



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



**ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ»**

ΤΙΤΛΟΣ

Αυτόματη διαδικασία πρόσδεσης πλοίου

ΤΙΤΛΟΣ ΑΓΓΛΙΚΑ

Auto Docking

Όνοματεπώνυμο Σπουδαστή:

ΑΘΑΝΑΣΟΓΛΟΥ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ

Όνοματεπώνυμο Υπεύθυνου Καθηγητή:

ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Φεβρουάριος 2019

ΤΙΤΛΟΣ

ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για την μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του Διδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Νέες Τεχνολογίες στη Ναυτιλία και τις Μεταφορές» του Τμήματος Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών του Πανεπιστημίου Αιγαίου και του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Δήλωση συγγραφέα διπλωματικής διατριβής

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος / η ...Αθανάσογλου Χαράλαμπος....., τουΚωνσταντίνου....., με αριθμό μητρώου30..... φοιτητής / τρια του. Διδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Νέες Τεχνολογίες στη Ναυτιλία και τις Μεταφορές» του Τμήματος Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών του Πανεπιστημίου Αιγαίου και του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι: *«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής διπλωματικής διατριβής και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην διατριβή. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η διατριβή προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διπλωματική διατριβή».*

Ο δηλών
Αθανάσογλου Χαράλαμπος

Ημερομηνία 15/02/2019

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| 1. Ιστορία Αυτομάτου Ελέγχου..... | 6 |
| 1.1 Βασικές έννοιες | |
| 1.2 Σύστημα ανοικτού και κλειστού βρόγχου..... | 7 |
| 1.3 Ο ρόλος των τεχνικών εταιριών στις μέρες μας για την ανάπτυξη της αυτοματοποίησης στις μέρες μας..... | 7 |
| 2. Παραδείγματα εφαρμογής συστημάτων αυτοματισμού πλοίων..... | 11 |
| 2.1 Αυτοματισμοί μηχανής εσωτερικής καύσης..... | 11 |
| 2.1.1 Έλεγχο θερμοκρασίας του λιπαντικού κύριας μηχανής..... | 11 |
| 2.1.2 Συστήματα εγχύσεως με υδραυλική ενεργοποίηση αντλιών..... | 11 |
| 2.1.3 Ρυθμιστές στροφών..... | 11 |
| 2.1.4 Έλεγχος στροφών πετρελαιοκινητήρα..... | 12 |
| 2.1.5 Χειρισμός μέσω συστημάτων Scada..... | 12 |
| 2.1.6 Αυτόματα συστήματα πυρανίχνευσης-κατάσβεσης – Fire doors..... | 13 |
| 2.1.7 Αυτόματος Πιλότος..... | 14 |
| 3. Σύγχρονος έλεγχος πλοίων..... | 15 |
| 4. Σχεδίαση του πρώτου πλήρως αυτοματοποιημένου πλοίου..... | 18 |
| 4.1 Η πρώτη προσπάθεια..... | 18 |
| 4.2 Το σχέδιο για δυναμική αυτονομία..... | 19 |
| 4.3 Διαδικασία πρόσδεσης και απομάκρυνσης από την προβλήτα..... | 22 |
| 4.4 Σχεδίαση πλοίων και παρέμβαση ανθρώπινου παράγοντα..... | 22 |
| 4.5 Εφαρμογή σε διαφορετικούς τύπους πλοίου..... | 22 |
| 5. Πρωτόκολλα..... | 24 |
| 5.1 NMEA PROTOCOL 0183..... | 24 |
| 5.2 Γενική μορφή σήματος..... | 24 |
| 5.3 Proprietary Sentences..... | 25 |
| 5.4 Query sentences..... | 25 |
| 5.5 Talker identifiers..... | 25 |
| 5.6 Modbus Protocol..... | 29 |
| 6. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές..... | 34 |
| 6.1 πλεονεκτήματα του λογικού προγραμματιζόμενου ελεγκτή..... | 34 |
| 6.2 Μειονεκτήματα λογικού προγραμματιζόμενου ελεγκτή..... | 34 |
| 6.3 Δομή του λογικού προγραμματιζόμενου ελεγκτή..... | 35 |
| 6.4 Κύκλος λειτουργίας ενός plc..... | 36 |
| 6.5 Προγραμματισμός ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή..... | 37 |
| 6.5.1 Γλώσσα Ladder..... | 37 |
| 6.5.2 Γλώσσα FBD..... | 40 |
| 7. Manoeuvring Thruster..... | 56 |
| 7.1 Bow thruster-Stern thruster..... | 56 |
| 7.2 Externally mounted bow thrusters..... | 57 |

| | |
|--|----|
| 7.3 Waterjet bow thrusters..... | 57 |
| 7.4 Solenoid Valves..... | 57 |
| 7.5 Ηλεκτρικό bow/stern thruster..... | 62 |
| 8.Wind indicator..... | 62 |
| 9. Speed log..... | 65 |
| 10. Distance Sensors..... | 67 |
| 11. Κεντρική ιδέα μιας ολοκληρωμένης εφαρμογής auto docking..... | 73 |
| 11.1 Εφαρμογή Αυτόματης Πρόσδεσης Πλοίου..... | 76 |
| 11.2 Περιγραφή..... | 76 |
| 11.3 Ασφάλεια..... | 77 |
| 11.4 Παράμετροι και λειτουργία..... | 78 |
| 11.5 Παράμετροι του συστήματος..... | 81 |
| 12.Συμπεράσματα..... | 86 |
| 13. Βιβλιογραφία..... | 87 |

1.ΙΣΤΟΡΙΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Ο αυτοματισμός (ή αυτοματοποίηση) αφορά δύο έννοιες μη σχετιζόμενες μεταξύ τους. Αρχικά, σημαίνει την τυποποίηση μίας διαδικασίας μέσω της εύρεσης καλώς ορισμένων βημάτων τα οποία πρέπει να ακολουθηθούν για να παραχθεί κάποιο επιθυμητό αποτέλεσμα. Έτσι ο αυτοματισμός δεν είναι τίποτα άλλο παρά η εύρεση ενός αλγορίθμου για την επίλυση ενός προβλήματος, ή η κατασκευή ενός αυτόνομου μηχανισμού που εκτελεί αυτόν τον αλγόριθμο για κάποια είσοδο χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Ο αυτοματισμός εξελίχθηκε μέσα από τη μηχανολογία και την ηλεκτρολογία κατά τον 20ο αιώνα, ως ένα πεδίο της επιστήμης μηχανικού ασχολούμενο με τον έλεγχο διεργασιών και τη διατήρησή τους σε καθορισμένη κατάσταση. Παραδείγματος χάριν ο αυτοματισμός στοχεύει στη διατήρηση σε σταθερά επίπεδα της θερμοκρασίας ενός θερμοστάτη, της πορείας ενός αεροπλάνου, της ταχύτητας ενός αυτοκινήτου κλπ.

Ο αυτοματισμός στηρίζεται εννοιολογικά στη θεωρία ελέγχου και στους μηχανισμούς ανάδρασης, επομένως αποτέλεσε μία κύρια αφετηρία της κυβερνητικής. Σε αντίθεση με την τελευταία όμως, ο αυτοματισμός έχει έναν αυστηρά εφαρμοσμένο χαρακτήρα και στην πράξη αξιοποιεί ποικιλία εξειδικευμένων προϊόντων ηλεκτρονικής και τεχνολογίας πληροφοριών (π.χ. μικροελεγκτές, συστήματα πραγματικού χρόνου, τεχνολογίες CAx). Η σημασία του αυτοματισμού είναι μεγάλη στη βιομηχανία, όπου μειώνει σημαντικά την ανάγκη για ανθρώπινη παρέμβαση (π.χ. σε τηλεμετρίες, αυτόματο έλεγχο γραμμών παραγωγής κλπ).

Εξειδικευμένοι υπολογιστές υψηλής αντοχής, οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC), χρησιμοποιούνται για να συγχρονίσουν τη ροή εισόδων από φυσικούς αισθητήρες με τη ροή εντολών προς συσκευές εξόδου (π.χ. βραχίονες). Η αναδραστική και ντετερμινιστική λειτουργία του συστήματος οδηγεί σε αυστηρά ελεγχόμενες διεργασίες, κατάλληλες για χρήση σε βιομηχανικές μονάδες. Η εργασία του αυτοματιστή στο προηγούμενο παράδειγμα συνίσταται στον κατάλληλο προγραμματισμό του PLC (συνήθως σε συμβολική γλώσσα).

1.1 Βασικές έννοιες

Ο αυτοματισμός ερευνά τη συμπεριφορά δυναμικών συστημάτων μοντελοποιώντας τα με τα μεθοδολογικά και μαθηματικά εργαλεία της επεξεργασίας σήματος. Έτσι μεταχειρίζεται τα συστήματα ως μαύρα κουτιά με είσοδο και έξοδο. Ως είσοδος θεωρείται ένα σήμα, αναλογικό ή ψηφιακό, συλλεγόμενο από κάποιο σημείο του συστήματος. Τα ενδιάμεσα κουτιά αναπαριστούν τις διάφορες διαταράξεις που επηρεάζουν το σήμα, όπως τριβές στους ενεργοποιητές, αποτέλεσμα των στοιχείων του ελέγχου που παρεμβάλλονται, τους ελεγκτές.

Αυτά τα αποτελέσματα συνήθως αναπαρίστανται με μαθηματικές συναρτήσεις, τις συναρτήσεις μεταφοράς. Μία συνάρτηση μεταφοράς προσδιορίζει ένα σύστημα και τον τρόπο που μεταβάλλει κάθε σήμα εισόδου. Η έξοδος του συστήματος ονομάζεται αναφορά και ανταποκρίνεται στην τιμή του σήματος κατόπιν ενεργοποίησης των προηγούμενων συναρτήσεων μεταφοράς σε αυτήν. Όταν μια ή περισσότερες μεταβλητές εξόδου ενός συστήματος πρέπει να ακολουθήσουν την τιμή κάποιας αναφοράς που μεταβάλλεται με τον χρόνο, χρειάζεται να προστεθεί ένας ελεγκτής που να χειρίζεται τις τιμές των σημάτων εισόδου έως ότου επιτευχθεί η επιθυμητή έξοδος.

1.2 Σύστημα ανοικτού και κλειστού βρόγχου

Υπάρχουν δυο βασικά συστήματα ελέγχου, τα συστήματα ανοικτού και κλειστού βρόγχου. Στα συστήματα ανοικτού βρόγχου, η είσοδος από τον ελεγκτή είναι ανεξάρτητη της εξόδου, όπως σε ένα λέβητα ο οποίος ελέγχεται από χρονόμετρο ώστε η θερμότητα να παράγεται για σταθερό χρόνο, ανεξάρτητα από την θερμοκρασία του κτιρίου. Η είσοδος είναι το άνοιγμα και το κλείσιμο του χρονομέτρου του λέβητα. Η έξοδος είναι η θερμοκρασία του κτιρίου.

Στα συστήματα κλειστού βρόγχου, η είσοδος από τον ελεγκτή είναι εξαρτημένη από την έξοδο. Στην περίπτωση του παραδείγματος με τον λέβητα, θα χρησιμοποιούνταν ένας θερμοστάτης για να ελέγχει την θερμοκρασία του κτιρίου και να στέλνει πίσω το σήμα για να σιγουρέψει ο ελεγκτής ότι η θερμοκρασία του κτιρίου είναι ίδια με αυτή που ορίστηκε στον θερμοστάτη. Ένα σύστημα κλειστού βρόγχου δηλαδή έχει έναν βρόγχο ανάδρασης ο οποίος σιγουρεύει πως ο ελεγκτής θα δράσει για να είναι ίδια η έξοδος με το ορισμένο σημείο. Γι' αυτό τον λόγο οι κλειστοί βρόγχοι αποκαλούνται βρόγχοι ανάδρασης.

1.3 Ο ρόλος των τεχνικών εταιριών στις μέρες μας για την ανάπτυξη της αυτοματοποίησης στις μέρες μας

Η «έξυπνη» τεχνολογία πρωταγωνιστεί με την πιο αξιόπιστη πρόγνωση καιρού και την επεξεργασία δεδομένων του πλοίου μέσω του συστήματος cloud. Από τους πλήρως αυτοματοποιημένους λιμένες και τα μη επανδρωμένα «έξυπνα» πλοία, μέχρι την πιο αξιόπιστη από ποτέ πρόγνωση καιρού βάσει τοποθεσίας και τη συγκέντρωση και επεξεργασία των δεδομένων του πλοίου στο cloud (υπολογιστικό νέφος), το μέλλον της ναυτιλιακής βιομηχανίας πρωταγωνιστεί στην σημερινή εποχή με νέες και συνεχείς τεχνολογικές εξελίξεις.

Με περισσότερες από 60 διεθνείς εταιρείες από τον κλάδο της Τεχνολογίας Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) να έχουν ήδη επιβεβαιώσει την παρουσία τους, τα Ποσειδώνια

συνεχίζουν να κερδίζουν την προτίμηση των εκθετών μίας βιομηχανίας που ευελπιστεί να μεταμορφώσει ριζικά το μέλλον της ναυτιλίας. «Αν και στον κλάδο της ναυτιλίας ελάχιστα έχουν αλλάξει τις τελευταίες δεκαετίες σε σχέση με τον τρόπο ελλιμενισμού, φόρτωσης και μεταφοράς εμπορευμάτων των ποντοπόρων πλοίων σε διάφορα λιμάνια σε όλο τον κόσμο, σε άλλους κλάδους η έλευση των ψηφιακών τεχνολογιών έχει επιφέρει ολοκληρωτικές αλλαγές», όπως δήλωσε ο κ. Θεόδωρος Βώκος, Εκτελεστικός Διευθυντής, Εκθέσεις Ποσειδώνια

A.E.

«Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια παρατηρούμε τη συμμετοχή ενός διαρκώς αυξανόμενου αριθμού εταιρειών από τον κλάδο της Τεχνολογίας Πληροφοριών και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ), που φέρνουν λύσεις σχεδιασμένες για τις προκλήσεις του ναυτιλιακού τομέα, συμβάλλοντας έτσι στη μετάβαση από τις παραδοσιακές μεθόδους στο ψηφιακό μέλλον», προσθέτει ο ίδιος.

Στα φετινά Ποσειδώνια, οι εκθέτες από τον κλάδο της ΤΠΕ προέρχονται από 18 χώρες που εκπροσωπούν κάθε γωνιά του πλανήτη – από τις ΗΠΑ μέχρι τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, από το Ηνωμένο Βασίλειο μέχρι την Αυστραλία, το Γιβραλτάρ, τη Σιγκαπούρη και σχεδόν κάθε ευρωπαϊκή χώρα. Στην γκάμα υπηρεσιών και προϊόντων τους περιλαμβάνονται λύσεις από τα πρωτοπόρα πεδία της Τεχνητής Νοημοσύνης, της διαχείρισης δεδομένων μεγάλου όγκου (Big Data) και του Αυτοματισμού, μέχρι τα πιο κοινότοπα πεδία της ΤΠΕ – την Προστασία στον Κυβερνοχώρο και τις Υπολογιστικές Εφαρμογές. Και ενώ οι περισσότερες από αυτές τις λύσεις συμβάλλουν ήδη στην αναβάθμιση της ναυτιλίας σε ζωτικούς τομείς, όπως είναι οι δορυφορικές επικοινωνίες, η παρακολούθηση μεταφοράς φορτίων, η πλοήγηση, η διαχείριση πληρωμάτων και η ενεργειακή απόδοση, κάποιες άλλες έχουν σχεδιαστεί με το βλέμμα στο μέλλον, φιλοδοξώντας να επαναπροσδιορίσουν τον τρόπο που επιχειρούν οι ναυτιλιακές εταιρείες.

Η SAP Ελλάς, ένας από τους φετινούς εκθέτες των Ποσειδωνίων, απευθύνεται στις ναυτιλιακές εταιρείες προτείνοντάς τους προσαρμοσμένα στις ανάγκες τους προϊόντα ΤΠΕ. Ο κ. Ανδρέας Ξηρόκωστας, Διευθύνων Σύμβουλος της SAP Ελλάδος, Κύπρου και Μάλτας, δήλωσε σχετικά: «Σε μια εποχή αυξανόμενων προσδοκιών και πολυπλοκότητας, επιβάλλεται να επαναξιολογήσουμε τη σημερινή επιχειρηματικότητα και να υιοθετήσουμε πολιτικές που θα επιτρέψουν στη ναυτιλιακή βιομηχανία να εξελιχθεί και, παράλληλα, να αποκτήσει μεγαλύτερη αξιοπιστία, να γίνει πιο οικονομική και να ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες κάθε πελάτη. Προϋπόθεση κάλυψης της ζήτησης είναι να αναγνωρίσουν οι εταιρείες τη σπουδαιότητα τού να είναι αναπόσπαστο κομμάτι του ψηφιακού κόσμου και να ενσωματώσουν την ψηφιακή διάσταση στις εταιρικές πολιτικές τους. Η SAP έχει τα εχέγγυα να βοηθήσει τις ναυτιλιακές εταιρείες να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα μέσω της καινοτομίας και του ψηφιακού μετασχηματισμού (Digital Transformation) με ψηφιακή βάση (digital core), μέσω επαγγελματικών δικτύων και εφοδιαστικών αλυσίδων και με τη χρήση της τεχνολογίας Internet of Things (IoT)».

Εκ μέρους της HP Hellas, τακτικού εκθέτη των Ποσειδωνίων, ο κ. Χάρης Αμούργης, Commercial Sales Manager, δήλωσε: «Η πληροφορική μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στην ανάπτυξη και εξέλιξη της ναυτιλιακής βιομηχανίας: με την ανάγκη για συνεχή online επικοινωνία, η τεχνολογία προσφέρει τρόπους να παραμένουν συνδεδεμένοι οι χρήστες – ανεξάρτητα από τις συσκευές που χρησιμοποιούν, την τοποθεσία που βρίσκονται ή τη διαφορά ώρας. Ταυτόχρονα, λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων που μεταφέρουν, αλλά και του μόνιμου κινδύνου hacking, οι ναυτιλιακές εταιρείες πρέπει να επανεξετάσουν τα επίπεδα ασφάλειας ακόμη και των πλέον ευέλικτων συσκευών και υποδομών τους. Η σημερινή τεχνολογία πληροφορικής μπορεί να προσφέρει τις κατάλληλες λύσεις, που συνδυάζουν προηγμένα χαρακτηριστικά ασφαλείας και προστατεύουν από κινδύνους σε πραγματικό χρόνο και χώρο, ώστε να ικανοποιεί τους τελικούς χρήστες, βελτιώνοντας τις επιδόσεις των ναυτιλιακών εταιρειών σε όλα τα επίπεδα».

Η εντυπωσιακή συνάθροιση εταιρειών ΤΠΕ στα Ποσειδώνια αποδεικνύει την πληθώρα διαθέσιμων επιλογών για τους πλοιοκτήτες, τους διαχειριστές πλοίων και τους φορείς εκμετάλλευσης λιμένων, καθώς η τεχνολογία δημιουργείται, αναπτύσσεται και προωθείται στη ναυτιλιακή βιομηχανία από όλον τον κόσμο. Η Fortune Technologies SA, ελληνική εταιρεία παροχής ολοκληρωμένων ναυτιλιακών λύσεων λογισμικού και επαγγελματικών υπηρεσιών, ετοιμάζεται για άλλη μία συμμετοχή στα Ποσειδώνια, μέσω της οποίας προσβλέπει στην ενίσχυση της παγκόσμιας αναγνωρισιμότητάς της και στην επέκτασή της διεθνώς. «Τα Ποσειδώνια αποτελούν μια καταπληκτική ευκαιρία για εμάς και το κατάλληλο μέσο για να παρουσιάσουμε τις βραβευμένες λύσεις μας σε μια μεγάλη γκάμα πελατών του χώρου, να μοιραστούμε την πλούσια εμπειρία και τα πρωτοπόρα προϊόντα μας και να παρουσιάσουμε στη διεθνή ναυτιλιακή κοινότητα τους λόγους που έχουμε αυτή τη σπουδαία πορεία και απολαμβάνουμε την αναγνώριση», δήλωσε ο κ. Γιώργος Φρυδάς, Διευθύνων Σύμβουλος της Fortune Technologies.

Εκθέτης για πρώτη φορά στα Ποσειδώνια, η ShipServ, πάροχος υπηρεσιών προμηθειών, ηλεκτρονικού εμπορίου και διαδικτυακών συναλλαγών για τη ναυτιλιακή βιομηχανία, έχει ετοιμάσει μια σειρά παρουσιάσεων προϊόντων για την παρθενική της εμφάνιση στο Athens Metropolitan Expo που θα διεξαχθούν καθ' όλη την εβδομάδα της έκθεσης. Η εταιρεία με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο, η οποία διατηρεί γραφεία στην Αθήνα, το Λονδίνο, την Κοπεγχάγη, το Χονγκ Κονγκ, τη Σιγκαπούρη, το Νιου Τζέρσεϊ και τη Μανίλα, θα παρουσιάσει ένα νέο της προϊόν, την Έκθεση Επιδόσεων Προμηθευτών (Supplier Performance Report), που βοηθά τους πελάτες να αναλύσουν τις τάσεις και να εντοπίσουν τους τομείς που χρήζουν βελτίωσης. Για να αναδείξει περισσότερο τη σημασία του κλάδου της ΤΠΕ στη σημερινή ναυτιλιακή βιομηχανία, η ShipServ θα φιλοξενήσει και ένα σεμινάριο με τίτλο: «Practices in digital procurement & category management. Reduce time, save money, optimize suppliers» («Πρακτικές για τις ψηφιακές προμήθειες και τη διαχείριση

κατηγοριοποίησης. Πώς να εξοικονομήσετε χρόνο, χρήμα και να επιτύχετε τη βελτιστοποίηση για τους προμηθευτές»).

Η Εσθονία έχει καθιερωθεί ως σημαντικός κόμβος πληροφορικής στην Ευρώπη, χάρη σε ένα πλήθος νεοφυών επιχειρήσεων λογισμικού που δραστηριοποιούνται σε αυτήν, και η τροχιά ψηφιοποίησης στην οποία έχει εισέλθει η ναυτιλιακή βιομηχανία δικαιολογεί απόλυτα την απόφαση της Smartbics, με έδρα το Ταλίν, να κάνει το ντεμπούτο της στα φετινά Ποσειδώνια, προσβλέποντας σε νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες και παρουσιάζοντας τις δυνατότητές της σε επίδοξους πελάτες του τομέα. Ως ειδικός στο λογισμικό, η Smartbics σχεδιάζει να παρουσιάσει στα Ποσειδώνια 2018 ένα σύστημα για εταιρείες εκμετάλλευσης οχηματαγωγών και κρουαζιερόπλοιων, που φέρει την ονομασία BORA. Πρόκειται για ένα προϊόν πολλαπλών λειτουργιών, που διαθέτει διαφορετικά εργαλεία για την άνετη και αποδοτική λειτουργία εταιρειών εκμετάλλευσης οχηματαγωγών και κρουαζιερόπλοιων οποιουδήποτε μεγέθους.

Η Socius, εταιρεία συμβούλων τεχνολογίας, προετοιμάζεται για την πρώτη της ανεξάρτητη συμμετοχή ως εκθέτης στα Ποσειδώνια φέτος το καλοκαίρι. Η κροατική εταιρεία με ειδίκευση στην τεχνολογία, η οποία παρέχει βάσεις δεδομένων συστημάτων προγραμματισμένης συντήρησης και τεχνική υποστήριξη, θα παρουσιάσει πώς γενικές βάσεις δεδομένων PMS μπορούν να εισαχθούν σε οποιοδήποτε μηχανογραφημένο σύστημα διαχείρισης συντήρησης, μια καινοτόμος ιδέα στην ευρωπαϊκή αγορά. Οι μηχανικοί της βάσης δεδομένων θα πραγματοποιήσουν ατομικές παρουσιάσεις στην εκδήλωση.

Ένας τακτικός πλέον εκθέτης στα Ποσειδώνια είναι η Vodafone, ο προμηθευτής τηλεπικοινωνιακών και επιχειρηματικών λύσεων τεχνολογίας, που επιστρέφει, για δεύτερη φορά, με σκοπό να παρουσιάσει τάσεις της αγοράς και υπηρεσίες που μπορούν να βοηθήσουν τις ναυτιλιακές εταιρείες να ανταποκριθούν αποτελεσματικά σε σημερινές και μελλοντικές ανάγκες στις τηλεπικοινωνίες. Η κα Κατερίνα Σταθάκη, Διευθύντρια Επιχειρησιακής Μονάδας, δήλωσε: «Η Vodafone είναι πάντα παρούσα με ενεργό ρόλο στην εξυπηρέτηση των ναυτιλιακών αναγκών, προσφέροντας αξιόπιστες και ευέλικτες λύσεις. Από αυτή την άποψη, είναι σημαντικό να είμαστε ενημερωμένοι σχετικά με τις τάσεις και τα ζητήματα που άπτονται της ναυτιλίας, ώστε να συνεχίσουμε να υποστηρίζουμε τις ναυτιλιακές εταιρείες με καινοτόμες και συναφείς ολοκληρωμένες λύσεις, κατάλληλες για τις ανάγκες τους».

Η Έκθεση Ποσειδώνια τελεί υπό την αιγίδα του Υπουργείου Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής, της Ένωσης Ελλήνων Εφοπλιστών και του Ναυτικού Επιμελητηρίου της Ελλάδας, με την υποστήριξη του Δήμου Πειραιά και της Ελληνικής Επιτροπής Ναυτιλιακής Συνεργασίας του Λονδίνου.

2.ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΛΟΙΩΝ

Τα σύγχρονα πλοία είναι εφοδιασμένα με ένα πλήθος συστημάτων αυτοματισμού ανοιχτού και κλειστού βρόγχου, τα οποία θα ήταν περιττό να αναφερθούν αναλυτικά. Όμως μέσα σε αυτό το σύνολο υπάρχουν κάποια πολύ βασικά συστήματα τα οποία δεν θα μπορούσαν να παραλειφθούν. Αυτά είναι:

2.1 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΜΗΧΑΝΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

Οι αυτοματισμοί αυτοί περιλαμβάνουν,

2.1.1 Έλεγχο θερμοκρασίας του λιπαντικού κύριας μηχανής.

Η λίπανση έχει πολύ σημαντικό ρόλο στην λειτουργία και την φθορά της μηχανής .Η αυξημένη θερμοκρασία λαδιού σημαίνει την μειωμένη απόδοση της μηχανής, την παραγωγή αυξημένων ρύπων έως και την πλήρη καταστροφή της. Ομοίως η χαμηλή θερμοκρασία λαδιού επιβαρύνει την λειτουργία και την απόδοση της εκπέμποντας και πάλι αυξημένους ρύπους στο περιβάλλον. Για τον λόγο αυτό πρέπει να ελέγχεται συνεχώς και σε περίπτωση αύξησης της θερμοκρασίας να διακόπτεται η λειτουργία της και να παρέχεται ένδειξη ALARM για την λήψη των απαιτούμενων ενεργειών από τους υπευθύνους μηχανικούς.

Η διαδικασία είναι απλή. Το λάδι περνάει μέσα από ψυγείο, το οποίο περιλαμβάνει θαλασσινό νερό και απορροφάει την θερμότητα του λαδιού. Για να γίνει έλεγχος στο σύστημα ψύξης πρέπει να γίνει έλεγχος της ροής του νερού που περνάει στο ψυγείο ώστε να διατηρείται η θερμοκρασία σταθερή. Η λειτουργία αυτή επιτυγχάνεται με την δημιουργία ενός ελεγκτή τύπου P. Χρησιμοποιείται ένας αισθητήρας θερμοκρασίας στην είσοδο του λαδιού στον κινητήρα ο οποίος μετρά την θερμοκρασία συνεχώς. Επίσης υπάρχει ένας αναλογικός ρυθμιστής που απεικονίζει την επιθυμητή και πραγματική θερμοκρασία λαδιού.

2.1.2 Συστήματα εγχύσεως με υδραυλική ενεργοποίηση αντλιών.

Το σύστημα ξεκίνησε να εφαρμόζεται για τον αποτελεσματικό έλεγχο εγχύσεως καυσίμου σε μεγάλες δίχρονες πετρελαιομηχανές. Αντί για εκκεντροφόρο χρησιμοποιείται υδραυλικό σύστημα με ηλεκτρικές βαλβίδες ελέγχου ,το οποίο χρησιμοποιεί το ίδιο το λάδι του κινητήρα , κερδίζοντας χώρο και κόστος από την κατασκευή ξεχωριστού δικτύου και δεξαμενών. Το σύστημα ελέγχου των βαλβίδων καθορίζει την ομαλότητα και την σωστή έγχυση καυσίμου ανάλογα με τις ανάγκες της λειτουργίας της μηχανής.

2.1.3 Ρυθμιστές στροφών

Είναι υπεύθυνοι για την ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής και την ροπή του ασύγχρονου επαγωγικού κινητήρα ανάλογα με το φορτίο του και είναι γνωστός με την λέξη governor. Όλες οι πετρελαιομηχανές πλην αυτές που είναι ναυτικού τύπου με απευθείας σύνδεση της έλικας με την μηχανή, χρειάζονται ρυθμιστή στροφών .Ο λόγος είναι ότι αυξάνουν συνεχώς στροφές εξ αιτίας της αλλαγής θερμοκρασίας και μείωσης των τριβών και έχουν την τάση να ανεβάζουν συνεχώς την ταχύτητα τους.

2.1.4 Έλεγχος στροφών πετρελαιοκινητήρα

Πραγματοποιείται από σύστημα αυτοματισμού κλειστού βρόγχου. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνεται από το αισθητήριο, το οποίο στην προκειμένη περίπτωση είναι ένας ταχογράφος συνδεδεμένος στον άξονα του κινητήρα και παρέχει την πληροφορία της πραγματικής ταχύτητας της μηχανής. Το σήμα αυτό πηγαίνει στο σύστημα του αυτοματισμού που συγκρίνει αυτή την τιμή το αναλογικό σήμα που έχει δεχθεί από τον χειριστή. Εάν υπάρχει απόκλιση παράγει έξοδο ως προς το governor.

2.1.5 Χειρισμός μέσω συστημάτων Scada

Η χρήση αυτών των συστημάτων μπορεί να εφαρμοστεί για την απεικόνιση και τον χειρισμό οποιουδήποτε συστήματος αυτοματισμού στα πλοία. Συνήθως το βλέπουμε σε εφαρμογή ως monitoring system στο engine room και περιλαμβάνει έλεγχο και alarms μηχανής και όλων των σημαντικών διεργασιών για την ασφαλή λειτουργία του πλοίου.

Το SCADA (Supervision Control And Data Acquisition), ή απλούστερα σύστημα ελέγχου – εποπτείας και μεταφοράς δεδομένων λειτουργίας από απόσταση, είναι ένα βιομηχανικό σύστημα μέτρησης και ελέγχου που αποτελείται από έναν κεντρικό διακομιστή ή έναν κύριο σταθμό, μια κύρια τελική μονάδα ή MTU , ένα ή περισσότερα στοιχεία συλλογής τομέων και μονάδες ελέγχου ή remotes (συνήθως αποκαλούμενοι ως σταθμοί απομακρυσμένης λειτουργίας, ή RTU) και μια συλλογή του λογισμικού προτύπων ή/και συνήθειας που χρησιμοποιήθηκε στο όργανο ελέγχου και τον έλεγχο για τον εντοπισμό και καταγραφή στοιχείων σε μακρινή απόσταση. Τα σύγχρονα συστήματα SCADA εκθέτουν τα κυρίως ανοιχτού βρόγχου (open-loop) χαρακτηριστικά ελέγχου και χρησιμοποιούν τις κυρίως υπεραστικές επικοινωνίες, αν και μερικά στοιχεία του συστήματος ελέγχου κλειστών βρόγχων ή/και των σύντομων επικοινωνιών απόστασης μπορούν επίσης να είναι στην τοποθεσία της εγκατάστασης.

Συστήματα παρόμοια με τα συστήματα SCADA εμφανίζονται συνήθως στα εργοστάσια, σταθμούς παραγωγής, τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας κ.λπ. Αναφέρονται συχνά ως διανεμημένα συστήματα ελέγχου (DCS – Distance Control Systems). Έχουν τις παρόμοιες λειτουργίες με τα συστήματα SCADA, αλλά τα στοιχεία συλλογής τομέων ή οι

μονάδες ελέγχου βρίσκονται συνήθως μέσα σε μια περιορισμένη περιοχή. Οι επικοινωνίες μπορούν να είναι μέσω ενός δικτύου τοπικής περιοχής (τοπικό LAN), και θα υπάρχει αξιόπιστη επικοινωνία και υψηλή ταχύτητα.

Τα συστήματα SCADA αφ' ετέρου καλύπτουν γενικά τις μεγαλύτερες γεωγραφικές περιοχές, και στηρίζονται σε ποικίλα συστήματα επικοινωνιών που είναι κανονικά λιγότερο αξιόπιστα από το τοπικό LAN. Ο έλεγχος κλειστών βρόχων σε αυτήν την κατάσταση είναι λιγότερο επιθυμητός. Το κεντρικό σύστημα, το οποίο χρησιμοποιεί προσωπικούς ή mini υπολογιστές με στόχο τα παρακάτω :

- α) Συλλογή πληροφοριών όλων των σημείων της εγκατάστασης
- β) Απεικόνιση τους σε έγχρωμες οθόνες
- γ) Εκτύπωση αναφορών
- δ) Υλοποίηση τηλεχειρισμών και ρυθμίσεων P ID
- ε) Απεικόνιση και στατιστική επεξεργασία των πληροφοριών
- στ) Ρύθμιση παραγωγής με χρήση Expert Systems

Το σύστημα περιλαμβάνει το περιβάλλον υψηλού επιπέδου για την επικοινωνία με τον χρήστη. Από το περιβάλλον αυτό ο χρήστης προγραμματίζει το σύνολο των λειτουργιών του συστήματος SCADA μέσω ενός PC, κατ' αντιστοιχία με τη γενικότερη φιλοσοφία προγραμματισμού ενός PLC, δηλαδή, δημιουργία Βάσης Δεδομένων με τα χαρακτηριστικά των σημάτων ως :

- μονάδα μέτρησης και συντελεστές μετατροπής σε φυσικό μέγεθος
- όρια αναγγελίας
- συμβολικό όνομα
- πηγή προέλευσης, α/α σταθμού, κάρτα και κανάλι μέτρησης

Δημιουργία εικόνων για έγχρωμες οθόνες με την αναπαράσταση της εγκατάστασης και την ενημέρωση της εικόνας με τις πραγματικές τιμές (δυναμικά πεδία). Σε περίπτωση αναγγελίας σφάλματος τα δυναμικά πεδία αλλάζουν χρώμα και αναβοσβήνουν, όταν δε ο χειριστής αναγνωρίσει το σφάλμα σταθεροποιούνται στο νέο χρώμα. Με την καταχώρηση των στοιχείων του χρήστη και την επεξεργασία τους, γίνεται η μεταφορά των δεδομένων στο περιβάλλον real – time. Το σύστημα SCADA είναι κατάλληλο για έργα επιτήρησης δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας, αντλιοστασίων (ύδρευσης), εγκαταστάσεων χημικής βιομηχανίας ηλεκτρολογικού εξοπλισμού πλοίων.

2.1.6 Αυτόματα συστήματα πυρανίχνευσης-κατάσβεσης – Fire doors

Εδώ πρέπει να σημειωθεί πως για λόγους ασφαλείας όλα τα παρακάτω συστήματα δεν λειτουργούν εντελώς αυτόματα αλλά απαιτείται και ο ανθρώπινος παράγοντας για την αποτελεσματική λειτουργία τους. Το σύστημα πυρανίχνευσης είναι από τα βασικότερα

συστήματα αυτοματισμού στα πλοία και αποτελούνται από μια κεντρική μονάδα με εισόδους. Οι εισοδοί αυτοί συνδέονται με ειδικούς αισθητήρες καπνού οι οποίοι ενεργοποιούνται σε περίπτωση πυρκαγιάς και δίνουν ένδειξη στην γέφυρα το αναφερόμενο σημείο.

Αντίστοιχα υπάρχουν τα συστήματα πυρόσβεσης (στα σύγχρονα πλοία έχουμε τα hifog systems) τα οποία είναι υδραυλικό σύστημα με πεπιεσμένο δίκτυο νερού. Αποτελούνται από αισθητήρια με τζάμι που σε ειδικές θερμοκρασίες σπάει και απελευθερώνει το νερό στον χώρο της πυρκαγιάς. Οι fire doors είναι οι πόρτες ασφαλείας οι οποίες σε φυσιολογικές συνθήκες παραμένουν ανοιχτές ελκυσόμενες από ηλεκτρομαγνήτη. Σε περίπτωση πυρκαγιάς, ο ανθρώπινος παράγοντας πρέπει να διακόψει το ρεύμα στον ηλεκτρομαγνήτη για να κλείσουν οι πόρτες. Όταν αυτές κλείσουν, υπάρχει αισθητήριο (limit switch) το οποίο παρέχει την πληροφορία στο κεντρικό panel των fire doors ότι η πόρτα έκλεισε.

2.1.7 Αυτόματος Πιλότος

Ο αυτόματος πιλότος είναι ένα ακόμα κλασσικό παράδειγμα αυτοματισμού πλοίων. Είναι υπεύθυνος για την σταθερή πορεία του πλοίου κατά την διάρκεια των ταξιδιών και αναπόσπαστο κομμάτι από κάθε πλοίο που πραγματοποιεί μεγάλα δρομολόγια. Ο αυτόματος πιλότος αποτελείται από :

Controller

Είναι η μονάδα απεικόνισης της πορείας και των δεδομένων που έχουν εισαχθεί από τον χρήστη.

Κεντρική μονάδα(CPU)

Είναι η κύρια μονάδα του αυτόματου πιλότου, αποτελείται από έναν επεξεργαστή , ο οποίος δέχεται τα απαραίτητα σήματα από τα συστήματα ναυσιπλοΐας(gyro, gps, etc) και βάση του προγραμματισμού του παρέχει κάποιες εξόδους. Αυτοί οι έξοδοι είναι αναλογικοί ή ψηφιακοί και στέλνονται συνήθως σε κάποια relays , τα οποία με την σειρά τους ενεργοποιούν τα solenoid valves. Τα solenoid valves είναι υπεύθυνα για την ρύθμιση της ροής του λαδιού που μέσω ενός υδραυλικού συστήματος στρέφει το πηδάλιο (στα περισσότερα πλοία, όχι σε όλα!).

Αντίσταση(Feedback)

Είναι υπό την μορφή μιας ντίζας ενσωματωμένη στο πηδάλιο, η οποία μέσω ενός ηλεκτρονικού κυκλώματος υπολογίζει τις μοίρες που είναι στραμμένο και δίνει την πληροφορία στον controller του πιλότου.

3. ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΛΟΙΩΝ

Σήμερα πλέον οι PID ελεγκτές υλοποιούνται από ένα υπολογιστή , ο οποίος συγκρίνει τον επιθυμητό προσανατολισμό με τον προσανατολισμό που μετράται και υπολογίζει τις διορθωτικές κινήσεις που πρέπει να δοθούν στο πηδάλιο. Πρόσφατα χρησιμοποιούνται PID ελεγκτές που υπολογίζονται από τεχνικές LQG και τεχνικές σθεναρού ελέγχου. Ένα πλεονέκτημα των μεθόδων αυτών που αξίζει να αναφερθεί είναι ότι φιλτράρουν τις διαταραχές που προκαλούνται από τα κύματα και έτσι δεν δίνονται συνεχώς διορθωτικές κινήσεις στο πηδάλιο και στο σύστημα προώθησης, με αποτέλεσμα μείωση της φθοράς τους. Οι σημερινοί ελεγκτές, ακόμα, είναι ικανοί να πραγματοποιήσουν πιο δύσκολους ελιγμούς όπως στροφές και διαδικασίες προσάραξης. Ένα σύστημα ελέγχου θαλάσσιου οχήματος αναπτύσσεται ως τρία ανεξάρτητα συστήματα, αυτά της ναυσιπλοΐας (θαλασσοπορίας), της πλοήγησης και του ελέγχου, τα οποία αλληλοεπιδρούν βέβαια μέσω δεδομένων και σημάτων.

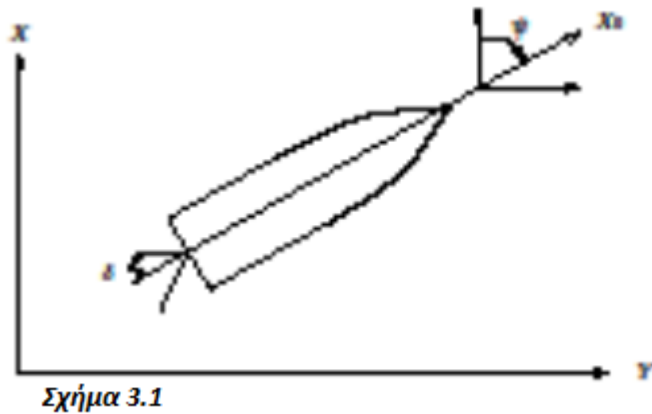
Ναυσιπλοΐα (Guidance) : Είναι το σύστημα το οποίο διαρκώς υπολογίζει την επιθυμητή τροχιά, που προσδιορίζεται από την θέση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση του πλοίου, η οποία χρησιμοποιείται από το σύστημα ελέγχου. Η επιθυμητή τροχιά υπολογίζεται με βάση ποικίλα δεδομένα, όπως οι καιρικές συνθήκες, προσχεδιασμένες συναντήσεις, γνωστές θέσεις εμποδίων ή επικίνδυνων περιοχών ακόμα και με βάση τεχνικές βελτιστοποίησης με σκοπό την εξοικονόμηση καυσίμων.

Πλοήγηση (Navigation) : Είναι η επιστήμη της καθοδήγησης ενός πλοίου καθορίζοντας τη θέση, την πορεία και την απόσταση που ταξίδεψε, ενώ μερικές φορές καθορίζονται ακόμα η ταχύτητα και η επιτάχυνσή του. Σήμερα για τον προσδιορισμό της θέσης χρησιμοποιούνται δορυφορικά συστήματα πλοήγησης, όπως το GPS.

Έλεγχος (Control) : Είναι ο υπολογισμός των δυνάμεων και ροπών. Ο κύριος σκοπός είναι η παρακολούθηση της επιθυμητής τροχιάς, που παρέχεται από το σύστημα ναυσιπλοΐας (guidance system). Ενώ οι έξοδοι του συστήματος πλοήγησης, δηλαδή η θέση, η ταχύτητα και η επιτάχυνση του πλοίου, είναι τα σήματα που ανατροφοδοτούνται και συγκρίνονται με την επιθυμητή τροχιά.

Προκειμένου να διατηρείται η πορεία του πλοίου κατά την πλεύση σε επιθυμητή τιμή, χρησιμοποιείται αυτόματος πιλότος διατήρησης πορείας. Πρακτικά ο αυτόματος πιλότος διατηρεί την επιθυμητή πορεία του πλοίου μετατρέποντας τη γωνία διεύθυνσης Ψ και τι συγκρίνει με τι τιμή αναφοράς Ψ_d (Σχήμα 2). Ως διάταξη μέτρησης της γωνίας ψ χρησιμοποιείται γυροσκοπική πυξίδα (gyrocompass).

Ο ρυθμός μεταβολής της γωνίας (heading rate) λαμβάνεται από κατάλληλο αισθητήριο (rate sensor) , από γυροσκόπιο, με διαφόριση του σήματος της γωνίας ψ ή ακόμη και με εκτίμηση της κατάστασης μέσω παρατηρητή (state observer).



Σχήμα 3.1

Οι εξισώσεις κίνησης που προκύπτουν από την εφαρμογή των εξισώσεων της δυναμικής στερεού σώματος, (Abkowitz, 1964), δίνουν:

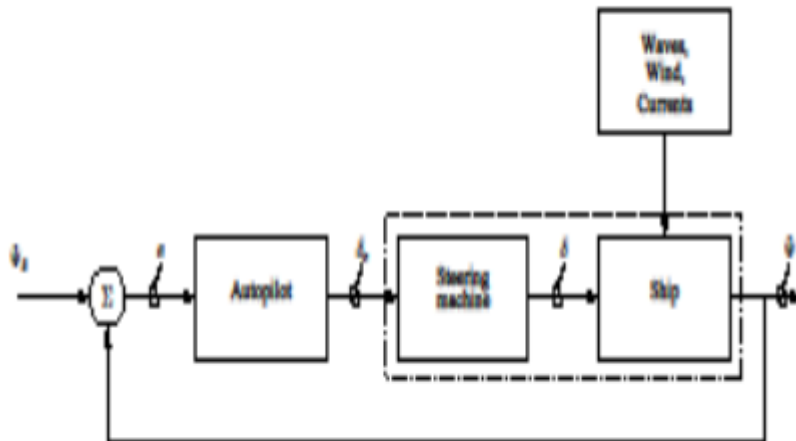
$$m (\dot{v} - vr - xGr^2) = X$$

$$m (\dot{v} + vr + xGr^2) = Y \quad (1)$$

$$Iz (\dot{v} + mxG(\dot{v} + ru)) = N$$

όπου m είναι η μάζα του πλοίου, v , u είναι οι ταχύτητες κατά τις x , y συντεταγμένες αντίστοιχα, $r = d/dt$ η ταχύτητα, Iz είναι η ροπή αδράνειας κατά τον άξονα z , xG είναι η θέση του κέντρου μάζας, X , Y είναι οι υδροδυναμικές δυνάμεις και N είναι οι υδροδυναμικές ροπές.

Ένας αυτόματος πιλότος ρυθμίζεται κατάλληλα προκειμένου να επιτύχει ικανοποιητική απόδοση σε διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας. Ρυθμίσεις χρειάζονται για να ληφθούν υπόψη οι επιδράσεις από τον αέρα, τα θαλάσσια κύματα, τα ρεύματα, την ταχύτητα το πλοίου, το βάθος του νερού και άλλα. Οι ρυθμίσεις είναι χρονοβόρες και δαπανηρές. Είναι αποδεκτό ότι οι αυτόματοι πιλότοι δεν λειτουργούν αποτελεσματικά σε κακό καιρό ή μετά από αλλαγή ταχύτητας πλεύσης. Επίσης έχουν παρατηρηθεί προβλήματα σε μεγάλες πηδαλιουχίες. Αίτια αυτών των δυσλειτουργιών είναι οι ακατάλληλες ρυθμίσεις ή η απλουστευτική προσέγγιση του προβλήματος με έλεγχο PID. Τέτοιου είδους προβλήματα αντιμετωπίστηκαν με επιτυχία, κάνοντας χρήση αυτόματου πιλότου αυτοπροσαρμοζόμενων παραμέτρων (self-tuning autopilots), όπου ο ΑΠ διαθέτει την δυνατότητα προσαρμογής των παραμέτρων του λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες λειτουργίας.



Σχήμα 3.2

Για την αυτοματοποίηση στην ναυσιπλοΐα, δηλαδή για το αυτόματο πιλοτάρισμα των πλοίων, περιγράφονται συγκεκριμένοι μικροεπεξεργαστές, που χρησιμοποιούνται σε διάφορες περιπτώσεις αυτόματης πλοήγησης. Οι διατάξεις αυτές φέρουν μικροεπεξεργαστές, που υλοποιούν την αυτόματη πλοήγηση του πλοίου, σε περιπτώσεις που αυτό είναι αναγκαίο.

4. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ ΠΛΗΡΩΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ.

4.1 Η πρώτη προσπάθεια

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και των τεχνολογικών γνώσεων στις μέρες μας επιβάλλει ένα καινούργιο μοντέλο πλοίων, ένα πλοίο ανεξάρτητο από τον ανθρώπινο παράγοντα το οποίο θα είναι εντελώς αυτόνομο. Ήδη υπάρχουν πολλές εταιρίες οι οποίες έχουν δαπανήσει τεράστια ποσά σε έρευνες γύρω από αυτό το θέμα.

Οι Kongsberg Gruppen ASA , η οποία είναι Νορβηγική τεχνική εταιρία στον χώρο της ναυτιλίας ανακοίνωσε την συνεργασία της με κατασκευαστική εταιρία Yara ASA, με σκοπό την κατασκευή του πρώτου εντελώς αυτοματοποιημένου πλοίου μεταφοράς containers στον κόσμο. Υπολογίζεται μάλιστα πως το έργο θα ξεκινήσει το 2018 και μέσα σε δύο χρόνια θα παραδοθεί στον πλοιοκτήτη έτοιμο για το παρθενικό του ταξίδι.

Το επίτευγμα της Yara μπορεί να αλλάξει ριζικά την ναυτιλία, η οποία ιστορικά καταναλώνει τα πιο βρώμικα καύσιμα που βγάζουν τα διωλιστήρια. Στην στεριά, οι αυτοκινητοβιομηχανίες εντείνουν τις προσπάθειες τους για να αναπτύξουν αυτόνομα ηλεκτρικά οχήματα. Η Ford Motor, η BMW και η Volkswagen σκοπεύουν να αναπτύξουν αυτόνομα οχήματα στις αρχές της επόμενης δεκαετίας, ενώ η μητρική της Google, Alphabet ήδη δοκιμάζει στους δρόμους την συγκεκριμένη τεχνολογία.

Η Yara ήδη μεταφέρει καθημερινά περισσότερα από 100 φορτηγά από το εργοστάσιό της στην Νορβηγία στα λιμάνια του Μπρέβικ και του Λάρβικ, απ' όπου στη συνέχεια μεταφέρονται τα εμπορεύματά της σε όλο τον κόσμο, δήλωσε ο Σβέιν Τορ Χόλσεφερ, διευθύνων σύμβουλος της εταιρείας. Η ναυτιλιακή εκτιμά ότι το νέο πλοίο θα μειώσει τις μεταφορές με φορτηγά κατά 40.000 ταξίδια τον χρόνο αν και οι συγκεκριμένες μετακινήσεις αποτελούν ένα μικρό ποσοστό των διεθνών μεταφορών που πραγματοποιεί η εταιρεία.

Παρότι οι ναυτιλιακές οδοί έχουν λιγότερη κίνηση από τους δρόμους στη στεριά, οι μεταφορές μέσω θαλάσσης έχουν τις δικές τους επιπλοκές που θα δημιουργήσουν διαφορετικές προκλήσεις που θα πρέπει να ξεπεραστούν στην προσπάθεια για την αυτοματοποίηση των πλοίων. Στις προκλήσεις αυτές περιλαμβάνονται μεταξύ άλλων τα ισχυρά ρεύματα των ωκεανών, ο κακός καιρός και βέβαια σε κάποια σημεία του κόσμου η πειρατεία.

Το νέο πλοίο θα επιτρέψει στην Kongsburg να δοκιμάσει καινοτόμες τεχνολογίες που θα μπορούσαν να μειώσουν την ρύπανση που προκαλεί η ναυτιλιακή βιομηχανία, από τον οποία προέρχεται περίπου το 2,3% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός σχεδιάζει να παρουσιάσει του χρόνου ένα αρχικό σχέδιο για την

μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου καθώς η συγκεκριμένη βιομηχανία δεν περιλαμβάνεται στην συμφωνία – ορόσημο του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή.

Οι μελέτες και οι έρευνες κινούνται προς την κατασκευή δύο ειδών αυτόνομων πλοίων. Το ένα είναι το πλοίο που θα ελέγχεται από ένα απομακρυσμένο κέντρο, δηλαδή από κάποιον εξειδικευμένο χειριστή από απόσταση και το άλλο είναι το πλήρως αυτόνομο πλοίο όπου θα έχει την δυνατότητα να λειτουργεί τελείως ανεξάρτητα και να παίρνει αποφάσεις για οποιαδήποτε κατάσταση εντελώς αυτόνομα χρησιμοποιώντας υπερσύγχρονα μέσα ψηφιακής τεχνολογίας και τεχνητής νοημοσύνης. Για την υλοποίηση αυτού του έργου εργάζονται σκληρά εταιρίες και ερευνητές από όλο τον κόσμο , με σκοπό την ανάπτυξη νέων αισθητηρίων, τηλεπικοινωνιών και υπολογιστικών συστημάτων που θα μπορούσαν να λύσουν τα προβλήματα που παρουσιάζονται στην υλοποίηση του έργου.

Η Rolls-Royce έχει στήσει μια ολόκληρη βιομηχανία με κέντρο ερευνών (AAWA) στην Φιλανδία για την μελέτη αυτών των συστημάτων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ερευνών τα τελευταία δύο χρόνια , οι ερευνητές έχουν καταλήξει στην τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί και αναζητούν τους αλγόριθμους που θα χρησιμοποιήσουν και τον συνδυασμό τους ώστε να επιτύχουν τα βέλτιστα αποτελέσματα με τον οικονομικότερο τρόπο. Για την ολοκλήρωση αυτού του έργου πρέπει να λυθούν και να απαντηθούν τέσσερα ζητήματα:

1. Τι τεχνολογία απαιτείται και πως μπορεί να συνδυαστεί μεταξύ της ώστε ένα πλοίο να ελέγχεται από απόσταση ή να πλέει εντελώς ανεξάρτητα μίλια μακριά από τις ακτές.
2. Πως ένα πλήρως αυτόνομο πλοίο μπορεί να κατασκευαστεί με τουλάχιστον ίδιο επίπεδο ασφαλείας όσο τα ήδη υπάρχοντα πλοία, ποιοι μπορεί να είναι οι κίνδυνοι που θα προκύψουν και πως θα εξαλειφθούν.
3. Ποια μπορεί να είναι τα κίνητρα ώστε οι πλοιοκτήτες να επενδύσουν στην κατασκευή ενός αυτόνομου πλοίου.
4. Ποιος θα έχει την ευθύνη σε περίπτωση ατυχήματος.

4.2 Το σχέδιο για δυναμική αυτονομία

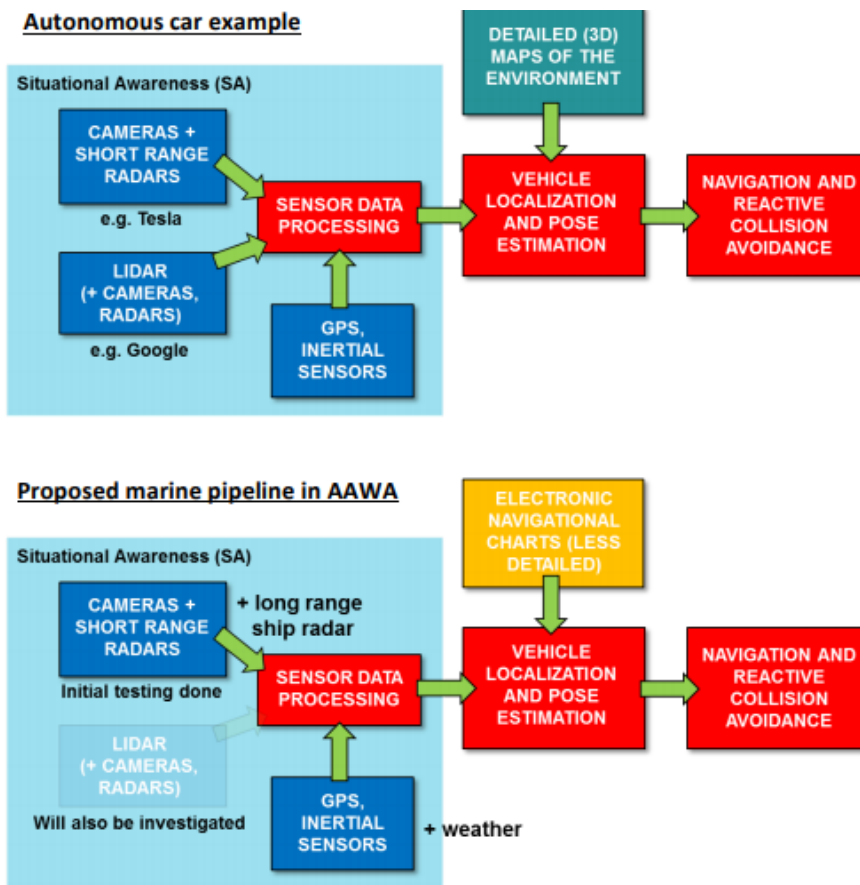
Υπάρχουν κάποια επίπεδα τα οποία έχουν ορίσει οι αναλυτές – ερευνητές ώστε να περιγράψουν τον βαθμό αυτονομίας ενός μηχανήματος levels of autonomy (LOA).

Πίνακας 4.1

| Level | Description |
|-------|---|
| 10 | The computer does everything autonomously, ignores human |
| 9 | The computer informs human only if it (the computer) decides so |
| 8 | The computer informs human only if asked |
| 7 | The computer executes automatically, when necessary informing human |
| 6 | The computer allows human a restricted time to veto before automatic execution |
| 5 | The computer executes the suggested action if human approves |
| 4 | Computer suggests single alternative |
| 3 | Computer narrows alternatives down to a few |
| 2 | The computer offers a complete set of decision alternatives |
| 1 | The computer offers no assistance, human in charge of all decisions and actions |

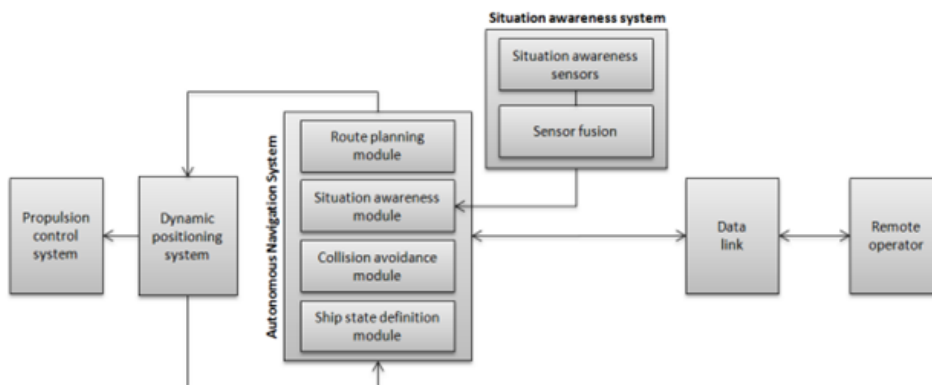
Αυτός ο πίνακας είναι το κριτήριο επιλογής των συστημάτων που θα χρησιμοποιηθούν. Δεν είναι δυνατή η εφαρμογή του στο σύνολο αυτών των συστημάτων αλλά είναι πολύ χρήσιμος ως κέντρο αναφοράς σε καθένα ξεχωριστά. Μέσα από αυτόν τον πίνακα επιλέγεται η δυναμική ή περιορισμένη δυνατότητα κάθε συστήματος, έτσι ώστε οι λειτουργίες και οι χειρισμοί του πλοίου να γίνονται αυτόματα αλλά όταν παρουσιαστεί κάποιο περίπλοκο πρόβλημα η μηχανή να το αντιλαμβάνεται και να ζητά βοήθεια από τον χειριστή ώστε να επεμβαίνει ο ανθρώπινος παράγοντας.

Όπως θα δούμε η διαδικασία σχεδίασης των αυτόνομων πλοίων δεν διαφέρει σχεδόν σε τίποτα από την σχεδίαση των αυτόνομων αυτοκινήτων που μελετάει και σχεδιάζει η google.



Σχήμα 4.1

Ωστόσο η AAWA , για την υλοποίηση ενός ανεξάρτητου συστήματος πλοήγησης έχει σχεδιάσει ένα δυναμικό σύστημα θέσης dynamic positioning (DP) σε συνεργασία με την rolls Royce , με σύστημα αυτόματης πλοήγησης Automatic Navigation System (ANS) το οποίο περιλαμβάνει ενημέρωση κατάσταση Situation Awareness (SA) , αποφυγή σύγκρουσης Collision Avoidance (CA) , σχεδίαση διαδρομής Route Planning (RP) και κατάσταση σκάφους Ship State Definition (SSD). Στο παρακάτω σχέδιο παρουσιάζεται το σύστημα Automatic Navigation System (ANS)



Σχήμα 4.2

4.3 Διαδικασία πρόσδεσης και απομάκρυνσης από την προβλήτα

Σε αυτήν την περίπτωση έχουμε συνεχή επίβλεψη του χειριστή καθ' όλη την διαδικασία για λόγους ασφάλειας παρ' όλο που γίνεται αυτόματα. Μπορεί επίσης ο χειριστής να παρεμβαίνει με joystick όπου κρίνει αναγκαίο (ημιαυτόματη διαδικασία). Ειδικοί αισθητήρες απόστασης δίνουν εντολές στα τιμόνια και τις μηχανές για την πραγματοποίηση της διαδικασίας.

4.4 Σχεδίαση πλοών και παρέμβαση ανθρώπινου παράγοντα

Η διαδικασία της πλεύσης καθορίζεται από ένα σύστημα δορυφορικό που σε συνεργασία με τα gps κάνει έλεγχο της πορείας του πλοίου στέλνοντας και λαμβάνοντας συνεχώς δεδομένα δορυφορικά και κάνοντας συνεχώς ανατροφοδότηση σφάλματος για τυχόν αποκλίσεις από την πορεία. Το πλοίο θα έχει την δυνατότητα να παρακολουθεί τον καιρό μέσω συστημάτων EGC και NAVTEX, τα οποία στέλνουν ηλεκτρονικά σήματα συναγερμού σε περίπτωση που ο καιρός στην προκαθορισμένη πορεία του είναι απαγορευτικός. Ομοίως θα γίνονται καταγραφές από βυθόμετρα, δρομόμετρα και sensors απόστασης, τα οποία σε συνεργασία με τα radar θα προσφέρουν ασφάλεια πλεύσης. Και σε αυτό το σημείο ο ανθρώπινος παράγοντας έχει την δυνατότητα να επέμβει σε οποιαδήποτε ενέργεια κρίνει αναγκαία καθώς έχει την υψηλότερη προτεραιότητα από οποιαδήποτε διαδικασία του πλοίου. Όταν το πλοίο είναι σε πορεία τότε η επικοινωνία με τον χειριστή μπαίνει σε χαμηλότερη συχνότητα απ' ότι όταν πρόκειται να δέσει ή να φύγει από το λιμάνι. Στην διάρκεια αυτή στέλνονται μόνο τα στίγματα του πλοίου στον χάρτη, το επόμενο σημείο αναφοράς που θα προσεγγίσει το πλοίο, η ταχύτητα και η πορεία του. Με αυτόν τον τρόπο ο χειριστής θα μπορεί ταυτόχρονα να χειριστεί και περισσότερα πλοία.

Ένα ακόμα σημείο που μελετάται είναι η επικοινωνία των πλοίων μεταξύ τους. Υπάρχουν ναυτικοί οδικό κώδικες ακριβώς όπως και οι αστικοί, όπου προγραμματίζονται σε κάθε πλοίο έτσι ώστε να αποφεύγονται οι συγκρούσεις. Τα radars σε συνεργασία με τα AIS δίνουν εντολές στα τιμόνια και τις μηχανές και στέλνουν την πορεία τους στα πλοία που βρίσκονται στην αντίθετη πορεία με αυτά. Ομοίως αυτά ανταποκρίνονται άμεσα και ρυθμίζουν την δική τους πορεία για να μην συμπέσουν μεταξύ τους. Στην περίπτωση που το πλοίο της αντίθετης κατεύθυνσης δεν είναι αυτόνομο, τον λόγο πάλι έχει ο χειριστής που είναι υπεύθυνος να ενημερώσει για την πορεία του σκάφους με το VHF το μη αυτόνομο πλοίο.

4.5 Εφαρμογή σε διαφορετικούς τύπους πλοίου

Είναι προφανές ότι ένα σύστημα αυτονομίας δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα πλοία με τον ίδιο τρόπο. Για παράδειγμα ένα ρυμουλκό δεν μπορεί να διαθέτει το ίδιο σύστημα με ένα φορτηγό πλοίο. Όπως επίσης ένα ferry boat δεν μπορεί να χρησιμοποιεί το ίδιο σύστημα με containership. Χρειάζεται μελέτη και εφαρμογή ξεχωριστών συστημάτων και αλγορίθμων για κάθε είδος πλοίου εστιάζοντας στα δυνατά και αδύνατα σημεία τους. Το ρυμουλκό που αναφέραμε προηγουμένως ,πρέπει να έχει πολύ γρήγορη ανταπόκριση στα τιμόνια και τις μηχανές. Τα κύρια χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη για την εφαρμογή του συστήματος αυτονομίας είναι:

- Το μέγεθος του σκάφους
- Η χρησιμότητα του
- Ο τύπος του
- Οι περιοχές πλεύσης του

5. ΠΡΟΤΟΚΟΛΛΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Ένα σημαντικό κομμάτι για την επίτευξη του αυτοματισμού με σύγχρονα μέσα είναι τα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη αλλά στις εφαρμογές ναυτιλίας και συγκεκριμένα στην εφαρμογή μας θα αναφερθούν τα πιο σημαντικά.

5.1 NMEA PROTOCOL 0183

Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο έχει σχεδιαστεί από τον οργανισμό National Marine Electronics Association και απευθύνεται αποκλειστικά για επικοινωνία μηχανημάτων και εξοπλισμού ναυτικού τύπου όπως gps, gyro compass, autopilot, echosounder. Τα ηλεκτρονικά στάνταρ που χρησιμοποιεί είναι EIA-422 και EIA-232 πόρτες.

Το NMEA 0183 διαθέτει πρωτόκολλο ASCII για σειριακή επικοινωνία που καθορίζει βάση μιας επικεφαλίδας στην πρόταση που στέλνεται το περιεχόμενο της πρότασης και τον αποστολέα προς τους παραλήπτες μέσα σε κάποιο προκαθορισμένο χρονικό όριο και με συγκεκριμένη ταχύτητα αποστολής και λήψης.

Με το πέρασμα του χρόνου το NMEA 0183 εξελίχθηκε και μπορεί να απευθύνεται σε ένα απεριόριστο πλήθος ακροατών, ενώ ταυτόχρονα με την χρήση multisensors μπορεί να συλλέγει και να στέλνει σε μία πρόταση ένα μεγάλο εύρος διαφορετικών πληροφοριών .

Οι παράμετροι του NMEA 0183 είναι οι ακόλουθοι :

Baud rate : 2400 – 115200
Number of data bits : 8 (bit 7 is 0)
Stop bits : 1 or more
Parity : None
Handshake : None

Η φυσική σύνδεση της σύνδεσης του γίνεται μέσω ενός ζεύγους ανεστραμμένων καλωδίων με την μεριά του αποστολέα γειωμένη μέσω του μπλεντάζ του καλωδίου. Η ανάγνωση του σήματος γίνεται μέσω σειριακής μορφής αντάπτορα , χρησιμοποιώντας προγράμματα όπως hyper terminal , putty κ.α.

5.2 Γενική μορφή σήματος

Η μορφή όλων των δεδομένων γίνεται μέσω απεικόνισης προτάσεων. Επιτρέπονται μόνο εκτυπωμένοι χαρακτήρες μορφής ASCII , το CR (carriage return) και το LF (line feed). Όλες οι προτάσεις ξεκινάνε με το \$ και τελειώνουν με <CR><LF>.

Υπάρχουν τρία είδη βασικών προτάσεων.

Talker sentences , proprietary sentences & query sentences.

Talker Sentences

Η γενική μορφή αυτού του σήματος είναι :

\$tss,d1,d2,..... <CR><LF>

Οι δύο πρώτοι χαρακτήρες μετά το \$ δηλώνουν την ταυτότητα του αποστολέα, οι τρεις επόμενοι δηλώνουν το περιεχόμενο της απεσταλμένης πρότασης και ακολουθεί η πληροφορία σε χωρισμένη από κόμμα ‘,’. Στο τέλος της πρότασης ακολουθεί το checksum και κρατούμενο επιστροφής και το LF.

5.3 Proprietary Sentences

Σε αυτήν την περίπτωση η πρόταση ξεκινάει από το γράμμα ‘\$P’ και σημαίνει ότι η πρόταση είναι κατασκευασμένη για συγκεκριμένη χρήση από τον κάθε κατασκευαστή και όχι για συγκεκριμένη χρήση και λειτουργία όπως είναι οι υπόλοιπες προτάσεις. Το περιεχόμενο της δηλώνει κάποια πληροφορία για ένα συγκεκριμένο μηχάνημα ή για έναν συνδυασμό μηχανημάτων και είναι μοναδική. Μετά το \$P ακολουθεί το ID του κατασκευαστή και δηλώνει ουσιαστικά τον τύπο του εξοπλισμού που παρέχει την πληροφορία.

5.4 Query sentences

Είναι μια μορφή πρότασης η οποία δίνει την δυνατότητα στον δέκτη, να ζητήσει κάποια συγκεκριμένη πρόταση – πληροφορία από τον αποστολέα. Η γενική μορφή αυτής της πρότασης είναι:

\$tllQ,sss,[CR],[LF]

Τα δύο πρώτα γράμματα της πρότασης μετά το \$ δηλώνουν το όνομα του αποστολέα που κάνει την ερώτηση και τα δύο επόμενα , το όνομα του δέκτη που απευθύνεται η ερώτηση. Το επόμενο γράμμα είναι πάντα το γράμμα ‘Q’ και καθορίζει την πρόταση ως ερώτηση. Τα επόμενα τρία γράμματα αναφέρουν το όνομα της πρότασης που ζητείται από τον αποστολέα. Για παράδειγμα “GLL” από μία συσκευή GPS.

5.5 TALKER IDENTIFIERS

AG Autopilot - General

AP Autopilot - Magnetic

CD Communications – Digital Selective Calling (DSC)

CR Communications – Receiver / Beacon Receiver

CS Communications – Satellite

CT Communications – Radio-Telephone (MF/HF)

CV Communications – Radio-Telephone (VHF)

CX Communications – Scanning Receiver

- DF Direction Finder
- EC Electronic Chart Display & Information System (ECDIS)
- EP Emergency Position Indicating Beacon (EPIRB)
- ER Engine Room Monitoring Systems
- GP Global Positioning System (GPS)
- HC Heading – Magnetic Compass
- HE Heading – North Seeking Gyro
- HN Heading – Non North Seeking Gyro
- II Integrated Instrumentation
- IN Integrated Navigation

APA Autopilot Sentence "A"

```

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
| | | | | | | | | |

```

\$--APA,A,A,x.xx,L,N,A,A,xxx,M,c---c*hh

1) Status

V = LORAN-C Blink or SNR warning

A = general warning flag or other navigation systems when a reliable fix is not available

2) Status

V = Loran-C Cycle Lock warning
 flag A = OK or not used

3) Cross Track Error Magnitude

4) Direction to steer, L or R

5) Cross Track Units (Nautic miles or kilometres)

6) Status

A = Arrival Circle Entered

7) Status

A = Perpendicular passed at waypoint

8) Bearing origin to destination

9) M = Magnetic, T = True

10) Destination Waypoint ID

11) checksum

DBT Depth Below Transducer

| | | | |
|------------------------------|-----|-----|-----|
| 1 | 2 3 | 4 5 | 6 7 |
| | | | |
| \$--DBT,x.x,f,x.x,M,x.x,F*hh | | | |

1) Depth, feet

2) f = feet

3) Depth, meters

4) M = meters

5) Depth, Fathoms

6) F = Fathoms

7) Checksum

GGA Global Positioning System Fix Data. Time, Position and fix related data for a GPS receiver

\$--GGA,hhmmss.ss,llll.ll,a,yyyyy.yy,a,x,xx,x.x,x.x,M,x.x,M,x.x,xxxx*hh

1) Time (UTC)

2) Latitude

- 3) N or S (North or South)
- 4) Longitude
- 5) E or W (East or West)
- 6) GPS Quality Indicator, 0 - fix not available, 1 - GPS fix, 2 - Differential GPS fix
- 7) Number of satellites in view, 00 - 12
- 8) Horizontal Dilution of precision
- 9) Antenna Altitude above/below mean-sea-level (geoid)
- 10) Units of antenna altitude, meters
- 11) Geoidal separation, the difference between the WGS-84 earth ellipsoid and mean-sea-level (geoid), "-" means mean-sea-level below ellipsoid
- 12) Units of geoidal separation, meters
- 13) Age of differential GPS data, time in seconds since last SC104 type 1 or 9 update, null field when DGPS is not used
- 14) Differential reference station ID, 0000-1023
- 15) Checksum

Manufacturer Codes

AAR Asian American Resources

ACE Auto-Comm Engineering Corporation

ACR ACR Electronics, Inc.

ACS Arco Solar, Inc.

ACT Advanced Control Technology

AGI Airguide Instrument Company

AHA Autohelm of America

AIP Aiphone Corporation

ALD Alden Electronics, Inc.

AMR AMR Systems

AMT Airmar Technology

ANS Antenna Specialists

ANX Analytix Electronic Systems

5.6 MODBUS PROTOCOL

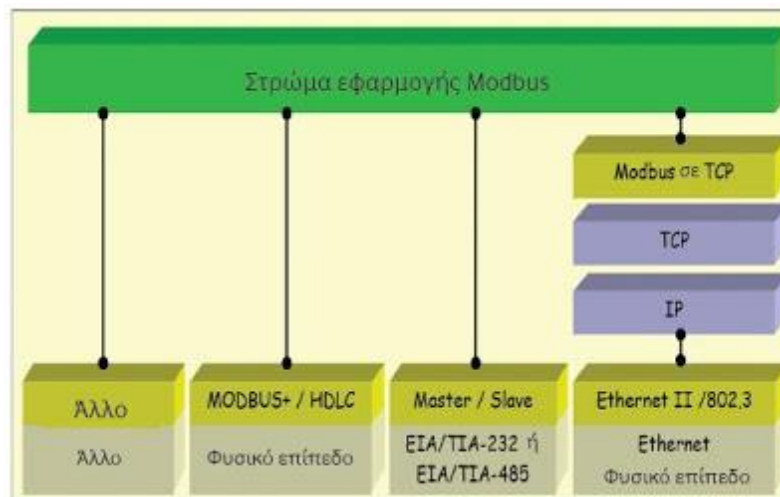
Το συνηθέστερο είδος αυτού του πρωτοκόλλου είναι το RTU, ASCII και IP/TCP. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα επιλογής τιμών ισοτιμίας και ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων. Στις δύο πρώτες περιπτώσεις η σύνδεση γίνεται σειριακά μέσω 422 και 232, ενώ στην τελευταία περίπτωση γίνεται μέσω καλωδίου UTP και κονέκτορα RJ45, το γνωστό σε όλους μας ETHERNET. Φυσικά απαραίτητος όρος είναι όλες οι συσκευές στο δίκτυο Modbus, να έχουν τις ίδιες ακριβώς παραμέτρους. Αναλυτικότερα για τον κάθε τύπο μπορούμε να πούμε ότι ισχύει:

Όσον αφορά τον τύπο ASCII, η ονομασία του προέρχεται από την συντομογραφία του Κώδικα Ανταλλαγής Πληροφοριών Προδιαγραφών Αμερικής (American Standard Code for Information Interchange). Ο τύπος αυτός του πρωτοκόλλου Modbus, έχει το πλεονέκτημα ότι επιτρέπει διαλείμματα επικοινωνίας έως και 1 δευτερόλεπτο, δίχως δημιουργία σφάλματος. Βέβαια όπως γίνεται εμφανές, ο τύπος ASCII, είναι χρήσιμος μόνο σε περιπτώσεις πολύ αργής επικοινωνίας.

Σε αυτή την περίπτωση δυο χαρακτήρες ASCII εκπέμπονται σαν δεδομένα μεγέθους οκτώ ψηφίων (8-bit). Ταυτόχρονα σε κάθε μήνυμα εκπέμπονται ένα ψηφίο έναρξης και ένα λήξης, δημιουργώντας έτσι ένα μέγεθος μηνύματος συνολικά δέκα ψηφίων (bits). Το μήνυμα δηλαδή αναλύεται σε επτά ψηφία δεδομένων, ένα ψηφίο ισοτιμίας, άρτιο ή περιττό, και δυο ψηφία έναρξης και λήξης. Σε περίπτωση βέβαια που δεν χρησιμοποιείται ψηφίο ισοτιμίας, τότε ένα επιπλέον ψηφίο λήξης προστίθεται στο τέλος του μηνύματος, για να επιτευχθεί το συνολικό μέγεθος των δέκα ψηφίων του μηνύματος. Όσον αφορά τον έλεγχο σφαλμάτων μετάδοσης, χρησιμοποιείται η μέθοδος του Διαμήκους Ελέγχου Πλεονασμού LRC (Longitudinal

Redundancy Check), η οποία καθιστά σίγουρο ότι το μήνυμα που λήφθηκε, είναι αυτό που έχει αποσταλεί. Τέλος όσον αφορά την περίπτωση χρήσης δικτύου με την χρήση πρωτοκόλλου Modbus κατά ASCII, χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία μας πέντε αγωγοί συνεστραμμένου ζεύγους με θωράκιση (shielded), με διατομή τουλάχιστον #18AWG, και με μέγιστο μήκος δικτύου τα 350 μέτρα.

Διαστρωμάτωση ειδών δικτύου modbus



Σχήμα 5.1

Όσον αφορά τον τύπο RTU η ονομασία του προέρχεται από την συντομογραφία της ονομασίας του ως Απομακρυσμένη Τερματική Μονάδα (Remote Terminal Unit). Η συγκεκριμένη μορφή του πρωτοκόλλου Modbus είναι και η συνηθέστερη που μπορεί να συναντήσουμε. Το κυριότερο χαρακτηριστικό της είναι ότι μπορεί να στείλει πολύ μεγαλύτερο πλήθος δεδομένων στο ίδιο χρονικό διάστημα από την προαναφερθείσα μορφή του ASCII. Το μήνυμα Modbus μεταφέρεται μέσα σε ένα πακέτο μηνύματος με μία προσδιορισμένη αρχή και με ένα προσδιορισμένο σημείο τέλους. Με αυτόν τον τρόπο ενημερώνει την συσκευή που καθορίζεται ως παραλήπτης για το ποια είναι η αρχή και ποιο το τέλος του μηνύματος. Οι συσκευές λήψης έχουν έτσι την δυνατότητα να αναγνωρίσουν εάν σε κάποια πρόταση μηνύματος υπάρχουν σφάλματα ή ελλείψεις και να ενημερώσουν τον master για επαναποστολή της συγκεκριμένης πρότασης. Τα Start και Stop bit ενσωματώνονται μπροστά ως start bit, και στο τέλος ως stop bit ενός byte, για να υποδειχθεί ότι ένα byte αρχίζει ως start bit ή τελειώνει ως stop bit. Το bit ισοτιμίας συνήθως συμπεριλαμβάνεται στην λειτουργία Modbus RTU, προκειμένου να πραγματοποιήσει έναν έλεγχο σφάλματος στο περιεχόμενο του byte.

Μπορούμε να επιλέξουμε να μεταφέρουμε δεδομένα, με ή χωρίς έλεγχο ισοτιμίας, αλλά πρέπει πάντα να βεβαιωνόμαστε ότι όλος ο εξοπλισμός που είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο Modbus, έχει ρυθμιστεί στην ίδια λειτουργία, αλλιώς καμία επικοινωνία δεν θα είναι εφικτή. Έτσι η ακολουθία των bit σε λειτουργία RTU με έλεγχο ισοτιμίας έχει ως εξής:

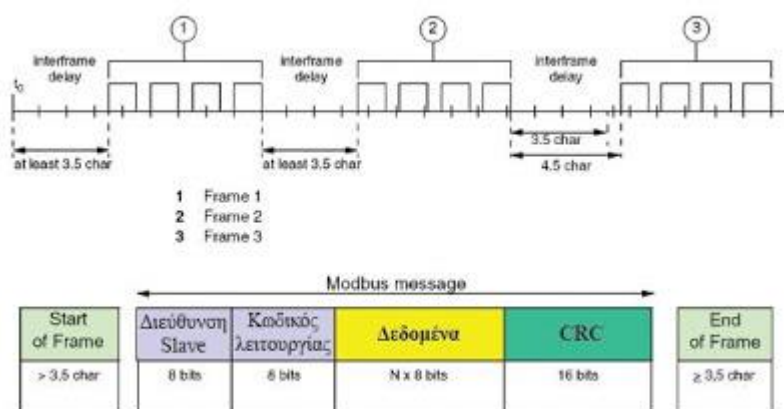
| | | | | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|------|
| Start | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Ισοτιμία | Stop |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|------|

Σε αυτή την περίπτωση κάθε μήνυμα μεγέθους οκτώ ψηφίων (8-bit), περιέχει δυο χαρακτήρες μεγέθους τεσσάρων δεκαεξαδικών ψηφίων, και έτσι επιτυγχάνεται η αποστολή της ίδιας ποσότητας πληροφορίας σε λιγότερο διάστημα. Έτσι μια και σε κάθε μήνυμα χρησιμοποιούμε ένα επιπλέον ψηφίο δεδομένων, οκτώ ψηφία αντί επτά δηλαδή, δημιουργείται έτσι ένα μέγεθος μηνύματος συνολικά ένδεκα ψηφίων (bits). Το μήνυμα δηλαδή αναλύεται σε οκτώ ψηφία δεδομένων, ένα ψηφίο ισοτιμίας, άρτιο ή περιττό, και τα δυο ψηφία έναρξης και λήξης. Σε περίπτωση βέβαια που δεν χρησιμοποιείται ψηφίο ισοτιμίας, τότε και πάλι ένα επιπλέον ψηφίο λήξης προστίθεται στο τέλος του μηνύματος, για να επιτευχθεί το συνολικό μέγεθος των δέκα ψηφίων του μηνύματος.

Όσον αφορά τον έλεγχο σφαλμάτων μετάδοσης, σε αντίθεση με τον έλεγχο που έκανε η μέθοδος του Διαμήκουσ Ελέγχου Πλεονασμού LRC (Longitudinal Redundancy Check) στον τύπο πρωτοκόλλου Modbus κατά ASCII, στην περίπτωση του πρωτοκόλλου Modbus RTU χρησιμοποιείται η μέθοδος του Κυκλικού Ελέγχου Πλεονασμού CRC (Cyclical Redundancy Check). Η μέθοδος αυτή καθιστά ακόμη πιο σίγουρο ότι το μήνυμα που λήφθηκε, είναι αυτό που έχει αποσταλεί. Επομένως εκτός από τα δεδομένα του χρήστη, το πακέτο μηνύματος RTU έχει μέγιστο μέγεθος τα 256 bytes και περιλαμβάνει τις παρακάτω πληροφορίες:

- Διεύθυνση Slave μεγέθους 1 byte
- Κωδικός λειτουργίας μεγέθους 1 byte
- Κυκλικός έλεγχος πλεονασμού CRC

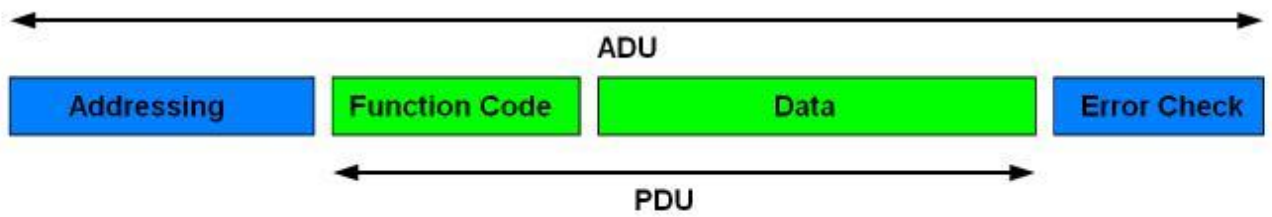
Τα ξεχωριστά πακέτα μηνυμάτων ή αλλιώς frames, χωρίζονται από ένα κενό διάστημα σιωπής που αποκαλούμε καθυστέρηση, μεταξύ πακέτων, το οποίο είναι τουλάχιστον 3,5 φορές μεγαλύτερο του χαρακτήρα. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζονται 3 πακέτα που χωρίζονται από ένα κενό διάστημα, μεγαλύτερο τουλάχιστον 3,5 φορές από τον χαρακτήρα.



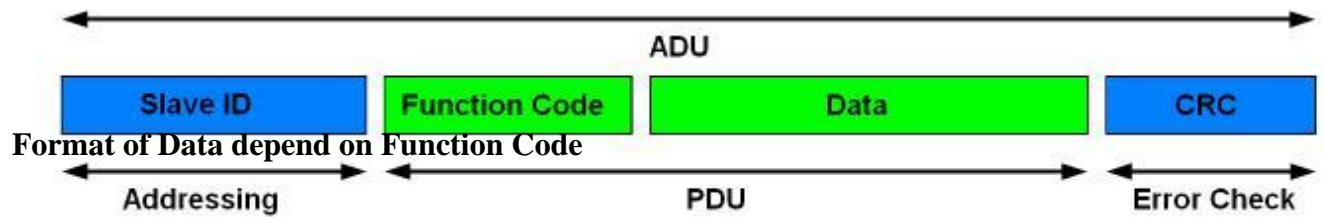
Σχήμα 5.2

Στη λειτουργία RTU πρέπει ολόκληρο το πακέτο μηνύματος να μεταφερθεί σαν συνεχόμενο ρεύμα χαρακτήρων, επειδή τα κενά διαστήματα που είναι μεγαλύτερα από 1,5 φορά του χαρακτήρα ανάμεσα σε 2 χαρακτήρες, θα ερμηνεύονται από τη συσκευή λήψης σαν μη ολοκληρωμένο πακέτο. Έτσι ο παραλήπτης θα απορρίψει αυτό το πακέτο.

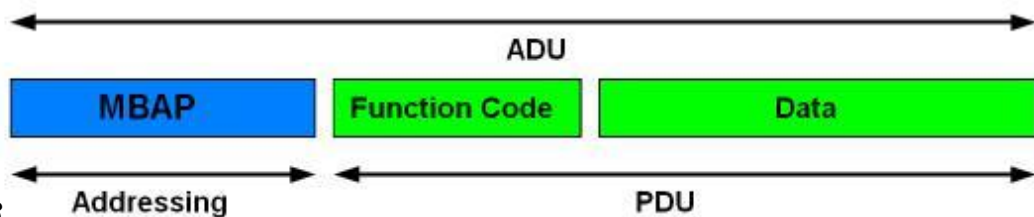
General MODBUS Frame



MODBUS/RTU Serial Frame



MODBUS/TCP Frame



Σχήμα 5.3

| Function type | | Function name | Function code | |
|--------------------|----------------------------------|---|----------------------------------|----|
| Data Access | Bit access | Physical Discrete Inputs | Read Discrete Inputs | 2 |
| | | Internal Bits or Physical Coils | Read Coils | 1 |
| | | | Write Single Coil | 5 |
| | | Write Multiple Coils | 15 | |
| | 16-bit access | Physical Input Registers | Read Input Registers | 4 |
| | | | Read Multiple Holding Registers | 3 |
| | | Internal Registers or Physical Output Registers | Write Single Holding Register | 6 |
| | | | Write Multiple Holding Registers | 16 |
| | | | Read/Write Multiple Registers | 23 |
| | | | Mask Write Register | 22 |
| File Record Access | Read FIFO Queue | 24 | | |
| | Read File Record | 20 | | |
| Diagnostics | Write File Record | 21 | | |
| | Read Exception Status | 7 | | |
| | Dagnostic | 8 | | |
| | Get Com Event Counter | 11 | | |
| | Get Com Event Log | 12 | | |
| | Report Slave ID | 17 | | |
| Other | Read Device Identification | 43 | | |
| | Encapsulated Interface Transport | 43 | | |

Σχήμα 5.4

- [13:39:48] \$PMTMRDR,0104000000067008,A,1,1,83,1*37
- [13:39:48]\$PMTMRDRM,0104000000060c9348000000000000000000f707,A,1,1,83,1*76
- [13:39:49] \$PMTMRDR,0104000000067008,A,1,1,85,1*31
- [13:39:49]\$PMTMRDRM,0104000000060c9348000000000000000000f707,A,1,1,85,1*70
- [13:39:50] \$PMTMRDR,0104000000067008,A,1,1,87,1*33
- [13:39:50]\$PMTMRDRM,0104000000060c9348000000000000000000f707,A,1,1,87,1*72
- [13:39:51] \$PMTMRDR,0104000000067008,A,1,1,89,1*3d
- [13:39:51]\$PMTMRDRM,0104000000060c9348000000000000000000f707,A,1,1,89,1*7c
- [13:39:52] \$PMTMRDR,0104000000067008,A,1,1,8b,1*66
- [13:39:52]\$PMTMRDRM,0104000000060c9348000000000000000000f707,A,1,1,8b,1*27

6. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΛΟΓΙΚΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ (PLC)

Στον κλασσικό αυτοματισμό, η υλοποίηση ενός συστήματος αυτοματισμού με ηλεκτρονόμους πραγματοποιείται μετά απο τον σχεδιασμό και υλοποίηση κάποιων βημάτων. Αυτά τα βήματα είναι τα εξής:

Οι μονάδες των PLC είναι συσκευές προγραμματιζόμενες οι οποίες έρχονται να αντικαταστήσουν τους κλασσικούς πίνακες αυτοματισμού , τους ηλεκτρονόμους και όλα τα παρεμφερή ηλεκτρονικά εξαρτήματα (χρονικά, απαριθμητές)σε έναν μεγάλο βαθμό. Αποφεύγεται έτσι πλέον η πολύπλοκη κατασκευή πινάκων με τεράστιο αριθμό καλωδίων και όλη η διαδικασία γίνεται μέσα από τον προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή, ο οποίος προγραμματίζεται είτε μέσα από ειδική συσκευή προγραμματισμού (προγραμματιστής της εκάστοτε εταιρίας) είτε μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή με ειδικό λογισμικό.

6.1 πλεονεκτήματα του λογικού προγραμματιζόμενου ελεγκτή

- Ικανότητα χρήσης σε πολλές και διαφορετικές εφαρμογές- ανάλογα με τον προγραμματισμό του μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε μορφή αυτοματισμού . Δεν είναι κατασκευασμένο για μοναδική χρήση.
- Παρέχει την δυνατότητα χρήσης απεριόριστων χρονικών, επαφών, απαριθμητών τα οποία βρίσκονται στην μνήμη της κεντρικής του μονάδας ,εξασφαλίζοντας χαμηλό κόστος από την απουσία φυσικών οντοτήτων που θα χρησιμοποιούνταν για την υλοποίηση του αυτοματισμού.
- Παρέχει τεράστιες δυνατότητες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιονδήποτε εξοπλισμό και για οποιοδήποτε είδος αυτοματισμού θέλουμε να υλοποιήσουμε.
- Ο προγραμματισμός του είναι σχετικά εύκολος και μπορούμε να αλλάξουμε λειτουργία σε οποιονδήποτε εξοπλισμό αλλάζοντας μόνο το πρόγραμμα και όχι καλωδίωση και ηλεκτρικά μέσα.
- Η χρήση των PLC σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση προσφέρει πιο χαμηλή κατανάλωση ενέργειας απ' ότι ένα σύστημα κλασσικού αυτοματισμού .
- Έχουν την δυνατότητα διασύνδεσης μεταξύ τους μέσω δικτύου , παρέχοντας την ευκολία επικοινωνίας και ανταλλαγής μεγάλου εύρους πληροφοριών, απεικόνισης και τήλε-ελέγχου, ακόμα και σύνδεσης μέσω internet.
- Χαρακτηρίζονται από την αξιοπιστία τους και από την μειωμένη παρουσία βλαβών.

6.2 ΜΕΙΩΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥ ΕΛΕΓΚΤΗ

Σε γενικές γραμμές και συγκριτικά με τα συστήματα κλασσικού αυτοματισμού τα PLC χαρακτηρίζονται από την εμφανή ανωτερότητα τους και αυτό φαίνεται και από τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν, αλλά και από τα λιγοστά μειονεκτήματα που αναφέρονται παρακάτω.

- Η χρήση, η εγκατάσταση, η συντήρηση και η επισκευή ενός λογικού προγραμματιζόμενου ελεγκτή απαιτεί προσωπικό με εξειδίκευση, κάτι που σημαίνει ότι δημιουργεί υψηλό κόστος.
- Τα PLC έχουν μεγάλο κόστος αγοράς και αυτό περιορίζει την χρήση τους σε μικρές εφαρμογές αυτοματισμού.
- Σε πολλές περιπτώσεις βλαβών ,είναι αναγκαία η πλήρης αντικατάσταση του, κάτι το οποίο είναι αρκετά δαπανηρό σε σχέση με ένα σύστημα αυτοματισμού από απλούς ηλεκτρονόμους.
- Τα PLC είναι αρκετά ευαίσθητα στις αυξομειώσεις τάσεων και διαρροών προκαλώντας δυσλειτουργία στο σύστημα αυτοματισμού που εποπτεύουν. Ειδικά στις εφαρμογές ναυτιλίας που οι αυξομειώσεις τάσεων και η παρουσία διαρροών είναι συχνό φαινόμενο, απαιτούνται ειδικές κατασκευές για την προστασία τους και την εγγύηση ορθής λειτουργίας τους.

6.3 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥ ΕΛΕΓΚΤΗ

Ένα PLC αποτελείται από τα παρακάτω μέρη.

- ΜΟΝΑΔΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

Αποτελείται από το τροφοδοτικό του PLC. Έχει σκοπό να μετατρέπει την τροφοδοσία του PLC στις απαιτούμενες εσωτερικές τάσεις (5VDC, 9VDC,24VDC) για να τροφοδοτεί το ηλεκτρονικό κύκλωμα του . Υπάρχουν σε ορισμένα μοντέλα , ενσωματωμένες μπαταρίες οι οποίες έχουν σκοπό την τροφοδότηση εσωτερικών μνημών.

- ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Είναι ουσιαστικά η καρδιά του PLC . Εκεί γίνεται η αποθήκευση, η επεξεργασία και η εκτέλεση όλου του προγράμματος.

- Μνήμη RAM

Η μνήμη αυτή έχει την δυνατότητα να μπορεί να διαγραφεί και να ξανά αποθηκεύσει εκ νέου πληροφορίες. Όταν κοπεί την τροφοδοσία της απενεργοποιείται και χάνει κάθε αποθηκευμένη πληροφορία που βρίσκεται σε αυτήν .Για τον λόγο αυτό η μνήμη RAM τροφοδοτείται πάντα από κάποια εσωτερική μπαταρία λιθίου. Η μνήμη RAM έχει συγκεκριμένες περιοχές εργασίας οι οποίες είναι οι εξής :

- 1) Περιοχή μνήμης που αποθηκεύει καταστάσεις εισόδων και εξόδων. Αντίστοιχα αναφέρεται ως εικόνα εισόδων και εικόνα εξόδων.
- 2) Περιοχή μνήμης που αποθηκεύονται ενδιάμεσες πληροφορίες για την λειτουργία του εκάστοτε αυτοματισμού.
- 3) Περιοχή μνήμης απαριθμητών
- 4) Περιοχή μνήμης χρονικών
- 5) Περιοχή μνήμης που αποθηκεύονται τα προγράμματα του χρήστη

- Μνήμη EEPROM

Ένας τρόπος για να αποφεύγεται η χρήση της μνήμης RAM , η οποία όπως αναφέραμε πρέπει πάντα να είναι τροφοδοτούμενη από κάποια εσωτερική μπαταρία , είναι η χρήση της μνήμης EEPROM. Αυτή είναι μια επαναπρογραμματιζόμενη μνήμη η οποία δεν έχει ανάγκη από χρήση συνεχούς τροφοδοσίας για να συγκρατεί το περιεχόμενο της και μπορεί να παραμένει σβηστή. Μπορούμε να γράφουμε και να σβήνουμε μέσω ειδικού μηχανήματος και όσες φορές χρειαστεί. Την χρησιμοποιούμε σαν κάρτα μνήμης σε πολλά PLC , με την έννοια οτι αλλάζοντας την , αλλάζουμε και το πρόγραμμα αυτοματισμού που χρησιμοποιούμε.

- Μνήμη ROM

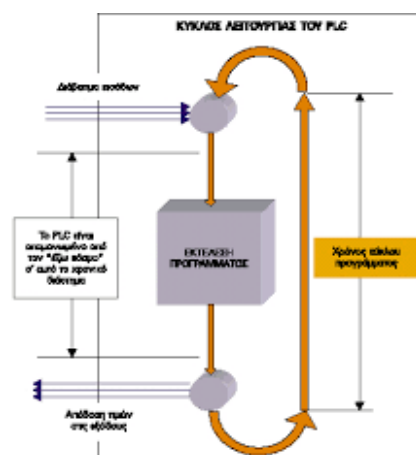
Η μνήμη ROM είναι η μνήμη που ο κατασκευαστής αποθηκεύει μόνιμες πληροφορίες οι οποίες είναι απαραίτητες για την λειτουργία του PLC όπως το λειτουργικό σύστημα.

- ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΙΣΟΔΩΝ ΚΑΙ ΕΞΟΔΩΝ

Είναι οι αποσπώμενες μονάδες που συνδέονται στο PLC και έχουν ως ρόλο την σύνδεση των σημάτων εισόδων και εξόδων .Δηλαδή την επικοινωνία του PLC με τον έξω κόσμο (αισθητήρες, μπουτόνς , διακόπτες, ηλεκτρονόμους, ηλεκτρικές βαλβίδες κ.α). Οι μονάδες αυτές έχουν την δυνατότητα να δέχονται μικρές τάσεις ή χαμηλά ρεύματα και να τα μετατρέπουν σε σήματα αναγνωρίσιμα από τα PLC. Ο προγραμματιστής είναι μια φορητή συσκευή που παρέχεται από την κάθε εταιρία και χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό όλων των PLC αυτής της εταιρίας. Εναλλακτικά χρησιμοποιείται υπολογιστής με το ανάλογο λογισμικό για τον προγραμματισμό του.

6.4 Κύκλος λειτουργίας ενός plc

Ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά κατηγοριοποίησης των PLC είναι ο χρόνος λειτουργίας και εκτέλεσης του κάθε προγράμματος. Αυτό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το μέγεθος του προγράμματος που είναι αποθηκευμένο αλλά και από την ισχύ του επεξεργαστή που χρησιμοποιεί το εκάστοτε PLC. Ως μονάδα μέτρησης του κύκλου λειτουργίας ενός PLC ορίζεται ο μέσος χρόνος κύκλου που περιλαμβάνει 1Kbyte δυαδικές εντολές.



Σχήμα 6.1

Για να γίνει κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας και ο κύκλος ενός PLC , θα δώσουμε ένα παράδειγμα ενός κύκλου προγράμματος. Όταν το PLC είναι σε κατάσταση λειτουργίας , το πρώτο βήμα που ακολουθεί είναι να διαβάσει τις εισόδους του. Δηλαδή να αναγνωρίσει σε ποιες εισόδους έχει 1 (τάση) και σε ποιες έχει 0. Αυτές τις τιμές τις αποθηκεύει στις εικόνες εισόδου όπως αναφέρθηκε προηγουμένως μέσω των μνημών που χρησιμοποιεί.

Στην συνέχεια αφού αναγνωρίσει τις τιμές-καταστάσεις των εισόδων του, εκτελεί τον κώδικα που είναι περασμένος στην μνήμη του και ο οποίος εφαρμόζει τον εκάστοτε αυτοματισμό. Το κάθε πρόγραμμα αποτελείται από μια σειρά λογικών πράξεων. Εκτελώντας λοιπόν αυτόν τον κώδικα προκύπτουν μια σειρά από δεδομένα , τα οποία αποτελούν πλέον τις εξόδους του προγράμματος . Τα αποτελέσματα αυτά τα αποθηκεύει στις αντίστοιχες εικόνες εξόδου.

Όμοια με τις εικόνες εισόδου έτσι και με τις εικόνες εξόδου τα αποτελέσματα αποθηκεύονται σε τιμές ανάλογες της κατάστασης τους σε 0 ή 1. Δηλαδή είναι της μορφής Q1=1, Q2=1, Q3=0 κτλ. Αυτές τις τιμές από την εικόνα εξόδου παρουσιάζονται στις καταστάσεις εξόδου ενεργοποιώντας οποιαδήποτε έξοδο είχε την τιμή 1. Εδώ ολοκληρώνεται ο κύκλος λειτουργίας του PLC και το πρόγραμμα ξεκινάει πάλι από την αρχή με τα νέα δεδομένα εισόδου που έχουν προκύψει. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται συνεχώς όσο το PLC βρίσκεται σε κατάσταση RUN.

Χαρακτηριστικό του κύκλου λειτουργίας είναι ότι το PLC δεν έχει συνεχώς επαφή με τον έξω κόσμο, παρά μόνο κατά την διάρκεια της διαδικασίας ανάγνωσης των εισόδων του και παράδοσης των εξόδων του . Καθ' όλη την διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος δεν παρακολουθεί τις αλλαγές των καταστάσεων στις εισόδους και ουσιαστικά δεν επηρεάζεται καθόλου από αυτές παρά μόνο αφού ολοκληρώσει τον πλήρη κύκλο λειτουργίας του. Τότε μόνο στον επόμενο κύκλο λειτουργίας θα αναγνωρίσει τυχόν αλλαγές οι οποίες έχουν αποθηκευτεί στις εικόνες εισόδου και θα εκτελέσει το πρόγραμμα από την αρχή συμπεριλαμβάνοντας και αυτές στην διαδικασία. Αυτό ουσιαστικά μας δίνει την εντύπωση πως υπάρχει καθυστέρηση στην περίπτωση που υπάρχει κάποια αλλαγή στο ενδιάμεσο του κύκλου, όμως επειδή ο χρόνος εκτέλεσης του κάθε κύκλου είναι εξαιρετικά μικρός (το πολύ 300 ms) στην πραγματικότητα είναι αδιάφορος ακόμα και στις πιο σοβαρές με μεγάλες απαιτήσεις εφαρμογές.

6.5 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥ ΛΟΓΙΚΟΥ ΕΛΕΓΚΤΗ

Οι γλώσσες προγραμματισμού των Προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών είναι τρεις και αλλάζουν πολύ λίγο σε κάποιες λεπτομέρειες ανάλογα τον κατασκευαστή του εκάστοτε PLC. Αυτές είναι οι ακόλουθες:

6.5.1 ΓΛΩΣΣΑ LADDER

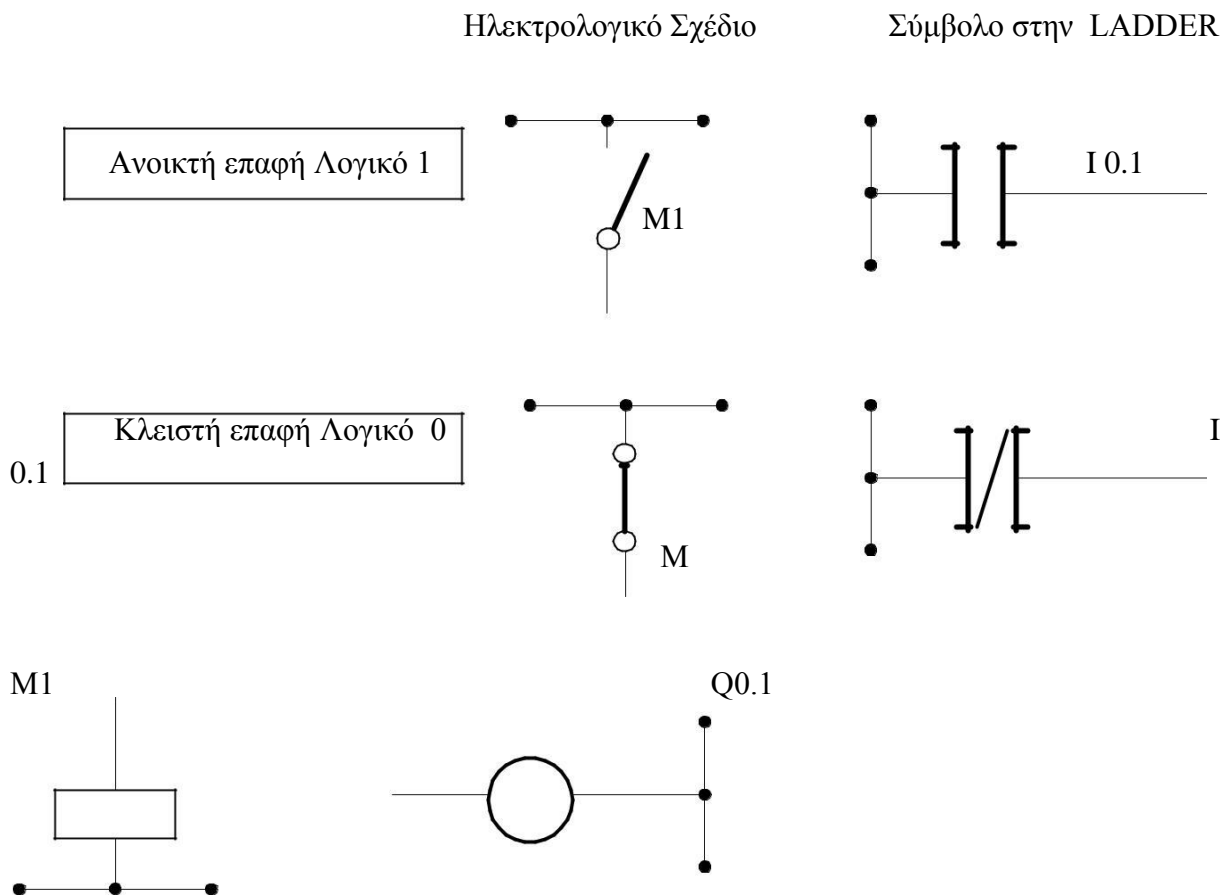
Είναι από τις πιο διαδεδομένες γλώσσες προγραμματισμού σε PLC και είναι η πρώτη γλώσσα που αναπτύχθηκε για αυτόν τον λόγο. Ουσιαστικά επιτρέπει την μεταφορά του

ηλεκτρολογικού σχεδίου άμεσα στο PLC με την μετατροπή ορισμένων συμβόλων στα αντίστοιχα της γλώσσας προγραμματισμού. Άλλωστε δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι αποκαλείται και γλώσσα ηλεκτρολογικών γραφικών . Χρησιμοποιεί την αμερικάνικη προτυποποίηση των ηλεκτρικών επαφών και όχι την ευρωπαϊκή, πιθανώς γιατί τα PIC αναπτύχθηκαν στην Αμερική.

ΠΩΣ ΣΧΕΔΙΑΖΟΥΜΕ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΤΗΝ ΓΛΩΣΣΑ LADDER

Όπως αναφέραμε η γλώσσα αυτή είναι η απεικόνιση του ηλεκτρολογικού σχεδίου με κάποιες παραλλαγές. Πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση της LADDER το ηλεκτρολογικό σχέδιο από τον οριζόντιο άξονα που είναι σχεδιασμένο μεταφέρεται σε κάθετο άξονα. Δηλαδή θα έχει δύο κατακόρυφες μπάρες, μία δεξιά και μία αριστερά που θα αντιπροσωπεύουν η μία την θετική παροχή ‘+ ‘ και η άλλη τον ουδέτερο γειωμένο ακροδέκτη ‘ – ‘ .Μεταξύ των δύο μπαρών σχεδιάζονται οι κλάδοι του συστήματος.

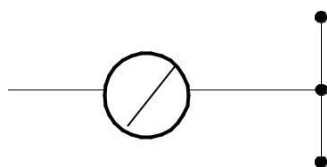
Κάθε ένας κλάδος του διαγράμματος αποτελεί και μία γραμμή εντολών που αντιστοιχεί στην λίστα εντολών της γλώσσας . Όλα τα σύμβολα που χρησιμοποιούμε για την απεικόνιση των εντολών (κανονικά ανοιχτή, κανονικά κλειστή, πηνία κτλ) αντιστοιχούν στα Αμερικάνικα σύμβολα σχεδίασης ηλεκτρολογικού σχεδίου (ANSI). Για την απεικόνιση των διακοπών χρησιμοποιούνται τα ίδια σύμβολα με αυτά των επαφών. Όμοια και για τους αποδέκτες πάσης φύσεως χρησιμοποιείται το σύμβολο των πηνίων. Μερικά από αυτά τα σύμβολα παρουσιάζονται παρακάτω



Σχήμα 6.2

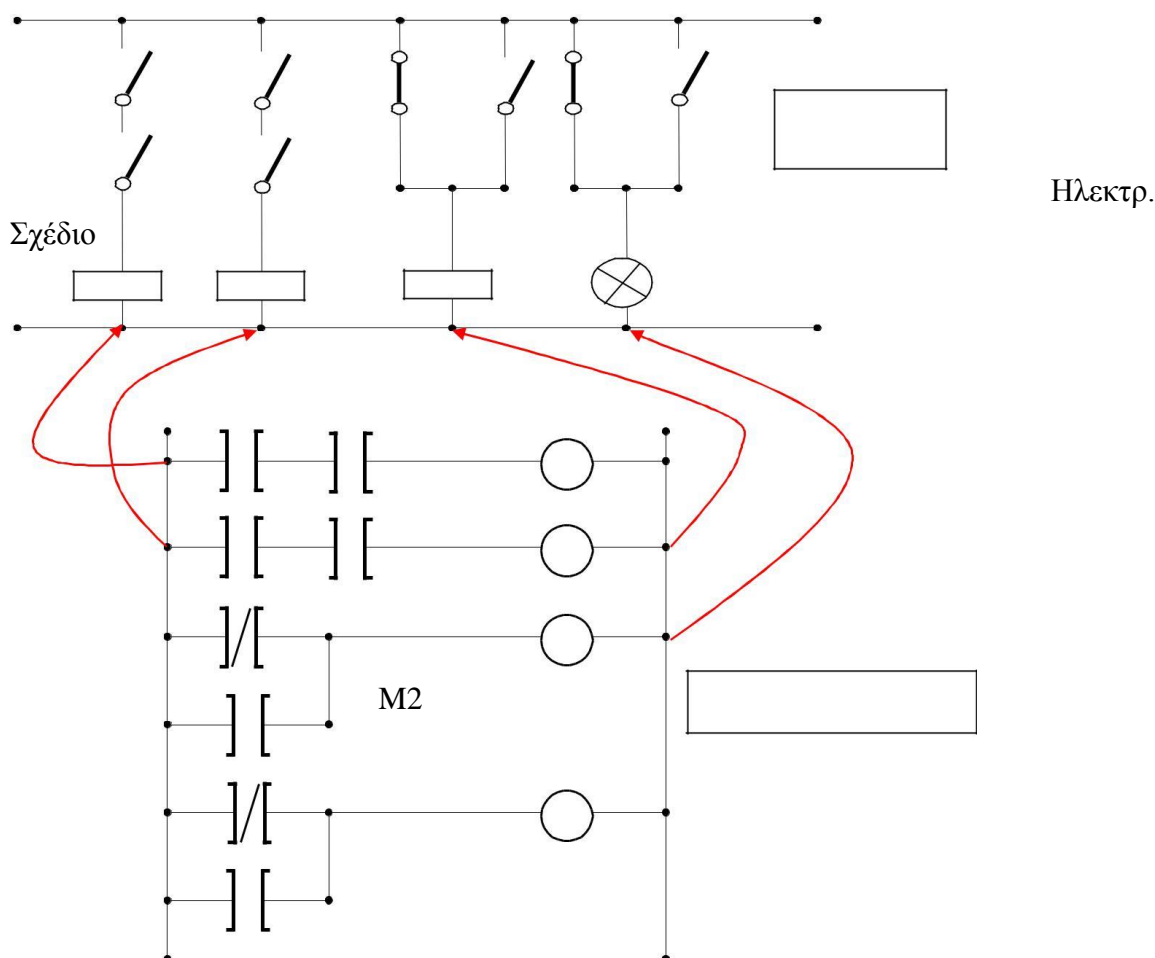
Στον σχεδιασμό ενός προγράμματος στην γλώσσα LADDER υπάρχουν κάποιιοι περιορισμοί. Κάποιοι από αυτούς είναι οι εξής :

- 1) Ο αριθμός των στοιχείων (επαφές, πηνία) που μπορούμε να θέσουμε σε ένα κλάδο είναι περιορισμένος και εξαρτάται καθαρά από το PLC.
- 2) Οι επαφές που χρησιμοποιούνται σε ένα κλάδο δεν μπορούν να έχουν μια οποιαδήποτε μορφή παρά συγκεκριμένη ανάλογα με την επαφή που χρησιμοποιούμε.
Πρέπει να υπάρχει πάντα κόμβος έναρξης και λήξης . Επίσης να επισημάνουμε ότι στην γλώσσα LADDER υπάρχει και η εντολή άρνησης εξόδου η οποία αντιστοιχεί στο εξής σύμβολο.



Σχήμα 6.3

Παρακάτω δίνεται ένα απλό κύκλωμα ηλεκτρολογικού σχεδίου μεταφρασμένο σε γλώσσα LADDER.

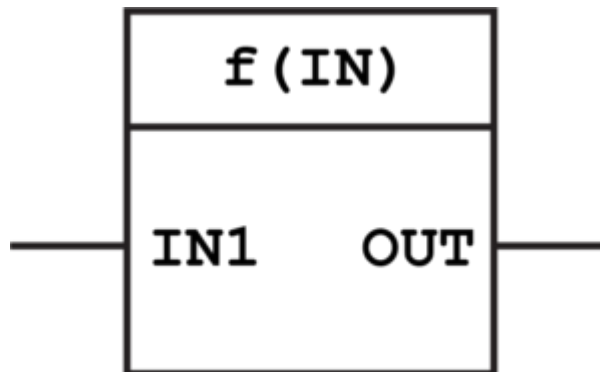


Σχήμα 6.4

6.5.2 ΓΛΩΣΣΑ FBD

Η γλώσσα προγραμματισμού λογικών διαγραμμάτων είναι πολύ διαδεδομένη στην σύγχρονη εποχή και τείνει να αντικαταστήσει τις άλλες δύο γλώσσες προγραμματισμού LADDER και STL. Η γλώσσα αυτή είναι πολύ εύκολη για κάποιον που ξέρει να διαβάζει ηλεκτρολογικό σχέδιο και λογικές πύλες, γιατί ουσιαστικά μετατρέπει το ηλεκτρολογικό σχέδιο σε σχέδιο λογικών πυλών. Η αλήθεια είναι ότι στις βιομηχανικές εφαρμογές απέφευγαν να χρησιμοποιήσουν αυτή την γλώσσα γιατί υπήρχε έλλειψη γνώσης πάνω στα λογικά κυκλώματα. Σήμερα όμως οι τεχνικοί έχουν αποκτήσει αυτή την γνώση και αυτός είναι ο λόγος που η γλώσσα FBD βρίσκεται σε ταχεία ανάπτυξη.

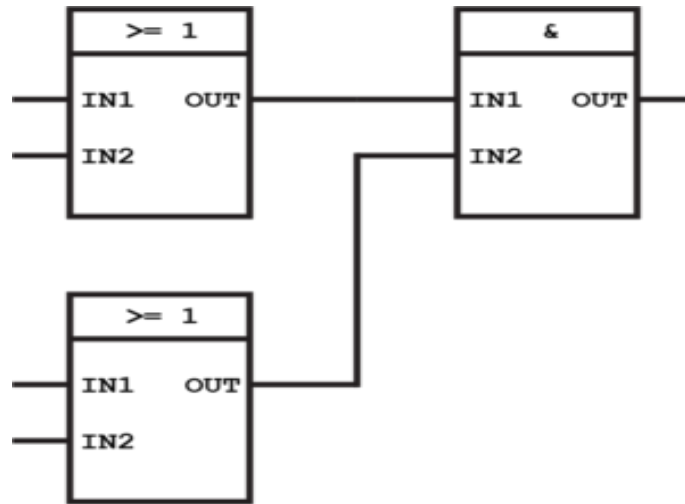
Τα function blocks που χρησιμοποιούνται στην γλώσσα FBD είναι διαγραμματικά σχέδια. Τα οποία έχουν εισόδους και εξόδους. Οι εξόδοι τους εξαρτώνται από την κατάσταση των εισόδων. Ένα παράδειγμα ενός function block δίνεται παρακάτω :



Σχήμα 6.5

Το διάγραμμα παρουσιάζεται σε μορφή ενός κουτιού και μέσα του εμφανίζεται κάποιο σύμβολο ή κείμενο που καθορίζει την λειτουργία του συγκεκριμένου function block. Ανάλογα με το κάθε διάγραμμα, ο αριθμός των εισόδων που διαθέτει μπορεί να αλλάζει, όπως και ο αριθμός των εξόδων. Την έξοδο του διαγράμματος μπορούμε να την συνδέσουμε στην είσοδο του επόμενου κ.ο.κ. Με αυτόν τον τρόπο συνθέτουμε λοιπόν ένα function block diagram.

Παράδειγμα σύνδεσης λογικών block και σχηματισμός ενός function block diagram.



Σχήμα 6.6

Υπάρχουν πολλά έτοιμα function blocks που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία ενός κώδικα αλλά μπορούμε να φτιάξουμε και δικό μας επίσης, ακόμα και να κάνουμε μια σειρά από επαναλαμβανόμενα ώστε να επιτύχουμε την λειτουργία που επιθυμούμε πχ έλεγχο μοτέρ ή ηλεκτροβαλβίδας.

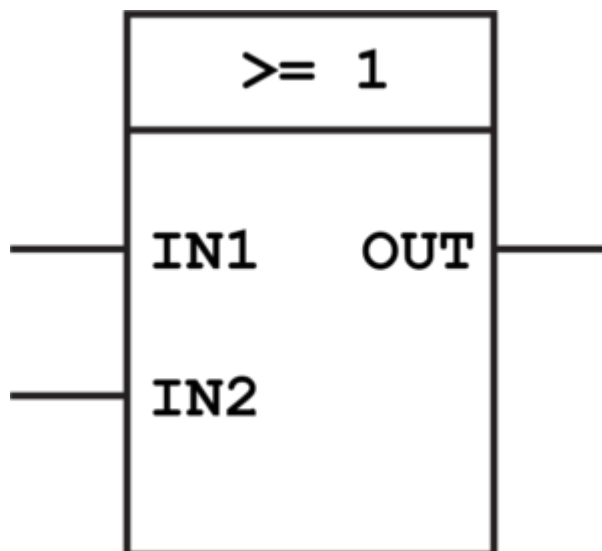
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ FUNCTION BLOCKS

BIT LOGIC FUNCTION BLOCK

Η βασικότερη ιδέα της λειτουργίας των PLC, βασίζεται στην λογική και συγκεκριμένα στις λογικές πράξεις ή εντολές.

OR LOGIC OPERATION

Είναι η γνωστή ως εντολή OR. Το function block αποτελείται από δύο εισόδους και μια έξοδο, η οποία ενεργοποιείται εάν και μόνο εάν , μία από τις δύο εισόδους του συστήματος είναι ενεργοποιημένη. Στην FBD απεικόνιση η συγκεκριμένη πύλη είναι η ακόλουθη :

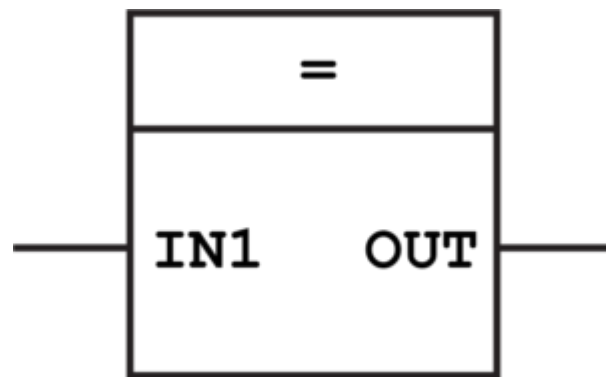


Σχήμα 6.7

Το σύμβολο ≥ 1 που βλέπουμε σημαίνει ότι όταν το άθροισμα των δύο εισόδων είναι μεγαλύτερο ή ίσο το 1, τότε έχουμε ενεργοποίηση της εξόδου. Όπως σε όλες τις λογικές εντολές η ενεργοποίηση μιας πόρτας παρουσιάζεται με λογικό 1 και η απενεργοποίηση με λογικό 0.

Assignment Operation

Τις περισσότερες φορές χρησιμοποιούμε την έξοδο ενός function block ως είσοδο σε ένα άλλο επόμενο. Υπάρχουν όμως φορές που θέλουμε με αυτή την έξοδο να ελέγχουμε την κατάσταση ενός ή περισσοτέρων bits. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το assignment operation block. Αυτό είναι ένα function block από μόνο του και σημαίνει ότι δεν μπορείς να θέσεις απλά μια θέση μνήμης στην έξοδο ενός διαγράμματος. Χρησιμεύει για την αποθήκευση ενός bit εισόδου στην μνήμη του ίδιου του PLC και να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε στιγμή στην διάρκεια του προγράμματος. Την έξοδο επίσης μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε για απευθείας σύνδεση στο επόμενο function block. Αυτή η ιδιαιτερότητα μπορεί να φανεί πολύ χρήσιμη γιατί μπορούμε να θέσουμε τιμές σε οποιοδήποτε σημείο οπουδήποτε μέσα στο πρόγραμμα . Το συγκεκριμένο block έχει την ίδια λειτουργία με την λειτουργία των coils στην γλώσσα LADDER.

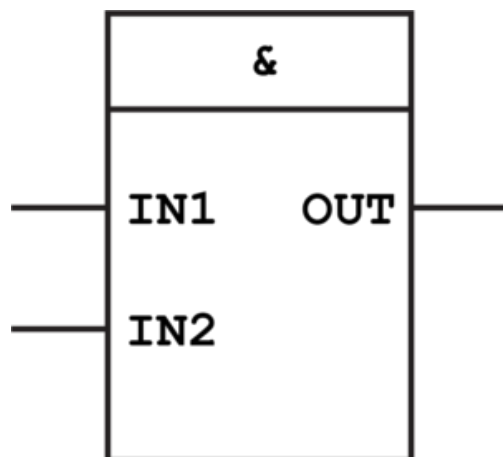


Σχήμα 6.8 Function block of assignment operation in FBD

AND Logic Operation

Το επόμενο block είναι και αυτό, όπως και το OR από τα πιο διαδεδομένα blocks στον προγραμματισμό των PLC με την χρήση της γλώσσας FBD και βασίζεται στην λογική πράξη AND.

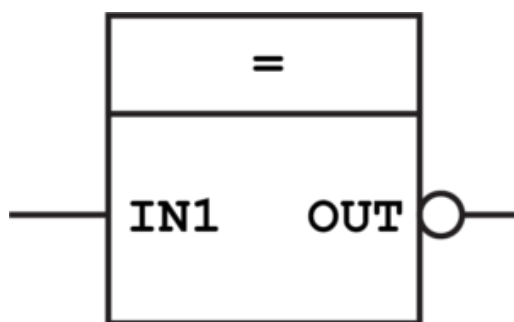
Και σε αυτήν την περίπτωση έχουμε δύο εισόδους και μια έξοδο. Όμως για να έχουμε ενεργοποίηση της εξόδου μας απαιτείται και οι δύο εισοδοί να είναι ενεργοποιημένες.



Σχήμα 6.9 AND LOGIC IN FBD OPERATION

Το σύμβολο & πάνω από το διάγραμμα δηλώνει την λογική πράξη AND και συγκεκριμένα την απαραίτητη προϋπόθεση των ενεργοποιημένων εισόδων για την ενεργοποίηση της εξόδου.

Negation Operation



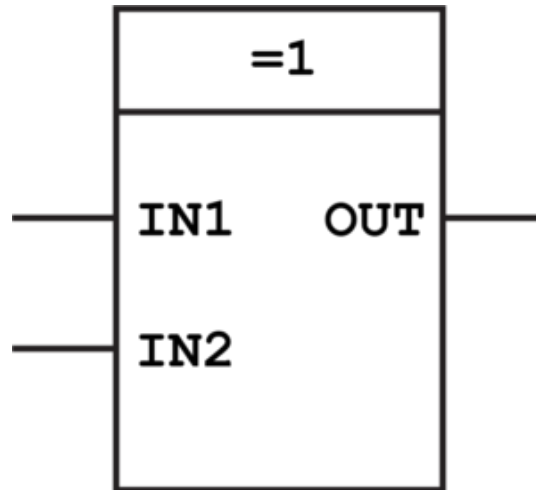
Σχήμα 6.10

Χρησιμοποιείται για τις περιπτώσεις που θέλουμε να αντιστρέψουμε τις εισόδους ή τις εξόδους του συστήματος. Παρουσιάζεται σε διαφορετικές σχηματικές απεικονίσεις ανάλογα με το λογισμικό που χρησιμοποιούμε.

Ο κύκλος στην έξοδο του συστήματος απεικονίζει τον ορισμό της άρνησης ή καλύτερα τον ορισμό της αναστροφής. Συγκεκριμένα βλέπουμε πως όταν έχουμε ενεργοποιημένη είσοδο $IN1=1$ τότε η έξοδος του συστήματος $OUT = 0$.

Ακριβώς με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να αναστρέψουμε και την είσοδο του συστήματος και όχι μόνο την έξοδο του.

Exclusive OR Operation



Σχήμα 6.11

Είναι μια ειδική περίπτωση της χρήσης πύλης OR. Η συγκεκριμένη λέγεται αποκλειστική OR ή αλλιώς XOR. Η διαφορά της με την πύλη OR είναι ότι στην συγκεκριμένη περίπτωση η ενεργοποίηση της εξόδου γίνεται αποκλειστικά όταν μόνο μια είσοδος από τις δύο είναι ενεργοποιημένη. Στην περίπτωση που και οι δύο ενεργοποιηθούν τότε η έξοδος παραμένει ανενεργή.

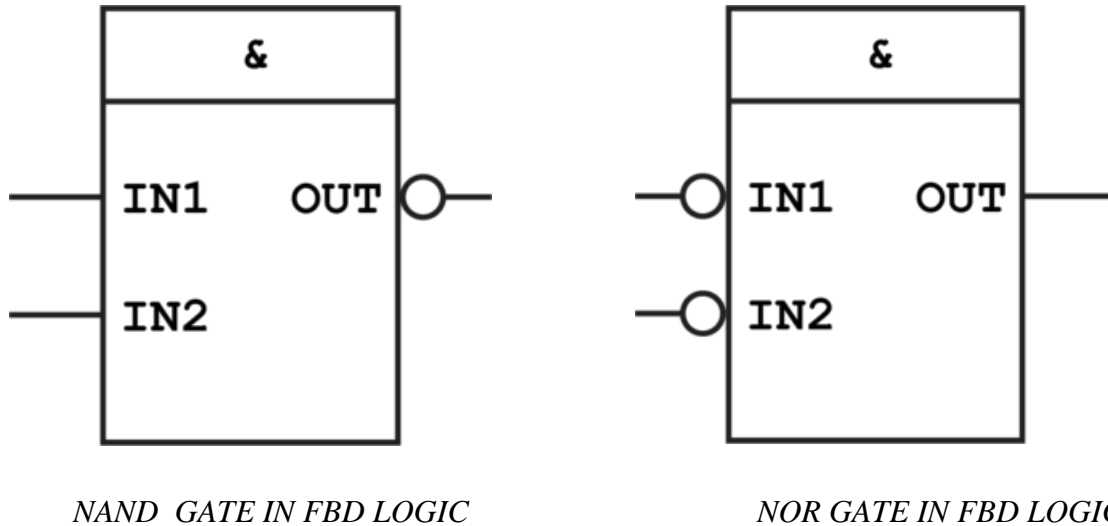
Το σύμβολο'' = ''που παρουσιάζεται υποδηλώνει την αναγκαία συνθήκη ενεργοποίησης της εξόδου, η οποία απαιτεί το άθροισμα των δύο εισόδων να μην ξεπερνάει το 1.

Αν και το συγκεκριμένο διάγραμμα μπορεί να κατασκευαστεί με την χρήση δύο πυλών AND και μίας πύλης OR, το συγκεκριμένο διάγραμμα παρέχεται έτοιμο από πολλές εταιρίες PLC.

Χρησιμοποιείται κυρίως όταν θέλουμε να εξακριβώσουμε εάν αποκλειστικά μια από τις δύο συνθήκες ή εισόδους που έχουμε είναι αληθείς.

NAND, NOR

Είναι οι πύλες AND και OR που αναφέραμε στις προηγούμενες σελίδες αλλά με άρνηση λογικής. Δηλαδή στην συγκεκριμένη περίπτωση AND ενώ θα είχαμε ενεργοποίηση εξόδου όταν και οι δύο εισοδοί είναι ενεργοποιημένες ,στην NAND με δύο ενεργοποιημένες εισόδους θα έχουμε ανενεργή έξοδο . Όμοια στην NOR εάν μία από τις δύο εισόδους είναι ενεργοποιημένη , τότε δεν θα έχουμε ενεργοποιημένη έξοδο.



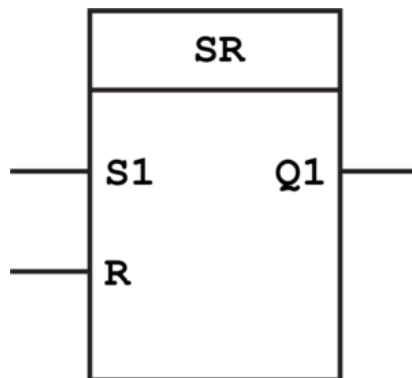
Σχήμα 6.12

Bistable Function Blocks

Μπορούμε να τα παρουσιάσουμε σαν μια πολύ απλή μορφή μνήμης. Έχουμε την δυνατότητα να κάνουμε SET ή RESET την μνήμη της εξόδου. Η έξοδος Q θυμάται την προκαθορισμένη τελευταία τιμή που είχε καθιερωθεί στην είσοδο SET1. Όταν η SET1 δεχθεί έναν παλμό, τότε η έξοδος Q1 θα ενεργοποιηθεί. Ακόμα και εάν η SET1 αλλάξει κατάσταση, η έξοδος θα παραμείνει ίδια.

SET/RESET

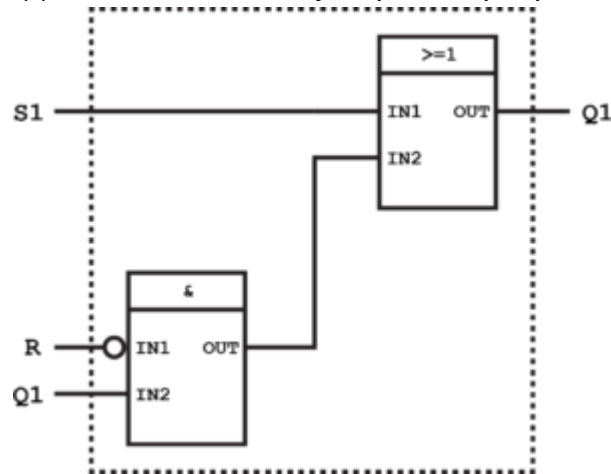
function block της παραπάνω συνάρτησης απεικονίζεται ως SR και έχει τον παρακάτω συμβολισμό.



Σχήμα 6.13

Για να αποκτήσουμε μία ιδέα για το πως ακριβώς λειτουργεί αυτό το function block, ας δούμε λίγο αναλυτικά την δομή του λογικού διαγράμματος. Η μορφή του διπλανού διαγράμματος

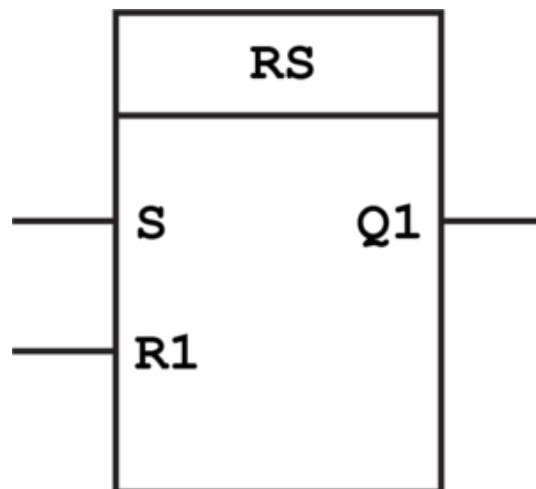
αποτελείται από δύο λογικές πύλες. Την πύλη OR και την πύλη AND. Η έξοδος της πύλης AND συνδέεται στην είσοδο της πύλης OR. Η μία από τις δύο εισόδους της πύλης AND είναι η έξοδος Q1 η οποία επιδρά στην έξοδο ολόκληρου του function block. Πολλοί αποκαλούν αυτό το function block ως flip flop function. Η έξοδος Q1 θα θυμάται ότι η είσοδος σε κάποιες περιπτώσεις ήταν αληθείς. Αυτό ισχύει μέχρι να ενεργοποιηθεί η τιμή του RESET , όπου η έξοδος θα γίνει και αυτή πλέον reset. Αναλυτικά όσα αναφέρθηκαν παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα το οποίο απεικονίζει την εσωτερική λειτουργία του SR.



Σχήμα 6.14

SET/RESET

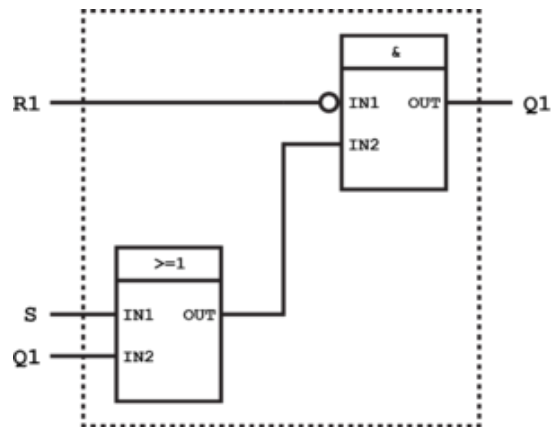
Το RS function block χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που θέλουμε την έξοδο να γίνεται reset ,όταν και οι δύο εισοδοι του block S1&R είναι αληθείς. Έχει την ίδια λειτουργία με το προηγούμενο διάγραμμα RS , μόνο που έχει προτεραιότητά στο reset.



Σχήμα 6.15

Και αυτό το διάγραμμα χρησιμοποιεί την λειτουργία των δύο βασικών εντολών AND και OR.

Η απεικόνιση της εσωτερικής λειτουργίας του φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 6.16

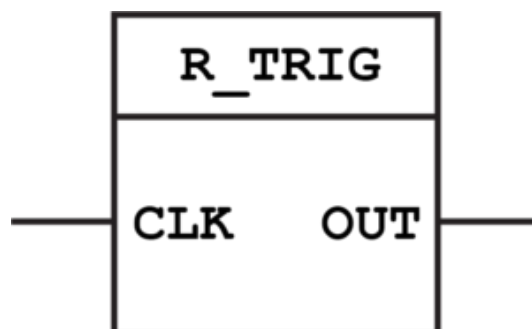
Edge Detection

Η διαδικασία του edge detection είναι πολύ βασική και χρήσιμη για τον προγραμματισμό των PLC και γενικά την λειτουργία και κατασκευή των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Με την έννοια αυτή αναφερόμαστε στην διαδικασία που ανιχνεύει την άκρη ενός σήματος. Ας δώσουμε ένα παράδειγμα για να γίνει κατανοητό. Έστω ότι έχουμε ένα σήμα που προέρχεται από ένα button και θέλουμε να μετρήσουμε πόσες φορές το πατάμε. Σε φυσιολογικές συνθήκες θα συνδέαμε την είσοδο σε ένα counter function block.

Όμως όπως γνωρίζουμε το PLC έχει έναν προκαθορισμένο κύκλο λειτουργίας, συνήθως πολύ μικρό (20-50 ms). Όσο γρήγορα και να πατήσουμε και αφήσουμε το button, ο χρόνος αυτός θα είναι τουλάχιστον 100-200ms με αποτέλεσμα η είσοδος να διαβαστεί από το PLC και σε επόμενους κύκλους λειτουργίας. Αυτό μεταφράζεται σαν να πατήθηκε περισσότερες φορές το button. Χρησιμοποιώντας λοιπόν το function block edge detection αποφεύγουμε αυτό το σφάλμα.

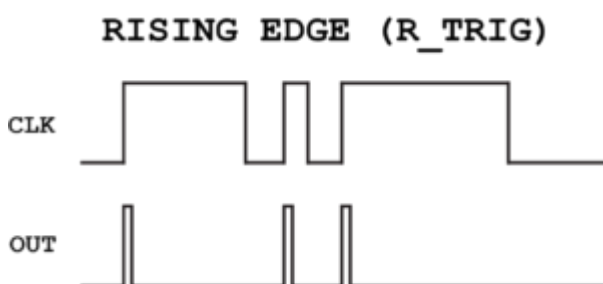
R_TRIG Function Block

Στα ψηφιακά σήματα διακρίνουμε και ανερχόμενη άκρη ή αλλιώς την θετική άκρη (rising edge or positive edge). Αυτό συμβαίνει όταν η τιμή του σήματος ανέρχεται από την τιμή 0 σε 1 ή αλλιώς σε πραγματικές συνθήκες στα ηλεκτρονικά κυκλώματά όταν η τάση μεταβάλλεται από 0 vdc σε 5 vdc.



Σχήμα 6.17

Όταν η είσοδος του CLK διαβάσει μια rising edge , η έξοδος θα τεθεί σε λειτουργία. Αυτό όμως θα συμβεί για κλάσματα δευτερολέπτων διότι η rising edge υλοποιείται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Ακόμα και εάν η είσοδος είναι ενεργοποιημένη και για περισσότερους κύκλους λειτουργίας , η έξοδος δεν θα αλλάξει κατάσταση παραπάνω από μία φορά. Η έξοδος γεννάει έναν παλμό όταν ένα ανερχόμενο σήμα παρουσιαστεί. Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα του function block ώστε να γίνει πιο κατανοητό.

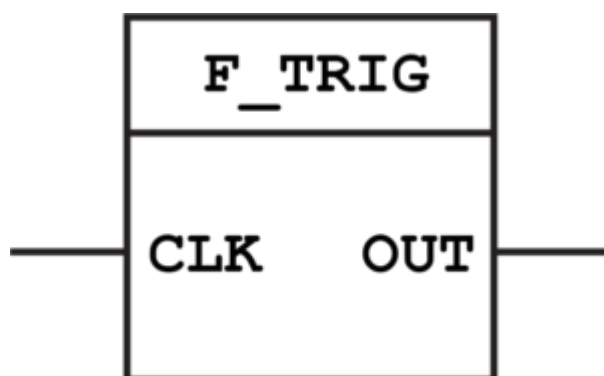


Σχήμα6.18

Χρειάζεται να παρουσιαστεί καινούργιο rising edge για να δημιουργηθεί νέος παλμός στην έξοδο του συστήματος. Για να ξανά τεθεί η έξοδος , πρέπει να η είσοδος να γίνει ψευδής και ξανά αληθής. Στην περίπτωση του button πρέπει να το αφήσουμε και να το ξανά πατήσουμε.

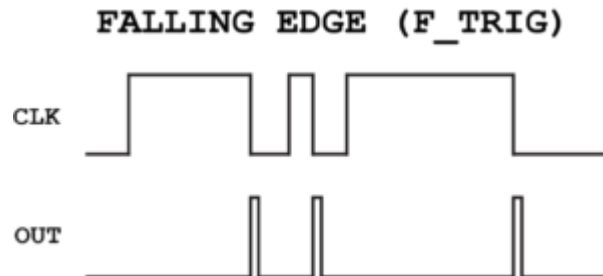
F_TRIG Function Block

Με αυτήν την λειτουργία ακριβώς όπως ανιχνεύεται η rising edge ,ακριβώς με τον ίδιο τρόπο ανιχνεύεται και η falling edge. Falling edge είναι η αλλαγή της κατάστασης μίας εισόδου από το 1 στο 0.



Σχήμα 6.19

Πολλές φορές η falling edge αναφέρεται και ως αρνητική άκρη. Λειτουργεί ακριβώς όπως το προηγούμενο function block μόνο που εδώ δημιουργείται παλμός στην έξοδο όταν έχουμε falling edge στην είσοδο.



Σχήμα 6.20

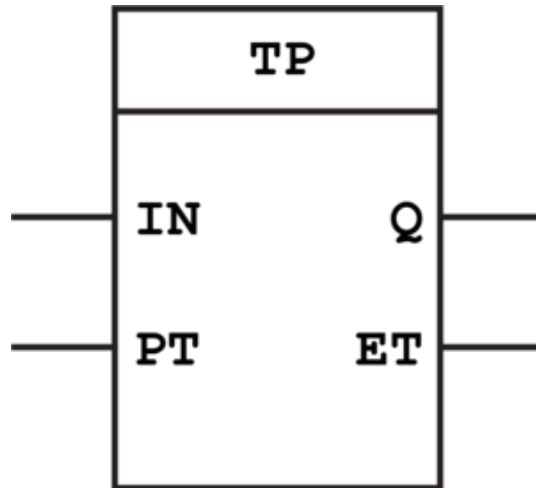
Μια τυπική χρήση αυτού του function block είναι η εφαρμογή του σε περιπτώσεις που θέλουμε να συμβεί κάτι όταν κάτι άλλο σταματήσει να συμβαίνει.

Timer Function Blocks

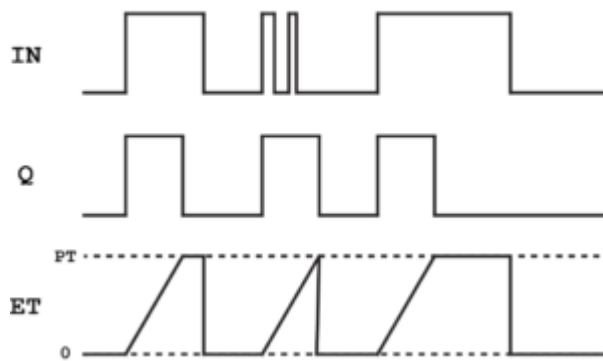
Με τα προηγούμενα function block που αναφέρθηκαν , ελέγχουμε ότι ένα σήμα δεν έχει χρονική διάρκεια περισσότερη από τον κύκλο λειτουργίας του PLC. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που θέλουμε να εκμεταλλευτούμε και την διάρκεια του σήματος ή και την χρονική στιγμή που αυτό εμφανίζεται. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος χρήσης των timer function blocks. Είναι διαχωρισμένοι σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες.

- **Pulse**
- **Timer**
- **(TP)**

Ο συγκεκριμένος timer έχει την ιδιότητα να δημιουργεί παλμό συγκεκριμένου μεγέθους. Έχει δύο εισόδους και δύο εξόδους. Ως τώρα όλα τα function blocks που είδαμε χρησιμοποιούσαν Boolean. Αυτό ισχύει και εδώ για την είσοδο IN και την έξοδο Q, αλλά είναι λίγο διαφορετικό στην είσοδο PT και την έξοδο ET. Και οι δύο παίρνουν τιμές απο τον τύπο δεδομένων TIME. Το PT είναι η μεταβλητή που εισάγουμε για τον επιθυμητό χρόνο λειτουργίας της ζξόδου. Για όσο χρόνο θα είναι ενεργή (αληθής) η μεταβλητή IN ,η έξοδος θα είναι ενεργοποιημένη για PT χρόνο.



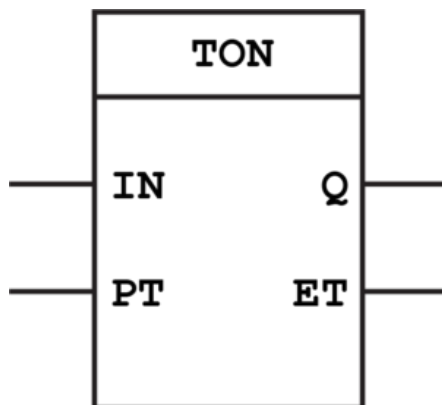
Σχήμα 6.21
PULSE TIMER (TP)



Σχήμα 6.22

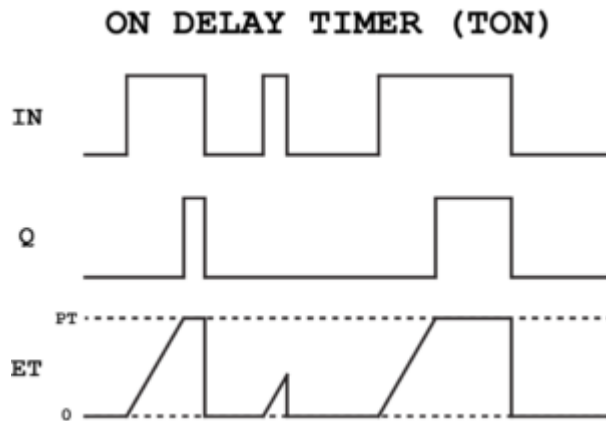
- **On Delay Timer (TON)**

Επόμενος TIMER είναι ο on delay timer ή αλλιώς TON. Ως επιπλέον χρήση εκτός από κλασσικού timer , χρησιμοποιείται για να θέσει χρονοκαθυστέρηση στον παλμό εξόδου. Όταν η είσοδος του counter αρχίσει να μετράει ,μετά την ολοκλήρωση του χρόνου PT η έξοδος Q θα ενεργοποιηθεί.



Σχήμα 6.23

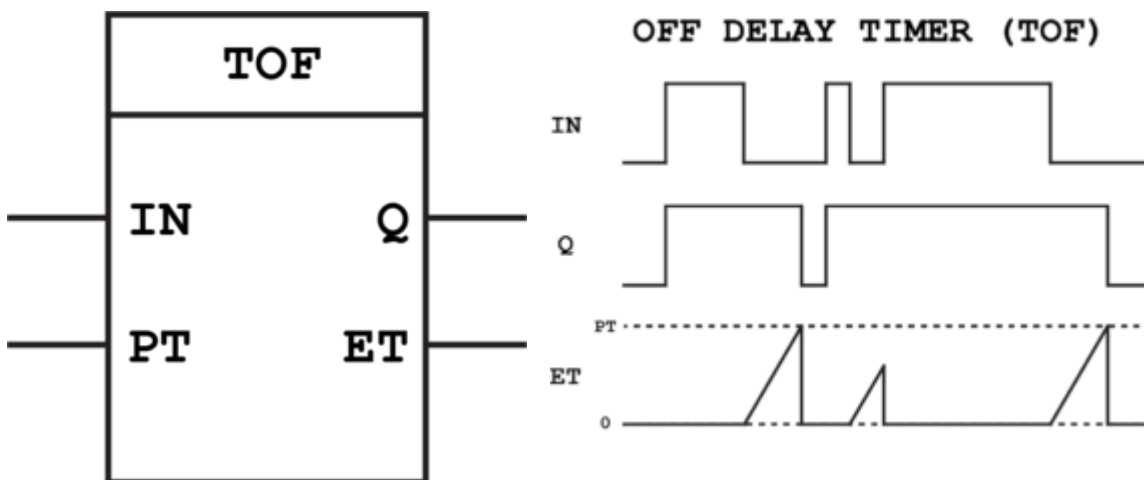
Έχει ακριβώς τις ίδιες εισόδους και εξόδους με τον pulse timer καθώς και η μεταβλητή ET η οποία είναι αρμόδια για την καταμέτρηση του χρόνου που έχει καταμετρηθεί.



Σχήμα 6.24

• **Off Delay Timer (TOF)**

Ο συγκεκριμένος timer απενεργοποιεί την έξοδο μετά από κάποια προκαθορισμένη μεταβαλλόμενη χρονοκαθυστέρηση. Όταν η μεταβλητή IN τεθεί σε ενεργοποίηση, τότε ενεργοποιείται αυτομάτως και η έξοδος. Για όσο χρόνο η μεταβλητή του χρόνου PT μετράει αντίστροφα, η έξοδος παραμένει ενεργοποιημένη. Όταν το χρονικό περιθώριο μηδενιστεί, τότε η έξοδος απενεργοποιείται.



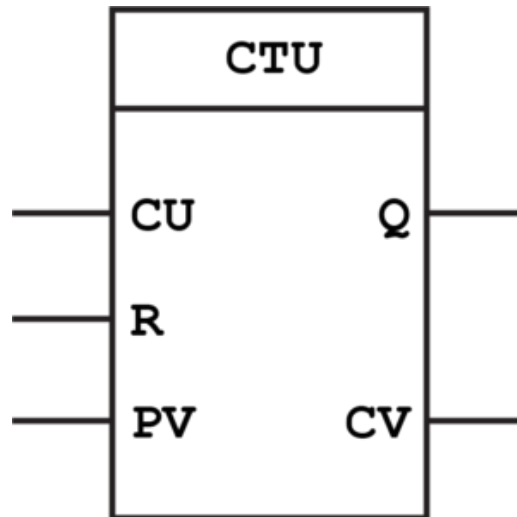
Σχήμα 6.25

Counter Function Blocks

Οι counters είναι από τα πιο σημαντικά και διαδεδομένα function blocks που χρησιμοποιούνται στα PLC. Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι counters. Αυτός που μετράει θετικά , αυτός που μετράει αρνητικά και αυτός που μετράει αρνητικά και θετικά.

Up Counter (CTU)

Αυτός ο counter έχει τρεις εισόδους και δύο εξόδους. Αν και φαίνονται αρκετοί είναι όλοι απαραίτητοι για την λειτουργία του.



Σχήμα 6.26

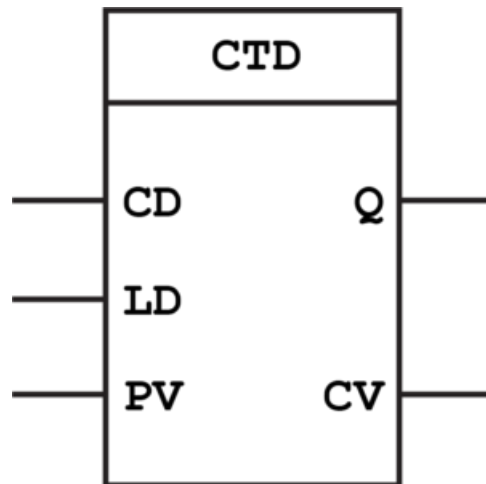
Η είσοδος CU δέχεται είσοδο από μια rising edge. Όταν συμβεί αυτό τότε η έξοδος CV λαμβάνει την τιμή 1. Για να συμβεί αυτό πρέπει το CV να έχει την μορφή ακέραιου (integer). Καθώς ο ακέραιος είναι μορφής 16-bit , μπορεί να καταμετρηθούν μέχρι 32767 τιμές. Και ο PV αλλά και ο CV είναι ακέραιας μορφής. Ο PV είναι το όριο για το οποίο έχει τεθεί η έξοδος Q.

Η RESET (R) τιμή είναι προκαθορισμένη να θέτει την τιμή του CV σε μηδέν.

Down Counter (CTD)

Χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που θέλουμε να μετρήσουμε αντίστροφα. Λειτουργεί ακριβώς όπως ο counter up αλλά αντί να μετράει 1 προς τα επάνω , μετράει 1 προς τα κάτω.

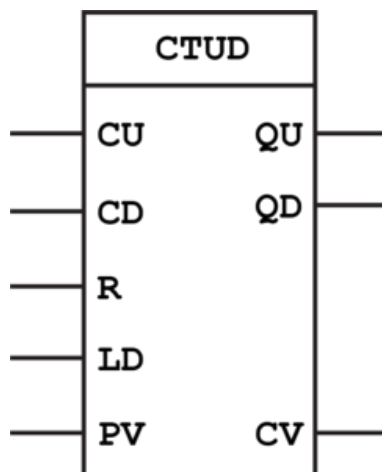
Όταν μετράμε προς τα επάνω συνήθως ξεκινάμε να μετράμε από το 0. Στην συγκεκριμένη περίπτωση όμως που μετράμε προς τα κάτω πρέπει να τεθεί μια τιμή από την οποία θα έχει τιμή αναφοράς το πρόγραμμα για να ξεκινήσει να μετράει. Αυτός είναι ο λόγος που υπάρχει η μεταβλητή LD. Όταν αυτή είναι αληθής τότε η CV μεταφέρεται στην PV.



Σχήμα 6.27

Up Down Counters (CTUD)

Αυτός ο counter χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που είναι χρήσιμο και πρακτικό να μπορούμε να μετράμε προς τα πάνω αλλά και προς τα κάτω. Έχει πέντε εισόδους και τρεις εξόδους. Όλες έχουν τα ίδια ονόματα όπως και οι προηγούμενοι counters που προαναφέρθηκαν. Αυτό το block είναι συνδυασμός των δύο προηγούμενων που αναφέρθηκαν προηγουμένως και έχουν την ίδια λειτουργία με αυτές που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα.



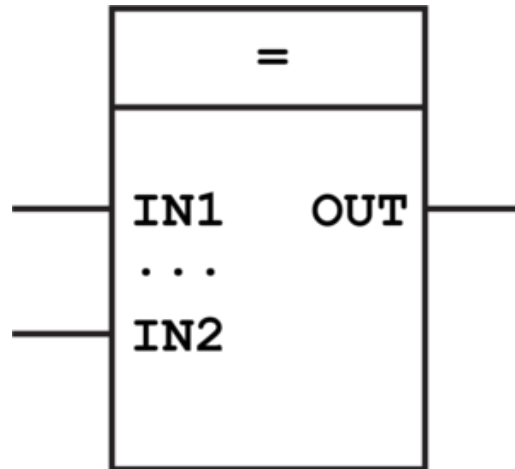
Σχήμα 6.28

Comparison Function Blocks

Η σύγκριση μεταβλητών είναι μια πολύ αναγκαία και συχνή διαδικασία στην λειτουργία ενός προγράμματος. Χρησιμοποιείται στην άλγεβρα Boolean στις πύλες OR και AND , αλλά υπάρχει και function block προκαθορισμένο μόνο για αυτή την λειτουργία. Στην πραγματικότητα με αυτά τα function blocks πλέον δεν συγκρίνουμε

μόνο τύπους Boolean αλλά και όλους τους πραγματικούς αριθμούς και τους περισσότερους τύπους δεδομένων.

Equality (=)

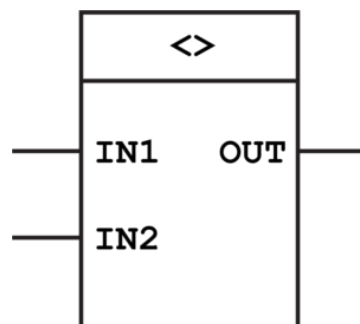


Σχήμα 6.29

Οι τιμές IN1/ IN2 είναι οι μεταβλητές εισόδου στο σύστημα και η έξοδος ενεργοποιείται όταν πληρούνται οι προδιαγραφές ισότητας. Οι τελείες ενδιάμεσα από τις μεταβλητές υποδηλώνουν ότι μπορεί να έχουμε και παραπάνω από μία εισόδους στο function block. Είναι πολύ χρήσιμο για την σύγκριση ακέραιων αριθμών αλλά όταν πρόκειται για σύγκριση διαφορετικών τύπων είναι πολύ ευαίσθητο και μπορεί να προκαλέσει σφάλματα.

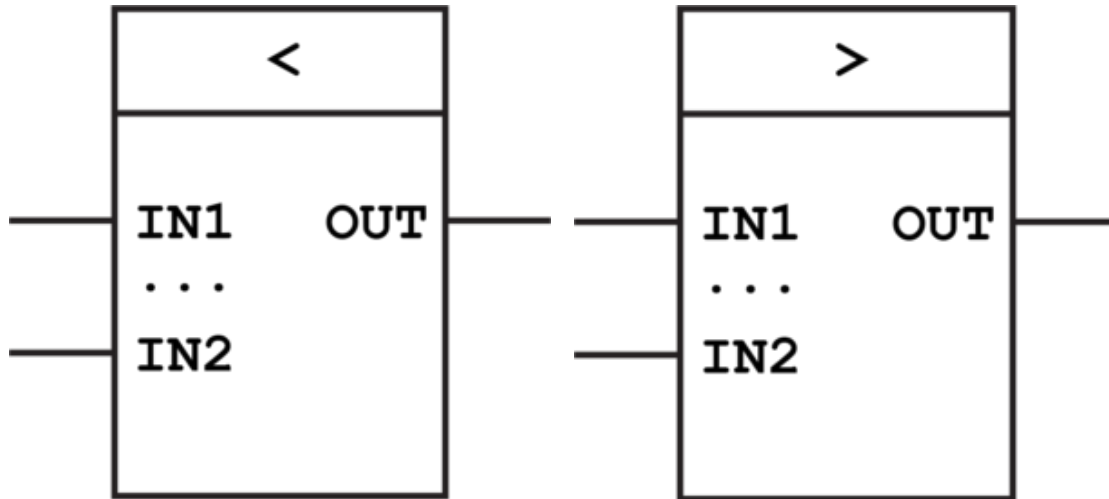
Inequality (<>)

Χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που θέλουμε να ελέγχουμε εάν οι εισοδοί του συστήματος δεν είναι ίσοι. Η έξοδος του συστήματος θα είναι και θα παραμένει ενεργοποιημένη όσο και μόνον όσο , οι εισοδοί δεν είναι ίσες μεταξύ τους. Όταν έστω και μία από αυτές γίνει ίση με κάποια άλλη τότε η είσοδος θα απενεργοποιηθεί.



Σχήμα 6.30 Less Than (<)/Greater Than (>)

Προηγουμένως αναφερθήκαμε στην δυσκολία λόγω ευαισθησίας του συστήματος να συγκρίνουμε δύο ή περισσότερες μεταβλητές για ισότητα. Με τις συγκεκριμένες συναρτήσεις μπορεί να υλοποιηθεί ασφαλέστερα.



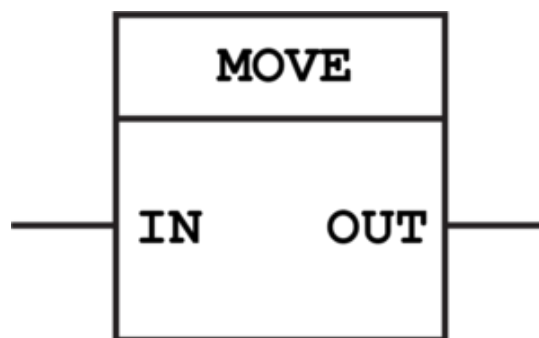
Σχήμα 6.31

Selection Function Blocks

Μας δίνει την δυνατότητα να επιλέγουμε μεταξύ μεταβλητών χωρίς προϋποθέσεις.

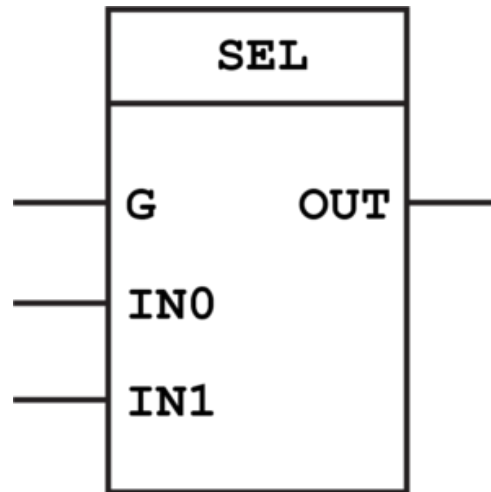
MOVE : Είναι το πιο συχνό και απλό selection function block και το μόνο που κάνει είναι να μεταφέρει την τιμή της εισόδου , απ' ευθείας στην έξοδο του συστήματος.

Δεν έχει κανέναν περιορισμό από τύπους δεδομένων , περιέχει μόνο μια είσοδο που την μεταφέρει στην έξοδο. Μπορούμε να πούμε πως ο σκοπός του είναι για να μεταφέρει τιμές από το ένα πεδίο σε κάποιο άλλο.



Σχήμα 6.32

Binary Selection (SEL)



Σχήμα 6.33

Μας δίνει την δυνατότητα να επιλέξουμε μεταξύ δύο μεταβλητών οι οποίες τοποθετούνται στις εισόδους IN0 IN1 και μεταφέρονται στην έξοδο. Η μεταβλητή G παίρνει μορφή Boolean και είναι αυτή που θα επιλέξει μεταξύ των δύο εισόδων. Παίρνει δύο τιμές , την τιμή 1 και την τιμή 0. Η τιμή 1 αναφέρεται στην μεταβλητή IN1 και η τιμή 0 στην μεταβλητή IN0.

7.MANOEUVRING THRUSTER

7.1 BOW THRUSTERS-STERN THRUSTERS

Τα bow thrusters είναι ένας πολύ χρήσιμος μηχανισμός για τον χειρισμό της πλεύσης των πλοίων και ειδικά για την διαδικασία του manoeuvring. Είναι μηχανισμοί ειδικών προπελών οι οποίες τοποθετούνται είτε στην πλώρη (bow thrusters) είτε στην πρύμνη του (stern thruster) και δέχονται χειρισμό μέσα από ειδικούς controllers στην γέφυρα.



Η εγκατάσταση τους γίνεται μέσα σε ειδικά τούνελ από την κατασκευή του πλοίου (σημεία που βρίσκονται τα προπελλάκια, ενώ οι πίνακες ελέγχου και τα μοτέρ συνήθως τοποθετούνται στο ακριβώς επάνω deck. Επιτρέπουν στον κυβερνήτη να κάνει χειρισμούς για την πρόσδεση και το manoeuvring χωρίς την λειτουργία της μηχανής ,η οποία προκαλεί το λιγότερο μια ελαφριά κίνηση προς τα πλώρα την ώρα της λειτουργίας της. Τα bow και τα stern thruster

χρησιμοποιούν την ίδια αρχή λειτουργίας. Τα μεγάλα πλοία μπορεί να έχουν από δύο

τοποθετημένα δίπλα δίπλα. Χρησιμοποιούν κινητήρες dc ή ακόμα και υδραυλικά συστήματα. Η προπέλα κίνησης ανάλογα με την φορά περιστροφής της δίνει και την ανάλογη κίνηση στο πλοίο δεξιά ή αριστερά, και δίνει την ικανότητα στο πλοίο να κινείται χωρίς την ανάγκη παρέμβασης των ρυμουλκών. Με αυτόν τον τρόπο εξοικονομείται χρόνος και χρήματα, πολύτιμα για την παραγωγικότητα του εκάστοτε σκάφους. Τα πλοία με thrusters συνήθως έχουν σημάδι της τοποθεσίας του στο σημείο που βρίσκονται πάνω από την γραμμή του νερού.

7.2 Externally mounted bow thrusters

Σε μικρότερα σκάφη που δεν υποστηρίζεται τοποθέτηση bow και stern thrusters λόγω του μεγέθους και της κατασκευής του σκελετού του σκάφους, τοποθετούνται externally mounted bow thrusters. Έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας με τα υπόλοιπα αλλά είναι πολύ μικρότερα και έχουν επίσης πολύ μικρότερη ισχύ. Έχουν μία ή περισσότερες προπέλες και μοτέρ DC χαμηλής ισχύος. Επίσης έχουν χειριστήριο στην γέφυρα για την λειτουργία του από τον καπετάνιο.

7.3 Waterjet bow thrusters

Είναι μια ειδική κατηγορία bow thruster που χρησιμοποιεί υδραυλικό σύστημα συνδεδεμένο με προπελλάκι πολλαπλής περιστροφής και δυνατότητα αλλαγής περιστροφής. Έχουν το πλεονέκτημα ότι τοποθετούνται σε μικρότερα τούνελ στο σκαρί του σκάφους και δεν επηρεάζουν την πρόωση του πλοίου.

Τρόπος Λειτουργίας

Η λειτουργία του απωθητή βασίζεται στην κίνηση της έλικας που βρίσκεται στην πλώρη του πλοίου. Οι έλικες μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια του άξονα σε κινητική ενέργεια του νερού. Η περιστροφική κίνηση της έλικας αυξάνει την ορμή του νερού που ρέει ανάμεσα στα πτερύγια της. Ταυτόχρονα σε κάθε πτερύγιο επάγεται από το ρευστό μία δύναμη, η οποία αναλύεται σε περιφερειακή ανθιστάμενη συνιστώσα και σε αξονική ωστική δύναμη. Οι περιφερειακές συνιστώσες των δυνάμεων των πτερυγίων δημιουργούν την ανθιστάμενη ροπή στρέψεως της έλικας η οποία υπερνικάτε από την στρεπτική ροπή του κινητήρα. Ο αριθμός των πτερυγίων των ελίκων και το σχήμα τους είναι ανάλογα με το είδος του πλοίου και το μέγεθος του. Δηλαδή η έλικα του απωθητή δεν είναι ίδια για όλους τους τύπους πλοίων. Επίσης, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι για να γίνει σωστά η λειτουργία του απωθητή, θα πρέπει να τοποθετείται όσο γίνεται πιο μπροστά στην πλώρη. Αν τοποθετηθεί λίγο πιο μέσσα δεν θα είναι ικανός να αποδώσει στο μέγιστο δυνατό και πάλι θα υπάρχει δυσκολία.

7.4 Solenoid Valves

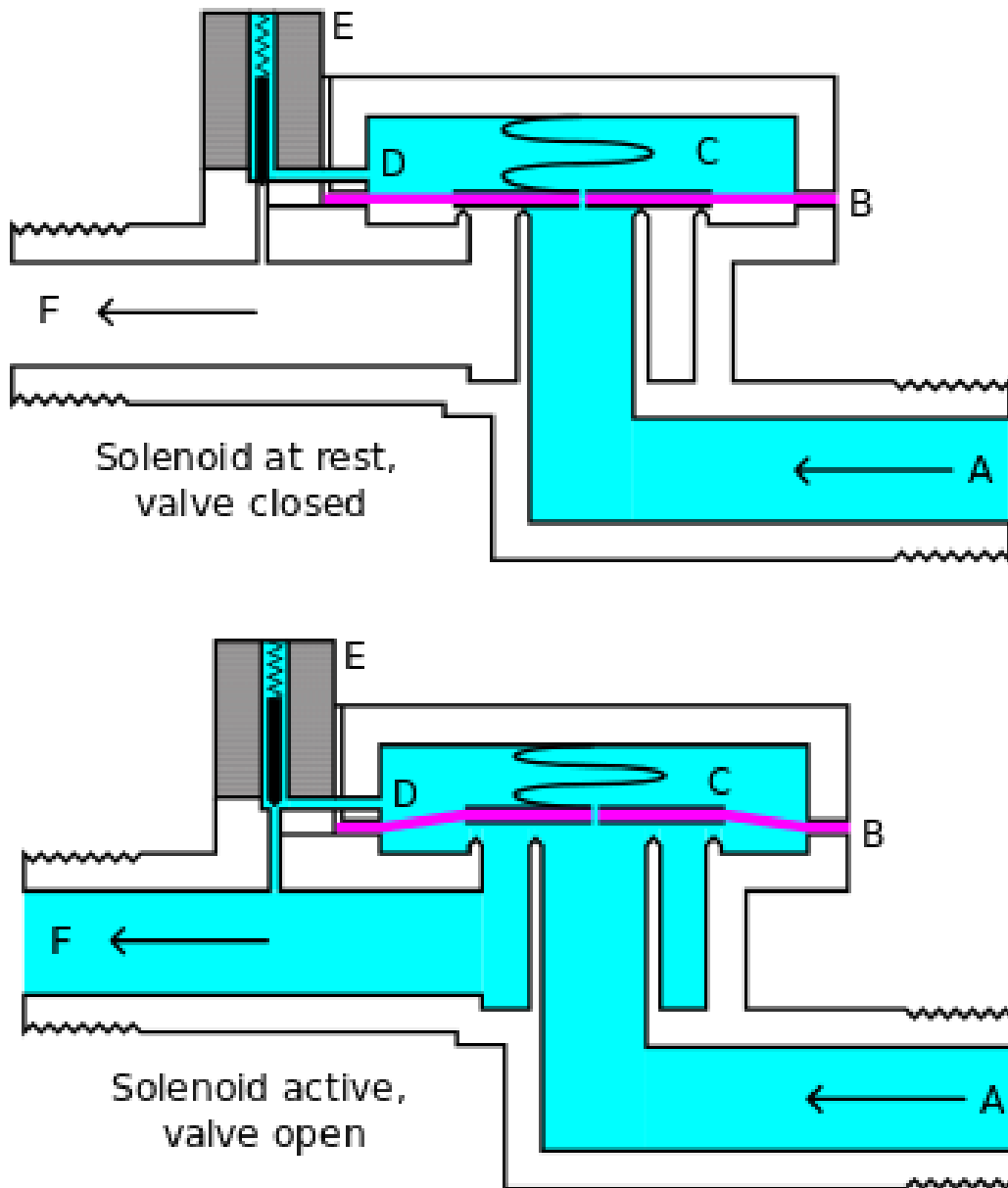
Τα solenoid valves είναι από τις πιο γνωστές διατάξεις στις ηλεκτρο-υδραυλικές εφαρμογές τόσο στα πλοία όσο και στην βιομηχανία. Θα ήταν αδύνατος ο χειρισμός οποιασδήποτε εφαρμογής χωρίς την χρήση τους. Επομένως και στην δική μας περίπτωση θα έχουν κύριο ρόλο στην εφαρμογή και γι' αυτόν τον λόγο θα πρέπει να γίνει η περιγραφή τους και η

ανάλυση της λειτουργίας τους και του τρόπου εφαρμογής τους. Τι είναι λοιπόν τα solenoid valves. Όταν αναφερόμαστε σε αυτά εννοούμε μια ηλεκτρομηχανική διάταξη. Είναι ουσιαστικά το relay των υδραυλικών συστημάτων. Αποτελούνται από μια βαλβίδα που εισέρχεται το υγρό, συνήθως λάδι. Αυτή η βαλβίδα φράσσεται από έναν μεταλλικό πείρο. Αυτός ο πείρος ελέγχεται από ένα πηνίο το οποίο είναι τοποθετημένο στην κεφαλή του. Το πηνίο αυτό ενεργοποιείται από κάποια τάση είτε dc είτε ac ανάλογα με τον τύπο του εφαρμοσμένου solenoid valve. Ακριβώς όπως και στα γνωστά σε όλους μας relays, όταν το πηνίο ενεργοποιηθεί δημιουργεί ηλεκτρομαγνητικό πεδίο το οποίο με την σειρά του έλκει τον πείρο και τον σηκώνει ώστε να μην εμποδίζει πλέον την διέλευση του υγρού. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ο έλεγχος για την ροή καθώς και ο έλεγχος της φοράς διέλευσης των υγρών.



Εικόνα 7.1

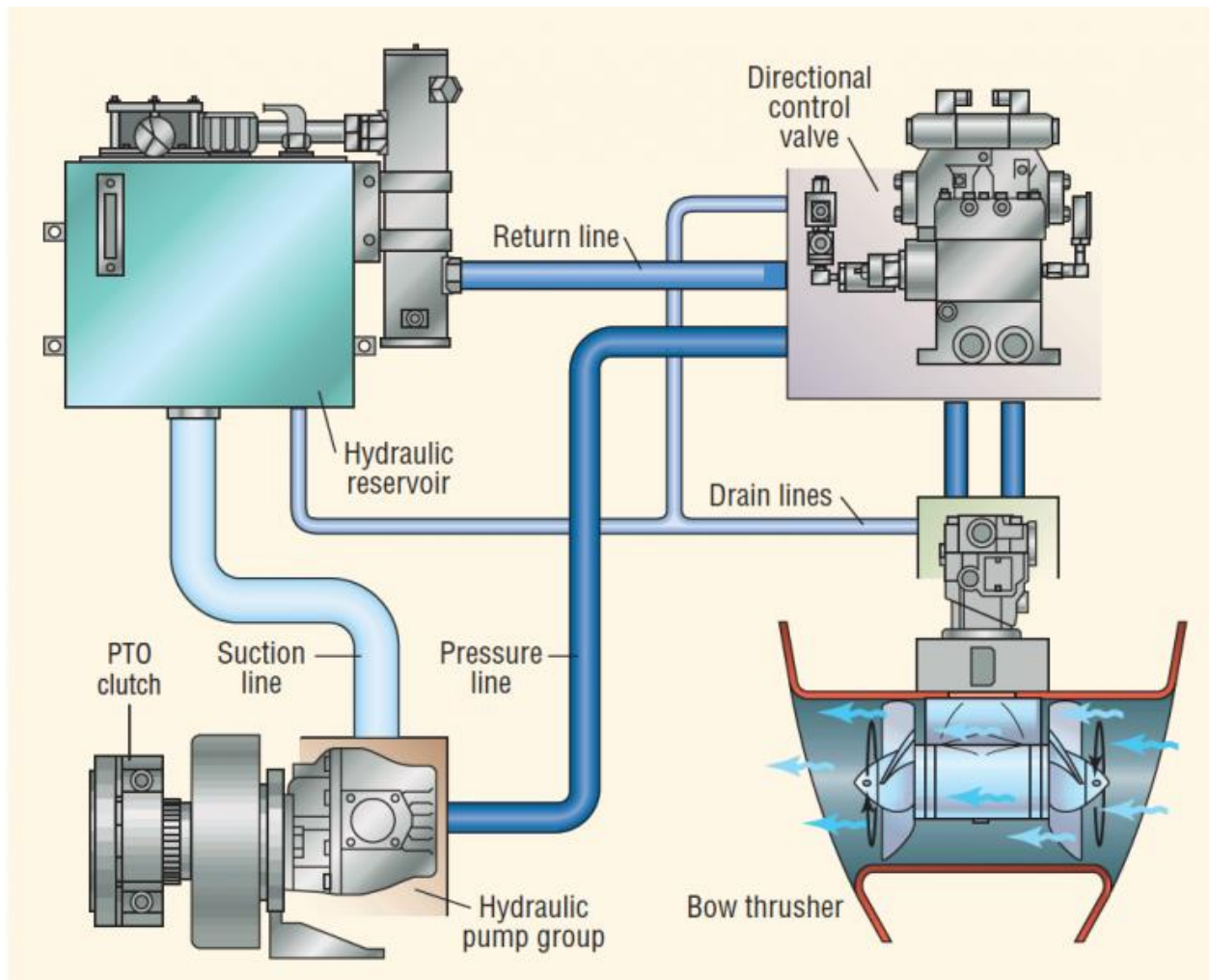
Διακρίνονται σε normally open και normally closed. Συχνά αποτελούνται από πολλές εισόδους και μονοπάτια διέλευσης των υγρών. Η χρήση τους επιλέγεται από τα κριτήρια της τάσης που χρησιμοποιούν καθώς και από την δύναμη της αντοχής υλικού που είναι κατασκευασμένα.



Σχήμα

7.1

Bow thruster με υδραυλικό σύστημα μετάδοσης της κίνησης.



Σχήμα 7.2

Ο έλεγχος της κίνησης γίνεται μέσω ειδικών solenoid valves, τα οποία λειτουργούν ως διακόπτης ελέγχου ροής του λαδιού και κατεύθυνση της κίνησης της προπέλας. Η επιλογή της φοράς περιστροφής του κινητήρα και κατά συνέπεια της έλικας, εξαρτάται από την φορά εισροής του λαδιού στον κινητήρα. Το λάδι βρίσκεται σε ειδική δεξαμενή, αυτόνομη και ανεξάρτητη για μοναδική χρήση στην λειτουργία των thrusters. Βρίσκεται σε συνεχόμενη και σταθερή πίεση μέσω αντλίας που το πρεσάρει. Η ροή του προς τον κινητήρα διακόπτεται από τα solenoid valves που αναφέραμε. Όταν κάποιο solenoid valve ενεργοποιηθεί, επιτρέπει την ροή του λαδιού προς τον κινητήρα και έτσι επιτυγχάνεται η επιλογή της φοράς περιστροφής. Να σημειωθεί ότι δεν είναι επιτρεπτή η ταυτόχρονη ενεργοποίηση των solenoid valves και το κύκλωμα πρέπει να προβλέπει τυχόν σφάλμα.

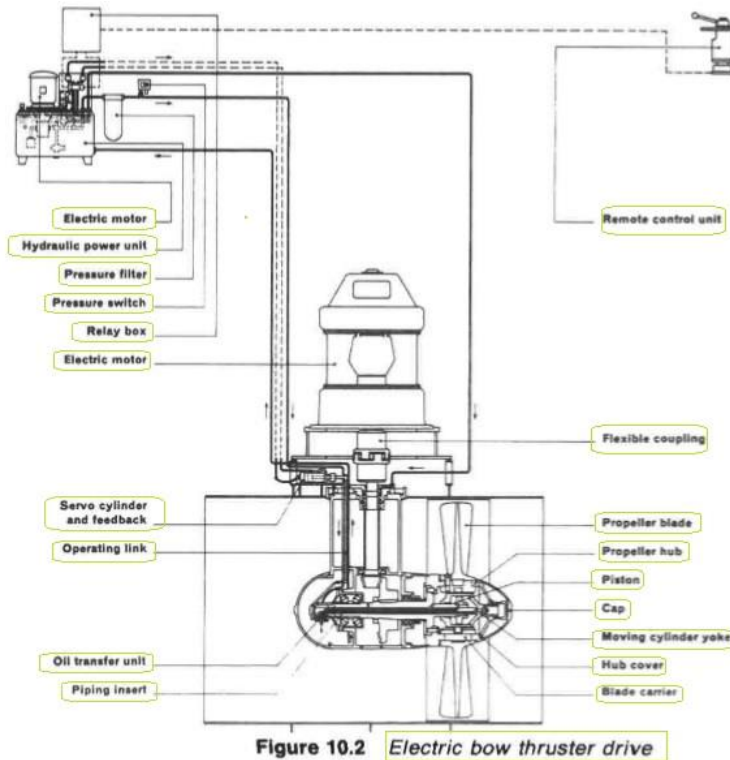
Υδραυλικό μοτέρ με προπέλα που χρησιμοποιείται σε bow /stern thrusters.



Σχήμα 7.3

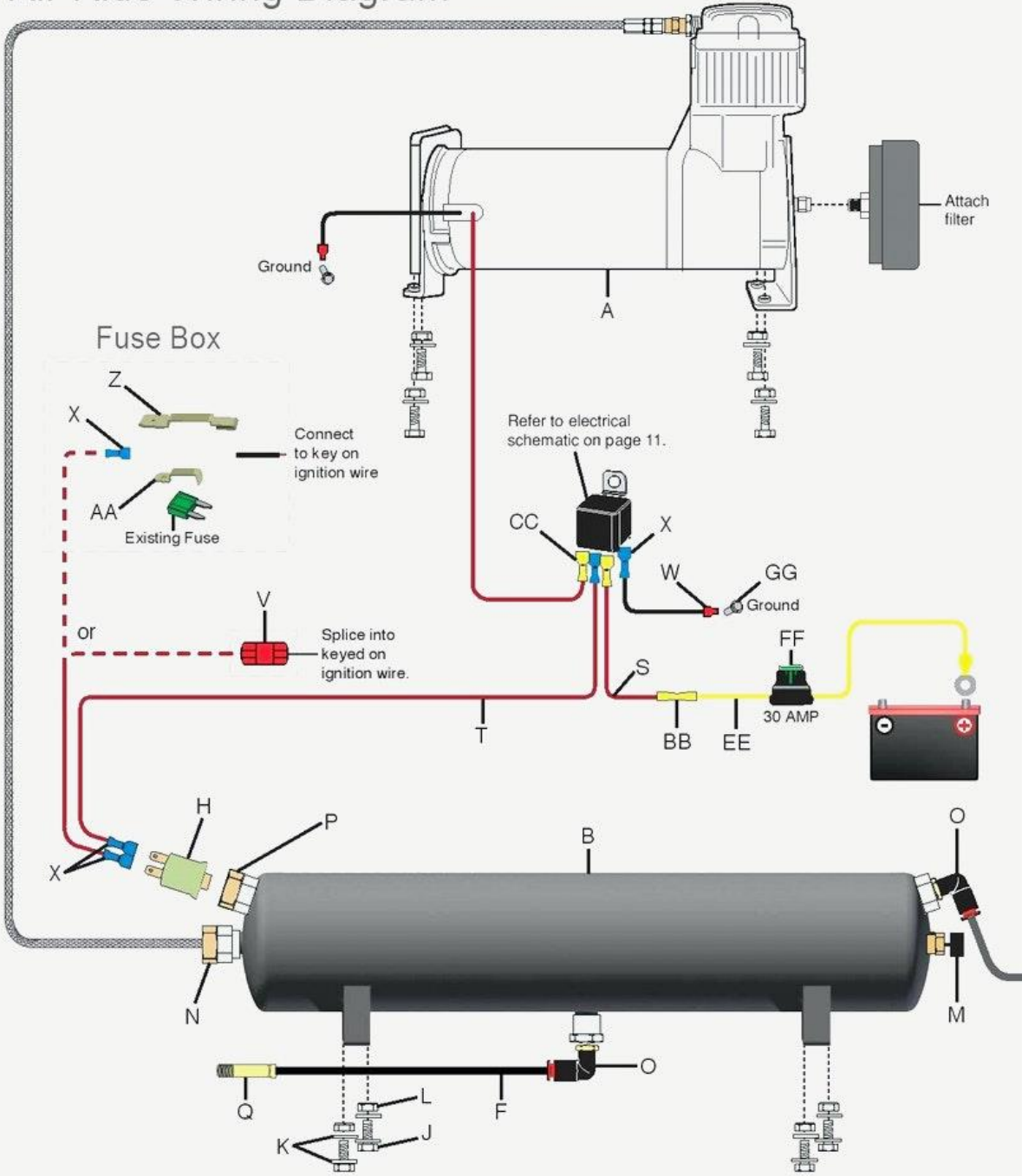
7.5 Ηλεκτρικό bow/stern thruster

Τα ηλεκτρικά thrusters αποτελούνται από μοτέρ συνεχούς ή εναλλασόμενου ρεύματος. Υπάρχουν πολλοί κινητήρες διαφορετικής ισχύος και δίνουν την δυνατότητα αλλαγής κίνησης περιστροφής αλλά και χειρισμού του βήματος προπέλλας στην περίπτωση που εφαρμόζεται.



Σχήμα 7.4

Air Ride Wiring Diagram



Σχήμα 7.5

8. Wind indicator

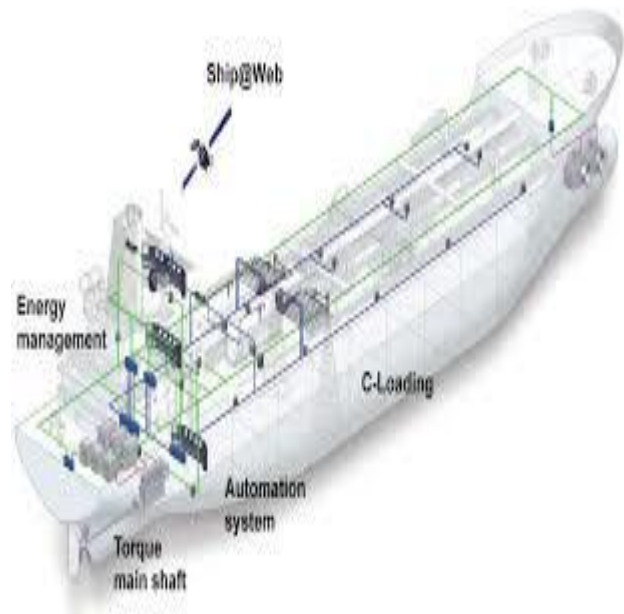
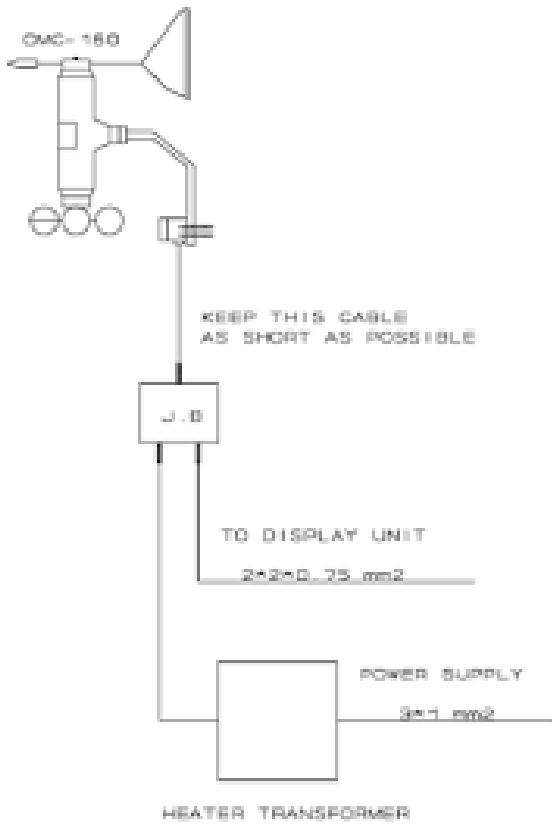
Το wind indicator είναι αναπόσπαστο κομμάτι των πλοίων και στην δική μας εφαρμογή επίσης. Εκτός από την ικανότητα να παρέχει την πληροφορία της ισχύος του ανέμου , παρέχει και την πληροφορία της κατεύθυνσης του. Όταν ένα πλοίο βρίσκεται στην κατάσταση πρόσδεσης ή εισχώρησης σε δεξαμενή, η ταχύτητα του ανέμου καθώς και η φορά του έχουν ιδιαίτερη σημασία αφού παρασύρουν το πλοίο προς συγκεκριμένη φορά. Όταν το ο άνεμος φυσάει για παράδειγμα προς τα δυτικά και το πλοίο δένει η μπαίνει σε δεξαμενή που βρίσκεται δυτικά , τότε η ισχύς και η διάρκεια λειτουργίας των thrusters ή των μηχανών πρέπει να είναι πολύ μικρότερη απ' όταν η φορά του ανέμου είναι κόντρα στην φορά κίνησης. Ας δούμε όμως πρώτα πως λειτουργεί και από τι αποτελείται ένα ανεμόμετρο.

Ένα ανεμόμετρο σε γενική μορφή αποτελείται από έναν αισθητήρα για την καταμέτρηση του ανέμου. Αυτός ο αισθητήρας δεν είναι τίποτα περισσότερο από ένα transducer που μετατρέπει την κινητική ενέργεια του ανέμου σε τάση vdc είτε σε ρεύμα mA. Σε κάποιες περιπτώσεις ανάλογα το μοντέλο του ανεμομέτρου μπορεί να το μετατρέπει σε σήμα NMEA 0183. Αυτό το σήμα μεταφέρεται από καλώδιο σε κουτί διακλαδώσεως είτε απ' ευθείας στην οθόνη του. Κάποιες φορές μπορεί να υπάρχει και μονάδα επεξεργασίας που λαμβάνει το σήμα και το μετατρέπει καθώς και το μοιράζει στον υπόλοιπο εξοπλισμό του πλοίου. Το σήμα λοιπόν που στέλνεται από το ανεμόμετρο μπορεί να σταλεί στο σύστημα μας, να διαβαστεί και να αποτελέσει μία από τις παραμέτρους μας.

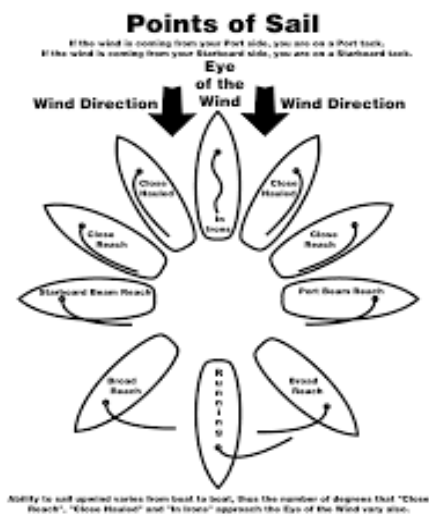


Εικόνα 8.1

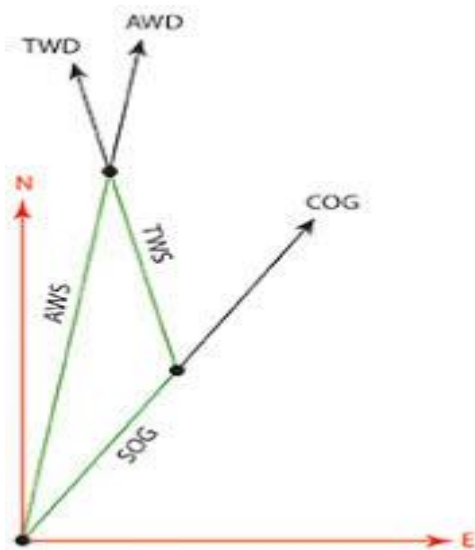
Οθόνη wind indicator αισθητήρας μέτρησης ανέμου



Σχήμα 8.2



Σχήμα 8.3



Σχήμα 8.4

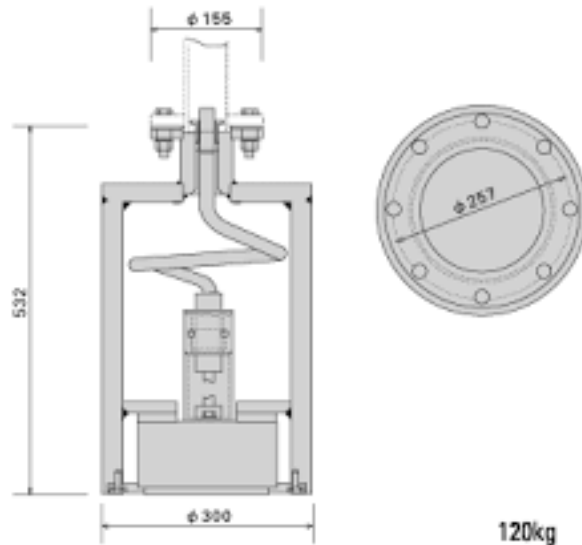
9. SPEEDLOG

Το speedlog ή όπως αλλιώς αποκαλείται δρομόμετρο στα ελληνικά είναι και αυτό απαραίτητο και αναπόσπαστο κομμάτι σε όλα τα πλοία. Μετράει την ταχύτητα που πλέει το σκάφος αλλά και την ταχύτητα του νερού καθώς και την φορά του. Αυτό είναι και το δεδομένο που μας χρειάζεται ως παράμετρος για το δικό μας σύστημα. Επίσης μετράει την απόσταση που έχει διανύσει ή διανύει το πλοίο.

Το δρομόμετρο αποτελείται από έναν αισθητήρα ο οποίος τοποθετείται συνήθως στην πλώρη του πλοίου με διάφορους τρόπους. Συνήθως τοποθετείται μέσα σε βαλβίδα που έχει πρόσβαση στο νερό και είναι κατασκευασμένη από την αρχή της κατασκευής του σκάφους. Μπορεί ωστόσο η βαλβίδα αυτή να είναι τύπου seavalve, ώστε να μπορεί να γίνει αντικατάσταση του αισθητήρα σε περίπτωση βλάβης. Ο αισθητήρας αντίστοιχα και με παρόμοια διαδικασία όπως και στο ανεμόμετρο μετατρέπει την ροή του νερού σε ηλεκτρομαγνητικό σήμα είτε συνεχούς τάσης, είτε σε ρεύμα αλλά είτε και σε σήμα NMEA. Επίσης κάποια μοντέλα το μετατρέπουν σε παλμούς. Αυτό το σήμα μεταφέρεται μέσω καλωδίου στον preamplifier unit όπου κάνει την επεξεργασία του σήματος και την μετατρέπει στην κατάλληλη μορφή για να αναγνωριστεί από το electronic unit. Το electronic unit στην συνέχεια αναλαμβάνει την αποστολή του σήματος στην οθόνη αλλά και στα μηχανήματα που διαβάζουν το σήμα αυτό όπως RADAR, ECDIS, VDR etc.

Το σήμα αυτό είναι το ίδιο που θα χρησιμοποιήσουμε και εμείς ως παράμετρο στο δικό μας σύστημα ώστε να το πάρουμε σαν παράμετρο για την λειτουργία μας.

NKF-770



120kg

Σχήμα 9.1

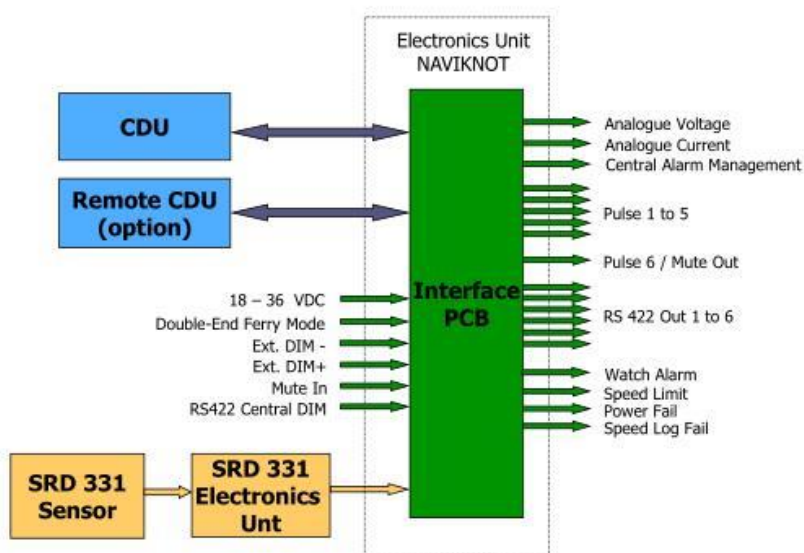
Στην διπλανή εικόνα παρουσιάζεται ο αισθητήρας ενός δρομόμετρου προσαρμοσμένος στην βάση που προϋπήρχε από την κατασκευή του σκάφους. Ο αισθητήρας προσαρμόζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξέχει ελάχιστα από το σκαρί του πλοίου. Η πληροφορία που εκπέμπει ως σήμα περιλαμβάνει την ταχύτητα του νερού όταν το πλοίο είναι δεμένο, την ταχύτητα του νερού όταν το πλοίο ταξιδεύει, την φορά του νερού και πολλές φορές ανάλογα το μοντέλο ,την θερμοκρασία του νερού.



Σχήμα 9.2

NAVIKNOT Speed Log 450 DD

In- and Outputs



Sperry Marine

NORTHROP GRUMMAN

Σχήμα 9.3

10.DISTANCE SENSORS

Ένα από τα κυριότερα, εάν όχι το σημαντικότερο σημείο της εφαρμογής μας είναι η καταμέτρηση της απόστασης του σκάφους από το σημείο πρόσδεσης ή από την δεξαμενή που καλείται να εισαχθεί. Για την επίτευξη του συγκεκριμένου σκοπού πρέπει να χρησιμοποιηθούν ειδικοί αισθητήρες που θα έχουν πολύ ακρίβεια με ελάχιστη πιθανότητα σφάλματος. Ένας αισθητήρας που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον σκοπό αυτό είναι ο XUE1AA2NM12 της TELEMECANIQUE, ο οποίος λειτουργεί με ακτίνες laser ώστε να έχει μεγάλη ακρίβεια και να καταλαμβάνει μεγάλες αποστάσεις.



Range of product OsiSense XU

Series name Application material handling

Electronic sensor type Photo-electric sensor

Sensor name XUE

Sensor design Compact 90 x 90

Detection system Reflex

Material Plastic

Supply circuit type DC

Wiring technique 5-wire

Discrete output type PNP

Discrete output function 2 NO/NC programmable

Electrical connection 1 male connector M12, 5 pins

Analogue output range 4...20 mA

Product specific appli- Distance measurement on reflector
Emission Infrared laser, pulsed (class 1),
Cation wavelength: 905 nm

conforming to IEC 600825-1
Red laser, pulsed (class 2), wavelength: 670 nm
conforming to IEC 600825-1

[Sn] nominal
sensing 30 m need reflector XUZC250
Distance

ABS, anti-shock
PMMA

| | |
|-----------------------------|--|
| <= +/- 40 mm | |
| 45 x 60 mm at 30 meters | |
| 1 LED (green) for supply on | |
| 2 LEDs (yellow) for output | |
| [Us] rated supply voltage | |
| Supply voltage limits | 24 V DC with reverse polarity protection 18...30 V DC |
| Switching capacity in mA | 100 mA (overload and short-circuit protection) |
| Switching time | 30 ms fast mode/65 ms slow mode |
| Voltage drop | <= 2.4 V (closed state) |
| Current consumption | 125 mA (no-load) |
| Delay first up | 30 ms/65 ms |
| Delay response | 30 ms fast mode/65 ms slow mode |
| Setting-up | Parametering by buttons |
| Height | 93 mm |
| Length | 95 mm |
| Width | 42 mm |
| Product weight | 0.2 kg |

Environment

| | |
|---------------------------------------|---|
| Product certifications | CE CULus |
| Ambient air temperature for operation | -10...50 °C |
| Ambient air temperature for storage | -40...80 °C |
| Vibration resistance | 7 gn, amplitude = +/- 0.5 mm (f = 10...55 Hz) conforming to IEC 60947-5-2 |
| Shock resistance | 30 gn (duration = 11 ms) conforming to IEC 60947-5-2 |
| IP degree of protection | IP67 conforming to IEC 60529 |

Offer Sustainability

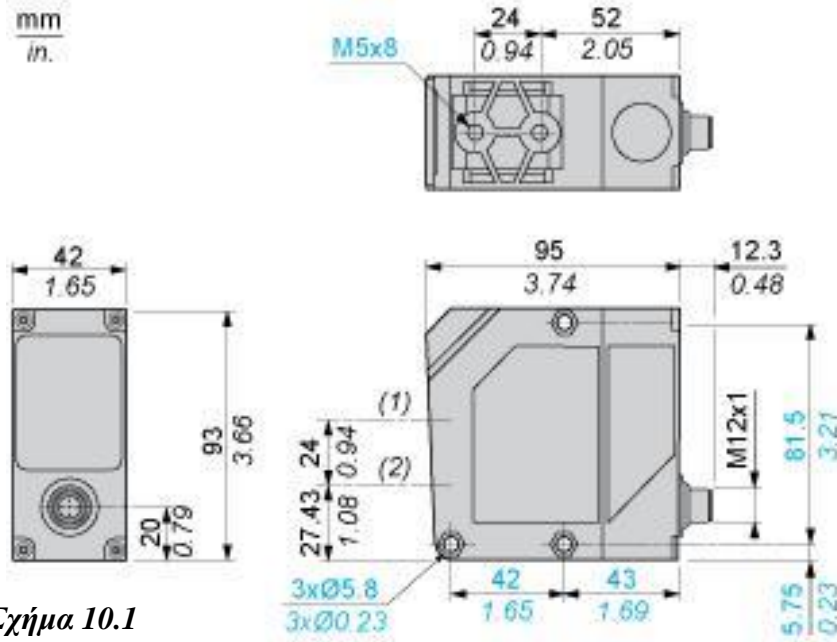
Sustainable offer status

Not Green Premium product

RoHS (date code: YYWW)

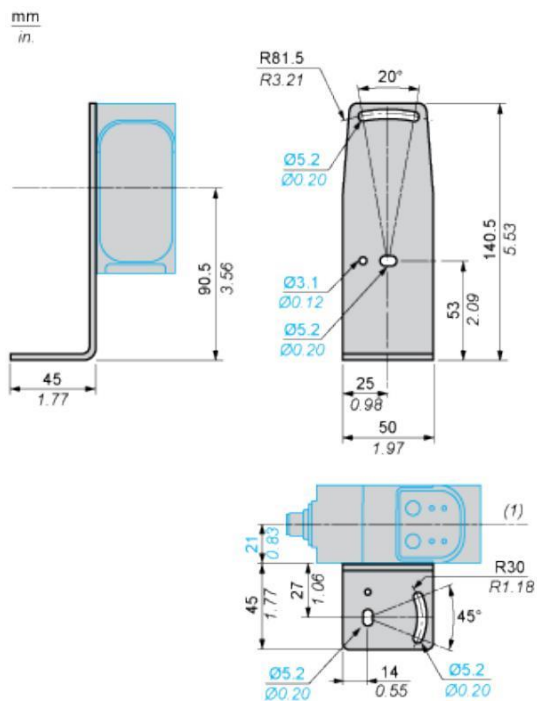
Will not be Compliant

Dimensions Drawings



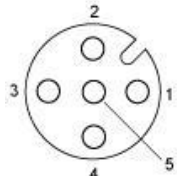
Σχήμα 10.1

Dimensions with Fixing Bracket XUZA618



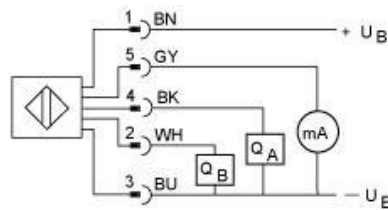
Σχήμα 10.2

Connections and Schema
Wiring Schemes
M12 Connector



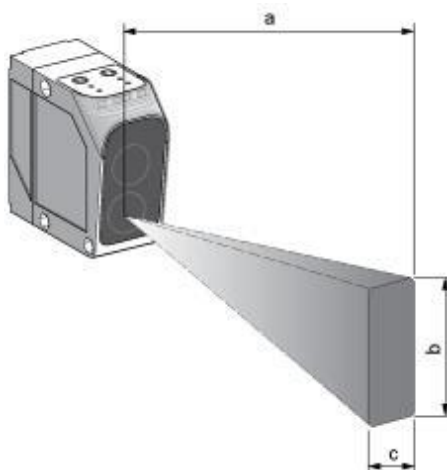
- 1 : + U_B
- 2 : Q_B
- 3 : - U_B
- 4 : Q_A
- 5 : mA

Output



- BN : Brown BK : Black
- WH : White GY : Grey
- BU : Blue

Performance Curves
Curves



Σχήμα 10.3

Πίνακας 10.1

| a (m) | b (mm) | c (mm) |
|-------|--------|--------|
| 0 | 10 | 5 |
| 10 | 20 | 15 |
| 20 | 40 | 30 |
| 30 | 60 | 45 |

Ο συγκεκριμένος αισθητήρας όπως βλέπουμε και από τα παραπάνω χαρακτηριστικά έχει εμβέλεια περίπου 30 μέτρα αλλά χρειάζεται και εγκατάσταση ειδικών ανακλαστήρων για να μπορεί να επιστραφεί με σωστό τρόπο η απεσταλμένη ακτινοβολία. Παρέχει έξοδο ρεύματος σε 4...20 mA , η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με την απόσταση. Αυτή είναι και η μεταβλητής μας που θα καθορίζει τον έλεγχο του πλοίου και θα προγραμματιστεί ως όρος στο πρόγραμμα του PLC.

Visual Sensors

Καθώς όπως γνωρίζουμε , η εξέλιξη της τεχνολογίας περνάει πρώτα από τα αεροπλάνα, ένας ακόμη αισθητήρας που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί είναι οι αισθητήρες οπτικής επαφής η αλλιώς visual sensors. Είναι οι ίδιοι αισθητήρες που εφαρμόζονται στις διόδους πρόσβασης για τα αεροπλάνα. Ένας από αυτούς είναι της Honeywell VDGS. Αυτοί καθορίζουν με ακρίβεια την τελική διάταξη των αεροπλάνων στα αεροδρόμια. Αποτελούνται από κάμερες υψηλής ευκρίνειας 3D που μπορούν και υπολογίζουν την απόσταση. Συλλέγουν την πληροφορία και την στέλνουν μέσω πομπού στον κυβερνήτη δίνοντας λεπτομερώς την πληροφορία που χρειάζεται. Είναι πλήρως λειτουργικοί ακόμα και σε ακραίες καιρικές συνθήκες , ακόμα και χωρίς φωτισμό. Έχουν την δυνατότητα να τους χειρίζονται από απόσταση. Αποτελούνται από:

- 1) video sensor
- 2) PDU (pilot display unit)
- 3) MCB (Manual Control Board)
- 4) Central docking Computer

11.ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΙΔΕΑ ΜΙΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΑΥΤΟ DOCKING

Η διαδικασία πρόσδεσης ενός μεγάλου πλοίου είναι πολύ επικίνδυνη και μπορεί πολύ εύκολα να συμβεί ατύχημα. Συγκεκριμένα όσο μεγαλύτερο είναι ένα πλοίο, τόσο μεγαλύτερη είναι και η περίπτωση ατυχήματος. Η διατήρηση της ακρίβειας θέσης για ένα πλοίο απαιτεί τόσο τον καλό χειρισμό του ίδιου όσο και την χρήση πολλών ειδικών σχοινιών. Η κακοκαιρία και η έλλειψη φωτισμού κατά την διάρκεια της νύχτας εγκυμονούν επιπλέον κινδύνους για την διαδικασία πρόσδεσης και προσάραξης του πλοίου στην προβλήτα.

Ένα αυτοματοποιημένο σύστημα docking περιλαμβάνει μια μονάδα απεικόνισης της λειτουργίας , όμοιο με αυτό του σημερινού radar και ένα δεύτερο σύστημα πρόωσης του πλοίου το οποίο θα ελέγχεται από έναν επεξεργαστή , ο οποίος θα έχει ως αρμοδιότητα μόνο αυτήν τη λειτουργία.

Το δεύτερο σύστημα πρόωσης ,είναι μια νέα εγκατάσταση και για αυτό τον λόγο μπορεί να υλοποιηθεί μόνο σε πλοία νέας κατασκευής. Δηλαδή πρέπει να γίνει καινούρια ναυπηγική μελέτη που να υποστηρίζει την κατασκευή πλοίου που θα διαθέτει προπέλες μεταβλητού ή σταθερού βήματος και στα πλευρικά μέρη της πλώρης αλλά και της πρύμνης . Αυτός μηχανισμός θα ελέγχεται από την ίδια μηχανή ή από αυτόνομη μικρότερης ισχύος, ακόμα και από ηλεκτροκινητήρα και για μοναδική χρήση αυτού του σκοπού.

Η λειτουργία και χειρισμός του τιμονιού είναι μια ακόμη παράμετρος που θα πρέπει να ληφθεί για να επιτευχθεί ο ευκολότερος χειρισμός του πλοίου. Θα μπορούσε ακόμα να μην έχει προπέλες σταθερές παρά μεταβαλλόμενου βήματος που κατά την διάρκεια της προσάραξης να παίρνουν την απαραίτητη θέση ώστε να στρίβουν το πλοίο. Ένα πλοίο που χρησιμοποιεί αυτό το σύστημα , θα μπορούσε να μην έχει καθόλου πηδάλια και η αλλαγής πορείας του να καθορίζεται μόνο από αυτό.

Ένα τέτοιο σύστημα θα πρέπει να διαθέτει αισθητήρες μέτρησης της απόστασης του πλοίου από την προβλήτα. Οι αισθητήρες αυτοί θα πρέπει να είναι εγκεκριμένου τύπου που θα συμφωνούν με τους κανονισμούς που προβλέπει ο IMO. Τέτοιοι αισθητήρες μπορεί να είναι αισθητήρες laser , όπως αυτός που αναφέρθηκε ή αισθητήρες ultrasonic δηλαδή που χρησιμοποιούν υπερήχους.

Ωστόσο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και κάποιος μετακινούμενος βραχίονας που θα ασφαλίσει την λειτουργία δένοντας το πλοίο στην προβλήτα. Βέβαια για την υλοποίηση αυτής της εφαρμογής θα έπρεπε να υπάρχει και αυτοματοποιημένη προβλήτα που θα υποστηρίζει αυτή την εφαρμογή. Για λόγους ακρίβειας θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ειδικά radar τα οποία θα επικοινωνούν με δέκτες τοποθετημένους στην προβλήτα και θα μας δίνουν την πληροφορία της απόστασης σε ακρίβεια εκατοστών. Τα radar αυτά θα πρέπει να είναι χαμηλής εμβέλειας , τοποθετημένα σε χαμηλό σημείο ώστε να έχουν επαφή με την προβλήτα και να στέλλουν συνεχόμενα ραδιοκύματα. Αυτά τα ραδιοκύματα στέλλονται

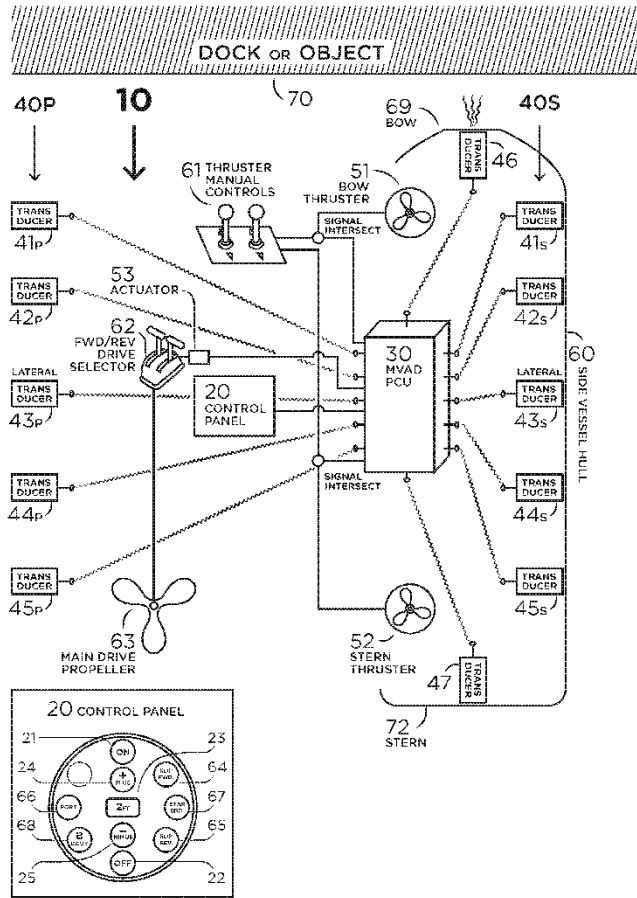
συνεχώς σε διαφορετικές συχνότητες και αποτελούν το FMCW σήμα το οποίο διασπάται όταν αντικρίζει στερεή επιφάνεια και επιστρέφει σε κομμάτια ώστε να ξανά ληφθεί από το radar. Σε όλες τις εκπομπές η χρονική διαφορά της αποστολής και της λήψης μεταφράζεται από το radar στην πραγματική απόσταση που απέχει ο στόχος. Για την λειτουργία αυτή το πλοίο θα πρέπει να παρέχει την πληροφορία της θέσης του με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Δηλαδή θα πρέπει να διαθέτει DGPS το οποίο θα δίνει σήμα στην μονάδα επεξεργασίας και στο radar, όπως και η γυροπυξίδα που θα παρέχει την πληροφορία της φοράς κίνησης και περιστροφής.

Όλα θα πρέπει να ελέγχονται από μια μονάδα επεξεργασίας. Στην δίκη μας περίπτωση αυτή είναι ένα PLC LOGO SIEMENS αλλά θα μπορούσε να είναι και κάποιος επεξεργαστής κατασκευασμένος από οποιαδήποτε εταιρία που θα είναι προγραμματισμένος να κάνει μόνο αυτήν την λειτουργία.

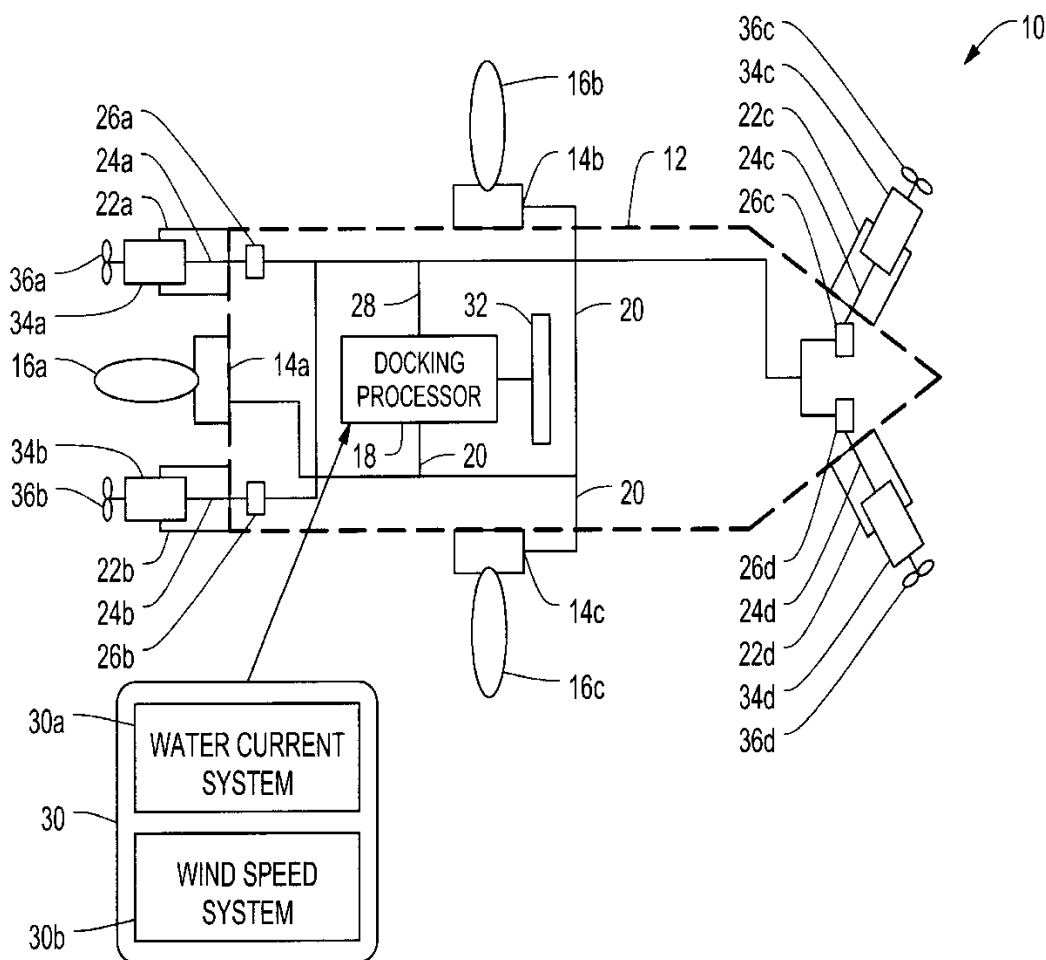
Ηλεκτρομαγνήτες μεγάλης ισχύος θα πρέπει να τοποθετηθούν στις προβλήτες πρόσδεσης , ώστε να ασφαλίζουν το πλοίο από περίπτωση πρόσκρουσης στην προβλήτα. Αυτοί οι ηλεκτρομαγνήτες θα πρέπει να ενεργοποιούνται όταν το πλοίο φτάσει σε μια κοντινή απόσταση (για παράδειγμα 5 μέτρα).

FIG.2

AUTOMATIC ACCIDENT AVOIDANCE IN MARINAS AND DOCKING AREAS
MARINE VESSEL AUTOMATIC DOCKING (MVAD)



Σχήμα 11.1



Σχήμα 11.2

11.1 Εφαρμογή Αυτόματης Πρόσδεσης Πλοίου

Η κεντρική ιδέα αυτής της εφαρμογής είναι εντελώς αυτόνομο σύστημα το οποίο θα εγκατασταθεί εξ ολοκλήρου από την αρχή στο πλοίο και θα δίνει την δυνατότητα της αυτόματης πρόσδεσης του σκάφους στην προβλήτα. Οι παράγοντες που θα συμβάλλουν σε αυτό είναι πολλοί και το εύρος τεράστιο. Απαιτείται μεγάλη ακρίβεια και για τον λόγο αυτό θα πρέπει να γίνει χρήση ελεγκτών PID. Η εφαρμογή περιλαμβάνει τον χειρισμό του σκάφους αλλά στην πραγματικότητα θα πρέπει να γίνει μια πολύ μεγάλη μελέτη για βελτίωση και προσαρμογή των λιμανιών, ώστε να μπορούν να υποστηρίξουν ένα τέτοιο πρόγραμμα.

11.2 Περιγραφή

Η ιδέα έχει ως εξής. Το σκάφος φτάνει στην προβλήτα που θέλει να πραγματοποιήσει πρόσδεση. Λίγο πριν αρχίσει η διαδικασία του auto docking, πρέπει να τοποθετηθούν οι

αισθητήρες στα πλευρικά μέρη του πλοίου. Αυτό γίνεται από το πλήρωμα καθώς οι αισθητήρες laser είναι μικροί ,χωρίς βάρος και μπορούν να είναι φορητοί. Μπορεί ωστόσο να γίνει και κάποια κατασκευή για να παίρνουν την θέση τους αυτόματα. Όταν το πλοίο φτάσει πλευρικά στο σημείο αυτό, ο κυβερνήτης του σκάφους πατώντας ένα κουμπί ,δίνει την εντολή και ξεκινάει η αυτόματη κίνηση ώστε το πλοίο να πλαγιάσει στην προβλήτα. Όταν το πλοίο φτάσει στο σημείο (απόσταση) που του έχει οριστεί από τον κυβερνήτη σταματάει και το μόνο που μένει είναι το δέσιμο το οποίο όμως δεν γίνεται αυτόματα αλλά παραμένει ως έχει, δηλαδή πραγματοποιείται από το πλήρωμα.

11.3 Ασφάλεια

1) Για λόγους ασφαλείας θα πρέπει όλος ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί να είναι τουλάχιστον διπλός , συνδεδεμένος μεταξύ του σε ηλεκτρική διάταξη duplication. Αυτό σημαίνει ότι σε περίπτωση βλάβης οποιουδήποτε ηλεκτρικού σημείου , θα πρέπει να γυρνάει το σύστημα αυτόματα στον εξοπλισμό αντικατάστασης του. Αυτό ισχύει για όλα όσα θα χρησιμοποιηθούν εκτός βέβαια από τα thrusters τα οποία είναι αρκετά δύσκολο να διπλασιαστούν λόγω της κατασκευής των υπάρχοντων πλοίων και της αεροδυναμικής τους. Με λίγα λόγια θα πρέπει να διπλασιαστούν τα τροφοδοτικά, τα δρομόμετρα, τα ανεμόμετρα και όλα τα plc που συμμετέχουν στην διαδικασία.

2) Επίσης θα πρέπει να υπάρχει συνεχόμενος έλεγχος της λειτουργίας από κάποιον υπεύθυνο επόπτη και γνώστη με πιστοποίηση της διαδικασίας.

3) Σε περίπτωση οποιασδήποτε βλάβης θα πρέπει να υπάρχει emergency διακόπτης ή χειριστήριο που θα απομονώνει απ' ευθείας το σύστημα και θα δίνει τον χειρισμό στον κυβερνήτη.

4) Ενδεικτικές λυχνίες και alarm πρέπει να εφαρμόζονται στο σύστημα για απεικόνιση τυχόν βλάβης. Κάθε εξοπλισμός που θα εφαρμοστεί θα πρέπει να έχει το δικό του και να απεικονίζεται στην γέφυρα αλλά και στο μηχανοστάσιο για αποφυγή προβληματικής λειτουργίας.

5) Παρ' όλο που η εφαρμογή έχει ως στόχο την πλήρως αυτόματη λειτουργία , το πλήρωμα και η εποπτεία δεν πρέπει να περιοριστούν διότι η επικινδυνότητα της πρόσδεσης είναι μεγάλη.

6) Περιοδική επιθεώρηση ανά τακτά χρονικά διαστήματα θα πρέπει να πραγματοποιείται από εξειδικευμένα συνεργεία με πιστοποίηση από την κατασκευάστρια εταιρία αλλά και από τους αντίστοιχους νηογνώμονες.

7) Συντήρηση εξοπλισμού θα πρέπει να πραγματοποιείται τουλάχιστον τέσσερις φορές τον χρόνο δηλαδή ανά τρεις μήνες.

8) Όλος ο εξοπλισμός αλλά και η καλωδίωση θα πρέπει να συμφωνούν με τους εκάστοτε κανονισμούς που έχει ορίσει το IMO.

9) Η εφαρμογή αυτή θα μπορεί να εγκατασταθεί μόνο σε πλοία κατασκευασμένα από μια χρονολογία(2015 το λιγότερο) και μετά και που τηρούν όλους τους κανόνες ασφαλείας.

10) Κάμερες θα πρέπει να τοποθετηθούν σε κάθε πλευρά του πλοίου για πλήρη απεικόνιση , καταγραφή και επίβλεψη της διαδικασίας.

11) Το σύστημα θα πρέπει να καταγράφεται πλήρως στο μαύρο κουτί VDR (Voyage Data Recorder)του πλοίου.

11.4 Παράμετροι και λειτουργία

Οι παράμετροι που θα ληφθούν υπ' όψιν είναι οι εξής :

- 1) Το σκάφος να είναι πλήρως ακινητοποιημένο όταν πατηθεί ο διακόπτης για την έναρξη της διαδικασίας. Αυτός ο έλεγχος γίνεται από το PLC μέσω του σήματος που δέχεται από το δρομόμετρο αλλά και από τα σήματα που δέχεται από τις μηχανές, συγκεκριμένα ανάλογα τον τύπο κίνησης που έχει θα πρέπει να δέχεται σήμα απο την κίνηση των αξόνων ώστε να φαίνεται η λειτουργία των προπελών.
- 2) Η απόσταση του πλοίου από την προβλήτα θα πρέπει να είναι το περισσότερο 27 μέτρα διότι οι αισθητήρες που θα εγκατασταθούν έχουν εμβέλεια 30 μέτρα.
- 3) Τα thrusters θα πρέπει να είναι εκτός λειτουργίας την ώρα εκκίνησης.
- 4) Θα λαμβάνεται υπ' όψιν το ανεμόμετρο το οποίο θα τροφοδοτεί το σύστημα με την πληροφορία της έντασης του ανέμου και της φοράς του, με αυτόν τον τρόπο το σύστημα μας αντιλαμβάνεται την ευαισθησία που θα χρησιμοποιήσει. (Αν η φορά του ανέμου είναι ομόρροπη με την φορά πρόσδεσης , το σύστημα θα πρέπει να είναι εξαιρετικά ευαίσθητο γιατί το πλοίο θα βοηθάται στην κίνηση και από τον άνεμο.
- 5) Ομοίως με το ανεμόμετρο θα πρέπει να προβλέπεται και η φορά κίνησης του νερού. Αυτή την λειτουργία την αναλαμβάνει το δρομόμετρο. Εάν η κίνησή του νερού συμβαδίζει με την κίνηση του πλοίου, πάλι το σύστημα θα πρέπει να είναι πιο ευαίσθητο.
- 6) Η κεντρική μονάδα ελέγχου όταν ξεκινάει να λειτουργεί θα απεικονίζει όλες τις παραμέτρους που πληρούνται με πράσινο χρώμα και αυτές που δεν πληρούνται με κόκκινο. Εάν δεν γίνουν όλες πράσινες δεν θα επιτρέψει στον κυβερνήτη να πατήσει την εντολή της κίνησης. Συγκεκριμένα δεν θα του την εμφανίζει καθόλου.

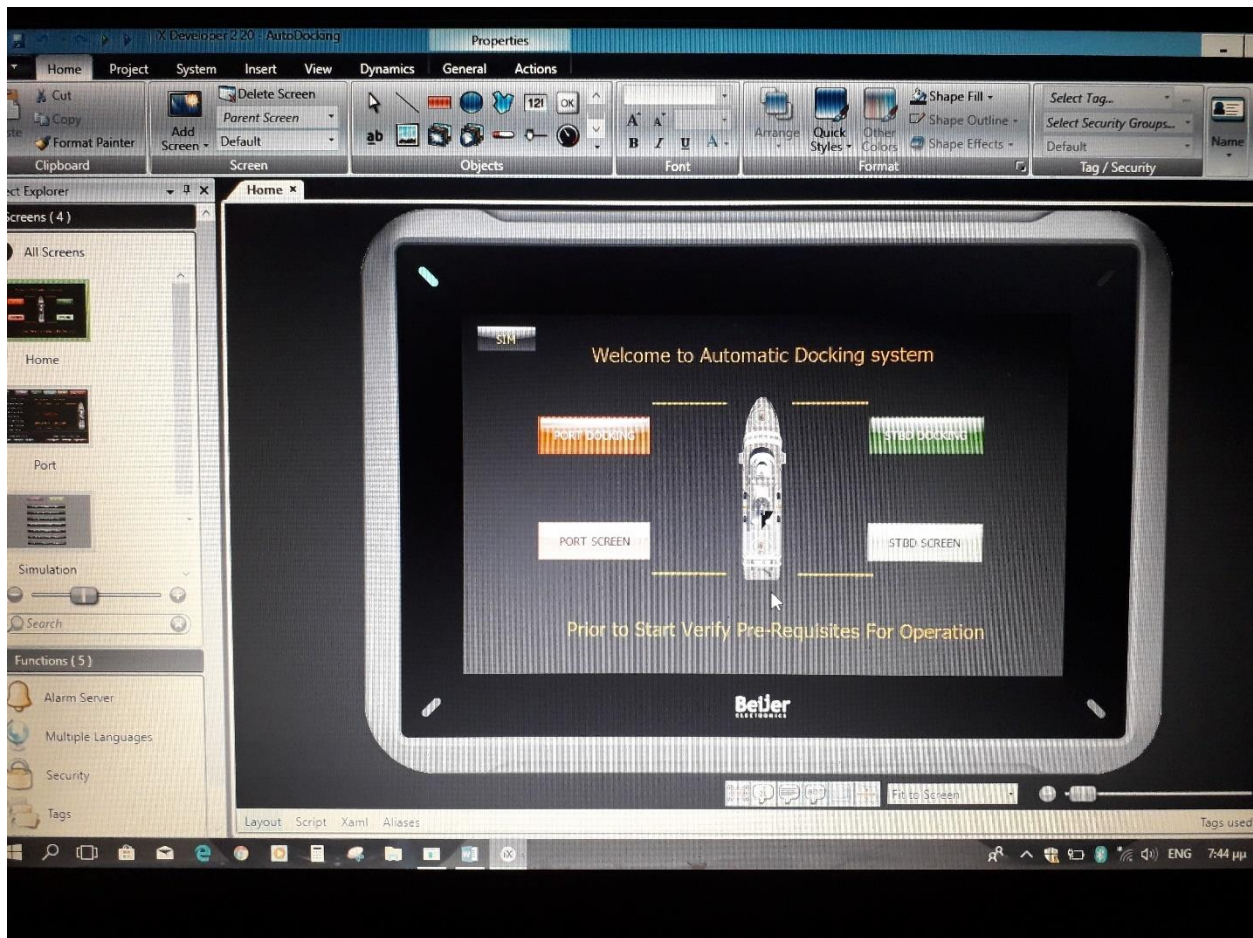
Το σύστημα περιλαμβάνεται από :

- Προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές προγραμματισμένοι σε γλώσσα FBD. Έχουν τον ρόλο του εγκεφάλου του συστήματος καθώς ελέγχουν όλες τις

μεταβλητές και δίνουν τις εντολές κίνησης στα thrusters. Συγκεκριμένα θα εκτελούν το πρόγραμμα ενός PID ελεγκτή που διαβάζοντας τις παραμέτρους του ανεμομέτρου και του δρομόμετρου θα καθορίζει την ευαισθησία του συστήματος. Θα δίνουν εντολή στα solenoid valves ,τα οποία θα χειρίζονται τα bow και τα stern thrusters που θα κάνουν την ανάλογη κίνηση. Ταυτόχρονα θα διαβάζουν την απόσταση από το σήμα των αισθητηρίων και είτε θα κόβουν είτε θα δίνουν κίνηση ή θα δίνουν ανάποδα κίνηση ανάλογα με την λειτουργία που απαιτείται.

- Ανεμόμετρα , υπεύθυνα για την παράμετρο της ευαισθησίας
- Δρομόμετρα, υπεύθυνα για την παράμετρο της ευαισθησίας
- Bow & stern thrusters, τα οποία τα κάνουν τις απαραίτητες κινήσεις ώστε το πλοίο να πλησιάσει την προβλήτα πρόσδεσης.
- Αισθητήρες καταμέτρησης απόστασης Telemecanique XUE1AA2NM12 , τουλάχιστον 12 σε αριθμό ανάλογα με την κατηγορία και το μέγεθος του πλοίου, έξι σε κάθε πλευρά, οι οποίοι θα δίνουν το σήμα τους στα plc τα οποία θα υπολογίζουν την απόσταση και θα αντιλαμβάνονται τότε τελειώνει η διαδικασία.
- Προγραμματιζόμενη οθόνη της Bejer τύπου IX, η οποία θα αναλαμβάνει την απεικόνιση των σφαλμάτων, της λειτουργίας, αλλά και τον ρόλο του χειρισμού από τον κυβερνήτη. Θα απεικονίζει επιπλέον σε προσομοίωση την απόσταση του πλοίου απο την προβλήτα.

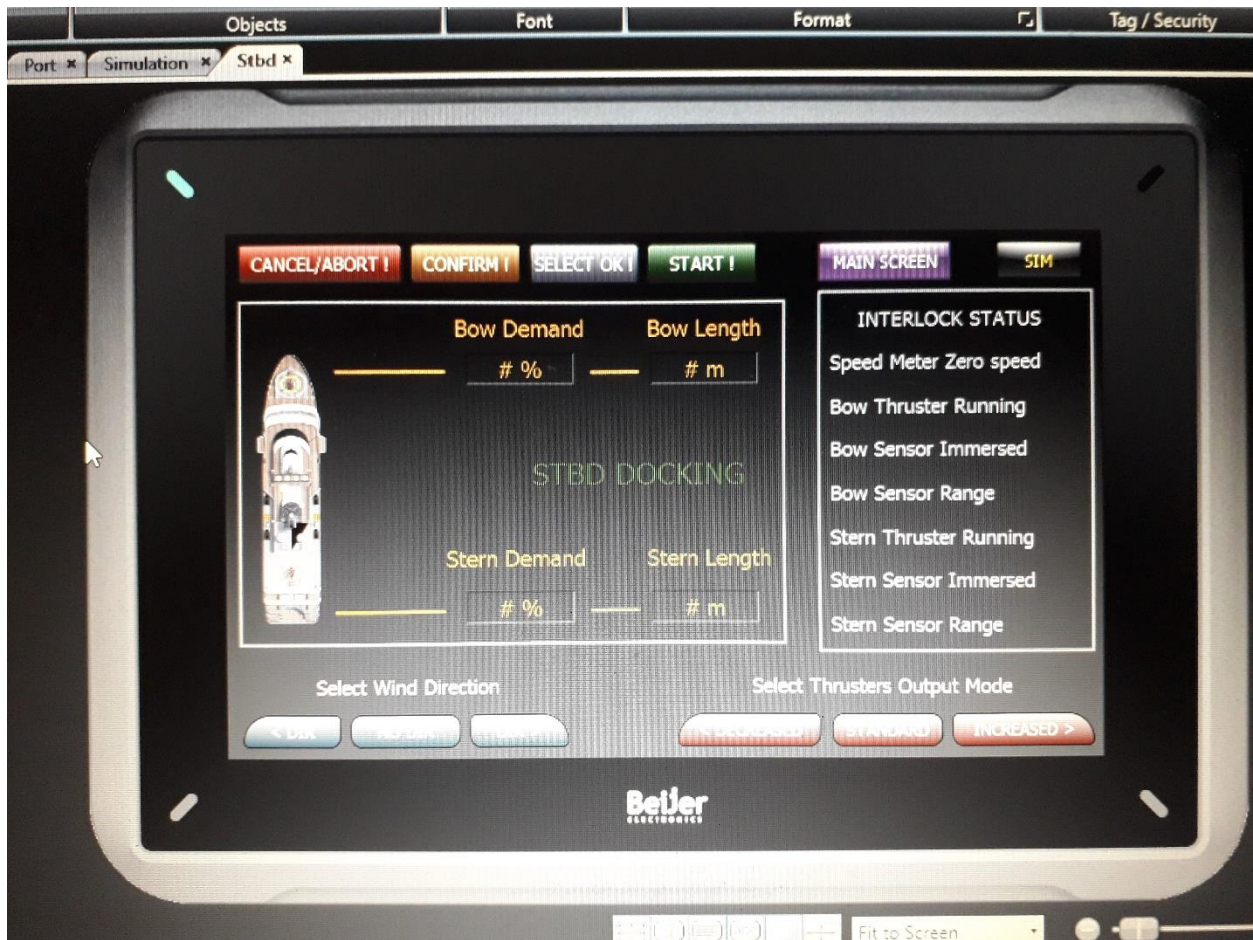
Παρακάτω παρουσιάζεται μια πειραματική απόπειρα απεικόνισης της συγκεκριμένης εφαρμογής με σύστημα προσομοίωσης. Η οθόνη είναι η προσομοίωση της οθόνης της Bejer και προγραμματίζεται στην εφαρμογή IX Developer της Bejer επίσης. Έχει προγραμματιστεί να επικοινωνεί με το PLC της SIEMENS LOGO και σε συνδυασμό των δύο τρέχει το πρόγραμμα. Όπως φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία στην εικόνα 1 ,όταν η εφαρμογή ενεργοποιηθεί , εμφανίζεται η εικόνα που βλέπουμε. Μας παρουσιάζει μια προσομοίωση του πλοίου με την επιλογή PORT/STBD DOCKING. Αυτό αναφέρεται στην πλευρά που θέλουμε να δέσει το πλοίο. Πριν ξεκινήσει η εφαρμογή, δηλαδή πριν επιλέξουμε πλευρά δεσίματος, πρέπει πρώτα να τοποθετηθούν οι αισθητήρες laser στην ανάλογη πλευρά του πλοίου. Αφού πραγματοποιηθεί η ενέργεια αυτή, ο κυβερνήτης επιλέγει την πλευρά.



Εικόνα 11.1 Αρχική οθόνη εφαρμογής Auto Docking

Έστω ότι έχει επιλεγθεί η αριστερή πλευρά προς πρόσδεση. Έχει επιλεγθεί δηλαδή PORT DOCKING. Τότε εμφανίζεται η οθόνη στην εικόνα 2. Να σημειωθεί ότι ακόμα δεν έχει ξεκινήσει η διαδικασία αυτόματου docking , ούτε έχουν ελεγχθεί οι απαιτούμενοι παράμετροι για να ξεκινήσει.

Σε αυτή την φάση όμως γίνεται η επαλήθευση των παραμέτρων του συστήματος, οι οποίοι παρουσιάζονται στα δεξιά της οθόνης με κίτρινο χρώμα. Όταν η παράμετρος είναι αληθής τότε μετατρέπεται σε πράσινο χρώμα. Εάν η παράμετρος δεν πληρείται τότε μετατρέπεται σε κόκκινο χρώμα. Όταν όλοι οι παράμετροι είναι πράσινοι , μας δίνεται η επιλογή χειροκίνητα εάν θέλουμε ή εάν δεν υπάρχει διαθέσιμο ανεμόμετρο στο πλοίο να επιλέξουμε την φορά του ανέμου(αριστερά , κάτω στην εικόνα 2),τότε και μόνο τότε μας επιτρέπεται να πατήσουμε το button του confirm και μετά του START, ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία.



Εικόνα 11.2 Επιλογή Port Docking

Όμοια εάν επιλεχθεί η δεξιά πλευρά του πλοίου Stbd docking εμφανίζεται η αντίστοιχη εικόνα επιλογής,



Εικόνα 11.3

Εικόνα 11.3 Επιλογή Stbd Docking

11.5 Παράμετροι του συστήματος

Οι παράμετροι που πρέπει να πληρούνται για να λειτουργήσει το σύστημα και παρουσιάζονται στα δεξιά της οθόνης στο interlock status όπως αναφέρθηκε είναι:

- *Speed meter zero speed.*

Είναι η ένδειξη και ο έλεγχος ότι η ταχύτητα του πλοίου την ώρα της εκκίνησης του προγράμματος είναι μηδενική, διότι το πλοίο πρέπει να είναι σταματημένο στο σωστό σημείο ώστε να λειτουργήσουν μόνο τα thrusters και να κάνουν την ανάλογη κίνηση προς την προβλήτα. Την πληροφορία αυτή την παίρνει το σύστημα από το δρομόμετρο.

- *Bow thruster running*

Η ένδειξη αυτή δεν αναφέρεται στην περίπτωση που το bow thruster κάνει κίνηση, παρά στο ότι είναι ενεργοποιημένα. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα τα thrusters που επιλέχθηκαν είναι με μοτέρ πετρελαίου. Μπορούν να λειτουργούν συνεχώς, δηλαδή να έχει το μοτέρ στροφές σταθερές και όταν τους δοθεί η εντολή να κλατσάρει (clutching) ο άξονας και να δίνεται κίνηση στα προπελάκια. Επομένως η συγκεκριμένη παράμετρος αναφέρεται στο αν ή όχι το μοτέρ του bow thruster έχει στροφές ή όχι.

- *Bow sensor immersed*

Η ένδειξη αυτή αναφέρεται στον πλωριό αισθητήρα laser της αντίστοιχης πλευράς και συγκεκριμένα στην περίπτωση που βρίσκεται στην σωστή θέση ή όχι. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή-τοποθέτηση ειδικών limit switch που δίνουν εντολή εντολή μέσω επαφής ή τάσης για την ετοιμότητα των αισθητηρίων.

- *Bow sensor range*

Η ένδειξη αυτή αναφέρεται στην περίπτωση που ο πλωριός αισθητήρας και επομένως το πλοίο, βρίσκεται εκτός ή εντός της εμβέλειας που καλύπτει η εφαρμογή. Στην συγκεκριμένη περίπτωση λόγω των αισθητηρίων laser η απόσταση αυτή είναι 30 μέτρα. Για να λειτουργήσει το πρόγραμμα λοιπόν η απόσταση του αισθητηρίου από την προβλήτα θα πρέπει να είναι εντός της εμβέλειας των 30 μέτρων.

- *Stern thruster running*

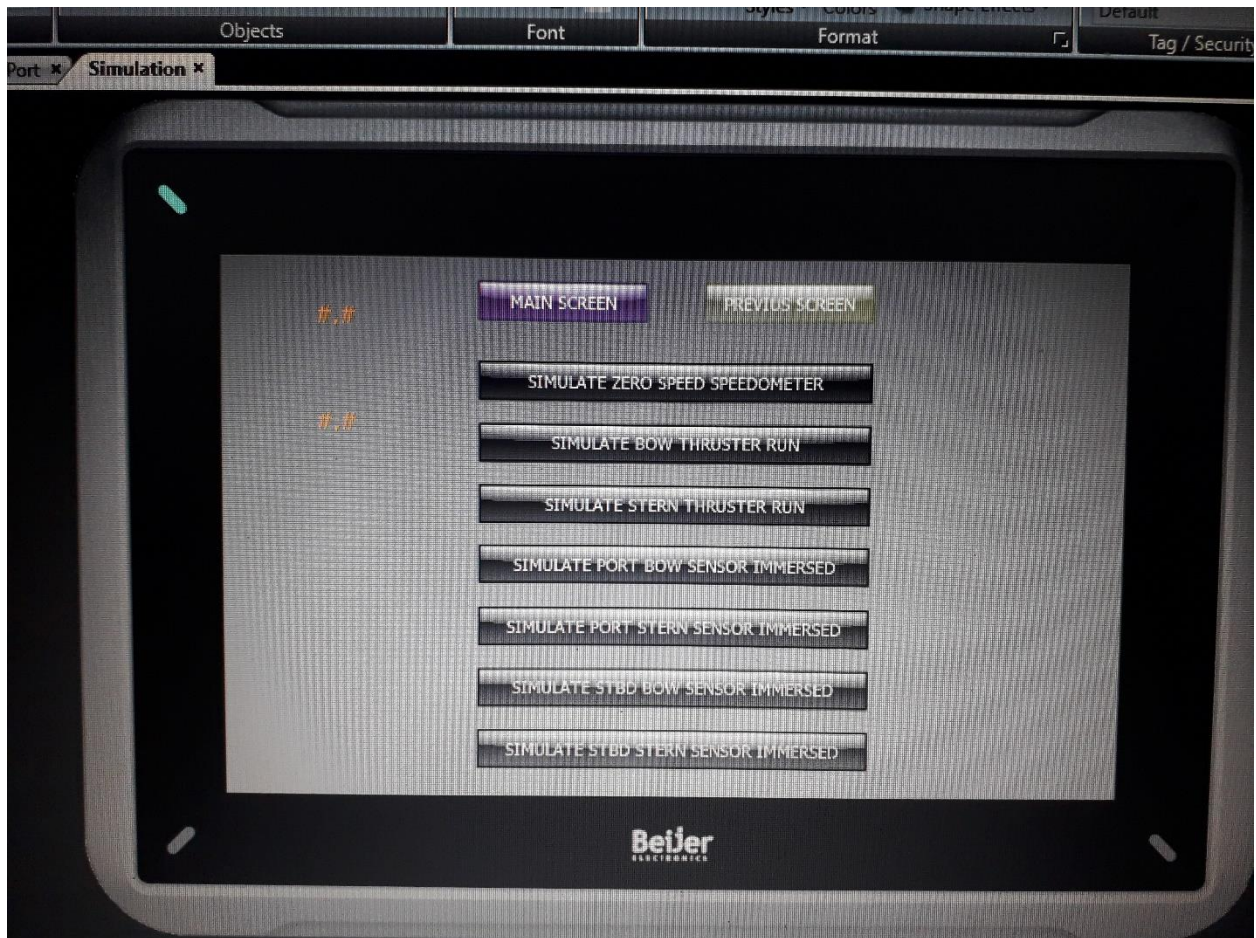
Ομοίως με το bow thruster running, αλλά αντίστοιχα για την λειτουργία του πριμνιού thruster.

- *Stern sensor immersed*

Ομοίως με το bow sensor immersed, αλλά αντίστοιχα για τον πριμνιό αισθητήρα

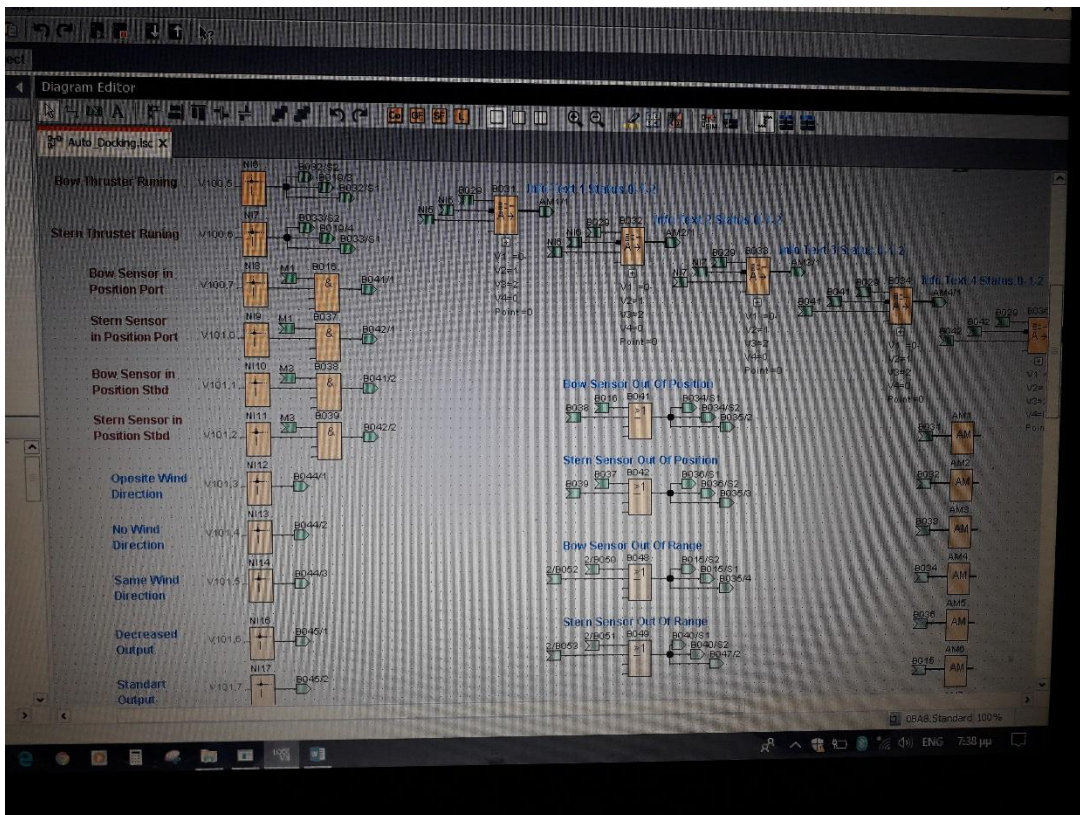
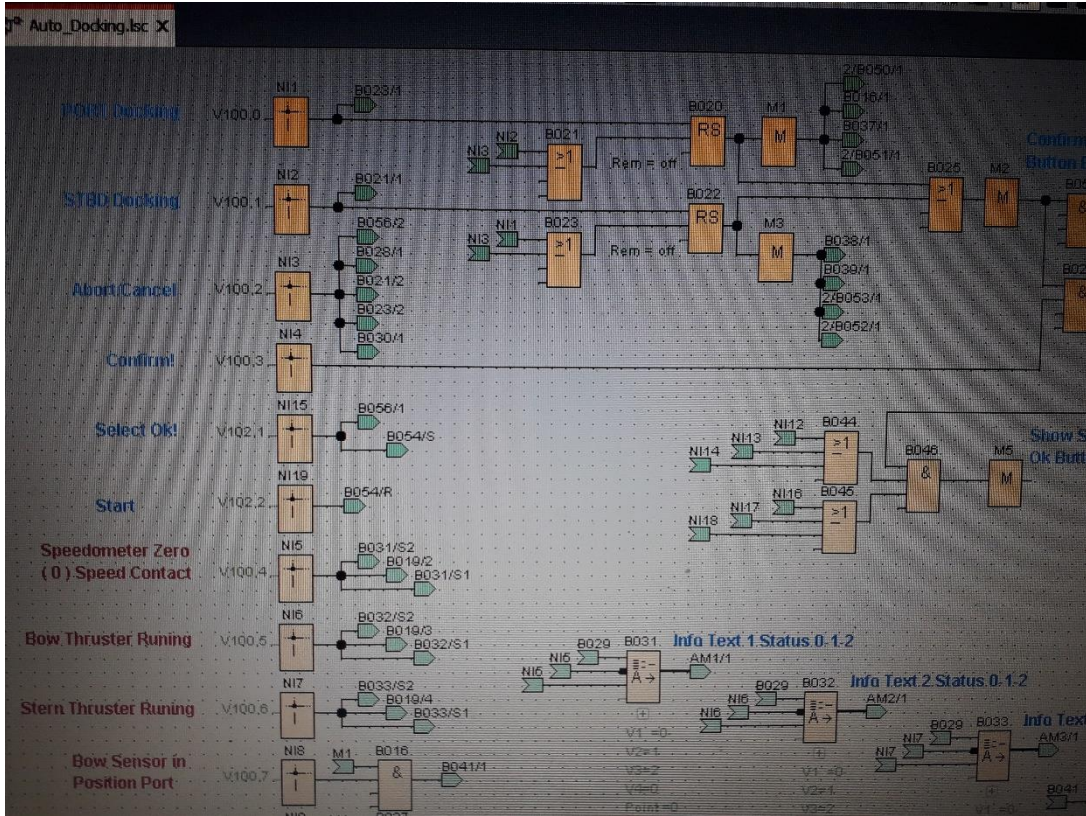
- *Stern sensor range*

Ομοίως με το bow sensor range, αλλά αντίστοιχα για τον πριμνιό αισθητήρα

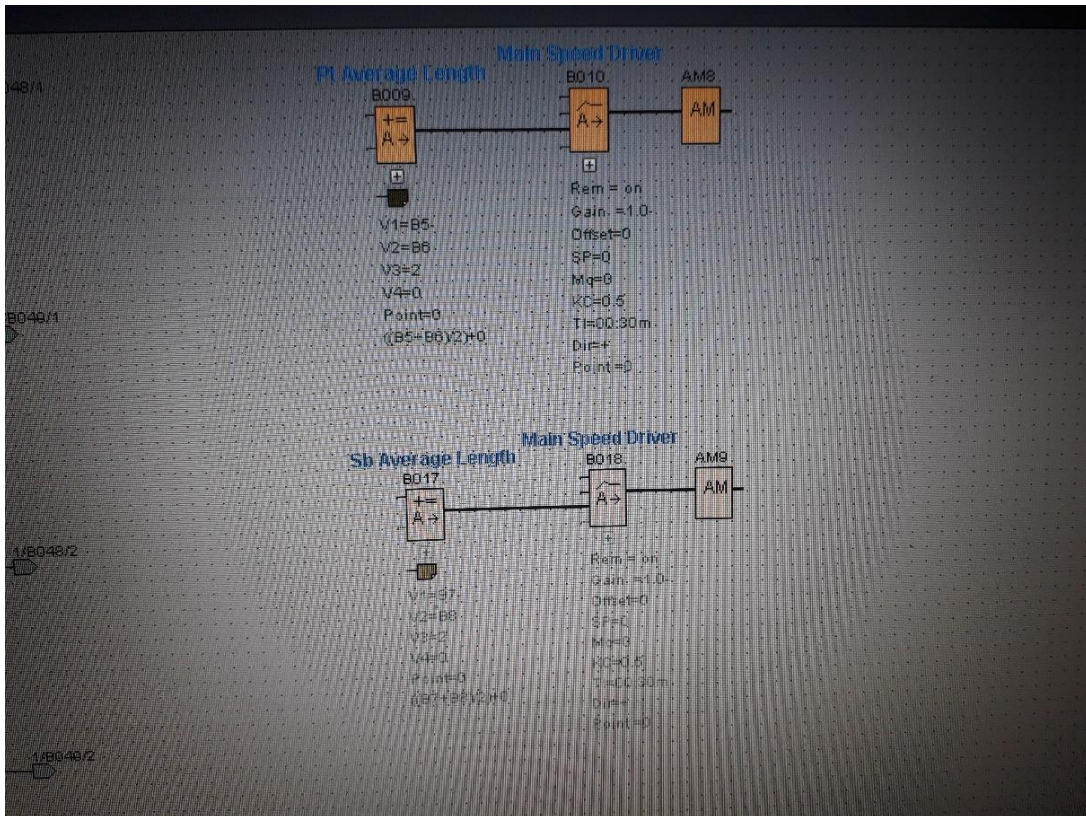


Εικόνα 11.4 Προσομοίωση για έλεγχο λειτουργίας παραμέτρων

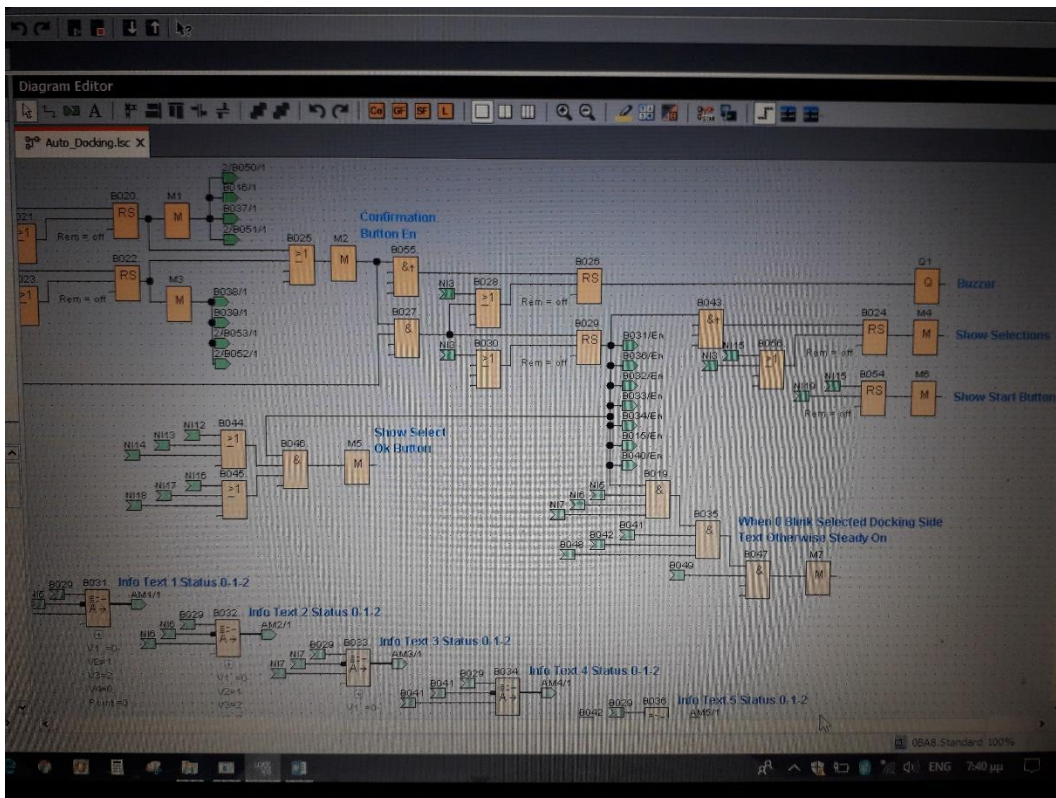
Αυτή η επιλογή είναι διαθέσιμη μόνο όταν το σύστημα είναι σε service mode και χρησιμοποιείται αποκλειστικά για simulation ώστε να ελεγχθεί η λειτουργία του συστήματος σε ιδανικές συνθήκες χωρίς σύνδεση αισθητηρίων και μηχανισμών κίνησης. Στις επόμενες εικόνες παρουσιάζεται ημιτελές το πρόγραμμα της εφαρμογής σε PLC Logo της Siemens, ώστε να γίνει όσο μπορεί περισσότερο κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας του συστήματος. Έχει χρησιμοποιηθεί η γλώσσα προγραμματισμού Function Block Diagram (FBD).



Εικόνα 11.5



Εικόνα 11.6



Εικόνα 11.7

12.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αναζητώντας πληροφορίες καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας, διαπίστωσα πως αντίστοιχες εφαρμογές μελετώνται από πολύ μεγάλες εταιρίες αυτοματισμών εδώ και πολλά χρόνια, συγκεκριμένα από το 1998 και μετά. Η εξέλιξη της τεχνολογίας την τελευταία δεκαετία ειδικά έχει φέρει επαναστατικές αλλαγές και έχουν γίνει τεράστια άλματα στην εξέλιξη της αυτοματοποιημένης τεχνολογίας στα πλοία. Όμως το γεγονός ότι ακόμη δεν εφαρμόζεται παρά μόνο σε πειραματικά σκάφη εδώ και χρόνια, αναδεικνύει τον μεγάλο βαθμό δυσκολίας και εμποδίων που προκύπτουν από την πλήρη υλοποίηση ενός τέτοιου προγράμματος. Αυτό κυρίως οφείλεται όχι μόνο στις τεράστιες απαιτήσεις τεχνολογικών γνώσεων και υλικών που απαιτούνται, ούτε στα υπέρογκα χρηματικά ποσά που πρέπει να δαπανηθούν για την κατασκευή ενός τέτοιου πλοίου. Πόσο μάλλον για να μπορέσουν να εφαρμοστούν σε ήδη υπάρχοντα, ακόμα και στα πιο σύγχρονα. Ο μεγαλύτερος βαθμός δυσκολίας αναφέρεται στον παράγοντα της ασφάλειας. Ακόμα και σε μια υποθετικά σχετικά απλή εφαρμογή όπως είναι το αυτόματο docking, αναφέραμε πως η ανθρώπινη παρουσία είναι απαραίτητη, μπορούμε να φανταστούμε πόσο σημαντική θα είναι σε ένα πλήρως αυτοματοποιημένο πλοίο που θα καλείται να κάνει υπερατλαντικά ταξίδια χωρίς πλήρωμα, που θα αντικρίζει άλλα πλοία στην πορεία του, που θα πρέπει να αποφεύγει την στεριά και να ανταπεξέλθει σε οποιαδήποτε καιρικά φαινόμενα βρει στην πορεία του.

Ακόμα και στην περίπτωση που τα ηλεκτρικά και μηχανικά μέρη του δεν καλύπτονται από ένα ακόμα set αλλά από δύο, η πιθανότητα βλάβης υπάρχει. Αυτό σημαίνει πως κάποιο πλοίο μπορεί να μείνει ακυβέρνητο σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη, με συνέπειες από εντελώς αθώες μέχρι εντελώς καταστροφικές.

Όσο η τεχνολογία εξελίσσεται είναι πολύ πιθανόν μέσα στα επόμενα χρόνια να δούμε αυτά τα υπεραυτόματα "τέρατα" να πλέουν από λιμάνι σε λιμάνι ανενόχλητα, ίσως η τεχνολογική γνώση αυτού του υψηλού επιπέδου καταφέρει να μεταδοθεί σε ικανό αριθμό ανθρώπινου δυναμικού ώστε να γίνει σωστή διαχείριση αυτού το επιπέδου τεχνολογίας. Ίσως τα κόστη κατασκευής αυτών των πλοίων σε βάθος χρόνου αποδειχθούν οικονομικότερα από την επιλογή του ανθρώπινου δυναμικού ως πλήρωμα. Όμως κατά την γνώμη μου η παρουσία του ανθρώπινου παράγοντα, έστω και σε μικρότερο βαθμό είναι αναπόφευκτη. Τουλάχιστον για τα επόμενα δεκαπέντε χρόνια και αυτό οφείλεται σε ένα μόνο λόγο. Ότι ο άνθρωπος διαφέρει από την μηχανή στο σημείο της απρόσμενης πρωτοβουλίας, κάτι που σε δύσκολες περιπτώσεις μπορεί να σώσει ζωές και να αποφύγει επικίνδυνες καταστάσεις πριν καν εμφανιστούν.

13. Βιβλιογραφία

<https://patents.google.com/patent/US20030137445A1/en>

<https://patents.google.com/patent/US6677889B2/en>

<https://patents.google.com/patent/US4063240A/en>

<https://patents.google.com/patent/US6273771B1/en>

<https://patents.google.com/patent/US8622778B2/en>

<https://patents.google.com/patent/WO2012068425A1/en>

<http://fortune.com/2018/01/30/port-automation-robots-container-ships/>

<http://www.shmgroup.com/blog/everything-need-know-port-automation/>

<https://www.aviationpros.com/article/10218389/docking-guidance-systems-tools-for-ramp-management>

<https://trid.trb.org/view/663499>

https://www.google.com/search?q=electric+bow+thruster&rlz=1C1GCEA_enGR769GR769&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjrwMy_pOHfAhXiuXEKHZB0CH0Q_AU-IDigB&biw=1366&bih=657#imgdii=6wTKQP3uRYSYLM:&imgcr=DPTjkl89mgOrVM:

<https://elgrecoshipyards.blogspot.com/2015/06/ei-bow-stern-thruster.html>

<https://www.plcademy.com/function-block-diagram-programming/>

https://www.youtube.com/results?search_query=full+auto+ship

http://dimathanasopoulos.com/index.php/category/fbd_ladder/

<https://www.plcademy.com/function-block-diagram-programming/>

<https://maredu.gunet.gr/modules/document/file.php/MAK178/%CE%A3%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1%20%CE%91%CF%85%CF%84%CF%8C%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%85%20%CE%95%CE%BB%CE%AD%CE%B3%CF%87%CE%BF%CF%85/%CE%97%20%CE%A7%CE%A1%CE%97%CE%A3%CE%97%20%CE%A4%CE%A9%CE%9D%20%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%93%CE%A1%CE%91%CE%9C%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%96%CE%9F%CE%9C%CE%95%CE%9D%CE%A9%CE%9D%20%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%9A%CE%A9%CE%9D%20%CE%95%CE%9B%CE%95%CE%93%CE%9A%CE%A4%CE%A9%CE%9D%20%CE%A3%CE%95%20%CE%9D%CE%91%CE%A5%CE%A4%CE%99%CE%9B%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%95%CE%A3%20%CE%95%CE%A6%CE%91%CE%A1%CE%9C%CE%9F%CE%93%CE%95%CE%A3.pdf>

