



ΔΠΜΣ

Διοίκηση στη Ναυτική Επιστήμη και Τεχνολογία

Διπλωματική Εργασία

“ Συστήματα ναυτιλιακών ραντάρ ARPA, δομή, λειτουργίες και
προδιαγραφές ”

Πέτρος Θωμαΐδης

MNΣNA226

Επιβλέπων:

Χρήστος Βαζούρας

Πειραιάς

Ιούλιος 2022

ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ / ΖΗΤΗΜΑΤΑ COPYRIGHT

Το άτομο το οποίο εκπονεί την Διπλωματική Εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στην βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (εμπορικός, μη κερδοσκοπικός ή εκπαιδευτικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες ή χάρτες), του ποσοστού και της σημαντικότητας των πιθανών συνεπειών αυτής στην αγορά ή στη γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου.

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΜΕΛΟΣ Α΄: Χρήστος Βαζούρας

ΜΕΛΟΣ Β΄: Μιχάλης Φαφαλιός

ΜΕΛΟΣ Γ΄: Ευαγγελία Καραγιάννη



*Πέτρος Θωμαΐδης
“ Συστήματα ναυτιλιακών ραντάρ ARPA, δομή, λειτουργία
και προδιαγραφές ”*



*Πέτρος Θωμαΐδης
“ Συστήματα ναυτιλιακών ραντάρ ARPA, δομή, λειτουργία
και προδιαγραφές ”*

Περίληψη

Η παρούσα εργασία σχετίζεται με την ανάλυση του συστήματος ραντάρ- ARPA, καθώς και των βασικών αρχών τους. Εστιάζει στο γραφικό περιβάλλον του χρήστη και στους διακόπτες- ρυθμιστές ενός συστήματος marine ραντάρ - ARPA τελευταίων προδιαγραφών. Επίσης, αναφέρεται στην τεχνολογική εξέλιξη του συστήματος, όπως και καινοτόμες τεχνολογίες, τις οποίες θα δούμε στο άμεσο μέλλον. Είναι πολύ σημαντικό ένας αξιωματικός φυλακής να μπορεί να χειρίζεται επαρκώς ένα τέτοιο σύστημα και να γνωρίζει όλες τις δυνατότητές του, διότι αυτό το σύστημα αποτελεί ένα βοήθημα για την αποφυγή συγκρούσεων και την έγκυρη αναγνώριση διαφόρων στόχων, που δύνανται να απειλήσουν την ασφάλεια του πλοίου και του πληρώματος.

Λέξεις – Κλειδιά

Radar, ARPA , buttons, user interface.



Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	v
Πίνακας Περιεχομένων	vi
Συντμήσεις	vii-xii
1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	1
2. ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	1-2
2.1 Εφαρμογή των εν λόγω προτυπων	2-3
2.2 Λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος ρανταρ	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί
σελιδοδείκτης.	3-4
2.2.1 Εργονομικά κριτήρια	4-5
3. RADAR.....	5
3.1 Οι αρχές του ρανταρ	5-16
3.2 Προσανατολισμός οθόνης.....	16
3.2.1 Κίνηση της οθόνης (motion of the display)	17
3.3 Οι περιορισμοί του ραντάρ (radar 's limitations)	17-19
3.4 Χαρακτηριστικά του στόχου και ισχύς της ηχούς	19-21
3.5 Δύναμη στόχου: ορισμένες πρακτικές εκτιμήσεις.....	21-24
3.6 Υποτύπωση ραντάρ και παράλληλες ασφαλείας	24
3.6.1 Βασικά υποτύπωσης ραντάρ	24-27
3.6.2 Παράλληλες ασφαλείας (parallel indexing).....	27-28
4. ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΒΟΗΘΗΜΑ ΥΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΣΤΟΧΟΥ ΜΕΣΩ ΡΑΝΤΑΡ (Automatic Radar Plotting Aids ARPA)	28-31
4.1 Χειροκίνητη απόκτηση	31
4.2 Αυτόματη απόκτηση	31
4.3 Δοκιμαστικός ελιγμός (trial manoeuvre).....	32
4.4 Ιστορικό διαδρομής (track history)	32
4.5 Συναγερμοί και προειδοποιήσεις (Alarms and warnings).....	33
4.6 ARPA - Σταθεροποίηση ως προς την θάλασσα ή ως προς το έδαφος (sea or ground stabilisation)	33
4.7 Χάρτες και γραμμές πλοήγησης (πορείες)	33-34
5. ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΕΙΣ (Alarms and warnings)	34-39
5.1 Απεικόνιση οθόνης.....	40-45
6. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΡΑΝΤΑΡ	46
6.1 Τεχνολογικές εξελίξεις ραντάρ	46-48
Βιβλιογραφία	49



Συντμήσεις

A

Acknowledge → **ACK**

Acquire, Acquisition → **ACQ**

Acquisition Zone → **AZ**

AESA → **ACTIVE ELECTRONICALLY SCANNED ARRAY**

Adjust, Adjustment → **ADJ**

Alarm → **ALARM**

Antenna → **ANT**

Anti Clutter Rain → **RAIN**

Anti Clutter Sea → **SEA**

APAR → **ACTIVE PHASED ARRAY RADAR**

Automatic → **AUTO**

Automatic Identification System → **AIS**

Automatic Radar Plotting Aid → **ARPA**

B

Bearing → **BRG**

Bow Crossing Range → **BCR**

Bow Crossing Time → **BCT**

Brilliance → **BRILL**

C

Calibrate → **CAL**

Cancel → **CNCL**

Centre → **CENT**

Change → **CHG**

Clear → **CLR**

Closest Point of Approach → **CPA**

Consistent Common Reference Point → **CCRP**

Contrast → **CONT**

Coordinated Universal Time → **UTC**



Correction → **CORR**

Course → **CRS**

Course Over the Ground → **COG**

Course Through the Water → **CTW**

Course To Steer → **CTS**

Course Up → **C UP**

Cross Track Distance → **XTD**

Cursor → **CURS**

D

Delay → **DELAY**

Delete → **DEL**

Departure → **DEP**

Depth → **DPTH**

Destination → **DEST**

Differential GNSS → **DGNSS**

Differential GPS → **DGPS**

Digital Selective Calling → **DSC**

Display → **DISP**

Distance Root Mean Square → **DRMS**

Distance To Go → **DTG**

E

Electronic Chart Display and Information System → **ECDIS**

Electronic Chart System → **ECS**

Electronic Navigational Chart → **ENC**

Electronic Range and Bearing Line → **ERBL**

Enhance → **ENH**

Error → **ERR**

Estimated Position → **EP**

Estimated Time of Arrival → **ETA**

Estimated Time of Departure → **ETD**

F

Frequency → **FREQ**



Πέτρος Θωμαΐδης
“ Συστήματα ναυτιλιακών ραντάρ ARPA, δομή, λειτουργία
και προδιαγραφές ”

Frequency Modulation → **FM**

G

Gain → **GAIN**

Global Maritime Distress and Safety System → **GMDSS**

Global Navigation Satellite System → **GNSS**

Global Orbiting Navigation Satellite System → **GLONASS**

Global Positioning System → **GPS**

Ground → **GND**

Grounding Avoidance System → **GAS**

Guard Zone → **GZ**

Gyro → **GYRO**

H

Head Up → **H UP**

Heading → **HDG**

Heading Line → **HL**

High Frequency → **HF**

I

Integrated Bridge System → **IBS**

Integrated Navigation System → **INS**

Integrated Radio Communication System → **IRCS**

Interference Rejection → **IR**

Interswitch → **ISW**

Interval → **INT**

L

Latitude → **LAT**

Latitude/Longitude → **L/L**

Leeway → **LWY**

Limit → **LIM**

Line Of Position → **LOP**

Log → **LOG**

Long Pulse → **LP**

Long Range → **LR**



Longitude → **LON**

Lost Target → **LOST TGT**

Low Frequency → **LF**

M

Magnetic → **MAG**

Man Overboard → **MOB**

Manoeuvre → **MVR**

Manual → **MAN**

Map(s) → **MAP**

Maritime Mobile Services Identity number → **MMSI**

Maritime Pollutant (applies to AIS) → **MP**

Maritime Safety Information → **MSI**

Medium Frequency → **MF**

Medium Pulse → **MP**

Menu → **MENU**

Minimum → **MIN**

Mute → **MUTE**

N

Navigation → **NAV**

North → **N**

North Up → **N UP**

Not Under Command → **NUC**

O

Officer On Watch → **OOW**

Offset → **OFFSET**

On → **ON**

P

Parallel Index Line → **PI**

Past Positions → **PAST POSN**

Performance Monitor → **MON**

Position → **POSN**

Power → **PWR**

Predicted → **PRED**



Pulse Length → **PL**

Pulse Modulation → **PM**

R

Racon → **RACON**

Radar → **RADAR**

Radar Plotting → **RP**

Radius → **RAD**

Rain → **RAIN**

Range → **RNG**

Raster Chart Display System → **RCDS**

Raster Navigational Chart → **RNC**

Rate Of Turn → **ROT**

Receiver Autonomous Integrity Monitoring → **RAIM**

Relative → **REL**

Relative Motion → **RM**

Revolutions per Minute → **RPM**

Rhumb Line → **RL**

Route → **ROUTE**

S

Safety Contour → **SF CNT**

Satellite → **SAT**

S-Band → **S-BAND**

Scan to Scan → **SC/SC**

Search And Rescue → **SAR**

Search And Rescue Transponder → **SART**

Sequence → **SEQ**

Set (i.e., set and drift, or setting a value) → **SET**

Slave → **SLAVE**

South → **S**

Speed → **SPD**

Speed Over the Ground → **SOG**

Speed Through the Water → **STW**

Stabilized → **STAB**



Standby → **STBY**

Starboard/Starboard Side → **STBD**

T

Target → **TGT**

Target Tracking → **TT**

Test → **TEST**

Time → **TIME**

Time to CPA → **TCPA**

Time To Go → **TTG**

Track Control System → **TCS**

Tracking → **TRKG**

Trail(s) → **TRAIL**

Transmit → **TX**

Transmitter → **TMTR**

True → **T**

True Motion → **TM**

Tune → **TUNE**

U

Ultrahigh Frequency → **UHF**

Universal Time, Coordinated → **UTC**

Unstabilised → **UNSTAB**

V

Variable Range Marker → **VRM**

Variation → **VAR**

Vector → **VECT**

Very High Frequency → **VHF**

Very Low Frequency → **VLF**

Vessel Aground → **GRND**

W

Warning → **WARNING**

Water → **WAT**

X

X-Band → **X-BAND**



*Πέτρος Θωμαΐδης
“ Συστήματα ναυτιλιακών ραντάρ ARPA, δομή, λειτουργία
και προδιαγραφές ”*



1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η τεχνολογία των ραντάρ αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου πολέμου, αλλά όλα ξεκίνησαν μετά την απόφαση ότι από το 1942 όλα τα εμπορικά πλοία των ΗΠΑ και της Βρετανίας έπρεπε να είναι εξοπλισμένα με ραντάρ για να βελτιωθεί η ασφάλεια της ναυσιπλοΐας, καθώς και για να ενισχυθεί ο εντοπισμός των εχθρικών πλοίων.

Χρειάστηκε να περάσει αρκετός καιρός μέχρι το ραντάρ να γίνει κοινός κανόνας και στα εμπορικά πλοία άλλων σημειών. Το ραντάρ ήταν ακριβό και κάπως περίπλοκο στη χρήση του από τους αξιωματικούς πλοήγησης. Η παρουσίαση ήταν σε "σχετική κίνηση", σχετική ως προς τον τρόπο με τον οποίο οι στόχοι εμφανίζονταν στην οθόνη, το PPI, σε σχέση με το ίδιο το πλοίο, και αυτό ήταν μερικές φορές δύσκολο για τους πλοιάρχους να το κατανοήσουν. Οι αξιωματικοί βάρδιας έπρεπε να σχεδιάζουν τα άλλα πλοία με ένα στυλό στο PPI ή μια οθόνη αποτύπωσης .

Για να γίνει αυτό, χρειαζόταν μια ορισμένη δεξιότητα, διότι όταν δύο πλοία πλησίαζαν το ένα το άλλο, οι αξιωματικοί βάρδιας κάθε πλοίου έπρεπε πραγματικά να γνωρίζουν τι έκαναν. Επινοήθηκε ο όρος "σύγκρουση με τη βοήθεια ραντάρ".

2. ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Το ραντάρ θα πρέπει να βοηθά στην ασφαλή πλοήγηση και στην αποφυγή μιας σύγκρουσης παρέχοντας μια ένδειξη της θέσης των άλλων πλοίων επιφανείας, των εμποδίων των κινδύνων, αντικειμένων ναυσιπλοΐας και ακτογραμμών σε σχέση με το πλοίο μας. Για το σκοπό αυτό, το ραντάρ θα πρέπει να παρέχει την ενοποίηση και απεικόνιση της εικόνας του ραντάρ, την παρακολούθηση του στόχου των πληροφοριών και των δεδομένων θέσης που προέρχονται από τη θέση του πλοίου.

Η ενσωμάτωση και εμφάνιση πληροφοριών του AIS θα πρέπει να παρέχεται συμπληρωματικά προς το ραντάρ όπως και η δυνατότητα απεικόνισης επιλεγμένων τμημάτων ηλεκτρονικών χαρτών ναυσιπλοΐας και άλλων διανυσματικών χαρτών για την υποβοήθηση της ναυσιπλοΐας και την παρακολούθηση των συντεταγμένων μας.

Το ραντάρ, σε συνδυασμό με άλλες πληροφορίες από αισθητήρες ή πληροφορίες (π.χ. AIS), θα πρέπει να βελτιώνουν την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας βοηθώντας στην αποτελεσματική ναυσιπλοΐα των πλοίων και την προστασία του περιβάλλοντος, ικανοποιώντας τις ακόλουθες λειτουργικές απαιτήσεις:

- στην παράκτια ναυσιπλοΐα και στις προσεγγίσεις λιμένων, παρέχοντας σαφή ένδειξη των χερσαίων και λοιπούς σταθερούς κινδύνους.
- ως μέσο για την παροχή βελτιωμένης εικόνας της κυκλοφορίας και καλύτερης επίγνωσης της κατάστασης.



- σε λειτουργία πλοίου-προς-πλοίο για την αποφυγή συγκρούσεων.
- στην ανίχνευση μικρών πλωτών και σταθερών κινδύνων, για την αποφυγή συγκρούσεων και την ασφάλεια του πλοίου.
- στην ανίχνευση πλωτών και σταθερών βοηθημάτων ναυσιπλοΐας.

2.1 Εφαρμογή των εν λόγω προτύπων

Αυτά τα πρότυπα επιδόσεων θα πρέπει να ισχύουν για όλες τις εγκαταστάσεις των ραντάρ επί πλοίου, που χρησιμοποιούνται σε οποιαδήποτε διάταξη, και που επιβάλλεται από τη Σύμβαση SOLAS του 1974, όπως τροποποιήθηκε, ανεξάρτητα από τον:

- τύπο πλοίου
- της ζώνης συχνοτήτων που χρησιμοποιείται
- τον τύπο της οθόνης

Η εγκατάσταση ραντάρ, εκτός από την τήρηση των γενικών απαιτήσεων που ορίζονται στην παράγραφο A.694(17)*, θα πρέπει να συμμορφώνεται με τα ακόλουθα πρότυπα επιδόσεων. Η στενή αλληλεπίδραση μεταξύ των διαφόρων συσκευών και συστημάτων πλοήγησης καθιστά απαραίτητη την εξέταση των προτύπων αυτών σε συνδυασμό με άλλα σχετικά πρότυπα του IMO.

Πίνακας 1

Διαφορές στις απαιτήσεις επιδόσεων για διάφορα μεγέθη/κατηγορίες πλοίων/σκαφών στα οποία εφαρμόζεται η SOLAS

Μέγεθος πλοίου/σκάφους	<500 gt	500 gt σε <10,000 gt Και HSC<10,000 gt	Όλα τα πλοία ≥10,000 gt
Ελάχιστη λειτουργική διάμετρος προβολής Περιοχής	180 mm	250 mm	320 mm
Ελάχιστη επιφάνεια προβολής	195 x 195 mm	270 x 270 mm	340 x 340 mm
Αυτόματη υποτύπωση	-	-	NAI



στόχων			
Ελάχιστη χωρητικότητα υποτυπωμένων στόχων ραντάρ	20	30	40
Ελάχιστη χωρητικότητα ενεργοποιημένων στόχων AIS	20	30	40
Ελάχιστη χωρητικότητα αδρανοποιημένων στόχων AIS	100	150	200
Δοκιμαστικός ελιγμός(trial maneuver)	-	-	ΝΑΙ

2.2 Λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος ραντάρ

Ο σχεδιασμός και οι επιδόσεις του ραντάρ θα πρέπει να βασίζονται στις απαιτήσεις των χρηστών και στις σύγχρονες τεχνολογίες ναυσιπλοΐας. Θα πρέπει να παρέχουν αποτελεσματική ανίχνευση ενός στόχου και θα πρέπει να επιτρέπει τη γρήγορη και εύκολη αξιολόγηση της κατάστασης.

Ο IMO επίσης καθορίζει τις ακόλουθες απαιτήσεις και λειτουργίες:

1. Ακρίβεια αποστάσεων radar και διοπτύσεων
2. Απόδοση ανίχνευσης και λειτουργίες περιορισμού θορύβου
 - 2.1 Ανίχνευση σε αίθριες συνθήκες
 - 2.2 Ανίχνευση σε κοντινές αποστάσεις
 - 2.3 Ανίχνευση σε συνθήκες θορύβου
 - 2.4 Λειτουργίες ελέγχου ενίσχυσης και περιορισμού των θορύβων
 - 2.5 Επεξεργασία σημάτων
 - 2.6 Λειτουργία ανίχνευσης SARTs και ραδιοφάρων
3. Ελάχιστη απόσταση ανίχνευσης
4. Διάκριση κατά απόσταση και κατά διόπτευση
 - 4.1 Διάκριση κατά απόσταση
 - 4.2 Διάκριση κατά διόπτευση
5. Απόδοση ανίχνευσης σε κατάσταση προνευστασμού και διατοιχισμού
6. Βελτιστοποίηση απόδοσης radar και συντονισμός
7. Διαθεσιμότητα radar από την στιγμή που θα ενεργοποιηθεί



8. Μετρήσεις radar - Σταθερό κοινό σημείο αναφοράς (Consistent Common Reference Point – CCRP)
9. Εμφάνιση κλιμάκων ανίχνευσης
10. Σταθεροί διακριβωτικοί κύκλοι
11. Μεταβλητοί Σημειωτές Απόστασης (Variable Range Markers –VRM).
12. Κλίμακα διοπτρεύσεων
13. Γραμμή πλώρης (Head Line)
14. Ηλεκτρονικές γραμμές διόπτρευσης (Electronic Bearing Lines EBL)
15. Παράλληλες γραμμές (PARALELL INDEX LINES)
16. Μέτρηση διόπτρευσης και απόστασης μίας θέσης σε σχέση με άλλη θέση
17. Κένσορας χρήστη
18. Σταθεροποίηση αζιμούθιου
19. Τρόπος εμφάνισης της εικόνας του radar (True Motion-Relative motion) και απεικόνιση προσανατολισμού (North Up, Course Up, Head Up)
20. Θέση εκτός κέντρου (Off center button)
21. Τρόποι σταθεροποίησης ως προς τον βυθό και ως προς το νερό
22. Διαδρομή στόχου και προηγούμενες θέσεις
23. Παρουσίαση πληροφοριών στόχου
24. Υποτύπωση στόχων και απόκτηση (acquisition)
 - 24.1 Χωρητικότητα υποτύπωσης στόχων
 - 24.2 Απόκτηση πληροφοριών
 - 24.3 Υποτύπωση
25. Στόχοι αναφερόμενοι από το Αυτόματο Σύστημα Αναγνώρισης (AIS)
 - 25.1 Χωρητικότητα στόχων AIS
 - 25.2 Φιλτράρισμα των αδρανών στόχων AIS
 - 25.3 Ενεργοποίηση στόχων AIS
 - 25.4 Κατάσταση παρουσίασης AIS
26. Γραφική παρουσίαση AIS
27. Δεδομένα στόχου AIS και radar
28. Προειδοποιήσεις (alarms) λειτουργίας
29. Συσχέτιση στόχων AIS και radar
30. Δοκιμαστικός ελιγμός (Trial manouvre fuction)
31. Η απεικόνιση των χαρτών και πορειών (Chart display and courses fuction)
32. Προειδοποιήσεις και ενδείξεις
33. Ενσωμάτωση πολλαπλών radar

2.2.1. Εργονομικά κριτήρια :

1. Λειτουργικοί έλεγχοι
2. Παρουσίαση οθόνης
3. Οδηγίες και τεκμηρίωση
4. Τεκμηρίωση κατασκευαστή
5. Σχεδιασμός για συντήρηση
6. Οθόνη
7. Σίγαση πομπού



8. Κεραία
9. Εγκατάσταση συστήματος radar
10. Λειτουργία και εκπαίδευση
11. Δεδομένα εισαγωγής
12. Ακεραιότητα και καθυστέρηση δεδομένων εισαγωγής
13. Δεδομένα εξόδου
14. Αποτυχία πληροφοριών γραμμής πλώρης (σταθεροποίηση αζιμούθιου)
15. Αποτυχία πληροφοριών ταχύτητας διά μέσου του νερού
16. Αποτυχία πληροφοριών πορείας και ταχύτητας σε σχέση με τον βυθό (COG και SOG)
17. Αποτυχία πληροφοριών εισαγωγής θέσης
18. Αποτυχία εισόδου πληροφοριών από το radar ή πληροφοριών AIS
19. Αποτυχία ολοκληρωμένου ή δικτυωμένου συστήματος

3. RADAR

Από την έλευση του ραντάρ έχει συμβεί μεγάλος αριθμός ατυχημάτων, ως αποτέλεσμα της κακής κατανόησης από τους χρήστες του. Επομένως, παρακάτω αναφέρονται μερικά βασικά στοιχεία για το ραντάρ, τα οποία θα αναλυθούν εκτενέστερα στην παρούσα εργασία.

- Το ραντάρ μπορεί να μην εμφανίζει στην οθόνη όλα όσα θα περίμενε κανείς να δει οπτικά. Λόγω του σχήματος ή του υλικού τους, ορισμένα αντικείμενα μπορεί να δίνουν κακή ηχώ. Άλλα μπορεί να μην επιστρέφουν καθόλου ηχώ.

- Το ραντάρ μπορεί να εμφανίζει στην οθόνη πράγματα που δεν μπορεί κάποιος να δει οπτικά. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα αντικείμενα βρίσκονται εκτός οπτικής εμβέλειας αλλά εντός της εμβέλειας του ραντάρ. Μπορεί το ραντάρ να παράγει ηχώ από "στόχους" που δεν υπάρχουν ή που βρίσκονται σε άλλη θέση από αυτή που υποδεικνύεται. Αυτά είναι γνωστά ως «ψευδής ηχώ».

- Η κίνηση της ηχούς ή των ιχνών στην οθόνη μπορεί να είναι πολύ διαφορετική από την κίνηση των πλοίων που τις παράγουν. Αυτό οφείλεται κυρίως στην επίδραση της σχετικής κίνησης.

- Η μέτρηση της απόστασης με ραντάρ είναι ακριβέστερη από τη μέτρηση της διόπτουσας. Οι θέσεις που λαμβάνονται μόνο από τις διόπτουση μπορεί να είναι αρκετά ανακριβείς.

3.1 Οι αρχές του ραντάρ

Η αρχή της ηχούς

Η ιδέα της μέτρησης με ηχώ ήταν γνωστή πριν από την εφεύρεση του ραντάρ. Οι Βίκινγκς πλοηγούνταν στα Φιόρντ μέσα στην ομίχλη μετρώντας το χρόνο που χρειαζόταν η ηχώ για να επιστρέψει από τα απότομα βράχια. Η αρχή στην οποία βασίζονταν οι Βίκινγκς είναι εξαιρετικά απλή:

Απόσταση (εμβέλεια) = ταχύτητα του ήχου x χρόνος



Είναι απαραίτητο να διαιρεθεί με το δύο επειδή ο ήχος πρέπει να διανύσει την απόσταση δύο φορές. Για παράδειγμα, ένα πλοίο πυροβολεί με ένα πυροβόλο και ξεκινά ένα χρονόμετρο. Σε 10 δευτερόλεπτα ακούγεται η ηχώ. Πόσο απέχει το πλοίο από τα βράχια; (Ο ήχος ταξιδεύει με ταχύτητα 335,3 μέτρα/δευτερόλεπτο στο επίπεδο της θάλασσας)

Απόσταση = $\frac{335,3 \times 10}{2} = 1676,5$ μέτρα (σημειωτέον ότι ένα ναυτικό μίλι = 1852 μέτρα)

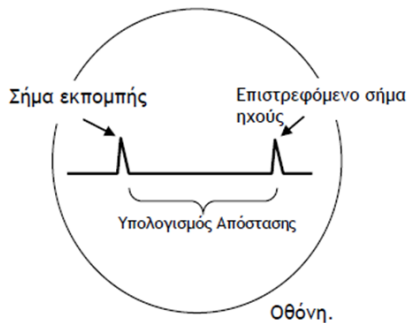
Η μέθοδος της ηχομέτρησης με ήχο είναι περιορισμένης χρήσης. Λόγω του ότι λίγα αντικείμενα θα επιστρέψουν ηχώ που μπορεί να ακουστεί, δεν θα υποδειχθεί αξιόπιστη διόπτευση του αντικειμένου και η μέγιστη εμβέλεια θα είναι χαμηλή.

Echo Ranging με ραντάρ

Το ραντάρ είναι μια συσκευή που μπορεί να μετρήσει τη διόπτευση και την απόσταση αντικειμένων σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις.. Το ραντάρ χρησιμοποιεί ραδιοκύματα και όχι ηχητικά κύματα. Αντί να κάνουν θόρυβο που προκαλούν δόνηση στον αέρα, η μετάδοση του ραντάρ προκαλεί μια ηλεκτρομαγνητική δόνηση, η οποία επίσης ταξιδεύει στον αέρα, αλλά σχεδόν ένα εκατομμύριο φορές ταχύτερα από ό,τι ο ήχος (300.000.000 μέτρα ανά δευτερόλεπτο ή 300 μέτρα ανά μικρό(μ) δευτερόλεπτο). Η ταχύτητα ενός ραδιοκύματος είναι ίση με την ταχύτητα του φωτός.

Η ηχώ από παρόμοια απόσταση με το παράδειγμα που χρησιμοποιήθηκε παραπάνω για τα ηχητικά κύματα λαμβάνεται μετά από λίγο 10 μsec (1/100.000 sec). Οι συμβατικές συσκευές χρονομέτρησης είναι προφανώς ακατάλληλες για τη μέτρηση τόσο μικρών χρονικών διαστημάτων.

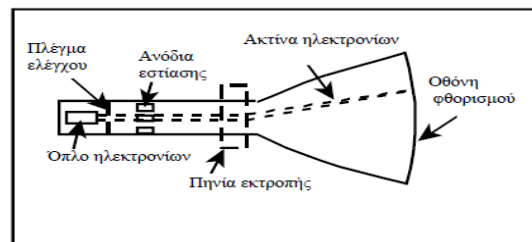
Αν και τα ραντάρ που χρησιμοποιούνται σήμερα έχουν μικρή ομοιότητα με τα πρώτα μοντέλα, μια σύντομη ματιά σε ορισμένα πρότυπα μοντέλα του ραντάρ μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση των αρχών λειτουργίας που σχετίζονται με το ραντάρ. Πιο συγκεκριμένα, οι πρώιμες οθόνες σάρωσης "A" έλυναν το χρονοδιάγραμμα με τη χρήση παλμογράφου. Τη στιγμή της εκπομπής μια κάθετη δέσμη ηλεκτρονίων παρήγαγε ένα στιγμιότυπο στην οθόνη και μια άλλη αναλαμπή παραγόταν κατά τη λήψη της επιστρεφόμενης ηχούς. Η γραμμική απόσταση μεταξύ των στοιχείων αυτών μετατρεπόταν σε χρόνο (και επομένως σε εμβέλεια), έπειτα απο σύγκριση με μια κατάλληλα βαθμονομημένη κλίμακα.



Ωστόσο, μια τέτοια οθόνη παρείχε ένδειξη μόνο της εμβέλειας και η διόπτευση του στόχου υπολογιζόταν κατά προσέγγιση με βάση την κατεύθυνση του ραντάρ. (οι πρώτοι σαρωτές ραντάρ περιστρέφονταν με το χέρι), ενώ η επόμενη εξέλιξη οδήγησε σε ένα πιο εξελιγμένο crt, που παρείχε μια εικόνα σαν χάρτη, από την οποία μπορούσαν να μετρηθούν τόσο η απόσταση όσο και η διόπτευση. Αυτό ήταν γνωστό ως δείκτης θέσης σχεδίου (PPI).

Η ακτινική σάρωση PPI

Όπως φαίνεται στην εικόνα δεξιά, στο εσωτερικό άκρο του crt μια δέσμη ηλεκτρονίων παράγεται από ένα όπλο, ηλεκτρονίων στο οποίο η κάθοδος θερμαίνεται περίπου στους 700°C. Το ηλεκτρόνιο κατευθύνεται προς την οθόνη μέσω ενός πλέγματος. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ του πλέγματος και της καθόδου ελέγχει την ένταση της δέσμης. Αφού περάσει από το πλέγμα, η δέσμη



εστιάζεται από μια σειρά ανοδίων, έτσι ώστε το σημείο εστίασης να βρίσκεται στην οθόνη. Η εσωτερική επιφάνεια της οθόνης είναι επικαλυμμένη με φθορίζον υλικό, που φωτίζεται υπό την επίδραση της δέσμης ηλεκτρονίων. Όσο πιο έντονη είναι η δέσμη, τόσο πιο έντονη είναι η λάμψη. Μεταξύ των ανόδων εστίασης και της οθόνης η δέσμη διέρχεται από τα πηνία εκτροπής που δημιουργούν μαγνητικό πεδίο για να εκτρέψουν την εστίαση της δέσμης από το κέντρο της οθόνης προς την άκρη της. Η εκτροπή αυτή ελέγχεται από τη βάση χρόνου. Ας υποθέσουμε ότι η εμβέλεια του ραντάρ είναι ρυθμισμένη στα 12 μίλια και υπάρχει στόχος στα 6 μίλια. Το ραντάρ ταξιδεύει προς το στόχο με ταχύτητα 300 m/μsec.. Αμέσως ο παλμός αφήνει την κεραία, και η βάση χρόνου εκτρέπει την κηλίδα από το κέντρο της οθόνης προς την άκρη. Η εκτροπή αυτή γίνεται με τέτοιο ρυθμό, που μέχρι τη στιγμή που ο παλμός του ραντάρ θα έχει διανύσει τη διαδρομή στο στόχο, και το σημείο εστίασης της δέσμης ηλεκτρονίων θα έχει μετακινηθεί κατά το ¼ της απόστασης προς τον στόχο προς την άκρη της οθόνης. Όταν η ανακλώμενη ηχώ λαμβάνεται πίσω στην κεραία, η δέσμη ηλεκτρονίων βρίσκεται στη μισή απόσταση προς την άκρη της οθόνης. Η επιστρεφόμενη ηχώ προκαλεί αλλαγή του φάσματος δυναμικού στο πλέγμα και η δέσμη ηλεκτρονίων εντείνεται κατά πολύ, ώστε να προκαλέσει φωτισμό της κηλίδας στην οθόνη - σε απόσταση 6 μιλίων.



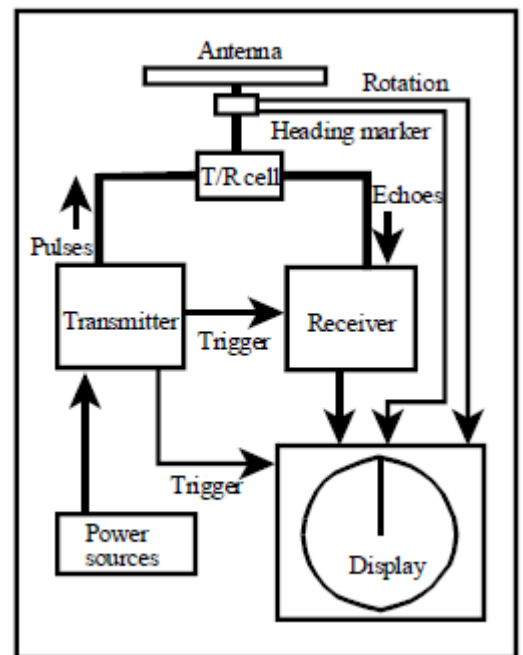
Μέτρηση διόπτρευσης

Εκτός από την εκτροπή της δέσμης ηλεκτρονίων από το κέντρο της οθόνης προς την άκρη της, τα πηνία εκτροπής την αναγκάζουν επίσης να περιστρέφεται σε συνδυασμό με τον σαρωτή. Αυτό παράγει το ίχνος ή σάρωση, που είναι χαρακτηριστικό αυτού του τύπου οθόνης ραντάρ. Η θέση της ηχούς στην οθόνη μπορεί να υποδεικνύει τόσο την πορεία όσο και την απόσταση.

Απλό διάγραμμα ραντάρ

Τα θεμελιώδη μέρη ενός ραντάρ είναι τα εξής:

- Transmitter. Συσκευή για την παραγωγή ραδιοκυμάτων.
- Transmit/Receive (T/R) cell. Η κεραία χρησιμοποιείται τόσο για τη μετάδοση ραδιοσυχνοτήτων υψηλής ενέργειας όσο και για τη λήψη ηχούς χαμηλής ενέργειας. Το T/R είναι μια βαλβίδα που λειτουργεί με αέριο και απομονώνει τα κυκλώματα του δέκτη κατά τη διάρκεια του παλμού εκπομπής. Στη συνέχεια, απομονώνει την πλευρά της εκπομπής ενώ «ακούει» για ηχώ.
- Waveguide. Είναι ο μεταλλικός σωλήνας για τη μεταφορά ραδιοκυμάτων υψηλής συχνότητας.
- Antenna. Συσκευή κατεύθυνσης του ραδιοκύματος προς τα αντικείμενα και τη λήψη τυχόν ηχούς. Επιτρέπει επίσης την ένδειξη της διόπτρευσης ενός στόχου.
- Receiver. Μια συσκευή που ανιχνεύει την παρουσία οποιασδήποτε ηχούς και την καθιστά έτοιμη για απεικόνιση.
- Timebase or Trigger Generator. Τα μέσα μέτρησης του χρόνου διαδρομής του παλμού και της ηχούς.
- Display. Τα μέσο για την απεικόνιση της ηχούς σε μορφή κάτοψης. Αναφέρεται μερικές φορές ως Δείκτης Θέσης Σχεδίου (PPI).





Η οθόνη συνθετικής σάρωσης ράστερ

Το σύστημα ραντάρ πεδίου είναι πλέον ξεπερασμένο. Η ανάπτυξη των μικροεπεξεργαστών κατέστησε δυνατή την αποθήκευση των αντηχήσεων στη μνήμη ενός υπολογιστή, αντί της απεικόνισής τους στην ακατέργαστη μορφή τους. Η ηχώ διαβάζεται στη μνήμη σε πραγματικό χρόνο, αλλά και γράφεται στην οθόνη μετά την επεξεργασία της. Λόγω αυτής της επεξεργασίας, στην απεικόνιση που προκύπτει, η εικόνα είναι πιο σαφής. Αυτό επέτρεψε επίσης την ανάπτυξη του ARPA. Όμως, παρά τη ριζική αυτή πρόοδο, οι αλλαγές τίθενται σε ισχύ μόνο μετά τη λήψη του ακατέργαστου σήματος οθόνης. Οπότε, πολλά από όσα περιγράφηκαν παραπάνω, στην ενότητα για τα παλαιότερα ραντάρ πεδίου, εξακολουθούν να ισχύουν για τις οθόνες σάρωσης - ράστερ.

Το ραντάρ A-score απαιτεί έναν ειδικό τύπο λυχνίας καθοδικών ακτινών που είναι δύσκολο να παρατηρηθεί την ημέρα χωρίς σκίαση. Τα σήματα που έχουν υποστεί επεξεργασία μέσω βίντεο μπορούν να απεικονιστούν στο φως της ημέρας σε οθόνη υπολογιστή (σάρωση ράστερ) με τη μετατροπή της διόπτεισης και της απόστασης σε μορφή x,y χρησιμοποιώντας απλή τριγωνομετρία. Η οθόνη μπορεί να οριστεί ως μια σειρά συντεταγμένων x,y.

Τα δεδομένα διόπτεισης και απόστασης μετατρέπονται σε ψηφιακή μορφή που αντιπροσωπεύει κάθε στοιχείο σε ένα στοιχείο μνήμης του υπολογιστή. Ένα "1" σημαίνει ότι υπάρχει στόχος στο κελί και ένα "0" σημαίνει ότι το κελί είναι κενό. Κάθε κελί έχει τη μοναδική του θέση στην οθόνη. Οι ανακλάσεις ραντάρ εγγράφονται στα κελιά μνήμης σε πραγματικό χρόνο καθώς ο σαρωτής περιστρέφεται. Η εικόνα σχεδιάζεται διαβάζοντας από εκείνα τα κελιά μνήμης που περιέχουν στόχους (πλοία, ξηρές κ.λπ.) και εμφανίζοντάς τους στην οθόνη. Δημιουργείται από αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω προς τα κάτω αντί για ακτινικά.

Το σύστημα κεραιών

Το ραδιοκύμα πρέπει να εστιάζεται σε μια στενή οριζόντια δέσμη για να επιτρέπει την ακριβή μέτρηση της διόπτεισης. Το θαλάσσιο ραντάρ έχει μεγάλο εύρος κατακόρυφης δέσμης για να διασφαλίζει την ανίχνευση αντικειμένων στην επιφάνεια της θάλασσας και να επιτρέπει την κίνηση μέσα σε μια θαλάσσια περιοχή. Οι περισσότερες κεραιές θαλάσσιων ραντάρ είναι τύπου σχισμοειδούς κυματοδηγού. Τα εύρη δέσμης για τα ραντάρ θαλάσσης πλοίου είναι συνήθως 0,5°-2° στο οριζόντιο επίπεδο και 20°-30° στο κατακόρυφο.

Μετάδοση ραντάρ:

Για να παράγει μια καλή ηχώ ένας παλμός ραντάρ πρέπει:

- να έχει πολύ υψηλή ενέργεια.
- να είναι μικρού μήκους κύματος για να είναι δυνατή η ακριβής χρονομέτρηση της ηχούς.



- να παράγεται μόνο για πολύ μικρές χρονικές περιόδους (κλάσματα του μ δευτερολέπτου), ώστε να διασφαλίζεται η ανίχνευση της ηχούς των κοντινών αντικειμένων.

Συνιστώσες του ραντάρ - πεδίο εφαρμογής σε σάρωση ράστερ

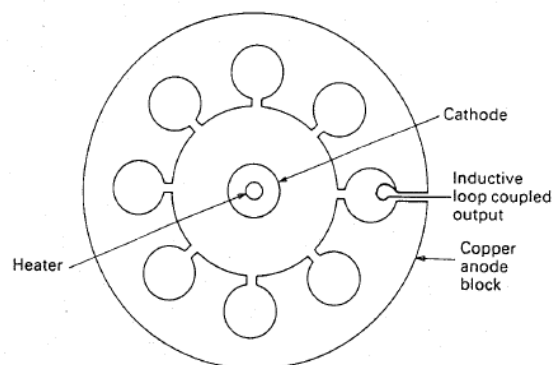
Παρόλο που υπάρχει τεράστια διαφορά μεταξύ της εμφάνισης και των δυνατοτήτων των παλαιών ραντάρ τύπου score και εκείνων των συνόλων σάρωσης ράστερ που εισήχθησαν για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1980, και τα δύο χρησιμοποιούν παρόμοια στοιχεία και διαδικασίες μέχρι το στάδιο στο οποίο τα ακατέργαστα δεδομένα βίντεο λαμβάνονται. Μόνο μετά γίνεται αισθητή η διαφορά μεταξύ των δύο τύπων. Η μέθοδος δημιουργίας απεικόνισης σε πραγματικό χρόνο στο ραντάρ τύπου score καλύφθηκε εν συντομία νωρίτερα στο παρόν κεφάλαιο και δεν θα συζητηθεί περαιτέρω. Η τελευταία ενότητα επικεντρώνεται, επομένως, στη βασική κατανόηση του re -timed video και του τρόπου δημιουργίας της απεικόνισης σάρωσης ράστερ.

Πηγή ενέργειας (Power source)

Η εξωτερική πηγή ισχύος για το ραντάρ παρέχει στον διαμορφωτή μια σχετικά μέτρια, αλλά συνεχή τάση 300-400 βολτ συνεχούς ρεύματος. Ο διαμορφωτής λειτουργεί σαν πυκνωτής, δεδομένου ότι "αποθηκεύει" τη λαμβανόμενη ενέργεια, κατά τη συγκριτικά μεγάλη περίοδο μεταξύ των παλμικών μεταδόσεων, και στη συνέχεια την εκφορτίζει στο magnetron σε μια πολύ σύντομη ριπή (1 μsec ή λιγότερο) πολύ υψηλής (eht) ισχύος. Αυτή μπορεί να είναι στην περιοχή των 10.000 βολτ και των 30 κιλοβάτ.

Το μαγνητρόνιο (The magnetron)

Αυτή είναι η συσκευή που μετατρέπει τις δέσμες ενέργειας eht σε ραδιοπαλμούς μικροκυμάτων. Το μαγνητρόνιο αποτελείται από ένα μπλοκ χαλκού βηρυλλίου στο οποίο έχουν κατασκευαστεί με ακρίβεια ορισμένες κοιλότητες. Το σύνολο περικλείεται σε θάλαμο κενού που με τη σειρά του είναι στερεωμένος μεταξύ των πόλων ενός ισχυρού μόνιμου μαγνήτη. Στο μαγνητρόνιο ενσωματώνεται θερμαντήρας για να διατηρείται στη βέλτιστη θερμοκρασία λειτουργίας, ώστε να παράγεται η απαιτούμενη συχνότητα. Το κύριο μπλοκ του μαγνητρονίου λειτουργεί ως άνοδος, ενώ μια κάθοδος τοποθετείται στο κέντρο της κύριας κοιλότητας. Η εφαρμογή ενέργειας eht προκαλεί ροή ηλεκτρονίων εντός των κοιλοτήτων. Αυτή η ροή ηλεκτρονίων αλληλεπιδρά με το μόνιμο μαγνητικό πεδίο, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ταλαντώσεων υψηλής συχνότητας. Αυτές οι ταλαντώσεις δημιουργούν την ενέργεια rf. Εκείνη, εξάγεται από το





Πέτρος Θωμαΐδης

“ Συστήματα ναυτιλιακών ραντάρ ARPA, δομή, λειτουργία
και προδιαγραφές ”

εσωτερικό μιας εκ των κοιλοτήτων του μαγνητρονίου μέσω ενός επαγωγικού βρόχου, που εκτείνεται στην αρχή του κυματοδηγού. Αν και τα ραντάρ των

εμπορικών πλοίων εξακολουθούν να βασίζονται συνήθως σε ένα μαγνητρόνιο για την παραγωγή παλμών υψηλής ισχύος, τα νέα ραντάρ solid-state εξαλείφουν το μαγνητρόνιο (magnetron) και το αντικαθιστούν με έναν στερεάς κατάστασης, ευρυζωνικό πομπό που παράγει ένα καθαρό, σταθερό στη συχνότητα σήμα. Συνδέεται με έναν δέκτη που έχει επιλεγεί σε μια πιο ακριβή ζώνη συχνοτήτων, η οποία εξαλείφει μεγάλο μέρος του θορύβου υποβάθρου, που θα κάλυπτε την αμυδρή ηχώ από έναν στόχο.

Ο κυματοδηγός (The waveguide)

Ο κυματοδηγός είναι ένας κοίλος σωλήνας ορθογώνιας διατομής, συνήθως κατασκευασμένος από ορείχαλκο ή χαλκό. Η χρήση ενός κυματοδηγού μειώνει τις απώλειες ενέργειας που μπορεί να παρατηρηθούν σε περίπτωση χρήσης καλωδίου. Αν και σήμερα είναι αρκετά συνηθισμένο να χρησιμοποιείται ομοαξονικό καλώδιο υψηλής ποιότητας για τη σύνδεση του πομπού με τον σαρωτή, η εκμηχάνιση επέτρεψε στον πομπό να τοποθετηθεί ακριβώς κάτω από τον σαρωτή (και όχι στην τιμόνι). Οπότε δεν είναι ασυνήθιστο να συναντάμε ραντάρ που χρησιμοποιούν ένα μικρό μήκος κυματοδηγού για τη σύνδεση με τον αυλακωτό κυματοδηγό στον σαρωτή.

Ο επαγωγικός βρόχος που εξέρχεται από την κοιλότητα του μαγνητρονίου επεκτείνεται μέσω του μακρύτερου τοιχώματος του κυματοδηγού σε μια κρίσιμη απόσταση από το κλειστό άκρο του οδηγού. Λειτουργεί σαν κεραία για τη μετάδοση της ενέργειας rf στο χώρο εντός του κυματοδηγού. Η ενέργεια αυτή ανακλάται από τα εσωτερικά τοιχώματα του κυματοδηγού και ταξιδεύει κατά μήκος του. Μια περιστρεφόμενη άρθρωση ενσωματώνεται στον κυματοδηγό κάτω από τον σαρωτή.

Ο αμφίδρομος T-R (The duplexer T-R cell)

Ο κυματοδηγός τροφοδοτεί τον σαρωτή με ενέργεια rf. Δεδομένου ότι τα θαλάσσια ραντάρ χρησιμοποιούν έναν ενιαίο σαρωτή, η επιστρεφόμενη ενέργεια RF συλλέγεται επίσης από τον σαρωτή και κατευθύνεται στον δέκτη. Πολύ υψηλό επίπεδο ενέργειας rf παράγεται από το μαγνητρόνιο (λιγότερο από το εναλλακτικό). Μόνο πολύ χαμηλή ενέργεια επιστρέφεται από τους περισσότερους στόχους. Συνεπώς, ο δέκτης είναι μια πολύ ευαίσθητη συσκευή - και αν λάμβανε παλμούς απευθείας από το μαγνητρόνιο θα προκαλούσε σημαντικές βλάβες. Κατά τη διάρκεια της μετάδοσης, ο κυματοδηγός προς τον δέκτη πρέπει κατά συνέπεια να αποκλείεται από τον μεταδιδόμενο παλμό. Επειδή αυτός ο αποκλεισμός μπορεί να πρέπει να πραγματοποιείται έως και 4000 φορές ανά δευτερόλεπτο, ένας μηχανικός διακόπτης δεν αποτελεί πρακτική λύση.

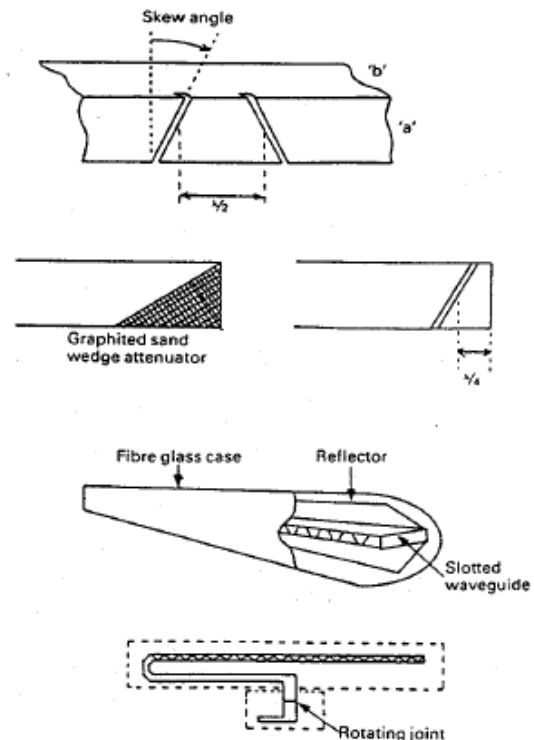
Η διάταξη μεταγωγής που εισάγεται στον κυματοδηγό αποτελείται από μια κυψέλη με αέριο, που αποκλείεται σε κάθε άκρο του με παράθυρα που είναι διαφανή στην ενέργεια rf. Εντός αυτού του κελιού βρίσκονται δύο ζεύγη κώνων με τις κορυφές τους να χωρίζονται από ένα διάκενο. Υπό την επίδραση της ενέργειας μικροκυμάτων υψηλής ισχύος από το μαγνητρόνιο, το κελί αυτό ιονίζεται και δημιουργείται σπινθήρας στο διάκενο μεταξύ των κώνων, εμποδίζοντας αποτελεσματικά τη διέλευση των μικροκυμάτων. Η κυψελίδα αποϊονίζεται γρήγορα στο τέλος του παλμού μετάδοσης, επειδή η ισχύς χαμηλότερου επιπέδου των λαμβανόμενων ηχοβολισμών δεν επαρκεί για



να προκαλέσει ιονισμό. Οι επιστρεφόμενοι παλμοί μπορούν επομένως να περάσουν ελεύθερα στο δέκτη.

Ο σαρωτής (The scanner)

Οι μη στρατιωτικοί σαρωτές είναι σχεδόν αποκλειστικά τύπου σχισμοειδούς κυματοδηγού. Ο σαρωτής είναι απλώς μια προέκταση του κυματοδηγού από την κυψέλη T/R, που συνδέεται με αυτήν με μια περιστρεφόμενη άρθρωση. Μια λεπτομερής συζήτηση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που δημιουργούνται εντός του σαρωτή ξεφεύγει από το πεδίο εφαρμογής του παρόντος θέματος, αλλά η ακόλουθη είναι μια απλουστευμένη εξήγηση της διαδικασίας. Λόγω της μορφής των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, μια κάθετη σχισμή που κόβεται στη μικρή πλευρά του κυματοδηγού θα επιτρέψει σε μικρό ποσοστό ενέργειας να "διαφύγει" ως παλμός ραντάρ. Μια οριζόντια σχισμή θα επιτρέψει τη μέγιστη διαφυγή ενέργειας. Δεδομένου ότι τα υψηλά επίπεδα ενέργειας εισέρχονται στο ανοικτό άκρο του κυματοδηγού σαρωτή, η πρώτη σχισμή κόβεται σε μικρή μόνο γωνία στροφής προς την κατακόρυφο.



Η γωνία στρέψης αυξάνεται προοδευτικά, ώστε να επιτρέπεται η διαφυγή μεγαλύτερου ποσοστού του εναπομένου επιπέδου ακτινοβολίας. Έτσι, εάν η συνολική παρεχόμενη ενέργεια είναι 1 kW και υπάρχουν είκοσι σχισμές, η γωνία της πρώτης σχισμής είναι τέτοια ώστε το ένα εικοστό (50 watts) να ακτινοβολείται προς τα έξω. Η γωνία της επόμενης επιτρέπει την ακτινοβολία του ενός εννεηκοστού της υπόλοιπης ποσότητας. Η γωνία της δέκατης σχισμής επιτρέπει την ακτινοβολία του ενός δεκάτου του υπολοίπου, και ούτω καθεξής, έως ότου η τελευταία σχισμή επιτρέψει την ακτινοβολία όλης της υπόλοιπης ενέργειας. Συνεπώς, κάθε σχισμή ακτινοβολεί 50 Watt.

Στην πράξη, ένα μέρος της συνολικής ενέργειας θα συνεχίσει στο κλειστό άκρο του κυματοδηγού, όπου πρέπει να αποτραπεί η ανάκλασή της και η παρεμβολή της στην κύρια κυματομορφή. Αυτό απαιτεί είτε μια διάταξη στο άκρο για να διασφαλιστεί ότι το ανακλώμενο κύμα είναι σε φάση με το προσπίπτον κύμα (όπως σε έναν "σαρωτή συντονισμού"), είτε την τοποθέτηση ενός εξασθενητή που απορροφά τυχόν υπολειπόμενη ενέργεια και τη διαχέει ως θερμότητα. Εάν η γωνία κλίσης των σχισμών ήταν πάντα προς την ίδια κατεύθυνση, θα είχαν ως αποτέλεσμα την περιστροφή των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων εντός του σαρωτή μακριά από την οριζόντια διεύθυνση. Έτσι, οι σχισμές κόβονται εναλλάξ. Η απόσταση των σχισμών είναι κρίσιμη (μήκος κύματος/2) εάν πρόκειται να



παραχθεί στενή οριζόντια δέσμη. Τα ραντάρ των ζωνών S και X απαιτούν επομένως διαφορετικούς σαρωτές.

Ο μείκτης (The mixer)

Η συχνότητα του εκπεμπόμενου παλμού ενός ραντάρ 10 cm είναι συνήθως περίπου 3000 MHz, ενώ ενός ραντάρ 3 cm περίπου 9400 MHz. Οποιαδήποτε ηχώ θα ληφθεί στην ίδια συχνότητα. Δεδομένου ότι η ηχώ είναι σχετικά ασθενής, απαιτεί ενίσχυση πριν από την επεξεργασία. Η ενίσχυση τόσο υψηλών συχνοτήτων είναι δύσκολη, οπότε η απλούστερη λύση είναι η μείωση της συχνότητας πριν από οποιαδήποτε περαιτέρω επεξεργασία. Μια τυπική συχνότητα που χρησιμοποιείται από πολλούς δέκτες ραντάρ είναι τα 60 MHz. Αυτό μπορεί να παραχθεί με ανάμιξη του εισερχόμενου σήματος στα 9400 MHz, ως πούμε, με ένα άλλο που παράγεται εντός του μείκτη στα 9340 MHz. Αυτές οι δύο συχνότητες βρίσκονται σε φάση μόνο σε μια συχνότητα 60 MHz (η διαφορά τους). Αυτή γίνεται στην έξοδο του μείκτη και είναι γνωστή ως ενδιάμεση συχνότητα.

Η ανάμιξη γινόταν παλαιότερα με τη διέλευση ενός δεύτερου κυματοδηγού παράλληλα με αυτόν που μετέφερε το εισερχόμενο σήμα. Αυτός ο δεύτερος κυματοδηγός μετέφερε είσοδο από έναν τοπικό ταλαντωτή στην απαιτούμενη συχνότητα ανάμιξης. Τα ανοίγματα που κόβονταν στα κοινά τοιχώματα δημιουργούσαν τη διαδικασία ανάμιξης. Η έξοδος από τον τοπικό ταλαντωτή μπορούσε να μεταβάλλεται (συντονιστής LO σε ορισμένες παλαιότερες συσκευές, αυτόματος έλεγχος συχνότητας (afc) σε μεταγενέστερες συσκευές). Ο συντονισμός εξασφαλίζει ότι η ενδιάμεση συχνότητα είναι ακριβώς η απαιτούμενη από το δέκτη.

Στα σύγχρονα σύνολα χρησιμοποιείται μια εναλλακτική λύση (solid state) για την ανάμιξη. Αυτό έχει το πλεονέκτημα ότι μειώνει το θόρυβο που ήταν παράγωγο του τοπικού ταλαντωτή.

Ο ενισχυτής (The amplifier)

Τα μικροκυματικά σήματα δεν επηρεάζονται από τον ατμοσφαιρικό θόρυβο, αλλά είναι ευαίσθητα στο θόρυβο που παράγεται εντός του εξοπλισμού ή από μη καταπιεσμένα ηλεκτρικά μηχανήματα. Ένα μέσο ελέγχου του θορύβου είναι η μείωση του εύρους ζώνης του ενισχυτή, αλλά δεδομένου ότι οι παλμοί του ραντάρ αποτελούνται από έναν άπειρο αριθμό ημιτονοειδών κυμάτων που κατανέμονται σε μια σχετικά ευρεία ζώνη γύρω από την ονομαστική συχνότητα, υπάρχει πραγματικό όριο στο πόσο μπορεί να μειωθεί το εύρος ζώνης. Αυτή η διασπορά των ημιτονικών κυμάτων είναι μεγαλύτερη όταν χρησιμοποιούνται σύντομοι παλμοί και το σχήμα του παλμού είναι κρίσιμο (δηλαδή σε μικρή απόσταση), όπου το βέλτιστο εύρος ζώνης του ενισχυτή είναι συνήθως 8 MHz. Είναι θετικό ότι σε μικρή απόσταση απαιτείται λιγότερη ενίσχυση, οπότε τα επίπεδα θορύβου δεν αυξάνονται σημαντικά από την ενίσχυση. Σε μεγαλύτερη εμβέλεια, όπου χρησιμοποιούνται μεγαλύτεροι παλμοί, το βέλτιστο εύρος ζώνης ενισχυτή μπορεί να είναι μόλις 0,5 MHz, οπότε τα υψηλότερα επίπεδα ενίσχυσης που χρησιμοποιούνται δεν θα παράγουν υπερβολικό θόρυβο.

Λόγω της μεγάλης διακύμανσης των επιπέδων ενίσχυσης που απαιτούνται, παίρνουν λογαριθμική μορφή. Αυτό εξασφαλίζει ότι τα ασθενή (απομακρυσμένα) σήματα



λαμβάνουν τη μέγιστη ενίσχυση, αλλά ότι το κέρδος μειώνεται προοδευτικά καθώς τα σήματα γίνονται ισχυρότερα. Οι παλαιότερες συσκευές ενσωμάτωναν μια σειρά ενισχυτών που κορεζόντουσαν προοδευτικά καθώς αυξανόταν η ισχύς του σήματος. Στις σύγχρονες συσκευές έχουν τη μορφή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων.

Ψηφιακό βίντεο και οθόνες σάρωσης ράστερ (Digital video and raster scan displays)

Η μετάβαση από την προβολή σε πραγματικό χρόνο στην έννοια του βίντεο με αναχρονισμό επέτρεψε μια σειρά από βελτιώσεις. Τα ακατέργαστα σήματα βίντεο τροφοδοτούνται σε έναν συμπίεστη για σύγκριση με ένα κατώτατο όριο αναφοράς. Εφόσον το όριο υπερβαίνεται, καταγράφεται ως λογική στάθμη "1" (διαφορετικά ως λογικό "0"), για να αποθηκευτεί στη δυναμική μνήμη RAM σε μια διεύθυνση που αποφασίζεται από την είσοδο του παλμού χρονισμού. Ο παλμός χρονισμού ενεργοποιείται από μια "πύλη εύρους" που ξεκινάει τη στιγμή που μεταδίδεται ο παλμός.

Ένα απλό σύστημα όπως περιγράφεται παραπάνω θα είχε ως αποτέλεσμα όλες οι ηχώ να εμφανίζονται με παρόμοια ένταση. Η χρήση δύο ή περισσότερων συγκριτών με όλο και υψηλότερα όρια επιτρέπει στα σήματα που υπερβαίνουν το πρώτο όριο να εμφανίζονται με βασική ένταση. Για τα σήματα που υπερβαίνουν επίσης το δεύτερο (και τα επόμενα) όρια, η ένταση της απεικονιζόμενης ηχούς αυξάνεται. Αυτό έχει το προφανές πλεονέκτημα ότι οι ισχυρότερες ηχώ όπως τα πλοία μπορούν να διαφοροποιηθούν από τις ασθενέστερες ηχώ όπως αυτές που παράγονται από μικρά σκάφη, βροχή ή θαλάσσιες επιστροφές. Τα επίπεδα ορίων μπορούν να μεταβληθούν με τις ρυθμίσεις των χειριστηρίων ενίσχυσης βίντεο και θαλάσσιας ακαταστασίας.

Επειδή το υλικό φωσφόρου που επικαλύπτει μια οθόνη σάρωσης ράστερ έχει χαμηλή ανθεκτικότητα, η απεικόνιση θα εξασθενίσει γρήγορα. Μπορεί να "ανανεωθεί" διαβάζοντας ξανά τα αποθηκευμένα δεδομένα βίντεο αρκετές φορές κατά τη διάρκεια του νεκρού χρόνου μεταξύ των παλμών. Το αποτέλεσμα των ανωτέρω τεχνικών παράγει μια πολύ φωτεινή οθόνη που, όπως η τηλεόραση, μπορεί να προβληθεί στο φως της ημέρας.

Με την αποθήκευση δεδομένων από διαδοχικές σαρώσεις σε ξεχωριστές μνήμες, τα περιεχόμενά τους μπορούν να συσχετιστούν κατά τη διάρκεια του κύκλου ανάγνωσης. Εμφανίζονται μόνο οι ηχώ που εμφανίζονται στο ίδιο κελί σε διαδοχικές σαρώσεις. Έτσι, οι "πραγματικές" ηχώ (logic 1,1) εμφανίζονται, αλλά οι τυχαίες ηχώ (logic 1,0 ή 0,1) που προκύπτουν από παρεμβολές δεν εμφανίζονται.

Τα δεδομένα βίντεο παράγονται αρχικά σε πολική μορφή (συντεταγμένες απόστασης και διόπτρευσης). Αυτό μετατρέπεται από μια διαδικασία ψηφιακής σάρωσης σε καρτεσιανές συντεταγμένες (X και Y) πριν χρησιμοποιηθούν σε μια οθόνη ράστερ. Αυτό εισάγει τη σημαντικότερη διαφορά μεταξύ του τρόπου δημιουργίας των οθονών πεδίου και των οθονών ράστερ. Η (αναλογική) απεικόνιση πεδίου δημιουργούνταν με την εκτροπή μιας ροής ηλεκτρονίων από το κέντρο της οθόνης προς την άκρη της, και στη συνέχεια με τη διαγραφή της για την επιστροφή στο κέντρο της οθόνης, όπου περίμενε την επόμενη μετάδοση. Αυτή η εκτροπή περιστρεφόταν γύρω από την οθόνη σε συγχρονισμό με τον σαρωτή. Το αναχρονισμένο βίντεο, στο οποίο τα δεδομένα



αποθηκεύονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία πριν από την προβολή, επέτρεψε τη μετατροπή των στοιχείων του βίντεο σε καρτεσιανές συντεταγμένες, ώστε να μπορούν να προβληθούν σε οθόνη τύπου τηλεόρασης.

Όπως και στην τηλεοπτική εικόνα, στις οθόνες ράστερ χρησιμοποιείται μια διαδικασία διαπλεκόμενης σάρωσης. Η τυπική εικόνα της βρετανικής τηλεόρασης αποτελείται από 625 γραμμές. Οι οθόνες ραντάρ ράστερ προσφέρουν μεγαλύτερη ανάλυση με σχεδόν διπλάσιο αριθμό γραμμών (1024). Κάθε γραμμή με τη σειρά της διαιρείται σε 1024 pixel, οπότε η οθόνη αποτελείται από ένα μωσαϊκό 1024 x 1024, με κάθε pixel να έχει μια μοναδική διεύθυνση X,Y στη μνήμη RAM.

Το "συνθετικό" βίντεο μπορεί εύκολα να εμφανιστεί. Αυτό περιλαμβάνει τέτοια πράγματα όπως δακτυλίους απόστασης και γραμμές διόπτρευσης, απόσταση σε χρήση, θέση GPS κ.λπ. Τέτοια στατικά περιεχόμενα RAM εμφανίζονται συνήθως στην περιφέρεια της οθόνης.

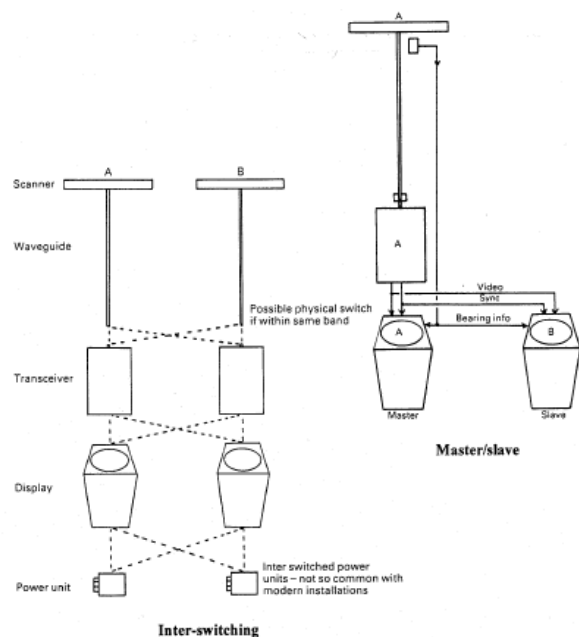
Οι έγχρωμες οθόνες μπορούν να παραχθούν χρησιμοποιώντας μια μάσκα σκιών που επιτρέπει την ενεργοποίηση οποιουδήποτε συνδυασμού κόκκινων, μπλε και πράσινων φωσφορικών κουκίδων οθόνης από μια τριπλή δέσμη ηλεκτρονίων. Αυτό επιτρέπει την επιλογή διαφορετικών χρωμάτων για το φόντο, την ηχώ, τα ίχνη κ.λπ. ανάλογα με τις συνθήκες και τις απαιτήσεις του πλοηγού.

Άλλες βελτιώσεις περιλαμβάνουν αληθινή κίνηση, που δημιουργείται με "κύλιση" της δυναμικής μνήμης RAM, έλεγχο της διάρκειας των μεταλαμπών από τον χειριστή και όχι από τα χαρακτηριστικά του φωσφόρου της οθόνης, χρήση διαφορετικών χρωμάτων για συσχετιζόμενους και μη συσχετιζόμενους στόχους και δυνατότητα υπέρθεσης άλλων πληροφοριών, όπως γραμμές χαρτογράφησης στην οθόνη. Η εισαγωγή της σάρωσης ράστερ επέτρεψε την πλήρη ανάπτυξη του ARPA.

Ενδοδιαμεσική εναλλαγή (Inter-switching)

Η πλειονότητα των πλοίων είναι εξοπλισμένα με δύο ραντάρ. Σε πολλές περιπτώσεις, αυτά περιλαμβάνουν ένα σύνολο ζωνών X και ένα σύνολο ζωνών S, ώστε να μπορούν να αξιοποιηθούν τα πλεονεκτήματα του καθενός. Συνοπτικά, αυτό σημαίνει την υψηλή ανάλυση της ζώνης X, που αντισταθμίζεται από την ευαισθησία της σε παρεμβολές, σε σύγκριση με την απουσία παρεμβολών αλλά την κακή ανάλυση στόχων της ζώνης S.

Όταν και οι δύο εγκαταστάσεις είναι του ίδιου τύπου, είναι δυνατή η αλληλοεναλλαγή όλων των στοιχείων για





μεγαλύτερη ευελιξία και διαθεσιμότητα σε περίπτωση βλάβης οποιουδήποτε στοιχείου. Όταν τα σύνολα είναι διαφορετικού τύπου, οι πομποδέκτες, οι κυματοδηγοί (ομοαξονικά καλώδια) και οι σαρωτές δεν είναι εναλλάξιμοι. Στην περίπτωση αυτή η ενσωμάτωση περιορίζεται στη χρήση οθονών σε σχέση master /slave.

3.2 Προσανατολισμός οθόνης

Υπάρχουν τρεις τρόποι με τους οποίους οι πληροφορίες ραντάρ μπορούν να εμφανιστούν σε μια οθόνη. Ο προσανατολισμός υποδεικνύεται στην οθόνη από τη θέση του δείκτη κατεύθυνσης που αντιστοιχεί στην πλήρη/πρύμνη γραμμή του πλοίου.

North up. Ο δείκτης κατεύθυνσης είναι ευθυγραμμισμένος με την πραγματική πορεία του πλοίου. Το δικό σας πλοίο είναι σταθερό στο κέντρο της οθόνης (ή μετατοπισμένο από αυτό). Επειδή η πορεία λαμβάνεται από τη γυροπυξίδα, η οθόνη λέγεται γυροσταθεροποιημένη. Καθώς το πλοίο αλλάζει πορεία, ο δείκτης κατεύθυνσης (και όχι η ηχώ του ραντάρ) περιστρέφεται γύρω από την οθόνη. Η βόρεια κατεύθυνση βρίσκεται πάντα στο επάνω μέρος της οθόνης. Οι συντεταγμένες του ραντάρ είναι πάντα Αληθινές.

Course up. Ο δείκτης πορείας ευθυγραμμίζεται με την κορυφή της οθόνης, αλλά κινείται καθώς αλλάζει η πορεία του πλοίου, αποτρέποντας έτσι την ακτινική μετακίνηση των στόχων στην οθόνη. Αυτή η οθόνη είναι επίσης σταθεροποιημένη με γυροσκόπιο. Το δικό σας πλοίο βρίσκεται και πάλι στο κέντρο της οθόνης (ή μετατοπισμένο από αυτό). Σημαντικές μεταβολές της πορείας θα μετακινήσουν τον δείκτη πορείας από τη θέση 000°. Ο επαναπροσανατολισμός μπορεί να είναι χειροκίνητος ή αυτόματος. Κατά τη διάρκεια του επαναπροσανατολισμού, οι ηχώ του ραντάρ θα περιστρέφονται γύρω από την οθόνη. Οι διόπτρευση ραντάρ θα είναι πάντα αληθής.

Ship's head up. Ο δείκτης πορείας είναι πάντα ευθυγραμμισμένος με την κορυφή της οθόνης. Καθώς το πλοίο αλλάζει πορεία, ο δείκτης πορείας παραμένει σταθερός και η οθόνη περιστρέφεται. Η θέση του πλοίου ή της κεραίας εμφανίζεται στο κέντρο της οθόνης. Δεν υπάρχει εισαγωγή πυξίδας και η οθόνη λέγεται μη σταθεροποιημένη. Όλες οι στίξεις του ραντάρ είναι σχετικές με την πορεία του πλοίου. Καθώς το πλοίο περιστρέφεται, η ηχώ του ραντάρ θα περιστρέφεται σε τόξα γύρω από την οθόνη.

Τα βασικά πλεονεκτήματα αυτής της παρουσίασης είναι:

- Δεν απαιτεί εισαγωγή δεδομένων πυξίδας,
- Η εικόνα του ραντάρ συσχετίζεται με ό,τι φαίνεται έξω από τα παράθυρα της γέφυρας.

Ο προσανατολισμός με σταθεροποιημένο γυροσκόπιο προς βορρά (Northup display) είναι ο συνηθέστερα χρησιμοποιούμενος στα εμπορικά πλοία. Ο προσανατολισμός headup display χρησιμοποιείται συνήθως μόνο όταν δεν υπάρχει δυνατότητα εισαγωγής γυροσκοπίου. Λίγοι είναι οι ναυτικοί που χρησιμοποιούν το course up.



3.2.1 Κίνηση της οθόνης (motion of the display)

Υπάρχουν βασικά δύο διαθέσιμες κινήσεις για την απεικόνιση του ραντάρ στα πλοία:

1) Σχετική κίνηση. Η θέση του πλοίου παραμένει σταθερή σε ένα σημείο της οθόνης και η ηχώ του στόχου του ραντάρ κινείται με σχετική κίνηση στην οθόνη. Η σχετική κίνηση ενός στόχου είναι το άθροισμα της πραγματικής κίνησης του δικού μας πλοίου μέσα στο νερό και της πραγματικής κίνησης του πλοίου-στόχου του ραντάρ μέσα στο νερό. Αυτή είναι η πιο συνηθισμένη κίνηση που χρησιμοποιούν οι ναυτικοί.

2) Αληθινή κίνηση. Με κανονική σταθεροποιημένη οθόνη με γυροσκόπιο, η θέση του δικού του πλοίου κινείται κατά μήκος του δείκτη κατεύθυνσης μέχρι να φτάσει σε απόσταση μικρότερη από το ένα τέταρτο της διαμέτρου της οθόνης από την άκρη, οπότε και θα επαναφερθεί. Η ηχώ του στόχου του ραντάρ θα κινείται στην οθόνη με τη δική της αληθινή κίνηση μέσα στο νερό. Το ίχνος ή η διαδρομή ενός στόχου θα δίνει έτσι μια ένδειξη της πορείας και της ταχύτητάς του μέσα στο νερό. Εάν το σκάφος είναι σταθεροποιημένο στο έδαφος, τότε η θέση του πλοίου κινείται υπό γωνία με τον δείκτη κατεύθυνσης που εξαρτάται από τη θέση και την παρέκκλιση που παρατηρείται. Η ηχώ του στόχου θα κινείται στην οθόνη με την πραγματική ταχύτητα και το ίχνος του στο έδαφος. Οι σταθεροί στόχοι είναι επομένως σταθεροί στην οθόνη.

Ένα από τα πολλά πλεονεκτήματα που προσφέρονται από τη δυνατότητα επεξεργασίας βίντεο των ραντάρ ραστεροσκόπησης είναι ότι ορισμένα από τα χαρακτηριστικά και των δύο διαθέσιμων κινήσεων μπορούν να συνδυαστούν σε μία οθόνη. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η πιο δημοφιλής κίνηση σήμερα να είναι αυτή που ονομάζεται σχετική κίνηση, με αληθινά ίχνη. Ο αξιωματικός μπορεί να δει αμέσως ποιοι στόχοι αποτελούν κίνδυνο παρατηρώντας την κατεύθυνση του σχετικού διανύσματος, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να αποκτήσει μια ένδειξη της πραγματικής κίνησης του στόχου από το αληθινό ίχνος του.

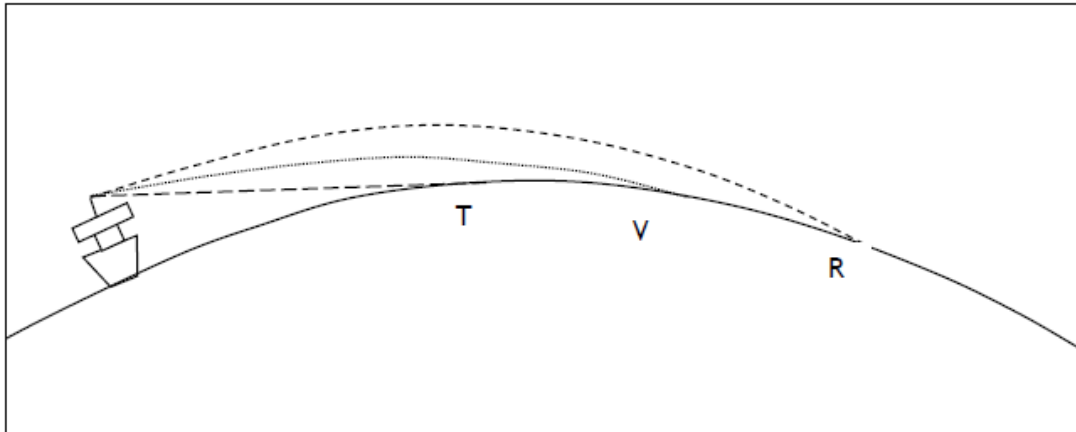
3.3. Οι περιορισμοί του ραντάρ (radar 's limitations)

Ο ορίζοντας του ραντάρ

Λόγω της καμπυλότητας της γης, υπάρχει ένα πεπερασμένο όριο στο πόσο μακριά μπορούμε να δούμε με γυμνό μάτι (ο ορατός ορίζοντας). Η απόστασή του εξαρτάται από



το ύψος του ματιού μας.



Στο παραπάνω σχήμα απεικονίζονται τρεις ορίζοντες. Ο συντομότερος είναι ο θεωρητικός ορίζοντας (T). Είναι μια ευθεία γραμμή εφαπτόμενη στην καμπυλότητα της γης. Το φως, ωστόσο, μπορεί να διαθλάται από το μέσο από το οποίο διέρχεται. Υπό κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες τα φωτεινά κύματα κάμπτονται γύρω από την καμπυλότητα της γης, καθιστώντας τον ορατό ορίζοντα (V) περίπου 6% μακρύτερο από τον θεωρητικό ορίζοντα.

Τα κύματα ραντάρ διαθλώνται επίσης, αλλά επειδή έχουν χαμηλότερη συχνότητα από τα κύματα φωτός, κάμπτονται ακόμη περισσότερο γύρω από την καμπυλότητα της γης. Συνεπώς, ο ορίζοντας του ραντάρ (R) είναι περίπου 15% μακρύτερα από τον θεωρητικό ορίζοντα.

Ο προσεγγιστικός ορίζοντας του ραντάρ δίνεται από:

$$2,2\sqrt{H} + 2,2\sqrt{h}$$

όπου H είναι το ύψος του σαρωτή σε μέτρα και h είναι το ύψος του στόχου σε μέτρα. Αυτό προϋποθέτει ότι επικρατούν κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες, ότι οι παλμοί του ραντάρ είναι επαρκώς ισχυροί, ότι ο στόχος θα επιστρέφει ανιχνεύσιμες ηχώ και ότι οι καιρικές συνθήκες (π.χ. βροχή) δεν θα εξασθενήσουν το σήμα.

Οι συνήθεις συνθήκες είναι:

Θερμοκρασία 15°C

Μειούμενη κατά 2°C κάθε 1000 πόδια υψόμετρο

Πίεση αέρα 1013hpa

Μειούμενη κατά 36hpa κάθε 1000 πόδια υψόμετρο

Υγρασία 60%

Σταθερή με το ύψος

Όταν επικρατούν μη τυπικές συνθήκες, ο ορίζοντας του ραντάρ μπορεί να μειωθεί ή να αυξηθεί. Τα φαινόμενα αυτά είναι γνωστά ως υποδιαθλάσεις ή υπερδιαθλάσεις.

Διακρίσεις (Discrimination)

Η ικανότητα του ραντάρ να διακρίνει ή να διαχωρίζει τους στόχους εξαρτάται από τρεις παράγοντες:

- Από το μέγεθος της κηλίδας ή του εικονοστοιχείου,



- μήκος παλμού,
- οριζόντιο εύρος δέσμης.

3.4 Χαρακτηριστικά του στόχου και ισχύς της ηχούς

Η ικανότητα του ραντάρ να ανιχνεύσει έναν στόχο εξαρτάται από:

- Τη βέλτιστη ρύθμιση των χειριστηρίων του ραντάρ,
- Τη μέγιστη ισχύ του εκπεμπόμενου παλμού,
- Τα χαρακτηριστικά του ίδιου του στόχου.

Τα χαρακτηριστικά ενός στόχου που θα καθορίσουν την ισχύ της ηχούς είναι τα εξής:

Μέγεθος Σχήμα Όψη Υλικό Υφή

Μέγεθος

Οι πιθανότητες να επιστραφεί οποιοσδήποτε παλμός δεν είναι μεγαλύτερες για έναν στόχο που έχει μεγάλο εύρος δέσμης παρά για έναν που γεμίζει πλήρως ένα μόνο εύρος δέσμης. Ωστόσο, όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των παλμών που προσπίπτουν σε έναν στόχο, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα τουλάχιστον κάποιοι από αυτούς να παράγουν διακριτή ηχώ. Ένα μικρό αντικείμενο που βρίσκεται εντός της δέσμης δεν θα επιστρέψει τόσο ισχυρή ηχώ όσο ένα αντικείμενο που γεμίζει τη δέσμη. Υπάρχουν, φυσικά, λίγοι στόχοι που θα γεμίσουν πλήρως την κατακόρυφη εύρος της δέσμης.

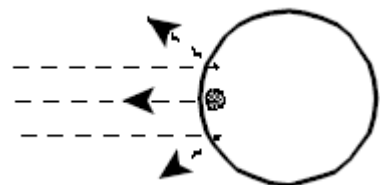
Σχήμα

Το σχήμα ενός στόχου θα επηρεάσει την ισχύ της ηχούς που επιστρέφει, καθορίζοντας την ποσότητα της ενέργειας που ανακλάται προς την κατεύθυνση της κεραίας. Η ανακλώμενη ηχώ πρέπει να ταξιδεύει προς την αντίστροφη κατεύθυνση από εκείνη του παλμού, εάν η ηχώ πρόκειται να είναι ανιχνεύεται από το ραντάρ. Εάν ο παλμός είναι κάθετος σε μια ανακλαστική επιφάνεια θα ανακλαστεί κατευθείαν πίσω. Σε οποιαδήποτε άλλη γωνία ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας θα κατευθυνθεί μακριά από την κεραία.

Πολλοί στόχοι θα είναι ένας συνδυασμός των ακόλουθων σχημάτων:

Σφαίρα

Αυτό θα επιστρέψει μια ηχώ μόνο από αυτή τη μικρή περιοχή

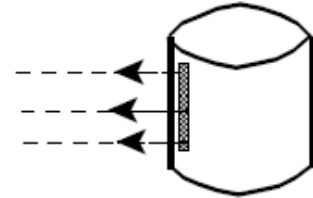




που είναι κάθετη στην ακτίνα. Το υπόλοιπο της του παλμού ανακλάται προς τα έξω και μακριά.

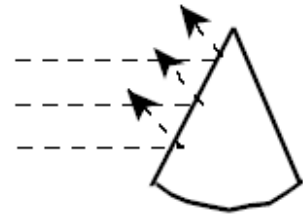
Κύλινδρος

Αν υποθέσουμε ότι ο διαμήκης άξονας του κυλίνδρου είναι κάθετος στη δέσμη, τότε η περιοχή που ανακλάται προς τη σωστή κατεύθυνση μοιάζει με έναν στενή λωρίδα.



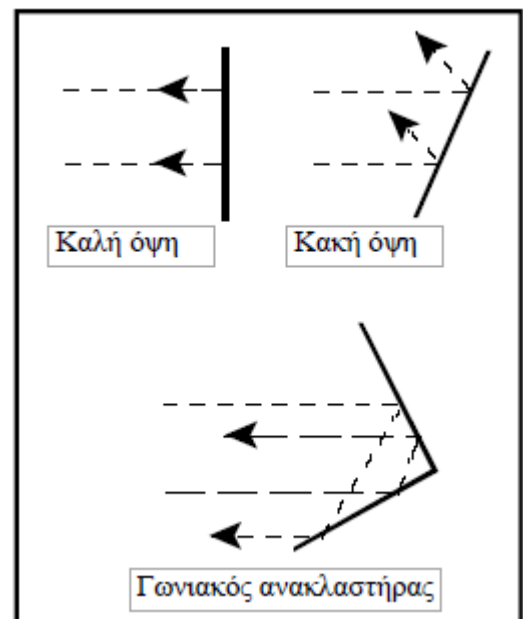
Κώνος

Με τη βάση του οριζόντια, ένας κώνος δεν παρουσιάζει επιφάνεια κάθετη στη δέσμη. Αντικατοπτρίζει όλα τα ενέργεια του ραντάρ προς τα πάνω και μακριά.



Όψη

Αυτός είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας. Το σχήμα που είναι δυνητικά ο καλύτερος ανακλαστήρας της ενέργειας του παλμού του ραντάρ σε μία επίπεδη επιφάνεια. Αυτό ισχύει μόνο όταν βρίσκεται κάθετα προς την κατεύθυνση της δέσμης. Σε οποιαδήποτε άλλη γωνία γίνεται ο χειρότερος ανακλαστήρας. Η γωνία υπό την οποία ένας στόχος παρουσιάζεται στη δέσμη ραντάρ ονομάζεται όψη του. Εάν δύο επίπεδες επιφάνειες τοποθετηθούν σε ορθή γωνία μεταξύ τους, παράγουν έναν γωνιακό ανακλαστήρα. Ανεξάρτητα από τη γωνία υπό την οποία ο παλμός προσπίπτει σε έναν γωνιακό ανακλαστήρα, όλη η ενέργεια ανακλάται στην αντίστροφη κατεύθυνση. Για να είναι αυστηρά σωστός ένας γωνιακός ανακλαστήρας απαιτεί τρεις επιφάνειες που βρίσκονται αμοιβαία σε ορθή γωνία για να ληφθεί υπόψη η κίνηση σε όλα τα επίπεδα. Αυτός ο σχεδιασμός χρησιμοποιείται για πολλούς





ανακλαστές ραντάρ.

Υφή επιφάνειας

Η υφή της επιφάνειας ενός στόχου επηρεάζει την ικανότητά του με δύο τρόπους. Μια επιφάνεια που έχει όψεις παρόμοιου μεγέθους με το μήκος κύματος του ραντάρ (3 ή 10 cm) θα είναι κακός ανακλαστήρας. Τα ανακλαστικά χαρακτηριστικά μιας επιφάνειας με φτωχή γενική όψη θα είναι αν η υφή της είναι τραχιά. Αντίστροφα, μια επιφάνεια με καλή όψη θα βελτιωθεί εάν η επιφάνεια είναι λεία.

Υλικό

Το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένος ένας στόχος θα έχει σημαντική επίδραση στην ηχώ. Κατά γενικό κανόνα, τα υλικά που είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού είναι καλοί ανακλαστές - οι μονωτές είναι κακοί ανακλαστές.

Τα μέταλλα είναι πολύ καλοί ανακλαστές. Το νερό, ιδιαίτερα το θαλασσινό νερό, είναι καλός ανακλαστήρας, εξ ου και η παραγωγή ακαταστασίας. Σημειώτεον ότι το νερό αντανάκλα τους παλμούς ραντάρ 3 εκατοστών περισσότερο, ισχυρότερα από ότι 10 cm. Τα οργανικά υλικά όπως το ξύλο δεν είναι καλοί ανακλαστές, αλλά τα φυτά όπως τα μαγκρόβια θα παρέχουν μέτρια καλή ηχώ λόγω της ποσότητας των μεταλλικού νερού που περιέχουν. Οι καλοί μονωτές όπως το Περσπέξ και ο υαλοβάμβακας είναι εντελώς άορατα στο ραντάρ. Γι αυτό το κάλυμμα από υαλοβάμβακα της κεραίας ραντάρ αποτελεί απόδειξη αυτού του γεγονότος.

3.5 Δύναμη στόχου: ορισμένες πρακτικές εκτιμήσεις

Από την ανωτέρω συζήτηση προκύπτει ότι η ικανότητα του ραντάρ να ανιχνεύει ένα συγκεκριμένο αντικείμενο ποικίλλει σημαντικά. Ο σημαντικότερος παράγοντας είναι η όψη. Ένας στόχος 100.000 τόνων δεξαμενόπλοιο σε κακή γωνία μπορεί να μην δίνει τόσο ισχυρή ηχώ όσο ένα πολύ μικρότερο σκάφος με δέσμη προς τον παλμό του ραντάρ. Ευτυχώς τα πλοία είναι συνήθως κατασκευασμένα από μέταλλο και οι υπερκατασκευές τους συχνά περιλαμβάνουν γωνίες 90°. Από ένα σκάφος από υαλοβάμβακα θα πρέπει να περιμένουμε μόνο ασθενή ηχώ. Οι γκρεμοί θα παρουσιάζουν πολύ καλύτερη όψη από ότι μια παραλία με ήπια κλίση. Είναι επίσης δυνατόν να συγχέεται μια παραλία με μια παράκτια γραμμή κυματοθραυστών. Ορισμένες περιοχές της ξηράς θα δώσουν ισχυρότερες αντανάκλασεις από άλλες, οπότε πρέπει να δίνεται προσοχή στη στόχευση-ταυτοποίηση του στόχου.

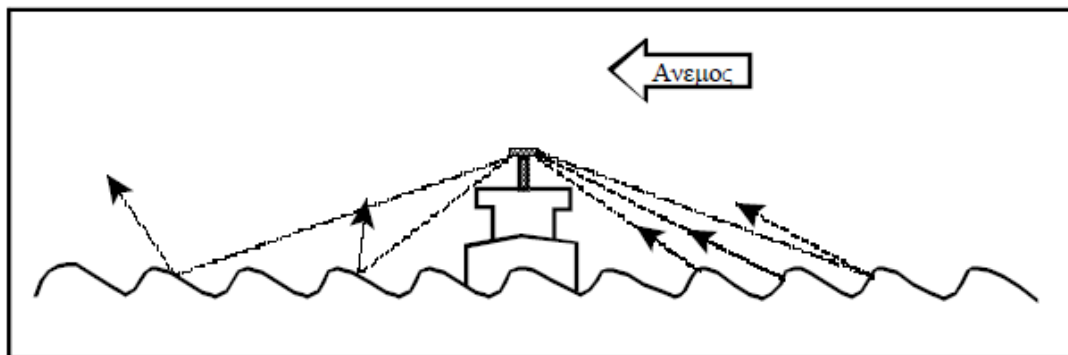


CLUTTER

Οι καιρικές συνθήκες μπορούν όχι μόνο να μειώσουν την ισχύ της ηχούς που επιστρέφουν, αλλά και να επίσης να επηρεάσουν την σαφήνεια της οθόνης του ραντάρ. Το πιο επίμονο πρόβλημα είναι από την παρεμβολή θορύβου.

SEA CLUTTER

Σε απολύτως ήρεμες συνθήκες η επιφάνεια της θάλασσας θα λειτουργεί ως καθρέφτης και όλη η ενέργεια του ραντάρ που προσπίπτει σε αυτήν θα τείνει να ανακλάται μακριά από την κεραία. Καθώς ο άνεμος και η θάλασσα αυξάνεται, μια μάζα ανεπιθύμητης ηχούς θα επεκταθεί γύρω από τη θέση της κεραίας. Τα κεκλιμένα μέτωπα κύματος κοντά στην κεραία παρουσιάζουν μια πιο ευνοϊκή όψη για την ανάκλαση της ενέργειας του ραντάρ απ' ότι εκείνες που βρίσκονται σε απόσταση (βλέπε εικόνα).



H

έκταση των αντηχήσεων παρεμβολής θα εξαρτηθεί από τους ακόλουθους παράγοντες:

Ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου. Ο θόρυβος θα αυξηθεί σε ισχύ και εμβέλεια καθώς αυξάνεται το ύψος των κυμάτων. Η προσήνεμη πλευρά θα παρέχει πιο απότομες κλίσεις, οπότε η ακαταστασία θα επεκταθεί περισσότερο προς τον άνεμο. Συχνά είναι δυνατόν να αναγνωρίσετε τη γραμμή ενός κυματισμού που πλησιάζει στο ραντάρ.

Έλεγχος της θαλάσσιας ακαταστασίας

Ο έλεγχος χρόνου ευαισθησίας (STC) ή το κέρδος σάρωσης είναι ένας έλεγχος καταστολής που επηρεάζει την ενίσχυση των ηχοβολισμών εντός ενός ορισμένου εύρους. Ο έλεγχος μπορεί να είναι χειροκίνητος ή αυτόματος.

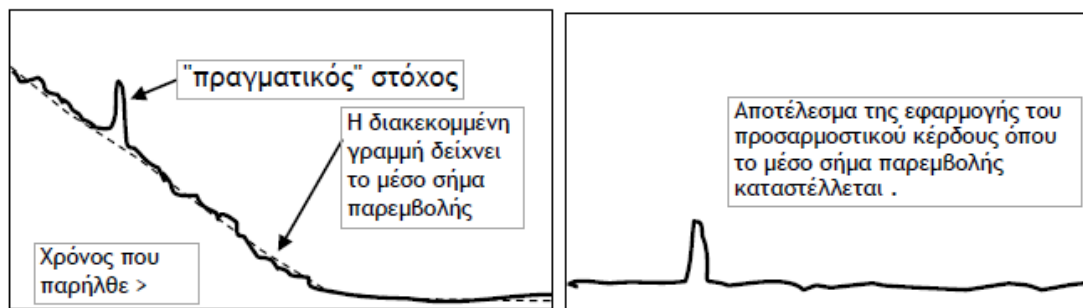
Το χειροκίνητο STC πρέπει να χρησιμοποιείται με μεγάλη προσοχή, καθώς η υπερβολική καταστολή θα αφαιρέσει και "πραγματικούς" στόχους. Πρέπει να μεταβάλλεται καθώς οι καιρικές συνθήκες αλλάζουν. Η παρουσία στόχων μέσα στη



θολούρα διευκολύνει τη ρύθμιση. Χωρίς αυτούς ο χειριστής πρέπει να κάνει συστηματικές αναζητήσεις με διάφορα επίπεδα STC.

Το προσαρμοστικό κέρδος προσαρμόζει συνεχώς την ενίσχυση του ακατέργαστου βίντεο για να το προσαρμόσει στο επίπεδο της ακαταστασίας που παρατηρείται, υπολογίζοντας ουσιαστικά το μέσο όρο της ισχύος των επιστροφών και καταστέλλοντας το κέρδος έτσι ώστε να εμφανίζεται μόνο εκείνη η ηχώ που υπερβαίνει το μέσο όρο.

Τα πρότυπα επιδόσεων του IMO απαιτούν: "Πρέπει να είναι δυνατή η απενεργοποίηση των δυνατοτήτων επεξεργασίας σήματος που θα μπορούσαν να εμποδίσουν την εμφάνιση ενός ραδιοφάρου στην οθόνη του ραντάρ". Εφόσον το προσαρμοστικό κέρδος μπορεί να έχει αυτό το αποτέλεσμα, πρέπει να υπάρχει δυνατότητα απενεργοποίησής του και επαναφοράς στον χειροκίνητο έλεγχο του θορύβου.



Συσχέτιση σάρωσης με σάρωση.

Ένας παρατηρητής μπορεί να είναι σε θέση να αναγνωρίσει έναν "πραγματικό" στόχο από την ομοιομορφία της απόκρισής του σε σύγκριση με τις τυχαίες επιστροφές του θορύβου της θάλασσας. Η συσχέτιση σάρωσης με σάρωση εκτελεί αυτό το έργο αυτόματα συγκρίνοντας τα περιεχόμενα των κελιών μνήμης σε διαδοχικές περιστροφές της κεραίας. Είναι λιγότερο πιθανό ένα κύμα να καταλάβει το ίδιο κελί εμβέλειας για δύο διαδοχικές περιστροφές από ότι ένας στόχος. Η συσχέτιση σάρωσης σε σάρωση περιορίζεται σε δύο σαρώσεις για να αποφευχθεί η διαγραφή των αντηχήσεων των σκαφών υψηλής ταχύτητας.

Σύνοψη του προβλήματος της θαλάσσιας ακαταστασίας

Στόχοι με ένταση ηχούς ασθενέστερη από την ένταση του θορύβου στην άμεση περιοχή τους δεν μπορούν να ανιχνευθούν με οποιαδήποτε τεχνική καταστολής, επειδή οι ηχώ του στόχου θα καταστραφεί επίσης. Στόχοι με ισχυρότερη ισχύ ηχούς από την ακαταστασία μπορούν να ανιχνευθούν. Ενδέχεται να μην είναι διακριτοί έναντι της ακαταστασίας του υποβάθρου μέχρι να ρυθμιστεί σωστά ο έλεγχος STC ή να λειτουργήσει το προσαρμοστικό κέρδος. Οι τεχνικές συσχέτισης σάρωσης προς σάρωση θα βελτιώσουν την ανίχνευση του στόχου σε κάθε περίπτωση.



Έλεγχος ακαταστασίας βροχής (Fast Time Constant - FTC):

Χρησιμοποιείται για την αναζήτηση βροχοπτώσεων με την τεχνική διαφοροποίησης που ανταποκρίνεται μόνο στην αυξανόμενη ισχύ των ανακλάσεων που επιστρέφουν . Αυτό καταστέλλει αποτελεσματικά όλες τις ακμές των στόχων εκτός από τις ακραίες. Είναι πιο αποτελεσματικό εάν η ευαισθησία μειώνεται σταδιακά για να πέσει η ηχώ βροχής κάτω από το επίπεδο αποκοπής βίντεο.

3.6 Υποτύπωση ραντάρ και παράλληλες ασφαλείας

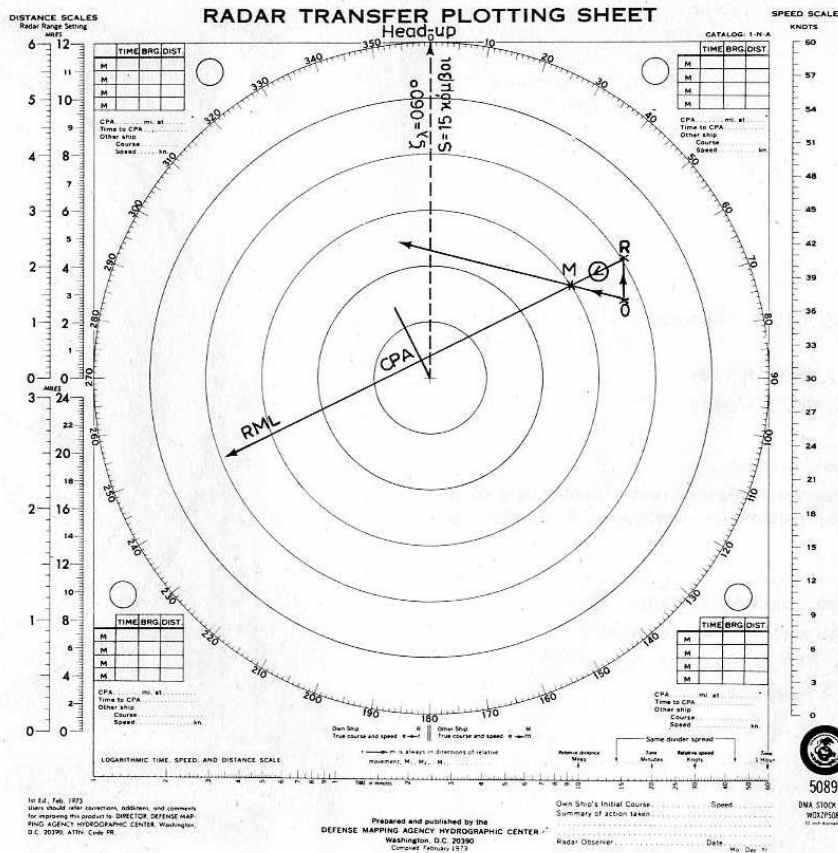
3.6.1 Βασικά υποτύπωσης ραντάρ

Τα σύγχρονα ραντάρ προσφέρουν διάφορες επιλογές για την εμφάνιση πληροφοριών ηχούς. Ανεξάρτητα από το ποια οθόνη σχετικής κίνησης χρησιμοποιείται, το δικό σας πλοίο θα παραμείνει σε κάποιο σταθερό σημείο της οθόνης. Αυτό βρίσκεται συνήθως στο κέντρο της οθόνης, αλλά μπορεί να μετατοπιστεί από τον χειριστή. Εάν το πλοίο εμφανίζεται ακίνητο στην οθόνη, αλλά στην πραγματικότητα κινείται, όλα τα ακίνητα σταθερά σημεία στην οθόνη θα εμφανίζονται να κινούνται με την ίδια ταχύτητα με το πλοίο, αλλά προς την αντίθετη κατεύθυνση. Έτσι, εάν ένα πλοίο πλέει σε 045° με ταχύτητα 12 κόμβων (αλλά φαίνεται ακίνητο σε μια οθόνη σχετικής κίνησης), ένα σταθερό σημείο προσανατολισμού θα φαίνεται να κινείται προς την κατεύθυνση 225° με ταχύτητα 12 κόμβων (η σχετική του κίνηση) στην οθόνη αυτή. Η σχετική κίνηση οποιουδήποτε κινούμενου αντικειμένου στην οθόνη θα είναι επομένως ένας συνδυασμός της δικιάς μας πραγματικής κίνησης και της κίνησης του παρατηρούμενου πλοίου.

Η εύρεση της πραγματικής πορείας και ταχύτητας ενός στόχου απαιτεί επομένως την "αφαίρεση" της συμβολής του πλοίου παρατήρησης στη σχετική κίνησή του. Ενώ αυτό επιτυγχάνεται αυτόματα από ένα ARPA (Automatic Radar Plotting Aid), όλοι οι ειδικευμένοι πλοίαρχοι πρέπει να είναι σε θέση να συμπληρώνουν την απαραίτητη γραφική παράσταση με το χέρι ως εξής :



Πέτρος Θωμαΐδης
“Συστήματα ναυτιλιακών ραντάρ ARPA, δομή, λειτουργία
και προδιαγραφές”



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΜΑΣ

Zλ(πορεία) = 020° Speed= 15 knots

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΣΤΟΧΟΥ

- 05.00 Αζλ=060° d=8 ν.μ
- 05.06 Αζλ=059° d=6ν.μ

ΕΠΙΛΥΣΗ:

Κλίμακα άσκησης: 12 ν.μ

Υποτυπώνουμε στο Φ.Υ τις δύο θέσεις του στόχου με διόπτρευση και απόσταση και χαράζουμε την **RML**. Η RML είναι η σχετική πορεία του στόχου όπως φαίνεται μέσα στον ενδείκτη σχετικής κίνησης. Αν ο στόχος δε μεταβάλλει πορεία και ταχύτητα θα συνεχίσει να κινείται πάνω στην RML. Η σχετική ταχύτητα του στόχου μπορεί εύκολα να υπολογιστεί παίρνοντας σαν δεδομένο την σχετική απόσταση που διανύει ο στόχος σε 6 λεπτά (05:00 - 05:06). Ο στόχος σε 6 λεπτά καλύπτει 2 ν.μ άρα αν το ανάγουμε στα 60 λεπτά θα βρούμε την σχετική ταχύτητα του στόχου στον ενδείκτη σχετ.κίνησης.
Στα 6 λεπτά 2ν.μ



Πέτρος Θωμαΐδης
“ Συστήματα ναυτιλιακών ραντάρ ARPA, δομή, λειτουργία
και προδιαγραφές ”

60 λεπτά $\chi = 20 \kappa$ Άρα η σχ. ταχ (RM) είναι 20 κόμβοι.

Για να βρούμε την CPA του στόχου φέρνουμε κάθετη από το κέντρο προς την RML του στόχου. Στο παράδειγμα η CPA είναι 0.3 ν.μ .

Για να υπολογίσουμε την TCPA παίρνουμε την απόσταση M-CPA που η μέτρηση της στην παραπάνω άσκηση είναι 6 ν.μ και την διαιρούμε με την σχ.ταχ (RM) με την οποία ο στόχος κινείται πάνω στην RML.

(M-CPA) : RM δηλαδή $6 \text{ ν.μ} : 20 \kappa = 0.3$ το οποίο το πολλαπλασιάζουμε με το 60 για να το μετατρέψουμε σε λεπτά.

$0.3 \chi 60 = 18$ λεπτά. Εάν προσθέσουμε αυτά τα λεπτά στην χρονική στιγμή που ήμασταν στην θέση M (05:06) θα βρούμε την χρονική στιγμή που θα είμαστε στη θέση της CPA δηλαδή το TCPA. Προσθέτουμε $05:06 + 18 \text{ λεπτά} = 05:24$ που είναι και το TCPA του στόχου.

Για να υπολογίσουμε την Αληθή πορεία και την Αληθή ταχύτητα στο στόχου θα πρέπει να κατασκευάσουμε το τρίγωνο πορειών-ταχυτήτων ORM που προκύπτει από τις συνιστώσες της ταχύτητας του πλοίου μας με αντίθετη πορεία (ακίνητος στόχος στον ενδείκτη σχ. κιν.) και της αληθούς πορείας και ταχύτητας του στόχου ως προς το νερό.

Κατασκευή τριγώνου

Από το σημείο R της πρώτης θέσης του στόχου και σε κατεύθυνση αντίθετη από την πορεία του πλοίου μας χαράσσουμε ευθεία και την προεκτείνουμε ($\zeta\lambda = 020^\circ$ η πορεία μας άρα η αντίθετη είναι $\zeta\lambda = 200^\circ$). Πάνω σε αυτήν θα πάρουμε διάστημα ίσο με την απόσταση που διανύει το πλοίο μας στο χρονικό διάστημα που αντιστοιχεί στην RM.

Στην άσκηση η ταχύτητα μας είναι 15κ (Στα 60 λεπτά 15 ν.μ

6 λεπτά $\chi = 1.5 \text{ ν.μ}$)

Άρα, στα 6 λεπτά το διάστημα που καλύπτει το πλοίο μας θα αντιστοιχεί σε 1.5 ν.μ. Με το κουμπί από την κλίμακα των 12 ν.μ παίρνουμε 1.5 ν.μ και με αρχή το R χαράσσουμε το διάστημα RO. Ενώνουμε το σημείο O με το M και το τρίγωνο ROM που σχηματίζεται ονομάζεται τρίγωνο πορειών και ταχυτήτων. Οι πλευρές του αποτελούνται από την

RM : Σχετική κίνηση στόχου

OR : Κίνηση του πλοίου μας (συνιστώσα)

OM : Αληθής κίνηση του στόχου (συνιστώσα)

Η κατεύθυνση της OM αν την μεταφέρουμε στο κέντρο του Φ.Υ με το διπαράλληλο και την μετρήσουμε στο ανεμολόγιο, αποτελεί την αληθή πορεία του στόχου, στο παράδειγμα μας είναι $\zeta\lambda = 293^\circ$ και το μέτρο της OM αν το ανάγουμε στα 60 λεπτά αντιστοιχεί στην αληθή ταχύτητα του στόχου σε κόμβους. Στο παράδειγμα μας η OM είναι 1.3 ν.μ οπότε αν την ανάγουμε στα 60 λεπτά γίνεται: (Στα 6 λεπτά 1.3 ν.μ

60 λεπτά $\chi = 13 \kappa$)

Η χάραξη του τριγώνου πορειών-ταχυτήτων ROM και ο προσδιορισμός από αυτό της αληθούς πορείας και ταχύτητας του στόχου, ονομάζεται **Ολοκληρωμένη Σχετική Υποτύπωση**.

Τελικά στοιχεία:

CPA: 0.3 ν.μ



TCPA : 05:24

Αληθής πορεία στόχου: $\zeta\lambda=293^\circ$

Αληθής ταχύτητα στόχου : 13 κ

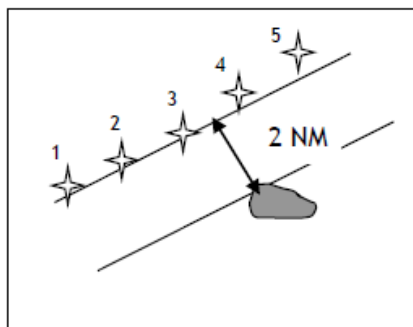
Παρατήρηση:

Στην πράξη η επιλογή της κλίμακας υποτύπωσης γίνεται σύμφωνα με την πραγματική κίνηση των πλοίων στόχων γύρω μας , καθώς και της απόστασης και ταχύτητας που έχουν ώστε να έχουμε επαρκή χρόνο να εκτελέσουμε την υποτύπωση , να εξαγάγουμε τα στοιχεία κίνησης των στόχων για να αποφασίσουμε την κατάλληλη κίνηση αποφυγής σύγκρουσης σύμφωνα με το ΔΚΑΣ. Εάν έχουμε το χρονικό περιθώριο παίρνουμε τρεις ή περισσότερες θέσεις του στόχου έτσι ώστε να γίνει ορατό αν ο στόχος έχει μεταβάλλει πορεία αλλά και να διαπιστώσουμε σφάλματα που αφορούν τις διοπτύσεις και αποστάσεις των στόχων (στο παράδειγμά μας πήραμε μόνο δύο υποτυπώσεις του στόχου προς χάριν ευκολίας).

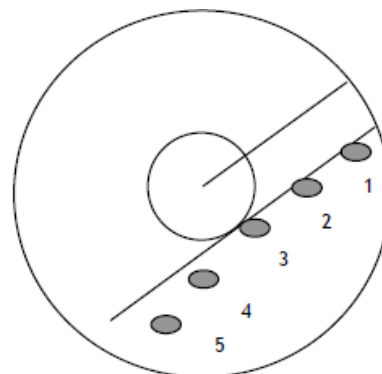
3.6.2 Παράλληλες ασφαλείας (Parallel Indexing)

Βασικές αρχές:

Όπως έχει ήδη συζητηθεί, σε μια οθόνη ραντάρ σχετικής κίνησης με το δικό μας πλοίο να κινείται με σταθερή πορεία, κάθε σταθερό αντικείμενο φαίνεται να κινείται στην αντίστροφη κατεύθυνση με την ίδια ταχύτητα. Αυτό το φαινόμενο επιτρέπει στον πλοίαρχο να χρησιμοποιεί την παράλληλη δεικτοδότηση για να παρέχει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την πλευρική θέση του πλοίου σε σχέση με την προγραμματισμένη πορεία. Στον κατάλληλο χάρτη χαράσσεται μια γραμμή μέσω ενός εμφανή στο ραντάρ αντικειμένου παράλληλα με την προγραμματισμένη πορεία. Στη συνέχεια, μετράται η κάθετη απόσταση (Cross -Index Range) από το αντικείμενο προς την τροχιά. Το στροβοσκόπιο απόστασης του ραντάρ ρυθμίζεται στη συνέχεια σε αυτή την απόσταση και μια ηλεκτρονική γραμμή σχεδιάζεται στην οθόνη παράλληλα με την προγραμματισμένη πορεία.



ΧΑΡΤΗΣ



ΟΘΟΝΗ ΡΑΝΤΑΡ

(ένδειξη εμβέλειας στα 2 μίλια)

Οι θέσεις 1, 2 και 3 στο χάρτη και στην οθόνη του ραντάρ δείχνουν το πλοίο σε διάφορες στιγμές μέχρι τη στιγμή που το νησί βρίσκεται σε παράλλαξη προς τα δεξιά. Οι θέσεις 4 & 5 δείχνουν το πλοίο εκτός πορείας προς τα αριστερά (οι σταυροί στο χάρτη δεν αντιπροσωπεύουν σταθερές θέσεις και περιλαμβάνονται μόνο για να απεικονίσουν το



Πέτρος Θωμαΐδης

“ Συστήματα ναυτιλιακών ραντάρ ARPA, δομή, λειτουργία και προδιαγραφές ”

παράδειγμα). Η ακριβής απόσταση εκτός πορείας αντιπροσωπεύεται από την απόσταση μεταξύ της ηχούς του νησιού και της παράλληλης γραμμής δείκτη. Εάν, για παράδειγμα, ένα πλοίο κινείται στο κανάλι με 12 κόμβους και έχει καθορίσει πορεία για να περάσει 5 μίλια νότια του "Lizard Point", η θέση του χάρτη ανά 30 λεπτά μπορεί να εμφανίζεται όπως φαίνεται στο χάρτη 1. Σε μια οθόνη ραντάρ σχετικής κίνησης το "Lizard Point" θα φαινόταν να κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση όπως φαίνεται στο σχήμα (i). Στο διάγραμμα 1, η κίνηση αυτή απεικονίζεται με τη διακεκομμένη γραμμή. Οποιαδήποτε απόκλιση από την απαιτούμενη τροχιά θα είχε ως αποτέλεσμα η ηχώ του Lizard Point να αποκλίνει από την παράλληλη γραμμή δείκτη. Οι παράλληλες γραμμές δείκτη μπορούν να παραχθούν με διάφορες μεθόδους στις οθόνες ραντάρ. Στις σύγχρονες συσκευές δημιουργούνται ηλεκτρονικά.

4. ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΒΟΗΘΗΜΑ ΥΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΣΤΟΧΟΥ ΜΕΣΩ ΡΑΝΤΑΡ (Automatic Radar Plotting Aids ARPA)

Το ARPA είναι απλώς ένας μικροεπεξεργαστής ενσωματωμένος σε ένα ραντάρ, ο οποίος μπορεί να μετρά αυτόματα τις αποστάσεις και τις κατευθύνσεις επιλεγμένων στόχων ή στόχων εντός συγκεκριμένων περιοχών. Από μια σειρά αποστάσεων και στίξεων μπορεί να σχηματιστεί ένα ιστορικό τροχιάς που επιτρέπει τον υπολογισμό της πραγματικής πορείας και ταχύτητας, της CPA και της TCPA - η ίδια λειτουργία που ολοκληρώθηκε σε ένα φύλλο υποτύπωσης ραντάρ στο προηγούμενο θέμα.

Ένα ARPA παρέχει τόσο χειροκίνητες όσο και αυτόματες δυνατότητες απόκτησης στόχων. Τα πρότυπα επιδόσεων που καλύπτουν τις λειτουργίες και την ακρίβεια του ARPA καθορίζονται από τον IMO. Τα νέα πρότυπα επιδόσεων τέθηκαν σε ισχύ για όλο τον νέο εξοπλισμό ραντάρ που εγκαθίσταται από την 1η Ιουλίου 2008 και μετά. Το σημαντικότερο από τα νέα πρότυπα αφορά την καθορισμένη ακρίβεια των CPA και TCPA. Το νέο πρότυπο απαιτεί τώρα ότι μετά από τρία λεπτά, η CPA θα πρέπει να είναι ακριβής με ακρίβεια 0,3M, και όχι 0,7M όπως στο παλιό πρότυπο. Το TCPA πρέπει τώρα να είναι ακριβές σε 30 δευτερόλεπτα, επίσης μετά από 3 λεπτά. Ωστόσο, εξακολουθεί να είναι σημαντικό να θυμάστε ότι η απόδοση του εξοπλισμού που έχει εγκατασταθεί πριν από την 1η Ιουλίου 2008 βασίζεται στα παλαιά πρότυπα. Για το λόγο αυτό, και τα δύο σύνολα προτύπων περιλαμβάνονται παρακάτω. Είναι σημαντικό να θυμόμαστε ότι το ARPA είναι μια ιστορική συσκευή. Παρουσιάζει πληροφορίες και δείχνει τι έχει κάνει ο στόχος και όχι τι κάνει τώρα.

Πρότυπα επιδόσεων (Εγκρίθηκαν στις 6 Δεκεμβρίου 2004) Εγκαταστάθηκαν μετά την 1η Ιουλίου 2008) (Παρακάτω περιγράφονται οι προδιαγραφές για όλα τα πλοία άνω των 10.000gt)

- Ελάχιστη διάμετρος οθόνης 340mm x 340mm.
- Μόνο απεικόνιση με ψηφιακή σάρωση.
- Χειροκίνητη απόκτηση τουλάχιστον 40 στόχων.



*Πέτρος Θωμαΐδης
“ Συστήματα ναυτιλιακών ραντάρ ARPA, δομή, λειτουργία
και προδιαγραφές ”*

- Αληθινή και σχετική διανυσματική παρουσίαση. Μήκος διανύσματος ρυθμιζόμενο από τον χειριστή.
- Λειτουργία παρουσίασης προς βορρά ή προς την κατεύθυνση.
- Παροχή πορείας, ταχύτητας, CPA, TCPA, απόστασης και διόπτεισης για κάθε εντοπισμένο στόχο.
- Πλήρης ακρίβεια των δεδομένων εντοπισμένων στόχων διαθέσιμη μετά από τρία λεπτά για στόχο σε απόσταση τουλάχιστον δώδεκα μιλίων. Διαθέσιμα προκαταρκτικά δεδομένα μετά από ένα λεπτό.

Μετά από 1 λεπτό παρακολούθησης:

- Ακρίβεια CPA εντός 1.0M

Μετά από 3 λεπτά παρακολούθησης:

- Ακρίβεια CPA εντός 0.3M
- Ακρίβεια TCPA εντός 30 δευτερολέπτων

- Πρέπει να υπάρχει πλήρες φάσμα συναγεργμών και ειδοποιήσεων του χειριστή. Περιλαμβάνει απειλή σύγκρουσης, απώλεια στόχου και ζώνη ή ελάχιστη εμβέλεια.
- Πρέπει να υπάρχει ιστορικό παρελθούσας διαδρομής για όλους τους στόχους που παρακολουθούνται.
- Ελάχιστη ενεργοποιημένη χωρητικότητα στόχων AIS (40)
- Ελάχιστη χωρητικότητα αδρανούς στόχου (200)
- Ελιγμός διαδρομής που εφαρμόζεται μόνο σε σκάφη άνω των 10.000gt
- Επιλογή πραγματικών ή σχετικών διαδρομών από μια κατάσταση επαναφοράς για όλες τις πραγματικές κινήσεις.

Τρόποι απεικόνισης

Τα ίχνη θα πρέπει να είναι διαθέσιμα για παρουσίαση εντός 2 σαρώσεων μετά από:

- τη μείωση ή την αύξηση μιας κλίμακας εύρους
- τη μετατόπιση και τη ρύθμιση της εικόνας του ραντάρ
- αλλαγή από αληθινά σε σχετικά ίχνη

Απόκτηση και αποθήκευση (Acquisition and storage)

Οι στόχοι παρακολουθούνται με αναζήτηση εντός ενός πίνακα διόπτεισης εμβέλειας. Αφού βρεθούν, η απόσταση και η διόπτειση εξάγονται αυτόματα. Από μια σειρά από αποστάσεις και στίγματα δημιουργείται ένα ιστορικό τροχιάς και υπολογίζονται η πορεία, η ταχύτητα, η CPA και τα δεδομένα TCPA.



Οι πληροφορίες απόστασης και διόπτεισης είναι πάντοτε τα πρώτα διαθέσιμα δεδομένα για κάθε στόχο που παρακολουθείται. Για να εμφανιστεί ένας στόχος στα κελιά διόπτεισης απόστασης πρέπει να περάσει τα όρια ανίχνευσης. Η σύγκριση παλμού με παλμό χρησιμοποιείται επίσης για να διασφαλιστεί ότι μόνο συνεπείς στόχοι θα τοποθετηθούν στους καταχωρητές εναλλαγής. Ένας κανονικός στόχος μπορεί να χτυπηθεί από 15 παλμούς σε κάθε περιστροφή της κεραίας. Το ARPA θα χρησιμοποιήσει συνήθως μια αναλογία 5 επιστροφών προς 10 παλμούς πριν από την εγγραφή ενός στόχου στον τελικό καταχωρητή εναλλαγής (που ονομάζεται καταχωρητής επιτυχίας ή πίνακας επιτυχίας).

Κατά την απόκτηση ενός στόχου τοποθετείται ένα παράθυρο απόκτησης γύρω από τη θέση του στόχου στα κελιά μνήμης εμβέλειας και διόπτεισης (καταχωρητής εναλλαγής). Οι στόχοι ανιχνεύονται αυτόματα με τη χρήση συσχέτισης θέσης σάρωσης προς σάρωση με βάση διαδοχικές περιστροφές της κεραίας. Τυπικά, εάν ένας στόχος εμφανίζεται στο ίδιο παράθυρο των κελιών διόπτεισης εμβέλειας για πέντε από τις δέκα περιστροφές της κεραίας, δημιουργείται ένα ίχνος. Μετά από 15 περιστροφές η τροχιά επιβεβαιώνεται και δημιουργείται ένα διάνυσμα στόχου. Με ρυθμό περιστροφής της κεραίας 24 στροφές ανά λεπτό, μια σάρωση ολοκληρώνεται κάθε 2,5 δευτερόλεπτα, οπότε θα χρειαστούν περίπου 38 δευτερόλεπτα για τη δημιουργία του επιβεβαιωμένου ίχνους. Η ακρίβεια του ίχνους θα βελτιώνεται όσο αυξάνεται η περίοδος εντοπισμού (μέχρι το όριο της περιόδου εξομάλυνσης).

Οι πληροφορίες απόστασης και διόπτεισης εξάγονται σε κάθε σάρωση και συνεπώς ενημερώνονται ανά 2,5 δευτερόλεπτα. Η περίοδος εξομάλυνσης εξαρτάται από την απόσταση του στόχου, αλλά συνήθως είναι μεταξύ ενός και τριών λεπτών. Το ιστορικό τροχιάς μπορεί να είναι είτε σχετικό είτε πραγματικό. Η πιο δημοφιλής τεχνική είναι η χρήση ενός πραγματικού συστήματος αποθήκευσης ίχνους.

Σχετική αποθήκευση τροχιάς

Η εξομαλυμένη σχετική τροχιά αποθηκεύεται και χρησιμοποιείται για την εμφάνιση του σχετικού διάνυσματος. Το πραγματικό διάνυσμα υπολογίζεται από το αποθηκευμένο σχετικό ίχνος και τη μη εξομαλυμένη πορεία και την ταχύτητα εισόδου. Οποιοδήποτε σφάλμα καταγραφής θα προκαλέσει σφάλμα μόνο στο πραγματικό διάνυσμα. Το σχετικό διάνυσμα δεν επηρεάζεται από το σφάλμα καταγραφής.

Αποθήκευση αληθούς τροχιάς

Η εξομαλυμένη πραγματική τροχιά αποθηκεύεται και χρησιμοποιείται για την εμφάνιση του πραγματικού διάνυσματος. Χρειάζεται εισαγωγή κατεύθυνσης και ταχύτητας σε όλες τις περιοχές και κατευθύνσεις για να ληφθεί η πραγματική πορεία. Το σχετικό διάνυσμα υπολογίζεται από το αποθηκευμένο πραγματικό ίχνος και την είσοδο μη εξομαλυμένης πορείας και ταχύτητας. Ως εκ τούτου, η είσοδος πορείας και ταχύτητας εφαρμόζεται δύο φορές.

Ένα σφάλμα καταγραφής μπορεί να προκαλέσει σφάλμα στο πραγματικό διάνυσμα και στο σχετικό διάνυσμα. Το σχετικό διάνυσμα επηρεάζεται από τα



κυμαινόμενα σφάλματα καταγραφής, αλλά θα δείξει τη σωστή τιμή (μετά από μία πλήρη περίοδο εξομάλυνσης) εάν το σφάλμα καταγραφής είναι σταθερό.

4.1 Χειροκίνητη απόκτηση

Ο χειριστής τοποθετεί το δείκτη δρομέα πάνω από το στόχο χρησιμοποιώντας ένα joystick ή trackerball και χρησιμοποιεί τη χειροκίνητη λειτουργία απόκτησης. Η χειροκίνητη απόκτηση τοποθετεί ένα παράθυρο παρακολούθησης πάνω από τα κελιά, που βρίσκεται ο στόχος. Αυτό το παράθυρο γίνεται προοδευτικά μικρότερο καθώς αυξάνεται η εμβέλεια και εξάγονται πληροφορίες για την πορεία. Το ARPA δημιουργεί ένα ιστορικό της κίνησης του στόχου. Εάν δύο στόχοι είναι κοντά μεταξύ τους, μπορεί να είναι απαραίτητο να αποκτηθεί ένας στόχος πρώτα και να περιμένουμε να μειωθεί το μέγεθος του παραθύρου, πριν επιχειρηθεί η απόκτηση του δεύτερου στόχου.

Πλεονεκτήματα της χειροκίνητης απόκτησης:

- Ο χειριστής μπορεί να ελέγξει τον αριθμό των στόχων,
- Ο χειριστής μπορεί να διακρίνει μεταξύ της ξηράς, της βροχής κ.λπ. και των στόχων του πλοίου.

4.2 Αυτόματη απόκτηση

Ο χειριστής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει περιοχές γύρω από το πλοίο όπου το ARPA θα εντοπίζει και θα αποκτά αυτόματα στόχους. Στο PPI σχεδιάζονται ζώνες ή περιοχές προστασίας και ενεργοποιείται η δυνατότητα αυτόματης λήψης. Οποιοσδήποτε στόχος εισέρχεται σε αυτές τις ζώνες ή περιοχές θα ανιχνεύεται και θα παρακολουθείται αυτόματα, ενώ ένας συναγερμός θα ηχεί για να υποδείξει την ανίχνευση. Οι στόχοι εκτός των περιοχών αυτών δεν αποκτώνται.

Σφαιρική περιοχή

Χρησιμοποιεί μια περιοχή αποτυπώματος γύρω από το πλοίο, η οποία μπορεί να οριστεί με βάση την απόσταση μπροστά, την απόσταση προς τα δεξιά και αριστερά και μια ελάχιστη απόσταση απόκτησης. Το ελάχιστο εύρος απόκτησης μειώνει την πιθανότητα το ARPA να αποκτήσει θαλάσσια ακαταστασία.

Ζωνώδης περιοχή

Χρησιμοποιεί δύο προστατευτικούς δακτυλίους σε διαφορετικές αποστάσεις. Η καθορισμένη ζώνη είναι ολόκληρη ή περιφραγμένη περιοχή ή τμήματα αυτής. Οι ζώνες συνήθως περιστρέφονται μαζί με τον δείκτη κατεύθυνσης.

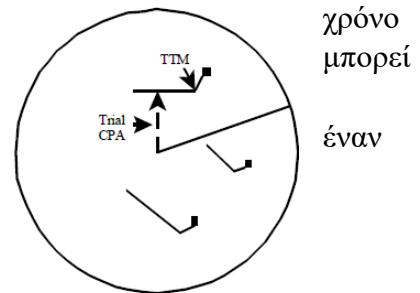
Όλοι οι στόχοι στη ζώνη απόκτησης που περνούν τις δοκιμές ανίχνευσης κατωφλίου και συσχέτισης σάρωσης με σάρωση θα αποκτηθούν και θα παρακολουθηθούν. Απαιτείται προσεκτική χρήση των ελέγχων STC και βροχής clutter για να αποφευχθεί η απόκτηση ανεπιθύμητων στόχων.



4.3 Δοκιμαστικός ελιγμός (trial manoeuvre)

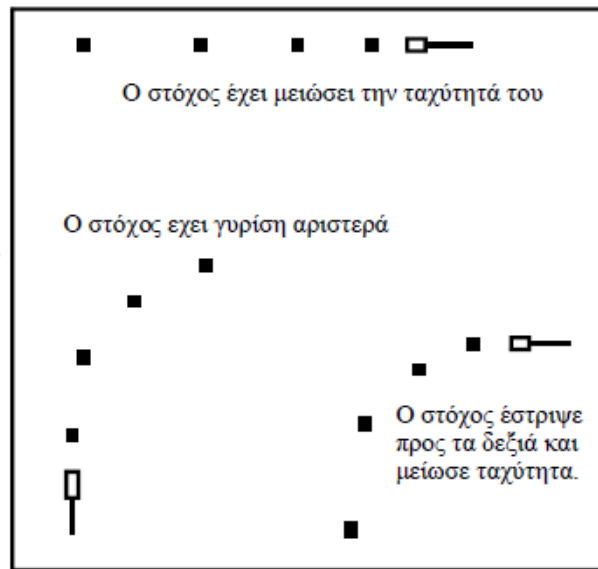
Ένα ARPA πρέπει να είναι σε θέση να προσομοιώνει την επίδραση σε όλους τους παρακολουθούμενους στόχους ενός προτεινόμενου ελιγμού από το δικό του πλοίο. Αυτό δεν πρέπει να επηρεάζει την ενημέρωση των πραγματικών πληροφοριών για τους στόχους. Πρέπει να υπάρχει κάποια ένδειξη στην οθόνη κατά τη διάρκεια δοκιμαστικού ελιγμού - συνήθως ένα T γραμμμένο στο PPI. Τα πρότυπα για τους δοκιμαστικούς ελιγμούς δεν είναι πολύ λεπτομερή, οπότε οι κατασκευαστές έχουν αναπτύξει διαφορετικές λειτουργίες.

Για παράδειγμα, το Bridge master επιτρέπει για ελιγμούς (TTM tracked target message). Άλλοι να επιτρέπουν στον χειριστή να λαμβάνει υπόψη τα χαρακτηριστικά ελιγμών του πλοίου και να δοκιμάσει δεύτερο ελιγμό (όπως ένα επανάληψη πορείας/ταχύτητας).



4.4. Ιστορικό διαδρομής (track history)

Το ARPA πρέπει να εμφανίζει τουλάχιστον τέσσερις ισόχρονες παρελθοντικές θέσεις ενός στόχου. Σε ορισμένα ραντάρ αυτές είναι οι πραγματικές παρελθοντικές θέσεις όταν παρουσιάζονται σε true motion οι σχετικές παρελθοντικές θέσεις relative motion. Άλλα θα δίνουν μόνο πραγματικές παρελθοντικές θέσεις. Το ιστορικό διαδρομής σχεδιαστεί για να βοηθά τον χειριστή στον εντοπισμό πρόσφατων ελιγμών των στόχων. απόσταση μεταξύ των σημείων



ιστορικού μπορεί να είναι συνάρτηση της κλίμακας που χρησιμοποιείται ή της επιλεγμένης από τον χειριστή. Τα ίχνη του στόχου επιτρέπουν επίσης στον χειριστή να βλέπει τις παρελθούσες θέσεις του στόχου. Δεν είναι τόσο ακριβές όσο το ιστορικό ίχνους. Ο χειριστής μπορεί να επιλέξει το μήκος της διαδρομής (σε λεπτά). Εμφανίζεται με διαφορετικό χρώμα οθόνης από αυτό του ίχνους στόχου. Το ιστορικό ίχνους είναι πιθανώς πιο χρήσιμο για τον εντοπισμό ελιγμών του στόχου.



4.5 Συναγερμοί και προειδοποιήσεις (Alarms and warnings)

Ένα ARPA πρέπει να έχει τη δυνατότητα να προειδοποιεί τον χειριστή με οπτικό ή/και ηχητικό μήνυμα όταν οποιοσδήποτε διακριτός στόχος πλησιάζει σε απόσταση ή διέρχεται από ζώνη που έχει επιλέξει ο χειριστής. Ο στόχος που προκαλεί την προειδοποίηση πρέπει να υποδεικνύεται σαφώς στην οθόνη. Πρέπει, επίσης, να έχει τη δυνατότητα να προειδοποιεί τον χειριστή με οπτικό ή/και ηχητικό σήμα για οποιαδήποτε στόχο που προβλέπεται να πλησιάσει εντός ελάχιστης απόστασης και χρόνου που επιλέγεται από τον χειριστή (όρια CPA και TCPA). Ο στόχος που προκαλεί την προειδοποίηση πρέπει να εμφανίζεται σαφώς στην οθόνη.

Ένα ARPA πρέπει να υποδεικνύει σαφώς εάν ένας στόχος έχει χαθεί (εκτός από την απομάκρυνση από το βεληνεκές) και η τελευταία θέση του στόχου που παρακολουθείται πρέπει να εμφανίζεται σαφώς στην οθόνη. Πρέπει να υπάρχει δυνατότητα ενεργοποίησης ή απενεργοποίησης των ανωτέρω λειτουργικών προειδοποιήσεων.

4.6 ARPA - Σταθεροποίηση ως προς την θάλασσα ή ως προς το έδαφος (sea or ground stabilisation)

Όταν η απεικόνιση του ραντάρ/ARPA είναι σταθεροποιημένη στο έδαφος, συνήθως με βάση την εισαγωγή της ταχύτητας εδάφους και της πορείας που παρέχεται από το GPS, η κίνηση ενός πλοίου-στόχου που προκύπτει από μια χειροκίνητη υποτύπωση ή ARPA θα είναι επίσης σταθεροποιημένη στο έδαφος. Αυτό σημαίνει ότι το πλοίο που παρατηρείται δεν θα γνωρίζει την ταχύτητα νερού ή την πορεία ως προς το νερό ενός πλοίου-στόχου.

Δεδομένου ότι τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν βάσει των κανονισμών σύγκρουσης συχνά εξαρτώνται από την πλευρά του πλοίου-στόχου, η πορεία και η ταχύτητα που σταθεροποιούνται στο έδαφος θα δώσουν λανθασμένο υπολογισμό του στόχου όταν η πορεία στο έδαφος και στο νερό είναι διαφορετικές. Αυτό συμβαίνει όποτε τα εμπλεκόμενα πλοία υπόκεινται σε ολίσθηση και μετατόπιση.(set και drift). Συνεπώς, η λογική λέει ότι, όταν χρησιμοποιούνται για σκοπούς αποφυγής συγκρούσεων, τα ραντάρ/ARPA θα πρέπει να είναι σταθεροποιημένα στη θάλασσα.

4.7 Χάρτες και γραμμές πλοήγησης (πορείες)

Αν και δεν απαιτείται από τα πρότυπα επιδόσεων του IMO, πολλά σύγχρονα ραντάρ και ARPA διαθέτουν χάρτη πλοήγησης και δυνατότητα επιλογής πορειών. Τα κύρια πλεονεκτήματα αυτής της δυνατότητας είναι τα εξής:



- Οι γραμμές μπορούν να δείχνουν τις θέσεις των ρηχών υδάτων, των ορίων της διαδρομής και των συστημάτων διαχωρισμού κυκλοφορίας στην οθόνη.
- Μπορούν να τοποθετηθούν σύμβολα στις θέσεις των φάρων ή των σηματοδούρων για να βοηθήσουν τον χειριστή να βρει την ηχώ τους μέσα σε μεγάλη ακαταστασία ή όταν υπάρχουν μικρά σκάφη στην περιοχή.

Κατά τη χρήση των χαρτών, η οθόνη θα πρέπει να βρίσκεται σε κατάσταση σταθεροποίησης στο έδαφος, ώστε να διασφαλίζεται ότι οι χάρτες παραμένουν σταθεροί σε σχέση με το έδαφος. Η σταθεροποίηση εδάφους μπορεί να επιτευχθεί με τα εξής:

- Εισαγωγή θέσης GPS ή DGPS.
- Χειροκίνητη εισαγωγή της ολίσθησης και μετατόπισης.
- Αναφορά ηχούς σε σταθερά σημάδια (απαιτεί περιοδική ενημέρωση κατά τη διάρκεια πλοήγησης).
- Εισαγωγή καταγραφών παρακολούθησης βυθού Doppler.

Ο χάρτης σχηματίζεται με την εισαγωγή των συντεταγμένων των απαιτούμενων γραμμών και συμβόλων από τον χάρτη. Ο εντοπισμός θέσης του χάρτη επιτυγχάνεται με την εισαγωγή στο ARPA της θέσης του πλοίου μέσω GPS ή με αναφορά μέσω ηχούς. Με βάση αυτά τα δεδομένα το ραντάρ μπορεί να σχεδιάσει τον χάρτη στην οθόνη και να τον ενημερώνει από τις πληροφορίες πορείας και ταχύτητας που τροφοδοτούνται από το δρομόμετρο και την γυροσκοπική πυξίδα.

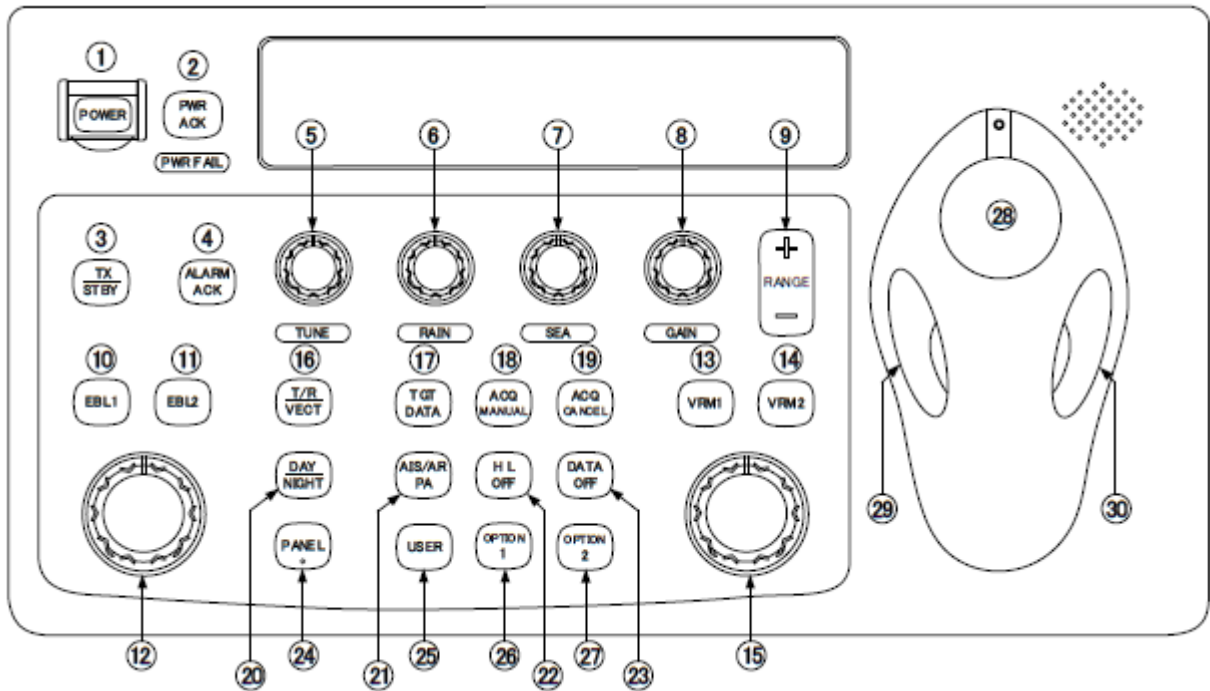
Ένα σημαντικό πρόβλημα κατά τη χρήση ενός χάρτη πλοήγησης είναι η μη ευθυγράμμιση με τις ηχώ του ραντάρ που υποτίθεται ότι αναπαριστά, ιδίως κατά τη διάρκεια των αλλαγών πορείας. Είναι απολύτως ζωτικής σημασίας να ελέγχεται η ευθυγράμμιση σε σχέση με αναγνωρισμένα σημάδια του ραντάρ και ο χειριστής να είναι εξοικειωμένος με τη δυνατότητα ευθυγράμμισης.

5. ΓΡΑΦΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΧΡΗΣΤΗ, ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ

Το παρόν κεφάλαιο επικεντρώνεται στη χρήση των κύριων πλήκτρων ελέγχου για τον εξοπλισμό ανίχνευσης στόχων, ο οποίος μπορεί να χωριστεί σε τρεις κατηγορίες: το ραντάρ, το αυτόματο εργαλείο αποτύπωσης στόχων μέσω ραντάρ (ARPA) και το σύστημα αυτόματης αναγνώρισης στόχων (AIS).



Πέτρος Θωμαΐδης
 “ Συστήματα ναυτιλιακών ραντάρ ARPA, δομή, λειτουργία
 και προδιαγραφές ”



1	[POWER]	(Power supply)	Διακόπτης τροφοδοσίας
2	[PWR ACK]	(Power alarm acknowledgement) key	(Πλήκτρο επιβεβαίωσης συναγερμού ισχύος)
3	[TX/STBY]	(Transmission/Standby) key	Διακόπτης αναμονής και διακοπής της εκπομπής
4	[ALARM ACK]	(Alarm acknowledgement) key	(Πλήκτρο επιβεβαίωσης συναγερμού)
5	[TUNE]	(Tuning) dial	(Συντονισμός)
6	[RAIN]	(Rain / snow clutter suppression) dial	Ρυθμιστής εξάλειψης των επιστροφών βροχής/χιονιού
7	[SEA]	(Sea clutter suppression) dial	Ρυθμιστής εξάλειψης των



			θαλασσίων επιστροφών
8	[GAIN]	(Gain/pulse length) dial	Ρυθμιστής ευαισθησίας/μήκος παλμού)
9	[RANGE + / -]	(Range switching) key	Διακόπτης επιλογής κλίμακας ανίχνευσης
10	[EBL1]	(Electronic Bearing Line 1) key	(Ηλεκτρονική γραμμή διόπτεισης 1)
11	[EBL2]	(Electronic Bearing Line 2) key	(Ηλεκτρονική γραμμή διόπτεισης 2)
12	[EBL]	(Electronic Bearing Line) dial	(Ρυθμιστής Ηλεκτρονικής γραμμής διόπτεισης)
13	[VRM1]	(Variable Range Marker 1) key	(Πλήκτρο μεταβλητής ένδειξης απόστασης 1)
14	[VRM2]	(Variable Range Marker 2) key	(Πλήκτρο μεταβλητής ένδειξης απόστασης 2)
15	[VRM]	(Variable Range Marker) dial	(Ρυθμιστής μεταβλητής ένδειξης απόστασης)
16	[T/R VECT]	(True vector display / Relative vector display) key	(Αληθινή διανυσματική απεικόνιση / Σχετική διανυσματική απεικόνιση)
17	[TGT DATA]	(Target data display) key	(Πλήκτρο προβολής δεδομένων στόχου)
18	[ACQ MANUAL]	(Manual acquisition) key	(Πλήκτρο χειροκίνητης υποτύπωσης στόχου)
19	[ACQ CANCEL]	(Tracked target cancellation) key	(Πλήκτρο ακύρωσης εντοπισμένου στόχου)
20	[DAY/NIGHT]	(Day/night mode) key	(Πλήκτρο λειτουργίας ημέρας/νύχτας)
21	[AIS/TT]	(AIS On/Off) key	(πλήκτρο ενεργοποίησης/απενεργοποίησης AIS)
22	[HL OFF]	(Ship's heading line Off) key	(Πλήκτρο απενεργοποίησης γραμμής πορείας πλοίου)
23	[DATA OFF]	(DATA Off) key	(Πλήκτρο Απενεργοποίησης δεδομένων)



24	[PANEL]	(Operator panel brilliance) key	(Πλήκτρο φωτεινότητας του πίνακα χρήστη)
25	[USER]	[USER] key	Πλήκτρο [ΧΡΗΣΤΗ]
26	[OPTION1]	[OPTION1] key	Πλήκτρο [ΕΠΙΛΟΓΗΣ1]
27	[OPTION2]	[OPTION2] key	Πλήκτρο [ΕΠΙΛΟΓΗΣ2]
28	Track ball		Σταθερό ποντίκι
29	[Track ball left button]		αριστερό κουμπί
30	[Track ball right button]		δεξι κουμπί
31	[BRILL]	(Brilliance dial)	(Ρυθμιστής φωτεινότητας)

Επεξήγηση πλήκτρων και ρυθμιστών.

1. Το ραντάρ ενεργοποιείται με το πάτημα του κουμπιού. Εάν αυτός ο διακόπτης πατηθεί ενώ το ραντάρ λειτουργεί, η ισχύς του ραντάρ απενεργοποιείται.
2. Με αυτή τη λειτουργία επιβεβαιώνεται ο συναγερμός όταν εμφανίζεται ανωμαλία στην τροφοδοσία ρεύματος.
3. Όταν πατηθεί ο διακόπτης [POWER], εμφανίζεται το μήνυμα "STANDBY" στην επάνω αριστερή γωνία της οθόνης σε περίπου 3 λεπτά. Εάν πατηθεί αυτό το πλήκτρο, η μετάδοση ξεκινάει. Εάν αυτό το πλήκτρο πατηθεί κατά τη διάρκεια της μετάδοσης, το ραντάρ τίθεται σε κατάσταση αναμονής.
4. Η Χρήση αυτής της λειτουργίας επιτρέπει την επιβεβαίωση συναγερμών, όπως είναι ο συναγερμός βλάβης, ο συναγερμός προσέγγισης στόχου, και συναγερμός σύγκρουσης. Πατώντας αυτό το πλήκτρο κατά την εμφάνιση ενός συναγερμού, ο ήχος του συναγερμού σταματάει.
5. Η λειτουργία του χρησιμοποιείται για να συντονίσει έναν πομπό. Η λειτουργία αλλάζει σε χειροκίνητη/αυτόματη κάθε φορά που πατιέται αυτός ο επιλογέας.
6. Αυτή η λειτουργία καταστέλλει τις παρεμβολές βροχής/χιονιού. Για να αυξηθεί το αποτέλεσμα της καταστολής, θα πρέπει να περιστραφεί ο επιλογέας δεξιόστροφα. Η λειτουργία μπορεί να αλλάξει σε χειροκίνητη ή αυτόματη πατώντας τον επιλογέα.
7. Αυτή η λειτουργία καταστέλλει τις παρεμβολές θαλασσοταραχής. Για να αυξηθεί το αποτέλεσμα της καταστολής, θα πρέπει να περιστραφεί ο επιλογέας



- δεξιόστροφα. Η λειτουργία μπορεί να αλλάξει σε χειροκίνητη ή αυτόματη πατώντας τον επιλογέα.
8. Αυτή η λειτουργία ρυθμίζει την ευαισθησία λήψης του ραντάρ. Για να αυξηθεί το αποτέλεσμα της καταστολής, θα πρέπει να περιστραφεί ο επιλογέας δεξιόστροφα. Το πλάτος του παλμού μετάδοσης μπορεί να αλλάξει πατώντας τον επιλογέα.
 9. Αυτή η λειτουργία αλλάζει την κλίμακα.
Πατώντας το [+] αυξάνεται η κλίμακα σε ν.μ
Πατώντας το [-] μειώνεται η κλίμακα σε ν.μ
 10. Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται για την εμφάνιση και την επιλογή του EBL1 .
(Ηλεκτρονική γραμμή διόπτεισης 1)
Εάν το πλήκτρο πατηθεί για 2 δευτερόλεπτα ή περισσότερο, εμφανίζεται το μενού για τη ρύθμιση του EBL1.
 11. Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται για την εμφάνιση και την επιλογή του EBL2 .
(Ηλεκτρονική γραμμή διόπτεισης 2)
Εάν το πλήκτρο πατηθεί για 2 δευτερόλεπτα ή περισσότερο, εμφανίζεται το μενού για τη ρύθμιση του EBL2.
 12. Αυτή η λειτουργία περιστρέφει το αζιμούθιο του EBL που έχει επιλεγεί στο EBL1/2.
Με το πάτημα του επιλογέα, το επιλεγμένο EBL μπορεί να αλλάξει απο σταθερό σε κινούμενο και το αντίθετο.
 13. Αυτή η λειτουργία ενεργοποιεί την επιλογή VRM1 (Πλήκτρο μεταβλητής ένδειξης απόστασης 1)
 14. Αυτή η λειτουργία ενεργοποιεί την επιλογή VRM2 (Πλήκτρο μεταβλητής ένδειξης απόστασης 2)
 15. Αυτή η λειτουργία αλλάζει το εύρος του VRM που έχει επιλεγθεί από το VRM1/2.
 16. Αυτή η λειτουργία αλλάζει τη λειτουργία απεικόνισης από πραγματική σε σχετική του εντοπισμένου στόχου και του AIS.
 17. Αυτή η λειτουργία εμφανίζει τα ψηφιακά δεδομένα του εντοπισμένου στόχου ή του στόχου AIS
 18. Αυτή η λειτουργία επιτρέπει τη χειροκίνητη υποτύπωση του στόχου στη θέση του δρομέα.
 19. Αυτή η λειτουργία ακυρώνει το σύμβολο και το διάνυσμα του στόχου που παρακολουθείται και σταματάει την παρακολούθηση του στόχου. Εάν αυτό το

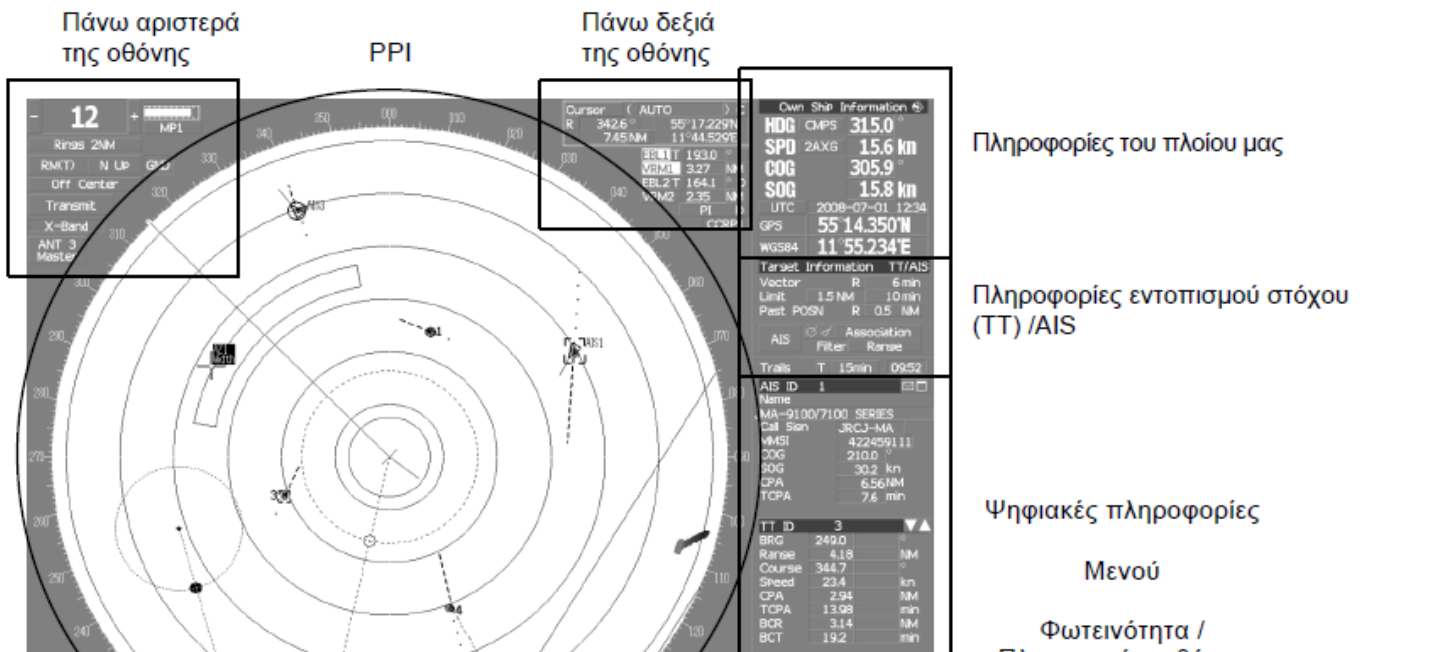


*Πέτρος Θωμαΐδης
“ Συστήματα ναυτιλιακών ραντάρ ARPA, δομή, λειτουργία
και προδιαγραφές ”*

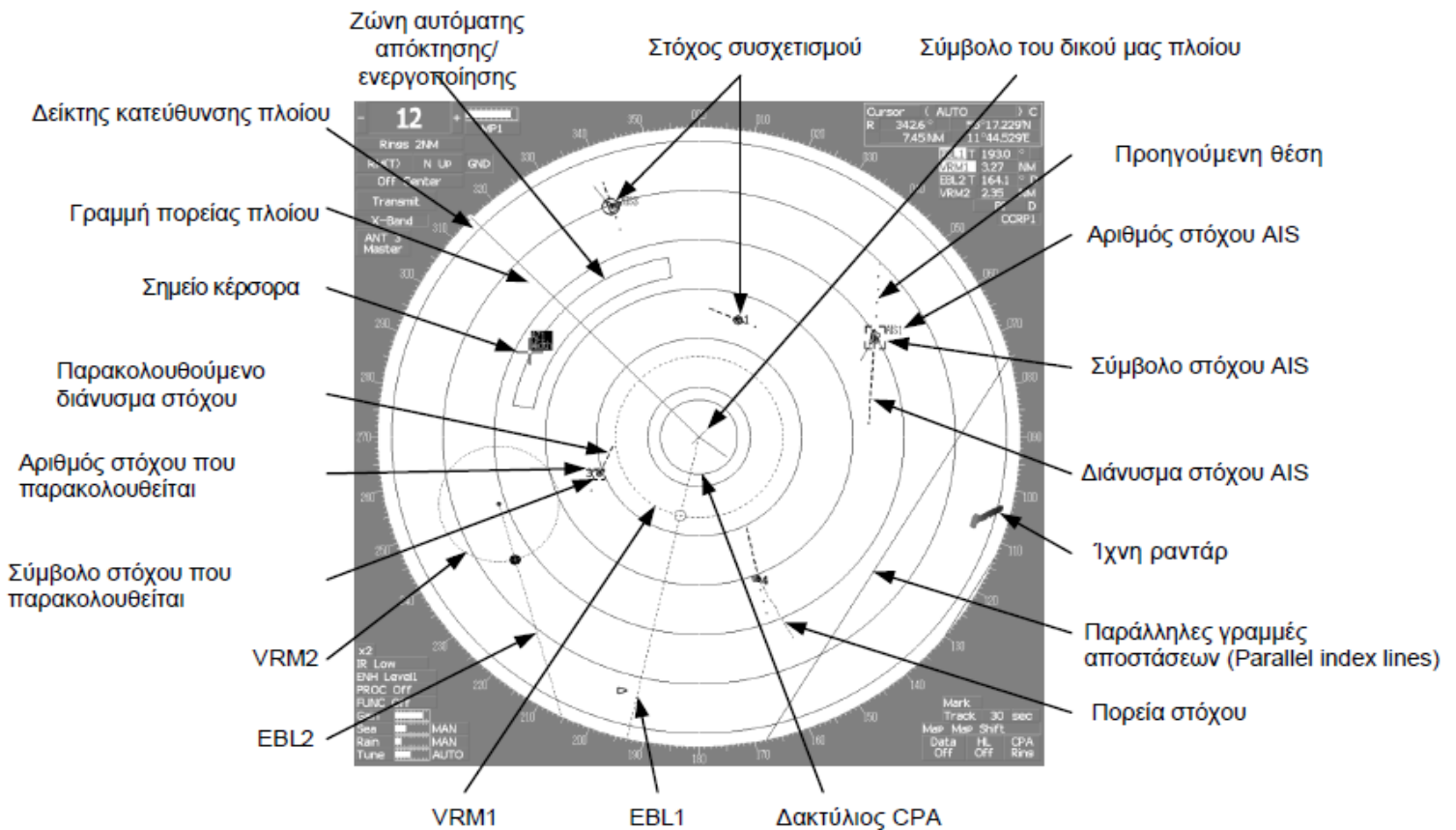
- πλήκτρο είναι πατημένο για 2 δευτερόλεπτα ή περισσότερο, όλοι οι στόχοι που παρακολουθούνται ακυρώνονται.
20. Αυτή η λειτουργία αλλάζει το χρώμα και τη φωτεινότητα της οθόνης που είχε προκαθοριστεί.
 21. Αυτή η λειτουργία ενεργοποιεί/απενεργοποιεί τη λειτουργία AIS όταν η λειτουργία AIS είναι ενεργοποιημένη από το μενού.
 22. Η HL (γραμμή πορείας του πλοίου) μπορεί να τεθεί σε απενεργοποίηση μόνο όταν είναι πατημένο αυτό το πλήκτρο.
 23. Αυτή η λειτουργία θέτει τα γραφικά-δεδομένα όλα εκτός από το HL, δηλαδή τον δακτύλιο εύρους, το EBL και το VRM σε κατάσταση απενεργοποίησης προσωρινά όσο είναι πατημένο αυτό το πλήκτρο.
 24. Αυτή η λειτουργία ρυθμίζει την ένταση του φωτισμού των διαφόρων θέσεων των διακοπών και των επιλογέων στο πίνακα χρήστη. Η φωτεινότητα αλλάζει κυκλικά κάθε φορά που πατιέται αυτό το πλήκτρο.
 25. Με το πάτημα αυτού του πλήκτρου, μπορεί να αλλάξει η ρύθμιση επεξεργασίας του χρήστη που είναι προεπιλεγμένη. Η ρύθμιση αλλάζει σε FUNC OFF ==> FUNC1 ==> FUNC2 ==> FUNC3 ==> FUNC4 κάθε φορά που πατιέται αυτό το πλήκτρο. Εάν αυτό το πλήκτρο πατηθεί για 2 δευτερόλεπτα ή περισσότερο, εμφανίζεται το μενού ρύθμισης λειτουργιών
 26. Με το πάτημα αυτού του πλήκτρου, μπορεί να εμφανιστεί άμεσα η θέση του προκαταχωρημένου μενού 1.
 27. Με το πάτημα αυτού του πλήκτρου, μπορεί να εμφανιστεί άμεσα η θέση του προκαταχωρημένου μενού 2.
 28. Αυτή η λειτουργία μετακινεί τον κέρσορα σε οποιαδήποτε θέση.
 29. Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται για την επιβεβαίωση της επιλογής μενού και την εισαγωγή αριθμητικών τιμών.
 30. Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται για την επαναφορά της επιλογής μενού και της εισαγωγής αριθμητικών τιμών.
 31. Ο επιλογέας αυτός βρίσκεται στα δεξιά της οθόνης. Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της φωτεινότητας της οθόνης.



5.1 Απεικόνιση οθόνης

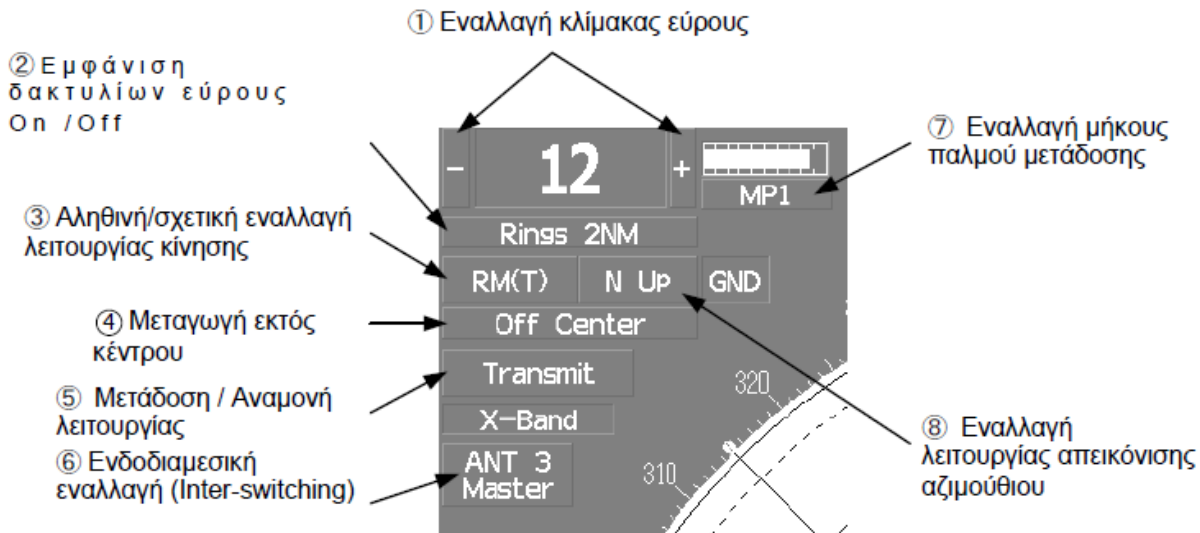


PPI





Επάνω αριστερά της οθόνης



- 1. Εναλλαγή κλίμακας εύρους**
Ελάχιστο 0.125NM και μέγιστο 96NM
- 2. Εμφάνιση δακτυλίων εύρους On /Off**
Όταν η ένδειξη είναι ενεργοποιημένη, εμφανίζεται το διάστημα του σταθερού δείκτη εύρους.
- 3. Αληθινή/σχετική εναλλαγή λειτουργίας κίνησης**
TM (πραγματική κίνηση) ⇒ RM (σχετική κίνηση) ⇒ TM RM(R) υποδεικνύει ότι τα ίχνη του ραντάρ είναι σχετικά Το RM(T) υποδηλώνει ότι τα ίχνη του ραντάρ είναι αληθινά.
- 4. Μεταγωγή εκτός κέντρου**
Αν πατηθεί αυτό το κουμπί, ο δρομέας μετακινείται και αν πατηθεί με το αριστερό πλήκτρο, η θέση του πλοίου μπορεί να μετακινηθεί στη θέση του δρομέα. Η εμβέλεια μετακίνησης είναι εντός του 66% της ακτίνας.
Εάν το κουμπί πατηθεί για 2 δευτερόλεπτα, το εκτός κέντρου τίθεται σε Απενεργοποίηση και η θέση του πλοίου επιστρέφει στο κέντρο της οθόνης.
- 5. Μετάδοση / Αναμονή λειτουργίας**
Με τη λήξη του χρόνου προθέρμανσης μετά την ενεργοποίηση της συσκευής, η προθέρμανση αλλάζει σε κατάσταση αναμονής. PREHEAT
STANDBY: Υποδεικνύει κατάσταση αναμονής. Εάν κάνετε κλικ σε αυτό το κουμπί σε αυτή την κατάσταση, ο εξοπλισμός τίθεται σε κατάσταση μετάδοσης.
TRANSMIT: Υποδεικνύει κατάσταση μετάδοσης. Εάν πατηθεί αυτό το κουμπί σε αυτή την κατάσταση, ο εξοπλισμός τίθεται σε κατάσταση αναμονής.
- 6. Ενδοδιαμεσική εναλλαγή (Inter -switching)**



Αυτό το κουμπί εμφανίζεται όταν ο ενδιάμεσος διακόπτης είναι συνδεδεμένος. Αυτό το κουμπί υποδεικνύει την κατάσταση σύνδεσης της μονάδας σαρωτή που είναι συνδεδεμένη στην ένδειξη.

Εάν το κουμπί πατηθεί στην κατάσταση αναμονής μετάδοσης, εμφανίζεται το μενού για την αλλαγή της κατάστασης σύνδεσης μεταξύ της μονάδας σαρωτή και του οργάνου ένδειξης. Η κατάσταση σύνδεσης της μονάδας σαρωτή και του οργάνου ένδειξης δεν μπορεί να αλλάξει, εκτός εάν το κύριο όργανο ένδειξης βρίσκεται σε κατάσταση αναμονής.

7. Εναλλαγή μήκους παλμού μετάδοσης

Το μήκος του παλμού μετάδοσης αλλάζει κάθε φορά που πατιέται αυτό το κουμπί.

Τρεις τύποι

παλμών είναι διαθέσιμοι, ο σύντομος παλμός (SP), ο μεσαίος παλμός (MP) και ο μακρύς παλμός (LP). Το μήκος παλμού και η συχνότητα επανάληψης ποικίλλουν ακόμη και για τον ίδιο σύντομο παλμό, ανάλογα με το εύρος που χρησιμοποιείται και εμφανίζεται ως SP1 , SP2 .

8. Εναλλαγή λειτουργίας απεικόνισης αζιμούθιου

Η απεικόνιση του αζιμούθιου αλλάζει κάθε φορά που επιλέγεται αυτό το κουμπί. Η Up (Head Up) ⇒ N Up (North up) ⇒ C Up (Course Up) ⇒ H Up (Head Up)

Κάτω αριστερά της οθόνης

④ Εναλλαγή λειτουργίας επεξεργασίας βίντεο ραντάρ (PROC)

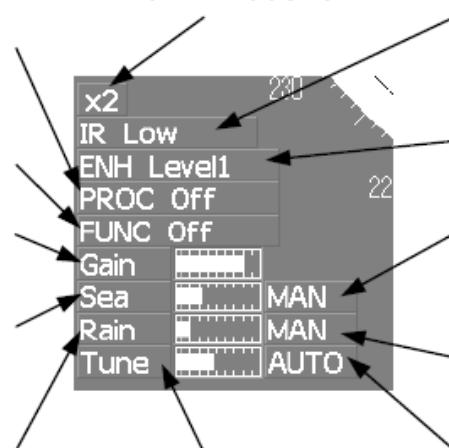
⑤ Εναλλαγή λειτουργίας (FUNC)

⑥ Ρύθμιση ευαισθησίας

⑦ Ρύθμιση θαλάσσιας ακαταστασίας

⑧ Ρύθμιση ακαταστασίας βροχής/χιονιού

① Διπλή εναλλαγή ζουμ



② Απόρριψη παρεμβολών (IR) εναλλαγή λειτουργίας

③ Εναλλαγή λειτουργίας ενίσχυσης στόχου (ENH)

⑩ Εναλλαγή λειτουργίας καταστολής θαλασσοταραχής (Sea)

⑪ Εναλλαγή της λειτουργίας καταστολής της βροχής και του χιονιού (Rain)

⑨ Ρύθμιση συντονισμού

⑫ Εναλλαγή λειτουργίας συντονισμού

1. Διπλή εναλλαγή ζουμ

Με αυτή τη λειτουργία μπορούν να μεγθυνθούν στο διπλάσιο μέγεθος η οθόνη της θέσης που καθορίζεται από τον κέρσορα. Εάν πατηθεί αυτό το κουμπί, ρυθμίζεται η λειτουργία μεγέθυνσης. Όταν ο δρομέας μετακινηθεί στην οθόνη του ραντάρ και πατηθεί με το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού, η οθόνη μεγθύνεται στο διπλάσιο μέγεθος, έτσι ώστε το κέντρο του δρομέα και η θέση του δικού μας πλοίου



τοποθετείται στο κέντρο της οθόνης. Αυτή η λειτουργία δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν το εύρος είναι 0,125NM.

2. Απόρριψη παρεμβολών (IR) εναλλαγή λειτουργίας

Όταν επιλέγεται υψηλό επίπεδο απόρριψης παρεμβολών, η ικανότητα του ραντάρ να ανιχνεύει μικρούς στόχους, όπως σημαδούρες και μικρά σκάφη, μειώνεται.

Επίπεδα απόρριψης του συστήματος απόρριψης παρεμβολών

IR Off : Ο απορρίπτης παρεμβολών είναι απενεργοποιημένος

IR Low : Επίπεδο απόρριψης παρεμβολών – χαμηλό (Συνιστάται)

IR Middle : Επίπεδο απόρριψης παρεμβολών – μέτριο

IR High : Επίπεδο απόρριψης παρεμβολών – υψηλό

3. Εναλλαγή λειτουργίας ενίσχυσης στόχου (ENH)

Επιτρέπει την ενίσχυση του στόχου σε σχέση με το μέγεθος του στόχου. Τα μικρότερα είδωλα μεγεθύνονται πολύ περισσότερο από τα μεγαλύτερα είδωλα, παρέχοντας καλύτερο διαχωρισμό και αναγνώριση στην οθόνη. Λειτουργεί με την προσθήκη εικονοστοιχείων στους στόχους που εμφανίζονται στην εικόνα του ραντάρ και επιτρέπει έναν πολύ βελτιωμένο βαθμό διάκρισης μεταξύ των στόχων. Η εξελιγμένη επεξεργασία οδηγεί σε αναλογική ενίσχυση, όπου η σχετική ενίσχυση των μικρότερων στόχων είναι μεγαλύτερη από εκείνη που εφαρμόζεται στους μεγαλύτερους στόχους.

4. Εναλλαγή λειτουργίας επεξεργασίας βίντεο ραντάρ (PROC)

Αυτή η λειτουργία μειώνει τον ανεπιθύμητο θόρυβο και ενισχύει τους στόχους. Κατά την προβολή ενός φάρου ραντάρ, ενός σήματος SART ή ενός ταχέως κινούμενου στόχου στην οθόνη του ραντάρ, επιλέγουμε [Process Off] (Απενεργοποίηση επεξεργασίας βίντεο).

- Εάν η λειτουργία επεξεργασίας βίντεο έχει οριστεί σε [CORREL], ένας στόχος υψηλής ταχύτητας είναι λιγότερο ορατός .

5. Εναλλαγή λειτουργίας (FUNC)

Επιλέγουμε τη λειτουργία που ταιριάζει στην τρέχουσα κατάσταση της θάλασσας
Coast : Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται για την εποπτεία μιας σχετικά μικρής εμβέλειας, για παράδειγμα, σε κόλπους και ακτές όπου κυκλοφορούν πολλές βάρκες και πλοία

Deep Sea Η λειτουργία αυτή χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση μιας σχετικά μεγάλης εμβέλειας, για παράδειγμα, στην ανοικτή θάλασσα.

Storm Η λειτουργία αυτή χρησιμοποιείται όταν ανιχνεύονται πολλές επιστροφές βροχής/χιονιού ή επιστροφές θαλασσιών επιστροφών σε θυελλώδεις καιρικές συνθήκες. (Η σημασία αποδίδεται στην καταστολή της βροχής / της ακαταστασίας από χιόνι και της θαλάσσιας ακαταστασίας και το κέρδος μειώνεται ελαφρώς).

Rain Η λειτουργία αυτή χρησιμοποιείται όταν η θαλασσοταραχή δεν είναι έντονη, αλλά η βροχή/το χιόνι είναι έντονη. (Η σημασία αποδίδεται στην καταστολή της ακαταστασίας βροχής/χιονιού και το κέρδος μειώνεται ελαφρώς).

6. 7. 8. Και 9. Ρύθμιση ευαισθησίας, Ρύθμιση θαλάσσιας ακαταστασίας, Ρύθμιση ακαταστασίας βροχής/χιονιού, Ρύθμιση συντονισμού



Η Χρήση αυτών των λειτουργιών επιτρέπει τη ρύθμιση της ευαισθησίας, την καταστολή θαλασσίων παρεμβολών, την καταστολή παρεμβολών βροχής/χιονιού και τον συντονισμό. Εάν πατηθεί το κουμπί, η τιμή ρύθμισης εμφανίζεται στο επάνω δεξιά μέρος του δρομέα. Για να κάνουμε ρυθμίσεις πρέπει να μετακινήσουμε με το (track ball) προς τα αριστερά και προς τα δεξιά τον κένσορα. Καθορίζουμε την ρύθμιση κάνοντας αριστερό κλικ.

10.11.12 Λειτουργία καταστολής θαλασσοταραχής (Θάλασσα), λειτουργία καταστολής βροχής και χιονιού (Βροχή) και εναλλαγή λειτουργίας συντονισμού

Οι λειτουργίες αυτές χρησιμοποιούνται για να αλλάξουν απο χειροκίνητη σε αυτόματη λειτουργία καταστολής θαλασσοταραχής, καταστολής από βροχή και χιόνι και συντονισμού. Η μπάρα στην αριστερή πλευρά υποδεικνύει τη θέση του επιλογέα. Η λειτουργία αλλάζει σε (χειροκίνητη) / (αυτόματη) κάθε φορά που πατιέται το κουμπί. Εάν η καταστολή θορύβου βροχής και χιονιού μεταβεί σε αυτόματη λειτουργία, η καταστολή θορύβου στη θάλασσα μεταβαίνει επίσης σε αυτόματη λειτουργία.

Πάνω δεξιά της οθόνης

① Εναλλαγή λειτουργίας δρομέα

② Εναλλαγή γραμματοσειράς σήματος / μοτίβο γραμμής

③ Εναλλαγή χρώματος σήμανσης / χρώματος γραμμής

④ Διόπτυση δρομέα ένδειξη αριθμητικών τιμών Αληθινή / σχετική εναλλαγή

⑤ EBL1 ρύθμιση

⑥ VRM1 ρύθμιση

⑦ EBL2 ρύθμιση

⑧ VRM2 ρύθμιση

⑨ EBL1 Ένδειξη αριθμητικής τιμής αληθής / σχετική εναλλαγή

⑩ EBL2 Ένδειξη αριθμητικής τιμής αληθής / σχετική εναλλαγή

⑪ EBL1 Σημείο εκκίνησης εναλλαγή λειτουργίας

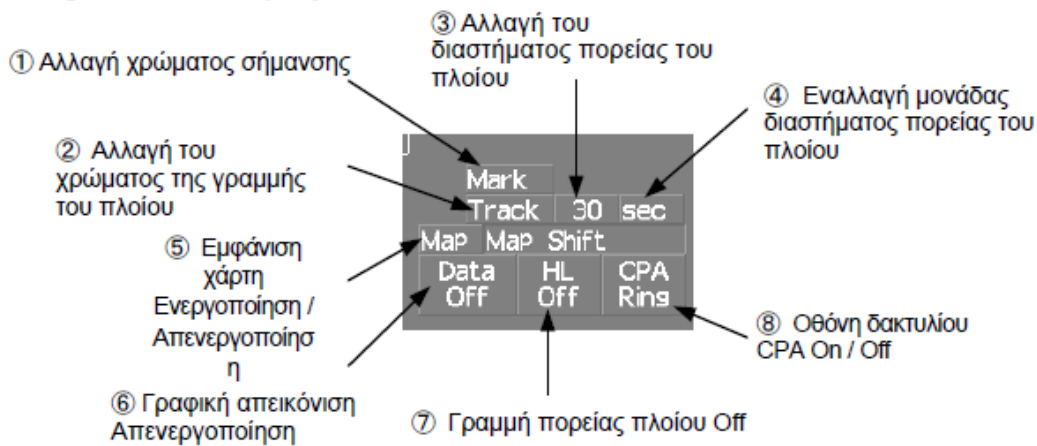
⑫ EBL2 Σημείο εκκίνησης εναλλαγή λειτουργίας

⑬ Παράλληλες γραμμές ασφάλεια

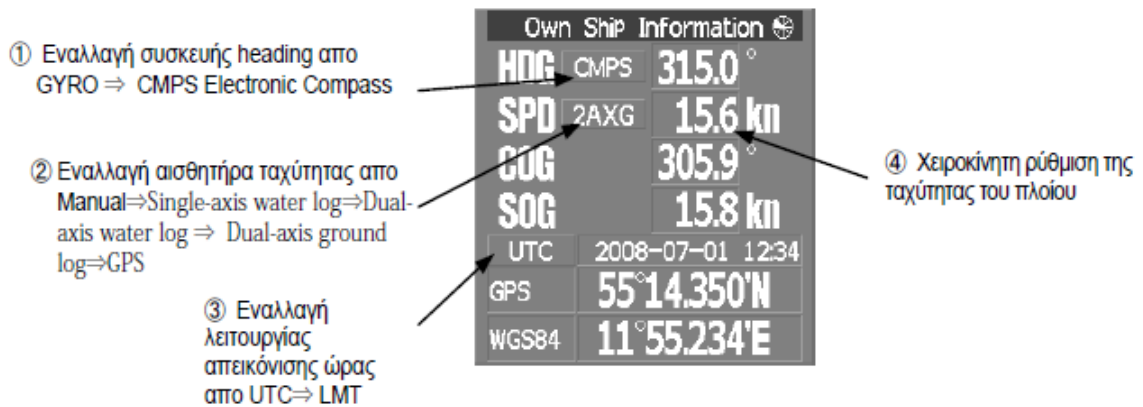
⑭ Παράλληλες γραμμές ασφάλεια Σημείο εκκίνησης εναλλαγή λειτουργίας

Cursor	(AUTO)	C
T	300.9	°	55°17.967'N	
	7.42	NM	11°44.068'E	
EBL1	T	186.3	°	
VRM1		3.10	NM	
EBL2	R	199.7	°	C
VRM2		2.52	NM	
		PI	D	
		CCRP1		

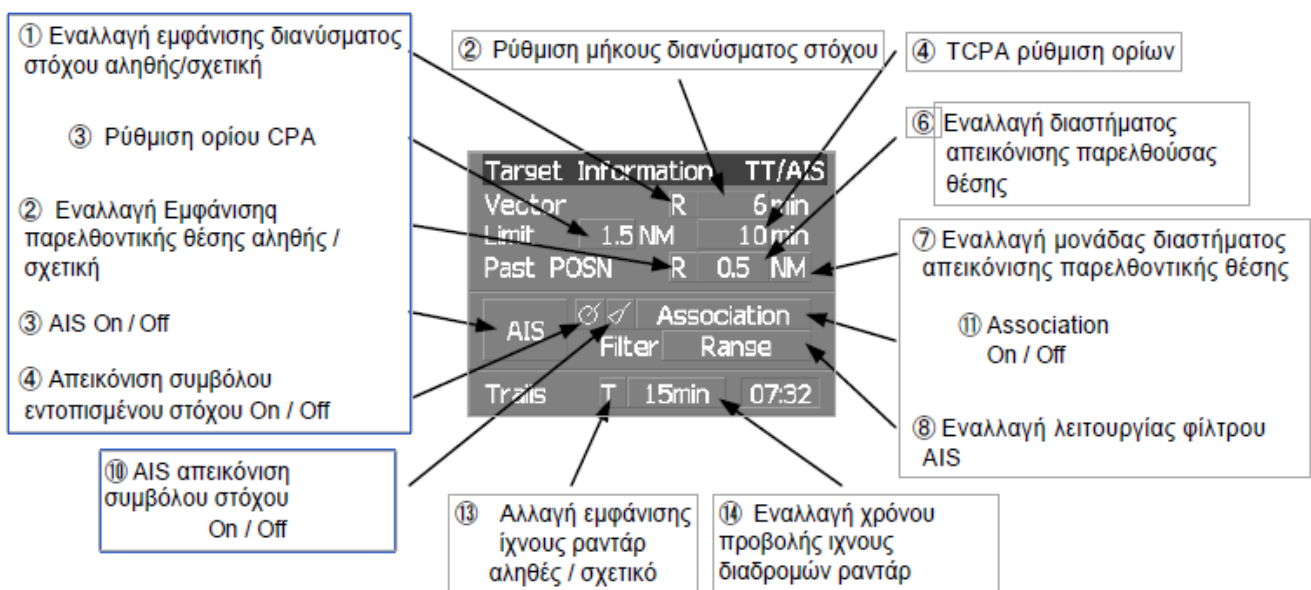
Κάτω δεξιά της οθόνης



Πληροφορίες του πλοίου



Παρακολούθηση στόχου (TT) / πληροφορίες AIS





6. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΡΑΝΤΑΡ

Οι βελτιώσεις στα ραντάρ, συμπεριλαμβανομένης της προηγμένης επεξεργασίας σήματος, των εναλλακτικών κεραιών και των εναλλακτικών solid-state αντί των magnetrons, αναδιαμορφώνουν το τοπίο των ραντάρ.

Solid -state ραντάρ

Όπως προαναφέρθηκε, το ευρυζωνικό ή solid -state ραντάρ παρακάμπτει πολλά από τα προβλήματα του παλμικού ραντάρ. Με την αντικατάσταση των magnetron με έναν πομπό solid -state, το ραντάρ ενεργοποιείται αμέσως, παράγει 90% λιγότερη ακτινοβολία, είναι μικρότερο, απλούστερο και απαιτεί λιγότερη ενέργεια για να λειτουργήσει. Το πιο σημαντικό είναι ότι η συχνότητα του ραντάρ solid -state είναι σταθερή. Αυτό επιτρέπει στον δέκτη να συντονίζεται με ακρίβεια, μειώνοντας τον θόρυβο υποβάθρου και διευκολύνοντας τον εντοπισμό αδύναμων στόχων.

Τα ραντάρ solid-state αντισταθμίζουν τη χαμηλότερη ισχύ τους με δύο τρόπους: μετάδοση συνεχούς κύματος με διαμορφωμένη συχνότητα (FMCW) και μεγαλύτερος χρόνος μετάδοσης. Αντί να εκπέμπει παλμό σταθερής συχνότητας, εκπέμπει συνεχές κύμα αυξανόμενης συχνότητας. Όταν αυτό το κύμα ανακλάται, το ραντάρ υπολογίζει την απόσταση με βάση τη μετατόπιση συχνότητας του ανακλώμενου κύματος.

Σε σύγκριση με το παλμικό ραντάρ magnetron, το solid -state ραντάρ μπορεί να ανιχνεύσει στόχους σε μικρότερη απόσταση και να μετρήσει την απόσταση και την ταχύτητα του στόχου χρησιμοποιώντας το φαινόμενο Doppler.

Active Electronically Scanned Array (AESA)

Ενεργή συστοιχία ηλεκτρονικής σάρωσης

Το ραντάρ ενεργής ηλεκτρονικής σάρωσης (AESA) ή ενεργής φασικής συστοιχίας (APAR) έχει δοκιμαστεί από τον στρατό και κατευθύνει δέσμες ραδιοκυμάτων από μια σταθερή κεραία. Τα ραντάρ AESA μπορούν να κατευθύνουν δέσμες προς διάφορες κατευθύνσεις και πολλαπλές συχνότητες ταυτόχρονα. Επειδή το ραντάρ AESA αποτελείται από πολλές ανεξάρτητες μονάδες, η βλάβη μιας μόνο μονάδας δεν μπορεί να θέσει εκτός λειτουργίας ολόκληρο το σύστημα. Επιπλέον, η έλλειψη κινούμενων μερών απλοποιεί τη συντήρηση. Με τη μειωμένη επάνδρωση και τις συντομότερες επισκέψεις σε λιμάνια που μειώνουν τις ευκαιρίες για συντήρηση, το ραντάρ AESA είναι πιθανό να γίνει μια ελκυστική επιλογή για τα εμπορικά πλοία.

6.1. Εναλλακτικές λύσεις έναντι του ραντάρ

Ενώ το ραντάρ είναι το πιο συνηθισμένο σύστημα αισθητήρων μεγάλης εμβέλειας για την πλοήγηση, δεν είναι πλέον η μόνη επιλογή. Το Lidar και η τεχνική της οπτικής αναγνώρισης κατέχουν ολοένα και μεγαλύτερη θέση στις σύγχρονες γέφυρες.



Lidar

Το lidar είναι περισσότερο γνωστό για τη χρήση του στα αυτόνομα αυτοκίνητα και λειτουργεί όπως το ραντάρ, αλλά χρησιμοποιεί φως αντί για ραδιοκύματα. Το Lidar έχει το πρόσθετο πλεονέκτημα ότι μπορεί να δημιουργήσει μια τρισδιάστατη εικόνα. Σε μικρές αποστάσεις, είναι καλύτερο από το ραντάρ στην ελαχιστοποίηση της θαλάσσιας ακαταστασίας και στον εντοπισμό μικρών στόχων. Παρόλα αυτά, η χαμηλή εμβέλεια και το υψηλό κόστος του το καθιστούν επί του παρόντος μη ελκυστικό στη ναυτιλιακή βιομηχανία.

Σύμφωνα με έρευνα που δημοσιοποιήθηκε πρόσφατα στο Nature, ερευνητές του Στάνφορντ μπορούν να ανακατασκευάσουν σχήματα που καλύπτονται από αφρό πάχους 1 ίντσας χρησιμοποιώντας lidar. Ο αλγόριθμός τους μπορεί να ανακατασκευάσει κρυμμένες σκηνές με βάση την κίνηση μεμονωμένων σωματιδίων φωτός, ή φωτονίων. Με τον καιρό, αυτό θα μπορούσε να μειώσει το κόστος και να καταστήσει το lidar μια πρακτική εναλλακτική λύση ή μέρος του ραντάρ.

Visual Recognition Οπτική αναγνώριση

Μέχρι τώρα έχουμε ακούσει για το λογισμικό οπτικής αναγνώρισης. Οι κάμερες και το λογισμικό οπτικής αναγνώρισης έρχονται και στη ναυτιλιακή βιομηχανία, Αλλά δεν είναι ακόμα τόσο άρτια. Η οπτική αναγνώριση απαιτεί κάμερες υψηλής ευκρίνειας καθώς και κατάλληλο λογισμικό επεξεργασίας. Ωστόσο, όποιος έχει εμπειρία στη θάλασσα γνωρίζει πόσο δύσκολο είναι ακόμη και για έναν έμπειρο ναυτικό να αναγνωρίσει έναν οπτικό στόχο σε όλες τις συνθήκες.

Οι κάμερες έχουν ορισμένα πλεονεκτήματα. Ενώ το ανθρώπινο μάτι μπορεί να ανιχνεύσει μόνο ορισμένες συχνότητες φωτός, μπορούμε να κατασκευάσουμε κάμερες που ανιχνεύουν συχνότητες εκτός του ορατού εύρους. Συνδυάζοντας υπέρυθρες εικόνες με τυπικές εικόνες RGB, το λογισμικό επεξεργασίας έχει μια καλύτερη εικόνα για να επεξεργαστεί. Παρόλα αυτά, οι κάμερες εξακολουθούν να περιορίζονται από την ομίχλη, την απόσταση, το σκοτάδι και άλλους φυσικούς παράγοντες.

Sensor Fusion Σύντηξη αισθητήρων

Ακριβώς όπως οι άνθρωποι χρησιμοποιούν εισροές από πολλαπλές πηγές δεδομένων για να οικοδομήσουν το νοητικό μοντέλο του κόσμου γύρω μας, η αισθητηριακή σύντηξη επιτρέπει στους υπολογιστές να κάνουν το ίδιο. Έτσι, δεν θα έπρεπε να βασιζόμαστε μόνο στο ραντάρ, το lidar, το σύστημα αυτόματης αναγνώρισης (AIS) ή την οπτική αναγνώριση, όταν οι αισθητήρες μπορούν να συνεργαστούν για να βελτιώσουν το μοντέλο. Η σύντηξη αισθητήρων λαμβάνει εισροές από διαθέσιμους αισθητήρες και τις συγχωνεύει σε ένα ενιαίο μοντέλο. Τα δυνατά σημεία κάθε αισθητήρα αντισταθμίζουν τις αδυναμίες των άλλων, με αποτέλεσμα ένα καλύτερο κοινό μοντέλο.



*Πέτρος Θωμαΐδης
“ Συστήματα ναυτιλιακών ραντάρ ARPA, δομή, λειτουργία
και προδιαγραφές ”*

Οι αξιωματικοί καταστρώματος των εμπορικών πλοίων είναι εξοικειωμένοι με τα ηλεκτρονικά συστήματα απεικόνισης χαρτών και πληροφοριών (ECDIS) με προβολή AIS και ραντάρ. Όταν οι πληροφορίες από τους αισθητήρες δεν ταιριάζουν, το αποτέλεσμα είναι προφανές. Με τον ίδιο τρόπο, η συγχώνευση αισθητήρων καθιστά εύκολο τον εντοπισμό σφαλμάτων ή αποτυχίας αισθητήρων απλά με τη σύγκριση των πληροφοριών από τους αισθητήρες.

Η συγχώνευση αισθητήρων είναι ένας ταχέως αναπτυσσόμενος ερευνητικός τομέας, ο οποίος συνήθως ενσωματώνεται σε συστήματα τεχνητής νοημοσύνης. Το project Artificial Intelligence / Machine Learning Sensor Fusion for Autonomous Vessel Navigation του Finnish Geospatial Research Institute είναι ένα από τα πολλά παρόμοια projects.

Το φινλανδικό Project στοχεύει στη βελτίωση της ευρωπαϊκής τεχνογνωσίας στις αυτόνομες μεταφορές. Θα δοκιμάσει μια συγχώνευση αισθητήρων όρασης, ήχου, ραντάρ, lidar, GNSS /IMU και σημάτων AIS στο πλοίο Megastar της Tallink στη Βαλτική Θάλασσα. Ο στόχος είναι ο αυτόματος εντοπισμός και η αναγνώριση αντικειμένων γύρω από το πλοίο και η παροχή βελτιωμένης επίγνωσης της κατάστασης μέσω της συγχώνευσης αισθητήρων.

Το OPAL LiDAR της Neptec Technologies, που κυκλοφορεί ήδη στην αγορά, μπορεί να ενσωματωθεί απρόσκοπτα με συστήματα ραντάρ και κάμερας. Οι αλγόριθμοί τους μπορούν να επεξεργαστούν όλες τις πληροφορίες και να ανταποκριθούν ανάλογα.

Καθώς προχωράμε προς την αυτόνομη ναυτιλία, μπορούμε να περιμένουμε να δούμε σταθερές βελτιώσεις στους αισθητήρες τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένου του ραντάρ και δεδομένου ότι η τεχνολογία βελτιώνεται και το κόστος μειώνεται, η ενισχυμένη επεξεργασία σήματος, η βελτίωση των αισθητήρων, η αποτελεσματικότερη συγχώνευση αισθητήρων και άλλες βελτιώσεις θα μεταφερθούν στα επανδρωμένα πλοία.



Πέτρος Θωμαΐδης
“ Συστήματα ναυτιλιακών ραντάρ ARPA, δομή, λειτουργία
και προδιαγραφές ”

Βιβλιογραφία

<https://www.hellenicshippingnews.com/talink-grupps-ship-megastar-will-take-part-in-research-project-for-autonomous-ships/>

jrc marine equipment manual

<https://maritimeai.org/>

<https://thinkautonomous.medium.com/sensor-fusion-90135614fde6>

<https://www.nature.com/articles/s41467-020-18346-3>

<https://blog.bliley.com/understanding-aesa-radar-tech>

<https://history.nasa.gov/SP-4218/ch1.htm>

Naest Theory (Marine Operations)

A Brief History of the Use of Marine Radar JAMES D. LUSE

RESOLUTION MSC.192(79) ADOPTION OF THE REVISED PERFORMANCE
STANDARDS FOR RADAR EQUIPMENT