



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

Σχεδιασμός και υλοποίηση εφαρμογής σε Labview για την επιτήρηση καταγραφή και αποθήκευση των δεδομένων των αισθητήρων ενός πλοίου

ΦΟΙΤΗΤΕΣ:

ΜΠΟΥΡΔΟΥΒΑΛΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ - ΑΜ:44631

ΠΑΒΕΛΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ - ΑΜ:44741

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΔΡΟΣΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΜΑΪΟΣ, 2018

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	7
ΤΑ ΠΛΟΙΑ.....	7
1.1. Ορισμοί πλοίων (Νομικά και Τεχνικά)	7
1.2. Πλωτά ναυπηγήματα και πλοία.....	9
1.3. Αποστολή ενός πλοίου	10
1.4. Επιχειρησιακή λειτουργία	11
1.5. Σχεδίαση και τεχνικά χαρακτηριστικά ενός πλοίου	12
1.6. Κίνδυνος και προστασία.....	12
1.7. Κατηγορίες πλοίων.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	16
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΛΟΙΩΝ.....	16
2.1. Μηχανολογικός εξοπλισμός πλοίων.....	16
2.2. Οι μηχανές εσωτερικής καύσης και τα μηχανήματα προώθησης	16
2.3. Οι μειωτήρες στροφών	21
2.4. Μηχανολογικός εξοπλισμός και βοηθητικές εγκαταστάσεις	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ.....	27
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΛΟΙΩΝ	27
3.1. Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός πλοίων.....	27
3.1.1. Κατηγορίες ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.....	28
3.1.2. Χαρακτηριστικά των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων	33
3.2. Ηλεκτρική τάση των συστημάτων.....	34
3.3. Η καλωδίωση ως μέρος του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού.....	34
3.4. Οι διακόπτες ηλεκτρικού ρεύματος.....	35
3.5. Τα ρελέ	36
3.6. Τα PLC	37
3.7. Οι ασφάλειες	39
3.8. Διακόπτης ισχύος	40
3.9. Οι γεννήτριες.....	41
3.10. Ο πίνακας ανάγκης.....	42
3.11. Ο κύριος πίνακας.....	43
3.12. Οι υποπίνακες.....	44

3.13. Ο συσσωρευτής ανάγκης.....	44
3.14. Υπολειπόμενα όργανα του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ	47
ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΜΕΣΩ LABVIEW	47
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	70

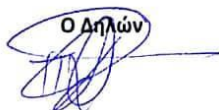
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

~~Θ/Κ~~ κάτωθι υπογεγραμμένος/η Παύλος Χρίστος....., του Γιάννη....., φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονεμίσει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρώσει εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18. παρ.5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού».

Ο Δηλών


Ημερομηνία

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η Μπαρδολίμης Αναστάσιος Νικολάου....., φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της.

Ο Δηλών



Ημερομηνία

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<i>Εικόνα 1. Αζιμουθιακό προωστήριο σύστημα με μία έλικα (Azipod-εταιρία ABB Marine) παρόμοιο είναι και το σύστημα Mermaid των εταιριών Kamewa – Alstom</i>	29
<i>Εικόνα 2. Συγκεντρωτική παρουσίαση διατάξεων ηλεκτρονικών ισχύος για ηλεκτρική πρόωση</i>	32
<i>Εικόνα 3. Σκαρίφημα εγκαταστάσεως προώσεως Y/B U209</i>	33
<i>Εικόνα 4. Τα ρελέ των πλοίων</i>	37
<i>Εικόνα 5. Συστήματα PLC πλοίων</i>	38
<i>Εικόνα 6. Δωμάτιο ελέγχου - PLC πλοίων</i>	39
<i>Εικόνα 7. Γεννήτριες πλοίων</i>	41
<i>Εικόνα 8. Πίνακας ανάγκης των πλοίων</i>	42
<i>Εικόνα 9. Το ταμπλό ασφαλείας</i>	43
<i>Εικόνα 10. Τμήμα του συσσωρευτή ανάγκης των πλοίων</i>	45
<i>Εικόνα 11. Μετρητής μαγνητικού πεδίου</i>	48
<i>Εικόνα 12. Μετρητής συχνοτικής απόκρισης</i>	48
<i>Εικόνα 13. Διάγραμμα του κυκλώματος του συστήματος</i>	52
<i>Εικόνα 14. Ο μικροελεγκτής PIC16F877A</i>	53
<i>Εικόνα 15. Bits διαμόρφωσης</i>	53
<i>Εικόνα 16. Καταχωρητής κατάστασης εκπομπής και ελέγχου</i>	57
<i>Εικόνα 17. Καταχωρητής κατάστασης λήψης και ελέγχου</i>	58
<i>Εικόνα 18. Ενδείξεις καταγραφέα «Front panel»</i>	62
<i>Εικόνα 19. 1ο πλαίσιο – Σειριακή επικοινωνία</i>	62
<i>Εικόνα 20. 2ο πλαίσιο - Σύστημα καταγραφέα</i>	63
<i>Εικόνα 21. 3ο πλαίσιο - Αποθήκευση των δεδομένων μέτρησης σε αρχείο txt</i>	64
<i>Εικόνα 22. 4ο πλαίσιο – Υπολογισμός συνολικού χρόνου και κλείσιμο της σειριακής επικοινωνίας</i>	64
<i>Εικόνα 23. Απεικόνιση της πλακέτας στο Eagle</i>	65
<i>Εικόνα 24. Διαδικασία κατασκευής της πλακέτας</i>	66
<i>Εικόνα 25. Το κουτί που περιέχει την πλακέτα του μικροελεγκτή</i>	67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΤΑ ΠΛΟΙΑ

1.1. Ορισμοί πλοίων (Νομικά και Τεχνικά)

Είναι λογικό πως η τεχνική έννοια ενός πλοίου διαφέρει από την νομική, αφού ορίζεται διαφορετικά στο δημόσιο και το ιδιωτικό ναυτικό δίκαιο. Η προηγούμενη εμπειρία του ανθρώπου, καθώς και η επιστήμη της ναυσιπλοΐας θεωρεί πως το πλοίο ορίζεται ως ένα κοίλο σώμα που παίζει τον ρόλο του σκάφους και που έχει σκοπό να πραγματοποιεί ναυτιλιακές διαδρομές, χάρη στην ικανότητα πλεύσης και μετακίνησης στο νερό. Είναι γεγονός πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μεταφορά ανθρώπων και εμπορευμάτων ή να χρησιμοποιηθεί για διάφορους λόγους όπως η αλιεία, η ρυμούλκηση, ο πόλεμος, η αναψυχή, η έρευνα, η πυρόσβεση, η διάσωση κ.α. (InternationalMetalworkers' Federation, 2004-2007).

Σύμφωνα με τον κώδικα ιδιωτικού ναυτικού δικαίου, ως πλοίο ορίζεται οποιοδήποτε σκάφος με χωρητικότητα τουλάχιστον 10 κόρων και που μπορεί να κινηθεί

αυτοδύναμα μέσα στο νερό. Σύμφωνα λοιπόν με αυτόν τον ορισμό, αλλά και τον ορισμό που δίδεται από την βιβλιογραφία της ναυσιπλοΐας, θα πρέπει να υπάρχουν τα παρακάτω στοιχεία, ώστε ένα σκάφος να χαρακτηρίζεται πλοίο:

- Θα πρέπει να παρουσιάζει κοίλο ναυπήγημα, ή αλλιώς σκάφος. Μία σχεδία για παράδειγμα που φτιάχνει ένας ναυαγός από κορμούς δέντρων, δεν είναι πλοίο.
- Να παρουσιάζει καθαρή χωρητικότητα που να φτάνει τουλάχιστον τις δέκα κόρες. Ο κόρος είναι μονάδα μέτρησης της χωρητικότητας και χρησιμοποιείται στην ναυσιπλοΐα, σύμφωνα με τον κώδικα ιδιωτικού ναυτικού δικαίου, επομένως οι βάρκες και τα μικρά σκάφη, δεν αποτελούν πλοία.
- Να κατέχει αυτοδύναμη κίνηση μέσα στη θάλασσα. Η δύναμη κίνησης του πλοίου δεν παίζει ρόλο, αφού ως πλοία θεωρούνται τόσο τα ιστιοφόρα όσο και τα μηχανοκίνητα, αρκεί να συντρέχουν και όλα τα παραπάνω στοιχεία και χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, οι πλωτές δεξαμενές και οι φορηγίδες δεν αποτελούν πλοία, αφού δεν έχουν την δυνατότητα να κινούνται αυτοδύναμα.
- Η κίνησή τους να αφορά αποκλειστικά την θάλασσα. Η κίνηση δηλαδή μπορεί να είναι είτε μεταξύ όρμων, είτε μεταξύ λιμανιών, είτε στην ανοιχτή θάλασσα. Δεν θεωρούνται πλοία τα αμφίβια αυτοκίνητα ή τα υδροπλάνα, αφού χρησιμοποιούν εκ περιστάσεως την θάλασσα και δεν προορίζονται να κινούνται σε αυτήν. Έτσι, δεν θεωρούνται πλοία τα ποταμόπλοια, αφού είναι φτιαγμένα να κινούνται στα ποτάμια και όχι στην θάλασσα (Fayette, 2000).

Τα θαλάσσια οχήματα με χωρητικότητα κάτω των δέκα κόρων, όπως τα αλιευτικά, τα πυροσβεστικά, τα σωστικά, τα βοηθητικών υπηρεσιών και τα σκάφη αγώνων χαρακτηρίζονται ως πλοίαρια.

Από την άλλη, σύμφωνα με τον κώδικαδημοσίου ναυτικού δικαίου, ως πλοίο ορίζεται οτιδήποτε κινείται επάνω στο νερό και έχει σκοπό α) να μεταφέρει πρόσωπα ή

αντικείμενα και β) να λειτουργεί για αναψυχή, ρυμούλκηση, αλιεία, επιστημονική έρευνα ή άλλους σκοπούς.

Είναι γεγονός πως ο ορισμός του δημοσίου ναυτικού δικαίου είναι πιο ευρύς, αφού για να χαρακτηριστεί ένα σκάφος ως πλοίο, αρκεί να έχει φτιαχτεί για να κινείται στο νερό, για κάποιον ναυτιλιακό σκοπό, χωρίς να απαιτούνται αυτοδύναμη κίνηση και όρια χωρητικότητας. Έτσι συμπεριλαμβάνονται ακόμη περισσότερες κατηγορίες οχημάτων ύδατος όπως οι φορηγίδες, τα πλοίαρια και τα ποταμόπλοια, που δεν θεωρούνται πλοία σύμφωνα με τον ορισμό του ιδιωτικού ναυτικού δικαίου (Bijwaard&Knapp, 2009).

1.2. Πλωτά ναυπηγήματα και πλοία

Τα κατασκευάσματα που έχουν φτιαχτεί να επιπλέουν ή να κινούνται στο νερό αποτελούν είτε πλωτά ναυπηγήματα, είτε πλοία. Βέβαια δεν υπάρχει σαφής διάκριση μεταξύ των δύο ειδών. Έτσι θα μπορούσαμε να βασιστούμε στο γεγονός κινήσεως για να προχωρήσουμε σε κάποια διάκριση.

Πιο συγκεκριμένα θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ως πλοίο οποιαδήποτε κατασκευή με δικό της σύστημα κίνησης. Αντίθετα, όλα τα κατασκευάσματα που δεν μπορούν να προωθηθούν με δικά τους μέσα, θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως πλωτά ναυπηγήματα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ως πλοία πρέπει να αντιμετωπίζονται οι αυτοπροωθητικές φορηγίδες, τα πολεμικά σκάφη και τα φορηγά. Αντίθετα ως πλωτά ναυπηγήματα πρέπει να αντιμετωπίζονται οι σημαντήρες, οι ρυμουλκούμενες φορηγίδες και τα θαλάσσια γεωτρύπανα (Mikelis, 2007).

1.3. Αποστολή ενός πλοίου

Ως γενική αποστολή ενός πλοίου καθορίζεται η μεταφορά ανθρώπων, αντικειμένων, εξοπλισμού ή εμπορευμάτων από την μία περιοχή σε μία άλλη περιοχή μέσω ενός υδάτινου δρομολογίου. Ο συγκεκριμένος ορισμός φυσικά, αποτελεί πολύ γενικό κανόνα αφού περιλαμβάνει τα πλωτά μηχανήματα, τα εμπορικά επιβατικά και φορτηγά, καθώς και τα πολεμικά πλοία(Buxton, 1991).

Ένα πλωτό μηχανήμα, όπως η βυθοκόρος ή ο θαλάσσιος γερανός, αποτελείται από μία πλατφόρμα μεταφοράς του αντίστοιχου μηχανήματος, ενώ ένα πολεμικό πλοίο αποτελείται επίσης από έναν φορέα ή πλατφόρμα που μεταφέρει όμως όπλα και προσωπικό.

Ως αποστολή λοιπόν του πλοίου μπορεί να οριστεί η ειδική ανάγκη την οποία πρόκειται να καλύψει με την λειτουργία του, ενώ είναι δυνατόν με την πάροδο του χρόνου και με την πάροδο της ωφέλιμης ζωής του να μεταβληθεί η αποστολή του λόγω της μεταβολής των μεθόδων και των συνθηκών εκμετάλλευσής του(McQuillingServices, 2007).

Τα πλοία είναι σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο, ώστε να πετυχαίνεται η μέγιστη αποδοτικότητα της αποστολής τους. Γι' αυτόν ακριβώς τον λόγο, τα πλοία παρουσιάζουν τέτοια ποικιλομορφία. Βέβαια, η μορφή τους ή η αρχική αποστολή τους δεν αποκλείει να χρησιμοποιηθούν σε κάποιες άλλες δραστηριότητες, με αποτέλεσμα όμως να παρατηρείται μειωμένη αποδοτικότητα. Άλλο ενδεχόμενο ενός πλοίου, είναι να χρησιμοποιείται για περισσότερες από μία αποστολές, εξαιτίας της αρχικής του σχεδίασης. Σε μία τέτοια περίπτωση, όπου το πλοίο έχει σχεδιαστεί να διαχειρίζεται περισσότερες αποστολές, η κυριότερη από αυτές θεωρείται πρωτεύουσα αποστολή και οι υπολειπόμενες θεωρούνται δευτερεύουσες (Islam&Hossain, 1986).

1.4. Επιχειρησιακή λειτουργία

Ως επιχειρησιακή λειτουργία ή επιχειρησιακά χαρακτηριστικά καθορίζονται τα στοιχεία εκείνα που αφορούν την εκμετάλλευση του πλοίου. Συνοπτικά θα μπορούσαμε να τα αναφέρουμε παρακάτω:

- Η πρωτεύουσα αποστολή
- Η δευτερεύουσα αποστολή
- Οι ικανότητες ώστε να επιτευχθούν τα παραπάνω είναι: **α)** Το φορτίο, σε ποσότητα και είδος που θα μεταφέρεται από το πλοίο, **β)** η ταχύτητα, υπηρεσιακή και μέγιστη, ανάλογα με την κατάσταση φόρτωσης, **γ)** η ακτίνα ενέργειας, που αφορά την απόσταση που έχει την δυνατότητα να διανύει το πλοίο, χωρίς ανεφοδιασμό και με προκαθορισμένη ταχύτητα, **δ)** η αυτονομία, που αφορά το χρονικό διάστημα που μπορεί το πλοίο να αντέξει μακριά από λιμάνι χωρίς να ανεφοδιαστεί
- Η διάσταση του πλοίου σε συνάρτηση με την περιοχή προσέγγισης σε λιμάνι, αλλά και τους ναυτιλιακούς περιορισμούς, όπως η διέλευση από αβαθή και στενά σημεία
- Η περιοχή λειτουργίας όπου χρησιμοποιείται το πλοίο
- Η σημαία ή αλλιώς η εθνικότητα που ορίζει το νομικό πλαίσιο κατασκευής και χρησιμοποίησης ενός πλοίου
- Οι νομικοί περιορισμοί που αφορούν τον σχεδιασμό, την κατασκευή, την ικανοποίηση των κανονισμών ασφαλείας και την χρησιμοποίηση σύμφωνα με τους κανονισμούς (Sibal, 2001).

1.5. Σχεδίαση και τεχνικά χαρακτηριστικά ενός πλοίου

Σύμφωνα με τα επιχειρησιακά χαρακτηριστικά, καθορίζονται και τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός πλοίου. Έτσι ως σχεδίαση, ορίζεται το πλήθος των τεχνικών χαρακτηριστικών ενός πλοίου, που χρησιμοποιούνται για να πραγματοποιήσει την αποστολή του στον μέγιστο δυνατό βαθμό και να επιτύχει τα μέγιστα επιχειρησιακά χαρακτηριστικά (Ruben, 2008).

1.6. Κίνδυνος και προστασία

Ένα πλοίο, αντιμετωπίζει κινδύνους που επηρεάζονται και διογκώνονται από τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Οι πιο σημαντικοί κίνδυνοι που αντιμετωπίζει το πλοίο κατά την κίνησή του στο περιβάλλον είναι:

- Η πρόσκρουση στην ξηρά
- Η σύγκρουση με κάποιο άλλο πλοίο
- Η διαρροή, η βύθιση ή η ανατροπή
- Η πυρκαγιά
- Η θραύση λόγω μειωμένης αντοχής
- Η έκρηξη
- Η ακινητοποίηση στον πάγο (NGO ShipbreakingPlatform, 2014)

Είναι λογικό πως θα πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα ώστε να μειωθεί η πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος στο ελάχιστο και να μειωθούν οι επιπτώσεις του ατυχήματος σε περίπτωση που αυτό συμβεί. Σε περίπτωση πρόκλησης ατυχήματος,

προηγείται η προστασία του πληρώματος και των επιβατών και εν συνεχεία γίνονται οι απαραίτητες ενέργειες για την διάσωση του πλοίου και του φορτίου.

Επειδή τα ναυτικά ατυχήματα είναι συνήθως αρκετά σοβαρά, δεν γίνεται να καλυφθούν όλα μόνο από τον μελετητή ή τον πλοιοκτήτη. Όλα τα θέματα ασφαλείας καλύπτονται από τους κανονισμούς που είναι νομοθετημένοι στην χώρα εθνικότητας του πλοίου, από τους νομοθετημένους κανονισμούς των χωρών που τα λιμάνια τους προσεγγίζει το πλοίο και από τους κανονισμούς του Νηογνώμονα (Knapp, 2008).

Επειδή, οι παραπάνω κανονισμοί αποτελούν επίσημα τεχνικά και νομικά κείμενα, λαμβάνονται υπόψη στον υπερθετικό βαθμό στο στάδιο σχεδίασης και διαμόρφωσης των τεχνικών χαρακτηριστικών ενός πλοίου.

1.7. Κατηγορίες πλοίων

Ένα πλοίο μπορεί να κατηγοριοποιηθεί, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που διαθέτει. Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να κατηγοριοποιηθεί ένα πλοίο, με τους κυριότερους να είναι οι εξής:

- Ανάλογα με το είδος της κίνησής τους, σε πετρελαιοκίνητα, ιστιοφόρα, ατμοκίνητα (με ατμοστροβίλους ή παλινδρομικές μηχανές), κίνησης με αεριοστροβίλο, πυρηνοκίνητα, μικτής προώσεως (με συνδιασμό πετρελαιομηχανής και αεριοστροβίλου) κ.α.
- Ανάλογα με το υλικό που είναι κατασκευασμένα, από τσιμέντο, χάλυβα, μικτή κατασκευή, ξύλο, πλαστικό κ.α.
- Ανάλογα με την περιοχή που ταξιδεύουν. Τα ταξίδια αυτά μπορούν να διακριθούν σε: **α)** Διεθνή – Μικρής απόστασης, **β)** Διεθνή – Μεγάλης απόστασης, **γ)** Τοπικά, **δ)** Περιορισμένης έκτασης, **ε)** Ακτοπλοΐας, **στ)** Μικρότερης ακτοπλοΐας (Knapp, 2008).

1.8. Κατάταξη πλοίων βάση του προορισμού και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών

Είναι λογικό η κατάταξη βάση του προορισμού να θεωρείται περισσότερο ακριβής. Γενικά τα πλοία χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, τα **εμπορικά πλοία**, τα **ειδικού τύπου** και τα **πολεμικά**. Με την σειρά τους, αυτές οι κατηγορίες χωρίζονται σε ακόμη περισσότερες υποκατηγορίες. Παρακάτω μπορούμε να δούμε συνοπτικά την κατηγοριοποίηση βάση προορισμού ή βάση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών:

Τα **εμπορικά πλοία** χωρίζονται σε:

➤ Φορτηγά πλοία:

Στην συγκεκριμένη κατηγορία ανήκουν πλοία όπως:

- Τα πλοία ξηρού ή γενικού φορτίου (όπως τα πλοία τακτικής γραμμής, τα ελεύθερα φορτηγά τα RollOn – Off, οι φορτηγίδες, τα οχηματαγωγά κ.α.)
- Τα πλοία μεταφοράς υγρών (όπως τα δεξαμενόπλοια - που χωρίζονται σε πλοία μεταφοράς βαρύ πετρελαίου και προϊόντων πετρελαίου, τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς υγροποιημένου αερίου κ.α.)
- Τα πλοία μεταφοράς ομοειδών στερεών
- Τα πλοία – Ψυγεία
- Ταπλοία Container (NGO Shipbreaking Platform, 2014)

➤ Επιβατικά πλοία:

Στην συγκεκριμένη κατηγορία ανήκουν πλοία όπως:

- Τα αποκλειστικά επιβατικά

- Τα οχηματαγωγά – επιβατικά
- Τα κρουαζιερόπλοια (Moen, 2008)

➤ Ειδικού προορισμού:

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν πλοία όπως:

- Τα αλιευτικά
- Τα ναυαγοσωστικά – ρυμουλκά
- Τα πυροσβεστικά
- Τα βοηθητικά
- Οι πλοηγίδες (Evans, 1989)

Τα ειδικού τύπου χωρίζονται σε:

- Hovercraft – Αερόστρωμνα
- Hydrofoils – Υδροπτέρυγα

Τα πολεμικά χωρίζονται σε:

- Μάχης, (όπως τα καταδρομικά, τα αεροπλανοφόρα, οι φρεγάτες, τα αντιτορπιλικά, οι κορβέτες, τα αρματαγωγά, οι πυραυλάκατοι, τα οχηματαγωγά, οι τορπιλάκατοι, τα περιπολικά, τα αποβατικά, οι ναρκοθέτιδες, τα ναρκαλιευτικά και τα υποβρύχια)
- Βοηθητικά, (όπως τα πλωτά συνεργεία, οι συνοδοί τορπιλάκατων, πυραυλάκατων και υποβρυχίων, τα πετρελαιοφόρα, τα πλωτά νοσοκομεία, τα μεταγωγικά, τα ρυμουλκά, τα υδρογραφικά και τα πλοία φάρων)(Cherng, et al, 2007).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΛΟΙΩΝ

2.1. Μηχανολογικός εξοπλισμός πλοίων

Για να υπάρχει η δυνατότητα διακυβέρνησης και χειρισμού ενός πλοίου, αλλά και για να πραγματοποιήσει με ασφάλεια ένα ταξίδι, απαιτείται η ύπαρξη μηχανών, δικτύων και υποστηρικτικών εγκαταστάσεων. Είναι λογικό πως πρέπει να αναλυθούν όλα τα στοιχεία που αποτελούν το μηχανολογικό μέρος των πλοίων.

2.2. Οι μηχανές εσωτερικής καύσης και τα μηχανήματα προώθησης

Ένα από τα πιο σημαντικά κομμάτια του μηχανολογικού εξοπλισμού ενός πλοίου είναι η μηχανή, και πιο συγκεκριμένα η μηχανή εσωτερικής καύσεως (ΜΕΚ). Οι μηχανές των πλοίων διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Σε εμβολοφόρες παλινδρομικές
- Σε αεριοστροβιλικές
- Σε περιστροφικές

Οι τρεις αυτές κατηγορίες κατατάσσονται σε περισσότερες υποκατηγορίες, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μηχανών και τις επιχειρησιακές ανάγκες που καλύπτουν (European Commission, 2004).

Θέση μηχανολογικού εξοπλισμού των πλοίων, παίζουν και τα βασικά τμήματα των ΜΕΚ. Πιο συγκεκριμένα τα τμήματα αυτά είναι:

- *Ο κορμός*: Που αποτελείται από τον σκελετό, την βάση, όπου πάνω της στηρίζονται τα σώματα των κυλίνδρων, και τους συνδέτες, που έχουν την μορφή συνδετήριων κοχλίων με εντατήρες που συνδέουν μεταξύ τους όλα τα τμήματα.
- *Η βάση*: Που παρουσιάζεται μόνο στις περιπτώσεις που αφορούν μεγάλες, σε φυσικό μέγεθος, μηχανές.
- *Ο σκελετός*: Που κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο μέσω της διαδικασίας χύτευσης και έχει κυβοειδή μορφή. Συνήθως σκελετός και σώμα κυλίνδρων αποτελούν ενιαίο τμήμα της μηχανής, συμπεριλαμβανομένου και της βάσης, εάν αυτή υπάρχει. Ο σκελετός έχει σαν σημείο στήριξης, δύο διαμηκείς και ανεξάρτητους δοκούς εδράσεως, ενώ υπάρχει και ελαιολεκάνη κοντά στην βάση. Μέσα στην ελαιολεκάνη υπάρχει ενιαίος χώρος που ονομάζεται στροφαλοθάλαμος, αφού περικλείει τον στροφαλοφόρο άξονα.
- *Τα σώματα κυλίνδρων*: Αποτελούν δομικά στοιχεία της μηχανής, αφού συνδέονται με το επάνω μέρος του σκελετού και περικλύουν τους κυλίνδρους. Τα σώματα αυτά αποτελούν ενιαίο τμήμα του σκελετού, ενώ παρουσιάζουν πολυπλοκότητα κατασκευής, αφού περιλαμβάνουν τμήματα όπως οι αγωγοί κυκλοφορίας λαδιού και οι θάλαμοι κυκλοφορίας νερού ψύξεως, εκτός από τους κυλίνδρους. Τα σώματα κυλίνδρων αποτελούνται

από χιτώνια κατασκευασμένα από ειδικό χυτοσίδηρο με σφαιροειδή γραφίτη, ενώ είναι και υδρόψυκτα.

- *Οι συνδέτες:* Είναι μεγάλου μήκους κοχλίες ελαστικότητας μηκύνσεως, που υπάρχουν για να συνδέουν μεταξύ τους την βάση, το σώμα των κυλίνδρων και τον σκελετό της μηχανής.
- *Τα χιτώνια:* Ουσιαστικά αποτελούν τα κυλινδρικής διατομής τμήματα της μηχανής, μέσα στα οποία κινούνται με παλινδρομική κίνηση τα έμβολα. Είναι τοποθετημένα στο εσωτερικό των σωμάτων των κυλίνδρων, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται εύκολη αντικατάσταση σε περίπτωση φυσιολογικής φθοράς, λόγω αυτής της διαιρετής κατασκευής. Είναι κατασκευασμένα μέσω φυγοκεντρικής ή απλής χύτευσης από κράματα φαιού χυτοσίδηρου, ώστε να επιτυγχάνεται αντίσταση κατά της φθοράς από την κίνηση του εμβόλου και μεγαλύτερη αντοχή στις πιέσεις που ασκούνται. Λόγω της εσωτερικής πίεσης, η καταπόνηση είναι ιδιαίτερος ισχυρή και χαρακτηρίζεται ως περιοδικά μεταβαλλόμενη. Συνήθως είναι υδροχιτώνια, δηλαδή χιτώνια υγρού τύπου, αφού έρχονται σε άμεση επαφή με το νερό ή το εκάστοτε ψυκτικό υγρό, ώστε να ψυχθούν οι εσωτερικοί χώροι τους και ιδιαίτερα το επάνω μέρος τους.
- *Τα πώματα κυλίνδρων:* Αποτελούν το καπάκι των χιτωνίων και σχηματίζουν τον χώρο όπου γίνεται η διαδικασία της καύσης. Κάθε κύλινδρος έχει το δικό του πώμα, μέσω της διαιρούμενης κατασκευής, ενώ συνδέονται με το επάνω μέρος του κορμού χάρη στην παρουσία φυτευτών κοχλίων που ονομάζονται μπουζόνια. Ένα ειδικό παρέμβυσμα, που ονομάζεται φλάντζα, παρεμβάλλεται μεταξύ χιτωνίων και πώματος, ώστε να εξασφαλίζεται πλήρης στεγανότητα. Στα πώματα αυτά βρίσκονται κάποια πολύ σημαντικά συστήματα της μηχανής όπως, ο εγχυτήρας πετρελαίου μπεκ, η βαλβίδα ασφαλείας – αποφυγής υπερπίεσης και οι βαλβίδες εξαγωγής και εισαγωγής.
- *Οι βαλβίδες:* Αποτελούν μηχανικά εξαρτήματα που ανοιγοκλείνουν σε κατάλληλες και προκαθορισμένες χρονικές περιόδους στον κύκλο

λειτουργίας της μηχανής του πλοίου, ώστε να ρυθμίσουν την εισαγωγή καυσίμου, την εξαγωγή καυσαερίων και την εισαγωγή αέρα.

- *Τα ελατήρια βαλβίδας:* Όταν σταματάει η επίδραση των εκκέντρων στον εκκεντροφόρο άξονα, τα ελατήρια επαναφέρουν τις βαλβίδες σε κλειστή θέση.
- *Το ωστήριο, η ωστική ράβδος και το ζύγωθρο:* Για να μεταδοθεί η κίνηση προς τον εκκεντροφόρο άξονα, χρειάζονται το ωστήριο, η ωστική ράβδος και το ζύγωθρο. Το έκκεντρο έρχεται σε άμεση επαφή με το ωστήριο, που αποτελεί τμήμα του μηχανισμού, με αποτέλεσμα η κίνηση να διέρχεται από την ωστική ράβδο και να μεταδίδεται στο ζύγωθρο. Το ζύγωθρο είναι στην ουσία ένας μοχλός που μεταδίδει την δύναμη της κίνησης που προέρχεται από την ωστική ράβδο, καταφέροντας να υπερνικήσει την δύναμη του ελατηρίου.
- *Τα έμβολα:* Αποτελούν σημαντικότερα μέρη αφού επιτρέπουν, μέσω της ελεγχόμενης εκτόνωσης των αερίων, την παραγωγή ωφέλιμου έργου, χάρη στην παλινδρομική τους κίνηση στο εσωτερικό των κυλίνδρων. Η παλινδρόμηση γίνεται μεταξύ ενός ανώτερου νεκρού σημείου και ενός κατώτερου νεκρού σημείου. Με την συμμετοχή του στροφαλοφόρου άξονα και του διωστήρα έχουμε τον ολοκληρωμένο μηχανισμό μεταφοράς και μετατροπής κίνησης. Το έμβολο λειτουργεί ως υποδοχέας της πίεσης που προέρχεται από τα καυσαέρια και κατόπιν γίνεται μετατροπέας δύναμης που καταλήγει στον διωστήρα. Επίσης λειτουργεί ως στεγανοποιητής του χώρου καύσεως, αφού βοηθιέται από την παρουσία των ελατηρίων συμπίεσης.
- *Ο διωστήρας:* Ο σκοπός της ύπαρξής του είναι να μετατρέπει σε περιστροφική την ευθύγραμμη κίνηση του εμβόλου, ώστε να μεταφερθεί ως δύναμη στον στροφαλοφόρο άξονα.
- *Τα ελατήρια εμβόλων:* Βρίσκονται μεταξύ των εμβόλων και των χιτωνίων, ώστε να καλύπτουν μία σειρά διεργασιών όπως, η στεγανοποίηση, η απομόνωση του στροφοθαλάμου από τον χώρο καύσης και ο έλεγχος των

θερμοδιαστολών. Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στα ελατήρια ελαίου και τα ελατήρια συμπίεσης. Οι μηχανές των πλοίων έχουν συνήθως δύο με πέντε ελατήρια συμπίεσης, με το πρώτο και πολύ συχνά το δεύτερο ελατήριο να είναι καλυμμένα με χρώμιο, ώστε να αντέχουν την υψηλή θερμική καταπόνηση. Αντίθετα οι τετράχρονοι μηχανές πλοίων φέρουν ένα ή δύο ελατήρια ελαίου.

- *Ο στροφαλοφόρος άξονας:* Ο συγκεκριμένος άξονας, και με την βοήθεια του διωστήρα, μετατρέπει σε περιστροφική την ευθύγραμμη κίνηση του κάθε εμβόλου. Αποτελείται από διαδοχικά τμήματα που έχουν το χαρακτηριστικό σπαστό σχήμα Π, ενώ ως μονάδα αποτελεί ένα από τα ακριβότερα και βαρύτερα τμήματα της μηχανής του πλοίου. Αποτελείται από κομβία διωστήρων και κομβία βάσεως, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με διάφορους βραχίονες, όπως τα μάγουλα και οι παρειές.
- *Ο εκκεντροφόρος άξονας:* Ο κνωδακοφόρος ή πιο απλά εκκεντροφόρος άξονας είναι υπεύθυνος για την κίνηση ανοίγματος και κλεισίματος των βαλβιδών εξαγωγής και εισαγωγής. Ταυτόχρονα είναι υπεύθυνος και για την λειτουργία μικρότερων μηχανισμών, που δεν έχουν όμως σχέση με τις αντλίες καυσίμων.
- *Οι τριβείς:* Είναι μεταλλικοί κυλινδρικοί δακτύλιοι που βοηθούν στην μείωση των τριβών, αφού τοποθετούνται σε διάφορα σημεία εδράσεως των τμημάτων που περιστρέφονται. Λόγω της αυξημένης πίεσης και τριβής που δέχονται πρέπει να λιπαίνονται συνέχεια με έλαιο το οποίο, λόγω της ειδικής γεωμετρικής φύσεως του τριβέα, συγγρατείται μεταξύ του άξονα και του τριβέα. Για να αυξηθεί η αντοχή τους και η μείωση των τριβών, κατασκευάζονται από ειδικά κράματα και ντύνονται με πολλές στρώσεις μετάλλου. Χωρίζονται σε διάφορα είδη όπως οι τριβείς διωστήρων, οι τριβείς βάσεων και οι ωστικοί τριβείς.
- *Η μετάδοση της κίνησης:* Συνήθως, η σχέση μετάδοσης μεταξύ στροφαλοφόρου και εκκεντροφόρου άξονα είναι 2/1, ενώ η μετάδοση της

κίνησης πραγματοποιείται μέσω καδενών, τραπεζοειδών ιμάντων ή οδοντωτών τροχών (IMO, 2009).

Σύμφωνα με τα παραπάνω μηχανολογικά στοιχεία, επιτυγχάνεται ο κύκλος λειτουργίας μίας μηχανής πλοίου, που ολοκληρώνεται σε τέσσερις φάσεις. Ένας κύκλος λειτουργίας αντιστοιχεί σε δύο ολοκληρωμένες στροφές ενός στροφαλοφόρου άξονα. Συνοπτικά θα μπορούσαμε να πούμε πως, οι φάσεις λειτουργίας μίας μηχανής είναι η εισαγωγή, η συμπίεση, η καύση (και η εκτόνωση) και η εξαγωγή των αερίων.

2.3. Οι μειωτήρες στροφών

Παρόλο που οι μειωτήρες αποτελούν βοήθημα στις εγκαταστάσεις των πλοίων, δεν παύουν να είναι μέρος του γενικότερου μηχανολογικού εξοπλισμού. Αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του τμήματος προώθησης της κίνησης, ενώ χρησιμοποιούνται για να μειώνεται η ταχύτητα περιστροφής του άξονα της μηχανής του πλοίου. Αυτό γίνεται ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση της προπέλας με την κατάλληλη ταχύτητα. Για την λειτουργία τους χρησιμοποιούνται ζευγάρια τροχών που φέρουν «δόντια» με διαφορετική διάμετρο και διαφορετικό αριθμό δοντιών σε κάθε τροχό (Gregson, et al, 2010).

Με την μείωση των στροφών του άξονα, επιτυγχάνεται μεγαλύτερο επίπεδο ροπής, με αποτέλεσμα το γινόμενο ροπής – ταχύτητας (ή αλλιώς η μεταφερόμενη ισχύς) να είναι σταθερό.

Στους μειωτήρες στροφών χρησιμοποιούνται απλές ή διπλές ελικοειδής οδοντώσεις, ενώ παρατηρείται επάνω τους και η λεγόμενη βαθμίδα μείωσης. Για να επιτευχθεί μείωση των στροφών, πρέπει ο τροχός με την μικρή διάμετρο και τον μικρότερο αριθμό δοντιών να συνδεθεί στο πηνίο της μηχανής του πλοίου. Από την άλλη μεριά, ο τροχός με την μεγάλη διάμετρο και τον μεγαλύτερο αριθμό δοντιών πρέπει να συνδεθεί με τον ελικοφόρο άξονα. Ύστερα επιτυγχάνεται η μείωση, με λόγο που φτάνει το 4/1 (Mikelis, 2006).

Το υλικό που χρησιμοποιείται για να φτιαχτούν οι τροχοί είναι ο χάλυβας, που υπόκειται σε ειδική επεξεργασία επιφανειακής σκλήρυνσης μέσω της διαδικασίας εναζώτωσης ή ενανθράκωσης. Έτσι επιτυγχάνονται διάφορα οφέλη όπως η μείωση της απώλειας έργου εξαιτίας της τριβής, μεγαλύτερη διάρκεια ωφέλιμης ζωής, διατήρηση της καλής επαφής και ομαλότερη λειτουργία του συστήματος (UNCTAD, 2012).

Ένα κέλυφος φτιαγμένο από φαιό χυτοσίδηρο υψηλής ποιότητας προστατεύει τους τροχούς, στο οποίο έχουν δημιουργηθεί «φωλιές» ώστε να τοποθετούνται με ακρίβεια τα έδρανα που στηρίζουν τους άξονες. Για να ελέγχεται και να συντηρείται ευκολότερα, το κέλυφος είναι χωρισμένο στην μέση. Μέσα στο κέλυφος βρίσκεται και το σύστημα του ωστικού τριβείου, που απορροφά την αξονική δύναμη που προέρχεται από την έλικα του πλοίου.

Ειδικό έλαιο είναι υπεύθυνο για την λίπανση των τροχών, ενώ η μείωση της παραγόμενης θερμότητας πραγματοποιείται με την χρησιμοποίηση ενός ψυγείου λαδιού. Από το κατώτερο σημείο του κιβωτίου του μειωτήρα, εισάγεται λιπαντικό το οποίο εξάγεται από το ανώτερο σημείο του, με αποτέλεσμα ολόκληρη η επιφάνεια των τροχών να λιπαίνεται ικανοποιητικά. Για να πετυχαίνεται η εκ νέου κυκλοφορία του ελαίου, το κύκλωμα περιλαμβάνει αντλία θετικής μετατόπισης, ανακουφιστική βαλβίδα ασφαλείας και φίλτρα. Στην βάση των φίλτρων υπάρχει μαγνήτης που συγκρατεί τα ρινίσματα μετάλλου. Είναι γεγονός πως οι μειωτήρες καταναλώνουν ανά ζεύγος τροχών, το 1% της ισχύος (Srinivasa, et al, 2004).

2.4. Μηχανολογικός εξοπλισμός και βοηθητικές εγκαταστάσεις

Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθούν κάποια δευτερεύουσα στοιχεία του μηχανολογικού εξοπλισμού, καθώς και κάποιες από τις ομολογουμένως πολλές βοηθητικές εγκαταστάσεις.

Έτσι ως μηχανολογικό εξοπλισμό πλοίων, εκτός από τον κινητήρα και τον μηχανισμό της κίνησης, έχουμε:

- Τις ρεβέρσες
- Τους συνδέσμους ρεβέρσων
- Τα vibration dumper
- Τα ψυγεία νερού και ελαίου
- Τα ναυτικά υδραυλικά τιμόνια
- Τις προπέλες
- Τους μηχανικούς και υδραυλικούς δυναμολήπτες
- Τα υδρολίπαντα κουζινέτα
- Τα κόπλερ
- Τις υδατοπαγίδες καυσίμου
- Τα φίλτρα της μηχανής
- Τους μετρητές καυσίμου
- Τα χειριστήρια
- Τους διαχωριστήρες
- Τις αντλίες νερού
- Τα bow thrusters
- Τους αεροσυμπιεστές

- Τις αντλίες κύτους
- Τους εργάτες άγκυρας και τα βαρούλκα πρόσδεσης
- Τα πηδαλιούχα μηχανήματα
- Τους προθερμαντήρες
- Τα μηχανήματαπροκινήσεως αέρα
- Τους αυτόματους ρυθμιστές ελέγχου
- Τους μειωτήρες πίεσης
- Τους θερμοστάτες
- Τις αντλίες κυκλοφορίας
- Τις αντλίες μεταγίσεως πετρελαίου
- Τις αντλίες παροχών
- Τις αντλίες ελαίου
- Τις αντλίες μεταγίσεως ελαίου
- Τις αντλίες ψύξεως καπακιών και κυλίνδρων
- Τα αεροφυλάκια
- Τις έλικες χειρισμών
- Τις αντλίες πυρκαγιών
- Τις αντλίες υγιεινής, πόσιμου νερού και λάτρας

- Τα μηχανήματα επεξεργασίας ακαθαρσιών
- Τα μηχανήματα ψύξης
- Τα συστήματα κλιματισμού και αερισμού
- Τους αποστακτήρες
- Τους εναλλακτήρες θερμότητας
- Τους αεροκώδωνες
- Τους λέβητες
- Τους εγχυτήρες
- Τα επιστόμια και τους κρούνους(Rousmaniere&Raj, 2007)

Από την άλλη μεριά, όταν μιλάμε για βοηθητικές εγκαταστάσεις πλοίων σε συνάρτηση με τον μηχανολογικό εξοπλισμό εννοούμε:

- Τις βοηθητικές συσκευές
- Τα δίκτυα όπου διακινούνται τα υγρά, οι ατμοί και τα αέρια
- Τα διάφορα εξαρτήματα χειρισμού όπως οι διακόπτες, οι θερμοστάτες και οι αυτόματοι ρυθμιστές
- Τα διάφορα όργανα ελέγχου, αλλά και τα όργανα παρακολούθησης της καλής λειτουργίας τους όπως τα θλιβόμετρα, οι υδροδείκτες και τα θερμομέτρα

Γενικά, ισχύει πως οι βοηθητικές εγκαταστάσεις μπορούν να εξαρτώνται από τον κινητήρα ή να είναι ανεξάρτητες από αυτόν. Έτσι δημιουργείται η κατηγοριοποίηση σε εξαρτημένες εγκαταστάσεις και σε αυτοτελείς ή ανεξάρτητες εγκαταστάσεις (NGO ShipbreakingPlatform, 2012b).

Οι εξαρτημένες εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν τις μικρομεσαίες μηχανές πετρελαίου, τις αντλίες ψύξεως, τις αντλίες λιπάνσεως κ.α. Οι αυτοτελείς εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν τις εγκαταστάσεις αποσταγμένου νερού, την εγκατάσταση πηδαλιουχίας, την εγκατάσταση ψύξης, την εγκατάσταση κατασβέσεως πυρκαγιάς κ.α. (Chang, et al, 2010).

Γενικά ισχύει πως οι βοηθητικές εγκαταστάσεις, για να είναι ικανοποιητικές λειτουργικά, θα πρέπει **α)** να παρέχουν ασφάλεια στο προσωπικό και τους επιβάτες, **β)** να μην επηρεάζονται από εξωτερικές βλάβες, **γ)** να είναι κατασκευασμένες με τα καταλληλότερα υλικά, σύμφωνα με τους κανονισμούς, **δ)** να είναι εύκολα διαχειρίσιμες, **ε)** να έχουν απλή σχεδιαστική διάταξη στο χώρο, **στ)** να παρουσιάζουν επάρκεια, ώστε να καλύπτεται άνετα και στο μέγιστο βαθμό η εγκατάσταση για την οποία λειτουργούν- χωρίς να υπάρχει κίνδυνος δυσλειτουργίας ή υπερκόπωσης και **ζ)** να παρουσιάζουν ευχέρεια στην διάκρισή τους, με τις ανάλογες επιγραφές, τα κατάλληλα σχεδιαγράμματα και τον ειδικό χρωματισμό και συμβολισμό (EuropeanCommission, 2010).

Αφού είδαμε τα ειδικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν οι βοηθητικές εγκαταστάσεις, μπορούμε να αναφέρουμε και τις κατηγορίες που ανήκουν. Έτσι έχουμε:

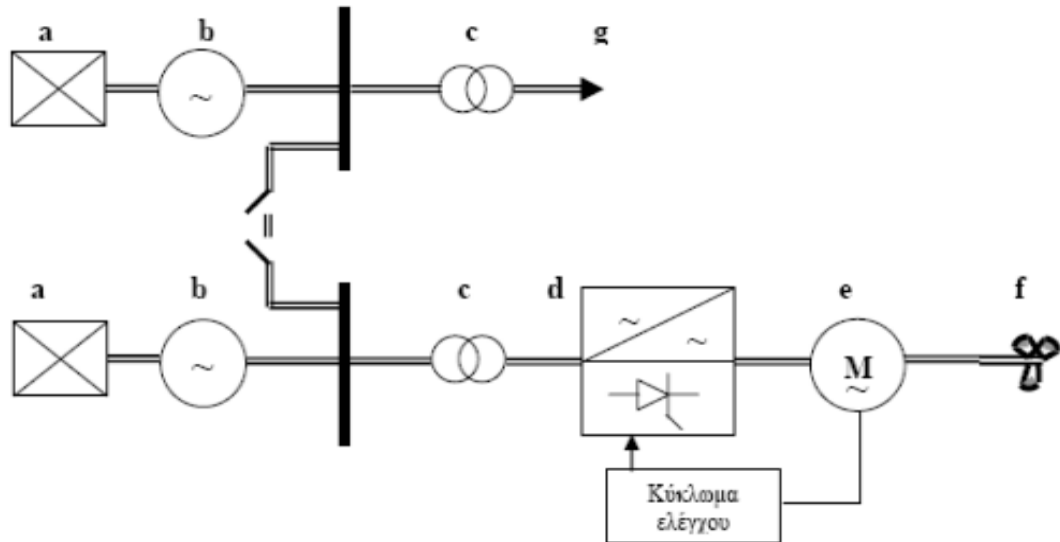
- Τις εγκαταστάσεις χειρισμών
- Τις εγκαταστάσεις προώσεως
- Τις εγκαταστάσεις βοηθητικών υπηρεσιών
- Τις εγκαταστάσεις ασφαλείας (Equasis, 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΛΟΙΩΝ

3.1. Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός πλοίων

Στο συγκεκριμένο κομμάτι, γίνεται αναφορά σχετικά με τα ηλεκτρικά δίκτυα των πλοίων, τις κατασκευαστικές τους ιδιότητες, καθώς και τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις που αποτελούν τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό του πλοίου. Είναι λογικό πως θα γίνει αναφορά για τις κατασκευαστικές αρχές και τις επιμέρους ιδιαιτερότητες των ηλεκτρικών στοιχείων του πλοίου (Knapp, 2008).

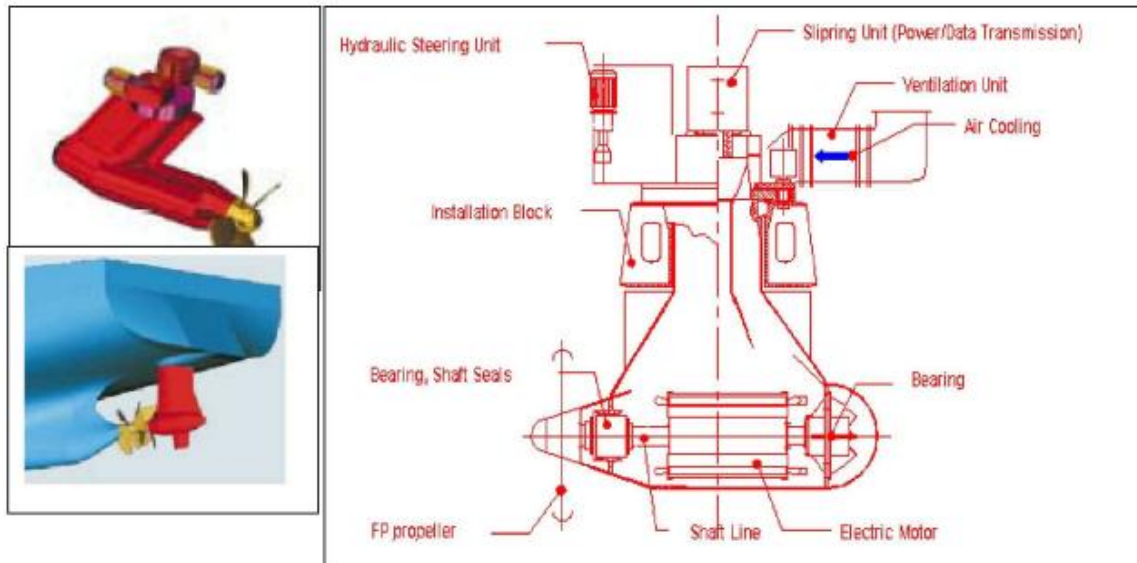


- a. Κινητήρια μηχανή (ντιζελοκινητήρας ή αεριοστρόβιλος)
- b. Σύγχρονη γεννήτρια
- c. Μετασχηματιστής ισχύος
- d. Μετατροπέας συχνότητας
- e. Προωστήριος κινητήρας
- f. Έλικα
- g. Λοιπά φορτία (αντλίες, συμπιεστές, φωτισμός, εργάτες κλπ)

3.1.1. Κατηγορίες ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων

Ως ηλεκτρολογική εγκατάσταση πλοίου, ορίζεται το σύνολο των χρησιμοποιούμενων μέσων και εγκαταστάσεων που αφορούν την εξυπηρέτηση των αναγκών του προσωπικού και των επιβατών σχετικά με την ηλεκτρική ενέργεια. Υπάρχει κατηγοριοποίηση των εγκαταστάσεων ηλεκτρικής ενέργειας η οποία μπορεί να καταγραφεί ως εξής:

- Σε βοηθητικές εγκαταστάσεις
- Σε ειδικές εγκαταστάσεις
- Σε εγκαταστάσεις ηλεκτρολογικής πρόωσης (Sarrafi, et al, 2010)



Εικόνα 1. Αζιμουθιακό πρωστήριο σύστημα με μία έλικα (Aziprod-εταιρία ABB Marine) παρόμοιο είναι και το σύστημα Mermaid των εταιριών Kamewa – Alstom

Οι βοηθητικές εγκαταστάσεις:

Αποτελούνται από:

- Σύστημα που παράγει ηλεκτρική ενέργεια, που συμπεριλαμβάνει τους κύριους πίνακες και τις κεντρικές μονάδες παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας
- Σύστημα κατανάλωσης, που συμπεριλαμβάνει τις συσκευές που λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια όπως, τα φώτα, οι κινητήρες, τα εκκινητικά συστήματα κ.α.
- Σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας που συμπεριλαμβάνει, α) το δίκτυο που συνδέει τους υποσταθμούς και τους υποπίνακες με τους πίνακες των κεντρικών μονάδων (πρωτεύουσα διαδρομή) και επιτρέπει την μεταφορά

ενέργειας σε σημαντικούς φορείς, β) το δίκτυο που μεταφέρει ηλεκτρική ενέργεια στον φωτισμό και τις κινητήριες εγκαταστάσεις (δευτερεύουσα διανομή) και γ) το δίκτυο ρύθμισης και ελέγχου της συνολικής διανομής ηλεκτρικού ρεύματος (Puthucherril, 2010).

Οι ειδικές εγκαταστάσεις:

Αποτελούνται από εγκαταστάσεις ηλεκτρικής ενέργειας που όμως δεν αφορούν το φωτισμό και τις κινητήριες εγκαταστάσεις. Ως ειδικοί καταναλωτές αναφέρονται οι συσκευές που τροφοδοτούνται με διαφορετικό ηλεκτρικό ρεύμα απ' ότι οι βοηθητικές εγκαταστάσεις. Ένα παράδειγμα που μπορεί να αναφερθεί, αφορά τα ραντάρ και τις γυροσκοπικές πυξίδες που λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα 400 HZ.

Ειδικές είναι επίσης οι εγκαταστάσεις που αναπτύσσονται με ιδιαίτερες τεχνικές και λειτουργούν με τον ίδιο τύπο ηλεκτρικού ρεύματος, όπως και οι βοηθητικές εγκαταστάσεις. Τέτοιες εγκαταστάσεις αποτελούν οι αυτοματισμοί, οι εγκαταστάσεις ασθενούς σήματος και οι εγκαταστάσεις διαφόρων ηλεκτρολογικών συσκευών (NGO ShipbreakingPlatform, 2013).

Οι εγκαταστάσεις ηλεκτρολογικής πρόωσης:

Αποτελούνται από διάφορα συστήματα χάρη στα οποία ενεργοποιείται η έλικα του πλοίου, μέσω ενός ηλεκτρονικού κινητήρα εναλλασσόμενου ή συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος. Επίσης ενεργοποιούνται και ορισμένες διατάξεις χειρισμών.

Έτσι, σύμφωνα με τα παραπάνω, θα μπορούσε να γίνει το ακόλουθο σχήμα, σχετικά με τις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις και τον εξοπλισμό που τις απαρτίζει:

1 - Βοηθητικές εγκαταστάσεις (Με τις εξής υποκατηγορίες):

- Παραγωγής

Κεντρική μονάδα παραγωγής

Κύριοι ηλεκτρολογικοί πίνακες

- Διανομής

Κύρια

Δευτερεύουσα

Δίκτυα ελέγχου τάσεως

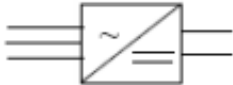
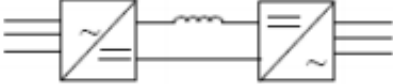
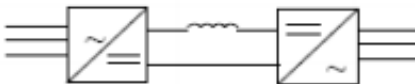
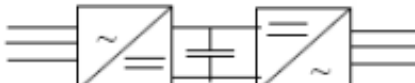


- Κατανάλωσης

Σύστημα κίνησης

Σύστημα φωτισμού

2 - Ειδικές εγκαταστάσεις

3 - Εγκατάσταση ηλεκτρολογικής πρόωσης (Equasis, 2011).

Μετατροπέας	Διάταξη	Μέγιστη ισχύς	Κυριαρχούσες αρμονικές
Ανορθωτής		>6 MVA	6.n.f _i
Αντιστροφέας CSI		1 MVA	(3k±1).f ₀
Αντιστροφέας LCI		>30 MVA	(3k±1).f ₀
Αντιστροφέας VSI		2 MVA	(3k±1).f ₀
Αντιστροφέας PWM		2 MVA (IGBT) 6 MVA (GTO)	2.n.f ₀
Κυκλομετατροπέας		>30 MVA	6.n.f _i ±(2.p+1).f ₀
<i>n=1,2,3,... k=2,4,6,... p=0,1,2,3,... f_i=συχνότητα εισόδου f₀=συχνότητα εξόδου</i>			

Εικόνα 2. Συγκεντρωτική παρουσίαση διατάξεων ηλεκτρονικών ισχύος για ηλεκτρική πρόωση

3.2. Ηλεκτρική τάση των συστημάτων

Έχει επιβληθεί, βάση της παγκόσμιας οδηγίας, να χρησιμοποιείται τριφασικό εναλλασσόμενο ρεύμα στις εγκαταστάσεις και τα συστήματα των πλοίων. Ο λόγος που επιβλήθηκε ο συγκεκριμένος τύπος ρεύματος, είναι λόγω της ύπαρξης πολλών πλεονεκτημάτων. Τα κυριότερα είναι:

- Γίνεται εύκολα η ενσωμάτωση σταθμών μετασχηματισμού, αφού το δίκτυο χαρακτηρίζεται από διαρκή ανάπτυξη
- Γίνεται χρήση του στάτου μετασχηματιστή που δημιουργεί τις προϋποθέσεις να πραγματοποιούνται συνθήκες ευνοϊκότερης μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας και ανύψωση της τάσης στην επιθυμητή στάθμη
- Σε σχέση με ένα δίκτυο συνεχούς ροής ή με ένα μονοφασικό δίκτυο, παρατηρείται εξοικονόμηση ενέργειας στην διατομή των αγωγών της γραμμής, παρόλου που απαιτούνται τρεις ή τέσσερις αγωγοί, αντί για δύο
- Γίνεται χρήση του λεγόμενου «ασύγχρονου κινητήρα», που παρουσιάζει τεράστια πλεονεκτήματα στο βιομηχανικό έργο (Sinha, 1998).

3.3. Η καλωδίωση ως μέρος του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού

Για να πραγματοποιείται η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας, πρέπει να χρησιμοποιούνται ειδικά καλώδια, που ως ηλεκτρολογικοί αγωγοί καλύπτονται με προστατευτική επένδυση και μονωτικά υλικά. Το ναυτικό ηλεκτρολογικό καλώδιο αποτελείται από:

- Τον ηλεκτρολογικό αγωγό

- Τα υλικά μόνωσης
- Τα παρεμβύσματα των υλικών
- Την προστατευτική επένδυση (Moen, 2008).

3.4. Οι διακόπτες ηλεκτρικού ρεύματος

Οι διακόπτες υπάρχουν για να εξασφαλίζεται ή να διακόπτεται η παροχή του ηλεκτρικού ρεύματος στα δίκτυα και τις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, αλλά και για να ενεργοποιούνται οι ασφαλιστικές δικλίδες. Για τους συγκεκριμένους ηλεκτρικούς διακόπτες προβλέπεται:

- Με την χρησιμοποίησή τους να είναι διαχειρίσιμο το δίκτυο, υπό κανονική συνθήκη λειτουργίας
- Να προστατεύεται το κάθε δίκτυο όταν δημιουργείται κάποιο βραχυκύκλωμα
- Να προστατεύεται και να πραγματώνεται ο χειρισμός των δικτύων (Equasis, 2010)

Στην πρώτη περίπτωση, όπου το δίκτυο λειτουργεί κανονικά, ο διακόπτης επιλέγεται με κριτήριο την τάση και την τιμή του ρεύματος. Στις περιπτώσεις 2 και 3, ο διακόπτης επιλέγεται με κριτήριο την μέγιστη τιμή του ρεύματος βραχυκύκλωσης στο σημείο εκείνο όπου θα τοποθετηθεί ο διακόπτης.

Ισχύει πως, ο διακόπτης προστασίας είναι αυτόματος. Θα λέγαμε πως υπάρχουν:

- Ο διακόπτης που ενεργοποιείται με την βοήθεια χειρολαβής – δηλαδή μηχανικά

- Ο τηλεδιακόπτης που ενεργοποιείται με ηλεκτρική ενέργεια

Οι διακόπτες των πλοίων παρουσιάζουν τον αέρα ως μαγνητικό πεδίο μεταξύ των επαφών, ενώ χαρακτηρίζονται από την χαμηλή τους τάση (ClarksonResearchServices, 2012).

3.5. Τα ρελέ

Το ρελέ ή αλλιώς ηλεκτρονόμος, αποτελεί βοηθητικό ηλεκτρολογικό εξάρτημα που καθορίζει την λειτουργία κάποιας διάταξης. Βρίσκεται σε άμεση συνεργασία με τους αυτόματους διακόπτες και παρουσιάζει ευαισθησία σε κάποια τιμή ηλεκτρικής ενέργειας που καθορίζει το άνοιγμα του αυτόματου διακόπτη. Ενεργοποιείται όταν η τιμή ξεφύγει από το εύρος τιμών του κατασκευαστή (Reddy, et al, 2005c).



Εικόνα 4. Τα ρελέ των πλοίων

3.6. Τα PLC

Το PLC ή αλλιώς ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής, αποτελεί συσκευή που αντικαθιστά στους αυτόματους πίνακες, τους απαριθμητές, τα ρελέ και τα χρονικά. Μέσω της χρησιμοποίησης αυτής της συσκευής, το αυτόματο προγραμματίζεται εύκολα μέσω του προγραμματιστή ή του υπολογιστή που «τρέχει» το κατάλληλο λογισμικό, χωρίς να είναι αναγκαία η κατασκευή ενός πολύπλοκου συνδεσμολογικά πίνακα. Ο προγραμματισμός ενός PLC και η κατασκευή ενός πίνακα νέας τεχνολογίας με απλή καλωδίωση και λίγα υλικά, μπορεί να αντικαταστήσει τους παλαιότερους ναυτικούς πίνακες που παρουσίαζαν πολύπλοκη καλωδίωση και πληθώρα χρησιμοποιούμενων υλικών (Neser, et al, 2008).

Το βασικό πλεονέκτημα του συγκεκριμένου ελεγκτή είναι ο ελάχιστος απαιτούμενος χρόνος κατασκευής του αυτοματοποιημένου συστήματος και το χαμηλότερο κατασκευαστικό κόστος.

Το PLC αποτελείται από:

- Την κεντρική μονάδα επεξεργασίας, που αφορά τις εντολές αυτοματισμού
- Την μονάδα τροφοδοσίας, που αφορά την τροφοδοσία της κατάλληλης τάσης στα ηλεκτρολογικά συστήματα
- Τις μονάδες εξόδων – εισόδων, που αφορούν τις εντολές των εκτελέσιμων εντολών στις εισόδους αλλά και τις εξόδους των ηλεκτρικών συστημάτων (Rousmaniere&Raj, 2007).



Εικόνα 5. Συστήματα PLC πλοίων

Ο ελεγκτής δημιουργήθηκε για να αντικαταστήσει τα συστήματα που χρησιμοποιούσαν χρονικά, ρελέ και απαριθμητές. Παρουσιάζει ιδιαίτερη ευελιξία και προσφέρει αυξημένη δυνατότητα προγραμματισμού στις εγκαταστάσεις που χρησιμοποιείται. Χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο σε βιομηχανικά έργα, αλλά παρουσιάζουν ιδιαίτερα επίπεδα ανάπτυξης πλέον και στις ναυτικές ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις (ClarksonResearchServices, 2011).



Εικόνα 6. Δωμάτιο ελέγχου - PLC πλοίων

3.7. Οι ασφάλειες

Ο νόμος του Joule διέπει την λειτουργία της ασφάλειας. Το τηκτό ή αλλιώς ο μικρός αγωγός μήκους, σε συνδυασμό με την μικρή διατομή που διέρχεται η ηλεκτρική ενέργεια, παρουσιάζουν συγκεκριμένη αντοχή στην ένταση του ρεύματος. Εάν τα επίπεδα έντασης αυξηθούν σε επίπεδα που η ασφάλεια δεν μπορεί να αντέξει προκαλείται, λόγω υπερθέρμανσης, τήξη του αγωγού. Το τηκτό που χρησιμοποιείται συνήθως είναι από αλουμίνιο, άργυρο, κράμα κασσιτερομολύβδου ή επικασσιτερωμένος χαλκός (Srinivasa, et al, 2004).

Τα βασικά στοιχεία μίας ασφάλειας είναι το ονομαστικό ρεύμα της και η μέγιστη τάση λειτουργίας. Σύμφωνα με τον φυσικό νόμο του Joule, όταν περάσει από το τηκτόρεύμα που ξεπερνάει την μέγιστη ονομαστική τιμή, συντελείται υπερθέρμανση,

με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται τήξη του μετάλλου. Το τόξο ηλεκτρισμού που ακολουθεί την τήξη, διακόπτει την διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος. Μία ασφάλεια, είναι φτιαγμένη να αντέχει σε μία στιγμιαία ισχυρή ένταση, όπως συμβαίνει κατά την εκκίνηση ενός συστήματος, αλλά δεν αντέχει σε ισχυρά επίπεδα τάσης μεγαλύτερης διάρκειας (Islam&Hossain, 1986).

Παρακάτω μπορεί να γίνει κατηγοριοποίηση των ειδών ασφαλείας που χρησιμοποιούνται στα πλοία:

- Ασφάλεια DO – δηλαδή μικρή βιδωτή
- Ασφάλεια D – δηλαδή μεγάλη βιδωτή
- Ασφάλεια G – δηλαδή μικροασφάλεια σε κυλινδρικό σωλήνα από γυαλί
- Ασφάλεια NH – δηλαδή μαχαιρωτή (Chang, et al, 2010).

3.8. Διακόπτης ισχύος

Οι διακόπτες ισχύος είναι περισσότερο γνωστοί ως αυτόματοι διακόπτες κυκλώματος που αφορούν την υπέρταση. Ανάλογα την φάση που λειτουργούν, έχουν ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο για προστασία απέναντι στην βραχυκύκλωση και θερμικό στοιχείο για προστασία απέναντι στην υπερφόρτωση. Η ένταση, είναι ρυθμιζόμενη σε επίπεδα και προσαρμόζεται ανάλογα με την διάταξη ή το κύκλωμα που προστατεύει ο συγκεκριμένος διακόπτης (Gregson, et al, 2010).

3.9. Οι γεννήτριες

Οι γεννήτριες ηλεκτρικού ρεύματος, μπορούν να λειτουργήσουν με τέτοιο τρόπο ώστε να προσφέρουν συνεχή λειτουργία, ενώ υπάρχει και η δυνατότητα παραλληλισμού, εάν μεταβληθεί με τον κατάλληλο τρόπο η διάταξή τους. Οι γεννήτριες γενικά χαρακτηρίζονται από την αυτορρύθμισή τους και την αυτοδιέγερση, ενώ προστατεύονται με θερμοαντιστατικά στοιχεία από την υγρασία και την διαβροχή. Σε περίπτωση βραχυκυκλώματος παρουσιάζουν προστασία από τον απομαγνητισμό. Χάρη στον ηλεκτρονόμο, προστατεύονται από την επιστροφή ισχύος (Equasis, 2012).



Εικόνα 7. Γεννήτριες πλοίων

Η γεννήτρια εφοδιάζεται, στην περίπτωση διακοπής της λειτουργίας της κύριας παροχής, με κατάλληλη διάταξη αυτόματης εκκίνησης. Η ισχύς της κάθε γεννήτριας υπολογίζεται έπειτα από τον ισολογισμό ηλεκτρικής ισχύος έκτακτης ανάγκης (Reddy, et al, 2005b).

3.10. Ο πίνακας ανάγκης

Ο πίνακας ανάγκης είναι μία στιβαρή μεταλλική κατασκευή που ελέγχει την λειτουργία της γεννήτριας ανάγκης και την διανομή του ρεύματος. Είναι πάντοτε στον χώρο της γεννήτριας ανάγκης και είναι φτιαγμένος για να ενεργοποιούνται και να απενεργοποιούνται διάφορες λειτουργίες του πλοίου όπως, τα φώτα ρυμούλκησης και ναυσιπλοΐας, ο γενικότερος φωτισμός, οι συσκευές τηλεπικοινωνιών και ναυτιλίας, ο κινητήρας του πηδαλίου, οι ψυκτικοί χώροι και οι αντλίες πόσιμου νερού, νερού υγιεινής και ύδατος πυρκαγιάς (Pelsy, 2008).



Εικόνα 8. Πίνακας ανάγκης των πλοίων

3.11. Ο κύριος πίνακας

Στο μηχανοστάσιο του κάθε πλοίου, υπάρχει ο κύριος πίνακας που είναι υπεύθυνος για την διέλευση και διανομή του ρεύματος, καθώς επίσης και για την προστασία, την παρακολούθηση και τον έλεγχο των λειτουργιών των ηλεκτρογεννητριών. Είναι στιβαρή μεταλλική κατασκευή, όπως ο πίνακας ανάγκης, ενώ στο πάτωμα ακριβώς μπροστά του υπάρχει μονωτική βάση. Υπάρχουν ανεξάρτητα πεδία, υπεύθυνα για κάθε μία από τις ηλεκτρογεννήτριες, που βρίσκεται στον πίνακα, ενώ υπάρχουν και ανεξάρτητα στοιχεία για τον φωτισμό και κάποια επιμέρους εξαρτήματα και όργανα. Τέλος υπάρχουν ένα αμπερόμετρο και ένα βολτόμετρο (UNCTAD, 2013).



Εικόνα 9. Το ταμπλό ασφαλείας

3.12. Οι υποπίνακες

Έχουν την ίδια κατασκευή με τον κύριο πίνακα και τον πίνακα ανάγκης, και περιλαμβάνουν τα συστήματα πηδαλιουχίας, αερισμού, κλιματισμού, φωτισμού γέφυρας, κρατήσεως ανάγκης, φωτών ιστού, συστοιχιών, ναυσιπλοΐας και μαγειρείου.

Υπάρχουν και άλλοι πίνακες με δευτερεύουσα λειτουργία όπως ο πίνακας ανόρθωσης ηλεκτρικής ενέργειας που αφορά των συσσωρευτή ανάγκης, και ο πίνακας σύνδεσης και παροχής ξηράς, που παρέχει ενέργεια στο κατάστρωμα του πλοίου. Όλοι οι πίνακες του πλοίου έχουν εμπρόσθια θυρίδα και φυλάσσονται σε ειδικά μεταλλικά κουβούκλια (Bijwaard&Knapp, 2009).

3.13. Ο συσσωρευτής ανάγκης

Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, υπάρχουν συστοιχίες μπαταριών, που παρέχουν αρκετή κάλυψη σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, ώστε να λειτουργήσουν βασικά ηλεκτρολογικά συστήματα του πλοίου, όπως για παράδειγμα τα φώτα ανάγκης. Το ανορθωτικό σύστημα φορτίζει τους συσσωρευτές ανάγκης αλλά και τους υπόλοιπους συσσωρευτές που χρησιμοποιούνται για την χρήση στα πλοία (Sinha, 1998).



Εικόνα 10. Τμήμα του συσσωρευτή ανάγκης των πλοίων

3.14. Υπολειπόμενα όργανα του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού

Υπάρχουν και άλλα όργανα και συσκευές που είτε είναι μέρος του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού του πλοίου, είτε είναι σε άμεση συνάρτηση με την ηλεκτρολογική εγκατάσταση. Αυτά είναι:

- Το βαττόμετρο
- Το όργανο συχνότητας
- Ο συντελεστής ισχύος
- Ο διακόπτης χειροκίνητης εισαγωγής στο ηλεκτρικό δίκτυο

- Οι αποζεύκτες
- Οι ασφαλιστικές διατάξεις
- Το κιβώτιο διασύνδεσης
- Ο αγωγός σύνδεσης
- Τον συσσωρευτή εκκίνησης
- Το σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας
- Το βαρούλκο γέφυρας
- Το βαρούλκο άγκυρας (Reddy, et al, 2005c).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

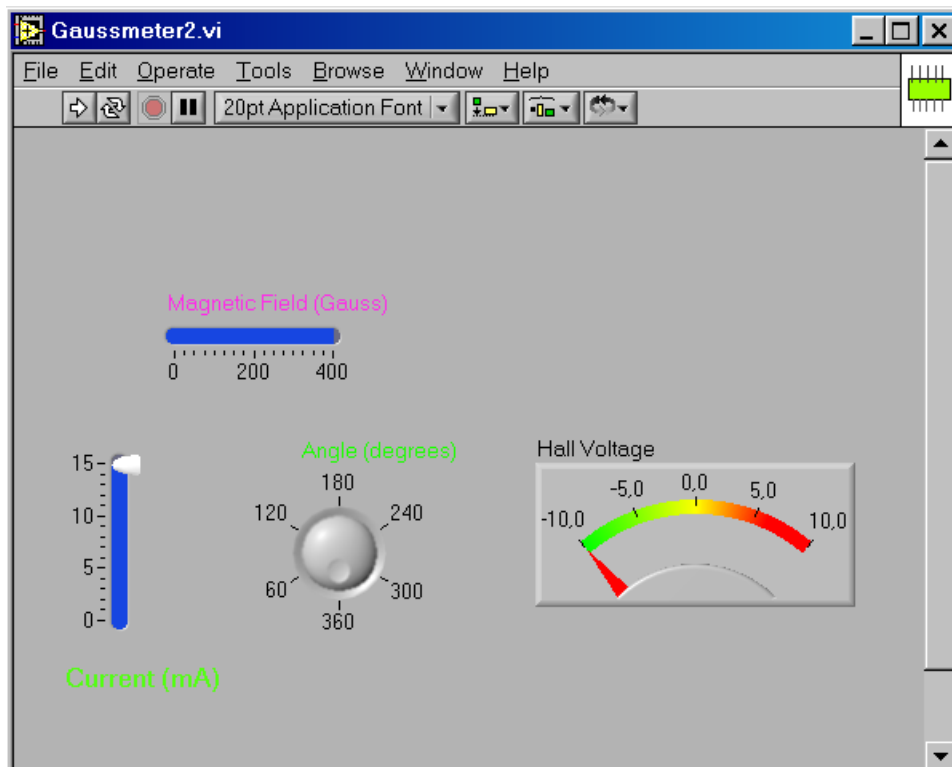
ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΜΕΣΩ LABVIEW

Προγραμματίζοντας με τα αντικείμενα που μας δίνει το περιβάλλον του LabView δημιουργούμε τα λεγόμενα «εικονικά όργανα» (VirtualInstruments ή απλώς VIs). Η γραφική γλώσσα που χρησιμοποιεί το LabView για τον προγραμματισμό και τη δημιουργία εικονικών οργάνων ονομάζεται γλώσσα G. Είναι πάντως δυνατό να χρησιμοποιήσει κανείς το LabView σε απλό επίπεδο, χρησιμοποιώντας έτοιμα εικονικά όργανα, χωρίς να μπαίνει σε λεπτομέρειες με τη γλώσσα G.

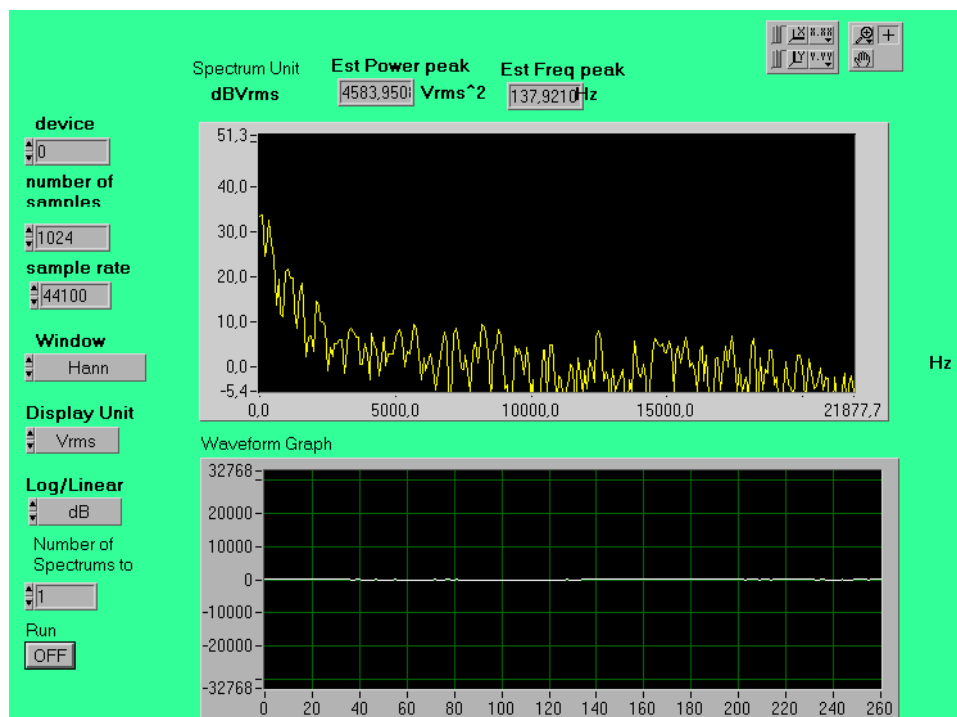
Στα σχήματα της επόμενης σελίδας παρουσιάζονται δύο απλά εικονικά όργανα που κατασκευάστηκαν με το γραφικό περιβάλλον LabView. Βλέπουμε ότι περιλαμβάνουν διάφορους μεταβολείς, ενδείκτες, οθόνες καταγραφής, κουμπιά επιλογής τιμών κλπ.

Ένα εικονικό όργανο μπορεί να προσομοιώνει απλώς μια λειτουργία και να την παρουσιάζει στην οθόνη του υπολογιστή, για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Όμως, είναι δυνατό να συνδέεται με τις θύρες εισόδου/εξόδου του υπολογιστή ή με επιπρόσθετες κάρτες επέκτασης, προκειμένου να κάνει πραγματική εισαγωγή ή εξαγωγή δεδομένων. Στην περίπτωση αυτή ο υπολογιστής με τη βοήθεια των εισόδων και των εξόδων μετατρέπεται σε ένα ισχυρό εργαλείο μετρήσεων, με πολλές δυνατότητες επεξεργασίας δεδομένων.

Το LabView διαθέτει έναν αριθμό από έτοιμα VIs και ορισμένα εικονίδια συναρτήσεων που επιτρέπουν την επικοινωνία με όλα τα γνωστά πρωτόκολλα μετάδοσης δεδομένων. Έτσι, υπάρχουν έτοιμες λειτουργίες που επιτρέπουν τη συλλογή και μετάδοση δεδομένων μέσω της σειριακής θύρας του υπολογιστή, καθώς και μέσω της παράλληλης θύρας.



Εικόνα 11. Μετρητής μαγνητικού πεδίου



Εικόνα 12. Μετρητής σχετικής απόκρισης

Επίσης, υπάρχουν λειτουργίες για την ανταλλαγή δεδομένων με την κάρτα ήχου, καθώς και με κάρτες επέκτασης που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο GPIB ή IEEE

488. Εξάλλου, όλες οι κάρτες συλλογής δεδομένων της εταιρίας National Instruments είναι συμβατές με το LabView με τη βοήθεια ειδικών οδηγών που ενσωματώνονται στο λογισμικό. Το ίδιο συμβαίνει και με σημαντικό αριθμό άλλων οργάνων, για τα οποία κυκλοφορούν οδηγοί συμβατοί με το LabView.

Έτσι, μέσω των πρωτοκόλλων επικοινωνίας (RS232, Centronics, IEEE488 ή TCP/IP) η πληροφορία που δημιουργείται στην οθόνη του υπολογιστή συνδέεται με πραγματικά όργανα, μέσω του λογισμικού. Όταν πατούμε ένα εικονικό κουμπί στην οθόνη, ενεργοποιείται ένας πραγματικός διακόπτης σε ένα εργαστηριακό όργανο. Σ' αυτήν ακριβώς τη δυνατότητα, που επεκτείνει την απλή προσομοίωση ώστε να γίνεται εφικτός ο έλεγχος αληθινών οργάνων, βρίσκεται και η δύναμη του LabView ως λογισμικού μετρήσεων και ελέγχου.

«**Dataacquisition**» (DAQ) ονομάζεται η διαδικασία δειγματοληψίας σημάτων τα οποία μετράνε τις φυσικές συνθήκες του πραγματικού κόσμου και μετατρέπουν το δειγματικό αποτέλεσμα σε ψηφιακές τιμές τις οποίες μπορεί να χειριστεί ένας Η/Υ. Τα συστήματα DAQ τυπικά μετατρέπουν αναλογικές κυματομορφές σε ψηφιακές τιμές για περαιτέρω επεξεργασία. Τα εξαρτήματα των συστημάτων DAQ περιλαμβάνουν:

1. Αισθητήρες που μετατρέπουν φυσικές παραμέτρους σε ηλεκτρικά σήματα.
2. Κυκλωματικές συνθήκες σήματος για να μετατραπεί το σήμα των αισθητήρων σε μία μορφή η οποία μπορεί να ψηφιοποιηθεί.
3. «AnalogtoDigitalConverters» (ADC), οι οποίοι μετατρέπουν τα ειδικά διαμορφωμένα σήματα των αισθητήρων σε ψηφιακές τιμές.

Οι εφαρμογές DAQ ελέγχονται από ανεπτυγμένα προγράμματα που χρησιμοποιούνε διάφορες γενικής χρήσης γλώσσες προγραμματισμού όπως είναι το Labview, BASIC, C, Fortran, Java, Lisp, Pascal. Από μόνα τους τα συστήματα DAQ συχνά αποκαλούνται και «dataloggers» (καταγραφείς δεδομένων).

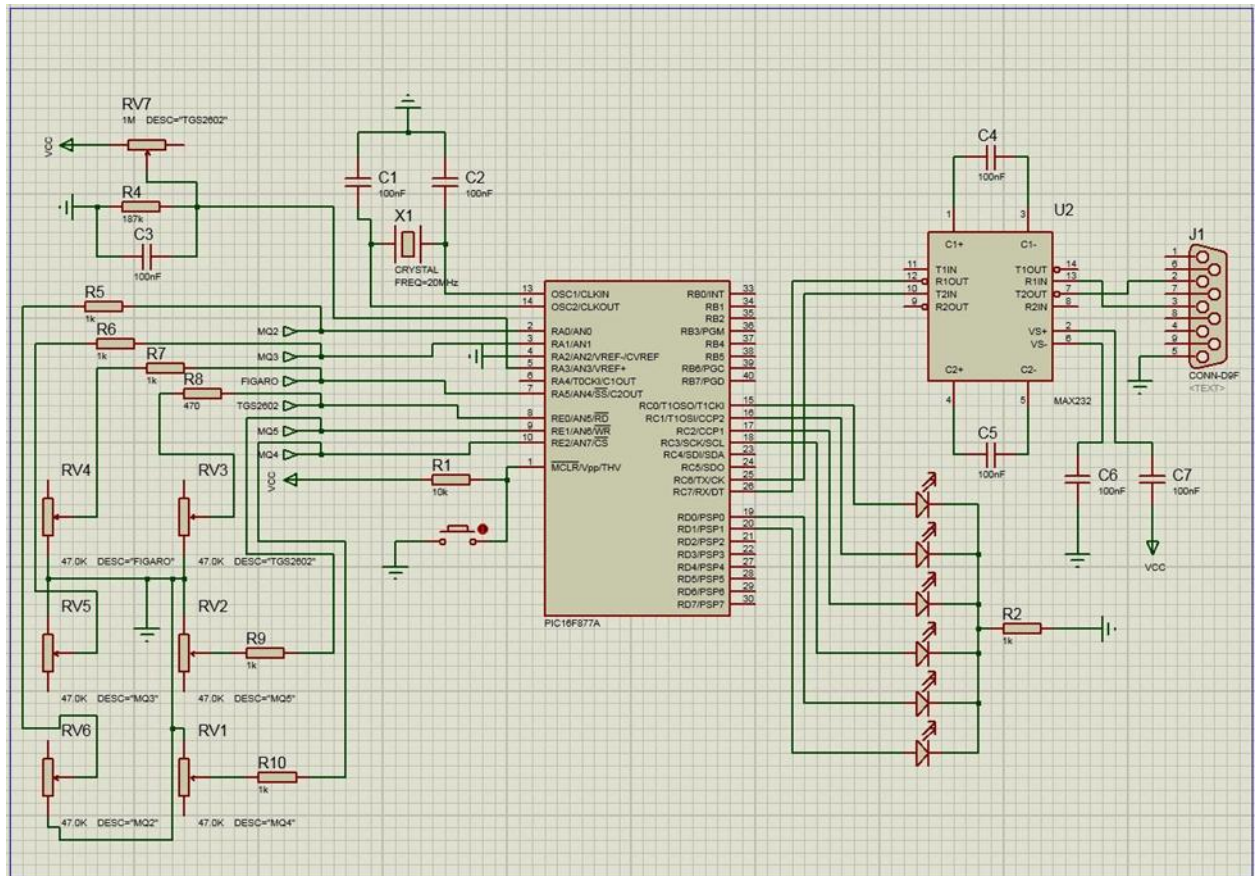
Όσον αφορά στο πρώτο, χρησιμοποιήθηκαν αισθητήρες ηλεκτρονικής μύτης που ανιχνεύουν κυρίως οργανικές ενώσεις σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις στον αέρα. Όλοι οι αισθητήρες που έλαβαν μέρος στην παρούσα μελέτη αναφέρονται αναλυτικά στο 3^ο κεφάλαιο. Όσον αφορά στο δεύτερο και στο τρίτο χρησιμοποιήθηκαν οι δυνατότητες του μικροελεγκτή PIC16F877A σε συνδυασμό με εξωτερικά ηλεκτρονικά εξαρτήματα. Η εφαρμογή DAQ ελέγχεται από ένα πρόγραμμα που δημιουργήθηκε και δουλεύει στο περιβάλλον του Labview. Επίσης από την στιγμή που το σύστημά μας αποθηκεύει τα δεδομένα των μετρήσεων μπορεί να θεωρηθεί και ένας καταγραφέας δεδομένων (datalogger).

Το κύκλωμα έχει ως κέντρο το μικροελεγκτή PIC16F877A. Σε αυτόν εισάγονται τα δεδομένα και αυτός τα εξάγει. Χρησιμοποιεί έναν κρύσταλλο με συχνότητα στα 20MHz που παίζει το ρόλο του εξωτερικού ταλαντωτή και συνδέεται στα pins 13 και 14. Στο pin 1 συνδέεται η τάση τροφοδοσίας μέσα από μία αντίσταση των 10KΩ και η γείωση μέσω ενός bush-button (κουμπιού) που όταν πατιέται επανεκκινεί(reset) τον μικροελεγκτή. Στα pins 11 και 32 συνδέεται η τροφοδοσία του στα 5V και στα pins 12 και 31 συνδέεται η γείωση. Για το μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακού ADC, χρησιμοποιούνται τα pins 2,3,4,5,7,8,9 και 10. Πιο αναλυτικά:

- Στο pin 2 συνδέεται ο αισθητήρας MQ2 και μία αντίσταση 1KΩ μαζί με ένα ποτενσιόμετρο 47KΩ συνδεδεμένα σε σειρά όπου στην συνέχεια συνδέονται με την γείωση.
- Στο pin 3 συνδέεται ο αισθητήρας MQ3 και μία αντίσταση 1KΩ μαζί με ένα ποτενσιόμετρο 47KΩ συνδεδεμένα σε σειρά όπου στην συνέχεια συνδέονται με την γείωση.
- Στο pin 4 συνδέεται το VREF- όπου είναι η γείωση αναφοράς για την λειτουργία του μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακού ADC.
- Στο pin 5 συνδέεται το VREF+ όπου είναι η τάση αναφοράς για την λειτουργία του μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακού ADC. Αυτή διαμορφώνεται με την βοήθεια ενός ποτενσιόμετρου 1MΩ προς το Vc και παράλληλα μία αντίσταση 187KΩ με έναν πυκνωτή 100nF προς τη γείωση.
- Στο pin 7 συνδέεται ο αισθητήρας FIGARO TGS822 και μία αντίσταση 1KΩ μαζί με ένα ποτενσιόμετρο 47KΩ συνδεδεμένα σε σειρά όπου στην συνέχεια συνδέονται με τη γείωση.

- Στο pin 8 συνδέεται ο αισθητήρας FIGARO TGS2602 και μία αντίσταση 1KΩ μαζί με ένα ποτενσιόμετρο 47KΩ συνδεδεμένα σε σειρά όπου στην συνέχεια συνδέονται με τη γείωση.
- Στο pin 9 συνδέεται ο αισθητήρας MQ5 και μία αντίσταση 1KΩ μαζί με ένα ποτενσιόμετρο 47KΩ συνδεδεμένα σε σειρά όπου στην συνέχεια συνδέονται με τη γείωση.
- Στο pin 10 συνδέεται ο αισθητήρας MQ4 και μία αντίσταση 1KΩ μαζί με ένα ποτενσιόμετρο 47KΩ συνδεδεμένα σε σειρά όπου στην συνέχεια συνδέονται με τη γείωση.
- Στα pins από 15 μέχρι 20 έχουν συνδεθεί τα 6 Leds, όπου χρησιμοποιούνται στα 3 πρώτα δευτερόλεπτα κατά την εκκίνηση του συστήματος για την απεικόνιση ενός testpattern. Στη συνέχεια συνδέονται με τη γείωση μέσω μίας αντίστασης 1KΩ.
- Το pin 25 συνδέεται με το ολοκληρωμένο MAX232 στο pin 10 και χρησιμοποιείται για τη σειριακή αποστολή δεδομένων.
- Το pin 26 συνδέεται με το ολοκληρωμένο MAX232 στο pin 12 και χρησιμοποιείται για τη σειριακή λήψη δεδομένων.
- Το MAX232 χρησιμοποιεί 4 πυκνωτές 100nF για τη μετατροπή στάθμης της τάσης. Αυτοί εφαρμόζονται στα pins 1 και 3, 4 και 5, 2 και Vc, 6 και γείωση. Από τα 4 κανάλια επικοινωνίας του MAX232 χρησιμοποιούμε τα 2. Το κανάλι T2 για τη σειριακή αποστολή δεδομένων που βρίσκεται στα pins 10 και 7. Το κανάλι R1 για τη σειριακή λήψη δεδομένων που βρίσκεται στα pins 13 και 12.
- Τα pins 13 και 7 συνδέονται αντίστοιχα στα pins 2 και 3 της σειριακής θύρας.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται αναλυτικά το διάγραμμα του κυκλώματος.



Εικόνα 13. Διάγραμμα του κυκλώματος του συστήματος

Ο **μικροελεγκτής**(*microcontroller*) είναι ένας τύπος επεξεργαστή. Ουσιαστικά είναι μια παραλλαγή μικροεπεξεργαστή, ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει με ελάχιστα εξωτερικά εξαρτήματα, λόγω των πολλών ενσωματωμένων υποσυστημάτων που διαθέτει. Χρησιμοποιείται ευρύτατα σε όλα τα ενσωματωμένα συστήματα (*embeddedsystems*) ελέγχου χαμηλού και μεσαίου κόστους, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται σε αυτοματισμούς, ηλεκτρονικά καταναλωτικά προϊόντα (από ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές έως παιχνίδια), ηλεκτρικές συσκευές και κάθε είδους αυτοκινούμενα τροχοφόρα οχήματα. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε ο μικροελεγκτής PIC16F877A.



Εικόνα 14. Ο μικροελεγκτής PIC16F877A

Τα bits διαμόρφωσης (Configurationbits) είναι αυτά που ορίζουν τις βασικές λειτουργίες του μικροελεγκτή. Αναλυτικότερα φαίνονται στην εικόνα 2.3.

Configuration Bits			
<input type="checkbox"/> Configuration Bits set in code.			
Address	Value	Category	Setting
2007	3F7A	Oscillator	HS
		Watchdog Timer	Off
		Power Up Timer	Off
		Brown Out Detect	On
		Low Voltage Program	Disabled
		Data EE Read Protect	Off
		Flash Program Write	Write Protection Off
		Code Protect	Off

Εικόνα 15. Bits διαμόρφωσης

1. Ο «**oscillatorconfigurationregister**» (καταχωρητής διαμόρφωσης ταλάντωσης ή FOSC) χρησιμοποιείται για να ρυθμίζει το ρολόι του μικροελεγκτή. Το ρολόι(clock) του μικροελεγκτή έχει άμεση επιρροή πάνω στην ταχύτητα εκτέλεσης των εντολών. Επομένως, είναι σημαντικό να επιλεγεί σωστά. Επίσης σημαντικό είναι να επιλεγεί η επιθυμητή πηγή ταλάντωσης (oscillatorsource). Η πηγή μπορεί να είναι ένας από τους εσωτερικούς ταλαντωτές (RC, LP, XT και HS). Στην περίπτωση αυτή έχει επιλεγεί ο ταλαντωτής HS (HighSpeedCrystal). Το εύρος συχνοτήτων του HS κυμαίνεται από 10MHz έως 25MHz. Η συχνότητα που παράγει ο κρύσταλλος που

χρησιμοποιήθηκε είναι στα 20MHz. Αυτός είναι και ο λόγος που επιλέχτηκε ο συγκεκριμένος ταλαντωτής ώστε το εύρος συχνοτήτων του να καλύπτει τη συχνότητα που χρησιμοποιήθηκε.

2. Ο Καταχωρητής διαμόρφωσης «**WatchdogTimer**» (FWDT) χρησιμεύει στο να ανοίγει και να κλείνει το χρονοστή επιτήρησης και στο να προσαρμόζει τη λειτουργία του. Η προκαθορισμένη τιμή του χρονοστή επιτήρησης είναι ένας αριθμός που διαιρεί τον εσωτερικό ταλαντωτή RC έτσι ώστε να χρονίζει το ρολόι του χρονοστή επιτήρησης. Ο χρονοστής επιτήρησης είναι ανεξάρτητος από το εσωτερικό ρολόι το οποίο διέπει την εκτέλεση των εντολών. Με αυτόν τον τρόπο ένα λειτουργικό χρονόμετρο λειτουργεί ακόμα και αν το εσωτερικό ρολόι αποτύχει. Είναι προφανές ότι ο χρονοστής επιτήρησης είναι ενεργοποιημένος (on) μόνο στην περίπτωση που ο «oscillatorconfigurationregister» έχει επιλεγεί ως ο εσωτερικός ταλαντωτής RC. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε ο ταλαντωτής HS με αποτέλεσμα ο καταχωρητής διαμόρφωσης να είναι σε κατάσταση ανενεργή (off).

3. Ο «**Power-upTimer**» (PWRT) παρέχει μία υποτυπώδη καθυστέρηση των 72 millisecond μετά από ένα «PowerOnReset» (POR), «BrownOutReset» (BOR) ή μετά από ένα «MCLRpinreset» που γίνεται. Ο PWRT λειτουργεί με τον ειδικό εσωτερικό ταλαντωτή RC. Στην συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε ο ταλαντωτής HS και όχι ο RC με αποτέλεσμα να έχουμε τον PWRT ανενεργό(off).

4. Το «**BrownOutDetect**» (BOD) ή «BrownOutReset» (BOR) είναι ένα σύστημα ασφαλείας του μικροελεγκτή όπου σε περίπτωση που η τάση Vdd πέσει κάτω από το «brownout» όριο τάσης θα κρατήσει τον μικροελεγκτή σε κατάσταση reset. Σε αυτή την περίπτωση βρίσκεται σε κατάσταση ενεργή(on).

5. Το «**Low-VoltageProgramming**» (LVP) επιτρέπει στην MCUs των μικροελεγκτών PIC16F1xxx να προγραμματίζεται μόνο με το Vdd. Η χρήση του LVP εξαλείφει την ανάγκη για την παροχή μεγαλύτερης τάσης από αυτήν της Vdd στο pin MCLR/Vpp. Σε αυτή την περίπτωση είναι ανενεργό(off) επειδή ο μικροελεγκτής που χρησιμοποιήθηκε (PIC16F877a) δεν το υποστηρίζει.

6. Το «**Data EE ReadProtect**» (CPD) όταν είναι ενεργοποιημένο προστατεύει την μνήμη EEPROM από εξωτερική ανάγνωση. Όμως το περιεχόμενο της μνήμης EEPROM είναι αναγνώσιμο από εσωτερικές πηγές. Στην παρούσα μελέτη το CPD είναι απενεργοποιημένο(off) έτσι ώστε να μπορούμε να διαβάσουμε το περιεχόμενο της μνήμης EEPROM μέσω του προγραμματιστή από τον υπολογιστή.

7. Το «**FlashProgramWrite**» (WRT) καθορίζει το εύρος διευθύνσεων στο οποίο η μνήμη προγράμματος είναι διαθέσιμη για εγγραφή από το πρόγραμμα που χρησιμοποιείται. Έχεις 4 εξήξεπιλογές: «Write Protection Off», «0h to FFh write Protected», «0h to 7FFh write Protected» και «0h to FFFh write Protected». Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η επιλογή «WriteProtectionOff» με σκοπό να μπορεί να επέμβει το πρόγραμμα εγγραφής του υπολογιστή σε όλο το εύρος διευθύνσεων της μνήμης του μικροελεγκτή.

8. Το «**CodeProtect**» (CP) στην περίπτωση που είναι ενεργοποιημένο μπορεί να προστατέψει ολόκληρο τον χώρο της μνήμης προγράμματος από εξωτερικές αναγνώσεις. Ο εξωτερικός προγραμματιστής θα δει όλα τα bits '0' σε προσπάθεια ανάγνωσης της προστατευμένης μνήμης. Παρόλα αυτά το περιεχόμενο της μνήμης προγράμματος είναι αναγνώσιμο από εσωτερικές πηγές. Στην περίπτωση αυτή είναι απενεργοποιημένο έτσι ώστε η μνήμη προγράμματος να είναι προσβάσιμη για ανάγνωση από τον υπολογιστή.

Ο μικροελεγκτής PIC16F877a διαθέτει τριαντατρείς ακροδέκτες εισόδου / εξόδου (Input / output), μοιρασμένους σε πέντε θύρες, που ονομάζονται PORT A (6 ακροδέκτες) και PORT B (8 ακροδέκτες), PORT C (8 ακροδέκτες), PORT D (8 ακροδέκτες) και PORT E (3 ακροδέκτες), αντίστοιχα. Η PORT A βρίσκεται στα pins 2-7 και χρησιμοποιείται συνήθως μαζί με τα 3 pins της PORT E που είναι τα pins 8-10 για τις αναλογικές εισόδους σημάτων. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα pins 2,3,7-10 ως αναλογικές εισοδοί σημάτων, έξι κανάλια στο σύνολο. Επίσης τα pins 4 και 5 χρησιμοποιούνται για τάση αναφοράς (VREF- και VREF+ αντίστοιχα). Η PORT B εκτείνεται στα pins 33-40 και συνήθως χρησιμοποιείται ως έξοδος, για να μπορούμε να δούμε ένα αποτέλεσμα σε 8 Leds. Στην περίπτωση αυτή η PORT B δεν χρησιμοποιείται. Η PORT C βρίσκεται στα pins 15-18 και 23-26. Από αυτά χρησιμοποιήθηκαν τα pins 15-18 για να προβληθεί ένα testpattern σε Leds κατά την

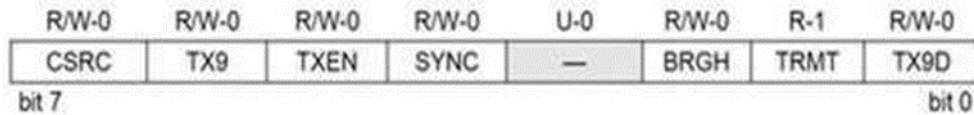
εκκίνηση του μικροελεγκτή και τα pins 25 και 26 για την σειριακή επικοινωνία με τον υπολογιστή. Η PORT D βρίσκεται στα pins 19-22 και 27-30. Από αυτά χρησιμοποιήθηκαν τα pins 19 και 20 για να προβληθεί και εδώ ένα testpattern σε Leds κατά την εκκίνηση του μικροελεγκτή. Τα «PORT» μπορούν να οριστούν εξαρχής μέσα από τους καταχωρητές TRISA, TRISB, TRISC και TRISD αν θα είναι είσοδοι ή έξοδοι αντίστοιχα. Για παράδειγμα εάν η τιμή του καταχωρητή TRISC είναι '0' τότε η PORT C είναι είσοδος ενώ εάν ο TRISC έχει την τιμή 'FF' τότε η PORT C είναι έξοδος. Επίσης μπορεί να οριστεί και το κάθε pin του «PORT» ξεχωριστά για το αν θα είναι είσοδος ή έξοδος με τον εξής τρόπο: εάν ο TRISC πάρει την τιμή '80'(10000000 δυαδικό) τότε τα 7 πρώτα pins είναι είσοδοι ενώ το τελευταίο pin χρησιμοποιείται ως έξοδος.

Για να επιτευχτεί η επικοινωνία με εξωτερικά εξαρτήματα, όπως ένας υπολογιστής ή ένας μικροελεγκτής, ο **PIC16F877A** χρησιμοποιεί ένα εξάρτημα που λέγεται **USART** (UniversalSynchronousAsynchronousReceiverTransmitter). Αυτό το εξάρτημα μπορεί να διαμορφωθεί ως:

1. Ένα σύστημα αμφίδρομο (Full-Duplex) και ασύγχρονο που μπορεί να επικοινωνεί με περιφερειακές συσκευές, όπως με έναν υπολογιστή.
2. Ένα σύστημα μονόδρομης (Half-Duplex) σύγχρονης επικοινωνίας όπου μπορεί να επικοινωνεί με περιφερειακές συσκευές, όπως μετατροπείς αναλογικού σήματος σε ψηφιακό, ολοκληρωμένα κυκλώματα και σειριακές EEPROMs.

Για να ενεργοποιηθεί η σειριακή επικοινωνία με τον PIC16F877A πρέπει να οριστούν οι τιμές διαφόρων παραμέτρων μέσα στους 2 καταχωρητές, τον **TXSTA** και τον **RCSTA**.

1. **OTXSTA**(Transmit Status and Control Register) απεικονίζεται στο σχήμα 2.1.



Εικόνα 16. Καταχωρητής κατάστασης εκπομπής και ελέγχου

Το μέγεθος αυτού του καταχωρητή είναι ένα byte (8bits). Κάθε bit έχει ένα σημαντικό ρόλο στον ορισμό της σειριακής θύρας. Αναλυτικά ο ρόλος του κάθε bit είναι:

CSRC: ClockSourceSelectbit-Αυτό το bitέχει σημασία μόνο στησύγχρονη μονόδρομη (Half-Duplex) επικοινωνία. Καθορίζει αν ο μικροελεγκτής θα είναι ο αποστολέας με 1 ή ο παραλήπτης με 0.

TX9: 9 bitTransmitEnablebit– Αυτό το bitεπιλέγει το μέγεθος του μεταδιδόμενου πακέτου σε 8 bit με 0 ή 9 bit με 1.

TXEN: TransmitEnablebit– Με 1 ενεργοποιείται η αποστολή ενώ με 0 απενεργοποιείται.

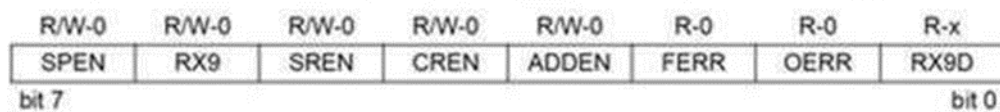
SYNC: USART ModeSelectbit -Με 1 η επικοινωνία είναισύγχρονη ενώ με 0 είναι ασύγχρονη.

BRGH: HighBaudRateSelectbit– Καθορίζει την ταχύτητααποστολής δεδομένων σε Υψηλή με 1 ή Χαμηλή με 0. Αυτό το bit έχει σημασία μόνο στην ασύγχρονη επικοινωνία και δεν χρησιμοποιείται για την σύγχρονη επικοινωνία.

TRMT: Transmit Shift Register Status bit (TSR)– Με 1 οTSRείναιάδειος (empty) ενώ με 0 είναιγεμάτος (full).

TX9D -Αυτό το bitέχει σημασία μόνο στην περίπτωση που το μέγεθος του πακέτου είναι 9 bits. Τοποθετεί το 9^ο bit σε περίπτωση που έχει την τιμή 1.

2. **ORCSTA** (Receive Status and Control Register) απεικονίζεται στο σχήμα 2.2.



Εικόνα 17. Καταχωρητής κατάστασης λήψης και ελέγχου

Το μέγεθος αυτού του καταχωρητή είναι ένα byte (8 bits). Αναλυτικά ο ρόλος του κάθε bit:

SPEN: SerialPortEnablebit– Με 1 ενεργοποιείται η σειριακή θύρα (διαμορφώνει τα pins RC7/RX/DT ώστε να λαμβάνουν πληροφορίες στον pic, και τα pins RC6/TX/CK για αποστολή δεδομένων από τον pic). Με 0 η σειριακή θύρα απενεργοποιείται.

RX9: 9th-bit ReceiveEnablebit -Με 1 ενεργοποιείται η παραλαβή 9bits, ενώ με το 0 απενεργοποιείται.

SREN: SingleReceiveEnablebit– Αυτό το bit ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τη μεταφορά πακέτων. Στην ασύγχρονη επικοινωνία αυτό δεν είναι σημαντικό. Η χρησιμότητα αυτού του bit είναι στη σύγχρονη επικοινωνία (Half-Duplex) και μόνο όταν ο PIC είναι ο αποστολέας.

CREN: ContinuousReceiveEnablebit– Στην ασύγχρονη επικοινωνία με 1 ενεργοποιείται η συνεχής λήψη ενώ με 0 απενεργοποιείται.

ADDEN: AddressDetectEnablebit– Αυτό το bit ενεργοποιεί διακοπή μόνο όταν το μέγεθος του πακέτου είναι 9 bits. Δεν έχει κάποια σημασία όταν το μέγεθος του πακέτου είναι 8 bits.

FERR: FramingErrorbit– Το λογικό επίπεδο 1, σημαίνει ότι το STOP bit δεν έχει ληφθεί. Στη σειριακή επικοινωνία χρησιμοποιείται START bit και STOP bit όταν

μεταφέρονται πληροφορίες. Με 1 υπάρχει σφάλμα πακέτου ενώ με 0 δεν υπάρχει σφάλμα.

OERR: OverrunErrorbit– Το λογικό επίπεδο 1, σημαίνει ότι το τελευταίο πακέτο λήφθηκε, όσο υπάρχουν ακόμα προηγούμενα δεδομένα που δεν τα έλαβε ο PIC. Σε αυτήν την περίπτωση, όποια πληροφορία λαμβάνεται μετά το σφάλμα χάνεται.

Η λειτουργία του «**AnalogtoDigitalConverter**» (ADC) περιγράφεται ως εξής: Ένας αριθμός ακροδεκτών εισόδου προορίζεται να λάβει είσοδο αναλογικού σήματος. Για να λειτουργήσουν αυτοί οι ακροδέκτες ως αναλογικές εισοδοί θα πρέπει να γίνει η κατάλληλη επιλογή, μέσω ενός καταχωρητή που ρυθμίζει τη λειτουργία του ADC. Στην είσοδο υπάρχει το κύκλωμα πολυπλεξίας που επιλέγει ένα αναλογικό σήμα εισόδου. Η επιλογή του καναλιού εισόδου που μετατρέπεται κάθε φορά, γίνεται πάλι με τη βοήθεια ειδικού καταχωρητή (inputselectbits). Η τάση αναφοράς τίθεται αυτόματα στα 5V που είναι η τάση τροφοδοσίας, αλλά μπορεί και να ρυθμιστεί. Ο μετατροπέας του ADC του PIC16F877 έχει ανάλυση 10 bit. Αυτό σημαίνει ότι υποστηρίζει 1024 κβαντικές στάθμες. Όταν ολοκληρώνεται μια μετατροπή, το αποτέλεσμα τοποθετείται σε δύο καταχωρητές, τους ADRESH και ADRESL. Το αποτέλεσμα μπορεί να τοποθετηθεί με δεξιά ή αριστερή στοίχιση, ανάλογα με τις ρυθμίσεις που θα γίνουν στον καταχωρητή ADCON1. Στην περίπτωση αυτή, μέσα από τους καταχωρητές ADCON1 και ADCON0 ορίστηκαν τα εξής:

1. Αριστερή στοίχιση και χρήση του ADRESH για λήψη των ψηφιακών τιμών με ανάλυση 8 bits. Αυτό γίνεται μέσα από το ADFM που είναι το bit 7 του ADCON1 και σε αυτήν την περίπτωση έχει την τιμή 0 για αριστερή στοίχιση, ενώ την τιμή 1 για δεξιά.
2. 6 αναλογικά κανάλια εισόδου, δηλαδή όσοι είναι και οι αισθητήρες και 2 κανάλια για ρύθμιση της τάσης αναφοράς. Αυτό γίνεται με τη χρήση των 4 πρώτων bits (0 έως 3) του ADCON1 που είναι τα PCFG3-PCFG0 και στην προκειμένη περίπτωση έχουν την τιμή 1000.

3. Η συχνότητα ρολογιού ADC σε $F_{osc}/32$ ($F_{osc}=20\text{MHz}$) . Αυτό γίνεται με τη χρήση των ADCS1 και ADCS0 που είναι τα bits 7 και 6 αντίστοιχα στον ADCON0. Στην περίπτωση αυτή έχουν την τιμή 10.

4. Αρχικά το πρώτο κανάλι (ch0) και ενεργοποιείται ο ADC. Το πρώτο γίνεται με τα CHS2, CHS1 και CHS0 όπου είναι το 5ο, 4ο και 3ο bit αντίστοιχα και ανάλογα με την τιμή που πάρουν μπορούν να επιλέξουν ανάμεσα σε 8 κανάλια (AN0-AN7), τους δίνεται η τιμή 000. Το δεύτερο γίνεται με την χρήση του ADON όπου είναι το bit 0 στον ADCON0 και του δίνεται η τιμή 1 ώστε να ενεργοποιηθεί ο ADC.

Προγραμματιστικό περιβάλλον

Για τη συγγραφή της εφαρμογής σε γλώσσα προγραμματισμού C χρησιμοποιήθηκε το περιβάλλον προγραμματισμού και αποσφαλμάτωσης MPLAB, στην έκδοση v8.10. Το MPLAB υποστηρίζει όλες τις οικογένειες των μικροελεγκτών της Microchip ενώ επίσης συνεργάζεται με πληθώρα προγραμματιστών για μικροελεγκτές PIC ακόμα και από άλλους κατασκευαστές. Το περιβάλλον αυτό διαθέτει ενσωματωμένο κειμενογράφο (editor), μεταγλωττιστή (assembler) καθώς και προσομοιωτή (simulator) για την αποσφαλμάτωση των προγραμμάτων. Επιπλέον στο MPLAB εγκαταστάθηκε ο XC8 C compiler V1.33 ο οποίος μεταφράζει τον κώδικα από γλώσσα C, σε «assembly».

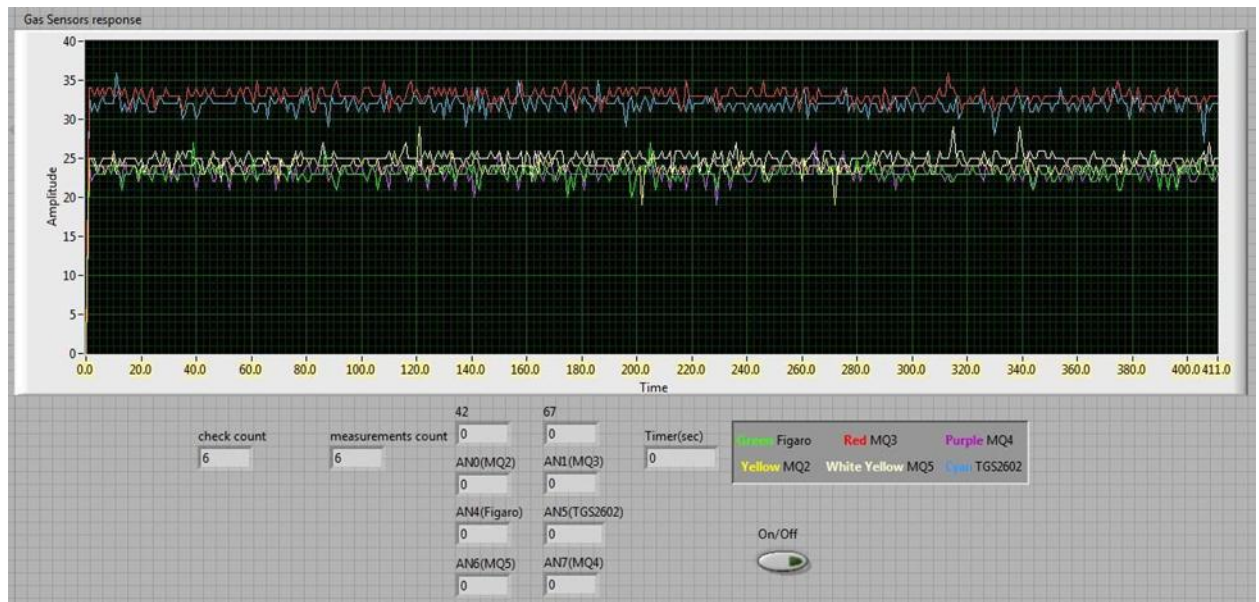
Εφαρμογή της γλώσσας προγραμματισμού στον μικροελεγκτή

Στην αρχή θέτουμε τις τιμές των καταχωρητών ώστε να δουλεύουν σωστά οι θύρες που χρησιμοποιούμε, ο μετατροπέας αναλογικού σήματος σε ψηφιακό και η σειριακή επικοινωνία. Χρησιμοποιούμε ένα <testpattern> για τα τρία πρώτα δευτερόλεπτα από την εκκίνηση του μικροελεγκτή που στην ουσία αναβοσβήνει τα Leds που έχουμε τοποθετήσει στις θύρες D και C ώστε να βεβαιωθούμε ότι ξεκίνησε κανονικά η λειτουργία του μικροελεγκτή. Μετά ακολουθεί ο ατέρμονος βρόγχος επανάληψης (while). Σε κάθε επανάληψη στέλνει πρώτα δύο bytes με τιμές 42 και 67 ώστε να επιβεβαιωθούν από το πρόγραμμα του Labview στον υπολογιστή και να αρχίσει να λαμβάνει το πρόγραμμα δεδομένα. Μετά δουλεύει ο μετατροπέας αναλογικού

σήματος σε ψηφιακό για κάθε ένα από τα 6 κανάλια και στέλνει το ψηφιακό σήμα από κάθε κανάλι ξεχωριστά μέσω της σειριακής επικοινωνίας στον υπολογιστή.

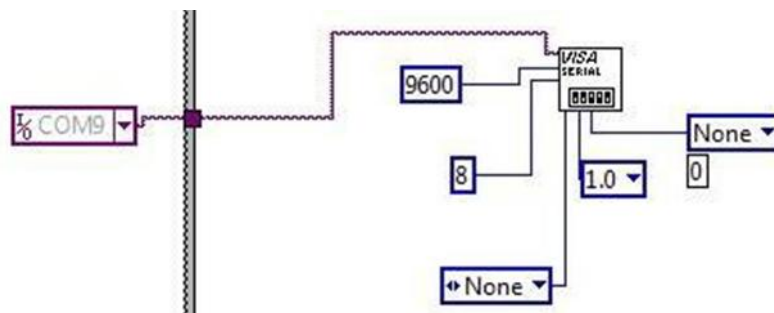
Η εφαρμογή στο Labview αποτελείται από δύο τμήματα. Το ένα είναι το «frontpanel»(ενδείξεις καταγραφέα) που φαίνεται στο χρήστη και το άλλο είναι το «blockdiagram»(σύστημα καταγραφέα) στο οποίο γίνεται ο προγραμματισμός. Παρακάτω αναλύεται η λειτουργία των δύο τμημάτων.

Το frontpanel όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.4 αποτελείται από ένα γράφημα με 6 μεταβλητές, 12 πεδία που απεικονίζουν αριθμούς, ένα επεξηγηματικό πεδίο που αντιστοιχεί το κάθε χρώμα στον αντίστοιχο αισθητήρα και ένα κουμπί on/off. Αυτό πρέπει να είναι on για να ξεκινήσει το πρόγραμμα και να γίνει off για τον τερματισμό του προγράμματος. Στο γράφημα απεικονίζονται οι τιμές του κάθε αισθητήρα σε συνάρτηση με το χρόνο. Ξεκινώντας από τα αριστερά στα δύο πρώτα πεδία αριθμών απεικονίζονται οι μετρητές των bytes που λήφθηκαν. Στα επόμενα δύο πεδία αριθμών υπό φυσιολογικές συνθήκες εμφανίζεται το 42 και το 67 που στάλθηκαν από το μικροελεγκτή για τον έλεγχο της σειριακής επικοινωνίας στην περίπτωση που χαθούν δεδομένα. Τα επόμενα 6 πεδία αριθμών απεικονίζουν τις τιμές του κάθε αισθητήρα ξεχωριστά για τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Το τελευταίο πεδίο αριθμού «Time(sec)» εμφανίζει το συνολικό χρόνο από την στιγμή που ξεκίνησε να τρέχει το πρόγραμμα μέχρι την στιγμή που πατήσαμε το κουμπί On/Off.



Εικόνα 18. Ενδείξεις καταγραφέα «Frontpanel»

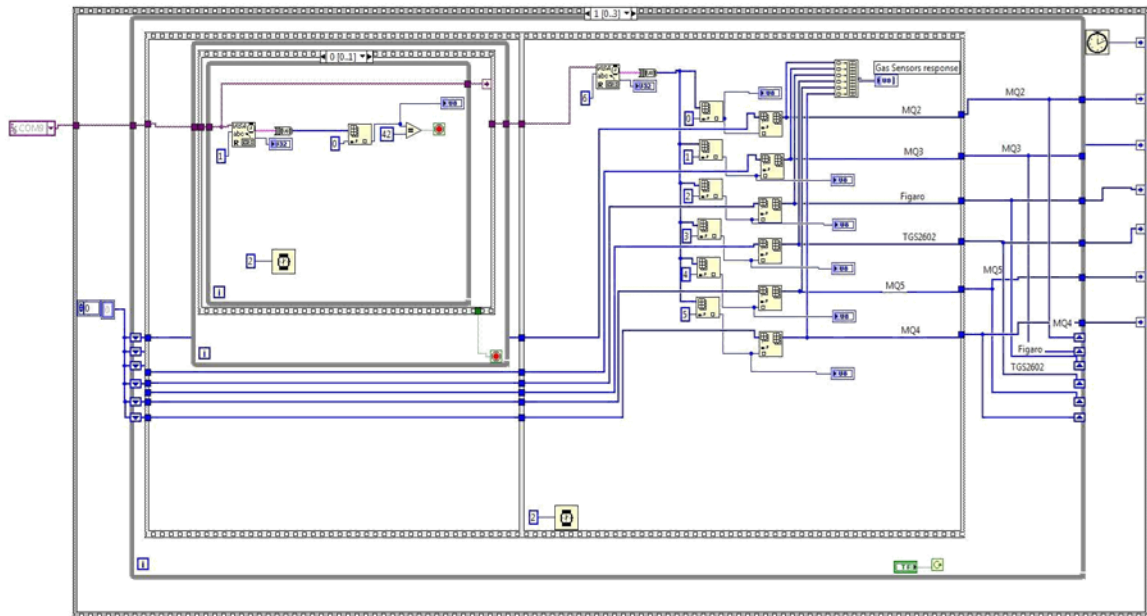
Το blockdiagram αποτελείται από μία κεντρική δομή ακολουθίας με τέσσερα πλαίσια. Κάθε ένα από αυτά τα πλαίσια παίζει το δικό του σημαντικό ρόλο και σκοπό, συμβάλλοντας στη λειτουργία του συνολικού προγράμματος. Το κάθε πλαίσιο τρέχει με σειρά προτεραιότητας, δηλαδή πρώτα θα τρέξει το πρώτο πλαίσιο, μετά το δεύτερο, μετά το τρίτο και το τέταρτο. Στο πρώτο πλαίσιο όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.5 γίνεται η αρχικοποίηση της σειριακής επικοινωνίας. Επιλέγουμε τη σειριακή θύρα(π.χ. COM9) στην οποία συνδέσαμε το αντίστοιχο καλώδιο, την ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων στα 9600bps, 8 bits (1 byte) ανά δεδομένο, paritybit = none, stopbits 1.0 και flowcontrol = none.



Εικόνα 19. 1ο πλαίσιο – Σειριακή επικοινωνία

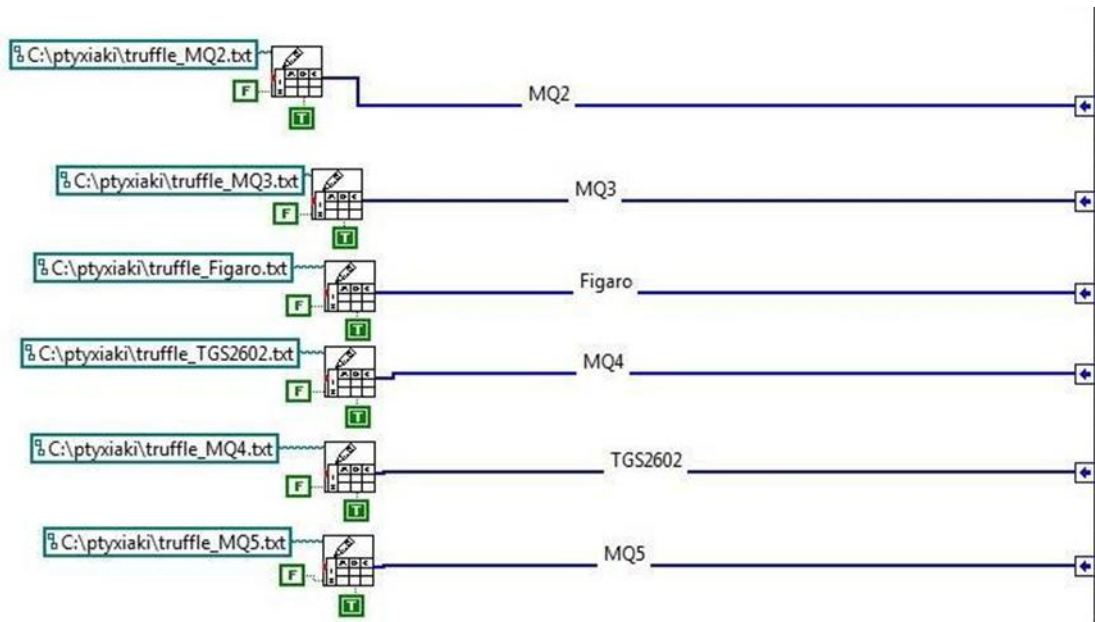
Στο δεύτερο πλαίσιο που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα υπάρχει ένας εξωτερικός βρόγχος που τερματίζει το πρόγραμμα όταν πατήσουμε το κουμπί On/off από το frontpanel. Εσωτερικά υπάρχει ένα διπλό πλαίσιο στο αριστερό τμήμα του οποίου

γίνεται ο έλεγχος των δύο bytes. Εάν δηλαδή το πρώτο byte έχει την τιμή 42 και το δεύτερο έχει την τιμή 67. Στο δεξί τμήμα γίνεται η λήψη των 6 bytes από την σειριακή θύρα, ο διαχωρισμός τους και η εμφάνισή τους στο γράφημα του «frontpanel».



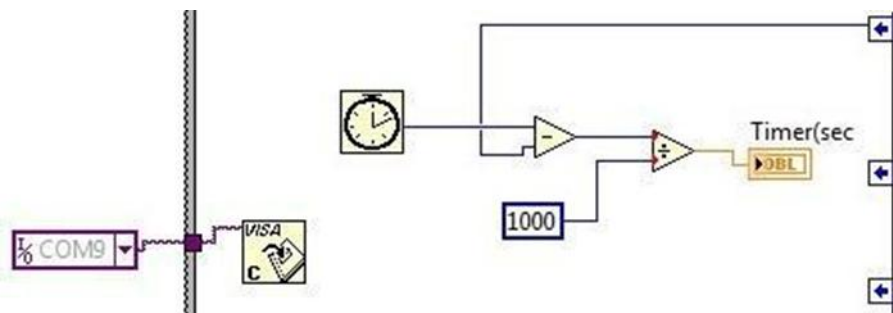
Εικόνα 20. 2ο πλαίσιο - Σύστημα καταγραφεία

Στο τρίτο πλαίσιο, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.7, γίνεται η αποθήκευση των τιμών του κάθε αισθητήρα σε ένα αρχείο (.txt). Αυτό το πλαίσιο λειτουργεί όταν το κουμπί On/Off του δευτέρου πλαισίου τεθεί σε κατάσταση Off. Παίρνει τότε συσσωρευμένα τις τιμές από το δεύτερο πλαίσιο και τις αποθηκεύει.



Εικόνα 21. 3ο πλαίσιο - Αποθήκευση των δεδομένων μέτρησης σε αρχείο txt

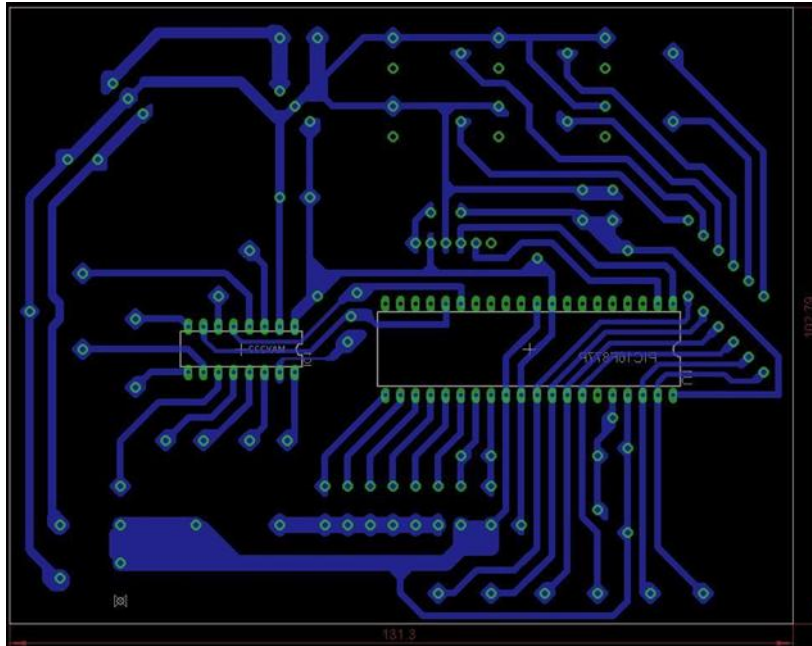
Στο τέταρτο πλαίσιο όπως φαίνεται στην εικόνα 2.8, υπολογίζεται ο συνολικός χρόνος που έτρεξε το πρόγραμμα και κλείνει η σειριακή επικοινωνία.



Εικόνα 22. 4ο πλαίσιο – Υπολογισμός συνολικού χρόνου και κλείσιμο της σειριακής επικοινωνίας

Για το σχεδιασμό της πλακέτας χρησιμοποιήθηκε το περιβάλλον σχεδίασης πλακετών Eagle 6.5.0. Στο περιβάλλον αυτό είχα την ευκαιρία να σχεδιάσω το κύκλωμα πάνω στην πλακέτα με το δικό μου τρόπο. Η πλακέτα έχει 40 τρύπες για τα pins του μικροελεγκτή PIC16F877A και 16 για τα pins του ολοκληρωμένου κυκλώματος MAX232. Επίσης έχει 18 τρύπες για 9 αντιστάσεις, 18 τρύπες για 9 πυκνωτές, 20 τρύπες για τα 7 ποτενσιόμετρα, 12 τρύπες για τα 6 Leds, 6 τρύπες για τα 2 LS7805, 6

τρύπες για τον επαναπρογραμματισμό του μικροελεγκτή, 4 τρύπες για το «push-button», 2 τρύπες για τον κρύσταλλο, 6 τρύπες για τα καλώδια που φέρνουν το σήμα από τους αισθητήρες, 3 τρύπες για τη σειριακή επικοινωνία με τον υπολογιστή και 4 τρύπες για την τροφοδοσία (δύο για την τροφοδοσία του συνολικού κυκλώματος και 2 για την τροφοδοσία των αισθητήρων). Στην εικόνα 2.9 φαίνεται η απεικόνιση της πλακέτας στο Eagle.



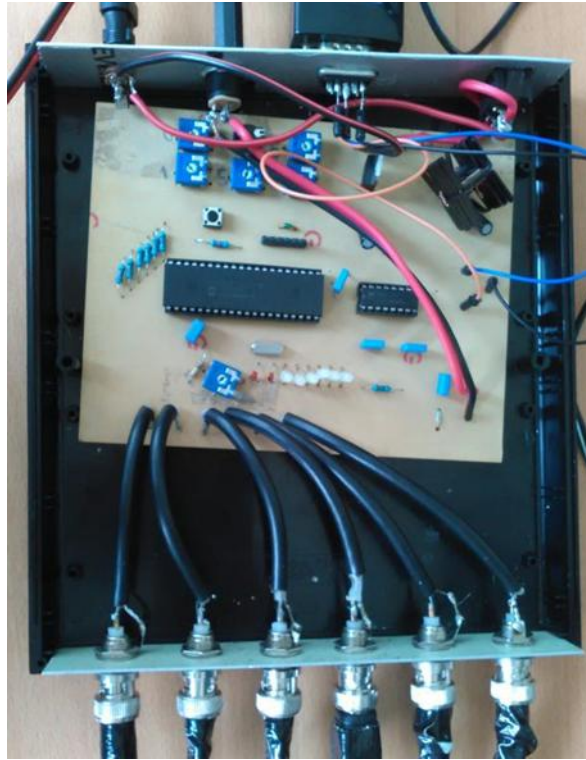
Εικόνα 23. Απεικόνιση της πλακέτας στο Eagle

Για την κατασκευή της πλακέτας χρησιμοποιήθηκε μηχανήμα CNC. Στην εικόνα 2.10 φαίνεται ένα στιγμιότυπο από τη διαδικασία κατασκευής της πλακέτας.



Εικόνα 24. Διαδικασία κατασκευής της πλακέτας

Ο χώρος που χρησιμοποιήσαμε για να τοποθετηθεί μέσα η πλακέτα αποτελείται από 2 πλαστικά τμήματα, 2 μεταλλικά τμήματα και 2 βίδες που ενώνουν τα δύο πλαστικά τμήματα. Στα μεταλλικά τμήματα στερεώθηκαν τα βύσματα των καλωδίων. Στην εικόνα 2.11 φαίνεται ο τρόπος συνδεσμολογίας της πλακέτας με τους αισθητήρες, την τροφοδοσία και τη σειριακή θύρα. Στο πάνω μεταλλικό τμήμα υπάρχουν τα βύσματα για τη γενική τροφοδοσία του όλου συστήματος, την τροφοδοσία εξόδου για τους αισθητήρες, τη σειριακή επικοινωνία και το διακόπτη της γενικής τροφοδοσίας όλου του συστήματος. Στο κάτω μεταλλικό τμήμα βρίσκονται τα βύσματα των 6 καλωδίων BNC που μεταφέρουν το σήμα των αισθητήρων στο μικροελεγκτή.



Εικόνα 25. Το κουτί που περιέχει την πλακέτα του μικροελεγκτή

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι αισθητήρες ως ανιχνευτές συλλογής πληροφορίας παρέχουν πληροφορία με στόχο να είναι διαρκώς γνωστή και κατανοητή η τρέχουσα κατάσταση των παραμέτρων ενός συστήματος (π.χ. ανιχνευτής – ταχύμετρο αυτοκινήτου). Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καταγράφουν και να παρέχουν μία εικόνα της εξέλιξης των παραμέτρων του συστήματος.

Οι αισθητήρες συστημάτων ελέγχου είναι της ίδιας μορφής, αλλά συνήθως τροφοδοτούν ελεγκτή ο οποίος παράγει μία νέα έξοδο που ρυθμίζει την τιμή της μετρούμενης παραμέτρου. Σήμερα χρησιμοποιούνται υπερσύγχρονοι επεξεργαστές με χαμηλό κόστος ως ελεγκτές, των οποίων όμως η αξιοποίηση θα ήταν πολύ δύσκολη εάν δεν τροφοδοτούνταν από τις κατάλληλες πληροφορίες που συλλέγονται από αποδοτικούς και αξιόπιστους αισθητήρες.

Οι αισθητήρες και τα συστήματα μέτρησης και ελέγχου μπορεί να είναι μηχανικές, ηλεκτρικές ή μικτές κατασκευές. Πολλοί αισθητήρες παράγουν ηλεκτρικές εξόδους με αποτέλεσμα μία φυσική ποσότητα να μετριέται μέσω της τιμής μίας αντίστασης, τάσης, ρεύματος ή συχνότητας. Το θερμίστορ και ο ανιχνευτής μηχανικής τάσης παράγουν ως έξοδο την αλλαγή μιας ηλεκτρικής αντίστασης. Το ελατήριο παράγει ως έξοδο την αλλαγή θέσης και έτσι μία βελόνα μπορεί να μετατοπίζεται κατά μήκος μίας κλίμακας, ανάλογα με το βάρος που έχει αναρτηθεί στο ελατήριο. Ο σωλήνας Venturi μετράει τη διαφορά δύο πιέσεων και μπορεί έτσι να μετρηθεί ο ρυθμός ροής ενός υγρού.

Σε περίπλοκα συστήματα μέτρησης είναι απαραίτητος ο διαχωρισμός των λειτουργικών στοιχείων, όπου ο αισθητήρας μετατρέπει τη φυσική ποσότητα σε σήμα, το οποίο με κατάλληλη τροποποίηση από τη μονάδα ρύθμισης μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τη μονάδα απεικόνισης ή καταγραφής. Για παράδειγμα εάν το σήμα είναι μία ηλεκτρική τάση πιθανώς χρειάζεται ενίσχυσή της από τη μονάδα ρύθμισης για να μπορεί να απεικονιστεί κατάλληλα. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές ρύθμισης (ενίσχυση τάσης, μετατροπή παλμών φωτός σε ηλεκτρικούς κλπ.) και τεχνικές απεικόνισης ή καταγραφής (αριθμητική έξοδος, μετακίνηση βελόνας σε κλίμακα, προβολή ή εκτύπωση γραφικής παράστασης κλπ.).

Τα συστήματα ελέγχου έχουν σκοπό τη διατήρηση μιας παραμέτρου σε μία προκαθορισμένη τιμή. Περιλαμβάνουν συστήματα μέτρησης, αλλά σε αντίθεση με τα συστήματα μέτρησης, η έξοδός τους ρυθμίζει κάποια παράμετρο, η τιμή της οποίας δεν εμφανίζεται απαραίτητα στο χρήστη. Η βάση της λειτουργίας ενός συστήματος ελέγχου ανοικτού βρόχου είναι ότι ελέγχεται από ένα σήμα προκαθορισμένης τιμής. Η προκαθορισμένη τιμή δεν αλλάζει ακόμη και αν άλλοι παράγοντες αλλάξουν και καταστήσουν την έξοδο του συστήματος ανακριβή.

Για την ακριβέστερη λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος απαιτείται συχνή επέμβαση από εξωτερικό χειριστή που να ρυθμίζει τον χρονομετρητή ανάλογα με την εποχή (δηλ. να διαφοροποιεί το προκαθορισμένο σήμα). Ο σχεδιασμός των συστημάτων ελέγχου ανοικτού βρόχου είναι απλός, αλλά τα συστήματα αυτά είναι μη αποδοτικά και απαιτούν συχνή επέμβαση εξωτερικού χειριστή. Οι προκαθορισμένες τιμές είναι γενικά ανεπαρκείς, αφού εάν η παράμετρος που ελέγχουν αλλάξει θα πρέπει να επαναρυθμιστούν. Στις περιπτώσεις, όπου οι συνέπειες από ανακριβή έλεγχο της παραμέτρου που ελέγχεται είναι σημαντικές (π.χ. στάθμη τοξικού υγρού σε δεξαμενή), τα συστήματα ανοικτού βρόχου πρέπει να αποφεύγονται.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Clarkson Research Services, (2011) Shipping Market Outlook 2011. Available from: <http://www.clarksons.net>.
2. Clarkson Research Services, (2012) World Shipyard Monitor. Volume 19. Available from: <http://www.clarksons.net>.
3. Equasis, (2010) The world merchant fleet in 2012: Statistics from Equasis. Available from: <http://www.equasis.org/EquasisWeb/public/HomePage>.
4. Equasis, (2011) The world merchant fleet in 2012: Statistics from Equasis. Available from: <http://www.equasis.org/EquasisWeb/public/HomePage>.
5. Equasis, (2012) The world merchant fleet in 2012: Statistics from Equasis. Available from: <http://www.equasis.org/EquasisWeb/public/HomePage>.
6. Evans, J. J.(1989) 'Replacement, obsolescence and modifications of ships', *Maritime Policy & Management*, 16: 3, 223 — 231
7. Fayette, L., (2000) 'The Protection of the Marine Environment'. University of Southampton; IUCN representative to IMO.
8. IMO, (2009) Maritime Knowledge Centre: International Shipping and World Trade Facts and figures. Available from: <http://www.imo.org>.
9. NGO Shipbreaking Platform, (2012) List of the European Companies Dumptheir Ships to South Asia in 2012. Available from: <http://bit.ly/A89gAS>
10. NGO Shipbreaking Platform, (2012) NGO Platform Report: 2012 List of European shipping companies that sent ships to South Asia. Available from: <http://www.shipbreakingplatform.org/library/>.

11. NGO Shipbreaking Platform, (2013) NGO Platform Report: European shipssent to South Asia in 2012. Available from: <http://www.shipbreakingplatform.org/library/>.
12. Sarraf, M., et al. (2010) Ship Breaking And Recycling Industry in Bangladesh and Pakistan. The World Bank: Report No 58275-SAS.