



ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ
ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΚΕΙΜΕΝΟ
ΑΚΑΔΗΜΙΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

PANTAR

ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ Σ. ΛΙΝΑΡΔΑΤΟΥ
ΔΙΟΝΥΣΙΟΥ Σ. ΛΙΝΑΡΔΑΤΟΥ

γ' έκδοση

ΠΡΟΙΟΝ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: Αρχές λειτουργίας radar

1.1	Εισαγωγή	1
1.2	Πληροφορίες που παρέχει η συσκευή radar	2
1.2.1	Η έννοια της ηχούς	3
1.2.2	Μέτρηση απόστασης	4
1.2.3	Προσδιορισμός της διόπτεισης	5
1.2.4	Άλλες πληροφορίες	5
1.3	Η συσκευή radar ναυσιπλοΐας	5
1.3.1	Βασικά μέρη του radar	6
1.3.2	Περιγραφή της λειτουργίας του radar	6
1.4	Συχνότητα λειτουργίας, συχνότητα επανάληψης παλμών και διάρκεια παλμού εκπομπής	7
1.5	Μονάδα Ενδείκτη Πλάνου Θέσεων	9
1.6	Ασφαλής απόσταση μονάδων radar από τις μαγνητικές πυξίδες	11
1.7	Κίνδυνοι από την ακτινοβολία radar	11
	Ερωτήσεις	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: Τα χαρακτηριστικά της συσκευής radar και στόχων

2.1	Εισαγωγή	13
2.2	Συσκευές radar 3 cm και 10 cm	14
2.2.1	Σύγκριση της συσκευής radar 3 cm με τη συσκευή radar 10 cm	15
2.2.2	Επιλογή συσκευής radar	16
2.3	Ελάχιστη απόσταση ανίχνευσης και οι παράμετροι που την επηρεάζουν	17
2.4	Μέγιστη απόσταση ανίχνευσης και οι παράμετροι που την επηρεάζουν	19
2.5	Ακρίβεια απόστασης και διόπτεισης και οι παράμετροι που την επηρεάζουν	20
2.6	Διάκριση κατά απόσταση και οι παράμετροι που την επηρεάζουν	22
2.7	Διάκριση κατά διόπτειση και οι παράμετροι που την επηρεάζουν	24
2.8	Παραμόρφωση της εικόνας radar και οι παράμετροι που την επηρεάζουν	25
2.8.1	Παραμόρφωση μικρών στόχων	26
2.8.2	Παραμόρφωση μεγάλων στόχων	26
2.9	Επίδραση των διακυμάνσεων της διάθλασης στην απόσταση ανίχνευσης	27
2.10	Χαρακτηριστικά και ανακλαστικές αρετές των στόχων	30

2.10.1 Όψη παρατήρησης του στόχου	30
2.10.2 Υφή της επιφάνειας του στόχου	31
2.10.3 Σχήμα του στόχου	31
2.10.4 Υλικό του στόχου	32
2.10.5 Διαστάσεις του στόχου	33
Ερωτήσεις	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: Ανεπιθύμητες επιδράσεις και ψευδοηχώ

3.1 Εισαγωγή	35
3.2 Θαλάσσιες επιστροφές και περιορισμός τους	36
3.3 Επιστροφές βροχής και περιορισμός τους	38
3.4 Τομείς σκιάς και σκοτεινοί τομείς	38
3.4.1 Τομείς σκιάς	39
3.4.2 Σκοτεινοί τομείς	39
3.4.3 Εγκατάσταση της κεραίας	40
3.4.4 Μέθοδοι προσδιορισμού των τομέων σκιάς	41
3.4.5 Ο σημαντικότερος τομέας σκιάς	43
3.5 Παρεμβολές από άλλα radar	43
3.5.1 Προβλήματα που προκαλούν οι παρεμβολές από άλλα radar	44
3.5.2 Περιορισμός των παρεμβολών από άλλα radar	44
3.6 Παρεμβολές από άλλες πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας	45
3.7 Ψευδοηχώ και οι τύποι της	45
3.7.1 Έμμεση ηχώ	45
3.7.2 Πολλαπλή ηχώ	47
3.7.3 Ψευδοηχώ επόμενης διαδρομής	48
3.7.4 Ψευδοηχώ από πλευρικούς λοβούς	50
3.7.5 Ηχώ φάντασμα	52
3.8 Επίδραση του πλοίου	52
Ερωτήσεις	52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: Πρότυπα απόδοσης για τον εξοπλισμό των radar

4.1 Εισαγωγή	53
4.2 Σκοπός των radar	53
4.3 Εφαρμογή των προτύπων απόδοσης	54
4.4 Λειτουργικές απαιτήσεις για το σύστημα radar	54
4.4.1 Συχνότητα εκπομπής	54
4.4.2 Ακρίβεια αποστάσεων radar και διοπτρεύσεων	55
4.4.3 Απόδοση ανίχνευσης και λειτουργίες περιορισμού διαταραχών	55
4.4.4 Ελάχιστη απόσταση ανίχνευσης	57
4.4.5 Διάκριση κατά απόσταση και κατά διόπτρευση	57
4.4.6 Προνευτασμοί και διατοιχισμοί	57

4.4.7 Βελτιστοποίηση απόδοσης radar και συντονισμός	57
4.4.8 Διαθεσιμότητα radar	57
4.4.9 Μετρήσεις radar - Σταθερό κοινό σημείο αναφοράς (Consistent Common Reference Point - CCRP)	57
4.4.10 Εμφάνιση κλιμάκων ανίχνευσης	58
4.4.11 Σταθεροί διακριβωτικοί κύκλοι	58
4.4.12 Μεταβλητοί Σημειωτές Απόστασης	58
4.4.13 Κλίμακα διοπτύσεων	58
4.4.14 Γραμμή πλήρης (HL)	58
4.4.15 Ηλεκτρονικές γραμμές διόπτευσης	58
4.4.16 Παράλληλες γραμμές	59
4.4.17 Μέτρηση διόπτευσης και απόστασης μίας θέσης σε σχέση με άλλη θέση	59
4.4.18 Δρομέας χρήστη	59
4.4.19 Σταθεροποίηση αζιμουθίου	59
4.4.20 Τρόπος εμφάνισης της εικόνας του radar	59
4.4.21 Θέση εκτός κέντρου	60
4.4.22 Τρόποι σταθεροποίησης ως προς τον βυθό και ως προς το νερό	60
4.4.23 Διαδρομή στόχου και προηγούμενες θέσεις	60
4.4.24 Παρουσίαση πληροφοριών στόχου	60
4.4.25 Υποτύπωση στόχων και απόκτηση (acquisition)	60
4.4.26 Στόχοι αναφερόμενοι από το Αυτόματο Σύστημα Αναγνώρισης (AIS)	62
4.4.27 Γραφική παρουσίαση AIS	62
4.4.28 Δεδομένα στόχου AIS και radar	63
4.4.29 Προειδοποιήσεις (alarms) λειτουργίας	64
4.4.30 Συσχέτιση στόχων AIS και radar	64
4.4.31 Δοκιμαστικός ελιγμός	65
4.4.32 Η εμφάνιση χαρτών, γραμμών πλοήγησης και διαδρομών	65
4.4.33 Η απεικόνιση των χαρτών	65
4.4.34 Προειδοποιήσεις και ενδείξεις	66
4.4.35 Ενσωμάτωση πολλαπλών radar	66
4.5 Εργονομικά κριτήρια	66
4.5.1 Λειτουργικοί έλεγχοι	66
4.5.2 Παρουσίαση οθόνης	66
4.5.3 Οδηγίες και τεκμηρίωση	66
4.6 Σχεδιασμός και εγκατάσταση	67
4.6.1 Σχεδιασμός για συντήρηση	67
4.6.2 Οθόνη	67
4.6.3 Σίγαση πομπού	67
4.6.4 Κεραία	67
4.6.5 Εγκατάσταση συστήματος radar	67
4.6.6 Λειτουργία και εκπαίδευση	68
4.7 Διεπαφή	68
4.7.1 Δεδομένα εισαγωγής	68
4.7.2 Ακεραιότητα και καθυστέρηση δεδομένων εισαγωγής	68

4.7.3 Δεδομένα εξόδου.....	68
4.8 Ρυθμίσεις εφεδρείας και εναλλακτικής λύσης	68
4.8.1 Αποτυχία πληροφοριών γραμμής πλώρης (σταθεροποίηση αζιμουθίου)	68
4.8.2 Αποτυχία πληροφοριών ταχύτητας διά μέσου του νερού.....	69
4.8.3 Αποτυχία πληροφοριών COG και SOG	69
4.8.4 Αποτυχία πληροφοριών εισαγωγής θέσης.....	69
4.8.5 Αποτυχία εισόδου πληροφοριών από το radar ή πληροφοριών AIS	69
4.8.6 Αποτυχία ολοκληρωμένου ή δικτυωμένου συστήματος.....	69
Ερωτήσεις	69

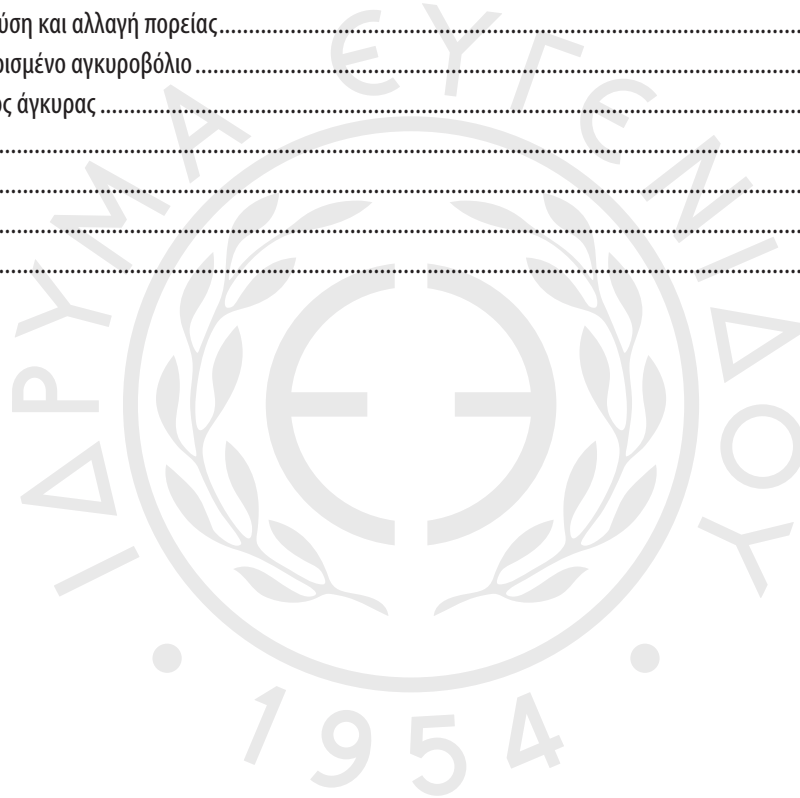
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: Διακόπτες και ρυθμιστές της συσκευής radar

5.1 Εισαγωγή.....	71
5.2 Διακόπτες και ρυθμιστές της συσκευής radar	71
5.2.1 Διακόπτες	74
5.2.2 Ρυθμιστές	75
5.3 Διακόπτες και ρυθμιστές του ενδείκτη αληθούς κίνησης.....	78
5.4 Εκκίνηση – Κράτηση συσκευής	80
5.4.1 Προκαταρκτικός έλεγχος πριν από την εκκίνηση της συσκευής radar	80
5.4.2 Διαδικασία εκκίνησης της συσκευής radar	80
5.4.3 Ρύθμιση της απόστασης και του αριθμού των διακριβωτικών κύκλων	81
5.4.4 Έλεγχος και ρύθμιση της ακρίβειας του μεταβλητού σημειωτή απόστασης	83
5.5 Συντονισμός	84
5.6 Αλλαγή κλίμακας	84
5.7 Όργανο παρακολούθησης επιδόσεων της συσκευής radar	85
5.8 Καταγραφή των δεδομένων του radar	85
Ερωτήσεις	86

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ: Αναγνώριση της ηχούς και η σημασία της στη ναυσιπλοΐα

6.1 Εισαγωγή.....	87
6.2 Σαφήνεια της εικόνας radar	87
6.3 Ομοιότητα ηχούς-στόχου	88
6.4 Ηχώ των μικρών στόχων.....	88
6.5 Ηχώ των ακτών.....	88
6.6 Ανακλαστήρες radar	89
6.7 Ραδιοσημαντήρες radar και αναμεταδότες.....	91
6.7.1 Racons	91
6.7.2 Ενισχυτές ηχούς	93
6.7.3 Αναμεταδότες AIS AtoN.....	93
6.7.4 Αναμεταδότης Radar-SART	96
6.7.5 Αναμεταδότης AIS-SART	97
6.7.6 Αναμεταδότης MOB-AIS.....	98

6.8 Εντοπισμός στόχων.....	99
6.8.1 Εμφάνιση ηχούς απομονωμένων μικρών στόχων	99
6.8.2 Αναγνώριση ακτογραμμών διάφορων τύπων.....	102
6.8.3 Εμφάνιση ηχούς πάγων.....	103
6.9 Πληροφορίες των ναυτικών χαρτών που έχουν σχέση με τα radar.....	104
6.10 Προσδιορισμός στίγματος.....	104
6.10.1 Προβλήματα ανίχνευσης και μέθοδοι αναγνώρισης των στόχων.....	107
6.10.2 Παράπλους ακτής	109
6.10.3 Πλοήγηση με το radar, κίνδυνοι και αντιμετώπισή τους	109
6.11 Η τεχνική χρησιμοποίησης των παράλληλων γραμμών	111
6.11.1 Μέτρηση διόπτευσης με την εικόνα αποκεντρωμένη	112
6.11.2 Αναγνώριση της ηχούς μικρού απομονωμένου στόχου	112
6.11.3 Ακριβής πλεύση και αλλαγή πορείας.....	112
6.12 Πλοήγηση σε καθορισμένο αγκυροβόλιο.....	116
6.13 Έλεγχος ξεσέρματος άγκυρας	120
Ερωτήσεις	122
Παράρτημα	123
Ευρετήριο	125
Βιβλιογραφία	127





1.1 Εισαγωγή

Ο όρος **radar** αποτελεί ακρωνύμιο των Αγγλικών λέξεων «**Radio Detection and Ranging**», που αποδίδονται στα Ελληνικά ως «**Ανίχνευση και Μέτρηση Αποστάσεων με Ραδιοκύματα**». Οι λέξεις αυτές περιγράφουν σύντομα τον τρόπο λειτουργίας των radar και τον σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιούνται. Δηλαδή, το radar είναι η συσκευή, που χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για την ανίχνευση στόχων και τη μέτρηση της απόστασης των στόχων από αυτό.

Κάνοντας μία ιστορική αναδρομή της εξέλιξης των radar μέχρι σήμερα πρέπει να ξεκινήσουμε από το 1886. Τότε ο Γερμανός φυσικός Heinrich Hertz, προς τιμήν του οποίου η μονάδα μέτρησης της **συχνότητας** πήρε το όνομά της, υποστήριξε ότι τα ραδιοκύματα μπορούν να ανακλαστούν από μεταλλικά αντικείμενα.

Το 1903 ο Γερμανός μηχανικός Hulsmeier παρουσίασε την πατέντα μίας συσκευής ραδιοκυμάτων για την ανίχνευση πλοίων με σκοπό την αποφυγή συγκρούσεων. Ωστόσο, η συσκευή αυτή δεν έγινε δεκτή με ιδιαίτερη θερμή λόγω της μικρής εμβέλειάς της, μόλις 1 ναυτικό μίλι (ν.μ.).

Το 1922 ο Ιταλός φυσικός Marconi, σε μία διάλεξή του, επέστησε την προσοχή των επιστημόνων στη δουλειά του Hertz και πρότεινε θεωρητικά αυτό που σήμερα σε γενικές γραμμές είναι το radar ναυσιπλοΐας.

Παράλληλα, το 1922 οι Αμερικανοί μηχανικοί Taylor και Young κατάφεραν να ανιχνεύσουν ξύλινο πλοίο χρησιμοποιώντας ξεχωριστό πομπό και δέκτη στη συχνότητα των 60 MHz. Ωστόσο, αν και από τα μέσα περίπου της δεκαετίας του '20 άρχισαν να χρησιμοποιούνται radar για τον προσδιορισμό του ύψους της ιονόσφαιρας, μόλις το 1935 άρχισαν να χρησιμοποιούνται με επιτυχία radar για την ανίχνευση και τη μέτρηση της απόστασης αεροσκαφών. Η επιτυχία αυτή προέκυψε μετά από συνεχή προσπάθεια κατά τη διάρκεια

της δεκαετίας του '30 ανεξαρτήτων ομάδων επιστημόνων σε Βρετανία, Γαλλία, Γερμανία και Η.Π.Α. με σκοπό την ανάπτυξη συστήματος radar για τον εντοπισμό εχθρικών αεροπλάνων πολύ πριν προσεγγίσουν τις περιοχές που στόχευαν να πλήξουν, ώστε να υπάρχει επαρκής χρόνος προετοιμασίας για την αντιμετώπισή τους.

Το πρώτο radar που χρησιμοποιήθηκε στη θάλασσα τοποθετήθηκε σε πολεμικό πλοίο το 1937. Μέχρι το 1939 τα radar που χρησιμοποιούνταν στη θάλασσα είχαν πλέον βελτιωθεί σημαντικά και μπορούσαν να εντοπίζουν άλλα πλοία και αεροπλάνα σε μεγάλες αποστάσεις και μάλιστα ανεξάρτητα από τις επικρατούσες συνθήκες ορατότητας. Έτσι τα radar ήταν πλέον έτοιμα για να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια του Β' Παγκόσμιου Πολέμου.

Οι ανάγκες επικράτησης στον πόλεμο επιτάχυναν περαιτέρω τις διαδικασίες εξέλιξης των radar. Από το 1944 τα radar ναυσιπλοΐας άρχισαν να εμφανίζονται και στα εμπορικά πλοία. Μετά τη λήξη του Β' Παγκόσμιου Πολέμου η χρήση των radar ναυσιπλοΐας συνεχώς αυξανόταν, ικανοποιώντας τις ανάγκες ασφαλούς ναυσιπλοΐας και αποφυγής συγκρούσεων. Σήμερα τα radar ναυσιπλοΐας χρησιμοποιούν όλες τις πρόσφατες εξελίξεις της τεχνολογίας. Διαθέτουν ολοκληρωμένα ηλεκτρονικά συστήματα και **έξυπνες κεραίες**¹, χρησιμοποιούν εξελιγμένους αλγόριθμους ψηφιακής επεξεργασίας σήματος και η διαχείριση της λειτουργίας τους πραγματοποιείται από σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα.

Τα σύγχρονα radar ναυσιπλοΐας μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ως προς το μέγεθος και την εμφάνισή τους από τα radar ναυσιπλοΐας της δεκαετίας του '40, ωστόσο οι βασικές πληροφορίες που παρέχουν παραμένουν από τότε οι ίδιες και εξαγονται χρησιμοποιώντας τις ίδιες βασικές αρχές.

¹ Μια **έξυπνη κεραία** αποτελείται από πολλαπλά στοιχεία κεραιών και διαθέτει επί πλέον την ικανότητα ψηφιακής επεξεργασίας σήματος με σκοπό την ανάδειξη πληροφοριών, όπως η κατεύθυνση άφιξης του σήματος και το εύρος της δέσμης ακτινοβολίας.

είναι:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{10 \text{ GHz}} = 10^{-10} \text{ s} = 10^{-4} \mu\text{s}$$

Η περίοδος αντιστοιχεί στον χρόνο που εκπέμπεται ένα μήκος κύματος. Επομένως, το πλήθος N των μηκών κύματος που εκπέμπονται κατά τη διάρκεια του παλμού εκπομπής δίνεται από τη διαίρεση της διάρκειας του παλμού εκπομπής PD με την περίοδο T :

$$N = \frac{PD}{T} = \frac{1 \mu\text{s}}{10^{-4} \mu\text{s}} = 10\,000 \text{ μήκη κύματος}$$

β) Το μήκος του παλμού δίνεται από τη σχέση:

$$PL = PD \cdot c = 1 \mu\text{s} \cdot 300 \text{ m}/\mu\text{s} = 300 \text{ m}$$

γ) Η περίοδος επανάληψης παλμών PRT είναι ίση με το αντίστροφο της συχνότητας επανάληψης παλμών $PRF = 1000 \text{ rps}$, δηλαδή:

$$PRT = \frac{1}{PRF} = \frac{1}{1000 \text{ rps}} = 10^{-3} \text{ s} = 1000 \mu\text{s}$$

Ο χρόνος σιγής PRI υπολογίζεται εάν από την περίοδο επανάληψης παλμών PRT αφαιρέσουμε τη διάρκεια παλμού εκπομπής PD :

$$PRI = PRT - PD = 1000 \mu\text{s} - 1 \mu\text{s} = 999 \mu\text{s}$$

1.5 Μονάδα Ενδείκτη Πλάνου Θέσεων

Η **Μονάδα Ενδείκτη Πλάνου Θέσεων** (Plan Position Indicator – PPI) (σχ. 1.7) είναι το μέρος της συσκευής radar το οποίο παρουσιάζει τις πληροφορίες απόστασης και διόπτρευσης που παρέχει το radar για τους στόχους, καθώς και πληροφορίες από εξωτερικούς αισθητήρες.

Όπως φαίνεται και από το σχήμα 1.4, η μονάδα του ενδείκτη συνδέεται με τον **πομπό**, τον **δέκτη** και το **σύστημα περιστροφής της κεραίας**.

Ο πομπός ενημερώνει τη μονάδα του ενδείκτη για τις χρονικές στιγμές στις οποίες εκπέμπονται οι παλμοί. Η ενημέρωση γίνεται μέσω συγχρονιστικών παλμών που αποστέλλονται από τον πομπό.

Ο δέκτης ενημερώνει τη μονάδα του ενδείκτη για τις χρονικές στιγμές που λαμβάνει η συσκευή radar την ηχώ που αντιστοιχεί στους εκπεμπόμενους παλμούς και προέρχεται από στόχους οι οποίοι βρίσκονται εντός της δέσμης ακτινοβολίας του radar.



(α)



(β)

Σχ. 1.7

(α) Ενδείκτης PPI και
(β) διάφοροι τύποι ενδεικτών PPI

Το σύστημα περιστροφής της κεραίας ενημερώνει τη μονάδα του ενδείκτη για τη γωνία που σχηματίζει σε κάθε χρονική στιγμή ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας με την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου.

Από τις πληροφορίες που αντλεί από τον πομπό και τον δέκτη, η μονάδα του ενδείκτη μετρά το χρονικό διάστημα μεταξύ της εκπομπής κάθε παλμού ραδιοκυμάτων και της λήψης της ηχούς που προκύπτει από την ανάκλασή του. Με τον τρόπο αυτό μετρά την απόσταση των στόχων.

Από τις πληροφορίες που αντλεί από το σύστημα περιστροφής της κεραίας, η μονάδα του ενδείκτη μετρά την κατεύθυνση του στόχου ως προς την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου, δηλαδή τη διόπτευση του στόχου. Περαιτέρω, οι συσκευές radar έχουν τη

επόμενη στροφή της βάσης χρόνου. Το φαινόμενο αυτό έχει ως αποτέλεσμα η εικόνα της ηχούς των στόχων να είναι σταθερή και να μοιάζει με την εικόνα του ορίζοντα ή την εικόνα του χάρτη που αντιστοιχεί στην κλίμακα ανίχνευσης.

Επί πλέον, στον ενδείκτη εμφανίζεται και η σωστή διόπτρευση του στόχου. Η σωστή διόπτρευση επιτυγχάνεται με τον συγχρονισμό με την περιστροφή της κεραίας. Όταν έχουμε συγχρονισμό η βάση χρόνου, περιστρέφεται με την ίδια ταχύτητα που περιστρέφεται και η κεραία του radar. Η σύγχρονη αυτή κίνηση εξασφαλίζει την εμφάνιση των στόχων στην οθόνη του ενδείκτη όχι μόνο στη σωστή απόσταση, αλλά και στη σωστή διόπτρευση.

Ο προσδιορισμός της διόπτρευσης των στόχων πραγματοποιείται με τη βοήθεια **ανεμολογίου** που βρίσκεται στην περιφέρεια της οθόνης του ενδείκτη. Η ένδειξη 0° τίθεται προκειμένου να αντιστοιχεί στην κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου ή στην κατεύθυνση του Βορρά και έτσι προσδιορίζεται με ακρίβεια η διόπτρευση των στόχων.

Ο ενδείκτης ονομάζεται **ενδείκτης σχετικής κίνησης** όταν παρουσιάζει την εικόνα της σχετικής κίνησης των στόχων ως προς το πλοίο και **ενδείκτης αληθούς κίνησης** όταν παρουσιάζει την εικόνα της αληθούς κίνησης των στόχων και του πλοίου.

1.6 Ασφαλής απόσταση μονάδων radar από τις μαγνητικές πυξίδες

Η θέση που επιλέγεται για την εγκατάσταση των μονάδων του radar όπως, του πομποδέκτη, του ενδείκτη και του τροφοδοτικού πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να υπάρχει ασφαλής απόσταση των μονάδων αυτών απ' τις μαγνητικές πυξίδες του πλοίου. Οι μονάδες αυτές πρέπει να τοποθετούνται σε θέση τέτοια, ώστε τα μαγνητικά πεδία των εξαρτημάτων τους που δημιουργούνται κατά τη λειτουργία των μονάδων να μην επηρεάζουν καθόλου τη λειτουργία των πυξίδων. Έτσι ορίζεται μία ελάχιστη επιτρεπτή απόσταση απ' τις μαγνητικές πυξίδες, πέρα απ' την οποία επιτρέπεται να γίνει η εγκατάσταση των μονάδων του radar. Η ελάχιστη αυτή απόσταση αναφέρεται στο εγχειρίδιο του κατασκευαστή του radar (σχ. 1.9) ή αναγράφεται στη μονάδα του radar, που πρόκειται να εγκατασταθεί.

1.7 Κίνδυνοι από την ακτινοβολία radar

Η υψηλής ισχύος ακτινοβολία του radar είναι επικίνδυνη για τον ανθρώπινο οργανισμό. Επιστημονικές μελέτες έχουν δείξει ότι η έκθεση σε μικροκυματική ακτινοβολία, όπως είναι η ακτινοβολία του radar, με πυκνότητα ισχύος μεγαλύτερη από 10 mW/cm^2 έχει ως συνέπεια την πρόκληση κακώσεων στα μάτια (σχ. 1.10). Ακτινοβολία με πυκνότητα ισχύος μεγαλύτερη από 10 mW/cm^2 υπάρχει στον χώρο της δέσμης ακτινοβολίας του radar όταν δεν περιστρέφεται η κεραία του και σε απόσταση έως 2 m απ' αυτήν.

Για τον λόγο αυτό πρέπει οπωσδήποτε να λαμβάνουμε κατάλληλα μέτρα και προφυλάξεις πριν προβούμε σε συντήρηση της συσκευής του radar ή σε αποκατάσταση κάποιας βλάβης του, ώστε να αποφεύγουμε την έκθεση στην ακτινοβολία του radar.

ΠΡΟΣΟΧΗ	
	Οι μαγνητικές πυξίδες επηρεάζονται εάν τοποθετούνται πολύ κοντά στον ενδείκτη.
	Η ελάχιστη ασφαλής απόσταση για την τοποθέτηση των μαγνητικών πυξίδων είναι: τυπική πυξίδα: 1,6 m πυξίδα πλεύσεως: 1,2 m

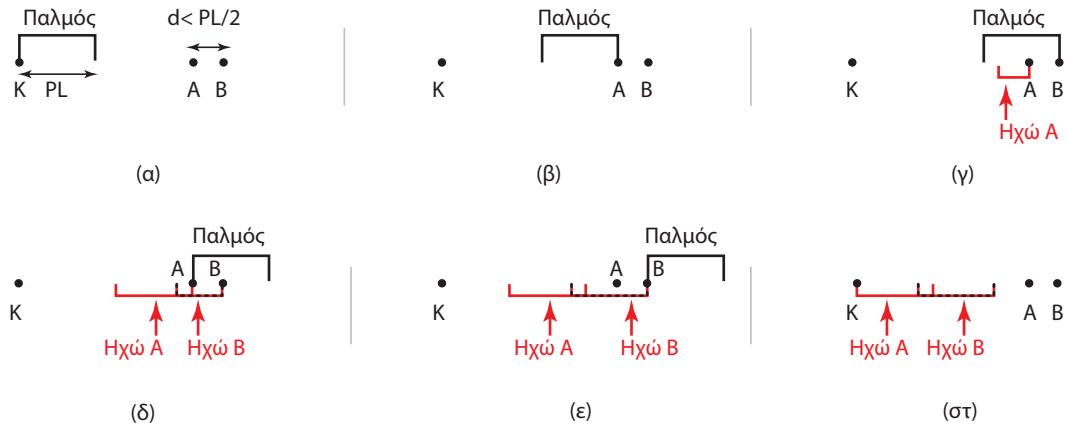
Σχ. 1.9

Ελάχιστη επιτρεπτή απόσταση
απ' τις μαγνητικές πυξίδες

WARNING	
	Η μικροκυματική ακτινοβολία μπορεί να είναι επιζήμια για το ανθρώπινο σώμα, ιδιαίτερα για τα μάτια.
	Μην κοιτάτε την κεραία όταν βρίσκεστε σε απόσταση μικρότερη από 2m.

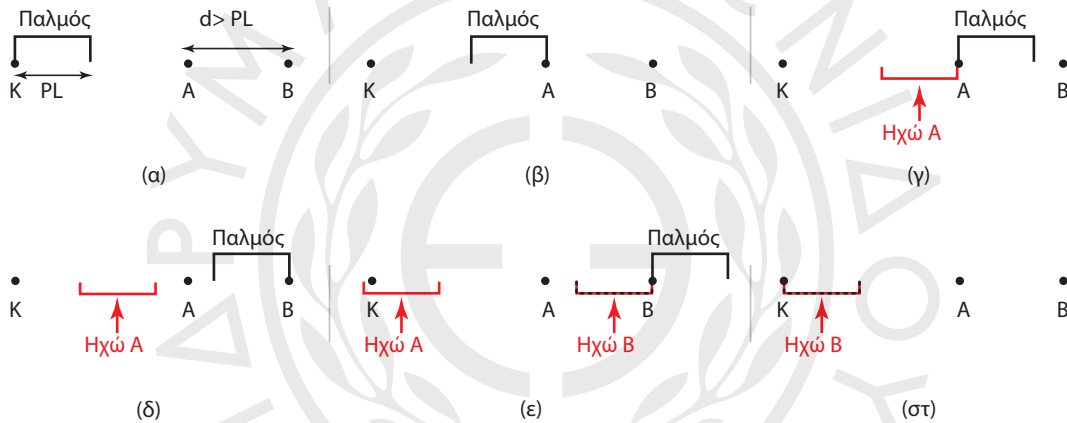
Σχ. 1.10

Μέτρα και προφυλάξεις
(απόσπασμα εγχειριδίων κατασκευαστών)



Σχ. 2.5

Στιγμιότυπα εκπεμπόμενου παλμού και ηχούς δύο στόχων που απέχουν απόσταση μικρότερη από μισό μήκος παλμού



Σχ. 2.6

Στιγμιότυπα εκπεμπόμενου παλμού και ηχούς δύο στόχων που απέχουν απόσταση μεγαλύτερη από το μήκος παλμού

Ωστόσο, εκτός από το μισό μήκος του παλμού εκπομπής πρέπει να συνυπολογιστεί και το γεγονός ότι κάθε εικονοστοιχείο που δηλώνει τους στόχους με αύξηση της λαμπρότητάς του δεν είναι ένα μόνο σημείο με μηδενική επιφάνεια, αλλά καταλαμβάνει μια πολύ μικρή έκταση στην οθόνη του radar. Όταν δύο στόχοι που βρίσκονται στην ίδια διόπτευση έχουν απόσταση μεταξύ τους ελάχιστα μεγαλύτερη από μισό μήκος παλμού, τότε, λόγω του μεγέθους του εικονοστοιχείου, δεν μπορούν να διακριθούν. Επομένως, για να επιτευχθεί η διάκριση κατά απόσταση δύο στόχων πρέπει να απέχουν μεταξύ τους μισό μήκος παλμού εκπομπής συν την παραμόρφωση που προκαλεί το μέγεθος του εικονοστοιχείου.

Επιπλέον αν η απολαβή του δέκτη έχει ρυθμιστεί

πολύ υψηλή, η ηχώ δύο στόχων με την ίδια διόπτευση μπορεί να εμφανίζεται ενιαία στον ενδείκτη του radar. Με μείωση της απολαβής του δέκτη η ηχώ των δύο στόχων μπορεί να εμφανιστεί ξεχωριστά.

Επίσης, σε μεγάλες κλίμακες ανίχνευσης, η ηχώ δύο στόχων με την ίδια διόπτευση μπορεί να εμφανιστεί ενιαία. Με χρήση μικρότερης κλίμακας ανίχνευσης και πιθανώς κατάλληλη ρύθμιση της απολαβής του δέκτη, η ηχώ των δύο στόχων μπορεί να εμφανιστεί ξεχωριστά.

Με βάση τα παραπάνω, βελτίωση της διάκρισης κατά απόσταση επιτυγχάνεται με:

- 1) Χρησιμοποίηση μικρότερου μήκους παλμού.
- 2) Καλή εστίαση και κατάλληλη ρύθμιση της λαμπρότητας.

3.3 Επιστροφές βροχής και περιορισμός τους

Το δεύτερο από τα βασικότερα προβλήματα που επηρεάζει την εικόνα του ενδείκτη PPI παρέχοντας εσφαλμένη πληροφορία για την ύπαρξη στόχου είναι οι επιστροφές βροχής. Προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι επιστροφές βροχής και να απαλειφθεί η επίδρασή τους έχουν αναπτυχθεί ειδικές τεχνικές περιορισμού τους.

Οι παλμοί που εκπέμπονται από την κεραία του radar μπορεί να διαδίδονται σε περιοχή όπου βρέχει. Στην περίπτωση αυτή οι εκπεμπόμενοι παλμοί ανακλώνται από τις σταγόνες της βροχής και μάλιστα όλης της περιοχής όπου βρέχει. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ανεπιθύμητης ηχούς, η οποία προκαλεί αύξηση της λαμπρότητας της βάσης χρόνου κατά διάστημα αντίστοιχο του εύρους της περιοχής όπου βρέχει. Έτσι στον ενδείκτη εμφανίζεται ηχώ με μέγεθος αντίστοιχο του εύρους της περιοχής όπου βρέχει. Το σχήμα 3.3 παρουσιάζει χαρακτηριστική εικόνα επιστροφών βροχής.

Εάν μέσα στην περιοχή όπου βρέχει υπάρχει στόχος, η ηχώ δεν διακρίνεται στον ενδείκτη. Προκειμένου να αναδειχθεί ο στόχος πρέπει να εφαρμοστεί περιορισμός των επιστροφών βροχής. Ο περιορισμός πραγματοποιείται με τη βοήθεια του ρυθμιστή περιορισμού των επιστροφών βροχής (βλ. § 5.2.2) και μπορεί να γίνει χειροκίνητα ή αυτόματα.

Στην περίπτωση που υπάρχει στόχος εντός της περιοχής όπου βρέχει, ο παλμός της ηχούς που αντιστοιχεί στην έκταση της περιοχής όπου βρέχει περιλαμβάνει μια στιγμιαία αύξηση του πλάτους του που οφείλεται στην ηχώ του στόχου. Όταν ο ρυθμιστής ρυθμιστεί, ώστε να γίνεται περιορισμός των επιστρο-

φών βροχής, τότε στον ενδείκτη PPI εμφανίζονται μόνο τα μετωπικά περιγράμματα της βροχής και του στόχου.

Η περιοχή στον ενδείκτη που πριν τον περιορισμό των επιστροφών βροχής περιλάμβανε τις επιστροφές βροχής, δεν τις εμφανίζει πλέον. Στην περιοχή αυτή εμφανίζεται τώρα η ηχώ του στόχου, ο οποίος βρίσκεται εντός της περιοχής όπου βρέχει.

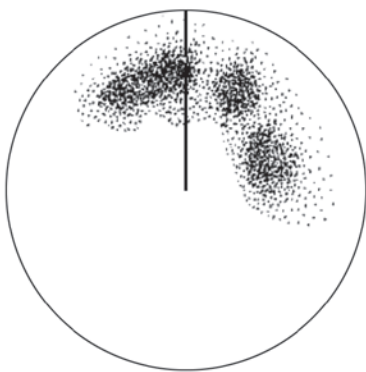
Το σχήμα 3.4 παρουσιάζει χαρακτηριστική εικόνα περιορισμού των επιστροφών βροχής. Συγκεκριμένα εμφανίζει επιστροφές βροχής και ηχώ μικρών στόχων χωρίς περιορισμό των επιστροφών βροχής [σχ. 3.4(α)] και αφού έχει γίνει περιορισμός των επιστροφών βροχής [σχ. 3.4(β)].

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειώσουμε ότι η λειτουργία του περιορισμού των επιστροφών βροχής έχει ως αποτέλεσμα από τη στεριά να εμφανίζεται στην οθόνη του ενδείκτη το μετωπικό περίγραμμα της ακτογραμμής και τα μετωπικά περιγράμματα των εσωτερικών όγκων.

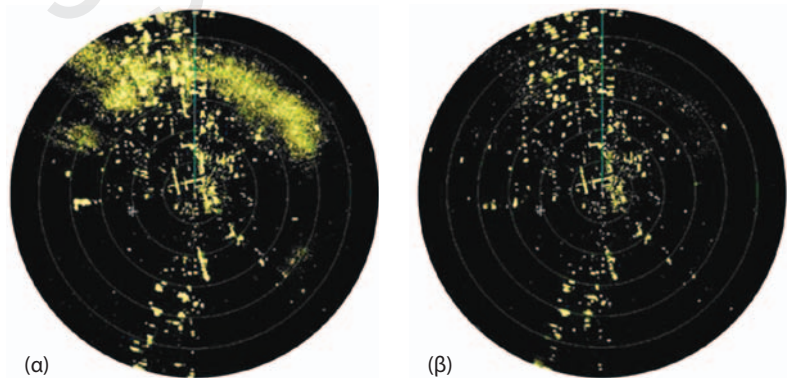
Ανάλογες επιστροφές μ' αυτές της βροχής παράγουν το χιόνι, το χαλάζι και οι αμμοθύελλες. Έτσι μιλάμε για **επιστροφές χιονοπτώσεων, επιστροφές χαλαζιού** και **επιστροφές αμμοθυελλών**, αντίστοιχα. Οι επιστροφές αυτές περιορίζονται με τον ίδιο τρόπο, όπως και οι επιστροφές βροχής χρησιμοποιώντας τον ρυθμιστή περιορισμού των επιστροφών βροχής.

3.4 Τομείς σκιάς και σκοτεινοί τομείς

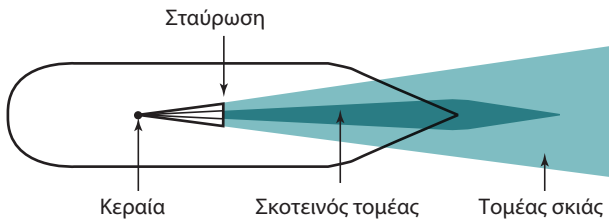
Η επιλογή της θέσης, στην οποία εγκαθίσταται η κεραία του radar στο πλοίο είναι κρίσιμη για την αποδοτική λειτουργία του. Για τον λόγο αυτό η επιλογή της θέσης εγκατάστασης της κεραίας πρέπει να γί-



Σχ. 3.3
Χαρακτηριστική εικόνα
επιστροφών βροχής



Σχ. 3.4
Επιστροφές βροχής και ηχώ μικρών στόχων:
(α) Χωρίς περιορισμό και (β) με περιορισμό των επιστροφών βροχής



Σχ. 3.6

Παράδειγμα σκοτεινού τομέα

νται συνήθως γύρω από τον άξονα μεγάλων τομέων σκιάς, τόσο κατά το κατακόρυφο, όσο και κατά το οριζόντιο επίπεδο.

3.4.3 Εγκατάσταση της κεραίας

Για την επιλογή της θέσης εγκατάστασης της κεραίας του radar λαμβάνονται υπόψη σειρά από παράγοντες, τους οποίους αναφέρουμε στη συνέχεια. Στόχος είναι η κεραία να εγκαθίσταται σε θέση τέτοια, ώστε να ελαχιστοποιούνται κατά το δυνατόν οι ανεπιθύμητες καταστάσεις, που περιορίζουν την απόδοση της λειτουργίας του radar.

Τα βασικά κριτήρια που εξετάζουμε για την επιλογή της θέσης εγκατάστασης της κεραίας του radar είναι τα ακόλουθα:

1) **Η επίτευξη ανίχνευσης στόχων σε συγκεκριμένες θέσεις ως προς το πλοίο.** Έχει μεγάλη σημασία εάν οι στόχοι που πρέπει οπωσδήποτε να ανιχνεύονται βρίσκονται στις πρωραίες πλευρές του πλοίου ή κατάπλωρα. Η ανίχνευση στόχων στις πρωραίες πλευρές του πλοίου είναι απαραίτητη κατά το προσπέρασμα άλλου πλοίου, κατά την κίνηση πλοίων με αντίθετη πορεία σε περιορισμένα νερά και κατά τη συνάντηση στόχων. Η ανίχνευση στόχων κατάπλωρα είναι απαραίτητη κατά την πλοήγηση σε διαύλους όταν οι μικρές εκτροπές πορείας δεν είναι εφικτές.

2) **Η δημιουργία τομέων σκιάς με μικρή έκταση.** Η θέση της κεραίας πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να δημιουργούνται μικρής έκτασης τομείς σκιάς από τις υπερκατασκευές του πλοίου. Αυτό επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση της κεραίας αρκετά ψηλά. Ωστόσο, η κεραία πρέπει να εγκαθίσταται χαμηλότερα από τη σταύρωση του πρωραίου ιστού, ώστε να μην δημιουργείται εκτεταμένος τομέας σκιάς στην κατεύθυνση της πλώρης. Αν όμως στη θέση αυτή παρεμβάλλονται άλλα εμπόδια που δημιουργούν τομείς σκιάς, τότε η

εγκατάσταση της κεραίας πρέπει να γίνεται αρκετά ψηλότερα από τη σταύρωση του πρωραίου ιστού. Η αύξηση του ύψους της κεραίας μειώνει την έκταση του τομέα σκιάς που δημιουργεί η πλώρη του πλοίου.

3) **Οι μικρές απώλειες ενέργειας κατά μήκος του κυματοδηγού.** Η θέση της κεραίας πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να αποφεύγονται οι απώλειες ενέργειας κατά μήκος του κυματοδηγού. Μεγάλο ύψος κεραίας απαιτεί μεγάλο μήκος κυματοδηγού. Όμως, μεγαλύτερο μήκος κυματοδηγού έχει ως συνέπεια την αύξηση των απωλειών ενέργειας κατά μήκος του, με αποτέλεσμα να γίνεται μικρότερη η ισχύς εκπομπής και άρα η εμβέλεια του radar. Η τοποθέτηση του πομποδέκτη στο συγκρότημα της κεραίας μειώνει το απαιτούμενο μήκος κυματοδηγού, ωστόσο η θέση αυτή καθιστά δυσχερέστερη την πρόσβαση για τη συντήρηση και την αποκατάσταση βλάβης του πομποδέκτη.

4) **Η μείωση των θαλάσσιων επιστροφών.** Η θέση της κεραίας πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να αποφεύγονται οι έντονες θαλάσσιες επιστροφές. Το μεγάλο ύψος κεραίας έχει ως αποτέλεσμα εντονότερες θαλάσσιες επιστροφές, με συνέπεια την εμφάνιση δυσχερειών στην ανίχνευση μικρών στόχων σε μικρές αποστάσεις.

5) **Η μείωση των σφαλμάτων μετρήσεων.** Η θέση της κεραίας πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να αποφεύγονται σφάλματα μετρήσεων. Για παράδειγμα, εάν τοποθετήσουμε την κεραία μπροστά από τον πρωραίο ιστό, ο τομέας σκιάς προς την κατεύθυνση της πλώρης χάνεται. Ωστόσο, οι διοπτεύσεις στόχων που βρίσκονται σε μικρή απόσταση από τη θέση αυτή της κεραίας εμφανίζουν σφάλματα λόγω παράλλαξης³.

6) **Ανεμπόδιση περιστροφής.** Η θέση της κεραίας πρέπει να είναι τέτοια, ώστε κατά την περιστροφή της να μην εμποδίζεται από κανένα αντικείμενο, όπως είναι τα σχοινιά ή άλλες κεραίες.

7) **Εύκολη προσπέλαση.** Η θέση της κεραίας πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να εξασφαλίζεται εύκολη προσπέλαση σ' αυτήν, προκειμένου να γίνει η συντήρησή της ή η αποκατάσταση τυχόν βλαβών.

Ορισμένα απ' τα παραπάνω κριτήρια είναι αντικρουόμενα μεταξύ τους. Γι' αυτόν τον λόγο η επιλογή της θέσης της κεραίας αποφασίζεται μετά από συγκεκριασμό των παραπάνω κριτηρίων, ο οποίος καταλήγει σε εγκατάσταση της κεραίας του radar σε ύψος 15–20 m από την επιφάνεια της θάλασσας.

³ Παράλλαξη ονομάζεται η διαφορά της θέσης ενός αντικειμένου όταν αυτό παρατηρείται από δύο διαφορετικά σημεία. Για μακρινά αντικείμενα αυτή η διαφορά είναι ασήμαντη. Τα αντικείμενα που βρίσκονται κοντά στα σημεία παρατήρησης έχουν μεγαλύτερη παράλλαξη.

πλοίου μας και προκύπτει από ανάκλαση στη σταύρωση του πρωραίου ιστού φαίνεται στην οθόνη του ενδείκτη ότι βρίσκεται στην κατεύθυνση της πλώρης. Μάλιστα, καθώς το πλοίο απομακρύνεται από το κτήριο ή την απόκρημνη ακτή, η έμμεση ηχώ φαίνεται ότι απομακρύνεται από το πλοίο με ταχύτητα ίση με τη διπλάσια της ταχύτητάς του.

δ) Ας υποθέσουμε ότι άλλο πλοίο βρίσκεται στην κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου μας και πλέει προς εμάς. Η έμμεση ηχώ του άλλου πλοίου που οφείλεται στην καπνοδόχο του πλοίου μας δίνει την εσφαλμένη εντύπωση ότι το άλλο πλοίο κινείται προς εμάς με πολύ μεγάλη ταχύτητα. Η ταχύτητα αυτή ισούται με το άθροισμα της ταχύτητας του πλοίου μας με την πραγματική ταχύτητα του άλλου πλοίου.

ε) Ας υποθέσουμε ότι ένα άλλο πλοίο βρίσκεται στην κατεύθυνση της πρύμνης του πλοίου μας και ότι η κεραία του radar είναι τοποθετημένη στη γραμμή του διαμήκους του πλοίου μας. Εκτός από την πραγματική ηχώ στην κατεύθυνση της πρύμνης, μερικές φορές εμφανίζονται και άλλες τρεις σε ευθεία γραμμή, η οποία είναι κάθετη στην πορεία του πλοίου μας. Αυτές ανήκουν στην κατηγορία της έμμεσης ηχούς και προέρχονται από την ανάκλαση στον ιστό και στους κίονες φόρτωσης.

3) Αναγνώριση έμμεσης ηχούς

Η έμμεση ηχώ έχει τα εξής χαρακτηριστικά, που χρησιμοποιούνται για την αναγνώρισή της:

α) Εμφανίζεται μέσα σε τομείς σκιάς των εμποδίων που τη δημιουργούν. Ο λόγος είναι ότι οι παλμοί ανακλώνται στα εμπόδια που δημιουργούν τους τομείς σκιάς.

β) Όταν δημιουργείται από υπερκατασκευή του πλοίου:

- Εμφανίζεται στην ίδια περίπου απόσταση με την πραγματική ηχώ.

– Εμφανίζεται στην ίδια σχετική διόπτευση ανάλογα με το μέγεθος και την καμπυλότητα της επιφάνειας της υπερκατασκευής, ενώ η αληθής διόπτευση των στόχων μεταβάλλεται, καθώς το πλοίο κινείται.

– Εξαφανίζεται με τις μικρομεταβολές της πορείας του πλοίου.

γ) Όταν δημιουργείται από εξωτερικό εμπόδιο εμφανίζεται σε απόσταση ίση με το άθροισμα της απόστασης του εμποδίου από το πλοίο με την απόσταση της πραγματικής ηχούς του στόχου από το εμπόδιο.

δ) Όταν δημιουργείται από σταθερό εμπόδιο που βρίσκεται στη στεριά:

– Εμφανίζεται για πολύ μικρά χρονικά διαστήματα εάν το πλοίο κινείται.

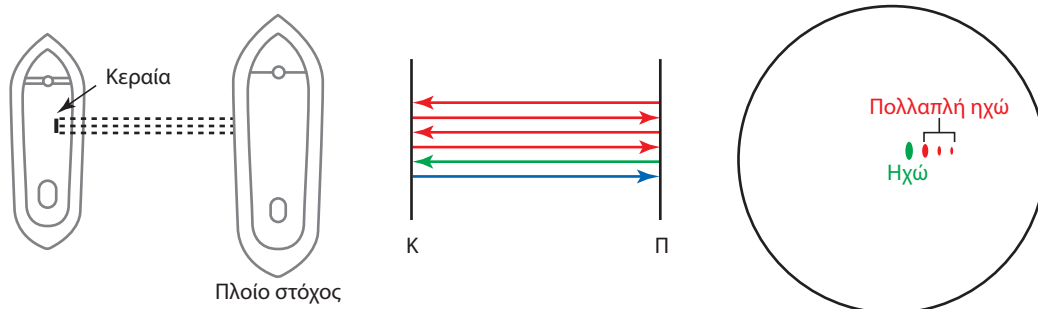
– Εμφανίζεται πάντα στη διόπτευση του εμποδίου εάν το πλοίο είναι ακίνητο.

ε) Οι κινήσεις της είναι ανώμαλες. Η έμμεση ηχώ κινείται με μεγάλη ταχύτητα συγκριτικά με την πραγματική ηχώ και η διαδρομή της είναι κυκλική.

3.7.2 Πολλαπλή ηχώ

Η **πολλαπλή ηχώ** δημιουργείται από πολλαπλές ανακλάσεις των παλμών του radar, σε άλλο πλοίο που διέρχεται σε απόσταση περίπου 1 ν.μ. από το radar και με όψη παρατήρησης κάθετη στο διάμηκες του πλοίου ή σε υπερκατασκευές με λεία επιφάνεια, που βρίσκονται στην ακτή σε απόσταση περίπου 1 ν.μ. από το radar.

Το σχήμα 3.12 παρουσιάζει ένα τυπικό παράδειγμα πολλαπλής ηχούς. Οι παλμοί (μπλε γραμμή) που εκπέμπει η κεραία Κ του radar του πλοίου μας προσπίπτουν στο πλοίο-στόχο Π που διέρχεται σε απόσταση περίπου 1 ν.μ. από το radar και ανακλώνται απ' αυτό. Η ανάκλασή τους (πράσινη γραμμή) επιστρέφει στην κεραία του radar και εμφανίζεται στην οθόνη του



Σχ. 3.12

Τυπικό παράδειγμα πολλαπλής ηχούς



5.1 Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο αυτό παρουσιάζουμε τους διακόπτες και τους ρυθμιστές των συσκευών radar και εξηγούμε τη λειτουργία τους.

5.2 Διακόπτες και ρυθμιστές της συσκευής radar

Οι συσκευές radar διαθέτουν μία σειρά από διακόπτες και ρυθμιστές, που είναι τοποθετημένοι στην πρόσοψη του ενδείκτη PPI (σχ. 5.1).

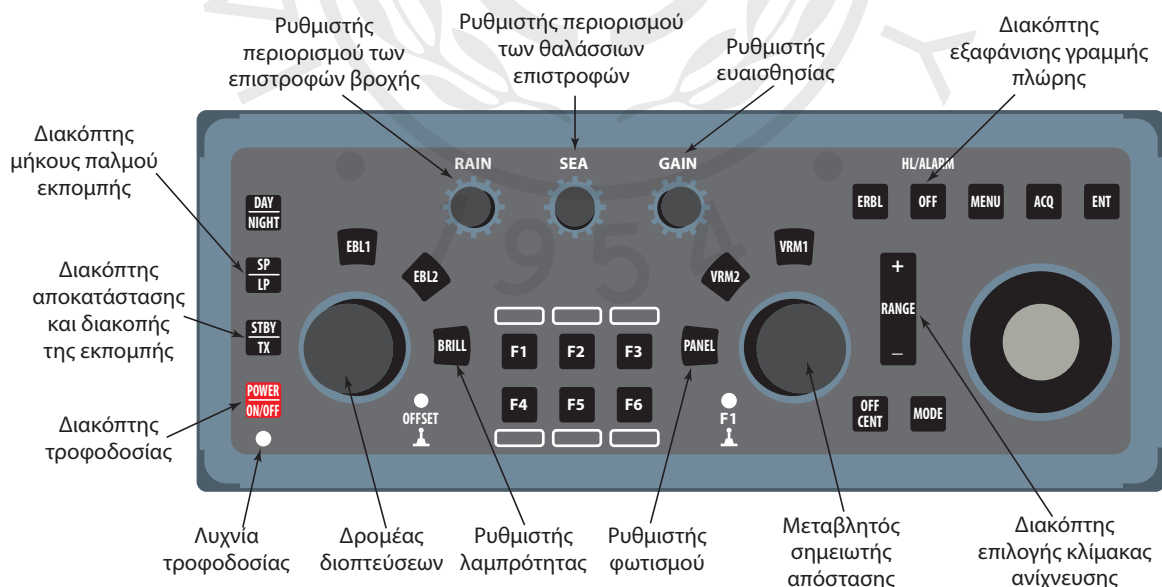
Οι **διακόπτες** μίας συσκευής radar χρησιμοποιούνται προκειμένου να θέσουμε εντός ή εκτός λειτουργίας συγκεκριμένα κυκλώματα της συσκευής. Ο πίνακας 5.1 περιλαμβάνει τους πλέον συνήθεις **διακόπτες των συσκευών radar**, την **ονομασία** τους που περιγράφει τις δυνατές θέσεις τους και τη **λειτουργία** τους.

Οι **ρυθμιστές** μίας συσκευής radar χρησιμοποιού-

νται αφενός για την επίτευξη καλύτερης απόδοσης της συσκευής και αφετέρου για την αξιοποίηση της εικόνας που η συσκευή παρέχει.

Ο έλεγχος των ρυθμιστών πραγματοποιείται με τη βοήθεια **ποτενσιομέτρων**¹ ρύθμισης ή διακοπών. Ο πίνακας 5.2 περιλαμβάνει τους πλέον συνήθεις **ρυθμιστές μίας συσκευής radar**, την **ονομασία** τους και το **είδος της ρύθμισης** που πραγματοποιούν. Από τον πίνακα προκύπτει ότι μερικοί απ'τους ρυθμιστές ονομάζονται διακόπτες, παρά το γεγονός ότι ανήκουν στους ρυθμιστές. Ο λόγος είναι ότι η ρύθμιση, την οποία οι συγκεκριμένοι ρυθμιστές πραγματοποιούν υλοποιείται όχι με συνεχή τρόπο, όπως συμβαίνει με τους υπόλοιπους ρυθμιστές, αλλά με διακριτό τρόπο χρησιμοποιώντας διακόπτη δύο ή περισσότερων θέσεων.

Στις υποπαραγράφους 5.2.1 και 5.2.2 περιγράφουμε αναλυτικά καθέναν απ'τους ανωτέρω διακόπτες και



Σχ. 5.1

Μερικοί από τους διακόπτες και ρυθμιστές της συσκευής radar

¹ Το **ποτενσιόμετρο** είναι εξάρτημα που χρησιμοποιείται ως μεταβλητή αντίσταση με σκοπό τον έλεγχο ή τη ρύθμιση μεγεθών, όπως η ένταση του ρεύματος.

Έτσι, ο στόχος των τριών επιπέδων λείων επιφανειών, που είναι ανά δύο κάθετες μεταξύ τους, έχει ως αποτέλεσμα πάντοτε η ηχώ στην κεραία του radar να είναι ισχυρή. Ο ανακλαστήρας radar ο οποίος αποτελείται από τις τρεις επίπεδες λείες επιφάνειες, που ανά δύο είναι κάθετες μεταξύ τους και σχηματίζουν τριέδρη ορθογώνια γωνία, ονομάζεται **τριεδρικός ανακλαστήρας radar**.

Η ισχύς της ηχούς από τον τριεδρικό ανακλαστήρα radar και κατά συνέπεια η απόσταση ανίχνευσής του εξαρτάται από το μέγεθος των κάθετων επιφανειών της τριέδρης ορθογώνιας γωνίας. Συνήθως χρησιμοποιούνται επιφάνειες με διαστάσεις 30 cm, 40 cm, 50 cm και 60 cm. Για να καταστεί σαφής η επίδραση της διάστασης των επιφανειών σημειώνουμε ότι τριεδρικός ανακλαστήρας radar με διάσταση επιφανειών 60 cm που τοποθετείται σε ύψος ίσο με το ύψος πλοίου μεσαίου μεγέθους, εμφανίζει ηχώ ισοδύναμη με την ηχώ πλοίου μεσαίου μεγέθους.

Η ανίχνευση του ανακλαστήρα στην ίδια απόσταση, ανεξάρτητα απ' την όψη παρατήρησής του, πραγματοποιείται στην πράξη με τη χρήση ομάδων τριεδρικών ανακλαστήρων. Οι ομάδες τριεδρικών ανακλαστήρων που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι οι ακόλουθες:

1) Η **οκταεδρική ομάδα ανακλαστήρων radar** (σχ. 6.2) αποτελείται από τρεις ρομβοειδείς επίπεδες επιφάνειες που τέμνονται κάθετα κατά τη μικρή τους διαγώνιο και σχηματίζουν οκτώ ορθογώνιες τριέδρες γωνίες.



Σχ. 6.2

Οκταεδρική ομάδα ανακλαστήρων radar

Όταν η οκταεδρική ομάδα ανακλαστήρων είναι οριζόντια, τότε κάθε μία από τις τέσσερις άνω ή κάτω ορθογώνιες τριέδρες γωνίες της, αντιστοιχεί σε οριζόντια γωνία 90° . Ομοίως, λόγω της συμμετρίας της, όταν η οκταεδρική ομάδα ανακλαστήρων είναι κατακόρυφη, τότε έχουμε πάλι κάθε μία απ' τις τέσσερις άνω ή κάτω ορθογώνιες τριέδρες γωνίες της, να αντιστοιχεί σε οριζόντια γωνία 90° . Έτσι, η ισχύς της ανακλώμενης

δέσμης από την οκταεδρική ομάδα ανακλαστήρων είναι ίδια είτε αυτή τοποθετηθεί οριζόντια, είτε κατακόρυφα. Λόγω της ιδιότητάς τους αυτής, οκταεδρικές ομάδες ανακλαστήρων τοποθετούνται σε μικρά πλοία, ειδικά όταν πλέουν σε περιοχές κακής ορατότητας.

2) Η **πενταγωνική ή εξαγωνική ομάδα ανακλαστήρων radar** (σχ. 6.3) αποτελείται από πέντε ή έξι ορθογώνιες τριεδρικές γωνίες τριγωνικών επιφανειών, που είναι τοποθετημένες συμμετρικά συνήθως στο επάνω μέρος βάσης σχήματος δακτυλίου, ώστε η κάτω τριγωνική επιφάνεια των τριεδρικών γωνιών να έχει κλίση 35° .



Σχ. 6.3

Πενταγωνική ομάδα ανακλαστήρων radar

Όταν η πενταγωνική ομάδα ανακλαστήρων είναι οριζόντια, τότε κάθε μία απ' τις πέντε τριέδρες γωνίες της, αντιστοιχεί σε οριζόντια γωνία 72° . Όταν η πενταγωνική ομάδα ανακλαστήρων είναι κατακόρυφη, τότε έχουμε (περίπου) δύο τριέδρες γωνίες της να αντιστοιχούν στο οριζόντιο επίπεδο. Έτσι, η ισχύς της ανακλώμενης δέσμης απ' την πενταγωνική ομάδα ανακλαστήρων είναι κατά πολύ μικρότερη όταν τοποθετηθεί κατακόρυφα σε σχέση με την περίπτωση που τοποθετηθεί οριζόντια. Συγκριτικά με την οκταεδρική ομάδα ανακλαστήρων, η πενταγωνική ομάδα ανακλαστήρων ιδίων διαστάσεων που είναι οριζόντια ανακλά κατά πολύ μεγαλύτερη ισχύ. Λόγω της ιδιότητάς τους αυτής, πενταγωνικές ομάδες ανακλαστήρων με τη βάση τους οριζόντια τοποθετούνται σε σημαντήρες. Επί πλέον, για να ξεπεραστεί το πρόβλημα με τα μέγιστα και ελάχιστα ισχύος του κατακόρυφου εύρους της δέσμης ακτινοβολίας και να επιτυγχάνεται η ανίχνευση των σημαντήρων σε ήρεμη θάλασσα, τοποθετείται και δεύτερη πενταγωνική ομάδα ανακλαστήρων σε διπλάσιο ύψος απ' την πρώτη.

Εκτός από τον τριεδρικό ανακλαστήρα radar και τις ομάδες ανακλαστήρων radar, άλλοι δύο τύποι ανακλαστήρων radar που χρησιμοποιούνται είναι:

1) Ο **διεδρικός ανακλαστήρας radar** που αποτελεί-



Σχ. 6.4
Racon

2) Τον **δέκτη** που λαμβάνει τους παλμούς που εκπέμπει το radar ενός πλοίου, όταν η δέσμη ακτινοβολίας της κεραίας του radar σαρώνει την κεραία του racon. Ο δέκτης είναι ευρείας ζώνης και λαμβάνει τους παλμούς όλων των radar που λειτουργούν στη ζώνη αυτή.

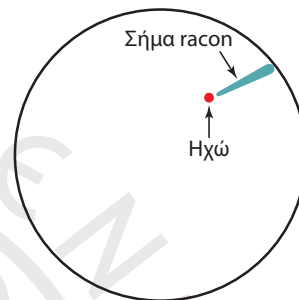
3) Τον **διαμορφωτή** παλμού εκπομπής, ο οποίος ενεργοποιείται από τους παλμούς των radar που λαμβάνει ο δέκτης και παράγει τους παλμούς που τροφοδοτούν τον πομπό.

4) Τον **πομπό** που ενεργοποιείται από τον διαμορφωτή και παράγει τον παλμό που εκπέμπεται στη συνέχεια από την κεραία.

Η συχνότητα του παλμού εκπομπής του racon καθορίζεται μ' έναν από τους ακόλουθους τρόπους:

1) Ο παλμός εκπομπής του racon έχει την ίδια συ-

χνότητα με τον παλμό του radar που ενεργοποιεί το racon. Στην περίπτωση αυτή το σήμα του racon εμφανίζεται στην εικόνα του ενδείκτη ως φωτεινός τομέας. Ο τομέας αυτός έχει γωνία αντίστοιχη του οριζοντίου εύρους της δέσμης ακτινοβολίας του radar. Το σχήμα 6.5 παρουσιάζει χαρακτηριστική εικόνα radar από σήμα racon, στο οποίο εμφανίζεται και η ηχώ του racon. Η ηχώ διαφέρει απ' το σήμα του racon, καθώς η εκπομπή του πραγματοποιείται με μικρή καθυστέρηση από τη στιγμή της ενεργοποίησής του, όπως εξηγούμε παρακάτω.



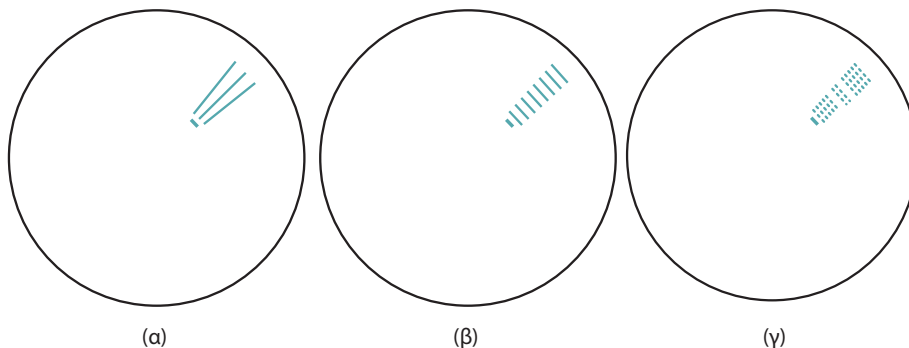
Σχ. 6.5

Εικόνα radar από σήμα racon με ίδια συχνότητα με τον παλμό του radar

2) Η συχνότητα του παλμού εκπομπής του racon μεταβάλλεται βηματικά ή γραμμικά με χαμηλό ρυθμό μεταβολής [σχ. 6.6 (α και β)] σε όλη την περιοχή συχνοτήτων, στην οποία λειτουργεί.

3) Η συχνότητα του παλμού εκπομπής του racon μεταβάλλεται γραμμικά με υψηλό ρυθμό μεταβολής [σχ. 6.6 (γ)] σε όλη την περιοχή συχνοτήτων, στην οποία λειτουργεί.

4) Ο παλμός εκπομπής του racon εκπέμπεται και σταματά να εκπέμπεται με κώδικα.



Σχ. 6.6

Εικόνα radar από σήμα racon με συχνότητα που μεταβάλλεται: (α) Βηματικά με χαμηλό ρυθμό μεταβολής, (β) γραμμικά με χαμηλό ρυθμό μεταβολής και (γ) γραμμικά με υψηλό ρυθμό μεταβολής

6.7.4 Αναμεταδότης Radar-SART

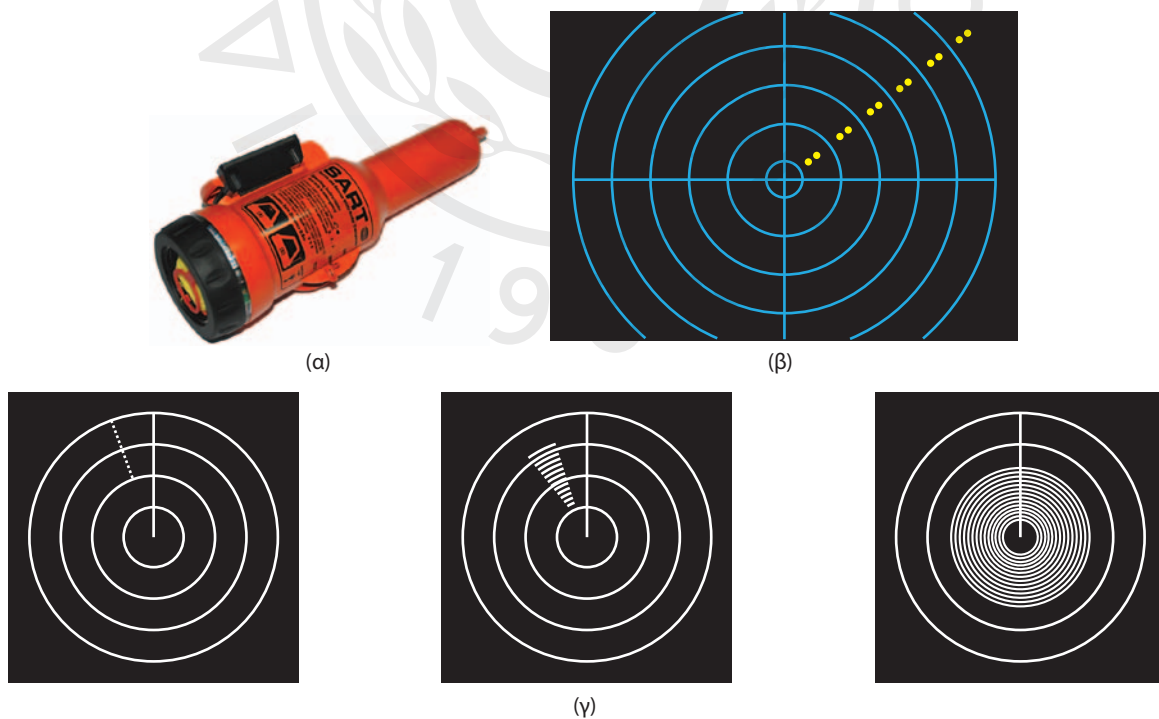
Οι αναμεταδότες έρευνας και διάσωσης (Search and Rescue Transponder – SART) είναι αυτόνομοι, αδιάβροχοι πομποδέκτες που έχουν ως σκοπό τη χρησιμοποίησή τους σε συνθήκες έκτακτης ανάγκης στη θάλασσα, οι οποίες απαιτούν ενέργειες έρευνας και διάσωσης. Στους αναμεταδότες έρευνας και διάσωσης ανήκουν οι αναμεταδότες radar-SART και οι αναμεταδότες AIS-SART.

Οι αναμεταδότες radar-SART [σχ. 6.9 (α)] αποτελούν τα κύρια μέσα του παγκόσμιου συστήματος GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System) για τον εντοπισμό πλοίων που βρίσκονται σε κίνδυνο ή των σωστικών λέμβων τους και η μεταφορά τους σε άλλα πλοία είναι απαραίτητη. Ο αναμεταδότης radar-SART είναι μια μικρή συσκευή που τροφοδοτείται από μπαταρίες και περιλαμβάνει παγκατευθυντικό δέκτη και πομπό σημάτων radar. Οι μπαταρίες της συσκευής επιτρέπουν τη λειτουργία της σε κατάσταση αναμονής για τουλάχιστον 96 ώρες, πλέον άλλων 8 ωρών κατά τη λειτουργία ανταλλαγής μηνυμάτων. Οι radar-SARTs έχουν κυλινδρικό σχήμα και φωτεινά χρώματα.

Ο αναμεταδότης radar-SART λειτουργεί στην περιοχή X (βλ. § 2.2), ζώνη συχνοτήτων 9GHz ή μήκους κύ-

ματος 3cm). Ενεργοποιείται χειροκίνητα ή, σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτόματα, έτσι ώστε να αποκρίνεται στη συνέχεια όταν λαμβάνει σήματα. Όταν λαμβάνει σήματα από το radar του πλοίου (ή αεροσκάφους), ο αναμεταδότης εκπέμπει μια σειρά σημάτων απόκρισης. Τα σήματα απόκρισης εμφανίζονται στην οθόνη του ραντάρ του πλοίου ως μια γραμμή 12 κουκκίδων, με αποστάσεις 0,64 ν.μ. μεταξύ τους [βλ. σχ. 6.9 (β)], που εκτείνεται περίπου 8 ν.μ. μίλια προς τα έξω, από τη θέση του radar-SART, κατά μήκος της γραμμής διόπτυσής του. Αυτό το σήμα του radar αναγνωρίζεται εύκολα και επιτρέπει στο πλοίο διάσωσης να εντοπίσει το πλοίο που βρίσκεται σε κίνδυνο ή μια σωστική λέμβο του.

Καθώς ο αναμεταδότης radar-SART πλησιάζει προς το radar του πλοίου, εμφανίζονται στην οθόνη του radar του πλοίου άλλες 12 κουκκίδες, επίσης με απόσταση 0,64 ν.μ. μεταξύ τους. Καθώς η απόσταση από το radar του πλοίου μικραίνει, οι κουκκίδες εμφανίζονται ισχυρότερες και μεγαλύτερες. Καθώς η απόσταση συνεχίζει να μικραίνει, γίνονται σιγά-σιγά τόξα. Όταν ο radar-SART βρίσκεται εντός απόστασης 1 ν.μ., τα τόξα γίνονται πλήρεις κύκλοι, υποδεικνύοντας ότι ο radar-SART βρίσκεται στη γενική περιοχή [σχ. 6.9 (γ)].



Σχ. 6.9

(α) Αναμεταδότης radar-SART (β) Εμφάνιση απόκρισης radar-SART στην οθόνη του radar
(γ) Προοδευτική μεταβολή της απόκρισης radar-SART στην οθόνη του radar

Για να γίνει κατανοητή η ακρίβεια εντοπισμού του radar-SART, διευκρινίζεται ότι ο δέκτης του σαρώνει συνεχώς τη ζώνη εκπομπής των radar, αναζητώντας σήματα ραντάρ. Όταν λάβει σήματα από ένα ραντάρ στη ζώνη Χ, τότε πραγματοποιούνται εναλλαγές γρήγορων και αργών σαρώσεων του radar-SART. Καθώς όλα τα radar ναυσιπλοΐας δεν λειτουργούν με την ίδια ακριβώς συχνότητα εντός της ζώνης Χ, μπορεί να υπάρξει μικρή καθυστέρηση, στην απόκριση του radar-SART καθώς ο δέκτης του κλειδώνει στο σήμα του radar. Μόλις ο δέκτης του radar-SART κλειδώσει στο radar, υπάρχει επίσης καθυστέρηση, καθώς αλλάζει η λειτουργία του από λειτουργία λήψης σε λειτουργία εκπομπής και συνεχίζει να σαρώνει.

Οι πρώτες κουκίδες που εμφανίζονται στην οθόνη του radar προέρχονται από τις αργές σαρώσεις του radar-SART. Η πρώτη κουκίδα της απόκρισής του που εμφανίζεται είναι 0,64 ν.μ. πέρα απ' την πραγματική θέση του. Όταν ο radar-SART έχει πλησιάσει αρκετά (απόσταση περίπου 1 ν.μ.), οι αποκρίσεις που εμφανίζονται στην οθόνη του radar προέρχονται από τις γρήγορες σαρώσεις του radar-SART. Τότε, η πρώτη κουκίδα της απόκρισής του δεν απέχει περισσότερο από 150 m από την πραγματική θέση του radar-SART.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι, όταν αναζητούμε radar-SART στο radar, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούμε είτε την κλίμακα απόστασης των 6 ν.μ. είτε των 12 ν.μ. Αυτό γιατί το συνολικό εμφανιζόμενο μήκος της απόκρισης SART των 12 κουκίδων εκτείνεται πέραν των 8 ν.μ. από τη θέση του radar-SART και είναι απαραίτητο ο χειριστής να εντοπίσει έναν αριθμό κουκίδων απόκρισης για να διακρίνει το radar-SART από άλλες αποκρίσεις.

Η απόσταση ανίχνευσης των radar-SART από το πλοίο εξαρτάται από το ύψος της κεραίας του radar του πλοίου και το ύψος του radar-SART και είναι συνήθως περίπου 8 ν.μ.. Ένα radar ναυσιπλοΐας ενδέχεται να μην ανιχνεύσει ένα radar-SART ακόμη και σ' αυτήν την απόσταση, εάν οι ρυθμίσεις του radar δεν είναι βελτιστοποιημένες για την ανίχνευση radar-SART. Ειδικά, ο περιορισμός των θαλάσσιων επιστροφών και των επιστροφών βροχής πρέπει να ρυθμίζεται σωστά για να επιτυγχάνεται η βέλτιστη απόδοση της ανίχνευσης των σημάτων των radar-SART.

Επισημαίνεται ότι οι αναμεταδότες radar-SART δεν αποκρίνονται όταν δέχονται σήματα από radar που λειτουργούν στην περιοχή S (ζώνη συχνοτήτων 3GHz ή μήκους κύματος 10cm) ή από άλλα radar πέραν αυτών που λειτουργούν στη ζώνη Χ. Οι λειτουργι-

κές απαιτήσεις του radar για την ανίχνευση των αναμεταδοτών SART που ορίζει η Απόφαση MSC.192(79) παρουσιάζονται στην παράγραφο 4.4.

6.7.5 Αναμεταδότης AIS-SART

Ο αναμεταδότης AIS-SART [σχ. 6.10 (α)] είναι μια αυτόνομη συσκευή που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό ενός σκάφους σε κίνδυνο ή μιας σωστικής λέμβου, εκπέμποντας ενημερωμένες αναφορές θέσης. Οι αναφορές αυτές είναι τυπικές αναφορές θέσης Τάξης-A (Class A) του Συστήματος Αυτόματης Αναγνώρισης (Automatic Identification System – AIS). Η θέση και ο συγχρονισμός του AIS-SART προέρχονται από κατάλληλο δέκτη πληροφοριών θέσης π.χ. GPS που διαθέτει η συσκευή.

Οι αναμεταδότες AIS-SART, οι οποίοι από την 1/1/2010 χρησιμοποιούνται εναλλακτικά των αναμεταδοτών radar-SART, ως πομποί του συστήματος AIS διαθέτουν μοναδικό αριθμό MMSI που αποτελεί την ταυτότητά τους. Έχουν συνήθως σχήμα κυλινδρικό και φωτεινά χρώματα και είναι εφοδιασμένοι μ' ένα κορδόνι κίτρινου ή πορτοκαλί χρώματος για να μπορεί να τους ασφαλίσει ο χρήστης στη σωστική λέμβο. Επίσης, είναι εξοπλισμένοι με ένα οπτικό ή /και ακουστικό μέσο που υποδεικνύει τη σωστή λειτουργία τους.

Ο αναμεταδότης AIS-SART εκπέμπει μηνύματα AIS που δείχνουν τη θέση, πληροφορίες κατάστασης και πληροφορίες ασφάλειας της μονάδας που βρίσκεται σε κίνδυνο. Οι σταθμοί AIS που λαμβάνουν το σήμα του αναμεταδότη AIS-SART είναι σε θέση να εμφανίζουν την απόσταση και τη διόπτειυσή του. Ο αναμεταδότης AIS-SART μπορεί να ανιχνευθεί μόνο από εγκαταστάσεις AIS. Η εκπομπή του AIS-SART γίνεται αυτόματα

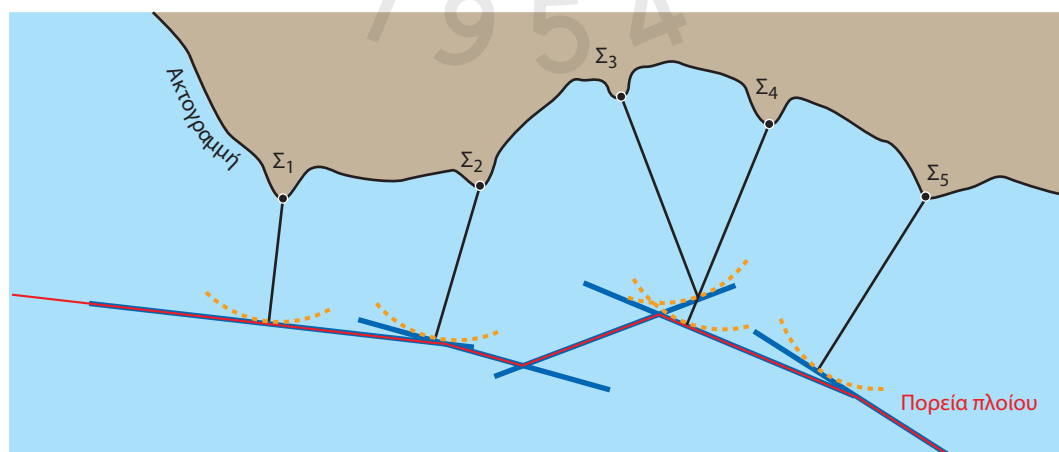


Σχ. 6.10

(α) Αναμεταδότης AIS-SART
(β) Σύμβολο του AIS-SART

Πίνακας 6.10
Διαδικασία χάραξης πορείας και παράπλου ακτής

α/α	Βήματα χάραξης πορείας
1.	Μελετούμε με προσοχή στον χάρτη την έκταση των επικίνδυνων σημείων από την ακτή
2.	Επιλέγουμε κατάλληλα σημεία της ακτής για τον υπολογισμό αποστάσεων radar. Τα σημεία αυτά πρέπει να είναι απόκρημνα σημεία της ακτογραμμής και όχι σημεία πέρα απ' αυτήν
3.	Χαράσσουμε τόξα περιφέρειας κύκλου με κέντρα τα σημεία που επιλέξαμε στο βήμα 2 και ακτίνα τέτοια, ώστε η εφαπτόμενη στα τόξα να περικλείει όλα τα επικίνδυνα σημεία προς την ακτή
4.	Χαράσσουμε τις εφαπτόμενες στα τόξα του βήματος 3, οι οποίες ονομάζονται γραμμές απόστασης ασφάλειας radar
5.	Χαράσσουμε παράλληλα με τις εφαπτόμενες του βήματος 4 και από την εξωτερική τους πλευρά, την πορεία που θα ακολουθήσουμε
α/α	Βήματα κατά τον παράπλου ακτής
1.	Θέτουμε τον μεταβλητό σημειωτή απόστασης στην απόσταση απ' τη γραμμή απόστασης ασφάλειας radar του εκάστοτε κατάλληλου σημείου της ακτής, στο οποίο παραπλέει το πλοίο
2.	Ελέγχουμε εάν ο κύκλος του μεταβλητού σημειωτή απόστασης εφάπτεται στην ηχώ του αντίστοιχου κατάλληλου σημείου. Διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις: α) Εάν μόλις δεν εφάπτεται, τότε το πλοίο μας ακολουθεί την πορεία που χαράξαμε στο βήμα 5 β) Εάν δεν συμβαίνει αυτό, τότε το πλοίο μας δεν ακολουθεί την πορεία που χαράξαμε στο βήμα 5 και απαιτείται η λήψη καταλλήλων διορθωτικών μέτρων
3.	Ταυτόχρονα προσδιορίζουμε το στίγμα του πλοίου, προκειμένου να επιβεβαιώνουμε ότι το πλοίο μας ακολουθεί την πορεία που χαράξαμε στο βήμα 5



Σχ. 6.17
Παράδειγμα χάραξης πορείας για τον παράπλου ακτής

6.11.3 Ακριβής πλεύση και αλλαγή πορείας

Με τη βοήθεια των παράλληλων γραμμών και του ανακλαστικού υποτυπωτή μπορούμε να τηρήσουμε με ακρίβεια την πορεία του πλοίου μας ως προς τον βυθό και επίσης να προσδιορίσουμε με ακρίβεια τα στίγματα αλλαγής πορείας. Η τεχνική που ακολουθούμε για τον σκοπό αυτό προϋποθέτει ότι έχουμε ήδη χαράξει στον χάρτη τις αληθείς πορείες γύρω από χαρακτηριστικά σημεία, όπως είναι σημεία ακτών ή σημαντήρες και έχουμε υπολογίσει τις αποστάσεις των πορειών από τα σημεία αυτά.

Η τεχνική εφαρμόζεται σε ενδείκτη σχετικής κίνησης με τον Βορρά άνω (σχ. 6.21) και σε ενδείκτη αληθούς κίνησης (σχ. 6.22) ως εξής:

1) Ενδείκτης σχετικής κίνησης με τον Βορρά άνω

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε χαράξει στον χάρτη αρχική πορεία φ_1 , η οποία αλλάζει σε φ_2 και επίσης ότι έχουμε ένα χαρακτηριστικό σημείο Σ , που πρέπει να απέχει από το πλοίο στην αρχική πορεία τουλάχιστον κατά d_1 και στην επόμενη πορεία τουλάχιστον κατά d_2 . Η τεχνική που ακολουθούμε για την **τήρηση της ακριβούς πλεύσης και αλλαγής πορείας** στην περίπτωση του ενδείκτη σχετικής κίνησης με τον Βορρά άνω παρουσιάζεται στο σχήμα 6.21 και στον πίνακα 6.13.

Η τεχνική βασίζεται στην ιδιότητα ότι η ταχύτητα της κίνησης του χαρακτηριστικού σημείου κάτω από την επαπτόμενη στον κύκλο του μεταβλητού σημειωτή απόστασης (βήμα 3) και αντίθετα από την πο-

ρεία φ_1 ισούται με την ταχύτητα του πλοίου ως προς τον βυθό. Συνεπώς, απ' τη θέση της ηχούς κατά μήκος της εν λόγω επαπτόμενης υπολογίζουμε τη θέση του πλοίου μας κατά μήκος της πορείας.

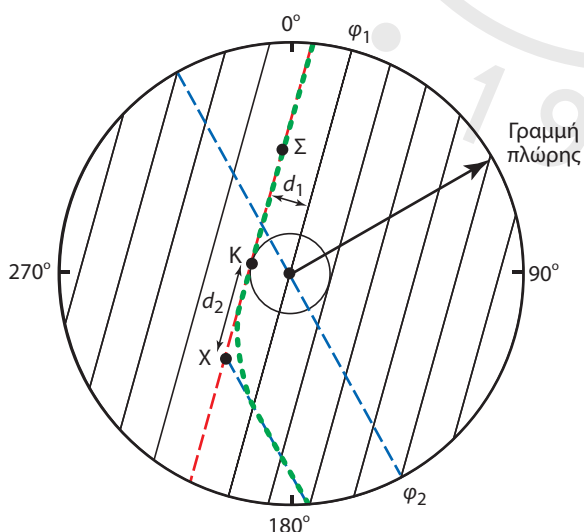
Σημειώνουμε ότι εκτροπή της ηχούς του χαρακτηριστικού σημείου αριστερότερα από την επαπτόμενη στον κύκλο του μεταβλητού σημειωτή απόστασης (βήμα 3) συνεπάγεται εκτροπή πορείας προς τα δεξιά και αντίστροφα.

Όταν η ηχώ του χαρακτηριστικού σημείου βρεθεί λίγο πριν το σημείο χειρισμού X , χειρίζουμε το πλοίο για την αλλαγή πορείας, με αποτέλεσμα η ηχώ να ακολουθεί καμπύλη γραμμή. Η καμπύλη αυτή αντιστοιχεί στο τόξο του κύκλου στροφής του πλοίου, αλλά με αντίθετη φορά. Η τήρηση του πλοίου στην επόμενη πορεία φ_2 πραγματοποιείται εάν η ηχώ του χαρακτηριστικού σημείου κινείται κάτω απ' την ευθεία που χαράξαμε στο βήμα 6.

2) Ενδείκτης αληθούς κίνησης

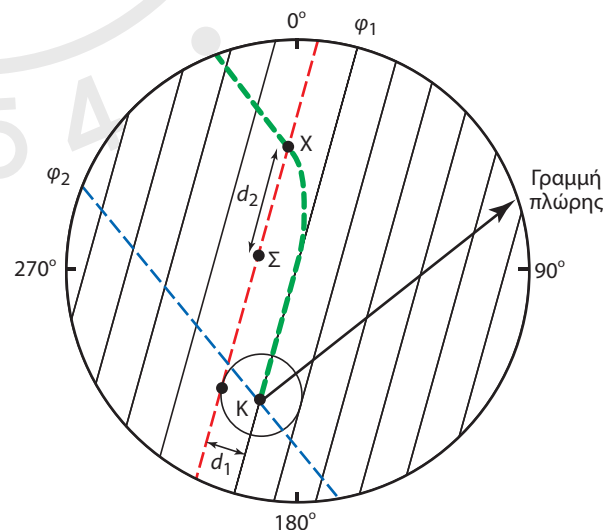
Η τεχνική που ακολουθούμε στον ενδείκτη αληθούς κίνησης που λειτουργεί με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό (για την ίδια περίπτωση πορείας όπως και παραπάνω) παρουσιάζεται στο σχήμα 6.22 και στον πίνακα 6.14.

Καθώς το πλοίο προχωρά, το κέντρο της εικόνας κινείται πάνω στην εστιγμένη πράσινη γραμμή. Αυτή καμπυλώνεται κατά τόξο που αντιστοιχεί στη στροφή που πραγματοποιεί το πλοίο κατά την αλλαγή πορείας και μάλιστα κατά την ίδια φορά.



Σχ. 6.21

Εφαρμογή τεχνικής τήρησης ακριβούς πλεύσης και αλλαγής πορείας για ενδείκτη σχετικής κίνησης με τον Βορρά άνω



Σχ. 6.22

Εφαρμογή τεχνικής τήρησης ακριβούς πλεύσης και αλλαγής πορείας για ενδείκτη αληθούς κίνησης

Στην τρίτη έκδοση του βιβλίου παρουσιάζεται η βασική θεωρία των σύγχρονων Ραντάρ ναυσιπλοΐας, οι αρχές λειτουργίας τους, καθώς και η χρήση τους για την ανίχνευση στόχων, τη μέτρηση των αποστάσεων και διοπτύσεις. Επιπλέον, αναλύονται τα πρότυπα απόδοσης που ορίζονται από τον IMO για τον εξοπλισμό τους και η λειτουργία και ο χειρισμός των βασικών διακοπών-ρυθμιστών που διαθέτουν. Αναφέρονται τέλος τα χαρακτηριστικά των στόχων, οι παράμετροι που επηρεάζουν την ανίχνευσή τους, η χρήση των ραντάρ για την αναγνώριση της ηχούς και την διασφάλιση της απρόσκοπτης ναυσιπλοΐας και τα σύγχρονα βοηθήματά τους.

