



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ , ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ  
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

## Συστήματα Τηλεμετρίας Πλοίων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χρήστος Σ. Λύκος

Επιβλέπων : Ιωάννης Αβαριτσιώτης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα , Ιούλιος 2007



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ  
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

## Συστήματα Τηλεμετρίας Πλοίων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χρήστος Σ. Λύκος

Επιβλέπων : Ιωάννης Αβαριτσιώτης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 6<sup>η</sup> Ιουλίου 2007

.....  
Ιωάννης Αβαριτσιώτης  
Καθηγητής ΕΜΠ

.....  
Νικόλαος Μήτρου  
Καθηγητής ΕΜΠ

.....  
Βασίλειος Λούμος  
Αν. Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2007

.....

Χρήστος Λύκος

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Χρήστος Λύκος, 2007

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος . All rights reserved .

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής , για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαίδευσης ή ερευνητικής φύσης , υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν την χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## Περίληψη

Ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας ήταν η παρουσίαση της εφαρμογής ενός συστήματος τηλεμετρίας σε ένα πλοίο . Αρχικά στο κεφάλαιο 2 έγινε η παρουσίαση όλων των συστημάτων που χρησιμοποιούνται με επισήμανση των μεγεθών που μετρούνται και αναλύονται ως σήματα εξόδου (πληροφορίες για την τηλεμετρία ) καθώς και των παραμέτρων εισόδου (εντολές για τον τηλεχειρισμό ). Ακολούθως για κάθε σύστημα παρουσιάστηκε το είδος των αισθητήρων που χρησιμοποιούνται καθώς και η αρχή λειτουργίας τους .

Στο κεφάλαιο 3 γίνεται αναφορά στον τρόπο διασύνδεσης των συστημάτων με το κεντρικό σύστημα ελέγχου και διαχείρισης . Περιγράφεται το είδος και ο τρόπος της τοπολογικής διάταξης και διασύνδεσης των κιβωτίων συλλογής σημάτων αισθητήρων και ελέγχου . Επιπλέον παρουσιάζονται τα εξαρτήματα υλοποίησης των μονάδων Εισόδου/Εξόδου και των υπολογιστικών μονάδων διαχείρισης και γίνεται αναφορά για το σύστημα οπτικοποίησης των τηλεμετρούμενων συστημάτων του πλοίου .

Στο κεφάλαιο 4 γίνεται ανάλυση στις μεθοδολογίες αναγνώρισης βλάβης και επαύξησης της αξιοπιστίας στα τηλεμετρούμενα συστήματα καθώς και παρουσίαση των εφαρμοσμένων μεθόδων σε πλοία . Τέλος γίνεται αναφορά στις μεθόδους προγραμματισμένης συντήρησης που εφαρμόζονται προκειμένου να περιοριστεί η πιθανότητα εμφάνισης βλάβης .

## Λέξεις Κλειδιά

Τηλεμετρία , Αισθητήρες , Μηχανές πλοίων , Ηλεκτρομηχανές , Πηδάλια , Αυτόματη διαχείριση σημάτων , Βλάβες συστημάτων , Συντήρηση , Περιοδικός έλεγχος , Δίκτυα αισθητήρων , Τηλεχειρισμός , Μέτρηση πίεσης , Μέτρηση θερμοκρασίας , Μέτρηση μετατόπισης .

## **Abstract**

The purpose of this thesis is the presentation of a vessel's telemetry system. At the beginning, in chapter 2, the whole group of systems are presented with remarks on the physical quantities that are measured and analyzed as output signals and the input parameters as well. The type of the sensors that has been used for each system and basic the principles of their operation are also explained.

Chapter 3 refers to the interconnection of the systems with the central control and command system. There is a description of the topology and the interconnection between the sensors and the control signals. In addition, the modules of input/output units and the processing units are presented. There is also a reference to the system which is responsible for the visualization of the telemetry data.

In chapter 4 there is an analysis on methods for failure recognition and improvement of telemetry systems' reliability. Applications of these methods are presented also. Finally, a reference to methods of scheduled maintenance in order to prevent failure is included.

## **KeyWords**

Telemetry , sensors , vessel's , naval engines , (ship's) , electromotor , rudder , automated control , system failure , maintenance , periodic inspection , networks , distant control , pressure measurement , temperature measurement

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ . ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΠΛΟΙΑ .....	8
--	---

## 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΟΙΩΝ .....	9
2. ΠΡΟΩΣΗ .....	9
2.1 ΚΥΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ .....	10
2.2 ΜΕΙΩΤΗΡΕΣ ΣΤΡΟΦΩΝ .....	32
2.3 ΑΞΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ .....	36
3. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ .....	37
3.1 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΕΣ / ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ 440V AC 60Hz .....	37
3.2 ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ 440V AC 60Hz Κ.ΠΙΝΑΚΕΣ , ΥΠΟΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ .....	41
3.3 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ 24V DC / ΣΥΣΤΟΙΧΙΕΣ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ ....	43
3.4 ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ 24V DC .....	45
3.5 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ 110V AC 400Hz .....	45
4. ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ .....	46
4.1 ΠΗΔΑΛΙΑ ΠΟΡΕΙΑΣ .....	46
4.2 ΣΤΑΘΜΙΣΤΗΡΕΣ .....	48
4.3 ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ / ΑΕΡΙΣΜΟΣ .....	52
4.4 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ .....	53
4.5 ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ ( ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ / ΔΙΚΤΥΑ / ΑΝΤΛΙΕΣ ) .....	55
4.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ( ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ / ΔΙΚΤΥΑ / ΑΝΤΛΙΕΣ ) .....	57
4.7 ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ( ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ / ΔΙΚΤΥΑ / ΑΝΤΛΙΕΣ ) .....	59

4.8 ΑΕΡΑΣ ΥΨΗΛΗΣ / ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ( ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ / ΔΙΚΤΥΑ ) .....	59
4.9 ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ ΑΞΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....	62
<b>5. ΕΛΕΓΧΟΥ ΒΛΑΒΩΝ .....</b>	<b>63</b>
5.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ .....	63
5.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΥΡΚΑΪΑΣ .....	65
5.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΥΡΟΣΒΕΣΗΣ ΜΕ ΚΑΤΑΚΛΙΣΗ CO2 .....	66
5.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ ( ΘΥΡΕΣ ) .....	67
5.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΑΘΜΗΣ ΚΥΤΩΝ .....	67
5.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΝΤΛΗΣΗΣ ΚΥΤΩΝ .....	68

### 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1. ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΛΟΙΟΥ .....	69
2. ΤΟΠΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΗΜΑΤΩΝ ( I/O BOX ) .....	71
3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ( LPU / AUX CPU ) .....	76
4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ( WORKSTATION ) .....	85
5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ( MMI ) ..	87

### 4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ ΕΝΔΕΙΞΕΩΝ ΒΛΑΒΩΝ .....	91
2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ ΕΠΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΔΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ .....	95

# 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## 1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ ΣΕ ΠΛΟΙΑ

Η λέξη τηλεμετρία εξ ορισμού εκφράζει την « συλλογή από κατάλληλα όργανα και μεταφορά δεδομένων σε απομακρυσμένους σταθμούς , για καταγραφή και ανάλυση » . Σε ένα πλοίο, όπου η κατασκευή του αποτελείται από μεγάλο αριθμό πολυσύνθετων και διαφορετικών συστημάτων , βρίσκουμε σε μεγάλη έκταση ολοκληρωμένα συστήματα τηλεμετρίας . Στόχος της ανάπτυξης των εφαρμογών τηλεμετρίας είναι :

- A) η μείωση ανθρώπινου δυναμικού που απαιτείται για την επάνδρωση πλοίου
- B) η επαύξηση ασφάλειας προσωπικού και υλικού

Στα πλοία η προσπάθεια τηλεμετρίας ξεκίνησε με την εφαρμογή σε αυτά μηχανών στην πρόωση. Στα πρώτα χρόνια η τηλεμετρία γινόταν με χρήση μηχανικών οργάνων θερμοκρασίας και πίεσης για τις μηχανές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και πρόωσης. Με την ανάπτυξη των ηλεκτρικών αισθητήρων επεκτάθηκε η τηλεμετρία και στα υπόλοιπα συστήματα. Για πρώτη φορά το 1961 κατασκευάστηκε το φορηγό πλοίο Kinkasan Maru στην Μ. Βρετανία που διέθετε αυτόματο σύστημα εντοπισμού ανωμαλιών και σήμανσης συναγερμού και το 1968 ναυπηγήθηκε το φορηγό πλοίο λυμάτων Glen Avon επίσης στην Μ. Βρετανία που διέθετε πλήρως τηλεμετρούμενο σύστημα πρόωσης προκείμενου να επιτευχθεί η μη επάνδρωση των μηχανοστασίων και η καταγραφή όλων των λειτουργικών στοιχείων για υποβοήθηση του έργου των συνεργείων συντήρησης. Ο έλεγχος και χειρισμός γινόταν από ξεχωριστό διαμέρισμα εκτός των μηχανοστασίων το Κέντρο Ελέγχου. Στην σύγχρονη εποχή με την ανάπτυξη των ηλεκτρονικών συστημάτων και την ψηφιακή μετάδοση πληροφοριών η τηλεμετρία επεκτείνεται συνεχώς συμπεριλαμβάνοντας σε υψηλότερα επίπεδα ολοκλήρωσης τα υφιστάμενα συστήματα των πλοίων.



## 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### 1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΟΙΩΝ

Τα συστήματα ενός πλοίου κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την λειτουργία τους και γενικά διακρίνονται σε αυτά που χρησιμοποιούνται για :

A) παραγωγή μηχανικής ισχύος και την μεταφορά / μετατροπή αυτής για την κίνηση του πλοίου και ανήκουν στην ομάδα συστημάτων Πρόωσης

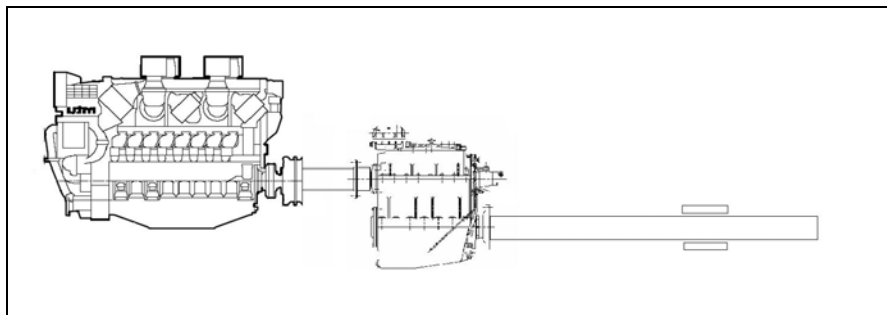
B) παραγωγή / διανομή ηλεκτρικής ισχύος

Γ) εξυπηρέτηση βοηθητικών συστημάτων λειτουργίας στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα πηδάλια και ονομάζονται Βοηθητικά Μηχανήματα

Δ) εξυπηρέτηση συστημάτων ασφάλειας για την ανίχνευση / αντιμετώπιση επικίνδυνων καταστάσεων ( πυρκαγιάς , διαρροής ) και συμπεριλαμβάνονται στην ομάδα Ελέγχου Βλαβών

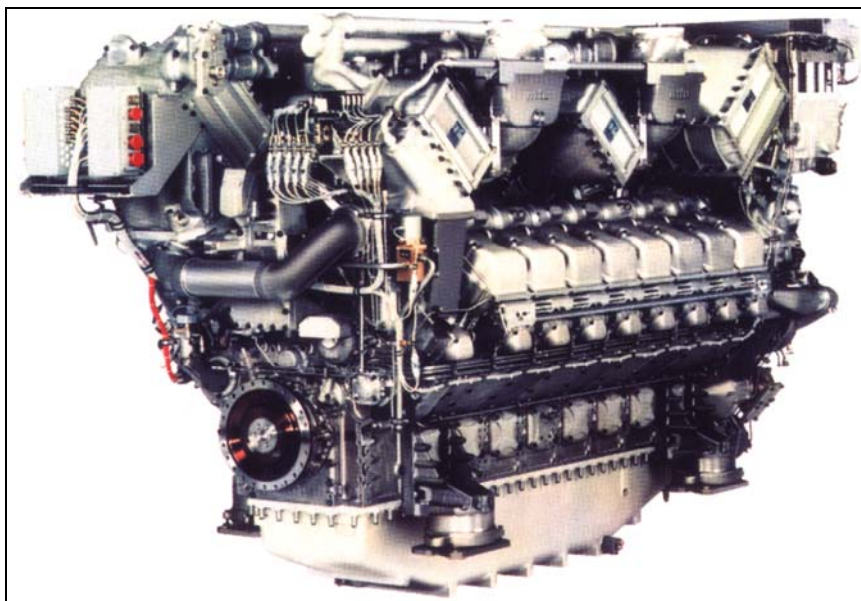
### 2. ΠΡΟΩΣΗ

Στα μηχανοκίνητα πλοία η πρόωση πραγματοποιείται με χρήση κατάλληλων διατάξεων ώθησης του νερού και αυτό μπορεί να υλοποιηθεί με πολλούς τρόπους στη συγκεκριμένη διάταξη γίνεται με σταθερού βήματος έλικες . Οι έλικες είναι συνδεδεμένοι πάνω σε άξονες που στρέφονται από μηχανές εσωτερικής καύσης . Προκειμένου να μπορεί το πλοίο να κινείται ανάποδα και να προσαρμόσουμε τις παραγόμενες στροφές της μηχανής με τις απαιτούμενες από τους έλικες , λόγω υδροδυναμικών φερομένων , απαιτείται στη σύνδεση της μηχανής με τον άξονα να παρεμβάλουμε τον μειωτήρα στροφών . Ο μειωτήρας στροφών μπορεί να συμπλέξει την μηχανή με το αξονικό σύστημα , να αντιστρέψει την φορά περιστροφής , καθώς επίσης μειώνει της στροφές στις απαιτούμενες προκειμένου να έχουμε την βέλτιστη απόδοση των ελίκων .



Σχήμα 1 : Διάταξη Μηχανής , μειωτήρα και ελικοφόρου άξονα

## 2.1 ΚΥΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ



Σχήμα 2 : Μηχανής πρόωσης πλοίου MTU 16V595TE90

Η αρχή λειτουργίας μιας μηχανής εσωτερικής καύσης στηρίζεται στην συνεχή πραγματοποίηση κάποιου είδους θερμοδυναμικού κύκλου . Κατά τη διάρκεια αυτής της φυσικής μεταβολής καύσιμο αναμιγνύεται με αέρα και καίγεται παράγοντας θερμική ενέργεια όπου μέρος της μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια . Για να λειτουργήσει η μηχανή απαιτείται η απεικόνιση , η ρύθμιση και ο έλεγχος των λειτουργικών παραμέτρων . Οι λειτουργικοί παράμετροι της μηχανής διακρίνονται σε :

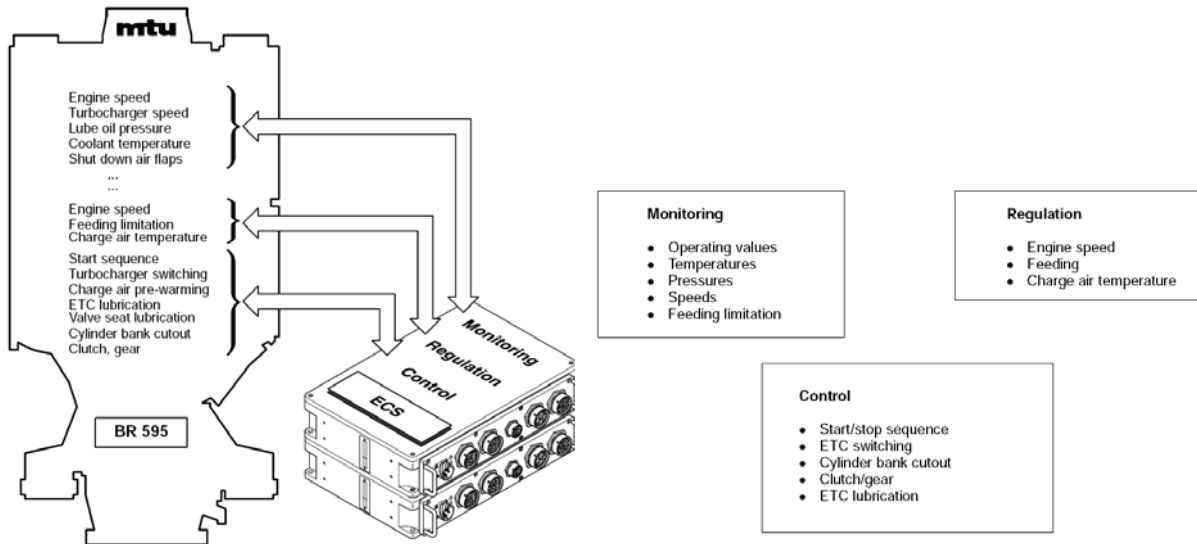
- A) Πιέσεις ρευστών ( ελαίου , γλυκού ύδατος , θαλάσσιου ύδατος , καυσίμου , αέρος )
- B) Θερμοκρασίες ρευστών ( ελαίου , γλυκού ύδατος , θαλάσσιου ύδατος , καυσίμου , αέρος , καυσαερίων )
- Γ) Στροφές μηχανής , υπερσυμπιεστών αέρος
- Δ) Παροχή καυσίμου
- E) Θέση επιστομίων , βαλβίδων σε δίκτυα αέρος , νερού , ελαίου , πετρελαίου και οχετών αέρος καύσεως , καυσαερίων .
- ΣΤ) Στάθμη δεξαμενής διαρροών καυσίμου και δοχείου διαστολής νερού ψύξης

Οι μηχανές του συγκεκριμένου πλοίου είναι τετράχρονες υπερπληρούμενες πετρελαιομηχανές το μοντέλο 16 V 595 TE 90 της εταιρίας MTU και διαθέτουν το ηλεκτρονικό αυτόματο σύστημα ελέγχου ECS-UNI 595/M . Το σύστημα ελέγχου ECS-UNI 595/M αποτελεί την αυτόνομη κεντρική μονάδα ελέγχου εκάστης μηχανής και οι λειτουργίες του διακρίνονται σε τρεις γενικές κατηγορίες :

A) Οπτικοποίηση των λειτουργικών χαρακτηριστικών της μηχανής καθώς και η παρουσίαση γεγονότων που συμβαίνουν κατά την λειτουργία της όπως , αναφορές βλάβης αισθητήρων ή τιμών φυσικών μεγεθών που βρίσκονται εκτός ορίων λειτουργίας .

B) Ρύθμιση των παραμέτρων της μηχανής με κατάλληλα σήματα που επενεργούν σε διατάξεις της που καθορίζουν τις στροφές λειτουργίας , την παροχή αέρος και την θερμοκρασία λειτουργίας.

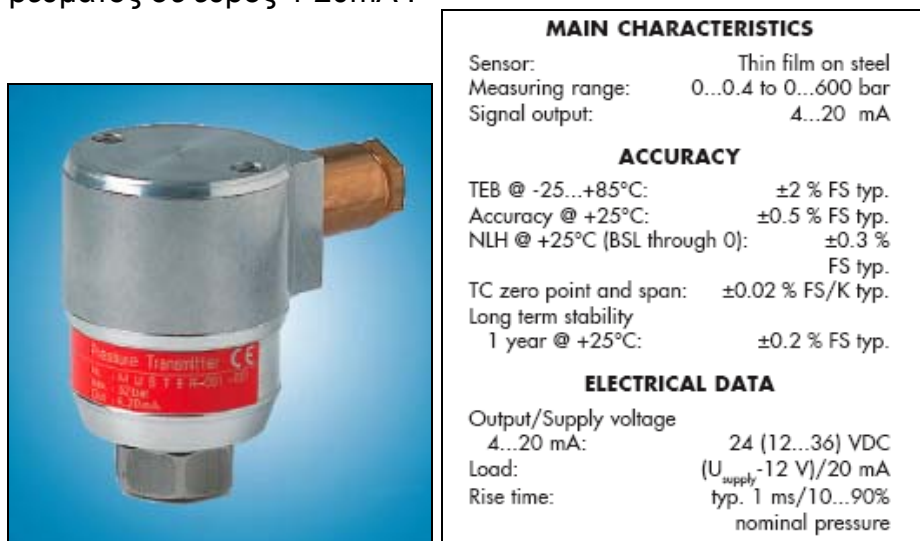
Γ) Έλεγχος μηχανής προκειμένου να εκτελούνται αυτόματα συγκεκριμένες διαδικασίες κατά την εκκίνηση και λειτουργία . Στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνονται η ασφαλιστικές διατάξεις όπου καθορίζονται σταθερά ή κυμαινόμενα όρια τιμών για τα φυσικά μεγέθη που μετρούνται από τους αισθητήρες και προβλέπονται απλές εκδόσεις μηνυμάτων βλάβης ή και αυτόματες διαδικασίες μεταβολής της λειτουργικής κατάστασης της μηχανής για προστασία του προσωπικού και υλικού από ενδεχομένη βλάβη .



Σχήμα 3 : Φιλοσοφία λειτουργίας αυτόματου συστήματος ECS-UNI 595/M

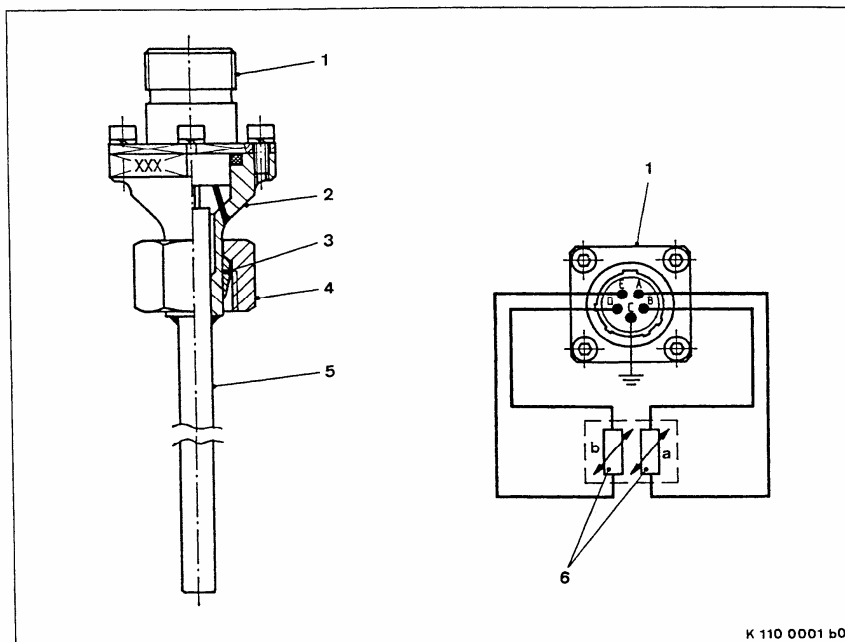
Για την υλοποίηση του συστήματος ECS-UNI 595/M απαιτείται η τοποθέτηση αισθητήρων που μετατρέπουν τα φυσικά μεγέθη σε κατάλληλα ηλεκτρικά σήματα προκειμένου αυτά να είναι τα στοιχειά εισόδου . Στην μηχανή οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται είναι οι κάτωθι :

A) Για την μέτρηση πίεσης χρησιμοποιούνται αισθητήρες model 8213 εταιρίας Trafag . Αυτοί εσωτερικά αποτελούνται από μια γέφυρα τεσσάρων strain gages τοποθετημένα σε σιδερένιο έλασμα που λόγω τις πίεσης παραμορφώνεται ελαστικά και με κύκλωμα υποστήριξης μετατρέπουν με γραμμική αναλογία την πίεση σε ένταση ρεύματος σε εύρος 4-20mA .



Σχήμα 4 : Αισθητήριο πίεσης Trafag 8213 και τεχνικά χαρακτηριστικά

B) Για την μέτρηση θερμοκρασιών έως 150 °C χρησιμοποιούνται αισθητήρες PT1000 model 2PT 1000-D38999 εταιρίας Heraeus . Αυτοί εσωτερικά αποτελούνται από ένα στοιχείο κράματος πλατίνας με την ιδιότητα να μεταβάλλεται η αντίσταση του γραμμικώς ανάλογα με την θερμοκρασία , όπου σε 0 °C έχουν αντίσταση 1000 Ohm . Τα αισθητήρια αυτά είναι διπλά και χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα από το σύστημα ελέγχου προκειμένου σε περίπτωση βλάβης του ενός το σύστημα να αντιληφθεί την δυσλειτουργία και να εκδώσει αντίστοιχο σήμα βλάβης. Η μέτρηση των καυσαερίων της μηχανής των οποίων η θερμοκρασία κυμαίνεται σε εύρος 200 – 660 °C γίνεται με αισθητήρες θερμοζεύγους NiCr-Ni model A17-1168 εταιρίας Heraeus . Τα αισθητήρια θερμοζεύγους αποτελούνται από δυο αγωγούς που έχουν διαφορετική σύσταση μετάλλων ( στην περίπτωση μας ο ένας από κράμα Ni Cr και ο δεύτερος από μέταλλο Ni ) των οποίων η μια άκρη είναι ενωμένοι . Σε αυτήν την διάταξη μεταξύ των αγωγών αναπτύσσεται δυναμικό γραμμικά ανάλογο της διαφοράς θερμοκρασιών που επικρατούν στα άκρα τους .



- |                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| 1 Socket                    | 6 Measuring resistor |
| 2 Housing                   | a System 1           |
| 3 Clamp ring (press-fitted) | b System 2           |
| 4 Union nut                 |                      |
| 5 Insertion sleeve          |                      |

<b>Manufacturer:</b>	Heraeus Sensor
<b>Model:</b>	2x PT 1000 - D38 999
<b>Measuring resistor</b>	MFR 1345-L3 as per DIN IEC 751 / Kl.B
<b>Temperature range:</b>	-30 °C to +180 °C
<b>Resistance values:</b>	0 °C : 1000 ohms 100 °C : 1385 ohms
<b>Resistance progression:</b>	approx 3.85 ohms/ °C

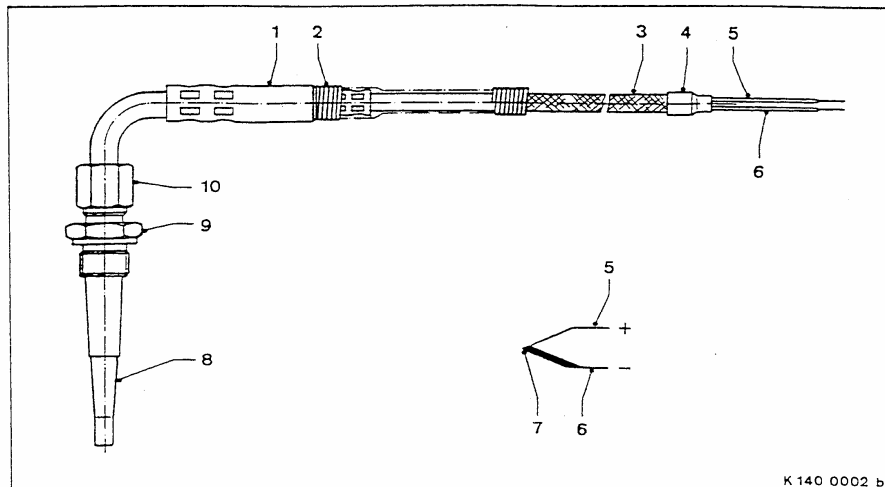
Σχήμα 5 : Αισθητήριο θερμοκρασίας Heraeus 2PT 1000-D38999 και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του

# PT 1000

## Resistance

° C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1000,0	1003,9	1007,8	1011,7	1015,6	1019,5	1023,4	1027,3	1031,2	1035,1
10	1039,0	1042,9	1046,8	1050,7	1054,6	1058,5	1062,4	1066,3	1070,2	1074,0
20	1077,9	1081,8	1085,7	1089,6	1093,5	1097,3	1101,2	1105,1	1109,0	1112,8
30	1116,7	1120,6	1124,5	1128,3	1132,2	1136,1	1139,9	1143,8	1147,7	1151,5
40	1155,4	1159,3	1163,1	1167,0	1170,8	1174,7	1178,5	1182,4	1186,2	1190,1
50	1194,0	1197,8	1201,6	1205,5	1209,3	1213,2	1217,0	1220,9	1224,7	1228,6
60	1232,4	1236,2	1240,1	1243,9	1247,7	1251,6	1255,4	1259,2	1263,1	1268,9
70	1270,7	1274,6	1278,4	1282,2	1286,0	1289,8	1293,7	1297,6	1301,3	1305,1
80	1308,9	1312,7	1316,6	1320,4	1324,2	1328,0	1331,8	1335,6	1339,4	1343,2
90	1347,0	1350,8	1354,6	1358,4	1362,2	1366,0	1369,8	1373,6	1377,4	1381,2
100	1385,0	1388,8	1392,6	1396,4	1400,2	1403,9	1407,7	1411,5	1415,3	1419,1
110	1422,9	1426,6	1430,4	1434,2	1438,0	1441,7	1445,5	1449,3	1453,1	1456,8
120	1460,6	1464,4	1468,1	1471,9	1475,7	1479,4	1483,2	1487,0	1490,7	1494,5
130	1498,2	1502,0	1505,7	1509,5	1513,3	1517,0	1520,8	1524,5	1528,3	1532,0
140	1535,8	1539,5	1543,2	1547,0	1550,7	1554,5	1558,2	1561,9	1565,7	1569,4

Σχήμα 6 : Πίνακας τιμών αντίστασης συναρτήσει της θερμοκρασίας σε αισθητήριο θερμοκρασίας PT 1000



- 1 Connecting sleeve
- 2 Anti-kink spring
- 3 Expansion line
- 4 Crimped sleeve
- 5 Green cable

- 6 White cable
- 7 Thermocouple NiCrNi
- 8 Jacketed sensor
- 9 Adaptor
- 10 Nut

Manufacturer:	SENSYCON Hanau
Model:	A 17-1168
Continuous temperature:	800°C
Thermocouple:	NiCrNi DIN/IEC 584
Output voltage:	4.1 mV at 100°C
Voltage increase:	approx. 0.041 mV per °C

Σχήμα 7 : Αισθητήριο θερμοζεύγους NiCr-Ni Heraeus A17-1168 και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του

# N I C R N I

## Thermocouple

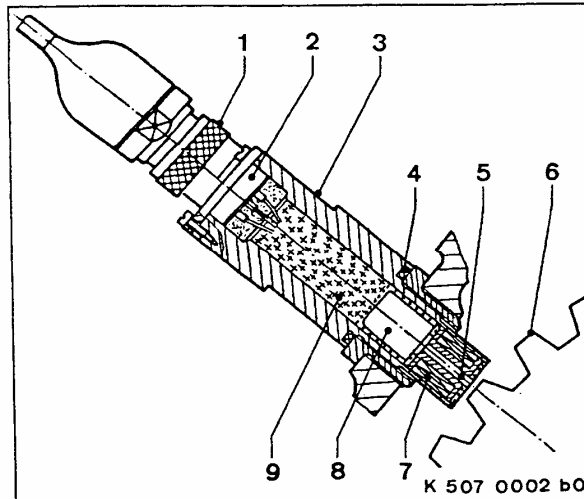
° C	mV	° C	mV	° C	mV
0	0	350	14,29	700	29,12
10	0,40	360	14,71	710	29,54
20	0,80	370	15,13	720	29,95
30	1,20	380	15,55	730	30,37
40	1,61	390	15,98	740	30,79
50	2,02	400	16,40	750	31,21
60	2,43	410	16,82	760	31,63
70	2,85	420	17,24	770	32,04
80	3,26	430	17,67	780	32,46
90	3,68	440	18,09	790	32,88
100	4,10	450	18,51	800	33,27
110	4,51	460	18,94	810	33,68
120	4,92	470	19,36	820	34,09
130	5,33	480	19,79	830	34,50
140	5,73	490	20,22	840	34,90
150	6,13	500	20,65	850	35,31
160	6,53	510	21,07	860	35,72
170	6,93	520	21,50	870	36,12
180	7,33	530	21,92	880	36,51
190	7,73	540	22,35	890	36,92
200	8,13	550	22,78	900	37,32
210	8,54	560	23,20	910	37,72
220	8,94	570	23,63	920	38,12
230	9,34	580	24,05	930	38,52
240	9,75	590	24,48	940	38,91
250	10,16	600	24,90	950	39,31
260	10,57	610	25,33	960	39,71
270	10,98	620	25,75	970	40,10
280	11,39	630	26,18	980	40,48
290	11,80	640	26,60	990	40,87
300	12,21	650	27,02	1000	41,26
310	12,63	660	27,44	1010	41,65
320	13,04	670	27,86	1020	42,04
330	13,46	680	28,28	1030	42,43
340	13,88	690	28,71	1040	42,82

Σχήμα 8 : Πίνακας τιμών διαφοράς δυναμικού συναρτήσει της θερμοκρασίας σε αισθητήριο θερμοζεύγους NiCr-Ni

Γ) Οι στροφές μετρούνται με αισθητήρες μαγνητικών παλμών ( pulse pickup ) model DM 21/A και EME εταιρίας MTU αντίστοιχα για την μέτρηση των στροφών μηχανής και υπερσυμπιεστών αέρος . Στην πρώτη περίπτωση το αισθητήριο διαθέτει ένα μόνιμο μαγνήτη και στο διπλό πηνίο που είναι τοποθετημένο σε σειρά με τον μαγνήτη επάγεται εναλλασσόμενη τάση καθώς μεταβάλλεται η μαγνητική ροή λόγω της διέλευσης των κορυφών της οδόντωσης του γραναζιού . Με τον τρόπο αυτό η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης είναι ανάλογη του αριθμού περιστροφών του γραναζιού . Στην δεύτερη περίπτωση έχει προσαρμοστεί ένας δίσκος αποτελούμενος από μόνιμους μαγνήτες στην προέκταση του άξονα περιστροφής του στροβιλοφουσητήρα του υπερσυμπιεστή και στο διπλό πηνίο επάγεται εναλλασσόμενη τάση καθώς περιστρέφεται ο δίσκος . Έχει επιλεχθεί οι διάταξεις να έχουν διπλά αισθητήρια για επαύξηση της αξιοπιστίας προκειμένου σε περίπτωση βλάβης του ενός το σύστημα να αντιληφθεί την δυσλειτουργία και να εκδώσει αντίστοιχο σήμα βλάβης και να επιτρέψει την ασφαλή λειτουργία της μηχανής μέχρι αυτά να αποκατασταθούν .

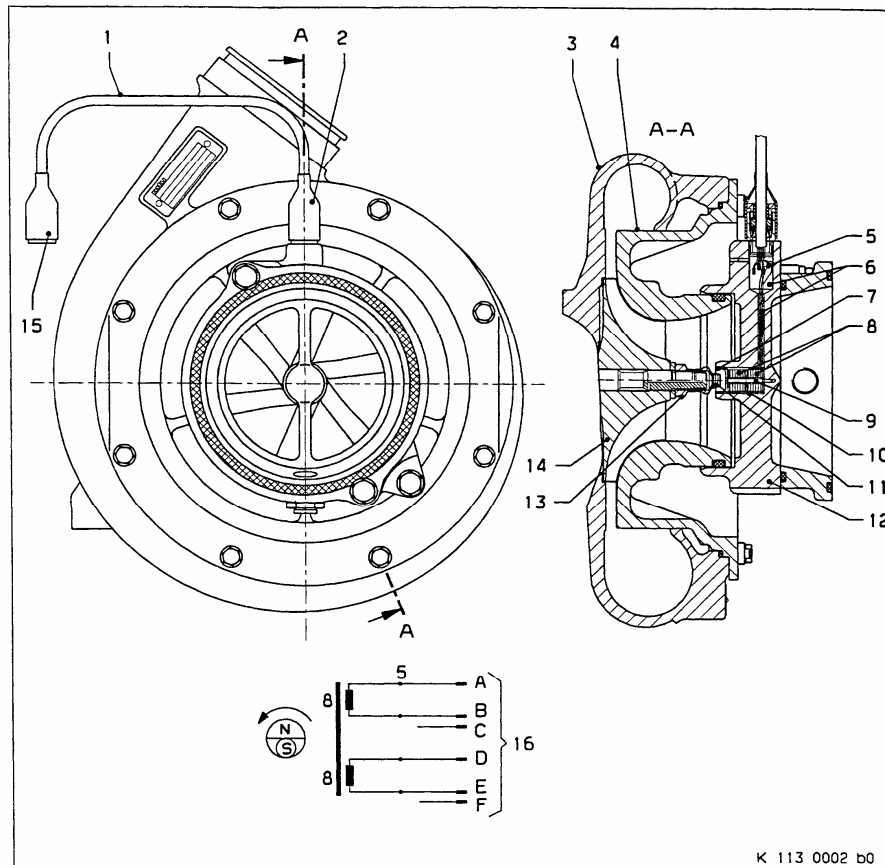
Manufacturer:	MTU, Friedrichshafen
Model:	DM 21/A
Tightening torque:	max. 100 Nm
Transmitter clearance to tooth tip:	0.5 mm to 1.2 mm
Output voltage (unloaded):	Sine; 0 V to approx. 60 V
Operating temperature:	-40 °C to 125 °C
Protection:	IP 66

Σχήμα 9 : Τεχνικά χαρακτηριστικά αισθητήριου pulse pickup DM 21/A



- 1 Plug connection
- 2 Connecting socket
- 3 Transmitter sleeve
- 4 O-ring
- 5 Soft-iron core
- 6 Measurement gearing
- 7 Double coil
- 8 Annular magnet
- 9 Casting compound

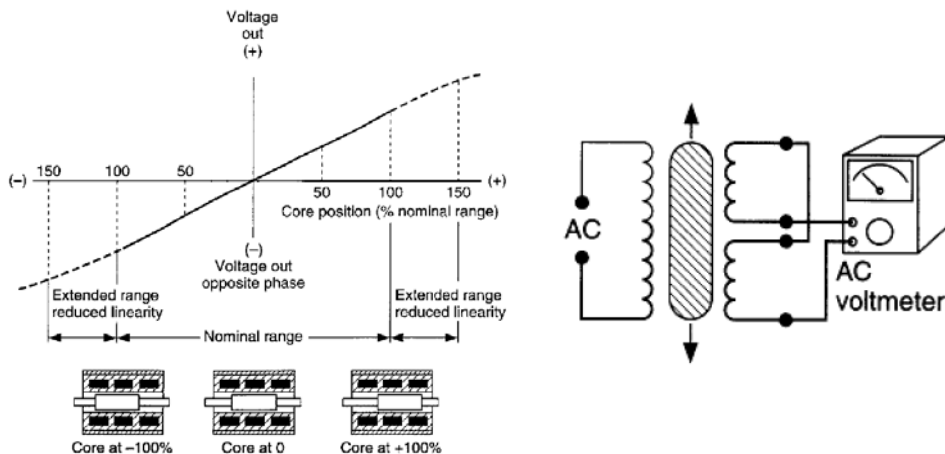
Σχήμα 10 : Αισθητήριο pulse pickup DM 21/A που χρησιμοποιείται για την μέτρηση των στροφών μηχανής



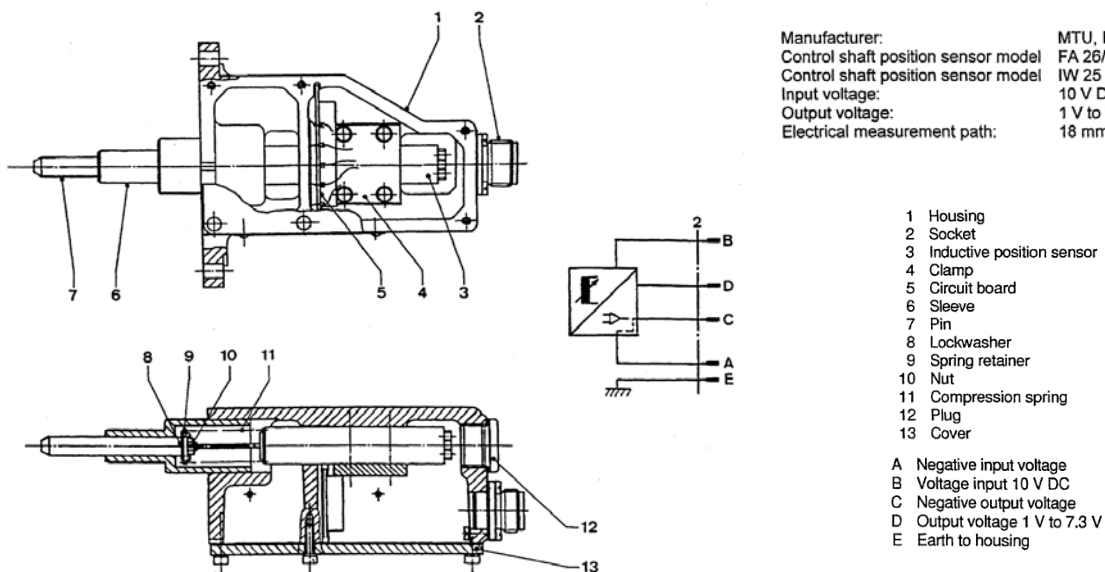
- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| 1 Extension cable     | 9 Screw              |
| 2 Shrink sleeve       | 10 Pulse plate, long |
| 3 H.P. turbocharger   | 11 Annular magnet    |
| 4 Intake housing      | 12 Flange            |
| 5 Soldered connection | 13 Magnetic nut      |
| 6 Casting resin       | 14 Compressor wheel  |
| 7 Pulse plate, short  | 15 Plug connector    |
| 8 Coil                | 16 Plug connections  |

Σχήμα 10 : Αισθητήριο pulse pickup EME που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση των στροφών των υπερσυμπιεστών της μηχανής

Δ) Η παροχή καυσίμου ρυθμίζεται έμμεσα από τη διαδρομή ενεργού εμβολισμού των αντλιών πετρελαίου ( κανόνας πετρελαίου ). Η ενεργός διαδρομή ρυθμίζεται μέσω ενός ηλεκτρικά ελεγχόμενου και υδραυλικά ενεργοποιούμενου μηχανικού συστήματος . Η ηλεκτρική ενεργοποίηση γίνεται μέσω διπλού πηνίου που τροφοδοτούμενο με συνεχές ρεύμα έως 2 A μετατοπίζει τον πυρήνα του ελέγχοντας με τον τρόπο αυτό μια υδραυλική βαλβίδα , που με την σειρά της παρέχει την υδραυλική πίεση που απαιτείται για την κίνηση του μηχανισμού ρύθμισης εμβολισμού των αντλιών πετρελαίου . Η τελική θέση του κανόνα πετρελαίων μετράται μέσω δυο αισθητήρων μετατόπισης LVDT model FA 26/B και IW 25UX εταιρίας MTU αντίστοιχα για τη μέτρηση της θέσης του πύρινα του πηνίου και της θέσης του υδραυλικού εμβόλου ενεργοποίησης των αντλιών πετρελαίου . Το αισθητήριο μετατόπισης LVDT (Linear Variable Differential Transformers ) αποτελείται από ένα κύριο και δυο συμμετρικά δευτερεύοντα πηνία σε διάταξη κυλίνδρου . Όταν στο κύριο πηνίο ασκηθεί εναλλασσόμενη τάση επάγεται Η.Ε.Δ. στα δυο δευτερεύοντα ανάλογη της θέσης του πύρινα . Στην διάταξη τα συμμετρικά δευτερεύοντα πηνία είναι διασυνδεδεμένα σε σειρά με αντίρροπη φορά και εφόσον ο πυρήνας είναι στην μέση τότε η τάση στα άκρα των δυο πηνίων είναι μηδέν , ενώ αν μετακινηθεί τότε έχουμε λόγω συμμετρίας ανάλογη αύξηση της μετρούμενης τάσης .

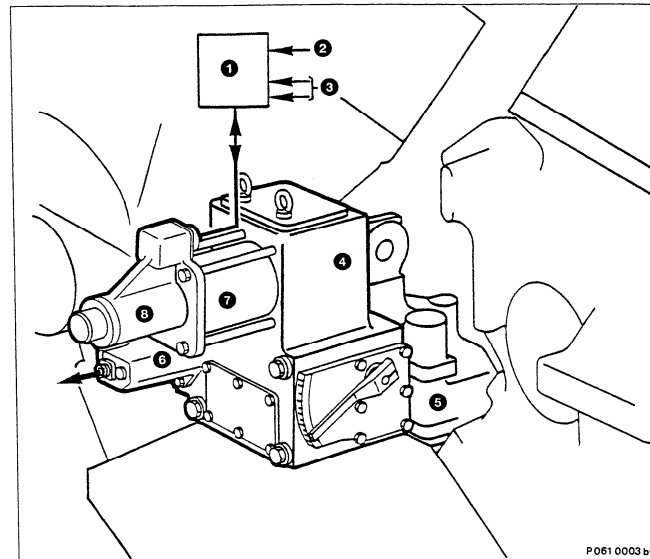


Σχήμα 11 : Χαρακτηριστικό διάγραμμα μεταβολής της μετρούμενης τάσης και φάσης συναρτήσει της μετατόπισης του πυρήνα σε αισθητήριο LVDT



Σχήμα 12 : Αισθητήριο LVDT μηχανής και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά

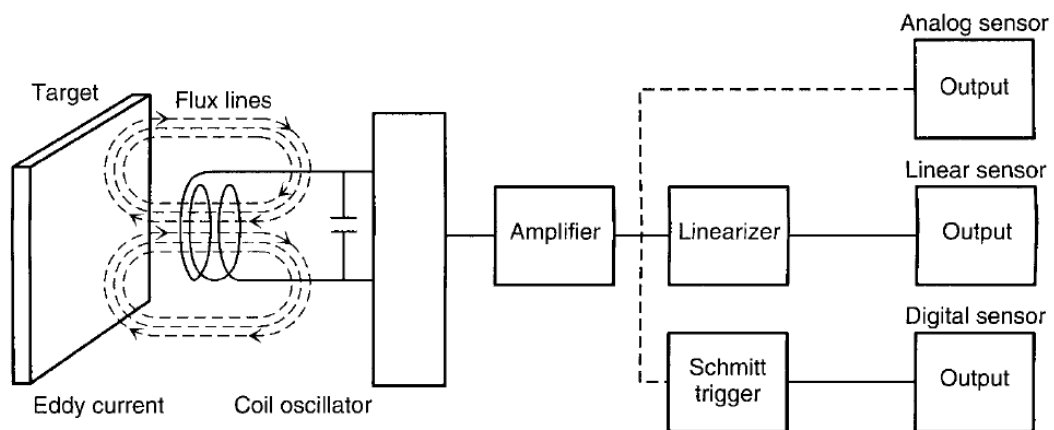




- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| 1 Electronic governor in engine control system | 5 Governor bracket              |
| 2 Drehzahl, specified value                    | 6 Control shaft position sensor |
| 3 Speed, actual value                          | 7 Solenoid                      |
| 4 Hydraulic booster                            | 8 Inductive position sensor     |

Σχήμα 13 : Ηλεκτρουδραυλική διάταξη ελέγχου παροχής καυσίμου με τα αισθητήρια μέτρησης θέσης κανόνα πετρελαίου

Ε) Με χρήση μαγνητικών οριοδιακοπών ( Proximity ) της εταιρίας SAJA Murten ελέγχονται οι θέσεις των βαλβίδων αέρος εισαγωγής μηχανής . Στους μαγνητικούς οριοδιακοπτες υπάρχει ένα κύκλωμα LC ταλαντωτή που συντονισμένος παράγει σήμα RF σε συχνότητα από 20kHz έως κάποια MHz . Η τιμή του πηνίου L διαμορφώνεται από σπείρες καλωδίου με πυρήνα φερρητικο υλικό . Όταν υπάρχει η μεταλλική επιφάνεια στόχου σε κοντινή περιοχή τότε επάγονται σε αυτήν ρεύματα γεγονός που οδηγεί σε απορρόφηση ενέργειας και τελικά σε απομείωση της ταλάντωσης . Με χρήση διάταξης ενισχύουμε το αναλογικό σήμα που προκύπτει και τελικά προκαλούμε τη μεταβολή στην κατάσταση των βοηθητικών επαφών.



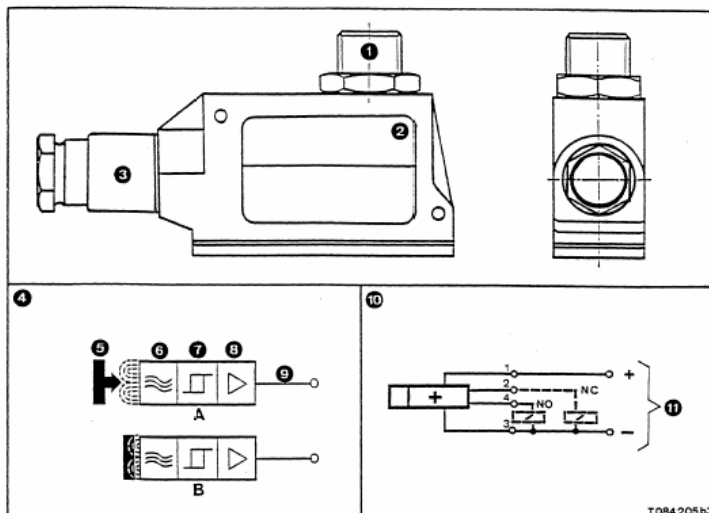
Σχήμα 14 : Διαγραμματική απεικόνιση λειτουργίας αισθητήριου Proximity

**PROXIMITY SWITCH**

**Technical Data**

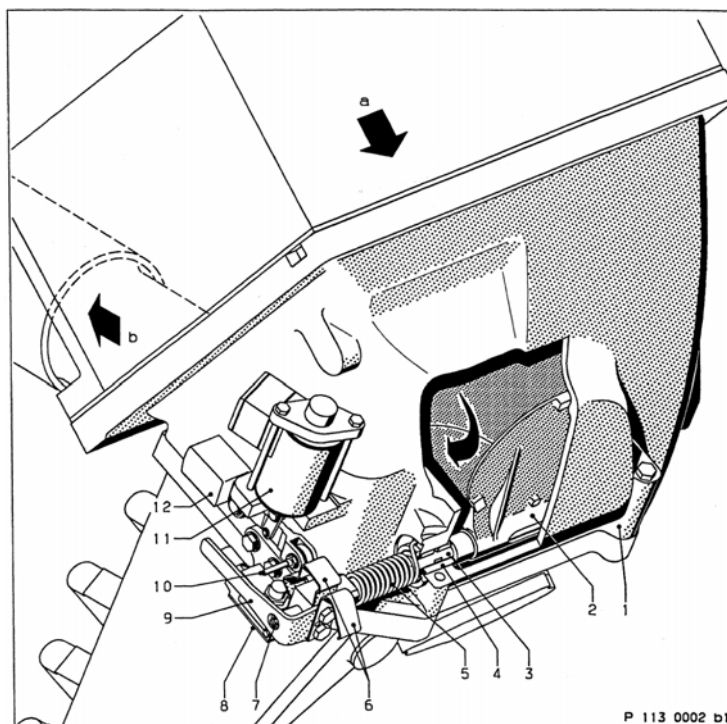
Manufacturer:  
Model:  
Operating voltage:  
Current consumption (no-load):  
Nominal switching distance:  
Protection:

SAJA, Murten/Switzerland  
PNP changeover switch  
18 V DC to 36 V DC  
max. 20 mA  
max. 5 mm  
IP 65



- |                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| 1 Proximity switch       | 9 Output                        |
| 2 Housing                | 10 Wiring diagram               |
| 3 Cable inlet            | 11 Electrical connections       |
| 4 Block diagram          |                                 |
| 5 Opposing pole          | A Proximity switch, not tripped |
| 6 Moving coil oscillator | B Proximity switch, tripped     |
| 7 Trip stage             | NC Opener                       |
| 8 Active stage           | NO Closer                       |

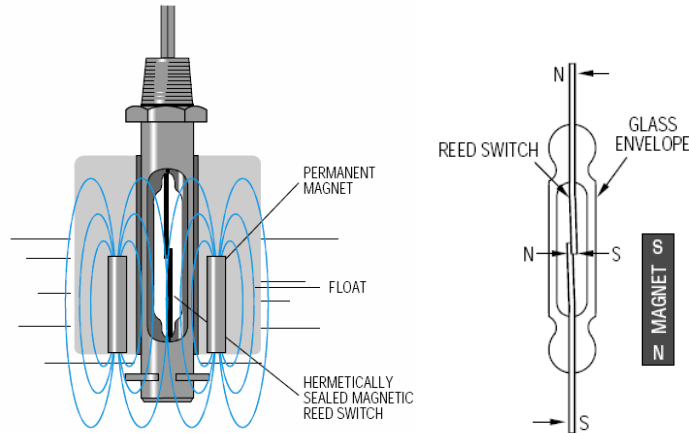
Σχήμα 15 : Αισθητήριο Proximity SAJA Murten και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά



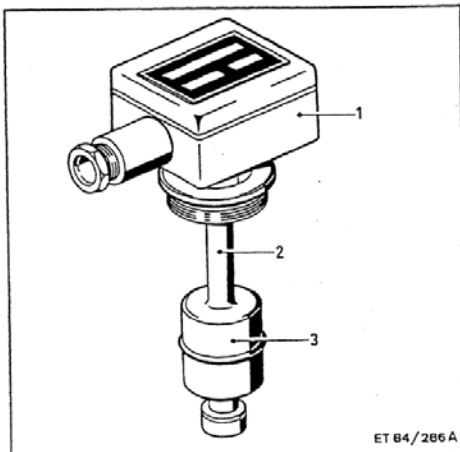
- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 1 Connecting housing | 9 Hand lever            |
| 2 Flap               | 10 Pin (manual trip)    |
| 3 Shaft              | 11 Solenoid             |
| 4 Bearing bush       | 12 Trip lever           |
| 5 Torsion spring     |                         |
| 6 Leaf spring        | a From H.P. intercooler |
| 7 Grease nipple      | b To the cylinders      |
| 8 Proximity switch   |                         |

Σχήμα 16 : Διάταξη ελέγχου βαλβίδων αέρος εισαγωγής μηχανής

ΣΤ) Με μαγνητικούς αισθητήρες στάθμης ελέγχεται η ύπαρξη καυσίμου στο τελικό συλλέκτη ( δεξαμενή ) των διαρροών από τα δίκτυα υψηλής πίεση πετρελαίου και είναι της εταιρίας Kubler model ALV 1.5 VU-L-120SVK-GL . Σε αυτούς μέσα στον πλωτήρα έχει τοποθετηθεί ένας μόνιμος μαγνήτης που ανάλογα σε ποιά θέση είναι (άνω ή κάτω ) έλκει ή απωθεί την επαφή δυο μεταλλικών ελασμάτων . Για το δοχείο διαστολής νερού ψύξης χρησιμοποιείται απλός αισθητήρας στάθμης τύπου φλοτέρ στο οποίο ο πλωτήρας είναι μηχανικά συνδεδεμένος με το διακόπτη.



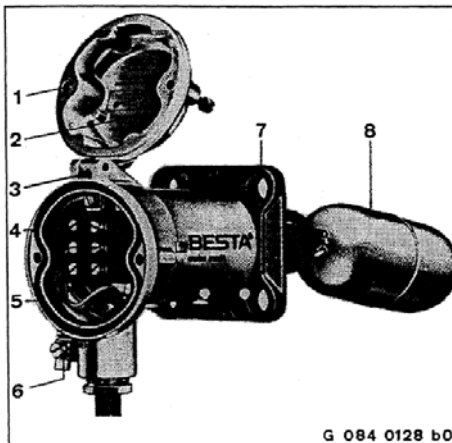
Σχήμα 17 : Διαγραμματική απεικόνιση λειτουργίας μαγνητικού αισθητήρα στάθμης



Manufacturer: Kübler, Zwingenberg  
 Model: ALV 1.5 VU-L-120-SVK-GL  
 Contact: Two-way (Reed contact)  
 Load capacity: 40 VA (250 VA)  
 Installed position: max. 30° from vertical  
 Protection: IP 55

1 Housing  
 2 Slide tube  
 3 Float with annular magnet

Σχήμα 18 : Μαγνητικό αισθητήριο στάθμης ALV 1.5 VU-L-120SVK-GL της Kubler και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά



Technical Data

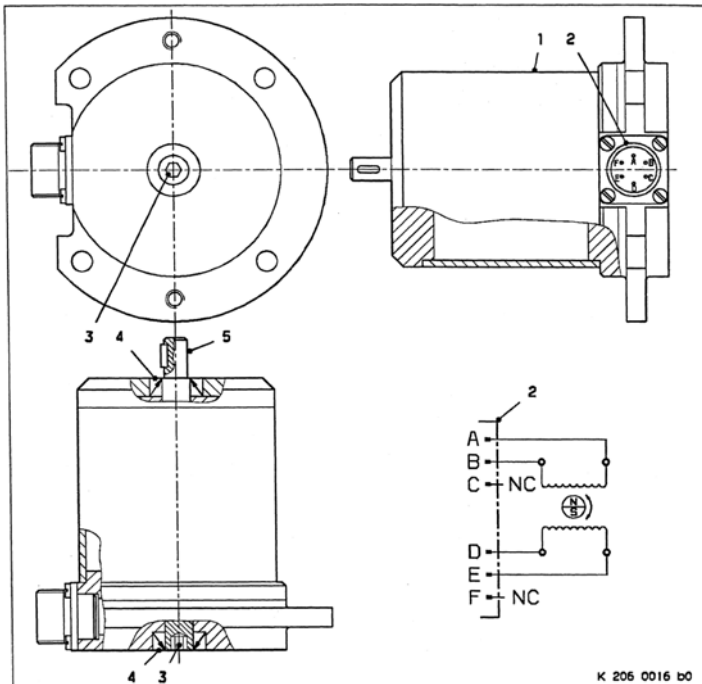
Manufacturer: Dr. Rotert, Frankfurt  
 Model: 30 AA E4 01 053  
 Control system: two single-pin changeover switches  
 Switching capacity: at 24 V DC inductive load 0.5 A  
 Protection: IP 65  
 Weight: approx. 1.8 kg

1 Securing screw  
 2 Electric circuit diagram  
 3 Cover  
 4 Gasket  
 5 Switch housing  
 6 Safety earth terminal  
 7 Flange  
 8 Float

Σχήμα 19 : Αισθητήριο στάθμης τύπου φλοτέρ και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά

Το αυτόματο σύστημα ελέγχου συγκεντρώνει και αναλύει τα σήματα από τους παραπάνω αισθητήρες προκειμένου να εκτελέσει τις διαδικασίες που του έχουν ανατεθεί και να εκδώσει σήματα εντολών προς τα εξαρτήματα της μηχανής . Τα σήματα εξόδου του αυτόματου συστήματος είναι αναλογικά ή ψηφιακά και αφορούν τα κάτωθι εξαρτήματα :

A) Ρυθμιστική τρίδος βαλβίδα στο δίκτυο νερού ψύξης του θερμού κυκλώματος (νερό που ψύχει τους κυλίνδρους και τις κυλινδροκεφαλές) που ελέγχεται από βηματικό κινητήρα προκειμένου να διατηρείται η θερμοκρασία του νερού σε σταθερή τιμή . Ο βηματικός κινητήρας που έχει χρησιμοποιηθεί διαθέτει ρότοτρα με μόνιμο μαγνήτη και δυο τυλίγματα στο στάτη .

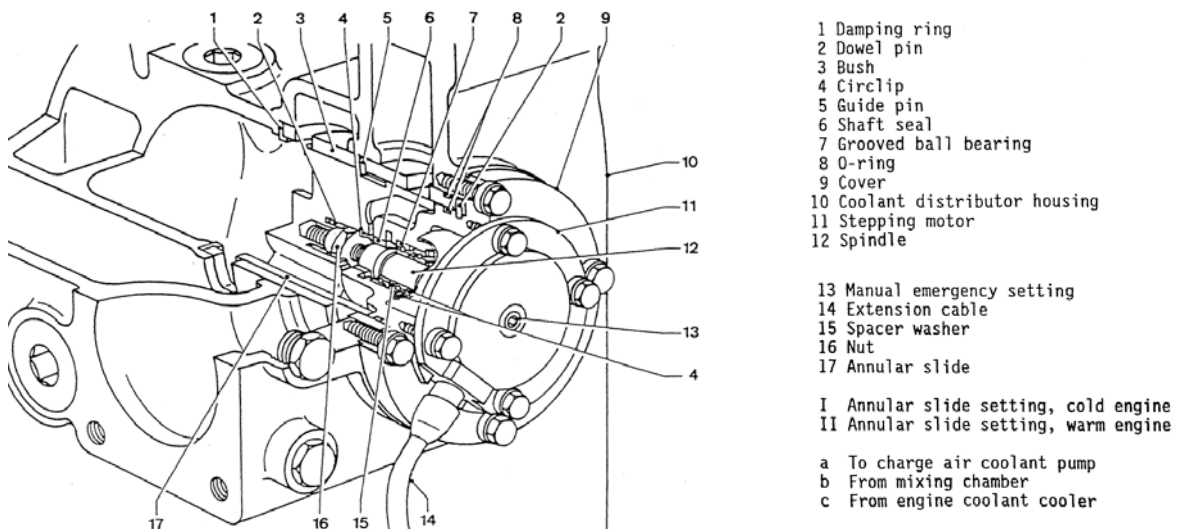


#### Technical Data

Manufacturer:	Zebotronics, Munich
Order code:	MTU-SM 87.2.18 Z18
Operating voltage:	24 V
Step angle:	1.8° ± 3%
Starting frequency:	200 Hz
Resistance per winding at 20 °C:	0.76 ohms ± 5%
Inductivity per phase:	1 mH ± 20%
Rated current per phase:	4.25 A

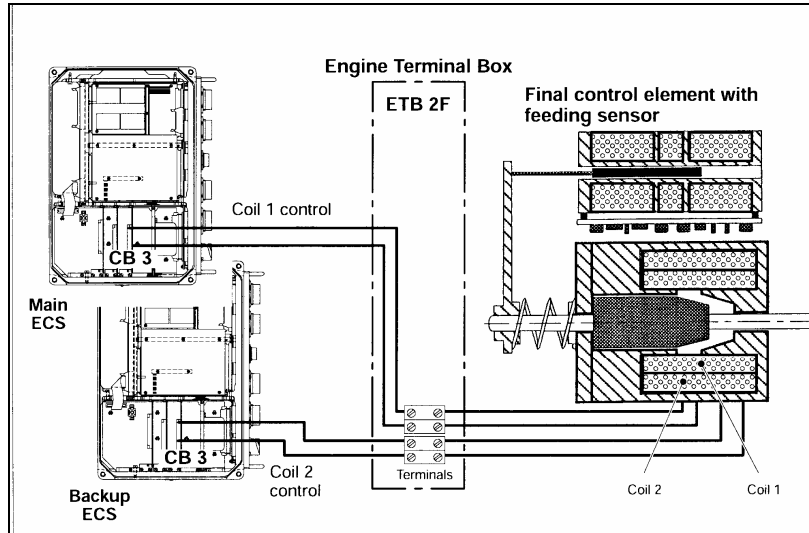
- 1 Housing
- 2 Socket
- 3 Emergency manual adjustment
- 4 Shaft seal
- 5 Drive shaft

Σχήμα 20 : Ο βηματικός κινητήρας και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά



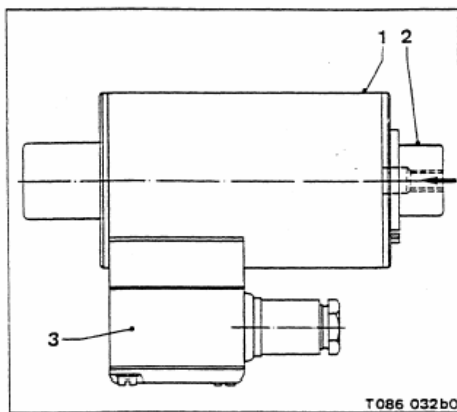
Σχήμα 21 : Η τρίδος βαλβίδα με το βηματικό κινητήρα τοποθετημένη στη μηχανή

B) Στον ηλεκτρουδραυλικό ρυθμιστή ελέγχουμε την παροχή πετρελαίου προς τους κυλίνδρους μέσω διπλού πηνίου τροφοδοτούμενου από το αυτόματο σύστημα με συνεχές ρεύμα έως 2 A . Αναλόγως την τροφοδότηση ο πυρήνας του πηνίου μετατοπίζεται και επενεργεί στον μηχανισμό που ρυθμίζει την υδραυλική πίεση που απαιτείται για να κινήσει τον βραχίονα ρύθμισης εμβολισμού των αντλιών πετρελαίου .

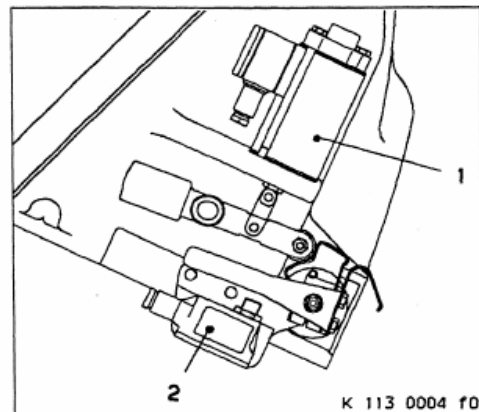


Σχήμα 22 : Μηχανική διασύνδεση πηνίου ενεργοποίησης και αισθητηρίου LVDT στην μηχανή

Γ) Τα κλαπέ απομόνωσης αέρος καύσης στον κεντρικό οχετό αέρος ενεργοποιούνται με πηνία . Οι πυρήνες των πηνίων είναι συνδεδεμένοι με τη μηχανική αγκίστρωση των βαλβίδων και με την τροφοδότηση τους με τάση τότε μετακινείται ο πυρήνας με αποτέλεσμα να ασφαρίζεται το κλαπέ και να κλείνει . Η χρήση τους προκαλεί βεβιασμένη διακοπή λειτουργίας στην μηχανή και αποτελεί προστασία ανάγκης για περίπτωση υπερτάχυνσης της μηχανής .



- 1 Housing
- 2 Plunger
- 3 Terminal box



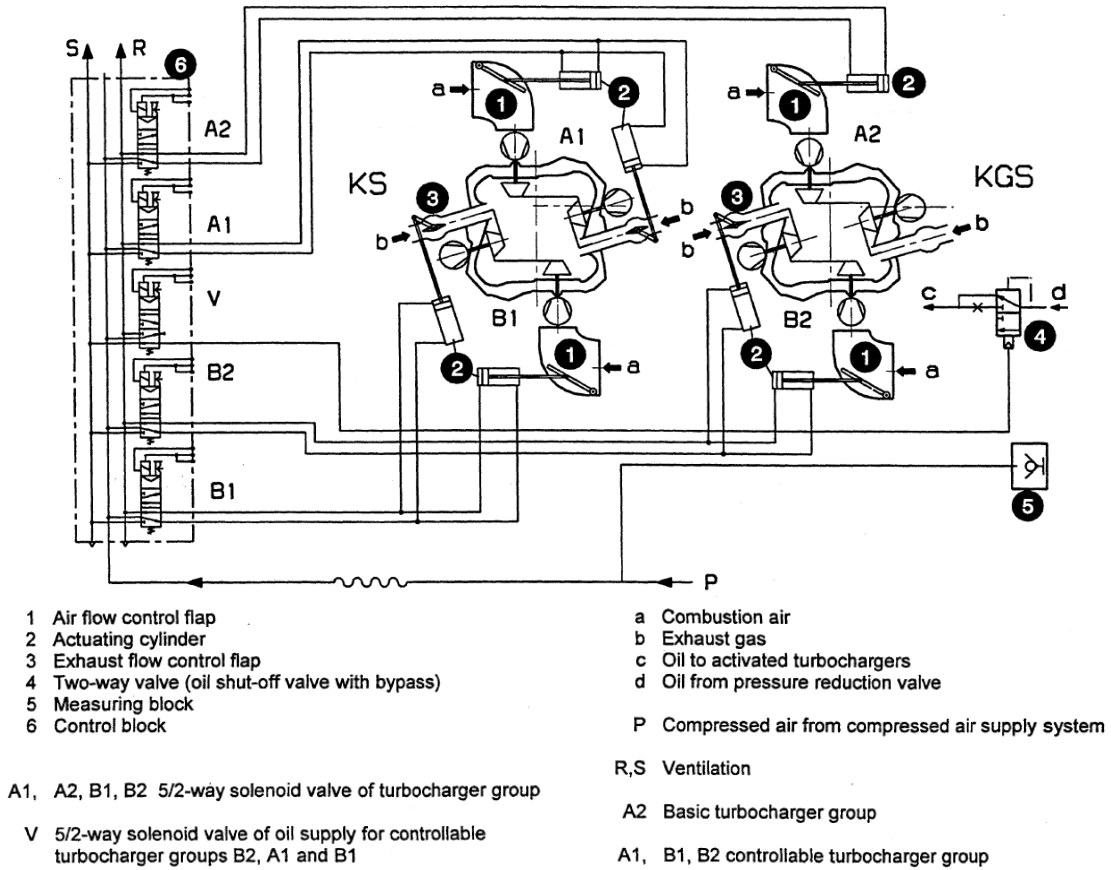
- 1 Solenoid
- 2 Proximity switch

**Technical Data**

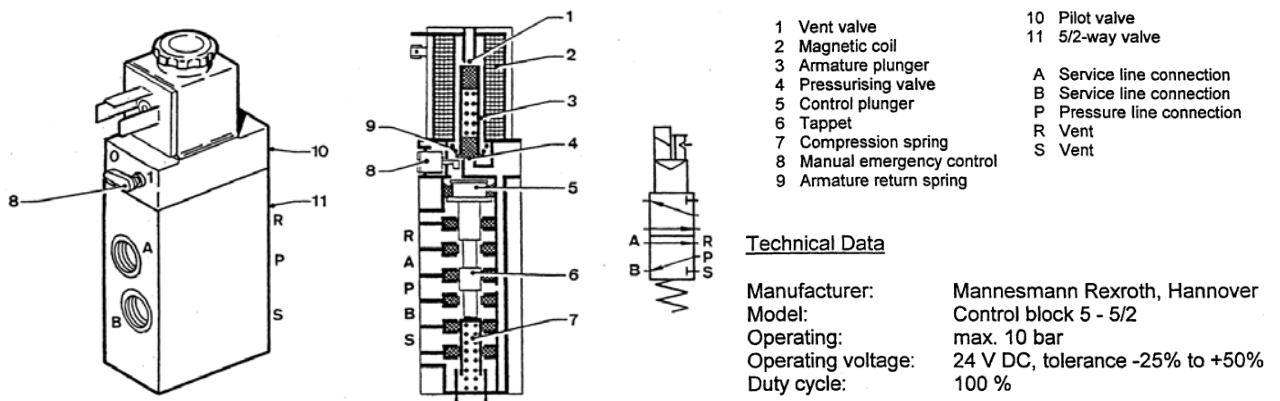
Manufacturer: Elektroteile GmbH, Oberuhldingen/Lake Constance  
 Model: A 07 02 009 04  
 Voltage: 24 VDC ±20%  
 Rated current: 1.42 A  
 Protection: IP 65  
 Pull: 59 N  
 Weight: approx. 3.5 kg

Σχήμα 23 : Το πηνίο ασφάλισης κλαπέ αέρος και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά

Δ) Τα κλαπέ των υπερσυμπιεστών που απομονώνουν τα καυσαέρια και την αναρρόφηση αέρος κινούνται από πνευματικά έμβολα . Συνολικά στην μηχανή υπάρχουν τέσσερις διπλοί υπερσυμπιεστές (ζεύγος συμπιεστών χαμηλής και υψηλής πίεσης) που ενεργοποιούνται κατάλληλα αναλόγως των απαιτήσεων ισχύος . Ο αυτόματος έλεγχος της μηχανής επενεργεί σε κιβώτιο ηλεκτρικών βαλβίδων αέρος που με την σειρά τους απελευθερώνουν πίεση αέρος για να ενεργοποιούν τα αντίστοιχα κλαπέ .

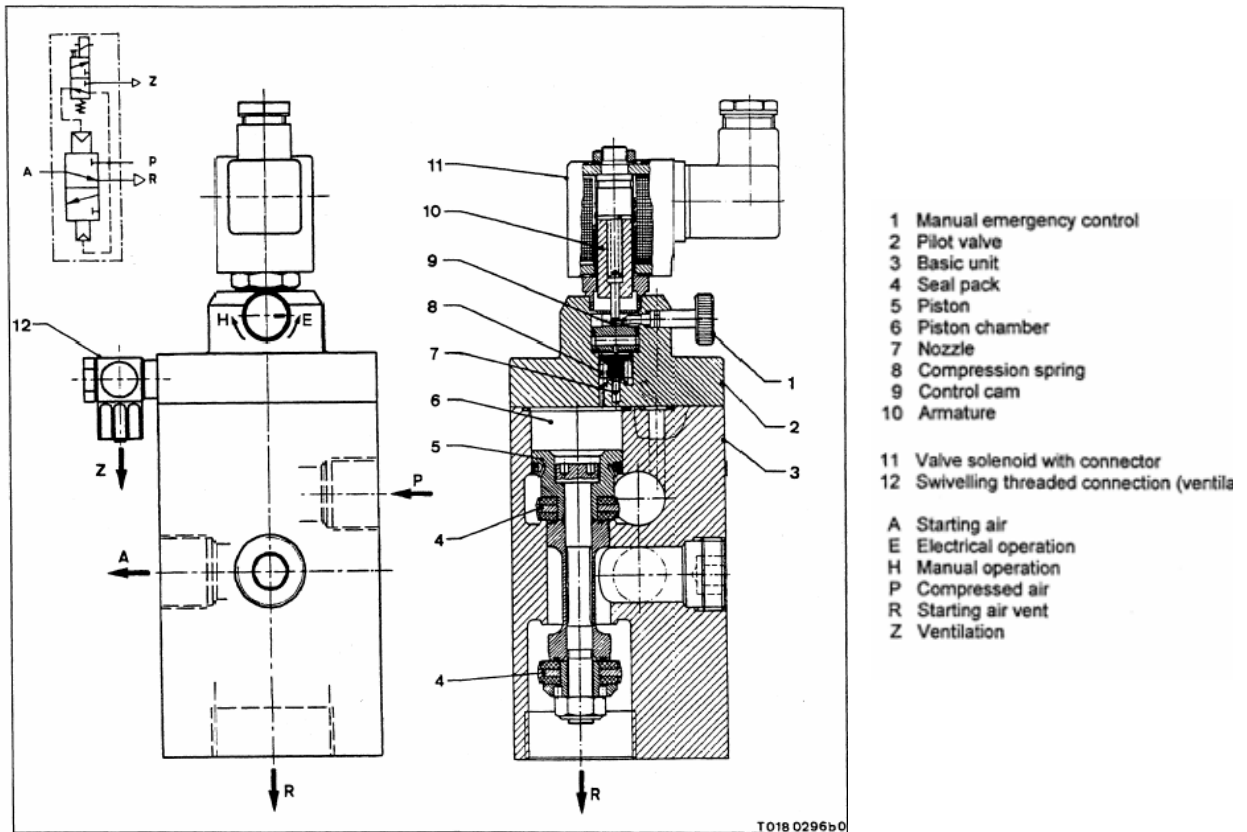


Σχήμα 24 : Διάταξη βαλβίδων αέρος ελέγχου υπερσυμπιεστών μηχανής



Σχήμα 25 : Η ηλεκτρική βαλβίδα αέρος ελέγχου υπερσυμπιεστών και τα τεχνικά της χαρακτηριστικά

Ε) Η ηλεκτρικά ελεγχόμενη βαλβίδα αέρος που χρησιμοποιείται για την εκκίνηση της μηχανής . Η βαλβίδα αποτελείται από ένα πηνίο στο οποίο όταν αναπτυχθεί τάση 24 Volt DC μετατοπίζεται ο πυρήνας που με την σειρά του απελευθερώνει τον αέρα που είναι σε αναμονή και τον οδηγεί στο κύριο τμήμα της βαλβίδας που απελευθερώνει τον αέρα εκκίνησης .

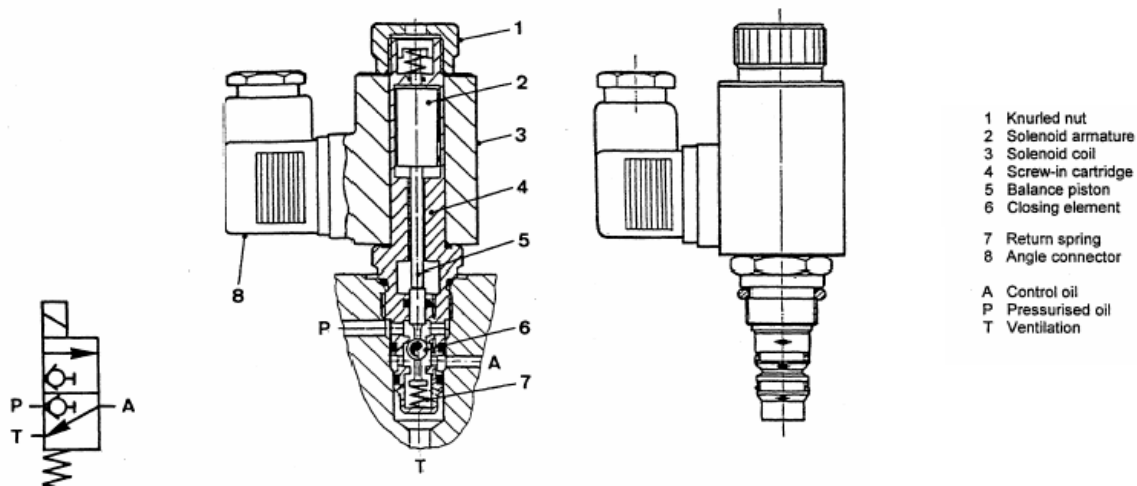


Manufacturer:	Concordia Fluidtechnik GmbH
Voltage:	24 V DC
Rating:	max. 16 W
Insulation class:	F (tropicalised)
Ambient temperature:	-20 °C to +50 °C

Σχήμα 26 : Η ηλεκτρική βαλβίδα αέρος εκκίνησης μηχανής και τα τεχνικά της χαρακτηριστικά

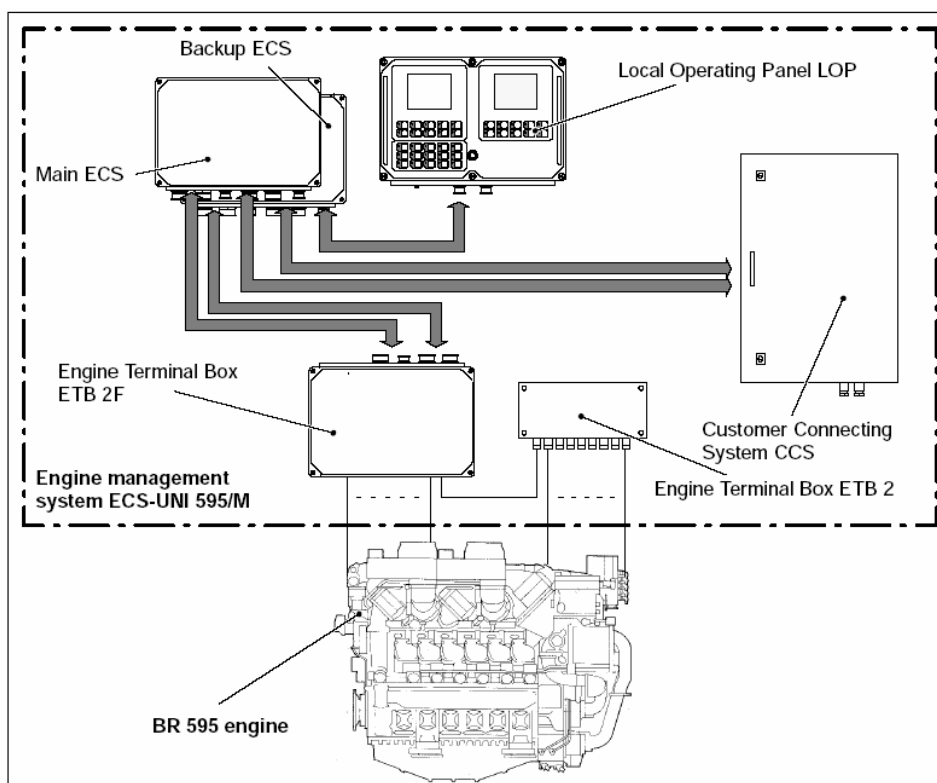
ΣΤ) Έλεγχος ηλεκτροκίνητης αντλίας προλίπανσης από το σύστημα ελέγχου της μηχανής που απαιτείται κατά την διαδικασία εκκίνησης της μηχανής . Στην περίπτωση αυτή το ηλεκτρικό σήμα 24 Volt DC ενεργοποιεί τον ηλεκτρονόμο στον εκκινητή της αντλίας .

Ζ) Σύστημα απομόνωσης αντλιών πετρελαίου της δεξιάς πλευράς κυλίνδρων μηχανής προκειμένου να έχει χαμηλή εκπομπή ρύπων σε άφορτη λειτουργία . Αυτό ελέγχεται μέσω ηλεκτρικής βαλβίδας που οδηγεί την πίεση ελαίου για να αποσυμπλέξει τον κανόνα των πετρελαίων από τις αντλίες προκειμένου αυτές να διακόψουν την παροχή του καυσίμου προς τους κυλίνδρους της δεξιάς πλευράς . Η βαλβίδα αποτελείται από ένα πηνίο που όταν τροφοδοτηθεί με 24 Volt DC μετατοπίζει τον μηχανισμό που αποκαλύπτει τις διόδους παροχής .



Manufacturer: Nold Hydraulik & Pneumatik, Enzisreute  
 Model: WSE 3E OD.O/G24 Z4  
 Operational voltage: 24 V DC  
 Operational pressure: 16 bar  
 Operating temperature: 80 °C  
 Flow rate: 1.5 l/min  
 Protection: IP 65

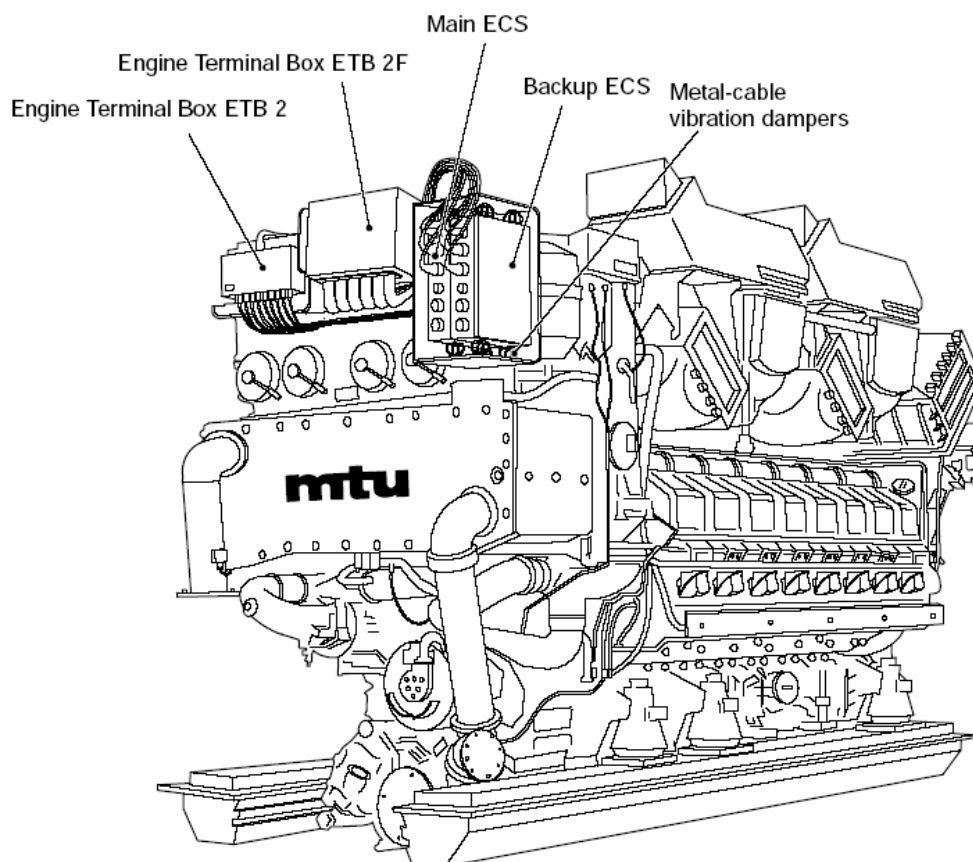
Σχήμα 27 : Η ηλεκτρική βαλβίδα ελαίου απομόνωσης αντλιών καυσίμου και τα τεχνικά της χαρακτηριστικά



Σχήμα 28 : Διαγραμματική σύνδεση των κιβωτίου που αποτελούν το αυτόματο σύστημα ECS-UNI 595/M

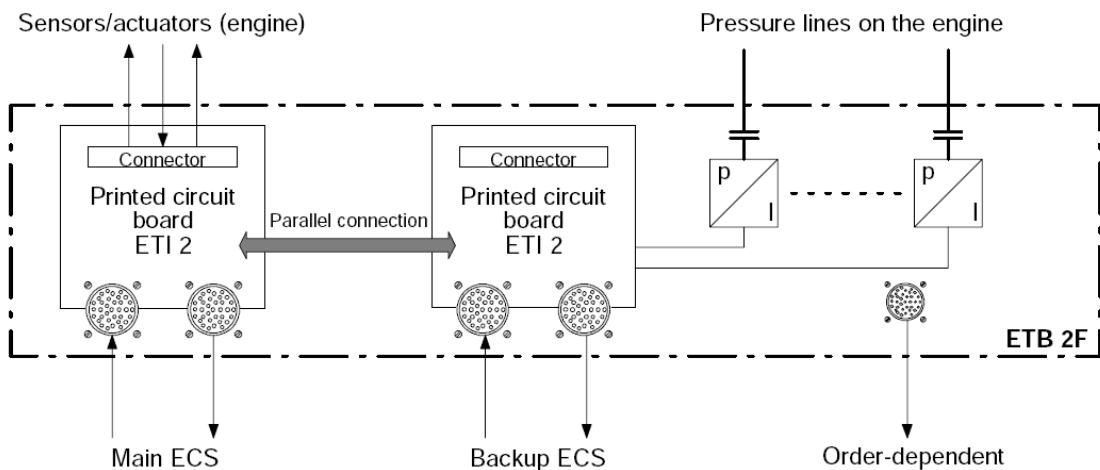
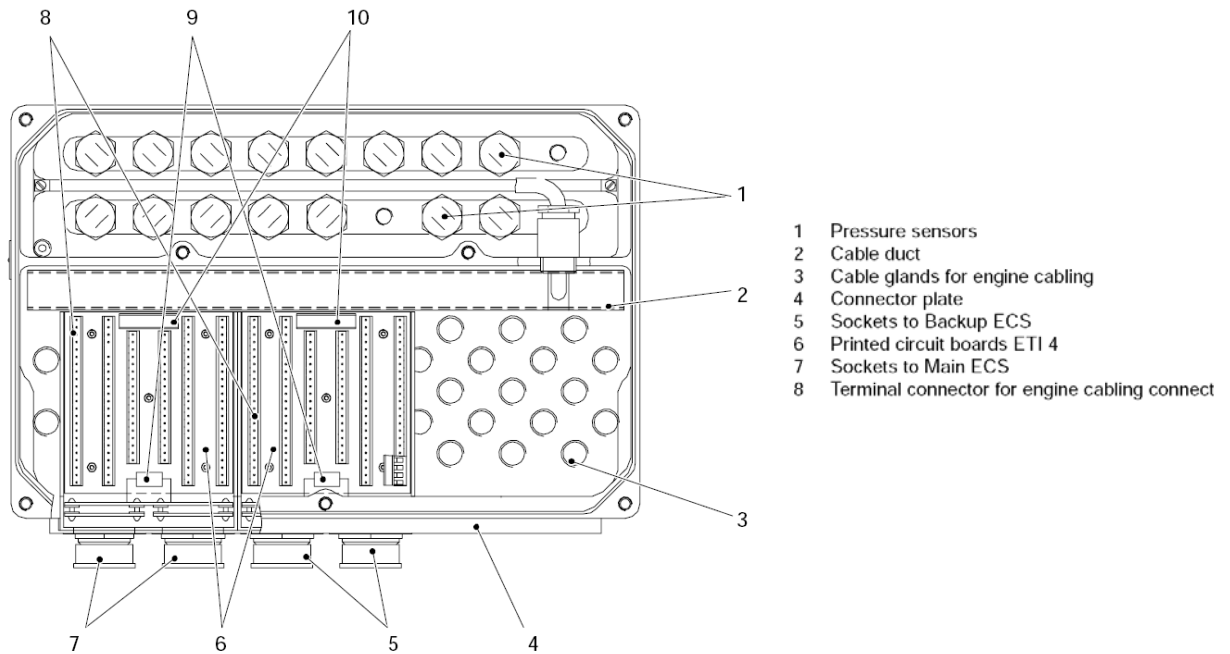


Το αυτόματο σύστημα ελέγχου ECS-UNI 595/M της μηχανής συλλέγει τα σήματα από τους αισθητήρες για να εκτελέσει τις λειτουργίες οπτικοποίησης , ελέγχου και ρύθμισης που του έχουν ανατεθεί . Το ECS υλοποιείται από κιβώτια που εξυπηρετούν εξειδικευμένους σκοπούς προκειμένου να είναι διακριτή οι ρόλοι κάθε μονάδας και να είναι ευκολότερη η τοποθέτηση του συστήματος πάνω στη μηχανή . Τα σήματα των αισθητήρων της μηχανής συλλέγονται σε δυο κιβώτια διασύνδεσης όπου στο ένα γίνεται επεξεργασία σήματος ενώ στο δεύτερο γίνεται απλώς η ομαδοποίηση της διασύνδεσης . Τα σήματα ελέγχου εξέρχονται από την κεντρική μονάδα και εφόσον αφορούν την μηχανή μέσω του κιβωτίου διασύνδεσης οδηγούνται σε αυτή ενώ αν αφορούν εξωτερικά μηχανήματα ( π.χ. αντλία προλιπανσης , μειωτήρα ή διασύνδεση με κεντρικό σύστημα πλοίου ) οδηγούνται προς το κιβώτιο διασύνδεσης πελάτη . Ειδικότερα τα κιβώτια είναι τα παρακάτω :



Σχήμα 28 : Τοποθέτηση επί της μηχανής των κιβωτίου που αποτελούν το αυτόματο σύστημα ECS-UNI 595/M

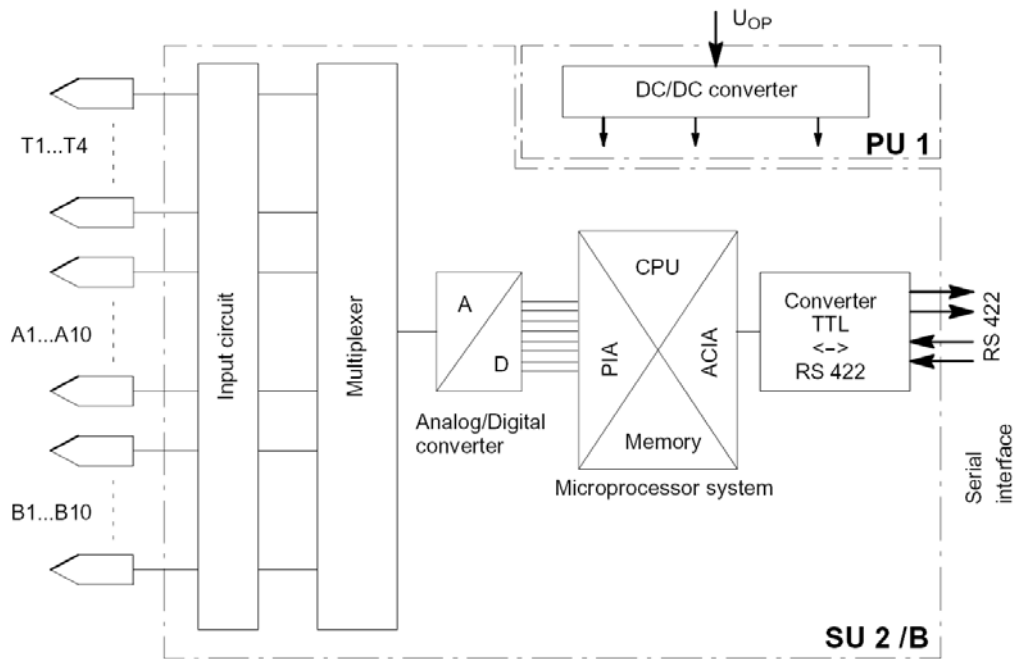
A) Στο Engine Terminal Box ETB 2F γίνεται η συλλογή όλων των αισθητήρων εκτός των θερμοστοιχείων καυσαερίων και ομαδοποιούνται σε κοινά καλώδια με απόληξη τύπου bayonet connectors προκειμένου να διασυνδεθούν με κεντρικό σύστημα ECS . Μέσα στο κιβώτιο είναι τοποθετημένοι οι αισθητήρες πίεσης οι οποίο με χρήση ελαστικών δικτύων συνδέονται στα αντίστοιχα προς μέτρηση τμήματα . Επίσης για τους διπλούς αισθητήρες γίνεται ο διαχωρισμός των σημάτων προκειμένου να οδηγηθούν στο κύριο ή δευτερεύον σύστημα του ECS για επεξεργασία . Επιπλέον μέσω αυτού τα σήματα εξόδου από το ECS που αφορούν τον έλεγχο και ρύθμιση της μηχανής καταλήγουν στα αντίστοιχα συστήματα .



Σχήμα 29 : Κιβώτιο Terminal Box ETB 2F συλλογής των σημάτων από τους αισθητήρες της μηχανής

B) Στο Engine Terminal Box ETB 2 γίνεται η συλλογή των σημάτων από τα θερμοστοιχεία NiCr-Ni που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση των θερμοκρασιών καυσαερίων στους κυλίνδρους της μηχανής . Σε αυτό γίνεται επεξεργασία των σημάτων όπου ψηφιοποιούνται και με σειριακή διασύνδεση (RS 422 interface) μεταφέρονται οι πληροφορίες προς το ECS. Σε αυτό τα σήματα από τα αισθητήρια διαδοχικά ενισχύονται και ψηφιοποιούνται σε 10Bit από την μονάδα A/D . Η ψηφιοποιημένη πληροφορία λαμβάνεται από έναν μικροεπεξεργαστή της Motorola ( 8-bit microprocessor 6802 ) που εκτελεί τις κάτωθι λειτουργίες

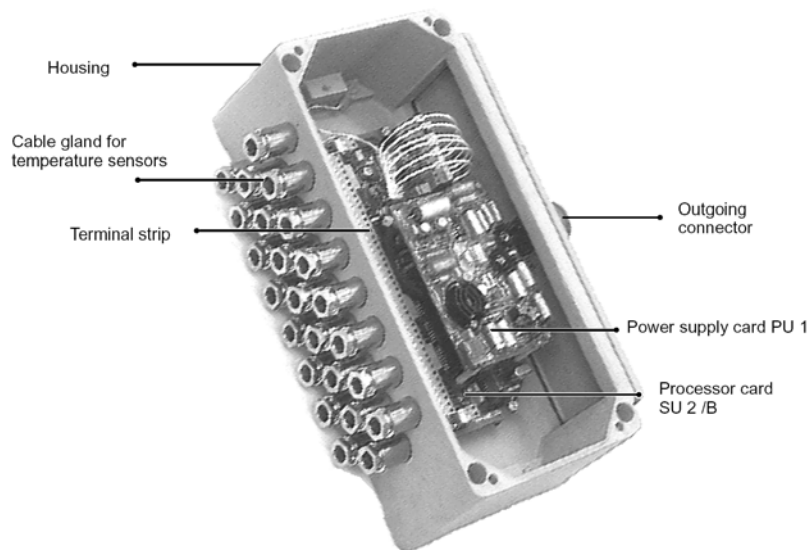
- α. τις μετατρέπει σε βαθμούς °C
- β. με χρήση αλγορίθμου διορθώνει την μη γραμμικότητα των τιμών
- γ. ομαδοποιεί και αποθηκεύει τις θερμοκρασίες
- δ. μέσω της θύρας RS 422 τις αποστέλλει προς την μονάδα ECS



NiCr-Ni thermo-couple sensors

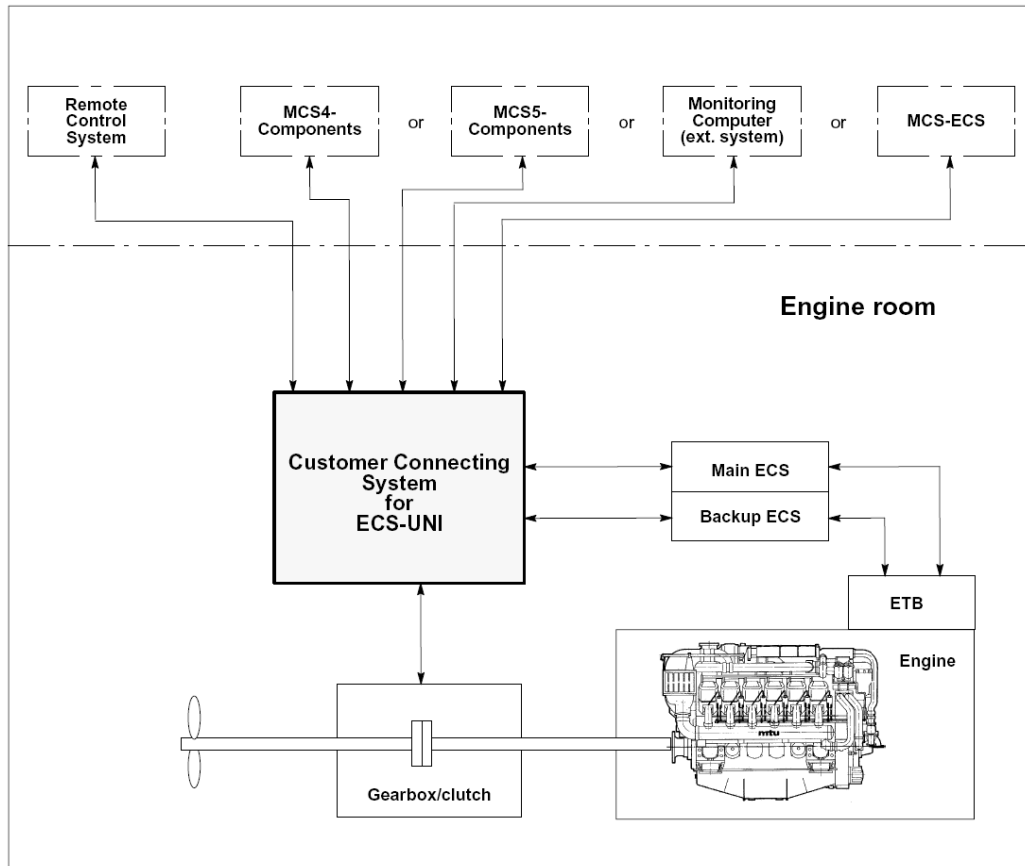
- T1...T4 - Measuring points for bulk temperatures
- A1...A10 - Measuring points for side A individual cylinder exhaust temp.
- B1...B10 - Measuring points for side B individual cylinder exhaust temp.
- CPU - Central Processor Unit (microprocessor)
- PIA - Peripheral Interface Adapter (parallel interface module)
- ACIA - Asynchronous Communication Interface Adapter (serial interface module)
- TTL - Transistor-Transistor Logic, voltage level 5 V
- RS 422 - Interface standard

Σχήμα 30 : Διάγραμμα λειτουργίας κιβωτίου Terminal Box ETB 2 συλλογής των σημάτων από τα θερμοστοιχεία NiCr-Ni της μηχανής



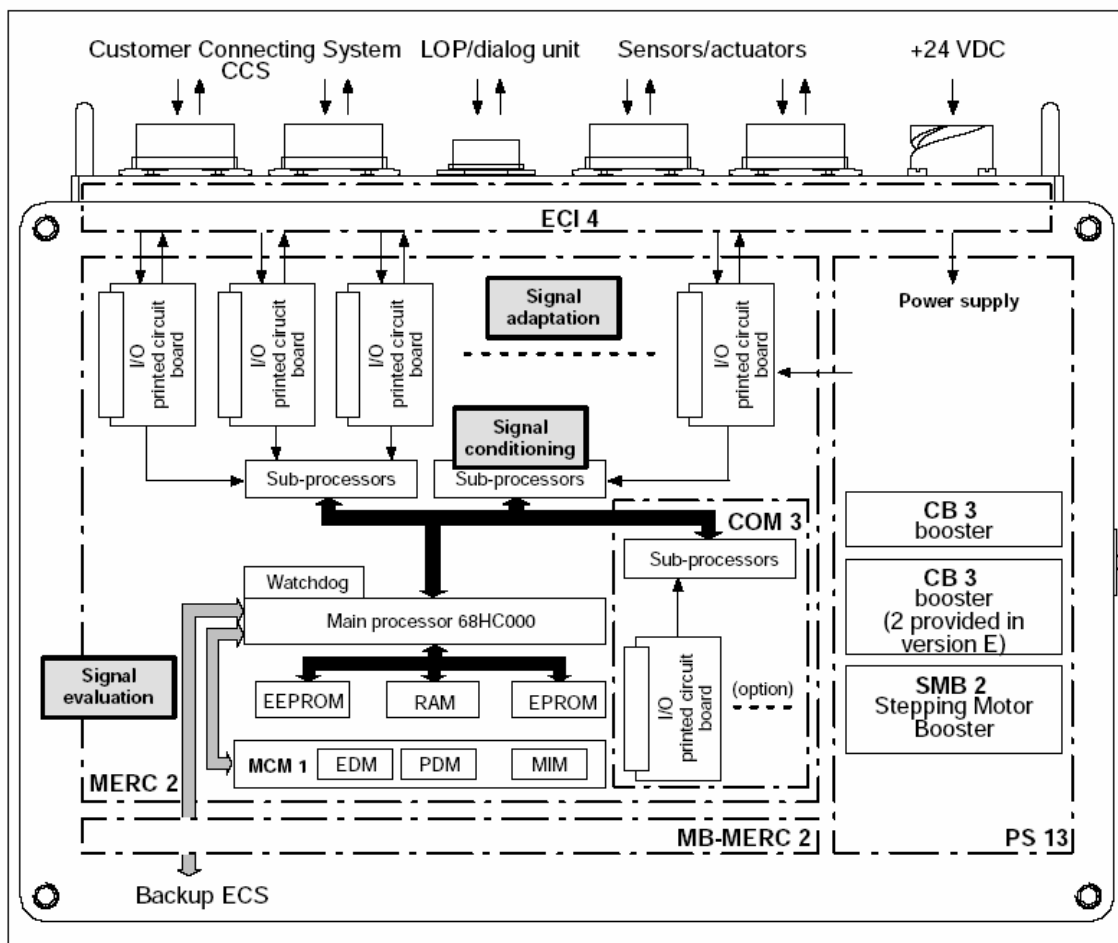
Σχήμα 31 : Κιβωτιο Terminal Box ETB 2 συλλογής των σημάτων από τα θερμοστοιχεία NiCr-Ni της μηχανής

Γ) Στο Customer Connection System CCS γίνεται η συλλογή των σημάτων που αφορούν εξωτερικά συστήματα ( αντλία προλίπανσης , μειωτήρα ) καθώς επίσης η διασύνδεση με το κεντρικό σύστημα ελέγχου και τηλεμετρίας του πλοίου . Τα δεδομένα μεταδίδονται προς το κεντρικό σύστημα μέσω σειριακής διασύνδεσης (RS 422) .



Σχήμα 32 : Διαγραμματικό σχήμα διασύνδεση του κιβωτίου Customer Connection System CCS της μηχανής

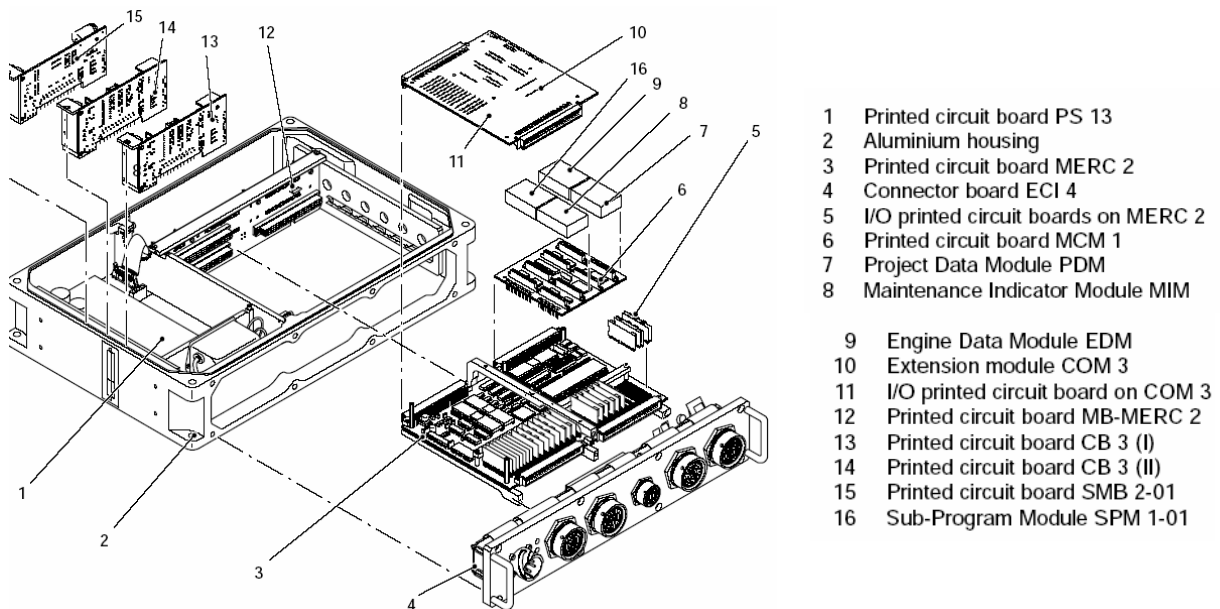
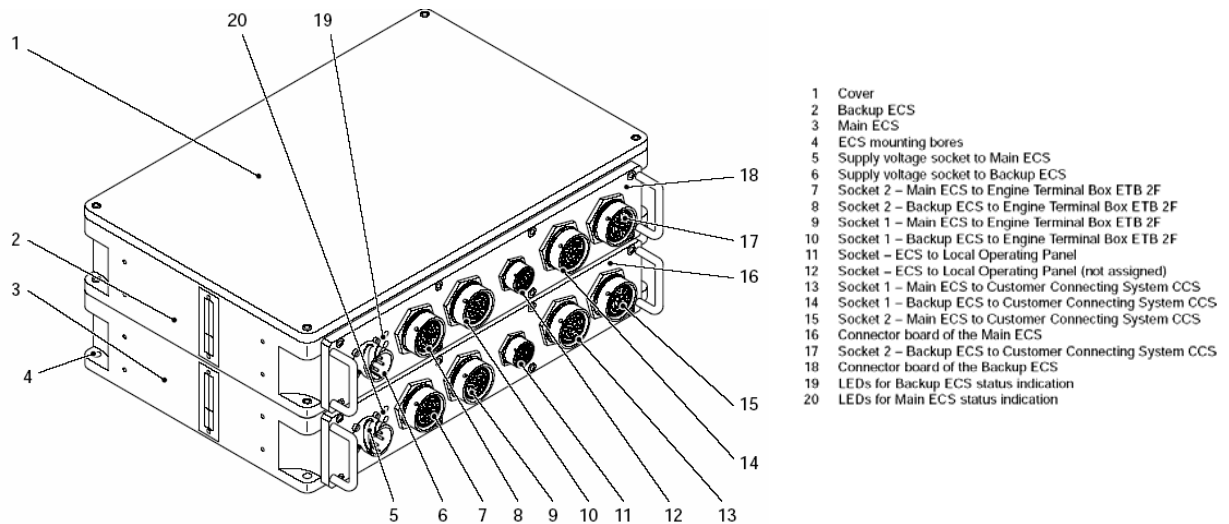
Δ) Το αυτόματο σύστημα ECS αποτελείται από δυο μονάδες υπολογιστών ( main , backup ) . Στις μονάδες αυτές καταλήγουν από τα ETB τα σήματα των αισθητήρων όπου επεξεργάζονται και ψηφιοποιούνται προκειμένου να χρησιμοποιηθούν ως δεδομένα στους αλγορίθμους του προγράμματος . Η προσαρμογή των ηλεκτρικών σημάτων που λαμβάνονται από τους αισθητήρες γίνεται σε κάρτες I/O από τις οποίες εξέρχονται και τα σήματα εξόδου προς τις βαλβίδες ελέγχου και τον εκκινητή της αντλίας προλίπανσης . Οι μονάδες του ECS είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους και είναι σε συνεχή επικοινωνία και ανταλλαγή δεδομένων ώστε σε περίπτωση βλάβης της main να μπορεί να αναλάβει άμεσα η backup και ταυτόχρονα συγκρίνουν τις τιμές των αισθητήρων για να αναγνωρίσουν τα σφάλματα. Επιπλέον μέσα στο ECS υπάρχει καταχωρημένο σε αποσπώμενες μνήμες το πρόγραμμα λειτουργίας καθώς επίσης οι παράμετροι λειτουργίας της μηχανής και τα χαρακτηριστικά του σκάφους . Τέλος υπάρχουν σε κάθε μονάδα οι εξειδικευμένες κάρτες με τα κυκλώματα ελέγχου για τον βηματικό κινητήρα και το πηνίο ελέγχου κανόνα πετρελαίου.



Σχήμα 33 : Διαγραμματικό σχήμα της μονάδας ECS της μηχανής

I/O section:	System section:
<ul style="list-style-type: none"> <li>Two 8-bit sub-processors (68HC811)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>16-bit microprocessor 68HC000</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dual Port RAM (DPR) between sub-processor and I/O bus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Internal memory: EPROM, EEPROM, RAM</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Speed acquisition (8 channel)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dual Port RAM (DPR) between CPU and DPR bus</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Generation of pulse-width-modulated setting signals (8 channel)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Address decoding</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>32 binary inputs/outputs which may be adapted in pairs via I/O modules</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interrupt controller</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>16 analog inputs (12-bit resolution, switchable pre-amplifier) which may also be adapted via I/O modules</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Watchdog/reset circuit</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Two RS422 serial interfaces</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bus interfaces 68000 bus, I/O bus, DPR bus</li> <li>Extension connectors for optional additional modules</li> <li>Two RS422 serial interfaces</li> </ul>

Σχήμα 34 : Τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας ECS της μηχανής

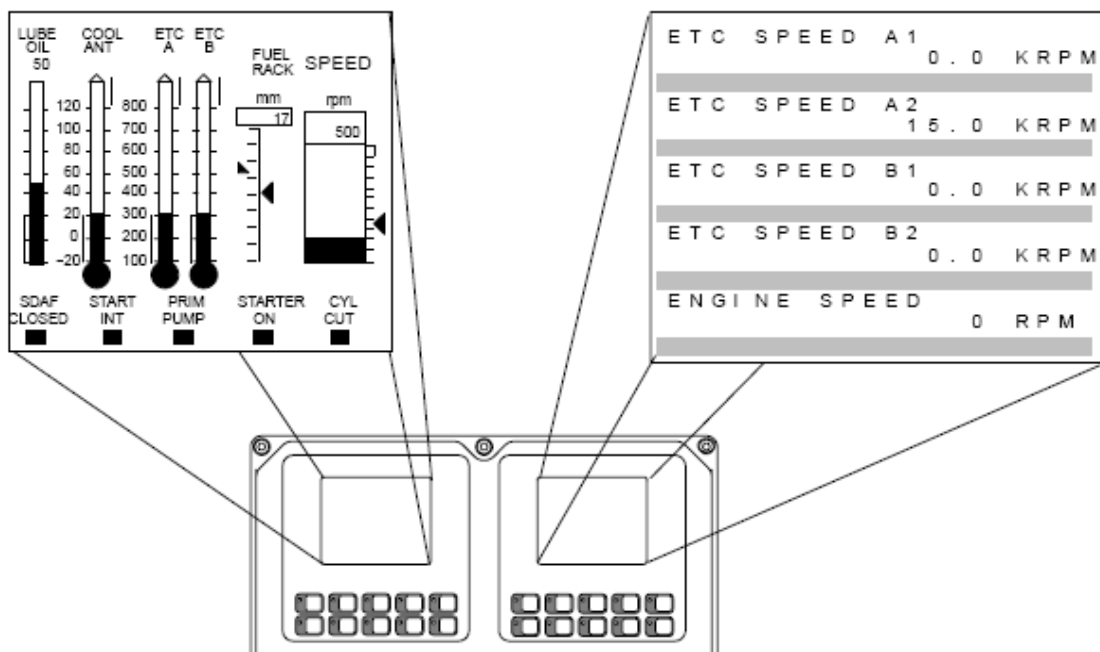


Σχήμα 34 : Εξωτερική διασύνδεση και εσωτερική διάταξη της μονάδας ECS

Ε) Τέλος η οπτικοποίηση της λειτουργικής κατάστασης της μηχανής καθώς και ο έλεγχος από τον χειριστή μπορεί να γίνει με δυο τρόπους είτε από το τοπικό πίνακα LOP είτε από το κεντρικό σύστημα του πλοίου . Ο χειρισμός της μηχανής από το LOP μπορεί να γίνει μέσω αντιστοίχων κομβίων για εκκίνηση και διακοπή λειτουργίας , σύμπλεξη και αποσύμπλεξη μειωτήρα , αυξομείωση στροφών . Το LOP επικοινωνεί με την Main μονάδα του ECS με σειριακής διασύνδεσης (RS 422) και εμφανίζει σε περιβάλλον γραφικό ή κειμένου τις τιμές των αισθητήρων και τις ανακοινώσεις σφαλμάτων λειτουργίας .

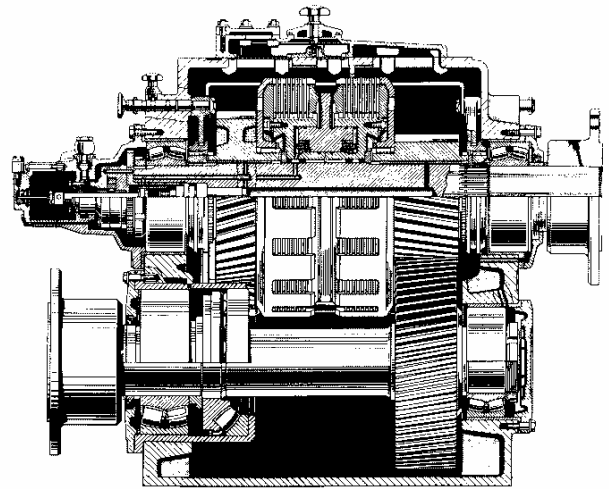


Σχήμα 35 : Εξωτερική εμφάνιση μονάδας LOP



Σχήμα 36 : Ενδεικτική απεικόνιση γραφικών και κειμένου στην μονάδα LOP

## 2.2 ΜΕΙΩΤΗΡΕΣ ΣΤΡΟΦΩΝ



Σχήμα 37 : Μειωτήρας στροφών εξωτερική και εσωτερική διάταξη

Σε ένα πλοίο όπου χρησιμοποιούνται μεσόστροφες ( 500-1000 RPM ) ή ταχύστροφες ( > 1000 RPM ) μηχανές προκείμενου να στρέψουμε την έλικα σε εύρος στροφών 50 έως 500 RPM απαιτείται η χρήση μειωτήρα στροφών . Ο περιορισμός ως προς το εύρος στροφών των ελίκων έγκειται σε αναπτυσσόμενα φαινόμενα υδροδυναμικής σπυλέωσης στα πτερύγια γεγονός που οδηγεί σε έντονες φθορές , κραδασμούς και μείωση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης του συστήματος .

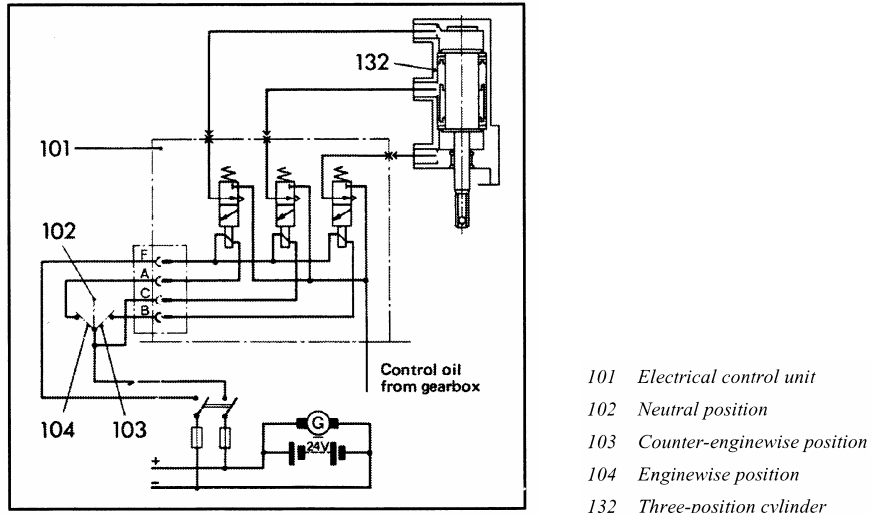
Ο μειωτήρας αποτελείται από συνδυασμό γραναζιών και υδραυλικού συστήματος συμπλέξης και αναστροφής της περιστροφής . Στην συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε μειωτήρας στροφών model 15560 και 15570U της εταιρίας ZF . Ο έλεγχος τους γίνεται από το αυτόματο σύστημα των μηχανών μέσω της διασύνδεσης τους με το κιβώτιο CCS ( Customer Connection System ) . Για τον έλεγχο του μειωτήρα απαιτείται η έκδοση σημάτων για την εκτέλεση των κινήσεων σύμπλεξης πρόσω ή ανάποδα και αποσύμπλεξης και για την τηλεμετρία του πρέπει να γίνεται η μέτρηση των κάτωθι λειτουργικών παραμέτρων :

- A) Πιέσεις ρευστών ( ελαίου λίπανσης , σύμπλεξης )
- B) Θερμοκρασίες ρευστών ( ελαίου )
- Γ) Στροφές άξονα
- Δ) Κατάσταση λειτουργίας ( Πρώσο , ανάποδα , αποσυμπλεγμένος )

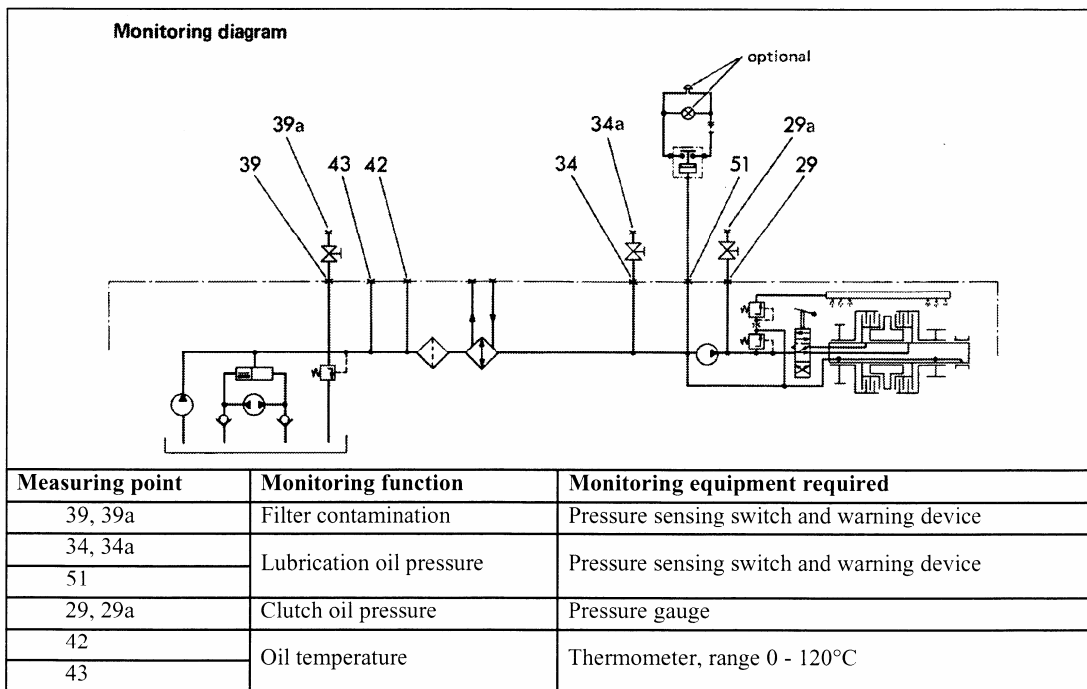
Από το σύστημα ECS της μηχανής μέσω του κιβωτίου CCS μεταφέρονται σήματα 24 Volt DC προκειμένου να ενεργοποιήσουν τις τρεις ηλεκτροβαλβίδες που καθορίζουν την κατάσταση λειτουργίας του μειωτήρα . Η κάθε μια ηλεκτροβαλβίδα απελευθερώνει πίεση ελαίου προς ένα μηχανισμό εμβόλου που με την σειρά του επενεργεί πάνω στον μειωτήρα προκαλώντας τον να εκτελέσει την αντίστοιχη κίνηση . Οι κινήσεις του μειωτήρα ( συμπλεγμένος πρόσω ή ανάποδα και neutral ) είναι σαφώς μηχανικά καθορισμένες και ασυμβίβαστες μεταξύ τους γεγονός που δεν πρέπει να υπάρχει επικάλυψη μεταξύ των χρονικών διαστημάτων από πλευράς ηλεκτρικών εντολών . Για τον λόγο αυτό υπάρχει διάταξη ηλεκτρονόμων που δημιουργούν την



ηλεκτρική απομόνωση των υπολοίπων ηλεκτροβαλβίδων μέχρι να απενεργοποιηθεί αυτή που λειτουργεί . Επιπλέον από την διάταξη των ηλεκτρονόμων αυτόματα εκδίδεται εντολή χρονικής διάρκειας 1-3 sec σε μια ηλεκτροβαλβίδα ελαίου κατά την μετάπτωση από neutral σε κίνηση , προκειμένου η κίνηση να εκτελείται ομαλότερα από τα μηχανικά μέρη του μειωτήρα .



Σχήμα 38 : Διάγραμμα ελέγχου κινήσεων μειωτήρας στροφών

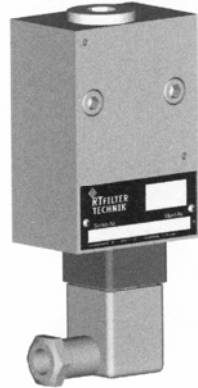


Σχήμα 39 : Διάγραμμα μετρούμενων ενδείξεων στον μειωτήρα στροφών

Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για την τηλεμετρία των λειτουργικών παραμέτρων είναι οι κάτωθι :

A) Για την μέτρηση των πιέσεων λειτουργίας στα διάφορα στάδια χρησιμοποιούνται αισθητήρες model 8212.26.2210 εταιρίας ZF . Αυτή εσωτερικά αποτελούνται από μια γέφυρα τεσσάρων strain gages τοποθετημένα σε σιδερένιο έλασμα που λόγω τις πίεσης παραμορφώνεται ελαστικά και με κύκλωμα υποστήριξης έχουν έξοδο ανάλογη της πίεσης ρεύμα 4-20mA .

B) Για την μέτρηση της κατάστασης του φίλτρου ελαίου έχει τοποθετηθεί ένας διαφορικός αισθητήρας πίεσης model 010-67 εταιρίας RT-Filtertechnik που συγκρίνει την πίεση στην είσοδο και έξοδο του φίλτρου . Όταν η διαφορική πίεση ξεπεράσει την καθορισμένη τιμή 1.8Bar τότε κλείνει μια επαφή προκαλώντας σήμα προς την μονάδα ελέγχου της μηχανής .



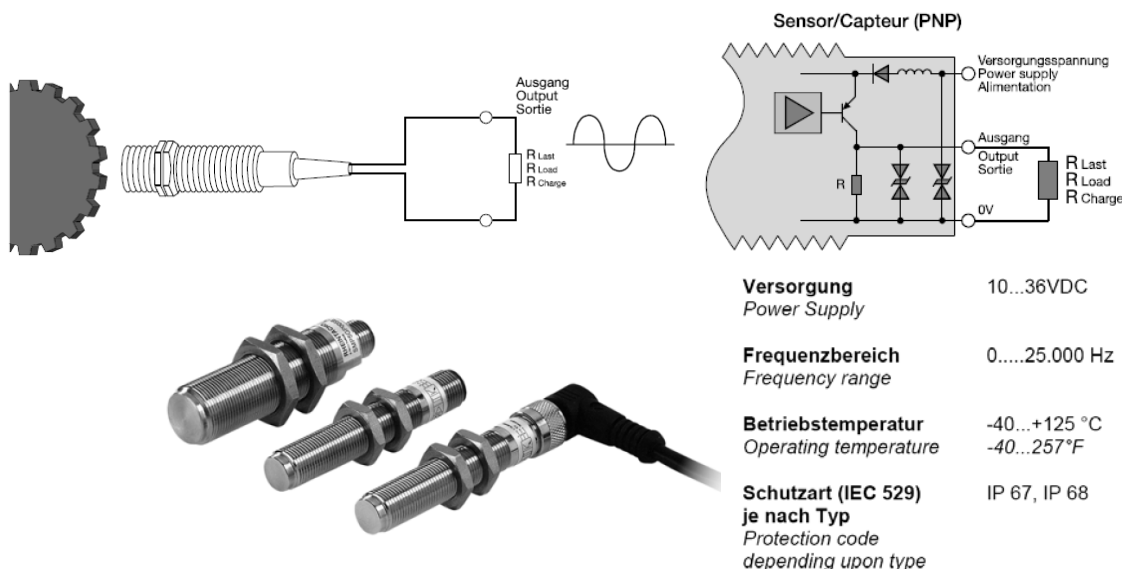
**Technical dates:**

Setting pressure (standard)	bar	1.8 ± 0,2
Housing material		Al
Sealing material		NBR
max. Switching capacity	W / VA	100 / 150
max. Turn-on voltage	V eff	250
min. Turn-on voltage	V	1
Peak switching current	A	1
Constant current	A	1,5
Switching type		Change-over switch

Σχήμα 40 : Τεχνικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα διαφορικής πίεσης 010-67 εταιρίας RT-Filtertechnik του φίλτρου έλαιο στον μειωτήρα στροφών

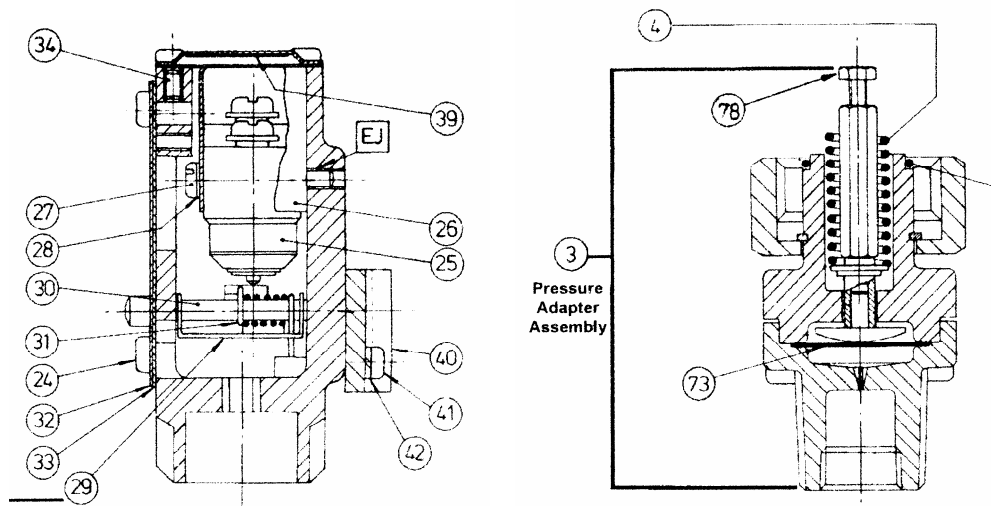
Γ) Για την μέτρηση θερμοκρασιών χρησιμοποιούνται αισθητήρες PT1000 model 2PT 1000-D38999 εταιρίας Heraeus . Αυτή εσωτερικά αποτελούνται από κράμα πλατίνας με την ιδιότητα να μεταβάλλουν την αντίσταση ανάλογα με την θερμοκρασία , όπου σε 0 °C έχουν αντίσταση 1000 Ohm .

Δ) Οι στροφές άξονα μετρούνται με αισθητήρες μαγνητικών παλμών εταιρίας RHEINTACHO Messtechnik GmbH . Οι αισθητήρες μαγνητικών παλμών είναι τοποθετημένη σε διάταξη τμήματος του μειωτήρα που διαθέτει ένα σιδερένιο γρανάζι και παράγουν 15 παλμούς ανά μια περιστροφή του άξονα ελίκων . Είναι τοποθετημένοι δυο αισθητήρες και οι έξοδοι τους οδηγούνται στην μονάδα ελέγχου της μηχανής (main , backup) .



Σχήμα 41 : Διάγραμμα λειτουργίας και τεχνικά χαρακτηριστικά των μαγνητικών αισθητήρων μέτρησης στροφών στον μειωτήρα

Ε) Η κατάσταση λειτουργίας του μειωτήρα ελέγχεται σε δυο στάδια , στην πίεση που ασκείται στο έμβολο προκειμένου να μετακινήσει τον μηχανισμό σύμπλεξης και από μικροδιακόπτες στον μηχανισμό κίνησης για την επιβεβαίωση της μετάδοσης της εντολής . Η πίεση που αναπτύσσεται για την κίνηση του εμβόλου ελέγχεται από πρεσοστάτες εταιρίας AMOT . Αυτοί εσωτερικά αποτελούνται από μια ελαστική μεμβράνη που μετακινεί , ένα βραχίονα ενεργοποίησης μικροδιακόπτη , όταν ασκηθεί σε αυτή μια πίεση που θα υπερνικήσει την ένταση του ελατηρίου . Η θέση του μηχανισμού σύμπλεξης ελέγχεται από ηλεκτρικό οριοδιακόπτη που σπλίζει τις επαφές του όταν ο μηχανισμός είναι σε θέση neutral . Με τους παραπάνω αισθητήρες εξυπηρετείται η διάταξη ηλεκτρονόμων που καθορίζει την συμπεριφορά των ηλεκτροβαλβίδων ελέγχου καθώς επίσης τροφοδοτούν το σύστημα ελέγχου με τις ενδείξεις εκτέλεσης εντολής . Από το αυτόματο σύστημα ο χειριστής λαμβάνει ενημερωτικά μηνύματα σε περίπτωση βλάβης προκειμένου να μπορεί να ελέγξει και να επιδιορθώσει την ορθότητα μεταφοράς της εντολής σε όλα τα στάδια μετατροπής της από ηλεκτρικό σήμα σε υδραυλικό και στη συνέχεια σε μετατόπιση κ.τ.λ.



Σχήμα 42 : Σχέδιο εσωτερικής κατασκευής του διακόπτη πίεσης της AMOT όπου διακρίνουμε το ελατήριο ρύθμισης της πίεσης ενεργοποίησης (4) , το ελατήριο ρύθμισης του βήματος diff (31) και τον μικροδιακόπτη (25)



### Specifications

Housing Material .....	Precision Cast Aluminum
Internal Parts .....	Stainless and Plated Steel
Diaphragm .....	Buna N
Maximum Pressure on Diaphragm .	350 psi (2413 kPa)
Operating Temperature Range .....	5-195°F (-15 to 90°C)
Vibration .....	resistant up to 4G at 100 Hz
Switch Ratings .....	SPDT 125/250/460 VAC - 15 amp
	..... 125 VDC - 1/2 amp
	..... 250 VDC - 1/4 amp
	..... 30 VDC - 5 amp
	..... 15 VDC - 15 amp
New Weight .....	0.78 lbs. (0.36)

Σχήμα 43 : Ο διακόπτης πίεσης της AMOT και οι τεχνικές του προδιαγραφές

## 2.3 ΑΞΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Η επιλογή του αξονικού συστήματος αποτελεί πρωταρχικό στάδιο σχεδίασης ενός πλοίου καθώς ο αριθμός αξόνων και η διάταξη του συστήματος αποτελούν υδροδυναμικά χαρακτηριστικά της γάστρας του πλοίου . Σε μικρού εκτοπίσματος ( 300 έως 800 τόνων ) ταχεία σκάφη ( ταχύτητα μεγαλύτερη των 30 knots ) η βέλτιστη επιλογή αποτελεί η χρήση τεσσάρων αξονικών συστημάτων . Τέλος για τον περιορισμό των φαινόμενων σπηλέωσης στις έλικες τοποθετούνται συστήματα παροχής αέρος από κατάλληλα ακροφύσια είτε απευθείας εσωτερικά των ελίκων είτε στις τελικές στηρίξεις των αξόνων .

Οι μηχανισμοί παροχής πεπιεσμένου αέρα αποτελούνται από διατάξεις ηλεκτροκίνητων αεροσυμπιεστών , που λειτουργούν σε ορισμένο εύρος στροφών των ελικοφόρων αξόνων και ενεργοποιούνται αυτόματα από το κεντρικό σύστημα ελέγχου του πλοίου . Στην διάταξη αυτή κρίσιμοι παράμετροι παρακολούθησης είναι τα φυσικά μεγέθη παροχής και η πίεση αέρος προς κάθε έλικα .

Οι εδράσεις στήριξης αξόνων ανάλογως της θέσης τους (εντός ή εκτός του πλοίου ) αποτελούνται από μηχανισμούς κυλινδροτριβων ή δακτυλιοειδών τριβέων (κουζινέτα) . Σε όλες τις εδράσεις εντός του πλοίου απαιτείται να γίνεται μέτρηση της θερμοκρασίας λειτουργίας τους .

Επιπλέον καθώς ο άξονας διαπερνά το σώμα του πλοίου και καταλήγει στον έλικα απαιτείται η παρακολούθηση των λειτουργικών παραμέτρων του μηχανισμού στεγανοποίησης αναλόγως με το είδους του . Σε όλους αυτούς τους μηχανισμούς η στεγανοποίηση επιτυγχάνεται με την τριβή κατάλληλα διαμορφωμένων επιφανειών γεγονός που δημιουργεί και την απαίτηση ψύξης . Συνεπώς είναι απαραίτητη η παρακολούθηση των θερμοκρασιών λειτουργίας των στεγανοποιητικών καθώς επίσης και των παραμέτρων της ψύξης που στην περίπτωση αυτή αποτελεί η περιεχομένη ποσότητα νερού .

Η μέτρηση των μεγεθών αυτών γίνεται από ηλεκτρικούς αισθητήρες των οποίων τα σήματα μεταφέρονται προς το κεντρικό σύστημα ελέγχου του πλοίου μέσω κιβωτίου I/O Box . Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται είναι οι κάτωθι :

A) Για την μέτρηση της πίεσης χρησιμοποιούνται αισθητήρια της εταιρίας WIKA . Αυτοί εσωτερικά αποτελούνται από μια γέφυρα τεσσάρων strain gages τοποθετημένα σε σιδερένιο έλασμα που λόγω τις πίεσης παραμορφώνεται ελαστικά και με κύκλωμα υποστήριξης έχουν έξοδο ανάλογη της πίεσης ρεύμα 4-20mA .

B) Για την μέτρηση θερμοκρασιών χρησιμοποιούνται αισθητήρες PT1000. Αυτοί εσωτερικά αποτελούνται από σύρμα μετάλλου πλατίνας που διαθέτει την ιδιότητα να μεταβάλλει την τιμή της αντίστασης του ανάλογα με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος με ικανοποιητική γραμμικότητα . Ειδικότερα η πλατίνα έχει συνάρτηση μεταβολής της αντίστασης ως ακολούθως

$$R_t = R_o(1 + \alpha \cdot t + \beta \cdot t^2)$$

όπου η  $R_o$  είναι η τιμή της αντίστασης στην θερμοκρασία 0 °C και

$$\alpha = 3.9083 \cdot 10^{-1}, C^{-1}$$

$$\beta = -5.775 \cdot 10^{-7}, C^{-2}$$

Για το πεδίο εφαρμογών 0-120 °C ο παράγοντας  $\beta t^2$  μπορεί να αγνοηθεί καθώς έχει μικρή βαρύτητα και η παραπάνω σχέση γίνεται γραμμική .

### 3. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ

Στα πλοία η παραγωγή και διανομή ηλεκτρικής ισχύος αποτελεί πολυσύνθετο τεχνικό θέμα . Στην γενική του μορφή συνδυάζει μηχανικά ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη , ηλεκτρικούς μετατροπής και συστοιχίες μπαταριών . Σε όλα αυτά τα συστήματα η τηλεμετρία τους είναι σχετικά εύκολη διαδικασία καθώς τα μεγέθη τους είναι είδη ηλεκτρικά με μόνη εξαίρεση την περίπτωση των θερμικών ηλεκτροπαραγωγών ζευγών .

#### 3.1 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΕΣ / ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ 440V AC 60 Hz

Οι ηλεκτρομηχανές είναι εν γένει μηχανές εσωτερικής καύσης με χαρακτηριστικό τον σταθερό αριθμό στροφών στις οποίες έχει συνδεθεί μια γεννήτριας . Ο έλεγχος τους περιλαμβάνει δυο σκέλη :

A) Την λειτουργία και παρακολούθηση της μηχανής βάσει των παραμέτρων πιέσεις , θερμοκρασίες και αριθμού στροφών

B) Την λειτουργία της γεννήτριας προκειμένου να παρέχει την απαιτούμενη ένταση ρεύματος προς τα φορτία με σταθερή τάση



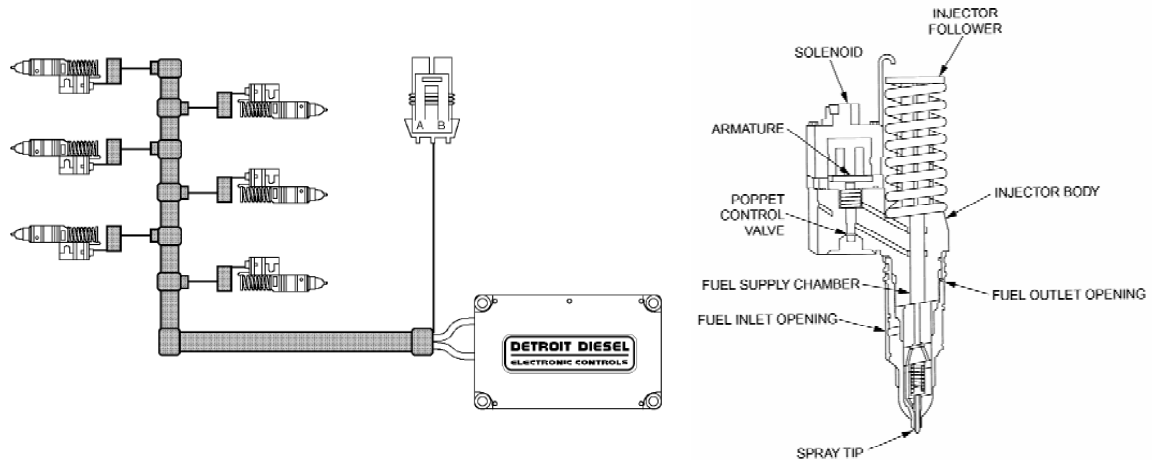
Σχήμα 44 : Ο ηλεκτρομηχανή Series S60 συνδεδεμένη με την γεννήτρια HCM 4

Για της ηλεκτρομηχανές Series S60 της εταιρίας DETROIT DIESEL τον έλεγχο τον αναλαμβάνει το αυτόματο σύστημα ελέγχου DDEC IV ( DETROIT DIESEL ELECTRONIC CONTROL ) , ενώ για την γεννήτρια ο έλεγχος γίνεται από το κιβώτιο ελέγχου τμήμα του οποίου αποτελεί η κάρτα του ρυθμιστή τάσης AVR .

Το DDEC IV είναι απευθείας διασυνδεδεμένο με τους αισθητήρες της μηχανής, τους ηλεκτρικά ελεγχόμενους εκχυτήρες καυσίμου και τον τοπικό πίνακα ελέγχου ηλεκτρομηχανής. Οι λειτουργίες που εκτελεί είναι οι αυτοδιαγνωστικοί έλεγχοι , να σταθεροποιεί τις στροφές της μηχανής στις 1800RPM , να ελέγχει τις διαδικασίες και να καλύπτει τις ασφαλιστικές διατάξεις κατά την εκκίνηση και λειτουργία της μηχανής .

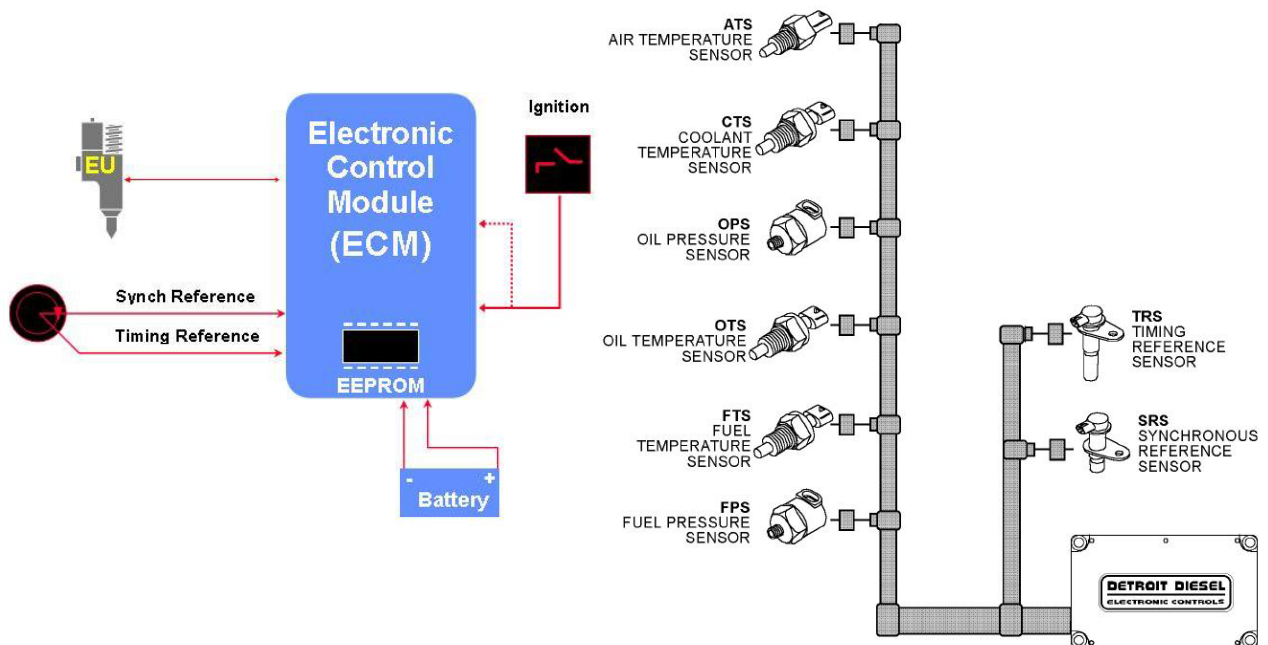
Η παράμετρος που καθορίζει την παραγόμενη ισχύ κατά τη λειτουργία της μηχανής είναι οι ηλεκτρικά ελεγχόμενοι καυστήρες . Σε αντίθεση με τις μηχανές πρόωσης όπου η παροχή του καυσίμου προς τους κυλίνδρους ελεγχότανε με ηλεκτροπνευματικό μηχανισμό και ο συγχρονισμός του κύκλου έκχυσης καυσίμου με τον κύκλο της μηχανής γίνεται μηχανικά μέσω γραναζιών, στην ηλεκτρομηχανή το σύστημα DDEC IV ενεργοποιεί απευθείας με ηλεκτρικούς παλμούς τους καυστήρες .

Για να λειτουργήσει το σύστημα αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν αισθητήρες για την αναγνώριση της ακριβούς θέσης του στροφάλου προκειμένου να καθοριστεί η διαδοχή των παλμών που θα στέλνονται προς κάθε καυστήρα.



Σχήμα 45 : Οι διασύνδεση των καυστήρων με το σύστημα DDEC και η εσωτερική απεικόνιση των τμημάτων που αποτελούν ένα καυστήρα

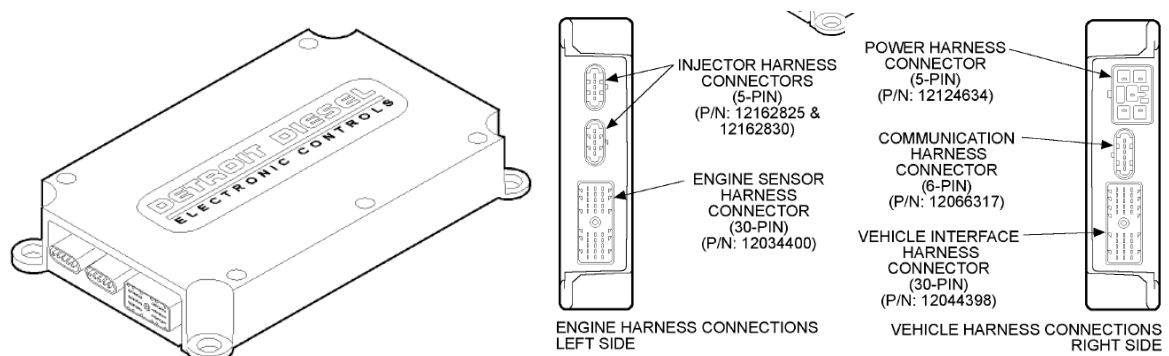
Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται είναι δύο pulse pickup προκειμένου ο ένας να καθορίζει την έναρξη του κύκλου με έκδοση του παλμού συγχρονισμού και ο δεύτερος για την παραγωγή παλμών για κάθε 10° περιστροφής. Με τα στοιχεία αυτά μπορεί η μονάδα να ενεργοποιεί τους καυστήρες την κατάλληλη χρονική στιγμή ενώ με δεδομένα τα λειτουργικά στοιχεία και την απαίτηση λειτουργίας να αυξομειώνει το χρονικό εύρος της ενεργοποίησης για να επιτευχθεί η σταθερότητα στις στροφές.



Σχήμα 46 : Διαγραμματική απεικόνιση σύνδεσης καυστήρων και αισθητηρίων μαγνητικών παλμών στο σύστημα DDEC

Για τα υπόλοιπα λειτουργικά χαρακτηριστικά της ηλεκτρομηχανής χρησιμοποιούνται, σε αντιστοιχία με τις μηχανές πρόωσης, ηλεκτρικοί αισθητήρες που συνδέονται με το αυτόματο σύστημα DDEC. Μέσα στο κιβώτιο του DDEC γίνεται η επεξεργασία των σημάτων από τους αισθητήρες και μετατρέπονται οι τιμές τους σε

ψηφιακά δεδομένα για την λειτουργία του προγράμματος ελέγχου και εποπτείας . Τα όρια τιμών και οι καμπύλες συμπεριφοράς της μηχανής αποτελούν μεταβλητές του λογισμικού που είναι αποθηκευμένο στην μνήμη . Από κατάλληλη λήψη ( πολλαπλό βύσμα 30 θέσεων) γίνεται μεταφορά των σημάτων αναφορών και των μετρούμενων τιμών των αισθητήρων προς το τοπικό πίνακα ελέγχου της ηλεκτρομηχανής .



Σχήμα 47 : Ο πίνακας του συστήματος DDEC και οι παρεχόμενες θύρες επικοινωνίας με τοπικό πίνακα , διασύνδεσης με αισθητήρες και καυστήρες

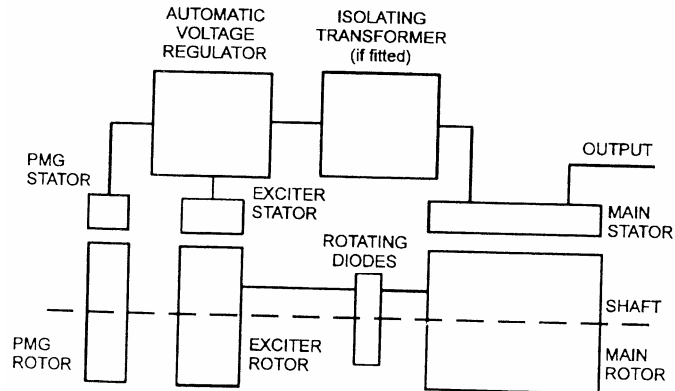
Ο τοπικός πίνακας της ηλεκτρομηχανής περιλαμβάνει όργανα , ενδείκτες και τα κομβικά ελέγχου από τα οποία ο χειριστής μπορεί να την λειτουργήσει και να αναγνωρίσει την κατάσταση της . Τα σφάλματα της μηχανής και της γεννήτριας απεικονίζονται σε πίνακες με φωτεινή ένδειξη ενώ ταυτόχρονα προκαλείται και ηχητικό σήμα . Επίσης μέρος των ενδείξεων και όλα τα κομβία χειρισμού από τον τοπικό πίνακα μέσω της σύνδεσης αυτού με I/O BOX μεταφέρονται και στο κεντρικό σύστημα ελέγχου του πλοίου προκειμένου να έχουμε την τηλεμετρία και τον τηλεχειρισμό της ηλεκτρομηχανής .



Σχήμα 47 : Ο τοπικός πίνακας ελέγχου ηλεκτρομηχανής

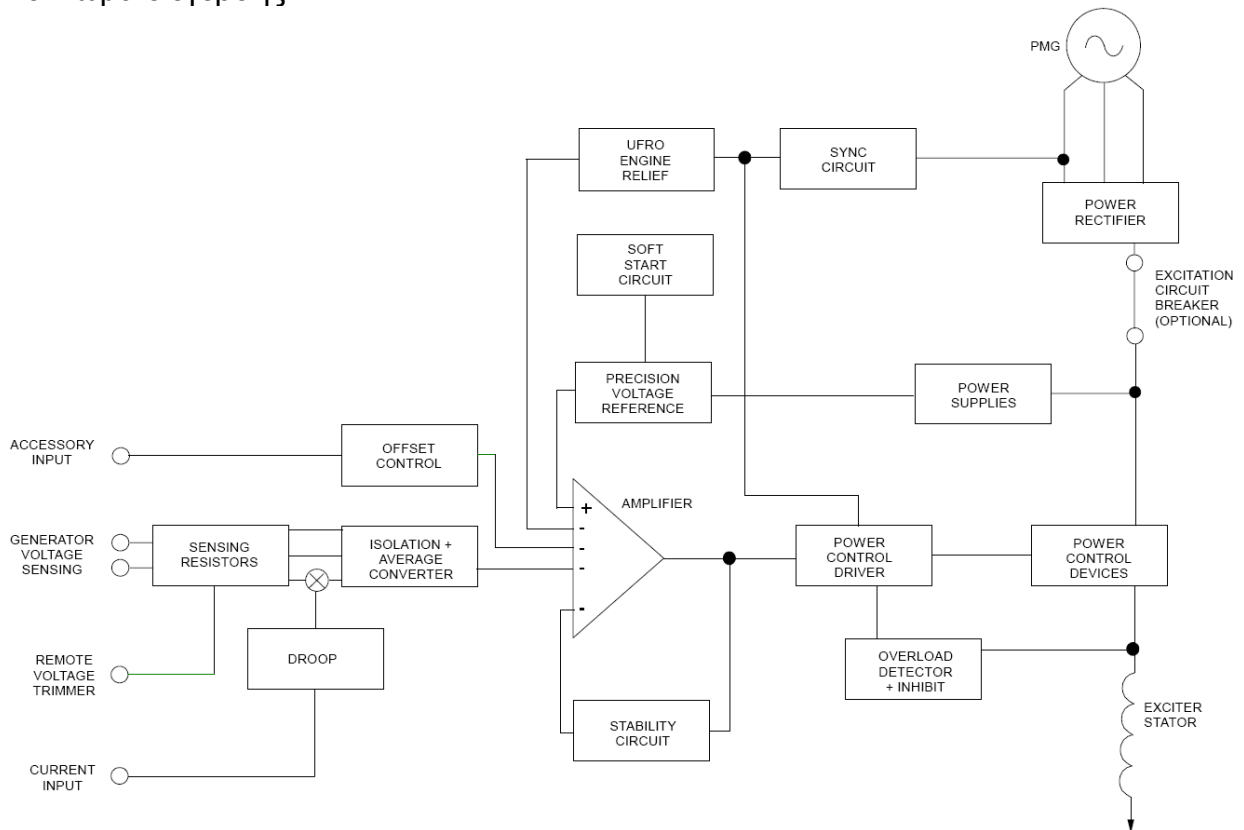
Η γεννήτρια είναι το μοντέλο HCM 4 της εταιρίας STAMFORD και οι εργασίες συναρμολόγησης τοπικού πίνακα και σύνδεση μηχανής με γεννήτρια εκτελέστηκαν από την εταιρία GM . Ο τύπος της γεννήτριας είναι αυτόδιεγειρόμενη από μόνιμο μαγνήτη , διαθέτει 4 πόλους και έχει ικανότητα παραγωγής 250kVA . Κεντρική διάταξη

στον αυτοματισμό της είναι ο ελεγκτής σταθεροποίησης τάσης AVR που αποτελείται από μια αναλογική ηλεκτρονική διάταξη η οποία ρυθμίζει κατάλληλα την τάση διέγερσης .



Σχήμα 48 : Διάγραμμα των βασικών τμημάτων της γεννήτριας

Η μονάδα AVR είναι κατασκευάστριας εταιρίας GoPower το μοντέλο MX321 έχει ως εισόδους την τάση που παράγεται από την γεννήτρια και το ρεύμα που καταναλώνεται από τα φορτία και έχει έξοδο την τάση που τροφοδοτεί την διέγερση της γεννήτριας . Η AVR σε συνδυασμό με ηλεκτρονικές διατάξεις και ηλεκτρονόμους ολοκληρώνει τον έλεγχο και τις ασφαλιστικές διατάξεις για την γεννήτρια καθώς προσφέρει προστασία από υπέρταση στην τάση εξόδου , υψηλή θερμοκρασία γεννήτριας και υπερένταση στο κύκλωμα της διέγερσης . Επίσης παρέχεται η δυνατότητα για διάγνωση της απώλειας τάσης και βλάβης διόδων ανόρθωσης στο κύκλωμα διέγερσης

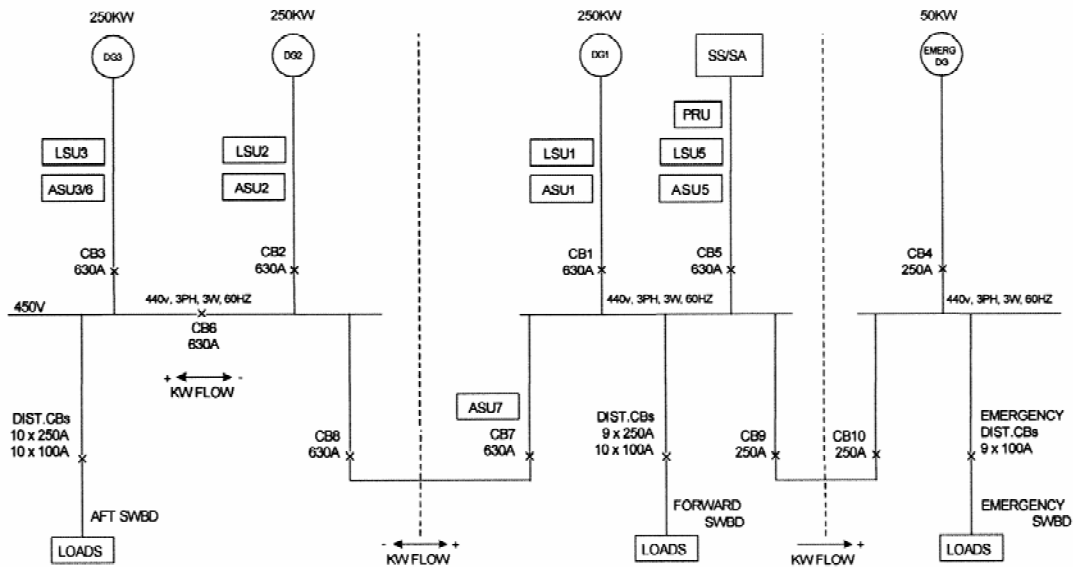


Σχήμα 48 : Διάγραμμα των λειτουργιών του ρυθμιστού τάσης AVR



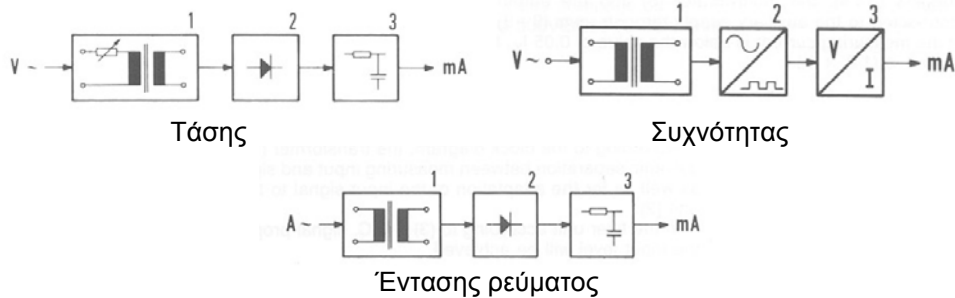
### 3.2 ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ 440V AC 60Hz Κ.ΠΙΝΑΚΕΣ , ΥΠΟΠΙΝΑΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ

Συνολικά στο πλοίο έχουν εγκατασταθεί τρεις γεννήτριες που χρησιμοποιούνται για την εξυπηρέτηση των καταναλώσεων και μια για περίπτωση ανάγκης . Οι γεννήτριες είναι συνδεδεμένες δυο στον πρυμναίο πίνακα , μια στον πλωριό και η γεννήτρια ανάγκης στον πίνακα ανάγκης . Στους παραπάνω πίνακες υπάρχουν οι διακόπτες απομόνωσης των αντιστοίχων γεννητριών , οι διακόπτες διανομής προς υποσύνολα καταναλώσεων ή απευθείας συστημάτων μεγάλης κατανάλωσης . Επιπλέον σε αυτούς είναι εγκατεστημένα τα συστήματα των αυτοματισμών ασφαλείας και της αμφίδρομης μεταφοράς δεδομένων προς το κεντρικό σύστημα του πλοίου .



Σχήμα 49 : Διάγραμμα κυρίων διακοπών και διασύνδεσης γεννητριών , λήψης ξηράς και φορτίων στους πίνακες διανομής ηλεκτρικής ισχύος

Στο κεντρικό σύστημα μεταφέρονται οι πληροφορίες για την τάση , ένταση ρεύματος , την συχνότητα λειτουργίας και την παραγόμενη πραγματική ισχύ εκάστης γεννήτρια ή της παρερχομένης από την σύνδεση ξηράς . Για κάθε μια από τις παραπάνω παραμέτρους υπάρχουν μονάδες μετατροπής των ηλεκτρικών μεγεθών σε αναλογική τιμή ρεύματος 4-20mA ώστε αυτή να είναι η είσοδος για τα I/O BOX που εξυπηρετούν τους πίνακες . Οι μονάδες μετατροπής είναι της εταιρίας MEGACON Controls Ltd τα μοντέλα τους είναι MCV-B για την μέτρηση της τάσης , MCCA-B για την μέτρηση της έντασης ρεύματος και MCF-B για την μέτρηση της συχνότητας .



Σχήμα 50 : Διάγραμμα βασικών λειτουργιών μονάδων μετατροπής και μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών MCV , MCCA και MCF

Επιπλέον η τηλεμετρία του συστήματος διανομής ολοκληρώνεται με την μεταφορά των πληροφοριών για τις βλάβες που εντοπίστηκαν από το αυτόματο σύστημα προστασίας πινάκων και γεννητριών . Το αυτόματο σύστημα επενεργεί σε γεννήτριες και διακόπτες πινάκων προκειμένου να απομονώσει την βλάβη και να διατηρήσει αδιάλειπτη την παροχή ηλεκτρικής ισχύος μέσα στις καθορισμένες προδιαγραφές τάσης και συχνότητας . Οι βλάβες που αποτελούν ψηφιακές εισόδους για το κεντρικό σύστημα αφορούν τις κάτωθι δυσλειτουργίες :

A) Ανάστροφη ροή φορτίου προς τις γεννήτριες , ελέγχεται από την μονάδα 256-PATW Reverse Power Relays της εταιρίας Crompton INSTRUMENTS που είναι μια για κάθε γεννήτρια .

B) διαφοράς τάσης μεταξύ των υπό συγχρονισμό γεννητριών και ελέγχεται από την μονάδα 252-PVCW Overvoltage Relays της εταιρίας Crompton INSTRUMENTS

Γ) διαδοχής των φάσεων που ελέγχεται από την μονάδα 252-PVRW Phase Sequence Failure Relays της εταιρίας Crompton INSTRUMENTS

Δ) απόκλισης συχνότητας λειτουργίας γεννήτριας , ελέγχεται από την μονάδα 253-PHDW Under and Over Frequency Relays της εταιρίας Crompton INSTRUMENTS

E) υπερέντασης γραμμής που ελέγχεται από την μονάδα T2500 Phase Overcurrent της εταιρίας SELCO

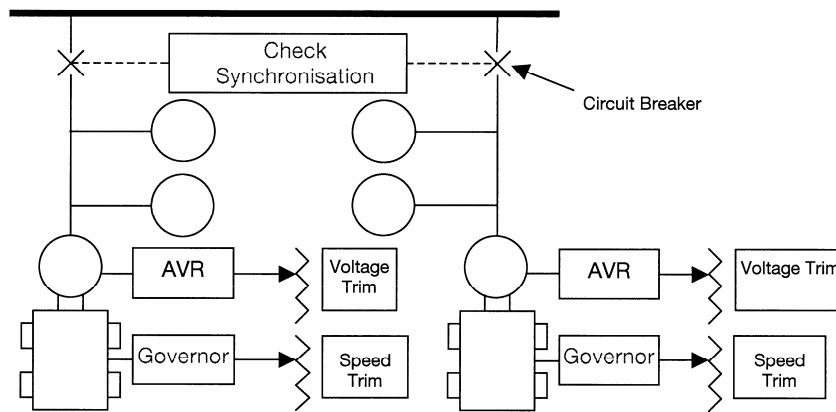
ΣΤ) Προστασίας βραχυκυκλώσεως που ελέγχεται από την μονάδα T2300 Short Circuit Relays της εταιρίας SELCO

Στις παραπάνω προστασίες συμπεριλαμβάνεται και ο αυτόματος συγχρονισμός και ισοκατανομή φορτίων μεταξύ των γεννητριών . Αυτός υλοποιείται από ηλεκτρονόμους του αυτόματου συστήματος σε συνδυασμό με τις κάτωθι εξειδικευμένες μονάδες της εταιρίας SELCO που εξετάζουν τις παραμέτρους και εκτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες .

A) Η μονάδα Auto Synchronizer T4500 (ASU) εξετάζει την τάση , την συχνότητα και την διαφορά φάσης της γεννήτριας σε σχέση με το δίκτυο διανομής και προβαίνει σε ρυθμίσεις της συχνότητας. Διαθέτει εσωτερικό χρονόμετρο που ελέγχει προκειμένου να ματαιώσει την διαδικασία και να εκδώσει σήμα βλάβης αν εντός ενός μέγιστου καθορισμένου χρονικού διαστήματος δεν επιτευχθεί η προϋπόθεση συγχρονισμού ταύτισης συχνότητας και φάσης.

B) Η μονάδα Paralleling Relay T5000 (PRU) εφόσον επιβεβαιώσει ότι ισχύουν οι προϋποθέσεις συγχρονισμού ( ίδια συχνότητα , μηδενική διαφορά φάσης και ίση τάση ) τότε εκδίδει ηλεκτρικό σήμα για ενεργοποίηση του κεντρικού διακόπτη της λήψης ρεύματος από ξηρά . Η διάταξη αυτή είναι τοποθετημένη προκειμένου να επιτευχθεί ο στιγμιαίος παραλληλισμός της διάταξης ηλεκτροπαραγωγής του πλοίου με αυτή της ξηρας προκειμένου να εκτελεστεί η μετάπτωση χωρίς BlackOut

Γ) Τέλος η μονάδα Load Sharer T4800 (LSU) που είναι εγκατεστημένη για κάθε γεννήτρια και επενεργεί στον ρυθμιστή της μηχανής κατάλληλα για να ισοκατανομηθούν τα φορτία σε όλες τις παραλληλισμένες γεννήτριες . Αυτή η μονάδα επενεργεί στην Motorized Potentiometer E7800 που με την σειρά της ενεργεί πάνω στον ελεγκτή DDEC της μηχανής .



Σχήμα 51 : Διάγραμμα βασικών λειτουργιών κατά τον συγχρονισμό των γεννητριών

Τέλος για τον τηλεχειρισμό των πινάκων απαιτούνται οι έξοδοι που αφορούν την ενεργοποίηση των διακοπών των γεννητριών και της ζεύξης μεταξύ των πινάκων. Αυτά είναι ψηφιακά σήματα που μέσω των αντιστοιχών I/O BOX καταλήγουν σε διάταξη ηλεκτρονόμων εντός των πινάκων και τελικά ελέγχονται οι αντίστοιχοι διακόπτες .

Από τους κεντρικούς πίνακες τροφοδοτούνται τοπικά κιβώτια ασφαλειών που τροφοδοτούν με την σειρά τους είτε απευθείας τις καταναλώσεις ή τροφοδοτούν σε δεύτερο επίπεδο κιβώτια ασφαλειών . Στα κιβώτια του πρώτου επιπέδου υπάρχουν διακόπτες επιλογής είδους τροφοδότησης ( ΠΡ ή ΠΜ πίνακας ή χειροκίνητη τροφοδότηση με καλώδια ανάγκης ) . Παρόμοιοι διακόπτες υφίστανται και σε ζωτικά κιβώτια κατωτέρων επιπέδων από όπου επιλέγεται η τροφοδότηση από ή και προς κιβώτια υψηλότερου επιπέδου . Η παραπάνω διασύνδεση αν και είναι σύνθετη μπορεί να επιτύχει τη διατήρηση της παροχής ηλεκτρικής ισχύος από εναλλακτικές διαδρομές . Οι μεταγωγές των κυκλωμάτων από κύρια σε δευτερεύουσα τροφοδότηση εκτελείται χειροκίνητα με μόνη εξαίρεση το κύκλωμα που εξυπηρετεί καταναλώσεις συσκευών επικοινωνιών όπου εκεί οι διακόπτες έχουν αυτόματη διάταξη εναλλαγής της τροφοδότησης .

### 3.3 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ 24V DC / ΣΥΣΤΟΙΧΙΕΣ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ

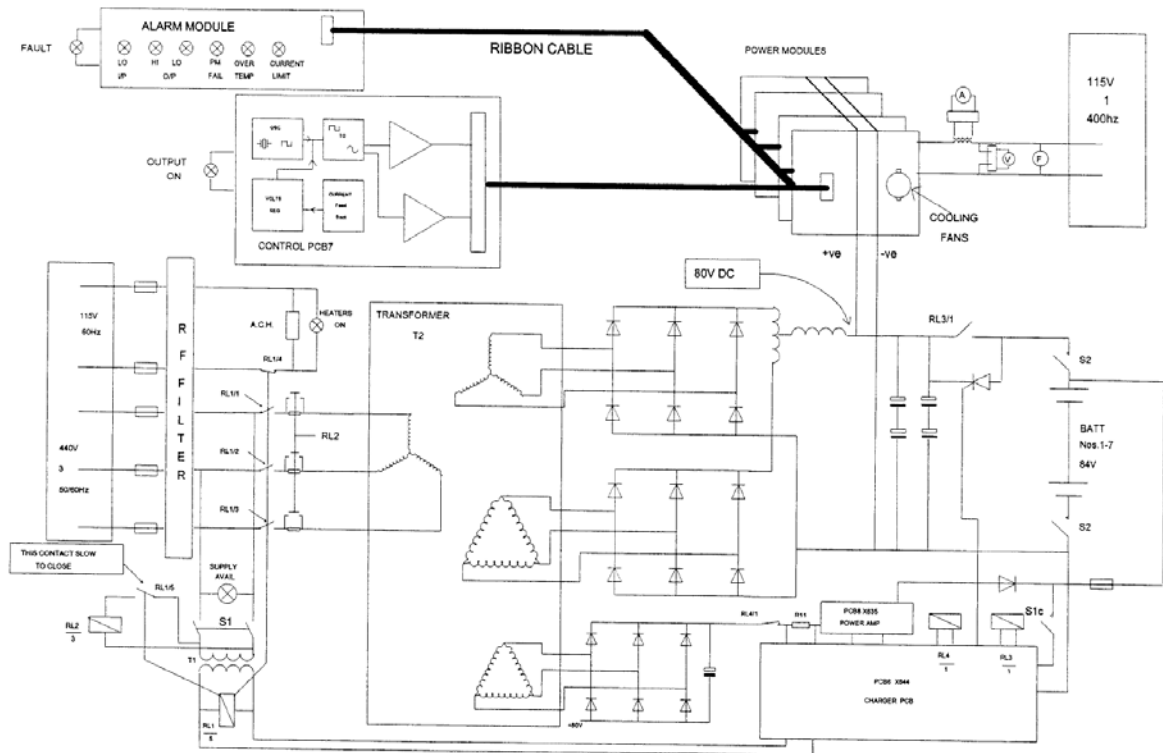
Στα πλοία βάσει κανονισμών είναι υποχρεωτική η χρήση ρεύματος DC για κάλυψη αναγκών σε συστήματα φωτισμού , επικοινωνιών και ασφαλείας ώστε με χρήση συστοιχιών να μπορούν να συνεχίσουν την λειτουργία τους ακόμη και σε περίπτωση ολικής απώλειας της ηλεκτροπαραγωγής . Ανάλογα τον τύπο του πλοίου καθορίζεται ο ελάχιστος χρόνος διατήρησης της αυτονομίας των συστημάτων με χρήση μπαταριών . Για την κάλυψη της ζήτησης συνεχούς τάσης έχουν τοποθετηθεί συστοιχίες μπαταριών και στατοι μετατροπής 24Volt DC . Οι μετατροπείς ( TRU ) είναι της εταιρίας Gresham Power Electronics ισχύος 6.9kW και τροφοδοτούνται με 440V,60Hz,3Ph και παράγουν τάση 27.6Vdc±0.2V . Η τάση που παράγουν την παρέχουν για φόρτιση των συστοιχιών και για κάλυψη καταναλώσεων συνεχούς τάσης . Σε περίπτωση απώλειας της τάσης τροφοδότησης των TRU τότε παρέχεται η συνεχής τάση από τις συστοιχίες που αποτελούνται από μπαταρίες εταιρίας HAWKER μοντέλο 12FV120 τάσης 12Volt 120Ah . Αυτές είναι τοποθετημένες μέσα σε κλειστά ενθέρια με ανεξάρτητο σύστημα εξαερισμού . Με το κεντρικό σύστημα έχουν διασυνδεθεί οι στάτοι μετατροπής για μεταφορά της ένδειξης βλάβης καθώς και έλεγχος των εξαεριστήρων των μπαταριών .

### 3.4 ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ 24V DC

Σε κάθε έναν από τους μετατροπείς ( TRU ) υπάρχει ο κεντρικός πίνακας διανομής 24V DC . Από τους κεντρικούς πίνακες γίνεται η διανομή προς τα ασφαλειοκιβώτια διανομής και ακολούθως προς κάθε καταναλωτή . Για την επαύξηση της αξιοπιστίας του συστήματος υπάρχει ζεύξη μεταξύ των δυο κυρίων πινάκων καθώς συνδυασμός διακόπτων προκειμένου να μπορούμε να υλοποιήσουμε τους συνδυασμούς διασύνδεσης μεταξύ των μπαταριών , TRU και πινάκων διανομής .

### 3.5 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ 110V AC 400Hz

Για την κάλυψη αναγκών χρήσης τάσης υψηλής συχνότητας για εξειδικευμένες εφαρμογές σε πομποδέκτες και επαναλήπτες γυροπυξίδων απαιτείται η εγκατάσταση μετατροπέων τάσης από 440 Volt AC 60Hz σε 110Volt AC 400Hz . Στο πλοιο έχουν τοποθετηθεί στατοί μετατροπείς ( SFU ) της εταιρίας Gresham Power Electronics ισχύος 3 kVA με 0.7 power factor . Η αρχή λειτουργίας σε αυτούς είναι αρχικά η μετατροπή του εναλλασσόμενου ρεύματος σε συνεχές , ακολούθως με ηλεκτρονικά ισχύος να συνθέσουν με ακολουθία παλμών το υψισυχνο ημίτονο και τέλος με την χρήση φίλτρου να απομονωθούν οι αρμονικές που παράγονται και να τροφοδοτηθούν οι καταναλωτές . Επιπλέον στα SFU υφίσταται εναλλακτικά και συστοιχία μπαταριών για αδιάλειπτη λειτουργία και ο συνολικός έλεγχος της λειτουργίας γίνεται από την μονάδα μικροεπεξεργαστή που διαθέτει . Με το κεντρικό σύστημα υπάρχει διασύνδεση για μεταφορά των ενδείξεων βλαβών που διαπιστώνει ο τοπικός αυτόματος έλεγχος.



Σχήμα 52 : Διάγραμμα βασικών τμημάτων της μονάδας μετατροπής συχνότητας SFU

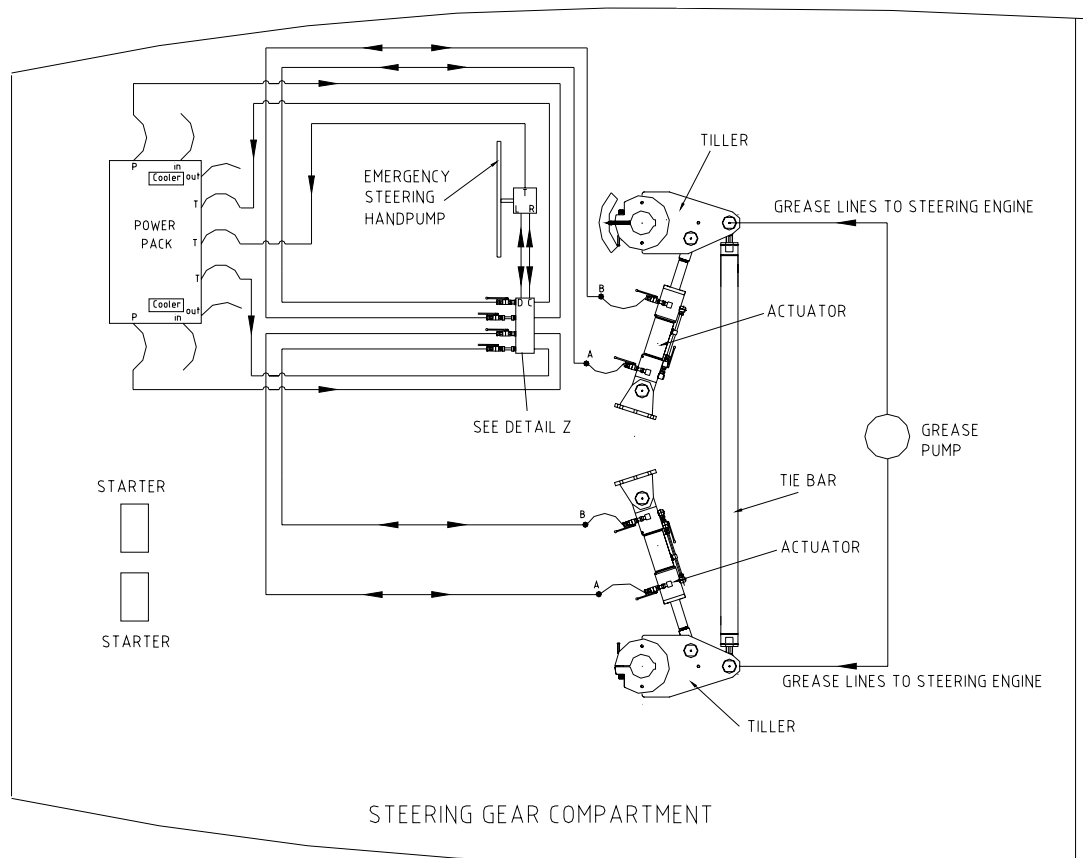
## 4. ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

Τα βοηθητικά μηχανήματα στα πλοία αποτελούν το σύνολο των μηχανημάτων που επιτελούν λειτουργίες υποστήριξης των μηχανών πρόωσης , παραγωγής ενέργειας , πηδαλιουχίας καθώς επίσης και στην δημιουργία συνθηκών κατάλληλων για την διαβίωση . Σε αυτά τα συστήματα μπορεί να υπάρχει αυτόνομη μονάδα ελέγχου που έχει την ευθύνη για την ρύθμιση , διαθέτει τις ασφαλιστικές διατάξεις και συνδέεται με το κεντρικό σύστημα για να μεταφερθούν οι πληροφορίες και οι εντολές ή στην περίπτωση απλών κατασκευών απλώς διασυνδέονται απευθείας οι αισθητήρες με το σύστημα για την τηλεμετρία .

### 4.1 ΠΗΔΑΛΙΑ ΠΟΡΕΙΑΣ

Στα συμβατικά πλοία η πηδαλιουχία γίνεται από κινούμενα κάθετα πτερύγια εγκατεστημένα στο πρυμναίο τμήμα του σκάφους . Η κίνηση των πτερυγίων επιτυγχάνεται με χρήση υδραυλικών συστημάτων . Συνεπώς για τον έλεγχο και την τηλεμετρία απαιτούνται αισθητήρες για την μηχανική θέση των πτερυγίων καθώς και για την λειτουργική κατάσταση του συστήματος όπως επίσης ηλεκτρικά ελεγχόμενες βαλβίδες για την εκτέλεση των επιθυμητών κινήσεων από το υδραυλικό σύστημα .

Στην εφαρμογή του υπό εξέταση πλοίου χρησιμοποιήθηκε το ολοκληρωμένο σύστημα Type - 900 Series Steering System της εταιρίας Vosper Thornycroft Marine Products Ltd . Αποτελείται από τα πτερύγια , το σύστημα αντλιών ελαίου υψηλής πίεση , τα υδραυλικά έμβολα , το κιβώτιο ηλεκτρικά ελεγχόμενων υδραυλικών βαλβίδων, το οιακοστρόφιο ανάγκης και τον πίνακα ενδείξεων και χειρισμού στην γέφυρα του πλοίου .



Σχήμα 53 : Διάγραμμα βασικών τμημάτων του μηχανισμού πηδαλίου

Το σύστημα υδραυλικών αντλιών υψηλής πίεσης αποτελείται από τις δυο αντλίες υψηλής πίεσης , τα δύο ψυγεία απαγωγής θερμότητας από το υδραυλικό έλαιο και το δοχείο ελαίου . Οι ασφαλιστικές διατάξεις υλοποιούνται από ηλεκτρονόμους εντός των εκκινητών των ηλεκτροκίνητων αντλιών και σε αυτές εκτός από τις προστασίες για τον κινητήρα ( απώλεια φάσης , υπερένταση , θερμοκρασία κινητήρα ) ελέγχονται και οι θερμοκρασία και στάθμη υδραυλικού ελαίου. Τέλος σε αυτή την μονάδα με χρήση μηχανικών ανακουφιστικών βαλβίδων επιτυγχάνεται η προστασία του συστήματος από υψηλές πιέσεις . Τη θερμοκρασία και τη στάθμη του ελαίου τις ελέγχουμε με τους κάτωθι αισθητήρες :

A) Με θερμοστάτη model 471 εταιρίας TRAFAG ρυθμισμένος στους 65°C . Αυτός είναι μηχανικός θερμοστάτης που αποτελείται από ένα μεταλλικό στοιχείο που μεταβάλλει την διάσταση του μήκους του και σε αυτό είναι συνδεδεμένος μηχανικά ένας μικροδιακόπτης .

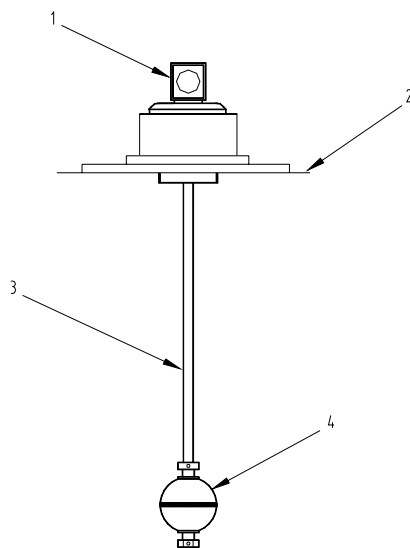


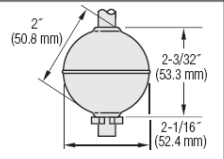
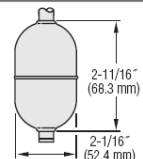
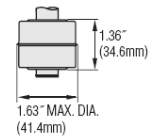
**MAIN CHARACTERISTICS**  
 Measuring range: +20...+110 to +40...+300°C  
 Output: floating change-over contact  
 Switching differential: not adjustable  
 EN60730-1/ EN60730-2-9: Typ 2.B.H

**ACCURACY**  
 Repeatability sensor: ± 0.5 % FS typ.  
 Stability: ± 1 % FS typ.  
 Scale: ± 2 % FS typ.

Σχήμα 54 : Θερμοστάτης 471 εταιρίας TRAFAG και τεχνικά του χαρακτηριστικά

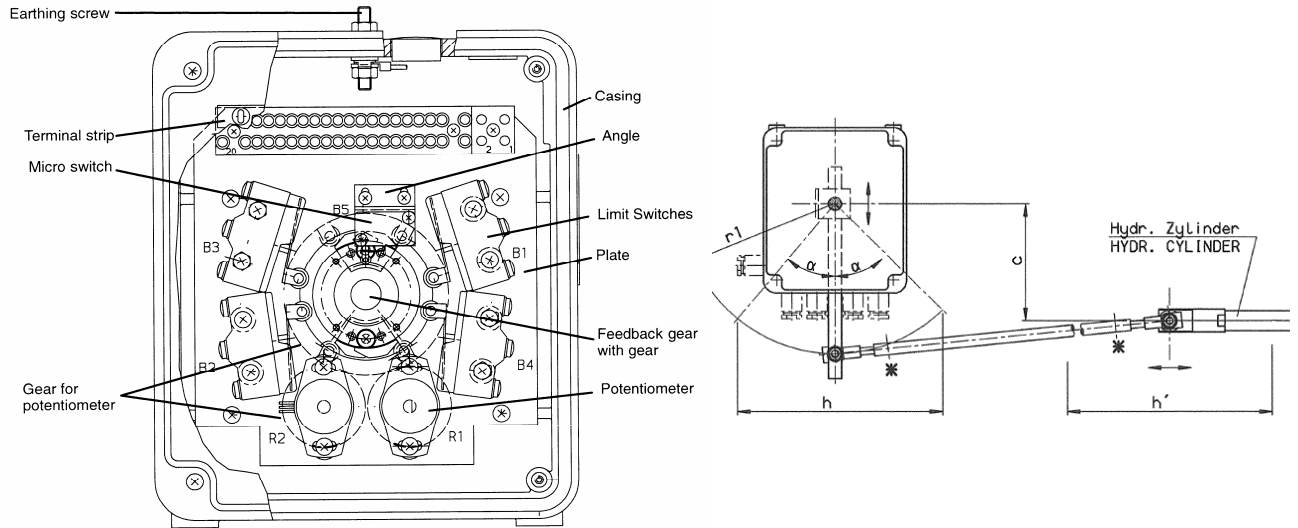
B) Μαγνητικούς πλωτήρες model Is-800E εταιρίας GEM . Είναι τοποθετημένοι εντός της ελαιο-δεξαμενής και ελέγχουν την κατώτερη στάθμη δημιουργώντας σήμα βλάβης σε περίπτωση ενεργοποίησης .



Float Material	316 Stainless Steel		
Compatible Mounting Types	1, 3, 4, 5 (Units $\geq 72^\circ$ )	3, 4, 5 (Units $> 72^\circ$ )	1, 3, 4
Float Dimensions			
Part Number	14569	15666	138935
Operating Temperature	-40°F to +300°F (-40°C to +148.9°C)		
Min. Media Specific Gravity	.75	.75	.60

Σχήμα 55 : Μαγνητικός πλωτήρας και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά

Για τον έλεγχο των πηδαλίων απαιτείται ένα σήμα εντολής προς την ηλεκτρική βαλβίδα κίνησης και σήματα τηλεμετρίας της θέσης των πτερυγίων . Για την μέτρηση των γωνιών χρησιμοποιούνται αισθητήρες της εταιρίας Raytheon Anschütz τυπου 101D528 που είναι συνδεδεμένοι με χρήση μοχλοβραχίονα με τα πτερύγια . Αυτοί αποτελούνται από ένα ποτενσιόμετρο που στρέφεται από διάταξη γραναζιών για την υποτύπωση της γωνίας και όριο-διακόπτες για τον έλεγχο των μέγιστων ορίων επιτρεπόμενης λειτουργίας των πτερυγίων .



Σχήμα 56 : Αισθητήρας μέτρησης γωνίας με χρήση ποτενσιόμετρου

#### Mechanical Data

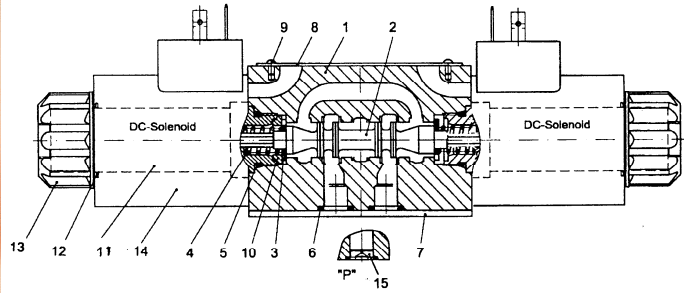
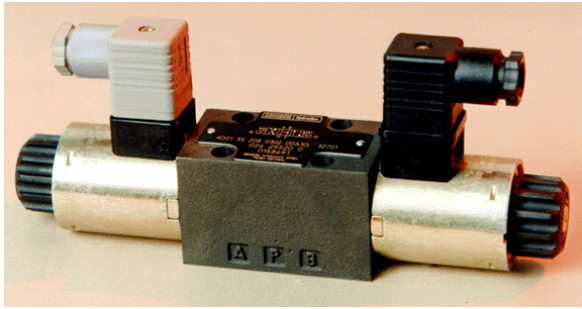
Dimensions:	see Dimensional Drawing 101 D 528.HP005
Weight:	approx. 4 kg
Mounting position:	optional
Keys (Limit switches):	max. 4 peaces
Accuracy:	$\leq 1^\circ$ (incl. hysteresis)
Absolute accuracy:	$< 1/3^\circ$
Resolution:	$< 0,1^\circ$
Air and creepage pathes for limit switches:	acc. to VDE 110, insulation class C, for voltage up to 220V <sub>DC</sub>
Midship switch group:	
Switching range:	approx. $\pm 2^\circ$ , adjustable
Potentiometer:	5 k $\Omega$ $\pm$ 20%,

#### Electrical Data

Input voltage:	$\pm 15V_{DC}$
Output voltage:	0V <sub>DC</sub> ... approx. $\pm 10V_{DC}$ (dependent on rudder position)
Scaling of the scale factor:	in the follow-up steering control amplifier for $\pm 10V_{DC}$ $\hat{=}$ max. rudder angle
Permissible switching power via limit switches (e.g. for solenoids):	$\leq 50W$ inductive load (with 24V <sub>DC</sub> / 110V <sub>DC</sub> , 110 / 220V <sub>AC</sub> )
Minimal switch current	10mA / 24V DC

Σχήμα 57 : Τεχνικά χαρακτηριστικά αισθητήρα μέτρησης γωνίας

Για τον έλεγχο των πτερυγίων υπάρχει το κιβώτιο βαλβίδων που διαθέτει τους μηχανισμούς προστασίας από υπερπίεση και τις ηλεκτρικά ελεγχόμενες βαλβίδες ελέγχου της ροής ελαίου προς τα έμβολα . Οι ηλεκτρικές βαλβίδες αποτελούνται από το υδραυλικό τμήμα , όπου ένας διαμορφωμένος κύλινδρος ανάλογως της θέσης του απελευθερώνει διαδρόμους και το ηλεκτρικό τμήμα που αποτελείται από δυο αντιδιαμετρικά πηνία . Ανάλογα σε ποιο πηνίο τροφοδοτούμε την τάση , αυτό μετακινεί τον μεταλλικό πυρήνα του , που με την σειρά του μετατοπίζει τον κυλίνδρου του υδραυλικού τμήματος.



Σχήμα 58 : Ηλεκτροβαλβίδα ελέγχου εμβόλων πηδαλίου

Η τηλεμετρία του συστήματος πηδαλίου από το κεντρικό σύστημα αφορά την ενημέρωση για της βλάβες που εντοπίζονται από τον αυτοματισμό των εκκινήτων μέσω των ψηφιακών διασυνδέσεων με το τοπικό I/O BOX . Επίσης ο έλεγχος γίνεται επενεργώντας στους ηλεκτρονόμους του εκκινήτη με σήμα on/off τάσης .

Οι ενδείξεις των γωνιών των πηδαλίων στην γέφυρα και τοπικά στο χώρο του πηδαλίου γίνονται από αναλογικούς αυτόνομους ενδείκτες  $\pm 10$  Volt DC που ανήκουν σε ξεχωριστό κύκλωμα με ανεξάρτητη τροφοδότηση 24Volt DC από το σύστημα του πηδαλίου . Αυτό γίνεται καθώς είναι απαίτηση των κανονισμών IMO SOLAS και υλοποιείται με έναν επιπλέον αισθητήρα μέτρησης γωνίας .

## 4.2 ΣΤΑΘΜΙΣΤΗΡΕΣ

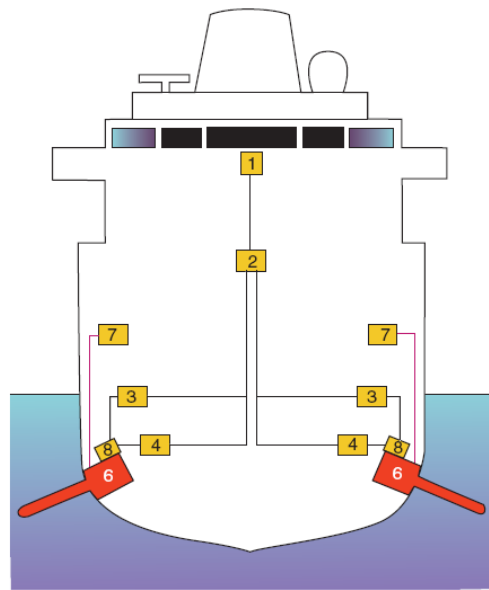
Με στόχο στο πλοίο να μειωθεί το φαινόμενο του διατοιχισμού τοποθετούνται πτερύγια στις πλευρές του σκάφους . Τα πτερύγια ελέγχονται από αυτόνομο σύστημα ελέγχου προκειμένου να επαναφέρουν το πλοίο σε μηδενική κλίση ως προς τον εγκάρσιο άξονα . Συνεπώς για τον έλεγχο και την τηλεμετρία απαιτούνται αισθητήρες για την μηχανική θέση των πτερυγίων και της εγκάρσιας κατάστασης του πλοίου ( γωνία , γωνιακή ταχύτητα και γωνιακή επιτάχυνση ) καθώς και για την λειτουργική κατάσταση του συστήματος όπως επίσης ηλεκτρικά ελεγχόμενες βαλβίδες για την εκτέλεση των επιθυμητών κινήσεων από το υδραυλικό σύστημα .

Στην εφαρμογή του υπό εξέταση πλοίου χρησιμοποιήθηκε το ολοκληρωμένο σύστημα 300 Series - MDI της εταιρίας Vosper Thornycroft Marine Products Ltd και αποτελείται από τα κάτωθι :

- A) τα πτερύγια , που έχουν τοποθετηθεί ένα σε κάθε πλευρά και κοντά στο μέσο του μήκους του πλοίου
- B) τα υδραυλικά έμβολα , που μέσω διάταξης μοχλού προκαλούν την στρέψη των πτερυγίων
- Γ) τα κιβώτια ηλεκτρικά ελεγχόμενων υδραυλικών βαλβίδων , τα οποία μετατρέπουν το ηλεκτρικό σήμα της εντολής σε υδραυλική πίεση προκειμένου να κινηθούν τα έμβολα
- Δ) η ηλεκτροκίνητη αντλία ελαίου , που παρέχει την υψηλή υδραυλική πίεση στο κύκλωμα
- Ε) το κεντρικό σύστημα ελέγχου αποτελούμενο από μικροεπεξεργαστή που εκτελεί τον αλγόριθμο σταθεροποίησης του πλοίου με εξόδους τα ηλεκτρικά σήματα ενεργοποίησης των ηλεκτρικά ελεγχόμενων υδραυλικών βαλβίδων
- ΣΤ) το κιβώτιο αισθητήρων κατάστασης αποτελούμενο από αισθητήρια προσδιορισμού της κλίσης και του ρυθμού μεταβολής της , αυτά αποτελούν τα δεδομένα εισόδου για το κεντρικό σύστημα ελέγχου των σταθμιστών

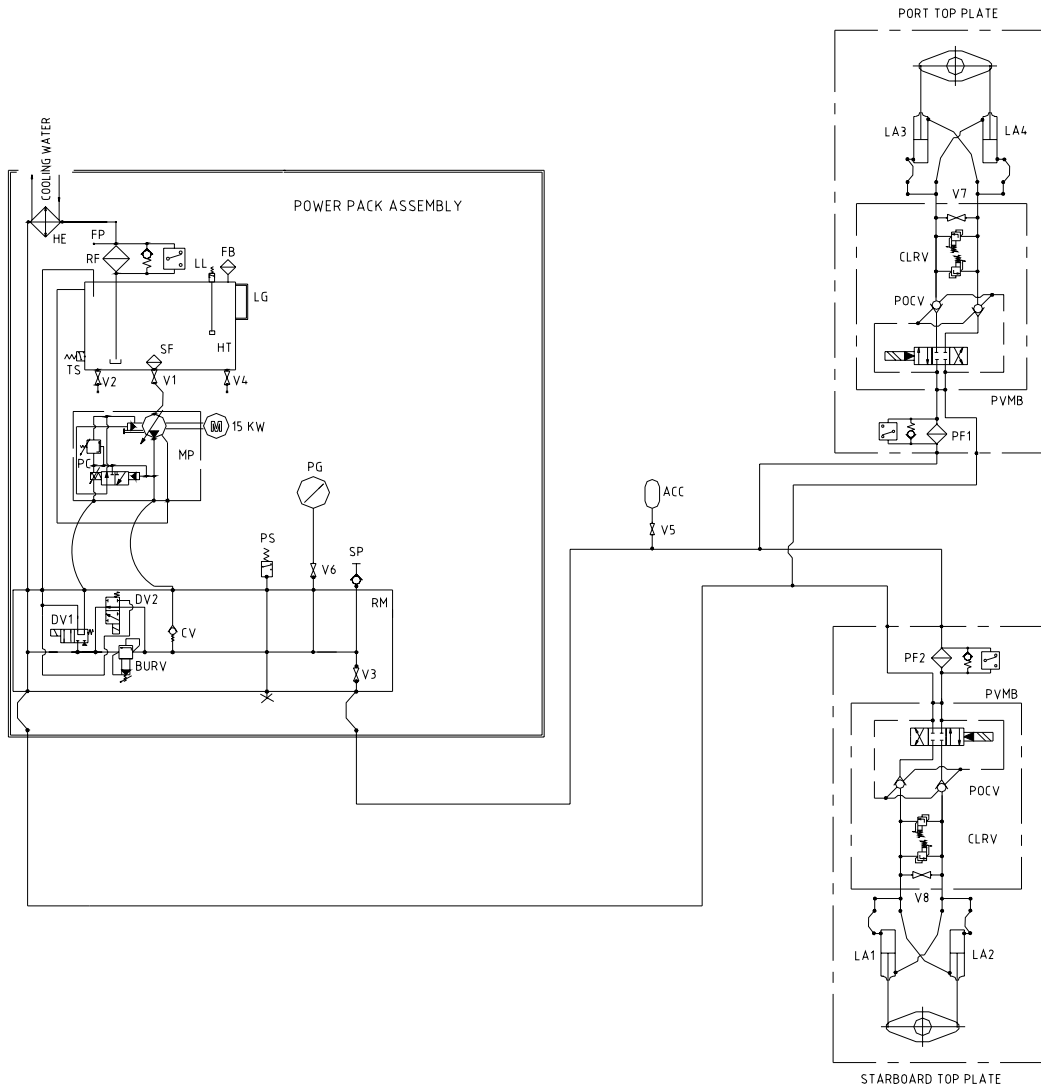


Ζ) ο πίνακας ενδείξεων και χειρισμού στην γέφυρα του πλοίου .



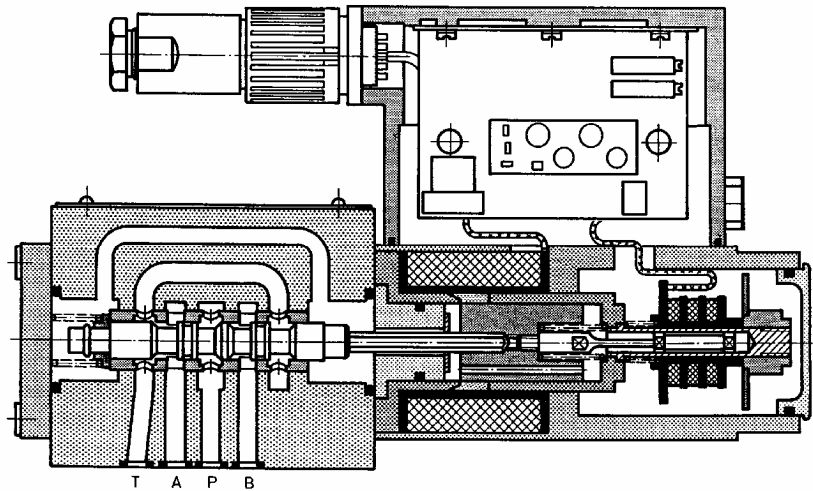
1. Bridge Control Unit
2. Main Control Unit
3. Pump Motor Starter
4. Local Control Unit
5. Fin
6. Stabiliser Machinery Unit
7. Oil Header Tank
8. Hydraulic Power Unit

Σχήμα 59 : Γενικό διάγραμμα διασύνδεσης συστήματος σταθμιστήρων



Σχήμα 60 : Υδραυλικό διάγραμμα συστήματος σταθμιστήρων

Στα κιβώτια ηλεκτρικά ελεγχόμενων υδραυλικών βαλβίδων έχουμε την βαλβίδα ελέγχου της ροής ελαίου προς τα έμβολα . Αυτή αποτελείται από το υδραυλικό τμήμα όπου μια σωληνοειδής βαλβίδα καθώς μετακινείται απελευθερώνει τους διαύλους και καθοδηγεί το λάδι σε συγκεκριμένες διευθύνσεις . Ανάλογα με την μετακίνηση της αντίστοιχα επιτρέπει να διέλθει και συγκεκριμένη παροχή / πίεση προς τα έμβολα . Η μετακίνηση προκαλείται από τον μεταλλικό πυρήνα ενός πηνίου στο οποίο εφαρμόζεται τάση ανάλογα με την επιθυμητή μετακίνηση , ενώ η θέση του πυρήνα ελέγχεται από ένα αισθητήριο LVDT . Ο συνολικός έλεγχος γίνεται από μια κάρτα αυτομάτου ελέγχου όπου ρυθμίζει την ακριβή θέση της βαλβίδας αναλογα με την είσοδο που δέχεται από το σύστημα ελέγχου του σταθμιστήρα  $\pm 10$  Volt DC



Σχήμα 61 : Ηλεκτροβαλβίδα ελέγχου εμβόλων σταθμιστήρα

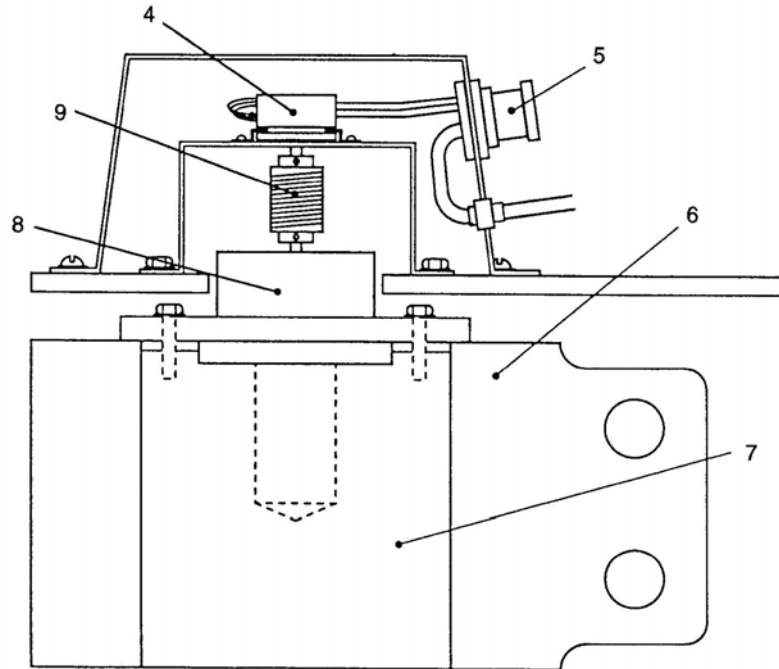
Το σύστημα της υδραυλικής αντλίας υψηλής πίεσης αποτελείται από την αντλία υψηλής πίεσης , το ψυγείο απαγωγής θερμότητα από το υδραυλικό έλαιο , το δοχείο ελαίου και τον αποσβεστήρα υδραυλικών παλμών πίεσεως . Οι ασφαλιστικές διατάξεις υλοποιούνται από ηλεκτρονόμους εντός των εκκινητών της ηλεκτροκίνητης αντλίας και σε αυτές εκτός από τις προστασίες για τον κινητήρα ( απώλεια φάσης , υπερένταση , θερμοκρασία κινητήρα ) ελέγχονται αν έχουν τεθεί εντός οι βίδες ασφάλισης των πτερυγίων και οι θερμοκρασία και στάθμη υδραυλικού ελαίου. Τα σήματα αυτά αποτελούν δεδομένα εισόδου για το κεντρικό σύστημα ελέγχου των σταθμιστήρων , ώστε αυτά να απεικονίζονται στην οθόνη χειρισμού και να προκαλούν ηχητική ένδειξη στην γέφυρα . Τέλος με χρήση μηχανικών ανακουφιστικών βαλβίδων επιτυγχάνεται η προστασία του συστήματος από υψηλές πιέσεις . Την θερμοκρασία και την στάθμη του ελαίου τις ελέγχουμε με τους κάτωθι αισθητήρες :

A) Με θερμοστάτη model 471 εταιρίας TRAFAG ρυθμισμένος στους  $65^{\circ}\text{C}$  . Αυτός είναι μηχανικός θερμοστάτης που αποτελείται από ένα μεταλλικό στοιχείο που μεταβάλλει την διάσταση του μήκους του και σε αυτό είναι συνδεδεμένος μηχανικά ένας μικροδιακόπτης .

B) Μαγνητικούς πλωτήρες model Is-800E εταιρίας GEM . Είναι τοποθετημένοι εντός της ελαιο-δεξαμενής και ελέγχουν την κατώτερη στάθμη δημιουργώντας σήμα βλάβης σε περίπτωση ενεργοποίησης .

Γ) Με οριοδιακόπτες ελέγχεται αν έχουν εισέλθει οι βίδες ασφάλισης των πτερυγίων και ο εκκινητής δε επιτρέπει την ενεργοποίηση της ηλεκτροκίνητης αντλίας. Αυτές χρησιμοποιούνται για την περίπτωση όπου λόγω βλάβης δεν μπορεί το σύστημα να διατηρεί τα πτερύγια σε θέση 0 .

Για την μέτρηση των γωνιών χρησιμοποιούνται ποτενσιόμετρα συνδεδεμένα με τον άξονα του πτερυγίου . Αυτά έχουν συνολική αντίσταση 10KΩ και είναι ρυθμισμένα ώστε στην θέση 0° να είναι ο δρομαίος στην μέση της διαδρομής . Η τιμή της αντίστασης αποτελεί το μετρήσιμο ηλεκτρικό μέγεθος για το κεντρικό σύστημα ελέγχου των πτερυγίων προκειμένου να ανατροφοδοτείται ο αλγόριθμος .



Σχήμα 61 : Ο μετρητής γωνιάς των πτερυγίων (4) αποτελείται από ένα ποτενσιόμετρο συνδεδεμένο με τον άξονα του πτερυγίου (7) μέσω του ρυθμιστικού συνδέσμου (9)

Το κιβώτιο αισθητήρων κατάστασης αποτελείται από την κάρτα ελέγχου και επικοινωνίας με την κεντρική μονάδα και διαθέτει τους αισθητήρες μέτρησης της κλίσης , μέτρησης του ρυθμού μεταβολής της κλίσης και της επιτάχυνσης στις τρεις διαστάσεις .

Το κεντρικό σύστημα ελέγχου διαθέτει έναν μικροεπεξεργαστή που εκτελεί τον αλγόριθμο σταθεροποίησης του πλοίου . Σε αυτό γίνεται η συλλογή των πληροφοριών από το κιβώτιο αισθητήρων κατάστασης πλοίου ( κλίση , ταχύτητα , επιτάχυνση ) και από τα ποτενσιόμετρα μέτρησης της γωνίας των πτερυγίων προκειμένου να έχει εξόδους τα σήματα ενεργοποίησης των ηλεκτρικά ελεγχόμενων υδραυλικών βαλβίδων.

Τέλος από το πίνακα ενδείξεων και χειρισμού στην γέφυρα του πλοίου μπορούμε να επιλέξουμε τις παραμέτρους λειτουργίας (απόσβεση μόνιμης κλίσης , προσανατολισμός των κυμάτων και ένταση κυματισμού ) ώστε ο αλγόριθμος να αρχικοποιηθεί και να βελτιώσει την απόκριση του συστήματος.



Σχήμα 62 : Χειριστήριο και οθόνη απεικόνισης συστήματος σταθμιστήρων

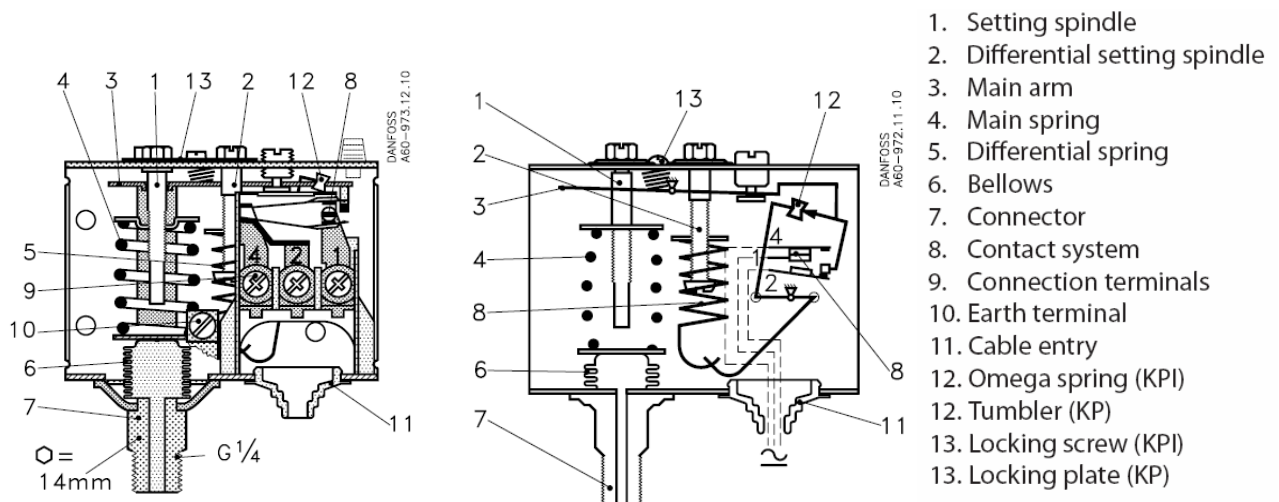
### 4.3 ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ / ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Στα πλοία γίνεται ολοκληρωμένη μελέτη για την κλιματιστική εγκατάσταση και των αερισμό / εξαερισμό προκειμένου να επιτρέπεται στο προσωπικό και στο υλικό να λειτουργεί αποτελεσματικά ανεξάρτητα των εξωτερικών συνθηκών . Λόγω της ιδιαιτερότητας του πλοίου στην μελέτη έχουν ληφθεί υπόψη και οι ειδικές κατάστασης (π.χ. απώλεια διαμερίσματος από φωτιά ή εισροή ύδατος , στεγανότητα εισαγωγών / εξαγωγών αέρος σε περίπτωση άσχημων συνθηκών θαλάσσης ) προκειμένου το σύστημα να διατηρεί την απόδοση και αξιοπιστία του .

Σε γενικές γραμμές οι χώροι του πλοίου μπορούν να εξυπηρετηθούν είτε από τοπικά στοιχεία ψύξης του ανακυκλούμενου αέρα ή να τροφοδοτηθούν με χρήση ορετών από κεντρική μονάδα επεξεργασίας αέρα. Και στις δυο περιπτώσεις η ψύξη του αέρα επιτυγχάνεται με ψυχρό νερό ενώ η θέρμανση γίνεται με ηλεκτρικές αντιστάσεις.

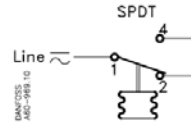
Το σύστημα μελετήθηκε από την εταιρεία Hall Thermostat Marine Systems και η υλοποίηση βασίστηκε σε μια κεντρική μονάδα παραγωγής ψυχρού νερού που διαμοιράζεται σε κεντρικές μονάδες ψύξης / θέρμανσης αέρα και σε τοπικά στοιχεία επιπρόσθετης ψύξης. Οι αισθητήρες που απαιτούνται για την λειτουργία του συστήματος διακρίνονται σε δύο ομάδες , αυτούς που εξυπηρετούν την λειτουργία της εγκατάστασης παραγωγής ψυχρού νερού και αυτούς που ρυθμίζουν την θερμοκρασία αέρος .

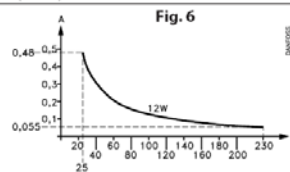
Η εγκατάσταση παραγωγής ψυχρού ύδατος είναι μια εφαρμογή του ψυκτικού κύκλου όπου σε κατάλληλο ρευστό , του μεταβάλουμε τις συνθήκες πίεσης / θερμοκρασίας προκειμένου να αξιοποιήσουμε την ιδιότητα απορρόφησης / μετάδοσης ενέργειας για την μεταβολή της κατάστασης του από ρευστό σε αέριο και αντίστροφα . Για τον έλεγχο της παραπάνω «μηχανής» απαιτούνται αισθητήρες για μέτρηση πιέσεων και θερμοκρασιών των ρευστών ( ψυκτικό ρευστό , ψυχρό νερό , θαλασσινό νερό ). Αυτοί είναι αισθητήρια PT1000 για την μέτρηση των θερμοκρασιών ενώ για τον έλεγχο των πιέσεων χρησιμοποιούνται διακόπτες πίεσης εταιρίας Danfoss . Οι διακόπτες πίεσης αποτελούνται από ένα δακτυλιοειδές τύμπανο που λόγω της διαμόρφωσης του μεταβάλλει την διάσταση του κάθε ύψους καθώς αυξάνει η πίεση εσωτερικά του , με συνδυασμό ελατηρίων και μοχλών ρυθμίζεται σε ποια πίεση μετακινούνται οι επαφές του μικροδιακόπτη .



Σχήμα 63 : Εσωτερική απεικόνιση των εξαρτημάτων ενός διακοπτή πίεσης Danfoss



Ambient temperature	In general -50 to 70°C; Diaphragm version -10 to 70°C VD TÜV approved -40 to 70°C
Media temperature	In general -40 to 100°C; Diagram version -10 to 90°; VD TÜV appr. -40 to 150°C, see page 6 (Steam plant)
Contact system	 <p>Single-pole changeover switch (SPDT)</p>
Contact load	<p><b>Alternating current:</b> AC-1: 10A, 400 V AC-3: 4A, 400 V AC-15: 3A, 400 V</p> <p><b>Direct current:</b> DC-13: 12 W, 230 V (see fig. 6)</p>
Contact material:	AgCdO
Special contact system	See "accessories" page 13
Cable entry	2 PG 13.5 for 6 - 14 mm diameter cables
Enclosure	IP 66 acc. to IEC 529 and EN 60529. Units supplied with external reset. IP 54. The thermostat housing is made of bakelite acc. to DIN 53470 Cover is made of polyamide.



Σχήμα 64 : Εξωτερική εμφάνιση ενός διακόπτη πίεσης Danfoss και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά

Τα σήματα των αισθητήρων γίνονται αντικείμενα επεξεργασίας από την κεντρική μονάδα ελέγχου η οποία επιβλέπει τους συμπιεστές και τις αντλίες του συστήματος προκειμένου να παράγεται ψυχρό νερό συγκεκριμένης θερμοκρασίας. Παράλληλα μπορεί να εκδώσει οπτικά σήματα σφαλμάτων ή και να θέσει εκτός λειτουργίας την μονάδα σε περίπτωση βλάβης. Η μονάδα είναι διασυνδεδεμένη με το κεντρικό σύστημα ελέγχου για τον τηλεχειρισμό του και την τηλεμετρία των ενδείξεων λειτουργίας.

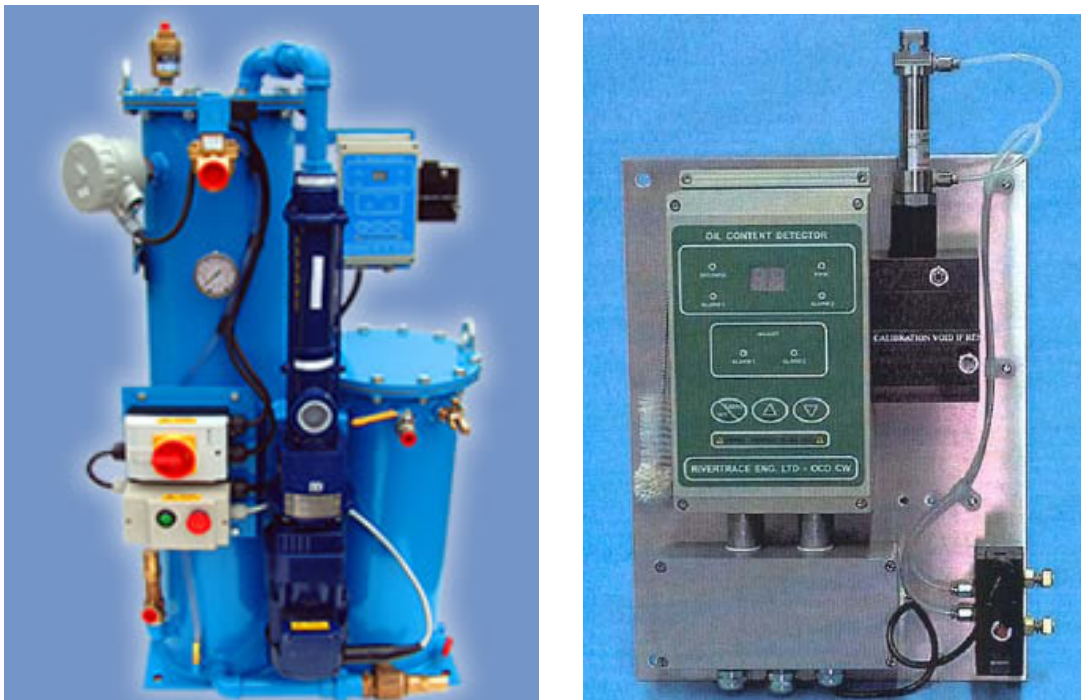
Στον ενιαίο πίνακα όπου βρίσκεται η μονάδα ελέγχου της κλιματιστικής εγκατάστασης βρίσκονται και οι χειρισμοί των μονάδων επεξεργασίας αέρος και των τοπικών στοιχείων ψύξης ανακύκλωσης αέρος. Τα ανοίγματα των αεραγωγών που βρίσκονται εξωτερικά του πλοίου και εξυπηρετούν παροχή ή εκροή αέρος ελέγχονται με χρήση οριοδιακοπών θέσης. Οι οριοδιακοπές έχουν διπλή χρήση αφενός για τηλεμετρία της κατάστασης του ανοίγματος, αφετέρου για την απενεργοποίηση του αντίστοιχου ηλεκτρικού κινητήρα του ανεμιστήρα /εξαεριστήρα που εξυπηρετείται από το συγκεκριμένο άνοιγμα. Όλοι παραπάνω χειρισμοί και ενδείξεις τηλεμετρούνται και από το κεντρικό σύστημα.

#### 4.4 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

Βάσει των συνθηκών προστασίας του θαλασσίου περιβάλλοντος IMO Resolution MEPC 60(33) απαιτείται στα πλοία τα λύματα να γίνονται αντικείμενα επεξεργασίας από κατάλληλα συστήματα ώστε τα τελικά εκρεομενα υγρά να είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Στα πλοία υπάρχουν δυο ειδών λύματα, τα βιολογικά και τα ελαιώδη κατάλοιπα μηχανών. Στην συγκεκριμένη εφαρμογή το σύστημα βιολογικού καθαρισμού είναι κατασκευάστριας εταιρίας Hamann Wassertechnik και για τα ελαιώδη κατάλοιπα η μονάδα επεξεργασίας είναι της εταιρίας Victor Marine Ltd μοντέλο Victor Oily Water Separators. Και τα δυο συστήματα λειτουργούν ανεξάρτητα μεταξύ τους και αυτόνομα με ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου που είναι διασυνδεδεμένη με το κεντρικό σύστημα του πλοίου.

Το σύστημα βιολογικού καθαρισμού διαχωρίζεται σε δύο τμήματα, την συγκέντρωση και επεξεργασία των λυμάτων. Η συγκέντρωση των λυμάτων γίνεται με ανάπτυξη αρνητικής πίεσης στο δίκτυο προκειμένου να αναρροφώνται τα λύματα

απευθείας από τις λεκάνες και τους συλλέκτες υγροποιήσεων / σαπουνόνερων. Η υποπίεση δημιουργείται από κατάλληλες αντλίες που ελέγχονται από την τοπική μονάδα που ελέγχει συνεχώς την τιμή της πίεσης μέσω αισθητήρα πίεσης. Η επεξεργασία των λυμάτων γίνεται με μεταφορά των λυμάτων από συνδυασμό δεξαμενών ανάμιξης με χημικά διάσπασης / αδρανοποίησης και αντλιών ανάμιξης / σπαστίρων και εκδίωξης. Η αλληλουχία των λειτουργιών είναι συνεχόμενη και ελέγχεται από την τοπική μονάδα για την υλοποίηση της απαιτούμενης αισθητήρες στάθμης δεξαμενών και χημικής σύστασης λυμάτων.



Σχήμα 65 : Μονάδα διαχωρισμού ελαιωδών καταλοίπων και δίπλα η μονάδα ελέγχου της ποιότητας των προς εκροή υδάτων

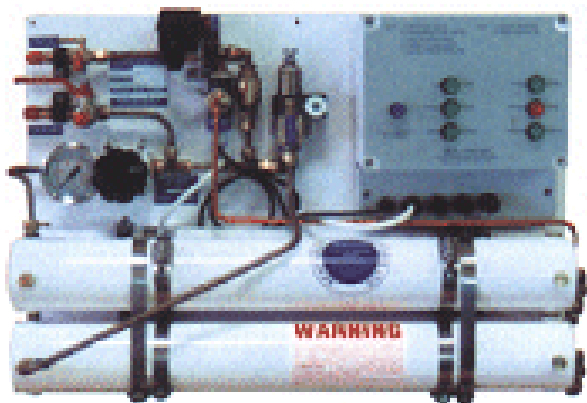
Το σύστημα καθαρισμού ελαιωδών καταλοίπων διαχωρίζει τα ελαιώδη λύματα σε νερό που αποβάλλει στην θάλασσα και κατάλοιπα που αποθηκεύει σε δεξαμενή μέχρι το πλοίο να τα παραδώσει σε κατάλληλες εγκαταστάσεις στους λιμένες. Αποτελείται από δύο τμήματα την συγκέντρωση και επεξεργασία των καταλοίπων και περιορίζεται για την έκταση των μηχανοστασίων. Η συγκέντρωση των καταλοίπων γίνεται με κατάλληλες αντλίες θετικού εκτοπίσματος προκειμένου να μπορούν να αναπτύσσουν αρνητική πίεση στο δίκτυο αναρρόφησης. Το σύστημα μπορεί να αναρροφά απευθείας από τα μηχανοστάσια ή από την δεξαμενή συγκέντρωσης ελαιωδών λυμάτων. Η επεξεργασία γίνεται με μεταφορά των καταλοίπων από κατάλληλα διαμορφωμένη δεξαμενή συγκέντρωσης ύδατος που επιπλέον διαθέτει φίλτρα κατακράτησης στερεών καταλοίπων. Ο έλεγχος των λειτουργιών είναι συνεχόμενη και γίνεται από την τοπική μονάδα με κυριότερο τον αισθητήρα μέτρησης της ύπαρξης ελαιωδών καταλοίπων στα προς εξαγωγή λύματα. Από το κεντρικό σύστημα γίνεται τηλεχειρισμός του συστήματος και τηλεμετρίας της λειτουργικής κατάστασης της μονάδας ενώ με απευθείας διασύνδεση αισθητήρων στάθμης γίνεται η μέτρηση της στάθμης των δεξαμενών συγκέντρωσης ελαιωδών λυμάτων και καταλοίπων.

#### 4.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΟΣΙΜΟΥ / ΖΕΣΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ

Το σύστημα ποσίμου νερού διαχωρίζεται στα εξής τμήματα:

- A) παραγωγή πόσιμου νερού
- B) αποθήκευση πόσιμου
- Γ) παραγωγή ζεστού νερού
- Δ) διανομή πόσιμου και ζεστού νερού

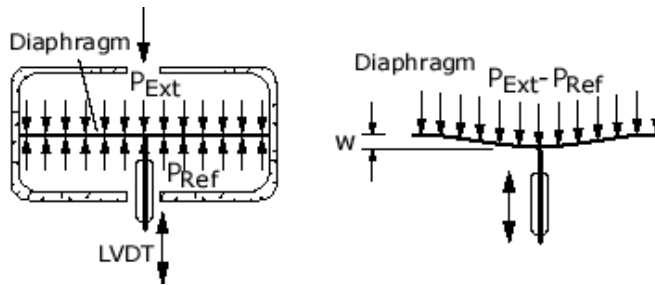
Για την παραγωγή του πόσιμου ύδατος χρησιμοποιήθηκαν αφαλατωτές αντιστροφής όσμωσης κατασκευάστριας εταιρίας Seafresh Desalinators Limited. Κατά την διαδικασία αυτή με αντλία υψηλής πίεσης παρέχεται θαλασσινό νερό σε διάταξη ημιπερατών μεμβρανών από της οποίες με το φαινόμενο της αντίστροφης όσμωσης μεταφέρεται μέρος του νερού από το μείγμα του θαλασσινού προς το πόσιμο νερό. Η λειτουργία τους είναι πλήρως αυτόματη από τοπική μονάδα που είναι διασυνδεδεμένη με το κεντρικό σύστημα για τηλεχειρισμό και έκδοση σημάτων εσφαλμένης λειτουργίας. Οι αισθητήρες που απαιτούνται είναι διακόπτες πίεσης για τον έλεγχο της διαδικασίας όσμωσης και αισθητήρα για την μέτρηση της αλατότητας του παραγόμενου ύδατος. Ο αισθητήρας αλατότητας μετρά την αγωγιμότητα του νερού που προκαλείται από τα διαλυμένα σε αυτό άλατα. Αποτελείται από τρεις σε σειρά δακτυλίους πάνω σε εποξικό κύλινδρο και μετρώντας την αναπτυσσόμενη τάση στο μεσαίο δακτύλιο λόγω των εκατέρωθεν φορτισμένων δακτυλίων υπολογίζεται η αγωγιμότητα του νερού.



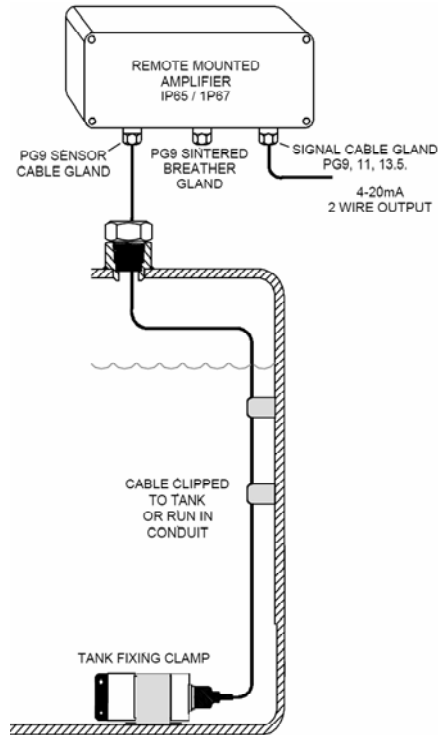
<b>Construction</b>	The probe housing is epoxy
<b>Size — L x W x H</b>	3.5 inches (89 mm) x 1 inch (25.4mm) x 0.75 inch (19 mm)
<b>Maximum Cable Length</b>	1000 ft. The sensor must be ordered with desired length as cable cannot be added to existing probes.
<b>Depth Rating</b>	Maximum 1000 feet
<b>pH Range</b>	Solution pH of less than 3.0 or greater than 9.0 may damage the stainless steel housing.
<b>Electrodes</b>	Passivated 316 SS with DC isolation capacitors.
<b>Cell Constant</b>	Individually calibrated. The cell constant ( $K_c$ ) is found on a label near the termination of the cable.
<b>Temp. Range of Use</b>	0° to 50°C.
<b>EC Range</b>	Approx. 0.005 to 7.0 mS cm <sup>-1</sup> .
<b>Accuracy</b>	in KCl and Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , NaHCO <sub>3</sub> , and NaCl standards at 25°C. ±5% of reading 0.44 to 7.0 mS cm <sup>-1</sup> . ±10% of reading 0.005 to 0.44 mS cm <sup>-1</sup> .

Σχήμα 66 : Μονάδα παραγωγής ποσίμου υδάτος και τεχνικά χαρακτηριστικά αισθητήρα μέτρησης αλατότητας μονάδας

Η αποθήκευση του ποσίμου νερού γίνεται σε δεξαμενές των οποίων η ποσότητα του νερού μετράται με χρήση αισθητηρίων πίεσης. Τα αισθητήρια είναι μοντέλο PSM 200/300 εταιρίας PSM INSTRUMENTATION LTD και είναι απευθείας διασυνδεδεμένα με το κεντρικό σύστημα. Τα αισθητήρια αυτά έχουν βασιστεί στην αρχή λειτουργίας μέτρησης της υδροστατικής πίεσης με τη χρήση κατάλληλου κατασκευασμένου διαφράγματος που είναι συνδεδεμένο με τον πυρήνα ενός αισθητήριου Linear Variable Differentia Transformer (LVDT) υψηλής διακριτότητας. Η έξοδος από την ενισχυτική διάταξη είναι στο εύρος 4-20mA. Η μετρούμενη υδροστατική πίεση των δεξαμενών γίνεται αντικείμενο επεξεργασίας από το κεντρικό σύστημα σε συνδυασμό με τις αποθηκευμένες καμπύλες ογκομέτρησης των δεξαμενών προκειμένου να μετατρέπεται σε ποσότητα ύδατος.



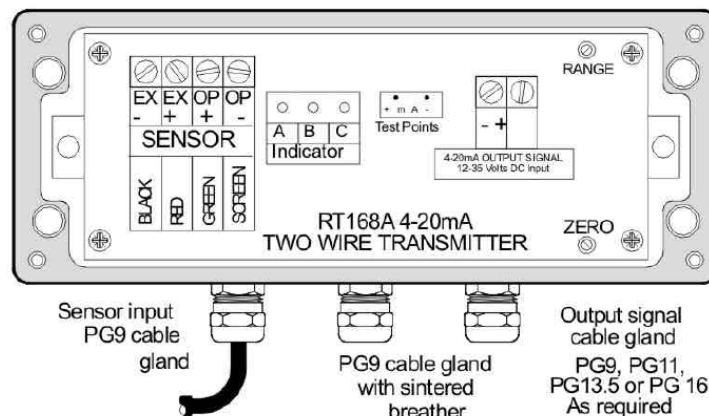
Σχήμα 67 : Αρχή λειτουργίας του αισθητηρίου μέτρησης πίεσης με χρήση LVDT όπου χρησιμοποιείται για μετρήσεις με μεγάλη ευαισθησία και ακρίβεια



<b>Calibrated spans:</b>	From 0 - 300mm H <sub>2</sub> O to 0 - 100m H <sub>2</sub> O	<b>Diaphragms:</b>	Hastelloy C276
<b>Range adjustment:</b>	3:1 turndown of normal range	<b>Sensor cable:</b>	Heavy duty TPE vented
<b>Zero adjustment:</b>	± 10% of calibrated span	<b>Electronics housing:</b>	IP65 GRP (NEMA 4) with internal RFI screen (IP67 optional)
<b>Overload:</b>	Minimum of 50 metres or 5 x nominal range	<b>Operating temperature:</b>	-25°C to +95°C (option: -80 to
<b>Nominal ranges:</b>	1, 2, 4, 8, 16, 32, 50, 100 metres H <sub>2</sub> O	<b>Electronics op. temp:</b>	-40 to +55°C
<b>Signal output:</b>	4 - 20mA DC 2 wire	<b>Minimum survival:</b>	-50°C
<b>Power supply:</b>	12 - 30V DC	<b>Accuracy:</b>	Better than ±0.25%
<b>Maximum load:</b>	1000 ohms at 30V	<b>Temp. coefficient:</b>	Less than 0.02% per °C shift zero and
<b>Sensor body:</b>	316L stainless steel		

Σχήμα 68 : Διάγραμμα τοποθέτησης ενός αισθητηρίου μέτρησης στάθμης με χρήση της υδροστατικής πίεσης και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του

#### TERMINATION OF INPUT AND OUTPUT CABLES

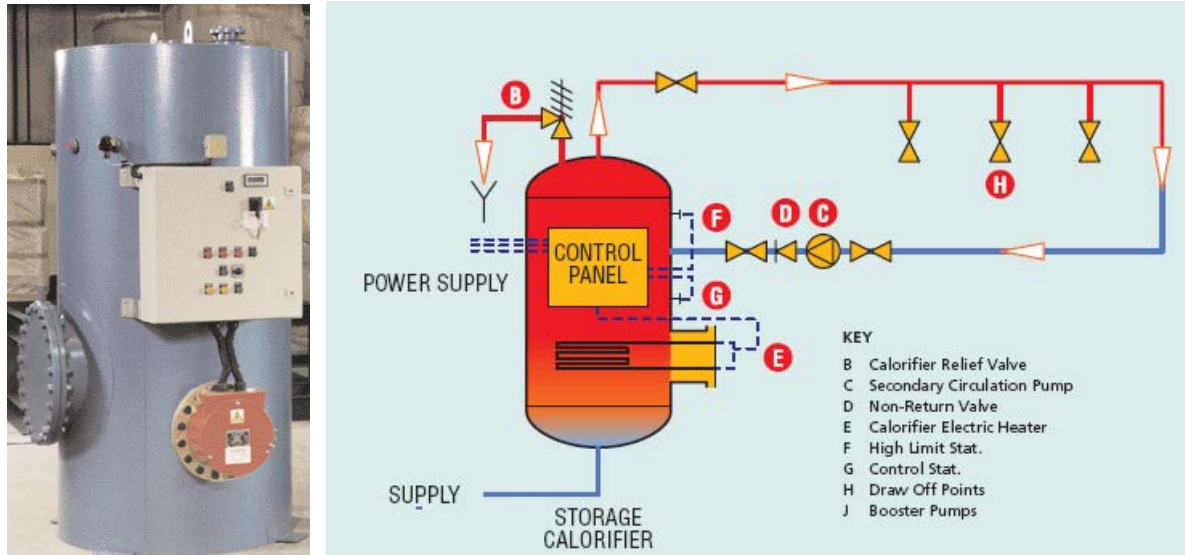


Σχήμα 69 : Απεικόνιση εσωτερικής διασύνδεσης της μονάδας ελέγχου αισθητηρίων μέτρησης στάθμης δεξαμενών

Η παραγωγή του ζεστού νερού γίνεται από δυο ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες κατασκευάστριας εταιρίας Rycroft Ltd που ελέγχονται από τοπική μονάδα της οποίας



τα μοναδικά αισθητήρια είναι οι θερμοστάτες λειτουργίας και ασφαλείας και η διάταξη ελέγχου υλοποιείται εντός του εκκινήτη . Οι θερμοσίφωνες ενεργοποιούνται μόνο τοπικά και δεν είναι διασυνδεδεμένοι με το κεντρικό σύστημα για τηλεμετρία της κατάστασης τους.



Σχήμα 70 : Μονάδα παραγωγής ζεστού νερού και διαγραμματική απεικόνιση της υδραυλικής και ηλεκτρικής διασύνδεσης

Τέλος η διανομή του νερού γίνεται με δυο αντλίες για το πόσιμο νερό ενώ για το ζεστό νερό υπάρχει αντλία κυκλοφορίας. Το κεντρικό σύστημα τηλεχειρίζει τις αντλίες του ποσίμου ύδατος και με χρήση αισθητήρα πίεσης εταιρίας WIKA που μετατρέπει την μετρούμενη πίεση σε ρεύμα εύρους 4-20mA καταγράφει την πίεση λειτουργίας του δικτύου. Το αισθητήριο είναι απευθείας συνδεδεμένο με τοπικό κιβώτιο I/O BOX προκειμένου να έχουμε την τηλεμετρία της πίεσης του δικτύου

#### 4.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

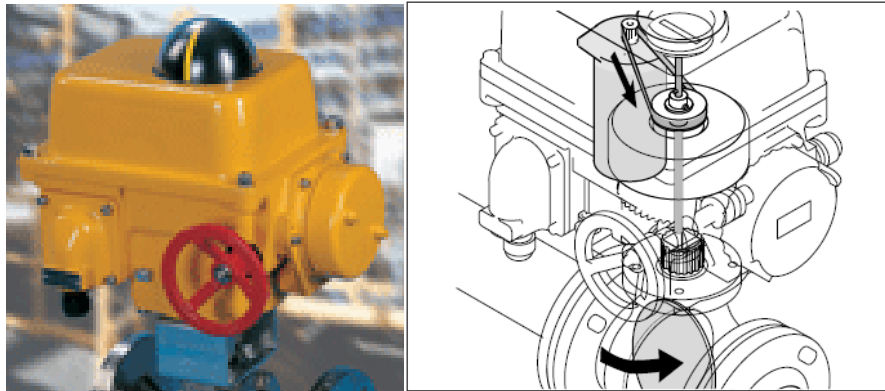
Το πετρέλαιο αποτελεί την κύρια πηγή ενεργείας στα πλοία και σε συνδυασμό των απαιτήσεων αυτονομίας αποτελεί ποσοστό του συνολικού εκτοπίσματος του πλοίου της τάξεως του 15%. Το σύστημα πετρελαίου αποτελείται από τις δεξαμενές αποθήκευσης και τα δίκτυα διανομής/πλήρωσης.

Οι δεξαμενές αποθήκευσης τηλεμετρούνται από το κεντρικό σύστημα με διάταξη αισθητήρων εταιρίας PSM INSTRUMENTATION LTD ιδίου μοντέλου με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν και στις δεξαμενές ποσίμου.

Τα δίκτυα διανομής διακρίνονται ανάλογα με την χρήση τους είτε για παροχή του καυσίμου προς τους καταναλωτές ( μηχανές πρόωσης , ηλεκτρομηχανές ) είτε για μετάγγιση / πλήρωση δεξαμενών. Η μετάγγιση του πετρελαίου γίνεται με την χρήση ηλεκτρικών αντλιών με δυνατότητα διέλευσης του καυσίμου από φίλτρα κατακράτησης στερεών σωματιδίων και υγρασίας. Σε αυτό το τμήμα υφίσταται τηλεχειρισμός στα επιστόμια και στις αντλίες. Τα τηλεχειριζόμενα επιστόμια είναι κατασκευάστριας εταιρίας El-O-Matic και είναι κατευθείαν διασυνδεδεμένα με το κεντρικό σύστημα.

Στα τηλεχειριζόμενα επιστόμια η κίνηση του μηχανισμού του επιστομίου γίνεται από ένα κινητήρα και η τελικές θέσεις ελέγχονται από μικροδιακόπτες ώστε να

διακοπή η τροφοδότηση του κινητήρα όταν ολοκληρωθεί η κίνηση και να τηλεμετράτε η κατάσταση του ( ανοικτό , κλειστό , ενδιάμεση θέση ) .



Σχήμα 71 : Τηλεχειριζόμενο επιστόμιο στο δίκτυο πετρελαίου

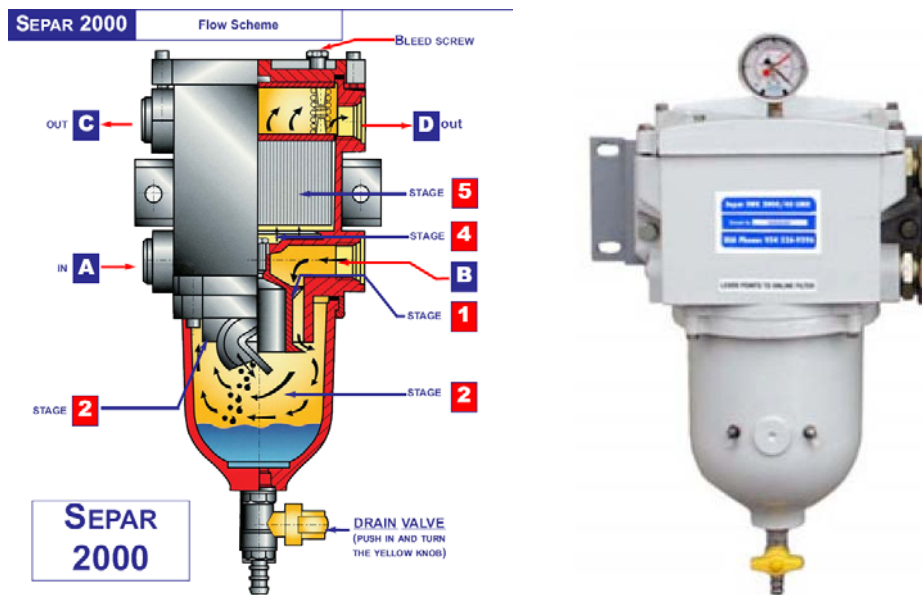
Στα φίλτρα υπάρχουν αισθητήρες διαφορικής πίεσης για έλεγχο ενδεχόμενης απόφραξης των στοιχείων και αισθητήρες υγρασίας για τους συλλέκτες αυτής εντός των φίλτρων. Τα φίλτρα είναι εταιρίας SEPAR SWK και διαθέτουν ενσωματωμένους τους προαναφερθέντες αισθητήρες. Ειδικότερα ο αισθητήρας ανίχνευσης στάθμης στον συλλέκτη παρακράτησης υγρασίας είναι εταιρίας BEDIA το μοντέλο PLCA 50 που έχει ως αρχή λειτουργίας την ανίχνευση της μεταβολής της χωρητικότητας στον περιβάλλοντα χώρο του αισθητηρίου. Αυτή η μεταβολή στο ηλεκτρόδιο του αισθητήρα διεγείρει έναν ταλαντωτή, αναγκάζοντας τον για να δονηθεί (σε μια συχνότητα περ. 600 kHz).



Operating voltage:	DC 12/24V ( -25% / +50% )
Current consumption:	Typ. 8 mA
Signal output switching current:	1A over the whole operating voltage range. At inductive loads freewheeling diode e.g. 1N4007, has to be mounted at the load.
Switch point vertically mounted:	20mm +/- 6mm
Switch point horizontally mounted	2,5mm +/- 1mm
Switch point hysteresis:	typ. < 3mm
Medium temperature:	-30°C bis +125°C
Ambient temperature:	-30°C bis +125°C
Storage temperature:	-50°C bis +125°C
Response delay:	variable
Integral control function:	variable
Reverse polarity protection:	in-built between plus and minus terminal
Function:	variable

Σχήμα 72 : Αισθητήριο ανίχνευσης στάθμης υγρασίας και τεχνικά χαρακτηριστικά του

Τέλος οι αισθητήρες διαφορικής πίεσης ελέγχουν την διαφορά πίεσης μεταξύ της εισόδου και τις εξόδου από το φίλτρο . Σε περίπτωση που υπερβεί η διαφορική πίεση μια καθορισμένη τιμή της τάξεως 0,5 έως 1 Bar τότε ενεργοποιείται ο διακόπτης και αποστέλλεται σήμα στο κεντρικό σύστημα ένδειξης απόφραξης του φίλτρου.



Σχήμα 73 : Φίλτρο καθαρισμού και κατακράτησης υγρασίας στο δίκτυο πετρελαίου

#### 4.7 ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΟΥ ΕΛΑΙΟΥ

Το λιπαντικό έλαιο αποτελεί βασικό λειτουργικό ρευστό για τις μηχανές για λίπανση και ψύξη των κινούμενων τμημάτων. Στα πλοία αποτελεί ποσοστό επί του συνολικού καυσίμου της τάξεως του 2% καθώς για τις μηχανές εσωτερικής καύσης είναι δικαιολογημένη η κατανάλωση ελαίου κατά την λειτουργία και απαιτείτε στα πλαίσια περιοδικών συντηρήσεων. Το σύστημα λιπαντικού ελαίου κατά αντιστοιχία με το σύστημα πετρελαίου αποτελείται από τις δεξαμενές αποθήκευσης και τα δίκτυα διανομής/πλήρωσης.

Οι δεξαμενές αποθήκευσης τηλεμετρούνται από το κεντρικό σύστημα με διάταξη αισθητήρων εταιρίας PSM INSTRUMENTATION LTD ίδιου μοντέλου με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν και στις δεξαμενές ποσίμου.

Τα δίκτυα διανομής διακρίνονται ανάλογα με την χρήση τους είτε για παροχή του ελαίου προς τους καταναλωτές ( μηχανές πρόωσης , ηλεκτρομηχανές , μειωτήρες στροφών ) είτε για μετάγγιση / πλήρωση δεξαμενών. Η μετάγγιση του ελαίου γίνεται με την χρήση ηλεκτρικών αντλιών που ο χειρισμός τους γίνεται μόνο τοπικά.

#### 4.8 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΟΣ

Στα πλοία ο πεπιεσμένος αέρας βρίσκει πλήθος εφαρμογών σε συστήματα ελέγχου και παραγωγής μηχανικής ενέργειας. Οι πιέσεις κυμαίνονται ανάλογα με το είδος εφαρμογής και διακρίνονται σε τρία πεδία:

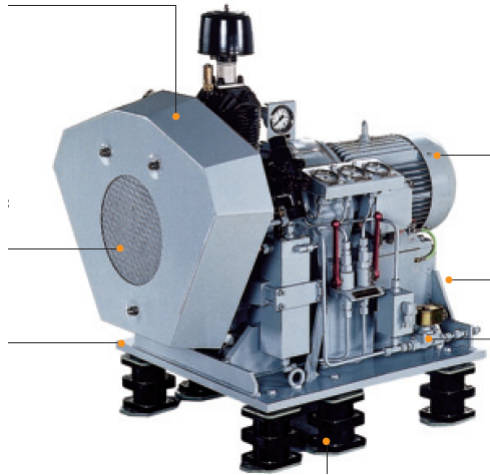
A) χαμηλής ( 6-10Bar ) για χρησιμοποίηση από τα σύστημα ελέγχου ( ενεργοποίηση εμβόλων , βαλβίδων ) και για χρήση από εργαλεία

B) μέσης ( 30-50Bar ) για εκκίνηση μηχανών εσωτερικής καύσης ( μηχανές πρόωσης , ηλεκτρομηχανές )

Γ) υψηλής ( 200-350Bar ) σε αυτήν την πίεση παράγεται από τους αεροσυμπιεστές και αποθηκεύετε σε αεριοφυλάκια προκειμένου να επιτευχθεί μεγαλύτερη αποθήκευση αέρος στα περιορισμένου όγκου αεριοφυλάκια. Παράλληλα ο

αέρας σε αυτήν την πίεση χρησιμοποιείται μετά από επεξεργασία για χρήση από τις αναπνευστικές συσκευές .

Το σύστημα του πεπιεσμένου αέρα διακρίνεται στο σύστημα παραγωγής και διανομής. Σε συνδυασμό με τα προαναφερόμενα και στα τρία πεδία πίεσης υφίστανται κατάλληλα επιλεγμένης χωρητικότητας αεριοφυλάκια συγκέντρωσης / εξομάλυνσης της πίεσης ανάλογα με τον ρυθμό κατανάλωσης που επικρατεί σε κάθε πεδίο.



Σχήμα 74 : Απεικόνιση αεροσυμπιεστή υψηλής πίεσης

Η παραγωγή αέρος υψηλής πίεσης γίνεται από ηλεκτροκίνητους εμβολοφόρους συμπιεστές εταιρίας J.P. Sauer & Sohn Maschinenbau GmbH . Σε αυτούς υπάρχει τοπική μονάδα ελέγχου που υλοποιείται με διάταξη ηλεκτρονόμων και χρονοδιακοπών και υφίσταται εντός του εκκινητή κάθε αεροσυμπιεστή για την προστασία του συστήματος και την αυτόματη λειτουργία. Οι ασφαλιστικές διατάξεις παρέχουν προστασία στον ηλεκτρικό κινητήρα για περίπτωση απώλειας φάσης τροφοδότησης , υπερέντασης και υψηλής θερμοκρασίας του κινητήρα καθώς και προστασία από υψηλή πίεση αέρος και χαμηλή πίεση ελαίου στο μηχανικό τμήμα του συμπιεστή . Επιπλέον στην αυτόματη λειτουργία ο αεροσυμπιεστής εκκινεί και σταματά προκειμένου να διατηρεί την πίεση του δικτύου εντός των ορίων 170-207 και σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα κατά την λειτουργία εκτελεί εξυδατώσεις στα φίλτρα υγραποιώσεων που διαθέτει .

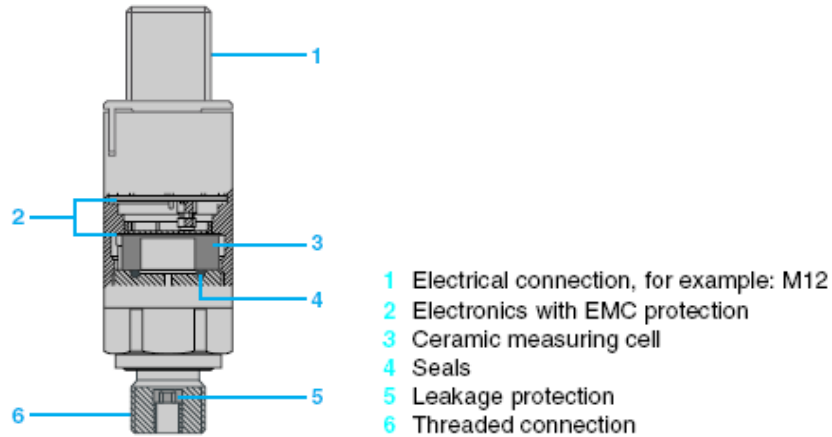


Σχήμα 75 : Διακόπτες πίεσης για το λαδί λίπανση και κατάθλιψη αέρος

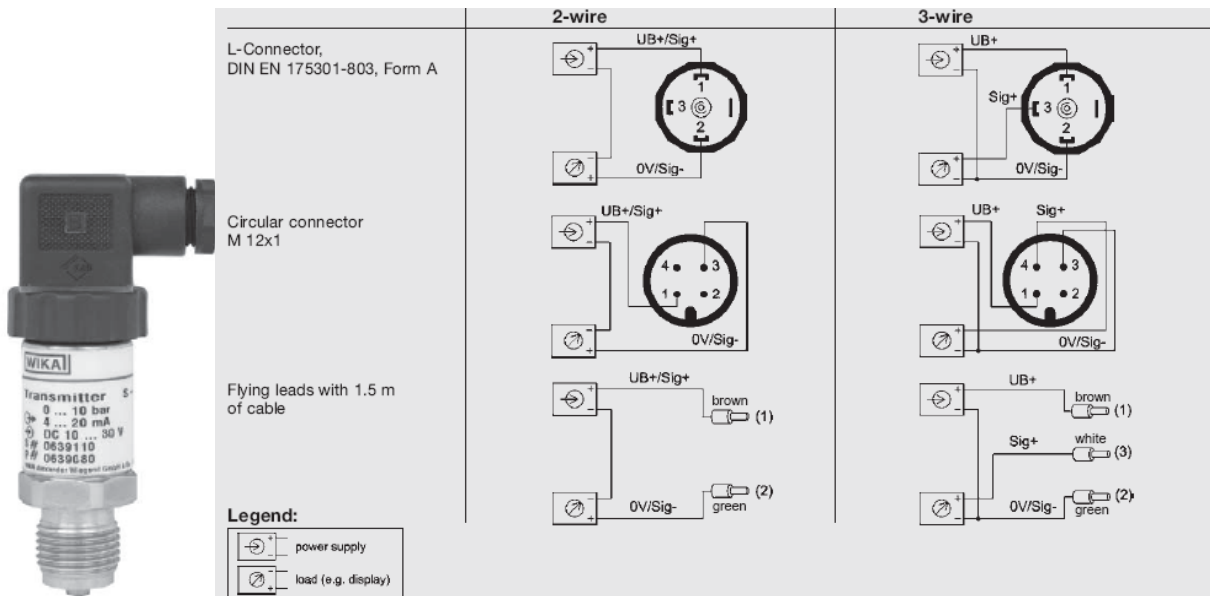
Τα αισθητήρια που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του αεροσυμπιεστή είναι διακόπτες πίεσης αντίστοιχα :

- A) για την ελάχιστη πίεση ελαίου λειτουργίας με ρολό ασφαλιστικού άμεσης διακοπής λειτουργίας ρυθμισμένο στο 1 Bar
- B) για την μέγιστη πίεση αέρος κατάθλιψης με ρολό ασφαλιστικού άμεσης διακοπής λειτουργίας ρυθμισμένο στα 230 Bar
- Γ) για τον καθορισμό του εύρους πίεσης λειτουργίας του αεροσυμπιεστή

Το κεντρικό σύστημα είναι διασυνδεδεμένο με την τοπική μονάδα των αεροσυμπιεστών για τηλεχειρισμό και τηλεμετρία της λειτουργίας και με τους μεταδότες πίεσης που υφίστανται και στα τρία πεδία πίεσης. Τα αισθητήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την μέτρηση της πίεσης στα δίκτυα διανομής είναι εταιρίας WIKA και μετατρέπουν την μετρούμενη πίεση σε ρεύμα εύρους 4-20mA. Η αρχή λειτουργίας τους στηρίζεται στην μεταβολή της αντίστασης συστοιχίας strain gages σε γέφυρα Wheatstone όταν αυτά είναι τοποθετημένα σε κεραμική επιφάνεια της οποίας μεταβάλλονται οι διαστάσεις λόγω ανάπτυξης πίεσης.



Σχήμα 76 : Εσωτερική διάταξη εξαρτημάτων μεταδότη πίεσης αέρος



Σχήμα 77 : Ηλεκτρική διασύνδεση μεταδότη πίεσης αέρος

Power supply $U_B$	$U_B$ in DC V	$10 < U_B \leq 30$ (14 ... 30 with signal output 0 ... 10 V)
Signal output and maximum load $R_A$	$R_A$ in Ohm	4 ... 20 mA, 2-wire $R_A \leq (U_B - 10 \text{ V}) / 0.02 \text{ A}$ 0 ... 20 mA, 3-wire $R_A \leq (U_B - 3 \text{ V}) / 0.02 \text{ A}$ {0 ... 5 V, 3-wire} $R_A > 5,000$ {0 ... 10 V, 3-wire} $R_A > 10,000$ {other signal outputs on request}
Adjustability zero/span	%	$\pm 10$ using potentiometers inside the instrument
Response time (10 ... 90 %)	ms	$\leq 1$ ( $\leq 10$ ms at medium temperatures below $-30$ °C for pressure ranges up to 25 bar or with flush diaphragm)
Dielectric strength	DC V	500 <sup>5)</sup>
		<sup>5)</sup> NEC Class 02 power supply (low voltage and low current max. 100 VA even under fault conditions)
Accuracy	% of span	$\leq 0.25$ {0.125} <sup>6)</sup> (BFSL)
	% of span	$\leq 0.5$ {0.25} <sup>6)7)</sup>
		<sup>6)</sup> Accuracy { } for pressure ranges $\geq 0.25$ bar
		<sup>7)</sup> Including non-linearity, hysteresis, non-repeatability, zero point and full scale error (corresponds to error of measurement per IEC 61298-2). Adjusted in vertical mounting position with lower pressure connection.
Non-linearity	% of span	$\leq 0.2$ (BFSL) according to IEC 61298-2
1-year stability	% of span	$\leq 0.2$ (at reference conditions)

Σχήμα 78 : Τεχνικά χαρακτηριστικά μεταδότη πίεσης αέρος

#### 4.9 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΟΣ ΕΛΙΚΩΝ

Στα πλοία όπου χρησιμοποιείται η συμβατική μέθοδος πρόωσης με χρήση ελίκων κύριος παράγοντας μελέτης είναι η υδροδυναμική κατασκευή των πτερυγίων. Συχνά όμως οι απαιτήσεις μεταφοράς ισχύος οδηγούν σε αντικρουόμενες λύσεις επιλογής εύρους στροφών και θέσης τοποθέτησης των ελίκων στα ύφαλα του πλοίου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα στις εφαρμοζόμενες λύσεις να εμφανίζεται το φαινόμενο της σπηλαιώσης στην επιφάνεια των πτερυγίων. Η σπηλαιώση είναι το φαινόμενο της αποκόλλησης της ροής του ρευστού από την κινούμενη επιφάνεια με αποτέλεσμα την ανάπτυξη περιοχών ασταθούς πίεσης γεγονός που οδηγεί σε κραδασμούς και τοπική φθορά του υλικού. Με στόχο την απομείωση του φαινομένου έχουν αναπτυχθεί τεχνικές που στηρίζονται στην εμφύσηση πεπιεσμένου αέρα από κατάλληλα ακροφύσια από την επιφάνεια του πτερυγίου ή από τα ακροπρυμνα στηρίγματα των ελικοφόρων αξόνων.

Στο πλοίο η παραγωγή αέρος γίνεται από ηλεκτροκίνητους ακτινικούς συμπιεστές εταιρίας Gardner Denver Alton Ltd ανά δυο ελικοφόρους άξονες. Σε αυτούς υπάρχει τοπική μονάδα ελέγχου για την λειτουργία και έκδοση σημάτων εσφαλμένης λειτουργίας. Τα σήματα βλάβης αφορούν την λειτουργία του ηλεκτρικού κινητήρα και σχετίζονται με την απώλεια φάσης στο παρερχόμενο ρεύμα, υπερένταση και υπερθέρμανση κινητήρα.

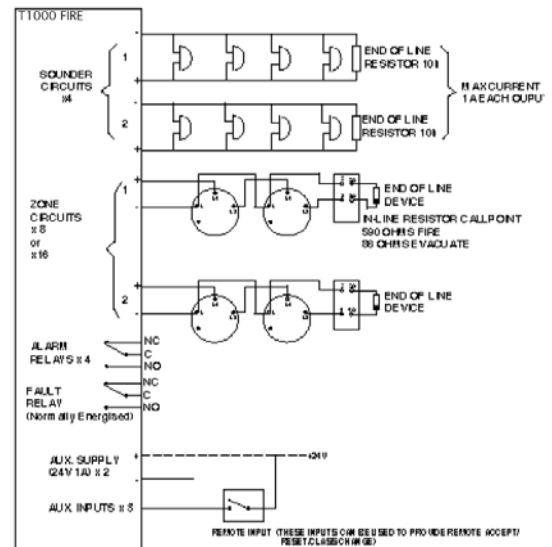
Το κεντρικό σύστημα στο οποίο είναι διασυνδεδεμένες οι τοπικές μονάδες είναι υπεύθυνο να θέτει εντός ή εκτός τους αεροσυμπιεστές ανάλογα με της στροφές των αξονικών. Επίσης με χρήση αισθητήρων πίεσης τηλέμετρα την παρερχόμενη πίεση αέρος προς τους έλικες. Τα αισθητήρια είναι όμοια ( έξοδος μετρούμενου μεγέθους στο εύρος 4-20mA ) με αυτά που χρησιμοποιούνται στο σύστημα πεπιεσμένου αέρος.

## 5. ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

Τα συστήματα που περιλαμβάνονται στον έλεγχο βλαβών αποτελούν αυτά που ανιχνεύουν την ανάπτυξη επικίνδυνων καταστάσεων ( πυρκαγιάς , διαρροής ) καθώς επίσης και τα εγκαταστημένα συστήματα που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση αυτών.

### 5.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ

Η φωτιά αποτελεί τον σοβαρότερο κίνδυνο σε ένα πλοίο που συχνά οδηγεί σε μοιραία αποτελέσματα. Ο έγκαιρος προσδιορισμός της θέσης της εστίας φωτιάς από το προσωπικό είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την επιτυχή αντιμετώπιση της. Στο πλοίο έχει εγκατασταθεί το ολοκληρωμένο σύστημα πυρανίχνευσης της εταιρίας Tyco Marine μοντέλο T1000.



Σχήμα 79 : Απεικόνιση του ολοκληρωμένου συστήματος πυρανίχνευσης και ενδεικτική διαγραμματική διασύνδεση του

Αυτό αποτελείται από την μονάδα ελέγχου και τους αισθητήρες που είναι διασκορπισμένοι σε όλους τους χώρους του πλοίου. Οι χώροι στο πλοίο διακρίνονται σε ενδισαιήσεις, αποθήκες, μαγειρεία, διαμερίσματα ηλεκτρικών/ηλεκτρονικών συσκευών και μηχανοστάσια. Για τις αποθήκες ανάλογα του είδους του πλοίου μπορεί να χρησιμοποιούνται για εύφλεκτα ή και εκρηκτικά υλικά. Οι αισθητήρες ποικίλλουν ανάλογα τον χώρο που βρίσκονται και είναι ομαδοποιημένοι σε ζώνες ανάλογα την τοπολογική θέση των διαμερισμάτων. Οι αισθητήρες που διασυνδέονται με το σύστημα πυρανίχνευσης διακρίνονται σε:

A) Οπτικούς ανιχνευτές καπνού για γενική χρήση σε όλους τους χώρους (MR601M Optical). Σε αυτούς εσωτερικά υπάρχει προσανατολισμένη πηγή προς δέκτη φωτός (υπέρυθρου) όπου σε περίπτωση απουσίας του καπνού η ισχύς μεταφέρεται από την πηγή στον δέκτη. Στην περίπτωση ύπαρξης καπνού τότε σκεδάζεται το φως από τα σωματίδια του καπνού λόγω της διάστασης τους, με αποτέλεσμα να μεταφέρεται τελικά μικρότερη ισχύς στον δέκτη και να οδηγεί σε διακοπή του κυκλώματος.

Β) Ανιχνευτές ιονισμένων αερίων για χρήση σε χώρους όπου μπορεί να αναπτυχθεί φωτιά χωρίς την εκπομπή ορατού καπνού (MF601M ION Chamber). Σε αυτούς εσωτερικά υπάρχουν δυο αντίθετα φορτισμένες πλάκες που περιέχουν Αμερίκιο που εκπέμπει Άλφα σωματίδια. Όταν δεν υπάρχει καπνός μεταξύ των πλακών τα σωματίδια Άλφα ιονίζουν τα άτομα οξυγόνου και αζώτου που οδηγούνται προς τις πλάκες προκαλώντας έτσι μια συνεχή ροή ρεύματος μεταξύ των πλακών. Ενώ σε αντίθετη περίπτωση τα σωματίδια του καπνού προσκαλούνται στα ιόντα με αποτέλεσμα να διακόπτετε η ροή ρεύματος. Γενικά οι αισθητήρες αυτοί είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στον καπνό ακόμα και όταν αυτός δεν είναι ορατός.

Γ) Ανιχνευτές ρυθμού αύξησης θερμοκρασίας για χώρους μαγειρείων (MD601 Rate of Rise Heat) και καθορισμένου ορίου θερμοκρασίας . Σε αυτούς υπάρχουν στοιχειά τύπου θερμιστορ σε διάταξη γέφυρας .

Δ) Ανιχνευτές φλόγας για χώρους μηχανοστασίων (MS302Ex Flame). Αυτοί αποτελούνται από δέκτη υπεριώδους ( 380 μm – 480 μm) ή υπέρυθρου ( 800μm) και ενεργοποιούνται από την ακτινοβολία που προκαλείται από την φλόγα των πετρελαιοειδών καυσίμων.

Ε) Διακόπτες θραύσης κρυστάλλου για την ενεργοποίηση του συστήματος χειροκίνητα από το προσωπικό και βρίσκονται τοποθετημένοι σε όλους τους χώρους



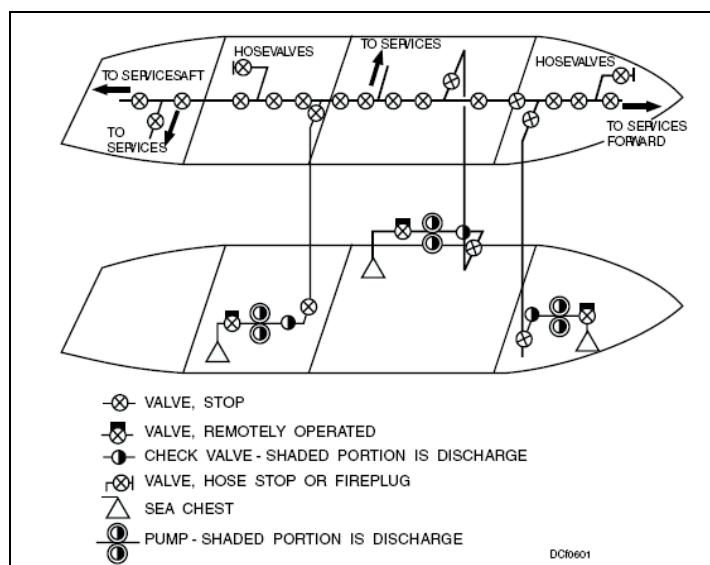
Σχήμα 80 : Απεικόνιση διαφόρων ειδών αισθητήρων συστήματος πυρανίχνευσης

Σε κάθε περίπτωση ενεργοποίησης ενός αισθητήρα το σύστημα εκδίδει ηχητικό και οπτικό σήμα στο τοπικό πίνακα ελέγχου και μέσω της διασύνδεσης του με I/O BOX ενημερώνονται και με τις αντίστοιχες ενδείξεις και οι σελίδες των χειριστών του κεντρικού συστήματος ελέγχου του πλοίου . Επιπλέον υπάρχει η διασύνδεση με το σύστημα εσωτερικών ανακοινώσεων προκειμένου να σημανθεί ο γενικός συναγερμός εφόσον δε αναγνωριστεί το σφάλμα έγκαιρα από το προσωπικό ασφαλείας. Τέλος με την ενεργοποίηση της πυρανίχνευσης το κεντρικό σύστημα εκδίδει αυτόματα τις εντολές για την διακοπή λειτουργίας στους κινητήρες των ανεμιστήρων και εξαεριστήρων που υποστηρίζουν τη ζώνη του ενεργοποιημένου αισθητήρα καθώς και αυτών που εξυπηρετούν και τις παρακείμενες ζώνες.



## 5.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

Στα πλοία υπάρχει το δίκτυο θαλασσινού νερού που εκτίνεται σε όλο το μήκος και ύψος του και εξυπηρετεί τις λήψεις πυρόσβεσης, αυτό ονομάζεται και δίκτυο πυρκαγιάς. Το δίκτυο υποστηρίζεται από κατάλληλο αριθμό ηλεκτροκίνητων αντλιών, των οποίων ο αριθμός εξαρτάται από την διάσταση του πλοίου και των περιφερικών συστημάτων που πιθανών να εξυπηρετούνται από αυτό ( π.χ. η δυνατότητα παροχής νερού για βοηθητική ψύξη μηχανημάτων δεν πρέπει να απομειώνει την δυνατότητα παροχής νερού για κατάσβεση πυρκαγιάς).

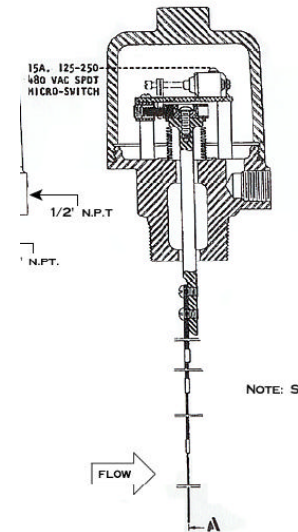


Σχήμα 81 : Ενδεικτικό διάγραμμα της υλοποίησης ενός δικτύου πυρκαγιάς σε πλοίο

Οι ηλεκτροκίνητες αντλίες ελέγχονται από τοπικούς πίνακες που εσωκλείουν τις ασφαλιστικές διατάξεις για την προστασία των τριφασικών κινητήρων ( προστασία για υπέρταση, υπερφόρτωση, απώλεια φάσης και θερμοκρασία τυλίγματος ). Οι τοπικοί πίνακες είναι διασυνδεδεμένοι με το κεντρικό σύστημα προκειμένου να τηλεχειρίζονται οι αντλίες. Το κεντρικό σύστημα με χρήση αισθητηρίων πίεσης την καταγράφει και επιλέγει την ενεργοποίηση ή μη των αντλιών ώστε να διατηρείται η πίεση στο δίκτυο εντός ορίων. Τα αισθητήρια είναι εταιρίας WIKA και μετατρέπουν την μετρούμενη πίεση σε ηλεκτρικό σήμα 4-20mA με χρήση γέφυρας Wheatstone αποτελούμενης από στοιχεία Strain gages που έχει τοποθετηθεί σε μεμβράνη που παραμορφώνεται ελαστικά λόγω της εφαρμοζόμενης πίεσης.

Σε διαμερίσματα όπου υπάρχει υψηλός κίνδυνος ανάπτυξης φωτιάς λόγω των υλικών που τον απαρτίζουν ή αποθηκεύονται υφίσταται δίκτυο με κατεονιστήρες που μπορούν να κατακλύσουν το διαμέρισμα και να περιορίσουν την φωτιά ή να ψύξουν τα αποθηκευμένα υλικά προκειμένου να γίνουν αδρανή. Το δίκτυο αυτό εξυπηρετείται από το δίκτυο πυρκαγιάς μέσω τηλεχειριζόμενων επιστομίων. Αναλόγως τον σχεδιασμό του πλοίου μπορούν να είναι ηλεκτρικά τηλεχειριζόμενα από το κεντρικό σύστημα ενταγμένα στο σύστημα πυρανίχνευσης/πυρασφάλειας ή χειροκίνητα τηλεχειριζόμενα από εξωτερικούς χώρους των διαμερισμάτων. Στην συγκεκριμένη εφαρμογή υπάρχουν δίκτυα κατεονήστων μόνο για τις αποθήκες επικίνδυνων/εκρηκτικών υλικών που τα επιστόμια είναι χειροκίνητα τηλεχειριζόμενα εξωτερικά των αποθηκών. Σε σειρά με αυτά τα επιστόμια έχουν τοποθετηθεί αισθητήρες ροής που είναι διασυνδεδεμένοι με το κεντρικό σύστημα για την

επιβεβαίωση/γνωστοποίηση της εκτελούμενης διαδικασίας κατάκλισης διαμερίσματος με θαλασσινό νερό. Οι αισθητήρες είναι εταιρίας F.Bamford Ltd και αποτελούνται από έναν διακόπτη που αλλάζει κατάσταση καθώς είναι συνδεδεμένος μηχανικά με κατάλληλο διάφραγμα που μετακινείται λόγω της ροής του ρευστού.



Σχήμα 82 : Απεικόνιση του αισθητήρα ροής και των εξαρτημάτων που τον αποτελούν

### 5.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΥΡΟΣΒΕΣΗΣ ΜΕ ΚΑΤΑΚΛΙΣΗ CO<sub>2</sub>

Για την αντιμετώπιση της φωτιάς μπορούν να χρησιμοποιηθούν και αδρανή αέρια προκειμένου να απομακρυνθεί το οξυγόνο από την εστία. Επιπλέον υπάρχουν εφαρμογές όπου χρησιμοποιούνται χημικές ενώσεις σε μορφή αερίου που επεμβαίνουν στην αλυσιδωτή αντίδραση της καύσης και την διακόπτουν. Οι τακτικές αυτές ακολουθούνται για χώρους όπου υπάρχει κίνδυνος φωτιάς από πετρελαιώδη ρευστά και η χρήση του νερού δεν είναι αποτελεσματική προκειμένου με ασφάλεια να γίνει κατάσβεση. Επισημαίνεται ότι σε όλες τις περιπτώσεις της παραπάνω μεθοδολογίας δεν πρέπει να υπάρχει προσωπικό στον χώρο, όπου γίνεται χρήση αερίων πυρόσβεσης, αν δεν φέρει κατάλληλο αναπνευστικό εξοπλισμό. Τέλος βάσει διεθνών κανονισμών SOLAS IMO δεν επιτρέπεται να υπάρχει δυνατότητα της αυτόματης ενεργοποίησης εγκατεστημένων συστημάτων πυρόσβεσης με αέρια.

Με βάση τα παραπάνω στο πλοίο επιλέχτηκε να χρησιμοποιηθεί το σύστημα κατάκλισης με CO<sub>2</sub>. Σε αυτό απαιτούνται ασφαλιστικές διατάξεις που γνωστοποιούν στο προσωπικό ότι πρόκειται να εκτελεστεί κατάκλιση και υλοποιούνται στην τοπική μονάδα ελέγχου. Το παραπάνω επιτυγχάνεται με παγίδευση των κιβωτίων ελέγχου / ενεργοποίησης της κατάκλισης καθώς επίσης και των θυρών πρόσβασης στους χώρους αποθήκευσης των φιαλών. Η παγίδευση γίνεται με χρήση οριοδιακοπών θηρών εταιρίας Graig & Derricott LTD. Οι οριοδιακόπτες είναι συνδεδεμένοι στο κιβώτιο ελέγχου CO<sub>2</sub> που υλοποιείται με διάταξη ηλεκτρονόμων προκειμένου να ενεργοποιηθούν οι αντίστοιχες σειρήνες και φάρους για να γνωστοποιηθεί η κίνηση στο προσωπικό.

Τέλος υπάρχουν διακόπτες πίεσης στα δίκτυα που οδηγούν το αέριο προς τους χώρους και με αυτούς ελέγχεται αν έχει εκτελεστεί η απελευθέρωση του αερίου. Οι αισθητήρες αυτοί είναι συνδεδεμένοι με το κιβώτιο ελέγχου CO<sub>2</sub> προκειμένου με την ενεργοποίηση και αυτών να μεταβληθούν οι ηχητικές ενδείξεις για την ενημέρωση

του προσωπικού. Επιπρόσθετα η τοπική μονάδα ελέγχου είναι διασυνδεδεμένη μέσω I/O BOX με το κεντρικό σύστημα για να τηλεμετρά την κατάσταση του συστήματος κατακλίσεως των μηχανοστασίων .

#### 5.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ

Στο κεντρικό σύστημα γίνεται αποτύπωση σε πραγματικό χρόνο της κατάστασης όλων των ανοιγμάτων του πλοίου. Τα ανοίγματα του πλοίου διακρίνονται σε εξωτερικά και εσωτερικά και μπορεί να είναι αεραγωγοί ή θύρες και καταπακτές. Αναλόγως του μεγέθους του σκάφους υπάρχει η περίπτωση τα εσωτερικά ανοίγματα μεταξύ των στεγανών να γίνονται αντικείμενα τηλεχειρισμού.

Στην περίπτωση του υπό εξέταση πλοίου υπάρχει μόνο τηλεμετρία της κατάστασης του ανοίγματος με χρήση οριοδιακοπών εταιρίας Graig & Derricott LTD. Για τις θύρες και τις καταπακτές υπάρχουν εγκατεστημένοι όριο-διακόπτες μόνο για την θέση κλειστού . Ενώ για τα ανοίγματα του αερισμού / εξαερισμού υπάρχουν διακόπτες και στις δυο τελικές θέσεις ( ανοικτό , κλειστό ) προκειμένου τα ανοίγματα να ασφαλίζονται από τους χρήστες στην τελική τους θέση. Με την χρήση δυο διακοπών επιπλέον επιτυγχάνεται η αναγνώριση της κατάστασης του ανοίγματος με αστερέωτο καπάκι ( ούτε ανοικτό , ούτε κλειστό ) και η αναγνώριση βλάβης σε αισθητήρα για την περίπτωση ενδείξεις και κλειστό και ανοικτό καπάκι .

Όλοι οι παραπάνω αισθητήρες διασυνδέονται κατευθείαν σε τοπικά I/O BOX και από το κεντρικό σύστημα ενημερώνεται συνεχώς η αντίστοιχη σελίδα απεικόνισης των ανοιγμάτων του πλοίου.



Electrical Contact Ratings

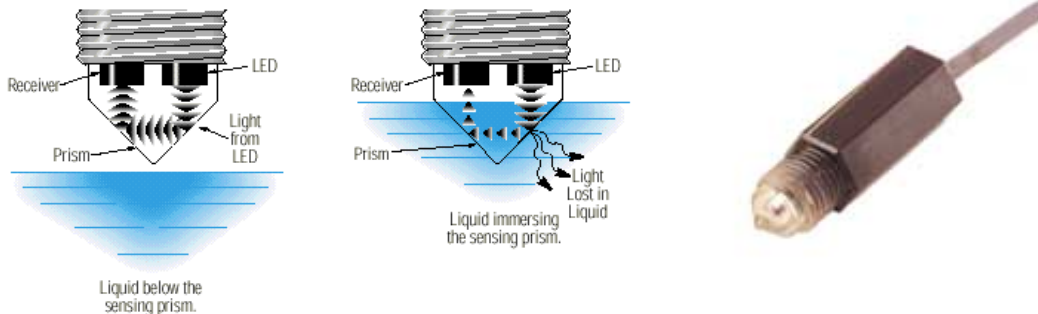
Volts	AC—NEMA A600					DC			
	Max. Current—35% Power Factor					Maximum Current			
	Make		Break		Continuous Carrying A	Volts	Make or Break		Continuous Carrying A
A	VA	A	VA	A			VA		
120	60	7200	6	720	10	125	1.1/0.55 ▲	138/69 ▲	5/2.5 ▲
240	30	7200	3	720	10	...	...	...	...
480	15	7200	1.5	720	10	250	0.27	67.5	2.5
600	12	7200	1.2	720	10	600	0.10	60	2.5

Σχήμα 83 : Απεικόνιση των οριοδιακοπών και τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά

#### 5.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΥΤΩΝ

Σε όλους τους χώρους του κατώτερου καταστρώματος υφίστανται αισθητήρες ένδειξης στάθμης υγρού για την ανίχνευση ύπαρξης διαρροής. Οι αισθητήρες είναι διασυνδεδεμένοι απευθείας με το κεντρικό σύστημα και γίνεται αποτύπωση σε πραγματικό χρόνο της κατάστασης όλων των στεγανών του πλοίου. Η αρχή λειτουργίας στηρίζεται στην διάθλασης του φωτός. Όπως φαίνεται και στο σχήμα εντός του πρίσματος υπάρχει ένας ημιαγωγός (LED) εκπομπής και ένας δεκτής υπέρυθρου. Όταν το πρίσμα είναι στην ατμόσφαιρα τότε όλη η ισχύς μεταφέρεται από τον πομπό στον δέκτη ενώ όταν αυτό είναι μέσα σε υγρό ( νερό , καύσιμο , έλαιο )

τότε μέρος της υπέρυθρου διαθλάται και στον δέκτη μετρούμε μειωμένη ισχύ. Η λαμβανόμενη ισχύς στον δέκτη ελέγχεται από κατάλληλο κύκλωμα που ανάλογα με τη ρύθμιση της ευαισθησίας εκδίδει σήμα στάθμης τάσης προς το κεντρικό σύστημα ελέγχου.

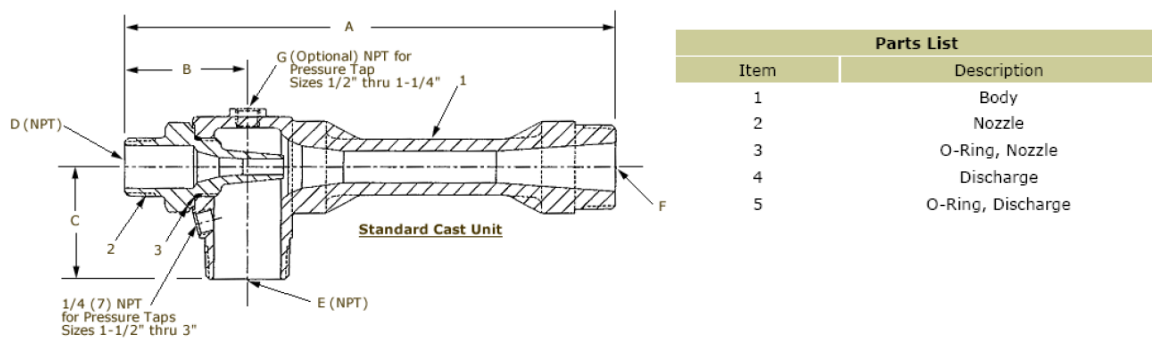


Σχήμα 84 : Απεικόνιση των οριοδιακοπών και τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά

Ο έλεγχος της λειτουργίας για κάθε αισθητήριο γίνεται από τοπικό κουτί που περιέχει το κύκλωμα υποστήριξης και σε αυτό υλοποιείται η προσαρμογή και διασύνδεση των αισθητηρίων με τα I/O BOX του κεντρικού συστήματος. Στο κύκλωμα ελέγχου γίνεται και αναγνώριση βλάβης αισθητήρα ή διακοπής της καλωδίωσης και σε όλες τις περιπτώσεις αυτό ισοδύναμι για το κεντρικό σύστημα με ένδειξη ύπαρξης νερού προκειμένου το προσωπικό ασφαλείας να μεταβεί στο χώρο για έλεγχο.

## 5.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΝΤΛΗΣΗΣ ΚΥΤΩΝ

Για την αντιμετώπιση της διαρροής εντός του πλοίου έχει κατασκευαστεί δίκτυο σωλήνων προκειμένου να εξαντλούνται τα συγκεντρωμένα ύδατα. Ανάλογα το μέγεθος του πλοίου αυτό το δίκτυο μπορεί να είναι συνεχόμενο ή τμηματικά αυτόνομο, σε όλες τις περιπτώσεις καλύπτει το σύνολο των στεγανών του πλοίου. Η εξάντληση μπορεί να πραγματοποιηθεί με ηλεκτροκίνητες αντλίες ή εκχυτήρες που λειτουργούν με την αρχή του Bernoulli. Σε κάθε περίπτωση τα σήματα που πρέπει να τηλεμετρούνται είναι η υποπίεση που επικρατεί στο εσωτερικό του δικτύου κυτών και η θέση των επιστομιών σε περίπτωση που αυτά είναι τηλεχειριζόμενα.



Σχήμα 85 : Απεικόνιση των εξαρτημάτων ενός εκχυτήρα

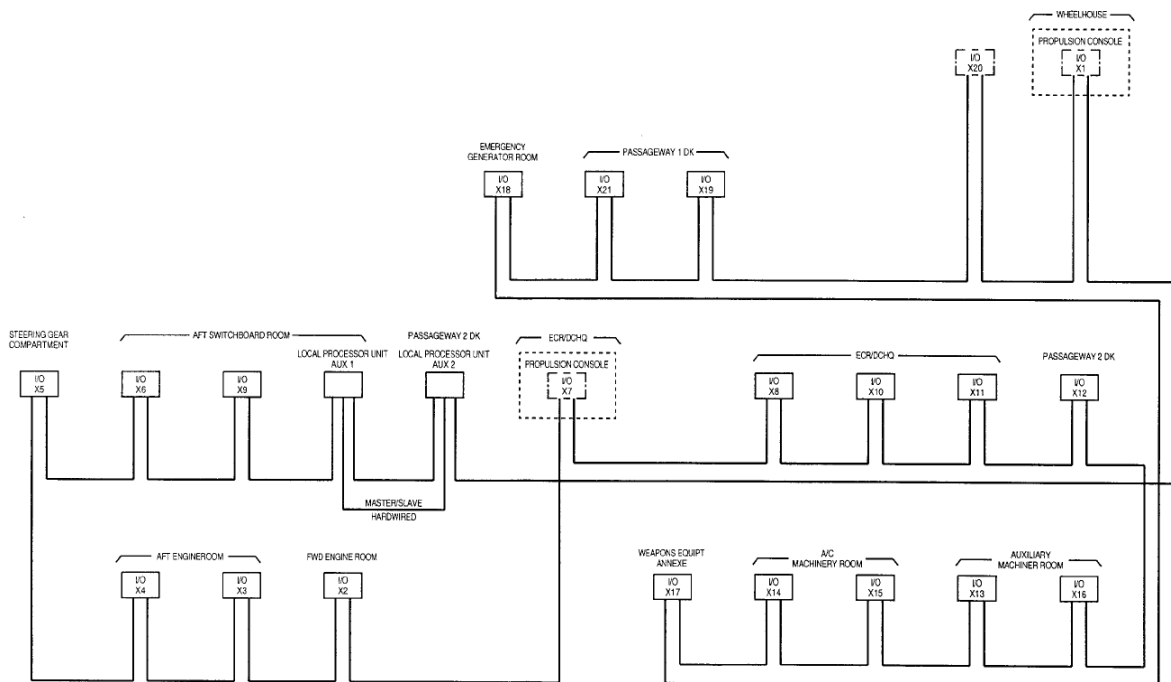
# 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## 1. ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Το κεντρικό σύστημα ελέγχου (Machinery Centralized Control & Monitoring System) παρέχει την δυνατότητα ελέγχου και παρακολούθησης των συστημάτων του πλοίου που είναι με αυτό διασυνδεδεμένα. Στην υλοποίηση διακρίνουμε τα παρακάτω επίπεδα :

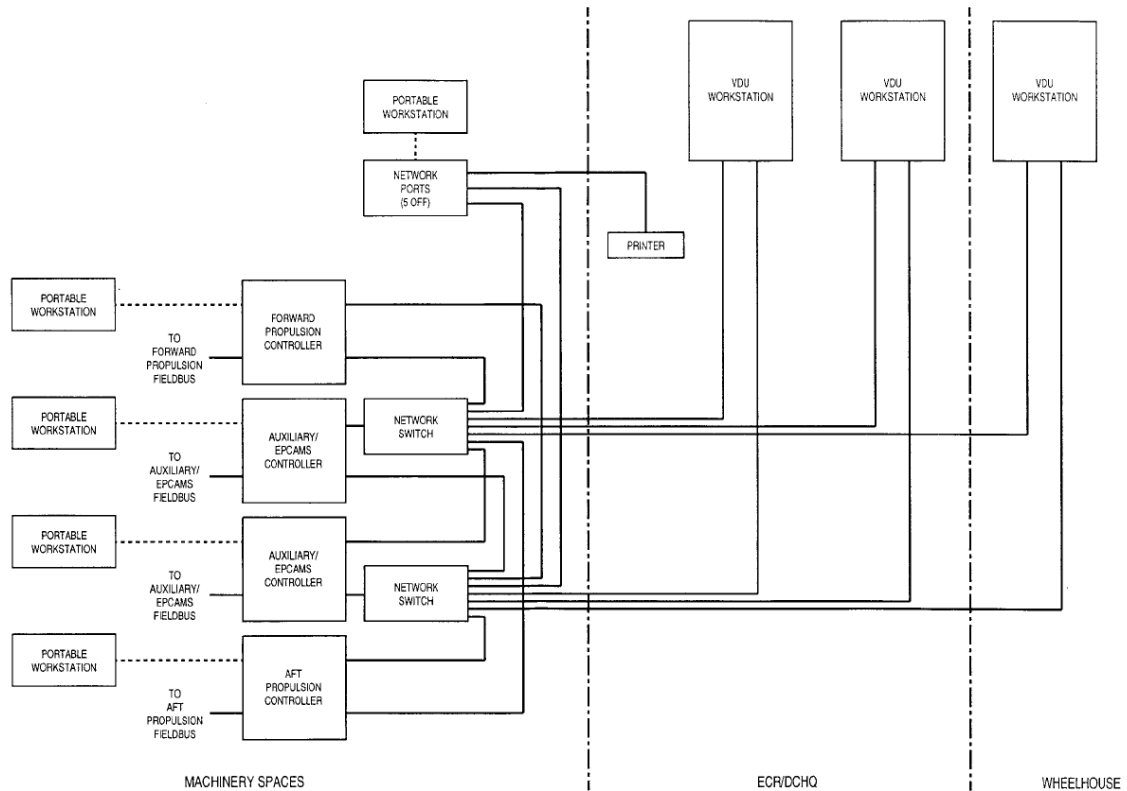
- A) Διασύνδεσης και ομαδοποίησης των σημάτων
- B) Μεταφοράς και διαχείρισης των σημάτων
- Γ) Επεξεργασίας και οπτικοποίησης των σημάτων

Η διασύνδεση πραγματοποιείται από σύνολο κιβωτίων εισόδου/εξόδου (I/O BOX) στα οποία γίνεται η διασύνδεση των επί μέρους συστημάτων. Τα I/O BOX μέσω ενός βρόγχου οπτικών ινών, μεταφέρουν τις πληροφορίες από τους αισθητήρες προς τους κεντρικούς επεξεργαστές για ομαδοποίηση και επεξεργασία ή λαμβάνουν εντολές και εκδίδουν τα σήματα ελέγχου. Υπάρχει ομαδοποίηση των I/O Box ανάλογα των συστημάτων που υποστηρίζουν και κατά αντιστοιχία υλοποιούνται σε φυσικό επίπεδο τρεις βρόγχοι για το πλωριό , το πρυμναίο μηχανοστάσιο και για τα βοηθητικά μηχανήματα.



Σχήμα 86 : Διάγραμμα διασύνδεσης των I/O BOX κυκλώματος AUX

Οι κεντρικοί επεξεργαστές ονομάζονται LPU και χαρακτηρίζονται σύμφωνα με το βρόγχο που υλοποιούν σε FWD, AFT Propulsion και Auxiliary & Electrical Power Control And Monitoring System (EPCAMS). Οι LPU ελέγχουν και ρυθμίζουν την λειτουργία του βρόγχου ενώ ταυτόχρονα είναι διασυνδεδεμένοι με αστεροειδή τοπολογία μεταξύ τους και με τους σταθμούς εργασίας.



Σχήμα 87 : Διάγραμμα διασύνδεσης των workstation και LPU

Τέλος οι σταθμοί εργασίας που βρίσκονται στην Γέφυρα και στο Κέντρο Ελέγχου γίνεται η οπτικοποίηση όλων των ενδείξεων και μπορεί να εκτελεστεί ο τηλεχειρισμός των μηχανημάτων. Σε αυτούς παρέχεται η δυνατότητα καταγραφής των σφαλμάτων που έχουν εμφανιστεί είτε τήρηση ιστορικού γραφήματος για την μεταβολή στο χρόνο αναλογικών σημάτων εισόδου. Το σύστημα του υπό εξέταση πλοίου είναι σχεδιασμένο από την εταιρία Rolls-Royce και το λογισμικό που λειτουργεί στους σταθμούς εργασίας είναι βασισμένο πάνω στο λειτουργικό της Microsoft Windows NT.

Με το υπάρχον σύστημα επιτυγχάνεται η μη επάνδρωση των μηχανοστασίων και περιορισμό των επισκέψεων σε αυτά από το προσωπικό μόνο για την εκτέλεση περιοδικών ελέγχων ασφαλείας και εργασιών σε μη τηλεχειριζόμενες διαδικασίες. Τελικό αποτέλεσμα η μείωση του προσωπικού που απαιτείται και ταυτόχρονα η διασφάλιση υψηλού βαθμού αξιοπιστίας του συστήματος.

## 2. ΤΟΠΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΗΜΑΤΩΝ ( I/O BOX)

Οι τοπικές μονάδες σημάτων είναι διάσπαρτες σε όλο το πλοίο προκειμένου να μεταφέρονται τα απαραίτητα σήματα προς τα τηλεχειριζόμενα συστήματα και να συλλέγουν τις πληροφορίες από τους αισθητήρες. Από την παράθεση των συστημάτων στο προηγούμενο κεφάλαιο συγκεντρωτικά έχουμε να διαχειριστούμε τα κάτωθι σήματα:

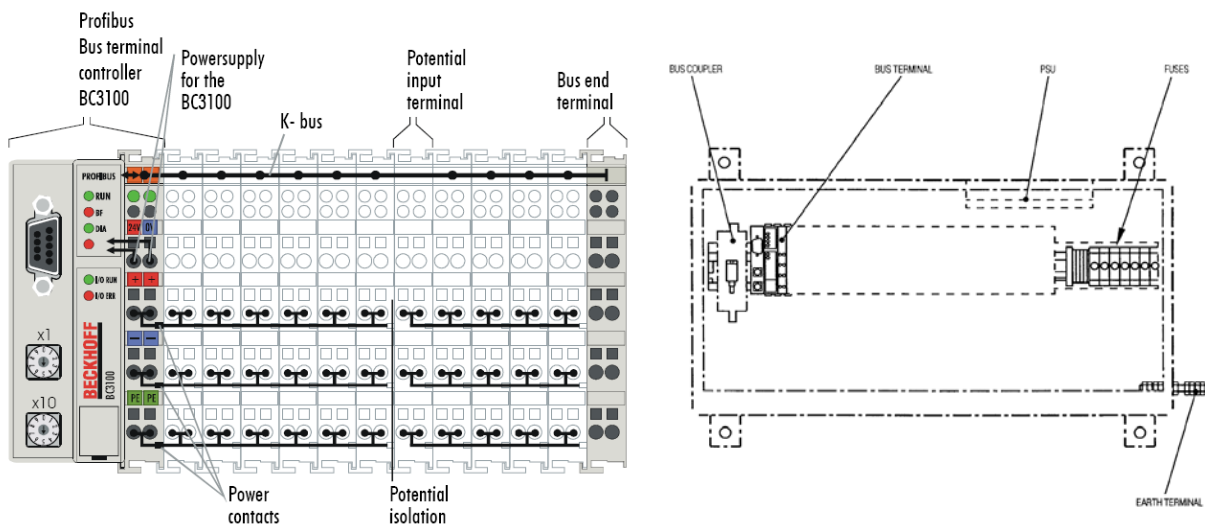
Α) Ψηφιακά σήματα εισόδου ( π.χ. κατάσταση ηλεκτρονόμων σε εκκίνητες ηλεκτρικών κινητήρων , ενεργοποίηση αισθητήρα κυτών κ.α.)

Β) Αναλογικά σήματα εισόδου (π.χ. αισθητήρας μέτρησης πίεσης στο δίκτυο πυρκαγιάς , θερμοκρασία θαλασσινού νερού , θέση χειριστηρίου ελέγχου στροφών μηχανής κ.α.)

Γ) Ψηφιακά σήματα εξόδου ( π.χ. ενεργοποίηση ηλεκτρονόμων σε εκκίνητες ηλεκτρικών κινητήρων , ενεργοποίηση ηχητικού σήματος κ.α.)

Δ) Αναλογικά σήματα εξόδου (π.χ. ηλεκτρικό όργανο ένδειξης στροφών μηχανής κ.α.)

Στις τοπικές μονάδες υπάρχουν οι κάρτες διασύνδεσης (Input/Output Bus Terminal) των σημάτων εισόδου εξόδου και ο τελικός προσαρμογές δικτύου (Bus Terminal Controller). Η διάταξη υλοποιείται με υλικά της εταιρίας Beckhoff και χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο διαύλου επικοινωνίας PROFIBUS-DP που ικανοποιεί της Ευρωπαϊκές Προδιαγραφές EN 50170.

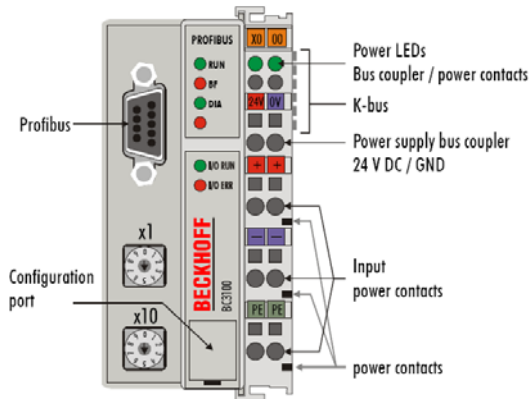


Σχήμα 88 : Εσωτερική δομή ενός I/O BOX

Το πρότυπο PROFIBUS-DP προδιαγράφει τα τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά μιας σειριακής διασύνδεσης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κατανομημένα δίκτυα μεταφοράς ψηφιακών ή και αναλογικών σημάτων από συστήματα αυτοματισμού χαμηλού ρυθμού μεταφοράς πληροφοριών ( αισθητήρες , εκκίνητες ). Σε αυτό υπάρχει ο σαφής διαχωρισμός μεταξύ των συσκευών σε αφέντη (Master) και εργάτη (Slave).

Master συσκευές είναι αυτές που ελέγχουν το δίκτυο και έχουν την εξουσιοδότηση να εκδίδουν μηνύματα χωρίς αυτό να τους έχει αιτηθεί. Επίσης επιτρέπει την ύπαρξη περισσότερων της μιας Master συσκευής συνδεδεμένης στο δίκτυο. Στην εφαρμογή αυτοί είναι οι κεντρικοί επεξεργαστές (LPU) που υπάρχουν σε κάθε δακτύλιο διασύνδεσης των I/O Box.

Slave συσκευές είναι ο τελικός προσαρμογέας δικτύου (Bus Terminal Controller) που είναι διασυνδεδεμένοι οι αισθητήρες των συστημάτων. Στην εφαρμογή του πλοίου χρησιμοποιείται ο BC3100 με τον οποίο συνδέονται τα τερματικά των σημάτων εισόδου εξόδου. Το BC3100 διαθέτει ενσωματωμένο τον ελεγκτή για την υλοποίηση του προτύπου PROFIBUS και μπορεί να υποστηρίξει από 1 έως 64 τερματικά. Τα τερματικά επικοινωνούν μέσω του K διαύλου που υλοποιείται με 6 σύρματα και απαιτείται ο τερματισμός του με το τελικό τερματικό. Ο προγραμματισμός του μπορεί να γίνει από την τοπική θύρα είτε μέσω του δικτύου PROFIBUS.

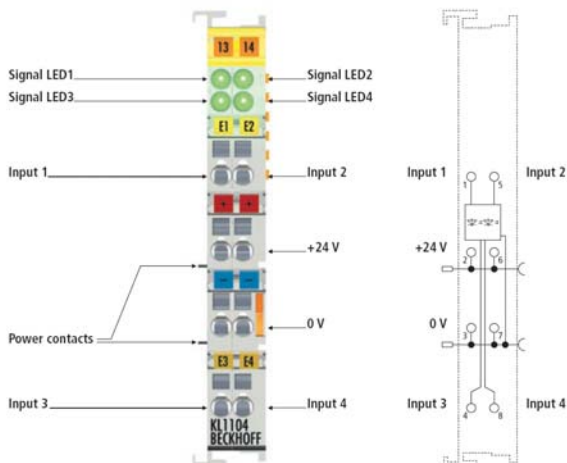


Technical data's	BC3100
Number of bus terminals	64
Digital peripheral signals	256 inputs/outputs
Analog peripheral signals	128 inputs/outputs
Maximum number of bytes	512 bytes I and 512 bytes O
Programming possibility	via programming interface (TwinCAT BC) or Profibus-DP (TwinCAT)
Program size	approximately 3000 plc statements
Program memory	32 kbytes
Data memory	32 kbytes
Permanent flags	512 bytes
Run time system	1 PLC task
PLC cycle time	approximately 3 ms for 1000 commands (including K-bus I/O cycle)
Programming languages	IL, LAD, CSF, SFC, ST
Field bus interface	Profibus-DP
Baud rates	automatic baud rate detection up to 12 Mbaud
Bus connection	1 x D-sub connector, 9-pole, with screen
Power supply	24 V DC, (20...29 V DC)
Input current	70 mA + (total K-bus current/4 500 mA max.
Power-on current	2,5 x continuous current
Recommended fuse	≤ 10 A,
K-bus power supply up to	1750 mA
Power contact voltage	24 V DC max.
Power contact current load	10 A max.
Dielectric strength	500 Vrms (Power contact/supply voltage/field bus)
Operating temperature	0 °C ... +55 °C
Storage temperature	-25 °C ... +85 °C
Relative humidity	95%, no condensation
Vibration/shock resistance	in accordance with IEC 68-2-6 / IEC 68-2-27
EMC/emission	in accordance with EN 50082 (ESD, Burst) / EN 50081
Installed position	any
Degree of protection	IP20

Σχήμα 89 : Απεικόνιση του BusTerminal στο I/O BOX και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά

Υπάρχει πλήθος τερματικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανάλογως του είδους των σημάτων που διαχειριζόμαστε. Στην περίπτωση μας για τα ανωτέρω σήματα χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω τερματικά:

A) Το KL1104 για τα ψηφιακά σήματα εισόδου όπου γίνεται ηλεκτρική απομόνωση του σήματος με χρήση φωτοδιόδων.

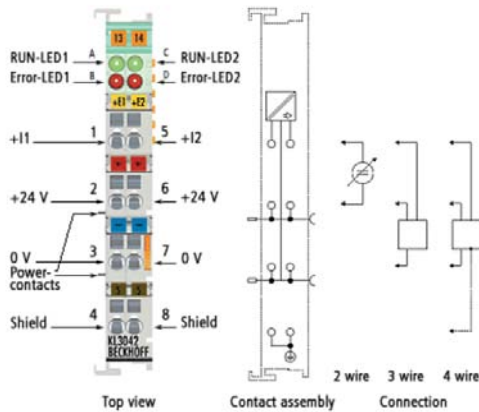


Technical data	KL1104	KL1114
Number of inputs	4	
Nominal voltage	24 V DC (-15%/+20%)	
"0" signal voltage	-3 V ... 5 V	
"1" signal voltage	15 V ... 30 V	
Input filter	3,0 ms	0,2 ms
Input current	typ. 5 mA	
Current consump. from K-bus	typ. 5 mA	
Electrical isolation	500 V <sub>rms</sub> (K-bus/field potential)	
Bit width in the process image	4 inputs	
Configuration	no address or configuration settings	
Weight approx.	55 g	
Operating/storage temperature	0 °C ... +55 °C/-25 °C ... +85 °C	
Relative humidity	95 %, no condensation	
Vibration/shock resistance	conforms to EN 60068-2-6/EN 60068-2-27/29	
EMC resistance burst/ESD	conforms to EN 61000-6-2 (EN 50082)/EN 61000-6-4 (EN 50081)	
Protect. class/installation pos.	IP 20/variable	

Σχήμα 90 : Απεικόνιση του KL1104 στο I/O BOX και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά

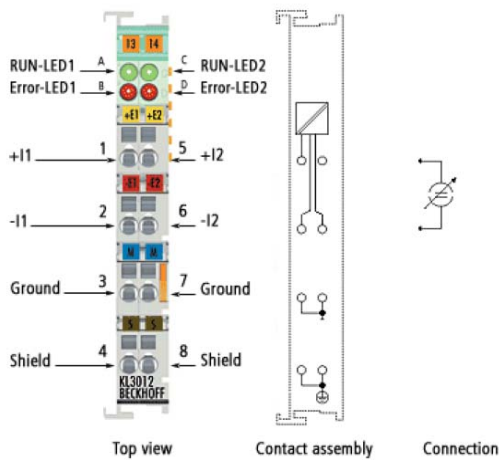


B) Τα KL3042, KL3012 και KL3202 χρησιμοποιήθηκαν για τα αναλογικά σήματα εισόδου. Τα δυο πρώτα χρησιμοποιούνται για την περίπτωση σημάτων από αισθητήρες με έξοδο εύρους 4-20 mA και διαφέρουν μεταξύ τους στην δυνατότητα να παρέχουν την τροφοδότηση ξεχωριστά από το σήμα η όχι. Το τελευταίο μπορεί να διασυνδεθεί μόνο για τα αισθητήρια θερμοκρασίας τύπου PT.



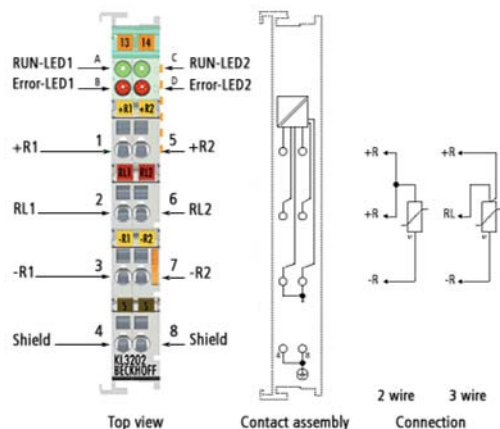
Technical data	KL3041	KL3051	KL3042	KL3052	KL3044	KL3054
Number of inputs	1	1	2	2	4	4
Power supply	24 V <sub>DC</sub> via the power contacts					
Signal current	0...20mA	4...20mA	0...20mA	4...20mA	0...20mA	4...20mA
Internal resistance	typically 80 Ω + diode voltage 0.7V					
Surge voltage resistance	35 V max.					
Resolution	12 bits					
Conversion time	~ 1 ms		~ 2 ms		~ 4 ms	
Meas. error (total meas. range)	< ± 0.3% (of the full scale value)					
Electrical isolation	500 V <sub>rms</sub> (K-Bus/signal voltage)					
Current consumption from K-Bus	typically 65 mA					
Bits width in process image	Input: 1 x 16 bits of data (1 x 8 bit control/status optional)		Input: 2 x 16 bits of data (2 x 8 bit control/status optional)		Input: 4 x 16 bits of data (4 x 8 bit control/status optional)	
Configuration	no address or configuration settings					
Weight	approx. 70 g					
Operating temperature	0°C ... +55°C					
Storage temperature	-25°C ... +85°C					
Relative humidity	95 % no condensation					
Vibration / shock resistance	according to EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, EN 60068-2-29					
EMC resistance burst / ESD	according to EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4					
Installation position	any					
Protection class	IP20					

Σχήμα 91 : Απεικόνιση του KL3042 στο I/O BOX και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά



Technical data	KL3011	KL3021	KL3012	KL3022
Number of inputs	1	1	2	2
Power supply	via the K-Bus			
Signal current	0 ... 20 mA	4 ... 20 mA	0 ... 20 mA	4 ... 20 mA
Internal resistance	typically 50 Ω.			
Common-mode voltage U <sub>CM</sub>	35 V max.			
Resolution	12 bits			
Conversion time	~ 1 ms		~ 2 ms	
Meas. error (total meas. range)	< ± 0.3% (of the full scale value)			
Surge voltage resistance	35 V <sub>DC</sub>			
Electrical isolation	500 V <sub>rms</sub> (K-Bus/signal voltage)			
Current consumption from K-Bus	typically 60 mA			
Bits width in process image	Input: 1 x 16 bits of data (1 x 8 bit control/status optional)		Input: 2 x 16 bits of data (2 x 8 bit control/status optional)	
Configuration	no address or configuration settings			
Weight	approx. 70 g			
Operating temperature	0°C ... +55°C			
Storage temperature	-25°C ... +85°C			
Relative humidity	95 % no condensation			
Vibration / shock resistance	according to EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, EN 60068-2-29			
EMC resistance burst / ESD	according to EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4			
Installation position	any			
Protection class	IP20			

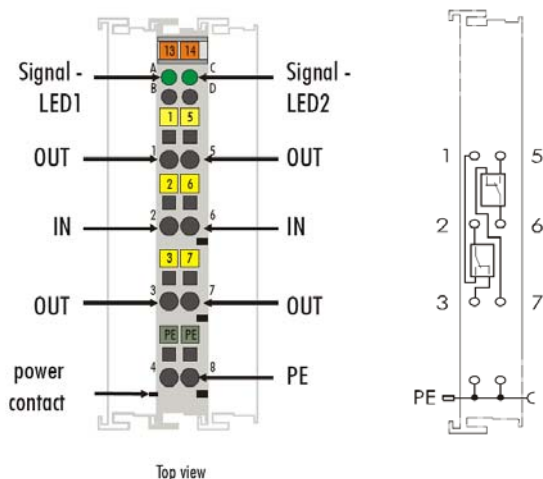
Σχήμα 92 : Απεικόνιση του KL3012 στο I/O BOX και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά



Technical data	KL3201	KL3202	KL3204
Number of inputs	1	2	4
Power supply	via the K-Bus		
Sensor types	PT100, PT200, PT500, PT1000, Ni100, resistance measurement (e.g. potentiometer connection)		
Connection	2 or 3-wire (pre-set to 3-wire)		2 wire
Temperature range	-250°C ... +850°C (PT sensors); -60°C ... +250°C (Ni sensors)		
Resolution	0.1°C per digit (measuring range 10 to 5000 Ω: 0.5°C per digit)		
Electrical isolation	500 V <sub>rms</sub> (K-Bus/signal voltage)		
Conversion time	~ 200 ms		~ 250 ms
Measuring current	typically 0.5 mA		
Meas. error (total meas. range)	< ± 1°C		
Bits width in process image	Input: 1 x 16 bits of data (1 x 8 bit control/status optional)	Input: 2 x 16 bits of data (2 x 8 bit control/status optional)	Input: 4 x 16 bits of data (4 x 8 bit control/status optional)
Current consumption from K-Bus	typically 60 mA		
Configuration	no address setting, configuration via bus coupler or controller		
Weight	approx. 70 g		
Operating temperature	0°C ... +55°C		
Storage temperature	-25°C ... +85°C		
Relative humidity	95 % no condensation		
Vibration / shock resistance	according to EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, EN 60068-2-29		
EMC resistance burst / ESD	according to EN 61000-6-2 (EN 50082) / EN 61000-6-4 (EN 50081)		
Installation position	any		
Protection class	IP20		

Σχήμα 93 : Απεικόνιση του KL3202 στο I/O BOX και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά

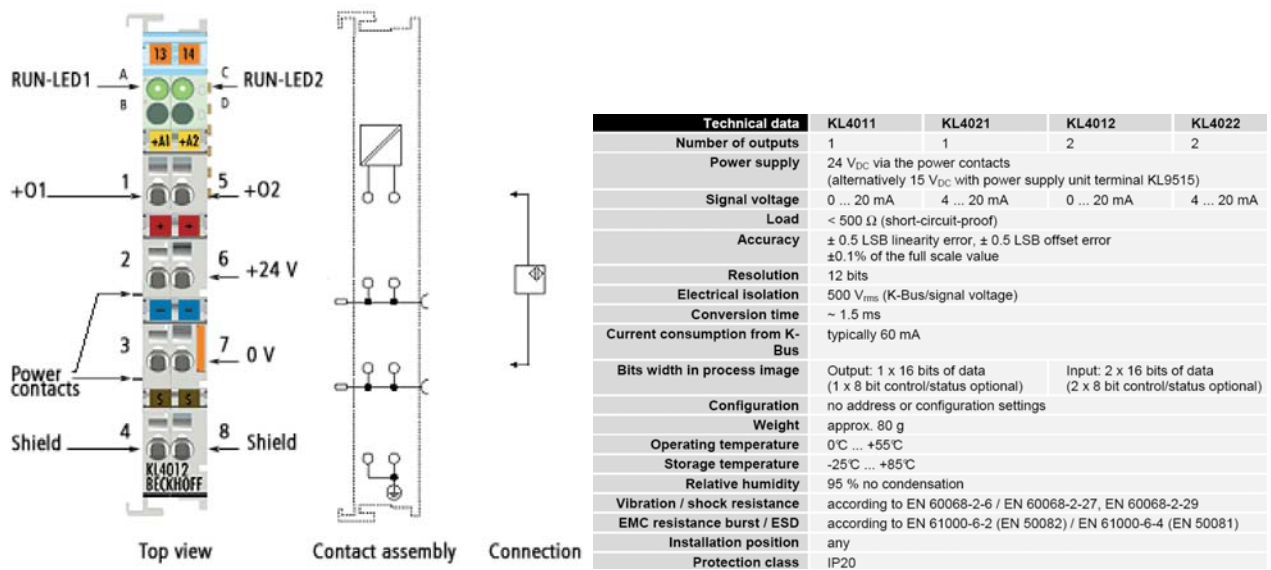
Γ) Το KL2612 για τα ψηφιακά σήματα εξόδου όπου ουσιαστικά η υλοποίηση γίνεται με χρήση των επαφών (ανοικτή NO , κλειστή NC) ενός ηλεκτρονόμου.



Technical data	KL2612
Number of outputs	2 x change-over
Contact material	Gold-clad silver alloy
Switched voltage max.	125 V AC / 30 V DC
Switched current max.	5 A
Switched power max. with resistive load	alternating voltage 0,5 A 125V AC direct voltage 2 A 30V DC
Minimum permitted load (approximate)	10 μA at 10mV
Reaction times at rated load	Max. reaction time 4 ms Max. release time 4 ms max. bounce time 4 ms
Electrical isolation	500 V <sub>eff</sub> (K-bus/mains voltage)
K-bus current consumption	60 mA
Bit width in the process image	2 A
Service life (operating cycles) mechanical	10 <sup>9</sup> cycles
Operating cycles electr. (min.)	10 <sup>3</sup> resistive load switches at 30 V DC, 2 A or 125 V AC, 0,5 A
Permitted operating frequency at maximum contact load	20 cycles / min
Contact resistance max. (new)	< 40 mOhm
Insulation resistance (min.)	100 MOhm at 500 V DC
Test voltage between open contacts	750 V (1 min. between open contacts)
Configuration	No address or configuration settings
Weight approx.	80 g
Operating temperature	0°C ... +55°C
Storage temperature	-25°C ... +85°C
Relative humidity	95% without dew formation
Vibrations/Shock resistance	according to IEC 68-2-6 / IEC 68-2-27
EMC resistance burst / ESD	According to EN 50082 (ESD, burst) / EN 50081
Installation position	any
Type of protection	IP20

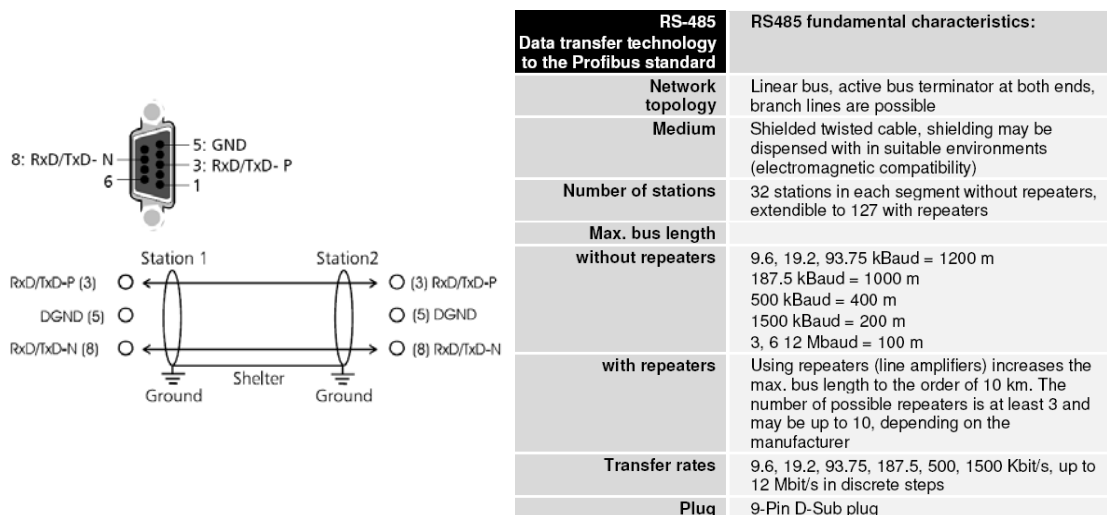
Σχήμα 94 : Απεικόνιση του KL1104 στο I/O BOX και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά

Δ) Το KL4012 για τα αναλογικά σήματα εξόδου. Αυτό χρησιμοποιείται για την διασύνδεση των αναλογικών οργάνων που υπάρχουν στα δυο σημεία ελέγχου (γέφυρα και κέντρο ελέγχου ) και απεικονίζουν τις στροφές άξονα και μηχανής



Σχήμα 95 : Απεικόνιση του KL1104 στο I/O BOX και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά

Το πρότυπο PROFIBUS-DP από το BC3100 υλοποιείται με χρήση της θύρας RS485. Με στόχο την μείωση του βάρους των καλωδιώσεων και των ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών γίνεται μετατροπή του ηλεκτρικού σήματος RS485 σε οπτικό και οδήγηση του σε βρόγχο οπτικών ινών. Την μετατροπή την κάνουμε με χρήση του Profibus Converter OZD 12M της εταιρίας Hirschmann.



Σχήμα 96 : Απεικόνιση της διασύνδεσης RS485 και τα τεχνικά της χαρακτηριστικά

## Product description

Description	interface converter electrical/optical for PROFIBUS-field bus networks; repeater function; for quartz glass FO; long-haul version; approval for Ex-zone 2 (Class 1, Div. 2); extended temperature and humidity range
Port type and quantity	2 x optical: 4 sockets BFOC 2.5 (STR) 1 x electrical: Sub-D 9-pin, female, pin assignment according to EN 50170 part 1
Type	OZD Profi 12M G12-1300 EEC

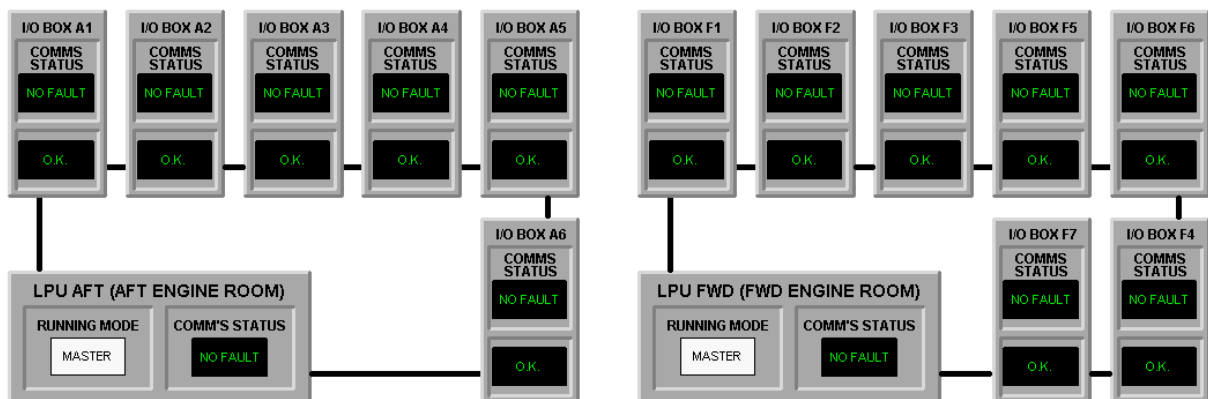


Electrical interface	
Signal type	PROFIBUS (DP-V0, DP-V1, DP-V2 und FMS)
Bit rate	9.6; 19.2; 45.45; 93.75; 187.5; 500 kbit/s; 1.5; 3; 6; 12 Mbit/s (automatic setting)
Signal delay time (optional input/output)	<= 6.5 bit times
Input/output signal	RS 485 level
Input voltage range	-7 V ... +12 V
Galvanic isolation	no
Optical interface	
Wavelength	1310 nm
Launchable optical power in single-mode fiber (SM) 9/125	-19 dBm
Launchable optical power in multi-mode fiber (MM) 50/125	-17 dBm
Launchable optical power in multi-mode fiber (MM) 62.5/125	-17 dBm
Optical input power	min. -29 dBm, max. -3 dBm
Cascadability	not limited

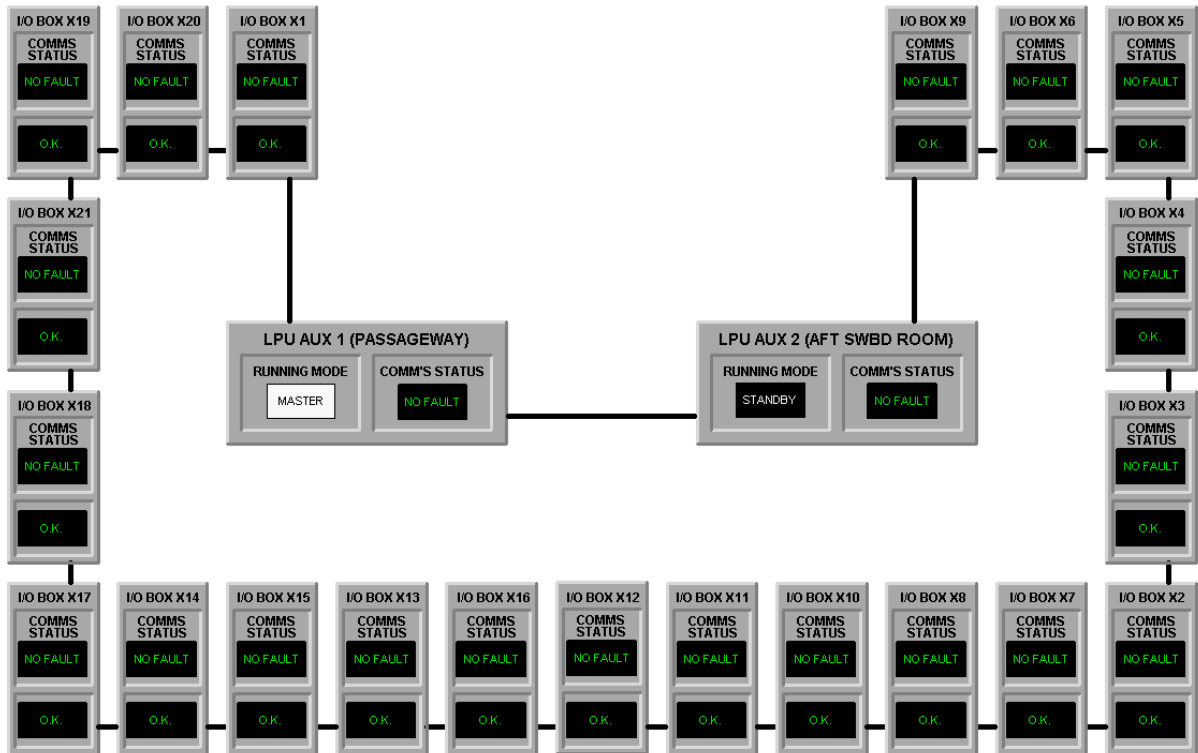
Σχήμα 97 : Απεικόνιση του μετατροπέα από διασύνδεση RS485 σε οπτική ίνα στο I/O BOX και τα τεχνικά του χαρακτηριστικά

### 3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

Οι τοπικές μονάδες σημάτων ( I/O BOX) είναι διασυνδεδεμένες σε δίκτυο δακτυλίου που υλοποιείται με διπλή οπτική ίνα προκειμένου να υλοποιείται η αριστερόστροφη και δεξιόστροφη μεταφορά των δεδομένων στο φυσικό επίπεδο του δικτύου. Η επιλογή της διπλής διαδρομής επιλέχθηκε προκειμένου να αυξηθεί η αξιοπιστία του συστήματος σε περίπτωση βλάβης της γραμμής ή κιβωτίου I/O BOX που θα οδηγούσε σε διακοπή του βρόγχου. Ο έλεγχος του δακτυλιοειδούς δικτύου γίνεται από τον διαχειριστή των τοπικών μονάδων LPU που είναι διασυνδεδεμένος στον βρόγχο. Τα τρία συστήματα FWD, AFT Propulsion και Auxiliary&EPCAMS υλοποιούνται με τρεις ανεξάρτητους βρόγχους. Για τα δίκτυα FWD και AFT Propulsion ο έλεγχος γίνεται από μια LPU αντίστοιχα, ενώ για το Auxiliary&EPCAMS χρησιμοποιήθηκαν δυο LPU όπου η μια έχει τον έλεγχο και η δεύτερη είναι σε αναμονή (Master , Slave).



Σχήμα 98 : Απεικόνιση των βρόγχων I/O BOX σε πλωρίο και πρυμναίο μηχανοστάσιο



Σχήμα 99 : Απεικόνιση του βρόγχου I/O BOX για το AUX&EPCAMS

Για τα υποσυστήματα FWD και AFT Propulsion οι τοπικές μονάδες σημάτων (I/O BOX) που είναι διασυνδεδεμένες διαχειρίζονται σήματα που σχετίζονται με την λειτουργία των μηχανών πρόωσης κάθε μηχανοστασίου αντίστοιχα. Τα σήματα αυτά αφορούν τα κάτωθι :

A) Ενδείξεις στα αναλογικά όργανα των στροφών μηχανών και αξονικών, ενδείξεις για την κατάσταση λειτουργίας των μηχανών και μεταφορά εντολών προς το προωστήριο σύστημα από τα χειριστήρια στην γέφυρα και στο κέντρο ελέγχου. Αυτό υλοποιείται από δυο αντίστοιχα I/O BOX στις θέσεις αυτές.

B) Κατάσταση (ανοικτό / κλειστό) των ανοιγμάτων αναρρόφησης αέρος και των οχετών καυσαερίων υπό / υπέρ ισάλου των μηχανών πρόωσης .

Γ) Λειτουργίας ηλεκτροκίνητων εξαεριστήρων μηχανοστασίων.

Δ) Ενδείξεις των πιέσεων αέρος στα συστήματα χαμηλής και υψηλής καθώς και ο έλεγχος λειτουργίας ηλεκτροκίνητων αεροσυμπιεστών μηχανοστασίων.

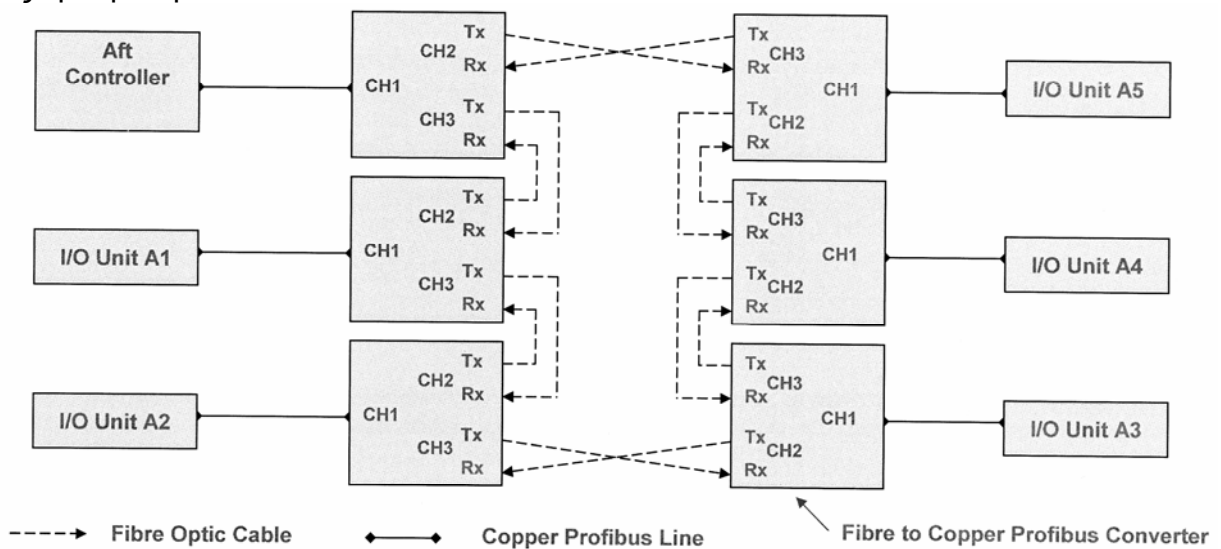
E) Ενδείξεις λειτουργίας των συστημάτων ανόρθωσης 24Volt DC και φόρτισης συστοιχιών μπαταριών.

ΣΤ) Ενδείξεις στάθμης δεξαμενών πετρελαίου χρήσεως από μηχανές, τηλεχειρισμοί επιστομίων τροφοδότησης μηχανών , έλεγχος ηλεκτροκίνητων αντλιών μετάγγισης πετρελαίου από δεξαμενές αποθηκεύσεως προς τις χρήσεις.

Z) Κατάσταση λειτουργίας μηχανής και μειωτήρα. Ειδικά για τις μηχανές έχει χρησιμοποιηθεί σύνθετη λύση όπου ο τηλεχειρισμός γίνεται μέσω I/O BOX ( εντολές εκκίνησης , σύμπλεξης , αύξησης στροφών ) ενώ η τηλεμετρία των μηχανών γίνεται με σειριακή διασύνδεση της LPU απευθείας με κάθε μηχανή.

H) Κατάσταση λειτουργίας μονάδας καθαρισμού ελαιωδών καταλοίπων και σύνολο τηλεχειριζόμενων επιστομίων δικτύου μετάγγισης πετρελαίου καθώς και οι ενδείξεις στάθμης δεξαμενών πετρελαίου αποθηκεύσεως. Τα σήματα αυτά

εξυπηρετούνται από τον βρόγχο του Πλωριού μηχανοστασίου καθώς αυτό καθορίζεται ως κρισιμότερο .

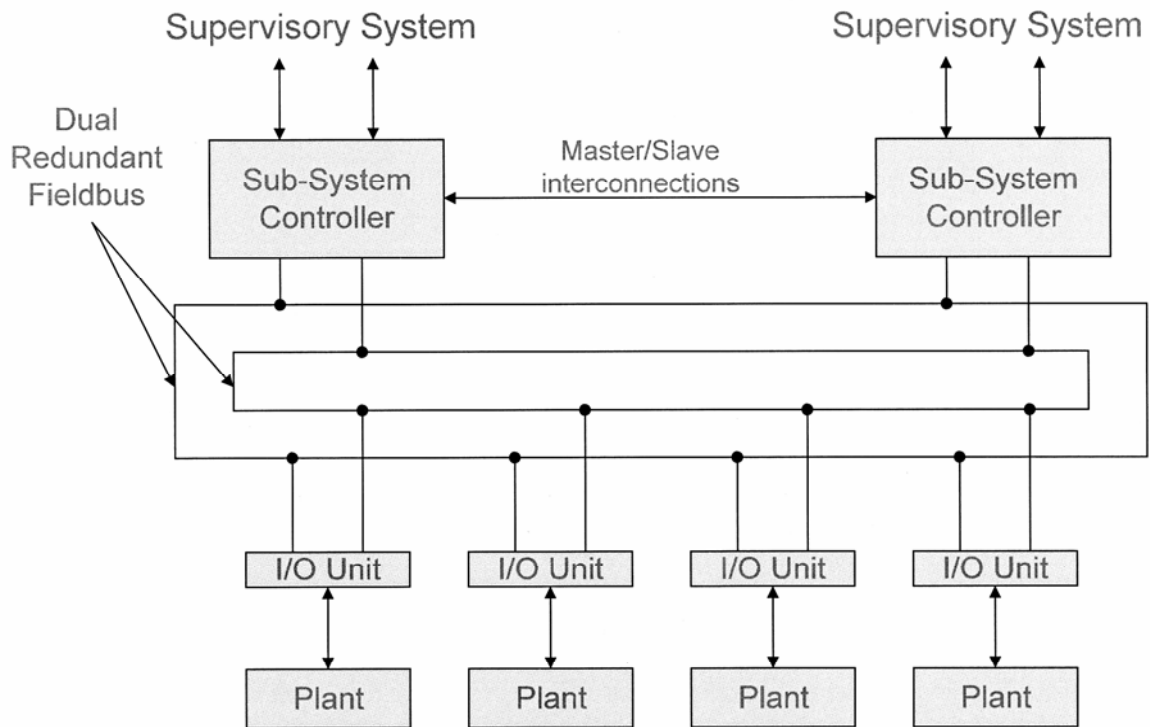


Σχήμα 100 : Απεικόνιση της υλοποίησης του διπλού βρόγχου στα I/O BOX

Με την κατανομή αυτή το κάθε υποσύστημα ελέγχει ολοκληρωμένα το αντίστοιχο μηχανοστάσιο προκειμένου να διατηρηθεί ο έλεγχος πρόωσης σε περίπτωση βλάβης ενός εκ τω δυο υποσυστημάτων ή απώλειας ενός ολόκληρου μηχανοστασίου λόγω φωτιάς ή διαρροής.

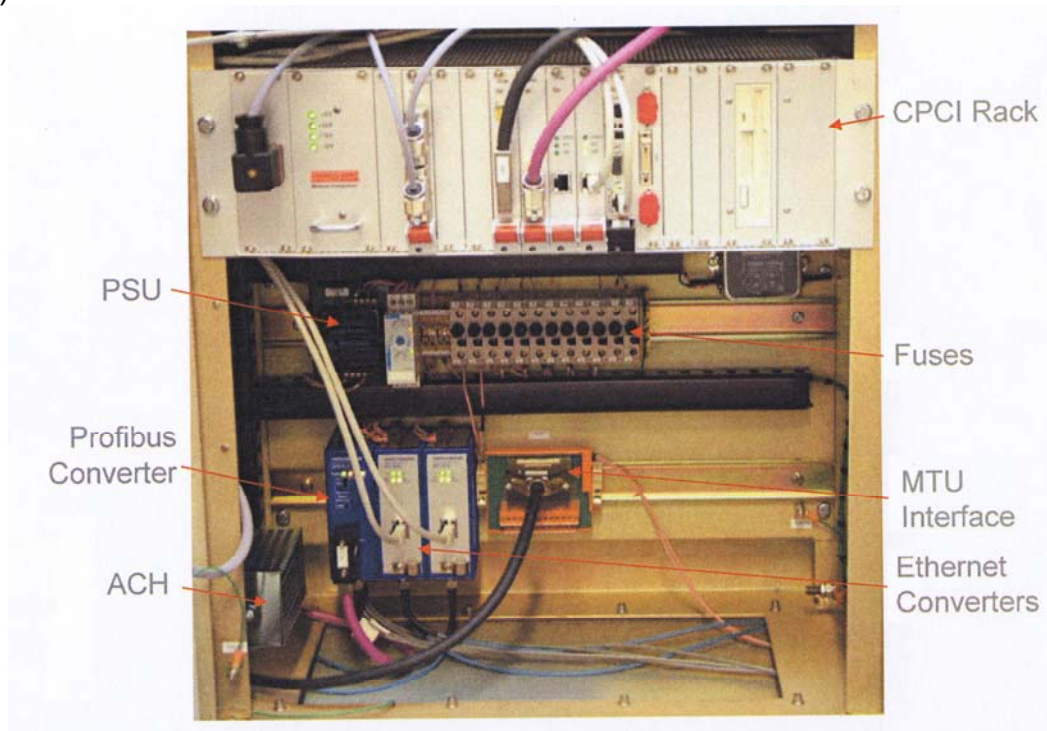
Για το υποσύστημα Auxiliary&EPCAMS οι τοπικές μονάδες σημάτων (I/O BOX) που είναι διασυνδεδεμένες διαχειρίζονται σήματα που σχετίζονται με την λειτουργία των υπολοίπων βοηθητικών συστημάτων του πλοίου καθώς επίσης με την παραγωγή και διανομή ηλεκτρικής ισχύος. Τα σήματα αυτά αφορούν τα κάτωθι :

- A) Ενδείξεις και έλεγχος εντολών για ακινητοποίηση ανεμιστήρων και εξαεριστήρων πλοίου καθώς και κατάσταση συστήματος κλιματισμού.
- B) Κατάσταση θυρών και ανοιγμάτων.
- Γ) Έλεγχος ηλεκτροκίνητων αντλιών πυρκαγιάς και μέτρησης πίεσης λειτουργίας συστήματος.
- Δ) Ενδείξεις και έλεγχος ηλεκτρομηχανών.
- E) Ενδείξεις ηλεκτρικών μεγεθών παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος ( τάση , ρεύμα , ισχύς και συχνότητα) , έλεγχος κυριών διακοπών πινάκων διανομής καθώς και έλεγχος διαδικασιών συγχρονισμού γεννητριών και κατατομής ισχύος.
- ΣΤ) Έλεγχος πηδαλίου , αεροσυμπιεστών ελίκων και σταθμιστήρων.
- Z) Έλεγχος των ανεμιστήρων και εξαεριστήρων πλοίου
- H) Κατάστασης συστήματος αντιμετώπισης φωτιάς σε μηχανοστάσια (προετοιμασία ενεργοποίησης , κατάκλιση χώρων με διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub>).
- Θ) Κατάσταση συστήματος πυρανίχνευσης (ενεργοποίηση ή μη ζώνης αισθητήρων) και συστήματος ανίχνευσης διαρροών.
- H) Έλεγχος λειτουργίας μονάδων παραγωγής πόσιμου νερού και ηλεκτροκίνητων αντλιών πόσιμου και ζεστού νερού.



Σχήμα 101 : Απεικόνιση σχεδιασμού του διπλού βρόγχου I/O BOX και Master/Slave LPU για το AUX&EPCAMS

Στο Auxiliary&EPCAMS προκειμένου να αυξηθεί η αξιοπιστία και να διατηρηθεί ο έλεγχος στα βοηθητικά μηχανήματα χρησιμοποιήθηκαν δυο LPU όπου η μια έχει τον έλεγχο και η δεύτερη είναι σε αναμονή και έτοιμη να αναλάβει τον έλεγχο (Master , Slave).

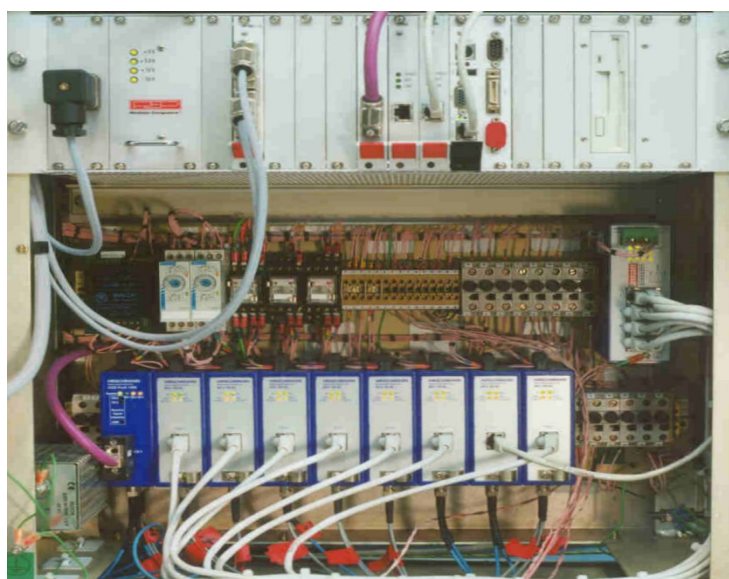


Σχήμα 102 : Εσωτερική απεικόνιση του LPU των βρόγχων των μηχανοστασίων

Στα υποσυστήματα FWD και AFT Propulsion οι LPU αποτελούνται από ένα υπολογιστή κατασκευάστριας εταιρίας PEP σε διάσταση κιβωτίου 19inch rack και υλοποιούνται από τις κάτωθι μονάδες:

- A) Μονάδα μικροϋπολογιστή CP302
- B) Θύρα εισόδου εξόδου CP380
- Γ) Κάρτα δικτύου Ethernet CP340
- Δ) Κάρτα διασύνδεσης (RS422) με ελεγκτή κυριών μηχανών CP345
- Ε) Κάρτα διασύνδεσης με το Profibus CP351

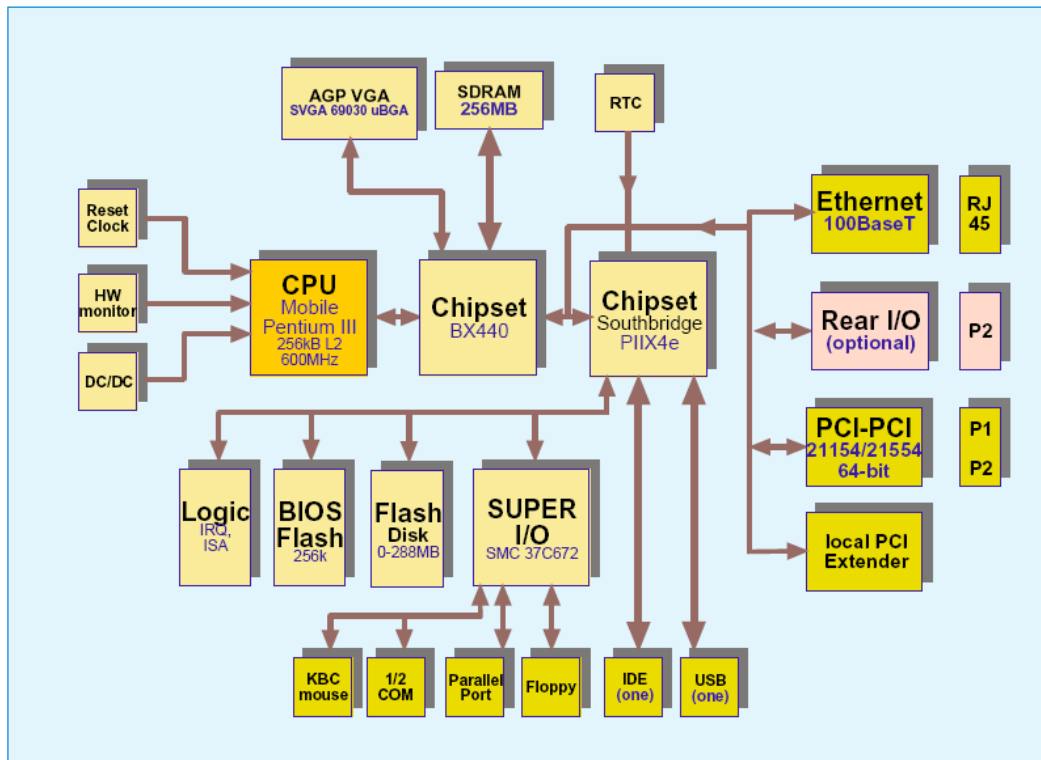
Στο υποσύστημα Auxiliary&EPCAMS υπάρχει η διαφοροποίηση με τα παραπάνω στο ότι δεν απαιτείται η κάρτα διασύνδεσης (RS422) με ελεγκτή κυριών μηχανών. Επιπλέον μέσα στα κιβώτια των LPU υφίστανται οι μετατροπείς του Profibus Converter OZD 12M της εταιρίας Hirschmann για την διασύνδεση αυτών με τον βρόγχο των I/O BOX.



Σχήμα 103 : Εσωτερική απεικόνιση του Master και Slave LPU για το βρόγχο AUX&EPCAMS

Αναλυτικότερα η μονάδα μικροϋπολογιστή CP302 αποτελείται από μητρική κάρτα βασισμένη στον ελεγκτή Intel 440BX AGP που υποστηρίζει μονάδα μικροεπεξεργαστών Intel Mobile Pentium III Coppermine™ συχνότητας λειτουργίας 400 MHz through 700 MHz . Επιπλέον είναι εφοδιασμένη με τον εκλεκτή 69030 VGA chip με συνολική μνήμη 4 MB SDRAM που είναι διασυνδεδεμένος με την μητρική μέσω θύρας AGP στα 66 MHz . Τέλος παρέχεται διασύνδεσης δικτύου με χρήση πρωτοκόλλων 10BASE-T/100BASE-TX Fast Ethernetbased από τον ενσωματωμένο εκλεκτή στην μητρική Intel 82559 Fast Ethernet PCI Bus Controller. Το διάγραμμα της δομής και οι προδιαγραφές της μονάδας μικροϋπολογιστή CP302 παρουσιάζονται στα παρακάτω σχήματα



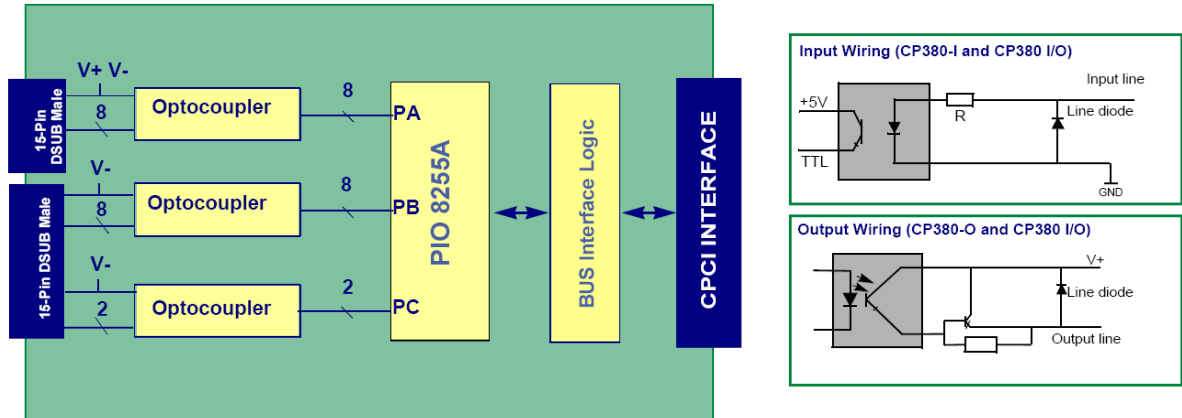


Σχήμα 104: Διαγραμματική υποτύπωση των κυκλωμάτων υποστήριξης μικροεπεξεργαστή στο CP302

CP302	Specifications	CP302	Specifications
<b>CPU</b>	Intel® Mobile Pentium®III Coppermine™ processor up to 700 MHz with 256 kB L2 on-die cache in 495 BGA2 packaging	<b>Rear I/O</b>	When the Rear I/O is enabled the CompactPCI interface is configured for 32-bit/33 MHz The 32-bit CompactPCI bus has Rear I/O capability. The following interfaces are routed to the Rear I/O connector J2: COM1 and COM2, PS/2 mouse and keyboard, 2xUSB's, CRT VGA, Ethernet and secondary EIDE port.
<b>Memory</b>	100 MHz system memory bus 256 kB L2 on-die full speed processor cache 64 MB up to 128 MB SDRAM via one SODIMM socket running at 100 MHz 64 up to 128 MB SDRAM soldered with ECC running at 100 MHz 512 kB Flash (or optional SRAM with 256 kB or 512 kB) Optional DiskOnChip™ module up to 96 MB 2 x 256 byte EEPROM for storing CMOS data when operating without battery and 2 x 256 byte EEPROM for user purposes	<b>PMC Interface</b>	PCI mezzanine connector for standard PMC module. 32-bit/33 MHz master interface 3.3V/5.0V compatible
<b>Super I/O</b>	The FDC37C672 from SMSC is an ISA Plug and Play compatible I/O device that provides the following functions: - Two 16C550 compatible UARTs with 16 bytes FIFO - PS/2 keyboard and mouse interface - Floppy disk controller up to 2.88 MB - Parallel port ECP/EPP compatible	<b>General</b>	Dimensions: 100 mm x 160 mm Operating temp.: 0°C to +60°C E1 (optional): -25°C to +75°C E2 (optional): -40°C to +85°C Storage temp.: -55°C to +85°C Operating humidity: 0% to 95% non-condensing Weight: CP302 4HP without heatsink: 200g CP302 4HP with heatsink: 278g CP302 8HP with heatsink: 322g CP302 I/O module: 66g CP302 PMC module: 110g
<b>Chipset</b>	Intel® 82440BX PCI/AGP controller - GTL processor interface - Integrated DRAM controller - AGP and PCI interface Intel® 82371EB PCI/ISA EIDE Xcelerator (PIIX4E) - Multifunction PCI to ISA bridge - Enhanced DMA controller - Interrupt controller based on two 82C59's - Timer based on 82C84 - Real-time clock - Power management logic - Supports two USB interfaces - Supports two EIDE interfaces	<b>Front Panel Interfaces</b>	PS-2 style connector for Keyboard/Mouse via Y-cable (6-pin mini-DIN) COM1: 9-pin D-sub (RS232, RS422, RS485) COM2: 9-pin D-sub (RS232, RS422, RS485) USB: one 4-pin connector Parallel port: 25-pin high density D-sub Ethernet: one RJ-45 connector VGA: 15-pin D-sub SVGA connector LED's: ACT, SPEED: Ethernet status LED: TH: Overtemperature status Reset button, guarded
<b>AGP/VGA interface</b>	Controller: 69030 Video memory: 4 MB Resolution: up to 1600x1200x16 bits per pixel @ 60 Hz	<b>Onboard interfaces</b>	One EIDE interface (two EIDE interfaces with Rear I/O version) supporting Ultra/DMA for 2/4 devices (HardDisks or CD-ROM's) on 40-pin 2.54mm connectors One floppy disk interface (up to 2.88 MB) PCI extension connection
<b>Fast Ethernet Interface</b>	Controller: Intel® 82559 Fast Ethernet Controller Data Rate: 10 & 100 MBit/s Ethernet: Full 802.2 & 802.3 IEEE compliance supporting 10Base-T and 100Base-TX Cabling: Category 5 two-pair cabling	<b>Thermal Management / System Monitoring</b>	Watchdog: software configurable watchdog generates IRQ, SMI or hardware reset Hardware monitor: LM81 monitoring temperature, fan speed and all onboard voltages Temperature monitor: MAX 1617 monitoring the CPU on-die and board temperature
<b>Software Support</b>	Award BIOS with Preboot Agent contained within 256 kB of Flash memory. The BIOS parameters are saved in the EEPROM. The CP302 is able to operate without disks, keyboard and video operating systems: Linux®, QNX®, VxWorks®, Windows NT® etc. MS-DOS®, Windows 95®, 98®, Windows 2000®	<b>Hotswap-Compatible</b>	The CP302 supports the addition or removal of other boards whilst in a powered-up state. Individual clocks for each slot and Enum signal handling are in compliance with the PCIMG 2.1 Hotswap Specification.
<b>CompactPCI Bus Interface</b>	Compatible with CompactPCI Specification V 2.0, Rev. 3.0 64-bit/33 MHz master interface 3.3V/5.0V compatible	<b>Common Features</b>	DC power monitors (3.3V and 5V) Battery socket and 3.0V lithium battery for RTC: VARTA Type CR2025 PANASONIC BR2020

Σχήμα 105 : Τεχνικά χαρακτηριστικά του μικροεπεξεργαστή στο CP302

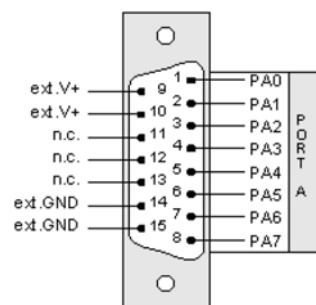
Η θύρα εισόδου εξόδου CP380 I/O χρησιμοποιείται για την υλοποίηση των οπτικών και ηχητικών σημάτων που υπάρχουν εξωτερικά στο κιβώτιο της LPU και δείχνουν την κατάσταση λειτουργίας της μονάδας. Αποτελείται από δυο θύρες των 8Bit που μπορούν να προγραμματιστούν για είσοδο ή έξοδο δεδομένων. Οι θύρες ηλεκτρικά είναι απομονωμένες με χρήση οπτικών κυκλωμάτων.



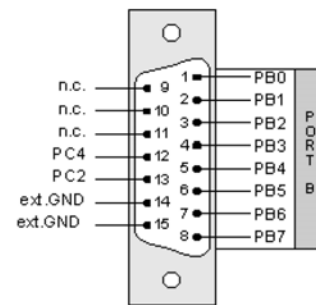
Σχήμα 106: Διαγραμματική υποτύπωση της θύρας I/O CP380

CP380		Specifications
PC Interface	Type	Compact-PCI
	Addressing	Automatic assignment of base address under Windows NT
	Interrupts	Automatic assignment of interrupt channel under Windows NT
Digital Outputs (CP380-O and CP380-I/O)	Number	CP380-O: 16; CP380-I/O: 8;
	Defined Level at Power On/Off	Low
	Type	8255 (PIO)
	Output Voltage	Tristate output; min high level = Input Voltage - 0.1 volt
	Maximum Output Voltage	28V
	Output Current	Max. 220 mA per output channel Total max. output 1.5 A (Fuse F1 = 1.6 A, slow blow, 0.1 A margin)
	Electrical Isolation	500 V DC (against PC-GND)
	Transfer Rate	Max. 1 kHz (effective suppression of voltage peaks in $\mu$ s range)

Pinout of the CP380-I/O Upper Connector (Output Connector)



Pinout of the CP380-I/O Lower Connector (Input Connector)



Σχήμα 107 : Τεχνικά χαρακτηριστικά της θύρας I/O CP380

Για λόγους αξιοπιστίας του συστήματος έχει κατασκευαστή διπλό δίκτυο με αστεροειδή τοπολογία μεταξύ LPU και σταθμών εργασίας (WORKSTATION). Η κάρτα δικτύου Ethernet CP340 χρησιμοποιείται για την υλοποίηση του δεύτερου δικτύου διασύνδεσης μεταξύ των LPU και WORKSTATION καθώς το ένα υλοποιείται με την υπάρχουσα διασύνδεση της μονάδας μικροϋπολογιστή CP302.

TYPE	SPECIFICATIONS
Controller	Intel® 82546GB, dual channel Gigabit Ethernet, lead free version
Ethernet	Two channels of three speed Ethernet: 10/100/1000 Mbit/s
Ethernet Interfaces	Two RJ45 front panel connectors
LEDs	Two status LEDs per channel, integrated in each connector, yellow and green
Boot Flash	Flash memory socket (PLCC32) available for up to 1 MB of removable Flash memory for user-installed and programmed boot chip (Flash memory is optionally available with the product)
Speed Configuration	Auto-negotiation for speed and switching
Signalling Voltage	3.3 volt (5 volt tolerant)
Plug & Play Design	No jumpers to be configured
Power Consumption	Source: 3.3 V; consumption: ca. 5.6 watts
Temperature Range	Operational: 0°C to +55°C Standard -40°C to +85°C E2 (on request) Storage: -55°C to +125°C
Climatic Humidity	93% relative humidity at 40°C, non-condensing
Dimensions	160 mm L x 100 mm W (single height Eurocard)
Board Weight	ca. 145 g (with heatsink)

Σχήμα 108 : Τεχνικά χαρακτηριστικά της κάρτας δικτύου CP340

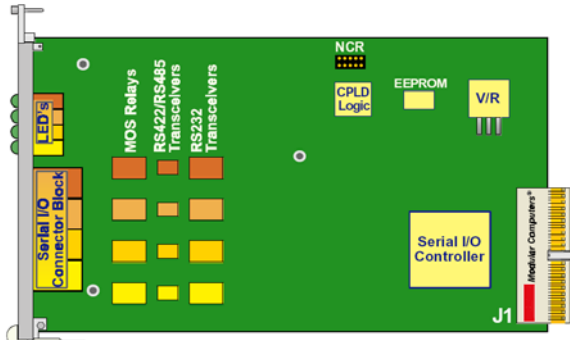
Με στόχο την μείωση του βάρους των καλωδιώσεων και των ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών γίνεται μετατροπή του ηλεκτρικού σήματος της υλοποίησης του δικτύου ETHERNET σε οπτικό και οδήγηση του σε βρόγχο οπτικών ινών. Την μετατροπή την κάνουμε με χρήση του Rail Transceivers RT1-TP/FL (10BASE-X) and RT2-TX/FX (100BASE-X) της εταιρίας Hirschmann.



Product description	
Description	Industrial ETHERNET media converter, 10BASE-FL multimode and 10BASE-T
Port type and quantity	1 x 10BASE-FL, MM cables, ST (BFOC) sockets, 1 x 10BASE-T, TP cable, RJ45 socket
Type	RT1-TP/FL
Order No.	943 633-002
More interfaces	
Power supply/signaling contact	1 plug-in terminal block, 5-pin
Network size - length of cable	
Twisted pair (TP)	0 - 100 m
Multimode fiber (MM) 50/125 µm	0 - 2600 m, 11 dB link budget at 850 nm, A = 3 dB/km, 3 dB reserve, B = 400 MHz x km
Multimode fiber (MM) 62.5/125 µm	0 - 3400 m, 14 dB link budget at 850 nm, A = 3.2 dB/km, 3 dB reserve, B = 200 MHz x km
Single mode fiber (SM) 9/125 µm	
Network size - cascading	
Propagation equivalent	100 m
Path variability value	1 BT
Path delay value	
Power requirements	
Operating voltage	24 V DC (-25% to +30%)
Current consumption at 24 V DC	Max. 105 mA
Service	
Diagnostics	LEDs (power, data, link status), signal contact (24 V DC / 1 A)
Redundancy	
Redundancy functions	redundant 24 V power supply
Mechanical construction	
Dimensions (W x H x D)	40 mm x 134 mm x 80 mm
Mounting	DIN Rail 35 mm
Weight	520 g
Protection class	IP 30
Ambient conditions	
Operating temperature	0 °C to +60 °C
Storage/transport temperature	-25 °C to +75 °C
Relative humidity (non-condensing)	10% to 95%
MTBF	136.5 years; MIL-HDBK 217F; Gb 25 °C

Σχήμα 109 : Τεχνικά χαρακτηριστικά του Rail Transceivers RT1-TP/FL

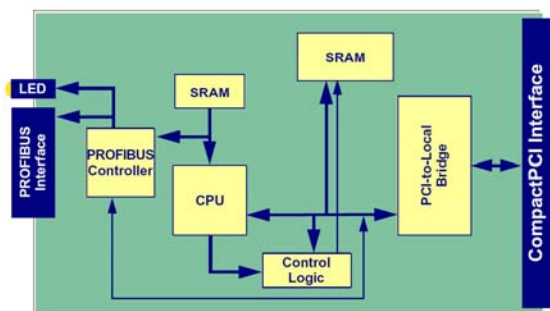
Η κάρτα διασύνδεσης (RS422) με ελεγκτή κυριών μηχανών CP345 έχει χρησιμοποιηθεί καθώς η τηλεμετρία της κατάσταση λειτουργίας μηχανής και μειωτήρα παρέχεται από σειριακή θύρα από τον ελεγκτή της μηχανής.



CP345	Specification
<b>Serial I/O Standards</b>	RS-232, RS-422 and RS-485
<b>Channels</b>	Four serial I/O channels, individually configurable via software
<b>Controller</b>	Siemens DSCC-4 (PEB 20534)
<b>Data Rates</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>asynchronous: max. 1 MBaud (RS-232: max. 120kBaud)</li> <li>synchronous: max. 10 MBaud</li> </ul> *With customized piggyback module or rear I/O
<b>Programmable Data Formats</b>	Data Bits: 5 to 8 Parity: Odd, even, none Stop Bits: 1 or 2
<b>Programmable Channel Modes</b>	RS232 <ul style="list-style-type: none"> <li>unbalanced</li> <li>disabled</li> </ul> RS422 <ul style="list-style-type: none"> <li>balanced, half duplex</li> <li>balanced, full duplex</li> <li>disabled</li> </ul> RS485 <ul style="list-style-type: none"> <li>balanced, half duplex</li> <li>balanced, full duplex</li> <li>disabled</li> </ul> Disabled
<b>Resources Required</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>One IRQrequired</li> <li>Memory-mapped areas of 256 Byte and 64 kByte required</li> </ul>
<b>External Board Interfaces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 x RJ45 (non-optoisolated version)</li> <li>50-pin high-density D-Sub (optoisolated version)</li> </ul>
<b>LED's</b>	8 operation indicator LED's, two for each channel: <ul style="list-style-type: none"> <li>Yellow RxD</li> <li>Green TxD</li> </ul>
<b>Optoisolation Voltage</b>	1 kV, process-to-system side (CP345-TR1)
<b>Overvoltage Protection</b>	±12 V, both variants
<b>Power Supply</b>	5V DC ±5%

Σχήμα 110 : Τεχνικά χαρακτηριστικά της κάρτας διασύνδεσης με κυριες μηχανές CP345

Τέλος η κάρτα διασύνδεσης με το Profibus CP351 χρησιμοποιείται για την υλοποίηση του βρόγχου με τα I/O BOX.



CP351	Specifications
<b>CPU</b>	MC68360 at 25 MHz
<b>Memory</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRAM: 2 MByte (32-bit access, no back-up);</li> <li>EEPROM: 2 kBit (serial, 256 x 8), 1 kBit available for applications</li> </ul>
<b>Local Interrupts</b>	QINT (CPU 360 level 5)
<b>Timers</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>TICK: Periodic-interrupt timer, programmable;</li> <li>General purpose timer: 4x16 bit or 2x32 bit, programmable;</li> <li>Watchdog: 512 ms time-out for reset, programmable;</li> <li>On-board bus error timer: 128 μs, programmable</li> </ul>
<b>Special Functions</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Serial EEPROM: 1 kBit for board-specific data (serial number etc.) + 1 kBit for application purposes;</li> <li>DMA: 2 independent channels (transfers between SRAM, Flash EPROM and PROFIBUS)</li> </ul>
<b>Interface</b>	Opto-isolated 12 MBd serial interface (RS485) with 9-pin female D-Sub connector
<b>Controller</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Device: Siemens ASPC2 PROFIBUS controller</li> <li>System clock: 48 MHz</li> <li>Transmission Speed: 9.6 kBaud .. 12 MBaud, software programmable</li> <li>Interface: 8/16 bit</li> <li>Participants: 127, mixed active/passive</li> <li>Address range: 1 Mbyte, 64 Byte internal FIFO for send/ receive</li> </ul>
<b>Isolation</b>	1 kVDC for the PROFIBUS interface
<b>Memory</b>	256 kByte local shared SRAM, accessible by the ASPC2 and the CPU360
<b>Interface IDs</b>	HEX 17 and HEX FF

Σχήμα 111 : Τεχνικά χαρακτηριστικά της κάρτας διασύνδεσης με Profibus CP351

#### 4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ( WORKSTATION )

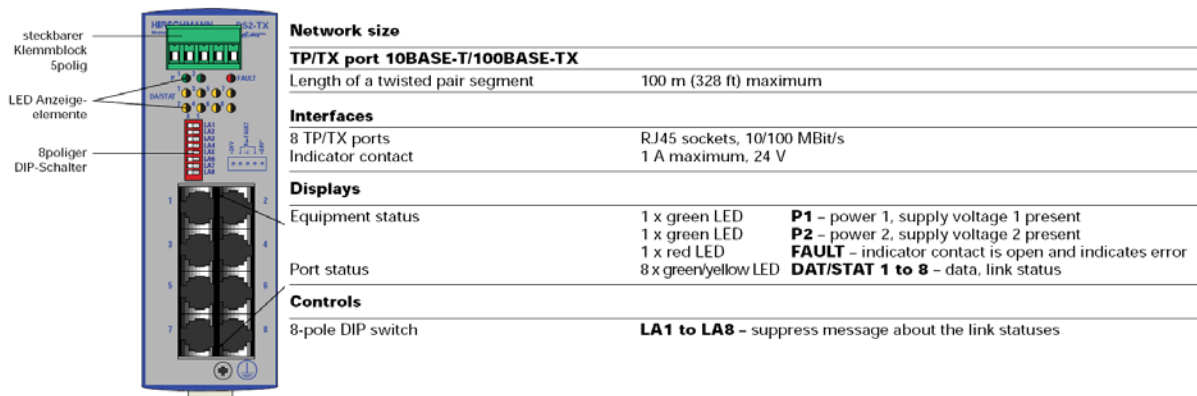
Ο έλεγχος της εγκατάστασης μπορεί να γίνεται από δυο χώρους του πλοίου μέσω των σταθμών εργασίας που είναι εγκατεστημένοι , ένας στην γέφυρα και δυο στο κέντρο ελέγχου. Από τους σταθμούς εργασίας (workstation) ο χειριστής μπορεί να ελέγχει και να τηλεχειρίζεται τα διασυνδεδεμένα μηχανήματα όπως αυτά έχουν περιγραφεί παραπάνω. Οι σταθμοί εργασίας αποτελούνται από ένα υπολογιστή που διαθέτει οθόνη , πληκτρολόγιο , ηχητική κόρνα και trackerballs. Επιπλέον στην γέφυρα και στο κέντρο ελέγχου πέραν των σταθμών εργασίας υπάρχουν οι μοχλοί ελέγχου μηχανών και ο πίνακας ενδείξεων αναλογικών οργάνων στροφών λειτουργίας μηχανών και αξονικού συστήματος καθώς και τα απαραίτητα ενδεικτικά λειτουργίας μηχανών καθώς και τα κομβία εκκίνησης , διακοπής λειτουργίας και ακινητοποίησης ανάγκης. Η μονάδα υπολογιστή είναι κατασκευάστριας εταιρίας PEP σε διάσταση κιβωτίου 19inch rack και υλοποιούνται από τις κάτωθι μονάδες:

- A) Μονάδα μικροϋπολογιστή CP302
- B) Θύρα εισόδου εξόδου CP380
- Γ) Κάρτα δικτύου Ethernet CP340

Επιπλέον υπάρχει ένας φορητός υπολογιστής που διαθέτει το λογισμικό και μπορεί να λειτουργήσει ως φορητός σταθμός εργασίας (Portable WorkStation). Αυτό μπορεί να διασυνδεθεί στο δίκτυο από λήψεις σε κατάλληλα επιλεγμένα ζωτικά σημεία του πλοίου προκειμένου να λειτουργήσει επικουρικά ή σε κατάσταση ανάγκης όπου δεν μπορούν να επανδρωθούν οι σταθερές θέσεις εργασίας.

Με την έννοια έλεγχος καθορίζεται ότι αυτός που τον έχει διαθέτει την ικανότητα να θέτει εντός και εκτός λειτουργίες και να έχει την ευθύνη για την αναγνώριση των συμβάντων και σταλαμάτων . Ο έλεγχος του συστήματος μπορεί να αναληφθεί από τον χρήστη του σταθμού εργασίας ανάλογα με την βαθμό εξουσιοδότησης που διαθέτει και μπορεί να είναι συνολικός ή επιμέρους για κάποιο υποσύστημα . Βασική αρχή είναι ότι δεν μπορούν δυο χρήστες να διαθέτουν ταυτόχρονα τον έλεγχο σε ίδια υποσύστημα . Ο κάθε χρήστης μπορεί να επιτρέψει ή όχι στους υπόλοιπους χρήστες να ελέγξει οποιοδήποτε σύστημα εφόσον διαθέτει ανώτερο βαθμό εξουσιοδότησης από αυτούς . Στην μοναδική περίπτωση όπου υπάρχει μόνο ένας ενεργοποιημένος τότε αυτός αποκτά τον συνολικό έλεγχο αυτόματα .

Η τοπολογία του δικτύου είναι αστεροειδής με χρήση ενός Industrial ETHERNET Rail Switch, Type RS2-TX της εταιρίας Hirschmann και σε αυτό είναι διασυνδεδεμένες οι LPU και τα WorkStation. Για λόγους επαύξησης της αξιοπιστίας του συστήματος υπάρχει και δεύτερο δίκτυο ίδιας διάρθρωσης σε ρόλο BackUp και το κάθε ένα Rail Switch είναι τοποθετημένο εντός των LPU Auxiliary&EPCAMS.



Σχήμα 112 : Τεχνικά χαρακτηριστικά ενός Industrial ETHERNET Rail Switch, Type RS2-TX

Σε κάθε ένα από τα παραπάνω Rail Switch έχει συνδεθεί ένα Industrial ETHERNET Rail Hub, Type RH1-TP της εταιρίας Hirschmann που εξυπηρετεί τις λήψεις για την φορητή μονάδα και τον εκτυπωτή . Με την διάταξη αυτή επιτυγχάνεται η αύξηση του βαθμού αξιοπιστίας για την χρησιμοποίηση των θέσεων της φορητής μονάδας καθώς οι λήψεις διαμοιράζονται και εξυπηρετούνται και από τα δυο ανεξάρτητα δίκτυα .



Product description	
Description	Industrial ETHERNET Rail Hub, Ethernet (10 Mbit/s)
Port type and quantity	4 x 10BASE-T, TP cable, RJ45 sockets
Type	RH1-TP
Order No.	943 639-002
More Interfaces	
Power supply/signaling contact	1 plug-in terminal block, 5-pin
Network size - length of cable	
Twisted pair (TP)	0 - 100 m
Network size - cascading	
Propagation equivalent	TP port <-> TP port: 190 m
Path variability value	TP port <-> TP port: 4 BT
Power requirements	
Operating voltage	24 V DC (-25% to +30%)
Current consumption at 24 V DC	max. 130 mA
Service	
Diagnostics	LEDs (power, data, link status), signal contact/Fault relais (24 V DC / 1 A)
Redundancy	
Redundancy functions	redundant 24 V power supply
Ambient conditions	
Operating temperature	0 °C to +60 °C
Storage/transport temperature	-25 °C to +70 °C
Relative humidity (non-condensing)	10% to 95%
MTBF	159.7 years; MIL-HDBK 217F: Gb 25 °C
Mechanical construction	
Dimensions (W x H x D)	40 mm x 125 mm x 80 mm
Mounting	DIN Rail 35 mm
Weight	530 g
Protection class	IP 30

Σχήμα 113 : Τεχνικά χαρακτηριστικά ενός Rail Hub, Type RH1-TP

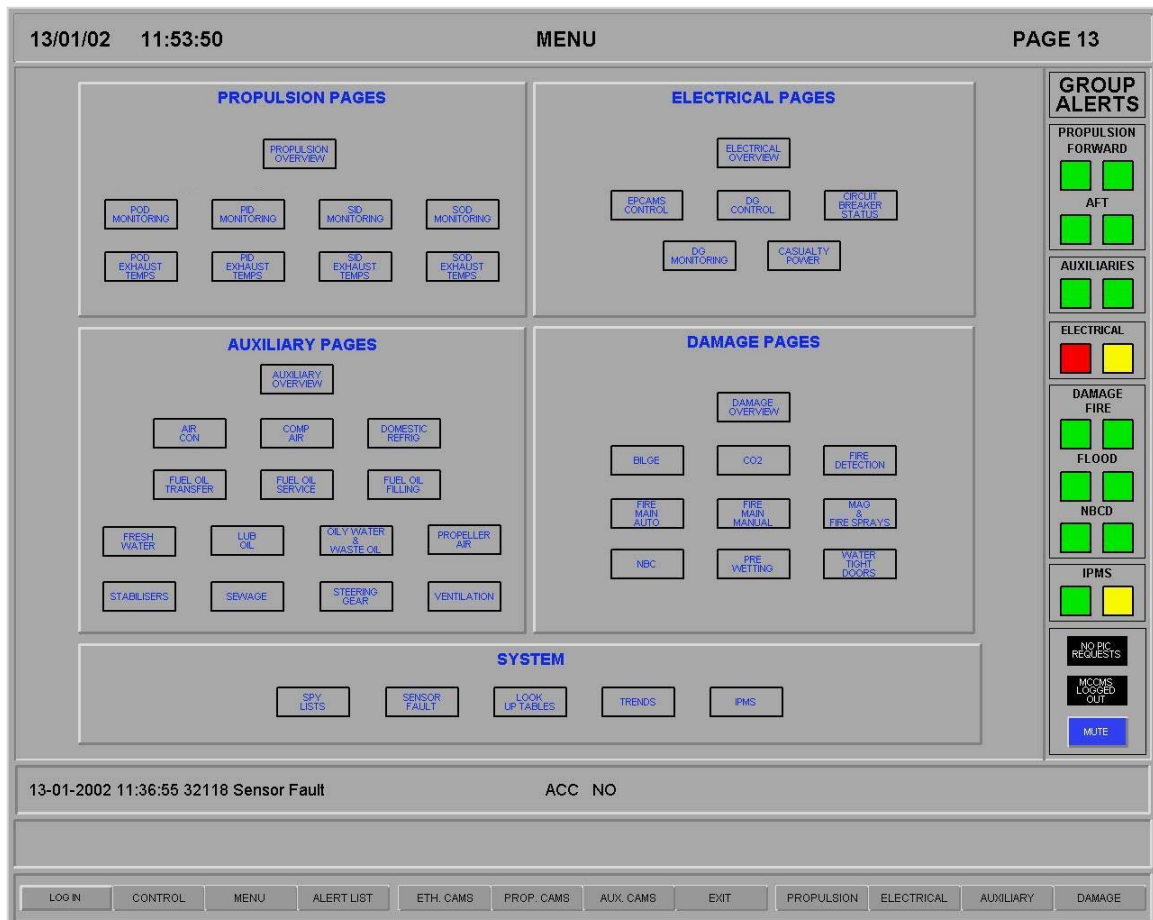
Τέλος για τον εκτυπωτή έχει χρησιμοποιηθεί ένας Print Server Model 300X, EX Plus της εταιρίας HP προκειμένου ο εκτυπωτής να μπορεί να λειτουργεί ως κοινόχρηστος προς όλους τους σταθμούς εργασίας ανεξάρτητα από το ποιος διαθέτει τον έλεγχο στο σύστημα .

## 5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ( Man Machine Interface )

Η ιδέα της τηλεμετρίας ήταν η διευκόλυνση του ανθρώπου να ελέγχει από απόσταση μηχανές και σε αυτό το σύστημα μεταξύ της μηχανής και του ανθρώπου εκτός από τις γραμμές μεταφοράς σημάτων , αισθητήρες και επεξεργαστές υπάρχει το τελικό στάδιο της « διεπαφής » των αισθήσεων όρασης και ακοής του ανθρώπου με το σύστημα . Η διεπαφή του ανθρώπου με το μηχάνημα ( Man Machine Interface ) πραγματοποιείται στους σταθμούς εργασίας όπου η μέθοδος απεικόνισης των παραμέτρων λειτουργίας του συστήματος αποτελεί καθοριστικό παράγοντα προκειμένου να είναι προσφιλές και εύχρηστο στο προσωπικό που το χειρίζεται .

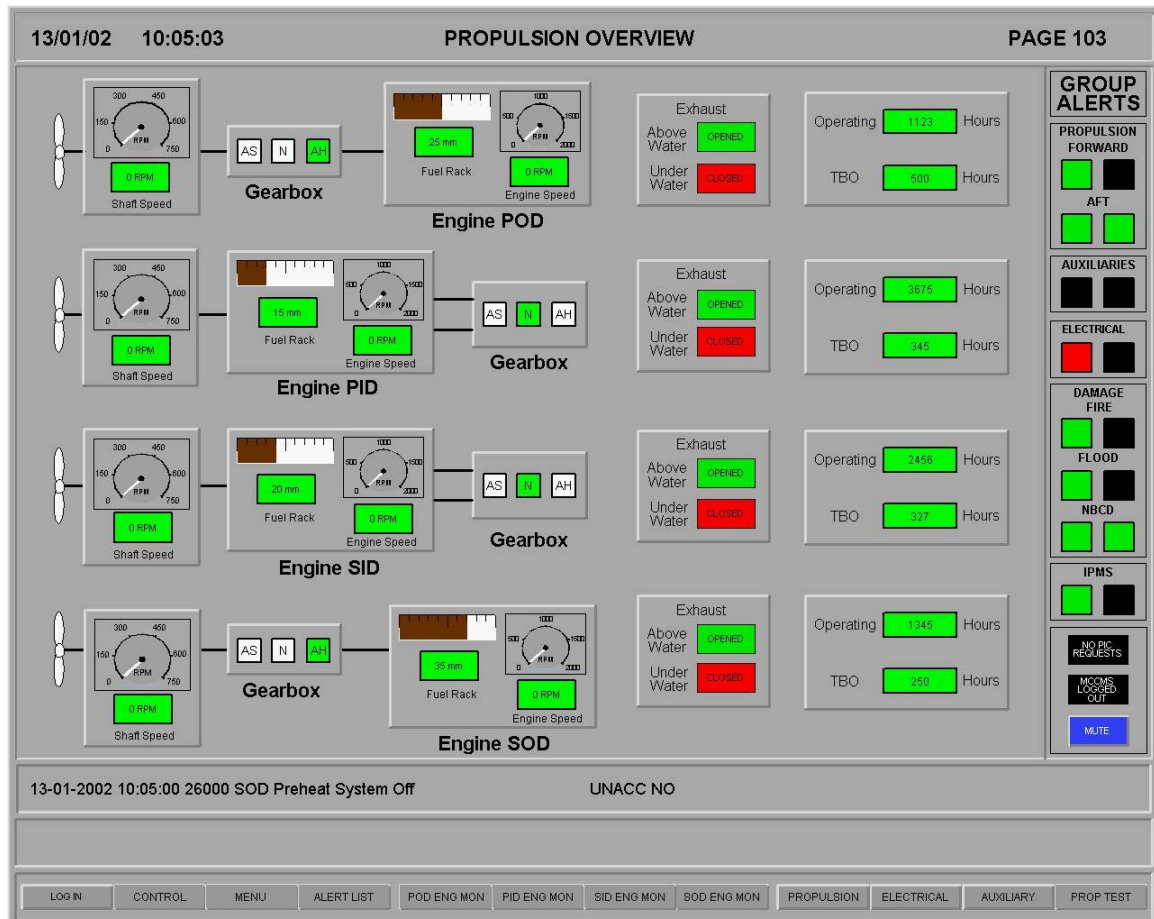
Στους σταθμούς εργασίας υπάρχει μια δένδροειδής κατανομή των σελίδων που απεικονίζουν την κατάσταση του συστήματος . Αρχικά έχουμε την σελίδα εισόδου από την οποία ο χειριστής ονομαστικά συνδέεται με το σύστημα και ακολουθεί η σελίδα του κυρίως μενού . Στο κυρίως μενού παρουσιάζονται το σύνολο των σελίδων που υπάρχουν διαχωρισμένες σε τέσσερα τμήματα ανάλογα με το είδος του συστήματος που εξυπηρετούν ως ακολούθως:

- A) Πρόωση ( Κ. Μηχανές , Μειωτήρες και αξονικό )
- B) Παραγωγή και διανομή ηλεκτρικής ισχύος ( Ηλεκτρομηχανές , γεννήτριες και πίνακες διανομής )
- Γ) Βοηθητικά μηχανήματα ( αεροσυμπιεστές, κλιματισμός , αερισμός , δεξαμενές , αντλίες μετάγγισης , πηδάκια , σταθμίστερες και βιολογικός )
- Δ) Έλεγχος βλαβών (κατάσταση κυτών , πυρανίχνευση , αντλίες πυρκαγιάς και κατάσταση θυρών/ ανοιγμάτων)



Σχήμα 114 : Απεικόνιση του κεντρικού μενού επιλογής σελίδων σε οθόνη σταθμού εργασίας

Για τα τέσσερα γενικά τμήματα υπάρχουν αντίστοιχα η κεντρική σελίδα όπου γίνεται περίληψη των σημαντικότερων πληροφοριών π.χ. στην συγκεντρωτική σελίδα της πρόωσης παρουσιάζονται οι μηχανές , μειωτήρες και άξονες με τις απαραίτητες πληροφορίες για την κατάσταση λειτουργίας τους . Ακολουθούν για κάθε ένα σύστημα και η αντίστοιχη σελίδα όπου τηλεμετρουνται οι αισθητήρες του και όπου είναι δυνατό τηλεχειρίζονται η λειτουργίες .



Σχήμα 115 : Απεικόνιση της κυρίας σελίδας για την ομάδα μηχανημάτων της πρόωσης

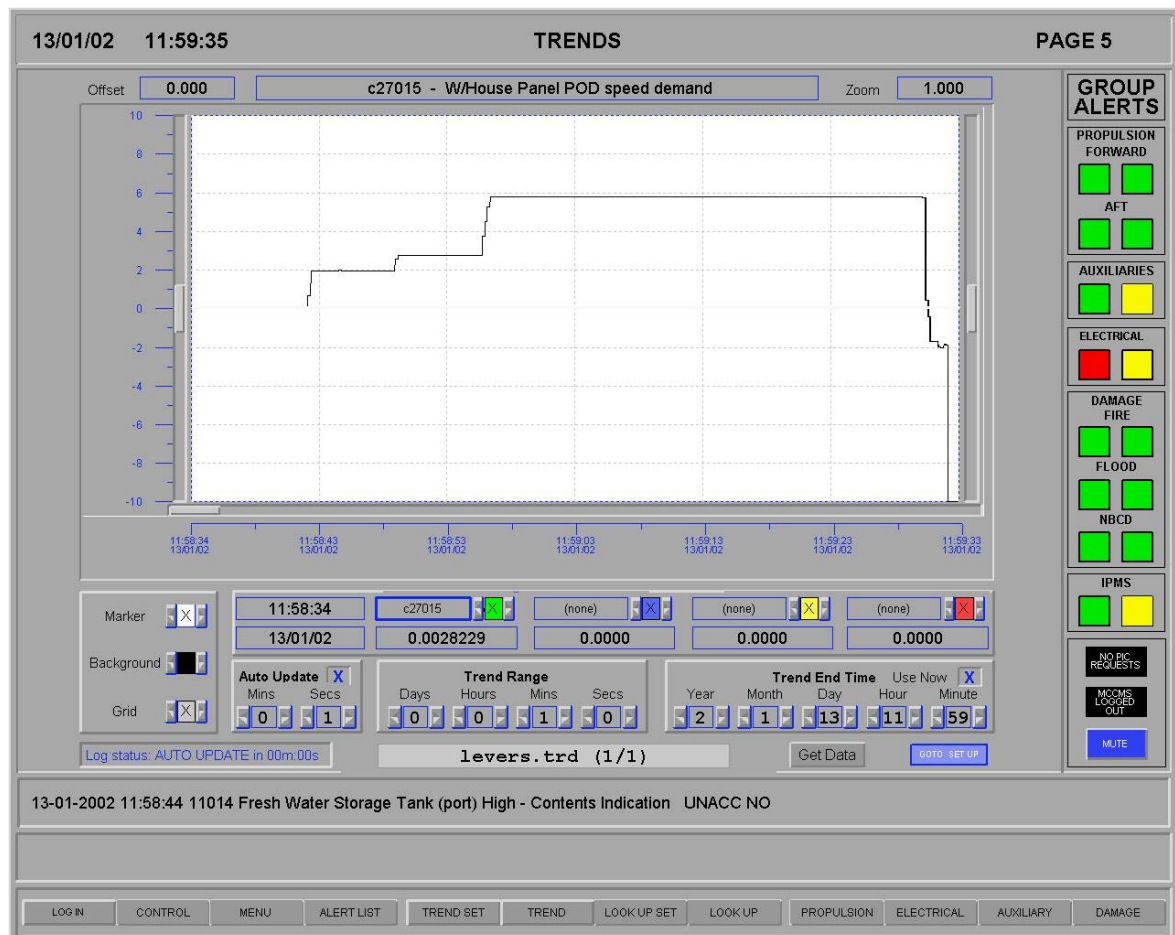
Πέραν των ανωτέρω υπάρχουν και οι σελίδες που δεν εντάσσονται στον παραπάνω διαχωρισμό καθώς αποτελούν σελίδες γενικής υποβοήθησης και αυτές κατατάσσονται σε τέσσερις γενικές κατηγορίες ως κάτωθι :

A) Σελίδες συγκέντρωσης και απεικόνισης αναφορών . Για την απεικόνιση των αναφορών υπάρχει η σελίδα των τρεχόντων αναφορών ή σταλαμάτων (alarm list) και η συνολική ιστορική καταγραφή των αναφορών ( history event ) . Εκεί ανάλογα με τον βαθμό εξουσιοδότησης του χειριστή μπορεί να αναγνωρίσει ένα σφάλμα και να εκλέξει την ιστορική διαδοχή των χειρισμών που εκτελέστηκαν .

B) Παραμετροποίησης του συστήματος . Τα ηλεκτρικά σήματα που λαμβάνονται από τους αισθητήρες μέσω μονοσήμαντης συνάρτησης μετατρέπονται στο φυσικό μέγεθος που μετρούν . Από τις σελίδες παραμετροποίησης του συστήματος ο κατάλληλα εξουσιοδοτημένος χειριστής μπορεί να διορθώσει τις συναρτήσεις μετατροπής των σημάτων .



Γ) Επιλεκτικής παρουσίασης σημάτων . Με αυτές ο χειριστής μπορεί να δημιουργήσει σελίδες όπου σε μορφή πίνακα μπορεί να ελέγχει σε πραγματικό χρόνο τις πληροφορίες από αισθητήρες που ανήκουν σε διαφορετικά συστήματα . Επιπλέον του παρέχεται η δυνατότητα να καθορίσει παραμέτρους που θα καταγράφονται στο χρόνο προκειμένου να παραχθούν διαγράμματα από τα οποία μπορεί ο χειριστής να αντλεί πληροφορίες για την μελλοντική εξέλιξη της συμπεριφοράς των τιμών τους . Τέλος μπορεί να ζητήσει από τους άλλους χειριστές να πάρει τον έλεγχο συστημάτων που δεν είναι αρχικά εξουσιοδοτημένος να ελέγχει .



Σχήμα 116 : Απεικόνιση της σελίδας γραφημάτων αναλογικών αισθητήρων

Δ) Αυτοδιάγνωσης δικτύου . Στις σελίδες αυτοδιάγνωσης του δικτύου γίνεται απεικόνιση των δικτύων που υλοποιούνται ( βρόγχος για τα I/O BOX , αστεροειδές για LPU και WorkStation ) και παρουσίαση των τμημάτων που έχουν εσφαλμένη λειτουργία προκειμένου ο χειριστής να καθοδηγηθεί γρηγορότερα στη αποκατάσταση της βλάβης .

13/01/02 11:51:37 ETHERNET CAMS PAGE 20

### LINK 1

	W/HOUSE WS	EDCR WS 1	EDCR WS 2	LPU AFT 1	LPU FWD 1	LPU AUX 1	LPU AUX 2
W/HOUSE WS	n/a	■	■	■	■	■	■
EDCR WS 1	■	n/a	■	■	■	■	■
EDCR WS 2	■	■	n/a	■	■	■	■
LPU AFT 1	■	■	■	n/a	■	■	■
LPU FWD 1	■	■	■	■	n/a	■	■
LPU AUX 1	■	■	■	■	■	n/a	■
LPU AUX 2	■	■	■	■	■	■	n/a

### LINK 2

	W/HOUSE WS	EDCR WS 1	EDCR WS 2	LPU AFT 1	LPU FWD 1	LPU AUX 1	LPU AUX 2
W/HOUSE WS	n/a	■	■	■	■	■	■
EDCR WS 1	■	n/a	■	■	■	■	■
EDCR WS 2	■	■	n/a	■	■	■	■
LPU AFT 1	■	■	■	n/a	■	■	■
LPU FWD 1	■	■	■	■	n/a	■	■
LPU AUX 1	■	■	■	■	■	n/a	■
LPU AUX 2	■	■	■	■	■	■	n/a

W/HOUSE WS => W/HOUSE WORKSTATION  
 EDCR WS 1 => EDCR WORKSTATION 1  
 EDCR WS 2 => EDCR WORKSTATION 2  
 LPU AFT 1 => AFT PROPULSION LPU 1  
 LPU FWD 1 => FWD PROPULSION LPU 1  
 LPU AUX 1 => FWD PROPULSION LPU 1  
 LPU AUX 2 => FWD PROPULSION LPU 1

#### GROUP ALERTS

PROPULSION FORWARD: ■ ■

AFT: ■ ■

AUXILIARIES: ■ ■

ELECTRICAL: ■ ■

DAMAGE FIRE: ■ ■

FLOOD: ■ ■

NBCD: ■ ■

IPMS: ■ ■

NO PIC REQUESTS: ■

MCCMS LOGGED OUT: ■

MUTE: ■

13-01-2002 11:36:55 32118 Sensor Fault ACC NO

LOGIN CONTROL MENU ALERT LIST ETH. CAMS PROP. CAMS AUX. CAMS EXIT PROPULSION ELECTRICAL AUXILIARY DAMAGE

Σχήμα 116 : Απεικόνιση της σελίδας διαγνωστικών ελέγχων για το ακτινικό δίκτυο μεταξύ LPU και Workstation

# 4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## 1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ ΕΝΔΕΙΞΕΩΝ ΒΛΑΒΩΝ

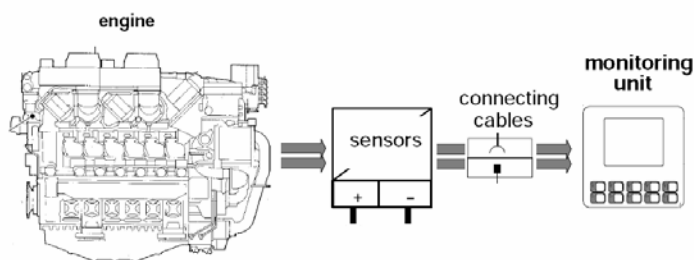
Σε κάθε μηχανήμα λόγω του πλήθους των υλικών που το αποτελούν είναι στατιστικά βέβαιο ότι κάποια στιγμή θα παρουσιάσει βλάβη μικρής ή μεγάλης επίδρασης. Για την περίπτωση ενός πλοίου και γενικότερα μιας εγκατάστασης που διαθέτει μεγάλο αριθμό και ποικιλία μηχανημάτων, ο έλεγχος σε τοπικό επίπεδο είναι δυνατόν να εκτελεστεί υπό προϋποθέσεις ( π.χ. ικανές συνθήκες που επιτρέπουν την παραμονή ανθρώπου ) και με παραδοχές ( π.χ. έλεγχος ανά τακτά χρονικά διαστήματα ) . Σε κάθε περίπτωση η έγκαιρη αναγνώριση της βλάβης ή της λειτουργίας του μηχανήματος εκτός των καθορισμένων ορίων είναι προϋπόθεση για την αξιοπιστία ενός συστήματος . Ένα τηλεμετρούμενο σύστημα μπορούμε να το απεικονίσουμε διαγραμματικά αποτελούμενο από τα ακόλουθα τέσσερα βασικά τμήματα.

A) το μηχανήμα που ελέγχουμε και αυτό μπορεί να είναι μια θερμική μηχανή , ένας ηλεκτρικός κινητήρας ή ένα ολόκληρο σύστημα όπως η πυρανόχνευση ή ο έλεγχος στεγανότητας και ανοιγμάτων .

B) οι αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι στο μηχανήμα και σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται και οι μονάδες ελέγχου και υποστήριξης αυτών

Γ) οι γραμμές μεταφοράς των δεδομένων από τους αισθητήρες προς το σύστημα τηλεμετρίας . Στο σύνολο αυτό συμπεριλαμβάνονται οι γραμμές από τους αισθητήρες έως το στάδιο ομαδοποίησης καθώς και τα δίκτυα που υλοποιούνται μεταξύ των σταθμών ομαδοποίησης σημάτων μέχρι η πληροφορία να φτάσει στο κεντρικό σύστημα.

Δ) το κεντρικό σύστημα τηλεμετρίας που μπορεί να είναι ένας ή περισσότεροι υπολογιστές και σε αυτό συμπεριλαμβάνεται και το δίκτυο που υφίσταται σε περίπτωση πολλαπλών σταθμών εργασίας



Σχήμα 117 : Γενικό διάγραμμα ενός συστήματος τηλεμετρίας αποτελούμενο από τα βασικά τμήματα του

Στην παραπάνω γενική θεώρηση ενός συστήματος τηλεμετρίας υπάρχει η περίπτωση που στην θέση του μηχανήματος και των αισθητήρων είναι άλλο υποσύστημα τηλεμετρίας . Αυτού του είδους η δένδροειδής κατασκευή ακολουθείται για την μείωση της πολυπλοκότητας που θα προέκυπτε από την κατασκευή ενός ενιαίου συστήματος λόγω της ασυμβατότητας μεταξύ των υποσυστημάτων που

αποτελούν το πλοίο . Παράδειγμα ο τοπικός έλεγχος των μηχανών υλοποιεί την τηλεμετρία της μηχανής και του μειωτήρα καθώς επίσης διαθέτει και όλες τις ασφαλιστικές διατάξεις . Αυτός συνδέεται με το κεντρικό σύστημα και μεταφέρει ομαδοποιημένα της πληροφορίες μέσω σειριακής σύνδεσης RS422 .

Σε ένα σύστημα τηλεμετρίας η ενδείξεις των λειτουργικών χαρακτηριστικών από κάθε μηχανήμα είναι αποτέλεσμα των κάτωθι διεργασιών :

A) άμεσης αναγνώρισης και αναφερόμαστε για όλα τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των οποίων οι ενδείξεις αποστέλλονται από τοπικούς αισθητήρες.

B) έμμεσης αναγνώρισης και αφορά κυρίως την ικανότητα του συστήματος να συγκρίνει τα μεγέθη με προκαθορισμένα όρια τιμών και να εκδίδει ενδείξεις σε περίπτωση απόκλισης της λειτουργίας .

Η υλοποίηση της άμεσης αναγνώρισης απαιτεί καλό σχεδιασμό και ισορρόπηση με τεχνοοικονομικά κριτήρια καθώς σε κάθε μηχανήμα υπάρχει πλήθος παραμέτρων που μπορούν να μετρηθούν και οι δυνατότητες που παρέχονται από πλευράς αισθητήρων καθώς και τα είδη που υπάρχουν είναι πολλά . Η άμεση αναγνώριση της λειτουργικής κατάστασης ενός μηχανήματος με χρήση αισθητήρων αφορά την απεικόνιση των φυσικών μεγεθών με αναλογικούς αισθητήρες αλλά και την διάγνωση βλαβών από διακοπτικούς αισθητήρες με καθορισμένα όρια ή λειτουργίες . Παράδειγμα στην ηλεκτρομηχανή υπάρχει ο αισθητήρας που μετρά την πίεση του ελαίου λιπάνσεως και την απεικονίζει σε τοπικό όργανο και σε σειρά μεταδίδει το σήμα προς το σύστημα ελέγχου . Ένας επιπλέον αισθητήρας πίεσης ελαίου ( πρεσοστατης ρυθμισμένος για το χαμηλό όριο λειτουργίας ) ελέγχει μια επαφή που με την σειρά της επενεργεί στο τοπικό πίνακα ελέγχου για την υλοποίηση των ασφαλιστικών διατάξεων και έκδοση σήματος βλάβης.

Η έμμεση αναγνώριση της κατάστασης ενός μηχανήματος είναι αποτέλεσμα της κριτικής ικανότητας και του επιπέδου νοημοσύνης που έχει το σύστημα τηλεμετρίας . Αυτού του είδους η διεργασία γίνεται για αναγνώριση σφαλμάτων που είναι σε εξέλιξη ή πρόκειται να εμφανιστούν . Η υλοποίηση αυτών γίνεται από το λογισμικό του κεντρικού συστήματος και σε αυτή συμπεριλαμβάνεται και η αναγνώριση των σταλαμάτων που εμφανίζονται στην ίδια την διάταξη τηλεμετρίας . Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι οι ακόλουθοι :

A) συγκρίσεις των μετρούμενων αναλογικών τιμών από τους αισθητήρες με προκαθορισμένα όρια

B) συγκρίσεις των μετρούμενων τιμών από τους πολλαπλούς αισθητήρες που τοποθετούνται και αποδοχή των μετρήσεων εφόσον οι διαφορές τους είναι εντός των ορίων ανοχής

Γ) αναγνώριση της τάσης που ακολουθείται στον χρόνο . Παράδειγμα : μεταξύ δυο ιδίων σφαιροτριβων με ίδια θερμοκρασία μπορούμε να έχουμε έγκαιρη ένδειξη βλάβης αν στον ένα η τιμή είναι σταθεροποιημένη στο χρόνο ενώ στον δεύτερο έχουμε ανοδική τάση .

Δ) περιοδικότητα εμφάνισης . Μπορεί το σύστημα να συμπεράνει ότι υπάρχει ένδειξη διαρροής αέρος όταν η περιοδικότητα λειτουργίας των αεροσυμπιεστών αυξηθεί .

E) αλληλοσύσχεση παραμέτρων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων στην περίπτωση αυτή το σύστημα μεταβάλλει τα όρια αποδεκτών τιμών ανάλογα με τα συστήματα που λειτουργού και την κατάσταση που είναι , παράδειγμα η πίεση λειτουργίας του συστήματος παροχής αέρος προς τις προπέλες μεταβάλλεται ανάλογα με την ταχύτητα του πλοίου .

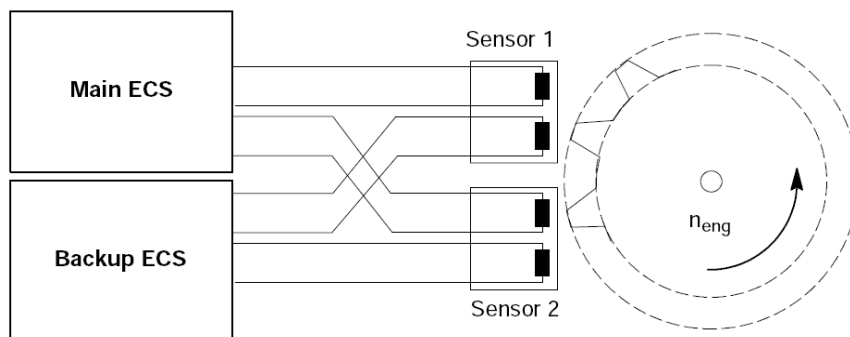
Σε αυτό το σημείο υπάρχει το όριο του διαχωρισμού των συστημάτων τηλεμετρίας όπου πλέον μετά την απεικόνιση ο χειρισμός απομένει να γίνει από τον άνθρωπο και των συστημάτων αυτομάτου ελέγχου όπου το σύστημα αυτόματα ενεργεί.

Ενδεικτικά για την Μηχανή πρόωσης έχουν χρησιμοποιηθεί οι ακόλουθοι μέθοδοι διάγνωσης βλαβών που υλοποιούνται στον τοπικό έλεγχο της.

A) έχουν τοποθετηθεί μόνο αισθητήρια που μετατρέπουν το φυσικό μέγεθος σε αναλογική τιμή ρεύματος ή τάσης . Ο έλεγχος των ορίων γίνεται από την τοπική μονάδα ελέγχου που διαθέτει προκαθορισμένες καμπύλες ορίων για κάθε φυσικό μέγεθος συνάρτηση των στροφών λειτουργίας της .

B) οι κάρτες του τοπικού συστήματος ελέγχου της μηχανής στις οποίες διασυνδέονται οι αισθητήρες ελέγχουν την τιμή του σήματος που λαμβάνουν και εκδίδουν αντίστοιχη πληροφορία αν είναι εκτός ηλεκτρικών ορίων . Παράδειγμα για τους αισθητήρες 4-20mA αν λάβει ρεύμα μικρότερο του 2mA ή μεγαλύτερο του 22mA τότε προκαλείται ένδειξη βλάβης για τον αισθητήρα . Αντίστοιχα για τις μετρήσεις των θερμοκρασιών όπου χρησιμοποιούνται θερμοστοιχεία PT1000 αν η αντιστάση μετρηθεί κάτω των 840 Ω ή πάνω από 1575Ω τότε προκαλείται ένδειξη βλάβης για τον αισθητήρα .

Γ) έχει τοποθετηθεί για τα σημαντικά μεγέθη διπλός αριθμός αισθητήρων που αντίστοιχα είναι διασυνδεδεμένοι στις μονάδες Main και Backup . Αυτές συνεχώς συγκρίνουν τις τιμές των διπλά μετρούμενων μεγεθών και εκδίδουν αντίστοιχο σήμα βλάβης στην περίπτωση διαφοροποίησης . Το σκεπτικό είναι αφενός η επαύξηση της αξιοπιστίας προκειμένου η μηχανή να συνεχίσει να λειτουργεί σε περίπτωση απώλειας ενός συστήματος αφετέρου εναλλακτικός τρόπος ελέγχου των αισθητήρων .



Σχήμα 117 : Ενδεικτικό διάγραμμα διασύνδεσης των διπλών αισθητήρων στροφών στο σύστημα ελέγχου της μηχανής

Στην ηλεκτρομηχανή ο έλεγχος της μηχανής γίνεται από το ηλεκτρονικό σύστημα DDEC και παράλληλα υπάρχει ο τοπικός πίνακας που ελέγχει τον συνδυασμό γεννήτρια και μηχανή . Για το μηχανικό τμήμα έχουν χρησιμοποιηθεί οι ακόλουθοι μέθοδοι διάγνωσης βλαβών .

A) έχουν τοποθετηθεί μόνο αισθητήρια που μετατρέπουν το φυσικό μέγεθος σε αναλογική τιμή ρεύματος ή τάσης και ο έλεγχος των ορίων γίνεται από την τοπική μονάδα ελέγχου DDEC που διαθέτει προκαθορισμένες καμπύλες ορίων για κάθε φυσικό μέγεθος συναρτήσεως των στροφών λειτουργίας της

B) η μονάδα DDEC στην οποία διασυνδέονται οι αισθητήρες ελέγχει την τιμή του σήματος που λαμβάνει και εκδίδει αντίστοιχη πληροφορία αν είναι εκτός ηλεκτρικών ορίων .

Γ) έχει τοποθετηθεί για τα σημαντικά μεγέθη και δεύτερος αριθμός αισθητήρων που είναι διασυνδεδεμένοι απευθείας με το τοπικό πίνακα ελέγχου της ηλεκτρομηχανής όπου υλοποιούνται με ηλεκτρονόμους οι βασικές ασφαλιστικές διατάξεις. Με τον τρόπο αυτό γίνεται επαύξηση της αξιοπιστίας του συστήματος προστασίας της μηχανής .

Δ) για τους ηλεκτρικά ενεργοποιούμενους καυστήρες γίνεται έλεγχος του ρεύματος απόκρισης του πηνίου ενεργοποίησης προκειμένου να διαγνωστεί η κατάσταση λειτουργίας τους .

Στο κεντρικό σύστημα ελέγχου του πλοίου λόγω της πληθώρας των μονάδων που είναι με αυτό διασυνδεδεμένες δεν είναι εφικτό να ελεγχθούν με διπλό τρόπο οι αισθητήρες εκτός και αν αυτό δίνεται από τον τοπικό έλεγχο κάθε μονάδας όπως αυτό έχει περιγράψει στα παραδείγματα μηχανής και ηλεκτρομηχανής . Σε αυτό γίνεται η αναγνώριση των βλαβών με τις κάτωθι μεθόδους :

Α) Στα I/O BOX ανάλογα με το είδους γίνεται έλεγχος της τιμής του σήματος που λαμβάνει από τα αισθητήρια και εκδίδει αντίστοιχη πληροφορία αν είναι εκτός ηλεκτρικών ορίων .

Β) Στα συστήματα που διαθέτουν αναλογικούς αισθητήρες υπάρχουν αποθηκευμένες οι τιμές των ορίων για το οποίο θα εμφάνιση μήνυμα ενημέρωσης ή βλάβης . Παράδειγμα για την ένδειξη πίεσης στο κύκλωμα αέρα υψηλής υπάρχει το όριο στα 160Bar για την ενεργοποίηση του λογισμικού και απεικόνιση του μηνύματος «χαμηλή πίεση αέρος».

Γ) Για τις περιπτώσεις όπου ελέγχονται διακόπτες όπως αυτό γίνεται στις θύρες και τα ανοίγματα τότε χρησιμοποιούνται αισθητήρες με δυο επαφές μια Normal Open (NO) και μια Normal Close (NC) προκειμένου να ελέγχεται η κατάσταση του αισθητήρα και να προκύπτει σήμα βλάβης όταν αυτός έχει ενεργοποιημένες ή όχι και τις δυο επαφές ταυτόχρονα.

Δ) Τα δίκτυα που έχουν υλοποιηθεί ( διπλός βρόγχο για τα I/O BOX και διπλό αστεροειδές για τους σταθμούς εργασίας και LPU ) ελέγχονται από τους επεξεργαστές που υλοποιούν την επικοινωνία και δημιουργούν αντίστοιχα μηνύματα σε περίπτωση βλάβης .

## 2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ ΕΠΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΔΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ



Σχήμα 118 : Το παγόβουνο που υποθάλπετε από μια βλάβη

Η εκδήλωση μιας βλάβης είναι μόνο η κορυφή ενός παγόβουνου που αποτελείται από παράγοντες όπως απώλεια υλικού λόγω φθοράς, διαρροή, βρωμιά, κραδασμοί, υπερθέρμανση, γήρανση υλικού, επιφανειακές φθορές και άλλα. Από τους παραπάνω παράγοντες σε ορισμένους μπορεί να γίνει γνωστή η ανάπτυξη τους από τις ενδείξεις αντιστοιχών αισθητηρίων. Ενώ για τους υπολοίπους επιδιώκουμε να τους περιορίσουμε με την προληπτική συντήρηση του μηχανήματος όπου γίνονται τμηματικές ή μαζικές αντικατάστασης υλικών ανάλογα των χρονικών διαστημάτων που αυτές εκτελούνται. Σε ένα σύστημα τηλεμετρίας τους παραπάνω παράγοντες θα μπορούσαμε να τους συμπεριλάβουμε στις ενδείξεις του. Για να υλοποιηθεί αυτή η διαδικασία θα πρέπει να καθοριστούν οι συσχετισμοί μεταξύ των ενδείξεων από τους αισθητήρες με τους παράγοντες ανάπτυξης βλάβης και ταυτόχρονα να καθοριστεί η επισκευαστική πολιτική. Η επισκευαστική πολιτική διαχωρίζεται σε δυο τμήματα την προτεινόμενη από τον κατασκευαστή και την υλοποιούμενη από τον χρήστη.

Ο κατασκευαστής καταστρώνει ένα σχέδιο προγραμματισμένων επισκευών βάση ωρών λειτουργίας ή χρονικών διαστημάτων που είναι αποτέλεσμα μελέτης του προϊόντος βάση της εμπειρίας, της αντοχής των χρησιμοποιούμενων υλικών, της ποιότητας συναρμογής και των στατιστικών μετρήσεων που διαθέτει. Ο χρήστης είτε αποδέχεται το προτεινόμενο σχέδιο για λόγους εγγυησής ή όταν αυτή έχει παρέλθει αναλαμβάνει την ευθύνη να το τροποποιήσει με γνώμονα τα κάτωθι:

A) το λειτουργικό κόστος του συστήματος σε λειτουργία και την απώλεια εσόδων λόγω προγραμματισμένων επισκευών

B) η επιθυμητή αξιοπιστία του συστήματος και η επίδραση μιας βλάβης σε θέματα ασφάλειας προσωπικού και υλικού

Γ) το ποιοτικό είδος των υλικών που χρησιμοποιούνται κατά την επισκευή. (καινούργια ή μεταχειρισμένα, επίσημου προμηθευτή του κατασκευαστή ή αμφιβόλου ποιότητας αντίγραφα)

Σταθμίζοντας την βαρύτητα των παραπάνω ο χρήστης ακολουθεί μια σφιχτή ή χαλαρή επισκευαστική πολιτική που αντίστοιχα εκφράζεται από τις χαρακτηριστικές φράσεις «επισκευή για να μην χαλάσει» ή «επισκευή αφού χαλάσει». Τελικά η παραπάνω κινήσεις θα αποτελέσουν μελλοντικά τα στατιστικά αποτελέσματα για τον κατασκευαστή με στόχο την βελτιστοποίηση του επανασχεδιασμού των προϊόντων.

Στα συστήματα τηλεμετρίας κατά τον σχεδιασμό τους λαμβάνεται υπόψη η μεθοδολογία που ακολουθείται από το μεγαλύτερο μέρος των κατασκευαστών εκείνη την εποχή . Επίσης υπάρχει η περίπτωση το κεντρικό σύστημα απλώς να απεικονίζει τις πληροφορίες που του αποστέλλει η τοπική μονάδα για θέματα επισκευής . Ειδικότερα στο υλοποιημένο σύστημα του πλοίου σε κεντρικό ή τοπικό επίπεδο ανάλογα το μηχάνημα παρέχονται πληροφορίες σχετικά με το σύνολο ωρών λειτουργίας , τον αριθμό εκκινήσεων και στατιστικά στοιχεία λειτουργίας του μηχανήματος όπως ο συγκεντρωτικός πίνακας ωρών λειτουργίας σε συγκεκριμένο ζεύγους τιμών στροφών και παραγόμενης ισχύος .

Στο αυτόματο σύστημα ελέγχου ECS-UNI των μηχανών πρόωσης γίνεται η καταγραφή και υπολογισμός των κάτωθι παραμέτρων σχετικά με τον κύκλο εργασιών συντήρησης που προβλέπει ο κατασκευαστής :

A) καταγραφή του προφίλ ισχύος λειτουργίας της μηχανής . Αυτό αποτελείται από ένα πίνακα που το κάθε στοιχείο του αντιστοιχεί σε ζεύγος στροφών και παραγόμενης ισχύος και συμπληρώνεται από το ποσοστό επί των συνολικών ωρών λειτουργίας της μηχανής που αντιστοιχεί σε κάθε ζεύγος τιμών .

Percent of Trip Time in Load and RPM Table  
Engine Load (%)

Engine RPM	0 -9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-100	TOTAL
0-699	0.5	5.4	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	7.2
700-999	8.1	0.7	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.4	0.4	0.2	10.8
100-1199	7.1	0.9	0.9	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	1.1	13.3
1200-1299	1.7	0.7	0.7	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	1.3	7.2
1300-1399	1.5	0.6	0.5	0.6	0.9	0.9	0.6	0.5	0.3	1.9	8.4
1400-1499	3.1	1.8	2.4	4.5	12.9	10.8	4.5	2.7	2.2	3.0	47.7
1500-1599	0.7	0.3	0.2	0.3	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2	0.7	4.0
1600-1699	0.2	0.1				0.1	0.1			0.4	0.9
1700-1799	0.1									0.1	0.3
1800+											0.1
Total	22.9	10.4	7.0	7.0	15.9	13.5	6.8	4.9	4.1	8.7	

Σχήμα 119 : Απεικόνιση του πίνακα προφίλ ισχύος λειτουργίας

B) υπολογισμός των υπολειπόμενων ωρών λειτουργίας μέχρι την εκτέλεση της προληπτικής επιθεώρησης . Ο υπολογισμός βασίζεται στο χρονικό σχέδιο που έχει καταστρωθεί για το βασικό προφίλ ισχύος λειτουργίας

Maintenance level indicator		
RUNNING HOURS: <input type="text" value="4499"/> h		
SELECT	TIME UNTIL NEXT LEVEL	ACTION
	W1 1 h	<input checked="" type="checkbox"/>
	W2 500 h	<input type="checkbox"/>
	W3 500 h	<input type="checkbox"/>
→	W4 1500 h	<input type="checkbox"/>
	W5.1 1500 h	<input type="checkbox"/>
	W5.2 7500 h	<input type="checkbox"/>
	W6 19500 h	<input type="checkbox"/>
For further action-information consult operation manual		

Σχήμα 120 : Απεικόνιση των υπολογισμένων υπολειπόμενων ωρών λειτουργίας

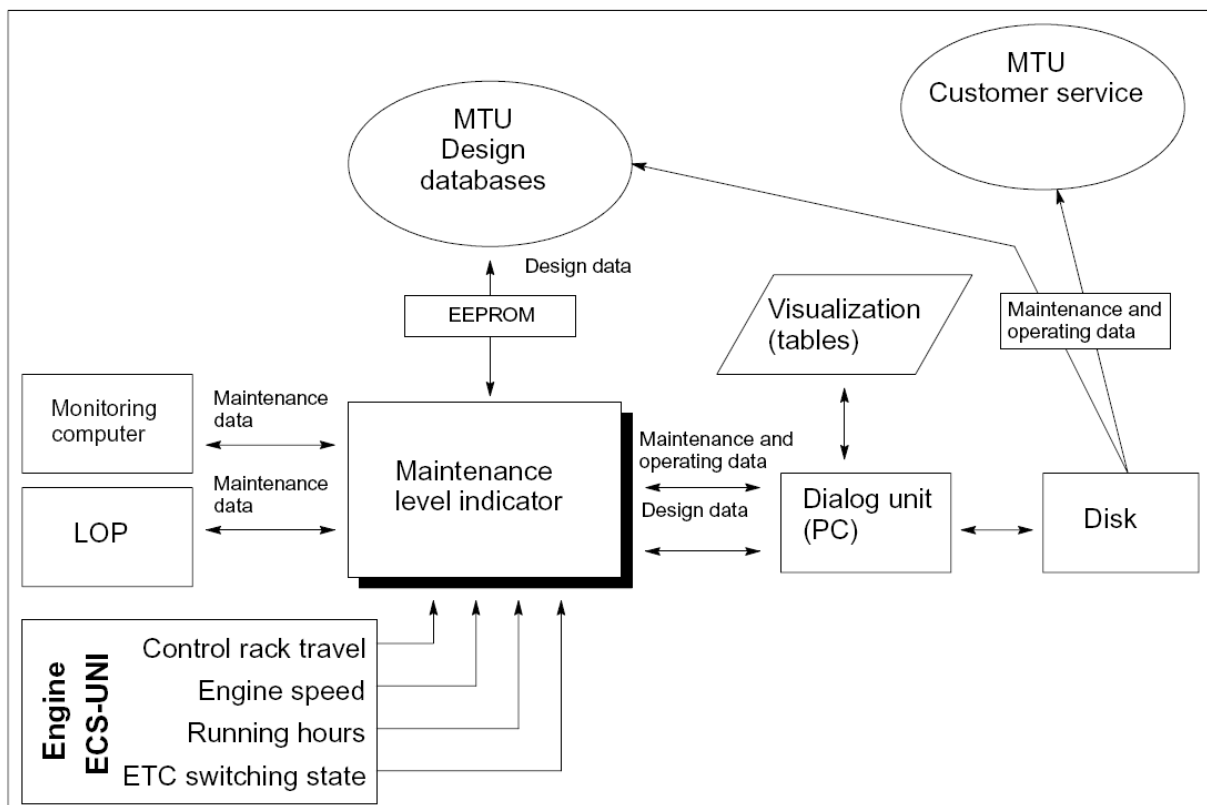


Γ) απεικόνιση του υπολειπόμενου ημερολογιακού χρόνου μέχρι την επόμενη προληπτική εργασία συντήρησης . Ο υπολογισμός βασίζεται στα στατιστικά δεδομένα που καταγράφηκαν κατά την λειτουργία της μηχανής σχετικά με το λόγω μεταξύ ωρών λειτουργίας και ημερολογιακού διαστήματος όπου αυτές έγιναν .

Δ) ημερολογιακή καταγραφή των εκτελεσθέντων εργασιών περιοδικής συντήρησης όπως αυτές καταχωρούνται από τον χρήστη .

Ε) ημερολογιακή καταγραφή των βλαβών όπως αυτές γίνονται αντιληπτές από το αυτόματο σύστημα ελέγχου.

Τα παραπάνω καταγράφονται σε δυο μνήμες EEPROM από τις οποίες η μια είναι αιρούμενη . Επιπλέον τα στοιχεία αυτά είναι διαθέσιμα για απεικόνιση είτε από την τοπική μονάδα ελέγχου ή μέσω διασύνδεσης με φορητό υπολογιστή που διαθέτει το λογισμικό της εταιρίας. Στόχος του σχεδιασμού είναι , εφόσον έχει γίνει η σχετική συμφωνία μεταξύ χρήστη και κατασκευάστριας εταιρίας , να μεταφέροντα οι πληροφορίες προς την κεντρική βάση δεδομένων της εταιρίας ώστε να επανασχεδιάζεται ο βέλτιστος προγραμματισμός προληπτικής συντήρησης . Για τον σκοπό αυτό υπάρχει η πρόβλεψη μιας κενής θύρας για την τοποθέτηση modem στο σύστημα ελέγχου ECS-UNI της μηχανής , ώστε με χρήση δορυφορικής διασύνδεσης να μεταφέροντα τα δεδομένα προς την εταιρία .



Σχήμα 121 : Απεικόνιση του διαγράμματος ροής πληροφοριών στο σύστημα ένδειξης εργασιών προληπτικής συντήρησης

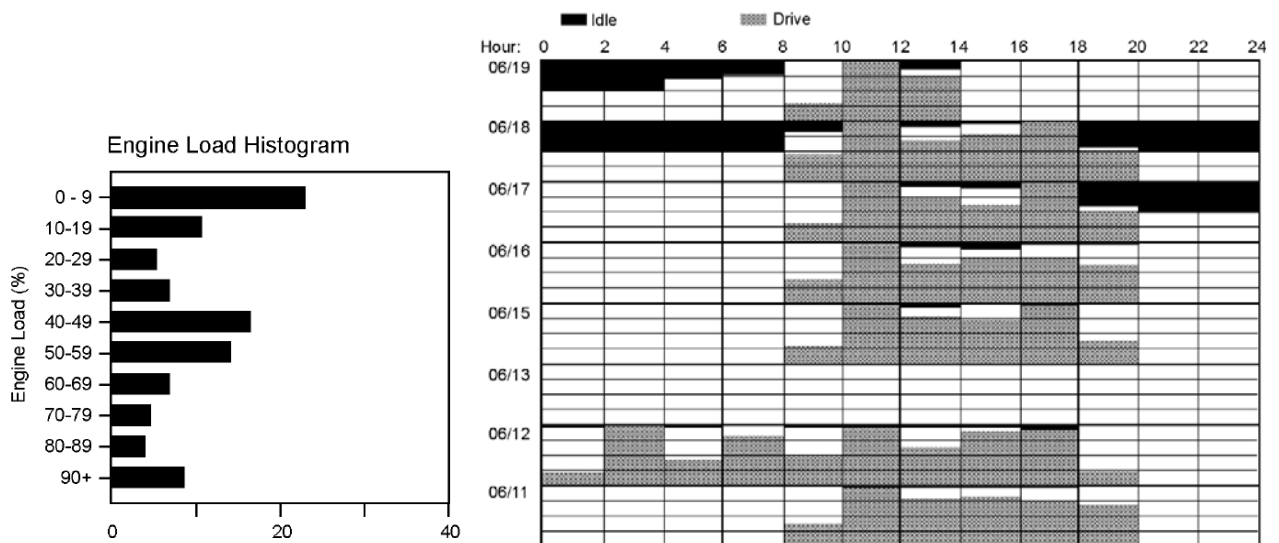
Στο αυτόματο σύστημα ελέγχου DDEC των ηλεκτρομηχανών γίνεται η καταγραφή και υπολογισμός των παραμέτρων σχετικά με τον κύκλο εργασιών συντήρησης που προβλέπει ο κατασκευαστής . Η απεικόνιση μπορεί να γίνει σε ενδεικτικό φωτιζόμενο πίνακα (όταν η μηχανή έχει τοποθετηθεί σε οχήματα ) είτε μέσω σειριακής διασύνδεσης σε φορητό υπολογιστή με το κατάλληλο λογισμικό της εταιρίας. Οι παράμετροι που καταγράφονται είναι οι κάτωθι:

A) οι καταγραφές των λειτουργικών στοιχείων κατά την τελευταία διακοπή λειτουργίας της μηχανής . Οι καταγραφές περιλαμβάνουν τους κύριους αισθητήρες της μηχανής από τις τιμές των οποίων μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για την τελευταία λειτουργική κατάσταση της μηχανής.

Diagnostic Code: [43] - Coolant Level Low Diagnostic Time: 01/17/00 09:34:18 (EST)						
Time	Engine Speed (RPM)	Boost Press (PSI)	Fuel Press (PSI)	Fuel Temp (°F)	Oil Press (PSI)	Oil Temp (°F)
09:34:18	823	0.0	0.0	46.8	63.4	79.5
09:34:13	824	0.0	0.0	46.8	63.4	79.5
09:34:08	825	0.0	0.0	47.0	63.4	79.5
09:34:03	823	0.0	0.0	47.5	63.4	79.5
09:33:58	824	0.0	0.0	47.8	63.4	79.8
09:33:53	824	0.0	0.0	48.5	63.4	80.0
09:33:48	825	0.0	0.0	49.3	63.4	80.3
09:33:43	827	0.0	0.0	50.5	63.3	80.0
09:33:38	825	0.0	0.0	51.5	63.3	80.3
09:33:33	1021	0.0	0.0	53.3	1.9	78.3
09:33:28	0	0.0	0.0	-40.0	0.0	-40.0
09:33:23	0	0.0	0.0	-40.0	0.0	-40.0

Σχήμα 122 : Απεικόνιση των καταγραφών που γίνονται στους σημαντικότερους αισθητήρες της μηχανής

B) καταγραφή του προφίλ ισχύος λειτουργίας της μηχανής . Αυτό αποτελείται από ένα πίνακα που το κάθε στοιχείο του αντιστοιχεί σε ζεύγος στροφών και παραγόμενης ισχύος και συμπληρώνεται από το ποσοστό επί των συνολικών ωρών λειτουργίας της μηχανής που αντιστοιχεί σε κάθε ζεύγος τιμών . Η απεικόνιση γίνεται με διάφορους τρόπους είτε σε κείμενο είτε σε γράφημα .



Σχήμα 123 : Απεικόνιση του προφίλ ισχύος συνολικά σε ραβδογράμμο και σε ημερολογιακή βάση

Γ) καταγραφή των αμέσων διακοπών λειτουργίας λόγω επίδρασης ασφαλιστικών διατάξεων .

Δ) οι διαγνωσμένες βλάβες του συστήματος με χρονική σειρά εμφάνισης .

Ε) συγκεντρωτικά και μερικά αθροίσματα στις μετρήσεις των ωρών λειτουργίας, κατανάλωσης καυσίμου και χρόνου άφορτης λειτουργίας .

Period Time	63:49:53	Idle Time	9:46:46	Trip Time:	134:33:33
Period Fuel	446.00 gal	Idle Fuel	2.50 gal	Fuel Consumption:	6.18 gal/h
Fuel Consumption	6.99 gal/h	Idle Percent:	15.32 %	Idle Time:	18:14:17
Avg. Operating Load	51 %			Idle Percent:	13.55 %
				Idle Fuel:	7.63 gal

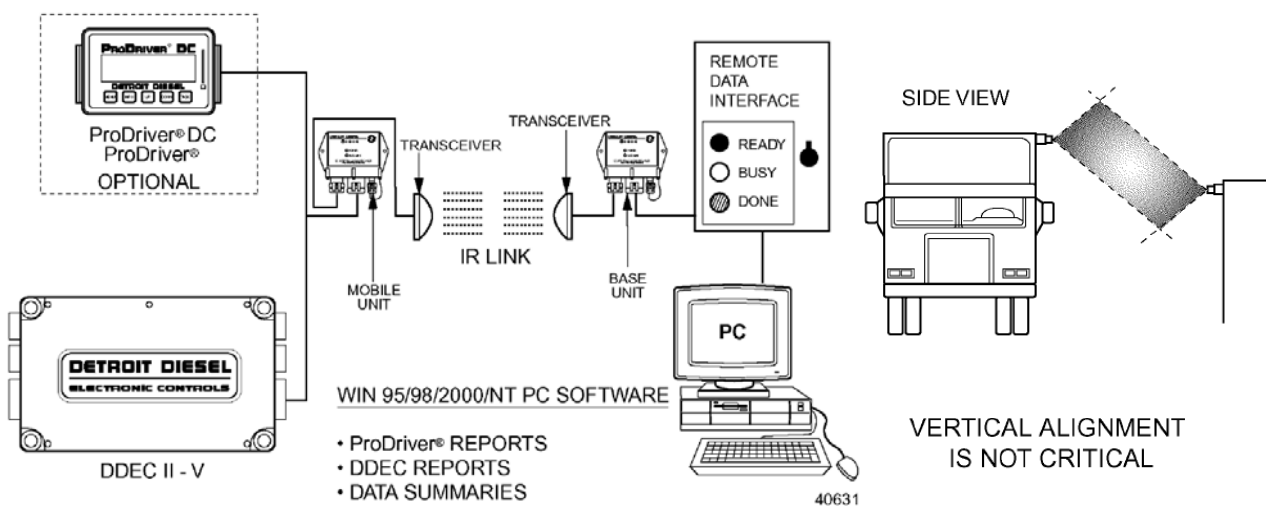
Σχήμα 124 : Απεικόνιση των καταγεγραμμένων μετρήσεων από το σύστημα DDEC σχετικά με τις ώρες λειτουργίας και την κατανάλωση καυσίμου

ΣΤ) χρονολογική καταγραφή των εκτελεσθέντων εργασιών περιοδικής συντήρησης όπως αυτές καταχωρούνται από τον χρήστη και υπολογισμός μελλοντικών επιθεωρήσεων βάση του προγράμματος περιοδικών επισκευών για το τυπικό προφίλ ισχύος .

Last Maintenance			Maintenance Limits		
Name	Eng. Hrs.	Date	Name	Engine Hours	Days
PMA	3318	04/14/1999	PMA	40	10
PMB	3318	04/14/1999	PMB	80	20
PMC	3318	04/14/1999	PMC	120	30

Σχήμα 125 : Απεικόνιση των καταχωρημένων εργασιών επίσκεψης και των προβλεπόμενων εργασιών βάση της στατιστικής χρήσης των μηχανών

Τα παραπάνω καταγράφονται από τα σύστημα DDEC σε μνήμη EEPROM . Επιπλέον για την περίπτωση όπου η μηχανή έχει χρησιμοποιηθεί σε οχήματα υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης modem στο σύστημα ελέγχου ώστε με την επιστροφή του οχήματος στον σταθμό , να μεταδίδονται όλες οι πληροφορίες στο κεντρικό σύστημα διαχείρισης οχημάτων .



Σχήμα 126 : Διάγραμμα διασύνδεσης εξαρτημάτων που απαιτούνται για την ασύρματη μεταφορά των δεδομένων από το όχημα προς τον κεντρικό σταθμό διαχείρισης

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- I.N. Αβαριτσιωτη : «Τεχνολογία Αισθητήρων & Μικροσυστημάτων με εργαστηριακές ασκήσεις» , Εκδ. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Τζιφάκι Α. : «Τηλεκίνηση και Αυτοματισμός Σύγχρονων Πλοίων» , Εκδ. Ίδρυμα Ευγενίδου, 1976
- Gregory K. McMillan και Douglas M. Considine : «PROCESS / INDUSTRIAL INSTRUMENTS AND CONTROLS HANDBOOK» , Εκδ. McGRAW-HILL, 1999
- Βούσουρα Ε. : «Μηχανές Εσωτερικής Καύσης»
- Τεχνικό εγχειρίδιο : « Angle Trasmmitter Unit» , Εκδ. Raytheon Marine GmbH, 2003
- Τεχνικό εγχειρίδιο : «Steering Control Unit » , Εκδ. Raytheon Marine GmbH, 2004
- Τεχνικό εγχειρίδιο : «MCCMS System Design» , Εκδ. Rolls-Royce Marine Electrical Systems Ltd, 2004
- Τεχνικό εγχειρίδιο : «Instruction Manual for 900 Series Steering System » , Εκδ. VT Marine Products Ltd, 2004
- Τεχνικό εγχειρίδιο : «Main Electrical Switchgear Operator & Maintainer Manual» , Εκδ. Rolls-Royce Marine Electrical Systems Ltd, 2004
- Τεχνικό εγχειρίδιο : « Operating & Maintenance for ZF marine Transmissions ZF 15560 & ZF 15570U » , Εκδ. ZF Marine GmbH
- Τεχνικό εγχειρίδιο : « Beckhoff New Automation Technology » , Εκδ. Beckhoff, 2003
- Τεχνικό εγχειρίδιο : « DDEC IV Application/Installation Manual » , Εκδ. Detroit Diesel Corporation, 2003
- Τεχνικό εγχειρίδιο : « Engine Control System ECS-UNI 595/M » , Εκδ. MTU, 2001
- Τεχνικό εγχειρίδιο : « Installation , Service & Maintenance Manual » , Εκδ. Stamford AC Generators, 2001