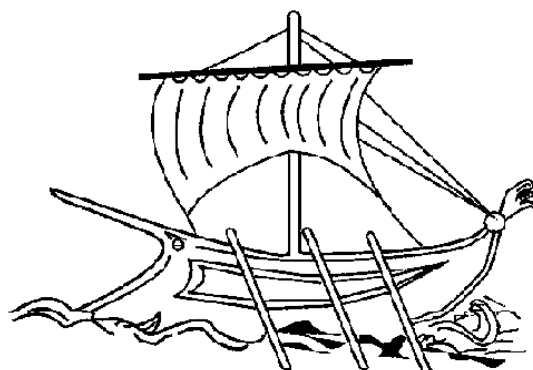




ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ

**ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Συστήματα Αυτόματου Ελέγχου στα Σύγχρονα Πλοία

ΚΑΡΒΕΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

**Εισηγητές: Δρ Βελώνη Αναστασία
Δρ Αλατσαθιανός Σταμάτης**

ΑΘΗΝΑ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2016

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Συστήματα Αυτόματου Ελέγχου στα Σύγχρονα Πλοία

Καρβέλης Δημήτριος
A.M. 39137

Εισηγητές:

Δρ Βελώνη Αναστασία
Δρ Αλατσαθιανός Σταμάτης

Εξεταστική Επιτροπή:

.....
.....

Ημερομηνία εξέτασης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους αυτούς πού με βοήθησαν να πραγματοποιήσω την παρούσα πτυχιακή εργασία. Αρχικά τους δύο καθηγητές Βελώνη Αναστασία και Αλατσαθιανό Σταμάτη που ήταν δίπλα μου και μου έδωσαν την ευκαρία να γράψω για ένα θέμα το οποίο πρότεινα εγώ καθώς αγαπάω την θάλασσα και τα πλοία απο μικρό παιδί. Στην συνέχεια την οικογένεια μου και τους φίλους μου. Την SEASTAR CHARTERING LTD για την φιλογενία σε ένα απο τα καράβια της εταιρείας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη ασχολήθηκε με τους αυτοματισμούς πλοίων και ολοκληρώθηκε μέσα από επτά κεφάλαια, όπου πιο αναλυτικά στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρθηκαν εισαγωγικά στοιχεία και στο δεύτερο καταγράφηκαν οι έννοιες του αυτοματισμού και οι βασικές αρχές και τα στοιχεία του συστήματος ελέγχου. Στη συνέχεια το τρίτο κεφάλαιο εστίασε στις κύριες αρχές του αυτοματισμού αλλά και στο τρόπο παράστασης των αυτοματισμών, το γυροσκόπιο, τη γυροπυξίδα και το ραντάρ. Τονίστηκε η αξία της ευστάθειας των συστημάτων αυτόματου ελέγχου. Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρθηκε στα συστήματα ελέγχου του πλοίου αναφορικά με τη πρόωση. Έπειτα το κεφάλαιο πέμπτο εστίασε στα συστήματα ελέγχου αναφορικά με τη πλοήγηση του πλοίου-Dynamic position. Αναφέρθηκαν ορισμοί σχετικοί με τα εν λόγω συστήματα. Λόγος έγινε για τα πλευρικά συστήματα του πλοίου

και τις οθόνες και λειτουργίες της δυναμικής θέσης του πλοίου.

Το έκτο κεφάλαιο βασίστηκε στα συστήματα ελέγχου του πλοίου, όπως είναι ο αυτόματος πιλότος, ενώ το έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο αναφέρθηκε στον απομακρυσμένο έλεγχο του πλοίου.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ:

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Αυτοματισμός, συστήματα ελέγχου, Ναυσιπλοΐα, απομακρυσμένος έλεγχος.

ABSTRACT

This study dealt with ship automation and was completed through seven chapters where in more detail in the first chapter was mentioned introductory elements and in the second recorded automation concepts and basic principles and control system components. Then the third chapter focused on the main principles of automation and the way performance automation, gyro, the gyrocompass and the radar. Was highlighted the value of stability of automatic control systems. The fourth chapter referred to ship's control systems with respect to the propulsion. Then the fifth chapter focused on control systems with respect to the navigation of the ship-Dynamic position. Were reported definitions relevant to these systems. Was also mentioned the side of the ship systems and the screens and functions of the dynamic positioning of the ship.

The sixth chapter is based in the ship's control systems, such as the autopilot, while the seventh and last chapter mentioned on the remote control of the ship.

SCIENTIFIC AREA:

KEYWORDS: Automation, control systems, navigation, remote control

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή	13
Κεφάλαιο 2^ο Η Έννοια του αυτοματισμού	15
2.1 Ιστορική αναδρομή	15
2.2 Κύριες αρχές στα συστήματα ανοικτού και κλειστού βρόγχου	16
2.3 Συσκευές και στοιχεία του συστήματος ελέγχου	19
Κεφάλαιο 3^ο Κύριες Αρχές του Αυτοματισμού	20
3.1 Αντικείμενο και εφαρμογές του Αυτοματισμού	21
3.2 Ανάλυση Συστημάτων Αυτόματου Ελέγχου	24
3.2.1 Τρόπος παράστασης των αυτοματισμών	25
3.2.2 Το ραδιογωνιόμετρο	26
3.2.3 Η γυροπυξίδα και τα πρώτα συστήματα αυτόματης πηδαλιούχησης	28
3.2.4 Από την δεκαετία του 1920 μέχρι το τέλος του Β' Παγκοσμίου πολέμου	30
3.2.5 Το ραντάρ	30
3.2.6 Η υπερβολική ναυτιλία	32
3.3 Ευστάθεια συστημάτων αυτόματου ελέγχου	34
3.4 Ελεγκτές συστήματος	35
3.5 Πλεονεκτήματα συστημάτων	35
3.6 Είδη αυτοματισμού	36
Κεφάλαιο 4^ο Συστήματα ελέγχου караβιού αναφορικά με την πρόωση	37
4.1 Προσημείωση πλοίων	37
4.2 Η ανάγκη των προσομοιωτών στο ναυτιλιακό τομέα	37
4.3 Συστήματα αυτοματισμού που χρησιμοποιούν τα πλοία σήμερα	38
4.3.1 Ναυτικό Σύστημα Αυτοματισμού Γενική επισκόπηση	38

4.3.2 Σταθμοί Δικτύων και Επεξεργασίας Δεδομένων	40
4.3.3 Σταθμοί χειριστή και HMI	41
4.3.4 Πτυχές ολοκλήρωσης	41
4.3.5 Azimuth προπέλες και συστήματα πρόωσης	41
4.3.6 Πρόωση Azipod	41
4.5 Δυναμικό σύστημα τοποθέτησης	44
4.6 Ισχύς και πρόωση	48
4.6.1 Εισαγωγή - Ιεραρχία Ελέγχου	48
4.7 Control Room	51
4.8 Συστήματα πρόσβασης στους βασικούς συναγερμούς	53
Κεφάλαιο 5^ο Συστήματα ελέγχου αναφορικά με τη πλοήγηση του πλοίου-Dynamic position	56
5.1 Ιστορική αναδρομή του Dynamic Position στα καράβια	56
5.2 Ορισμοί	56
5.2.1 PLC-Programmable Logic Controller	56
5.2.2 PID controller	57
5.2.3 Dynamic Position	57
5.2.4 Dynamic Position Vessels	57
5.3 Εξειδικευμένα συστήματα πλοήγησης	59
5.4 Ναυσιπλοΐα-Πλοήγηση και Έλεγχος	60
5.4.1 Αυτόματος πιλότος	61
5.5 Κινηματική Ανάλυση	61
5.6 Προωθητικά μέσα πλοίου	61
5.6.1 Πλευρικά προωθητικά πλώρης	61
5.6.2 Πλευρικά προωθητικά πρύμνης	61
5.6.3 Κύρια μηχανή	62
5.6.4 Πηδάλιο	62
5.7 Επιλογές λειτουργίας Dynamic position	63
5.8 Οθόνες λειτουργίας και διαχείρισης του Dynamic position	63

Κεφάλαιο 6^ο Συστήματα ελέγχου πλοίου	68
6.1 Ιστορική αναδρομή συστημάτων ελέγχου πλοίων	68
6.2 Συστήματα ελέγχου πλοίου-Αυτοματισμός	68
6.2.1 Φίλτρα Kalman	68
Κεφάλαιο 7^ο Απομακρυσμένος έλεγχος πλοίου	70
7.1 Ορισμός	70
Βιβλιογραφία	72

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1-1 Ανοικτό σύστημα αυτόματου ελέγχου	18
Σχήμα 1-2 Σύστημα κλειστού ελέγχου	18
Σχήμα 3-1 Απλές διατάξεις αυτοματισμών σε μηχανήμα συσκευασίας	22
Σχήμα 3-2 Το απλούστερο δυνατό δομικό διάγραμμα ενός αυτοματισμού T	26
Σχήμα 4-1 Εγκατάσταση αυτοματισμού	39
Σχήμα 4-2 Θαλάσσιες επιχειρήσεις σε υπεράκτια εξόρυξη πετρελαίου και φυσικού αερίου	46
Σχήμα 4-3 FPSO αγκυροβολημένο από τον πυργίσκο	47
Σχήμα 4-4 Η ιδέα του Contra Rotating Pod (CRP)	49
Σχήμα 4-5 Ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου πλοίου, γενικής ρύθμισης	50
Σχήμα 4-6 Ιεραρχία ελέγχου στην μονάδα ηλεκτροπαραγωγής	51

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 4-1 Δωμάτιο ελέγχου (control room) που χειρίζεται τους αυτοματισμούς του πλοίου	52
---	----

Εικόνα 2-1 Θαλάσσιος διαχωριστής ύφαλων νερού πετρελαίου καύσεως για τις συσκευές κατεργασίας ύδατος.....	16
Εικονα4-7 Τυπική διάταξη διανομής ενέργειας σε σύστημα με δύο Azipod.....	44
Εικόνα 4-2 Δωμάτιο ελέγχου (control room) που χειρίζεται τους αυτοματισμούς του πλοίου	53
Εικόνα 5-0-1 Sensor Menu	65

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

PLC=Programmable Logic Controller

GPS = global positioning system

CPA: Closest Position of Approach. (Η ελάχιστη απόσταση προσέγγισης ενός πλοίου στο δικό μας πλοίο).

TCPA: Time to Closest Position of Approach. (Χρόνος μέχρι το πλοίο να βρεθεί στην ελάχιστη απόσταση προσέγγισης από το δικό μας πλοίο).

ARPA: Automatic Radar Plotting Aid. (Σύστημα αυτόματης υποτύπωσης στόχων ραντάρ).

AIS: Automatic Information System : Αυτόματο σύστημα αναγνώρισης πλοίων.

ΔΚΑΣ: Διεθνής Κανονισμός προς Αποφυγή Συγκρούσεων στη θάλασσα.

RADAR = Radio Detection and Ranging

Σ.Α.Ε.= Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου» ή συντομογραφικά

Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή

Ο αυτοματισμός έχει να κάνει με δύο έννοιες που αλληλοσχετίζονται πράγμα που σημαίνει την τυποποίηση μίας συγκεκριμένης διαδικασίας μέσα από την εύρεση καλά οργανωμένων βημάτων που είναι σκόπιμο να ακολουθηθούν ούτως προκειμένου να παραχθεί ένα επιθυμητό αποτέλεσμα.

Με την άνοδο των ηλεκτρονικών υπολογιστών τα συστήματα αυτοματισμού έχουν εξελιχθεί σημαντικά, ούτως ώστε η εκάστοτε απόκλιση από την λειτουργία του συστήματος να είναι σύντομα αντιληπτή και η διόρθωση της να γίνεται άμεσα

Οι περισσότερες σημαντικές τεχνολογίες ξεκίνησαν ως μια μέθοδος σε αναζήτηση ενός προβλήματος, έτσι και η επικοινωνία από το ραδιόφωνο δεν αποτελεί εξαίρεση.

Συχνά γίνεται αναφορά σε μια «αυτόματη» συσκευή όπως για παράδειγμα μια φωτογραφική μηχανή, που έχει τη δυνατότητα προεπιλογής του χρόνου έκθεσης και το διάφραγμα, δίχως να πρέπει να γίνει ρύθμιση από το φωτογράφο ή όπως οι ταχύτητες ενός αυτοκινήτου που αλλάζει σχέση μετάδοσης, δίχως να χρειαστεί να κινηθεί ο μοχλός ταχυτήτων

Επιπλέον, συχνά εμφανίζεται η αίσθηση ρίγους στο σώμα ως αντανακλαστική κίνηση κατόπιν εσωτερικής οργανικής εντολής, δίχως να προέρχεται από βούληση .

Με την σημερινή τυποποίηση στην επικοινωνία των συστημάτων αυτοματισμού, είναι σχετικά εύκολη η σύνδεση διαφόρων υποσυστημάτων σε ένα σύστημα επικοινωνίας δικτύου. Η εξέλιξη των συστημάτων διασύνδεσης των δικτύων αυτών σήμερα έχει αναπτυχθεί και αποτελεί διεθνές πρότυπο σε πολλά νέα κτίρια.

Πριν από την ανάπτυξη των ραντάρ, τα πολεμικά καράβια θα μπορούσαν να παρακολουθούν άλλα καράβια ή αεροσκάφη μόνο με τη χρησιμοποίηση των οπτικών τεχνικών, της ηχο-εντόπισης ή της πρωτόγονης ραδιο-διόπευσης .

Ένα σύστημα είναι ευσταθές εφόσον έχει πεπερασμένη απόκριση. Σε αντίθετη περίπτωση ένα σύστημα καλείται ασταθές αν έστω και για μια πεπερασμένη είσοδο δεν έχει πεπερασμένη απόκριση

Η διεπαφή του χρήστη με την παρουσίαση της κατάστασης και μετρήσεις, την εισαγωγή των εντολών από τον χειριστή, την διαχείριση των συναγερμών, κ.λπ., υλοποιείται συχνά στους σταθμούς χειριστή, με μία γραφική διεπαφή χρήστη, με κουμπιά κλπ. Οι σταθμοί του χειριστή τοποθετούνται στην γέφυρα, στα δωμάτια ελέγχου του κινητήρα κ.λπ.

Κεφάλαιο 2° Η Έννοια του αυτοματισμού

Ο αυτοματισμός στηρίζεται στη θεωρία ελέγχου και στους μηχανισμούς ανάδρασης και διαθέτει αυστηρά χαρακτήρα και πρακτικά καταβάλλει ποικιλία ε

ξειδικευμένων ηλεκτρικών τεχνολογικών προϊόντων ηλεκτρονικής

Γενικότερα οι αυτοματισμοί, χρησιμοποιούνται για τα εξής:

1. την αντικατάσταση του ατόμου σε επαναλαμβανόμενες ή επικίνδυνες εργασίες,
2. τη καλυτέρευση της παραγωγικότητας, της ποιότητας και της απόδοσης της παραγωγικής διαδικασίας,
3. τη καλυτέρευση της ασφάλειας του προσωπικού, την εξοικονόμηση ενέργειας ,τη μείωση του κόστους εργασίας

Τα συστήματα αυτόματου ελέγχου έχουν αυξανόμενο ρόλο στη σύγχρονη ζωή

2.1 Ιστορική αναδρομή

Ορισμένοι από τους αυτοματισμούς που διέθετε το καράβι στο μηχανοστάσιο ήταν οι κάτωθι:

- ανίχνευση πυρκαγιάς,
- διαχωριστήρας του νερού των υδροσυλλεκτών



Εικόνα2-1 Θαλάσσιος διαχωριστής ύφαλων νερού πετρελαίου καύσεως για τις συσκευές κατεργασίας ύδατος

Νέες θεωρίες σημειώθηκαν όπως τις εξελίξεις στην επιστήμη και την τεχνολογία των συστημάτων αυτομάτου ελέγχου έως σήμερα.:

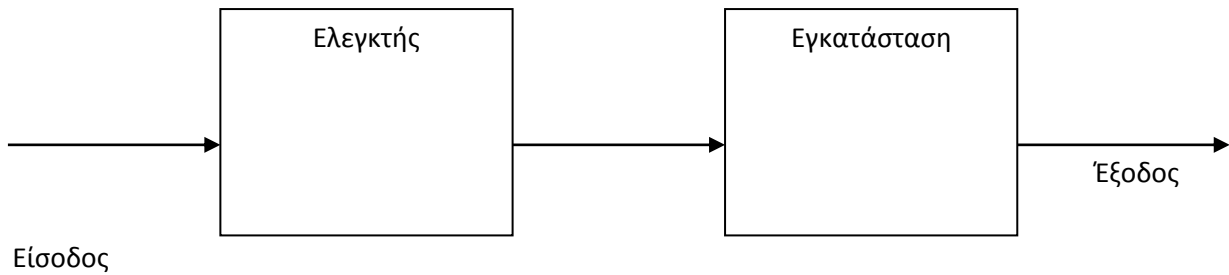
- θεωρία άριστου ελέγχου,
- πλήρωση συστημάτων
- αναπροσαρμοζόμενος έλεγχος,
- ψηφιακός έλεγχος,
- σχεδιασμός προγραμματιζόμενων ελεγκτών

2.2 Κύριες αρχές στα συστήματα ανοικτού και κλειστού βρόγχου

Υφίστανται παράγοντες που επηρεάζουν το σύστημα διαταράσσοντας τη λειτουργία του. Εάν οι διαταραχές αυτές στο σύστημα είναι συχνές πρέπει να παρακολουθείται η μεταβολή της πραγματικής τιμής στην έξοδο του και ούτως προκειμένου

να μην επηρεάζεται η σωστή λειτουργικότητα του συστήματος είναι απαραίτητη και η ανάδραση του συστήματος.

Τα ανοικτά συστήματα αυτομάτου ελέγχου πραγματοποιούνται όταν οι μεταβολές των διαταραχών που παρουσιάζονται είναι πολύ μικρές ούτως προκειμένου να επηρεάσουν την έξοδο του συστήματος. Επίσης χρησιμοποιούνται όταν στο σύστημα επιδρά μόνο ένας καθορισμένος τύπος διαταραχής γνωστός αναφορικά με το είδος και την πορεία του.

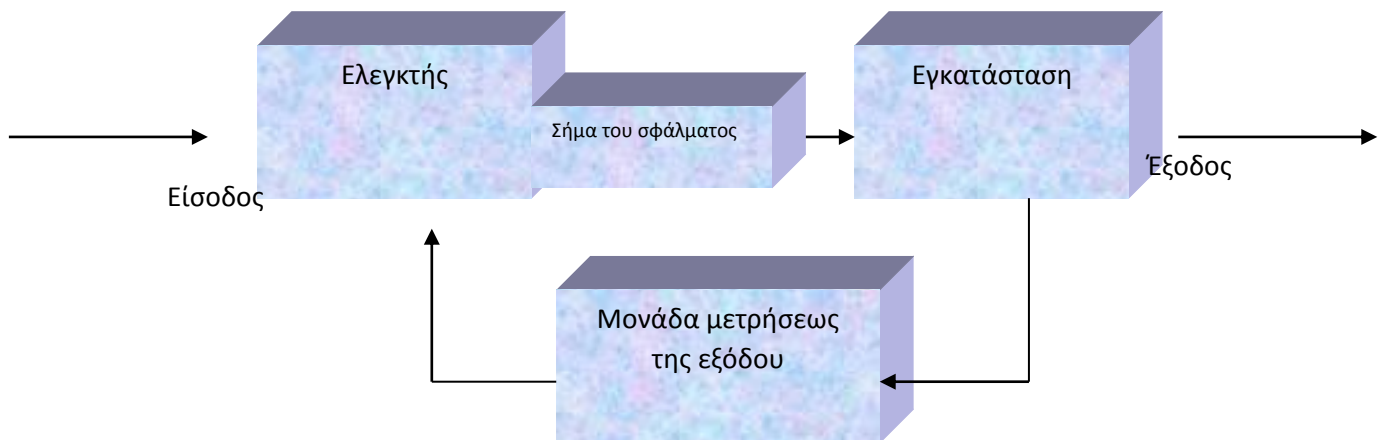


Σχήμα 1-1 Ανοικτό σύστημα αυτόματου ελέγχου

Πηγή: Βλαχογιάννη Ι. Γ., Παπαχρήστου Δ. Α., Χαμηλοθώρη Γ. Ε., (2009)

"Εισαγωγή στον Αυτόματο Έλεγχο Αυτοματισμοί Πλοίων",
Αθήνα

Τα κλειστά συστήματα έχουν πολλές διαφορές στο μέγεθος και το είδος και σε ορισμένες περιπτώσεις και η θερμοκρασία.



Σχήμα 1-2 Σύστημα κλειστού ελέγχου

Πηγή: Βλαχογιάννη Ι. Γ., Παπαχρήστου Δ. Α., Χαμηλοθώρη Γ. Ε., (2009)

"Εισαγωγή στον Αυτόματο Έλεγχο Αυτοματισμοί Πλοίων",
Αθήνα

Στα συστήματα ανοικτού βρόχου υφίσταται διεύθυνση ως διαδικασία ελέγχου. Το πόρισμα που εξάγεται από τη διεύθυνση μετριέται και συγκρίνεται με την επιθυμητή είσοδο αναφοράς

2.3 Συσκευές και στοιχεία του συστήματος ελέγχου

Οι βασικότερες συσκευές αυτομάτου ελέγχου είναι οι παρακάτω:

- Ο συγκριτής μέτρησης του σφάλματος.

Προσφέρει στην έξοδό του ένα σήμα που αναλογεί προς τη διαφορά των δύο σημάτων που δέχεται στην είσοδο του.

Είναι τελεστικός ενισχυτής ή ένα απλό ποτενσιόμετρο.

- Τα στοιχεία ανατροφοδότησης. Αφορά μετατροπείς οι οποίοι υπολογίζουν το σήμα εξόδου και το τροποποιούν σε αντίστοιχο ηλεκτρικό σήμα.
- Οι μονάδες ενίσχυσης των ασθενών σημάτων, προκύπτουν από την έξοδο του συγκριτή.
- Οι ελεγκτές επικοινωνούν με το ελεγχόμενο σύστημα και του καθιερώνουν τις μεταβολές στη συμπεριφορά λειτουργίας του

Ως παραδείγματα συσκευών ελέγχου είναι δυνατόν να αναφερθούν:

- Συσκευές που ελέγχουν τη ροή
- Συσκευές που ελέγχουν τη στάθμη
- Συσκευές που ελέγχουν την υγρασία του αέρα
- Συσκευές που ελέγχουν παροχή υγρού

Κεφάλαιο 3^ο Κύριες Αρχές του Αυτοματισμού

Ο Γουλιέλμο Μαρκόνι ήταν Ιταλός εφευρέτης ο οποίος πρωτοστάτησε στην ανάπτυξη της ασύρματης τηλεγραφίας.

Στις 12 Δεκεμβρίου ο Μαρκόνι αφού είχε κατασκευάσει έναν ασύρματο πομπό υψηλής ισχύος προκειμένου να καλύψει τον Ατλαντικό Ωκεανό κατάφερε την κοσμοϊστορική αποστολή του πρώτου ασύρματου μηνύματος, το γράμμα 'S' από την Αγγλία στις Η.Π.Α. Το πρώτο εγχείρημα ασύρματης επικοινωνίας είχε γίνει το 1900 πάλι μέσω θαλάσσης όταν με την τεχνική του Μαρκόνι κατόρθωσαν να επικοινωνήσουν δύο Αμερικανικά πολεμικά καράβια, το *New York* και το *Massachusetts*, ενώ του χώριζε απόσταση 30 ν. μ. Η πρόοδος των τεχνικών μέσων που εφάρμοσε συνέβαλαν στην πορεία την δυνατότητα επικοινωνίας στα 1.551 ν.μ., και σταδιακά στα 2.100 ν.μ. Το 1909 Marconi έλαβε το Βραβείο Νόμπελ Φυσικής γι' αυτήν την εφεύρεση.

Η ασύρματη τηλεγραφία αναγνωρίζεται πλέον ως ένα σημαντικό μέρος του εξοπλισμού των ποντοπόρων επιβατηγών караβιών και σε ένα ταχέως αυξανόμενο βαθμό, του φορτίου караβιών και μικρότερων σκαφών. Έχει κερδίσει αυτή τη θέση ως απόδειξη της αξίας της για τα καράβια που βρίσκονται σε κίνδυνο, αλλά κυρίως μέσα από την εμπειρία που αποκτήθηκε όσον αφορά την εν γένει χρησιμότητα ως εκτεταμένου μέσου θαλάσσιας επικοινωνίας. Από τις αρχές του 20ου αιώνα η ασφαλής και γρήγορη πλοήγηση ήταν εφικτή χάρη στον έλεγχο του χρονομέτρου του караβιού με ασύρματα σήματα του χρόνου. 1/2 kW. Για παράδειγμα, στην ομίχλη και πάλι η θέση ενός караβιού μπορούσε εύκολα να εξακριβωθεί με ασύρματη επικοινωνία και μάλιστα με τη ρύθμιση του χρονομέτρου των πλοίων, με σφάλμα μικρότερο του ενός δευτερολέπτου.

3.1 Αντικείμενο και εφαρμογές του Αυτοματισμού

Ο Αυτοματισμός κρίνεται ως το τεχνολογικό πεδίο της επιστήμης που σχετίζεται με ανάλογα φαινόμενα. Πιο αναλυτικά, ο Αυτοματισμός αφορά:

- την μελέτη των μηχανισμών σε σχέση με το πώς ένα φαινόμενο οδηγείται στο να έχει τη μια ή την άλλη συμπεριφορά.
- τον έλεγχο, στα φαινόμενα της ζητούμενης συμπεριφοράς

Οι ανωτέρω διαστάσεις αλληλοσυνδέονται και αλληλοσυμπληρώνονται. Όπως και υπόλοιπα πεδία της σύγχρονης τεχνολογίας, ο αυτοματισμός εμπεριέχει όλες τις σχετικές δραστηριότητες, δηλαδή:

- τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται ούτως προκειμένου να αναλυθούν τα συστήματα με μαθηματικές ή άλλες μεθόδους,
- τις υπάρχουσες τεχνολογίες που έχουν χρήση υποβοήθησης στην εφαρμογή των μεθόδων του αυτοματισμού

Οι εν λόγω περιοχές απαρτίζουν την «ύλη» του Αυτοματισμού και το αντικείμενο εργασίας των τεχνικών που απασχολούνται σε αυτόν τον τομέα (οι Τεχνικοί Αυτοματισμού)

Ο αυτοματισμός έχει πολύπλευρη διάσταση. Οι εκτελέσεις του είναι πολυάριθμες σε κάθε περιοχή τεχνολογικής άποψης.

Πολλές εφαρμογές του αυτοματισμού ελέγχουν τη λειτουργία σε απλές συσκευές, που χρησιμοποιούνται σε καθημερινή βάση. Μια διάταξη αυτοματισμού, για παράδειγμα, εξασφαλίζει ότι ο θερμοσίφωνας θα λειτουργεί ακριβώς όπως

έχει προγραμματιστεί, διατηρώντας το νερό στην σωστή θερμοκρασία για τη χρήση που προορίζεται. Επιπλέον, χάρη στον σωστό αυτοματισμό η φρυγανιέρα παύει τη θέρμανση απομακρύνει το ψωμί, όταν αυτό ψηθεί, όταν δηλαδή αποκτήσει τις επιθυμητές ιδιότητες

Πάρα πολλές εφαρμογές του αυτοματισμού υφίστανται σε κάθε σύγχρονη τεχνολογική εγκατάσταση, συσκευές, διατάξεις, μηχανές κλπ. που υφίστανται στο κλάδο της βιομηχανίας και τις μεταφορές

Το παρακάτω σχήμα εκφράζει το ρόλο μιας διάταξης αυτοματισμού, στο πηδάλιο ενός πλοίου. Η διάταξη επιβάλλει στο πηδάλιο την ζητούμενη συμπεριφορά, καθορίζοντας και εξασφαλίζοντας τη κίνηση του, ακολουθεί τροχού πηδαλιούχησης.

Μια επιπλέον διάταξη αυτοματισμού ορίζει τις μηχανικές κινήσεις το πως απεικονίζεται παρακάτω ούτως ώστε τα δοχεία να συσκευάζονται όπως έχει οριστεί και να τοποθετούνται σε χάρτινα κιβώτια σύμφωνα με την αρχική εντολή .



Σχήμα 3-1 Απλές διατάξεις αυτοματισμών σε μηχανήμα συσκευασίας

Πηγή: Ιωαννίδης Ι., (1990) "Βοηθήματα μαθήματος 'Ειδικά συστήματα ελέγχου πλοίου'- Τηλεχειρισμός, Αυτοματισμός, Παρακολούθηση"

Οι εκτελεστικές λειτουργίες του αυτοματισμού δεν σχετίζονται αποκλειστικά μόνο από τον τεχνικό τομέα αλλά και τη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι αγορές τροποποιούν τις τιμές των αγαθών μέσα από χρήση και ανάλυση για τη μελέτη των φαινομένων της οικονομίας. Επιπρόσθετα, ο αυτοματισμός μελετά την επίπτωση που υφίσταται στους ποικίλους αναπτυξιακούς παράγοντες στους έμβιους πληθυσμούς και τους νόμους που σχετίζονται με την εξέλιξη των οικοσυστημάτων.

Το σώμα του ανθρώπου, διαθέτει πάρα πολλές "αυτόματες" διαδικασίες που καθορίζουν την ομαλή λειτουργία του οργανισμού ως εξής:

- Εφόσον ένα συγκεκριμένο όργανο του σώματος έχει ανάγκη από οξυγόνο, η καρδιά έχει περισσότερες τις σφίξεις και έτσι επιταχύνει την κυκλοφορία του αίματος, που μεταφέρει το οξυγόνο σε όλο το σώμα .
- Εφόσον η ένταση του φωτός αυξάνεται, η κόρη επιδέχεται συστολή και περιορίζει την έκθεση του εσωτερικού οφθαλμού στο φως.
- Εφόσον η θερμοκρασία του οργανισμού σημειώσει άνοδο, οι αδένες του δέρματος εκκρίνουν τον ιδρώτα με μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό, που εξατμίζεται και μειώνει θερμότητα από την επιφάνεια του σώματος

3.2 Ανάλυση Συστημάτων Αυτόματου Ελέγχου

Ερευνώντας την πορεία των ηλεκτρονικών ναυτικών οργάνων στο πλαίσιο των μεθόδων εφαρμογής ναυσιπλοΐας παρατηρούμε ότι οι μέθοδοι υπόκεινται στην ίδια διαχρονική λογική. Η υπάρχουσα τεχνολογία προωθεί ανά εποχή σταθερά επιτυχημένες μεθόδους ναυσιπλοΐας, κάθε φορά με τα εκάστοτε σύγχρονα μέσα όταν εμφανίζονται (Barshan, 2007).

Λόγου χάρη, αν μελετηθούν οι μέθοδοι προσδιορισμού της θέσεως και κινήσεως του καραβιού θα δούμε ότι παρά την όποια τεχνολογική εξέλιξη, η μέθοδος συμβάλλει στον υπολογισμό της θέσεως στην τομή τουλάχιστον δύο «ευθειών θέσεως», οι οποίες είναι το αποτέλεσμα των μετρήσεων διοπτρεύσεων/αποστάσεων από γνωστά γεωγραφικά σημεία αναφοράς. Κατόπιν, ο υπολογισμός της κινήσεως του καραβιού (πορεία-ταχύτητα) γίνεται με την ακριβή εκτίμηση των διαδοχικών θέσεων (στιγμάτων)

Επομένως, καθώς δεν παίζει ρόλο το χρησιμοποιούμενο μέσο εξαγωγής στίγματος, κατά την ολοκλήρωση της εν λόγω μεθόδου αλλά η λογική που προαναφέρθηκε, η διαφοροποίηση από μέσο σε μέσο έγκειται στα εξής:

- Στην απόσταση μεταξύ του καραβιού και των γεωγραφικών σημείων αναφοράς που χρησιμεύουν για τον εντοπισμό του στίγματος.
- Στη δυνατότητα του μέσου να προσφέρει τις υπηρεσίες του παρά το γεγονός ότι η λειτουργικότητά του μειώνεται από τις καιρικές συνθήκες, την ορατότητα, την εμβέλεια κλπ.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας είχε ως αποτέλεσμα :

- Την ευκαιρία αξιοποίησης της εξαγωγής του στίγματος σημείων αναφοράς ακόμη και σε μακρινή απόσταση από το πλοίο.
- Τη σταδιακή αύξηση του χρόνου κατά τον οποίο το μέσο εξαγωγής στίγματος μπορούσε ακόμη να λειτουργεί

Η ιδέα που οδήγησε στην γέννηση της δορυφορικής ναυτιλίας χρονολογείται από το 1957. Σε αυτή τη φάση τα σημεία αναφοράς διαχωρίζονται από την επιφάνεια της γης και στέλνονται στο διάστημα. Τα σημεία αναφοράς αποτελούν οι θέσεις δορυφόρων σε ελλειπτική τροχιά, οι οποίοι μεταδίδουν κατάλληλα διαμορφωμένα σήματα. Και σε αυτή την ανακάλυψη η εύρεση στίγματος αξιοποιεί τη διάχυση ηλεκτρομαγνητικών σημάτων, με τη διαφορά ότι οι «ραδιοφάροι» λειτουργούν στο διάστημα.

Για την εύρεση του στίγματος υφίσταται πλέον η γραφική απεικόνιση της θέσεως του καραβιού μέσω ενός χάρτη.

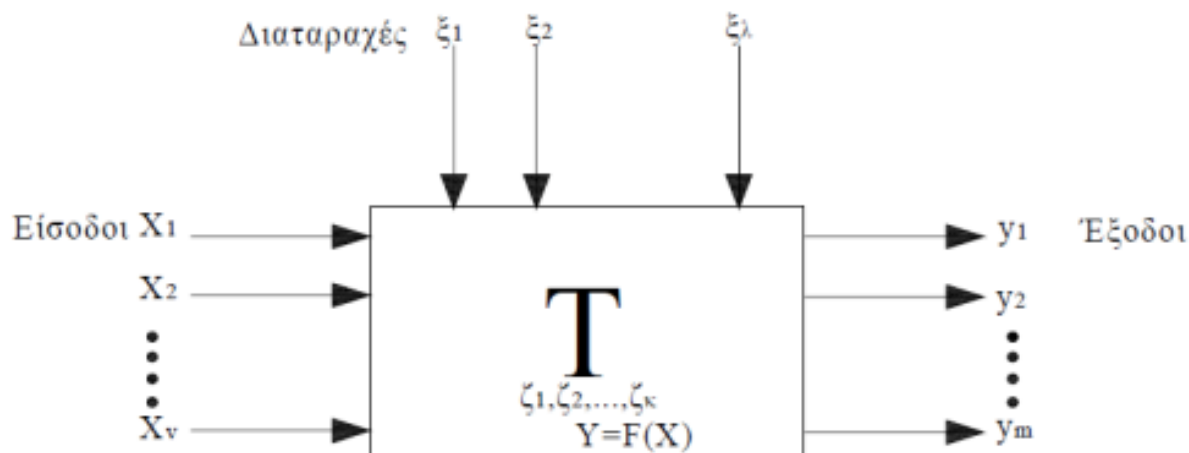
Αυτή η δυνατότητα διευκολύνει τον ναυτικό να δει τη θέση και την κινηματική κατάσταση του καραβιού του σε σχέση με το χώρο και το χρόνο, λειτουργώντας πάνω στη βάση της ίδιας λογικής (Williams ed al, 2008).

3.2.1 Τρόπος παράστασης των αυτοματισμών

Ένας τρόπος παράστασης των αυτοματισμών, είναι παράσταση με «δομικά διαγράμματα», δίχως να είναι πάντα ο πιο σωστός, έχει την ανεξαρτησία από τον καθορισμένο τρόπο κατασκευής των στοιχείων που απαρτίζουν τον αυτοματισμό.

Στο σχήμα που ακολουθεί εξηγείται την παράσταση σε δομικό διάγραμμα ενός ολόκληρου συστήματος αυτοματισμού

T. Το σύνολο του **T** εκφράζεται με ένα ορθογώνιο (BLOCK) . Τα βέλη φτάνουν μέχρι το BLOCK ή απομακρύνονται από αυτό



Σχήμα 3-2 Το απλούστερο δυνατό δομικό διάγραμμα ενός αυτοματισμού T

Πηγή: Ιωαννίδης Ι., (1990) "Βοηθήματα μαθήματος 'Ειδικά συστήματα ελέγχου πλοίου'- Τηλεχειρισμός, Αυτοματισμός, Παρακολούθηση"

Η συνάρτηση αυτή **F** υφίσταται για κάθε αυτοματισμό και είναι δυνατό να εμπεριέχει φυσικά και παραμέτρους, όπως οι $\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_k$ στο ανωτέρω παράδειγμα.

Επιπλέον υφίστανται συχνά και ανεπιθύμητες, μεταβολές ιδιοτήτων, οι λεγόμενες διαταραχές $\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_l$, (DISTURBANCES) οι οποίες μπορούν να παραμορφώσουν τις εξόδους ή και να προξενήσουν τις αναφερόμενες σαν «παρασιτικές εξόδους» παύοντας το σύστημα να είναι αυτοματισμός.

3.2.2 Το ραδιογωνιόμετρο

Από τον 19ο αιώνα άρχισε να αξιοποιείται η χρήση του ραδιογωνιόμετρου το οποίο επιτρέπει την άντληση της κατεύθυνσης και την αίσθηση που λαμβάνουν τα ραδιοκύματα

από το σταθμό του ραδιοφωνικού πομπού (συνήθως ένας ραδιοφάρος) και η συχνότητα μέσω των οποίων είναι συντονισμένη. Είναι το παλαιότερο και ένα από τα πιο σημαντικά βοηθητικά μέσα πλοήγησης. Η διαθεσιμότητα του μέσου παρεμποδίζεται από την εκείνη των ραδιοφάρων, οι οποίοι συνήθως βρίσκονται κοντά σε λιμένες ή αεροδρόμια

Η ένταση σήματος, αλλάζει ως προς διεύθυνση διαδόσεως του σήματος. Όταν η ένταση του σήματος στα ακουστικά του χειριστή μηδενιστεί, η διεύθυνση του επιπέδου της περιστρεφόμενης κεραίας αντιστοιχεί στη διεύθυνση του παράκτιου σταθμού.

Η εφεύρεση αυτή μέσω της χρήσης των κατευθυντικών κεραιών εξασφάλισε το σχετικό απόρρητο των επικοινωνιών των караβιών της ακτοπλοΐας, δίνοντας στο ναυτικό την ικανότητα κατά τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο να εντοπίσει το στίγμα των σκαφών στην ομίχλη προκειμένου να έχει τον έλεγχο έναντι της εισβολής των εχθρών από τη θάλασσα.

Ωστόσο, υπήρξε κάποιος περιορισμός όσον αφορά την απόδοσή του καθώς τα 30-50 ν.μ. της εμβέλειάς του αφορούν αποστάσεις που λαμβάνονται από γεωγραφικά σημεία επί της πλησιέστερης ακτής. Στην ανοικτή θάλασσα δεν δύναται να βοηθήσει στην εξαγωγή στίγματος, ενώ η χρήση του έβρισκε δυσκολίες όταν υπήρχε θαλασσοταραχή και βροχόπτωση.

Ο αρχικός σχεδιασμός του ραδιογωνιόμετρου περιελάμβανε μια περιστρεφόμενη κεραία. Ωστόσο, πιο σύγχρονο μοντέλο ραδιογωνιόμετρου δεν διέθετε περιστρεφόμενη κεραία αλλά δύο σταθερές κεραίες πλαισίου σε κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις, με διαβάθμιση της ραδιοδιοπτεύσεως που δείχνει αυτόματα σε ψηφιακή οθόνη ύστερα από το συντονισμό της συσκευής στην σωστή συχνότητα και τη συνεχή περιστροφή του πηνίου έρευνας (γωνιόμετρου). Το ραδιογωνιόμετρο χρησιμοποιήθηκε

στην ναυτιλία

3.2.3 Η γυροπυξίδα και τα πρώτα συστήματα αυτόματης πηδαλιούχησης

Το πρώτο σύγχρονο γυροσκόπιο σχεδιάστηκε το 1810 από τον Γερμανό G.C. Bohnenberger. Αυτό έγινε με μια βαριά μπάλα αντί του τροχού, αλλά δεδομένου ότι δεν είχε καμία επιστημονική εφαρμογή, θα περάσει στην ιστορία.

Στα μέσα του 19ου αιώνα (1861), η ναυτιλία θα γνωρίσει την πλήρη επιστημονική τεκμηρίωση ενός "γυροσκοπίου" αν και όχι με τη χρήση του ως εργαλείο πλοήγησης. Πιο αναλυτικά, ο Γάλλος επιστήμονας Λεόν Φουκώ είχε πειραματιστεί με ένα μακρύ, βαρύ εκκρεμές σε μια προσπάθεια να παρατηρήσει την περιστροφή της Γης (Barshan, 2007).

Ωστόσο, μόλις στις αρχές του 20ου αιώνα εκδηλώθηκε μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη χρήση του γυροσκοπίου. Ο Hermann Anschütz-Kaempfe, ένας Γερμανός μηχανικός και εφευρέτης, αναγνώρισε ότι ο σταθερός προσανατολισμός του γυροσκοπίου θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε μια γυροσκοπική πυξίδα. Ανέπτυξε τη γυροσκοπική πυξίδα για χρήση σε μια υποβρύχια εξερεύνηση για την υποθαλάσσια ναυτιλία όπου τα κανονικά συστήματα πλοήγησης και προσανατολισμού ήταν ανέφικτα.

Το γυροσκόπιο αποτελείται από μια κεντρικό ρόδα ή έναν στροφέα που τοποθετείται σε ένα πλαίσιο δαχτυλιδιών. Τα δαχτυλίδια λέγονται αναρτήρες (αντίζυγα) ή δαχτυλίδια αναρτήρων. Οι αναρτήρες είναι συσκευές που υποστηρίζουν μια ρόδα ή άλλη δομή αλλά επιτρέπουν την ελεύθερη κίνηση. Οι ίδιοι δακτύλιοι υποστηρίζονται σε έναν άξονα ή έναν άξονα από τη μία πλευρά που με τη σειρά τους μπορούν να τοποθετηθούν σε μια βάση ή μέσα σε ένα όργανο. Η ιδιότητα του άξονα

στροφών (ρότορα) να στρέφεται προς τον αρχικό του προσανατολισμό στο χώρο ονομάζεται γυροσκοπική αδράνεια. Η αδράνεια είναι απλά η ιδιότητα ενός κινούμενου αντικειμένου να συνεχίσει να κινείται μέχρι να σταματήσει. Στη συνέχεια, ο άξονας αρχίζει να ταλαντεύεται. Η τριβή ενάντια στον αέρα επιβραδύνει τελικά τον τροχό του γυροσκοπίου, έτσι η δυναμική του διαβρώνεται. Προκειμένου να διατηρηθεί η αδράνεια του, ένα γυροσκόπιο πρέπει να περιστρέφεται σε υψηλή ταχύτητα, και η μάζα του πρέπει να συγκεντρώνεται προς το χείλος της ρόδας. Σταδιακά η εξέλιξη της τεχνολογίας συνέβαλε στην επίτευξη μεγαλύτερης ακρίβειας της μέτρησης των δύο προαναφερομένων πληροφοριών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα μια σειρά εφαρμογές, όπως (Barshan, 2007):

- Ακριβής ναυτιλία
- Μηχανισμοί σταθεροποίησης
- Συστήματα αδρανειακής ναυτιλίας
- Συστήματα αυτόματου πιλότου

Στις αρχές του 20ου αιώνα ένα κλασικό πρόβλημα της πλοήγησης της ανοικτής θάλασσας ήταν η αξιόπιστη πορείας διατήρησης, ιδιαίτερα κοντά στους πόλους. Δεδομένου ότι η μαγνητική πυξίδα δεν λειτουργούσε σωστά κοντά σε ένα πόλο, ο νεαρός Δρ Hermann Anschütz-Kaempfe είχε εμμονή με την εξεύρεση κατάλληλου μέσου πορείας διατήρησης και συγκεντρώθηκε για τον εντοπισμό της γεωγραφικής βόρειας κατεύθυνσης με τη βοήθεια ενός γυροσκόπιο. Το 1904 εφηύρε την πρώτη γυροπυξίδα στον κόσμο που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε καράβια (Barshan, 2007).

Στην αεροπορία όπως και στη ναυτιλιακή αγορά το 1909 ο Αμερικανός Elmer Sperry πέτυχε την περαιτέρω αξιοποίηση του

γυροσκοπίου που εξάλειψε τις μεταβολές που οφείλονται στο μαγνητισμό της γης. Επίσης, εφηύρε τον αυτόματο πηδαλιούχο, ο οποίος κρατά ένα καράβι σε μια πορεία, δηλαδή τη σταθεροποίηση των καραβιών σε όλες τις καιρικές συνθήκες. Το πρώτο σύστημα αυτόματης πηδαλιούχησης για τη ναυσιπλοΐα κατασκευάστηκε το 1916 στο Κίελο, από την εταιρεία Anschütz το οποίο εφαρμόστηκε σε ένα Δανικό επιβατηγό καράβι (Williams et al, 2008).

3.2.4 Από την δεκαετία του 1920 μέχρι το τέλος του Β' Παγκοσμίου πολέμου

Κατά τη δεκαετία του 1920 σε αρκετά πανεπιστήμια τόσο των ΗΠΑ όσο και της Ευρώπης πραγματοποιήθηκαν έρευνες με σκοπό την κατασκευή καινούργιων ραδιοναυτιλιακών βοηθημάτων που θα συνέβαλλαν στον υπολογισμό αποστάσεων με την εκπομπή και λήψη ραδιοκυμάτων και του χρόνου διάδοσής τους, αλλά και για την ακριβή εκτίμηση της θέσης (στίγματος) καραβιού στη τομή δύο γραμμών θέσεως με την λήψη και επεξεργασία ραδιοκυμάτων που εκπέμπονται από παράκτιους σταθμούς. Βέβαια, αυτά τα σπουδαία επιτεύγματα παρέμειναν για μεγάλο χρονικό διάστημα αδρανή, όπου μόνο κατά τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο επωφελήθηκαν τα προνόμια αυτών των εφευρέσεων, όπου εφαρμόστηκαν σε στρατιωτικές ανάγκες, τόσο το ναυτικό ραντάρ όσο και τα πρώτα συστήματα υπερβολικής ναυτιλίας

3.2.5 Το ραντάρ

Από το 1920 μια σημαντική ανακάλυψη έρχεται στο προσκήνιο, χάρη στον εφευρέτη Albert W. Hull. Πρόκειται για την πρώτη λυχνία magnetron. Η λειτουργία της βασίζεται στην παραγωγή υψηλής ισχύος ηλεκτρομαγνητικά σήματα

μικροκυμάτων. Καθώς τα σήματα εξέρχονται από μία πηγή, δύναται να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να μεταδώσουν σήματα σε μεγάλες αποστάσεις. Η εφεύρεση αυτή συνέβαλε σε μεγάλο βαθμό στην εξέλιξη της ασύρματης επικοινωνίας. Αυτό όπως ήταν φυσικό οδήγησε στην καλυτέρευση των τεχνικών οι οποίες μετατρέποντας τα βασικά στοιχεία του σήματος που εκπέμπεται, μεταδίδεται η πληροφορία από ένα σημείο σε κάποιο άλλο. Οι αποστάσεις επικοινωνίας αυξάνονται ενώ η ποιότητα των σημάτων γίνεται καλύτερη.

Το Ραντάρ το οποίο ουσιαστικά "βλέπει" με ραδιοκύματα καθορίζει την απόσταση σε ένα αντικείμενο με τη μέτρηση του χρόνου που απαιτείται για ένα ραδιοφωνικό σήμα να ταξιδέψει από έναν πομπό προς το αντικείμενο και να επιστρέψει. Τέτοιες μετρήσεις μπορούν να μετατραπούν σε γραμμές και θέσεις (LOP) που αποτελείται από κύκλους με ακτίνα ίση με την απόσταση προς το αντικείμενο. Τα θαλάσσια ραντάρ χρησιμοποιούν κατευθυντικές κεραίες, μπορούν επίσης να καθορίσουν τον προσανατολισμό ενός αντικειμένου. Το ραντάρ δικαίως χαρακτηρίζεται το κατεξοχήν μέσο σύνθεσης της εικόνας της ναυτιλιακής καταστάσεως.

Η λέξη ραντάρ (RADAR) είναι ένα αρκτικόλεξο που σημαίνει ανίχνευση με ηλεκτρομαγνητικά κύματα και μέτρηση αποστάσεως (Radio Detection and Ranging).

Παρά το γεγονός ότι το 1904 ο Γερμανός Christian Hülsmeyer κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας ένα μέσο προκειμένου να τη χρήση ραντάρ, αλλά η εφεύρεση προσέλκυσε πολύ μικρό ενδιαφέρον. Όμως στα τέλη της δεκαετίας του 1930, η απειλή της επίθεσης του αέρα τόνωσε την εργασία σε αυτή την τεχνολογία και έτσι ερευνητικές ομάδες σε τουλάχιστον οκτώ χώρες όπως: η Γαλλία, η Γερμανία, η Ιταλία, η Ιαπωνία, η Ολλανδία, η Σοβιετική Ένωση, το Ηνωμένο Βασίλειο και οι

Ηνωμένες Πολιτείες ενδιαφέρθηκαν για την κατασκευή ραντάρ. Ακόμη και πριν από το ξέσπασμα του πολέμου, η Βρετανία είχε κατασκευάσει ένα σύστημα ραντάρ αεράμυνας που λεγόταν Chain Home. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι ερευνητές στο Rad Lab του MIT και το Ναυτικό Ερευνητικό Εργαστήριο των ΗΠΑ έσπευσε επίσης να αναπτύξει το ραντάρ

Το Ραντάρ αναπτύχθηκε περαιτέρω κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Έχει ειπωθεί ότι το ραντάρ βοήθησε τους συμμάχους να κερδίσουν κατά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Αν και αυτό είναι υπερβολή, είναι γεγονός ότι το ραντάρ άσκησε τεράστια επίδραση στον τρόπο με τον οποίο πάλεψαν και οι δυο πλευρές στον Β' Παγκ. Πόλεμο. Το 1944 ξεκίνησε προοδευτικά η τοποθέτησή του και στα εμπορικά καράβια , που διευρύνθηκε μετά τη λήξη του πολέμου. Στις δεκαετίες που πέρασαν το ραντάρ βελτιώθηκε σε μεγάλο βαθμό όπου σήμερα μπορεί με υψηλότερη ακρίβεια να εξάγει την πληροφορία της συσκευής με αποτέλεσμα σήμερα να είναι εύκολη η αυτόματη υποτύπωση της ναυτιλιακής κινήσεως (Hofmann et all, 2008)

3.2.6 Η υπερβολική ναυτιλία

Η αρχή επί της οποίας λειτουργούν όλα τα υπερβολικά συστήματα πλοήγησης και εντοπισμού θέσης είναι ουσιαστικά η ίδια. Αποτέλεσε ένα αξιόπιστο σύστημα που χρησιμοποιήθηκε κατά τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο με σκοπό την εύρεση της θέσεως των πυροβόλων του εχθρού με την καταγραφή των χρονικών στιγμών που ακουγόταν η βολή του πυροβόλου σε διαφορετικές θέσεις. Πιο αναλυτικά, ένα σύστημα πλοήγησης που παράγει υπερβολικές γραμμές ή επιφάνειες θέσεως μετρώντας την διαφορά στους χρόνους υποδοχής (ή διαφορά φάσης) μεταξύ ραδιοσημάτων από δύο ή περισσότερους συγχρονισμένους πομπούς αποστολής σημάτων. Αυτής τη

μορφής τα συστήματα απαιτούν τη χρήση ενός δέκτη που μετρά τη διαφορά χρόνου (ή διαφορά φάσης) μεταξύ της άφιξης των ραδιοσημάτων. Υποθέτοντας ότι η ταχύτητα διαδόσεως του σήματος είναι σχετικά σταθερή σε μια δεδομένη περιοχή κάλυψης, η διαφορά στους χρόνους άφιξης (ή φάση) είναι σταθερή σε μία υπερβολή που έχουν δύο σταθμοί εκπομπής ως εστίες. Ως εκ τούτου, ο δέκτης μετρήσεως χρόνου ή διαφορά φάσης μεταξύ σημάτων που φθάνουν πρέπει να βρίσκεται κάπου κατά μήκος της γραμμής της υπερβολικής θέσης που αντιστοιχεί στο εν λόγω χρονικό διάστημα ή διαφορά φάσης. Η τομή των γραμμών της θέσης παρέχει μια δισδιάστατη αποτύπωση πλοήγησης (Hofmann et al, 2008)

Ιστορικά, τα ραδιοναυτιλιακά βοηθήματα υπερβολικής ναυτιλίας σχεδιάστηκαν κατά τον Β' παγκόσμιο πόλεμο. Τα εν λόγω συστήματα μπορούσαν να υπολογίσουν τη θέση (στίγματος) του καραβιού με την απορρόφηση και επεξεργασία ραδιοσημάτων, τα οποία μεταδίδονταν από συγκεκριμένα κέντρα ξηράς σε αποστάσεις από τις ακτές κατά πολύ μεγαλύτερες από την εμβέλεια του ραδιογωνιομέτρου και του ραντάρ.

Στα συστήματα υπερβολικής ναυτιλίας η θέση του καραβιού υπολογίζεται στην τομή δύο υπερβολικών γραμμών θέσεως, οι οποίες προκύπτουν ως εξής:

- Η 1η υπερβολική γραμμή θέσεως προκύπτει από τη μέτρηση της διαφοράς των αποστάσεων του καραβιού από τους σταθμούς Α και Β.
- Η 2η υπερβολική γραμμή θέσεως προκύπτει από τη μέτρηση της διαφοράς των αποστάσεων του καραβιού από τους σταθμούς Α και Γ

Τα κυριότερα ραδιοναυτιλιακά βοηθήματα υπερβολικής ναυτιλίας που δημιουργήθηκαν κατά τον Β' παγκόσμιο πόλεμο, ήταν τα εξής:

- Το σύστημα CONSOL δημιουργήθηκε στη Γερμανία και χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό στη ναυτιλία ανοικτής θαλάσσης υποβρυχίων με το γνωστό όνομα: SONNE. Μετά το πέρας του πολέμου η εφεύρεση αυτή βελτιώθηκε και εξελίχθηκε περισσότερο από τους Βρετανούς.
- Το σύστημα DECCA είναι ένα ακόμη υπερβολικό σύστημα ραδιοπλοήγησης που δημιουργήθηκε από τη Μεγάλη Βρετανία μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο και αργότερα χρησιμοποιήθηκε σε πολλές περιοχές σε όλο τον κόσμο. Λειτουργήσε μετρώντας τις διαφορές φάσης μεταξύ των συνεχών σημάτων. Με την αποτύπωση των μετρήσεων από δύο ζεύγη υπερβολών σε κάθε δεδομένη στιγμή, οι χρήστες μπορούσαν να σχεδιάσουν τη θέση τους αμέσως. Το σύστημα χρησιμοποιεί τουλάχιστον τρεις ακτές οι οποίες βασίζονται σε σταθμούς πομπών ξηράς που ονομάζονται αλυσιδωτές, δραστηριοποιούνται σε συχνότητα από 70 έως 130 kHz σταθμών ξηράς (Hofmann et al, 2008)

3.3 Ευστάθεια συστημάτων αυτόματου ελέγχου

Ένα από τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν τα συστήματα αυτόματου ελέγχου που διαδραματίζουν το βασικότερο ρόλο στη συμπεριφορά τους είναι η ευστάθεια, γι' αυτό κατά τη δημιουργική φάση ενός συστήματος αυτόματου ελέγχου κάνει προσπάθεια πρωτίστως για την εξασφάλιση της ευστάθειας. Έπειτα από την εξασφάλιση της ευστάθειας του συστήματος εκφράζεται η ικανοποίηση άλλων ζητουμένων σχεδίασης όπως η

ταχύτητα, το εύρος ζώνης, το σφάλμα στη μόνιμη κατάσταση κ.λπ.

3.4 Ελεγκτές συστήματος

Στα συστήματα αυτόματου ελέγχου χρησιμοποιούνται συνδεσμολογίες ελεγκτών που έχουν στόχο τη καλυτέρευση στη καλυτέρευση των στοιχείων του συστήματος που μελετάμε. Με τη χρήση ελεγκτών επιτυγχάνονται ιδανικότερες επιδόσεις του συστήματος.

Η μέθοδος με τη βοήθεια της οποίας οι ελεγκτές πετυχαίνουν το στόχο τους είναι η εισαγωγή πόλων ή μηδενικών στη συνάρτηση μεταφοράς του συστήματος ανοιχτού βρόγχου.

Η στάση ενός ελεγκτή σ' ένα σύστημα ελέγχου αυτοματισμού καλύπτει τους παρακάτω στόχους:

- Ικανοποίηση προδιαγραφών απόκρισης
- Ικανοποίηση προδιαγραφών ευστάθειας
- Στιβαρότητα ελεγκτή.

3.5 Πλεονεκτήματα συστημάτων

Τα πλεονεκτήματα των συστημάτων αφορούν τη υλοποίηση καθορισμένων εργασιών δίχως να απαιτούνται ανθρώπινοι χειρισμοί αλλά και ιδανικότερη αξιοποίηση χρόνου ανθρώπινης εργασίας, καθώς με τη χρήση αυτοματισμών μηδενίζεται η ανάγκη για επαναλαμβανόμενες εργασίες. Εκμηδένιση σφαλμάτων που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα (κούραση , λάθος υπολογισμός , αμέλεια κ.λπ.) Επιπλέον πλεονέκτημα αποτελεί η παραγωγή τυποποιημένων αποτελεσμάτων , η ασφάλεια κατά την εργασία και η ποικιλία των παροχών που διαθέτουν τα συστήματα αυτοματισμών

Στη συνέχεια καταρτίζονται οι βασικότερες κατηγορίες συστημάτων αυτοματισμών τα οποία μπορούν και να συνδυαστούν μεταξύ τους

3.6 Είδη αυτοματισμού

Τα είδη αναφορικά με την φύση της σχέσης εισόδου και εξόδου, διακρίνονται σε «συστήματα αυτοματισμού ανοικτού και κλειστού κυκλώματος» (Nauticast GmbH,2015)

Το μετέπειτα είδος των αυτοματισμών είναι γνωστό και με την ονομασία «Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου» ή συντομογραφικά «**Σ.Α.Ε.**» - **FEEDBACK CONTROL SYSTEMS.**

Αναφορικά με τις ικανότητες μνήμης που έχουν, τα συστήματα αυτοματισμού τμηματοποιούνται σε «Αναλογικά» (ANALOG SYSTEMS), σε «Ψηφιακά» (DIGITAL SYSTEMS) και σε «Υβριδικά» (HYBRID SYSTEMS) (Weintrit 2011).

Διακρίνονται και σε σχέση με την φύση των μέσων που χρησιμοποιούν, τα συστήματα σε «Υδραυλικά», σε «Πνευματικά» «Ηλεκτρικά», και «Ηλεκτρονικά».

Οι προαναφερόμενοι τρόποι διάκρισης είναι απόλυτα ανεξάρτητοι όπως για παράδειγμα ένα σύστημα είναι δυνατόν να είναι υδραυλικό σύστημα αυτομάτου ελέγχου υβριδικό με μνήμη.

Ένα άλλο είναι δυνατόν να είναι πνευματικό σύστημα ανοικτού κυκλώματος ψηφιακό απλό, κ.ο.κ.. Χρησιμοποιούνται και μικτοί τύποι, ψηφιακό απλό κ.λπ.

Κεφάλαιο 4^ο Συστήματα ελέγχου καραβιού αναφορικά με την πρόωση

4.1 Προσημείωση πλοίων

Προσομοίωση καλείται η μελέτη ενός συστήματος και εξοικείωσης με τα χαρακτηριστικά του με τη βοήθεια ενός άλλου συστήματος το οποίο στις πιο πολλές περιπτώσεις είναι ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής (Weintrit 2011).

Το λογισμικό προκαλεί ένα εικονικό περιβάλλον. Οι προσομοιώσεις προσδίδουν μία ακριβή αναπαράσταση των φαινομένων που μελετώνται, ενώ μελετούν ακραία ή σπάνια φαινόμενα με δυσκολία στη παρατήρηση (Σιμωνίδης, 2007).

4.2 Η ανάγκη των προσομοιωτών στο ναυτιλιακό τομέα

Οι επενδύσεις στους προσομοιωτές στο κλάδο της ναυτηλίας σήμερα δεν περιορίζονται μόνο στους πιο μεγάλους οργανισμούς, αλλά κινούνται σε ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών οργανισμών (Weintrit 2011).

Προκειμένου να μην σημειώνονται λάθη στην εκμάθηση απαιτείται η εκπαίδευση στον προσομοιωτή που βοηθά στην απομόνωση περιοχών που απαιτούν βελτίωση.

Έτσι η εκπαίδευση και η εξάσκηση μπορεί να εστιάζει στις ανάγκες κάθε εκπαιδευόμενου ξεχωριστά.

4.3 Συστήματα αυτοματισμού που χρησιμοποιούν τα πλοία σήμερα

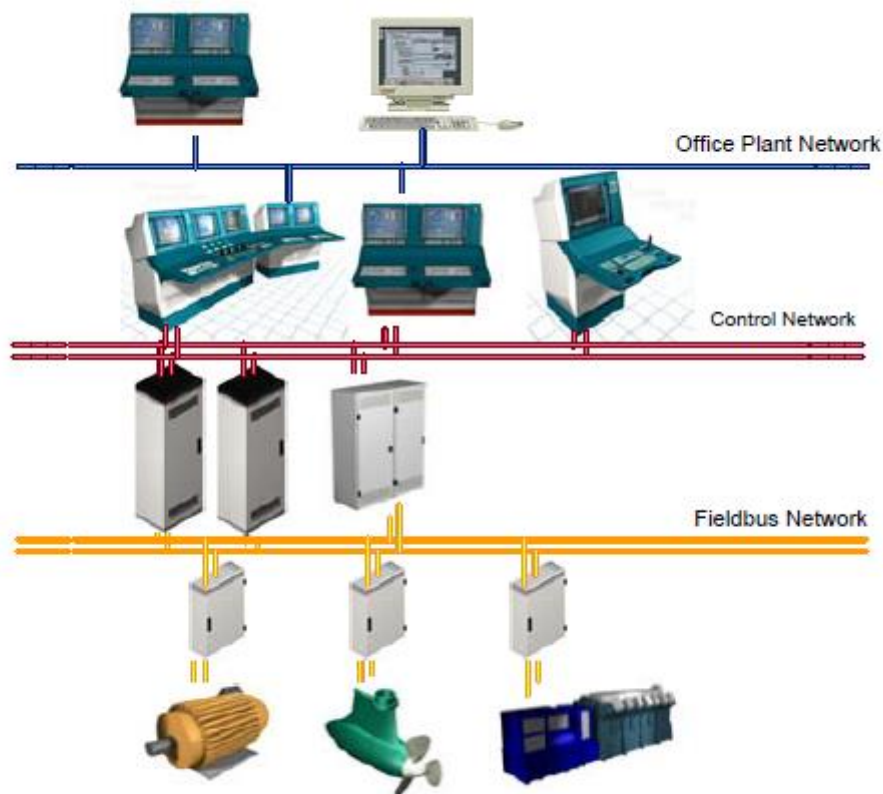
4.3.1 Ναυτικό Σύστημα Αυτοματισμού Γενική επισκόπηση

Στην ναυτιλιακή βιομηχανία, υπάρχουν δύο κύριες κατευθύνσεις για λύσεις συστημάτων αυτοματισμού: τα ολοκληρωμένα συστήματα αυτοματισμού και τα αυτόνομα συστήματα αυτοματισμού.

Οι δύο διαφορετικές κατηγορίες λύσεων βρίσκονται στα περισσότερα είδη των πλοίων. Ωστόσο, δεδομένου ότι οι πολύπλοκες λειτουργίες και τα καθήκοντα αντιμετωπίζονται καλύτερα από τις ολοκληρωμένες λύσεις, αυτά βρίσκονται πιο συχνά σε πλοία με πολύπλοκα και προηγμένα συστήματα πρόωσης και εγκαταστάσεις ελέγχου θέσης. Ακολουθεί η περιγραφή ενός ολοκληρωμένου συστήματος αυτοματισμού (Sørensen, 2013).

Ο ναυτικός αυτοματισμός ή το σύστημα ελέγχου του πλοίου περιλαμβάνει:

- Λειτουργίες ελέγχου π.χ. για έλεγχο HVAC, έλεγχο φορτίου και έρματος, διακοπής λειτουργίας έκτακτης ανάγκης, πυρανίχνευσης και ανίχνευσης αερίων, έλεγχο εκφόρτωσης, έλεγχος μηχανών, κ.λπ.



Σχήμα 4-1 Εγκατάσταση αυτοματισμού.

Πηγή: Sørensen A. (2013) " Marine Control Systems" Lecture Notes , Copyrightc°2013 Department of Marine Technology, NTNU

- Το σύστημα διαχείρισης ηλεκτρικής ενέργειας για τον χειρισμό των γεννητριών, την πρόληψη διακοπής του ηλεκτρικού ρεύματος, τον περιορισμό της ισχύος, την κατανομή του φορτίου και την απόρριψη του φορτίου. Στα πιο σύγχρονα πλοία μπορούν να χρησιμοποιηθούν πιο εξελιγμένα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρικής ενέργειας για τον έξυπνο σχεδιασμό και κατανομή της ηλεκτρικής ενέργειας.

- Την διεπαφή χρήστη του χειριστή με το σύστημα αυτοματισμού μέσω της Διεπαφής ανθρώπου-μηχανής με

συστήματα προβολής και πίνακες χειριστή, που συχνά αποκαλούνται σταθμοί χειριστή.

- Κεντρικοί υπολογιστές με επεκτάσιμη επεξεργασία CPU και ικανότητες I/O, που συχνά αποκαλούνται ελεγκτές ή σταθμοί ελέγχου της διαδικασίας

- Κατανεμημένοι υπολογιστές ή PLC, συνήθως με τοπικό έλεγχο και διασυνδέσεις για επεξεργασία και τους κεντρικούς υπολογιστές.

- Δίαυλους επικοινωνίας στα διάφορα επίπεδα ελέγχου.

- Συνδεδεμένη καλωδίωση, διαχωρισμό και δρομολόγηση καλωδίων.

Η διάκριση ανάμεσα στην ουσιώδη και την σημαντική επικοινωνία και ο καθορισμός του σωστού επιπέδου εναλλαξιμότητας και αλληλεξάρτησης των υποσυστημάτων, αποτελεί πρόκληση για τους σχεδιαστές (Sørensen, 2013).

4.3.2 Σταθμοί Δικτύων και Επεξεργασίας Δεδομένων

Σε μεγαλύτερα συστήματα η ισχύς, η αυτοματοποίηση και τα διάφορα μέρη του συστήματος τοποθέτησης συνδέονται με δίκτυα δεδομένων και τα συστήματα τοποθέτησης υλοποιούνται στους τοπικούς σταθμούς επεξεργασίας. Είναι σημαντικό τα συστήματα αυτά να πληρούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις σε επίπεδο εναλλαξιμότητας και επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο, έτσι ώστε το σύστημα τοποθέτησης να είναι αξιόπιστο. Σήμερα αποτελεί κοινή εφαρμογή η ενσωμάτωση όλου του συστήματος αυτοματισμού σε ένα κοινό δίκτυο εγκατάστασης (Σχήμα 2.3).

4.3.3 Σταθμοί χειριστή και HMI

Η σύνδεση του χειριστή με το σύστημα τοποθέτησης γίνεται μέσω της διεπαφής ανθρώπου-μηχανής (HMI) στους σταθμούς χειριστή. Στους σταθμούς που λειτουργούν, συνήθως τοποθετείται ένα σύστημα joystick που δίνει στον χειριστή την δυνατότητα κατεύθυνσης και ελέγχου της ώθησης, της ταλάντωσης και της εκτροπής. Το HMI πρέπει να είναι φιλικό προς τον χρήστη και θα πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμες επαρκείς πληροφορίες στον χειριστή, ώστε να μπορούν να ληφθούν οι σωστές αποφάσεις (Sørensen, 2013).

4.3.4 Πτυχές ολοκλήρωσης

Η φυσική ολοκλήρωση βασίζεται σε τυποποιημένα πρωτόκολλα επικοινωνίας που διασφαλίζουν την συνδεσιμότητα των συσκευών και την ολοκλήρωση των ελεγκτών και των σταθμών χειριστή σε τρία επίπεδα δικτύου: Επικοινωνία δικτύου Fieldbus σε πραγματικό χρόνο και σε χαμηλό επίπεδο μεταξύ συσκευών και ελεγκτών, δίκτυο ελέγχου σε πραγματικό χρόνο που συνδέει τους ελεγκτές και τους σταθμούς χειριστή, και εγκατάσταση δικτύου σε γραφείο σε διάφορα συστήματα γραφείου και συστήματα διαχείρισης πληροφοριών. Το τελευταίο επίπεδο ανοίγει για την δορυφορική επικοινωνία στα γραφεία των ναυτιλιακών εταιρειών ή των πωλητών.

Είναι σύνηθες να χαρακτηρίζεται το σύστημα αυτοματισμού από τον αριθμό των I/O και να διαιρούνται οι εφαρμογές σε τμήματα χαμηλών προδιαγραφών ή υψηλών προδιαγραφών. Για μια εξέδρα γεώτρησης πετρελαίου, ο αριθμός των σημάτων I/O μπορεί να φτάσει έως και τα 10-15.000. Για ένα συμβατικό πλοίο εφοδιασμού, ο αριθμός I/O είναι συνήθως μικρότερος από τα 1.500 έως 2.000 σήματα.

4.3.5 Azimuth προπέλες και συστήματα πρόωσης

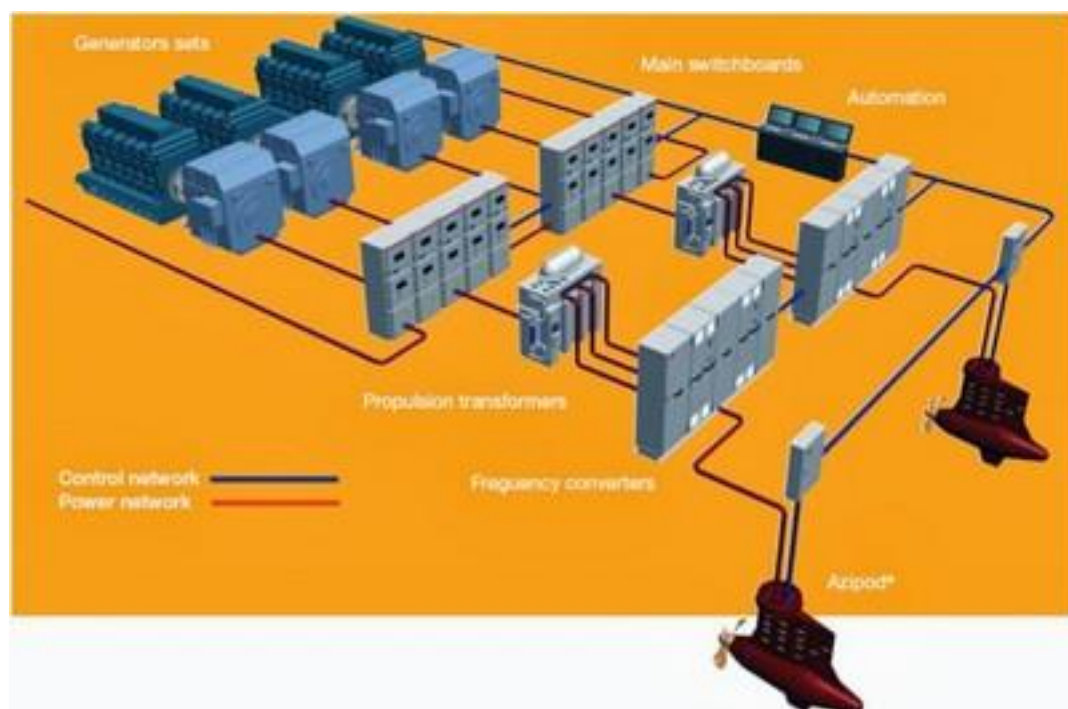
Στο σύστημα πρόωσης Azimuth η προπέλα τοποθετείται σε ένα λοβό με περίβλημα ή απλώς μόνο στο λοβό, ο οποίος μπορεί και περιστρέφεται σε πλήρη κύκλο παρέχοντας τη δυνατότητα η ώθηση να δίνεται σε οποιαδήποτε κατεύθυνση. Με αυτό τον τρόπο στήριξης της προπέλας δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ένας μεγάλος λοβός ο οποίος ουσιαστικά είναι και ο κινητήρας που περιστρέφει την προπέλα. Το μέγεθος που έχουν οι τυπικές μονάδες ισχύος είναι 5-8Mw, αλλά σε μεγάλα πλοία και κρουαζιερόπλοια έχουν τοποθετηθεί μονάδες που φτάνουν 20Mw. Σε ένα λοβό είναι δυνατόν να εγκαθίστανται δύο προπέλες, μία εμπρός και μία μετά από το.

Με την ανάπτυξη των συστημάτων αυτού του τύπου επιτρέπεται η ανάπτυξη των πτερυγίων της προπέλας να γίνεται σε ευρύτερη περιοχή και αυτό σχετίζεται με την αύξηση της απόδοσης,. Υποστηρίζεται ότι τα πλοία με σύστημα Azimuth είναι περισσότερο οικονομικά κατά την εκτέλεση των ταξιδιών, μια και μπορεί να είναι μικρότερα συγκριτικά με άλλα στη μεταφορά μια δεδομένης ποσότητας φορτίου. Βασικό πλεονέκτημα των συστημάτων πρόωσης Azimuth είναι η ευελιξία που προσφέρεται από την περιστροφή των λοβών στις μανούβρες του πλοίου.

4.3.6 Πρόωση Azipod

Το σύστημα Azipod αποτελεί ένα σύστημα πρόωσης Azimuthing podded που παρέχει το συνδυασμό της πρόωσης

του πλοίου και του συστήματος διεύθυνσης σε μια ενιαία μονάδα. Αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1980 για να καλυφθούν οι απαιτήσεις πλοίων που ταξίδευαν σε περιοχές με πάγους. Η βελτίωση του Azipod μηχανικά, ηλεκτρικά και υδροδυναμικά, όλα αυτά τα χρόνια έχει οδηγήσει σε ένα βέλτιστο τυποποιημένο προϊόν. Το Azipod αποτελείται από ένα ηλεκτρικό κινητήρα μεταβλητής ταχύτητας και την προπέλα που είναι εγκατεστημένη απευθείας στον άξονα του κινητήρα. Το Azipod τοποθετείται ως μια ενιαία μονάδα με το σύστημα διεύθυνσης και η τροφοδότηση της ισχύος πραγματοποιείται μέσω ολισθαίνοντος δακτυλίου δίνοντάς του ικανότητα περιστροφής 360ο, ενώ εναλλακτικά μπορεί να τοποθετηθεί ως μια σταθερή συσκευή πρόωσης (Fixipod) χωρίς τη μονάδα διεύθυνσης. Οι ηλεκτροκινητήρες των Azipod ελέγχονται από μετατροπέα συχνότητας, παρέχοντας πλήρη ονομαστική ροπή, με ομαλή και συνεχή ικανότητα μεταβολής της ταχύτητας προς οποιαδήποτε κατεύθυνση σε όλο το φάσμα στροφών. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει σύστημα οδοντωτών τροχών ή απώλειες από μηχανική μετάδοση της ισχύος, η αποδοτικότητα του Azipod είναι υψηλότερη από άλλα συστήματα πρόωσης.



Εικονα4-7 Τυπική διάταξη διανομής ενέργειας σε σύστημα με δύο Azipod

Πηγή: Ελεύθερη Ζώνη, Κατασκευαστική εξέλιξη συστημάτων πλοίων, Ιωάννης Δάγκινης και Νικήτας Νικητάκος

Η ηλεκτρική ενέργεια και η μονάδα διανομής της αποτελείται από περισσότερους του ενός κινητήρες μεσαίας ή υψηλής ταχύτητας, ντίζελ ή φυσικού αερίου. Οι κινητήρες λειτουργούν τις ηλεκτρογεννήτριες που συνδέονται με τον κεντρικό ηλεκτρικό πίνακα. Όλα τα φορτία που συμπεριλαμβάνουν την πρόωση αλλά και τα βοηθητικά συστήματα του πλοίου, τροφοδοτούνται από αυτή τη μονάδα παραγωγής ενέργειας και το συνολικό φορτίο μοιράζεται μεταξύ των ηλεκτρογεννητριών οι οποίες επιλέγονται αυτόματα για να καλύψουν το σύνολο της απαιτούμενης ενέργειας. Η τροφοδότηση του Azipod γίνεται μέσω μετασχηματιστών και μετατροπέων όπως φαίνεται στην τυπική διάταξη της εικόνας 4-7

4.5 Δυναμικό σύστημα τοποθέτησης

Την δεκαετία του 1960, αναπτύχθηκαν συστήματα για τον αυτόματο έλεγχο της οριζόντιας θέσης εκτός από την πορεία.

Τέτοια συστήματα για τον ταυτόχρονο έλεγχο των τριών οριζόντιων κινήσεων (κίνηση εφόρμησης, ταλάντευσης και εκτροπής) σήμερα είναι γνωστά ως συστήματα δυναμικής τοποθέτησης (DP). Η περιγραφή των δυναμικών συστημάτων τοποθέτησης, συμπεριλαμβανομένης της ιστορίας τους, μπορεί να βρεθεί στο Fay. Στην δεκαετία του 1960 το πρώτο σύστημα δυναμικής τοποθέτησης χρησιμοποιούσε αλγορίθμους ελέγχου PID μονής εισόδου και μονής εξόδου σε συνδυασμό με φίλτρο low-pass ή/και αποκοπής. Στην δεκαετία του 1970 εμφανίστηκαν πιο εξελιγμένες μέθοδοι ελέγχου της εξόδου βάσει του πολυμεταβλητού βέλτιστου ελέγχου και της θεωρίας φίλτρων του Kalman. Αργότερα εφαρμόστηκε επίσης και ο μη γραμμικός έλεγχος.

Ορισμός 2.1 Ένα πλοίο με δυναμική τοποθέτηση, σύμφωνα με τους νηογνώμονες (π.χ. Det Norske Veritas (DNV) [54], American Bureau of Shipping (ABS)[3], Lloyd's Register (LRS or Lloyd's) ορίζεται ως ένα πλοίο που διατηρεί την θέση και την κατεύθυνσή του (σταθερή θέση ή προκαθορισμένη διαδρομή) αποκλειστικά μέσω των προωθητήρων εν λειτουργία. Αυτό επιτυγχάνεται είτε με την εγκατάσταση προωθητήρων τύπου σήραγγας πλέον της κύριας κοχλίας(-ων), ή με τη χρήση προωθητήρων αζιμουθίου, οι οποίοι μπορούν να παράγουν πρόωση προς διαφορετικές κατευθύνσεις (Sørensen, 2013).

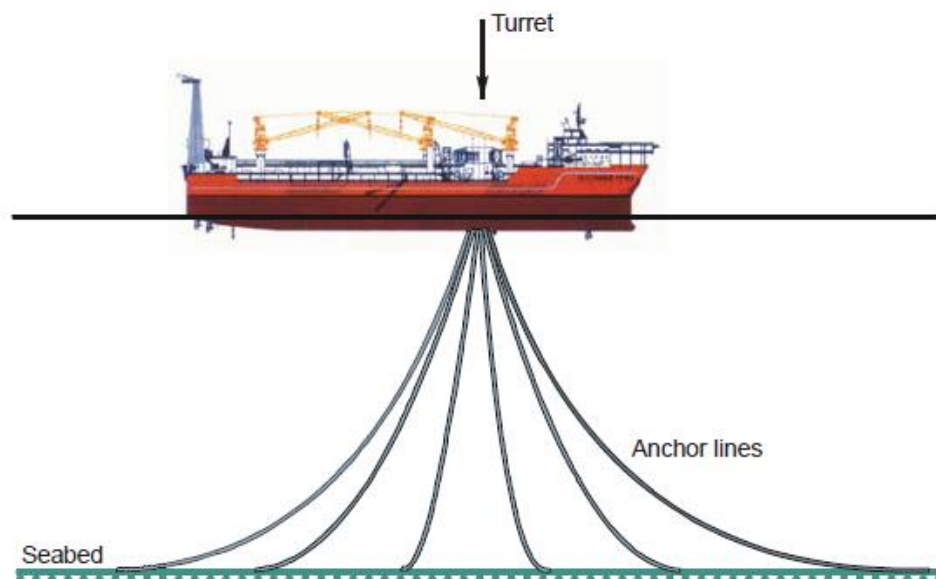
Ενώ στα πλοία που λειτουργούν με δυναμική τοποθέτηση, οι προωθητήρες αποτελούν την μοναδική πηγή ελέγχου της θέσης, η συνδρομή των προωθητήρων είναι μόνο συμπληρωματική στο σύστημα πρόσδεσης στην περίπτωση των συστημάτων ελλιμενισμού μέσω προωθητήρων. Εδώ, το μεγαλύτερο μέρος του ελέγχου της θέσης παρέχεται από ένα σύστημα αγκύρωσης. Σε σοβαρές περιβαλλοντικές συνθήκες χρησιμοποιείται η βοήθεια της ώθησης για να ελαχιστοποιηθούν οι εκδρομές του

πλοίου και η ένταση της γραμμής κυρίως με την αύξηση της απόσβεσης όσον αφορά στον έλεγχο της ανάδρασης της ταχύτητας. Για αγκυροβολημένα πλοία με πυργίσκο, χωρίς φυσικές ιδιότητες ανεμοδείκτη, οι προωθητήρες χρησιμοποιούνται επίσης για τον αυτόματο έλεγχο της πλεύσης, παρόμοια με τα πλοία που λειτουργούν με δυναμική τοποθέτηση. Σε αυτό το κείμενο, ένα ναυτικό σύστημα τοποθέτησης ορίζεται ως ένα σύστημα δυναμικής τοποθέτησης ή ως ένα σύστημα πρόσδεσης με τοποθέτηση υποβοηθούμενη από προωθητήρες.



Σχήμα 42 Θαλάσσιες επιχειρήσεις σε υπεράκτια εξόρυξη πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Πηγή: Sørensen A. (2013) " Marine Control Systems" Lecture Notes , Copyright©2013 Department of Marine Technology, NTNU



Σχήμα 43 FPSO αγκυροβολημένο από τον πυργίσκο.

Πηγή: Sørensen A. (2013) " Marine Control Systems" Lecture Notes , Copyright©2013 Department of Marine Technology, NTNU

Τα συστήματα δυναμικής τοποθέτησης παραδοσιακά αποτελούν μία εφαρμογή χαμηλής ταχύτητας, όπου η βασική λειτουργικότητα του συστήματος είναι είτε να κρατήσει μία σταθερή θέση και πλεύση ή να κινηθεί αργά από το ένα σημείο στο άλλο.

Επιπλέον, υπάρχουν διαθέσιμες εξειδικευμένες λειτουργίες παρακολούθησης για την εγκατάσταση καλωδίων και αγωγών,

καθώς και για επιχειρήσεις τηλεκατευθυνόμενου οχήματος. Η παραδοσιακή λειτουργία του αυτόματου πιλότου με τα χρόνια έχει εξελιχθεί περισσότερο. Συχνά διατίθεται και μία λειτουργία διόρθωσης πορείας για την διόρθωση του καθορισμένου σημείου της πορείας, εξαιτίας περιβαλλοντικών διαταραχών και έρμαιας πλεύσης, έτσι ώστε το πλοίο να ακολουθεί μία ευθεία γραμμή. Ο εντοπισμός των ενδιάμεσων σημείων χρησιμοποιείται όταν ένα πλοίο υποτίθεται ότι ακολουθεί μία προκαθορισμένη διαδρομή, π.χ. η οποία ορίζεται από συντεταγμένες αρκετών ενδιάμεσων σημείων. Η σημερινή τάση είναι η συγχώνευση της λειτουργικότητας της τυπικής επιχείρησης υψηλής ταχύτητας με την λειτουργικότητα της δυναμικής τοποθέτησης, δίνοντας ένα ενιαίο σύστημα για όλες τις ταχύτητες και τους τύπους των επιχειρήσεων. Περαιτέρω έρευνα σε σχέση με τον υβριδικά ελέγχου ενδεχομένως να το επιτρέψει αυτό (Sørensen, 2013).

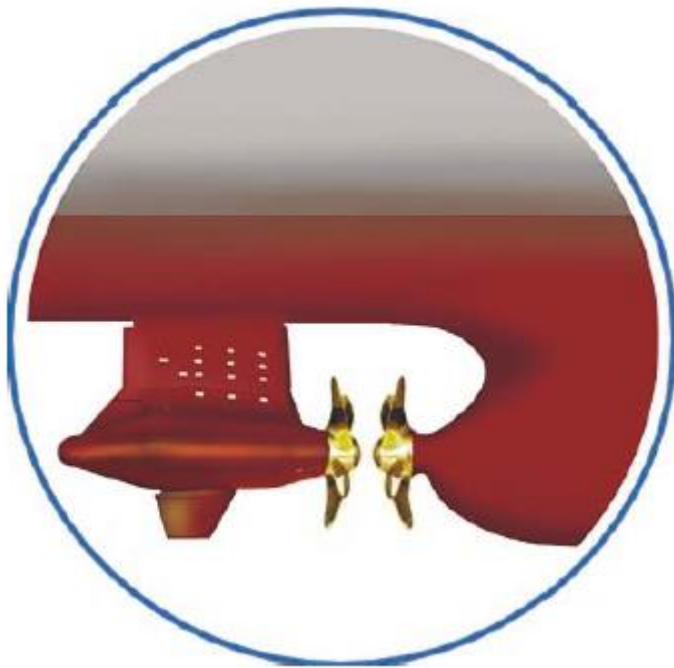
4.6 Ισχύς και πρόωση

4.6.1 Εισαγωγή - Ιεραρχία Ελέγχου

Οι ελεγκτές του επιπέδου του συστήματος υλοποιούνται στους σταθμούς ελέγχου ή τα PLC. Μπορεί να είναι κεντρικοί ή κατακεντρωμένοι υπολογιστές, ανάλογα με την φιλοσοφία του σχεδιασμού στο πλοίο. Σε αυτά θα βρει κανείς τις λειτουργίες διαχείρισης ενέργειας, όπως την διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας, λειτουργίες πρόληψης της διακοπής του ηλεκτρικού ρεύματος, την εκκίνηση και αναδιαμόρφωση της ακολουθίας ελέγχου.

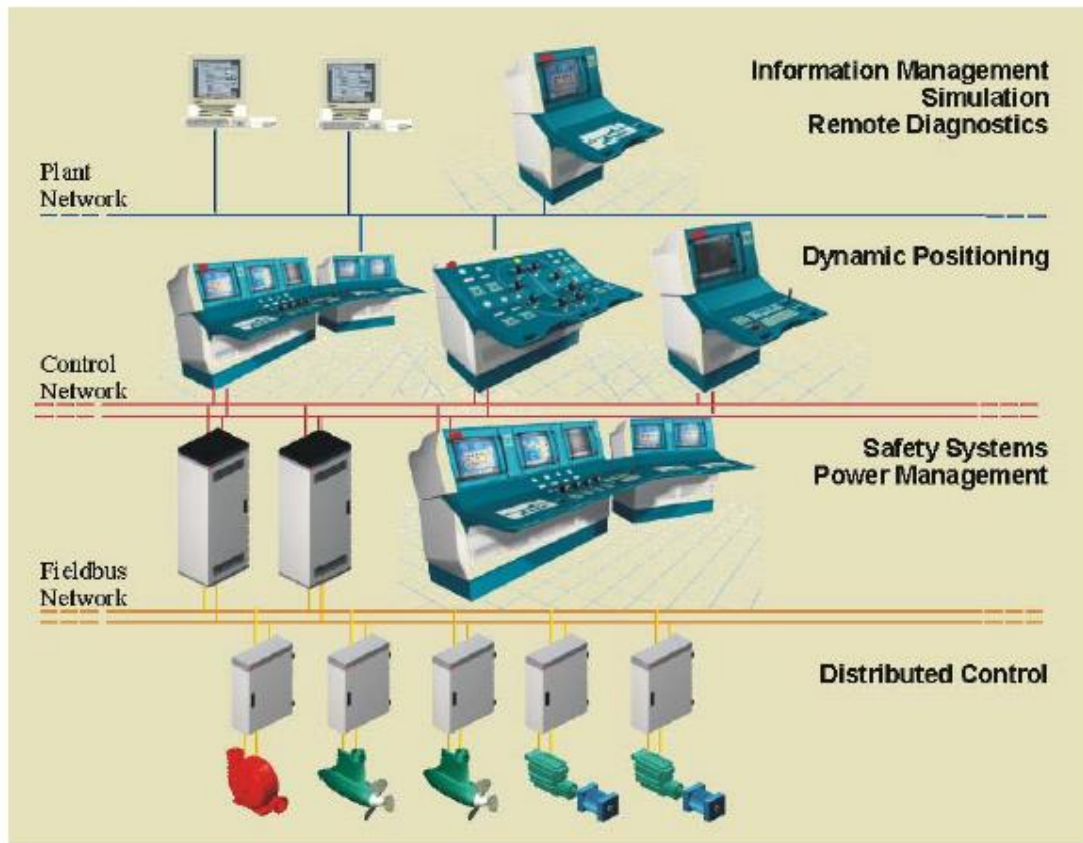
Λόγω της ανάγκης για ξεχωριστές δοκιμές, απαιτήσεις ως προς τον χρόνο απόκρισης και την ευθύνη του πωλητή, υπάρχει ανάγκη για χαμηλού επιπέδου έλεγχο ταχείας απόκρισης, παρακολούθησης και προστασίας των συσκευών.

Εδώ παρουσιάζονται οι γρήγορες λειτουργίες ελέγχου και οι πιο βασικές λειτουργίες ασφαλείας που έχουν υλοποιηθεί. Αυτές συνδέονται στο σύστημα του επιπέδου ελέγχου μέσω μίας καλωδιωμένης διεπαφής σήματος ή διεπαφής τύπου Fieldbus (Sørensen, 2013).



Σχήμα 44 Η ιδέα του Contra Rotating Pod (CRP).

Πηγή: Sørensen A. (2013) " Marine Control Systems" Lecture Notes , Copyright©2013 Department of Marine Technology, NTNU



Σχήμα 4-5 Ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου πλοίου, γενικής ρύθμισης.

Πηγή: Sørensen A. (2013) " Marine Control Systems" Lecture Notes , Copyright©2013 Department of Marine Technology, NTNU



Σχήμα 4-6 Ιεραρχία ελέγχου στην μονάδα ηλεκτροπαραγωγής.

Πηγή: Sørensen A. (2013) " Marine Control Systems" Lecture Notes , Copyright©2013 Department of Marine Technology, NTNU

4.7 Control Room

Το δωμάτιο ελέγχου μηχανοστασίου βρίσκεται στην πρύμνη και στο επίπεδο του κυρίως καταστρώματος του πλοίου, ακριβώς από πάνω. Το δωμάτιο ελέγχου μηχανοστασίου διαθέτει μία κονσόλα που στεγάζει τους σταθμούς του χειριστή για το σύστημα DMS, το οποίο είναι το κεντρικό σύστημα που χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των μηχανών σε όλο το πλοίο. Στεγάζει επίσης τον κύριο πίνακα και τον πίνακα υπηρεσίας του πλοίου για τον έλεγχο και την διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται και χρησιμοποιείται στο πλοίο. Το δωμάτιο ελέγχου μηχανοστασίου χρησιμεύει επίσης ως γραφείο για το προσωπικό του Τμήματος του μηχανοστασίου στο οποίο τηρούνται τα τεχνικά εγχειρίδια, τα σχέδια και οι φάκελοι, καθώς και οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές για τα λογισμικά προγράμμά διαχείρισης της συντήρησης και ελέγχου των αποθεμάτων. Αυτοί που έχουν υπηρεσία χρησιμοποιούν το δωμάτιο ελέγχου μηχανοστασίου ως βάση για τις εργασίες τους και τις συναντήσεις για την δουλειά, τον σχεδιασμό, την ασφάλεια.

Το μηχανοστάσιο είναι ένας μεγάλος χώρος από τους περίπου έξι που υπάρχουν σε όλο το πλοίο. Το μηχανοστάσιο περιλαμβάνει πέντε βασικά σύνολα γεννητριών ντίζελ. Κάθε σύνολο παράγει ηλεκτρική ενέργεια 4,160 volts και καθένα είναι ικανό να παρέχει 2.100 κιλοβάτ ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτά τα πέντε κύρια σύνολα, συν δύο μικρότερα, μπορούν να συνδυαστούν για να παρέχουν έως και 13,5 μεγαβάτ ηλεκτρικής

ενέργειας. Ένα σύνολο γεννήτριας ντίζελ αποτελείται από έναν κινητήρα ντίζελ που ενεργοποιεί μία γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος και περιλαμβάνει βοηθητικό εξοπλισμό, όπως αντλίες ψύξης, αντλίες λαδιού λίπανσης, αντλίες καυσίμων, ψυγεία και πολλά άλλα.

Άλλος εξοπλισμός στον χώρο αυτό περιλαμβάνει τον καθαριστή πετρελαίου (χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό του πετρελαίου πριν πάει στους κινητήρες), αντλία μεταφοράς λιπαντικού ελαίου (για την λίπανση των μηχανών) και μερικές αντλίες και φίλτρα για την μεταφορά των καυσίμων σε άλλα μέρη του πλοίου, όπως τους γερανούς, την γεννήτρια έκτακτης ανάγκης και τον αποτεφρωτήρα.

Το μηχανοστάσιο είναι ένα πολύ θορυβώδες και πολύ ζεστό μέρος από όπου οι περισσότεροι άνθρωποι θέλουν να φύγουν από την πρώτη στιγμή που εισέλθουν σε αυτό, αλλά οι ναυτικοί-μηχανικοί εργάζονται συνήθως σε αυτούς τους χώρους για να λειτουργήσουν και να συντηρήσουν αυτόν τον εξοπλισμό.



Εικόνα 4-1 Δωμάτιο ελέγχου (control room) που χειρίζεται τους αυτοματισμούς του πλοίου

Πηγή: Kowalski, Z., Meler-Kapcia, M., Zieliński, S., & Drewka, M. (2005). CBR methodology application in an expert system for aided design ship's engine room automation. *Expert Systems with Applications*, 29(2), 256-263.



Εικόνα 4-2 Δωμάτιο ελέγχου (control room) που χειρίζεται τους αυτοματισμούς του πλοίου

Πηγή: Kowalski, Z., Meler-Kapcia, M., Zieliński, S., & Drewka, M. (2005). CBR methodology application in an expert system for aided design ship's engine room automation. *Expert Systems with Applications*, 29(2), 256-263.

4.8 Συστήματα πρόσβασης στους βασικούς συναγερμούς.

Το σύστημα IAS έχει σχεδιαστεί για διαφορετικούς τύπους πλοίων, τόσο για τα νέα, όσο και για τα μετασκευασμένα. Ο κύριος σκοπός του συστήματος είναι να δώσει την δυνατότητα στους αξιωματικούς του πλοίου, να έχουν πρόσβαση σε όλους τους βασικούς συναγερμούς και τις που απαιτούνται πληροφορίες για την κατάσταση, προκειμένου να διατηρηθεί η

ασφαλής και αποδοτική λειτουργία των μηχανημάτων και του λοιπού σχετικού εξοπλισμού. Δεν υπάρχουν περιορισμοί στην πολυπλοκότητα των αυτοματοποιημένων και μαθηματικών εργασιών (Drewka, 2005).

Τα οφέλη περιλαμβάνουν

- Το σύστημα εξακολουθεί να λειτουργεί ακόμη και αν δεν λειτουργεί κανένας Σταθμός Διαχειριστής για να διασφαλιστεί η ασφαλής λειτουργία για όλα τα ακραία σενάρια. Επιτυγχάνεται μέσω της διαχείρισης του συναγερμού και οι λειτουργίες ελέγχου εκτελούνται σε επίπεδο PLC

- Οι Βασικοί Συναγερμοί Γέφυρας συνεχίζουν να εμφανίζονται στον πίνακα IAS στην Γέφυρα, ακόμη και όταν δεν λειτουργεί κανένας Σταθμός Διαχειριστή.

- Όλες οι μετασκευές ή επισκευές μπορούν να πραγματοποιηθούν ενώ το σύστημα βρίσκεται σε λειτουργία, λόγω των μονάδων I/O με κατασκευή 3 κομματιών.

- Εκτεταμένες μειώσεις καλωδίωσης λόγω των κατανεμημένων ερμαρίων I/O

- Μειωμένες ώρες εργασίας για τους μηχανικούς, την εγκατάσταση, την θέση σε λειτουργία και την τεκμηρίωση

- Εύκολη εγκατάσταση, διαμόρφωση, λειτουργία και συντήρηση

Υψηλή ευελιξία με κατανεμημένα I/O - σύστημα εύκολο να επεκταθεί

- Ολοκληρωμένες λειτουργίες συντήρησης

Τα ολοκληρωμένα συστήματα συνήθως περιλαμβάνουν:

- Σύστημα συναγερμού και παρακολούθησης

- Βοηθητικός έλεγχος

- Έλεγχος φορτίου και έρματος
- Βυθομέτρηση δεξαμενής
- Έλεγχος αντλίας
- Έλεγχος βαλβίδας
- Διαχείρισης ενέργειας
- Σύστημα πυρόσβεσης
- Σύστημα HVAC

Κεφάλαιο 5^ο Συστήματα ελέγχου αναφορικά με τη πλοήγηση του πλοίου-Dynamic position

5.1 Ιστορική αναδρομή του Dynamic Position στα καράβια

Πριν το 1950, η πλειοψηφία της εξερεύνησης πετρελαίου διεξάγονταν και σε ρηχά νερά, με σταθερές πλατφόρμες (Weintrit 2011).

Η αυξημένη χρήση MME οδήγησε στην ανάγκη για εξόρυξη μεγαλύτερων ποσοτήτων πετρελαίου Το 1961 , ένα μικρό σκάφος γεωτρήσεων, το M / V Cuss-1 , ήταν εφοδιασμένο με 4 έλικες με βελτιωμένη τεχνολογία, για γεωρήσεις στα ανοικτά των ακτών της Καλιφόρνιας και μέχρι 3500 μέτρα σε βάθος. Το M I V Eureka ήταν εφοδιασμένο με ένα υποτυπώδες αναλογικό σύστημα ελέγχου, με τεντωμένο σύρμα, και μήκος στα 130 μέτρα.

Άλλα σκάφη, πρωτότυπα έκαναν χρήση σε όλα τα βασικά συστήματα αναλογικού τύπου . Η ιστορία του βασισμένου σε μοντέλο ελέγχου καραβιού ξεκινά με την εφεύρεση του γυροσκοπίου τη δεκαετία του 1850 από το Γάλλο επιστήμονα J.B.L.Foucault. Το γυροσκόπιο αποτελείται από μια διάταξη που ενός δίσκου από μέταλλο που περιστρέφεται ελεύθερα. για να διατηρήσει την συμπεριφορά, όταν το γυροσκόπιο κινείται μαζί με αυτό (Σιμωνίδης, 2007).

5.2 Ορισμοί

5.2.1 PLC-Programmable Logic Controller

Το PLC είναι υπολογιστής ψηφιακού χαρακτήρα με δυνατότητα εφαρμογής στην αυτοματοποίηση των ηλεκτρολογικών και μηχανικών διεργασιών , όπως έχουν για παράδειγμα τα φωτιστικά σώματα. Τα PLC χρησιμοποιούνται σε αρκετές βιομηχανίες. Σε αντίθεση με τους απλούς

συνηθισμένους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, το PLC έχει σχεδιαστεί για πολλές και ρυθμιζόμενες εισόδους και εξόδους, να αντέχουν σε ακραίες θερμοκρασίες, ηλεκτρικούς θορύβους αλλά και κραδασμούς . Πριν εμφανιστούν τα PLC τον έλεγχο της διαδικασίας κατασκευής τον είχαν οι, χρονοδιακόπτες. Τα εξαρτήματα αυτά ήταν χιλιάδες για τις διαδικασίες αυτές και το κόστος αναβάθμισης και συντήρησης πολύ μεγάλο και πολύ χρονοβόρο (Weintrit 2011).

5.2.2 PID controller

Ένας PID ελεγκτής αφορά το μηχανισμό ανάδρασης ελέγχου σε βρόγχο που χρησιμοποιείται ευρέως σε βιομηχανικά συστήματα ελέγχου. Ο αλγόριθμος του ελεγκτή PID εμπεριέχει τρεις διαφορετικές σταθερές παραμέτρους και κατά συνέπεια μερικές φορές ονομάζεται έλεγχος τριών όρων: αναλογικός (proportional) P , πλήρης (integral) I και διαφορικός (derivative) D (Σιμωνίδης, 2007).

5.2.3 Dynamic Position

Dynamic Positioning θεωρείται ένα σύστημα που ελέγχεται από ηλεκτρονικό υπολογιστή για αυτόματη διατήρηση της θέσης και της πορείας του σκάφους με χρήση των δικών του προπελών και μηχανών. Τα στοιχεία προκειμένου να γίνει πράξη η εν λόγω λειτουργία προκύπτουν από αισθητήρια αναφοράς θέσης, αέρα και κίνησης, και πυξίδες.

5.2.4 Dynamic Position Vessels

Imo Classification

Η ικανότητα διατήρησης της θέσης του με μεγάλη ακρίβεια κατά τη διάρκεια των επιχειρήσεων, είναι ουσιώδους σημασίας.

Τα σκάφη είναι τα dynamic positioning vessels και διακρίνονται σύμφωνα με τις δυνατότητές τους, σύμφωνα με τον IMO σε Class 1, Class 2 και Class 3.

IMO DP Classification

Class 1

Ο εξοπλισμός των Class 1 σκάφη, δεν διαθέτουν απόλυτη ακρίβεια δυναμικής διόρθωσης της θέσης του σκάφους

Class 2

Τα σκάφη αυτά, ελέγχουν σε μεγαλύτερο βαθμό τη θέση τους πάνω από το σημείο στο οποίο είναι σκόπιμο να είναι τοποθετημένα.

Class 3

Τα σκάφη της κατηγορίας class 3, αποτελούν την πιο αξιόπιστη και ασφαλή λύση, όταν κατά τη διάρκεια των επιχειρήσεων χρειάζεται μεγάλη ακρίβεια στη θέση του καραβιού υποστήριξης.

Ένα καράβι που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για το DP απαιτεί:

- Προκειμένου να διατηρεί την θέση του και την διεύθυνση σταθερή πρέπει αρχικά η θέση και η διεύθυνση να είναι γνωστές.
- Έναν υπολογιστή ελέγχου προκειμένου να μπορούν να γίνουν όλες οι απαραίτητες ενέργειες ελέγχου για την σωστή λειτουργία.
- Στοιχεία πρόωσης του πλοίου, όπως κύριες μηχανές και thrusters, ώστε το σύστημα να μανουβράρει σωστά το πλοίο.

Για τις πιο πολλές εφαρμογές, τα συστήματα αναφοράς θέσης είναι σκόπιμο να μελετώνται με προσοχή κατά το σχεδιασμό ενός καραβιού DP. Κυριότερα, για τον καλό έλεγχο της θέσης σε αντίξοες καιρικές συνθήκες, η ικανότητα πρόωσης του καραβιού σε τρεις άξονες πρέπει να είναι επαρκής (Weintrit 2011).

5.3 Εξειδικευμένα συστήματα πλοήγησης

Ο όρος GPS, είναι αρχικά και σημαίνουν global positioning system (σύστημα προσδιορισμού θέσεως)(Wellenhof et all, 2001c). Αυτό το δίκτυο από δορυφόρους κινείται συνεχώς γύρω από τη γη (National Research Council 1995).

Το δίκτυο με τους δορυφόρους μεταδίδει ραδιοφωνικά σήματα πολύ χαμηλής ισχύος προκειμένου να μπορεί ο καθένας με ένα GPS να βρίσκει τη θέση του στη γη. Φυσικά αυτό το σύστημα δεν είναι καθόλου φτηνό και κόστισε πολλά € εκατομμύρια προκειμένου να κατασκευαστεί. Επίσης πολύ ακριβή είναι και η αντικατάσταση ή συντήρηση των δορυφόρων.

Οι σχεδιαστές πρωτίστως είχαν κατά νου ότι το GPS θα χρησιμοποιούταν για στρατιωτικούς σκοπούς. δηλαδή τα GPS είχαν στην αρχή σκοπό την ενίσχυση, της ναυσιπλοΐας, της αερόπλοια και του Στράτου.

Στη πορεία αυτό άλλαξε, διαπιστώθηκε ότι το GPS, έχει πολλές δυνατότητες, οπότε διατέθηκε ελεύθερα και χωρίς χρέωση στην αγορά, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί χωρίς καμία χρέωση από τους πολίτες διαφόρων χωρών (National Research Council 1995). Στο παρόν κεφάλαιο θα οριστεί ιστορικά το GPS, αλλά θα αποσαφηνιστεί η λειτουργία του και τα τμήματά του (Σιμωνίδης, 2007)

Η πλοήγηση στα ουράνια στρώματα ήταν από τις πρώτες

σημαντικές και σοβαρές λύσεις στο ζήτημα του εντοπισμού θέσης άγνωστων σημείων, στα οποία ο ήλιος και τα υπόλοιπα άστρα, θεωρούνταν ως σημεία αναφοράς.

Η θέση των αστεριών και η γεωμετρία του σχηματισμού τους άλλαξε σιγά, σιγά μέσα από τη παρατήρηση των γεωμετρικών σχημάτων, έτσι ώστε ο άνθρωπος να μπορεί να καταλάβει τη θέση του στη Γη υπολογίζοντας την πορεία που έπρεπε να κάνει προκειμένου να κατευθυνθεί προς στον προορισμό του (Weintrit 2011).

Τα πιο σημαντικά παραδείγματα ανάλογων σχηματισμών είναι η Μεγάλη κι η Μικρή Άρκτος. Μέσα από ακριβή μέτρηση στις σχετικές γωνίες έγινε ευκολότερη η υπολογιστική διαδικασία με τη βοήθεια της τριγωνομετρίας.

Αρκετοί προσπάθησαν να φτιάξουν ένα όργανο υπολογισμού θέσεως με ακρίβεια. Η ιδέα αυτή άρχισε να εφαρμόζεται πρόσφατα, με την χρήση ραδιοκυμάτων.

Το GPS ως project αναπτύχθηκε για πρώτη φορά το 1973 προκειμένου να καλύψει τους περιορισμούς των navigation systems. Το σύστημα αποτελείτο από πολλά και διαφορετικά μηχανολογικά σχέδια τα οποία είχαν τεθεί πολύ νωρίτερα από το 1960, όπου έγινε η πρώτη προσπάθεια στο τομέα αυτό. Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή του κεφαλαίου, αρχικά τέθηκε ως στρατιωτικό βοήθημα στη πορεία και βασιζόμενο σε 24 διαφορετικούς δορυφόρους, δόθηκε στην αγορά σε πλήρη λειτουργία από το 1995 και μετά (Mendizabal et all, 2009).

5.4 Ναυσιπλοΐα-Πλοήγηση και Έλεγχος

Η Ναυσιπλοΐα θεωρείται το σύστημα που υπολογίζει την επιθυμητή τροχιά, από το σύστημα ελέγχου ενώ η πλοήγηση

θεωρείται η επιστήμη της καθοδήγησης ενός καραβιού (Σιμωνίδης, 2007).

Ο έλεγχος: θεωρείται ο υπολογισμός των ροπών που πρέπει να εφαρμοστούν στο πλοίο για τον επιθυμητό στόχο.

5.4.1 Αυτόματος πιλότος

Η έξοδος του αυτόματου πιλότου χορηγεί τον σερβομηχανισμό του πηδαλίου. Η διαφορά $-d$ (σφάλμα) εκφράζεται στον ΑΠ ως είσοδος. Ως διάταξη μέτρησης γωνίας γίνεται χρήση γυροσκοπικής πυξίδα με ρυθμό μεταβολής γωνίας από κατάλληλο αισθητήριο από γυροσκόπιο.

5.5 Κινηματική Ανάλυση

Σύμφωνα με την κίνηση που ένα πλοίο εκτελεί χρησιμοποιείται διαφορετικό σύστημα συντεταγμένων. Είναι άξιο αναφοράς ότι υφίσταται διαφορετικό σύστημα αναφοράς στην κινηματική ανάλυση του καραβιού και διαφορετικό για την δυναμική ανάλυσή του.

5.6 Προωθητικά μέσα πλοίου

5.6.1 Πλευρικά προωθητικά πλώρης

Το καράβι διαθέτει με δύο πλώρια προωθητήρια τύπου CT-06 tunnel thrusters. Τα προωθητήρια διαθέτουν σταθερές στροφές ελεγχόμενου βήματος

5.6.2 Πλευρικά προωθητικά πρύμνης

Το καράβι διαθέτει πρυμίο προωθητήριο τύπου CT-09 tunnel thrusters. Το προωθητήριο έχει σταθερές στροφές

ελεγχόμενου βήματος έλικες στην προπέλα. Το DP δέχεται και στέλνει στα προωθητήρια τα εξής σήματα :

Εντολή κλίσης: ± 10 V dc (-10 V =αριστερά, 0 V= ουδέτερο , $+10$ V =δεξιά)

Feedback: ± 10 V dc (-10 V = αριστερά, 0 V = ουδέτερο , $+10$ V = δεξιά)

Η τάση αναφοράς έρχεται από την SPU

5.6.3 Κύρια μηχανή

Το καράβι διαθέτει έλικες στις κύριες προπέλες οι οποίες συνδεόμενες με δύο μηχανές απόδοση ≈ 6300 HP (4707 kW). Η μέγιστη ώθηση φτάνει τους 63 τόνους νερού . Η αριστερή είναι στα 27 μ από το κέντρο και προς την πρύμνη του. Από την διαμήκη γραμμή απέχει 4μ προς την αριστερή μεριά του καραβιού . Η δεξιά βρίσκεται 27 μ από το κέντρο και προς την πρύμνη του (Σιμωνίδης, 2007).

5.6.4 Πηδάλιο

Το καράβι είναι εξοπλισμένο με δύο άσχετα πηδάλια τύπου semi spade. Η μέγιστη γωνία που μπορεί να πάρει το πηδάλιο είναι ± 45 μοίρες. Το αριστερό βρίσκεται 30μ από το κέντρο και προς την πρύμνη του . Από την διαμήκη γραμμή έχει απόσταση 4μ στην αριστερή μεριά του καραβιού . Το δεξί βρίσκεται 30μ από το κέντρο και προς την πρύμνη του . Από την διαμήκη γραμμή έχει απόσταση 4μ προς την δεξιά μεριά του πλοίου.

5.7 Επιλογές λειτουργίας Dynamic position

Μέσα από αυτοματισμούς διατηρεί το καράβι σε μια συγκεκριμένη προαποφασισμένη διεύθυνση. Το DP συγκρίνει τις τιμές του γυροσκοπίου με τις στιγμιαίες επιθυμητές τιμές και δίνει σήμα στις προπέλες προκειμένου να ελαχιστοποιήσει τη διαφορά μεταξύ τους. Ο χειριστής μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει αυτή τη λειτουργία προκειμένου να οδηγήσει αυτόματα το καράβι σε νέα πορεία, με το να εισάγει καινούριες τιμές για την νέα πορεία (Σιμωνίδης, 2007).

5.8 Οθόνες λειτουργίας και διαχείρισης του Dynamic position

Setup Menu

Οι κάτωθι σελίδες βοηθούν τον χειριστή να τροποποιήσει το σύστημα για την καλύτερη λειτουργία του

Sensor Menu

Οι ακόλουθες σελίδες εξυπηρετούν τον χειριστή να έχει πρόσβαση στις μετρήσεις κάθε αισθητηρίου ξεχωριστά αλλά δίνουν και την παροχή βαθμονόμησης τους για πιο σωστή λειτουργία.

Sensor Page 1		Display Units: Metric	
	Heading		New Data
	True	Reciprocal	
Gyro 1	0	0	☐
Gyro 2	0	0	☐
Blended	0	0	
VRS			
	Pitch (+ Bow Up)		Roll (+ Port Up)
VRS 1	0.0°	0.0°	
VRS 2	0.0°	0.0°	
Blended	0.0°	0.0°	
RMS	0.0°	0.0°	
Trim / List	0.0°	0.0°	

Sensor Page 2		Display Units: Metric			
	Description	Wind Speed	Wind Direction Relative	True	New Data
Wind 1	Port Upper	6.2kts	206°	203°	☐
Wind 2	Stbd Upper	6.4kts	204°	201°	☐
Blended		6.2kts	211°	208°	
Current					
		Speed (kts)	True Direction		
	Calculated	0.0	0		
	Estimated	0.0	0		
	Current Source	Estimated			
GPS					
	Latitude	Longitude	Satellites		
DGPS 1	-022°52.6283'	-043°07.8739'	10		
DGPS 2	-022°52.6283'	-043°07.8740'	10		

Position Reference 1

Display Units: Metric

	Measured		Corrected		Noise	New Data
	+N / S-	+E / W-	+N / S-	+E / W-		
DGPS 1	0.8	3.0	0.8	3.0	0.7	☐
DGPS 2	1.5	1.9	0.5	2.6	0.7	☐
Cyscan	17.8	-39.7	0.5	2.3	0.7	☐
Blended	---	---	0.7	2.4	---	

Reference Calibration

Sensor Select

North Offset

East Offset

Calibrate

DGPS 1

0.0

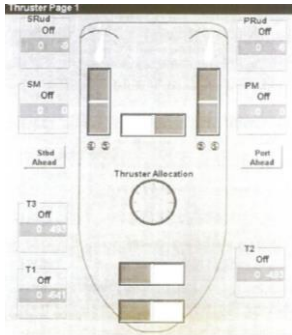
0.0

Position Reference 2		Display Units: Metric			
	Calibration Bias		Calibration Drift		% Weight
	+N / S-	+E / W-	+N / S-	+E / W-	
DGPS 1	0.0	0.0	0.0	0.0	33
DGPS 2	-1.1	0.7	-1.3	0.9	33
Cyscan	-17.3	42.0	-1.3	1.0	33

Hold Relative Sensors 1		Display Units: Metric	
	Target Relative Position		New Data
	+F / A-	+S / P-	
CyScan		Rel Hdg	☐

Εικόνα 5-0-1 Sensor Menu

Πηγή: Mendizabal et all, 2009



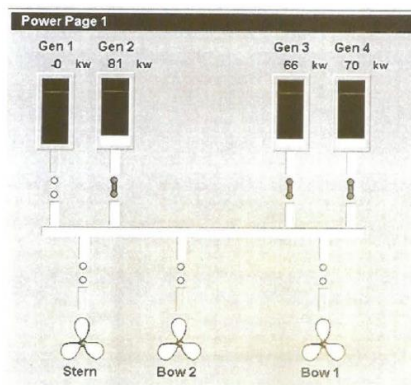
Εικόνα 5-2 Χειρισμοί πρόσβασης μετρήσεων των μηχανών του πλοίου που διαθέτουν αισθητήρες

Πηγή: Mendizabal et al, 2009

Thruster Page 2					
Status	T1	T2	T3	PM T1	SM T3
	Notdy	Notdy	Notdy	Notdy	Notdy
Mode	Off	Off	Off	Off	Off
Manual	5%	6%	9%	8%	9%
Control %					
Pitch Control	0	0	0	0	0
Pitch Fdbk	0	0	0	0	0
Control %	0	0	0	0	0
Fdbk %	0	0	0	0	0
Az Control				0	0
Az Fdbk				0	0
Thruster Alarm					
Az Alarm					

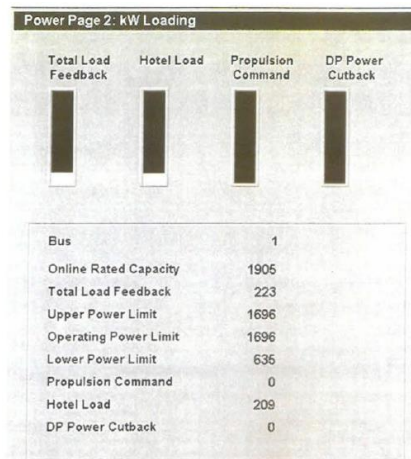
Εικόνα 5-3 Χειρισμοί πρόσβασης μετρήσεων των μηχανών του πλοίου που διαθέτουν αισθητήρες

Πηγή: Mendizabal et al, 2009



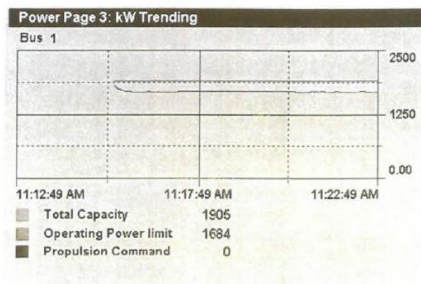
Εικόνα 5-4 Χειρισμοί πρόσβασης μετρήσεων των μηχανών του πλοίου που διαθέτουν αισθητήρες

Πηγή: Mendizabal et al, 2009



Εικόνα 5-5 Χειρισμοί πρόσβασης μετρήσεων των μηχανών του πλοίου που διαθέτουν αισθητήρες

Πηγή: Mendizabal et al, 2009



Εικόνα 5-6 Χειρισμοί πρόσβασης μετρήσεων των μηχανών του πλοίου που διαθέτουν αισθητήρες

Πηγή: Mendizabal et al, 2009

Κεφάλαιο 6° Συστήματα ελέγχου πλοίου

6.1 Ιστορική αναδρομή συστημάτων ελέγχου πλοίων

Κύριο ρόλο στην πορεία των συστημάτων ελέγχου караβιού έπαιξε το γυροσκόπιο. Το 1980, ο H. Anschultz στη Γερμανία και ο E. Sperry στις ΗΠΑ, εργάζονταν στις πρακτικές εφαρμογές του γυροσκοπίου.

Οι εργασίες στα γυροσκόπια επεκτάθηκαν στην οδήγηση των караβιών και στα συστήματα ελέγχου κλειστού βρόχου. Το 1911 ο Sperry έφτιαξε τον πρώτο μηχανισμό αυτόματης οδήγηση πλοίων. Η συσκευή αυτή ονομάστηκε Metal Mike και εμφάνιζε την διαγωγή ενός έμπειρου χειριστή στον τιμόνι ενός πλοίου.

Αναφορικά με τα συστήματα σταθεροποίησης, οι αρχικές εφαρμογές έγιναν το 1860 από τον W. Froude στην Βρεταννία, όπου τοποθέτησε σταθερά πτερύγια bilge keels

Η σταθεροποίηση με πηδάλιο εμφανίστηκε το 1967, με πρώτη εφαρμογή το 1972, με την πλεύση του MS Peggy στην Ολλανδία. Οι κύριες ερευνητικές ομάδες εργάστηκαν στην Ολλανδία, στη Δανία, στη Σουηδία και στις ΗΠΑ (Σαφάκας, 2006)

6.2 Συστήματα ελέγχου πλοίου-Αυτοματισμός

6.2.1 Φίλτρα Kalman

Συχνά οι νόμοι ελέγχου εξασφαλίζουν τη διαθεσιμότητα των καταστάσεων συστήματος για έλεγχο. Πρακτικά δεν μετρώνται από κάθε μεταβλητή καταστάσεων, για ζητήματα οικονομικά λόγω του ότι μπορεί να μην υφίσταται πρόσβαση στα σημεία μέτρησης.

Γίνεται χρήση από παρατηρητές όπου μετρώνται καταστάσεις που δημιουργούνται άλλες καταστάσεις μη διαθέσιμες.

Κεφάλαιο 7^ο Απομακρυσμένος έλεγχος πλοίου

7.1 Ορισμός

Είναι γεγονός ότι η ύπαρξη του Ραντάρ αύξησε την απόσταση εντοπισμού των παραπλεόντων πλοίων. Γι' αυτόν τον λόγο σε πρώτη φάση χρησιμοποιηθήκαν χειροκίνητες μέθοδοι υποτύπωσης της ναυτιλιακής κίνησης (Σιμωνίδης, 2007)

Με τις αλληπάλληλες θέσεις των παραπλεόντων караβιών αντλούνται τα δεδομένα της κίνησής τους. Στη συνέχεια, ο ναυτικός ξεκινά την χειροκίνητη εύρεση των παραμέτρων αποφυγής συγκρούσεως (CPA¹, TCPA²), καθορίζοντας σε σειρά επικινδυνότητας τα καράβια συγκριτικά με τα κοινά χαρακτηριστικά της πλεύσης του όπου και έκρινε όταν το θεωρούσε απαραίτητο για πρόσθετους χειρισμούς του. Οι νέες τεχνολογίες σε συνάρτηση με τη λειτουργία RADAR/ARPA³, το γενικό πλαίσιο της παρατήρησης των παραπλεόντων караβιών (θέση, πορεία, ταχύτητα, CPA, TCPA) υπολογίζονται αυτόματα και επισημαίνονται με παραστατικό τρόπο στην οθόνη του radar. Τέλος, ο ναυτικός έχει τη δυνατότητα να τοποθετήσει ως στοιχείο τον επικείμενο ελιγμό του όπου το σύστημα εκτιμά την ασφάλειά του

Το Σύστημα Αυτόματης Αναγνώρισης (AIS) είναι ένα σύστημα πομποδέκτη ναυτικά σχεδιασμένο με πρώτο παράδειγμα την ασφάλεια στη θάλασσα και ειδικότερα την αποφυγή σύγκρουσης.

¹ CPA: Closest Position of Approach. (Η ελάχιστη απόσταση προσέγγισης ενός πλοίου στο δικό μας πλοίο).

² TCPA: Time to Closest Position of Approach. (Χρόνος μέχρι το πλοίο να βρεθεί στην ελάχιστη απόσταση προσέγγισης από το δικό μας πλοίο).

³ ARPA: Automatic Radar Plotting Aid. (Σύστημα αυτόματης υποτύπωσης στόχων ραντάρ).

Με το σύστημα AIS⁴ η μονάδα εκπέμπει ένα μήνυμα σε τακτά χρονικά διαστήματα που περιέχει τα στοιχεία του, τη θέση, την ταχύτητα, την πορεία συν μια σειρά από λεπτομερή στοιχεία αναφορικά με το καράβι και το φορτίο του, όπως το μήκος του πλοίου, το σχέδιο, το είδος φορτίου, μέριμνα για τα λιμάνια και τους προορισμούς.

Το AIS σχεδιάστηκε αρχικά προκειμένου να βοηθήσει την αποφυγή συγκρούσεων των πλοίων, καθώς και να βοηθήσει τις λιμενικές αρχές για τον ιδανικότερο θαλάσσιο έλεγχο της κυκλοφορίας. Έτσι, με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται σε ικανοποιητικό βαθμό η ασφάλεια της πορείας των πλοίων, καθώς για κάθε σκάφος διαφορετικού τύπου (μηχανοκίνητο, αλιευτικό, ιστιοπλοϊκό κ.λπ.), ο ναυτικός γνωρίζει μια ξέχωρη λειτουργία σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα ελκτικά στοιχεία και την προτεραιότητα που ορίζει ο ΔΚΑΣ⁵.

Στη γέφυρα ενός καραβιού τα υπάρχοντα ηλεκτρονικά όργανα δύναται να παραβάλλονται ταυτόχρονα μέσω δικτυοκεντρικής προσέγγισης σε ενιαία πληροφοριακή βάση. Με τη λειτουργία της εργονομικής απεικόνισης της συνδυασμένης πληροφορίας δημιουργείται με αυτόν τον τρόπο ένα υπέρ-σύστημα/ εργαλείο το οποίο παρουσιάζει με ξεκάθαρο τρόπο λεπτομερώς την κινηματική του καραβιού όσο και τη ναυτικής κατάσταση. Αυτή η διαδικασία μικραίνει το χρονικό περιθώριο λήψεως αποφάσεως και παράλληλα αυξάνει το ποσοστό σωστής απεικόνισής της .

⁴ AIS: Automatic Information System : Αυτόματο σύστημα αναγνώρισης πλοίων.

⁵ ΔΚΑΣ: Διεθνής Κανονισμός προς Αποφυγή Συγκρούσεων στη θάλασσα.

Βιβλιογραφία

- Billur Barshan. (2007), “*Gyroscopes*” in Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering. p 547, John Wiley & Sons, Inc.
- Hoffman-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., and Collins. J.(2001c) *Global positioning system: theory and practice*. New York, Springer-Verlag, p.328
- Hofmann-Wellenhof B., H. Lichtenegger & E. Wasle (2008). *GNSS Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and More*, Springer Verlag.
- Kowalski, Z., Meler-Kapcia, M., Zieliński, S., & Drewka, M. (2005). CBR methodology application in an expert system for aided design ship's engine room automation. *Expert Systems with Applications*, 29(2), 256-263
- Mendizabal, J., Berenguer, R., Melendez, J. (2009). *GPS and Galileo*. McGraw Hill
- National Research Council.(1995) The Global positioning system: a shares national asset: recommendations for technical improvements and enhancements. National Academic Press, p.16
- Nauticast GmbH, (2015) "Information of Ais" Automatic Identification Systems and innovative maritime products, Lützowgasse 12-14, 1140 Wien, Austria
- Sørensen A. (2013) " Marine Control Systems" Lecture Notes, Copyright©2013 Department of Marine Technology, NTNU

- Weintrit Adam (2011)"Navigational systems and simulators, CRC Press
- Williams Paul ed al. (2008), "*e-Navigation and the Case for e-Loran*", Journal of Navigation vol 61, p473–484.
- Βλαχογιάννη Ι. Γ., Παπαχρήστου Δ. Α., Χαμηλοθώρη Γ. Ε., (2009) "Εισαγωγή στον Αυτόματο Έλεγχο Αυτοματισμοί Πλοίων", Αθήνα
- Ιωαννίδης Ι., (1990) "Βοηθήματα μαθήματος 'Ειδικά συστήματα ελέγχου πλοίου'- Τηλεχειρισμός, Αυτοματισμός, Παρακολούθηση"
- Ζούλης Νικόλαος, Καφφετζάκης Παναγιώτης, Σούλτης Γεώργιος (2000), Συστήματα Αυτοματισμών, Αθήνα
- Σαφάκας Α, (2006) «Σημερινή Τεχνολογική Κατάσταση των Ηλεκτρονικών Ισχύος» Εισηγητική Ομιλία στο Διήμερο του ΤΕΕ «Ηλεκτρονικά Ισχύος, Συστήματα Ηλεκτρικής Κίνησης και Βιομηχανικές Εφαρμογές», Αθήνα
- Σιμωνίδης Β., (2007) Διάγνωση Βλαβών και Προβλεπτική Συντήρηση στα Υδραυλικά Συστήματα, ΔΕ, ΕΜΠ,