίεση του λαδιού βρίσκει έξοδο με αποτέλεσμα την πτώση της πίεσης πετρελαίου και την κράτηση μηχανής.



Εικόνα 16: Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα και χειροκίνητος μοχλός, για πτώση της πίεσης πετρελαίου στον CR.

6.4.5 ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΝΤΑΙΩΝ Υ.Π

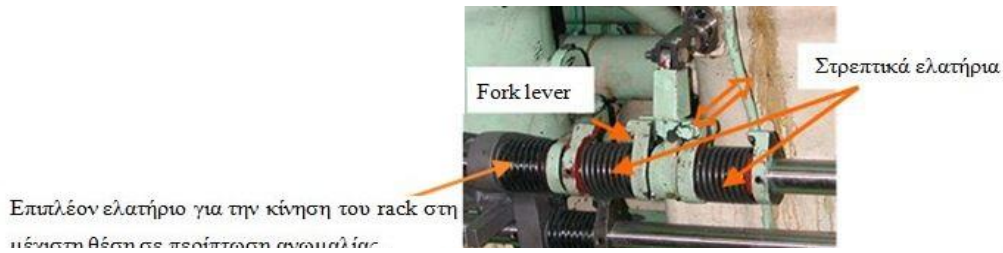


Εικόνα 17: Ρυθμιστικοί κανόνες & ηλεκτρονικοί επενεργητές για τις αντλίες πετρελαίου.

Οι ρυθμιστικοί κανόνες παίρνουν κίνηση μέσω των ηλεκτρονικών governors κινήσεως (WOODWARD) ProActIV. Η εντολή για την τιμή της κίνησης προέρχεται από τη μονάδα ηλεκτρονικής πλακέτας εντολών μοντέλου FCM-20 MODULE BUS.

Ένα ηλεκτρονικό governor κινήσεως (Woodward) ProActIV ελέγχει δύο αντλίες υψηλής πίεσεως. Ο διακανονισμός των actuators διαφέρει μεταξύ του αριθμού των κυλίνδρων. Έπειτα η ροπή των κανόνων στους αντίστοιχους μοχλούς μεταδίδεται σε δύο κατευθύνσεις μέσω των στρεπτικών ελατηρίων.

Αν σε περίπτωση για κάποιο λόγο ανωμαλίας κολλήσει ένα rack τότε η πίεση αντισταθμίζεται από τα ελατήρια κ έτσι οι υπόλοιπες αντλίες μπορούν να ρυθμίζονται.

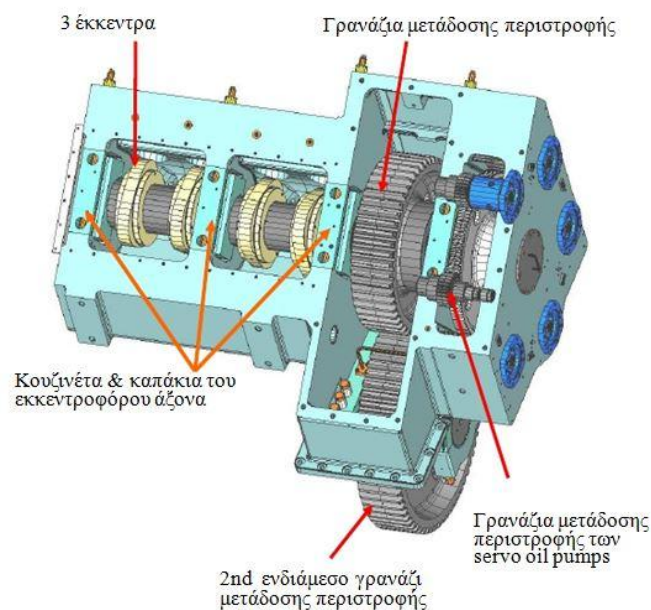


Εικόνα 18: Στρεπτικά ελατήρια για μετάδοση της ροπής των κανόνων προς δύο κατευθύνσεις.

6.4.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

Η μονάδα τροφοδοσίας πετρελαίου περιστρέφεται από τον εκκεντροφόρο άξονα μέσω δύο ενδιάμεσων γραναζιών. Πάνω στον εκκεντροφόρο άξονα είναι μονταρισμένα 3 σφυρήλατα έκκεντρα για κάθε αντλία.

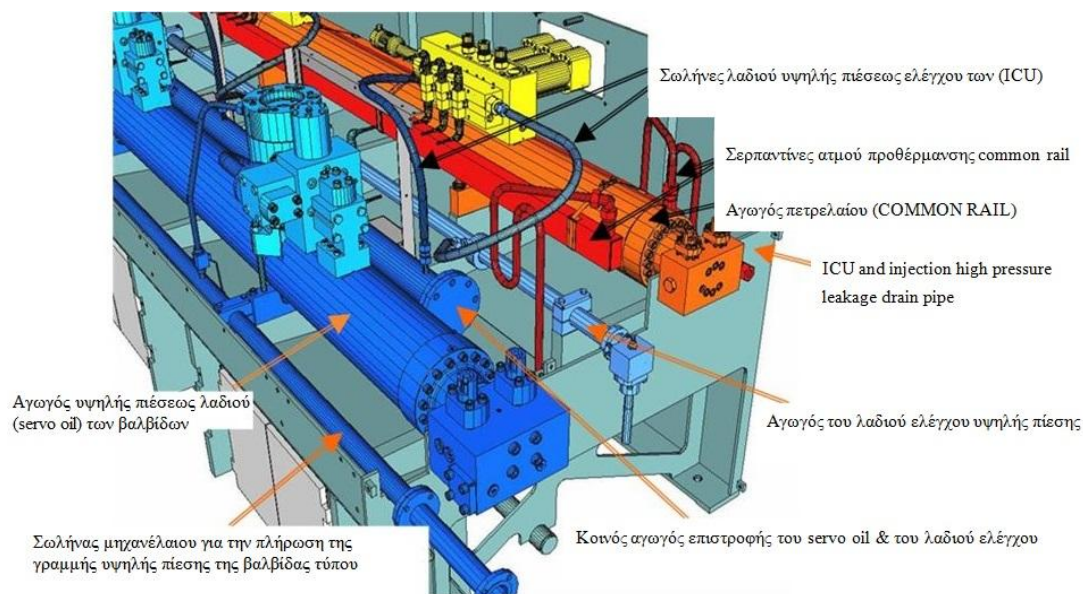
Οι αντλίες servo oil περιστρέφονται από ξεχωριστό γρανάτζι μετάδοσης περιστροφής μέσω μικρότερων γραναζιών μετάδοσης περιστροφής στις αντλίες. Τα γρανάτζια μικρής διαμέτρου έχουν ασφαλιστική διάταξη υπολογισμένα από τον κατασκευαστή ώστε σε περίπτωση τεχνικής βλάβης οποιαδήποτε αντλίας σε υψηλές στροφές, το μικρό γρανάτζι να καταστραφεί για να αποφύγουμε την καταστροφή αντλίας η γραναζιού μετάδοσης περιστροφής.

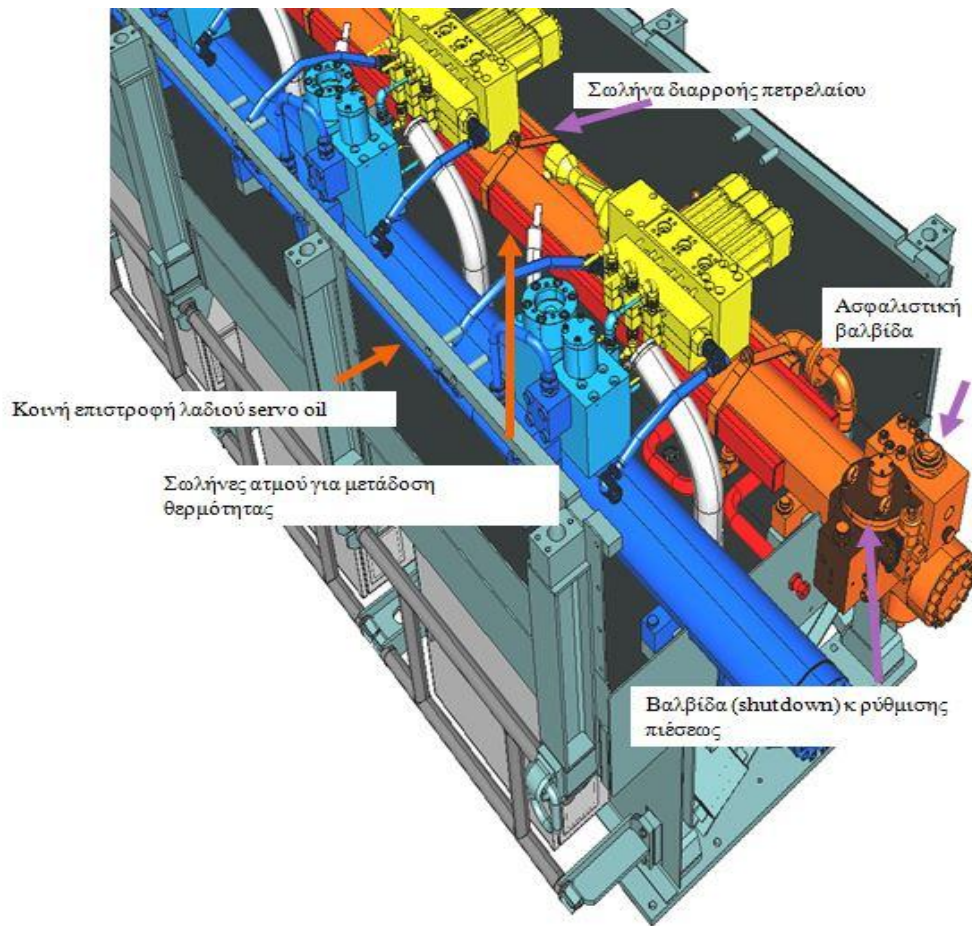


Εικόνα 19: Γρανάζια μετάδοσης περιστροφής, προς τον εκκεντροφόρο άξονα & τις αντλίες servo oil, της μονάδας τροφοδοσίας.

Ωστόσο η μονάδα τροφοδοσίας, οι αντλίες πετρελαίου και λαδιού δεν έχουν μεταβλητή τιμή, όπως το (VIT) απλά σκοπός τους είναι να παρέχουν μια σταθερή παροχή. Επίσης, η θέση του κάθε εκκεντρου του εκκεντροφόρου άξονα δεν σχετίζεται ούτε συγκρίνεται με τη θέση του στροφαλοφόρου άξονα.

6.5 ΣΩΛΗΝΕΣ Υ.Π ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ, SERVO OIL & CONTROL OIL





Εικόνες 20-21: Πλατφόρμα σωλήνων του συστήματος Common Rail.

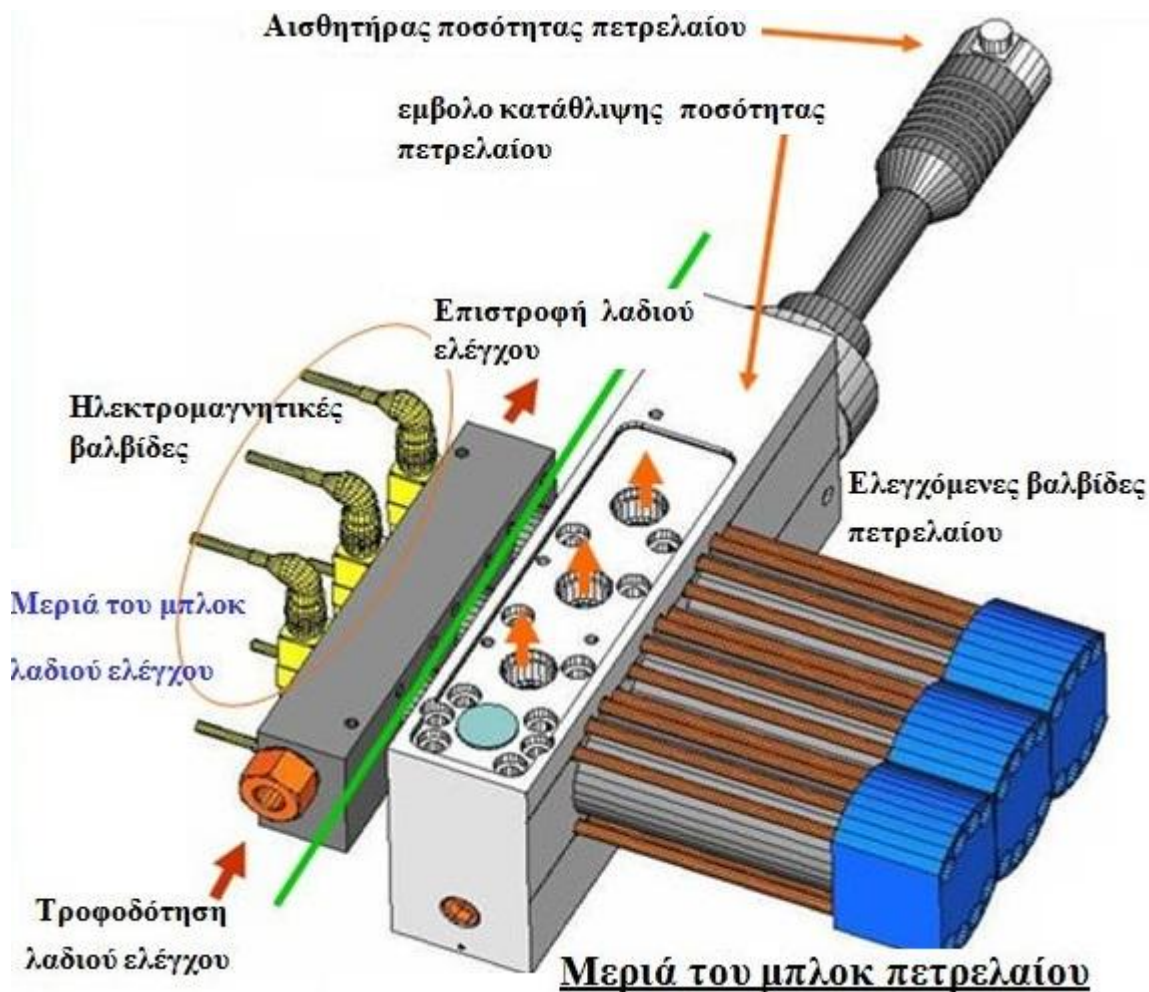
- Σωλήνας διαρροής πετρελαίου που οδηγεί στο over flow tank.
- Σωλήνας επιστροφής του servo oil στο sump tank.
- Σωλήνες ατμού για μετάδοση θερμότητας.
- Βαλβίδα (shutdown) και ρύθμισης πίεσεως (ανοίγει περίπου στα 1050bar).

Ασφαλιστική βαλβίδα: είναι ρυθμισμένη να ανοίγει στα 1250bar και το πετρέλαιο πηγώνει στο F.O Overflow tank.

6.6 ΜΟΝΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΓΧΥΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (ICU)

Το μπλοκ από την πλευρά λαδιού ελέγχου: Οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες παίρνοντας την εντολή από τη μονάδα FCM-20 MODULE BUS επιτρέπουν τη ροή του λαδιού στο αντίστοιχο μπλοκ ώστε η ροή του λαδιού να επενεργήσει στο άνοιγμα της βαλβίδας ελέγχου πετρελαίου.

Το μπλοκ από την πλευρά πετρελαίου: Οι βαλβίδες ελέγχου πετρελαίου κινούνται από τα έμβολα του μπλοκ λαδιού ελέγχου τα οποία είναι κοινά με τις βαλβίδες ελέγχου πετρελαίου. Για κάθε καυστήρα υπάρχει και μια βαλβίδα ελέγχου πετρελαίου.



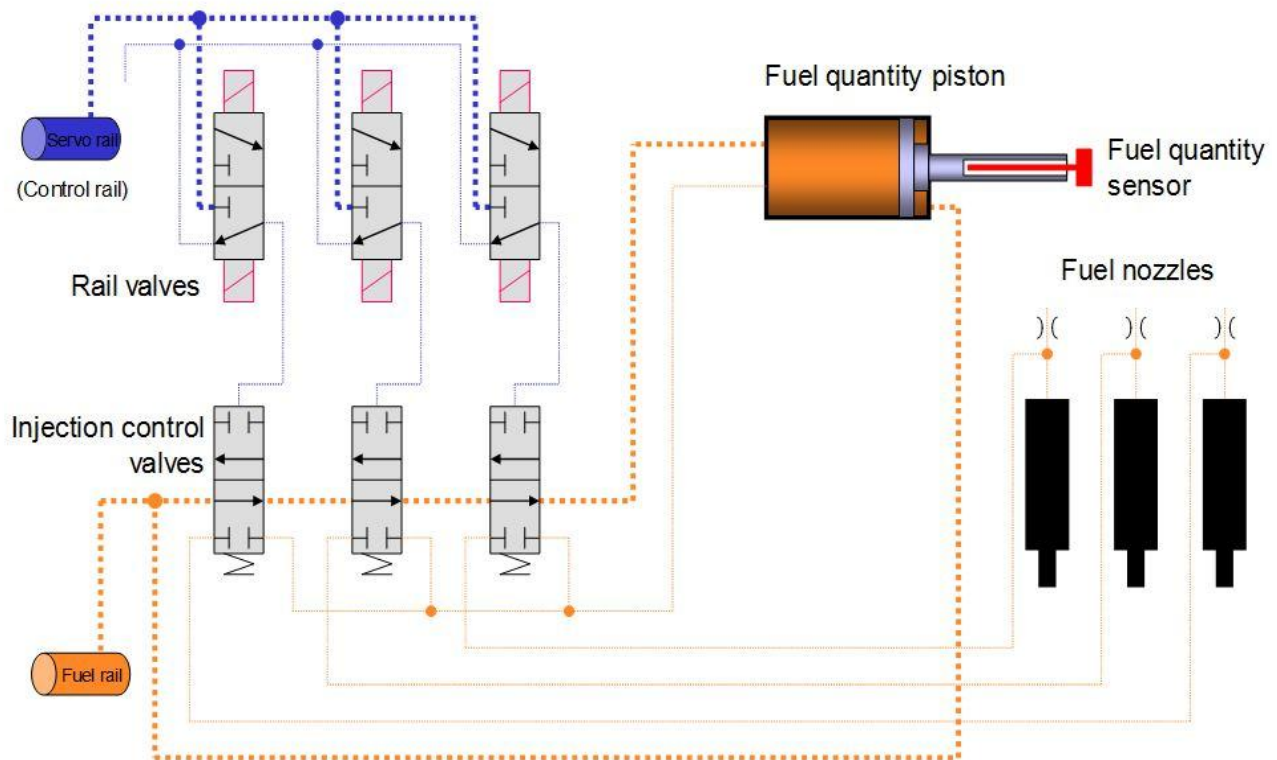
Εικόνα 22: Μονάδα ελέγχου έγχυσης πετρελαίου (ICU).

Το κύριο μπλοκ του (ICU) περιλαμβάνει το έμβολο κατάθλιψης ποσότητας πετρελαίου το οποίο βρίσκεται σε ειδική επαφή με τον αισθητήρα ποσότητας πετρελαίου ώστε κατά την κίνηση του εμβόλου ο αισθητήρας να καταγράφει την ογκομετρική μάζα του πετρελαίου.

Ο αισθητήρας ποσότητας πετρελαίου βρίσκεται ανέπαφος με το κύριο μπλοκ πετρελαίου μέσω του περιβλήματός του.

Η μεριά του λαδιού ελέγχου με τη μεριά του πετρελαίου διαχωρίζονται απόλυτα. Παρόλα αυτά έχουν κοινό συλλέκτη σε περίπτωση διαρροής και από τα 2 συστήματα.

Η ενεργοποίηση της ηλεκτρομαγνητικής πραγματοποιείται από την ηλεκτρονική μονάδα WECS (FCM-20) MODULE BUS η οποία παίρνει εντολή της υπολογισμένης γωνίας στροφάλου από τον αισθητήρα γωνίας στροφάλου (crank angle sensor). Επίσης θα απομνημονεύσει την ποσότητα έγχυσης μέσω του αισθητήρα ποσότητας πετρελαίου για την επόμενη έγχυση.



Εικόνα 23: Διαγραμματική απεικόνιση, του ελέγχου & της λειτουργίας, της ICU.

Αρχή Λειτουργίας: Κάθε μονάδα (ICU) ελέγχεται από 3 ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες που όταν αυτές ανοίξουν επιτρέπουν την ροή του λαδιού ελέγχου στο μπλοκ του λαδιού έτσι ώστε μέσω της υδραυλικής πίεσης που ασκείται στο έμβολο να ανοίξει η βαλβίδα ελέγχου πετρελαίου η οποία είναι κοινή μέσω άξονα με το έμβολο. Έτσι κατά το άνοιγμα της βαλβίδας πραγματοποιείται η έγχυση στον καυστήρα.

6.7 ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ ΛΑΔΙΟΥ

Η αντλία στην εικόνα είναι η λεγόμενη (servo oil pump). Σκοπός της είναι πριν την έναρξη εκκίνησης της μηχανής, η λειτουργία της εξυπηρετεί ώστε να είναι γεμάτο συνέχεια το δίκτυο του

servo rail oil και τη γρήγορη άνοδο της πίεσης . Στα πλοία με μικρής ιπποδύναμης μηχανή ο servo oil rail (αγωγός) είναι κοινός για το άνοιγμα των βαλβίδων και για τη λειτουργία των (ICU).



Εικόνα 24: Βοηθητική αντλία servo oil.

Σε πλοία όμως με μεγάλη ιπποδύναμη απαιτείται επιπλέον αντλία η λεγόμενη (control oil pump) η οποία εργάζεται αποκλειστικά για την πλήρωση και την αύξηση πίεσης του αγωγού λαδιού ελέγχου για τη λειτουργία των (ICU). Και στις δυο περιπτώσεις οι αντλίες είναι μέρος της εγκατάστασης δικτύου λαδιού λιπάνσεως κύριας μηχανής, χρησιμοποιούν δηλαδή το μηχανέλαιο για τις λειτουργίες αυτές.

6.8 ΑΥΤΟΚΑΘΑΡΙΖΟΜΕΝΑ ΦΙΛΤΡΑ

Τα αυτοκαθαριζόμενα φίλτρα μεγέθους της τάξης 6 μm mesh αποσκοπούν στον καθαρισμό του εργαζόμενου λαδού στις μονάδες VCU (VALVE CONTROL UNIT) και ICU (INJECTION CONTROL UNIT). Επίσης, είναι μέρος του δικτύου λαδιού λιπάνσεως της κύριας μηχανής.

Υπάρχει επίσης και το by-pass φίλτρο μεγέθους 36 μm mesh.



Εικόνα 25: Μονάδα αυτοκαθαριζόμενων φίλτρων λαδιού (δεξιά) και το By-Pass (αριστερά).

Κεφάλαιο 7^ο

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ

COMMON RAIL

Κεφάλαιο 7 - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ COMMON RAIL

Θέλοντας να συνοψίσουμε τα πλεονεκτήματα του συστήματος Common-Rail σε σχέση με τα μηχανικά συστήματα έγχυσης, παραθέτουμε τα ακόλουθα:

- Η υψηλή πίεση έγχυσης επιτυγχάνεται ανεξάρτητα από την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα.
- Η υψηλή πίεση έγχυσης είναι ανεξάρτητη της μάζας του εγχεόμενου καυσίμου.
- Ακρίβεια στη ρύθμιση της ποσότητας του εγχεόμενου καυσίμου.
- Δυνατότητα πολλαπλών ψεκασμών σε έναν κύκλο λειτουργίας.
- Ελαχιστοποίηση των διαφορών στην εγχεόμενη μάζα καυσίμου και στον χρονισμό της έγχυσης μεταξύ των κυλίνδρων.
- Ελαχιστοποίηση των διαφορών της εγχεόμενης μάζας καυσίμου μεταξύ των διαδοχικών κύκλων.
- Δυνατότητα ανεξάρτητου χρονισμού έγχυσης μεταξύ των εγχυτήρων ενός κυλίνδρου.
- Δυνατότητα καθορισμού του χρονισμού της βαλβίδας εξαγωγής των καυσαερίων.
- Η κατασκευή του συστήματος με μεμονωμένα εξαρτήματα (μοντούλ) βοηθάει στην ανεξάρτητη σχεδίαση, μελέτη και κατασκευή των εξαρτημάτων αυτών και μειώνει το κόστος κατασκευής, επισκευής και συντήρησης.
- Υπάρχει δυνατότητα να επιλέγει το σύστημα τον χρόνο ψεκασμού.
- Με την υψηλή πίεση ψεκασμού μπορεί να γίνει σχεδόν πλήρης καύση.
- Με την δυνατότητα πλήρη ελέγχου του ψεκασμού μπορεί να υπάρχει προέγχυση καυσίμου λίγα χιλιοστά του δευτερολέπτου πριν τον κανονικό ψεκασμό, προθερμαίνοντας έτσι τον χώρο καύσης.
- Η βασική προέγχυση και ανάφλεξη δεν γίνεται ακαριαία, είναι πιο "προοδευτική" και έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνεται ο θόρυβος λειτουργίας και τα Οξειδία του Αζώτου (NOx).
- Ο ελεγχόμενος και γρήγορος ψεκασμός που πραγματοποιείται, συμβάλλει στην καθαρή καύση.
- Υπάρχει δυνατότητα πριν το τέλος της καύσης να ψεκαστεί νερό στον κύλινδρο με σκοπό την μείωση των ρύπων του Οξειδίου του Αζώτου (NOx).

Όλα τα παραπάνω δεν αφήνουν καμία αμφιβολία ότι το σύστημα ψεκασμού Common-Rail έχει σημαντικά πλεονεκτήματα, όμως το σημαντικότερο απ' αυτά είναι η δυνατότητα του να μεταβάλλει τους χρόνους ψεκασμού ανάλογα τις συνθήκες λειτουργίας της μηχανής. Αυτό επιτυγχάνεται με

την διαφοροποίηση του συστήματος ψεκασμού καυσίμου. Η μονάδα διαχείρισης της μηχανής λαμβάνει τα δεδομένα από μια ομάδα αισθητήρων, τα επεξεργάζεται και δημιουργεί τις ιδανικές συνθήκες καύσης με σκοπό πάντα την ιδανική καύση του μίγματος αέρα καυσίμου που έχει δημιουργηθεί μέσα στο θάλαμο καύσης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όλα τα παραπάνω οδηγούν σε χαμηλότερο κόστος λειτουργίας του κινητήρα, το οποίο προκύπτει αφενός από τη χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου που επιτυγχάνεται, κυρίως σε μερικό φορτίο και αφετέρου από το μικρότερο κόστος συντήρησης, αφού, με το σύστημα κοινού διανομέα μειώνονται σημαντικά τα επίπεδα εκπομπών σωματιδίων αιθάλης και οξείδια του αζώτου (κύρια πλεονέκτηματα του συστήματος), γεγονός που οδηγεί σε λιγότερες επικαθίσεις εξανθρακωμάτων στα στοιχεία του κινητήρα. Επίσης, επιτυγχάνεται καλύτερη ποιότητα της καύσης σε όλο το εύρος των στροφών, η οποία επιφέρει συνολική μείωση των εκπομπών ρύπων και αύξηση της απόδοσης του κινητήρα με μεγαλύτερα διαστήματα ανάμεσα σε διαδοχικές συντηρήσεις.

Το σύστημα κοινού διανομέα προσφέρει γρηγορότερη επιτάχυνση, ισορροπία φορτίου μεταξύ των κυλίνδρων, πλήρη έλεγχο του φορτίου και σταθερή λειτουργία σε πολύ χαμηλές στροφές (χαμηλότερες απ' ότι με το σύστημα μηχανικής έγχυσης), εξαιτίας της δυνατότητας επιλεκτικής έγχυσης από μερικούς μόνο εγχυτήρες κάθε κυλίνδρου.

Τέλος, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση χώρου στο μηχανοστάσιο, καθώς τα στοιχεία από τα οποία απαρτίζεται το σύστημα κοινού διανομέα είναι λιγότερα και μικρότερα από τα αντίστοιχα στοιχεία του μηχανικού συστήματος έγχυσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική:

1. Ανδρεάδης Ν. Π., “Βελτιστοποίηση Παραμέτρων Έγχυσης σε Δίχρονους Ναυτικούς Κινητήρες Diesel”, Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π., 2008.
2. Καϊκτσής Λ., “Καύση”, Σημειώσεις, Ε.Μ.Π., 2006.
3. Κοντούλης, Ι.Π., “Υπολογιστική Μελέτη Εναλλακτικών Στρατηγικών Έγχυσης σε Δίχρονους Ναυτικούς Κινητήρες Diesel”, Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π., 2008.
4. Κοτρογιάννης, Ν.Α., “ Αριθμητική Προσομοίωση Φαινομένων Ροής και Καύσης σε Δίχρονους Ναυτικούς Κινητήρες Diesel”, Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π., 2006.
5. Ξένος Δ. – Οικονομόπουλος Γ., “Το Σύστημα Common Rail”, εργασία με επιβλέπων καθηγητή Τσορμπατζίδη Ανέστη, 2004.
6. Φραγκόπουλος Α. “Υπολογιστική Μελέτη Τεχνικών Έγχυσης Νερού σε Δίχρονους Ναυτικούς Κινητήρες Diesel”, Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π., 2009
7. Κανδύλης Γ., Μηχανές Εσωτερικής Καύσης ΙΙ, Τεύχος 1, Εκδόσεις Κωστόγιαννος, 2003.

Ξένη:

8. Stefan Fankhauser and Klaus Heim, 'The Sulzer RT-flex: Launching the era of common rail on low- speed engines', 2001.
9. Stefan Fankhauser, 'World's first common-rail low- speed engine goes to sea', Wartsila, Marine News, 2001.
10. Kaspar Aeberli and John McMillan, 'Common Rail at Sea: The Sulzer RT-flex engine', The Motor Ship Marine Propulsion Conference 2002.
11. Konrad Huber and Beat Guttinger, 'First year of service successful for first Sulzer RT-flex', Wartsila, Marine News, 2003.
12. Kaspar Aeberli, 'Experience with Sulzer Common- Rail Engines', The Motor Ship Marine Propulsion Conference 2003.
13. Kaspar Aeberli, 'Building The Largest Common- Rail Engines', The Motor Ship Marine Propulsion Conference 2004.
14. Rudolf Demmerle and Klaus Heim, 'The Evolution of the Sulzer RT-flex Common-Rail System', 2004.

15. David Brown, 'The Sulzer RT-flex Common-Rail System Described', Wartsila, August 2004.

Ηλεκτρονικές Πηγές:

- ❖ <http://www.ihl.co.jp>
- ❖ <http://www.dieselduck.ca>
- ❖ <http://www.marinediesels.info>
- ❖ <http://www.sulzer.com>
- ❖ <http://www.marineengineering.org.uk>
- ❖ <http://www.wartsila.com>
- ❖ <http://www.bosung.com>
- ❖ <http://www.marineinsight.com/marine>
- ❖ <http://www.volvopenta.com>

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	7
Κεφάλαιο 1 - Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ COMMON RAIL	9
Κεφάλαιο 2 - ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ COMMON RAIL	12
Κεφάλαιο 3 - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΜΕ CR	15
Κεφάλαιο 4 - ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΜΗΧΑΝΗΣ ΣΕ COMMON RAIL.....	20
Κεφάλαιο 5 - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΕ ΧΑΜΗΛΟ ΦΟΡΤΙΟ	23
Κεφάλαιο 6 - ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΗΣ RT-FLEX.....	26
6.1 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΓΩΝΙΑΣ ΣΤΡΟΦΑΛΟΥ (CA).....	26
6.2 TACHOMETER.....	27
6.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΥΛΟΥ WECS-95xx/FCM-20 Module Bus	29
6.4 ΜΟΝΑΔΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ.....	30
6.4.1 ΑΝΤΛΙΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	30
6.4.2 ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ.....	31
6.4.3 ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΥΠΕΡΠΙΕΣΗΣ.....	32
6.4.4 ΚΡΑΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ (Shutdown Valve).....	33
6.4.5 ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΝΤΛΙΩΝ Υ.Π.....	34
6.4.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ	35

6.5 ΣΩΛΗΝΕΣ Υ.Π ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ, SERVO OIL & CONTROL OIL.....	36
6.6 ΜΟΝΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΓΧΥΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (ICU).....	37
6.7 ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ ΛΑΔΙΟΥ	39
6.8 ΑΥΤΟΚΑΘΑΡΙΖΟΜΕΝΑ ΦΙΛΤΡΑ	40
Κεφάλαιο 7 - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ COMMON RAIL.....	43
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	45
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	46