

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΗΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: Περιγραφή πλοίου με LNG και ηλεκτροπρόωση, καταγραφή
ιδιαιτεροτήτων στον σχεδιασμό**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΥΑΚΙΝΘΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2015

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή έχει σκοπό να βοηθήσει στην κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των υγραεριοφόρων πλοίων με ηλεκτροπρόωση. Για να μπορέσει αυτό να επιτευχθεί γίνεται αναφορά στο φυσικό αέριο και τις ιδιαιτερότητες του, όπου από αυτές προκύπτουν κάποιες αναγκαστικές διαδικασίες για την ασφαλή αλλά και σωστή μεταφορά του. Διαδικασίες όπου για να μπορέσουν να υλοποιηθούν αναμενόμενο ήταν να δημιουργηθούν καινοτόμες τεχνολογίες αλλά και αναδιαμόρφωση ήδη παλαιών τεχνολογιών. Αναλύονται οι δεξαμενές αποθήκευσης του φυσικού αερίου το (οποίο είναι και το πιο χρονοβόρο κομμάτι τις κατασκευής αυτών των πλοίων), οι απαραίτητες διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν για την αποφυγή καταστροφής τους αλλά και την ασφάλεια του πλοίου.

Η μεγαλύτερη ιδιαιτερότητα των πλοίων μεταφοράς φυσικού αερίου είναι ο τρόπος πρόωσης τους (λόγο του ότι πρέπει να καεί ένα μέρος του φορτίου για να διατηρηθεί η θερμοκρασία του LNG στις επιθυμητές τιμές). Ο ήδη υπάρχον τρόπος πρόωσης (steam turbine engine) έχει αρκετά μεγάλο κόστος λειτουργίας σε σχέση με τις μηχανές εσωτερικής καύσης, κάτι που δεν έμεινε απαρατήρητο και με την αναμενόμενη αύξηση ζήτησης του φυσικού αερίου άρα και την ανάγκη περισσότερων πλοίων μεταφοράς δημιουργήθηκε ένα πρόβλημα που έπρεπε να λυθεί. Έτσι γεννήθηκαν οι μηχανές τύπου dual fuel (μηχανές εσωτερικής καύσης με την δυνατότητα καύσης δυο διαφορετικών τύπων καυσίμου) όπου πλέον έχουν λύσει το πρόβλημα και όντας πιο οικονομικές προτιμούνται από την αγορά.

Για να μπορέσουν αυτές οι μηχανές να κάψουν το φυσικό αέριο πρέπει πρώτα αυτό να περάσει από μια σειρά μηχανημάτων όπου το επεξεργάζονται για να το κάνουν κατάλληλο για καύση. Αυτό αποτελεί το ένα μέρος της πρόωσης. Ακόμα οι μηχανές εσωτερικής καύσης δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν φυσικό αέριο για μανούβρες και γι αυτό τον λόγο οδηγηθήκαμε στην ηλεκτροπρόωση. Οι μηχανές αυτές σε αυτού του τύπου πλοία είναι τετράχρονες γεννήτριες όπου με μια σειρά μηχανημάτων τροφοδοτούν ηλεκτροκίνητα μοτέρ τα οποία μέσω μειωτήρα περιστρέφουν την έλικα του πλοίου.

ABSTRACT

This exercise is intended to assist in understanding the operation of liquefied gas vessels with electric propulsion. In order to achieve this refer to the natural gas and the specifics of where they arise from some mandatory procedures for the safe and proper handling. Procedures where to be pursued was expected to create innovative technologies and reshaping already existing technologies. Analyzing the gas storage tanks in (which is what the time consuming part construction of these ships), the necessary procedures must be followed to avoid their destruction and the security of the ship.

The greater specificity of natural gas carriers is their way of propulsion (speech that we must burn a part of the load to maintain the LNG temperature to desired values). The existing mode of propulsion (steam turbine engine) has sizable operating cost compared to internal combustion engines, which did not remain unnoticed and with the expected increase in demand for gas and hence the need for more ships created a problem that had to solved. Thus was born the dual fuel type engines (internal combustion engines with the possibility of two different types of gas fuel) which have now solved the problem being more preferred from the financial market.

To enable these machines to burn natural gas it must first go through a series of machines which process it to make suitable for combustion. This is one part of the propulsion. Even the internal combustion engines cannot use gas for maneuvers and for this reason we were led to electric propulsion. These machines of this type vessels is stroke generators wherein a number of machines fed electric motor which gear means rotate the propeller of the ship.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η αυξανόμενη σημασία του φαινομένου του θερμοκηπίου, η καταστροφή των δασών, έχουν καταστήσει την προστασία του περιβάλλοντος θέμα μείζονος σημασίας. Μια και βασική αιτία της ατμοσφαιρικής ρύπανσης αποτελεί η χρήση καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας, είναι αναγκαίο οι ενεργειακές επιλογές να συνδυάζουν την ανάπτυξη με την περιβαλλοντική προστασία.

Το φυσικό αέριο είναι το πιο καθαρό και με τους χαμηλότερους ρύπους σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα συμβατικά καύσιμα.

- Η καύση του παράγει λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα, οπότε υποκαθιστώντας τα άλλα καύσιμα συμβάλλει στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.
- Δεν περιέχει ενώσεις θείου που ρυπαίνουν το περιβάλλον και προκαλούν το φαινόμενο της όξινης βροχής.
- Η καύση του είναι καθαρή και πρακτικά δεν εκπέμπει αιθάλη και αιωρούμενα σωματίδια, περιορίζοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Η χρήση του φυσικού αερίου σε όλους τους τομείς της κατανάλωσης, σε οικιακή, επαγγελματική και βιομηχανική χρήση, προσφέρει αναρίθμητα οφέλη στο χρήστη, συμβάλλοντας παράλληλα σε ένα καθαρότερο περιβάλλον. Το Φυσικό Αέριο σήμερα είναι το πλέον περιζήτητο καύσιμο εξαιτίας της υψηλής θερμογόνου δύναμης, της μειωμένης περιβαλλοντικής επιβάρυνσης και της αποδοτικής του καύσης. Θεωρείται η καθαρότερη πηγή ενέργειας μετά τις Ανανεώσιμες, λόγω της ποιότητας της καύσης του και της χαμηλής περιεκτικότητας των καυσαερίων του σε ρυπογόνες ουσίες. Έχει πλέον επικρατήσει ως το κατεξοχήν καύσιμο των πόλεων που θέλουν να σέβονται το περιβάλλον και τους πολίτες τους.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

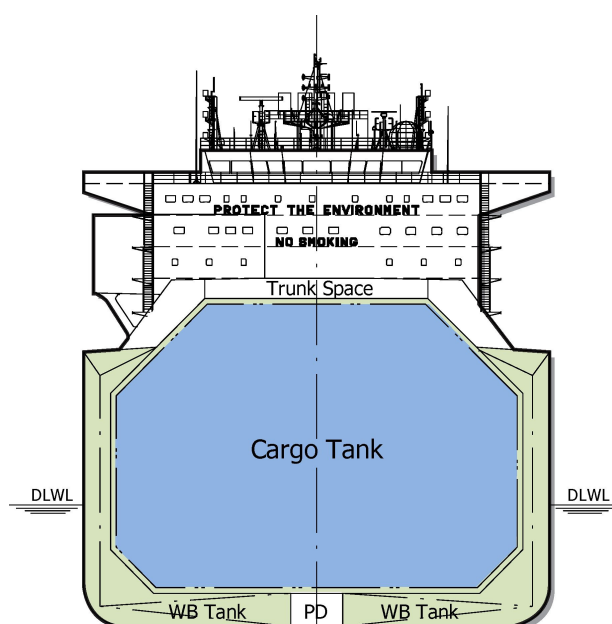
Το φυσικό αέριο είναι ένα μείγμα αερίων υδρογονανθράκων που αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (85- 98%) και σε μικρότερες ποσότητες αιθάνιο, προπάνιο και βουτάνιο. Συνήθως βρίσκεται σε μεγάλα βάθη, σε υπόγειες κοιλότητες και σχεδόν πάντα συνδυάζεται με την εύρεση πετρελαίου, πάνω από το οποίο υπάρχει το φυσικό αέριο. Δημιουργήθηκε, είτε από θαλάσσιους οργανισμούς (όπως το πετρέλαιο) είτε από φυτική πρώτη ύλη. Τα παγκόσμια αποθέματα φυσικού αερίου συγκρινόμενα με αυτά του πετρελαίου είναι σχετικά καλύτερα κατανομημένα.

Η αποθήκευση του φυσικού αερίου γίνεται σε ειδικές κρυογονικές εγκαταστάσεις (ψύξη στους - 159°C) με σκοπό να διατηρείται υγροποιημένο και να καταλαμβάνει μικρό όγκο, αφού σε υγρή μορφή το φυσικό αέριο καταλαμβάνει 600 φορές λιγότερο όγκο σε σχέση με την αέρια του μορφή γι αυτό τον λόγο και η μεταφορά του στα πλοία γίνεται σε υγρή μορφή.

Για να μπορέσει να γίνει όμως αυτό πρέπει να λάβουμε υπόψη τους εξής παράγοντες:

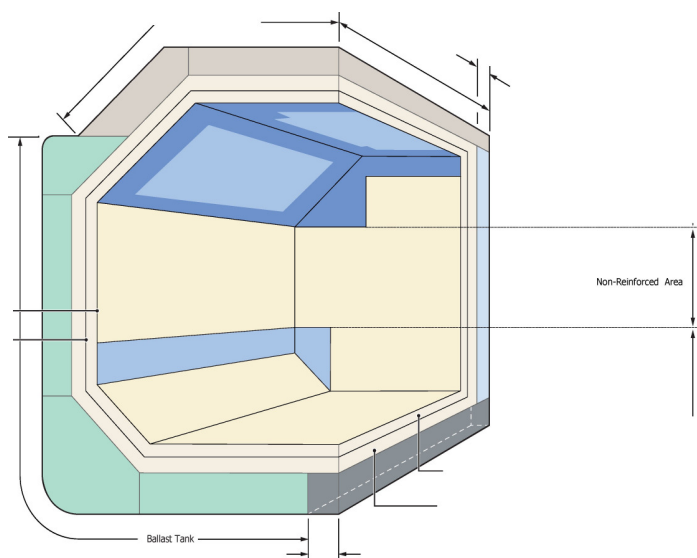
1. διαφορά θερμοκρασίας θάλασσας-περιβάλλοντος και δεξαμενής και
2. την διατοίχιση του πλοίου

Όσον αναφορά το 1ο έχουν δημιουργηθεί δεξαμενές αρκετά μονωμένες και από υλικό όπου έχει μηδενικές τιμές συστολών (INVAR) έτσι ώστε να μπορεί το lng να διατηρείτε στις παραπάνω θερμοκρασίες. Για το 2ο έχουν γίνει πολλές μελέτες σε δεξαμενές και πλέον χρησιμοποιείτε ένας πρισματικός τύπος δεξαμενής όπου και επιτυχαίνει την μεγίστη δυνατή χωρητικότητα με την μικρότερη διατοίχιση.



(στην εικόνα αυτή βλέπετε την διατομή μιας δεξαμενής πλοίου)

Όλα αυτά πρέπει να προβλεφτούν διότι η πίεση και η θερμοκρασία είναι ανάλογα ποσά και μέσα στις δεξαμενές αυτές το LNG έχει ατμοσφαιρική πίεση και θερμοκρασία -160°C . Όταν μεταβάλλεται η πίεση λόγω διατοιχισμού τότε το ίδιο κάνει και η θερμοκρασία. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αναθέρμανση του υγρού και την μετατροπή του σε αέριο στην επιφάνεια της δεξαμενής, το λεγόμενο natural boil off gas (κάτι καταστροφικό αν σκεφτεί κανείς ότι η αναλογία υγρού αερίου είναι 1 προς 600 όπως αναφέρθηκε παραπάνω). Γι αυτό τον λόγο μια συγκεκριμένη ποσότητα αυτού του αερίου απάγεται αναγκαστικά για να εκτονωθεί η πίεση στην δεξαμενή (άρα και η θερμοκρασία). Αυτή η ποσότητα λοιπόν πρέπει να καταναλωθεί μέσα στο πλοίο και απαγορεύεται να αφηθεί ελεύθερο στην ατμόσφαιρα γιατί θεωρείται περιβαλλοντική μόλυνση. Ο τρόπος που θα γίνει αυτό έχει καθορίσει και την πρόωση αυτών των πλοίων. Στην εργασία αυτή θα αναφερθεί ένας καινοτόμος τύπος πρόωσης για την Εμπορική Ναυτιλία η ηλεκτροπρόωση.



2. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Ξεκινώντας θα πρέπει να μας γίνει γνωστό ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η διαδικασία αποθήκευσης του LNG σε αυτού του είδους πλοία στις δεξαμενές από μηδενική βάση. Οι δεξαμενές του πλοίου περιέχουν αρχικά όπως και είναι λογικό αέρα. Πρέπει να

επακολουθήσουν οι εξής διαδικασίες έτσι ώστε η δεξαμενές να είναι έτοιμες να δεχτούν το LNG σε θερμοκρασία -160°C

A) GAS FREE

(στην εικόνα αυτή βλέπετε μια δεξαμενή σε τομή)

B) GASSING UP

Γ) COOLING DOWN

2.1 GAS FREE

Η διαδικασία GAS FREE ξεκινά με τις δεξαμενές να είναι γεμάτες αέρα. Δεν μπορούμε να φορτώσουμε απευθείας στη δεξαμενή lng καθώς η παρουσία του οξυγόνου θα μπορούσε να δημιουργήσει ένα εκρηκτικό ατμοσφαιρικό περιβάλλον εντός της δεξαμενής, καθώς και η ταχεία αλλαγή της θερμοκρασίας που προκαλείται από τη φόρτωση lng στους -160°C θα μπορούσε να καταστρέψει την δεξαμενή. Γι αυτό τον λόγο εναλλάσσεται ο ατμοσφαιρικός αέρας με αδρανές αέριο (το κλασικό inert gas ή με άζωτο) έτσι ώστε να αποφευχθούν οι παραπάνω κίνδυνοι. Εάν η διαδικασία GAS FREE έχει γίνει με αδρανές αέριο, οι διαδικασίες GASSING UP και COOLING DOWN θα πρέπει να γίνουν όταν το σκάφος φθάνει στο σταθμό φόρτωσης . Αυτό συμβαίνει επειδή , σε αντίθεση με άζωτο , το αδρανές αέριο περιέχει 14 % διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) , το οποίο θα παγώσει σε περίπου -60°C και θα παράγει μία λευκή σκόνη η οποία μπορεί να μπλοκάρει βαλβίδες, φίλτρα και ακροφύσια.

2.2 GASSING UP

Στη συνέχεια, το πλοίο πηγαίνει στο λιμάνι για GASSING UP και COOLING DOWN. Κατά τη διάρκεια του GASSING UP, το αδρανές αέριο στις δεξαμενές φορτίου αντικαθίσταται με ζεστό φυσικό αέριο. Αυτό γίνεται για να απομακρυνθούν οποιαδήποτε αέρια όπως διοξείδιο του άνθρακα και να ολοκληρωθεί η ξήρανση των δεξαμενών. Κατά την έναρξη της λειτουργίας για να γεμίσουν οι δεξαμενές φορτίου, το ζεστό ΦΑ 20°C ψεκάζεται μέσα στην δεξαμενή. Το ΦΑ είναι ελαφρύτερο από το αδρανές αέριο, οπότε και αυτό αντλείται από το κάτω μέρος της δεξαμενής και διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα. Όταν ανιχνεύεται 5% μεθάνιο (το ποσοστό θα πρέπει να καθορίζεται από τη συγκεκριμένη λιμενική αρχή) στον εξαερισμό τα καυσαέρια κατευθύνονται στην ξηρά μέσω της συμπίεστés HD, ή μέσω της γραμμής καύσης φυσικού αερίου στο GCU (GAS COMBUSTION UNIT) (τα οποία θα αναφερθούν αργότερα)

2.3 COOLING DOWN

Η λειτουργία ψύξης (COOLING DOWN) ακολουθεί αμέσως μετά την ολοκλήρωση του GASSING UP χρησιμοποιώντας LNG. Το LNG κατά την εισαγωγή του στις δεξαμενές ατμοποιείται λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας που όμως σιγά σιγά μειώνεται. Ο ρυθμός της ψύξης είναι περιορισμένος για τους ακόλουθους λόγους:

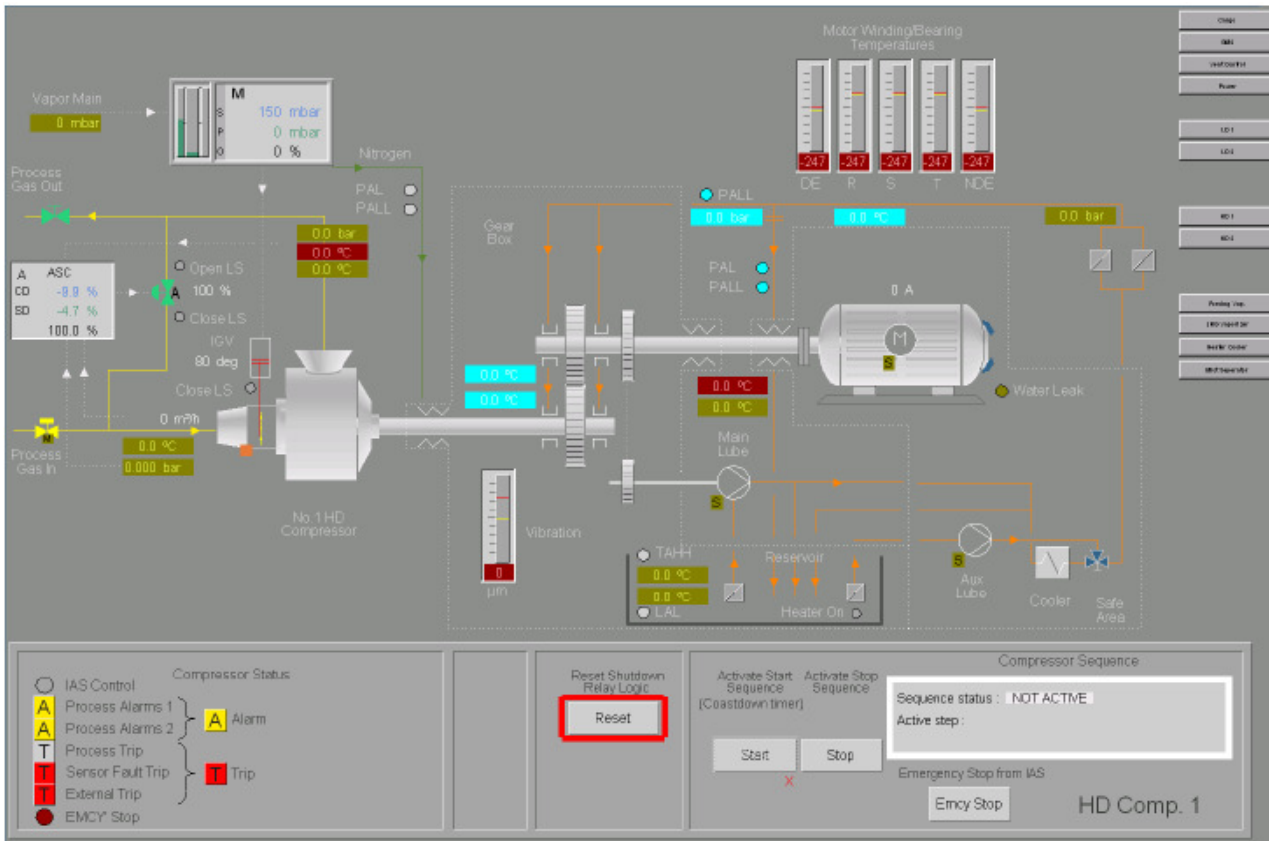
- Για να αποφευχθεί η υπερβολική καταπόνηση στον πύργο όπου είναι τοποθετημένες οι αντλίες.
- Η παραγωγή ατμού πρέπει να παραμείνει εντός των δυνατοτήτων των συμπιεστών HD για να διατηρήσει τις δεξαμενές φορτίου σε πίεση 70 mbar (περίπου 1083 mbara).
- Για να παραμείνει εντός της ονομαστικής λειτουργίας του συστήματος αζώτου για τη διατήρηση των πρωτογενών και δευτερογενών αποστάσεων μόνωσης στις απαιτούμενες πιέσεις.

Η ψύξη των δεξαμενών φορτίου θεωρείται πλήρης όταν στο μέσο κάθε δεξαμενής η θερμοκρασία είναι από -130°C ή χαμηλότερη. Όταν αυτές οι θερμοκρασίες έχουν επιτευχθεί, και το CTS καταγράφει την παρουσία υγρού, η φόρτωση μπορεί να αρχίσει. Οι ατμοί που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της ψύξης των δεξαμενών επιστρέφεται στο TERMINAL μέσω των συμπιεστών.

3.ELECTRIC MOTOR ROOM & CARGO COMPRESSOR ROOM

Στο κατάστρωμα του πλοίου υπάρχουν κάποια μηχανήματα επεξεργασίας του LNG όπου βρίσκονται στο CARGO COMPRESSOR ROOM. Όμως επειδή είναι ηλεκτροκίνητα δεν θα μπορούσαν για λόγους ασφαλείας να βρίσκονται στον ίδιο χώρο. Έτσι έχει δημιουργηθεί ακόμα ένα δωμάτιο όπου λέγεται ELECTRIC MOTOR ROOM και είναι ακριβώς δίπλα από το CARGO COMPRESSOR ROOM. Σε αυτά τα δωμάτια βρίσκονται οι συμπιεστές high & low duty

3.1 ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ HD (high duty compressors)



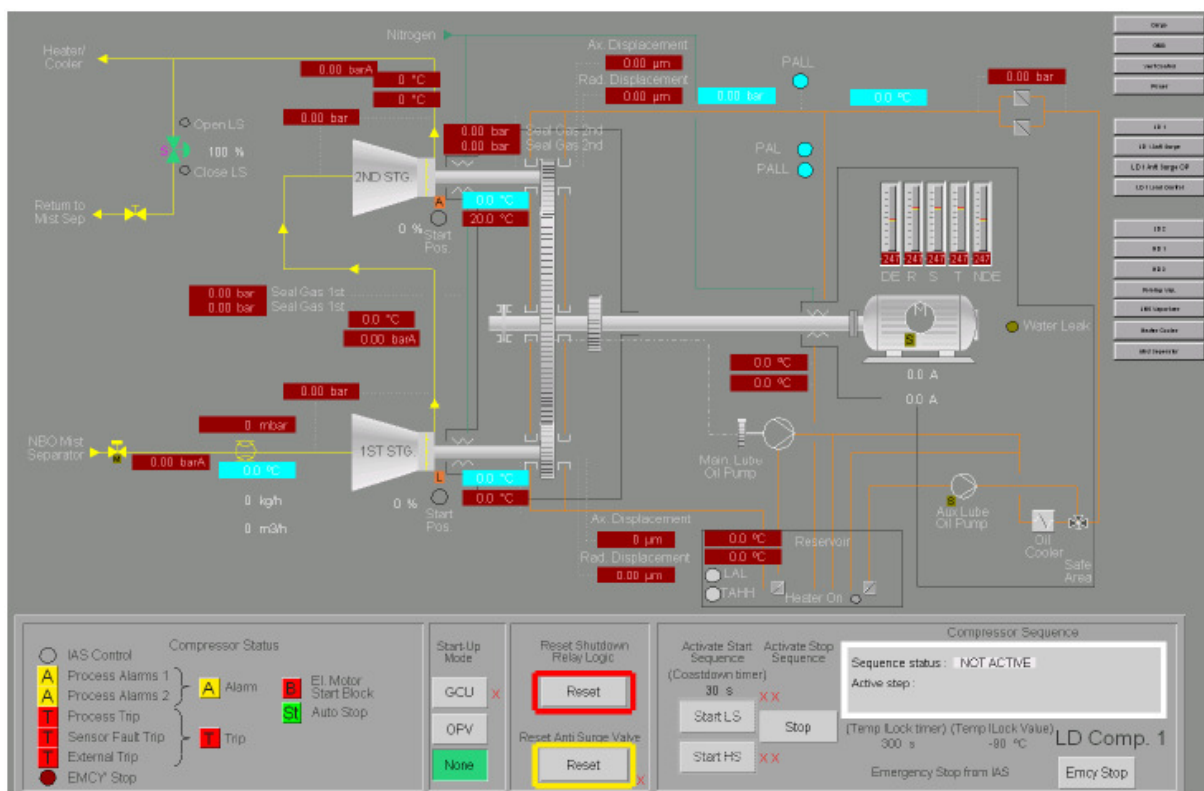
(στην εικόνα αυτή βλέπετε το δίκτυο των high duty compressors)

Οι συμπιεστές αυτοί χρησιμοποιούνται για την συμπίεση του ατμού NBOG (δεν το ξανά υγροποιούν) για την επιστροφή στο terminal κατά τη διάρκεια της φόρτωσης και για το GASSING UP- COOLING DOWN των δεξαμενών . Οι κινητήρες είναι ηλεκτρικά μοτέρ και εγκαθίστανται σε ένα δωμάτιο που είναι διαχωρισμένο από την αίθουσα του συμπιεστή. Ο άξονας μετάδοσης κίνησης μεταξύ του κινητήρα και του συμπιεστή διαπερνούν τον τοίχο που χωρίζει τα δυο δωμάτια μέσω ενός στυπιοθλίπτη δακτυλίου που λειτουργεί με ένα φράγμα πεπιεσμένου ελαίου. Ο συμπιεστής είναι μια σταθερής ταχύτητας, με ένα πτερύγιο οδηγήσεως εισόδου (IGV) . Ο ρυθμός ροής του συμπιεστή εξαρτάται από τη θέση του IGV . Με τον έλεγχο της θέσης του IGV η πίεση των ατμών μπορεί να διατηρείται σε μία επιθυμητή τιμή.

3.2 ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ low duty (low duty compressors)

Σε όλα τα πλοία το LNG όπως αναφέρθηκε και παραπάνω το ναρουν των δεξαμενών καίγεται. Στα πλοία αυτά υπάρχουν δύο τρόποι καύσης του LNG. Ο ένας είναι οι κύριες ηλεκτρογεννήτριες MEK και ο άλλος το GCU (Gas Combustion Unit) Για να γίνει αυτό πρέπει το LNG να έχει κατάλληλη θερμοκρασία και πίεση. Στα πλοία αυτού του τύπου υπάρχουν 2 συμπιεστές οι οποίοι ονομάζονται low duty. Το ένα είναι δύο σταδίων και το άλλο τεσσάρων. Τα στάδια στην ουσία είναι βαθμίδες συμπίεσης. Ο βασικός λόγος που υπάρχουν δύο είναι για να δουλεύει ένα για κάθε "καταναλωτή". Να τα δούμε όμως πιο αναλυτικά.

Ο δυσσταδιακός συμπιεστής είναι διπλής ταχύτητας και η ροή διαμέσου του συμπιεστή ρυθμίζεται από τη μεταβολή της θέσης οδηγητικών περυγίων (DGV). Η θέση των DGV είναι ανάλογα με την επιθυμητή πίεση εξαγωγής του αερίου η οποία ρυθμίζεται από H/Y.

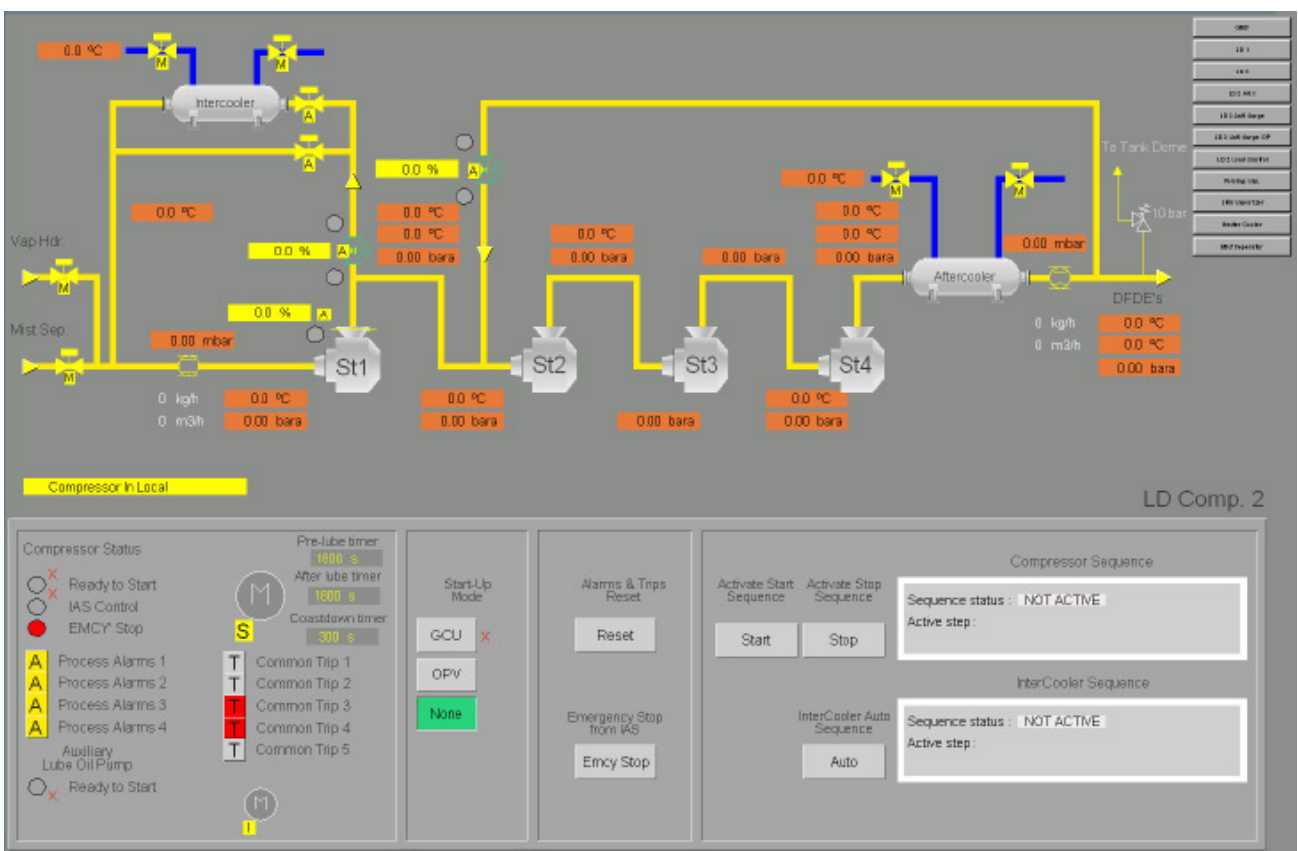


(εδώ βλέπετε έναν δυσστασιακό συμπιεστή)

Ο τετρασταδιακός συμπιεστής είναι ενιαίας ταχύτητας και η ροή μέσω του συμπιεστή ρυθμίζεται από τη μεταβολή της θέσης των DGV . Και εδώ θέση των DGV είναι ανάλογα με την επιθυμητή πίεση εξαγωγής του αερίου η οποία ρυθμίζεται από H/Y.

Ο λόγος που υπάρχουν δύο συμπιεστές είναι ο εξής. Ο δυσταδιακός έχει όριο στην θερμοκρασία εισαγωγής του φυσικού αερίου όπου πάνω από αυτήν δεν μπορεί να συμπιέσει το φυσικό αέριο κάτι που δεν συμβαίνει στο τετρασταδιακό.

Ο δυσταδιακός συμπιεστής είναι ικανός να τροφοδοτήσει το GCU για πλήρη λειτουργία και τις MGE για μερική λειτουργία οπότε και συμφέρει και για λόγους οικονομίας. Φυσικά δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα στην ταυτόχρονη λειτουργία των συμπιεστών ούτε από μεριάς ηλεκτροδότησης ούτε από μεριάς ποσότητας φυσικού αερίου καθώς μπορούμε να παράγουμε φυσικό αέριο από υγρή σε αέρια μορφή με μηχανήματα που θα αναφερθούν παρακάτω .



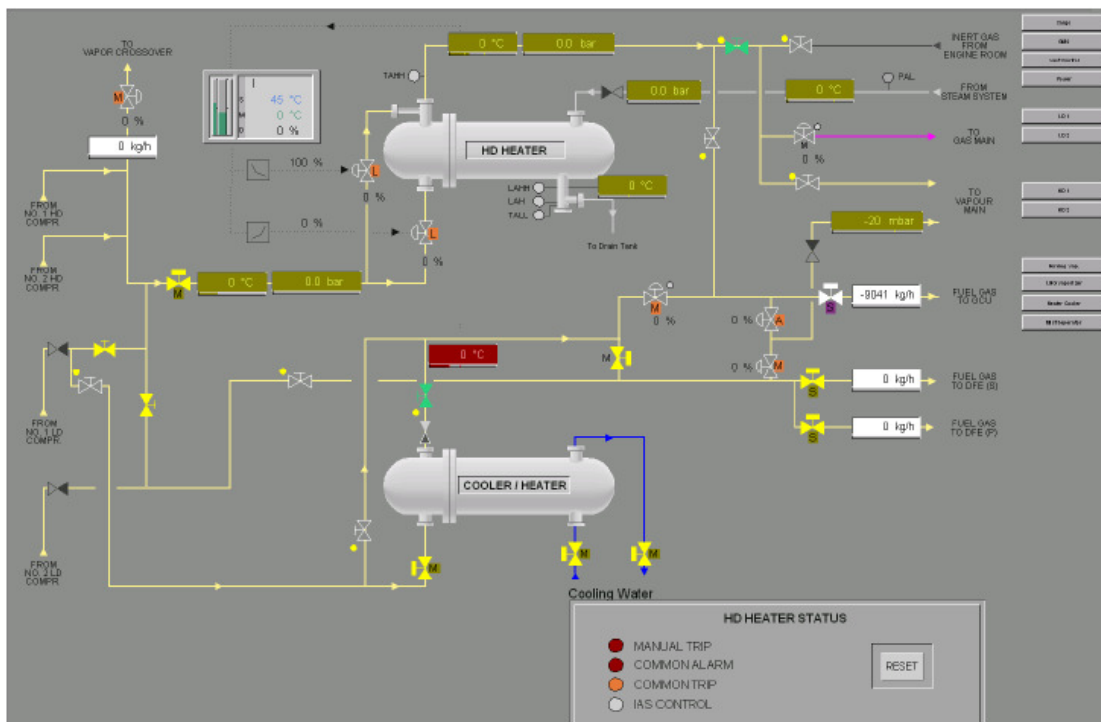
(εδώ βλέπετε έναν τετρασταδιακό συμπιεστή)

3.3 HD Heater

Ο κύριος σκοπός των HD Heater είναι να θερμαίνουν το boil-off για να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο κατά τη διάρκεια του ταξιδιού . Οι εξατμίσεις του αερίου από τους συμπιεστές LD είναι κρύες και χρειάζεται να τις θερμάνουμε πριν αποσταλούν στις μηχανές για καύση .

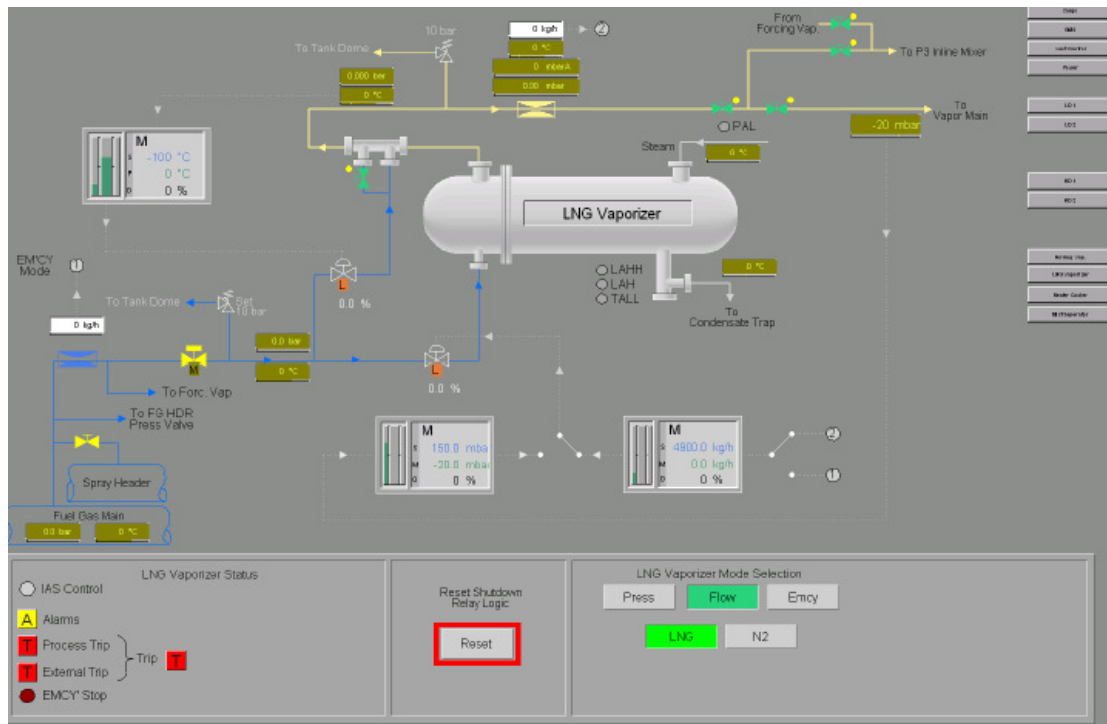
3.4 After Cooler

Αυτός ο εναλλάκτης θερμότητας έχει εγκατασταθεί για την ψύξη και τη θέρμανση του αερίου , προκειμένου να ανταποκριθεί το εύρος της θερμοκρασίας που απαιτείται από τους DF κινητήρες. Χρησιμοποιείται γλυκό νερό σαν ένα μέσο ψύξης / θέρμανσης . Σε περίπτωση χαμηλών θερμοκρασία στην έξοδο του γλυκού νερού , οι βαλβίδες του νερού κλείνουν.



(εδώ βλέπετε το δίκτυο των HD Heater/ After Cooler)

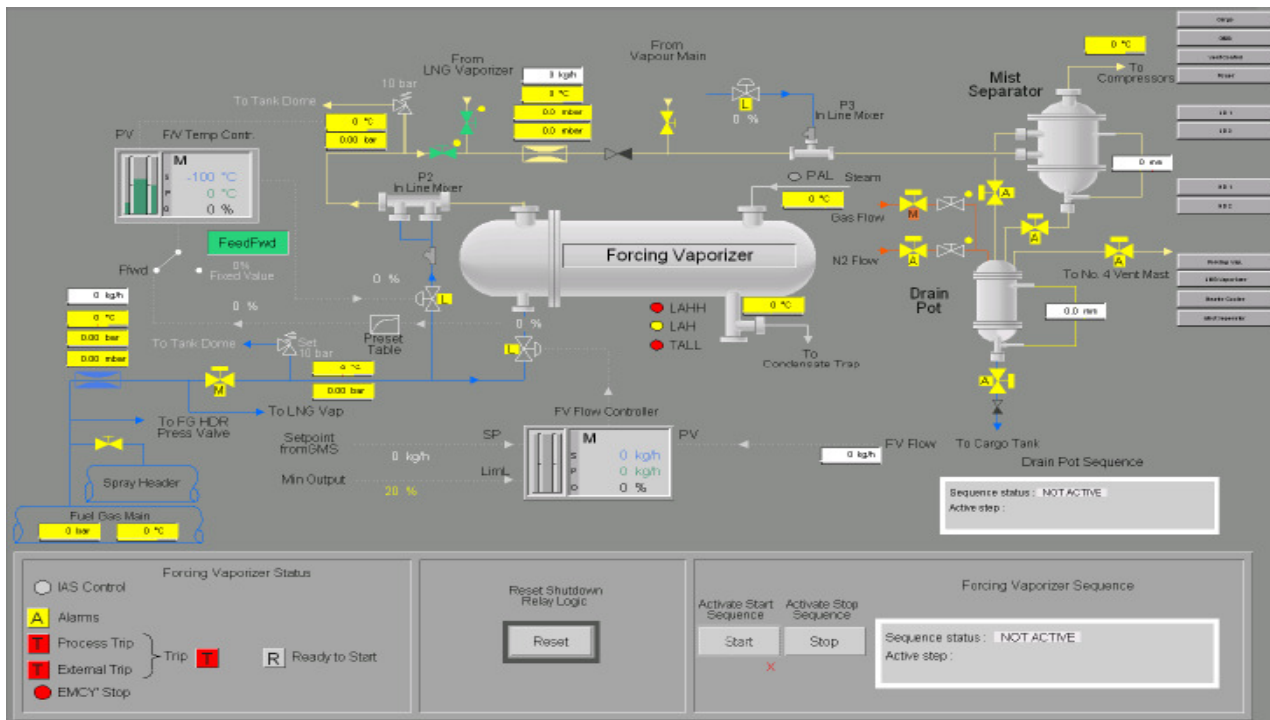
3.5 LNG Vaporiser



(εδώ βλέπετε το δίκτυο του LNG Vaporiser)

Το LNG Vaporiser βρίσκεται στο CARGO COMPRESSOR ROOM και είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας τύπου σωλήνα με κέλυφος θερμαινόμενο με ατμό . Χρησιμοποιείτε για να μετατρέψει το LNG σε αέρια μορφή σε φόρτο-εκφόρτωση σε περίπτωση που δεν τροφοδοτείτε το πλοίο με ναυουρ από την στεριά για την διατήρηση τις ομαλής πίεσης στις δεξαμενές του πλοίου

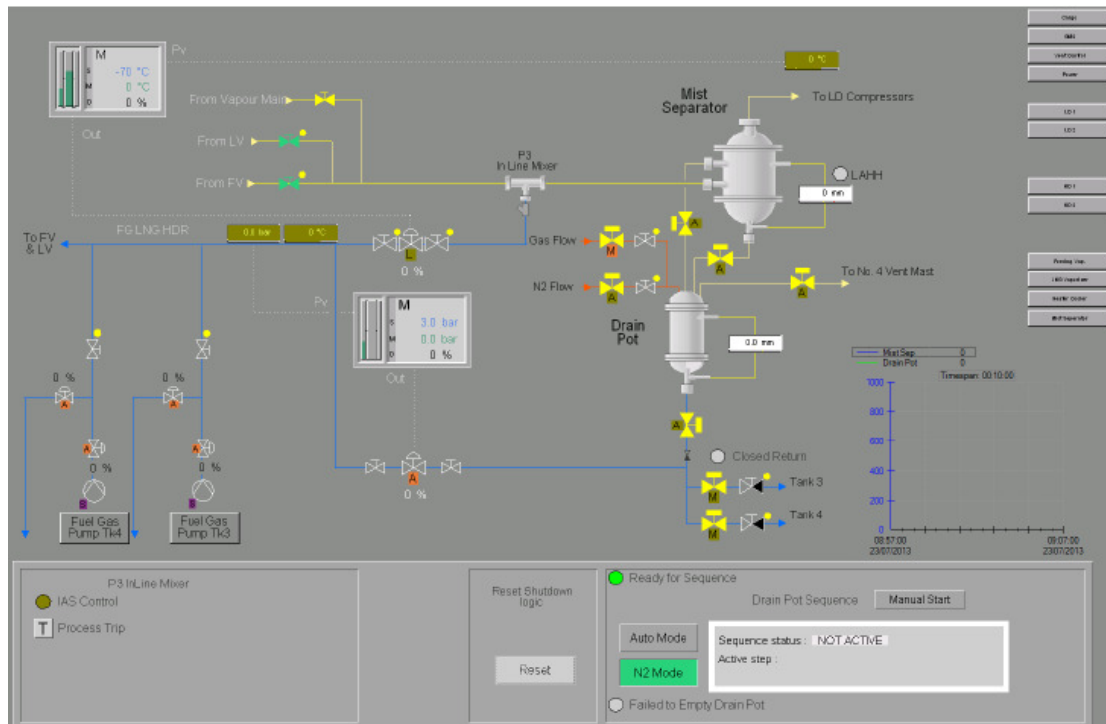
3.6 Forcing Vaporiser



(εδώ βλέπετε το δίκτυο του Forcing Vaporiser)

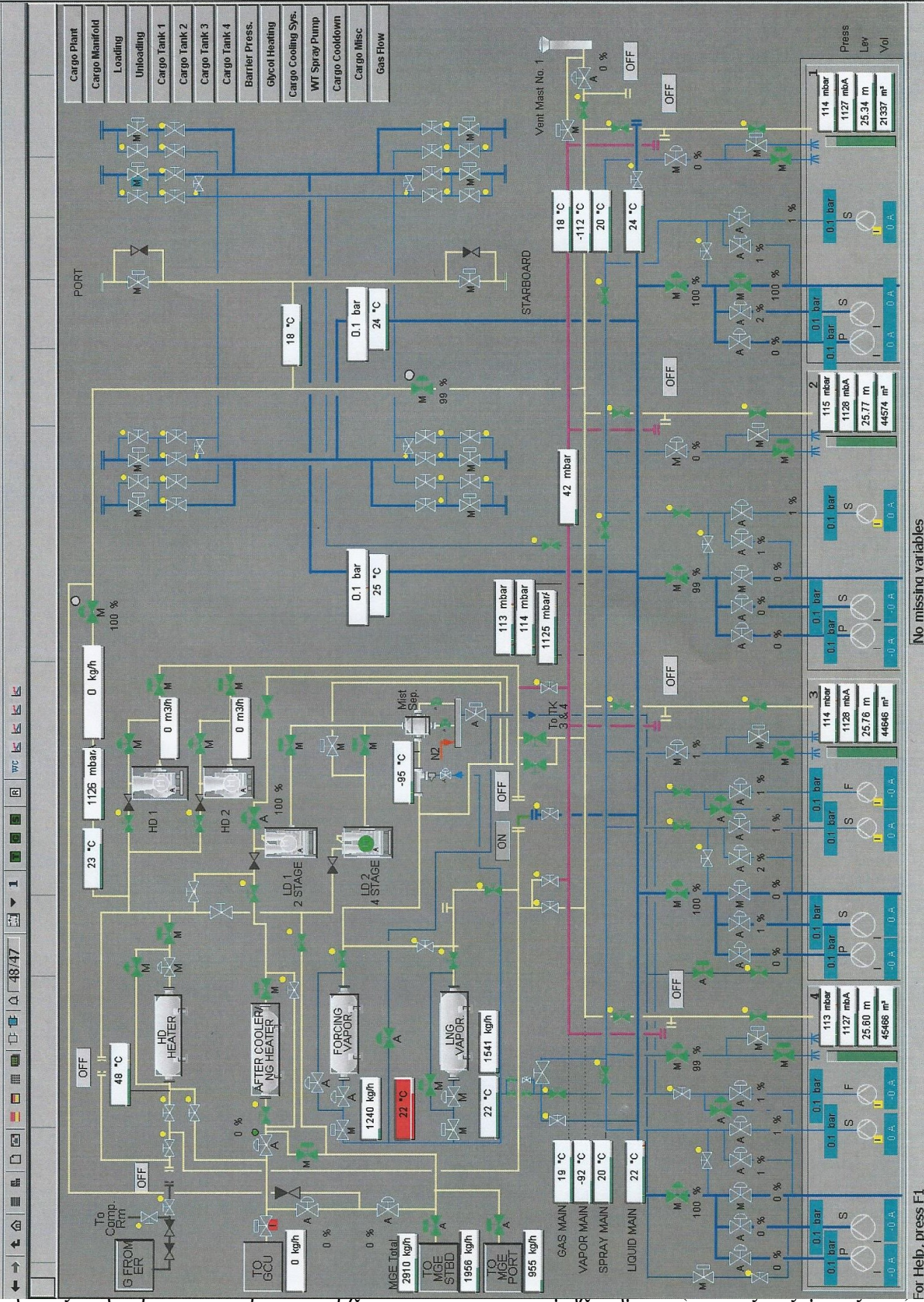
Το Forcing Vaporiser χρησιμοποιείται για την εξαναγκασμένη δημιουργία ναυουρ όταν η φυσική πίεση εξατμίσεων είναι ανεπαρκής για να διατηρήσει την ζήτηση, όταν οι κινητήρες λειτουργούν με αέριο καύσιμο και να αυξήσει την πίεση της δεξαμενής σε λειτουργία διπλού καυσίμου. Το Forcing Vaporiser βρίσκεται στο CARGO COMPRESSOR ROOM. Το σημείο ρύθμισης της θερμοκρασίας είναι σταθερό στους -100 ° C, αλλά μπορεί επίσης να ποικίλει μεταξύ -20 και -100 ° C.

3.7 Mist Separator



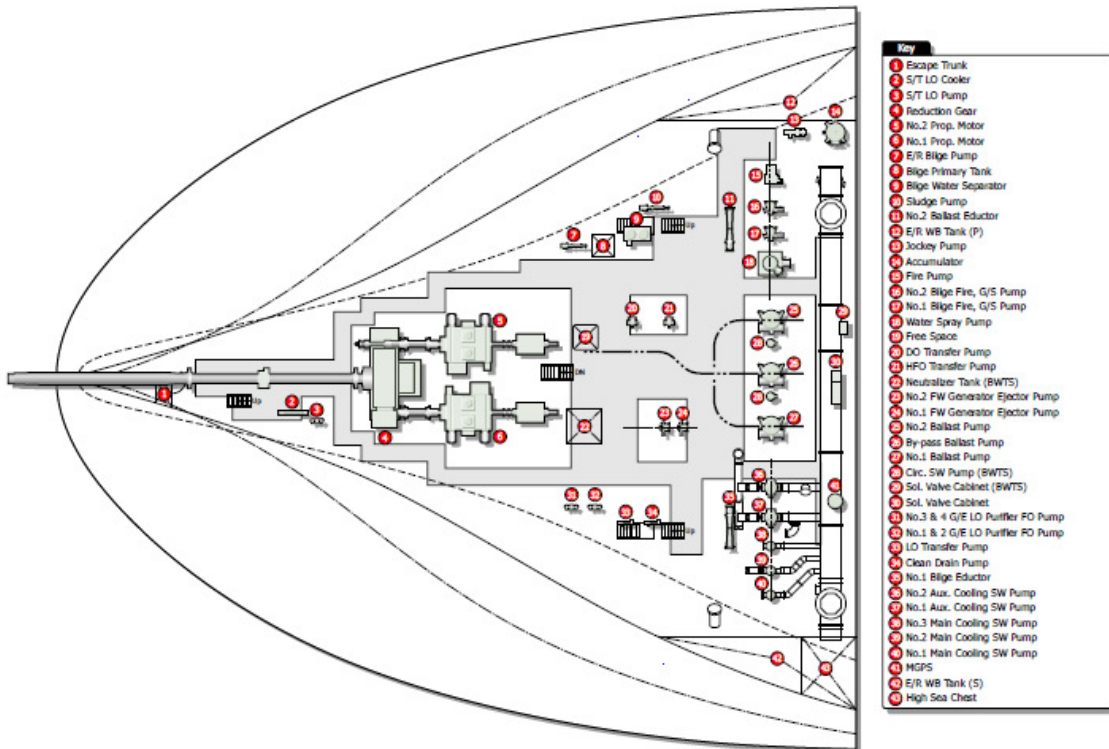
(εδώ βλέπετε το δίκτυο του Mist Separator)

Όπως είναι φυσιολογικό υπάρχει μια ποσότητα αερίου που δεν υγροποιείται τελείως στο forcing vaporiser και επειδή στις αναρροφήσεις των συμπιεστών δεν πρέπει να οδηγηθεί υγρό γιατί δεν συμπιέζεται υπάρχει μετά από το forcing vaporiser το Mist Separator όπου στην ουσία δεν επιτρέπει την παρουσία υγρών σε αυτές. Τα σταγονίδια του LNG που δεν έγινε ατμός οδηγούνται πίσω στις δεξαμενές αφού πρώτα συγκεντρωθεί μια ποσότητα στο drain pot.



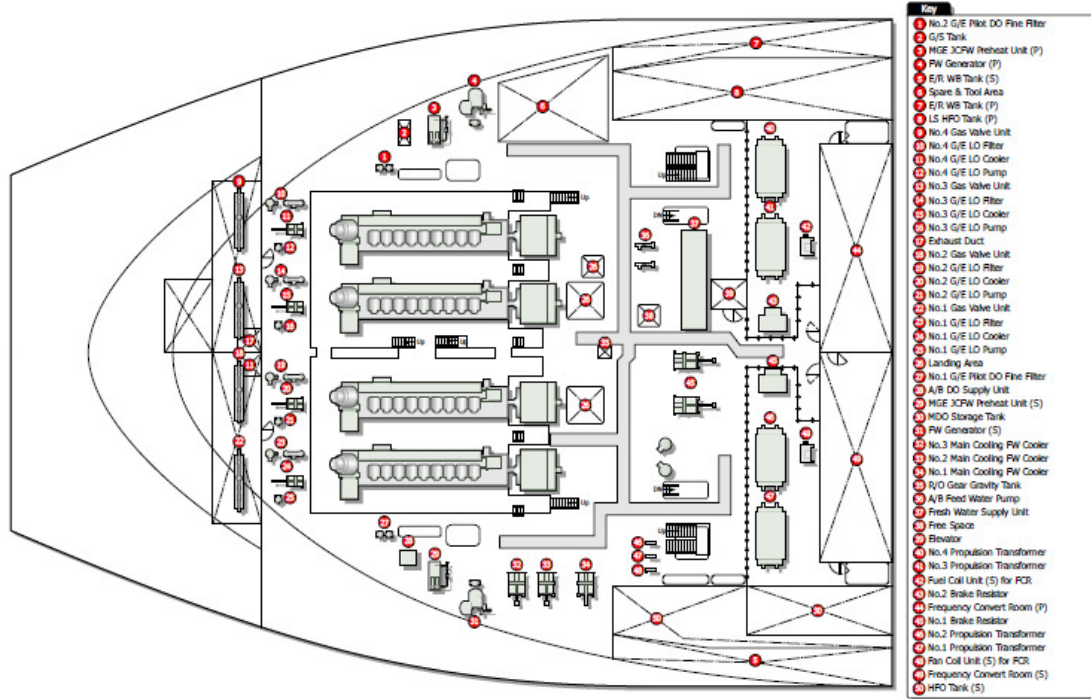
όπως φαίνεται και στο σχέδιο

Illustration 1.5a Engine Room Arrangement - Floor

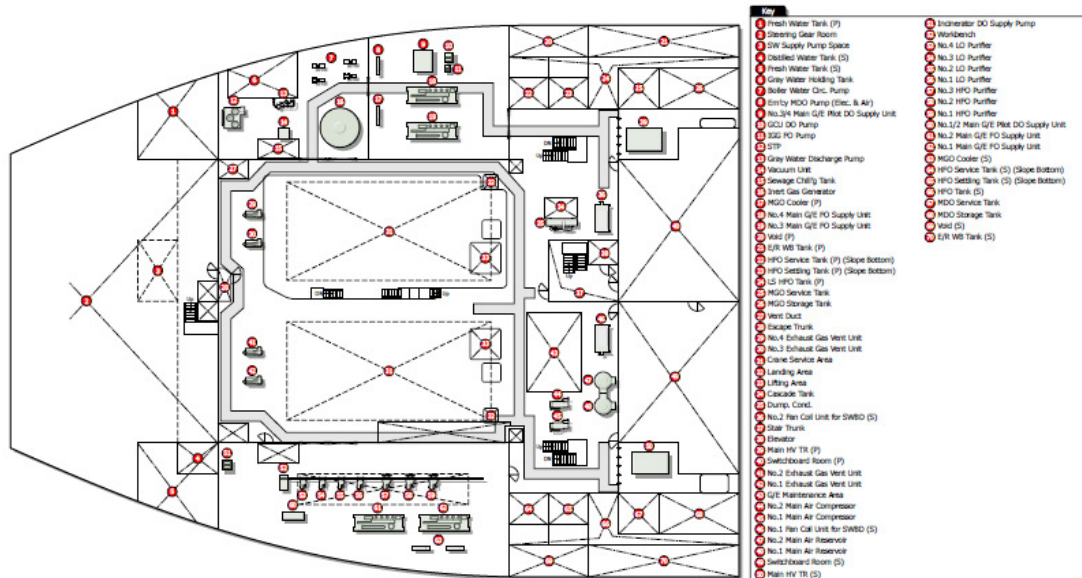


Στο τρίτο Deck όπως βλέπετε στο σχήμα υπάρχουν οι DFDE κύριες ηλεκτρογεννήτριες, τα converter room 1 & 2, τα 4 gas valve unit, διάφορα ψυγεία και δεξαμενές αποθήκευσης πετρελαίων, καθώς αντλίες πετρελαίου, αεροκώδωνες, βραστήρες κλπ

Illustration 1.5b Engine Room Arrangement - 3rd Deck



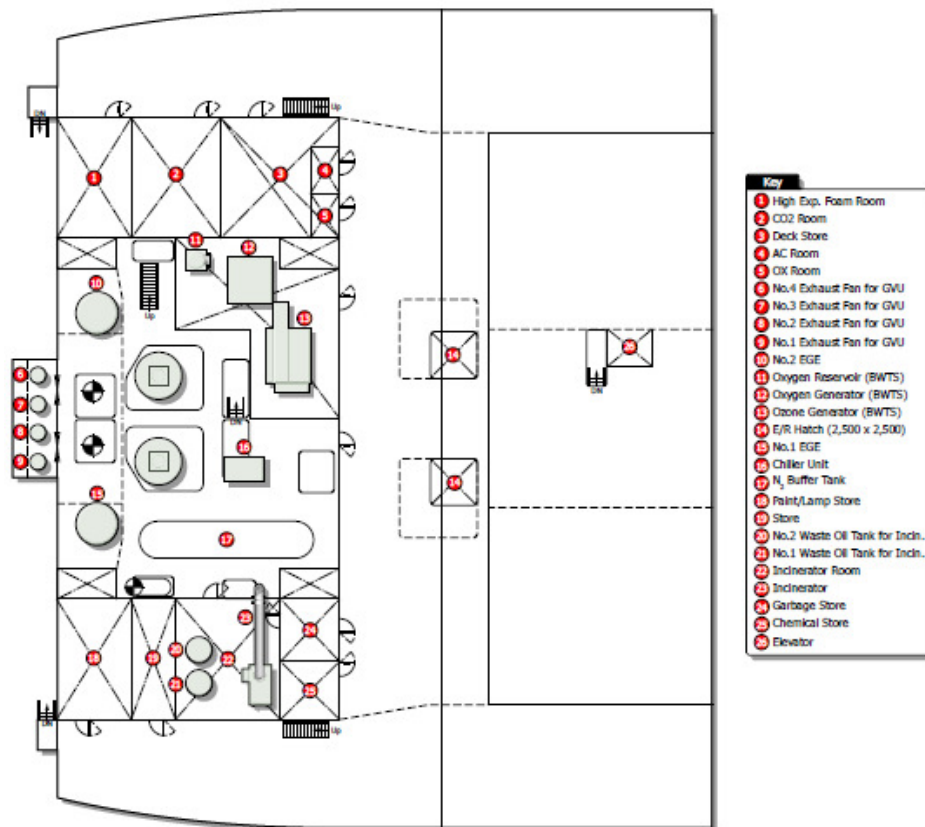
Στο δεύτερο deck υπάρχουν το purifier room καθώς και τα supply units πετρελαίων (HFO & MDO/MGO) για τις μηχανές το ηλεκτροστάσιο και μηχανήματα γενικών χρήσεων (συστήματα αποχέτευσης αεροσυμπιεστές κλπ)



Στο πρώτο deck βρίσκονται τα καζάνια το inert gas system και μηχανήματα γενικής χρήσης (ψυκτικές εγκαταστάσεις αντλίες κλπ)

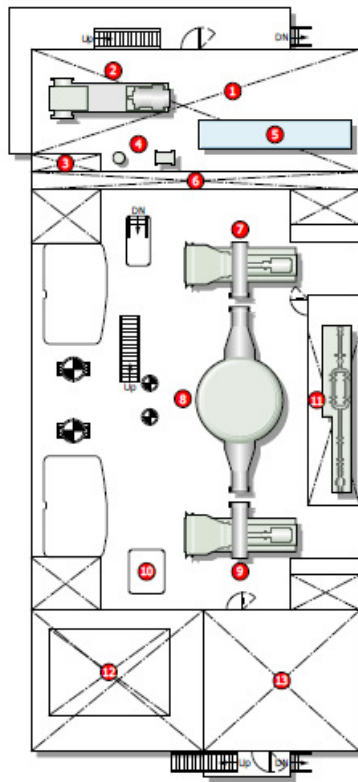


Στο upper deck βρίσκετε το incinerator τα gas boiler καθώς και το σύστημα ballast treatment και τα fans των gas valve unit



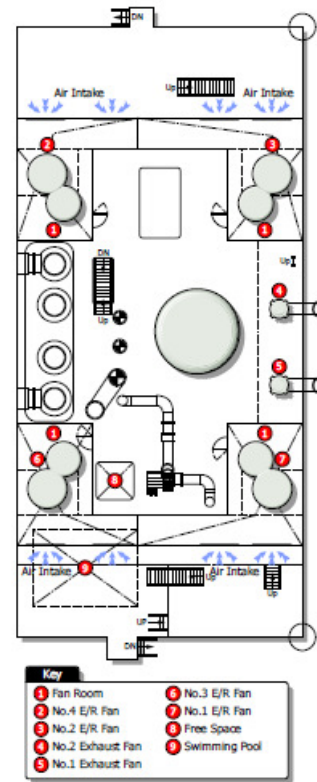
Στο A και B deck κατά κύριο λόγο έχουμε το GCU (Gas Combustion Unit) και τα βοηθητικά του μηχανήματα καθώς και τα fans του μηχανοστασίου

Illustration 1.5f Engine Room Arrangement - A Deck



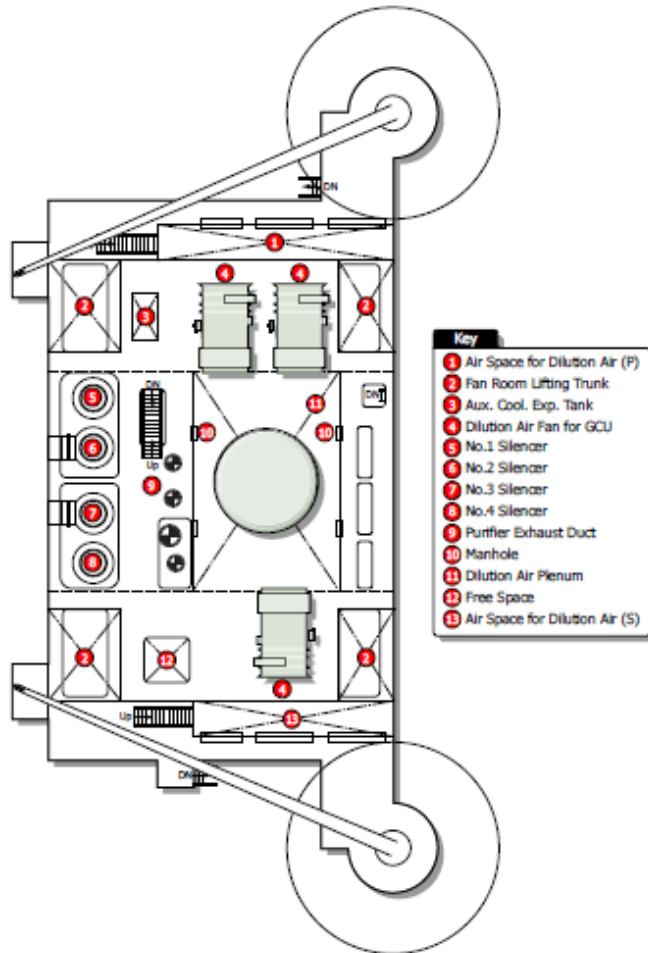
- Key**
- 1 Em'cy Generator Room
 - 2 Em'cy G/E
 - 3 MGO Tank
 - 4 Em'cy Air Comp. & Receiver
 - 5 ESB
 - 6 Cofferdam
 - 7 No.2 Combustion Fan for GCU
 - 8 Gas Combustion Unit
 - 9 No.1 Combustion Fan for GCU
 - 10 Landing Area
 - 11 GCU Gas Valve Unit Room
 - 12 Pool Tank
 - 13 Hyd. Power Pack Room

Illustration 1.5g Engine Room Arrangement - B Deck

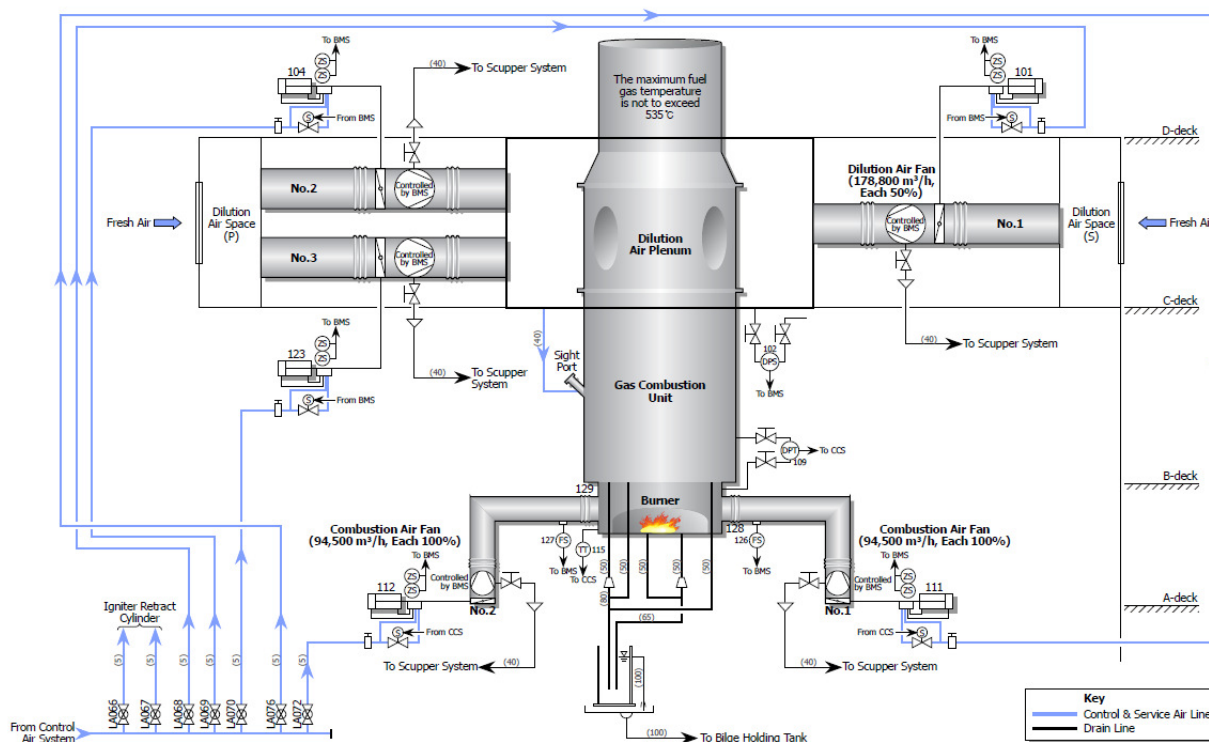


- Key**
- 1 Fan Room
 - 2 No.4 E/R Fan
 - 3 No.2 E/R Fan
 - 4 No.2 Exhaust Fan
 - 5 No.1 Exhaust Fan
 - 6 No.3 E/R Fan
 - 7 No.1 E/R Fan
 - 8 Free Space
 - 9 Swimming Pool

Τέλος στο C Deck έχουμε γενικής χρήσεως μηχανήματα όπως φαίνετε και στο σχήμα

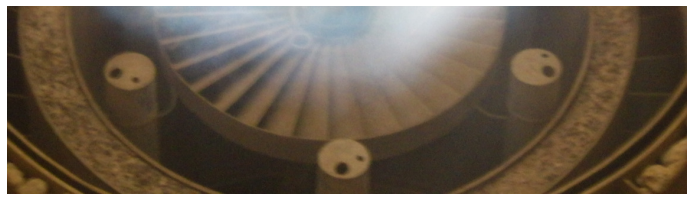
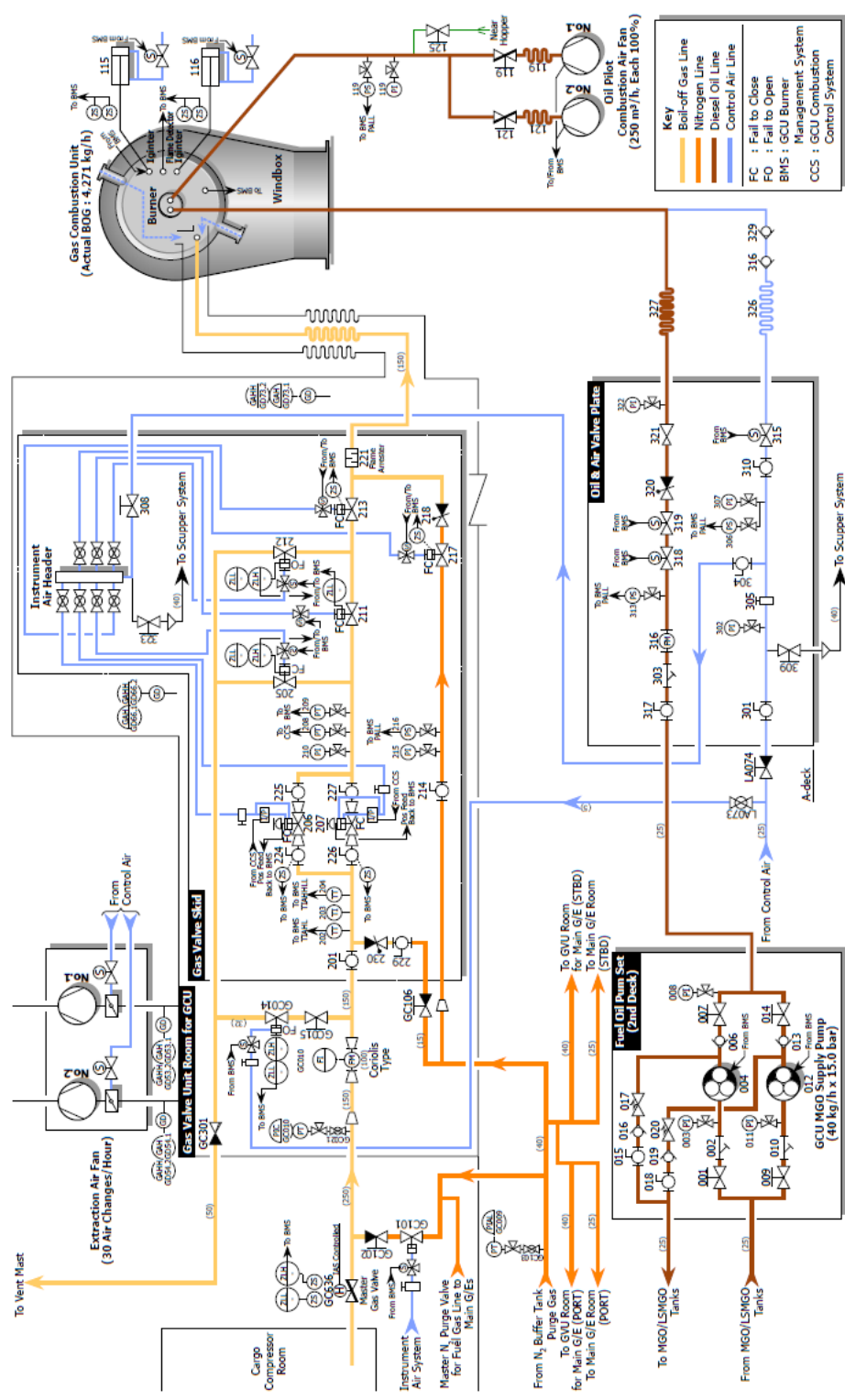


5.GAS VALVE UNIT (GCU)

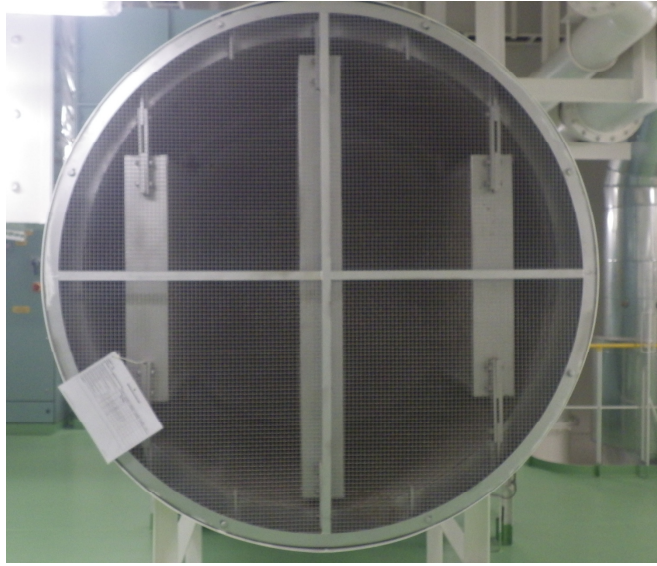


(Εδώ βλέπετε το GCU)

Το GCU είναι ένα μηχάνημα το οποίο καίει το NBOG ή το FBOG το δεξαμενών όταν οι μηχανές δεν επαρκούν να το κάψουν λόγο των χαμηλών στροφών ή λόγο του υπερβολικού NBOG. Επίσης χρησιμοποιείτε και στην φορτοεκφόρτωση όπου παράγεται πληθώρα BOG και καίγεται σε αυτό και όση περισσεύει στέλνεται εκτός όπως αναφέρθηκε σε παραπάνω κεφάλαιο.

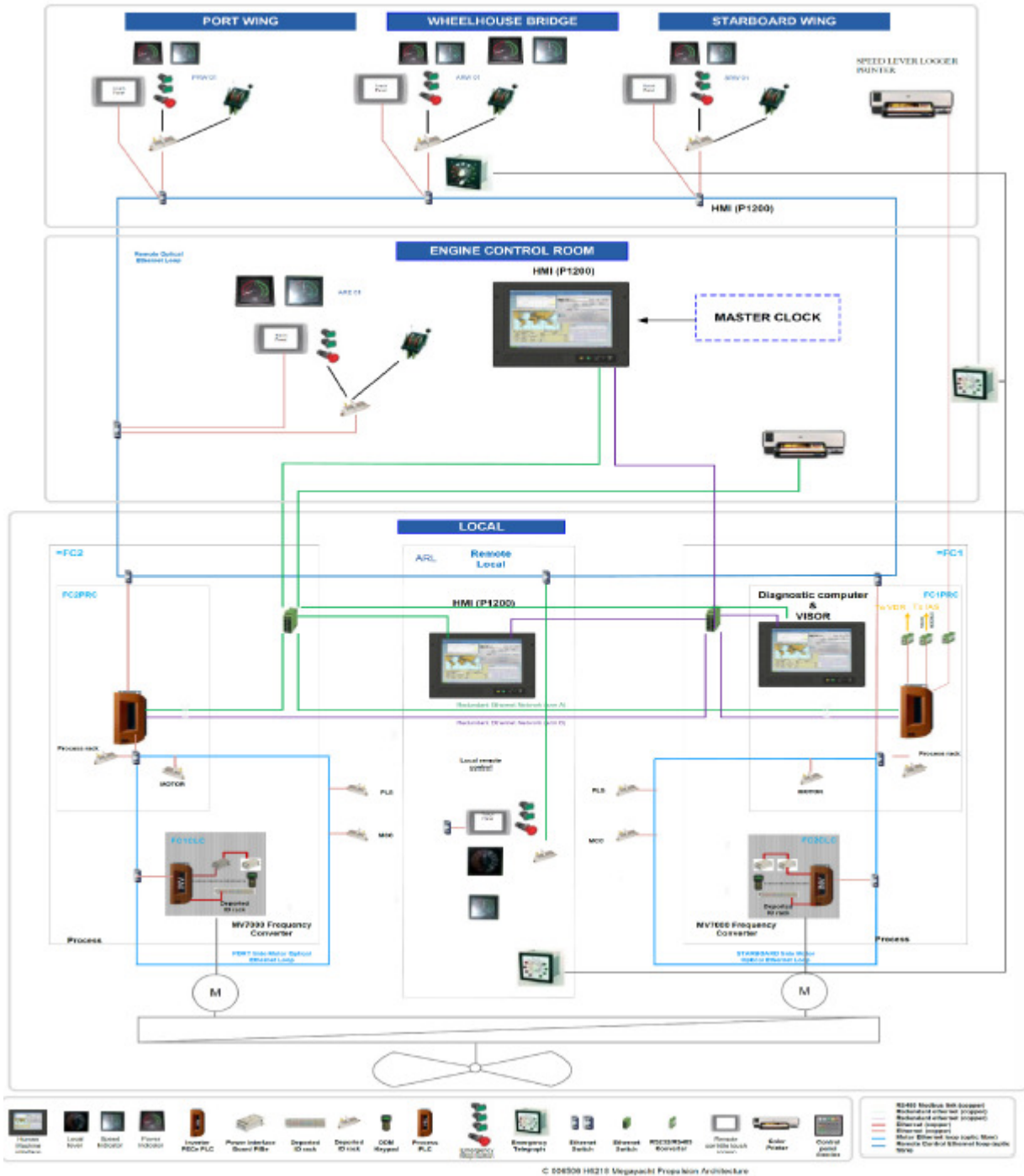


(Εδώ βλέπετε τον καυστήρα του GCU εν ώρα λειτουργίας)



(Εδώ βλέπετε τον ανεμιστήρα εισαγωγής αέρα του GCU)

6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΩΣΗΣ

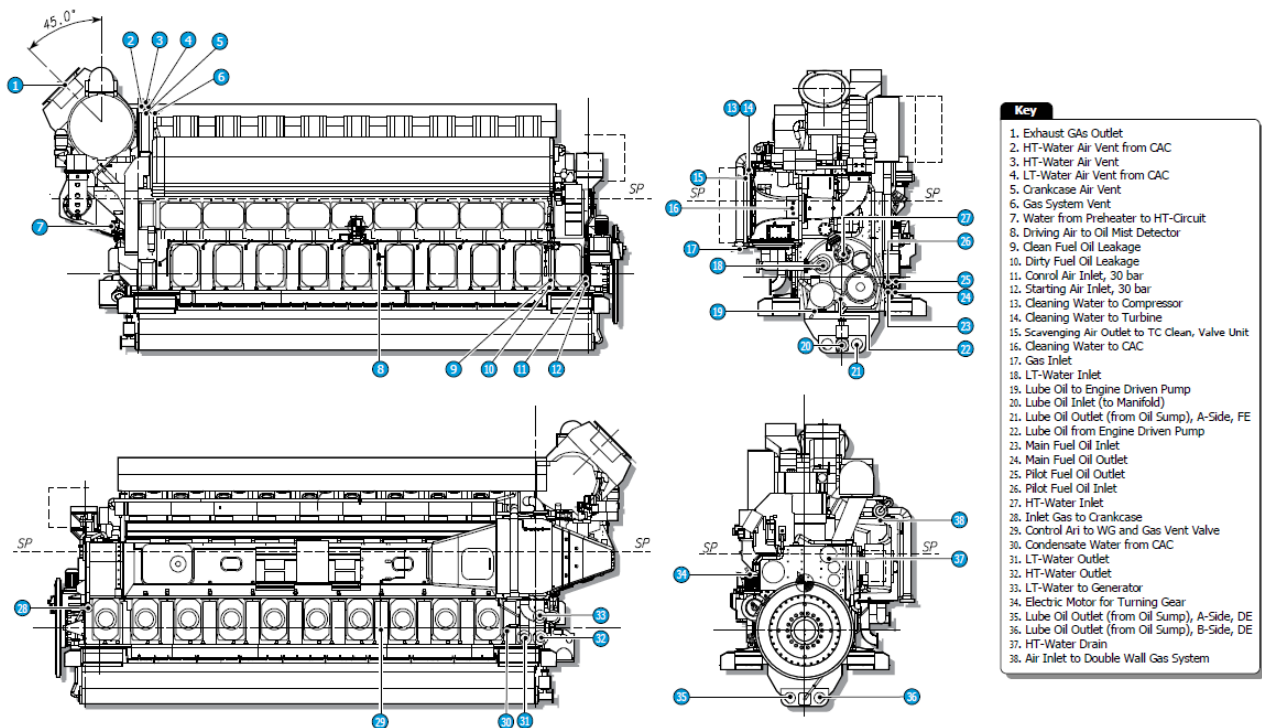


(Εδώ βλέπετε το πλήρες δίκτυο του συστήματος ηλεκτροπρώσης)

Στα πλοία με ηλεκτροπρόωση μια σειρά από τέσσερις συνήθως γεννήτριες, παρέχουν ηλεκτρικό ρεύμα στα **main switchboard** όπου και συνδέονται όλοι οι καταναλωτές. Ένας από αυτούς τους καταναλωτές είναι το ηλεκτρικό σύστημα πρόωσης.

6.1 ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Σε όλων των ειδών τα πλοία οι MEK είναι αποκλειστικά υπεύθυνες για την πρόωση. Στα DFDE οι MEK είναι αποκλειστικά υπεύθυνες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ο λόγος που το κάνουν αυτό είναι το φορτίο των πλοίων που τις χρησιμοποιούν, το φυσικό αέριο.



(Εδώ βλέπετε το πλήρες σχέδιο τετράχρονης DFDE μηχανής σε σειρά)

Οι μηχανές αυτές είναι τετράχρονης ενίοτε τύπου V ή σε σειρά. Ονομάζονται DFDE γιατί έχουν την δυνατότητα να κάψουν δύο είδη καυσίμων (πετρέλαιο και φυσικό αέριο). Όταν καίνε πετρέλαιο HFO δεν διαφέρουν σε τίποτα από μια οποιαδήποτε μηχανή ναυτικού τύπου σε κύκλο Diesel εκτός από τον καυστήρα όπου ναί μεν είναι άμεσου ψεκασμού, αλλά είναι συγχωνευμένος με ένα καυστήρα pilot όπου χρησιμοποιεί μόνο diesel καθ όλη την διάρκεια της λειτουργίας της μηχανής με οποιοδήποτε καύσιμο, για να μην κολλήσει κατά την διάρκεια της λειτουργίας της μηχανής με HFO. Επίσης κοινό με οποιαδήποτε ναυτική μηχανή είναι και το σύστημα τροφοδοσίας πετρελαίου της μηχανής.

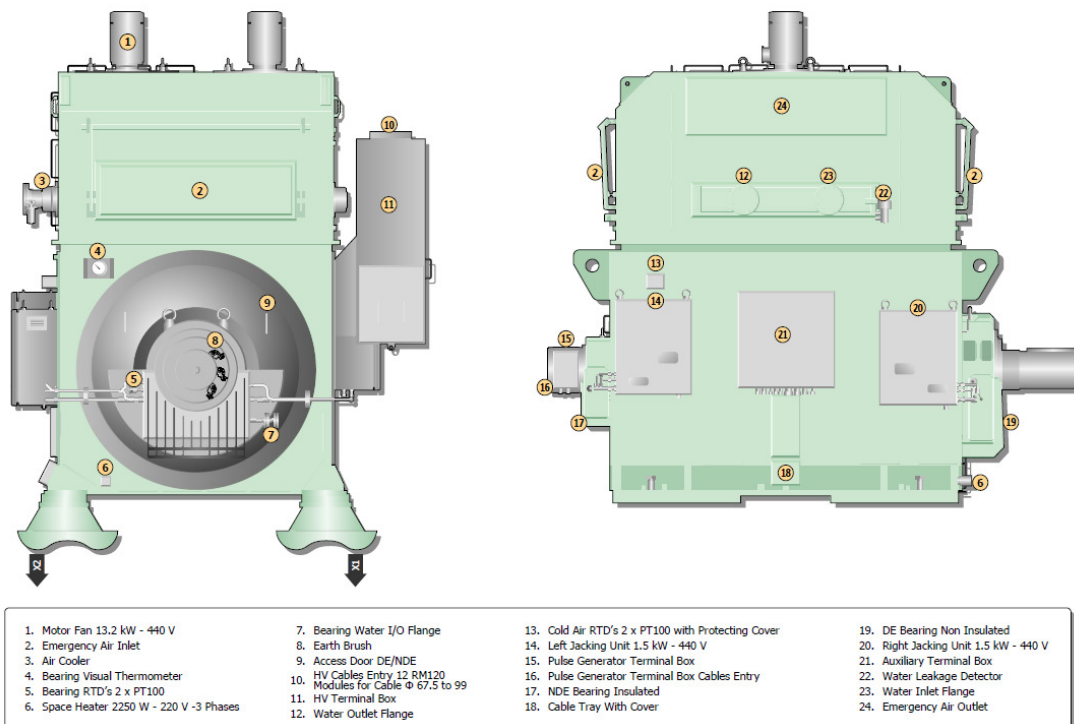
Για να μπορέσει η μηχανή να αρχίσει να καίει ως καύσιμο φυσικό αέριο πρέπει να αλλάξει η λειτουργία της από κύκλο Diesel σε κύκλο ΟΤΤΟ. Αρχικά ξεκινά ένα sequence όπου η μηχανή αρχίζει να καίει μόνο diesel για περίπου 30 λεπτά. Για να γίνει αυτό υπάρχει και το ανάλογο σύστημα τροφοδοσίας diesel. Τέλος ξεκινά η έγχυση του φυσικού αερίου στην μηχανή και με μια αυτοποιημένη διαδικασία η μηχανή αλλάζει κύκλο λειτουργίας. Η έγχυση του φυσικού αερίου γίνεται λίγο πριν το Α.Ν.Σ. του κυλίνδρου από ένα Gas Admission Valve (όπου λειτουργεί ηλεκτρομαγνητικά). Το φυσικό αέριο βγαίνει από το συμπιεστή low duty με πίεση γύρω στα 5 bar (μεγαλύτερη πίεση από αυτή που επικρατεί μέσα στον κύλινδρο κατά την στιγμή της έγχυσης) οπότε και μπαίνει με φυσικό τρόπο λόγω της διαφοράς πίεσης.



(Εδώ βλέπετε φωτογραφία από μηχανοστάσιο πλοίου τετράχρονης DFDE μηχανής σε σειρά)

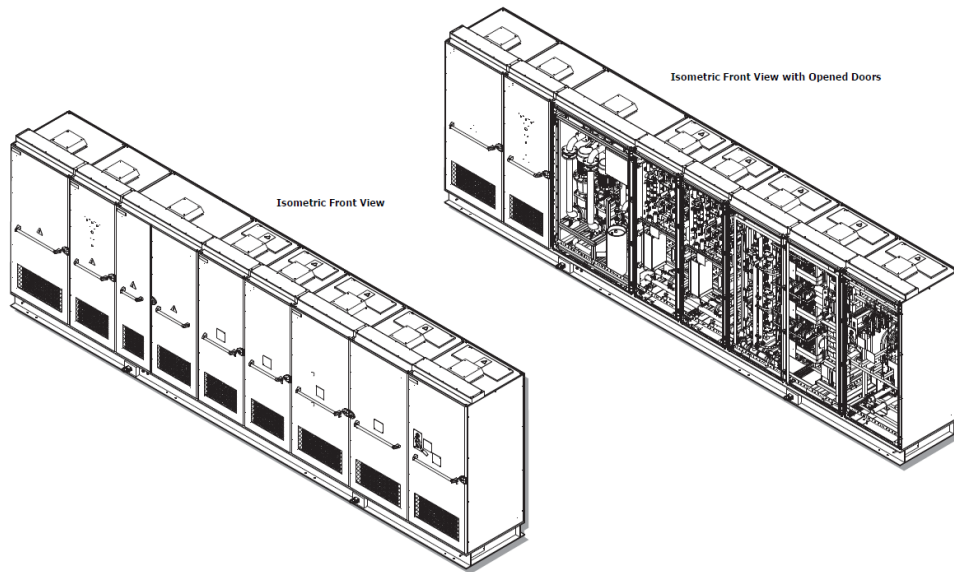
6.2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Ο κινητήρας αυτού του τύπου πρόωσης είναι ένας ασύγχρονος επαγωγικός κινητήρας. Έχει σχεδιαστεί για λειτουργία με μεταβλητή ταχύτητα, και τροφοδοτείται από έναν μετατροπέα συχνότητας. Συνήθως υπάρχουν δύο κινητήρες πρόωσης σε αυτά τα πλοία, οι οποίοι συνδέονται σε ένα κοινό ή ο κάθε ένας σε ένα δικό του μειωτήρα στροφών (αναλόγως με τον αριθμό προπελών του πλοίου)Αυτά βρίσκονται στο πάτωμα μηχανοστασίου. Η έξοδος του μειωτήρα ή των μειωτήρα στροφών οδηγεί τον ελικοφόρο άξονα σε έλικα σταθερού και όχι μεταβλητού βήματος. Τα ενιαία κινητήρες πληγή βαθμολογία για συνεχή λειτουργία και είναι τροφοδοτείται από μια μεταβλητή συχνότητα και τάση τροφοδοσίας από τους μετατροπείς. Αυτά τα ηλεκτρικά μοτέρ δεν μπορούν να λειτουργήσουν κάτω από της 18 στροφές για λόγους ασφαλείας των μοτέρ. Τέλος όταν κατεβάσουμε πολύ απότομα τις στροφές στα μοτέρ, αυτά λειτουργούν για λίγο σαν γεννήτριες και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να παράγεται ηλεκτρική ενέργεια. Γι αυτό τον λόγο υπάρχουν τα Emergency Braking Resistors όπου καταναλώνεται αυτή η ενέργεια για λόγους ασφαλείας.



(Εδώ βλέπετε το πλήρες σχέδιο ενός ασύγχρονου ηλεκτρικού κινητήρα)

6.3 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ



(Εδώ βλέπετε τους μετατροπείς συχνότητας)

Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται από τις γεννήτριες είναι στα 6600V και στα 60 Hz. Για να μπορέσουμε να ελέγξουμε τις στροφές των ηλεκτρικών κινητήρων πρέπει να κατορθώσουμε να ελέγξουμε την συχνότητα τους, καθώς οι στροφές ενός ηλεκτρικού κινητήρα και οι συχνότητα του ρεύματος που το διεγείρει είναι ανάλογα ποσά. Έτσι χρησιμοποιούμε τους μετατροπείς συχνότητας.

Πρώτα μετασχηματίζετε το ηλεκτρικό ρεύμα από 6600V σε ανάλογα ποσά λειτουργίας (άλλοτε 1880V άλλοτε 3800V) . Στην συνέχεια γίνετε από AC σε DC και μετά ξανά σε AC με διαφορετική συχνότητα κάθε φορά, ανάλογα με την απαίτηση των στροφών που θέλουμε να έχουμε στην προπέλα.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Λόγο της ιδιομορφίας αυτού του καύσιμου αλλά και τις αυξημένης του ζήτησης κατορθώθηκε σχετικά γρήγορα να δημιουργηθεί ένας πάρα πολύ ανταγωνιστικός τύπος πλοίων όπου αυτήν την στιγμή τείνει να μονοπωλήσει στον χώρο τις ναυτιλίας για την μεταφορά φυσικού αερίου. Τα πλοία που μπορούσαν να μεταφέρουν φυσικό αέριο ήταν μόνο τα πλοία με steam turbines και απαιτούσαν πιο ειδικευμένο προσωπικό και είχαν πάρα πολύ μεγάλη κατανάλωση. Η αξιοπιστία των steam turbines ως προς το maintenance δεν μπορεί να συγκριθεί με πλοία MEK αλλά τα μειονεκτήματα τους έγιναν πλεονεκτήματα των DFDE και είναι πλέον ο διακαής πόθος των εφοπλιστών.

Όσο περνά ο καιρός η τεχνολογία εξελίσσεται. Είναι νωρίς λοιπόν να μιλήσουμε για το αν τα DFDE είναι το μέλλον για όλα τα πλοία (κάτι που τείνει να γίνει) ή θα εξελιχτούν η ήδη υπάρχουσες στην ναυτιλία μηχανές, αλλά το μόνο σίγουρο είναι ότι θα έχει ενδιαφέρον ο τρόπος που θα εξελιχτούν όλα τα επόμενα χρόνια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Machinery Operating Manual

Cargo Operating Manual

<http://www.aerioattikis.gr>

<http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-2-3>

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
2.ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	6
2.1 GAS FREE	7
2.2 GASSING UP.....	7
2.3 COOLING DOWN.....	8
3.ELECTRIC MOTOR ROOM & CARGO COMPRESSOR ROOM.....	8
3.1 ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ HD (high duty compressors).....	9
3.2 ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ low duty (low duty compressors).....	10
3.3 HD Heater.....	12
3.4 After Cooler.....	12
3.5 LNG Vaporiser.....	13
3.6 Forcing Vaporiser.....	14
3.7 Mist Separator.....	15

4.ENGINE ROOM.....	17
5.GAS VALVE UNIT (GCU).....	23
6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΩΟΣΗΣ.....	26
6.1 ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ.....	27
6.2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.....	29
6.3 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ.....	30
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	31
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	32
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	33