

**ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ.  
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών  
Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστικών Συστημάτων**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **Σύγχρονα Ναυτιλιακά Ηλεκτρονικά**

**Παναγιώτης Α. Χρονόπουλος**

**Εισηγητής: Σταμάτιος Αλατσαθανός**

**Αιγάλεω  
Δεκέμβριος 2015**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Σύγχρονα Ναυτιλιακά Ηλεκτρονικά**

**Παναγιώτης Α. Χρονόπουλος  
Α.Μ. 33313**

**Εισηγητής:**

**Σταμάτιος Αλατσαθιανός**

**Εξεταστική Επιτροπή:**

**Ημερομηνία εξέτασης:**

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Παναγιώτης Χρονόπουλος, του Ανδρέα, με αριθμό μητρώου 33313 φοιτητής του Τμήματος **Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων Τ.Ε.** του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

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

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

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

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Σταμάτη Αλατσαθιανό για τις πολύτιμες συμβουλές του, καθώς και την οικογένειά μου για την υποστήριξη της προσπάθειάς μου επί σειρά ετών.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτή την εργασία παρουσιάζονται, συνοπτικώς, θεμελιώδεις πληροφορίες για ηλεκτρονικά συστήματα που βρίσκονται εν χρήσει στην Ναυτιλία. Ο αναγνώστης θα λάβει γνώση επί των σύγχρονων ηλεκτρονικών συστημάτων Ελέγχου, Ασφαλείας και Πλοήγησης, μέσα από συνοπτικές ιστορικές αναδρομές, διαγράμματα και φωτογραφίες.

## Abstract

In this work are presented, in summary, fundamental information on electronic systems that are in use in shipping. The reader will take note on modern electronic control systems, Security and Navigation through brief historical flashbacks, diagrams and photographs.

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Ναυτιλιακές Επιστήμες  
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Πλοήγηση, Έλεγχος, Ασφάλεια

<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</b>	11
<b>ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ</b>	13
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>	
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	
1.1 Γενικός ορισμός 'Ηλεκτρονικής εγκατάστασης':	17
1.2 Ιστορική αναδρομή	18
1.3 GMDSS	25
1.4 Πλοήγηση και Έλεγχος Πλοίου	27
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>	
<b>ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ GMDSS</b>	
2.1 Παρουσίαση συστημάτων επιβαλλόμενη ως υποχρέωση εκ του GMDSS	29
2.2. Συστήματα Επικοινωνίας GMDSS	31
2.2.1. Inmarsat (Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλιακών Δορυφόρων)	31
2.2.2. COSPAS – SARSAT	35
2.2.3. Το Σύστημα Ψηφιακής Επιλογικής Κλήσεως (DSC)	39
2.2.4. Το Σύστημα NAVTEX	40
2.2.5. Το Σύστημα EGC	42
2.2.6 Φορητός Ραδιοφάρος Ενδείξεως Θέσεως Κινδύνου (EPIRB)	44
2.2.7. Αναμεταδότης Ραντάρ (Search and Rescue Transponder–SART)	53
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b>	
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ &amp; ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ</b>	
3.1 Έλεγχος και Ασφάλεια	57
3.1.1 Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου Πλοίου	57
3.1.2 Τοπικά Συστήματα Ελέγχου (I/O BOX)	60
3.1.3 Συστήματα Αυτοματοποιημένης Ένδειξης Βλαβών	63
3.1.4 Συστήματα Αυτοματοποιημένης Έκδοσης Ελεγχών Συντήρησης	65
3.1.5 Αυτόματη ρύθμιση στροφών έλικας πλοίου	68
3.1.6 Σύστημα Πυρανίχνευσης	69
3.1.7. Σύστημα Δικτύου Πυρκαγιάς	72
3.1.8 Σύστημα Πυρόσβεσης με Κατάκλιση CO <sub>2</sub>	73
3.1.9. Σύστημα Ελέγχου Στεγανότητας	75
3.1.10. Σύστημα Ελέγχου Κυτών	76
3.2 Αισθητήρες	77
3.2.1 Αισθητήρες που εφαρμόζονται στους αυτοματισμούς μηχανοστασίου πλοίων	79
3.2.2 Είδη και θέσεις αισθητήρων σύγχρονης δίχρονης αργόστροφης ναυτικής πετρελαιομηχανής	87



3.3 Βυθόμετρο	93
3.3.1. Βασικά χαρακτηριστικά του βυθομέτρου	94
3.3.2 Γωνία κώνου και περιοχή κάλυψης	95
3.3.3. Χαρακτηριστικά του βυθομέτρου	97
3.4 Συστήματα καταγραφής δεδομένων ταξιδιού VDR/S-VDR	101
3.4.1. Καταγραφή των στοιχείων ναυσιπλοΐας του σκάφους	102
3.4.2. Λειτουργία ενός συστήματος VDR	103
3.4.3. Κατασκευή του συστήματος.	104
3.4.4. Τα στοιχεία καταγραφής	105

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ

4.1. Ιστορική αναδρομή των τεχνικών ελέγχου πλοήγησης	109
4.1.1. Αυτόματος Πιλότος	110
4.2. Ραδιοεντοπιστής (RAdio Detection And Ranging)	113
4.2.1. Τα μέρη του radar	114
4.2.2 Η λειτουργία του radar	115
4.2.3 Ρυθμίσεις	115
4.2.4. Λειτουργία και χρήση του αναμεταδότη ραντάρ έρευνας και διασώσεως	118
4.2.5. Επίδειξη των συνεπειών ενός ανακλαστήρα ραντάρ SART	119
4.2.6. Επίδειξη των διαδικασιών ελέγχου της συσκευής SART	120
4.2.7. Έλεγχος ημερομηνίας λήξεως συσσωρευτών	120
4.3 Αυτόματο Σύστημα Αναγνώρισης (AIS)	121
4.3.1. Λειτουργία	122
4.3.2. Τα πλεονεκτήματα του συστήματος AIS.	124
4.3.3. Γενική αποτίμηση του συστήματος AIS.	124
4.4 Δορυφορικά συστήματα ναυσιπλοΐας δεύτερης γενιάς (GPS – GLONASS)	125
4.4.1. Το παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού θέσεως (GPS)	126
4.4.2. Τμήμα ελέγχου	129
4.4.3. Επίπεδα παρεχομένων υπηρεσιών συστήματος GPS.	130
4.4.4. Πρόγραμμα εκσυγχρονισμού του συστήματος GPS.	131
4.4.5. Βασικοί παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ακρίβεια θέσεως GPS	132
4.5 ECDIS και ENC's	134
4.5.1. Βασικές τεχνικές και λειτουργικές προδιαγραφές συστημάτων ECDIS	135
4.5.2. Λειτουργικές-ναυτιλιακές δυνατότητες συστημάτων ECDIS.	135
4.5.3. Καταστάσεις λειτουργίας συστημάτων ECDIS	136
4.5.4. Ηλεκτρονικοί Ναυτιλιακοί Χάρτες (ENCs)	137

4.5.5. Κατηγορίες χρήσεως ηλεκτρονικών ναυτιλιακών χαρτών (ENCs)	138
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	139
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	140

**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ**

1.2.1 Εξελικτικά στάδια της Επιστήμης των Ηλεκτρονικών	12
1.2.2 Εξέλιξη των ηλεκτρονικών ναυτικών οργάνων	13
1.2.3 Εξέλιξη ανά κατηγορία	16
2.1.β. Ραδιοτηλέφωνο (MF/HF)	23
2.2.1 Ωκεάνιες Περιοχές	24
2.2.2.α. Δορυφόροι LEOSAR και GEOSAR στο σύστημα COSPAS-SARSAT	28
2.2.2.β. Διαδρομή και πέλμα δορυφόρου LEOSAR	29
2.2.2.γ. Περιοχές κάλυψης GEOSAR	30
2.2.3 Σύστημα DSC	32
2.2.4. Δείγμα δέκτη NAVTEX	34
2.2.5. Το σύστημα EGC	35
2.2.5.β. Λειτουργία EGC	36
2.2.6.α. Ραδιοφάρος	37
2.2.6.β. Παράδειγμα ετικέτας ταυτότητας EPIRB	38
2.2.6.γ. Ένας EPIRB σε αφαιρούμενο κολάρο "ασφαλούς μεταφοράς".	39
2.2.6.δ Ένα παράδειγμα HRU	40
2.2.6.ε. Διαδικασία αυτόματης ελευθέρωσης EPIRB	40
2.2.6.στ. Παράδειγμα πινακίδας οδηγιών	42
2.2.6.ζ. Πινακίδα ασφαλείας του EPIRB από τον IMO	42
2.2.6.η. VHF EPIRB	43
2.2.6.θ. Εγγραφή Ραδιοφάρων Inmarsat	44
2.2.7.α. Αναμεταδότης [Ραντάρ]	46
2.2.7.β. Το χαρακτηριστικό μοτίβο "κινδύνου"	47
2.2.7.γ. Όταν το πλοίο, απέχει περισσότερο από 1 ν.μ.	47
2.2.7.δ. Καθώς το πλοίο, πλησιάζει στο 1 ν.μ. του SART	47
2.2.7.ε. Όταν το πλοίο, φτάσει στη θέση του SART	48
2.2.7.στ. Ενδείξεις	48
3.1.α. Κεντρικό σύστημα ελέγχου σε 3D	49
3.1.β. Λειτουργία I/O Box	50
3.1.γ. Λειτουργία I/O Box	51
3.1.2.α. Εσωτερική δομή ενός I/O BOX(Profibus)	52
3.1.2.β. Σελίδα κυρίως μενού	53
3.1.6.α. Σύστημα πυρανίσχνευσης	61
3.1.6.β. Κατηγορίες	62
3.1.7. Εσωτερικό δικτύου πυρκαγιάς	64
3.1.8. Σύστημα πυρόσβεσης	66
3.1.9 Σύστημα ελέγχου στεγανότητας	67
3.1.10 Σύστημα και λειτουργία κυτών	68
3.2.στ. Πνευματικό σύστημα ελέγχου της στάθμης.	75
3.2.η. Ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας του λαδιού κινητήρα	78
3.3.α. Ένα σύγχρονο βυθόμετρο	85
3.3.1. Φασματική απεικόνιση	86

3.3.2 Ισχύς σήματος σε σχέση με τη γωνία	87
3.3.2.(α,β,γ,δ) Απεικονιζόμενα αποτελέσματα στην οθόνη	88
3.3.3.α. Εύρος	89
3.3.3.β. Απεικόνιση αποστάσεων	90
3.4. VDR	93
3.4.1. Καταγραφή των στοιχείων	94
3.4.2. Λειτουργία του συστήματος	95
3.4.4. Πλήρης λειτουργία καταγραφής	99
4.1 Γυροσκόπιο	101
4.1.1 Μηχανισμός αυτόματου πιλότου	103
4.1.1.β. Αυτόματος πιλότος	104
4.2.α. Ραντάρ	105
4.2.1.α. Κεραία	106
4.2.1.β. Ενδείκτης	106
4.2.3.α. Ρύθμιση	107
4.2.3.β. Ευαισθησία	108
4.2.3.γ. Rain Clutter	108
4.2.3.δ. Sea Clutter	108
4.2.5. Ένδειξη Ραντάρ	111
4.3. Δίκτυο A.I.S.	113
4.3.1. Λειτουργία A.I.S.	114
4.4. Συστήματα GPS και GLONASS	117
4.4.1. Σήμα της NAVSTAR	118
4.4.1.β. Δορυφορικές τροχιές συστήματος GPS.	120
4.4.1.δ. Προσδιορισμός ναυτιλιακού στίγματος στο σύστημα GPS	121
4.4.4. Δορυφόρος	123
4.5. ECDIS	126
4.5.3. Εργασίες ECDIS	128
4.5.4. ENC χάρτης	

### ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

<b>ARPA</b>	Σύστημα αυτόματης υποτύπωσης στόχων ραντάρ (Automatic Radar Plotting Aid)
<b>AIS</b>	Αυτόματο σύστημα αναγνώρισης πλοίων (Automatic Information System)
<b>CPA</b>	Η ελάχιστη απόσταση προσέγγισης ενός πλοίου στο δικό μας πλοίο. (Closest Position of Approach)
<b>COSPAS</b>	Διαστημικό Σύστημα για την Έρευνα Σκαφών σε Κίνδυνο
<b>CRS</b>	Παράκτιοι Ραδιοσταθμοί
<b>DSC</b>	Σύστημα Ψηφιακής Επιλογικής Κλήσεως
<b>ELT</b>	Πομπός Εντοπισμού Επείγουσας Ανάγκης (αέρας)
<b>EGC</b>	Τεχνική της ομαδικής κλήσης (Enhanced Group Calling)
<b>EPIRB</b>	Θεσιδεικτικός Ραδιοφάρος Έκτακτης Ανάγκης
<b>EPCAMS</b>	Electrical Power Control and Monitoring System
<b>ECDIS</b>	Electronic Chart Display and Information Systems, Ηλεκτρονικά Συστήματα Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών
<b>ENC</b>	Ηλεκτρονικός Ναυτιλιακός Χάρτης (Electronic Navigational Chart)
<b>GMDSS</b>	Global Maritime Distress And Safety System (Παγκόσμιο Ναυτιλιακό Σύστημα Κινδύνου και Ασφάλειας)
<b>GEOSAR</b>	Γεωστατική τροχιά.
<b>GMT</b>	Ο Μέσος χρόνος Γκρίνουιτς (Greenwich Mean Time)
<b>GPS</b>	Global Positioning System (Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης)
<b>HRU</b>	Υδροστατικός Μηχανισμός Ελευθέρωσης
<b>IMO</b>	Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (International Maritime Organisation–IMO)
<b>Inmarsat</b>	Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλιακών Δορυφόρων
<b>I/O BOX</b>	Σύνολο κιβωτίων εισόδου/εξόδου
<b>IEC</b>	Διεθνούς Επιτροπή Ηλεκτροεπιστήμης (International Electrotechnical Commission)
<b>IHO</b>	Διεθνής Υδρογραφικός Οργανισμός
<b>LCD</b>	Οθόνες υγρού κρυστάλλου Liquid Crystal Display
<b>LES</b>	Επίγειοι Σταθμοί
<b>LEOSAR</b>	Χαμηλή τροχιά γύρω από τη Γη
<b>LPU</b>	Κεντρικοί επεξεργαστές

## Σύγχρονα Ναυτιλιακά Ηλεκτρονικά

<b>MCC</b>	Κέντρα Ελέγχου Αποστολών
<b>MRCC</b>	Κέντρα Συντονισμού Θαλάσσιας Διάσωσης
<b>MSI</b>	Διάδοση Πληροφοριών Θαλάσσιας Ασφάλειας
<b>MES</b>	Κινητοί Επίγειοι Σταθμοί
<b>MMI</b>	Περιβάλλον Οπτικής Απεικόνισης (Man Machine Interface)
<b>MMSI</b>	Ναυτιλιακή κινητή δορυφορική ταυτότητα
<b>NCS</b>	Σταθμός Συντονισμού Δικτύου
<b>NOC</b>	Κέντρο Λειτουργιών Δικτύου
<b>NBDP</b>	Ραδιοτηλετυπία
<b>NAVTEX</b>	Σύστημα πληροφοριών για τη μετάδοση MSI
<b>NAVSTAR</b>	Παγκόσμιο Σύστημα Προσδιορισμού Θέσεως NAVSTAR GPS (Navigation Satellite Timing And Ranging).
<b>NGA</b>	Υπηρεσία Γεωχωρικών Πληροφοριών των ΗΠΑ (National Geospatial Agency)
<b>PLB</b>	Προσωπικός Φάρος Εντοπισμού (ξηρά)
<b>PID</b>	Αναλογικός (P), Ολοκληρωτικός (I), Διαφορικός (D) Έλεγχος
<b>Ελεγκτής</b>	(proportional–integral–derivative controller)
<b>PPS</b>	Ακριβής προσδιορισμός θέσεως (Precise Positioning Service)
<b>RCC</b>	Κέντρα Συντονισμού Διάσωσης
<b>RADAR</b>	Ραδιοεντοπιστής
<b>SCC</b>	Δορυφορικό Κέντρο Ελέγχου
<b>SES</b>	Νηοφόρος Επίγειος Σταθμός
<b>SART</b>	Αναμεταδότης έρευνας και διάσωσης
<b>SOLAS</b>	Συνθήκη Ασφάλειας Ζωής στη Θάλασσα
<b>SARSAT</b>	Έρευνα και Διάσωση Βοηθούμενη από Δορυφορικό Εντοπισμό
<b>SAR</b>	Έρευνα και διάσωση
<b>SOTDMA</b>	Αυτοδιαχειριζόμενη Πολλαπλή Πρόσβαση διά Καταμερισμού του Χρόνου (Self-Organized Time Division Multiple Access)
<b>SPS</b>	Συνήθης προσδιορισμός θέσεως (Standard Positioning Service)
<b>SENC</b>	Βάση δεδομένων ηλεκτρονικών ναυτιλιακών χαρτών (System Electronic Navigational Chart)
<b>TCPA</b>	Χρόνος μέχρι το πλοίο να βρεθεί στην ελάχιστη απόσταση από το δικό μας πλοίο (Time to Closest Position of Approach)
<b>UTC</b>	Παγκόσμιος Χρόνος (Universal Time Coordinated)
<b>VTS</b>	Σταθμοί θαλάσσιας κυκλοφορίας (Vessel Traffic Service)
<b>VHF</b>	Πολύ υψηλή συχνότητα (Very High Frequency)
<b>VDR</b>	Συστήματα καταγραφής δεδομένων ταξιδιού

## Σύγχρονα Ναυτιλιακά Ηλεκτρονικά

<b>ΔΕΣΠ</b>	Δέκτης Επίγειου Σταθμού Πλοίου
<b>ΔΚΑΣ</b>	Διεθνής Κανονισμός προς Αποφυγή Συγκρούσεων στη θάλασσα
<b>ΚΣΕΔ</b>	Κέντρα Συντονισμού Έρευνας και Διασώσεως
<b>ΟΗΕ</b>	Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών
<b>ΤΓ</b>	Ταχογεννήτρια





# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

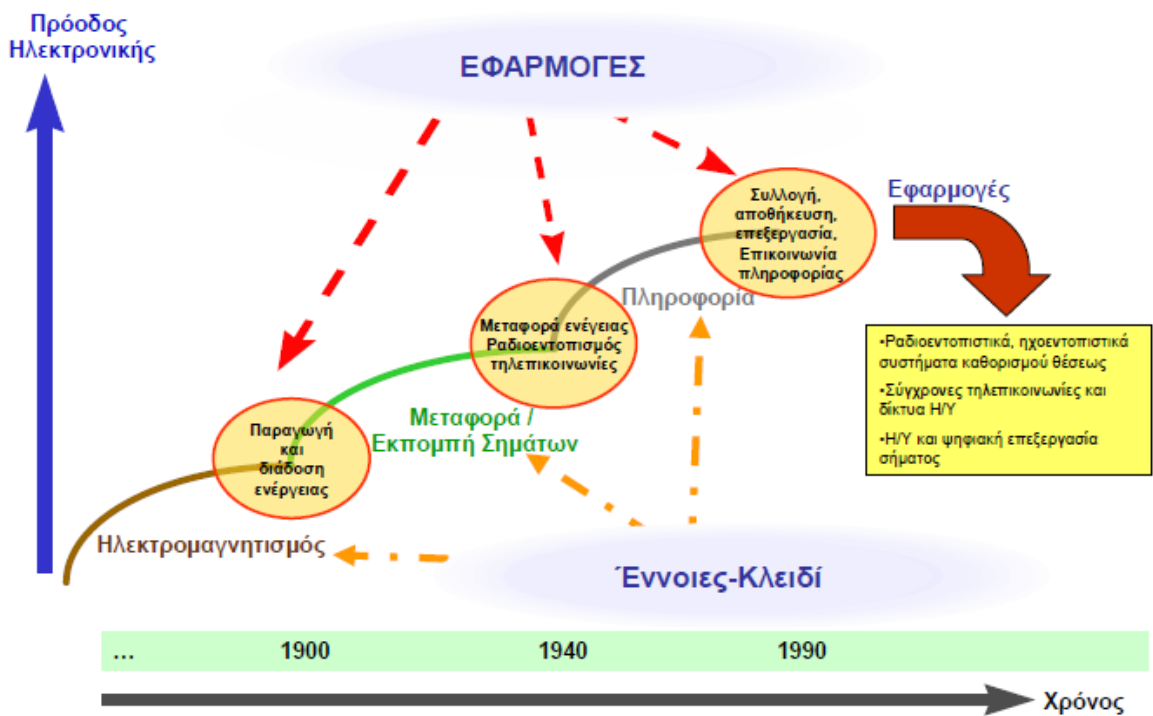
### 1.1 Γενικός ορισμός 'Ηλεκτρονικής εγκατάστασης':

Σύμφωνα με το Υπουργείο Μεταφορών Υποδομών και Δικτύων ως **ηλεκτρονική εγκατάσταση** ορίζουμε το συγκρότημα που αποτελείται από *Ηλεκτρονικές Συσκευές και Ηλεκτρονικά Υποσυστήματα*, καθώς και από διατάξεις αποθήκευσης δεδομένων, κεραίες εκπομπής και λήψεως, ηλεκτροακουστικά στοιχεία, ηλεκτρονόμους που ελέγχονται με ασθενή ρεύματα, ενδεικτικά όργανα με τα απαραίτητα στοιχεία συνδέσεως, τα οποία αποτελούν ενιαίο λειτουργικό σύνολο από την έξοδο του συστήματος τροφοδοσίας και μετά, συμπεριλαμβανομένων και των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων της Β Ειδικότητας. Επιπλέον ως Ηλεκτρονική Συσκευή ορίζεται η αυτοτελής λειτουργική μονάδα που αποτελείται από ένα ή περισσότερα Ηλεκτρονικά Υποσυστήματα (συνθέσεις ηλεκτρονικών στοιχείων και άλλων εξαρτημάτων όπως αντιστάσεις, πηνία, πυκνωτές, διακόπτες, κυματοδηγοί και λοιπά στοιχεία κυκλωμάτων) καθώς και από διατάξεις αποθήκευσης δεδομένων, κεραίες εκπομπής και λήψεως, ηλεκτροακουστικά στοιχεία, ηλεκτρονόμους που ελέγχονται με ασθενή ρεύματα, ενδεικτικά όργανα, κατάλληλα συναρμολογημένα, συσκευασμένα σε μόνιμο κλειστό πλαίσιο, που μπορεί να μεταφερθεί από χώρο σε άλλο χώρο χωρίς να διαιρείται στα μέρη που τη συνιστούν. Ηλεκτρονικό Υποσύστημα ορίζεται η διάταξη με ή χωρίς ανεξάρτητη ηλεκτρική τροφοδοσία, που αποτελείται απαραίτητα από ηλεκτρονικά στοιχεία και άλλα εξαρτήματα όπως αντιστάσεις, πηνία, πυκνωτές, διακόπτες, κυματοδηγούς και λοιπά στοιχεία κυκλωμάτων και προορίζεται να ενταχθεί σε ένα ενιαίο λειτουργικό ηλεκτρονικό σύστημα. Το Ηλεκτρονικό Υποσύστημα μπορεί ακόμη να περιλαμβάνει διατάξεις αποθήκευσης δεδομένων, κεραίες εκπομπής και λήψεως, ηλεκτροακουστικά στοιχεία, ηλεκτρονόμους που ελέγχονται με ασθενή ρεύματα, ενδεικτικά όργανα, κ.α.

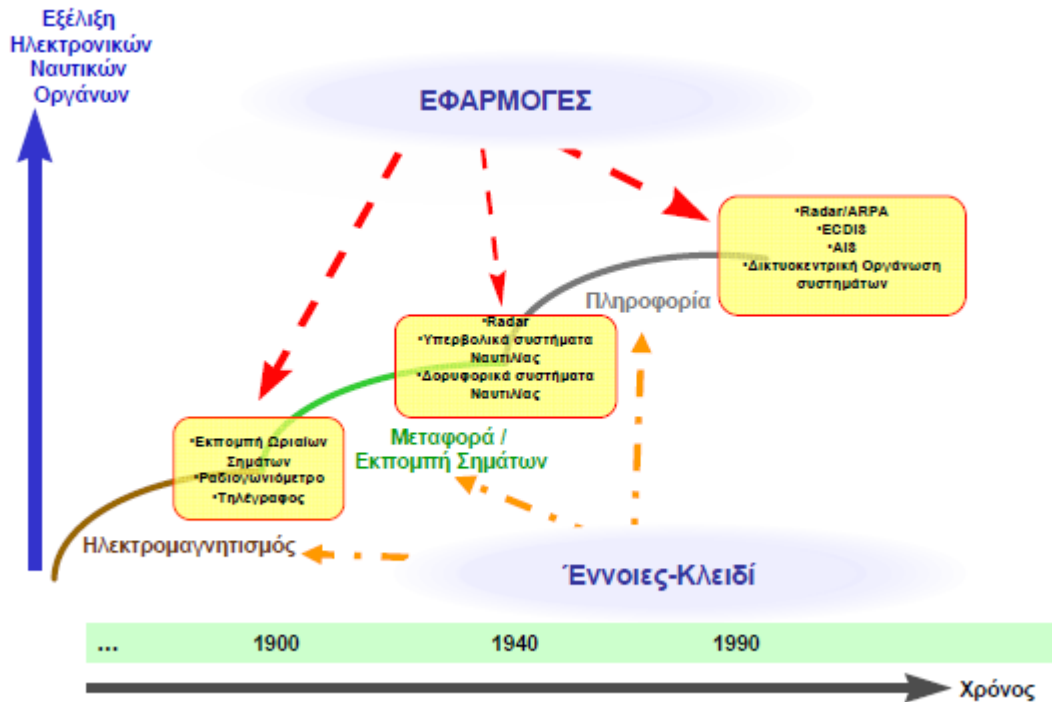
## 1.2 Ιστορική αναδρομή

### α) Γενικά

Τα σύγχρονα ηλεκτρονικά ναυτικά όργανα αποτελούν προϊόν αποδοτικού συγκερασμού των εξελίξεων της τεχνολογίας των ψηφιακών συστημάτων και των διαχρονικών αναγκών της ναυσιπλοΐας. Ακολουθούν δύο σχήματα, τα οποία αναπαριστούν τις εξελίξεις αυτές σε συνάρτηση με το χρόνο. Στο σχήμα 1.2.1 περιγράφονται τα στάδια από τα οποία διήλθε η επιστήμη των ηλεκτρονικών μέχρι να φτάσει να καταξιωθεί στις μέρες μας ως το απαραίτητο στοιχείο κάθε σύγχρονης τεχνολογικής εφαρμογής. Στο σχήμα 1.2.2 αναπαρίστανται τα αντίστοιχα εξελικτικά στάδια της προόδου που σημειώθηκε στα ηλεκτρονικά ναυτικά όργανα. Η παράλληλη επεξεργασία των δύο σχημάτων αποκαλύπτει την ταυτόχρονη αξιοποίηση της τεχνολογικής καινοτομίας σε παραπλήσιες εφαρμογές ανά κλάδο της επιστήμης.



1.2.1 Εξελικτικά στάδια της Επιστήμης των Ηλεκτρονικών



1.2.2 Εξέλιξη των ηλεκτρονικών ναυτικών οργάνων

## β) Η διαχρονικότητα των μεθόδων ναυσιπλοΐας και η εξέλιξη της τεχνολογίας

Εξετάζοντας την εξέλιξη των ηλεκτρονικών ναυτικών οργάνων υπό το πρίσμα των μεθόδων εκτέλεσης ναυσιπλοΐας διαπιστώνεται ότι οι μέθοδοι υπακούουν σε κοινή διαχρονική λογική. Η διαθέσιμη τεχνολογία δηλαδή, υποστηρίζει ανά εποχή σταθερά καταξιωμένες μεθόδους ναυσιπλοΐας, κάθε φορά με πλέον προηγμένα μέσα σε συνάρτηση με την εξέλιξη. Για παράδειγμα, αν εξεταστούν οι μέθοδοι προσδιορισμού της θέσεως και κινήσεως του πλοίου, θα διαπιστωθεί ότι ανεξάρτητα με τις εκάστοτε τεχνολογικές καινοτομίες, η μέθοδος συνίσταται πάντοτε στον προσδιορισμό της θέσεως στην τομή τουλάχιστον δύο «ευθειών θέσεως», οι οποίες προκύπτουν από την μέτρηση διοπτύσεων ή αποστάσεων από γνωστά γεωγραφικά σημεία αναφοράς. Στη συνέχεια ο υπολογισμός της κινήσεως του πλοίου (πορεία-ταχύτητα) πραγματοποιείται με τον προσδιορισμό διαδοχικών θέσεων (στιγμάτων).

Ανεξάρτητα λοιπόν από το χρησιμοποιούμενο μέσο εξαγωγής στίγματος, στην τελική της μορφή η χρησιμοποιούμενη μέθοδος ακολουθεί την προαναφερόμενη λογική. Εκεί όμως που υφίσταται διαφοροποίηση από μέσο σε μέσο είναι:

- Στην *απόσταση* ανάμεσα στο πλοίο και τα γεωγραφικά σημεία αναφοράς, τα οποία χρησιμοποιούνται για την εύρεση του στίγματος.
- Στη *διαθεσιμότητα* του μέσου, δηλαδή στην ικανότητά του να παρέχει απρόσκοπτα τις υπηρεσίες του, με το να υπόκειται στους ελάχιστους δυνατούς περιορισμούς καιρικών συνθηκών, ορατότητας, εμβέλειας κλπ.

Η εξέλιξη λοιπόν της τεχνολογίας είχε ως αποτέλεσμα:

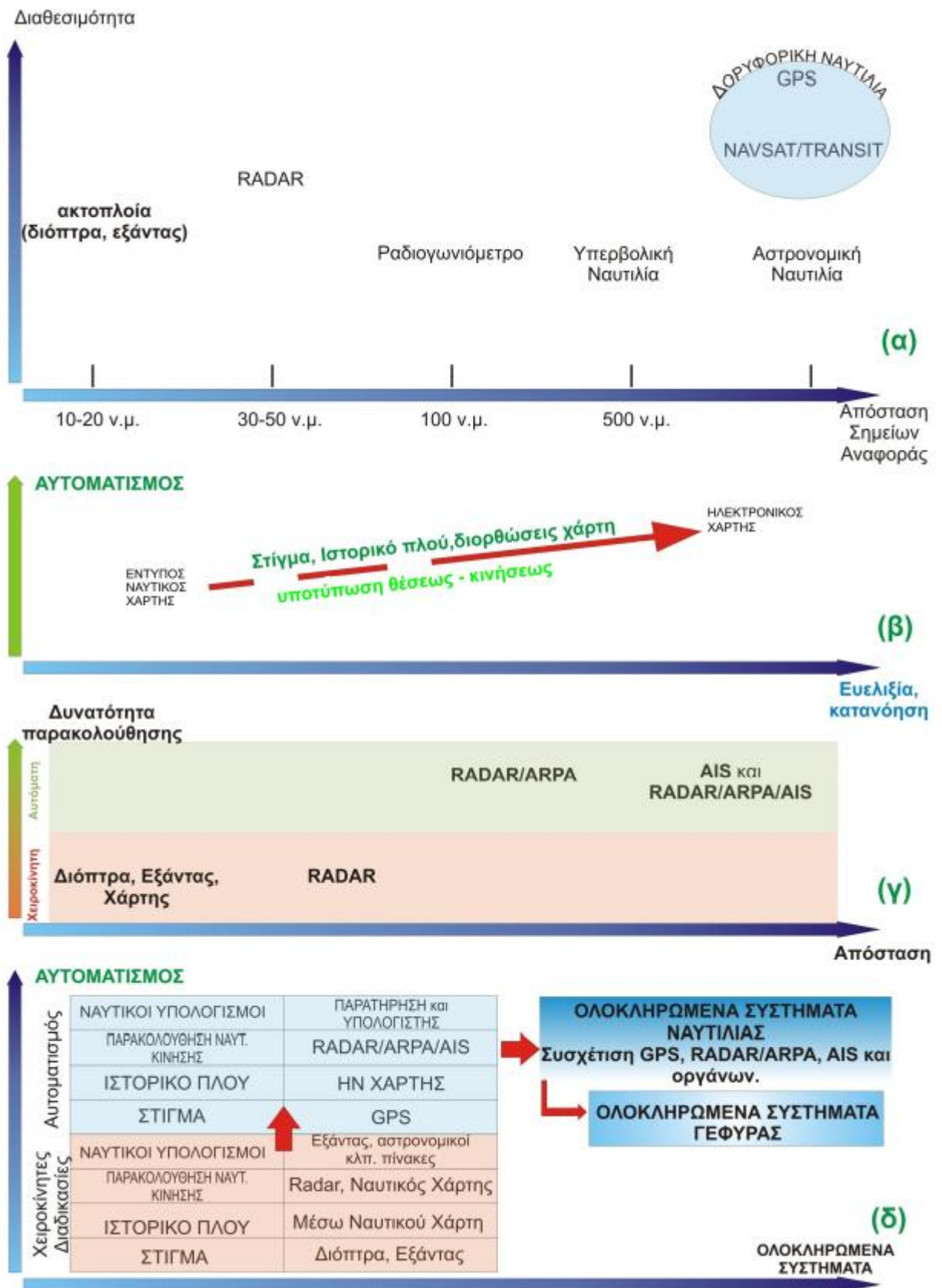
- Τη δυνατότητα χρήσεως για την εξαγωγή του στίγματος σημείων αναφοράς που βρίσκονταν ολοένα και σε μεγαλύτερη απόσταση από το πλοίο.
- Τη διαρκή αύξηση του χρόνου κατά τον οποίο το μέσο εξαγωγής στίγματος ήταν διαθέσιμο.

Στο *σχήμα (α)*, παρουσιάζονται τα μέσα εξαγωγής στίγματος, σε συνάρτηση με την απόσταση των γεωγραφικών σημείων αναφοράς και τη διαθεσιμότητα κάθε μέσου. Αρχικά, η εξαγωγή στίγματος δεν ήταν δυνατή παρά μόνο κατά την ακτοπλοΐα με την εκτέλεση οπτικών παρατηρήσεων, όπως π.χ., μία μέτρηση διοπτρεύσεως (διευθύνσεως) με τη διόπτρα της μαγνητικής πυξίδας και μία μέτρηση γωνίας ύψους γνωστού αντικειμένου της ξηράς (π.χ. φάρος) με τον εξάντα για τον προσδιορισμό της αποστάσεώς του με την επίλυση ενός ορθογωνίου τριγώνου. Η μέθοδος αυτή, περιορίζεται από τη διαθεσιμότητά της, είτε λόγω καιρικών συνθηκών / συνθηκών ορατότητας, είτε κατά των πλου στην ανοικτή θάλασσα. Πρακτικά είναι εφαρμόσιμη μέχρι αποστάσεις της τάξεως των 10-20 ν.μ. από την ακτή. Η από την αρχή του 19ου αιώνα χρησιμοποίηση του ραδιογωνιόμετρου αυξάνει την απόσταση από την ακτή, στην οποία είναι δυνατή η εύρεση στίγματος, και μάλιστα ανεξάρτητα από τις συνθήκες ορατότητας, κάτι που αποτελεί πολύ σημαντική καινοτομία για τις μέχρι τότε μεθόδους ναυσιπλοΐας. Στην προκειμένη περίπτωση οι προσδιοριζόμενες ευθείες θέσεως είναι ραδιοδιοπτεύσεις, δηλαδή διοπτεύσεις ηλεκτρομαγνητικού σήματος που εκπέμπουν ραδιοφάροι εγκατεστημένοι σε συγκεκριμένες θέσεις, είτε επί της ξηράς είτε επί της θαλάσσης (καραβοφάναρα). Η διαθεσιμότητα του μέσου περιορίζεται όμως και πάλι από την αντίστοιχη των ραδιοφάρων, οι οποίοι συνήθως είναι τοποθετημένοι κοντά σε λιμένες ή αεροδρόμια.

Η από τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο χρησιμοποίηση του ραντάρ, επιτρέπει τη χρήση γεωγραφικών σημείων για τον προσδιορισμό ευθειών θέσεως (διοπτεύσεις ή/και αποστάσεις), σε μεγάλες αποστάσεις από την ακτή. Περιορίζεται όμως και το μέσο αυτό από τη διαθεσιμότητά του, αφού τα 30-50 ν.μ. της εμβέλειάς του αφορούν και πάλι αποστάσεις που λαμβάνονται από γεωγραφικά σημεία επί της πλησιέστερης ακτής. Στην ανοικτή θάλασσα, δεν είναι λοιπόν διόλου διαθέσιμο για την εξαγωγή στίγματος, ενώ επιπλέον περιορίζεται μερικώς από τη θαλασσοταραχή και τη βροχόπτωση. Στα συστήματα υπερβολικής ναυτιλίας, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά κατά τη διάρκεια του Β' παγκοσμίου πολέμου, η εμβέλεια αυξάνεται στα 500 ν.μ. από τις θέσεις των παράκτιων σταθμών εκπομπής. Στην περίπτωση αυτή, το στίγμα προκύπτει στην τομή τουλάχιστον δύο υπερβολικών γραμμών θέσεως.

Το επόμενο στάδιο εξέλιξης των ηλεκτρονικών συστημάτων προσδιορισμού θέσεως είναι η εποχή της δορυφορικής ναυτιλίας, όπου τα σημεία αναφοράς ανεξαρτητοποιούνται από την επιφάνεια της γης και μεταφέρονται στο διάστημα. Τα σημεία αναφοράς είναι πλέον οι θέσεις δορυφόρων σε ελλειπτική τροχιά, οι οποίοι εκπέμπουν κατάλληλα διαμορφωμένα σήματα. Και στην περίπτωση αυτή, για την εύρεση στίγματος χρησιμοποιείται η διάδοση ηλεκτρομαγνητικών σημάτων, με τη διαφορά ότι πλέον οι «ραδιοφάροι» βρίσκονται στο διάστημα αντί επί της γης.

# Σύγχρονα Ναυτιλιακά Ηλεκτρονικά



## 1.2.3 Εξέλιξη ανά κατηγορία

Συνεχίζοντας την ιστορική προσέγγιση στα ναυτικά ηλεκτρονικά όργανα, αναφερόμαστε στην εξέλιξη από τον κλασσικό έντυπο χάρτη στον ηλεκτρονικό. Ανεξάρτητα από την εποχή, η εύρεση του στίγματος αποκτά έννοια με την αναπαράσταση της θέσεως του πλοίου επί ενός χάρτη. Μέσω αυτού, ο ναυτικός αποκτά αίσθηση τόσο της θέσεως όσο και της κινηματικής κατάστασης του πλοίου του σε συνάρτηση με το χώρο και το χρόνο. Και εδώ δηλαδή η λογική είναι διαχρονικά η ίδια, με την εξέλιξη να επιδρά στο είδος του χάρτη και τη χρησιμότητα της απεικόνισης. Στο *σχήμα (β)*, απεικονίζονται οι επιπτώσεις της εμφάνισης του ηλεκτρονικού χάρτη, τόσο σε επίπεδο αυτοματισμού διαδικασιών, όσο και σε επίπεδο ευελιξίας – κατανόησης της κινηματικής του πλοίου. Η συνεχής απεικόνιση της θέσεως και κινήσεως του πλοίου επί του ηλεκτρονικού χάρτη, αποκαλύπτει με τον πλέον ζωντανό και παραστατικό τρόπο στο ναυτικό, το πώς εξελίσσεται η θέση του σε συνάρτηση με το ναυτιλιακό περιβάλλον.

Εκτός από τον ακριβή προσδιορισμό της θέσεως και κινήσεως του πλοίου, μια διαχρονικά πάγια και βασικότατη απαίτηση των μεθόδων ναυσιπλοΐας είναι και ο προσδιορισμός της θέσεως και κινήσεως των λοιπών πλοίων που κινούνται στην περιοχή. Με την εμφάνισή του, το radar αύξησε την απόσταση εντοπισμού των παραπλεόντων πλοίων. Για τον σκοπό αυτό, αρχικά χρησιμοποιήθηκαν χειροκίνητες μέθοδοι υποτύπωσης της ναυτιλιακής κίνησης [*σχήμα (γ)*]. Μέσω διαδοχικών θέσεων των παραπλεόντων πλοίων (που χαράσσονταν σε χάρτη, σε φύλλο υποτυπώσεως ή στην οθόνη του radar με υαλογράφο), εξάγονταν τα στοιχεία της κίνησής τους. Ακολουθώντας ο ναυτικός πρόβαινε σε χειροκίνητη εύρεση των παραμέτρων αποφυγής συγκρούσεως (**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*), κατέτασσε τα πλοία σε βαθμό επικινδυνότητας σε σχέση με τα οικεία χαρακτηριστικά της πλεύσης του και αποφάσιζε για τους περαιτέρω χειρισμούς του. Με την πρόοδο της τεχνολογίας και τη συνδυασμένη λειτουργία RADAR / **ARPA** (*Automatic Radar Plotting Aid*. *Σύστημα αυτόματης υποτύπωσης στόχων ραντάρ*), όλες οι παράμετροι της παρακολούθησης των παραπλεόντων πλοίων (θέση, πορεία, ταχύτητα, CPA, T CPA) υπολογίζονται αυτόματα και ακολουθώντας υποδεικνύονται με λίαν παραστατικό τρόπο στην οθόνη του radar. Επιπλέον, στα πλέον πρόσφατα συστήματα, ο ναυτικός μπορεί να εισάγει ως δεδομένο τον επικείμενο ελιγμό του και το σύστημα τον αξιολογεί ως προς την ασφάλειά του.

Η μετέπειτα εμφάνιση του αυτόματου συστήματος αναγνώρισης πλοίων **AIS** (*Automatic Information System : Αυτόματο σύστημα αναγνώρισης πλοίων*), πολλαπλασίασε τόσο το συντελεστή ασφαλείας κατά την πλεύση, όσο και την ποιότητα της εξαγόμενης ναυτιλιακής εικόνας – κατάστασης. Το AIS καθιστά κάθε παραπλέον πλοίο συνεργαζόμενο φορέα, για τον οποίο δεν απαιτείται η παρακολούθησή του με σκοπό την εύρεση των στοιχείων της κίνησής του, αφού αυτά εκπέμπονται από τον ίδιο μέσω του συστήματος AIS. Η τυποποιημένη «φόρμα» επικοινωνίας του συστήματος AIS περιλαμβάνει και άλλα χρήσιμα στοιχεία, από τα οποία κυριότερο είναι εκείνο του τύπου του πλοίου. Γίνεται έτσι κατανοητό το πόσο αυξάνεται η ασφάλεια του πλου, αφού για κάθε πλοίο διαφορετικού τύπου (μηχανοκίνητο, αλιευτικό, ιστιοπλοϊκό κλπ.), ο ναυτικός προετοιμάζεται για διαφορετικό χειρισμό, σε συνάρτηση με τα αντίστοιχα ελκτικά στοιχεία και την προτεραιότητα που ορίζει ο **ΔΚΑΣ** (*Διεθνής Κανονισμός προς Αποφυγή Συγκρούσεων στη θάλασσα*). Με το σύστημα AIS, αυξάνεται και η απόσταση εντοπισμού της ναυτιλιακής κίνησης τόσο από τεχνικής πλευράς (ιδιαίτερα με τη χρήση αναμεταδοτών), όσο και από πρακτικής πλευράς, για πλοία που αποκρύπτονται πίσω από χερσαίους όγκους και κατά συνέπεια το radar αδυνατεί να εντοπίσει.

Στο σχήμα (δ) απεικονίζεται η μετάβαση αρχικά από χειροκίνητα σε αυτοματοποιημένα συστήματα και μετέπειτα από αυτόνομα σε συνδυαζόμενα – ολοκληρωμένα συστήματα. Στη γέφυρα ενός σύγχρονου πλοίου, τα διατιθέμενα ηλεκτρονικά όργανα συνδυάζονται μέσω δικτυοκεντρικής προσέγγισης σε ενιαία πληροφοριακή υποδομή. Μέσω της εργονομικής απεικόνισης της συνδυασμένης πληροφορίας, συγκροτείται έτσι ένα υπέρ-σύστημα/ εργαλείο, που αποκαλύπτει με τον πλέον κατανοητό τρόπο κάθε λεπτομέρεια τόσο της κινηματικής του πλοίου όσο και της ναυτικής καταστάσεως. Κατ' επέκταση, η αποδοτική συσχέτιση των επιμέρους ναυτιλιακών πληροφοριών αφενός ελαχιστοποιεί το χρόνο λήψεως αποφάσεως, αφετέρου μεγιστοποιεί την πιθανότητα της ορθότητάς της.



### 1.3 GMDSS

Ο **Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός** (International Maritime Organisation–IMO) ιδρύθηκε το 1948 και αποτελεί οργανισμό του ΟΗΕ. Σκοπός του είναι να προάγει την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα μέσα από τη θέσπιση ομοιομόρφων κανόνων δικαίου, έτσι ώστε να βελτιώνεται η ασφάλεια και η παροχή βοήθειας σε άτομα και πλοία που κινδυνεύουν, καθώς επίσης και να επιτυγχάνεται η πρόληψη της ρυπάνσεως της θάλασσας. Έτσι, ο αντικειμενικός στόχος της Διεθνούς Συμβάσεως (ΔΣ) Search and Rescue του 1979 του IMO ήταν να καθιερωθεί ένα παγκόσμιο ναυτιλιακό σχέδιο για την έρευνα και διάσωση με ένα πλαίσιο πολυμερών ή διμερών συμφωνιών των γειτονικών κρατών. Το σχέδιο αυτό θα διασφάλιζε την αμοιβαία συνεργασία και υποστήριξη μεταξύ των κρατών-μελών σε περιστατικά κινδύνου τόσο σε παράκτιες, όσο σε πελάγιες ή ωκεάνιες περιοχές. Το γεγονός αυτό είχε ως αποτέλεσμα την ανάγκη δημιουργίας ενός νέου **Παγκόσμιου Ναυτιλιακού Συστήματος Κινδύνου και Ασφάλειας** (Global Maritime Distress and Safety System–GMDSS), το οποίο θα ρύθμιζε τα θέματα των επικοινωνιών έρευνας και διασώσεως και θα βελτίωνε σημαντικά την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα.

Το σύστημα GMDSS (Global Maritime Distress And Safety System ) συνίσταται στη διασύνδεση διαφόρων συστημάτων (όπως τα συστήματα μετάδοσης πληροφοριών ασφάλειας ναυσιπλοΐας NAVTEX και Safety-NET και τα δορυφορικά συστήματα INMARSAT, COSPAS-SARSAT, Galileo κ.α.), με τον συνδυασμό των οποίων επιτυγχάνεται:

- 1 Άμεση ενεργοποίηση των υπηρεσιών έρευνας και διάσωσης με πραγματοποίηση μιας κλήσεως κινδύνου μόνο με το πάτημα ενός κουμπιού και μετάδοσή της με όλα τα διατιθέμενα στην περιοχή επίγεια και δορυφορικά συστήματα επικοινωνιών, ώστε να ληφθεί άμεσα, τόσο στο πλησιέστερο παράκτιο κέντρο συντονισμού επιχειρήσεων έρευνας και διάσωσης , όσο και στα παραπλέοντα πλοία.
- 2 Παροχή στα πλοία υψηλών δυνατοτήτων επικοινωνιών, χωρίς την απαίτηση εκτέλεσης ιδιαίτερης φυλακής επικοινωνιών (κατάργηση της ειδικότητας του ραδιοτηλεγραφήτη).

## **Αναφορά στις απαιτήσεις για τις ραδιοεγκαταστάσεις του GMDSS**

Το GMDSS, όπως αναφέρθηκε, χρησιμοποιεί όλες τις σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις και η λειτουργία του βασίζεται στα παρακάτω συστήματα επικοινωνίας:

- α) Το Δορυφορικό Σύστημα Επικοινωνιών Inmarsat–B/C–FLEET 77.*
- β) Το Σύστημα Cospas-Sarsat.*
- γ) Το Σύστημα Ψηφιακής Επιλογικής Κλήσεως (DSC).*
- δ) Το Σύστημα NAVTEX.*
- ε) Το Σύστημα EGC.*
- στ) Το Φορητό Ραδιοφάρο Ενδείξεως Θέσεως Κινδύνου (EPIRB).*
- ζ) Τον αναμεταδότη ραντάρ (Search and Rescue Transponder–SART).*

Όλα τα συστήματα και οι συσκευές του GMDSS που χρησιμοποιούνται στον επίγειο και δορυφορικό τομέα, ανάλογα με τη χρήση τους, κατατάσσονται σε επίγεια και δορυφορικά συστήματα αντίστοιχα.

### **Απαιτήσεις εξοπλισμού του GMDSS.**

Η διεθνής διάσκεψη των ραδιοεπικοινωνιών που πραγματοποιήθηκε το 1988 στο Λονδίνο, υιοθέτησε με το νέο Κεφάλαιο IV στη ΔΣ SOLAS–74 μια σειρά κανονισμών που καθορίζουν τον ελάχιστο τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό πλοίων άνω των 300 κ.ο.χ., σύμφωνα με τις θαλάσσιες περιοχές πλόων τους. Ο απαιτούμενος ραδιοεξοπλισμός που πρέπει να φέρουν τα πλοία για τις λειτουργίες του GMDSS κατά θαλάσσια περιοχή, συνοψίζεται ως εξής:

- α) Θαλάσσια περιοχή A1 – Ραδιοεξοπλισμό VHF/DSC.*
- β) Θαλάσσια περιοχή A2 – Ραδιοεξοπλισμό (VHF, MF)/DSC.*
- γ) Θαλάσσια περιοχή A3 – (VHF, MF, HF)/ DSC ή δορυφορικό ραδιοεξοπλισμό.*
- δ) Θαλάσσια περιοχή A4 – Ραδιοεξοπλισμό (VHF, MF, HF)/ DSC.*

**Επιπρόσθετα:** Όλα τα πλοία της περιοχής A1 φέρουν είτε ένα δορυφορικό EPIRB, είτε ένα VHF EPIRB.

Η ύπαρξη του GMDSS καί των διεθνών κανόνων που απορρέουν από αυτό, μας υποχρεώνει να παρουσιάσουμε όλα τα προαπαιτούμενα από αυτό συστήματα.

## 1.4 Πλοήγηση και Έλεγχος Πλοίου

Όσο η τεχνολογία προχωράει, η χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων για την πλοήγηση και τον εν γένει έλεγχο ενός πλοίου αυξάνεται διαρκώς. Οι κατηγορίες ηλεκτρονικών που θα βρει κανείς σε ένα πλοίο, συνοπτικώς, έχουν ως εξής:

- Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου
- Αυτοματοποιημένα Συστήματα
- Αισθητήρες
- Βυθόμετρο
- VDR/S-VDR (Συστήματα καταγραφής δεδομένων ταξιδιού)
- Radar (**RA**dio **D**etection **A**nd **R**anging)
- A.I.S. (Αυτόματο Σύστημα Αναγνώρισεως)
- Δορυφορικά συστήματα ναυσιπλοΐας δεύτερης γενιάς (GPS – GLONASS)
- ECDIS / ENC's (Ηλεκτρονικά Συστήματα Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών)

Είναι αναγκαίο, συνεπώς, να παρουσιάσουμε κάθε ένα από αυτά στο κυρίως σώμα της εργασίας μας.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ GMDSS

#### 2.1 Παρουσίαση συστημάτων επιβαλλόμενη ως υποχρέωση εκ του GMDSS

##### *Τύποι επικοινωνιών της κινητής ναυτικής υπηρεσίας.*

Κάθε πλοίο αναλόγως με τα ταξίδια που κάνει οφείλει να είναι εφοδιασμένο με εγκεκριμένες, σύμφωνα με τους κανονισμούς, συσκευές. Οι συσκευές αυτές μπορούν να καλύψουν όλους τους τύπους επικοινωνιών που προβλέπονται για την κινητή ναυτική υπηρεσία.

*Οι τύποι επικοινωνιών είναι οι εξής:*

##### **α) Ραδιοτηλέφωνο (VHF).**

Οι συχνότητες που έχουν εκχωρηθεί από την ΙΤU για την κινητή ναυτική υπηρεσία είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για κλήση και ανταπόκριση κινδύνου, επείγοντος και ασφάλειας, καθώς και για επικοινωνία με Κέντρα Συντονισμού Έρευνας και Διασώσεως (ΚΣΕΔ), πλοηγικούς σταθμούς, σταθμούς ρυθμίσεως θαλάσσιας κυκλοφορίας, παραπλέοντα πλοία, καθώς και δημόσια ανταπόκριση.

Στα παράκτια κράτη με μεγάλους εμπορικούς λιμένες, καθώς επίσης σε στενούς διαύλους, σε θαλάσσιους δρόμους κ.λπ., που έχουν αυξημένη κίνηση πλοίων, η ναυσιπλοΐα διεξάγεται με τις οδηγίες και τον έλεγχο των **σταθμών θαλάσσιας κυκλοφορίας** (Vessel Traffic Service–VTS). Στην Ελλάδα υπάρχει το Piraeus Traffic που ακροάται στο VHF CH 13. Εκτός από τους εμπορικούς παράκτιους σταθμούς, τα παράκτια κράτη έχουν και τα αντίστοιχα **Κέντρα Συντονισμού Έρευνας και Διασώσεως** (Rescue Co-ordination Centre–RCC). Τα κέντρα αυτά σε 24ωρη βάση ακρώνονται σε όλα τα μέσα επικοινωνίας που διαθέτουν τα πλοία, δορυφορικά και συμβατικά GMDSS, προκειμένου να προσφέρουν άμεση βοήθεια όταν απαιτηθεί. Το ΚΣΕΔ/RCC μπορεί να αναφέρεται στα εγχειρίδια και ως JRCC ή MRCC αναλόγως του κράτους και των υπηρεσιών που μπορεί να προσφέρει.

**β) Ραδιοτηλέφωνο (MF/HF).**

Στις συχνότητες που έχουν εκχωρηθεί για την κινητή ναυτική υπηρεσία τα πλοία μπορούν να επικοινωνούν ραδιοηλεκτρονικά αμφίδρομα με την ξηρά, χρησιμοποιώντας την προβλεπόμενη διαμόρφωση, ώστε να καλύπτουν μεσαίες και μεγάλες αποστάσεις. Μηνύματα κλήσεων και ανταποκρίσεις κινδύνου, επείγοντος, ασφάλειας, MSI1, METEO και δημόσια ανταπόκριση αποτελούν υπηρεσίες που δύνανται να πραγματοποιηθούν ραδιοηλεκτρονικά και να καλύψουν μεγάλο τμήμα των ωκεανών.



2.1.β. Ραδιοτηλέφωνο (MF/HF)

**γ) NB DP2**

Πρόκειται για επικοινωνία με ραδιοηλέτυπο για μεσαίες και μεγάλες αποστάσεις, όπου προσφέρονται υπηρεσίες, όπως και στο ραδιοτηλέφωνο, για ανταπόκριση κινδύνου, επείγοντος, ασφάλειας, MSI, METEO, PRESS και δημόσια ανταπόκριση.

**δ) Δορυφορικές επικοινωνίες.**

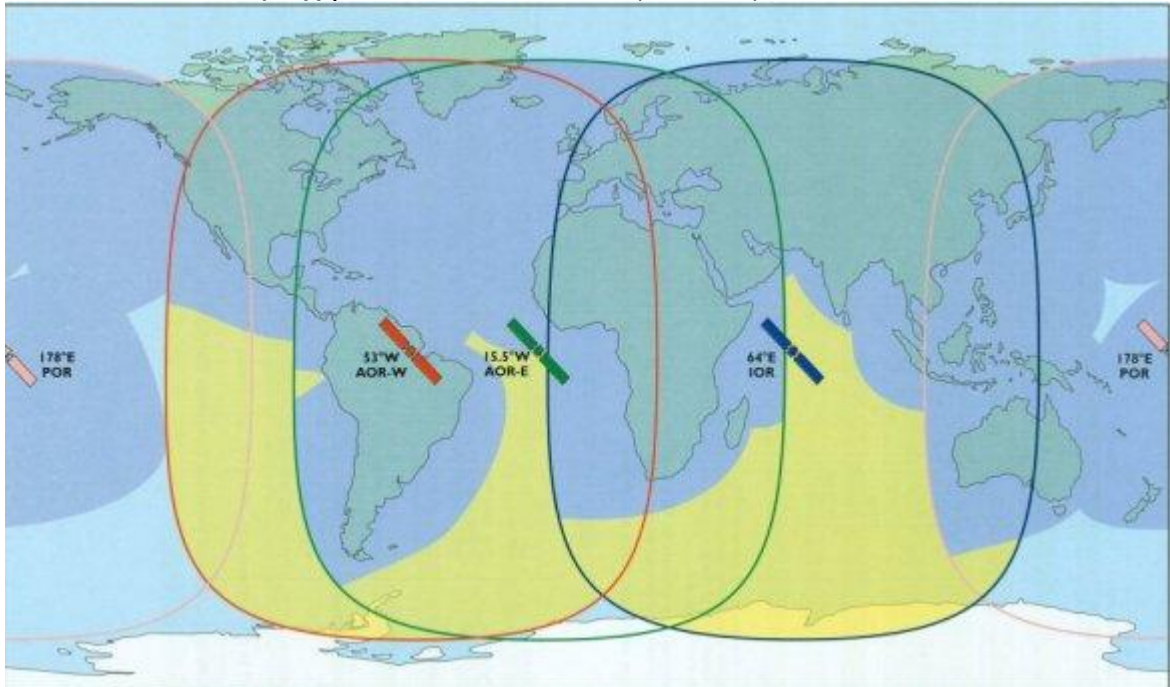
Αποτελούν τον πλέον σύγχρονο τύπο επικοινωνίας των πλοίων με την ξηρά και αντιστρόφως. Μηνύματα και συναγερμοί επείγοντος και ασφάλειας, με αμφίδρομη κατεύθυνση συνδέουν τα πλοία με κάθε κομμάτι της ξηράς. Στη δημόσια ανταπόκριση υπηρεσίες τηλεφώνου, telex, fax, e-mail, data, picture, video κ.λπ. με απόλυτη ευκρίνεια χωρίς παρεμβολές, δεν υστερούν σε τίποτα από τις επικοινωνίες της ξηράς.

## 2.2. Συστήματα Επικοινωνίας GMDSS

### 2.2.1. Inmarsat (Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλιακών Δορυφόρων)

Ο Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλιακών Δορυφόρων (Inmarsat) είναι αναπόσπαστο κομμάτι του GMDSS με την παροχή μέσων που εδρεύουν στο διάστημα για την αποστολή σημάτων ασφαλείας και κινδύνου μέσω τεσσάρων γαιοσταθερών δορυφόρων σε θέσεις πάνω από τον ισημερινό. Ο Inmarsat είναι Ιδιωτική εταιρεία. Τα πέλματα αυτών των δορυφόρων λέγονται Ωκεάνιες Περιοχές:

- Ωκεάνια Περιοχή Ανατολικού Ατλαντικού (AOR-E)
- Ωκεάνια Περιοχή Ειρηνικού (POR)
- Ωκεάνια Περιοχή Ινδικού (IOR)
- Ωκεάνια Περιοχή Δυτικού Ατλαντικού (AOR-W)



2.2.1 Ωκεάνιες Περιοχές

Η δορυφορική κάλυψη δεν εξυπηρετεί τα πλοία που πλέουν στις Πολικές Περιοχές. Η Γραμμή όρασης, προϋπόθεση για τη λειτουργία του συστήματος, σπάνια είναι δυνατή πάνω από τις 70 μοίρες βόρεια και νότια (ο δορυφόρος θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 5 μοίρες πάνω από τον ορίζοντα).

Υπάρχουν τρία συστήματα για την παροχή των περισσότερων απαραίτητων λειτουργιών του GMDSS: τα *Inmarsat-B*, *Inmarsat-C* και *Inmarsat-Fleet (F 77)*.

Το σύστημα Inmarsat είναι ιδιαίτερος χρήσιμο στη Θαλάσσια Περιοχή A3. Τα σήματα κινδύνου από τους σταθμούς πλοίων Inmarsat λαμβάνουν πρώτη προτεραιότητα, γιατί αποστέλονται αυτόματα από το σύστημα Inmarsat στα

## Κέντρα Συντονισμού Διάσωσης (RCC)

Έτσι το σύστημα Inmarsat επιτρέπει την εκπομπή σημάτων κινδύνων από πλοία στη θάλασσα σε μεγάλες αποστάσεις. Το σύστημα επιτρέπει επίσης την εκπομπή σημάτων κινδύνου από την ακτή προς τα πλοία (μέσω της EGC [ενισχυμένη ομαδική κλήση], τμημάτων του Inmarsat-C ή μέσω των απλών ομαδικών κλήσεων τέλεξ προς το Inmarsat-Fleet ή τα τερματικά του Inmarsat-B). Μια τρίτη λειτουργία του δορυφορικού συστήματος είναι να διευκολύνει την επικοινωνία κατά τις επιχειρήσεις SAR (έρευνα και διάσωση).

Μια τέταρτη λειτουργία του δορυφορικού συστήματος είναι η διάδοση *Πληροφοριών Θαλάσσιας Ασφάλειας (MSI)*. Αυτή η διαδικασία μπορεί να λειτουργήσει με δυο τρόπους, με τον παράκτιο σταθμό να ενημερώνει τα πλοία καθώς και μετά πλοία να ενημερώνουν τους παράκτιους σταθμούς (για ναυτιλιακούς ή μετεωρολογικούς κινδύνους).

Τέλος πολλά όργανα του δορυφορικού συστήματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για γενικές ασύρματες κλήσεις, επιτρέποντας στα πλοία πλήρη επικοινωνία με τη στεριά -μέσω τηλεφώνου, FAX, τέλεξ, e-mail, κλπ- έτσι ώστε κάποιες δυνητικά κρίσιμες καταστάσεις να αποτραπούν με τις συμβουλές ειδικών ή με σημαντικές πληροφορίες που εκπέμπονται από τους παράκτιους σταθμούς.

Κάθε σύστημα χρησιμοποιείται για διαφορετικό σκοπό. Το Inmarsat-C μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για σύντομα μηνύματα κειμένου όπως τέλεξ, e-mail, κλπ. Από την άλλη το κόστος του χρήστη είναι σχετικά μικρό. Αυτό το σύστημα είναι κατάλληλο για όλα τα σκάφη.

Το σύστημα Inmarsat-B είναι πιο εκτεταμένο και πιο ακριβό, επιτρέποντας όλα τα είδη επικοινωνίας, μεταξύ των οποίων την εκπομπή φωνητικών και εκτεταμένων δεδομένων. Φυσικά αυτές οι δυνατότητα απαιτούν περισσότερους πόρους -οι κεραίες, για παράδειγμα, είναι αρκετά μεγάλες και βαριές- κι έτσι το σύστημα δεν είναι κατάλληλο για μικρά σκάφη.

Το σύστημα Inmarsat-Fleet έχει κι αυτό αρκετά πλεονεκτήματα. Η ικανότητες εξαρτώνται από το ποια από τις τρεις κεραίες χρησιμοποιούνται (33[cm], 55, και 77). Και οι τρεις επιτρέπουν τη φωνητική επικοινωνία, αλλά η ποσότητα της εκπομπής δεδομένων (μέσω e-mail) εξαρτάται από το μέγεθος της κεραίας. Η Fleet 33, φυσικά, είναι κατάλληλη για μικρά σκάφη. Η στενή δέσμη, στην τηλεπικοινωνιακή διάλεκτο, είναι ένα δορυφορικό σήμα που εστιάζει κυρίως στην ισχύ (δηλαδή εκπέμπεται από κεραία υψηλής απολαβής;) έτσι ώστε καλύπτει μόνο μια περιορισμένη γεωγραφική περιοχή στη Γη. Ως προς τη συμβατότητα με το GMDSS θα υπάρξει μειωμένη κάλυψη στενής δέσμης για τις Fleet 55 και Fleet 33.

Τα Inmarsat-M και Inmarsat-miniM αποτελούν ελαφρύτερα και, συνεπώς, πιο ευκίνητα μέσα χρήσης ενός Νηόφερτου Επίγειου Σταθμού (SES). Αυτά τα συστήματα δεν είναι συμβατά με το GMDSS γιατί δεν έχουν παγκόσμια κάλυψη. Έχουν το πλεονέκτημα του μικρού μεγέθους -σημαντικό όσον αφορά την κεραία- και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για φωνητική επικοινωνία καθώς και για αποστολή κειμένων. Αν και το Inmarsat-M περιλαμβάνει ένα



αμφίδρομο παγκόσμιο τηλέφωνο, FAX, και επικοινωνία δεδομένων μέσω υπολογιστή, δεν έχει τρόπο άμεσης εκτύπωσης των μηνυμάτων. Έτσι, παρά την ομοιότητα και τη χρησιμότητά του, ιδίως για τα μικρότερα σκάφη, δεν πληροί τις προδιαγραφές του GMDSS, ιδίως όσων αφορά τη λήψη σημάτων κινδύνου και δεν περιλαμβάνεται στο σύστημα GMDSS.

### Τμήμα Εδάφους Inmarsat

- **LES/CES**

Οι Επίγειοι Σταθμοί (LES), που λέγονται επίσης Παράκτιοι Επίγειοι Σταθμοί (CES), είναι σταθμοί που ανήκουν και λειτουργούν από παροχείς τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών σε διάφορες χώρες του κόσμου. Σε κάθε Ωκεάνια Περιοχή υπάρχουν πολλοί LES.

Ένας LES λειτουργεί σαν κέντρο διεθνών επικοινωνιών που εξυπηρετεί κλήσεις: από τα πλοία προς την ξηρά, από την ξηρά προς τα πλοία και μεταξύ πλοίων. Οι συνδέσεις που γίνονται από ένα πλοίο μέσω ενός LES μπορούν να πάνε οπουδήποτε στον κόσμο.

Εκτός από την παροχή απλής επικοινωνίας κάθε LES έχει άμεση σύνδεση με ένα Κέντρο Συντονισμού Θαλάσσιας Διάσωσης (MRCC) για επείγουσες κλήσεις. Συνήθως οι LES μπορούν να προσφέρουν σύνδεση με ένα ιατρικό κέντρο όταν χρειάζονται ιατρικές συμβουλές.

Για τον κατάλογο των MRCC που συνδέονται με τους LES του Inmarsat βλ. Παράρτημα.

- **SCC, NOC και NCS**

Σε κάθε Ωκεάνια Περιοχή υπάρχει ένας LES με έναν ιδιαίτερο ρόλο. Αυτός είναι ο Σταθμός Συντονισμού Δικτύου (NCS). Ο ρόλος του NCS είναι να δίνει ένα ελεύθερο (μη απασχολημένο) κανάλι εργασίας στα πλοία και στους LES. Ο NCS διατηρεί τον έλεγχο όλων των καναλιών εργασίας σε ένα συγκεκριμένο δορυφόρο. Κανένας LES δεν μπορεί να κρατήσει ένα κανάλι εφόσον δεν πρόκειται να γίνει σύνδεση. Έτσι, η δορυφορική υπηρεσία χρησιμοποιείται αποτελεσματικότερα.

Και δύο άλλοι LES έχουν έναν ιδιαίτερο ρόλο: Το Κέντρο Λειτουργιών Δικτύου (NOC) φροντίζει τη λειτουργία όλης της διαδικασίας επικοινωνίας του δικτύου. Το Δορυφορικό Κέντρο Ελέγχου (SCC) είναι υπεύθυνο για τη λειτουργία και τοποθέτηση των δορυφόρων στις τέσσερις περιοχές του Inmarsat.

Τα SCC, NOC και NCS συνδέονται μεταξύ τους για να διασφαλίζεται η σωστή και αξιόπιστη επικοινωνία δικτύου εντός του συστήματος Inmarsat. Το Δορυφορικό Κέντρο Ελέγχου (SCC) και το

Κέντρο Λειτουργιών Δικτύου (NOC) βρίσκονται στα κεντρικά γραφεία του INMARSAT στο Λονδίνο.

- **SES και MES**

Η μονάδα επικοινωνίας στο σκάφος λέγεται Νηοφόρος Επίγειος Σταθμός (SES). Εντός του συστήματος Inmarsat το σύστημα μπορούν να χρησιμοποιούν επίσης χρήστες κινητών στην ξηρά και αεροπλάνα. Σε αυτή την περίπτωση λέγονται Κινητοί Επίγειοι Σταθμοί (MES). Όταν γίνεται σύνδεση από έναν SES/MES, μέσω ενός συγκεκριμένου δορυφόρου, το αίτημα της κλήσης περιλαμβάνει την ταυτότητα του LES μέσω του οποίου θέλει να συνδεθεί ο χειριστής ασυρμάτου του πλοίου. Το NCS παραχωρεί ένα κανάλι εργασία και καθοδηγεί τους SES/MES να "συναντηθούν" σε αυτό το κανάλι.

## 2.2.2. COSPAS – SARSAT

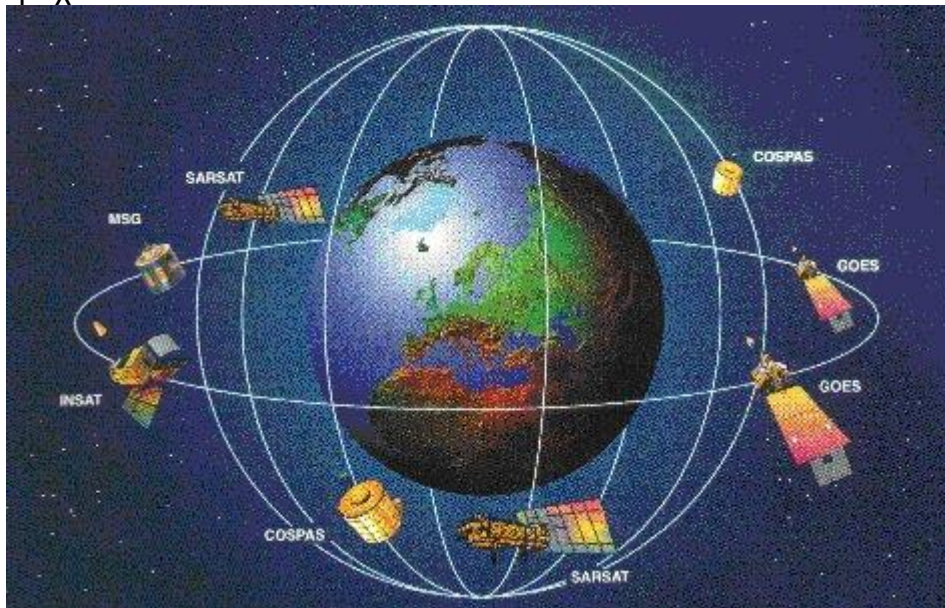
Το COSPAS-SARSAT (COSPAS: Διαστημικό Σύστημα για την Έρευνα Σκαφών σε Κίνδυνο, SARSAT: Έρευνα και Διάσωση Βοηθούμενη από Δορυφορικό Εντοπισμό) είναι ένα σύστημα SAR (Έρευνας και διάσωσης) που χρησιμοποιεί τους γεωστατικούς (Γεωσύγχρονους) και τους δορυφόρους πολικής τροχιάς, το οποίο προσφέρει ενημέρωση για τον Κίνδυνο και πληροφορίες για τη θέση στις υπηρεσίες SAR για χρήστες σε ξηρά, θάλασσα και αέρα. Υπάρχουν τρία είδη φάρων Κινδύνου που χρησιμοποιούν το σύστημα:

- ο EPIRB – Θεσιδεικτικός Ραδιοφάρος Έκτακτης Ανάγκης (θάλασσα)
- ο ELT – Πομπός Εντοπισμού Επείγουσας Ανάγκης (αέρας)
- ο PLB – Προσωπικός Φάρος Εντοπισμού (ξηρά)

Αυτοί οι φάροι μεταδίδουν ραδιοσήματα στα 406 MHz τα οποία ανιχνεύονται από τους γεωστατικούς και τους δορυφόρους πολικής τροχιάς του COSPAS-SARSAT. Στη συνέχεια οι πληροφορίες αναμεταδίδονται μαζί με τη θέση και την ταυτότητα των θυμάτων μέσω LUT (Τοπικά Τερματικά Χρήστη) με βάση την ξηρά και MCC(Κέντρα Ελέγχου Αποστολών) προς τα κατάλληλα MRCC (Κέντρα Συντονισμού Θαλάσσιας Διάσωσης) που συντονίζουν όλες τις επιχειρήσεις SAR στην περιοχή που βρίσκεται το ατύχημα.

### Κομμάτι διαστήματος του COSPAS-SARSAT

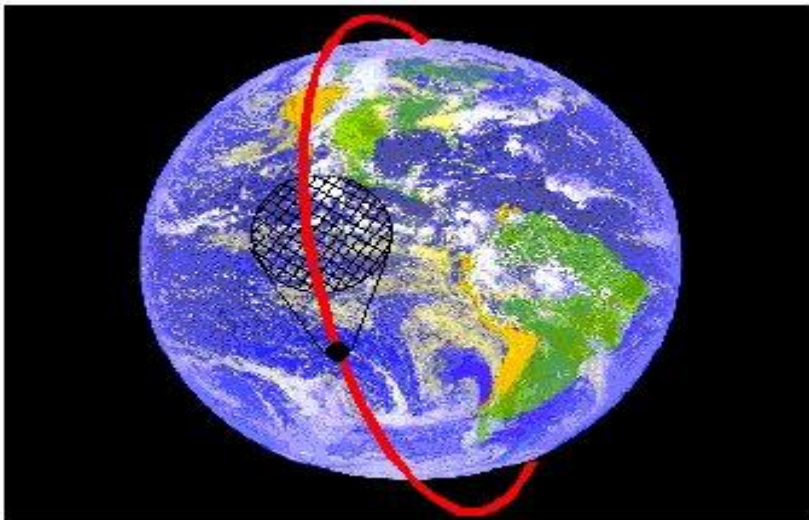
Το σύστημα COSPAS-SARSAT χρησιμοποιεί πακέτα SAR σε δορυφόρους σε (LEOSAR) Χαμηλή τροχιά γύρω από τη Γη και σε (GEOSAR) Γεωστατική τροχιά.



2.2.2.α. Δορυφόροι LEOSAR και GEOSAR στο σύστημα COSPAS-SARSAT

## LEOSAR

Το σύστημα LEOSAR αποτελείται από 4 δορυφόρους, 2 COSPAS (Ρωσία) και 2 SARSAT (ΗΠΑ, Καναδάς και Γαλλία) στην πολική τροχιά Βορρά-Νότου με περίοδο τροχιάς σχεδόν 120 λεπτών. Οι τροχιές αυτών των δορυφόρων είναι ρυθμισμένες να σαρώνουν όλη την επιφάνεια της Γης. Οι δορυφόροι βλέπουν μια περιοχή πλάτους 6.000 χιλιομέτρων καθώς κινούνται γύρω από τη γη, προσφέροντας άμεση θέαση ή ίχνη (όπως το φως ενός φακού) σε μέγεθος ηπείρου.

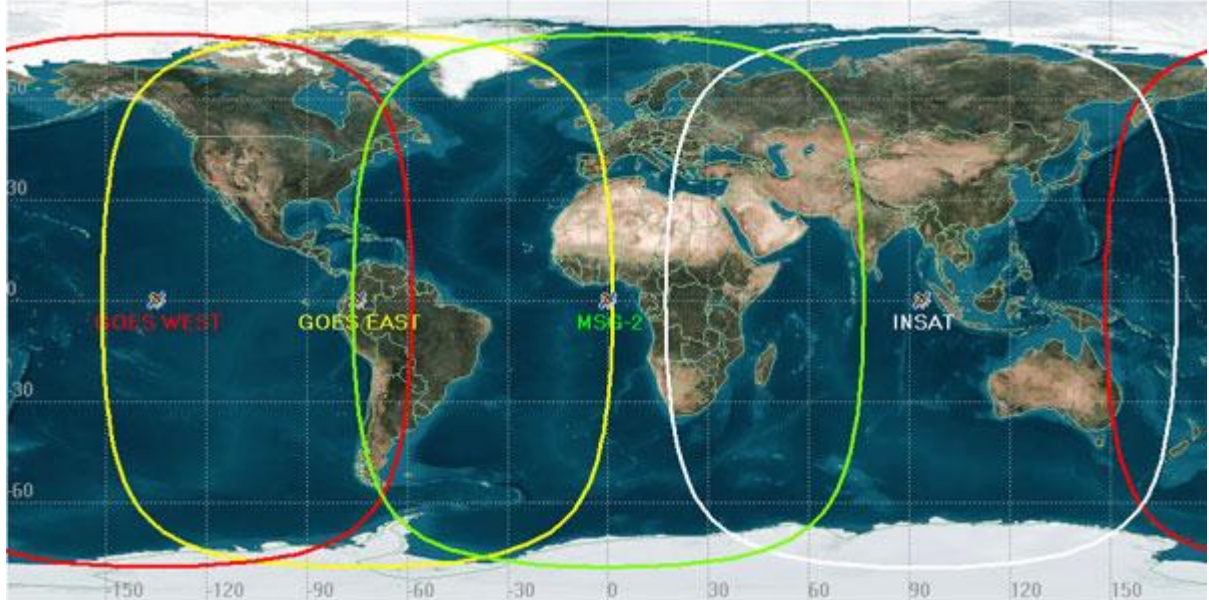


2.2.2.β. Διαδρομή και πέλμα δορυφόρου LEOSAR

Η κάλυψη δεν είναι διαρκής λόγω της περιόδου τροχιάς του δορυφόρου. Λόγω της φύσης των πολικών τροχιών η ώρα αναμονής για την ανίχνευση μπορεί να είναι μεγαλύτερη στις περιοχές του ισημερινού απ' ότι στα ψηλότερα γεωγραφικά πλάτη. Κατά μέσο όρο είναι 45 λεπτά. Όταν το σύστημα LEOSAR ανιχνεύει ένα Σήμα Κινδύνου υπολογίζει τη θέση του συμβάντος χρησιμοποιώντας τεχνικές επεξεργασίας Ντόπλερ. Η επεξεργασία Ντόπλερ βασίζεται στην αρχή ότι η συχνότητα του φάρου κινδύνου όπως "ακούγεται" από το δορυφόρο, επηρεάζεται από τη σχετική ταχύτητα του δορυφόρου ως προς το φάρο. Παρακολουθώντας την αλλαγή της συχνότητας του σήματος του φάρου και γνωρίζοντας την ακριβή θέση του δορυφόρου το σύστημα LEOSAR μπορεί να υπολογίσει τη θέση του φάρου με ακρίβεια 5-10 χιλιομέτρων.

## GEOSAR

Το σύστημα GEOSAR αποτελείται από 4 γεωστατικούς δορυφόρους που βρίσκονται περίπου 36.000 χιλιόμετρα πάνω από τον Ισημερινό σε διαφορετικές γραμμές γεωγραφικού μήκους, προσφέροντας άμεσα ίχνη όλης της επιφάνειας της Γης ανάμεσα στις 700 Βόρεια και τις 700 Νότια.



2.2.2.γ. Περιοχές κάλυψης GEOSAR

Αντίθετα με τους δορυφόρους LEOSAR οι GEOSAR προσφέρουν συνεχή κάλυψη ενός μεγάλου τμήματος της Γης μεταξύ των 700 Βόρεια και των 700 Νότια με σχεδόν άμεση δυνατότητα σήμανσης συναγερμού, αλλά δε μπορούν να προσδιορίσουν τη θέση του συμβάντος Κινδύνου γιατί είναι σταθεροί ως προς τη Γη κι έτσι δε μπορούν να χρησιμοποιήσουν τεχνικές επεξεργασίας Ντόπλερ. Η θέση του συμβάντος Κινδύνου μπορεί:

- Να βρεθεί από το φάρο μέσω ενός εσωτερικού ή εξωτερικού συστήματος εντοπισμού θέσης, π.χ. το GPS ή το Glonass, και να κωδικογραφηθούν στο μήνυμα του φάρου, ή
- Να προκυψουν με πιθανές καθυστερήσεις από το σύστημα LEOSAR.

**Σύγκριση δυνατοτήτων LEOSAR και GEOSAR**

	<i>LEOSAR</i>	<i>GEOSAR</i>
<i>Πληροφορίες θέσης</i>	παρέχονται μέσω τεχνικών επεξεργασίας Ντόπλερ	παρέχονται μόνο να υπάρχουν στο μήνυμα του φάρου
<i>Ακρίβεια θέσης</i>	+/- 5 χιλιόμετρα	αν αποκτηθεί μέσω GPS: εντός 10 μέτρων
<i>Περιοχή κάλυψης</i>	όλη η επιφάνεια της Γης	μεγάλο κομμάτι της Γης μεταξύ των 70 <sup>0</sup> Βόρεια και των 70 <sup>0</sup> Νότια
<i>Εντοπισμός συμβάντος Κινδύνου</i>	ο χρόνος αναμονής για τον εντοπισμό είναι κατά μέσο όρο 45 λεπτά	σχεδόν άμεσος

Πίνακας 2.2.2

Υπάρχουν EPIRB που μπορούν να χρησιμοποιήσουν το συνδυασμένο σύστημα γιατί έχουν ενσωματωμένο σύστημα εντοπισμού θέσης GPS. Αυτό επιτρέπει το σχεδόν άμεσο εντοπισμό ενός συμβάντος και την παροχή πληροφοριών θέσης ώστε να μπορούν να ξεκινήσουν άμεσα οι επιχειρήσεις SAR.

**Κομμάτι Γης του COSPAS-SARSAT**

*LUT - Τερματικά Τοπικών Χρηστών*

Οι σταθμοί εδάφους LEOLUT και GEOLUT δέχονται και επεξεργάζονται Σήματα Κινδύνου στα 406 MHz από EPIRB που αναμεταδίδουν πληροφορίες για τον Κίνδυνο οι οποίες αποτελούνται από την ταυτότητα των θυμάτων, τη θέση και την ώρα UTC έως τα MCC (Κέντρα Ελέγχου Αποστολών).

*MCC - Κέντρα Ελέγχου Αποστολών*

Ο βασικός σκοπός και λειτουργία τους είναι να αναμεταδίδουν πληροφορίες σημάτων Κινδύνου στα αρμόδια MRCC που συντονίζουν τις μονάδες SAR στην περιοχή που έχει γίνει το συμβάν.

### 2.2.3. Το Σύστημα Ψηφιακής Επιλογικής Κλήσεως (DSC)

Η τεχνική της ψηφιακής επιλεκτικής κλήσης **DSC (Digital Selective Calling)** χρησιμοποιείται αποκλειστικά και μόνο για κλήση. Με χρήση ψηφιακών κωδικών, παρέχει τη δυνατότητα σε ένα σταθμό να αποκαταστήσει επαφή και να μεταφέρει πληροφορίες σε άλλο σταθμό ή σε ομάδα σταθμών. Χρησιμοποιείται για συναγερμούς κινδύνου στις συμβατικές επικοινωνίες.

Η ψηφιακή επιλογική κλήση (DSC) αποτελεί τη βάση για το συναγερμό κινδύνου και την κλήση επείγοντος και ασφάλειας. Οι παράκτιοι σταθμοί που τηρούν φυλακή ακρόασης στα βραχεία για τον κίνδυνο και την ασφάλεια όταν χρειαστεί, κάνουν επιλογή από τις πέντε διαθέσιμες ζώνες συχνοτήτων (4, 6, 8, 12, 16 MHz), προκειμένου να αναμεταδώσουν ένα συναγερμό κινδύνου. Η επιλογή εξαρτάται από το στίγμα του κινδυνεύοντος πλοίου, τη γεωγραφική περιοχή στην οποία απευθύνεται ο συναγερμός κινδύνου και άλλα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την αναμετάδοση. Οι επικοινωνίες κινδύνου και ασφάλειας που ακολουθούν μετά από μια κλήση DSC θα διεξάγονται με χρήση ραδιοτηλεφωνίας ή με χρήση ραδιοηλετυπίας (NBDP) ή και τα δύο.



2.2.3 Σύστημα DSC

## 2.2.4. Το Σύστημα NAVTEX

Ο **NAVTEX** είναι ένα σύστημα πληροφοριών για τη **μετάδοση MSI** (Πληροφοριών Ναυτικής Ασφάλειας, που είναι προειδοποιήσεις πλεύσης και καιρού, μετεωρολογικές προβλέψεις και άλλα επείγοντα μηνύματα σχετικά με την ασφάλεια) και την αυτόματη λήψη MSI με την τηλεγραφία στενής ζώνης με απευθείας εκτύπωση.

Οι εκπομπές της NAVTEX γίνονται και στέλνονται από πομπούς (Radio Telex) στους CRS (Παράκτιους Ραδιοσταθμούς) στα:

- 518 kHz MF (μεσαία συχνότητα) - οι MSI μεταδίδονται στα Αγγλικά - είναι διεθνώς γνωστές σαν NAVTEX, ή και
- 490 kHz MF - MSI ή και άλλες τοπικές πληροφορίες μεταδίδονται πρώτα στην τοπική γλώσσα για τα μικρά σκάφη- λέγεται εθνικό NAVTEX, ή και
- 4209,5 kHz HF (υψηλή συχνότητα) - χρησιμοποιείται στις τροπικές περιοχές όπου η λήψη MF μπορεί να είναι δύσκολη.

Η NAVTEX χρησιμοποιείται για τη μετάδοση MSI σε σκάφη στα παράκτια νερά (περίπου στα 400 NM από έναν CRS). Η περιοχή που καλύπτεται από τη NAVTEX μπορεί να είναι:

- φτιαγμένη για να αποφεύγεται η πιθανότητα αλληλεπίδρασης μεταξύ των πομπών, π.χ. η εμβέλεια του CRS του Οστέντε (Βέλγιο) είναι 50 NM, ή
- αυξημένη για να διασφαλίζει την κάλυψη του σήματος σε όλα τα παράκτια ύδατα, π.χ. η εμβέλεια του CRS των Αζόρων (Πορτογαλία) είναι 640 NM,

απλά ρυθμίζοντας την ισχύ της μετάδοσης, γιατί η εμβέλεια των εκπομπών στο εύρος MF εξαρτάται σημαντικά από την ενέργεια που εκπέμπεται. Η αλληλεπίδραση των πομπών δε μπορεί να αποφευχθεί απλά με τη ρύθμιση της ισχύος εκπομπής τους. Μοιράζονται χρονικά τη συχνότητα. Κάθε CRS έχει ένα 10λεπτο άνοιγμα εκπομπής κάθε τέσσερις ώρες. Αν ο CRS δεχτεί ένα πολύ σημαντικό μήνυμα που χρειάζεται έκτακτη μετάδοση εκτός του προγραμματισμένου χρόνου εκπομπής του σταθμού, μπορούν να γίνουν διευθετήσεις για να διακοπεί η προγραμματισμένη εκπομπή ενός κοντινού CRS διευκολύνοντας την έκτακτη εκπομπή που πρέπει να γίνει χωρίς παρεμβολές.





#### 2.2.4. Δείγμα δέκτη NAVTEX

Τα μηνύματα της NAVTEX που μεταδίδονται μπορούν να ληφθούν από το δέκτη NAVTEX που είναι μια μικρή συσκευή η οποία περιλαμβάνει:

- έναν ραδιοδέκτη συντονισμένο στις συχνότητες της NAVTEX (μπορεί να είναι δέκτης μονών ή διπλών συχνοτήτων -οι δεύτεροι μπορούν να δεχτούν μηνύματα σε συχνότητες 518 kHz και 490 kHz χωρίς το συντονισμό του δέκτη),
- έναν επεξεργαστή σήματος,
- ένα μικρό πληκτρολόγιο (για τη ρύθμιση και τη λειτουργία του δέκτη NAVTEX),
- μια οθόνη ή και μια συνεχόμενη τροφοδοσία χαρτιού (για την εμφάνιση ή εκτύπωση των ληφθέντων MSI),
- μια μνήμη για την αποθήκευση των ληφθέντων μηνυμάτων και
- ένα σύστημα κεραίας.

#### Προδιαγραφές της σύμβασης SOLAS

Τα σκάφη της SOLAS πρέπει να μεταφέρουν δέκτες διπλών συχνοτήτων αν απαιτείται λήψη στα 490 kHz, γιατί πρέπει να διατηρείται συνεχώς η δυνατότητα λήψης μηνυμάτων στα 518 kHz, ή πρέπει να μεταφέρουν δύο δέκτες μονής συχνότητας που να συντονίζονται σε διαφορετικές συχνότητες. Ένας δέκτης πρέπει να περιλαμβάνει (για την εμφάνιση ή την εκτύπωση των ληφθέντων MSI):

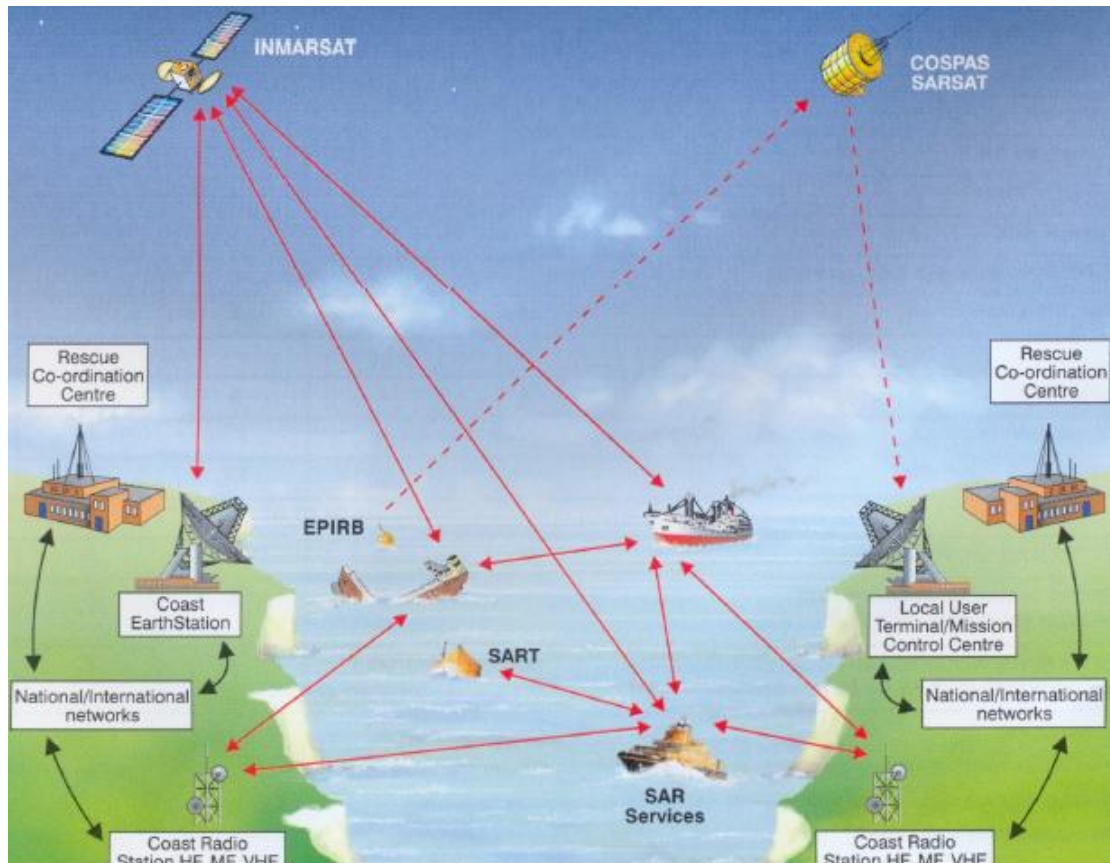
- μια ενσωματωμένη συσκευή εκτύπωσης, ή
- μια συγκεκριμένη συσκευή εμφάνισης και έξοδο για εκτυπωτή, ή
- μια σύνδεση σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα πλοήγησης.

Ένα σκάφος που δεν ανήκει στη SOLAS, μπορεί να έχει ένα δέκτη μονής συχνότητας. Ο χρήστης μπορεί να περάσει στη συχνότητα 490 kHz για να δεχτεί ένα μήνυμα (σε προγραμματισμένη ώρα εκπομπής) και μετά να επιστρέψει στα 518 kHz όταν ληφθεί το μήνυμα.

## 2.2.5. Το Σύστημα EGC

Με την τεχνική της ομαδικής κλήσης **EGC (Enhanced Group Calling)**, οι πληροφορίες μεταδίδονται από την ξηρά προς τα πλοία, με:

- Επιλογή πλοίων που ανήκουν σε συγκεκριμένη σημαία, ανεξάρτητα από την περιοχή που βρίσκονται (υπηρεσία Fleet-Net)
- Επιλογή πλοίων που βρίσκονται σε συγκεκριμένη γεωγραφική



2.2.5.α. Το σύστημα EGC

Η EGC, ενισχυμένη ομαδική κλήση μεταδίδεται μέσω του συστήματος του Inmarsat C. Τα μηνύματα που εκπέμπονται μέσω αυτού του συστήματος είναι τα μηνύματα FleetNET ή SafetyNET.

Τα μηνύματα SafetyNET χρησιμοποιούνται για την εκπομπή MSI σε περιοχές εκτός εμβέλειας των σταθμών NAVTEX εντός της κάλυψης των δορυφόρων Inmarsat.

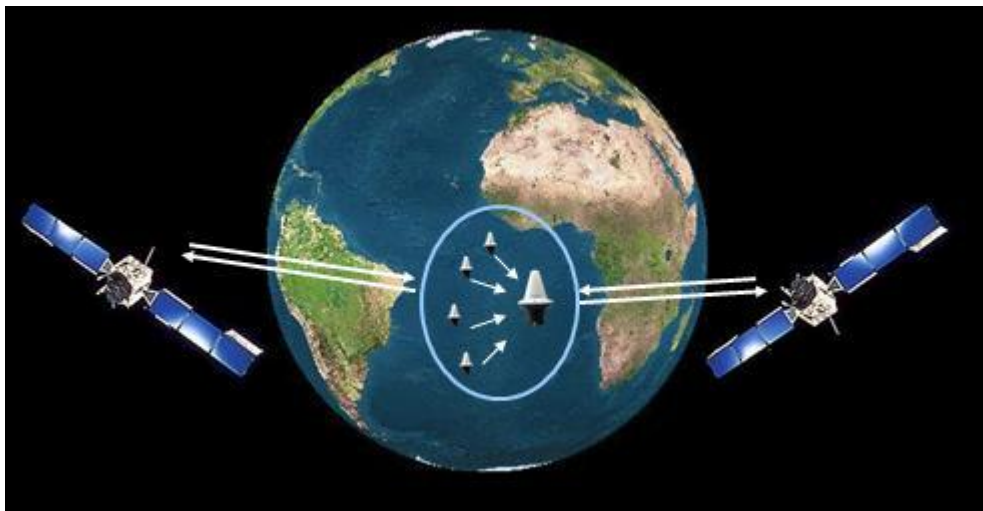
Κάθε πλοίο που ταξιδεύει εντός της περιοχής κάλυψης ενός συγκεκριμένου δορυφόρου είναι ικανό να λαμβάνει όλα τα μηνύματα που απευθύνονται σ' αυτό μέσω του διαύλου EGC. Σχεδιάζονται επίσης εφεδρικοί δίαυλοι, οι οποίοι θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τη λειτουργία προσθέτων δορυφόρων που θα εισαχθούν στην υπηρεσία. Η φέρουσα που μεταδίδεται από ένα δορυφόρο μιας συγκεκριμένης ωκεάνιας περιοχής, έχει υψηλότερη ακτινοβολούμενη ιστροπική ισχύ (EIRP) απ' αυτήν που απαιτείται για έναν τύπο Inmarsat-B ΕΚΣ. Αυτό σημαίνει ότι θα καταστήσει το σήμα ικανό να καταγραφεί από κάθε τύπο των ΕΚΣ, που διαθέτει ένα μικρό μόνο Δέκτη

Επίγειου Σταθμού Πλοίου (ΔΕΣΠ–ROSES), ο οποίος θα μπορούσε να εκχωρηθεί αποκλειστικά για λήψη μηνυμάτων EGC.

Σε ότι αφορά σε άλλους διαύλους εκπομπής του INMARSAT, η λήψη αυτών των δορυφορικών φερουσών δεν θα επηρεάζεται από το στίγμα του πλοίου, σε οποιοδήποτε σημείο και αν βρίσκεται εντός της περιοχής καλύψεως της κάθε ωκεάνιας περιοχής, τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, την εποχή ή την ώρα της ημέρας.

Για λόγους Ναυτικών Πληροφοριών Ασφάλειας (MSI), οι κλήσεις μπορούν να γίνουν κατά γεωγραφικές περιοχές. Οι πληροφορίες θα λαμβάνονται από εκείνα τα πλοία, των οποίων οι δέκτες έχουν ρυθμισθεί και συντονισθεί, προκειμένου να δέχονται μηνύματα ορισμένης περιοχής ή πλοίων που βρίσκονται σ' αυτές τις γεωγραφικές περιοχές. Η λήψη ορισμένων τύπων μηνυμάτων, όπως συναγερμοί κινδύνου, ναυσιπλοϊκές και μετεωρολογικές αγγελίες είναι υποχρεωτική και δεν είναι δυνατόν να απορριφθούν από τους δέκτες ή τους χειριστές τους. Στην περίπτωση αγγελιών NAVAREA, τα πλοία θα επιλέγουν εκείνες τις περιοχές, για τις οποίες υπάρχει ενδιαφέρον να λαμβάνουν τέτοια μηνύματα.

Όλα τα πλοία που βρίσκονται εντός της θαλάσσιας ωκεάνιας περιοχής του Ατλαντικού που καλύπτεται από τον αντίστοιχο δορυφόρο, μπορούν να αποδεχθούν ή όχι τη λήψη ενός τέτοιου μηνύματος. Τα μηνύματα EGC εκπέμπονται από τους ΕΣΞ σύμφωνα με την προτεραιότητά τους. Τέτοια μηνύματα είναι π.χ. μηνύματα κινδύνου, επείγοντος, ασφάλειας, ρουτίνας και εμπορικής ανταποκρίσεως. Τα μηνύματα EGC λαμβάνονται μέσω μιας συσκευής, η οποία λειτουργεί είτε αυτόνομα, είτε αφού τοποθετηθεί στο τερματικό Inmarsat-C/B είτε ως εσώκλειστο χαρακτηριστικό όλων των μελλοντικών ΕΚΣ.



2.2.5.β. Λειτουργία EGC

## 2.2.6 Φορητός Ραδιοφάρος Ενδείξεως Θέσεως Κινδύνου (EPIRB)

Ο **EPIRB** είναι ένας **Θεσιδεικτικός Ραδιοφάρος Έκτακτης Ανάγκης** που χρησιμοποιείται σαν σύστημα κινδύνου και ενημερώνει τις αρχές της SAR για την ταυτότητα και τη θέση ενός ατόμου ή σκάφους που βρίσκεται σε σοβαρό και επικείμενο κίνδυνο και απαιτεί άμεση βοήθεια.



2.2.6.α. Ραδιοφάρος

### Υποχρεωτική εγγραφή

Κάθε EPIRB είναι προγραμματισμένος με μια μοναδική ταυτότητα πριν φτάσει στον πελάτη. Αυτό γίνεται από τον κατασκευαστή ή, σε μερικές περιπτώσεις, από τον διανομέα. Η ταυτότητα περιλαμβάνει έναν τριψήφιο κωδικό χώρας. Αυτή είναι η χώρα που είναι υπεύθυνη να τηρεί τα στοιχεία εγγραφής του EPIRB. Στις περισσότερες περιπτώσεις τη σημαία αυτής της χώρας φέρει το σκάφος. Η χώρα που προγραμματίζεται στον EPIRB μπορεί να βρεθεί από την ετικέτα ταυτότητας που φέρει όλα τα απαραίτητα σημάδια εκτός από το όνομα του πλοίου. Ο πελάτης πρέπει να γράψει τον EPIRB του στις κατάλληλες αρχές εκείνης της χώρας. Το μόνο που πρέπει να κάνει είναι να συμπληρώσει ένα έντυπο, μπορεί να το στείλει με φαξ ή ταχυδρομείο και να περιμένει επιβεβαίωση.



### 2.2.6.β. Παράδειγμα ετικέτας ταυτότητας EPIRB

Οι EPIRB δεν πρέπει να μεταφέρονται από σκάφος σε σκάφος χωρίς να ενημερώνεται η αρμόδια αρχή νηολόγησης.

## Εξαρτήματα του EPIRB

Τα βασικά εξαρτήματα ενός EPIRB είναι:

- Η κεραία. Πρέπει να είναι σχεδόν κατακόρυφη όταν λειτουργεί (εκπέμπει),
- Θαλάσσιος διακόπτης. Ενεργοποιεί αυτόματα τον EPIRB όταν βυθίζεται στο νερό,
- Διακόπτης ενεργοποίησης. Επιτρέπει τη χειροκίνητη ενεργοποίηση του EPIRB,
- Δοκιμαστικό κουμπί. Επιτρέπει στο χρήστη να πραγματοποιεί δοκιμές για να εξασφαλίζει την ετοιμότητα του EPIRB,
- Αναδέτης. Το κορδόνι που χρησιμοποιείται για να δεθεί ο EPIRB σε μια σωσίβια λέμβο,
- Στοβοσκοπικό φως. Όταν ενεργοποιείται ο EPIRB αναβοσβήνει και προσφέρει **οπτική βοήθεια** στη μονάδα SAR,
- LED και συσκευή παραγωγής ήχου. Χρησιμοποιούνται για να δείξουν σε ποια λειτουργία είναι ο EPIRB και για το αποτέλεσμα των δοκιμών του EPIRB,
- Εσωτερική μπαταρία που κρατάει τουλάχιστον 48 ώρες (εκπέμποντας),
- Σύστημα εντοπισμού θέσης GPS στα περισσότερα αλλά όχι σε όλα τα μοντέλα. Επιτρέπει στις επιχειρήσεις SAR να ξεκινήσουν άμεσα.

Οι EPIRB μπορούν να είναι φορητοί και να ενεργοποιούνται χειροκίνητα ή πρέπει να μπορούν να ενεργοποιούνται αυτόματα χωρίς οποιαδήποτε παρέμβαση του χειριστή.

## **EPIRB που ενεργοποιούνται χειροκίνητα**

Οι EPIRB που ενεργοποιούνται χειροκίνητα είναι κατάλληλοι για τα σκάφη αναψυχής, π.χ. ιστιοπλοϊκά ή μικρά αλιευτικά σκάφη. Συνήθως έχουν ένα διάφραγμα στήριξης, αλλά μπορούν να μείνουν και χωρίς στήριξη. Έχουν επίσης ένα κολάρο "ασφαλούς μεταφοράς" που απενεργοποιεί τον θαλάσσιο διακόπτη των EPIRB για να μην ενεργοποιούνται από την υγρασία.



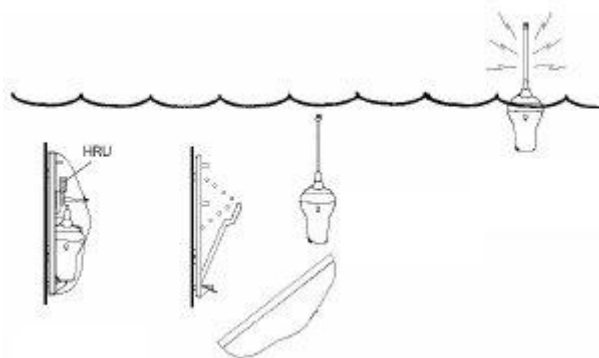
*2.2.6.γ. Ένας EPIRB σε αφαιρούμενο κολάρο "ασφαλούς μεταφοράς". Το βέλος δείχνει το μαγνήτη στο αφαιρούμενο κολάρο που απενεργοποιεί τον θαλάσσιο διακόπτη*

## **EPIRB που ενεργοποιούνται αυτόματα**

Οι EPIRB που ενεργοποιούνται αυτόματα πρέπει να χρησιμοποιούνται στα σκάφη της SOLAS, π.χ. επιβατηγά κρουαζιερόπλοια, φορτηγίδες ή πετρελαιοφόρα. Διαθέτουν ένα πλαστικό περίβλημα μέσα στο οποίο απενεργοποιείται ο θαλάσσιος διακόπτης του EPIRB. Το πλαστικό περίβλημα έχει έναν μοχλό με έλασμα ο οποίος πιέζει αυτόματα το καπάκι του περιβλήματος και ελευθερώνει τον EPIRB αν βυθιστεί το σκάφος. Αυτή η αυτόματη εκτίναξη ελέγχεται από μια συσκευή που λέγεται HRU (Υδροστατικός Μηχανισμός Ελευθέρωσης) ο οποίος θα ελευθερώσει αυτόματα τον EPIRB μόλις φτάσει σε βάθος 4-5 μέτρων. Μόλις ανέβει στην επιφάνεια θα μπορέσει να ενεργοποιηθεί από τον θαλάσσιο διακόπτη.



2.2.6.δ Ένα παράδειγμα HRU πάνω στη βάση του περιβλήματος (κάτω από το μοχλό και τον HRU φαίνεται καθαρά το συμπιεσμένο έλασμα)



2.2.6.ε. Διαδικασία αυτόματης ελευθέρωσης EPIRB

## Τι συμβαίνει όταν ενεργοποιείται ένας EPIRB

Όταν ενεργοποιείται ένας EPIRB σε μια κατάσταση κινδύνου αρχίζει να εκπέμπει ραδιοσήματα που περιλαμβάνουν και την ταυτότητά του. Τα ραδιοσήματα ανιχνεύονται και επεξεργάζονται από δορυφόρους που αναμεταδίδουν το μήνυμα με τον αριθμό της ταυτότητας και τη θέση στο κοντινότερο MRCC (Κέντρο Συντονισμού Θαλάσσιας Διάσωσης). Το MRCC στη συνέχεια θα αποκωδικοποιήσει τον κωδικό της χώρας από το μήνυμα. Μετά θα ερευνήσει τη βάση δεδομένων της χώρας και θα βρει στοιχεία για το σκάφος στο οποίο ανήκει ο EPIRB, ο ραδιοεξοπλισμός του και με ποιον πρέπει να επικοινωνήσει. Αν δε βρεθούν αυτές οι πληροφορίες, μπορεί να επιβραδυνθεί η διαδικασία διάσωσης. Τότε ξεκινά η επιχείρηση SAR. Συμμετέχουν σκάφη, ελικόπτερα και αεροπλάνα που αναζητούν τον EPIRB βάσει του ραδιοσήματός του με μηχανήματα εντοπισμού κατεύθυνσης.

## Φόρτωση EPIRB

Το διάφραγμα στήριξης ενός EPIRB που ενεργοποιείται χειροκίνητα κανονικά πρέπει να βρίσκεται σε κοινή θέα κοντά στην έξοδο κινδύνου.

Το περίβλημα ενός EPIRB που ενεργοποιείται αυτόματα κανονικά πρέπει να βρίσκεται σε ένα ανοιχτό σημείο του πλοίου, π.χ. στο πλάι της γέφυρας ή στο χώρο πάνω από τη γέφυρα, γιατί είναι σημαντικό να επιλεγθεί μια θέση όπου ο EPIRB δεν θα εμποδιστεί κατά την ελευθέρωσή του από υπόστεγα, σκοινιά, κεραίες κλπ σε περίπτωση βύθισης του σκάφους.

Κατά την επιλογή της κατάλληλης θέσης πρέπει να λάβετε υπόψη σας τα εξής:

- Εύκολη πρόσβαση σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.
- Τοποθέτηση τουλάχιστον ένα μέτρο μακριά από οποιαδήποτε πυξίδα.
- Τοποθέτηση τουλάχιστον δύο μέτρα μακριά από οποιαδήποτε κεραία ραντάρ.
- Αποφύγετε την άμεση επαφή με τα κύματα.
- Αποφύγετε θέσεις με ανεπαρκή χώρο για την εκτόξευση του καπακιού και τη συντήρηση.

Ο EPIRB συνήθως περιλαμβάνει μια αυτοκόλλητη πινακίδα οδηγιών που πρέπει να τοποθετείται δίπλα στον EPIRB ώστε να είναι ευδιάκριτη σε περίπτωση κινδύνου.





2.2.6.στ. Παράδειγμα πινακίδας οδηγιών

Η πινακίδα οδηγιών ασφαλείας του EPIRB από τον IMO μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δείξει τη θέση του EPIRB.



2.2.6.ζ. Πινακίδα ασφαλείας του EPIRB από τον IMO

## Προδιαγραφές της σύμβασης SOLAS

Τα σκάφη της SOLAS πρέπει να μεταφέρουν έναν EPIRB COSPAS-SARSAT που να λειτουργεί στα 406 MHz και στα 121,5 MHz. Τα ραδιοσήματα των 406 MHz χρησιμοποιούνται για λόγους **εντοπισμού**, για την εύρεση των θυμάτων (αυτό εξηγείται λεπτομερώς στο επόμενο κεφάλαιο), ενώ τα ραδιοσήματα των 121,5 MHz χρησιμοποιούνται για λόγους **καθοδήγησης** από τα σκάφη, ελικόπτερα και αεροπλάνα SAR που συμμετέχουν στην επιχείρηση SAR και τα οποία προσπαθούν να βρουν τον EPIRB με μηχανήματα εντοπισμού κατεύθυνσης.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές αποτελεσματικότητας της σύμβασης SOLAS, οι EPIRB έχουν μια μπαταρία με δυνατότητα λειτουργίας 48 ωρών (χρόνος εκπομπής).

### **Βασικά χαρακτηριστικά λειτουργίας VHF DSC EPIRB στο δίαυλο 70.**

Το VHF EPIRB είναι ένα συμβατό σύστημα επικοινωνίας και προτείνεται για χρήση από πλοία που ταξιδεύουν στη θαλάσσια περιοχή A1. Λειτουργεί εκπέμποντας ένα κωδικοποιημένο συναγερμό κινδύνου με την τεχνική της ψηφιακής επιλογικής κλήσεως (DSC) στη συχνότητα των 156,525 MHz ή όπως είναι γνωστό στο δίαυλο 70. Η ένδειξη της φύσεως του κινδύνου θα πρέπει να είναι μια εκπομπή EPIRB.

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του κινδυνεύοντος και η ώρα δεν είναι απαραίτητο να περιλαμβάνονται σε ένα μήνυμα κινδύνου DSC. Στα VHF DSC EPIRB, ενσωματώνεται ένας αναμεταδότης ραντάρ των 9 GHz με στόχο να παρέχουν σήματα εντοπισμού. Η διάρκεια λειτουργίας του VHF DSC EPIRB με συσσωρευτές πρέπει να είναι 48 ώρες τουλάχιστον.

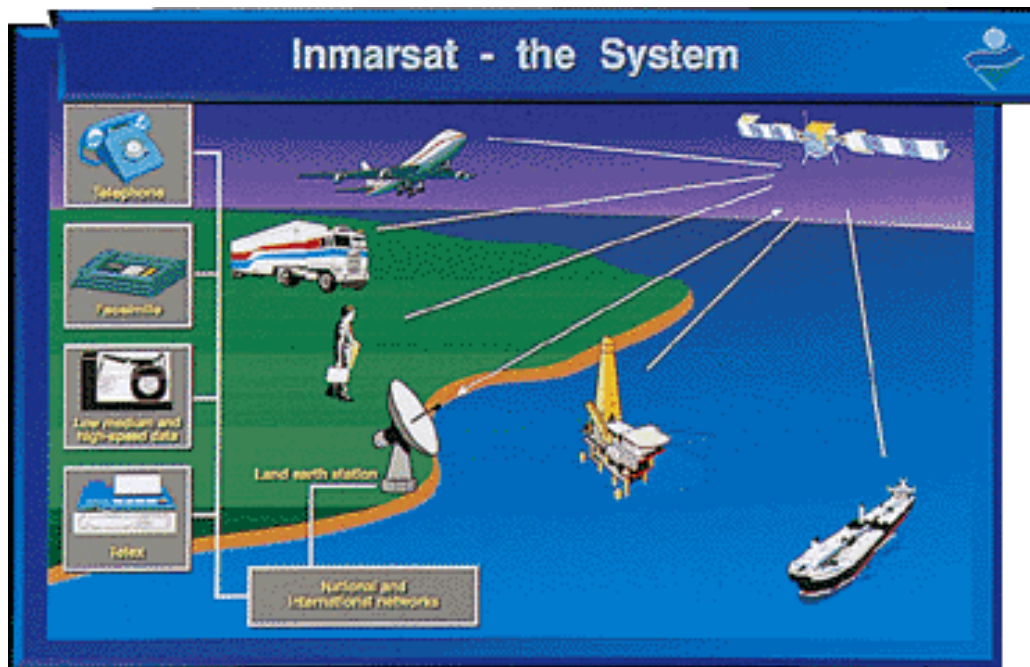


2.2.6.η. VHF EPIRB

## Εγγραφή ραδιοφάρων INMARSAT.

Ο σκοπός της εγγραφής των ραδιοφάρων του INMARSAT στο αντίστοιχο τμήμα του συστήματος, είναι η ταχεία παροχή βοήθειας σε άτομα που κινδυνεύουν. Αυτό εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των πληροφοριών που παρέχουν τα εγγεγραμμένα EPIRB. Οι πληροφορίες επίσης διευκολύνουν τα ΚΣΕΔ να πιστοποιούν την ταυτότητα των ραδιοφάρων, να εκτιμούν ένα περιστατικό κινδύνου και να ελέγχουν τους ψευδείς συναγερμούς κινδύνου του συστήματος.

Ο τύπος της αιτήσεως για εγγραφή παρέχεται από τις αρμόδιες Αρχές της κάθε χώρας και υποβάλλεται στην αγγλική γλώσσα με όλες τις πληροφορίες που έχουν σχέση με λεπτομερή στοιχεία των ραδιοφάρων, του πλοίου, του πιστοποιητικού ασφάλειας ραδιοεπικοινωνιών, της λειτουργίας των EPIRB και των λοιπών στοιχείων τους. Έπειτα, καταχωρίζονται σε τράπεζες πληροφοριών των ΚΣΕΔ και εφεδρικά στο σύστημα του Inmarsat. Μετά τη διασταύρωση των στοιχείων και τον έλεγχο των πληροφοριών, το τμήμα εγγραφής του Inmarsat εκδίδει ένα Πιστοποιητικό, το οποίο πιστοποιεί την πρόσβαση του ραδιοφάρου στο σύστημα Inmarsat και αποτελεί το επιστέγασμα της διαδικασίας εγγραφής του. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται αν ο ραδιοφάρος μεταφέρεται σε άλλο πλοίο ή απομακρύνεται απ' αυτό, για οποιοδήποτε λόγο, και στη συνέχεια επανατοποθετείται.



2.2.6.θ. Εγγραφή Ραδιοφάρων Inmarsat

## **Διαδικασίες δοκιμαστικής λειτουργίας των EPIRB.**

Η δοκιμαστική λειτουργία τους πρέπει να διενεργείται σε τακτά χρονικά διαστήματα, όπως καθορίζονται κάθε φορά από τον IMO και οι ενέργειες που γίνονται είναι οι εξής:

- α) Πιέζουμε και απελευθερώνουμε το πλήκτρο δοκιμής (test button).*
- β) Με το πάτημα και την απελευθέρωση του πλήκτρου, το στροβοσκοπικό φως και το κόκκινο φωτάκι θα πρέπει να ανάψουν μια φορά.*
- γ) Εντός 30 sec το στροβοσκοπικό φως και το κόκκινο φωτάκι θα πρέπει να αναβοσβήσουν μερικές φορές.*
- δ) Μετά από την παρέλευση των 60 sec το EPIRB απενεργοποιείται.*

Σύμφωνα με τις τελευταίες απαιτήσεις συντηρήσεως τα δορυφορικά EPIRB πρέπει να υφίστανται κάθε έτος δοκιμή σε ό,τι αφορά στη λειτουργική τους επάρκεια και τον έλεγχο εκπομπής στις συχνότητες λειτουργίας τους. Επίσης θα πρέπει να γίνεται κωδικοποίηση και καταγραφή σε χρονικά διαστήματα, όπως αναφέρονται παρακάτω:

- α) Σε επιβατηγά πλοία εντός 3 μηνών πριν από την ημερομηνία λήξεως του Πιστοποιητικού Ασφάλειας Επιβατηγού Πλοίου.*
- β) Σε φορτηγά πλοία εντός 3 μηνών πριν από την ημερομηνία λήξεως ή 3 μήνες πριν ή μετά από την ημερομηνία εκδόσεως του Πιστοποιητικού Ασφάλειας Ραδιοεπικοινωνίας Φορτηγού Πλοίου.*

Η δοκιμή πρέπει να διεξάγεται επί του πλοίου ή σε εγκεκριμένο σταθμό δοκιμής ενώ συντήρησή του πρέπει να γίνεται κάθε 5 έτη και θα πρέπει να εκτελείται σε εγκεκριμένη εγκατάσταση στην ξηρά.

## **Ψευδείς συναγερμοί των EPIRB.**

Αν ένα EPIRB ενεργοποιηθεί κατά λάθος, τότε λέμε ότι εκπέμπεται ένας ψευδής συναγερμός. Σ' αυτήν την περίπτωση ο πλησιέστερος ΕΣΞ ή ένας κατάλληλος ΕΣΞ ή ένα ΚΣΕΔ πρέπει να ειδοποιηθεί άμεσα για την ακύρωσή του. Λεπτομέρειες για τα ΚΣΕΔ υπάρχουν στον κατάλογο των Παρακτίων Σταθμών της ITU και σε διάφορες άλλες δημοσιεύσεις των κρατικών διοικήσεων σε εθνικό επίπεδο.

### 2.2.7. Αναμεταδότης Ραντάρ (*Search and Rescue Transponder-SART*)

Ο SART (Αναμεταδότης [Ραντάρ] Έρευνας και Διάσωσης) είναι μια φορητή συσκευή που χρησιμοποιείται σαν συμπληρωματικό σύστημα κινδύνου. Το SART βοηθά κάθε πλοίο, αεροπλάνο και ελικόπτερο της περιοχής να εντοπίζει εύκολα τους επιζώντες με τη χρήση του συστήματος ραντάρ τους.

Ο SART μεταφέρεται στη σωσίβια λέμβο όταν εγκαταλείπεται το πλοίο σε κατάσταση κινδύνου. Πρέπει να τοποθετηθεί σε ύψος τουλάχιστον ενός μέτρου πάνω από το επίπεδο της θάλασσας και να ενεργοποιηθεί στη λειτουργία Αναμονής (Standby). Έτσι ο SART θα μπορέσει να απαντήσει σε εκπομπές πλοίων, ελικοπτέρων και αεροπλάνων που συμμετέχουν στην επιχείρηση SAR. Ο SART θα δώσει μια φωτεινή ένδειξη (εξαρτάται από το μοντέλο SART) στους επιζώντες της λέμβου.



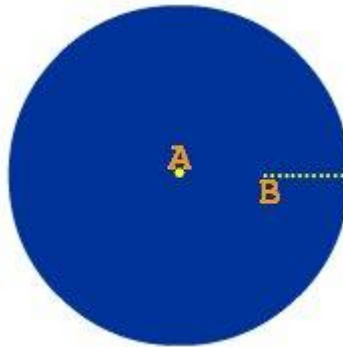
2.2.7.α. Αναμεταδότες [Ραντάρ]

Όταν το ραντάρ ραδιοσυχνότητας X (9.2 - 9.5 GHz) των πλοίων, ελικοπτέρων, αεροπλάνων πλέει ή πετάει εντός της ζώνης κινδύνου ή στην οποία εκτελείται επιχείρηση SAR και εντοπιστεί από τον SART εισέρχεται σε λειτουργία Αναμετάδοσης. Ο SART θα δώσει ακουστική και ορατή προειδοποίηση (εξαρτάται από το μοντέλο SART) στους επιζώντες της σωσίβιας λέμβου.

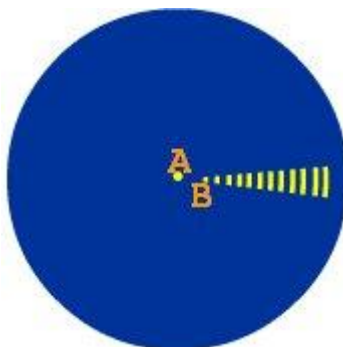
Η ανταπόκριση του SART λαμβάνεται από το ραντάρ ραδιοσυχνοτήτων X των πλοίων, ελικοπτέρων και αεροπλάνων και μοιάζει με μια γραμμή 12 τελείων, τόξων ή κύκλων με ίση απόσταση μεταξύ τους (χαρακτηριστικό μοντίβο "κινδύνου") σε μια γραμμή από τη θέση του πλοίου, του ελικοπτέρου, του αεροπλάνου με την κοντινότερη γραμμή να υποδεικνύει τη θέση του SART.



2.2.7.β. Το χαρακτηριστικό μοτίβο "κινδύνου" που σχηματίζεται από έναν SART σε μια οθόνη ραντάρ ραδιοσυχνότητων X το μοτίβο που σχηματίζεται από τον SART στην οθόνη του ραντάρ εξαρτάται από την απόσταση ανάμεσα στο SART (θέση B) και στο πλοίο, ελικόπτερο, αεροπλάνο (θέση A).



2.2.7.γ. Όταν το πλοίο, απέχει περισσότερο από 1 ν.μ. από το SART εμφανίζεται μια σειρά 12 τελείων.



2.2.7.δ. Καθώς το πλοίο, πλησιάζει στο 1 ν.μ. του SART οι τελείες αρχίζουν να γίνονται τόξα.



2.2.7.ε. Όταν το πλοίο, φτάσει στη θέση του SART τα τόξα αρχίζουν να γίνονται κύκλοι.

<p>α. η αρχική ένδειξη του ραντάρ είναι μια ευθεία γραμμή με 12 στιγμές στη διόπτυση του ναυαγίου (090°)</p>	<p>β. όταν η απόσταση από το ναυάγιο ελαττωθεί στο 1 ν.μ., η ένδειξη μετατρέπεται από ευθεία σε ομόκεντρα τόξα</p>	<p>γ. όταν η απόσταση από το ναυάγιο ελαττωθεί περισσότερο, η ένδειξη μετατρέπεται σε ομόκεντρους κύκλους</p>

2.2.7.στ. Ενδείξεις





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΕΛΕΓΧΟΣ & ΑΣΦΑΛΕΙΑ

#### 3.1 Έλεγχος και Ασφάλεια

##### 3.1.1 Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου Πλοίου

Το κεντρικό σύστημα ελέγχου (Machinery Centralized Control & Monitoring System) παρέχει την δυνατότητα ελέγχου και παρακολούθησης των συστημάτων του πλοίου που είναι με αυτό διασυνδεδεμένα.

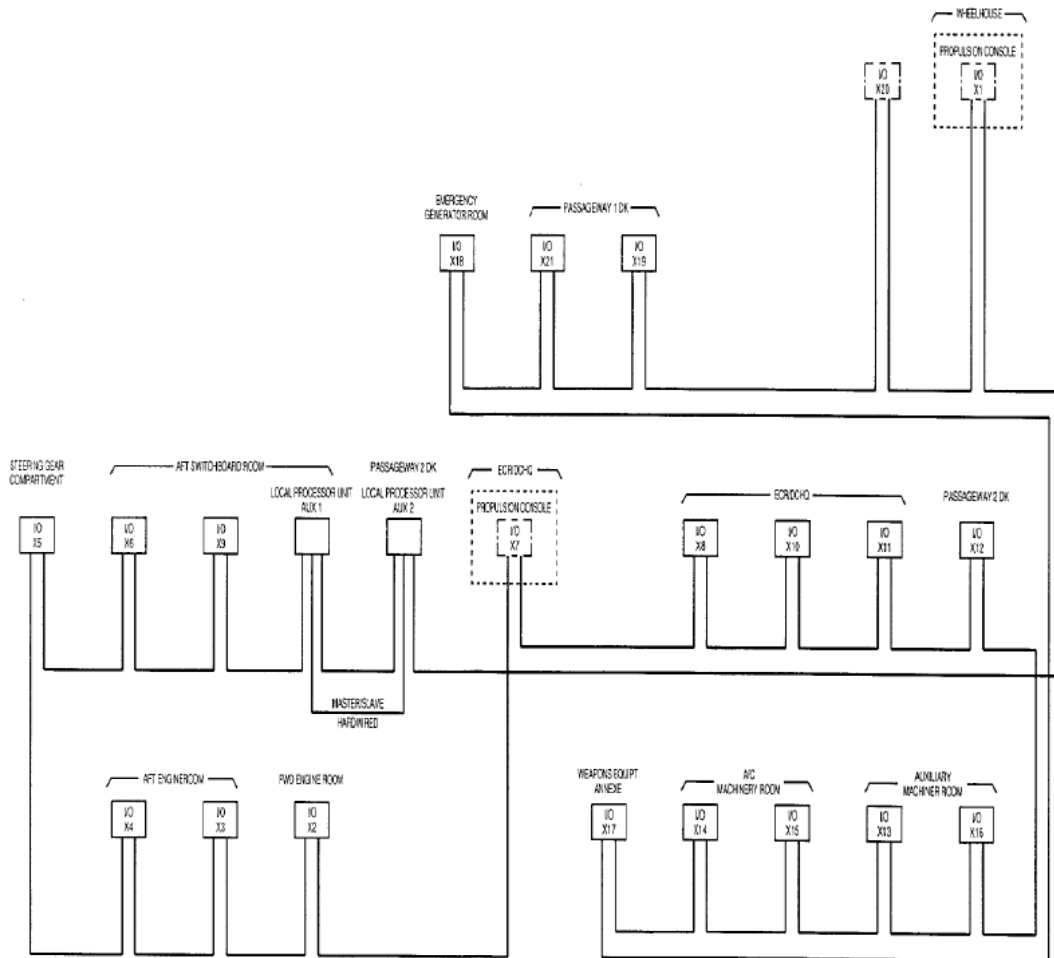
*Διακρίνουμε τα παρακάτω επίπεδα:*

- α) Διασύνδεσης και ομαδοποίησης των σημάτων*
- β) Μεταφοράς και διαχείρισης των σημάτων*
- γ) Επεξεργασίας και οπτικοποίησης των σημάτων*



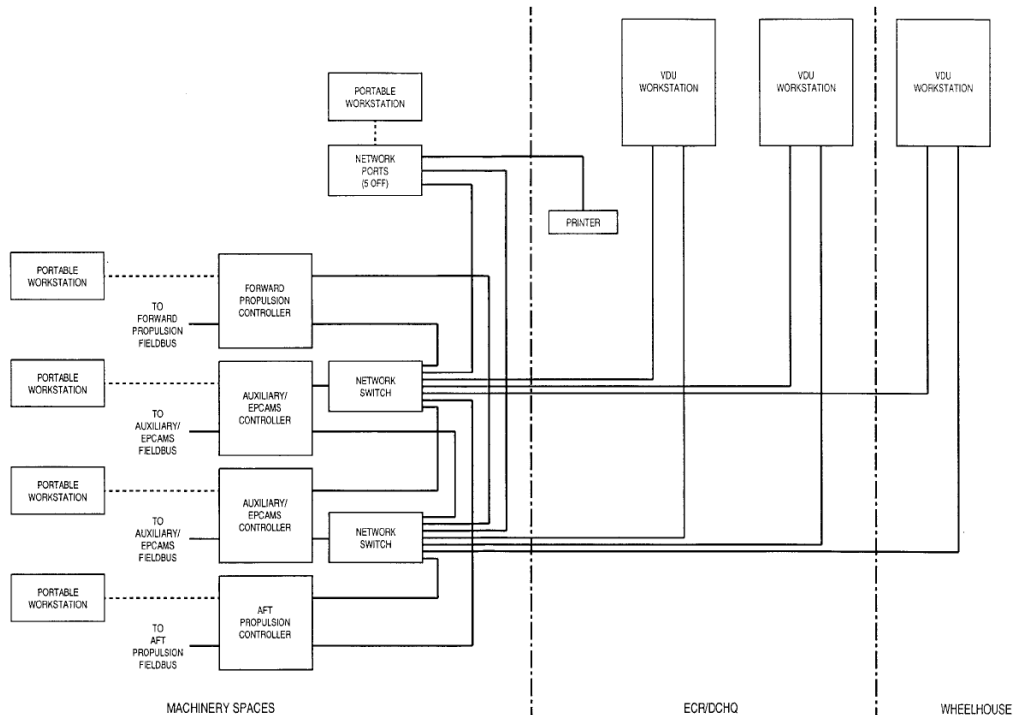
3.1.α. Κεντρικό σύστημα ελέγχου σε 3D

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



### 3.1.β. Λειτουργία I/O BOX

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



### 3.1.γ. Λειτουργία I/O BOX

Τέλος οι σταθμοί εργασίας που βρίσκονται στην Γέφυρα και στο Κέντρο Ελέγχου γίνεται η οπτικοποίηση όλων των ενδείξεων και μπορεί να εκτελεστεί ο τηλεχειρισμός των μηχανημάτων. Σε αυτούς παρέχεται η δυνατότητα καταγραφής των σφαλμάτων που έχουν εμφανιστεί είτε τήρηση ιστορικού γραφήματος για τη μεταβολή στο χρόνο αναλογικών σημάτων εισόδου.

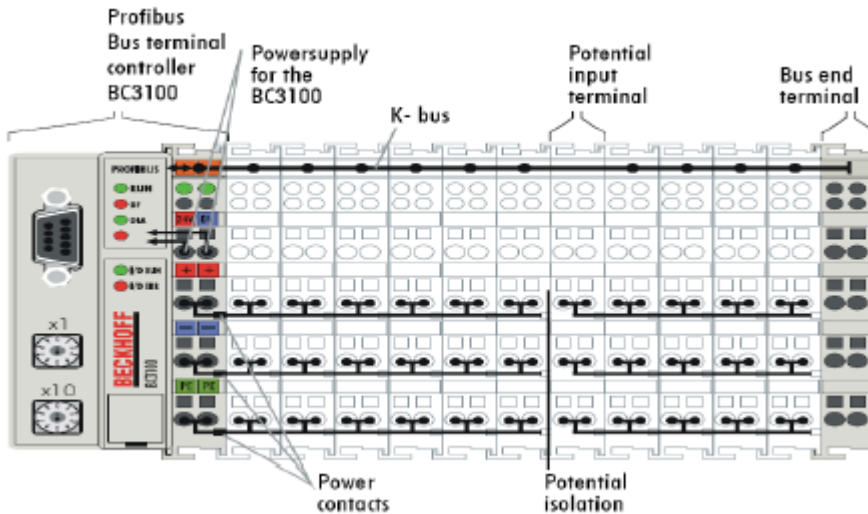
Με το υπάρχον σύστημα επιτυγχάνεται η μη επάνδρωση των μηχανοστασίων και περιορισμό των επισκέψεων σε αυτά από το προσωπικό μόνο για την εκτέλεση περιοδικών ελέγχων ασφαλείας και εργασιών σε μη τηλεχειριζόμενες διαδικασίες. Τελικό αποτέλεσμα η μείωση του προσωπικού που απαιτείται και ταυτόχρονα η διασφάλιση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

### 3.1.2 Τοπικά Συστήματα Ελέγχου (I/O BOX)

Τα τοπικά συστήματα ελέγχου είναι διάσπαρτα σε όλο το πλοίο προκειμένου να μεταφέρονται τα απαραίτητα σήματα προς τα τηλεχειριζόμενα συστήματα και να συλλέγουν τις πληροφορίες από του αισθητήρες. Έχουμε να διαχειριστούμε τέσσερα σήματα:

- α) Ψηφιακά σήματα εισόδου (π.χ. κατάσταση ηλεκτρονόμων σε εκκίνητες ηλεκτρικών κινητήρων, ενεργοποίηση αισθητήρα κυτών)
- β) Αναλογικά σήματα εισόδου (π.χ. αισθητήρας μέτρησης πίεσης στο δίκτυο πυρκαγιάς, θερμοκρασία θαλασσινού νερού, θέση χειριστηρίου ελέγχου στροφών μηχανής)
- γ) Ψηφιακά σήματα εξόδου (π.χ. ενεργοποίηση ηλεκτρονόμων σε εκκίνητες ηλεκτρικών κινητήρων, ενεργοποίηση ηχητικού σήματος)
- δ) Αναλογικά σήματα εξόδου (π.χ. ηλεκτρικό όργανο ένδειξης στροφών μηχανής)

Στις τοπικές μονάδες υπάρχουν οι κάρτες διασύνδεσης (Input/Output Bus Terminal) των σημάτων εισόδου εξόδου και ο τελικός προσαρμογές δικτύου (Bus Terminal Controller). Στις διατάξεις αυτές χρησιμοποιούνται πρότυπα διαύλου επικοινωνίας (Fieldbus) που ικανοποιούν τις εκάστοτε Ευρωπαϊκές Προδιαγραφές.

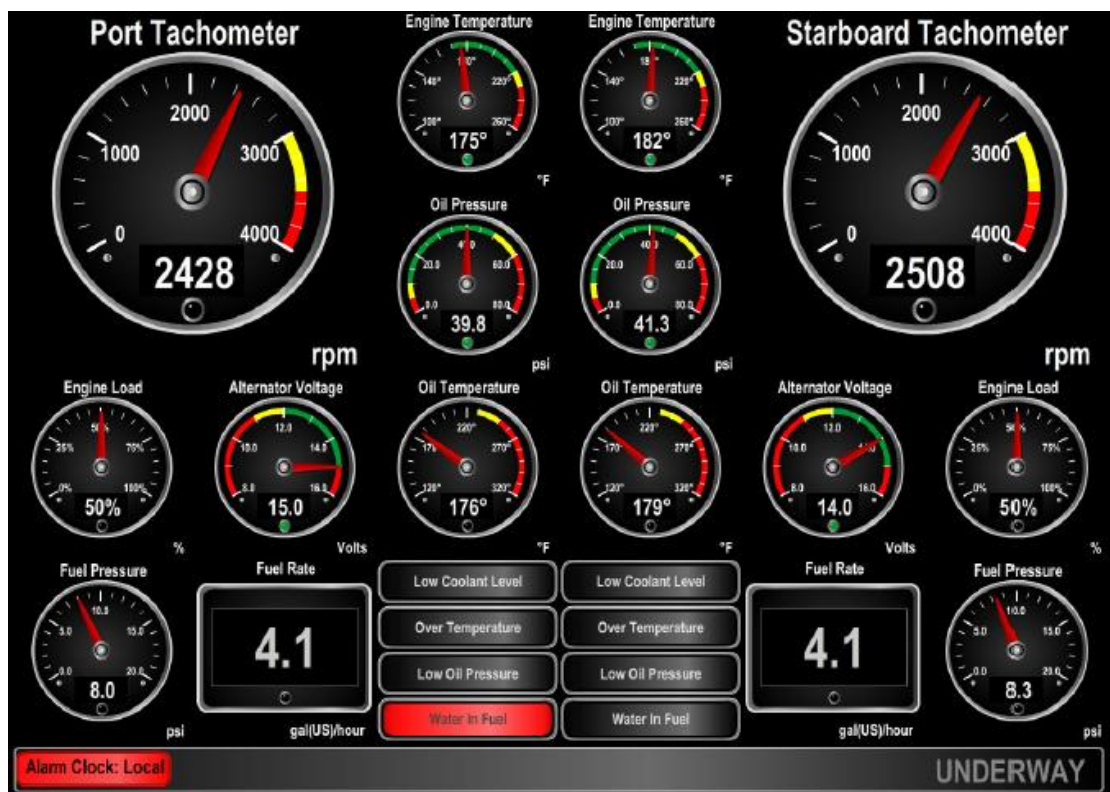


3.1.2.α. Εσωτερική δομή ενός I/O BOX(Profibus)

## Περιβάλλον Οπτικής Απεικόνισης (Man Machine Interface)

Η ιδέα του απομακρυσμένου ελέγχου ήταν η διευκόλυνση του ανθρώπου να ελέγχει από απόσταση μηχανές και σε αυτό το σύστημα μεταξύ της μηχανής και του ανθρώπου εκτός από τις γραμμές μεταφοράς σημάτων, αισθητήρες και επεξεργαστές υπάρχει το τελικό στάδιο της «διεπαφής» των αισθήσεων όρασης και ακοής του ανθρώπου με το σύστημα. Η διεπαφή του ανθρώπου με το μηχάνημα (Man Machine Interface) πραγματοποιείται στους σταθμούς εργασίας όπου η μέθοδος απεικόνισης των παραμέτρων λειτουργίας του συστήματος αποτελεί καθοριστικό παράγοντα προκειμένου να είναι προσφιλές και εύχρηστο στο προσωπικό που το χειρίζεται. Στους σταθμούς εργασίας υπάρχει μια δενδροειδής κατανομή των σελίδων που απεικονίζουν την κατάσταση του συστήματος. Η δομή μπορεί να διαφέρει αλλά συνήθως έχουμε μια σελίδα εισόδου από την οποία ο χειριστής συνδέεται με το σύστημα και ακολουθεί η σελίδα του κυρίως μενού. Στο κυρίως μενού παρουσιάζονται το σύνολο των σελίδων που υπάρχουν διαχωρισμένες σε τέσσερα τμήματα ανάλογα με το είδος του συστήματος που εξυπηρετούν:

- α) Πρόωση (κύριες μηχανές, μειωτήρες και αξονικό σύστημα)*
- β) Παραγωγή και διανομή ηλεκτρικής ισχύος (ηλεκτρομηχανές, γεννήτριες και πίνακες διανομής)*
- γ) Βοηθητικά μηχανήματα (αεροσυμπιεστές, κλιματισμός, αερισμός, δεξαμενές, αντλίες μετάγγισης, πηδάλια, σταθμιστήρες και βιολογικός)*
- δ) Έλεγχος βλαβών (κατάσταση κυτών, πυρανίχνευση, αντλίες πυρκαγιάς και κατάσταση θυρών/ανοιγμάτων)*



3.1.2.β. Σελίδα κυρίως μενού

Ακολουθούν για κάθε ένα σύστημα και η αντίστοιχη σελίδα όπου τηλεμετρούνται οι αισθητήρες του και όπου είναι δυνατό τηλεχειρίζονται οι λειτουργίες. Πέραν των ανωτέρω υπάρχουν και κάποιες σελίδες που δεν εντάσσονται στον παραπάνω διαχωρισμό καθώς αποτελούν σελίδες γενικής υποβοήθησης και αυτές κατατάσσονται σε γενικές κατηγορίες:

**α) Σελίδες συγκέντρωσης και απεικόνισης αναφορών.** Για την απεικόνιση των αναφορών υπάρχει η σελίδα των τρεχόντων αναφορών και η συνολική ιστορική καταγραφή των αναφορών. Εκεί ανάλογα με τον βαθμό εξουσιοδότησης του χειριστή μπορεί να αναγνωρίσει ένα σφάλμα και να εκλέξει την ιστορική διαδοχή των χειρισμών που εκτελέστηκαν

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

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

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

### 3.1.3 Συστήματα Αυτοματοποιημένης Ένδειξης Βλαβών

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

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

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

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

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

Στην παραπάνω γενική θεώρηση ενός συστήματος υπάρχει η περίπτωση που στην θέση του μηχανήματος και των αισθητήρων είναι άλλο υποσύστημα ελέγχου. Αυτού του είδους η δένδροειδής κατασκευή ακολουθείται για την μείωση της πολυπλοκότητας που θα προέκυπτε από την κατασκευή ενός ενιαίου συστήματος λόγω της ασυμβατότητας μεταξύ των υποσυστημάτων που αποτελούν το πλοίο. Παράδειγμα ο τοπικός έλεγχος των μηχανών υλοποιεί τον απομακρυσμένο έλεγχο της μηχανής και του μειωτήρα καθώς επίσης διαθέτει και όλες τις ασφαλιστικές διατάξεις. Αυτός συνδέεται με το κεντρικό σύστημα και μεταφέρει ομαδοποιημένα της πληροφορίες μέσω σειριακής σύνδεσης.

Σε ένα σύστημα ελέγχου αυτού του τύπου οι ενδείξεις των λειτουργικών χαρακτηριστικών από κάθε μηχανήμα είναι αποτέλεσμα:

- άμεσης αναγνώρισης και αναφερόμαστε για όλα τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των οποίων οι ενδείξεις αποστέλλονται από τοπικούς αισθητήρες.
- έμμεσης αναγνώρισης και αφορά κυρίως την ικανότητα του συστήματος να συγκρίνει τα μεγέθη με προκαθορισμένα όρια τιμών και να εκδίδει ενδείξεις σε περίπτωση απόκλισης της λειτουργίας.

Η υλοποίηση της άμεσης αναγνώρισης απαιτεί καλό σχεδιασμό και ισορρόπηση με τεχνοοικονομικά κριτήρια καθώς σε κάθε μηχανήμα υπάρχει πλήθος παραμέτρων που μπορούν να μετρηθούν και οι δυνατότητες που παρέχονται από πλευράς αισθητήρων καθώς και τα είδη που υπάρχουν είναι πολλά. Η άμεση αναγνώριση της λειτουργικής κατάστασης ενός μηχανήματος με χρήση αισθητήρων αφορά την απεικόνιση των φυσικών μεγεθών με αναλογικούς αισθητήρες αλλά και την διάγνωση βλαβών από διακοπτικούς αισθητήρες με καθορισμένα όρια ή λειτουργίες.

Παράδειγμα στην ηλεκτρομηχανή υπάρχει ο αισθητήρας που μετρά την πίεση του λαδιού λιπάνσεως και την απεικονίζει σε τοπικό όργανο και σε σειρά μεταδίδει το σήμα προς το σύστημα ελέγχου. Ένας επιπλέον αισθητήρας πίεσης ελαίου (πρεσοστάτης ρυθμισμένος για το χαμηλό όριο λειτουργίας ) ελέγχει μια επαφή που με την σειρά της επενεργεί στο τοπικό πίνακα ελέγχου για την υλοποίηση των ασφαλιστικών διατάξεων και έκδοση σήματος βλάβης. Η έμμεση αναγνώριση της κατάστασης ενός μηχανήματος είναι αποτέλεσμα της κριτικής ικανότητας και του επιπέδου νοημοσύνης που έχει το κεντρικό σύστημα ελέγχου. Αυτού του είδους η διεργασία γίνεται για αναγνώριση σφαλμάτων που είναι σε εξέλιξη ή πρόκειται να εμφανιστούν. Η υλοποίηση αυτών γίνεται από το λογισμικό του κεντρικού συστήματος και σε αυτή συμπεριλαμβάνεται και η αναγνώριση των σταλαμάτων που εμφανίζονται στην ίδια την διάταξη τηλεμετρίας. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι οι ακόλουθοι:

- συγκρίσεις των μετρούμενων αναλογικών τιμών από τους αισθητήρες με προκαθορισμένα όρια
- συγκρίσεις των μετρούμενων τιμών από τους πολλαπλούς αισθητήρες που τοποθετούνται και αποδοχή των μετρήσεων εφόσον οι διαφορές τους είναι εντός των ορίων ανοχής
- αναγνώριση της τάσης που ακολουθείται στον χρόνο . Παράδειγμα : μεταξύ δυο ιδίων σφαιροτριβών με ίδια θερμοκρασία μπορούμε να έχουμε έγκαιρη ένδειξη βλάβης αν στον ένα η τιμή είναι σταθεροποιημένη στο χρόνο ενώ στον δεύτερο έχουμε ανοδική τάση
- περιοδικότητα εμφάνισης . Μπορεί το σύστημα να συμπεράνει ότι υπάρχει ένδειξη διαρροής αέρος όταν η περιοδικότητα λειτουργίας των αεροσυμπιεστών αυξηθεί.
- αλληλοσύσχετιση παραμέτρων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων στην περίπτωση αυτή το σύστημα μεταβάλλει τα όρια αποδεκτών τιμών ανάλογα με τα συστήματα που λειτουργού και την κατάσταση που είναι, παράδειγμα η πίεση λειτουργίας του συστήματος παροχής αέρος προς τις προπέλες μεταβάλλεται ανάλογα με την ταχύτητα του πλοίου.



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

### 3.1.4 Συστήματα Αυτοματοποιημένης Έκδοσης Ελεγχών Συντήρησης

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

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

- α)** το λειτουργικό κόστος του συστήματος σε λειτουργία και την απώλεια εσόδων λόγω προγραμματισμένων επισκευών
- β)** η επιθυμητή αξιοπιστία του συστήματος και η επίδραση μιας βλάβης σε θέματα ασφάλειας προσωπικού και υλικού
- γ)** το ποιοτικό είδος των υλικών που χρησιμοποιούνται κατά την επισκευή. (καινούργια ή μεταχειρισμένα, επίσημου προμηθευτή του κατασκευαστή ή αμφιβόλου ποιότητας αντίγραφα)

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

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

- καταγραφή του προφίλ ισχύος λειτουργίας της μηχανής. Αυτό αποτελείται από ένα πίνακα που το κάθε στοιχείο του αντιστοιχεί σε ζεύγος στροφών και παραγόμενης ισχύος και συμπληρώνεται από το ποσοστό επί των συνολικών ωρών λειτουργίας της μηχανής που αντιστοιχεί σε κάθε ζεύγος τιμών
- υπολογισμός των υπολειπόμενων ωρών λειτουργίας μέχρι την εκτέλεση της προληπτικής επιθεώρησης . Ο υπολογισμός βασίζεται στο χρονικό σχέδιο που έχει καταστρωθεί για το βασικό προφίλ ισχύος λειτουργίας
- απεικόνιση του υπολειπόμενου ημερολογιακού χρόνου μέχρι την επόμενη προληπτική εργασία συντήρησης . Ο υπολογισμός βασίζεται στα στατιστικά δεδομένα που καταγράφηκαν κατά την λειτουργία της μηχανής σχετικά με το λόγο μεταξύ ωρών λειτουργίας και ημερολογιακού διαστήματος όπου αυτές έγιναν.
- ημερολογιακή καταγραφή των εκτελεσθέντων εργασιών περιοδικής συντήρησης όπως αυτές καταχωρούνται από τον χρήστη
- ημερολογιακή καταγραφή των βλαβών όπως αυτές γίνονται αντιληπτές από το αυτόματο σύστημα ελέγχου

Τα παραπάνω καταγράφονται σε δυο μνήμες από τις οποίες η μία είναι αιρούμενη. Επιπλέον τα στοιχεία αυτά είναι διαθέσιμα για απεικόνιση είτε από την τοπική μονάδα ελέγχου ή μέσω διασύνδεσης με φορητό υπολογιστή που διαθέτει το λογισμικό της εταιρίας. Στόχος του σχεδιασμού είναι, εφόσον έχει γίνει η σχετική συμφωνία μεταξύ χρήστη και κατασκευάστριας εταιρίας, να μεταφέροντα οι πληροφορίες προς την κεντρική βάση δεδομένων της εταιρίας ώστε να επανασχεδιάζεται ο βέλτιστος προγραμματισμός προληπτικής συντήρησης. Για τον σκοπό αυτό υπάρχει η πρόβλεψη μιας κενής θύρας για την τοποθέτηση modem στο σύστημα ελέγχου της μηχανής, ώστε με χρήση δορυφορικής διασύνδεσης να μεταφέρονται τα δεδομένα προς την εταιρία. Στο αυτόματο σύστημα ελέγχου των ηλεκτρομηχανών γίνεται η καταγραφή και υπολογισμός των παραμέτρων σχετικά με τον κύκλο εργασιών συντήρησης που προβλέπει ο κατασκευαστής. Η απεικόνιση μπορεί να γίνει σε ενδεικτικό φωτιζόμενο πίνακα (όταν η μηχανή έχει τοποθετηθεί σε οχήματα ) είτε μέσω σειριακής διασύνδεσης σε φορητό υπολογιστή με το κατάλληλο λογισμικό της εταιρίας. Οι παράμετροι που καταγράφονται είναι:

- οι καταγραφές των λειτουργικών στοιχείων κατά την τελευταία διακοπή λειτουργίας της μηχανής . Οι καταγραφές περιλαμβάνουν τους κύριους αισθητήρες της μηχανής από τις τιμές των οποίων μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για την τελευταία λειτουργική κατάσταση της μηχανής
- καταγραφή του προφίλ ισχύος λειτουργίας της μηχανής. Αυτό αποτελείται από ένα πίνακα που το κάθε στοιχείο του αντιστοιχεί σε ζεύγος στροφών και παραγόμενης ισχύος και συμπληρώνεται από το ποσοστό επί των συνολικών ωρών λειτουργίας της μηχανής που αντιστοιχεί σε κάθε ζεύγος τιμών . Η απεικόνιση γίνεται με διάφορους τρόπους είτε σε κείμενο είτε σε γράφημα
- καταγραφή των αμέσων διακοπών λειτουργίας λόγω επίδρασης ασφαλιστικών διατάξεων
- οι διαγνωσμένες βλάβες του συστήματος με χρονική σειρά εμφάνισης
- συγκεντρωτικά και μερικά αθροίσματα στις μετρήσεις των ωρών λειτουργίας, κατανάλωσης καυσίμου και χρόνου άφορτης λειτουργίας
- χρονολογική καταγραφή των εκτελεσθέντων εργασιών περιοδικής συντήρησης όπως αυτές καταχωρούνται από τον χρήστη και υπολογισμός μελλοντικών επιθεωρήσεων βάση του προγράμματος περιοδικών επισκευών για το τυπικό προφίλ ισχύος.

Τα παραπάνω καταγράφονται από τα ηλεκτρονικά συστήματα σε μνήμες. Επιπλέον για την περίπτωση όπου μια μηχανή χρησιμοποιείται σε οχήματα υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης modem στο σύστημα ελέγχου ώστε με την επιστροφή του οχήματος στον σταθμό, να μεταδίδονται όλες οι πληροφορίες στο κεντρικό σύστημα διαχείρισης.

### 3.1.5 Αυτόματη ρύθμιση στροφών έλικας πλοίου

Στα πλοία συναντάμε συχνά συστήματα, τα οποία για να λειτουργούν αποδοτικά, πρέπει να στρέφονται με σταθερή ταχύτητα (αριθμό στροφών) η ακόμη να αλλάζουν ταχύτητα σύμφωνα με κάποιο προκαθορισμένο πρόγραμμα. Πολλά από αυτά τα συστήματα είναι ηλεκτρικά με βασικό συστατικό τους τον ηλεκτρικό κινητήρα, ο οποίος παρέχει την κίνηση και αποτελεί μέρος του μηχανισμού ελέγχου. Ένα τέτοιο παράδειγμα συστήματος ρυθμιζόμενων στροφών είναι η ηλεκτρική πρόωση πλοίου με σταθερές στροφές έλικας. Στο σύστημα αυτό, ο ηλεκτρικός κινητήρας συνδέεται με τον τελικό άξονα της έλικας απευθείας ή με την παρεμβολή μειωτήρα στροφών.

Ο ηλεκτρικός κινητήρας συνεχούς ρεύματος τροφοδοτείται με κατάλληλη τάση στα τυλίγματά του και αναπτύσσει ροπή στον άξονά του. Η ροπή αυτή μεταφέρεται στον άξονα της έλικας και υπερνικά την αντίσταση του νερού στις επιφάνειες των πτερυγίων καθώς και τις τριβές στα έδρανα και τα σημεία στεγανότητας του κινητήριου άξονα. Η αντίσταση αυτή και επομένως η ροπή φορτίου την οποία αντιμετωπίζει ο κινητήρας δεν είναι σταθερή αλλά εξαρτάται από τις συνθήκες στην επιφάνεια της θάλασσας: τον κυματισμό και τον άνεμο. Χωρίς έλεγχο, η μεταβολή του φορτίου στον άξονα της έλικας θα μετέβαλε διαρκώς τη ροπή στον άξονα του κινητήρα και αυτή, με τη σειρά της, θα επηρέαζε τις στροφές της μηχανής.

Αυτές οι διακυμάνσεις είναι ανεπιθύμητες για την ορθή εκμετάλλευση του πλοίου που απαιτεί κίνηση με σταθερή ταχύτητα για μεγάλα χρονικά διαστήματα και χωρίς συνεχή ανθρώπινη επιτήρηση. Επιπρόσθετα, οι συνεχείς μεταβολές των στροφών προκαλούν δυναμική καταπόνηση του κινητήρα, γιατί δημιουργούνται στρεπτικές ταλαντώσεις, που μπορεί να οδηγήσουν σε καταστροφή της μηχανής. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι είναι ανάγκη να υπάρχει ένα αυτόματο σύστημα ρυθμίσεως των στροφών σε σχέση με τις αλλαγές του φορτίου.

#### Ο ηλεκτρονικός έλεγχος στροφών ηλεκτροκινητήρα

Η ρύθμιση και διατήρηση των στροφών στην επιθυμητή ταχύτητα επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ελεγκτή, ο οποίος αντιλαμβάνεται τις διαταραχές στο φορτίο της έλικας και προκαλεί μια κατάλληλη μεταβολή της τάσεως  $U_A$  στο επαγωγίμο του κινητήρα. Η γεννήτρια παλμών SG διεγείρεται από το σήμα στην έξοδο του ελεγκτή, ο οποίος τροφοδοτείται από την απόκλιση μεταξύ δύο ηλεκτρικών τάσεων. Η πρώτη αντιστοιχεί στον επιθυμητό αριθμό στροφών (RPM) του κινητήρα και καθορίζεται από ένα βαθμονομημένο ποτενσιόμετρο. Η δεύτερη αντιστοιχεί στην τρέχουσα πραγματική τιμή των στροφών της μηχανής και παράγεται από διάταξη ταχογεννήτριας (ΤΓ), συνδεδεμένη στον άξονα του κινητήρα. Τα ηλεκτρονικά στοιχεία που συνθέτουν το σύστημα ελέγχου για τον έλεγχο των στροφών χαρακτηρίζονται από τις παραμέτρους: **τάση, αντίσταση και χρόνος καθυστέρησης προσαρμογής.**

Το ηλεκτρονικό σύστημα ρυθμίσεως της ταχύτητας του ηλεκτρικού κινητήρα διατηρεί σταθερές τις στροφές της έλικας, ανεξάρτητα από τις διακυμάνσεις του φορτίου και τις συνθήκες πλεύσεως. Τα κύρια δυναμικά χαρακτηριστικά του συνδέονται με τις συναρτήσεις μεταφοράς του ηλεκτρικού κινητήρα και της αντιστάσεως που αναπτύσσεται στο σύστημα προώσεως (έλικα) του πλοίου.

### 3.1.6 Σύστημα Πυρανίχνευσης

Η φωτιά αποτελεί τον σοβαρότερο κίνδυνο σε ένα πλοίο που συχνά οδηγεί σε μοιραία αποτελέσματα. Ο έγκαιρος προσδιορισμός της θέσης της εστίας φωτιάς από το προσωπικό είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την επιτυχή αντιμετώπιση της.



3.1.6.α. Σύστημα πυρανίχνευσης

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

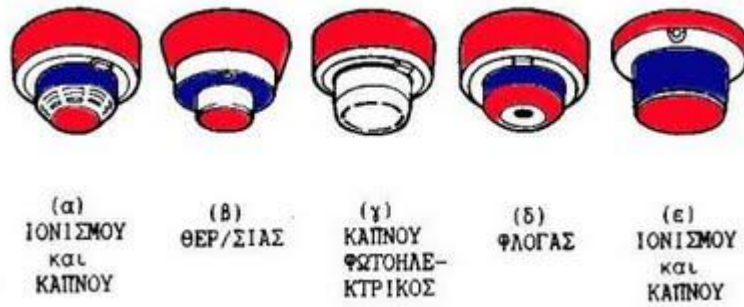
**α)** Οπτικούς ανιχνευτές καπνού για γενική χρήση σε όλους τους χώρους (MR601M Optical). Σε αυτούς εσωτερικά υπάρχει προσανατολισμένη πηγή προς δέκτη φωτός (υπέρουθρου) όπου σε περίπτωση απουσίας του καπνού η ισχύς μεταφέρεται από την πηγή στον δέκτη. Στην περίπτωση ύπαρξης καπνού τότε σκεδάζεται το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

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

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

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

**ε)** Διακόπτες θραύσης κρυστάλλου για την ενεργοποίηση του συστήματος χειροκίνητα από το προσωπικού και βρίσκονται τοποθετημένοι σε όλους τους χώρους

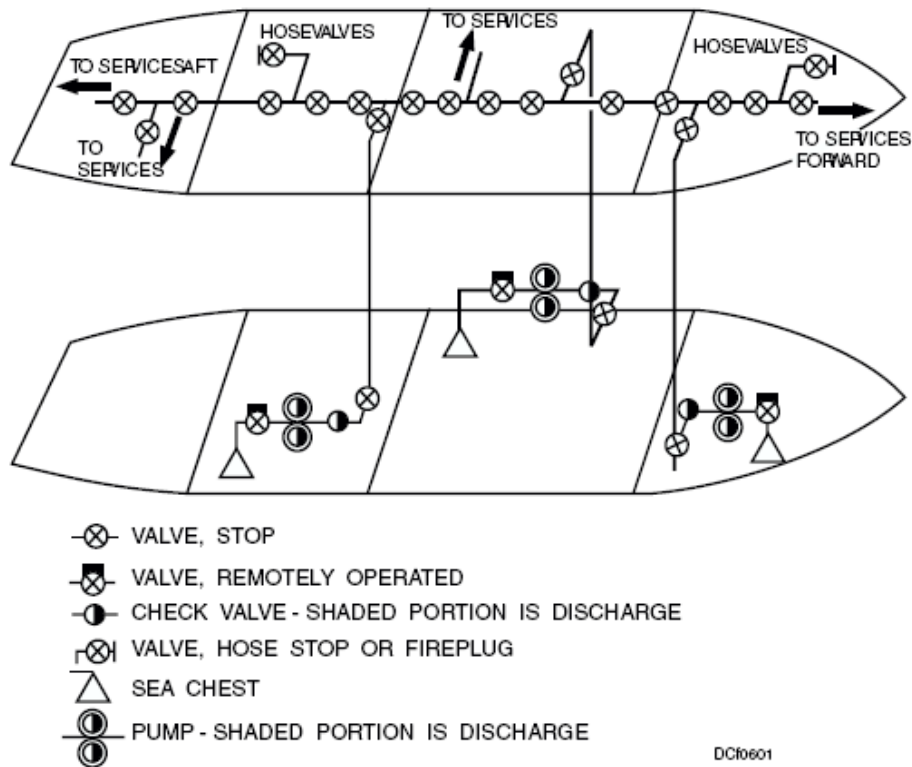


### 3.1.6.β. Κατηγορίες

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

### 3.1.7. Σύστημα Δικτύου Πυρκαγιάς

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



3.1.7. Εσωτερικό δικτύου πυρκαγιάς

Οι ηλεκτροκίνητες αντλίες ελέγχονται από τοπικούς πίνακες που εσωκλείουν τις ασφαλιστικές διατάξεις για την προστασία των τριφασικών κινητήρων ( προστασία για υπέρταση, υπερφόρτωση, απώλεια φάσης και θερμοκρασία τυλίγματος ). Οι τοπικοί πίνακες είναι διασυνδεδεμένοι με το κεντρικό σύστημα προκειμένου να τηλεχειρίζονται οι αντλίες. Το κεντρικό σύστημα με χρήση αισθητηρίων πίεσης την καταγράφει και επιλέγει την ενεργοποίηση ή μη των αντλιών ώστε να διατηρείται η πίεση στο δίκτυο εντός ορίων.



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

### 3.1.8 Σύστημα Πυρόσβεσης με Κατάκλιση CO<sub>2</sub>

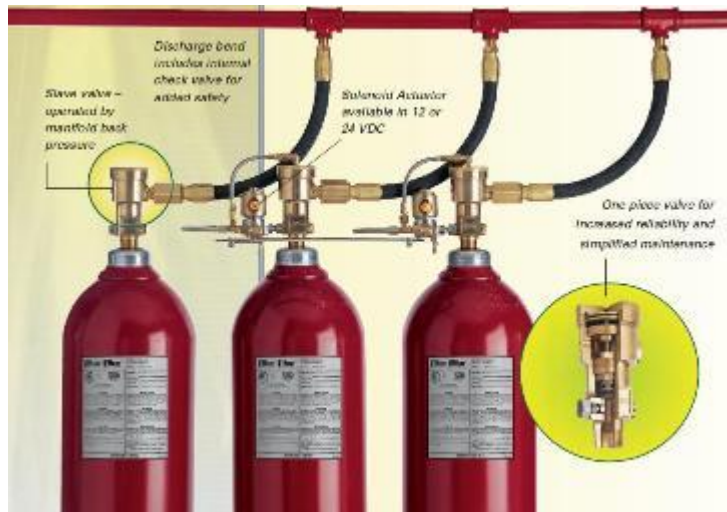
Για την αντιμετώπιση της φωτιάς μπορούν να χρησιμοποιηθούν και αδρανή αέρια προκειμένου να απομακρυνθεί το οξυγόνο από την εστία. Επιπλέον υπάρχουν εφαρμογές όπου χρησιμοποιούνται χημικές ενώσεις σε μορφή αερίου που επεμβαίνουν στην αλυσιδωτή αντίδραση της καύσης και την διακόπτουν. Οι τακτικές αυτές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

Απαιτούνται ασφαλιστικές διατάξεις που γνωστοποιούν στο προσωπικό ότι πρόκειται να εκτελεστεί κατάκλιση και υλοποιούνται στην τοπική μονάδα ελέγχου. Το παραπάνω επιτυγχάνεται με παγίδευση των κιβωτίων ελέγχου / ενεργοποίησης της κατάκλισης καθώς επίσης και των θυρών πρόσβασης στους χώρους αποθήκευσης των φιαλών. Η παγίδευση γίνεται με χρήση οριοδιακοπών θηρών. Οι οριοδιακόπτες είναι συνδεδεμένοι στο κιβώτιο ελέγχου CO<sub>2</sub> που υλοποιείται με διάταξη ηλεκτρονόμων προκειμένου να ενεργοποιηθούν οι αντίστοιχες σειρήνες και φάρους για να γνωστοποιηθεί η κίνηση στο προσωπικό.

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

## Σύγχρονα Ναυτιλιακά Ηλεκτρονικά

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



3.1.8. Σύστημα πυρόσβεσης

### 3.1.9. Σύστημα Ελέγχου Στεγανότητας

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

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

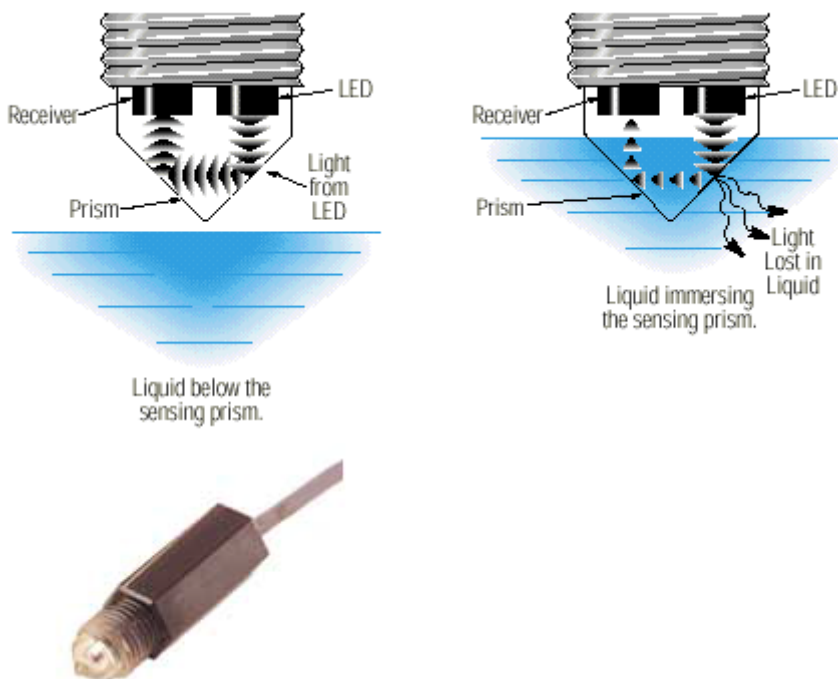
Όλοι οι παραπάνω αισθητήρες διασυνδέονται κατευθείαν σε τοπικά I/O BOX και από το κεντρικό σύστημα ενημερώνεται συνεχώς η αντίστοιχη σελίδα απεικόνισης των ανοιγμάτων του πλοίου.



3.1.9 Σύστημα ελέγχου στεγανότητας

### 3.1.10. Σύστημα Ελέγχου Κυτών

Σε όλους τους χώρους του κατώτερου καταστρώματος υφίστανται αισθητήρες ένδειξης στάθμης υγρού για την ανίχνευση ύπαρξης διαρροής. Οι αισθητήρες είναι διασυνδεδεμένοι απευθείας με το κεντρικό σύστημα και γίνεται αποτύπωση σε πραγματικό χρόνο της κατάστασης όλων των στεγανών του πλοίου. Η αρχή λειτουργίας στηρίζεται στην διάθλαση του φωτός. Όπως φαίνεται και στο σχήμα εντός του πρίσματος υπάρχει ένας ημιαγωγός (LED) εκπομπής και ένας δεκτής υπέρυθρου. Όταν το πρίσμα είναι στην ατμόσφαιρα τότε όλη η ισχύς μεταφέρεται από τον πομπό στον δέκτη ενώ όταν αυτό είναι μέσα σε υγρό ( νερό , καύσιμο , έλαιο)τότε μέρος της υπέρυθρου διαθλάται και στον δεκτή μετρούμε μειωμένη ισχύ. Η λαμβανόμενη ισχύς στον δέκτη ελέγχεται από κατάλληλο κύκλωμα που ανάλογα με τη ρύθμιση της ευαισθησίας εκδίδει σήμα στάθμης τάσης προς το κεντρικό σύστημα ελέγχου.



#### 3.1.10 Σύστημα και λειτουργία κυτών

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

## 3.2 Αισθητήρες

Οι αυτοματισμοί εν γένει, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που είναι αναγκαίοι στην ναυσιπλοΐα, δεν θα μπορούσαν να επιτευχθούν χωρίς την χρησιμοποίηση διαφόρων **αισθητηρίων** είτε **μηχανικών** είτε **ηλεκτρονικών**. Οι αισθητήρες ή αισθητήρια στοιχεία (sensors) είναι συσκευές ή διατάξεις οι οποίες έχουν ενσωματωθεί επάνω στη μηχανή για την ανίχνευση, την καταγραφή, τη μέτρηση και τη μεταφορά στη μονάδα επεξεργασίας δεδομένων όλων των πληροφοριών που έχουν σχέση με την κατάσταση λειτουργίας του ελεγχόμενου συστήματος.

Οι αισθητήρες μετατρέπουν ένα φυσικό μέγεθος (φωτεινό σήμα, μηχανικό σήμα, θερμοκρασία, υγρασία, πίεση, ροή, θέση, κίνηση, κτλ.) σε ηλεκτρικό σήμα, ή σε υδραυλική πίεση, ή πίεση αέρος κτλ. Η επιλογή του καταλληλότερου τύπου αισθητηρίου έχει άμεση σχέση με το είδος του μετρούμενου μεγέθους και τον τρόπο λειτουργίας της διάταξης αυτοματισμού. Ενδεικτικά αναφέρονται μερικοί τύποι αισθητήρων:

- Αισθητήρες θερμοκρασίας: Θερμόμετρα, θερμοστοιχεία, θερμίστορ, θερμοστάτες (ασφαλείας, ρευστού χαμηλής και υψηλής τάσης, εσωτερικού και εξωτερικού χώρου, αερίου, ηλεκτρονικοί, με διμεταλλικό έλασμα), θερμοστατικές βαλβίδες κτλ.
- Αισθητήρες πίεσης: Πιεζοστάτες ή πρεσοστάτες ελέγχου (πίεσης υγρών, λαδιού σε συμπιεστή, διαφορικής πίεσης αέρα ή σε αεραγωγό), ρυθμιστικές βαλβίδες πίεσης για την απόλυτη ή τη διαφορική πίεση.
- Αισθητήρες πυκνότητας: Πυκνόμετρα (μετρούν και ελέγχουν την πυκνότητα).
- Αισθητήρες επαφής: οριακοί διακόπτες ή οριοδιακόπτες (limit switches) οι οποίοι ενεργοποιούνται αμέσως μόλις έλθουν σε επαφή με κάποιο αντικείμενο.
- Αισθητήρες ανίχνευσης θέσης: επαγωγικοί ή χωρητικοί διακόπτες προσέγγισης (inductive / capacitive solid-state proximity switches). Χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις όπου η ανίχνευση απαιτείται να γίνει χωρίς επαφή, ή όπου απαιτείται ταχύτατος ρυθμός ανίχνευσης αντικειμένων, ή σε κάποιο δύσκολο περιβάλλον.
- Φωτο-ηλεκτρικοί ανιχνευτές (photo-electric detectors). Χρησιμοποιούνται συνήθως για ανίχνευση της παρουσίας αντικειμένων που βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη απ' αυτήν που μπορεί να ανιχνεύσει ένας επαγωγικός αισθητήρας.

- Αισθητήρες ανιχνευτές ταχύτητας (speed detectors). Χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή γραμμικής ή περιστροφικής ταχύτητας σε ηλεκτρικό σήμα.
- Περιστροφικοί διακόπτες (rotary switches ή encoders) οι οποίοι ανιχνεύουν διάφορα φυσικά μεγέθη και παράγουν στην έξοδό τους δεδομένα σε ψηφιακή μορφή.

### Σύνδεση αισθητήρων με τον ψηφιακό έλεγχο

Ως αισθητήρια λέμε την μετατροπή φυσικής μεταβλητής σε μια ηλεκτρική τάση. Η φυσική αυτή μεταβλητή μπορεί να είναι π.χ. η θερμοκρασία, η πίεση, η υγρασία, η στάθμη υγρού κτλ. Με τους αισθητήρες γίνονται οι μετρήσεις όπου επιζητείται η παρακολούθηση μιας φυσικής μεταβλητής συναρτήσει του χρόνου. Αφού η μετατροπή της φυσικής μεταβλητής γίνεται σε ηλεκτρική τάση εξόδου από τον αισθητήρα, εύκολα μπορούμε να καταλάβουμε ότι η μέτρηση της φυσικής μεταβλητής ανάγεται σε μέτρηση της ηλεκτρικής τάσης, η οποία μπορεί να γίνει με βολτόμετρο ή καταγραφικό αν ζητάμε μεταβολές συναρτήσει του χρόνου, η ακόμα με προσαρμογή σε βαθμίδα μετατροπής αναλογικής σε ψηφιακή μορφή (A/D Converter), με σκοπό την αποθήκευση των πληροφοριών σε Η/Υ για μετέπειτα επεξεργασία.

Στην αγορά αισθητήρων μπορεί κανείς να βρει και έτοιμους αισθητήρες με ενσωματωμένο ηλεκτρονικό κύκλωμα με σκοπό η τάση εξόδου να αλλάζει κατάσταση από 0 σε 1 (π.χ. 5V η 0V επαφή εντός - εκτός ), αν η τιμή της φυσικής παραμέτρου υπερβεί μια συγκεκριμένη τιμή (alarm sensors). Οι αισθητήρες αυτοί χρησιμοποιούνται εκεί που θέλουμε να εκδηλωθεί συναγερμός, αν η τιμή της φυσικής παραμέτρου που μετρά ο αισθητήρας υπερβαίνει μια συγκεκριμένη τιμή. Συνήθως τα όργανα αυτά διαθέτουν ποτενσιόμετρο για την αλλαγή της συγκεκριμένης τιμής συναγερμού. Περισσότερα από 1600 αισθητήρια είναι σήμερα διαθέσιμα για τη μετατροπή του επιθυμητού μεγέθους σε ηλεκτρικό. Η καλύτερη κατανόηση των φυσικών φαινομένων και η ανάπτυξη νέων υλικών, είχε ως αποτέλεσμα την κατασκευή αισθητηρίων με υψηλή ακρίβεια, ταχύτητα απόκρισης και ευρεία περιοχή μέτρησης.

Τα αισθητήρια διακρίνονται σε ενεργά όταν για την μετατροπή του φυσικού μεγέθους σε αντίστοιχο ηλεκτρικό (τάση, ρεύμα, φορτίο ) δεν απαιτείται εξωτερική πηγή τροφοδοσίας.

Και στα παθητικά αισθητήρια όπου το μετρούμενο φυσικό μέγεθος μεταβάλλει την τιμή της αντίστασης, της αυτεπαγωγής ή της χωρητικότητας, επομένως απαιτείται η τροφοδοσία του αισθητηρίου από εξωτερική πηγή για την λήψη του σήματος εξόδου.

Η λειτουργία των παθητικών αισθητήρων στηρίζεται στην μεταβολή της ωμικής αντίστασης της αυτεπαγωγής ή της χωρητικότητας από την επίδραση του φυσικού μεγέθους είτε στις διαστάσεις του υλικού είτε απευθείας στις ηλεκτρικές ιδιότητες του υλικού.

Υπάρχουν αισθητήρια με μεταβολή της ειδικής αντίστασης η οποία μπορεί να οφείλεται:

- A) στη θερμοκρασία,
- B) στη φωτεινή ακτινοβολία,
- Γ) στην υγρασία,
- Δ) στη μεταβολή των γεωμετρικών διαστάσεων του υλικού.

Η αρχή λειτουργίας των ενεργών αισθητηρίων βασίζεται:

- A) Στο φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής,
- B) στο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο,
- Γ) στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο,
- Δ) στο θερμοηλεκτρικό φαινόμενο και
- E) στο φαινόμενο Hall.

### 3.2.1 Αισθητήρες που εφαρμόζονται στους αυτοματισμούς μηχανοστασίου πλοίων

#### A) Μαγνητικοί αισθητήρες

Εδώ και πολλές δεκαετίες οι αισθητήρες μαγνητικού πεδίου χρησιμοποιούνται στην ανάλυση και τον έλεγχο λειτουργίας χιλιάδων συσκευών και διατάξεων. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μαγνητικών αισθητήρων περιέχουν πολλές γνώσεις φυσικής και ηλεκτρονικών. Έντεκα από τις πιο κοινές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση μαγνητικού πεδίου είναι: Search coil, flux-gate, optically pumped, nuclear precession, SQUID, hall effect, magnetoresistive, magnetodiode, magnetotransistor, fiber optic και magneto-optic.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι να αισθανθείς το μαγνητικό πεδίο, οι περισσότεροι από αυτούς βασίζονται στη στενή σχέση μεταξύ των μαγνητικών και ηλεκτρικών φαινομένων. Ένα κοινό στοιχείο όλων των εφαρμογών είναι ότι οι μαγνητικοί αισθητήρες εξασφαλίζουν μια τεχνολογία συγκρινόμενοι με άλλες τεχνολογίες αισθητήρων. Οι τεχνικές των μαγνητικών αισθητήρων εκμεταλλεύονται μια ευρεία κλίμακα από αρχές της φυσικής και της χημείας. Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι η κλίμακα ευαισθησίας για κάθε είδος αισθητήρα επηρεάζεται από τα απαιτούμενα ηλεκτρονικά. Επιπλέον υπάρχουν πολλοί άλλοι παράγοντες όπως η απόκριση της συχνότητας, το μέγεθος και η ισχύς, που καθιστούν έναν αισθητήρα κατάλληλο για μια εφαρμογή.

## B) Αισθητήρες για την μέτρηση της θερμοκρασίας

Οι θερμικοί αισθητήρες χρησιμοποιούνται στη μέτρηση ποικίλων ποσοτήτων που σχετίζονται με τη θερμότητα, όπως η θερμοκρασία, η πυκνότητα ροής θερμότητας και η ειδική θερμότητα. Η θερμοκρασία είναι η πιο θεμελιώδης ποσότητα και αποτελεί ένα μέτρο της θερμικής ενέργειας ή της θερμότητας σε ένα σώμα. Εξ ορισμού οι θερμικοί αισθητήρες ταξινομούνται ως αισθητήρες επαφής, στους οποίους το στοιχείο ανίχνευσης αγγίζει με φυσικό τρόπο την πηγή θερμότητας, τότε το θερμικό σήμα μεταδίδεται από τη θερμική πηγή με αγωγή της θερμότητας στο στοιχείο ανίχνευσης το οποίο κατόπιν είτε παράγει είτε διαμορφώνει ένα ηλεκτρικό σήμα.

Επίσης έχουμε τους αισθητήρες θερμοκρασίας μη επαφής που ταξινομούνται ως αισθητήρες ακτινοβολίας οι οποίοι ανιχνεύουν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που εκπέμπει ένα σώμα. Οι περισσότεροι θερμικοί αισθητήρες είναι διαμόρφωσης παρά αυτοδιεγερόμενοι. Οι δυο εξαιρέσεις είναι το θερμοζεύγος, το οποίο παράγει μια ηλεκτρομαγνητική δύναμη ανάμεσα σε δυο επαφές που η κάθε μια διατηρείται σε διαφορετική θερμοκρασία και οι αισθητήρες θερμικού θορύβου. Η πλειονότητα των θερμοαγώγιμων αισθητήρων όπως για παράδειγμα το θερμίστορ, οι θερμοδίοδοι και τα θερμοτρανζίστορ, μπορούν να ταξινομηθούν ως μικροαισθητήρες. Η θερμοκρασία και η μέτρηση της αυτή καθ' αυτή είναι σημαντική επειδή σε διαφορετικές θερμοκρασίες οι φυσικές ιδιότητες των ουσιών ( ανάλογα εάν αυτή είναι σε στερεή, υγρή ή αέρια μορφή ) είναι διαφορετικές και έτσι αυτές παρουσιάζουν διαφορετική συμπεριφορά. Οι συσκευές που μετρούν την θερμοκρασία ονομάζονται **θερμόμετρα**. Κάποιες φορές αναφέρονται ως πυρόμετρα εάν μετρούν πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη θερμομέτρων. Τα κύρια είδη είναι αυτά που μετρούν την θερμοκρασία στηριζόμενα:

Στους αισθητήρες θερμοκρασίας η τάση εξόδου από τον αισθητήρα είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας που μετρά ο αισθητήρας. Ανάλογα με την αρχή λειτουργίας αυτών χωρίζονται σε:

- Θερμίστορ
- Θερμόμετρα αντίστασης
- Θερμοζεύγη
- Θερμόμετρα διαστολής
- Μέθοδοι μεταβολής των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών σε ημιαγωγούς ή κρυστάλλους.



## Γ) Αισθητήρες για την μέτρηση της μετακίνησης – θέσης

Κίνηση ονομάζεται γενικά η αλλαγή της φυσικής θέσης ενός αντικειμένου. Μετακίνηση ονομάζεται η απόσταση από κάποιο σημείο αναφοράς προς κάποια δεδομένη κατεύθυνση. Εάν αυτή μετριέται σε μια ευθεία γραμμή, ονομάζεται γραμμική και αν μετριέται με τη βοήθεια μιας γωνιάς περιστροφής ονομάζεται γωνιακή. Οι αισθητήρες μετακίνησης (μετατόπισης) και προσέγγισης, ανιχνεύουν μεταβολές στην θέση ενός αντικειμένου και προσδιορίζουν αυτή.

Η μέτρηση της μετακίνησης είναι πολύ σημαντική διότι πάρα πολλά συστήματα έχουν είσοδο ή έξοδο που έχει τη μορφή μετακίνησης. Εντούτοις η μετακίνηση που μετρούν αυτά τα συστήματα μπορεί να σχετίζεται και έτσι να εκφραστεί με κάποια άλλη παράμετρο π.χ. ένα ελατήριο που μετράει κάποια δύναμη, μετράει στην ουσία την μετακίνηση από την θέση ισορροπίας. Πολλές συσκευές γραμμικής και γωνιακής μετακίνησης είναι επίσης ικανές να μετρούν την μετακίνηση ως προς τον χρόνο και άρα να μετρούν ουσιαστικά την ταχύτητα και την επιτάχυνση. Η κίνηση αυτή καθ' αυτή όπως καταλαβαίνουμε, περιλαμβάνει πολλές μεταβλητές π.χ. ας θεωρήσουμε ένα πλοίο το οποίο κινείται σε μια ευθεία γραμμή από ένα σημείο Χ σε ένα σημείο Ψ και μετακινείται, μετατοπίζεται, κατά μ μέτρα. Σε κάθε σημείο κάθε χρονική στιγμή, θα κινείται με γραμμική ταχύτητα από το σημείο Χ προς το σημείο Ψ έχοντας μια επιτάχυνση ή επιβράδυνση α. Κοιτώντας τον προωστήριο άξονα του πλοίου παρατηρούμε ότι εκτελεί κυκλική κίνηση (περιστροφική). Εάν περιστρέφεται κατά γωνιά θ ακτινίων θα περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα  $\omega/\text{sec}$  και αν π.χ. επιταχύνεται το πλοίο, καταλαβαίνουμε ότι η γωνιακή αυτή ταχύτητα θα αλλάζει με το ρυθμό της επιτάχυνσης ανά sec.

## Δ) Αισθητήρες μετακίνησης βασιζόμενοι στην μεταβολή του μαγνητικού πεδίου

Οι μαγνητικοί αισθητήρες μετακίνησης βασίζονται στη μεταβολή του μαγνητικού πεδίου γύρω από τον αισθητήρα, όταν υφίσταται μετακίνηση το στέρεο σώμα που θέλουμε να ανιχνεύσουμε την μετακίνηση του. Επομένως στο στέρεο σώμα που μετακινείται πρέπει να βρίσκεται συνδεδεμένος ένας μόνιμος μαγνήτης. Στην αντίθετη περίπτωση η επαφή είναι ανοιχτή.

## **E) Αισθητήρες βασιζόμενοι σε οπτικά φαινόμενα**

Γενικά οι οπτικοί αισθητήρες αποτελούνται από μια πηγή φωτός και ένα ανιχνευτή. Οι πηγές φωτός είναι συχνά δίοδοι Φώτο εκπομπής (LED), και οι ανιχνευτές είναι Φώτο τρανζίστορ πυριτίου (είναι μια ημιαγωγική διάταξη της οποίας οι ιδιότητες αλλάζουν όταν δεν υπάρχει φως). Χρησιμοποιείται συνήθως οπτικό ή υπέρυθρο φως. Η χρησιμοποίηση οπτικού φωτός, καθιστά εύκολη την εγκατάσταση και συντήρηση, αλλά το υπέρυθρο φως πάσχει λιγότερο από το φαινόμενο της συμβολής (interference) που μπορεί να προκληθεί από άλλες γειτονικές πηγές φωτός. Η πηγή εκπέμπει ορατό κόκκινο υπέρυθρο φως το οποίο ανακλάται από κάθε αντικείμενο που πλησιάζει τον αισθητήρα. Το ανακλώμενο φως ανιχνεύεται από τα Φώτο τρανζίστορ.

Μια οπτική μέθοδος είναι αυτή της διαπερατότητας, στην οποία η πηγή φωτός και ο ανιχνευτής βρίσκονται απέναντι ο ένας από τον άλλο. Στους αισθητήρες διαπερατότητας φωτεινή δέσμη διακόπτεται και έτσι δεν προσπίπτει φως στον ανιχνευτή οπότε διαπιστώνεται και η ύπαρξη κάποιου αντικείμενου.

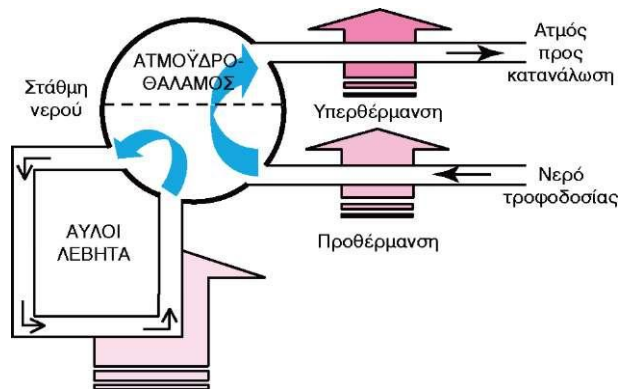
Μια άλλη μέθοδος είναι αυτή του αισθητήρα ανακλώμενης οπτικής στον οποίο η πηγή φωτός και ο ανιχνευτής στερεώνονται δίπλα-δίπλα.

Η ελάχιστη απόσταση προσέγγισης στην οποία μπορεί να λειτουργήσει ο αισθητήρας εξαρτάται από την ισχύ της εκπεμπόμενης φωτεινής δέσμης δηλαδή την ισχύ του LED στην προκειμένη περίπτωση, την ευαισθησία του φωτοτρανζίστορ και την φύση του αντικειμένου που αντανακλά. Οι οπτικές ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εφαρμοστεί η τεχνική σε σημεία όπου είναι αδύνατη η προσέγγιση άλλων αισθητήρων και η εφαρμογή άλλων μεθόδων μέτρησης.

Γενικά οι οπτικοί αισθητήρες βρίσκουν εφαρμογή σε συστήματα συναγερμού και ειδικά στον έλεγχο ανίχνευσης εκρηκτικών αναθυμιάσεων στο στροφαλοθάλαμο μηχανών εσωτερικής καύσης (oil mist detector). Γενικά οι αισθητήρες μετακίνησης βασιζόμενοι σε οπτικά φαινόμενα, χρησιμοποιούν πηγή φωτός και συνδυάζουν την μετακίνηση ως αλλαγή της πορείας δέσμης φωτός που πέφτει στον φωτοανιχνευτή κατηγορία αυτή ανήκουν και οι ψηφιακοί αισθητήρες μετακίνησης.

## ΣΤ) Σύστημα ελέγχου της στάθμης

Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει τα κύρια στοιχεία ενός πλήρους πνευματικού συστήματος ελέγχου της στάθμης του νερό στον ατμοϋδροθάλαμο.



3.2.στ. Πνευματικό σύστημα ελέγχου της στάθμης.

Το σύστημα περιλαμβάνει:

- **Αισθητήριο της στάθμης** (Level Transmitter - LT). Πρόκειται για αναλογικό στοιχείο πίεσεως αέρα, που συνδέεται μηχανικά στον πλωτήρα ενός υδροδείκτη. Η στήλη του υδροδείκτη συνδέεται υδραυλικά παράλληλα με τον ατμοϋδροθάλαμο και μεταφέρει τη θερμική κατάσταση του νερού και του ατμού (temperature equalizing column) χωρίς τις διαταραχές της στάθμης λόγω ατμοποίησης.

- **Αισθητήρια της παροχής όγκου** (Flow Transmitter - FT) του ατμού και του νερού. Συνήθως, τα όργανα αυτά μετρούν την πτώση πίεσεως στις δύο πλευρές μιας ειδικά διαμορφωμένης στενώσεως (calibrated orifice). Η πτώση πίεσεως μετατρέπεται μηχανικά σε παροχή και μεταδίδεται στην έξοδο του οργάνου, ως πίεση αέρα.

- **Πνευματικά ελεγχόμενη βαλβίδα ρυθμίσεως** της παροχής του νερού τροφοδοσίας. Η βαλβίδα μετατρέπει το σήμα πίεσεως αέρα σε μετακίνηση της θέσεως ενός διαφράγματος που στραγγαλίζει ή απελευθερώνει τη ροή του νερού το οποίο προσάγει η καταθλιπτική αντλία τροφοδοσίας.

- **Ελεγκτή στάθμης** (Level Controller - LC), ο οποίος εφαρμόζει το νόμο ελέγχου με στόχο τη διατήρηση της στάθμης στην επιθυμητή τιμή (στάθμη αναφοράς).

Στην κανονική λειτουργία του λέβητα, η ζήτηση ενέργειας είναι συνεχής και ο ατμός διοχετεύεται συνεχώς στην κατανάλωση. Αυτή η διαρκής απομάκρυνση ατμού πρέπει να αντισταθμίζεται από αντίστοιχη ροή νερού τροφοδοσίας έτσι ώστε να διατηρείται το ισοζύγιο μάζας δια μέσου του λέβητα. Επομένως, το σύστημα ελέγχου πρέπει να διατηρεί τη βαλβίδα τροφοδοσίας σε μια ενδιάμεση ανοικτή θέση και να ρυθμίζει τις μεταβολές γύρω από αυτήν.

Το πνευματικό σύστημα ελέγχου της στάθμης του ατμοϋδροθαλάμου συμβάλλει στη διατήρηση της ασφαλούς και οικονομικής λειτουργίας του λέβητα. Οι μικρότερες εγκαταστάσεις εφαρμόζουν απλό αναλογικό ελεγκτή που χρησιμοποιείτο σφάλμα της στάθμης για να μεταβάλλει τη θέση της βαλβίδας στη γραμμή του νερού τροφοδοσίας. Οι μεγαλύτεροι ατμοπαραγωγοί χρησιμοποιούν ελεγκτές δύο ή τριών στοιχείων με τροφοδότηση, που συνυπολογίζει την παροχή ατμού προς την κατανάλωση ή και την παροχή νερού τροφοδοσίας. Εάν οι ρυθμοί που εισάγονται από το σύστημα ελέγχου της στάθμης είναι χαμηλότεροι από τις ταχύτητες αποκρίσεως των θερμοδυναμικών φαινομένων του λέβητα, η απόκριση κλειστού βρόχου προσεγγίζεται από ένα σύστημα πρώτης τάξεως.

## **Z) Ηλεκτρονικός έλεγχος θερμοκρασίας λιπαντικού κύριας μηχανής**

Η καλή λειτουργία των κινητήρων στηρίζεται στην αποδοτική λίπανση, που με τη σειρά της εξαρτάται από τη σωστή και συστηματική απομάκρυνση θερμότητας (ψύξη) του λιπαντικού. Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει απλή ηλεκτρονική διάταξη ελέγχου, που χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του λαδιού σε μηχανές εσωτερικής καύσεως.

Ο σχεδιασμός των ΜΕΚ προβλέπει συγκεκριμένες προδιαγραφές για τη θερμοκρασία του λιπαντικού λαδιού. Εάν η θερμοκρασία του λαδιού είναι υψηλή, υπάρχει ο κίνδυνος υπέρμετρης αυξήσεως της τριβής στα έδρανα και τις άλλες επιφάνειες ολισθήσεως στον κινητήρα με αποτέλεσμα την ταχύτερη φθορά όλων των στρεφόμενων μερών και εν τέλει την καταστροφή της μηχανής. Ταυτόχρονα, η αυξημένη θερμοκρασία σημαίνει μειωμένη απαγωγή θερμότητας από τα σημεία έντονης θερμικής καταπόνησεως, όπως οι βαλβίδες ή οι θυρίδες εξαγωγής, τα οποία σύντομα καταρρέουν (καίγονται). Σε κάθε περίπτωση, και τα δύο παραπάνω φαινόμενα οδηγούν τον κινητήρα σε μη κανονικές συνθήκες λειτουργίας με χαμηλή ενεργειακή απόδοση και ατελή καύση, που παράγει ρύπους.

Ανάλογα, αν και λιγότερο έντονα, φαινόμενα συμβαίνουν και στη περίπτωση που η θερμοκρασία του λαδιού είναι χαμηλή. Το “ψυχρό” λάδι έχει αυξημένο ιξώδες, κάτι που δεν συμφωνεί με την προδιαγραφή σχεδιασμού των δράσεων του κινητήρα. Επομένως, οι τριβές καταναλώνουν υπέρμετρα μεγάλο ποσοστό της παρεχόμενης στον κινητήρα ισχύος, με αποτέλεσμα ο κινητήρας να λειτουργεί με μικρή απόδοση μηχανικής ισχύος και ατελή καύση που επιβαρύνει το περιβάλλον.

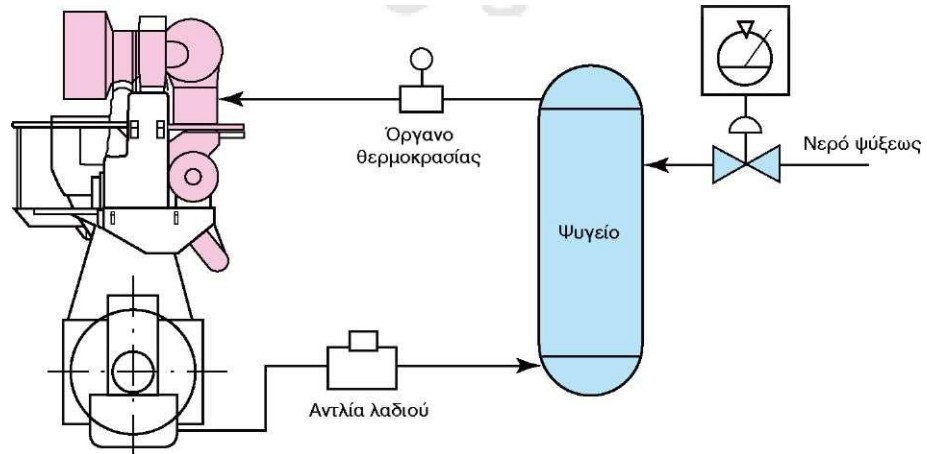
Επομένως, η διατήρηση της θερμοκρασίας λαδιού του κινητήρα συμβάλλει:

- Στον περιορισμό των απαιτήσεων έκτακτης συντηρήσεως του κινητήρα που επιδρά άμεσα στην αντίστοιχη εξοικονόμηση δαπανών συντηρήσεως και έμμεσα στη διασφάλιση της απρόσκοπτης λειτουργίας του πλοίου.
- Στην αποδοτική εκμετάλλευση του κινητήρα, που έχει επίπτωση όχι μόνο στο χαμηλότερο κόστος καυσίμου αλλά και στον περιορισμό της περιβαλλοντικής επιβαρύνσεως από τις εκπομπές καυσαερίων, τις διαρροές λιπαντικού κλπ.
- Στην ασφαλή λειτουργία και τη διάρκεια ζωής της μηχανής.

Το λάδι ψύχεται σε εναλλάκτη (ψυγείο), όπου μεταφέρει τη θερμότητά του στο νερό ψύξεως. Στόχος του συστήματος ελέγχου είναι να ρυθμίζει τη ροή του νερού στο ψυγείο και να διατηρεί τη θερμοκρασία του λαδιού σταθερή παρά τις αλλαγές στις στροφές και το φορτίο του κινητήρα.

## Η) Ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής θερμοκρασίας

Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει τα κύρια στοιχεία του συστήματος ελέγχου της θερμοκρασίας του λαδιού του κινητήρα.



### 3.2.η. Ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας του λαδιού κινητήρα

Το σύστημα περιλαμβάνει:

- **Αισθητήριο της θερμοκρασίας του λαδιού** (Temperature Transmitter, TT). Πρόκειται για αναλογικό στοιχείο ηλεκτρικής τάσεως αέρα που συνδέεται στη γραμμή προσαγωγής του λαδιού στη μηχανή.
- **Ηλεκτρονικό αναλογικό ρυθμιστή**. Ο ρυθμιστής φέρει όργανο με διπλή ένδειξη: τη μετρούμενη και την επιθυμητή θερμοκρασία του λαδιού. Ο χειριστής καταχωρεί τη θερμοκρασία αναφοράς τοποθετώντας το δείκτη της επιθυμητής θερμοκρασίας στην αντίστοιχη θέση.
- **Ενισχυτή ρεύματος**. Μέρος του ρυθμιστή ο ενισχυτής ρεύματος μετατρέπει το χαμηλής ισχύος σήμα του ρυθμιστή σε συνεχές ρεύμα σταθερής τιμής, ανάλογης με το επίπεδο του σήματος.

Το ηλεκτρονικό σύστημα ρυθμίσεως της θερμοκρασίας λαδιού στον κινητήρα εξασφαλίζει ομαλή λίπανση και απαγωγή της θερμότητας από τη μηχανή, αντισταθμίζοντας τις μεταβολές της ισχύος και τις αλλαγές στη θερμοκρασία του νερού ψύξεως. Η λειτουργία του στηρίζεται σε έναν απλό αναλογικό ελεγκτή τύπου P αλλά επαρκεί για την αποτελεσματική διατήρηση της θερμοκρασίας του λαδιού σε επιθυμητά επίπεδα.

### 3.2.2 Είδη και θέσεις αισθητήρων σύγχρονης δίχρονης αργόστροφης ναυτικής πετρελαιομηχανής

#### A) Αισθητήρες θερμοκρασίας

TI: Τοπικό θερμόμετρο.

TE: Αισθητήρας θερμοκρασίας με τηλεμετάδοση.

1. Θερμοκρασία καυσίμου στην είσοδο της μηχανής (TI, TE).
2. Θερμοκρασίες εισόδου του λιπαντικού στα κύρια έδρανα, στο ωστικό έδρανο, στον αποσβεστήρα αξονικών ταλαντώσεων, στο λιπαντικό ψύξεως εμβόλων, στον εκκεντροφόρο, στους υδραυλικούς επενεργητές των βαλβίδων εξαγωγής και στους στροβιλοϋπερπληρωτές (TI, TE).
3. Θερμοκρασία εξόδου του λιπαντικού ψύξεως εμβόλων σε κάθε κύλινδρο (TI, TE).
4. Θερμοκρασία ωστικού εδράνου (TI, TE).
5. Θερμοκρασία λιπαντικού στην έξοδο κάθε στροβιλοϋπερπληρωτή (TI, TE).
6. Θερμοκρασία νερού ψύξεως στην είσοδο του κάθε εναλλάκτη αέρα υπερπληρώσεως (TI, TE).
7. Θερμοκρασία νερού ψύξεως στην έξοδο του κάθε εναλλάκτη αέρα υπερπληρώσεως (TI, TE).
8. Θερμοκρασία εισόδου νερού ψύξεως κάθε χιτωνίου (TI, TE).
9. Θερμοκρασία εξόδου νερού ψύξεως κάθε χιτωνίου (TI, TE).
10. Θερμοκρασία εξόδου νερού ψύξεως στροβιλοϋπερπληρωτών (TI).
11. Θερμοκρασία αέρα υπερπληρώσεως πριν τον εκάστοτε εναλλάκτη αέρα (TI, TE).
12. Θερμοκρασία αέρα υπερπληρώσεως μετά τον εκάστοτε εναλλάκτη αέρα (TI, TE).
13. Θερμοκρασία αέρα στον οχετό σαρώσεως (TI, TE).
14. Θερμοκρασία εισόδου καυσαερίων στο στρόβιλο κάθε στροβιλοϋπερπληρωτή (TI, TE).
15. Θερμοκρασία καυσαερίων μετά από κάθε βαλβίδα εξαγωγής (TI, TE).

## **B) Αισθητήρες πιέσεως**

PI: Τοπικό μανόμετρο.

PE: Αισθητήρας πιέσεως με τηλεμετάδοση.

PDI: Τοπικός μετρητής διαφοράς πιέσεως (διαφορικό μανόμετρο).

PDE: Μετρητής διαφοράς πιέσεως (διαφορικό μανόμετρο) με τηλεμετάδοση.

1. Πίεση καυσίμου στην είσοδο της μηχανής, πριν τις αντλίες υψηλής πιέσεως (PI, PE).
2. Πίεση λιπαντικού ψύξεως εμβόλων, ανά κάθε έμβολο (PI, PE).
3. Πίεση λιπαντικού στην είσοδο κάθε κύριου εδράνου και στον αποσβεστήρα αξονικών ταλαντώσεων (PI, PE).
4. Πίεση λιπαντικού στην είσοδο του εκκεντροφόρου και στους υδραυλικούς επενεργητές των βαλβίδων εξαγωγής (PI, PE).
5. Πίεση λιπαντικού στην είσοδο κάθε στροβιλοϋπερπληρωτή με έδρανα ολισθήσεως (PI, PE).
6. Πίεση νερού ψύξεως στην είσοδο του εναλλάκτη αέρα υπερπληρώσεως (PI, PE).
7. Πίεση νερού ψύξεως στην είσοδο κάθε χιτωνίου (PI, PE).
8. Πίεση νερού καθαρισμού στροβιλοϋπερπληρωτών (PI).
9. Πίεση αέρα εκκινήσεως (PI, PE).
10. Πίεση αέρα στην είσοδο του πνευματικού συστήματος ελέγχου (PI, PE).
11. Πίεση αέρα εφεδρικού συστήματος αέρα εκκινήσεως (PI).
12. Πίεση αέρα στον οχετό σαρώσεως (PI, PE).
13. Πίεση στο συλλέκτη καυσαερίων (PI).
14. Πίεση αέρα για ξηρό καθαρισμό των στροβιλοϋπερπληρωτών (PI).
15. Πίεση νερού για τον καθαρισμό των στροβιλοϋπερπληρωτών (PI).
16. Πίεση ελέγχου για το σύστημα ελιγμών (PI).
17. Πτώση πιέσεως μέσα από κάθε εναλλάκτη αέρα υπερπληρώσεως (PDI).
18. Πτώση πιέσεως στα φίλτρα κάθε στροβιλοϋπερπληρωτή (PDI).



### **Γ) Μετρητές στροφών περιστροφής και ταλαντώσεων**

SI: Τοπικό στροφόμετρο.

SE: Στροφόμετρο με τηλεμετάδοση.

WI: Αισθητήρας ταλαντώσεων.

1. Ταχύτητα περιστροφής μηχανής (SI, SE).
2. Ταχύτητα περιστροφής κάθε στροβιλοϋπερπληρωτή (SI, SE).
3. Μηχανική μέτρηση αξονικών ταλαντώσεων (WI).

### **Δ) Αισθητήρες τηλεμεταδόσεως στο δίκτυο καυσίμου**

VE: Ιξωδόμετρο με τηλεμετάδοση.

1. Μέτρηση ιξώδους του καυσίμου στην είσοδο της μηχανής, πριν τις αντλίες υψηλής πίεσεως (VE).
2. Πίεση καυσίμου στην είσοδο της μηχανής (PE).
3. Πτώση πίεσεως μέσα από τα φίλτρα καυσίμου (PDE).
4. Θερμοκρασία καυσίμου στην είσοδο των αντλιών υψηλής πίεσεως (TE).

### **Ε) Αισθητήρες τηλεμεταδόσεως στο δίκτυο λιπάνσεως**

1. Θερμοκρασίες εισόδου του λιπαντικού στα κύρια έδρανα, στο ωστικό έδρανο, στον αποσβεστήρα αξονικών ταλαντώσεων, στο λιπαντικό ψύξεως εμβόλων, στον εκκεντροφόρο, στους υδραυλικούς επενεργητές των βαλβίδων εξαγωγής και στους στροβιλοϋπερπληρωτές (TE).
2. Θερμοκρασία εξόδου του λιπαντικού ψύξεως εμβόλων σε κάθε κύλινδρο (TE).
3. Πίεση λιπαντικού ψύξεως εμβόλων, ανά κάθε έμβολο (PE).
4. Πίεση λιπαντικού στην είσοδο κάθε κύριου εδράνου και στον αποσβεστήρα αξονικών ταλαντώσεων (PE).
5. Θερμοκρασία ωστικού εδράνου (TE).
6. Θερμοκρασία εισόδου του λιπαντικού στον εκκεντροφόρο και στους υδραυλικούς επενεργητές των βαλβίδων εξαγωγής (TE).
7. Πίεση εισόδου του λιπαντικού στον εκκεντροφόρο και στους υδραυλικούς επενεργητές των βαλβίδων εξαγωγής (PE).
8. Θερμοκρασία εξόδου του λιπαντικού από κάθε στροβιλοϋπερπληρωτή (TE).
9. Πίεση εισόδου λιπαντικού σε κάθε στροβιλοϋπερπληρωτή με έδρανα ολισθήσεως (PE).

### **ΣΤ) Αισθητήρες τηλεμεταδόσεως στο δίκτυο νερού ψύξεως**

PDSA: Αισθητήρας συναγερμού από υπέρβαση της μέγιστης επιτρεπόμενης διαφοράς πίεσεως.

1. Θερμοκρασία νερού ψύξεως στην είσοδο του εναλλάκτη αέρα υπερπληρώσεως (TE).
2. Πίεση νερού ψύξεως στην είσοδο του εναλλάκτη αέρα υπερπληρώσεως (PE).
3. Θερμοκρασία νερού ψύξεως στην έξοδο του εναλλάκτη αέρα υπερπληρώσεως (TE).
4. Θερμοκρασία νερού ψύξεως στην είσοδο κάθε χιτωνίου (TE).
5. Πίεση νερού ψύξεως στην είσοδο κάθε χιτωνίου (PE).
6. Θερμοκρασία νερού ψύξεως στην έξοδο κάθε χιτωνίου (TE).
7. Αισθητήρας συναγερμού από υπέρβαση της μέγιστης επιτρεπόμενης διαφοράς πίεσεως στο νερό ψύξεως διά μέσου της μηχανής (PDSA).
8. Θερμοκρασία νερού ψύξεως στην έξοδο κάθε στροβιλοϋπερπληρωτή (TE).
9. Πτώση πίεσεως στο νερό ψύξεως διά μέσου κάθε εναλλάκτη αέρα υπερπληρώσεως (PDE).

## **Z) Αισθητήρες τηλεμεταδόσεως στο δίκτυο αέρα σαρώσεως**

ZS: Ενδείκτης θέσεως λειτουργίας.

1. Θερμοκρασία περιβάλλοντος στην είσοδο των στροβιλοϋπερπληρωτών (TE).
2. Πίεση στην έξοδο του σπειροειδούς κελύφους κάθε συμπιεστή (PE).
3. Διαφορά πίεσεως μεταξύ εισόδου και εξόδου κάθε συμπιεστή (PDE).
4. Θερμοκρασία αέρα σαρώσεως πριν τον κάθε εναλλάκτη θερμότητας (TE).
5. Θερμοκρασία αέρα σαρώσεως μετά τον κάθε εναλλάκτη θερμότητας (TE). Θερμοκρασία αέρα σαρώσεως στην είσοδο κάθε κυλίνδρου (TE).
6. Θερμοκρασία αέρα σαρώσεως στο κιβώτιο σαρώσεως (TE).
7. Πίεση αέρα σαρώσεως στο κιβώτιο σαρώσεως (PE).
8. Πτώση πίεσεως δια μέσου του κάθε εναλλάκτη αέρα σαρώσεως (PDE).
9. Πτώση πίεσεως δια μέσου των φίλτρων κάθε στροβιλοϋπερπληρωτή (PDE).
10. Ενδείκτης θέσεως λειτουργίας (On-Off) του βοηθητικού ηλεκτροκίνητου υπερπληρωτή (ZS).

## **H) Αισθητήρες τηλεμεταδόσεως στο δίκτυο καυσαερίων**

1. Θερμοκρασία στο συλλέκτη καυσαερίων (TE).
2. Ενδείκτης θέσεως λειτουργίας (On-Off) βαλβίδας παρακάμψεως στο στρόβιλο κάθε στροβιλοϋπερπληρωτή (ZE).
3. Ενδείκτης γωνίας των οδηγών πτερυγίων του στροβίλου κάθε στροβιλοϋπερπληρωτή, εφόσον υπάρχουν ρυθμιζόμενα οδηγία πτερύγια (ZE).
4. Πίεση στο συλλέκτη καυσαερίων (PE).
5. Θερμοκρασία καυσαερίων στην είσοδο κάθε στροβιλοϋπερπληρωτή (TE).
6. Θερμοκρασία καυσαερίων στην έξοδο κάθε κυλίνδρου (TE).
7. Θερμοκρασία καυσαερίων στην έξοδο κάθε στροβιλοϋπερπληρωτή (TE).
8. Πίεση καυσαερίων στην έξοδο κάθε στροβιλοϋπερπληρωτή (PE).
9. Ταχύτητα περιστροφής κάθε στροβιλοϋπερπληρωτή (SE).
10. Πτώση πίεσεως δια μέσου του λέβητα καυσαερίων (PDE).

### Θ) Κεντρικοί αισθητήρες και καταγραφικά

1. Καταγραφή χρόνου και μετρήσεων.
2. Μετρητής ωρών λειτουργίας της μηχανής.
3. Πίεση περιβάλλοντος (μηχανοστασίου) (PE).
4. Ταχύτητα περιστροφής μηχανής (SE).
5. Μέγιστη πίεση σε κάθε κύλινδρο.
6. Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση σε κάθε κύλινδρο.
7. Θέση του ρυθμιστικού κανόνα παροχής καυσίμου για κάθε αντλία υψηλής πίεσεως.
8. Θέση ρυθμίσεως ρυθμιστή στροφών.
9. Ροπή στρέψης της μηχανής.
10. Μέση ενδεικνυόμενη πίεση σε κάθε κύλινδρο.
11. Πίεση συμπίεσεως σε κάθε κύλινδρο.

Παραπάνω δόθηκε μια αναλυτική περιγραφή για τη θέση και το είδος των αισθητήρων που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της λειτουργίας μίας τυπικής σύγχρονης δίχρονης αργόστροφης ναυτικής πετρελαιομηχανής. Οι αισθητήρες διακρίνονται σε τοπικούς και σε αισθητήρες τηλεμεταδόσεως, των οποίων οι μετρήσεις παρουσιάζονται στο δωμάτιο ελέγχου (Control Room).

Με τη βοήθεια αναλυτικών ηλεκτρονικών διαγραμμάτων παρουσιάζεται κάθε στιγμή η λεπτομερής κατάσταση λειτουργίας τόσο της μηχανής, όσο και όλων των δικτύων που την υποστηρίζουν. Τα στοιχεία των μετρήσεων είναι διαθέσιμα τόσο στο δωμάτιο ελέγχου της μηχανής, όσο και στη γέφυρα, ενώ μέσω τοπικού δικτύου μπορούν να εμφανίζονται σε φορητούς υπολογιστές σε επιλεγμένα σημεία του πλοίου (καμπίνες Α' και Β' μηχανικού). Επίσης, μέσω δορυφορικού συστήματος επικοινωνιών, τα στοιχεία από την παρακολούθηση του κινητήρα μπορούν πλέον να μεταδοθούν στην έδρα της πλοιοκτήτριας εταιρείας (μαζί με εικόνα, ήχο και επιπλέον στοιχεία), ώστε να προγραμματίζεται αποτελεσματικότερα η προμήθεια ανταλλακτικών και η διαδικασία των επισκευών και της συντηρήσεως.

### 3.3 Βυθόμετρο

Οι περισσότεροι φίλοι της θάλασσας είναι εξοικειωμένοι με την έννοια του των βυθομέτρων. Το βυθόμετρο έχει προσφέρει βασικές πληροφορίες πλοήγησης για πολλά χρόνια και οι αρχικοί τύποι των αναλογικών συσκευών παραχώρησαν τη θέση τους στις πιο ακριβείς ηλεκτρονικές συσκευές αυτού του τύπου. Επίσης η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας έδωσε τη δυνατότητα να υπάρχουν αριθμητικές ενδείξεις βάθους, όπως και απεικόνιση του πυθμένα αλλά και ανίχνευση ψαριών, που τώρα πια προβάλλονται σε οθόνες υγρών κρυστάλλων.

Ποια είναι όμως η βασική φιλοσοφία πίσω από τη λειτουργία αυτών των συσκευών; Η κατανόηση των αρχών που διέπουν τη λειτουργία τους είναι σημαντική για όλους όσοι ασχολούνται με τη θάλασσα, ανεξαρτήτως της εμπειρίας τους, ιδιαίτερα εάν αναλογιστούμε την αύξηση των μικρών σκαφών, όπως και του ενδιαφέροντος για το ψάρεμα.



3.3.α. Ένα σύγχρονο βυθόμετρο

### 3.3.1. Βασικά χαρακτηριστικά του βυθομέτρου

Χρησιμοποιεί ηχητικά κύματα (που δεν μπορούν να ακούσουν ο άνθρωπος και τα ψάρια) ώστε να καθορίσει την παρουσία και τη θέση αντικειμένων που βρίσκονται κάτω από τη επιφάνεια του νερού. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι βυθομέτρων, ο παθητικός και ο ενεργητικός. Τα παθητικά έχουν αναπτυχθεί για στρατιωτικούς σκοπούς για τον εντοπισμό πλοίων και υποβρυχίων από το θόρυβο π.χ. του κινητήρα και της προπέλας. Τέτοιου είδους SONAR δέχονται μόνο χωρίς να εκπέμπουν, έτσι ώστε δεν υπάρχει ο κίνδυνος της μετάδοσης της θέσης μιας τέτοιας συσκευής. Όλα τα βυθόμετρα και οι ανιχνευτές ψαριών που υπάρχουν σήμερα είναι ενεργητικοί τύποι. Μπορούν δηλαδή να εκπέμπουν και να δέχονται. Συνήθως αποτελούνται από δύο μέρη, την κεντρική μονάδα και τον αισθητήρα (μάτι / transducer). Η κεντρική μονάδα περιέχει έναν πομποδέκτη, όπως και την οθόνη και τα πλήκτρα λειτουργίας. Ο αισθητήρας βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του νερού και δέχεται ηλεκτρική ενέργεια από την κεντρική μονάδα, την οποία μετατρέπει σε μηχανική ενέργεια ή κίνηση και το αντίθετο. Η κεντρική μονάδα στέλνει στον αισθητήρα ένα ηλεκτρικό σήμα υψηλής τάσης (συνήθως 600 – 2.000 volt) πολύ μικρής χρονικής διάρκειας (περίπου 100 – 200 microseconds) το οποίο μετατρέπεται σε παλμό (κίνηση). Όταν αυτός ο παλμός μεταδίδεται μέσα στο νερό, δονεί τα μόρια του νερού και παράγει ηχητικά κύματα. Αυτή η διαδικασία έχει πολλές ομοιότητες με τον τρόπο που τα ηχεία παράγουν ηχητικά κύματα στον αέρα. Ένα ηλεκτρικό σήμα στέλνεται και το διάφραγμα του ηχείου δονείται ανάλογα με την ποικίλη τάση και συχνότητα του ενισχυτή (ένα ηχείο δεν θα μπορούσε να δουλέψει καλά κάτω από το νερό επειδή η πυκνότητα του νερού θα εμπόδιζε την κίνηση του διαφράγματος).



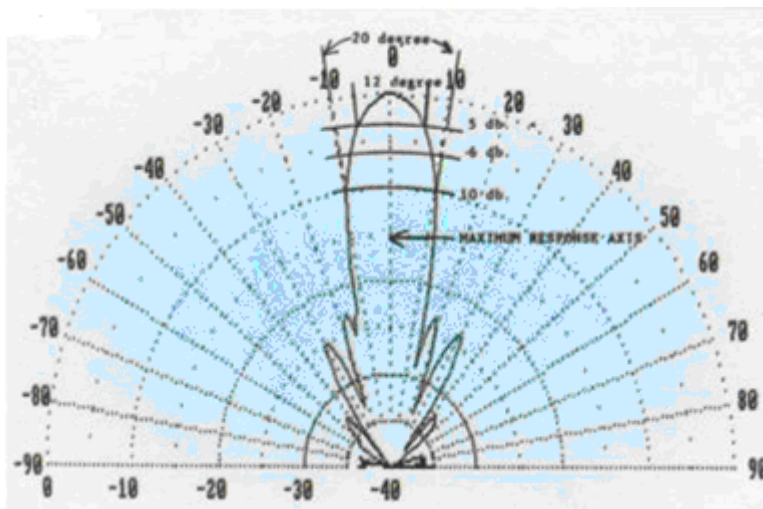
#### 3.3.1. Φασματική απεικόνιση

Καθώς τα ηχητικά κύματα ταξιδεύουν στο νερό, χτυπούν σε διάφορα αντικείμενα και έτσι αντανακλώνται πάλι προς την επιφάνεια και τον αισθητήρα. Ο αισθητήρας μετατροπής αυτή τη φορά λειτουργεί με τον αντίστροφο τρόπο και μετατρέπει το δεχόμενο ήχο σε ηλεκτρικό σήμα, που μεταβιβάζεται στην κεντρική μονάδα. Ο μικροεπεξεργαστής της κεντρικής μονάδας αναλαμβάνει τη μέτρηση της χρονικής διαφοράς μεταξύ της εκπομπής και λήψης του ηλεκτρικού σήματος. Επειδή η ταχύτητα του ήχου στο νερό είναι γνωστή και σταθερή, γύρω στα 1.477 μέτρα ανά δευτερόλεπτο, ο μικροεπεξεργαστής μπορεί να υπολογίσει την απόσταση που διάνυσε το σήμα, πολλαπλασιάζοντας την ταχύτητα με το χρόνο και έτσι να υπάρξει αριθμητική ένδειξη του βάθους στην οθόνη.

Ο κύκλος εκπομπής και λήψης είναι πολύ ταχύς. Ένα ηχητικό σήμα μπορεί να ταξιδέψει από την επιφάνεια του νερού μέχρι ένα βάθος 70 μέτρων σε λιγότερο από 0,25 δευτερόλεπτα και έτσι υπάρχει συνεχής αριθμητική και γραφική ένδειξη. Οι εξελιγμένες τεχνικές για την επεξεργασία σημάτων (software) που χρησιμοποιούνται στους ανιχνευτές ψαριών, μπορούν να αναλύσουν περαιτέρω τα ανακλώμενα ηχητικά κύματα / ηλεκτρικά σήματα, ώστε να παρέχουν επιπρόσθετες πληροφορίες σχετικές με το βάθος αιωρούμενων αντικειμένων, π.χ. ψαριών, το μέγεθός τους και την αναγνώριση της δομής του πυθμένα.

### 3.3.2 Γωνία κώνου και περιοχή κάλυψης

Καθώς τα ηχητικά κύματα ταξιδεύουν μέσα στο νερό απλώνονται σε μορφή κώνου που καθορίζεται από το μέγεθος του πιεζοηλεκτρικού στοιχείου (ή από τη διάμετρό του, μιας και τα περισσότερα τέτοια στοιχεία έχουν κυκλικό σχήμα) και τη συχνότητα λειτουργίας του. Όσο μεγαλύτερη είναι η διάμετρος, τόσο πιο μικρή είναι η γωνία του κώνου. Ένα πιεζοηλεκτρικό στοιχείο με διάμετρο 25 mm και συχνότητα 455 kHz έχει περίπου την ίδια γωνία κώνου με ένα στοιχείο με διάμετρο 50 mm και συχνότητα 200 kHz. Η γωνία του κώνου ενός αισθητήρα καλείται επίσης «μορφή διευθυνσιακής απόκρισης», δηλαδή η ισχύς του σήματος σε σχέση με τη γωνία των πολικών συντεταγμένων (σχήμα 3.3.2)

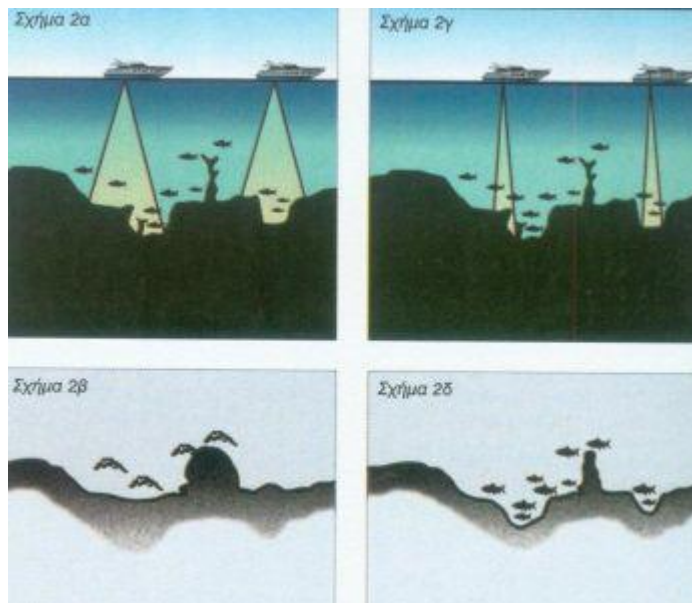


3.3.2 Ισχύς σήματος σε σχέση με τη γωνία

Η ισχύς του ηχητικού κύματος είναι μεγαλύτερη στον άξονα της μέγιστης απόκρισης και μειώνεται εάν μετρηθεί περισσότερο αριστερά ή δεξιά από την κεντρική γραμμή. Για να προσδιοριστεί η γωνία του κώνου από τις πολικές συντεταγμένες είναι ανάγκη να επιλεγεί ένα σημείο αναφοράς, π.χ. 3 db, 6 db ή 10 db παρακάτω από το μέγιστο άξονα ανταπόκρισης (σε αυτή την περίπτωση τα db σημεία αναφοράς είναι απλώς μετρήσεις της μείωσης της στάθμης της ισχύος). Όταν η ισχύς πέσει στο επιθυμητό σημείο αναφοράς, μετρείται η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του σημείου αναφοράς που έχουμε επιλέξει και του κεντρικού άξονα και έτσι γίνεται εφικτή η μέτρηση του κώνου.

Οι κατασκευαστές επιλέγουν διαφορετικά σημεία αναφοράς για τις συσκευές τους. Στις συσκευές για την ανίχνευση ψαριών, για παράδειγμα, άλλοι χρησιμοποιούν 10 db και άλλοι 3 db. Στην ουσία και οι δύο περιπτώσεις ισχύουν, με μία μόνο διαφορά. Στην περίπτωση επιλογής ενός σημείου αναφοράς 10 db, η διάμετρος του κώνου είναι μεγαλύτερη.

Οι μικρές ή οι μεγάλες γωνίες κώνων έχουν και πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Οι ευρείς κώνοι είναι προφανές πως εμφανίζουν μεγαλύτερη περιοχή σε ρηχά νερά, ενώ οι κώνοι με μικρές γωνίες καλύπτουν μικρότερη περιοχή αλλά σε βαθύτερα νερά. Το σχήμα 2 δείχνει γιατί οι ευρείς κώνοι (μεγάλες γωνίες) δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για λεπτομερή απεικόνιση της δομής του πυθμένα και των ψαριών που βρίσκονται κοντά σε αυτόν. Το σχήμα 2α απεικονίζει ένα τμήμα του θαλάσσιου πυθμένα που ανιχνεύεται από μία πλατιά δέσμη. Το σχήμα 2β δείχνει το απεικονιζόμενο αποτέλεσμα στην οθόνη της κεντρικής μονάδας.



3.3.2. (α,β,γ,δ) Απεικονιζόμενα αποτελέσματα στην οθόνη

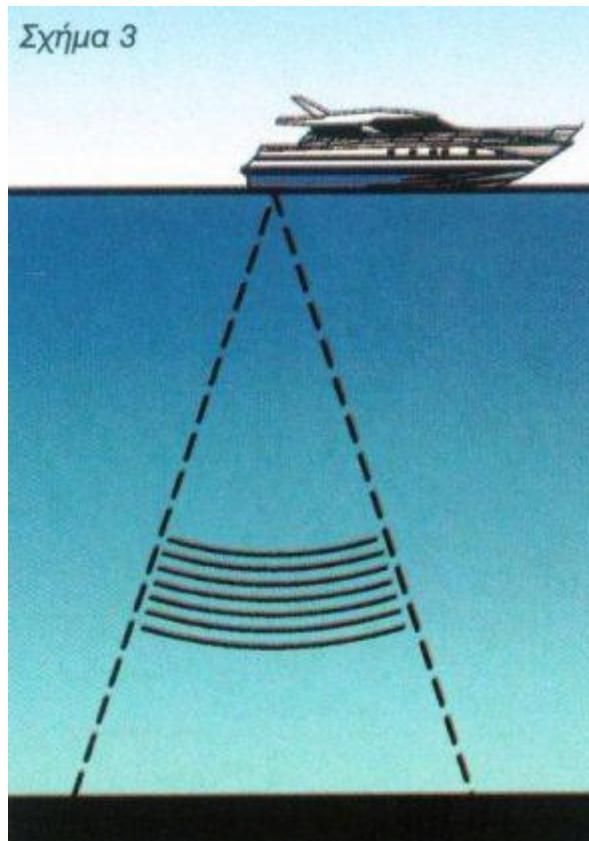
Φαίνεται πως αυτού του είδους η δέσμη δεν απεικονίζει σωστά τις όποιες μικρές τρύπες και δεν δείχνει το πραγματικό τους βάθος. Ο κορμός παρουσιάζεται παραμορφωμένος και τοξοειδής, ακριβώς όπως παρουσιάζονται τα ψάρια όταν απεικονίζονται σαν ακατέργαστα δεδομένα του βυθομέτρου. Τα σχήματα 2Γ και 2Δ παρουσιάζουν την ίδια περιοχή, αλλά με τη χρήση μιας στενότερης δέσμης. Η στενότερη αυτή δέσμη μπορεί να εισχωρήσει ευκολότερα στις τρύπες και έτσι παρουσιάζεται ένα πιο ακριβές



προφίλ, αλλά και μικρότερη παραμόρφωση του κορμού. Κάποιοι κατασκευαστές χρησιμοποιούν πολλές στενές δέσμες τοποθετημένες δίπλα-δίπλα, ώστε να επιτυγχάνεται ταυτόχρονα μεγάλη κάλυψη αλλά και βάθος. Η ίδια τεχνική συνδυαζόμενη με κάποιο εξελιγμένο λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τρισδιάστατη απεικόνιση του πυθμένα.

### 3.3.3. Χαρακτηριστικά του βυθομέτρου

Παρατηρήσαμε πως τα ηχητικά κύματα απλώνονται με τη μορφή ενός απλού κώνου συγκεκριμένης γωνίας από τον αισθητήρα. Ενώ όμως διευρύνονται, το πάχος τους δεν αλλάζει. Ένας τόνος των 100 microseconds που δημιουργείται από τον πομπό του βυθομέτρου παράγει ένα ηχητικό «πακέτο» περίπου 150 mm σε πάχος. Ενώ αυτό το κύμα ταξιδεύει, το πάχος του παραμένει αναλλοίωτο στα 150 mm (σχήμα 3.3.3.α). Σαν παράδειγμα σκεφτείτε μια πέτρα όταν πέφτει στο νερό.

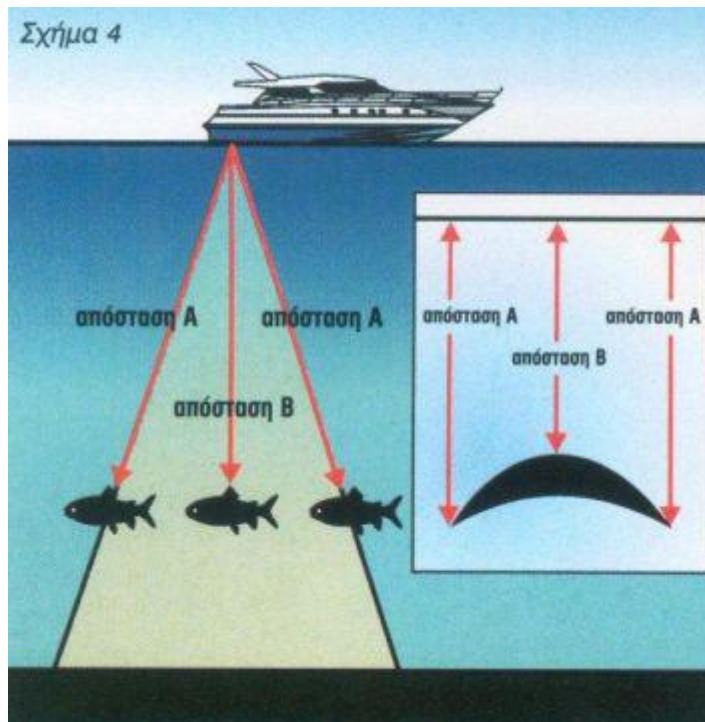


3.3.3.α. Εύρος

Τα κύματα που δημιουργούνται απλώνονται σε ένα σφαιρικό σχήμα, του οποίου το πάχος δεν αλλάζει. Με έναν παρόμοιο τρόπο λειτουργούν και τα ηχητικά κύματα. Ο λόγος που τα ηχητικά κύματα επιστρέφουν στην επιφάνεια όταν χτυπήσουν ένα αντικείμενο είναι πως τα αντικείμενα έχουν διαφορετική πυκνότητα, η οποία μπορεί να είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από αυτή του νερού. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά αυτής της πυκνότητας, τόσο ισχυρότερη είναι η ανάκλαση. Πολλά διαφορετικά αντικείμενα μπορεί να προκαλέσουν ανακλάσεις των ηχητικών κυμάτων και να επηρεάσουν την απόδοση του βυθομέτρου. Φυσαλίδες αέρα μπορούν να δώσουν ισχυρές

ανακλάσεις και παρεμβολές στο ηχητικό κύμα. Στρώματα νερού τα οποία έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες έχουν επίσης διαφορετική πυκνότητα και καλούνται θερμοκλινείς. Τα ηχητικά κύματα θα ανακλαστούν από αυτά τα στρώματα, με την ανάκλαση να αυξάνει σε ισχύ όσο αυξάνεται η διαφορά της θερμοκρασίας τους. Οι θερμοκλινείς φαίνονται στην οθόνη σαν οριζόντιες λωρίδες αναταραχής, η πυκνότητα των οποίων ποικίλλει ανάλογα με τη διαφοροποίηση της θερμοκρασίας.

Τα ψάρια ανακλούν ισχυρά τα ηχητικά κύματα από τον σκελετό τους, τα λέπια τους, τη σάρκα τους και ανάλογα με τον τύπο του ψαριού, από το σάκο του αέρα. Περίπου ένα τέταρτο του ανακλώμενου ηχητικού κύματος προέρχεται από το σκελετό των ψαριών, ένα τέταρτο από τα λέπια και το υπόλοιπο 50% από το σάκο αέρα. Τα ψάρια τα οποία δεν διαθέτουν σάκο εντοπίζονται από τα ηχητικά κύματα, αλλά απεικονίζονται στην οθόνη σε μισό σχεδόν μέγεθος από τους τύπους των ψαριών που διαθέτουν. Αρκετοί χρήστες βυθομέτρων είναι εξοικειωμένοι με τα τόξα ψαριών που απεικονίζονται στην οθόνη, όταν εμφανίζονται ακατέργαστες πληροφορίες του βυθομέτρου (χωρίς να έχουν επεξεργαστεί από το λογισμικό). Αυτά τα τόξα δεν απεικονίζουν τη ράχη ενός ψαριού, αλλά είναι στην πραγματικότητα το αποτέλεσμα πολλαπλών επιστροφών από τον ίδιο στόχο. Καθώς το σκάφος κινείται και ο κώνος για πρώτη φορά εντοπίζει το στόχο, η απόσταση που η κεντρική μονάδα υπολογίζει είναι η γωνιακή απόσταση (απόσταση A, σχήμα 4, εικόνα 3.3.3.β.).



3.3.3.β. Απεικόνιση αποστάσεων

Εφόσον το βυθόμετρο απεικονίζει αυτή την απόσταση κάθετα στην οθόνη του, θα παρουσιαστεί αρχικά σε μεγαλύτερο βάθος. Καθώς το σκάφος περνάει πάνω από το στόχο, η γωνιακή απόσταση μικραίνει μέχρι το σκάφος να βρεθεί ακριβώς πάνω από αυτόν (απόσταση B, σχήμα 4), και το πραγματικό βάθος υπολογίζεται και απεικονίζεται. Καθώς το σκάφος

απομακρύνεται από το στόχο, η γωνιακή απόσταση αυξάνεται ξανά και έτσι σχηματίζεται το άλλο μισό τμήμα του τόξου. Σε πραγματικές συνθήκες τόξα είναι δύσκολο να απεικονισθούν στην οθόνη. Ο στόχος θα πρέπει να είναι ακίνητος και το σκάφος θα πρέπει να περάσει ακριβώς από πάνω του. Συνήθως τα τόξα είναι μια λειτουργία που προέρχεται, όταν υπάρχει μια ευρεία δέσμη βυθομέτρου, υψηλή ευαισθησία και το σκάφος κινείται αργά. Ο τύπος του νερού επίσης επηρεάζει τη λειτουργία του βυθομέτρου. Τα ηχητικά κύματα ταξιδεύουν πιο εύκολα στο γλυκό από ότι στο αλμυρό νερό, κυρίως επειδή τα αιωρούμενα σωματίδια στο αλμυρό νερό απορροφούν και ανακλούν τα περισσότερα από τα ηχητικά κύματα. Η δομή του πυθμένα επηρεάζει επίσης τις ανακλάσεις του βυθομέτρου. Ένας σκληρός, βραχώδης πυθμένας, για παράδειγμα, θα ανακλάσει τα ηχητικά κύματα πιο εύκολα από ό,τι ένας αμμώδης. Συχνά, εξαρτώμενο από το βάθος, υπάρχει μεγάλο περίσσειμα ενέργειας μετά την ανάκλαση σε ένα βραχώδη πυθμένα, ώστε το επιστρεφόμενο σήμα να μπορεί να ανακλαστεί από την επιφάνεια του νερού και να ταξιδέψει προς το βυθό για να ανακλαστεί για δεύτερη φορά. Αυτό είναι γνωστό σαν δευτερεύουσα επιστροφή και απεικονίζεται στην οθόνη του βυθομέτρου σαν ένα αντίγραφο του θαλάσσιου πυθμένα στο διπλάσιο βάθος. Βραχώδεις ή σκληροί πυθμένες απεικονίζονται στην οθόνη σαν λεπτές και σκούρες γραμμές, ενώ ένας αμμώδης ή μαλακός πυθμένας ο οποίος απορροφά μεγάλο ποσοστό του σήματος, θα εμφανίζεται παχύτερος και πιο ανοιχτόχρωμος.



### 3.4 Συστήματα καταγραφής δεδομένων ταξιδιού VDR/S-VDR

Οι **καταγραφείς δεδομένων ταξιδιού** (Voyage Data Recorders–VDR) μπορούν να παραλληλιστούν με τα μαύρα κουτιά που φέρουν τα αεροσκάφη. Επιτρέπουν στους διερευνητές/επιθεωρητές ατυχήματος, κατά τις διαδικασίες επανεξετάσεως, να ανακτούν πληροφορίες (για τη χρονική στιγμή λίγο πριν, αλλά κυρίως για εκείνη ακριβώς κατά την οποία έλαβε χώρα το γεγονός) και επομένως συνεισφέρουν αποφασιστικά στον προσδιορισμό της αιτίας οποιουδήποτε ατυχήματος.



3.4. VDR

### 3.4.1. Καταγραφή των στοιχείων ναυσιπλοΐας του σκάφους

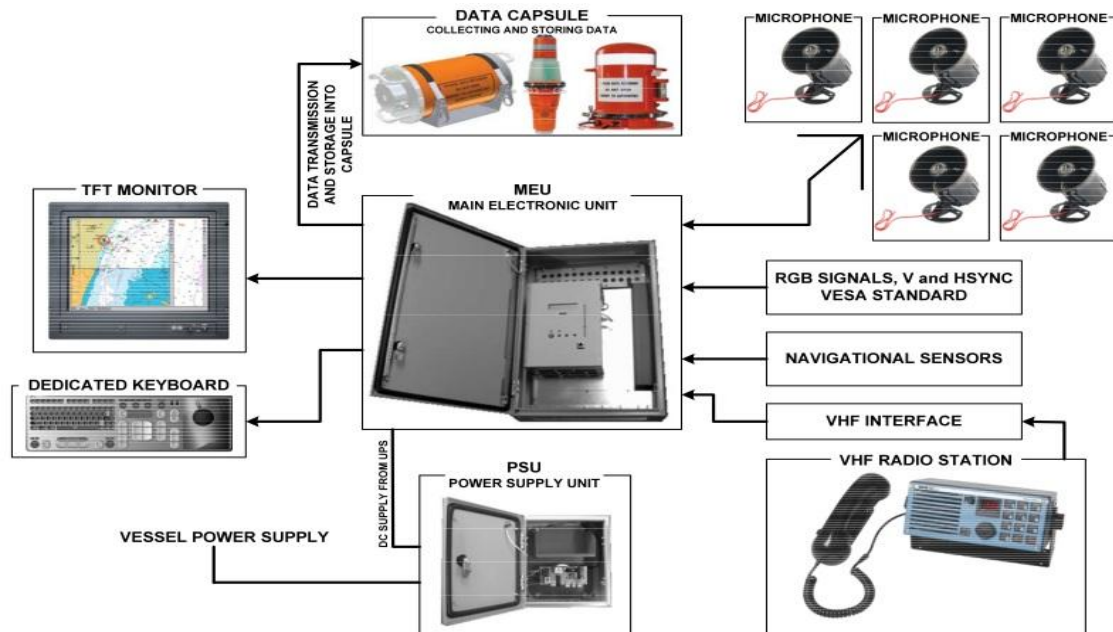
Ο καταγραφέας δεδομένων ταξιδιού ή κατά το διεθνή όρο VDR είναι ένα σύστημα, το οποίο εγκαθίσταται στη γέφυρα του πλοίου και μπορεί να καταγράφει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες, οι οποίες αφορούν στο ταξίδι, έτσι ώστε να διευκολύνονται οι ερευνητές του ατυχήματος στον εντοπισμό των αιτιών του. Δηλαδή μπορεί και καταγράφει συνομιλίες εσωτερικά της γέφυρας, τις επικοινωνίες της γέφυρας μέσω των συσκευών συνεννοήσεως που λειτουργούν σε συχνότητα VHF, την ημερομηνία, την ώρα και τη θέση του πλοίου, την κατεύθυνσή του, την ταχύτητά του, την εικόνα του radar, το βύθισμά του (δηλ. πόσο τμήμα του πλοίου βρισκόταν κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας κατά την πλεύση του), την κατάσταση των μηχανών του και την ανταπόκρισή τους στις εντολές του πλοιάρχου, τυχόν συναγεμμούς προειδοποίησης, οι οποίοι ενεργοποιήθηκαν και την ανταπόκριση του πηδαλίου στις διατασσόμενες εντολές. Οι αποθηκευμένες πληροφορίες μπορεί να αξιοποιηθούν και για άλλες σημαντικές εργασίες όπως: τη διευκόλυνση της προληπτικής συντηρήσεως, τον έλεγχο της λειτουργικής αποδόσεως των διαφόρων συσκευών/συστημάτων (performance efficiency monitoring) και τις βελτιώσεις του επιπέδου εκπαίδευσης των αξιωματικών γέφυρας. Δηλαδή, εφόσον τα πλήρη δεδομένα του ταξιδιού είναι καταγεγραμμένα, μπορούν να αναπαραχθούν σε μεταγενέστερο χρόνο, ώστε να διαπιστωθεί για παράδειγμα η αποτελεσματικότητα ενός χειρισμού ή/και να εξαχθούν πολύτιμα συμπεράσματα για την καταλληλότητα ενός χειρισμού σε μελλοντικό πλου.



3.4.1. Καταγραφή των στοιχείων

### 3.4.2. Λειτουργία ενός συστήματος VDR

Τον πυρήνα του εν λόγω συστήματος αποτελεί ένας ηλεκτρονικός μικροϋπολογιστής, ο οποίος λειτουργεί τόσο ως μονάδα διασυνδέσεως με άλλα ηλεκτρονικά ναυτικά όργανα και συστήματα του σκάφους, όσο και ως **μονάδα διαχείρισεως/αποθηκεύσεως ψηφιακών δεδομένων**. Η μονάδα αυτή έχει τη δυνατότητα να ψηφιοποιήσει τις εισερχόμενες πληροφορίες από τα συνεργαζόμενα συστήματα/υποσυστήματα, ανεξάρτητα μορφοποιήσεως και πρωτοκόλλου επικοινωνίας, να τις συμπιέσει (compress) με τη βοήθεια ενσωματωμένου λογισμικού και να τις αποθηκεύσει σε κατάλληλη εσωτερική διάταξη για μελλοντική ανάκτηση.



3.4.2. Λειτουργία του συστήματος

### 3.4.3. Κατασκευή του συστήματος.

Ο καταγραφέας δεδομένων ταξιδιού αποτελείται από τις παρακάτω μονάδες και υπομονάδες:

**α) Κύρια ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου** (data acquisition and processing unit). Στη μονάδα αυτή διασυνδέονται όλα τα συνεργαζόμενα όργανα και συστήματα, ενώ ταυτόχρονα διεκπεραιώνεται το έργο της ψηφιακής εγγραφής των δεδομένων, τα οποία και αποθηκεύονται στην κατάλληλα διαμορφωμένη προστατευμένη μονάδα-«κάψουλα» εγγραφής/προστασίας<sup>1</sup>. Η μονάδα αυτή διαθέτει συνήθως εννιά εισόδους μικροφώνων:

*i) έξι εισόδους για δεδομένα ήχου, που προέρχονται από τη γέφυρα του πλοίου,*

*ii) δύο επιπρόσθετες εισόδους για δεδομένα ήχου που προέρχονται από τις συχνότητες VHF με τις οποίες επικοινωνεί το πλοίο εξωτερικά και*

*iii) μία τουλάχιστον είσοδο για δεδομένα εικόνας που προέρχονται από το radar<sup>3</sup> του πλοίου, των οποίων η ευκρίνεια ανέρχεται στα 1280 x 1024 pixels με ρυθμό ανανέωσης 85 Hz.*

Η μονάδα αυτή μπορεί εύκολα να παρομοιασθεί μ' ένα κοινό σύγχρονο υπολογιστικό σύστημα του εμπορίου. Για τη δικτύωση της μονάδας με τα εξωτερικά συστήματα χρησιμοποιείται μία είσοδος καλωδίου δικτύου (Ethernet) με ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων 10/100 MB/s. Με τον τρόπο αυτό: η βασική μονάδα του συστήματος επικοινωνεί με την κάψουλα αποθηκεύσεως (και προστασίας) δεδομένων. Επίσης, υπάρχει μία θύρα CAN (DB9), από την οποία όλα τα δεδομένα λαμβάνονται παραμετροποιημένα σε μορφή που ορίζει το πρωτόκολλο NMEA 0183 και τέλος μία θύρα Universal Serial Bus–USB, η οποία χρησιμοποιείται για την ανανέωση/επικαιροποίηση του απαραίτητου λογισμικού<sup>5</sup>.

**β) Υπομονάδα αποκτήσεως δεδομένων** (interface box). Η υπομονάδα αυτή διαχειρίζεται τη συλλογή των αναγκαίων δεδομένων προς αποστολή στην κάψουλα εγγραφής/προστασίας δεδομένων. Έχει 26 σειριακές εισόδους, είτε τύπου RS232, είτε RS485. Υφίσταται διακόπτης 5V~35V, στεγανός, ο οποίος διαθέτει 48 κανάλια. Υπάρχουν 8 κανάλια για εισαγωγή αναλογικού σήματος, ένα κανάλι για **σταδιακό/βηματιστικό** (step) σήμα, ένα κανάλι για **συγχρονισμένο** (synchro) σήμα, ένα τμήμα συνδέσεων, με 15 κανάλια εισόδου και 1 εξόδου και ένα τμήμα διαχείρισεως σήματος με 1 είσοδο και 15 εξόδους.

**γ) Κάψουλα εγγραφής/προστασίας δεδομένων** (data unit). Πρόκειται για τη μονάδα, στην οποία καταγράφονται και αποθηκεύονται όλες οι πληροφορίες, οι οποίες σχετίζονται με την εκτέλεση του ταξιδιού και το ατύχημα. Το προστατευτικό της περίβλημα είναι κατασκευασμένο από ανθεκτικά μέταλλα, έτσι ώστε να αντέχει στις μηχανικές καταπονήσεις που προκύπτουν συνήθως από ένα ναυτικό ατύχημα. Η κάψουλα μπορεί να αντέξει συνεχή πρόσκρουση 11 ms με επιτάχυνση 50 φορές μεγαλύτερη από εκείνη της βαρύτητας. Είναι δυνατόν επίσης να αντέξει απόπειρα διατρήσεως από αιχμηρό αντικείμενο βάρους 250 kg με διάμετρο αιχμής 100 mm και ελεύθερη ρίψη από ύψος 3 m.



Ζυγίζει από 36,8 έως 37,2 kg και είναι βαμμένη με κατάλληλο χρώμα (π.χ. πορτοκαλί φωσφόρου), ώστε να διευκολύνεται ο οπτικός εντοπισμός της από απόσταση αν απαιτηθεί. Αν επιλεγεί η μέθοδος στηρίξεως σε σταθερό σημείο τοποθετείται πάνω σε μία μεταλλική βάση, η οποία έχει τετράγωνο σχήμα και η κάθε πλευρά της είναι 340 mm. Η κάψουλα είναι επίσης πυρίμαχη, εφόσον μπορεί να παραμείνει ανέπαφη για δέκα ώρες, κάτω από θερμοκρασία 260 οC και για μία ώρα κάτω από θερμοκρασία 1100οC. Τέλος, μπορεί να αντέξει πιέσεις στο βυθό της θάλασσας ίσες με 60 MPa<sup>1</sup>. Επίσης, σε περίπτωση βυθίσεως κάτω από το νερό υπάρχει πρόβλεψη για κατάλληλο ακουστικό σήμα που διευκολύνει τον εντοπισμό της, με ελάχιστο όριο συνεχόμενης λειτουργίας 30 ημέρες. Η συγκεκριμένη μονάδα διαθέτει σκληρό δίσκο με χωρητικότητα κατάλληλη, ώστε να μπορεί να αποθηκεύσει δεδομένα, ήχο και εικόνα για τουλάχιστον 12 συνεχόμενες ώρες. (Συνεπώς όσο μεγαλύτερης χωρητικότητας είναι ο σκληρός δίσκος που χρησιμοποιούμε, τόσο βελτιώνονται οι δυνατότητές μας για ανάκληση των στοιχείων ταξιδιού σε παρελθόντα χρόνο).

**δ) Μονάδα παροχής ενέργειας** (power unit). Αποτελεί το τμήμα του VDR, το οποίο δίνει την απαραίτητη ηλεκτρική τροφοδότηση σε όλες τις μονάδες του συστήματος. Εκτός από την παροχή ενέργειας, η μονάδα αυτή χρησιμεύει και ως μέσο προστασίας της συσκευής από τυχόν απότομες μεταβολές της ηλεκτρικής τάσης (UPS) οι οποίες είναι πολύ πιθανόν να προκαλέσουν σοβαρή βλάβη στο σύστημα. Η συγκεκριμένη μονάδα διαθέτει επιπλέον ενσωματωμένα τα απαραίτητα ξηρά στοιχεία (μπαταρίες), ώστε να εξασφαλίζεται η αυτόνομη τροφοδοσία του συστήματος σε περίπτωση διακοπής παροχής ενέργειας για 2 ώρες.

### 3.4.4. Τα στοιχεία καταγραφής

Ακολούθως παρατίθενται οι πληροφορίες που αποθηκεύονται στη μονάδα-κάψουλα εγγραφής/προστασίας δεδομένων:

**α) Ημερομηνία και ώρα.** Το στοιχείο αυτό είναι απαραίτητο για τους επιθεωρητές ατυχημάτων, ώστε να διαπιστώσουν την ακριβή ώρα και ημερομηνία που συνέβη το ατύχημα. Η ώρα και η ημερομηνία εγγράφονται στην κάψουλα προστασίας δεδομένων σύμφωνα με το διεθνές σύστημα GMT (UTC), δηλαδή την ώρα Γκρίνουιτς. Τα στοιχεία αποκτώνται είτε από μία εξωτερική πηγή του πλοίου (π.χ. από ένα δορυφόρο του GPS), είτε από ένα εσωτερικό ρολόι.

**β) Θέση του πλοίου.** Η θέση του πλοίου καταγράφεται σύμφωνα με τις συντεταγμένες του (γεωγραφικό πλάτος και μήκος) με ακρίβεια 0,0001 λεπτού της μοίρας και αποσκοπεί στην παροχή ακριβούς πληροφορίας για τον τόπο που έλαβε χώρα το ατύχημα. Τα δεδομένα αυτά καταγράφονται συνήθως από ένα κατάλληλο ηλεκτρονικό σύστημα προσδιορισμού στίγματος, για παράδειγμα δορυφορικό όπως το GPS ή τυχόν άλλο κατάλληλο εξοπλισμό. Ο

τρόπος εγγραφής αυτών των στοιχείων εγγυάται πάντα ότι η πηγή παροχής των δεδομένων μπορεί να αναζητηθεί κατά την αναπαραγωγή των σχετικών, καταγεγραμμένων πληροφοριών.

**γ) Κατεύθυνση.** Η κατεύθυνση του πλοίου καταγράφεται με ακρίβεια 0,1ο, προερχόμενη από το αντίστοιχο διαθέσιμο σύστημα του πλοίου (π.χ. μηχανική γυροπυξίδα).

**δ) Ταχύτητα.** Η ταχύτητα καταγράφεται με ακρίβεια της τάξεως του 0,1 ν.μ. όπως αυτή μετρείται από το δρομόμετρο του πλοίου. Μπορεί να καταγραφεί τόσο η οριζόντια όσο και η κάθετη κατεύθυνση της ταχύτητας).

**ε) Συνομιλίες στο χώρο της γέφυρας.** Καθόσον η γέφυρα είναι ο χώρος απ' όπου κυβερνάται το πλοίο, οι συνομιλίες από το διαμέρισμα αυτό είναι πιθανώς τα πιο σημαντικά στοιχεία για καταγραφή στο σύστημα. Οι καταγραφόμενες συνομιλίες μπορούν να αποκαλύψουν εάν ένα ναυτικό ατύχημα οφειλόταν είτε σε τεχνική ανωμαλία, είτε στον ανθρώπινο παράγοντα, είτε σε εξωτερικές παρεμβάσεις (όπως π.χ. πειρατεία, τρομακτική ενέργεια κ.λπ.). Τα στοιχεία αυτά καταγράφονται από τις εισόδους μικροφώνων που τοποθετούνται στη γέφυρα και στους γύρω χώρους και γενικώς από συστήματα που λαμβάνουν δεδομένα ήχου.

**στ) Συνομιλίες ασύρματης επικοινωνίας VHF.** Είναι δυνατή η καταγραφή κάθε συνομιλίας, με άλλα πλοία ή σταθμούς ξηράς που εκτελέστηκε στη συχνότητα VHF. Το σύστημα υποστηρίζει την καταγραφή φωνητικού σήματος στην περιοχή συχνοτήτων από 150 Hz ως 3,6 kHz, το οποίο περαιτέρω εκπέμπεται στις συχνότητες VHF.

**ζ) Τα δεδομένα του radar.** Ο συγκεκριμένος εξοπλισμός αποτελεί βασικό στοιχείο εισόδου στο σύστημα, καθώς ανιχνεύει ναυτιλιακούς κινδύνους που βρίσκονται στην περιοχή που ταξιδεύει το πλοίο, όπως την πλησιέστερη ακτή ή το πλησιέστερο παραπλέον πλοίο. Μπορούν επίσης να καταγραφούν στοιχεία από το σύστημα ECDIS2 καθώς και πληθώρα άλλων σημαντικών στοιχείων, όπως συναγερμοί πλοηγήσεως ή η λειτουργική κατάσταση του radar κατά τη διάρκεια του ταξιδιού.

**η) Δεδομένα ηχοβολιστικής συσκευής (βυθόμετρου).** Τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για την κίνηση του πλοίου λίγο πριν λάβει χώρα το ναυτικό ατύχημα. Αυτά τα δεδομένα αναφέρονται σε πληροφορίες σχετικά με αντικείμενα, τα οποία βρίσκονται κάτω από το πλοίο και ανιχνεύονται από το εγκατεστημένο στο πλοίο βυθόμετρο και που μπορεί να οδήγησαν σε πιθανή πρόσκρουση. Τα αντικείμενα αυτά μπορούν και ανιχνεύονται με ακρίβεια 0,1 m.

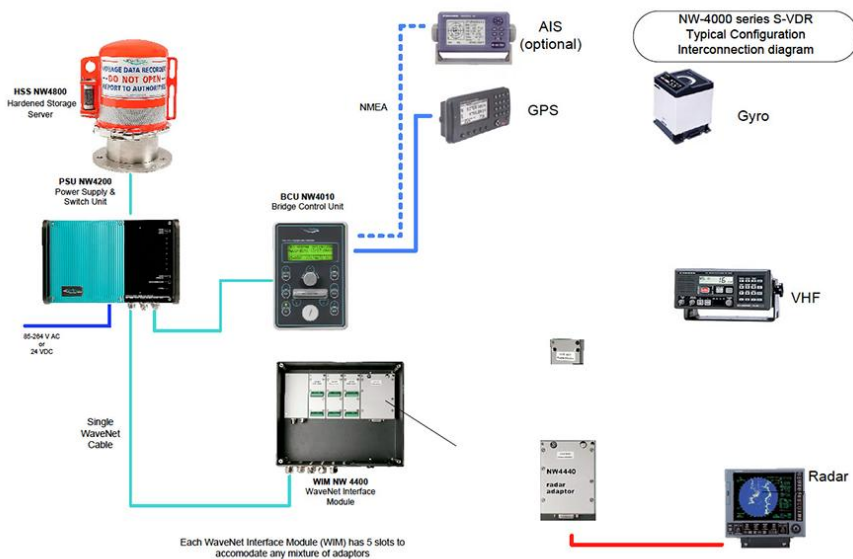
**θ) Συναγερμοί προειδοποίησης (main alarms).** Αυτά τα στοιχεία είναι πολύ σημαντικά, εφόσον μπορούν να μας δώσουν πληροφορίες για τη φυσική κατάσταση του πλοίου και γενικώς για ζημιές, οι οποίες πολύ πιθανόν να ενεργοποίησαν οποιονδήποτε από τους συναγερμούς του πλοίου. Οι πληροφορίες, οι οποίες αντλούνται από κατάλληλο ενδείκτη απεικόνισης, δυνατόν να αφορούν σε μηχανική βλάβη, εντοπισμό πυρκαγιάς, υψηλή

στάθμη νερού εντός του πλοίου, βλάβη στα πρωτεύοντα ή στα δευτερεύοντα συστήματα πηδαλιουχίσεως, απώλεια ισχύος από τις ηλεκτρογεννήτριες του σκάφους, ανίχνευση καπνού ή ανίχνευση εκλύσεως διοξειδίου του άνθρακα.

**ι) Θέση και ανταπόκριση πηδαλίου.** Τα δεδομένα αυτά αποκαλύπτουν εάν όντως υπήρχε κάποια βλάβη στο πηδάλιο του πλοίου ή εάν οι χειρισμοί που προηγήθηκαν του ατυχήματος δεν ήταν οι πλέον κατάλληλοι για την πλοήγησή του. Τα δεδομένα αυτά περιέχουν πληροφορίες σε σχέση με τη θέση και την ανταπόκριση του πηδαλίου στις διατασσόμενες εντολές, με ακρίβεια μίας μοίρας. Επίσης, στα δεδομένα αυτά συμπεριλαμβάνεται και η πληροφορία σχετικά με το αν γινόταν χρήση του ΑΣΠ, οι ρυθμίσεις που είχαν καταχωρισθεί σ' αυτό και η γενική λειτουργική του κατάσταση.

**ιβ) Πληροφορίες τηλεγράφου.** Ο τηλεγράφος αποτελείται από ένα ζεύγος συσκευών, τον **εντολέα**, που είναι τοποθετημένος στη γέφυρα και το **λήπτη** που είναι τοποθετημένος στη μηχανή. Ο πλοίαρχος μέσω του τηλεγράφου δίνει εντολές στο μηχανοστάσιο σχετικά με την ταχύτητα της μηχανής, καθώς και τη φορά περιστροφής των ελίκων – δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα. Οι εντολές αυτές καταγράφονται, όπως επίσης και η ανταπόκριση (feedback) των εντολών από τη μηχανή.

**ιγ) Άλλα (δευτερεύοντα) στοιχεία καταγραφής.** Το σύστημα μπορεί και καταγράφει την κατάσταση και την ανταπόκριση των μπουκαπορτών του πλοίου, τη στεγανότητα του πλοίου και την κατάσταση των θυρών πυρκαγιάς, τις διάφορες επιταχύνσεις που αναπτύσσει το πλοίο, την ισχύ της γάστρας του πλοίου και τέλος την ταχύτητα και την κατεύθυνση του ανέμου.



### 3.4.4. Πλήρης λειτουργία καταγραφής



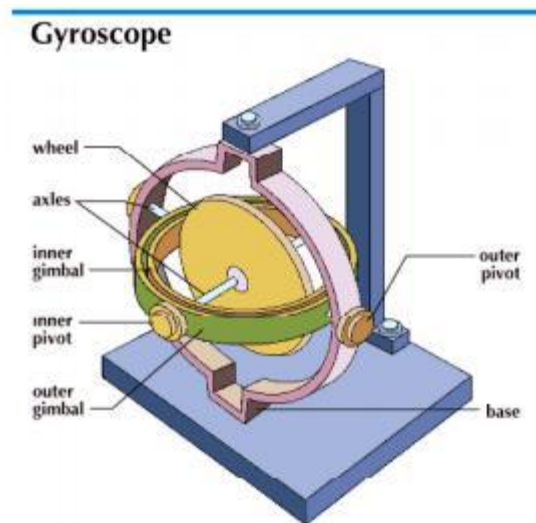
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΠΛΟΗΓΗΣΗ ΠΛΟΙΟΥ

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται η πλοήγηση των πλοίων ενώ γίνεται μια ιστορική αναδρομή γύρω από τις μεθόδους που έχουν παρουσιαστεί σε αυτήν την περιοχή.

#### 4.1. Ιστορική αναδρομή των τεχνικών ελέγχου πλοήγησης

Η ιστορία του βασισμένου σε μοντέλο ελέγχου πλοίου ξεκινά με την εφεύρεση του γυροσκοπίου τη δεκαετία του 1850 από το Γάλλο επιστήμονα J.B.L.Foucault. Το γυροσκόπιο είναι μια διάταξη που αποτελείται από ένα βαρύ μεταλλικό δίσκο και μεταλλικούς δακτυλίους με τέτοιο τρόπο συνδεδεμένους, που επιτρέπουν στο δίσκο να περιστρέφεται ελεύθερα προς κάθε κατεύθυνση. Ο δίσκος λόγω αδράνειας περιστρέφεται προς οποιαδήποτε κατεύθυνση, προκειμένου να διατηρήσει την συμπεριφορά του δηλαδή να παραμείνει ακίνητος, όταν το γυροσκόπιο που είναι τοποθετημένο στο πλοίο κινείται μαζί με αυτό.



4.1 Γυροσκόπιο

Αργότερα αναπτύχθηκε ένα ηλεκτρικό γυροσκόπιο λόγω της ανάγκης για πιο αξιόπιστα συστήματα πλοήγησης σε ατσάλινα πλοία και υποβρύχια. Το γυροσκόπιο αυτό είναι πιο ευαίσθητο σε μαγνητικές διαταραχές, που είναι συνηθισμένες σε αυτά.

Με βάση το γυροσκόπιο δημιουργήθηκε ο πρώτος autopilot. Εδώ κρίνεται σωστό να δοθεί ο ορισμός του autopilot (αυτόματου πιλότου). Ήταν ένας ελεγκτής κλειστού βρόχου που είχε τη δυνατότητα να ελέγξει το πλοίο σε διάφορες καταστάσεις της θάλασσας χρησιμοποιώντας έλεγχο

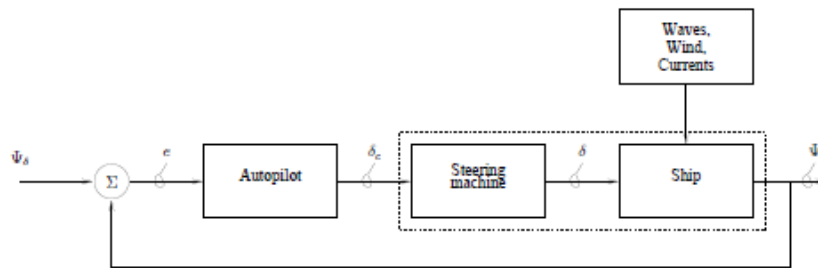
ανατροφοδότησης και αυτόματη προσαρμογή κέρδους ελεγκτή. Μετέπειτα, το 1922, ο Minor sky παρουσίασε μια λεπτομερή ανάλυση ενός συστήματος ελέγχου ανατροφοδότησης θέσης, όπου χρησιμοποιούσε έναν ελεγκτή τριών όρων, που σήμερα είναι γνωστός ως PID. Οι ελεγκτές των δύο προαναφερθέντων ήταν και οι δύο ελεγκτές μίας εισόδου- μιας εξόδου, που χρησιμοποιούσαν τον προσανατολισμό που υπολογιζόταν από μία γυροσκοπική πυξίδα για να ελέγξουν τη γωνία του πηδαλίου. Τέτοιοι αυτόματοι πιλότοι ήταν ικανοί μόνο να διατηρούν μια προκαθορισμένη πορεία και χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα σε μικρότερα πλοία για διαδρομές ρουτίνας.

Σήμερα πλέον οι PID ελεγκτές υλοποιούνται από ένα υπολογιστή, ο οποίος συγκρίνει τον επιθυμητό προσανατολισμό με τον προσανατολισμό που μετράται και υπολογίζει τις διορθωτικές κινήσεις που πρέπει να δοθούν στο πηδάλιο. Πρόσφατα χρησιμοποιούνται PID ελεγκτές που υπολογίζονται από τεχνικές LQG και τεχνικές σθεναρού ελέγχου. Ένα πλεονέκτημα των μεθόδων αυτών που αξίζει να αναφερθεί είναι ότι φιλτράρουν τις διαταραχές που προκαλούνται από τα κύματα και έτσι δεν δίνονται συνεχώς διορθωτικές κινήσεις στο πηδάλιο και στο σύστημα προώθησης, με αποτέλεσμα μείωση της φθοράς τους. Οι σημερινοί ελεγκτές, ακόμα, είναι ικανοί να πραγματοποιήσουν πιο δύσκολους ελιγμούς όπως στροφές και διαδικασίες προσάραξης. Θεωρείται απαραίτητο στο σημείο αυτό να δώσουμε μια συνοπτική παρουσίαση του τί είναι ένας 'αυτόματος πιλότος'.

### 4.1.1. Αυτόματος Πιλότος

Ο αυτόματος πιλότος είναι μια συσκευή ή πρόγραμμα που ελέγχει ένα όχημα, στην περίπτωση μας πλοίο, χωρίς να είναι απαραίτητη η συνεχής παρέμβαση του ανθρώπου. Ο πρώτος αυτόματος πιλότος ήταν ένας μεταλλικός μηχανισμός που έλεγχε το πηδάλιο του πλοίου οδηγούμενος από ένα γυροσκόπιο, αναπτύχθηκε από τον Elmer Sperry και ήταν γνωστός ως 'Metal Mike'.

Προκειμένου να διατηρείται η πορεία του πλοίου κατά την πλεύση σε επιθυμητή τιμή, χρησιμοποιείται αυτόματος πιλότος διατήρησης πορείας (course-keeping autopilot) και αυτόματος πιλότος πηδιαλιουχίας (course-changing autopilot). Ο αυτόματος πιλότος διατηρεί την επιθυμητή πορεία του πλοίου μετρώντας τη γωνία διεύθυνσης και την συγκρίνει με την τιμή αναφοράς  $d$ . Η έξοδος τροφοδοτεί τον σερβομηχανισμό του πηδαλίου. Η διαφορά  $-d$  (σφάλμα) δίνεται στον αυτόματο πιλότο ως είσοδος. Το σχήμα παρακάτω δείχνει την γενική διάταξη ενός αυτόματου πιλότου πορείας πλοίου.



#### 4.1.1.α. Μηχανισμός αυτόματου πιλότου

Ως διάταξη μέτρησης της γωνίας χρησιμοποιείται γυροσκοπική πυξίδα (gyrocompass). Ο ρυθμός μεταβολής της γωνίας (heading rate) λαμβάνεται από κατάλληλο αισθητήριο (rate sensor), από γυροσκόπιο, με διαφόριση του σήματος της γωνίας ή ακόμη και με εκτίμηση της κατάστασης μέσω παρατηρητή (state observer).

Οι κοινοί αυτόματοι πιλότοι που χρησιμοποιούνται σήμερα βασίζονται σε απλούς αλγορίθμους PID (Αναλογικός - Ολοκληρωτικός-Διαφορικός).

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



4.1.1.β. Αυτόματος πιλότος

Κατά τον σχεδιασμό αυτόματου πιλότου, δηλαδή την επιλογή παραμέτρων του ελεγκτή, λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- κατάλληλο μαθηματικό μοντέλο του πλοίου, που συνήθως είναι γραμμικό,
- οι διαταραχές από το περιβάλλον και οι επιθυμητές προδιαγραφές.

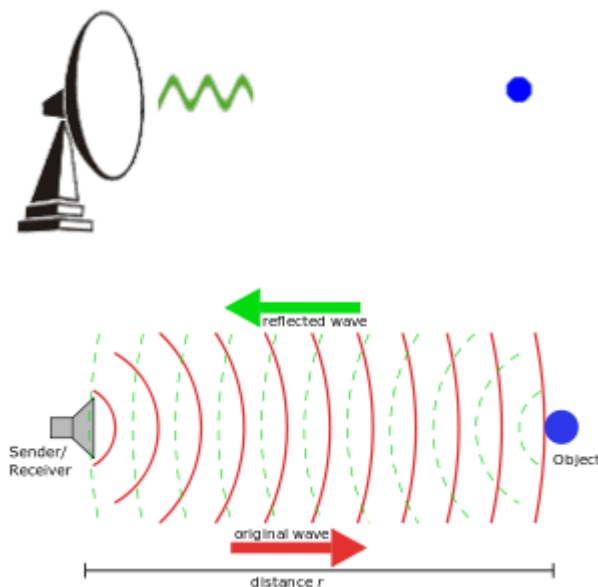


## 4.2. Ραδιοεντοπιστής (RAdio Detection And Ranging)

Ο **Ραδιοεντοπιστής** ή γνωστότερο με το διεθνές όνομα **Ραντάρ** που προέρχεται από σύντμηση των αγγλικών λέξεων "**RAdio Detection And Ranging**" και σημαίνει "ανίχνευση με ηλεκτρομαγνητικά κύματα και μέτρηση αποστάσεως". Αποτελεί ένα βασικό ηλεκτρονικό σύστημα ηλεκτρομαγνητικού εντοπισμού, παρακολούθησης ακίνητων και κινητών στόχων, σε αποστάσεις και συνθήκες φωτισμού απαγορευτικές για τον απευθείας οπτικό εντοπισμό, δηλαδή με το ανθρώπινο μάτι ή και οπτικά όργανα. Η μεγάλη αξία του ραντάρ οφείλεται στις σημαντικές δυνατότητες ανίχνευσης και παρακολούθησης στόχων σε μεγάλες αποστάσεις και με μεγάλη ακρίβεια.

Το πρώτο ραντάρ που τέθηκε σε λειτουργία με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα ήταν κατασκευή του Εθνικού Εργαστηρίου Φυσικής (National Physical Laboratory, NPL) της Μ. Βρετανίας και ειδικότερα του προϊσταμένου του Ρόμπερτ Ουάτσον-Ουάτ. Όταν το Υπουργείο Άμυνας τον ρώτησε για την "ακτίνα θανάτου", που διέδιδαν οι Γερμανοί ναζιστές ότι διέθεταν, ο Ουάτ απάντησε ότι δεν υπήρχε τέτοια δυνατότητα, ωστόσο ήταν δυνατός ο ραδιοεντοπισμός ιπτάμενων αντικειμένων σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις. Το Υπουργείο ενθάρρυνε τις προσπάθειές του, αρχικά για ένα σύστημα που αποκλήθηκε "Radio Direction Finding" ή "RDF") και στη συνέχεια μετονομάστηκε σε ραντάρ. Χωρίς το σύστημα ραντάρ που διέθετε αποκλειστικά εκείνη την εποχή η Μ. Βρετανία, δε θα ήταν δυνατή η επιτυχής έκβαση της "μάχης της Αγγλίας" (Battle of Britain), όπως αποκλήθηκε η απόπειρα καταστροφής της RAF από τη Λουφτβάφε το 1940.

Σήμερα, το ραντάρ δεν έχει μόνο βελτιωθεί, αλλά χρησιμοποιείται και για διάφορους άλλους σκοπούς.



4.2.α. Ραντάρ

Η αρχή λειτουργίας του ραντάρ βασίζεται στην εκπομπή και λήψη (επιστροφών) των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων μετά από ανάκλαση σε κάποιο αντικείμενο.

### 4.2.1. Τα μέρη του radar

Τα σύγχρονα radar βασικά αποτελούνται από δύο κυρίως μέρη:

#### α) την κεραία

Μέσα στη μονάδα της κεραίας βρίσκονται, ο πομπός, το T/R switch (διακόπτης εναλλαγής πομπού-δέκτη) και η κυρίως κεραία. Στη μονάδα ένδειξης (οθόνη) βρίσκονται, ο δέκτης και η κυρίως οθόνη τύπου λυχνίας TV ή υγρού κρυστάλλου (LCD). Ο πομπός παράγει τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Η κεραία εκπέμπει τα σήματα από τον πομπό και λαμβάνει αυτά, που επιστρέφουν από τις διάφορες ανακλάσεις σε στόχο. Ο δέκτης είναι εκείνος στον οποίο οδηγούνται τα κύματα, που λαμβάνονται από την κεραία, για να ενισχυθούν.



4.2.1.α. Κεραία

#### β) τον ενδείκτη.

Ο ενδείκτης παρέχει τις τελικές πληροφορίες για το στόχο στο χειριστή και τέλος ο διακόπτης εκπομπής-λήψης συνδέει ηλεκτρονικά την κεραία, είτε με τον πομπό, είτε με το δέκτη κατά περίπτωση.



4.2.1.β. Ενδείκτης

## 4.2.2 Η λειτουργία του radar

Τα σημερινά radar διαθέτουν ηλεκτρονικά κυκλώματα υψηλής τεχνολογίας, που επιτρέπουν το χειρισμό και σε άτομα μη εκπαιδευμένα. Για μια άριστη λήψη/εικόνα, βεβαίως, χρειάζεται πάντα και η εμπειρία του χειριστή. Η εκκίνηση της συσκευής είναι πολύ απλή: Ανοίγουμε τη συσκευή από το διακόπτη Power ή Mains ή Radar στη θέση On ή Start. Περιμένουμε 1 – 6 λεπτά, ανάλογα με τον τύπο της συσκευής, ώστε να ζεσταθούν τα ηλεκτρονικά κυκλώματα της εκπομπής/λήψης. Μετά από το απαιτούμενο χρονικό διάστημα εμφανίζεται στην οθόνη η ένδειξη Stand by και η συσκευή μας είναι έτοιμη να εκπέμψει. Με την ενεργοποίηση της εντολής transmit, στην οθόνη μας εμφανίζεται η γραμμή σάρωσης, η οποία κυκλικά κινούμενη σχηματίζει την εικόνα του περιβάλλοντα χώρου. Το κέντρο της οθόνης είναι η αρχή της γραμμής σάρωσης και υποδηλώνει το σημείο όπου βρίσκεται η συσκευή του radar, δηλαδή το σκάφος μας.

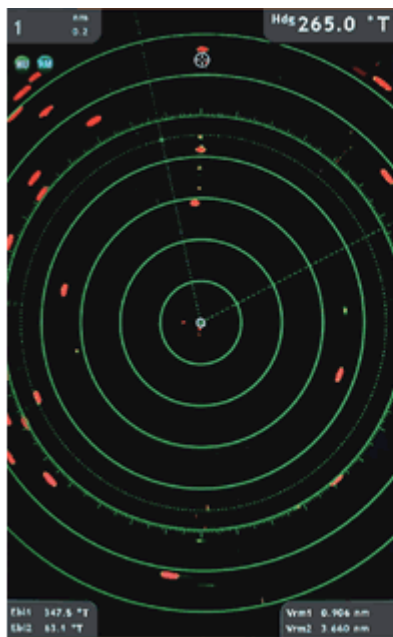
## 4.2.3 Ρυθμίσεις

**Tune:** «Συντονίζει» τον πομποδέκτη για να δώσει τις σωστές εντολές, ώστε να πάρουμε καθαρή εικόνα. Συνήθως είναι αυτόματη η ρύθμιση αυτή. Αν όχι, τότε ο λανθασμένος χειρισμός αφαιρεί στόχους από την εικόνα.

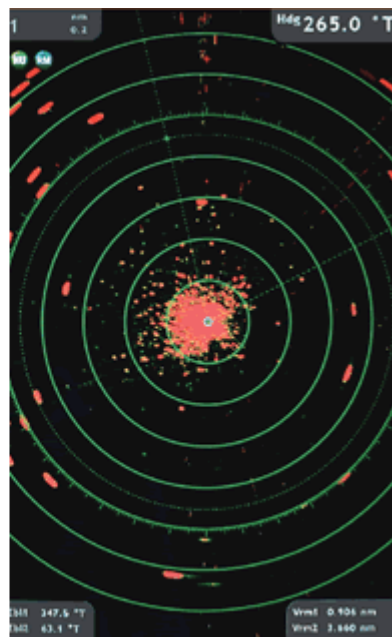


4.2.3.α. Ρύθμιση

**Gain (ευαισθησία):** Έχει άμεση σχέση με την ρύθμιση tune και την κλίμακα εμπέλειας. Υπερβολικό gain δίνει εικόνα με έντονες σκιάσεις ή και επικαλύψεις στόχων. Ελάχιστο gain αφαιρεί ευαισθησία και στόχους.

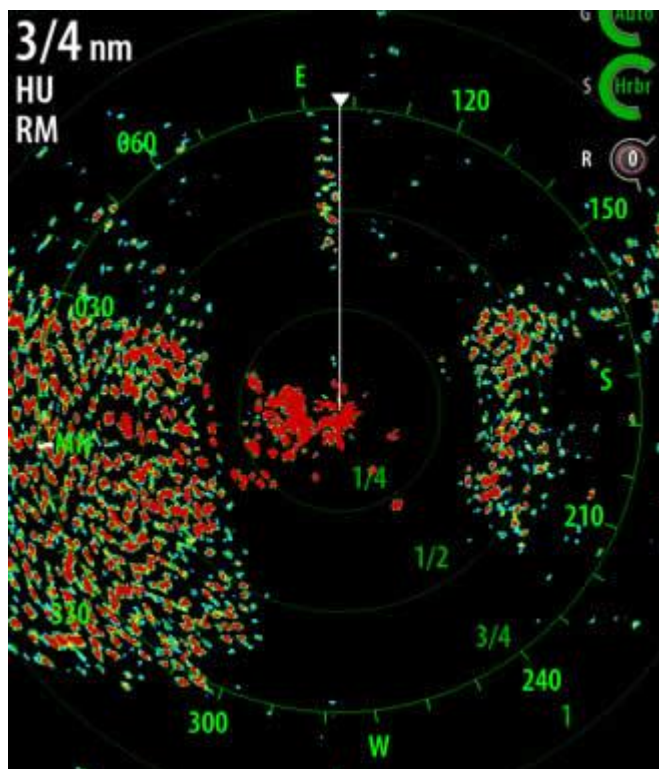


Auto Gain/Sea Controls On  
4.2.3.β. Ευαισθησία



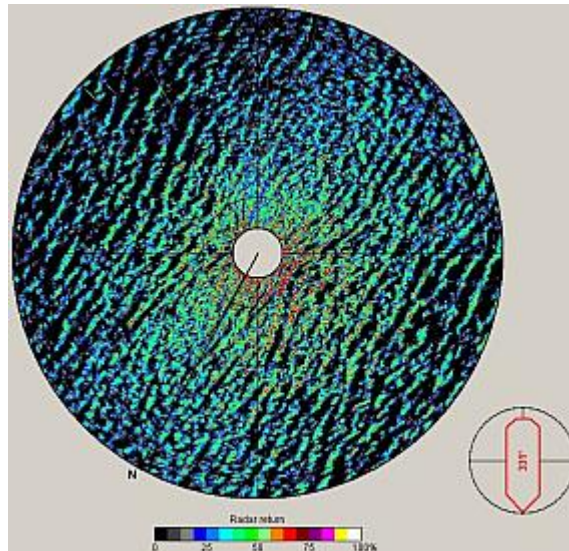
Auto Gain/Sea Controls Off

**Rain clutter:** Φίλτρο, που το χρησιμοποιούμε όταν έχουμε ραγδαία βροχόπτωση και στην οθόνη εμφανίζονται πολλαπλά στίγματα.



4.2.3.γ. Rain Clutter

**Sea clutter:** Φίλτρο, που το ενεργοποιούμε, όταν έχουμε πολύ έντονο κυματισμό και αέρα, που προξενούν το ίδιο φαινόμενο με τη βροχόπτωση.



4.2.3.δ. Sea Clutter

#### 4.2.4. Λειτουργία και χρήση του αναμεταδότη ραντάρ έρευνας και διασώσεως

Ο σκοπός του Αναμεταδότη Ραντάρ Έρευνας και Διασώσεως (Search and Rescue Transponder – SART) είναι να υποδεικνύει τη θέση των ατόμων ή των πλοίων που κινδυνεύουν. Ένας SART είναι μία ελαφριά φορητή συσκευή η οποία μπορεί εύκολα να μεταφερθεί από τη γέφυρα του πλοίου σε μία σωσίβια λέμβο σε περίπτωση εγκαταλείψεώς του. Όταν ο διακόπτης λειτουργίας του τίθεται στη θέση «ON» εκπέμπει σήματα μόνο όταν διεγείρεται από το ραντάρ του πλοίου ή του αεροσκάφους που λειτουργεί στη ζώνη συχνοτήτων (x band) των 9 GHz. Ο αναμεταδότης ραντάρ πρέπει να ενεργοποιείται, σε μια κατάσταση κινδύνου, από πλοία που βρίσκονται σε απόσταση 5 ν.μ. (ναυτικά μίλια). Ένας ακουστικός συναγερμός ή ένας μικρός λαμπτήρας ενσωματώνεται στη συσκευή με σκοπό τα άτομα που βρίσκονται σε κίνδυνο να είναι ενήμερα ότι ένα πλοίο ή αεροσκάφος διασώσεως βρίσκεται κοντά τους.

Κάθε αναμεταδότης ραντάρ μπορεί να ενσωματώνεται σε δορυφορικά EPIRB ελεύθερης πλεύσεως ώστε να παρέχονται και οι δύο δυνατότητες μαζί, των σημάτων εντοπισμού και του προσδιορισμού του στίγματος του κινδυνεύοντος πλοίου. Όταν ο SART ενεργοποιηθεί παράγει ένα σήμα σωστικής, το οποίο εμφανίζεται στην οθόνη του σωστικού σκάφους. Το σήμα αυτό έχει τη μορφή μιας ευδιάκριτης διακεκομμένης γραμμής που αποτελείται από 12 ισαπέχουσες τελείες, οι οποίες επεκτείνονται από το κέντρο της οθόνης του ραντάρ προς την περιφέρεια. Η πρώτη τελεία από αυτές αντιστοιχεί στο στίγμα του SART και μαζί με τις υπόλοιπες απεικονίζεται η διόπτρευση της σωσίβιας λέμβου των ναυαγών. Το συνολικό μήκος της γραμμής αυτής, η οποία υποβοηθά το σωστικό σκάφος να εντοπίσει και να πλησιάσει στην περιοχή του ατυχήματος, είναι 8 ν.μ.. Καθώς ένα πλοίο διασώσεως πλησιάζει το SART, συνήθως στο 1 ν.μ. περίπου, οι εκπομπές της κεραίας του ραντάρ επηρεάζουν τις τελείες που εμφανίζονται στην οθόνη του και τις μετατρέπουν σε ανοικτά τόξα. Σε πιο κοντινή απόσταση εμφανίζονται πλήρεις κύκλοι που υποδεικνύουν έτσι στα πλοία διασώσεως ότι ο SART βρίσκεται σε πολύ κοντινή απόσταση.

Η γραμμή από τελείες του SART μπορεί να επανεμφανισθεί στην οθόνη του ραντάρ με την κατάλληλη ρύθμιση του πλήκτρου Gain. Η ακριβής θέση του είναι η εσωτερική πρώτη τελεία που φαίνεται στην οθόνη του ραντάρ.

#### 4.2.5. Επίδειξη των συνεπειών ενός ανακλαστήρα ραντάρ SART

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται όταν σε περιπτώσεις μεγάλου κυματισμού, το πλοίο κλυδωνίζεται με αποτέλεσμα να χάνονται οι στόχοι στην οθόνη του ραντάρ. Το ίδιο θα συμβεί και στην περίπτωση ενός περιστατικού κινδύνου, όπου η λαμβανόμενη ενέργεια από έναν ανακλαστήρα SART δε θα παρουσιάζεται στην οθόνη του ραντάρ, εφόσον αυτό δεν μπορεί να διεγείρει τον αναμεταδότη, ώστε να λειτουργήσει.



4.2.5. Ένδειξη Ραντάρ

#### **4.2.6. Επίδειξη των διαδικασιών ελέγχου της συσκευής SART**

Κάθε SART πρέπει να ελέγχεται τουλάχιστον μία φορά το μήνα για σκοπούς ασφάλειας και τυχόν βλάβης της συσκευής. Ανάλογη εγγραφή πραγματοποιείται στο ημερολόγιο του GMDSS. Συγκεκριμένα σε κάθε έλεγχο θέτουμε το διακόπτη του SART στη θέση δοκιμή (test mode) και στη συνέχεια κρατάμε τη συσκευή με θέα προς την κεραία του ραντάρ. Ελέγχουμε εάν ο οπτικός ενδείκτης φωτός και ο ακουστικός βομβητής λειτουργούν και τέλος παρατηρούμε στην οθόνη του ραντάρ εάν εμφανίζονται οι ομόκεντροι κύκλοι.

#### **4.2.7. Έλεγχος ημερομηνίας λήξεως συσσωρευτών**

Στις διαδικασίες συντηρήσεως περιλαμβάνεται και ο έλεγχος της ημερομηνίας λήξεως των συσσωρευτών της συσκευής SART. Σε κάθε συσκευή SART εκτός από τις οδηγίες λειτουργίας της και ελέγχου, αναγράφεται και η ημερομηνία λήξεως των συσσωρευτών λιθίου, οι οποίοι θα πρέπει να αντικαθίστανται εγκαίρως και οπωσδήποτε πριν την ημερομηνία λήξεώς τους. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ο μέσος αναμενόμενος χρόνος ζωής των συσσωρευτών του τύπου, αυτού ο οποίος είναι από 3–5 έτη.

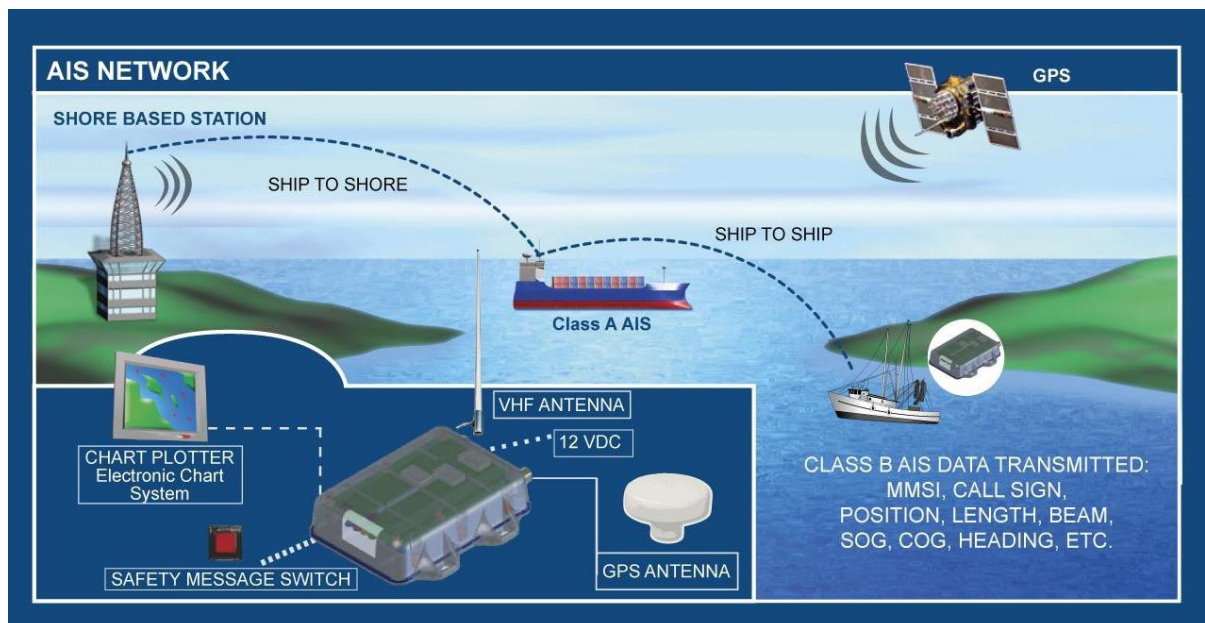


### 4.3 Αυτόματο Σύστημα Αναγνώρισης (AIS)

Το **Αυτόματο Σύστημα Αναγνώρισης**, ευρύτερα γνωστό ως **σύστημα AIS**, (*Automatic Identification System - AIS*) είναι ένα σύστημα αυτόματης ανταλλαγής ψηφιακών σημάτων μεταξύ πλοίων, αλλά και παράκτιων συστημάτων κυκλοφορίας πλοίων, στη συχνότητα των υπερβραχέων κυμάτων (VHF). Μέσω του συστήματος αυτού επιτυγχάνεται η αμοιβαία ενημέρωση όλων των πλοίων, της ταυτότητάς τους, του φορτίου τους, του λιμένα απόπλου και κατάπλου, καθώς και άλλων χρήσιμων πληροφοριών. Οι πληροφορίες του συστήματος εμφανίζονται σε σύγχρονο απεικονιστικό μέσο (οθόνη), ενώ ενσωματώνονται επίσης και στις πληροφορίες των Συστημάτων Απεικόνισης Ηλεκτρονικού Χάρτη και Πληροφοριών (ECDIS).

Σύμφωνα με τον IMO, ο αντικειμενικός σκοπός της αναπτύξεως του συστήματος AIS είναι:

- α)** Η βελτίωση/προαγωγή του επιπέδου ασφαλείας κατά τον πλου.
- β)** Η δυνατότητα εκτελέσεως ασφαλέστερης και αποτελεσματικότερης ναυτιλίας.
- γ)** Η αναγνώριση των στόχων.
- δ)** Η υποβοήθηση της παρακολουθήσεως των στόχων.
- ε)** Η απλούστευση της επικοινωνίας/ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ πλοίων (μείωση των φωνητικών κλήσεων κατά τους χειρισμούς πλοίων εν όψει αλλήλων) και
- στ)** η παροχή επιπρόσθετης πληροφορίας για ορθή εκτίμηση του ναυτιλιακού περιβάλλοντος.

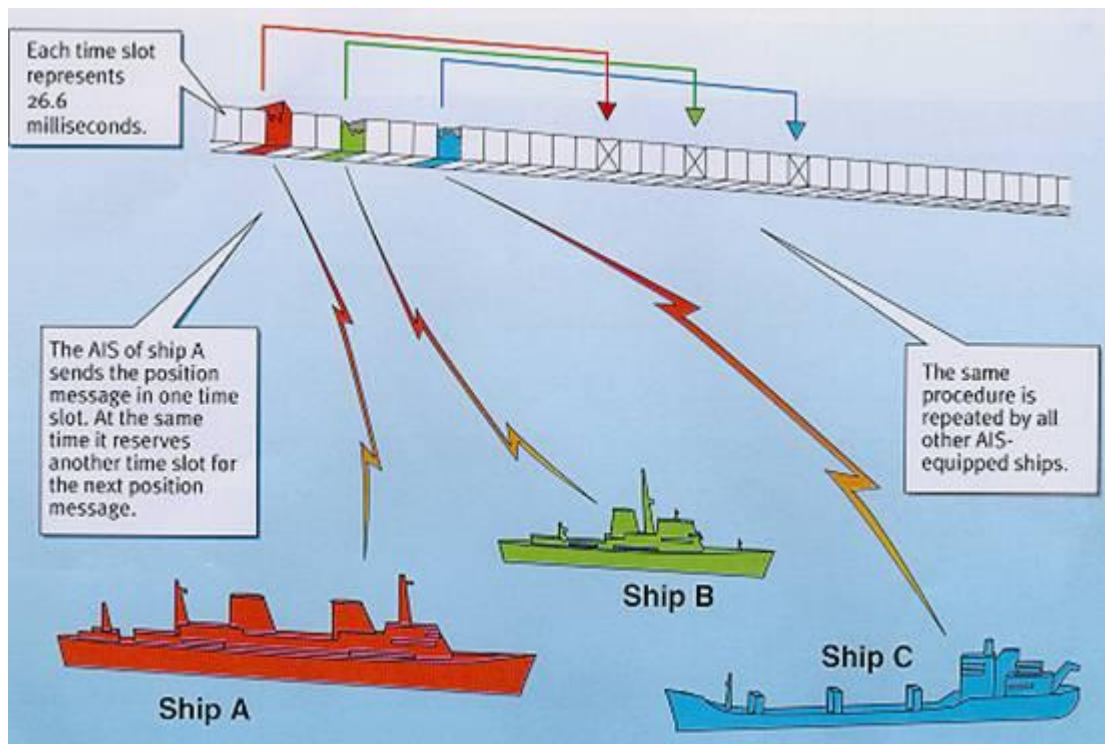


4.3. Δίκτυο A.I.S.

### 4.3.1. Λειτουργία

Κάθε πομπодέκτης AIS επικοινωνεί χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα δύο συχνότητες υπερβραχέων κυμάτων (161,975 MHz και 162,025 MHz). Η δεύτερη συχνότητα έχει υιοθετηθεί για την αποφυγή προβλημάτων παρεμβολών, καθώς και για λόγους που εξυπηρετούν την απρόσκοπτη συμμετοχή του μέγιστου δυνατού αριθμού πλοίων στο δίκτυο. Η εμβέλεια του συστήματος είναι ίδια με εκείνη των υπερβραχέων σημάτων, η οποία συνήθως υπερβαίνει την αντίστοιχη του ραντάρ. Πρακτικά ανέρχεται στα 40 ναυτικά μίλια για μεγάλα πλοία (μεγάλο ύψος κεραίας) και στα 20 ναυτικά μίλια για μικρά πλοία (μικρό ύψος κεραίας). Η εμβέλεια αυτή αυξάνεται κατακόρυφα, κατά την παράκτια ναυσιπλοΐα, όταν το παράκτιο κράτος διαθέτει σύστημα αναμεταδοτών ξηράς του συστήματος AIS.

Το εκπεμπόμενο σήμα χρησιμοποιεί την τεχνολογία των ψηφιακών τηλεπικοινωνιακών σημάτων. Το σήμα, δηλαδή, υποδιαιρείται σε στοιχειώδεις κυματομορφές, οι οποίες μεταφράζονται σε δυαδικά σύμβολα (0 ή 1). Το σύστημα AIS χρησιμοποιεί την μέθοδο **Αυτοδιαχειριζόμενη Πολλαπλή Πρόσβαση διά Καταμερισμού του Χρόνου** (*Self-Organized Time Division Multiple Access - SOTDMA*) μέσω της οποίας τα πλοία, πριν την εκπομπή των πληροφοριών του AIS, ανταλλάσσουν τυποποιημένα σήματα ελέγχου, οδηγώντας έτσι σε αποδοτική διευθέτηση θεμάτων, όπως η είσοδος στο σύστημα νέων χρηστών, η απαλοιφή παλαιών και η προτεραιότητα στην απεικόνιση των πλέον επικίνδυνων στόχων.



4.3.1. Λειτουργία A.I.S.

Το τηλεπικοινωνιακό πρωτόκολλο του AIS είναι ενδεικτικό της δυναμικής των σύγχρονων ασυρμάτων τηλεπικοινωνιακών δικτύων, που χρησιμοποιούν τεχνικές δικτυοκεντρικής οργάνωσης. Αυτό το πρωτόκολλο υποδιαιρείται σε τέσσερις φάσεις:

- 1. Φάση έναρξης**
- 2. Φάση ένταξης στο δίκτυο**
- 3. Φάση της πρώτης περιόδου λειτουργίας**
- 4. Φάση της συνεχούς λειτουργίας**

Οι πληροφορίες του Αυτόματου Συστήματος Αναγνώρισεως περιλαμβάνει τρία επιμέρους είδη παραμέτρων:

- **Στατικές παραμέτρους, δηλαδή:**
  1. τη ναυτιλιακή κινητή δορυφορική ταυτότητα (MMSI)
  2. τον αριθμό αναγνώρισης IMO
  3. το όνομα του πλοίου (έως 20 χαρακτήρες) και το διακριτικό κλήσεως
  4. τις διαστάσεις του πλοίου στρογγυλοποιημένες σε ακέραιο αριθμό μέτρων
  5. ο τύπος του πλοίου (δεξαμενόπλοιο, κρουαζιερόπλοιο κλπ)
  6. η θέση επί του πλοίου, που αναφέρεται το στίγμα
  7. ο τύπος ηλεκτρονικής συσκευής προσδιορισμού στίγματος (απλό ή διαφορικό GPS)
- **Δυναμικές παραμέτρους, δηλαδή:**
  1. η θέση του πλοίου (με ενδείκτη ακρίβειας)
  2. ο συγχρονισμένος παγκόσμιος χρόνος
  3. η αληθής πορεία από 0° έως 359°, όπως αυτή εισάγεται από τη γυροπυξίδα
  4. η πορεία ως προς το βυθό
  5. η ταχύτητα ως προς το βυθό
  6. η ναυτιλιακή κατάσταση του πλοίου (εν πλω, αγκυροβολημένο, ακυβέρνητο κλπ)
  7. ο ρυθμός στροφής, δεξιά (+) ή αριστερά (-)
  8. ο ρυθμός ανανέωσης αναφοράς
- **Παραμέτρους ταξιδιού, δηλαδή:**
  1. το βύθισμα του πλοίου
  2. ο τύπος του φορτίου
  3. ο προορισμός
  4. ο εκτιμώμενος χρόνος κατάπλου (μήνας, ημέρα, ώρα και λεπτό σε συγχρονισμένο παγκόσμιο χρόνο)

#### **4.3.2. Τα πλεονεκτήματα του συστήματος AIS.**

Η διάθεση του συστήματος AIS, παρέχει στο ναυτιλλόμενο πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα. Τα πλεονεκτήματα αυτά συνοψίζονται στα εξής:

- α) Αναγνώριση της ταυτότητας του στόχου.*
- β) Αύξηση της εμβέλειας του radar.*
- γ) Εντοπισμός στόχου που αποκρύπτεται από την ξηρά.*
- δ) Πρόγνωση ίχνους.*
- ε) Ασφάλεια.*

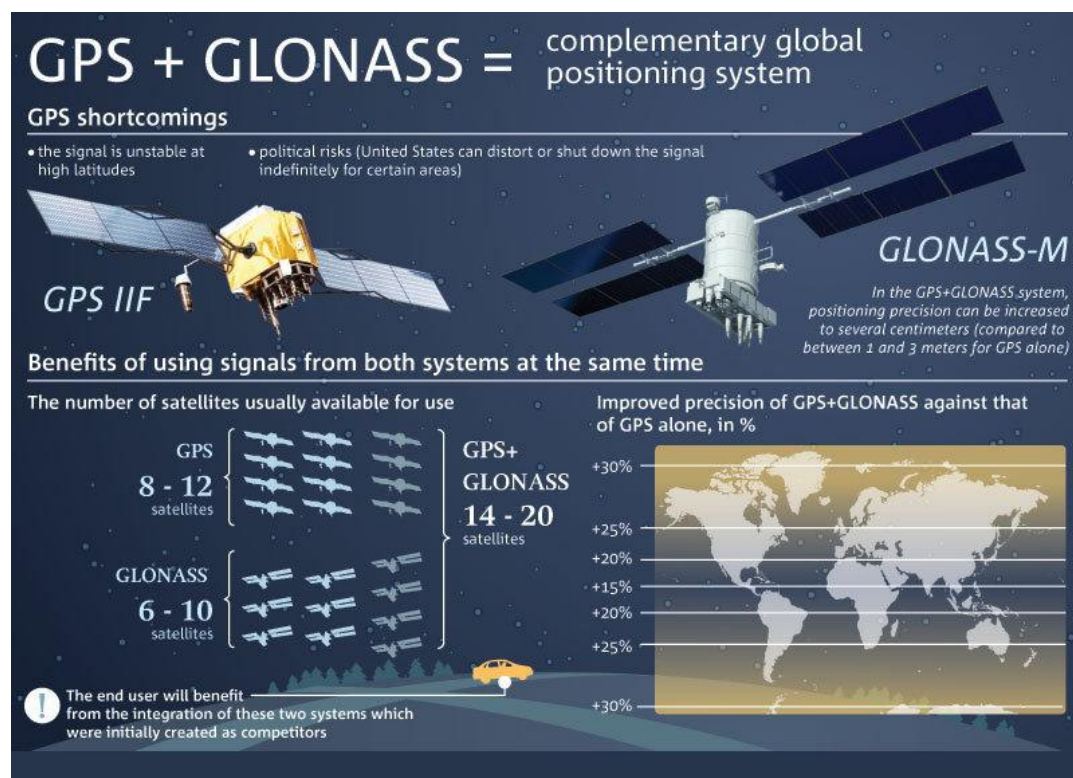
#### **4.3.3. Γενική αποτίμηση του συστήματος AIS.**

Το σύστημα AIS, επιτυγχάνει τον έγκαιρο εντοπισμό και την αναγνώριση των παραπλεόντων πλοίων, έστω και αν αυτά αποκρύπτονται από την ξηρά, πίσω από μία νήσο ή εντός ενός όρμου. Αυξάνει έτσι δραστικά τόσο τη συναίσθηση του ναυτιλιακού περιβάλλοντος, όσο και την ασφάλεια του πλου γενικότερα. Όπως όμως ήδη αναφέρθηκε, το σύστημα αυτό είναι απολύτως εξαρτημένο από το σύστημα GPS.

Η εξάρτηση αυτή αφορά τόσο στην απαραίτητη πληροφορία του στίγματος, όσο και στην πληροφορία χρονισμού. Η τελευταία, παρέχει την κοινή αναφορά χρόνου μέσω της οποίας είναι εφικτή η συνεργασία όλων των πλοίων με τη μέθοδο της Αυτοδιαχειριζόμενης Πολλαπλής Προσβάσεως διά Καταμερισμού του Χρόνου SOTDMA. Επομένως, απώλεια λειτουργίας του συστήματος GPS συνεπάγεται και απώλεια λειτουργίας του συστήματος AIS.

## 4.4 Δορυφορικά συστήματα ναυσιπλοΐας δεύτερης γενιάς (GPS – GLONASS)

Από το τέλος της δεκαετίας του '70 και κυρίως κατά τη δεκαετία του '80, άρχισε η υλοποίηση σχετικών προγραμμάτων των ΗΠΑ, αλλά και της Σοβιετικής Ενώσεως για τη δημιουργία δορυφορικών συστημάτων ναυσιπλοΐας δεύτερης γενιάς (συστήματα GPS και GLONASS αντιστοίχως). Τα συστήματα αυτά καλύπτουν εκτός από τον ακριβή προσδιορισμό θέσεως (στίγματος) και ένα ευρύ φάσμα επιπλέον (στρατιωτικών και πολιτικών) εφαρμογών πλοηγήσεως και καθορισμού χρόνου αναφοράς και για το λόγο αυτό είναι γνωστά ως **συστήματα προσδιορισμού θέσεως, πλοηγήσεως και χρόνου** (Position, Navigation and Time Systems–PNT).



4.4. Συστήματα GPS και GLONASS

#### 4.4.1. Το παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού θέσεως (GPS)

Λόγω των περιορισμών του συστήματος NAVSAT / TRANSIT να υποστηρίξει ικανοποιητικά όλες τις επιχειρησιακές απαιτήσεις του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ και μετά την αποδέσμευση του συστήματος αυτού για μη στρατιωτικές χρήσεις (1967), από τα τέλη της δεκαετίας του '60 ξεκίνησαν τόσο από την πολεμική αεροπορία, όσο και από το πολεμικό ναυτικό των ΗΠΑ, διάφορα προγράμματα δημιουργίας νέων δορυφορικών συστημάτων καθορισμού θέσεως, ναυσιπλοΐας και χρόνου υψηλών λειτουργικών προδιαγραφών και επιχειρησιακών δυνατοτήτων. Κατά το 1973 το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ, εντοποίησε δύο ανεξάρτητα προγράμματα του ναυτικού και της αεροπορίας στο πρόγραμμα αναπτύξεως ενός νέου δορυφορικού συστήματος προσδιορισμού θέσεως, πλοηγήσεως και χρόνου υψηλών λειτουργικών προδιαγραφών και επιχειρησιακών δυνατοτήτων, γνωστού με την ονομασία **Παγκόσμιο Σύστημα Προσδιορισμού Θέσεως NAVSTAR GPS** (Navigation Satellite Timing And Ranging).



4.4.1. Σήμα της NAVSTAR

Οι βασικές λειτουργικές προδιαγραφές και επιχειρησιακές δυνατότητες που ελήφθησαν υπόψη για το σχεδιασμό του συστήματος GPS (Global Positioning System) είναι οι εξής:

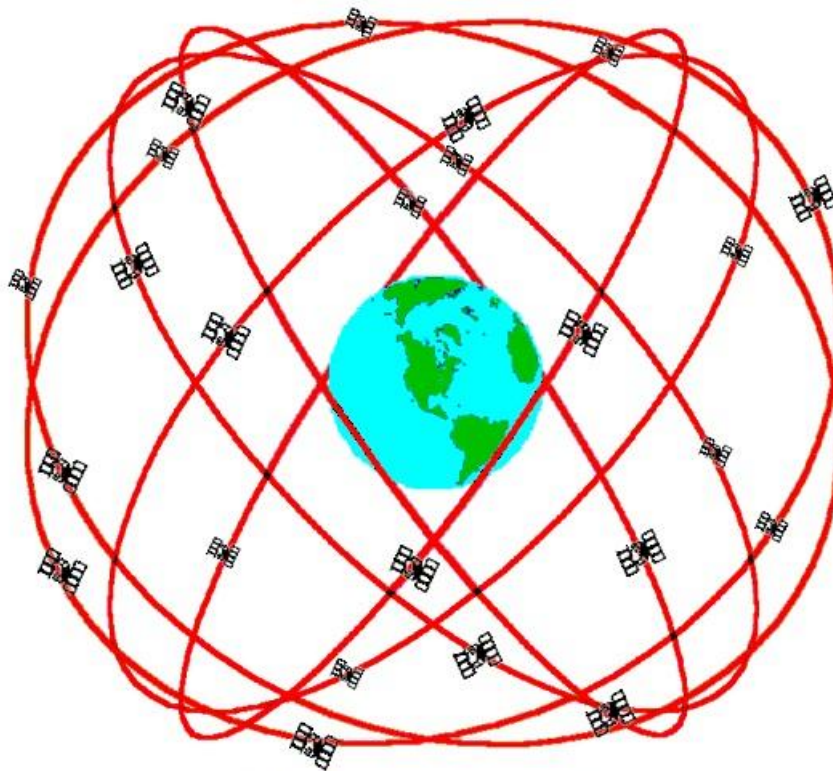
**α)** Ο προσδιορισμός της θέσεως θα έπρεπε να παρέχεται:

- Σε οποιοδήποτε σημείο επάνω ή κοντά στην επιφάνεια της Γης, για την κάλυψη όλων των επιχειρησιακών απαιτήσεων του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ, καθώς και για πολιτικές χρήσεις.*
- Συνεχώς, χωρίς μεγάλες χρονικές διακοπές (οι διαδοχικές θέσεις του δέκτη προσδιορίζονται σε χρονικά διαστήματα λίγων δευτερολέπτων).*
- Αυτόνομα (χωρίς απαίτηση καταχωρίσεως στοιχείων από το χρήστη).*
- Για απεριόριστο αριθμό δεκτών.*
- Παθητικά (χωρίς εκπομπή ραδιοσημάτων από το χρήστη).*
- Ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες.*
- Με τη χρήση δεκτών πολύ μικρών διατάσεων και βάρους.*
- Σε δύο διαφορετικά επίπεδα ακρίβειας για στρατιωτικές και πολιτικές χρήσεις αντιστοίχως.*

β) Σύμφωνα με τα σχέδια αναπτύξεως, το νέο δορυφορικό σύστημα εκτός από τον καθορισμό θέσεως, θα έπρεπε να παρέιχε και τα κάτωθι στοιχεία:

– Ταχύτητα και πορεία σκάφους για κάλυψη των αναγκών πλοηγείσεως.

– Παγκόσμιο Χρόνο (*Universal Time Coordinated–UTC*), για κάλυψη αναγκών συγχρονισμού-συντονισμού τηλεπικοινωνιακών και λοιπών συστημάτων.



**GPS Nominal Constellation**

**24 Satellites in 6 Orbital Planes**

**4 Satellites in each Plane**

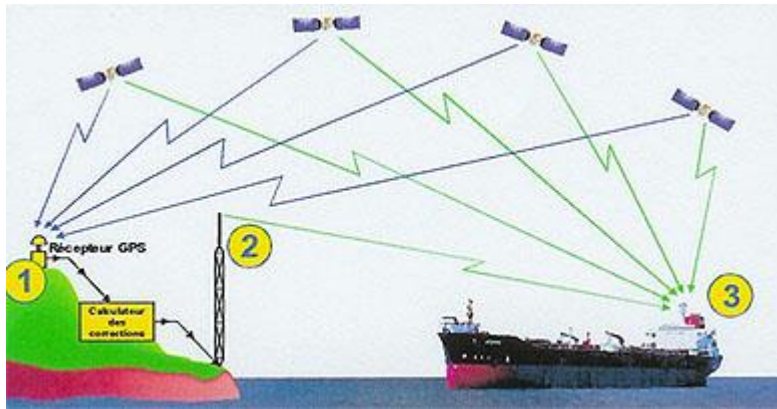
**20,200 km Altitudes, 55 Degree Inclination**

4.4.1.β. Δορυφορικές τροχιές συστήματος GPS.

γ) Οι δορυφόροι του συστήματος GPS περιστρέφονται σε ύψος 20.200 km περίπου σε έξι τροχιακά επίπεδα.



δ) Οι τροχιές των δορυφόρων του έχουν σχεδιασθεί κατά τέτοιον τρόπο, ώστε σε οποιοδήποτε σημείο της γήινης επιφάνειας και σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή να λαμβάνονται σήματα τουλάχιστον από 4–10 δορυφόρους.



4.4.1.δ. Προσδιορισμός ναυτιλιακού στίγματος στο σύστημα GPS

#### 4.4.2. Τμήμα ελέγχου

Το τμήμα ελέγχου του συστήματος GPS, αποτελείται από ένα δίκτυο επιγείων σταθμών παρακολουθήσεως των δορυφόρων του συστήματος. Η βασική λειτουργία του τμήματος ελέγχου του συστήματος GPS είναι η συνεχής καταγραφή των εκπεμπομένων δορυφορικών σημάτων και η επεξεργασία τους για τον προσδιορισμό ή/και την πρόβλεψη διαφόρων στοιχείων τους, όπως:

- α) Θέσεις δορυφόρων (δορυφορικό αλμανάκ και δορυφορικές εφημερίδες).
- β) Κατάσταση λειτουργίας δορυφόρων και σφάλματα δορυφορικών χρονομέτρων.
- γ) Ατμοσφαιρικές συνθήκες για μοντέλα διαδόσεως δορυφορικών σημάτων.

Τα παραπάνω στοιχεία του τμήματος ελέγχου αποστέλλονται από επίγειους σταθμούς στους δορυφόρους, στους οποίους αποθηκεύονται για περαιτέρω εκπομπή προς τους χρήστες. Πιο αναλυτικά, το τμήμα ελέγχου του συστήματος GPS, αποτελείται από 1 κύριο σταθμό ελέγχου που βρίσκεται στην Αεροπορική βάση Falcon Schriever της πολιτείας Colorado Springs των ΗΠΑ, καθώς και 6 βασικούς επίγειους σταθμούς παρακολουθήσεως, οι οποίοι βρίσκονται στις εξής θέσεις:

- α) Αεροπορική βάση Falcon Schriever της πολιτείας Colorado Springs των ΗΠΑ.
- β) Ακρωτήριο Canaveral των ΗΠΑ.
- γ) Νήσος Hawaii του Ειρηνικού.
- δ) Νήσος Kwajalein του Ειρηνικού.
- ε) Νήσος Diego Garcia του Ινδικού.
- στ) Νήσος Ascension του Ατλαντικού.

Για την καλύτερη παρακολούθηση των δορυφόρων οι επίγειοι σταθμοί παρακολουθήσεως και ελέγχου του συστήματος GPS έχουν ομοιόμορφη διασπορά στη γήινη επιφάνεια σε θέσεις με διαφορά γεωγραφικού μήκους  $60^\circ$  περίπου και μικρά ή μέσα γεωγραφικά πλάτη εκατέρωθεν του Ισημερινού.

Κατά τα τελευταία έτη το παραπάνω δίκτυο των 6 επιγείων σταθμών του τμήματος ελέγχου, έχει διασυνδεθεί με το δίκτυο άλλων 11 επιγείων σταθμών της υπηρεσίας γεωχωρικών πληροφοριών των ΗΠΑ, NGA (National Geospatial Agency). Η διασύνδεση αυτή (σχ. 15.2δ) αποσκοπεί στη βελτίωση της αξιοπιστίας και ακρίβειας του συστήματος GPS. Εκτός από τα δύο αυτά δίκτυα επιγείων σταθμών, υπάρχει και ένα σύνολο δεκάδων άλλων επιγείων σταθμών παρακολουθήσεως των δορυφόρων GPS, το οποίο συντονίζεται από τη διεθνή υπηρεσία GPS (International GPS Service–IGS).

Οι σταθμοί παρακολουθήσεως είναι εξοπλισμένοι με ατομικά χρονόμετρα ακριβείας, πολυκάναλους δέκτες GPS και μετεωρολογικά όργανα, ώστε να καταγράφουν και να μεταδίδουν προς τον κύριο σταθμό ελέγχου τα εξής στοιχεία:

- α) Μετρούμενες ψευδοαποστάσεις των ορατών δορυφόρων και ταχύτητα μεταβολής τους (Doppler) στις συχνότητες L1 και L2 ανά 1,5 sec.*
- β) Χρόνο των ατομικών χρονομέτρων των δορυφόρων.*
- γ) Μετεωρολογικά στοιχεία (βαρομετρική πίεση, θερμοκρασία, υγρασία).*

#### **4.4.3. Επίπεδα παρεχομένων υπηρεσιών συστήματος GPS.**

Το σύστημα GPS εκτός από τις στρατιωτικές εφαρμογές χρησιμοποιείται ελεύθερα και σε ευρύ φάσμα πολιτικών εφαρμογών από απεριόριστο αριθμό χρηστών σε οποιαδήποτε περιοχή της υφηλίου. Εν τούτοις, το σύστημα έχει σχεδιασθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην επιτρέπεται σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες να αξιοποιούν όλες τις δυνατότητές του, παρέχοντας τις εξής δύο κατηγορίες υπηρεσιών (ακρίβειας θέσεως):

- α) Συνήθης προσδιορισμός θέσεως (Standard Positioning Service–SPS). Η λειτουργία αυτή, είναι διαθέσιμη χωρίς κανέναν περιορισμό σε όλους τους ενδιαφερόμενους χρήστες του συστήματος σε οποιαδήποτε περιοχή της Γης, με τη χρησιμοποίηση κοινών δεκτών GPS, οι οποίοι διατίθενται ελεύθερα στο εμπόριο.*
- β) Ακριβής προσδιορισμός θέσεως (Precise Positioning Service–PPS). Η λειτουργία αυτή είναι διαθέσιμη μόνο για στρατιωτικές χρήσεις των ΗΠΑ και ορισμένων άλλων κρατών που έχουν συνάψει ειδική συμφωνία με τις ΗΠΑ, καθώς και για ορισμένες πολιτικές κρατικές υπηρεσίες των ΗΠΑ.*

#### 4.4.4. Πρόγραμμα εκσυγχρονισμού του συστήματος GPS.

Όπως αναφέρθηκε και στο πρώτο εισαγωγικό κεφάλαιο, οι ΗΠΑ έχουν ανακοινώσει πρόγραμμα εκσυγχρονισμού του συστήματος GPS, προκειμένου να του προσδώσουν δυνατότητες ανάλογες με τις δυνατότητες του νέου ευρωπαϊκού συστήματος Galileo. Το νέο σύστημα GPS θα αποτελείται από δορυφόρους νεότερης τεχνολογίας (GPS-III), προκειμένου να αναβαθμισθούν οι παρεχόμενες για πολιτικές και στρατιωτικές χρήσεις υπηρεσίες. Στην πραγματικότητα η νέα μορφή του συστήματος GPS θα αποτελεί ένα εντελώς νέο δορυφορικό σύστημα με νέους δορυφόρους, οι οποίοι θα εκπέμπουν επιπλέον νέα δορυφορικά σήματα για τη βελτίωση των παραδοσιακών δυνατοτήτων του συστήματος.



4.4.4. Δορυφόρος

#### 4.4.5. Βασικοί παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ακρίβεια θέσεως GPS

Η ακρίβεια θέσεως του συστήματος GPS εξαρτάται από το μέγεθος διαφόρων σφαλμάτων του συστήματος, που κατατάσσονται στις επόμενες κατηγορίες:

- α) Σφάλματα, τα οποία οφείλονται στους δορυφόρους.*
- β) Σφάλματα, τα οποία οφείλονται στη διάδοση των δορυφορικών σημάτων.*
- γ) Σφάλματα, τα οποία οφείλονται στους δέκτες.*

Τα σημαντικότερα σφάλματα που οφείλονται στους δορυφόρους είναι:

- α) Σφάλματα δορυφορικών εφημερίδων (προσδιορισμού δορυφορικών τροχιών).*
- β) Σφάλματα δορυφορικών χρονομέτρων.*
- γ) Σφάλματα επιλεκτικής διαθεσιμότητας.*

Τα σημαντικότερα σφάλματα που οφείλονται στη διάδοση των δορυφορικών σημάτων είναι:

- α) Σφάλματα διαδόσεως στην ιονόσφαιρα.*
- β) Σφάλματα διαδόσεως στην τροπόσφαιρα.*
- γ) Σφάλμα πολυανακλάσεως ή σφάλμα πολυκλαδικών παρεμβολών (multipath effect).*

Το σημαντικότερο από τα σφάλματα που οφείλονται στους δέκτες είναι το σφάλμα χρονομέτρου δέκτη.

Εκτός από το μέγεθος των παραπάνω σφαλμάτων, η τελική ακρίβεια του GPS εξαρτάται επίσης από τη γεωμετρία του δορυφορικού σχηματισμού κατά το χρόνο των μετρήσεων που πραγματοποιούνται για τον προσδιορισμό της θέσεως.

Η γεωμετρία του δορυφορικού σχηματισμού εξαρτάται από τη σχετική θέση του δέκτη ως προς τους δορυφόρους, από τους οποίους πραγματοποιούνται οι μετρήσεις για τον προσδιορισμό της θέσεως.

Η ακρίβεια θέσεως του συστήματος GPS μπορεί να εκτιμηθεί με πολύ καλή προσέγγιση με το συσχετισμό των επομένων παραμέτρων:

- α) Ευαισθησία αβεβαιότητας εντοπισμού (Geometric Dilution of Precision–GDOP). Η παράμετρος αυτή προσδιορίζει τη γεωμετρία του δορυφορικού σχηματισμού.*
- β) Ισοδύναμη αβεβαιότητα στην απόσταση (User Equivalent Range Error–UERE). Η παράμετρος αυτή αντιστοιχεί στο μέσο τυπικό σφάλμα στη μέτρηση της ψευδοαποστάσεως.*

Μερικά από τα σφάλματα του συστήματος GPS είναι δυνατόν να περιοριστούν σημαντικά με το συνδυασμό των δεδομένων που λαμβάνονται από τα δορυφορικά σήματα. Για παράδειγμα, με τη λήψη στο δέκτη GPS δορυφορικών σημάτων και στις δύο συχνότητες (L1 και L2) και το συνδυασμό των λαμβανομένων στοιχείων περιορίζεται σημαντικά το σφάλμα που οφείλεται στην επίδραση της ιονόσφαιρας.

## 4.5 ECDIS και ENC's

Το **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, RADAR/ARPA, GPS, πυξίδα, βυθόμετρο) σε μια κεντρική οθόνη από όπου μπορεί να παρακολουθείται πλήρως ο πλους και να ρυθμίζονται τα στοιχεία του. Η άμεση απεικόνιση στην οθόνη του συστήματος όλων των βασικών στοιχείων του πλου (στίγμα, πορείες, ταχύτητες, αληθής και σχετική κίνηση στόχων) μειώνει σημαντικά την ένταση εργασίας στη γέφυρα και συμβάλλει στην ασφάλεια της ναυσιπλοΐας, παρέχοντας τη δυνατότητα λήψεως άμεσων και σωστών αποφάσεων.



4.5. ECDIS

#### 4.5.1. Βασικές τεχνικές και λειτουργικές προδιαγραφές συστημάτων ECDIS

Σύμφωνα με τις αποφάσεις του IMO, το σύστημα ECDIS, προκειμένου να θεωρηθεί νομικά και λειτουργικά ισοδύναμο ή ακόμη και υπέρτερο των εντύπων ναυτικών χαρτών, πρέπει να εκπληρώνει τις επόμενες αυστηρές τεχνικές και λειτουργικές προδιαγραφές διαφόρων διεθνών οργανισμών και επιτροπών, όπως:

**α)** Οι χρησιμοποιούμενοι ηλεκτρονικοί ναυτιλιακοί χάρτες ENC να έχουν κατασκευασθεί σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του προτύπου S-57 του IHO και να έχουν σχετική πιστοποίηση από επίσημη Υδρογραφική Υπηρεσία.

**β)** Η γραφική απεικόνιση στην οθόνη του ECDIS να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές (πρότυπο S-52) του IHO.

**γ)** Να καλύπτονται οι ελάχιστες απαιτήσεις των λειτουργικών προδιαγραφών του ECDIS σύμφωνα με τις σχετικές αποφάσεις του IMO.

**δ)** Να έχει πιστοποιηθεί η καταλληλότητα για εγκατάσταση σε πλοίο, σύμφωνα με τις διαδικασίες ελέγχου (πρότυπο IEC 61174) της διεθνούς επιτροπής ηλεκτροεπιστήμης (International Electro-technical Commission-IEC).

#### 4.5.2. Λειτουργικές-ναυτιλιακές δυνατότητες συστημάτων ECDIS.

Η χρησιμοποίηση των συστημάτων ECDIS για την εκτέλεση των εργασιών προετοιμασίας, σχεδίασης, εκτέλεσης και υποτυπώσεως του πλου, στην πραγματικότητα δεν αλλάζει τις παραδοσιακές μεθόδους ναυσιπλοΐας, αλλά τις υλοποιεί με τη βοήθεια αυτοματοποιημένων μεθόδων και ψηφιακών προϊόντων παρέχοντας μεγαλύτερη ευελιξία και αποτελεσματικότητα. Οι εργασίες αυτές επιγραμματικά είναι οι εξής:

**α)** Μέτρηση της διοπτύσεως και της αποστάσεως ενός σημείου του ηλεκτρονικού χάρτη από κάποιο άλλο.

**β)** Σχεδίαση διοπτύσεων-αποστάσεων ασφάλειας.

**γ)** Σχεδίαση ορίων περιοχών με περιορισμούς.

**δ)** Αναγραφή ιδιοχείρων σημειώσεων στο χάρτη.

**ε)** Χειρωνακτική υποτύπωση του στίγματος με χρήση γραμμών θέσεως που αντιστοιχούν σε οπτικές διοπτύσεις και μετρούμενες με το ραντάρ αποστάσεις.

**στ)** Αυτόματη και χειρωνακτική διόρθωση των ηλεκτρονικών ναυτιλιακών χαρτών.

Το σύστημα ECDIS παρέχει στο ναυτιλλόμενο, εκτός από τις παραπάνω βασικές δυνατότητες των παραδοσιακών μεθόδων της ναυτιλίας και πολλές

επιπρόσθετες δυνατότητες, οι σημαντικότερες από τις οποίες συνοψίζονται στον πίνακα.

Οι λεπτομερείς λειτουργικές/ναυτιλιακές δυνατότητες των συστημάτων ECDIS καθορίστηκαν αρχικά με την απόφαση A-817(19) του IMO το 1995 και αναθεωρήθηκαν με την απόφαση MSC232(82) το 2006.

### 4.5.3. Καταστάσεις λειτουργίας συστημάτων ECDIS

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του IMO, για την εκτέλεση των εργασιών προετοιμασίας, σχεδιάσεως, εκτελέσεως και υποτυπώσεως πλου, τα συστήματα ECDIS λειτουργούν στις επόμενες δύο καταστάσεις λειτουργίας:

#### α) **Σχεδίαση πλου** (route planning).

- δεν απεικονίζεται στην οθόνη η θέση και η κίνηση του σκάφους στον ηλεκτρονικό χάρτη της περιοχής, αλλά ο χρήστης δύναται να απεικονίσει οποιοδήποτε ηλεκτρονικό χάρτη της βάσεως δεδομένων SENC για την εκτέλεση των απαραίτητων εργασιών προετοιμασίας και σχεδιάσεως του.

#### β) **Παρακολούθηση πλου** (route monitoring).

- Ο ηλεκτρονικός ναυτιλιακός χάρτης της περιοχής.
- Η θέση και η πραγματική κίνηση του σκάφους.

Κατά τη λειτουργία των συστημάτων ECDIS τόσο στην κατάσταση σχεδίαση πλου, όσο και στην κατάσταση παρακολούθηση πλου, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εκτελέσει όλες τις εργασίες και διαδικασίες των παραδοσιακών μεθόδων ναυτιλίας, όπως γίνεται και στον παραδοσιακό έντυπο ναυτικό χάρτη.



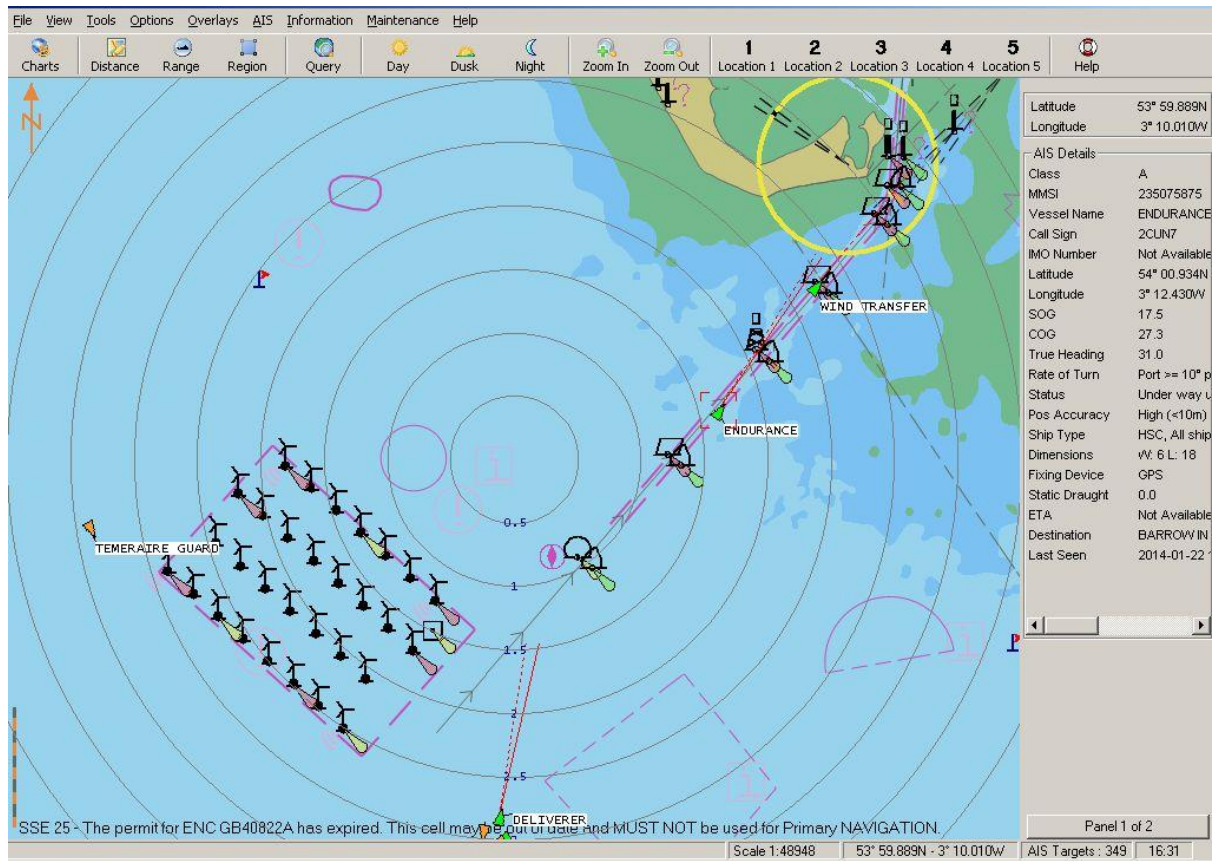
#### 4.5.3. Εργασίες ECDIS



#### 4.5.4. Ηλεκτρονικοί Ναυτιλιακοί Χάρτες (ENCs)

Ο αναλυτικός ορισμός του ηλεκτρονικού ναυτιλιακού χάρτη δίδεται στις λειτουργικές προδιαγραφές των συστημάτων **ECDIS** του IMO και είναι ο εξής:

«Ο Ηλεκτρονικός Ναυτιλιακός Χάρτης (*Electronic Navigational Chart - ENC*), είναι η τυποποιημένη ως προς το περιεχόμενο, τη δομή και τον τύπο (*content, structure, format*) βάση δεδομένων που κατασκευάζεται από τις κρατικές υδρογραφικές υπηρεσίες, για να χρησιμοποιηθεί με το σύστημα *ECDIS*. Ο Ηλεκτρονικός Ναυτιλιακός Χάρτης (*ENC*) περιέχει όλες τις αναγκαίες για την ασφαλή πλοήγηση χαρτογραφικές πληροφορίες και είναι δυνατόν να περιέχει και επιπρόσθετες ως προς τον έντυπο χάρτη πληροφορίες (π.χ. Ναυτιλιακές Οδηγίες – Πλοηγό), οι οποίες είναι δυνατό να θεωρηθούν απαραίτητες για την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας».



4.5.4. ENC χάρτης

#### **4.5.5. Κατηγορίες χρήσεως ηλεκτρονικών ναυτιλιακών χαρτών (ENCs)**

Σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του προτύπου S-57 IHO, ανάλογα με τη ναυτιλιακή χρήση, για την οποία προορίζονται, οι ηλεκτρονικοί ναυτιλιακοί χάρτες ENCs κατατάσσονται στις επόμενες 6 κατηγορίες χρήσεως:

- α) Category 1 Overview (σχεδιάσεως πλου).**
- β) Category 2 General (ναυτιλίας ανοικτής θάλασσας).**
- γ) Category 3 Coastal (ακτοπλοΐας).**
- δ) Category 4 Approach (προσεγγίσεως ακτών).**
- ε) Category 5 Harbor (εισόδου σε όρμους-πρόσγεια λιμένων).**
- στ) Category 6 Berthing (λιμενοδεικτών).**

Οι ENCs κάθε κατηγορίας έχουν διαφορετική πυκνότητα χαρτογραφικών και λοιπών πληροφοριών ανάλογα με τη ναυτιλιακή τους χρήση. Για παράδειγμα σε ένα ENC κατηγορίας 6 (berthing-λιμενοδείκτες), περιέχονται αντικείμενα που απεικονίζουν όλους τους σημαντήρες της περιοχής που καλύπτει ο χάρτης, ενώ σε ένα ENC κατηγορίας 3 (coastal-ακτοπλοΐας), περιέχονται αντικείμενα που απεικονίζουν μόνο τους σημαντικότερους σημαντήρες.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι σαφές, εξ όσων είδαμε, ότι με την διαρκή εξέλιξη της τεχνολογίας η Ναυσιπλοΐα γίνεται συνεχώς όλο και ασφαλέστερη στο διάβα του χρόνου, όσον αφορά την διαχείριση του ίδιου του πλοίου, από την καμπίνα πλοήγησης μέχρι τις μηχανές και τις δεξαμενές αυτού. Η δε έρευνα και διάσωση καθίσταται όλο και αμεσότερη, όσο και δραστική, χάρις στα σύγχρονα μέσα εντοπισμού.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων

Τζιφάκις Αέτιος : «Τηλεκίνηση και Αυτοματισμός Σύγχρονων Πλοίων» , Εκδ. Ίδρυμα Ευγενίδου, 1976

Δρ. Γεώργιος Παπαλάμπρου: Ειδικά Συστήματα Ελέγχου Πλοίου

Timothy Scherer and Jeffrey Cohen: The Evolution of Machinery Control Systems Support At the Naval Ship Systems Engineering Station

Ψύλλας Α. “Ραδιοναυτιλιακά Βοηθήματα”. Αθήναι 1961

Παλληκάρης Αθανάσιος, “ΜΕΡΟΣ Γ’  
Ηλεκτρονικοί Χάρτες και Συστήματα Γεωγραφικών  
Πληροφοριών στη Ναυσιπλοΐα”. Σχολή Ναυτικών Δοκίμων 2009.

Alexander L. “What is an ENC?: The User’s Predicament

“Global Maritime Distress and Safety System”. NP 285. UK Hydrographic Office. 2002.

Ι.Ν. Αβαριτσιώτη : «Τεχνολογία Αισθητήρων & Μικροσυστημάτων με εργαστηριακές ασκήσεις» , Εκδ. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Ι. Γ. Βλαχογιάννη, Δ. Α. Παπαχρήστου, Γ. Ε. Χαμηλοθώρη, Εισαγωγή στον Αυτόματο Έλεγχο Αυτοματισμοί Πλοίων, Αθήνα, 2009

Dr. Hugh Jack: Automating Manufacturing Systems with PLCs; Version 6.0

Εγχειρίδιο Ασφάλειας Ναυσιπλοΐας αριθμ. 24 ΥΕΝΑΝΠ/ΔΑΝ GMDSS, ΝΕΕ, 1996

Ταμπακάκης Μ., Δορυφορικά Συστήματα Επικοινωνιών, 1996

Louis A. Gebhard: Evolution of Naval Radio-Electronics and Contributions of the Naval Research Laboratory, 1979

Ι. Ιωαννίδης, Βοηθήματα μαθήματος 'Ειδικά συστήματα ελέγχου πλοίου'- Τηλεχειρισμός, Αυτοματισμός, Παρακολούθηση. 1990

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Ιστοσελίδα: <http://www.egmdss.com/>

Ιστοσελίδα: <http://www.ortsa.gr/>

Ιστοσελίδα: [www.inmarsat.com](http://www.inmarsat.com)

Ιστοσελίδα: [www.Cospas-Sarsat.org](http://www.cospas-sarsat.org)

Ιστοσελίδα: [www.universal.ca](http://www.universal.ca)