

Περίληψη

Η παρούσα εργασία στοχεύει στην παρουσίαση των τεχνολογιών των πυξίδων.

Στο 1^ο Κεφάλαιο αναφέρεται η έννοια της πυξίδας και συγκεκριμένα της μαγνητικής πυξίδας, η ιστορική αναδρομή της, η λειτουργία της, οι προϋποθέσεις χρήσης μαγνητικής πυξίδας για ναυτιλιακούς σκοπούς, τα κύρια μέρη μιας πυξίδας, τα πλεονεκτήματα και οι περιορισμοί.

Στο 2^ο Κεφάλαιο, παρουσιάζεται η έννοια της γυροσκοπικής πυξίδας, τα πλεονεκτήματα της χρήσης των γυροσκοπικών πυξίδων συγκριτικά με άλλα όργανα καθώς και τα μειονεκτήματα της χρήσης, οι απαιτήσεις για την κατασκευή αυτού του τύπου πυξίδας, τα κύρια μέρη για τη βασική εγκατάσταση, το ευαίσθητο στοιχείο ως σπουδαιότερο τμήμα της γυροσκοπικής πυξίδας καθώς και το στοιχείο παρακολούθησης ως δεύτερο σπουδαιότερο τμήμα. Ακόμη, γίνεται αναφορά στο γυροσκόπιο και στους νέους τύπους γυροσκοπίων.

Το 3^ο Κεφάλαιο , αναφέρεται στην γυροσκοπική πυξίδα λέιζερ, προσδιορίζεται η αρχή λειτουργίας λέιζερ και η αρχή λειτουργίας της γυροσκοπικής πυξίδας λέιζερ, επισημαίνονται τα βασικά πλεονεκτήματα της αλλά και τα αρνητικά στοιχεία της χρήσης της. Επιπλέον, σημειώνεται ο τρόπος λειτουργίας RLG, το Lockdown και οι τρόποι απεμπλοκής.

Στο 4^ο Κεφάλαιο, δίνεται η έννοια των δορυφορικών πυξίδων – η γενική χρήση των δορυφόρων στις πυξίδες.

Το 5^ο Κεφάλαιο , περιλαμβάνει τους επαναλήπτες και τους ενδείκτες πυξίδων, τους ηλεκτρομηχανικούς επαναλήπτες και τους ψηφιακούς επαναλήπτες καθώς και τον σύνθετο ενδείκτη πληροφοριών κατευθύνσεων.

Τέλος, το 6^ο Κεφάλαιο πραγματεύεται την ανίχνευση και αποκατάσταση των βλαβών στις σύγχρονες πυξίδες.

Λέξεις Κλειδιά

Τεχνολογίες πυξίδων, Επαναλήπτες, Βλάβες, Συντήρηση.

Abstract

This paper aims to present the compass technologies.

In Chapter 1, the concept of the compass, namely the magnetic compass, its historical retrospection, its function, the conditions of use of a magnetic compass for maritime purposes, the main parts of a compass, the advantages and limitations.

In Chapter 2, the concept of gyro compass, the advantages of using gyro compass as compared to other instruments as well as the drawbacks of use, the requirements for making this type of compass, the main parts for the basic installation, the sensitive element as the most important part of the gyro compass and the tracking element as the second most important part. Also, *reference is made to the gyroscope and to the new types of gyroscopes.*

Chapter 3, refers to the gyro laser compass, determines the principle of laser operation and the principle of operation of the gyro laser compass, highlights its basic advantages and the negative elements of its use. In addition, RLG, Lockdown, and Unlock modes are noted.

In Chapter 4, the concept of satellite compasses - the general use of satellites in compasses.

Chapter 5, includes repeaters and compass indicators, electromechanical repeaters and digital repeaters as well as the composite guidance information indicator.

Finally, *Chapter 6*, deals with detecting and restoring faults in modern compass.

Key words:

Περιεχόμενα

Περίληψη	4
Λέξεις Κλειδιά.....	4
Abstract	5
Πρόλογος	8
Κεφάλαιο 1^ο	9
Η έννοια της πυξίδας – Μαγνητική ρυξίδα	9
1.1 Ιστορική Αναδρομή	9
1.2 Μαγνητικές πυξίδες	11
1.2.1 Λειτουργία μαγνητικής πυξίδας	11
1.2.2 Μια μαγνητική πυξίδα για να χρησιμοποιηθεί για ναυτιλιακούς σκοπούς	12
1.2.3 Τα κυρία μέρη μιας μαγνητικής πυξίδας	12
1.2.4 Μέρη της Πυξίδας	14
1.2.5 Πλεονεκτήματα- περιορισμοί	14
Κεφάλαιο 2^ο	16
Γυροσκοπική πυξίδα	16
2.1 Έννοια της γυροσκοπικής	16
2.1.1 Πλεονεκτήματα	17
2.1.2 Μειονεκτήματα	18
2.1.3 Απαιτήσεις κατασκευής	19
2.1.4 Εγκατάσταση γυροπυξίδας	20
2.1.5 Ευαίσθητο στοιχείο	21
2.1.6 Στοιχείο παρακολούθησης	22
2.1.7 Γυροσκόπιο	22
2.1.8 Νέοι Τύποι Γυροσκοπίων	23
2.1.9 Η χρήση του βαλλιστικού υγρού	25
2.1.10 Ψηφιακές γυροσκοπικές πυξίδες	27

Κεφάλαιο 3°	29
Γυροσκοπική πυξίδα laser	29
3.1 Εισαγωγή	29
3.1.1 Αρχή Λειτουργίας Λείζερ	30
3.1.2 Αρχή Λειτουργίας Γυροσκοπικής Πυξίδας Λείζερ	31
3.1.3 Πλεονεκτήματα Γυροσκοπικής Πυξίδας Λείζερ	32
3.1.4 Μειονεκτήματα Γυροσκοπικής Πυξίδας Λείζερ	33
3.1.5 Τρόπος Λειτουργίας RLG	34
3.1.6 Το Lockdown και οι Τρόποι Απεμπλοκής	34
3.1.7 Γυροσκοπικές πυξίδες laser με οπτικό δακτύλιο ή περιέλιξη οπτικής ίνας	37
 Κεφάλαιο 4°	 37
Δορυφορικές πυξίδες	37
4.1 Γενική έννοια	37
4.1.1 Βασικές μονάδες	38
 Κεφάλαιο 5°	 40
Επαναλήπτες	40
5.1 Επαναλήπτες και ενδεικτες πυξιδων	40
5.1.1 Ηλεκτρομηχανικοί επαναλήπτες πυξιδων	40
5.1.2 Ψηφιακοί επαναλήπτες/ενδείκτες	41
5.1.3 Σύνθετος ενδείκτης πληροφοριών κατευθύνσεως	42
 Κεφάλαιο 6°	 43
Βλάβες και αποκατάσταση	43
6.1 Γενικά	43
 Επίλογος – Συμπεράσματα	 45
Βιβλιογραφία	46
Παράρτημα – Λεξιλόγιο – Σχολιασμός φράσεων	47

Πρόλογος

Στη σύντομη αυτή αναφορά μας, θα προσπαθήσουμε όσο το δυνατόν πιο κατανοητά, να παρουσιάσουμε τον τρόπο λειτουργίας όλων των τύπων πυξίδας,

την ιστορική τους αναδρομή,

το πώς στις μέρες έχει εξελιχθεί τεχνολογικά η πυξίδα και

τα χαρακτηριστικά που την καθιστούν προτεραιότητα στην επιλογή της, σε ό,τι αφορά τη χρήση της για προσανατολισμό.

Επιπλέον, θα γίνει αναφορά στους επαναλήπτες και ενδείκτες πυξίδων καθώς και

στην ανίχνευση και αποκατάσταση βλαβών στις σύγχρονες πυξίδες.

Κεφάλαιο 1^ο

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΥΞΙΔΑΣ –ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΠΥΞΙΔΑ

1.1 Ιστορική Αναδρομή

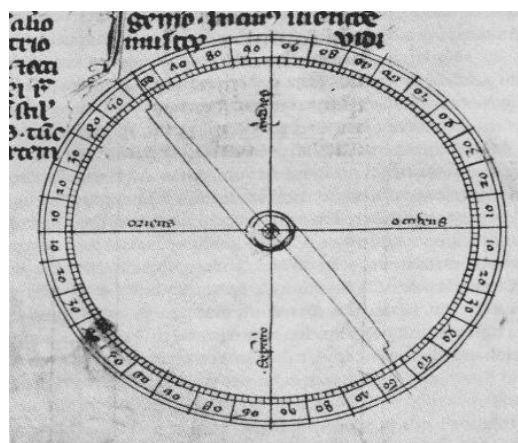
Η πυξίδα (από την αρχαία ελληνική λέξη πυξίς - ίδος, που αρχικά σημαίνει ξύλινο κουτί) ή κοινώς μπουσουλας (από την ιταλική λέξη bussola) και κουμπάσο (από τη λέξη compass) είναι όργανο με το οποίο επιτυγχάνεται ο προσανατολισμός του χρήστη, δείχνοντάς του την κατεύθυνση του Βορρά. Ιδιαίτερα όμως στη ναυσιπλοΐα αποτελεί το σημαντικότερο "ναυτιλιακό βοήθημα" με το οποίο μετρούνται και πραγματοποιούνται τόσο οι πορείες των πλοίων όσο και οι διοπτύσεις. Επειδή το όργανο αυτό αναπτύχθηκε εξ ανάγκης στη ναυτιλία αλλά και εκ της σημαντικότητάς του σ' αυτή ονομάζεται συνηθέστερα ναυτική πυξίδα.

Η ναυτική πυξίδα σήμερα διακρίνεται στην μαγνητική πυξίδα (magnetic compass) που βασίζεται στη λειτουργία της μαγνητικής βελόνας και είναι η πλέον διαδεδομένη, στην γυροσκοπική πυξίδα που βασίζεται στην ταχεία περιστροφή του ελεύθερου γυροσκοπίου με μηδενικό σχεδόν σφάλμα και στην γυρομαγνητική πυξίδα περιορισμένης χρήσης. Ιδιαίτερα όμως στη ναυσιπλοΐα αποτελεί το σημαντικότερο "ναυτιλιακό βοήθημα" με το οποίο μετρούνται και πραγματοποιούνται τόσο οι πορείες των πλοίων όσο και οι διοπτύσεις (Aronowitz, 1971).

Από την εποχή που ο άνθρωπος επιδόθηκε στη Ναυτιλία παρατήρησε πως ο Πολικός αστέρας παρέμενε πάντα πλησίον ενός σημείου στον ουρανό του Β. ημισφαιρίου και αυτόν χρησιμοποιούσε για πυξίδα του. Όταν ο Πολικός δεν ήταν ορατός ο ναυτιλλόμενος χρησιμοποιούσε άλλους αστέρες. Η εφεύρεση της μαγνητικής πυξίδας, προ χιλιάδων ετών ίσως, και στη συνέχεια κατά τον 20^ο αιώνα της γυροσκοπικής πυξίδας στα πλοία προσφέρουν σήμερα στον ναυτιλλόμενο μια βασική μέθοδο τήρησης πορείας με επιθυμητή ακρίβεια.

.

Η μαγνητική πυξίδα είναι από τα παλαιότερα όργανα στη ναυσιπλοΐα που όμως η καταγωγή της δεν είναι απόλυτα ακριβής. Το 203 π.Χ. ο Αννίβας όταν αναχώρησε από την Ιταλία λέγεται ότι πλοηγός του ήταν κάποιος ονόματι Πελόρους. Ίσως η πυξίδα να ήταν ήδη σε χρήση τότε. Κανένας όμως δεν μπορεί να υποστηρίξει αυτό με βεβαιότητα. Λέγεται επίσης πως έλκει τη καταγωγή της από την Κίνα, κατ' άλλους ότι



Εικόνα1: Σχέδιο πυξίδας από το σύγγραμμα *Epistola 1*

από εκεί εισήγαγε αυτήν ο Μάρκο Πόλο στην Ιταλία κατά τον 13ο αιώνα. Μια μαγνητική βελόνη επιπλέουσα σε δοχείο ύδατος συνιστούσε την αρχαιότερη πυξίδα.

Το 1269 ο Peter Peregrinus στο βιβλίο του "Epistola de Magnete" έγραψε για "την στηριζόμενη επί αξονίσκου επιπλέουσα βελόνη με γραμμή πίστεως" και λέγεται πως ήταν εφοδιασμένη με υποτυπώδεις διόπτρες για λήψη διοπτύσεων (Εικόνα1). Η πιστότητα της σημερινής μαγνητικής πυξίδας ανάγεται όμως στο μόλις πρόσφατο παρελθόν. Πριν από 100 περίπου ετών ο Λόρδος Κέλβιν τελειοποίησε την μαγνητική πυξίδα η οποία χρησιμοποιείται σήμερα.

Να σημειωθεί ότι υπάρχει διάκριση μεταξύ του γεωγραφικού βορρά και του μαγνητικού βορρά. Ο αληθής βορράς (true north), είναι η κατεύθυνση του βορείου γεωγραφικού πόλου την οποία για κάθε τόπο δεικνύει ο μεσημβρινός του ίδιου του τόπου. Συνηθίζεται ο Αληθής Βορράς να συμβολίζεται ως Βλ. Από την άλλη ο μαγνητικός βορράς (magnetic north), είναι η κατεύθυνση που δεικνύει η μαγνητική βελόνα της πυξίδας, που επηρεάζεται μόνο από το γήινο μαγνητισμό της Γης, δηλαδή δεν επιδέχεται εξωγενείς παράγοντες απόκλισης της, (π.χ. βρίσκεται στη ξηρά ή εντός κιβωτίου) και έχει δηλαδή κατεύθυνση τον βόρειο μαγνητικό Πόλο.

Συνηθίζεται ο μαγνητικός βορράς να συμβολίζεται ως Βμ. Η αστροπυξίδα: Ένας άλλος τύπος πυξίδας που μπορεί να προβλέψει τον αληθή βορρά σε αντίθεση με την μαγνητική πυξίδα που δείχνει τον μαγνητικό βορρά. Η λειτουργία της βασίζεται στην κίνηση και την κατεύθυνση των αστρικών κομμάτων και χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου πλησιάζουμε τον βόρειο ή τον νότιο πόλο όπου η μαγνητική πυξίδα γίνεται ασταθής και η γυροπυξίδα σταματάει να λειτουργεί. Η χρήση της αστροπυξίδας στην εύρεση της αληθινού βορρά απαιτεί την ακριβή πληροφόρηση σχετικά με την μέρα, την ώρα, το γεωγραφικό ύψος και γεωγραφικό πλάτος.

Τα τελευταία χρόνια οι πυξίδες GPS αντικαθιστούν με μεγάλη ταχύτητα την χρήση των παραδοσιακών πυξίδων. Εν τούτοις, ο στρατός και τα πλοία χρησιμοποιούν την γυροσκοπική

πυξίδα όταν η πυξίδα GPS δεν έχει διαθέσιμο σήμα από δορυφόρο. Οι πυξίδες αυτού του τύπου χρησιμοποιούν το σήμα δορυφόρων σε γεωσύγχρονη τροχιά με την Γη για να διακρίνουν την ακριβή τοποθεσία του χρήστη και την κατεύθυνση του.

1.2 Μαγνητικές πυξίδες

1.2.1 Λειτουργία

Η λειτουργία της μαγνητικής πυξίδας εξαρτάται από την ιθύνουσα δύναμη του μαγνητικού πεδίου της γης. Η γη μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει στο εσωτερικό της ένα πολύ ισχυρό μαγνήτη του οποίου η επίδραση φτάνει μέχρι την επιφάνεια της και εκτείνεται και πέρα από αυτή.

Η ολική δύναμη του πεδίου της γης αναλύεται σε δυο συνιστώσες: μία κατά την έννοια του κατακόρυφου και μια κατά την έννοια του οριζοντίου η οποία και ενδιαφέρει τον ναυτιλλόμενο.

Η κατακόρυφη συνιστώσα επιδρά στην πυξίδα μόνο όταν αυτή δεν τηρείται στην οριζόντια θέση. Πάνω στους μαγνητικούς πόλους η οριζόντια συνιστώσα μηδενίζεται και η δύναμη του μαγνητικού πεδίου ισούται με την κατακόρυφη συνιστώσα. Άρα, στους μαγνητικούς πόλους δεν υπάρχει ιθύνουσα δύναμη και ως και τούτου η μαγνητική πυξίδα δεν δείχνει τον βορρά. Στο μέσο της αποστάσεως μεταξύ των πόλων η κατακόρυφη συνιστώσα μηδενίζεται και η οριζόντια συνιστώσα παίρνει την μέγιστη τιμή. Εάν ενώσουμε μια νοητή γραμμή όλα τα σημεία στα οποία η συνολική μαγνητική δύναμη ισούται με την οριζόντια συνιστώσα προκύπτει μια καμπύλη η οποία περίπου συμπίπτει με τον γεωγραφικό ισημερινό και καλείται μαγνητικός ισημερινός.

Στην απλή της μορφή μια μαγνητική πυξίδα αποτελείται από μια μαγνητική βελόνα η οποία μπορεί να στρέφεται προς οποιαδήποτε κατεύθυνση εντός του επιπέδου στήριξης της. Η μαγνητική βελόνα έχει την τάση να ευθυγραμμιστεί προς τη διεύθυνση των μαγνητικών γραμμών της γης. Δεδομένου ότι στα περισσότερα σημεία της επιφάνειας της γης η διεύθυνση των μαγνητικών γραμμών της γης είναι περίπου βορράς - νότος η μαγνητική βελόνα μας χρησιμεύει για να δείχνει κατά προσέγγιση την διεύθυνση αυτή. Επειδή όμως, οι μαγνητικές γραμμές του πεδίου της γης δεν συμπίπτουν με τους γεωγραφικούς μεσημβρινούς και υπάρχουν επιδράσεις στην μαγνητική πυξίδα λόγω του πλοίου, αυτά έχουν ως αποτέλεσμα την εκτροπή της μαγνητικής βελόνας από τη διεύθυνση βορράς – νότος και την δημιουργία σφάλματος.

1.2.2 Μια μαγνητική πυξίδα για να χρησιμοποιηθεί για ναυτιλιακούς σκοπούς θα πρέπει:

- Να μην επηρεάζεται από μηχανικές διαταραχές (κραδασμούς, ταλαντώσεις).
- Να τηρείται σε οριζόντια θέση.

- Να παρέχει ευχερώς την έννοια οποιασδήποτε διευθύνσεως και ειδικά της αναχώρησης του πλοίου.
- Να είναι εγκατεστημένη έτσι που να επιτρέπει την τοποθέτηση διορθωτικών μηχανισμών που να ελαττώνουν το σφάλμα της.

1.2.3 Τα κυρία μέρη μιας μαγνητικής πυξίδας είναι τα ακόλουθα:

Οι μαγνήτες με την επίδραση του μαγνητικού πεδίου της γης δημιουργούν την ιθύνουσα δύναμη της πυξίδας.

Το ανεμολόγιο είναι τοποθετημένο επί των μαγνητών και έχει υποδιαιρέσεις σε μοίρες από 000ο (στο βορρά) έως 360ο κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού.

Η λεκάνη περιλαμβάνει:

1. τον πόλο στηρίζεως του συστήματος των μαγνητών.
2. το υγρό.
3. μια γραμμή που καλείται δεικνύουσα γραμμή και η οποία δείχνει την διεύθυνση της πλώρης του πλοίου

Η λεκάνη είναι κατασκευασμένη από αμαγνήτιστο υλικό και έχει αρκετό βάρος (μπορεί και να έχει επιπλέον εξωτερικό βάρος) ώστε να τηρείται σε οριζόντια θέση όταν το πλοίο λαμβάνει κλίσεις.

Για να εξασφαλίζεται η οριζόντια θέση, η λεκάνη στηρίζεται σε ένα σύστημα δακτυλίων και έτσι επιτυγχάνεται η ελευθερία κινήσεως της σε όλους τους άξονες.

Το υγρό που σκοπό έχει την ελάττωση του βάρους του συστήματος των μαγνητών και επομένως την ελάττωση της τριβής στον πόλο περιστροφής όπως επίσης και την μείωση των ταλαντώσεων του ανεμολόγιου.

Στις περισσότερες σύγχρονες μαγνητικές πυξίδες το υγρό είναι ένα ειδικό λάδι που ονομάζεται varsol και του οποίου η ρευστότητα διατηρείται σταθερή ανεξάρτητα με τις μεταβολές της θερμοκρασίας. Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν μίγμα οίνοπνεύματος και νερού.

Ο πλωτήρας είναι ένας μικρός αεροθάλαμος ο οποίος ελαττώνει ακόμα περισσότερο το βάρος του συστήματος των μαγνητών και άρα την τριβή στον πόλο περιστροφής. Με τον συνδυασμό πλωτήρα – υγρού επιτυγχάνεται ελάττωση του βάρους του συστήματος των μαγνητών κατά 97 έως 98%.

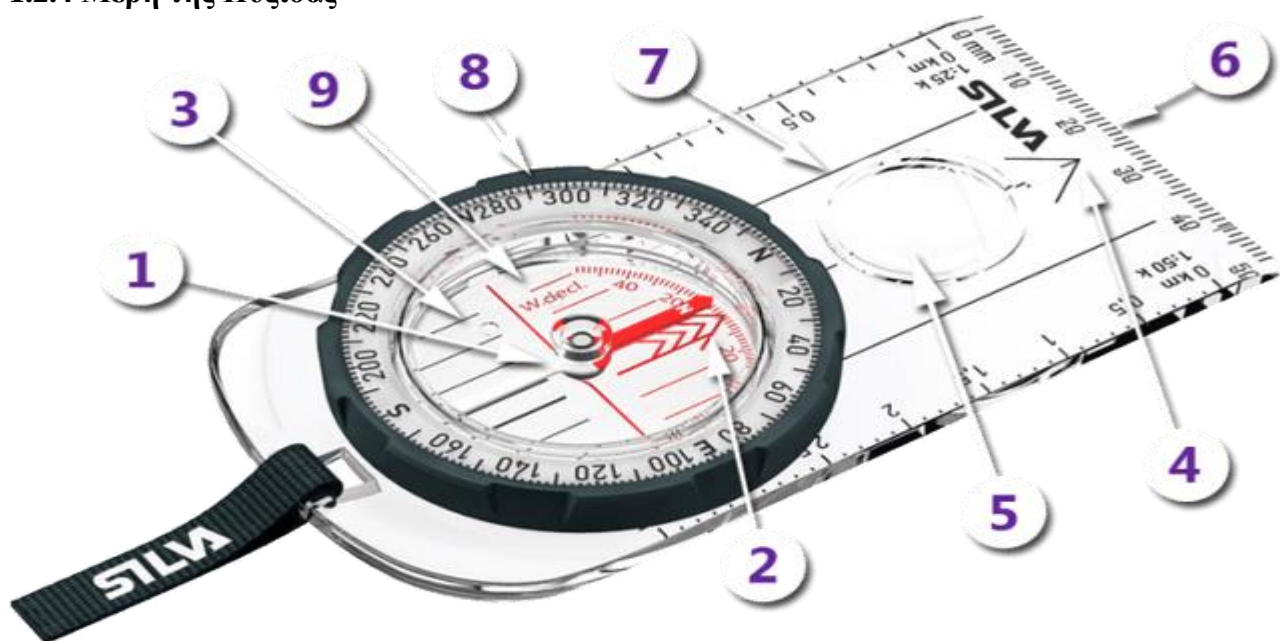
Η ανάγκη ελάττωσης της τριβής στον πόλο περιστροφής είναι επιτακτική διότι όσο οι μαγνήτες πλησιάζουν να ευθυγραμμιστούν προς τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου της γης,

τόσο εξασθενεί η συνιστώσα της δυνάμεως η οποία τείνει να ευθυγραμμίσει τους μαγνήτες με το γήινο πεδίο. Έτσι η παραμικρή τριβή θα επηρέαζε την ένδειξη του ανεμολόγιου.

Το σύστημα εξουδετέρωσης συστολής – διαστολής χρησιμεύει για να διατηρεί τη λεκάνη πάντοτε πλήρη ανεξάρτητα της διαστολής η΄ συστολής την οποία υφίσταται το υγρό με τις μεταβολές της θερμοκρασίας.

Η πυξιδοθήκη είναι η βάση πάνω στην οποία εδράζεται η μαγνητική πυξίδα. Στην πυξιδοθήκη τοποθετούνται οι διάφοροι διορθωτικοί μηχανισμοί που χρησιμεύουν για τη ρύθμιση της πυξίδας.

1.2.4 Μέρη της Πυξίδας



- | | |
|---------------------------|----------------------------------|
| 1. Μαγνητική βελόνα | 6. Κλίμακα σε χιλιοστά |
| 2. Βέλος του βορρά | 7. Βοηθητικές γραμμές |
| 3. Μεσηβρινοί της πυξίδας | 8. Δίσκος με μοίρες (ανεμολόγιο) |
| 4. Βέλος κατεύθυνσης | 9. Περιστρεφόμενη πλάκα |
| 5. Μεγεθυντικός φακός | |

1.2.5 Πλεονεκτήματα-περιορισμοί

Η μαγνητική πυξίδα ως προς τη κατασκευή είναι απλή και παρέχει την απαιτούμενη αξιοπιστία στον ναυτιλλόμενο. Σχεδόν οποιαδήποτε βλάβη και αν συμβεί στο πλοίο (πτώση ηλεκτρικής τάσεως – βολές πυροβολώ - σύγκρουση – βλάβες κατά τη μάχη) εξακολουθεί να λειτουργεί. Μόνο καταστροφή η ζημία πάνω στην ίδια την πυξίδα θα την θέσει εκτός λειτουργίας. αυτό είναι

ιδιαίτερα σημαντικό εάν σκεφτεί κανείς πόσο η αποστολή, η ασφάλεια του πλοίου εξαρτάται από την ορθή ένδειξη της διεύθυνσεως.

Με δεδομένο ότι είναι ευπαθής στην επίδραση μαγνητικού πεδίου και έτσι κάθε μαγνητική διαταραχή κοντά στην πυξίδα επηρεάζει την ένδειξη της, πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα κατά τις τοποθετήσεις η μετακινήσεις διαφόρων αντικειμένων πλησίον της πυξίδας, τα οποία πρέπει να τοποθετούνται στην ανάλογη απόσταση για να μην την επηρεάζουν.

Όταν συμβαίνουν αλλαγές στις υπερκατασκευές του πλοίου η στο μαγνητικό φορτίο του πλοίου (φορτίο μεταλλευμάτων, φόρτος αρμάτων μάχης κ.λπ.), η όταν μεταβάλλονται τα μαγνητικά στοιχεία του πλοίου (το πλοίο βρίσκεται για μεγάλο χρονικό διάστημα παραβεβλημένο στην ίδια θέση, μετά από εκτεταμένη επισκευή) είναι απαραίτητος ο νέος προσδιορισμός του σφάλματος της πυξίδας.

Η ορθή ένδειξη της πυξίδας δεν επηρεάζεται μόνο από τοπικά αίτια αλλά και από το γεγονός ότι οι μαγνητικοί και οι γεωγραφικοί μεσημβρινοί δεν συμπίπτουν.

Σε απόσταση μερικών εκατοντάδων μιλίων από τους μαγνητικούς πόλους της γης η ιθύνουσα δύναμη εξασθενεί τελείως οπότε η μαγνητική πυξίδα τίθεται πλέον ουσιαστικά εκτός λειτουργίας.

Κεφάλαιο 2ο

Γυροσκοπική πυξίδα

2.1 Έννοια της γυροσκοπικής

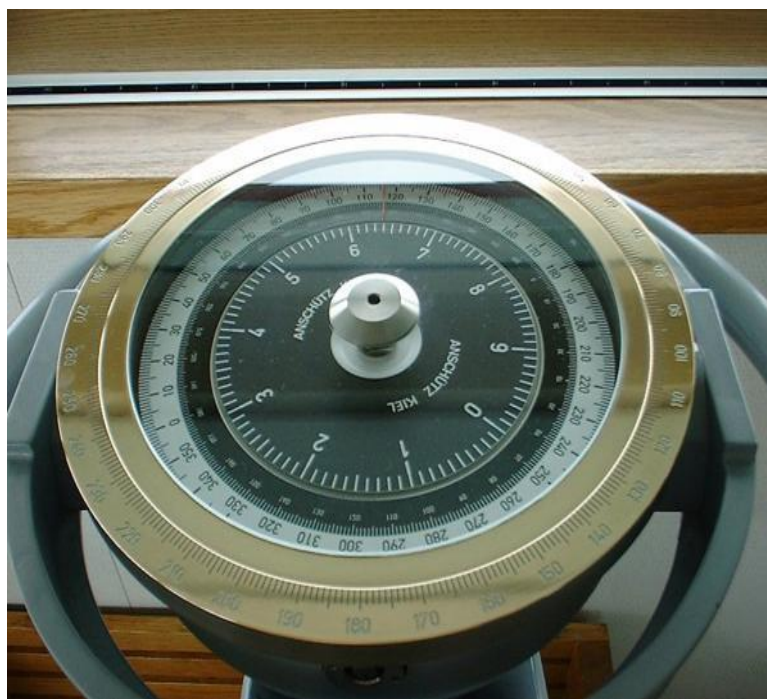
Γυροσκοπική πυξίδα, ή γυροπυξίδα, (εκ του αγγλικού όρου Gyrocompass, προφέρεται τζάιρο-κόμπας), ονομάζεται η πυξίδα της οποίας η λειτουργία βασίζεται στην κίνηση του γυροσκοπίου αντί της μαγνητικής βελόνας που φέρουν οι μαγνητικές πυξίδες.

Η κατασκευή της γυροσκοπικής πυξίδας βασίστηκε στις ιδιότητες του γυροσκοπίου που επινόησε και κατασκεύασε ο Λέων Φουκώ (1816-1869), ο οποίος το 1851 ασχολούμενος με την απόδειξη περιστροφής της Γης περί τον άξονά της χρησιμοποίησε την ιδιότητα του εκκρεμούς που διατηρούσε το επίπεδο αιώρησής του, (στο χώρο), σταθερό, με το γνωστό πείραμα που επιχείρησε στο Πάνθεον των Παρισίων.

Επειδή όμως το πείραμα εκείνο δεν θεωρήθηκε απόλυτα ικανοποιητικό, λόγω της συνύπαρξης της βαρύτητας, τον επόμενο χρόνο, το 1852 χρησιμοποιώντας το παιγνίδι "σβούρα", (spinning top), κατασκεύασε το γυροσκόπιο όπου με τη βασική ιδιότητα που παρατηρείται σ' αυτό, της λεγόμενης γυροσκοπικής αδράνειας, κατάφερε ν' αποδείξει εκ νέου την περιστροφή της Γης, χωρίς αυτή τη φορά τη συμμετοχή της βαρύτητας στο πείραμά του.

Από τότε παρήλθε σχεδόν μισός αιώνας όταν η ηλεκτρική ενέργεια κατέστησε δυνατή την περιστροφή του γυροσκοπίου και την παρακολούθησή του από τους επιστήμονες για την τεχνική εφαρμογή του σε διάφορους τομείς, σημαντικότερη των οποίων και ήταν η κατασκευή της γυροσκοπικής πυξίδας.

Σημειώνεται ότι για να κατασκευαστεί μια τέτοια πυξίδα θα πρέπει το χρησιμοποιούμενο μέσον να διατηρεί σταθερή κατεύθυνση ως προς το επίπεδο του ορίζοντα και η κατεύθυνση αυτή να είναι γνωστή. Επίσης ο άξονας περιστροφής του



Εικόνα2:Κλασική γυροσκοπική πυξίδα

γυροσφονδύλου των γυροσκοπικών πυξίδων μετά από κάποιο χρόνο λειτουργίας διατηρεί σταθερή κατεύθυνση στο χώρο διατηρώντας σταθερή θέση προς τον Γήινο Μαγνητικό Πόλο όπου και στην πραγματικότητα καθίσταται παράλληλος με τον μεσημβρινό του τόπου που βρίσκεται.

Με βάση τα παραπάνω πρώτος ο Γερμανός φυσικός Χέρμαν Άνσουτς (Herman Anschütz - Karfe) κατασκεύασε το 1908 την πρώτη γυροσκοπική πυξίδα. Αυτόν ακολούθησε ο Αμερικανός επιστήμονας Έλμερ Σπέρρυ (Elmer Sperry) το 1911. Και οι δύο επιστήμονες εργαζόμενοι ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο κατασκεύασαν γυροσκοπικές πυξίδες βασιζόμενοι σε διαφορετικό τρόπο στήριξης του γυροσκοπίου και σταθεροποίησης του άξονα περιστροφής στον μεσημβρινό.

Έτσι όλοι οι μέχρι σήμερα τύποι γυροσκοπικών πυξίδων που έχουν εξελιχθεί, εκτός των τύπων Sperry και Anschütz, βασίζονται στα συστήματα των δύο αυτών αρχικών τύπων με ορισμένες παραλλαγές.

2.1.1 Πλεονεκτήματα

Κύριο και βασικό πλεονέκτημα των γυροσκοπικών πυξίδων έναντι των μαγνητικών είναι ακριβώς ότι ο άξονας περιστροφής του γυροσκοπίου τους στρέφεται προς την κατεύθυνση του αληθιού Βορρά-Νότου και παραμένει σταθερά εκεί, (μετά πάροδο λίγων ωρών από την εκκίνησή τους), χωρίς να επηρεάζεται από μαγνητική απόκλιση ή και παρεκτροπή που αντίθετα απαντώνται στις μαγνητικές πυξίδες και που προέρχονται τόσο από το γήινο μαγνητικό πεδίο, από τόπου εις τόπο, όσο και από επίδραση του περίξ μαγνητικού πεδίου (εξ αιτίας φορτίου και διερχομένων ηλεκτροφόρων καλωδίων), με συνέπεια να θεωρούνται αμφιβόλου ακριβείας αφού δεν υφίσταται δυνατότητα έγκαιρου ελέγχου των ενδείξεών τους με παρατήρηση. Γεγονός που σημαίνει ότι όλες οι ενδείξεις των γυροσκοπικών πυξίδων είναι πάντα αληθείς και συνεπώς δεν χρήζουν διορθώσεων.

Σ' αυτό το βασικό πλεονέκτημα αν προστεθούν και οι δυνατότητες που παρέχουν οι γυροσκοπικές πυξίδες όπως η σύνδεσή τους με άλλα βασικά ναυτιλιακά όργανα, που δεν παρέχουν οι μαγνητικές, όπως π.χ. με ραντάρ, με ραδιογωνιόμετρα, με τα αυτόματα συστήματα πηδαλιουχίας (αυτόματους πιλότους πλοίων), ή ακόμα και με ηλεκτρική μετάδοση των ενδείξεών τους σε διάφορους επαναλήπτες (repeaters) που μπορεί να βρίσκονται και εκτός της Γέφυρας του Πλοίου, ακόμα και στην καμπίνα του Πλοιάρχου, καθίσταται καταφανές η μεγάλη σημασία τους στην εξέλιξη της ναυσιπλοΐας και την απαραίτητη χρήση τους απ' όλους τους τύπους των πλοίων, τόσο των πάσης φύσεως εμπορικών, όσο και των μεγάλων πολεμικών πλοίων.

2.1.2 Μειονεκτήματα

Στο βασικό ερώτημα, και τι γίνεται αν σημειωθεί διακοπή ηλεκτρικής παροχής, κοινώς Μπλακ-άουτ; Η ρεαλιστική απάντηση είναι "απολύτως τίποτα", αφού το πλοίο θα διακόψει την πορεία του μέχρι την επανεκκίνηση των μηχανών του. Παρά ταύτα εικάζεται ότι οι μαγνητικές πυξίδες θα εξακολουθούν να παραμένουν κύρια όργανα ναυτιλίας-κατεύθυνσης και προσανατολισμού των πλοίων ως υποκείμενα ελάχιστα, και μόνο, σε μηχανικές βλάβες, υπό οποιεσδήποτε συνθήκες πλοών.

Αντίθετα οι γυροσκοπικές πυξίδες αποτελούν περίπλοκους ηλεκτρικούς μηχανισμούς που υπόκεινται, όπως είναι φυσικό, σε ειδική διαδικασία, κατά τύπο, συντήρησης και ποικιλία βλαβών. Για το λόγο αυτό και απαιτούν κατάλληλα και ειδικά εκπαιδευμένο προσωπικό τουλάχιστον για την παρακολούθηση της καλής λειτουργίας τους και για την επιβαλλόμενη συντήρησή τους, βάσει των τεχνικών εγχειριδίων που συνοδεύουν αυτές, για την ανίχνευση και αποκατάσταση ίων πιθανότερων παρουσιαζόμενων βλαβών. Ένα μέρος των παραπάνω εργασιών επιδιώκεται να γίνεται από το ανώτερο προσωπικό πλοίου, εφόσον έχει υποστεί βέβαια ανάλογη εκπαίδευση. Ενώ για βλάβες που απαιτούν ιδιαίτερες τεχνικές γνώσεις θα πρέπει να καλούνται οι κατά τόπους τεχνικοί, (service engineers), του πρώτου λιμένα προσέγγισης που υφίστανται.

Σημειώνεται ότι επ' αυτού, σε όλες τις ελληνικές "Ναυτικές Ακαδημίες" καθώς και στη Σχολή Ναυτικών Δοκίμων υφίσταται ιδιαίτερο μάθημα διδασκαλίας επί των γυροσκοπικών πυξίδων. Επίσης σ' όλους τους μεγάλους λιμένες της Ελλάδας, εκτός των κυρίων αντιπροσώπων των κατασκευαστικών εταιριών υφίστανται ειδικευμένα συνεργεία αποκατάστασης βλαβών γυροσκοπικών πυξίδων.

Επίσης το μειονέκτημα που παρουσιάζουν οι γυροσκοπικές πυξίδες ως προς το χρόνο που απαιτείται από την εκκίνηση τους μέχρι να καταστούν ναυτιλιακά χρησιμοποιήσιμες, που είναι περίπου 4-5 ώρες, αντιπαρέρχεται, είτε με την έγκαιρη εκκίνηση τους πριν τον προβλεπόμενο χρόνο απόπλου, είτε με ειδικό τρόπο, κατά τύπο, βάση των τεχνικών εγχειριδίων που τις συνοδεύουν

2.1.3 Απαιτήσεις κατασκευής

Η κατασκευή οποιουδήποτε τύπου γυροσκοπικής πυξίδας θα πρέπει να καλύπτει τις ακόλουθες βασικές απαιτήσεις:



Εικόνα4:Γυροσκοπική πυξίδα η λεγόμενη 'μάννα'

1. Κατάλληλη στήριξη και ηλεκτρική τροφοδότηση για την κίνηση του γυροσφονδύλου, ή του ζεύγους γυροσφονδύλων (ανάλογα του τύπου κατασκευής).
 2. Κατάλληλη ηλεκτρική τροφοδότηση των ηλεκτρικών εξαρτημάτων που συν-δέονται με την κύρια μονάδα.
 3. Κατάλληλο σύστημα αναζήτησης και σταθεροποίησης του ενός άξονα περιστροφής ή της συνισταμένης των δύο αξόνων γυροσκοπίων (ανάλογα του τύπου) στο γεωγραφικό Βορρά.
 4. Κατάλληλο σύστημα με το οποίο το τμήμα 000-180 του ανεμολογίου της πυξίδας να παρακολουθεί την κατεύθυνση του άξονα του γυροσκοπίου, ή της συνισταμένης των διευθύνσεων των αξόνων περιστροφής των δύο γυροσφονδύλων (ανάλογα του τύπου), στην περίπτωση που το ανεμολόγιο δεν φέρεται προσαρμοσμένο επί της θήκης του γυροσφονδύλου. Το σύστημα αυτό γνωστό και ως "σύστημα παρακολούθησης", είναι το αποκαλούμενο και "Φόλου απ σύστημα" (follow up system).
 5. Κατάλληλο σύστημα μετάδοσης των ενδείξεων του ανεμολογίου της κυρίας μονάδας στους διάφορους "επαναλήπτες" (repeaters).
 6. Και τέλος κατάλληλο σύστημα στήριξης καθεμιάς των παραπάνω μονάδων, των επαναληπτών, εντός θήκης που να εξασφαλίζεται η συνεχής οριζοντίωσή τους κατά τους διάφορους κλυδωνισμούς του πλοίου, καθώς και για την απόσβεση τυχόντων κραδασμών.
- Σημειώνεται ότι οι βασικές διαφορές που παρατηρούνται στους διάφορους κατασκευαστικούς τύπους των γυροσκοπικών πυξίδων με τις οποίες εφοδιάζονται τα πλοία είναι κυρίως:
- α) στο τρόπο στήριξης του ή των γυροσφονδύλων. (Οι τύποι Anschutz, Plath κ.ά. φέρουν ζεύγος γυροσφονδύλων).
 - β) στο σύστημα αναζήτησης και σταθεροποίησης του άξονα περιστροφής του γυροσφονδύλου ή της συνισταμένης του ζεύγους των γυροσφονδύλων στον μεσημβρινό του τόπου, και
 - γ) στα συστήματα παρακολούθησης και μετάδοσης των ενδείξεων

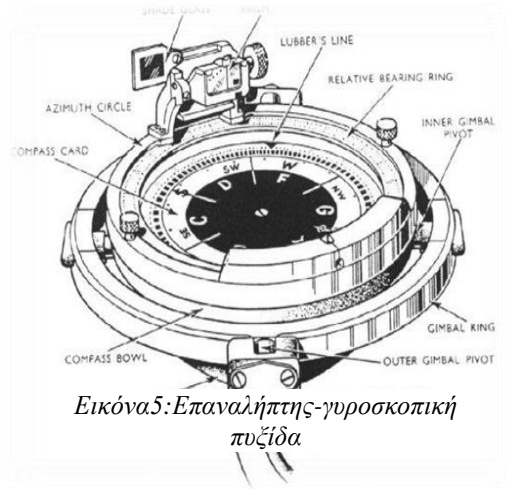
2.1.4 Εγκατάσταση γυροπυξίδα

Μία πλήρης βασική εγκατάσταση γυροσκοπικής πυξίδας περιλαμβάνει τα ακόλουθα κύρια μέρη:

1. Την κυρία πυξίδα, (master-gyrocompass), που αποτελεί και το βασικό μηχανισμό.
2. Τον κινητήρα-γεννήτρια, (motor-generator), στην πραγματικότητα πρόκειται για μετατροπέα της ηλεκτρικής τάσης.
3. Τον σταθεροποιητή τάσεως.
4. Το κιβώτιο ελέγχου εκκίνησης, (control panel), και κιβώτιο ελέγχου επαναληπτών, (repeaters panel), που ουσιαστικά αποτελούν ηλεκτρικούς πίνακες.

5. Το κιβώτιο ενισχυτού όπου φέρει διακόπτες, (amplifier panel)
6. Το κιβώτιο της μονάδας ασφαλείας, που πρόκειται για "μονάδα συναγερμού", (alarm unit), και
7. Τους επαναλήπτες, (repeaters).

Η κύρια πυξίδα που ακολουθεί το κατασκευαστικό τύπο της sperry περιλαμβάνει τα ακόλουθα βασικά μέρη: Το ευαίσθητο στοιχείο (sensitive element), το στοιχείο παρακολούθησης (phantom element), το στοιχείο αποκατάστασης του γυροσφονδύλου στο μεσημβρινό (control element), το στοιχείο της αράχνης, (outer member), ή spider element), και τη θήκη της πυξίδας, (binnacle), με τη βάση στήριξης (pedestal).



2.1.5 Ευαίσθητο στοιχείο

Το ευαίσθητο στοιχείο (sensitive element): είναι και το σπουδαιότερο τμήμα της γυροσκοπικής πυξίδας. Αποτελείται επιμέρους από τον γυροσφόνδυλο, τη θήκη του γυροσφονδύλου, στην οποία ο στάτορας φέρεται με τριφασική περιέλιξη, τον κατακόρυφο δακτύλιο, με τους αντισταθμιστικούς βραχίονες, και το νήμα της ανάρτησης.

Ο γυροσφόνδυλος βάρους περίπου 24 χγρ. περιστρέφεται με ταχύτητα 6.000 στροφές ανά λεπτό αποτελεί μέρος του τριφασικού κινητήρα του οποίου το επαγωγίμο (στάτορ) είναι προσαρμοσμένο στο βόρειο άκρο της θήκης η οποία και τον περιβάλλει. Ο δε άξονας του γυροσφονδύλου στηρίζεται μέσα στη θήκη πάνω σε κατάλληλους σφαιροτριβείς (ρουλεμάν) έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ελεύθερη περιστροφή του.

Τα δε καλώδια παροχής ρεύματος στη θήκη του γυροσφονδύλου ξεκινούν από τους ρευματοφόρους δακτυλίους που περιβάλλουν τον μίσχο του δακτυλίου παρακολούθησης τα οποία και καταλήγουν στο βόρειο άκρο της θήκης, στο επαγωγίμο του κινητήρα το οποίον και τροφοδοτούν. Τα καλώδια αυτά είναι μικρά και εύκαμπτα και δεν επηρεάζουν την ισορροπία της θήκης στην οποία στηρίζονται.

Η θήκη του γυροσφονδύλου, που στηρίζεται με αξονίσκους σε σφαιροτριβείς, περιβάλλεται από τον κατακόρυφο δακτύλιο. Οι δε τριβείς επιτρέπουν στη θήκη την ελεύθερη οριζόντια περιφορά της. Στο νότιο τμήμα της θήκης αυτής υπάρχει στάθμη οιοπνεύματος με την οποία και ελέγχεται η οριζοντιότητά της.

Ο κάθετος δακτύλιος περιβάλλει τη θήκη όπου και φέρει βραχίονες περιορισμού στροφής της θήκης στην ανατολική πλευρά, ενώ στη δυτική υπάρχει ειδικός αναστολέας με τον οποίο τίθεται η

θήκη οριζόντια όταν αυτή τίθεται εκτός λειτουργίας. Ο κάθετος δακτύλιος φέρει επιπρόσθετα στο άνω μέρος κάθετα του επιπέδου του, (δηλαδή σταυρωτά), ένα κυρτό βραχίονα που καταλήγει εκατέρωθεν της θήκης στις άκρες του οποίου φέρονται αντισταθμιστικά βάρη, με κύριο σκοπό τη συμμετρική κατανομή, περίξ του γυροσφονδύλου, του βάρους του όλου ευαίσθητου στοιχείου, προς αποφυγή σφαλμάτων κατά τους διατοιχισμούς του πλοίου.

Από την παραπάνω εκθεθείσα διάταξη καθίσταται εμφανές ότι όλο αυτό το σύστημα του ευαίσθητου στοιχείου (γυροσφόνδυλος, θήκη, κάθετος δακτύλιος) και συνεπώς ο άξονας του γυροσφονδύλου μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα περί κατακόρυφο άξονα, δηλαδή κατά αζιμούθ, με τη μικρότερη δυνατή τριβή. Η ελευθερία αυτή περιστροφής επιτυγχάνεται με το νήμα ανάρτησης.

Το νήμα ανάρτησης αποτελείται από μια ομάδα συρμάτων από την οποία αναρτάται ολόκληρο το σύστημα του ευαίσθητου στοιχείου και αυτό περνώντας μέσα από το μίσχο λαιμό του δακτυλίου παρακολούθησης, (επόμενο στοιχείο), στηρίζεται σ' αυτόν. Η λειτουργία του παρακάτω, "στοιχείου παρακολούθησης", διασφαλίζει το νήμα ανάρτησης από τον κίνδυνο συστροφής του.

2.1.6 Στοιχείο παρακολούθησης

Το δεύτερο σημαντικό μέρος της κυρίας γυροσκοπικής πυξίδας είναι το στοιχείο παρακολούθησης που αποτελείται από τα ακόλουθα επιμέρους τμήματα: το δακτύλιο παρακολούθησης, το μίσχο ή λαιμό, τους ρευματοφόρους δακτυλίους, τον αζιμουθιακό τροχό (ή γρανάζι) και το ανεμολόγιο της πυξίδας.

Ο δακτύλιος παρακολούθησης περιβάλλει τον κατακόρυφο δακτύλιο (που αναφέρθηκε παραπάνω) που τοποθετείται μεταξύ των άνω και κάτω τριβέων όπου και στηρίζεται επί του στοιχείου της αρχάχνης μ' ένα τριβέα που βρίσκεται μεταξύ του αζιμουθιακού τροχού και του ανεμολογίου.

2.1.7 Γυροσκόπιο

Το γυροσκόπιο είναι μια συσκευή η οποία μπορεί να διατηρεί σταθερό τον προσανατολισμό της μέσω της περιστροφής των μερών της και της αρχής της διατήρησης της στροφορμής. Εφευρέθηκε από τον Ζαν Μπερνάρ Λεόν Φουκώ το 1832, ο οποίος προσπάθησε με αυτή να αποδείξει την περιστροφή της Γης. Πρόκειται για μια διάταξη όμοια με εκείνη που φέρει η σχολική υδρόγειος σφαίρα. Αντί όμως της υδρόγειου φέρεται μια μεταλλική στεφάνη που μπορεί να περιστρέφεται δεξιά ή αριστερά. Αυτή η στεφάνη φέρει δεύτερη εσωτερική που στηρίζεται με συν-δέσμους σε οριζόντια διάταξη, ως προς την εξωτερική, δυνάμενη έτσι να περιστρέφεται ελεύθερα με φορά

πάνω ή κάτω. Στην εσωτερική αυτή στεφάνη συγκρατείται εσωτερικά σε κάθετη διάταξη σε σχέση με τη προηγούμενη ο "σφόνδυλος" που αποτελεί μια μικρή σφαίρα που περιστρέφεται υπό μορφή σβούρας. Τα σημεία έδρασης της κάθε στεφάνης καθώς και του σφονδύλου εξασφαλίζουν την ελεύθερη περιστροφή όλων των τμημάτων της διάταξης, δηλαδή του γυροσκοπίου σαν σύνολο.



Εφαρμογή του γυροσκοπίου αποτελεί η λεγόμενη "γυροσκοπική πυξίδα" της οποίας οι ενδείξεις, μετά από κάποιο χρόνο αφού τεθεί σε λειτουργία, θεωρούνται αληθείς με συνέπεια να μη χρήζουν διορθώσεων όπως συμβαίνει στη μαγνητική πυξίδα. Άλλη σημαντική εφαρμογή είναι η χρήση του γυροσκοπίου για τη διατήρηση και αλλαγή της πορείας των πυραύλων και η χρήση του σε συστήματα αδρανειακής πλοήγησης σε αεροσκάφη και πυραύλους. Η διαστημική αποστολή Gravity B της NASA του 2005 χρησιμοποίησε τέσσερα γυροσκόπια με τις πιο τέλειες σφαίρες που έχουν κατασκευαστεί ποτέ, προκειμένου να μετρήσει τη δημιουργία δινών στο χωρόχρονο από το βαρυτικό πεδίο της Γης, επαληθεύοντας την ισχύ της Γενικής Σχετικότητας.

2.1.8 Νέοι Τύποι Γυροσκοπίων

Τα φωτογυροσκόπια (γυροσκόπια δακτυλίου laser και γυροσκόπια οπτικών ινών) καθώς και το γυροσκόπιο μαγνητικού συντονισμού πυρήνα, αποτελούν σύγχρονες εκφράσεις της ίδιας λογικής που εφαρμόζεται στο μηχανικό γυροσκόπιο. Σύμφωνα με τη λογική αυτή, ένα στέλεχος – τμήμα εντός της συσκευής περιστρέφεται, με μια ιδιότητα να εμφανίζει απόλυτα σταθερά χαρακτηριστικά. Όταν όμως περιστραφεί και το πλαίσιο, εντός του οποίου βρίσκεται η συσκευή, η ιδιότητα αυτή μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τη περιστροφή του πλαισίου. Η ανίχνευση της μεταβολής της ιδιότητας, οδηγεί στην αποκάλυψη της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής του πλαισίου (Παλληκάρης & Κατσούλης, 2008).

Η λειτουργία των φωτογυροσκοπίων σχετίζεται με το φαινόμενο Sagnac. Το φαινόμενο αυτό, γνωστό από το 1913, αναφέρεται σε δύο πανομοιότυπα κύματα φωτός, τα οποία αφού εξαναγκασθούν να διατρέξουν την περιφέρεια ενός κυκλικού δίσκου, επιστρέφουν στο σημείο (επάνω στο δίσκο) από το οποίο εκπέμφθηκαν. Όταν ο δίσκος δεν περιστρέφεται, τότε τα δύο κύματα διανύουν ακριβώς την ίδια απόσταση στον ίδιο ακριβώς χρόνο. Όταν όμως ο δίσκος περιστρέφεται, τότε τα δύο κύματα φωτός επιστρέφουν στο σημείο από το οποίο εκπέμφθηκαν έχοντας διανύσει διαφορετική απόσταση το πρώτο από το δεύτερο και σε διαφορετικό χρόνο. Στη

συνέχεια και αφού αναλογισθούμε ότι το φως αποτελεί ηλεκτρομαγνητικό κύμα, διαπιστώνουμε ότι υφίσταται αντιστοιχία ανάμεσα στη διαφορά διαδρομής, τη διαφορά χρόνου και τη συνεπακόλουθη διαφορά φάσεως μεταξύ των δύο κυμάτων φωτός. Στο φωτογυροσκόπιο είναι εφικτό να μετρηθεί η προαναφερόμενη διαφορά φάσεως.

Αυτή η διαφορά φάσεως αποτελεί συνάρτηση της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής Ω του κυκλικού δίσκου. Μέσω λοιπόν της μέτρησης της διαφοράς φάσεως, εξάγεται η μέτρηση της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής του κυκλικού δίσκου (και κατ' επέκταση του πλοίου που στρέφει) Ω . Με δεδομένο τώρα ότι με την προαναφερόμενη διάταξη επιτυγχάνεται η μέτρηση της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής επί ενός άξονος, απαιτούνται τρεις διατάξεις για τη μέτρηση των γωνιακών ταχυτήτων περιστροφής σε όλες τις διαστάσεις του χώρου. Οι δύο βασικές κατηγορίες των φωτογυροσκοπίων είναι το γυροσκόπιο δακτυλίου laser (RLG) και το γυροσκόπιο οπτικών ινών (FOG).

Η δημιουργία των γυροσκοπίων δακτυλίου laser ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1960 και κατά το 1966 βελτιώθηκε σημαντικά με την κατασκευή φωτογυροσκοπίων laser που είχαν δίσκο-κάτοπτρο στην εσωτερική επιφάνεια ενός δακτυλίου σχήματος τοροειδούς (σχήμα doughnut). Η δημιουργία των γυροσκοπίων οπτικών ινών ξεκίνησε την δεκαετία του 1970 και τελειοποιήθηκε κατά την δεκαετία του 1990. Τα γυροσκόπια δακτυλίου laser χρησιμοποιήθηκαν αρχικά σε συστήματα αδρανειακής ναυτιλίας αεροσκαφών και τα γυροσκόπια οπτικών ινών σε πυξίδες αυτοκινήτων χαμηλού κόστους.

Στην περίπτωση του γυροσκοπίου μαγνητικού συντονισμού πυρήνα (Nuclear Magnetic Resonance), ο πυρήνας ενός περιστρεφόμενου ατόμου λειτουργεί ακριβώς όπως το μηχανικό γυροσκόπιο. Εμφανίζοντας (λόγω της περιστροφής ηλεκτρικού φορτίου γύρω από άξονα) ιδιότητες μαγνήτη, διατηρείται με τη βοήθεια ενός εξωτερικού μαγνητικού πεδίου, προσανατολισμένος επί άξονος. Με κάθε περιστροφή του πλαισίου που περιβάλλει τη συσκευή, προκαλείται ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ του περιστρεφόμενου πυρήνα και ενός πομπού ραδιοκυμάτων.

Ο πυρήνας απορροφά καταρχήν την ενέργεια των ραδιοκυμάτων, την οποία στη συνέχεια αποδίδει, λειτουργώντας ο ίδιος σαν πομπός ραδιοκυμάτων. Από την ανίχνευση της αποδιδόμενης ενέργειας, προκύπτει μετά και από κατάλληλη επεξεργασία σήματος η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πλαισίου της συσκευής (άρα και του πλοίου). Οι εξαιρετικές δυνατότητες παρακολούθησης αλλαγής κατεύθυνσης που διαθέτουν οι δύο παραπάνω νέοι τύποι γυροσκοπίων, τα καθιστούν ικανά όχι μόνο για απλή ναυτιλιακή χρήση σε πλοία, αλλά και σε αεροσκάφη ή σταθμιστήρες (stabilizers) οπλικών συστημάτων πολεμικών πλοίων. Πέραν της πολύ μεγάλης ακρίβειας των δύο νέων τύπων γυροσκοπίου, σημαντικό πλεονέκτημα προκύπτει από τις μικρές διαστάσεις των συσκευών και το μικρό τους βάρος. Κατ' επέκταση, είναι δυνατή η τοποθέτησή

τους ακόμα και σε μικρά σκάφη, όπου η εγκατάσταση της κλασσικής μηχανικής γυροπυξίδας θα ήταν απαγορευτική.

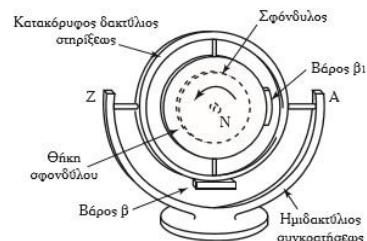
2.1.9 Η χρήση του βαλλιστικού υγρού.

Κατά τις απότομες μεταβολές της ταχύτητας ή της πορείας του πλοίου και κατά κύριο λόγο εξαιτίας των κλυδωνισμών του, δημιουργούνται από τα βάρη σημαντικές ροπές, που έχουν ως αποτέλεσμα την εκτροπή του άξονα περιστροφής του σφονδύλου

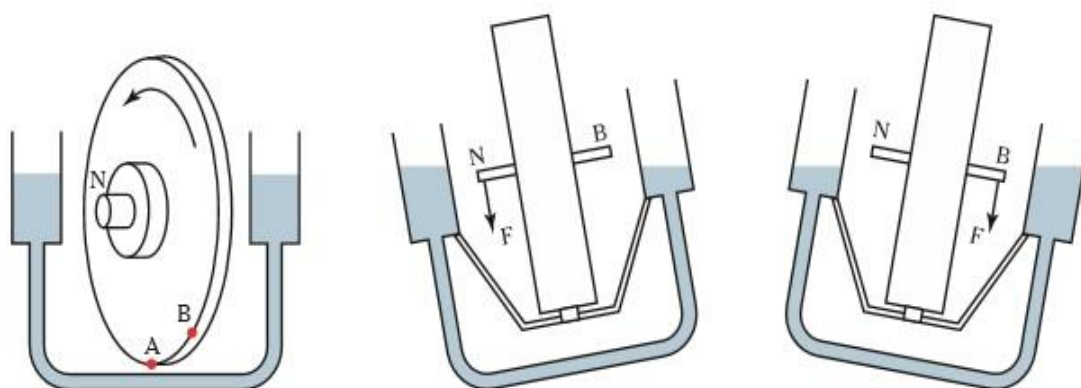
από την κετεύθυνση του μεσημβρινού. Τη λύση στο πρόβλημα αυτό προσφέρει η αντικατάσταση των βαρών με συγκοινωνούντα δοχεία, τα

οποία περιέχουν υδράργυρο, με τη μετάγγιση του οποίου επιτυγχάνονται τα ίδια ακριβώς αποτελέσματα που επιτυγχάνονται με τα βάρη που συζητήθηκαν παραπάνω.

Ειδικότερα, μέσω του βάρους του υγρού στα συγκοινωνούντα δοχεία, ασκείται ροπή ζεύγους δυνάμεων, η οποία τείνει να επαναφέρει τον άξονα περιστροφής του γυροσφονδύλου προς τον Βορρά. Στην εικόνα 6 παρουσιάζεται η πρόσοψη (προβολή στο κατακόρυφο προβολικό επίπεδο) της θήκης του σφονδύλου. Στο κάτω μέρος της και ειδικά στο σημείο από το οποίο περνά η κατακόρυφος από το κέντρο βάρους του σφονδύλου, στερεώνεται ζεύγος συγκοινωνούντων δοχείων, που περιέχουν ορισμένη ποσότητα υδραργύρου. Η στήριξη γίνεται κατά τρόπο, ώστε τα δοχεία να ακολουθούν τις κινήσεις του άξονα περιστροφής του σφονδύλου. Όταν ο άξονας είναι οριζόντιος, τα δοχεία βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο. Επειδή και τα δύο περιέχουν την ίδια ποσότητα υδραργύρου, δεν ασκούν –εξαιτίας της βαρύτητας– δύναμη στον άξονα και το γυροσκόπιο είναι ελεύθερο.



Εικόνα 6: Τοποθέτηση βάρους στον πυθμένα



Εικόνα 7: Η χρήση του βαλλιστικού υγρού (το υδραργυρικό σύστημα του σφονδύλου).

Όταν το βόρειο άκρο βρίσκεται ανατολικότερα από τον μεσημβρινό και ανεβαίνει από τον ορίζοντα, λόγω της φαινόμενης κινήσεως ανεβαίνει και το βόρειο δοχείο, ενώ το νότιο κατεβαίνει εικόνα 7.

Έτσι μεταγγίζεται υδράργυρος από το βόρειο στο νότιο δοχείο και το νότιο αρχίζει να περιέχει όλο και μεγαλύτερη ποσότητα υδραργύρου. Η μεγαλύτερη ποσότητα υδραργύρου στο νότιο δοχείο, δρα ως κατακόρυφη δύναμη με φορά προς τα κάτω, όπως στην περίπτωση του βάρους β στην κορυφή, και προκαλεί μετάπτωση του βόρειου άκρου του άξονα περιστροφής προς δυσμάς. Όταν το βόρειο άκρο του άξονα βρίσκεται δυτικότερα από την μεσημβρινό και κατεβαίνει από τον ορίζοντα, λόγω της φαινόμενης κινήσεως κατεβαίνει και το βόρειο δοχείο, ενώ το νότιο ανεβαίνει εικόνα 8 δεξιά. Έτσι ο υδράργυρος μεταγγίζεται στο βόρειο δοχείο και δρα ως κατακόρυφη δύναμη στο νότιο άκρο, αλλά με φορά προς τα πάνω. Η αντίθετης φοράς δύναμη προς τα πάνω προκαλεί μετάπτωση του ίδιου βόρειου άκρου του άξονα προς ανατολάς, κατα αναλογία με την περίπτωση του βάρους β στην κορυφή (εικόνα 8 μέση). Η δύναμη, την οποία και στις δύο περιπτώσεις ασκεί ο μεταγγιζόμενος υδράργυρος, είναι ανάλογη με την κλίση που έχει κάθε φορά ο άξονας περιστροφής του σφονδύλου, επειδή ανάλογη θα είναι και η διαφορά ποσότητας υδραργύρου στα δύο δοχεία. Έτσι, κάτω από την επίδραση του μεταγγιζόμενου υδραργύρου, το βόρειο άκρο του άξονα μεταπίπτει κατ' αζιμούθ, με γωνιακή ταχύτητα που αυξάνει συνεχώς, μέχρι να φθάσει στον μεσημβρινό. Η γωνιακή ταχύτητα ελαττώνεται συνεχώς κατά την απομάκρυνση του βόρειου άκρου του άξονα από τον μεσημβρινό, μέχρι να οριζοντιωθεί στην άλλη πλευρά του μεσημβρινού, σε ίση γωνιακή απόσταση με εκείνη που βρέθηκε οειζοντίος αρχικά. Το βόρειο άκρο εκτελεί δηλαδή ταχείες ταλαντώσεις σταθερού πλάτους γύρω από τον μεσημβρινό, όπως στην περίπτωση της κατασκευής με το βάρος β (εικόνα 8 μέση) στην κορυφή, ενώ η περίοδος των ταλαντώσεων είναι αντίστοιχη με αυτή που ζητήθηκε παραπάνω (π.χ 84 λεπτά).

Για να προκύψει και η απαραίτητη οριζόντια δύναμη για την απόσβεση ταλαντώσεων κατά τα ανάλογα με το βάρος β το ζεύγος των παραπάνω δοχείων δεν στηρίζεται ακριβώς στο κάτω μέρος της θήκης του γυροσφόνδου (εικόνα 8 αριστερά), όπως μέχρι τώρα αναφέρθηκε, αλλά έκκεντρα (σημείο Β εικόνα 8 αριστερά). Έτσι, όταν το βόρειο άκρο του άξονα περιστροφής βρίσκεται ανατολικότερα από τον μεσημβρινό και αρχίζει να ανεβαίνει από τον ορίζοντα, λόγω της φαινόμενης καθ' ύψος κινήσεως του, ο μεταγγιζόμενος στο νότιο δοχείο υδράργυρος θα ασκεί στο νότιο άκρο του άξονα ταυτόχρονα δύο δυνάμεις: μία κατακόρυφη, που τον εξαναγκάζει να μεταπίπτει προς δυσμάς με αυξανόμενη γωνιακή ταχύτητα μέχρι τον μεσημβρινό και μια μικρότερη οριζόντια με φορά προς τα δεξιά. Η μικρότερη οριζόντια δύναμη εξαναγκάζει τον άξονα να μεταπίπτει κατακόρυφα προς τα κάτω, οπότε κατά την κίνηση του μέχρι τον μεσημβρινό, το βόρειο άκρο κινείται σε χαμηλότερη τροχιά.

Όταν το βόρειο άκρο του άξονα περιστροφής του γυροσφόνδουλου κατέβει από τον ορίζοντα, ο υδράργυρος που μεταγγίζεται στο βόρειο δοχείο, ασκεί αντίθετες δυνάμεις στο νότιο ακρο του άξονα: κατακόρυφη προς τα επάνω και οριζόντια προς τα αριστερά. Οι δυνάμεις αυτές με τις μεταπτώσεις που θα προκαλέσουν, θα εξαναγκάσουν τον άξονα να οριζοντιωθεί νατολικότερα από τον μεσημβρινό, αλλά και πάλι σε γωνιακή απόσταση μικρότερη κατά τα δύο τρίτα από την προηγούμενη. Με την έκκεντρη στήριξη του ζεύγους των δοχείων υδραργύρου, επιτυγχάνεται η απόσβεση του πλάτους των ταλαντώσεων του άξονα περιστροφής του σφονδύλου γύρω από τον μεσημβρινό σε ποσοστό 66% και σε χρόνο της τάξεως των 42 λεπτών. Διευκρινίζεται ότι ο αριθμός που προαναφέρθηκε δεν είναι απόλυτος, αλλά διαφοροποιείται με βάση κατασκευαστικές επιλογές. Μάλιστα, η αύξηση του θα επιφέρει την αντίστοιχη αύξηση του χρονικού διαστήματος που απαιτείται για την ενεργοποίηση της πυξίδας (για τις παλαιότερες ηλεκτρομηχανικές πυξίδες είναι χαρακτηριστικό ότι κυμαινόταν σε περίπου 4 με 5 ώρες).

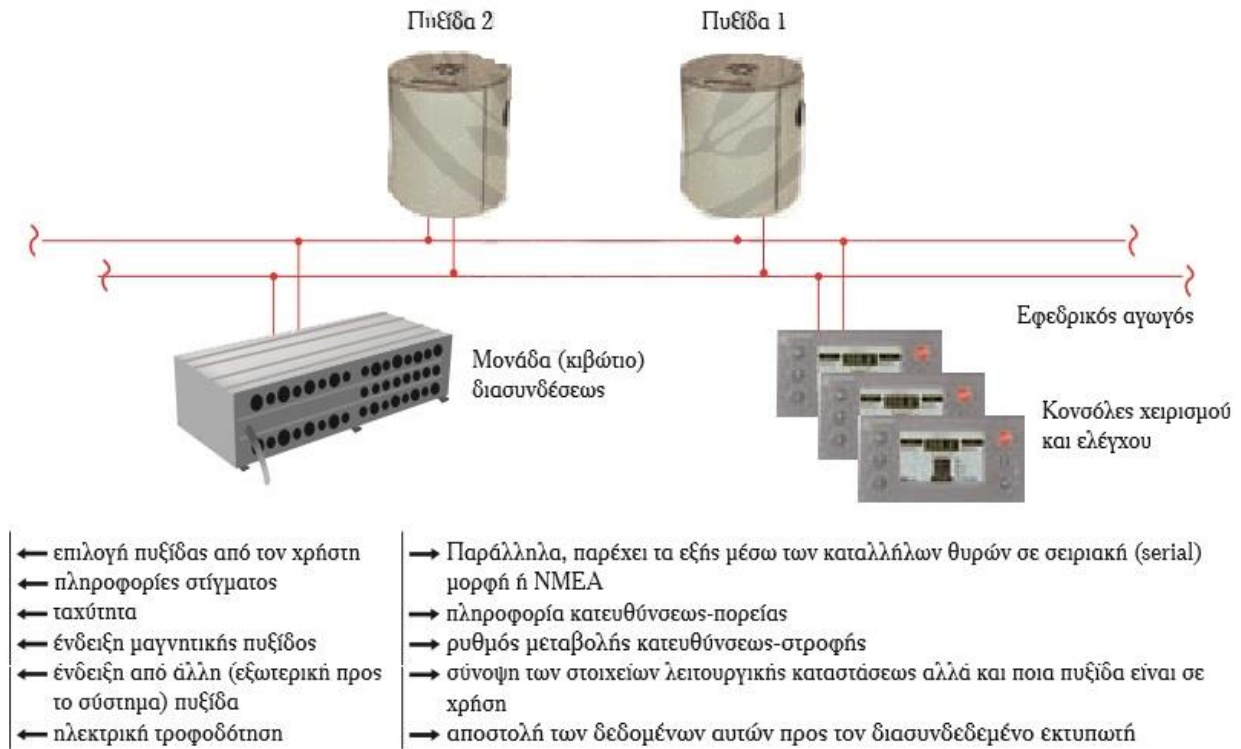
2.1.10 Ψηφιακές γυροσκοπικές πυξίδες

Η αρχή λειτουργίας της πυξίδας αυτής είναι εκείνη του ηλεκτρομηχανικού γυροσκοπίου. Από εκεί και πέρα η πυξίδα αυτή διαφοροποιείται πλήρως από την κλασική αναλογική γυροπυξίδα, χάρη στα σύγχρονα ηλεκτρονικά συστήματα που διαθέτει, με κυριότερα τον μικροεπεξεργαστή και την κονσόλα ελέγχου-χειρισμού. Με τη βοήθεια των συγχρόνων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων που διαθέτει, η πληροφορία της πορείας είναι εξαιρετικά ακριβής, η ανανέωσή της ταχύτατη και η διαθεσιμότητά της διαρκής στα διασυνδεδεμένα με αυτήν ηλεκτρονικά όργανα ή συστήματα.

Η μέγιστη αξιοποίηση της ψηφιακής τεχνολογίας επιτυγχάνεται όμως εάν αντί του ενός γυροσκοπικού μηχανισμού, χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα τρεις. Στην περίπτωση αυτή, εξάγεται η πληροφορία της πορείας σε τριαξονικό σύστημα συντεταγμένων, ενώ μέσω του μικροεπεξεργαστή υπολογίζεται άμεσα και ο ρυθμός μεταβολής της πορείας (δηλαδή της πρώτης παραγώγου) σε κάθε άξονα. Η πληροφορία του ρυθμού μεταβολής της πορείας είναι ιδιαίτερα σημαντική, διότι παραπέμπει στο πόσο γρήγορα αλλάζει πορεία (στρέφει) ένα πλοίο που χειρίζει. Για τον λόγο αυτόν αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό δεδομένο στα συστήματα AIS και ECDIS, καθώς και σε κάθε σύστημα που επιχειρεί την πρόβλεψη της τροχιάς ενός κινούμενου πλοίου. Η ευχέρεια διασυνδέσεως της ψηφιακής γυροσκοπικής πυξίδας με έτερες συσκευές ή συστήματα, προάγεται περαιτέρω με τη χρήση τηλεπικοινωνιακών πρωτοκόλλων ζεύξεως δεδομένων, όπως τα πρωτόκολλα 0183 και το 2000 του Εθνικού Οργανισμού Ναυτικών Ηλεκτρονικών (National Marine Electronics Association 0183 και 2000–NMEA 0183 και NMEA 2000). Πέραν της ενσύρματης – καλωδιακής ζεύξεως, αρκετοί τύποι πυξίδων παρέχουν και τη δυνατότητα ασύρματης ζεύξεως δεδομένων με πρωτόκολλα όπως το Wi – fi και το bluetooth. Καθίσταται έτσι

εφικτή η μετάδοση των στοιχείων της πορείας και του ρυθμού στροφής σε φορητούς υπολογιστές ή tablets.

Πέραν των πλεονεκτημάτων που προαναφέρθηκαν, οι ψηφιακές γυροπυξίδες διαθέτουν αυτοματοποιημένη διαδικασία εντοπισμού και αποκαταστάσεως βλαβών. Στην εικόνα 9, παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό μοντέλο ψηφιακής γυροσκοπικής πυξίδας. Στη μονάδα διασυνδέσεως διακρίνονται με βέλη τόσο τα δεδομένα εισόδου όσο και τα δεδομένα εξόδου στην πυξίδα. Στο εικονιζόμενο μοντέλο χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα δύο κύριες μονάδες πυξίδας,



ώστε το σύστημα που προκύπτει να διαθέτει αυξημένη αντοχή σε βλάβες. Επί πλέον, το σύστημα

Εικόνα 8: Σύστημα ψηφιακής γυροπυξίδας.

αυτό είναι συζευγμένο ταυτόχρονα σε δύο δίκτυα ανταλλαγής δεδομένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

ΓΥΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΠΥΞΙΔΑ ΛΕΙΖΕΡ

3.1 Εισαγωγή

Ο Charles Draper γνωστός ως “πατέρας της αδρανειακής πλοήγησης” καθώς και για την δημιουργία των συστημάτων πλοήγησης για τα αεροσκάφη Apollo, αναφέρθηκε στην αδρανειακή πλοήγηση ως «αστρονομία σε ντουλάπα» καθώς ενώ βασίζεται σε ένα σύστημα αναφοράς ουρανίων σωμάτων, την ίδια στιγμή είναι μια ανεξάρτητη διαδικασία.

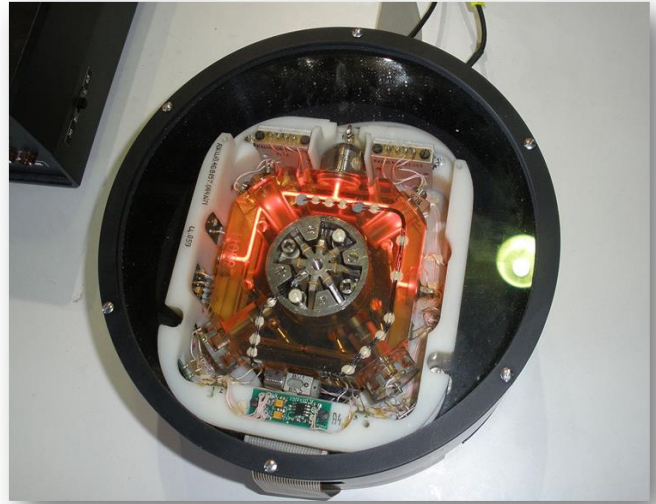
Τα συστήματα αδρανειακής πλοήγησης βασίζονται στην θέαση των αστεριών η

διακριτών σημείων στην στεριά ούτε στα σήματα που δέχονται από τον έδαφος αλλά αποκλειστικά στα όργανα που μεταφέρονται πάνω σε ένα κινούμενο σκάφος (Aronowitz, 1971).

Οι αστροναύτες του Apollo μπορούσαν να πιλοτάρουν το όχημα τους μέχρι την Σελήνη επειδή είχαν τέσσερα σετ πληροφοριών. Αρχικά ήξεραν που βρίσκονται όταν ξεκίνησαν το ταξίδι τους. Τα συστήματα αδρανειακής πλοήγησης μετρούν την αλλαγή από ένα αρχικό σημείο εκκίνησης και μέσα σε ένα πλαίσιο αναφοράς. Οι μετρήσεις των οργάνων παρέχουν τα τρία εναπομείναντα σετ πληροφοριών: αλλαγές στην επιτάχυνση, στον χρόνο και στην περιστροφή. Τα επιταχυνσιόμετρα βοηθούν τους πιλότους (ή τους υπολογιστές τους) να υπολογίσουν την ταχύτητα και διαιρώντας την ταχύτητα με τον χρόνο, την απόσταση.

Αλλαγές στην περιστροφή, συμπεριλαμβανομένης της κατεύθυνσης είναι στην «ευθύνη» των γυροσκοπικών μηχανισμών. Μία από τις πιο απλές συσκευές τέτοιου τύπου, η ένδειξη για αλλαγή πορείας σε ελαφρύ αεροσκάφος λειτουργεί με την ίδια αρχή λειτουργίας με την οποία λειτουργούν τα ογκώδη και πολύπλοκα γυροσκόπια στο Διεθνές Διαστημικό Σταθμό (ISS) που βοηθούν στην διατήρηση του προσανατολισμού του. Η αρχή αυτή είναι η γυροσκοπική αδράνεια, η τάση των περιστρεφόμενων αντικειμένων να διατηρούν έναν σταθερό προσανατολισμό, αντιστεκόμενα σε δυνάμεις που προσπαθούν να δημιουργήσουν κλίση. Οι οπλοργοί εκμεταλλεύονται την γυροσκοπική αδράνεια χαράσσοντας εγχοπές στο εσωτερικό της θαλάμης του όπλου για να δημιουργήσουν «σπιν» στην εξερχόμενη σφαίρα ώστε η βολή να παραμείνει σε ευθύ μονοπάτι.

Ο γυροσκοπικός τροχός στα συστήματα ενός αεροπλάνου που οδηγείται από μια ριπή αέρα να περιστραφεί περίπου με 10.000 στροφές ανά λεπτό, δημιουργεί μια σταθεροποιημένη γραμμή



Εικόνα 9: Γυροσκοπική πυξίδα laser

αναφοράς η άξονα σε σχέση με τον οποίον μπορεί η περιστροφή να μετρηθεί. Όταν μια περιστροφική δύναμη ή ροπή εφαρμοστεί στο γυροσκόπιο αυτό αντιδρά με τον εξής τρόπο, αντιστέκεται στην ροπή και περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του. Η προβλεψιμότητα αυτής της κίνησης οδήγησε τους μηχανικούς στον σχεδιασμό συσκευών που μετρούν την ταχύτητα περιστροφής ενός αεροσκάφους.

Όταν το αεροπλάνο στρέφεται δεξιά, το γυροσκόπιο στρέφεται αριστερά και το πάνω μέρος των τροχών κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση. Το 1980, οι γυροσκοπικές πυξίδες λέιζερ αρχίζουν να αντικαθιστούν τους μηχανικούς κι έπειτα τους ηλεκτρονικούς «προγόνους» τους χωρίς την παραμικρή ομοιότητα στον τρόπο λειτουργίας τους με αυτούς. Η ιδέα πίσω από την γυροσκοπική πυξίδα λέιζερ φτάνει στο 1912 όπου ο Γάλλος φυσικός Georges Sagnac έκανε πειράματα με ακτίνες φωτός που κινούνται σε αντίθετη κατεύθυνση γύρω από μια κυκλική κοιλότητα σε μία περιστρεφόμενη βάση.

Ο Sagnac έδειξε ότι όταν η περιστροφική πλάκα περιστρεφόταν, το φως που ταξίδευε μαζί με την περιστροφή έφτανε σε ένα στόχο ελαφρώς πιο μετά από το φως που ταξίδευε αντίθετα με την περιστροφή. Ο ίδιος πίστευε ότι είχε αποδείξει την ύπαρξη αιθέρα στον χώρο, ενώ στην πραγματικότητα επιδείκνυε μια ιδιότητα του φωτός που θα γινόταν κατανοητή αργότερα και με καλύτερο τρόπο με την εφεύρεση του λέιζερ στην δεκαετία του 50'. Το λέιζερ (ενίσχυση του φωτός με διέγερση εκπομπής ακτινοβολίας) λειτουργεί με την διέγερση ατόμων πλάσματος για την εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας ή φωτονίων σε μια κοιλότητα. Κάθε μέρος της κοιλότητας αντανακλά την ενέργεια μπρος και πίσω και σχηματίζει ένα πρότυπο κυμάτων. Η συχνότητα των κυμάτων -το μοτίβο κορυφών και κοιλάδων- αποφασίζεται εν μέρει από το μήκος της κοιλότητας.

3.1.1 Αρχή Λειτουργίας Λέιζερ

Ένας λέιζερ δακτύλιος είναι ένας ειδικός τύπος του αντηχείου, όπου τα φωτόνια που εξέρχονται από το μέσον οδηγούνται γύρω και πίσω από την άλλη πλευρά. Αυτό μπορεί να γίνει με κάτοπτρα ή με οπτικές ίνες. Αυτή η ρύθμιση έχει σαν συνέπεια να μην υπάρχει μια δέσμη που σχηματίζεται δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα αλλά σε άλλη κατεύθυνση. Το μήκος του αντηχείου και οι ακτίνες καμπυλότητας των κατόπτρων πρέπει να ρυθμίζονται σύμφωνα με τις λειτουργίες, αλλιώς το αντηχείο λέιζερ δεν θα λειτουργήσει αντίστοιχα.

Η δοκός στο αντηχείο έχει μια μη-μηδενική απόκλιση, πράγμα που σημαίνει ότι η διάμετρος της δοκού θα αυξηθεί σε κάθε ταξίδι μέσω του συντονιστή (υποθέτουμε ότι χρησιμοποιούνται επίπεδα κάτοπτρα). Αυτό σημαίνει ότι τελικά η διάμετρος της ακτίνας θα είναι πάρα πολύ μεγάλη για να χωρέσει τους καθρέφτες ή το ενεργό μέσο (ή το άνοιγμα αυτών). Σαν αποτέλεσμα, θα υπάρξουν μεγάλες απώλειες και καθόλου λέιζερ.

Για να μη συμβαίνει αυτό, είναι απαραίτητο να κρατήσει την εστίαση της δέσμης αλλάζοντας σε καμπύλα κάτοπτρα τον καθρέφτη. Αν οι καμπυλότητες είχαν επιλεγθεί κατάλληλα, θα είχε ακυρωθεί η απόκλιση. Το κριτήριο της σταθερότητας εξηγεί τη σχέση μεταξύ του μήκους συντονιστή και καθρέφτη. Αν η διάρκεια του συντονιστή και του καθρέφτη δεν υπακούσουν στο κριτήριο αυτό, το λέιζερ δεν θα μπορεί να λειτουργήσει.

3.1.2 Αρχή Λειτουργίας Γυροσκοπικής Πυξίδας Λείζερ

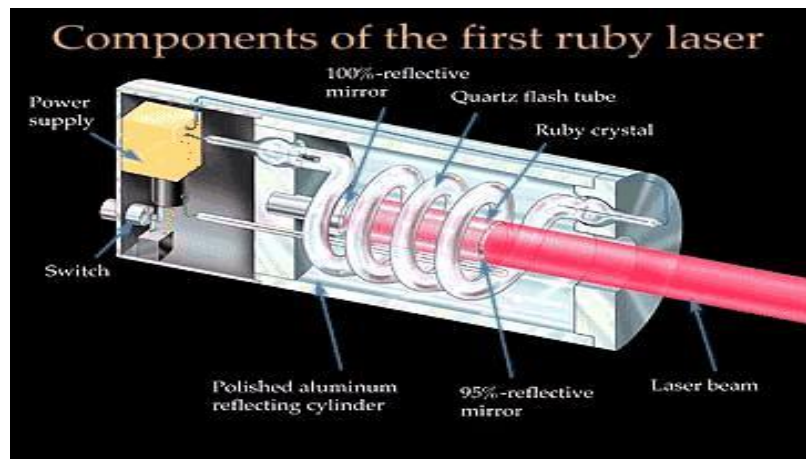
«Ένα γυροσκόπιο δακτυλίου λέιζερ αποτελείται από ένα λέιζερ δακτυλίου που έχει δύο λειτουργίες πάνω από την ίδια διαδρομή με σκοπό την ανίχνευση της περιστροφής. Αυτό λειτουργεί με την αρχή της επίδρασης Sagnac που μετατοπίζει τα μηδενικά σήματα του εσωτερικού πρότυπου στάσιμου κύματος σε απόκριση προς γωνιακή περιστροφή. Παρεμβολές μεταξύ των αντι-πολλαπλασιαστικών δοκαριών παρατηρούνται εξωτερικά, αντανακλά αλλαγές σε αυτό το πρότυπο στάσιμου κύματος, και έτσι οδηγεί σε περιστροφή.

Μια γεννήτρια λέιζερ παράγει μια ακτίνα φωτός. Με την βοήθεια κατάλληλου μηχανισμού διασπάται σε δύο επιμέρους κύματα, τα οποία διατρέχουν ένα δακτύλιο οπτικών ινών με κοινή αφετηρία αλλά αντίθετες φορές. Δεδομένου ότι ο δακτύλιος είναι ακίνητος, αυτά τα δύο κύματα θα συναντηθούν με ταύτιση φάσης αφού

έχουν διατρέξει ίσες αποστάσεις λόγω της κοινής ταχύτητας μετάδοσης. Κατόπιν τα κύματα επανασυνδυάζονται και οδηγούνται σε μία έξοδο όπου υπάρχει ένας φωρατής που ανιχνεύει το κοινό της φάσεως.

Επειδή όμως ο δακτύλιος αποτελεί ακίνητο μέρος της συσκευής, η οποία είναι σταθερά προσαρμοσμένη στο σκάφος, όταν το σκάφος στρέφει την πλώρη του περιστρέφεται και ο δακτύλιος στον χώρο. Συνεπώς, οι διαδρομές που διανύουν τα δυο επί μέρους κύματα θα είναι άνισες - ανάλογα με τον βαθμό περιστροφής- και φτάνοντας στην έξοδο θα παρουσιάζουν διαφορά φάσης. Αυτό σημαίνει ότι κατά την επανένωσή τους θα υπάρχει και μια διαφορά εύρους ανάλογα με την διαφορά φάσης.

Αρα η εκάστοτε διαφορά εύρους μπορεί να αντιστοιχηθεί σε έναν βαθμό περιστροφής. Αν λοιπόν μέσω των κατάλληλων διατάξεων επεξεργαστούμε το κύμα και το μετατρέψουμε σε ψηφιακή ένδειξη, μπορούμε να έχουμε την κατεύθυνση της πλώρης μας σε άμεση οπτική ένδειξη.



Εικόνα9: Τρόπος Λειτουργίας Laser.

Ακόμα, επειδή είναι ψηφιοποιημένο, μπορεί να μεταδοθεί στα υπόλοιπα ηλεκτρονικά ναυτιλιακά βοηθήματα, όπως radar, agra, ecdis, αυτόματο πλοηγό, στον επαναλήπτη του πηδαλιούχου και της αίθουσας πηδαλιουχίσεως εκτάκτου ανάγκης, στους επαναλήπτες διοπτρεύσεων γέφυρας καθώς και στους τυχόν λοιπούς επαναλήπτες.»

(Smith S G, 1986, Developments in inertial navigation, Rion, J. Navigation 39, 401-415).

Διαφορά μεταξύ του χρόνου που απαιτείται για να περάσει το φως μέσα από το δακτύλιο στις δύο κατευθύνσεις είναι δυνατόν να προκληθεί από συγκεκριμένη ταχύτητα περιστροφής, σύμφωνα με το φαινόμενο Sagnac. Η καθαρή μετατόπιση του σχεδίου παρέμβασης ακολουθεί την περιστροφή της μονάδας στο επίπεδο του δακτυλίου.

3.1.3 Πλεονεκτήματα Γυροσκοπικής Πυξίδας Λείζερ

Τα βασικά πλεονεκτήματα της γυροσκοπικής πυξίδας λέιζερ συνοψίζονται ως εξής :

- Δεν υπάρχουν κινούμενα μέρη, εκτός από το συγκρότημα μοτέρ δόνησης. Είναι στιβαρές κατασκευές, απαλλαγμένες από τις αστάθειες των μηχανικών μερών των ηλεκτρομηχανικών γυροσκοπικών πυξίδων.
- Μικρές διαστάσεις των συσκευών.
- Μικρό βάρος.
- Δυνατή η τοποθέτηση και σε μικρά σκάφη.
- Είναι επιπλέον χωρίς υγρά, ανθεκτική, φθηνή, ακριβείας και υψηλής πιστότητας.
- Είναι μονάδες συμπαγείς και άφθαρτες, έτσι ώστε να επιτρέπουν τη χρήση τους και σε αεροσκάφη.
- Παρέχουν στοιχεία πορείας, ταχύτητας κι επιτάχυνσης μεγάλης ακρίβειας.
- Ο μικρός χρόνος ενεργοποίησής τους επιτρέπει την άμεση επιχειρησιακή διαθεσιμότητά τους.
- Συνδυάζονται εύκολα με αδρανειακά συστήματα ναυτιλίας για την παροχή και την πληροφορία στίγματος.

Το σημαντικότερο όμως συγκριτικό πλεονέκτημα έναντι των άλλων τύπων πυξίδων που αφορά άμεσα από επιχειρησιακής απόψεως τον ναυτίλο αξιωματικό συνίσταται στο ότι είναι τα μάλλα δυσπρόσβλητη σε μαγνητικές παρεμβολές και ανωμαλίες.

3.1.4 Μειονεκτήματα Γυροσκοπικής Πυξίδας Λείζερ

Από την άλλη μεριά, σημειώνονται και κάποια αρνητικά στοιχεία στη χρήση της γυροσκοπικής πυξίδας λέιζερ:

Οι πολύ αργοί ρυθμοί περιστροφής είναι δυνατόν να προκαλέσουν το φαινόμενο «lock-in», δηλαδή το φαινόμενο της σύζευξης των δύο κυμάτων στους πολύ χαμηλούς ρυθμούς περιστροφής.

Οφείλεται στην ατελή ανακλαστική ικανότητα των κατόπτρων λόγω εύλογης ανεπάρκειας είτε των επιχρίσεων είτε της επεξεργασίας της επιφάνειας του υποστρώματος. Αυτό επιφέρει μικροανωμαλίες στην ανάκλαση και μικροδιασπορές προς διάφορες κατευθύνσεις. Στους χαμηλούς ρυθμούς στρέψης τα προϊόντα της διασποράς λειτουργούν ως «γέφυρα» σύζευξης των δύο κυμάτων και ακολούθως σε ένα «κλείδωμα» των δυο συχνοτήτων με αποτέλεσμα να μην ανιχνεύεται η περιστροφή. Έτσι, στον άξονα του δακτυλίου τοποθετείται ένας μηχανισμός περιστροφικής αμφιταλάντευσης ολόκληρου του φέροντος πλαισίου (συνήθως κατά δυο τάξεις μεγέθους ανώτερη από το μέγιστο περιθώριο σύζευξης), με σκοπό την ελαχιστοποίηση του φαινομένου.

Το πλεονέκτημα της αξιοπιστίας ίσως και να αποτελεί απλά μια πλάνη, όπως αποδεικνύεται από τον μέσο χρόνο βλαβών (mean time between failures - MTBFs) των RLG αδρανειακών συστημάτων ναυσιπλοΐας, το οποίο αποτιμάται στις 5.000-10.000 ώρες έναντι 600 ωρών των παραδοσιακών αδρανειακών συστημάτων ναυσιπλοΐας σχεδιάσεως της περασμένης δεκαετίας, τα οποία όμως διαθέτουν δεκαπλάσιο αριθμό ηλεκτρονικών εξαρτημάτων.

Ας σημειωθεί τέλος εδώ, πως ένας μόνο δακτύλιος προσφέρει έναν βαθμό ελευθερίας. Αν τοποθετήσουμε τρεις δακτυλίους σε ορθοκανονική σύμπλεξη τότε επιτυγχάνουμε τρεις βαθμούς ελευθερίας, οπότε μαζί με κατάλληλο υπολογιστικό και λοιπό υποστηρικτικό σύστημα έχουμε να κάνουμε με ολοκληρωμένο σύστημα πλοήγησης.

Τέτοιου είδους συστήματα χρησιμοποιούνταν εδώ και αρκετά χρόνια σε διάφορες δραστηριότητες όπως π.χ. για τα συστήματα ακριβούς σταθεροποίησης οπλικών μονάδων, τους αισθητήρες κατεύθυνσης δορυφορικών κεραιών, την αεροδιαστημική, τα αεροπλάνα, αλλά ακόμα και σε συσκευές radar και πυρανίχνευσης. Πλέον χρησιμοποιούνται και στην εμπορική ναυτιλία ολοένα και περισσότερο και ίσως κάποτε να εκτοπίσουν τα παραδοσιακά αδρανειακά συστήματα.

3.1.5 Τρόπος Λειτουργίας RLG

Μια πυξίδα τύπου RLG, λειτουργεί ως εξής: Αρχικά μια γεννήτρια laser παράγει μια ακτίνα φωτός. Με την βοήθεια κατάλληλου μηχανισμού αυτή διασπάται σε δύο επί μέρους κύματα που διατρέχουν ένα δακτύλιο οπτικών ινών με κοινή αφετηρία αλλά αντίθετες φορές. Δεδομένου ότι ο δακτύλιος ακινητεί αυτά τα δύο κύματα θα συναντηθούν με ταύτιση φάσης αφού έχουν διατρέξει ίσες αποστάσεις.

3.1.6 Το Lockdown και οι Τρόποι Απεμπλοκής

Κατά τη διάρκεια πολύ χαμηλών ρυθμών περιστροφής, ή αλλιώς χαμηλών γωνιακών ταχυτήτων, παρατηρείται σύζευξη των δύο δεσμών λέιζερ, εξαιτίας της μικρής διαφοράς στις συχνότητές τους. Σε αυτή την περίπτωση, οι δύο συχνότητες «κλειδώνουν» σε μια συχνότητα

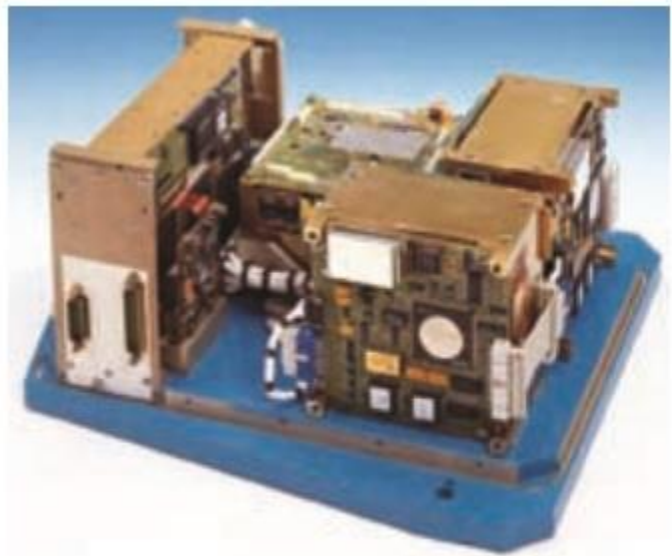
λανθασμένης τιμής. Το φαινόμενο «lock-in» είναι εφικτό να ξεπεραστεί. Η κοιλότητα του δακτυλίου λέιζερ περιστρέφεται δεξιόστροφα και αριστερόστροφα γύρω από τον άξονά του με τη χρήση ενός οδηγούμενου στη συχνότητα συντονισμού του μηχανικό ελατήριο. Αυτό εξασφαλίζει ότι η γωνιακή ταχύτητα του συστήματος είναι συνήθως μακριά από το κατώτατο όριο «lock-in».

Τυπικές τιμές είναι 400 Hz, με μέγιστη ταχύτητα δόνησης του 1 τόξου δευτερόλεπτο ανά δευτερόλεπτο. ένα σύντομο χρονικό διάστημα υφίσταται, κατά την οποία ο ρυθμός περιστροφής είναι κοντά στο μηδέν και μπορεί να συμβεί σύντομα «lock-in». Αν μια καθαρή συχνότητα ταλάντωσης διατηρείται, αυτά τα μικρά διαστήματα «lock-in» μπορούν να συσσωρευτούν. Αυτό διορθώνεται με την εισαγωγή του θορύβου στην δόνηση των 400 Hz. Για να εξουδετερωθεί το φαινόμενο, τοποθετείται ένας κινητήρας στο κέντρο του δακτυλίου λέιζερ.

Σκοπός είναι να δονηθεί περιστροφικά το γυροσκόπιο, έτσι ώστε να βρεθεί έξω από την περιοχή της σύζευξης των δεσμών λέιζερ. Η συνολική έξοδος του συστήματος από την περιστροφική δόνηση είναι μηδέν, και έτσι δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα του αισθητήρα από την κανονική λειτουργία. Η λειτουργία του κινητήρα κατά τη διάρκεια αυτού του φαινομένου γίνεται αισθητή σαν ένας βόμβος.

3.1.7 Γυροσκοπικές πυξίδες laser με οπτικό δακτύλιο ή περιέλιξη οπτικής ίνας

Οι γυροπυξίδες αυτές διαθέτουν φωτογυροσκόπιο. Κατ'αναλογία με τις ψηφιακές γυροσκοπικές πυξίδες, με την ταυτόχρονη χρήση τριών φωτογυροσκοπίων, εξάγεται η πληροφορία της πορείας σε τριαξονικό σύστημα συντεταγμένων (εικόνα 11), ενώ μέσω του μικροεπεξεργαστή υπολογίζεται άμεσα και ο ρυθμός μεταβολής της πορείας σε κάθε άξονα.



Εικόνα 11: Ενσωμάτωση τριών φωτογυροσκοπίων σε σύστημα αξόνων

Στην εικόνα 12 απεικονίζεται ένα σύγχρονο σύστημα γυροπυξίδας laser. Οι υπομονάδες της πυξίδας αυτής έχουν παρόμοιες ονομασίες και εκτελούν κοινές λειτουργίες με τις αντίστοιχες της

ψηφιακής γυροπυξίδας. Δηλαδή, η κονσόλα χειρισμού και ελέγχου, ο θόλος απεικόνισης και μονάδα ελέγχου, ενώ η μονάδα διασυνδέσεως ως κιβώτιο (μονάδα) διασυνδέσεως και ηλεκτρικής τροφοδοτήσεως. Στο σχήμα αυτό φαίνεται επίσης η ευχέρεια διασυνδέσεως που παρέχει στην πυξίδα η ψηφιακή

τεχνολογία. Αριστερά της μονάδας διασυνδέσεως διακρίνονται με βέλη τα δεδομένα εισόδου, ενώ στα δεξιά της τα δεδομένα εξόδου από την πυξίδα.



Εικόνα 12: Σύστημα πυξίδας laser

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΠΥΞΙΔΕΣ

4.1 Γενική έννοια

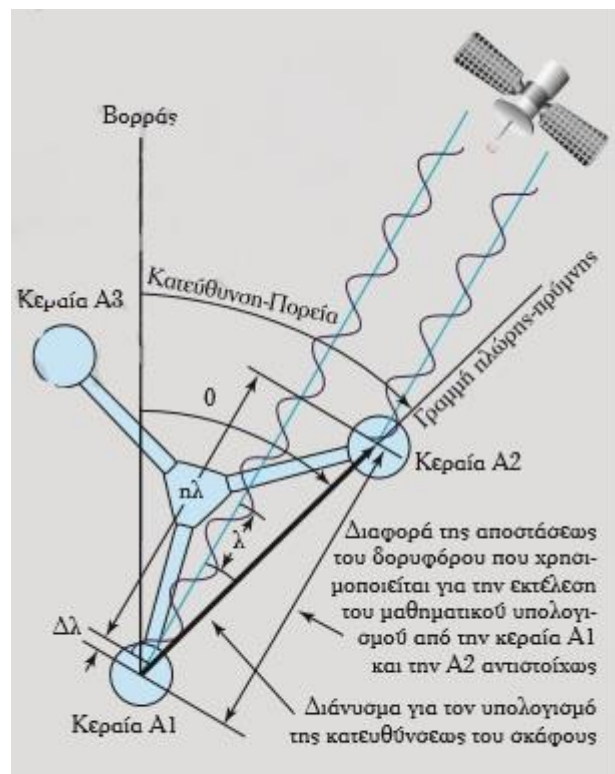
Η βασική γενική αρχή λειτουργίας των δορυφορικών πυξίδων είναι καταρχάς πολύ απλή: Αν σε δύο σημεία του σκάφους τοποθετηθούν δύο κεραίες/δέκτες GPS/GNSS και προσδιοριστεί η θέση τους με πολύ μεγάλη ακρίβεια, τότε μπορεί εύκολα να υπολογιστεί η διεύθυνση της γραμμής που ορίζεται από τα δύο αυτά σημεία.

Στην πράξη, η παραπάνω γενική αρχή λειτουργίας των δορυφορικών πυξίδων υλοποιείται με την χρησιμοποίηση εξελιγμένων και πολύπλοκων τεχνικών επεξεργασίας σήματος, η αναλυτική περιγραφή των οποίων είναι εκτός του σκοπού του παρόντος εγχειριδίου. Η βασική τεχνική χρησιμοποιείται για τον σκοπό αυτό είναι η μέθοδος δορυφορικού προσδιορισμού θέσεως εκατοστομετρικής ακρίβειας GNSS/RTK (Real-Time Kinematics) (εικόνα 13).

Με την χρήση της μεθόδου δορυφορικού προσδιορισμού θέσεως εκατοστομετρικής ακρίβειας προκύπτει ακριβέστατο στίγμα για ένα κινούμενο χρήστη ως προς μια θέση αναφοράς γνωστών συντεταγμένων με τη μέτρηση της διαφοράς φάσεως μεταξύ των κυματομορφών των δορυφορικών σημάτων που καταλήγουν στο χρήστη και στη θέση αναφοράς.

Για την εφαρμογή της μεθόδου GNSS/RTK στις δορυφορικές πυξίδες απαιτούνται κατ'ελάχιστον δύο κεραίες-δέκτες. Η πρώτη αντιστοιχεί στη θέση αναφοράς, ενώ η δεύτερη στον

κινούμενο χρήστη. Και οι δύο πρέπει να βρίσκονται επί του διαμήκους άξονα του πλοίου με την κεραία A2 να είναι τοποθετημένη εγγύτερα προς την πλώρη. Αρχικά και οι δύο κεραίες-δέκτες υπολογίζουν με ακρίβεια τη θέση τους, χρησιμοποιώντας την κλασική μέθοδο προσδιορισμού θέσεως. Ακολούθως εφαρμόζεται η τεχνική GNSS-RTK, ώστε να προκύψει με την μέγιστη δυνατή ακρίβεια το διάνυσμα A1, A2. Το μέτρο του διανύσματος αυτού αντιστοιχεί στην ταχύτητα του πλοίου, ενώ η κατεύθυνσή του στην πορεία.



Εικόνα 13: Προσδιορισμός κατεύθυνσης σε δορυφορική πυξίδα

Για την μεγιστοποίηση της ακρίβειας των υπολογισμών κατά την εφαρμογή της τεχνικής GNSS-RTK το προς επίλυση σύστημα εξισώσεων περιέχει και επιπλέον άγνωστες μεταβλητές, που εκφράζουν τον προνευστασμό και διατοιχισμό του πλοίου. Η απαλοιφή τους καθιστά αναγκαία λοιπόν και τη χρήση της τρίτης κεραίας A3 της εικόνας 13.

4.1.1 Βασικές μονάδες

Οι βασικότερες μονάδες απ'ο τις οποίες αποτελείται ένα τυπικό σύστημα δορυφορικής πυξίδας (εικόνα 13) είναι η μονάδα (αισθητήρας) των κεραίων λήψεως των δορυφορικών σημάτων GPS/GNSS, η μονάδα επεξεργασίας, η μονάδα αλληλεπιδράσεως με τον χρήστη και η μονάδα διασυνδέσεως με άλλα ναυτικά ηλεκτρονικά όργανα και συστήματα.



Εικόνα 13: Αισθητήρες

Στην εικόνα 14 φαίνεται μια τυπική μονάδα αλληλεπιδράσεως με τον χρήστη.

Ο περιορισμός για την λειτουργία της δορυφορικής πυξίδας είναι οτι απαιτεί εύλογα την απρόσκοπη διαθεσιμότητα ενός δορυφορικού σηματος και μαλιστα την διαθεσιμοτητα πέντε διαφορετικών άλλων σηματος. Εν τούτοις, στην περίπτωση προσωρινής απώλειας των σημάτων αυτών, η δορυφορική πυξίδα εξακολουθεί να παρέχει ακριβείς τιμές πορείας για αρκετά δευτερόλεπτα, με την βοήθεια γυροσκοπικών αδρανειακών μηχανισμών που διαθέτει. Οι μηχανισμοί αυτοί αποδεικνύονται ιδιαίτερα ωφέλιμοι διότι συνδυάζοντας τους με την κεραία A3, επιτυγχάνεται απαλοιφή από το σύστημα εξισώσεων, των μεταβλητών του προνευστασμού και του διατοιχισμού. Με δεδομένη όμως τη διαθεσιμότητα των δορυφορικών συστημάτων προσδιορισμού θέσεως GNSS, οι δορυφορικές πυξίδες υπερτερούν έναντι των άλλων ναυτικών πυξίδων, λόγω ότι:



Εικόνα 14: Τυπική μονάδα αλληλεπιδράσεως

1. Δεν επηρεάζονται από μαγνητικά πεδία ή μεταλλικά αντικείμενα, όπως οι μαγνητικές πυξίδες
2. Δεν διαθέτουν κινούμενα ηλεκτρομηχανικά μέρη, όπως οι γυροσκοπικές πυξίδες, τα οποία είναι επιρρεπή σε βλάβες.
3. Αποτελούν κατασκευές μικρού βάρους και εξαιρετικής αντοχής
4. Παρέχουν σε δευτερόλεπτα από την ενεργοποίησή τους εξαιρετική ακρίβεια μετρήσεων και ταχύτατη απόκριση στις μεταβολές πορείας.

Επισημαίνεται ότι η επικρατέστερη πρακτική για τον αξιόπιστο εξοπλισμό των σύγχρονων πλοίων με ηλεκτρονικά ναυτικά όργανα και συστήματα είναι η εγκατάσταση διαφορετικών τύπων πυξίδων και η κατά περίπτωση χρησιμοποίηση της πλέον αξιόπιστης πληροφορίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΕΣ

5.1 Επαναλήπτες και ενδεικτες πυξίδων

Οι ναυτικές πυξίδες πλαισιώνονται από τους επαναλήπτες και τους ενδεικτες πυξίδων. Μεσω των ενδεικτων, οι οποιοι ειναι τοποθετημένοι σε κομβικά σημεία του πλοίου, γίνεται άμεσα αντιληπτή η πληροφορία της πορείας από το προσωπικό που εκτελεί φυλακή. Οι επαναλήπτες, τοποθετημένοι σε διάφορα σημεία της γέφυρας και κατ' ελάχιστον στην δεξιά και αριστερή βαρδιόλα, χρησιμεύουν στη λήψη διοπτύσεων είτε καταφανών σημείων επί της ξηράς είτε παραπλέοντων πλοίων. Παράλληλα, διατίθενται σύνθετοι ενδείκτες για τη συνδυασμένη απεικόνιση πληροφοριών που προέρχονται από περισσότερες από μία πυξίδες.

5.1.1 Ηλεκτρομηχανικοί επαναλήπτες πυξίδων.

Ο κλασικός επαναλήπτης πυξίδας με μηχανισμό γραναζιών και διπλή εξάρτηση (καρντάνια ανάρτηση) εξακολουθεί να υφίσταται ως απαραίτητος εξοπλισμός των πλοίων (Εικόνα 15). Ο μηχανισμός αυτός παρά την παλαιά του τεχνολογία, παρέχει με εξαιρετικά ευκρινή και κατανοητό τρόπο τη δυνατότητα λήψεως διοπτύσεων είτε καταφανών σημείων επί της ξηράς είτε παραπλέοντων πλοίων. Αν κατά τη λήψη διοπτύσεως το ανεμολόγιο του επαναλήπτη δεν είναι οριζόντιο, τότε η προβολή του στο επίπεδο του ορίζοντα θα αποτελεί έλλειψη. Στην περίπτωση αυτή, οι υποδιαιρέσεις μοιρών της περιφέρειας του ανεμολογίου δεν θα ανταποκρίνονται στις υποδιαιρέσεις του κύκλου του ορίζοντα και η λαμβανόμενη διόπτευση θα παρουσιάζει σφάλμα. Το σφάλμα αυτό οφείλεται στην κλίση που μπορεί να πάρει το ανεμολόγιο λόγω της διπλής εξαρτήσεως και για τον λόγο αυτόν ονομάζεται σφάλμα διπλής εξαρτήσεως (gimballing error). Το σφάλμα αυτο αποφεύγεται, αν τη στιγμή που λαμβάνεται η διόπτευση το ανεμολόγιο διατηρείται σε οριζόντια θέση. Για τον λόγο αυτό οι περισσότεροι τύποι επαναληπτών πυξίδων φέρουν και ενδείκτη στάθμης (αλφάδι), ώστε κατά τη λήψη διοπτύσεων να διαπιστώνεται η οριζοντιότητα του ανεμολογίου τους.



Εικόνα 15: Ηλεκτρομηχανικός επαναλήπτης πυξίδας με διπλή εξάρτηση



Εικόνα 16: Μεικτός επαναλήπτης πυξίδας

Ωστόσο, στους νεότερους επαναλήπτες είναι δυνατός ο συνδυασμός των παλαιότερων ηλεκτρομηχανικών εξαρτημάτων με κατάλληλη ψηφιακή διάταξη, για την απεικόνιση της ληφθείσας διοπτρεύσεως σε σχετικά μικρού μεγέθους οθόνη τυπου LED. Ένας τέτοιος επαναλήπτης ονομάζεται μεικτού τύπου, και απεικονίζεται στην εικόνα 16.

5.1.2 Ψηφιακοί επαναλήπτες/ενδείκτες

Όπως ήδη αναλύθηκε, οι δυνατότητες της ψηφιακής τεχνολογίας επιτρέπουν την άμεση και αξιόπιστη μετάδοση των πληροφοριών της κατευθύνσεως και του ρυθμού στροφής σε επιλεγμένα σημεία του πλοίου, όπως πλησίον της θέσεως πηδαλιουχίσεως και σε διάφορα κομβικά σημεία επί της γεφύρας, ώστε να διευκολύνεται το έργο του αξιωματικού φυλακής. Στην εικόνα 17, απεικονίζεται ένας τυπικός ψηφιακός επαναλήπτης πυξίδας. Ο συγκεκριμένος διαθέτει τη δυνατότητα, με τη διαμεσολάβηση ενός απλού διακόπτη-επιλογέα ή κάποιας συνεργαζόμενης κονσόλας ελέγχου, να εμφανίζει επιλεκτικά τα δεδομένα μίας έναντι πολλών διαφορετικών πηγών (π.χ. μαγνητική πυξίδα, ψηφιακή γυροσκοπική πυξίδα, δορυφορική πυξίδα) κατ' επιλογή του χρήστη.



Εικόνα17: Τυπικός ψηφιακός επαναλήπτης

5.1.3 Σύνθετος ενδείκτης πληροφοριών κατευθύνσεως

Οι δυνατότητες κλιμακωτής επεκτάσως των ψηφιακών συστημάτων είναι απεριόριστες. Τούτο επιτρέπει τη σύζευξη περαιτέρω διατάξεων υποσυστημάτων στο αρχικό σύστημα, με σκοπό να προκύψει ένα νέο σύστημα με πολλαπλάσιες ικανότητες σε σχέση με το αρχικό. Στην



Εικόνα20: Σύνθετος ενδείκτης πληροφοριών κατευθύνσεως

προηγούμενη παράγραφο, αναλύθηκε ήδη το πώς ένας κοινός ψηφιακός επαναλήπτης μπορεί να απεικονίσει την πληροφορία της πορείας από διαφορετικούς τύπους πυξίδας. Στο πλαίσιο αυτό, χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το γεγονός ότι η συντριπτική πλειονότητα των εμπορικών μοντέλων πυξίδας, διαθέτουν πολλαπλές κονσόλες ελέγχου και χειρισμού τους, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα διαδραστικής αλληλεπιδράσεως με χρήστες που εργάζονται σε διαφορετικές θέσεις. Επί πλέον, μπορεί να κατασκευαστεί ένας σύνθετος ενδείκτης απεικόνισης πληροφοριών

κατευθύνσεως, που να συσσωρεύει τα δεδομένα από όλα τα διαφορετικά συστήματα πυξίδων που εξοπλίζουν το πλοίο. Ένας τέτοιος ενδείκτης, στον οποίο μάλιστα διακρίνεται η απόκλιση στις τιμές μεταξύ των διαφορετικών τύπων πυξίδων απεικονίζεται στην εικόνα 20. Η συσκευή αυτή, ελέγχει συνεχώς το μέγεθος της αποκλίσεως αυτής και ενημερώνει τον χρήστη με κατάλληλο προειδοποιητικό σήμα για πιθανή βλάβη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο

ΒΛΑΒΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

6.1 Γενικά

Κάθε σύγχρονο ηλεκτρονικό όργανο, συσκευή ή σύστημα, καταξιώνεται με την πάροδο του χρόνου με βάση την αντοχή σε παρατεταμένη χρήση και την απρόσκοπτη λειτουργία του, χωρίς την εμφάνιση βλαβών, σε ένα δυσμενές περιβάλλον αυξημένων καταπονήσεων. Παρόλα αυτά και επειδή η μηδενική πιθανότητα εμφανίσεως βλάβης είναι ανέφικτη, ένα σύστημα θεωρείται αξιόπιστο όταν παρέχει στον χρήστη την δυνατότητα της εύκολης διαγνώσεως και εντοπισμού των αιτιών μίας βλάβης. Είναι χαρακτηριστικό ότι ακόμα και τα παλαιότερα συστήματα πυξίδας, τα οποία θα μπορούσαν να αποδοθούν και ως «κλασσικές» ηλεκτρομηχανικές γυροσκοπικές πυξίδες, διέθεταν ικανό αριθμό ενδεικτικών λυχνίων, με τις οποίες ήταν δυνατός ο εντοπισμός της βλάβης σε συγκεκριμένη μονάδα ή υπομονάδα τους.

Παραπλήσια τεχνική εφαρμόστηκε και στις πρώτες ψηφιακές γυροπυξίδες, οι οποίες ακολούθησαν τη λογική της εμφανίσεως επί της οθόνης της κονσόλας χειρισμού-ελέγχου της εντοπισθείσας ανωμαλίας, ταυτόχρονα με έναν ή περισσότερους κωδικούς ενδείκτες σφάλματος. Με βάση τον ενδείκτη αυτό, ακολουθούσε μία σειρά προκαθορισμένων διαγνωστικών ελέγχων που εκτελούσε εκπαιδευμένο προσωπικό, στην προσπάθειά του να εντοπίσει με μεγαλύτερη ακρίβεια το αίτιο της βλάβης. Ακόμα και αυτή η μέθοδος όμως, υστερεί κατά πολύ σε αποτελεσματικότητα σε σχέση με την εφαρμοζόμενη στις σύγχρονες πυξίδες. Αυτές, διαθέτοντας ηλεκτρονικά κυκλώματα διαγνώσεως ελεγχόμενα από μικροεπεξεργαστή, εκτελούν σειρά προκαθορισμένων από τον κατασκευαστή διαγνωστικών προγραμμάτων. Αυξάνουν έτσι κατακόρυφα τόσο την πιθανότητα ορθού εντοπισμού της ανωμαλίας, όσο και τη φιλικότητα προς τον χρήστη. Λαμβάνοντας όμως υπόψη τις αξεπέραστες δυνατότητες της ανθρώπινης λογικής, το λογισμικό των συγχρόνων συσκευών παραπέμπει σε εφαρμογές διαγνωστικών προγραμμάτων (trouble-shooting), που βασίζονται στην αλληλεπίδραση με τον χρήστη. Στην περίπτωση αυτή, η εγκυρότητα του ανθρώπινου κριτηρίου στην αναγνώριση καταφανών παραμέτρων του προβλήματος, συμπληρώνει τη λογική της αυτόματης διαγνώσεως, σε μία προσπάθεια δραστηκής βελτιώσεως της πιθανότητας εντοπισμού του αιτίου της βλάβης.

Επί πλέον, είναι σημαντικό να αναδειχθεί ότι η δομή των συγχρόνων ηλεκτρονικών κατασκευών, ακολουθεί την πρακτική των αρθρωτών υποσυστημάτων (modularity). Σύμφωνα μ' αυτήν, το σύστημα συγκροτείται από τη λειτουργική ζεύξη αυτονόμων υποσυστημάτων, καθένα από τα οποία μπορεί σε περίπτωση βλάβης να απομονωθεί και να αντικατασταθεί.

Η συγκεκριμένη προσέγγιση συμβάλλει στο να περιοριστεί η ανάγκη μεγάλης τεχνικής εξειδίκευσεως των πληρωμάτων των πλοίων. Ταυτόχρονα όμως, προκύπτει η απαίτηση διαθέσεως ικανού φόρτου ανταλλακτικών στο πλοίο ή κατ'έλαχιστον η δυνατότητα παραγγελίας και έγκαιρης αποστολής του ανταλλακτικού στον επόμενο λιμένα κατάπλου. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να τονισθεί ότι η αξιοπιστία των σύγχρονων ηλεκτρονικών οργάνων και συστημάτων είναι τέτοια, που η συντριπτική πλειονότητα των εμφανιζομένων βλαβών είναι μάλλον ηλεκτρικής παρά ηλεκτρονικής φύσεως. Η έννοια της ηλεκτρικής φύσεως των βλαβών αναφέρεται είτε στην διακοπή παροχής τροφοδοσίας στη συσκευή. Είτε στην διακοπή επικοινωνίας της (θραύση/αποσύνδεση καλωδίου) με υπομονάδες ή ενδείκτες της.

Κατ' επέκταση, ιδιαίτερα μεγάλος αριθμός βλαβών που εμφανίζονται στις σύγχρονες ηλεκτρονικές συσκευές, μπορεί να επιλυθεί μέσω του ελέγχου:

1. Της διαθεσιμότητας της τροφοδοσίας τάσεως/ ρεύματος είτε εξωτερικά στην κατάλληλη υποδοχή της συσκευής, είτε στο πρωτεύον και στο δευτερεύον πηνίο του μετασχηματιστή στο εσωτερικό της.
2. Της ακεραιότητας των καλωδίων διασυνδέσεων μεταξύ των διαφόρων μονάδων που απαρτίζουν το σύστημα, των κονσολών ελέγχου και χειρισμού κ.λπ. του συστήματος.
3. Της ορθής επικαθήσεως των ηλεκτρονικών καρτών της συσκευής στις βάσεις στερεώσεώς τους.

Επίλογος – Συμπεράσματα

Η μαγνητική πυξίδα κυριάρχησε την εποχή των ιστίων και των ξύλινων πλοίων. Στη συνέχεια, κατά την περίοδο της βιομηχανικής επανάστασεως, η ναυπήγηση χαλυβδίνων πλοίων επέδρασε αρνητικά στην απόδοση της μαγνητικής πυξίδας, κάτι που επιλύθηκε εισαγωγή μηχανισμού αντισταθμίσεως. Μετέπειτα, η εφεύρεση της γυροσκοπικής πυξίδας βελτιώσε δραστικά τον ακριβή προσδιορισμό ης πορείας, ενώ επετεύχθη ο απευθείας προσδιορισμός της σε σχέση με τον αληθή Βορρά (και όχι τον μαγνητικό).

Με τα ολοκληρωμένα ηλεκτρονικά κυκλώματα και τους μικροεπεξεργαστές να εξοπλίζουν κάθε σύστημα επεξεργασίας, αποθηκεύσεως και επικοινωνίας δεδομένων, προέυψε και η μετάβαση από τις ηλεκτρομηχανικές γυροπυξίδες, στις ψηφιακές γυροσκοπικές πυξίδες. Τα τελευταία χρόνια προστέθηκαν στις διαθέσιμες επιλογές των συστημάτων προσδιορισμού κατευθύνσεως τόσο οι πυξίδες laser, όσο και οι δορυφορικές πυξίδες. Οι τελευταίες εκμεταλλεύονται τις εκπομπές ενός Δορυφορικού Συστήματος Προσδιορισμού Στίγματος για να προσδιορίσουν την πορεία, την ταχύτητα και τον ρυθμό στροφής του πλοίου. Είναι τέλος σαφές ότι κάθε τεχνολογία από αυτές που συζητήθηκαν διαθέτει αριθμό χαρακτηριστικών πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων. Ωστόσο, η εκτεταμένη χρήση ηλεκτρονικών διατάξεων και η απουσία κινουμένων μερών, παρέχει στους δύο τελευταίους τύπους πυξίδων εξαιρετικά χαρακτηριστικά ακρίβειας και αξιοπιστίας, αναφορικά , με τις πληροφορίες που παρέχουν. Επί πλέον, καθώς τα δεδομένα υπολογισμού τους εξάγονται κατευθείαν σε ψηφιακή μορφή, είναι εύκολο να μεταδοθούν προς τα άλλα ηλεκτρονικά συστήματα που υποστηρίζουν την εκτέλεση του πλου. Παράλληλα, το κόστος προκτήσεως των συστημάτων αυτών συνεχώς μειώνεται, ενώ βελτιώνεται η ευκολία στη συντήρηση και αντιμετώπιση των βλαβών τους

Βιβλιογραφία

- Αθανασίου Η. Παλληκάρη, Γεωργίου Θ. Κατσούλη, Δημητρίου Α. Δαλακλή. Εκπαιδευτικό εγχειρίδιο ακαδημιών εμπορικού ναυτικού *‘Ναυτικά Ηλεκτρονικά Όργανα Και Συστήματα Ηλεκτρονικού Χάρτη ECDIS’*. Έκδοση Ευγενιδείου Ιδρύματος, σελ.55-62, Αθήνα 2017
- Ναυικά Ηλεκτρονικά Όργανα. http://www.eugenfound.edu.gr/appdata/documents/books_pdf/ναυτικά%20ηλεκτρονικά%20όργανα.pdf Επισκέφθηκε, Μάρτιο 2017
- Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας, Σχολή Πλοιάρχων (2017). <https://sites.google.com/site/aenmakpl/> Επισκέφθηκε, Απρίλιο 2017
- Πληροφορίες από πτυχιακή εργασία σπουδαστή Ντέρελη Μιχαήλ. Επιβλέπων καθηγητής Βασιλόπουλος Δημήτριος. <https://maredu.gunet.gr/modules/document/file.php/MAK264/.pdf> Επισκέφθηκε, Απρίλιο 2017
- Πληροφορίες από πτυχιακή εργασία σπουδαστή Εμμανουήλ Νικόλαος. Επιβλέπων καθηγητής Μαλατέστας Παντελής , Τ.Ε.Ι ΠΕΙΡΑΙΑ.
http://oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1248/hlg_00855.pdf?sequence=1
Επισκέφθηκε, Απρίλιο 2017
- Πληροφορίες για Πυξίδες: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%85%CE%BE%CE%AF%CE%B4%CE%B1>. Επισκέφθηκε, Μάιο 2017.
-

Παράρτημα – Λεξιλόγιο – Σχολιασμός φράσεων

GPS: (Global Positioning System) Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης, ή Θεσιθεσίας είναι παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού γεωγραφικής θέσης, (στίγματος), ακίνητου ή κινούμενου χρήστη, το οποίο βασίζεται σε ένα "πλέγμα" εικοσιτεσσάρων δορυφόρων της Γης

REPEATERS: Επαναλήπτης, Αναμεταδότης .Στις τηλεπικοινωνίες, ένας αναμεταδότης είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που λαμβάνει ένα σήμα και την αναμεταδίδει. Οι επαναλήπτες χρησιμοποιούνται για την επέκταση των μεταδόσεων έτσι ώστε το σήμα να μπορεί να καλύπτει μεγαλύτερες αποστάσεις ή να λαμβάνεται στην άλλη πλευρά ενός εμποδίου.

Gravity B : ήταν μια δορυφορική αποστολή που ξεκίνησε στις 20 Απριλίου 2004 σε πυραύλους Delta II . Η φάση του διαστημικού πτήσης διήρκεσε μέχρι το 2005 · στόχος της ήταν να μετρήσει τη διαστημική καμπυλότητα κοντά στη Γη και επομένως την τάση-ενεργειακό (ο οποίος σχετίζεται με τη διανομή και την κίνηση της ύλης στο διάστημα) στη γη και κοντά στη Γη. Αυτό έδωσε μια δοκιμή γενικής σχετικότητας, βαρητυτομιμαγνητισμού και συναφών μοντέλων. Ο κύριος ερευνητής ήταν ο Francis Everitt.

NASA: (National Aeronautics and Space Administration, δηλαδή Εθνική Υπηρεσία Αεροναυπηγικής και Διαστήματος, συχνά γράφεται στα ελληνικά και ως ΝΑΣΑ) είναι κρατικός Αμερικάνικος οργανισμός που ασχολείται με την εξερεύνηση του διαστήματος, την αεροναυτική και τη μελέτη του περιβάλλοντος της Γης. Ιδρύθηκε στις 29 Ιουλίου του 1958 με την Πράξη Εθνικής Αεροναυτικής και Διαστήματος. Η έδρα της NASA βρίσκεται στην Ουάσινγκτον, ενώ όλες οι εκτοξεύσεις των επανδρωμένων και μη επανδρωμένων διαστημοπλοίων της πραγματοποιούνται στο διαστημικό κέντρο Κένεντι.

Laser RLG: (ring laser gyroscope) Αποτελείται από ένα δακτυλιοειδές λέιζερ που έχει δύο ανεξάρτητους τρόπους αντίθετης πολλαπλασιασμού συντονισμού στην ίδια διαδρομή. Η διαφορά στις συχνότητες χρησιμοποιείται για την ανίχνευση περιστροφής. Λειτουργεί βάσει της αρχής του αποτελέσματος Sagnac, η οποία μετατοπίζει τις μηδενικές τάσεις του εσωτερικού μοτίβου κυματιστών κυμάτων σε απόκριση της γωνιακής περιστροφής. Η παρεμβολή μεταξύ των αντίθετων πολλαπλασιαστικών δοκών, που παρατηρείται εξωτερικά, έχει ως αποτέλεσμα την κίνηση του μοτίβου όρθιου κύματος και έτσι υποδηλώνει την περιστροφή.

AIS (Automatic Identification System) Αυτόματο Σύστημα Αναγνώρισεως ίναι ένα σύστημα αυτόματης ανταλλαγής ψηφιακών σημάτων μεταξύ πλοίων, αλλά και παράκτιων συστημάτων κυκλοφορίας πλοίων, στη συχνότητα των υπερβραχέων κυμάτων

ECDIS (Electronic Chart Display and Information Systems): Ηλεκτρονικά Συστήματα Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών) είναι συνδυασμός πολλών διαφορετικών ναυτιλιακών βοηθημάτων, συσκευών και οργάνων ηλεκτρονικοί χάρτες ναυσιπλοΐας, σε μια κεντρική οθόνη από όπου μπορεί να παρακολουθείται πλήρως ο πλους και να ρυθμίζονται τα στοιχεία του

GNSS/RTK (Real Time Kinematic) Η δορυφορική πλοήγηση σε πραγματικό χρόνο Κινηματική (RTK) είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της ακρίβειας των δεδομένων θέσης που προέρχονται από δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης (δορυφορικά συστήματα παγκόσμιας πλοήγησης

Gimballing error (σφάλμα διπλής εξαρτήσεως) σφάλμα που οφείλεται στην κλίση που μπορεί να πάρει το ανεμολόγιο λόγω της διπλής εξαρτήσεως.

