

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



ΔΠΜΣ

Διοίκηση στη Ναυτική Επιστήμη και Τεχνολογία

Διπλωματική Εργασία

“ Συστήματα ναυτιλιακών ραντάρ: δομή, λειτουργία και
προδιαγραφές ”

Ζουλάκης Κωνσταντίνος

ΜΝΣΝΔ 20024

Επιβλέπων:

Αν. Καθηγητής

Βαζούρας Χρήστος

Πειραιάς

Απρίλιος 2024

ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ / ΖΗΤΗΜΑΤΑ COPYRIGHT

Το άτομο το οποίο εκπονεί την Διπλωματική Εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δικαικής χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στην βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτηριστήρα 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 γενική αξία του υπό copyright κειμένου.

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΜΕΛΟΣ Α΄: Βαζούρας Χρήστος, Αναπληρωτής Καθηγητής Σχολής Ναυτικών Δοκίμων

ΜΕΛΟΣ Β΄: Φαφαλιός Μιχάλης, Ομότιμος Καθηγητής Σχολής Ναυτικών Δοκίμων

ΜΕΛΟΣ Γ΄: Τσιγκόπουλος Ανδρέας, Καθηγητής Σχολής Ναυτικών Δοκίμων

Ευχαριστίες

Θερμές ευχαριστίες οφείλω να αποδώσω στον επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Βαζούρα Χρήστο για την βοήθεια που μου πρόσφερε ώστε να ολοκληρώσω αποτελεσματικά την παρούσα εργασία, παρά την αυξημένη πίεση η οποία ήταν συνεχής καθόλη τη διάρκεια των μεταπτυχικών μου σπουδών λόγω ανελαστικών επαγγελματικών υποχρεώσεων, ως αυτές παρουσιάζονται κατά την απασχόληση επι μιας μονάδος αμέσου ετοιμότητας για την εκτέλεση του υπέρτατου αγαθού της Πατρίδας, την Ελευθερία και την προάσπιση αυτής με κάθε κόστος. Επιπλέον οφείλω να ευχαριστήσω τη Σχολή Ναυτικών Δοκίμων, για την φιλοξενία της αυτή τη φορά ως μεταπτυχιακό φοιτητή καθώς και για την ανάσυρση απο τα πιο σκοτεινά και απόμακρα τμήματα του μυαλού μου, στιγμών που διαδραμάτισαν ιδιαίτερο ρόλο στη εδραίωση ορθών βάσεων και αρχών που έχουν καθορίσει τη σταδιοδρομία μου εως τώρα, και το Πανεπιστήμιο Πειραιώς. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την οικογένεια μου για την αμέριστη στήριξη και υπομονή που έδειξαν κατά το δύσκολο αυτό ταξίδι και όχι μόνο δεν στάθηκαν εμπόδιο, αλλά αντ' αυτού ήταν ο φάρος μου προς το ταξίδι με προορισμό την ολοκλήρωση του στόχου μου.

Περίληψη

Η ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου εμπορικού στόλου όχι μόνο αριθμητικά αλλά και από απόψη μεγέθους των πλοίων, συναρτήσει της τεχνολογικής εξέλιξης στον Ναυτιλιακό κλάδο καθώς και της απαίτησης πρόληψης – μείωσης των ναυτιλιακών ατυχημάτων έχουν οδηγήσει τα πληροφοριακά συστήματα των ναυτιλιακών ραντάρ σε ραγδαία ανάπτυξη προσφέροντας λειτουργίες οι οποίες την δεκαετία του 1990 δεν ήταν εφικτό καν να εκληφθούν ούτε ως καινοτόμες ιδέες στο κομμάτι της ναυσιπλοΐας.

Η εν λόγω εργασία σκοπεύει στην ανάλυση των ανωτέρω δυνατοτήτων - λειτουργιών που παρέχονται από τα ναυτιλιακά συστήματα στους άμεσα ενδιαφερόμενους (χειριστές εμπορικών – πολεμικών πλοίων) επι θεμάτων ασφάλειας ναυτιλίας- ναυσιπλοΐας, περιγραφή και ανάλυση της δομής των συστημάτων / βοηθημάτων ναυτιλίας από τεχνικής απόψεως καθώς και αναφορά των βασικών αρχών λειτουργίας τους και τέλος ανάλυση των προδιαγραφών που προβλέπονται από το σύνολο των Διεθνών Οργανισμών που εμπλέκονται στον τομέα της ασφάλειας ναυσιπλοΐας.

Επιπλέον, η εν λόγω εργασία στοχεύει στο να επεκτείνει τη γνώση των αναγνωστών στον τρόπο με τον οποίο συστήματα χρησιμοποιούμενα επι τουλάχιστον 60 χρόνια με κοινή αρχή λειτουργίας, λόγω της αλλαγής των τεχνολογικών αλλά και εμπορικών δεδομένων μπορούν στην πραγματικότητα να προσφέρουν πληροφορίες ανεκτίμητης αξίας οι οποίες σε καταστάσεις άγχους, στρες και πίεσης μπορεί να είναι αυτές που θα σώσουν πρώτα το πιο πολύτιμο αγαθό, αυτό της ανθρώπινης ζωής και έπειτα το υλικό το οποίο δύναται να είναι υπέρογκης αξίας.

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	v
Πίνακας περιεχομένων.....	vi
Συντμήσεις.....	vii
1. Εισαγωγή – Ιστορική αναδρομή.....	1
2. Ανάπτυξη του ναυτιλιακού ραντάρ στο πέρασμα του χρόνου.....	3
3. Δομή – Αρχή λειτουργίας του Ναυτιλιακού ραντάρ.....	5
4. Διεθνείς Οργανισμοί και Συμβάσεις που αφορούν την ασφάλεια ναυσιπλοΐας ως προς τα πρότυπα των ναυτιλιακών βοηθημάτων επί των πλοίων.....	7
5. Βασικές λειτουργίες του ναυτιλιακού ραντάρ που άπτονται των ελάχιστων προδιαγραφών προς αποδοχή του εν λόγω συστήματος στον κλάδο της ναυτιλίας....	12
Βιβλιογραφία.....	18

Συντμήσεις

IMO: International Maritime Organization

IEC: International Electrotechnical Commission

RADAR: RAdio Detection And Ranging

RCS: Radar Cross Section

GNSS: Global Navigation Satellite System

PPI: Plan Position Indicator

TWS: Track While Scan

ARPA: Automatic Radar Plotting Aids

RDF: Radio Detaction Finding

LP: Long Pulse

MP: Medium Pulse

SP: Short Pulse

CPA: Closest Point of Approach

TCPA: Time of Closest Point of Approach

RCS: Radar Cross Section

RM: Relative Motion

TM: True Motion

1. Εισαγωγή-Ιστορική αναδρομή

Ο όρος radar αποτελεί ακρωνύμιο των Αγγλικών λέξεων «Radio Detection and Ranging», που αποδίδονται στα Ελληνικά ως «Ανίχνευση και Μέτρηση Αποστάσεων με Ραδιοκύματα», περιγράφοντας εν συντομία τον τρόπο λειτουργίας των radar και τον λόγο για τον οποίο χρησιμοποιούνται. Το radar είναι η συσκευή, η οποία χρησιμοποιώντας την διάδοση των ραδιοκυμάτων, δύναται αρχικά να εντοπίσει κάποιον "θόρυβο" (στόχο) και έπειτα μετρώντας τον χρόνο επιστροφής στον δέκτη, να εκτιμήσει με αρκετά μεγάλη ακρίβεια την απόσταση του.

Η συσκευή αυτή αναπτύχθηκε τόσο από τους Βρετανούς όσο και από τους Γερμανούς υπό την πίεση του 2ου Παγκοσμίου Πολέμου, με σκοπό την έγκαιρη αντιμετώπιση αιφνίδιων αεροπορικών απειλών. Εκτεταμένα δίκτυα επίγειων σταθμών ραντάρ εγκατεστημένα πριν από την έναρξη του πολέμου λειτούργησαν στην ελεγχόμενη από τους Γερμανούς Ευρώπη στην Αγγλία, καθ' όλη την διάρκειά των μαχών δίδοντας πλέον άλλη διάσταση στην ετοιμότητα αντιμετώπισης απειλών αέρος, στην πλευρά του αμυνόμενου. Η χαμηλή συχνότητα λειτουργίας των πρώτοεμφανιζόμενων συσκευών ραντάρ, επέβαλε ανελαστικά την χρησιμοποίηση κεραιών με υπερμεγέθων διαστάσεων, σταθερά εγκατεστημένων στο έδαφος με σκοπό την ενελεχή και συνεχόμενη επιτήρηση των αιθέρων του αμυνόμενου.

Η ανακάλυψη της λυχνίας 'magnetron', στις αρχές της δεκαετίας του 40', άνοιξε τον δρόμο σε υψηλότερες συχνότητες (της τάξεως των GHz), με αποτέλεσμα ελαφρύτερες και μικρότερες συσκευές και πλέον περιστρεφόμενες κεραίες για περιφερειακή έρευνα ορίζοντα. Αποτέλεσμα των τεχνολογικών εξελίξεων ήταν η εγκατάσταση συσκευών ραντάρ σε πολεμικά πλοία, όχι μόνο για την εύρεση στόχων, αλλά πλέον και για την διευκόλυνση του χειριστή στην ορθή και άμεση επίλυση του συστήματος – προβλήματος βολής εναντίον εχθρικού στόχου. Λίγο πριν από το τέλος του πολέμου, σχεδόν η πλειονότητα των πολεμικών πλοίων κρούσεως και τα υποβρύχια των συμμάχων, είχαν εξοπλιστεί με συσκευές ραντάρ οι οποίες πλην της κύριας χρήσης τους στις συμπλοκές με τον εχθρό, απλούστευσαν τα προβλήματα της ναυσιπλοΐας, καθόσον για πρώτη φορά αποκτήθηκε η δυνατότητα εντοπισμού υπό συνθήκες μηδενικής (λόγω

φωτιστικών στοιχείων) ορατότητας, ομίχλης και δυσμενών καιρικών συνθηκών, προβλήματα που δυσκόλευαν μέχρι τότε τον υπεύθυνο για την ασφάλεια της ναυσιπλοίας.

Το 1960 ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (International Maritime Organization (IMO)) εξέδωσε διάταξη υπό μορφή σύστασης, για εγκατάσταση radars στα εμπορικά πλοία ενώ έως τα μέσα της δεκαετίας του 80' (1974) η εγκατάσταση συσκευής έγινε υποχρεωτική για εμπορικά πλοία ορισμένης χωρητικότητας και τύπου. Στο μέλλον επεκτάθηκε η υποχρεωτικότητα εγκαταστάσεως συσκευής ραντάρ σε ακόμα μικρότερης χωρητικότητας πλοία, αλλά και η εγκατάσταση δύο (2) συσκευών ραντάρ σε μεγαλύτερης χωρητικότητας πλοία.

Η τεχνολογική ανάπτυξη, με ραγδαίου ρυθμού άλματα, προσέφερε από τις αρχές της δεκαετίας του 70', την δυνατότητα αυτόματης παρακολούθησης στόχων κατά την ανίχνευση (track while scan (TWS)), η οποία επέτρεψε στα συστήματα μάχης των πολεμικών πλοίων, την επίλυση προβλήματος διευθύνσεως βολής εναντίον στόχων επιφανείας με ραντάρ έρευνας. Η τεχνολογία αυτή, υιοθετήθηκε από τις αρχές της δεκαετίας του 80' και στα ναυτιλιακά ραντάρ με σύστημα αυτόματου παρακολουθήσεως στόχων (Automatic Radar Plotting Aids (ARPA)) κυρίως για αποφυγή συγκρούσεων. Το 1983 ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO), όρισε ένα πλαίσιο, σύμφωνα με το οποίο εμπορικά πλοία, αναλόγως του μεγέθους (άνω των 10.000 κοχ), υποχρεώθηκαν να εξοπλιστούν με συσκευές Radar - ARPA, έως την 1^η Σεπτεμβρίου 1988.

Ωστόσο καθόσον ως αναφέρθηκε η τεχνολογική ανάπτυξη στον κλάδο των ηλεκτρονικών είναι ραγδαία, πλέον οι συσκευές αυτές μπορούν να προσφέρουν πληθώρα πληροφοριών που σε περίπτωση άγνοιας ή ακόμα χειρότερα ημιμάθειας της χρήσης της συσκευής από τον χειριστή δύναται να προκαλέσουν ανασφάλεια και λάθος εκτίμηση σε μια δυσμενή και πιεσμένη κατάσταση με αποτέλεσμα κάποιο ναυτιλιακό ατύχημα.

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία ραντάρ ανάλογα με τις λειτουργίες που επιθυμεί ο χρήστης με αποτέλεσμα να υπάρχει και πληθώρα σχεδιαστικών παραμέτρων. Μερικά αυτά είναι τα ραντάρ διευθύνσεως βολής, ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας, προσέγγισης αεροδρομίων, κατεύθυνσης βλημάτων, χαρτογράφηση - αεροφωτογράφησης, εδαφικής διεϊσδυσης, μετεωρολογίας, μέτρησης ταχύτητας,

ραδιουφόμετρου, επιτήρησης – παρακολούθησης δορυφόρων – πλανητών – κομητών και φυσικά τα ραντάρ ναυτιλίας για τα οποία θ διενεργείται η παρούσα διπλωματική εργασία.

2. Ανάπτυξη του ναυτιλιακού ραντάρ στο πέρασμα του χρόνου

Το RADAR αποτελεί ένα ηλεκτρονικό σύστημα διάδοσης ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων για των εντοπισμό και την παρακολούθησ κινητών και μη στόχων σε αποστάσεις και συνθήκες υπο τις οποίες θα ήταν αδύνατον να εντοπιστούν, να αναγνωριστούν και θα επιλυθούν ως προς τον τρόπο κίνησήςτους αποτον άνθρωπο. Η ανακάλυψη της συσκευής του ραντάρ δεν είναι εύκολο και δεν θα ήταν σωστό να προσδιοριστεί συγκεκριμένα σε κάποιο πρόσωπο ή ερευνητική ομάδα, καθόσον πρωτοπόροι επιστήμονες σε ολόκληρο τον κόσμο συνέδραμαν και συνεχίζουν ακόμη και σήμερα να συνδράμουν στην ανάπτυξη αυ΄της της πολύπλοκης, ως προς τις πληροφορίες που δύναται να διαθέσει στον χρήστη, συσκευής .

Η ανάκλαση καθώς και η σκέδαση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (445 MHz), επί ηλεκτρικά αγωγιμων σωμάτων πιστοποιήθηκε πειραματικά από τον Γερμανό φυσικό Heinrich Rudolf Hertz το 1886-1888. Παρεμφερείς εργασίες διεξήγαγε το 1897 και επιστήμονας εκ Ρωσίας Αλέξανδρος Στεφανόφιτς Ποπόφ.

Το 1903-1904 κατασκευάστηκε από το Γερμανό μηχανικό C.Hülsmeier το πρώτο πειραματικό σύστημα για την αποφυγή συγκρούσεων στη θάλασσα (Telemobiloskop) με τη πιστοποίηση της λήψης παλμών ραδιοκυμάτων ανακλώμενων σε στόχους σε απόσταση ενός χιλιομέτρου. Ωστόσο η εποχή δεν φάνηκε αντάξια των προσδοκιών με αποτέλεσμα η πλειονότητα της επιστημονικής κοινότητας να δείξει ελάχιστο αν όχι κανένα ενδιαφέρον και η εφεύρεσή του να ξεχαστεί.

Τριάντα (30) χρόνια αργότερα περίπου τα δεδομένα είχαν ήδη αλλάξει με αποτέλεσμα το πείραμα των Sir Robert Watson-Watt και το βοηθού του Arnold Wilkins στις 26 Φεβρουαρίου 1935, κοντά στο χωριό Ντάβεντρυ της κεντρικής Αγγλίας να μείνει στην ιστορία. Το πείραμα αυτό, είχε σχέση με τη χρήση των

ραδιοφωνικών ηλεκτρομαγνητικών παλμών με σκοπό τον άμεσο εντοπισμό εχθρικών αεροσκαφών, σε απόσταση πολλαπλάσια της οπτικής επαφής. Για το σκοπό αυτό, ένας ισχυρός πομπός βραχέων κυμάτων του BBC (συχνότητας λειτουργίας 6 MHz και ισχύος 10 kW) χρησιμοποιήθηκε τοποετημένος έτσι ώστε ο λοβός να είναι σταθερός δημιουργώντας μια κλίσης της τάξεως των 10° και ένας γωνιακό εύρος της τάξεως των 30° στο οποίο ένα βομβαρδιστικό αεροσκάφος θα εκτελούσε επαναλαμβανόμενες διελεύσεις σε ύψος 6000 ποδών. Ο δέκτης λήψης χρησιμοποιούσε ένα οριζόντιο δίπολο συνδεδεμένο με μία καθοδική λυχνία (A-score) σε ρόλο ενδείκτη απεικόνισης. Το αποτέλεσμα των ανωτέρω μετρήσεων ήταν το εκπληκτικό νούμερο των 19 ναυτικών μιλίων απόστασης εντοπισμού όταν υπο συνήθες συνθήκες ένα εναέριο μέσο ίδιας τάξης μεγέθους σε παρόμοιο ύψος δεν θα μπορούσε να ανιχθευθεί από το ανθρώπινο μάτι σε απόσταση μεγαλύτερη των 4.5 ναυτικών μιλίων υπο ιδανικές συνθήκες περιβάλλοντος.

Το πρώτο παλμικό ραντάρ έρευνας αέρος ολοκληρώθηκε και πέρασε στην παραγωγή το 1935 ενώ κατά το πρώτο τετράμηνο του 1936 η ίδια ομάδα επιστημονων είχε προχωρήσει στην εγκατάσταση του πρώτου σταθμού παράκτιας παρακολούθησης στόχων με τη χρήση παράκτιων ραντάρ.

Αποτέλεσμα της ανωτέρω τεχνολογικής εξέλιξης ήτν η δυνατότητα των Βρετανών να αυξήσουν την επιχειρησιακή τους ετοιμότητα – ικανότητα με την εγκατάσταση πολλών παράκτιων σταθμών κατά το μήκος των ακτών της Μάγχης τα οποία ήλεγχαν τονορίζοντα σε αποστάσεις έως και 100 ναυτικά μίλια το 1939. Δημιούργησαν έτσι ένα σύστημα έγκαιρης πρειδοποίησης.

Πρότυπες συσκευές ραντάρ (RDF) σε πιο συμπαγή μορφή από τις παράκτιες είχαν εγκατασταθεί ακόμη και σε πλοία, όπως το θωρηκτό Rodney και το καταδρομικό Sheffield (1938).

Χώρες όπως η Ιταλία, η Ιαπωνία καθώς και η Σοβιετική Ένωση εργάζονταν ανεξάρτητα στην ανάπτυξη του δικού τους συστήματος ραντάρ χωρίς ωστόσο αξιοσημείωτα αποτελέσματα τα οποία ήρθαν περι τα 4 χρόνια αργότερα.

Η κατασκευή ακριβέστερων ραντάρ υψηλότερων συχνοτήτων επετεύχθει με την ανάπτυξη της πρώτης μικροκυματικής λυχνίας (multi-cavity magnetron) το 1940 από τους Βρετανούς φυσικούς J. Randall και H. Boot.

Σημείο σταθμός στην ανάπτυξη του ραντάρ ήταν η 27^η Ιουνίου 1940, όταν ξεκίνησε η κοινή αγγλοαμερικανική ανάπτυξη του μικροκυματικού ραντάρ (υπό το

πνεύμα συνεργασία δυο αξιομνημόνευτων πανεπιστημίων, του Birmingham και του MIT). Οι Αμερικανοί, χάρη στις ανεκτίμητες και μη ανταγωνίσιμες στο πεδίο της τεχνολογίας κατασκευαστικές τους δυνατότητες ανέπτυξαν το μικροκυματικό ραντάρ με ενδείκτη PPI (αποστάσεις εντοπισμού αεροσκαφών στα 30 - 40 ναυτικά μίλια), όπως και το ραντάρ εγκλωβισμού και διεύθυνσης πυρών πυροβολικού με παραβολικό ανακλαστήρα.

Το 1958, τα τρισδιάστατα συστήματα ραντάρ ερεύνης στόχων αέρος επινοούνται στις ΗΠΑ ενώ το 1960, κατασκευάζετε το πρώτο αμερικάνικο ραντάρ συμπίεσης παλμών (pulsecompression), το οποίο αποτέλεσε και το εναέριο σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης αεροπορικής απειλής των ΗΠΑ.

Λόγω της ιδιαίτερης ανάπτυξης της τεχνολογίας των ραντάρ από τις στρατιωτικές βιομηχανίες, δημιουργήθηκε η ανάγκη ανάπτυξης ενός νέου είδους πολέμου, αυτό του Ηλεκτρονικού πολέμου του οποίου αντικειμενικός σκοπός είναι η αντιμετώπιση και η καταστροφή του συστήματος διοίκησης και ελέγχου του αντιπάλου, είτε αυτός είναι εχθρός σε επίπεδο στρατιωτικό, είτε σε εμπορικό (πόλεμος επιχειρήσεων).

3. Δομή - Αρχή λειτουργίας του ναυτιλιακού ραντάρ

Το ραντάρ δεν είναι τίποτα παραπάνω από μια συσκευή διάδωσης ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων βασισμένη στην μέτρηση του χρόνου που διανύει το κύμα από τη στιγμή που θα εκπεμφεί από τον πομπό μέχρι να επιστρέψει στο δέκτη. Για να επιτευχθεί το σωστό αποτέλεσμα και στην τελική φάση ο χειριστής να ικανοποιήσει τον σκοπό χρήσης της συσκευής, θα πρέπει να εκτελεστεί μια πολύπλοκη διαδικασία στην οποία θα συνεργαστούς αρκετά συστήματα μέχρι το τελικό αποτέλεσμα. Τα συστήματα αυτά είναι: ο πομπός, ο οποίος προκαλώντας ηλεκτρικές ταλαντώσεις κατά παλμούς παράγει ηλεκτρομαγνητικά κύματα σε πολύ μικρά χρονικά διαστήματα στην περιοχή των μικροκυμάτων τα οποία δύναται να εστιαστούν σε δέσμη, το εύρος της οποίας μπορεί να ρυθμιστεί

από τον χρήστη, κάτι στο οποίο θα αναφερθούμε παρακάτω. Αυτά τα μικροκύματα μέσω κυματοδηγού διοχετεύονται στην κεραία, που με τη σειρά της αφού τα εστιάσει, τα ακτινοβολεί στο χώρο με τη μορφή δέσμης και προς την διόπτρευση που βρίσκεται την δεδομένη χρονική στιγμή. Αποτέλεσμα της ανωτέρω πράξης είναι η συνεχής εκπομπή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε όλο τον ορίζοντα κατά τη διάρκεια μιας πλήρους περιστροφής της κραίας γύρω από τον άξονά της.

Η κεραία περιστρέφεται αδιαλλείπτως κατά τη χρήση της συσκευής υπο σταθερή ταχύτητα με αποτέλεσμα την συνεχή σάρωση του ορίζοντα. Ένα ποσό της ενέργειας που εκπέμπεται σε περίπτωση ύπαρξης στόχου επιστρέφει στην κέραία πολύ εξασθενημένο (ονομαζόμενο κα ηχώ), το οποίο με τη χρήση του κυματοδηγού αυτή τη φορά οδηγείται στο δέκτη προς ανάλυση. Κατά τη διαδικασία της ανάλυσης ο δέκτης αφού λαμβάνει το εξασθενημένο σήμα εκτελεί διαδικασία ενίσχυσης του και το μετατρέπει σε οπτικό σήμα έτσι ώστε να μπορεί να διεγερθεί και να το επεξεργαστεί ο ενδείκτης.

Ο ενδείκτης αποτελεί ένα μέρος του συστήματος του ναυτιλιακού ραντάρ, το οποίο εκτελεί ίσως τις πιο σημαντικές διεργασίες ώστε η μετατροπή των σημάτων να γίνει εύκολα διακριτή και ευανάγνωστη από τον χειριστή της συσκευής. Συνδέεται και με τν πομπό και με τον δέκτη και με την κεραία αλλά ακόμη και με την γυροπυξίδα του πλοίου εκτελώντας τις ακόλουθες διεργασίες: με την σύνδεση του με τον πομπό πληροφορείται για την ακριβή χρονική στιγμή εκπομπής του ηλεκτρομαγνητικού παλμού. Γνωρίζοντας λοιπόν τον χρόνο εκπομπής, με τη σύνδεση του στον δέκτη πληροφορείται παράλληλα για τον χρόνο επιστροφής του ηλεκτρομαγνητικού παλμού. Χρησιμοποιώντας λοιπόν την αρχή της ευθύγραμμης και ισοταχούς κίνησης των των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στο χώρο, υπολογίζει την απόσταση του ανακλώμενου σώματος. Επιπλέον λόγω τα δυνατότητας διασύνδεσής του με τη κεραία, δύναται να εκτελέσει υπολογισμό της σχετικής διόπτρευσης του στόχου από την πλώρη του πλοίου καθόσον πληροφορείται της γωνίας της κεραίας κατά την εκπομπή του παλμού σε σχέση με αυτή. Τέλος χάρη στη σύνδεση του με τη γυροπυξίδα του πλοίου η οποία προσδιορίζει το αληθές Βορρά, μπορεί να εξασφαλίσει την αληθή διόπτρευση του στόχου.

Για την ολοκλήρωση ενός πλήρους κύκλου από την στιγμή της έναρξης εκπομπής του ηλεκτρομαγνητικού παλμού έως τον υπολογισμό της απόστασης και της διόπτρευσης του ανακλώμενου αντικειμένου χρειάζεται η αξιοποίηση ενός

διακόπτη εκπομπής – λήψης ελλείψη του οποίου θα μπορούσε να εκτεεστεί μόνο ένας κύκλος λόγω καταστροφής των πομποδεκτών μετά πέρατος αυτού. Η λειτουργία του διακόπτη αυτού είναι να μεταγάγει την κεραία στον πομπό κατά την εκπομπή του ηλεκτρομαγνητικού παλμού και στο δέκτη κατά τη λήψη αυτού. Ουσιαστικά προστατεύει τα κυκλώματα εισόδου του δέκτη μη παρέχοντάς του τα υψηλής ισχύος ηλεκτρομαγνητικά κύματα του πομπού κατά τη λειτουργία του. Αντίστοιχα κατά τη διάρκεια λήψης του εξασθενημένου ηλεκτρομαγνητικού παλμου (ηχώ) ο διακόπτης αποσυνδέει τον πομπό από την κεραία προκειμένου τα υψηλής ισχύος ηλεκτρομαγνητικά κύματα να μην επικαλύψουν την εξασθενημένη ηχώ.

Τέλος για την ολοκλήρωση και την τροφοδότηση του χρήστη με την ορθή πληροφορία η χρήση του ενδείκτη PPI είναι καθοριστική καθώς περιέχει τη γεννήτρια βάσεως χρόνου,

η οποία κατά τη χρονική στιγμή που πληροφορείται για την εκπομπή του παλμού από τον πομπό του ραντάρ, ενεργοποιεί και εκτρέπει την κηλίδα της καθοδικής λυχνίας από το κέντρο της οθόνης προς την περιφέρεια της. Μια πλήρη περιστροφή της κεραίας δημιουργεί εικόνα ενός κύκλου δηλαδή ολοκληρώνει μια πλήρη σάρωση.

Μετά την ολοκλήρωση μιας πλήρους σάρωσης, η κηλίδα επανέρχεται στο κέντρο της οθόνης. Η διάρκεια ρυθμίζεται έτσι, ώστε κάθε φορά να αντιστοιχεί στο χρόνο που απαιτείται για να διανύσει το ηλεκτρομαγνητικό κύμα του παλμού κάποια ορισμένη απόσταση.

Επιπλέον ο ενδείκτης PPI παρέχει στην οθόνη εκτός από την πληροφορία της απόστασης του στόχου (η οποία μπορεί να τροποποιηθεί ως προς την κλίμακα με τη χρήση κατάλληλου διακόπτη (range)) και αυτή της διόπτρευσης του στόχου, κάτι που επιτυγχάνεται μέσω του συστήματος σύγχρονης μετάδοσης μεταξύ πηγίου εκτροπής καθοδικής λυχνίας – κεραίας.

4. Διεθνείς Οργανισμοί και Συμβάσεις που αφορούν την ασφάλεια ναυσιπλοΐας ως προς τα πρότυπα των ναυτιλιακών βοηθημάτων επί των πλοίων

Ως προς τη διασφάλιση των ελάχιστων προδιαγραφών που απαιτούνται για την ασφαλή τήρηση φυλακής γεφύρας εν πλώ ο IMO έχει καθορίσει μέσω της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής (IEC – International Electrotechnical Commission) τα ελάχιστα πρότυπα ασφαλείας, ως αυτά προκύπτουν από τις ελάχιστες προδιαγραφές των ηλεκτρονικών συστημάτων και στα οποία θα αναφερθούμε παρακάτω.

Πριν αναφερθούμε ωστόσο στις προδιαγραφές αυτές καθ' αυτές αξίζει να σημειωθεί ότι η Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή δεν είναι κάποιος αυτόνομος φορέας αλλά υποπυρήνας του Διεθνή Ναυτιλιακού Οργανισμού. Έχει παγκόσμια θεσμική αναγνώριση και αντικείμενο την προώθηση της διεθνούς συνεργασίας σε όλα τα θέματα που αφορούν την τυποποίηση στον ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό τομέα. Απόρροια των συνεδριάσεων της επιτροπής είναι η θέσπιση προτύπων στον ηλεκτρικό-ηλεκτρονικό τομέα με τα οποία θα πρέπει να συμμορφώνονται οι χρήστες.

Ένα από αυτά τα πρότυπα είναι και αυτό που αφορά τις προδιαγραφές των ραδιοναυτιλιακών συστημάτων ή επίσημα όπως ονομάζεται, International Standard IEC 62388: Maritime Navigation and Radiocommunication Equipment and Systems το οποίο είναι διεθνές πρότυπο, η τρίτη διόρθωση για ναυτιλιακά ραντάρ, με την οποία αντικαθιστάται και παύει να ισχύει η έκδοση που είχε δημοσιευθεί το 2007. Σκοπός του συγκεκριμένου προτύπου είναι η θέσπιση των ελάχιστων προδιαγραφών για τα ραδιοναυτιλιακά βοηθήματα ως αυτά έχουν οριστεί από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό με το ψήφισμα MSC.192 (79).

Σύμφωνα λοιπόν με το διεθνές πρότυπο το ναυτιλιακό ραντάρ πρέπει να υπακούει στις παρακάτω προδιαγραφές:

α) κατά την ακτοπλοΐα καθώς και κατά τη διάρκειά προσεγγίσεως σε λιμένες θα πρέπει να δίνονται σαφείς και ακριβείς μετρήσεις της περιοχής και άλλων επικίνδυνων σημειωμένων σημείων,

β) θα πρέπει να είναι εφικτό να δίνονται ανακοινώσεις κινδύνου συγκρούσεως με άλλο πλοίο σε λειτουργία "ship - to - ship"

γ) πρέπει να είναι εφικτή η ανίχνευση μικρών επιπλέοντων στόχων καθώς και προκαθορισμένων σημείων κινδύνου ναυσιπλοΐας για την ασφάλεια του πλοίου και του προσωπικού το οποίο επιβαίνει σε αυτό.

Το πρότυπο επιπλέον καλύπτει τον έλεγχο του SOLAS εξοπλισμού του πλοίου, δοκιμάζετε και ελέγχει κάθε φορά με κριτήρια αναλόγως του τύπου πλοίου το

οποίο δοκιμάζεται.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι απαιτήσεις επιδόσεων για τις κατηγορίες πλοίων με SOLAS V.

	Category of ship/craft		
	CAT 3	CAT 2	CAT 1
Size of ship/craft	<500 gt	500 gt to <10 000 gt and HSC<10 000 gt	All ships/craft ≥10 000 gt
Minimum operational display area diameter	180 mm	250 mm	320 mm
Auto acquisition of targets	-	-	Yes
Minimum <u>acquired</u> radar target capacity	20	30	40
Minimum <u>activated</u> AIS target capacity	20	30	40
Minimum <u>sleeping</u> AIS target capacity	100	150	200
Minimum total AIS target and reports Capacity	120	180	240
Trial manoeuvre	-	-	Yes

Ο κατασκευαστής ωστόσο για να δημιουργήσει μία κονσόλα θα πρέπει όπως αναφέραμε παραπάνω να "υπακούει" σε ορισμένες απαιτήσεις οι οποίες προβλέπονται από διεθνή κανονισμό.

Ορισμένες απο αυτές είναι οι ακόλουθες:

α) ως προς την ταχύτητα ο εξοπλισμός θα πρέπει να εγκριθεί ως κατάλληλος για κανονικές συνθήκες σκαφών (εως 30 κόμβους ταχύτητα) ή υψηλές (πάνω απο 30) και σχετικές ταχύτητες σκάφους - στόχου - ανέμου από 100 έως 140 κόμβους.

β) οι συχνότητες θα πρέπει να βρίσκονται στην x-band ή στην s-band και θα πρέπει να οριστούν τα ανώτατα και κατώτατα όρια συχνοτήτων.

γ) οποιαδήποτε νέα τροποποίηση λειτουργίας της κονσόλας ή νέα τεχνολογία θα πρέπει να δηλώνονται καθώς θα πρέπει να εξεταστούν με μία

σειρά δοκίμων προκειμένου να αποκτήσουν έγκριση ώστε να χρησιμοποιηθούν.

δ) είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν όλες οι κεραίες οι οποίες είναι διαθέσιμες για χρήση με το ραντάρ και συγκεκριμένα η μικρότερη και μεγαλύτερη εξ αυτών προκειμένου να πραγματοποιηθεί και μία περιβαλλοντική δοκιμή.

ε) επιπλέον θα χρειαστεί να δηλωθούν όλες οι μονάδες οι οποίες δύνανται να εκτίθεται στον καιρό αλλά και οι μονάδες οι οποίες προκειμένου να λειτουργήσουν σωστά θα πρέπει να είναι προστατευμένες από τις καιρικές συνθήκες.

στ) κατά τη διάρκεια της δοκιμής ο πομποδέκτης θα πρέπει να συνδέεται με την κεραία με καλώδιο τροφοδοσίας τουλάχιστον 20 μέτρων, ενώ η οθόνη ενδείξεων θα πρέπει να συνδέεται με όλες τις υπόλοιπες μονάδες με καλώδιο 65 μέτρων. Όπου κρίνει ο κατασκευαστής είναι δυνατόν και δεκτό να προτείνει μεγαλύτερες διαστάσεις καλωδίων προκειμένου να επιτευχθεί καλύτερος διαχωρισμός των μονάδων.

ζ) η τάση της τροφοδοσίας που εφαρμόζεται στον εξοπλισμό κατά την διάρκεια των δοκίμων θα είναι η ονομαστική τάση και οι προμήθειες των εναλλασσόμενων ρευμάτων θα είναι στην ονομαστική ισχύ

η) τέλος η περιβαλλοντική δοκιμή που αναφέρθηκε παραπάνω όπως και οι μετρήσεις ραδιοσυχνοτήτων θα πρέπει να γίνουν σε συγκεκριμένο χώρο ο οποίος θα καθορίζεται από τις αρχές και εξειδικευμένο προσωπικό πάνω στα ραντάρ.

Για την αποδοχή λοιπόν των ναυτιλιακών ραντάρ όπως είπαμε θα πρέπει να εκτελεστούν κάποιες δοκιμές.

Οι δοκιμές αυτές αφορούν την απόδοση του ραντάρ και γίνονται με διάφορους τρόπους όπως: over the sea δοκιμές, μετρήσεις φάσματος, επεξεργασίας σημάτων, συχνότητας κ.α.

Σε μία over the sea δοκιμή η οποία θα πραγματοποιηθεί είτε από την ξηρά είτε από τη θάλασσα το ύψος των κεραιών ορίζεται στα 15 μέτρα. Ο κατασκευαστής, εκτός αν αλλιώς συμφωνηθεί θα πρέπει να προγραμματίσει τη συσκευή του να λειτουργήσει κανονικά χωρίς προβλήματα πριν από τη δοκιμή.

Η αξία του ραντάρ ως δευτερεύουσα πηγή θέσης είναι υπολογισμένη με βάση την ανεξαρτησία του από το GNSS επομένως στις συγκεκριμένες δοκιμές εάν υπάρχει ενσωματωμένος δέκτης GNSS θα πρέπει να τεθεί εκτός λειτουργίας στη δοκιμή ώστε να παρέχει ασφαλή και σαφή αποτελέσματα.

Επιπλέον η απόδοση του ραντάρ θα δοκιμαστεί και με επιπλέον τρόπους όπου θα γίνει μέτρηση του φάσματος συχνότητας μετάδοσης και την εξοικείωση των λειτουργιών ελέγχου και επεξεργασίας σημάτων που ακολουθείται από τις ελάχιστες μετρήσεις αποστάσεως (εμβέλεια), την διακριβωτική ικανότητα του ραντάρ καθώς και την ευκρίνεια του.

Η Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή με το τελευταίο της πρότυπο δεν καθορίζει μόνο την απόδοση του ραντάρ συχνότητα μετάδοσης πολλά ακόμα στα οποία θα να βρεθούμε αργότερα.

Σύμφωνα λοιπόν με το πρότυπο της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής θα δύναται να λειτουργήσει σε δύο μπάντες συχνοτήτων όπως είπαμε και παραπάνω την X-band και την S-band. Η X-band (9,2 - 9,5 GHz) τα χρησιμοποιείται για υψηλή ευκρίνεια και μεγάλη ευαισθησία στις μεταβολές του στόχου ενώ η S-band (2,9 - 3,1 GHz) θα χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις ομίχλης, βροχής και κυματισμού ώστε να αντισταθμίζει τους παράγοντες που μπορεί να επιφέρουν παρεμβολές στο σήμα και παρά τις παρεμβολές των καιρικών φαινομένων να είναι δυνατόν να εντοπίζονται οι στόχοι ενδιαφέροντος.

Η τελική έγκριση για ένα ναυτιλιακό ραντάρ θα έρθει μετά από δοκιμές θα γίνουν στο περιβάλλον όπου θα επιχειρεί η μονάδα που θα φέρει το εκάστοτε ναυτιλιακό βοήθημα. Πιο συγκεκριμένα οι δοκιμές θα πρέπει να πραγματοποιηθούν σε κατάσταση θαλάσσης από δύο έως πέντε με τις περισσότερες να γίνονται κατά βάση σε κατάσταση θαλάσσης 3.

Το ύψος της κεραίας θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 15 μέτρα πάνω από το ύψος της θάλασσας ενώ ο στόχος πρέπει το ραντάρ να εντοπίσει να έχει ύψος τουλάχιστον 3,5 μέτρα. Οι στόχοι θα πρέπει να είναι σε αποστάσεις 0,4nm για την S - band και 0,7nm για την X - band από το πλοίο ενώ συνολικά θα χρησιμοποιηθούν τρεις στόχοι με Omni-azimuth ανακλαστήρες Luneburg, με κοινά χαρακτηριστικά και οι radar- cross-section (ανακλαστική επιφάνεια των στόχων) θα είναι 0,1m², 0,5m² και 1m² για την S-band, ενώ οι στόχοι με radar-cross-section της τάξης του 1m², 5m² και 10m² για την X- band.

Οι παρακάτω πίνακες μας δείχνουν τα επιθυμητά αποτελέσματα για pass or fail δοκιμές με τις παρμέτρους που προαναφέρθηκαν:

X-band pass/fail assessment criteria

X-band test target RCS:	Target visibility in Douglas sea states			
	SS 1 to 2	SS 2 to 3	SS 3 to 4	SS 4 to 5
1 m ²	V-M	M-NV		
5 m ²	V	V-M	M-NV	
10 m ²	V	V	V	V-M
NOTE Test target range is nominally positioned at 0,7 NM.				

S-band pass/fail assessment criteria

S-band test target RCS:	Target visibility in Douglas sea states			
	SS 1 to 2	SS 2 to 3	SS 3 to 4	SS 4 to 5
0,1 m ²	V	V-M	M-NV	
0,5 m ²	V	V	V-M	M-NV
1,0 m ²	V	V	V	V-M
NOTE Test target range is nominally positioned at 0,4 NM.				

Pass/fail assessment

	Abbreviation	Interpretation
	SS	Sea state
	V	Target visible for at least 80 %
	M	Target visible for at least 50 %
	NV	Target visible for less than 50 %
	NOTE Results are derived by averaging the Pd for all observations in each condition.	
	NOTE Detailed numerical data supporting the defined test criteria is shown in Annex D.	
	NOTE Full detection performance predictions are tabulated in Annex D.	

5. Βασικές λειτουργίες του ναυτιλιακού ραντάρ που

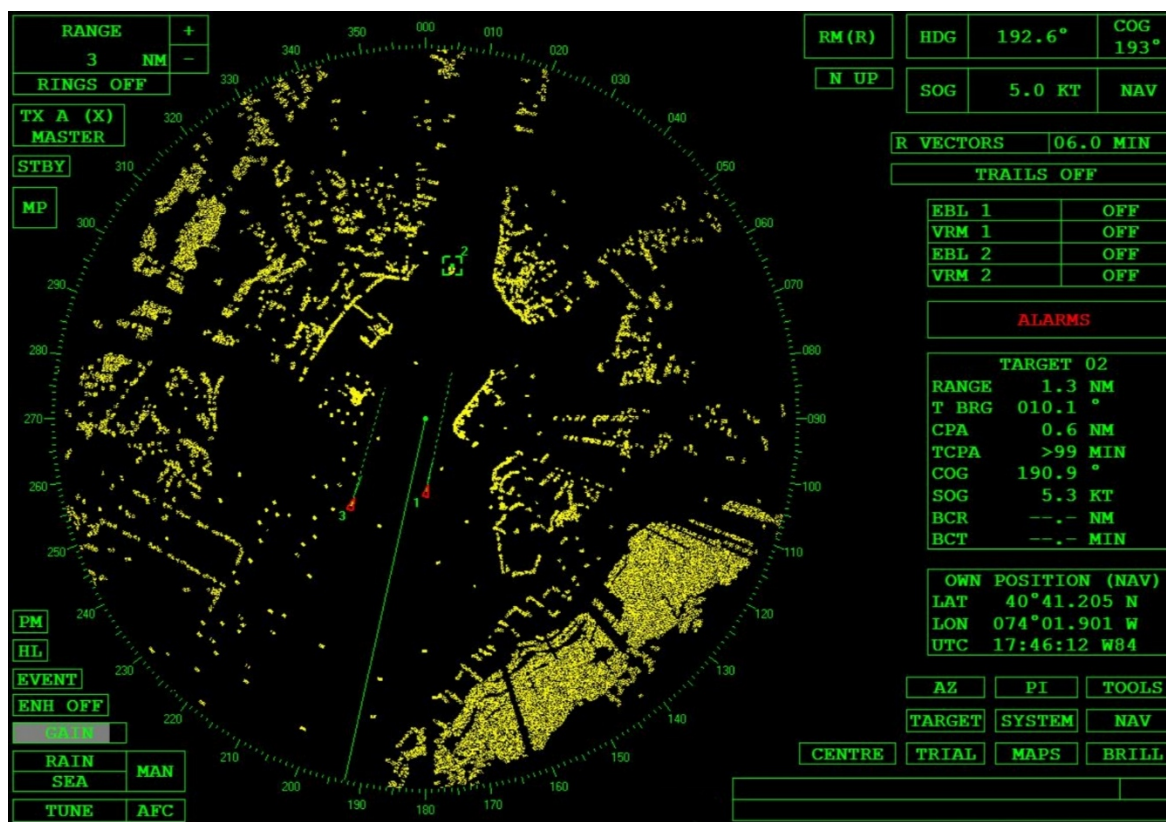
άπτονται των ελάχιστων προδιαγραφών προς αποδοχή του εν λόγω συστήματος στον κλάδο της ναυτιλίας

Το ναυτιλιακό ραντάρ είναι ένα πολυδιάστατο μηχανήμα. Λέγοντας πολυδιάστατο εννοούμε ότι είναι ένα εργαλείο στο οποίο δύναται να φορτώνονται επιφάνειες (layers) η μια πάνω απο την άλλη τόσες, ώστε να δώσουν το επιθυμητό για το χρήστη αποτέλεσμα.

Με την πάροδο των χρόνων το ναυτιλιακό ραντάρ έχει εξελιχθεί όπως εξελίσσεται και η τεχνολογία.

Ο ρυθμός της εξέλιξης του Radar ακολουθεί μία εκθετική άνοδο. Χαρακτηριστικό είναι οτι θα δούμε πως τα βασικά χαρακτηριστικά για ένα ναυτιλιακό ραντάρ είναι πλέον ελάχιστα σε σχέση με αυτά που μπορεί στις μέρες μας να μας προσφέρει η κονσόλα. Πλέον επί του ναυτιλιακού ραντάρ μπορούμε να σχεδιάσουμε δρομολόγια, να χαράξουμε πορείες, να οριοθετήσουμε κινδύνους, να εμφανίσουμε χάρτες, να σκιαγραφήσουμε περιοχές ενδιαφέροντος ακόμα και να εντοπίσουμε στόχους σε αποστάσεις πέραν του ορίζοντα, εμφανίζοντας ακόμα και τα στοιχεία τους χωρίς να έχουν γίνει στοχοποίηση. Ωστόσο αυτά δεν χαρτογραφούν τα βασικά χαρακτηριστικά ενός ναυτιλιακού ραντάρ αλλά τις επιπλέον λειτουργίες για τη διευκόλυνση του χρήστη.

Ξεκινώντας παρακάτω παραθέτω μια εικόνα ενός ναυτιλιακού ραντάρ χρονολογίας του 2005 στο οποίο φαίνονται οι βασικές ικανότητες ενός ναυτιλιακού ραντάρ (και οι οποίες είναι οι απαιτητές απο τον Διεθνή Οργανισμό) τις οποίες θα εξηγήσουμε αναλυτικά, ενώ στο τέλος της εργασίας θα σας παρατείθεται μια εικόνα ενός σύγχρονου ναυτιλιακού ραντάρ χρονολογίας 2022 τοποθετημένο σε πολεμικό πλοίο.



Ξεκινώντας από πάνω αριστερά θα παρατηρήσουμε την ένδειξη range. Η συγκεκριμένη ένδειξη μας δείχνει την εμβέλεια που παρουσιάζεται στην οθόνη της απεικόνισης του ραντάρ και δύναται να κυμανθεί από 0,25 ναυτικά μίλια 96 ναυτικά μίλια. Ωστόσο όσο μεγαλύτερη η εμβέλεια που θέλουμε να έχουμε για απεικόνιση τόσο μικρότερη θα είναι η διακριβωτική ικανότητα του ραντάρ μας.

Συνεχίζοντας βλέπουμε την ένδειξη rings off με την οποία εμφανίζονται ομόκεντροι κύκλοι με κέντρο την μονάδα μας και επιλογή από 2 έως 5 ναυτικά μίλια ο κάθε κύκλος. Η παρούσα ένδειξη μας διευκολύνει ώστε να έχουμε μία άμεση εκτίμηση της απόστασης των στόχων χωρίς να χρειαστεί να μετακινήσουμε τον κέρσορα πάνω σε αυτούς.

Η ένδειξη κάτω από το rings off εμφανίζει την λέξη Master ενώ θα μπορούσε να εμφανίσει τη λέξη Slave. Master εμφανίζεται όταν η κονσόλα είναι άμεσα συνδεδεμένη με το ραντάρ ενώ Slave εμφανίζεται όταν μία έτερη οθόνη η οποία δεν είναι συνδεδεμένη με το ραντάρ, λαμβάνει την κυρία εικόνα από το Master και απλά τη χρησιμοποιεί σαν οθόνη επανάληψης.

Ακριβώς από κάτω, το πεδίο εμφανίζει τη λέξη STBY (Stand by). Στο παρόν

πεδίο εμφανίζεται η αντίθετη κατάσταση απο την ήδη υπάρχουσα, στην οποία μπορεί να μεταπέσει το ναυτιλιακό ραντάρ. Stand by για να γίνει το ραντάρ standby απο την στιγμή που στην παρούσα κατάσταση εκπέμπει, ειδάλλως θα εμφάνιζε τη λέξη transmit προκειμένου να μεταπέσει απο Stand by κατάσταση σε κατάσταση εκπομπής-λήψης.

Το πεδίο κάτω από τη λέξη stand by εμφανίζει του παλμού το οποίο επιθυμούμε να εκπέμπουμε. Οι διαθέσιμες επιλογές είναι μεταξύ Short Pulse (SP), Medium Pulse (MP) και Long Pulse (LP). Αναλόγως τι επιθυμούμε να εμφανίζεται στην οθόνη μας επιλέγουμε το κατάλληλο παλμό. Πιο συγκεκριμένα με τη χρήση του SP επιτυγχάνουμε παλμό με πολύ μικρό μήκος κύματος, με αποτέλεσμα να έχουμε πολύ καλή διακριβωτική ικανότητα, αλλά πολύ μικρή εμβέλεια. Το συγκεκριμένο είδος παλμού είναι κατάλληλο για range εως 3 ναυτικά μίλια, κλειστούς θαλάσσιους διαδρόμους, συστήματα διαχωρισμού ναυτιλιακής κυκλοφορίας, εντός λιμένων και σε περιοχές με έντονη ναυτιλιακή κίνηση ιδιαίτερα μικρών στόχων με σκοπό τον έγκαιρο εντοπισμό αυτών και την εκτέλεση κατάλληλου χειρισμού σε περίπτωση που χρειαστεί, προς αποφυγή θαλάσσιου συμβάντος.

Το MP χρησιμοποιείται για range από 3 έως και 12 ναυτικά μίλια και είναι μία μεσαία κατάσταση μεταξύ short και long pulse κατά την οποία το επίπεδο της διακριβωτικής ικανότητας και της εμβέλειας εντοπισμού στόχων είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα. Το συγκεκριμένο εύρος παλμού δύναται να χρησιμοποιηθεί και σε μεγαλύτερες αποστάσεις, ωστόσο θα πρέπει να έχει γίνει η παραδοχή απο το χρήστη ότι σε αποστάσεις άνω των 16 ναυτικών μιλίων υπάρχει περίπτωση να μην εντοπιστεί κάποιος στόχος μικρού μεγέθους κάτι το οποίο μπορεί άμεσα να μην επηρεάζει την ασφάλεια της ναυσιπλοΐα, καθόσον όταν ο στόχος εισέλθει σε μικρότερες αποστάσεις κάτω των 12 ναυτικών μιλίων θα αναγνωριστεί έγκαιρα, επηρεάζει την ορθή και έγκαιρη αναγνώριση του συνόλου των ναυτιλιακών στόχων της περιοχής, τους οποίους θα πρέπει να έχει αναγνωρίσει ο ναυτιλλόμενος.

Το LP χρησιμοποιείται κυρίως για αποστάσεις άνω των 12 ναυτικών μιλίων, λόγω του μεγάλου μήκους κύματος δύναται να εντοπίσει στόχους σε πολύ μεγάλες αποστάσεις. Μοναδικό μειονέκτημα του συγκεκριμένου παλμού είναι η

διακριβωτική του ικανότητα όσον αφορά μικρούς στόχους, καθόσον εστιάζει περισσότερο στην απόσταση παρά στη διακρίβωση.

Το ιδανικό για γέφυρες μεγάλων και όχι μόνο πλοίων είναι η χρήση δύο ναυτιλιακών ραντάρ σε διαφορετικές εμβέλειες, με διαφορετικούς παλμούς προκειμένου να έχουν και τη διακρίβωση για αποστάσεις 6 έως 10 ναυτικά μίλια αλλά και την έγκαιρη αναγνώριση για αποστάσεις έως τουλάχιστον 24 ναυτικά μίλια.

Με την επιλογή ENH OFF/ON εκτελείται ενίσχυση του βίντεο των στόχων και των ακτών για πιο έντονη εμφάνισή τους μόνιτορ του ναυτιλιακού ραντάρ.

Η επιλογή Gain μας δίνει την δυνατότητα να ενισχύσουμε περισσότερο τις επιστροφές της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που είχε εκπεμφθεί προκειμένου ενισχύσουμε κάποιο βίντεο το οποίο δεν μας εμφανίζεται όπως εμείς θα θέλαμε. Η συγκεκριμένη επιλογή θα πρέπει να χειρίζεται με ορθό τρόπο καθόσον αύξηση σε μεγάλα επίπεδα μπορεί να εμφανίσει επιστροφές οι οποίες να αναγνωριστούν εσφαλμένα ως στόχοι με αποτέλεσμα τη σύγχυση του χειριστή.

Οι επιλογές rain και sea αφορούν τους λεγόμενους αντισταθμιστικούς παράγοντες βροχής και θαλάσσης. Όσο αυξάνεται το rain clutter φιλτράρονται και απορρίπτονται οι επιστροφές που μπορεί να έρχονται στο ραντάρ από την ύπαρξη χαμηλής νέφωσης ή ακόμη και έντονης βροχόπτωσης. Αντίστοιχα με το sea clutter φιλτράρονται και απορρίπτονται οι επιστροφές που μπορεί να έρχονται στο ραντάρ από την ύπαρξη κυματισμού. Το πιο ορθό αυτές οι επιλογές να λειτουργούν στο auto και όχι στο manual όπως φαίνεται στη συγκεκριμένη εικόνα, καθόσον το σύστημα μπορεί να αναγνωρίσει καλύτερα ψευδοστόχους ή ξευδοεπαφές.

Συνεχίζοντας στην δεξιά πλευρά της οθόνης παρατηρούμε πάνω αριστερά την ένδειξη RM(R). Η συγκεκριμένη ένδειξη μας αναφέρει την κίνηση της ξηράς ως προς το πλοίο, στη συγκεκριμένη περίπτωση relative motion και μέσα στην παρένθεση εμφανίζεται η κίνηση των στόχων ως προς την μονάδα μας, η οποία είναι και πάλι relative. Στη συγκεκριμένη περίπτωση λοιπόν το πλοίο μας φαίνεται να είναι ακίνητο όλα τα υπόλοιπα γύρω από αυτό να κινούνται. Οι δυνατές επιλογές είναι true motion, relative motion και true vectors (RM (T)) την οποία το πλοίο μας παραμένει στο κέντρο οθόνης κινούνται τα υπόλοιπα γύρω του, ενώ η

κίνηση των στόχων είναι αληθής και όχι σχετική ως προς την κίνηση του πλοίου και το relative motion με relative vectors που είναι η κατάσταση την οποία μόλις περιγράψαμε.

Κάτω από το είδος της κίνησης εμφανίζεται ο προσανατολισμός της οθόνης ο οποίος δύναται να είναι North up με προσανατολισμό τον βορρά, το οποίο φαίνεται και στην παρούσα εικόνα, Head up με προσανατολισμό την αναπώρηση του πλοίου και Course up για προσανατολισμό πορεία του πλοίου. Δίπλα από τον προσανατολισμό παρατηρούμε την ένδειξη HDG η οποία μας δείχνει την αναπώρηση του πλοίου, η ένδειξη COG η οποία σημαίνει Course over ground μας δείχνει την αληθή πορεία του πλοίου ως προς τον βυθό, η ένδειξη SOG η οποία σημαίνει speed over ground δείχνει την αληθή ταχύτητα του πλοίου ως προς τον βυθό, ενώ η ένδειξη δίπλα από την ταχύτητα παρουσιάζει το μέσο από το οποίο λαμβάνεται αυτή και δύναται να είναι το δρομόμετρο του πλοίου το οποίο μπορεί να επηρεάζεται από τα ρεύματα, είτε ο δορυφόρος όπως φαίνεται στην παρούσα δίνοντας μας το speed over ground.

Κάτω από την ταχύτητα υπάρχει η επιλογή αύξησης του διανύσματος των relative vectors προκειμένου να είναι εύκολα αντιληπτή ακόμα και οπτικά η πορεία και η ταχύτητα των στόχων, ενώ ακριβώς από κάτω η επιλογή εμφάνισης ή όχι των trails των στόχων τα οποία εμφανίζονται σαν μία ουρά πίσω από τους στόχους που παρουσιάζει την προηγούμενη κίνησή τους αναλόγως του χρόνου που έχουμε επιλέξει. Τα trails δύναται να είναι short, long ή permanent.

Οι επιλογές EBL και VRM μας δίνουν τη δυνατότητα με τους εμφάνιση μιας γραμμής με το EBL από το κέντρο του κύκλου δηλαδή τη μονάδα μας, η οποία γραμμή από δω και στο εξής διόπτει και το VRM ενός διακεκομμένου κύκλου με κέντρο τη μονάδα μας ο οποίος από δω και στο εξής θα ονομάζεται απόσταση. Οι συγκεκριμένες επιλογές προς διευκόλυνση του χρήστη για άμεσο εντοπισμό διοπτεισης και απόστασης ενός στόχου χωρίς την μετακίνηση του κέρσορα. Κάτω από τις επιλογές διόπτεισης και αποστάσεις εμφανίζεται το πεδίο alarms στο οποίο εμφανίζονται τα σφάλματα και οι ενδεχόμενοι κίνδυνοι που μπορεί να προκύψουν από την κίνηση των στόχων.

Κάτω από τα alarms εμφανίζονται τα στοιχεία των στόχων και πιο συγκεκριμένα με την ένδειξη Range η απόσταση του στόχου από τη μονάδα μας,

με την ένδειξη T BRG η διόπτευση του από τη μονάδα μας, με την ένδειξη CPA η οποία σημαίνει closest point of approach, εμφανίζεται η κοντινότερη απόσταση από την οποία θα περάσει ο στόχος από τη μονάδα μας, με την ένδειξη TCPA, η οποία σημαίνει time of closest point of approach εμφανίζεται ο χρόνος στον οποίον ο στόχος θα βρίσκεται στο κοντινότερο σημείο από την μονάδα μας, όπως αναφέραμε και προηγουμένως με την ένδειξη Course over ground εμφανίζεται η πορεία του στόχου, ενώ με την ένδειξη speed over ground εμφανίζεται η ταχύτητα του στόχου. Οι ενδείξεις BCR, δηλαδή bow cross range, και BCT, bow cross time, είναι οι ενδείξεις που θα μας δείξουν την απόσταση που θα περάσει ο στόχος από την πλώρη του πλοίου και τον χρόνο κατά τον οποίον θα διέρχεται από αυτήν αντίστοιχα.

Κάτω από το πεδίο των στοιχείων του στόχου εμφανίζεται το στίγμα του πλοίου μας, ο χρόνος και το γεωδαιτικό σύστημα συντεταγμένων.

Επιπλέον στις βασικές λειτουργίες του ναυτιλιακού ραντάρ με την επιλογή AZ είναι εφικτό τοποθετηθούν περιοχές γύρω από τη μονάδα μας στις οποίες όταν θα εισέρχεται κάποιος στόχος θα ενεργοποιείται το αντίστοιχο alarm, με την επιλογή PI, που σημαίνει Parallel Inex, μπορεί ο χρήστης να τοποθετήσει παράλληλες γραμμές οι οποίες θα διευκολύνουν την πλοήγηση εντός κλειστών θαλάσσιων υδάτων λειτουργώντας ως γραμμές τηρήσεως θέσεως. Με την επιλογή TOOLS ο χειριστής μπορεί να τοποθετήσει στην οθόνη σχέδια και σχήματα προκειμένου οριοθέτηση μία συγκεκριμένη περιοχή με πεπερασμένο ωστόσο αριθμός σχημάτων. Η επιλογή TARGETS μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον χρήστη προκειμένου ονοματήσει έναν στόχο ώστε να μην εμφανίζεται πλέον με νούμερο αλλά με το όνομά του. Με την επιλογή CENTRE η μονάδα μας τοποθετείται στο κέντρο της οθόνης, ενώ με δεξί κλικ πάνω στην επιλογή υπάρχει η δυνατότητα επιλογής MAX VIEW κατά την οποία αναλόγως της ταχύτητας και της πορείας μονάδας μας, μεταφέρεται σε κατάλληλη θέση ώστε στην κλίμακα που έχουμε επιλέξει να έχουμε την μέγιστη εικόνα μπροστά από το πλοίο μας για λόγους ασφαλείας. Με την επιλογή MAPS υπάρχει η δυνατότητα εμφανίσεις χαρτών με την μορφή γραμμών τις οποίες έχουμε περάσει οι χρήστες με την κατάλληλη εισαγωγή συντεταγμένων. Πολύ σημαντικό είναι ότι δεν αναφερόμαστε σε ηλεκτρονικούς χάρτες αλλά σε χάρτες ακτογραμμών με

συντεταγμένες περασμένες από τον χρήστη στο ρανταρ με αποδοχή οποιουδήποτε σφάλματος μπορεί να υπάρχει σε αυτή την εισαγωγή. Τέλος με την επιλογή BRILL είναι εφικτό ο χρήστης να επιλέξει χρωματισμό του φόντου της οθόνης μεταξύ τεσσάρων προφίλ για μέρα, νύχτα, λυκόφως ή λυκαυγές ανάλογα τι βολεύει τον κάθε χρήστη.

Αυτές όπως αναφέρθηκαν είναι οι ελάχιστες λειτουργίες που προβλέπονται από τα διεθνή πρότυπα για τη λειτουργία ενός ναυτιλιακού ραντάρ. Ωστόσο, το ναυτιλιακό ραντάρ μπορεί να λειτουργεί ταυτόχρονα ως Radar, ηλεκτρονικός χάρτης, βυθόμετρο, ανεμόμετρο, επαναληπτής Ναυτιλιακών σημάτων και σημάτων ασφαλείας και όλα αυτά μέσω μιας πλατφόρμας η οποία πολυδιάστατα μπορεί να λειτουργήσει σε επίπεδα και ταχύτητα πολλών υπολογιστών.

Βιβλιογραφία

1. Πασχαλίδης Παντελής, *Ο ρόλος του ραντάρ στη σύγχρονη γέφυρα και η αξιοποίησή του στη διεξαγωγή της Ναυτιλίας*, Διπλωματική Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας, Σχολή Πλοιάρχων (2011)
2. Κλωνάρης Παναγιώτης, *Υπερβολική Ναυτιλία – ραντάρ*, Διπλωματική Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας, Σχολή Πλοιάρχων (2018)
3. Γεράσιμος και Διονύσιος Λιναρδάτος, *Ραντάρ Β' Έκδοση*, Εκδόσεις ιδρύματος Ευγενίδου Αθήνα 2016
4. Δημήτριος Πουλιέζος, *Ναυτιλιακά Ρανταρ με σύστημα αυτόματου παρακολουθήσεως στόχων (ARPA)*, Εκδόσεις ΣΝΔ 2005 Ανατύπωση 2008
5. Βικιπέδια
6. www.imo.org
7. www.iec.ch
8. IEC 62388:2013/COR1:2014 *Corrigendum 1- Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Shipborne radar – Performance requirements, methods of testing and required test results*