



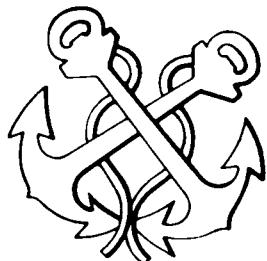
ΑΝΩΤΕΡΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΣ ΣΧΟΛΕΣ
ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

PANTAP

Ζαζαρία Δ. Τσουκαλά
ΚΑΘΗΓΗΤΗ ΑΔΣΕΝ/ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ



ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ



**ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΚΕΙΜΕΝΟ
Α.Δ.Σ.Ε.Ν.
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ**



ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ο Ευγένιος Ευγενίδης, ιδρυτής και χορηγός του «Ιδρύματος Ευγενίδου» προείδε ενωρίτατα και σχημάτισε τη βαθιά πεποίθηση ότι αναγκαίο παράγοντα για την πρόοδο του έθνους θα αποτελούσε η άρτια κατάρτιση των τεχνικών μας σε συνδυασμό προς την ηθική τους αγωγή.

Την πεποίθησή του αυτή τη μετέτρεψε σε γενναία πράξη ευεργεσίας, όταν κληροδότησε σεβαστό ποσό για τη σύσταση Ιδρύματος, που θα είχε ως σκοπό να συμβάλλει στην τεχνική εκπαίδευση των νέων της Ελλάδας.

Έτσι, το Φεβρουάριο του 1956 συστήθηκε το «Ίδρυμα Ευγενίδου», του οποίου τη διοίκηση ανέλαβε η αδελφή του Μαρ. Σίμου, σύμφωνα με την επιθυμία του διαθέτη. Το έργο του Ιδρύματος συνεχίζει από το 1981 ο κ. Νικόλαος Βερνίκος - Ευγενίδης.

Κατά την κλιμάκωση των σκοπών του, το Ίδρυμα πρόταξε την έκδοση τεχνικών βιβλίων τόσο για λόγους θεωρητικούς όσο και πρακτικούς. Διαπιστώθηκε πράγματι ότι αποτελεί πρωταρχική ανάγκη ο εφοδιασμός των μαθητών με σειρές από βιβλία, τα οποία θα έθεταν ορθά θεμέλια στην παιδεία τους και θα αποτελούσαν συγχρόνως πολύτιμη βιβλιοθήκη για κάθε τεχνικό.

Ειδικότερα, όσον αφορά στα εκπαιδευτικά βιβλία των σπουδαστών των Δημοσίων Σχολών Εμπορικού Ναυτικού, το Ίδρυμα ανέλαβε την έκδοσή τους σε πλήρη και στενή συνεργασία με τη Διεύθυνση Ναυτικής Εκπαίδευσεως του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας, υπό την εποπτεία του οποίου υπάγονται οι Σχολές αυτές.

Η ανάθεση στο Ίδρυμα έγινε με την υπ' αριθ. 61288/5031, της 9ης Αυγούστου 1966, απόφαση του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας, οπότε και συγκροτήθηκε και η Επιτροπή Εκδόσεων.

Κύριος σκοπός των εκδόσεων αυτών, των οποίων το περιεχόμενο είναι σύμφωνο με τα εκάστοτε ισχύοντα αναλυτικά προγράμματα του Υ.Ε.Ν, είναι η παροχή προς τους σπουδαστές των ναυτικών σχολών ΑΔΣΕΝ και Ναυτικών Λυκείων των αναγκαίων εκπαιδευτικών κειμένων, τα οποία αντιστοιχούν προς τα μαθήματα που διδύσκονται στις Σχολές αυτές.

Επίσης ελήφθη πρόνοια, ώστε τα βιβλία αυτά να είναι γενικότερα χρήσιμα για όλους τους αξιωματικούς του Εμπορικού Ναυτικού, που ασκούν ήδη το επάγγελμα και εξελίσσονται στην ιεραρχία του κλάδου τους, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι επέρχεται μεταβολή στη στάθμη του περιεχομένου τους.

Οι συγγραφείς και η Επιτροπή Εκδόσεων του Ιδρύματος καταβάλλουν κάθε προσπάθεια, ώστε τα βιβλία να είναι επιστημονικώς άρτια αλλά και προσαρμοσμένα στις ανάγκες και τις δυνατότητες των σπουδαστών. Γι' αυτό και τα βιβλία αυτά έχουν προσεγμένη γλωσσική διατύπωση και η διαπραγμάτευση των θεμάτων είναι ανάλογη προς τη στάθμη της εκπαίδευσεως, για την οποία προορίζεται κάθε σειρά των βιβλίων.

Έτσι προσφέρονται στους καθηγητές, τους σπουδαστές της ναυτικής μας εκπαίδευσεως και όλους τους αξιωματικούς του Ε.Ν. οι εκδόσεις του Ιδρύματος, των οποίων η συμβολή στην πραγματοποίηση του σκοπού του Ευγενίου Ευγενίδου ελπίζεται να είναι μεγάλη.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΑΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

**Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, ομ. καθηγητής Α.Β.Σ. Πειραιώς, Πρόεδρος.
Ιωάννης Τεγόπουλος, ομ. καθηγητής ΕΜΠ.**

Ιωάννης Τζαβάρας, αντιναύαρχος Λ.Σ. (Ε.Α.).

Δημήτριος Βασιλάκης, πλοίαρχος Λ.Σ., Διευθ. Ναυτ. Εκπ. Υ.Ε.Ν.

Σύμβουλος επί των εκδόσεων του Ιδρύματος **Κων. Μανάφης, καθηγ. Φιλοσοφικής Σχολής Πανεπιστημίου Αθηνών.**

Γραμματέας της Επιτροπής, Γεώργιος Ανδρεάκος.

Ι Δ Ρ Υ Μ Α Ε Υ Γ Ε Ν Ι Δ Ο Υ

Β Ι Β Λ Ι Ο Θ Η Κ Η Τ Ο Υ Ν Α Υ Τ Ι Κ Ο Υ

PANTAP

ZAXAPIA Δ. ΤΣΟΥΚΑΛΑ
ΚΑΘΗΓΗΤΗ ΑΔΣΕΝ/ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ

ΑΘΗΝΑ
2006



Α' ΕΚΔΟΣΗ 1986



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ολοκλήρωση του γραψίματος του βιβλίου αυτού συνέπεσε με τη συμπλήρωση 20 ετών συνεχούς διδασκαλίας του μαθήματος ραντάρ στις ΑΔΣΕΝ Πλοιάρχων και Ραδιοτηλεγραφητών Ασπροπύργου. Έτσι, η ταξινόμηση της ύλης και η ανάπτυξη των θεμάτων δεν βασίσθηκε μόνο στη διδακτέα ύλη, που προβλέπεται από τον κανονισμό εκπαίδευσεως των ΑΔΣΕΝ, αλλά και στη μακρόχρονη και ποικιλόμορφη εμπειρία, που αποκτήθηκε από τη συνεργασία μου με τους σπουδαστές μου. Επίσης, κατά την ανάπτυξη των θεμάτων καταβλήθηκε προσπάθεια, ώστε σε κάθε θέμα να υπάρχει ενημέρωση για την εξέλιξη του ραντάρ και των διάφορων βοηθημάτων και εγκαταστάσεων που έχουν σχέση με τη χρησιμότητα του ραντάρ.

Επειδή η διδακτέα ύλη των πλοιάρχων και των ραδιοτηλεγραφητών σε ορισμένες ενότητες παρουσιάζουν ελάχιστες διαφορές, αλλά και επειδή σε άλλες ενότητες έχουν ελάχιστες συμπτώσεις, τα περιεχόμενα του βιβλίου κατανέμονται σε εννέα κεφάλαια και σε τέσσερα παραρτήματα. Στα εννέα αυτά κεφάλαια περιλαμβάνεται η ύλη των πλοιάρχων και οι ενότητες της ύλης των Ραδιοτηλεγραφητών που συμπίπουν με την ύλη των Πλοιάρχων. Στα τρία πρώτα παραρτήματα αναπτύσσονται τεχνικά θέματα που αφορούν στην ύλη των Ραδιοτηλεγραφητών, ενώ αρκετά θέματα έχουν σχέση με την ύλη των Πλοιάρχων και στο τέταρτο παράρτημα περιλαμβάνονται οι διεθνείς προδιαγραφές της συσκευής ραντάρ των εμπορικών πλοίων.

Η θεωρητική ανάπτυξη των διάφορων θεμάτων εκτείνεται τόσο, ώστε να επιτρέπει την κατανόηση των αντίστοιχων θεμάτων εφαρμογών, να εξασφαλίζει την εμπέδωση των μεθόδων αποτελεσματικής χρησιμοποίησεως του ραντάρ, αλλά και να καταστήσει δυνατή την επινόηση τέτοιων μεθόδων. Έτσι ελπίζεται, ότι το βιβλίο αυτό, σε συνδυασμό με το εγχειρίδιο της κάθε τύπου συσκευής ραντάρ θα αποτελέσει ένα σημαντικό βοηθημα στις γέφυρες των Ελληνικών εμπορικών πλοίων.

Από τη θέση αυτή, επιθυμώ να ευχαριστήσω θερμά την Επιτροπή Εκδόσεων του Ιδρύματος Ευγενίδου, για την τιμή να μου αναθέσει τη συγγραφή και του βιβλίου αυτού, αλλά και για τις αρκετές χρήσιμες υποδείξεις.

Επίσης επιθυμώ να ευχαριστήσω θερμά τους επιστημονικούς συμβούλους του Ιδρύματος Ευγενίδου, καθηγητές του Ε.Μ.Π. κ. Ν. Ουζούνογλου και κ. Σ. Σιμόπουλο για τις χρήσιμες υποδείξεις και διορθώσεις και το Τμήμα Εκδόσεων του Ιδρύματος για την πολύπλευρη συμβολή του στην αριστέρη εμφάνιση του βιβλίου.

Θεωρώ ευπρόσδεκτη και πολύτιμη κάθε υπόδειξη από τους κ.κ. συναδέλφους, για τη βελτίωση του βιβλίου σε μελλοντική επανεκδοσή του.

Ο συγγραφέας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΡΑΝΤΑΡ

1.1 Γενικά.

Αντικείμενο του βιβλίου αυτού είναι η μελέτη της λειτουργίας του ραντάρ, καθώς και οι δυνατότητες αξιοποιήσεώς του στη ναυσιπλοΐα και στην αποφυγή συγκρούσεως στη θάλασσα. Είναι σε δόλους γνωστό ότι το ραντάρ είναι συσκευή που εξασφαλίζει την ανίχνευση απομακρυσμένων αντικειμένων, προσδιορίζοντας ταυτόχρονα τόσο την απόσταση όσο και την κατεύθυνσή τους.

Η ονομασία RADAR προέρχεται από τα αρχικά της Αγγλικής φράσεως «RADio Detection and Ranging), που σημαίνει «ανίχνευση με ηλεκτρομαγνητικά κύματα και μέτρηση αποστάσεως». Από την ονομασία αυτή φαίνεται, ότι η λειτουργία του ραντάρ βασίζεται στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα και ειδικότερα:

1) Ο προσδιορισμός της αποστάσεως στηρίζεται στη μέτρηση του χρόνου, ο οποίος παρέρχεται από τη στιγμή της εκπομπής παλμού ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων μέχρι τη στιγμή της επιστροφής της ηχούς από την ανάκλαση των κυμάτων αυτών στο αντικείμενο που ανιχνεύεται.

1) Η κατεύθυνση προσδιορίζεται με τη χρησιμοποίηση περιστρεφόμενης κεραίας, η οποία ακτινοβολεί σε δέσμη και η οποία εκπέμπει τους παλμούς ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, αλλά και λαμβάνει την ηχώ τους που επιστρέφει σ' αυτήν.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό, ότι για να κατανοήσουμε τη λειτουργία του ραντάρ, πρέπει να γνωρίζομε τις ιδιότητες των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, οι οποίες αναπτύσσονται στο πρώτο κεφάλαιο του βιβλίου «ΦΥΣΙΚΗ II» – Τεύχος Β' του Ιδρύματος Ευγενίδου.

Την αρχή της λειτουργίας του ραντάρ υποστήριξε πρώτος ο Γερμανός φυσικός Rudolf Hertz το 1886, όταν απέδειξε πειραματικά ότι είναι δυνατό τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα να εστιασθούν σε δέσμη, όπως οι ακτίνες φωτός, και ότι αυτά ανακλώνται όταν προσπέσουν σε ηλεκτρικά αγώγιμο αντικείμενο. Η θεωρία αυτή του Hertz, επιβεβαιώθηκε πειραματικά από τον πρωτοπόρο των ραδιοζεύξεων Marconi το 1922.

Έτσι η εξέλιξη του ραντάρ άρχισε το 1920 από ομάδα Αμερικανών και Βρετανών επιστημόνων, με επικεφαλής το Marconi, που συνεργάζονταν στη μέτρηση του ύψους των στρωμάτων της ιονόσφαιρας.

Το 1935 οι απαιτήσεις της «έγκαιρης ανιχνεύσεως», δηλαδή του εντοπισμού σε

μεγάλη απόσταση των εχθρικών αεροσκαφών, προώθησαν την εξέλιξη του ραντάρ ανιχνεύσεως αέρα. Σύντομα ομάδα Βρετανών επιστημόνων, υπό την εποπτεία του Watson-Watt, κατασκεύασε σύστημα ραντάρ εντοπισμού αεροσκαφών, το οποίο υπήρξε αξιόλογο για την έγκαιρη προειδοποίηση των Βρετανών για τις επιδρομές των Γερμανικών αεροσκαφών.

Δεν καθυστέρησε όμως η εγκατάσταση των πρώτων συσκευών ραντάρ σε πολεμικά πλοία, που ήταν αναγκαίο να εντοπίζουν άλλα πλοία και αεροσκάφη σε μεγάλες αποστάσεις και ανεξάρτητα από τις συνθήκες ορατότητας. Έτσι, το 1939 εγκαταστάθηκαν πρότυπες συσκευές ραντάρ στο Θωρηκτό Rodney και το καταδρομικό Sheffield.

Η έκρηξη του δεύτερου παγκόσμιου πολέμου συμπίπτει χρονικά με την έναρξη της χρησιμοποίησεως των προτύπων συσκευών ραντάρ, των οποίων η χρησιμότητα υπήρξε αποτελεσματική. Η συνεχής αύξηση των πολεμικών αναγκών κατά τη διάρκεια του πολέμου είχε ως συνέπεια την αλματώδη εξέλιξη του ραντάρ, ενώ δεν παραβλέφθηκε η χρησιμότητά του και σε μη πολεμικούς σκοπούς.

Σήμερα, ανάλογα με τη χρησιμότητά τους, τα ραντάρ διακρίνονται στους παρακάτω τύπους:

a) Ραντάρ ανιχνεύσεως επιφάνειας.

Εγκαθίστανται σε ακτές ή σε πλοία και ανιχνεύουν (ερευνούν) την επιφάνεια της θάλασσας. Ανιχνεύουν όμως και τον εναέριο χώρο, αλλά σε μικρό ύψος. Εντοπίζουν στερεά αντικείμενα από σχετικά αγώγιμο υλικό (στόχους-targets), που βρίσκονται στην επιφάνεια της θάλασσας ή σε μικρό ύψος και παρέχουν ακριβείς πληροφορίες αποστάσεων και διοπτεύσεων των στόχων που εντοπίζουν. Ο εντοπισμός των στόχων επιτυγχάνεται ανεξάρτητα από τις συνθήκες ορατότητας και σε αποστάσεις μεγαλύτερες από αυτές του ορατού ορίζοντα.

Με τα ραντάρ ανιχνεύσεως επιφάνειας, που ονομάζονται και **ραντάρ ναυσπλοϊάς**, μπορεί να εξασφαλίζεται:

- Ασφαλής ναυσπλοία, ανεξάρτητα από τις συνθήκες ορατότητας που επικρατούν κάθε φορά.
- Εντοπισμός εχθρικών και μη πλοίων, ανεξάρτητα από τις συνθήκες ορατότητας και σε μεγάλες αποστάσεις, από πλοία που είναι εφοδιασμένα με ραντάρ ή από ακτές, αν σε αυτές έχουν εγκατασταθεί ραντάρ.

Ειδικότερα, τα ραντάρ ναυσπλοϊάς των εμπορικών πλοίων εξασφαλίζουν, ανεξάρτητα από τις συνθήκες ορατότητας, τις εξής, απαραίτητες για το πλοίο, πληροφορίες:

- Την ύπαρξη ή μη αντικειμένων (στόχων) στην επιφάνεια της θάλασσας, δηλαδή εντοπίζουν πλοία, σημαντήρες, νησίδες, ακτές και αεροσκάφη που πετούν σε χαμηλό ύψος.
- Μετρούν με ακρίβεια την απόσταση και τη διόπτευση των στόχων που εντοπίζουν. Έτσι, αν είναι γνωστή η θέση του πλοίου, που χρησιμοποιεί το ραντάρ, μπορεί να προσδιορισθεί η θέση των στόχων και αντίστροφα.

Έμμεσα, με τη μέθοδο της υποτυπώσεως ή με μονάδα ειδικού τύπου ηλεκτρονικού υπολογιστή, η οποία συνδέεται στον ενδείκτη του ραντάρ, εξασφαλίζονται έγκαιρα οι πληροφορίες:

- Για την ελάχιστη συμπληρωματική του πλοίου, του οποίου το ραντάρ λειτουργεί, με άλλο πλοίο στόχο.
- Η πορεία και η ταχύτητα του πλοίου στόχου.

β) Ραντάρ ανιχνεύσεως αέρα.

Εγκαθίστανται στο έδαφος (σε βουνοκορφές ή κοντά σε αεροδρόμια) και σε πλοία. Ως σκοπό έχουν να ανιχνεύουν τον εναέριο χώρο σε μεγάλες αποστάσεις και σε μεγάλα ύψη.

Με αυτά μπορεί να εξασφαλίζονται:

- Εντοπισμός εχθρικών αεροσκαφών σε μεγάλες αποστάσεις, ώστε να υπάρχει χρόνος αρκετός για να τεθούν σε ετοιμότητα τα μέσα αναχαιτήσεώς τους. Για το λόγο αυτό ονομάζονται ραντάρ **Έγκαιρης προειδοποίησης**.
- Έλεγχος της εναέριας κυκλοφορίας γενικά και η εξασφάλιση της δυνατότητας προσανατολισμού των αεροσκαφών.

γ) Ραντάρ ελέγχου προσγειώσεως αεροσκαφών.

Εγκαθίστανται κοντά σε διαδρόμους αεροδρομίων ή σε αεροπλανοφόρα πλοία. Έχουν μικρή εμβέλεια, αλλά μεγάλη ακρίβεια και παρέχουν πληροφορίες αποστάσεως, ύψους, κατευθύνσεως διαδρόμου προσγειώσεως και ίχνους καθόδου. Οι πληροφορίες αυτές μεταδίδονται από το χειριστή του ραντάρ με ραδιοτηλέφωνο στα αεροσκάφη και έτσι εξασφαλίζεται ασφαλής προσγείωση, ακόμη και σε περίπτωση εντελώς ανύπαρκτης ορατότητας.

δ) Υψομετρικά ραντάρ.

Εγκαθίστανται σε αεροσκάφη και εξασφαλίζουν ακριβή μέτρηση του ύψους πτήσεώς τους.

ε) Μετεωρολογικά ραντάρ.

Με αυτά εξασφαλίζεται ο έγκαιρος εντοπισμός και η παρακολούθηση των επερχομένων καταιγίδων και κυκλώνων.

στ) Ραντάρ ελέγχου πυρός.

Αποτελούν μέρος των διαφόρων τύπων οπλικών συστημάτων, στα οποία παρέχουν τα απαραίτητα στοιχεία βολής ή και στοιχεία διορθώσεως της κατευθύνσεως κινήσεως ορισμένων τύπων τηλεκατευθυνομένων βλημάτων.

Ω) Ραντάρ μετρήσεως ταχύτητας.

Με αυτά επιτυγχάνεται η ακριβής μέτρηση της ταχύτητας οχημάτων στους αυτοκινητόδρομους και διαπιστώνεται η τήρηση ή μη του ορίου ταχύτητας, καθώς και η μέτρηση της ταχύτητας πλοίων σε θαλάσσιες περιοχές που ισχύει όριο ταχύτητας.

Τέλος υπάρχουν και άλλοι εξειδικευμένοι τύποι ραντάρ, που χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς, όπως:

- Στον προσδιορισμό των στοιχείων διαφόρων σημείων της γεωδαισίας.
- Στην έρευνα και τον εντοπισμό στόχων στο διάστημα.

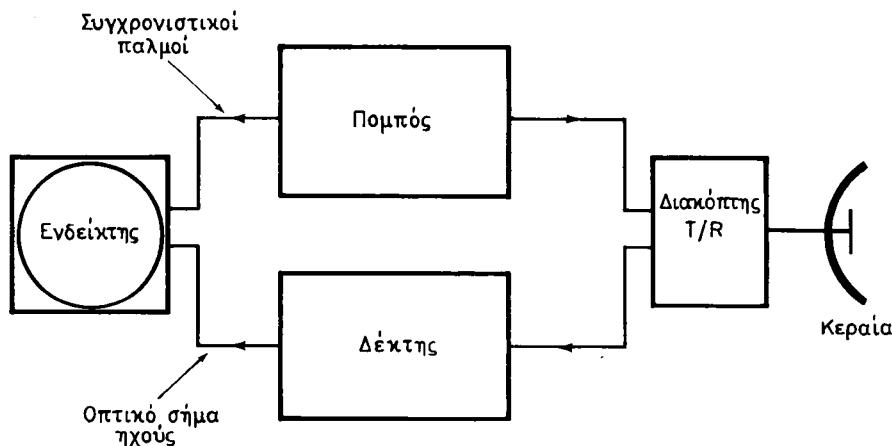
Στη συνέχεια θα ασχοληθούμε αποκλειστικά με το ραντάρ ανιχνεύσεως επιφάνειας που ονομάζεται και **ραντάρ ναυσιπλοΐας**.

1.2 Αρχή λειτουργίας της συσκευής ραντάρ.

Η λειτουργία του ραντάρ βασίζεται σε ορισμένες από τις ιδιότητες των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, που αναπτύσσονται στο βιβλίο «Φυσική II» — τεύχος Β, Κεφάλαιο Πρώτο:

- Τη σταθερή ταχύτητα διαδόσεως τους, $C = 3 \times 10^8$ m/s.
- Τη δυνατότητα εστιάσεως τους σε συγκεκριμένη λεπτή δέσμη, όταν είναι της περιοχής μικροκυμάτων ($\lambda = 0,1$ cm — 1 m).
- Την πρακτικά ευθύγραμμη διάδοσή τους.
- Την ανάκλασή τους, όταν προσπέσουν στην επιφάνεια αγώγιμου σώματος και την επιστροφή τους.
- Τη διάθλασή τους, όταν διαδίδονται σε χώρο με ηλεκτρομαγνητική ανομοιογένεια.

Για να μπορεί να παρέχει τις πληροφορίες, που αναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο, η συσκευή ραντάρ (σχ. 1.2a), αποτελείται από τις παρακάτω βασικές μονάδες:



Σχ. 1.2a.
Οι βασικές μονάδες της συσκευής ραντάρ.

- Τον **πομπό**, ο οποίος παράγει τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα.
- Την **κεραία**, η οποία τα εκπέμπει και επίσης λαμβάνει όσα από τα κύματα που ανακλώνται σε στόχο επιστρέφουν σ' αυτήν.
- Το **δέκτη**, στον οποίο οδηγούνται τα κύματα που λαμβάνονται από την κεραία για να ενισχυθούν.
- Τον **ενδείκτη**, ο οποίος παρέχει τελικά τις πληροφορίες για το στόχο στο χειριστή του ραντάρ.
- Το **διακόπτη εκπομπής-λήψεως** (T/R switch), ο οποίος ηλεκτρονικά συνδέει την κεραία είτε με τον πομπό είτε με το δέκτη κατά περίπτωση.

Θα αναπτύξουμε στη συνέχεια τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά καθεμιάς από τις παραπάνω βασικές μονάδες της συσκευής ραντάρ.

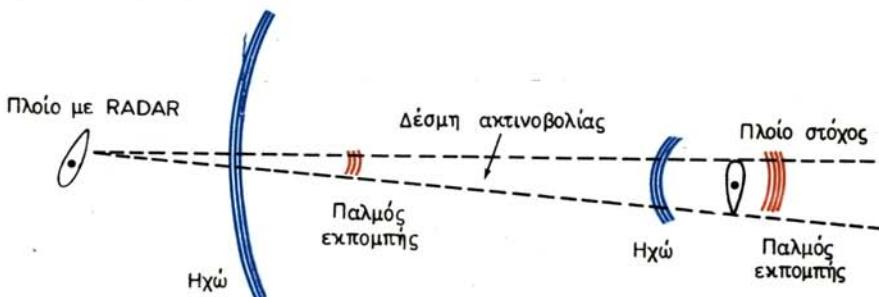
a) Ο πομπός.

Ο πομπός (transmitter) λειτουργεί περιοδικά και κατά πολύ μικρά χρονικά διαστήματα, παράγοντας έτσι ηλεκτρικές ταλαντώσεις κατά παλμούς, υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Οι παλμοί αυτοί, που στην ουσία αποτελούν συρμούς μικρής διάρκειας από κύκλους εναλλασσόμενου ρεύματος, επαναλαμβάνονται με σταθερό ρυθμό. Η συχνότητα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που παράγονται με τον τρόπο αυτό είναι υπερψηλή, συνήθως στην περιοχή των 10 000 Mc/s, δηλαδή στην περιοχή των μικροκυμάτων. Έτσι, τα παραγόμενα μικροκύματα κατά την εκπομπή τους από την κεραία μπορούν να εστιάζονται σε δέσμη. Η μεταφορά των μικροκυμάτων αυτών στην κεραία γίνεται με το γνωστό αγωγό μικροκυμάτων, που ονομάζεται **κυματοδηγός** (waveguide). Επειδή το κύμα του παλμού που εκπέμπεται από την κεραία, αφού ανακλασθεί στο στόχο, επιστρέφει στην κεραία πολύ εξασθενημένο, για να είναι δυνατή η ανίχνευση μικρών σχετικά στόχων σε όσο το δυνατό μεγαλύτερη απόσταση, οι ταλαντώσεις που παράγει ο πομπός είναι πολύ μεγάλης στιγμιαίας ισχύος. Η στιγμιαία ισχύς που εκπέμπουν τα ραντάρ ναυσιπλοΐας κυμαίνεται από 2-75 kW, ανάλογα με την εμβέλειά τους. (Τα ραντάρ ανιχνεύσεως αέρα εκπέμπουν στιγμιαία ισχύ μέχρι και 10 MW και η συχνότητα εκπομπής τους είναι της περιοχής των 1000 Mc/s).

β) Η κεραία.

Όπως είπαμε, οι παλμοί ηλεκτρικών ταλαντώσεων, που παράγει ο πομπός, μεταφέρονται υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με τον κυματοδηγό στην κεραία (antenna-scanner-aerial). Αυτή, αφού τα εστιάσει, ακτινοβολεί τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα στο χώρο συγκεντρωμένα σε δέσμη. Η κεραία περιστρέφεται με σταθερή ταχύτητα, που κυμαίνεται από 15-35 R.P.M. (Revolutions Per Minut). Με την ίδια ταχύτητα περιστρέφεται και η δέσμη και σε κάθε στροφή της σαρώνει την επιφάνεια της θάλασσας, από το σημείο που βρίσκεται το πλοίο μέχρι την απόσταση που καλύπτεται από τον ορίζοντα ραντάρ.

Όταν στον τομέα που καλύπτει η δέσμη βρεθεί στόχος, κάθε παλμός ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που εκπέμπεται προσπίπτει στο στόχο (σχ. 1.2β) και ένα μέρος της ενέργειάς του ανακλάται.



Σχ. 1.2β.

Η διάδοση των παλμών που εκπέμπονται σε δέσμη και η ηχώ που επιστρέφει από την ανάκλαση των παλμών στο στόχο.

Η ενέργεια που ανακλάται και συνεπώς ακολουθεί αντίθετη φορά διαδόσεως, ονομάζεται **ηχώ** (echo). Ένα μικρό μέρος από το κύμα της ηχούς προσπίπτει στην κεραία και μέσω του κυματοδηγού οδηγείται στο δέκτη. Πριν πρακτικά αλλάξει κατεύθυνση η δέσμη ακτινοβολίας (βλ. Βιβλίο «Φυσική II» — τεύχος Β', σελ. 7), λόγω της συνεχούς περιστροφής της κεραίας, έχουν εκπεμφθεί 4-6 παλμοί και έχουν ληφθεί οι ισάριθμοι παλμοί ηχούς από το στόχο αυτό κι έτσι εξασφαλίζεται η πληροφορία της διοπτεύσεως του στόχου.

γ) Ο δέκτης.

Ο δέκτης (receiver) λαμβάνει το ασθενές σήμα της ηχούς, που είναι της τάξεως μερικών μV, το ενισχύει και το μετατρέπει σε οπτικό σήμα (video signal), ώστε να μπορεί να διεγερθεί από αυτό ο ενδείκτης.

δ) Ο ενδείκτης.

Ο ενδείκτης (indicator ή display) συνδέεται και στον πομπό και στο δέκτη. Με τη σύνδεσή του στον πομπό πληροφορείται τη χρονική στιγμή της εκπομπής κάθε παλμού, ενώ με τη σύνδεσή του στο δέκτη πληροφορείται τη χρονική στιγμή της επιστροφής της αντίστοιχης σε κάθε εκπεμπόμενο παλμό ηχούς από στόχους, που βρίσκονται στον τομέα της δέσμης. Έτσι, ο ενδείκτης μπορεί να μετρά το χρόνο που παρέρχεται από τη στιγμή της εκπομπής κάθε παλμού μέχρι τη στιγμή της επιστροφής της ηχούς που προέρχεται από την ανάκλαση του υπόψη παλμού. Επειδή η κίνηση της δέσμης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι ευθύγραμμη και ισοταχής, θα ισχύει:

$$R = \frac{1}{2} Ct \quad (1.1)$$

όπου R η απόσταση την οποία διανύει ο παλμός από την εκπομπή του μέχρι το στόχο επί του οποίου ανακλάται (m).

C η ταχύτητα διαδόσεως των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (3×10^8 m/s) και

t ο χρόνος που παρέρχεται από τη στιγμή της εκπομπής ενός παλμού μέχρι τη στιγμή της επιστροφής της ηχούς του λόγω ανακλάσεως του παλμού σε στόχο (s).

Στην πραγματικότητα, η ταχύτητα διαδόσεως των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στην κανονική τροπόσφαιρα είναι 299 800 km/s, δηλαδή 161 800 ναυτικά μίλια ανά δευτερόλεπτο. Για να διανυθεί ένα ναυτικό μίλι από ηλεκτρομαγνητικό κύμα παρέρχεται χρόνος 6,17 ms. Στην περίπτωση του ραντάρ, η απόσταση κεραίας ραντάρ - στόχου διανύεται δυο φορές: μια από τον παλμό που εκπέμπεται προς τους στόχους και μια από την ηχώ που επιστρέφει από τους στόχους στην κεραία. Έτσι, αν ο χρόνος που μετρά ο ενδείκτης της συσκευής ραντάρ εκφρασθεί σε ms και διαιρεθεί διά 2 × 6,17 = 12,34 ms, βρίσκεται η απόσταση του στόχου σε ναυτικά μίλια. Ο ενδείκτης, όπως θα δούμε, κατασκευάζεται ώστε να εκτελεί τον υπολογισμό αυτό και να παρέχει ένδειξη της αποστάσεως των στόχων απευθείας σε ναυτικά μίλια.

Ο ενδείκτης συνδέεται και στο σύστημα περιστροφής της κεραίας, από όπου πληροφορείται ηλεκτρικά τη γωνία, την οποία σχηματίζει κάθε στιγμή ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας, κατά την περιστροφή της κεραίας, με την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου. Έτσι, μπορεί να παρέχει την πληροφορία της κατευθύνσεως του στόχου ως προς την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου, δηλαδή παρέχει τη **σχετική διόπτευση** των στόχων. Όπως θα δούμε, ο ενδείκτης παρουσιάζει (εμφανίζει) τον κάθε στόχο στη σωστή του απόσταση και σχετική διόπτευση έτσι, ώστε το σύνολο των στόχων που εμφανίζονται στον ενδείκτη να μοιάζει με την εικόνα του ορίζοντα, σχεδιασμένη όμως υπό κλίμακα.

Εξάλλου, οι ενδείκτες ορισμένων συσκευών ραντάρ είναι εφοδιασμένοι με επαναλήπτη γυροσκοπικής πυξίδας του πλοίου, ο οποίος τους εξασφαλίζει τη δυνατότητα να παρουσιάζουν τους στόχους σε **αληθή διόπτευση**.

ε) Ο διακόπτης εκπομπής-λήψεως.

Ο διακόπτης εκπομπής-λήψεως (Transmission-Reception switch-T/R switch) είναι ηλεκτρονικός διακόπτης, ο οποίος μεταγάγει την κοινή κεραία εκπομπής-λήψεως στον πομπό, για όσο χρόνο διαρκεί η εκπομπή κάθε παλμού, και στο δέκτη, κατά τα χρονικά διαστήματα σιγής του πομπού. Έτσι, κατά τα μικρά χρονικά διαστήματα που ο πομπός λειτουργεί, η υψηλή ισχύς που παράγει δεν παρέχεται στο δέκτη και αποφεύγεται η καταστροφή των ευαισθήτων κυκλωμάτων της εισόδου του δέκτη. Άλλα και όταν, κατά τα μεγάλα χρονικά διαστήματα σιγής του πομπού, επιστρέφει η ηχώ, ο διακόπτης αυτός αποσυνδέει τον πομπό από την κεραία και η ασθενής ισχύς της ηχούς οδηγείται στο δέκτη. Έτσι αποφεύγεται η απώλεια ισχύος της ηχούς κατά 50%, επειδή χωρίς το διακόπτη T/R, αυτή θα κατευθυνόταν στη διακλάδωση του κυματοδηγού τόσο προς τον πομπό όσο και προς το δέκτη.

1.3 Συχνότητα εκπομπής - λήψεως, συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής και διάρκεια παλμού εκπομπής.

Όπως είπαμε στην προηγούμενη παράγραφο, η λειτουργία του ραντάρ βασίζεται στην εκπομπή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων υπερυψηλής συχνότητας κατά παλμούς και στη λήψη της ηχούς από την ανάκλαση των παλμών αυτών στους στόχους.

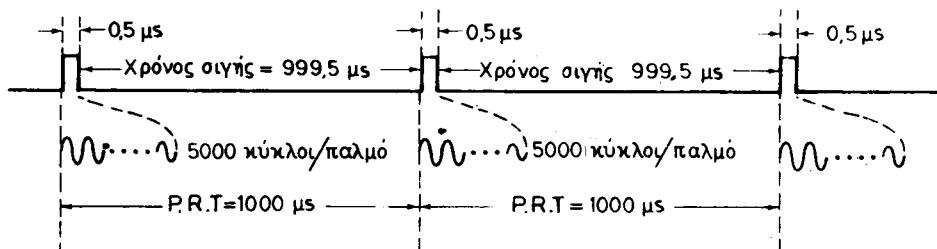
Ως **συχνότητα εκπομπής-λήψεως** εννοείται η συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος του παλμού που εκπέμπεται και συνεπώς και της ηχούς. Συνήθως τα ραντάρ ναυσιπλοΐας λειτουργούν (εκπέμπουν και λαμβάνουν) στην περιοχή συχνοτήτων των 10 000 Mc/s. Συναντώνται όμως και ραντάρ που λειτουργούν στην περιοχή συχνοτήτων των 3000 Mc/s.

Ως **συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής** (Pulse Repetition Frequency-P.R.F. ή Pulse Repetition Rate-P.R.R.) εννοείται ο αριθμός των παλμών (συρμών μικρής διάρκειας) ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, που εκπέμπονται στη μονάδα του χρόνου. Η συχνότητα αυτή ονομάζεται και **συχνότητα επαναλήψεως παλμών** (Σ.Ε.Π. - Pulse Recurrence Rate). Η συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής των ραντάρ ναυσιπλοΐας είναι συνήθως 1000 P.P.S. (pulses per second), δηλαδή κάθε 1000 μs εκ-

πέμπουν ένα παλμό ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Το αντίστροφο της συχνότητας επαναλήψεως εκπομπής ονομάζεται **περίοδος επαναλήψεως εκπομπής** (Pulse Repetition Time-P.R.T.).

Ως διάρκεια παλμού εκπομπής (Pulse Duration ή Pulse Width) εννοείται ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η εκπομπή ενός παλμού (ο χρόνος που διαρκεί κάθε μικρής διάρκειας εκπομπή). Τέλος, αν από την περίοδο επαναλήψεως εκπομπής αφαιρέσουμε τη διάρκεια παλμού εκπομπής, προκύπτει ο **χρόνος σιγής** ή το διάλειμμα μεταξύ των παλμών (Pulse Recurrence Interval).

Το παράδειγμα του σχήματος 1.3 αναφέρεται σε συσκευή ραντάρ, που εκπέμπει και λαμβάνει στη συχνότητα των 10 000 Mc/s, με συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής 1000 P.P.S. και διάρκεια παλμού εκπομπής 0,5 μs. Όπως παρατηρούμε, κάθε 1000 μs η συσκευή αυτή εκπέμπει ένα παλμό (βραχύ συρμό), που αποτελείται από 5000 κύκλους κύματος και σιγεί (δεν εκπέμπει) επί 999,5 μs.



Σχ. 1.3.

Χαρακτηριστικά εκπομπής κατά παλμούς. (Κάθε εκπομπή διαρκεί 0,5μs και ακολουθεί σιγή 999,5 μs. Η περίοδος εκπομπής P.R.T είναι 1000 μs και η αντίστοιχη συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής P.R.R. 1000 P.P.S. Η συχνότητα εκπομπής είναι 10 000 Mc/s και σε κάθε παλμό εκπέμπονται:

$$10^{10} \text{ c/s} \times 0,5 \times 10^{-6} \text{ ms/παλμό} = 5000 \text{ κύκλοι/παλμό}.$$

Το γινόμενο της διάρκειας παλμού εκπομπής επί την ταχύτητα διαδόσεως των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων ονομάζεται **μήκος παλμού** (pulse length). Το μήκος παλμού στο παράδειγμα εκπομπής του σχήματος 1.3, θα είναι:

$$\text{Μήκος παλμού} = 0,5 \text{ } \mu\text{s} \times 3.10^8 \text{ m/s} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ s} \times 3.10^8 \text{ m/s} = 150 \text{ m}$$

Στο ίδιο αποτέλεσμα μπορούμε να καταλήξουμε, αν λάβομε υπόψη ότι στη συχνότητα των 10 000 Mc/s αντιστοιχεί μήκος κύματος 3 cm. Έτσι ο παλμός που αποτελείται από 5000 κύκλους κύματος, δηλαδή 5000 μήκη κύματος, κατά τη διάδοσή του στο χώρο θα καταλαμβάνει διάστημα:

$$5000 \text{ c/παλμό} \times 3 \text{ cm/κύκλο} = 150 \text{ m/παλμό}$$

Οι συσκευές ραντάρ έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν (εκπέμπουν) τόσο με παλμό μικρής διάρκειας (παλμό μικρού μήκους - short pulse), όσο και με παλμό μεγαλύτερης διάρκειας (μεγάλου μήκους - long pulse). Η μεταγωγή σε λειτουργία με παλμό μικρού μήκους ή μεγάλου μήκους γίνεται με το διακόπτη «Pulse Length», ο

οποίος βρίσκεται στον ενδείκτη της συσκευής και φέρει τις θέσεις «Short» και «Long». Αν η συσκευή δεν φέρει το διακόπτη αυτό, η μεταγωγή γίνεται με το διακόπτη κλιμάκων ανιχνεύσεως. Σε πολλές συσκευές ραντάρ, όταν αλλάζει το μήκος παλμού, είτε με το διακόπτη «Pulse Length» είτε με το διακόπτη κλιμάκων ανιχνεύσεως, αλλάζει τιμή και η συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής. Στις μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως η Σ.Ε.Π. γίνεται μεγαλύτερη και στις μεγάλες κλίμακες μικρότερη. Με τη μικρή διάρκεια παλμού εκπομπής, που χρησιμοποιείται στις μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως, εξασφαλίζονται:

- Η δυνατότητα εντοπισμού στόχων σε πολύ μικρές αποστάσεις.
- Καλή διάκριση των στόχων κατά απόσταση.
- Μικρή παραμόρφωση των στόχων κατά απόσταση.

Με τη μεγαλύτερη διάρκεια παλμού εκπομπής, που χρησιμοποιείται στις μεγάλες κλίμακες ανιχνεύσεως, αυξάνεται η ισχύς που εκπέμπεται και επιτυγχάνεται ο εντοπισμός των μικρών σχετικά στόχων σε μεγαλύτερη απόσταση.

Εξάλλου, η μικρότερη Σ.Ε.Π. στις μεγάλες κλίμακες ανιχνεύσεως επιβάλλεται, για να είναι δυνατή η μέτρηση μεγάλων αποστάσεων και για να περιορίζεται η δυνατότητα εμφανίσεως ψευδοηχών επόμενης διαδρομής.

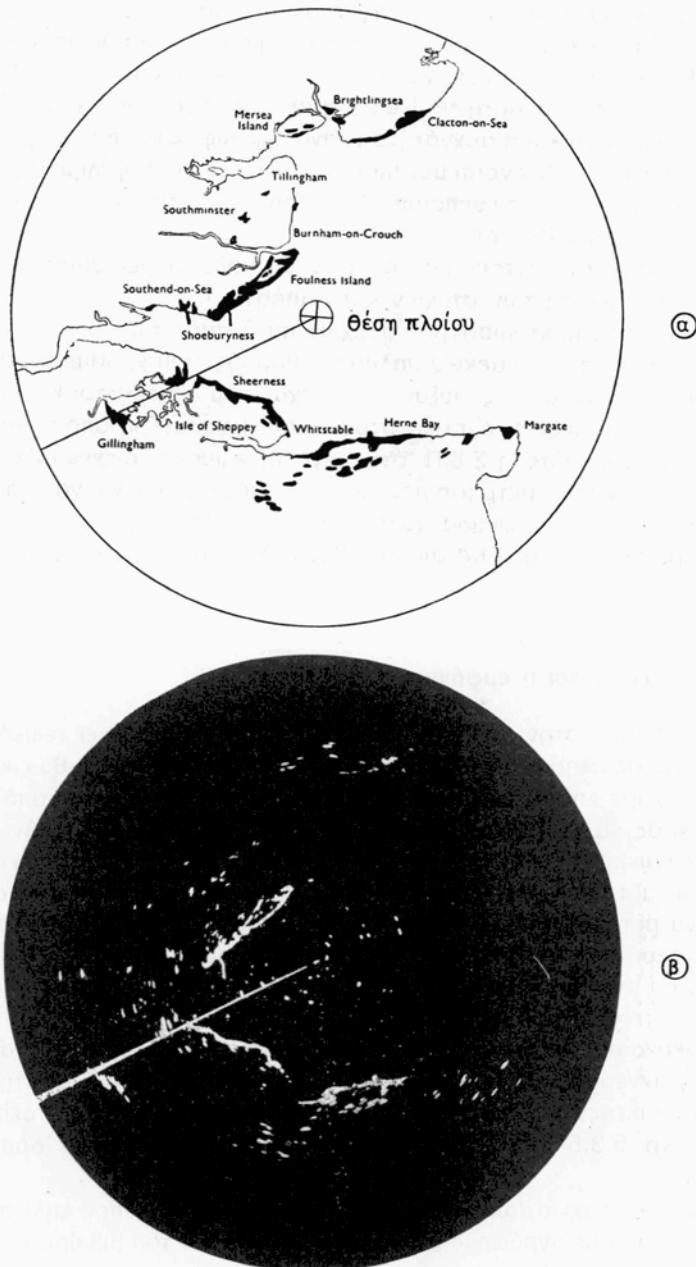
Τα παραπάνω θέματα θα αναπτυχθούν αναλυτικότερα σε επόμενα κεφάλαια.

1.4 Ο ενδείκτης και η εμφάνιση των στόχων.

Όπως είδαμε στην παράγραφο 1.2, ο ενδείκτης παρέχει τελικά στο χειριστή του ραντάρ τις πληροφορίες για την απόσταση του στόχου καθώς και τη διόπτευσή του. Έχομε επίσης αναφέρει ότι ο χρόνος, που παρέχεται από τη στιγμή εκπομπής κάθε παλμού μέχρι την επιστροφή των αντιστοίχων ηχών από το στόχο, είναι πολύ μικρός (12,34 μs για κάθε ναυτικό μίλι). Επειδή οι χρόνοι αυτοί είναι πολύ μικροί, μέτρησή τους με μηχανικό π.χ. χρονόμετρο είναι αδύνατη. Αντίθετα, μπορεί να μετρηθούν με ηλεκτρονικούς τρόπους, π.χ. με μία **καθοδική λυχνία**, όπως αναφέρεται στο Έκτο Κεφάλαιο του βιβλίου «ΦΥΣΙΚΗ II» — τεύχος Β' του Ιδρύματος Ευγενίδου. Επί πλέον, η καθοδική λυχνία επιτρέπει την εμφάνιση των ηχών των στόχων που ανιχνεύονται στην οθόνη της. Έτσι παρέχει εικόνα όμοια με την εικόνα που παρατηρούμε στον ορίζοντα, του οποίου την έκταση καλύπτει η κλίμακα ανιχνεύσεως, στην οποία λειτουργεί κάθε φορά ο ενδείκτης. Για το λόγο αυτό ο ενδείκτης του ραντάρ ονομάζεται ενδείκτης P.P.I. (Plan Position Indicator) (Βλ. παράγρ. 6.3.5 του βιβλίου «ΦΥΣΙΚΗ II» — Τεύχος Β' του Ιδρύματος Ευγενίδου).

Η καθοδική λυχνία των ενδεικτών ραντάρ είναι του τύπου «ηλεκτρομαγνητικής εκτροπής», που περιγράφηκε στην παράγραφο 6.3.4 του βιβλίου της Φυσικής που ήδη αναφέραμε.

Ο ενδείκτης P.P.I. της συσκευής ραντάρ περιέχει, όπως ήδη γνωρίζομε, τη **γεννήτρια βάσεως χρόνου** (time base generator) ή **γεννήτρια σαρώσεως** (sweep generator). Όταν η γεννήτρια βάσεως χρόνου πληροφορηθεί για την εκπομπή ενός παλμού από τον πομπό του ραντάρ, τότε ενεργοποιείται και εκτρέπει την κηλίδα της καθοδικής λυχνίας επί της οθόνης, από το κέντρο της προς την περιφέρειά της,



Σχ. 1.4.

α) Χάρτης της εκβολής του ποταμού Τάμεση που καλύπτεται από κλίμακα 24 ν.μ. στην οπία λειτουργεί ο ενδείκτης P.P.I. Σημειώνονται χαρακτηριστικά τα σημεία που ανιχνεύονται και εμφανίζονται στον ενδείκτη P.P.I. Στο κέντρο του χάρτη βρίσκεται το πλοίο που φέρει ραντάρ. β) Φωτογραφία από ενδείκτη P.P.I. ραντάρ τύπου DECCA, όπου εμφανίζεται η εικόνα της περιοχής αυτής σε κλίμακα ανιχνεύσεως 24 ν.μ.

ιστοταχώς και σε χρόνο που ονομάζεται **βάση χρόνου** (time base) ή **σάρωση** (sweep). Στη συνέχεια η κηλίδα επανέρχεται ταχύτατα στο κέντρο της οθόνης. Η διάρκεια της βάσεως χρόνου ρυθμίζεται έτσι, ώστε κάθε φορά να αντιστοιχεί στο χρόνο που απαιτείται για να διανύσει το ηλεκτρομαγνητικό κύμα του παλμού κάποια ορισμένη απόσταση (π.χ. 123,4 μιλ αντιπροσωπεύουν απόσταση 10 ν.μ.). Ας υποθέσουμε ότι η βάση χρόνου αντιστοιχεί σε 10 ν.μ. Αν στο χώρο της δέσμης ακτινοβολίας και σε απόσταση π.χ. 2 ν.μ. βρίσκεται κάποιος στόχος, τότε η ηχώ θα επιστρέψει, όταν η κηλίδα βρίσκεται στα 2/10 της αποστάσεως κέντρου-περιφέρειας της οθόνης. Τη στιγμή αυτή, όπως θα γνωρίσουμε πιο κάτω, ενεργοποιείται κατάλληλη η καθοδική λυχνία αυξάνοντας στιγμιαία αλλά έντονα τη λαμπρότητα της κηλίδας επί της οθόνης. Επειδή η στιγμιαία αυτή αύξηση της λαμπρότητας της κηλίδας θα επαναλαμβάνεται σε κάθε εκτροπή της και στο ίδιο σημείο, το σημείο αυτό θα εμφανίζεται ως φωτεινότερο σημείο στην οθόνη, και θα απεικονίζει το στόχο, που απέχει 2 ν.μ. από την κεραία του ραντάρ.

Με το διακόπτη επιλογής κλίμακων ανιχνεύσεως (Range Switch), που φέρει ο ενδείκτης P.R.I., μπορούμε να ρυθμίζουμε τη γεννήτρια βάσεως χρόνου έτσι, ώστε να επιλέγομε την κάθε φορά κατάλληλη κλίμακα ανιχνεύσεως. Ταυτόχρονα ο ενδείκτης παρέχει στην οθόνη και τη διόπτευση του στόχου. Αυτό, όπως ήδη έχουμε αναφέρει στην παράγραφο 6.3.5 του βιβλίου «ΦΥΣΙΚΗ II», επιτυγχάνεται με το **σύστημα σύγχρονης μεταδόσεως** (Synchro transmission) του πηνίου εκτροπής της καθοδικής λυχνίας και της κεραίας. Υπενθυμίζομε ότι με το σύστημα αυτό επιτυγχάνεται, ώστε το πηνίο εκτροπής, και κατά συνέπεια η βάση χρόνου, να περιστρέφεται με την ίδια ταχύτητα που περιστρέφεται και η κεραία του ραντάρ και σε απόλυτο συγχρονισμό. Η σύγχρονη αυτή κίνηση εξασφαλίζει, ώστε η εμφάνιση των στόχων επί της οθόνης να γίνεται όχι μόνο στη σωστή απόσταση, αλλά και στη σωστή διόπτευση. Μάλιστα, στην περιφέρεια της οθόνης της καθοδικής λυχνίας προσαρμόζεται κλίμακα ανεμολογίου, του οποίου η ένδειξη 0° αντιστοιχεί στην κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου και έτσι καθίσταται δυνατός ο προσδιορισμός της διοπτεύσεως των στόχων με ακρίβεια.

Γενικά, αν οι στόχοι συμβαίνει να καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση, θα φωτίζονται οι εκτάσεις της οθόνης της καθοδικής λυχνίας, που αντιστοιχούν στις εκτάσεις των στόχων που καλύπτονται από την κλίμακα ανιχνεύσεως. Λόγω του φαινομένου της μεταπορφυρώσεως, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.4, οι εκτάσεις αυτές της οθόνης παραμένουν σημαντικά φωτισμένες μέχρι την επόμενη στροφή της βάσεως χρόνου και έτσι η εικόνα των ηχών των στόχων παρουσιάζεται σταθερή και μοιάζει με την εικόνα του ορίζοντα ή την εικόνα του χάρτη, που καλύπτεται από την κλίμακα ανιχνεύσεως.

Ερωτήσεις Πρώτου Κεφαλαίου.

- Σε ποιες ιδιότητες των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων βασίζεται η λειτουργία του ραντάρ;
- Από ποιες βασικές μονάδες αποτελείται η συσκευή ραντάρ και ποια είναι η χρησιμότητα κάθε μιας;
- Για ποιο λόγο το ραντάρ χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικά κύματα υπερυψηλών συχνοτήτων;
- Για ποιους λόγους η κεραία του ραντάρ ακτινοβολεί υπό μορφή δέσμης και για ποιο λόγο περιστρέφεται;

5. Τι εννοείται ως συχνότητα εκπομπής - λήψεως, συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής και διάρκεια παλμού εκπομπής; Ποια από τα χαρακτηριστικά αυτά μεταβάλλουν τιμή, όταν αλλάζει η κλίμακα ανιχνεύσεως και για ποιους λόγους;
 6. Ποια κύρια εξαρτήματα φέρει η καθοδική λυχνία P.P.I. και ποια είναι η χρησιμότητα καθενός;
 7. Τι είναι το φαινόμενο της μεταπορφυρώσεως και τι εξασφαλίζεται με αυτό;
 8. Πώς δημιουργείται η βάση χρόνου στον ενδείκτη P.P.I. και κάτω από ποιες προϋποθέσεις μπορεί αυτή να αντιπροσωπεύει απόσταση;
 9. Σε ποιο ηλεκτρόδιο της καθοδικής λυχνίας P.P.I. εφαρμόζεται η έξοδος του δέκτη της συσκευής ραντάρ και πώς εμφανίζονται οι ηχοί στόχων στον ενδείκτη αυτό;
 10. Ποια σχέση έχει η περιστροφή του πηνίου εκτροπής με την περιστροφή της κεραίας και τι εξασφαλίζεται με τη σχέση αυτή;
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ PANTAR

2.1 Η συσκευή ραντάρ.

Στην παράγραφο 1.2 γνωρίσαμε τις βασικές μονάδες της συσκευής ραντάρ. Όμως η συσκευή ραντάρ, όπως αυτή εγκαθίσταται στο πλοίο, συγκροτείται από τις εξής μονάδες:

- Τη μονάδα του πομποδέκτη (transceiver unit). Στη μονάδα αυτή εντάσσεται και ο κυματοδηγός (waveguide).
- Τη μονάδα του ενδείκτη (indicator unit ή display unit).
- Τη μονάδα της κεραίας (antenna unit ή aerial unit ή scanner unit).
- Τη μονάδα του τροφοδοτικού ισχύος (power supply unit).

Ως προς τη λειτουργία της συσκευής ραντάρ διακρίνομε τα εξής χαρακτηριστικά κυκλώματα.

- Τα κυκλώματα εκπομπής (πομπού).
- Τα κυκλώματα λήψεως (δέκτη).
- Τα κυκλώματα του ενδείκτη ή συγχρονισμένα κυκλώματα.
- Το κύκλωμα παραγωγής γραμμής πλώρης.

Η λειτουργία των κυκλωμάτων της συσκευής ραντάρ είναι χρονικά αλληλένδετη και εξελίσσεται με συγχρονισμό, ώστε να εξασφαλίζεται η ακρίβεια των πληροφοριών για τις αποστάσεις και τις διοπτεύσεις των στόχων που ανιχνεύονται. Στο σχήμα 2.1 παριστάνεται διάγραμμα λειτουργίας των κυκλωμάτων συσκευής ραντάρ συνηθισμένου τύπου. Η λειτουργία των κυκλωμάτων αυτών αναπτύσσεται στις επόμενες παραγράφους. Περισσότερα στοιχεία σχετικά με τα κυκλώματα αυτά παρέχονται στο Παράρτημα «Α» του βιβλίου αυτού.

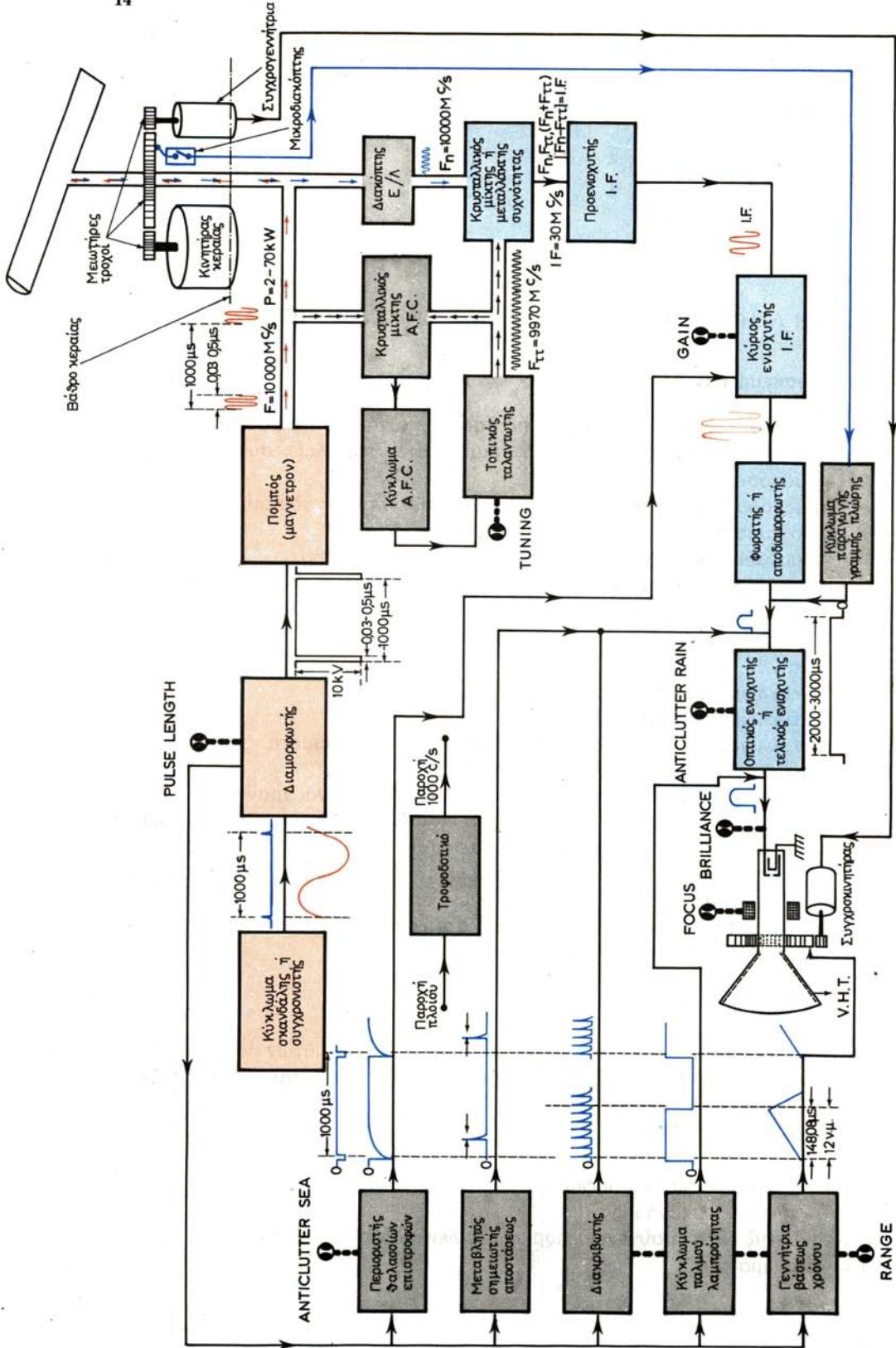
2.2 Τα κυκλώματα εκπομπής.

Σκοπός των κυκλωμάτων εκπομπής, δηλαδή των κυκλωμάτων που συγκροτούν τον πομπό, είναι η παραγωγή ταλαντώσεων υψηλής συχνότητας (στην περιοχή των 10 000 Mc/s) και υψηλής ισχύος (2-75 kW) κατά παλμούς.

Ο πομπός (transmitter) αποτελείται από τα εξής επί μέρους κυκλώματα:

- Το κύκλωμα του ταλαντωτή μάγνετρον.
- Το κύκλωμα του διαμορφωτή.
- Το κύκλωμα σκανδάλης.

Θα αναπτύξουμε στη συνέχεια χωριστά τη λειτουργία του καθενός από τα παράπάνω κυκλώματα.



ΣΧ. 2.1.

Γενικό διάγραμμα λεπτουργίας παντάρ.

2.2.1 Το κύκλωμα του ταλαντωτή μάγνετρον.

Το κύκλωμα αυτό είναι το κυριότερο κύκλωμα του πομπού, γιατί σ' αυτό παράγονται τελικά οι ηλεκτρικές ταλαντώσεις υπεριψηλής συχνότητας που εκπέμπονται από την κεραία. Το κυριότερο στοιχείο του κυκλώματος αυτού αποτελεί μια λυχνία, που ονομάζεται **μάγνετρον**.

Για το λόγο αυτό και ο ταλαντωτής ονομάζεται πολλές φορές και **πομπός μάγνετρον** (magnetron transmitter). Εκτός από τη λυχνία μάγνετρον, στο κύκλωμα του ταλαντωτή εντάσσονται και τα βοηθητικά κυκλώματα, που είναι απαραίτητα για τη λειτουργία της λυχνίας αυτής.

Η λυχνία μάγνετρον, της οποίας η λειτουργία αναπτύσσεται στο Παράρτημα «Α», είναι ένας ταλαντωτής μικροκυμάτων (microwave oscillator), που λειτουργεί κατά παλμούς και παράγει ταλαντώσεις μικροκυμάτων υψηλής στιγμιαίας ισχύος. Αυτή μπορεί να λειτουργεί στην περιοχή συχνοτήτων από 1000 Mc/s - 50 Gc/s (τα αντίστοιχα μήκη κύματος από 30 cm - 0,6 cm). Επίσης μπορεί να παράγει στιγμιαία ισχύ (peak power) από μερικές εκατοντάδες W μέχρι και 10 MW.

Η λυχνία μάγνετρον τροφοδοτείται με ορθογώνιους αρνητικούς παλμούς υψηλής τάσεως, που παράγει ο διαμορφωτής. Όσο χρόνο διαρκεί κάθε τέτοιος παλμός, η λυχνία λειτουργεί και παράγει ίσης διάρκειας παλμούς (συρμούς) ηλεκτρικών ταλαντώσεων πολύ υψηλής συχνότητας, της τάξεως των 10 000 Mc/s (σχ. 2.1). Οι ταλαντώσεις αυτές μεταφέρονται με τον κυματοδηγό υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικού κύματος, στην κεραία, η οποία τις ακτινοβολεί στο χώρο υπό μορφή δέσμης.

2.2.2 Ο διαμορφωτής.

Ο διαμορφωτής συγχρονιζόμενος από το κύκλωμα σκανδάλης παράγει στην έξοδό του ορθογώνιο αρνητικό παλμό υψηλής τάσεως, με τον οποίο τροφοδοτείται η λυχνία μάγνετρον, ώστε να παράγει τον παλμό ταλαντώσεων υψηλής συχνότητας και υψηλής ισχύος.

Ο διαμορφωτής μπορεί να θεωρηθεί ως πηγή υψηλής τάσεως, η οποία δεν λειτουργεί, αν δεν δεχθεί στην είσοδό της ένα συγχρονιστικό παλμό, δηλαδή αν δεν διεγερθεί, από το κύκλωμα σκανδάλης. Κάθε φορά που δέχεται οξύ συγχρονιστικό παλμό, λειτουργεί για μικρό χρονικό διάστημα, ίσο με την επιθυμητή διάρκεια του παλμού εκπομπής. Κατά το διάστημα που λειτουργεί, στην έξοδό του προς τον ταλαντωτή παρέχει υψηλή αρνητική τάση της τάξεως των 10 kV. Δηλαδή παρέχει ορθογώνιους αρνητικούς παλμούς (σχ. 2.1) υπεριψηλής τάσεως, που επαναλαμβάνονται με τη συχνότητα των οξέων θετικών συγχρονιστικών παλμών. Ως οξείς παλμοί νοούνται οι παλμοί των οποίων η διάρκεια είναι πάρα πολύ μικρή.

Η διάρκεια των ορθογωνίων παλμών (pulse duration) είναι ίση με τη διάρκεια παλμού εκπομπής (0,03-0,5 ms) ή το αντίστοιχο μήκος παλμού (pulse length 9-150 μm). Οι συσκευές ραντάρ μπορούν να λειτουργούν με δυο διαφορετικής διάρκειας παλμούς (δυο μήκη παλμού εκπομπής). Με παλμό **μικρής διάρκειας** (short pulse) ή με παλμό **μεγάλης διάρκειας** (long pulse), ανάλογα με την κλίμακα ανιχνεύσεως στην οποία λειτουργούν. Η μεταγωγή γίνεται με διακόπτη, που βρίσκεται στον ενδείκτη της συσκευής με την ένδειξη PULSE LENGTH και ο οποίος

φέρει τις δυο θέσεις μεταγωγής «SHORT» και «LONG». Στη θέση «SHORT» ο διαμορφωτής παράγει ορθογώνιους παλμούς μικρής διάρκειας (μικρού μήκους), από 0,03-0,1 ms. Στη θέση «LONG» ο διαμορφωτής παράγει ορθογώνιους παλμούς μεγάλης διάρκειας (μεγάλου μήκους) από 0,1-0,5 ms.

Ο παλμός μικρής διάρκειας χρησιμοποιείται στις μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως, επειδή στις κλίμακες αυτές ενδιαφερόμαστε για:

· Γην ελάχιστη απόσταση ανιχνεύσεως στόχων (minimum range).

Γιν καλύτερη διάκριση των στόχων κατά απόσταση (range resolution ή range discrimination).

· Τι μικρή παραμόρφωση των στόχων κατά απόσταση.

Στις μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως δεν απαιτείται μεγάλη ισχύς εκπομπής, επειδή ανιχνεύονται στόχοι που βρίσκονται σε μικρές αποστάσεις.

Στις μεγάλες κλίμακες ανιχνεύσεως χρησιμοποιείται ο παλμός μεγάλης διάρκειας (μεγάλου μήκους), που συνεπάγεται αύξηση της ισχύος εκπομπής. Έτσι είναι δυνατή η ανίχνευση των στόχων που βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις.

Σε υστερεότερη παρατήρηση που δε φέρουν τον παραπάνω διακόπτη «PULSE LENGTH», η μεταγωγή σε λειτουργία με παλμό εκπομπής μικρής ή μεγάλης διάρκειας γίνεται απευθείας με το διακόπτη επιλογής κλίμακας ανιχνεύσεως (range selector switch).

Η αναλυτική λειτουργία του διαμορφωτή αναπτύσσεται στο Παράρτημα «A».

2.2.3 Το κύκλωμα σκανδάλης.

Το κύκλωμα σκανδάλης (trigger circuit) [ονομάζεται και συγχρονιστής (synchronizer)] (σχ. 2.1), είναι ειδικό κύκλωμα, το οποίο, όταν τροφοδοτείται παράγει οξείς θετικούς παλμούς τάσεως (σχήματος ακίδας). Οι παλμοί αυτοί χρησιμοποιούνται για συγχρονισμό. Το χρονικό διάστημα μεταξύ των οξέων αυτών θετικών παλμών (ιτερίοδος επαναλήψεως τους) είναι σταθερό και εξαρτάται από τη Συχνότητα Επαναλήψεως Παλμών εκπομπής «ΣΕΠ» (Pulse Repetition Frequency - P.R.F. ή Pulse Repetition Rate - P.R.R.), την οποία ορίσαμε στην παράγραφο 1.3. Δηλαδή η συχνότητα των οξέων αυτών θετικών παλμών είναι εκείνη που καθορίζει τη «ΣΕΠ», στην οποία λειτουργεί η συσκευή ραντάρ. Για να παραμένει η συχνότητα των οξέων αυτών συγχρονιστικών παλμών σταθερή και να εξασφαλίζεται σταθερή «ΣΕΠ», το κύκλωμα σκανδάλης υποβοηθείται στο συγχρονισμό του από τη συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσεως με την οποία τροφοδοτούνται τα κυκλώματα της συσκευής ραντάρ. Για το λόγο αυτό, οι περισσότερες συσκευές ραντάρ ναυσιπλοΐας τροφοδοτούνται με εναλλασσόμενη τάση 1000 c/s, δηλαδή συχνότητας ίσης με τη «ΣΕΠ» λειτουργίας της συσκευής. Η εναλλασσόμενη τάση 1000 c/s παρέχεται από το τροφοδοτικό της συσκευής ραντάρ (power supply unit).

Το πλάτος των οξέων θετικών παλμών κυμαίνεται από 0,5 V - 50 V και αυτό εξαρτάται από το αν τα κυκλώματα χρησιμοποιούν κρυσταλλούχνιες (transistors) ή λυχνίες κενού (vacuum tubes). Οι παλμοί αυτοί, όπως είδαμε, χρησιμοποιούνται για να συγχρονίζουν το διαμορφωτή.

Ως κύκλωμα σκανδάλης μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε **ταλαντωτής φραγμού** (blocking oscillator) είτε πολυδονητής (multivibrator). Η λειτουργία τους θα αναπτυχθεί στο Παράρτημα «A».

2.3 Ο κυματοδηγός.

Ο κυματοδηγός (wave guide) αποτελεί γραμμή μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην περιοχή των μικροκυμάτων.

Με τον κυματοδηγό μεταφέρεται τόσο η ενέργεια των ταλαντώσεων, που παράγει κατά παλμούς ο πομπός μάγνετρον στην κεραία, όσο και η ενέργεια της ηχούς· από την κεραία στο δέκτη.

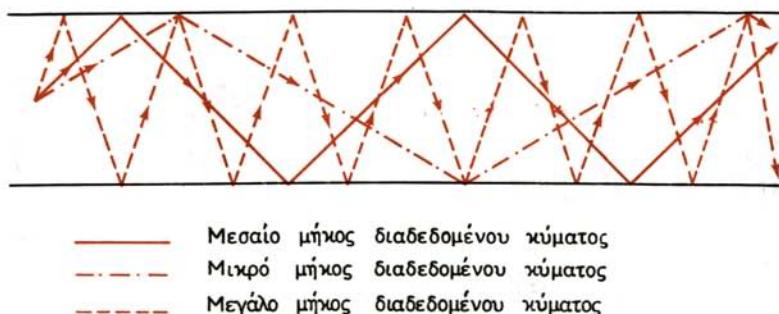
Γενικά, οι κυματοδηγοί είναι χάλκινοι σωλήνες, συνήθως με ορθογώνια διατομή. Σπάνια όμως χρησιμοποιούνται σωλήνες με κυκλική διατομή. Η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικού κύματος, το οποίο διαδίδεται με συνεχείς ανακλάσεις του (σχ. 2.3α) στα κατά μήκος του κυματοδηγού εσωτερικά τοιχώματά του. Η ταχύτητα διαδόσεως του κύματος κατά μήκος του κυματοδηγού είναι μικρότερη από ότι η ταχύτητα διαδόσεως στο χώρο και συγκεκριμένα:

$$C_k = C_{\text{συνθ}} \quad (2.1)$$

όπου: C_k η ταχύτητα διαδόσεως κατά μήκος του κυματοδηγού,

C = 3×10^8 m/s η ταχύτητα διαδόσεως του κύματος στο χώρο και

θ η γωνία που σχηματίζουν οι ακτίνες που ανακλώνται με το τοίχωμα του κυματοδηγού.

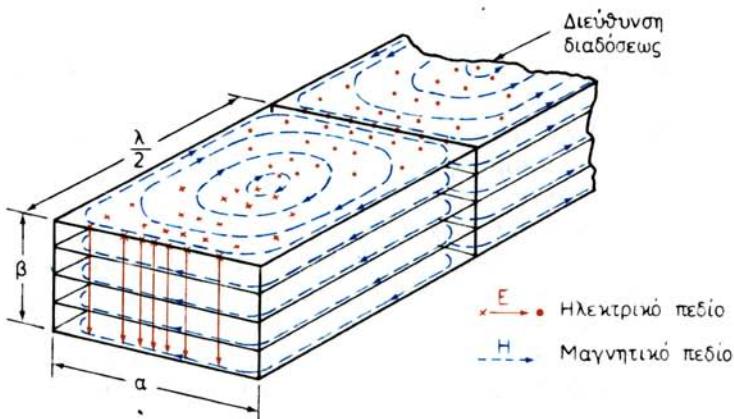


Σχ. 2.3α.

Διάδοση του κύματος με συνεχείς ανακλάσεις στο εσωτερικό του κυματοδηγού.

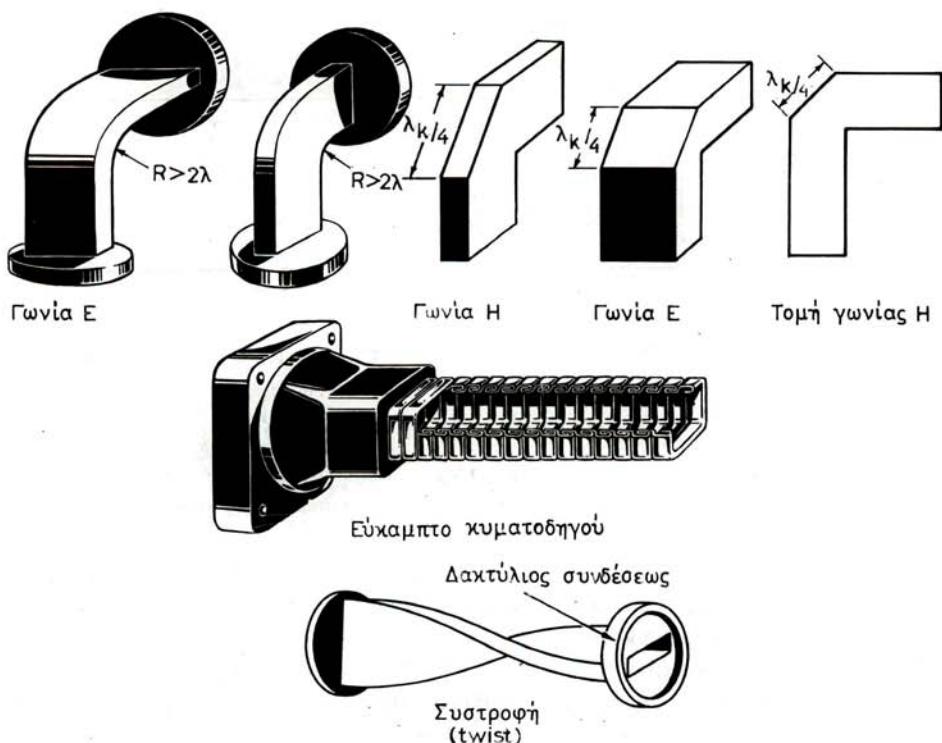
Κατά τη διάδοση του ηλεκτρομαγνητικού κύματος κατά μήκος του κυματοδηγού, οι δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου \vec{E} και του μαγνητικού πεδίου \vec{H} διαμορφώνονται όπως φαίνεται στο σχήμα 2.3β, ώστε να είναι κάθετες μεταξύ τους, αλλά και κάθετες κατά τη διεύθυνση διαδόσεως του κύματος. Αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με τη θεωρία του Maxwell, στην οποία βασίζεται η λειτουργία των κυματοδηγών και σύμφωνα με την οποία:

Οι δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου \vec{E} είναι πάντα κάθετες προς αγώγιμη επιφάνεια, ενώ οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου \vec{H} είναι πάντα παράλληλες προς αγώγιμη επιφάνεια.



Σχ. 2.3β.

Η κατανομή του ηλεκτρικού πεδίου E και του μαγνητικού πεδίου H στο εσωτερικό του κυματοδηγού.



Σχ. 2.3γ.

Διάφορα εξαρτήματα κυματοδηγού.

Ως προς τις διαστάσεις της ορθογώνιας διατομής του κυματοδηγού, η μεγάλη πλευρά της «α» εξαρτάται από τις συχνότητες (μήκη κύματος), που διαδίδονται μ' αυτόν και κυμαίνεται:

$$\lambda/2 < a < \lambda$$

όπου λ το μήκος κύματος που μπορεί να διαδοθεί.

Η μικρή πλευρά «β» της ορθογώνιας διατομής εξαρτάται και από τις συχνότητες (μήκη κύματος) που διαδίδονται και από την ισχύ του κύματος που διαδίδεται με τον κυματοδηγό και κυμαίνεται:

$$\lambda/4 < b < \lambda/2$$

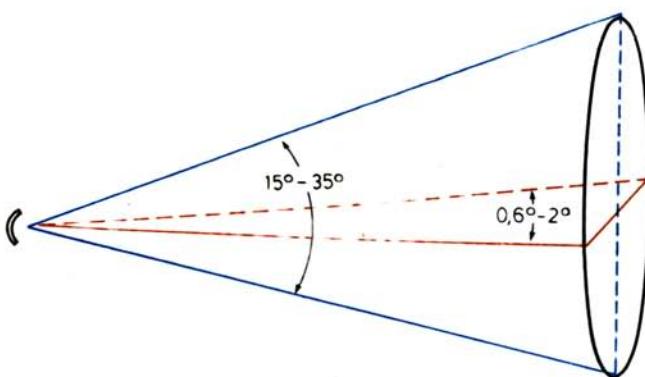
Για εσωτερικά τοιχώματα του κυματοδηγού πρέπει να είναι λεία, στιλπνά και καθαρά, ώστε να αποφεύγεται η απώλεια ενέργειας κατά μήκος τους, εξαιτίας στασίμων κυμάτων, σπινθηρισμών και μετατροπής της σε θερμότητα.

Στο σχήμα 2.3γ φαίνονται ορισμένα ειδικά τμήματα κυματοδηγών, που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις συσκευών ραντάρ, για τη σύνδεση της μονάδας του πομποδέκτη με την κεραία.

2.4 Η κεραία ραντάρ.

Σκοπός της κεραίας της συσκευής ραντάρ είναι: Να εκπέμπει τους παλμούς ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, που μεταφέρονται σ' αυτή με τον κυματοδηγό από τον πομπό μάγνετρον, συγκεντρώνοντας τις ακτίνες τους σε δέσμη, και να δέχεται τα ασθενή ηλεκτρομαγνητικά κύματα της ηχούς από το χώρο της ίδιας δέσμης.

Η δέσμη ακτινοβολίας της κεραίας (εκπομπής και λήψεως) δεν είναι κωνική, αλλά έχει διατομή έλλειπτική, με το μεγάλο άξονα της ελλείψεως κατακόρυφο (σχ. 2.4α). Δηλαδή έχει πολύ μικρό **οριζόντιο εύρος δέσμης** (horizontal beamwidth), το οποίο κυμαίνεται από $0,6^\circ - 2^\circ$ και μεγάλο **κατακόρυφο εύρος δέσμης** (vertical



Σχ. 2.4α.

Δέσμη ακτινοβολίας κεραίας ραντάρ (οριζόντιο εύρος δέσμης $0,6^\circ - 2^\circ$, κατακόρυφο εύρος δέσμης $15^\circ - 35^\circ$).

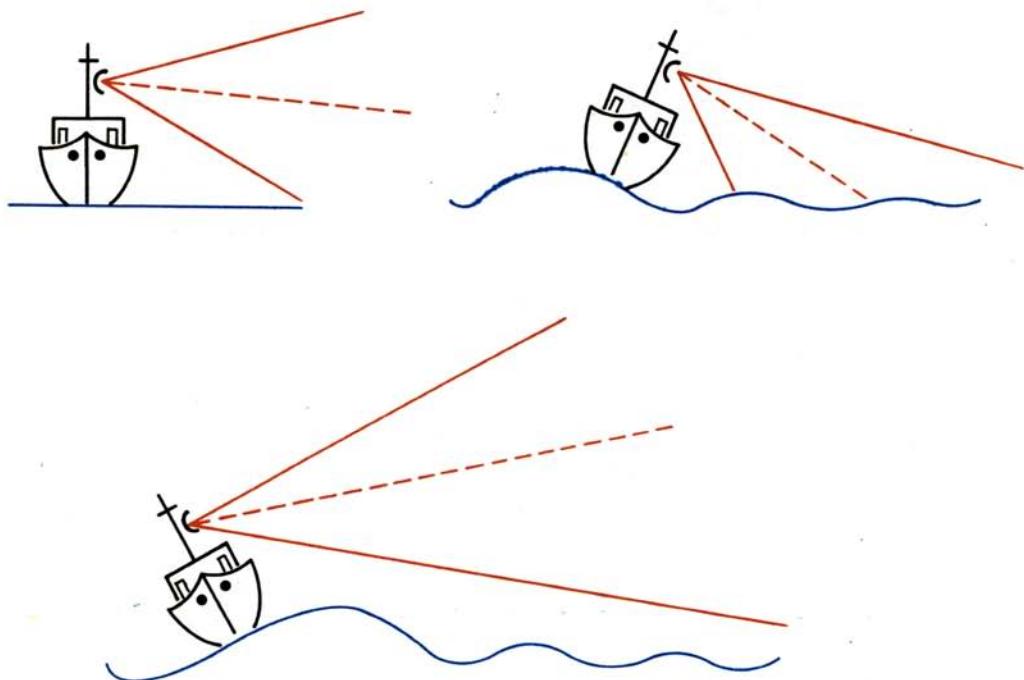
beamwidth), το οποίο κυμαίνεται από $15^\circ - 35^\circ$. Σημειώνεται ότι ο άξονας της δέσμης έχει μικρή κλίση προς τα κάτω.

Με το **μικρό οριζόντιο εύρος** δέσμης εξασφαλίζεται:

- Ακριβής διόπτευση των στόχων που ανιχνεύονται.
- Καλύτερη διάκριση των στόχων κατά διόπτευση (bearing resolution ή bearing discrimination), κατά την εμφάνισή τους στον ενδείκτη P.P.I.
- Μικρότερη παραμόρφωση των στόχων κατά διόπτευση (bearing distortion), κατά την εμφάνισή τους στον ενδείκτη P.P.I.

Με το **μεγάλο κατακόρυφο εύρος** δέσμης ακτινοβολίας, εξασφαλίζεται η δυνατότητα ανιχνεύσεως των στόχων που βρίσκονται στην ίδια κατεύθυνση (διόπτευση) σε όλες τις αποστάσεις, δηλαδή από την ελάχιστη μέχρι τη μέγιστη απόσταση, ανάλογα με την εμβέλεια της συσκευής ραντάρ, ειδικά κατά τους προνευτασμούς και τους διατοιχισμούς του πλοίου.

Πάντως, θα πρέπει να έχομε υπόψη μας ότι, όταν το πλοίο παίρνει κλίση λόγω προνευτασμών ή διατοιχισμών, τότε, επειδή την κλίση αυτή την ακολουθεί και η δέσμη ακτινοβολίας, από την πλευρά του πλοίου που ανέρχεται (σχ. 2.4β), είναι πιθανό να μην ανιχνευθούν ιδίως οι μικροί στόχοι που βρίσκονται σε μικρές αποστάσεις. Αντίθετα, από την πλευρά του πλοίου που κατέρχεται, είναι πιθανό να μην ανιχνευθούν στόχοι μικρού ύψους, που βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις.

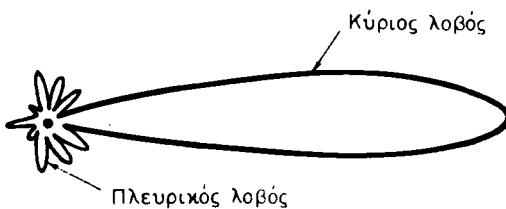


Σχ. 2.4β.

Η επίδραση της κλίσεως του πλοίου στην ανίχνευση των στόχων.

Συνήθως τα όρια της δέσμης ακτινοβολίας στο χώρο καθορίζονται από τα σημεία, στα οποία η ένταση του πεδίου ελαττώνεται στα 0,707 της μέγιστης εντάσεως, ή η ισχύς ελαττώνεται στα 0,5 της μέγιστης ισχύος (half power points), ή αλλοιώς η ισχύς ελαττώνεται κατά 3 db.

Εκτός από την κύρια δέσμη (main beam) ακτινοβολίας, η οποία ονομάζεται και **κύριος λοβός** (main lobe), σε όλους τους τύπους κεραιών δημιουργούνται και δευτερεύοντες λοβοί, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.4γ. Αυτοί ονομάζονται πλευρικοί λοβοί (side lobes) και στο χώρο τους ακτινοβολεί πολύ μικρό ποσό ενέργειας. Οι περισσότεροι σύγχρονοι τύποι κεραιών υπολογίζονται και κατασκευάζονται έτσι ώστε η συνολική ενέργεια που κατανέμεται στο χώρο όλων των πλευρικών λοβών να μην υπερβαίνει το 0,25% της ενέργειας που ακτινοβολείται στο χώρο του κύριου λοβού. Πολλές φορές, λόγω των πλευρικών λοβών, εμφανίζονται στον ενδείκτη P.R.I. ψευδοηχοί, που ονομάζονται **ηχοί πλευρικών λοβών**, τις οποίες θα αναττύξουμε σε επόμενο κεφάλαιο.



Σχ. 2.4γ.
Κύριος λοβός και πλευρικοί λοβοί κεραίας.

Η κεραία της συσκευής ραντάρ ναυσιπλοΐας περιστρέφεται με ταχύτητα 15-30 R.P.M. Σε κάθε στροφή της, ανάλογα με τη «ΣΕΠ» λειτουργίας της συσκευής, εκπέμπει 500-6000 μικρής διάρκειας παλμούς (surpuls) ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Έτσι και ο μικρότερος στόχος, που βρίσκεται σε οποιοδήποτε σημείο μέσα στην απόσταση ανιχνεύσεως, που καθορίζεται από τον ορίζοντα ραντάρ, δέχεται σημαντικό αριθμό παλμών και ανιχνεύεται.

Στο σχήμα 2.4δ φαίνονται διάφοροι τύποι κεραιών ραντάρ. Ο πιο σύγχρονος τύπος είναι η κεραία σχισμών και κεράτων (slotted waveguide scanner).

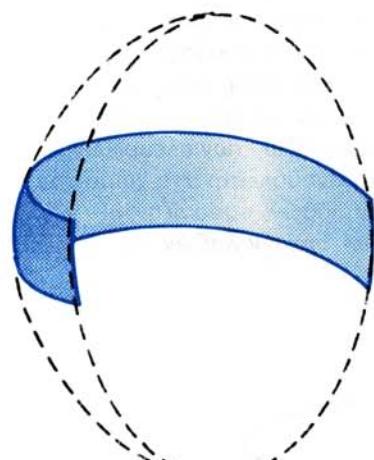
Περισσότερα στοιχεία σχετικά με τις κεραίες δίνονται στο Παράρτημα Α'.

2.4.1 Το συγκρότημα της κεραίας.

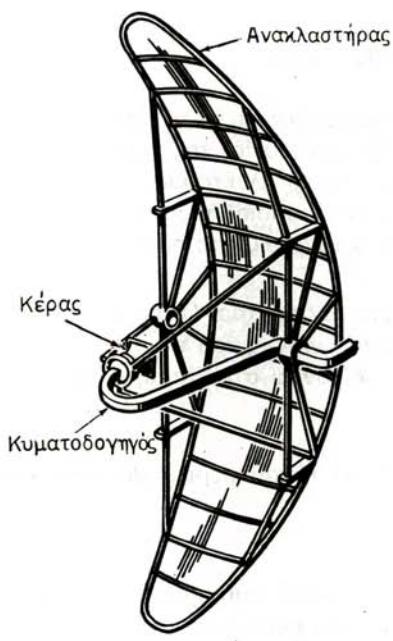
Στο συγκρότημα της κεραίας ραντάρ οποιουδήποτε τύπου, περιλαμβάνονται και τα παρακάτω εξαρτήματα:

α) Ο περιστροφικός σύνδεσμος.

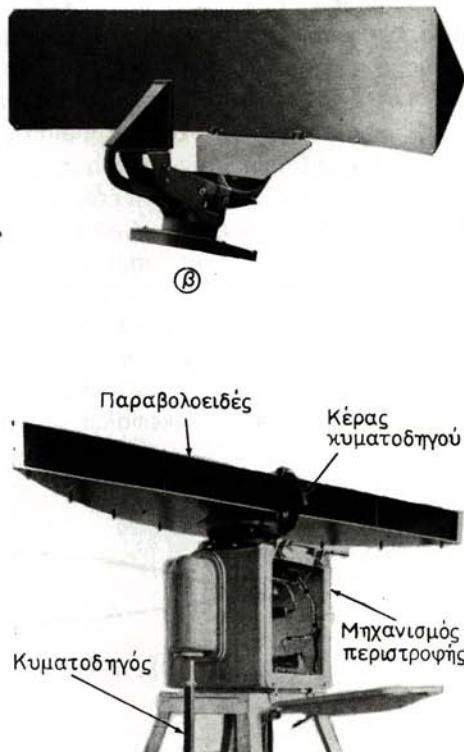
Ο περιστροφικός σύνδεσμος (rotary joint) [σχ. 2.4ε(α)], χρησιμεύει για τη σύνδεση του σταθερού τμήματος του κυματοδηγού, που εκτείνεται από τη μονάδα του πομποδέκτη μέχρι το συγκρότημα της κεραίας, με το τμήμα κυματοδηγού που περιστρέφεται μαζί με την κεραία. Διακρίνομε δύο είδη περιστροφικών συνδέσμων. Συνδέσμους με:



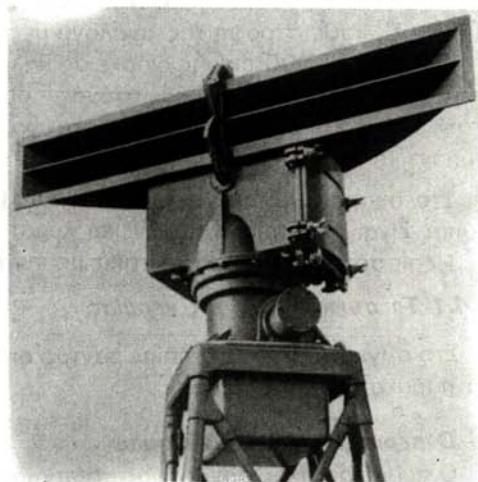
(a)



(γ)



(β)



(ε)

Σχ. 2.4δ.



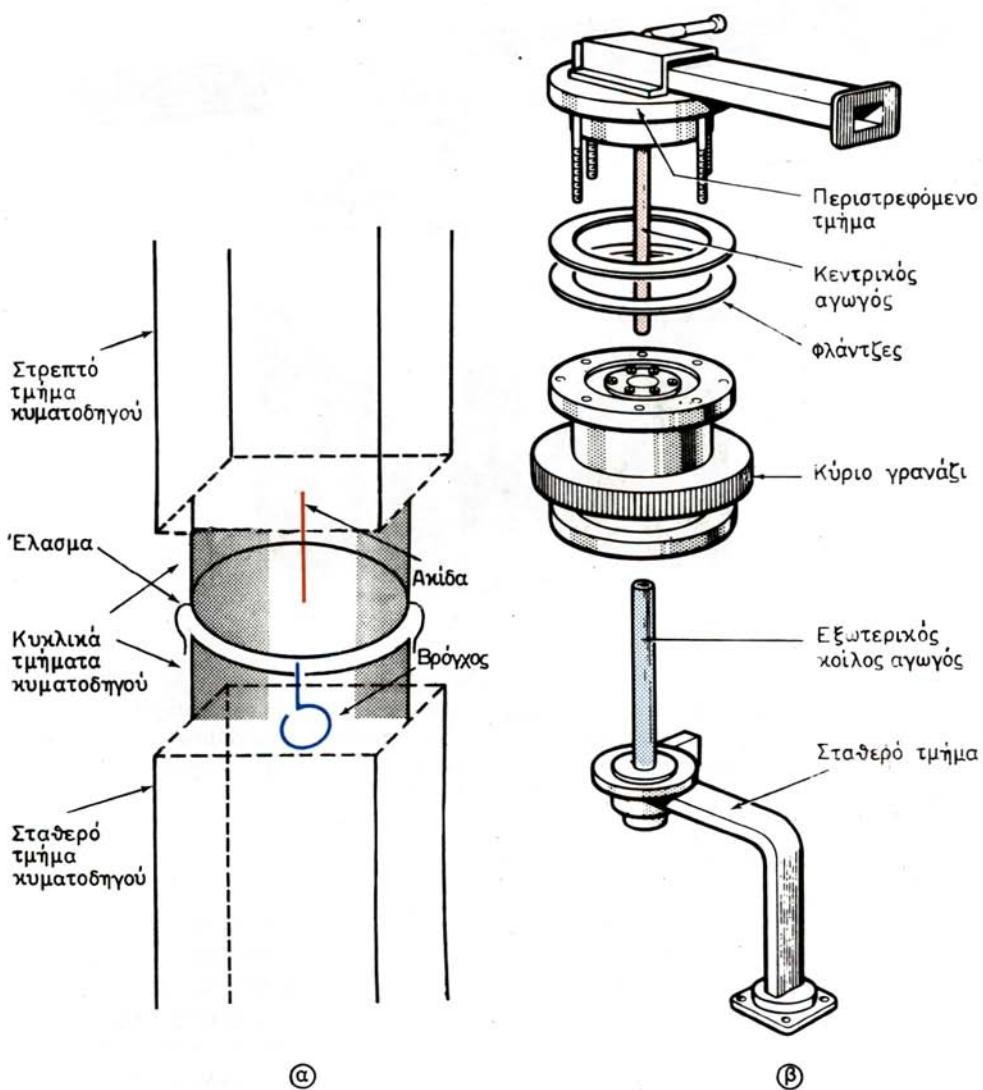
Σχ. 2.4δ.

Διάφοροι τύποι κεραιών ραντάρ: α) Παραβολοειδής κύλινδρος από τομή παραβολοειδούς κεραίας. β) Κεραία παραβολοειδούς κυλίνδρου. γ) Δικτυωτή κεραία παραβολικού κυλίνδρου. δ) Κεραία cheese. ε) Κεραία double cheese. στ) Κεραία σχισμών και κεράτων σε πραγματικές διαστάσεις και τρήμα της σε μεγέθυνση.

- Κυλινδρικά άκρα κυματοδηγού και
- με ομοαξονικό αγωγό.

Ο περιστροφικός σύνδεσμος με κυλινδρικά άκρα κυματοδηγού [σχ. 2.4ε(α)], αποτελείται από ένα μικρό σταθερό τρήμα κυματοδηγού ορθογώνιας διατομής, που καταλήγει σε κυκλική διατομή και από ένα στρεπτό τρήμα, που αρχίζει με κυκλική διατομή και μετατρέπεται σε κυματοδηγό ορθογώνιας διατομής. Στην εξωτερική επιφάνεια του κυκλικού άκρου του, το στρεπτό τρήμα φέρει μεταλλικά κυρτά ελάσματα. Αυτά εφάπτονται στην εξωτερική επιφάνεια του κυκλικού άκρου του σταθερού τρήματος και έτσι, κατά την περιστροφή του στρεπτού τρήματος, αποκαθίσταται η ηλεκτρική συνέχεια μεταξύ των δυο τμημάτων. Στο εσωτερικό του σταθερού τρήματος προσαρμόζεται ηλεκτρόδιο (αγωγός μικρού μήκους), του οποίου το άκρο, που εισχωρεί στο σταθερό τρήμα, καταλήγει σε βρόγχο, ενώ το άκρο του ηλεκτροδίου, που εισχωρεί στο στρεπτό τρήμα κυματοδηγού, καταλήγει σε ακίδα. Η ενέργεια, που μεταφέρεται από τον πομπό με το σταθερό κυματοδηγό, επάγεται στο βρόγχο του ηλεκτροδίου και η ακίδα του ηλεκτροδίου την ακτινοβολεί στο τρήμα του κυματοδηγού, που στρέφεται μαζί με την κεραία εξασφαλίζοντας έτσι τη ζεύξη.

Παρόμοια είναι η λειτουργία του περιστροφικού συνδέσμου με ομοαξονικό αγωγό του σχήματος 2.4ε(β).



Σχ. 2.4ε.

α) Περιστροφικός σύνδεσμος με κυλινδρικά άκρα κυματοδηγού. β) Περιστροφικός σύνδεσμος με ομοαξονικό αγωγό.

β) Ο κινητήρας περιστροφής της κεραίας.

Ο κινητήρας περιστροφής της κεραίας (antenna drive motor) τροφοδοτείται πάντα με ρεύμα πλοίου και με μειωτήρες τροχούς (γρανάζια-reduction gears) περιστρέφει την κεραία. Η αποκατάσταση και η διακοπή της τροφοδοτήσεως του κινητήρα, που συνεπάγεται αποκατάσταση και διακοπή της περιστροφής της κεραίας, γίνεται με διακόπτη ευρισκόμενο στην πρόσοψη του ενδείκτη P.P.I.

γ) Το κιβώτιο μειωτήρων τροχών.

Το κιβώτιο μειωτήρων τροχών (reduction gear box) υποβιβάζει τη μεγάλη ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα της κεραίας (1000 R.P.M.) στη μικρή ταχύτητα περιστροφής της κεραίας (20 R.P.M.). Σε ορισμένες συσκευές το κιβώτιο αυτό είναι γεμάτο λάδι και φέρει θερμική αντίσταση, η οποία τροφοδοτείται με ρεύμα πλοίου. Η αποκατάσταση της τροφοδοτήσεως της αντιστάσεως αυτής γίνεται αυτόματα με θερμοστατικό διακόπτη, όταν η θερμοκρασία του λαδιού ελαπτωθεί τόσο, ώστε να υπάρχει κίνδυνος να παγώσει το λάδι και εφόσον η συσκευή είναι εκτός λειτουργίας.

δ) Η συγχρογεννήτρια.

Η συγχρογεννήτρια (synchrogenerator) (σχ. 2.1) συνδέεται μηχανικά (με γράνάζι) με τον άξονα περιστροφής της κεραίας και ηλεκτρικά (με πενταπολική γραμμή) με το συγχροκινητήρα (synchromotor), που βρίσκεται στον ενδείκτη P.P.I. Ο συγχροκινητήρας, με ατέρμονα κοχλία και γρανάζι, συνδέεται μηχανικά στο πηνίο εκτροπής.

Έτσι, κατά τη λειτουργία της συσκευής ραντάρ, εξασφαλίζεται ισοταχής περιστροφή του πηνίου εκτροπής με την κεραία, που είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την ισοταχή περιστροφή της βάσεως χρόνου με τον άξονα της δέσμης ακτινοβολίας της κεραίας.

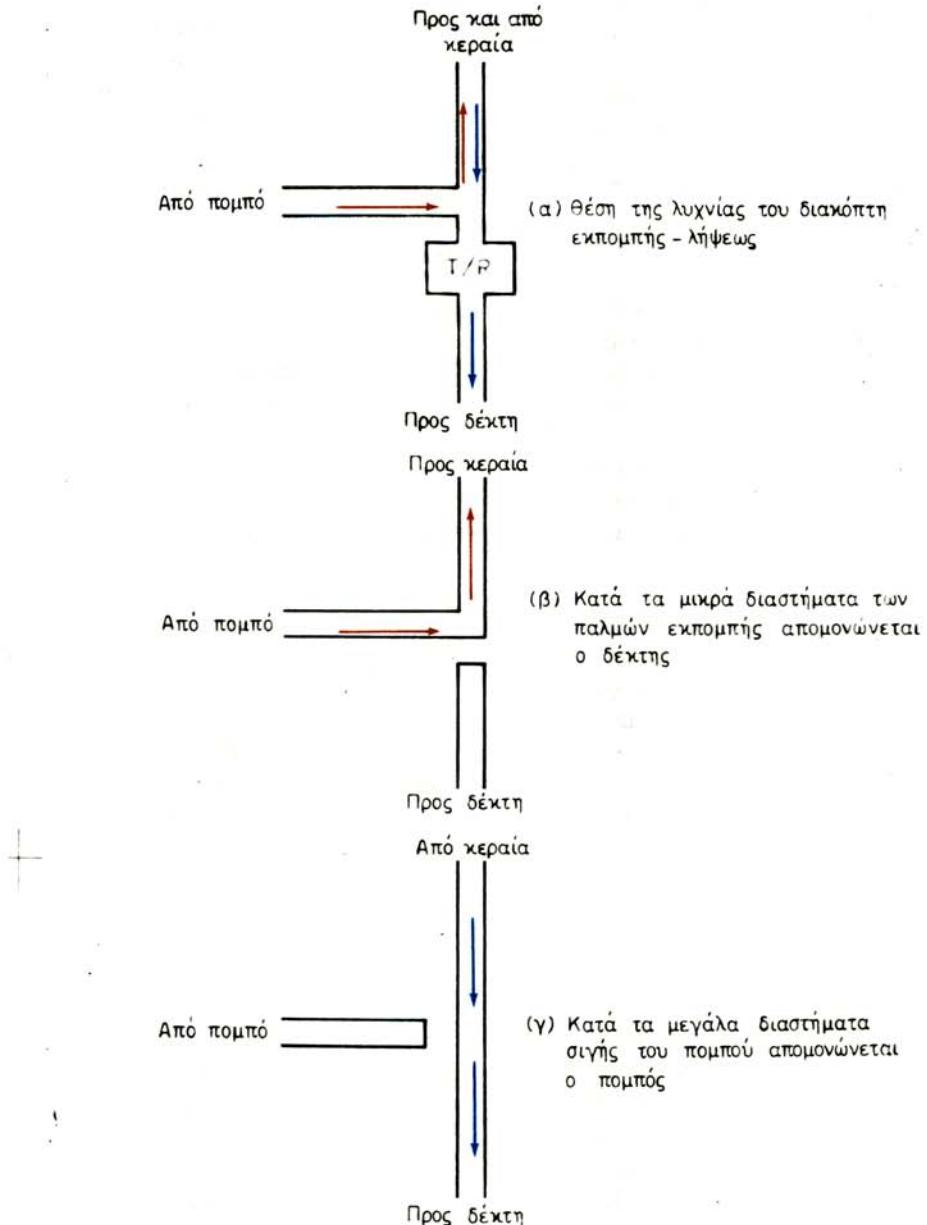
ε) Ο μικροδιακόπτης γραμμής πλώρης.

Ο μικροδιακόπτης γραμμής πλώρης (heading line microswitch) συγκρατείται από το ελατήριό του συνέχεια ανοικτός. Στον άξονα περιστροφής της κεραίας προσαρμόζεται δακτύλιος με έκκεντρο ή βραχίονας, που πιέζει και κλείνει στιγμιαία τις επαφές του διακόπτη, σε κάθε στροφή της κεραίας. Αυτό συμβαίνει κατά τη στιγμή που ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας της είναι παράλληλος προς την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου. Η χρησιμότητα του μικροδιακόπτη γραμμής πλώρης αναπτύσσεται σε επόμενη παράγραφο.

2.5 Ο δέκτης.

Είπαμε ότι, όταν οι παλμοί πολύ μικρής διάρκειας (συρμοί) ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, που εκπέμπονται από την κεραία της συσκευής ραντάρ, προσπέσουν σε στόχους που βρίσκονται μέσα στο χώρο της δέσμης ακτινοβολίας, ένα μέρος της ενέργειας, που προσπίπτει, ανακλάται και επιστρέφει στην κεραία ως ηχώ.

Αν η επιφάνεια του στόχου είναι επίπεδη και κατακόρυφη, η ηχώ που επιστρέφει είναι παλμός ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, που έχει ίδια διάρκεια με τη διάρκεια του παλμού εκπομπής. Η ισχύς του παλμού της ηχούς είναι πάρα πολύ μικρή, για τους λόγους που αναπτύζαμε στο Πρώτο Κεφάλαιο. Στην πραγματικότητα όμως οι περισσότεροι στόχοι εκθέτουν ανώμαλες επιφάνειες και σε μικρή διαφορά αποστάσεως (σε σύγκριση με το μήκος του παλμού εκπομπής) και σε διαφορετικά ύψη. Έτσι η ηχώ που επιστρέφει από τις επιφάνειες αυτές είναι παλμοί (συρμοί) ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με μεγαλύτερη διάρκεια από τη διάρκεια του παλμού εκπομπής.

**Σχ. 2.5α.**

Η λειτουργία του διακόπτη εκπομπής-λήψεως. α) Θέση της λυχνίας του διακόπτη εκπομπής-λήψεως. β) Κατά τα μικρά διαστήματα των παλμών εκπομπής απομονώνεται ο δέκτης. γ) Κατά τα μεγάλα διαστήματα σιγής του πομπού απομονώνεται ο πομπός.

Οι ασθενείς αυτές ηχοί πρακτικά διατηρούν τη συχνότητα του κύματος εκπομπής, από του οποίου την ανάκλαση προέρχονται. Το ποσό της ενέργειας της κάθε ηχούς, που προσπίπτει στην κεραία, μεταφέρεται με τον κυματοδογό στο δέκτη. Στην είσοδο του δέκτη αναπτύσσεται ασθενής τάση, της τάξεως των μV , που έχει τη συχνότητα της εκπομπής της τάξεως των $10\ 000\ \text{Mc/s}$. Έτσι, για να γίνει λήψη της ασθενούς αυτής ηχούς, απαιτείται δέκτης με μεγάλη ευαισθησία. Αν χρησιμοποιηθεί η ίδια κεραία και για την εκπομπή και για τη λήψη, δημιουργεί τα εξής δυο ειπιπλέον προβλήματα:

- Καταστροφή του κυκλώματος εισόδου του δέκτη από την υψηλή ισχύ εκπομπής, αν κατά τη διάρκεια κάθε παλμού εκπομπής, η κεραία συνδέεται και στο δέκτη.
- Την κατά 50% άσκοπη απώλεια ισχύος της ασθενούς ηχούς. Αυτό συμβαίνει όταν κατά τα χρονικά διαστήματα λήψεως, από τη στιγμή που ολοκληρώνεται η εκπομπή ενός παλμού μέχρι τη στιγμή της ενάρξεως της εκπομπής του επόμενου παλμού, η κεραία συνδέεται και στον πομπό.

Τα δυο αυτά προβλήματα, της καταστροφής δηλαδή του κυκλώματος εισόδου του δέκτη και της κατά 50% απώλειας ισχύος της ηχούς, αντιμετωπίζονται με τη λειτουργία του διακόπτη εκπομπής-λήψεως όπως αναπτύσσεται στο Παράρτημα «Α». (T/R switch, διακόπτης E/L). Σχηματικά η λειτουργία του διακόπτη E/L φαίνεται στο σχήμα 2.5a.

2.5.1 Τα κυκλώματα του δέκτη.

Επειδή το σήμα της ηχούς είναι πολύ υψηλής συχνότητας και πολύ μικρής ισχύος, απαιτείται πρώτα υποβιβασμός της συχνότητάς του και μεγάλη ενίσχυσή του στη συνέχεια.

Για να μπορεί ο δέκτης να ικανοποιεί τις απαιτήσεις αυτές, συγκροτείται από τα εξής επιμέρους κυκλώματα που διακρίνονται και στο σχήμα 2.1:

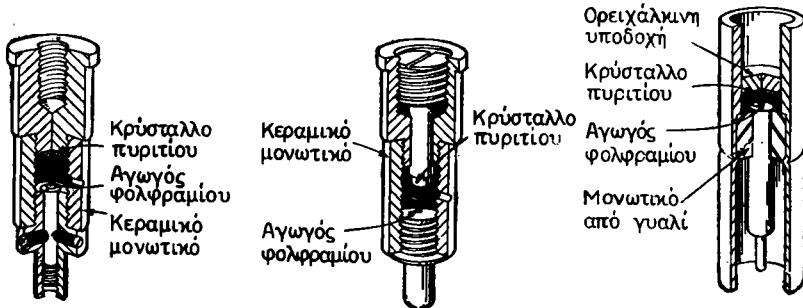
- α) Κρυσταλλικός μίκτης ή μεταλλάκτης συχνότητας.
- β) Τοπικός ταλαντωτής και κυκλώματα αυτόματης ρυθμίσεως συχνότητας.
- γ) Προενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας.
- δ) Κύριος ενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας.
- ε) Φωρατής ή αποδιαμορφωτής.
- στ) Οπτικός ενισχυτής ή τελικός ενισχυτής.

Τη λειτουργία των κυκλωμάτων αυτών αναπτύσσομε στη συνέχεια.

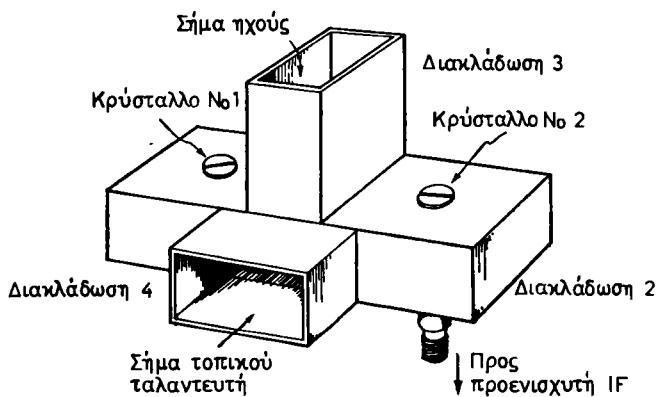
α) Ο κρυσταλλικός μίκτης.

Ο κρυσταλλικός μίκτης (crystal mixer) ή μεταλλάκτης συχνότητας (Frequency changer) υποβιβάζει τη συχνότητα της ηχούς σε χαμηλή σχετικά συχνότητα, ώστε να είναι δυνατή η ενίσχυσή της. Η συχνότητα αυτή ονομάζεται και **ενδιάμεση συχνότητα** (Intermediale Frequency, I.F.).

Ο κρυσταλλικός μίκτης αποτελείται από κρυσταλλοδίοδο πυριτίου (σχ. 2.5β), σε σχήμα φυσιγγίου, η οποία μπορεί να ανορθώνει πάρα πολύ υψηλές συχνότητες, όπως τη συχνότητα της ηχούς των $10\ 000\ \text{Mc/s}$. (Για την ανόρθωση με κρυσταλλοδίοδο βλ. στην παράγραφο 3.11 του βιβλίου του Ιδρύματος Ευγενίδου «ΦΥΣΙΚΗ II» — Τεύχος Β'). Η κρυσταλλοδίοδος αυτή προσαρμόζεται σε υποδοχή, που φέρει



Σχ. 2.5δ.
Κρυσταλλοδίδοι πυριτίου.



Σχ. 2.5γ.
Διακλαδώσεις κυματοδηγού και θέσεις των κρυστάλλων μίξεως.

στο άκρο του ο κυματοδηγός μέσα στον πομποδέκτη (σχ. 2.5γ).

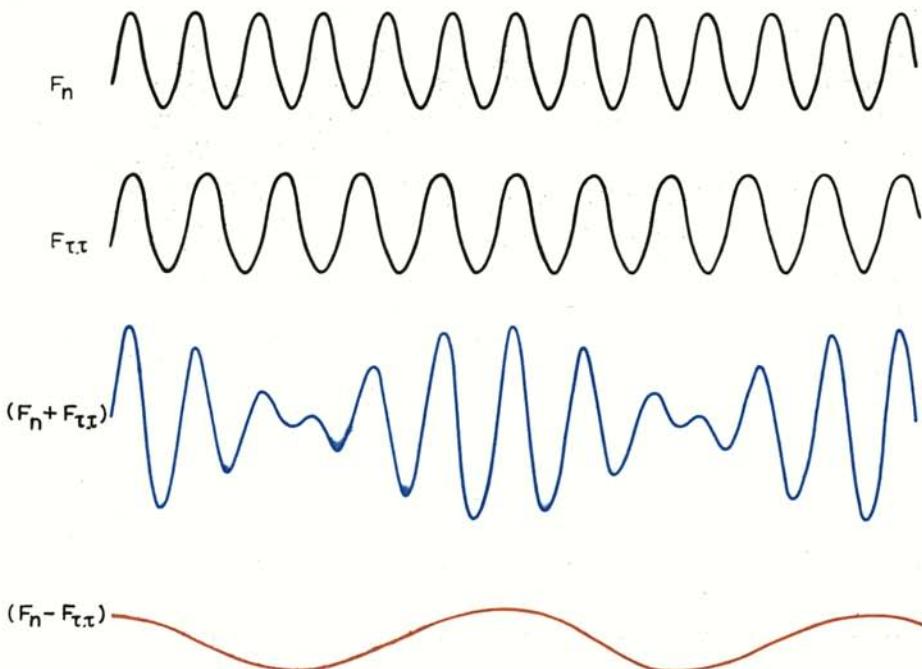
Στον κρυσταλλικό μίκτη εισέρχονται:

- Το σήμα της ηχούς στη συχνότητα F_n των 10 000 Mc/s, όπως επιστρέφει κατά παλμούς και
- ένα συνεχές σήμα υψηλής συχνότητας F_{TT} (π.χ. 9970 Mc/s), που παράγεται από τον τοπικό ταλαντωτή.

Η συχνότητα F_{TT} του συνεχούς σήματος διαφέρει (συνήθως είναι χαμηλότερη) από τη συχνότητα F_n της ηχούς πάντα κατά μια σταθερή τιμή, ίση με τη σταθερή συχνότητα, την οποία μπορούν να ενισχύουν ο προενισχυτής και ο κύριος ενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας του δέκτη. Η συχνότητα αυτή, σχετικά χαμηλή (30 Mc/s ή 45 Mc/s ή 60 Mc/s), στην οποία είναι μόνιμα συντονισμένοι οι ενισχυτές ενδιάμεσης συχνότητας και κατά συνέπεια μπορούν να ενισχύουν, ονομάζεται **ΕΝ-**

διάμεση συχνότητα (Intermediate Frequency - I.F.) του δέκτη. Στην τιμή της ενδιάμεσης συχνότητας «I.F.» υποβιβάζεται η συχνότητα του σήματος της ηχούς με τη μέθοδο της μίξεως, που ονομάζεται **ετεροδύνωση**, γι' αυτό και οι δέκτες ονομάζονται **ετερόδυνοι** (heterodyne receivers). Όλοι σχεδόν οι σύγχρονοι τύποι δεκτών (ραδιοφώνων, τηλεοράσεων, ασυρμάτων κλπ.) είναι ετερόδυνοι δέκτες.

Οι δύο συχνότητες F_n και F_{TT} , που εισέρχονται στον κρυσταλλικό μίκτη, αναμιγνύονται (με ανόρθωση) και στην έξοδο του κυκλώματος αυτού εμφανίζονται οι συχνότητες (σχ. 2.5δ):



Σχ. 2.5δ.
Τα διακροτήματα συχνοτήτων από την ετεροδύνωση.

- Του σήματος της ηχούς $F_n = 10\,000 \text{ Mc/s}$, κατά παλμούς, όπως επιστρέφει η ηχώ.
- Του συνεχούς σήματος του τοπικού ταλαντωτή $F_{TT} = 9970 \text{ Mc/s}$.
- Συχνότητα ίση με το άθροισμα $F_n + F_{TT} = 19\,970 \text{ Mc/s}$ κατά παλμούς, όπως επιστρέφει ηχώ.
- Συχνότητα ίση με την απόλυτη τιμή της διαφοράς $F_n - F_{TT} = IF = 30 \text{ Mc/s}$ κατά παλμούς, όπως επιστρέφει ηχώ, που πρέπει να είναι ίση με την ενδιάμεση συχνότητα συντονισμού του δέκτη.

Όπως φαίνεται το σύστημα λειτουργεί ικανοποιητικά, ανεξάρτητα αν θα είναι μεγαλύτερη η συχνότητα της ηχούς F_n ή η συχνότητα F_{TT} του τοπικού ταλαντωτή.

Με κατάλληλο κύκλωμα επιλογής, μπορούμε να πάρομε στην έξοδο του κρυσταλλικού μίκτη μια από τις παραπάνω συχνότητες, οι οποίες ονομάζονται **διακροτήματα συχνοτήτων**. Φυσικά, μας ενδιαφέρει να πάρομε την ενδιάμεση συχνότητα.

Η επιλογή του σήματος ενδιάμεσης συχνότητας επιτυγχάνεται με τον προενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας, ο οποίος είναι ενισχυτής μόνιμα και σταθερά συντονισμένος στη συχνότητα αυτή.

Έτσι, από τη διαφορά $F_n - F_{TT} = I.F.$, θα εμφανίζονται παλμοί σήματος, κατά τα χρονικά διαστήματα που επιστρέφει ηχώ, οι οποίοι παλμοί θα έχουν διάρκεια ίση με τη διάρκεια παλμών ηχούς, αλλά συχνότητα ίση με την I.F. (30 Mc/s) του δέκτη. Δηλαδή, το σήμα της ηχούς αποκτά τη χαμηλή σχετικά ενδιάμεση συχνότητα του δέκτη και στη συνέχεια μπορεί να ενισχυθεί.

β) Ο τοπικός ταλαντωτής.

Ο τοπικός ταλαντωτής (local oscillator) παράγει ταλαντώσεις υψηλής συχνότητας, αλλά χαμηλότερης από τη συχνότητα της ηχούς (συχνότητα εκπομπής-λήψεως) κατά την ενδιάμεση συχνότητα του δέκτη. Οι ταλαντώσεις αυτές, όπως είδαμε, οδηγούνται με κυματοδογό στον κρυσταλλικό μίκτη, όπου αναμιγνύονται με τη συχνότητα της ηχούς και έτσι το σήμα ηχούς υποβιβάζεται (αποκτά) στην ενδιάμεση συχνότητα του δέκτη.

Ο τοπικός ταλαντωτής αποτελείται από τη λυχνία klystron (κλείστρον), που περιγράφεται στο Παράρτημα «Α» και η οποία λειτουργεί ως ταλαντωτής μικροκυμάτων. Η λειτουργία της λυχνίας Klystron (ταλαντωτής Klystron) διαφέρει από τη λειτουργία της λυχνίας magnetron (ταλαντωτή magnetron) στα εξής:

- Παράγει ταλαντώσεις υπερυψηλής συχνότητας (μικροκύματα), αλλά πολύ χαμηλής ισχύος, της τάξεως των ολίγων mW, ενώ η λυχνία magnetron παράγει μικροκύματα της τάξεως των kW.
- Δεν παράγει ταλαντώσεις κατά παλμούς, αλλά συνεχείς ταλαντώσεις, από τη στιγμή που η συσκευή radar θα τεθεί σε λειτουργία μέχρι τη στιγμή που θα κρατηθεί.
- Η συχνότητα των ταλαντώσεων που παράγει, ρυθμίζεται έτσι, ώστε να διαφέρει από τη συχνότητα των ταλαντώσεων που παράγει η λυχνία magnetron. Άρα διαφέρει και από τη συχνότητα της ηχούς κατά την ενδιάμεση συχνότητα του δέκτη.
- Οι ταλαντώσεις που παράγει δεν εκπέμπονται στο χώρο, αλλά χρησιμοποιούνται τοπικά μέσα στο δέκτη, γι' αυτό ονομάζεται και τοπικός ταλαντωτής.

Η συχνότητα των ταλαντώσεων που παράγει, μπορεί να ρυθμίζεται με δυο τρόπους:

- Με μηχανική ρύθμιση, που ονομάζεται μηχανικός συντονισμός (mechanical tuning) και εξασφαλίζει ρύθμιση (μεταβολή) της συχνότητας κατά μεγάλες τιμές.
- Με ηλεκτρονική ρύθμιση, που ονομάζεται **ηλεκτρονικός συντονισμός** (electronic tuning) και εξασφαλίζει μικρομετρική ρύθμιση (μεταβολή) της συχνότητας.

Ο ηλεκτρονικός συντονισμός μπορεί να γίνεται χειροκίνητα με το ρυθμιστή

tuning, ο οποίος βρίσκεται στον ενδείκτη P.P.I. Μπορεί επίσης να είναι αυτόματος με το κύκλωμα αυτόματης ρυθμίσεως συχνότητας (Automatic Frequency Control - A.F.C.), που περιλαμβάνεται στα κυκλώματα του δέκτη (σχ. 2.1). Έτσι είναι δυνατή η ρύθμιση της συχνότητας των ταλαντώσεων που παράγει ο τοπικός ταλαντώτης, ώστε αυτή να διαφέρει (συνήθως είναι μικρότερη) από τη συχνότητα της ηχούς κατά την ενδιάμεση συχνότητα. Αυτό είναι απαραίτητο, επειδή η συχνότητα της ηχούς, που προέρχεται από την ανάκλαση της συχνότητας του κύματος εκπομπής και παράγεται από τη λυχνία magnetron, μεταβάλλεται ανεπιθύμητα.

γ) Ο προενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας.

Όπως αναφέραμε, όταν μιλήσαμε για τον κρυσταλλικό μίκτη, ο προενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας τροφοδοτείται με τα διακροτήματα συχνοτήτων, που προέρχονται από τον κρυσταλλικό μίκτη, και ενισχύει μόνο την ενδιάμεση συχνότητα (I.F., Intermediate Frequency) του δέκτη που είναι συνήθως 30 Mc/s ή 60 Mc/s.

Αφού λοιπόν το πλάτος του σήματος της ενδιάμεσης συχνότητας αυξηθεί σημαντικά στον προενισχυτή, οδηγείται, στη συνέχεια, με ομοαξονικό καλώδιο στον κύριο ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας.

Ο προενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας (I.F. preamplifier) ενισχύει μια σημαντική ζώνη συχνοτήτων (3-7 Mc/s) με κεντρική συχνότητα τη συχνότητα στην οποία είναι συντονισμένος, δηλαδή την ενδιάμεση συχνότητα (30Mc/s ή 60Mc/s). Η ενίσχυση ευρείας ζώνης συχνοτήτων είναι απαραίτητη, επειδή τα σήματα της ηχούς, τα οποία έχει ως σκοπό να ενισχύει, είναι παλμοί μικρής διάρκειας και γι' αυτό περιλαμβάνουν μεγάλο αριθμό αρμονικών συχνοτήτων. Όσο μικρότερη είναι η διάρκεια του παλμού, τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των αρμονικών συχνοτήτων που τον αποτελούν και τόσο μεγαλύτερης ζώνης ενίσχυση απαιτείται.

Ο προενισχυτής αποτελείται συνήθως από δύο βαθμίδες ενισχύσεως, οι οποίες έχουν ειδικά σχέδιασθεί και κατασκευασθεί, ώστε να παρουσιάζουν μεγάλο **λόγο σήματος προς θόρυβο** (signal to noise ratio) και να περιορίζεται η δημιουργία θορύβων σ' αυτές. Ο περιορισμός των θορύβων στις βαθμίδες του προενισχυτή είναι απαραίτητος, επειδή οι θόρυβοι αυτοί θα ενισχύονταν πολύ από τους υπόλοιπους ενισχυτές του δέκτη, οπότε θα ήταν δυνατόν να φέρουν τη φθορίζουσα ουσία του ενδείκτη P.P.I. σε κατάσταση κορεσμού. Στην περίπτωση αυτή θα ήταν αδύνατη η εμφάνιση των ηχών των στόχων. Επίσης ο προενισχυτής τοποθετείται πολύ κοντά στον κρυσταλλικό μίκτη, ώστε ο αγωγός που χρησιμοποιείται για τη σύνδεσή τους να είναι περιορισμένου μήκους (μικρότερο από 10 cm). Έτσι αποφεύγεται η δημιουργία θερμικών θορύβων και η απώλεια ενέργειας της ασθενούς ηχούς κατά μήκος του αγωγού. Αυτό είναι απαραίτητο, γιατί αν οι θόρυβοι αποκτήσουν πλάτος ίσο ή μεγαλύτερο από το πλάτος της ηχούς, η ενίσχυση της ηχούς είναι αδύνατη.

δ) Ο κύριος ενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας.

Ο κύριος ενισχυτής ενδιάμεσης συχνότητας (main I.F. amplifier) εξασφαλίζει κυρίως την απαραίτητη ευαισθησία του δέκτη της συσκευής ραντάρ. Αποτελείται από 5-8 βαθμίδες ενισχύσεως και έχει μεγάλη ενισχυτική ικανότητα ευρείας ζώνης συχνοτήτων με κεντρική συχνότητα συντονισμού την ενδιάμεση συχνότητα

του δέκτη. Συνήθως τοποθετείται μέσα στη μονάδα του ενδείκτη P.P.I., και στην είσοδό του συνδέεται η έξοδος του προενισχυτή I.F. με ομοαξονικό καλώδιο. Με το ομοαξονικό καλώδιο εξασφαλίζεται η μεταφορά του σήματος της ηχούς, που έχει την ενδιάμεση συχνότητα, χωρίς να προκαλούνται σημαντικές απώλειες ενέργειας και να δημιουργούνται σημαντικοί θόρυβοι.

Στη συνέχεια, αφού τα σήματα της ηχούς ενισχυθούν από τον κύριο ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας και αποκτήσουν επαρκές πλάτος, οδηγούνται, πάντα έχοντας την ενδιάμεση συχνότητα, στο φωρατή.

Οι βαθμίδες ενισχύσεως, από τις οποίες αποτελείται ο κύριος ενισχυτής, χρησιμοποιούν ειδικές λυχνίες ή κρυσταλλολυχνίες (transistors) μεταβλητού συντελεστή ενισχύσεως «μ», των οποίων η ενισχυτική ικανότητα μεταβάλλεται με τη μεταβολή της πολώσεως τους. Σε δυο ή τρεις βαθμίδες ενισχύσεως επενεργεί ο **ρυθμιστής ευαισθησίας** (sensitivity control) ή **ρυθμιστής απολαβής** ή **κέρδους** (gain control) του δέκτη. Με το ρυθμιστή ευαισθησίας (κέρδους) άμεσα μεταβάλλεται η πόλωση των βαθμίδων, στις οποίες επενεργεί, και έτσι ρυθμίζεται η ενισχυτική ικανότητα των βαθμίδων αυτών από τη μηδενική μέχρι τη μέγιστη τιμή της. Η ρύθμιση αυτή έχει ως αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η ευαισθησία (ενισχυτική ικανότητα) ολόκληρης της διατάξεως του δέκτη.

Ρύθμιση της ευαισθησίας (ενισχύσεως) σε μεγάλη τιμή συνεπάγεται ενίσχυση και των θορύβων. Τότε οι θόρυβοι εμφανίζονται στην οθόνη του ενδείκτη P.P.I., ως λεπτά φωτεινά στίγματα (χλόη-grass), τα οποία δυσχεραίνουν τη διάκριση των ηχών των στόχων που ανιχνεύονται. Αν ο **ρυθμιστής ενισχύσεως** (gain control) ρυθμίζεται σε τέτοια θέση, ώστε στην οθόνη να εμφανίζονται λίγοι θόρυβοι, η ενίσχυση των σημάτων της ηχούς, τα οποία έχουν μεγαλύτερο πλάτος, είναι ικανοποιητική και οι ηχοί των στόχων θα είναι ευδιάκριτες στην οθόνη.

ε) Ο φωρατής.

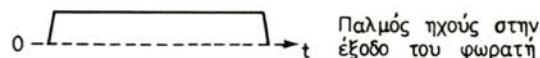
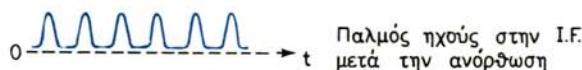
Ο φωρατής (detector) ή **αποδιαμορφωτής** (demodulator) είναι ανορθωτική διάταξη, η οποία ανορθώνει την ενδιάμεση συχνότητα της ηχούς. Για την ανόρθωση αυτή χρησιμοποιείται είτε δίοδος λυχνία κενού είτε κρυσταλλοδίοδος. Οι θετικές ημιπερίοδοι της ενδιάμεσης συχνότητας, που προκύπτουν από την ανόρθωση (σχ. 2.5ε), οδηγούνται σε κατάλληλα υπολογισμένο φίλτρο. Το φίλτρο απορρίπτει τις υψηλές συχνότητες των θετικών ημιπεριόδων και παρέχει συνεχή θετική τάση, η οποία έχει πλάτος ίσο με το πλάτος των θετικών ημιπεριόδων για όσο χρόνο αυτές διαρκούν. Έτσι στην έξοδο του φίλτρου, που αποτελεί και την έξοδο του φωρατή, προκύπτει θετικός παλμός τάσεως με διάρκεια ίση προς τη διάρκεια της ηχούς.

Ο ορθογώνιος θετικός παλμός, που προκύπτει από το σήμα της ηχούς, ονομάζεται **οπτικό σήμα** (video signal). Το οπτικό αυτό σήμα αποτελείται από μεγάλο αριθμό εναλλασσομένων συνιστωσών, που ονομάζονται **αρμονικές** (harmonics).

Οι γωνίες του ορθογώνιου παλμού του οπτικού σήματος παραμορφώνονται (στρογγυλοποιούνται), λόγω τεχνικών ατελειών του κυκλώματος του φωρατή.

στ) Ο οπτικός ενισχυτής.

Ο οπτικός ενισχυτής (video amplifier) ή **τελικός ενισχυτής** (final amplifier) είναι ενισχυτής χαμηλών συχνοτήτων ευρείας ζώνης. Δηλαδή μπορεί να ενισχύει την



Σχ. 2.5ε.

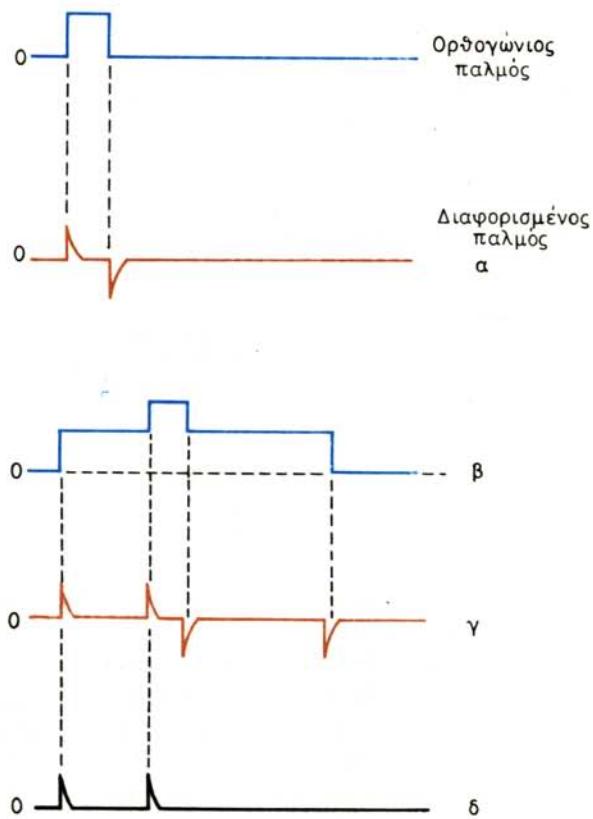
Η λειτουργία της φωράσεως.

περιοχή συχνοτήτων από ελάχιστους c/s μέχρι και 10 Mc/s, που περιέχονται στον ορθογώνιο παλμό του οπτικού σήματος.

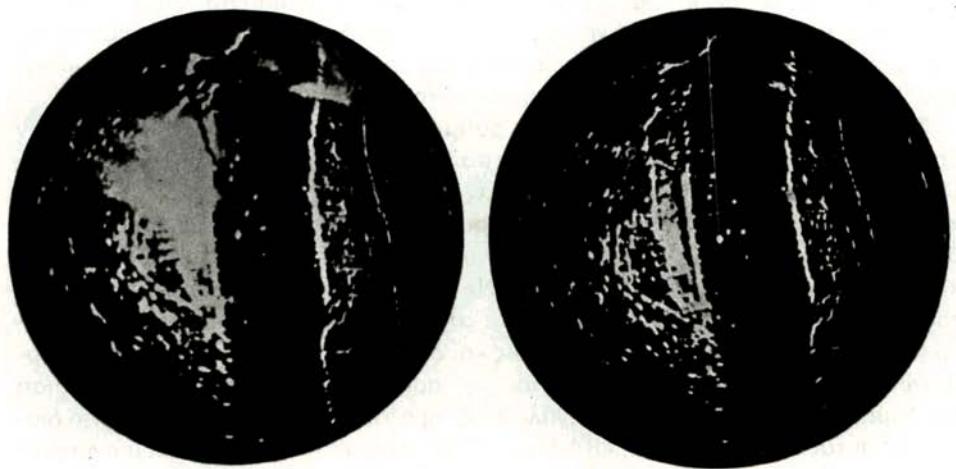
Η έξοδος του οπτικού ενισχυτή συνδέεται στο πλέγμα της καθοδικής λυχνίας του ενδείκτη P.P.I. Έτσι, κάθε οπτικό σήμα ηχούς, που εξέρχεται από το φωρατή, αφού ενισχυθεί στον οπτικό ενισχυτή και αποκτήσει σημαντικό πλάτος, εφαρμόζεται στο πλέγμα της καθοδικής λυχνίας και ως θετική τάση που είναι, προκαλεί ελάττωση του αρνητικού δυναμικού του πλέγματος επί όσο χρόνο διαρκεί. Η ελάττωση του αρνητικού δυναμικού του πλέγματος συνεπάγεται, κατά το μικρό αυτό χρονικό διάστημα (στιγμιαία), αύξηση της λαμπρότητας της φωτεινής κηλίδας, που συμπίπτει χρονικά με την επιστροφή της ηχούς.

Η φωτεινή κηλίδα πραγματοποιεί τις ακτινικές εκτροπές σε συγχρονισμό με τους παλμούς των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που εκπέμπονται. Από τις εκτροπές αυτές προκύπτει η βάση χρόνου. Αυτό σημαίνει ότι η στιγμιαία αύξηση της λαμπρότητας της κηλίδας συνεπάγεται αύξηση της λαμπρότητας του σημείου της βάσεως χρόνου, που αντιστοιχεί στην απόσταση κάθε στόχου.

Στον οπτικό ενισχυτή επενεργεί ο ρυθμιστής περιορισμού των επιστροφών βροχής (Anticlutter Rain). Ο ρυθμιστής αυτός μπορεί να φέρει και την ονομασία DIFF (differentiation = διαφόριση) ή F.T.C. (fast time constant = ταχεία σταθερά χρόνου). Τον υπόψη ρυθμιστή, που παρεμβάλλεται στο κύκλωμα εισόδου του οπτικού ενισχυτή, χειρίζόμαστε με ένα διακόπτη δυο θέσεων με το χαρακτηρισμό «NORMAL» και «RAIN» ή «OFF» και «ON» αντίστοιχα. Όταν ο διακόπτης βρίσκεται στη θέση «NORMAL» ή «OFF», τότε στην είσοδο του οπτικού ενισχυτή επικρατούν κανονικές συνθήκες συζεύξεως και διέρχεται ολόκληρο το μήκος του ορθογώνιου παλμού του οπτικού σήματος, το οποίο, στη συνέχεια, προκαλεί αύξηση της λαμπρότητας σε αντίστοιχο μεγάλο διάστημα της βάσεως χρόνου. Όταν ο διακόπτης αυτός τεθεί στη θέση «RAIN» ή «ON», στην είσοδο του οπτικού ενισχυτή επικρατούν συνθήκες διαφορίσεως. Έτσι, πριν ο ορθογώνιος παλμός οπτικού σήματος εφαρμοσθεί στην είσοδο του οπτικού ενισχυτή υφίσταται διαφορίση. Από τη διαφορίση [σχ. 2.5στ(a)], προκύπτει ένας οξύς θετικός παλμός στην αρχή (μέ-

**Σχ. 2.5στ.**

Η λειτουργία της διαφορίσεως. α) Διαφόριση ενός ορθογώνιου παλμού. β) Ορθογώνιος παλμός επιστροφής βροχής και στόχου. γ) Διαφόριση του παλμού (β). δ) Ψαλιδισμός του παλμού (γ).

**Σχ. 2.5ζ.**

Ο περιορισμός των επιστροφών βροχής με τη διαφόριση. α) Επιστροφές βροχής πριν τη διαφόριση. β) Επιστροφές βροχής μετά τη διαφόριση.

τωτο) του ορθογώνιου παλμού και ένας οξύς αρνητικός στο τέλος του. Ο οξύς αρνητικός παλμός ψαλιδίζεται και στην είσοδο του οπτικού ενισχυτή εφαρμόζεται μόνο ο θετικός οξύς παλμός. Αυτός, αφού ενισχυθεί, προκαλεί σημειακή αύξηση της λαμπρότητας της βάσεως χρόνου, οπότε εμφανίζεται μόνο το μετωπικό περίγραμμα του στόχου.

Ο παλμός που εκπέμπεται από την κεραία, καθώς διαδίδεται μέσα σε περιοχή βροχής, η οποία ενδεχομένως επικρατεί μακριά από το πλοίο μας, ανακλάται από τις σταγόνες σε όλο το βάθος (απόσταση) της βροχής. Από την ανάκλαση αυτή προκύπτει παλμός (συρμός) ηχούς μεγάλου μήκους. Η ανεπιθύμητη αυτή ηχώ λαμβάνεται από το δέκτη, οπότε από τη φώρασή της προκύπτει ορθογώνιος θετικός ιταλμός μεγάλης διάρκειας. Ο παλμός αυτός πρόκαλει αύξηση της λαμπρότητας της βάσεως χρόνου κατά διάστημα ίσο με το διάστημα (βάθος) του ορίζοντα που καλύπτεται από τη βροχή. Έτσι, ανάλογα με την έκταση της βροχής, στην οθόνη του P.P.I. εμφανίζεται ανεπιθύμητη ηχώ αντίστοιχης εκτάσεως, η οποία μπορεί να προκαλέσει κορεσμό της φθορίζουσας ουσίας στην έκταση της οθόνης που καλύπτει. Αν μέσα στην περιοχή της βροχής βρίσκεται στόχος, η ηχώ από αυτόν συνεπάγεται στιγμιαία σημαντική αύξηση του πλάτους του μεγάλου μήκους ορθογώνιου ιταλμού των επιστροφών βροχής [σχ. 2.5στ (β)]. Λόγω όμως του κορεσμού της φθορίζουσας ουσίας η ηχώ του στόχου αυτού δε θα εμφανισθεί.

Όταν όμως ο διακόπτης έχει τεθεί στη θέση «RAIN» ή «ON», στην είσοδο του οπτικού ενισχυτή επικρατούν συνθήκες διαφορίσεως. Τότε από τον παλμό μεγάλου μήκους των επιστροφών βροχής και τη στιγμιαία αύξηση του πλάτους του, η οποία οφείλεται στην ηχώ του στόχου [σχ. 2.5στ(γ)], προκύπτουν:

- Οξύς θετικός παλμός, που αντιστοιχεί στο μέτωπο του παλμού μεγάλου μήκους των επιστροφών βροχής.
- Οξύς θετικός παλμός που αντιστοιχεί στην έναρξη της στιγμιαίας αυξήσεως του πλάτους του παλμού μεγάλου μήκους, η οποία οφείλεται στην ηχώ του στόχου, που βρίσκεται μέσα στη βροχή.
- Οξύς αρνητικός παλμός, που αντιστοιχεί στο τέλος της στιγμιαίας αυξήσεως του πλάτους του παλμού μεγάλου μήκους, η οποία οφείλεται στην ηχώ του στόχου που βρίσκεται μέσα στη βροχή.
- Οξύς αρνητικός παλμός, που αντιστοιχεί στο τέλος του παλμού μεγάλου μήκους των επιστροφών βροχής.

Ο ψαλιδιστής (περιοριστής), που ακολουθεί μετά τη διαφόριση, ψαλιδίζει τους δυο αρνητικούς παλμούς και μόνο οι δυο οξείς θετικοί παλμοί [σχ. 2.5στ(δ)], ενισχύονται από τον οπτικό ενισχυτή και εφαρμόζονται στο πλέγμα της καθοδικής λυχνίας. Έτσι, αντί να εφαρμόζεται στο πλέγμα της καθοδικής λυχνίας ο παλμός μεγάλης διάρκειας (μεγάλου μήκους) από τις επιστροφές βροχής, εφαρμόζεται ο οξύς θετικός παλμός. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα στην οθόνη να εμφανίζεται μόνο το μετωπικό περίγραμμα της εκτάσεως της βροχής. Η εσωτερική έκταση, που χωρίς τη διαφόριση καλυπτόταν από τις επιστροφές βροχής, τώρα παραμένει ακάλυπτη και σ' αυτήν εμφανίζεται η μεγαλύτερου πλάτους ηχώ του στόχου που βρίσκεται μέσα στην περιοχή βροχής.

Στο σχήμα 2.5ζ φαίνονται εικόνες ραντάρ σε περιοχή βροχής, όπου διακρίνεται η επίδραση της διαφορίσεως.

Παρόμοια προβλήματα δημιουργούν και οι επιστροφές χιονοπτώσεων, χαλαζίου και αμμοθυελλών, τα οποία περιορίζονται κατά τον ίδιο τρόπο με τον παραπάνω διακόπτη.

2.6 Τα κυκλώματα του ενδείκτη.

Τα κυκλώματα αυτά είναι απαραίτητα για τη λειτουργία του ενδείκτη P.P.I., ώστε να είναι δυνατή τόσο η εμφάνιση των στόχων σε σωστή απόσταση, όσο και η μέτρηση της αποστάσεως με ακρίβεια. Τα κυκλώματα του ενδείκτη λειτουργούν σε συγχρονισμό τόσο μεταξύ τους, όσο και με τον πομπό, γι' αυτό ονομάζονται και **συγχρονισμένα κυκλώματα**.

Τα συγχρονισμένα αυτά κυκλώματα, που φαίνονται και στο σχήμα 2.1, είναι:

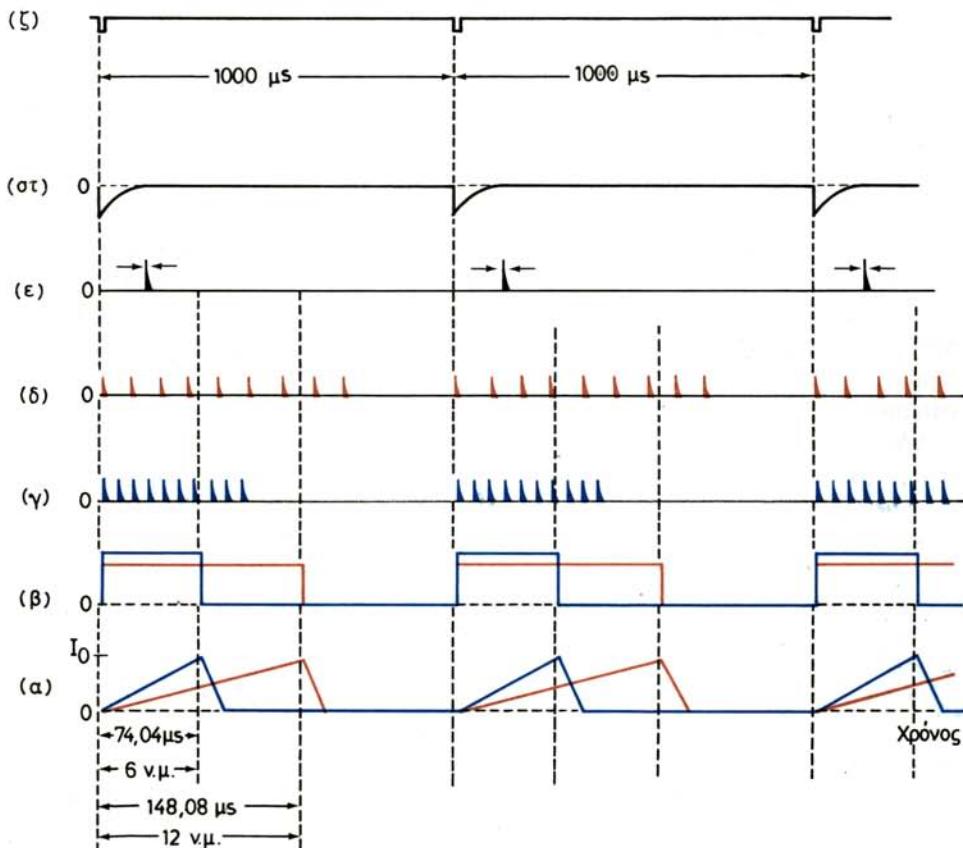
- Η γεννήτρια βάσεως χρόνου.
- Το κύκλωμα παλμού λαμπρότητας.
- Ο διακριβωτής.
- Το κύκλωμα του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως.
- Το κύκλωμα περιορισμού των θαλασσίων επιστροφών.

Ο συγχρονισμός των κυκλωμάτων αυτών, όπως θα εξηγήσουμε στη συνέχεια και σε αναφορά με το σχήμα 2.6a, εξασφαλίζεται με συγχρονιστικούς ορθογώνιους παλμούς μικρού πλάτους, οι οποίοι παρέχονται από το διαμορφωτή. Έτσι επιτυγχανεται, ώστε η έναρξη της λειτουργίας κάθε κυκλώματος να συμπίπτει με τη χρονική στιγμή που εκπέμπεται κάθε παλμός από την κεραία. Στη συνέχεια θα αναφερθούμε σε κάθε ένα από τα πιο πάνω κυκλώματα.

a) Η γεννήτρια βάσεως χρόνου.

Όπως γνωρίζομε (παράγρ. 6.3.5 του βιβλίου Φυσική II, του Ιδρύματος Ευγενίδου), η γεννήτρια βάσεως χρόνου (time base generator) ή γεννήτρια σαρώσεως (sweep generator), κάθε φορά που δέχεται συγχρονιστικό παλμό από το διαμορφωτή, παράγει ένα πριονωτό παλμό ρεύματος, με τον οποίο τροφοδοτεί το πηνίο εκτροπής. Η έναρξη κάθε πριονωτού παλμού ρεύματος συμπίπτει χρονικά με την εκπομπή του αντίστοιχου παλμού ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων από την κεραία. Η διάρκειά του είναι ίση με το γινόμενο της κλίμακας ανιχνεύσεως που χρησιμοποιείται κάθε φορά σε ναυτικά μίλια επί 12,34 ms. Έτσι η έναρξη της εκτροπής της φωτεινής κηλίδας συμπίπτει χρονικά με την εκπομπή του αντίστοιχου παλμού εκπομπής. Η εκτροπή της φωτεινής κηλίδας από το κέντρο μέχρι την περιφέρεια της οθόνης γίνεται ισοταχώς και υπό κλίμακα, με ταχύτητα ίση προς το μισό ($\frac{1}{2}$) της πραγματικής ταχύτητας διαδόσεως των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Δηλαδή, όπως ήδη αναπτύξαμε και στην παράγραφο 1.4, η φωτεινή κηλίδα εκτρέπεται κατά διάστημα της ακτίνας της οθόνης, που αντιστοιχεί σε απόσταση ενός ναυτικού μίλιου σε 12,34 ms. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η εμφάνιση των στόχων σε σωστή απόσταση, στην κλίμακα που κάθε φορά χρησιμοποιούμε.

Στη γεννήτρια βάσεως χρόνου επενεργεί ο διακόπτης επιλογής κλίμακας ανιχνεύσεως (range switch). Ο διακόπτης αυτός επιλέγει τα κατάλληλα στοιχεία του κυκλώματος, ώστε η διάρκεια του πριονωτού παλμού ρεύματος να αντιστοιχεί στην απόσταση που καλύπτεται από την κλίμακα ανιχνεύσεως. Στο σχήμα 2.6(a)



Σχ. 2.6α.

Παλμοί των συγχρονισμένων κυκλωμάτων. α) Πριονωτοί παλμοί ρεύματος για κλίμακες 6 v.μ. και 12 v.μ. β) Ορθογώνιοι παλμοί λαμπρότητας για κλίμακες 6 v.μ. και 12 v.μ. γ) Οξείς θετικοί παλμοί κάθε 12,34 μs για την κλίμακα 6 v.μ. δ) Οξείς θετικοί παλμοί κάθε 24,68 μs για την κλίμακα 12 v.μ. ε) Οξύς θετικός παλμός του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως. στ) Ο ανεστραμμένος αρνητικός παλμός του περιοριστή θαλασσίων επιστροφών. ζ) Συγχρονιστικοί παλμοί από το διαμορφωτή κάθε 1000 μs.

φαίνεται η διάρκεια πριονωτού παλμού ρεύματος 74,04 μs και 148,08 μs για αντίστοιχες κλίμακες ανιχνεύσεως 6 και 12 ναυτικά μίλια.

β) Το κύκλωμα παλμού λαμπρότητας (brightening pulse circuit).

Κάθε φορά που το κύκλωμα αυτό δέχεται συγχρονιστικό παλμό από το διαμορφωτή [σχ. 2.6α(β)], παράγει ένα ορθογώνιο θετικό παλμό, ο οποίος εφαρμόζεται στο πλέγμα της καθοδικής λυχνίας. Η έναρξη κάθε ορθογώνιου θετικού παλμού συμπίπτει χρονικά με την εκπομπή του αντίστοιχου παλμού ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων από την κεραία και η διάρκεια του είναι ακριβώς ίση με τη διάρκεια του

αντίστοιχου πριονωτού παλμού ρεύματος, που παράγει η γεννήτρια βάσεως χρόνου.

Το αρνητικό δυναμικό του πλέγματος της καθοδικής λυχνίας ρυθμίζεται σε μεγάλη τιμή, ώστε να αποκόπτει τη κίνηση πλεκτρονίων προς τη φθορίζουσα ουσία, οπότε η φωτεινή κηλίδα αμαυρώνεται (εξαφανίζεται) μόνιμα. Καθώς ο παραπάνω ορθογώνιος θετικός παλμός εφαρμόζεται στο πλέγμα της καθοδικής λυχνίας, το πλάτος του (θετικό δυναμικό του) προστίθεται αλγεβρικά στο μόνιμο αρνητικό δυναμικό του πλέγματος. Έτσι, κατά τη διάρκεια του ορθογώνιου θετικού παλμού, το αρνητικό δυναμικό του πλέγματος πέφτει σε χαμηλότερη τιμή, τέτοια ώστε να επιτρέπει σε ελάχιστα ηλεκτρόνια να κινηθούν προς τη φθορίζουσα ουσία. Τα ελάχιστα αυτά ηλεκτρόνια δημιουργούν μια φωτεινή, μόλις ορατή κηλίδα, για όσο χρόνο διαρκεί ο ορθογώνιος θετικός παλμός. Η φωτεινή αυτή κηλίδα εμφανίζεται τη στιγμή που αρχίζει η εκτροπή της από το κέντρο και υπάρχει μέχρι τη στιγμή, που η κηλίδα εκτρέπεται, εξέρχεται από την περιφέρεια της οθόνης, αμαυρώνεται (εξαφανίζεται) και παραμένει αμαυρωμένη μέχρι τη στιγμή της ενάρξεως της επόμενης εκτροπής της. Δηλαδή δεν υπάρχει φωτεινή κηλίδα κατά το χρονικό διάστημα, κατά το οποίο αυτή θα επέστρεφε από την περιφέρεια στο κέντρο της οθόνης. Δεν υπάρχει όμως και κατά το υπόλοιπο μεγάλο χρονικό διάστημα, δηλαδή μέχρι τη στιγμή της ενάρξεως της επόμενης εκτροπής της, κατά το οποίο θα παρέμενε στο κέντρο της οθόνης.

Η ύπαρξη της κηλίδας κατά το χρονικό διάστημα της επιστροφής της από την περιφέρεια στο κέντρο της οθόνης θα είχε το εξής αποτέλεσμα: Να εμφανίζονται στόχοι, οι οποίοι θα βρίσκονται σε απόσταση λίγο μεγαλύτερη από την απόσταση που καλύπτεται από την κλίμακα ανιχνεύσεως που χρησιμοποιείται, σε πολύ μικρή απόσταση. Αν π.χ. χρησιμοποιούμε κλίμακα ανιχνεύσεως 6 ν.μ. και ένας στόχος βρίσκεται σε απόσταση 7 ν.μ., θα μπορούσε να εμφανισθεί σε απόσταση 1-2 ν.μ. και να προκαλέσει σύγχυση.

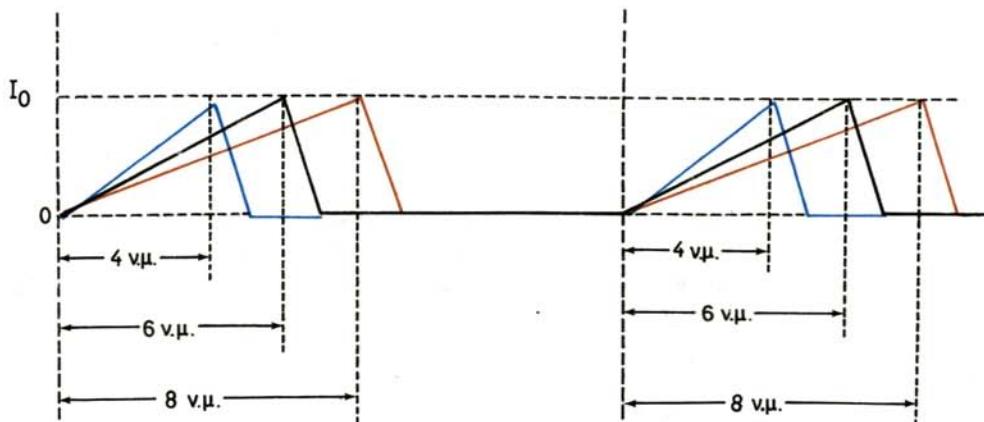
Επίσης, ενδεχόμενη ύπαρξη της κηλίδας στο κέντρο της οθόνης, όπου θα παρέμενε κατά μεγάλα χρονικά διαστήματα μετά την επιστροφή της από την περιφέρεια, θα προκαλούσε καταστροφή της φθορίζουσας ουσίας στο κέντρο της οθόνης λόγω υπερθερμάνσεως.

Με την παραπάνω μέθοδο πολώσεως της λυχνίας, εξασφαλίζεται η ύπαρξη φωτεινής κηλίδας μόνο κατά το χρονικό διάστημα της εκτροπής της, κατά το οποίο γράφει τη βάση χρόνου και έτσι αποφεύγονται:

- Η εμφάνιση στόχων, που βρίσκονται σε απόσταση λίγο μεγαλύτερη από αυτή που καλύπτεται από τη χρησιμοποιούμενη κλίμακα ανιχνεύσεως σε πολύ μικρή απόσταση.
- Η καταστροφή της φθορίζουσας ουσίας στο κέντρο της οθόνης της καθοδικής λυχνίας του PPI, από υπερθέρμανση.

γ) Ο διακριβωτής.

Όπως είπαμε, η ακτινική βάση χρόνου, που προκύπτει από τον πριονωτό παλμό ρεύματος, αντιπροσωπεύει απόσταση, η οποία καθορίζεται από την κλίμακα ανιχνεύσεως που χρησιμοποιείται κάθε φορά. Μπορεί όμως με την πάροδο του χρό-



Σχ. 2.6β.
Αλλοίωση της κλίμακας ανιχνεύσεως.

vou τα στοιχεία του κυκλώματος βάσεως χρόνου να αλλοιωθούν και να γίνει μεγαλύτερη ή μικρότερη η διάρκεια του πριονωτού παλμού ρεύματος (σχ. 2.6β). Μεγαλύτερης ή μικρότερης διάρκειας παλμός συνεπάγεται αντίστοιχα μεγαλύτερη ή μικρότερη απόσταση από την κλίμακα ανιχνεύσεως που χρησιμοποιείται κάθε φορά.

Για να εξασφαλίζεται εύκολος και συνεχής έλεγχος της αποστάσεως, που καλύπτεται από κάθε κλίμακα ανιχνεύσεως, όλες οι συσκευές ραντάρ είναι εφοδιασμένες με το κύκλωμα του διακριβωτή (calibrator). Στον ενδείκτη κάθε συσκευής ραντάρ υπάρχει ο **ρυθμιστής διακριβώσεως** (calibration), με τον οποίο ρυθμίζεται η λειτουργία του διακριβωτή. Όταν λειτουργεί ο διακριβωτής στην οθόνη P.P.I. εμφανίζονται ηλεκτρονικά ομόκεντροι φωτεινοί κύκλοι, οι οποίοι ισπάχουν μεταξύ τους. Αυτοί ονομάζονται **διακριβωτικοί κύκλοι** ή **δακτύλιοι αποστάσεως** (calibrating rings ή range rings). Η απόσταση από κύκλο σε κύκλο είναι σταθερή και αναφέρεται στην ένδειξη της κλίμακας που χρησιμοποιείται. Από τον αριθμό των ομοκέντρων κύκλων, που εμφανίζονται στην οθόνη, συμπεραίνομε αν η απόσταση που αναφέρεται στην κλίμακα που χρησιμοποιείται είναι σωστή.

Εξάλλου, με τους δακτύλιους αποστάσεως, μπορούμε να εκτιμήσουμε (μετρήσομε) την απόσταση των στόχων που εμφανίζονται στον ενδείκτη P.P.I., με μεγαλύτερη ακρίβεια, απ' όσο χωρίς αυτούς.

Το κύκλωμα του διακριβωτή [σχ. 2.1 και 2.6α(γ)], κάθε φορά που δέχεται συγχρονιστικό παλμό από το διαμορφωτή, παράγει μια σειρά από οξείς θετικούς παλμούς, που έχουν σχήμα ακίδας. Ο πρώτος οξύς θετικός παλμός κάθε σειράς συμπίπτει χρονικά με την εκπομπή παλμού ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων από την κεραία, ενώ τα μεταξύ τους χρονικά διαστήματα είναι ίσα και σταθερά. Η τιμή των ίσων και σταθερών χρονικών διαστημάτων μεταξύ των οξέων θετικών παλμών καθορίζεται από την κλίμακα ανιχνεύσεως, που χρησιμοποιείται κάθε φορά, χρησιμοποιώντας το διακόπτη επιλογής κλίμακας, ο οποίος επενεργεί και στο διακριβωτή. Στο παράδειγμα του σχήματος 2.6α(γ) και (δ), στην κλίμακα 6 v.u. το χρονικό διά-

στήμα μεταξύ των οξέων θετικών παλμών είναι 12,34 ms, ενώ στην κλίμακα 12 v.μ. είναι 24,68 ms. Τα χρονικά αυτά διαστήματα αντιστοιχούν σε απόσταση ενός και δυο v.μ.

Οι οξείς αυτοί παλμοί οδηγούνται στον οπτικό ενισχυτή και αφού ενισχυθούν από αυτόν εφαρμόζονται στο πλέγμα της καθοδικής λυχνίας. Κάθε οξύς θετικός παλμός που εφαρμόζεται στο πλέγμα, προκαλεί στιγμιαία ελάττωση του αρνητικού δυναμικού του πλέγματος την αντίστοιχη χρονική στιγμή και συνεπάγεται στιγμιαία αύξηση του αριθμού των ηλεκτρονίων, που θα προστέσουν στη φθορίζουσα ουσία. Έτσι, κάθε στιγμή που εφαρμόζεται τέτοιος παλμός αυξάνεται στιγμιαία η λαμπρότητα της φωτεινής κηλίδας. Αποτέλεσμα των στιγμιαίων αυτών αυξήσεων της λαμπρότητας της κηλίδας είναι η δημιουργία φωτεινοτέρων σημείων της βάσεως χρόνου σε αποστάσεις, που αντιστοιχούν στα χρονικά διαστήματα μεταξύ των οξέων θετικών παλμών. Δηλαδή σε αποστάσεις ανά 1 v.μ. στην κλίμακα των 6 v.μ. και 2 v.μ. στην κλίμακα των 12 v.μ. Λόγω όμως της περιστροφής της βάσεως χρόνου και του φαινομένου της μεταπορφυρώσεως, από τα φωτεινότερα αυτά σημεία της βάσεως χρόνου προκύπτουν ομόκεντροι κύκλοι που ισαπέχουν μεταξύ τους και έχουν ως κέντρο το κέντρο της εικόνας. Έτσι, στις κλίμακες των 6 και των 12 v.μ. του παραπάνω παραδείγματος, θα εμφανίζονται 6 δακτύλιοι, όπου ο έκτος δακτύλιος θα εμφανίζεται στην περιφέρεια της οθόνης και η απόσταση από δακτύλιο σε δακτύλιο θα είναι 1 και 2 v.μ. αντίστοιχα.

Κατά τη σχεδίαση και την κατασκευή του κυκλώματος του διακριβωτή μεριμνά-
ται ώστε, οι αποστάσεις μεταξύ των διακριβωτικών κύκλων να παραμένουν αμετά-
βλητες και πάντα οι σωστές. Έτσι μπορούμε να ελέγχομε μ' αυτούς αν είναι σω-
στή η απόσταση που αντιπροσωπεύει η βάση χρόνου της κλίμακας ανιχνεύσεως,
που χρησιμοποιούμε κάθε φορά. Συνεπώς αν η απόσταση, που αντιπροσωπεύει η
βάση χρόνου, είναι ίση με εκείνη που καθορίζει η κλίμακα ανιχνεύσεως που χρησι-
μοποιούμε, τότε ο αριθμός των δακτυλίων θα είναι ίσος με το πηλίκο της αποστά-
σεως που αναγράφεται στην ένδειξη της κλίμακας δια της αποστάσεως από δακτύ-
λιο σε δακτύλιο και ο τελευταίος δακτύλιος θα εμφανίζεται στην περιφέρεια της
οθόνης.

Σημειώνεται ότι, αν ο αριθμός των δακτυλίων είναι μικρότερος ή μεγαλύτερος από τον παραπάνω κανονικό αριθμό, οπωσδήποτε αυτό δεν σημαίνει ότι η συ-
σκευή ραντάρ δεν είναι χρησιμοποιήσιμη. Απλώς η πραγματική απόσταση της κλί-
μακας ανιχνεύσεως, στην οποία παρατηρείται τέτοια ανωμαλία είναι αντίστοιχα
μικρότερη ή μεγαλύτερη από εκείνη που αναγράφεται στην ένδειξη της κλίμακας.
Επίσης, αν η μέτρηση της αποστάσεως των στόχων γίνει με τη βοήθεια των δα-
κτυλίων, τότε είναι σωστή. Η ανωμαλία αυτή οφείλεται σε αύξηση του πριονωτού
παλμού ρεύματος με μεγαλύτερη ή μικρότερη ταχύτητα αντίστοιχα (σχ. 2.6β), που
συνεπάγεται αντίστοιχα αύξηση και ελάττωση της ταχύτητας εκτροπής της κηλί-
δας. Στο εσωτερικό του ενδείκτη P.I. υπάρχει μια σειρά ποτενσιομέτρων, τα
οποία ρυθμίζονται με κοχλιοστρόφιο και χαρακτηρίζονται με την ονομασία «velo-
city» (ταχύτητα εκτροπής της κηλίδας). Σε κάθε κλίμακα ανιχνεύσεως αντίστοιχεί
ένα τέτοιο ποτενσιόμετρο, που δίπλα του συνήθως αναγράφεται η κλίμακα ανι-
χνεύσεως στην οποία αντιστοιχεί. Με ρύθμιση του αντίστοιχου ποτενσιομέτρου
αποκαθίσταται η παραπάνω ανωμαλία και εμφανίζεται ο κανονικός αριθμός διακρι-

βωτικών δακτυλίων.

Σημειώνεται επίσης ότι, αν οι διακριβωτικοί δακτύλιοι δεν εμφανίζονται σε συμμετρικές αποστάσεις, δηλαδή η απόσταση του πρώτου δακτυλίου από το κέντρο της εικόνας είναι μεγαλύτερη από την απόσταση του δεύτερου δακτυλίου από τον πρώτο κ.ο.κ., η απόσταση των στόχων που εμφανίζονται ακριβώς πάνω σε δακτύλιο είναι ακριβής και ίση με αυτή που αντιστοιχεί στο δακτύλιο. Δεν είναι όμως ακριβής η μέτρηση της αποστάσεως των στόχων, που εμφανίζονται ενδιάμεσα μεταξύ δακτυλίων, με τη βοήθεια των δακτυλίων. Τέτοια ανωμαλία παρατηρείται στις μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως και οφείλεται σε μη γραμμική αύξηση του πριονωτού παλμού. Αυτή μπορεί να αποκατασταθεί με τη ρύθμιση προρυθμιζόμενου ποτενσιόμετρου, το οποίο βρίσκεται στο εσωτερικό του ενδείκτη και χαρακτηρίζεται με την ονομασία «linearity» (γραμμικότητα).

δ) Το κύκλωμα του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως.

Με το μεταβλητό σημειωτή αποστάσεως (Variable Range Marker - V.R.M. ή Range Marker-R.M.) επιτυγχάνομε ώστε οι αποστάσεις ενός στόχου να εμφανίζονται, ως ψηφιακές ενδείξεις, είτε σ' ένα μηχανικό αναλογικό ενδείκτη, είτε σ' ένα ψηφιακό ενδείκτη αποστάσεως. Αυτό, όπως θα εξηγήσουμε στη συνέχεια, επιτυγχάνεται, αν με την περιστροφή του ομώνυμου ρυθμιστή ρυθμίσουμε ένα φωτεινό δακτύλιο μεταβλητής ακτίνας, που έχει κέντρο το κέντρο της εικόνας P.P.I., ώστε να συμπίπτει με την ηχώ του στόχου, του οποίου θέλομε να εμφανισθεί η απόσταση στον παραπάνω ενδείκτη.

Το κύκλωμα του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως (Variable Range Marker Circuit), κάθε φορά που δέχεται συγχρονιστικό παλμό από το διαμορφωτή, παράγει ένα οξύ θετικό παλμό που έχει σχήμα ακίδας. Όμως με ειδικό ρυθμιστή μπορούμε να ρυθμίζομε τη χρονική στιγμή, που θα εμφανίζεται ο παλμός αυτός, ώστε η εμφάνισή του να συμπίπτει με την εκπομπή του αντίστοιχου παλμού ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων ή να καθυστερεί όσα μικροδευτερόλεπτα θέλομε. Ο ρυθμιστής αυτός, που βρίσκεται στον ενδείκτη P.P.I., όπως ήδη αναφέραμε, ονομάζεται **μεταβλητός σημειωτής αποστάσεως** και επενεργεί:

- Σε ποτενσιόμετρο, με το οποίο μεταβάλλεται η σταθερά χρόνου, ανάλογα με το χρόνο που θέλομε να καθυστερήσει η εμφάνιση του παραπάνω οξέος θετικού παλμού.
- Σε μηχανικό αναλογικό ενδείκτη αποστάσεως ή ηλεκτρονικό ψηφιακό ενδείκτη αποστάσεως.

Όταν ο ρυθμιστής έχει στραφεί σε τέτοια θέση, ώστε ο ενδείκτης αποστάσεως (Range Indicator) να δείχνει μηδενική απόσταση, τότε ο οξύς θετικός παλμός εμφανίζεται με μηδενική καθυστέρηση. Δηλαδή συμπίπτει με την εκπομπή του παλμού ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και με την έναρξη της ακτινικής εκτροπής της κηλίδας. Στρέφοντας το ρυθμιστή έτσι, ώστε στον ενδείκτη αποστάσεως να αυξάνει η ένδειξη, επιφέρομε καθυστέρηση στην εμφάνιση του παλμού αυτού. Η καθυστέρηση που επιφέρομε είναι ίση με εκείνη που αντιστοιχεί στην απόσταση που δείχνει ο ενδείκτης αποστάσεως.

Ο οξύς αυτός θετικός παλμός οδηγείται στον οπτικό ενισχυτή και, αφού ενισχυθεί από αυτόν, εφαρμόζεται στο πλέγμα της καθοδικής λυχνίας, όπου και προκαλεί

στιγμαία ελάττωση του αρνητικού δυναμικού του πλέγματος.

Σύμφωνα με τα όσα είπαμε για την εμφάνιση των διακριβωτικών δακτυλίων, αντιλαμβανόμαστε ότι από τον οξύ θετικό παλμό, που παράγει το κύκλωμα του με-γαβλητού σημειωτή, θα εμφανισθεί στην οθόνη P.P.I. ένας δακτύλιος, με κέντρο το κέντρο της εικόνας. Η απόσταση του δακτυλίου αυτού από το κέντρο της εικόνας (ακτίνα του) είναι ίση με την απόσταση που δείχνει ο παραπάνω ενδείκτης αποστάσεως. Επομένως, αν με τον παραπάνω ρυθμίστη «V.R.M.» ρυθμίσομε την ακτίνα του μεταβλητού δακτυλίου αποστάσεως (variable range ring), ώστε το εσωτερικό του δακτυλίου αυτού να συμπίπτει με το εσωτερικό ενός στόχου, τότε η απόσταση, που θα δείχνει ο ενδείκτης αποστάσεως, θα είναι η απόσταση του στόχου αυτού.

Βέβαια, μεταβλητό σημειωτή αποστάσεως δεν διαθέτουν όλες οι συσκευές ραντάρ. Η ύπαρξή του επιτρέπει τη μέτρηση της αποστάσεως των στόχων που ανιχνεύονται με ακρίβεια. Σε συσκευές ραντάρ χωρίς μεταβλητό σημειωτή, η μέτρηση της αποστάσεως των στόχων γίνεται με την προσωπική εκτίμηση του καθενός και με τη βοήθεια των διακριβωτικών δακτυλίων.

Πάντως η ακρίβεια του μεταβλητού σημειωτή πρέπει να ελέγχεται τακτικά, με τη βοήθεια των διακριβωτικών δακτυλίων, επειδή αυτή εύκολα αλλοιώνεται. Ο έλεγχος ονομάζεται **διακρίβωση** (calibration) και γίνεται ως εξής:

Ρυθμίζομε το ρυθμίστη «V.R.M.», ώστε ο αντίστοιχος ενδείκτης αποστάσεως να δείχνει αποστάσεις ίσες με αυτές, στις οποίες εμφανίζονται ο πρώτος και ο τελευταίος διακριβωτικός δακτύλιος. Αν ο μεταβλητός δακτύλιος συμπίπτει με τον πρώτο και τον τελευταίο διακριβωτικό δακτύλιο αντίστοιχα, το σύστημα του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως λειτουργεί με ακρίβεια. Αν υπάρχει σημαντική διαφορά, αγνοούμε το μεταβλητό σημειωτή αποστάσεως και μετρούμε τις αποστάσεις των στόχων με τη βοήθεια των διακριβωτικών κύκλων.

Η ακρίβεια του μεταβλητού σημειωτή μπορεί να αποκατασταθεί με τη σωστή ρύθμιση των ποτενσιομέτρων, που φέρει εσωτερικά ο ενδείκτης P.P.I. Ρυθμίζονται με κοχλιοστρόφιο και σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, που παρέχονται στο εγχειρίδιο της συσκευής (operator's manual).

ε) Το κύκλωμα περιορισμού των θαλασσίων επιστροφών.

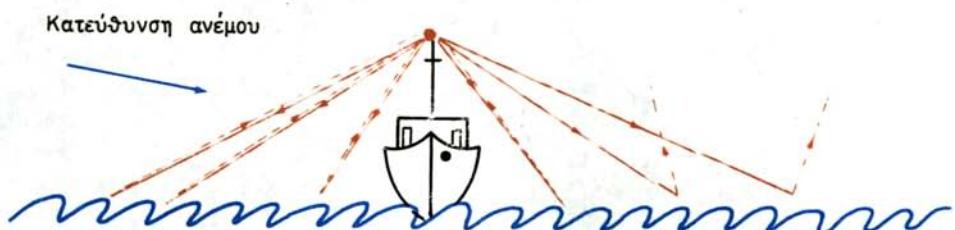
Η επιφάνεια της θάλασσας συμπεριφέρεται ως αιγάλιμη επιφάνεια και σ' αυτήν ανακλώνται τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα της περιοχής των μικροκυμάτων.

Όταν επικρατεί ηρεμία, η επιφάνεια της θάλασσας είναι επίπεδη και ομαλή και οι χαμηλότερες ακτίνες της δέσμης ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, που εκπέμπονται από την κεραία ραντάρ, προσπίπτουν σ' αυτήν και ανακλώνται. Λόγω της μικρής γωνίας προσπώσεως και ανακλάσεως (σχ. 2.6γ) μετά την ανάκλασή τους στη λεία επιφάνεια της θάλασσας οι ακτίνες αποκλείεται να επανέλθουν αμέσως στην κεραία. Μπορεί όμως να προσπέσουν σε στόχους που βρίσκονται σε κάποια απόσταση, μαζί με τις απευθείας ακτίνες της δέσμης. Στην περίπτωση αυτή οι εξ ανακλάσεως ακτίνες διανύουν μεγαλύτερη απόσταση από τις απευθείας ακτίνες, για να φθάσουν στον ίδιο στόχο. Όταν η διαφορά αποστάσεως είναι ίση με ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος «λ» των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που εκπέμπονται από την κεραία, τότε τα δυο κύματα από τις απευθείας και τις εξ ανακλά-



Σχ. 2.6γ.

Ανάκλαση ακτίνων στην ήρεμη επιφάνεια της θάλασσας.



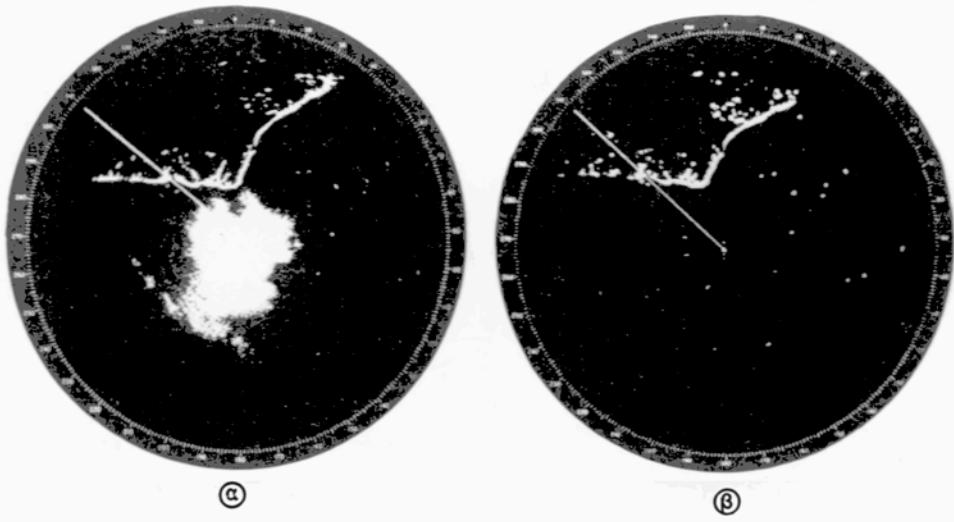
Σχ. 2.6δ.

Ανάκλαση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στην επιφάνεια ταραγμένης θάλασσας.

Έτσι αν η θάλασσα είναι ήρεμη, η ανάκλαση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στην επιφάνεια της, στη χειρότερη περίπτωση, μπορεί να συνεπάγεται μόνο μικρή εξασθένιση της ηχούς. Ας δούμε όμως τι συμβαίνει όταν η θάλασσα είναι ταραγμένη.

Είναι φανερό ότι τα κύματα της ταραγμένης θάλασσας παρουσιάζουν αγώγιμες επιφάνειες, μερικές από τις οποίες είναι κάθετες στις χαμηλότερες ακτίνες της δέσμης ακτινοβολίας της κεραίας του radar (σχ. 2.6δ). Από την ανάκλαση των ακτίνων αυτών στις κάθετες προς αυτές επιφάνειες των θαλασσίων κυμάτων, ένα σημαντικό ποσό ενέργειας επιστρέφει στην κεραία, ως ηχοί μικρής διάρκειας και η χρονική διαφορά επιστροφής είναι ανάλογη με την απόσταση των κυμάτων της θάλασσας, στα οποία ανακλώνται οι ακτίνες αυτές σε κάθε στροφή της κεραίας.

Οι θαλάσσιες αυτές επιστροφές (sea return ή sea clutter) ενισχύονται από το δέκτη, όπως και οι ηχοί από στόχους και εμφανίζονται στον ενδείκτη P.P.I. ως πυκνά μικρά φωτεινά στίγματα (πολύ μικροί στόχοι) σε μικρές αποστάσεις από το κέντρο της εικόνας και σε έκταση ανάλογη με την ένταση του φαινομένου. Επειδή σε κάθε στροφή της κεραίας τα κύματα αλλάζουν θέση, τα μικρά αυτά φωτεινά στίγματα εμφανίζονται μετακινούμενα σε ακαθόριστα σημεία της οθόνης.



Σχ. 2.6ε.

Η επίδραση του περιοριστή θαλασσίων επιστροφών. α) Έντονες θαλάσσιες επιστροφές που δεν επιτρέπουν την εμφάνιση στόχων. β) Οι θαλάσσιες επιστροφές έχουν εξαφανισθεί και διακρίνονται οι στόχοι στις μικρές αποστάσεις.

Ως προς την ένταση του φαινομένου, αυτή αυξάνει ανάλογα με το ύψος της κεραίας και την κατάσταση της θάλασσας (ύψος κυμάτων). Πάντως το φαινόμενο είναι εντονότερο προς την προσήνεμη πλευρά του πλοίου (σχ. 2.6δ), επειδή στην κατεύθυνση αυτή τα κύματα της θάλασσας εκθέτουν μεγαλύτερη επιφάνεια, που είναι κάθετη στις κατώτερες ακτίνες της δέσμης ακτινοβολίας. Επειδή η εξασθένιση της ενέργειας που επιστρέφει είναι ανάλογη προς την τέταρτη δύναμη της αποστάσεως, όσο αυξάνει η απόσταση, τόσο εξασθενεί και το φαινόμενο των θαλασσίων επιστροφών. Έτσι, σε αποστάσεις μεγαλύτερες από 3-5 ν.μ., ανάλογα με το ύψος της κεραίας, το φαινόμενο των θαλασσίων επιστροφών είναι αμελητέο.

Η εμφάνιση εντόνων θαλασσίων επιστροφών είναι δυνατό να καταστήσει έντονα φωτεινή την εικόνα του ενδείκτη, από το κέντρο της οθόνης και σε αρκετή έκταση, ανάλογα με την κλίμακα ανιχνεύσεως που χρησιμοποιείται [σχ. 2.6ε(α)]. Στην περίπτωση αυτή δεν είναι δυνατή η εμφάνιση μικρών κυρίως στόχων, που βρίσκονται σε μικρές αποστάσεις με επικίνδυνα αποτελέσματα.

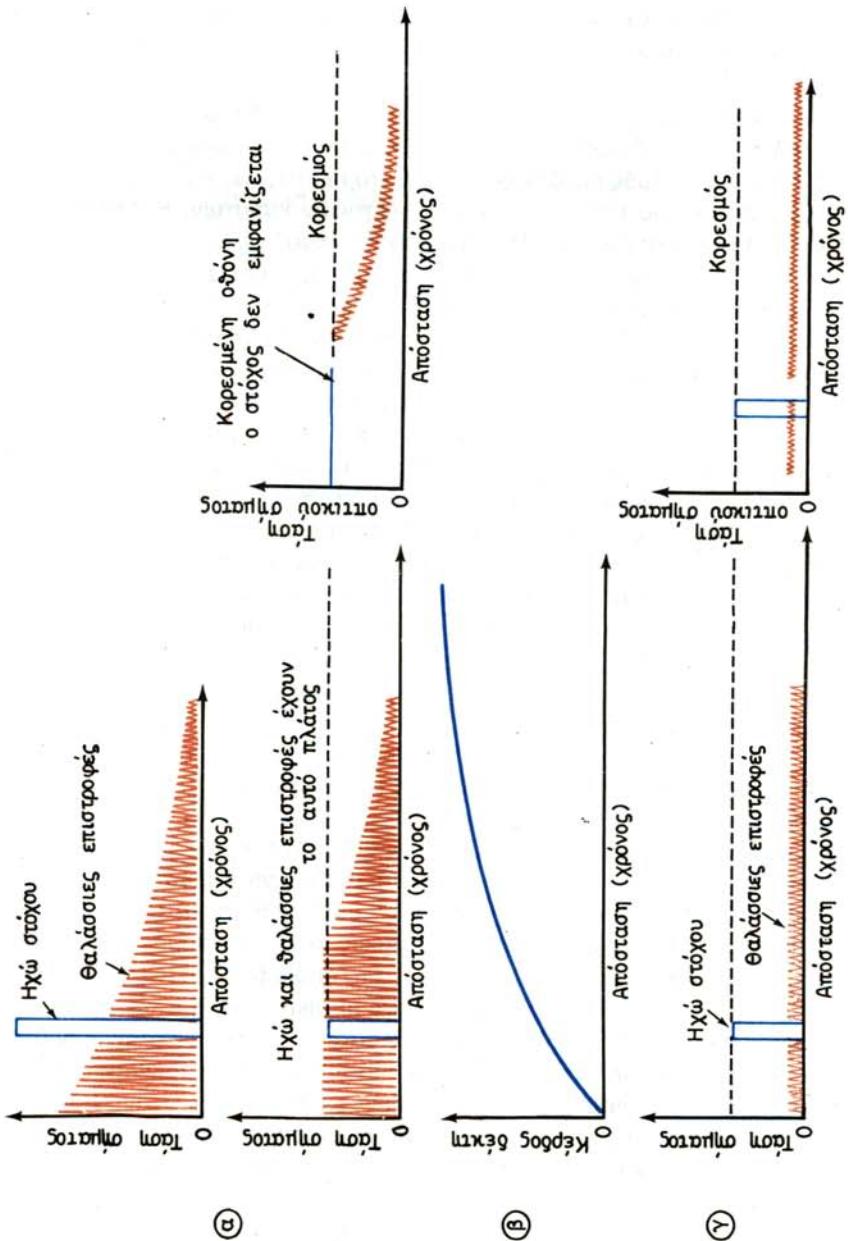
Για να περιοριστούν οι θαλάσσιες επιστροφές, που παρουσιάζονται στον ενδείκτη P.P.I. κατά τον παραπάνω τρόπο, πρέπει να ελαπτωθεί η ευαισθησία (απολαβή ή ενισχυτική ικανότητα) του δέκτη. Η ελάπτωση όμως της ευαισθησίας του δέκτη με το ρυθμιστή «gain» δεν εξυπηρετεί, επειδή θα ελαπτωθεί στην ίδια στάθμη για όλες τις αποστάσεις. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να περιορίζεται η δυνατότητα ανιχνεύσεως μικρών στόχων, σε αποστάσεις μεγαλύτερες από αυτές που καλύπτονται από τις θαλάσσιες επιστροφές. Πρέπει δηλαδή η ευαισθησία του δέκτη να ελαπτώνεται σημαντικά στην ελάχιστη απόσταση, όπου οι θαλάσσιες επιστροφές είναι έντονες και όλο και λιγότερο, όσο η απόσταση αυξάνει και οι θαλά-

σιες επιστροφές εξασθενούν. Σε αποστάσεις μεγαλύτερες από αυτές που οι θαλάσσιες επιστροφές γίνονται αμελητέες, η ευαισθησία του δέκτη πρέπει να αποκαθίσταται στην κανονική στάθμη, στην οποία έχει ρυθμιστεί με το ρυθμιστή «gain». Η διαφοροποίηση της ευαισθησίας του δέκτη με τον τρόπο αυτό, σε συνάρτηση με την απόσταση, επιτυγχάνεται με το κύκλωμα περιορισμού θαλασσίων επιστροφών (antoclutter sea) ή ρυθμιστή χρονικής ευαισθησίας (Sensitivity Time Control - S.T.C. ή S.T.C. Gain).

Το κύκλωμα περιορισμού θαλασσίων επιστροφών κάθε φορά που δέχεται συγχρονιστικό παλμό από το διαμορφωτή (σχ. 2.1), παράγει ένα αρνητικό παλμό τάσεως [σχ. 2.6α(ε)]. Ο παλμός αυτός έχει το μέγιστο πλάτος του κατά τη στιγμή της εκπομπής του αντίστοιχου παλμού ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Η στιγμή αυτή αντίστοιχει σε μηδενική απόσταση. Το πλάτος του παλμού αυτού ελαττώνεται εκθετικά (λογαριθμικά) σε συνάρτηση με την απόσταση (χρόνο). Σε χρόνο που αντιστοιχεί σε απόσταση μέχρι 5 ν.μ. το πλάτος του μηδενίζεται. Εφαρμόζεται ως πόλωση σε δυο ή τρεις βαθμίδες του κύριου ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας και προκαλεί μείωση της ενισχύσεως ανάλογη με το πλάτος του. Έτσι προκαλείται σημαντική μείωση της ενισχύσεως στην ελάχιστη απόσταση. Από την ελάχιστη τιμή, που λαμβάνει στην ελάχιστη απόσταση, η ενίσχυση αυξάνει εκθετικά (λογαριθμικά) σε συνάρτηση με την απόσταση. Από την απόσταση στην οποία μηδενίζεται το πλάτος του αρνητικού παλμού, η ενίσχυση επαναποκτά την κανονική της τιμή, στην οποία έχει ρυθμισθεί με το ρυθμιστή «gain». Η διαφοροποίηση αυτή της ενισχύσεως (ευαισθησίας) του δέκτη έχει ως αποτέλεσμα τον ανάλογο περιορισμό του πλάτους τόσο των ηχών των στόχων όσο και των θαλασσίων επιστροφών. Έτσι οι θαλάσσιες επιστροφές δεν συνεπάγονται κορεσμό της φθορίζουσας ουσίας της καθοδικής λυχνίας [σχ. 2.6ε(β)]. Καθώς δε η ηχώ από μικρούς στόχους, που βρίσκονται στην έκταση των επιστροφών αυτών, έχει μεγαλύτερο πλάτος από τις θαλάσσιες επιστροφές, εμφανίζεται ευδιάκριτα στην οθόνη. Στο σχήμα 2.6στ φαίνονται οι κυματομορφές των θαλασσίων επιστροφών και των ηχών μικρών στόχων, χωρίς την επίδραση και μετά την επίδραση του κυκλώματος περιορισμού των θαλασσίων επιστροφών.

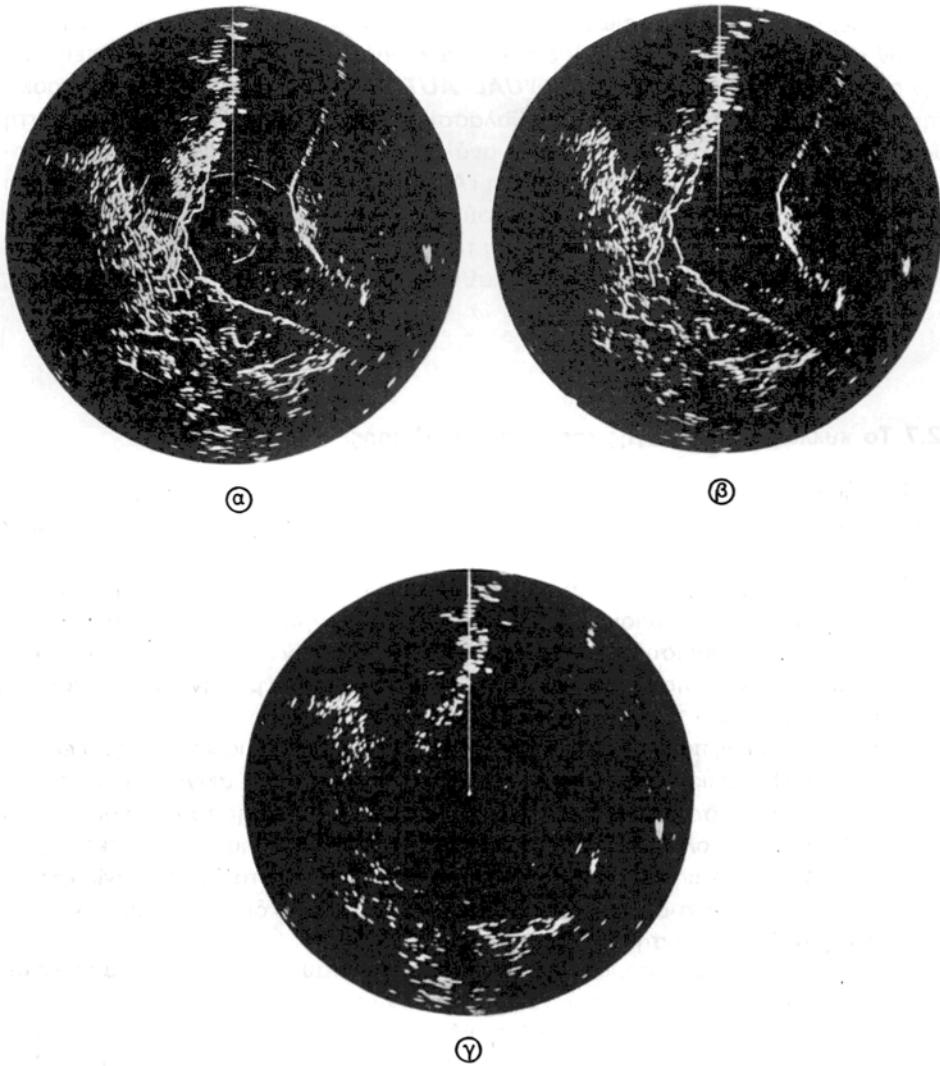
Στο κύκλωμα των θαλασσίων επιστροφών επενεργεί ο ομώνυμος ρυθμιστής, που βρίσκεται στον ενδείκτη P.P.I. και ονομάζεται **ρυθμιστής θαλασσίων επιστροφών** (Anticlutter Sea ή Clutter ή S.T.C.). Μ' αυτόν ρυθμίζεται άμεσα το πλάτος και η διάρκεια του παραπάνω αρνητικού παλμού τάσεως, τον οποίο παράγει το κύκλωμα αυτό. Επίσης ρυθμίζεται έμμεσα το ποσό κατά το οποίο θα ελαπτωθεί η ενίσχυση και η απόσταση μέχρι την οποία θα έχομε λογαριθμική αύξηση της ενισχύσεως. Αυτό είναι απαραίτητο, επειδή η ένταση των θαλασσίων επιστροφών είναι ανάλογη με την κατάσταση της θάλασσας, οπότε δεν απαιτείται πάντα η ίδια δραστικότητα του κυκλώματος περιορισμού των θαλασσίων επιστροφών. Όταν επομένως εμφανίζονται θαλάσσιες επιστροφές, ρυθμίζομε τον παραπάνω ρυθμιστή έτσι ώστε να περιορίζονται και να επιτρέπουν να διακρίνονται οι ηχοί των μικρών στόχων, που βρίσκονται σε μικρές αποστάσεις.

Τονίζεται ότι η ρύθμιση του ρυθμιστή περιορισμού θαλασσίων επιστροφών πρέπει να γίνεται πάντα με φειδώ. Ποτέ δεν τον ρυθμίζομε για τέλεια εξαφάνισή τους, αλλά για περιορισμό τους τόσο, όσο μέσα σ' αυτές να διακρίνονται οι ηχοί



Σχ. 2.6σ.

α) Κυματομορφές θαλασσίων επιστροφών και μεγάλου στόχου. β) Κυματομορφές θαλασσίων επιστροφών και μικρού στόχου χωρίς πν επίδραση του περιοριστή θαλασσίων επιστροφών. γ) Η μεταβολή του κέρδους του στόχου θαλασσίων επιστροφών μετά την επιδραση του περιοριστή θαλασσίων επιστροφών.



Σχ. 2.6ζ.
Επίδραση της ρυθμίσεως του ρυθμιστή περιορισμού θαλασσίων επιστροφών. α) Υποκανονική ρύθμιση. β) Κανονική ρύθμιση. γ) Υπερκανονική ρύθμιση.

των μικρών στόχων. Ρύθμιση για τέλεια εξαφάνισή τους μπορεί να προκαλέσει μηδενισμό της ενισχύσεως ως τη σημαντική απόσταση των 3-4 ν.μ., οπότε δε θα ανιχνεύονται οι μικροί στόχοι και το ραντάρ από χρήσιμο γίνεται επικίνδυνο. Στο σχήμα 2.6ζ φαίνονται τρεις εικόνες οι οθόνης ραντάρ, με ανεπαρκή, κανονική και υπερβολική ρύθμιση για τον περιορισμό των θαλασσίων επιστροφών.

Ορισμένες πολύ σύγχρονες συσκευές ραντάρ φέρουν και ειδικό αυτόματο κύ-

κλωμα περιορισμού θαλασσίων επιστροφών. Στον ενδείκτη P.P.I. των συσκευών αυτών εκτός από το ρυθμιστή ***Anticlutter sea***, υπάρχει διακόπτης δυο θέσεων με την ονομασία ***«Anticlutter sea - MANUAL - AUTO»***. Με αυτόν επιλέγεται ο χειροκίνητος ή αυτόματος περιορισμός των θαλασσίων επιστροφών. Με το διακόπτη στη θέση «MANUAL», γίνεται περιορισμός ανάλογα με τη ρύθμιση του ρυθμιστή «Anticlutter sea». Με το διακόπτη στη θέση «AUTO», ο περιορισμός γίνεται αυτόματα από το κύκλωμα αυτόματου περιορισμού.

Με τον ίδιο ρυθμιστή περιορίζομε και τις επιστροφές βροχής, όταν το πλοίο μας βρίσκεται μέσα στην περιοχή βροχής, καθώς και της ψευδοηχούς από πλευρικούς λοβούς.

2.7 Το κύκλωμα παραγωγής της γραμμής πλώρης.

Είδαμε ότι για να εμφανίζονται οι στόχοι στον ενδείκτη P.P.I. σε σωστή σχετική διόπτευση, πρέπει να υπάρχει τέτοια σύγχρονη περιστροφή του πηνίου εκτροπής με την κεραία, ώστε να εξασφαλίζεται περιστροφή της βάσεως χρόνου σε συγχρονισμό με την περιστροφή του άξονα της δέσμης ακτινοβολίας. Δηλαδή η ένδειξη του ανεμολογίου, στην οποία θα βρίσκεται κάθε στιγμή καθώς περιστρέφεται η βάση χρόνου, να είναι ίση με τη γωνία που σχηματίζει την ίδια στιγμή, καθώς περιστρέφεται, ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας της κεραίας με την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου.

Κάθε φορά όμως που η συσκευή ραντάρ κρατείται, η κεραία και το πηνίο εκτροπής, λόγω διαφορετικής αδράνειας και διαφορετικών τριβών, ακινητοποιούνται σε διαφορετική θέση, σε σχέση με την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου και την ένδειξη 0° του ανεμολογίου αντίστοιχα. Έτσι, με την εκκίνηση της συσκευής και την έναρξη περιστροφής της κεραίας αρχίζει να περιστρέφεται και το πηνίο εκτροπής ισοταχώς αλλά όχι σε συγχρονισμό, οπότε οι στόχοι δεν παρουσιάζονται σε σωστή σχετική διόπτευση.

Για την επιβεβαίωση υπάρξεως του συγχρονισμού αυτού κάθε συσκευή ραντάρ είναι εφοδιασμένη με ένα ειδικό σύστημα. Το σύστημα αυτό δημιουργεί μια φωτεινή γραμμή, η οποία εκτείνεται από το κέντρο μέχρι την περιφέρεια της οθόνης. Η φωτεινή αυτή γραμμή δημιουργείται κάθε χρονική στιγμή, που ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας της περιστρεφόμενης κεραίας είναι παράλληλος προς την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου (η κεραία εκπέμπει κατάπλωρα). Όταν η φωτεινή αυτή γραμμή, που ονομάζεται **γραμμή πλώρης** (heading line ή heading marker ή heading flash), εμφανίζεται στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου, ένδειξη που αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου, η περιστροφή της βάσεως χρόνου βρίσκεται σε συγχρονισμό με την περιστροφή της κεραίας και οι στόχοι εμφανίζονται σε σωστή σχετική διόπτευση.

Επομένως, αν η περιστροφή της βάσεως χρόνου είναι ισοταχής και σύγχρονη με την περιστροφή της κεραίας, η γραμμή πλώρης θα εμφανίζεται στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου του P.P.I. και οι ηχοί των στόχων που ανιχνεύονται θα εμφανίζονται σε σωστή σχετική διόπτευση. Εμφάνιση της γραμμής πλώρης σε άλλη ένδειξη του ανεμολογίου, εκτός από αυτή των 0°, αλλά πάντα στην ίδια, συνεπάγεται

μη σύγχρονη περιστροφή και σφάλμα στις ενδείξεις διοπτεύσεων.

Όταν ο ενδείκτης P.P.I. της συσκευής ραντάρ συνδέεται, με επαναλήπτη, που περιέχεται σ' αυτόν στη γυροσκοπική πυξίδα του πλοίου, η ένδειξη 0° του ανεμολογίου του αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση του Βορρά. Στην περίπτωση αυτή η γραμμή πλώρης στρέφεται αυτόματα στην ένδειξη του ανεμολογίου, η οποία αντιτοιχεί στην πορεία του πλοίου και οι ηχοί των στόχων που ανιχνεύονται, εμφανίζονται σε σωστές αληθείς διοπτεύσεις.

Για το συγχρονισμό της περιστροφής της βάσεως χρόνου με την περιστροφή της κεραίας και για την εμφάνιση της γραμμής πλώρης στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου, ο ενδείκτης ορισμένων συσκευών ραντάρ φέρει συνήθως τους ρυθμιστές «head coarse» (κύριας ρυθμίσεως) και «head fine» (μικρομετρικής ρυθμίσεως).

Ο ρυθμιστής «head coarse» είναι ένας διακόπτης. Παρεμβάλλεται στη γραμμή που συνδέει το συγχροκινητήρα, που στρέφει το πηνίο εκτροπής, με τη συγχρογευνήτρια, η οποία στρέφεται από τον άξονα περιστροφής της κεραίας.

Με μικρής διάρκειας ανοίγματα του διακόπτη αυτού πραγματοποιούμε επιβραδύνσεις στην περιστροφή του πηνίου εκτροπής, που συνεπάγονται μετατόπιση της γραμμής πλώρης κατά αντίστοιχες γωνίες. Επαναλαμβάνομε τα ανοίγματα αυτά του διακόπτη «head coarse», ώσπου η γραμμή πλώρης να εμφανίζεται περίπου στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου, οπότε εξασφαλίζεται κατά προσέγγιση ο συγχρονισμός.

Ο ρυθμιστής «head fine» φέρει στον άξονά του μικρό γρανάζι. Αυτό στρέφει γύρω από το μίσχο της καθοδικής λυχνίας και κατά μικρή γωνία τη βάση, επάνω στην οποία στερεώνεται ο συγχροκινητήρας και·εδράζεται το πηνίο εκτροπής. Έτσι, στρέφοντας τη βάση αυτή, μπορούμε να επιταχύνουμε ή να επιβραδύνουμε κατά μικρές γωνίες την περιστροφή του πηνίου εκτροπής, για να εξασφαλίζεται ακριβής συγχρονισμός, οπότε η γραμμή πλώρης εμφανίζεται ακριβώς στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου.

Σε ορισμένες συσκευές υπάρχει ημιαυτόματο σύστημα συγχρονισμού της περιστροφής της βάσεως χρόνου με την περιστροφή της κεραίας. Το σύστημα αυτό ιτεριλαμβάνει ηλεκτρονικό κύκλωμα, που ενεργοποιείται με το διακόπτη ευθυγραμμίσεως της εικόνας (Picture Alignment ή Align), του οποίου το ελατήριο διατηρεί τις επαφές του μόνιμα ανοικτές. Όταν δεν υπάρχει συγχρονισμός πιέζομε συνέχεια το διακόπτη και το κύκλωμα ενεργοποιείται. Τότε η βάση χρόνου σταματά σε ορισμένη ένδειξη του ανεμολογίου, μέχρι η κεραία να συμπληρώσει το υπόλοιπο μιας στροφής. Τη στιγμή που ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας της περιστρεφόμενης κεραίας, σχηματίζει με την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου γωνία ίση με την ορισμένη ένδειξη του ανεμολογίου, στην οποία έχει σταματήσει η βάση χρόνου, τότε η βάση χρόνου ξεκινά αυτόματα, οπότε εξασφαλίζεται ο συγχρονισμός. Αφού διαπιστώσομε ότι αποκαταστάθηκε ο συγχρονισμός, από την εμφάνιση της γραμμής πλώρης στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου, αφήνουμε ελεύθερο το διακόπτη «Align». Εξυπακούεται ότι τη στιγμή που σταματά η περιστροφή της βάσεως χρόνου, ενώ πιέζομε το διακόπτη, διακόπτεται η σύνδεση του συγχροκινητήρα στη συγχρογευνήτρια και σταματά η περιστροφή του πηνίου εκτροπής.

Τέλος στις περισσότερες συσκευές ραντάρ, που έχουν τη δυνατότητα παρουσιάσεως της εικόνας **και με την πλώρη άνω και με το Βορρά άνω**, ο παραπάνω

συγχρονισμός γίνεται αυτόματα με ειδικά κυκλώματα, με τα οποία είναι εφοδιασμένοι οι ενδείκτες των συσκευών. Με τη μεταγωγή λειτουργίας με την πλώρη άνω ή με το Βορρά άνω, μετατίθεται αυτόματα και η γραμμή πλώρης στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου ή στην ένδειξη που αντιστοιχεί στην πορεία του πλοίου αντίστοιχα.

Η γραμμή πλώρης δημιουργείται ως εξής: Όπως είπαμε, στο συγκρότημα της κεραίας (σχ. 2.1) υπάρχει ο μικροδιακόπτης γραμμής πλώρης (heading line micro-switch), του οποίου το ελατήριο συγκρατεί τις επαφές του συνέχεια ανοικτές. Στον άξονα περιστροφής της κεραίας προσαρμόζεται ένας μικρός βραχίονας ή ένας δίσκος με έκκεντρο (εξοχή) πολύ μικρού τόξου. Αυτός, σε κάθε στροφή της κεραίας και τη στιγμή που ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας είναι παράλληλος προς την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου, πιέζει το διακόπτη και οι επαφές του κλείνουν στιγμιαία. Οι επαφές του διακόπτη αυτού (σχ. 2.1) συνδέονται με αγωγό στο κύκλωμα παραγωγής της γραμμής πλώρης, το οποίο βρίσκεται στη μονάδα του ενδείκτη P.P.I. και το οποίο ενεργοποιούν για όσο χρόνο αυτές παραμένουν κλειστές. Κάθε φορά που το κύκλωμα αυτό ενεργοποιείται, παράγει ένα θετικό παλμό τάσεως, του οποίου η διάρκεια είναι ίση με το χρονικό διάστημα, κατά το οποίο οι επαφές του μικροδιακόπτη παραμένουν κλειστές. Ο παλμός αυτός, αφού ενισχυθεί από τον οπτικό ενισχυτή, εφαρμόζεται στο πλέγμα της καθοδικής λυχνίας και κατά τη διάρκειά του προκαλεί σημαντική αύξηση της λαμπρότητας της κηλίδας. Στο χρονικό αυτό διάστημα η λαμπρότερη κηλίδα, ανάλογα με τη συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής, πραγματοποιεί δυο-τρεις συγχρονισμένες εκτροπές και γράφει ισάριθμες βάσεις χρόνου με εντονότερη λαμπρότητα, πρακτικά πάνω στο ίδιο ίχνος. Έτσι, επειδή αυτό επαναλαμβάνεται σε κάθε στροφή της κεραίας, τη στιγμή που ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας είναι παράλληλος προς την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου, η περιστρεφόμενη βάση χρόνου πραγματοποιεί μια αναλαμπή. Λόγω όμως του φαινομένου της μεταπορφυρώσεως στην οθόνη του P.P.I. εμφανίζεται μια φωτεινή ακτίνα. Αυτή η φωτεινή ακτίνα είναι η γραμμή πλώρης.

Για τη **γραμμή πλώρης** πρέπει να έχομε υπόψη μας και τα εξής:

Καθώς αυτή δημιουργείται κατά τη στιγμή που ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας είναι παράλληλος προς την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου, ανεξάρτητα από τη μέθοδο παρουσιάσεως της εικόνας (είτε με την πλώρη άνω είτε με το Βορρά ή νινι), δείχνει στην οθόνη P.P.I. την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου. Έτσι, ρίχνοντας μια ματιά στην οθόνη, μπορούμε να διαπιστώσουμε αν στόχοι, που βρίσκονται περίπου προς την πλώρη του πλοίου, είναι δεξιότερα ή αριστερότερα από την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου. Επίσης, κατά την πλοήγηση σε διαύλους παρατηρώντας τη θέση των ηχών ακινήτων στόχων σε σχέση με τη γραμμή πλώρης, μπορούμε να διαπιστώσουμε την κατεύθυνση του διαμήκους του πλοίου σε υχέση με τους ακίνητους στόχους και από αυτή αν η πλοήγηση εξελίσσεται ομαλά. Πάντιμος θα πρέπει να έχομε υπόψη μας ότι η κατεύθυνση της γραμμής πλώρης δεν είναι οπωσδήποτε και η κατεύθυνση κινήσεως του πλοίου μας ως προς το βυθό, κινούμενον αυτή επηρεάζεται από τα ρεύματα, τον κυματισμό και τον άνεμο.

Ως προς την ακρίβεια της γραμμής πλώρης, αυτή πρέπει να ελέγχεται τακτικά, γιατί ένα μικρό σφάλμα μπορεί να οδηγήσει το πλοίο σε σοβαρό κίνδυνο. Μπορεί η ηχώ ενός στόχου, ενώ αυτός βρίσκεται κατάπλωρα, να μην εμφανίζεται πάνω

στη γραμμή πλώρης. Αυτό σημαίνει ότι, ενώ θα υπάρχει άμεσος κίνδυνος, στην οθόνη του P.P.I. θα φαίνεται ότι δεν υπάρχει κίνδυνος.

Η ακρίβεια της γραμμής πλώρης μπορεί να είναι η σωστή, όταν η ηχώ ενός στόχου, που με παρατήρηση διοπτεύεται ακριβώς στην κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου, εμφανίζεται πάνω στη γραμμή πλώρης. Σε αντίθετη περίπτωση, μεταξύ γραμμής πλώρης και κατεύθυνσεως πλοίου υπάρχει σφάλμα. Για να βεβαιωθούμε, μπορούμε να συγκρίνουμε τις οπτικές διοπτεύσεις περισσοτέρων στόχων με τις διοπτεύσεις στις οποίες εμφανίζονται οι ηχοί τους στον ενδείκτη P.P.I. Αν η διαφορά μεταξύ οπτικών διοπτεύσεων και διοπτεύσεων ραντάρ όλων των στόχων έχει την ίδια τιμή και το ίδιο πρόσημο, η εμφάνιση της γραμμής πλώρης δεν είναι ακριβής και η διαφορά αυτή ισούται με το σφάλμα. Αυτό σημαίνει ότι, τη στιγμή που εμφανίζεται η γραμμή πλώρης, ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας της κεραίας δεν είναι παράλληλος προς την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου· αυτό οφείλεται σε μετακίνηση του μικροδιακόπτη γραμμής πλώρης. Όταν η ηχώ ενός στόχου, ο οποίος με παρατήρηση διοπτεύεται κατάπλωρα, εμφανίζεται στον ενδείκτη P.P.I. δεξιότερα από τη γραμμή πλώρης, τότε ο μικροδιακόπτης έχει μετακινηθεί αριστερά και αντίστροφα.

Σε συσκευές ραντάρ, που διαθέτουν σύστημα αυτόματου συγχρονισμού περιμετριοφής βάσεως χρόνου-κεραίας, όταν αυτές λειτουργούν με παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω, η ανωμαλία αυτή φαίνεται αμέσως, επειδή η γραμμή πλώρης δε θα εμφανίζεται στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου. Αυτό βέβαια ισχύει, εφόσον το κέντρο της εικόνας (η αρχή της βάσεως χρόνου) συμπίπτει με το κέντρο της οθόνης.

Η παραπάνω ανωμαλία αποκαθίσταται, χωρίς μεγάλη δυσκολία, αν μετακινήσουμε (στρέψωμε) το μικροδιακόπτη γραμμής πλώρης κατά τόσες μοίρες, όσες είναι το σφάλμα που διαπιστώσαμε. Συνήθως ο μικροδιακόπτης προσαρμόζεται σε μεταλλικό πλακίδιο με σχήμα τόξου, και με τις διαμήκεις οπές που φέρει, στερεώνεται υπηρέτη βάση της κεραίας. Το πλακίδιο αυτό φέρει υποδιαιρέσεις μοιρών, ενώ στη βάση της κεραίας υπάρχει ενδεικτική γραμμή, που διευκολύνει την ακριβή μετακίνησή του. Αφού χαλαρώσουμε τις βίδες συγκρατήσεως του, μετακινούμε το μεταλλικό πλακίδιο κατά τόσες μοίρες, όσο είναι το σφάλμα που έχομε διαπιστώσει και η ανωμαλία αποκαθίσταται. Μετά σφίγγομε τις βίδες συγκρατήσεως του μεταλλικού πλακιδίου.

Ερωτήσεις Δεύτερου Κεφαλαίου.

1. Σχεδιάστε τα κυκλώματα εκπομπής ραντάρ και τις κυματομορφές που παράγει καθένα από αυτά και αναπτύξτε συνοπτικά τη λειτουργία τους.
2. Τι καλείται μήκος παλμού εκπομπής; Για ποιους λόγους οι συσκευές ραντάρ μπορούν να λειτουργούν με δυο μήκη παλμών εκπομπής; Πώς μπορεί να γίνεται η εναλλαγή και σε ποια περίπτωση χρησιμοποιούμε κάθε μήκος παλμού εκπομπής;
3. Ποια αιτού τα χαρακτηριστικά εκπομπής της συσκευής ραντάρ ρυθμίζονται σε κάθε ένα από τα κυκλώματα εκπομπής;
4. Ποιες είναι οι παράμετροι που καθορίζουν τις διαστάσεις της ορθογώνιας διατομής του κυματοδόγυού; Ποια είναι η χρησιμότητα του κυματοδόγυού στη συσκευή ραντάρ και ποια είναι τα μέτρα προστασίας του κυματοδόγυού, για να μην αλλοιώνεται η απόδοσή του;

5. Ποια είναι η τιμή του οριζόντιου και του κατακόρυφου εύρούς της δέσμης ακτινοβολίας της κεραίας ραντάρ και για ποιους λόγους λαμβάνουν αυτές τις τιμές;
6. Τι είναι οι πλευρικοί λοβοί, ποια σχέση έχουν με τον κύριο λοβό και ποιο πρόβλημα δημιουργούν στη λειτουργία της συσκευής ραντάρ;
7. Ποια είναι τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κεραίας σχισμών, σε σύγκρισή της με κάθε άλλο τύπο κεραίας ραντάρ;
8. Ποια εξαρτήματα υπάρχουν στο συγκρότημα της κεραίας ραντάρ; Ποια σχέση υπάρχει μεταξύ τους και ποια είναι η χρησιμότητα κάθε εξαρτήματος;
9. Από τι μπορεί να αποτελείται ο περιστροφικός σύνδεσμος κυματοδηγού και ποια είναι η χρησιμότητά του;
10. Τι είναι ο διακόπτης εκπομπής-λήψεως; Πώς λειτουργεί; Ποια είναι η χρησιμότητά του και ποιο εξάρτημα της συσκευής θα καταστραφεί σε περίπτωση που αυτός δεν λειτουργήσει;
11. Σχεδιάστε τα κυκλώματα λήψεως ραντάρ και τις κυματομορφές που παράγει καθένα από αυτά και αναπτύξτε συνοπτικά τη λειτουργία τους.
12. Κατά ποιους τρόπους μπορεί να ρυθμίζεται η συχνότητα των ταλαντώσεων, που παράγει ο τοπικός ταλαντωτής και για ποιο λόγο πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα ρυθμίσεως της συχνότητάς τους;
13. Για ποιους λόγους η μονάδα (σασί) του προενισχυτή I.F. βρίσκεται σε πολύ μικρή απόσταση από τον κρυσταλλικό μίκτη;
14. Τι καλείται ενδιάμεση συχνότητα του δέκτη της συσκευής ραντάρ; Ποιες είναι οι συνήθεις τιμές της και πώς η συχνότητα της ηχούς υποβιβάζεται σ' αυτήν;
15. Πώς ρυθμίζεται η ευαισθησία (απολαβή) του δέκτη και για ποιους λόγους είναι απαραίτητη η δυνατότητα ρυθμίσεως της;
16. Ποια επίδραση έχει στο κύκλωμα του οπτικού ενισχυτή του δέκτη ο διακόπτης περιορισμού επιστροφών βροχής και πώς επιτυγχάνεται ο περιορισμός της εκτάσεως της οθόνης του P.R.I., που καλύπτεται από τις επιστροφές βροχής;
17. Για ποιους λόγους είναι απαραίτητη η φώραση του σήματος της ηχούς, ώστε να μετατρέπεται σε οπτικό σήμα και δεν εφαρμόζεται στο πλέγμα της καθοδικής λυχνίας ως ενδιάμεση συχνότητα;
18. Ποια θα είναι η διαφορά του οπτικού σήματος της ηχούς, όταν η έξοδος του δέκτη συνδέεται στην κάθοδο της καθοδικής λυχνίας, αντί αυτή να συνδέεται στο πλέγμα της και για ποιο λόγο πρέπει να έχει τη διαφορά αυτή;
19. Σχεδιάστε τα συγχρονισμένα κυκλώματα ραντάρ και τις κυματομορφές, που παράγει καθένα από αυτά και αναπτύξτε συνοπτικά τη λειτουργία τους και τη χρησιμότητά τους.
20. Ποιων συγχρονισμένων κυκλώμάτων επηρεάζεται η λειτουργία από το διακόπτη κλιμάκων ανιχνεύσεως; Τι ρυθμίζεται σε καθένα από αυτά με την αλλαγή κλίμακας ανιχνεύσεως και για ποιους λόγους είναι απαραίτητη κάθε ρύθμιση;
21. Αν κατά τη λειτουργία συσκευής ραντάρ ο αριθμός των δακτυλίων διακριβώσεως είναι μικρότερος ή μεγαλύτερος από τον κανονικό, είναι χρησιμοποιήσιμη η συσκευή ραντάρ; Πού μπορεί να οφείλεται τέτοια ανωμαλία και σε ποιες ενέργειες μπορείτε να προβείτε, για να αποκαταστήσετε τον κανονικό αριθμό δακτυλίων διακριβώσεως;
22. Αν κατά τη λειτουργία της συσκευής ραντάρ οι δακτύλιοι διακριβώσεως δεν ισαπέχουν μεταξύ τους (ή απόσταση του δεύτερου δακτυλίου από τον πρώτο είναι μικρότερη από την απόσταση του πρώτου δακτυλίου από το κέντρο κ.ο.κ.), είναι χρησιμοποιήσιμη η συσκευή ραντάρ; Πού μπορεί να οφείλεται η ανωμαλία αυτή και σε ποιες ενέργειες μπορείτε να προβείτε, για να αποκαταστήσετε την ανωμαλία αυτή;
23. Σε ποιες ενέργειες θα προβείτε για να ελέγχετε την ακρίβεια του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως;
24. Πού επενεργεί άμεσα και πού έμμεσα ο ρυθμιστής περιορισμού των θαλασσίων επιστροφών; Τι ρυθμίζει σε κάθε περίπτωση, ώστε να περιορίζονται οι θαλάσσιες επιστροφές;
25. Τι πρέπει να έχομε υπόψη μας κατά τη ρύθμιση του ρυθμιστή περιορισμού των θαλασσίων επιστροφών και σε ποιες άλλες περιπτώσεις μπορούμε να τον χρησιμοποιήσουμε;
26. Αν καταστραφεί ένα από τα παρακάτω κυκλώματα: α) Κύκλωμα σκανδάλης, β) διαμορφωτής, γ) διακόπτης Ε/Λ, δ) κρυσταλλικός μίκτης, ε) γεννήτρια βάσεως χρόνου, στ) κύκλωμα παλμού λαμπτρότητας και ζ) τροφοδοτικό, ποια άλλα κυκλώματα της συσκευής ραντάρ δεν θα λειτουργή-

- σουν και τι θα παραπηρήσουμε στον ενδείκτη P.P.I. σε κάθε περίπτωση;
27. Πού βρίσκονται η συγχρογεννήτρια και ο συγχροκινητήρας; Πού συνδέονται μηχανικά; Πώς συνδέονται μεταξύ τους και ποια είναι η χρησιμότητά τους;
 28. Πώς δημιουργείται η γραμμή πλώρης και ποια είναι η χρησιμότητά της;
 29. Αν μετά την εκκίνηση συσκευής ραντάρ διαπιστώσουμε ότι περιστρέφεται η κεραία, αλλά δεν περιστρέφεται η βάση χρόνου, σε ποιες ενέργειες μπορούμε να προβούμε, για να αποκαταστήσουμε την ανωμαλία αυτή;
 30. Πώς μπορούμε να ελέγξουμε ότι η γραμμή πλώρης ανταποκρίνεται με ακρίβεια στην κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου, ενώ αυτή εμφανίζεται στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου; Αν υπάρχει διαφορά, πώς μπορούμε να τη διορθώσουμε;
 31. Ποιο εξάρτημα ή κύκλωμα της συσκευής ραντάρ δεν θα λειτουργεί κανονικά, αν κατά τη λειτουργία της συσκευής σε κάθε στροφή της κεραίας, η γραμμή πλώρης μετατίθεται στον ενδείκτη P.P.I. κατά την ίδια γωνία, κατά την οποία θα μετατίθενται και οι στόχοι;
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΡΑΝΤΑΡ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ

3.1 Γενικά.

Κάθε συσκευή ραντάρ είναι εφοδιασμένη με διακόπτες και ρυθμιστές. Οι πρώτοι απαιτούνται για την αποκατάσταση και τη διακοπή της τροφοδοτήσεως των κυκλωμάτων της και οι δεύτεροι, αφού ρυθμισθούν σωστά, για την εξασφάλιση καλύτερης αποδόσεως της συσκευής και αξιοποίησεως της εικόνας που παρέχει. Όλοι οι διακόπτες και οι ρυθμιστές πρέπει να βρίσκονται στην πρόσοψη του ενδιέκτη P.P.I., σύμφωνα με τις ισχύουσες διεθνείς προδιαγραφές.

Κατά το χειρισμό της συσκευής ραντάρ πρέπει να έχομε υπόψη μας τα εξής:

α) Πριν προβούμε στην εκκίνηση, πραγματοποιούμε ένα προκαταρκτικό έλεγχο, ελέγχοντας αν ορισμένοι διακόπτες και ρυθμιστές βρίσκονται σε ορισμένη θέση. Ο έλεγχος αυτός είναι απαραίτητος, για να αποφύγουμε την πιθανότητα να προκαλέσουμε βλάβη και να εξασφαλίσουμε τη σωστή ρύθμιση των ρυθμιστών κατά την εκκίνηση και γενικά την καλύτερη απόδοση της συσκευής ραντάρ.

β) Κατά την εκκίνηση και την κράτηση της συσκευής, ακολουθούμε ορισμένη σειρά χειρισμού των διακοπών και των ρυθμιστών της συσκευής για να εξασφαλίσουμε τη σωστή λειτουργία της, και για να αποφύγουμε την πιθανότητα να προκαλέσουμε βλάβη, κυρίως κατά την κράτηση της συσκευής. Στην παράγραφο 3.4 θα αναφέρομε πώς πρέπει να γίνεται η εκκίνηση και η κράτηση της συσκευής ραντάρ, ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία της. Προηγουμένως όμως πρέπει να αναφερθούμε στους διακόπτες και τους ρυθμιστές, που συνήθως συναντάμε σε μια συσκευή ραντάρ, καθώς και στη λειτουργία τους.

3.2 Οι διακόπτες της συσκευής ραντάρ.

Θέτουν εκτός λειτουργίας ή αποκαθιστούν τη λειτουργία μονάδων ή κυκλωμάτων της συσκευής ραντάρ. Οι διακόπτες, που συνήθως φέρει μια συσκευή ραντάρ, είναι:

- Ο διακόπτης τροφοδοτήσεως.
- Ο διακόπτης αποκαταστάσεως και διακοπής της εκπομπής.
- Ο διακόπτης κεραίας.
- Ο διακόπτης μήκους παλμού εκπομπής.

α) Ο διακόπτης τροφοδοτήσεως.

Χρησιμεύει για την αποκατάσταση και τη διακοπή της τροφοδοτήσεως των κυκλωμάτων του πομποδέκτη και του ενδείκτη και συναντάται με τις ονομασίες: Power ON-OFF, Radar ON-OFF, Mains ON-OFF και START-STOP. Ο διακόπτης αυτός στη θέση «ON» ή «START», αποκαθιστά τη τροφοδότηση της μονάδας του τροφοδοτικού (Motor - Generator ή Static Invertet) με ρεύμα πλοίου. Αυτή στη συνέχεια παράγει το ρεύμα συχνότητας 1000 c/s, με το οποίο τροφοδοτούνται τα παραπάνω κυκλώματα της συσκευής. Το αντίθετο συμβαίνει όταν ο διακόπτης είναι στη θέση «OFF» ή «STOP».

Στις περισσότερες συσκευές ραντάρ, όταν ο διακόπτης τροφοδοτήσεως τους βρίσκεται στη θέση «OFF», κλείνουν ειδικές επαφές του, οι οποίες τροφοδοτούν με ρεύμα πλοίου **αντιστάσεις θερμάστρες** (heaters). Αυτές βρίσκονται στη μονάδα του πομποδέκτη και του ενδείκτη, για να απορροφάται η υγρασία, όταν η συσκευή είναι εκτός λειτουργίας. Η τροφοδότηση των αντιστάσεων αυτών συνεχίζεται έως ότου ο διακόπτης τεθεί στη θέση «ON». Τότε αποκαθίσταται η τροφοδότηση των μονάδων, οπότε ανοίγουν οι επαφές αυτές και διακόπτεται η τροφοδότηση των αντιστάσεων θερμαστρών.

β) Ο διακόπτης αποκαταστάσεως και διακοπής της εκπομπής.

Συναντάται με τις ονομασίες Stand by - Transmit, Stand by - Radiate, Stand by - Operate, Stand by - Run και Stand by - ON και δεν υπάρχει σε όλες τις συσκευές ραντάρ. Όταν ο διακόπτης βρίσκεται στη θέση «Stand by», δεν τροφοδοτούνται τα κυκλώματα του διαμορφωτή (παράγρ. 2.2.2) με την υπερυψηλή τάση. Έτσι ο διαμορφωτής δεν παράγει τους ορθογώνιους αρνητικούς παλμούς υπερυψηλής τάσεως, που απαιτούνται για τη λειτουργία της λυχνίας μάγνετρον, και ο πομπός δεν εκτιμέπει. Όταν ο διακόπτης τεθεί στην αντίθετη από την «Stand by» θέση, αποκαθίσταται η τροφοδότηση των κυκλωμάτων του διαμορφωτή με υπερυψηλή τάση (5 - 10 KV). Τότε ο διαμορφωτής παράγει τους ορθογώνιους αρνητικούς παλμούς υπερυψηλής τάσεως, με τους οποίους τροφοδοτείται η λυχνία μάγνετρον και αποκαθίσταται η εκπομπή.

Αν όμως αποκατασταθεί αμέσως η τροφοδότηση των κυκλωμάτων του διαμορφωτή και του πομπού μάγνετρον με την υπερυψηλή τάση χωρίς να έχουν θερμανθεί οι κάθοδοι των λυχνιών τους, τότε υπάρχει κίνδυνος βλάβης τους. Για να αποφευχθεί αυτό στο κύκλωμα του ανορθωτικού υπερυψηλής τάσεως του διαμορφωτή παρεμβάλλονται δυο αυτόματοι χρονοδιακόπτες (delay switches), οι οποίοι καθυστερούν την τροφοδότηση. Αυτοί είναι θερμικοί ή ωρολογιακοί ή και ηλεκτρονικοί και προκαλούν καθυστέρηση της παραπάνω τροφοδοτήσεως. Η καθυστέρηση αυτή, ανάλογα με τον τύπο της συσκευής, κυμαίνεται από 1'-6' λεπτά. Σε ορισμένες συσκευές υπάρχει ενδεικτική λυχνία, η οποία φωτίζεται τη στιγμή που κλείνουν οι χρονοδιακόπτες και μας πληροφορεί ότι η συσκευή είναι σε ετοιμότητα.

Στις συσκευές ραντάρ που δεν διαθέτουν το διακόπτη αποκαταστάσεως και διακοπής της εκπομπής, η εκπομπή αποκαθίσταται αυτόματα, τη στιγμή που κλείνουν οι χρονοδιακόπτες. Στις συσκευές που διαθέτουν τέτοιο διακόπτη, για να αποκατασταθεί η εκπομπή πρέπει και να έχουν κλείσει οι χρονοδιακόπτες και να τεθεί ο διακόπτης αυτός στη θέση «Transmit».

Ορισμένες συσκευές ραντάρ φέρουν ένα κοινό διακόπτη, για την αποκατάσταση και τη διακοπή της τροφοδοτήσεως και την αποκατάσταση και τη διακοπή της εκπομπής. Αυτός συνήθως είναι περιστροφικός και φέρει τις θέσεις «OFF» - «Stand by» - «ON». Στη θέση «OFF» δεν τροφοδοτείται η συσκευή. Στη θέση «Stand by» τα κυκλώματα του πομποδέκτη και του ενδείκτη τροφοδοτούνται μόνο με χαμηλές τάσεις και η συσκευή βρίσκεται σε κατάσταση αναμονής. Στη θέση «ON», εφόσον έχουν κλείσει οι χρονοδιακόπτες, αποκαθίσταται η τροφοδότηση του διαμορφωτή και της λυχνίας μάγνετρον με υπερυψηλή τάση και αποκαθίσταται η εκπομπή.

γ) Ο διακόπτης κεραίας.

Ο διακόπτης αυτός συναντάται με τις ονομασίες Scanner ON-OFF, Aerial ON-OFF και Antenna ON-OFF. Μ' αυτόν αποκαθίσταται και διακόπτεται η τροφοδότηση του κινητήρα περιστροφής της κεραίας [antenna drive motor, παράγρ. 2.4.1(β)] με ρεύμα πλοίου, με αποτέλεσμα να αποκαθίσταται και να διακόπτεται η περιστροφή της κεραίας.

δ) Ο διακόπτης μήκους παλμού εκπομπής.

Συναντάται με την ονομασία «Pulse Length» και έχει τις θέσεις «Short» και «Long», όπως ήδη αναφέραμε στην παράγραφο 1.3. Όπως έχομε επίσης αναφέρει, ο διακόπτης αυτός επενεργεί στο κύκλωμα του διαμορφωτή και μεταβάλλει τη διάρκεια του παλμού εκπομπής. Στις μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως θέτομε το διακόπτη στη θέση «Short» και έχομε μικρό μήκος, δηλαδή μικρή διάρκεια παλμού εκπομπής, ενώ στις μεγάλες κλίμακες ανιχνεύσεως τον θέτομε στη θέση «Long» και έχομε μεγάλο μήκος (μεγάλη διάρκεια) παλμού εκπομπής. Σε ορισμένες συσκευές ραντάρ ο διακόπτης μήκους παλμού εκπομπής φέρει και τρίτη ενδιάμεση θέση «Medium», για ενδιάμεση τιμή μήκους παλμού εκπομπής.

Σε συσκευές, οι οποίες δεν φέρουν τον παραπάνω διακόπτη, η αλλαγή μήκους παλμού εκπομπής γίνεται με το διακόπτη επιλογής των κλιμάκων ανιχνεύσεως που θα αναφέρομε στην επόμενη παράγραφο.

3.3 Οι ρυθμιστές της συσκευής ραντάρ.

Είναι συνήθως κυκλώματα με τη βοήθεια των οποίων ρυθμίζεται η συσκευή έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή εκμετάλλευσή της. Ο χειριστής της συσκευής επεμβαίνει και ελέγχει τα κυκλώματα αυτά με τη βοήθεια διακοπών ή ποτενσιομέτρων ρυθμίσεως. Φυσικά, ανάλογα με το αποτέλεσμα μιας ρυθμίσεως ο χειριστής επενεργεί διορθωτικά, όταν αυτό κρίνεται σκόπιμο.

Οι ρυθμιστές που συναντώνται στους περισσότερους τύπους συσκευών ραντάρ, είναι:

- Ο ρυθμιστής λαμπρότητας.
- Ο ρυθμιστής εστιάσεως.
- Ο ρυθμιστής ευαισθησίας.
- Ο ρυθμιστής συντονισμού.
- Ο ρυθμιστής περιορισμού των θαλασσίων επιστροφών.
- Ο ρυθμιστής περιορισμού επιστροφών βροχής.

- Ο διακόπτης επιλογής κλίμακας ανιχνεύσεως.
- Ο ρυθμιστής λαμπρότητας των διακριβωτικών δακτυλίων.
- Οι ρυθμιστές της γραμμής πλώρης.
- Ο διακόπτης εξαφανίσεως της γραμμής πλώρης.
- Οι ρυθμιστές κεντρώσεως της εικόνας.
- Ο δρομέας διοπτεύσεων.
- Ο διακόπτης μεγεθύνσεως του κέντρου της εικόνας.
- Ο ρυθμιστής φωτισμού.

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε τη λειτουργία και το χειρισμό καθενός ρυθμιστή χωριστά. Ας επισημάνουμε ότι για μερικούς από τους ρυθμιστές έχει επικρατήσει και φέρουν την ονομασία «διακόπτης», μολονότι επιτελούν λειτουργία ρυθμίσεως. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ρύθμιση που επιτελούν επιτυγχάνεται με διακόπτη δυο ή περισσοτέρων θέσεων και όχι με ποτενσιόμετρο συνεχούς ρυθμίσεως.

α) Ο ρυθμιστής λαμπρότητας.

Με το ρυθμιστή λαμπρότητας (Brilliance ή Brightness ή Intensity ή Contrast) ρυθμίζουμε τη φωτεινότητα της εικόνας στον ενδείκτη P.P.I. Αυτό γίνεται με ποτενσιόμετρο, που φέρει ο ρυθμιστής αυτός και που επενεργεί και μεταβάλλει το αρνητικό δυναμικό του πλέγματος της καθοδικής λυχνίας (βλ. βιβλίο «Φυσική II», Τεύχος Β', κεφάλαιο 6). Με τη ρύθμιση του αρνητικού δυναμικού του πλέγματος μεταβάλλεται το πλήθος των ηλεκτρονίων, τα οποία εστιασμένα σε δέσμη προσπίπουν στη φθορίζουσα ουσία της οθόνης, με αποτέλεσμα να ρυθμίζεται τελικά η λαμπρότητα της φωτεινής κηλίδας. Επειδή, όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 1.3, η φωτεινή κηλίδα εμφανίζεται στην οθόνη όσο διαρκεί η βάση χρόνου, με το ρυθμιστή λαμπρότητας ρυθμίζεται άμεσα η λαμπρότητα της περιστρεφόμενης βάσεως χρόνου και έμμεσα η μέση φωτεινότητα της εικόνας των στόχων.

β) Ο ρυθμιστής εστιάσεως.

Με το ρυθμιστή εστιάσεως (focus control) επιτυγχάνεται η εστίαση της φωτεινής κηλίδας στην οθόνη του ενδείκτη P.P.I.

Ο ρυθμιστής εστιάσεως σπάνια βρίσκεται στην πρόσοψη του ενδείκτη P.P.I. (βλ. βιβλίο «ΦΥΣΙΚΗ II» — Τεύχος Β', Κεφάλαιο 6). Συνήθως είναι μέσα στον ενδείκτη P.P.I. και ρυθμίζεται κατά αραιά διαστήματα, όταν διαπιστωθεί ότι η εστίαση έχει αλλοιωθεί.

Ο ρυθμιστής αυτός επενεργεί ανάλογα με το είδος της καθοδικής λυχνίας που χρησιμοποιείται και συγκεκριμένα:

1) Όταν η καθοδική λυχνία είναι **ηλεκτροστατικής εστιάσεως**, ρυθμίζεται το υψηλό θετικό δυναμικό της ανόδου εστιάσεως της λυχνίας αυτής. Έτσι μεταβάλλεται η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου, που δημιουργείται από τη διαφορά δυναμικού, η οποία επικρατεί μεταξύ της ανόδου εστιάσεως και της ανόδου επιταχύσεως. Αν οι τροχιές κινήσεως των ηλεκτρονίων προς την επιφάνεια της φθορίζουσας ουσίας της οθόνης αποκλίνουν, επεμβαίνομε με το ρυθμιστή αυτό και μεταβάλλομε τις δυνάμεις που ασκεί το ηλεκτρικό αυτό πεδίο επί των ηλεκτρονίων. Με τη ρύθμιση που γίνεται επιδιώκομε, ώστε οι τροχιές των ηλεκτρονίων να συγκλίνουν, για να σχηματίσουν κωνική δέσμη, της οποίας η κορυφή να συμπίπτει με την

επιφάνεια της φθορίζουσας ουσίας. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνομε ώστε η φωτεινή κηλίδα που προκύπτει να είναι λεπτή.

2) Όταν η καθοδική λυχνία που χρησιμοποιείται είναι **ηλεκτρομαγνητικής εστιάσεως**, ρυθμίζεται η ένταση του συνεχούς ρεύματος, που διαρρέει το πηνίο εστιάσεως. Με τη ρύθμιση του ρεύματος μεταβάλλεται η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το πηνίο, μέσα από το οποίο διέρχονται τα ηλεκτρόνια, κατά την κίνησή τους προς τη φθορίζουσα ουσία. Έτσι ρυθμίζονται οι δυνάμεις Laplace, ιπου ασκούνται στα ηλεκτρόνια, των οποίων οι τροχιές κινήσεως τους προς τη φθορίζουσα ουσία αποκλίνουν. Αφού τα ηλεκτρόνια αυτά πραγματοποιήσουν, μέσα στο χώρο του μαγνητικού πεδίου, ελικοειδείς τροχιές, κάτω από την επίδραση των δυνάμεων Laplace, εξέρχονται από το μαγνητικό πεδίο ακολουθώντας ευθύγραμμες τροχιές, οι οποίες συγκλίνουν. Όταν οι τροχιές κινήσεως των ηλεκτρονίων, μετά την έξοδό τους από το μαγνητικό πεδίο, συγκλίνουν τόσο, ώστε να σχηματίζουν κωνική δέσμη, της οποίας η κορυφή να συμπίπτει με την επιφάνεια της φθορίζουσας ουσίας, προκύπτει η λεπτότερη δυνατή φωτεινή κηλίδα.

Σημειώνεται ότι σε ορισμένους ενδείκτες P.P.I. η εστίαση ρυθμίζεται με σύστημα κοχλιών μετακινώντας λίγο το πηνίο εστιάσεως κατά μήκος του μίσχου της καθοδικής λυχνίας. Έτσι ρυθμίζεται η απόσταση του σημείου, από το οποίο οι τροχιές των ηλεκτρονίων αρχίζουν να συγκλίνουν, ώστε πάλι η κορυφή της κωνικής δέσμης που σχηματίζουν να συμπίπτει με την επιφάνεια της φθορίζουσας ουσίας και να προκύπτει λεπτή φωτεινή κηλίδα.

Σημειώνεται επίσης, ότι σε ένα μόνο σημείο της διαδρομής του ρυθμιστή εστιάσεως εξασφαλίζεται εστίαση και ότι στροφή του ρυθμιστή δεξιότερα ή αριστερότερα από το σημείο αυτό προκαλεί χαλάρωση της εστιάσεως.

Για την εύκολη και ακριβή ρύθμιση της εστιάσεως, εμφανίζομε τους διακριβωτικούς δακτύλιους και στρέφομε το ρυθμιστή εστιάσεως στο σημείο εκείνο της διαδρομής του, στο οποίο όλοι οι δακτύλιοι θα φαίνονται περισσότερο λεπτοί.

γ) Ο ρυθμιστής ευαισθησίας.

Ο ρυθμιστής ευαισθησίας ή απολαβής ή κέρδους (Gain ή I.F. Gain ή sensitivity control), όπως ήδη αναφέραμε στην παράγραφο 2.5.1(δ), επενεργεί σε δυο-τρεις βιαθμίδες του κύριου ενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας και μεταβάλλει την πόλωσή τους. Με τη μεταβολή της πολώσεως μεταβάλλεται και η ενισχυτική ικανότητα των βιαθμίδων αυτών, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η ευαισθησία του δέκτη, δηλαδή η συνολική ενισχυτική ικανότητα του δέκτη. Με το ρυθμιστή ευαισθησίας ρυθμίζομε την ευαισθησία του δέκτη στην τιμή που απαιτείται κάθε φορά, ανάλογα με την κλίμακα ανιχνεύσεως. Η ρύθμισή του είναι κανονική, όταν μετά την επιθυμητή ρύθμιση της λαμπρότητας, εμφανίζονται στον ενδείκτη P.P.I. λίγοι θόρυβοι (χλόη).

δ) Ο ρυθμιστής συντονισμού.

Με το ρυθμιστή συντονισμού (Tuning ή L.O. tune), ρυθμίζεται μικρομετρικά η συχνότητα των ταλαντώσεων που παράγει ο τοπικός ταλαντωτής (λυχνία Klystron), όπως γνωρίσαμε στην παράγραφο 2.5.1(β). Όταν η συχνότητα των ταλαντώσεων αυτών διαφέρει (συνήθως είναι χαμηλότερη) από τη συχνότητα του σή-

ματος της ηχούς κατά την ενδιάμεση συχνότητα του δέκτη (30 Mc/s ή 60 Mc/s), τότε με την ανάμιξη των δυο αυτών συχνοτήτων στον κρυσταλλικό μίκτη, το σήμα της ηχούς υποβιβάζεται στην ενδιάμεση συχνότητα του δέκτη και ενισχύεται. Όταν μεταξύ των δυο αυτών συχνοτήτων υπάρχει διαφορά ίση με την ενδιάμεση συχνότητα του δέκτη, ο δέκτης βρίσκεται σε συντονισμό και ενισχύει το σήμα της ηχούς.

Σημειώνεται ότι σε ένα σημείο της διαδρομής του ρυθμιστή συντονισμού εξασφαλίζεται συντονισμός και εμφάνιση των στόχων με μέγιστη λαμπρότητα. Στροφή του ρυθμιστή δεξιότερα ή αριστερότερα από το σημείο αυτό συνεπάγεται μεγαλύτερη ή μικρότερη διαφορά συχνότητας μεταξύ του τοπικού ταλαντωτή και της ηχούς από την ενδιάμεση συχνότητα του δέκτη, άρα και εξασθένιση των στόχων. Όταν η στροφή αυτή είναι μεγάλη, οι στόχοι εξαφανίζονται.

ε) Ο ρυθμιστής περιορισμού των θαλασσίων επιστροφών.

Ο ρυθμιστής περιορισμού των θαλασσίων επιστροφών (Anticlutter sea ή Clutter ή S.T.C ή S.T.C Gain ή Swept Gain), επενεργεί άμεσα στο ομώνυμο κύκλωμα, που αναλυτικά περιγράψαμε στην παράγραφο 2.6(ε). Υπενθυμίζομε εδώ ότι με το ρυθμιστή αυτό ρυθμίζομε το ποσό, κατά το οποίο θα ελαττωθεί στη μηδενική απόσταση η τιμή της ενισχύσεως, που έχει ρυθμισθεί με το ρυθμιστή ευαισθησίας. Το ίδιο θα συμβεί και με την απόσταση, μέχρι την οποία θα έχομε εκθετικά αυξανόμενη ενίσχυση (σχ. 2.6στ).

Συγκρίνοντας το ρυθμιστή ευαισθησίας (Gain) με το ρυθμιστή περιορισμού θαλασσίων επιστροφών, θα πρέπει να σημειώσουμε τα εξής:

- Ο ρυθμιστής ευαισθησίας μεταβάλλει την ενίσχυση του δέκτη κατά σταθερό ποσοστό, από την ελάχιστη μέχρι τη μέγιστη απόσταση ανιχνεύσεως.
- Ο ρυθμιστής περιορισμού των θαλασσίων επιστροφών μεταβάλλει την ενίσχυση του δέκτη εκθετικά στις μικρές αποστάσεις.(Μέχρι 5-6 ναυτικά μίλια, όταν ρυθμισθεί στη θέση μέγιστης δραστικότητάς του).
- Αύξηση ή ελάττωση της ενισχύσεως του δέκτη με το ρυθμιστή ευαισθησίας συνεπάγεται αντίστοιχα ελάττωση και αύξηση της δραστικότητας του ρυθμιστή περιορισμού των θαλασσίων επιστροφών.

Εκτός από τις θαλάσσιες επιστροφές, με το ρυθμιστή αυτό μπορούμε να περιορίσουμε επιστροφές βροχής, όταν το πλοίο βρίσκεται μέσα στην περιοχή βροχής και τις ψευδοηχούς από πλευρικούς λοβούς.

Σημειώνεται ότι ο περιοριστής θαλασσίων επιστροφών πρέπει να βρίσκεται μόνιμα στη θέση μηδενικής δραστικότητας και μόνο όταν εμφανίζονται θαλάσσιες επιστροφές θα ρυθμίζεται με φειδώ μέχρι το σημείο εκείνο, στο οποίο οι θαλάσσιες επιστροφές θα περιορίζονται τόσο, ώστε μέσα από αυτές να διακρίνονται οι μικροί στόχοι. Ρύθμισή του για τέλεια εξαφάνιση των θαλασσίων επιστροφών μπορεί ταυτόχρονα να εξαφανίσει μικρούς στόχους, μετατρέποντας έτσι το ραντάρ από χρήσιμο σε επικίνδυνο όργανο.

στ) Ο ρυθμιστής περιορισμού επιστροφών βροχής.

Το ρυθμιστή αυτό τον γνωρίσαμε ήδη στην παράγραφο 2.5.1(στ). Όπως είδαμε επενεργεί στην είσοδο του οπικού ενισχυτή με κατάλληλα παρεμβαλλόμενο δια-

κόπτη. Συναντάται με την ονομασία Anticlutter Rain οπόταν ο διακόπτης του έχει τις θέσεις «NORMAL-RAIN», ή με τις ονομασίες DIFF ή F.T.C οπόταν ο διακόπτης του έχει τις θέσεις «OFF» και «ON». Όταν ο διακόπτης αυτός τεθεί στη θέση «RAIN» ή την αντίστοιχη «ON», εισάγει στην είσοδο του οπτικού ενισχυτή συνθήκες διαφορίσεως. Έτσι εμφανίζεται μόνο το μετωπικό τμήμα (περίγραμμα) του στόχου. Κατά τον ίδιο τρόπο διαφορίζονται και οι μεγάλης αποστάσεως παλμοί από επιστροφές βροχής που επικρατεί μακριά από το πλοίο. Με τη διαφόριση αυτή επιτυγχάνεται ώστε να μη φωτίζεται όλη η έκταση της οθόνης που αντιστοιχεί στην έκταση της βροχής, αλλά μόνο το μετωπικό περίγραμμα της εκτάσεως αυτής. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατή η εμφάνιση των στόχων που βρίσκονται μέσα στην περιοχή της βροχής. Επίσης, λόγω της διαφορίσεως, η ηχώ από στερά δεν εμφανίζεται συμπαγής, αλλά εμφανίζεται τόσο το μετωπικό περίγραμμα της ακτογραμμής όσο και τα μετωπικά περιγράμματα των εσωτερικών όγκων μεγαλύτερου ύψους, που ανακλούν ισχυρότερη ισχύ. Επειδή μετά τη διαφόριση εμφανίζεται το μετωπικό περίγραμμα των στόχων, όταν ο διακόπτης βρίσκεται στη θέση «RAIN» ή «ON», ελαττώνεται και η παραμόρφωση των στόχων κατά απόσταση και εξασφαλίζεται καλύτερη διάκριση των στόχων κατά απόσταση.

Σημειώνεται ότι σε συσκευές ραντάρ, οι οποίες δεν διαθέτουν διακόπτη αλλαγής του μήκους παλμού εκπομπής (pulse length με θέσεις Short και Long), ο διακόπτης περιορισμού επιστροφών βροχής επενεργεί και στο διαμορφωτή και πραγματοποιεί τη μεταγωγή της λειτουργίας της συσκευής με παλμό μικρού μήκους. Η μεταγωγή αυτή γίνεται κατά τη λειτουργία της συσκευής σε μεγάλη κλίμακα ανιχνεύσεως, όπου ο διακόπτης κλιμάκων ανιχνεύσεως έχει μεταγάγει λειτουργία με παλμό μεγάλου μήκους. Έτσι εξασφαλίζεται η δυνατότητα λειτουργίας της συσκευής, που δεν διαθέτει διακόπτη αλλαγής του μήκους παλμού, με παλμό μικρού μήκους και στις μεγάλες κλίμακες ανιχνεύσεως.

Σημειώνεται επίσης, ότι ο διακόπτης αυτός βρίσκεται μόνιμα στη θέση «NORMAL» ή την αντίστοιχη «OFF» και μόνο όταν θέλομε να περιορίσουμε την έκταση της οθόνης του P.P.I., που καλύπτεται από επιστροφές βροχής, ή να έχομε καλύτερη διάκριση των στόχων κατά απόσταση, θέτομε το διακόπτη στη θέση «RAIN» ή την αντίστοιχη «ON». Αυτό επιβάλλεται επειδή με τη διαφόριση μπορεί να μην ανιχνευθούν μικροί στόχοι, που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση.

Ω Ο διακόπτης επιλογής κλίμακας ανιχνεύσεως.

Με το διακόπτη επιλογής κλίμακας ανιχνεύσεως (Range Selector ή Range) μπορούμε να ρυθμίζουμε τη γεννήτρια βάσεως χρόνου έτσι, ώστε να επιλέγομε την απόσταση μέσα στην οποία επιθυμούμε να ανιχνεύομε στόχους, όπως άλλωστε γνωρίσαμε στην παράγραφο 1.4. Ο διακόπτης επιλογής κλίμακας ανιχνεύσεως επενεργεί στα εξής συγχρονισμένα κυκλώματα της συσκευής ραντάρ, που αναπτύξαμε ιδιαίτερα στην παράγραφο 2.6:

- Στη **γεννήτρια βάσεως χρόνου**, όπου ρυθμίζει τη διάρκεια του πριονώτού παλμού ρεύματος, ώστε να αντιστοιχεί στην απόσταση που καλύπτεται από την κλίμακα ανιχνεύσεως: να είναι δηλαδή ίση με το γινόμενο της αποστάσεως της κλίμακας ανιχνεύσεως σε ν.μ. επί 12,34 μs.

- Στο **κύκλωμα παλμού λαμπρότητας**, όπου ρυθμίζει τη διάρκεια του ορθογώνιου θετικού παλμού, ώστε αυτή να είναι ίση με τη διάρκεια του παραπάνω πριονωτού παλμού ρεύματος, για τους λόγους που αναφέραμε στην παράγραφο 2.6.
- Στο **κύκλωμα του διακριβωτή**, όπου ρυθμίζει το διάστημα (απόσταση) μεταξύ των οξέων θετικών παλμών, που παράγει ο διακριβωτής, ώστε σε κάθε κλίμακα ανιχνεύσεως να εμφανίζεται κατάλληλος αριθμός διακριβωτικών δακτυλίων (συνήθως 6 δακτύλιοι σε όλες τις κλίμακες ανιχνεύσεως).

Σημειώνεται ότι σε συσκευές ραντάρ χωρίς διακόπτη μεταβολής του μήκους του παλμού εκπομπής, ο διακόπτης κλίμακων ανιχνεύσεως επενεργεί και στο διαμορφωτή. Έτσι στις μικρές κλίμακες εισάγει παλμό μικρού μήκους, ενώ στις μεγάλες κλίμακες εισάγει παλμό μεγάλου μήκους. Ο διακόπτης αυτός σε ορισμένες συσκευές επενεργεί και στο κύκλωμα σκανδάλης και πραγματοποιεί αλλαγή της Σ.Ε.Π., ώστε να είναι υψηλή στις μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως (2000 - 5000 P.P.S) και χαμηλότερη στις μεγάλες κλίμακες ανιχνεύσεως (500-1000 P.P.S).

Από τις σύγχρονες διεθνείς προδιαγραφές προβλέπεται ότι στα ραντάρ ναυσιπλοΐας η μικρότερη υποχρεωτική κλίμακα ανιχνεύσεως είναι 0,75 ν.μ. και η μεγαλύτερη 48 ν.μ. Κάθε κλίμακα πρέπει να είναι διπλάσια από την προηγούμενή της. Σε κάθε κλίμακα εμφανίζονται 6 διακριβωτικοί δακτύλιοι, εκτός από τη μικρότερη κλίμακα των 0,75 ν.μ. στην οποία εμφανίζονται 3 δακτύλιοι. Επίσης προβλέπεται, να υπάρχει χαρακτηριστική ένδειξη αποστάσεως της κλίμακας που επιλέγεται και ένδειξη της αποστάσεως μεταξύ δυο διακριβωτικών δακτυλίων (από δακτύλιο σε δακτύλιο).

η) Ο ρυθμιστής λαμπρότητας των διακριβωτικών δακτυλίων.

Ο ρυθμιστής αυτός συναντάται με τις ονομασίες Rings ή Range ή CAL (CALibration-διακρίβωση). Είναι ουσιαστικά ένα ποτενσιόμετρο που επενεργεί στο διακριβωτή και ρυθμίζει το πλάτος των οξέων θετικών παλμών που παράγει ο διακριβωτής, με αποτέλεσμα να ρυθμίζεται η λαμπρότητα των διακριβωτικών δακτυλίων, όπως ήδη αναφέρθηκε στην παράγραφο 2.6(γ). Σε ορισμένες συσκευές είναι διακόπτης, με τον οποίο αποκαθίσταται και διακόπτεται η λειτουργία του διακριβωτή, με αποτέλεσμα να έχομε εμφάνιση και εξαφάνιση των δακτυλίων.

Η ρύθμιση της λαμπρότητας των διακριβωτικών δακτυλίων ή δακτυλίων αποστάσεως, πρέπει να γίνεται μέχρι το σημείο εκείνο, στο οποίο οι δακτύλιοι θα είναι μόλις ορατοί. Υπερβολική λαμπρότητα των δακτυλίων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την απόκρυψη μικρού στόχου, που εμφανίζεται επάνω σε δακτύλιο, ή ακόμη καταστροφή της φθορίζουσας ουσίας στα σημεία της οθόνης, όπου εμφανίζονται οι δακτύλιοι. Κατά τον ίδιο τρόπο λειτουργεί και ο ρυθμιστής λαμπρότητας του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως (Variable Range Marker – V.R.M ή Range Marker – R.M), που γνωρίσαμε στην παράγραφο 2.6(δ).

θ) Οι ρυθμιστές της γραμμής πλώρης.

Όπως αναφέραμε στην παράγραφο 2.7, με τη γραμμή πλώρης διαπιστώνομε αν υπάρχει σύγχρονη περιστροφή της βάσεως χρόνου με την κεραία, ώστε να γνωρίζουμε αν οι στόχοι παρουσιάζονται σε σωστή διόπτευση. Αυτό ελέγχεται ανάλογα με τον τρόπο παρουσιάσεως της εικόνας στον ενδείκτη P.P.I και συγκεκριμένα:

- Κατά την παρουσίαση της εικόνας **με την πλώρη άνω**, οπότε η ένδειξη 0° του ανεμολογίου αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου. Όταν η γραμμή πλώρης εμφανίζεται στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου, τότε έχομε σύγχρονη περιστροφή βάσεως χρόνου - κεραίας και οι στόχοι παρουσιάζονται σε σωστή σχετική διόπτευση.
- Κατά την παρουσίαση της εικόνας **με το Βορρά άνω**, οπότε η ένδειξη 0° του ανεμολογίου αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση του Βορρά. Αν η γραμμή πλώρης εμφανίζεται στην ένδειξη του ανεμολογίου, που αντιστοιχεί στην πορεία του πλοίου, έχομε σύγχρονη περιστροφή βάσεως χρόνου - κεραίας, σε σχέση όμως με την κατεύθυνση του Βορρά και οι στόχοι παρουσιάζονται σε σωστή αληθή διόπτευση.

Για να επιτυγχάνεται ο παραπάνω συγχρονισμός μετά από κάθε εκκίνηση, πολλές συσκευές ραντάρ φέρουν δυο ρυθμιστές, όπως ήδη έχομε αναφέρει στην παράγραφο 2.7:

- Το ρυθμιστή **μεγάλων γωνιών** (head coarse) που είναι διακόπτης και παρεμβάλλεται στη γραμμή που συνδέει το συγχροκινητήρα στη συγχρογεννήτρια. Με το ρυθμιστή αυτό επιτυγχάνομε κατά προσέγγιση συγχρονισμό, δηλαδή η γραμμή πλώρης εμφανίζεται περίπου ($\pm 5^\circ$) στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου.
- Το ρυθμιστή **μικρών γωνιών** (head fine), με στροφή του οποίου κατά τη μία ή την άλλη φορά επιταχύνεται ή επιβραδύνεται μηχανικά η περιστροφή του πηνίου εκτροπής κατά την απαιτούμενη μικρή γωνία, ώστε να εξασφαλίζεται ο ακριβής συγχρονισμός. Δηλαδή, η γραμμή πλώρης εμφανίζεται ακριβώς στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου.

Ορισμένες συσκευές ραντάρ, αντί για τους δυο παραπάνω ρυθμιστές, φέρουν ένα διακόπτη με την ονομασία *picture alignment* ή *align*, με την πίεση του οποίου επιτυγχάνομε το συγχρονισμό, όπως αναφέραμε στην παράγραφο 2.7.

Ι) Ο διακόπτης εξαφανίσεως της γραμμής πλώρης.

Όταν η γραμμή πλώρης παρουσιάζεται με έντονη λαμπρότητα, υπάρχει περίπτωση να αποκρύψει την ηχώ μικρού στόχου, που βρίσκεται κατάπλωρα. Επίσης όταν παρουσιάζεται η εικόνα με το Βορρά άνω κατά τα χρονικά διαστήματα που στρέφει το πλοίο, τότε σε κάθε στροφή της κεραίας στρέφεται και η γραμμή πλώρης. Η γωνία στροφής είναι ίση με εκείνη που στρέφει το πλοίο σε κάθε στροφή της κεραίας. Έτσι από τις διαδοχικές θέσεις, στις οποίες εμφανίζεται η γραμμή πλώρης, φωτίζεται έντονα ένας τομέας της οθόνης του P.P.I., ίσος με τη γωνία που έστρεψε το πλοίο. Λόγω του φαινομένου της μεταπορφυρώσεως, ο τομέας αυτός παραμένει φωτισμένος για αρκετό χρόνο, με αποτέλεσμα να μη διακρίνονται εύκολα στόχοι που βρίσκονται μέσα σ' αυτόν.

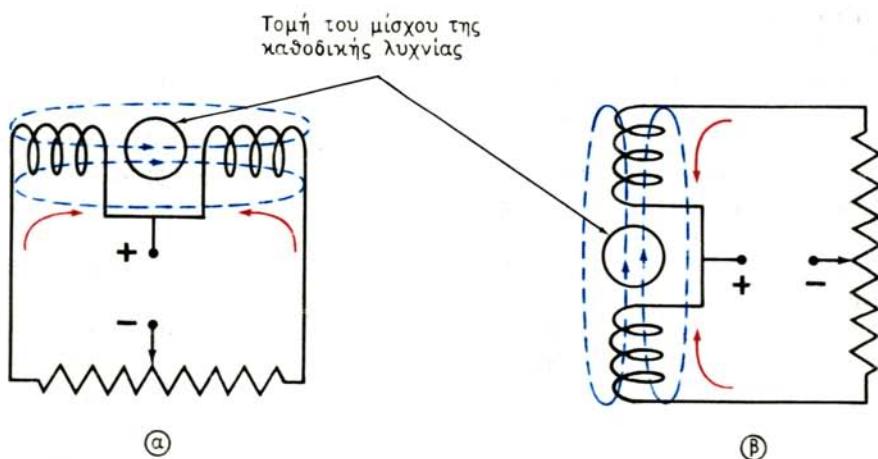
Για να αντιμετωπίζονται τα δυο αυτά προβλήματα πολλές συσκευές ραντάρ φέρουν ένα διακόπτη με την ονομασία «H.L.» (Heading Line) ή «H.M.» (Heading Marker) ή «H.F.» (Heading Flash). Ο διακόπτης αυτός συγκρατείται από το ελατήριό του μόνιμα κλειστός και μόνο όταν πιέζεται και για όσο χρόνο πιέζεται στη θέση «OFF» ανοίγει και διακόπτει τη λειτουργία του κυκλώματος παραγωγής της γραμμής πλώρης, οπότε για το διάστημα αυτό εξαφανίζεται η γραμμή πλώρης. Μόλις αφήσομε ελεύθερο το διακόπτη, αυτός κλείνει το ελατήριό του και εμφανίζεται

πάλι η γραμμή πλώρης. Όταν λοιπόν έχουμε αμφιβολίες για την απόκρυψη της ηχούς μικρού στόχου, που βρίσκεται κατάπλωρα, από τη γραμμή πλώρης, πιέζουμε το διακόπτη αυτό στη θέση «OFF». Έτσι για όσο χρόνο θέλουμε εξαφανίζεται η γραμμή πλώρης και βεβαιωνόμαστε για την απόκρυψη ή μη της ηχούς. Επίσης κατά την παρουσίαση της εικόνας με το Βορρά άνω, όταν στρέφει το πλοίο, πιέζουμε το διακόπτη αυτό στη θέση «OFF», για όσο χρόνο διαρκεί η στροφή και μόλις ολοκληρωθεί η στροφή τον αφήνουμε ελεύθερο. Με τον τρόπο αυτό κατά τη στροφή του πλοίου εξαφανίζεται η γραμμή πλώρης και αποφεύγεται ο έντονος φωτισμός του αντίστοιχου τομέα της οθόνης.

ια) Οι ρυθμιστές κεντρώσεως της εικόνας.

Όταν το κέντρο της εικόνας, το οποίο αντιπροσωπεύει το σημείο όπου βρίσκεται το πλοίο, δεν συμπίπτει με το κέντρο της οθόνης, που είναι και κέντρο του ανεμολογίου, λόγω παραλλάξεως, η μέτρηση της διοπτεύσεως των στόχων δεν είναι σωστή. Προκειμένου να μετακινείται η εικόνα, ώστε το κέντρο της να συμπίπτει με το κέντρο της οθόνης, οι συσκευές ραντάρ φέρουν δυο ρυθμιστές κεντρώσεως (shifts & centering controls). Οι ρυθμιστές αυτοί είναι ροοστάτες και ρυθμίζουν την ένταση του συνεχούς ρεύματος στα πηνία κατακόρυφης και οριζόντιας μετακινήσεως της εικόνας, τα οποία βρίσκονται στο ίδιο σημείο του μίσχου της καθοδικής λυχνίας P.P.I.

Στο σχήμα 3.3a(a) φαίνεται το κύκλωμα του ρυθμιστή και των πηνίων κατακόρυφης μετακινήσεως της εικόνας. Όταν ο δρομέας του ροοστάτη βρίσκεται στο μέσο της διαδρομής του, τα δυο όμοια οριζόντια πηνία διαρρέονται από την ίδια ένταση συνεχούς ρεύματος. Τότε από τα δυο κατά μέτρο ίσα και κατά φορά αντίθετα μαγνητικά πεδία που δημιουργούνται, στον εσωτερικό χώρο του μίσχου της



Σχ. 3.3a.

α) Κύκλωμα ρυθμίσεως κατακόρυφης μετακινήσεως της εικόνας. β) Κύκλωμα ρυθμίσεως οριζόντιας μετακινήσεως της εικόνας.

καθοδικής λυχνίας δεν διέρχεται μαγνητικό πεδίο. Έτσι στη δέσμη ηλεκτρονίων, που δημιουργούν τη φωτεινή κηλίδα, δεν ασκούνται δυνάμεις Laplace και δεν επηρέαζεται η εμφάνιση της εικόνας.

Αν μετακινήσουμε το δρομέα του ροοστάτη αριστερά [σχ. 3.3α(α)], αυξάνεται η ένταση του ρεύματος στο αριστερό πηνίο ενώ ελαττώνεται στο δεξιό. Στην περίπτωση αυτή το μαγνητικό πεδίο του αριστερού πηνίου είναι μεγαλύτερης εντάσεως από εκείνο του δεξιού και στον εσωτερικό χώρο του μίσχου της καθοδικής λυχνίας διέρχεται μαγνητικό πεδίο, του οποίου η ένταση είναι σταθερή και ίση με τη διαφορά των εντάσεων των πεδίων των δυο πηνίων. Η διεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου αυτού είναι οριζόντια και με φορά προς τα δεξιά. Λόγω του πεδίου αυτού, στα ηλεκτρόνια της δέσμης ασκείται συνέχεια μια σταθερή κατακόρυφη δύναμη Laplace, που έχει φορά προς τα άνω και προκαλεί εκτροπή (μετακίνηση) ολόκληρης της εικόνας κατακόρυφα και προς τα άνω. Αν μετακινήσουμε το δρομέα του ροοστάτη δεξιά, επειδή ελαττώνεται η ένταση του ρεύματος στο αριστερό πηνίο και αυξάνεται στο δεξιό, το μαγνητικό πεδίο που διέρχεται από τον εσωτερικό χώρο του μίσχου έχει αντίθετη φορά και η εικόνα εκτρέπεται (μετακινείται) προς τα κάτω. Κατά τον ίδιο τρόπο λειτουργεί και το κύκλωμα του ρυθμιστή και των πηνίων οριζόντιας μετακινήσεως της εικόνας [σχ. 3.3α(β)].

Στρέφοντας επομένως τους δυο ρυθμιστές προκαλούμε κατακόρυφη και οριζόντια μετακίνηση της εικόνας (μετακινούνται όλα τα στοιχεία της εικόνας), έως ότου το κέντρο της να συμπέσει με το κέντρο της οθόνης.

Σημειώνεται ότι οι παραπάνω ρυθμιστές έχουν μικρά όρια μετακινήσεως της εικόνας και αποσκοπούν στην κέντρωση της εικόνας και όχι στην αποκέντρωσή της.

ιβ) Ο δρομέας διοπτεύσεων.

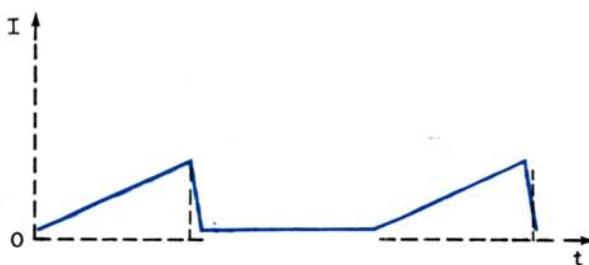
Για τη μέτρηση της διοπτεύσεως των στόχων, επάνω από την οθόνη της λυχνίας P.P.I. προσαρμόζεται διαφανής πλαστικός δίσκος (perspex), που είναι ομόκεντρος με την οθόνη της καθοδικής λυχνίας και το δακτύλιο του ανεμολογίου που βρίσκεται στην περιφέρεια της οθόνης. Στον πλαστικό αυτό δίσκο έχει χαραχθεί διαμετρική ακτινωτή γραμμή, η οποία αποτελεί το **δρομέα διοπτεύσεων** (bearing cursor) ή **σημειωτή διοπτεύσεων** (bearing marker). Το κέντρο του δίσκου, το οποίο αποτελεί και το κέντρο της οθόνης, σημειώνεται με την τομή του δρομέα διοπτεύσεων και μικρής κάθετης γραμμής. Με μηχανικό ρυθμιστή, που έχει την ίδια ονομασία, στρέφομε το δίσκο, ώστε ο δρομέας διοπτεύσεων να τέμνει στο μέσο του το στόχο, του οποίου θέλομε να μετρήσουμε τη διόπτευση. Τότε στην αντίστοιχη κατεύθυνση διαβάζουμε την ένδειξη του ανεμολογίου που δείχνει ο δρομέας, η οποία ένδειξη είναι και η διόπτευση του στόχου. Για να αποφεύγονται σφάλματα, αν κατά τη μέτρηση της διοπτεύσεως δεν παρατηρούμε κάθετα την οθόνη, ο δρομέας διοπτεύσεων αποτελείται από δυο γραμμές, που έχουν χαραχθεί η μία στην άνω και η άλλη στην κάτω όψη του πλαστικού δίσκου. Όταν, κατά τη λήψη διοπτεύσεων, παρατηρούμε κάθετα την οθόνη, οι δύο αυτές γραμμές συμπίπουν και φαίνονται ως μια γραμμή, οπότε και η μέτρηση της διοπτεύσεως είναι σωστή.

Οι περισσότεροι τύποι συγχρόνων συσκευών ραντάρ, εκτός από τη διαμετρική γραμμή του δρομέα διοπτεύσεων, φέρουν κατά τον ίδιο τρόπο και άλλες γραμμές,

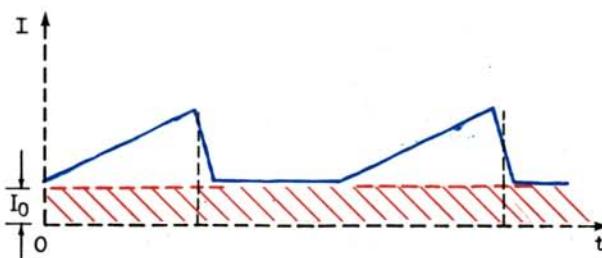
παράλληλες με εκείνη του δρομέα, σε συμμετρικές αποστάσεις. Συνήθως οι παράλληλες αυτές γραμμές, που έχουν χαραχθεί σε κάθε ημικύκλιο, είναι ισάριθμες με τους διακριβωτικούς δακτύλιους. Έτσι, αν οι διακριβωτικοί δακτύλιοι εφάπτονται με τις παράλληλες γραμμές, τότε αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση αποστάσεως. Επίσης, με τις παράλληλες αυτές γραμμές μπορούμε εύκολα να διαπιστώσουμε, αν η κατεύθυνση της γραμμής πλώρης του P.P.I. ανταποκρίνεται προς την κατεύθυνση κινήσεως του πλοίου ως προς το βυθό. Αν δηλαδή στρέψουμε το δίσκο, ώστε οι γραμμές αυτές να είναι παράλληλες με τη γραμμή πλώρης και παρακολουθήσουμε την ηχώ ενός ακίνητου στόχου (σημαντήρα, καραβοφάναρου, νησίδας, κάβου) και διαπιστώσουμε ότι το ίχνος κινήσεως της ηχούς αυτής είναι παράλληλο με τις γραμμές αυτές, τότε η γραμμή πλώρης ανταποκρίνεται στην κίνηση του πλοίου ως προς το βυθό.

ιγ) Ο διακόπτης μεγεθύνσεως του κέντρου της εικόνας.

Ορισμένοι παλιοί τύποι συσκευών ραντάρ φέρουν διακόπτη μεγεθύνσεως του κέντρου της εικόνας (centre expanded), ο οποίος συγκρατείται από το ελατήριό του μόνιμα στη θέση «OFF». Όταν ο διακόπτης πιέζεται στη θέση «ON» και για όσο χρόνο πιέζεται, τότε επενεργεί στο κύκλωμα της γεννήτριας βάσεως χρόνου. Στην περίπτωση αυτή η γεννήτρια βάσεως χρόνου παρέχει στο πηνίο εκτροπής, εκτός από τους πριονωτούς παλμούς ρεύματος, ένα συνεχές ρεύμα, μικρής εντάσεως I_0 , ως προς το ύψος των πριονωτών παλμών, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.3β(β).



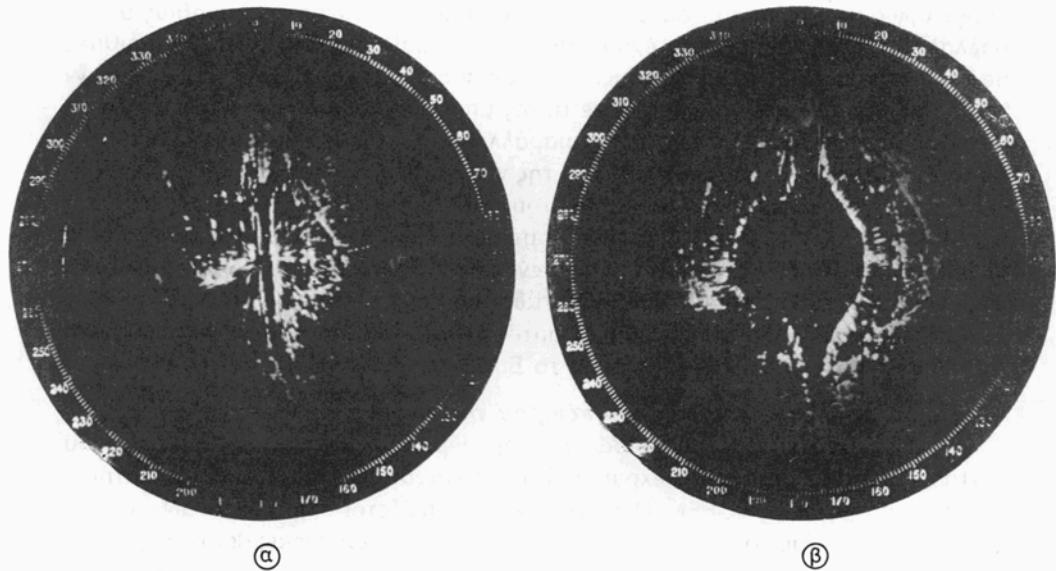
(a)



(b)

Σχ. 3.3β.

- α) Παλμοί πριονωτού ρεύματος χωρίς τη μεγέθυνση του κέντρου της εικόνας. β) Παλμοί πριονωτού ρεύματος κατά τη μεγέθυνση του κέντρου της εικόνας.



Σχ. 3.3γ.

Εικόνα συσκευής ραντάρ κατά τον διάπλου διαύλου.

α) Χωρίς μεγέθυνση του κέντρου της εικόνας. β) Με μεγενθυμένο κέντρο της εικόνας.

Το μικρής εντάσεως συνεχές ρεύμα δημιουργεί ένα μικρής εντάσεως μαγνητικό πεδίο, το οποίο προκαλεί σταθερή εκτροπή της κηλίδας, με αποτέλεσμα η βάση χρόνου να μην αρχίζει από το κέντρο, αλλά σε απόσταση 1-2 cm από αυτό. Έτσι, το κέντρο της εικόνας μεγενθύνεται και καταλαμβάνει σκοτεινό κύκλο που έχει ακτίνα 1-2 cm. Ο κύκλος αυτός αντιπροσωπεύει το πλοίο και από την περιφέρειά του αρχίζει η περιστρεφόμενη βάση χρόνου. Αποτέλεσμα της παραπάνω μεγεθύνσεως του κέντρου της εικόνας είναι να μετατοπίζονται όλα τα στοιχεία της εικόνας (στόχοι, διακριβωτικοί δακτύλιοι) προς την περιφέρεια της οθόνης κατά διάστημα ίσο με τη μεγέθυνση του κέντρου, δηλαδή την ακτίνα του σκοτεινού κύκλου.

Με τη μεγέθυνση αυτή του κέντρου της εικόνας και την ισομεγέθη μετατόπιση των στοιχείων της εικόνας προς την περιφέρεια της οθόνης εξασφαλίζεται εύκολη και ακριβής μέτρηση της διοπτεύσεως των στόχων που βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση. Στο σχήμα 3.3γ φαίνονται εικόνες ραντάρ, που έχουν ληφθεί κατά το διάπλου διαύλου χωρίς και με μεγέθυνση του κέντρου της εικόνας. Κατά τη μεγέθυνση όλοι οι στόχοι έχουν μετατοπισθεί προς την περιφέρεια της οθόνης κατά το ίδιο διάστημα.

Επειδή κατά τη μεγέθυνση παρατηρείται μεγάλη παραμόρφωση της εικόνας, οι σύγχρονες συσκευές ραντάρ δεν εφοδιάζονται με το διακόπτη αυτό. Διαθέτουν όμως πολύ μικρή κλίμακα ανιχνεύσεως (μέχρι 0,25 v.m.), οπότε κατά το διάπλου διαύλων οι στόχοι που βρίσκονται σε μικρή απόσταση εμφανίζονται αρκετά μακριά από το κέντρο της εικόνας. Έτσι είναι εύκολη και ακριβής η μέτρηση της διοπτεύσεώς τους.

ιδ) Ο ρυθμιστής φωτισμού.

Ο ρυθμιστής φωτισμού (DIM-DIMer ή illumination ή scale lights) ρυθμίζει την ένταση του φωτισμού του ανεμολογίου, της κλίμακας ανιχνεύσεως κλπ. Αυτός είναι συνήθως ροοστάτης με τον οποίο ρυθμίζεται η ένταση του ρεύματος των μικρών λυχνιών φωτισμού, που βρίσκονται κάτω από το δακτύλιο του ανεμολογίου και την ένδειξη της κλίμακας ανιχνεύσεως.

Τελειώνοντας την παράγραφο 3.3 αναφέρομε ότι στο σχήμα 3.3δ φαίνονται τα διεθνή χαρακτηριστικά συμβολισμού των διακοπών και των ρυθμιστών της συσκευής ραντάρ. Ο συμβολισμός αυτός τείνει να καθιερωθεί, επειδή με τη χρησιμοποίησή του αποφεύγεται η σύγχυση από τις ποικίλες ονομασίες, αλλά δεν επιβάλλεται και η χρησιμοποίηση της εθνικής γλώσσας του κατασκευαστή της συσκευής.

3.4 Εκκίνηση - κράτηση συσκευής ραντάρ.

Κατά το χειρισμό των διακοπών και των ρυθμιστών για την εκκίνηση και την κράτηση κάθε τύπου συσκευής ραντάρ πρέπει να ακολουθείται ορισμένη διαδικασία, που αναφέρεται στο εγχειρίδιο λειτουργίας (operation manual) της συσκευής. Ωστόσο, η διαδικασία εκκίνησεως και κρατήσεως όλων των τύπων συσκευών ραντάρ ελάχιστα διαφέρει και κατά κανόνα ακολουθείται η παρακάτω αναφερόμενη διαδικασία. Επίσης, πριν από την εκκίνηση κάθε τύπου συσκευής ραντάρ, πρέπει να ελέγχομε και ενδεχομένως να θέτομε ορισμένους διακόπτες και ρυθμιστές της σε ορισμένη θέση. Ο έλεγχος αυτός είναι απαραίτητος, για να αποφεύγονται βλάβες κατά την εκκίνηση, αλλά και για να εξασφαλίζεται η σωστή ρύθμιση των διαφόρων ρυθμιστών και η καλύτερη απόδοση της συσκευής.

I. Έλεγχος πριν από την εκκίνηση.

Πριν επιχειρήσουμε την εκκίνηση της συσκευής ραντάρ προβαίνομε στις εξής ενέργειες:

1) Ελέγχομε αν ο **ρυθμιστής λαμπρότητας** [brilliance ή brightness ή contrast, παράγρ. 3.3(a)] βρίσκεται στο εντελώς αριστερά σημείο της διαδρομής του (Θέση αμαυρώσεως της εικόνας).

2) Ελέγχομε αν ο **ρυθμιστής ευαισθησίας** του δέκτη [Gain, Sensitivity Control, παράγρ. 3.3(y)] βρίσκεται στο εντελώς αριστερά σημείο της διαδρομής του (Θέση μηδενικής ευαισθησίας).

3) Ελέγχομε αν ο **ρυθμιστής περιορισμού θαλασσίων επιστροφών** [anticlutter sea ή clutter ή S.T.C ή S.T.C Gain, παράγρ. 3.3(e)] βρίσκεται στη θέση μηδενικής δραστικότητάς του.

Σημειώνεται ότι σε ορισμένες συσκευές ραντάρ η θέση μηδενικής δραστικότητας του ρυθμιστή περιορισμού των θαλασσίων επιστροφών βρίσκεται στο εντελώς δεξιά σημείο της διαδρομής του. Μπορούμε να βρούμε τη θέση μηδενικής δραστικότητας του ρυθμιστή, αφού έχομε θέση σε λειτουργία τη συσκευή ραντάρ, ως εξής:

- Στρέφομε το ρυθμιστή περιορισμού θαλασσίων επιστροφών στο εντελώς αριστερά σημείο της διαδρομής του.
- Στρέφομε το ρυθμιστή λαμπρότητας μέχρι να είναι μόλις ορατή η περιστρε-

	off		heading marker alignment
	radar on		range selector
	radar stand-by		short pulse
	aerial rotating		long pulse
	north up presentation		tuning
	ship's head up presentation		gain

Σχ. 3.36.

	anti-clutter rain minimum		range rings brilliance
	anti-clutter rain maximum		variable range marker
	anti-clutter sea minimum		bearing marker
	anti-clutter sea maximum		transmitted power monitor
	scale illumination		transmit receive monitor
	display brilliancy		

Σχ. 3.36.

Συμβολισμοί των διακοπών και των ρυθμιστών της συσκευής ραντάρ.

φόμενη βάση χρόνου.

- Στρέφομε το διακόπτη κλιμάκων ανιχνεύσεως [παράγρ. 3.3(ζ)] σε κλίμακα 6-12 ν.μ.
- Στρέφομε το ρυθμιστή ευαισθησίας μέχρι να εμφανισθούν θόρυβοι (χλόη) στην οθόνη.

Αν οι θόρυβοι που θα εμφανισθούν έχουν την ίδια ένταση από το κέντρο μέχρι την περιφέρεια της οθόνης, τότε η θέση μηδενικής δραστικότητας είναι το εντελώς αριστερά σημείο της διαδρομής του ρυθμιστή. Αν σε μικρές αποστάσεις, μέχρι 5 το πολύ ν.μ., δεν παρουσιάζονται θόρυβοι, αλλά αυτοί παρουσιάζονται στις μεγάλες αποστάσεις, το εντελώς αριστερά σημείο της διαδρομής του ρυθμιστή είναι η θέση μέγιστης δραστικότητάς του.

4) Θέτομε το **διακόπτη περιορισμού επιστροφών βροχής** [Anticlutter Rain ή DIFF ή F.T.C. παράγρ. 3.3 (στ)] στη θέση «NORMAL» ή την αντίστοιχη της «OFF».

5) Αν η συσκευή διαθέτει **διακόπτη αποκαταστάσεως και διακοπής της εκπομπής** [Stand by - Transmit ή Stand by - Run, παράγρ. 3.2(β)] τον θέτομε στη θέση «Stand-by».

6) Στρέφομε το **ρυθμιστή λαμπρότητας των διακριβωτικών δακτυλίων** [Rings ή Range ή CAL, παράγρ. 3.3(η)] στο εντελώς αριστερά σημείο της διαδρομής του. Αν αντί για ρυθμιστή η συσκευή διαθέτει διακόπτη εμφανίσεως - εξαφανίσεως των δακτυλίων, θέτομε το διακόπτη αυτό στη θέση «OFF».

7) Τέλος ελέγχομε αν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης περιστροφής της **κεραίας**.

II. Εκκίνηση της συσκευής.

Κατά την εκκίνηση της συσκευής ραντάρ ακολουθούμε της εξής διαδικασία:

1) Για την αποκατάσταση της τροφοδοσίας της συσκευής:

α) Θέτομε το **διακόπτη τροφοδοτήσεως** [Power ή Mains ή Radar, παράγρ. 3.2(α)] στη θέση «ON» ή «START». Για να διαπιστώσομε ότι το τροφοδοτικό λειτουργεί και ότι αποκαταστάθηκε η τροφοδότηση της συσκευής, στρέφομε το ρυθμιστή φωτισμού (Dimmer ή illumination ή scale lights) και ελέγχομε αν φωτίζεται το ανεμολόγιο και η ένδειξη της κλίμακας ανιχνεύσεως. Σε ορισμένες συσκευές υπάρχει και ενδεικτική λυχνία, η οποία ανάβει και μας δείχνει ότι αποκαταστάθηκε η τροφοδότηση της συσκευής.

β) Θέτομε το **διακόπτη της κεραίας** [Scanner ή Aerial ή Antenna, παράγρ. 3.2(γ)] στη θέση «ON», οπότε τροφοδοτείται με ρεύμα πλοίου ο κινητήρας της κεραίας και αποκαθίσταται η περιστροφή της.

γ) Αναμένουμε 1'-6' λεπτά, ανάλογα με τον τύπο της συσκευής, για να κλείσουν οι **χρονοδιακόπτες καθυστερήσεως** [delay switches, παράγρ. 3.2(β)], ώστε να τροφοδοτηθεί ο διαμορφωτής με υπερυψηλή τάση. Σε ορισμένους τύπους συσκευών με το κλείσιμο των χρονοδιακοπών ανάβει ενδεικτική λυχνία.

δ) Αφού κλείσουν οι αυτόματοι χρονοδιακόπτες καθυστερήσεως, θέτομε το **διακόπτη αποκαταστάσεως - διακοπής της εκπομπής** [Stand by - Transmit ή Stand by - Radiate ή Stand by - Operate ή Stand by - Run ή Stand by - ON, παράγρ. 3.2(β)] στη θέση «Transmit» ή την αντίστοιχη της, οπότε τροφοδοτείται με υπερυψηλή τάση ο διαμορφωτής και αποκαθίσταται η εκπομπή κατά παλμούς. Αν η συ-

σκευή δεν διαθέτει το διακόπτη «Stand by - Transmit» κλπ., η τροφοδότηση του διαμορφωτή με υπερυψηλή τάση και η αποκατάσταση της εκπομπής πραγματοποιούνται με το κλείσιμο των αυτομάτων χρονοδιακοπών.

2) Για την εμφάνιση της εικόνας:

α) Στρέφομε το διακόπτη **κλίμακας ανιχνεύσεως** σε μια μεσαία κλίμακα ανάλογα με τη θέση των στόχων στον ορίζοντα μας.

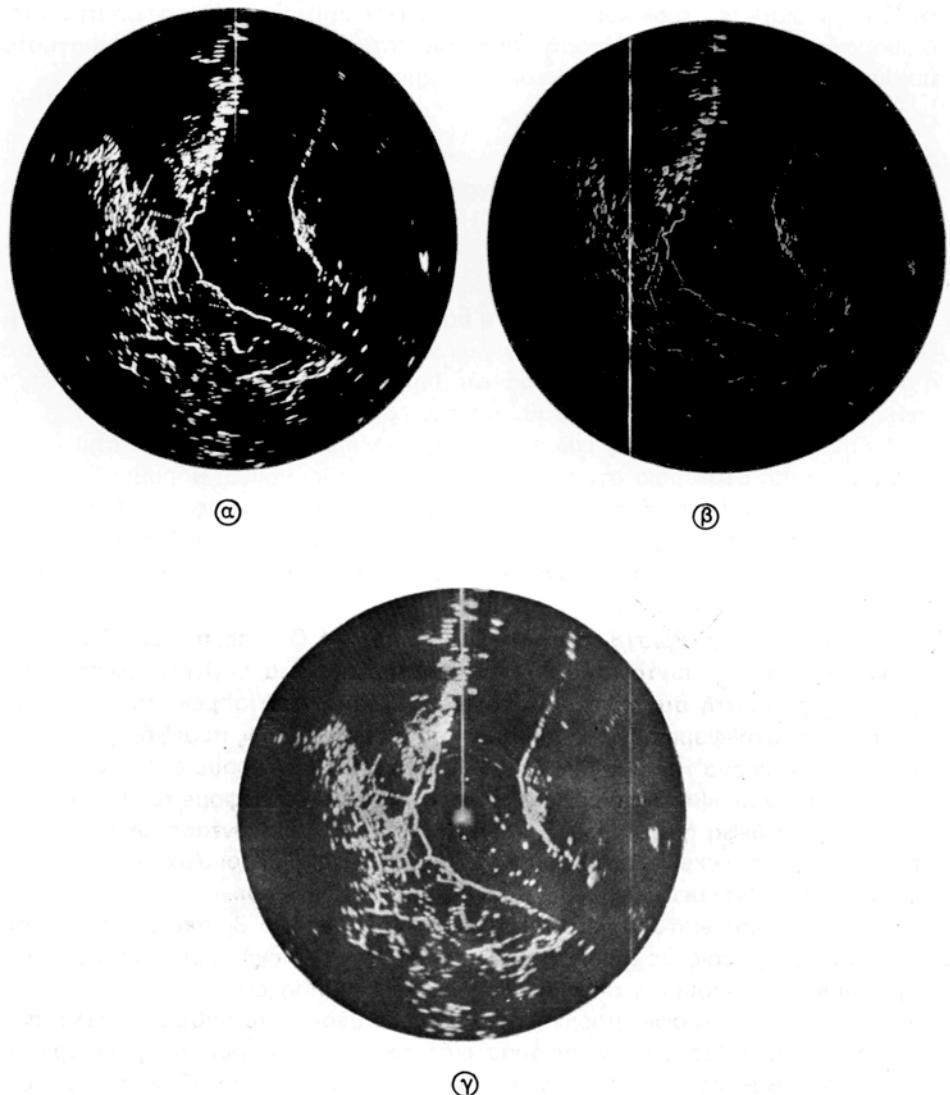
β) Στρέφομε το **ρυθμιστή λαμπρότητας** δεξιά, μέχρι να εμφανισθεί η περιστρεφόμενη βάση χρόνου και μετά τον στρέφομε λίγο αριστερά, μέχρι το σημείο που θα είναι μόλις ορατή η περιστρεφόμενη βάση χρόνου. Η ρύθμιση αυτή εξασφαλίζει κανονική λειτουργία της καθοδικής λυχνίας του P.P.I. Στο σχήμα 3.4α φαίνεται η επίδραση που έχει στην εικόνα ραντάρ (εμφάνιση των στόχων) η κανονική, η υποκανονική και η υπερβολική ρύθμιση της λαμπρότητας.

γ) Στρέφομε το **ρυθμιστή ευαισθησίας** ή **απολαβής** δεξιά μέχρι το σημείο της διαδρομής του, στο οποίο στην οθόνη θα εμφανισθούν λίγοι θόρυβοι (χλόη) με την ίδια ένταση από το κέντρο μέχρι την περιφέρεια της οθόνης. Η ρύθμιση αυτή εξασφαλίζει την κατάλληλη ευαισθησία του δέκτη. Στο σχήμα 3.4β φαίνεται η επίδραση που έχει στην εικόνα η κανονική, η υποκανονική και η υπερβολική ρύθμιση της ευαισθησίας του δέκτη.

δ) Στρέφομε το **ρυθμιστή συντονισμού** [Tuning ή L.O. tune, παράγρ. 3.3(δ)], ώστε να επιτύχομε το συντονισμό της συσκευής ραντάρ. Για να γίνει αυτό στρέφομε πρώτα το ρυθμιστή συντονισμού στο εντελώς αριστερά σημείο της διαδρομής του. Κατόπιν στρέφομε αργά το ρυθμιστή συντονισμού προς τα δεξιά, παρακολουθώντας ταυτόχρονα την οθόνη του ενδείκτη, ώστου να παρουσιασθούν σ' αυτήν στόχοι. Για την ακριβέστερη ρύθμιση του συντονισμού στρέφομε το ρυθμιστή αυτό πολύ αργά δεξιά ή αριστερά, από τη θέση που εμφανίζονται στόχοι, ώστε να βρούμε το σημείο εκείνο της διαδρομής του, στο οποίο μικροί στόχοι που εμφανίζονται στην περιφέρεια της οθόνης φαίνονται εντονότεροι.

Ο συντονισμός επιτυγχάνεται δύσκολα, όταν το πλοίο βρίσκεται μακριά από ακτές και δεν γνωρίζομε αν υπάρχουν στόχοι στην περιοχή γύρω του. Σε τέτοιες περιπτώσεις, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε, αν υπάρχουν, τις θαλάσσιες επιστροφές ή τις επιστροφές βροχής. Αφού πρώτα θέσομε το ρυθμιστή θαλασσίων επιστροφών στη θέση μηδενικής δραστικότητάς του και το ρυθμιστή περιορισμού επιστροφών βροχής στη θέση «NORMAL» ή την αντίστοιχη «OFF», στρέφομε το ρυθμιστή συντονισμού στο σημείο της διαδρομής του, στο οποίο οι θαλάσσιες επιστροφές ή οι επιστροφές βροχής φαίνονται εντονότερες. Κατόπιν περιορίζομε τις ανεπιθύμητες αυτές επιστροφές με κατάλληλη ρύθμιση του αντίστοιχου ρυθμιστή.

Για να αντιμετωπίζονται οι δυσκολίες και να αίρονται οι αρφιβολίες για το σωστό ή μη συντονισμό, ορισμένες συσκευές φέρουν ενδεικτικό μικροαμπερόμετρο συντονισμού (tuning meter) ή ενδεικτική λυχνία πεον. Στην περίπτωση αυτή στρέφομε το ρυθμιστή συντονισμού στο σημείο της διαδρομής του, στο οποίο το ενδεικτικό μικροαμπερόμετρο δείχνει μέγιστη απόκλιση ή η ενδεικτική λυχνία πεον ανάβει εντονότερα. Ο συντονισμός (σωστή ρύθμιση του tuning) διαπιστώνεται με βεβαιότητα και ακρίβεια και με το όργανο ελέγχου λήψεως, το οποίο, όπως θα



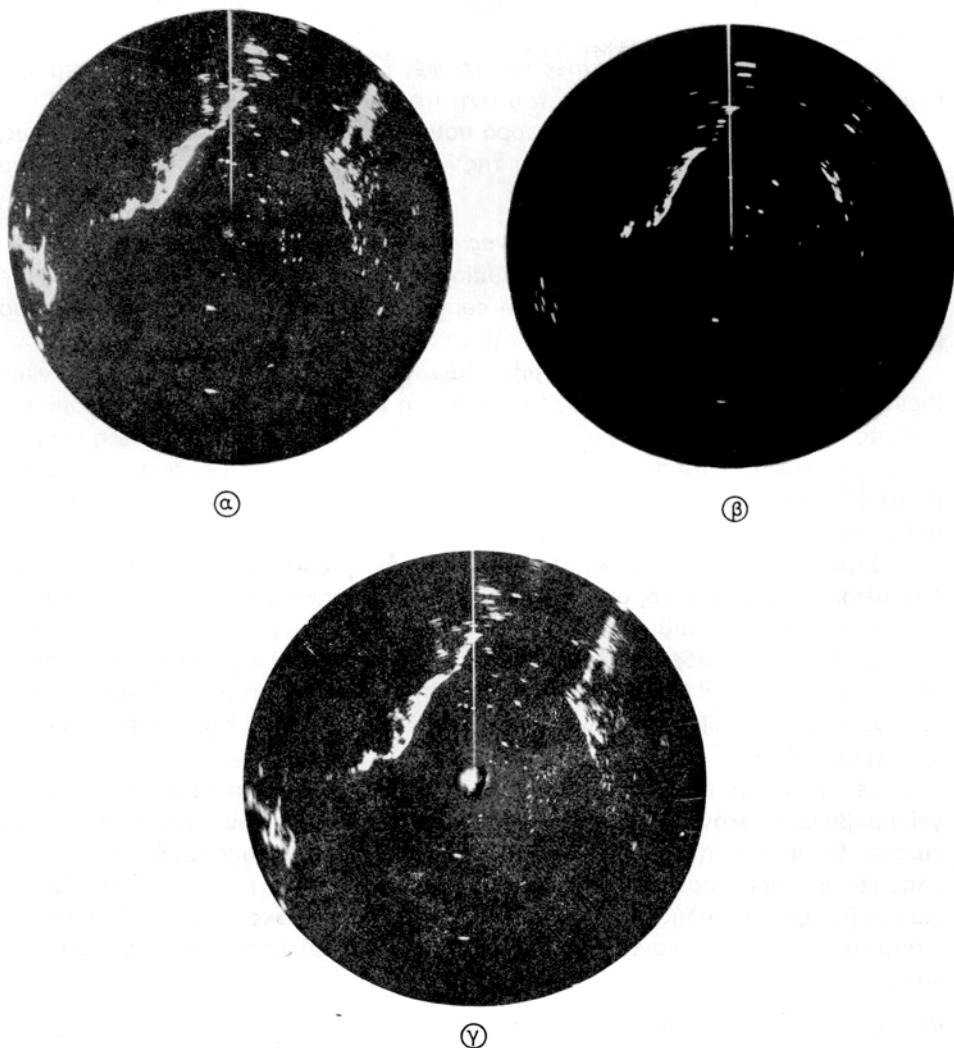
Σχ. 3.4α.

Ρύθμιση της λαμπρότητας του ενδείκτη συσκευής ραντάρ.

α) Κανονική λαμπρότητα. β) Υποκανονική λαμπρότητα. γ) Υπερβολική λαμπρότητα.

δούμε σε επόμενο κεφάλαιο, παράγει τεχνητή ηχώ, στην ίδια συχνότητα με την ηχώ των στόχων.

Σημειώνεται ότι, αν η συσκευή διαθέτει σύστημα αυτόματης ρυθμίσεως της συχνότητας (A.F.C) [παράγρ. 2.5.1(β)], ο διακόπτης χειροκίνητου - αυτόματου συντονισμού (Manual tuning - A.F.C) πρέπει να βρίσκεται στη θέση «Manual». Αφού



Σχ. 3.4β.

Ρύθμιση της ευαισθησίας του δέκτη συσκευής ραντάρ.

α) Κανονική ευαισθησία. β) Υποκανονική ευαισθησία. γ) Υπερβολική ευαισθησία.

πραγματοποιήσομε ακριβή χειροκίνητο συντονισμό, θέτομε το διακόπτη στη θέση «A.F.C», οπότε ενεργοποιείται το κύκλωμα A.F.C και εξασφαλίζει συνεχή συντονισμό.

ε) Αν η συσκευή διαθέτει εξωτερικά **ρυθμιστή εστιάσεως** [focus, παράγρ. 3.3(β)], εμφανίζομε τους διακριβωτικούς δακτύλιους και ρυθμίζομε το ρυθμιστή

αυτό στο σημείο εκείνο της διαδρομής του, στο οποίο οι δακτύλιοι αποστάσεως θα φαίνονται πιο λεπτοί.

στ) Αν εμφανίζονται **Θαλάσσιες επιστροφές** ή **επιστροφές βροχής**, τις περιορίζουμε με την κατάλληλη ρύθμιση του αντίστοιχου ρυθμιστή.

Πρέπει να σημειωθεί ότι, κάθε φορά που επιλέγομε νέα κλίμακα ανιχνεύσεως, πρέπει να επαναλάβομε τη ρύθμιση της λαμπρότητας, της ευαισθησίας και του συντονισμού.

3) Για την εκμετάλλευση της εικόνας:

α) Αν το κέντρο της εικόνας δεν συμπίπτει με το κέντρο της οθόνης, στρέφομε τους **ρυθμιστές κεντρώσεως** [shifts ή centering controls, παράγρ. 3.3(ια)], τόσο ώστε να αποκατασταθεί κέντρωση της εικόνας.

β) Με τους **ρυθμιστές της γραμμής πλώρης** [παράγρ. 3.3(θ)] μεγάλων γωνιών (head coarse) και μικρών γωνιών (head fine) ή το διακόπτη ευθυγραμμίσεως της εικόνας (picture alignment ή align), προσανατολίζομε την εικόνα ώστε η γραμμή πλώρης να εμφανίζεται στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου. Αν η εικόνα εμφανίζεται με το Βορρά άνω, η γραμμή πλώρης πρέπει να εμφανίζεται στην ένδειξη του ανεμολογίου, που αντιστοιχεί στην πορεία του πλοίου.

γ) Στρέφομε το **ρυθμιστή λαμπρότητας των διακριβωτικών δακτυλίων**, ώστε οι δακτύλιοι να είναι μόλις ορατοί ή εμφανίζομε τους διακριβωτικούς δακτύλιους, αν η συσκευή αντί για ρυθμιστή έχει διακόπτη εμφανίσεως - εξαφανίσεως τους.

δ) Στρέφομε το **ρυθμιστή λαμπρότητας του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως** [Range Marker ή V.R.M, παράγρ. 3.3(η)], ώσπου ο μεταβλητός δακτύλιος να είναι ορατός και με διακρίβωση, ελέγχομε την ακρίβειά του, όπως έχει αναφερθεί στην παράγραφο 2.6(δ).

Σημειώνεται ότι, όταν κατά την παραλαβή φυλακής η συσκευή ραντάρ λειτουργεί, προβαίνομε στον έλεγχο της κανονικής ρυθμίσεως των ρυθμιστών της, για να είμαστε βέβαιοι ότι η συσκευή λειτουργεί με την καλύτερη απόδοσή της και ότι οι πληροφορίες που παρέχει (απόσταση - διόπτευση στόχων) είναι σωστές. Ειδικά για τον έλεγχο της καλής αποδόσεώς τους, ορισμένες συσκευές ραντάρ είναι εφοδιασμένες με ειδικά όργανα ελέγχου, για τα οποία θα μιλήσομε σε επόμενο κεφάλαιο.

III. Κράτηση της συσκευής ραντάρ.

Κατά την κράτηση της συσκευής ραντάρ ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

α) Στρέφομε το **ρυθμιστή λαμπρότητας** (Brilliance) στο εντελώς αριστερά σημείο της διαδρομής του.

β) Στρέφομε το **ρυθμιστή ευαισθησίας** ή **απολαβής** (Sensitivity) στο εντελώς αριστερά σημείο της διαδρομής του.

γ) Θέτομε το διακόπτη αποκαταστάσεως - διακοπής της εκπομπής (Stand by - Transmit) στη θέση «Stand by», αν η συσκευή διαθέτει τέτοιο.

δ) Θέτομε εκτός (OFF) το διακόπτη αποκαταστάσεως διακοπής της περιστροφής της κεραίας (Scanner ή Aerial).

ε) Θέτομε εκτός (OFF ή STOP) το διακόπτη τροφοδοτήσεως της συσκευής (Power ή Mains ή Radar).

Σημειώνεται ότι, αν υπάρχει γενικός διακόπτης παροχής ρεύματος πλοίου προς τη συσκευή (bulkhead switch), δεν τον θέτομε εκτός (OFF), ώστε να τροφοδοτούνται οι θερμαντικές αντιστάσεις απορροφήσεως της υγρασίας των μονάδων της συσκευής, όσο αυτή θα είναι κρατημένη.

Ερωτήσεις Τρίτου Κεφαλαίου.

1. Σε ποια κυκλώματα της συσκευής ραντάρ επενεργεί κάθε ένας από τους διακόπτες και ρυθμιστές της συσκευής ραντάρ, τι ρυθμίζει άμεσα και έμμεσα και τι εξασφαλίζεται με κάθε ρύθμιση;
 2. Σε ποιο έλεγχο θα προβείτε πριν από την εκκίνηση της συσκευής ραντάρ και για ποιους λόγους είναι απαραίτητος ο έλεγχος αυτός;
 3. Με ποιους διακόπτες εξασφαλίζεται η τροφοδότηση της συσκευής ραντάρ και με ποια σειρά θα τους χειρισθείτε;
 4. Ποιους ρυθμιστές θα χειρισθείτε, κατά ποιο τρόπο και με ποια σειρά, για να εμφανισθεί η καλύτερη εικόνα στόχων στον ενδείκτη P.P.I.;
 5. Ποιους ρυθμιστές θα χειρισθείτε και κατά ποιο τρόπο, ώστε να είσθε βέβαιοι, ότι οι πληροφορίες που παρέχει η συσκευή ραντάρ είναι σωστές;
 6. Κατά ποιους τρόπους μπορείτε να ρυθμίσετε με βεβαιότητα και ακρίβεια το ρυθμιστή συντονισμού;
 7. Πώς μπορείτε να διαπιστώσετε ποια είναι η θέση μηδενικής δραστικότητας του ρυθμιστή περιορισμού θαλασσίων επιστροφών;
 8. Αν κατά την παραλαβή φυλακής η συσκευή ραντάρ λειτουργεί, σε ποιες ενέργειες θα προβείτε, προκειμένου να βεβαιωθείτε, ότι αυτή λειτουργεί με την καλύτερη απόδοσή της;
 9. Ποιους ρυθμιστές πρέπει να ρυθμίζετε μετά από κάθε αλλαγή κλίμακας ανιχνεύσεως, κατά ποιο τρόπο και με ποια σειρά;
 10. Για ποιους λόγους, όταν επιλέγομε μεγαλύτερη κλίμακα ανιχνεύσεως, αυξάνονται η λαμπρότητα της βάσεως χρόνου και η ένταση των θορύβων (χλόης), ενώ όταν επιλέγομε μικρότερη κλίμακα ελαττώνονται;
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ PANTAP

4.1 Γενικά.

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναφερθήκαμε στα περισσότερα τεχνικά χαρακτηριστικά της συσκευής ραντάρ καθώς και στη σημασία που έχει το καθένα για τη λειτουργία της. Τα κυριότερα από τα χαρακτηριστικά αυτά είναι:

- Η συχνότητα εκπομπής - λήψεως ή το αντίστοιχο μήκος κύματος (παράγρ. 1.3).
- Η διάρκεια του παλμού εκπομπής ή το αντίστοιχό της μήκος παλμού εκπομπής (παράγρ. 1.3).
- Η συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής ή η αντίστοιχή της περίοδος επαναλήψεως εκπομπής (παράγρ. 1.3).
- Η στιγμιαία ισχύς εκπομπής (peak power) (παράγρ. 2.2.3).
- Το οριζόντιο εύρος δέσμης ακτινοβολίας (παράγρ. 2.4).
- Το κατακόρυφο εύρος δέσμης ακτινοβολίας (παράγρ. 2.4).
- Η ταχύτητα περιστροφής της κεραίας (παράγρ. 2.4).

Από τα χαρακτηριστικά αυτά προκύπτουν και άλλα χαρακτηριστικά, με τα οποία καθορίζονται ορισμένες δυνατότητες και περιορισμοί της συσκευής ραντάρ, για τα οποία πρέπει ο ναυτιλλόμενος να είναι ενήμερος. Στις επόμενες παραγράφους αναπτύσσεται η επίδραση που έχει καθένα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά στη λειτουργία της συσκευής ραντάρ.

4.2 Η συχνότητα εκπομπής - λήψεως.

Όπως έχομε αναφέρει η συχνότητα εκπομπής - λήψεως, που συνήθως χρησιμοποιούν οι συσκευές ραντάρ ναυσιπλοΐας, κυμαίνεται στην περιοχή από 9300 - 9500 Mc/s, η οποία ονομάζεται **περιοχή «X»** (X band). Το αντίστοιχο μήκος κύματος είναι περίπου 3 cm, γι' αυτό και οι συσκευές που λειτουργούν στην περιοχή αυτή ονομάζονται ραντάρ 3 cm.

Πολλά ραντάρ χρησιμοποιούν συχνότητα εκπομπής - λήψεως στην περιοχή των 3000 Mc/s, που ονομάζεται **περιοχή «S»** (S band). Το αντίστοιχο μήκος κύματος είναι 10 cm, γι' αυτό οι συσκευές αυτές ονομάζονται ραντάρ 10 cm.

Υπάρχουν όμως και συσκευές ραντάρ ναυσιπλοΐας, που λειτουργούν στην περιοχή των 37,5 Gc/s και που ονομάζεται **περιοχή «Q»** (Q band). Το αντίστοιχο μήκος κύματος είναι 8 mm, γι' αυτό και οι συσκευές αυτές ονομάζονται 8 mm. Για λόγους που θα αναπτύξουμε παρακάτω, οι συσκευές ραντάρ 8 mm χρησιμοποιούνται πολύ σπάνια.

Μπορούμε να αναγνωρίσουμε εύκολα σε ποια περιοχή συχνοτήτων λειτουργεί μια συσκευή ραντάρ από τις διαστάσεις του κυματοδηγού, που συνδέει τη μονάδα του πομποδέκτη με την κεραία της. Αυτό συμβαίνει επειδή το μήκος της μεγάλης πλευράς της ορθογώνιας διατομής του κυματοδηγού είναι περίπου ίσο με το 75% του μήκους κύματος που διαδίδεται μ' αυτόν. Έτσι το μήκος της μεγάλης πλευράς της ορθογώνιας διατομής του κυματοδηγού που χρησιμοποιείται:

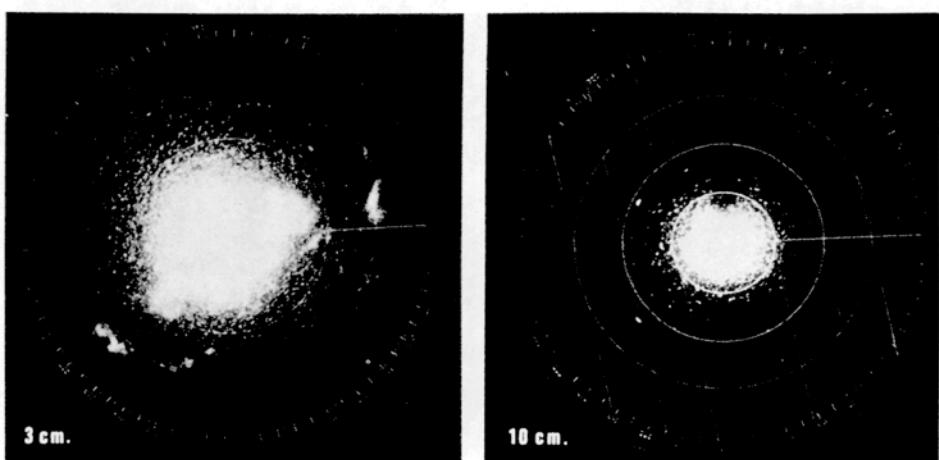
- Στη συσκευή ραντάρ 3 cm, είναι περίπου 2,3 cm, ενώ
- στη συσκευή ραντάρ 10 cm είναι περίπου 7,5 cm.

Μεταξύ των ραντάρ 10 cm και 3 cm διακρίνομε τις παρακάτω χαρακτηριστικές διαφορές, οι οποίες προκύπτουν από το διαφορετικό μήκος κύματος λειτουργίας τους.

4.2.1 Πλεονεκτήματα των ραντάρ 10 cm σε σύγκριση προς τα ραντάρ 3 cm.

α) Επιστροφές βροχής.

Όπως γνωρίζομε, για να είναι σημαντική η ανάκλαση [βλ. βιβλίο «ΦΥΣΙΚΗ II» - τεύχος Β', παράγρ. 1.4.7(a), εκδόσεως Ιδρύματος Ευγενίδου] ενέργειας από ένα σώμα, πρέπει αυτό να έχει διαστάσεις συγκρίσιμες με το τέταρτο του μήκους κύματος ($\lambda/4$) του ηλεκτρομαγνητικού κύματος που προσπίπτει σ' αυτό. Έτσι στο ραντάρ 10 cm, το φαινόμενο των επιστροφών βροχής, χιονιού και αρμοθύελλας είναι πολύ ασθενέστερο, από ό,τι στο ραντάρ 3 cm, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.2a. Αυτό συμβαίνει επειδή τα σταγονίδια της βροχής, οι νιφάδες του χιονιού και οι κόκκοι της άμμου έχουν διαστάσεις συγκρίσιμες προς το $3/4$ cm ($\lambda=3$ cm) και όχι προς το $10/4$ cm ($\lambda=10$ cm).

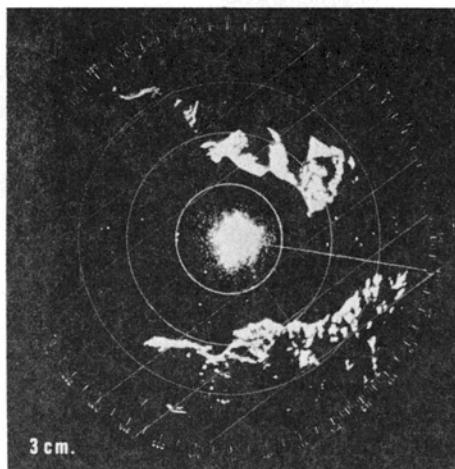


Σχ. 4.2a.

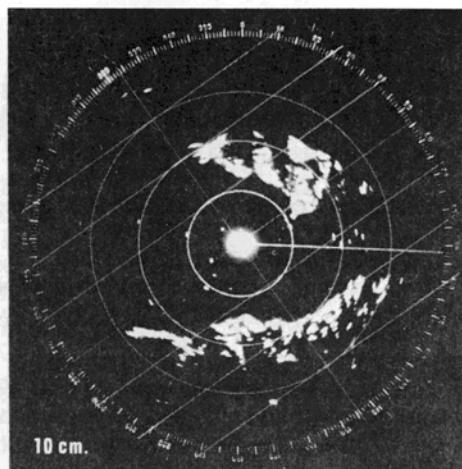
Το φαινόμενο των επιστροφών βροχής στο ραντάρ 3 cm και το ραντάρ 10 cm. Εικόνες ενδείκτη P.P.I. σε κλίμακα 8 v.m. μέσα στην ίδια περιοχή έντονης βροχής και με λίγο κυματώδη θάλασσα, α) από ραντάρ 3 cm, β) από ραντάρ 10 cm. Τρεις στόχοι πλοία στις διοπτεύσεις 225°, 295° και 330° διακρίνονται στον ενδείκτη του ραντάρ 10 cm, ενώ δεν διακρίνονται στον ενδείκτη του ραντάρ 3 cm.

β) Θαλάσσιες επιστροφές.

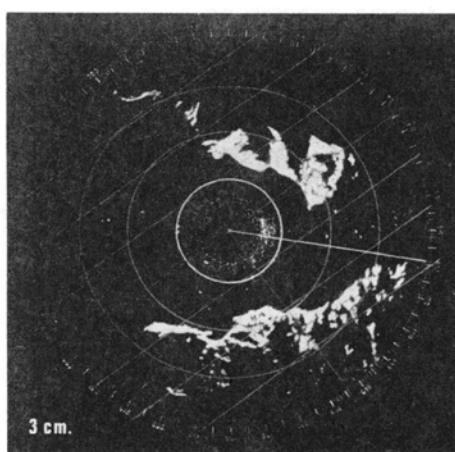
Για τους ίδιους λόγους, που ανεφέρθησαν πιο πάνω, η ενέργεια που ανακλάται στις μικρές ανώμαλες επιφάνειες των θαλασσίων κυμάτων είναι πολύ μεγαλύτερη, όταν εκπέμπει ραντάρ με $\lambda=3$ cm, από ό,τι όταν εκπέμπει ραντάρ με $\lambda=10$ cm. Αυτό φαίνεται και στο σχήμα 4.2β, όπου διαπιστώνομε ότι το φαινόμενο των θαλασ-



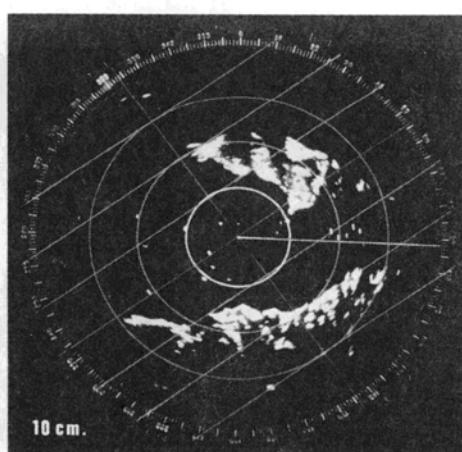
(α)



(β)



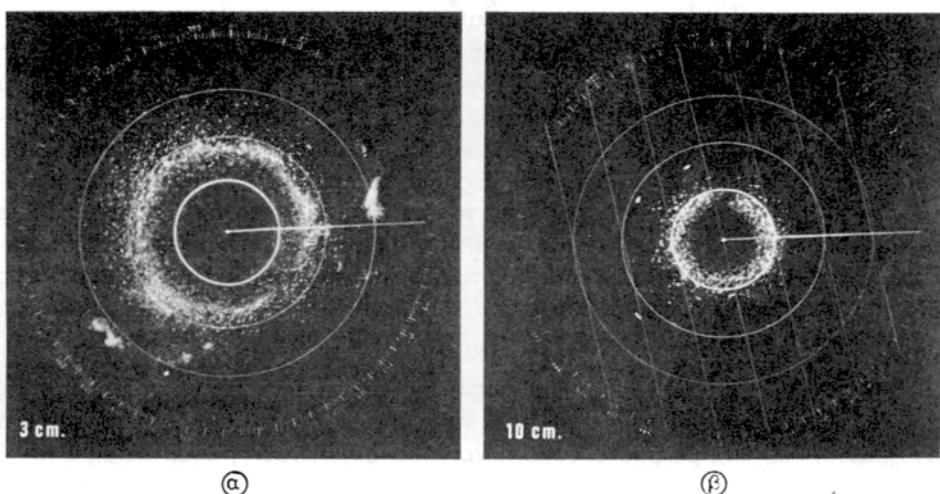
(γ)



(δ)

Σχ. 4.2β.

Το φαινόμενο των θαλασσίων επιστροφών στο ραντάρ 3 cm και το ραντάρ 10 cm. Εικόνες ενδείκτη P.P.I. σε κλίμακα 20 ν.μ., όπου παρατηρείται η διαφορά του φαινομένου των θαλασσίων επιστροφών στους ενδείκτες ραντάρ (α) 3 cm και (β) 10 cm. Στον ενδείκτη του ραντάρ 10 cm διακρίνονται στόχοι μέχρι την απόσταση των 5 ν.μ., δεν διακρίνονται όμως στον ενδείκτη του ραντάρ 3 cm. Μετά τη ρύθμιση του περιοριστή θαλασσίων επιστροφών, στον ενδείκτη του ραντάρ 10 cm φαίνονται καθαρά οι στόχοι μέχρι την απόσταση των 5 ν.μ. (δ), δεν ανιχνεύεται όμως κανένας στόχος μέχρι την απόσταση 5 ν.μ. στον ενδείκτη του ραντάρ 3 cm (γ).



Σχ. 4.2γ.

Ο περιορισμός της εμβέλειας λόγω βροχής στο ραντάρ 3 cm και το ραντάρ 10 cm. Εικόνες ενδείκτη P.P.I. σε κλίμακα 8 v.u. στην ίδια περιοχή βροχής με το διακόπτη περιορισμού επιστροφών βροχής στη θέση RAIN. α) Ενδείκτης ραντάρ 3 cm και β) ενδείκτης ραντάρ 10 cm. Τρεις στόχοι πλοία στις διοπτεύσεις 225°, 295° και 330° φαίνονται καθαρά στον ενδείκτη του ραντάρ 10 cm, δεν ανιχνεύονται όμως στον ενδείκτη του ραντάρ 3 cm, λόγω της εξασθενίσεως που προκαλεί η βροχή.

σίων επιστροφών είναι πολύ ασθενέστερο στο ραντάρ των 10 cm από ό,τι στο ραντάρ 3 cm.

γ) Εμβέλεια.

Όπως γνωρίζομε (βιβλίο «ΦΥΣΙΚΗ II» - τεύχος Β, παράγραφος 1.4.6 του Ιδρύματος Ευγενίδου), η διάθλαση των ακτίνων της δέσμης ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στην τροπόσφαιρα, στο μήκος κύματος 10 cm είναι μεγαλύτερη από εκείνη στο μήκος κύματος 3 cm. Γ' αυτό το ραντάρ 10 cm έχει μεγαλύτερο ορίζοντα ραντάρ και μεγαλύτερη εμβέλεια.

Ιδιαίτερα σε περιοχή βροχής ή χιονοπτώσεως ή αμμοθύελλας, ο περιορισμός της εμβέλειας του ραντάρ 10 cm είναι πολύ μικρότερος από αυτόν του ραντάρ 3 cm. Αυτό οφείλεται στο μικρότερο ποσό ενέργειας που ανακλάται και απορροφάται στις σταγόνες της βροχής, κατά τη διάδοση του παλμού που εκπέμπεται και της ηχούς που επιστρέφει στην κεραία. Γ' αυτό, μετά την κατάλληλη ρύθμιση των ρυθμιστών περιορισμού επιστροφών βροχής και θαλασσών επιστροφών, όταν το πλοίο βρίσκεται μέσα στην περιοχή βροχής, οι μικροί στόχοι - πλοία στον ενδείκτη του ραντάρ 10 cm είναι ευδιάκριτοι [σχ. 4.2γ(β)], δεν εμφανίζονται όμως στον ενδείκτη του ραντάρ 3 cm [σχ. 4.2γ(α)].

δ) Απώλειες κυματοδηγού.

Επειδή όσο αυξάνει η συχνότητα το επιδερμικό φαινόμενο γίνεται εντονότερο,

οι απώλειες ενέργειας κατά μήκος του κυματοδηγού στο ραντάρ 3 cm είναι πολύ μεγαλύτερες από ό,τι στο ραντάρ 10 cm. Υπενθυμίζομε ότι, κατά το γνωστό από τη Φυσική **επιδερμικό φανόμενο**, όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα υψηλής συχνότητας, τότε η κατανομή της πυκνότητας του ρεύματος μεταβάλλεται εντός αυτού, ώστε να είναι μεγάλη στην επιφάνεια του αγωγού και μικρή ή ανύπαρκτη στο εσωτερικό του. Έχει παρατηρηθεί μάλιστα ότι μήκος κυματοδηγού 20 m περιορίζει την εμβέλεια του ραντάρ 3 cm κατά 40%, ενώ το ίδιο μήκος κυματοδηγού περιορίζει την εμβέλεια του ραντάρ 10 cm κατά 5%. Εξυπάκουεται ότι ο πομπός και των δυο συσκευών ραντάρ παράγει την ίδια ισχύ και ο δέκτης τους έχει την ίδια ευαισθησία.

ε) Παρεμβολές.

Όταν σε περιοχές μεγάλης κινήσεως πλοίων επικρατεί ομίχλη, οι παρεμβολές από άλλες συσκευές ραντάρ είναι πολύ περισσότερες στο ραντάρ 3 cm από ό,τι στο ραντάρ 10 cm, με αποτέλεσμα η χρησιμοποίηση του πρώτου να είναι πολύ δυσχερής.

4.2.2 Μειονεκτήματα των ραντάρ 10 cm σε σύγκριση με ραντάρ 3 cm.

α) Διαστάσεις κεραίας.

Οι διαστάσεις των κεραιών δέσμης, που χρησιμοποιούνται στα ραντάρ για ορισμένο εύρος δέσμης ακτινοβολίας, πρέπει να αυξάνουν όταν αυξάνει το μήκος κύματος της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας.

Από την πλευρά αυτή η εκπομπή μειονεκτεί, όταν γίνεται στο μήκος κύματος των 10 cm από ό,τι αν γινόταν στο μήκος κύματος των 3 cm.

β) Οριζόντιο εύρος δέσμης.

Για δεδομένη κεραία δέσμης, όσο αυξάνει το μήκος κύματος τόσο αυξάνει και το οριζόντιο εύρος της δέσμης της ακτινοβολίας. Όπως μάλιστα αναφέραμε στην παράγραφο 2.4, το μεγαλύτερο οριζόντιο εύρος δέσμης ακτινοβολίας συνεπάγεται μικρότερη ακρίβεια διοπτεύσεων, κακή διάκριση των στόχων κατά διόπτευση και μεγαλύτερη παραμόρφωση των στόχων κατά διόπτευση.

Χαρακτηριστικά αναφέρομε ότι μία κεραία σχισμών, μήκους 12 ft, που είναι η μεγαλύτερη κεραία που πρακτικά εγκαθίσταται επάνω σ' ένα πλοίο, στο μήκος κύματος των 3 cm έχει οριζόντιο εύρος δέσμης ακτινοβολίας $0,6^\circ$, ενώ στο μήκος κύματος των 10 cm έχει οριζόντιο εύρος δέσμης ακτινοβολίας 2° .

γ) Λειτουργία Ramark και Racon.

Οι Ramarks και οι Racons είναι ειδικά ραδιοβοηθήματα (ειδικοί ραδιοφάροι), που λειτουργούν σε συνεργασία με το ραντάρ, τους οποίους θα αναπτύξουμε στο βο Κεφάλαιο. Οι περισσότεροι από αυτούς λειτουργούν στην περιοχή συχνοτήτων «X» και συνεργάζονται μόνο με το ραντάρ 3 cm.

4.2.3 Συμπεράσματα.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μεταξύ του ραντάρ 10 cm και του ραντάρ 3 cm, καταλήγομε στα παρακάτω **συμπεράσματα**:

- Αν στο πλοίο έχει εγκατασταθεί ή πρόκειται να εγκατασταθεί μια μόνο συσκευή ραντάρ, αυτή πρέπει να λειτουργεί σε μήκος κύματος 3 cm.
- Αν στο πλοίο έχουν εγκατασταθεί ή πρόκειται να εγκατασταθούν δυο συσκευές ραντάρ, η πρώτη πρέπει να λειτουργεί σε μήκος κύματος 3 cm και η δεύτερη 10 cm. Στην περίπτωση αυτή, κατά την ακτοπλοΐα ή τους διάπλους, όπου απαιτείται μεγαλύτερη ακρίβεια διοπτεύσεων, καλύτερη διάκριση κατά διόπτευση και μικρότερη παραμόρφωση κατά διόπτευση, θα χρησιμοποιούμε τη συσκευή ραντάρ 3 cm. Κατά τους πλόες σε ανοικτά νερά, οπότε απαιτείται μεγαλύτερη εμβέλεια και σε περιπτώσεις εντόνων θαλασσίων επιστροφών, εντόνων επιστροφών βροχής και εντόνων παρεμβολών, θα χρησιμοποιούμε τη συσκευή ραντάρ 10 cm.

Μετά τα όσα είπαμε, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το ραντάρ 8 m θα έχει περιορισμένη εμβέλεια. Ο μεγάλος περιορισμός της εμβέλειας οφείλεται στη μεγάλη εξασθένιση της ηχούς, λόγω ανακλάσεως και απορροφήσεως της ενέργειας του πολύ μικρού μήκους κύματος στα αιωρούμενα σωματίδια. Έτσι η εμβέλεια των συσκευών ραντάρ 8 m δεν υπερβαίνει τα 5 n.m., γι' αυτό και χρησιμοποιούνται πολύ σπάνια.

4.3 Η διάρκεια παλμού εκπομπής.

Από τη διάρκεια του παλμού εκπομπής εξαρτώνται μερικά ακόμη χαρακτηριστικά της συσκευής ραντάρ και συγκεκριμένα:

- Η ελάχιστη απόσταση ανιχνεύσεως στόχων.
- Η μέγιστη απόσταση ανιχνεύσεως στόχων.
- Η ικανότητα διακρίσεως των στόχων κατά απόσταση και
- η παραμόρφωση των στόχων κατά απόσταση.

Γι' αυτά μιλήσαμε στην παράγραφο 1.3.

Στις παραγράφους που ακολουθούν θα αναπτύξουμε διεξοδικά την επίδραση της διάρκειας του παλμού εκπομπής στα πιο πάνω χαρακτηριστικά της συσκευής ραντάρ. Επίσης θα δούμε με πιο τρόπο τα τελευταία επιδρούν στη λειτουργία της συσκευής.

4.4 Η ελάχιστη απόσταση ανιχνεύσεως.

Όπως γνωρίζομε, η κεραία της συσκευής ραντάρ συνδέεται μέσω του διακόπτη εκπομπής-λήψης, κατά τα διαστήματα των παλμών εκπομπής στον πομπό, ενώ κατά τα διαστήματα σιγής του πομπού στο δέκτη. Έτσι, όταν ένας στόχος βρίσκεται σε πολύ μικρή απόσταση, ώστε τη στιγμή που θα επιστρέφει το μέτωπο της ηχούς να μην έχει ολοκληρωθεί η εκπομπή του παλμού, η λήψη της ηχούς δεν είναι δυνατή και ο στόχος δεν ανιχνεύεται.

Ας υποθέσουμε π.χ. ότι η διάρκεια του παλμού εκπομπής είναι 0,5 ms, οπότε το αντίστοιχο μήκος παλμού είναι 150 m. Αν ένας στόχος βρίσκεται σε απόσταση ίση με το 1/2 του μήκους παλμού εκπομπής, δηλαδή 75 m, τότε τη στιγμή που ολοκληρώνεται η εκπομπή του παλμού θα επιστρέφει στην κεραία το μέτωπο της ηχούς από την ανάκλαση του παλμού στο στόχο αυτό. Έτσι η ηχώ αυτή θα αποτελεί συ-

νέχεια με το ευθύ σήμα που εισχωρεί στο δέκτη από τον εκπεμπόμενο παλμό και θα εμφανίζεται ως φωτεινή μεγέθυνση του κέντρου της εικόνας, οπότε δε θα διακρίνεται ως στόχος. Η φωτεινή αυτή μεγέθυνση του κέντρου της εικόνας διακρίνεται στην πιο μικρή κλίμακα ανιχνεύσεως, όπως και το ευθύ σήμα.

Αν όμως η απόσταση του στόχου είναι 76 m, δηλαδή λίγο μεγαλύτερη από το 1/2 του μήκους παλμού εκπομπής, τότε τη στιγμή που ολοκληρώνεται η εκπομπή του παλμού το μέτωπο της πηχούς, που επιστρέφει, θα βρίσκεται 2 m μακριά από την κεραία και θεωρητικά ο στόχος θα διακρίνεται. Στην πράξη όμως ο στόχος δεν διακρίνεται, αλλά και πάλι συμπίπτει με το κέντρο της εικόνας, λόγω του μεγέθους της φωτεινής κηλίδας, η οποία καταγράφει τους στόχους με αύξηση της λαμπρότητάς της. Έτσι βλέπομε ότι η ελάχιστη απόσταση ανιχνεύσεως εξαρτάται από τη διάρκεια του παλμού εκπομπής.

Η ελάχιστη απόσταση ανιχνεύσεως, εξαρτάται επίσης και από την αδράνεια του διακόπτη εκπομπής-λήψεως κατά τη μεταγωγή της κεραίας από τον πομπό στο δέκτη. Η αδράνεια αυτή οφείλεται στο χρόνο που απαιτείται για να αποιονισθεί το αέριο, το οποίο περιέχεται στη λυχνία του διακόπτη, μετά την ολοκλήρωση κάθε παλμού εκπομπής. Στις λυχνίες διακόπτη εκπομπής-λήψεως, που χρησιμοποιούνται στις σύγχρονες συσκευές ραντάρ, η απόσταση που αντιστοιχεί στο χρόνο αδράνειας τους κυμαίνεται από 10-15 m.

Έτσι η συνολική ελάχιστη απόσταση ανιχνεύσεως στόχων θα είναι ίση με το άθροισμα: 1/2 του μήκους παλμού εκπομπής + την απόσταση, που αντιστοιχεί στην αδράνεια του διακόπτη εκπομπής-λήψεως.

- Η παραπάνω ελάχιστη απόσταση ανιχνεύσεως επηρεάζεται επίσης και από:
- Το κατακόρυφο εύρος δέσμης και την κλίση της δέσμης προς την επιφάνεια της θάλασσας, όπως έχομε αναπτύξει στην παράγραφο 2.4.
 - Το ύψος της κεραίας. Η αύξηση του ύψους της κεραίας συνεπάγεται αύξηση της ελάχιστης αποστάσεως, επειδή οι κατώτερες ακτίνες της δέσμης θα προσπίπτουν στην επιφάνεια της θάλασσας σε μεγαλύτερη απόσταση.
 - Την κλίση του πλοίου, που ακολουθεί και η δέσμη ακτινοβολίας της κεραίας. Αυτή η κλίση επηρεάζει άλλοτε θετικά και άλλοτε αρνητικά την ελάχιστη απόσταση ανιχνεύσεως.
 - Το ύψος του στόχου, που είναι ευεργετικό στην ελάχιστη απόσταση ανιχνεύσεως.
 - Τους τομείς σκιάς, τους οποίους θα εξετάσουμε στο επόμενο κεφάλαιο και οι οποίοι επηρεάζουν αρνητικά την ελάχιστη απόσταση ανιχνεύσεως.

4.5 Μέγιστη απόσταση ανιχνεύσεως.

Η μέγιστη απόσταση ανιχνεύσεως στόχου, από ορισμένη συσκευή ραντάρ, εξαρτάται από:

- Τη στιγμιαία ισχύ εκπομπής.
- Τη διάρκεια παλμού εκπομπής.
- Το οριζόντιο και το κατακόρυφο εύρος δέσμης ακτινοβολίας, από τα οποία καθορίζεται το κέρδος της κεραίας (βλ. βιβλίο «ΦΥΣΙΚΗ II», Τεύχος Β', σελ. 32, Εκδ. Ιδρ. Ευγενίδου).

- Την ευαισθησία του δέκτη.
- Το ύψος της κεραίας.
- Τη συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής.

Η επιδραση των πέντε πρώτων χαρακτηριστικών στη μέγιστη απόσταση ανιχνεύσεως αναπτύσσεται στις παραγράφους 1.4.6 και 1.5 του βιβλίου «ΦΥΣΙΚΗ II».

Ας δούμε λοιπόν εδώ μόνο τον τρόπο εξαρτήσεως της μέγιστης απόστασεως ανιχνεύσεως από τη συχνότητα επαναλήψεως της εκπομπής (ΣΕΠ) ή από το αντίστροφό της, δηλαδή την περίοδο επαναλήψεως της εκπομπής (P.R.T.). Γνωρίζουμε ότι κάθε φορά που εκπέμπεται ένας παλμός, πρέπει να αρχίζει και μια εκτροπή της κηλίδας επί της οθόνης από το κέντρο της μέχρι την περιφέρειά της. Για να μπορεί να συμβαίνει αυτό, θα πρέπει ο χρόνος που αντιστοιχεί στην περίοδο επαναλήψεως της εκπομπής να είναι μεγαλύτερος από ή ίσος με το χρόνο που απαιτείται για την εκτροπή της κηλίδας από το κέντρο μέχρι την περιφέρεια της οθόνης, δηλαδή από τη βάση χρόνου. Έτσι μπορούμε να ορίσουμε τη **μέγιστη δυνατή διάρκεια της βάσεως χρόνου** ως ίση με την περίοδο εκπομπής. Αν μάλιστα λάβομε υπόψη ότι, διαιρώντας τη διάρκεια της βάσεως χρόνου (μs) δια του $12,34 \mu s/v.\mu.$, βρίσκομε τη μέγιστη απόσταση ανιχνεύσεως σε $v.\mu.$, τότε μπορούμε να πούμε ότι αν διαιρέσουμε την περίοδο εκπομπής (μs) δια του $12,34 \mu s/v.\mu.$ βρίσκομε τη **μέγιστη δυνατή απόσταση ανιχνεύσεως** σε $v.\mu.$.

Παράδειγμα:

Αν η συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής (ΣΕΠ) ενός ραντάρ είναι $1000 P.P.S.$, τότε η περίοδος εκπομπής είναι $1/1000 s = 10^{-3} s = 10^3 \mu s = 1000 \mu s$. Άρα η μέγιστη δυνατή διάρκεια της βάσεως χρόνου είναι $1000 \mu s$, οπότε η μέγιστη δυνατή απόσταση ανιχνεύσεως προκύπτει ίση με:

$$\frac{1000 \mu s}{12,34 \mu s/v.\mu.} = 81 \text{ ναυτικά μίλια}$$

Στην πράξη, βέβαια, η διάρκεια της βάσεως χρόνου λαμβάνεται αρκετά μικρότερη από τη μέγιστη δυνατή τιμή της. Αυτό συμβαίνει, γιατί απαιτείται επί πλέον σημαντικός χρόνος για την επιστροφή της κηλίδας από την περιφέρεια στο κέντρο της οθόνης. Κατ' ακολουθίαν η μέγιστη απόσταση ανιχνεύσεως είναι αρκετά μικρότερη από τη μέγιστη δυνατή της τιμή, όπως αυτή καθορίζεται από τη ΣΕΠ. Συνήθως η μέγιστη απόσταση ανιχνεύσεως περιορίζεται στο 60% της μέγιστης απόστασεως που επιτρέπει η ΣΕΠ. Ο περιορισμός αυτός επιτυγχάνεται με ρύθμιση της στιγμιαίας ισχύος εκπομπής σε τέτοια τιμή, ώστε να επιστρέφει εκμεταλλεύσιμη ηχώ μέχρι τη μέγιστη αυτή απόσταση. Παράλληλα η ρύθμιση της στιγμιαίας ισχύος στην τιμή αυτή περιορίζει και τις πιθανότητες εμφανίσεως φευοδηχών επόμενης διαδρομής, για τις οποίες θα μιλήσουμε αναλυτικότερα σε επόμενο κεφάλαιο.

Πάντως, το τελικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι όσο αυξάνεται η ΣΕΠ, μειώνεται η μέγιστη απόσταση ανιχνεύσεως στόχου, όπως άλλωστε επισημάναμε και στην παράγραφο 1.3.

4.6 Διάκριση κατά απόσταση.

Ως διάκριση κατά απόσταση (range resolution ή range discrimination) νοείται η ικανότητα της συσκευής ραντάρ να παρουσιάζει στον ενδείκτη της δυο στόχους, οι οποίοι βρίσκονται στην ίδια διόπτευση και σε μικρή μεταξύ τους απόσταση, **ξεχωριστά**, και όχι σαν ένα στόχο. Αυτό βέβαια μπορεί να συμβεί μόνο αν ο στόχος, που απέχει περισσότερο από το ραντάρ (δεύτερος στόχος), δεν καλύπτεται από τη σκιά του πλησιέστερου στόχου (πρώτος στόχος).

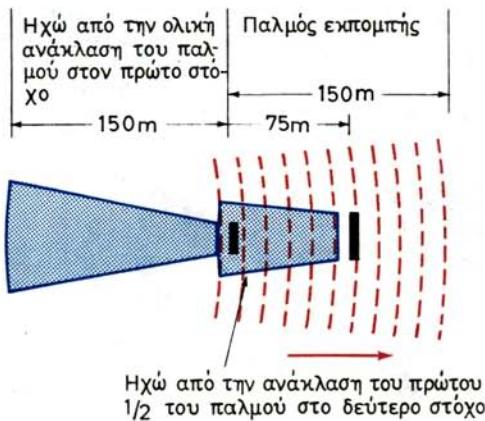
Η διάκριση των στόχων κατά απόσταση εξαρτάται από τη διάρκεια του παλμού εκπομπής της συσκευής ραντάρ. Για να αντιληφθούμε καλύτερα την επίδραση της διάρκειας των παλμών εκπομπής στη διάκριση κατά απόσταση και το μέγεθός της, θα αναφερθούμε στο χαρακτηριστικό παράδειγμα:

Ας υποθέσουμε ότι η διάρκεια παλμού εκπομπής είναι 0,5 ms, οπότε το αντίστοιχο μήκος παλμού είναι 150 m. Υποθέτομε επίσης ότι δυο μικροί στόχοι βρίσκονται στην ίδια διόπτευση και η μεταξύ τους απόσταση είναι ίση με το 1/2 του μήκους παλμού, δηλαδή 75 m. Τη στιγμή που ολοκληρώνεται η ανάκλαση του παλμού από τον πρώτο στόχο [σχ. 4.6a (α)], έχει ανακλασθεί και το πρώτο 1/2 του παλμού από το δεύτερο στόχο και το μέτωπο της ηχούς από το δεύτερο στόχο έχει επιστρέψει στον πρώτο στόχο, όπου την ίδια στιγμή βρίσκεται και το τέλος της ηχούς από τον πρώτο στόχο. Τη στιγμή που ολοκληρώνεται η ανάκλαση του παλμού από το δεύτερο στόχο [σχ. 4.6a (β)], το τέλος της ηχούς του πρώτου στόχου και το μέτωπο της ηχούς του δεύτερου στόχου, ενώ θα εφάπτονται συνεχώς καθώς επιστρέφουν στην κεραία, θα έχουν απομακρυνθεί από τον πρώτο στόχο κατά το 1/2 του μήκους παλμού, δηλαδή κατά 75 m. Έτσι οι δυο ηχοί θα επιστρέψουν στην κεραία ως μία συνεχής ηχώ, η οποία θα έχει μήκος 300 m, δηλαδή διπλάσιο από το μήκος παλμού εκπομπής, οπότε στην οθόνη P.P.I. θα εμφανισθούν ως ένας στόχος.

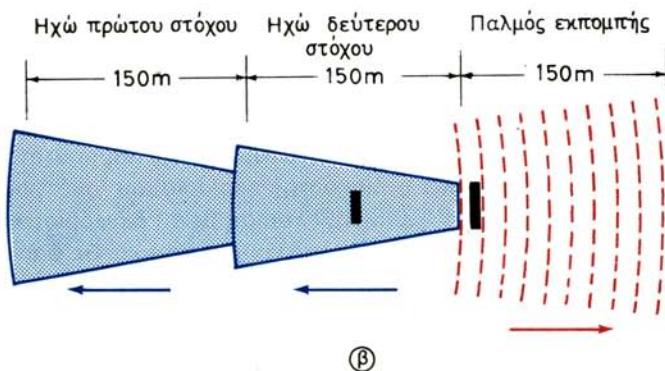
Αν όμως η απόσταση μεταξύ των δυο αυτών στόχων είναι 76 m, τότε, μεταξύ του τέλους του παλμού της ηχούς του πρώτου στόχου και του μετώπου της ηχούς του δεύτερου στόχου, θα μεσολαβεί διάκενο 2 m και οι δυο ηχοί θα επιστρέφουν στην κεραία ξεχωριστά. Δηλαδή, όταν η μεταξύ των δυο στόχων απόσταση, που βρίσκονται στην ίδια διόπτευση, είναι μεγαλύτερη από το 1/2 του μήκους παλμού εκπομπής, οι ηχοί από αυτούς επιστρέφουν στην κεραία και λαμβάνονται ξεχωριστά. Για να εμφανισθούν όμως ξεχωριστά, η μεταξύ τους απόσταση πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το 1/2 του μήκους παλμού κατά την παραμόρφωση που προκαλεί το μέγεθος της κηλίδας, η οποία με την αύξηση της λαμπρότητάς της καταγράφει τους στόχους.

Εξυπακούεται ότι, αν η απόσταση μεταξύ των στόχων είναι μικρότερη από το 1/2 του μήκους παλμού εκπομπής, μετωπικό τμήμα της ηχούς του δεύτερου στόχου θα επικαλύπτει τελευταίο τμήμα της ηχούς του πρώτου στόχου, οπότε οι δυο ηχοί θα επιστρέφουν στην κεραία ως μία ηχώ και θα εμφανίζονται στην οθόνη του P.P.I. ως ένας στόχος.

Συμπεραίνομε λοιπόν ότι όσο μικρότερη είναι η διάρκεια του παλμού εκπομπής ή όσο μικρότερο είναι το αντίστοιχο μήκος παλμού εκπομπής και όσο μικρότερο είναι το μέγεθος της κηλίδας της οθόνης P.P.I., τόσο καλύτερη θα είναι η διάκριση των στόχων κατά απόσταση. Βέβαια η παραπάνω διάκριση των στόχων κατά από-



(a)



(b)

Σχ. 4.6α.

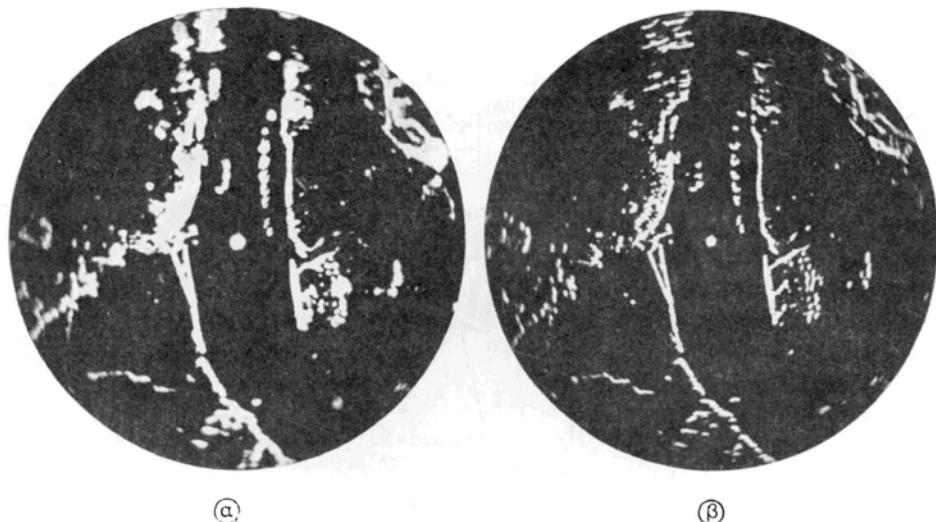
Διάκριση κατά απόσταση.

σταση ισχύει και για στόχους που έχουν διαφορά διοπτεύσεως ίση ή μικρότερη από το οριζόντιο εύρος δέσμης ακτινοβολίας της κεραίας της συσκευής ραντάρ.

Αν η διάκριση κατά απόσταση είναι **ανεπαρκής**, τότε έχομε ως αποτέλεσμα:

α) Μικροί μονωμένοι στόχοι, όπως νησίδες, σημαντήρες και πλοία, που βρίσκονται κοντά στην ακτή, σε απόσταση μέχρι και λίγο μεγαλύτερη από το 1/2 του μήκους παλμού εκπομπής, φαίνονται στην οθόνη ενσωματωμένοι στην ακτογραμμή.

β) Σειρά σημαντήρων, με τους οποίους καθορίζονται τα όρια πλεύσεως σε δίαυλο, εμφανίζονται ως ηχώ μεγάλου μήκους, όπως οι στόχοι στο σχήμα 4.6β (α). Από τα παραπάνω προκύπτει και η πρακτική σημασία της διακρίσεως κατά απόσταση, η οποία βελτιώνεται με:



Σχ. 4.6β.
Διάκριση κατά απόσταση. α) Χωρίς διαφόριση. β) Με διαφόριση.

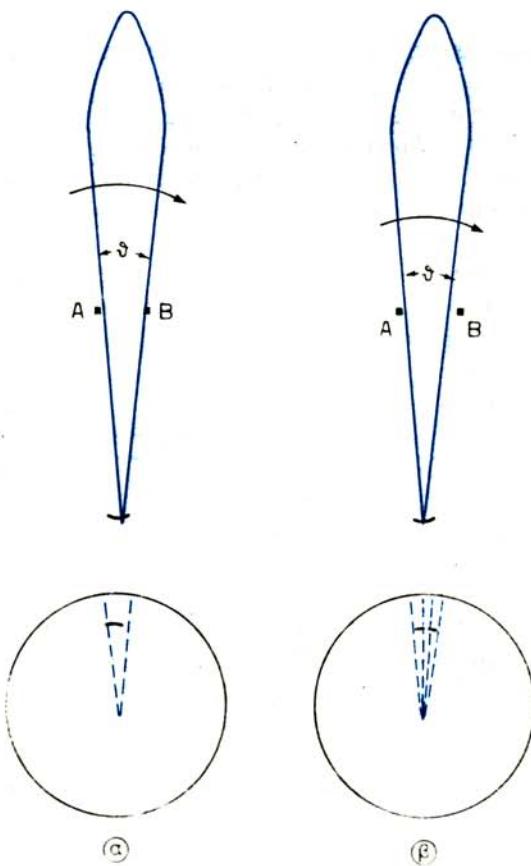
- Τη χρησιμοποίηση μικρού μήκους παλμού.
- Την καλή εστίαση και την κατάλληλη ρύθμιση της λαμπρότητας.
- Τη διαφόριση που προκαλεί ο διακόπτης περιορισμού επιστροφών βροχής (Rain Anticlutter ή Diff ή F.T.C.). Η βελτίωση με τη διαφόριση φαίνεται στο σχήμα 4.6β (β) όπου οι στόχοι διακρίνονται χωριστά και δε φαίνονται ως μία συνεχής στήλη, όπως στο σχήμα 4.6β(α).

4.7 Διάκριση κατά διόπτευση.

Όπως είπαμε στην παράγραφο 2.4, ένας λόγος για τον οποίο το οριζόντιο εύρος δέσμης ακτινοβολίας των συγχρόνων συσκευών ραντάρ είναι πολύ μικρό ($0,6^\circ - 2^\circ$), είναι η καλή διάκριση των στόχων κατά διόπτευση.

Οι διάκριση κατά διόπτευση (bearing resolution ή bearing discrimination) ενοείται η ικανότητα της συσκευής ραντάρ να παρουσιάζει στον ενδείκτη της δύο στόχους, οι οποίοι βρίσκονται στην ίδια απόσταση από το πλοίο (την κεραία του ραντάρ) και σε μικρή μεταξύ τους απόσταση, ως δυο **ξεχωριστούς** στόχους και όχι σαν ένα.

Ας υποθέσουμε ότι το οριζόντιο εύρος της δέσμης ακτινοβολίας είναι «θ» μοίρες και ότι δυο μικροί στόχοι Α και Β βρίσκονται στην ίδια απόσταση «R» από το πλοίο. Υποθέτομε ακόμη ότι η μεταξύ τους απόσταση είναι τόσο μικρή, ώστε οι διοπτεύσεις τους να σχηματίζουν γωνία ίση με το οριζόντιο εύρος δέσμης «θ°» [σχ. 4.7(a)]. Στην περίπτωση αυτή, σε κάθε στροφή της κεραίας, τη στιγμή που η οπίσθια πλευρά της δέσμης ακτινοβολίας αφήνει το στόχο Α, η μετωπική της πλευρά



Σχ. 4.7.

- α) Οι διοπτεύσεις των στόχων σχηματίζουν γωνία « θ° », ίση με το οριζόντιο εύρος της δέσμης.
 β) Οι διοπτεύσεις των στόχων σχηματίζουν γωνία μεγαλύτερη από « θ° ».

βρίσκει το στόχο B. Επειδή από κάθε μικρό στόχο επιστρέφει ηχώ από τη στιγμή που προσπίπτει σ' αυτόν η μετωπική πλευρά της δέσμης μέχρι τη στιγμή που προσπίπτει η οπίσθια πλευρά της, οι ηχοί των δυο αυτών στόχων θα επιστρέφουν ως μία ηχώ, επί όσο χρόνο απαιτείται για να στραφεί η κεραία κατά το διπλάσιο του οριζόντιου εύρους δέσμης. Επειδή η περιστρεφόμενη βάση χρόνου αντιπροσωπεύει τον άξονα της δέσμης ακτινοβολίας, γι' αυτό, λόγω της ηχούς αυτής, η βάση χρόνου θα γίνεται λαμπρότερη στο σημείο της που αντιστοιχεί στην απόσταση των στόχων για όσο χρόνο επιστρέφει ηχώ. Έτσι, οι δυο στόχοι θα παρουσιασθούν ως ένα τόξο, του οποίου το μήκος θα αντιστοιχεί σε γωνία ίση με το διπλάσιο του οριζόντιου εύρους δέσμης.

Αν όμως η απόσταση μεταξύ των στόχων A και B είναι τέτοια, ώστε οι διοπτεύσεις τους να σχηματίζουν γωνία μεγαλύτερη από το οριζόντιο εύρος δέσμης « θ » [σχ. 4.7(β)], τότε οι ηχοί από αυτούς θα επιστρέφουν ξεχωριστά και θα διακρίνονται στην οθόνη ως δυο ξεχωριστοί στόχοι.

Από τα παραπάνω συμπεραίνομε ότι, αν οι διοπτεύσεις των δυο στόχων, που βρίσκονται στην ίδια απόσταση από το πλοίο, σχηματίζουν γωνία μεγαλύτερη από το οριζόντιο εύρος δέσμης, οι δυο στόχοι θα εμφανίζονται στην οθόνη του P.P.I. ως δυο ξεχωριστοί στόχοι. Δηλαδή, αν η μεταξύ τους απόσταση είναι μεγαλύτερη από 2 R ήμ 0/2, όπου «R» η απόστασή τους από το πλοίο μας και «θ» το οριζόντιο εύρος δέσμης ακτινοβολίας, τότε οι δυο στόχοι θα διακρίνονται χωριστά επί της οθόνης.

Η παραπάνω απόσταση μεταξύ των δυο στόχων προσαυξάνεται ανάλογα με το μέγεθος της κηλίδας, που με αύξηση της λαμπρότητάς της εμφανίζονται οι στόχοι. Η προσαυξηση αυτή είναι σημαντική όταν η μέση λαμπρότητα της κηλίδας είναι μεγάλη και η εστίαση είναι κακή.

Εξάλλου, αν οι δυο στόχοι έχουν πολύ καλές ανακλαστικές αρετές, είναι δυνατόν να παρέχουν εκμεταλλεύσιμη ηχώ και όταν βρίσκονται έξω από τα όρια μισής ισχύος του οριζόντιου εύρους της δέσμης, οπότε η διάκρισή τους είναι πιο δύσκολη. Τη δυσμενή αυτή επίδραση μπορούμε να την αποφύγομε, αν προς στιγμή ελαττώσουμε την ευαισθησία του δέκτη και αφού βεβαιωθούμε ότι πρόκειται για ένα ή δυο στόχους, να αποκαταστήσουμε αμέσως την ευαισθησία στην κανονική της στάθμη.

Αν η διάκριση κατά διόπτευση είναι **ανεπαρκής**, τότε έχομε ως αποτέλεσμα:

α) Να φαίνονται στην οθόνη του P.P.I. ενσωματωμένοι στην ακτογραμμή μικροί μονωμένοι στόχοι (νησίδες, σημαντήρες, άλλα πλοία) που είναι κοντά στην ακτή, όταν η δέσμη είναι παράλληλη με την ακτογραμμή.

β) Να μη διακρίνεται η είσοδος των διαύλων από σχετικά μεγάλη απόσταση και να φαίνεται ως συνεχής ακτογραμμή, όταν η πορεία μας είναι κάθετη στην ακτογραμμή.

γ) Να φαίνονται, ως διαμήκεις στόχοι (τόξα), επάνω στην πορεία μας, κατά τον πλου σε διαύλους, τα ζεύγη σημαντήρων που καθορίζουν τα όρια πλεύσεως.

Από τα παραπάνω προκύπτει και η πρακτική σημασία της διακρίσεως κατά διόπτευση, η οποία βελτιώνεται με:

- Την ελάττωση της λαμπρότητας.
- Τη ρύθμιση της εστίασεως.
- Την πρόσκαιρη ελάττωση της ευαισθησίας του δέκτη.

4.8 Παραμόρφωση των στόχων.

Όπως έχομε ήδη αναπτύξει στην παράγραφο 1.4, η εμφάνιση των στόχων στον ενδείκτη P.P.I. επιτυγχάνεται με την αύξηση της λαμπρότητας της κηλίδας επί όσο χρόνο επιστρέφει ηχώ από το στόχο. Η κηλίδα, με την οποία τελικά απεικονίζονται οι στόχοι στην οθόνη, δεν είναι ένα ιδανικό σημείο, αλλά έχει διαστάσεις οι οποίες, όπως θα γνωρίσουμε, μεταβάλλονται κατά περίπτωση. Πρέπει επίσης να παρατηρήσουμε ότι ο χρόνος, κατά τον οποίο επιστρέφει η ηχώ από ένα στόχο, εξαρτάται από τις διαστάσεις του στόχου, αλλά και από το μήκος ή τη διάρκεια του παλμού εκπομπής και το οριζόντιο εύρος της δέσμης ακτινοβολίας. Έτσι, κάθε στόχος εμφανίζεται παραμορφωμένος στην οθόνη P.P.I., εξαιτίας των διαστάσεων που έχει η κηλί-

δα, του μήκους του παλμού εκπομπής και του οριζόντιου εύρθυς της όσμης ακτινοβολίας.

Προκειμένου να μελετήσουμε την επίδραση καθενός από τους παραπάνω παράγοντες στο μέγεθος παραμορφώσεως ενός στόχου, θα υποθέσουμε ότι σε μια συσκευή ραντάρ παρατηρούμε ένα μικρό μονωμένο στόχο. Τα χαρακτηριστικά της συσκευής ραντάρ που χρησιμοποιούμε είναι τα εξής:

- Ακτίνα οθόνης P.P.I. 20 cm.
- Διάμετρος φωτεινής κηλίδας, τη στιγμή που σημειώνει τους στόχους με αύξηση της λαμπρότητάς της, 0,5 mm.
- Διάρκεια παλμού εκπομπής 0,5 ms (αντίστοιχο μήκος παλμού 150 m).
- Οριζόντιο εύρος δέσμης 2°.
- Χρησιμοποιούμενη κλίμακα ανιχνεύσεως 20 km.

Ο μικρός μονωμένος στόχος, που παρατηρούμε, έχει αμελητέες διαστάσεις (π.χ. ένας σημαντήρας, που έχει επιφάνεια 1 m² κάθετη στη δέσμη ακτινοβολίας και βρίσκεται σε απόσταση 5 km).

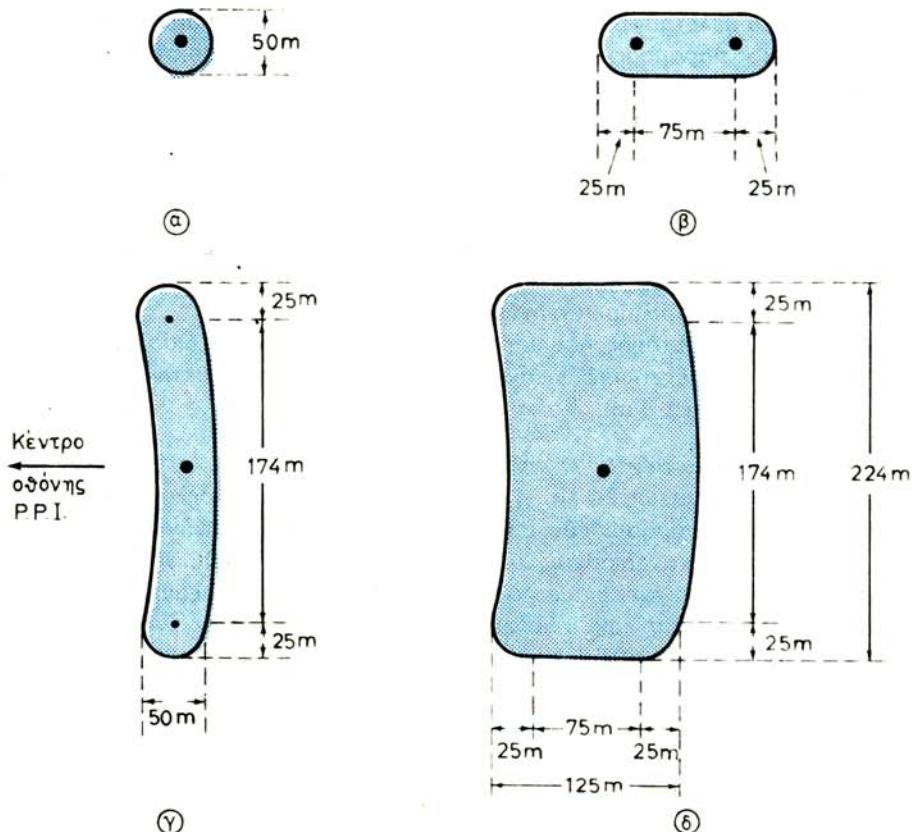
α) Παραμόρφωση λόγω μεγέθους κηλίδας.

Στην κλίμακα ανιχνεύσεως 20 km, η ακτίνα στην οθόνη του ενδείκτη P.P.I., που είναι ίση με 20 cm, αντιπροσωπεύει απόσταση 20 km. Άρα η εμφάνιση των στόχων γίνεται υπό κλίμακα σχεδιάσεως 20 cm: 20 km, δηλαδή 1:100.000. Στην κλίμακα αυτή η κηλίδα, που έχει διάμετρο 0,5 mm, αντιστοιχεί σε περιοχή κυκλικής επιφάνειας διαμέτρου 50 m [σχ. 4.8α(α)]. Έτσι, όσο μικρός και αν είναι ο στόχος, δεν είναι δυνατό να εμφανισθεί (απεικονισθεί) μικρότερος από την κηλίδα. Δηλαδή, αν και ο στόχος έχει αμελητέες διαστάσεις, λόγω του μεγέθους της κηλίδας εμφανίζεται με αρχική παραμόρφωση ως στόχος 50 m.

Η παραμόρφωση λόγω του μεγέθους της κηλίδας επηρεάζεται από την κλίμακα ανιχνεύσεως, που χρησιμοποιείται κάθε φορά. Αν υποδιπλασιάσουμε ή διπλασιάσουμε την κλίμακα ανιχνεύσεως, η κηλίδα θα αντιστοιχεί σε κυκλική επιφάνεια 25 m ή 100 m αντίστοιχα. Επομένως, όσο μεγαλύτερη είναι η κλίμακα ανιχνεύσεως που χρησιμοποιούμε, τόσο μεγαλύτερη γίνεται η παραμόρφωση λόγω του μεγέθους κηλίδας και αντίστροφα.

β) Παραμόρφωση λόγω του μήκους παλμού.

Ο παλμός της ηχούς, που επιστρέφει από τον παραπάνω στόχο, έχει το ίδιο μήκος με τον παλμό εκπομπής, δηλαδή 150 m. Από τη λήψη της ηχούς αυτής προκύπτει ορθογώνιος θετικός παλμός, που έχει διάρκεια 0,5 ms και ο οποίος εφαρμόζεται στο πλέγμα της καθοδικής λυχνίας και προκαλεί αύξηση της λαμπρότητας της κηλίδας επί 0,5 ms. Επειδή η κηλίδα εκτρέπεται ακτινικά (βλ. παράγρ. 1.5) με το 1/2 της πραγματικής ταχύτητας διαδόσεως των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, στο χρονικό διάστημα των 0,5 ms, κατά το οποίο αυξάνεται η λαμπρότητά της, διανύει επάνω στο ίχνος της βάσεως χρόνου διάστημα που αντιστοιχεί σε απόσταση 75 m. Δηλαδή ο στόχος αυτός θα παραμορφώνεται κατά απόσταση ίση με το 1/2 του μήκους του παλμού εκπομπής. Επειδή η εκτρεπόμενη κηλίδα αντιπροσωπεύει κυκλική επιφάνεια με διάμετρο 50 m, στην παραμόρφωση (75 m) λόγω του μήκους παλμού [σχ. 4.8α(β)], προστίθεται και το 1/2 της παραμορφώσεως λόγω του μεγέ-



Σχ. 4.8α.

- α) Παραμόρφωση λόγω μεγέθους κηλίδας. β) Παραμόρφωση λόγω της διάρκειας του παλμού εκπομπής ή μήκους παλμού. γ) Παραμόρφωση λόγω του οριζόντιου εύρους της δέσμης ακτινοβολίας. δ) Συνολική παραμόρφωση του στόχου αμελητέων διαστάσεων.

θους κηλίδας (25 m) στη μετωπική και την οπίσθια πλευρά του στόχου. Έτσι, ο παραπάνω στόχος, με τις αμελητέες διαστάσεις, θα φαίνεται ως διαμήκης στήλη, που έχει βάθος (μήκος) μέσα στον ορίζοντα 125 m και πλάτος 50 m, δηλαδή ίσο με το διάστημα που αντιπροσωπεύει η διάμετρος της κηλίδας.

γ) Παραμόρφωση λόγω οριζόντιου εύρους δέσμης.

Σε κάθε περιστροφή της κεραίας, από το μικρό αυτό μονωμένο στόχο που εξετάζουμε επιστρέφει ηχώ από τη στιγμή που προσπίπτει σ' αυτόν η μετωπική πλευρά της δέσμης μέχρι τη στιγμή που προσπίπτει η οπίσθια πλευρά της. Στο διάστημα αυτό η περιστρεφόμενη βάση χρόνου, η κίνηση της οποίας αντιστοιχεί στην κίνηση του άξονα της δέσμης, στρέφεται κατά γωνία ίση με το οριζόντιο εύρος δέσμης. Τη στιγμή που προσπίπτει στο στόχο η μετωπική πλευρά της δέσμης, η περιστρε-

φόμενη βάση χρόνου βρίσκεται πιο πίσω από τη σωστή κατεύθυνση (διόπτευση) του στόχου κατά γωνία ίση προς το 1/2 του οριζόντιου εύρους δέσμης. Από τη θέση αυτή της βάσεως χρόνου θα αρχίσει να εμφανίζεται στόχος με αύξηση της λαμπρότητας της κηλίδας. Η εμφάνιση του στόχου αυτού στην ίδια απόσταση, θα συνεχίζεται σε κάθε εκτροπή της κηλίδας, μέχρι τη στιγμή που θα προσπίπτει στο στόχο η οπίσθια πλευρά της δέσμης. Όμως, τη στιγμή αυτή η βάση χρόνου θα προπορεύεται από τη σωστή κατεύθυνση (διόπτευση) του στόχου κατά γωνία ίση προς το 1/2 του οριζόντιου εύρους δέσμης, όπου παύει και η εμφάνιση του στόχου. Έτσι ο στόχος αυτός θα εμφανισθεί ως τόξο, που θα αντιστοιχεί σε γωνία ίση με το οριζόντιο εύρος δέσμης [σχ. 4.8α(γ)] και θα έχει μήκος $\theta/57,3$ R, όπου «θ» το οριζόντιο εύρος δέσμης σε μοίρες και R η απόσταση του στόχου.

Στο παραπάνω παράδειγμα, όπου το οριζόντιο εύρος δέσμης είναι 2° και ο στόχος βρίσκεται σε απόσταση 5 km, ο στόχος αυτός θα φαίνεται ως τόξο που έχει μήκος $2/57,3 \times 5000 = 174$ m.

Επειδή ο στόχος εμφανίζεται με αύξηση της λαμπρότητας της κηλίδας, το μήκος του τόξου αυτού αυξάνεται κατά το 1/2 του μεγέθους της κηλίδας (25 m) σε κάθε άκρο του, σύμφωνα με όσα έχομε αναφέρει πιο πάνω.

Βέβαια, αν η απόσταση του στόχου αυτού ελαττώθει σημαντικά, από αυτόν θα επιστρέψει εκμεταλλεύσιμη ηχώ και έξα από τα όρια μισής ισχύος του οριζόντιου εύρους δέσμης, οπότε το τόξο που θα προκύπτει κατά την εμφάνιση του θα έχει μεγαλύτερο μήκος από αυτό που αντιστοιχεί στο οριζόντιο εύρος δέσμης.

Συνοψίζοντας τις παραπάνω περιπτώσεις παραμορφώσεως (α, β, γ), συμπεραίνομε ότι ένας στόχος αμελητέων διαστάσεων, κατά την εμφάνισή του στην οθόνη του P.P.I. [σχ. 4.8α(δ)], φαίνεται ως τόξο που έχει τις εξής διαστάσεις:

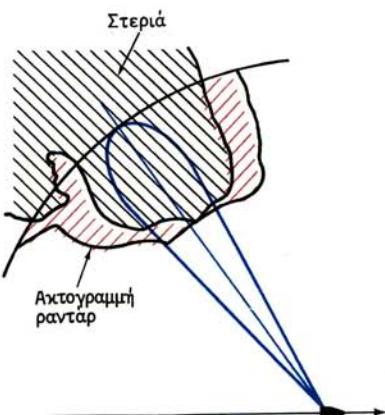
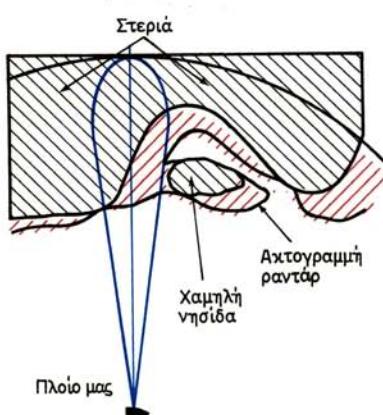
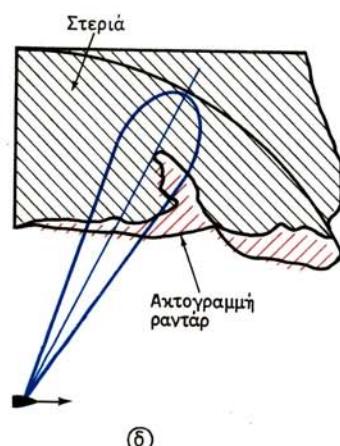
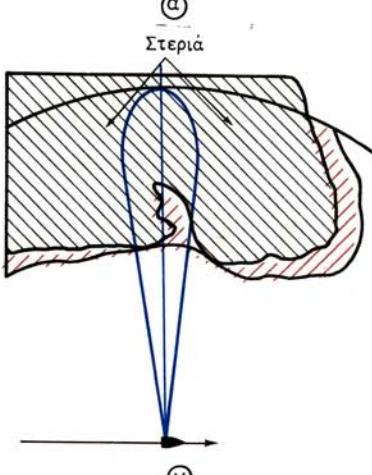
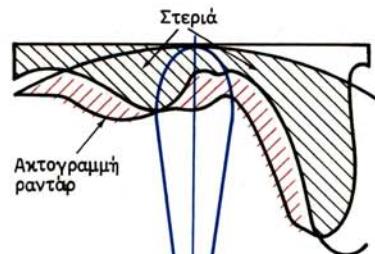
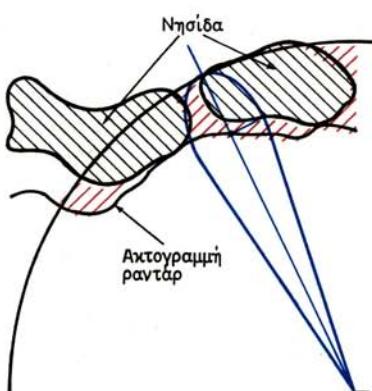
- **Μήκος** ίσο με αυτό που αντιστοιχεί στο οριζόντιο εύρος δέσμης $\theta/57,3$ R, του οποίου τα άκρα έχουν επιμηκυνθεί κατά το 1/2 του μεγέθους της κηλίδας. Η παραμόρφωση αυτή ονομάζεται **παραμόρφωση κατά αζιμούθ** (azimuth distortion) ή **κατά διόπτευση** (bearing distortion).
- **Πλάτος** ίσο με το 1/2 του μήκους παλμού εκπομπής, το οποίο έχει διαπλατυνθεί κατά το 1/2 του μεγέθους κηλίδας από κάθε πλευρά του. Η παραμόρφωση αυτή ονομάζεται **παραμόρφωση κατά απόσταση** (range distortion).

Στα άκρα του το τόξο αυτό έχει μικρότερο πλάτος, επειδή στις πλευρές της δέσμης η ισχύς ακτινοβολίας περιορίζεται στο 50% της μέγιστης ισχύος που ακτινοβολείται στην κατεύθυνση του άξονα της δέσμης.

Λόγω της παραπάνω συνολικής παραμορφώσεως των **μικρών στόχων**, πρέπει να έχομε υπόψη μας τα εξής:

- Κατά τη μέτρηση της διόπτεύσεως των μικρών στόχων πρέπει να φέρνομε το δρομέα διόπτεύσεων στο μέσο του τόξου, που σχηματίζουν οι στόχοι κατά την εμφάνισή τους.
- Κατά τη μέτρηση της αποστάσεως, πρέπει να ρυθμίζομε το μεταβλητό σημειωτή αποστάσεως έτσι, ώστε το εσωτερικό του δακτυλίου του να συμπίπτει με το εσωτερικό του στόχου, για να αποφεύγεται το σφάλμα λόγω του μεγέθους κηλίδας.

Τα παραπάνω αίτια παραμορφώσεως προκαλούν παραμόρφωση και στους **μεγάλους στόχους** ως εξής:



(ε)

(σ)

α) Η παραμόρφωση λόγω του μεγέθους κηλίδας παρατηρείται στο εσωτερικό περιγραμμά τους, ανεξάρτητα από τη γωνία με την οποία πρόσπιπτει η δέσμη. Αυτή προκαλεί ελάττωση της αποστάσεως κατά το 1/2 του μεγέθους της κηλίδας, η οποία στην πράξη είναι ασήμαντη.

β) Η παραμόρφωση λόγω του μήκους παλμού είναι πρακτικά ανύπαρκτη, επειδή αυτή προκαλείται μετά το μετωπικό περίγραμμά τους και επειδή οι στόχοι αυτοί έχουν στον ορίζοντα βάθος (απόσταση) μεγαλύτερο από το 1/2 του μήκους παλμού εκπομπής.

γ) Αν ο στόχος είναι η ακτογραμμή, τότε το οριζόντιο εύρος δέσμης προκαλεί παραμόρφωση, ανάλογα με τη γωνία με την οποία η δέσμη προσπίπτει στην ακτογραμμή (σχ. 4.8β). Όταν η έκταση της ακτογραμμής, στην οποία προσπίπτει η δέσμη, είναι κάθετη στον άξονα της δέσμης, η παραμόρφωση είναι μηδενική. Αντίθετα, όταν η δέσμη προσπίπτει σε εκτάσεις της ακτογραμμής όπου η δέσμη είναι παράλληλη, η παραμόρφωση είναι μέγιστη και η ακτογραμμή επεκτείνεται κατ' αζιμούθ (διαπλατύνεται) κατά το 1/2 του οριζόντιου εύρους δέσμης. Σε ενδιάμεσες γωνίες δέσμης-ακτογραμμής η παραμόρφωση είναι μικρότερη.

Αποτέλεσμα της παραμορφώσεως αυτής είναι να μη διακρίνονται εσοχές της ακτογραμμής, που έχουν πλάτος σχεδόν ίσο με το τόξο που αντιστοιχεί στο οριζόντιο εύρος δέσμης στην απόστασή τους, ενώ οι εξοχές της ακτογραμμής διαπλατύνονται σε κάθε πλευρά τους κατά διάστημα ίσο με το τόξο που αντιστοιχεί στο 1/2 του οριζόντιου εύρους δέσμης. Επίσης, οι μικρές νησίδες επεκτείνονται κατ' αζιμούθ κατά ίδιο διάστημα από κάθε πλευρά τους. Η παραμόρφωση αυτή προκαλεί σφάλμα διοπτεύσεως και για να αποφεύγεται, όταν λαμβάνομε διοπτεύσεις από κάβους ή από πλευρές νησίδων, πρέπει να φέρομε το δρομέα διοπτεύσεων μέσα από το όριο της ακτογραμμής κατά το 1/2 του οριζόντιου εύρους δέσμης.

Αν η ακτογραμμή είναι απόκρημνη και βρισκόμαστε σε μικρή απόσταση από αυτή, η παραμόρφωση κατ' αζιμούθ είναι μεγαλύτερη, επειδή τότε η ακτογραμμή παρέχει εκμεταλλεύσιμη ηχώ και πέρα από τα όρια μισής ισχύος της δέσμης. Σε τέτοιες περιπτώσεις, κατά τη λήψη διοπτεύσεων ελαττώνομε προς στιγμή την ευαισθησία του δέκτη, για να περιορίσουμε την παραμόρφωση πέρα από τα όρια μισής ισχύος της δέσμης. Αφού πάρομε διόπτευση, αμέσως αποκαθιστούμε την ευαισθησία του δέκτη στην κανονική της στάθμη, για να αποφύγομε την πιθανότητα μη ανιχνεύσεως μικρών στόχων.

Σχ. 4.8β.

Παραμόρφωση της ακτογραμμής λόγω οριζόντιου εύρους δέσμης.

- α) Λόγω παραμορφώσεως δεν διακρίνεται ο δίσιλος μεταξύ των νησίδων. β) Οι λεπτομέρειες της ακτογραμμής φαίνονται αλλοιωμένες σημαντικά. γ) Πώς φαίνεται η γραμμή σε μικρό κόλπο, όταν η δέσμη προσπίπτει κάθετα στην ακτογραμμή. δ) Πώς φαίνεται η ακτογραμμή στον ίδιο κόλπο, όταν η δέσμη δεν προσπίπτει κάθετα. ε) Λόγω της παραμορφώσεως δεν διακρίνεται ο αριστερός δίσιλος. Η δεξιά πλευρά της νησίδας έχει επεκτάθει σημαντικά. στ) Παραμόρφωση των πλευρών της εξοχής της ακτογραμμής.

4.9 Αλληλοεξάρτηση μεταξύ χαρακτηριστικών συσκευής ραντάρ.

Μεταξύ των χαρακτηριστικών της συσκευής ραντάρ που αναπτύχθησαν στις προηγούμενες παραγράφους υφίστανται αλληλοεξαρτήσεις. Αρκετές από αυτές έχουν ήδη επισημανθεί. Εδώ μπορούμε να ανακεφαλαιώσουμε τα χαρακτηριστικά, των οποίων οι τιμές αλληλοεπηρεάζονται, καθώς και να αναφέρουμε σχετικά παραδείγματα. Γενικά αλληλοεξαρτήσεις υφίστανται μεταξύ των εξής χαρακτηριστικών:

- α) Της συχνότητας εκπομπής - λήψεως.
- β) Της διάρκειας του παλμού εκπομπής.
- γ) Της συχνότητας επαναλήψεως εκπομπής.
- δ) Του οριζόντιου εύρους της δέσμης.
- ε) Της ταχύτητας περιστροφής της κεραίας.

Η συχνότητα εκπομπής - λήψεως και η διάρκεια του παλμού εκπομπής εκλέγονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε σε κάθε παλμό εκπομπής να περιέχονται τουλάχιστον 100 κύκλοι κύματος (100 c/pulse). Αυτό είναι απαραίτητο για να μπορεί να περιορίζεται η δημιουργία θορύβων στο δέκτη της συσκευής ραντάρ.

Εξάλλου, η συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής, το οριζόντιο εύρος δέσμης και η ταχύτητα περιστροφής της κεραίας εκλέγονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε ένας μικρός στόχος, που θα βρίσκεται στη μέγιστη απόσταση ανιχνεύσεως του, να δέχεται τουλάχιστον 10 παλμούς σε κάθε στροφή της κεραίας. Αυτό είναι απαραίτητο για να είναι ευδιάκριτη η απεικόνιση του μικρού στόχου στον ενδείκτη P.P.I. Αν η συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής είναι 1000 P.P.S., το οριζόντιο εύρος δέσμης είναι 1,2° και η ταχύτητα περιστροφής της κεραίας είναι 20 R.P.M., τότε:

- Ο χρόνος μιας στροφής της κεραίας θα είναι: $60/20 = 3$ s.
- Ο χρόνος που η δέσμη θα προσπίπτει στο μικρό στόχο θα είναι: $3/360 > 1,2 = 0,01$ s.
- Ο αριθμός των παλμών που θα προσπίπτει στο μικρό στόχο θα είναι: $0,01 \times 1000 = 10$ παλμοί.

Συνήθως, η ταχύτητα περιστροφής της κεραίας είναι 20 R.P.M., υπάρχουν όμως συσκευές μικρής εμβέλειας, που η ταχύτητα περιστροφής της κεραίας τους είναι μέχρι και 80 R.P.M., αλλά και η συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής τους ανέρχεται στους 6000 P.P.S. Βέβαια, όπως θα αναπτύξουμε σε επόμενο κεφάλαιο, η τόσο μεγάλη αύξηση της συχνότητας επαναλήψεως εκπομπής συνεπάγεται αύξηση των πιθανοτήτων εμφανίσεως ψευδοηχών επόμενης διαδρομής. Παράλληλα, η μεγάλη ταχύτητα περιστροφής της κεραίας δημιουργεί τεχνικά προβλήματα κατασκευής και εγκαταστάσεως της κεραίας, ειδικά λόγω των μεγάλων ταχυτήτων πλοίου και ανέμου.

Ερωτήσεις Τέταρτου Κεφαλαίου.

1. Τι εννοείται ως ραντάρ 3 cm και ως ραντάρ 10 cm και από ποιο εξάρτημά τους αναγνωρίζονται οπτικά;
2. Ποια πλεονεκτήματα παρουσιάζει το ραντάρ 10 cm σε σύγκριση με το ραντάρ 3 cm;
3. Ποια μειονεκτήματα παρουσιάζει το ραντάρ 10 cm σε σύγκριση του με το ραντάρ 3 cm;
4. Για ποιους λόγους είναι περιορισμένη η χρησιμοποίηση του ραντάρ 8 mm;
5. Από ποιες παραμέτρους εξαρτάται η ελάχιστη απόσταση ανιχνεύσεως στόχων από συσκευή ραντάρ πλοίου;

6. Τι εννοείται ως ικανότητα διακρίσεως κατά απόσταση και από ποιες παραμέτρους εξαρτάται αυτή; Να δώσετε παράδειγμα.
 7. Ποια είναι η πρακτική σημασία της ικανότητας διακρίσεως κατά απόσταση και κατά ποιους τρόπους μπορεί να βελτιωθεί η διάκριση;
 8. Από ποιες παραμέτρους εξαρτάται η μέγιστη απόσταση ανιχνεύσεως στόχου από συσκευή ραντάρ;
 9. Για ποιους λόγους η μέγιστη απόσταση ανιχνεύσεως συσκευής ραντάρ περιορίζεται στο 60% της μέγιστης αποστάσεως ανιχνεύσεως, που επιτρέπει η συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής της συσκευής και πώς εξασφαλίζεται ο περιορισμός αυτός;
 10. Τι εννοείται ως ικανότητα διακρίσεως κατά διόπτευση και από ποιες παραμέτρους εξαρτάται;
 11. Ποια είναι η πρακτική σημασία της ικανότητας διακρίσεως κατά διόπτευση και κατά ποιους τρόπους μπορεί να βελτιωθεί η διάκριση;
 12. Ποια είναι τα αίτια παραμορφώσεως των στόχων στον ενδείκτη P.P.I. και πώς κάθε αίτιο επιδρά στην παραμόρφωση;
 13. Ποια προβλήματα δημιουργεί η παραμόρφωση των μικρών και των μεγάλων στόχων κατά την εκμετάλλευση της εικόνας ραντάρ και πώς μπορούμε να αντισταθμίσουμε τα προβλήματα αυτά;
 14. Πού οφείλεται η αύξηση της παραμορφώσεως των στόχων κατά διόπτευση, όταν αυτοί βρίσκονται σε μικρές αποστάσεις και πώς μπορούμε να αποφύγουμε αυτή την αύξηση παραμορφώσεως;
 15. Ποιων χαρακτηριστικών η τιμή επηρεάζει την τιμή άλλων χαρακτηριστικών της συσκευής ραντάρ και για ποιους λόγους;
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

5.1 Γενικά.

Όπως έχομε διεξοδικά αναφέρει στα προηγούμενα Κεφάλαια, η σύγχρονη συσκευή ραντάρ αποτελείται από τις πιο κάτω μονάδες:

- **Τη μονάδα του πομποδέκτη** (transmitter unit ή transceiver unit ή R.F. unit). Αυτή περιέχει τα κυκλώματα εκπομπής, το διακόπτη εκπομπής-λήψεως, τον κρυσταλλικό μίκτη, τον τοπικό ταλαντωτή (κλείστρο), τον προενισχυτή ενδιάμεσης συχνότητας και τα απαραίτητα ανορθωτικά κυκλώματα.
- **Τη μονάδα του ενδείκτη** (indicator unit ή display unit). Περιλαμβάνει τα υπόλοιπα κυκλώματα του δέκτη, που δεν περιέχονται στη μονάδα του πομποδέκτη, την καθοδική λυχνία, τα συγχρονισμένα κυκλώματα, το συγχροκινητήρα και τα απαιτούμενα ανορθωτικά κυκλώματα.
- **Το συγκρότημα της κεραίας** (scanner unit ή antenna unit ή aerial assembly). Σ' αυτό περιέχονται η κυρίως κεραία, που συνήθως είναι κεραία σχισμών, ο περιστροφικός σύνδεσμος του κυματοδηγού, ο κινητήρας περιστροφής της κεραίας, οι μειωτήρες τροχού, η συγχρογεννήτρια και ο διακόπτης (μικροδιακόπτης) γραμμής πλώρης.
- **Τη μονάδα του τροφοδοτικού** (power supply unit). Αυτή μετατρέπει την τάση του πλοίου σε εναλλασσόμενη τάση 1000 c/s, που, όπως είπαμε, είναι απαραίτητη για τη λειτουργία της συσκευής ραντάρ. Συνήθως στις παλιότερες συσκευές ραντάρ ως τροφοδοτικό χρησιμοποιείται ζεύγος κινητήρα-γεννήτριας, ενώ στις σύγχρονες χρησιμοποιείται στατικός μετατροπέας (static inverter) με τρανζίστορς.

Η θέση εγκαταστάσεως κάθε μονάδας στο πλοίο πρέπει να επιλέγεται κατάλληλα, ώστε να έχασφαλίζεται η καλύτερη απόδοση και εκμετάλλευση της συσκευής. Δεν πρέπει όμως να παραβλέπεται και η δυνατότητα εύκολης συντηρήσεως και αποκαταστάσεως των βλαβών κάθε μονάδας.

Από τότε που καθιερώθηκε η εγκατάσταση της συσκευής ραντάρ στα πλοία, μελετάται κατά τη ναυπήγησή τους και καθορίζεται η θέση εγκαταστάσεως κάθε μονάδας της συσκευής ραντάρ. Δεν είναι όμως εύκολη ή και πολλές φορές δυνατή η τοποθέτηση κάθε μονάδας στην καταληλότερη θέση, όταν η συσκευή εγκαθίσταται σε παλιό πλοίο και ειδικότερα σε μικρό πλοίο.

Στις επόμενες παραγράφους αναπτύσσονται ορισμένες παράμετροι, με βάση τις οποίες καθορίζεται η εκλογή της θέσεως εγκαταστάσεως κάθε μονάδας της συσκευής. Επίσης αναφέρονται οι έλεγχοι που πρέπει να γίνονται, για να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία της συσκευής.

5.2 Η εγκατάσταση του πομποδέκτη.

Η μονάδα του πομποδέκτη συνήθως εγκαθίσταται στο χώρο της γέφυρας ή στο γραφείο χαρτών ή και στην κόντρα γέφυρα. Η επιλογή της ακριβούς θέσεως εγκαταστάσεως της πρέπει να συνδυάζεται με τη θέση εγκαταστάσεως της κεραίας, ώστε να χρησιμοποιείται όσο το δυνατόν μικρότερο μήκος κυματοδηγού, καθώς και ο μικρότερος δυνατός αριθμός γωνιών και συστροφών (twists) κυματοδηγού. Κατά την επιλογή της θέσεως λαμβάνεται υπόψη και η ελάχιστη απόστασή της από τις μαγνητικές πυξίδες, για να μην επηρεάζεται η λειτουργία των πυξίδων από τα μαγνητικά πεδία των εξαρτημάτων της μονάδας του πομποδέκτη. Η ελάχιστη αυτή επιτρεπτή απόσταση είτε αναγράφεται επάνω στη μονάδα του πομποδέκτη, είτε αναφέρεται στο τεχνικό εγχειρίδιο (technical manual) της συσκευής.

5.3 Η εγκατάσταση του ενδείκτη.

Η μονάδα του ενδείκτη εγκαθίσταται στο χώρο της γέφυρας και σε τέτοια θέση, ώστε αυτός που χειρίζεται τη συσκευή, να μπορεί, χωρίς να μετακινείται από τη θέση αυτή, να έχει και καλή οπτική παρατήρηση του πλωματικού ορίζοντα. Επίσης πρέπει να τηρείται η ελάχιστη απόσταση εγκαταστάσεως της από τη μαγνητική πυξίδα. Σε ορισμένα πλοία εγκαθίσταται και δεύτερος ενδείκτης στο γραφείο χαρτών, ο οποίος παρέχει ευκολίες υποτυπώσεως και ναυτικής εκμεταλλεύσεως. Έτσι, μπορούμε να συνδυάζουμε εύκολα την εικόνα που παρέχει ο ενδείκτης με το χάρτη της περιοχής. Η εγκατάσταση δυο ενδεικτών επιτρέπει την ταυτόχρονη χρησιμοποίηση και των δυο ενδεικτών σε διαφορετικές κλίμακες ανιχνεύσεως, ανάλογα με τις κάθε φορά απαιτήσεις πλου.

Στα πλοία, που φέρουν εγκατάσταση ραντάρ 3 cm και ραντάρ 10 cm, υπάρχει ειδικός διακόπτης μεταγωγής (interswitch). Μ' αυτόν μπορεί να γίνεται εναλλαγή συνδέσεως των ενδεικτών τους ή και σύνδεση των δυο ενδεικτών στο ένα ραντάρ ώστε να εξασφαλίζεται καλύτερη εκμετάλλευση των έγκαταστάσεων.

5.4 Η εγκατάσταση του τροφοδοτικού.

Όταν η μονάδα του τροφοδοτικού είναι **στατικός μετατροπέας**, εγκαθίσταται κοντά στον πομποδέκτη, για να αποφεύγεται η πτώση τάσεως κατά μήκος των αγωγών. Άλλωστε, το τροφοδοτικό του τύπου αυτού δε δημιουργεί κατά τη λειτουργία του θόρυβο, οπότε μπορεί να εγκατασταθεί και στο χώρο της γέφυρας. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ελάχιστη επιτρεπτή απόσταση εγκαταστάσεως του από τις μαγνητικές πυξίδες, επειδή κατά τη λειτουργία του δημιουργούνται ισχυρά μαγνητικά πεδία.

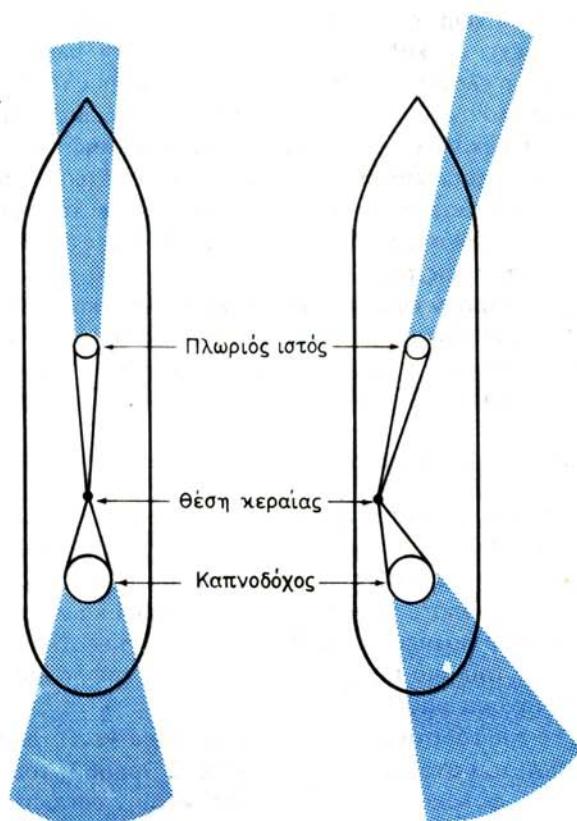
Όταν όμως το τροφοδοτικό είναι **ζεύγος κινητήρα-γεννήτριας**, τότε απαγορεύεται η εγκατάστασή του στο χώρο της γέφυρας. Ο θόρυβός του, εκτός του ότι ενοχλεί το προσωπικό φυλακής γέφυρας, μπορεί να μην επιτρέπει να ακούγονται τα ηχητικά σήματα άλλων πλοίων. Η θέση εγκαταστάσεως του πρέπει να επιλέγεται έτσι, ώστε να μην υπάρχουν ενοχλήσεις από τους θορύβους του, να χρησιμοποιείται όσο το δυνατό μικρότερο μήκος αγωγών και να μην είναι εκτεθειμένο στην υγρασία.

5.5 Η εγκατάσταση της κεραίας. Τομείς σκιάς.

Η θέση εγκαταστάσεως της κεραίας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι οποίοι πρέπει να εξετάζονται με προσοχή, επειδή επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση της συσκευής ραντάρ.

Ο βασικότερος από αυτούς τους παράγοντες είναι η αποφυγή των τομέων σκιάς.

Οι **τομείς σκιάς** (shadow sectors) (βλ. βιβλίο «ΦΥΣΙΚΗ II» - Τεύχος Β', σελ. 27, εκδόσεως Ιδρύματος Ευγενίδου), δημιουργούνται από τις υπερκατασκευές του πλοίου, οι οποίες παρεμβάλλονται στον ορίζοντα της κεραίας, όπως είναι οι ιστοί, οι κίονες φορτώσεως και η καπνοδόχος. Υπενθυμίζουμε ότι ο τομέας σκιάς καθορίζεται αν από το σημείο της κεραίας θεωρήσομε τις εφαπτόμενες ακτίνες προς τις πλευρές του εμποδίου (σχ. 5.5α). Έτσι, σε ένα τομέα πίσω από το εμπόδιο δεν διαδίδεται ηλεκτρομαγνητική ενέργεια από απευθείας ακτίνες. Στον τομέα αυτό όμως μπορεί να διαδίδεται μικρό ποσό ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας, λόγω περι-



Σχ. 5.5α.
Τομείς σκιάς.

Θάλασσεως και κατ' αυτό τον τρόπο επιστρέφει ασθενής ηχώ. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να περιορίζεται η απόσταση ανιχνεύσεως των μεγάλων πλοίων-στόχων περισσότερο και από 50%, ενώ των μικρών στόχων (μικρών σκαφών και σημαντήρων χωρίς ανακλαστήρα ραντάρ) μέχρι και 80%.

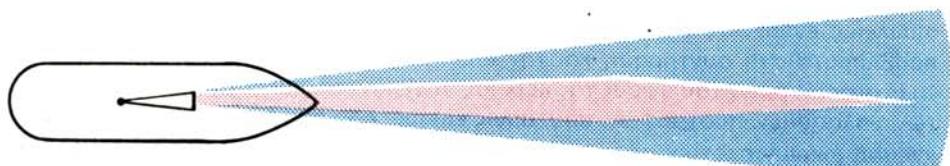
Το μέγεθος των τομέων σκιάς είναι ανάλογο με το μέγεθος της επιφάνειας που εκθέτουν οι υπερκατασκευές προς τη δέσμη ακτινοβολίας και αντιστρόφως ανάλογο με την απόσταση της κεραίας από αυτές και με το μήκος κύματος λειτουργίας της συσκευής. Υπενθυμίζομε ότι με την αύξηση του μήκους κύματος το φαινόμενο της περιθλάσσεως γίνεται εντονότερο. Έτσι, η συσκευή ραντάρ 10 cm έχει μικρότερους τομείς σκιάς από τη συσκευή ραντάρ 3 cm, όταν οι κεραίες τους έχουν εγκατασταθεί στην ίδια θέση. Γύρω από τον άξονα των μεγάλων τομέων σκιάς, που οφείλονται σε υπερκατασκευές μεγάλης επιφάνειας, δημιουργούνται μικρότεροι **σκοτεινοί τομείς** (blind sectors). Στους στόχους που βρίσκονται μέσα στους σκοτεινούς τομείς δεν φθάνει κατά κανένα τρόπο η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια που εκπέμπεται και έτσι δεν εμφανίζονται καθόλου. Για το λόγο αυτό οι σκοτεινοί τομείς είναι περισσότερο επικίνδυνοι. Τέτοιους εκτεταμένους τομείς σκιάς με σκοτεινούς τομείς, τόσο κατά το οριζόντιο όσο και κατά το κατακόρυφο επίπεδο, δημιουργεί το πλωριό άλμπουρο και ειδικά η σταύρωσή του (σχ. 5.5β), καθώς και η καπνοδόχος.

Εκτός από τους τομείς σκιάς, οι υπερκατασκευές δημιουργούν και ψευδοηχούς, που ονομάζονται έμμεσοι ηχοί, για τις οποίες θα μιλήσομε σε επόμενο κεφάλαιο.

Κατά τη μελέτη για την επιλογή της κατάλληλης θέσεως εγκαταστάσεως της κεραίας πρέπει να εξετάζεται τόσο το οριζόντιο όσο και το κατακόρυφο επίπεδο της



ⓐ



ⓑ

Σχ. 5.5β.

Τομείς σκιάς και σκότους που δημιουργεί η σταύρωση.
ⓐ Κατά το κατακόρυφο επίπεδο. ⓑ Κατά το οριζόντιο επίπεδο.

κεραίας. Γενικά προτιμάται η θέση εγκαταστάσεως να βρίσκεται στο κατακόρυφο επίπεδο του διαμήκους του πλοίου [σχ. 5.5α(α)], επειδή σε σύγκριση με τη θέση πλευρικής εγκαταστάσεως [σχ. 5.5α(β)], παρουσιάζει τα εξής **πλεονεκτήματα:**

- Καθώς ο τομέας σκιάς από το πλωματικό άλμπουρο δημιουργείται κατάπλωρα, δεν εμποδίζεται η ανίχνευση στόχων στις πλωματικές πλευρές του πλοίου. Η ανίχνευση αυτή είναι εξαιρετικά απαραίτητη κατά τη συνάντηση στόχων, κατά το προσπέρασμα άλλου πλοίου και κατά την κίνηση πλοίων με αντίθετη πορεία σε περιορισμένα νερά.
- Η γραμμή πλώρης, που εμφανίζεται στον ενδείκτη P.R.I., αντιπροσωπεύει το διάμηκες του πλοίου και έτσι κατά την πλοήγηση σε διαύλους δεν είναι δυνατές οι μικρές εκτροπές πορείας, οδηγεί στην προτίμηση της πλευρικής εγκαταστάσεως.

Η αδυναμία όμως ανιχνεύσεως ιδίως μικρών στόχων, που βρίσκονται κατάπλωρα, ειδικά κατά την πλοήγηση σε διαύλους όπου δεν είναι δυνατές οι μικρές εκτροπές πορείας, οδηγεί στην προτίμηση της πλευρικής εγκαταστάσεως.

Κατά κανόνα η κεραία πρέπει να εγκαθίσταται αρκετά ψηλά, ώστε στον ορίζοντά της να μην παρεμβάλλονται εμπόδια υπερκατασκευών. Ειδικότερα, για να αποφεύγεται η δημιουργία μεγάλης εκτάσεως τομέα σκιάς προς την κατεύθυνση της πλώρης, πρέπει να εγκαθίσταται χαμηλότερα από τη σταύρωση του πλωματικού ιστού. Αν αυτό δεν είναι κατορθωτό, επειδή στο ύψος αυτό μπορεί να παρεμβάλλονται άλλα εμπόδια, η κεραία πρέπει να εγκαθίσταται αρκετά ψηλότερα από τη σταύρωση. Έτσι αποφεύγεται η δημιουργία τομέα σκιάς μεγάλης εκτάσεως προς την κατεύθυνση της πλώρης, για κάθε κλίση που θα έχει το πλοίο ανάλογα με την κατάσταση φορτώσεώς του. Άλλωστε, η παραπάνω αύξηση του ύψους της κεραίας περιορίζει την αύξηση του τομέα σκιάς, που δημιουργεί η πλώρη του πλοίου. Ο τομέας σκιάς προς την κατεύθυνση της πλώρης εξαφανίζεται, όταν η κεραία εγκαθίσταται μπροστά από τον πλωματικό ιστό. Στην περίπτωση αυτή όμως οι διοπτεύσεις στόχων, οι οποίοι βρίσκονται σε μικρές αποστάσεις, παρουσιάζουν σφάλμα λόγω παραλλάξεως.

Η αύξηση του ύψους της κεραίας συνεπάγεται αύξηση του ορίζοντα ραντάρ και της αποστάσεως ανιχνεύσεως. Όμως το μεγαλύτερο ύψος απαιτεί μεγαλύτερο μήκος κυματοδηγού, το οποίο, λόγω μεγαλυτέρων απωλειών ενέργειας κατά μήκος του, περιορίζει την εμβέλεια της συσκευής. Για την αποφυγή των απωλειών αυτών, σε ορισμένες συσκευές ραντάρ η μονάδα του πομποδέκτη τοποθετείται στο συγκρότημα της κεραίας, οπότε το μήκος του κυματοδηγού και κατά συνέπεια οι απώλειες ενέργειας ελαχιστοποιούνται. Η τοποθέτηση όμως αυτή παρουσιάζει προβλήματα στη συντήρηση και την επισκευή της μονάδας του πομποδέκτη.

Η αύξηση όμως του ύψους της κεραίας συνεπάγεται και αύξηση του φαινομένου των θαλασσίων επιστροφών, που, όπως είπαμε, δημιουργεί προβλήματα στην ανίχνευση μικρών στόχων σε μικρές αποστάσεις. Εμπειρικά έχει βρεθεί ότι το ύψος της κεραίας πρέπει να κυμαίνεται από 15-20 m από την επιφάνεια της θάλασσας.

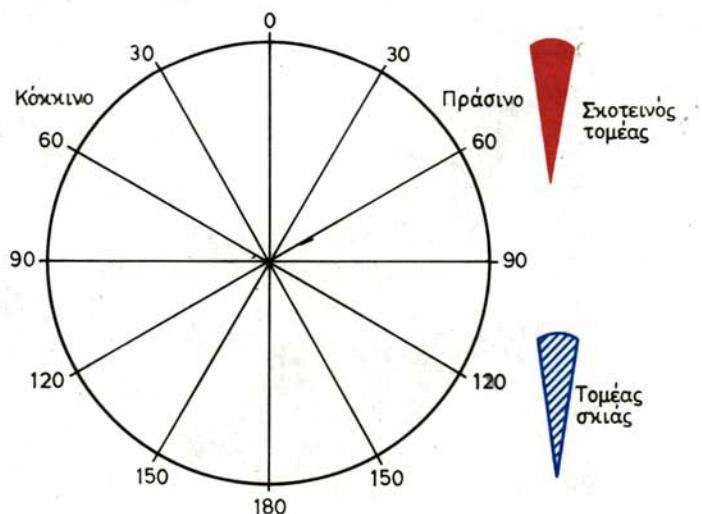
Τέλος η θέση εγκαταστάσεως της κεραίας πρέπει να είναι τέτοια, ώστε η περιστροφή της να μην εμποδίζεται από σχοινιά ή κεραίες ασυρμάτου ή άλλων οργάνων και να είναι δυνατή η προσπέλαση για τη συντήρησή της και την αποκατάσταση βλαβών της.

5.5.1 Καθορισμός των τομέων σκιάς.

Όσο και να έχει μελετηθεί κατάλληλα η εγκατάσταση της κεραμίδας της συσκευής ραντάρ, οι διάφορες υπερκατασκευές του πλοίου δημιουργούν μικρούς τομείς σκιάς. Πρέπει να γνωρίζουμε με ακρίβεια την έκταση που καλύπτουν οι τομείς σκιάς σε σχέση με την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου, ώστε να λαμβάνομε τα κατάλληλα μέτρα, για να αποφεύγουμε τόπους κινδύνους από μικρά κυρίως πλοία, τα οποία μπορεί να βρίσκονται μέσα σ' αυτούς και να μην ανιχνεύονται.

Μπορούμε να προσδιορίσουμε τους τομείς σκιάς με μια από τις δυο μεθόδους που αναπτύσσονται στη συνέχεια και να καταρτίσουμε ειδικό πινακίδιο, όπως στο σχήμα 5.5γ, στο οποίο να απεικονίζονται οι τομείς σκιάς και οι σκοτεινοί τομείς, αν υπάρχουν. Το πινακίδιο αυτό πρέπει να βρίσκεται κοντά στον ενδείκτη P.P.I., για να μπορούμε να το συμβουλευόμαστε όταν απαιτείται.

ΠΙΝΑΚΙΔΙΟ ΤΟΜΕΩΝ ΣΚΙΑΣ ΚΑΙ ΣΚΟΤΟΥΣ



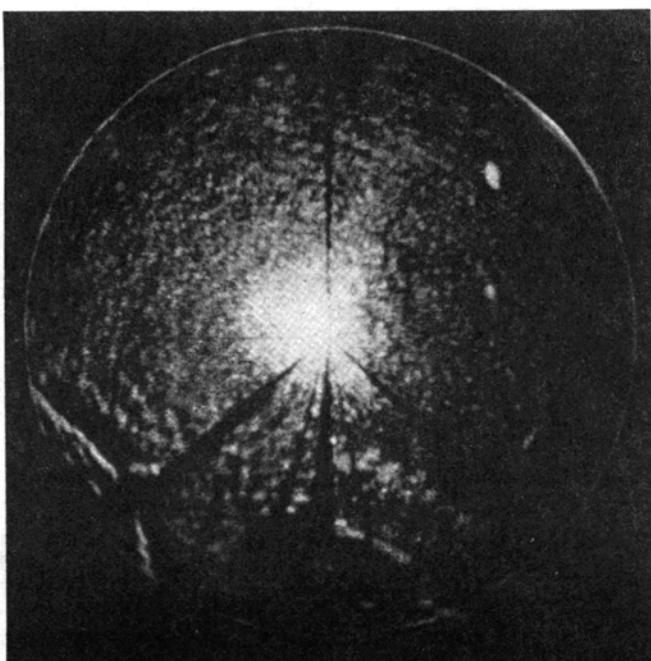
Σχ. 5.5γ.

Μέθοδος α'.

Στρέφομε αργά το πλοίο μας κατά 360° γύρω από ένα σημαντήρα χωρίς ανακλαστήρα ραντάρ και σε απόσταση ενός περίπου ναυτικού μιλίου. Αν σημειώνομε κάθε φορά τη σχετική διόπτευση, στην οποία εξαφανίζεται και επανεμφανίζεται η ηχώ του σημαντήρα στον ενδείκτη P.P.I., καθορίζομε τους τομείς σκιάς. Το πλοίο πρέπει να στρέφεται αργά, ώστε να παρέχεται χρόνος για να διαπιστωθούν και οι πολύ μικροί τομείς σκιάς. Τα ίδια αποτελέσματα επιτυγχάνονται αν, αντί να στρέφομε το πλοίο γύρω από σημαντήρα, κινηθεί μικρή βάρκα γύρω από το πλοίο σε απόσταση ενός ναυτικού μιλίου. Κατά την εργασία αυτή δεν πρέπει να επικρατεί θαλασσοταραχή, επειδή μπορεί ο σημαντήρας ή η βάρκα να κρύβονται κατά μικρά διαστήματα, λόγω του ύψους των κυμάτων και να προκύψουν ανύπαρκτοι τομείς σκιάς. Αν χρησιμοποιήσουμε σημαντήρα με ανακλαστήρα ραντάρ, τότε διαπιστώνομε ότι οι διοπτεύσεις εξαφανίσεως της ηχούς του σημαντήρα και επανεμφανίσεως της σχηματίζουν στενότερους τομείς, από ό,τι αν ο σημαντήρας δεν είχε ανακλαστήρα. Οι μικρότεροι αυτοί τομείς αντιπροσωπεύουν με ικανοποιητική προσέγγιση τους σκοτεινούς τομείς.

Μέθοδος β'.

Παρατηρούμε τις θαλάσσιες επιστροφές όταν επικρατεί ταραγμένη ή λίγο κυματώδης θάλασσα. Επειδή από την έκταση των τομέων σκιάς δεν επιστρέφουν θαλάσσιες επιστροφές (σχ. 5.5δ), οι τομείς αυτοί δεν φωτίζονται όπως η υπόλοιπη



Σχ. 5.5δ.

Προσδιορισμός των τομέων σκιάς από τις θαλάσσιες επιστροφές.

οθόνη του ενδείκτη P.P.I., αλλά παραμένουν σκοτεινοί. Όταν η κατάσταση της θάλασσας είναι εντονότερη, τότε, για να μη φανούν στενότεροι οι τομείς σκιάς, ελαττώνομε την ευαισθησία του δέκτη. Η παρατήρηση αυτή πρέπει να γίνεται μακριά από στεριά, για να αποφεύγεται η κάλυψη των τομέων σκιάς από έμμεσες ηχούς, ειδικά όταν αυτή είναι απόκρημνη ή όταν στη στεριά και κοντά στην ακτογραμμή υπάρχουν οικοδομές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις με μεγάλη επιφάνεια.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι, όταν η κατάσταση της θάλασσας είναι περισσότερο από πολύ κυματώδης, οι σκοτεινοί τομείς απεικονίζονται στενότεροι στην οθόνη του ενδείκτη P.P.I.

Ειδικότερα, πρέπει να έχουμε υπόψη μας την έκταση του τομέα σκιάς που δημιουργείται κατάπλωρα από τη σταύρωση του πλωματικού ιστού, όταν η κεραία της συσκευής ραντάρ έχει εγκατασταθεί στο κατακόρυφο επίπεδο του διαμήκους του πλοίου. Ο τομέας αυτός είναι πολύ επικίνδυνος και υπήρξε πολλές φορές η αιτία συγκρούσεως με μικρά, ξύλινα συνήθως σκάφη, τα οποία λόγω του μικρού όγκου τους και του υλικού κατασκευής τους είναι κακοί στόχοι. Όταν τέτοιοι στόχοι βρεθούν σε τομέα σκιάς, τότε ανιχνεύονται μόνο σε πάρα πολύ μικρή απόσταση, οπότε δεν υπάρχει δυνατότητα αντιδράσεως.

Μπορούμε να αποφεύγουμε τέτοιες επικίνδυνες καταστάσεις σε περιπτώσεις πλου με περιορισμένη ορατότητα, αν πραγματοποιούμε εκτροπές πορείας δεξιά και αριστερά από την πορεία μας, κατά αριθμό μοιρών ίσο με το 1/2 του κατάπλωρου τομέα σκιάς, εφόσον βέβαια δεν προκαλούνται άλλοι κίνδυνοι από τις εκτροπές αυτές. Είναι προτιμότερο, οι παραπάνω εκτροπές πορείας να συνδυάζονται χρονικά με τα ηχητικά σήματα ομίχλης, που εκπέμπει το πλοίο μας. Θα πρέπει να σημειώσουμε επίσης ότι για λόγους ασφάλειας, είναι προτιμότερο να θεωρούμε τους τομείς σκιάς ως σκοτεινούς τομείς και να λαμβάνομε όλα τα κατάλληλα μέτρα για την αποφυγή κινδύνων από στόχους πλοία, που μπορεί να βρίσκονται μέσα σ' αυτούς. Επίσης θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι και πίσω από τους διάφορους στόχους δημιουργούνται τομείς σκιάς, οι οποίοι έχουν έκταση ανάλογη με τις διαστάσεις των στόχων.

5.6 Όργανα ελέγχου λειτουργίας της συσκευής ραντάρ.

Κάθε φορά που θέτομε σε λειτουργία τη συσκευή ραντάρ, όπως αναφέραμε στην παράγραφο 3.4, η εμφάνιση στόχων μετά τη ρύθμιση του ρυθμιστή συντονισμού αποτελεί ένδειξη ότι η συσκευή λειτουργεί. Όμως η εμφάνιση στόχων δεν μας βεβαιώνει ότι η συσκευή λειτουργεί με την κανονική της απόδοση, μια και το πλοίο μας δε βρίσκεται πάντα στην ίδια περιοχή. Έτσι δεν έχουμε ένα συγκεκριμένο στόχο σε ορισμένη απόσταση και από την ανιχνευσή του να διαπιστώσαμε την κανονική απόδοση της συσκευής.

Όταν η συσκευή λειτουργεί σε περιοχή ομίχλης και δεν υπάρχουν θαλάσσιες επιστροφές, τότε υπάρχουν αμφιβολίες για την καλή λειτουργία της συσκευής, επειδή ενδέχεται να μην υπάρχουν στόχοι στην περιοχή που καλύπτει η κλίμακα ανιχνεύσεως. Μπορεί όμως να υπάρχουν στόχοι και να μην ανιχνεύονται είτε λόγω βλάβης της συσκευής, είτε λόγω κακής ρυθμίσεως του ρυθμιστή συντονισμού. Για να αντιμετωπίζονται οι δυσκολίες αυτές και για να είμαστε πάντα βέβαιοι, ότι η

συσκευή λειτουργεί με την κανονική της ή με περιορισμένη απόδοση, πολλές συσκευές εφοδιάζονται με ειδικά όργανα ελέγχου της λειτουργίας τους (performance monitors).

Η **απόδοση** της συσκευής ραντάρ εξαρτάται από:

- Την κανονική τροφοδότησή της με ρεύμα πλοίου.
- Την ισχύ εκπομπής.
- Την ευαισθησία του δέκτη.
- Τη σωστή ρύθμισή της και ειδικότερα του ρυθμιστή συντονισμού.

Τα πιο συνηθισμένα όργανα, με τα οποία εφοδιάζονται πολλές σύγχρονες συσκευές ραντάρ προκειμένου να ελέγχεται η απόδοσή τους είναι:

- Το όργανο πολλαπλών μετρήσεων.
- Το όργανο ελέγχου εκπομπής.
- Το όργανο ελέγχου λήψεως.

Θα αναπτύξουμε στη συνέχεια τα σχετικά με τα όργανα αυτά.

5.6.1 Το όργανο πολλαπλών μετρήσεων.

Το όργανο πολλαπλών μετρήσεων (multipurpose meter ή test meter) είναι ένα μικροαμπερόμετρο. Με ένα διακόπτη ορισμένων θέσεων μπορεί να συνδέεται στα κυκλώματα που αναφέρονται στις θέσεις του διακόπτη (meter switch) και να μετρά τάσεις ή ρεύματα των κυκλωμάτων αυτών. Στο εγχειρίδιο της συσκευής αναφέρονται τα όρια της ενδείξεως, που πρέπει να έχει το όργανο σε κάθε θέση του διακόπτη, όταν το αντίστοιχο κύκλωμα λειτουργεί κανονικά. Το όργανο και ο διακόπτης μπορεί να βρίσκονται είτε στη μονάδα του ενδείκτη είτε στη μονάδα του πομποδέκτη.

Οι **θέσεις** που συνήθως φέρει ο διακόπτης είναι:

α) Τροφοδοτήσεως (mains ή power supply).

Όταν ο διακόπτης τεθεί στη θέση αυτή, το όργανο μετατρέπεται σε βολτόμετρο και μετρά την εναλλασσόμενη τάση 1000 c/s, που παρέχει το τροφοδοτικό στη μονάδα του πομποδέκτη και του ενδείκτη. Έτσι ελέγχομε αν η τάση τροφοδοτήσεως είναι κανονική.

β) Ρεύματος μάγνετρον (mag. current).

Όταν ο διακόπτης τεθεί στη θέση αυτή, το όργανο μετατρέπεται σε αμπερόμετρο, το οποίο συνδέεται στην κάθοδο της λυχνίας μάγνετρον και μετρά το ρεύμα της λυχνίας αυτής. Από την ένδειξη του ρεύματος διαπιστώνομε αν η ισχύς εκπομπής είναι κανονική.

γ) Κρυσταλλικού μίκτη (crystal).

Με το διακόπτη στη θέση αυτή, το μικροαμπερόμετρο μετρά το ρεύμα του κρυστάλλου που χρησιμοποιείται ως μίκτης και από την ένδειξή του διαπιστώνομε αν η λειτουργία του μίκτη είναι κανονική.

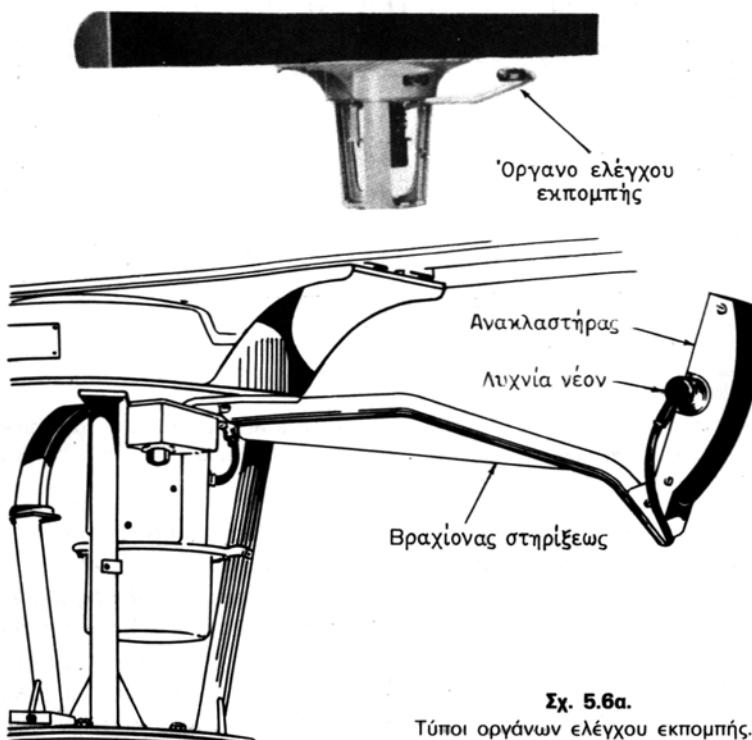
δ) Συντονισμού (Tuning — L.O. tune).

Όταν ο διακόπτης τεθεί στη θέση αυτή, το μικροαμπερόμετρο συνδέεται σε ειδική διάταξη κυκλώματος ενδιάμεσης συχνότητας και μετρά το ρεύμα ενδιάμεσης

συχνότητας. Το όργανο αποκτά μέγιστη απόκλιση (ένδειξη), όταν ο ρυθμιστής συντονισμού (tuning) στραφεί στη θέση συντονισμού. Έτσι το όργανο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαπιστωθεί αν υπάρχουν συνθήκες συντονισμού σε περιοχή ομίχλης.

5.6.2 Το όργανο ελέγχου εκπομπής.

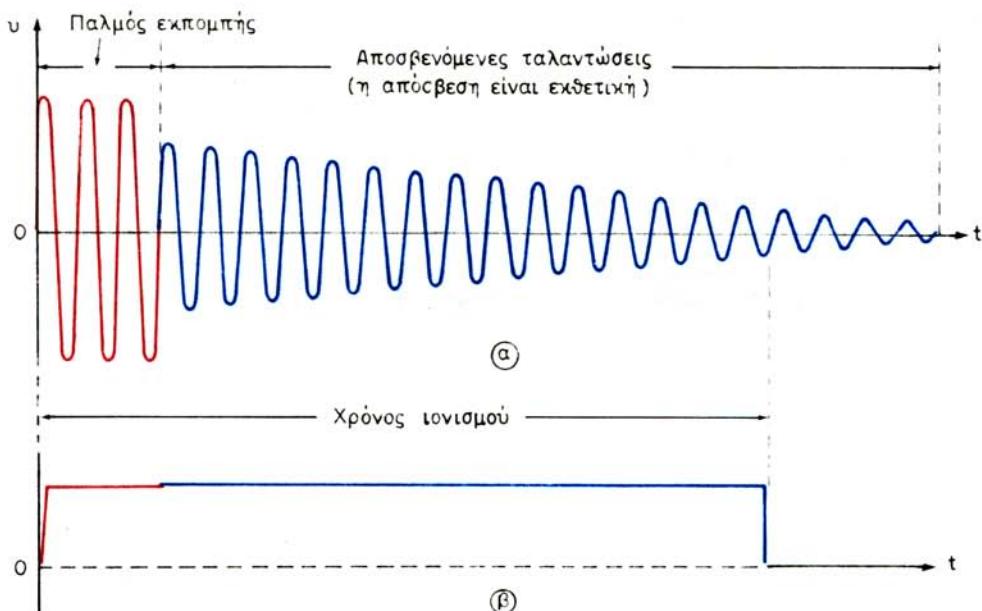
Το όργανο ελέγχου εκπομπής (transmission monitor) (σχ. 5.6α), στερεώνεται με βραχίονα στο σταθερό τμήμα του συγκροτήματος της κεραίας προς την κατεύθυνση της πρύμνης. Έτσι η έκταση της οθόνης του P.P.I., που καλύπτεται από το σήμα του οργάνου αυτού, περιέχεται στον τομέα σκιάς της καπνοδόχου και δεν δημιουργεί επικίνδυνα προβλήματα. Αποτελείται από μικρό παραβολικό ανακλαστήρα, στου οποίου την εστία έχει τοποθετηθεί μικρή δίοδος λυχνία αερίου (λυχνία νέον), την οποία περιβάλλει αντηχείο σε σχήμα κυλινδρικού ελατηρίου. Ο ακροδέκτης της καθόδου γειώνεται, ενώ ο ακροδέκτης της ανόδου συνδέεται με αγωγό σε ειδικό κύκλωμα, που βρίσκεται στη μονάδα του ενδείκτη. Σε κάθε στροφή της κεραίας, για όσο χρόνο η δέσμη ακτινοβολίας σαρώνει τον παραβολικό ανακλαστήρα, μέρος των ακτίνων της δέσμης προσπίπουν στον ανακλαστήρα και εστιάζονται στο αντηχείο με τη λυχνία. Η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια από κάθε παλμό εκπομπής ιονίζει τη λυχνία. Το ποσό ενέργειας, που προσδίδεται στο αντηχείο από κάθε παλμό, μετά την ολοκλήρωση της εκπομπής του, δημιουργεί στο αν-



Σχ. 5.6α.
Τύποι οργάνων ελέγχου εκπομπής.

τηχείο αποσβενόμενες ταλαντώσεις [σχ. 5.6β(α)]. Οι ταλαντώσεις αυτές παρατείνουν τον ιονισμό της λυχνίας μετά την ολοκλήρωση της εκπομπής κάθε παλμού.

Όσο χρόνο η λυχνία παραμένει ιονισμένη, παρουσιάζει μεγάλη αγωγιμότητα, (συμπεριφέρεται ως κλειστός διακόπτης) και για το διάστημα αυτό ενεργοποιεί το ειδικό κύκλωμα που βρίσκεται στον ενδείκτη. Το κύκλωμα αυτό παράγει ορθογώνιο θετικό παλμό, ο οποίος έχει διάρκεια ίση με το χρόνο ιονισμού της λυχνίας [σχ. 5.6β(β)]. Ο θετικός παλμός, μέσω του οπτικού ενισχυτή, εφαρμόζεται στο πλέγμα της καθοδικής λυχνίας του P.P.I. και προκαλεί αύξηση της λαμπρότητας της κηλίδας στις αντίστοιχες εκτροπές της μέχρι την απόσταση που αντιστοιχεί στη διάρκεια του ορθογώνιου θετικού παλμού. Επειδή η διάρκεια των αποσβενομένων ταλαντώσεων είναι ανάλογη με την ισχύ του παλμού εκπομπής και η μέγιστη ισχύς ακτινοβολείται στον άξονα της δέσμης ακτινοβολίας, γι' αυτό ο θετικός παλμός έχει τη μικρότερη διάρκεια, όταν στον ανακλαστήρα προσπίπτουν οι πλευρές της δέσμης.



Σχ. 5.6β.

- α) Οι αποσβενόμενες ταλαντώσεις που δημιουργεί το ελικοειδές αντηχείο του οργάνου ελέγχου εκπομπής. β) Ο θετικός παλμός που παράγει το ειδικό κύκλωμα από τον ιονισμό της λυχνίας του.

Τη μέγιστη διάρκεια παρουσιάζει όταν στον ανακλαστήρα προσπίπτει ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας. Αποτέλεσμα της μεταβολής αυτής της διάρκειας του θετικού παλμού, ο οποίος προκαλεί αύξηση της λαμπρότητας της κηλίδας μέχρι τις αντίστοιχες αποστάσεις, είναι να εμφανίζεται στην οθόνη του P.P.I. και προς την κατεύθυνση της πρύμνης ένα φωτεινό σήμα, που έχει σχήμα φτερού (plume patern ή feather patern) (σχ. 5.6γ). Σύμφωνα με τα παραπάνω, το μήκος του φτερού (απόσταση μέχρι την οποία εκτείνεται ανεξάρτητα από την κλίμακα ανιχνεύσεως) είναι

ενδεικτικό της ισχύος εκπομπής. Στο εγχειρίδιο της συσκευής ή το ημερολόγιό της, αν τηρείται τέτοιο, αναφέρεται η απόσταση μέχρι την οποία εκτείνεται το φτερό, όταν η ισχύς εκπομπής είναι κανονική.



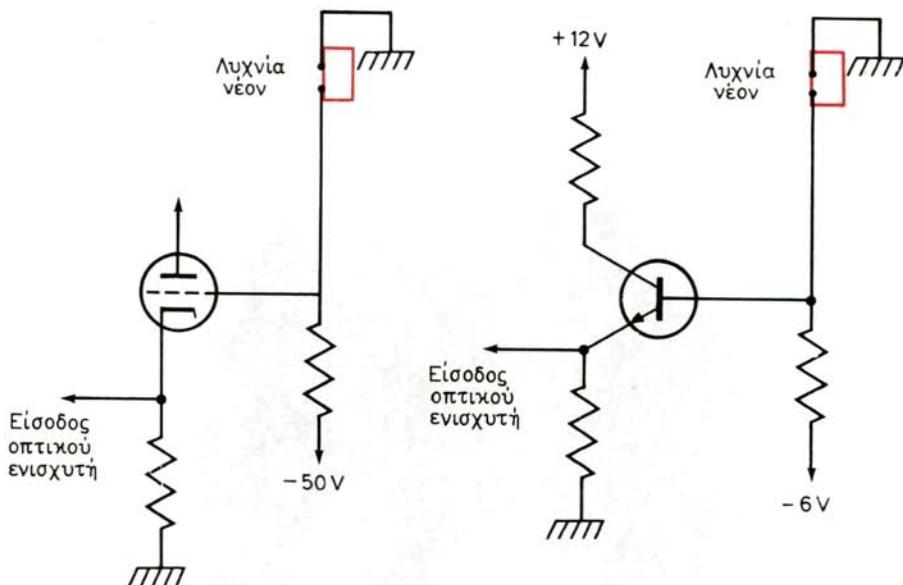
Σχ. 5.6γ.

Το σήμα φτερού που δημιουργεί το όργανο ελέγχου λήψεως.

Στη γραμμή, που συνδέει την άνοδο της λυχνίας με το ειδικό κύκλωμα του ενδείκτη, παρεμβάλλεται διακόπτης [(transmitted power monitor — TX.MON (transmitter monitor)], του οποίου το ελατήριο τον κρατά συνέχεια ανοικτό. Έτσι το όργανο δεν λειτουργεί συνέχεια οπότε δεν εμφανίζεται το φτερό και αποφεύγεται η απόκρυψη στόχων στην έκταση που καλύπτει, όταν λειτουργεί. Όταν θέλομε να ελέγξουμε τη λειτουργία του πομπού, πιέζομε το διακόπτη, οπότε, για όσο χρόνο τον πιέζουμε, αποκαθίσταται η λειτουργία του οργάνου. Από την απόσταση τώρα, στην οποία εκτείνεται το φτερό, διαπιστώνομε αν από την κεραία εκπέμπεται η κανονική ισχύς. Αν η απόσταση, στην οποία εκτείνεται το μήκος του φτερού, είναι μικρότερη από αυτήν που αναφέρεται στο εγχειρίδιο της συσκευής, τότε η ισχύς που εκπέμπεται από την κεραία έχει ελαττωθεί και η ελάττωσή της μπορεί να οφείλεται:

- Σε ελάττωση του πλάτους του ορθογώνιου αρνητικού παλμού, που παράγει ο διαμορφωτής.
- Σε ελάττωση της αποδόσεως της λυχνίας μάγνετρον.
- Σε μεγάλη απώλεια ενέργειας κατά μήκος του κυματοδηγού, λόγω υγρασίας στο εσωτερικό του.

Στο σχήμα 5.6δ φαίνεται τυπικό κύκλωμα παραγωγής ορθογώνιου θετικού παλμού τόσο με τρίοδο λυχνία όσο και με τρανζίστορ, όταν διεγείρεται από τον ιονισμό της λυχνίας νέον.



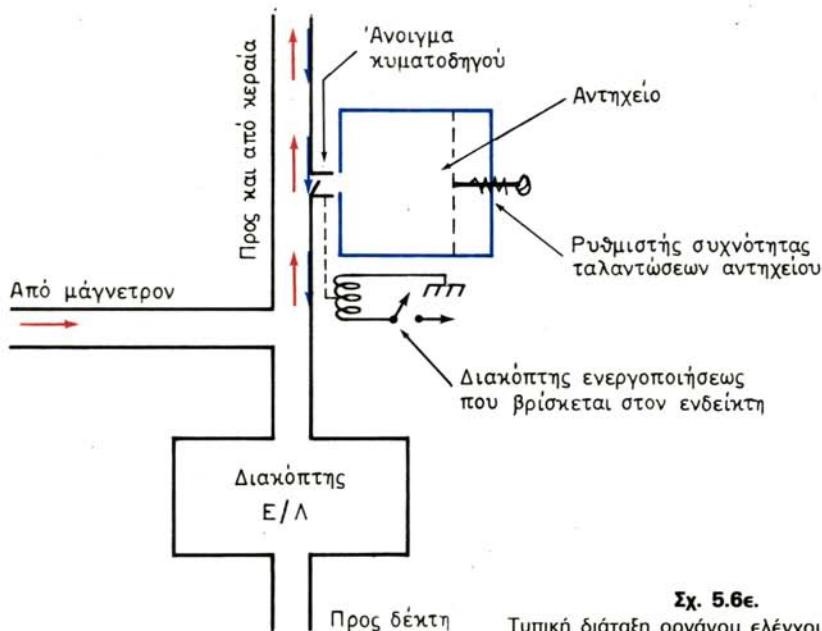
Σχ. 5.66.

Κύκλωμα παραγωγής θετικού παλμού, που διεγέρεται από τον ιονισμό της λυχνίας νέον. α) Με τρίοδο λυχνία και β) με τρανζίστορ.

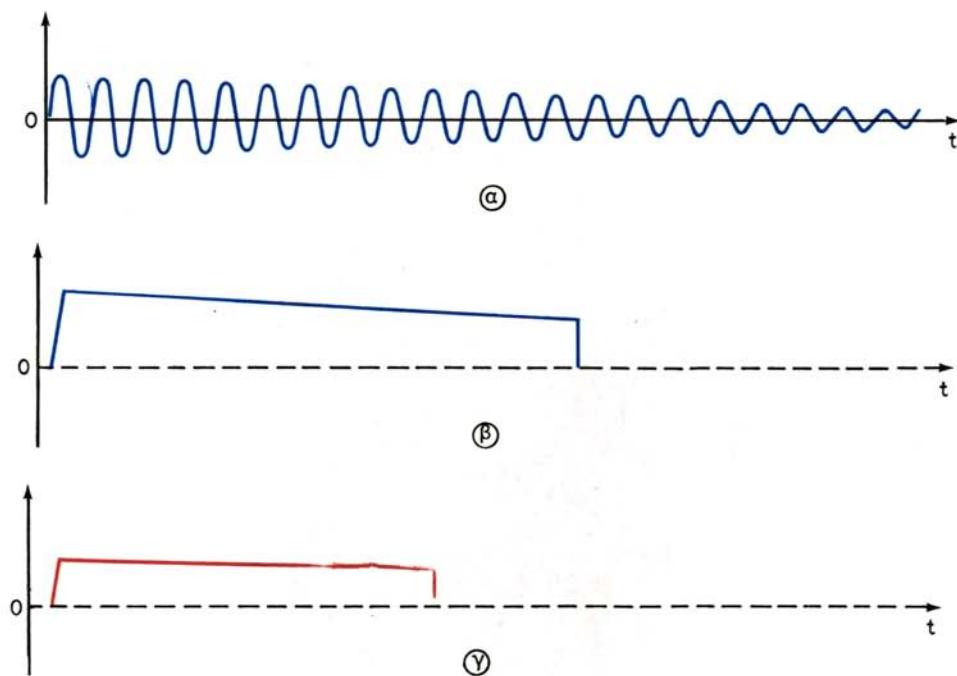
5.6.3 Το όργανο ελέγχου λήψεως.

Το όργανο ελέγχου λήψεως (reception monitor) όταν ενεργοποιείται, δημιουργεί μια τεχνητή ηχώ, με την οποία μπορούμε να ελέγξουμε την απόδοση του δέκτη της συσκευής ραντάρ. Αποτελείται από ένα αντηχείο (σχ. 5.6ε), το οποίο προσαρμόζεται στο τμήμα του κυματοδηγού, που αναχωρεί από τη μονάδα του πομποδέκτη προς την κεραία, μέσα στη μονάδα του πομποδέκτη ή και έξω από αυτή. Στο σημείο αυτό ο κυματοδηγός φέρει μικρή σχισμή, με την οποία επιτυγχάνεται σύζευξη του αντηχείου με τον κυματοδηγό. Έτσι, από κάθε παλμό εκπομπής, μέρος από την ενέργεια που οδηγείται στην κεραία εισχωρεί στο αντηχείο. Το ποσό αυτό της ενέργειας, αμέσως μετά την ολοκλήρωση του παλμού εκπομπής, αποδίδεται σε αποσβενόμενες ταλαντώσεις στο δέκτη. Το βάθος του αντηχείου έχει ρυθμισθεί έτσι, ώστε η συχνότητα των αποσβενομένων ταλαντώσεων να είναι ίση με τη συχνότητα εκπομπής, επομένως ίση και με τη συχνότητα πραγματικής ηχούς.

Καθώς οι ταλαντώσεις αυτές οδηγούνται στο δέκτη [σχ. 5.6στ(α)], υφίστανται την επεξεργασία της πραγματικής ηχούς. Δηλαδή υποβιβάζεται η συχνότητά τους στην ενδιάμεση συχνότητα του δέκτη, ενισχύονται στους ενισχυτές I.F. και από τη φώρασή τους, στην έξοδο του δέκτη, προκύπτει ένας ορθογώνιος παλμός (οπτικό σήμα) σημαντικής διάρκειας. Ο παλμός αυτός εφαρμόζεται στο πλέγμα της καθοδικής λυχνίας και προκαλεί αύξηση της λαμπρότητας της κηλίδας από την έναρξη της εκτροπής της μέχρι την απόσταση που αντιστοιχεί στη διάρκεια του παλμού αυτού. Επειδή, αμέσως μετά από κάθε παλμό που εκπέμπεται κατά την παραπάνω διαδικασία, προκύπτει ένας όμοιος θετικός παλμός, γι' αυτό σε κάθε εκτροπή της κηλίδας προκαλείται αύξηση της λαμπρότητάς της από το κέντρο της εικόνας μέχρι



Σχ. 5.6ε.
Τυπική διάταξη οργάνου ελέγχου λήψεως.



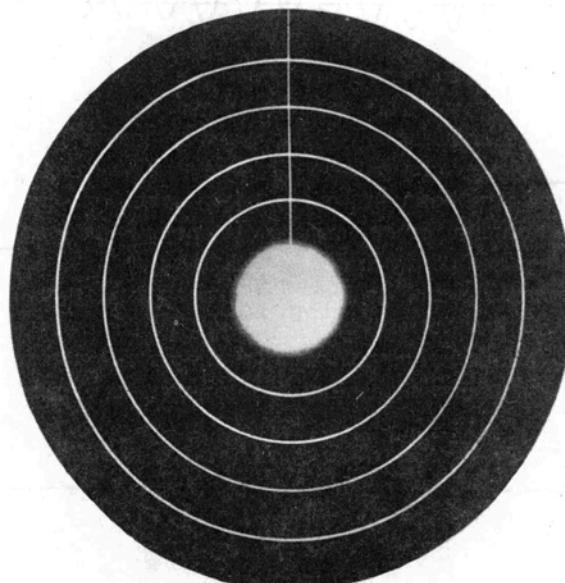
Σχ. 5.6στ.

α) Αποσβενόμενες ταλαντώσεις του αντηχείου του οργάνου ελέγχου λήψεως. β) Το προκύπτον οπτικό σήμα για κανονική ευαισθησία του δέκτη. γ) Το προκύπτον οπτικό σήμα για μειωμένη ευαισθησία του δέκτη.

σταθερής αποστάσεως. Η κατά τον τρόπο αυτό αύξηση της λαμπρότητας της κηλίδας, σε συνδυασμό με τη γνωστή περιστροφή της, προκαλεί μια συμπαγή κυκλική ηχώ (σχ. 5.6ζ), η οποία εκτείνεται μέχρι μια ορισμένη απόσταση, που καθορίζεται από την ευαισθησία του δέκτη. Η απόσταση, μέχρι την οποία εκτείνεται η συμπαγής κυκλική ηχώ, αποτελεί ενδεικτικό της μέγιστης ευαισθησίας τού δέκτη και αναφέρεται στο εγχειρίδιο της συσκευής ή το ημερολόγιο της, αν τηρείται τέτοιο.

Εφόσον η ισχύς εκπομπής είναι κανονική, η διάρκεια των αποσβενομένων ταλαντώσεων με πλάτος ίσο με τη μέγιστη ευαισθησία του δέκτη, είναι πάντα η ίδια. Αν όμως η ευαισθησία του δέκτη ελαττώθει, η διάρκεια του θετικού παλμού, ο οποίος θα προκύψει από τις ίδιες αποσβενόμενες ταλαντώσεις, θα είναι μικρότερη [σχ. 5.6στ(γ)] και η απόσταση, μέχρι την οποία θα εκτείνεται η συμπαγής κυκλική ηχώ, θα είναι μικρότερη.

Για να μην εμφανίζεται συνέχεια η τεχνητή αυτή ηχώ και αποκρύπτει τους στόχους μέχρι την απόσταση που καλύπτει, το όργανο δεν λειτουργεί συνέχεια. Η λειτουργία του αποκαθίσταται με μοχλό, ο οποίος ανοίγει τη σχισμή του κυματοδηγού (σχ. 5.6ε), από την οποία εισχωρεί μέρος της ενέργειας κάθε παλμού στο αντηχείο. Όταν το αντηχείο βρίσκεται έξω από τη μονάδα του πομποδέκτη, έλκομε το μοχλό αυτό με το χέρι. Όταν όμως το αντηχείο βρίσκεται μέσα στη μονάδα του πομποδέκτη, ο μοχλός έλκεται από ηλεκτρονόμο, για όσο χρόνο πιέζομε το διακόπτη reception monitor ή RX. MON (receiver monitor). Ο διακόπτης αυτός βρίσκεται στον ενδεικτή P.P.I και όταν τον πιέζομε αποκαθιστά την τροφοδότηση του πηνίου του ηλεκτρονόμου, οπότε ο τελευταίος έλκει με τον οπλισμό του το μοχλό και ανοίγει η σχισμή του κυματοδηγού.



Σχ. 5.6ζ.

Η συμπαγής κυκλική ηχώ του οργάνου ελέγχου λήψεως.

Όπως είπαμε παραπάνω, η συχνότητα των αποσβενομένων ταλαντώσεων είναι ίδια με τη συχνότητα εκπομπής, επομένως ίση και με τη συχνότητα πραγματικής ηχούς. Αν η συχνότητά τους είναι διαφορετική, ανάλογα με τη διαφορά που θα έχουν, οι αποσβενόμενες ταλαντώσεις ενισχύονται λιγότερο ή καθόλου και η συμπαγής κυκλική ηχώ θα εκτείνεται σε μικρότερη απόσταση ή δεν θα εμφανίζεται. Όπως φαίνεται στο σχήμα 5.6ε, το αντηχείο έχει ρυθμιστή συχνότητας, με τη στροφή του οποίου μεταβάλλεται το βάθος του. Για να μην απορρυθμίζεται από τους κραδασμούς, ο ρυθμιστής φέρει σφιγκτήρα κοχλία. Η ρύθμιση της συχνότητας του αντηχείου είναι πολύ εύκολη και μπορεί να γίνει ως εξής, αρκεί στην περιοχή που βρισκόμαστε να υπάρχουν στόχοι:

- Έχοντας απενεργοποιημένο το όργανο, ρυθμίζομε το ρυθμιστή tuning της συσκευής για να εξασφαλισθεί συντονισμός (εντονότεροι στόχοι).
- Ξεσφίγγομε το σφιγκτήρα κοχλία του ρυθμιστή συχνότητας του αντηχείου.
- Ενεργοποιούμε το όργανο και στρέφομε αργά το ρυθμιστή συχνότητας του αντηχείου δεξιά ή αριστερά και μετά αντίστροφα, μέχρι να βρούμε το σημείο, στο οποίο η συμπαγής κυκλική ηχώ θα εκτείνεται στη μεγαλύτερη απόσταση. Σφίγγομε το σφιγκτήρα κοχλία του ρυθμιστή και απενεργοποιούμε το όργανο.

Για να είναι σωστός ο έλεγχος της λειτουργίας του δέκτη, οφείλομε να έχομε υπόψη μας τα εξής:

α) Πρέπει να έχομε ελέγχει αν η ισχύς εκπομπής είναι κανονική με το όργανο ελέγχου εκπομπής, επειδή ελαττωμένη ισχύς εκπομπής συνεπάγεται ελάττωση της διάρκειας των αποσβενομένων ταλαντώσεων και ελάττωση της αποστάσεως της κυκλικής ηχούς, ενώ η λειτουργία του δέκτη μπορεί να είναι κανονική.

β) Ο ρυθμιστής ευαισθησίας του δέκτη (gain) πρέπει να έχει στραφεί στη θέση μέγιστης ευαισθησίας, γιατί σ' αυτήν αναφέρεται η μέγιστη απόσταση της ηχούς του οργάνου.

γ) Ο ρυθμιστής περιορισμού θαλασσίων επιστροφών (anticlutter sea ή clutter ή S.T.C) πρέπει να βρίσκεται στη θέση της μηδενικής δραστικότητάς του, επειδή αυτός ελαττώνει την ευαισθησία του δέκτη στις μικρές αποστάσεις, στις οποίες εμφανίζεται η τεχνητή ηχώ του οργάνου. Έτσι η τεχνητή ηχώ θα εκτείνεται σε μικρότερη απόσταση, χωρίς στην πραγματικότητα να έχει ελαττωθεί η ευαισθησία του δέκτη.

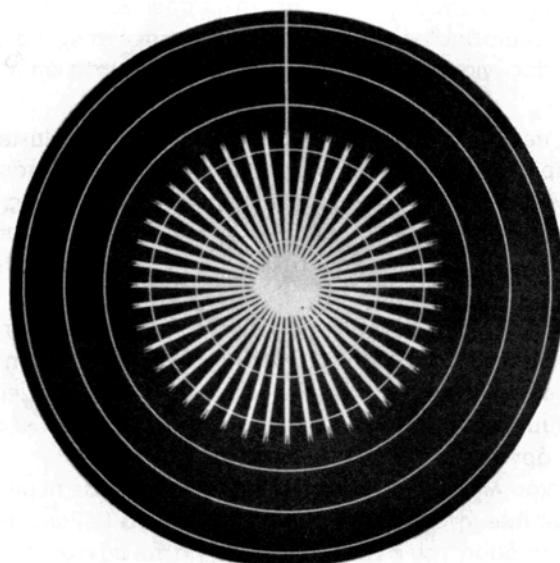
δ) Ο διακόπτης περιορισμού επιστροφών βροχής (anticlutter rain ή DIFF ή F.T.C) πρέπει να βρίσκεται στη θέση «NORMAL» ή την αντίστοιχη «OFF». Σε αντίθετη περίπτωση από τη διαφόριση του θετικού παλμού, θα απομένει το μετωπικό περίγραμμα της συμπαγούς κυκλικής ηχούς, δηλαδή μόνο το κέντρο της και θα φαίνεται ότι ή το όργανο ή ο δέκτης δεν λειτουργεί.

Το όργανο ελέγχου λήψεως έχει μεγάλη πρακτική αξία σε περιπτώσεις πλου σε περιοχή ομίχλης με ήρεμη θάλασσα, γιατί επιτρέπει να βεβαιωνόμαστε όχι μόνο για την κανονική απόδοση του δέκτη, αλλά και για το συντονισμό της συσκευής. Αυτό είναι απαραίτητο επειδή δεν γνωρίζομε αν υπάρχουν ή δεν υπάρχουν στόχοι. Σε τέτοια περίπτωση ενεργοποιούμε το όργανο ελέγχου λήψεως, ρυθμίζομε το ρυθμιστή «tuning» της συσκευής στο σημείο της διαδρομής του, στην οποία η

συμπαγής κυκλική ηχώ του οργάνου θα εκτείνεται στη μέγιστη απόσταση και απενεργοποιούμε το όργανο. Αφού γνωρίζομε ότι η συχνότητα των αποσβενομένων ταλαντώσεων της τεχνητής ηχούς είναι ίση με τη συχνότητα της πραγματικής ηχούς, με την παραπάνω ρύθμιση εξασφαλίζομε συνθήκες συντονισμού και ανυπάρχουν στην περιοχή στόχοι, θα ανιχνευθούν.

Σημειώνεται όμως ότι πρέπει να είμαστε βέβαιοι ότι ισχύει η ισότητα συχνότητας τεχνητής ηχούς και συχνότητας πραγματικής ηχούς, επειδή μπορεί να έχει μεταβληθεί είτε η συχνότητα του μάγνετρον, είτε η συχνότητα του αντηχείου του οργάνου. Για το λόγο αυτό, όταν στην οθόνη εμφανίζονται στόχοι, ενεργοποιούμε το όργανο και παρατηρούμε αν η συμπαγής κυκλική ηχώ εκτείνεται μέχρι την κανονική απόσταση, χωρίς να μεταβάλλομε τη θέση του ρυθμιστή «tuning» της συσκευής. Αν αυτό ισχύει, υπάρχει και η παραπάνω ισότητα συχνοτήτων. Σε αντίθετη περίπτωση, αφήνοντας το ρυθμιστή «tuning» στο σημείο μέγιστης λαμπρότητας των στόχων, ρυθμίζομε τη συχνότητα του αντηχείου, ώστε η συμπαγής κυκλική ηχώ να εκτείνεται στη μέγιστη απόσταση, κατά τον τρόπο που αναπτύξαμε παραπάνω.

Πολλές φορές, επειδή μεταβάλλεται μικρομετρικά η συχνότητα των αποσβενομένων ταλαντώσεων και η ενίσχυσή τους δεν είναι σταθερή, η ακτίνα της συμπαγούς κυκλικής ηχούς μεταβάλλεται, με το ρυθμό της μεταβολής της συχνότητας. Λόγω των μεταβολών αυτών, η συμπαγής κυκλική ηχώ αποκτά τη μορφή που φαίνεται στο σχήμα 5.6η, το οποίο ονομάζεται **σχήμα ηλίου** (sun pattern). Ως απόσταση κανονικής λειτουργίας του σχήματος ηλίου θεωρείται η απόσταση μέχρι την οποία εκτείνονται οι ακτίνες του.



Σχ. 5.6η.

Το σχήμα ηλίου που δημιουργείται από τη λειτουργία του οργάνου ελέγχου λήψεως.

5.7 Το ημερολόγιο της συσκευής ραντάρ.

Η έκφραση «τήρηση ημερολογίου συσκευής ραντάρ», ίσως είναι κακόηχη. Από παλιότερες όμως εγγραφές, που έχουν καταχωρισθεί σ' αυτό, μπορεί να αντληθούν σημαντικές πληροφορίες, όπως π.χ. για:

- Την απόδοση της συγκεκριμένης συσκευής ραντάρ.
- Τις δυνατότητες και τους περιορισμούς της στην ανίχνευση συγκεκριμένων στόχων κάτω από διαφορετικές συνθήκες.
- Τις βλάβες που έχει παρουσιάσει και την αποκατάστασή τους.

Οι πληροφορίες αυτές είναι χρήσιμες για την τρέχουσα χρησιμοποίηση του ραντάρ, αλλά και για μεταγενέστερους ναυτίλους, που θα το χρησιμοποιήσουν. Άλλα και ο τεχνικός που καλείται να αποκαταστήσει βλάβη της συσκευής, βρίσκει στο ημερολόγιο το ιστορικό της και διευκολύνεται στον εντοπισμό της βλάβης.

Το μοναδικό έντυπο ημερολογίου συσκευής ραντάρ, που κυκλοφορεί, έχει εκτυπωθεί από τη Βρετανική συμβουλευτική υπηρεσία «Radio Advisory Service» για λογαριασμό του Βρετανικού Ναυτιλιακού Επιμελητηρίου και χρησιμοποιείται από πολλές ναυτιλιακές εταιρίες. Πάντως, είναι εύκολη η τήρηση του ημερολογίου σε ένα μεγάλο τετράδιο. Το ημερολόγιο χωρίζεται κυρίως σε δυο μέρη ή τηρούνται δυο χωριστά ημερολόγια. Στην πρώτη σελίδα, για εύκολη χρήση, καταχωρίζονται:

- Η ημερομηνία εγκαταστάσεως της συσκευής.
- Το ύψος της κεραίας της για διάφορα βυθίσματα του πλοίου.
- Η απόσταση που εκτείνονται τα σήματα των οργάνων ελέγχου καλής λειτουργίας, αν η συσκευή είναι εφοδιασμένη με τέτοια και – οι συντρήσεις, που θα χρησιμοποιούμε για σύντομες εγγραφές.

Το πρώτο μέρος, που ονομάζεται **ημερολόγιο λειτουργίας** (operational log) αναφέρεται στη λειτουργία και την απόδοση της συσκευής. Στο σχήμα 5.7α φαίνεται τυπικό υπόδειγμα τέτοιου ημερολογίου και ενδεικτικές καταχωρίσεις. Ορισμένοι κατασκευαστές δίνουν έντυπο ημερολογίου κατά την εγκατάσταση της συσκευής.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη μελέτη των καταχωρίσεων του ημερολογίου λειτουργίας είναι:

- α)** Από το συνολικό χρόνο λειτουργίας και το χρόνο της κάθε φορά λειτουργίας προκύπτει η αντοχή της συσκευής στη συνεχή λειτουργία και στον αριθμό των εκκινήσεων-κρατήσεών της.
- β)** Από την περιοχή λειτουργίας μπορούμε να πληροφορηθούμε τις γενικές συνθήκες που επικρατούν σε συγκεκριμένες περιοχές.
- γ)** Από το συνδυασμό των καιρικών συνθηκών, των συνθηκών ορατότητας και το λόγο για τον οποίο η συσκευή λειτούργησε κάθε φορά, μπορούμε να διευκρινίσουμε το μέγεθος των αναγκών του ναυτίλου. Επίσης οι δυνατότητες που εξασφαλίσθηκαν και οι περιορισμοί που παρατηρήθηκαν, μας διευκολύνουν σε περίπτωση της ίδιας ή όμοιας καταστάσεως πλου.
- δ)** Από τον αριθμό των βλαβών και τις αντίστοιχες επισκευές, μπορούμε να διαπιστώσουμε την ευπάθεια της συσκευής, των επί μέρους μονάδων της και των εξαρτημάτων της, σε σχέση με το χρόνο λειτουργίας και τις καιρικές και κλιματολογικές συνθήκες.

ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Όνομα πλοίου ΚΑΠΕΤΑΝ ΝΙΚΟΛΑΣ ΙΙ.....

Τύπος συσκευής ραντάρ DECCA T.M. 1230 – 3cm.....

α/α ταξδίου	ημερομηνία	Ώρα Εκσευς Κρατ/σεως	Περιοχή λειτουργίας	Καρικές συνθήκες Ορατότητα	Λόγος λειτουργίας Δυνατότητες – Περιορισμοί	Ενδείξεις οργάνων ελέγχου Βλάβες – Επισκευές
37	13/8/1976 14/8/1976	0530 0100	1100 0910	Λιβυκός Πελάγος ΝΔ Κύπρου	Φ Bf – Op. 0.25 ν.μ. 3 Bf – Op. 3-4 ν.μ.	A.Σ. Δ – Α Σ - ΠΡΓ Λεμεσός Δυτικόλιγνη ανοιγνωρισθεώς περιοχής. Μικρότερη κλιμακα συνχρεσεώς ανεπαρκής για την εισοδο στο λιμάνι.
39	21/8/1976 -II- 22/8/1976 -II- 23/8/1976 "	1000 0500 0730	1100 1400 2400	Β. Ατλαντικός φ=36Β. λ=13Δ Β. Ατλαντικός φ=38Β. λ=17Δ Β. Ατλαντικός φ=38Β. λ=21Δ	↳ Bf – Op. 8 ν.μ. 1-2 Bf – Op. 3 ν.μ. 1-2 Bf – Op. 3 ν.μ.	A.Σ. Δ. A.Σ.
"	"					
-II-	27/8 1976	1500	2100	Πλησιάζοντας Norfolk Va	3 Bf – Op. 6 ν.μ.	ΠΡΓ – Ε.Λ. Σήμα Racon φαροπλοίου Πλημμούθ αποσταση 28 ν.μ., διευ- κλίνει αναγνώριση εισόδου λιμένα Ra. RFI ξυλινων προβλητων διευ- κόνων πλοστήγηση λιμένα.

Συντημήσεις

- Α.Σ = Απορροή συγκρόνεως
- Δ = Δονιμή Προγείσλωση.
- ΠΡΓ = Είσοδος λιμενα.
- Ε.Λ. = Αντοπλοία.
- ΑΠ.Λ. = Πλοστήγηση.
- ΤΧ. ΜΟΝ. = Transmitter Monitor.
- RX. ΜΟΝ. = Receiver Monitor.
- Ra. RFI = Αναλαστήρας ραντάρ.

Σύνολο αρών λειτουργίας από μεταφορά.....

Όρες λειτουργίας σε λίδας.....

Σύνολο αρών λειτουργίας για μεταφορά.....

ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΣΤΟΧΩΝ

Όνομα πλοίου ΚΑΠΕΤΑΝ ΝΙΚΟΛΑΣ ΙΙ.

Τύπος συσκευής ραντάρ DECCA T.M. 1230 - 3 cm.....

ασ ταξίδιον	Ημερομηνία	Ώρα	Καρικές συνθήκες - Κατάσταση θαλασσάς - Ορατότητα	Απόσταση πρώτης αναγνωρίσεως στόχου	Μέση απόσταση αναγνωρίσεως στόχου	Απόσταση αναγνωρίσεως στόχου	Είδος στοχού	Απόδοση Racon	Επιβραστη παρεύ- βολών από ραν- τάρ αλλών πλοίων	Ένδεξη οργάνων ελέγχου λεπτουργίας
67	4 / 5 / 73	0400	1600 Βροχή 6 Br Op. 4 v.μ.	10 v.μ.	12 v.μ.	4 v.μ. Ορατή παρατήρηση	ΔΕΣ/πλωτοί - 100.000 των. - Κάρσετα - Αφόρτο Νησίδα GUENSEY - 097° -100 m	Ασήμαντη Ασήμαντη Σημαντική	Κανονική Κανονική	
- II -	4 / 5 / 73	2000	2400 Αδύριος 6 Br Op. 6 v.μ.	23 v.μ.	25 v.μ.	3.5 v.μ. Χάρτη	Racon Siren Bassurrell και άλλη Προεμβολή από απόσταση 6 ν.μ.	T.X. MON. γανονοτή R X. MON. 80%		
- II -	5 / 5 / 73	2400	1600 Βροχή 6 Br Op. 4 v.μ.	3 v.μ.	3.5 v.μ.					

ΣΧ. 5.7β.

Ημερολόγιο λεπτουργίας συσκευής ραντάρ.

Το δεύτερο μέρος του ημερολογίου ονομάζεται **ημερολόγιο στόχων** (log of targets) και σ' αυτό καταχωρίζονται εξωτερικοί παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται η ανίχνευση των στόχων, πολλούς από τους οποίους έχομε εξετάσει στα προηγούμενα κεφάλαια. Στο σχήμα 5.7β φαίνεται υπόδειγμα ημερολογίου στόχων και ενδεικτικές καταχωρίσεις.

Για τη συμπλήρωση ορισμένων στηλών του ημερολογίου στόχων πρέπει να έχουμε υπόψη μας τα εξής:

α) Απόσταση πρώτης ανιχνεύσεως στόχου. Εννοείται η απόσταση στην οποία θα εμφανισθεί για πρώτη φορά ο ορισμένος στόχος, κάτω από τις συνθήκες που επικρατούν, οι οποίες αναφέρονται στην προηγούμενη στήλη.

β) Μέση απόσταση ανιχνεύσεως στόχου. Αυτή προκύπτει από την απόσταση πρώτης ανιχνεύσεως του ίδιου στόχου ή ομοίων στόχων πολλές φορές και τότε μόνο μπορεί να συμπληρωθεί.

γ) Απόσταση αναγνωρίσεως στόχου. Εννοείται η απόσταση στην οποία αναγνωρίζομε ένα στόχο, είτε από το χάρτη της περιοχής, είτε με ορατή παρατήρηση, είτε επειδή γνωρίζομε την περιοχή από παλιότερα ταξίδια.

δ) Είδος στόχου. Αφού αναγνωρισθεί, αναγράφεται το είδος του στόχου και ανάλογα με το είδος του οι εξής πληροφορίες:

- Στόχος ακτής: 'Όνομα ή θέση, αληθής διόπτευση και το περίπου ύψος.
- Στόχος πλοίου: Μέγεθος περίπου, τύπος, φορτωμένο ή άφορτο και όψη (γωνία) παρατηρήσεως από την κεραία ραντάρ.
- Στόχος σημαντήρα: 'Όνομα ή θέση, σχήμα και αν φέρει ανακλαστήρα ραντάρ.

ε) Απόδοση Rason ή Remark. Όνομα ή θέση, η απόσταση που διακρίνεται για πρώτη φορά το σήμα του και αν προκαλεί παρενοχλήσεις λόγω παραμβολών.

στ) Ένδειξη οργάνων ελέγχου καλής λειτουργίας. Αναγράφεται αν είναι κανονική η απόσταση στην οποία το φτερό και η συμπαγής κυκλική ηχώ, που δίνει ο κατασκευαστής όταν η λειτουργία είναι κανονική ή το ποσοστό της αποστάσεως αυτής, σε περίπτωση που είναι μικρότερη, τη στιγμή που γίνεται ο έλεγχος.

Βέβαια, η τήρηση του ημερολογίου είναι μια πρόσθετη απασχόληση και ίσως επικίνδυνη σε περιπτώσεις πλου με περιορισμένη ορατότητα. Όταν έχουμε εξοικειωθεί με τις συντηρήσεις που θα χρησιμοποιούμε, οι εγγραφές είναι σύντομες και σε χρόνο και σε έκταση. Πάντως σε τέτοιες επικίνδυνες περιπτώσεις δεν είναι απαραίτητο να καταχωρίζεται στο ημερολόγιο κάθε στόχος που θα ανιχνεύεται, αλλά συγκεκριμένοι στόχοι και σε στιγμές που δεν επίκειται κανένας κίνδυνος.

Ερωτήσεις πέμπτου κεφαλαίου.

1. Από ποιες μονάδες αποτελείται η συσκευή ραντάρ και ποια κυκλώματα ή εξαρτήματα περιέχονται σε κάθε μία;
2. Ποιοι παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την εκλογή της θέσεως εγκαταστάσεως των μονάδων της συσκευής ραντάρ: α) Του πομποδέκτη. β) Του ενδείκτη. γ) Του τροφοδοτικού και δ) της κεραίας;
3. Τι είναι οι τομείς σκιάς και οι σκοτεινοί τομείς και πώς δημιουργούνται;
4. Ποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζει η εγκατάσταση της κεραίας στο επίπεδο του διαμήκους του πλοίου από την πλευρική εγκατάστασή της;
5. Κατά ποιους τρόπους μπορούμε να προσδιορίσουμε τους τομείς σκιάς και τους σκοτεινούς τομείς και τι πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε κάθε τρόπο;

6. Πώς μπορούμε να αποφεύγουμε τη μη ανίχνευση στόχων, ειδικά στον πλωματικό τομέα σκιάς, όταν πλέομε σε περιοχή ομίχλης;
 7. Τι είναι το όργανο πολλαπλών μετρήσεων και ποιες διευκολύνσεις παρέχει;
 8. Από ποια εξαρτήματα και κυκλώματα αποτελείται το όργανο ελέγχου της εκπεμπόμενης ισχύος και ποια είναι η χρονιμότητα καθενός στη λειτουργία του οργάνου αυτού;
 9. Για ποιο λόγο το σήμα που παράγεται στον ενδείκτη PPI, από τη λειτουργία του οργάνου ελέγχου εκπομπής, έχει σχήμα φτερού και πώς από το σήμα αυτό διαπιστώνομε, αν η εκάστοτε ισχύς εκπομπής είναι κανονική;
 10. Από τι αποτελείται το όργανο ελέγχου λήψεως, πού βασίζεται η λειτουργία του και ποιες πληροφορίες μας παρέχει η εμφάνιση του σήματός του στην οθόνη του PPI;
 11. Τι είναι ο ρυθμιστής συχνότητας του οργάνου ελέγχου λήψεως και για ποιους λόγους το όργανο φέρει τέτοιο ρυθμιστή;
 12. Ποιοι διακόπτες ή ρυθμιστές της συσκευής ραντάρ επηρεάζουν την απόσταση, στην οποία εκτείνεται η συμπαγής κυκλική ηχώ του οργάνου ελέγχου λήψεως και σε ποια θέση πρέπει να βρίσκεται καθένας από αυτούς, όταν με την ενεργοποίηση του οργάνου πραγματοποιούμε έλεγχο της ευαισθησίας του δέκτη;
 13. Με ποιο διακόπτη ή ρυθμιστή της συσκευής ραντάρ είναι δυνατή η εξαφάνιση της συμπαγούς κυκλικής ηχούς, ενώ το όργανο ελέγχου λήψεως θα είναι ενεργοποιημένο, χωρίς να περιοριστεί η ικανότητα της συσκευής να ανιχνεύει στόχους, ιδίως στις μικρές αποστάσεις;
 14. Πώς πρέπει να χρησιμοποιούμε το όργανο ελέγχου λήψεως κατά τους πλόες σε ομίχλη, ώστε να είμαστε βέβαιοι ότι, αν υπάρξουν στόχοι στην περιοχή που καλύπτει η χρησιμοποιούμενη κλίμακα ανιχνεύσεως, θα ανιχνευθούν;
 15. Ποια διαφορά υπάρχει στο όργανο ελέγχου λήψεως, που παρέχει σήμα ηλίου, από το όργανο ελέγχου λήψεως που παρέχει συμπαγή κυκλική ηχώ;
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Η ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΗΧΩΝ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΤΗ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑ

6.1 Η σαφήνεια της εικόνας ραντάρ.

Η αποτελεσματική εκμετάλλευση του ραντάρ ως βοηθήματος ναυσιπλοΐας, εξαρτάται από την ικανότητα που έχει ο ναυτιλλόμενος:

- Στον κατάλληλο χειρισμό των ρυθμιστών της συσκευής ραντάρ, γιατί από αυτόν εξαρτάται τόσο η δυνατότητα ανιχνεύσεως των στόχων, όσο και, κατά ένα μέρος, η σαφήνεια της εικόνας.
- Στην αναγνώριση των στοιχείων της εικόνας, που εμφανίζεται κάθε φορά στον ενδείκτη P.P.I.

Ως στοιχεία της εικόνας εννοούνται οι διάφοροι στόχοι, οι θαλάσσιες επιστροφές και οι επιστροφές βροχής, για τις οποίες μιλήσαμε στα προηγούμενα κεφάλαια καθώς και τα διάφορα είδη ψευδοηχών και οι παρεμβολές από άλλα ραντάρ, που θα αναπτύξουμε στο επόμενο κεφάλαιο.

Για το χειρισμό και τη χρησιμότητα των ρυθμιστών, αλλά και την άμεση επίδραση που έχει στη διαμόρφωση της εικόνας ο χειρισμός κάθε ρυθμιστή, μιλήσαμε αναλυτικά στο τρίτο κεφάλαιο. Γενικά, στην οθόνη του ραντάρ εμφανίζεται η εικόνα του χάρτη της περιοχής, όπου λειτουργεί η συσκευή, και οι στόχοι-πλοία, που πλέουν ή είναι αγκυροβολημένα στην περιοχή αυτή. Πάντα όμως η εικόνα ραντάρ παρουσιάζει διαφορές από την εικόνα του χάρτη. Άλλοτε οι διαφορές είναι μικρές και περιορίζονται σε λεπτομέρειές της, ενώ άλλοτε παρατηρούνται διαφορές σε σημαντικά στοιχεία της εικόνας. Ορισμένες διαφορές οφείλονται στο είδος της συσκευής ραντάρ και τον τρόπο εγκαταστάσεώς της, ενώ άλλες οφείλονται σε χαρακτηριστικά των ίδιων των στόχων. Στο τέταρτο κεφάλαιο αναπτύξαμε την επίδραση, που έχουν τα χαρακτηριστικά της συσκευής ραντάρ στη σαφήνεια της εικόνας, δηλαδή τη διάκριση κατά απόσταση και διόπτρευση και τις παραμορφώσεις των στόχων κατά την εμφάνισή τους, ενώ στο πέμπτο κεφάλαιο είδαμε την επίδραση των τομέων σκιάς. Στο κεφάλαιο αυτό θα αναπτύξουμε την επίδραση που έχουν τα χαρακτηριστικά των στόχων στην εικόνα του ραντάρ.

Η ικανότητα του ναυτίλου στο χειρισμό της συσκευής ραντάρ και η αναγνώριση των στοιχείων της εικόνας εξαρτάται τόσο από τις γνώσεις του, όσο και από την εμπειρία του. Για το λόγο αυτό πρέπει ο ναυτίλος να χρησιμοποιεί τακτικά το ραντάρ με καλές συνθήκες ορατότητας και να συγκρίνει την εικόνα ραντάρ με την εικόνα που παρατηρεί στον ορίζοντα του, καθώς και τις μεταβολές τους όσο το ιλοίο προχωρεί. Θα πρέπει επίσης, ο ναυτίλος να χειρίζεται τους ρυθμιστές της συσκευής, ώστε να αποκτά την εμπειρία της επιδράσεως που έχει ο χειρισμός κάθε ρυθμιστή της συγκεκριμένης συσκευής ραντάρ του πλοίου του.

6.2 Ομοιότητα στόχου – ηχούς.

Όπως αναπτύξαμε στην παράγραφο 4.8, κατά την εμφάνισή της η ηχώ κάθε στόχου παραμορφώνεται λόγω του μεγέθους της κηλίδας, του μήκους παλμού εκπομπής και του οριζόντιου εύρους δέσμης. Σημαντικότερη από τις παραπάνω παραμορφώσεις είναι η παραμόρφωση της εικόνας λόγω του οριζόντιου εύρους δέσμης [παράγραφος 4.8(γ)], η οποία αφορά τους μικρούς απομονωμένους στόχους και τις λεπτομέρειες των ακτών.

Η παραμόρφωση της ηχούς των ακτών οφείλεται και σε άλλους παράγοντες, όπως το ύψος της ακτής, το σχήμα της, η όψη παρατηρήσεως, οι τομείς σκιάς, που μπορεί να δημιουργούνται και η απόσταση του πλοίου από την ακτή. Όλους τους πιο πάνω παράγοντες θα μελετήσουμε στη συνέχεια.

6.2.1 Η ηχώ των μικρών στόχων.

Ως μικροί στόχοι εννοούνται όλα τα είδη των σκαφών, οι σημαντήρες και οι μικρές νησίδες. Όταν οι στόχοι αυτοί ανιχνεύονται σε απόσταση τέτοια, ώστε το τόξο που αντιστοιχεί στο οριζόντιο εύρος της δέσμης, να είναι ίσο ή μεγαλύτερο από την οριζόντια διάσταση της επιφάνειας την οποία οι στόχοι εκθέτουν κάθετα στη δέσμη, οι ηχοί τους εμφανίζονται στην οθόνη ως τόξα, που αντιστοιχούν σε γωνία ίση με αυτή που αντιστοιχεί στο οριζόντιο εύρος της δέσμης. Στην περίπτωση αυτή καθίσταται αδύνατη η αναγνώριση του είδους του στόχου από την ηχώ του. Όταν όμως η απόσταση ελαττώθει τόσο, ώστε το τόξο που αντιστοιχεί στο οριζόντιο εύρος δέσμης να γίνει αρκετά μικρότερο από την οριζόντια διάσταση της επιφάνειας του στόχου, τότε η μετωπική πλευρά της ηχούς αρχίζει να αποκτά το σχήμα του στόχου.

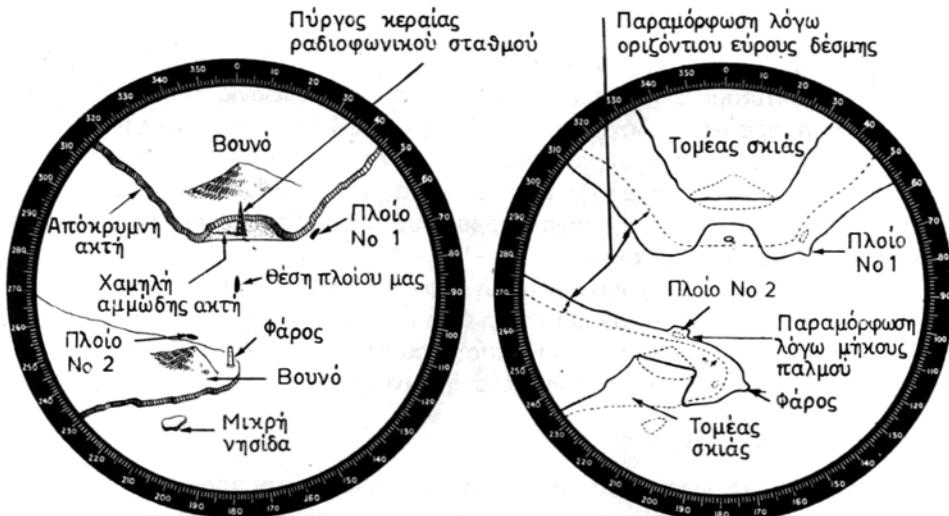
Έτσι, όταν ένα πλοίο ανιχνεύεται για πρώτη φορά, ενώ βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση, η ηχώ του εμφανίζεται ως τόξο, ανεξάρτητα από την όψη παρατηρήσεώς του. Καθώς η απόσταση του ελαττώνεται, ελαττώνεται και το μήκος του τόξου της ηχούς του πλοίου. Όταν η απόσταση ελαττώθει σημαντικά και αν παρατηρούμε το πλοίο κάθετα προς το διάμηκές του, η ηχώ του αποκτά το σχήμα της γραμμής που ανταποκρίνεται στο μήκος του. Αν όμως το παρατηρούμε κατά το διάμηκές του, η ηχώ του αποκτά μικρό μήκος και μεγάλο βάθος. Βέβαια και στις δυο περιπτώσεις η ηχώ αλλοιώνεται από τις υπερκατασκευές του, εξαιτίας των οποίων πολλές φορές εμφανίζεται δεύτερη ξεχωριστή ηχώ, αμέσως μετά την ηχώ του κελύφους του.

Παρόμοια μεταβολή, με την ελάττωση της αποστάσεώς τους, παρατηρείται και στην ηχώ των νησίδων.

6.2.2 Η ηχώ των ακτών.

Οι διαφορές που μπορεί να παρουσιάζει η εικόνα της ηχούς ακτών από την ιτραγματική εικόνα του χάρτη, όταν το πλοίο βρίσκεται σε μικρές αποστάσεις από τις ακτές μπορεί να οφείλονται (σχ. 6.2a):

1) Στην παραμόρφωση λόγω του μεγέθους της κηλίδας. Η παραμόρφωση αυτή παρατηρείται σε εκτάσεις της ακτογραμμής, στις οποίες η δέσμη ακτινοβολίας ιπροσπίπτει κάθετα και προκαλεί ελάττωση της αποστάσεως εμφανίσεως της ηχούς κατά το 1/2 του μεγέθους κηλίδας. Πρακτικά η παραμόρφωση αυτή είναι



Σχ. 6.2α.

Παραμόρφωση της ηχούς στόχων.

α) Πραγματική εικόνα. β) Εικόνα ενδείκτη P.P.I.

ασήμαντη. Όμως πολλές φορές η παραμόρφωση αυτή, συνδυαζόμενη με τη διάκριση κατά απόσταση, αποκρύπτει την ηχώ μονωμένων μικρών στόχων, οι οποίοι βρίσκονται κοντά στην ακτή, όπως η ηχώ του πλοίου No 2 στο σχήμα 6.2α η οποία εμφανίζεται ως μικρή έξαρση της ακτογραμμής.

2) Στην παραμόρφωση λόγω του οριζόντιου εύρους δέσμης, που προκαλεί:

- Στένωση ή και εξαφάνιση των μικρών εσοχών (κολπίσκων) και διαπλάτυνση των εξοχών.
- Μεταφορά της ακτογραμμής προς τη θάλασσα, όταν η δέσμη προσπίπτει πλάγια στην ακτογραμμή: η μεταφορά αυτή αυξάνεται, όσο η δέσμη τείνει να γίνει παράλληλη με την ακτογραμμή.
- Απόκρυψη της ηχούς μικρών απομονωμένων στόχων, οι οποίοι βρίσκονται κοντά στην ακτή, όταν συνδυάζεται με τη διάκριση κατά διόπτευση, όπως το πλοίο No 1 στο σχήμα 6.2α, που φαίνεται ως έξαρση της ακτογραμμής.

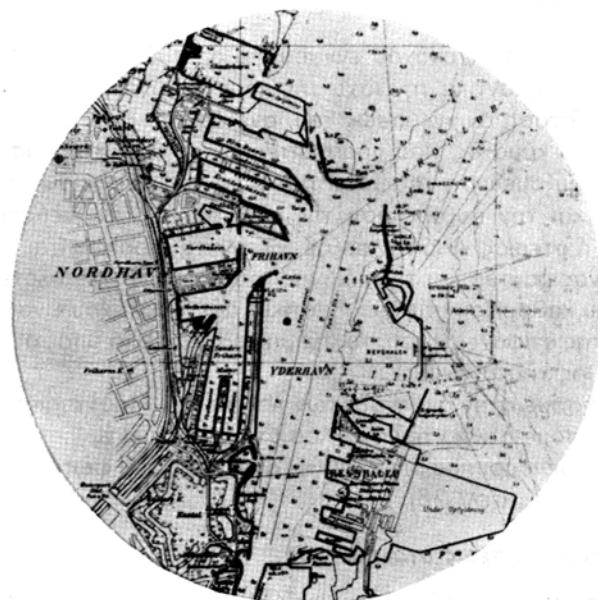
3) Στους τομείς σκιάς, που δημιουργούν οι υπερκατασκευές του πλοίου και όγκοι της στεριάς που παρεμβάλλονται μπροστά σε άλλους στόχους με μικρότερο ύψος, όπως η μικρή νησίδα στο σχήμα 6.2α.

4) Στο μικρό ύψος της ακτογραμμής, όπως η χαμηλή αμμώδης έκταση στο σχήμα 6.2α. Αν σε τέτοια έκταση υπάρχει μικρή υπερυψωμένη κατασκευή, όπως ο πύργος ραδιοφωνικού σταθμού, εμφανίζεται ως απομονωμένος θαλάσσιος στόχος. Όταν όμως η απόσταση από τη χαμηλή αμμώδη ακτή ελαττώθει σημαντικά, εμφανίζεται και η ηχώ της, οπότε δε διακρίνεται απομονωμένα η ηχώ του πύργου, εκτός αν ελαττώσομε σημαντικά την ευαισθησία του δέκτη.

Με τις σύγχρονες συσκευές ραντάρ 3 cm, που έχουν μικρό οριζόντιο εύρος δέσμης ($0,6^\circ - 1,2^\circ$) και στις μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως χρησιμοποιούν παλμό εκπομπής μικρού μήκους (0,05 ms δηλαδή 15 m), διακρίνονται εύκολα όλες οι λεπτομέρειες του περιβάλλοντος, όπως στο σχήμα 6.2β, εκτός βέβαια από εκείνες που καλύπτονται από τομείς σκιάς.



(a)



(B)

Σχ. 6.2β.

α) Εικόνα ραντάρ του λιμένα της Κοπεγχάγης σε κλίμακα ανιχνεύσεως 1 1/2 ν.μ. β) Χάρτης του λιμένα της Κοπεγχάγης.

Σε ενδιάμεσες αποστάσεις (σχ. 6.2γ), η παραμόρφωση λόγω του μεγέθους της κηλίδας είναι αμελητέα. Αυξάνει όμως λόγω του οριζόντιου εύρους δέσμης, ιδιαίτερα των χαρακτηριστικών λεπτομερειών της ακτογραμμής. Σημαντικότερη παραμόρφωση της ηχούς της ακτογραμμής δημιουργείται, λόγω των τομέων σκιάς των ακτών, του μικρού ύψους τους, του σχήματός τους και της όψεως παρατηρήσεως τους (γωνία κατά την οποία προσπίπτει η δέσμη ακτινοβολίας). Πάντως, όπως παρατηρούμε στο σχήμα 6.2γ, τα χαρακτηριστικά σημεία που ενδιαφέρουν το ναυτίλο είναι ευκρινή.

Σε μεγάλες αποστάσεις η εικόνα διαφέρει πολύ από την πραγματικότητα. Οι μεγάλες αυτές διαφορές οφείλονται στους τομείς σκιάς, στο ύψος, στο σχήμα και την όψη παρατηρήσεως κάθε περιοχής της ακτής. Όπως παρατηρούμε στο σχήμα 6.2δ, αν και η εικόνα αυτή αντιστοιχεί σε κλίμακα ανιχνεύσεως 48 v.μ., το ΝΑ τμήμα των ακτών, που έχει σημαντικό ύψος και καλή όψη παρατηρήσεως, εμφανίζεται με ικανοποιητική ακρίβεια. Στα ανατολικά η ακτογραμμή των κόλπων δεν εμφανίζεται λόγω σκιάς, ενώ στα ΒΑ δεν εμφανίζονται τα τμήματα που έχουν μικρό ύψος και πλάγια όψη παρατηρήσεως. Στο ΝΔ τμήμα της ακτής εμφανίζονται μόνο τα σημεία της, που έχουν σημαντικό ύψος και κάθετη όψη παρατηρήσεως ως απομονωμένοι στόχοι. Τέλος, για τον ίδιο λόγο, η νησίδα Anholt στα βορειοδυτικά μόλις εμφανίζεται ως ηχώ πλοίου.

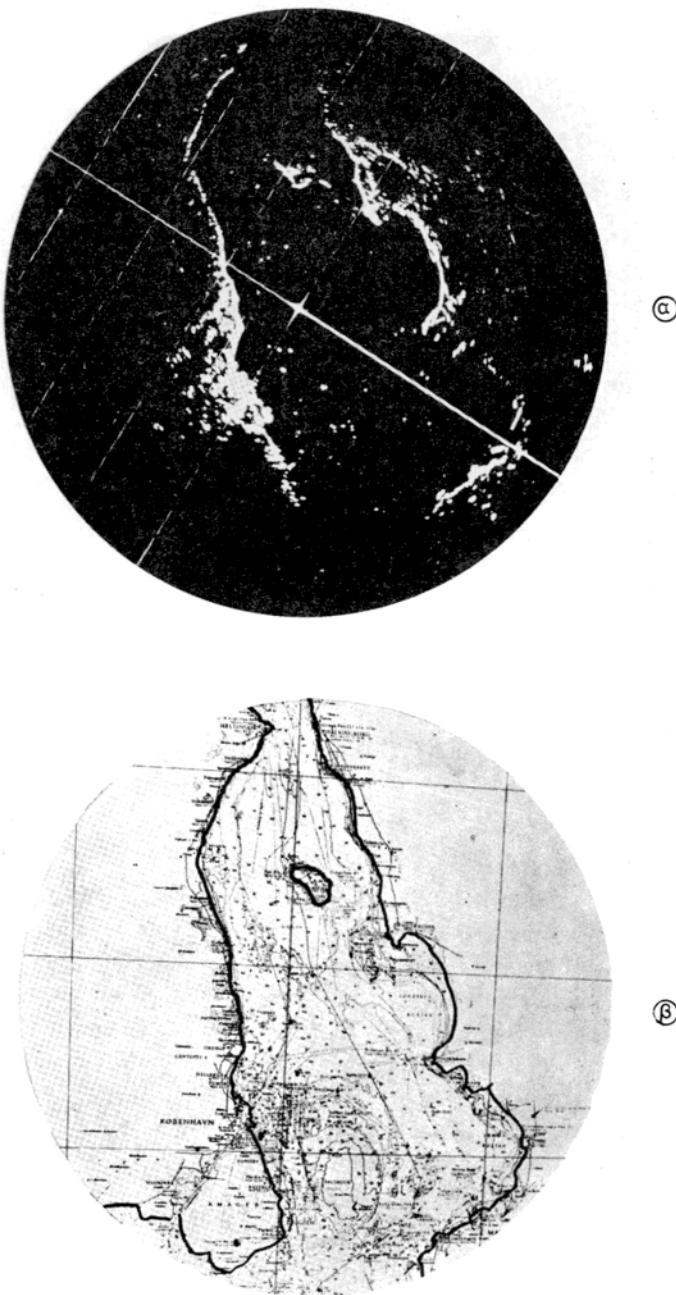
6.3 Ανακλαστικές αρετές στόχου.

Ως ανακλαστικές αρετές στόχου εννοούνται ορισμένα χαρακτηριστικά του, τα οποία επηρεάζουν σημαντικά την ισχύ της ηχούς που επιστρέφει από αυτόν και συνεπώς την απόσταση ανιχνεύσεως του, ανεξάρτητα από την ισχύ του παλμού ηλεκτρομαγνητικού κύματος, που προσπίπτει σ' αυτόν. Η επίδραση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την αυξομείωση της αποστάσεως ανιχνεύσεως των απομονωμένων μικρών στόχων και την αυξομείωση της αποστάσεως ανιχνεύσεως ορισμένων τυμημάτων ακτής ή στεριάς. Από την αυξομείωση αυτή προκαλείται και ανομοιότητα μεταξύ της εικόνας ραντάρ και της εικόνας του χάρτη. Τα βασικότερα από τα χαρακτηριστικά που καθορίζουν τις ανακλαστικές αρετές στόχου είναι η όψη παρατηρήσεως, η υφή της επιφάνειάς του, το σχήμα του, το υλικό από το οποίο αποτελείται και το μέγεθος του στόχου.

Πριν προχωρήσουμε στην ανάπτυξη των παραπάνω χαρακτηριστικών είναι σκόπιμο να υπενθυμίσουμε ότι για την ανάκλαση των ακτίνων των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων ισχύουν οι νόμοι που διέπουν την ανάκλαση του φωτός. (βλ. βιβλίο «ΦΥΣΙΚΗ II» – τεύχος Β', σελ. 26).

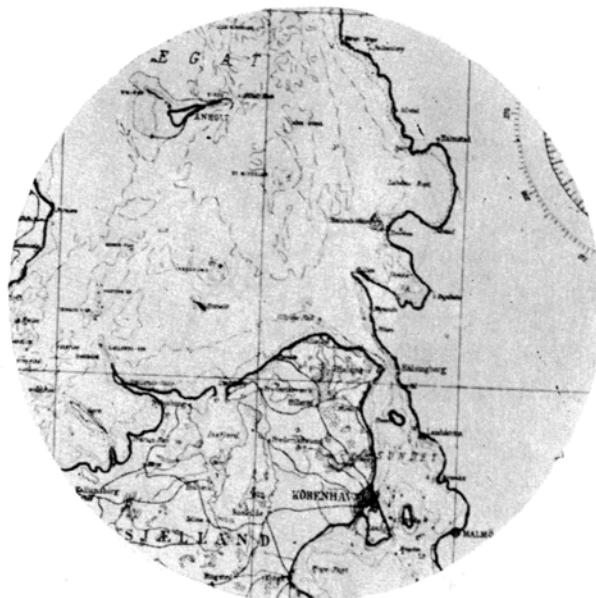
6.3.1 Η όψη παρατηρήσεως στόχου.

Με τον όρο **όψη παρατηρήσεως** εννοείται η γωνία προσπτώσεως της δέσμης στην επιφάνεια του στόχου, κατά το οριζόντιο και το κατακόρυφο επίπεδο, και εξαρτάται από τη θέση της κεραίας ραντάρ του πλοίου ως προς το στόχο. Αν και έχει σχέση με την υφή της επιφάνειας του στόχου, η όψη παρατηρήσεως είναι ο βασικότερος παράγοντας, από τον οποίο εξαρτάται η ισχύς της ηχούς και συνεπώς η απόσταση ανιχνεύσεως του στόχου.



Σχ. 6.2γ.

α) Εικόνα ραντάρ της περιοχής Sound μεταξύ Δανίας και Σουηδίας. β) Χάρτης της περιοχής Sound.



(β)

Σχ. 6.26.

- α) Εικόνα ραντάρ σε κλίμακα 48 ν.μ. Δανικών και Σουηδικών ακτών της περιοχής Kattegat. β) Χάρτης της περιοχής Kattegat που καλύπτεται από την κλίμακα 48 ν.μ.

Όταν η όψη παρατηρήσεως είναι κάθετη [σχ. 6.3a(α,ε)], τότε οι ακτίνες της δέσμης ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, που προσπίπουν στην επιφάνεια του στόχου, σχηματίζουν με τις ακτίνες που ανακλώνται γωνία 180° όπως συμβαίνει και στην περίπτωση ανακλάσεως δέσμης ακτίνων φωτός. Έτσι, στην κεραία του ραντάρ επιστρέφει ισχυρή ηχώ, πολύ περισσότερο όταν η επιφάνεια του στόχου είναι λεία. Η ανάκλαση αυτή ονομάζεται **κατοπτρική ανάκλαση** (specular reflection), και παρατηρείται σε στόχους, που έχουν επίπεδες λείες και κατακόρυφες επιφάνειες.

Όταν η όψη παρατηρήσεως δεν είναι κάθετη και η επιφάνεια του στόχου είναι λεία [σχήματα 6.3a(β,η)], οι ακτίνες που προσπίπουν σ' αυτήν ανακλώνται προς μια μόνο κατεύθυνση, οπότε στην κεραία δεν επιστρέφει ηχώ και ο στόχος δεν ανιχνεύεται. Αν όμως η επιφάνεια του στόχου είναι ανώμαλη, ορισμένα από τα μικρά τμήματά της θα είναι κάθετα στη δέσμη ακτινοβολίας και έτσι θα επιστρέψει σημαντική ηχώ.

6.3.2 Η υφή της επιφάνειας στόχου.

Όταν η επίπεδη επιφάνεια ανακλάσεως είναι λεία, σε οποιοδήποτε σημείο της επιφάνειας αυτής, η γωνία προσπτώσεως και η γωνία ανακλάσεως των ακτίνων της δέσμης είναι η ίδια. Όταν όμως η επίπεδη επιφάνεια είναι ανώμαλη [σχήματα 6.3a(γ,ζ,στ)], η γωνία προσπτώσεως και η γωνία ανακλάσεως δεν είναι η ίδια σε όλα τα σημεία της επιφάνειας και έτσι οι ακτίνες της δέσμης, που ανακλώνται σ' αυτήν, διαχέονται σε όλες τις κατευθύνσεις και στην κεραία επιστρέφει σημαντική ηχώ. Έτσι, αν η όψη παρατηρήσεως λείας επίπεδης επιφάνειας είναι κάθετη (κατοπτρική ανάκλαση), επιστρέφει ισχυρή ηχώ και η ανίχνευση γίνεται σε μεγάλη απόσταση, αν όμως η όψη παρατηρήσεως δεν είναι κάθετη, δεν επιστρέφει ηχώ και δεν γίνεται ανίχνευση.

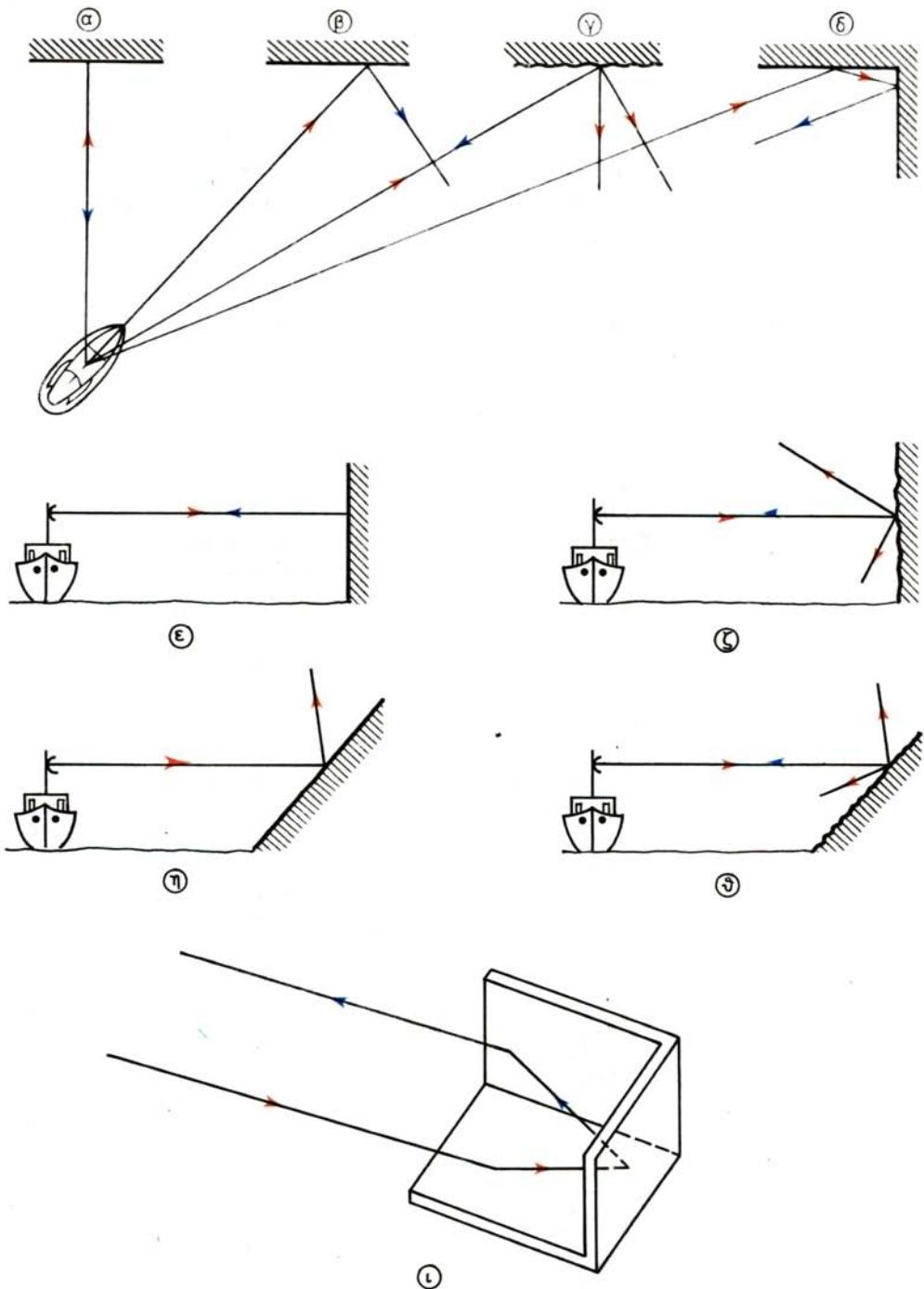
Επειδή το μήκος κύματος της δέσμης ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, θεωρείται μεγάλο, σε σχέση με το μήκος κύματος του φωτός, ως λεία επιφάνεια δε θεωρείται η εντελώς λεία, όπως στην περίπτωση του φωτός, αλλά κάθε επιφάνεια, της οποίας οι ανωμαλίες έχουν διαστάσεις μικρότερες από το $1/4$ του μήκους κύματος που χρησιμοποιείται. Στην πράξη λείες επιφάνειες είναι οι κτιριακές εγκαταστάσεις, οι μεταλλικές κατασκευές, οι αρμώδεις ακτές και ορισμένα παγόβουνα.

6.3.3 Το σχήμα του στόχου.

Το σχήμα είναι σταθερό χαρακτηριστικό του στόχου, σε αντίθεση με την όψη παρατηρήσεως, η οποία μεταβάλλεται, καθώς αλλάζει η θέση της κεραίας ραντάρ σε σχέση με το στόχο. Βέβαια στην περίπτωση του ραντάρ ενδιαφέρει το σχήμα της επιφάνειας του στόχου, η οποία σαρώνεται από τη δέσμη ακτινοβολίας. Άλλα ας εξετάσουμε αναλυτικότερα την επίδραση μερικών χαρακτηριστικών σχημάτων στην ισχύ της ηχούς:

a) Στόχοι με επίπεδη επιφάνεια.

1) Κάθετη και λεία. Όπως φαίνεται στο σχήμα 6.3a(α), όταν η όψη παρατηρήσεως είναι κάθετη, από την επιφάνεια αυτή επιστρέφει ισχυρή ηχώ. Δεν επιστρέφει όμως ηχώ, όταν η όψη παρατηρήσεως είναι πλάγια [σχ. 6.3a(β)]. Ως στόχοι με κάθετη και λεία επιφάνεια θεωρούνται οι απόκρημνες ακτές, τα ξεχωριστά κτίρια και οι μεταλλικές κατασκευές.



Σχ. 6.3α.

α) και ε) Ανάκλαση σε λεία επιφάνεια με κάθετη όψη παρατηρήσεως. β) και η) Ανάκλαση σε λεία επιφάνεια με πλάγια όψη παρατηρήσεως. γ), ζ) και θ) Ανάκλαση σε ανώμαλη επιφάνεια με διάφορες όψεις παρατηρήσεως. δ) Ανάκλαση σε δύο κάθετες λείες επιφάνειες. ι) Ανάκλαση σε τρεις κάθετες επιφάνειες.

2) Κάθετη και ανώμαλη. Μια τέτοια επιφάνεια, αποτελείται από πλήθος μικρών επίπεδων επιφανειών, οι οποίες έχουν διαφορετικές διευθύνσεις και διαστάσεις συγκρίσιμες με το μήκος κύματος που χρησιμοποιείται. Έτσι από αυτές επιστρέφει σημαντικής ισχύος ηχώ [σχ. 6.3α(ζ)].

Ως στόχοι με κάθετη και ανώμαλη επιφάνεια θεωρούνται οι ανώμαλες κατακόρυφες ακτές και μερικά παγόβουνα που έχουν κατακόρυφες ανώμαλες επιφάνειες.

3) Πλάγια και λεία. Στην περίπτωση αυτή, το σύνολο σχεδόν των ακτίνων που προσπίπτουν στην επιφάνεια ανακλώνται μακριά από την κεραία και η ηχώ που επιστρέφει είναι ασήμαντη. Ως στόχοι με πλάγια και λεία επιφάνεια θεωρούνται οι επικλινείς αμμώδεις ακτές, ομαλές πλαγιές λόφων χωρίς βλάστηση, αμμόλοφοι, ακτές μεταξύ πλημυρίδας-αμπώτιδας και παγόβουνα με πλάγιες λείες επιφάνειες.

4) Πλάγια και ανώμαλη. Για τον ίδιο λόγο, που ισχύει στην περίπτωση της κάθετης ανώμαλης επιφάνειας, από στόχο πλάγιας ανώμαλης επιφάνειας επιστρέφει ηχώ σημαντικής ισχύος. Ως στόχοι με πλάγια και ανώμαλη επιφάνεια θεωρούνται οι πλαγιές λόφων με βλάστηση δένδρων ή θάμνων, οι αποστρογγυλεμένοι βραχώδεις όγκοι και ακτές με βότσαλα.

5) Τρεις επίπεδες λείες και κάθετες μεταξύ τους επιφάνειες. Όπως φαίνεται στο σχήμα 6.3α(ι) και με απλή γεωμετρία αποδεικνύεται, οποιαδήποτε και αν είναι η γωνία προσπώσεως ακτίνων σε μια από τις τρεις επιφάνειες, μετά τις τρεις διαδοχικές ανακλάσεις τους στις τρεις κάθετες μεταξύ τους επιφάνειες, οι ακτίνες αποκτούν αντίθετη κατεύθυνση από εκείνη της προσπώσεως. Έτσι, από οποιαδήποτε κατεύθυνση και αν προσπέσουν οι ακτίνες της δέσμης, επιστρέφει στην κεραία ισχυρή ηχώ και οι τρεις αυτές διαδοχικές ανακλάσεις ισοδυναμούν με κατοπτρική ανάκλαση. Όταν η γωνία προσπώσεως είναι κατάλληλη, το ίδιο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται και με ανάκλαση των ακτίνων σε δυο κάθετες μεταξύ τους επιφάνειες [σχ. 6.3α(δ)].

Ως στόχοι τρισορθογώνιας επιφάνειας θεωρούνται τα κτιριακά συγκροτήματα και οι μεταλλικές κατασκευές ηλεκτρικών δικτύων και κεραιών. Στην αρχή αυτή βασίζεται και η κατασκευή των ανακλαστήρων ραντάρ, για τους οποίους θα μιλήσουμε σε επόμενη παράγραφο.

β) Στόχοι σφαιρικής επιφάνειας.

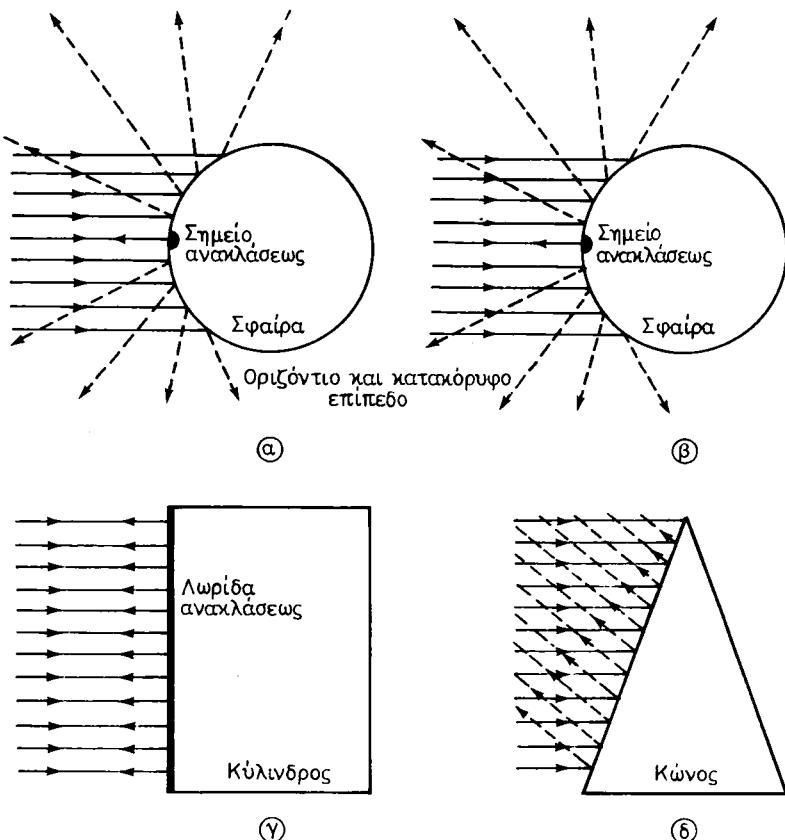
Όπως φαίνεται στο σχήμα 6.3β(α,β), από το σύνολο των ακτίνων, που προσπίπτουν στην επιφάνεια σφαίρας, μετά την ανάκλασή τους αποκτούν αντίθετη κατεύθυνση από ένα μόνο σημείο της σφαιρικής επιφάνειας και επιστρέφουν στην κεραία. Οι υπόλοιπες ακτίνες διασκορπίζονται προς όλες τις κατευθύνσεις στο χώρο και έτσι στην κεραία επιστρέφει πολύ ασθενής ηχώ. Αυτό βέβαια ισχύει, όταν ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας κατευθύνεται στο κέντρο της σφαίρας, ενώ σε αντίθετη περίπτωση δεν υπάρχει επιστροφή ηχούς. Ως στόχοι σφαιρικής επιφάνειας θεωρούνται οι σφαιρικοί σημαντήρες και παγόβουνα με στρογγυλεμένες επιφάνειες, από τις οποίες, λόγω των μικρών ανωμαλιών της επιφάνειάς τους, στην κεραία επιστρέφει μεγαλύτερος αριθμός ακτίνων. Πάντως τέτοιοι στόχοι θεωρούνται ως κακοί στόχοι.

γ) Στόχοι κυλινδρικής επιφάνειας.

Η κυλινδρική επιφάνεια, [σχ. 6.3β(γ)], παρουσιάζει συνδυασμό των ιδιοτήτων

σφαιρικής και επίπεδης επιφάνειας. Όταν η κυλινδρική επιφάνεια είναι κατακόρυφη, σημαντικός αριθμός ακτίνων της δέσμης, που προσπίπτουν κάθετα σε στενή λωρίδα ίση με το ύψος του κυλίνδρου και παράλληλη με τον άξονά του, αποκτούν αντίθετη κατεύθυνση και στην κεραία επιστρέφει μέτρια ηχώ. Αυτό ισχύει για οποιαδήποτε κατεύθυνση στο επίπεδο του ορίζοντα, επειδή με την αλλαγή της θέσεως της κεραίας ραντάρ δε μεταβάλλεται η όψη παρατηρήσεως της κυλινδρικής επιφάνειας. Ως στόχοι κυλινδρικής επιφάνειας θεωρούνται οι κυλινδρικοί σημαντήρες, οι καπνοδόχοι και οι δεξαμενές υγρών καυσίμων σταθερής διαμέτρου.

Όταν όμως η κυλινδρική επιφάνεια είναι οριζόντια, η όψη παρατηρήσεως μεταβάλλεται με την αλλαγή της θέσεως της κεραίας ραντάρ. Στην περίπτωση αυτή ηχώ επιστρέφει μόνον, όταν ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας είναι κάθετος στον άξονα της κυλινδρικής επιφάνειας. Σε αντίθετη περίπτωση η ηχώ που επιστρέφει είναι αμελητέα. Τέτοιοι στόχοι είναι οι υπερθαλάσσιες σωληνώσεις μεταφοράς υγρών καυσίμων και οι σημαντήρες προσδέσεως, οι οποίοι ανάλογα με την όψη



Σχ. 6.38.

- α) Ανάκλαση σε σφαιρική επιφάνεια κατά το οριζόντιο επίπεδο.
- β) Ανάκλαση σε σφαιρική επιφάνεια κατά το κατακόρυφο επίπεδο. γ) Ανάκλαση σε κυλινδρική επιφάνεια.
- δ) Ανάκλαση σε κωνική επιφάνεια.

παρατηρήσεώς τους άλλοτε ανιχνεύονται σε μέτρια απόσταση και άλλοτε δεν ανιχνεύονται.

δ) Στόχοι κωνικής επιφάνειας.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 6.3β(δ), όλες οι ακτίνες που ανακλώνται σε επιφάνεια κώνου, του οποίου η βάση είναι οριζόντια, αποκτούν κατεύθυνση προς τα άνω μακριά από την κεραία και ηχώ δεν επιστρέφει. Ως στόχοι κωνικής επιφάνειας θεωρούνται οι φάροι, οι καπνοδόχοι, που όσο αυξάνει το ύψος τους ελαττώνεται η διάμετρός τους και οι κωνικοί σημαντήρες. Στην πραγματικότητα, επειδή η επιφάνεια τέτοιων στόχων δεν είναι εντελώς λεία, επιστρέφει πολύ ασθενής ηχώ και έτσι οι στόχοι ανιχνεύονται σε πολύ μικρή απόσταση.

6.3.4 Το υλικό από το οποίο αποτελείται ο στόχος.

Κάθε υλικό παρουσιάζει ορισμένο συντελεστή ανακλάσεως ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, ο οποίος εξαρτάται από την ηλεκτρική του αγωγιμότητα. Ως συντελεστής ανακλάσεως ορίζεται ο λόγος του ποσού της ενέργειας, που ανακλάται από μια επιφάνεια, προς το ποσό της ενέργειας που προσπίπτει σ' αυτήν. Η διαφορά αυτή μεταξύ του ποσού της ενέργειας που προσπίπτει και της ενέργειας που ανακλάται οφείλεται στην απορρόφηση μέρους της ενέργειας που προσπίπτει, η οποία είναι ανάλογη με την αντίσταση του υλικού.

Γενικά τα μέταλλα, που παρουσιάζουν μεγάλη αγωγιμότητα και έχουν συντελεστή ανακλάσεως σχεδόν 1, είναι οι καλύτεροι ανακλαστήρες. Το θαλάσσιο νερό, λόγω της αλμυρότητάς του, παρουσιάζει συντελεστή ανακλάσεως περίπου 0,8 και ανακλά μεγάλο ποσό ενέργειας, το οποίο επιστρέφει στην κεραία, όταν επικρατεί κυματισμός (θαλάσσιες επιστροφές). Ο πάγος και το χιόνι, επειδή δεν περιέχουν αλάτι, παρουσιάζουν συντελεστή ανακλάσεως περίπου 0,35 και θεωρούνται κακοί ανακλαστήρες, ενώ τα παγόβουνα παρουσιάζουν μεγαλύτερο συντελεστή ανακλάσεως. Η ξηρά παρουσιάζει μειωμένο συντελεστή ανακλάσεως (0,1 – 0,4), όταν καλύπτεται από δένδρα ή θάμνους, ενώ όταν καλύπτεται από χλόη, ο συντελεστής αυξάνει μέχρι 0,8. Επίσης αυξημένο συντελεστή ανακλάσεως παρουσιάζει η ξηρά όταν έχει στρώμα μεταλλεύματος σε μικρό βάθος, επειδή αυξάνεται η αγωγιμότητά της. Βέβαια, αύξηση του συντελεστή ανακλάσεως της ξηράς συνεπάγεται και η αύξηση της υγρασίας της.

Τα διηλεκτρικά υλικά, όπως το ξύλο και τα πλαστικά, έχουν ασήμαντο συντελεστή ανακλάσεως. Γι' αυτό τα ξύλινα και τα πλαστικά (fiberglass) σκάφη είναι κακοί στόχοι, ειδικά σε ήρεμη θάλασσα. Όταν η θάλασσα δεν είναι ήρεμη, επειδή είναι βρεγμένα, τα σκάφη αυτά ανιχνεύονται σε σημαντική απόσταση, όχι όμως σε κάθε στροφή της κεραίας, επειδή κρύβονται πίσω από τα κύματα μεγάλου ύψους. Ενίσχυση της πχούς των ιστιοφόρων προκαλείται από τα βρεγμένα πανιά τους, όταν η όψη παρατηρήσεώς τους είναι κάθετη.

6.3.5 Το μέγεθος του στόχου.

Ένα άλλο βασικό χαρακτηριστικό του στόχου, από το οποίο εξαρτάται η ισχύς της ηχούς και συνεπώς η απόσταση ανιχνευσεώς του και η αναγνώρισή του, είναι το μέγεθός του και ειδικότερα το πλάτος του, το ύψος του και το μήκος του στο βάθος του ορίζοντα.

α) Το πλάτος του στόχου.

Η επίδραση του πλάτους του στόχου (διάστασή του κατά το οριζόντιο επίπεδο) στην ισχύ της ηχούς εξαρτάται από την τιμή του, σε σύγκριση με το οριζόντιο εύρος δέσμης.

Όταν ο στόχος είναι μικρός και το πλάτος του είναι μικρότερο από το τόξο που αντιστοιχεί στο οριζόντιο εύρος δέσμης στην απόσταση του στόχου, η ισχύς της ηχούς είναι ανάλογη προς τον αριθμό των ακτίνων της δέσμης, που προσπίπουν ταυτόχρονα στο στόχο. Έτσι, όσο αυξάνει το πλάτος του στόχου, αυξάνει και η ισχύς της ηχούς, μέχρι το πλάτος του να γίνει ίσο με το τόξο που αντιστοιχεί στο οριζόντιο εύρος δέσμης. Βέβαια, εξυπακούεται ότι πρόκειται για το πλάτος με κάθετη όψη παρατηρήσεως.

Όταν το πλάτος του στόχου είναι μεγαλύτερο από το τόξο που αντιστοιχεί στο οριζόντιο εύρος δέσμης, καθώς η δέσμη σαρώνει το στόχο, κάθε στιγμή η δέσμη προσπίπτει σε τμήμα του στόχου, ίσο με αυτό που αντιστοιχεί στο εύρος της. Έτσι η ισχύς της ηχούς, που επιστρέφει κάθε στιγμή, εξαρτάται από τα άλλα χαρακτηριστικά (όψη παρατηρήσεως, υφή, σχήμα) του τμήματος του στόχου, στο οποίο προσπίπτει η δέσμη την αντίστοιχη στιγμή και το συνολικό πλάτος του δεν έχει σχέση με την ισχύ της ηχούς. Εξάλλου, αν η επιφάνεια του στόχου, κατά το πλάτος του, είναι ανώμαλη και οι ανωμαλίες εμφανίζονται σε σημεία που απέχουν μεταξύ τους απόσταση περιπτού αριθμού $\lambda/2$, κατά την ανάκλαση των ακτίνων της δέσμης θα υπάρχει διαφορά φάσεως 180° και η ηχώ θα εξασθενεί.

β) Το ύψος του στόχου.

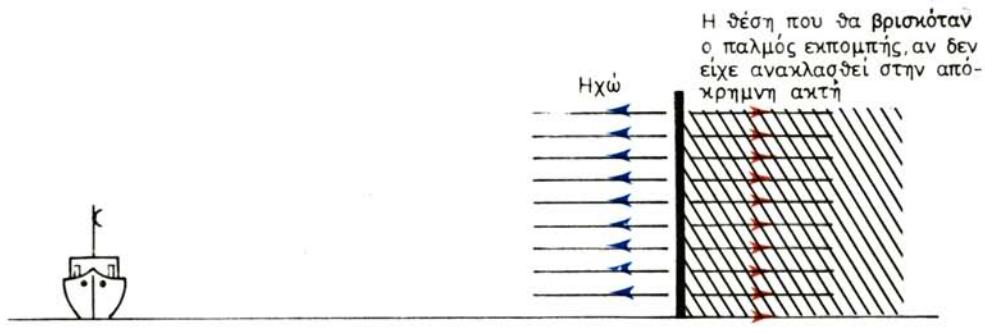
Επειδή το κατακόρυφο εύρος δέσμης είναι μεγάλο, το μήκος του τόξου, που αντιστοιχεί σ' αυτό, σπάνια δεν καλύπτει το ύψος του στόχου. Έτσι, όσο αυξάνει κατακόρυφα το ύψος κάθε μικρού απομονωμένου στόχου, του οποίου η όψη παρατηρήσεως είναι κάθετη, αυξάνει και η ισχύ της ηχούς. Το ίδιο ισχύει και για την κατακόρυφη (απόκρημνη) ακτογραμμή και τις κατακόρυφες εξάρσεις ξηράς πέρα από την ακτογραμμή. Όταν η ακτογραμμή είναι κατακόρυφη (σχ. 6.3γ), μεγάλος αριθμός ακτίνων ανακλάται ταυτόχρονα από όλο το ύψος της μετωπικής της επιφάνειας. Τότε η ισχυρή ηχώ, που επιστρέφει, έχει μικρή διάρκεια, ίση με τη διάρκεια του παλμού εκπομπής και η απόκρημνη **ακτογραμμή** εμφανίζεται στον ενδείκτη P.P.I., ως έντονη λεπτή γραμμή, που ανταποκρίνεται στο σχήμα της ακτογραμμής κατά το οριζόντιο επίπεδο.

Δεν ισχύει όμως το ίδιο και για **ακτή που ακολουθείται από πλαγιές λόφων ή βουνών** και για τις βουνοπλαγιές που υψώνονται μακριά από την ακτογραμμή, για τους παρακάτω λόγους:

1) Το μεγάλο ποσό ενέργειας που ανακλάται από τη μεγάλη επιφάνεια μιας ψηλής βουνοπλαγιάς, δεν επιστρέφει όλο στην κεραία, αλλά ένα μέρος από αυτό, ανάλογα με το σχήμα, την υφή και την όψη παρατηρήσεως της βουνοπλαγιάς.

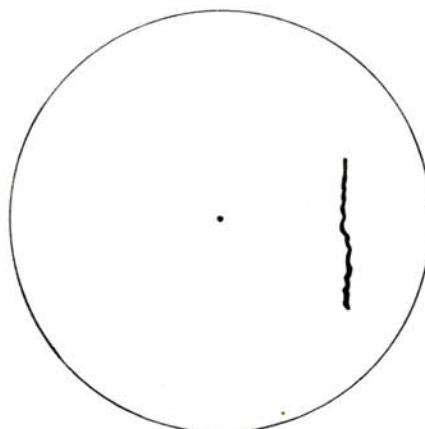
2) Καθώς τα σημεία της επιφάνειας της βουνοπλαγιάς δεν ισπάζουν από την κεραία ραντάρ, το ποσό της ενέργειας από την επιφάνειά της δεν ανακλάται από όλα τα σημεία της ταυτόχρονα και συνεπώς δεν προκαλείται αύξηση της ισχύος της ηχούς ανάλογη με το ύψος της βουνοπλαγιάς. Ας υποθέσουμε, π.χ. ότι το μήκος παλμού εκπομπής συσκευής ραντάρ είναι 60 m ($0,2 \text{ ms}$) και ότι μια βουνοπλαγιά, (σχ. 6.3δ), αποτελείται από σκαλοπάτια, που οι κατακόρυφες επιφάνειές τους πα-

ρουσιάζουν διαφορά αποστάσεως από την κεραία ραντάρ (έχουν βάθος) 10 m. Από την ανάκλαση του παλμού σε κάθε σκαλοπάτι θα προκύπτει ξεχωριστή ηχώ μήκους 60 m, η οποία επιστρέφοντας στην κεραία ως μια σειρά με διαφορά αποστάσεως 20 m. Όπως φαίνεται στο σχήμα 6.3δ, η ηχώ από το τρίτο σκαλοπάτι (60 m) συμπίπτει με τα τελευταία 2/3 (40 m) της ηχούς από το δεύτερο σκαλοπάτι και τα μετωπικά 2/3 (40 m) της ηχούς από το τέταρτο σκαλοπάτι. Το ίδιο ισχύει και για τις ηχούς από το τρίτο, τέταρτο και πέμπτο σκαλοπάτι. Δηλαδή, μέχρι τρεις ηχοί λαμβάνονται ταυτόχρονα ως μια ηχώ και προκαλείται τριπλασιασμός της ισχύος της ηχούς. Αν τα σκαλοπάτια είχαν βάθος 15 m και το μήκος παλμού παρέμενε το ίδιο (60 m), μέχρι δύο ηχοί θα λαμβάνονταν ταυτόχρονα και η ισχύς της συνολικής ηχούς δεν θα τριπλασιάζόταν αλλά θα διπλασιάζόταν. Επομένως, όσο αυξάνει η κλίση της βουνοπλαγιάς (γίνεται περισσότερο κατακόρυφη), αυξάνει και η ισχύς της ηχούς. Η αύξηση αυτή όμως δεν είναι ανάλογη, επειδή στην ενέργεια που ανακλάται από σημεία με μικρή διαφορά αποστάσεως από την κεραία, παρατηρείται διαφορά φάσεως· η διαφορά φάσεως αυτή προκαλεί εξασθένιση της ηχούς.



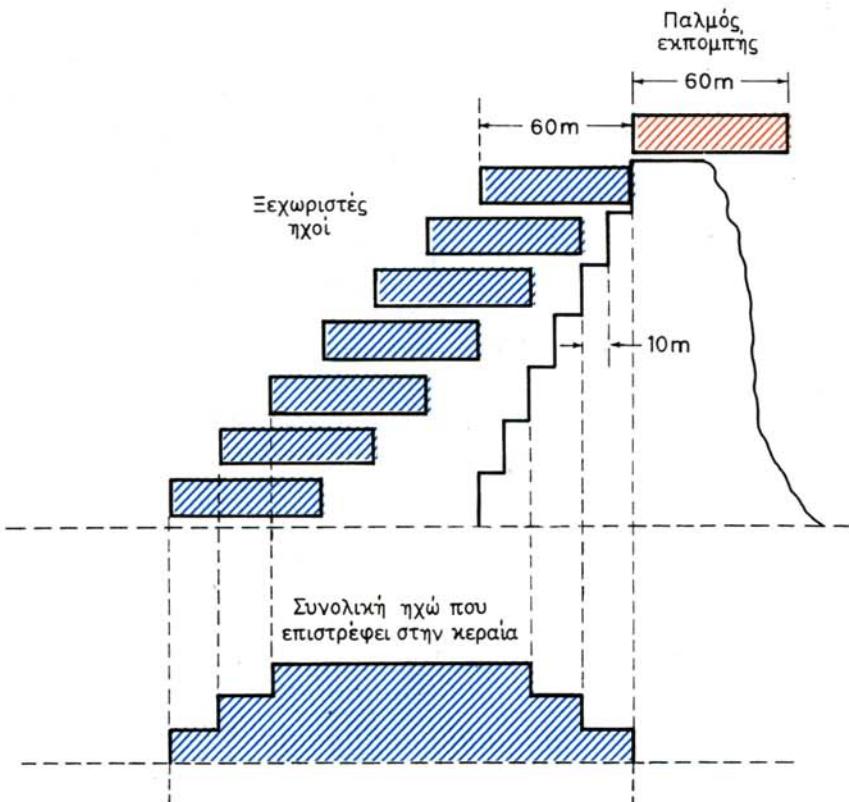
Ⓐ

Ⓑ



Σχ. 6.3γ.

α) Όλες οι ακτίνες από όλο το ύψος της απόκρημνης ακτής ανακλώνται με την ίδια φάση και επιστρέφει ισχυρή ηχώ. β) Η ισχυρή ηχώ απόκρημνης ακτής εμφανίζεται ως έντονη γραμμή που έχει πάχος ίσο με το μήκος παλμού και το σχήμα της μοιάζει με την ακτογραμμή.

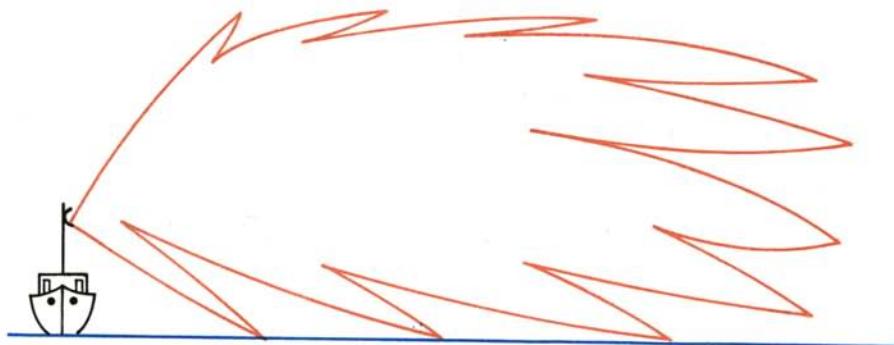


Σχ. 6.36.

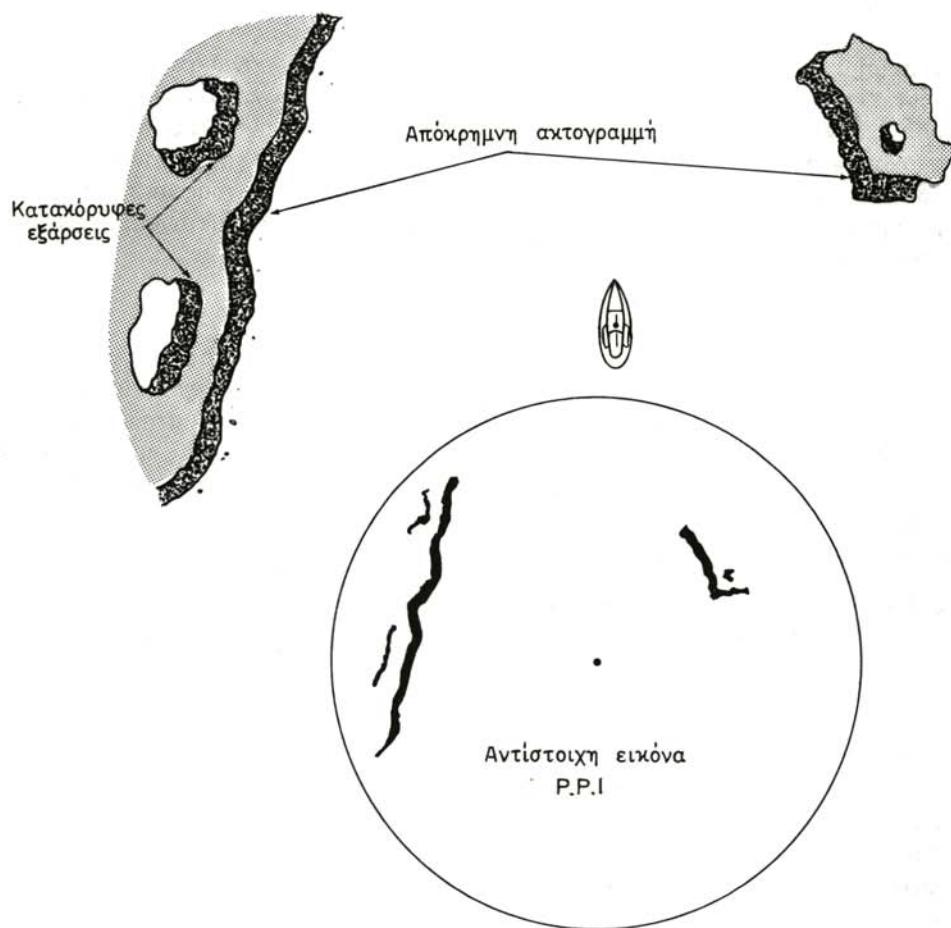
Η διάρκεια και το πλάτος της ηχούς που επιστρέφει από επικλινή επιφάνεια.

Έτσι, κατά την εμφάνισή της στον ενδείκτη P.P.I., η ηχώ από πλαγιές δεν είναι έντονη, όπως η ηχώ από κατακόρυφες ακτές, εκτείνεται όμως σε μεγαλύτερη απόσταση της οθόνης, δηλαδή έχει μεγάλο πάχος.

3) Η ενέργεια, που ακτινοβολείται από την κεραία ραντάρ, δεν ακτινοβολείται ομοιόμορφα σε όλο το χώρο του κατακόρυφου εύρους δέσμης, αλλά κατά λοβούς, όπως στο σχήμα 6.3ε, όπου παρατηρούνται τομείς με μέγιστα και ελάχιστα. Αυτή η ανομοιόμορφη κατανομή της ενέργειας κατά το κατακόρυφο εύρος δέσμης έχει επίδραση στην ηχώ στόχων που έχουν μεγάλο ύψος και βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση. Σε μικρές αποστάσεις από την κεραία ραντάρ τα ελάχιστα ισχύους δεν καλύπτουν σημαντικούς κατακόρυφους τομείς και επιδρούν στην ισχύ της ηχούς στόχων μικρής ανακλαστικής επιφάνειας. Όμως, σε μεγάλες αποστάσεις από την κεραία, τα ελάχιστα καλύπτουν σημαντικούς κατακόρυφους τομείς και καθώς η απόσταση υψηλών στόχων μεγάλης ανακλαστικής επιφάνειας ελαπτώνεται (λόγω προχωρήσεως του πλοίου), οι μεγάλες αυτές ανακλαστικές επιφάνειες μεταπηδούν διαδοχικά από το χώρο μεγίστων στο χώρο ελαχίστων. Για το λόγο αυτό, πολλές φορές, μια καλή ανακλαστική επιφάνεια ανιχνεύεται σε μεγάλη απόσταση και ξαφνικά παύει να ανιχνεύεται, όταν ελαπτώθει η απόσταση, αν και η όψη παρατηρή-

**Σχ. 6.3ε.**

Κατανομή της ακτινοβόλουμενης ισχύος κατά το κατακόρυφο εύρος δέσμης ακτινοβολίας λόγω ανακλάσεως των κατωτέρων ακτίνων στην επιφάνεια της θάλασσας.

**Σχ. 6.3στ.**

Εικόνα απόκρημνης ακτογραμμής και κατακορύφων εξάρσεων στην επίπεδη επιφάνεια που ακολουθεί την ακτογραμμή.

σεώς της παραμένει η ίδια. Έτσι μπορεί η ηχώ μιας πλαγιάς ψηλού βουνού να είναι ασθενέστερη από την ηχώ μιας απόκρημνης πλαγιάς με πολύ μικρότερο ύψος. Όταν λοιπόν πλησιάζουμε ακτές, πρέπει να έχομε υπόψη μας ότι η πρώτη ηχώ που εμφανίζεται δεν προέρχεται υποχρεωτικά από το ψηλότερο σημείο της ξηράς. Σε τέτοιες περιπτώσεις, για την αναγνώριση του σημείου από το οποίο προέρχεται η ηχώ, απαιτείται προσεκτική μελέτη των στοιχείων που παρέχει ο χάρτης, λαμβάνοντας υπόψη το σχήμα, την όψη παρατηρήσεως και τα λοιπά χαρακτηριστικά στοιχεία κάθε μικρής εκτάσεως.

γ) Το μήκος του στόχου.

Ως μήκος του στόχου εννοείται το βάθος του μέσα στον ορίζοντα. Όταν ο στόχος έχει κατακόρυφη μετωπική επιφάνεια και η ορίζοντια επιφάνειά του είναι επίπεδη και έχει μεγάλο βάθος, ηχώ επιστρέφει μόνο από την κατακόρυφη μετωπική του επιφάνεια. Η ηχώ αυτή έχει μήκος ίσο με το μήκος του παλμού εκπομπής και στην οθόνη P.P.I. εμφανίζεται το μετωπικό περίγραμμα του στόχου, ανάλογα με την υφή της επιφάνειας και την όψη παρατηρήσεως, όπως η νησίδα και η ακτογραμμή στο σχήμα 6.3στ. Αν πέρα από την ακτογραμμή, επάνω στην επίπεδη ορίζοντια επιφάνεια υπάρχουν μονωμένες φυσικές ή τεχνητές κατακόρυφες εξάρσεις, που έχουν κατάλληλη όψη παρατηρήσεως, αυτές εμφανίζονται ως απομονωμένοι στόχοι μετά από το περίγραμμα της ακτογραμμής. Αν μετά την ακτογραμμή ακολουθούν πλαγιές, τότε, ανάλογα με την κλίση τους, το σχήμα τους και την όψη παρατηρήσεώς τους, θα εμφανίζονται αμέσως μετά την ηχώ της ακτογραμμής και θα αποτελούν με αυτή μια εκτεταμένη ηχώ.

6.4 Εμφάνιση της ηχούς στόχων ναυτιλιακού ενδιαφέροντος.

Στις προηγούμενες παραγράφους εξετάσαμε την επίδραση που έχουν τα χαρακτηριστικά του στόχου στην ισχύ της ηχούς και την απόσταση ανιχνεύσεώς του. Όμως, κάθε συγκεκριμένος στόχος που παρουσιάζει ενδιαφέρον στη ναυσιπλοΐα, έχει διαφορετική συμπεριφορά και απαιτεί συγκεκριμένες γνώσεις και ενέργειες, για να αναγνωρισθεί από την ηχώ του στην οθόνη P.P.I. Μπορούμε να χωρίσουμε τους στόχους σε τρεις βασικές κατηγορίες: απομονωμένους στόχους, στόχους ακτών ή ξηράς και στόχους πάγων.

6.4.1 Η ηχώ απομονωμένων στόχων.

Τέτοιοι στόχοι είναι τα μικρά αντικείμενα που βρίσκονται επάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, όπως σημαντήρες, καθε είδους σκάφη, σκόπελοι και παγόβουνα.

α) Η ηχώ σημαντήρων.

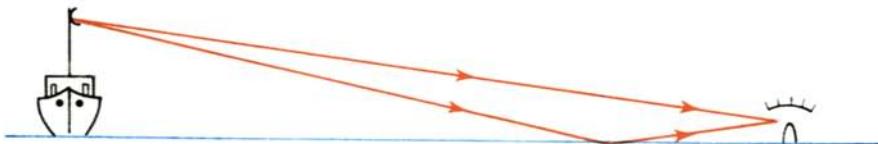
Γενικά οι σημαντήρες ανήκουν ετην κατηγορία των κακών στόχων, επειδή παρέχουν ασθενή ηχώ. Ανάλογα με τον τύπο τους, η μέγιστη απόσταση ανιχνεύσεώς τους κυμαίνεται από 0,5 - 2 ν.μ. Σε σημαντήρες που παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον στη ναυσιπλοΐα, τοποθετούνται στην κορυφή τους ανακλαστήρες ραντάρ, με τους οποίους αυξάνεται η απόσταση ανιχνεύσεώς τους μέχρι 6 ν.μ.

Πολλές φορές, σε μέσες αποστάσεις, η ισχύς της ηχούς των σημαντήρων και η απόσταση ανιχνεύσεώς τους μεταβάλλονται. Η **μεταβολή** αυτή μπορεί να οφείλεται:

1) Σε μεταβολή της όψεως παρατηρήσεώς τους από τη δέσμη ακτινοβολίας, επειδή μεταβάλλουν κλίση, ανάλογα με την ένταση και την κατεύθυνση του ανέμου και του κυματισμού. Οι κωνικοί σημαντήρες π.χ. ανιχνεύονται σε μεγαλύτερη απόσταση, όταν λόγω της κλίσεώς τους, η κορυφή τους κατευθύνεται προς την κεραία ραντάρ.

2) Στην ανομοιόμορφη κατανομή της ενέργειας κατά το κατακόρυφο εύρος δέσμης (σχ. 6.3ε), όπου κατά τη μεταβολή της αποστάσεως, ο σημαντήρας διέρχεται διαδοχικά από μέγιστα και ελάχιστα ισχύος. Στο φαινόμενο αυτό οφείλεται η διαδοχική έντονη εμφάνιση και εξαφάνιση της ηχούς σημαντήρα με ανακλαστήρα, όταν τον πλησιάζομε ή απομακρυνόμαστε από αυτόν με ήρεμη θάλασσα. Η ήρεμη θάλασσα αυξάνει τη διαφορά μεγίστων και ελάχιστων ισχύος στην κατώτερη περιοχή του οριζόντιου εύρους δέσμης, επειδή στην περιοχή αυτή (σχ. 6.4α) μεγάλος αριθμός ακτίνων, που ανακλώνται στη λεία επιφάνεια της θάλασσας, συμβάλλει με τις απευθείας ακτίνες. Όταν οι ακτίνες, που συμβάλλουν, είναι συμφασικές, δημιουργούνται μέγιστα ισχύος, ενώ όταν έχουν διαφορά φάσεως 180° δημιουργούνται ελάχιστα ισχύος.

3) Σε μικρής εκτάσεως ανομοιόμορφίες του δείκτη διαθλάσεως της τροπόσφαιρας σε πολύ μικρό ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας, όταν υπάρχουν σημαντικές διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ μικρών διαδοχικών εκτάσεων.



Σχ. 6.4α.

Στην απόσταση του σημαντήρα με ανακλαστήρα ραντάρ οι απευθείας ακτίνες και ακτίνες που ανακλώνται στην επιφάνεια της ήρεμης θάλασσας, φθάνουν με διαφορά φάσεως 180° , οπότε δημιουργείται ελάχιστο ισχύος.

B) Η ηχώ πλοίων.

Η ισχύ της ηχούς των πλοίων εξαρτάται από το μέγεθος, το σχήμα, το υλικό κατασκευής τους και την όψη παρατηρήσεώς τους. Τα σιδερένια πλοία είναι καλοί στόχοι, ειδικά όταν είναι άφορτα και η όψη παρατηρήσεώς τους είναι κάθετη στο διάμηκές τους. Το κέλυφος και οι επίπεδες υπερκατασκευές τους παρέχουν σημαντική ηχώ, ενώ η ηχώ από την καπνοδόχο και τα άλμπουρα, που έχουν κυλινδρική επιφάνεια, είναι ασήμαντη. Έτσι, ένα μικρό επιβατηγό πλοίο χωρίς φορτίο με κάθετη όψη παρατηρήσεως παρέχει ισχυρότερη ηχώ από ένα μεγαλύτερο φορτωμένο πλοίο με πλάγια όψη παρατηρήσεως.

Τα ξύλινα και τα πλαστικά σκάφη είναι κακοί στόχοι, γι' αυτό όταν πλέομε σε περιοχή που αναμένεται η παρουσία τέτοιων σκαφών απαιτείται μεγάλη προσοχή. Σήμερα στις πλαστικές (fiberglass) σωστίβιες βάρκες, για να βελτιώσουν τις ανακλαστικές τους αρετές, κατά την κατασκευή τους, τοποθετούν μέσα στο πλαστικό κέλυφός τους μεταλλικό πλέγμα.

Στον πίνακα 6.4.1 φαίνονται οι συνήθεις μέγιστες αποστάσεις ανιχνεύσεως, που έχουν διαπιστωθεί στην πράξη, κάτω από ομαλές συνθήκες διαδόσεως των

ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, για ραντάρ 3 cm και για ύψος κεραίας 17 m από την επιφάνεια της θάλασσας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4.1
Μέγιστες αποστάσεις ανιχνεύσεως σκαφών

Μικρές ξύλινες βάρκες	0,5- 4 v.μ.
Σωσίβιες λέμβοι	μέχρι 2 v.μ.
Μικρά αλιευτικά	3- 5 v.μ.
Μηχανότρατες	6- 9 v.μ.
Ρυμουλκά	5- 7 v.μ.
Πλοία 1000 τόνων	6-10 v.μ.
Πλοία 10000 τόνων	10-16 v.μ.
Πλοία 50000 τόνων	16-20 v.μ.

Όπως είπαμε, η αναγνώριση του διαμήκους του πλοίου από την ηχώ του είναι αδύνατη στις μεγάλες αποστάσεις λόγω της παραμορφώσεως της ηχούς από το οριζόντιο εύρος δέσμης. Στις μικρές αποστάσεις και εφόσον χρησιμοποιείται η ίδια κλίμακα ανιχνεύσεως διακρίνεται η διεύθυνση του διαμήκους του πλοίου. Όταν το πλοίο είναι μεγάλο, σε σύγκριση με το μήκος του τόξου που αντιστοιχεί στο οριζόντιο εύρος, από την ηχώ του μπορούμε να διαπιστώσουμε, αν το παρατηρούμε κατά το εγκάρσιό του ή κατά το διάμηκές του. Η ηχώ ενός μεγάλου πλοίου σε μικρή απόσταση και με όψη παρατηρήσεως κάθετη στο διάμηκές του φαίνεται ως λεπτή γραμμή, η οποία δεν είναι απαραίτητη ευθεία. Όταν η όψη παρατηρήσεως είναι παράλληλη με το διάμηκες του πλοίου, μόνο το μετωπικό τμήμα της ηχούς του ανταποκρίνεται στο σχήμα του αντίστοιχου μετωπικού τμήματος του πλοίου.

Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι με την εμφάνιση της ηχούς στην οθόνη του PPI είναι αδύνατο να διαπιστώσουμε την κίνηση του πλοίου στόχου. Όμως με συνεχείς παρατηρήσεις διοπτρεύσεων και αποστάσεων, μπορούμε να διαπιστώσουμε την κατεύθυνση της **σχετικής κινήσεως** του. Όταν η ηχώ του πλοίου είναι έντονη και η ταχύτητα της σχετικής κινήσεως του είναι σημαντική (λόγω της μεταπορφυρώσεως), επειδή σε κάθε στροφή της κεραίας αλλάζει η θέση της ηχούς, από τις διαδοχικές θέσεις της παραμένει ίχνος, που έχει σχήμα κοντόχοντρης ουράς (tailpole tail). Το ίχνος αυτό είναι περισσότερο καταφανές στις μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως. Η κατεύθυνση του ίχνους αυτού στους **ενδείκτες ραντάρ σχετικής κινήσεως** (relative motion displays), αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση της **σχετικής κινήσεως** του πλοίου στόχου. Βέβαια, στους ενδείκτες ραντάρ σχετικής κινήσεως, ίχνος μεταπορφυρώσεως παρατηρείται και στους ακίνητους στόχους, λόγω της κινήσεως του δικού μας πλοίου.

Κατά την κίνηση των πλοίων μεγάλης ταχύτητας σε μικρή απόσταση, επιστρέφει ηχώ και από τα απόνερα που αφήνει το πλοίο. Η ηχώ αυτή φαίνεται, όταν η ευαισθησία του δείκτη έχει ρυθμισθεί σε μεγάλη τιμή και καλύπτει στενή λωρίδα, που αποτελεί συνέχεια της ηχούς του πλοίου στόχου. Όταν η θάλασσα είναι ήρεμη, η λωρίδα που καλύπτει η ηχώ αυτή αποτελείται από φωτεινά στίγματα, τα οποία μοιάζουν με τις θαλάσσιες επιστροφές. Αντίθετα, όταν η θάλασσα δεν είναι ήρεμη, από την έκταση που καλύπτουν τα απόνερα, επιστρέφουν ασθενείς θαλάσσιες επιστροφές και η λωρίδα αυτή φωτίζεται πολύ λιγότερο. Όταν με τον αντίστοιχο ρυθμιστή περιορίσουμε τις θαλάσσιες επιστροφές, δεν διακρίνεται ηχώ από

τα απόνερα και η αντίστοιχη λωρίδα φαίνεται σκοτεινή. Η κατεύθυνση της λωρίδας αυτής δείχνει την κατεύθυνση της αληθούς κινήσεως του πλοίου στόχου.

Κατά παρόμοιο τρόπο εμφανίζεται ηχώ και από τα απόνερα του δικού μας πλοίου, την οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε:

- Για τη διαπίστωση του συντονισμού της συσκευής ραντάρ του πλοίου μας, όταν πλέομε σε περιοχή ομίχλης.
- Για την εκτίμηση της ακτίνας του κύκλου στροφής του πλοίου μας.

Η αναγνώριση της ηχούς πλοίων και σημαντήρων μπορεί να γίνει με τους παρακάτω τρόπους:

1) Με σύγκριση της εικόνας ραντάρ και της εικόνας του χάρτη της περιοχής, που καλύπτει η κλίμακα ανιχνεύσεως στην οποία λειτουργεί η συσκευή ραντάρ. Αν π.χ. εμφανίζεται ηχώ σε καθορισμένο σημείο, όπου σημειώνεται η θέση σημαντήρα, δεν είναι δυνατό να είναι η ηχώ πλοίου και αντίστροφα.

2) Από την απόσταση πρώτης ανιχνεύσεως. Αν ανιχνευθεί π.χ. ηχώ σε απόσταση μεγαλύτερη από 10 ν.μ., πρόκειται μάλλον για ηχώ πλοίου, εκτός αν κατά την ανιχνεύση επικρατούν συνθήκες υπερδιαθλάσεως ή παγιδεύσεως της δέσμης.

3) Όταν εμφανίζονται δύο ηχοί σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, όπου σημειώνεται η ύπαρξη σημαντήρα και μέσα στα όρια ανιχνεύσεως του σημαντήρα, η αναγνώριση μπορεί να γίνει με σταδιακή ελάττωση της ευαισθησίας του δέκτη, για μικρό χρονικό διάστημα. Καθώς η ηχώ του σημαντήρα είναι ασθενέστερη από την ηχώ του πλοίου, αυτή, που κατά τη σταδιακή ελάττωση της ευαισθησίας του δέκτη θα εξαφανισθεί πρώτη είναι η ηχώ του σημαντήρα, ενώ η ηχώ του πλοίου μπορεί να διακρίνεται, ακόμη και όταν ο ρυθμιστής ευαισθησίας έχει στραφεί στη θέση ελάχιστης ευαισθησίας. Βέβαια δεν πρέπει να ξεχνούμε ότι μετά την αναγνώριση επαναρρυθμίζομε την ευαισθησία του δέκτη στην κανονική της στάθμη.

Με τη σταδιακή ελάττωση της ευαισθησίας του δέκτη μπορούμε να διαπιστώσουμε, αν η ηχώ προέρχεται από σημαντήρα χωρίς ή με ανακλαστήρα ραντάρ. Στην αναγνώριση της ηχούς με ανακλαστήρα ραντάρ μπορεί να βοηθήσει και η διαδοχική εξαφάνιση και εμφάνισή της, λόγω των μεγίστων και ελαχίστων ισχύος κατά το κατακόρυφο εύρος δέσμης, εφόσον λόγω της κινήσεως του πλοίου μας, μεταβάλλεται η απόσταση του σημαντήρα και εφόσον επικρατεί ήρεμη θάλασσα.

Δύσκολη είναι η διάκριση μεταξύ της ηχούς σημαντήρα με ανακλαστήρα ραντάρ και της ηχούς πλοίου μικρού ή και μεσαίου μεγέθους.

4) Αναγνώριση με βεβαίότητα μεταξύ της ηχούς σημαντήρα και της ηχούς πλοίου επιτυγχάνεται με υποτύπωση, αν κατά την πραγματοποίηση της υποτυπώσεως λαμβάνομε υπόψη και την επίδραση του ρεύματος που μπορεί να επικρατεί.

γ) Η ηχώ παγοβούνων.

Τα παγόβουνα, ως στόχοι, παρουσιάζουν την ίδια σχεδόν συμπεριφορά με στόχους στεριάς ίσου όγκου. Η ισχύς της ηχούς από παγόβουνα, τα οποία έχουν κατακόρυφες επιφάνειες, όπως εκείνα των ανταρκτικών περιοχών, είναι ικανοποιητική, ενώ η ηχώ από παγόβουνα, τα οποία έχουν πλάγιες επιφάνειες, όπως εκείνα των αρκτικών περιοχών, είναι πολύ ασθενής. Αυτή η ασθενής ηχώ προέρχεται από τις ανωμαλίες των πλαγίων επιφανειών. Πάντως η ισχύς της ηχούς των παγοβούνων και η απόσταση ανιχνεύσεως τους παρουσιάζει μεγάλες μεταβολές, λόγω της μεταβολής της όψεως παρατηρήσεώς τους. Για το λόγο αυτό, πολλές φορές η απόσταση ανιχνεύσεως μεγάλων παγοβούνων περιορίζεται μέχρι και 2 ν.μ.

Τα μικρά παγόβουνα (growlers), που έχουν στρογγυλεμένες λείες βασικά επιφάνειες, είναι πολύ κακοί στόχοι και καθώς αυτά ανεβοκατεβαίνουν με τον κυματισμό, η ηχώ τους διακρίνεται πολύ δύσκολα μέσα στις θαλάσσιες επιστροφές. Έτσι, η απόσταση ανιχνεύσεως των μικρών αυτών παγοβούνων, σε ήρεμη θάλασσα κυμαίνεται από 1-1,5 ν.μ., ενώ σε έντονη κατάσταση θάλασσας περιορίζεται σημαντικά. **Η διάκριση της ηχούς τους** μέσα στις θαλάσσιες επιστροφές μπορεί να βελτιωθεί με τους παρακάτω τρόπους:

1) Με προσεκτικό χειρισμό του ρυθμιστή περιορισμού των θαλασσίων επιστροφών μέχρι το σημείο της διαδρομής του, στο οποίο θα εμφανίζονται πολύ λίγες θαλάσσιες επιστροφές. Μετά από τη ρύθμιση αυτή, η ηχώ των παγοβούνων διακρίνεται. Αυτό συμβαίνει επειδή η θέση των παγόβουνων δεν αλλάζει πρακτικά σε κάθε στροφή της κεραίας, όπως π.χ. συμβαίνει με τη θέση των θαλασσίων κυμάτων.

2) Με αύξηση της ευαισθησίας του δέκτη σε στάθμη μεγαλύτερη από την κανονική για μικρό χρονικό διάστημα (5 - 10 στροφές της κεραίας) και μετά άμεση ρύθμιση της ευαισθησίας σε μηδενική στάθμη. Τότε, με την εξαφάνιση των θορύβων και των θαλασσίων επιστροφών, διακρίνονται οι ηχοί των μικρών παγοβούνων, επειδή αυτές έχουν εντονότερη μεταπορφύρωση από τους θορύβους και τις θαλάσσιες επιστροφές. Η ενέργεια αυτή πρέπει να επαναλαμβάνεται τακτικά, επειδή, όπως είπαμε, η απόσταση ανιχνεύσεως των μικρών αυτών παγοβούνων είναι πολύ μικρή.

3) Με χρησιμοποίηση μικρής κλίμακας ανιχνεύσεως (1,5 ή 3 ν.μ.). Επειδή όμως τα μικρά αυτά παγόβουνα (growlers) προέρχονται από μεγάλα παγόβουνα (icebergs), όταν πλέομε σε περιοχή που έχουν παρατηρηθεί τέτοια μικρά παγόβουνα, πρέπει να αναμένομε την ύπαρξη και μεγάλων. Καθώς τα τελευταία μπορεί να ανιχνευθούν σε πολύ μεγαλύτερη απόσταση (6-9 ν.μ.), πρέπει να εναλλάσσομε συχνά την κλίμακα ανιχνεύσεως από μικρή σε μεσαία (12 ν.μ.) και αντίστροφα. Αν η εγκατάσταση ραντάρ διαθέτει δυο ενδείκτες P.P.I., βλέπε παράγραφο 5.3, λειτουργούμε τον ένα ενδείκτη σε μικρή κλίμακα για την ανίχνευση των μικρών παγοβούνων και τον άλλο σε μεσαία κλίμακα για την ανίχνευση των μεγάλων παγοβούνων και πλοίων στόχων σε μεγάλη απόσταση.

Πάντως, θα πρέπει να έχομε υπόψη μας ότι η απόσταση ανιχνεύσεως των παγοβούνων περιορίζεται και από τις συνθήκες υποκανονικής διαθλάσεως (sub-refraction) (βλ. Βιβλίο «ΦΥΣΙΚΗ-II», τεύχος Β', παράγραφος 1.4.4), που συνήθως επικρατούν στις περιοχές, όπου εμφανίζονται τα παγόβουνα.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, **όταν πλέομε σε περιοχές, όπου έχουν αναφερθεί παγόβουνα, είτε με ομίχλη είτε κατά τη νύκτα, πρέπει να ελαττώνομε ταχύτητα, σύμφωνα με τον κανονισμό.**

6.4.2 Η ηχώ ακτών.

Η ισχύς της ηχούς και η απόσταση ανιχνεύσεως κάθε τμήματος ακτής, εξαρτάται από την τοπογραφία του τμήματος γιατί από αυτή καθορίζονται οι ανακλαστικές αρετές του, ως στόχου.

Έτσι, οι απόκρημνες ακτές, καθώς η επιφάνεια τους δεν είναι λεία, παρέχουν ισχυρή ηχώ από οποιαδήποτε όψη παρατηρήσεως και ανιχνεύονται σε απόσταση μέχρι 20 ν.μ. Η ηχώ των αποκρήμνων ακτών εμφανίζεται ως έντονη λεπτή γραμ-

μή, που σχεδόν ανταποκρίνεται στο σχήμα της ακτογραμμής. Η επίπεδη επιφάνεια της ξηράς πέρα από την απόκρημνη ακτογραμμή δεν εμφανίζεται λόγω πολύ πλάγιας όψεως παρατηρήσεως. Αντίθετα η επικλινής χαμηλή ακτή παρέχει ασθενή ηχώ και ανιχνεύεται σε απόσταση μικρότερη από 5 ν.μ. Ειδικότερα, η αμμώδης ξηρά ακτή ανιχνεύεται σε μικρότερη απόσταση, ενώ η ακτή με χαμηλή χυμώδη βλάστηση ανιχνεύεται σε μεγαλύτερη απόσταση. Σε τέτοιες επικλινείς χαμηλές ακτές, η παλιρροια επηρεάζει την απόσταση ανιχνεύσεως, επειδή μεταβάλλει τις επιφάνειες που εκτίθενται στη δέσμη ακτινοβολίας. Κατά την αμπώτιδα, οπότε εκτίθενται μεγαλύτερες επιφάνειες, αυξάνει η απόσταση ανιχνεύσεως και η απόσταση ραντάρ είναι μικρότερη από την αντίστοιχη του χάρτη, ενώ κατά την πλημμυρίδα ισχύουν τα αντίθετα.

Οι γυμνές πλαγιές λόφων και βουνών και οι στρογγυλεμένες κορυφές τους, λόγω ομαλής επιφάνειας και κακής όψεως παρατηρήσεως, αν και έχουν μεγάλο μέγεθος, δεν παρέχουν ισχυρή ηχώ. Όμως, απόκρημνες κατακόρυφες επιφάνειες με μικρότερο ύψος ανιχνεύονται σε μεγαλύτερη απόσταση.

Πολλές φορές, όταν πλησιάζουμε ακτές, πέρα από τις οποίες ακολουθούν λόφοι ή βουνά, φαίνεται ότι πλησιάζουμε τις ακτές με ταχύτητα πολύ μεγαλύτερη από την πραγματική ταχύτητα του πλοίου μας. Αυτό οφείλεται στους εξής λόγους:

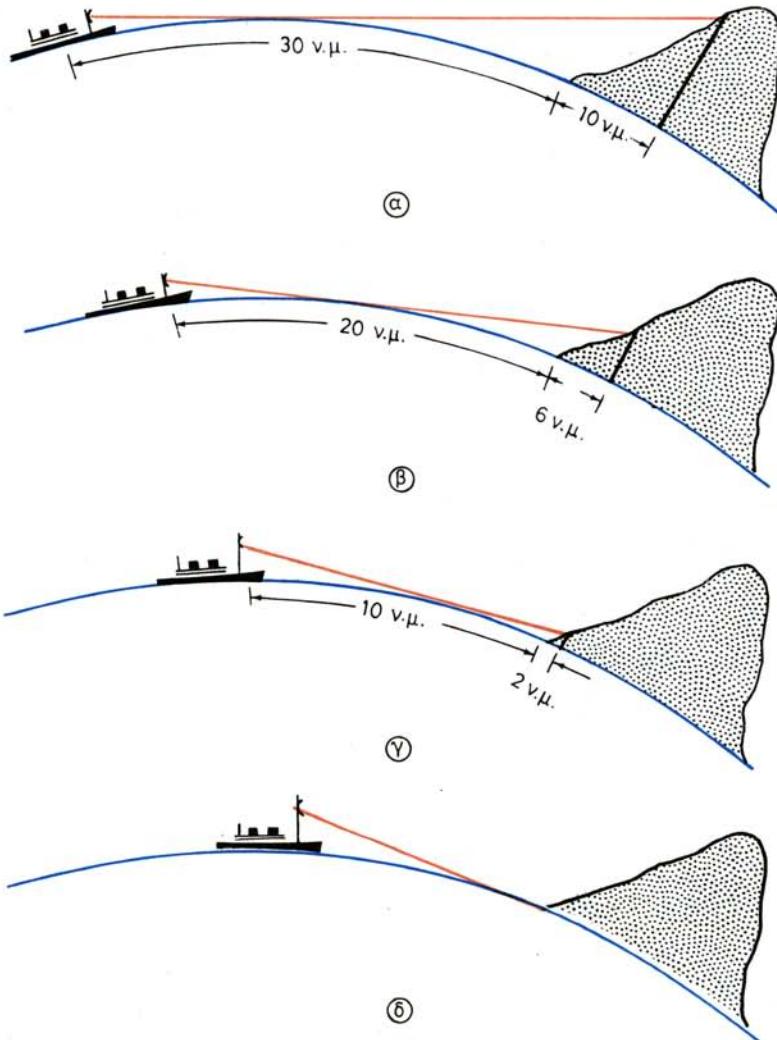
- 'Όταν το πλοίο μας βρίσκεται μακριά από τις ακτές, λόγω το ορίζοντα ραντάρ (βλ. βιβλίο «Φυσική-II», τεύχος Β', παραγρ. 1.4.6), εμφανίζεται ηχώ προερχόμενη από περιοχές που βρίσκονται σε μεγαλύτερο υψόμετρο από ό,τι η ακτή [σχ. 6.4β(α)].
- 'Όσο το πλοίο πλησιάζει προς τις ακτές ανιχνεύονται περιοχές που βρίσκονται σε μικρότερο ύψος και ταυτόχρονα σε μικρότερη απόσταση [σχ. 6.4β(β), (γ)].

Ας υποθέσουμε π.χ. ότι, ενώ το πλοίο μας κινείται με ταχύτητα 15 κόμβων και απέχει από την ακτή απόσταση 30 ν.μ., εμφανίζεται ηχώ σε απόσταση 40 ν.μ., όπως φαίνεται στο σχήμα 6.4β(α). Μετά από 40' πλησιάζουμε τις ακτές κατά 10 ν.μ., ενώ η ηχώ εμφανίζεται σε απόσταση 26 ν.μ., ενώ πλέομε με την ίδια ταχύτητα των 15 κόμβων. Με βάση, όμως, τις ενδείξεις ραντάρ, φαίνεται ότι πλέομε με ταχύτητα:

$$\frac{40 - 26}{40} \frac{\text{νμ}}{\text{min}} = \frac{14}{40/60} \frac{\text{νμ}}{\text{h}} = 21 \text{ κόμβοι}$$

Με την ίδια αυτή ταχύτητα θα φαίνεται ότι κινείται το πλοίο μας και για τα επόμενα 40' λεπτά, γιατί ενώ έχουμε πλησιάσει τις ακτές κατά 10 ακόμη ν.μ [σχ. 6.4β(γ)], η ηχώ θα εμφανίζεται σε απόσταση 12 ν.μ. Αυτή η μεγαλύτερη ταχύτητα θα παρατηρείται μέχρι τη στιγμή που η ακτογραμμή θα μπει στον ορίζοντα ραντάρ και θα ανιχνεύεται [σχ. 6.4β(δ)]. Βέβαια, αν η κλίση της βουνοπλαγιάς δεν είναι ομαλή, η μεγαλύτερη ταχύτητα, με την οποία φαίνεται στην οθόνη του P.P.I., ότι πλησιάζουμε της ακτογραμμή, δε θα παραμένει σταθερή.

'Όπως παρατηρούμε στο σχήμα 6.4β, και στις τρεις περιπτώσεις (α, β, γ) η απόσταση που μας δείχνει το ραντάρ δεν είναι από την ακτογραμμή, αλλά από υπερυψωμένα σημεία σε αποστάσεις μεγαλύτερες κατά 10 ν.μ., 6 ν.μ. και 2 ν.μ. Επομένως, για να αποτελέσουν οι αποστάσεις αυτές γραμμές θέσεως στο χάρτη, πρέπει να προσδιορίσουμε από το ύψος του το σημείο, από το οποίο επιστρέφει κάθε φορά.



Σχ. 6.4β.

Φαινόμενη κίνηση της ηχούς καθώς χαμηλότερα ύψη μπαίνουν στον ορίζοντα ραντάρ.
α) Αρχική ανίχνευση. β) Ανίχνευση μετά 40' λεπτά. γ) Ανίχνευση μετά 40' λεπτά. δ) Η ακτογραμμή έχει μπει στον ορίζοντα ραντάρ και ανιχνεύεται.

η ηχώ. Σ' αυτό μπορεί να μας διευκολύνει ο ορίζοντας ραντάρ της κεραίας μας, ο ορίζοντας ραντάρ του στόχου και η απόσταση ανιχνεύσεως, από όπου με πίνακα ή νομογράφο μπορούμε να προσδιορίσουμε το ύψος από το οποίο επιστρέφει η ηχώ. Αν ο χάρτης έχει ισοϋψείς καμπύλες, συνδυάζοντας το ύψος και την όψη παρατηρήσεως, μπορούμε να προσδιορίσουμε στο χάρτη το σημείο από το οποίο επιστρέφει συγκεκριμένη ηχώ και να μετρήσουμε την απόστασή.

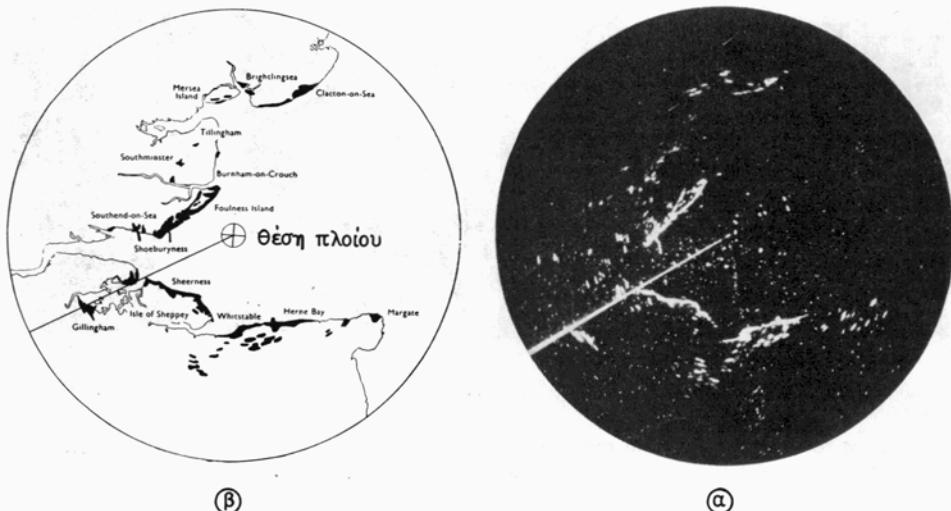
Οι τεχνικές εγκαταστάσεις και οι κατασκευές που βρίσκονται στις χαμηλές κυρίως ακτές, παρέχουν ισχυρή ηχώ και ανιχνεύονται σε απόσταση μεγαλύτερη και από 25 v.μ. Αυτό οφείλεται στους εξής δύο λόγους:

- α)** Πολλές από τις κατασκευές αυτές σχηματίζουν με το έδαφος τρισορθογώνιες επιφάνειες [σχ. 6.3α(ι)].
- β)** Λόγω του πλήθους τους αρκετές από αυτές παρουσιάζουν κάθετη όψη παρατηρήσεως.

Τέτοιες εγκαταστάσεις θεωρούνται τα συγκροτήματα κτιρίων, τα μεταλλικά υπόστεγα, οι πυλώνες και οι κολώνες των δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, οι γερανοί, οι φανοστάτες και άλλες. Μερικές φορές, από το συνδυασμό των εναερίων καλωδίων και των πυλώνων των δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτουν μικρές τρισορθογώνιες επιφάνειες, από τις οποίες επιστρέφει ισχυρή ηχώ. Η ηχώ αυτή εμφανίζεται παραμορφωμένη ως μικρός στόχος, που μοιάζει με ηχώ πλοίου. Το φαινόμενο αυτό έχει παρατηρηθεί πολλές φορές στο δίαυλο της Μεσσήνας. Με την αλλαγή πορείας η παραμορφωμένη αυτή ηχώ μετακινείται προς την κατεύθυνση των καλωδίων, ενώ η αληθής διόπτευση της παραμένει σταθερή.

Ικανοποιητική ηχώ επιστρέφει επίσης και από προβλήτες και κυματοθραύστες και ανάλογα με το ύψος τους ανιχνεύεται σε απόσταση από 5-10 ν.μ. Όταν η όψη παρατηρήσεως του κυματοθραύστη είναι πλάγια, το μετωπικό του άκρο φαίνεται ως έντονη ηχώ, που ξεχωρίζει από την ηχώ του υπόλοιπου κυματοθραύστη, επειδή αυτό παρουσιάζει κάθετη όψη παρατηρήσεως, αλλά ταυτόχρονα δημιουργεί και τομέα σκιάς για μεγάλο τμήμα του υπόλοιπου κυματοθραύστη. Τομείς σκιάς δημιουργούν επίσης οι εγκαταστάσεις αποθηκεύσεων, τα πλοία που βρίσκονται σε δεξαμενές και οι γέφυρες ποταμών και διαύλων. Βέβαια, δεν πρέπει να ξεχνούμε ότι, όταν οι υπερκατασκευές, που δημιουργούν τομείς σκιάς, βρίσκονται σε σχετικά μικρή απόσταση, τότε αυτές προκαλούν και φευδοηχούς, που ονομάζονται **έμμεσοι ηχοί**. Γ' αυτές θα μιλήσομε στο επόμενο κεφάλαιο.

Στο σχήμα 6.4γ φαίνεται η εικόνα ενδείκτη P.P.I. στις εκβολές του Τάμεση σε



Σχ. 6.4γ.

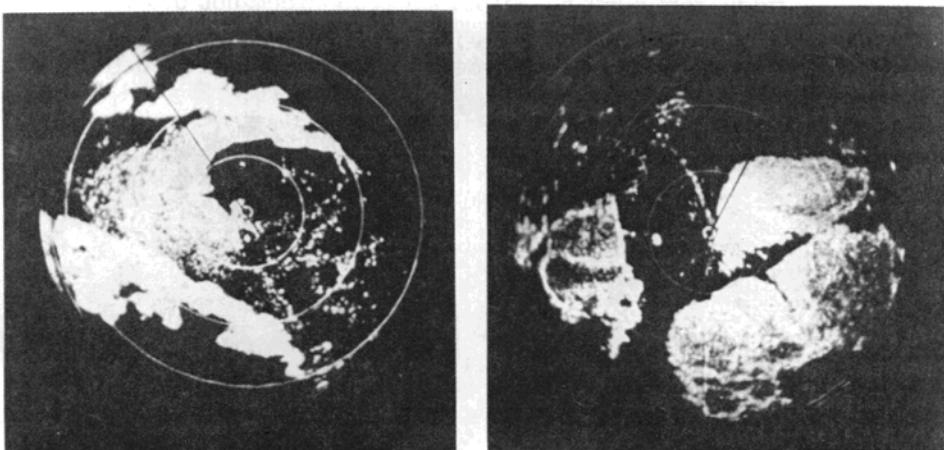
- α) Η εικόνα ραντάρ στις εκβολές του Τάμεση σε κλίμακα 24 ν.μ. β) Χάρτης των εκβολών του Τάμεση στην ίδια κλίμακα, όπου σημειώνονται οι περιοχές που εμφανίζονται στην εικόνα ραντάρ.

κλίμακα ανιχνεύσεως 24 ν.μ. και η αντίστοιχη εικόνα του χάρτη, στην οποία σημειώνονται χαρακτηριστικά οι εκτάσεις που εμφανίζονται στην εικόνα παντάρ.

6.4.3 Η ηχώ πάγων.

Οι περιοχές πάγων παρουσιάζουν επίπεδες λείες επιφάνειες και έτσι η ενέργεια που ανακλάται σ' αυτές δεν επιστρέφει στην κεραία και σχεδόν δεν εμφανίζεται ηχώ. Ένας άλλος λόγος, για τον οποίο η ηχώ, που επιστρέφει από τις μικρές ανωμαλίες των επιφανειών των εκτάσεων πάγου, έχει μέτρια ισχύ, είναι ο μικρός συντελεστής ανακλάσεως που παρουσιάζει ο πάγος. Ωστόσο, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.4δ, οι κατακόρυφες επιφάνειες πάγου παρέχουν ικανοποιητική ηχώ και ανιχνεύονται. Τέτοιες κατακόρυφες επιφάνειες είναι τα άκρα επιπέδων παγωμένων εκτάσεων, ανασηκωμένες επιφάνειες πάγου που έχουν σπάσει, ογκόπαγοι που έχουν ξαναπαγώσει και ογκόπαγοι που επιπλέουν. Ειδικά οι ηχοί των ογκοπάγων, που έχουν ξαναπαγώσει, μοιάζουν με τις θαλάσσιες επιστροφές, με τη διαφορά ότι δεν αλλάζουν θέση σε κάθε στροφή της κεραίας, επειδή αυτοί δε μετακινούνται, όπως τα θαλάσσια κύματα. Επίσης διακρίνονται καθαρά τα ίχνη που ανοίγουν τα πλοία, επί αρκετό χρόνο, επειδή και όταν ξαναπαγώσουν οι επιφάνειες των θραυσμάτων πάγου παραμένουν κατακόρυφες.

Η ολίσθηση πάγων στις ακτές προκαλεί αλλοίωση των χαρακτηριστικών των ακτών, με αποτέλεσμα η ηχώ της ακτογραμμής να διαφέρει από την ακτογραμμή του χάρτη, ανάλογα με την προέκταση των πάγων και να εμφανίζεται σε μικρότερη απόσταση.



Σχ. 6.4δ.

α) Η εικόνα του ενδείκτη P.P.I. παγοθραυστικού στην περιοχή της Βαλτικής. Ακριβώς Νότια από το κέντρο διακρίνεται η ηχώ του πλοίου που ακολουθεί. Παγωμένες επιφάνειες Βόρεια και Βορειοδυτικά εμφανίζονται σχεδόν συμπαγείς μεταξύ των εντόνων ηχών της ακτής. Οι ηχοί στη Νοτιοανατολική περιοχή προέρχονται από επιφανειακές εκτάσεις πάγου που επιπλέουν. β) Ανατολικά, Νότια και Νοτιοδυτικά φαίνονται συμπαγείς ηχοί από παγωμένες εκτάσεις. Στα Βόρεια και Βορειοδυτικά της εικόνας που εμφανίζονται ελάχιστες ηχοί καλύπτονται από λείες επιφάνειες πάγου. Η διαμήκης ασθενής ηχώ στα Βορειοδυτικά προκύπτει από το ίχνος παγοθραυστικού.

6.5 Οι ανακλαστήρες ραντάρ.

Οι ανακλαστήρες ραντάρ είναι ελαφρές μεταλλικές κατασκευές, που τοποθετούνται σε κακούς ως προς τις ανακλαστικές αρετές τους στόχους, αλλά παρουσιάζουν ενδιαφέρον στη ναυσιπλοΐα, όπως σημαντήρες, μικρά ξύλινα ή πλαστικά σκάφη και χαμηλές επίπεδες ακτές. Οι ανακλαστήρες ανακλούν μεγάλο ποσό ενέργειας, που επιστρέφει στην κεραία, σχεδόν ανεξάρτητα από την όψη παρατηρήσεώς τους και έτσι οι στόχοι αυτοί ανιχνεύονται σε σημαντική απόσταση.

Όπως είπαμε στην παράγραφο 6.3.3 η κατασκευή των ανακλαστήρων ραντάρ βασίζεται στη συμπεριφορά των τριών καθέτων μεταξύ τους επιπέδων επιφανειών, που σχηματίζουν τρίεδρη ορθογώνια γωνία, η οποία ονομάζεται **τριεδρικός ανακλαστήρας** (corner reflector). Όταν ακτίνα ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων προσπέσει σε μια από τις τρεις αυτές επιφάνειες υπό οποιαδήποτε γωνία, τότε, μετά από δύο η τρεις διαδοχικές ανακλάσεις της επάνω σε δύο ή σε τρεις επιφάνειες, η ακτίνα αποκτά αντίθετη κατεύθυνση από την αρχική της και επιστρέφει στην κεραία [σχ. 6.3α(ι)]. Η ισχύς της ηχούς από ανακλαστήρα ραντάρ και η απόσταση ανιχνεύσεώς του εξαρτάται από το μέγεθος των καθέτων επιφανειών κάθε τριεδρης ορθογώνιας γωνίας. Χρησιμοποιούνται επιφάνειες με διαστάσεις 30 cm, 40 cm, 50 cm και 60 cm. Ανακλαστήρας με διαστάσεις επιφανειών 60 cm παρέχει ηχώ ισοδύναμη με την ηχώ πλοίου μεσαίου μεγέθους, όταν βρίσκεται σε ύψος περίπου ίσο με το ύψος τέτοιου πλοίου.

Για να εξασφαλίζεται η ανίχνευση του ανακλαστήρα στην ίδια απόσταση ανεξάρτητα από την όψη παρατηρήσεώς του, χρησιμοποιούνται περισσότερες τρίεδρες γωνίες, οι οποίες συγκροτούν τον **ορμαθό ανακλαστήρων** (cluster reflector). Τα συνήθη είδη ορμαθών είναι:

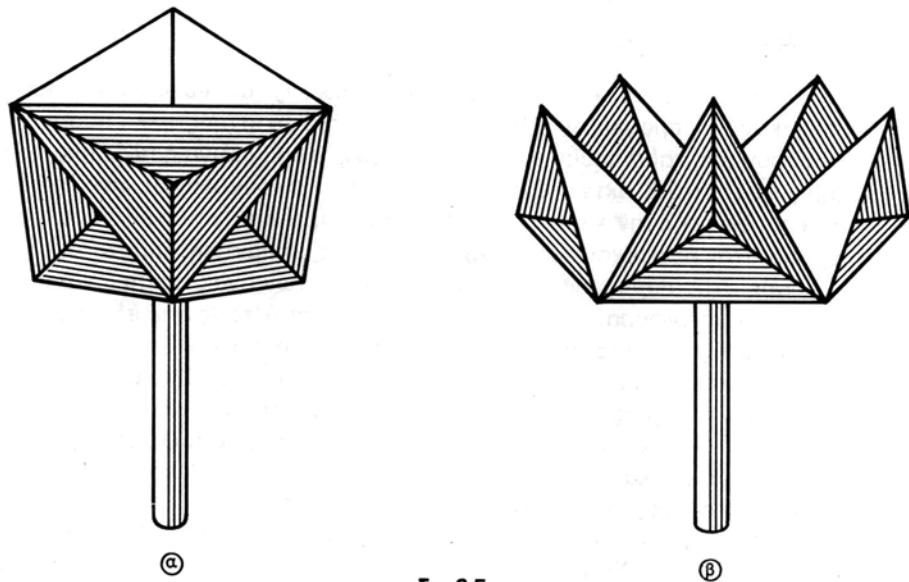
α) Οκταεδρικοί ορμαθοί ανακλαστήρων (octahedral clusters) σχήμα 6.5α(α).

Αποτελούνται από τρεις ρομβοειδείς επίπεδες επιφάνειες, οι οποίες τέμνονται κάθετα κατά τη μικρή τους διαγώνιο και σχηματίζουν οκτώ ορθογώνιες τρίεδρες γωνίες.

β) Πενταγωνικοί ορμαθοί ανακλαστήρων (pentagonal clusters), σχήμα 6.5α(β).

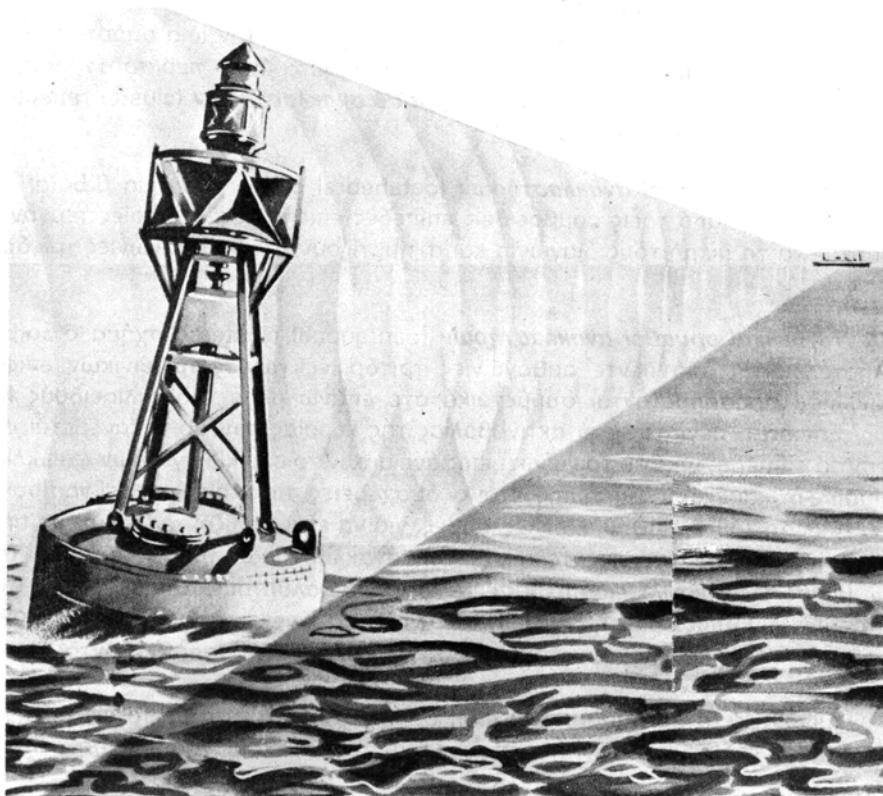
Αποτελούνται από πέντε ορθογώνιες τριεδρικές γωνίες τριγωνικών επιφανειών, που προσαρμόζονται συμμετρικά στο επάνω μέρος δακτυλιοειδούς βάσεως. Επειδή η μέγιστη ισχύ ακτινοβολίας της κεραίας ραντάρ κατανέμεται στο οριζόντιο επίπεδο, η κάτω τριγωνική επιφάνεια των τριεδρικών γωνιών έχει κλίση περίπου 35° και έτσι αντιμετωπίζονται οι δυσχέρειες, τις οποίες μπορεί να προκαλέσει η κλίση του ορμαθού. Πολλές φορές, για να εξασφαλίζονται καλύτερα αποτελέσματα, όμοια διάταξη πέντε τριεδρικών ανακλαστήρων τοποθετείται και στο κάτω μέρος της δακτυλιοειδούς βάσεως, ώστε να καλύπτουν τα διάκενα της άνω διατάξεως. Συνήθως όμως η δεύτερη διάταξη αποφεύγεται, επειδή αυξάνει το βάρος του ορμαθού και ελαττώνεται το ύψος του, ειδικά όταν τοποθετούνται σε σημαντήρες.

Συγκρίνοντας τα δύο παραπάνω είδη ορμαθών, σε σχέση με το επίπεδο του ορίζοντα που ενδιαφέρει στην περίπτωση του ραντάρ, έχουμε να παρατηρήσομε τα εξής:

**Σχ. 6.5α.**

Ορμαθοί ανακλαστήρων.

α) Οκταεδρικός ανακλαστήρας. β) Πενταγωνικός ανακλαστήρας.

**Σχ. 6.5β.**

Σημαντήρας με πενταγωνικό ανακλαστήρα ραντάρ.

1) Όταν οι ορμαθοί είναι οριζόντιοι τότε:

- Κάθε μια από τις τέσσερις άνω ή κάτω ορθογώνιες τρίεδρες γωνίες του οκταεδρικού ορμαθού, αντιστοιχεί στον κύκλο του ορίζοντα σε $360^\circ : 4 = 90^\circ$.
- Κάθε μια από τις πέντε τρίεδρες γωνίες του πενταγωνικού ορμαθού αντιστοιχεί στον κύκλο του ορίζοντα σε $360^\circ : 5 = 72^\circ$. Έτσι, ο πενταγωνικός ορμαθός ανακλά διπλάσια ισχύ από τον οκταεδρικό ορμαθό ίσων διαστάσεων.

2) Όταν οι ορμαθοί είναι κατακόρυφοι τότε:

Ο οκταεδρικός ορμαθός θα εκθέτει στον κύκλο του ορίζοντα πάλι τέσσερις τριεδρικές γωνίες και έτσι η απόδοσή του δεν αλλοιώνεται. Αντίθετα, ο πενταγωνικός ορμαθός θα εκθέτει δύο σχεδόν εκμεταλλεύσιμες τριεδρικές γωνίες και η απόδοσή του περιορίζεται περισσότερο και από 50%.

Έτσι, οι οκταεδρικοί ορμαθοί χρησιμοποιούνται σε μικρά πλοία, επειδή κατά την ύψωσή τους, όποια και αν είναι η θέση των τριεδρικών γωνιών τους, έχουν την ίδια απόδοση. Στους σημαντήρες όμως τοποθετούνται πενταγωνικοί ορμαθοί, όπως στο σχήμα 6.5β, επειδή εξασφαλίζουν καλύτερη απόδοση, όταν η βάση τους είναι περίπου οριζόντια. Πολλές φορές, για να εξασφαλίζεται η ανίχνευση σημαντήρων με ήρεμη θάλασσα, λόγω των μεγίστων και ελαχίστων ισχύος κατά το κατακόρυφο εύρος της δέσμης ακτινοβολίας (σχ. 6.3ε) τοποθετείται και δεύτερος ορμαθός σε διπλάσιο ύψος από τον πρώτο.

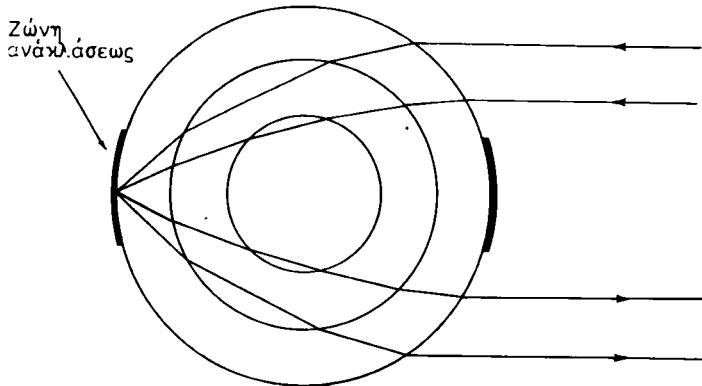
γ) Διεδρικοί ανακλαστήρες (dihedral reflectors).

Αποτελούνται από δύο κατακόρυφες κάθετες μεταξύ τους μεταλλικές πλάκες. Τέτοιοι ανακλαστήρες τοποθετούνται στην κορυφή φάρων, οι οποίοι λόγω του σχήματός τους είναι κακοί στόχοι.

δ) Σφαιρικοί ανακλαστήρες.

Σύγχρονος τύπος ανακλαστήρα ραντάρ είναι ο σφαιρικός ανακλαστήρας (spherical reflector) ή ο ανακλαστήρας φακών (lens reflector), του οποίου η κατασκευή βασίζεται στο φακό του Luneberg. Ο ανακλαστήρας αυτός (σχ. 6.5γ) έχει σχήμα σφαίρας διαμέτρου 30-50cm και αποτελείται από ισοπαχή σφαιρικά στρώματα διηλεκτρικών υλικών με διαφορετική διηλεκτρική σταθερά. Σε όλο το μήκος του ισημερινού της σφαίρας αυτής τοποθετείται μεταλλική λωρίδα, η οποία χρησιμεύει ως ανακλαστήρας. Το πάχος των στρωμάτων και οι διηλεκτρικές σταθερές των υλικών τους υπολογίζονται έτσι, ώστε ακτίνες ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που προσπίπτουν στην επιφάνεια της σφαίρας, καθώς διαδίδονται μέσα στα στρώματά της, μετά τη διάθλαση που παθαίνουν σ' αυτά, εστιάζονται σε σημείο της μεταλλικής λωρίδας του ισημερινού της σφαίρας. Αφού εστιαστούν, ανακλώνται στη μεταλλική λωρίδα του ισημερινού και μετά τις αντίστοιχες διαθλάσεις που παθαίνουν, ενώ διαδίδονται αντίθετα στα στρώματα της σφαίρας που έχουν διαφορετική διηλεκτρική σταθερά κατά την έξοδό τους από την επιφάνεια της σφαίρας αποκτούν αντίθετη κατεύθυνση.

Όταν η μεταλλική λωρίδα καλύπτει όλο το μήκος του ισημερινού, ο ανακλαστήρας καλύπτει ολόκληρο τον κύκλο του ορίζοντα. Αν ένας τομέας δεν ενδιαφέρει τη



Σχ. 6.5γ.
Σφαιρικός ανακλαστήρας ραντάρ.

ναυσιπλοΐα, τότε το αντίστοιχο τόξο του ισημερινού δεν καλύπτεται από τη μεταλλική λωρίδα. Σε ορισμένους σφαιρικούς ανακλαστήρες τοποθετείται μεταλλικό τμήμα και στον κάτω πόλο τους και έτσι ανιχνεύονται και από ραντάρ αεροσκαφών.

Οι σφαιρικοί ανακλαστήρες τείνουν να αντικαταστήσουν τους οκταεδρικούς και τους πενταγωνικούς ορμαθούς, αν και έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής. Παρουσιάζουν όμως συμμετρική ανάκλαση σε ολόκληρο τον κύκλο του ορίζοντα και έχουν μεγαλύτερη αντοχή στον κυματισμό και τη διάβρωση από σκουριά.

Στο σχήμα 6.5δ φαίνεται ο συμβολισμός ανακλαστήρα ραντάρ σε φάρο και στους ναυτικούς χάρτες.

Σε περιοχές χαμηλών ακτών, που παρουσιάζουν ενδιαφέρον στη ναυσιπλοΐα, τοποθετείται αριθμός ανακλαστήρων ραντάρ σημαντικού ύψους σε κατάλληλους σχηματισμούς, ώστε οι περιοχές αυτές να ανιχνεύονται και να αναγνωρίζονται από μεγάλη απόσταση. Για να είναι αναμφίβολη η αναγνώριση, η απόσταση μεταξύ των ανακλαστήρων κάθε σχηματισμού είναι τέτοια, ώστε οι ηχοί τους να διακρίνονται από τη μέγιστη απόσταση ανιχνεύσεώς τους και να μην εμφανίζονται στον ενδεικτη P.P.I. ως μια ηχώ, λόγω του οριζόντιου εύρους δέσμης και του μήκους παλμού εκπομπής.

Σύμφωνα με εισήγηση του IMO, όλα τα σκάφη κάτω από 100 g.ft. πρέπει να είναι εφοδιασμένα με ανακλαστήρες ραντάρ.

Σήμερα κατασκευάζονται πτυσσόμενοι οκταεδρικοί ορμαθοί ανακλαστήρων ραντάρ, με συγκεκριμένες προδιαγραφές, που μπορούν να χρησιμοποιούνται από τέτοια σκάφη, όταν πλέουν ή ψαρεύουν σε περιοχή κακής ορατότητας.



Σχ. 6.5δ.
Συμβολισμός των ανακλαστήρων ραντάρ που τοποθετούνται σε σημαντήρες ή φάρους.

6.6 Ραδιοσημαντήρες ραντάρ.

Οι ραδιοσημαντήρες ραντάρ είναι εξειδικευμένοι πομποί μικροκυμάτων που εκπέμπουν στην περιοχή συχνοτήτων ραντάρ. Τα κύματα που εκπέμπουν λαμβάνονται από το δέκτη ραντάρ και από απόσταση που επιτρέπει ο ορίζοντας ραντάρ. Από τη λήψη των κυμάτων αυτών εμφανίζονται στον ενδείκτη P.P.I. χαρακτηριστικά σήματα, τα οποία διευκολύνουν την αναγνώριση των ριαδιοσημαντήρων.

Καθώς τα κύματα που εκπέμπουν οι ραδιοσημαντήρες αυτοί λαμβάνονται απευθείας από το δέκτη της συσκευής ραντάρ και όχι μετά από ανάκλαση, οι ραδιοσημαντήρες ονομάζονται **ενεργητικοί ανακλαστήρες**. Το σήμα που εκπέμπουν οι ραδιοσημαντήρες εμφανίζεται στην οθόνη του ενδείκτη P.P.I. σε αρκετά μεγαλύτερη απόσταση από ό,τι ηχώ από την ανάκλαση των κυμάτων του ραντάρ σε ραδιοσημαντήρα. Με ορισμένους τύπους ραδιοσημαντήρων επιτυγχάνεται μόνο προσδιορισμός της διοπτεύσεως. Με άλλους, πιο εξελιγμένους τύπους, επιτυγχάνεται και προσδιορισμός της αποστάσεως. Πάντως, όλοι οι ραδιοσημαντήρες ανιχνεύονται από το ραντάρ σε πολύ μεγαλύτερη απόσταση από ό,τι η ηχώ τους και γι' αυτό θεωρούνται χρησιμότατα βοηθήματα στη ναυσιπλοΐα. Ανάλογα με το είδος τους, οι ραδιοσημαντήρες τοποθετούνται σε συγκεκριμένες περιοχές ακτών, που παρουσιάζουν δυσκολίες στη ναυσιπλοΐα, σε καραβοφάναρα και σε σημαντήρες.

Οι συνηθισμένοι τύποι ραδιοσημαντήρων ραντάρ που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι οι **Remarks** και οι **Racons**.

6.6.1 Οι remarks (RADar MARKers).

Είναι πομποί και συνήθως εγκαθίστανται σε χαμηλές ακτές, οι οποίες παρουσιάζουν ενδιαφέρον στη ναυσιπλοΐα, για να διευκολύνουν την ανίχνευση και την αναγνώριση των ακτών αυτών από μεγάλη απόσταση. Η λειτουργία τους είναι **ανεξάρτητη** από τη συσκευή ραντάρ του πλοίου και από το σήμα τους μπορεί να προσδιορισθεί **μόνο η διοπτευσή τους**, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως γραμμή θέσεως.

Υπάρχουν δυο τύποι remarks: αυτοί που λειτουργούν μέσα στην περιοχή συχνοτήτων ραντάρ και ονομάζονται **remarks περιοχής συχνοτήτων ραντάρ** και αυτοί που λειτουργούν έξω από την περιοχή συχνοτήτων ραντάρ και ονομάζονται **remarks εκτός περιοχής συχνοτήτων ραντάρ**.

a) Remarks περιοχής συχνοτήτων ραντάρ.

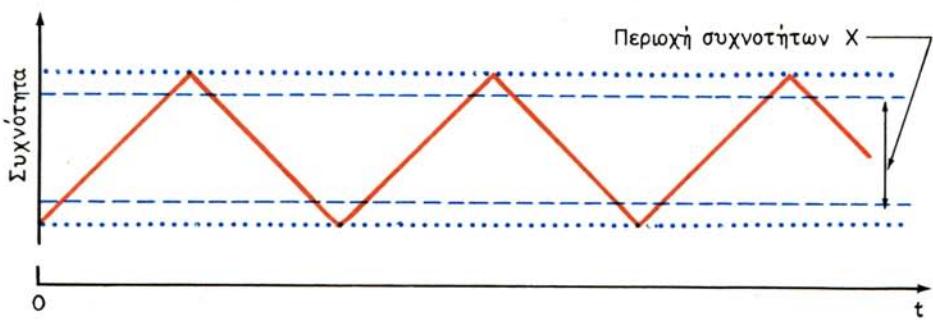
Αυτοί εκπέμπουν σε ολόκληρο τον κύκλο του ορίζοντα, με μεταβαλλόμενή συχνότητα που υπερκαλύπτει την περιοχή συχνοτήτων ραντάρ X-band, όπως στο σχήμα 6.6a. Έτσι, σε κάθε αύξηση και ελάττωση (σάρωση) της συχνότητας του remark, η συχνότητα εκπομπής του συμπίπτει για ένα μικρό χρονικό διάστημα με τη συχνότητα λειτουργίας οποιουδήποτε ραντάρ πλοίου 3 cm. Όταν, σε κάθε στροφή της κεραίας ραντάρ, το οριζόντιο εύρος δέσμης καλύπτει την κεραία του remark, ο δέκτης ραντάρ λαμβάνει τα σήματα. Από τη λήψη αυτή φωτίζονται μικρά τμήματα της βάσεως χρόνου, τα οποία ισαπέχουν μεταξύ τους, στην κατεύθυνση του remark. Όταν ο ρυθμός της μεταβολής της συχνότητας εκπομπής του remark είναι μικρός, τότε το σήμα του, που εμφανίζεται στην οθόνη του P.P.I., καλύπτει

τομέα από συμμετρικές παύλες, όπως στο σχήμα 6.6β(α). Όταν όμως ο ρυθμός μεταβολής της συχνότητάς του είναι μεγάλος, ο τομέας της οθόνης του P.P.I. που καλύπτει το σήμα του ramark αποτελείται από τελείες, όπως στο σχήμα 6.6β(β). Έτσι, παρέχεται η δυνατότητα αναγνωρίσεως των remarks, αν στην ίδια περιοχή λειτουργούν περισσότεροι.

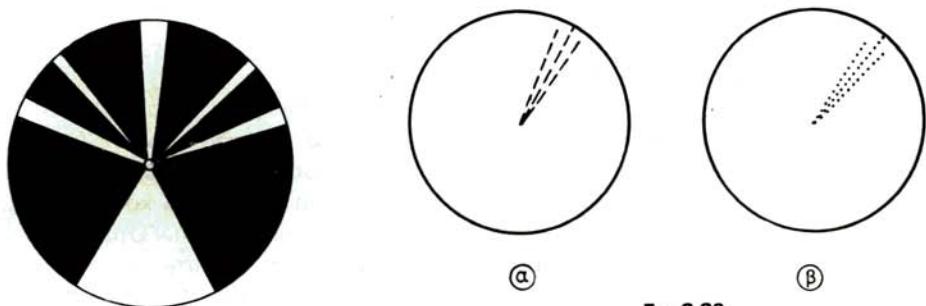
Η λειτουργία των remarks δεν είναι συνεχής, αλλά αποκαθίσταται και διακόπτεται περιοδικά (π.χ. 3' λεπτά εντός και 3' λεπτά εκτός) και με τον ίδιο ρυθμό εμφανίζεται και εξαφανίζεται το σήμα τους στον ενδείκτη ραντάρ.

Όταν το πλοίο πλέει σε μικρή απόσταση από ένα ramark, μπορεί να ληφθεί το σήμα του από τους πλευρικούς λοβούς της κεραίας ραντάρ ή έμμεσα από ανάκλαση του κύματος του σε διάφορα εμπόδια (παρεμβολές). Από τις παρεμβολές αυτές φωτίζονται έντονα τομείς της οθόνης του P.P.I., από το κέντρο της εικόνας μέχρι την περιφέρεια, όπως στο σχήμα 6.6γ, με αποτέλεσμα να μη διακρίνονται οι στόχοι που βρίσκονται στους τομείς αυτούς.

Οι ανεπιθύμητες αυτές παρεμβολές μπορεί να εξαφανισθούν με το διακόπτη περιορισμού επιστροφών βροχής (anticlutter rain ή DIFF ή F.T.C.). Όμως με την ενεργοποίηση του διακόπτη αυτού σχεδόν εξαφανίζεται και το κανονικό σήμα του ramark. Επίσης, οι ανεπιθύμητες αυτές παρεμβολές αποφεύγονται, όταν πλέομε μακριά από τις ακτές, εφόσον δεν είναι απαραίτητο να πλέομε κοντά σ' αυτές.



Σχ. 6.6α.
Μεταβολή της συχνότητας εκπομπής των remarks.



Σχ. 6.6γ.
Ανεπιθύμητες παρεμβολές remarks.

α) Σήμα ramark χαμηλού ρυθμού μεταβολής συχνότητας. β) Σήμα ramark ψηλού ρυθμού μεταβολής συχνότητας.

β) Remarks εκτός περιοχής συχνοτήτων ραντάρ.

Αυτοί λειτουργούν πειραματικά, σε σταθερή συχνότητα μόλις έξω από τα όρια της περιοχής X-band. Έτσι, κατά την κανονική λειτουργία της συσκευής ραντάρ τα κύματά τους δεν λαμβάνονται και δεν εμφανίζονται τα σήματά τους στην οθόνη P.P.I. Για να ληφθεί το κύμα τέτοιου ramark, ο δέκτης ραντάρ πρέπει να αποσυντονισθεί από τη συχνότητα της πραγματικής ηχούς και να συντονισθεί στη συχνότητα λειτουργίας των remarks του τύπου αυτού. Στην περίπτωση αυτή εξαφανίζεται από την οθόνη του P.P.I. η κανονική εικόνα (οι στόχοι) και σε κάθε στροφή της κεραίας εμφανίζεται το σήμα του ramark ως συμπαγής φωτεινός τομέας. Ο άξονας του φωτεινού αυτού τομέα αντιπροσωπεύει τη διόπτευση του ramark.

Επειδή ο αποσυντονισμός του δέκτη της συσκευής ραντάρ από τη συχνότητα της ηχούς, δεν εξυπηρετεί πρακτικά, αλλά είναι και επικίνδυνος, ορισμένες συσκευές εφοδιάζονται με δεύτερο μικρό δέκτη, που είναι μόνιμα συντονισμένος στη συχνότητα ramark. Με την ενεργοποίηση του δέκτη αυτού, λαμβάνονται τα κύματα των remarks και τα σήματά τους εμφανίζονται στην οθόνη ταυτόχρονα με την εικόνα ραντάρ (στόχους), ενώ με την απενεργοποίησή του εξαφανίζονται από την οθόνη.

6.6.2. *OI Racons (RADAR beacons).*

Σε αντίθεση με τους remarks οι racons δεν εκπέμπουν ανεξάρτητα από τη συσκευή ραντάρ του πλοίου, αλλά μόνο αφού διεγερθούν από τον παλμό του ραντάρ. Όπως οι remarks, έτσι και οι racons δεν λειτουργούν συνέχεια αλλά αποκαθιστούν και διακόπτουν τη λειτουργία τους περιοδικά. Στο σχήμα 6.6δ φαίνεται διαγραμματικά η **εγκατάσταση** ενός racon η οποία αποτελείται από:

- Την **κατακρύφη κεραία**, που ακτινοβολεί ισομερώς σε ολόκληρο τον κύκλο του ορίζοντα. Η ίδια κεραία χρησιμοποιείται και για την εκπομπή και για τη λήψη, με τη βοήθεια διακόπτη εκπομπής-λήψεως.
- Το **δέκτη**, ο οποίος λαμβάνει τους παλμούς ραντάρ των πλοίων, όταν η κεραία του racon σαρώνεται από τη δέσμη ακτινοβολίας της κεραίας ραντάρ.
- Το **διαμορφωτή παλμού εκπομπής**, ο οποίος διεγέρεται από κάθε παλμό ραντάρ που λαμβάνεται και παράγει τα κατάλληλα δυναμικά, κατά παλμούς, που απαιτούνται για την τροφοδότηση του πομπού.
- Τον **πομπό**, ο οποίος, όταν τροφοδοτείται με τα κατάλληλα αυτά δυναμικά από το διαμορφωτή, παράγει το χαρακτηριστικό παλμό υψηλής συχνότητας, που εκπέμπεται από την κεραία σε ολόκληρο τον κύκλο του ορίζοντα.

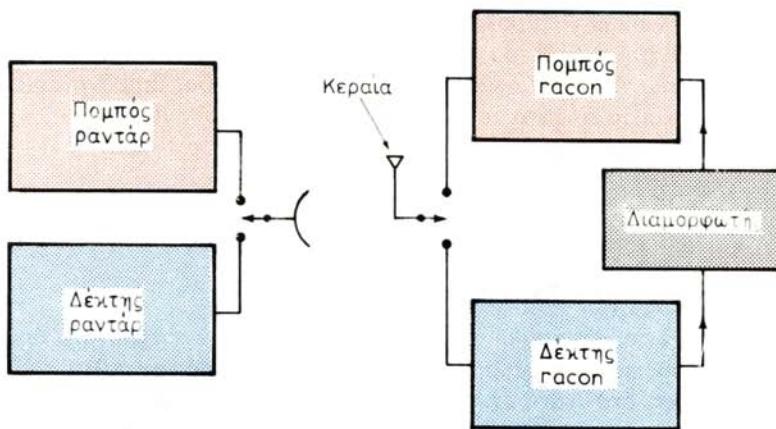
Οι περισσότεροι racons λειτουργούν στην περιοχή X-band (3 cm) και ελάχιστοι στην περιοχή S-band (10cm).

Ο δέκτης του racon είναι πλατιάς ζώνης συχνοτήτων και μπορεί να λαμβάνει τον παλμό οποιουδήποτε ραντάρ που λειτουργεί στη ζώνη αυτή. Έτσι, σε κάθε παλμό ραντάρ που λαμβάνει ο δέκτης του racon, ο πομπός του απαντά με ένα παλμό, του οποίου η διάρκεια κυμαίνεται από 25-50 ms και αντιστοιχεί σε μήκος παλμού 2-4 ν.μ. περίπου.

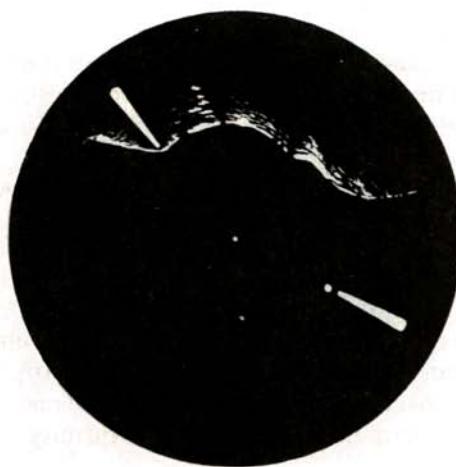
Για να είναι δυνατή η λήψη του παλμού, με τον οποίο απαντά ο racon, από το δέκτη ραντάρ οποιουδήποτε πλοίου, η συχνότητα εκπομπής του παλμού αυτού διαμορφώνεται κατά έναν από τους παρακάτω τρόπους:

a) Ο παλμός με τον οποίο απαντά ο racon έχει την ίδια συχνότητα που έχει και ο παλμός του ραντάρ, από το οποίο διεγείρεται.

Αυτό επιτυγχάνεται με αυτόματο συντονισμό του πομπού του racon στη συχνότητα του παλμού ραντάρ που διεγέρεται. Στην περίπτωση αυτή ο δέκτης ραντάρ λαμβάνει συνέχεια καθόλη τη διάρκεια του παλμού racon και το σήμα racon εμφανίζεται ως φωτεινός τομέας ανάλογα με το οριζόντιο εύρος της δέσμης ακτινοβολίας της κεραίας ραντάρ, όπως στο σχήμα 6.6e. Όταν η απόσταση είναι μικρή, στην οθόνη P.P.I. εμφανίζεται η ηχώ του καραβοφάναρου ή της ακτής που έχει εγκατασταθεί ο racon, όταν όμως η απόσταση είναι μεγάλη, μπορεί να εμφανίζεται μόνο το σήμα του racon.



Σχ. 6.6d.
Διάταξη λειτουργίας racon.

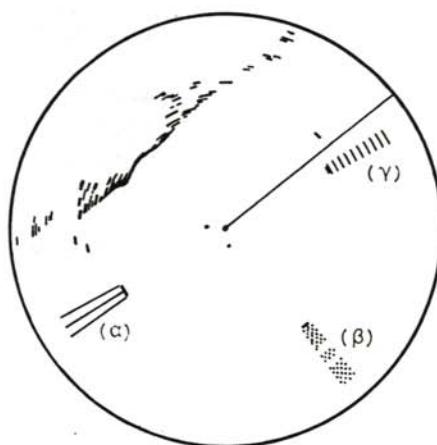


Σχ. 6.6e.
Σήματα racons που έχουν εγκατασταθεί στην ακτή και σε καραβοφάναρο. Διακρίνεται η διαφορά αποστάσεως ηχούς και σήματος.

β) Η συχνότητα του παλμού racon μεταβάλλεται, σαρώνοντας την περιοχή συχνοτήτων ραντάρ X-band ή S-band, με χαμηλό ρυθμό μεταβολής, βηματικά ή γραμμικά.

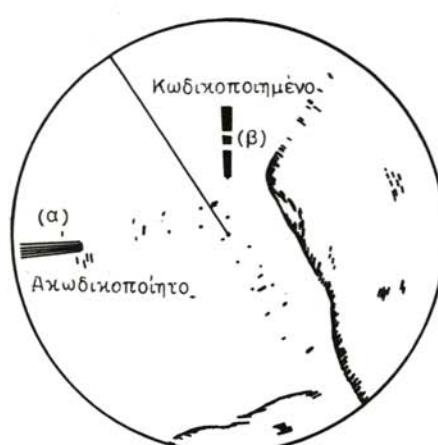
Όταν η συχνότητα εκπομπής του racon μεταβάλλεται βηματικά, σε κάθε χρονικό διάστημα που η κεραία ραντάρ σαρώνει το racon, αποκαθίσταται σύμπτωση συχνοτήτων 3-5 φορές, κατά τις οποίες γίνεται λήψη και το σήμα του racon εμφανίζεται στην οθόνη όπως στο σχήμα 6.6στ(α).

Όταν η συχνότητα εκπομπής του racon μεταβάλλεται γραμμικά με χαμηλό ρυθμό (περίοδος σαρώσεως της περιοχής 100s), χωρίς να υπάρχει συγχρονισμός στην έναρξη της μεταβολής της συχνότητας, σύμπτωση υπάρχει κατά μικρά ακαθόριστα διαστήματα, κατά τα οποία γίνεται λήψη. Τότε το σήμα του racon εμφανίζεται όπως στο σχήμα 6.6στ(β). Στην περίπτωση αυτή ο racon δεν εκπέμπει ένα συνεχή παλμό, αλλά απαντά με κωδικοποιημένη εκπομπή, η οποία αποτελείται από μακρύ-βραχύ-μακρύ παλμό και έτσι υπάρχει εύκολη αναγνώριση, αν στην ίδια περιοχή λειτουργούν περισσότεροι racons. Όταν η συχνότητα του racon μεταβάλλεται γραμμικά και υπάρχει συγχρονισμός στην έναρξη της μεταβολής της συχνότητάς του, τότε υπάρχει σύμπτωση συχνοτήτων κατά καθορισμένα χρονικά διαστήματα, κατά τα οποία γίνεται λήψη και το σήμα του racon εμφανίζεται ως μικρά τόξα που ισπάνονται μεταξύ τους, όπως στο σχήμα 6.6στ(γ). Στην περίπτωση αυτή, δεν υπάρχει κωδικοποίηση και η απάντηση του racon αποτελείται από ένα συνεχή παλμό. Το μήκος των τόξων αυτών ανταποκρίνεται στο οριζόντιο εύρος δέσμης της κεραίας ραντάρ. Το πάχος των τόξων και η μεταξύ τους απόσταση, που μπορεί να αποτελέσουν χαρακτηριστικά αναγνωρίσεως, είναι αντιστρόφως ανάλογα προς το ρυθμό μεταβολής της συχνότητας του racon, ενώ ο αριθμός τους είναι ανάλογος προς το ρυθμό μεταβολής της συχνότητας. Τα σήματα του racon του τύπου αυτού δεν εμφανίζονται συνέχεια, αλλά περιοδικά και η περίοδος εμφανίσεώς τους μπορεί να φτάσει τα 2 λεπτά.



Σχ. 6.6στ.

Σήματα racons με χαμηλό ρυθμό μεταβαλλόμενης συχνότητας.



Σχ. 6.6ζ.

Σήματα racons με μεγάλο ρυθμό μεταβαλλόμενης συχνότητας.

γ) Η συχνότητα εκπομπής μεταβάλλεται με μεγάλο ρυθμό γραμμικά.

Η διάρκεια του παλμού που εκπέμπει ο racon του τύπου αυτού φθάνει και τα 150 ms (αντίστοιχο μήκος παλμού 12 ν.μ.). Όταν η συχνότητα του παλμού αυτού μεταβάλλεται γραμμικά με πολύ υψηλό ρυθμό (περίοδος σαρώσεως της περιοχής συχνοτήτων 12ms), σε κάθε βάση χρόνου η συχνότητα του παλμού racon εξισώνεται πολλές φορές και κατά πολύ μικρά χρονικά διαστήματα με τη συχνότητα του δέκτη ραντάρ, κατά τα οποία γίνεται λήψη, ενώ πολύ μικρά είναι και τα διαστήματα κατά τα οποία δε γίνεται λήψη. Έτσι, λόγω της αποκαταστάσεως και της διακοπής της λήψεως με τον παραπάνω υψηλό ρυθμό και λόγω του μεγέθους της κηλίδας, το σήμα του racon καλύπτει τομέα από φωτεινές γραμμές, όπως στο σχήμα 6.6ζ(α), το οποίο μοιάζει με εκείνο του σχήματος 6.6ε. Όταν ο παλμός, με τον οποίο απαντά ο racon δεν είναι συνεχής, αλλά σειρά κωδικοποιημένων παλμών, το σήμα του φαίνεται όπως στο σχήμα 6.6ζ(β).

δ) Η εκπομπή αποκαθίσταται και διακόπτεται με κώδικα.

Η εκπομπή αποκαθίσταται και διακόπτεται σύμφωνα με τον κώδικα Morse, ενώ η συχνότητα μεταβάλλεται γραμμικά με μεγάλο ρυθμό με αποτέλεσμα στην οθόνη ραντάρ να εμφανίζεται σήμα από τελείες και παύλες στην κατεύθυνση του racon. Το σήμα αυτό αντιπροσωπεύει το αρχικό γράμμα του ονόματος του racon και εξασφαλίζει την αναγνώρισή του με βεβαιότητα.

ε) Σε σταθερή συχνότητα στο ένα ή το άλλο άκρο της περιοχής συχνοτήτων ραντάρ.

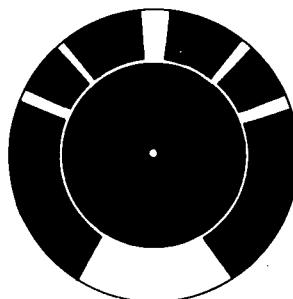
Οι racons του τύπου αυτού βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο και για τη λήψη του σήματός τους ο δέκτης ραντάρ πρέπει να αποσυντονίζεται από τη συχνότητα κανονικής λειτουργίας του και να συντονίζεται στη σταθερή συχνότητα που εκπέμπουν οι racons. Στην περίπτωση αυτή εξαφανίζεται η κανονική εικόνα ραντάρ (στόχοι) και στην οθόνη P.P.I. εμφανίζονται τα σήματα των racons, που λειτουργούν στην περιοχή όπου πλέει το πλοίο. Πολλές φορές, όταν η διαφορά συχνοτήτων λειτουργίας της συσκευής ραντάρ πλοίου και των racons είναι μικρή, μαζί με τα σήματα racon εμφανίζονται και οι ισχυρές ηχοί στόχων. Γι' αυτό ορισμένες συσκευές ραντάρ φέρουν δεύτερο ξεχωριστό δέκτη, που είναι μόνιμα συντονισμένος στη συχνότητα των racons του τύπου αυτού. Με ειδικό διακόπτη ενεργοποιείται ο δεύτερος αυτός δέκτης και απενεργοποιείται ο γνωστός κανονικός δέκτης και αντίστροφα. Έτσι έχομε τη δυνατότητα εμφανίσεως στον ενδείκτη P.P.I. ξεχωριστά είτε των σημάτων racons είτε της εικόνας ραντάρ. Με τους racons του τύπου αυτού και το δεύτερο αυτό δέκτη εξασφαλίζονται τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Το σήμα racon δεν καλύπτεται από θαλάσσιες επιστροφές ή από ισχυρές ηχούς στόχων.
- Στην κανονική εικόνα ραντάρ δεν εμφανίζονται τα σήματα των racons ως παρεμβολές, όταν διεγείρονται από τα ραντάρ άλλων πλοίων, που πλέουν στην ίδια περιοχή.

Καθώς οι racons μετά τη διέγερσή τους από τον παλμό ραντάρ, εκπέμπουν τον παλμό τους, όταν σαρώνονται από την κεραία ραντάρ, το σήμα τους εμφανίζεται τόσο σε **σωστή απόσταση, δύσο και σε σωστή διόπτρευση**. Έτσι, από το σήμα του προκύπτει και η απόστασή τους και η διόπτρευσή τους. Η απόσταση μετράται από το μετωπικό άκρο του σήματος και η διόπτρευση από τον άξονά του. Βέβαια, η από-

σταση του σήματός τους είναι λίγο μεγαλύτερη από την πραγματική, επειδή η εκπομπή του παλμού racon δεν πραγματοποιείται ταυτόχρονα με τη διέγερση των racons από τον παλμό ραντάρ. Η καθυστέρηση αυτή οφείλεται στο διαμορφωτή του racon και αντιστοιχεί σε απόσταση 50-100 m. Έτσι, στις μικρές αποστάσεις, που εμφανίζεται και η ηχώ του racon, η απόσταση υπολογίζεται από την ηχώ του, ενώ στις μεγάλες αποστάσεις, η διαφορά αυτή θεωρείται αμελητέα και η απόσταση μετράται από το μετωπικό άκρο του σήματος racon.

Όπως από τους remarks, έτσι και από τους racons παρατηρούνται παρεμβολές, όταν το πλοίο πλέει σε μικρή απόσταση από αυτούς, οι οποίες καλύπτουν μεγάλη έκταση της οθόνης (σχ. 6.6η). Οι παρεμβολές αυτές οφείλονται σε διέγερση των racons είτε από τους πλευρικούς λοβούς της κεραίας ραντάρ, είτε έμμεσα από ανάκλαση του παλμού ραντάρ σε αντικείμενα που δημιουργούν τομείς σκιάς. Σε αντίθεση με τις παρεμβολές remark, οι τομείς που καλύπτουν οι παρεμβολές racon, δεν αρχίζουν από το κέντρο της εικόνας, βλέπε σχήματα 6.6γ και 6.6η, αλλά από την απόσταση που βρίσκεται ο racon. Έτσι, η έκταση στο κέντρο της οθόνης, που αντιστοιχεί στις μικρές αποστάσεις, δεν καλύπτεται από τέτοιες ανεπιθύμητες παρεμβολές και σ' αυτή μπορούν να εμφανίζονται οι ηχοί επικινδύνων πραγμάτων στόχων.



Σχ. 6.6η.

Ανεπιθύμητες παρεμβολές racons.

Εξάλλου, καθώς ο racon, εκπέμπει τον παλμό του σε ολόκληρο τον κύκλο του ορίζοντα, παρεμβολές racon παρατηρούνται και όταν αυτός διεγείρεται από τα ραντάρ άλλων πλοίων. Όμως, επειδή η Σ.Ε.Π. των ραντάρ των άλλων πλοίων οιωσδήποτε παρουσιάζει μια μικρή διαφορά από τη Σ.Ε.Π. του ραντάρ του πλοίου μας, οι παρεμβολές δεν εμφανίζονται σταθερά στην ίδια απόσταση, αλλά παλινδρομούν ακτινικά και σε κάθε στροφή της κεραίας εμφανίζονται σε διαφορετική απόσταση. Ωστόσο, ένας racon μπορεί να υπερφορτωθεί από τη διέγερση των ραντάρ άλλων πλοίων, τα οποία βρίσκονται στην ίδια περίπου κατεύθυνση, και να μη μπορεί να ανταποκριθεί στις ανάγκες όλων των πλοίων, που βρίσκονται σε ένα μικρό τομέα.

Οι παραπάνω ανεπιθύμητες παρεμβολές racon, μπορούν να εξαφανισθούν με το διακόπτη περιορισμού επιστροφών βροχής (anticlutter rain ή DIFF, ή F.T.C.). Σημειώνεται όμως ότι με την ενεργοποίηση του διακόπτη αυτού για την εξαφάνιση των ανεπιθυμήτων αυτών παρεμβολών, εξαφανίζεται σχεδόν και το κανονικό σήμα racon και εμφανίζεται μόνο το μετωπικό άκρο του.

Οι παραπάνω παρεμβολές από πλευρικούς λοβούς και από έμμεση διέγερση αιτοφεύγονται, αν κατά, τον πλου και εφόσον είναι δυνατό, τηρήσομε το πλοίο μας

σε μεγάλη απόσταση από το racon και ελαττώνοντας την ευαισθησία του δέκτη κατά τα χρονικά διαστήματα που εμφανίζονται παρεμβολές.

Σημειώνεται επίσης ότι, όταν σήμα racon εμφανίζεται σε μικρή απόσταση, είναι ιπθανόν να μην εμφανίζεται μετωπικό τμήμα του λόγω υπερβολικής ρυθμίσεως του ρυθμιστή περιορισμού θαλασσίων επιστροφών, ειδικά όταν το σήμα racon είναι κωδικοποιημένο.

Oι racons εγκαθίστανται συνήθως σε:

- Καραβοφάναρα, για να εξασφαλίζεται η ανίχνευσή τους σε μεγαλύτερη απόσταση και να αναγνωρίζεται η ηχώ τους από την ηχώ αγκυροβολημένων πλοίων στην ίδια περιοχή.
- Σημεία ακτών, τα οποία, παρουσιάζουν ενδιαφέρον στη ναυσιπλοΐα, και ειδικά όταν οι ακτές είναι χαμηλές και δεν ανιχνεύονται σε σημαντική απόσταση.
- Ακτές που παραμορφώνονται λόγω πάγων.
- Σημαντήρες μεγάλης σημασίας στη ναυσιπλοΐα.

Επίσης προβλέπεται η εγκατάσταση racons σε σημαντήρες, οι οποίοι είναι εφοδιασμένοι με βιθομέτρο, με το οποίο μπορεί να παρέχεται η πληροφορία του βάθους της θάλασσας στο σημείο αυτό από απόσταση. Η διέγερση του βιθομέτρου και η μετάδοση της πληροφορίας του βάθους επιτυγχάνεται με σειρά κωδικοποιημένων παλμών, την οποία θα εκπέμπει και θα λαμβάνει εξειδικευμένο πρόσθετο σύστημα, με το οποίο θα εφοδιάζονται οι συσκευές ραντάρ.

6.6.3 Σύγκριση ramarks και racons.

Συνοψίζοντας τα όσα αναπτύξαμε στις δυο προηγούμενες παραγράφους για τους ramarks και τους racons, συμπεραίνομε τα εξής:

ⓐ Τόσο οι ramarks όσο και οι racons είναι πολύ καλά βιοηθήματα, για την ανίχνευση από μεγάλη απόσταση και την αναγνώριση κακών στόχων, οι οποίοι παρουσιάζουν ενδιαφέρον στη ναυσιπλοΐα. Και τα δύο αυτά είδη ραδιοσημαντήρων είναι αποτελεσματικότερα σε μεγάλες αποστάσεις, επειδή περιορίζονται οι πιθανότητες ανεπιθυμήτων παρεμβολών.

ⓑ Από το σήμα ramark προκύπτει μόνο η διόπτευσή του, ενώ από το σήμα racon προκύπτει η απόσταση και η διόπτευση του σημείου στο οποίο βρίσκεται ο racon.

γ Οι παρεμβολές racon καλύπτουν τομείς της εικόνας, που αρχίζουν από την απόσταση του racon, ενώ η έκταση της οθόνης στις μικρές επικίνδυνες αποστάσεις παραμένει καθαρή. Αντίθετα, οι παρεμβολές ramark καλύπτουν τομείς που αρχίζουν από το κέντρο της εικόνας, βλέπε σχήματα 6.6γ και 6.6η, οπότε παρεμποδίζεται η ανίχνευση στόχων και στις μικρές επικίνδυνες αποστάσεις.

δ Οι racons μπορεί να υπερφορτώνονται, όταν διεγείρονται σχεδόν ταυτόχρονα από τα ραντάρ περισσότερων πλοίων που λειτουργούν στον ίδιο τομέα της περιοχής και να μην είναι χρησιμοποιήσιμοι για αρκετό χρονικό διάστημα. Αντίθετα, η λειτουργία των ramarks είναι ανεξάρτητη από τη συσκευή ραντάρ και δεν υπάρχει θέμα υπερφορτώσεώς τους.

ε Η απόσταση ανίχνευσεως των ramarks από το σήμα τους είναι πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη απόσταση ανίχνευσεως των racons. Έτσι, οι ramarks εγκαθίστανται συνήθως σε χαμηλές ακτές, όπου η κεραία τους μπορεί να έχει μεγά-

λο ύψος, οπότε αποκτούν μεγάλο ορίζοντα ραντάρ και ανιχνεύονται σε πολύ μεγάλη απόσταση.

στ) Οι racons είναι πολύπλοκα και ευαίσθητα συστήματα, που έχουν μεγαλύτερο κόστος κατασκευής, υπόκεινται συχνά σε βλάβες και απαιτούν συστηματική συντήρηση, σε αντίθεση με τους ramarks που είναι απλοί πομποί μικροκυμάτων.

Στο σχήμα 6.6θ δίνεται ο συμβολισμός των ramarks και των racons στους σύγχρονους ναυτικούς χάρτες.



Ramark



Racon

Σχ. 6.6θ.

Συμβολισμός των ramarks και των racons στους ναυτικούς χάρτες.

Τα χαρακτηριστικά των ramarks και των racons αναφέρονται στη βρετανική έκδοση **Admiralty list of Radio Signals – Volume II**. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους είναι:

- Η περιοχή συχνοτήτων λειτουργίας τους X-band ή S-band.
- Ο ρυθμός μεταβολής της συχνότητάς τους ή τα χαρακτηριστικά του σήματός τους που εμφανίζεται στην οθόνη του ενδείκτη P.P.I.
- Το γεωγραφικό στίγμα τους.
- Η περίοδος αποκαταστάσεως και διακοπής της λειτουργίας τους.
- Η κωδικοποίηση της εκπομπής τους, αν υπάρχει, ή η διάρκεια του παλμού που εκπέμπουν.
- Το είδος της λειτουργίας τους, δηλαδή συνεχείς επί εικοσιτετραώρου βάσεως ή μόνο όταν επικρατεί περιορισμένη ορατότητα.

6.6.4 Άλλα είδη ραδιοσημαντήρων ραντάρ.

Δύο άλλα είδη ραδιοσημαντήρων που ανήκουν στην οικογένεια των racons είναι οι **echo enhancers** και οι **transponders**.

α) Οι **echo enhancers** (ενισχυτές ηχούς), συγκροτούνται από κοινή κεραία, δέκτη και πομπό. Όταν διεγερθούν από παλμό ραντάρ, εκπέμπουν ένα παλμό ίσης διάρκειας με τον παλμό που διεγείρονται και στην ίδια συχνότητα, ο οποίος λαμβάνεται από το δέκτη ραντάρ. Ο παλμός αυτός είναι ισχύος μεγαλύτερης από την ηχώ ενός ανακλαστήρα ραντάρ και ανιχνεύεται σε μεγαλύτερη απόσταση. Δηλαδή με το σύστημα αυτό εξασφαλίζεται έμμεσα ενίσχυση της ηχούς. Οι echo enhancers τοποθετούνται συνήθως σε μικρούς σημαντήρες και μικρά σκάφη, για να εξασφαλίζεται η ανίχνευσή τους μέσα στις θαλάσσιες επιστροφές και σε σημαντική απόσταση.

β) Οι **transponders** είναι πολύ εξειδικευμένοι ραδιοσημαντήρες. Διεγείρονται με κωδικοποιημένη σειρά παλμών ραντάρ και απαντούν εκπέμποντας κωδικοποιημένη σειρά παλμών, σύμφωνα με τον προγραμματισμό, που τους έχει γίνει. Χρησιμοποιούνται συνήθως για τη μετάδοση ορισμένων στοιχείων από πλοίο σε πλοίο, όπως το χαρακτηριστικό αναγνωρίσεως πλοίου (tautotότητα πλοίου), η πορεία και η ταχύτητα και άλλα. Τα σήματα με τα οποία διεγείρονται και απαντούν οι transponders, εκπέμπονται σε ορισμένη συχνότητα έξω από την περιοχή συχνοτήτων ραντάρ και έτσι δεν εμφανίζονται στον ενδείκτη P.P.I. Για να χρησιμοποιηθούν οι transponders, η συσκευή radar του πλοίου πρέπει να είναι εφοδιασμένη με σύστη-

μα που αποτελείται από:

- Δέκτη μόνιμα συντονισμένο στην ειδική συχνότητα εκπομπής των transponders.
- Κωδικοποιητή, για την κωδικοποίηση του σήματος διεγέρσεως του transponder σε σειρά παλμών.
- Αποκωδικοποιητή, για την αποκωδικοποίηση των σημάτων που εκπέμπουν οι transponders σε σειρά παλμών.
- Ξεχωριστό ενδείκτη, στον οποίο εμφανίζονται με ψηφιακή ένδειξη, οι πληροφορίες που προκύπτουν από την αποκωδικοποίηση.

6.7 Η φωτοβολίδα ραντάρ.

Ένα σημαντικό σύγχρονο βοήθημα ραντάρ είναι η φωτοβολίδα ραντάρ (radar flare ή radar lifesaving rocket). Αυτή ρίχνεται με κοινό πιστόλι φωτοβολίδων και μπορεί να φθάσει σε ύψος 400m. Εκτός από το φωτιστικό υλικό, περιέχει και δέσμη συντονισμένων διπόλων (λωρίδες από λεπτό αλουμινόχαρτο μήκους 3 cm). Έτσι με την έκρηξη της φωτοβολίδας, **τα συντονισμένα δίπολα** (window) δημιουργούν μικρό νέφος, το οποίο παρέχει ηχώ επί 15' λεπτά. Η απόσταση ανιχνεύσεως του νέφους διπόλων φθάνει τα 12 ναυτικά μίλια. Η φωτοβολίδα ραντάρ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως σήμα ανάγκης και βοηθά στον εντοπισμό με το ραντάρ σωσίβιων λέμβων ναυαγών ή μικρών σκαφών που κινδυνεύουν.

Τετοια συντονισμένα δίπολα ρίππονται και από αεροσκάφη, για να δημιουργήσουν παραπλανητικούς στόχους ή για να αποκρύψουν την ηχώ άλλων αεροσκαφών στα ραντάρ ανιχνεύσεως αέρα. Ακόμη χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία παραπλανητικών στόχων, για τον αποπροσανατολισμό ορισμένων τύπων πυραύλων από πραγματικούς στόχους.

6.8 Τροποποίηση των ναυτικών χαρτών και εκδόσεων ναυσιπλοΐας, σε σχέση με το ραντάρ.

Από τότε που άρχισε να χρησιμοποιείται το ραντάρ στα εμπορικά πλοία, άρχισε και η τροποποίηση των ναυτικών χαρτών, με την προσθήκη σ' αυτούς στοιχείων, τα οποία υποβοηθούν στην αναγνώριση της ηχούς συγκεκριμένων σημείων, που παρουσιάζουν ενδιαφέρον στη ναυσιπλοΐα. Βέβαια, δεν παραλείπεται και η καταχώριση των στοιχείων που είναι απαραίτητα για ορατή παρατήρηση.

Έτσι, σύμφωνα με απόφαση του **Διεθνούς Υδρογραφικού Οργανισμού** έχουν υιοθετηθεί και καταχωρούνται στους σύγχρονους ναυτικούς χάρτες τα παρακάτω στοιχεία:

ω Έντονη χάραξη της ακτογραμμής, όταν αυτή είναι απόκρημνη και παρέχει ισχυρή ηχώ και αντίστροφα.

β Οι ισούψεις καμπύλες σημειώνονται με μεγαλύτερη ακρίβεια και όπου είναι δυνατό χαράσσονται πυκνότερες και με μεγαλύτερη σαφήνεια, ειδικά προς την πλευρά της θάλασσας. Από τη μελέτη των λεπτομερών ισούψών καμπυλών, προκύπτει η όψη παρατηρήσεως ραντάρ και η αναγνώριση της ηχούς συγκεκριμένων σημείων.

γ Ειδικοί συμβολισμοί για τους ανακλαστήρες και τους ραδιοσημαντήρες ραντάρ, που είδαμε σε προηγούμενες παραγράφους και η σύντμηση «RA» σε σημεία

ακτής, που είναι καταφανή στο ραντάρ.

δ) Κλίμακα αποστάσεων στο περιθώριο των χαρτών, για τον έλεγχο της ακρίβειας των διακριβωτικών κύκλων (δακτυλίων αποστάσεων) ορισμένων κλιμάτων.

Παράλληλα, έχουν γίνει βελτιώσεις και στις εκδόσεις ναυσιπλοΐας του Βρετανικού Ναυαρχίου (Admiralty Sailing Directions), όπου έχουν καταχωρηθεί φωτογραφίες της συνολικής ηχούς ορισμένων περιοχών από ενδείκτη P.P.I. Με σύγκριση τέτοιας φωτογραφίας και της κάθε φορά εικόνας ραντάρ της ταντίστοιχης περιοχής, διευκολύνεται σημαντικά η αναγνώριση χαρακτηριστικών σημείων της περιοχής αυτής. Εξάλλου, στις εκδόσεις αυτές έχει προσαρτηθεί παράρτημα με τον τίτλο **Reported Radar Ranges** (αποστάσεις ραντάρ που έχουν αναφερθεί), στο οποίο αναφέρεται η αναμενόμενη απόσταση πρώτης ανιχνεύσεως χαρακτηριστικών σημείων.

Ερωτήσεις έκτου κεφαλαίου:

- Ποια χαρακτηριστικά της συσκευής ραντάρ και κατά ποιο τρόπο καθένα από αυτά, επηρεάζουν τη σαφήνεια της εικόνας ραντάρ;
- Για ποιο λόγο η ηχώ πλοίου στόχου, που βρίσκεται σε μικρή απόσταση αλλοιώνεται από τις υπερκατασκευές του και για ποιο λόγο οι υπερκατασκευές του μπορεί να εμφανίζονται ως ξεχωριστή ηχώ;
- Κάτω από ποιες προϋποθέσεις μπορεί να παραμορφωθεί η ηχώ ακτής λόγω του μήκους παλμού εκπομπής και ποια διαφόρα παρουσιάζει στο σημείο που παραμορφώνεται η ηχώ της ακτογραμμής από την ακτογραμμή του χάρτη;
- Πότε παραμορφώνεται η ηχώ ακτής λόγω του οριζόντιου εύρους δέσμης και από τι εξαρτάται το μέγεθος της παραμορφώσεώς της;
- Σε τι μπορεί να οφείλεται μικρή έξαρση της ηχούς ακτογραμμής, η οποία δεν υπάρχει στην ακτογραμμή του χάρτη, σε σημείο της ακτής που η δέσμη ακτινοβολίας δεν προσπίπτει κάθετα;
- Για ποιους λόγους στις μεγάλες αποστάσεις η εικόνα ραντάρ ακτών μπορεί να παρουσιάζει μεγάλες διαφορές από την εικόνα του χάρτη;
- Ποια χαρακτηριστικά του στόχου θεωρούνται ως ανακλαστικές αρετές του και ποιο από αυτά μεταβάλλεται, όταν αλλάζει η θέση του πλοίου σε σχέση με το στόχο.
- Ποιες ανακλαστικές αρετές του στόχου και σε ποιες περιπτώσεις μπορούν να εξουδετερώνουν η μία την επίδραση της άλλης;
- Πότε παρατηρείται κατοπτρική ανάκλαση ή ισοδύναμη της, σε ποιες περιπτώσεις αυτή επηρεάζεται άμεσα και σε ποιες δεν επηρέαζεται από την αλλαγή της θέσεως του πλοίου;
- Πότε η επιφάνεια στόχου θεωρείται λεία και πότε ανύμαλη και για ποιο λόγο οι ανωμαλίες επηρεάζουν την ανίχνευση του στόχου;
- Ποια είδη στόχου παρουσιάζουν ορθογώνιες δίεδρες ή τρίεδρες γωνίες, με τι ισοδυναμεί η ανάκλαση σε τέτοιες επιφάνειες, ποια πλεονεκτήματα παρουσιάζουν τέτοιοι στόχοι και ποια τεχνική εφαρμογή έχουν τέτοιες γωνίες;
- Ποια είναι η απαραίτητη προϋπόθεση για να επιστρέψει, έστω και ασθενής ηχώ από στόχο σφαιρικής και λείας επιφάνειας; Ποια είδη στόχων παρουσιάζουν σφαιρική επιφάνεια;
- Για ποιο λόγο οι υπερθαλάσσιες σωληνώσεις μεταφοράς υγρών καυσίμων ανιχνεύονται σπάνια και σε μικρή απόσταση, ενώ οι δεξαμενές υγρών καυσίμων ανιχνεύονται πάντα, αλλά και αυτές σε μικρή απόσταση;
- Ποιου σχήματος στόχοι θεωρούνται ως οι περισσότερο κακοί στόχοι και ποιοι στόχοι έχουν τέτοιο σχήμα;
- Για ποιο λόγο η υγρασία της ξηράς και η ποώδης βλάστησή της αυξάνουν την ισχύ της ηχούς και την απόσταση ανιχνεύσεώς τους;
- Για ποιο λόγο τα μικρά ξύλινα και πλαστικά σκάφη ανιχνεύονται σε μεγαλύτερη απόσταση, όταν υπάρχει κυματισμός, από ότι ανιχνεύονται με ήρεμη θάλασσα;

17. Για ποιους λόγους το ύψος των κατακορύφων στόχων προκαλεί αύξηση της ισχύος της ηχούς ανάλογη με το ύψος του στόχου, ενώ το ύψος στόχων με πλάγιες ανώμαλες επιφάνειες προκαλεί πολύ μικρότερη αύξηση της ισχύος της ηχούς;
18. Για ποιο λόγο απόκρημνο τμήμα βουνοπλαγιάς, ενώ αρχικά ανιχνεύεται σε μεγάλη απόσταση, καθώς λόγω της προχωρήσεως του πλοίου, η απόσταση του ελαττώνεται και ενώ η όψη παρατηρήσεώς του παραμένει η ίδια, η ανίχνευσή του διακόπτεται και αποκαθίσταται διαδοχικά;
19. Για ποιους λόγους, σε μέσες αποστάσεις, μέσα στα όρια ανιχνεύσεως τους αυξομειώνεται η ισχύ της ηχούς και η απόσταση ανιχνεύσεως των σημαντήρων;
20. Από ποια μέρη της ηχούς στόχων πλοίων μπορούμε να διαπιστώσουμε την κατεύθυνση της σχετικής κινήσεως τους και της αληθινής κινήσεως τους, στον ενδείκτη ραντάρ σχετικής κινήσεως;
21. Σε τι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την ηχώ από τα απόνερα του πλοίου μας;
22. Κατά ποιους τρόπους μπορούμε να αναγνωρίσουμε την ηχώ σημαντήρα από την ηχώ πλοίου μικρού ή μεσαίου μεγέθους, όταν αυτές εμφανίζονται η μία κοντά στην άλλη;
23. Για ποιους λόγους περιορίζεται η απόσταση ανιχνεύσεως των παγοβούνων και ιδιαίτερα των μικρών;
24. Σε ποιες ενέργειες μπορούμε να προβαίνομε, ώστε να διακρίνουμε τις ηχούς μικρών παγοβούνων μέσα στις θαλάσσιες επιστροφές, χωρίς όμως να παρακινδυνεύουμε και τη μη ανίχνευση των μεγάλων παγοβούνων και των πλοίων στόχων σε όσο το δυνατό μεγαλύτερη απόσταση;
25. Για ποιο λόγο σε περιοχές παλιρροιών μεταβάλλεται η ισχύ της ηχούς από ακτή και η απόσταση ανιχνεύσεως της και πολλές φορές η απόσταση που εμφανίζονται στον ενδείκτη ραντάρ διαφέρει από την απόσταση του χάρτη;
26. Τι πρέπει να έχουμε υπόψη μας, όταν πλησιάζουμε ή απομακρύνομαστε από ακτές, που πέρα από αυτές ακολουθούν ψηλές βουνοπλαγιές και διαπιστώνουμε, ότι η ταχύτητα που πλησιάζουμε ή απομακρύνομαστε από αυτές είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα του πλοίου μας; Σε ποιες ενέργειες θα προβούμε, αν σε τέτοια περίπτωση θέλομε να χρησιμοποιήσουμε αποστάσεις ως γραμμές θέσεων;
27. Για ποιο λόγο, οι τεχνικές εγκαταστάσεις γενικά στις χαμηλές ακτές, αυξάνουν σημαντικά την απόσταση ανιχνεύσεως;
28. Ποια προβλήματα δημιουργεί στην ανίχνευση και την εμφάνιση της ηχούς ακτής η ολίσθηση πάγων κατά μήκος της;
29. Τι είναι γενικά οι ανακλαστήρες ραντάρ, πού χρησιμοποιούνται και τι εξασφαλίζεται με τη χρησιμοποίησή τους;
30. Ποιοι είναι οι βασικότεροι τύποι ορμαθών ανακλαστήρων ραντάρ, πού χρησιμοποιείται κάθε τύπος και για ποιο λόγο;
31. Από τι αποτελείται ο σφαιρικός ανακλαστήρας, σε ποια αρχή βασίζεται η λειτουργία του και ποια πλεονεκτήματα παρουσιάζει, σε σύγκρισή του με τους άλλους τύπους ανακλαστήρων;
32. Ποιοι είναι οι τύποι γατάρκ, πού χρησιμοποιούνται, σε τι διαφέρει η λειτουργία τους και ποια πλεονεκτήματα παρουσιάζουν μεταξύ τους;
33. Πού οφείλονται οι παρεμβολές γατάρκ και πώς μπορούμε να τις αποφύγουμε ή να τις εξαφανίσουμε;
34. Από ποιες μονάδες αποτελείται η εγκατάσταση ενός racoon και ποια είναι η χρησιμότητα κάθε μονάδας στη λειτουργία του racon;
35. Κατά ποιους τρόπους διαμορφώνεται η συχνότητα εκπομπής των racons, ώστε να είναι δυνατή η λήψη των παλμών που εκπέμπουν από το δέκτη της συσκευής ραντάρ οποιουδήποτε πλοίου;
36. Ποιες ιδιαίτερες διαμορφώσεις εφαρμόζονται στην εκπομπή των racons, ώστε το σήμα τους που εφαρμόζεται στον ενδείκτη P.R.I., να αποκτά χαρακτηριστικά αναγνωρίσεως;
37. Ποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζουν οι racons, οι οποίοι λειτουργούν σε σταθερή συχνότητα έξω από την περιοχή συχνοτήτων ραντάρ, σε σύγκρισή τους με αυτούς που λειτουργούν σε συχνότητα που μεταβάλλεται, καλύπτοντας την περιοχή συχνοτήτων ραντάρ;
38. Πού οφείλονται οι ανεπιθύμητες παρεμβολές racon και πώς μπορούμε να τις αποφύγουμε ή να τις εξαφανίσουμε; Τι πρέπει να έχουμε υπόψη μας κατά το χειρισμό του διακόπτη, με τον οποίο εξαφανίζονται οι παρεμβολές αυτές;
39. Ποιες διαφορές υπάρχουν μεταξύ των ανεπιθυμήτων παρεμβολών των ramarks και των racons;
40. Ποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζουν οι racons σε σύγκρισή τους με τους ramarks;

41. Ποια είναι τα βασικότερα χαρακτηριστικά των ramarks και των racons και πού μπορούμε να τα πληροφορηθούμε;
 42. Σε τι διαφέρουν οι echo enhancers από τους racons και πού χρησιμοποιούνται;
 43. Τι είναι οι transponders, με τι πρέπει να είναι εφοδιασμένη η συσκευή ραντάρ του πλοίου για να είναι δυνατή η χρησιμοποίησή τους και ποια είναι η χρησιμότητά τους στη ναυσιπλοΐα;
 44. Τι είναι η φωτοβολίδα ραντάρ και πού μπορεί να χρησιμοποιηθεί;
 45. Ποιες είναι οι βασικότερες τροποποιήσεις και προσθήκες, που γίνονται στους ναυτικούς χάρτες, για τη βελτίωση της αξιοποιήσεως του ραντάρ;
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΨΕΥΔΟΗΧΟΙ

7.1 Γενικά.

Σε προηγούμενα κεφάλαια του βιβλίου αυτού μας δόθηκε η ευκαιρία να αναφέρθούμε σε διαφόρων μορφών επιδράσεις επί της λειτουργίας της συσκευής ραντάρ, οι οποίες τελικά παρεμποδίζουν τη διάκριση ή και την εμφάνιση των στόχων στον ενδείκτη P.P.I. Οι ανεπιθύμητες αυτές επιδράσεις μπορεί να οφείλονται:

- **Σε καιρικά φαινόμενα.**
- Σε παρεμβολές από τη λειτουργία άλλων συσκευών, ή σε παρεμβολές από την ύπαρξη αντικειμένων ξένων προς τη συσκευή ραντάρ και το στόχο. Μπορούμε, κατ' επέκταση, να ορίσομε τις παρεμβολές αυτές ως **τεχνικά φαινόμενα**.

Στην κατηγορία των **καιρικών φαινομένων** εντάσσονται:

- **Οι κυματισμοί**, στους οποίους οφείλονται οι θαλάσσιες επιστροφές, για τις οποίες μιλήσαμε αναλυτικά στις παραγράφους 2.6(ε) και 3.3(ε).
- **Οι βροχοπτώσεις, οι χιονοπτώσεις, οι αρμοθύελλες** κλπ., που προκαλούν τις αντίστοιχες επιστροφές, για τις οποίες μιλήσαμε στις παραγράφους 2.5.1στ και 3.3(στ). Τα φαινόμενα αυτά, όπως έχει ήδη αναπτυχθεί, περιορίζουν και την εμβέλεια της συσκευής ραντάρ, λόγω της ανακλάσεως και της απορροφήσεως της ενέργειας στα αιωρούμενα σωματίδια.

Στην κατηγορία των **τεχνικών φαινομένων** περιλαμβάνονται:

- **Οι τομείς σκιάς**, για τους οποίους μιλήσαμε αναλυτικά στις παραγράφους 5.5 και 5.6.
- Οι **παρεμβολές remark και reason**, που αναπτύξαμε αντίστοιχα στις παραγράφους 6.6.1 και 6.6.2.
- Οι **παρεμβολές από συσκευές ραντάρ άλλων** πλοίων, που πλέουν στην ίδια περιοχή και οι οποίες λειτουργούν στην ίδια περιοχή συχνοτήτων, οι παρεμβολές από οποιαδήποτε ηλεκτρομαγνητική εκπομπή στην ίδια περιοχή συχνοτήτων ή αρμονικές της και οι παρεμβολές από σπινθηρισμούς άλλων συσκευών. Ειδικά για τις παρεμβολές από άλλα ραντάρ θα αναφερθούμε σε επόμενη παράγραφο του κεφαλαίου αυτού.

Εκτός από τις ανεπιθύμητες παρεμβολές, η εικόνα της συσκευής ραντάρ είναι δυνατόν να αλλοιώνεται από την εμφάνιση ενδείξεων, οι οποίες μοιάζουν είτε με ηχώ πλοίου, είτε με ηχώ ακτής, ενώ στα αντίστοιχα σημεία του ορίζοντα δεν υπάρχουν οι πραγματικοί στόχοι. Σε ενδείξεις του είδους αυτού, που ονομάζονται **ψευδοηχοί**, έχομε ήδη αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια, όπως π.χ. στην παρά-

γραφο 2.4, όπου αναφέραμε το θέμα των ψευδοηχών από πλευρικούς λοβούς. Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού θα αναφερθούμε σε αρκετές μορφές ψευδοηχών, όπως είναι:

- Οι έμμεσες ηχοί.
- Οι πολλαπλές ηχοί.
- Οι ηχοί επόμενης διαδρομής.
- Οι ηχοί από πλευρικούς λοβούς.

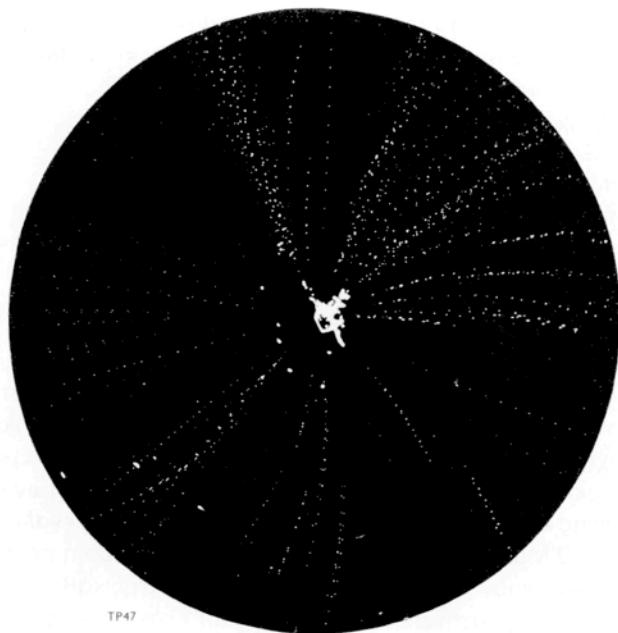
Τέλος, θα μας απασχολήσει και ένα ιδιόμορφο είδος ψευδοηχούς, η **ηχώ φάντασμα**.

7.2 Παρεμβολές από άλλα ραντάρ.

Οι παρεμβολές από άλλα ραντάρ (radar interference ή radar jamming) οφείλονται στη λήψη των παλμών που εκπέμπουν άλλα ραντάρ, τα οποία λειτουργούν στην ίδια περιοχή συχνοτήτων με τη συσκευή ραντάρ του πλοίου μας. Επειδή κάθε παλμός, που εκπέμπεται, καλύπτει σημαντική ζώνη συχνοτήτων (μέχρι 5 Mc/s) και επειδή ο δέκτης κάθε συσκευής ραντάρ λαμβάνει ακόμη μεγαλύτερη ζώνη συχνοτήτων (μέχρι 10 Mc/s), αν οι συχνότητες λειτουργίας δυο ή περισσότερων συσκευών ραντάρ δεν έχουν μεγάλη διαφορά, τότε ο δέκτης κάθε συσκευής λαμβάνει τμήμα της ζώνης συχνοτήτων των παλμών που εκπέμπουν οι άλλες συσκευές. Κάθε τέτοιος παλμός, που λαμβάνεται, προκαλεί, κατά τα γνωστά, αύξηση της λαμπρότητας τμήματος της βάσεως χρόνου, το οποίο αντιστοιχεί στο μήκος του παλμού και σε απόσταση, η οποία αντιστοιχεί στη θέση όπου βρίσκεται η εκτρεπόμενη κηλίδα τη στιγμή που λαμβάνεται ο παλμός. Η λήψη τέτοιων παρεμβολών γίνεται από τον κύριο λοβό της κεραίας και από τους πλευρικούς λοβούς. Γι' αυτό οι παρεμβολές εμφανίζονται σε ολόκληρη σχεδόν την έκταση της εικόνας.

Όταν η ΣΕΠ της συσκευής, που δέχεται την παρεμβολή, και της συσκευής, που την προκαλεί, είναι ίδια, πράγμα που πολύ σπάνια συμβαίνει, οι παρεμβολές όλων των παλμών εμφανίζονται στην ίδια απόσταση και από το σύνολό τους δημιουργείται περιφέρεια κύκλου. Συνήθως οι ΣΕΠ των συσκευών ραντάρ, ακόμη και του ίδιου τύπου, διαφέρουν και οι παρεμβολές των διαδοχικών παλμών εμφανίζονται σε απόσταση που αυξάνει ή ελαπτώνεται και έτσι σε κάθε στροφή της κεραίας μετατοπίζονται σε διαφορετικά σημεία της εικόνας PPI. Στις μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως, όπου η εκτροπή της κηλίδας, που γράφει τη βάση χρόνου, γίνεται με μεγάλη ταχύτητα, οι παρεμβολές αυτές είναι λίγες και εμφανίζονται ως ευθείες μικρού μήκους. Όσο η κλίμακα ανιχνεύσεως μεγαλώνει, επειδή η ταχύτητα εκτροπής της κηλίδας ελαττώνεται, οι παρεμβολές αυξάνονται και εμφανίζονται παύλες μικρού μήκους, οι οποίες σχηματίζουν διακοπόμενες γραμμές μικρής καμπυλότητας. Στις μεγάλες κλίμακες ανιχνεύσεως, όπου η κηλίδα εκτρέπεται με μικρή ταχύτητα, οι παρεμβολές είναι πολλές και εμφανίζονται ως τελείες, οι οποίες δημιουργούν σπειροειδείς γραμμές (σχ. 7.2) που αρχίζουν από το κέντρο της εικόνας και καταλήγουν στην περιφέρειά της.

Παρεμβολές από άλλες συσκευές ραντάρ παρατηρούνται συνήθως, όταν στην περιοχή που πλέει το πλοίο μας λειτουργούν και οι συσκευές ραντάρ άλλων πλοίων ή συσκευές ραντάρ που έχουν εγκατασταθεί στην ξηρά και ιδίως σε λιμάνια· σπάνια παρατηρούνται και σε ανοικτές θάλασσες.



Σχ. 7.2.

Παρεμβολές από άλλες συσκευές ραντάρ σε μεγάλη κλίμακα ανιχνεύσεως.

Ένας τρόπος για να περιορίζουν οι ναυτιλλόμενοι τις παρεμβολές αυτές, σε περιοχές μεγάλης κινήσεως πλοίων, είναι να θέτουν τη συσκευή τους, κατά μικρά διαδοχικά διαστήματα, σε κατάσταση **stand-by**, εφόσον η συσκευή τους έχει αυτή τη δυνατότητα. Αισθητός περιορισμός των παρεμβολών μπορεί να γίνει επίσης με μικρή απορρύθμιση του συντονισμού της συσκευής. Η απορρύθμιση αυτή όμως πρέπει να είναι τόσο μικρή, ώστε να μην εξαφανισθούν μικροί στόχοι που υπάρχουν στην περιοχή που καλύπτει η κλίμακα ανιχνεύσεως.

Όταν πλοία βρεθούν σε μικρή απόσταση μεταξύ τους και αν οι κεραίες των συσκευών τους περιστρέφονται με την ίδια ταχύτητα, μπορεί να υπάρξει τέτοιος συγχρονισμός, ώστε σε κάθε στροφή των κεραίων να συμπίπτουν οι δέσμες ακτινοβολίας τους. Αν οι συχνότητες λειτουργίας των συσκευών αυτών έχουν μικρή διαφορά, η μεταξύ τους παρεμβολή είναι πολύ έντονη και μπορεί να καλύπτει εντελώς σημαντικό τομέα της εικόνας. Για να αποφεύγομε τέτοιες έντονες παρεμβολές, διακόπτομε την περιστροφή της κεραίας για μικρό χρονικό διάστημα, ώστε να αποσυγχρονισθεί η περιστροφή των κεραιών. Τέτοιες έντονες παρεμβολές είναι δυνατό να προκαλέσουν καταστροφή του κρυσταλλικού μίκτη της συσκευής.

Η εμφάνιση παρεμβολών ραντάρ στον ενδείκτη PPI της συσκευής μας δε σημαίνει ότι ένα πλοίο, του οποίου η ηχώ εμφανίζεται στον ενδείκτη μας, έχει τη συσκευή του σε λειτουργία. Επίσης, η μη εμφάνιση παρεμβολών ραντάρ στον ενδείκτη PPI της συσκευής μας, δεν σημαίνει ότι ένα πλοίο, του οποίου η ηχώ εμφανίζεται στον ενδείκτη μας, έχει την συσκευή του εκτός λειτουργίας. Η παρατήρηση σχετικά με την εμφάνιση παρεμβολών ραντάρ στον ενδείκτη της συσκευής μας έ-

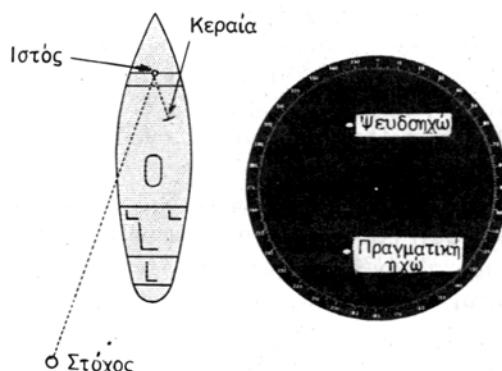
χει μεγάλη σημασία, όταν πλέομε σε περιοχή με κακή ορατότητα. Είναι πιθανόν, αν εμφανίζονται παρεμβολές, να προέρχονται από τη συσκευή ραντάρ άλλου πλοίου, το οποίο βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση και δεν ανιχνεύεται. Είναι επίσης πιθανόν, η συχνότητα της συσκευής ραντάρ του πλοίου, το οποίο ανιχνεύεται, να παρουσιάζει μεγάλη διαφορά από τη συχνότητα της συσκευής του δικού μας πλοίου και να μη προκαλούνται παρεμβολές.

Παρεμβολές που μοιάζουν με τις παρεμβολές ραντάρ μπορεί να οφείλονται σε:

- Αρμονικές συχνότητες ραδιοτηλεφωνικών ή ραδιοτηλεγραφικών εκπομπών, ιδιαίτερα του πλοίου μας, οι οποίες παρεμβολές εμφανίζονται και εξαφανίζονται με την αποκατάσταση και τη διακοπή των εκπομπών αυτών.
- Παρασιτικές τάσεις σπινθηρισμών, λόγω ελαττωματικής λειτουργίας κινητήρων ή γεννητριών, οι οποίες τάσεις παρεμβάλλονται μέσω της γραμμής τροφοδοτήσεως της συσκευής.
- Ελαττωματική λειτουργία της ίδιας της συσκευής και ειδικά του συστήματος συγχρογενήτριας-συγχροκινητήρα, του πηνίου εκτροπής, του περιστροφικού συνδέσμου του κυματοδηγού και των διάφορων εξομαλυντικών και αντιπαρασιτικών φίλτρων της.

7.3. Έμμεσες ηχοί.

Οι έμμεσες ηχοί (indirect echoes) είναι ψευδοηχοί, οι οποίες οφείλονται στην ανάκλαση των παλμών που εκπέμπει η συσκευή ραντάρ στα διάφορα εμπόδια που δημιουργούν τομείς σκιάς (παράγρ. 5.5), όταν σε κάθε στροφή της κεραίας η δέσμη ακτινοβολίας σαρώνει τα εμπόδια αυτά. Τέτοια εμπόδια είναι οι υπερκατασκευές του πλοίου (σχ. 7.3a), οι απόκρημνες ακτές, οι όχθες ποταμών, οι γέφυρες και τα πλοία, όταν αυτά βρίσκονται σε μικρή απόσταση. Μετά την ανάκλασή τους στα εμπόδια αυτά, οι παλμοί μπορεί να προσπέσουν σε στόχους και η ηχώ από αυτούς ακολουθεί ακριβώς αντίθετη οδό και επιστρέφει στην κεραία, οπότε στον ενδείκτη PPI εμφανίζεται σε εσφαλμένη κατεύθυνση. Η κατεύθυνση στην οποία εμφανίζονται οι ψευδοηχοί αυτές, συμπίπτει με την κατεύθυνση του εμποδίου, στο



Σχ. 7.3a.

Ψευδοηχώ από τον ιστό πλοίου.

οποίο οφείλεται, επειδή στην κατεύθυνση του εμποδίου θα βρίσκεται η βάση χρόνου τη στιγμή που η δέσμη ακτινοβολίας σαρώνει το εμπόδιο αυτό. Δηλαδή, οι έμμεσοι ηχοί μοιάζουν με παρατήρηση αντικειμένων μέσω κατόπτρου.

Από τις υπερκατασκευές του πλοίου, εκείνη που δημιουργεί τις περισσότερες και πιο έντονες έμμεσες ηχούς, είναι η σταύρωση του πλωματικού ιστού, λόγω της μεγάλης επιπέδης επιφάνειάς του, ενώ η καπνοδόχος, λόγω της κυλινδρικής της επιφάνειας, δημιουργεί ψευδοηχούς από στόχους που βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση. Οι έμμεσες ηχοί από τη σταύρωση του πλωματικού ιστού μπορεί να αποφεύγονται με την τοποθέτηση σ' αυτή μεταλλικών πλακών, οι οποίες πρέπει να σχηματίζουν γωνία, ώστε να συγκεντρώνουν την ενέργεια που ανακλάται σ' αυτές, έτσι, ώστε να επιστρέψει στην κεραία, ενώ ο δέκτης θα είναι ακόμη απομονωμένος με το διακόπτη εκπομπής-λήψης. Αποφυγή των ψευδοηχών αυτών επιτυγχάνεται και με την κάλυψη της σταυρώσεως με μεταλλική πλάκα κυματοειδούς επιφάνειας, η οποία διασκορπίζει τις ακτίνες που ανακλώνται σ' αυτή σε όλο το χώρο.

Καθώς το πλοίο μας κινείται, έμμεση ηχώ από απόκρημνη ακτή ή κτίριο στην κατεύθυνση της πρύμνης, λόγω ανακλάσεως στη σταύρωση, φαίνεται στον ενδείκτη PPI ως στόχος στην κατεύθυνση της πλώρης, ο οποίος, ενώ θα απομακρύνεται, θα φαίνεται ότι έχει πραγματική ταχύτητα ίση με το διπλάσιο της ταχύτητας του πλοίου μας. Αντίθετα, έμμεση ηχώ από πλοίο-στόχο στην κατεύθυνση της πλώρης μας, το οποίο έχει αντίθετη πορεία, λόγω ανακλάσεως στην καπνοδόχο, θα φαίνεται ως στόχος που μας καταφθάνει με υπερβολική ταχύτητα. Γιατί αν π.χ. υποθέσομε ότι πλέομε με ταχύτητα 18 κόμβων και ότι το παραπάνω πλοίο αντιπλέει με ταχύτητα 18 κόμβων, η έμμεση ηχώ από το πλοίο αυτό θα φαίνεται ότι μας καταφθάνει με ταχύτητα 34 κόμβων. Για να μας καταφθάνει όμως με ταχύτητα 34 κόμβων, πρέπει να πλέει με ταχύτητα 50 κόμβων, πράγμα που είναι πολύ σπάνιο στην πραγματικότητα. Μερικές φορές, από ένα πλοίο που βρίσκεται στην κατεύθυνση της πρύμνης, και όταν η κεραία ραντάρ βρίσκεται στη γραμμή του διαμήκους του πλοίου μας, εμφανίζονται τέσσερες ηχοί. Οι τρεις από αυτές εμφανίζονται σχεδόν σε ευθεία γραμμή κάθετη στην πορεία μας και μπροστά από το εγκάρσιο και η τέταρτη στην κατεύθυνση της πρύμνης. Οι τρεις πρώτες είναι έμμεσες ηχοί, λόγω ανακλάσεως στον ιστό και στους κίονες φορτώσεως, ενώ η τέταρτη είναι η πραγματική ηχώ.

Σοβαρές δυσχέρειες στην εικόνα ραντάρ προκαλούν οι έμμεσες ηχοί, όταν σε περιορισμένα νερά διέρχονται μεγάλα πλοία σε μικρή απόσταση. Οι έμμεσες ηχοί, που δημιουργούνται λόγω ανακλάσεως μεταξύ διερχομένων πλοίων και καθώς η διόπτευσή τους αλλάζει, φαίνονται ως στόχοι κινούμενοι σε κυκλική διαδρομή και με μεγάλη ταχύτητα. Εξάλλου, όταν πλέομε σε περιοχή όπου υπάρχει μεγάλος αριθμός αγκυροβολημένων πλοίων, λόγω ανακλάσεως μεταξύ των πλοίων που παρουσιάζουν ευνοϊκή όψη παραπρήσεως, εμφανίζεται μεγάλος αριθμός τέτοιων ψευδοηχών, που προκαλούν δυσχέρειες στην αναγνώριση της εικόνας.

Μπορούμε να **αναγνωρίσουμε** τις έμμεσες ηχούς από τα παρακάτω χαρακτηριστικά τους:

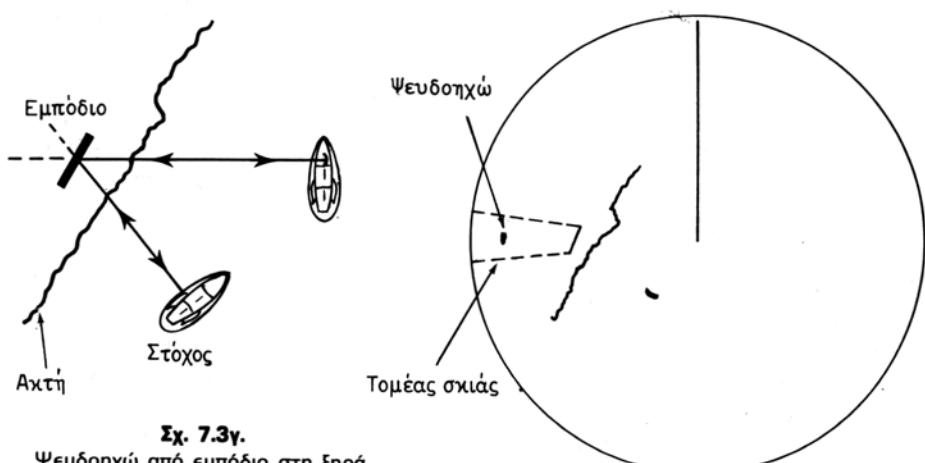
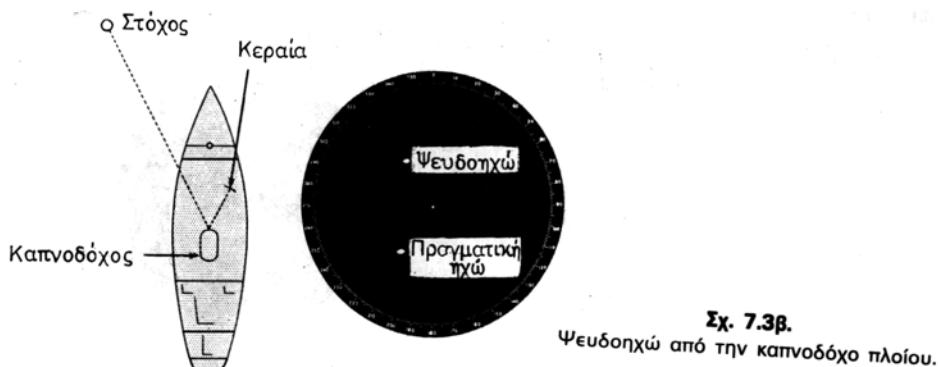
ω' Όπως φαίνεται στο σχήμα 7.3α, οι έμμεσες ηχοί εμφανίζονται μέσα σε τομείς σκιάς, επειδή στα εμπόδια, που δημιουργούν τους τομείς σκιάς, ανακλάται ο παλμός, όταν σαρώνονται από τη δέσμη ακτινοβολίας.

β) Όταν δημιουργούνται από τις υπερκατασκευές του πλοίου (σχήματα 7.3α και 7.3β) εμφανίζονται πρακτικά στην ίδια απόσταση με την πραγματική ηχώ, δηλαδή υπάρχει συμμετρικότητα αποστάσεων. Ενώ, όταν δημιουργούνται από εξωτερικό εμπόδιο, η απόσταση κάθε έμμεσης ηχούς είναι ίση με το άθροισμα της αποστάσεως του εμποδίου από το πλοίο και της αποστάσεως της πραγματικής ηχούς του στόχου από το εμπόδιο.

γ) Όταν δημιουργούνται από τις υπερκατασκευές του πλοίου, επειδή, καθώς το πλοίο κινείται μεταβάλλεται η αληθής διόπτευση των στόχων, οι έμμεσες ηχοί εμφανίζονται στην ίδια σχετική διόπτευση ανάλογα με το μέγεθος και την καμπυλότητα της επιφάνειας κάθε υπερκατασκευής. Όταν δημιουργούνται από σταθερό εμπόδιο, που βρίσκεται στη στεριά (σχ. 7.3γ), τότε, αν το πλοίο είναι ακίνητο οι έμμεσες ηχοί εμφανίζονται πάντα στη διόπτευση του εμποδίου, ενώ αν το πλοίο κινείται, οι έμμεσες ηχοί εμφανίζονται για πολύ μικρά χρονικά διαστήματα.

δ) Όταν δημιουργούνται από τις υπερκατασκευές του πλοίου, οι έμμεσες ηχοί εξαφανίζονται με τις μικρομεταβολές της πορείας του πλοίου.

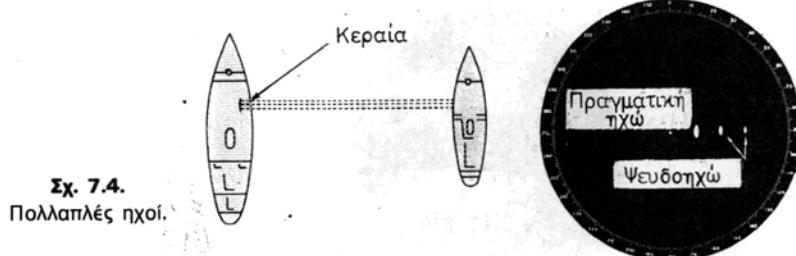
ε) Οι κινήσεις των έμμεσων ηχών είναι ανώμαλες (μεγάλες ταχύτητες - κυκλικές διαδρομές), σε σύγκριση με τις κινήσεις των πραγματικών ηχών.



7.4 Πολλαπλές ηχοί.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 7.4, πολλαπλές ηχοί (multiple echoes) παρατηρούνται, όταν άλλο πλοίο διέρχεται σε μικρή απόσταση από το πλοίο μας (περίπου ένα ναυτικό μίλι) με όψη παρατηρήσεως κάθετη στο διάμηκές του ή και από υπερκατασκευές στην ακτή. Η ίδια η ακτή σπάνια δημιουργεί τέτοιες ψευδοηχούς, επειδή δεν παρουσιάζει λεία επιφάνεια.

Καθώς η κανονική ηχώ επιστρέφει από τέτοιο στόχο, επειδή λόγω της μικρής αποστάσεως και της κάθετης όψεως παρατηρήσεως είναι ισχυρή, συλλαμβάνεται από την κεραία και ταυτόχρονα ανακλάται από το πλοίο μας προς το στόχο, από τον οποίο ανακλάται για δεύτερη φορά και επιστρέφει στην κεραία. Όταν η απόσταση είναι πολύ μικρή και τα δυο πλοία παρατηρούνται κάθετα στο διάμηκές τους, το παραπάνω φαινόμενο μπορεί να επαναληφθεί και για δεύτερη φορά. Η ισχυρή κανονική ηχώ εμφανίζεται έντονα στην κανονική απόσταση. Η ηχώ από τη δεύτερη ανάκλαση στο στόχο είναι ασθενέστερη και επειδή πραγματοποιεί την ίδια διαδρομή για δεύτερη φορά, εμφανίζεται εξασθενημένη, σε διπλάσια απόσταση από την πραγματική ηχώ αλλά στην ίδια διόπτευση (σχ. 7.4). Για τους ίδιους λόγους, αν υπάρξει εκμεταλλεύσιμη ψευδοηχώ από τρίτη ανάκλαση στο στόχο, εμφανίζεται περισσότερο εξασθενημένη, σε τριπλάσια απόσταση από την πραγματική ηχώ, αλλά στην ίδια πάλι διόπτευση.



Το είδος των ψευδοηχών αυτών, το οποίο οφείλεται στις πολλαπλές ανακλάσεις του εκπεμπόμενου παλμού μεταξύ του στόχου και του πλοίου μας, είναι όμοιο με το ίδιο είδος ψευδοηχών, που παρατηρείται στα βυθόμετρα και που οφείλεται στις πολλαπλές ανακλάσεις του παλμού υπερηχών μεταξύ του βυθού και του πυθμένα του πλοίου ή της επιφάνειας της θάλασσας.

Οι πολλαπλές ηχοί δημιουργούν προβλήματα αναγνωρίσεως των πραγματικών ηχών, όταν το πλοίο εισέρχεται σε περιοχή όπου είναι αγκυροβολημένα πολλά πλοία. Πάντως, όπως και στο βυθόμετρο, μπορούμε να **αναγνωρίσουμε** τις ψευδοηχούς αυτές από τα εξής χαρακτηριστικά τους:

- a)** Εμφανίζονται στην ίδια διόπτευση με την πραγματική ηχώ, αλλά σε διπλάσια απόσταση η πρώτη και τριπλάσια απόσταση η δεύτερη ψευδοηχώ από την πραγματική ηχώ.
- b)** Η πρώτη ψευδοηχώ είναι ασθενέστερη από την πραγματική ηχώ, ενώ η δεύτερη, αν αυτή εμφανίζεται, είναι ασθενέστερη από την πρώτη ψευδοηχώ.
- γ)** Επειδή δημιουργούνται από τα πλοία ή εμπόδια πού βρίσκονται σε μικρή απόσταση, εμφανίζονται στους τομείς σκιάς που προκαλούν τα πλοία ή τα εμπόδια.

Μπορούμε να εξαφανίσουμε τις ψευδοηχούς αυτές ελαπτώνοντας την ευαισθησία του δέκτη ή με κατάλληλο χειρισμό του ρυθμιστή περιορισμού των θαλασσίων επιστροφών (antoclutter sea ή S.T.C.). Όμως και στις δυο περιπτώσεις απαιτείται μεγάλη προσοχή, επειδή με τη μείωση της ευαισθησίας του δέκτη μπορεί να μην ανιχνεύονται μικροί στόχοι, ειδικά αν ο ρυθμιστής περιορισμού θαλασσίων επιστροφών έχει μεγάλη δραστικότητα στις πολύ μικρές αποστάσεις.

7.5 Ψευδοηχοί επόμενης διαδρομής.

Ψευδοηχοί επόμενης διαδρομής (second-trace echoes ή second-trace returns) είναι ηχοί από στόχους που βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη από αυτήν που επιτρέπει η περίοδος επαναλήψεως εκπομπής της συσκευής. Οι ηχοί αυτές δεν επιστρέφουν κατά το χρονικό διάστημα που η κηλίδα, η οποία γράφει τη βάση χρόνου, πραγματοποιεί την εκτροπή που αντιστοιχεί στον παλμό, από την ανάκλαση του οποίου προέρχεται ηχώ, αλλά κατά το διάστημα της επόμενης εκτροπής της κηλίδας και εμφανίζονται σε πολύ μικρότερη απόσταση από την πραγματική. Βέβαια εκμεταλλεύσιμοι ηχοί από τόσο μεγάλη απόσταση επιστρέφουν, όταν στην τροπόσφαιρα επικρατούν συνθήκες παγιδεύσεως της δέσμης ακτινοβολίας (βλ. παράγρ. 1.4.4δ του βιβλίου «ΦΥΣΙΚΗ II» – τεύχος Β', Έκδοση Ιδρύματος Ευγενίδου). Επειδή το ίχνος της επόμενης εκτροπής της κηλίδας πρακτικά συμπίπτει με το ίχνος της εκτροπής που αντιστοιχεί στον παλμό, από τον οποίο προέρχεται η ηχώ, οι ψευδοηχοί επόμενης διαδρομής ανταποκρίνονται στη διόπτευση του στόχου.

Ας υποθέσουμε ότι η συσκευή ραντάρ του πλοίου μας λειτουργεί με ΣΕΠ 2000 PPS, οπότε η αντίστοιχη περίοδος επαναλήψεως εκπομπής είναι 500 μs και η μεγαλύτερη δυνατή κλίμακα ανιχνεύσεως της συσκευής, κατά τα αναφερόμενα στην παράγραφο 4.5 θα είναι, 500 μs : 12,34μ s/ανά v.μ=40,5 v.μ. Αν χρησιμοποιούμε κλίμακα ανιχνεύσεως 12 v.μ., τότε στον ενδείκτη PPI θα εμφανίζονται κανονικά οι στόχοι που βρίσκονται σε απόσταση μέχρι 12 v.μ. Με βάση τα όσα έχομε αναπτύξει στην παράγραφο 4.5, προκύπτει ότι ηχοί, που επιστρέφουν από αποστάσεις μεταξύ 12 και 40,5 v.μ δεν εμφανίζονται, ακόμα και αν είναι εκμεταλλεύσιμες, επειδή κατά το χρονικό διάστημα που αντιστοιχεί στην επιστροφή των ηχών αυτών, η κηλίδα αδρανεί στο κέντρο της οθόνης, αμαυρωμένη.

Ας υποθέσουμε τώρα ότι στην τροπόσφαιρα επικρατούν συνθήκες παγιδεύσεως και ότι σε απόσταση 50 v.μ. υπάρχει στόχος. Από το στόχο αυτόν επιστρέφει εκμεταλλεύσιμη ηχώ, η οποία λαμβάνεται τη στιγμή που η κηλίδα, ενώ πραγματοποιεί την εκτροπή που αντιστοιχεί στον επόμενο παλμό εκπομπής, έχει εκτραπεί από το κέντρο της οθόνης κατά απόσταση που αντιστοιχεί σε $50 - 40,5 = 9,5$ v.μ. Κατά συνέπεια η ηχώ αυτή θα προκαλέσει αύξηση της λαμπρότητας της κηλίδας και, ενώ προέρχεται από απόσταση 50 v.μ., θα εμφανισθεί σε απόσταση 9,5 v.μ. όπου δεν υπάρχει κανένας στόχος. Εφόσον λοιπόν η συσκευή ραντάρ λειτουργεί με ΣΕΠ 2000 PPS και χρησιμοποιείται κλίμακα 12 v.μ., εμφανίζονται ψευδοηχοί επόμενης διαδρομής από κάθε στόχο, που βρίσκεται σε απόσταση από 40,5 έως $40,5 + 12 = 52,5$ v.μ., ενώ δεν εμφανίζονται από στόχους που βρίσκονται σε αποστάσεις μεταξύ 52,5 και $2 \times 40,5 = 81$ v.μ.

Αν συμβολίσουμε με:

x_{max} : τη μέγιστη απόσταση που επιτρέπει η ΣΕΠ και

x_s : την απόσταση που αντιστοιχεί στην κλίμακα ανιχνεύσεως που χρησιμοποιείται
τότε, γενικεύοντας τους συλλογισμούς των παραπάνω παραδειγμάτων, καταλήγομε στα εξής συμπεράσματα:

- a) Ψευδοηχοί **επόμενης διαδρομής** εμφανίζονται μόνο από στόχους που βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ:

$$x_{\max} \text{ έως } x_{\max} + x_s$$

- b) Οι ψευδοηχοί αυτές εμφανίζονται στην οθόνη του ενδείκτη PPI σε απόσταση:

$$x - x_{\max}$$

όπου x η απόσταση όπου πράγματι βρίσκεται ο στόχος.

Κατά τον ίδιο τρόπο και για τους ίδιους λόγους, μπορούν να εμφανισθούν και ψευδοηχοί **μεθεπόμενης διαδρομής** (third-trace echoes), μόνον από στόχους που βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ:

$$2 \cdot x_{\max} \text{ έως } 2x_{\max} + x_s$$

Είναι φανερό ότι οι ψευδοηχοί μεθεπόμενης διαδρομής εμφανίζονται στην οθόνη του ενδείκτη PPI σε απόσταση:

$$x - 2x_{\max}$$

όπου και πάλι x η απόσταση όπου πράγματι βρίσκεται ο στόχος.

Δηλαδή, με τα στοιχεία του παραπάνω παραδειγμάτος, αν ένας στόχος βρίσκεται σε απόσταση 85 v.μ. και λόγω συνθηκών παγιδεύσεως επιστρέφει από αυτόν εκμεταλλεύσιμη ηχώ, αυτή θα εμφανισθεί κατά τη μεθεπόμενη εκτροπή της κηλίδας και σε απόσταση $85 - 2 \times 40,5 = 4$ v.μ.

Θα προσπαθήσουμε να εμπεδώσουμε τις παραπάνω έννοιες με ένα ακόμη παράδειγμα.

Ας υποθέσουμε ότι πλέομε παράλληλα σε ευθύγραμμη απόκρημνη ακτή (σχ. 7.5) και ότι προς στιγμή το πλοίο μας βρίσκεται στο σημείο **P**, 85 v.μ. από το σημείο **B**, ενώ τα σημεία **A** και **G** απέχουν από το πλοίο μας 95 v.μ. Η συσκευή του πλοίου μας λειτουργεί με ΣΕΠ 1000 PPS, που επιτρέπει μέγιστη κλίμακα ανιχνεύσεως 81 v.μ. και χρησιμοποιούμε κλίμακα ανιχνεύσεως 24 v.μ. Κατά τα γνωστά, στον ενδείκτη PPI θα εμφανίζονται οι στόχοι που υπάρχουν στην περιοχή μέχρι την απόσταση των 24 v.μ. και δεν θα εμφανίζονται στόχοι που βρίσκονται σε απόσταση από 24 μέχρι 81 v.μ. Είναι όμως δυνατή η εμφάνιση ψευδοηχούς επάμενης διαδρομής, και από στόχους, που βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ 81 και 105 v.μ. Η ηχώ, που θα επιστρέψει από το σημείο **B**, θα εμφανισθεί ως ψευδοηχώ επόμενης διαδρομής σε απόσταση $85 - 81 = 4$ v.μ. και οι ηχοί που θα επιστρέψουν από τα σημεία **A** και **G** θα εμφανισθούν ως ψευδοηχοί επόμενης διαδρομής, σε απόσταση $95 - 81 = 14$ v.μ.. Και η ηχώ από κάθε σημείο της απόκρημνης αυτής ακτής θα εμφανίζεται στον ενδείκτη PPI σε απόσταση ίση με τη διαφορά της πραγματικής αποστάσεως, μείον τη μέγιστη απόσταση που επιτρέπει η ΣΕΠ της συσκευής. Έτσι, η συνολική ηχώ της ευθύγραμμης απόκρημνης ακτής, που θα εμφανισθεί ως ψευδοηχώ επόμενης διαδρομής, δεν θα σχηματίζει ευθεία, αλλά γωνία (σχ. 7.5) με

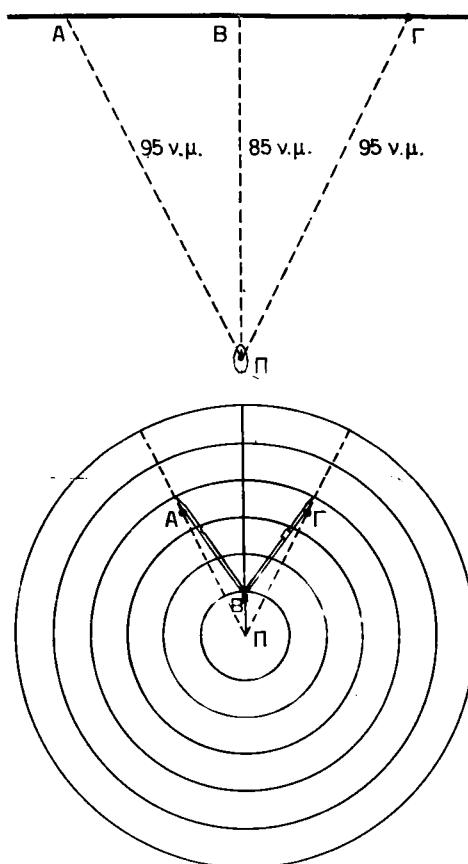
το κυρτό της στραμμένο προς το κέντρο της εικόνας.

Αν στο σημείο Π (σχ. 7.5) βρίσκεται το πλοίο μας ακίνητο και ένα μεγάλο πλοίο στόχος κινηθεί κατά την ευθεία AG (υποτίθεται ότι δεν υπάρχει η ακτή), η ηχώ του, που θα εμφανίζεται ως ψευδοηχώ επόμενης διαδρομής, θα κινηθεί στον ενδείκτη PPI , ακολουθώντας το ίχνος της τεθλασμένης γραμμής ABG .

Αν όμως ένα πλοίο στόχος, καθώς μας πλησιάζει, τηρείται σε σταθερή διόπτευση, η κίνηση της ψευδοηχούς επόμενης διαδρομής από αυτό θα ανταποκρίνεται στην πορεία του και την ταχύτητά του όπως και της πραγματικής του ηχού. Γενικά, όταν η σχετική κίνηση στόχου ακολουθείται από σταθερή διόπτευση, η κίνηση της ψευδοηχούς επόμενης διαδρομής ανταποκρίνεται στην κατεύθυνση και την ταχύτητα της σχετικής κινήσεως του στόχου.

Οι ψευδοηχοί επόμενης διαδρομής μπορούν να αναγνωρισθούν από τα εξής χαρακτηριστικά τους:

- α) Όταν προέρχονται από ακτές, εμφανίζονται παραμορφωμένες, με τα κυρτά της καμπυλώσεώς τους στραμένα προς το κέντρο της εικόνας. Οι ψευδοηχοί



Σχ. 7.5.

Η παραμόρφωση της ηχούς επόμενης διαδρομής.

από στόχους-πλοία παρουσιάζουν σημαντικές ανωμαλίες στην κίνησή τους, τις οποίες δεν παρουσιάζουν οι πραγματικές ηχοί τέτοιων στόχων.

- β) Εξαφανίζονται και επανεμφανίζονται, λόγω αποτόμων μεταβολών των συνθηκών παγιδεύσεως ή λόγω της μετατροπής τους σε πραγματικές ηχούς, όταν ελαττώνεται η απόσταση των στόχων από τους οποίους προέρχονται και παράλληλα χρησιμοποιήσομε μεγαλύτερη κλίμακα ανιχνεύσεως.
- γ) Με την αλλαγή της κλίμακας ανιχνεύσεως, οι ψευδοηχοί επόμενης διαδρομής εξαφανίζονται ή εμφανίζονται σε διαφορετική απόσταση. Αυτό παρατηρείται ιδιαίτερα στις συσκευές ραντάρ, στις οποίες, με την αλλαγή της κλίμακας ανιχνεύσεως γίνεται ταυτόχρονα και αλλαγή της ΣΕΠ λειτουργίας τους.

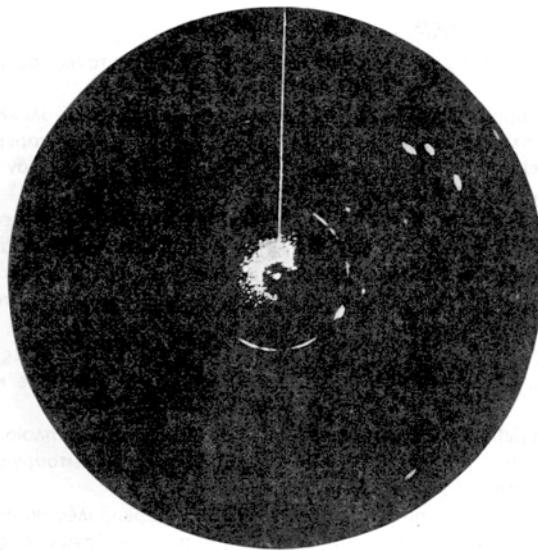
Αν γνωρίζουμε τη ΣΕΠ λειτουργίας της συσκευής μας στην κλίμακα ανιχνεύσεως που χρησιμοποιούμε κάθε φορά, μπορούμε να υπολογίσουμε την πραγματική απόσταση του στόχου από την οποία προέρχεται η ψευδοηχώ. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, η πραγματική απόσταση του στόχου θα είναι ίση με το άρθροισμα της μέγιστης αποστάσεως που αντιστοιχεί στη ΣΕΠ και της αποστάσεως στην οποία εμφανίζεται η ψευδοηχώ. Πρέπει όμως, στον υπολογισμό αυτό, να είμαστε προσεκτικοί, επειδή μπορεί η ψευδοηχώ που εμφανίζεται να είναι μεθεόμενης διαδρομής.

7.6. Ψευδοηχοί από πλευρικούς λοβούς.

Όπως γνωρίσαμε στην παράγραφο 2.4, οι κεραίες των συσκευών ραντάρ δεν ακτινοβολούν όλο το ποσό της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας στο χώρο του **κύριου λοβού** (χώρο της κύριας δέσμης ακτινοβολίας), αλλά ακτινοβολούν ένα μικρό ποσό ενέργειας και στο χώρο των πλευρικών λοβών (σχ. 2.4γ). Επίσης, από το χώρο των πλευρικών λοβών τους οι κεραίες λαμβάνουν ισχυρά σήματα. Βέβαια, όταν οι στόχοι βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση, η ενέργεια, που προσπίπτει σ' αυτούς από τους πλευρικούς λοβούς, είναι αμελητέα, οπότε δεν επιστρέφει ηχώ και δεν δημιουργείται κανένα πρόβλημα στην εικόνα ραντάρ.

Όταν όμως οι στόχοι βρίσκονται σε μικρή απόσταση και παρουσιάζουν κάθετη ώψη παρατηρήσεως, τότε σ' αυτούς προσπίπτει σημαντική ενέργεια από τους πλευρικούς λοβούς και συνεπώς επιστρέφει εκμεταλλεύσιμη ηχώ. Η ηχώ αυτή λαμβάνεται από την κατεύθυνση του ίδιου πλευρικού λοβού, που σαρώνει το στόχο, και εμφανίζεται στην ίδια απόσταση με την πραγματική ηχώ του στόχου. Όμως εμφανίζεται στη διόπτευση, στην οποία βρίσκεται την αντίστοιχη στιγμή η κύρια δέσμη ακτινοβολίας, επειδή την κατεύθυνση της κύριας δέσμης αντιπροσωπεύει η περιστρεφόμενη βάση χρόνου. Κατά τον ίδιο τρόπο εμφανίζονται ψευδοηχοί από το σύνολο των πλευρικών λοβών, που δημιουργούν τόξο περιφέρειας κύκλου, η οποία έχει ακτίνα ίση με την πραγματική απόσταση του στόχου (σχ. 7.6). Στο μέσο του το τόξο αυτό είναι περισσότερο έντονο, επειδή στο σημείο αυτό εμφανίζεται η πραγματική ηχώ του στόχου από τον κύριο λοβό. Οι ανεπιθύμητες αυτές ψευδοηχοί ονομάζονται **ηχοί πλευρικών λοβών** (side lobe echoes) ή **πλευρικοί ηχοί** (side echoes).

Πολλές φορές οι ψευδοηχοί πλευρικών λοβών εμφανίζονται και εξαφανίζονται διαδοχικά, λόγω μεταβολής της όψεως παρατηρήσεως του στόχου ή των στόχων από όπου προέρχονται. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται συχνά, όταν πλοία-



Σχ. 7.8.
Ψευδοηχοί από πλευρικούς λοβούς.

στόχοι, που πλέουν σε μικρή απόσταση από το πλοίο μας, μεταβάλλουν πορεία.

Επειδή οι ψευδοηχοί πλευρικών λοβών εμφανίζονται μόνο σε μικρές αποστάσεις, μπορούμε να τις περιορίσουμε ή και να τις εξαφανίσουμε με κατάλληλη ρύθμιση του ρυθμιστή περιορισμού των θαλασσίων επιστροφών. Περιορισμός των ψευδοηχών αυτών, με ελάττωση της ευαισθησίας του δέκτη, πρέπει να αποφεύγεται, επειδή μετά την ελάττωση της ευαισθησίας μπορεί να μην ανιχνεύονται μικροί στόχοι, οι οποίοι βρίσκονται σε λίγο μεγαλύτερη απόσταση από την απόσταση των ψευδοηχών.

Στις σύγχρονες συσκευές ραντάρ, που χρησιμοποιούν κεραίες σχισμών (βλ. παράρτημα Α') το φαινόμενο των ψευδοηχών αυτών είναι πολύ περιορισμένο.

7.7 Ηχοί φαντάσματα.

Στην περιοχή της Ερυθράς Θάλασσας, κοντά στο ακρωτήριο Guardafui και κατά τη διάρκεια των νοτιοδυτικών μουσώνων, έχουν εμφανισθεί συχνά στους ενδείκτες ραντάρ ψευδοηχοί, οι οποίες καταλαμβάνουν μήκος 10-15 ν.μ. και πλάτος 2 ν.μ. Οι ψευδοηχοί αυτές ονομάζονται **ηχοί φαντάσματα** (ghost echoes) και πιστεύεται ότι οφείλονται σε ανάκλαση των παλμών ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε στρώματα της τροπόσφαιρας με απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το ύψος, τα οποία στρώματα βρίσκονται σε ύψος 30-150 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Οι ηχοί φαντάσματα προηγούνται χρονικά από αιφνίδιες καταρρακτώδεις βροχές ή καταιγίδες με εκτεταμένα μέτωπα.

Ερωτήσεις έβδομου κεφαλαίου.

- Τι εννοούνται ως ανεπιθύμητες επιδράσεις και ποια είδη ανεπιθυμήτων επιδράσεων παρατηρούνται στην εικόνα ραντάρ;
- Τι εννοούνται ως ψευδοηχοί και ποια είδη ψευδοηχών είναι δυνατό να παρατηρηθούν στην εικόνα ραντάρ;

3. Πότε μεταξύ δυο ή περισσοτέρων συσκευών ραντάρ πραγματοποιούνται παρεμβολές και σε ποιες ενέργειες μπορούμε να προβαίνουμε, προκειμένου να περιορίζουμε τέτοιες έντονες παρεμβολές;
4. Για ποιους λόγους οι παρεμβολές, ακόμη και από μια συσκευή ραντάρ, εμφανίζονται σε ολόκληρη την έκταση της εικόνας και σε κάθε στροφή της βάσεως χρόνου του ενδείκτη μας κάθε παρεμβολή εμφανίζεται σε διαφορετικό σημείο της εικόνας. Σε ποια περίπτωση οι παρεμβολές εμφανίζονται συνέχεια στην ίδια απόσταση και πώς διαπιστώνωμε μια τέτοια περίπτωση;
5. Κάτω από ποιες προϋποθέσεις οι παρεμβολές από άλλη συσκευή ραντάρ μπορεί να καλύπτει εντελώς σημαντικό τομέα του ενδείκτη μας και ποια άλλη συνέπεια μπορεί να έχει μια τέτοια παρεμβολή; Σε ποιες ενέργειες μπορούμε να προβούμε για να αποφύγομε μια τέτοια παρεμβολή;
6. Για ποιους λόγους οι παρεμβολές από άλλες συσκευές ραντάρ, στις μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως, είναι λίγες και εμφανίζονται ως μικρά ευθύγραμμα τμήματα σε διάφορα σημεία της εικόνας, ενώ στις μεγάλες κλίμακες ανιχνεύσεως οι παρεμβολές είναι πολλές και εμφανίζονται ως τελείες που σχηματίζουν σπειροειδείς γραμμές, οι οποίες σπειροειδείς γραμμές αλλάζουν θέση σε κάθε στροφή της κεραίας;
7. Για ποιους λόγους δεν μπορούμε να βεβαιωθούμε από τις παρεμβολές ραντάρ ότι ένα πλοίο, του οποίου η ηχώ εμφανίζεται στον ενδείκτη μας, έχει ή δεν έχει τη συσκευή του σε λειτουργία και πότε η αρμφιβολία αυτή είναι ανησυχητική;
8. Ποια μπορεί να είναι τα αίτια παρεμβολών, οι οποίες μοιάζουν με τις παρεμβολές ραντάρ;
9. Πού οφείλονται οι έμμεσες ηχοί και ποια είναι η απόσταση και η διόπτευση εμφανίσεως τους; Να αιτιολογήσετε την απόσταση και τη διόπτευση που εμφανίζονται.
10. Για ποιους λόγους οι έμμεσες ηχοί από τη σταύρωση του πλωτορίου ιστού είναι εντονότερες από αυτές της καπνοδόχου. Είναι δυνατή η αποφυγή τέτοιων ψευδοηχών από τη σταύρωση του πλωτορίου ιστού και με ποια μέσα;
11. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά αναγνωρίσεως των έμμεσων ηχών που δημιουργούνται από τις υπερκατασκευές του πλοίου και από εμπόδια που βρίσκονται στη ξηρά;
12. Πότε παρατηρούνται πολλαπλές ηχοί και ποια είναι η απόσταση και η διόπτευση εμφανίσεώς τους; Να αιτιολογήσετε την απόσταση και τη διόπτευση στην οποία εμφανίζονται.
13. Σε ποια περίπτωση οι πολλαπλές ηχοί δημιουργούν προβλήματα αναγνωρίσεως της εικόνας ραντάρ, πώς μπορούμε να εξαφανίσουμε τις ψευδοηχώς αυτές και τι πρέπει να έχομε υπόψη μας κατά το χειρισμό των καταλλήλων ρυθμιστών της συσκευής μας για την εξαφάνισή τους;
14. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά αναγνωρίσεως των πολλαπλών ηχών;
15. Τι είναι οι ψευδοηχοί επόμενης διαδρομής, κάτω από ποιες προϋποθέσεις παρατηρούνται και ποια είναι η απόσταση και η διόπτευση εμφανίσεως τους; Να αιτιολογήσετε την απόσταση και τη διόπτευση στην οποία εμφανίζονται.
16. Αν δυο συσκευές ραντάρ λειτουργούν με ΣΕΠ και χρησιμοποιούμε κλίμακες ανιχνεύσεως αντίστοιχα:
 - a) 4000 PPS - 3 v.μ.
 - β) 500 PPS - 6 v.μ.

Για κάθε συσκευή ραντάρ, ποια είναι τα όρια της αποστάσεως στα οποία μπορεί να βρίσκεται ένας στόχος, ώστε η ηχώ που θα επιστρέφει από αυτά να εμφανίζεται ως ψευδοηχώ επόμενης διαδρομής και μεθεπόμενης διαδρομής;

17. Για ποιους λόγους, με την αλλαγή της κλίμακας ανιχνεύσεως, η ηχώ επόμενης διαδρομής μπορεί να εξαφανισθεί ή να εμφανισθεί σε διαφορετική απόσταση; Να δώσετε παράδειγμα και για τις δύο περιπτώσεις.
18. Αν το πλοίο μας είναι ακίνητο, ποιο θα είναι το ίχνος κινήσεως της ψευδοηχούς επόμενης διαδρομής από πλοίο-στόχο που πλέει με σταθερή πορεία; Να αιτιολογήσετε το ίχνος κινήσεως της ψευδοηχούς αυτής, δίνοντας παράδειγμα της αρεσκείας σας.
19. Σε ποια περίπτωση η κατεύθυνση και η ταχύτητα της κινήσεως της ηχούς επόμενης διαδρομής από στόχο-πλοίο ανταποκρίνονται στην ταχύτητα και την κατεύθυνση της σχετικής κινήσεως της πραγματικής ηχούς του πλοίου-στόχου και ποιον κίνδυνο εγκυμονεί τέτοια περίπτωση;
20. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά αναγνωρίσεως των ψευδοηχών επόμενης διαδρομής;
21. Πού και πότε παρατηρούνται ηχοί φαντάσματα, πού μπορεί να οφείλονται και ποια έκταση της εικόνας ραντάρ καταλαμβάνουν;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ PANTAP

8.1 Εισαγωγή.

Μας έχει ήδη δοθεί, σε αρκετά σημεία του βιβλίου αυτού, η ευκαιρία να αναφέρομε ότι η εικόνα του ενδείκτη PPI, εμφανίζει τους στόχους είτε σε σχετική διόπτρευση είτε σε αληθή διόπτρευση. Στην πρώτη περίπτωση η ένδειξη 0° του ανεμολογίου συμπίπτει με τη γραμμή πλώρης του πλοίου. Στη δεύτερη περίπτωση ο ενδείκτης της συσκευής ραντάρ συνδέεται με επαναλήπτη της γυροστοκοπικής πυξίδας του πλοίου, ώστε η ένδειξη 0° του ανεμολογίου να αντιστοιχεί στην κατεύθυνση του Βορρά.

Σε κάθε περίπτωση το κύκλωμα γραμμής πλώρης, εμφανίζει την γραμμή πλώρης στη σωστή θέση του ενδείκτη PPI, όπως γνωρίσαμε στην παράγραφο 2.7.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου θα αναπτύξουμε αναλυτικά τις μεθόδους παρουσιάσεως της εικόνας του ραντάρ, καθώς και τους χειρισμούς και ρυθμίσεις που πρέπει να γίνονται για το σκοπό αυτό.

8.2 Παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω.

Όπως έχομε αναφέρει, στην περιφέρεια της οθόνης της καθοδικής λυχνίας προσαρμόζεται σταθερά ο δακτύλιος του ανεμολογίου, του οποίου η ένδειξη 0°, που βρίσκεται στο άνω μέρος της οθόνης, αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου. Το πηνίο εκτροπής περιστρέφεται με την ταχύτητα της κεραίας και με τέτοιο συγχρονισμό, ώστε και η βάση χρόνου να περιστρέφεται ισοταχώς και σε απόλυτο συγχρονισμό με την κεραία. Δηλαδή έτσι, ώστε η ένδειξη μοιρών του ανεμολογίου, στην οποία βρίσκεται κάθε στιγμή, καθώς περιστρέφεται, η βάση χρόνου, να είναι ίση με τη γωνία, που σχηματίζει την ίδια στιγμή ο άξονας της περιστρεφόμενης δέσμης ακτινοβολίας με την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου. Όταν υπάρχει ο συγχρονισμός αυτός, που, όπως είπαμε, διαπιστώνεται από τη συνεχή εμφάνιση της γραμμής πλώρης, στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου, οι ηχοί των στόχων που ανιχνεύονται εμφανίζονται σε σωστές σχετικές διοπτρεύσεις.

Η παρουσίαση της εικόνας, με τη μέθοδο αυτή, ονομάζεται **παρουσίαση με την πλώρη άνω** (Head-Up Presentation), επειδή η ένδειξη 0° του ανεμολογίου, που βρίσκεται προς τα άνω, αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου.

Κατά την παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω, η εικόνα των στόχων, που εμφανίζεται στον ενδείκτη PPI, είναι προσανατολισμένη συνέχεια σε σχέση με την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου. Δηλαδή, οι στόχοι εμφανίζονται σε

σχέση με την κατεύθυνση της γραμμής πλώρης, όπως ακριβώς από τη γέφυρα του πλοίου βλέπομε τους στόχους που υπάρχουν στον ορίζοντα σε σχέση με την κάθε φορά κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου. Υποθέτομε π.χ. ότι πλέομε με πορεία 0° (σχ. 8.2α) και επάνω στη γραμμή πλώρης εμφανίζεται η ηχώ ενός στόχου πλοίου, το οποίο βρίσκεται στην κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου μας. Δεξιά από τη γραμμή πλώρης εμφανίζεται η ηχώ ακτής, της οποίας τα ακραία σημεία εμφανίζονται σε σχετικές διοπτεύσεις 28° και 118° αντίστοιχα, όπως τα διοπτεύμε και με παρατήρηση. Σε σχετική διόπτευση 270° εμφανίζεται η ηχώ ενός άλλου στόχου πλοίου, που βρίσκεται ακριβώς στο αριστερό εγκάρσιο του πλοίου μας. Αν τη στιγμή αυτή το πλοίο μας αρχίσει να στρέφει αριστερά για να πραγματοποιήσει αλλαγή πορείας 50° την ίδια στιγμή θα αρχίσουν να στρέφουν δεξιά και με την ίδια ταχύτητα που στρέφει το πλοίο μας οι ηχοί των τριών παραπάνω στόχων. Όταν ολοκληρωθεί η παραπάνω στροφή του πλοίου κατά 50° αριστερά, θα σταματήσει και η προς τα δεξιά στροφή των ηχών των τριών παραπάνω στόχων και, όπως φαίνεται στο σχήμα 8.2(β), η σχετική τους διόπτευση θα έχει αυξηθεί κατά 50° , όπως ακριβώς συμβαίνει και με τη σχετική διόπτευσή τους, που παίρνομε με παρατήρηση.

Σχ. 8.2.

Παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω.

(Με τη στροφή του πλοίου στρέφεται και η εικόνα κατά ίση και αντίθετη γωνία, με συνέπεια σημαντική έκταση της οθόνης να καλύπτεται από τις διαδοχικές θέσεις των στόχων λόγω μεταπορφυρώσεως).

Αναλυτικότερα, καθώς το πλοίο στρέφει, μέχρι να ολοκληρώσει την προς τα αριστερά 50° αλλαγή πορείας, σε κάθε στροφή της κεραίας η ηχώ κάθε στόχου θα εμφανίζεται δεξιότερα κατά γωνία ίση με εκείνη που στρέφει το πλοίο κατά το χρονικό διάστημα που ολοκληρώνεται μια στροφή της κεραίας, ενώ η γραμμή πλώρης παραμένει συνέχεια στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου. Όπως φαίνεται στο σχήμα 8.2(β), από τις διαδοχικές θέσεις που εμφανίζεται η ηχώ κάθε στόχου, θα φωτισθούν εκτάσεις της οθόνης, ανάλογα με το μέγεθος της ηχούς και το μέγεθος της στροφής, οι οποίες, λόγω του φαινομένου της μεταπορφυρώσεως, θα συνεχί-

σουν να φωτίζονται για ένα μικρό χρονικό διάστημα μετά την ολοκλήρωση της στροφής του πλοίου μας. Έτσι η ηχώ ενός μικρού στόχου, που λόγω της στροφής του πλοίου, εμφανίζεται σε έκταση της οθόνης, η οποία έκταση πριν τη στροφή του πλοίου καλυπτόταν από την έντονη ηχώ στόχου μεγάλης εκτάσεως, μπορεί να μη διακρίνεται επί ένα μικρό αλλά κρίσιμο χρονικό διάστημα.

Το φαινόμενο αυτό προκαλεί μεγάλες δυσχέρειες κατά την πλοήγηση μέσα σε στενούς διαύλους, όπου κατά τις συνεχείς αλλαγές πορείας, λόγω μεταπορφυρώσεως της ηχούς των ακτών, μπορεί να αποκρύπτονται οι ηχοί μικρών στόχων, όπως σημαντήρων και πλοίων. Για να περιορίσουμε τη μεταπορφύρωση, μπορούμε να μηδενίζουμε την ευαισθησία του δέκτη με το ρυθμιστή **GAIN**, κατά το διάστημα που το πλοίο μας στρέφει μετά, με την ολοκλήρωση της στροφής, να επαναρυθμίσουμε την ευαισθησία στην κανονική της στάθμη. Το ίδιο, χωρίς όμως να μηδενίσουμε την ευαισθησία του δέκτη, μπορεί να διευκολυνθεί με τον εξής τρόπο:

Πριν αρχίσει να στρέφει το πλοίο, σημειώνομε με υαλογράφο πάνω στο διαφανή δίσκο του δρομέα διοπτεύσεων (δίσκο παραλλήλων γραμμών) τις ηχούς των μικρών στόχων, αριθμώντας τις ταυτόχρονα, στις θέσεις που εμφανίζονται τη στιγμή αυτή και στρέφομε το δρομέα αυτό αντίθετα, και κατά γωνία ίση με την στροφή που πρόκεται να πραγματοποιήσουμε. Όταν ολοκληρωθεί η στροφή του πλοίου, οι ηχοί των στόχων θα βρεθούν σχεδόν κάτω από τις θέσεις, που έχομε σημειώσει στο δίσκο του δρομέα, επειδή κατά την ίδια γωνία θα στρέψουν και οι ηχοί τους στην οθόνη.

Επομένως, κατά την παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω, παρατηρούμε τα εξής:

α) Η γραμμή πλώρης εμφανίζεται συνέχεια στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου και όταν στρέφει το πλοίο, η ηχώ κάθε στόχου στρέφεται αντίθετα, με την ίδια ταχύτητα, δημιουργώντας προβλήματα στη διάκριση των ηχών των μικρών στόχων λόγω μεταπορφυρώσεως.

β) Οι ηχοί των στόχων εμφανίζονται σε σχετικές διοπτεύσεις και, προκειμένου να τις μεταφέρουμε στο ναυτικό χάρτη, πρέπει να τις μετατρέπουμε σε αληθείς διοπτεύσεις, λαμβάνοντας υπόψη την πορεία του πλοίου μας. Επειδή όμως το πλοίο μας μπορεί να παροιακίζει, πρέπει να λαμβάνομε υπόψη μας την πορεία του πλοίου μας ακριβώς τη στιγμή της παρατηρήσεως.

γ) Κατά τις μεταβολές πορείας, επειδή η ηχώ στρέφεται, δεν υπάρχει συνοχή στη σχετική κίνηση των ηχών των στόχων-πλοίων, τόσο κατά τη διάρκεια της αλλαγής της πορείας, όσο και για μικρό χρονικό διάστημα μετά την ολοκλήρωσή της. Έτσι, είναι δύσκολο να διαπιστώσουμε την αποτελεσματικότητα μιας αλλαγής πορείας που πραγματοποιήσαμε, προκειμένου να αποφύγομε επικίνδυνη συμπλησίαση με πλοίο στόχο. Για τον ίδιο λόγο κατά τις παροιακίσεις του πλοίου, διακόπτεται η συνοχή του ίχνους (ουράς - tadpole tale), που αφήνει, λόγω της μεταπορφυρώσεως, η ηχώ του στόχου κατά τη σχετική κίνησή της και δεν προκύπτει από αυτό η κατεύθυνση της σχετικής κινήσεως του στόχου.

δ) Όταν μεταφέρουμε τις σχετικές διοπτεύσεις στόχων στο φύλλο υποτυπώσεως στο οποίο τηρούμε σχετική υποτύπωση με την πλώρη άνω, μετά οποιαδήποτε αλλαγή πορείας η προηγούμενη εργασία υποτυπώσεως αχρηστεύεται. Επίσης, επειδή από τις παροιακίσεις του πλοίου μεταβάλλονται οι σχετικές διοπτεύσεις, οι πληροφορίες που προκύπτουν από την υποτύπωση αυτή είναι αμφίβολης ακρί-

βειας. Τα ίδια μειονεκτήματα παρατηρούνται και κατά την τίρηση τέτοιας υποτυπώσεως σε ανακλαστικό υποτυπωτή.

ε) Μετά από αλλαγή πορείας είναι δύσκολο να συγκρίνομε την πριν από αυτήν διόπτευση στόχου με τη διόπτευσή του μετά την ολοκλήρωση της αλλαγής πορείας. Η νέα διόπτευση θα διαφέρει από την αρχική κατά το μέγεθος της αλλαγής πορείας, το οποίο πρέπει να λαμβάνομε υπόψη μας σε περίπτωση που θέλομε να συγκρίνομε τις διοπτεύσεις αυτές. Η σύγκριση είναι απαραίτητη όταν θέλομε να διαπιστώσουμε σύντομα, αν μετά από σημαντική αλλαγή πορείας η διόπτευση του στόχου μεταβάλλεται σημαντικά και αν η σημαντική αλλαγή πορείας, που πραγματοποιήσαμε, είναι αποτελεσματική για την αποφυγή επικίνδυνης συμπλησιάσεως.

8.3 Παρουσίαση της εικόνας με το Βορρά άνω.

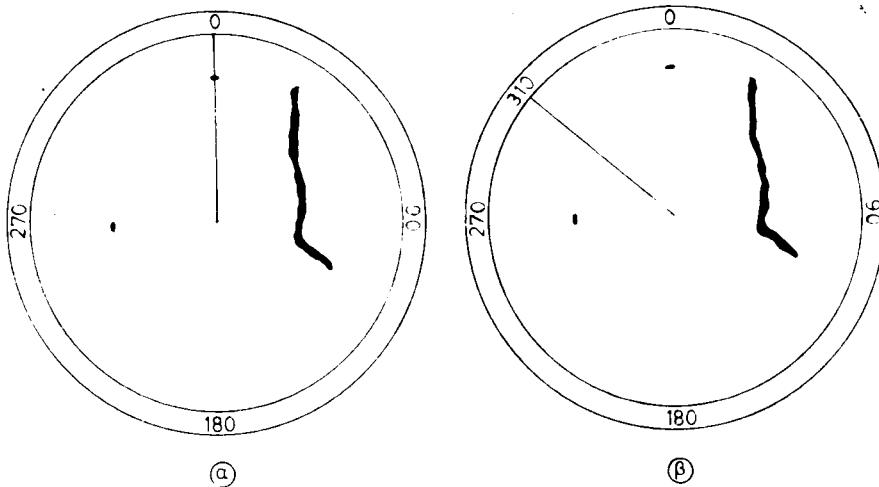
Κατά την παρουσίαση της εικόνας με το Βορρά άνω (North-Up Presentation ή North-Up Orientation) η εικόνα είναι προσανατολισμένη σε σχέση με την κατεύθυνση του Βορρά. Η ένδειξη 0° του ανεμολογίου αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση του Βορρά. Κατά τις αλλαγές πορείας δεν στρέφεται η εικόνα των στόχων αλλά η γραμμή πλώρης: η ταχύτητα στροφής είναι ίδια με εκείνη κατά την οποία στρέφει το πλοίο και προς την ίδια κατεύθυνση, δείχνοντας συνέχεια την ένδειξη του ανεμολογίου που αντιστοιχεί στην πορεία του πλοίου. Έτσι, η εικόνα των στόχων μοιάζει συνέχεια με την εικόνα της περιοχής του χάρτη, που καλύπτεται από τη χρησιμοποιούμενη κλίμακα ανιχνεύσεως. Δηλαδή, η εικόνα είναι **αζιμουθιακά στερεωμένη** (Azimuth Stabilized), όπως στην περίπτωση της πυξίδας το ανεμολόγιο, όπου κατά τις αλλαγές πορείας παραμένει σταθερό στον κύκλο του ορίζοντα, ενώ η γραμμή πλώρης ακολουθεί τη στροφή του πλοίου, δείχνοντας συνέχεια την ένδειξη του ανεμολογίου που αντιστοιχεί στην πορεία του πλοίου.

Η αζιμουθιακή στερέωση της εικόνας εξασφαλίζεται με επαναλήπτη γυρισκοπίκης πυξίδας, ο οποίος περιέχεται στη μονάδα του ενδείκτη PPI και ενεργοποιεί μηχανικά (στρέφει) διαφορική συγχρογεννήτρια. Η διαφορική αυτή συγχρογεννήτρια παρεμβάλλεται στο κύκλωμα του ζεύγους συγχρογεννήτριας-συγχροκινητήρα, με το οποίο επιτυγχάνεται η σύγχρονη περιστροφή της βάσεως χρόνου με την κεραία. Καθώς η βάση χρόνου περιστρέφεται σε συγχρονισμό με την κεραία, όταν στρέφει το πλοίο, ο επαναλήπτης γυροσκοπικής πυξίδας στρέφει τη διαφορική συγχρογεννήτρια κατά τον αριθμό μοιρών που στρέφει το πλοίο σε κάθε στροφή της κεραίας. Από τη στροφή της αυτή η συγχρογεννήτρια επιταχύνει ή επιβραδύνει την περιστροφή του πηνίου εκτροπής κατά τον ίδιο αριθμό μοιρών. Όταν η κεραία είναι δεξιόστροφη και το πλοίο στρέφει δεξιά, η περιστροφή του πηνίου εκτροπής επιταχύνεται κατά τον αριθμό των μοιρών που το πλοίο στρέφει δεξιά σε κάθε στροφή της κεραίας, ενώ, αν το πλοίο στρέφει αριστερά, το πηνίο εκτροπής επιβραδύνεται κατά τον ίδιο αριθμό μοιρών. Τα αντίθετα συμβαίνουν όταν η κεραία είναι αριστερόστροφη.

Η παραπάνω μηχανική ενεργοποίηση της διαφορικής συγχρογεννήτριας μπορεί να εξασφαλίζεται και από μαγνητική πυξίδα, η οποία φέρει σύστημα μεταδόσεως (transmitting magnetic compass), όπως και στην περίπτωση λειτουργίας του αυτόματου πηδαλίου. Από την ενεργοποίηση αυτή εξασφαλίζεται η ίδια επιτάχυνση ή επιβράδυνση στην περιστροφή του πηνίου εκτροπής.

Ας υποθέσουμε π.χ. [σχ. 8.3(a)] ότι κάποια στιγμή, ενώ έχομε παρουσίαση της εικόνας με το Βορρά άνω, πλέομε με πορεία 0° . Τη στιγμή αυτή κατάπλωρά μας, δηλαδή στην κατεύθυνση του Βορρά, υπάρχει ένας στόχος-πλοίο, του οποίου η ηχώ εμφανίζεται επάνω στη γραμμή πλώρης, σε αληθή διόπτευση 0° . Δεξιά μας και παράλληλα με την πορεία μας υπάρχει ακτή, της οποίας η ηχώ καλύπτει αντίστοιχα έκταση της οθόνης δεξιά από τη γραμμή πλώρης, ενώ ακριβώς στο αριστερό εγκάρσιό μας υπάρχει δεύτερος στόχος-πλοίο, του οποίου η ηχώ εμφανίζεται σε αληθή διόπτευση 270° . Επειδή πλέομε με πορεία 0° , οι σχετικές διοπτεύσεις των στόχων συμπίπτουν με τις αληθείς. Τη στιγμή αυτή το πλοίο μας αρχίζει να πραγματοποιεί αλλαγή πορείας 50° αριστερά, για να ακολουθήσει πορεία 310° και η ταχύτητα στροφής του είναι τέτοια, ώστε κατά το χρονικό διάστημα, που η κεραία συμπληρώνει μια στροφή, το πλοίο στρέφει αριστερά κατά 1° , το σύστημα αζιμουθιακής στερεώσεως της εικόνας (επαναλήπτης γυροσκοπικής πυξίδας + διαφορική συγχρογεννήτρια) επιβραδύνει κατά 1° την περιστροφή του πηνίου εκτροπής. Η επιβράδυνση αυτή έχει ως αποτέλεσμα να επιβραδύνεται και η βάση χρόνου σε κάθε στροφή της στην οθόνη PPI, όσο δηλαδή επιβραδύνεται σε κάθε στροφή της στον κύκλο του ορίζοντα η κεραία λόγω της στροφής του πλοίου. Έτσι τη στιγμή που η κεραία ολοκληρώνει μια στροφή, η πλώρη του πλοίου θα βρίσκεται 1° αριστερότερα από την κατεύθυνση του Βορρά ενώ την ίδια στιγμή, λόγω της επιβραδύνσεως, και ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας της κεραίας θα είναι παράλληλος προς την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου και θα βρίσκεται δυτικότερα από την κατεύθυνση του Βορρά κατά 1° . Άλλα την ίδια στιγμή και η βάση χρόνου θα βρίσκεται 1° αριστερότερα από την ένδειξη 0° του ανεμολογίου. Όμως τη στιγμή αυτή κλείνουν οι επαφές το μικροδιακόπτη γραμμής πλώρης και έτσι η γραμμή πλώρης, (παράγρ. 2.7), εμφανίζεται 1° αριστερότερα από την ένδειξη 0° του ανεμολογίου, δηλαδή στην ένδειξη 359° . Δηλαδή η γραμμή πλώρης έστρεψε κατά το χρονικό διάστημα αυτό 1° αριστερότερα, όπως έστρεψε και το πλοίο, και μας δείχνει την πορεία του πλοίου τη στιγμή αυτή. Η στροφή του πλοίου όμως κατά 1° αριστερά φέρνει το στόχο πλοίο, που βρίσκεται αρχικά στην κατεύθυνση του Βορρά, δεξιότερα από την πλώρη μας κατά 1° . Έτσι ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας θα προσπίπτει σ' αυτόν τη στιγμή που θα διέρχεται από την κατεύθυνση του Βορρά, δηλαδή θα βρίσκεται κατά 1° δεξιότερα από την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου και η βάση χρόνου θα διέρχεται από την ένδειξη 0° του ανεμολογίου, οπότε ο στόχος θα εμφανιστεί στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου. Το σημείο της οθόνης, στο οποίο εμφανίζεται η ηχώ του στόχου δεν αλλάζει κατεύθυνση στην οθόνη, λόγω της στροφής του πλοίου, όπως δεν αλλάζει και η κατεύθυνση του στόχου στον κύκλο του ορίζοντα σε σχέση με την κατεύθυνση του Βορρά. Για τον ίδιο λόγο δεν μεταβάλλεται η κατεύθυνση του σημείου ή της εκτάσεως της οθόνης που εμφανίζονται οι ηχοί των υπολοίπων στόχων και η ένδειξη 0° του ανεμολογίου αντιπροσωπεύει πάλι την κατεύθυνση του Βορρά.

Η παραπάνω επιβράδυνση στην περιστροφή της βάσεως χρόνου, που επιφέρεται από το σύστημα αζιμουθιακής στερεώσεως, κατά 1° σε κάθε στροφή της κεραίας, θα συνεχίζεται μέχρι τη στιγμή που το πλοίο θα ολοκληρώσει την κατά 50° αλλαγή πορείας προς τα αριστερά. Οπότε, σε κάθε στροφή της κεραίας θα στρέφει αριστερά κατά 1° και η γραμμή πλώρης, ενώ οι ηχοί όλων των στόχων θα εμφανίζονται στην αρχική τους κατεύθυνση, δηλαδή συνέχεια στην αληθή τους διόπτευ-



Σχ. 8.3.

Παρουσίαση της εικόνας με το Βορρά άνω.

(Με τη στροφή του πλοίου δεν στρέφεται η εικόνα, αλλά η γραμμή πλώρης και δείχνει πάντα την ένδειξη του ανεμολογίου που αντιστοιχεί στην πορεία του πλοίου).

ση. Έτσι, κατά τη στροφή του πλοίου η θέση των ηχών των στόχων στην οθόνη PPI, μπορεί να μεταβάλλεται μόνο λόγω της κινήσεως (μετατοπίσεως) του πλοίου και τής κινήσεως των στόχων και όχι από τη στροφή του πλοίου μας. Όταν ολοκληρωθεί η κατά 50° αλλαγή πορείας προς τα αριστερά, η κεραία θα έχει πραγματοποιήσει 50° στροφές και η βάση του χρόνου θα έχει επιβραδυνθεί κατά 50° , οπότε η γραμμή πλώρης θα εμφανίζεται στην ένδειξη 310° του ανεμολογίου [σχ. 8.3(β)]. Δεν θα έχει όμως καθόλου στραφεί η εικόνα των στόχων, η οποία θα είναι συνέχεια προσανατολισμένη σε σχέση με την κατεύθυνση του Βορρά και οι ηχοί όλων των στόχων θα εμφανίζονται συνέχεια στις σωστές αληθείς τους διοπτεύσεις.

Καθώς, κατά τις αλλαγές πορείας, δε στρέφεται η εικόνα, όπως συμβαίνει κατά την εμφάνισή της με την πλώρη άνω, δεν προκύπτουν προβλήματα διακρίσεως των ηχών των μικρών στόχων, λόγω μεταπορφυρώσεως. Τέτοια όμως προβλήματα μεταπορφυρώσεως προκύπτουν από τη στροφή της γραμμής πλώρης, επειδή, καθώς αυτή στρέφει προς την κατεύθυνση στροφής του πλοίου και με την ίδια ταχύτητα, η μεταπορφύρωση εμφανίζεται σε διαδοχικές κατευθύνσεις και φωτίζει τομέα της οθόνης αντίστοιχο στη μεταβολή της πορείας του πλοίου. Τη μεταπορφύρωση αυτή μπορούμε να την αποφύγομε, αν κατά τη στροφή του πλοίου εξαφανίζουμε τη γραμμή πλώρης με το διακόπτη «H.M OFF» ή «H.L OFF» ή «H.F OFF», που φέρει για το σκοπό αυτό ο ενδείκτης ραντάρ [παράγρ. 3.3(i)].

Συνοψίζοντας τα παραπάνω παρατηρούμε τα εξής:

a) Η ένδειξη 0° του ανεμολογίου αντιπροσωπεύει συνέχεια την κατεύθυνση του Βορρά. Κατά τις αλλαγές πορείας στρέφει η γραμμή πλώρης δείχνοντας συνέχεια στο ανεμολόγιο του ενδείκτη την πορεία του πλοίου. Η εικόνα των στόχων όμως παραμένει σταθερή και δεν παρουσιάζεται πρόβλημα διακρίσεων των ηχών των μικρών στόχων λόγω μεταπορφυρώσεως, όπως κατά την παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω, οπότε η εικόνα στρέφεται αντίθετα από την κατεύθυνση

στροφής του πλοίου. Παράλληλα, η εικόνα των ηχών των στόχων μοιάζει με την εικόνα της περιοχής του χάρτη που καλύπτεται από την κλίμακα ανιχνεύσεως και έτσι είναι εύκολη η σύγκριση των δύο εικόνων.

β) Οι ηχοί των στόχων εμφανίζονται στις αληθείς τους διοπτεύσεις, οι οποίες δεν μεταβάλλονται ούτε κατά τις αλλαγές πορείας ούτε κατά τις παροιακίσεις του πλοίου. Έτσι, κατά τη μεταφορά διοπτεύσεως στο ναυτικό χάρτη, η μόνη διόρθωση που πρέπει να επιφέρουμε είναι η διόρθωση λόγω των γνωστών σφαλμάτων της γυροσκοπικής πυξίδας.

γ) Επειδή η εικόνα των ηχών των στόχων δεν ακολουθεί τη στροφή του πλοίου κατά τις αλλαγές πορείας, η σχετική κίνηση των ηχών παρουσιάζει συνοχή. Έτσι δεν είναι δύσκολο να διαπιστώσομε την αλλαγή της κατεύθυνσεως της σχετικής κινήσεως μετά την ολοκλήρωση της αλλαγής πορείας, αν αυτή έχει γίνει σε μεγάλη απόσταση από το στόχο και από τη νέα κατεύθυνση της σχετικής κινήσεως, την αποτελεσματικότητα του χειρισμού αλλαγής πορείας στην αποφυγή επικίνδυνης συμπλησίασεως. Επίσης, κατά τις παροιακίσεις το ίχνος (ουρά - tadpole tail), που αφήνει η ηχώ, λόγω του φαινομένου της μεταπορφυρώσεως, παρουσιάζει συνοχή από τη μεταβολή της κατεύθυνσεώς του μπορούμε να διαπιστώσομε τη μεταβολή της κατεύθυνσεως της σχετικής κινήσεως, που μπορεί να οφείλεται είτε σε δικό μας χειρισμό είτε σε χειρισμό του στόχου-πλοίου.

δ) Κατά την τήρηση της υποτυπώσεως στο φύλλο υποτυπώσεως ή στον ανακλαστικό υποτυπωτή, αυτή τηρείται με το Βορρά άνω και έτσι δεν αχρηστεύεται η προηγούμενη εργασία υποτυπώσεως μετά από αλλαγή πορείας. Καθώς οι διοπτεύσεις, που λαμβάνονται από τον ενδείκτη, είναι αληθείς και δεν επηρεάζονται από τις παροιακίσεις και καθώς μεταφέρονται ως αληθείς στο φύλλο υποτυπώσεως, οι πληροφορίες που προκύπτουν από την υποτύπωση έχουν ικανοποιητική ακρίβεια.

ε) Καθώς οι αληθείς διοπτεύσεις των ηχών των στόχων δεν επηρεάζονται από τις αλλαγές πορείας, είναι εύκολο να διακρίνομε τη μεταβολή διοπτεύσεως, την οποία θα προκαλέσει η μεταβολή της κατεύθυνσεως της κινήσεως του πλοίου μας, μετά την ολοκλήρωση σημαντικής αλλαγής πορείας, την οποία πραγματοποιήσαμε προκειμένου να αποφύγομε επικίνδυνη συμπλησίαση.

στ) Κατά τις αλλαγές πορείας και τις παροιακίσεις στρέφεται η γραμμή πλώρης και λόγω μεταπορφυρώσεως μπορεί να είναι δύσκολη η διάκριση των ηχών μικρών στόχων στον τομέα που θα φωτίζεται κατά τη στροφή της, ειδικά όταν η γραμμή πλώρης έχει έντονη λαμπρότητα. Μπορούμε να αποφύγομε τη δυσχέρεια αυτή με τον κατάλληλο διακόπτη, που αναφέραμε παραπάνω, αν κατά τις αλλαγές πορείας εξαφανίζουμε τη γραμμή πλώρης. Πάντως η δυσχέρεια αυτή είναι μικρότερη από αυτήν που προκαλεί η μεταπορφύρωση λόγω της στροφής της εικόνας των στόχων, κατά την παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω.

Βέβαια κάθε ενδείκτης που έχει τη δυνατότητα παρουσιάσεως της εικόνας με το Βορρά άνω, έχει οπωσδήποτε και τη δυνατότητα παρουσιάσεως της εικόνας με την πλώρη άνω. Για την επιλογή της μεθόδου παρουσιάσεως της εικόνας, οι ενδείκτες αυτοί φέρουν διακόπτη δυο θέσεων με τις ονομασίες «Head Up - North Up» ή «Unstabilized - Stabilized» αντίστοιχα. Συνήθως οι ενδείκτες αυτοί φέρουν και ξεχωριστό ανεμολόγιο και ρυθμιστή, με τον οποίο ρυθμίζουμε το ανεμολόγιο στην ένδειξη πορείας της κύριας γυροσκοπικής πυξίδας του πλοίου. Ορισμένοι τύποι ενδεικτών PPI, αντί για το ξεχωριστό ανεμολόγιο και τον αντίστοιχο ρυθμιστή,

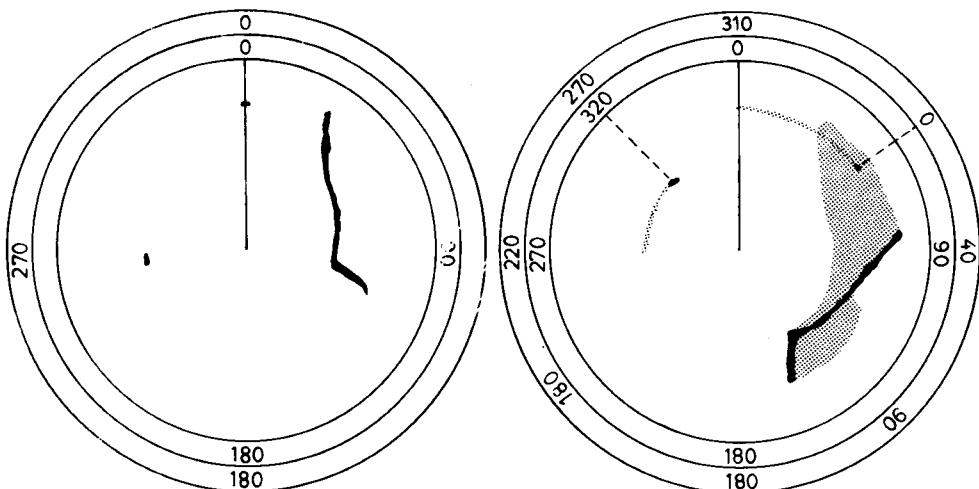
φέρουν μόνο ρυθμιστή με την ονομασία «Picture Rotation» (στροφή της εικόνας). Κατά την επιλογή παρουσιάσεως της εικόνας με το Βορρά άνω, στρέφομε με το ρυθμιστή αυτόν ολόκληρη την εικόνα, ώστε η γραμμή πλώρης να εμφανίζεται στην ένδειξη του ανεμολογίου που αντιστοιχεί στην πορεία του πλοίου μας τη συγκεκριμένη στιγμή.

Είναι γεγονός ότι η χρησιμοποίηση του ραντάρ, κατά την παρουσίαση της εικόνας με το Βορρά άνω, αρχικά φαίνεται λίγο δύσκολη, ειδικά όταν ο ναυτίλος έχει συνηθίσει να το χρησιμοποιεί σε παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω. Συγκρίνοτας όμως τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η παρουσίασή της με την πλώρη άνω, πρέπει να προτιμάται η πρώτη. Οι δυσκολίες που παρουσιάζονται αρχικά αντιπαρέχονται εύκολα, με την εξάσκηση του ναυτίλου, κάτω από καλές συνθήκες ορατότητας.

8.4 Παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω και αζιμουθιακή στερέωση του ανεμολογίου.

Η παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω και αζιμουθιακή στερέωση του ανεμολογίου (Head Up Presentation - Azimuth ring stabilized ή Bearing ring North stabilized) συναντάται σε μικρό αριθμό ενδεικτών PPI. Οι ενδείκτες αυτοί είναι εφοδιασμένοι με επαναλήπτη γυροσκοπικής πυξίδας και δεύτερο ανεμολόγιο, το οποία περιβάλλει το εσωτερικό σταθερό ανεμολόγιο. Κατά τη στροφή του πλοίου στρέφεται αντίθετα και το εξωτερικό αυτό ανεμολόγιο και έτσι οι διοπτεύσεις που μετρούνται σ' αυτό είναι αληθείς.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 8.4, κατά την αλλαγή πορείας του πλοίου, ο κινητήρας του παραπάνω επαναλήπτη στρέφει το εξωτερικό ανεμολόγιο με την ταχύ-



Σχ. 8.4.

Παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω και αζιμουθιακή στερέωση του εξωτερικού ανεμολογίου. (Κατά τη στροφή του πλοίου στρέφεται το εξωτερικό ανεμολόγιο αντίθετα από τη στροφή του πλοίου, οπότε, όπως η εικόνα, έτσι και οι διοπτεύσεις που μετρούνται σ' αυτό είναι αληθείς. Από τη στροφή της εικόνας σημαντική έκταση της οθόνης καλύπτεται από τις διαδοχικές θέσεις των στόχων λόγω μεταπορφυρώσεως).

τητα στροφής του πλοίου και κατά αντίθετη φορά. Έτσι η γραμμή πλώρης, η οποία κατά τη στροφή του πλοίου, αλλά και μετά τη στροφή, παραμένει στην ένδειξη 0° του εσωτερικού σταθερού ανεμολογίου, δείχνει στο εξωτερικό ανεμολόγιο συνέχεια την ένδειξη μοιρών που αντιστοιχεί στην πορεία. Καθώς όμως και η εικόνα των στόχων στρέφεται αντίθετα από τη φορά στροφής του πλοίου και με την ίδια ταχύτητα, όπως και το παραπάνω εξωτερικό ανεμολόγιο, η ένδειξη μοιρών του εξωτερικού ανεμολογίου, που αντιστοιχεί στην κατεύθυνση κάθε ηχούς στόχου, δε μεταβάλλεται από τη στροφή του πλοίου. Αν το ανεμολόγιο αυτό έχει ευθυγραμμισθεί με την κύρια γυροσκοπική πυξίδα του πλοίου, η ένδειξη του 0° αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση του Βορρά και οι σταθερές ενδείξεις μοιρών που αντιστοιχούν στις κατευθύνσεις των στόχων είναι οι αληθείς διοπτεύσεις των στόχων. Έτσι, με την αζιμουθιακή στερέωση του εξωτερικού ανεμολογίου εξασφαλίζεται η δυνατότητα να μετρούμε σ' αυτό τις αληθείς διοπτεύσεις των στόχων, ανεξάρτητα από τις αλλαγές πορείας και τις παροιακίσεις. Επειδή, όμως, η εικόνα των στόχων στρέφεται σε κάθε μεταβολή πορείας, η παρουσίαση αυτή της εικόνας παρουσιάζει όλα τα άλλα μειονεκτήματα, που παρουσιάζει και η παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω, γι' αυτό και οι ενδείκτες PPI, που έχουν τέτοια δυνατότητα, είναι πολύ σπάνιοι.

8.5 Παρουσίαση της εικόνας με την πορεία άνω.

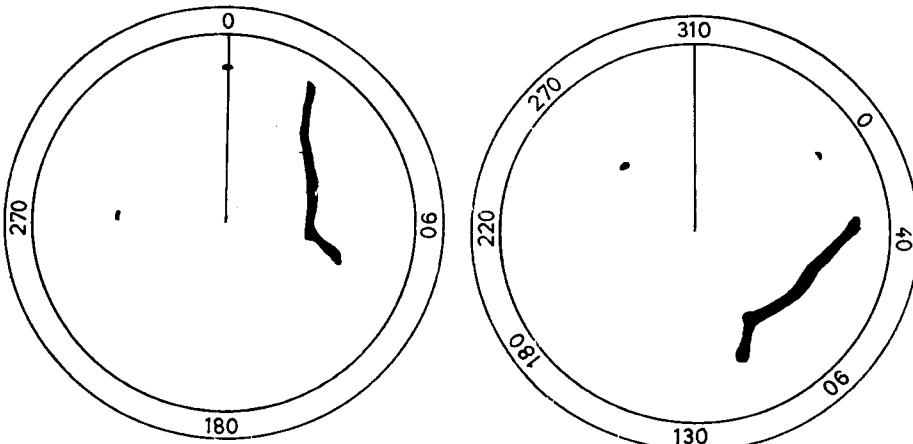
Στους ενδείκτες PPI, που έχουν τη δυνατότητα παρουσιάσεως της εικόνας με την πορεία άνω (Course Up Presentation), ο επαναλήπτης γυροσκοπικής πυξίδας στρέφει ταυτόχρονα ως ένα σύνολο, το ανεμολόγιο, ολόκληρη την καθοδική λυχνία και το δρομέα διοπτεύσεων (δίσκο παραλλήλων γραμμών) αντίθετα από τη φορά στροφής του πλοίου και με την ίδια ταχύτητα. Έτσι η γραμμή πλώρης δεν επηρεάζεται από τη στροφή του πλοίου και εμφανίζεται συνέχεια προς τα άνω, δείχνοντας συνέχεια στο ανεμολόγιο την ένδειξη μοιρών που αντιστοιχεί στην πορεία του πλοίου, ενώ η ένδειξη 0° του ανεμολογίου αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση του Βορρά. Καθώς, κατά τη στροφή του πλοίου, τόσο η εικόνα των ηχών των στόχων όσο και η καθοδική λυχνία στρέφουν αντίθετα από τη φορά στροφής του πλοίου και με την ίδια ταχύτητα, οι εκτάσεις της οθόνης του PPI, στις οποίες εμφανίζονται οι ηχοί των στόχων, δεν αλλάζουν λόγω της στροφής του πλοίου. Έτσι δεν παρουσιάζεται πρόβλημα διακρίσεως των ηχών των μικρών στόχων λόγω μεταπορφυρώσεως κατά τη στροφή και για μικρό χρονικό διάστημα μετά την ολοκλήρωση της στροφής του πλοίου. Επειδή την ίδια με την παραπάνω στροφή πραγματοποιούν ταυτόχρονα το ανεμολόγιο και η εικόνα των στόχων, οι διοπτεύσεις των στόχων που μετρούμε στο ανεμολόγιο είναι αληθείς.

Βέβαια με την στροφή του πλοίου, και την αντίστοιχη στροφή της καθοδικής λυχνίας, στρέφεται και η γραμμή πλώρης σε σχέση με την επιφάνεια της φθορίζουσας ουσίας της οθόνης της καθοδικής λυχνίας του PPI, έτσι, ώστε να παρουσιάζεται συνέχεια προς τα πάνω. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση προβλημάτων μεταπορφυρώσεως, αυτή όμως τη φορά λόγω της μετακινήσεως της γραμμής πλώρης.

Ας υποθέσουμε π.χ. ότι το πλοίο μας ακολουθεί πορεία 0° [σχ. 8.5(a)], οπότε οι σχετικές και οι αληθείς διοπτεύσεις των στόχων συμπίπτουν. Τη στιγμή αυτή το πλοίο μας αρχίζει να στρέφει αριστερά για να ακολουθήσει πορεία 310° (αλλαγή πορείας 50°). Αν δεν υπήρχε η παραπάνω διπλή αζιμουθιακή στερέωση, οπότε θα

είχαμε παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω, μόλις αρχίσει η προς τα αριστερά στροφή, η εικόνα των ηχών των στόχων θα αρχίζει να στρέφει δεξιά με την ίδια ταχύτητα· με την ολοκλήρωση της στροφής, όλες οι ηχοί των στόχων θα είχαν στραφεί δεξιά κατά 50° , ενώ η γραμμή πλώρης θα παρέμενε στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου. Ο επαναλήπτης όμως γυροσκοπικής πυξίδας, μόλις το πλοίο αρχίζει να στρέφει προς τα αριστερά, στρέφει το ανεμολόγιο και ολόκληρη την καθοδική λυχνία προς τα δεξιά με την ίδια ταχύτητα. Έτσι οι ενδείξεις μοιρών του ανεμολογίου, που θα αντιστοιχούν στις κατευθύνσεις των ηχών των στόχων παραμένουν σταθερές και αντιπροσωπεύουν τις αληθείς διοπτεύσεις των στόχων. Ταυτόχρονα η ηχώ κάθε στόχου εμφανίζεται πάντα στην ίδια έκταση της οθόνης και δεν παρουσιάζονται προβλήματα μεταπορφυρώσεως. Η γραμμή πλώρης, η οποία εμφανίζεται κάθε στιγμή που ο άξονας της δέσμης ακτινοβολίας της κεραίας είναι παράλληλος προς την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου, εμφανίζεται συνέχεια προς τα άνω και συμπίπτει με την ένδειξη μοιρών του ανεμολογίου, που αντιστοιχεί στην πορεία του πλοίου. Επειδή όμως σε κάθε στροφή της κεραίας η γραμμή πλώρης εμφανίζεται σε διαφορετικό σημείο της οθόνης, δημιουργεί προβλήματα μεταπορφυρώσεως. Όταν ολοκληρωθεί η κατά 50° αριστερά στροφή του πλοίου, τότε είκόνα και ανεμολόγιο θα έχουν στραφεί κατά 50° δεξιά [σχ. 8.5(β)], ενώ η γραμμή πλώρης θα δείχνει στο ανεμολόγιο τη νέα πορεία 310° .

Η παρουσίαση της εικόνας με την πορεία άνω παρουσιάζει όλα τα πλεονεκτήματα που έχει και η μέθοδος με το Βορρά άνω. Διαφέρει μόνο ως προς το ότι η εικόνα δεν είναι προσανατολισμένη με την κατεύθυνση του Βορρά, αλλά με την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου. Έτσι είναι εύκολη η σύγκριση της εικόνας των στόχων με την εικόνα που βλέπομε στον ορίζοντα σε σχέση με την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου μας, παρουσιάζει όμως δυσκολίες κατά τη σύγκρισή της με την εικόνα του χάρτη.



Σχ. 8.5.

Παρουσίαση της εικόνας με την πορεία άνω.

(Κατά τη στροφή του πλοίου η εικόνα των στόχων, η καθοδική λυχνία, ο δρομέας διοπτεύσεων και το ανεμολόγιο στρέφονται με την ίδια ταχύτητα. Έτσι η γραμμή πλώρης εμφανίζεται άνω, δεν παρουσιάζεται πρόβλημα μεταπορφυρώσεως και οι διοπτεύσεις είναι αληθείς).

Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει τεχνικές δυσκολίες στην παροχή των ηλεκτρικών δυναμικών της στρεφόμενης καθοδικής λυχνίας, που απαιτεί σύστημα δακτυλίων και ψηκτρών.

8.6 Ενδείκτης σχετικής κινήσεως.

Στις μεθόδους παρουσιάσεως της εικόνας ραντάρ, που αναπτύξαμε στις προηγούμενες παραγράφους, το κέντρο της εικόνας (η αρχή της βάσεως χρόνου), η οποία αντιπροσωπεύει τη θέση του πλοίου μας, βρίσκεται πάντα ακίνητο στο κέντρο της οθόνης του PPI. Αυτό συμπίπτει και με το κέντρο του ανεμολογίου που περιβάλλει την οθόνη.

Όταν το πλοίο μας είναι ακίνητο, οι ηχοί των ακινήτων στόχων εμφανίζονται στην οθόνη ακίνητες στην ίδια θέση, όπως οι στόχοι συνεχίζουν να βρίσκονται στον ορίζοντα σε σχέση με τη θέση του πλοίου μας. Οι ηχοί των κινητών στόχων φαίνονται να κινούνται με την αληθή τους πορεία και ταχύτητα, καθώς η θέση τους μεταβάλλεται στον ορίζοντα σε σχέση με τη θέση του πλοίου μας, λόγω της κινήσεως τους.

Όταν όμως το πλοίο μας κινείται, καθώς αυτό εμφανίζεται ακίνητο στο κέντρο της οθόνης, οι ηχοί των ακινήτων στόχων φαίνεται ότι κινούνται με πορεία αντίθετη από αυτή που ακολουθεί το πλοίο μας και με ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του πλοίου μας. Δηλαδή, η θέση εμφανίσεώς τους στην οθόνη μεταβάλλεται σε σχέση με το κέντρο της εικόνας, που αντιπροσωπεύει το πλοίο μας, ενώ στην πραγματικότητα μεταβάλλεται η θέση του πλοίου μας σε σχέση με τη θέση των ακινήτων στόχων (φαινομενική κίνηση - apparent motion). Επίσης, όταν το πλοίο μας κινείται, οι ηχοί των κινητών στόχων θα φαίνονται ότι κινούνται, όπως μεταβάλλεται η θέση τους σε σχέση με το πλοίο μας, λόγω της δικής μας αλλά και της δικής τους κινήσεως. Δηλαδή:

- Αν ένας στόχος **αντιπλέει**, η ηχώ του φαίνεται ότι κινείται με την πορεία του στόχου και με ταχύτητα ίση με το άθροισμα της δικής μας και της δικής του ταχύτητας.
- Αν ένας στόχος **ομοπλέει**, τότε η κίνηση της ηχούς του εξαρτάται από την ταχύτητα του στόχου ως προς την ταχύτητα του πλοίου μας. Συγκεκριμένα:
 - Αν η ταχύτητα του στόχου είναι μικρότερη από τη δική μας, θα φαίνεται ότι ο στόχος **αντιπλέει** με ταχύτητα ίση με τη διαφορά των δυο ταχυτήτων (ταχύτητα πλοίου – ταχύτητα στόχου).
 - Αν η ταχύτητα του στόχου είναι μεγαλύτερη από τη δική μας, θα φαίνεται ότι ο στόχος **ομοπλέει** με ταχύτητα ίση με τη διαφορά των δυο ταχυτήτων (ταχύτητα στόχου – ταχύτητα πλοίου).
- Αν τέλος ένας στόχος δεν ακολουθεί **ακριβώς την ίδια ή αντίθετη πορεία με το πλοίο μας**, η ηχώ του θα φαίνεται ότι κινείται με διάνυσμα ταχύτητας, το οποίο θα είναι η συνισταμένη:
 - του διανύσματος της ταχύτητας του στόχου, και
 - του αντίθετου διανύσματος ταχύτητας του πλοίου μας.

Δηλαδή, η ηχώ του θα φαίνεται ότι κινείται με πορεία και ταχύτητα η οποία θα είναι η συνισταμένη που προκύπτει από την ταχύτητα του πλοίου μας – αν αυτό είχε αντίθετη πορεία – και από την ταχύτητα του στόχου, κατά την πορεία του.

Παρατηρούμε, ανακεφαλαιώνοντας, ότι και στις τρεις πιο πάνω περιπτώσεις οι ηχοί των στόχων φαίνεται ότι κινούνται με διάνυσμα ταχύτητας που προκύπτει ως η συνισταμένη του διανύσματος της ταχύτητας του πλοίου μας και του διανύσματος της ταχύτητας του στόχου, δηλαδή:

$$\bar{U}_n = \bar{U}_\sigma + \bar{U}_\pi$$

όπου \bar{U}_V το διάνυσμα της ταχύτητας της ηχούς.

\bar{U}_σ το διάνυσμα της ταχύτητας του στόχου.

\bar{U}_π το διάνυσμα της ταχύτητας του πλοίου μας.

Η φαινόμενη αυτή κίνηση των ηχών των στόχων κατά τις μεθόδους παρουσιάσεως της εικόνας, τις οποίες αναπτύξαμε στις προηγούμενες παραγράφους, ονομάζεται **σχετική κίνηση** (Relative Motion) και ο ενδείκτης PPI, που έχει μόνο τέτοιες δυνατότητες, ονομάζεται **ενδείκτης σχετικής κινήσεως** (Relative Motion Display). Υπενθυμίζομε ότι, **δεν πρέπει ποτέ να συγχέουμε τις σχετικές διοπτεύσεις** (relative bearings) **με τη σχετική κίνηση του στόχου**.

Βέβαια, η σχετική αυτή κίνηση, με την οποία η ηχώ κάθε κινητού στόχου κινείται στον ενδείκτη σχετικής κινήσεως, αποτελεί σημαντική πληροφορία. Από την κατεύθυνση της σχετικής αυτής κινήσεως συμπεραίνομε εύκολα, αν υπάρχει επικίνδυνη συμπλοσίαση του πλοίου μας και οποιουδήποτε πλοίου-στόχου. Επίσης εύκολα μπορούμε να εκτιμήσομε την ελάχιστη απόσταση συμπλοσιάσεως και το χρόνο που αυτή θα πραγματοποιηθεί.

Όμως, η σχετική κίνηση των στόχων στην οθόνη, παρουσιάζει τα εξής βασικά μειονεκτήματα:

- α) Δεν μπορούμε να εκτιμήσομε άμεσα την πορεία και την ταχύτητα των κινητών στόχων και για την εκτίμηση της πρέπει να καταφεύγομε στην υποτύπωση.
- β) Δεν μπορούμε να διακρίνουμε εύκολα στην οθόνη τις ηχούς των ακινήτων μικρών στόχων (καραβοφάναρα, σημαντήρες), που έχουν σημασία στην ναυσιπλοΐα, από τις ηχούς των κινητών στόχων.
- γ) Καθώς οι ηχοί των ακτών κινούνται αντίθετα από την πορεία μας, προκαλούν δυσχέρειες στη διάκριση των ηχών των μικρών στόχων, λόγω μεταπορφυρώσεως, ακόμη και όταν υπάρχει αζιμουθιακή στερέωση της εικόνας.

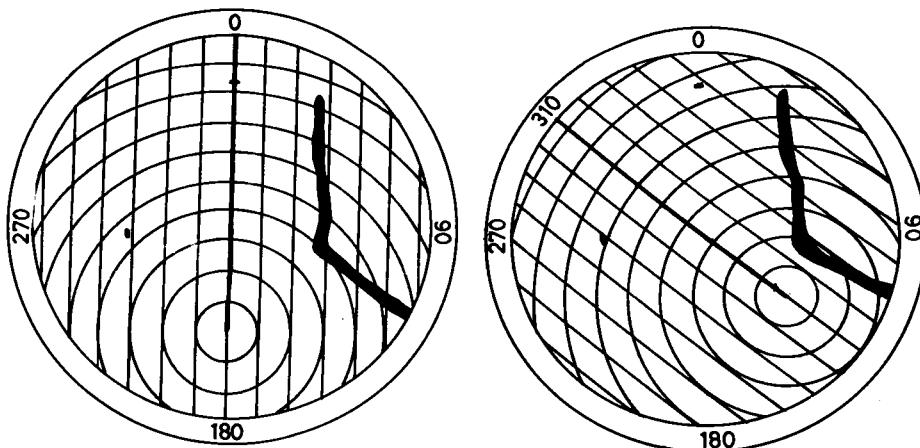
8.7 Ενδείκτης αληθούς κινήσεως.

Στον ενδείκτη αληθούς κινήσεως (True Motion Display ή Track Indication Display), το κέντρο της εικόνας, που αντιπροσωπεύει το πλοίο μας, δεν παραμένει ακίνητο στο κέντρο της οθόνης, αλλά κινείται με την πορεία και την ταχύτητα του πλοίου μας. Έτσι οι ηχοί των ακινήτων στόχων εμφανίζονται στην οθόνη PPI ακίνητες, και το κέντρο της εικόνας κινείται σε σχέση μ' αυτές, όπως συμβαίνει στην πραγματικότητα. Αυτό βέβαια συμβαίνει εφόσον στην περιοχή δεν υπάρχει ρεύμα ή αν υπάρχει, εφόσον αυτό έχει αντισταθμισθεί.

Η δυνατότητα που παρέχει ο ενδείκτης αληθούς κινήσεως είναι πάρα πολύ χρήσιμη για την ακτοπλοΐα και ιδιαίτερα κατά την πλοϊγηση σε περιορισμένα νερά. Οι ηχοί των κινητών στόχων δεν επηρεάζονται από την κίνηση του πλοίου μας και στην οθόνη κινούνται με την αληθή τους κίνηση. Οι καθοδικές λυχνίες που χρησι-

μοποιούνται στους ενδείκτες αληθούς κινήσεως, παρουσιάζουν με φαινόμενα μεταπορφυρώσεως μεγαλύτερη διάρκεια και έτσι από το ίχνος κινήσεως των ηχών (ιουρά - tadpole tail), το οποίο στις μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως αποκτά μεγάλο μήκος, μπορούμε εύκολα να διακρίνουμε τους κινητούς στόχους. Η κατεύθυνση του ίχνους αυτού αντιπροσωπεύει την πορεία των κινητών στόχων. Έτσι, παραλληλίζοντας τις παράλληλες γραμμές του δραμέα διοπτεύσεων με το ίχνος της μεταπορφυρώσεως, μπορούμε να μετρήσουμε εύκολα την πορεία στο ανεμολόγιο. Επίσης, μπορούμε εύκολα να μετρήσουμε την απόσταση (διάστημα) που η ηχώ ενός στόχου θα διανύσει σε ορισμένο χρόνο και να υπολογίσουμε την ταχύτητα του στόχου.

Κάθε ενδείκτης αληθούς κινήσεως είναι εφοδιασμένος με εξειδικευμένη μονάδα, η οποία λαμβάνει την πληροφορία της πορείας του πλοίου μας με επαναλήπτη γυροσκοπικής πυξίδας και την πληροφορία της ταχύτητας από το δρομόμετρο του πλοίου ή από το τεχνητό δρομόμετρο που φέρει η ίδια η μονάδα. Σύμφωνα με τις πληροφορίες αυτές, η εξειδικευμένη μονάδα παράγει δυο συνεχή ρεύματα κατάλληλα μεταβαλλόμενης εντάσεως και φοράς, με τα οποία τροφοδοτούνται δυο κάθετα μεταξύ τους ζεύγη πηνίων, που περιβάλλουν το μίσχο της καθοδικής λυχνίας. Αποτέλεσμα των μαγνητικών πεδίων, που δημιουργούν τα δυο αυτά ζεύγη πηνίων, είναι το κέντρο της εικόνας (πλοίο μας) και όλα τα μόνιμα ή σταθερά στοιχεία της εικόνας (διακριβωτικοί δακτύλιοι, μεταβλητός σημειωτής αποστάσεως, γραμμή πλώρης), να κινούνται στην οθόνη με την πορεία και την ταχύτητα του πλοίου μας, (σχ. 8.7a). Έτσι οι διακριβωτικοί δακτύλιοι και ο μεταβλητός σημειωτής αποστάσεως έχουν πάντα κέντρο το κέντρο της εικόνας (το πλοίο μας) και μπορούμε να τους χρησιμοποιήσουμε για τη μέτρηση αποστάσεως, όπως και στον ενδείκτη σχετικής κινήσεως. Κατά την αληθή κίνηση η λαμπρότητα των διακριβωτικών δακτυλίων και του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως πρέπει να είναι πολύ ασθενής, για ν' αποφεύγονται προβλήματα λόγω μεταπορφυρώσεως, καθώς αυτοί κινούνται μαζί με το κέντρο της εικόνας.



Σχ. 8.7a.

Ενδείκτης ραντάρ αληθούς κινήσεως.

(Κατά την προχώρηση του πλοίου οι ηχοί των ακινήτων στόχων παραμένουν ακίνητοι και των κινητών κινούνται με την πορεία τους και την ταχύτητα τους. Κατά τις αλλαγές πορείας στρέφει μόνο η γραμμή πλώρης, όπως κατά την παρουσίαση της εικόνας με το Βαρρά άνω στον ενδείκτη σχετικής κινήσεως).

Εξάλλου, επειδή το κέντρο της εικόνας δεν βρίσκεται στο κέντρο της οθόνης και δε συμπίπτει με το κέντρο του ανεμολογίου του ενδείκτη, δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την κεντρική γραμμή του δρομέα διοπτεύσεων για τη μέτρηση διοπτεύσεων. Μπορούμε όμως να μετρήσουμε διοπτεύσεις στο ανεμολόγιο του ενδείκτη PPI, αν χρησιμοποιήσουμε τις παράλληλες γραμμές του δρομέα διοπτεύσεων σαν διπαράλληλο. Πάντως, για την εύκολη και ακριβή μέτρηση των διοπτεύσεων, όταν το κέντρο της εικόνας δεν βρίσκεται στο κέντρο της οθόνης, κάθε ενδείκτης αληθούς κινήσεως φέρει **ηλεκτρονικό δρομέα** (κανόνα) διοπτεύσεων (electronic cursor) ή **ηλεκτρονικό σημειωτή διοπτεύσεων** (electronic bearing marker). Αυτός είναι φωτεινή ηλεκτρονική γραμμή, η οποία μοιάζει με τη γραμμή πλώρης και με ομώνυμο ρυθμιστή μπορεί να στρέφεται σε ολόκληρο τον κύκλο της εικόνας. Στρέφοντας το ρυθμιστή έτσι, ώστε ο ηλεκτρονικός αυτός δρομέας να τέμνει στο μέσο τους τις ηχούς των μικρών στόχων ή κατά το μισό του οριζόντιου εύρους της δέσμης ακτινοβολίας μέσα από τα χαρακτηριστικά σημεία ηχούς ακτής, διαβάζομε τη διόπτευση σε ξεχωριστό αναλογικό ή ψηφιακό ενδείκτη διοπτεύσεων. Σε πολλούς ενδείκτες ο ηλεκτρονικός δρομέας, για να μη συγχέεται με τη γραμμή πλώρης, δεν είναι συνεχής φωτεινή γραμμή, αλλά διακοπόμενη. Επίσης σε ορισμένους σύγχρονους ενδείκτες, ο ηλεκτρονικός δρομέας διοπτεύσεων είναι ταυτόχρονα και μεταβλητός σημειωτής αποστάσεως, όπου ο ρυθμιστής μεταβλητού σημειωτή αποστάσεων μεταβάλλει το μήκος του. Σε τέτοια περίπτωση στρέφομε τον ηλεκτρονικό δρομέα με τον ομώνυμο ρυθμιστή στο στόχο που θέλουμε να διοπτεύσουμε, όπως είπαμε παραπάνω. Μετά, με το ρυθμιστή μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως ρυθμίζομε το μήκος του ηλεκτρονικού δρομέα, ώστε το άκρο του να καταλήγει στο εσωτερικό του στόχου αυτού. Τότε στους αντίστοιχους ψηφιακούς ενδείκτες διαβάζομε τη διόπτευση και την απόσταση του στόχου. Ο ηλεκτρονικός δρομέας διοπτεύσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τον ίδιο τρόπο και για τη μέτρηση διοπτεύσεων, όταν ο ενδείκτης λειτουργεί και ως ενδείκτης σχετικής κινήσεως. Η μέτρηση των διοπτεύσεων με τον ηλεκτρονικό δρομέα παρουσιάζει μεγαλύτερη ακρίβεια από ό,τι η μέτρηση με το μηχανικό δρομέα των παραλλήλων γραμμών, επειδή:

- Ο ηλεκτρονικός δρομέας βρίσκεται επάνω στην επιφάνεια της εικόνας των ηχών των στόχων.
- Η μέτρηση είναι ανεξάρτητη από τη σύμπτωση του κέντρου της εικόνας με το κέντρο της οθόνης.
- Οποιαδήποτε καμπύλωση της βάσεως χρόνου παρατηρείται και στον ηλεκτρονικό δρομέα και έτσι το σφάλμα εξουδετερώνεται.

Για να μπορεί το κέντρο της εικόνας να κινείται σε μεγάλο διάστημα της οθόνης, που θα αντιστοιχεί και σε μεγάλο πραγματικό διάστημα, υπάρχει η δυνατότητα μετατοπίσεως (εκτροπής) του κέντρου της εικόνας (του πλοίου μας) αντίθετα από την πορεία, όπως φαίνεται στο σχήμα 8.7a. Η μετατόπιση γίνεται με το ρυθμιστή μετατοπίσεως (ή επανατοποθετήσεως) Βορρά-Νότου (N-S reset) και το ρυθμιστή μετατοπίσεως ή (επανατοποθετήσεως) Απηλιώτη-Ζέφυρου (E-W reset). Με τους ρυθμιστές αυτούς μπορούμε να προκαλέσουμε μετατόπιση της εικόνας κατά τα 2/3 της ακτίνας της οθόνης προς τις αντίστοιχες κατευθύνσεις. Η αρχική μετατόπιση γίνεται συνήθως αντίθετα από την πορεία μας, οπότε η γραμμή πλώρης διέρχεται

από το κέντρο της οθόνης και καταλήγει στην ένδειξη του ανεμολογίου, που αντιστοιχεί στην πορεία του πλοίου μας. Έτσι, εκτός του ότι βλέπομε την πορεία που ακολουθούμε, εξασφαλίζεται η ίδια έκταση ανιχνεύσεως και από τις δυο πλευρές του πλοίου. Όταν όμως μετά από κάποια προχώρηση προβλέπεται αλλαγή πορείας, η μετατόπιση δεν πρέπει να γίνεται εντελώς αντίθετα από την αρχική πορεία, αλλά αντίθετα από τη νέα πορεία ή ενδιάμεσα, ώστε και με τη νέα πορεία να υπάρχει σημαντική έκταση ανιχνεύσεως και προς την κατεύθυνση της πλώρης και από τις δυο πλευρές του πλοίου.

Σημειώνεται ότι κατά τη μετατόπιση της εικόνας με τους παραπάνω ρυθμιστές «N-S reset» και «E-W reset», δεν μετατοπίζονται μόνο τα σταθερά της στοιχεία (κέντρο, διακριβωτικοί δακτύλιοι κλπ.), αλλά και η εικόνα των στόχων. Γι' αυτό οι μετατοπίσεις πρέπει να περιορίζονται στο ελάχιστο δυνατό και να προγραμματίζονται έτσι, ώστε να μην πραγματοποιούνται σε επικίνδυνα σημεία.

Η συνολική έκταση της οθόνης, κατά την οποία μπορεί να μετατοπισθεί ή να κινηθεί το κέντρο της εικόνας, είναι τετράγωνο, του οποίου οι πλευρές είναι ίσες με τα 2/3 της διαμέτρου της οθόνης και ανά δυο είναι παράλληλες προς τη διεύθυνση Βορρά-Νότου και τη διεύθυνση Απληιώτη-Ζέφυρου. Έτσι, επιτρέπομε στο κέντρο της εικόνας (το πλοίο μας) να κινηθεί προς την κατεύθυνση της πλώρης μέχρι το 1/3 της ακτίνας της οθόνης από την περιφέρειά της. Έτσι αφήνει σημαντική απόσταση ανιχνεύσεως προς την κατεύθυνση της πλώρης, ώστε να αποφεύγονται οι κίνδυνοι από αιφνίδια εμφάνιση στόχων προς την πλώρη μας.

Όταν, κατά την αληθή κίνηση, το κέντρο της εικόνας πλησιάζει στο 1/3 της ακτίνας της οθόνης από την περιφέρειά της, η αληθής κίνηση σταματά αυτόματα. Τότε φωτίζεται ένδειξη ή ηχεί βομβητής, που μας ειδοποιεί ότι η κίνηση είναι σχετική και ότι πρέπει να μετατοπίσουμε το κέντρο της εικόνας αντίθετα από την πορεία ή σε νέα κατάλληλη θέση, ανάλογα με την εξέλιξη του πλου, με τους ρυθμιστές μετατοπίσεως. Σε ορισμένους ενδείκτες αληθούς κινήσεως η παραπάνω μετατόπιση (επαναφορά) γίνεται αυτόματα, όταν το κέντρο της εικόνας φθάσει σε απόσταση 1/3 της ακτίνας της οθόνης από την περιφέρεια της οθόνης προς την κατεύθυνση της πλώρης. Σε άλλους τύπους το κέντρο της εικόνας επανέρχεται αυτόματα στο κέντρο της οθόνης, ενώ η ένδειξη ή ο βομβητής μας ειδοποιεί ότι η εικόνα που εμφανίζεται είναι σχετικής κινήσεως.

Στο σχήμα 8.7β βλέπομε δυο εικόνες ενδείκτη αληθούς κινήσεως, που καλύπτουν δυο διαφορετικές περιοχές του ποταμού Schelde κοντά στην Αμβέρσα και το Bat αντίστοιχα, όπου το πλοίο μας (αρχή της γραμμής πλώρης) και οι κινητοί στόχοι διακρίνονται από το ίχνος της μεταπορφώσεώς τους.

Στον ενδείκτη αληθούς κινήσεως η εικόνα είναι αζιμουθιακά στερεωμένη, όπως κατά την παρουσίαση με το Βορρά άνω, και η κατεύθυνση της παράλληλης προς την ένδειξη 0° του ανεμολογίου από το σημείο που βρίσκεται το κέντρο της εικόνας αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση του Βορρά. Κατά τις αλλαγές πορείας η εικόνα των στόχων παραμένει σταθερή, στρέφεται όμως η γραμμή πλώρης στην κάθε στιγμή κατεύθυνση της πορείας. Η γραμμή πλώρης δείχνει την ένδειξη του ανεμολογίου που αντιστοιχεί στην πορεία, μόνο όταν το κέντρο της εικόνας βρίσκεται στο κέντρο της οθόνης, ή όταν η μετατόπισή του έχει γίνει ακριβώς αντίθετα από την πορεία.



Σχ. 8.7β.

Εικόνες αληθούς κινήσεως σε περιοχές του ποταμού Schelde.

- α) Εικόνα του ποταμού Schelde κοντά στην Αμβέρσα. Κατάπλωρα διακρίνεται στόχος-πλοίο που ακολουθεί αντίθετη πορεία. Η ανίχνευση προς την κατεύθυνση της πλώρης έχει ελαττωθεί σημαντικά και πρέπει να γίνει επαναφορά αμέσως μετά τη διασταύρωση με το πλοίο αυτό. β) Εικόνα του ποταμού Schelde κοντά στο Bat. Διακρίνονται οι ηχοί των σημαντήρων που καθορίζουν το δίαυλο ως ακίνητες κηλίδες. Οι ηχοί ενός μικρού και ενός μεγάλου πλοίου διακρίνονται από αριστερά και τα οποία πλησιάζουν. Επίσης διακρίνονται οι ηχοί ενός μικρού και ενός μεγάλου πλοίου που ακολουθούν. Η εκτροπή της εικόνας έχει γίνει προς τα δεξιά, ώστε κατά τη στροφή που θα ακολουθήσει για την είσοδο στο δίαυλο που καθορίζεται με τους σημαντήρες να μην απαιτείται επαναφορά.

Σημειώνεται ότι οι ενδείκτες αληθούς κινήσεως έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν σε αληθή κίνηση σε κλίμακες μέχρι 12 ν.μ και σπάνια μέχρι 24 ν.μ, επειδή σε μεγαλύτερες κλίμακες δε διακρίνεται εύκολα η κίνηση των κινητών στόχων, ειδικά από το ίχνος της μεταπορφυρώσεως. Όταν επιλέξουμε μεγαλύτερη κλίμακα ανιχνεύσεως, το κέντρο της εικόνας επανέρχεται αυτόματα στο κέντρο της οθόνης και ο ενδείκτης λειτουργεί σε σχετική κίνηση.

Σημειώνεται επίσης ότι όλοι οι τύποι ενδεικτών αληθούς κινήσεως μπορούν να λειτουργήσουν σε όλες τις κλίμακες ανιχνεύσεώς τους και ως ενδείκτες σχετικής κινήσεως, με παρουσίαση της εικόνας είτε με την πλώρη άνω είτε με το Βορρά άνω. Η επιλογή γίνεται με επιλογέα διακόπτη.

Στο παράρτημα Γ' αναπτύσσονται τεχνικές λεπτομέρειες για τη λειτουργία του ενδείκτη αληθούς κινήσεως.

8.7.1 Διακόπτες και ρυθμιστές του ενδείκτη αληθούς κινήσεως.

Κάθε ενδείκτης αληθούς κινήσεως, εκτός από τους συνηθισμένους διακόπτες και ρυθμιστές που αναφέραμε στο κεφάλαιο 3, τους οποίους φέρουν και οι ενδείκτες σχετικής κινήσεως, φέρει και εξειδικευμένους διακόπτες και ρυθμιστές, οι οποίοι είναι απαραίτητοι κατά τη λειτουργία τους σε αληθή κίνηση. Αυτοί βρίσκονται συνήθως στο ξεχωριστό πλαίσιο αληθούς κινήσεως, το οποίο φέρει στην πρόσοψή του κάθε ενδείκτης αληθούς κινήσεως και επενεργούν στη μονάδα του αναλυτή (resolver's unit), που αναπτύσσεται στο παράρτημα Γ'. Οι διακόπτες και οι ρυθμιστές αληθούς κινήσεως είναι οι εξής:

α) Ο διακόπτης επλογής παρουσιάσεως της εικόνας.

Όπως είπαμε κάθε τύπος ενδείκτη αληθούς κινήσεως έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί και σε σχετική και σε αληθή κίνηση. Για το σκοπό αυτό φέρει το διακόπτη επιλογής παρουσιάσεως της εικόνας ("Presentation" in Orientation Switch).

Ο διακόπτης αυτός έχει τις εξής θέσεις:

- **Σχετική κίνηση χωρίς αζιμουθιακή στερέωση** (Relative Unstabilized ή με την πλώρη άνω (Head-Up)).
- **Σχετική κίνηση με αζιμουθιακή στερέωση** (Relative Stabilized) ή με το Βορρά άνω (North-Up).
- **Αληθής κίνηση με χειροκίνητα ρυθμιζόμενη ταχύτητα** (True Manual) ή αληθής κίνηση με ταχύτητα κατ' εκτίμηση (True Estimated Speed) ή αληθής κίνηση με τεχνητή ταχύτητα (True Artificial Speed) ή σταθεροποίηση ως προς το βυθό (Bottom Stabilized ή Ground Stabilized). Όταν ο διακόπτης βρίσκεται στη θέση αυτή, η πληροφορία της ταχύτητας παρέχεται στη μονάδα του αναλυτή από τεχνητό δρομόμετρο που φέρει η ίδια η μονάδα, (βλ. και παράρτημα Γ'). Με ξεχωριστό ρυθμιστή ταχύτητας (speed in knots), που φέρει στην πρόσοψή της η μονάδα, ρυθμίζομε το τεχνητό αυτό δρομόμετρο, αφού εκτιμήσομε την ταχύτητα του πλοίου μας ως προς τη μάζα του νερού και το ρεύμα που μπορεί να επικρατεί στην περιοχή, ώστε να εξασφαλίζομε πληροφορία ταχύτητας του πλοίου ως προς το βυθό.
- **Αληθής κίνηση με ταχύτητα δρομομέτρου** (True-Log) ή **σταθεροποίηση ως προς τη μάζα του νερού** (Sea Stabilized). Όταν ο διακόπτης βρίσκεται στη

Θέση αυτή, η πληροφορία της ταχύτητας παρέχεται στη μονάδα του αναλυτή από το δρομόμετρο του πλοίου. Αν το δρομόμετρο του πλοίου μας είναι τύπου στρεφόμενης έλικας ή τύπου σωλήνα Pitot, η πληροφορία της ταχύτητας που παρέχεται είναι ως προς τη μάζα του νερού, ενώ αν είναι δρομόμετρο φαινομένου Doppler, μπορεί να παρέχεται πληροφορία ταχύτητας ως προς το βυθό.

β) Οι ρυθμιστές μετατοπίσεως.

Με τους ρυθμιστές μετατοπίσεως ή επανατοποθετήσεως (Resets), όπως είπαμε και στην προηγούμενη παράγραφο, μετατοπίζομε αρχικά το κέντρο της εικόνας αντίθετα από την πορεία μας και το επαναφέροοε στη θέση αυτή, όταν καλύψει το διάστημα της οθόνης, κατά το οποίο μπορεί να κινηθεί ή επιθυμούμε να κινηθεί. Ορισμένοι ενδείκτες φέρουν και πιεζόμενο διακόπτη επαναφοράς, που, όταν τον πιέσουμε, επενεργεί στους παραπάνω ρυθμιστές και έτσι με μια κίνηση επαναφέρομε το κέντρο της εικόνας στη θέση για την οποία έχουν ρυθμισθεί οι ρυθμιστές μετατοπίσεως. Σε άλλους ενδείκτες υπάρχει σύστημα αυτόματης επαναφοράς, το οποίο επαναφέρει το κέντρο της εικόνας σε θέση μακριά από το κέντρο της οθόνης κατά τα 2/3 της ακτίνας της οθόνης και αντίθετα από την πορεία, όταν αυτό καλύψει το διάστημα της οθόνης, κατά το οποίο μπορεί να κινηθεί.

Το αυτόματο αυτό σύστημα παρουσιάζει το μειονέκτημα, ότι η μετατόπιση γίνεται εντελώς αντίθετα από την πορεία, οπότε η γραμμή πλώρης διέρχεται από το κέντρο της οθόνης. Έτσι, μετά από αλλαγή πορείας, η γραμμή πλώρης μπορεί να στρέφεται προς τις ακτές, οπότε δε θα έχουμε σημαντική απόσταση ανιχνεύσεως προς την κατεύθυνση της πλώρης ή από την επικίνδυνη πλευρά του πλοίου μας. Επίσης, αν έχει καταστραφεί έκταση της φθορίζουσας ουσίας στο κέντρο της οθόνης, μπορεί να μην εμφανίζεται η ηχώ ακίνητου μικρού στόχου, που κατά τύχη βρίσκεται στην έκταση αυτή, μέχρι να γίνει η νέα επαναφορά του κέντρου της εικόνας.

γ) Οι ρυθμιστές παλίρροιας.

Με τους ρυθμιστές παλίρροιας (Tidal Correction Controls) μπορεί να παρέχεται κατ' εκτίμηση τη ταχύτητα και η κατεύθυνση του ρεύματος, ώστε η αληθής κίνηση στον ενδείκτη να γίνεται με την κίνηση του πλοίου μας ως προς το βυθό. Ορισμένοι ενδείκτες φέρουν μόνο **ρυθμιστή διορθώσεως πορείας ως προς το βυθό** (Course made Ground Correction), επειδή η πληροφορία της πορείας που παρέχεται από την πυξίδα είναι πάντα η πορεία ως προς τη μάζα του νερού. Στην περίπτωση αυτή η πληροφορία της ταχύτητας παρέχεται από το τεχνητό δρομόμετρο, το οποίο ρυθμίζομε έτσι, ώστε να παρέχει πληροφορία ταχύτητας, ίσης με την ταχύτητα του πλοίου μας ως προς το βυθό. Άλλοι ενδείκτες έχουν και πρόσθετο διακόπτη, ο οποίος έχει τις δυο θέσεις: **ευνοϊκό ρεύμα** (Following Tide) και **αντίθετο ρεύμα** (Contrary Tide), και ο οποίος παρακάμπτει το ρυθμιστή κατεύθυνσεως ρεύματος. Ο διακόπτης αυτός είναι πολύ χρήσιμος, όταν πλέομε σε ποταμούς με στροφές, όπου η κατεύθυνση του ρεύματος μπορεί να αντιστρέφεται από στροφή σε στροφή του ποταμού.

δ) Ο ρυθμιστής του επαναλήπτη πυξίδας.

Με το ρυθμιστή του επαναλήπτη πυξίδας (Compass Repeater) ή ρυθμιστή πορείας (Course Adjuster) ευθυγραμμίζομε τον επαναλήπτη στην ένδειξη πορείας της

γυροσκοπικής πυξίδας του πλοίου. Σε περίπτωση που ο ενδείκτης ΡΡΙ δε φέρει ξεχωριστό ανεμολόγιο επαναλήπτη, τότε, αφού ρυθμίσομε το κέντρο της εικόνας να συμπίπτει με το κέντρο της οθόνης ή αφού στρέψουμε το διακόπτη επιλογής παρουσιάσεως της εικόνας στη θέση **σχετική κίνηση με το βορά κάτω**, ρυθμίζομε τον παραπάνω ρυθμιστή, έτσι, ώστε η γραμμή πλώρης να εμφανίζεται στην ένδειξη του ανεμολογίου της οθόνης που αντιστοιχεί στην πορεία του πλοίου.

ε) Ο διακόπτης μηδενικής ταχύτητας.

Ο διακόπτης μηδενικής ταχύτητας (Zero Speed Switch) ή διακόπτης ελέγχου (Check Switch) ή διακόπτης κρατήσεως (Hold Switch) διακόπτει και αποκαθιστά την πληροφορία της ταχύτητας στη μονάδα του αναλυτή, είτε αυτή παρέχεται από το δρομόμετρο του πλοίου, είτε από το τεχνητό δρομόμετρο. Όταν διακόπτεται η πληροφορία της ταχύτητας, σταματά και η αληθής κίνηση του κέντρου της εικόνας, το οποίο παραμένει ακίνητο στο σημείο της οθόνης που βρίσκεται τη στιγμή της διακοπής, οπότε και ο ενδείκτης λειτουργεί σε σχετική κίνηση. Ταυτόχρονα φωτίζεται ένδειξη **Relative Motion** που μας πληροφορεί ότι έχομε σχετική κίνηση. Η ίδια ένδειξη φωτίζεται και όταν θέσουμε κλίμακα ανιχνεύσεως μεγαλύτερη από αυτές που ο ενδείκτης λειτουργεί σε αληθή κίνηση, ενώ τότε το κέντρο της εικόνας επανέρχεται αυτόματα στο κέντρο οθόνης.

Έτσι, με το διακόπτη αυτόν έχομε τη δυνατότητα να επιλέγομε αμέσως λειτουργία του ενδείκτη από αληθή κίνηση σε σχετική κίνηση και αντίστροφα. Η σχετική κίνηση μας παρέχει τη δυνατότητα να διαπιστώσουμε αμέσως την κατεύθυνση της σχετικής κινήσεως των κινητών στόχων και από αυτήν την ελάχιστη απόσταση συμπλησιάσεως. Για να βρούμε την κατεύθυνση της σχετικής κινήσεως ρυθμίζομε το μεταβλητό σημειωτή αποστάσεως και τον ηλεκτρονικό δρομέα διοπτεύσεως επάνω στην ηχώ του κινητού στόχου και μετά από μικρό χρονικό διάστημα (3 ή 6 λεπτά) ενώνουμε το σημείο αυτό με τη νέα θέση της ηχούς. Η ευθεία αυτή είναι η κατεύθυνση της σχετικής κινήσεως του κινητού στόχου και η απόστασή της προεκτάσεως της από το κέντρο της εικόνας είναι η απόσταση ελάχιστης συμπλησιάσεως του πλοίου μας με τον κινητό στόχο. Μετά τη διαπίστωση αυτή μεταθέτοντας το διακόπτη μηδενικής ταχύτητας, αποκαθιστούμε την αληθή κίνηση.

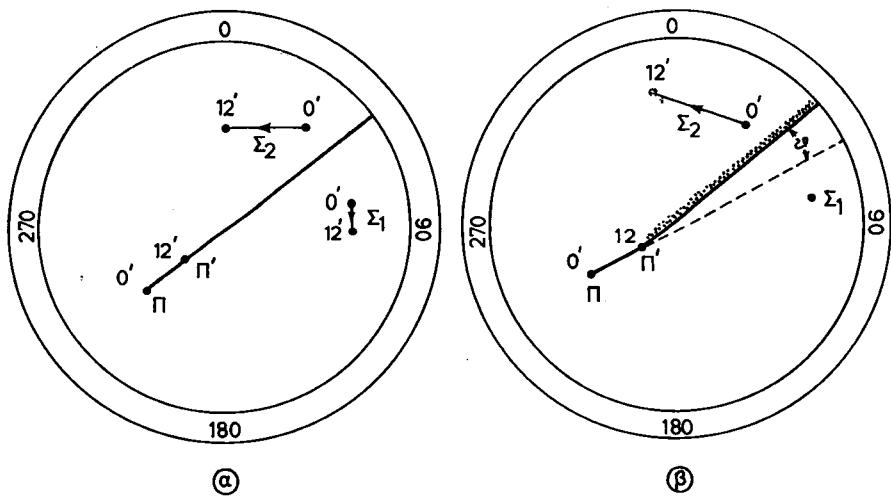
Βέβαια σε κάθε ενδείκτη αληθούς κινήσεως υπάρχουν λεπτομέρειες, σε ό,τι αφορά τις δυνατότητες των διακοπών του και των ρυθμιστών του, τις οποίες μπορούμε να πληροφορηθούμε από το εγχειρίδιο του ενδείκτη.

8.7.2 Αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς τη μάζα του νερού.

Κατά τη λειτουργία του ενδείκτη αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση προς τη μάζα του νερού (Sea Stabilized ή Watertrack Stabilized), η πληροφορία της πορείας και της ταχύτητας του πλοίου είναι ως προς τη μάζα του νερού. Δηλαδή παρέχονται χωρίς καμιά διόρθωση, τόσο η πληροφορία της πορείας από την πυξίδα του πλοίου, όσο και η πληροφορία της ταχύτητας από το δρομόμετρό του. Αν το δρομόμετρο του πλοίου είναι «φαινομένου Doppler», τότε αυτό πρέπει να λειτουργεί στο ίχνος νερού (Watertrack), ενώ αν η πληροφορία της ταχύτητας παρέχεται από το τεχνητό δρομόμετρο της μονάδας του αναλυτή, αυτό πρέπει να ρυθμίζεται στην ταχύτητα του πλοίου ως προς τη μάζα του νερού (ταχύτητα μηχανής του πλοίου).

Στην περίπτωση αυτή η κίνηση, που πραγματοποιεί στην οθόνη το κέντρο της εικόνας (κατεύθυνση και ταχύτητα), αντιστοιχεί στην κίνηση του πλοίου μας ως προς την μάζα του νερού. Οι ηχοί των ακινήτων στόχων, αν εμφανίζονται τέτοιες, θα κινούνται στην οθόνη με κατεύθυνση αντίθετη από την κατεύθυνση του ρεύματος και ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του ρεύματος, δημιουργώντας προβλήματα στη διάκριση των ηχών μικρών στόχων, λόγω μεταπορφυρώσεως. Οι ηχοί των κινητών στόχων θα κινούνται με την πορεία και την ταχύτητα των στόχων αυτών ως προς τη μάζα του νερού.

Η λειτουργία του ενδείκτη αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τη μάζα του νερού είναι κατάλληλη, όταν πλέομε σε περιοχές που δεν ανιχνεύονται ακτές ή άλλοι ακίνητοι στόχοι, οπότε δεν έχομε τη δυνατότητα να τηρήσουμε με ακρίβεια την κίνηση του πλοίου μας ως προς το βυθό, ειδικά λόγω πορείας. Έτσι και η κίνηση της ηχούς κάθε στόχου-πλοίου στην οθόνη θα αντιπροσωπεύει την κίνησή του ως μάζα του νερού και ειδικά της πορείας του, επειδή για τον ίδιο λόγο και αυτό δε θα είναι σε θέση να τηρήσει με ακρίβεια την κίνησή του ως προς το βυθό. Επίσης, όπως φαίνεται στο σχήμα 8.7γ(α), η γραμμή πλώρης κινείται παράλληλα προς την κατεύθυνσή της, στην οποία κατεύθυνση εμφανίζεται λόγω πορείας πυξίδας και έτσι δε δημιουργεί προβλήματα λόγω μεταπορφυρώσεως.



Σχ. 8.7γ.

Αληθής κίνηση ως προς τη μάζα του νερού και ως προς το βυθό.

α) Στην αληθή κίνηση ως προς τη μάζα του νερού η ηχώ του ακίνητου στόχου Σ_1 κινείται προς Νότο, που σημαίνει ότι το ρεύμα έχει κατεύθυνση προς Βορρά· η γραμμή πλώρης δεν παρουσιάζει μεταπορφύρωση. $\Pi\Pi'$ είναι το διάστημα κατά το οποίο το πλοίο μας κινήθηκε σε $12'$ λεπτά ως προς τη μάζα του νερού, ενώ φαίνονται και τα διαστήματα κατά τα οποία κινήθηκαν ο ακίνητος στόχος Σ_1 , και ο στόχος-πλοίο Σ_2 .

β) Έγινε διόρθωση πορείας κατά $θ^{\circ}$ δεξιά και διόρθωση ταχύτητας, ώστε να ακινητοποιηθεί η ηχώ του ακίνητου στόχου Σ_1 , οπότε εξασφαλίσθηκε αληθής κίνηση ως προς το βυθό, ενώ η γραμμή πλώρης δημιουργεί μεταπορφύρωση στην αντίθετη (αριστερή) πλευρά της από τη διόρθωση. $\Pi\Pi'$ είναι το διάστημα κατά το οποίο το πλοίο μας κινήθηκε ως προς το βυθό σε $12'$ λεπτά, ενώ φαίνεται και το διάστημα κατά το οποίο ο στόχος-πλοίο Σ_2 κινήθηκε ως προς το βυθό στον ίδιο χρόνο. Η γωνία θ είναι η διαφορά μεταξύ της πορείας πυξίδας και της πορείας του πλοίου μας ως προς το βυθό.

8.7.3 Αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς το βυθό.

Κατά την λειτουργία του ενδείκτη αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς το βυθό (Bottom Track Stabilized ή Ground Stabilized) η πληροφορία της πορείας και της ταχύτητας, που παρέχονται στον ενδείκτη αληθούς κινήσεως, είναι διορθωμένες, ανάλογα με την κατεύθυνση και την ταχύτητα του ρεύματος, ώστε να αντιστοιχούν στην πορεία και την ταχύτητα του πλοίου ως προς το βυθό. Στην περίπτωση αυτή, οι ηχοί των ακινήτων στόχων εμφανίζονται στην οθόνη ακίνητες, ενώ το κέντρο της οθόνης (πλοίο μας) και οι ηχοί των κινητών στόχων κινούνται στην οθόνη με την πορεία τους και την ταχύτητά τους ως προς το βυθό. Έτσι αποφεύγεται η δυσκολία στη διάκριση των ηχών των μικρών στόχων λόγω μεταπορφυρώσεως από την ηχώ ακτών, ενώ αναγνωρίζονται εύκολα οι ηχοί των μικρών ακινήτων στόχων. Δημιουργεί όμως προβλήματα μεταπορφυρώσεως η γραμμή πλώρης [σχ. 8.7γ(β)], έπειδή αυτή διατηρεί την κατεύθυνση της πορείας ως προς τη μάζα του νερού, την οποία λαμβάνει από την πυξίδα και κινείται ολόκληρη προς την κατεύθυνση κινήσεως ως προς το βυθό.

Η διόρθωση της πορείας και της ταχύτητας μπορεί να γίνεται με τους ρυθμιστές ρεύματος, που φέρει ο ενδείκτης [παράγρ. 8.7.1(γ)], τους οποίους ρυθμίζομε στην κατεύθυνση και την ταχύτητα του ρεύματος, αντίστοιχα. Αν το δρομόμετρο του πλοίου είναι «φαινομένου Doppler» και λειτουργεί σε ίχνος βυθού (Bottom Track), δεν απαιτείται διόρθωση ταχύτητας. Όταν ο ενδείκτης αληθούς κινήσεως φέρει μόνο διόρθωτή πορείας, τότε παρέχομε την πληροφορία της ταχύτητας από τεχνητό δρομόμετρο, ρυθμίζοντάς το στην ταχύτητα του πλοίου ως προς το βυθό.

Θα πρέπει, δημως, να έχομε πάντα υπόψη μας ότι, μετά από κάθε μεταβολή της ταχύτητας του πλοίου μας, πρέπει να ρυθμίζομε το τεχνητό δρομόμετρο στη νέα ταχύτητα του πλοίου.

Η διόρθωση της πορείας και της ταχύτητας, όταν ο ενδείκτης διαθέτει ρυθμιστή κατευθύνσεως και ταχύτητας ρεύματος, μπορεί να γίνει εύκολα ως εξής: Στρέφοντας και τους δυο ρυθμιστές στη θέση «Ο», παρακολουθούμε την ηχώ ενός ακίνητου στόχου. Λόγω του ρεύματος η ηχώ θα κινηθεί σε κατεύθυνση αντίθετη από την κατεύθυνση του ρεύματος, οπότε ρυθμίζομε το ρυθμιστή κατευθύνσεως σε ένδειξη αντίθετη από την κατεύθυνση κινήσεως της ηχούς. Αν π.χ. η ηχώ του ακίνητου στόχου κινείται ΒΑ, ρυθμίζομε το ρυθμιστή σε ΝΔ ένδειξη. Μετά ρυθμίζομε το ρυθμιστή ταχύτητας ρεύματος από την ένδειξη «Ο» στην ένδειξη όπου η ηχώ θα ακινητοποιηθεί.

Αν ο ενδείκτης φέρει μόνο ρυθμιστή διόρθωσεως πορείας (Course Made Ground Correction Control) και η πληροφορία της ταχύτητας παρέχεται από το τεχνητό δρομόμετρο και η κατεύθυνση και ταχύτητα του ρεύματος είναι γνωστές, κατασκευάζομε το τρίγωνο υποτυπώσεως ρεύματος. Από το τρίγωνο αυτό προκύπτει η διόρθωση πορείας που πρέπει να επιφέρομε στον παραπάνω ρυθμιστή πορείας και η διόρθωση ταχύτητας που πρέπει να επιφέρομε στο τεχνητό δρομόμετρο. Οι σωστές ρυθμίσεις για την αντιστάθμιση του ρεύματος διαπιστώνονται από την ακινητοποίηση της ηχούς ακίνητου στόχου. Η ακινητοποίηση έχει πραγματοποιηθεί, όταν η ηχώ του ακίνητου στόχου παραμένει κάτω από σημείωση που κάνομε με υαλογράφο στον ανακλαστικό υποτυπωτή.

Θα πρέπει να σημειώσομε ότι, όταν η ηχώ ακίνητου στόχου κινείται δεξιότερα ή

αριστερότερα από την πορεία μας (κατεύθυνση της γραμμής πλώρης), αυτό σημαίνει ότι δεν έχουμε ρυθμίσει σωστά το ρυθμιστή κατευθύνσεως ρεύματος. Όταν κινείται προς την κατεύθυνση της πορείας μας, σημαίνει ότι δεν έχουμε ρυθμίσει σωστά το ρυθμιστή ταχύτητας ρεύματος ή το ρυθμιστή ταχύτητας του δρομομέτρου. Όταν η διόρθωση ταχύτητας είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα ευνοϊκού ρεύματος ή μικρότερη από την ταχύτητα αντίθετου ρεύματος ή όταν η ταχύτητα στην οποία έχει ρυθμισθεί το τεχνητό δρομόμετρο είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα του πλοίου ως προς το βυθό, τότε η ηχώ ακίνητου στόχου κινείται προς την κατεύθυνση της πορείας και αντίστροφα, επειδή τότε θα εμφανίζεται στη σωστή απόσταση. Στην πρώτη περίπτωση το ίχνος μεταπορφυρώσεως εμφανίζεται αντίθετα από την πορεία του πλοίου μας, ενώ στη δεύτερη περίπτωση προς την κατεύθυνση της πορείας μας.

Ωστόσο κατά τις αλλαγές πορείας του πλοίου, επειδή ελαττώνεται η ταχύτητά του και δεν ανταποκρίνεται στις ρυθμίσεις που έχουν γίνει, παρατηρείται μια πρόσκαιρη ολίσθηση των ηχών των ακινήτων στόχων σε κατεύθυνση αντίθετη από την στροφή του πλοίου, όπως στο σχήμα 8.7δ(β). Η ολίσθηση αυτή παρατηρείται μέχρι τη στιγμή που το πλοίο θα αποκτήσει πάλι την κανονική του ταχύτητα ως προς το βυθό, για την άλλη πλευρά της πορείας, η οποία μεταπορφύρωση εμφανίζεται προς την κατεύθυνση της κινήσεως. Επίσης, μικρή ολίσθηση πορείας στις ηχούς των ακινήτων στόχων παρατηρείται, λόγω πρόσκαιρου σφάλματος πορείας της πυξίδας και λόγω του ότι ο άξονας στροφής του πλοίου δε συμπίπτει με το σημείο που βρίσκεται η κεραία της συσκευής ραντάρ.

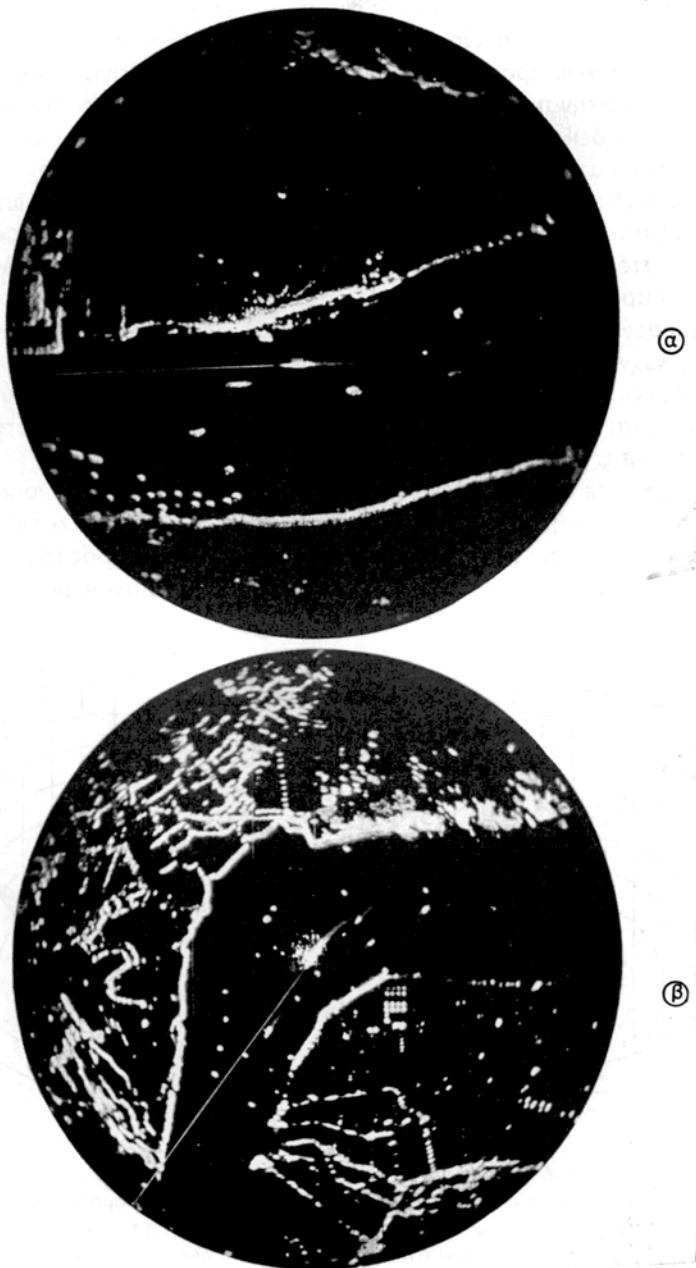
Η λειτουργία του ενδείκτη αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς το βυθό είναι κατάλληλη για την ακτοπλοΐα και ιδιαίτερα κατά την πλοήγηση, όπως φαίνεται στο σχήμα 8.7γ(α), επειδή:

- Δεν δημιουργούνται προβλήματα μεταπορφυρώσεως από τις ηχούς ακτών.
- Οι ηχοί των μικρών ακινήτων στόχων (σημαντήρων, καραβιοφάναρων) παραμένουν ακίνητες και αναγνωρίζονται εύκολα.
- Το πλοίο μας και οι ηχοί των στόχων πλοίων κινούνται στην οθόνη με την κίνησή τους ως προς το βυθό ή ως προς τους ακίνητους στόχους. Έτσι διακρίνεται εύκολα ο χειρισμός κάθε πλοίου στόχου και ειδικά της πορείας του, από την αλλαγή της κατευθύνσεως του ίχνους του λόγω της μεταπορφυρώσεως.

Όταν όμως στην περιοχή που πλέομε δεν ανιχνεύονται ακίνητοι στόχοι και δεν μπορούμε να εξασφαλίσουμε αληθή κίνηση ως προς το βυθό με ακρίβεια, είναι προτιμότερη ή λειτουργία του ενδείκτη αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς την μάζα του νερού.

8.7.4 Ενδείκτης αληθούς κινήσεως με την πορεία άνω.

Στον ενδείκτη αληθούς κινήσεως με την πορεία άνω (True Motion Course-Up Display), ο επαναλήπτης γυροσκοπικής πυξίδας εξασφαλίζει διπλή αζιμουθιακή στρεψηση, όπως και στον ενδείκτη σχετικής κινήσεως με την πορεία άνω, (παράγρ. 8.5). Δηλαδή, ο επαναλήπτης στρέφει ταυτόχρονα ως μια μονάδα, το ανεμολόγιο, ολόκληρη την καθοδική λυχνία και το μηχανικό δρομέα διοπτρέυσεων. Η

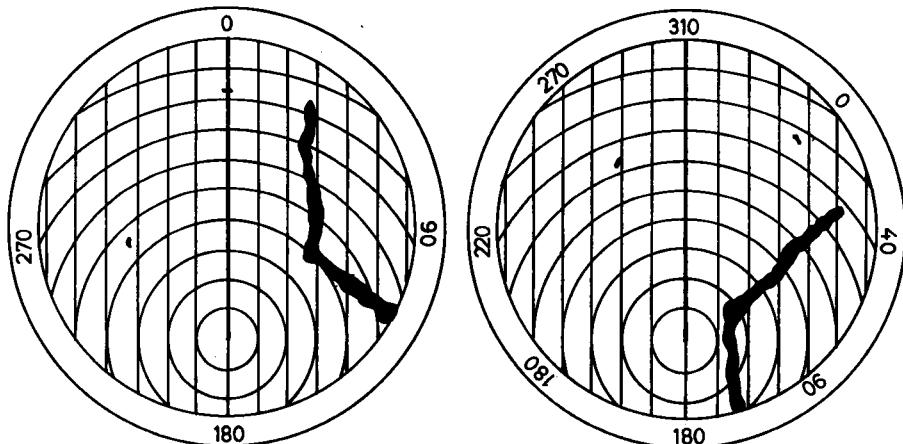
**Σχ. 8.76.**

Αληθής κίνηση ως προς το βυθό.

α) Εικόνα αληθούς κινήσεως ως προς το βυθό της περιοχής Gravesend Beach στον ποταμό Τάμεση. Από τη μεταπορφύρωση διακρίνεται το ίχνος κινήσεως του πλοίου μας και του πλοίου-στόχου αριστερά από την πλώρη μας. β) Εικόνα αληθούς κινήσεως ως προς το βυθό της περιοχής Hope Beach στον ποταμό Τάμεση κατά τη στροφή του πλοίου αριστερά. Διακρίνεται η ολίσθηση των ηχών των σταθερών στόχων προς τα βορειοδυτικά, από τη μεταπορφύρωση που παρουσιάζεται προς τα νοτιοανατολικά.

στροφή αυτή γίνεται αντίθετα από τη φορά στροφής του πλοίου και με την ίδια ταχύτητα. Έτσι, η γραμμή πλώρης δεν επηρεάζεται από τη στροφή του πλοίου και εμφανίζεται συνέχεια προς τα άνω, δείχνοντας στο ανεμολόγιο την ένδειξη μοιρών που αντιστοιχεί στην πορεία του πλοίου, ενώ η παράλληλη από το κέντρο της εικόνας προς την ένδειξη 0° του ανεμολογίου αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση του Βορρά. Καθώς κατά τις αλλαγές πορείας του πλοίου, τόσο η εικόνα των στόχων, όσο και η καθοδική λυχνία στρέφονται αντίθετα από τη φορά στροφής του πλοίου και με την ίδια ταχύτητα, οι εκτάσεις της οθόνης του PPI, στις οποίες εμφανίζονται οι ηχοί των στόχων, δεν αλλάζουν λόγω της αλλαγής πορείας του πλοίου, και συνεπώς δεν παρουσιάζεται πρόβλημα μεταπορφυρώσεως. Όμως προβλήματα μεταπορφυρώσεως παρουσιάζει η γραμμή πλώρης, η οποία, λόγω της στροφής της καθοδικής λυχνίας, εμφανίζεται σε διαφορετικά σημεία της οθόνης. Μαζί με την καθοδική λυχνία στρέφονται και τα σταθερά πηνία μετατοπίσεως του κέντρου της εικόνας και έτσι η αληθής κίνηση ακολουθεί την προς τα άνω κατεύθυνση της γραμμής πλώρης.

Στο σχήμα 8.7ε φαίνονται εικόνες αληθούς κινήσεως με την πορεία άνω, πριν και μετά από αλλαγή πορείας κατά 50° αριστερά. Βέβαια και ο ενδείκτης αυτός μπορεί να λειτουργήσει με σταθεροποίηση της εικόνας ως προς τη μάζα του νερού και ως προς το βυθό, όπως και ο ενδείκτης αληθούς κινήσεως με το Βορρά άνω.



Σχ. 8.7ε.

Ενδείκτης αληθούς κινήσεως με την πορεία άνω.

Κατά τη στροφή του πλοίου η εικόνα των στόχων, η καθοδική λυχνία, ο δρομέας διοπτεύσεως και το ανεμολόγιο στρέφουν αντίθετα με την ίδια ταχύτητα. Έτσι η γραμμή πλώρης εμφανίζεται στην ένδειξη του ανεμολογίου που αντιστοιχεί στην πορεία. Η εικόνα δεν δημιουργεί μεταπορφύρωση, δημιουργεί όμως η γραμμή πλώρης.

8.8 Ενδείκτης σχετικής κινήσεως με το Βορρά άνω και αποκεντρωμένη την εικόνα.

Ως ενδείκτης σχετικής κινήσεως με το Βορρά άνω και αποκεντρωμένη την εικό-

va (Relative Motion Display North-Up Off-Centre) μπορεί να λειτουργήσει κάθε ενδείκτης αληθούς κινήσεως. Η λειτουργία αυτή επιτυγχάνεται, όταν θέσομε το διακόπτη επιλογής παρουσιάσεως της εικόνας σε μια από τις θέσεις αληθούς κινήσεως και με το διακόπτη μηδενικής ταχύτητας [παράγρ. 8.7.1(a)] διακόψωμε την πληροφορία της ταχύτητας στο σύστημα αληθούς κινήσεως. Με τους ρυθμιστές μεταποίσεως (N-S Reset και E-W Reset) μεταφέρομε το κέντρο της εικόνας αντίθετα από την πορεία μας κατά τα 2/3 της ακτίνας της οθόνης ή και λιγότερο, όπου και παραμένει ακίνητο. Έτσι, προς την κατεύθυνση της πλώρης ανιχνεύεται απόσταση ίση με τα 5/3 της κλίμακας ανιχνεύσεως που χρησιμοποιούμε, ενώ προς την κατεύθυνση της πρύμνης, η απόσταση που ανιχνεύεται, περιορίζεται στο 1/3 της κλίμακας ανιχνεύσεως που χρησιμοποιούμε. Αν π.χ. χρησιμοποιούμε κλίμακα ανιχνεύσεως 3 v.μ και προκαλέσουμε αποκέντρωση κατά τα 2/3 της ακτίνας της οθόνης αντίθετα από την πορεία μας, τότε προς την κατεύθυνση της πλώρης ανιχνεύεται απόσταση 5 v.μ., ενώ προς την κατεύθυνση της πρύμνης ανιχνεύεται απόσταση 1 v.μ. Με την παρουσίαση αυτή και ενώ χρησιμοποιούμε κλίμακα 3 v.μ, οι ηχοί των στόχων, που βρίσκονται σε απόσταση από 3 μέχρι 5 v.μ προς την κατεύθυνση της πλώρης, εμφανίζονται μακριά: από το κέντρο της εικόνας, οπότε η μέτρηση των διοπτεύσεών τους είναι περισσότερο ακριβής. Παράλληλα, οι ηχοί των στόχων αυτών θα κινούνται στην οθόνη με διπλάσια ταχύτητα, από αυτήν που κινούνται, όταν χρησιμοποιούμε διπλάσια κλίμακα ανιχνεύσεως και το κέντρο της εικόνας θα βρίσκεται στο κέντρο της οθόνης. Έτσι, η σχετική κίνησή τους είναι περισσότερο εμφανής, είτε από το ίχνος μεταπορφυρώσεως, είτε από την υποτύπωσή τους στον ανακλαστικό υποτυπωτή. Η λειτουργία αυτή του ενδείκτη, που ονομάζεται και παρουσίαση της εικόνας **με το Βορρά άνω εκτός κέντρου** (North-Up Off Centre), διευκολύνει και τη χρησιμοποίηση των παραλλήλων γραμμών του δρομέα διοπτεύσεων (Parallel Index) στην τεχνική πλοηγήσεως με το ραντάρ, για την οποία θα αναπτύξουμε στο βιβλίο «Αξιοποίηση του ραντάρ», Έκδοση Ιδρύματος Ευγενίδη. Όταν ο ενδείκτης έχει τη δυνατότητα λειτουργίας σε αληθή κίνηση με την πορεία άνω, μπορεί, κατά τον ίδιο τρόπο, να λειτουργήσει σε σχετική κίνηση με την πορεία άνω και με την εικόνα αποκεντρωμένη.

Βέβαια και στις δυο περιπτώσεις η μέτρηση των διοπτεύσεων γίνεται με τον ηλεκτρονικό δρομέα διοπτεύσεων ή και με τη χρησιμοποίηση των παραλλήλων γραμμών του μηχανικού δρομέα ως διπαράλληλο.

Η λειτουργία σε σχετική κίνηση με την εικόνα αποκεντρωμένη σε σύγκρισή της με την αληθή κίνηση παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Προς την κατεύθυνση της πλώρης ανιχνεύεται συνέχεια μεγάλη απόσταση, που είναι μεγαλύτερη από την κλίμακα ανιχνεύσεως, ανάλογα με το μέγεθος της εκτροπής του κέντρου της εικόνας από το κέντρο της οθόνης.
- Οι ηχοί των κινητών στόχων φαίνονται να κινούνται στην οθόνη με τη σχετική τους κίνηση, από την οποία προκύπτει ένικολα η απόσταση ελάχιστης συμπλησιάσεως με το πλοίο μας. Παρουσιάζει όμως και το μειονέκτημα ότι κινούνται και οι ηχοί των ακινήτων στόχων, με αποτέλεσμα να μην μπορούμε να τις διακρίνουμε ένικολα από τις ηχούς των κινητών στόχων, ενώ ταυτόχρονα η κίνηση των ηχών των ακινήτων στόχων δημιουργεί προβλήματα λόγω μεταπορφυρώσεως.

8.9 Ο προγραμματισμός της αληθούς κινήσεως.

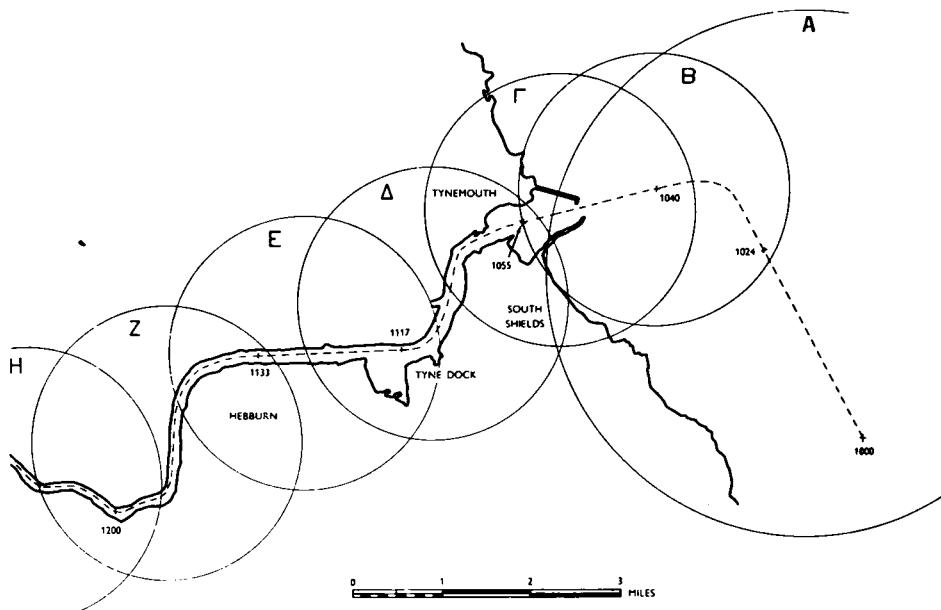
Οι ρυθμιστές μετατοπίσεως της εικόνας έχουν τη δυνατότητα ταχείας μετατοπίσεως του κέντρου της εικόνας σε οποιοδήποτε σημείο της εκτάσεως της οθόνης του PPI, που μπορεί να μετατοπίζεται. Οι ρυθμιστές αυτοί πρέπει να ρυθμίζονται γρήγορα και αποφασιστικά, ώστε να αποφεύγεται η επισκίαση (μουτζούρωμα) της οθόνης από την προηγούμενη εικόνα, λόγω μεταπορφυρώσεως. Με μια ρύθμιση μετατοπίζομε το κέντρο της εικόνας, όσο απαιτείται, προς τη διεύθυνση Βορρά-Νότου και με μια ρύθμιση το μετατοπίζομε, όσο απαιτείται, προς τη διεύθυνση Απηλιώτη-Ζέφυρου. Είναι προτιμότερο να προηγείται η ρύθμιση του ρυθμιστή, που πρέπει να προκαλέσει μεγαλύτερη μετατόπιση του κέντρου, ανάλογα με την κατεύθυνση μετατοπίσεώς του. Μετά την κατά τον τρόπο αυτό μετατόπιση, η νέα εικόνα εμφανίζεται με την ολοκλήρωση της πρώτης στροφής της κεραίας, οπότε και αρχίζει η αληθής κίνηση. Για ένα μικρό χρονικό διάστημα, μετά τη μετατόπιση του κέντρου της εικόνας, η νέα εικόνα δεν είναι ευκρινής, επειδή, λόγω μεταπορφυρώσεως, εμφανίζεται και η προηγούμενη εικόνα.

Πριν πραγματοποιήσουμε τη μετατόπιση, πρέπει να επιλέξουμε με προσοχή τη χρονική στιγμή και το σημείο της μετατοπίσεως. Ως κριτήρια για την εκλογή της χρονικής στιγμής της μετατοπίσεως, πρέπει να υπολογίζονται η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να ανιχνεύεται προς την κατεύθυνση πλώρης και η αποφυγή της επόμενης μετατοπίσεως σε ένα κρίσιμο σημείο του πλου, όπως σε σημείο αλλαγής πορείας. Πάντα η μετατόπιση πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η απόσταση ανιχνεύσεως προς την κατεύθυνση της πλώρης, μέχρι την επόμενη μετατόπιση, να μην είναι μικρότερη από αυτή που αντιπροσωπεύει το 1/3 της διαμέτρου της οθόνης στην κλίμακα που χρησιμοποιούμε.

Συνιστάται, πριν αγγίξουμε τους ρυθμιστές μετατοπίσεως (Resets), να έχουμε αποφασίσει για το σημείο της οθόνης, στο οποίο θα μετατοπίσουμε το κέντρο της εικόνας. Στην ανοικτή θάλασσα η μετατόπιση πρέπει να γίνεται σε κατεύθυνση αντίθετη από την πορεία. Όμως στην περίπτωση πλοηγήσεως, πρέπει να μελετούμε το δίσυλο και να προγραμματίζομε τα σημεία και τις χρονικές στιγμές, που θα πραγματοποιήσουμε μετατοπίσεις του κέντρου της εικόνας. Ο προγραμματισμός πρέπει να γίνεται έτσι, ώστε να αποφεύγομε τις μετατοπίσεις στις στιγμές αλλαγής πορείας. Και κατά τις αλλαγές όμως πορείας η γραμμή πλώρης πρέπει να διέρχεται κοντά στο κέντρο της οθόνης, ώστε να εξασφαλίζεται σημαντική έκταση ανιχνεύσεως και από τις δυο πλευρές της πλώρης μας. Επίσης, μετά από σημαντική αλλαγή πορείας, το κέντρο της εικόνας να μην έχει πλησιάσει την περιφέρεια της οθόνης, ώστε να ανιχνεύεται σημαντική απόσταση προς την κατεύθυνση της πλώρης.

Στο σχήμα 8.9 βλέπουμε τα σημεία και τις χρονικές στιγμές που έχουν προγραμματισθεί οι μετατοπίσεις του κέντρου της εικόνας, πριν από την είσοδο και κατά την πλοήγηση στον ποταμό Τύπε της Μ. Βρετανίας. Στο παράδειγμα αυτό η ταχύτητά μας ως προς το βυθό είναι 6 κόμβοι και η ελάχιστη απόσταση που θέλουμε να ανιχνεύεται προς την κατεύθυνση της πλώρης είναι 1 ν.μ. Έτσι, καθώς παραπλέομε τις ακτές με ΒΔ πορεία, επιλέγομε κλίμακα ανιχνεύσεως 3 ν.μ και:

- Την 10:00 ώρα θα μετατοπίσουμε το κέντρο της εικόνας (το πλοίο μας) προς Νότο και λίγο ανατολικά, ώστε να ανιχνεύεται η περιοχή **A**. Τότε στην οθόνη



Σχ. 8.9.

Προγραμματισμός αληθούς κινήσεως για την πλοήγηση στον ποταμό Τυνε.

εμφανίζεται η είσοδος του ποταμού Τυνε, αλλά ανιχνεύεται και σημαντική έκταση προς την κατεύθυνση του Βορρά.

- Την 10:24 ώρα θα επιλέξουμε κλίμακα ανιχνεύσεως 1,5 ν.μ. και θα μετατοπίσουμε το κέντρο της εικόνας NA, ώστε να ανιχνεύεται η περιοχή **B**, πριν πραγματοποιήσουμε τη στροφή αριστερά. Όπως φαίνεται στο σχήμα, επειδή η μετατόπιση γίνεται NA, αρχικά η γραμμή πλώρης δε θα διέρχεται από το κέντρο της οθόνης. Όταν όμως πραγματοποιηθεί η προς τα αριστερά στροφή, η γραμμή πλώρης θα διέρχεται από το κέντρο της οθόνης, θα ανιχνεύεται η ίδια σημαντική απόσταση και από τις δυο πλευρές της πλώρης μας και θα διακρίνεται σε σημαντικό βάθος η είσοδος του ποταμού.
- Την 10:40 ώρα θα μετατοπίσουμε το κέντρο της εικόνας ανατολικά, ώστε να ανιχνεύεται η περιοχή **G**. Η μετατόπιση γίνεται έγκαιρα, ώστε να αποφύγομε την ανάγκη μετατοπίσεως κατά την είσοδό μας στον ποταμό, ενώ με τη μετατόπιση αυτή κατά την είσοδό μας στον ποταμό θα διακρίνεται η κίνηση πλοίων στην περιοχή «South Shields».
- Την 10:55 ώρα θα μετατοπίσουμε το κέντρο της εικόνας **BA**, ώστε να ανιχνεύεται η περιοχή **D**. Η μετατόπιση γίνεται πάλι έγκαιρα πριν από την προς τ' αριστερά στροφή στην περιοχή «South Shields». Άλλα και όταν πραγματοποιηθεί η επόμενη προς τα δεξιά στροφή στο σημείο Tyne Dock, πρέπει να ανιχνεύεται σημαντική απόσταση προς την κατεύθυνση της πλώρης.
- Την 11:17 ώρα, μετά την ολοκλήρωση της προηγούμενης προς τα δεξιά στροφής, θα μετατοπίσουμε το κέντρο της εικόνας ανατολικά, ώστε να ανιχνεύεται η περιοχή **E**, ώστε να ανιχνεύεται σημαντική έκταση προς την κα-

τεύθυνση της πλώρης.

- Την 11:33 ώρα θα μετατοπίσουμε το κέντρο της εικόνας BA, ώστε να ανιχνεύεται η περιοχή Z. Πάλι η μετατόπιση γίνεται έγκαιρα, ώστε να καλύψει τις επόμενες στροφές μέχρι την 12:00 ώρα, που θα πραγματοποιήσουμε την επόμενη μετατόπιση, ώστε να ανιχνεύεται η περιοχή H.

Ερωτήσεις δύδους κεφαλαίου.

1. Τι εννοείται ως παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω και ποια μειονεκτήματα παρουσιάζει;
2. Σε ποιες ενέργειες μπορούμε να προβάνομε, προκειμένου να διακρίνουμε τις ηχούς μικρών στόχων, λόγω της μεταπορφυρώσεως που δημιουργούν οι ηχοί των στόχων μεγάλης εκτάσεως κατά τις αλλαγές πορείας;
3. Τι εννοείται ως παρουσίαση της εικόνας με το Βορρά άνω και ποια πλεονεκτήματα παρουσιάζει αυτή, αν συγκριθεί με την παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω;
4. Με ποια μέσα (εξαρτήματα) εξασφαλίζεται η αζιμουθιακή στερέωσή της εικόνας; Σε ποιο συγκεκριμένο εξάρτημα του ενδείκτη PPI, επενεργούν αυτά και πώς επηρεάζουν τη λειτουργία του, ώστε να εξασφαλίζεται αζιμουθιακή στερέωση;
5. Όταν επιλέγομε λειτουργία του ενδείκτη σε παρουσίαση της εικόνας με το Βορρά άνω, σε ποιο έλεγχο και σε ποια ρύθμιση πρέπει να προβάνομε, προκειμένου να είμαστε βέβαιοι, ότι η παρουσίαση αυτή είναι ακριβής;
6. Πώς μπορούμε να αποφέυγουμε τα προβλήματα που δημιουργούνται λόγω μεταπορφυρώσεως από τη στροφή της γραμμής πλώρης κατά τις αλλαγές πορείας;
7. Τι εννοείται ως παρουσίαση της εικόνας με την πορεία άνω και ποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζει αυτή σε σύγκρισή της με τις παρουσιάσεις της εικόνας: α) με την πλώρη άνω και β) με το Βορρά άνω;
8. Σε ποιά εξαρτήματα του ενδείκτη PPI επενεργεί ο επαναλήπτης γυροσκοπικής πυξίδας και πώς επηρεάζει τη λειτουργία τους, ώστε να εξασφαλίζεται η παρουσίαση της εικόνας με την πορεία άνω;
9. Σε τι διαφέρει ο ενδείκτης αληθούς κινήσεως από τον ενδείκτη σχετικής κινήσεως και ποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υπάρχουν μεταξύ τους;
10. Κατά ποιους τρόπους μπορούμε να διαπιστώσουμε την αληθή κίνηση (πορεία και ταχύτητα) των κινητών στόχων στον ενδείκτη αληθούς κινήσεως;
11. Ποιες πληροφορίες πρέπει να παρέχονται στον ενδείκτη αληθούς κινήσεως, από πού μπορεί να λαμβάνεται κάθε μια και πώς από αυτές το κέντρο της εικόνας κινείται στην οθόνη με την πορεία και την ταχύτητα του πλαισίου;
12. Πώς μπορούμε να μετατοπίζουμε ή να επαναφέρουμε το κέντρο της εικόνας, στο σημείο της οθόνης PPI, που επιθυμούμε και τι πρέπει να έχουμε υπόψη μας, όταν πρόκειται να προβούμε σε τέτοιες μετατοπίσεις;
13. Ποια είναι η έκταση της οθόνης PPI, στην οποία μπορεί να μετατοπισθεί ή να κινηθεί το κέντρο της εικόνας, πώς θα πληροφορηθούμε ότι το κέντρο της εικόνας (το πλοίο μας) ολοκλήρωσε τη διαδρομή του διαστίματος της οθόνης, κατά το οποίο διάστημα μπορεί να κινηθεί στην αληθή κίνηση;
14. Πού επενεργούν τα ποτενσιόμετρα μετατοπίσεως Βορρά-Νότου και Απλιώτη-Ζέφυρου, τι μεταβάλλεται από τη ρύθμιση καθενός, ώστε να επιτυγχάνεται μετατόπιση ή κίνηση του κέντρου της εικόνας στην οθόνη του PPI;
15. Πώς πρέπει να μετακινούνται οι δρομείς των ποτενσιόμετρων μετατοπίσεως Βορρά-Νότου και Απλιώτη-Ζέφυρου, ώστε να εξασφαλίζεται κίνηση του κέντρου της εικόνας στην κατεύθυνση της πορείας και με ταχύτητα που αντιστοιχεί στην ταχύτητα του πλαισίου;
16. Από ποια μέρη αποτελείται το σύστημα αληθούς κινήσεως, ποια σχέση έχουν αυτά μεταξύ τους (ωηχανική ή ηλεκτρική) και ποια είναι η χρησιμότητα καθενός;
17. Ποια εξαρτήματα περιέχονται στη μονάδα του αναλυτή και ποια είναι η χρησιμότητα κάθε εξαρτήματος;
18. Ποιες διαφορές παρουσιάζει η μονάδα του αναλυτή των σύγχρονων ενδεικτών αληθούς κινήσεως σε σύγκρισή της με την ίδια μονάδα παλαιότερων ενδεικτών αληθούς κινήσεως και πώς επενεργούν οι ρυθμιστές μετατοπίσεως Βορρά-Νότου και Απλιώτη-Ζέφυρου στη μονάδα αυτή;

19. Ποιες θέσεις έχει ο διακόπτης επιλογής παρουσιάσεως της εικόνας του ενδείκτη αληθούς κινήσεως και τι εξασφαλίζεται σε κάθε θέση του;
20. Τι είναι το τεχνητό δρομόμετρο του ενδείκτη αληθούς κινήσεως, πώς είναι δυνατό να παρέχει αυτό την πληροφορία ταχύτητας που αντιστοιχεί στην κάθε φορά ταχύτητα του πλοίου και σε ποιες περιπτώσεις το χρησιμοποιούμε;
21. Ποιους συνδυασμούς ρυθμιστών μπορεί να φέρει ένας ενδείκτης αληθούς κινήσεως για την αντιστάθμιση των ρευμάτων, πότε και πώς χρησιμοποιείται ο συνδυασμός που φέρει;
22. Πού επενεργεί ο διακόπτης μηδενικής ταχύτητας ή διακόπτης κρατήσεως του ενδείκτη αληθούς κινήσεως και ποιες δυνατότητες εξασφαλίζονται στον ενδείκτη με το διακόπτη αυτό;
23. Σε ποιες περιπτώσεις φωτίζεται η ένδειξη «σχετική κίνηση» (Relative motion), που φέρει το πλαίσιο αληθούς κινήσεως και ποια πληροφορία μπορεί να μας παρέχει;
24. Τι εννοείται ως αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς τη μάζα του νερού, πώς επιτυγχάνεται και πότε και για ποιους λόγους χρησιμοποιείται αυτή;
25. Τι εννοείται ως αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς το βυθό, πώς επιτυγχάνεται και πότε και για ποιους λόγους χρησιμοποιείται αυτή;
26. Πώς μπορούμε να διαπιστώσουμε, ότι έχομε πραγματοποίησει σωστές διορθώσεις πορείας και ταχύτητας, ώστε να έχομε αληθή κίνηση με σταθεροποίηση ως προς το βυθό με ακρίβεια;
27. Τι πρέπει να έχουμε υπόψη μας, όταν στον ενδείκτη αληθούς κινήσεως η πληροφορία της ταχύτητας παρέχεται από: α) Δρομόμετρο φαινομένου Doppler και β) από το τεχνητό δρομόμετρο της μονάδας αληθούς κινήσεως;
28. Ποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζει η αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς το βυθό, σε σύγκρισή της με την αληθή κίνηση με σταθεροποίηση ως προς τη μάζα του νερού;
29. Πώς επιτυγχάνεται η αληθής κίνηση με την πορεία άνω και ποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζει αυτή, σε σύγκρισή της με την αληθή κίνηση με το Βορρά άνω;
30. Πότε παρατηρείται και σε τι μπορεί να οφείλεται η πρόσκαιρη κίνηση (ολίσθηση) των ηχών ακινήτων στόχων κατά την αληθή κίνηση με σταθεροποίηση ως προς το βυθό, ενώ οι ρυθμιστές ρεύματος έχουν ρυθμιστεί σωστά;
31. Πώς ο ενδείκτης αληθούς κινήσεως μπορεί να λειτουργήσει ως ενδείκτης σχετικής κινήσεως με το Βορρά άνω και την εικόνα αποκεντρωμένη, ποια πλεονεκτήματα παρουσιάζει η λειτουργία αυτή σε σύγκρισή της με: α) την αληθή κίνηση και β) τη σχετική κίνηση με το Βορρά άνω και το κέντρο της εικόνας στο κέντρο της οθόνης;
32. Κατά τη λειτουργία του ενδείκτη σε αληθή κίνηση, σε ποιες ενέργειες μπορούμε να προβούμε, ώστε σε μικρό χρονικό διάστημα να διαπιστώνομε την κατεύθυνση της σχετικής κινήσεως κινητού στόχου και την ελάχιστη απόσταση συμπλησιάσεως με αυτόν;
33. Σε ποιες περιπτώσεις και για ποιους λόγους πρέπει να προγραμματίζονται οι μετατοπίσεις του κέντρου της εικόνας κατά τη χρησιμοποίηση του ενδείκτη αληθούς κινήσεως και τι πρέπει να λαμβάνομε υπόψη μας κατά τον προγραμματισμό τους; Να δώσετε παράδειγμα.
34. Ποια πλεονεκτήματα παρουσιάζει ο ηλεκτρονικός δρομέας διοπτεύσεων στους ενδείκτες σχετικής κινήσεως χωρίς αποκεντρωση της εικόνας, σε σύγκριση του με το μηχανικό δρομέα διοπτεύσεων;
35. Από τι αποτελείται και πώς λειτουργεί το σύστημα interscan, ώστε να δημιουργεί τον ηλεκτρονικό δρομέα διοπτεύσεων και ποια πλεονεκτήματα παρουσιάζει το σύστημα αυτό, σε συγκρισή του με το σύστημα δημιουργίας του ηλεκτρονικού δρομέα, που χρησιμοποιεί μικροδιακόπτη;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΔΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

Π 1.1 Οι κυματοδηγοί.

Γνωρίζομε, ότι για τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας συνεχούς ρεύματος και εναλλασσόμενου ρεύματος βιομηχανικών συχνοτήτων, χρησιμοποιούνται συνήθως γραμμές από δυο ή περισσότερους αγωγούς.

Στις ραδιοσυχνότητες όμως, η χρησιμοποίηση τέτοιων γραμμών περιορίζεται, επειδή μεγάλο μέρος της ενέργειας, που πρόκειται να μεταφερθεί, ακτινοβολείται κατά μήκος της ίδιας της γραμμής μεταφοράς. Απαιτείται επίσης ειδική κατασκευή της γραμμής, ώστε οι δυο αγωγοί μεταφοράς να είναι εντελώς παράλληλοι, δηλαδή η απόστασή να διατηρείται σταθερή σε όλο το μήκος της γραμμής τους. Επίσης, πολλές φορές το μήκος της γραμμής πρέπει να προσαρμόζεται στη συχνότητα (μήκος κύματος) που μεταφέρεται κάθε φορά. Εξάλλου **το επιδερμικό φαινόμενο** (skin effect, παράγρ. 4.2δ) γίνεται εντονότερο, όσο η συχνότητα αυξάνει, με συνέπεια οι απώλειες ενέργειας κατά μήκος της γραμμής να αυξάνονται σημαντικά. Έτσι, η χρησιμοποίηση της γραμμής των δυο παράλληλων αγωγών, που διατηρούνται σε ορισμένη σταθερή απόσταση, σε συστήματα εκπομπής, περιορίζεται μέχρι και την περιοχή των υψηλών συχνοτήτων (βραχέα κύματα).

Για τη μεταφορά ενέργειας υψηλότερων συχνοτήτων, από 30 Mc/s μέχρι 10000 Mc/s, χρησιμοποιείται το ομοαξονικό καλώδιο με πολύ καλά αποτελέσματα. Το ομοαξονικό καλώδιο (coaxial cable) χρησιμοποιείται και για τη μεταφορά μέχρι και την περιοχή των 10 G c/s, αλλά για μικρές ισχείς και σε μικρές αποστάσεις.

Η μεταφορά μεγάλων ισχύων, στη περιοχή των μικροκυμάτων [1000 Mc/s μέχρι 50000 Mc/s (αντίστοιχα μήκη κύματος 30 cm - 0,6 cm)], όπου λειτουργούν οι διάφοροι τύποι ραντάρ, γίνεται με κυματοδηγούς, κατά μήκος των οποίων δεν παρατηρούνται σημαντικές απώλειες ενέργειας.

Όπως είπαμε στην παράγραφο 2.3 (σχήματα 2.3α και 2.3β), οι κυματοδηγοί είναι χάλκινοι σωλήνες ορθογώνιας διατομής, στο εσωτερικό των οποίων διαδίδεται η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια με συνεχείς ανακλάσεις, ενώ σπάνια χρησιμοποιούνται και κυματοδηγοί κυκλικής διατομής. Οι διαστάσεις της ορθογώνιας διατομής του κυματοδηγού καθορίζονται:

Η **μεγάλη πλευρά α** από το μήκος κύματος της ενέργειας που μεταφέρεται με τον κυματοδηγό και κυμαίνεται:

$$\lambda/2 < \alpha < \lambda$$

όπου λ το μήκος κύματος που μπορεί να διαδοθεί.

Όταν το κύμα που πρόκειται να διαδοθεί έχει $\lambda/2$ ίσο ή μικρότερο από τη μεγάλη πλευρά α, το κύμα ανακλάται στις απέναντι πλευρές κάθετα, δηλαδή στο ίδιο σημείο και έτσι διακόπτεται η διαδοσή του κατά μήκος του κυματοδηγού. Όμοια, διακοπή διαδόσεως του κύματος παρατηρείται και όταν το κύμα που πρόκειται να διαδοθεί έχει λίγο με τη μεγάλη πλευρά α της ορθογώνιας διατομής του κυματοδηγού. Όταν το μήκος κύματος γίνεται μικρότερο από τη μεγάλη πλευρά α, η διαδοσή του κύματος αποκαθίσταται, αλλά με μεγαλύτερες απώλειες κατά μήκος του κυματοδηγού.

Η μικρή πλευρά β της ορθογώνιας διατομής του κυματοδηγού καθορίζεται και από το μήκος κύματος που διαδίδεται και από την ισχύ του κύματος που μεταφέρεται με τον κυματοδηγό και κυρίως:

$$\lambda/4 < \beta < \lambda/2$$

Η ισχύς που μπορεί να μεταφερθεί με τον κυματοδηγό δεν μπορεί να αυξάνει απεριόριστα, αλλά είναι κυρίως ανάλογη με τη μικρή πλευρά β της ορθογώνιας διατομής του. Όπως φαίνεται στο σχήμα 2.3β, οι δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου E του κύματος που διαδίδεται είναι παράλληλες προς τις μικρές πλευρές β του κυματοδηγού. Έτσι, όταν η ισχύς του κύματος που διαδίδεται, υπερβεί μια ορισμένη τιμή, ανάλογα με το μήκος των πλευρών β, η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου του κύματος αυξάνεται υπερβολικά και δημιουργείται σπινθηρισμός.

Λόγω του έντονου επιδερμικού φαινομένου, κατά τη διάδοση του κύματος κατά μήκος του κυματοδηγού, ρεύμα κυκλοφορεί στο εσωτερικό των πλευρών του κυματοδηγού και σε ασήμαντο βάθος της χάλκινης μάζας τους. Πάντως, οι εξωτερικές επιφάνειες των πλευρών βρίσκονται σε δυναμικό O και έτσι είναι δυνατή η γείωσή τους, οπότε δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος ηλεκτροπληξίας. Καθώς κατά τη διάδοση του κύματος κυκλοφορούν ρεύματα, κατά μήκος του κυματοδήγου συναπάγονται και απώλειες ενέργειας σε θερμότητα. Όσο η συχνότητα αυξάνεται, επειδή το επιδερμικό φαινόμενο αυξάνεται εκθετικά σε συνάρτηση με την συχνότητα, αυξάνονται εκθετικά και οι απώλειες ενέργειας σε θερμότητα. Για να περιορίζονται οι απώλειες αυτές, ορισμένοι κυματοδηγοί φέρουν εσωτερικά πολύ λεπτό στρώμα επαργυρώσεως.

Εξάλλου, επειδή το κύμα διαδίδεται με συνεχείς ανακλάσεις, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.3α, οι εσωτερικές επιφάνειες του κυματοδηγού πρέπει να διατηρούνται λείες και καθαρές. Οι ανώμαλες επιφάνειες προκαλούν στάσιμα κύματα, τα οποία συνεπάγονται απώλεια ενέργειας, ενώ απώλεια ενέργειας λόγω απορροφήσεως στις ξένες ουσίες παρατηρείται και στις ακάθαρτες επιφάνειες. Για να αποφεύγεται η είσοδος ξένων ουσιών στο εσωτερικό του κυματοδηγού, οι σύνδεσμοι συνδέσεως των τμημάτων κυματοδηγού φέρουν κυκλικές αυλακώσεις, μέσα στις οποίες τοποθετείται δακτυλιοειδές λάστιχο και εξασφαλίζεται η στεγανότητα.

Π 1.2 Τύποι κεραιών ραντάρ.

Οι συνηθισμένοι τύποι κεραιών ραντάρ είναι οι εξής:

α) Η κεραία του κεκλιμένου παραβολοειδούς κυλίνδρου.

Η κεραία κεκλιμένου παραβολοειδούς κυλίνδρου [tilted parabolic cylinder, σχ.

2.4δ(α),(β)], προκύπτει από τομή μεταλλικού παραβολοειδούς κατόπτρου και χρησιμεύει ως ανακλαστήρας (reflector). Σε απόσταση λίγο μικρότερη από την απόσταση της κύριας εστίας του παραβολοειδούς ανακλαστήρα βρίσκεται το κέρας (χοάνη), στο οποίο καταλήγει ο κυματοδηγός που συνδέει την κεραία με τον πομποδέκτη της συσκευής ραντάρ. Έτσι, οι ακτίνες του ηλεκτρομαγνητικού κύματος, που προέρχεται από τον πομπό, προσπίπτουν στο παραβολοειδές και ανακλώνται, σχηματίζοντας δέσμη, όπως εστιάζονται σε δέσμη οι ακτίνες φωτός από το παραβολοειδές κάτοπτρο.

Το κέρας (horn) είναι διαπλάτυνση του τελευταίου τμήματος του κυματοδηγού και το άνοιγμα του φράσσεται **στεγανά** με διαφανές (για τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα) κάλυμμα, από ειδικό μονωτικό υλικό που ονομάζεται perspex. Με το κέρας επιτυγχάνεται η διεύρυνση των ακτίνων του κύματος, που εξέρχονται από τον κυματοδηγό, ώστε να προσπίπτουν σε ολόκληρη την επιφάνεια του παραβολοειδούς ανακλαστήρα και μετά την ανάκλασή τους σ' αυτόν να εστιάζονται σε δέσμη. Με την τοποθέτηση του κέρατος σε απόσταση λίγο μικρότερη από την κύρια εστία του παραβολοειδούς ανακλαστήρα, οι ακτίνες που ανακλώνται δεν είναι παράλληλες, αλλά αποκλίνουν και δημιουργούν το κατάλληλο εύρος δέσμης ακτινοβολίας. Επίσης, ο ανακλαστήρας είναι τομή παραβολοειδούς, με το διάμηκές του οριζόντιο, ώστε η δέσμη που θα προκύψει από την ανάκλαση των ακτίνων να έχει μικρό οριζόντιο εύρος και μεγάλο κατακόρυφο εύρος, που απαιτεί η λειτουργία του ραντάρ ναυσιπλοΐας. Λόγω του σχήματος ο ανακλαστήρας αυτός ονομάζεται και **τύπος φλοιού πορτοκαλιού** (orange peel type). Το πλήρες παραβολοειδές δημιουργεί κωνική δέσμη ακτινοβολίας και τέτοιο χρησιμοποιείται στο ραντάρ ελέγχου πυρός και στους σταθμούς αναμεταδόσεως των ασυρματικών τηλεπικοινωνιακών φερεσύχνων.

Όσον αφορά τις διαστάσεις του παραβολοειδούς ανακλαστήρα, αυτές είναι αντίστροφα ανάλογες προς το οριζόντιο εύρος δέσμης που δημιουργεί και ανάλογες προς το μήκος κύματος που εκπέμπεται ή λαμβάνεται. Δηλαδή, για ορισμένο μήκος κύματος, όσο το εύρος δέσμης γίνεται μικρότερο, οι διαστάσεις του ανακλαστήρα αυξάνουν. Άλλα και για ορισμένο εύρος δέσμης ακτινοβολίας, όσο το μήκος κύματος που εκπέμπεται γίνεται μικρότερο (γίνεται υψηλότερη ή συχνότητα), οι διαστάσεις του ανακλαστήρα ελαττώνονται.

Μηχανικές απαιτήσεις επέβαλλαν τη χρησιμοποίηση του παραβολικού ανακλαστήρα από μεταλλικό πλέγμα (δικτυωτή κεραία) [σχήμα 2.4δ(γ)], με τον οποίο επιτυγχάνονται τα ίδια παραπάνω αποτελέσματα. Το δικτυωτό μεταλλικό πλέγμα παρουσιάζει την ίδια συμπεριφορά με το συμπαγή μεταλλικό ανακλαστήρα. Βέβαια, αυτό ισχύει, όταν τα διακενά του έχουν διαστάσεις μικρότερες από $\lambda/2$, όπου λ το μήκος κύματος, που αντιστοιχεί στη συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος, που ακτινοβολείται από την κεραία.

Παρόμοια είναι και η λειτουργία των κεραιών cheese scanner και double cheese scanner, που φαίνονται στα σχήματα 2.4δ(δ) και 2.4δ(ε) αντίστοιχα, οι οποίες χρησιμοποιούνται πολύ σπάνια σήμερα.

β) Η κεραία σχημών.

Κατά το έτος 1960 άρχισε να χρησιμοποιείται στις συσκευές ραντάρ του εργο-

στασίου Kelvin-Hughes ή κεραία σχισμών (slotted waveguide scanner), η οποία και επικράτησε. Σήμερα, όλοι σχεδόν οι κατασκευαστές συσκευών ραντάρ χρησιμοποιούν την κεραία σχισμών σε διάφορες παραλλαγές.

Η κεραία αυτή [σχ. 2.4δ(στ)] αποτελείται από προέκταση του κυματοδηγού, που συνδέει την κεραία στη μονάδα του πομποδέκτη, η οποία προέκταση κλείνεται στο άκρο της. Στην πλευρά της προεκτάσεως του κυματοδηγού, από την οποία γίνεται η ακτινοβολία και κατά διαστήματα που απέχουν μεταξύ τους κατά $\lambda/2$ (μισό μήκος κύματος κυματοδηγού), υπάρχουν σχισμές (slots), από τις οποίες εξέρχεται η ενέργεια που ακτινοβολείται. Με την παραπάνω απόσταση $\lambda/2$ μεταξύ των σχισμών εξασφαλίζεται η μηδενική διαφορά φάσεως, που πρέπει να υπάρχει μεταξύ των ακτίνων που εξέρχονται από τις διαδοχικές σχισμές, ώστε να αλληλοαναιρούνται οι ακτίνες που εξέρχονται από τις μεσαίες σχισμές. Έτσι, η δέσμη ακτινοβολίας που προκύπτει, αποκτά πολύ μικρό οριζόντιο εύρος.

Για ορισμένο μήκος κύματος, όσο το μήκος της κεραίας σχισμών αυξάνει, το οριζόντιο εύρος δέσμης γίνεται μικρότερο και ελαττώνεται η ισχύς που ακτινοβολείται στους πλευρικούς λοβούς. Έτσι, σε μήκος κύματος $\lambda = 3 \text{ cm}$ (αντίστοιχη συχνότητα 10000 Mc/s), οι κεραίες σχισμών μήκους 6 ft , 9 ft και 12 ft ακτινοβολούν με αντίστοιχο οριζόντιο εύρος δέσμης $1,2^\circ$, $0,8^\circ$ και $0,6^\circ$.

Για να εξασφαλίζεται το μεγάλο κατακόρυφο εύρος της δέσμης ακτινοβολίας, στα ενδιάμεσα των σχισμών προσαρμόζονται κέρατα κυματοδηγού. Οι ακτίνες ηλεκτρομαγνητικού κύματος, που εξέρχονται από τα κέρατα, έχουν μεγάλη κατακόρυφη απόκλιση και δημιουργούν το μεγάλο κατακόρυφο εύρος δέσμης. Σε πολλές τέτοιες κεραίες, το μεγάλο κατακόρυφο εύρος δέσμης προκύπτει με κατακόρυφη επιμήκυνση των σχισμών.

Όσον αφορά την πόλωση του ηλεκτρομαγνητικού κύματος, που εκπέμπεται από την κεραία σχισμών, αυτή είναι κατακόρυφη, όταν οι σχισμές είναι εγκάρσιες στη μικρή πλευρά του κυματοδηγού, ενώ όταν οι σχισμές είναι εγκάρσιες στη μεγάλη πλευρά του κυματοδηγού, η πόλωση είναι οριζόντια.

Όλο το σύστημα τοποθετείται σε περίβλημα, το οποίο έχει διατομή σχήματος D, από την επίπεδη πλευρά του οποίου γίνεται η ακτινοβολία και η οποία κατασκευάζεται από perspex.

Η κεραία σχισμών, σε σύγκρισή της με τους άλλους τύπους κεραιών, παρουσιάζει τα εξής **πλεονεκτήματα**:

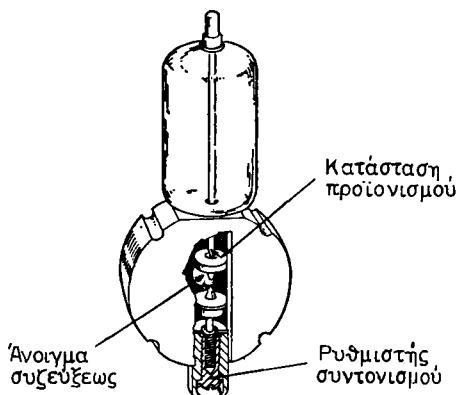
- 1) Μικρό οριζόντιο εύρος δέσμης ακτινοβολίας, μέχρι και $0,6^\circ$.
- 2) Παρά πολύ μικρής ισχύος πλευρικούς λοβούς (πρακτικά ανύπαρκτους).
- 3) Μικρότερες διαστάσεις και μικρότερο βάρος.

Παρουσιάζει όμως και το βασικό **μειονέκτημα**, ότι με τις μεταβολές της συχνότητας του κύματος που ακτινοβολεί, μεταβάλλεται και η κατεύθυνση της δέσμης ακτινοβολίας της. Η μεταβολή αυτή της κατεύθυνσεως της δέσμης ακτινοβολίας, φθάνει και την τιμή 1° , δεξιότερα ή αριστερότερα από την κανονική της κατεύθυνση και προκαλεί ανάλογο σφάλμα διοπτεύσεως.

Σημειώνεται ότι, οι επιφάνειες των κεραιών από perspex και οι επιφάνειες των ανακλαστήρων δεν πρέπει να ξύνονται ή να βάφονται. Για να μην περιορίζεται η απόδοσή των κεραιών, οι επιφάνειες αυτές πρέπει να πλένονται τακτικά με αποσταγμένο νερό.

Π. 1.3 Ο διακόπτης εκπομπής-λήψεως (Ε/Λ).

Ο διακόπτης εκπομπής λήψεως (Transmission- Reception switch, T/R/switch ή duplexer) είναι ειδική λυχνία. Η λυχνία αυτή (σχ. Π.1.3), αποτελείται συνήθως από αντηχείο, το οποίο έχει τις διαστάσεις της ορθογώνιας διατομής του κυματοδηγού που χρησιμοποιεί η συσκευή. Το αντηχείο αυτό είναι γεμάτο με αέριο (αργόν ή νέον) και παρεμβάλλεται στη διακλάδωση του κυματοδηγού, που οδηγεί προς το δέκτη. Εσωτερικά φέρει δυο ακίδες, οι οποίες καταλήγουν εξωτερικά σε ακροδέκτες. Η μια ακίδα γειώνεται στο μεταλλικό σώμα της λυχνίας και στην άλλη εφαρμόζεται υψηλή τάση (keep alive voltage), με την οποία το αέριο διατηρείται σε κατάσταση προϊονισμού. Με σύστημα αεροστεγανού κοχλία, είναι δυνατή η ρύθμιση της αποστάσεως μεταξύ των δυο ακίδων, ώστε κατά τη λειτουργία της λυχνίας να επικρατούν συνθήκες συντονισμού και να εξασφαλίζεται καλύτερη απόδοση.



Σχ. Π. 1.3.
Λυχνία διακόπτη εκπομπής λήψεως.

Με την έναρξη της εκπομπής κάθε παλμού, μέρος από την υψηλή ισχύ εκπομπής εισχωρεί στο αντηχείο και το αέριο ιονίζεται, επί όσο χρόνο διαρκεί η εκπομπή κάθε παλμού. Κατά το διάστημα αυτό, ο ιονισμένος χώρος του αντηχείου συμπεριφέρεται ως αγώγιμη μάζα και φράσσει τη διακλάδωση του κυματοδηγού προς το δέκτη (σχ. 2.5α), προστατεύοντας τον κρυσταλλικό μίκτη του δέκτη από την υψηλή ισχύ εκπομπής. Βέβαια η απομόνωση προς το δέκτη δεν είναι τέλεια και ένα μικρό μέρος από την ισχύ κάθε παλμού που εκπέμπεται εισχωρεί στο δέκτη. Η μικρή αυτή ισχύς είναι ακίνδυνη για το κύκλωμα εισόδου του δέκτη (κρυσταλλικό μίκτη), όμως υπόκειται στην ενίσχυση και την επεξεργασία που υπόκειται και η ηχώ από το δέκτη και εμφανίζεται στον ενδείκτη PPI. Κατά την εμφάνισή της καλύπτει μικρή κυκλική επιφάνεια στο κέντρο του ενδείκτη η οποία έχει ακτίνα ίση με την απόσταση που αντιστοιχεί στο μήκος του παλμού εκπομπής. Ονομάζεται **ευθύ σήμα** ή **απευθείας ηχώ** (direct echo) και διακρίνεται στις πολύ μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως.

Με την ολοκλήρωση της εκπομπής κάθε παλμού, το αέριο αποιονίζεται και ελευθερώνεται η διακλάδωση του κυματοδηγού προς το δέκτη. Ταυτόχρονα, ενώ

το αέριο είναι αποϊονισμένο, το αντηχείο ανακλά μεγάλη αντίσταση στη διακλάδωση του κυματοδηγού προς τη λυχνία μάγνετρον και την απομονώνει από την κεραία. Η ανάκλαση της μεγάλης αντιστάσεως επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση της λυχνίας του διακόπτη Ε/Λ σε κατάλληλη απόσταση από το σημείο διακλαδώσεως του κυματοδηγού.

Σημειώνεται, ότι σε περίπτωση αντικαταστάσεως της λυχνίας μάγνετρον του πομπού της συσκευής ραντάρ, πρέπει να ρυθμίζεται η απόσταση μεταξύ των ακίδων της λυχνίας του διακόπτη Ε/Λ, ώστε να συντονίζεται στη συχνότητα της νέας μαγνέτρον, ώστε να της εξασφαλίζεται αποτελεσματικότερη λειτουργία, ειδικά κατά τη λήψη. Η ρύθμιση γίνεται με ειδικό μονωτικό εργαλείο, που έχει τετράγωνη κοίλη υποδοχή, η οποία προσαρμόζεται στην τετράγωνη εξοχή του ρυθμιστικού κοχλία της λυχνίας. Με το εργαλείο αυτό στρέφομε μικρομετρικά το ρυθμιστικό κοχλία σε τέτοια θέση, ώστε οι ηχοί των στόχων που ανιχνεύονται, να εμφανίζονται στον ενδείκτη με μεγαλύτερη λαμπρότητα.

Με το ίδιο εργαλείο ρυθμίζεται μηχανικά και ο συντονισμός της λυχνίας κλείστρον, που θα αναπτυχθεί σε επόμενη παράγραφο.

Π 1.4 Η λυχνία μάγνετρον.

Όπως είπαμε στην παράγραφο 2.2.3, η λυχνία μάγνετρον αποτελεί τον πομπό της συσκευής ραντάρ. Αυτή τροφοδοτείται από το διαμορφωτή με ορθογώνιους αρνητικούς παλμούς και παράγει ίσης διάρκειας παλμούς (συρμούς) ηλεκτρικών ταλαντώσεων της περιοχής των μικροκυμάτων και με μεγάλη ισχύ. Η καθιέρωση της λυχνίας μάγνετρον ως πομπού της συσκευής ραντάρ οφείλεται στην αδυναμία κατασκευής και λειτουργίας ταλαντωτών και ενισχυτών μικροκυμάτων με μεγάλη ισχύ και στο χαμηλό σχετικά κόστος της.

Η κατασκευή και η λειτουργία της λυχνίας μάγνετρον (magnetron tube) βασίζεται στις ιδιότητες των αντηχείων (συντονισμένων κοιλοτήτων- tuned cavities), οι οποίες έχουν ισοδύναμες ιδιότητες με τα κυμαινόμενα κυκλώματα L-C, τα οποία χρησιμοποιούνται στις χαμηλές σχετικά συχνότητες.

Τα αντηχεία είναι χάλκινες κυλινδρικές ή παραλληλεπίπεδες κοιλότητες στις οποίες όταν στιγμιαία προσδοθεί ηλεκτρομαγνητική ενέργεια, την αποδίδουν σε αποσβενόμενες ταλαντώσεις. Η συχνότητα των αποσβενόμενων ταλαντώσεων εξαρτάται βασικά από τις διαστάσεις (βάθος) των αντηχείων. Το μήκος κύματος που αντιστοιχεί στις ταλαντώσεις αυτές είναι διπλάσιο του βάθους των αντηχείων. Αν δηλαδή το βάθος του αντηχείου είναι d , τότε το μήκος κύματος λ που αντιστοιχεί στη συχνότητα των αποσβενόμενων ταλαντώσεων είναι:

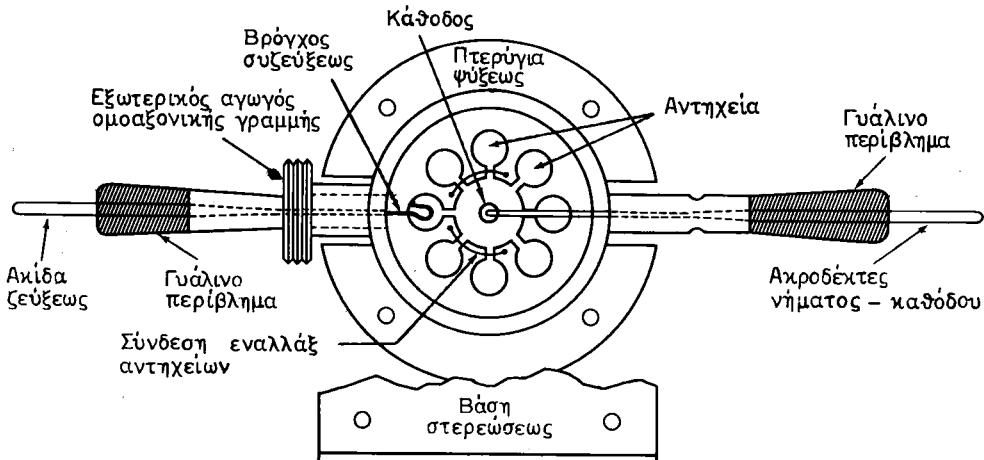
$$\lambda = 2d$$

και επειδή

$$f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow f = \frac{c}{2d}$$

Συνεπώς, οποιαδήποτε μεταβολή των διαστάσεων (βάθους) του αντηχείου συνεπάγεται μεταβολή της συχνότητας των αποσβενόμενων ταλαντώσεων.

Κατασκευαστικά η λυχνία μάγνετρον (σχ. Π1.4α) είναι δίοδος λυχνία και αποτελείται από την κάθοδο και την άνοδο. Η κυλινδρική κάθοδος που βρίσκεται στο κέντρο της λυχνίας είναι άμεσης θερμάνσεως και εκλύει μεγάλο αριθμό ηλεκτρο-

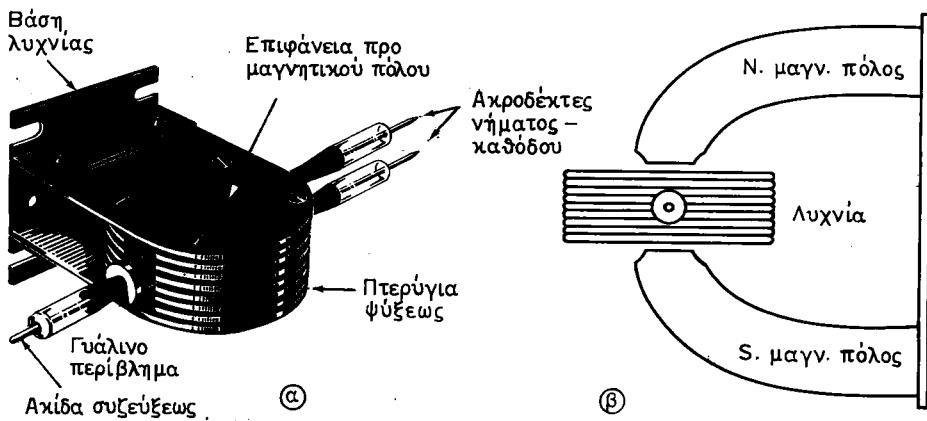


Σχ. Π. 1.4α.
Η λυχνία μάγνετρον.

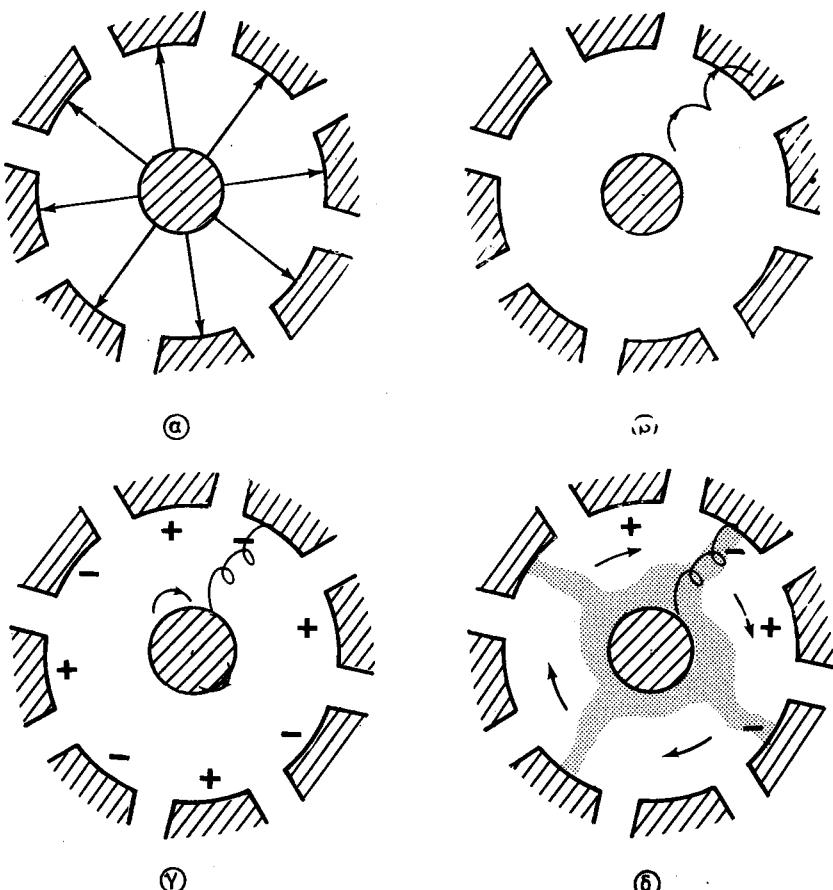
νίων. Η κυλινδρική άνοδος που περιβάλλει την κάθοδο και αποτελεί το σώμα της λυχνίας, στερεώνεται στο σασί του πομπού χωρίς μόνωση, όπου γειώνεται. Εσωτερικά η άνοδος φέρει συνήθως οκτώ κυλινδρικά ή παραλληλεπίπεδα αντηχεία, που διατάσσονται κυκλικά σε ίσες μεταξύ τους αποστάσεις. Λόγω των θερμικών θορύβων της μάζας της ανόδου, στα αντηχεία υπάρχουν πάντα πολύ ασθενείς ταλαντώσεις στην ιδιοσυχνότητά των αντηχείων. Στο μεταξύ της ανόδου και της καθόδου κυλινδρικό χώρο επικρατεί υψηλό κενό αέρα.

Στην κάθοδο της λυχνίας μάγνετρον, εκτός από τη χαμηλή τάση που απαιτείται για τη θέρμανσή της, εφαρμόζονται και οι ορθογώνιοι αρνητικοί παλμοί που παρέχει ο διαμορφωτής, ως υψηλή τάση, ενώ η γειωμένη άνοδος βρίσκεται σε δυναμικό μηδέν. Κατά τη διάρκεια κάθε τέτοιου παλμού, λόγω της υψηλής διαφοράς δυναμικού που επικρατεί μεταξύ μεταξύ ανόδου-καθόδου, τα ηλεκτρόνια που εκλύει η κάθοδος αρχίζουν να κινούνται προς την άνοδο επί ακτινικών τροχιών, με ταχύτητα που συνεχώς αυξάνει. Η λυχνία όμως τοποθετείται μεταξύ των πόλων ενός πολύ ισχυρού μόνιμου μαγνήτη (σχ. Π1.4β), του οποίου το μαγνητικό πεδίο διέρχεται στον κενό χώρο μεταξύ ανόδου και καθόδου. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου είναι παράλληλες προς τον άξονα της κυλινδρικής καθόδου και έτσι, κατά την κίνησή τους προς την άνοδο, τα ηλεκτρόνια κινούνται κάθετα προς τις δυναμικές γραμμές.

Αν δεν υπήρχε αυτό το πολύ ισχυρό μαγνητικό πεδίο, τα ηλεκτρόνια που αναχωρούν από την κάθοδο, θα ακολουθούσαν ακτινικές τροχιές και θα εκινούντο με συνεχώς αυξανόμενη ταχύτητα [σχ. Π1.4γ(α)], οπότε θα προσέκρουαν στην εσωτερική επιφάνεια της ανόδου, όπου η μεγάλη κινητική τους ενέργεια θα μετατρέπονταν σε θερμότητα. Επειδή όμως στην κίνησή τους προς την άνοδο μεσολαβεί το μαγνητικό πεδίο και τα ηλεκτρόνια κινούνται κάθετα προς τις δυναμικές του γραμμές, αρέσως μετά την εκκίνησή τους ασκούνται σ' αυτά δυνάμεις Laplace. Οι δυνάμεις αυτές εξαναγκάζουν τα ηλεκτρόνια να κινηθούν επί κυκλοειδών τροχιών



Σχ. Π. 1.4β.
Ο μαγνήτης της λυχνίας μάγνετρον.



Σχ. Π. 1.4γ.
Σχηματική παράσταση της κινήσεως των ηλεκτρονίων στη λυχνία μάγνετρον.

[σχ. Π1.4γ(β)], οπότε με αιξομείωση της ταχύτητάς τους προσκρούουν πάλι στην άνοδο. Στα αντηχεία όμως, λόγω των θερμικών θορύβων, υπάρχουν ασθενείς ταλαντώσεις (εναλλασσόμενη τάση), που έχουν συχνότητα ίση με την ιδιοσυχνότητα των αντηχείων. Οι ταλαντώσεις αυτές δημιουργούν εναλλακτικά θετικούς και αρνητικούς τομείς στα τρήματα μεταξύ διαδοχικών αντηχείων [σχ. Π1.4γ(γ)], στην εσωτερική επιφάνεια της ανόδου. Αν η πολικότητα που σημειώνεται στο σχήμα ισχύει κατά τη θετική ημιπερίοδο των ταλαντώσεων, κατά την αρνητική ημιπερίοδο θα ισχύει αντίθετη πολικότητα.

Τα αντίθετα αυτά εναλλασσόμενα δυναμικά μεταξύ των τμημάτων της εσωτερικής επιφάνειας της ανόδου επηρεάζουν την κυκλοειδή κίνηση των ηλεκτρονίων ως εξής:

Ηλεκτρόνια τα οποία εκκινούν από τομείς της καθόδου που βρίσκονται απέναντι από αρνητικά τμήματα της εσωτερικής επιφάνειας της ανόδου, κατά τη θετική ημιπερίοδο των ταλαντώσεων, δέχονται από τα αρνητικά αυτά δυναμικά δυνάμεις αντίθετης φοράς από τις δυνάμεις εκκινήσεώς τους, που ασκεί το υψηλό αρνητικό δυναμικό της καθόδου και επιστρέφουν πάλι στην κάθοδο. Έτσι, στους τομείς αυτούς δεν κινούνται ηλεκτρόνια προς την άνοδο. Ηλεκτρόνια όμως, τα οποία εκκινούν από τομείς της καθόδου, που βρίσκονται απέναντι από θετικά τμήματα της εσωτερικής επιφάνειας της ανόδου, κατά το διάστημα της ίδιας θετικής ημιπερίοδου των ταλαντώσεων, δέχονται από τα θετικά δυναμικά δυνάμεις ίδιας φοράς με εκείνες της εκκινήσεώς τους, που ασκεί το υψηλό αρνητικό δυναμικό της καθόδου και τα ηλεκτρόνια αυτά επιταχύνονται περισσότερο. Άλλα οι μεγαλύτερες επιταχύνσεις συνεπάγονται μεγαλύτερες δυνάμεις Laplace και μεγαλύτερη καμπύλωση της τροχιάς τους, ενώ κινούνται προς την άνοδο. Λόγω της μεγαλύτερης καμπυλώσεως της τροχιάς τους, τα ηλεκτρόνια αυτά εισέρχονται στον τομέα του επόμενου μεταξύ αντηχείων τμήματος του οποίου το αρνητικό δυναμικό επιβραδύνει την κίνησή τους προς την άνοδο [σχ. Π1.4γ(γ)]. Ενώ συνεχίζεται η επιβράδυνση της κυκλοειδούς κινήσεως των ηλεκτρονίων προς την άνοδο και ενώ αυτά βρίσκονται σε αρκετή απόσταση από αυτή, αρχίζει η αρνητική ημιπερίοδος των ταλαντώσεων. Έτσι, τη στιγμή που τα ηλεκτρόνια εισέρχονται στον τομέα του επόμενου τμήματος της ανόδου, το επόμενο αυτό τμήμα αποκτά αρνητικό δυναμικό, οπότε επιβραδύνει και αυτό την κυκλοειδή κίνηση των ηλεκτρονίων προς την άνοδο. Επειδή, η εναλλαγή της πολικότητας του (εναλλασσόμενου) δυναμικού των τμημάτων της εσωτερικής επιφάνειας της ανόδου ακολουθεί το ρυθμό της συχνότητας των ταλαντώσεων των αντηχείων, τα ηλεκτρόνια αυτά ενώ κινούνται κυκλοειδώς, εισέρχονται συνέχειε σε αρνητικά τμήματα και επιβραδύνονται συνεχώς από το εναλλασσόμενο δυναμικό των ταλαντώσεων των αντηχείων. Έτσι, χάνουν συνέχεια κινητική ενέργεια και τελικά καταλήγουν στην άνοδο με μικρή ταχύτητα, η οποία κατά την προσκρουσή τους σ' αυτή, μετατρέπεται σε θερμότητα. Βέβαια κατά τη διάρκεια της αρνητικής ημιπερίοδου των ταλαντώσεων των αντηχείων, αναχωρούν ηλεκτρόνια από τους τομείς της καθόδου, από τους οποίους δεν αναχωρούσαν κατά τη θετική ημιπερίοδο. Όπως και τα προηγούμενα, κινούνται και αυτά κυκλοειδώς με συνεχή επιβράδυνση, μέχρι να καταλήξουν σε αρνητικό τμήμα της ανόδου.

Δηλαδή, στη λυχνία μαγνέτρον των οκτώ αντηχείων [σχ. Π1.4γ(δ)] δημιουργούνται τέσσερις τομείς, οι οποίοι αρχίζουν από τομέα της καθόδου που βρίσκεται

απέναντι από θετικό τμήμα της ανόδου και καταλήγουν σε αρνητικό τμήμα της ανόδου και οι οποίοι στρέφονται κατά 45° σε κάθε ημιπερίοδο των ταλαντώσεων των αντηχείων. Στο χώρο των τεσσάρων αυτών τομέων, αφού τα ηλεκτρόνια αποκτήσουν από το αρνητικό δυναμικό της καθόδου σημαντική αρχική ταχύτητα, κινούνται με κυκλοειδείς τροχιές ενώ πλησιάζουν στην άνοδο και επιβραδύνονται συνεχώς μέχρι να προσκρούσουν σ' αυτή με ασήμαντη ταχύτητα. Η σημαντική κινητική ενέργεια, την οποία χάνουν κατά την παραπάνω επιβράδυνσή τους τα ηλεκτρόνια, από το εναλλασσόμενο δυναμικό των ταλαντώσεων των αντηχείων μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια, την οποία κερδίζουν οι ταλαντώσεις που προκαλούν την επιβράδυνση. Έτσι, οι ταλαντώσεις των αντηχείων ενισχύονται και αποκτούν το σημαντικό πλάτος που απαιτείται για την εκπομπή μεγάλης ισχύος.

Τα αντηχεία της λυχνίας μάγνετρον έχουν συμπεριφορά παράλληλης συνδέσεως. Σε ένα από τα αντηχεία [σχήματα Π1.4α και Π1.4β], υπάρχει αεροστεγανοποιημένη οπή με ισχυρή μόνωση, από την οποία διέρχεται αγωγός. Το ένα άκρο του αγωγού καταλήγει σε βρόγχο που βρίσκεται μέσα στο αντηχείο, στο οποίο επάγεται ενέργεια. Το άλλο άκρο του αγωγού, το οποίο εισέρχεται στον κυματοδηγό, καταλήγει σε ακίδα και ακτινοβολεί την ενέργεια στο εσωτερικό του κυματοδηγού.

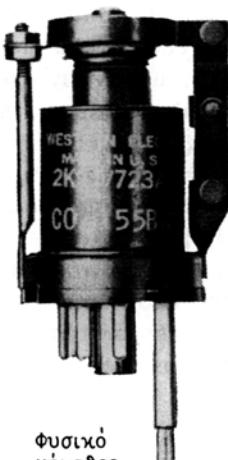
Η συχνότητα των ταλαντώσεων που παράγει η λυχνία μάγνετρον, η οποία είναι και η συχνότητα εκπομπής της συσκευής ραντάρ, βασικά εξαρτάται από τις διαστάσεις των αντηχείων. Έτσι, με τη μεταβολή της θερμοκρασίας των αντηχείων, κατά την πρώτη ώρα της λειτουργίας, μετά από κάθε εκκίνηση της συσκευής ραντάρ, μεταβάλλεται ανεπιθύμητα η συχνότητα των ταλαντώσεων της λυχνίας. Επίσης η συχνότητα των ταλαντώσεων αυτών μεταβάλλεται ανεπιθύμητα, όταν μεταβάλλεται και το πλάτος του αρνητικού ορθογώνιου παλμού, που εφαρμόζεται στην κάθοδο της λυχνίας, ως τάση τροφοδοτήσεων. Οι ανεπιθύμητες αυτές μεταβολές συνεπάγονται και ίδιες μεταβολές της συχνότητας της ηχούς και γι' αυτό επιβάλλεται τακτικός έλεγχος του συντονισμού του δέκτη κατά τη λειτουργία της συσκευής ραντάρ.

Π 1.5 Η λυχνία κλείστρον.

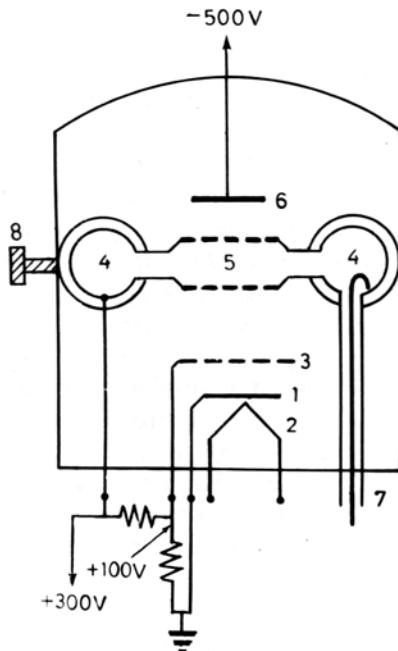
Όπως είπαμε στην παράγραφο 2.5.1β, η λυχνία κλείστρον (klystron tube) χρησιμοποιείται ως τοπικός ταλαντωτής στο δέκτη ραντάρ και παράγει συνεχείς ασθενείς ταλαντώσεις, αντίθετα από ό,τι η λυχνία μάγνετρον, η οποία παράγει ταλαντώσεις μεγάλης ισχύος κατά παλμούς. Η συχνότητα των ταλαντώσεων αυτών διαφέρει πάντα από τη συχνότητα της ηχούς κατά την ενδιάμεση συχνότητα του δέκτη, ώστε κατά την ετεροδύνωσή τους στον κρυσταλλικό μίκτη, το σήμα της ηχούς να αποκτά την ενδιάμεση συχνότητα του δέκτη (συντονισμός) και στη συνέχεια να ενισχύεται από τους ενισχυτές ενδιάμεσης συχνότητας.

Δηλαδή, όπως η λυχνία μάγνετρον, και η λυχνία κλείστρον είναι ένας **ταλαντωτής μικροκυμάτων** (microwave oscillator) και η λειτουργία της βασίζεται στην ιδιότητα των αντηχείων, να μετατρέπουν σε αποσβενόμενες ταλαντώσεις την ενέργεια που τους παρέχεται στιγμιαία. Υπάρχουν διάφοροι τύποι λυχνιών κλείστρον. Στη συνέχεια θα περιγράψουμε την λυχνία **κλείστρον ανακλάσεως** (reflex klystron).

Στο σχήμα Π1.5α(α) φαίνεται λυχνία κλείστρον, ανακλάσεως, ενώ στο σχήμα



(α)



(β)

Σχ. Π. 1.5α.

Λυχνία κλείστρον ανακλάσεως.

- α) Εξωτερική μορφή. β) Παραστατικό διάγραμμα λειτουργίας.
 1) Κάθοδος. 2) Νήμα θερμάνσεως. 3) Πλέγμα επιταχύνσεως. 4) Ζεύγος αντηχείων. 5) Πλέγματα.
 6) Ανακλαστήρας. 7) Βρόγχος συζεύξεως. 8) Ρυθμιστικός κοχλίας.

Π1.5α(β) φαίνεται το παραστατικό διάγραμμα λειτουργίας της.

Η λυχνία κλείστρον ανακλάσεως αποτελείται από:

- α) Την κάθοδο 1, η οποία όταν θερμαίνεται εκλύει ηλεκτρόνια.
- β) Το νήμα θερμάνσεως 2, το οποίο τροφοδοτείται με χαμηλή τάση (6,3 V) και θερμαίνει την κάθοδο.
- γ) Το πλέγμα επιταχύνσεως 3, το θετικό δυναμικό του οποίου επιταχύνει τα ηλεκτρόνια που εκλύει η κάθοδος προς τα άνω.
- δ) Το ζεύγος των αντηχείων 4, από τις διαστάσεις των οποίων εξαρτάται βασικά η συχνότητα των ταλαντώσεων που παράγει η λυχνία.
- ε) Τα δυο πλέγματα 5, με τα οποία συνδέονται τα αντηχεία, ώστε να έχουν συμπεριφορά κυκλωμάτων συνδεμένων παράλληλα.
- στ) Τον ανακλαστήρα 6, το αρνητικό δυναμικό του οποίου απωθεί τα ηλεκτρόνια προς τα κάτω.
- ζ) Το βρόγχο 7, με τον οποίο εξασφαλίζεται η σύζευξη της λυχνίας με τον κυματοδηγό και η απαγωγή των ταλαντώσεων από τα αντηχεία.
- η) Το ρυθμιστικό κοχλία 8, με τον οποίο ρυθμίζονται οι διαστάσεις των αντηχείων (μηχανικός συντονισμός) και επιτυγχάνεται ρύθμιση της συχνότητας των ταλαντώσεων κατά μεγάλα ποσοστά.

Η λειτουργία της λυχνίας κλείστρον έχει συνοπτικά ως εξής: Το υψηλό θετικό δυναμικό του πλέγματος επιταχύνσεως ασκεί δυνάμεις στα ηλεκτρόνια που εκλύει η κάθοδος, οι οποίες τα εξαναγκάζουν σε κίνηση προς τα άνω. Επειδή στο εσωτερικό της λυχνίας επικρατεί υψηλό κενό, κατά την κίνησή τους προς τα άνω, τα ηλεκτρόνια επιταχύνονται συνεχώς και περνούν πάνω από το πλέγμα επιταχύνσεως. Μόλις περάσουν πάνω από το πλέγμα αυτό, το υψηλότερο συνεχές θετικό δυναμικό των πλεγμάτων που συνδέουν τα αντηχεία επιταχύνει περισσότερο την προς τα άνω κίνηση των ηλεκτρονίων, μέχρι τη στιγμή που αυτά εισέρχονται στο μεταξύ των δυο πλεγμάτων χώρο. Παράλληλα, ο συνδυασμός των δυναμικών του πλέγματος επιταχύνσεως και των πλεγμάτων των αντηχείων ασκεί στα ηλεκτρόνια δυνάμεις εστιάσεως και έτσι κατά τη διέλευσή τους στο χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων, οι τροχιές κινήσεως των ηλεκτρονίων σχηματίζουν δέσμη. Επίσης, κατά την κίνησή τους προς τα άνω στο χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων, στα ηλεκτρόνια δεν ασκείται καμιά επιτάχυνση από το συνεχές δυναμικό των πλεγμάτων, επειδή μεταξύ των δυο πλεγμάτων δεν υπάρχει διαφορά συνεχούς δυναμικού. Αμέσως μετά την έξοδο των ηλεκτρονίων από το άνω πλέγμα, ενώ αυτά κινούνται προς τα άνω, δέχονται δυνάμεις αντίθετης φοράς από εκείνη της κινήσεως από το υψηλό αρνητικό δυναμικό του ανακλαστήρα, από τις οποίες επιβραδύνεται η προς τα άνω κίνησή τους.

Ανάλογα με τις τιμές των θετικών δυναμικών των πλεγμάτων και του αρνητικού δυναμικού του ανακλαστήρα, η προς τα άνω κίνηση των ηλεκτρονίων διακόπτεται σε ένα σημείο κάτω από τον ανακλαστήρα. Λόγω όμως του αρνητικού δυναμικού του ανακλαστήρα, τα ηλεκτρόνια, αμέσως από το σημείο αυτό αρχίζουν να κινούνται προς τα κάτω, με συνεχή επιτάχυνση μέχρι να φθάσουν στο άνω πλέγμα των αντηχείων. Αφού διέλθουν το χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων με την ταχύτητα που διήλθαν και προς τα άνω, μετά την έξοδό τους από το κάτω πλέγμα, επειδή το πλέγμα επιταχύνσεως βρίσκεται σε χαμηλότερο δυναμικό, τα ηλεκτρόνια κινούνται προς το πλέγμα επιταχύνσεως με συνεχή επιβράδυνση. Τέλος, έλκονται από το πλέγμα επιταχύνσεως και μέσω της πηγής τροφοδοτήσεως, ο αρνητικός πόλος της οποίας γειώνεται, επανέρχονται στην κάθοδο.

Οι επιβραδυντικές δυνάμεις, που ασκούνται από το αρνητικό δυναμικό του ανακλαστήρα, κατά την κίνηση των ηλεκτρονίων προς τα άνω, καθώς και οι επιταχυντικές δυνάμεις κατά την κίνηση των ηλεκτρονίων προς τα κάτω, μπορούν να συγκριθούν με τις δυνάμεις που ασκούνται από το πεδίο της βαρύτητας σε σωματίδια. Επίσης, οι επιταχυντικές δυνάμεις από τα θετικά δυναμικά των πλεγμάτων που εξαναγκάζουν τα ηλεκτρόνια σε κίνηση προς τα άνω, μπορούν να συγκριθούν με δυνάμεις που αντισταθμίζουν το πεδίο της βαρύτητας κατά τη εκτόξευση σωματίδιων προς τα άνω.

Γενικά, η κίνηση των ηλεκτρονίων μέσα στο χώρο της λυχνίας μπορεί να συγκριθεί με την κίνηση σωματίδιων που εκτοξεύονται προς τα άνω, μέσα στο πεδίο βαρύτητας.

Μπορούμε να ρυθμίσουμε τις δυνάμεις εκτοξεύσεως σωματιδίων, τα οποία εκτοξεύονται κατακόρυφα προς τα άνω σε διαφορετικούς χρόνους, έτσι ώστε να εξασφαλίζομε ταυτόχρονη επιστροφή τους (πτώση) στο έδαφος. Εξυπακούεται ότι τα σωματίδια που εκτοξεύθηκαν με καθυστέρηση, θα φθάνουν και σε μικρότερο ύ-

ψος. Η ταυτόχρονη επιστροφή των σωματιδίων στο ίδιο σημείο της επιφάνειας του εδάφους συνεπάγεται απόδοση μεγάλης στιγμιαίας ισχύος στο σημείο αυτό, επειδή η ενέργεια που δόθηκε σε όλα τα σωματίδια κατά τη ρίψη τους προς τα άνω αποδίδεται ταυτόχρονα κατά την πτώση τους στο σημείο αυτό.

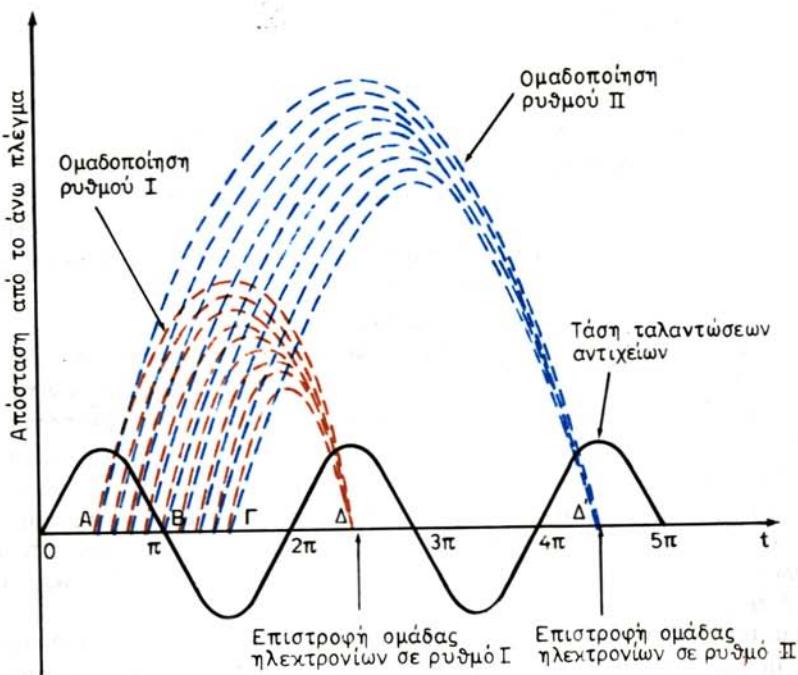
Αν τα παραπάνω συνεχή δυναμικά των πλεγμάτων και του ανακλαστήρα της λυχνίας κλείστρον παρέμεναν σταθερά, όλα τα ηλεκτρόνια θα έφθαναν στο ίδιο ύψος και με τον ίδιο ρυθμό θα διέρχονταν το χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων των αντηχείων και κατά την προς τα άνω και κατά την προς τα κάτω κίνησή τους. Όμως στα δυο πλέγματα υπάρχει το εναλλασσόμενο δυναμικό, από τις ταλαντώσεις υψηλής συχνότητας των αντηχείων, οι οποίες αρχικά είναι ασθενείς και οφείλονται στους θερμικούς θορύβους. Κατά τη θετική ημιπερίοδο των ταλαντώσεων το άνω πλέγμα είναι θετικό και το κάτω αρνητικό, ενώ κατά την αρνητική ημιπερίοδο των ταλαντώσεων η πολικότητα αντιστρέφεται. Συνεπώς, κατά την κίνηση των ηλεκτρονίων προς τα άνω, όσα ηλεκτρόνια διέρχονται το χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων κατά τη θετική ημιπερίοδο επιταχύνονται από το εναλλασσόμενο δυναμικό των πλεγμάτων, ενώ όσα διέρχονται κατά την αρνητική ημιπερίοδο επιβραδύνονται. Τα ηλεκτρόνια, τα οποία επιταχύνονται από το εναλλασσόμενο δυναμικό κατά τη θετική ημιπερίοδο, ανέρχονται σε μεγαλύτερη απόσταση από το άνω πλέγμα και πλησιάζουν περισσότερο τον ανακλαστήρα (φθάνουν σε μεγαλύτερο ύψος, σχ. Π1.5β), ενώ εκείνα που επιβραδύνονται από το εναλλασσόμενο δυναμικό κατά την αρνητική ημιπερίοδο ανέρχονται σε μικρότερη απόσταση (φθάνουν σε μικρότερο ύψος).

Ειδικότερα, ηλεκτρόνιο που διέρχεται προς τα άνω, το χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων, τη χρονική στιγμή Α (σχ. Π1.5β), κατά την οποία οι ταλαντώσεις έχουν φάση 90° και το μεταξύ των δυο πλεγμάτων εναλλασσόμενο δυναμικό έχει την μέγιστη θετική τιμή, αποκτούν τη μεγαλύτερη επιτάχυνση. Αυτό θα κινηθεί στη μεγαλύτερη απόσταση από το άνω πλέγμα και κάτω από την επίδραση του αρνητικού δυναμικού του ανακλαστήρα, θα επιστρέψει στο χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων τη χρονική στιγμή Δ, ενώ θα έχει παρέλθει χρόνος (ΑΔ), ίσος με την περίοδο των ταλαντώσεων.

Ηλεκτρόνιο, που διέρχεται προς τα άνω το χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων τη χρονική στιγμή Γ, κατά την οποία οι ταλαντώσεις έχουν φάση 270° και το μεταξύ των δυο πλεγμάτων εναλλασσόμενο δυναμικό έχει μέγιστη αρνητική τιμή, αποκτά τη μέγιστη επιβράδυνση. Αυτό θα κινηθεί στη μικρότερη απόσταση από το άνω πλέγμα και θα επιστρέψει στο χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων την ίδια χρονική στιγμή Δ, ενώ θα έχει παρέλθει χρόνος (ΓΔ) ίσος με $\frac{1}{2}$ της περιόδου των ταλαντώσεων.

Τέλος, ηλεκτρόνιο, που διέρχεται προς τα άνω το χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων τη χρονική στιγμή Β, κατά την οποία οι ταλαντώσεις έχουν φάση 180° και το εναλλασσόμενο δυναμικό έχει μηδενική τιμή, διατηρεί την αρχική του ταχύτητα. Αυτό θα κινηθεί στη μέση απόσταση των αποστάσεων που διήνυσαν τα δυο προηγούμενα ηλεκτρόνια από το άνω πλέγμα, και θα επιστρέψει στο χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων την χρονική στιγμή Δ, ενώ θα έχει παρέλθει χρόνος (ΒΔ) ίσος με $\frac{3}{4}$ της περιόδου των ταλαντώσεων.

Τα ηλεκτρόνια που διέρχονται προς τα άνω το χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων, κατά το χρονικό διάστημα (ΑΒ), επειδή το μεταξύ των δυο πλεγμάτων θετικό εναλλασσόμενο δυναμικό έλαττώνεται, αποκτούν όλο και μικρότερη επιτάχυνση



Σχ. Π. 1.5β.

Σχηματική παράσταση της κινήσεως ηλεκτρονίων στη λυχνία κλείστρου.

και κινούνται όλο σε μικρότερη απόσταση από το άνω πλέγμα. Τα ηλεκτρόνια όμως που διέρχονται κατά το χρονικό διάστημα (ΒΓ), επειδή το μεταξύ των δυο πλεγμάτων αρνητικό εναλλασσόμενο δυναμικό αυξάνει, κινούνται όλο και σε μικρότερη απόσταση από το άνω πλέγμα. Έτσι, όλα τα ηλεκτρόνια που διέρχονται προς τα άνω, το χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων κατά το χρονικό διάστημα (ΑΒ), από τη στιγμή που οι ταλαντώσεις των αντηχείων έχουν φάση 90° μέχρι τη στιγμή που έχουν φάση 270° , επιστρέφουν στο χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων **ταυτόχρονα**, τη χρονική στιγμή Δ. Η ταυτόχρονη αυτή επιστροφή των ηλεκτρονίων στο χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων, ονομάζεται **ομαδοποίηση** των ηλεκτρονίων.

Τα συνεχή θετικά δυναμικά των πλεγμάτων και το συνεχές αρνητικό δυναμικό του ανακλαστήρα υπολογίζονται, έτσι ώστε η χρονική στιγμή Δ, κατά την οποία τα ομαδοποιημένα ηλεκτρόνια, ενώ κινούνται προς τα κάτω, εισέρχονται στο χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων, να συμπίπτει με τη φάση 90° της επόμενης περιόδου των ταλαντώσεων των αντηχείων. Τη στιγμή αυτή το εναλλασσόμενο δυναμικό μεταξύ των δυο πλεγμάτων έχει μέγιστη θετική τιμή και προκαλεί στα ομαδοποιημένα ηλεκτρόνια που κινούνται προς τα κάτω, πολύ μεγάλη επιβράδυνση, επειδή η κινησή τους στο χώρο αυτό έχει αντίθετη φορά.

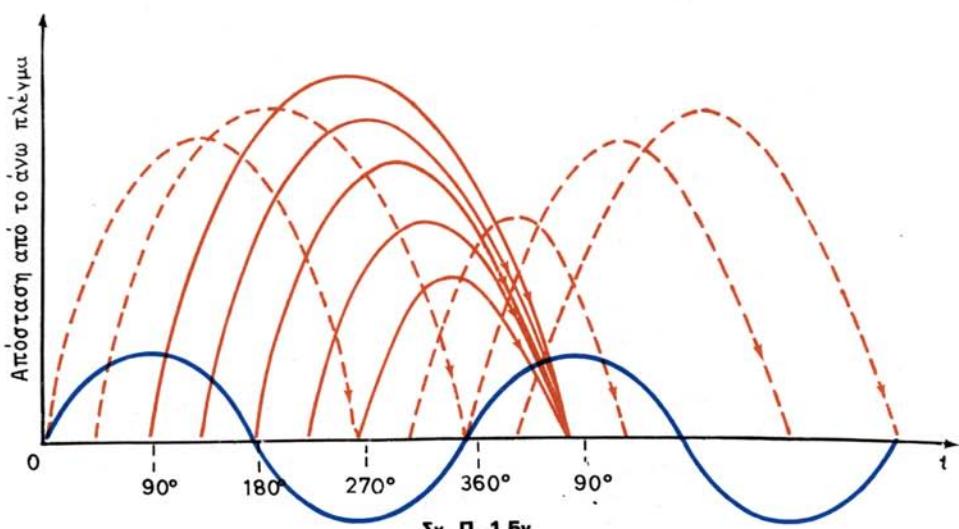
Έτσι, πριν τα ομαδοποιημένα ηλεκτρόνια εξέλθουν από το κάτω πλέγμα, έχουν όλα υποστεί σημαντική επιβράδυνση και έχουν χάσει το μεγαλύτερο μέρος από την κινητική τους ενέργεια. Η ενέργεια αυτή αποδίδεται στο εναλλασσόμενο δυναμικό των πλεγμάτων, το οποίο προκαλεί την επιβράδυνση και το οποίο ενισχύεται, με αποτέλεσμα να ενισχύονται οι ασθενείς αρχικά ταλαντώσεις των αντηχείων και

να διατηρούν σταθερό μεγαλύτερο πλάτος. Αυτό βέβαια ισχύει, εφόσον τα ηλεκτρόνια που διέρχονται προς τα άνω το χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων κατά το χρονικό διάστημα από τη φάση 90° μέχρι τη φάση 270° κάθε περιόδου, ομαδοποιούνται και επιστρέφουν στο χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων τη στιγμή της φάσεως 90° της επόμενης περιόδου.

Η κινητική ενέργεια προσδίδεται στα ηλεκτρόνια από την πηγή συνεχούς τάσεως που τροφοδοτεί το πλέγμα επιταχύνσεως και τα πλέγματα των αντηχείων. Συνεπώς, ενέργεια από την πηγή αυτή μεταφέρεται με την παραπάνω επιβράδυνση των ομαδοποιημένων ηλεκτρονίων, στα αντηχεία και οι ταλαντώσεις των αντηχείων αποκτούν το μεγαλύτερο δυνατό σταθερό πλάτος.

Με κατάλληλη μείωση του συνεχούς αρνητικού δυναμικού του ανακλαστήρα, είναι δυνατό τα ηλεκτρόνια που ομαδοποιούνται σε κάθε περίοδο των ταλαντώσεων, να μην επιστρέφουν τη στιγμή της φάσεως των 90° της επόμενης περιόδου, αλλά τη στιγμή της φάσεως 90° της δεύτερης ή τρίτης περιόδου. Τότε όμως η επιβράδυνση των ομαδοποιημένων ηλεκτρονίων είναι μικρότερη και οι ταλαντώσεις αποκτούν μικρότερο πλάτος. Η επιστροφή των ομαδοποιημένων ηλεκτρονίων τη στιγμή της φάσεως 90° της επόμενης, της μεθεπόμενης και της τρίτης περιόδου των ταλαντώσεων ονομάζεται αντίστοιχα **λειτουργία της λυχνίας κλείστρον σε ρυθμό I, II και III**.

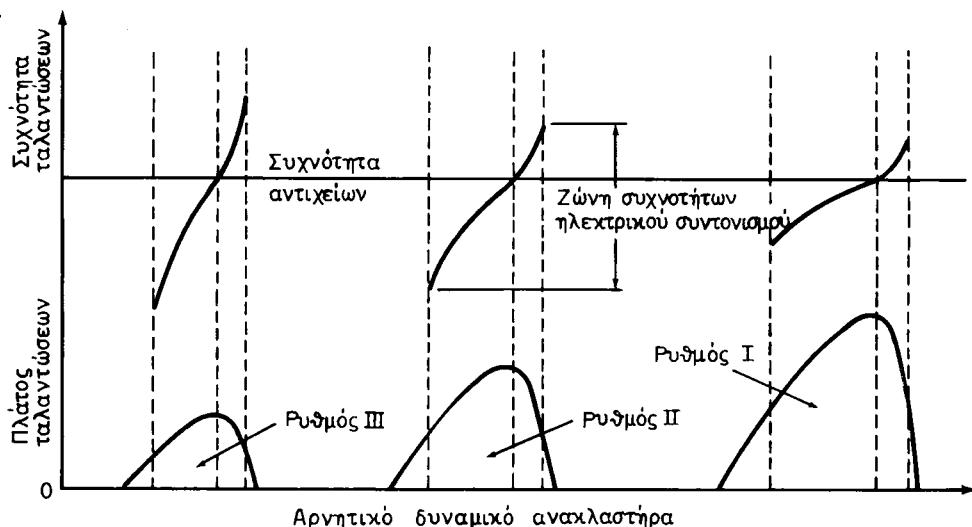
Βέβαια, τα ηλεκτρόνια, τα οποία κατά την κινησή τους προς τα άνω, διέρχονται το χώρο μεταξύ των δυο πλεγμάτων, κατά το πρώτο και το τελευταίο τέταρτο της περιόδου των ταλαντώσεων (σχ. Π1.5γ), αποκτούν αντίστοιχα από το εναλλασσόμενο δυναμικό επιτάχυνση που αυξάνεται και επιβράδυνση που ελαττώνεται. Έτσι, αυτά δεν ομαδοποιούνται και δεν προσδίδουν ενέργεια στις ταλαντώσεις των αντηχείων.



Σχ. Π. 1.5γ.

Ομαδοποίηση ηλεκτρονίων στη λυχνία κλείστρον.

(Ομαδοποιούνται τα ηλεκτρόνια που διέρχονται από τη φάση 90° μέχρι τη φάση 270° κάθε κύκλου).



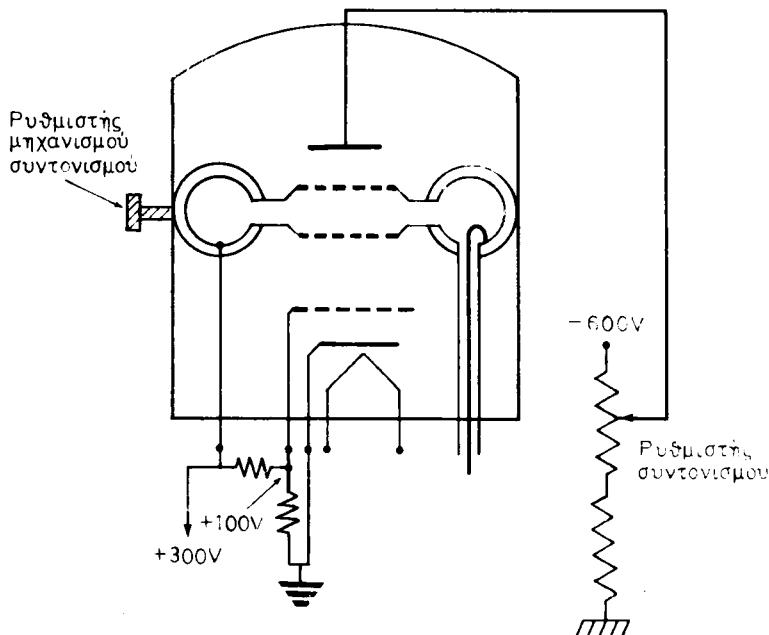
Σχ. Π. 1.56.
Ρυθμοί λειτουργίας λυχνίας κλείστρον.

Στο σχήμα Π1.5δ φαίνεται η διαφορά πλάτους των ταλαντώσεων σε ρυθμούς λειτουργίας της λυχνίας I, II και III, όπου μικρές μεταβολές του αρνητικού δυναμικού του ανακλαστήρα, πάνω και κάτω από την τιμή κάθε ρυθμού, σε κάθε ρυθμό προκαλεί ελάττωση του πλάτους των ταλαντώσεων. Φαίνεται επίσης, ότι η μεταβολή του αρνητικού δυναμικού, σε κάθε ρυθμό, προκαλεί ταυτόχρονα και μεταβολή της συχνότητας των ταλαντώσεων, πάνω και κάτω από τη συχνότητα που καθορίζεται από τις διαστάσεις των αντηχείων. Για να αποφεύγονται ανεπιθύμητες μεταβολές συχνότητας, τα συνεχή δυναμικά των πλεγμάτων και του ανακλαστήρα διατηρούνται σταθερά, με κυκλώματα ηλεκτρονικής σταθεροποιήσεως. Τέτοιες μεταβολές του αρνητικού δυναμικού του ανακλαστήρα γίνονται με το ρυθμιστή συντονισμού (σχ. Π1.5ε), ή το σύστημα AFC της συσκευής ραντάρ (ηλεκτρονικός συντονισμός - electronic tuning), ώστε η συχνότητα των ταλαντώσεων της λυχνίας κλείστρον (τοπικού ταλαντωτή) να διαφέρει από τη συχνότητα της ηχούς κατά την ενδιάμεση συχνότητα (IF) του δέκτη. Με το ρυθμιστή αυτό η συχνότητα των ταλαντώσεων μεταβάλλεται κατά μικρές τιμές. Μεγαλύτερες μεταβολές της συχνότητας επιτυγχάνονται με το ρυθμιστή μηχανικού συντονισμού, ο οποίος μεταβάλλει τις διαστάσεις των αντηχείων.

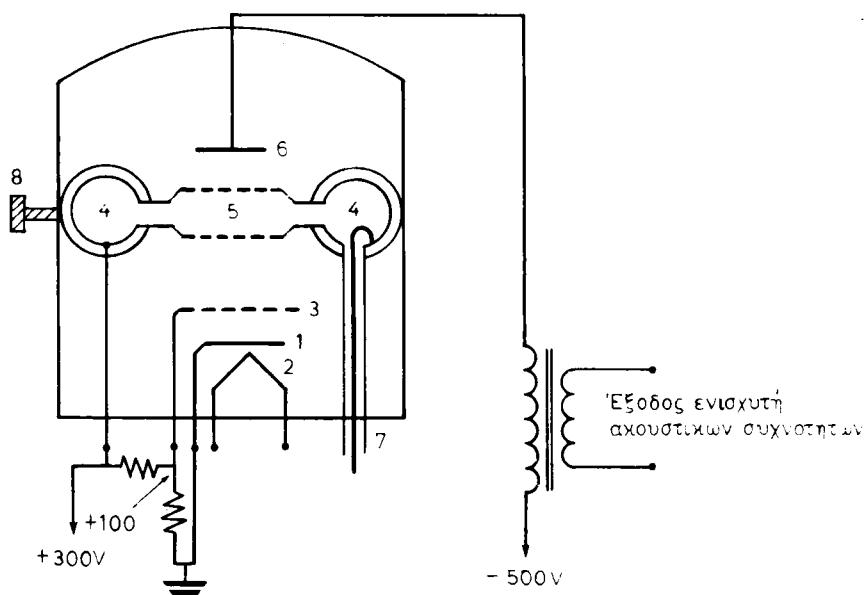
Ρύθμιση της συχνότητας κατά μεγάλα ποσοστά (μηχανικός συντονισμός - mechanical tuning) απαιτείται μετά από αντικατάσταση της λυχνίας μάγνετρον (πομπού) ή της λυχνίας κλείστρον (τοπικού ταλαντωτή) της συσκευής ραντάρ. Ενώ μικρορυθμίσεις της συχνότητας με τον ηλεκτρονικό ρυθμιστή συντονισμού (tuning) απαιτούνται τακτικά κατά τη λειτουργία της συσκευής ραντάρ και ειδικά μετά από κάθε εκκίνησή της.

Εκτός από τη χρησιμοποίησή της, ως τοπικού ταλαντωτή στο δέκτη της συσκευής ραντάρ, ο τύπος της λυχνίας **κλείστρον ανακλάσεως** που περιγράψαμε, έχει και άλλες εφαρμογές όπως:

α) Διαμορφωτής συχνότητας (Frequency Modulator) μικροκυμάτων των τηλεπικοινωνιακών φερεσύχνων. Στο σχήμα Π1.5στ, φαίνεται τέτοια διάταξη, όπου με το



Σχ. Π. 1.5ε.
Ρυθμιστές συντονισμού της λυχνίας κλειστρον.



Σχ. Π. 1.5στ.
Διάταξη διαμορφωτή συχνότητας μικροκυμάτων.

δευτερεύον του μετασχηματιστή προστίθεται στο αρνητικό δυναμικό του ανακλαστήρα το εναλλασσόμενο δυναμικό ακουστικών συχνοτήτων, που προέρχεται από ενισχυτή ακουστικών συχνοτήτων. Έτσι, το αρνητικό δυναμικό του ανακλαστήρα μεταβάλλεται πάνω και κάτω από την τιμή του συνεχούς δυναμικού κατά το πλάτος της τάσεως ακουστικής συχνότητας, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται (διαμορφώνεται) η συχνότητα μικροκυμάτων που παράγει η λυχνία κλείστρον με το ρυθμό της ακουστικής συχνότητας. Κατά τη θετική ημιπερίοδο της ακουστικής συχνότητας που το αρνητικό δυναμικό του ανακλαστήρα ελαττώνεται, η συχνότητα των ταλαντώσεων ελαττώνεται, ενώ κατά την αρνητική ημιπερίοδο που το αρνητικό δυναμικό του ανακλαστήρα αυξάνεται, η συχνότητα των ταλαντώσεων αυξάνεται. Η μεταβολή αυτή της τιμής της ραδιοσυχνότητας, με το ρυθμό της ακουστικής συχνότητας ονομάζεται **διαμόρφωση συχνότητας** (Frequency Modulation - FM): Η ραδιοσυχνότητα αυτή περιέχει τις πληροφορίες ήχου της ακουστικής συχνότητας και έτσι οι πληροφορίες αυτές περιέχονται στο ηλεκτρομαγνητικό κύμα μικροκυμάτων που ακτινοβολείται.

β) Πομπός ραντάρ συνεχούς κύματος, στις συσκευές ραντάρ μετρήσεως της ταχύτητας των οχημάτων που η λειτουργία τους βασίζεται στο φαινόμενο Doppler.

Π 1.6 Ο διαμορφωτής.

Όπως είπαμε στην παράγραφο 2.2.2, ο διαμορφωτής συγχρονίζεται από το κύκλωμα σκανδάλης και για κάθε συγχρονιστικό παλμό που δέχεται, παράγει ένα ορθογώνιο αρνητικό παλμό υψηλής τάσεως, με τον οποίο τροφοδοτείται η κάθοδος της λυχνίας μάγνετρον και η τελευταία παράγει τον παλμό ταλαντώσεων υψηλής συχνότητας και υψηλής ισχύος.

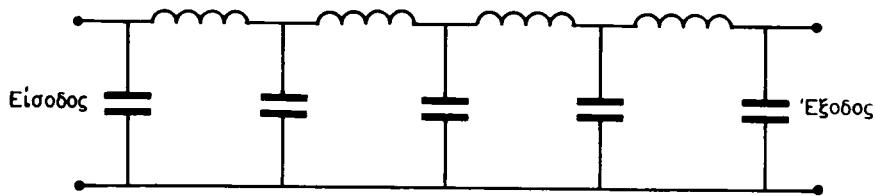
Η λειτουργία του διαμορφωτή βασίζεται στην εκφόρτιση **τεχνητής γραμμής μεταφοράς** (artificial transmission line).

α) Η τεχνητή γραμμή μεταφοράς.

Η τεχνητή γραμμή μεταφοράς παρουσιάζει περίπου τα χαρακτηριστικά της πραγματικής γραμμής μεταφοράς χωρίς απώλειες που αποτελείται από δυο παράλληλους αγωγούς. Η αυτεπαγωγή και η χωρητικότητα που είναι κατανεμημένη κατά μήκος των δυο παράλληλων αγωγών της πραγματικής γραμμής, είναι εντοπισμένες αντίστοιχα στα πηνία και τους πυκνωτές της τεχνητής γραμμής που συνδέονται όπως στο σχήμα Π1.6α. Η διάταξη αυτή των πηνίων και των πυκνωτών της τεχνητής γραμμής ονομάζεται και **δικτύωμα τεχνητής γραμμής** (artificial line network). Η τεχνητή γραμμή μεταφοράς αντικαθιστά την πραγματική γραμμή, σε εφαρμογές που η τελευταία δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί λόγω του μεγάλου μήκους της.

Τέτοιες εφαρμογές είναι:

- 1) Η ορισμένη χρονική καθυστέρηση σε τάσεις ή ρεύματα που εφαρμόζονται σε ένα κύκλωμα ή από την έξοδο ενός κυκλώματος στην είσοδο του ίδιου κυκλώματος για ανατροφοδότηση (feedback).
- 2) Η καθυστέρηση φάσεως σε ένα σήμα.
- 3) Η αποκοπή ή διέλευση ορισμένης ζώνης συχνοτήτων (φίλτρο).
- 4) Η αποθήκευση ενέργειας κατά τη φόρτισή της και η απόδοση της ενέργειας αυτής σε ορθογώνιο παλμό κατά την εκφόρτισή της.



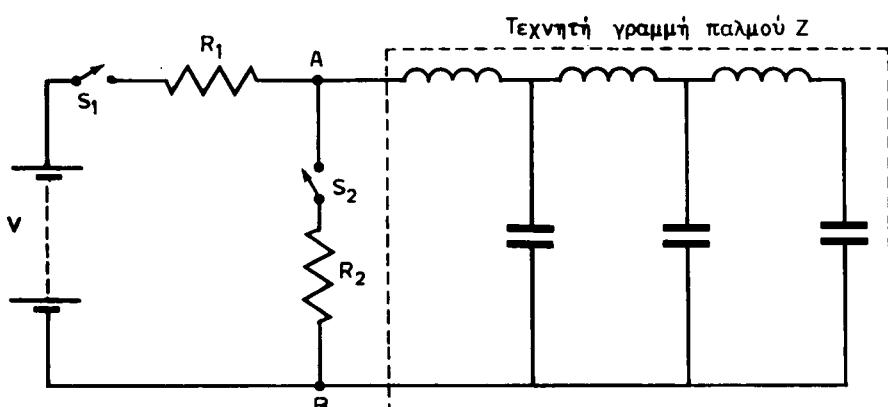
Σχ. Π. 1.6α.
Τεχνητή γραμμή μεταφοράς.

Επειδή κατά την εφαρμογή της αυτή, όπου η γραμμή κατά την εκφόρτισή της αποδίδει την ενέργεια σε ορθογώνιο παλμό, η τεχνητή γραμμή ονομάζεται **γραμμή παλμού** (pulse line) ή **δικτύωμα σχηματοσμού παλμού** (Pulse Forming Network - PFN).

β) Φόρτιση και εκφόρτιση τεχνητής γραμμής.

Στο σχήμα Π1.6β φαίνεται κύκλωμα φορτίσεως και εκφορτίσεως γραμμής παλμού, το οποίο αποτελείται από την πηγή που παρέχει τάση V , την τεχνητή γραμμή παλμού Z , τις αντιστάσεις φορτίσεως R_1 , και εκφορτίσεως R_2 που είναι ίσες με τη χαρακτηριστική αντίσταση της γραμμής παλμού, το διακόπτη φορτίσεως S_1 , και το διακόπτη εκφορτίσεως S_2 .

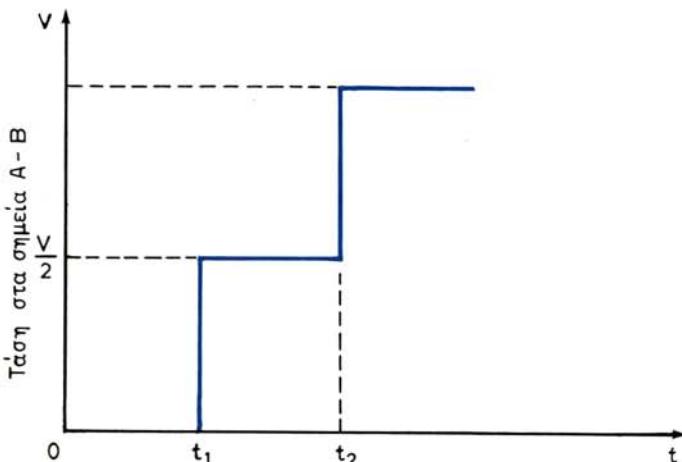
Αν ο διακόπτης εκφορτίσεως S_2 είναι ανοιχτός και κλείσουμε το διακόπτη S_1 , αμέσως στο κύκλωμα αρχίζει να κυκλοφορεί ρεύμα και οι πυκνωτές της γραμμής αρχίζουν να φορτίζονται. Το ρεύμα φορτίσεως των πυκνωτών διέρχεται από τα πηνιά, στα οποία αναπτύσσεται μαγνητικό πεδίο, και καθυστερεί την αύξηση του ρεύματος. Επειδή η αντίσταση φορτίσεως R_1 , είναι ίση με τη χαρακτηριστική αντίσταση της γραμμής, η τάση της πηγής V διαμοιράζεται ως πτώση τάσεως, η μισή ($V/2$) στη γραμμή παλμού Z (σημεία A-B) και η άλλη μισή ($V/2$) στην αντίσταση R_1 . Όταν οι πυκνωτές φορτίσθούν στην τάση $V/2$ που επικρατεί στη γραμμή (σημεία A-B), το ρεύμα φορτίσεως που παρέχει η πηγή, μηδενίζεται. Καθώς την ίδια στιγ-



Σχ. Π. 1.6β.
Κύκλωμα φορτίσεως και εκφορτίσεως τεχνητής γραμμής.

μή μηδενίζεται το μαγνητικό πεδίο των πηνίων, λόγω αυτεπαγωγής αναπτύσσονται επαγγικά ρεύματα της ίδιας φοράς, από τα οποία οι πυκνωτές φορτίζονται σε τάση V , ίση δηλαδή με εκείνη που παρέχει η πηγή.

Στο σχήμα Π1.6γ φαίνονται οι μεταβολές τάσεως στα άκρα της γραμμής (σημεία A-B) από τη στιγμή που έκλεισε ο διακόπτης S_1 , μέχρι τη στιγμή που ολοκληρώθηκε η φόρτιση της γραμμής στην τάση V της πηγής. Ο χρόνος $t_2 - t_1$ είναι ο χρόνος που απαιτείται για να κινηθεί το ρεύμα φορτίσεως, σαν οδεύον κύμα, από την αρχή ως το τέλος της γραμμής και από το τέλος της ως την αρχή της. Αυτές οι μεταβολές τάσεως ισχύουν όταν η αντίσταση φορτίσεως R , είναι ίση με τη χαρακτηριστική αντίσταση της γραμμής.



Σχ. Π. 1.6γ.

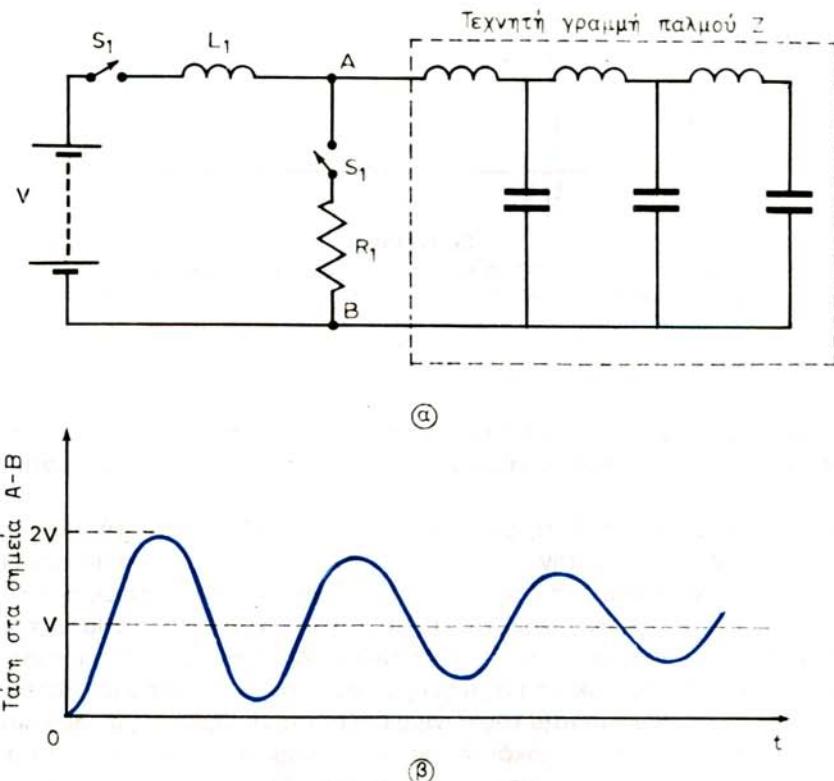
Μεταβολές της τάσεως κατά τη φόρτιση της τεχνητής γραμμής (σχ. Π.1.6β).
τ₁ χρονική στιγμή που έκλεισε ο S_1 , και t_2 χρονική στιγμή που οι πυκνωτές φορτίστηκαν σε τάση $V/2$.
 $(t_2 - t_1)$ χρόνος που παρέρχεται για να κινηθεί το οδεύον κύμα τάσεως από την αρχή ως το τέλος της γραμμής.

Στο κύκλωμα του σχήματος Π1.6δ(α) η αντίσταση φορτίσεως έχει αντικατασταθεί με το πηνίο L_1 . Το πηνίο φορτίσεως L_1 και η τεχνητή γραμμή Z συγκροτούν κυμαινόμενο κύκλωμα.

Όταν κλείσουμε το διακόπτη φορτίσεως S_1 , στο κύκλωμα αναπτύσσονται αποσβενόμενες ταλαντώσεις στην ιδιοσυχνότητά του και η τάση στη γραμμή θα μεταβάλλεται πάνω και κάτω από την τιμή V που παρέχει η πηγή, όπως στο σχήμα 1.6δ(β). Η τάση της θετικής κορυφής της πρώτης ταλαντώσεως φθάνει την τιμή $2V$, δηλαδή διπλάσια από την τάση V της πηγής. Αν ακριβώς τη στιγμή αυτή ήταν δυνατό να ανοίξουμε το διακόπτη S_1 , η γραμμή θα παρέμενε φορτισμένη στην τάση $2V$. Όμως η παρεμβολή μεταξύ του πηνίου L_1 και της γραμμής της διόδου λυχνίας, όπως στο σχήμα Π1.6ε(α), διακόπτει τις αποσβενόμενες ταλαντώσεις τη στιγμή αυτή και η γραμμή παραμένει φορτισμένη σε τάση $2V$. Η διόδος λυχνία επιτρέπει τη ροή ρεύματος προς τη γραμμή, μέχρι η γραμμή να φορτισθεί στην τάση V της πηγής που η κάθοδος είναι αρνητικότερη από την ανοδό της. Από τη στιγμή όμως

αυτή και μετά που η γραμμή φορτίζεται σε υψηλότερη τάση, επειδή η κάθοδός της γίνεται θετικότερη από την ανοδό της, διακόπτει τη ροή ρεύματος και από την πηγή προς τη γραμμή, αλλά και από τη γραμμή προς την πηγή. Στο σχήμα Π1.6ε(β) φαίνεται επίσης η μεταβολή της τάσεως από τη στιγμή που κλείνει ο διακόπτης S_1 , μέχρι τη στιγμή που η γραμμή θα φορτισθεί στην τάση 2V, μετά την παρεμβολή της διόδου λυχνίας.

Αν κάποια στιγμή μετά την φόρτιση της γραμμής στην τάση 2V, ανοίξομε το διακόπτη φορτίσεως S_1 , και κλείσομε το διακόπτη εκφορτίσεως S_2 [σχ. Π1.6σ(β)], θα αρχίσει η εκφόρτιση στην αντίσταση εκφορτίσεως R_2 που είναι και αυτή ίση με τη χαρακτηριστική αντίσταση της γραμμής. Καθώς αρχίζει η εκφόρτιση των πυκνωτών της γραμμής, το μαγνητικό πεδίο που αναπτύσσεται στα πηνία της περιορίζει το ρεύμα εκφορτίσεως στη μισή του τιμή και έτσι η τάση στην έξοδο της γραμμής (σημεία A-B) πέφτει στην τιμή V. Αύξηση του μαγνητικού πεδίου στα πηνία παρατηρείται μέχρι τη στιγμή που οι πυκνωτές θα εκφορτισθούν από την τάση 2V που είχαν φορτισθεί, στην τάση V. Από τη στιγμή αυτή το μαγνητικό πεδίο των πηνίων ελαττώνεται και διατηρεί το ρεύμα εκφορτίσεως σταθερό και την τάση στην έξοδο της γραμμής στη σταθερή τιμή V, μέχρι τη στιγμή που οι πυκνωτές

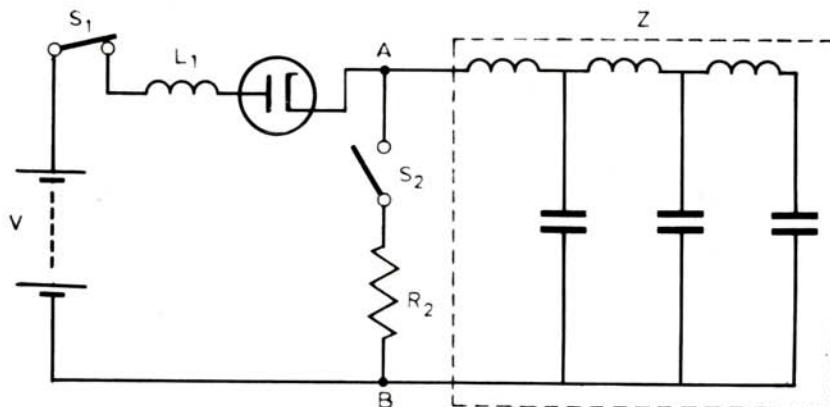


Σχ. Π. 1.6δ.

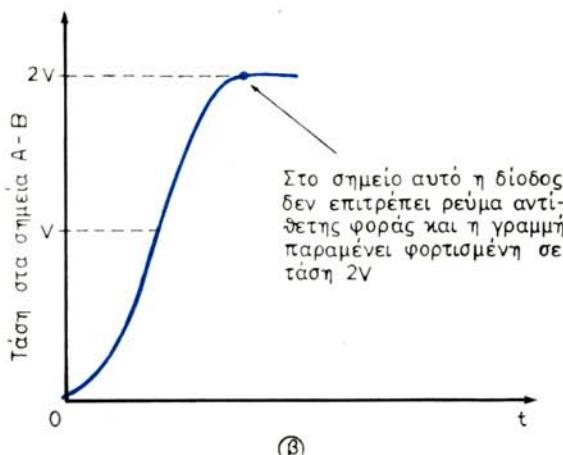
α) Κύκλωμα φορτίσεως γραμμής σε διπλάσια τάση. β) Αποσβενόμενες με αρχικό πλάτος 2V.

Θα εκφορτισθούν εντελώς. Τη στιγμή που ολοκληρώνεται η εκφόρτιση των πυκνωτών, το ρεύμα εκφορτίσεως και η τάση στην έξοδο της γραμμής μηδενίζονται. Δηλαδή, η εκφόρτιση της γραμμής από την τάση $2V$ σε V και από V σε 0 γίνεται με δύο κύματα τάσεως σταθερού πλάτους V κατά το χρονικό διάστημα $t_2 - t_1$, τα οποία οδεύουν αντίστοιχα από την αρχή μέχρι το τέλος της γραμμής και από το τέλος μέχρι την αρχή της γραμμής. Κατά το διάστημα αυτό η τάση στα σημεία $A-B$ και το ρεύμα εκφορτίσεως παραμένουν σταθερά.

Αν ανοίξουμε το διακόπτη S_2 και κλείσουμε πάλι το διακόπτη S_1 , η γραμμή θα φορτισθεί πάλι κατά τον παραπάνω τρόπο σε τάση $2V$. Ανοίγοντας για δεύτερη φορά το διακόπτη S_1 , και κλείνοντας τον S_2 επαναλαμβάνεται η κατά τον παραπάνω τρόπο εκφόρτιση της γραμμής παλμού.



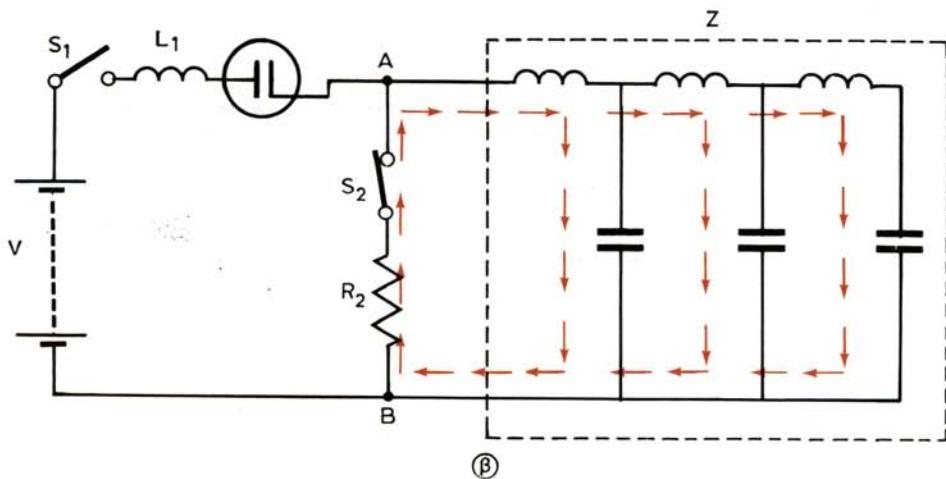
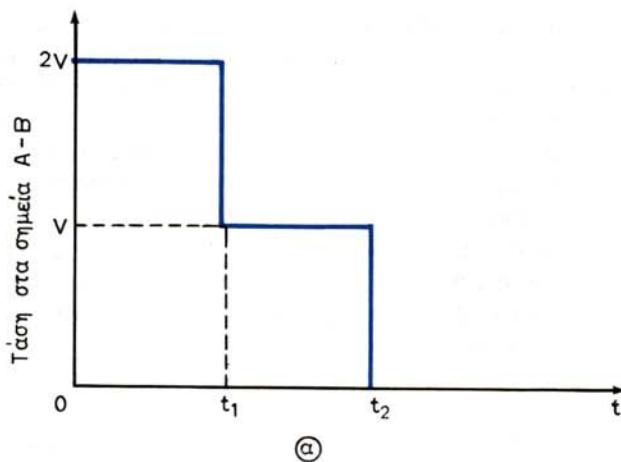
@



(β)

Σχ. Π. 1.6ε.

Φόρτιση της γραμμής σε τάση $2V$ (παρεμβολή διόδου λυχνίας).



Σχ. Π. 1.6στ.

Εκφόρτιση της τεχνητής γραμμής (παρεμβολή διόδου λυχνίας).

t_1 χρονική στιγμή που κλείνει ο διακόπτης S_2 και η τάση πέφτει από 2V σε V.

($t_2 - t_1$) Χρόνος εκφορτίσεως της γραμμής.

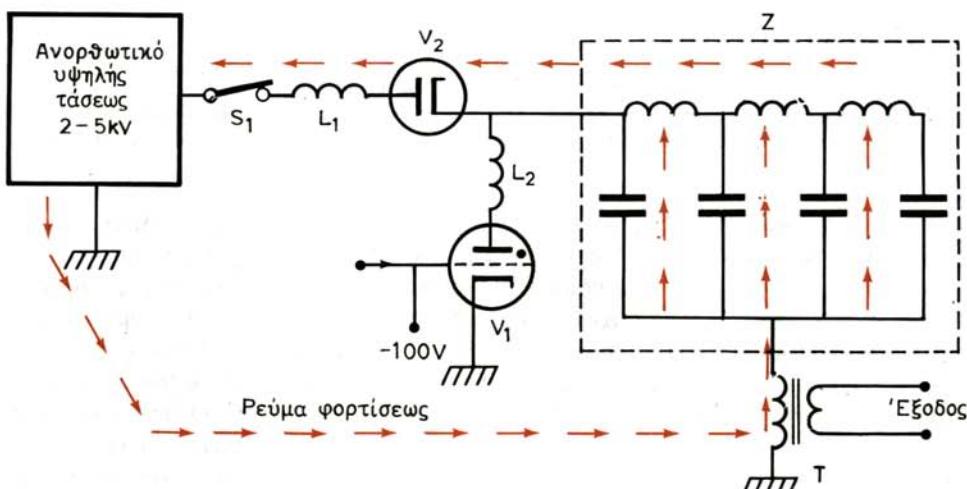
γ) Ο διαμορφωτής *thyatron*.

Η εκφόρτιση της γραμμής παλμού στους διαμορφωτές των περισσότερων τύπων συσκευών ραντάρ, με συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής, η οποία καθορίζεται από τη συχνότητα των οξέων θετικών συγχρονιστικών παλμών, τους οποίους παρέχει το κύκλωμα σκανδάλης, επιτυγχάνεται με λυχνία *thyatron*. Αυτή είναι τρίοδος λυχνία, από την οποία έχει αφαιρεθεί ο ατμοσφαιρικός αέρας και έχει γεμισθεί με αέριο (συνήθως ατμούς υδραργύρου). Όταν εφαρμοσθεί πρώτα στο πλέγμα της λυχνίας αρκετά υψηλό αρνητικό δυναμικό (από -50V μέχρι -300V) και μετά εφαρμοσθεί υψηλό θετικό δυναμικό στην άνοδό της (+1000 μέχρι +10000 V), η λυχνία δεν άγει και συμπεριφέρεται ως διακόπτης. Όταν όμως, έ-

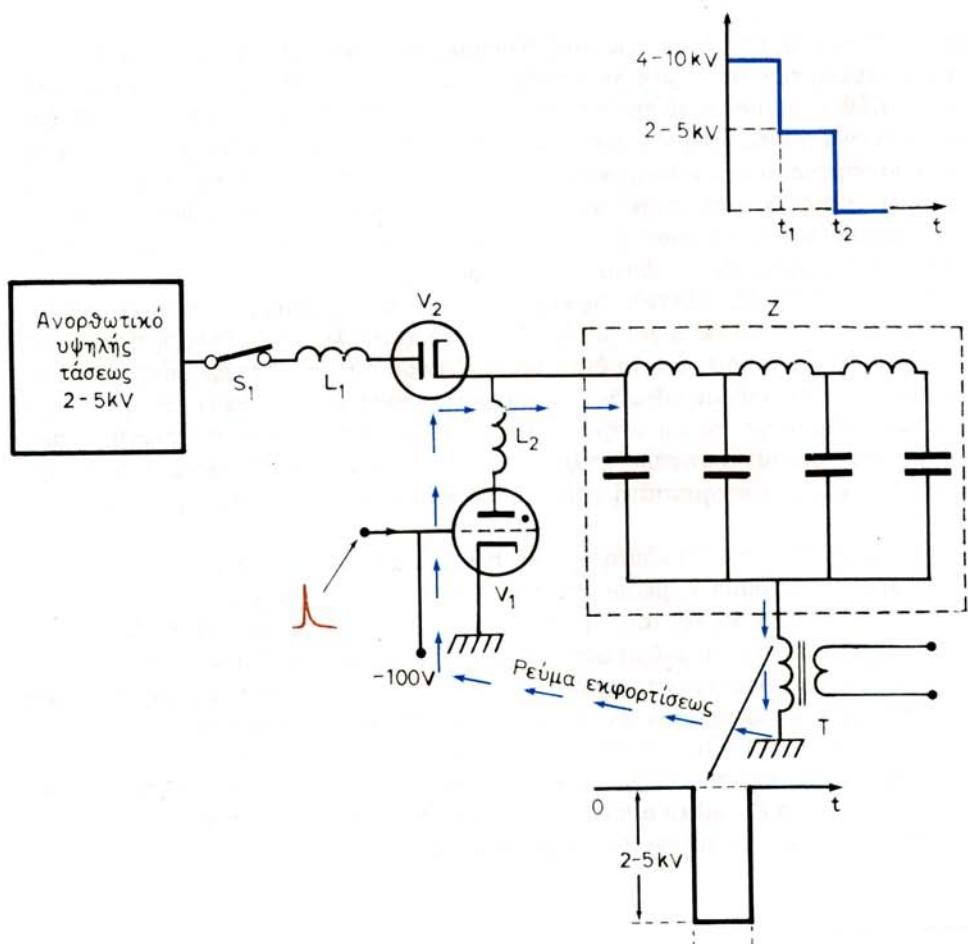
στω και για μια στιγμή, το αρνητικό δυναμικό του πλέγματος γίνει μικρότερο από μια ορισμένη τιμή (δυναμικό αποκοπής), η λυχνία αρχίζει να άγει και το αέριο ιονίζεται. Λόγω του ιονισμού του αερίου, το ρεύμα ανόδου της λυχνίας είναι μεγάλο και η λυχνία συμπεριφέρεται ως αγωγός (βραχικύλωμα). Για όσο χρόνο το αέριο είναι ιονισμένο, η αγωγιμότητα της λυχνίας δε διακόπτεται από το αρνητικό δυναμικό πλέγματος, επειδή τα θετικά ίόντα από τον ιονισμό εξουδετερώνουν το αρνητικό δυναμικό του πλέγματος. Η αγωγιμότητα της λυχνίας thyatron διακόπτεται μόνο όταν μηδενισθεί το δυναμικό ανόδου της.

Στο σχήμα Π1.6ζ, ο διακόπτης εκφορτίσεως (του σχήματος Π1.6ε) έχει αντικατασταθεί από τη λυχνία thyatron V_1 . Στο πλέγμα της λυχνίας εφαρμόζεται μόνιμα αρνητική συνεχής τάση και τη διατηρεί σε διακοπή. Η πηγή τροφοδοτήσεως έχει αντικατασταθεί από ανορθωτικό υπερυψηλής τάσεως V (2-5kV) και η τεχνητή γραμμή παλμού γειώνεται μέσω του πρωτεύοντος του μετασχηματιστή T , που ονομάζεται **μετασχηματιστής παλμού** (pulse transformer). Τα άκρα του δευτερεύοντος του μετασχηματιστή παλμού συνδέονται στην κάθοδο της λυχνίας μάγνετρον.

Με το κλείσιμο του διακόπτη S_1 , ενώ η λυχνία thyatron V_1 βρίσκεται σε διακοπή, η τεχνητή γραμμή Z , μέσω του πρωτεύοντος του μετασχηματιστή παλμού T της διόδου λυχνίας V_2 και του πηνίου L_1 , φορτίζεται στο διπλάσιο της τάσεως της πηγής 2V (4-10 kV). Το ρεύμα φορτίσεως κυκλοφορεί όπως δείχνουν τα τόξα των διακοπόμενων γραμμών στο σχήμα Π1.6ζ. Η φόρτιση της γραμμής στο διπλάσιο της τάσεως του τροφοδοτικού γίνεται κατά τον τρόπο που αναπτύξαμε στην παραπάνω παράγραφο β. Όταν σε σύντομο χρονικό διάστημα ολοκληρωθεί η φόρτιση της γραμμής και εφόσον το δυναμικό του πλέγματος διατηρείται στα -100V (μεγαλύτερο από το δυναμικό αποκοπής), στο κύκλωμα δεν κυκλοφορεί κανένα ρεύμα και η γραμμή παραμένει φορτισμένη στην τάση 2V.



Σχ. Π. 1.6ζ.
Φόρτιση της τεχνητής γραμμής διαμορφωτή thyatron.



Σχ. Π. 1.6η.

Εκφόρτιση της γραμμής με λυχνία Thyatron.

t_1 χρονική στιγμή που εφαρμόζεται ο οξύς θετικός παλμός στο πλέγμα.

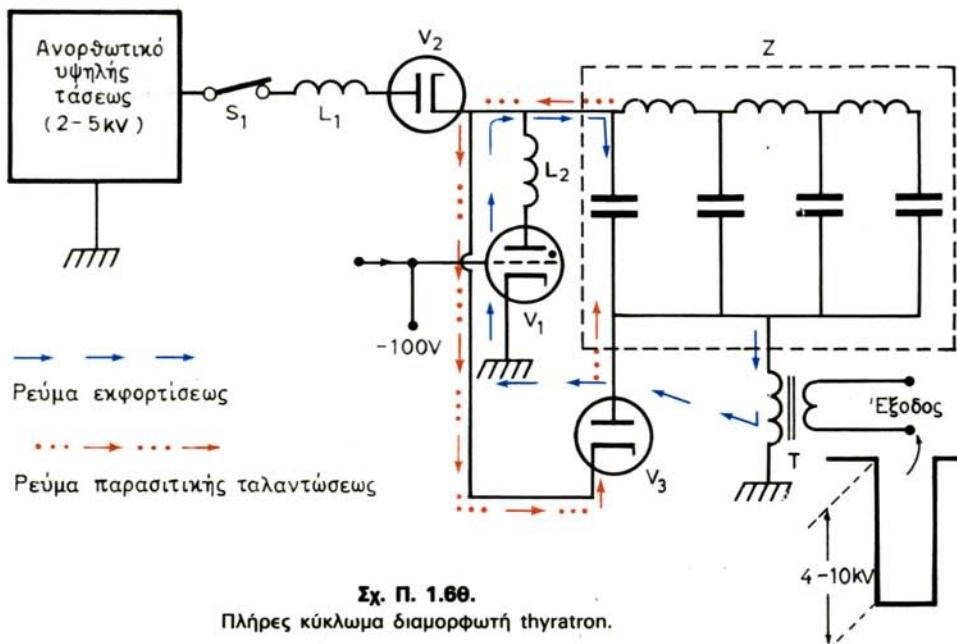
($t_2 - t_1$) χρόνος εκφορτίσεως της γραμμής ίσος με τη διάρκεια του ορθογώνιου παλμού.

Τη στιγμή όμως που στο πλέγμα θα εφαρμοσθεί οξύς θετικός παλμός από το κύκλωμα σκανδάλης (σχ. Π1.6η), το αρνητικό δυναμικό του πλέγματος γίνεται στιγμιαία μικρότερο από το δυναμικό αποκοπής, η λυχνία thyatron αρχίζει να άγει με ιονισμό και ταυτόχρονα αρχίζει και η εκφόρτιση της γραμμής. Το ρεύμα εκφορτίσεως κυκλοφορεί όπως δείχνουν τα τόξα στο σχήμα Π1.6η, μέσα από το πρωτεύον του μετασχηματιστή παλμού. Επειδή, επί όσο χρόνο η λυχνία thyatron άγει, συμπεριφέρεται σχεδόν σαν αγωγός, η τάση της γραμμής αναπτύσσεται στο πρωτεύον του μετασχηματιστή παλμού. Καθώς με την έναρξη της εκφορτίσεως, η τάση της γραμμής από την τιμή $2V$ ($4-10kV$) πέφτει στην τιμή V ($2-5kV$) και παραμένει στην τιμή V , σταθερή θα είναι και η τάση $-V$ που αναπτύσσεται στο πρωτεύον του μετασχηματιστή. Όταν ολοκληρωθεί η εκφόρτιση της γραμμής, μηδενίζεται η τά-

ση στο πρωτεύον του μετασχηματιστή και διακόπτεται η αγωγιμότητα της λυχνίας V_1 , (αποϊονισμός). Έτσι, στο πρωτεύον του μετασχηματιστή T αναπτύσσεται αρνητικός ορθογώνιος παλμός τάσεως σταθερού πλάτους, που η διαρκεία του είναι ανάλογη με το σύνολο της αυτεπαγωγής των πηνίων και της χωρητικότητας των πυκνωτών της γραμμής. Επομένως, αν με διακόπτη αφαιρούμε ή προσθέτουμε στοιχεία αυτεπαγωγής (πηνία) και χωρητικότητας (πυκνωτές) στη γραμμή, μπορούμε να ελαττώνομε ή να αυξάνουμε τη διάρκεια του παλμού (short pulse - long pulse). Δηλαδή η γραμμή διαμορφώνει τον ορθογώνιο αρνητικό παλμό στο πρωτεύον του μετασχηματιστή, γι' αυτό ονομάζεται και δικτύωμα σχηματισμού του παλμού.

Το πηνίο L_1 , που όπως είπαμε χρησιμεύει για τη φόρτιση της γραμμής σε τάση 2V, σε συνδυασμό με το πηνίο L_2 δεν επιτρέπει τη βραχυκύκλωση του ανορθωτικού υπερυψηλής τάσεως κατά το χρονικό διάστημα της αγωγιμότητας της λυχνίας thyatron- V_1 . Τη στιγμή που ολοκληρώνεται η έκφορτιση της γραμμής και διακόπτεται η αγωγιμότητα της λυχνίας thyatron, αρχίζει αμέσως νέα φόρτιση της γραμμής στην τάση 2V. Όταν στο πλέγμα της εφαρμοσθεί ο επόμενος οξύς θετικός παλμός από το κύκλωμα σκανδάλης, η λυχνία θα οδηγηθεί πάλι σε αγωγιμότητα και θα προκαλέσει νέα όμοια εκφόρτιση της γραμμής. Οπότε και στο πρωτεύον του μετασχηματιστή θα αναπτυχθεί δεύτερος ορθογώνιος αρνητικός παλμός.

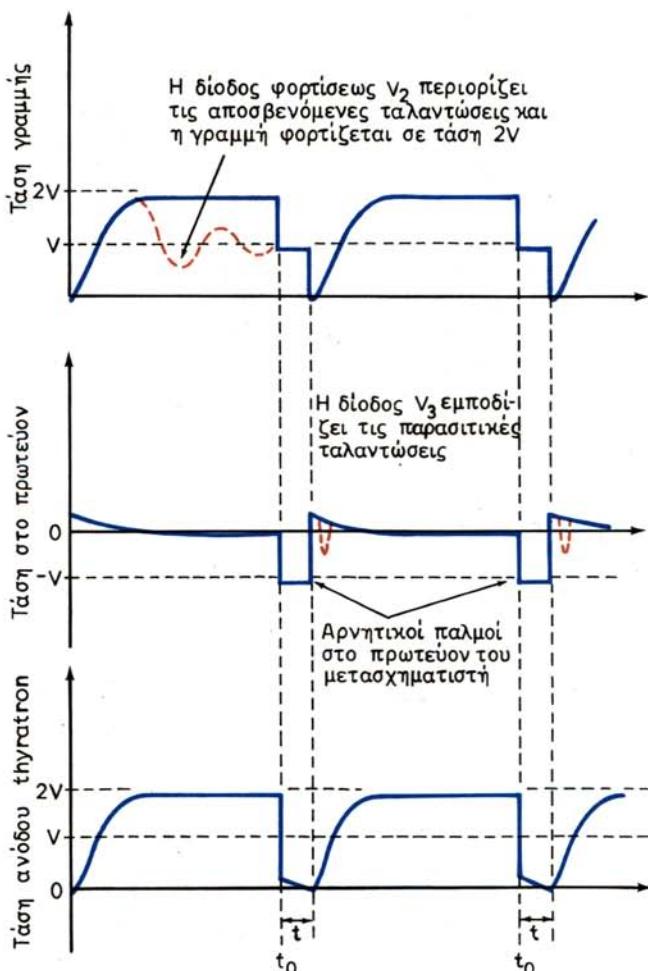
Με την ολοκλήρωση της εκφορτίσεως της γραμμής και ενώ αρχίζει η νέα φόρτισή της, επειδή δεν υπάρχει τέλεια προσαρμογή αντιστάσεων, στη γραμμή αρχίζει παρασιτική ταλάντωση, η οποία τείνει να κυκλοφορήσει αντίστροφο ρεύμα, με τη φορά που δείχνουν τα τόξα με τελείες στο σχήμα Π1.6θ. Η προσθήκη της διόδου V_3 στο κύκλωμα, η οποία παρουσιάζει αγωγιμότητα, προς τη φορά αυτή, αποτελεί βραχυκύκλωμα και η παρασιτική ταλάντωση αποσβαίνεται, γι' αυτό ονομάζεται **δίοδος αποσβέσεως** (damping diode).



Ο μετασχηματιστής παλμού έχει λόγο ανυψώσεως τάσεως 1:2 ή και μεγαλύτερο και έτσι στο δευτερεύον του αναπτύσσεται ορθογώνιος αρνητικός παλμός που έχει πλάτος $2V$ ($4-10kV$). Ο παλμός αυτός εφαρμόζεται στην κάθοδο της λυχνίας μάγνετρον και την εξαναγκάζει σε ταλαντώσεις μικροκυμάτων, επί όσο χρόνο διαρκεί ο παλμός.

Στο σχήμα Π1.6ι φαίνονται:

- Οι κυματομορφές τάσεως φορτίσεως της γραμμής και εκφορτίσεως της με την εφαρμογή των συγχρονιστικών παλμών στο πλέγμα της λυχνίας thyatron.
- Οι κυματομορφές στο πρωτεύον του μετασχηματιστή παλμού T. Όπως παρατηρούμε κατά τη φόρτιση της γραμμής, στο πρωτεύον αναπτύσ-



Σχ. Π. 1.6ι.
Κυματομορφές τάσεως διαμορφωτή thyatron.

σεται θετική τάση, επειδή το ρεύμα φορτίσεως διέρχεται από αυτό. Επίσης παρατηρούμε την αρνητική ημιπερίοδο της παρασιτικής ταλαντώσεως, η οποία περιορίζεται με τη δίοδο αποσβέσεως V_3 .

- Οι κυματομορφές της τάσεως ανόδου της λυχνίας thyratron κατά τη φόρτιση και την εκφόρτιση της τεχνητής γραμμής.
- Ός το χαρακτηρίζονται οι χρονικές στιγμές κατά τις οποίες εφαρμόζεται συγχρονιστικός παλμός στο πλέγμα της λυχνίας thyratron.
- Ός χρόνος τ χαρακτηρίζεται ο χρόνος εκφορτίσεως της γραμμής που είναι ίσος με τη διάρκεια του παλμού.

Σε πολλούς τύπους σύγχρονων συσκευών ραντάρ, τα κυκλώματα των διαμορφωτών τους, αντί της λυχνίας thyratron, χρησιμοποιούν thyristor, το οποίο παρουσιάζει ακριβώς την ίδια συμπεριφορά. Όπως επίσης αντί των διόδων φορτίσεως της γραμμής παλμού και αποσβέσεως των παρασιτικών ταλαντώσεων, χρησιμοποιούν κρυσταλλοδιόδους.

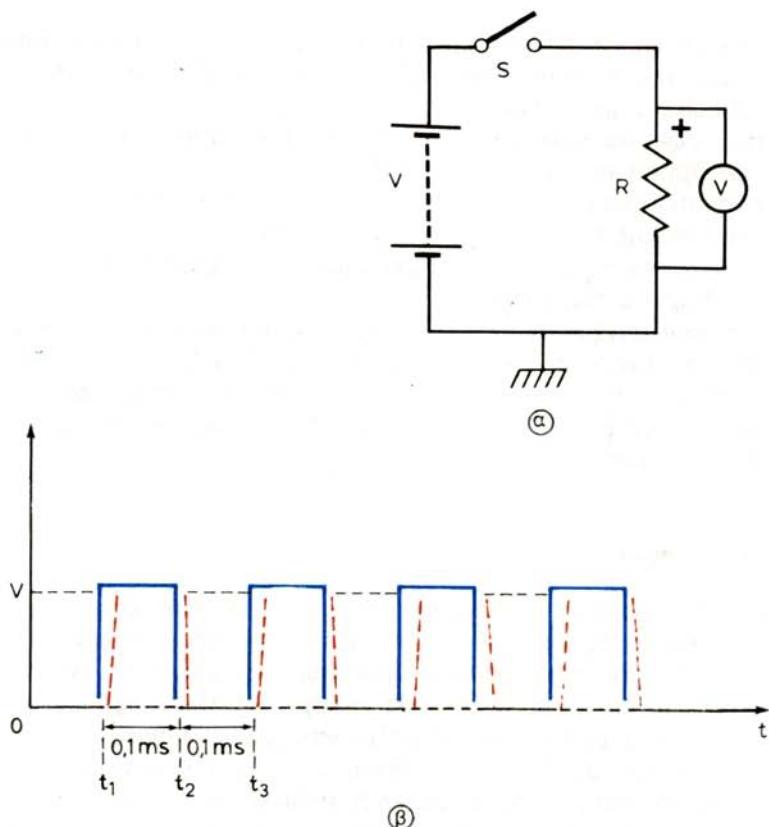
Π 1.7 Ορθογώνιοι παλμοί.

Όπως είπαμε στην παράγραφο 2.6β, το κύκλωμα παλμού λαμπρότητας παράγει ορθογώνιους θετικούς παλμούς, οι οποίοι είναι απαραίτητοι στη λειτουργία του ενδείκτη PPI. Οι ορθογώνιοι παλμοί είναι απαραίτητοι και για τη λειτουργία άλλων κυκλωμάτων του ενδείκτη ραντάρ, τα οποία παράγουν άλλες μορφές παλμών.

Το πιο απλό κύκλωμα, με το οποίο μπορούμε να δημιουργήσομε ορθογώνιους παλμούς, φαίνεται στο σχήμα Π1.7α(α). Αυτό αποτελείται από πηγή συνεχούς ρεύματος, η οποία παρέχει τάση V , την αντίσταση R , το διακόπτη S , με τον οποίο αποκαθιστούμε και διακόπτομε το κύκλωμα, και το βολτόμετρο, το οποίο μετρά την τάση στα άκρα της αντιστάσεως.

Ας υποθέσουμε ότι κλείνομε και ανοίγομε το διακόπτη S περιοδικά, για παράδειγμα $0,1s$ κλειστός και $0,1s$ ανοικτός. Τη στιγμή που κλείνομε το διακόπτη S στην αντίσταση R κυκλοφορεί ρεύμα $I = V/R$ και στα άκρα της αντιστάσεως αναπτύσσεται τάση ίση με την τάση της πηγής V . Κατά το χρονικό διάστημα των $0,1s$ που ο διακόπτης είναι κλειστός το ρεύμα παραμένει σταθερό στην τιμή V/R και η τάση στα άκρα της αντιστάσεως παραμένει σταθερή στην τιμή V , την οποία μετρά το βολτόμετρο. Τη στιγμή που ανοίγει ο διακόπτης, το ρεύμα διακόπτεται και η τάση στα άκρα της αντιστάσεως πέφτει απότομα στη μηδενική τιμή. Κατά το χρονικό διάστημα των $0,1s$, που ο διακόπτης είναι ανοικτός, στην αντίσταση δεν κυκλοφορεί ρεύμα και η τάση στα άκρα της διατηρεί τη μηδενική τιμή, όπως θα δείχνει καν το βολτόμετρο.

Στο σχήμα Π1.7α(β) φαίνεται η γραφική παράσταση των μεταβολών της τάσεως στα άκρα της, αντιστάσεως R σε συνάρτηση χρόνου. Τη χρονική στιγμή t_1 κλείνει ο διακόπτης οπότε αρχίζει να κυκλοφορεί ρεύμα και η τάση λαμβάνει ακαριαία την τιμή V . Στην πραγματικότητα η τάση στα άκρα της αντιστάσεως δεν αυξάνει από την μηδενική τιμή στην τιμή V σε χρόνο 0 και η αριστερή πλευρά του παλμού που ονομάζεται μέτωπο του παλμού δεν είναι κατακόρυφη, αλλά έχει μια μικρή κλίση προς τα δεξιά (διακοπόμενη γραμμή του σχήματος). Δηλαδή, για να αυξηθεί η τάση στην τιμή V παρέρχεται χρόνος λίγων μs , ο οποίος ονομάζεται **μετα-**



Σχ. Π. 1.7α.

- α) Κύκλωμα παραγωγής ορθογωνίων παλμών.
- β) Ορθογώνιοι παλμοί $(t_2 - t_1) = 0,1 \text{ s}$ = Διάρκεια παλμού.
 $(t_3 - t_2) = 0,1 \text{ s}$ = Νεκρός χρόνος.
 $(t_3 - t_1) = 0,2 \text{ s}$ = Περίοδος επαναλήψεως = T_2 .

Βατικός χρόνος (transit time) και εξαρτάται από τα στοιχεία του κυκλώματος. Επίσης, με το άνοιγμα του διακόπτη τη στιγμή t_2 η τάση δεν πέφτει στη μηδενική τιμή σε χρόνο μηδέν και η δεξιά πλευρά του παλμού έχει μικρή κλίση προς τα αριστερά, δηλαδή παρέρχεται ο ίδιος μεταβατικός χρόνος.

Το χρονικό διάστημα από t_1 μέχρι t_2 , κατά το οποίο η τάση διατηρεί την τιμή V , ονομάζεται διάρκεια του παλμού, ενώ το χρονικό διάστημα από t_2 μέχρι t_3 , κατά το οποίο η τάση είναι μηδενική, ονομάζεται **χρόνος διακοπής** ή **νεκρός χρόνος**. Το χρονικό διάστημα από t_1 μέχρι t_3 ονομάζεται περίοδος επαναλήψεως του παλμού T_r και από αυτή προκύπτει η συχνότητα επαναλήψεως των παλμών:

$$F_r = \frac{1}{T_r} \text{ (pps)}$$

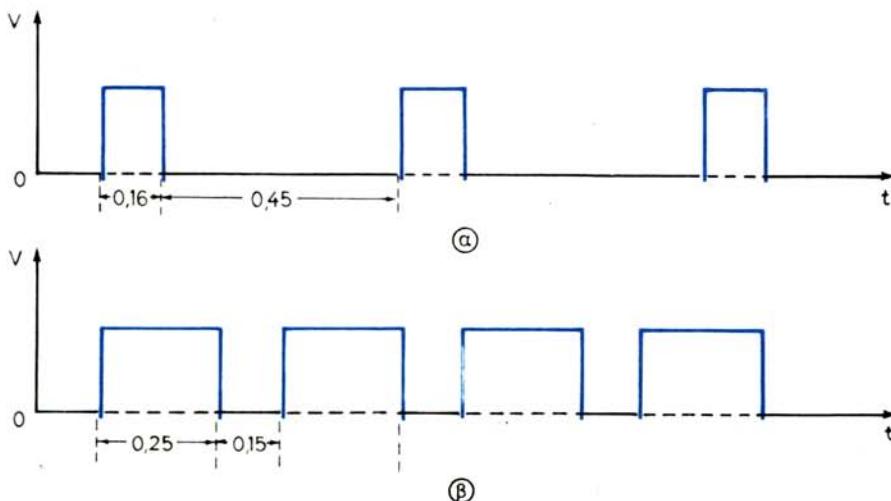
Όταν η διάρκεια του παλμού είναι ίση με το νεκρό χρόνο, οι παλμοί ονομάζονται συμμετρικοί, όπως στο σχήμα Π1.7α(β), ενώ όταν υπάρχει ανισότητα, οι παλμοί ονομάζονται ασύμμετροι. Στο σχήμα Π1.7β(α) φαίνονται ασύμμετροι παλμοί,

όπου ο νεκρός χρόνος είναι τετραπλάσιος της διάρκειας του παλμού. Τέτοιοι ασύμμετροι παλμοί προκύπτουν, αν για παράδειγμα κλείνομε το διακόπτη του σχήματος Π1.7a(a) επί 0,1s και τον ανοίγομε επί 0,4s. Στο σχήμα Π1.7β(β) φαίνονται ασύμμετροι παλμοί, που η διάρκειά τους είναι διπλάσια από το νεκρό χρόνο. Τέτοιοι παλμοί προκύπτουν, αν για παράδειγμα κλείνομε το διακόπτη επί 0,2s και τον ανοίγομε επί 0,1s.

Όταν γειώνεται η γραμμή που συνδέει την αντίσταση με τον αρνητικό πόλο της πηγής, όπως στο σχήμα Π1.7a(a), οι παλμοί τάσεως είναι θετικοί. Αν όμως γειώνεται η γραμμή που συνδέει την αντίσταση με το θετικό πόλο της πηγής, οι παλμοί τάσεως είναι αρνητικοί. Βέβαια, και στις δύο περιπτώσεις θα προκύψουν τα ίδια αποτελέσματα, αν γειώνεται ο αντίστοιχος πόλος της πηγής και το αντίστοιχο άκρο της αντιστάσεως και παραλειφθεί η γραμμή συνδέσεως τους.

Με ειδικά ηλεκτρονικά κυκλώματα που θα αναπτύξουμε στις επόμενες παραγράφους, είναι δυνατό να παράγονται συμμετρικοί ή ασύμμετροι θετικοί ή αρνητικοί παλμοί διάρκειας μέχρι λίγα ns και με συχνότητα επαναλήψεως μέχρι και 10^6 pps.

Από τη μαθηματική ανάλυση κατά Fourier προκύπτει ότι οι ορθογώνιοι παλμοί αποτελούνται από μια συνεχή συνιστώσα και πλήθος αρμονικών ημιτονικών συχνοτήτων, μέχρι πολλούς μεγακύκλους. Όσο μικρότερη είναι η διάρκεια του παλμού, τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των αρμονικών συνιστωσών.



Σχ. Π. 1.7β.

- α) Ασύμμετροι παλμοί με διάρκεια 0,1 s και νεκρό χρόνο 0,4 s.
- β) Ασύμμετροι παλμοί με διάρκεια 0,2 s και νεκρό χρόνο 0,1 s.

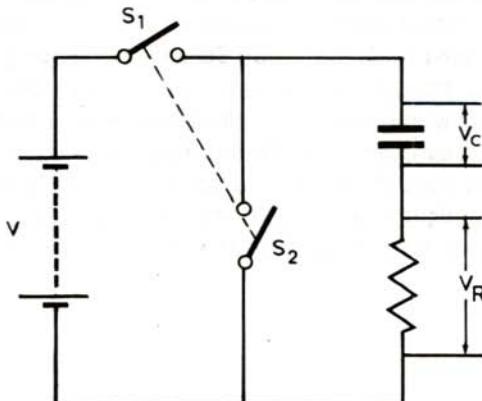
Π 1.8 Διαφόριση.

Με τη διαφόριση, οι ορθογώνιοι παλμοί μετατρέπονται σε όξεις παλμούς πολύ μικρής (ασήμαντης) διάρκειας. Η διαφόριση μπορεί να γίνει με κύκλωμα πυκνωτή και αντιστάσεως (RC) σε σειρά ή με κύκλωμα πηνίου και αντιστάσεως (RL) σε σει-

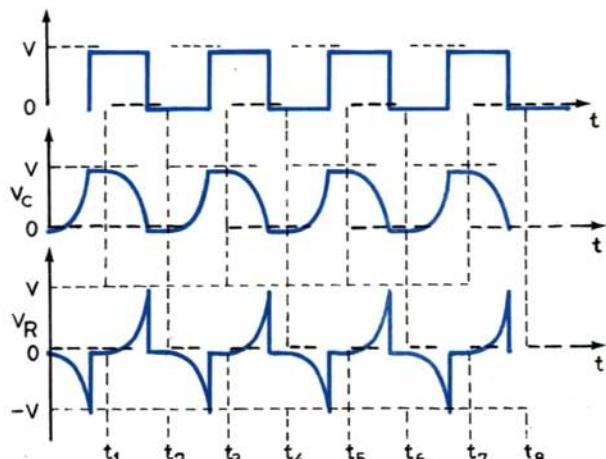
ρά που έχουν σταθερά χρόνου RC ή L/R μικρότερη από το ένα δέκατο της διάρκειας του παλμού που πρόκειται να διαφορισθεί.

Ας θεωρήσουμε το απλό κύκλωμα διαφορίσεως του σχήματος Π1.8(a), όπου οι δυο διακόπτες S_1 και S_2 είναι ομοχειριζόμενοι και όταν κλείνεται ο S_1 , ανοίγει ο S_2 και αντίστροφα. Αν κλείνομε και ανοίγομε τους διακόπτες κάθε 100 ms, στα άκρα του πυκνωτή C και της αντίστασης R που συνδέονται σε σειρά, θα αναπτύσσονται ορθογώνιοι θετικοί συμμετρικοί παλμοί διάρκειας 100 ms, ενώ στο νεκρό χρόνο ο διακόπτης S_2 βραχυκυκλώνει το κύκλωμα πυκνωτή αντιστάσεως. Η αντίσταση $R = 10 \text{ k}\Omega$ και ο πυκνωτής $C = 1\mu\text{F}$, οπότε η σταθερά χρόνου είναι:

$$RC = 10^4 \times 10^{-6} = 10^{-2}\text{s} = 10\text{ms}$$



(a)



(B)

Σχ. Π. 1.8.

α) Τυπικό κύκλωμα διαφορίσεως.

β) Κυματομορφές της τάσεως τροφοδοτήσεως και των τάσεων στον πυκνωτή V_C και στην αντίσταση V_R .

Τη στιγμή t_1 , [σχ. Π1.8(β)] κλείνει ο διακόπτης S_1 , και η τάση V της πηγής εφαρμόζεται στα άκρα του κυκλώματος RC . Επειδή τη στιγμή αυτή ο πυκνωτής C αρχίζει να φορτίζεται και άγει ρεύμα (συμπεριφέρεται ως αγωγός), η τάση στα άκρα του V_C είναι μηδενική και η τάση της πηγής αναπτύσσεται ως πτώση τάσεως στην αντίσταση ($V_R = V$). Κατά τη φόρτιση του πυκνωτή, η τάση στα άκρα του V_C , αυξάνει εκθετικά, γι' αυτό και η τάση στα άκρα της αντιστάσεως V_R ελαττώνεται εκθετικά. Σε χρόνο $5RC$ (50ms) που είναι ίσος με το μισό της διάρκειας του ορθογώνιου παλμού, πρακτικά ολοκληρώνεται η φόρτιση του πυκνωτή και η τάση στα άκρα του που αυξάνεται εκθετικά, λαμβάνει την τιμή V , οπότε και η τάση στα άκρα της αντιστάσεως, που αυτή ελαττώνεται εκθετικά, μηδενίζεται [σχ. Π1.8(β)]. Κατά το υπόλοιπο μισό της διάρκειας του ορθογώνιου παλμού, μέχρι τη χρονική στιγμή t_2 , η τάση στα άκρα του πυκνωτή θα διατηρείται στην τιμή V , ενώ η τάση στα άκρα της αντιστάσεως θα διατηρείται στη μηδενική τιμή.

Τη χρονική στιγμή t_2 ανοίγει ο διακόπτης S_1 , αποσυνδέοντας την πηγή και ταυτόχρονα κλείνει ο διακόπτης S_2 , ο οποίος βραχυκυκλώνει το κύκλωμα RC . Τη στιγμή αυτή αρχίζει η εκφόρτιση του πυκνωτή μέσα από την αντίσταση, οπότε η τάση V στην οποία είχε φορτισθεί ο πυκνωτής εφαρμόζεται στην αντίσταση με αντίθετη πολικότητα, άλλωστε και το ρεύμα εκφορτίσεως έχει αντίθετη φορά από το ρεύμα φορτίσεως [σχ. Π1.8(β)]. Καθώς ο πυκνωτής εκφορτίζεται εκθετικά και σε χρόνο $5RC$ (50ms), που είναι ίσος με το μισό νεκρό χρόνο, ολοκληρώνεται η εκφόρτιση του πυκνωτή, το ρεύμα εκφορτίσεως μηδενίζεται, οπότε μηδενίζεται και η τάση στα άκρα της αντιστάσεως.

Αν τις χρονικές στιγμές t_3 , t_5 κλπ. κλείνομε το διακόπτη S_1 , και ανοίγομε τον S_2 , και τις χρονικές τιμές t_4 , t_6 κλπ. ανοίγομε τον S_1 , και κλείνομε τον S_2 , θα πραγματοποιείται αντίστοιχα μια όμοια φόρτιση και μια όμοια εκφόρτιση του πυκνωτή μέσα στην αντίσταση, και στα άκρα της αντιστάσεως και του πυκνωτή θα αναπτύσσεται από μια όμοια κυματομορφή τάσεως, όπως στο σχήμα Π1.8(β).

Παρατηρούμε δηλαδή, ότι από τον ορθογώνιο παλμό τάσεως που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα RC , στα άκρα της αντιστάσεως αναπτύσσεται ένας οξύς θετικός παλμός και ένας οξύς αρνητικός παλμός της ίδιας μικρής διάρκειας, που αντιστοιχούν στη φόρτιση και την εκφόρτιση του πυκνωτή. Όσο μικρότερη γίνεται η σταθερά χρόνου RC του κυκλώματος, τόσο μικρότερη γίνεται και η διάρκεια των οξέων παλμών. Τα άκρα του κυκλώματος RC αποτελούν την είσοδο του κυκλώματος, ενώ η έξοδος λαμβάνεται από τα άκρα της αντιστάσεως.

Εξάλλου, το πιο πάνω κύκλωμα ονομάζεται **κύκλωμα διαφορίσεως** (differentiating circuit), επειδή η τάση εξόδου του (στα άκρα της αντιστάσεως V_R) είναι ανάλογη με το διαφορικό του παλμού, δηλαδή:

$$V_R = iR = RC \frac{dV_C}{dt} \simeq RC \frac{dV}{dt}$$

Τέτοιο κύκλωμα διαφορίσεως χρησιμοποιείται για τον περιορισμό των επιστροφών βροχής ή τη βελτίωση της διακρίσεως των στόχων κατά απόσταση στο δέκτη της συσκευής ραντάρ. Επίσης, οι οξείς θετικοί παλμοί, που παράγει το κύκλωμα του διακριβωτή και το κύκλωμα του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως, προκύπτουν από τη διαφόριση ορθογώνιων παλμών με κύκλωμα $R-C$.

Σημειώνεται ότι αν αντιστραφεί η πολικότητα της πηγής στο σχήμα Π1.8(a), όλες οι κυματομορφές του σχήματος Π1.8(β) θα έχουν αντίθετη πολικότητα.

Όμοια αποτελέσματα προκύπτουν και με κύκλωμα διαφορίσεως R-L σε σειρά, τα άκρα του οποίου αποτελούν την είσοδο του κυκλώματος και η έξοδος λαμβάνεται από τα άκρα του πηνίου, επειδή:

$$V_L = \frac{L}{R} \cdot \frac{di}{dt}$$

Βέβαια, η σταθερά χρόνου L/R πρέπει να είναι μικρότερη από το ένα δέκατο της διάρκειας του παλμού που πρόκειται να διαφορισθεί.

Π 1.9 Περιοριστές.

Οι περιοριστές (limiters) ή ψαλιδιστές (clippers) είναι τα κυκλώματα με τα οποία μπορεί να αποκόπτεται (ψαλιδίζεται) ένα μέρος του πλάτους μιας ορισμένης κυματομορφής, κατά τρόπο ώστε να διαμορφώνεται σε άλλο είδος κυματομορφή που είναι απαραίτητη.

Οι περιοριστές χρησιμοποιούνται:

- Για τη μετατροπή ημιτονικής κυματομορφής σε κυματομορφή θετικών και αρνητικών ορθογώνιων παλμών [σχ. Π1.9α(α)].
- Για τη μετατροπή ημιτονικής κυματομορφής σε θετικούς συμμετρικούς ορθογώνιους παλμούς [σχ. Π1.9α(β)] ή σε αρνητικούς ορθογώνιους παλμούς [σχ. Π1.9α(γ)].
- Για τον περιορισμό των ανισούψών κορυφών ημιτονικού κύματος, το οποίο είναι διαμορφωμένο κατά συχνότητα [σχ. Π1.9α(δ)].
- Για τον περιορισμό του μεγάλου πλάτους παλμών ηχούς, που είναι δυνατό να προκαλέσουν απώλεια ασθενών ηχών [σχ. Π1.9(ε)].
- Για τον περιορισμό του θετικού ή του αρνητικού παλμού που προκύπτει από τη διαφορίση [σχ. Π1.9α(στ)].

Στα κυκλώματα των περιοριστών μπορούν να χρησιμοποιούνται δίοδοι λυχνίες ή κρυσταλλοδίοδοι (παθητικά στοιχεία) και τρίοδοι λυχνίες ή τρανζίστορς (ενεργητικά στοιχεία).

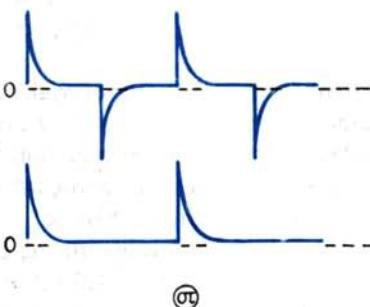
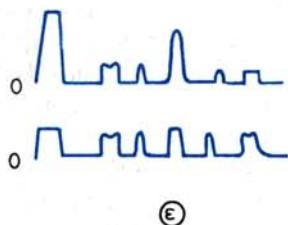
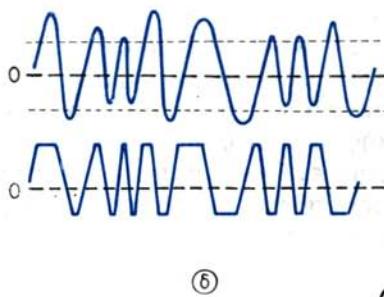
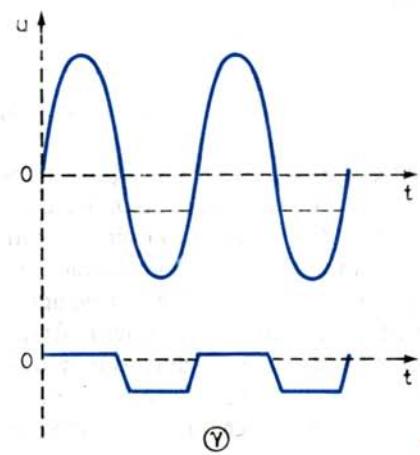
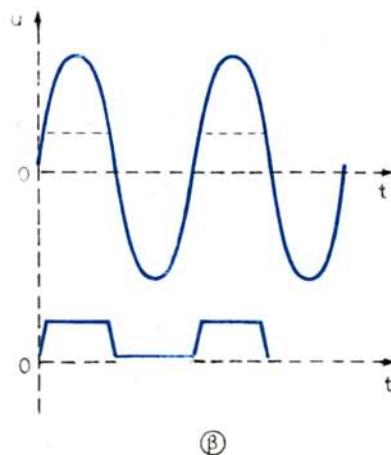
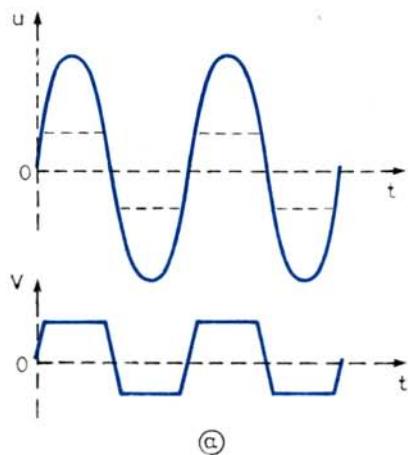
Π 1.9.1 Περιοριστές με δίόδους και κρυσταλλοδίδους.

Οι περιοριστές με δίόδους λυχνίες ή κρυσταλλοδίδους βασίζονται στην ιδιότητα που έχουν οι δίοδοι λυχνίες και οι κρυσταλλοδίδοι, να άγουν όταν η άνοδός τους είναι θετικότερη από την κάθοδό τους και να συμπεριφέρονται ως διακόπτες, όταν η άνοδός τους είναι αρνητικότερη από την κάθοδό τους.

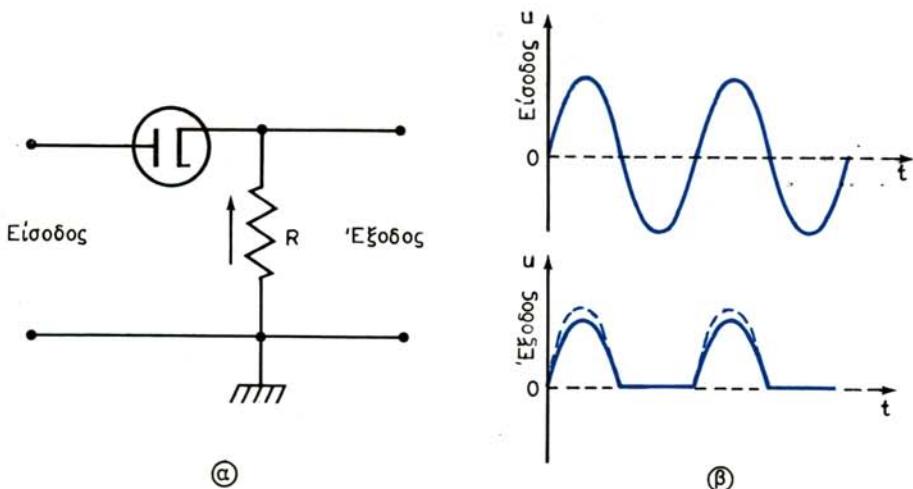
Παρακάτω αναπτύσσονται ορισμένες διατάξεις περιοριστών με δίόδους λυχνίες και κρυσταλλοδίδους:

a) Περιοριστές με δίοδο σε σειρά.

Στο σχήμα Π1.9β(α) φαίνεται κύκλωμα περιορισμού της αρνητικής ημιπεριόδου ημιτονικής τάσεως με δίοδο λυχνία σε σειρά με την αντίσταση R, το κάτω άκρο της οποίας γειώνεται. Ο ακροδέκτης της ανόδου και η γραμμή γειώσεως (σασί) αποτε-



Σχ. Π. 1.9α.
Χρησιμότητες περιορισμών.



Σχ. Π. 1.9β.

Περιοριστής αρνητικής ημιπεριόδου με δίοδο σε σειρά.

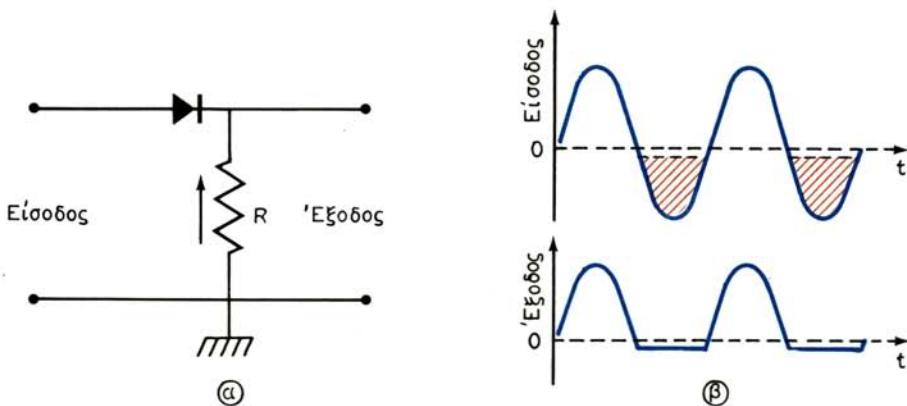
λούν την είσοδο του κυκλώματος, ενώ η έξοδος λαμβάνεται από το άνω άκρο της αντιστάσεως και τη γραμμή γειώσεως (σαστι).

Κατά τις θετικές ημιπεριόδους της ημιτονικής τάσεως που εφαρμόζεται στην είσοδο, η άνοδος είναι θετικότερη από την κάθοδο και η δίοδος άγει, οπότε στην αντίσταση κυκλοφορεί ρεύμα με φορά προς τα άνω. Το ρεύμα αυτό μεταβάλλεται ημιτονικά, και στην αντίσταση αναπτύσσεται πτώση τάσεως που έχει τη μορφή της θετικής ημιτονικής ημιπεριόδου της ημιτονικής τάσεως [Π1.9β(β)]. Κατά τις αρνητικές ημιπεριόδους της ημιτονικής τάσεως η άνοδος της διόδου είναι αρνητικότερη από την κάθοδο, οπότε στην αντίσταση δεν κυκλοφορεί ρεύμα και η τάση στα άκρα της αντιστάσεως είναι μηδενική. Έτσι στην έξοδο του κυκλώματος λαμβάνονται μόνο οι θετικές ημιπερίοδοι της ημιτονικής τάσεως που εφαρμόζεται στην είσοδο του κυκλώματος.

Σημειώνεται, ότι το πλάτος των θετικών ημιπεριόδων της εξόδου είναι μικρότερο από το πλάτος της ημιτονικής τάσεως, λόγω της πτώσεως τάσεως στην αντίσταση της λυχνίας.

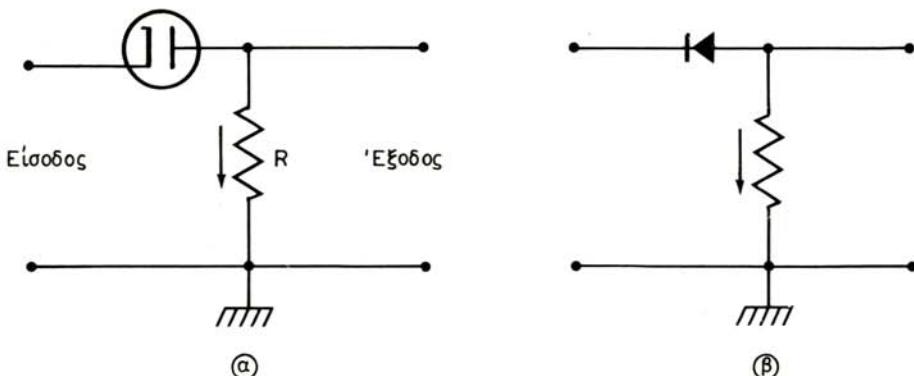
Κατά τον ίδιο τρόπο λειτουργεί και το κύκλωμα περιορισμού των αρνητικών ημιπεριόδων [σχ. Π1.9.γ(α)], όπου στη θέση της διόδου λυχνίας έχει τοποθετηθεί κρυσταλλοδίοδος. Όμως η αποκοπή της αρνητικής ημιπεριόδου δεν είναι τέλεια [σχ. Π1.9(β)], λόγω του ρεύματος μειονότητας που παρουσιάζει κατά τις αρνητικές ημιπεριόδους η κρυσταλλοδίοδος.

Αν αντιστρέψουμε τη σύνδεση της διόδου λυχνίας ή της κρυσταλλοδίδου, όπως στα σχήματα Π1.9δ(α) και Π1.9δ(β) αντίστοιχα, περιορίζονται οι θετικές ημιπερίοδοι. Αυτό γίνεται επειδή κατά τις θετικές ημιπεριόδους της ημιτονικής τάσεως που εφαρμόζεται στην είσοδο, η κάθοδος είναι θετικότερη από την άνοδο και δεν υπάρχει αγωγιμότητα. Ενώ υπάρχει αγωγιμότητα κατά τις αρνητικές ημιπεριόδους, οπότε η κάθοδος είναι αρνητικότερη από την άνοδο.



Σχ. Π. 1.9γ.

Περιοριστής αρνητικής ημιπεριόδου με κρυσταλλοδίοδο.



Σχ. Π. 1.9δ.

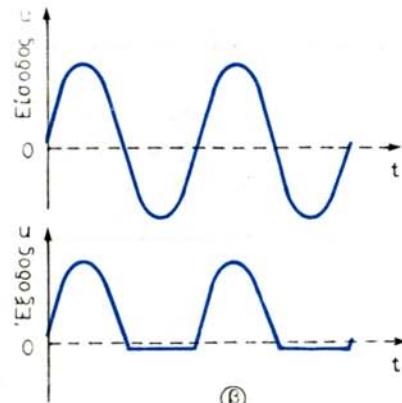
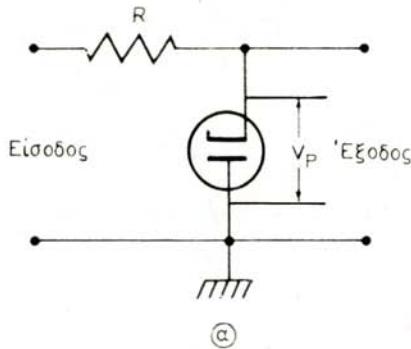
- α) Περιοριστής θετικής ημιπεριόδου με δίοδο σε σειρά.
β) Περιοριστής θετικής ημιπεριόδου με κρυσταλλοδίοδο σε σειρά.

β) Περιοριστές με δίοδο σε παράλληλη σύνδεση.

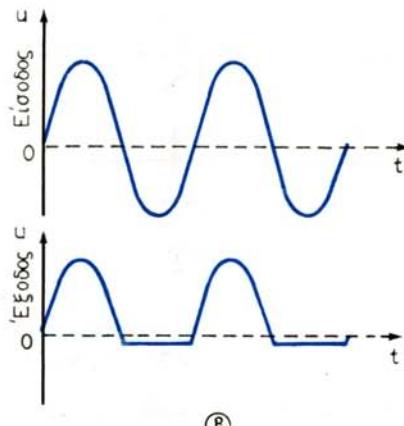
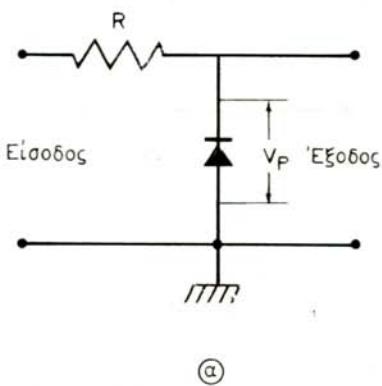
Στο σχήμα Π.1.9ε(α) φαίνεται κύκλωμα περιορισμού της αρνητικής ημιπεριόδου, όπου η έξοδος του κυκλώματος λαμβάνεται παράλληλα από τη δίοδο λυχνίας.

Κατά τις θετικές ημιπεριόδους η κάθοδος της διόδου λυχνίας είναι θετικότερη από την άνοδό της και η λυχνία δεν άγει. Έτσι δε διέρχεται ρεύμα από την αντίσταση R, αυτή δεν προκαλεί πτώση τάσεως και οι θετικές ημιπεριόδοι εμφανίζονται στην έξοδο. Όμως κατά τις αρνητικές ημιπεριόδους, η κάθοδος είναι αρνητικότερη από την άνοδο και η δίοδος άγει. Το ρεύμα της διόδου διέρχεται από την αντίσταση R και δημιουργεί πτώση τάσεως σχεδόν ίση με το πλάτος της αρνητικής ημιπεριόδου. Δηλαδή η δίοδος μοιάζει σα να βραχυκυκλώνει την έξοδο. Οι αρνητικές ημιπεριόδοι δεν αποκόπτονται εντελώς, λόγω της μικρής πτώσεως τάσεως στην αντίσταση της λυχνίας κατά την αγωγιμότητά της.

Κατά τον ίδιο τρόπο λειτουργεί και το κύκλωμα περιορισμού των αρνητικών ημιπεριόδων (σχ. Π.1.9στ), όπου η δίοδος λυχνία έχει αντικατασταθεί με κρυσταλλοδίοδο.

**Σχ. Π. 1.9ε.**

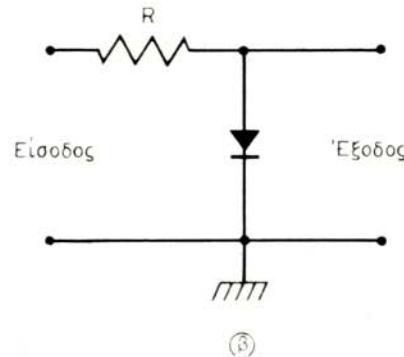
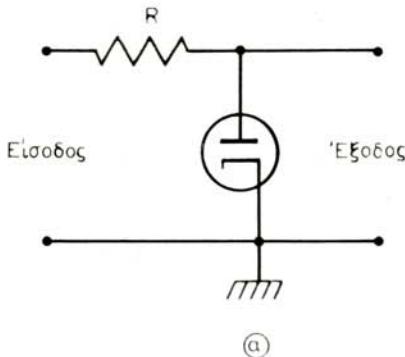
Περιοριστής αρνητικής περιόδου με δίοδο σε παράλληλη σύνδεση.

**Σχ. Π. 1.9στ.**

Περιοριστής αρνητικής ημιπεριόδου με κρυσταλλοδίοδο σε παράλληλη σύνδεση.

Αν αντιστρέψουμε τη σύνδεση της διόδου λυχνίας ή της κρυσταλλοδίοδου όπως στα σχήματα Π1.9ζ(α) και (β) αντίστοιχα γίνεται περιορισμός των θετικών ημιπεριόδων.

Αυτό γίνεται, επειδή κατά τις θετικές ημιπεριόδους, που η άνοδος είναι θετικότερη από την κάθοδο, υπάρχει αγωγιμότητα και το ρεύμα που κυκλοφορεί από την αντίσταση R προκαλεί σ' αυτή πτώση τάσεως σχεδόν ίση με το πλάτος της ημιτονικής τάσεως και στην έξοδο δεν εμφανίζεται τάση. Όμως δεν υπάρχει αγωγιμότητα κατά τις αρνητικές ημιπεριόδους, επειδή η άνοδος είναι αρνητικότερη από την κάθοδο. Όποτε δεν διέρχεται ρεύμα από την αντίσταση R , αυτή δεν προκαλεί πτώση τάσεως και οι αρνητικές ημιπεριόδοι εμφανίζονται στην έξοδο.

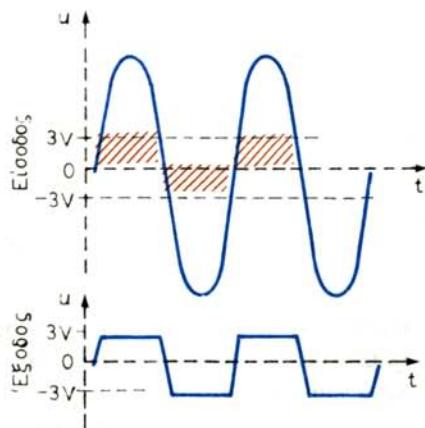
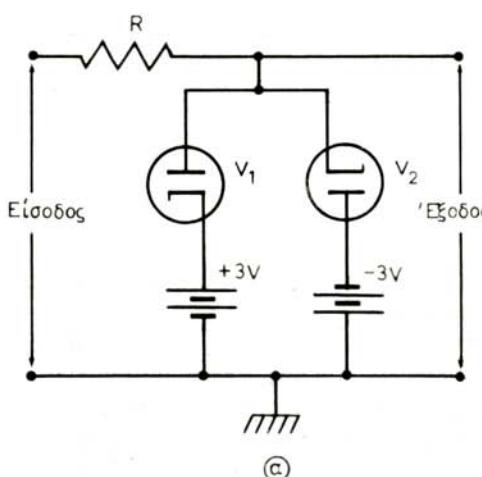


Σχ. Π. 1.9ζ.

- α) Περιοριστής θετικής ημιπεριόδου με διόδο σε παράλληλη σύνδεση.
β) Περιοριστής θετικής ημιπεριόδου με κρυσταλλοδίοδο σε παράλληλη σύνδεση.

Π 1.9.2 Μετατροπή ημιτονικής τάσεως σε ορθογώνιους παλμούς.

Στο σχήμα Π1.9η φαίνεται κύκλωμα με το οποίο ψαλιδίζεται μέρος των θετικών και των αρνητικών ημιπεριόδων, όταν η στιγμιαία τιμή τους γίνει μεγαλύτερη από μια ορισμένη τιμή. Το κύκλωμα αυτό αποτελείται από την αντίσταση R , η οποία παρεμβάλλεται σε σειρά με την έξοδο και τις δυο διόδους σε αντίστροφη παράλληλη σύνδεση με την έξοδο. Η κάθοδος της λυχνίας V_1 , είναι πολωμένη θετικά ($+3V$) και θα αρχίσει να άγει όταν στην άνοδο της εφαρμόζεται δυναμικό υψηλότερο από $+3V$ σε σχέση με την κάθοδό της. Αντίθετα στη λυχνία V_2 , που έχει αντίστροφη σύνδεση από την V_1 , η άνοδος της είναι πολωμένη αρνητικά ($-3V$) και αυτή θα αρχίσει να άγει όταν στην κάθοδο της εφαρμόζεται αρνητικό δυναμικό μεγαλύτερο από $-3V$.



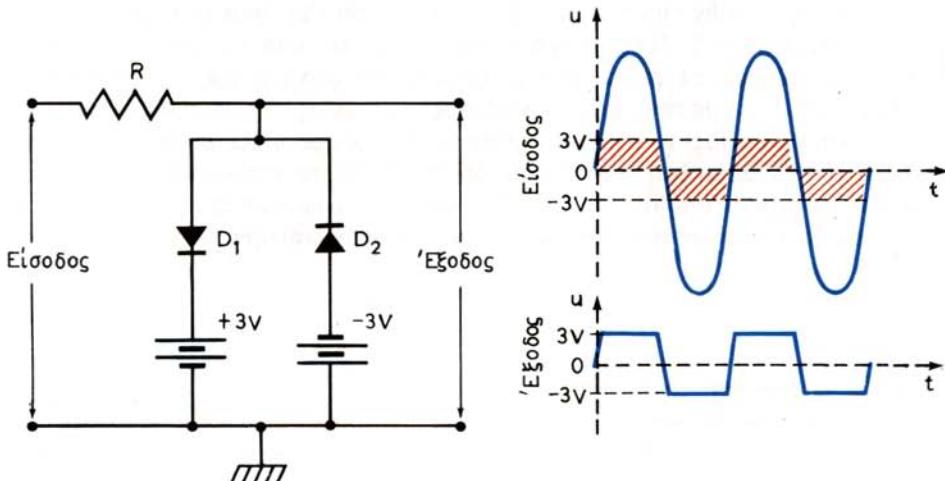
Σχ. Π. 1.9η.

Μετατροπή ημιτονικής τάσεως σε ορθογώνιους θετικούς και αρνητικούς παλμούς.

Έτσι κατά τις θετικές ημιπεριόδους της ημιτονικής τάσεως που εφαρμόζεται στην είσοδο [σχ. Π1.9η(β)], από τη στιγμή που η τιμή της ημιτονικής τάσεως θα γίνεται μεγαλύτερη από $3V$, η δίοδος V_1 , θα αρχίζει να άγει και στην έξοδο θα εμφανίζονται σχεδόν ορθογώνιοι θετικοί παλμοί τάσεως, πλάτους $3V$. Κατά τις αρνητικές ημιπεριόδους, από τη στιγμή που η τιμή της ημιτονικής τάσεως εισόδου θα γίνεται μεγαλύτερη από $-3V$, θα άγει η δίοδος V_2 και στην έξοδο θα εμφανίζονται σχεδόν ορθογώνιοι αρνητικοί παλμοί τάσεως, πλάτους $-3V$.

Οι παλμοί δε είναι εντελώς ορθογώνιοι, επειδή είναι τμήματα των θετικών και των αρνητικών ημιπεριόδων της ημιτονικής τάσεως. Εξυπάκουεται, ότι όσο μεγαλύτερο είναι το πλάτος της ημιτονικής τάσεως που εφαρμόζεται στην είσοδο και μικρότερο το πλάτος των ορθογώνιων παλμών, τόσο περισσότερο ορθογώνιοι θα είναι οι παλμοί που λαμβάνονται στην έξοδο. Το πλάτος περιορισμού, και κατά συνέπεια το πλάτος των ορθογώνιων παλμών, είναι ίσο με τη συνεχή τάση πολώσεως των διόδων.

Τα ίδια αποτελέσματα επιτυγχάνονται, αν στις θέσεις των διόδων λυχνιών τοποθετήσουμε κρυσταλλοδιόδους με την ίδια συνδεσμολογία, όπως στο σχήμα Π1.9θ.



Σχ. Π. 1.9θ.

Μετατροπή ημιτονικής τάσεως σε ορθογώνιους θετικούς και αρνητικούς παλμούς.

Με το κύκλωμα που φαίνεται στο σχήμα Π1.9ι, η ημιτονική τάση μετατρέπεται σε ορθογώνιους θετικούς συμμετρικούς παλμούς.

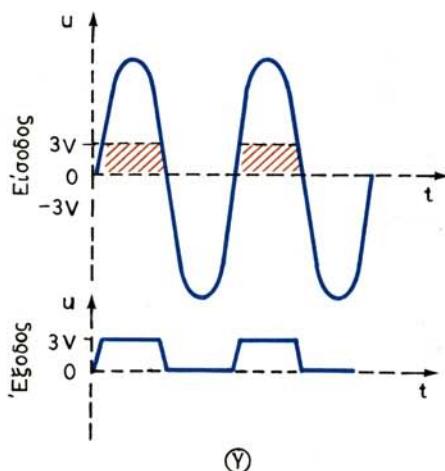
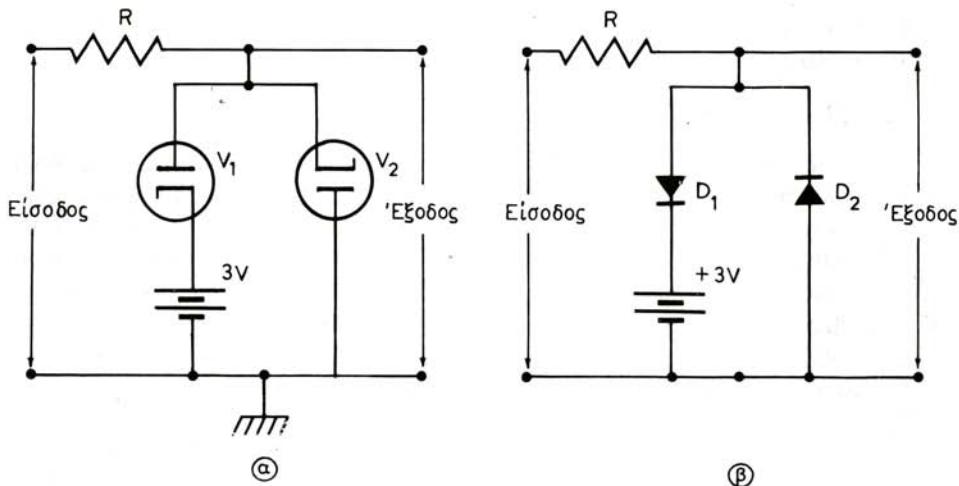
Αυτό επιτυγχάνεται επειδή κατά τις θετικές ημιπεριόδους της ημιτονικής τάσεως εισόδου η δίοδος V_1 ή η κρυσταλλοδιόδος D_1 , που έχει θετική πόλωση στην κάθοδό της άγει, όταν η ημιτονική τάση λαμβάνει θετικές στιγμιαίες τιμές μεγαλύτερες από την πόλωση καθόδου και στην έξοδο εμφανίζονται θετικοί ορθογώνιοι παλμοί. Κατά τις αρνητικές ημιπεριόδους, επειδή η δίοδος V_2 ή η κρυσταλλοδιόδος D_2 δεν έχει πόλωση στην κάθοδό της, άγει και αποκόπτει ολόκληρες τις αρνητικές ημιπεριόδους. Έτσι, στην έξοδο εμφανίζονται ορθογώνιοι θετικοί συμμετρικοί παλμοί, που έχουν περίοδο ίση με την περίοδο της ημιτονικής τάσεως εισόδου.

Αν στο σχήμα Π1.9ι αφαιρέσουμε τη θετική πόλωση από τη δίοδο V_1 , ή την κρυσταλλοδίοδο D_1 , και εφαρμόσουμε ίση αρνητική πόλωση στην άνοδο της V_2 , ή της D_2 , στην έξοδο θα λαμβάνονται αρνητικοί ορθογώνιοι συμμετρικοί παλμοί.

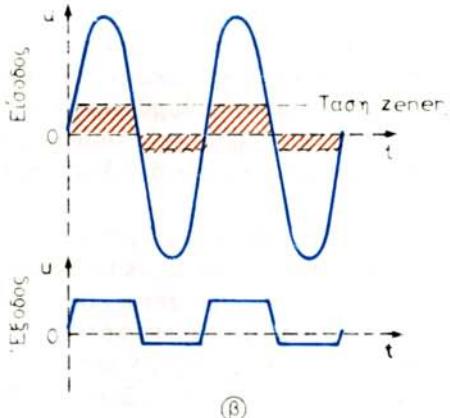
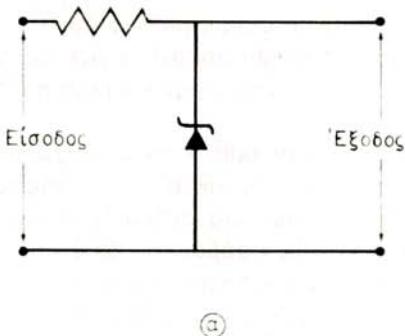
Μετατροπή ημιτονικής τάσεως σε ορθογώνιους παλμούς μπορεί να γίνει και με τη χρησιμοποίηση τριόδου λυχνίας, την οποία θα αναπτύξουμε στην επόμενη παράγραφο.

Επίσης, μπορούμε να μετατρέψουμε ημιτονική τάση σε ορθογώνιους συμμετρικούς θετικούς παλμούς με μια δίοδο Zener, χωρίς να απαιτείται καμιά συνεχής πόλωση. Η Zener συνδέεται παράλληλα στην έξοδο, όπως στο σχήμα Π1.9ια(α).

Κατά τις θετικές ημιπεριόδους της ημιτονικής τάσεως εισόδου στη δίοδο Zener επικρατεί αντίστροφη πόλωση και η Zener θα άγει όταν οι στιγμαίες τιμές είναι μεγαλύτερες από την τάση Zener, οπότε στην έξοδο εμφανίζονται ορθογώνιοι θετικοί παλμοί. Κατά τις αρνητικές ημιπεριόδους, στη δίοδο Zener επικρατεί κανονική πόλωση, έτσι αυτή άγει και αποκόπτονται σχεδόν ολόκληρες οι αρνητικές ημιπεριόδοι.



Σχ. Π. 1.9ι.
Μετατροπή ημιτονικής τάσεως
σε ορθογώνιους συμμετρικούς
θετικούς παλμούς.



Σχ. Π. 1.9α.

Μετατροπή ημιτονικής τάσεως σε ορθογώνιους συμμετρικούς παλμούς με δίοδο Zener.

Εξάλλου, με αντίστροφη σύνδεση της Zener του σχήματος Π1.9α στην έξοδο θα εμφανίζονται αρνητικοί ορθογώνιοι συμμετρικοί παλμοί.

Π 1.9.3 Ο υπεροδηγημένος ενισχυτής.

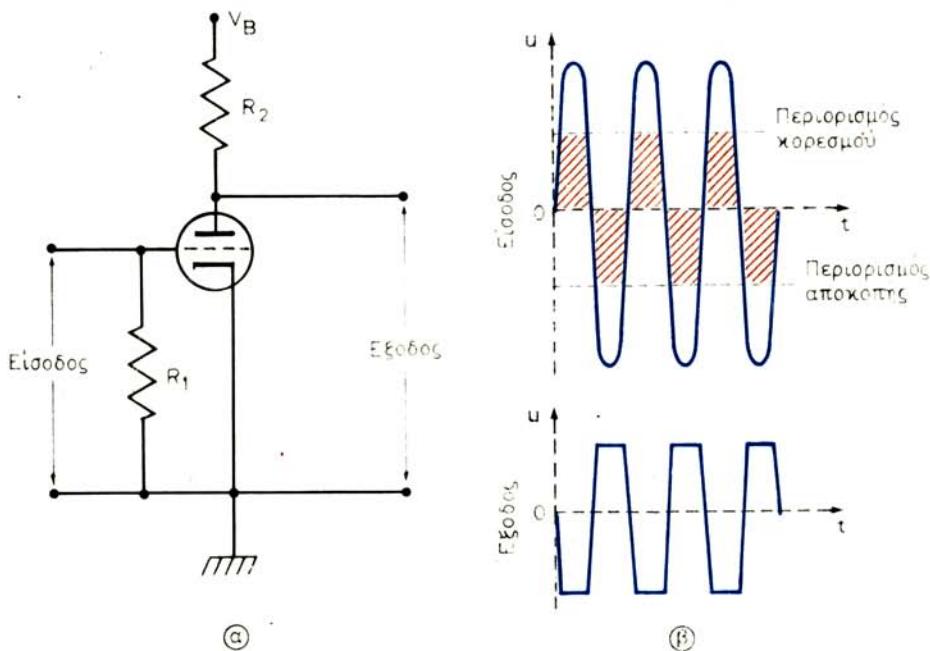
Ο υπεροδηγημένος ενισχυτής (overdriven amplifier) είναι ένα άλλο είδος περιοριστή (ψαλιδιστή), με τον οποίο ημιτονική τάση μετατρέπεται σε ορθογώνιους θετικούς και αρνητικούς παλμούς με την ίδια συχνότητα. Είναι ένας ενισχυτής RC [σχ. Π.19ιβ(α)] και η ημιτονική τάση που εφαρμόζεται στην είσοδο του είναι μεγάλου πλάτους. Επειδή ο ενισχυτής προκαλεί παραμόρφωση φάσεως 180° , κατά τις θετικές ημιπεριόδους της ημιτονικής τάσεως, που εφαρμόζεται στην είσοδο, στην έξοδο λαμβάνεται αρνητικός ορθογώνιος παλμός, ενώ κατά τις αρνητικές ημιπεριόδους λαμβάνονται θετικοί ορθογώνιοι παλμοί.

Ο υπεροδηγημένος ενισχυτής μπορεί να θεωρηθεί ως συνδυασμός δυο τύπων περιοριστών. Του περιοριστή κορεσμού και του περιοριστή αποκοπής. Ο περιοριστής κορεσμού λειτουργεί κατά τις θετικές ημιπεριόδους της ημιτονικής τάσεως και ο περιοριστής αποκοπής λειτουργεί κατά τις αρνητικές ημιπεριόδους της ημιτονικής τάσεως.

Στο σχήμα Π1.9ιγ φαίνεται καμπύλη μεταβολής ρεύματος ανόδου I_p σε συνάρτηση της τάσεως πλέγματος V_g για σταθερή τάση ανόδου, τριόδου λυχνίας. Το σημείο λειτουργίας της λυχνίας καθορίζεται στο μέσο της αρνητικής πολώσεως αποκοπής της λυχνίας, ώστε οι θετικοί και αρνητικοί παλμοί να έχουν το ίδιο πλάτος.

'Όταν το πλάτος της ημιτονικής τάσεως, που εφαρμόζεται στο πλέγμα, είναι μικρότερο από το μισό της πολώσεως πλέγματος V_g , κατά τις θετικές και τις αρνητικές ημιπεριόδους της έχουμε αντίστοιχα ημιτονική αύξηση και ημιτονική ελάττωση του ρεύματος ανόδου I_p και στην έξοδο λαμβάνομε την ημιτονική τάση ενισχυμένη, με παραμόρφωση φάσεως κατά 180° .

'Όταν όμως το πλάτος της ημιτονικής τάσεως είναι μεγαλύτερο από το μισό της πολώσεως αποκοπής V_g , το ρεύμα ανόδου δεν ακολουθεί τις ημιτονικές μεταβολές της. Κατά τις θετικές ημιπεριόδους, όταν η τάση λάβει στιγμιαία τιμή



Σχ. Π. 1.9ιβ.

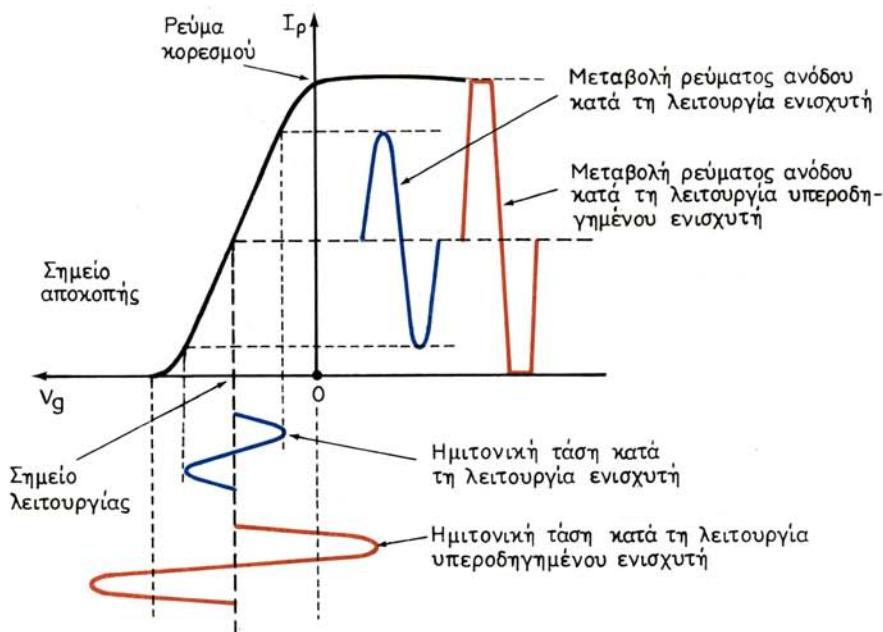
α) Υπεροδηγημένος ενισχυτής. β) Μετατροπή ημιτονικής τάσεως σε ορθογώνιους παλμούς.

ίση με το μισό της πολώσεως αποκοπής, η λυχνία οδηγείται σε κορεσμό, η αύξηση του ρεύματος ανόδου I_p σταματά και η τάση ανόδου V_p πέφτει στην ελάχιστη τιμή, κάτω από την τιμή ηρεμίας. Επί όσο χρόνο η λυχνία βρίσκεται σε κορεσμό η τάση ανόδου διατηρείται στην ίδια ελάχιστη τιμή. Κατά τις αρνητικές ημιπεριόδους, όταν η ημιτονική τάση λάβει στιγμιαία τιμή ίση με το μισό της πολώσεως αποκοπής V_g , η λυχνία οδηγείται σε αποκοπή, το ρεύμα ανόδου I_p μηδενίζεται και η τάση ανόδου V_p από την τιμή ηρεμίας αυξάνει στην τιμή της τάσεως του τροφοδοτικού. Επί όσο χρόνο η λυχνία βρίσκεται σε διακοπή, η τάση ανόδου διατηρείται στην τιμή της τάσεως του τροφοδοτικού.

'Έτσι, η τάση ανόδου μεταβάλλεται περιοδικά, με το ρυθμό της συχνότητας της ημιτονικής τάσεως που εμφαρμόζεται στην είσοδο, πάνω και κάτω από την τιμή ηρεμίας, μέχρι την τιμή της τάσεως του τροφοδοτικού και μέχρι την ελάχιστη τιμή κορεσμού. Δηλαδή ακολουθεί τις ημιτονικές μεταβολές με διαφορά φάσεως 180° , μέχρι τη στιγμή που η ημιτονική τάση, που εφαρμόζεται στην είσοδο οδηγεί τη λυχνία σε κορεσμό και σε διακοπή. Στην έξοδο του κυκλώματος λαμβάνομε σχεδόν ορθογώνιους θετικούς και αρνητικούς παλμούς, όπως στο σχήμα Π.1.9ιβ(β).

Σημειώνεται ότι, για να υπεροδηγείται η λυχνία σε κορεσμό και σε διακοπή με μικρές στιγμιαίες τιμές και οι παλμοί στην έξοδο να είναι περισσότερο ορθογώνιοι, η συνεχής τάση ανόδου που εφαρμόζεται στο κύκλωμα είναι χαμηλή. Επίσης βελτίωση των ορθογώνιων παλμών (οι πλευρές τους να είναι περισσότερο κατακόρυφες) επιτυγχάνεται με δεύτερο ψαλιδισμό από δεύτερο υπεροδηγημένο ενισχυτή.

'Όταν ο παραπάνω υπεροδηγημένος ενισχυτής έχει μηδενική πόλωση πλέγμα-

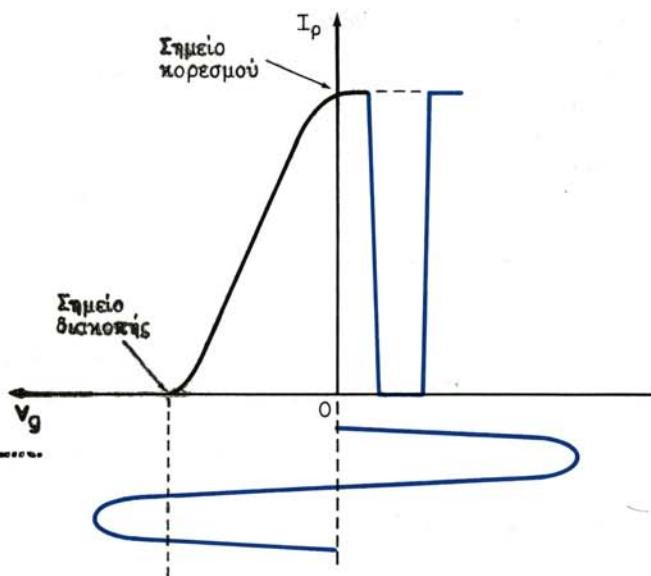


Σχ. Π. 1.9ιγ.
Λειτουργία υπεροδηγημένου ενισχυτή.

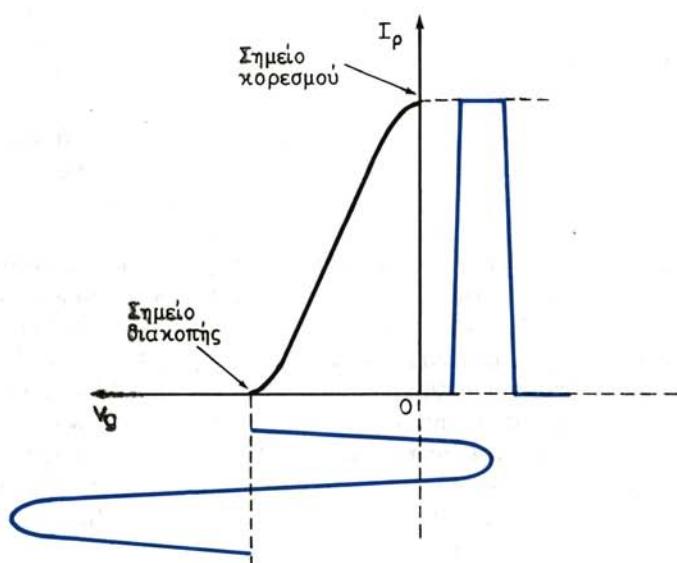
τος ($V_g = 0V$), όπως στο σχήμα Π1.9ιδ στην κατάσταση ηρεμίας το ρεύμα ανόδου έχει την τιμή κορεσμού. Έτσι, κατά τις θετικές ημιπεριόδους της ημιτονικής τάσεως το ρεύμα ανόδου δεν αυξάνεται και στην έξοδο δεν εμφανίζονται ορθογώνιοι αρνητικοί παλμοί τάσεως. Όμως κατά τις αρνητικές ημιπεριόδους, επειδή το πλάτος της ημιτονικής τάσεως είναι μεγάλο, όταν η στιγμιαία τιμή τους γίνει μεγαλύτερη από την πόλωση αποκοπής, το ρεύμα ανόδου μηδενίζεται και στην έξοδο εμφανίζονται θετικοί παλμοί τάσεως.

Αντίθετα, όταν ο υπεροδηγημένος ενισχυτής λειτουργεί με πόλωση πλέγματος ίση με την πόλωση αποκοπής, όπως στο σχ. Π1.9ιε, στην κατάσταση ηρεμίας το ρεύμα ανόδου είναι μηδέν. Κατά τις θετικές ημιπεριόδους της ημιτονικής τάσεως, όταν η στιγμιαία τιμή γίνει ίση με την πόλωση πλέγματος, το ρεύμα ανόδου λαμβάνει την τιμή κορεσμού, η τάση ανόδου πέφτει στην ελάχιστη τιμή και στην έξοδο προκύπτουν ορθογώνιοι αρνητικοί παλμοί τάσεως. Κατά τις αρνητικές ημιπεριόδους, αφού η λυχνία είναι πολωμένη στο σημείο διακοπής, το ρεύμα ανόδου διατηρεί μηδενική τιμή, η τάση ανόδου διατηρεί την τιμή της τάσεως του τροφοδοτικού και οι αρνητικές ημιπεριόδοι αποκόπτονται εντελώς. Έτσι στην έξοδο εμφανίζονται αρνητικοί ορθογώνιοι συμμετρικοί παλμοί τάσεως, οι οποίοι αντιστοιχούν στις θετικές ημιπεριόδους της ημιτονικής τάσεως.

Κατά παρόμοιο τρόπο λειτουργούν υπεροδηγημένοι ενισχυτές με τρανζίστορς. Επειδή όμως τα τρανζίστορς παρουσιάζουν καθυστέρηση τη στιγμή που οδηγούνται στον κορεσμό και τη διακοπή, τα κυκλώματά τους απαιτούν βελτίωση με προσθήκη κρυσταλλοδιόδων.



Σχ. Π. 1.9ιδ.
Υπεροδηγημένος ενισχυτής με μηδενική πόλωση.



Σχ. Π. 1.9ιε.
Υπεροδηγημένος ενισχυτής με πόλωση αποκοπής.

Π 1.9.4 Μετατροπή ημιτονικού σήματος σε οξείς παλμούς.

Όπως είπαμε στις παραπάνω παραγράφους, με κατάλληλο ψαλιδισμό είναι δυνατή η μετατροπή ημιτονικής τάσεως σε ορθογώνιους συμμετρικούς θετικούς ή αρνητικούς παλμούς. Όταν οι ορθογώνιοι θετικοί παλμοί οδηγηθούν στην είσοδο κυκλώματος διαφορίσεως, στην έξοδό του θα προκύψουν οξείς θετικοί παλμοί, που θα συμπίπτουν χρονικά με το μέτωπο των ορθογώνιων παλμών και οξείς αρνητικοί παλμοί, που θα συμπίπτουν χρονικά με το τέλος των ορθογώνιων θετικών παλμών. Τέλος, μπορούμε να ψαλιδίσουμε τους αρνητικούς οξείς παλμούς και να λαμβάνουμε μόνο οξείς θετικούς παλμούς, οι οποίοι θα συμπίπτουν χρονικά με την έναρξη κάθε περιόδου της ημιτονικής τάσεως.

Διάταξη τέτοιων κυκλωμάτων φαίνεται στο σχήμα Π1.9ιστ(α) ενώ στο σχήμα Π1.9ιστ(β) φαίνονται οι διαδοχικές μετατροπές των κυματομορφών.

Ας υποθέσουμε ότι η ημιτονική τάση, που εφαρμόζεται στην είσοδο 1 της διατάξεως, έχει πλάτος 100V. Επειδή η κάθοδος της διόδου V₁ βρίσκεται σε θετικό δυναμικό 3V, κατά τις θετικές ημιπεριόδους η λυχνία αυτή θα άγει κατά τα διαστήματα που η στιγμιαία τιμή της ημιτονικής τάσεως είναι μεγαλύτερη από 3V. Κατά τις αρνητικές ημιπεριόδους άγει η δίοδος V₂ και αποκόπτονται οι αρνητικές ημιπεριόδοι. Έτσι στην έξοδο 2 του ψαλιδιστή, που είναι και είσοδος του κυκλώματος διαφορίσεως, προκύπτουν ορθογώνιοι συμμετρικοί θετικοί παλμοί, που έχουν διάρκεια ίση με τη θετική ημιπερίοδο. Η ημιτονική τάση που χρησιμοποιείται έχει μεγάλο πλάτος (100V), ώστε η αρχική ημιτονική μεταβολή της που παραμένει από τον ψαλιδισμό να είναι πρακτικά ευθύγραμμη και οι θετικοί παλμοί που προκύπτουν να έχουν κατακόρυφες πλευρές.

Οι ορθογώνιοι θετικοί συμμετρικοί παλμοί εφαρμόζονται στο κύκλωμα διαφορίσεως και από τη διαφόρισή τους, στην έξοδο 3, προκύπτουν θετικοί οξείς παλμοί και αρνητικοί οξείς παλμοί, που αντίστοιχα συμπίπτουν με το μέτωπο και το τέλος των ορθογώνιων θετικών παλμών.

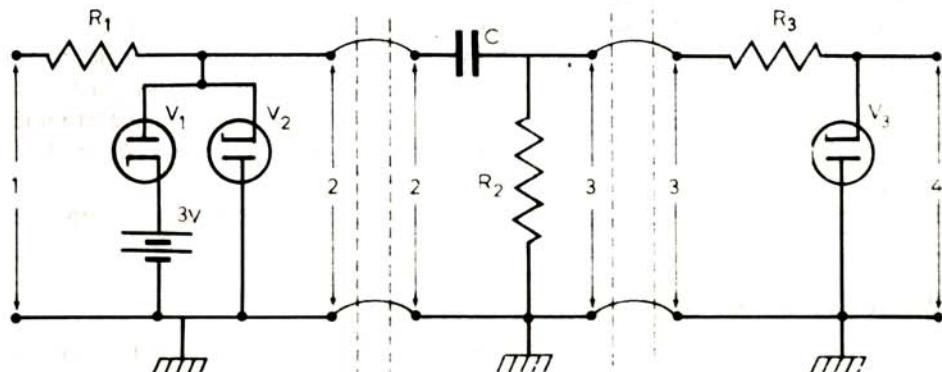
Τέλος, η δίοδος V₃, που ακολουθεί την έξοδο 3, άγει όταν στην κάθοδό της εφαρμόζονται οι οξείς αρνητικοί παλμοί και στην τελική έξοδο 4 λαμβάνονται μόνο οι οξείς θετικοί παλμοί. Οι οξείς αυτοί θετικοί παλμοί [σχ. Π1.9ιστ(β)] συμπίπτουν χρονικά με την έναρξη κάθε περιόδου της ημιτονικής τάσεως.

Οι δίοδοι λυχνίες V₁, V₂ και V₃ της παραπάνω διατάξεως μπορούν να αντικατασταθούν με κρυσταλλοδιόδους, με την ίδια συνδεσμολογία και να εξασφαλισθούν τα ίδια αποτελέσματα. Επίσης, όμοια αποτελέσματα εξασφαλίζονται, αν αντικαταστήσουμε τις διόδους V₁ και V₂ με μια δίοδο Zener και την V₃ με κρυσταλλοδιόδο.

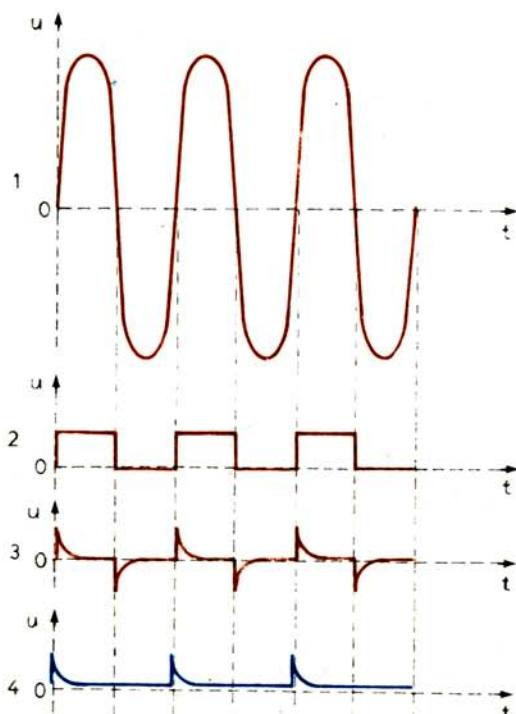
Στις συσκευές ραντάρ, τέτοια διάταξη χρησιμοποιείται στο διακριβωτή, όπου η ημιτονική τάση παράγεται από ένα ταλαντωτή σταθερής συχνότητας. Αν υποθέσουμε ότι η περίοδος T της ημιτονικής αυτής τάσεως είναι 6,17μs, (η συχνότητα = 1/T = 1/6,17 × 10⁻⁶ = 162074,5 c/s), τότε στην τελική έξοδο 4 της διατάξεως θα λαμβάνονται οξείς θετικοί παλμοί, που θα απέχουν χρονικά κατά 6,17μs και θα αντιστοιχούν σε απόσταση 0,5 ναυτικά μίλια.

Όμοια διάταξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στο κύκλωμα σκανδάλης, όπου με τον πρώτο ψαλιδισμό της εναλλασσόμενης τάσεως 1000c/s, που λαμβάνεται από το τροφοδοτικό της συσκευής ραντάρ, προκύπτουν ορθογώνιοι συμμετρικοί θετικοί παλμοί με περίοδο 1000μs. Μετά τη διαφόριση και τον ψαλιδισμό των αρνητι-

κών οξέων παλμών, στην τελική έξοδο προκύπτουν οξείς θετικοί παλμοί κάθε $1000\mu s$, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για συγχρονισμό.



(a)



(b)

Σχ. Π. 1.9ιστ.

Κύκλωμα μετατροπής ημιτονικού σήματος σε οξείς παλμούς.

- 1) Είσοδος περιοριστών V_1 και V_2 . 2) Έξοδος περιοριστή V_1 και V_2 και είσοδος κυκλώματος διαφορίσεως CR_2 . 3) Έξοδος κυκλώματος διαφορίσεως CR_2 και είσοδος περιοριστή V_3 . 4) Τελική έξοδος.

Π 1.10 Οι πολυδονητές.

Οι πολυδονητές (multivibrators) είναι ηλεκτρονικές διατάξεις λυχνιών ή τρανζίστορς, που τροφοδοτούνται με συνεχή τάση και παράγουν ορθογώνιους παλμούς. Με την έννοια αυτή οι πολυδονητές θεωρούνται γεννήτριες παλμών.

Κάθε συσκευή ραντάρ έχει αρκετά κυκλώματα πολυδονητών, που παράγουν ορθογώνιους θετικούς ή αρνητικούς παλμούς, οι οποίοι απαιτούνται για τη λειτουργία του ενδείκτη. Επίσης, οι πολυδονητές χρησιμοποιούνται ευρέως στα υπόλοιπα όργανα ραδιοναυσιπλοΐας, στην τηλεόραση και τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

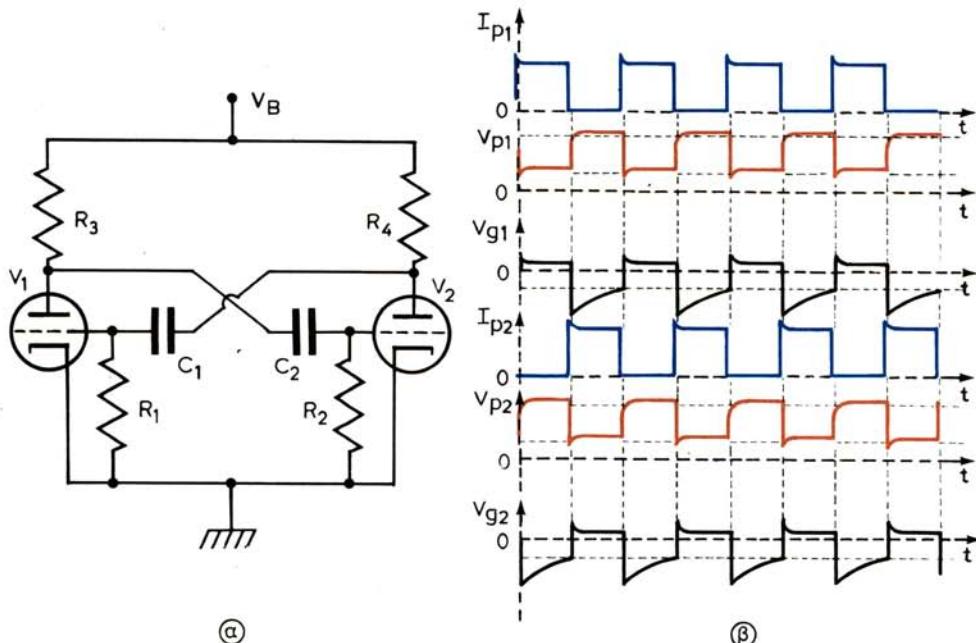
Στις επόμενες παραγράφους αναπτύσσονται οι πιο συνηθισμένοι τύποι πολυδονητών.

Π 1.10.1 Ο πολυδονητής ελεύθερης λειτουργίας.

Ο πολυδονητής ελεύθερης λειτουργίας (free running multivibrator) ή αυτοδιεγειρόμενος πολυδονητής, αρχίζει να λειτουργεί και να παράγει συνεχώς ορθογώνιους παλμούς αμέσως με την αποκατάσταση της τροφοδοτήσεώς του με συνεχή τάση.

Το κύκλωμά του περιλαμβάνει δυο τριόδους λυχνίες (ή δυο τρανζίστορς), που βρίσκονται σε σύζευξη μεταξύ τους, ώστε η αποκατάσταση της αγωγιμότητας της μιας να οδηγεί την άλλη σε διακοπή.

Στο σχήμα Π1.10α(α) φαίνεται κύκλωμα πολυδονητή ελεύθερης λειτουργίας με



Σχ. Π. 1.10α.

α) Κύκλωμα πολυδονητή ελεύθερης λειτουργίας. β) Κυματομορφές τάσεων ρευμάτων ανόδου με λυχνίες I_{p_1} και I_{p_2} , τάσεων ανόδου V_{p_1} και V_{p_2} και τάσεων πλέγματος V_{g_1} και V_{g_2} .

δυο τριόδους λυχνίες ίδιου τύπου (συνήθως χρησιμοποιείται διπλοτρίοδος), ενώ στο σχήμα Π1.10α(β) φαίνονται οι κυματομορφές των τάσεων πλέγματος V_{g_1} , και V_{g_2} , των ρευμάτων ανόδου I_{p_1} , και I_{p_2} και των τάσεων ανόδου V_{p_1} , και V_{p_2} αντίστοιχα.

Όταν αποκατασταθεί η τροφοδότηση των ανόδων των λυχνιών με την υψηλή συνεχή τάση V_B , ρεύμα ανόδου αρχίζει να κυκλοφορεί και στις δυο λυχνίες. Αν και οι δυο λυχνίες είναι του ίδιου τύπου, οπωσδήποτε μεταξύ τους υπάρχει μικρή διαφορά (ανοχή εξαρτημάτων) κι' έτσι το ρεύμα ανόδου των δυο λυχνιών δεν αυξάνει με την ίδια ταχύτητα. Ας υποθέσομε, ότι για μια στιγμή το ρεύμα ανόδου της λυχνίας V_1 αυξάνει περισσότερο από το ρεύμα ανόδου της λυχνίας V_2 . Η μεγαλύτερη αυτή αύξηση του ρεύματος ανόδου της λυχνίας V_1 , θα προκαλέσει στο κύκλωμα, σε πάρα πολύ μικρό χρονικό διάστημα, τα παρακάτω φαινόμενα [σχ. Π1.10α(β)]:

- Μεγαλύτερη πτώση τάσεως στην αντίσταση R_3 , που θα προκαλέσει πτώση της τάσεως ανόδου V_{p_1} , της λυχνίας V_1 , μεγαλύτερη από την πτώση της τάσεως ανόδου V_{p_2} , της λυχνίας V_2 .
- Η μεγαλύτερη πτώση τάσεως ανόδου V_{p_1} , της λυχνίας V_1 , εφαρμόζεται ως αρνητική τάση V_{g_2} στο πλέγμα της λυχνίας V_2 , μέσω του πυκνωτή C_2 , καθώς αυτός αρχίζει να εκφορτίζεται.
- Η αρνητική αυτή τάση V_{g_2} , που εφαρμόζεται στο πλέγμα της λυχνίας V_2 , προκαλεί ελάττωση του ρεύματος ανόδου I_{p_2} , της λυχνίας V_2 και η ελάττωση του ρεύματος I_{p_2} προκαλεί απότομη αύξηση της τάσεως ανόδου V_{p_2} της λυχνίας V_2 .
- Η αύξηση της τάσεως ανόδου V_{p_2} της λυχνίας V_2 , εφαρμόζεται ως θετική τάση V_{g_1} , στο πλέγμα της λυχνίας V_1 , μέσω του πυκνωτή C_1 , καθώς αυτός αρχίζει να φορτίζεται σε υψηλότερη τάση, και προκαλεί νέα μεγαλύτερη αύξηση του ρεύματος ανόδου I_{p_1} , της λυχνίας V_1 .
- Η νέα μεγαλύτερη αύξηση του ρεύματος ανόδου I_{p_1} , θα προκαλέσει νέα μεγαλύτερη πτώση τάσεως ανόδου V_{p_1} , της λυχνίας V_1 , η οποία μέσω του πυκνωτή C_2 θα εφαρμοσθεί στο πλέγμα της λυχνίας V_2 και θα προκαλέσει αύξηση της αρνητικής τάσεως V_{g_2} του πλέγματος της λυχνίας V_2 και ο κύκλος θα συνεχισθεί όπως παραπάνω.

Η παραπάνω διαδοχική επίδραση της μιας λυχνίας στην άλλη θα επαναλαμβάνεται μέχρι το ρεύμα ανόδου I_{p_1} , της λυχνίας V_1 , να αυξηθεί στην τιμή κορεσμού οπότε η τάση ανόδου αυτής V_{p_1} , θα πέσει πολύ κάτω από την τάση του τροφοδοτικού V_B ενώ η λυχνία V_2 θα οδηγηθεί σε διακοπή και η τάση ανόδου αυτής V_{p_2} , θα αυξηθεί στην τιμή της τάσεως του τροφοδοτικού V_B . Οι παραπάνω διαδοχικές αλληλεπιδράσεις γίνονται με πολύ γρήγορο ρυθμό και ο χρόνος που απαιτείται για να οδηγηθεί η λυχνία V_1 , σε κορεσμό και η λυχνία V_2 σε διακοπή (μεταβατικός χρόνος) είναι λίγα ps.

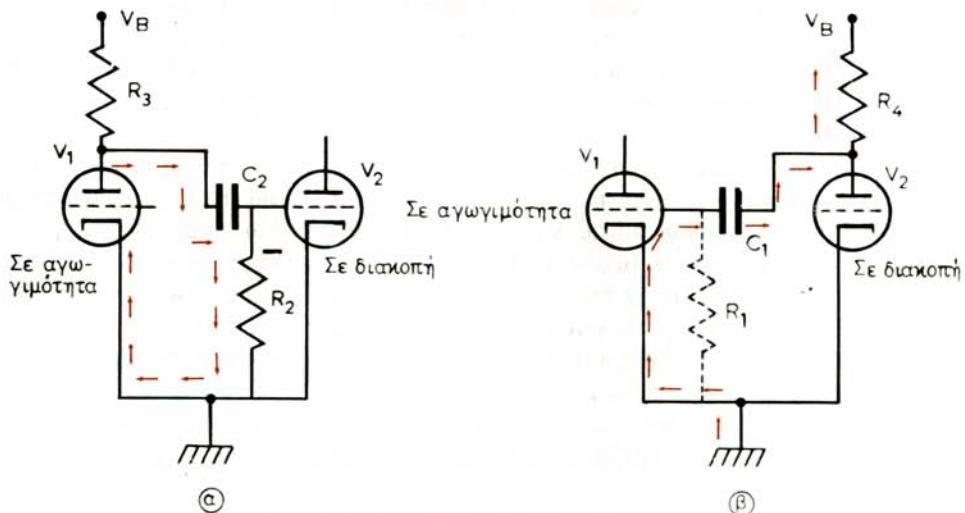
Για την καλύτερη μελέτη των παραπάνω αλληλεπιδράσεων των λυχνιών, ας δεχθούμε ότι, η λυχνία V_1 αρχίζει να άγει, ενώ η λυχνία V_2 βρίσκεται σχεδόν σε διακοπή.

Καθώς η V_1 αρχίζει να άγει, η τάση ανόδου αυτής πέφτει από την τιμή της τάσεως του τροφοδοτικού V_B σε χαμηλότερη τιμή, λόγω της πτώσεως τάσεως στην αντίσταση ανόδου της R_3 . Ο πυκνωτής C_2 ο οποίος έχει φορτισθεί στην τάση V_B , αρχίζει να εκφορτίζεται στην χαμηλότερη τιμή της τάσεως ανόδου V_{p_1} . Η

εκφόρτιση του πυκνωτή C_2 γίνεται μέσω της αντιστάσεως R_2 και της λυχνίας V_1 , [Π1.10β(α)] και το ρεύμα εκφορτίσεως του αναπτύσσει στην αντίσταση R_2 αρνητική τάση, που διακόπτει τη λυχνία V_2 . Με τη διακοπή της λυχνίας V_2 , το ρεύμα ανόδου αυτής I_{p_2} μηδενίζεται και η τάση ανόδου της αυξάνεται στην τιμή της τάσεως τροφοδοτήσεως V_B . Ο πυκνωτής C_1 φορτίζεται στην υψηλότερη τάση V_B , μέσω καθόδου πλέγματος της λυχνίας V_1 , και της αντιστάσεως R_4 [σχ. Π1.10β(β)]. Το ρεύμα φορτίσεως του πυκνωτή προκαλεί στιγμιαία αύξηση της τάσεως πλέγματος V_{g_1} , της λυχνίας V_1 , προς τα θετικά. Αυτή η στιγμιαία αύξηση της V_{g_1} , προς τα θετικά [σχ. Π1.10β(α)] προκαλεί αντίστοιχα στιγμιαία αύξηση του ρεύματος ανόδου I_{p_1} , και στιγμιαία πτώση της τάσεως ανόδου V_{g_1} , της λυχνίας V_1 , (τη στιγμή που αυτή αρχίζει να άγει). Επίσης, το ρεύμα φορτίσεως του πυκνωτή C_1 , μέσω της αντιστάσεως R_4 προκαλεί την αντίστοιχη καμπύλωση του μετώπου του παλμού της τάσεως ανόδου V_{p_2} της λυχνίας V_2 . Επειδή όμως η σταθερά χρόνου φορτίσεως C_1R_4 είναι πολύ μικρή, οι στιγμιαίες μεταβολές των V_{g_1} , I_{p_1} , V_{p_1} και V_{p_2} εξαφανίζονται σύντομα.

Η σταθερά χρόνου εκφορτίσεως C_2R_2 είναι μεγάλη και έτσι η εκφόρτιση του πυκνωτή C_2 καθυστερεί. Καθώς όμως ο πυκνωτής C_2 εκφορτίζεται, το ρεύμα εκφορτίσεως του ελαττώνεται, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η αρνητική πτώση τάσεως στην αντίσταση R_2 , η οποία είναι τάση πλέγματος V_{g_2} . Όταν η τάση αυτή γίνεται μικρότερη από την τάση αποκοπής της, τότε η λυχνία V_2 αρχίζει να άγει. Το χρονικό διάστημα κατά το οποίο η λυχνία V_2 παραμένει σε διακοπή, εξαρτάται από τη σταθερά χρόνου εκφορτίσεως C_2R_2 και την τιμή της τάσεως αποκοπής της λυχνίας αυτής.

Καθώς η λυχνία V_2 αρχίζει να άγει, η τάση ανόδου της V_{p_2} πέφτει από την τιμή V_B σε χαμηλότερη τιμή, λόγω πτώσεως τάσεως στην αντίσταση R_4 . Ο πυκνωτής C_1 , που όπως είδαμε έχει φορτισθεί στην τιμή V_B , αρχίζει να εκφορτίζεται στη



Σχ. Π. 1.10β.

Κύκλωμα πολυδονητή ελεύθερης λειτουργίας με λυχνίες.

- Η εκφόρτιση του πυκνωτή C_2 , μέσω της αντιστάσεως R_2 διατηρεί τη λυχνία V_2 σε διακοπή.
- Η φορτίση του πυκνωτή C_1 , διατηρεί τη λυχνία V_1 , σε αγωγόμότητα κορεασμού.

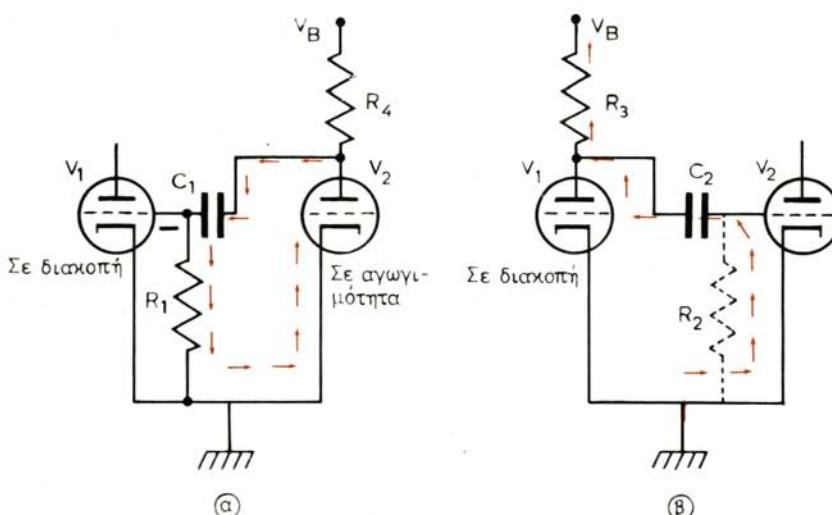
χαμηλότερη τιμή της V_{p_2} μέσω της αντιστάσεως R_1 , και της λυχνίας V_2 [σχ. Π1.10γ(α)] και το ρεύμα εκφορτίσεως του αναπτύσσει στην αντίσταση R_1 αρνητική τάση, που είναι και τάση πλέγματος V_g , της λυχνίας V_1 . Η αρνητική αυτή τιμή της V_{g_1} διακόπτει τη λυχνία V_1 , οπότε το ρεύμα ανόδου της I_{p_1} μηδενίζεται και η τάση ανόδου της V_{p_1} αυξάνεται στην τιμή της τάσεως τροφοδοτήσεως V_B .

Με τη διακοπή της V_1 , ο πυκνωτής C_2 φορτίζεται στην τιμή V_B [σχ. Π1.10γ(β)], μέσω της αντιστάσεως R_3 και καθόδου πλέγματος της V_2 . Η φόρτιση του C_2 προκαλεί στιγμιαία αύξηση προς τα θετικά της τάσεως πλέγματος V_{g_2} [σχ. Π1.10α(β)], με αποτέλεσμα την ίδια στιγμή να αυξάνεται στιγμιαία το ρεύμα ανόδου I_{p_2} και να ελαττώνεται στιγμιαία η τάση ανόδου V_{p_2} , τη στιγμή που η λυχνία V_2 αρχίζει να άγει. Επίσης, η φόρτιση του πυκνωτή C_2 μέσω της αντιστάσεως R_3 προκαλεί την καμπύλωση του μετώπου των παλμών της τάσεως ανόδου V_{p_1} .

Η λυχνία V_1 διατηρείται σε διακοπή, λόγω της αρνητικής τάσεως που αναπτύσσει στην αντίσταση R_1 , το ρεύμα εκφορτίσεως του πυκνωτή C_1 , όπως και στην παραπάνω περίπτωση της λυχνίας V_2 . Καθώς όμως το ρεύμα εκφορτίσεως του πυκνωτή C_1 , μέσω της αντιστάσεως R_1 ελαττώνεται, ελαττώνεται και η αρνητική τάση V_{g_2} και όταν αυτή γίνει μικρότερη από την τάση αποκοπής της, η λυχνία V_1 αρχίζει πάλι να άγει. Το χρονικό διάστημα, κατά το οποίο η λυχνία V_1 θα παραμείνει σε διακοπή, εξαρτάται από τη σταθερά χρόνου εκφορτίσεως C_1R_1 , και την τιμή της τάσεως αποκοπής της λυχνίας V_1 .

Τη στιγμή που η λυχνία V_1 αρχίζει να άγει πάλι, ολοκληρώνεται ένας κύκλος λειτουργίας του πολυδονητή ελεύθερης λειτουργίας, ο οποίος θα επαναλαμβάνεται κατά τον παραπάνω τρόπο και στον ίδιο χρόνο, επί όσο χρόνο το κύκλωμα τροφοδοτείται με τη συνεχή τάση V_B .

Σε κάθε κύκλο λειτουργίας, η τάση ανόδου των λυχνιών μεταβάλλεται κατά ορ-



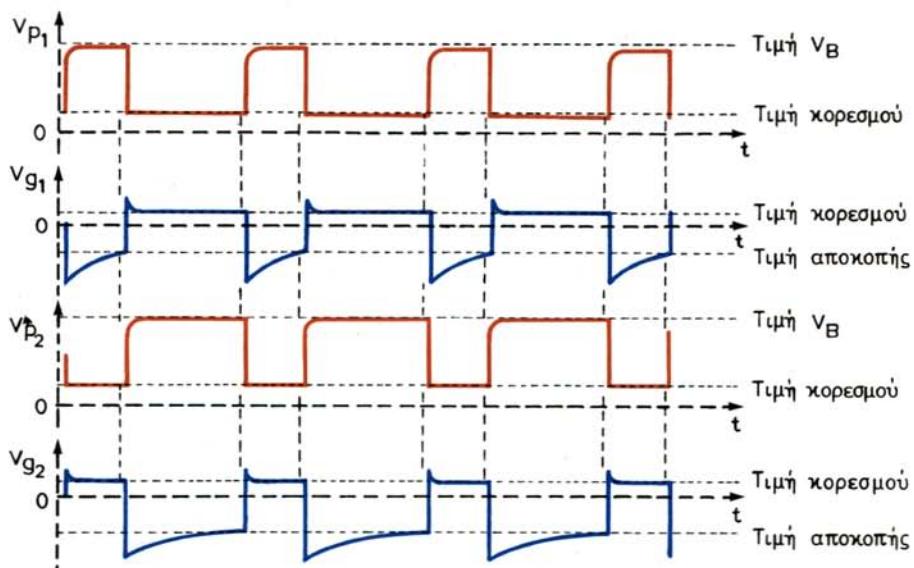
Σχ. Π. 1.10γ.

Κύκλωμα πολυδονητή ελεύθερης λειτουργίας με λυχνίες.

- Η εκφόρτιση του πυκνωτή C_1 μέσω της αντιστάσεως R_1 διατηρεί τη λυχνία V_1 σε διακοπή.
- Η φόρτιση του πυκνωτή C_2 διατηρεί τη λυχνία V_2 σε αγωγμότητα κορεσμού.

θογώνιους παλμούς, τους οποίους μπορούμε να πάρομε με πυκνωτή συζεύξεως. Επειδή, όταν η μια λυχνία άγει η άλλη βρίσκεται σε διακοπή, η διάρκεια του παλμού που λαμβάνεται από τη μια άνοδο θα είναι νεκρός χρόνος για τον παλμό που λαμβάνεται από την άλλη άνοδο.

Όπως φαίνεται στο σχήμα Π1.10α(β), η διάρκεια των παλμών και των νεκρών χρόνων που παράγονται και από τις δυο λυχνίες έχουν τις ίδιες τιμές. Δηλαδή ο χρόνος που βρίσκεται σε διακοπή η λυχνία V_1 , είναι ίσος με το χρόνο που βρίσκεται σε διακοπή η λυχνία V_2 . Αυτό ισχύει, όταν η σταθερά χρόνου εκφορτίσεως C_1R_1 , είναι ίση με τη σταθερά χρόνου εκφορτίσεως C_2R_2 και η τάση αποκοπής των δυο λυχνιών έχει την ίδια τιμή. Αν η σταθερά χρόνου εκφορτίσεως C_1R_1 , είναι μικρότερη από τη σταθερά χρόνου εκφορτίσεως C_2R_2 [σχ. Π1.10α(α)], τότε ο χρόνος διακοπής της λυχνίας V_1 , θα είναι μικρότερος από το χρόνο διακοπής της λυχνίας V_2 και οι κυματομορφές των τάσεων ανόδου V_{p1} και V_{p2} θα είναι όπως στο σχήμα Π1.10δ. Έτσι, από την άνοδο της λυχνίας V_1 , μπορούμε να λαμβάνομε ορθογώνιους παλμούς μικρής διάρκειας με μεγάλο νεκρό χρόνο, ενώ από την άνοδο της λυχνίας V_2 μπορούμε να λαμβάνομε ορθογώνιους παλμούς μεγάλης διάρκειας με μικρό νεκρό χρόνο.



Σχ. Π. 1.10δ.

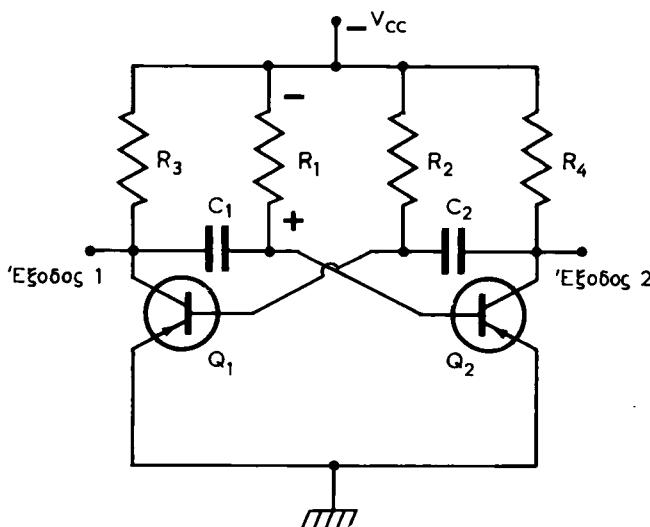
Ασύμμετρες κυματομορφές τάσεων ανόδου και πλέγματος πολυδονητή ελεύθερης λειτουργίας όταν $R_1C_1 < R_2C_2$.

Ο πολυδονητής ελεύθερης λειτουργίας μπορεί να συγχρονισθεί με οξείς θετικούς παλμούς, οι οποίοι θα εφαρμόζονται στο πλέγμα, είτε της λυχνίας V_1 , είτε της λυχνίας V_2 . Απαραίτητη προϋπόθεση για το συγχρονισμό αυτό είναι, η περίοδος των οξέων θετικών παλμών να είναι μικρότερη από την περίοδο ελεύθερης λειτουργίας του πολυδονητή. Τότε, κάθε οξύς θετικός παλμός που εφαρμόζεται θα

οδηγεί σε αγωγιμότητα τη λυχνία αυτή και έστι τη στιγμή αυτή θα αρχίζει νέος κύκλος λειτουργίας του πολυδονητή.

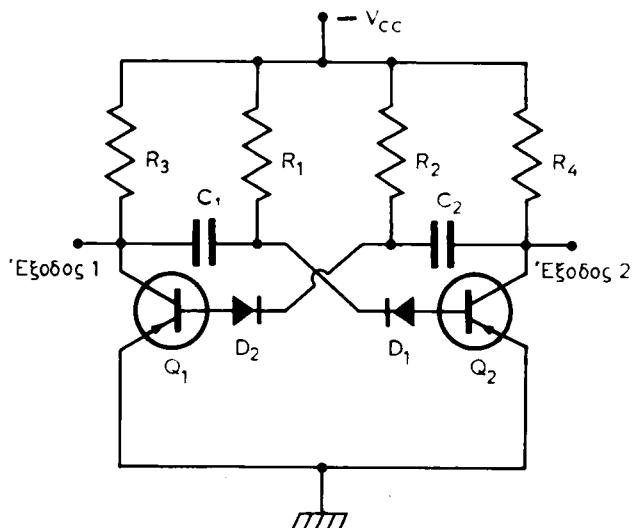
Στο σχήμα Π1.10e φαίνεται κύκλωμα πολυδονητή ελεύθερης λειτουργίας με τρανζίστορς. Η λειτουργία του κυκλώματος είναι όμοια με εκείνη του πολυδονητή με λυχνίες.

Ας υποθέσουμε, ότι λόγω ανομοιότητας της ανοχής των εξαρτημάτων, το τρανζίστορ Q_1 , βρίσκεται σε διακοπή και το τρανζίστορ Q_2 σε αγωγιμότητα. Τότε ο πυκνωτής C_1 φορτίζεται στην τάση συλλέκτη του Q_1 , και στην τάση βάσεως - εκπομπού του Q_2 . Όταν το τρανζίστορ Q_1 , οδηγηθεί σε αγωγιμότητα, η τάση του συλλέκτη του ελαττώνεται και ο πυκνωτής C_1 , εκφορτίζεται μέσω των αντιστάσεων R_1 , και R_3 , με σταθερά χρόνου εκφορτίσεως $R_1R_3C_1$. Το ρεύμα εκφορτίσεως αναπτύσσει στην αντίσταση τάση, με την πολικότητα που φαίνεται στο σχήμα Π1.10e, η οποία τάση διακόπτει το τρανζίστορ Q_2 , για όσο χρόνο διαρκεί η εκφόρτιση. Ταυτόχρονα, ο πυκνωτής C_2 φορτίζεται μέσω της αντιστάσεως R_4 στην τάση συλλέκτη του Q_2 , που αυξάνει στην τιμή της τάσεως τροφοδοτήσεως V_{CC} και αυξάνει την αγωγιμότητά του Q_1 . Η σταθερά χρόνου φορτίσεως R_3C_1 , ή R_4C_2 είναι μικρή, για να επιταχύνεται σύντομα η αποκατάσταση της αγωγιμότητας των τρανζίστορς. Όμως η σταθερά χρόνου εκφορτίσεως $R_1R_3C_1$, ή $R_2R_4C_2$ είναι μεγάλη και από αυτή καθορίζεται η διάρκεια των ορθογώνιων παλμών και η συχνότητα ελεύθερης λειτουργίας του πολυδονητή [σχ. Π1.10a(β)].



Σχ. Π. 1.10e.
Πολυδονητής ελεύθερης λειτουργίας με τρανζίστορς.

Βελτιωμένο κύκλωμα πολυδονητή ελεύθερης λειτουργίας με τρανζίστορς φαίνεται στο σχήμα Π1.10st, όπου οι δίοδοι D_1 , και D_2 δεν επιτρέπουν την εκφόρτιση των πυκνωτών C_1 , και C_2 αντίστοιχα μέσω βάσεως-εκπομπού των τρανζίστορς Q_1 , και Q_2 . Η έξοδος των ορθογώνιων παλμών λαμβάνεται με πυκνωτή συζεύξεως από το συλλέκτη του ενός ή του άλλου τρανζίστορ.



Σχ. Π. 1.10στ.

Βελτιωμένο κύκλωμα πολυδονητή ελεύθερης λειτουργίας με τρανζίστορς.

Π 1.10.2 Ο πολυδονητής συζεύξεως καθόδου.

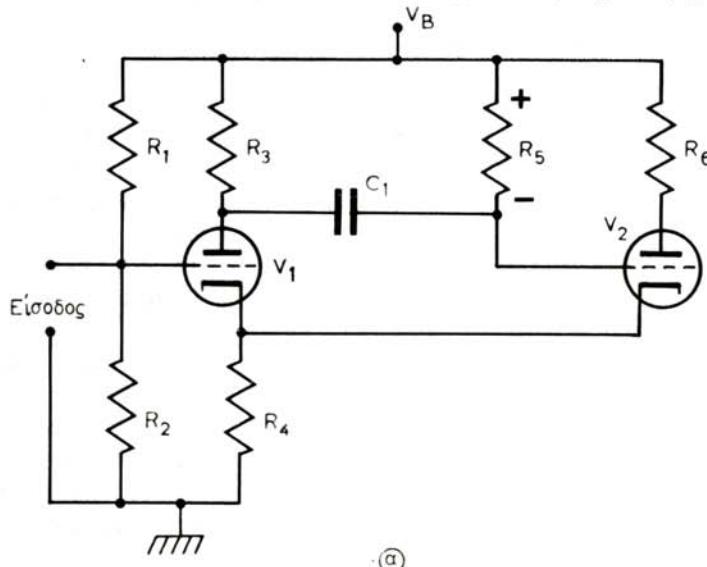
Ο πολυδονητής συζεύξεως καθόδου (cathode coupled multivibrator) ή πολυδονητής μιας σταθερής καταστάσεως ή μονοσταθής πολυδονητής (monostable ή one shot multivibrator) ανήκει στην κατηγορία των διεγειρόμενων (συγχρονίζομενων) πολυδονητών. Τα είδη αυτά των πολυδονητών, για να λειτουργήσουν και να παράγουν ορθογώνιους παλμούς, εκτός από την τροφοδότησή τους με συνεχή τάση, απαιτούν και συγχρονισμό (σκανδαλισμό - trigger) με οξείς θετικούς παλμούς.

Ειδικότερα ο πολυδονητής μιας σταθερής καταστάσεως, κάθε φορά που δέχεται συγχρονιστικό παλμό, από εξωτερικό κύκλωμα, λειτουργεί, οπότε παράγει έναν ορθογώνιο παλμό και επανέρχεται πάλι στην αρχική κατάσταση ηρεμίας. Για το λόγο αυτό ονομάζεται πολυδονητής μιας καταστάσεως.

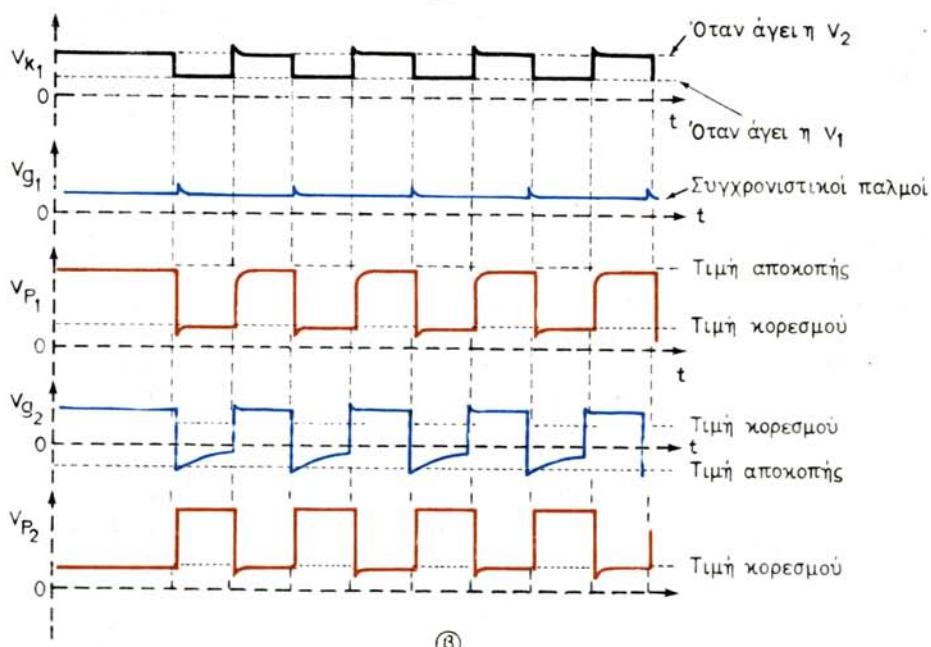
Στο σχήμα Π1.10ζ φαίνεται κύκλωμα πολυδονητή συζεύξεως καθόδου: οι δυο λυχνίες V_1 και V_2 είναι του ίδιου τύπου (συνήθως χρησιμοποιείται διπλοτρίοδος). Με τον πυκνωτή C_1 , εξασφαλίζεται σύζευξη από την άνοδο της λυχνίας V_1 , στο πλέγμα της λυχνίας V_2 , ενώ με την αντίσταση R_4 , η οποία παρεμβάλλεται στο κύκλωμα καθόδου και των δυο λυχνιών, εξασφαλίζεται η σύζευξη από τη λυχνία V_2 στη λυχνία V_1 , γι' αυτό ονομάζεται και πολυδονητής συζεύξεως καθόδου. Στό πλέγμα της λυχνίας V_1 , εφαρμόζονται οι συγχρονιστικοί παλμοί: δηλαδή, το πλέγμα αυτό αποτελεί την είσοδο του κυκλώματος.

Ας έξετασμε την κατάσταση ηρεμίας του κυκλώματος, μετά την αποκατάσταση της τροφοδοτήσεώς του με τάση V_B . Μέσω της αντιστάσεως R_5 , στο πλέγμα της λυχνίας V_2 εφαρμόζεται υψηλή θετική τάση οπότε αυτή άγει και το ρεύμα ανόδου της I_{P_2} , λαμβάνει την τιμή κορεσμού. Ενώ, μέσω του διαιρέτη τάσεως R_1-R_2 στο πλέγμα της λυχνίας V_1 , εφαρμόζεται χαμηλή θετική τάση, ταυτόχρονα στην κάθοδο της αναπτύσσεται υψηλότερη θετική τάση, από την πώση τάσεως που δημιουρ-

γεί, στην κοινή αντίσταση καθόδου R_4 , το ρεύμα ανόδου I_{p_2} της λυχνίας V_2 , (πόλωση καθόδου). Η διαφορά των θετικών τάσεων καθόδου πλέγματος ($V_k - V_{g_1}$) είναι μεγαλύτερη από την τάση αποκοπής της λυχνίας και η λυχνία V_1 δεν άγει. Η κατάσταση αυτή του κυκλώματος, όπου η λυχνία V_1 βρίσκεται σε δια-



(a)



(b)

Σχ. Π. 1.10ζ.

- α) Πολυδονητής συζεύξεως καθόδου με λυχνίες (μονοσταθής πολυδονητής). β) Κυματομορφές τάσεως πολυδονητή μιας σταθερής καταστάσεως. (οι εξετάσεις και οι στρογγυλοποιήσεις στις γωνίες των κυματομορφών οφείλονται στη φόρτιση του πυκνωτή C_1).

κοπή και η λυχνία V_2 βρίσκεται σε αγωγιμότητα, ονομάζεται κατάσταση πρεμίας και συνεχίζεται μέχρι τη στιγμή που στο πλέγμα της λυχνίας V_1 , θα εφαρμοσθεί οξύς θετικός συγχρονιστικός παλμός. Κατά την κατάσταση πρεμίας, η τάση ανόδου V_{p_1} , της λυχνίας V_1 , που βρίσκεται σε διακοπή, είναι ίση με την τάση τροφοδοτήσεως V_B , στην οποία έχει φορτισθεί και ο πυκνωτής C_1 , ενώ η τάση ανόδου V_{p_2} , της λυχνίας V_2 που άγει, είναι πολύ χαμηλότερη από την τάση τροφοδοτήσεως V_B [σχ. Π1.10γ(β)].

Όταν στο πλέγμα της λυχνίας V_1 , εφαρμοσθεί θετικός οξύς συγχρονιστικός παλμός (trigger pulse), του οποίου το πλάτος είναι μεγαλύτερο από την τάση καθόδου της λυχνίας αυτής, η λυχνία V_1 , θα οδηγηθεί σε στιγμιαία αγωγιμότητα. Λόγω του στιγμιαίου ρεύματος ανόδου I_{p_1} , την τάση ανόδου V_{p_1} , της λυχνίας V_1 , θα πέσει πολύ κάτω από την τιμή V_B . Ο πυκνωτής C_1 , που είχε φορτισθεί στην τιμή V_B , αρχίζει αμέσως να εκφορτίζεται μέσω των αντιστάσεων R_3 και R_5 . Το ρεύμα εκφορτίσεως του προκαλεί στην αντίσταση R_5 πτώση τάσεως, με την πολικότητα που σημειώνεται στο σχήμα Π1.10γ(α), η οποία πτώση τάσεως εφαρμόζεται ως αρνητική πόλωση στο πλέγμα της λυχνίας V_2 . Επειδή η αντίσταση R_5 έχει μεγάλη τιμή, ο πυκνωτής C_1 δεν μπορεί να εκφορτισθεί αμέσως και ολόκληρη η παραπάνω πτώση τάσεως ανόδου V_{p_1} , εφαρμόζεται στο πλέγμα της λυχνίας V_2 , την οποία διακόπτει. Με τη διακοπή της λυχνίας V_2 , το ρεύμα ανόδου της, I_{p_2} , μηδενίζεται και η τάση ανόδου της V_{p_2} αυξάνεται στην τιμή V_B . Ταυτόχρονα μηδενίζεται και η πόλωση καθόδου της λυχνίας V_1 , που προκαλούσε στην αντίσταση R_5 το ρεύμα I_{p_1} . Η λυχνία V_1 , συνεχίζει να άγει, οπότε η τάση ανόδου της V_{p_1} , διατηρείται στη σταθερή τιμή που είναι πολύ χαμηλότερη από την τιμή V_B . Καθώς ο πυκνωτής C_1 συνεχίζει να εκφορτίζεται η λυχνία V_2 διατηρείται σε διακοπή μέχρι τη στιγμή που η πτώση τάσεως (την οποία δημιουργεί το ρεύμα εκφορτίσεως του στην αντίσταση R_5 και η οποία ελαττώνεται) γίνεται μικρότερη από την τάση αποκοπής της λυχνίας, οπότε η V_2 αρχίζει να άγει πάλι.

Όταν η λυχνία V_2 αρχίζει να άγει πάλι, το ρεύμα ανόδου της, I_{p_2} , αυξάνει στην τιμή κορεσμού και η τάση ανόδου της, V_{p_2} , πέφτει πάλι πολύ κάτω από την τιμή V_B . Ταυτόχρονα, το ρεύμα ανόδου της, I_{p_2} , που διέρχεται από την αντίσταση R_4 , αναπτύσσει την πόλωση καθόδου V_{k_1} της λυχνίας V_1 , την οποία και διακόπτει. Έτσι, θα διατηρείται πάλι σε διακοπή η λυχνία V_1 , και σε αγωγιμότητα η λυχνία V_2 , μέχρι τη στιγμή που το πλέγμα της V_1 , θα εφαρμοσθεί ο επόμενος οξύς θετικός συγχρονιστικός παλμός. Ο επόμενος συγχρονιστικός παλμός θα οδηγήσει, κατά τον παραπάνω τρόπο, σε αγωγιμότητα τη λυχνία V_1 , και σε διακοπή τη λυχνία V_2 και για το ίδιο χρονικό διάστημα.

Το χρονικό διάστημα, κατά το οποίο παραμένει σε διακοπή η V_2 και σε αγωγιμότητα η V_1 , εξαρτάται από τη σταθερά χρόνου εκφορτίσεως $R_3R_5C_1$.

Η στιγμιαία μεγάλη πτώση της τάσεως ανόδου V_{p_1} , τη στιγμή που αποκαθίσταται η αγωγιμότητα της λυχνίας V_1 , οφείλεται στο μεγάλο πλάτος του συγχρονιστικού παλμού, που προκαλεί και αντίστοιχη στιγμιαία αύξηση του ρεύματος ανόδου I_{p_1} . Ενώ η στιγμιαία αύξηση της πολώσεως καθόδου V_{k_1} , της τάσεως πλέγματος V_{g_2} και η αντίστοιχη πτώση της τάσεως ανόδου V_{p_2} , που παρατηρούνται τη στιγμή που αποκαθίσταται η αγωγιμότητα της V_2 , οφείλονται στη φόρτιση του πυκνωτή C_1 , μέσω της αντιστάσεως R_4 , καθόδου - πλέγματος της V_2 και της αντιστάσεως R_3 .

Από το κύκλωμα του πολυδονητή μιας καταστάσεως μπορούμε να λάβομε ταυτόχρονα, μέσω πυκνωτών συζεύξεως, δυο εξόδους:

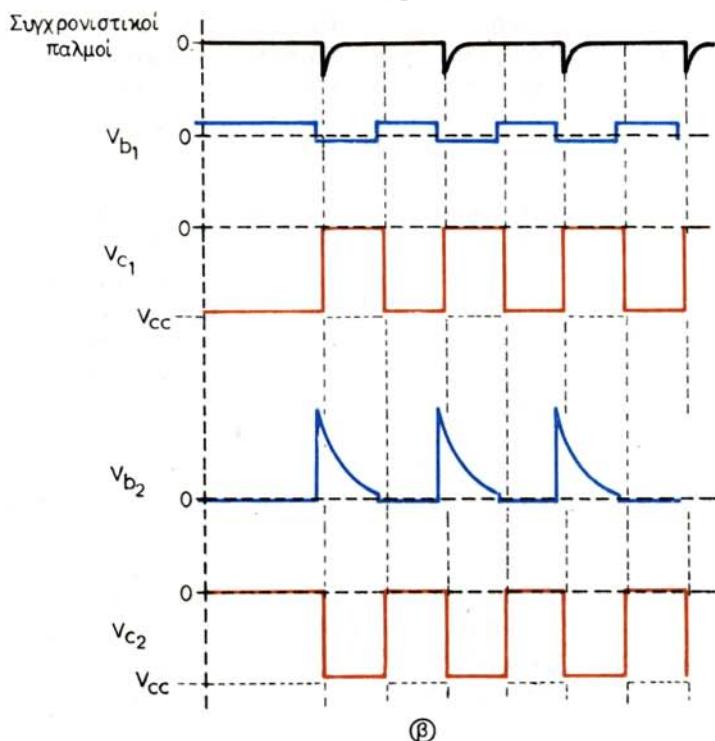
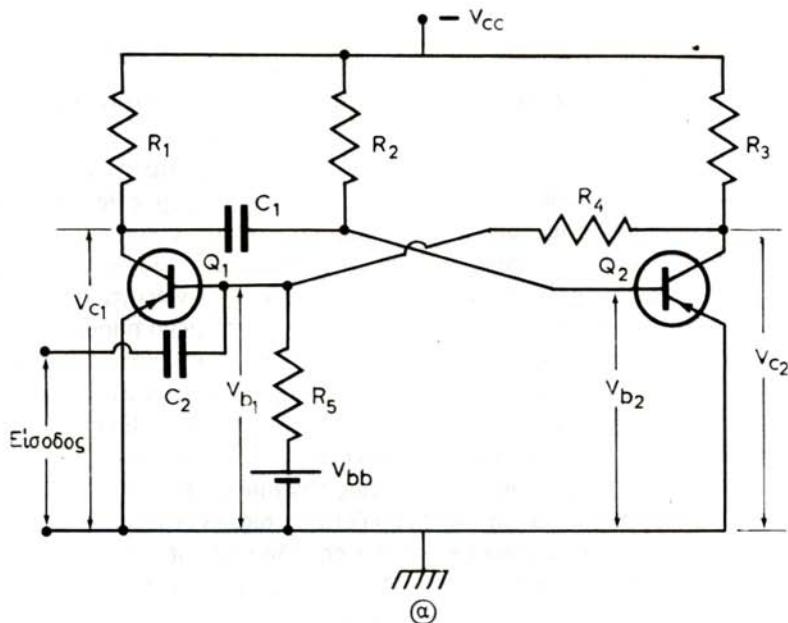
- Από την άνοδο της V_2 , από όπου λαμβάνονται θετικοί παλμοί, των οποίων το μέτωπο θα συμπίπτει χρονικά με τους οξείς θετικούς παλμούς.
- Από την άνοδο της V_1 , από όπου θα λαμβάνονται αρνητικοί παλμοί, των οποίων πάλι το μέτωπο θα συμπίπτει χρονικά με τους οξείς θετικούς παλμούς. Τέτοια εφαρμογή του πολυδονητή μιας καταστάσεως χρησιμοποιείται στον ενδείκτη PPI, όπου οι θετικοί παλμοί χρησιμοποιούνται ως παλμοί λαμπρότητας, ενώ οι αρνητικοί παλμοί χρησιμοποιούνται στη γεννήτρια βάσεως χρόνου, τη λειτουργία της οποίας θα εξετάσουμε σε επόμενη παράγραφο. Επίσης από διαφορίση των παλμών δεύτερου πολυδονητή μιας καταστάσεως προκύπτει και ο οξύς θετικός παλμός του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως.

Η διάρκεια των θετικών και των αρνητικών παλμών είναι η ίδια και είναι ίση με το χρονικό διάστημα κατά το οποίο παραμένει σε διακοπή η λυχνία V_2 . Αυτή καθορίζεται από τη σταθερά χρόνου εκφορτίσεως του πυκνωτή ($R_3R_5C_1$) και με ρύθμιση (μεταβολή) της αντιστάσεως R_5 ρυθμίζεται η διάρκεια των παλμών.

Στο σχήμα Π1.10η(α) φαίνεται κύκλωμα πολυδονητή μιας σταθερής καταστάσεως με τρανζίστορς, ενώ στο σχήμα Π1.10η(β) φαίνονται οι κυματομορφές των τάσεων των βάσεων και των συλλέκτων των τρανζίστορς Q_1 , και Q_2 του κυκλώματος. Ας εξετάσουμε τη σταθερή κατάσταση του πολυδονητή αυτού. Με την αποκατάσταση της τροφοδοτήσεως παρέχεται η κατάλληλη πόλωση V_{cc} στο συλλέκτη και των δυο τρανζίστορς και μέσω της αντιστάσεως R_2 κανονική πόλωση βάσεως στο τρανζίστορ Q_2 . Έτσι, κατά την κατάσταση ηρεμίας το τρανζίστορ Q_2 βρίσκεται σε κορεσμό και η αρνητική τάση του συλλέκτη του είναι πολύ μικρή. Όμως ο συνδυασμός της πηγής V_{bb} και της πτώσεως τάσεως που αναπτύσσεται στην αντίσταση R_5 παρέχει αντίστροφη πόλωση στη βάση του τρανζίστορ Q_1 . Έτσι, το τρανζίστορ Q_1 , κατά την κατάσταση ηρεμίας διατηρείται σε διακοπή και η αρνητική τάση του συλλέκτη του V_c , είναι ίση με την τάση τροφοδοτήσεως V_{cc} οπότε ο πυκνωτής C_1 θα φορτισθεί στην αρνητική τάση V_{cc} . Το κύκλωμα φορτίσεως του είναι η αντίσταση R , και η πολύ μικρή αντίσταση εκπομπού-βάσεως του τρανζίστορ Q_2 που έχει κανονική πόλωση βάσεως. Στη βάση του τρανζίστορ Q_1 , μέσω του πυκνωτή C_2 , εφαρμόζονται οι συγχρονιστικοί οξείς αρνητικοί παλμοί.

Όταν στη βάση του τρανζίστορ Q_1 εφαρμοσθεί αρνητικός οξύς παλμός, το τρανζίστορ αρχίζει να άγει και η αρνητική τάση του συλλέκτη του V_c , ελαττώνεται σε μικρότερη τιμή από την V_{cc} . Ο πυκνωτής C_1 , αρχίζει να εκφορτίζεται με μεγάλη σταθερά χρόνου ($R_1R_2C_1$) στη μικρότερη τιμή της V_c , και έτσι η ελάττωση V_c , εφαρμόζεται ως αντίστροφη πόλωση στη βάση του τρανζίστορ Q_2 και διακόπτει το τρανζίστορ Q_2 . Η αρνητική τάση του συλλέκτη V_{c_2} αυξάνεται στην τιμή V_{cc} και ένα μέρος από την αύξησή της αναπτύσσεται στην αντίσταση R_5 και εφαρμόζεται ως κανονική (ορθή) πόλωση στη βάση του τρανζίστορ Q_1 , και οδηγεί το τρανζίστορ αυτό σε κορεσμό. Έτσι έχουμε πρόσκαιρα σε κορεσμό το τρανζίστορ Q_1 , και σε διακοπή το τρανζίστορ Q_2 .

Καθώς ο πυκνωτής C_1 εκφορτίζεται μέσω της αντιστάσεως R_2 και της μικρής αντιστάσεως κορεσμού του τρανζίστορ Q_1 , η αντίστροφη πόλωση στη βάση του τρανζίστορ Q_2 ελαττώνεται συνεχώς. Όταν η αντίστροφη αυτή πόλωση μηδενίσθει, το τρανζίστορ Q_2 αρχίζει να άγει και η αρνητική τάση του συλλέκτη να ελα-



Σχ. Π. 1.10η.

α) Κύκλωμα πολυδονητή μιας σταθερής καταστάσεως με τρανζίστορς. β) Κυματομορφές τάσεων βάσεων και συλλέκτη.

τώνεται. Τότε, ελαπτώνεται όμως και η αρνητική τάση στην αντίσταση R_5 και έτσι διακόπτεται αμέσως το τρανζίστορ Q_1 , και το κύκλωμα επανέρχεται στην αρχική σταθερή κατάσταση, στην οποία θα παραμείνει μέχρι τη στιγμή που θα εφαρμοσθεί ο επόμενος αρνητικός οξύς συγχρονιστικός παλμός στη βάση του τρανζίστορ Q_1 .

Με πυκνωτή συζεύξεως, μπορούμε να λάβομε θετικούς ορθογώνιους παλμούς από το συλλέκτη του τρανζίστορ Q_1 , και αρνητικούς ορθογώνιους παλμούς από το συλλέκτη του τρανζίστορ Q_2 , όπως και στον πολυδονητή με λυχνίες.

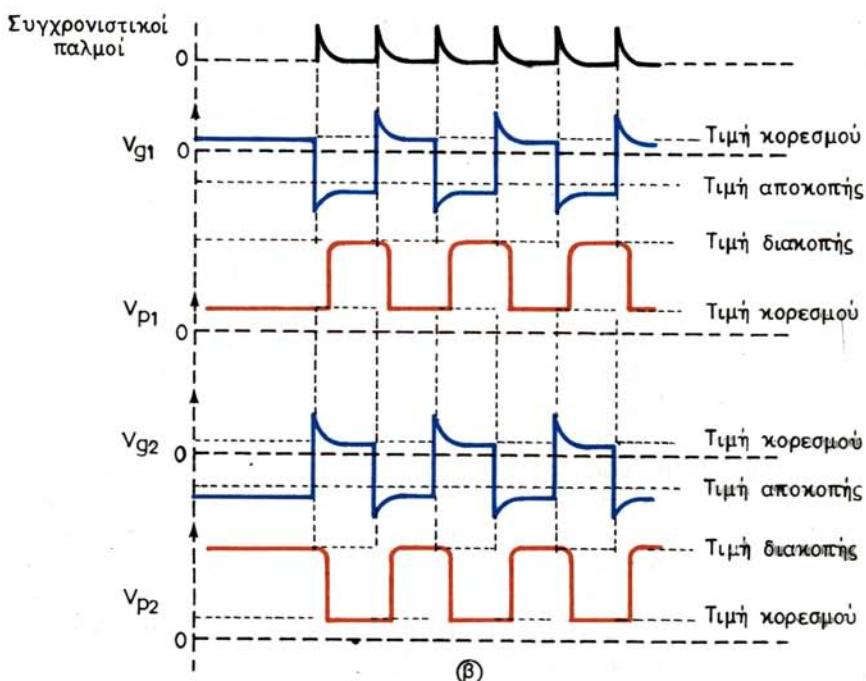
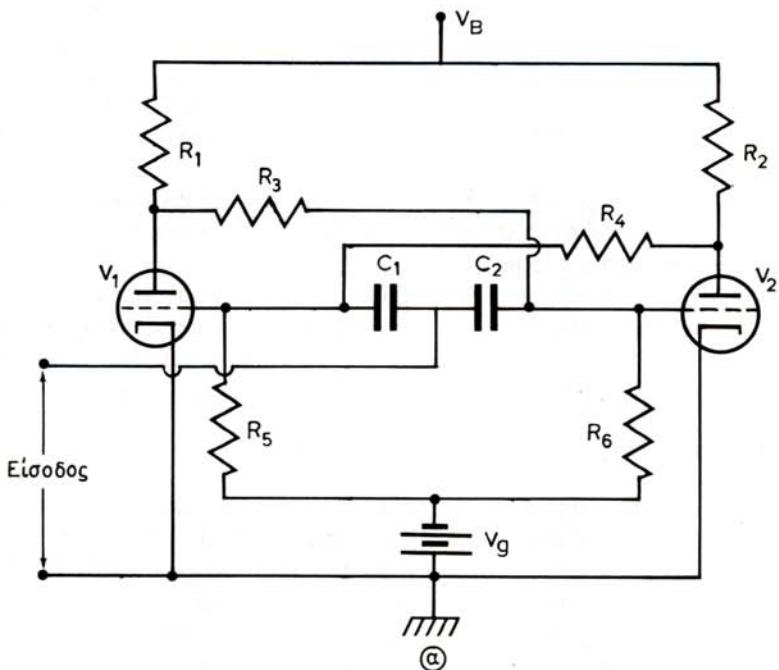
Σημειώνεται ότι αν στο κύκλωμα χρησιμοποιούνται τρανζίστορς N-P-N, για το συγχρονισμό του κυκλώματος θα χρησιμοποιούνται θετικοί οξείς παλμοί και ότι η πολικότητα των παλμών στους συλλέκτες των τρανζίστορς αντιστρέφονται, επειδή αντίθετης πολικότητας θα είναι και η τάση τροφοδοτήσεως των συλλεκτών.

Π 1.10.3 Ο πολυδονητής δυο σταθερών καταστάσεων.

Ο πολυδονητής δυο σταθερών καταστάσεων ή και δισταθής πολυδονητής (bistable multivibrator) χρησιμοποιεί απευθείας σύζευξη μεταξύ των ανόδων και των πλεγμάτων των δυο όμοιων τριόδων λυχνιών που χρησιμοποιεί. Όταν αποκατασταθεί η τροφοδότησή του με υψηλή συνεχή τάση V_B , παραμένει σε μια από τις δυο σταθερές καταστάσεις. Δηλαδή βρίσκεται σε αγωγιμότητα κορεσμού η μια λυχνία και σε διακοπή η άλλη ή αντίστροφα. Όταν στην κοινή είσοδο των δυο λυχνιών εφαρμοσθεί οξύς θετικός παλμός, τότε ο πολυδονητής αυτός μεταπηδά από τη μια κατάσταση στην άλλη, γι' αυτό ονομάζεται και πολυδονητής Flip-flop ή Eccles-Jordan.

Στο σχήμα Π1.10θ(α) φαίνεται κύκλωμα πολυδονητή Flip-flop, όπου όλα τα εξαρτήματα είναι συμμετρικά. Η τάση V_g που παρέχει η πηγή στα πλέγματα των δυο λυχνιών είναι μικρότερη από την τάση αποκοπής των πλεγμάτων των δυο λυχνιών. Οι αντιστάσεις R_3 και R_4 εξασφαλίζουν αντίστοιχα τη σύζευξη από την άνοδο της τριόδου V_1 , στο πλέγμα της τριόδου V_2 και από την άνοδο της τριόδου V_2 στο πλέγμα της τριόδου V_1 .

Ας υποθέσουμε, λόγω ανοχής στα εξαρτήματα των όμοιων κυκλωμάτων, ότι με την αποκατάσταση της τροφοδοτήσεως του κυκλώματος η λυχνία V_1 άγει περισσότερο από τη λυχνία V_2 , οπότε η πτώση τάσεως στην αντίσταση R_1 , θα είναι μεγαλύτερη από την πτώση τάσεως στην αντίσταση R_2 . Για το λόγο αυτό, η πτώση της τάσεως ανόδου V_{p_1} , της λυχνίας V_1 , θα είναι μεγαλύτερη από την πτώση της τάσεως ανόδου V_{p_2} , της λυχνίας V_2 . Η μεγαλύτερη πτώση της τάσεως ανόδου V_{p_1} , μέσω της αντιστάσεως R_3 εφαρμόζεται ως αρνητική τάση V_{g_2} στο πλέγμα της λυχνίας V_2 , και προκαλεί ελάττωση του ρεύματος ανόδου I_{p_2} και αύξηση της τάσεως ανόδου V_{p_2} , της λυχνίας V_2 . Η αύξηση της τάσεως ανόδου V_{p_2} , μέσω της αντιστάσεως R_4 , εφαρμόζεται ως θετική τάση V_g , στο πλέγμα της λυχνίας V_1 , και προκαλεί μεγαλύτερη αύξηση του ρεύματος ανόδου I_{p_1} , και μεγαλύτερη πτώση της τάσεως ανόδου V_{p_1} , της λυχνίας V_1 . Η νέα πτώση της V_{p_1} , θα εφαρμοσθεί ως αρνητική τάση V_{g_2} στο πλέγμα της λυχνίας V_2 και θα προκαλέσει μεγαλύτερη ελάττωση του ρεύματος ανόδου I_{p_2} και μεγαλύτερη αύξηση της τάσεως ανόδου V_{p_2} . Η αλληλεπίδραση αυτή των λυχνιών θα συνεχισθεί και σε λίγα ρε μετά την αποκατάσταση της τροφοδοτήσεως, η λυχνία V_1 θα έχει οδηγηθεί σε αγωγιμότητα



Σχ. Π. 1.10θ.

α) Πολυδονητής δυο σταθερών καταστάσεων με λυχνίες. β) Κυματομορφές τάσεων ανόδου και πλέγματος πολυδονητή δυο σταθερών καταστάσεων.

κορεσμού, ενώ η λυχνία V_2 θα έχει οδηγηθεί σε διακοπή. Η κατάσταση αυτή με τη λυχνία V_1 σε αγωγιμότητα κορεσμού και τη λυχνία V_2 σε διακοπή, είναι μια σταθερή κατάσταση του κυκλώματος και θα συνεχισθεί, μέχρι τη στιγμή που στην είσοδο του κυκλώματος θα εφαρμοσθεί οξύς θετικός συγχρονιστικός παλμός.

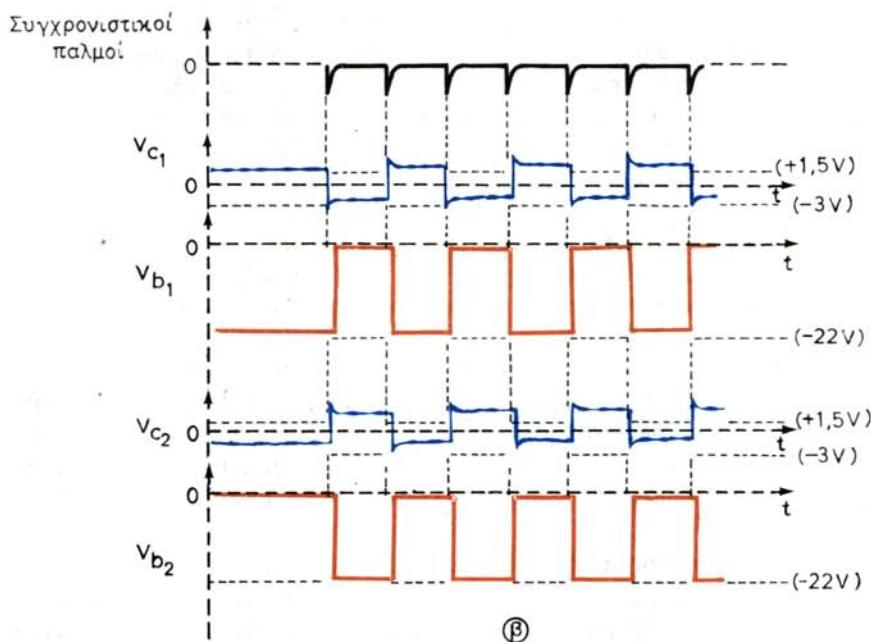
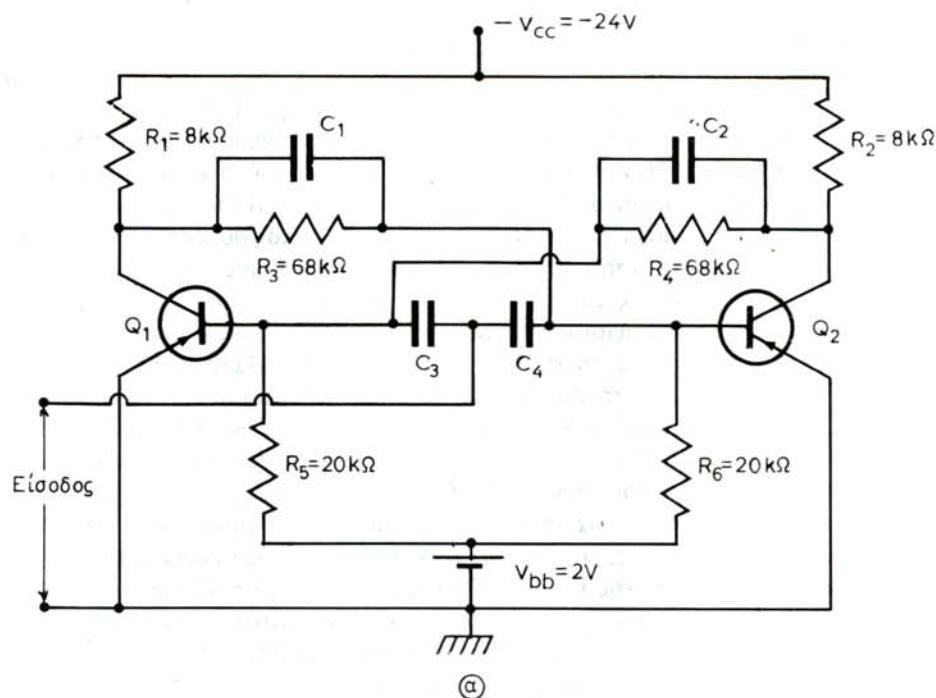
Όταν ένας τέτοιος συγχρονιστικός παλμός σημαντικού πλάτους εφαρμοσθεί στην είσοδο του κυκλώματος [σχ. Π1.10θ(β)] μέσω των πυκνωτών C_1 και C_2 εφαρμόζεται στα πλέγματα και των δυο λυχνίων. Ο θετικός αυτός παλμός δεν επηρεάζει άμεσα την κατάσταση της λυχνίας V_1 , επειδή αυτή βρίσκεται σε αγωγιμότητα κορεσμού. Οδηγεί όμως σε στιγμιαία αγωγιμότητα τη λυχνία V_2 που βρίσκεται σε διακοπή. Έτσι θα εμφανισθεί ένα ρεύμα I_{p_2} και μια πτώση της τάσεως ανόδου V_{p_2} της λυχνίας V_2 , η οποία πτώση της V_{p_2} θα εφαρμοσθεί ως αρνητική τάση στο πλέγμα της λυχνίας V_1 . Αυτή θα προκαλέσει ελάπτωση του ρεύματος ανόδου I_{p_1} και αύξηση της τάσεως ανόδου V_{p_1} , η οποία θα εφαρμοσθεί ως θετική τάση το πλέγμα της λυχνίας V_2 . Η αλληλεπίδραση αυτή των λυχνίων θα αντιστρέψει την κατάσταση του κυκλώματος, δηλαδή θα οδηγήσει σε διακοπή τη λυχνία V_1 , και σε αγωγιμότητα κορεσμού τη λυχνία V_2 . Αυτή είναι η άλλη σταθερή κατάσταση του κυκλώματος και θα διαρκέσει μέχρι τη στιγμή που θα εφαρμοσθεί ο επόμενος οξύς θετικός συγχρονιστικός παλμός. Ο επόμενος αυτός θετικός παλμός δεν θα επηρεάσει άμεσα τη λυχνία V_2 που βρίσκεται σε αγωγιμότητα κορεσμού. Θα οδηγήσει όμως σε στιγμιαία αγωγιμότητα τη λυχνία V_1 , που βρίσκεται σε διακοπή, και θα έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή της καταστάσεως του κυκλώματος. Έτσι, σε κάθε οξύ θετικό συγχρονιστικό παλμό, που εφαρμόζεται στην είσοδο του κυκλώματος, θα πραγματοποιείται και αλλαγή της καταστάσεως του κυκλώματος.

Στο σχήμα Π1.10θ(β) φαίνονται οι κυματομορφές των τάσεων ανόδου V_{p_1} και V_{p_2} , και των τάσεων πλέγματος V_{g_1} και V_{g_2} , των δυο λυχνίων του πολυδονητή δυο σταθερών καταστάσεων. Με πυκνωτές σύζεύξεως, μπορούμε να λαμβάνομε τους αντίστοιχους ορθογώνιους παλμούς τάσεως, είτε από την άνοδο της λυχνίας V_1 , είτε από την άνοδο της λυχνίας V_2 , που θα είναι αντίθετης πολικότητας και θα έχουν διάρκεια ίση με την περίοδο των συγχρονιστικών παλμών.

Στο σχήμα Π1.10ι(α) φαίνεται σύνηθες κύκλωμα πολυδονητή δυο σταθερών καταστάσεων (τύπου Eccles-Jordan ή Flip-Flop) με τρανζίστορ ενώ στο σχήμα Π1.10ι(β) φαίνονται οι κυματομορφές των τάσεων βάσεως V_b και των τάσεων συλλέκτη V_c των δυο τρανζίστορ.

Τα δυο τρανζίστορ Q_1 και Q_2 είναι του ίδιου τύπου και υπάρχει συμμετρία εξαρτημάτων. Για να γίνει ευκολότερη η κατανόηση της λειτουργίας του πολυδονητή Flip-Flop με τρανζίστορ, δεχόμαστε ενδεικτικά, ότι η τάση τροφοδοτήσεως του συλλέκτη $V_{cc} = -24V$ και η τάση τροφοδοτήσεως των βάσεων των δυο τρανζίστορ $V_{bb} = 2V$. Επίσης $R_1 = R_2 = 8k\Omega$, $R_3 = R_4 = 68k\Omega$, και $R_5 = R_6 = 20k\Omega$.

Με την αποκατάσταση της τροφοδοτήσεως του κυκλώματος, λόγω της ανοχής των εξαρτημάτων, το ένα τρανζίστορ θα οδηγηθεί σε αγωγιμότητα κορεσμού και το άλλο σε διακοπή. Οποιαδήποτε και αν είναι η κατάσταση, στην οποία θα οδηγηθεί το ένα τρανζίστορ, διατηρείται σταθερά από την κατάσταση του άλλου τρανζίστορ. Όταν ένα τρανζίστορ βρίσκεται σε διακοπή παρουσιάζει πολύ μεγάλη αντίσταση και συμπεριφέρεται ως διακόπτης, ενώ όταν βρίσκεται σε αγωγιμότητα κορεσμού συμπεριφέρεται ως αγωγός.



Σχ. Π. 1.10ι.

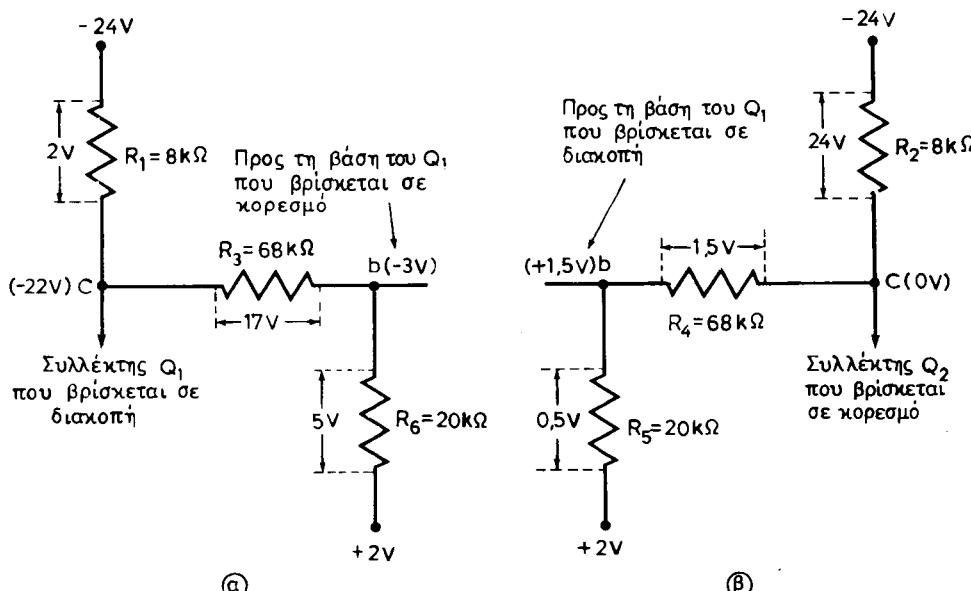
α) Κύκλωμα πολυδονητή δυο σταθερών καταστάσεων με τρανζίστορς. β) Κυματομορφές τάσεων βάσεως και συλλέκτη πολυδονητή δυο σταθερών καταστάσεων.

Ας υποθέσουμε ότι το τρανζίστορ Q_1 , οδηγήθηκε σε διακοπή και το τρανζίστορ Q_2 σε αγωγιμότητα κορεσμού. Οι αντιστάσεις R_1 , R_3 και R_6 και R_2 , R_4 και R_5 αποτελούν διαιρέτες τάσεως από $-24V$ μέχρι $+2V$ που παρέχουν αντίστοιχα οι πηγές V_{cc} και V_{bb} .

Επειδή το τρανζίστορ Q_1 βρίσκεται σε διακοπή, είναι σα να μην υπάρχει στο κύκλωμα. Όμως ρεύμα κυκλοφορεί στο διαιρέτη τάσεως R_1 , R_3 και R_6 και δημιουργεί τις καθορισμένες πτώσεις τάσεως, όπως φαίνονται στο σχήμα Π1.10ια(α). Στην αντίσταση R_1 , η πτώση τάσεως είναι μόνο $2V$, στην R_3 είναι $17V$ και στην R_6 είναι $5V$, που σε συνδυασμό με την τάση $+2V$ της πηγής V_{bb} στο σημείο b παρέχει τάση $-3V$, η οποία εφαρμόζεται στη βάση του τρανζίστορ Q_2 ως κανονική πόλωση, διατηρώντας το σε κορεσμό. Αν τα τρανζίστορ είναι του τύπου N-P-N, οι πολικότητες όλων των τάσεων θα είναι αντίθετες.

Επειδή το τρανζίστορ Q_2 βρίσκεται σε κορεσμό, το ρεύμα συλλέκτη του προκαλεί στην αντίσταση R_2 πτώση τάσεως πρακτικά ίση με $-24V$ που παρέχει η πηγή V_{cc} . Έτσι στο σημείο c του σχήματος Π1.10ια(β) η τάση θα είναι σχεδόν $0V$, (μοιάζει σα να γειώνεται το σημείο c). Η τάση $+2V$ που παρέχει η πηγή V_{bb} διαμορφάζεται ως πτώση τάσεως στις αντιστάσεις R_4 ($1,5V$) και R_5 ($0,5V$) και έτσι συνεπάγεται τάση $+1,5V$ στο σημείο b, η οποία εφαρμόζεται στο τρανζίστορ Q_1 , ως αντίστροφη πόλωση, διατηρώντας το σε διακοπή.

Σημειώνεται, ότι αν είχε οδηγηθεί σε κορεσμό το τρανζίστορ Q_1 , και σε διακοπή το Q_2 , οι τιμές των τάσεων που αναφέρονται στο σχήμα Π1.10ια(α) θα ισχύσουν για το σχήμα Π1.10ια(β) και αντίστροφα.



Σχ. Π. 1.10ια.

α) Ισοδύναμο κύκλωμα του τρανζίστορ Q_1 , που βρίσκεται σε διακοπή. β) Ισοδύναμο κύκλωμα του τρανζίστορ Q_2 που βρίσκεται σε αγωγιμότητα κορεσμού. (στην αντίθετη σταθερή κατάσταση η ισοδύναμια αντιστρέφεται).

Αν στην είσοδο του κυκλώματος εφαρμοσθεί αρνητικός οξύς συγχρονιστικός παλμός, κατάλληλου πλάτους [σχ. Π1.10ι(β)], αυτός μέσω των πυκνωτών συζεύξεως C_3 και C_4 εφαρμόζεται στις βάσεις των δυο τρανζίστορ. Ο αρνητικός αυτός παλμός δεν επηρεάζει άμεσα την κατάσταση του τρανζίστορ Q_2 , επειδή αυτό βρίσκεται σε αγωγιμότητα κορεσμού. Ο αρνητικός οξύς παλμός όμως θα οδηγήσει σε αγωγιμότητα το τρανζίστορ Q_1 , που βρίσκεται σε διακοπή και το ρεύμα συλλέκτη του θα ελαττώσει την αρνητική τάση του συλλέκτη του V_{C_1} . Η ελάττωση αυτή, μέσω του πυκνωτή C_1 , εφαρμόζεται στη βάση του τρανζίστορ Q_2 και ελαττώνεται την κανονική πόλωση βάσεως-εκπομπού, οπότε ελαττώνεται το ρεύμα του συλλέκτη του και η τάση του συλλέκτη του V_{C_2} , από μηδενική που ήταν λαμβάνει μια αρνητική τιμή (αυξάνοντας προς την τάση $-24V$ που παρέχει η πηγή V_{cc}). Η αύξηση της τάσεως του συλλέκτη V_{C_2} (προς τα αρνητικά) εφαρμόζεται μέσω του πυκνωτή C_2 , στη βάση του τρανζίστορ Q_1 , αυξάνοντας την κανονική πόλωση, οπότε αυξάνει και η αγωγιμότητα του τρανζίστορ αυτού. Η αλληλεπίδραση αυτή, που γίνεται με πολύ γρήγορο ρυθμό, σύντομα οδηγεί το τρανζίστορ Q_1 σε κορεσμό και το τρανζίστορ Q_2 σε διακοπή. Η σύντομη αυτή μεταγωγή εξασφαλίζεται με τους πυκνωτές C_1 και C_2 , με τους οποίους οι μεταβολές των τάσεων των συλλεκτών εφαρμόζονται με ασήμαντη καθυστέρηση στις βάσεις των τρανζίστορς.

Όταν εφαρμοσθεί ο επόμενος οξύς αρνητικός παλμός συγχρονισμού, δεν επηρεάζεται άμεσα η κατάσταση του τρανζίστορ Q_1 , που βρίσκεται σε αγωγιμότητα. Επηρεάζεται όμως η κατάσταση του τρανζίστορ Q_2 που βρίσκεται σε διακοπή και το οποίο με τον οξύ αρνητικό συγχρονιστικό παλμό θα αρχίσει να άγει. Η αγωγιμότητά του αυτή θα προκαλέσει ελάττωση της αρνητικής τάσεως του συλλέκτη του V_{C_2} , η οποία μέσω του πυκνωτή C_2 θα εφαρμοσθεί στη βάση του τρανζίστορ Q_1 , και θα προκαλέσει ελάττωση της αγωγιμότητάς του. Με τη συνεχή αλληλεπίδραση μεταξύ των δυο τρανζίστορς, που αναπτύξαμε παραπάνω, πολύ σύντομα το τρανζίστορ Q_1 θα οδηγηθεί σε διακοπή και το τρανζίστορ Q_2 θα οδηγηθεί σε κορεσμό. Έτσι, κάθε φορά που στην είσοδο του κυκλώματος εφαρμόζεται συγχρονιστικός παλμός (παλμός σκανδαλισμού) θα γίνεται μεταγωγή της καταστάσεως των δυο τρανζίστορς, από διακοπή σε αγωγιμότητα κορεσμού και αντίστροφα.

Σημειώνεται, ότι η μεταγωγή αυτή μπορεί να γίνεται και με οξείς θετικούς παλμούς, οι οποίοι θα επηρεάζουν άμεσα την κατάσταση του τρανζίστορ που βρίσκεται σε αγωγιμότητα. Επίσης, αν αντί οξέων θετικών παλμών, στην είσοδο του κυκλώματος εφαρμόζονται ορθογώνιοι παλμοί, κάθε ορθογώνιος παλμός θα προκαλεί μεταγωγή της καταστάσεως του κυκλώματος.

Ανεξάρτητα από την πολικότητα και τη διάρκεια των συγχρονιστικών παλμών, που εφαρμόζονται στην είσοδο του κυκλώματος, από τους συλλέκτες των τρανζίστορς, μέσω πυκνωτή συζεύξεως, λαμβάνομε εναλλακτικά ορθογώνιους αρνητικούς παλμούς [σχ. Π1.10ι(β)] που έχουν διάρκεια ίση με την περίοδο επαναλήψεως των συγχρονιστικών παλμών. Δηλαδή, σε δυο συγχρονιστικούς παλμούς θα αντιστοιχεί ένας ορθογώνιος παλμός στη μία ή την άλλη έξοδο του κυκλώματος. Έτσι, ο πολυδονητής δυο σταθερών καταστάσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαιρέτης συχνότητας (frequency divider) παλμών 1:2. Η διαίρεση αυτή έχει εφαρμογή στα συστήματα αριθμήσεως των ηλεκτρονικών υπολογιστών, που χρησιμοποιούνται και στα ηλεκτρονικά όργανα ναυσιπλοΐας.

Π 1.11 Ο ταλαντωτής φραγμού.

Ο ταλαντωτής φραγμού (blocking oscillator) είναι ένα κύκλωμα, του οποίου η λυχνία ή το τρανζίστορ αυτοοδηγείται περιοδικά σε αγωγιμότητα κορεσμού για πολύ μικρό χρονικό διάστημα και σε διακοπή για μεγάλο χρονικό διάστημα. Κάθε φορά, που η λυχνία ή το τρανζίστορ οδηγείται σε αγωγιμότητα, παράγει ένα οξύ παλμό τάσεως, μικρής διάρκειας (από λίγα μs μέχρι λίγα ns).

Η αυτοοδηγηση σε αγωγιμότητα κορεσμού επιτυγχάνεται με θετική ανατροφοδότηση (positive feedback) και η αυτοοδηγηση σε διακοπή επιτυγχάνεται με αρνητική ανατροφοδότηση (negative feedback).

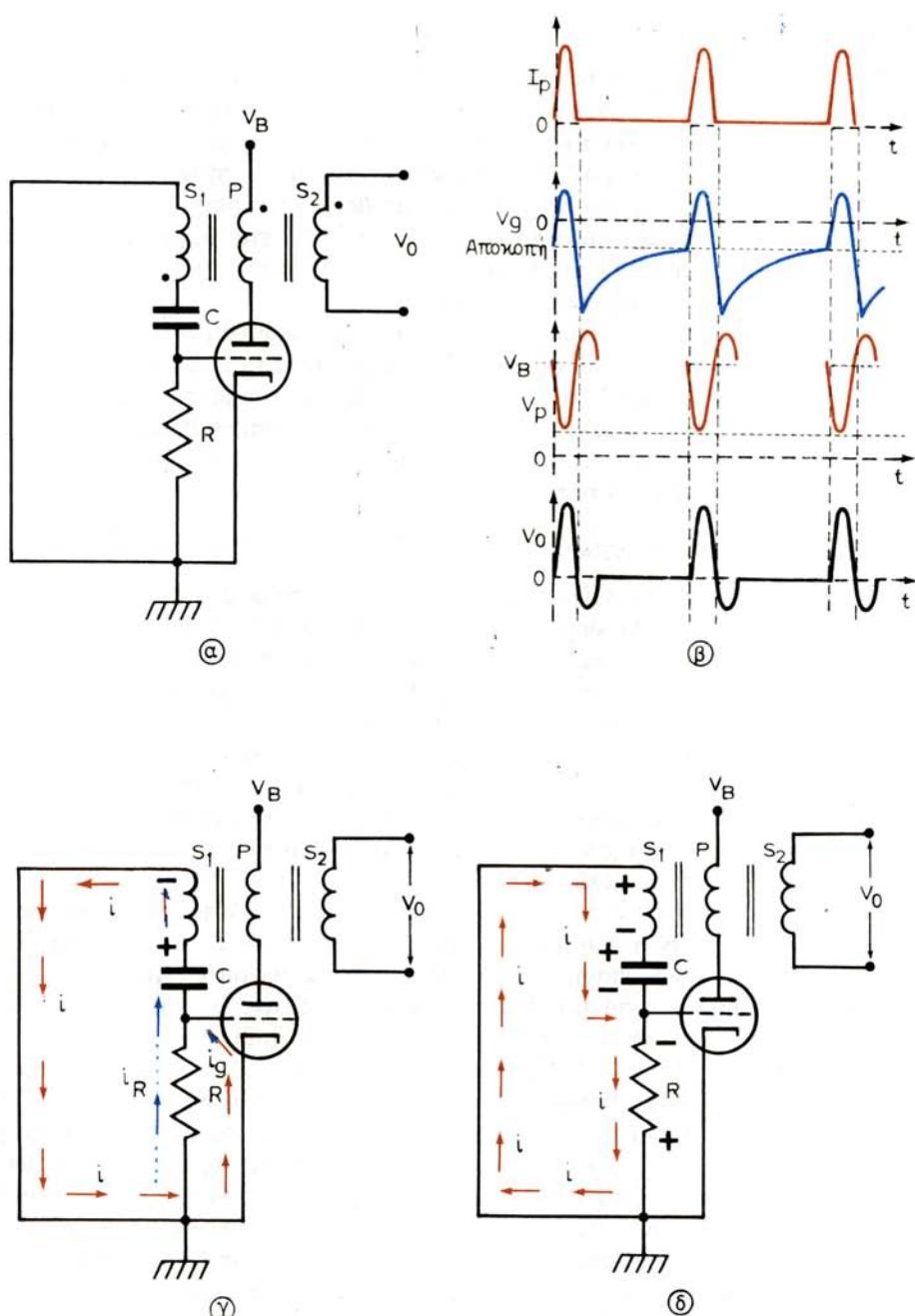
Ο ταλαντωτής φραγμού μπορεί να λειτουργεί σε ελεύθερη λειτουργία, όπως ο πολυδονητής ελεύθερης λειτουργίας, οπότε η συχνότητα των παλμών που παράγει καθορίζεται από τις τιμές RC του κυκλώματός του. Μπορεί όμως να συγχρονίζεται, είτε με οξείς θετικούς παλμούς, είτε με ημιτονική τάση και να παράγει οξείς θετικούς παλμούς στη συχνότητα των συγχρονιστικών παλμών ή σε υποπολλαπλάσια συχνότητα (διαιρέτης συχνότητας).

Π 1.11.1 Ο ταλαντωτής φραγμού ελεύθερης λειτουργίας.

Στο σχήμα Π1.11α(α) φαίνεται κύκλωμα ταλαντωτή φραγμού ελεύθερης λειτουργίας (free running blocking oscillator) με τρίοδο λυχνία. Το πρωτεύον πηνίο P του μετασχηματιστή αποτελεί το φορτίο ανόδου. Με το δευτερεύον S_1 επιτυγχάνεται η θετική και η αρνητική ανατροφοδότηση, για να οδηγείται η λυχνία σε αγωγιμότητα κορεσμού και σε διακοπή, ενώ το δευτερεύον S_2 αποτελεί την έξοδο του κυκλώματος. Οι τελείες που σημειώνονται στα πηνία του μετασχηματιστή δείχνουν όμοιες πολικότητες τάσεων στα αντίστοιχα άκρα. Η σταθερά χρόνου εκφορτίσεως RC του πυκνωτή C μέσω της αντιστάσεως πλέγματος-καθόδου R καθορίζει το χρόνο διακοπής της λυχνίας, επομένως τη συχνότητα επαναλήψεως παλμών που παράγει το κύκλωμα.

Ας θεωρήσουμε τη στιγμή που αποκαθίσταται η τροφοδότηση του κυκλώματος με τάση V_B και αρχίζει να κυκλοφορεί ρεύμα ανόδου I_p . Ενώ τη στιγμή αυτή στο πλέγμα της λυχνίας δεν υπάρχει καμία πόλωση, λόγω της αυτεπαγωγής του πρωτεύοντος P, το ρεύμα ανόδου I_p δε λαμβάνει αμέσως την τιμή κορεσμού. Καθώς όμως το ρεύμα ανόδου I_p το οποίο διέρχεται από το πρωτεύον του μετασχηματιστή P [σχ. Π1.11α(β)], αυξάνει και η τάση ανόδου V_p ελαττώνεται, το πρωτεύον δημιουργεί μαγνητική ροή Φ , η οποία αυξάνει. Λόγω της ροής αυτής, στο δευτερεύον S_1 , επάγεται τάση με την πολικότητα που σημειώνεται στο σχήμα Π1.11α(γ). Η τάση αυτή, που ακολουθεί την αύξηση της μαγνητικής ροής Φ , μέσω του πυκνωτή C, εφαρμόζεται στο πλέγμα της λυχνίας. Η τάση πλέγματος V_g γίνεται θετική, δημιουργεί ρεύμα πλέγματος και οδηγεί τη λυχνία σε αγωγιμότητα κορεσμού. Έτσι, σταματά η αύξηση του ρεύματος ανόδου, δεν υπάρχει αύξηση μαγνητικής ροής ($d\Phi/dt = 0$), δεν επάγεται τάση στο δευτερεύον S_1 , και η τάση πλέγματος V_g δε γίνεται θετικότερη. Ταυτόχρονα, λόγω του ρεύματος πλέγματος, ο πυκνωτής C φορτίζεται πολύ σύντομα στην τάση που επάγεται στο δευτερεύον S_1 , με την πολικότητα που σημειώνεται στο σχήμα Π1.11α(γ).

Καθώς σταματά να επάγεται τάση στο δευτερεύον S_1 , ο πυκνωτής C αρχίζει να εκφορτίζεται μέσω της αντιστάσεως R, όπως φαίνεται στο σχήμα Π1.11α(δ). Η



Σχ. Π. 1.11α.

α) Κύκλωμα ταλαντωτή φραγμού με λυχνίες. β) Κυματομορφές ρεύματος ανόδου, τάσεως πλέγματος, τάσεως ανόδου και τάσεως εξόδου. γ) Ρεύμα πλέγματος κατά τη θετική ανατροφοδότηση. δ) Η εκφόρτιση του πυκνωτή διατηρεί τη λυχνία σε διακοπή.

πτώση τάσεως που δημιουργεί το ρεύμα εκφορτίσεως στην αντίσταση R , εφαρμόζεται ως αρνητική πόλωση στο πλέγμα της λυχνίας και προκαλεί ελάττωση του ρεύματος ανόδου I_p . Η ελάττωση αυτή του ρεύματος ανόδου ακολουθείται από ελάττωση της μαγνητικής ροής που δημιουργεί το πρωτεύον S_1 , του μετασχηματιστή. Λόγω της ελαπτώσεως της μαγνητικής ροής, το δευτερεύον S_1 , επάγεται αντίθετης πολικότητας τάση [σχ. Π1.11α(δ)]. Η τάση αυτή προστίθεται στην τάση πλέγματος που δημιουργεί το ρεύμα εκφορτίσεως του πυκνωτή στην αντίσταση R , οπότε η αρνητική τάση πλέγματος V_g γίνεται πολύ μεγαλύτερη από την τάση αποκοπής της λυχνίας. Έτσι, η λυχνία οδηγείται σε διακοπή και συμπληρώνεται ένας κύκλος αγωγιμότητάς της.

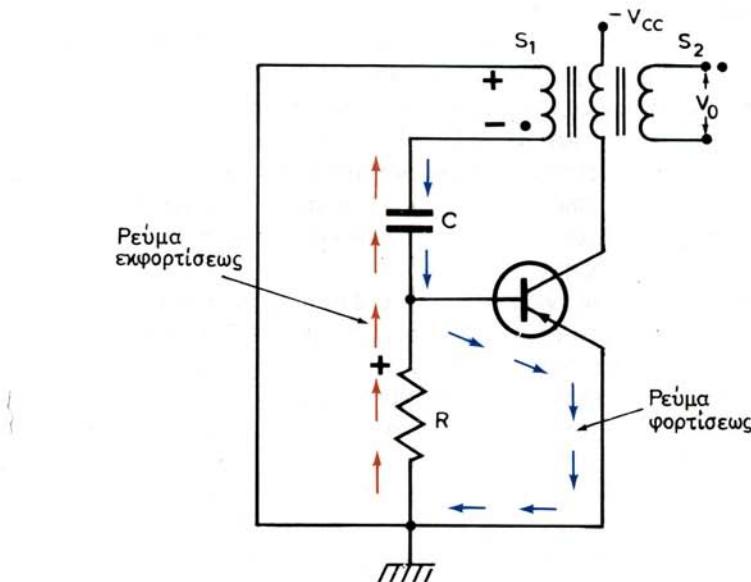
Μετά τη διακοπή της λυχνίας, καθώς η εκφόρτιση του πυκνωτή C συνεχίζεται, το ρεύμα εκφορτίσεως του δημιουργεί στην αντίσταση R πτώση τάσεως, η οποία ελαπτώνεται εκθετικά και διατηρεί τη λυχνία σε διακοπή, μέχρι τη στιγμή που η πτώση τάσεως αυτή θα ελαττωθεί στην τιμή αποκοπής της λυχνίας. Τη στιγμή αυτή η λυχνία αρχίζει να άγει και πάλι και θα ακολουθήσει ένας όμοιος κύκλος αγωγιμότητας και ένα ίσο διάστημα αποκοπής της.

Στο σχήμα Π1.11α(β) φαίνονται οι μεταβολές, του ρεύματος ανόδου I_p της τάσεως ανόδου V_p της τάσεως πλέγματος V_g και της τάσεως εξόδου V_o , η οποία λαμβάνεται από το δευτερεύον S_2 του μετασχηματιστή, κατά το χρονικό διάστημα της αγωγιμότητας της λυχνίας. Το θετικό τμήμα του παλμού της τάσεως ανόδου V_{p_1} , που δείχνει αύξηση της τάσεως ανόδου πάνω από την τιμή V_B και το αντίστοιχο θετικό τμήμα του παλμού της τάσεως εξόδου V_o , που δημιουργούνται αμέσως μετά τη διακοπή της λυχνίας, οφείλονται στην αυτεπαγωγή του πρωτεύοντος του μετασχηματιστή. Επίσης, ο χρόνος αυξήσεως του ρεύματος ανόδου I_p από τη μηδενική τιμή στην τιμή κορεσμού και της ελάττωσεώς του στη μηδενική τιμή, οφείλεται στην αυτεπαγωγή και την ωμική αντίσταση του μετασχηματιστή. Ο χρόνος που η λυχνία παραμένει σε διακοπή, δηλαδή η περίοδος επαναλήψεως των παλμών, εξαρτάται από την τιμή RC , δηλαδή από τη σταθερά χρόνου εκφορτίσεως του πυκνωτή. Επομένως, αύξηση της τιμής της αντιστάσεως R συνεπάγεται ελάττωση της συχνότητας επαναλήψεως των παλμών και αντίστροφα.

Εκτός από το δευτερεύον S_2 , η έξοδος μπορεί να λαμβάνεται με πυκνωτή συζεύξεως, είτε από την άνοδο είτε από την κάθοδο της λυχνίας, αν στο κύκλωμα καθόδου προστεθεί αντίσταση μικρής τιμής (περίπου 70Ω). Στην τελευταία περίπτωση ο παλμός εξόδου V_o θα είναι όμοιος με τον παλμό του ρεύματος ανόδου I_p , το οποίο διέρχεται από την αντίσταση καθόδου και προκαλεί πτώση τάσεως.

Στο σχήμα Π1.11β φαίνεται κύκλωμα ταλαντωτή φραγμού με τρανζίστορ, η λειτουργία του οποίου είναι όμοια με τον ταλαντωτή φραγμού με λυχνία που αναπτύξαμε.

Όταν αποκατασταθεί η τροφοδότηση του κυκλώματος, λόγω της κανονικής πολώσεως βάσεως-εκπομπού, η οποία παρέχεται από την πηγή τροφοδοτήσεως του συλλέκτη V_{cc} , το ρεύμα βάσεως αυξάνεται σύντομα. Την αύξηση του ρεύματος βάσεως ακολουθεί και το ρεύμα συλλέκτη και ενώ η αρνητική τάση του συλλέκτη V_c ελαπτώνεται, στο δευτερεύον S_1 , του μετασχηματιστή επάγεται τάση με την πολικότητα που σημειώνεται στο σχήμα Π1.11β. Η τάση αυτή, μέσω του πυκνωτή C , εφαρμόζεται ως κανονική πόλωση στη βάση του τρανζίστορ και αυξάνει την αγωγιμότητά του. Ταυτόχρονα ο πυκνωτής C , φορτίζεται στην τάση αυτή, μέσω της

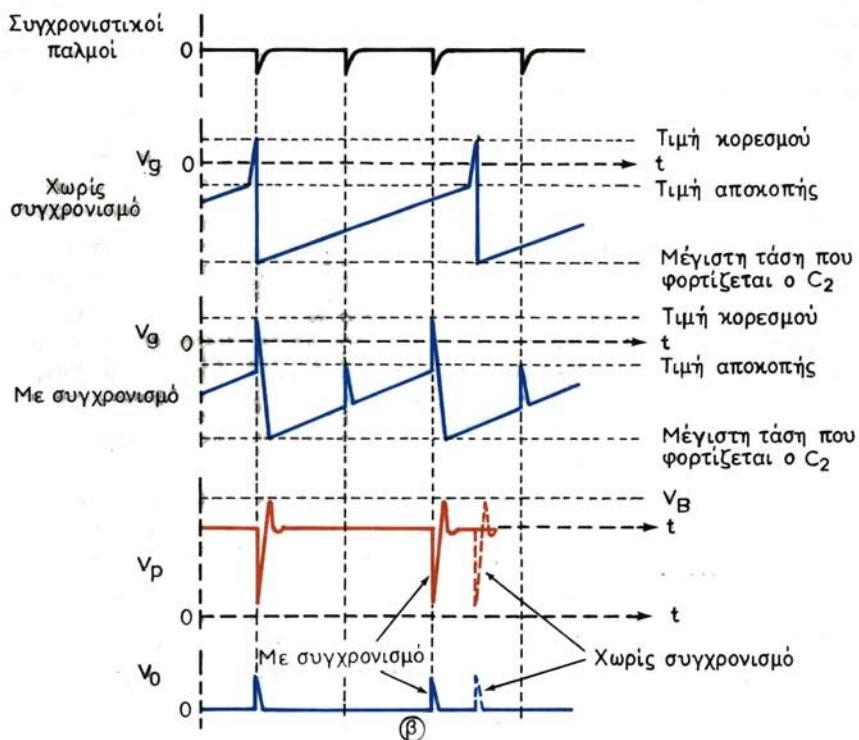
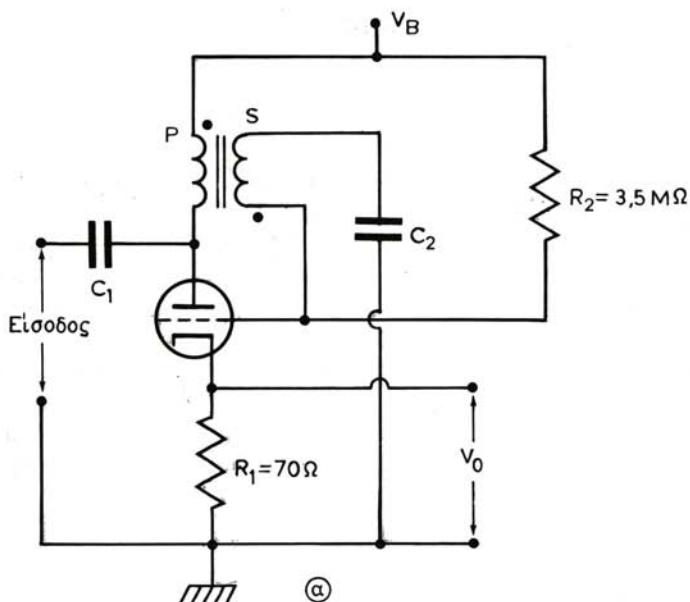


Σχ. Π. 1.11β.
Ταλαντωτής φραγμού με τρανζίστορ.

μικρής αντιστάσεως βάσεως-εκπομπού. Η θετική αυτή ανάδραση θα οδηγήσει σύντομα το τρανζίστορ σε κορεσμό και η επαγωγή τάσεως στο δευτερεύον S_1 , σταματά. Τότε ο πυκνωτής C αρχίζει να εκφορτίζεται αργά μέσω της αντιστάσεως R , λόγω της μεγάλης σταθεράς χρόνου. Το ρεύμα εκφορτίσεως δημιουργεί στην αντίσταση R πτώση τάσεως, η οποία εφαρμόζεται στη βάση του τρανζίστορ ως αντίστροφη πόλωση και το ρεύμα συλλέκτη ελαττώνεται. Τότε, στο δευτερεύον S_1 , επάγεται θετική τάση, που εφαρμόζεται και αυτή στη βάση του τρανζίστορ (αρνητική ανάδραση), όπου προστίθεται στην αντίστροφη πόλωση, που δημιουργεί η εκφόρτιση του πυκνωτή. Έτσι, η αντίστροφη πόλωση λαμβάνει σύντομα μεγάλη τιμή και το τρανζίστορ οδηγείται σε διακοπή. Η πτώση τάσεως, που δημιουργείται στην αντίσταση R από την εκφόρτιση του πυκνωτή, θα διατηρήσει το τρανζίστορ σε διακοπή, μέχρι τη στιγμή που αυτή θα γίνει μικρότερη από την κανονική πόλωση, που προέρχεται από την πηγή τροφορτήσεως V_{cc} . Τη στιγμή αυτή θα ακολουθήσει ο επόμενος κύκλος αγωγιμότητας του τρανζίστορ.

Οι κυματομορφές των τάσεων συλλέκτη V_c , βάσεως V_b και εξόδου V_o μοιάζουν με τις κυματομορφές V_p , V_c και V_o του σχήματος Π1.11α(β), έχουν όμως αντίθετη φορά, επειδή το τρανζίστορ είναι PNP και η τάση τροφοδοτήσεως του συλλέκτη είναι αρνητική.

Η έξοδος λαμβάνεται από το δευτερεύον S_2 του μετασχηματιστή και η συχνότητα των παλμών καθορίζεται από τη σταθερά χρόνου εκφορτίσεως του πυκνωτή.



1.11.2 Ο συγχρονιζόμενος ταλαντωτής φραγμού.

Στο σχήμα Π1.11γ(α) φαίνεται τροποποιημένο κύκλωμα ταλαντωτή φραγμού, όπου το πλέγμα της λυχνίας συνδέεται μέσω της αντιστάσεως R_2 ($3\text{-}4 \text{ M}\Omega$) στην τάση τροφοδοτήσεως V_B . Με την τροποποίηση αυτή εξασφαλίζεται καλύτερη σταθερότητα συχνότητας, η οποία συχνότητα καθορίζεται από τη σταθερά χρόνου (R_2C_2) εκφορτίσεως του πυκνωτή C_2 . Στην άνοδο της λυχνίας, μέσω του πυκνωτή C_1 , εφαρμόζονται οξείς αρνητικοί συγχρονιστικοί παλμοί, οι οποίοι μέσω του μετασχηματιστή εφαρμόζονται στο πλέγμα της λυχνίας ως θετικοί παλμοί. Από την αντίσταση καθόδου R_1 , (περίπου 70Ω) λαμβάνεται η έξοδος του κυκλώματος με πυκνωτή συζεύξεως.

Στο σχήμα Π1.11γ(β) φαίνονται οι παρακάτω κυματομορφές ενός κυκλώματος συγχρονιζόμενου ταλαντωτή φραγμού με λυχνία:

- Των συγχρονιστικών παλμών, που η συχνότητά τους είναι μεγαλύτερη από το διπλάσιο της συχνότητας παλμών, που παράγει ο ταλαντωτής κατά την ελεύθερη λειτουργία του.
- Της τάσεως πλέγματος V_g χωρίς συγχρονισμό.
- Της τάσεως πλέγματος V_g με συγχρονισμό.
- Της τάσεως ανόδου V_p με συγχρονισμό και χωρίς συγχρονισμό.
- Της τάσεως καθόδου, που αποτελεί την έξοδο, με συγχρονισμό και χωρίς συγχρονισμό.

Καθώς το κύκλωμα λειτουργεί σε ελεύθερη λειτουργία, οι οξείς θετικοί παλμοί που επάγονται στο δευτερεύον από τους οξείς αρνητικούς παλμούς που εφαρμόζονται στην άνοδο, προστίθενται στην αρνητική τάση πλέγματος V_g που προκύπτει από την εκφόρτιση του πυκνωτή C_2 στην αντίσταση R_2 . Ο πρώτος συγχρονιστικός παλμός συμπίπτει με τη χρονική στιγμή που αρχίζει να άγει η λυχνία κατά την ελεύθερη λειτουργία του κυκλώματος και δεν επηρεάζει την κατάσταση. Το πλάτος των οξέων θετικών παλμών είναι τέτοιο, ώστε ο δεύτερος συγχρονιστικός παλμός δεν μπορεί να οδηγήσει τη λυχνία σε αγωγιμότητα, επειδή τη στιγμή αυτή, η πόλωση από την εκφόρτιση του πυκνωτή C_2 έχει μεγάλη τιμή. Τη στιγμή όμως που εφαρμόζεται ο τρίτος συγχρονιστικός παλμός, η πόλωση από την εκφόρτιση του πυκνωτή C_2 είναι λίγο μεγαλύτερη από την τιμή αποκοπής της λυχνίας και ο παλμός αυτός οδηγεί τη λυχνία σε αγωγιμότητα, έτσι τη στιγμή αυτή θα πραγματοποιηθεί ο δεύτερος κύκλος αγωγιμότητας της λυχνίας. Για τον ίδιο λόγο, τη στιγμή που θα εφαρμοσθεί ο πέμπτος συγχρονιστικός παλμός θα πραγματοποιηθεί ο τρίτος κύκλος αγωγιμότητας της λυχνίας. Έτσι, τα χρονικά διαστήματα που η λυχνία παραμένει σε διακοπή είναι διπλάσια από την περίοδο των συγχρονιστικών παλμών και οι οξείς παλμοί που λαμβάνονται από την έξοδο του κυκλώματος θα έχουν συχνότητα ίση με το $\frac{1}{2}$ της συχνότητας των συγχρονιστικών παλμών και όχι ίση με την συχνότητα ελεύθερης λειτουργίας.

Σχ. Π. 1.11γ.

- α) Κύκλωμα συγχρονιζόμενου ταλαντωτή φραγμού με λυχνία. β) Κυματομορφές τάσεων V_g , V_p , V_o συγχρονιζόμενου ταλαντωτή φραγμού.

Εξυπακούεται ότι, αν το πλάτος των συγχρονιστικών παλμών αυξηθεί κατάλληλα, η λυχνία θα οδηγείται σε αγωγιμότητα με κάθε συγχρονιστικό παλμό και η συχνότητα των παλμών εξόδου θα γίνει ίση με την συχνότητα των συγχρονιστικών παλμών. Ενώ, αν το πλάτος των συγχρονιστικών παλμών ελαττωθεί περισσότερο από το μισό, η λυχνία θα οδηγείται σε αγωγιμότητα και από συγχρονιστικούς παλμούς και από ελεύθερη λειτουργία και η συχνότητα δεν θα είναι σταθερή. Επίσης εξυπακούεται, ότι για να εξασφαλίζεται συγχρονισμός και η συχνότητα των παλμών εξόδου να είναι σταθερή, πρέπει η περίοδος επαναλήψεως των παλμών της ελεύθερης λειτουργίας να είναι μεγαλύτερη από το ακέραιο πολλαπλάσιο της περιόδου επαναλήψεως των συγχρονιστικών παλμών. Διαφορετικά, η λυχνία θα οδηγείται σε αγωγιμότητα και από συγχρονιστικούς παλμούς και από ελεύθερη λειτουργία, οπότε η περίοδος των παλμών εξόδου δεν θα είναι συμμετρική και η συχνότητα επαναλήψεως των παλμών θα είναι ασταθής.

Παρόμοιος συγχρονισμός μπορεί να γίνεται και με ημιτονική εναλλασσόμενη τάση, που θα εφαρμόζεται στην είσοδο του κυκλώματος και προστίθεται στην πόλωση, που δημιουργεί η εκφόρτιση του πυκνωτή C_2 . Έτσι, σε ορισμένη στιγμιαία τιμή της θετικής ημιπεριόδου της ημιτονικής τάσεως, η λυχνία θα οδηγείται σε αγωγιμότητα και από συγχρονιστικούς παλμούς και από ελεύθερη λειτουργία, οπότε η περίοδος των παλμών εξόδου δεν θα είναι συμμετρική και η συχνότητα επαναλήψεως των παλμών θα είναι ασταθής.

Η παραπάνω μέθοδος συγχρονισμού, είτε με οξείς παλμούς είτε με εναλλασσόμενη ημιτονική τάση, έχει εφαρμογή στο κύκλωμα σκανδάλης των συσκευών ραντάρ, το οποίο αποτελείται από ταλαντωτή φραγμού. Έτσι, παρέχεται η δυνατότητα να γίνεται εναλλαγή, με το διακόπτη κλιμάκων ανιχνεύσεως, υψηλής συχνότητας συγχρονισμού και υψηλής συχνότητας επαναλήψεως εκπομπής (2000 PPS) στις μικρές κλίμακες ανιχνεύσεως ή χαμηλής συχνότητας συγχρονισμού και χαμηλής συχνότητας εκπομπής (1000 PPS) στις μεγάλες κλίμακες ανιχνεύσεως. Στην περίπτωση αυτή, με επαφές του διακόπτη κλιμάκων ανιχνεύσεως και διαιρέτη τάσεως, ρυθμίζεται το πλάτος, είτε των οξέων συγχρονιστικών παλμών είτε της εναλλασσόμενης τάσεως συγχρονισμού. Η εναλλασσόμενη τάση συγχρονισμού λαμβάνεται από το τροφοδοτικό της συσκευής ραντάρ και αυτός είναι ένας λόγος, που για την τροφοδότηση της συσκευής ραντάρ, απαιτείται εναλλασσόμενη τάση που έχει συχνότητα ίση με τη ΣΕΠ της συσκευής ή υποπολλαπλάσιό της.

Π 1.12 Η γεννήτρια βάσεως χρόνου.

Η γεννήτρια βάσεως χρόνου είναι ειδικό κύκλωμα με λυχνία ή με τρανζίστορ που παράγει την πριονωτή τάση, η οποία απαιτείται για τη λειτουργία του ενδείκτη ραντάρ τύπου A και των ενδεικτών άλλων οργάνων ή το πριονωτό ρεύμα, το οποίο απαιτείται για τη λειτουργία του ενδείκτη PPI.

Όπως είπαμε στην παραγράφο 2.6α η έναρξη παραγωγής των παλμών πριονωτής τάσεως ή πριονωτού ρεύματος πρέπει να συμπίπτει χρονικά με την εκπομπή των παλμών ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Τότε και η έναρξη της εκτροπής της κηλίδας θα συμπίπτει με την εκπομπή των παλμών. Ο συγχρονισμός αυτός είναι μια από τις απαραίτητες προϋποθέσεις, για να εμφανίζονται οι στόχοι σε σωστή απόσταση. Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκε η γεννήτρια βάσεως χρόνου συγχρονί-

ζεται με παλμό από το διαμορφωτή.

Στην πραγματικότητα όμως, η γεννήτρια βάσεως χρόνου δε συγχρονίζεται άμεσα με τον παλμό που παρέχει ο διαμορφωτής, αλλά από το κύκλωμα παλμού λαμπρότητας. Όπως είπαμε στην παράγραφο Π1.10.2, ως κύκλωμα παλμού λαμπρότητας χρησιμοποιείται πολυδονητής μιας σταθερής καταστάσεως, ο οποίος για κάθε συγχρονιστικό παλμό ασήμαντης διάρκειας που δέχεται στην εισοδό του, παρέχει στη μια έξοδο θετικό ορθογώνιο παλμό και στην άλλη έξοδο αρνητικό ορθογώνιο παλμό. Τα μέτωπα του θετικού και του αρνητικού παλμού συμπίπτουν χρονικά με τον αντίστοιχο συγχρονιστικό παλμό και η διαρκεία τους, η οποία καθορίζεται από σταθερά χρόνου εκφορτίσεως πυκνωτή, είναι η ίδια και ανταποκρίνεται στην κλίμακα ανιχνεύσεως που χρησιμοποιείται κάθε φορά.

Για να λειτουργήσει η γεννήτρια βάσεως χρόνου, όπως θα δούμε παρακάτω, και για να παράγει παλμό ορισμένης διάρκειας, συγχρονίζεται με αρνητικό ορθογώνιο παλμό, τον οποίο παράγει ο πολυδονητής μιας σταθερής καταστάσεως, που χρησιμοποιείται ως κύκλωμα παλμού λαμπρότητας.

Π 1.12.1 Η γεννήτρια πριονωτής τάσεως.

Στο σχήμα Π1.12α(α) φαίνεται κύκλωμα γεννήτριας πριονωτής τάσεως με τρίοδο λυχνία, όπου μεταξύ ανόδου και καθόδου συνδέεται πυκνωτής C. Η αντίσταση R αποτελεί το φορτίο ανόδου της λυχνίας. Στο πλέγμα της λυχνίας εφαρμόζονται οι ορθογώνιοι αρνητικοί παλμοί [σχ. Π1.12α(ε)], οι οποίοι έχουν σημαντικό πλάτος, ώστε κατά τη διάρκεια τους να οδηγούν τη λυχνία σε διακοπή.

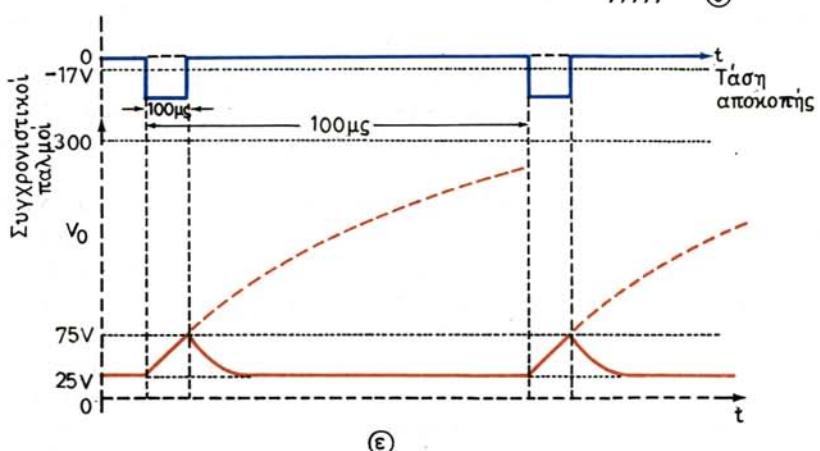
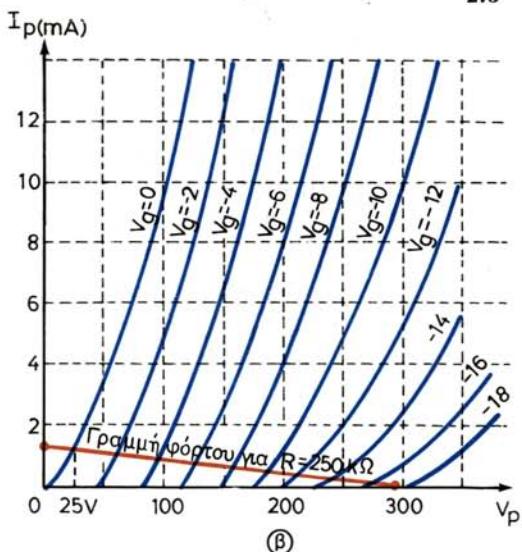
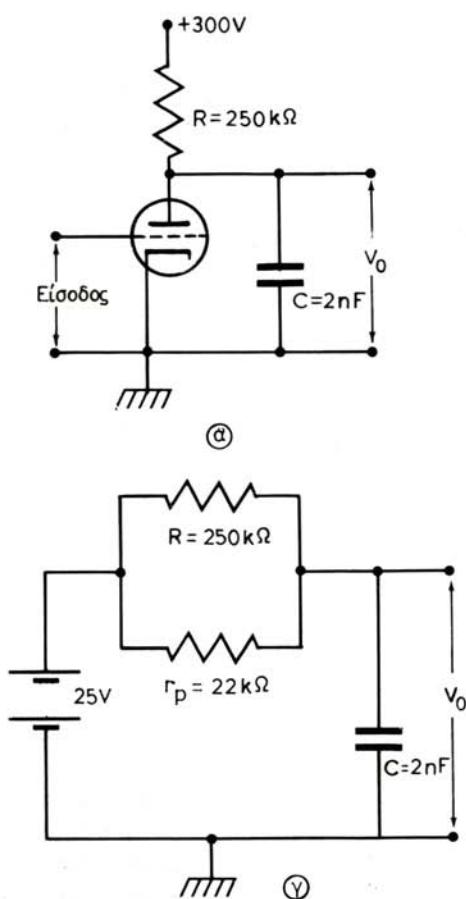
Για ευκολότερη μελέτη του θέματος θεωρούμε, ότι στο κύκλωμα υπάρχουν οι παρακάτω ενδεικτικές τιμές:

- τάση τροφοδοτήσεως $V_B = 300 \text{ V}$
- αντίσταση ανόδου $R = 250 \text{ k}\Omega$ και
- πυκνωτής $C = 2 \text{ nF}$

Στο σχήμα Π1.12α(β) φαίνονται οι χαρακτηριστικές ρεύματος ανόδου I_p της λυχνίας σε συνάρτηση της τάσεως ανόδου V_p , για ορισμένες τιμές τάσεως πλέγματος V_g και η γραμμή φόρτου για την αντίσταση ανόδου $R = 250 \text{ k}\Omega$.

Όταν δεν εφαρμόζεται ο ορθογώνιος αρνητικός παλμός στο πλέγμα, επειδή δεν υπάρχει πόλωση, η λυχνία άγει. Τότε το ρεύμα ανόδου I_p είναι περίπου 1,1 mA, η τάση ανόδου V_p , στην οποία θα φορτισθεί ο πυκνωτής C, είναι 25V και η λυχνία συμπεριφέρεται ως μικρή αντίσταση $r_p = 22 \text{ k}\Omega$ περίπου.

Οι ορθογώνιοι παλμοί, που εφαρμόζονται στο πλέγμα [σχ. Π1.12α(ε)] έχουν διάρκεια 100 μs με περίοδο επαναλήψεως 1000 μs και πλάτος 50V. Έτσι, με την εφαρμογή του πρώτου παλμού στο πλέγμα η λυχνία οδηγείται σε διακοπή και θα παραμείνει σε διακοπή επί 100μs που είναι η διάρκεια του παλμού. Τη στιγμή κατά την οποία η λυχνία διακόπτεται, και για όσο χρόνο βρίσκεται σε διακοπή, συμπεριφέρεται ως διακόπτης, όπως φαίνεται στο σχήμα Π1.12α(δ). Έτσι, η τάση ανόδου V_p τείνει ν' αυξηθεί από 25V σε 300V, αλλά για να αυξηθεί στην τιμή αυτή, πρέπει να φορτισθεί ο πυκνωτής C, ο οποίος συνδέεται παράλληλα στη λυχνία. Η φόρτιση του πυκνωτή C γίνεται μέσω της αντιστάσεως R και η τάση στα άκρα του πυκνωτή V_C , αυξάνεται εκθετικά, όπως στο σχήμα Π1.12α(ε). Για να φορτισθεί ο πυκνωτής από την τάση 25V, στην οποία είχε φορτισθεί όταν η λυχνία βρισκόταν



Σχ. Π. 1.12α.

α) Κύκλωμα πριονωτής τάσεως με λυχνία. β) Γραμμή φόρτου για αντίσταση $250 \text{ k}\Omega$. γ) Ισοδύναμο κύκλωμα εκφορτίσεως του πυκνωτή C. δ) Ισοδύναμο κύκλωμα φορτίσεως του πυκνωτή C. ε) Κυματομορφές τάσεως εισόδου και εξόδου.

σε αγωγιμότητα, στην τάση 300V, απαιτείται χρόνος ίσος με $5RC = 5 \times (250 \times 10^3) \times (2 \times 10^{-9}) = 2500 \mu\text{s}$ ($RC = 500 \mu\text{s}$). Όμως, ο χρόνος που θα φορτίζεται ο πυκνωτής C είναι 100μs, δύσος δηλαδή είναι και ο χρόνος που η λυχνία διατηρείται σε διακοπή από τον ορθογώνιο αρνητικό παλμό που εφαρμόζεται στο πλέγμα της. Όταν αποκατασταθεί η αγωγιμότητα της λυχνίας, η τάση ανόδου τείνει τα πέσει πάλι στα 25V. Έτσι, ο πυκνωτής φορτίζεται μέσω της αντιστάσεως R επί 100μs και η τάση στα άκρα του V_c που αυξάνεται εκθετικά, τη στιγμή της διακοπής της φορτίσεως του θα είναι:

$$V_c = 25 + 275 \left(1 - e^{-t/RC} \right)$$

$$V_c = 25 + 275 \left(1 - e^{-\frac{100 \times 10^{-6}}{25 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-9}}} \right)$$

$$V_c = 25 + 275 \left(1 - e^{-\frac{1}{5}} \right)$$

$$V_c = 25 + 275 \left(1 - \frac{1}{\sqrt[5]{e}} \right)$$

$$V_c = 25 + 275 (1 - 0,8187326)$$

$$V_c = 25 + 275 \times 0,1812674$$

$$V_c = 25 + 50 = 75V$$

Όπως φαίνεται και στο σχήμα Π1.12α(ε), η αύξηση της τάσεως V_c στα άκρα του πυκνωτή από 25V σε 75V που πραγματοποιείται στο χρονικό διάστημα των 100μs, κατά το οποίο η λυχνία βρίσκεται σε διακοπή, είναι σχεδόν γραμμική, επειδή ο πυκνωτής προφθάνει να φορτισθεί κατά ένα μικρό τμήμα του χρόνου της εκθετικά μεταβαλόμενης φορτίσεως του. Αν υποθέσουμε, ότι η φόρτιση του πυκνωτή ήταν γραμμική, η φορτισή του θα ολοκληρωνόταν σε μια σταθερά χρόνου ($RC = 250 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-9} = 500 \mu\text{s}$). Καθώς όμως αυτός θα φορτίζεται επί 100 μs, δηλαδή κατά τα 0,2 της σταθεράς χρόνου, η τάση στα άκρα του V_c θα αυξηθεί κατά $275 \times 0,2 = 55V$. Έτσι, η πραγματική αύξηση της τάσεως V_c διαφέρει από τη γραμμική κατά 5V.

Όταν, μετά από χρονικό διάστημα ίσο με τη διάρκεια του αρνητικού ορθογώνιου παλμού που εφαρμόζεται στο πλέγμα, αποκατασταθεί η αγωγιμότητα της λυχνίας, η τάση ανόδου αυτής V_p πέφτει αμέσως στα 25V, αρχίζει η εκφόρτιση του πυκνωτή από τα 75V στα 25V. Στο σχήμα Π1.12α(γ) φαίνεται το ισοδύναμο κύκλωμα εκφορτίσεως του πυκνωτή C κατά Thevenin, όπου η αντίσταση της λυχνίας r_p και η αντίσταση ανόδου R, μέσω των οποίων εκφορτίζεται ο πυκνωτής, συνδέονται παράλληλα. Όπως φαίνεται από τη γραμμή φόρτου [σχ. Π1.12α(β)], όταν η τάση πλέγματος $V_g = 0V$, η τάση ανόδου $V_p = 25V$, το ρεύμα ανόδου $I_p = 1,1 mA$, η αντίσταση ανόδου $r_p = 22,7 k\Omega$. Ο πυκνωτής C εκφορτίζεται από αντίσταση

$$R_0 = \frac{r_p \cdot R}{r_p + R} \simeq 20 k\Omega$$

Έτσι, η σταθερά χρόνου εκφορτίσεως του πυκνωτή είναι $R_0C = 20 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-9} = 40\mu\text{s}$. Σε χρόνο $5R_0C = 200\mu\text{s}$ ο πυκνωτής θα έχει εκφορτισθεί στα 25V. Δηλαδή, η εκφόρτισή του θα έχει ολοκληρωθεί πολύ πιο πριν ($700\mu\text{s}$) εφαρμοσθεί ο επόμενος ορθογώνιος αρνητικός παλμός στο πλέγμα της λυχνίας.

Με την εφαρμογή του επόμενου ορθογώνιου αρνητικού παλμού στο πλέγμα, θα διακοπεί πάλι η αγωγιμότητα της λυχνίας επί 100μs και θα ακολουθήσει η παραπάνω φόρτιση και εκφόρτιση του πυκνωτή C. Έτσι, κάθε 1000 μs που στο πλέγμα εφαρμόζεται ένας τέτοιος παλμός, η τάση στα άκρα του πυκνωτή V_c (και η τάση ανόδου V_p , λόγω της παράλληλης συνδέσεως) αυξάνεται σχεδόν γραμμικά από τα 25V στα 75V σε χρονικό διάστημα 100μs και μετά πέφτει εκθετικά στα 25V σε 200μs. Δηλαδή παράγεται ένας παλμός πριονωτής τάσεως που έχει διάρκεια ίση με τη διάρκεια του ορθογώνιου αρνητικού παλμού που εφαρμόζεται στο πλέγμα της λυχνίας και την οδηγεί σε διακοπή.

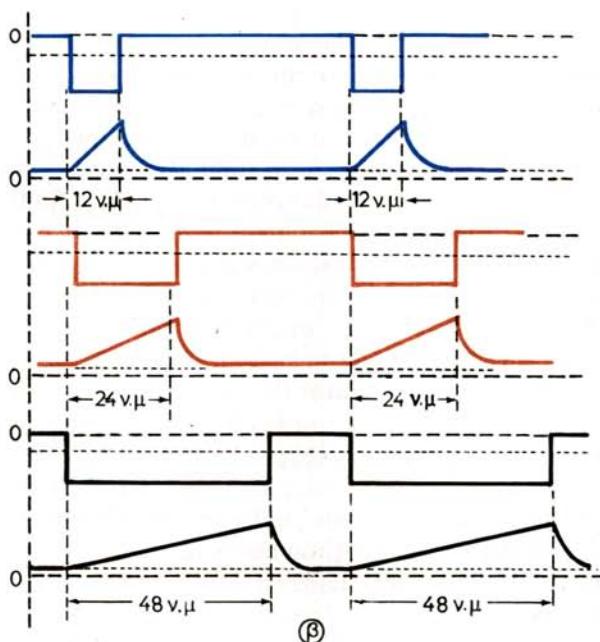
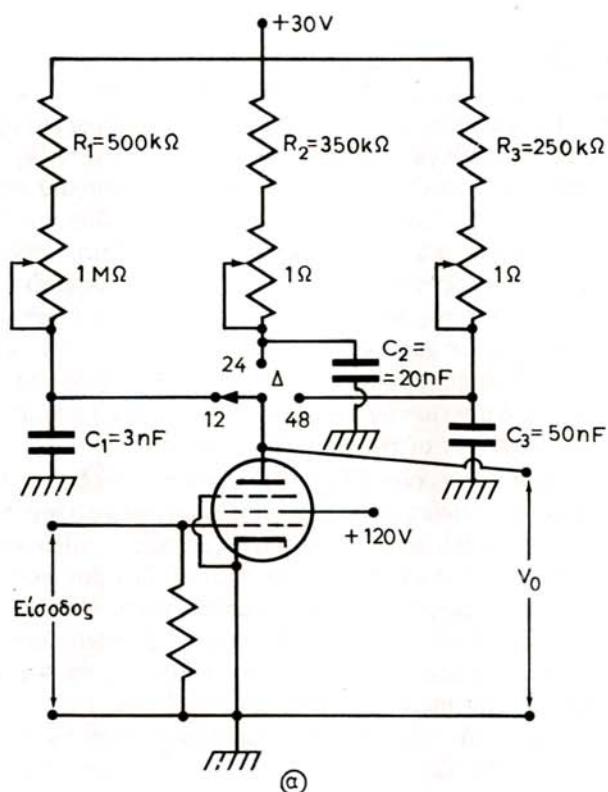
Παράλληλα προς τον πυκνωτή C, δηλαδή από την άνοδο της λυχνίας λαμβάνεται ο παλμός πριονωτής τάσεως. Ο παλμός αυτός, συνήθως οδηγείται σε βαθμίδα ενισχύσεως που ακολουθεί, από την έξοδο της οποίας λαμβάνεται ανεστραμμένος (αρνητικός) παλμός, αλλά με σημαντικό πλάτος. Στη βαθμίδα ενισχύσεως αυτή, υπάρχει αρνητική ανατροφοδότηση (ανάδραση), η οποία βελτιώνει την παραπάνω γραμμικότητα του παλμού. Η ανατροφοδότηση εξασφαλίζεται, είτε με πυκνωτή που συνδέεται στην άνοδο και το πλέγμα της λυχνίας της βαθμίδας ενισχύσεως, είτε με παράλειψη του πυκνωτή πολώσεως καθόδου.

Οι παλμοί πριονωτής τάσεως που παράγονται από το παραπάνω κύκλωμα, εφαρμόζονται στα πλακίδια οριζόντιας εκτροπής της καθοδικής λυχνίας ή λεκτροστατικής εκτροπής και δημιουργούν τη διαμετρική βάση χρόνου του ενδείκτη ραντάρ τύπου «A». Τέτοια κυκλώματα γεννητριών πριονωτής τάσεως χρησιμοποιούνται και στους ενδείκτες των δεκτών LORAN.

Στο σχήμα Π1.12β φαίνεται κύκλωμα γεννήτριας πριονωτής τάσεως με πέντοδο λυχνία που μπορεί να παράγει παλμούς πριονωτής τάσεως για κλίμακες ανιχνεύσεως 12, 24 και 48 ναυτικά μίλια. Η διάρκεια του πριονωτού παλμού [σχ. Π1.12β(β)] κάθε κλίμακας είναι ίση με τη διάρκεια του αντίστοιχου ορθογώνιου αρνητικού παλμού που εφαρμόζεται στο πλέγμα. Αυτή καθορίζεται από δεύτερο διακόπτη που είναι οροαξονικός με το διακόπτη «Δ» του σχήματος Π1.12β(β) και επενεργεί στον πολυδονητή μιας σταθερής καταστάσεως που παράγει τους ορθογώνιους αρνητικούς παλμούς. Ο διακόπτης αυτός υποκαθιστά το ρόλο της σταθεράς χρόνου εκφορτίσεως του πυκνωτή που συνδέεται από την άνοδο της μιας λυχνίας στο πλέγμα της άλλης λυχνίας του πολυδονητή (παράγρ. Π1.10.2).

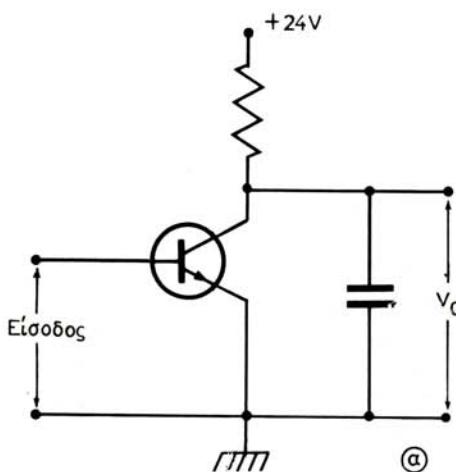
Στο σχήμα Π1.12γ(α) φαίνεται κύκλωμα γεννήτριας πριονωτής τάσεως με τρανζίστορ NPN που είναι όμιο με το κύκλωμα του σχήματος Π1.12α(α). Η λειτουργία του κυκλώματος αυτού είναι όμοια με τη λειτουργία του κυκλώματος γεννήτριας πριονωτής τάσεως με λυχνία και συνοπτικά έχει ως εξής:

Όταν δεν εφαρμόζεται αρνητικός ορθογώνιος παλμός, στη βάση του τρανζίστορ, από την τάση του συλλέκτη αναπτύσσεται κανονική πόλωση. Τότε το τρανζίστορ βρίσκεται σε αγωγιμότητα κορεσμού και η τάση του συλλέκτη του V_c , στην οποία θα έχει φορτισθεί ο πυκνωτής C, είναι σχεδόν μηδέν. Με την εφαρμογή του αρνητικού παλμού στη βάση του τρανζίστορ και επί χρονικό διάστημα ίσο με τη

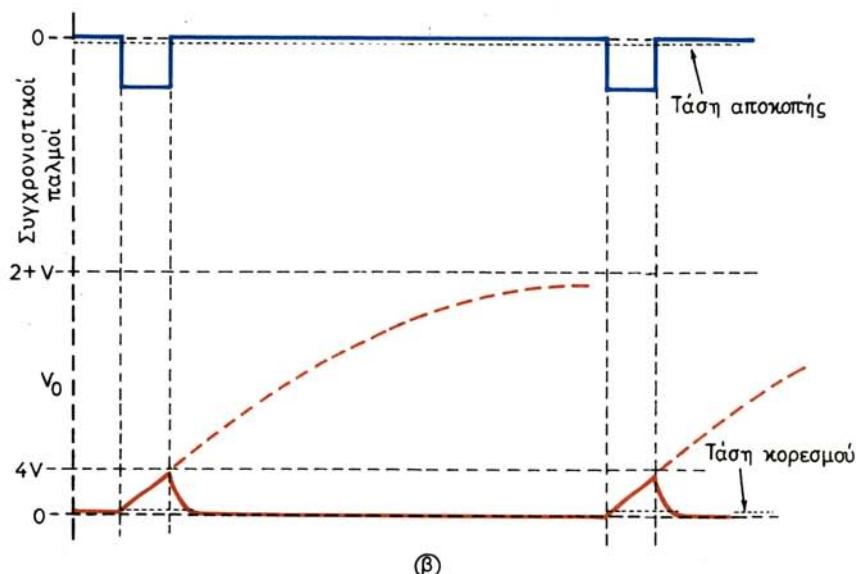
**Σχ. Π. 1.12β.**

α) Γεννήτρια βάσεως με διακόπτη κλιμάκων 12 v.μ., 24v.μ. και 48 v.μ. (με πέντοδο λυχνία).

β) Κυματομορφές ορθογωνίων παλμών εισόδου και πριονωτών τάσεων για κλίμακες 12 v.μ., 24 v.μ. και 48 v.μ.



Σχ. Π. 1.12γ.
Κυματομορφές τάσεως εισόδου
και τάσεως εξόδου γεννήτριας
πριονωτής τάσεως (με τρανζίστορ).



διάρκεια του παλμού, το τρανζίστορ οδηγείται σε διακοπή και η τάση του συλλέκτη του V_c τείνει να αυξηθεί στα 24V. Στο χρονικό αυτό διάστημα ο πυκνωτής C φορτίζεται εκθετικά, και προφθάνει να φορτισθεί μέχρι τα 4V. Με το τέλος του ορθογώνιου παλμού, το τρανζίστορ οδηγείται πάλι σε κορεσμό και η τάση συλλέκτη τη τείνει να πέσει στο μηδέν. Τότε ο πυκνωτής C εκφορτίζεται από την τάση 4V στην τάση σχεδόν 0V, πολύ σύντομα μέσω του τρανζίστορ, που επειδή βρίσκεται σε αγωγιμότητα κορεσμού παρουσιάζει πολύ μικρή αντίσταση.

Έτσι, κάθε φορά που στη βάση του τρανζίστορ εφαρμόζεται αρνητικός ορθογώνιος παλμός και κατά τη διάρκεια κάθε παλμού το τρανζίστορ οδηγείται σε διακοπή [σχ. Π1.12γ(β)], στην έξοδο του κυκλώματος δημιουργείται ένας παλμός πριονωτής τάσεως. Η διάρκεια του παλμού πριονωτής τάσεως είναι ίση με τη διάρκεια του ορθογώνιου αρνητικού παλμού που εφαρμόζεται στη βάση του τρανζίστορ. Με αλλαγή της διάρκειας του ορθογώνιου αρνητικού παλμού εξασφαλίζεται

αντίστοιχη διάρκεια παλμού πριονωτής τάσεως και με ταυτόχρονη αντικατάσταση της αντιστάσεως R και του πυκνωτή C του κυκλώματος εξασφαλίζεται το ίδιο πλάτος του πριονωτού παλμού.

Π. 1.12.2 Η γεννήτρια πριονωτού ρεύματος.

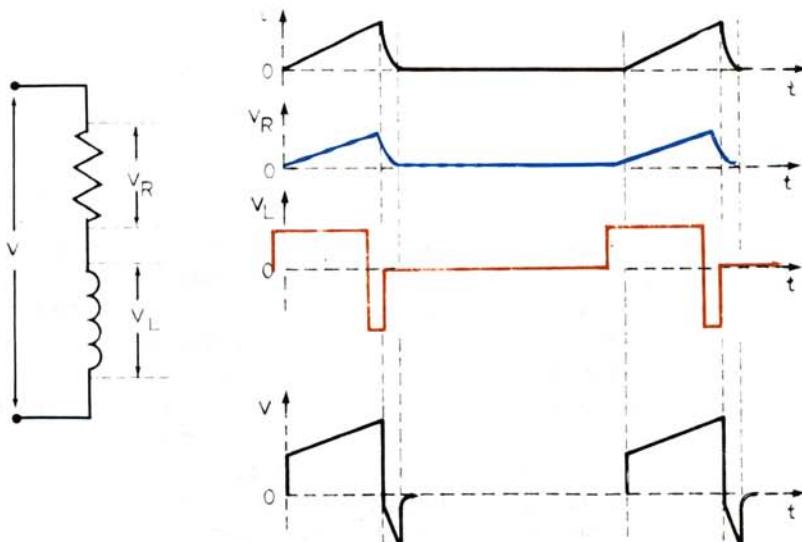
Όπως είπαμε στην παραγράφο 2.6α, για να δημιουργηθεί η ακτινική βάση χρόνου στον ενδείκτη PPI, πρέπει το πηνίο εκτροπής να διαρρέεται από πριονωτό ρεύμα. Όμως το πηνίο εκτροπής παρουσιάζει αυτεπαγωγή L και ωμική αντίσταση R . Έτσι, για να κυκλοφορεί στο πηνίο εκτροπής πριονωτό ρεύμα, πρέπει στα άκρα του πηνίου να εφαρμόζεται τάση κατάλληλης κυματομορφής. Η υπόψη τάση θα προκύπτει και ως άθροισμα των κυματομορφών των πτώσεων τάσεως στην αντίσταση R και την αυτεπαγωγή L του πηνίου που διαρρέονται από πριονωτό ρεύμα.

Το πριονωτό ρεύμα, το οποίο αυξάνεται γραμμικά σε συνάρτηση με το χρόνο (σχ. Π1.12δ), είναι της μορφής $i = kt$, έτσι και οι πτώσεις τάσεως που δημιουργούνται στην αντίσταση R και την αυτεπαγωγή L του πηνίου είναι:

$$V_R = Ri = Rkt$$

$$\text{και} \quad V_L = e = L \frac{di}{dt} = L \frac{d(kt)}{dt} = Lk$$

Δηλαδή, για να κυκλοφορήσει πριονωτό ρεύμα στην αντίσταση R , απαιτείται πριονωτή κυματομορφή τάσεως, ενώ για να κυκλοφορήσει πριονωτό ρεύμα στο ιδανικό πηνίο, απαιτείται ορθογώνια κυματομορφή τάσεως. Επομένως, η τάση V με την οποία πρέπει να τροφοδοτείται το πηνίο εκτροπής, για να κυκλοφορήσει σ'



Σχ. Π. 1.26.

Κυματομορφές ρεύματος και τάσεως του πηνίου εκτροπής.

αυτό πριονωτό ρεύμα, θα είναι της μορφής:

$$V = V_R + V_L = Rkt + Lk$$

δηλαδή, η τραπεζοειδή κυματομορφή του σχήματος 1.12.2a.

Στην πραγματικότητα η γεννήτρια πριονωτού ρεύματος είναι γεννήτρια τραπεζοειδούς τάσεως.

Στο σχήμα Π1.12ε(α) φαίνεται γεννήτρια τραπεζοειδούς τάσεως με τρίοδο λυχνία. Η μοναδική διαφορά του κυκλώματος αυτού, από το κύκλωμα της γεννήτριας πριονωτής τάσεως του σχήματος Π1.12α(α) είναι η προσθήκη της αντιστάσεως R_2 σε σειρά με τον πυκνωτή C, που συνδέεται μεταξύ ανόδου-καθόδου της λυχνίας. Η αντίσταση R_2 είναι πολύ μικρότερη από την αντίσταση R_1 ($R_1 = 250 \text{ k}\Omega$ και $R_2 = 25 \text{ k}\Omega$).

Όταν η λυχνία οδηγηθεί σε διακοπή, επί 100μs από τον ορθογώνιο αρνητικό παλμό που εφαρμόζεται στο πλέγμα της, η τάση ανόδου αυξάνει, όπως αυξάνει εκθετικά η τάση του πυκνωτή V_c , προς την τάση τροφοδοτήσεως $V_B = 300V$, ακολουθώντας την εκθετική καμπύλη φορτίσεως του. Στο σχήμα Π1.12ε(β) φαίνεται το ισοδύναμο κύκλωμα φορτίσεως του πυκνωτή, μέσω των αντιστάσεων R_1 και R_2 . Με την έναρξη της φορτίσεως, το ρεύμα φορτίσεως είναι μεγάλο και το άθροισμα της πτώσεως τάσεως (V_{R_1} και $V_{R_2} = V_R$) στις αντιστάσεις R_1 και R_2 είναι ίσο με 275V. Καθώς με τη φόρτιση του πυκνωτή η τάση του πυκνωτή V_c αυξάνει εκθετικά [σχ. Π1.12ε(γ)], μέχρι τη στιγμή που θα αποκατασταθεί η αγωγιμότητα της λυχνίας (επί 100μs), ελαπτώνεται εκθετικά και κατά το ίδιο ποσό και το άθροισμα των πτώσεων τάσεων V_R στις δυο αντιστάσεις.

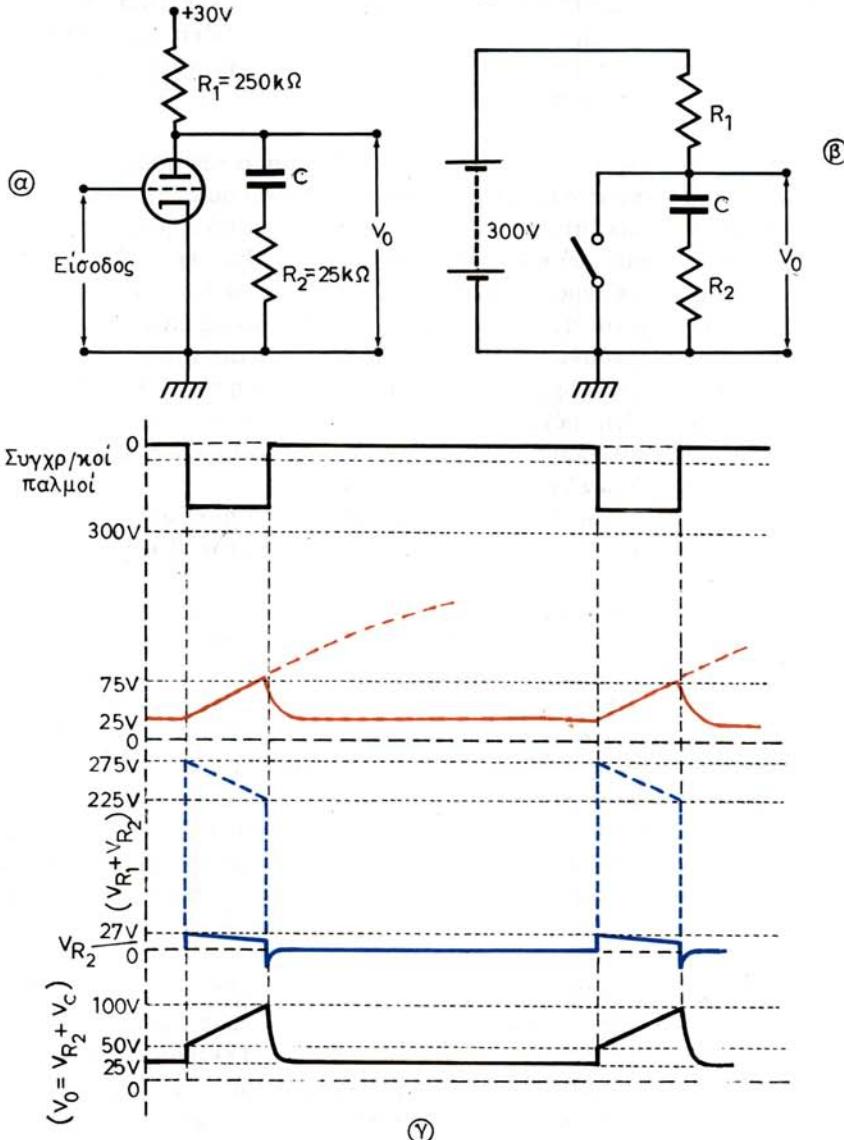
Όταν αποκατασταθεί η αγωγιμότητα της λυχνίας, ο πυκνωτής C εκφορτίζεται σύντομα μέσω της λυχνίας και η τάση ανόδου πέφτει στα 25V (μικρή σταθερά χρόνου εκφορτίσεως).

Επειδή η αντίσταση $R_2 = 25\text{k}\Omega$ είναι πολύ μικρότερη από την αντίσταση $R_1 = 250 \text{ k}\Omega$, η μεταβολή της πτώσεως τάσεως στην αντίσταση R_2 επί όσο χρόνο φορτίζεται ο πυκνωτής, αποτελεί μικρογραφία της μεταβολής του αθροίσματος των πτώσεων τάσεως στις δυο αντιστάσεις. Όταν αποκαθίσταται η αγωγιμότητα της λυχνίας και διακόπτεται η φόρτιση του πυκνωτή, η πτώση τάσεως V_{R_2} μηδενίζεται. Έτσι, στην αντίσταση R_2 αναπτύσσεται ένας πρακτικά ορθογώνιος παλμός τάσεως V_{R_2} , όπως στο σχήμα Π1.12ε(γ). Το αρνητικό μέρος του παλμού αυτού οφείλεται στο ρεύμα εκφορτίσεως του πυκνωτή μέσω της R_2 και της λυχνίας.

Στην έξοδο του κυκλώματος που λαμβάνεται από την άνοδο της λυχνίας, παράλληλα προς την οποία συνδέονται ο πυκνωτής C και η αντίσταση R_2 , ο παλμός εξόδου V_o είναι το άθροισμα των παλμών των τάσεων V_c και V_{R_2} , δηλαδή τραπεζοειδής παλμός.

Επειδή το πηνίο εκτροπής απαιτεί σημαντικό ρεύμα (100 mA περίπου), ο τραπεζοειδής παλμός που παράγεται από το παραπάνω κύκλωμα εφαρμόζεται στην είσοδο ενισχυτή ισχύος, του οποίου φορτίο είναι το πηνίο εκτροπής. Στο σχήμα Π1.12στ φαίνεται πλήρης διάταξη γεννήτριας τραπεζοειδούς τάσεως με τη λυχνία V_1 , και ενισχυτή ισχύος με τη λυχνία V_2 , όπου σημειώνονται και ενδεικτικές τιμές τάσεων και εξαρτημάτων. Όπως φαίνεται από τις κυματομορφές του σχήματος Π1.12στ(β), όταν δεν εφαρμόζεται συγχρονιστικός παλμός, η πόλωση V_g , της λυχνίας V_1 είναι μηδενική, η λυχνία άγει και η τάση ανόδου αυτής V_p , είναι 10V. Η

λυχνία V_2 (με πόλωση καθόδου 40V και +10V από την άνοδο της V_1), έχει πόλωση $V_{g_2} = -30V$, άγει με μικρό ρεύμα ανόδου $I_{p_2} = 25\mu A$. Όταν εφαρμοσθεί ο αρνητικός ορθογώνιος παλμός στο πλέγμα της λυχνίας V_1 , αυτή διακόπτεται επί όσο χρόνο διαρκεί ο παλμός και στην ανοδό της αναπτύσσεται πριονωτός παλμός τάσεως με ακαριαία αύξηση από 10 σε 12V και γραμμική αύξηση από 12 σε 37V. Ο παλμός αυτός εφαρμόζεται στο πλέγμα της ενισχύτριας ισχύος (ενισχύτριας ρεύματος) V_2 και μεταβάλλει την πόλωση της V_{g_2} ακαριαία από -30 σε -28V και

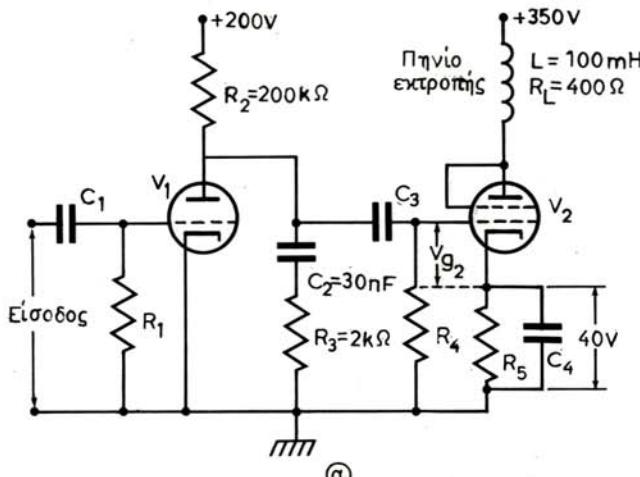


Σχ. Π. 1.12ε.

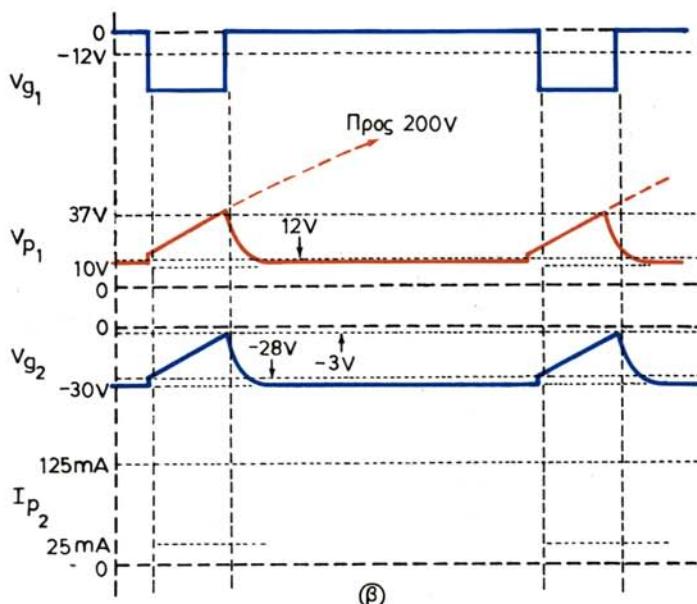
- α) Γεννήτρια τραπεζοειδούς τάσεως. β) Ισοδύναμο κύκλωμα κατά τη διακοπή της λυχνίας.
γ) Κυματομορφές.

γραμμικά από -28 σε $-3V$. Η κατ' αυτό τον τρόπο μεταβολή της πολώσεως V_{g_2} προκαλεί γραμμική αύξηση του ρεύματος ανόδου I_{p_2} από $25mA$ σε $125mA$, το οποίο διέρχεται από το πηνίο εκτροπής. Η λυχνία V_2 δεν πολώνεται στο σημείο διακοπής, για να αποφεύγεται η παραμόρφωση της γραμμικής αυξήσεως του ρεύματος ανόδου, λόγω της μη γραμμικότητας της καμπύλης I_p / V_g .

Αν οι λυχνίες των σχημάτων αντικατασταθούν με τρανζίστορ και τα κυκλώματα τροφοδοτηθούν με ισοδύναμα δυναμικά, εξασφαλίζονται όμοιοι παλμοί τραπεζοειδούς τάσεως και πριονωτού ρεύματος.



(a)



Σχ. Π. 1.12στ.

α) Γεννήτρια τραπεζοειδούς τάσεως και ενισχυτής ρεύματος. β) Κυματομορφές.

Ερωτήσεις πρώτου παραρτήματος.

1. Τι είναι τα αντηχεία, ποιες ιδιότητες παρουσιάζουν και σε ποιες εφαρμογές χρησιμοποιούνται;
2. Ποια είναι η συχνότητα των ταλαντώσεων ενός αντηχείου και πώς μπορούμε να τη μεταβάλομε;
3. Ποια είναι η χρησιμότητα του μαγνητικού πεδίου στη λυχνία μάγνετρον και για ποιο λόγο η λυχνία αυτή χρησιμοποιεί συνήθως μάνιμο μαγνήτη και όχι ηλεκτρομαγνήτη;
4. Πώς οφείλεται η κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων και πώς αυτή μετατρέπεται σε ηλεκτρικές ταλαντώσεις μεγάλης ισχύος στα αντηχεία της λυχνίας μάγνετρον;
5. Πώς επιτυγχάνεται η απαγωγή της ενέργειας από τα αντηχεία της λυχνίας μάγνετρον και η μεταφορά της στον κυματοδηγό;
6. Για ποιους λόγους μπορεί να μεταβάλεται ανεπιθύμητα η συχνότητα των ταλαντώσεων που πάργει η λυχνία μάγνετρον και για ποιους λόγους αυτή έχει δυσμενή επίπτωση στη λειτουργία της συσκευής ραντάρ;
7. Ποια είναι τα κύρια μέρη από τα οποία αποτελείται η λυχνία κλείστρον και ποια είναι η χρησιμότητα καθενός;
8. Τι εννοείται ως ομαδοποίηση των ηλεκτρονίων στη λυχνία κλείστρον, πώς δημιουργείται και τι επιτυγχάνεται μ' αυτή;
9. Τι εννοείται ως ρυθμός I, II και III στη λειτουργία της λυχνίας κλείστρον και ποιες διαφορές παρουσιάζουν οι ταλαντώσεις στους ρυθμούς αυτούς;
10. Κατά ποιους τρόπους είναι δυνατή η ρύθμιση της συχνότητας των ταλαντώσεων που παράγει η λυχνία κλείστρον και σε ποιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται ο ένας ή άλλος τρόπος;
11. Για ποιους λόγους μπορεί να μεταβάλεται ανεπιθύμητα η συχνότητα των ταλαντώσεων που πάργει η λυχνία κλείστρον, επηρεάζουν αυτές τη λειτουργία της συσκευής ραντάρ και πώς είναι δυνατό να αποφεύγονται;
12. Εκτός από τη χρησιμοποίησή της ως τοπικού ταλαντωτή του δέκτη ραντάρ, ποιες άλλες εφαρμογές έχει η λυχνία κλείστρον ανακλάσεως και σε ποιες ιδιότητές της βασίζεται κάθε τέτοια εφαρμογή;
13. Για ποιους λόγους οι ορθογώνιοι παλμοί που παράγει ο διαμορφωτής, με τους οποίους τροφοδοτείται η λυχνία μάγνετρον, είναι αρνητικοί και όχι θετικοί;
14. Από τι αποτελείται η τεχνητή γραμμή μεταφοράς, ποια σχέση έχει με την πραγματική γραμμή μεταφοράς χωρίς απώλειες και ποιες είναι οι κυριότερες εφαρμογές της;
15. Τι επιτυγχάνεται με την προσθήκη του πηνίου φορτίσεως και τη δίοδο φορτίσεως, στο κύκλωμα φορτίσεως της τεχνητής γραμμής;
16. Για ποιους λόγους, για την εκφόρτιση της τεχνητής γραμμής μέσω του πρωτεύοντος του μετασχηματιστή παλμού, χρησιμοποιείται λυχνία thyatron ή thyristor;
17. Από τι εξαρτάται η διάρκεια του ορθογώνιου αρνητικού παλμού που παράγεται από το διαμορφωτή και κατά ποιο τρόπο μπορούμε να μεταβάλουμε τη διάρκεια του παλμού αυτού;
18. Ποια είναι η χρησιμότητα του πηνίου φορτίσεως της γραμμής σε συνδυασμό με το πηνίο που παρεμβάλλεται στο κύκλωμα ανδρού της λυχνίας thyatron;
19. Ποια είναι η χρησιμότητα της διόδου λυχνίας αποσβέσεως στο κύκλωμα του διαμορφωτή;
20. Να σχολιάσετε τις κυματομορφές τάσεων του σχήματος Π1.6i.
21. Τι εννοείται, ως μέτωπο του ορθογώνιου παλμού, ως μεταβατικός χρόνος, ως διάρκεια του παλμού και ως νεκρός χρόνος; Ποιοι παλμοί ονομάζονται συμμετρικοί και ποιοι ασύμμετροι;
22. Από τι μπορεί να αποτελούνται τα κυκλώματα διαφορίσεως, από πού λαμβάνεται η έξοδος, ποιες συνθήκες πρέπει να υπάρχουν για να πραγματοποιείται διαφόριση και τι προκύπτει από τη διαφόριση;
23. Τι είναι οι ψαλιδιστές και ποιες είναι οι κύριες εφαρμογές τους;
24. Να αιτιολογήσετε τον περιορισμό της θετικής ή της αρνητικής ημιπεριόδου ημιτονικής τάσεως με δίοδο λυχνία ή με κρυσταλλοδίοδο σε σειρά.
25. Ποια πλεονεκτήματα παρουσιάζει ο ψαλιδιστής με δίοδο λυχνία σε σειρά, σε σύγκριση με τον ψαλιδιστή με κρυσταλλοδίοδο σε σειρά;
26. Για ποιο λόγο το πλάτος της τάσεως της ημιπεριόδου εξόδου του ψαλιδιστή σειράς είναι μικρότερο από το πλάτος τάσεως της αντίστοιχης ημιπεριόδου της ημιτονικής τάσεως εισόδου;
27. Για ποιο λόγο δεν αποκόπτεται εντελώς η ημιπεριόδος που ψαλιδίζεται στους περιοριστές με δίοδο λυχνία ή με κρυσταλλοδίοδο σε παράλληλη σύνδεση;

28. Να σχεδιάσετε διάταξη ψαλίδιστή με κρυσταλλοδιόδους, ο οποίος να μετατρέπει ημιτονική τάση πλάτους 100 V σε θετικούς και αρνητικούς ορθογώνιους παλμούς, που το πλάτος των θετικών παλμών να είναι 1 V και το πλάτος των αρνητικών 6 V.
29. Για ποιο λόγο, κατά τη μετατροπή ημιτονικής τάσεως σε ορθογώνιους γενικά παλμούς, το πλάτος της ημιτονικής τάσεως πρέπει να είναι πολύ μεγαλύτερο από το πλάτος των ορθογώνιων παλμών;
30. Ποιο βασικό πλεονέκτημα και μειονέκτημα παρουσιάζει το κύκλωμα μετατροπής ημιτονικής τάσεως σε ορθογώνιους συμμετρικούς θετικούς ή αρνητικούς παλμούς με δίοδο Zener, σε σύγκρισή του με αντίστοιχο κύκλωμα, το οποίο χρησιμοποιεί διόδους λυχνίες ή κρυσταλλοδιόδους;
31. Για ποιο λόγο ο υπεροδηγημένος ενισχυτής πρέπει να τροφοδοτείται με χαμηλή τάση ανόδου και το σημείο λειτουργίας του καθορίζεται στο μέσο της αρνητικής πολώσεως αποκοπής του;
32. Ποια διαφορά υπάρχει μεταξύ δύο υπεροδηγημένων ενισχυτών, που στην έξοδο του ενός λαμβάνεται θετικός ορθογώνιος παλμός και στην έξοδο του άλλου λαμβάνεται αρνητικός ορθογώνιος παλμός του ίδιου πλάτους;
33. Να σχεδιάσετε διάταξη, χρησιμοποιώντας μία κρυσταλλοδίοδο Zener, μία κρυσταλλοδίοδο και το μικρότερο δυνατό αριθμό αντιστάσεων και πυκνωτών, η οποία θα μετατρέπει ημιτονική τάση σε οξείς θετικούς αλμούς, οι οποίοι θα συμπίπουν με το τέλος κάθε περιόδου της ημιτονικής τάσεως.
34. Να σχεδιασθεί διάταξη, η οποία θα χρησιμοποιεί ημιτονική τάση και θα παράγει οξεία θετικούς παλμούς διακριβώσεως ανά 12 ναυτικά μίλια, με υπεροδηγημένους ενισχυτές, κύκλωμα διαφορίσεως και ψαλίδιστη.
35. Να αιτιολογήσετε την επίδραση που θα έχει στη διάρκεια και το πλάτος των κυματομορφών, των τάσεων ανόδου V_p , και V_{p_2} , των τάσεων πλέγματος V_g , και V_{g_2} και τη συχνότητα των παλμών του πολυδονητή ελεύθερης λειτουργίας, η αύξηση της τιμής καθενός από τα παρακάτω στοιχεία του κυκλώματός του: α) της αντιστάσεως R_1 , β) της αντιστάσεως R_2 , γ) της αντιστάσεως R_3 , δ) του πυκνωτή C_1 , ε) του πυκνωτή C_2 και στ) της τάσεως τροφοδοτήσεως ανόδου V_B του κυκλώματος (σχ. Π1.10α).
36. Να αιτιολογήσετε την επίδραση που θα έχει στο πλάτος και τη διάρκεια του παλμού των τάσεων ανόδου V_p , και V_{p_2} και τη συχνότητα των παλμών του πολυδονητή μιας σταθερής καταστάσεως, η αύξηση της τιμής καθενός από τα παρακάτω στοιχεία του κυκλώματός του: α) του πυκνωτή C_1 , β) της αντιστάσεως R_2 , γ) της αντιστάσεως R_3 , δ) της αντιστάσεως R_4 , ε) της αντιστάσεως R_6 , στ) της τάσεως τροφοδοτήσεως ανόδου V_B , ζ) της συχνότητας των συγχρονιστικών παλμών και η) του πλάτους των συγχρονιστικών παλμών (σχ. Π1.10.θ).
37. Να αιτιολογήσετε την επίδραση που θα έχει στο πλάτος και τη διάρκεια των παλμών των τάσεων ανόδου V_p , και V_{p_2} και τη συχνότητα επαναλήψεως των παλμών του πολυδονητή δυο σταθερών καταστάσεων, η αύξηση της τιμής καθενός από τα παρακάτω στοιχεία του κυκλώματός του: α) της αντιστάσεως R_1 , β) της αντιστάσεως R_2 , γ) της τάσεως τροφοδοτήσεως ανόδου V_B , δ) της συχνότητας των συγχρονιστικών παλμών και ε) του πλάτους των συγχρονιστικών παλμών (σχ. Π1.10.θ).
38. Να αιτιολογήσετε την επίδραση που θα έχει στη διάρκεια το πλάτος και τη συχνότητα των παλμών εξόδου του ταλαντωτή φραγμού σε ελεύθερη λειτουργία, η αύξηση της τιμής καθενός από τα παρακάτω στοιχεία του κυκλώματός του: α) της αυτεπαγωγής του πρωτεύοντος του μετασχηματιστή, β) του λόγου μετασχηματισμού πρωτεύοντος δευτερεύοντος S_1 , γ) του πυκνωτή C , δ) της αντιστάσεως R και ε) της τάσεως τροφοδοτήσεως ανόδου V_B (σχ. Π1.11α).
39. Να αιτιολογήσετε την επίδραση που θα έχει στο πλάτος, στη διάρκεια και τη συχνότητα των παλμών εξόδου του συγχρονιζόμενου ταλαντωτή φραγμού, η ελάττωση της τιμής καθενός από τα παρακάτω στοιχεία του κυκλώματός του: α) της αυτεπαγωγής του πρωτεύοντος του μετασχηματιστή, β) του λόγου μετασχηματισμού του μετασχηματιστή, γ) του πυκνωτή C_2 , δ) της αντιστάσεως R_2 , ε) της τάσεως τροφοδοτήσεως ανόδου V_B , στ) της συχνότητας των συγχρονιστικών παλμών και ζ) του πλάτους των συγχρονιστικών παλμών (σχ. Π1.11γ).
40. Να αιτιολογήσετε την επίδραση που θα έχει στο πλάτος, στη γραμμικότητα και στη διάρκεια του πριονωτού παλμού, που παράγει η γεννήτρια πριονωτής τάσεως, η αύξηση της τιμής καθενός από τα παρακάτω στοιχεία του κυκλώματός της: α) της αντιστάσεως R , β) του πυκνωτή C , γ) της τάσεως τροφοδοτήσεως V_B , δ) της διάρκειας του ορθογώνιου παλμού συγχρονισμού και ε) του πλάτους του ορθογώνιου αρνητικού παλμού συγχρονισμού (σχ. Π1.12α).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΒΛΑΒΩΝ

Π 2.1 Γενικά.

Οι σύγχρονες συσκευές ραντάρ, για την κατασκευή των περισσότερων βαθμίδων τους, τις οποίες αναπτύξαμε στο τρίτο κεφάλαιο, χρησιμοποιούν τυπωμένα κυκλώματα (plakéteς) με τρανζίστορς ή με ολοκληρωμένα κυκλώματα συμπαγούς δομής (solid-state integrated circuits). Έτσι, σε σύγκριση τους με τις παλαιότερες συσκευές ραντάρ που χρησιμοποιούσαν λυχνίες, παρουσιάζουν πολύ μικρότερη συχνότητα βλαβών. Επίσης, οι σύγχρονες συσκευές δεν χρησιμοποιούν ως τροφοδοτικό ισχύος ζεύγος κινητήρα-γεννήτριας, αλλά στατικό μετατροπέα (static inverter), ο οποίος, επειδή δεν έχει στρεπτές μάζες, δεν υπόκειται σε συχνές ηλεκτρικές και μηχανικές βλάβες και δεν απαιτεί συχνή σημαντική προληπτική συντήρηση.

Βέβαια και οι πιο σύγχρονες συσκευές ραντάρ, στα εξειδικευμένα κυκλώματά τους, χρησιμοποιούν τις εξειδικευμένες λυχνίες, που αναφέραμε στο δεύτερο και το τρίτο κεφάλαιο και το πρώτο παράρτημα όπως :

- τη λυχνία μάγνητρον ως πομπό,
- τη λυχνία κλείστρον ως τοπικό ταλαντωτή του δέκτη, αν εξάλλου μικρός αριθμός σύγχρονων συσκευών χρησιμοποιεί ως τοπικό ταλαντωτή την εξειδικευμένη κρυσταλλοδίοδο σήραγγας (tunel diode).
- τη λυχνία του διακόπητη εκπομπής λήψεως και
- την καθοδική λυχνία του ενδείκτη PPI.

Για να λειτουργεί με την καλύτερη απόδοσή της, κάθε τύπου συσκευή ραντάρ, απαιτεί μια βασική προληπτική συντήρηση, η οποία πρέπει να γίνεται τακτικά. Για την εκτέλεση της βασικής αυτής συντηρήσεως απαιτούνται οι βασικές γνώσεις, που αναπτύχθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια, τις οποίες πρέπει να έχει υπόψη του ο ναυτίλος χειριστής της συσκευής. Εξάλλου, οι βασικές αυτές γνώσεις του ναυτίλου χειριστή, του παρέχουν τη δυνατότητα να εντοπίζει και να αποκαθιστά ορισμένες εύκολες βλάβες της συσκευής, ειδικά σε περιπτώσεις κατά τις οποίες η συσκευή του είναι πολύ χρήσιμη.

Στο **εγχειρίδιο χειριστή** (operator's manual) ή **εγχειρίδιο οδηγιών** (instructions manual) της συσκευής, αναφέρονται οι λεπτομέρειες των εργασιών συντηρήσεως, η μέθοδος εντοπισμού των συνηθισμένων απλών βλαβών, ανάλογα με τα συμπτώματα που παρουσιάζει η συσκευή, και η διαδικασία ορισμένων ρυθμίσεων. Εξάλλου, κάθε συσκευή ραντάρ συνοδεύεται και από **τεχνικό εγχειρίδιο** (technical manual), στο οποίο περιλαμβάνονται τα αναλυτικά σχήματα των κυκλωμάτων της,

αναφέρονται οι λεπτομέρειες της λειτουργίας των κυκλωμάτων της, η διαδικασία αντικαταστάσεως (αφάίρεση παλαιού-τοποθέτηση νέου) των ειδικών εξαρτημάτων και η διαδικασία ειδικών ρυθμίσεων.

Για τον εύκολο εντοπισμό των βλαβών, ορισμένες συσκευές ραντάρ φέρουν στη μονάδα του ενδείκτη τους ενδεικτικές λυχνίες βλαβών. Κάτω από κάθε τέτοια λυχνία αναφέρεται το κύκλωμα στο οποίο αντιστοιχεί και έτσι από το άναμμα της λυχνίας υποδεικνύεται το κύκλωμα, το οποίο έχει υποστεί βλάβη. Επίσης, ορισμένοι τύποι συσκευών ραντάρ που φέρουν ηλεκτρονικό υπολογιστή για την αυτόματη υποτύπωση, εφοδιάζονται με διαγνωστικό πρόγραμμα, με το οποίο τροφοδοτούμε τον υπολογιστή και αυτός μας πληροφορεί το όνομα (κωδικό αριθμό) της πλακέτας που παρουσιάζει την ανωμαλία.

Κατά την προμήθεια όλων σχεδόν των τύπων συσκευών ραντάρ παρέχεται μια σειρά αμοιβών εξαρτημάτων πρώτης υποστηρίξεως της συσκευής, όπως, ασφάλειες, λυχνία μάγνετρον, λυχνία κλείστρον, λυχνία διακόπτη εκπομπής-λήψεως, κρυσταλλικός μίκτης και οι βασικότερες πλακέτες ή και ολόκληρη σειρά από αυτές. Σε περίπτωση που χρησιμοποιήσαμε κάποιο αμοιβό εξάρτημα, φροντίζομε να το αναπληρώσουμε με την πρώτη ευκαιρία.

Επειδή οι εργασίες συντηρήσεως και οι μέθοδοι εντοπισμού των συνηθισμένων απλών βλαβών, μεταξύ των διάφορων τύπων συσκευών ραντάρ, παρουσιάζουν εξειδικευμένες λεπτομέρειες, κατά την εκτέλεσή τους πρέπει να καταφεύγομε στις λεπτομερείς οδηγίες των παραπάνω εγχειρίδιων της συσκευής μας. Στις επόμενες παραγράφους αναφέρονται γενικές οδηγίες συντηρήσεως και μια συνηθισμένη μέθοδος ανιχνεύσεως βλαβών.

Π 2.2 Μέτρα και προφυλάξεις.

Οι συσκευές ραντάρ, για να λειτουργήσουν, τροφοδοτούνται από τη γενική ηλεκτρική παροχή του πλοίου, η οποία μπορεί να είναι:

110 V - D.C., 220 V - D.C., 110 V - 60 c/s - 1Φ,

220 V - 50 c/s - 1Φ, 380 V - 50 c/s - 3Φ,

440 V - 60 c/s - 3Φ.

Επίσης η ηλεκτρική ισχύς για τη συσκευή ραντάρ μπορεί να παρέχεται και από συσσωρεύτες 12 V, 24 V, 36 V. Η τάση τροφοδοσίας της συσκευής ραντάρ λαμβάνεται από το τροφοδοτικό της συσκευής, το οποίο τη μετατρέπει σε εναλλασσόμενη τάση 1000 c/s και με την τελευταία τροφοδοτούνται οι μονάδες της συσκευής ραντάρ, εκτός από τον κινητήρα περιστροφής της κεραίας, ο οποίος τροφοδοτείται με την τάση του πλοίου ή την τάση της μπαταρίας συσσωρευτών. Σε κάθε μονάδα της συσκευής υπάρχουν ανορθωτικά, τα οποία λαμβάνουν την τάση 1000 c/s και παρέχουν τις συνεχείς τάσεις που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία της μονάδας. Σε κάθε ανορθωτικό υπάρχει μετασχηματιστής, ο οποίος ανεβάζει ή κατεβάζει την τάση 1000 c/s σε τιμή λίγο μεγαλύτερη από τη συνεχή τάση που παρέχει το ανορθωτικό. Έτσι, στις μονάδες της συσκευής ραντάρ υπάρχουν χαμηλές τάσεις μέχρι και 6V, υπάρχουν όμως και υψηλές τάσεις που μπορεί να προκαλέσουν θανατηφόρα ηλεκτροπληξία. Με τον όρο **υψηλή τάση** που αναγράφεται σε

φανερό σημείο των μονάδων κάθε συσκευής ραντάρ, εννοείται κάθε τάση, της οποίας η στιγμιαία τιμή υπερβαίνει τα 250. Υπογραμμίζεται όμως, ότι και τάσεις χαμηλότερες από 250 V είναι επικίνδυνες και ότι έχουν διαπιστωθεί θανατηφόρα ατυχήματα ηλεκτροπληξίας από τάση 32V.

Εξάλλου, τα ανορθωτικά και τα υπόλοιπα κυκλώματα των μονάδων της συσκευής ραντάρ χρησιμοποιούν μεγάλο αριθμό πυκνωτών. Πολλοί από τους πυκνωτές αυτούς και ιδιαίτερα των κυκλωμάτων υπερυψηλών τάσεων του διαμορφωτή και της τελικής ανόδου της καθοδικής λυχνίας παραμένουν φορτισμένοι κατά μεγάλο χρονικό διάστημα, μετά τη διακοπή της λειτουργίας της συσκευής, σε αρκετά υψηλά δυναμικά.

Ωστόσο, επικίνδυνη για το ανθρώπινο σώμα είναι και η ακτινοβολία μικροκυμάτων υψηλής ισχύος της συσκευής ραντάρ. Όταν το ανθρώπινο σώμα εκτίθεται σε ακτινοβολία μικροκυμάτων ισχύος μεγαλύτερης από 10 mW/cm^2 , προκαλούνται κακώσεις στα μάτια. Τέτοιας ισχύος ακτινοβολία υπάρχει σε απόσταση μέχρι 2m από την κεραία της συσκευής μέσα στο χώρο της δέσμης ακτινοβολίας, όταν η κεραία δεν περιστρέφεται. Στο εγχειρίδιο της συσκευής αναφέρονται τα μέτρα και οι προφυλάξεις που πρέπει να λαμβάνονται, για να αποφεύγονται οι κίνδυνοι από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Όλα τα παραπάνω δεν θα πρέπει να μας φοβίζουν, όταν πρόκειται να ασχοληθούμε με τη συντήρηση ή με την αποκατάσταση βλάβης της συσκευής ραντάρ. Όμως θα πρέπει να λαμβάνομε όλα τα κατάλληλα μέτρα και τις προφυλάξεις για να αποφεύγομε οποιοδήποτε ατύχημα και να μην εκτεθούμε στην ακτινοβολία της συσκευής.

Έτσι, όταν πρόκειται να ασχοληθούμε με τη συντήρηση ή την αποκατάσταση βλάβης της συσκευής ραντάρ, πρέπει να λαμβάνομε τα παρακάτω **μέτρα και προφυλάξεις:**

- α) Ελέγχομε την κατάσταση της γειώσεως των μονάδων της συσκευής στο μεταλλικό μέρος του πλοίου. Σε ορισμένες συσκευές η γείωση γίνεται με χάλκινη πλεκτή ταινία ή χοντρό καλώδιο συνήθως κίτρινου χρώματος, ενώ σε άλλες η γείωση εξασφαλίζεται με τους κοχλίες στρεψώσεως των μονάδων.
- β) Θέτομε εκτός το γενικό διακόπτη ηλεκτρικής παροχής προς τη συσκευή, αφαιρούμε τις γενικές ασφάλειες και τις τοποθετούμε σε ασφαλή θέση, (ακόμη και στην τσέπη μας). Όταν πρόκειται να ασχοληθούμε με την αποκατάσταση βλάβης και δεν μπορούμε να αφαιρέσουμε τις γενικές ασφάλειες, γράφομε σε ένα χαρτί με μεγάλα γράμματα: **«Να μην τεθεί σε λειτουργία η συσκευή ραντάρ γιατί εκτελούνται εργασίες σ' αυτή»**, και το τοποθετούμε στο γενικό διακόπτη. Αν πρόκειται να ασχοληθούμε με το συγκρότημα περιστροφής της κεραίας και ο κινητήρας περιστροφής της κεραίας χρησιμοποιεί ξεχωριστές ασφάλειες, τότε αφαιρούμε τις ασφάλειες αυτές.
- γ) Με ένα βραχυκυκλωτήρα εκφορτίζομε τους πυκνωτές κάθε μονάδας της συσκευής. Ως βραχυκυκλωτήρα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα καλώδιο κατάλληλου μήκους που θα έχουμε γυμνώσει τα άκρα του. Για να εκφορτίσουμε κάθε πυκνωτή, πρώτα γειώνομε το ένα γυμνό άκρο του καλωδίου, τοποθετώντας το στο σασί (όχι βαμμένη λαμαρίνα) της μονάδας και μετά φέρομε πολλές φορές σε επαφή το άλλο γυμνό άκρο του καλωδίου με τον ένα και μετά με τον άλλο ακροδέκτη του πυκνωτή. Αν ο πυκνωτής είναι φορτισμέ-

νος, τη στιγμή που αποκαθίσταται η επαφή εμφανίζεται σπινθήρας στο σημείο επαφής. Αν μετά από τρεις-τέσσερες στιγμιαίες διαδοχικές επαφές δεν εμφανίζεται σπινθήρας, η εκφόρτιση του πυκνωτή έχει ολοκληρωθεί. Αν η θέση του πυκνωτή το επιτρέπει, ως βραχυκυκλωτήρα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κατσαβίδι.

- δ) Για να περιορίζονται οι πιθανότητες ατυχήματος ηλεκτροπληξίας, ορισμένες συσκευές ραντάρ φέρουν στις μονάδες τους διακόπτες ασφάλειας (interlocks ή door switches). Οι διακόπτες αυτοί ανοίγουν αυτόματα και διακόπτουν τις υψηλές τάσεις της μονάδας τους, όταν με το άνοιγμα της μονάδας, δεν πιέζονται από το κάλυμμα ή τη θυρίδα της μονάδας. Δεν πρέπει όμως να έχομε απόλυτη εμπιστοσύνη στους διακόπτες αυτούς, επειδή πολλές φορές λόγω σκουριάς ή ακαθαρσίας, δεν λειτουργούν.
- ε) Όταν η κεραία δεν περιστρέφεται και εκπέμπει, προσέχομε να μη βρεθούμε στο χώρο της δέσμης ακτινοβολίας της, για να μην εκτεθούμε στην ακτινοβολία. Επίσης, αν πρόκειται να ανοίξουμε τον κυματοδηγό σε κάποιο σημείο συνδέσεως των τμημάτων του, διακόπτουμε πρώτα την εκπομπή και μετά ανοίγουμε τον κυματοδηγό. Αν είναι απαραίτητο να αποκαταστήσουμε την εκπομπή, ενώ ο κυματοδηγός θα είναι ανοιχτός, την αποκαθιστούμε για μικρό χρονικό διάστημα, προσέχομε να μη βρεθούμε μπροστά από το άνοιγμα και ιδιαίτερα δεν κοιτάζομε το άνοιγμα του κυματοδηγού προς τον πομπό.
- στ) Όταν πρόκειται να αντικαταστήσουμε κάποιο εξάρτημα, ακολουθούμε τη σειρά εργασιών που αναφέρονται για την αντικατάσταση του συγκεκριμένου εξαρτήματος, στο εγχειρίδιο της συσκευής.
- ζ) Τέλος, θα πρέπει να έχομε υπόψη μας ότι, αν η συσκευή είναι εκτός λειτουργίας, αλλά ο γενικός διακόπτης παροχής ρεύματος προς αυτή είναι εντός, τροφοδοτούνται οι θερμαντικές αντιστάσεις των μονάδων που απορροφούν της υγρασία, για να αποφεύγεται η φθορά των εξαρτημάτων κάθε μονάδας. Επίσης τροφοδοτείται η αντίσταση του κιβωτίου γραναζιών της κεραίας, αν υπάρχει τέτοιο, η οποία δεν επιτρέπει να παγώνει το λάδι του κιβωτίου γραναζιών, όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι πολύ χαμηλή.

Π 2.3 Η συντήρηση της συσκευής.

Η συντήρηση της συσκευής ραντάρ γίνεται περιοδικά και το χρονικό διάστημα κατά το οποίο πρέπει να επαναλαμβάνεται αναφέρεται στο εγχειρίδιο της συσκευής. Σε αντίθετη περίπτωση πραγματοποιούμε τις εργασίες συντηρήσεως κάθε 200-300 ώρες λειτουργίας της συσκευής.

Η συντήρηση κάθε συσκευής περιλαμβάνει εργασίες συντηρήσεως των στρεπτών μερών ή εξαρτημάτων της, εργασίες συντηρήσεως των ηλεκτρικών και πλεκτρονικών μερών, μηχανική επιθεώρηση των μονάδων και έλεγχο αποδόσεως της συσκευής.

Π 2.3.1 Η συντήρηση των στρεπτών μερών.

Οι εργασίες συντηρήσεως των στρεπτών μερών της συσκευής ραντάρ αναφέρονται στα ακόλουθα:

a) Συντήρηση του τροφοδοτικού.

- 1)** Αν ως τροφοδοτικό χρησιμοποιείται ζεύγος κινητήρα-γεννήτριας εκτελούμε τις εξής εργασίες:
- Ελέγχομε την κατάσταση των ψηκτρών, των ψηκτροθηκών, των ρευματοφόρων δακτυλίων ή του συλλέκτη και καθαρίζομε όλα αυτά από την καρβουνόσκονη που προέρχεται από τη φθορά των ψηκτρών και από υπολείμματα γράσσων. Οι ψήκτρες πρέπει να κινούνται μόλις ελεύθερα μέσα στις ψηκτροθήκες και τα ελατήριά τους πρέπει να κινούνται μαζί με τις ψήκτρες και να τις πιέζουν ώστε να εφάπτονται καλά στο συλλέκτη ή τους δακτύλιους.
 - Όταν πρόκειται να αντικαταστήσουμε τις ψήκτρες, χρησιμοποιούμε ψήκτρες ίδιου μίγματος άνθρακα και ίδιων διαστάσεων με τις παλιές. Πριν τοποθετήσουμε τις καινούργιες ψήκτρες, διαμορφώνομε τη μετωπική τους επιφάνεια ώστε να αποκτήσει κοίλη καμπυλότητα και να εφάπτεται ολόκληρη η επιφάνεια της στο συλλέκτη ή το δακτύλιο. Η διαμόρφωση αυτή μπορεί να γίνει εύκολα, αν στο συλλέκτη ή το δακτύλιο προσαρμόσουμε λωρίδα από πάνι ανθρακοπυριτίου (carborundum cloth) ή από πολύ λεπτό γυαλόχαρτο (fine glass paper) (ποτέ δεν χρησιμοποιούμε σμυριδόπανο), με την άγρια επιφάνεια της λωρίδας προς τα έξω. Η τοποθέτηση της λωρίδας αυτής γίνεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε όταν πατήσουν οι ψήκτρες στην επιφάνειά της και στρέψουμε το συλλέκτη ή το δακτύλιο στρέφοντας το δρομέα, η λωρίδα να τεντώνεται και από το ξύσιμο να καμπυλώνεται ομοιόμορφα η επιφάνεια της ψήκτρας. Όταν ολοκληρωθεί η διαμόρφωση της μετωπικής επιφάνειας της ψήκτρας, αφαιρούμε τη λωρίδα, καθαρίζομε τη σκόνη με φυσητήρα (πουάρ) και σκουπίζομε το συλλέκτη ή τους δακτύλιους με καθαρό λινό πανί.
 - Ελέγχομε αν ο συλλέκτης ή ο δακτύλιοι παρουσιάζουν σε ολόκληρη την επιφάνειά τους την ίδια γυαλιστερή απόχρωση και σε αντίθετη περίπτωση καθαρίζομε την επιφάνειά τους με λινό πανί βρεγμένο με τετραχλωριούχο άνθρακα (carbon tetrachloride). Ελέγχομε επίσης, αν η επιφάνεια του συλλέκτη ή των δακτυλίων είναι λεία και σε αντίθετη περίπτωση τη λειαίνομε, χρησιμοποιώντας πανί ανθρακοπυριτίου. Τελος ελέγχομε, αν οι γρασσαδόροι περιέχουν γράσσο και σε αντίθετη περίπτωση συμπληρώνομε, σύμφωνα με τις οδηγίες του εγχειρίδιου.
- 2)** Όταν ως τροφοδοτικό χρησιμοποιείται στατικός μετατροπέας, όπως συμβαίνει στις σύγχρονες συσκευές, ελέγχομε αν τα ανοίγματα εξαερισμού της μονάδας είναι ελεύθερα και αν η θερμοκρασία του περιβάλλοντός της δεν υπερβαίνει τα επιτρεπτά όρια που αναφέρονται στο εγχειρίδιο. Ανοίγομε τη μονάδα και ελέγχομε:
- Αν τα εξαρτήματα είναι καθαρά από σκόνη και υγρασία.
 - Αν οι επαφές των ηλεκτρονόμων, εφόσον η μονάδα φέρει τέτοιους, είναι καθαρές και λείες και σε αντίθετη περίπτωση τις καθαρίζομε με πανί ανθρακοπυριτίου ή πολύ λεπτό γυαλόχαρτο.
 - Αν οι συνδέσεις των καλωδιώσεων είναι ασφαλείς (καλά σφιγμένες).
- Σημειώνεται ότι αν η παροχή πλοίου είναι συνεχούς ρεύματος η αντιστροφή συνδέσεως των καλωδίων της παροχής στο στατικό μετατροπέα μπορεί να προκαλέσει σοβαρές βλάβες (να κάψει τα τρανζίστορς) στη μονάδα αυτή, λόγω της αντίθετης πολικότητας.

β) Συντήρηση της κεραίας.

Ελέγχομε και καθαρίζομε τον κινητήρα περιστροφής της κεραίας, ακολουθώντας τη σειρά εργασιών της συντηρήσεως του ζεύγους κινητήρα-γεννήτριας. Αν στο σύστημα περιστροφής της κεραίας περιλαμβάνεται κιβώτιο γραναζιών, ελέγχομε τη στάθμη του λαδιού σ' αυτό και κάθε 1000 ώρες λειτουργίας αντικαθιστούμε το λάδι, χρησιμοποιώντας λάδι ίδιου τύπου. Οι περισσότερες σύγχρονες συσκευές, αντί κιβωτίου γραναζιών (gear box) χρησιμοποιούν σύστημα γραναζιών που λιπαίνονται με επάλειψη ειδικού γράσσου (dry reduction gear). Σε τέτοια περίπτωση επαλείφομε τα γρανάζια αυτά με το ειδικό γράσσο, που φροντίζομε να έχομε στο κιβώτιο αμοιβών εξαρτημάτων της συσκευής.

Επίσης ελέγχομε και καθαρίζομε τους ρευματοφόρους δακτύλιους και τις ψήκτρες της συγχρογεννήτριας, αν έχει, και τις επαφές του μικροδιακόπτη γραμμής πλώρης. Σε περίπτωση που οι επιφάνειες των δακτυλίων και των επαφών δεν είναι λείες, τις λειαίνομε, χρησιμοποιώντας πανί ανθρακοπυρίτου ή πολύ λεπτό γυαλόχαρτο.

Καθαρίζομε το πλαστικό κάλυμμα του κέρατος του κυματοδηγού, σκουπίζοντάς το με λινό πανί, από το αλάτι, την κάπνα ή τη σκόνη και την επιφάνεια του ανακλαστήρα της κεραίας. Αν η συσκευή μας χρησιμοποιεί κεραία σχισμών, κατά τον ίδιο τρόπο, καθαρίζομε την επιφάνεια του πλαστικού καλύμματος από την πλευρά που η κεραία ακτινοβολεί. Αν η κεραία περιβάλλεται από θολωτό πλαστικό (fiber glass) κάλυμμα, καθαρίζομε ολόκληρη την επιφάνειά του, κατά τον παραπάνω τρόπο. Αν οποιαδήποτε από τις παραπάνω επιφάνειες δεν καθαρίζεται καλά με τον παραπάνω τρόπο, την πλένομε με αποσταγμένο ή πόσιμο νερό.

Σημειώνεται, ότι ποτέ δεν χρωματίζομε τις παραπάνω επιφάνειες, επειδή το στρώμα χρώματος απορροφά ενέργεια.

Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω εργασιών συντηρήσεως της κεραίας, ελέγχομε την ακρίβεια της γραμμής πλώρης, συγκρίνοντας τις διοπτεύσεις ραντάρ, με ορατές διοπτεύσεις (παράγρ. 2.7).

γ) Συντήρηση του συγχροκινητήρα και του πηνίου εκτροπής.

Ελέγχομε και καθαρίζομε τους ρευματοφόρους δακτύλιους και τις ψήκτρες του συγχροκινητήρα όπως και στην περίπτωση της συγχρογεννήτριας. Επίσης ελέγχομε και καθαρίζομε τους ρευματοφόρους δακτύλιους και τις ψήκτρες του πηνίου εκτροπής, όταν αυτό είναι στρεπτό. Επειδή συνήθως οι ψήκτρες του πηνίου εκτροπής είναι ελασμάτινες, προσέχομε να μην καταστρέψουμε την ελαστικότητά τους, και να ολισθαίνουν ελεύθερα ενώ θα εφάπτονται καλά στους δακτύλιους του πηνίου. Τέλος καθαρίζομε και λιπαίνομε με το ειδικό γράσσο τα γρανάζια, που δίνουν την κίνηση από το συγχροκινητήρα στο πηνίο εκτροπής και τα ρουλεμάν στα οποία εδράζεται το πηνίο εκτροπής.

Π 2.3.2 Συντήρηση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών μερών.

Με τη συντήρηση των ηλεκτρικών και των ηλεκτρονικών μερών εξασφαλίζεται ο περιορισμός των πιθανοτήτων πρόωρων βλαβών τους αλλά και η πληροφόρησή μας αν κάποια μονάδα λειτουργεί με μειωμένη απόδοση ή αν κάποιο εξάρτημα πα-

ρουσιάζει ανωμαλία, η οποία δεν αλλοιώνει προς το παρόν αισθητά την απόδοση της συσκευής. Έτσι, κατά χρονικά διαστήματα, που αναφέρονται στο εγχειρίδιο της συσκευής, πραγματοποιούμε τις παρακάτω εργασίες:

α) Αν η συσκευή μας φέρει όργανο πολλαπλών μετρήσεων (παράγρ. 5.6.1) ελέγχομε αν οι ενδείξεις του οργάνου σε κάθε θέση του αντίστοιχου διακόπη επιλογής μετρήσεων, κυμαίνονται μέσα στα όρια που ορίζονται από τον κατασκευαστή και αναφέρονται στο εγχειρίδιο της συσκευής. Ένδειξη μικρότερη ή μεγαλύτερη από τα όρια αυτά συνεπάγεται ανωμαλία στην αντίστοιχη μονάδα. Συνεπάγεται επίσης, περιορισμένη απόδοση της συσκευής, την οποία πιθανό να μη διακρίνομε και προειδοποίηση, ότι μετά από μικρό ή μεγάλο χρονικό διάστημα, η ανωμαλία αυτή θα εξελιχθεί σε βλάβη της μονάδας, από την οποία θα διακοπεί εντελώς η λειτουργία της συσκευής.

β) Με ένα μικρό πινέλο απομακρύνομε τη σκόνη από τα εξαρτήματα και τις καλωδιώσεις, ιδιαίτερα, στα κυκλώματα υπερυψηλών τάσεων. Μετά, με ηλεκτρικό απορροφητήρα (ηλεκτρική σκούπα) ή με μικρό φυσητήρα (πουάρ) απομακρύνομε τα υπολείμματα σκόνης.

γ) Θέτομε εντός το γενικό διακόπη ηλεκτρικής παροχής και ελέγχομε αν τροφοδοτούνται οι αντιστάσεις θερμάστρες του πομποδέκτη και του ενδείκτη (παράγρ. 3.2a), όταν η συσκευή είναι εκτός λειτουργίας. Αντί των αντιστάσεων θερμαστρών, για την απορρόφηση της υγρασίας σε ορισμένες συσκευές έχουν τοποθετηθεί χημικοί ξηραντήρες (chemical desiccators). Αυτοί είναι μικροί σάκοι ή μικρά κυλινδρικά δοχεία, που περιέχουν κρυστάλλους πυριτιούχου ζελατίνας (silicagel), οι οποίοι έχουν εμποτισθεί με χλωριούχο κοβάλτιο. Αρχικά, οι κρύσταλλοι αυτοί έχουν κυανό χρώμα, ενώ όταν κορεσθούν από την υγρασία που θα απορροφήσουν, λόγω του χλωριούχου κοβαλτίου, το χρώμα τους γίνεται ρόδινο. Η δραστικότητα των κορεσμένων κρυστάλλων μπορεί να αποκατασταθεί όταν τους ξηράνομε σε μέτριας θερμοκρασίας φούρνο μέχρι να επαναποκτήσουν το αρχικό τους κυανό χρώμα. Σε αντίθετη περίπτωση αντικαθιστούμε τους σάκους ή τα κυλινδρικά δοχεία κρυστάλλων πυριτιούχου ζελατίνας.

Σημειώνεται ότι, αν η συσκευή φέρει αντιστάσεις θερμάστρες και αν για λίγες μέρες δεν υπάρχει ηλεκτρική παροχή πλοίου όπως σε περίπτωση δεξαμενισμού του πλοίου, ποτέ δε θέτομε τη συσκευή σε λειτουργία αμέσως μετά την αποκατάσταση της ηλεκτρικής παροχής, επειδή υπάρχει κίνδυνος βλάβης λόγω υγρασίας. Θέτομε πρώτα το γενικό διακόπη παροχής (bulkhead switch) εντός, επι πέντε περίπου ώρες, ώστε να λειτουργήσουν μόνο οι αντιστάσεις θερμάστρες και να απορροφηθεί η υγρασία και μετά θέτομε σε λειτουργία τη συσκευή.

δ) Ελέγχομε αν οι πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων και τα βύσματα προσαρμόζονται κανονικά στις υποδοχές τους και αν τα ελατήρια συγκρατήσεως τους, εφόσον φέρουν τέτοια, βρίσκονται στη θέση συγκρατήσεως.

ε) Ελέγχομε τους μετασχηματιστές και τους πυκνωτές υψηλών τάσεων, αν παρουσιάζουν διαρροή λαδιού. Σε καταφατική περίπτωση σκουπίζομε το λάδι, και παρακολουθούμε αν η διαρροή συνεχίζεται. Μετασχηματιστής ή πυκνωτής, που συνεχίζει να παρουσιάζει διαρροή λαδιού, πρέπει να αντικατασταθεί το συντομότερο δυνατό. Επίσης ελέγχομε οπτικά τις αντιστάσεις των κυκλωμάτων, αν παρουσιάζουν μικρές φουσκάλες. Η ύπαρξη τέτοιων φουσκαλών οφείλεται σε υπερθέρμανση των αντιστάσεων, λόγω βραχυκυκλωμάτων ή διαρροής κάποιου άλλου

εξαρτήματος στο ίδιο κύκλωμα.

στή Ελέγχομε αν οι γειώσεις των άκρων των πλεγμάτων των καλωδίων είναι καλά σφιγμένες.

Π 2.3.3. Μηχανική επιθεώρηση.

Κατά τη μηχανική επιθεώρηση ελέγχομε τη μηχανική κατάσταση των παρακάτω:

- α)** Ελέγχομε αν τα ανοίγματα αερισμού των μονάδων είναι ελεύθερα.
- β)** Ελέγχομε αν ο δρομέας διοπτεύσεων (δίσκος παράλληλων γραμμών της οθόνης) και το μηχανικό σύστημα του μεταβλητή σημειωτή αποστάσεως, αν η συσκευή φέρει τέτοιο, στρέφουν ομαλά σε όλη τους τη διαδρομή και προς τις δυο κατευθύνσεις.
- γ)** Ελέγχομε αν όλοι οι διακόπτες της συσκευής στρέφονται ομαλά σε όλες τις θέσεις τους και αν όλοι οι ρυθμιστές της στρέφονται ομαλά σε ολόκληρη τη διαδρομή τους. Επίσης, αν οι άξονες των διακοπών και των ρυθμιστών είναι καλά στερεωμένοι και δεν παρουσιάζουν μπόσικα.
- δ)** Ανοίγομε τις μονάδες και ελέγχομε αν τα εξαρτήματά τους παρουσιάζουν μηχανική βλάβη, αν οι διάφορες βίδες είναι καλά σφιγμένες και αν τα αντικραδαστικά στηρίγματα των μονάδων βρίσκονται σε καλή κατάσταση και είναι σφιγμένα.
- ε)** Ελέγχομε αν οι βίδες στα σημεία συνδέσεως σε όλο το μήκος του κυματοδηγού είναι καλά σφιγμένες και αν υπάρχει στεγανότητα στα σημεία συνδέσεως.
- στή** Ελέγχομε την κατάσταση των χρημικών ξηραντήρων, αν η συσκευή φέρει τέτοιους, και σε περίπτωση που έχουν κορεσθεί τους αντικαθιστούμε ή ξηραίνουμε τους κρυστάλλους πυριτιούχου ζελατίνας.

2.4 Έλεγχος της αποδόσεως της συσκευής.

Θέτομε σε λειτουργία τη συσκευή και αφού τη συντονίσουμε και εμφανισθεί εικόνα αναμένομε τουλάχιστον 15 λεπτά, ώστε τα κυκλώματά τους να αποκτήσουν θερμοκρασία λειτουργίας. Η αναμονή αυτή είναι απαραίτητη, επειδή στη θερμοκρασία λειτουργίας είναι σωστές οι αποστάσεις ραντάρ και επειδή δε μεταβάλλεται ανεπιθύμητα η συχνότητα της λυχνίας μάγνετρον και της λυχνίας κλείστρον. Άλλωστε στη σταθερή αυτή συχνότητα της λυχνίας μάγνετρον, που είναι και συχνότητα εκπομπής λήψεως, έχει ρυθμιστεί και το όργανο ελέγχου λήψεως.

Αφού παρέλθει ο παραπάνω χρόνος ελέγχομε:

- α)** Με το όργανο ελέγχου εκπομπής, αν η ισχύς εκπομπής είναι κανονική (παράγρ. 5.6.2) και την ευαισθησία του δέκτη με το όργανο ελέγχου λήψεως (παράγρ. 5.6.3), αν η συσκευή φέρει τέτοια όργανα.

Υπάρχει όμως περίπτωση τα παραπάνω όργανα να λειτουργούν ελαττωματικά, για παράδειγμα να έχει πέσει η απόδοση της λυχνίας νέον του οργάνου ελέγχου εκπομπής ή να έχει αποσυντονισθεί το αντηχείο του οργάνου ελέγχου λήψεως από τη συχνότητα εκπομπής λήψεως της συσκευής. Γι' αυτό, οι παραπάνω έλεγχοι πρέπει να γίνονται σε περιοχή στην οποία υπάρχουν στόχοι σε μεγάλες αποστάσεις και να διαπιστώνομε αν αυτοί ανιχνεύονται στην απόσταση που καθορίζεται

από τις παραμέτρους που έχομε αναπτύξει στα προηγούμενα κεφάλαια (ορίζοντας ραντάρ, συνθήκες διαθλάσεως της δέσμης ακτινοβολίας και ύψος, σχήμα, υφή, όψη παρατηρήσεως και μέγεθος του στόχου). Έτσι, βεβαιωνόμαστε και για την καλή λειτουργία των οργάνων αυτών, για να μπορέσουμε να τα χρησιμοποιήσουμε σε περίπτωση κακής οφratότητας. Αν διαπιστώσουμε, ότι το όργανο ελέγχου λήψεως έχει απορρυθμισθεί από τη συχνότητα της πραγματικής ηχούς, μπορούμε να το ρυθμίσουμε κατά τον τρόπο που αναπτύξαμε στην παράγραφο 5.6.3.

B Εμφανίζομε τους διακριβωτικούς κύκλους και λειτουργούμε τη συσκευή σε όλες τις κλίμακες ανιχνεύσεως, ελέγχοντας αν σε κάθε κλίμακα εμφανίζεται ο σωστός αριθμός διακριβωτικών κύκλων και αν οι δακτύλιοι ισαπέχουν μεταξύ τους. Σε όποια κλίμακα δεν εμφανίζεται ο σωστός αριθμός διακριβωτικών κύκλων, μπορούμε να τους ρυθμίσουμε με το εσωτερικό ποτενσιόμετρο της κλίμακας αυτής το οποίο ρυθμίζεται με κατσαβίδι και έχει την ονομασία Velocity (παράγρ. 2.6γ).

γ Ελέγχομε την ακρίβεια του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως, σε όλες τις αποστάσεις που καλύπτει αυτός και σε όλες τις κλίμακες ανιχνεύσεως (παράγρ. 2.6δ).

δ Ελέγχομε τη δραστικότητα όλων των διακοπτών και των ρυθμιστών της συσκευής, όπως για καθένα αναφέρεται στο τρίτο κεφάλαιο.

ε Ελέγχομε αν η γραμμή πλώρης εμφανίζεται, στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου, όταν έχομε παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω ή στην ένδειξη του ανεμολογίου που αντιστοιχεί, στην πορεία του πλοίου, όταν έχομε παρουσίαση της εικόνας με το Βορρά άνω.

2.5 Αίτια βλαβών.

Η παρουσίαση βλαβών σε κάθε τύπο συσκευής ραντάρ, όσο σύγχρονη και αν είναι αυτή, εξαρτάται από το χρόνο ζωής των διάφορων εξαρτημάτων της. Ως χρόνος ζωής εννοείται ο συνολικός χρόνος λειτουργίας των εξαρτημάτων, κατά τον οποίο αυτά λειτουργούν με ικανοποιητική απόδοση και όχι ο χρόνος που αυτά έχουν τοποθετηθεί στη συσκευή. Στις σύγχρονες συσκευές, που τα κυκλώματά τους αποτελούνται από πλακέτες με τρανζίστορς ή με ολοκληρωμένα κυκλώματα, τα εξαρτήματα που παρουσιάζουν περιορισμένο χρόνο ζωής είναι: η λυχνία μάγνετρον, η λυχνία κλείστρον, η λυχνία διακόπτης εκπομπής λήψεως, η λυχνία thyatron του διαμορφωτή (αν χρησιμοποιείται τέτοια), η καθοδική λυχνία και η κρυσταλλοδίοδος του κρυσταλλικού μίκτη. Αν και είναι παρακινδυνευμένο να καθορισθεί ο χρόνος ζωής των παραπάνω εξαρτημάτων, από την πράξη έχει διαπιστωθεί ότι ο μέσος χρόνος ζωής τους κυμαίνεται στις 2000 ώρες, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν λειτουργήσει και περισσότερο από 5000 ώρες. Ειδικά η καθοδική λυχνία παρουσιάζει μέσο χρόνο ζωής 5000 ώρες, αν και πολλές φορές έχει ξεπεράσει τις 20000 ώρες, εκτός αν, είτε από κακό χειρισμό είτε από βλάβη κυκλώματος που έχει άμεση σχέση με τη λαμπρότητα, καταστραφεί σημαντική επιφάνεια της φθορίζουσας ουσίας. Στις 2000 ώρες κυμαίνεται και ο μέσος χρόνος ζωής των ξηρών ανορθωτών και των πυκνωτών των κυκλωμάτων υπερυψηλών τάσεων και των ηλεκτρολυτικών πυκνωτών, ενώ των τρανζίστορς και των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων ξεπερνά τις 10000 ώρες.

Εξάλλου, ο χρόνος ζωής καινούργιου εξαρτήματος, που τοποθετείται στη

συσκευή σε αντικατάσταση ελαπτωματικού, μπορεί να περιορισθεί λόγω ανωμαλίας ή περιορισμένης αποδόσεως άλλου εξαρτήματος, που έχει σχέση με τη λειτουργία του καινούργιου. Επίσης, δεν πρέπει να ξεχνούμε, ότι ένα εξάρτημα μπορεί να καταστραφεί εύκολα, ενώ η συσκευή βρίσκεται εκτός λειτουργίας, όταν δεν τροφοδοτούνται οι αντιστάσεις θερμάστρες ή όταν έχουν κορεσθεί οι χημικοί ξηραντήρες.

Το κάψιμο μιας ασφάλειας συνήθως οφείλεται σε ελαπτωματική λειτουργία (βραχικύλωμα, διαρροή ή υπερφόρτωση) κάποιου εξαρτήματος στα κυκλώματα που προστατεύονται από αυτή. Πολλές φορές όμως το κάψιμο ασφάλειας μπορεί να οφείλεται σε μια στιγμιαία υπέρταση ή τυχαίο κατασκευαστικό ελάπτωμα της. Όταν αντικαθιστούμε μια ασφάλεια, χρησιμοποιούμε ασφάλεια που έχει ίδιες διαστάσεις και ίδια τιμή ρεύματος σε αμπέρ με την καμένη ασφάλεια. Αν μετά την τοποθέτησή της, η νέα όμοια ασφάλεια δεν καεί και η συσκευή λειτουργεί κανονικά, το κάψιμο της παλιάς ασφάλειας δεν οφείλεται σε ελάπτωμα άλλου εξαρτήματος. Αν όμως η νέα ασφάλεια καεί αρέσως, υπάρχει ανωμαλία σε άλλο εξάρτημα και δεν τοποθετούμε νέα ασφάλεια για δεύτερη φορά, αν δεν εντοπίσουμε και αντικαταστήσουμε το εξάρτημα που παρουσιάζει την ανωμαλία. Ποτέ δεν προσπαθούμε να αποκαταστήσουμε τέτοια ανωμαλία τοποθετώντας μεγαλύτερη ασφάλεια (μεγαλύτερης τιμής ρεύματος σε αμπέρ). Η τοποθέτηση μεγαλύτερης ασφάλειας μπορεί να προκαλέσει βλάβες και σε άλλα εξαρτήματα ή κυκλώματα.

Σημειώνεται, ότι κατά τη χρησιμοποίηση οργάνων, για τον έλεγχο των τρανζίστορς και των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, απαιτείται μεγάλη προσοχή, επειδή, τα εξαρτήματα αυτά λειτουργούν με χαμηλές τάσεις και μικρά ρεύματα.

Ακόμη και η ωμομέτρησή τους σε μεγάλη ή πολύ μικρή κλίμακα του ωμόμετρου μπορεί να τα καταστρέψει. Στις μεγάλες κλίμακές τους, τα ωμόμετρα χρησιμοποιούν μπαταρία ξηρών στοιχείων, η οποία μπορεί να παρέχει τάση υψηλότερη από αυτή που λειτουργούν τα τρανζίστορς ή τα ολοκληρωμένα κυκλώματα. Οι πολύ μικρές κλίμακές των ωμομέτρων, λόγω της μικρής εσωτερικής αντιστάσεως, μπορεί να προκαλέσουν βραχικύλωμα στα τρανζίστορς ή τα ολοκληρωμένα κυκλώματα, όταν παραλληλίζονται μ' αυτά. Πάντως στο εγχειρίδιο των πιο πολλών συσκευών αναφέρονται τα χαρακτηριστικά των ωμομέτρων και οι κλίμακες μετρήσεως που πρέπει να χρησιμοποιούμε.

Σημειώνεται επίσης, ότι ποτέ δεν προβαίνομε σε ρύθμιση των πυρήνων των μετασχηματιστών των ενισχυτών ενδιάμεσης συχνότητας και των πηνίων του διακριβωτή, επειδή για τη ρύθμισή τους, εκτός από τις ειδικές γνώσεις, απαιτούνται και ειδικά όργανα.

Π 2.6 Ανίχνευση βλαβών.

Η ύπαρξη βλάβης στη συσκευή ραντάρ γίνεται αντιληπτή από τη μη εμφάνιση ορισμένων στοιχείων ή ορισμένης επιδράσεως στον ενδείκτη PPI. Από το στοιχείο που δεν εμφανίζεται, μετά από το χειρισμό του διακόπτη ή του ρυθμιστή που προκαλεί την εμφάνισή του, μπορούμε να αποφανθούμε για το κύκλωμα της συσκευής, το οποίο υπόκειται σε βλάβη. Όμως για να καταλήξουμε σε σωστό συμπέρασμα, πρέπει να γνωρίζομε το κύκλωμα, στο οποίο επιδρά άμεσα ή έμμεσα κάθε διακόπτης και κάθε ρυθμιστής της συσκευής και το αποτέλεσμα που έχει ο χειρι-

σμός του στην εικόνα του ενδείκτη PPI. Επίσης πρέπει να γνωρίζομε την εξάρτηση που έχει η λειτουργία ορισμένων κυκλωμάτων από τη λειτουργία άλλων κυκλωμάτων της συσκευής η οποία ανεπύχθη στο δεύτερο κεφάλαιο. Πρέπει επίσης να γνωρίζομε και τη μονάδα της συσκευής στην οποία περιέχεται κάθε κύκλωμα.

Εξάλλου, η ύπαρξη ή όχι ενός χαρακτηριστικού θορύβου, που δημιουργείται κατά τη λειτουργία της κάθε μονάδας της συσκευής, μπορεί να μας διευκολύνει στη διαπίστωση βλάβης. Η βλάβη οφείλεται συνήθως στη μονάδα που δεν δημιουργεί το χαρακτηριστικό θόρυβο ή δημιουργεί αλλοιωμένο θόρυβο, μπορεί όμως να οφείλεται και σε άλλη μονάδα. Για το λόγο αυτό πρέπει να εξοικειωνόμαστε με το χαρακτηριστικό θόρυβο που δημιουργεί κάθε μονάδα της συσκευής ραντάρ του πλοίου μας, όταν αυτή λειτουργεί με κανονική απόδοση.

Όπως φαίνεται στο βασικό διάγραμμα λειτουργίας της συσκευής ραντάρ (σχ. Ρ2.1), οι διοδεύσεις, με τις οποίες οι πληροφορίες των κυκλωμάτων των μονάδων της συσκευής διοχετεύονται στην καθοδική λυχνία του ενδείκτη PPI, είναι:

- α)** Η διόδευση που προκαλεί την εμφάνιση και την εκτροπή της κηλίδας, ώστε να προκύπτει η βάση χρόνου. Στην διόδευση αυτή περιλαμβάνονται: το κύκλωμα σκανδάλης, ο διαμορφωτής, το κύκλωμα παλμού λαμπρότητας και η γεννήτρια βάσεως χρόνου.
- β)** Η διόδευση της πληροφορίας που προκαλεί την ισοταχή και σύγχρονη μετάδοση (συγχρογενήτρια-συγχροκινητήρας) και το σύστημα μεταφοράς της γραμμής πλώρης (χειροκίνητο ή αυτόματο) στην ένδειξη Οº του ανεμολογίου ή στην ένδειξη του ανεμολογίου που αντιστοιχεί στην πορεία του πλοίου.
- γ)** Η διόδευση εκπομπής-λήψεως, από την οποία προκύπτει η επιστροφή της ηχούς και η οποία επεξεργάζεται την ηχώ, ώστε να την μετατρέψει σε οπτικό σήμα, το οποίο τελικά προκαλεί αύξηση της λαμπρότητας της κηλίδας, με την οποία εμφανίζεται ο στόχος. Στη διόδευση αυτή περιλαμβάνονται: τα κυκλώματα εκπομπής (κύκλωμα σκανδάλης, διαμορφωτής, λυχνία μάγνετρον), ο διακόπτης εκπομπής-λήψεως και τα κυκλώματα λήψεως (κρυσταλλικός μίκτης, προενισχυτής IF, κύριος ενισχυτής IF, φωρατής και οπτικός ενισχυτής).
- δ)** Η διόδευση των πληροφοριών, οι οποίες προκαλούν αύξηση της λαμπρότητας της κηλίδας, για την εμφάνιση των διακριβωτικών κύκλων, του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως (αν υπάρχει τέτοιος) και της γραμμής πλώρης. Σ' αυτή περιλαμβάνονται τα αντίστοιχα κυκλώματα του διακριβωτή, του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως και της γραμμής πλώρης.

Έτσι, όταν θέτομε τη συσκευή σε λειτουργία ή όταν πραγματοποιούμε τον έλεγχο λειτουργίας της συσκευής, που αναπτύχθηκε στην παράγραφο 3.4, η μη εμφάνιση ενός ορισμένου στοιχείου της εικόνας μας οδηγεί στη διόδευση ή στο συγκεκριμένο κύκλωμα της διοδεύσεως που έχει υποστεί βλάβη. Για παράδειγμα, αν κατά την εκκίνηση της συσκευής ή αν ενώ λειτουργεί επί αρκετό χρόνο, διαπιστώσομε ότι με τη ρύθμιση της ευαισθησίας στη μέγιστη τιμή της δεν εμφανίζονται καθόλου θόρυβοι (χλόη), ενώ εμφανίζονται τα υπόλοιπα στοιχεία της εικόνας (βάση χρόνου, διακριβωτικοί κύκλοι, γραμμή πλώρης), η βλάβη πρέπει να βρίσκεται σε κάποια από τις τελευταίες βαθμίδες του κύριου ενισχυτή IF. Αν όμως με τη ρύθμιση της ευαισθησίας του δέκτη στη μέγιστη τιμή της εμφανισθούν λίγοι θόρυβοι, η βλάβη πρέπει να βρίσκεται σε μια από τις πρώτες βαθμίδες του κύριου ενισχυτή IF, ή σε βαθμίδα του προενισχυτή IF.

Ωστόσο, στο εγχειρίδιο των πιο πολλών συσκευών περιέχεται ειδικός χάρτης ανιχνεύσεως βλαβών (fault-finding chart). Στο χάρτη αυτόν αναφέρεται η λογική σειρά ελέγχων που πρέπει να ακολουθήσομε, ώστε, σύμφωνα με τα συμπτώματα που παρατηρούμε σε κάθε έλεγχο, να οδηγηθούμε στο ορισμένο κύκλωμα ή εξάρτημα, που υπόκειται σε βλάβη. Υπόδειγμα τέτοιου χάρτη βλέπομε στο σχήμα Π2.6. Σε κάθε σύμπτωμα που αναφέρεται, ο χάρτης ανιχνεύσεως βλαβών μας παραπέμπει σε ορισμένη παράγραφο του εγχειριδίου, στην οποία αναφέρονται οι λεπτομερείς έλεγχοι στους οποίους πρέπει να προβούμε για τον ακριβή εντοπισμό της βλάβης.

Για να εξοικειωθούμε με τη χρήση του χάρτη ανιχνεύσεως βλαβών, ας αναφέρομε ένα απλό παράδειγμα. Ας υποθέσουμε ότι μετά την εκκίνηση της συσκευής ραντάρ δεν φωτίζονται το ανεμολόγιο του ενδείκτη και οι κλίμακες ανιχνεύσεως. Αυτό συνεπάγεται ότι το τροφοδοτικό ισχύος δεν παρέχει την τάση 1000 c/s, η οποία είναι απαραίτητη για την τροφοδότηση των κυκλωμάτων της συσκευής. Η τιμή της τάσεως αυτής αναφέρεται στο εγχειρίδιο της συσκευής μας. Ας δούμε τώρα πώς μπορούμε να εντοπίσουμε τη βλάβη, με τη βοήθεια του χάρτη του σχήματος Π2.6:

a) Το τροφοδοτικό (κινητήρας-γεννήτρια) δεν περιστρέφεται.

- 1) Ελέγχομε αν η τάση του πλοίου φθάνει στο κιβώτιο ακροδεκτών του τροφοδοτικού και αν οι ασφάλειες που παρεμβάλλονται στη γραμμή παροχής τάσεως πλοίου δεν έχουν καεί.
- 2) Ελέγχομε αν ενεργοποιείται ο ηλεκτρονόμος εκκινήσεως του τροφοδοτικού της στιγμή που θέτομε εντός το διακόπτη εκκινήσεως της συσκευής. Υπενθυμίζομε ότι ο ηλεκτρονόμος αυτός βρίσκεται στη μονάδα εκκινήσεως του τροφοδοτικού (starter unit). Ο έλεγχος ενεργοποίησεως του ηλεκτρονόμου γίνεται παρατηρώντας αν ανοιγοκλείνουν οι επαφές του. Η μη ενεργοποίηση του ηλεκτρονόμου εκκινήσεως μπορεί να οφείλεται:
 - σε υπερφόρτισή του (overload),
 - σε μηχανικό κόλλημα,
 - σε διακοπή του πηνίου του.

Έχοντας το διακόπτη εκκινήσεως της συσκευής «εντός» (ON), πιέζομε το κουμπί αποκαταστάσεως υπερφορτίσεως (overload reset), αν η μονάδα του εκκινητή φέρει τέτοιο, ώστε να αποκατασταθεί η ανωμαλία, αν πρόερχεται από υπερφόρτιση. Ανη ανωμαλία δεν αποκατασταθεί ή αν η μονάδα του εκκινητή δε φέρει τέτοιο πιεζόμενο κουμπί υπερφορτίσεως, πιέζομε τον οπλισμό του ηλεκτρονόμου εκκινήσεως, ώστε να κλείσουν στιγμιαία οι επαφές του και να αντιμετωπίσουμε μηχανικό κόλλημά του. Αν με το στιγμιαίο κλείσιμο των επαφών, το τροφοδοτικό ζεύγος ξεκινήσει, αλλά σταματήσει πάλι, επειδή δεν θα παραμείνουν κλειστές οι επαφές του ηλεκτρονόμου εκκινήσεως, το πιθανότερο είναι να παρουσιάζει διακοπή το πηνίο του ηλεκτρονόμου, που μπορεί να διαπιστωθεί με αωμομέτρηση.

3) Αν ο ηλεκτρονόμος εκκινήσεως ενεργοποιείται, αφαιρούμε τα καλύματα στα άκρα του τροφοδοτικού (κινητήρα-γεννήτριας) και ελέγχομε: τις συνδέσεις, την κατάσταση του συλλέκτη ή των ρευματοφόρων δακτυλίων και των ψηκτρών.

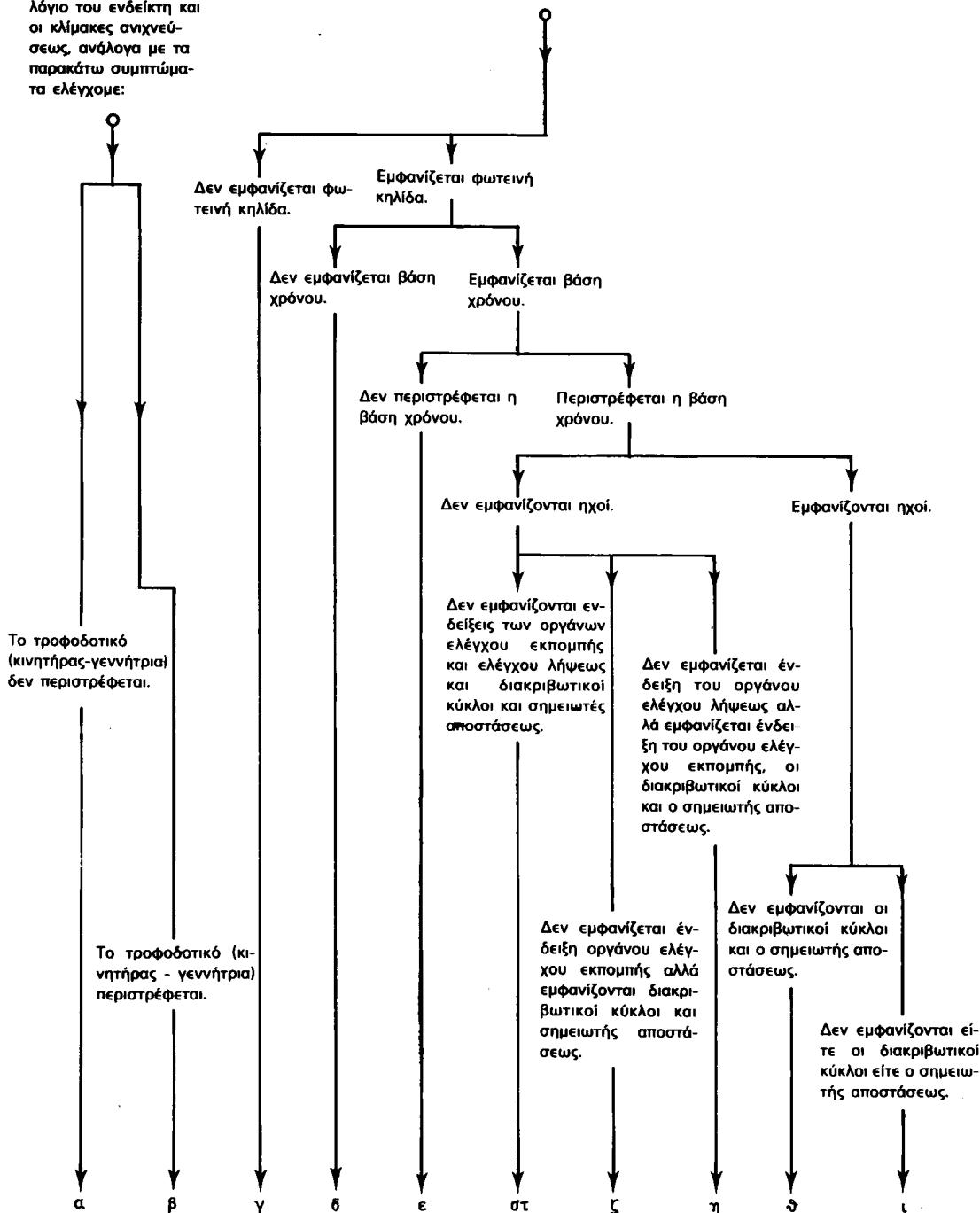
Αν το τροφοδοτικό είναι στατικός μετατροπέας, ελέγχομε τις ασφάλειες, τις συνδέσεις και τον ηλεκτρονόμο υπερφορτίσεως, αν φέρει τέτοιο.

Σημειώνεται ότι, τα σημεία, στα οποία θα μετρήσουμε την τάση εισόδου (τάση

ΑΦΟΥ ΠΑΡΕΛΘΕΙ Ο ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

KATA THN EKKINHSH
αν με τη ρύθμιση φωτισμού (dimmer) δε φωτίζεται το ανεμόλογιο του ενδείκτη και οι κλίμακες ανιχνεύσεως ανάλογα με τα παρακάτω συμπτώματα ελέγχομε:

αποκαθιστούμε
την εκπομπή και ρυθμίζομε τη συσκευή
ώστε να εμφανισθούν
στόχοι.



πλοίου) και την τάση εξόδου του τροφοδοτικού, αναφέρονται στο εγχειρίδιο.

β) Το τροφοδοτικό περιστρέφεται.

- 1)** Ελέγχομε τις ασφάλειες, που παρεμβάλλονται στην έξοδο του τροφοδοτικού και τη σύνδεση των αντίστοιχων καλωδιώσεων.
- 2)** Μετράμε αν υπάρχει τάση εξόδου στους ακροδέκτες εξόδου του τροφοδοτικού. Αν η τάση εξόδου είναι πολύ χαμηλότερη από την κανονική της τιμή:
 - Ελέγχομε αν είναι κανονική η τάση πλοίου στην είσοδο του τροφοδοτικού.
 - Ρυθμίζομε με κατσαβίδι το ρυθμιστή τάσεως (προρρυθμιζόμενο ποτενσίομετρο) στο κύκλωμα αυτόματης ηλεκτρονικής σταθεροποιήσεως της τάσεως εξόδου του τροφοδοτικού.
- 3)** Αν η τάση εξόδου του τροφοδοτικού είναι κανονική, ελέγχομε αν η τάση αυτή φτάνει στους αντίστοιχους ακροδέκτες των μονάδων του πομποδέκτη και του ενδείκτη. Τους ακροδέκτες αυτούς θα πληροφορηθούμε από το εγχειρίδιο.

γ) Δεν εμφανίζεται κηλίδα.

Στρέφομε αργά το ρυθμιστή λαμπρότητας από εντελώς αριστερά μέχρι εντελώς δεξιά και μετά τον επαναφέρομε εντελώς αριστερά. Αν δεν εμφανισθεί φωτεινή κηλίδα στην οθόνη PPI, προβαίνομε στα εξής:

- 1)** Ελέγχομε τις προστατευτικές ασφάλειες των ανορθωτικών που αναφέρει το εγχειρίδιο.
- 2)** Ανοίγομε τη μονάδα του πομποδέκτη και με προσοχή πλησιάζομε μια δοκιμαστική λυχνία νέον στους ακροδέκτες καθόδου της λυχνίας μάγνετρον. Αν η λυχνία ανάβει σε απόσταση μεγαλύτερη από 1 cm, συνεπάγεται ότι ο διαμορφωτής λειτουργεί και ότι μάλλον παρέχεται ο συγχρονιστικός παλμός στο κύκλωμα παλμού λαμπρότητας.
- 3)** Θέτομε τη συσκευή εκτός λειτουργίας και ανοίγομε τη μονάδα του ενδείκτη. Αν δυσκολεύομαστε ακολουθούμε τις οδηγίες του εγχειρίδιου.
 - 4)** Εκφορτίζομε, με βραχυκυκλωτήρα (παράγρ. Π2.2) τους πυκνωτές του κυκλώματος υπερυψηλής τάσεως της τελικής ανόδου της καθοδικής λυχνίας. Αν δεν υπάρχει γυμνό σημείο στο κύκλωμα αυτό για να φέρομε σε επαφή το ένα άκρο του βραχυκυκλωτήρα αφαιρούμε με προσοχή τον ακροδέκτη (βεντούζα του καλωδίου) από την υποδοχή (ακροδέκτη) της τελικής ανόδου της καθοδικής λυχνίας και τον φέρομε σε επαφή με το σασί πολλές φορές για να εκφορτισθούν οι πυκνωτές του κυκλώματος υπερυψηλής τάσεως. Μετά γειώνομε με το βραχυκυκλωτήρα και τον ακροδέκτη της καθοδικής λυχνίας, για να εκφορτίσομε τον πυκνωτή που δημιουργεί η τελική άνοδος της καθοδικής λυχνίας. Τακτοποιούμε τον ακροδέκτη (βεντούζα του καλωδίου) υπερυψηλής τάσεως, κατά τρόπο ώστε να μη γειώνεται ή να μην έλθει σε επαφή με άλλο εξάρτημα.
 - 5)** Θέτομε τη συσκευή σε λειτουργία, μετά 1 λεπτό τη θέτομε εκτός, και αμέσως με το βραχυκυκλωτήρα γειώνομε το μεταλλικό άκρο του ακροδέκτη στο εσωτερικό της βεντούζας. Αν καθώς πλησιάζομε το βραχυκυκλωτήρα στον ακροδέκτη σκάσει σπινθήρας σε απόσταση μεγαλύτερη από 3 mm, τότε παρέχεται η υπερυψηλή τάση στην τελική άνοδο της καθοδικής λυχνίας.

6) Αν διαπιστώσουμε ότι υπάρχει η παραπάνω υπερυψηλή τάση, ελέγχομε:

- Αν ο ακροδέκτης (βεντούζα του καλωδίου) προσαρμόζεται καλά στην εσοχή του ακροδέκτη της τελικής ανόδου της καθοδικής λυχνίας.
- Αν η βάση στο άκρο του μίσχου της καθοδικής λυχνίας προσαρμόζεται καλά στους ακροδέκτες (ποδαράκια) της λυχνίας.
- Αν, θέτοντας σε λειτουργία τη συσκευή ανάβει (φωτίζει) το νήμα θερμάνσεως της καθοδικής λυχνίας.
- Αν είναι ελαττωματική η καθοδική λυχνία με αντικατάσταση εφόσον διαθέτομε τέτοια αμοιβή λυχνία.

Κατά παρόμοιο τρόπο αναπτύσσονται στο εγχειρίδιο της συσκευής οι λεπτομερείς έλεγχοι των υπόλοιπων περιπτώσεων από «δ» μέχρι «ι», που αναφέρονται στο χάρτη ανιχνεύσεως βλαβών (σχ. Π2.6).

Ερωτήσεις δεύτερου παραρτήματος.

1. Για ποιους λόγους, ενώ η στιγμιαία ισχύς ακτινοβολίας της κεραίας ραντάρ είναι αρκετά kW, η ισχύς ακτινοβολίας της μέσα στο χώρο της δέσμης και σε απόσταση μεγαλύτερη από 2m είναι της τάξεως της δεκάδας mW/cm² και με την προϋπόθεση, ότι η κεραία δεν θα περιστρέφεται;
2. Με ποιο τρόπο μπορούμε να εκφορτίσουμε τους πυκνωτές των κυκλωμάτων της συσκευής ραντάρ και για ποιο λόγο είναι απαραίτητη η εκφόρτισή τους, ενώ η συσκευή είναι εκτός λειτουργίας;
3. Τι είναι οι διακόπτες ασφάλειας (interlocks ή door switches), πώς λειτουργούν και ποια είναι η χρησιμότητά τους;
4. Σε ποιες ενέργειες θα προβείτε, πριν ασχοληθείτε με τη συντήρηση ή την αποκατάσταση βλάβης της συσκευής ραντάρ;
5. Ποια εξαρτήματα της συσκευής ραντάρ μπορεί να τροφοδοτούνται, όταν η συσκευή είναι εκτός λειτουργίας, ποια είναι η τάση τροφοδοτήσεώς τους, υπό ποια προϋπόθεση τροφοδοτούνται και τι εξασφαλίζεται με την τροφοδότησή τους;
6. Κατά ποια χρονικά διαστήματα πρέπει να επαναλαμβάνεται η συντήρηση της συσκευής ραντάρ και ποιες εργασίες περιλαμβάνονται στην συντήρησή της;
7. Ποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζει το τροφοδοτικό της συσκευής ραντάρ στατικός μετατροπέας σε σύγκρισή του με το τροφοδοτικό ζεύγος κινητήρα-γεννήτριας;
8. Ποιες είναι οι βασικές εργασίες συντηρήσεως του συγκροτήματος της κεραίας και τι πρέπει να αποφεύγομε οπωσδήποτε σε ορισμένες επιφάνειες μερών ή εξαρτημάτων της κεραίας;
9. Ποιες είναι οι βασικές εργασίες συντηρήσεως του συγχροκινητήρα και του πηνίου εκτροπής και τι πρέπει να προσέχουμε ιδιαίτερα κατά την εκτέλεση των εργασιών αυτών;
10. Ποιες είναι οι βασικές εργασίες συντηρήσεως των ηλεκτρικών ή ηλεκτρονικών μερών των μονάδων της συσκευής ραντάρ;
11. Τι είναι οι χημικοί ξηραντήρες, ποια είναι η χρησιμότητά τους στη συσκευή ραντάρ και τι το ιδιαίτερο πρέπει να έχουμε υπόψη μας γι' αυτούς;
12. Ποιες βασικές εργασίες περιλαμβάνονται στη μηχανική επιθεώρηση των μονάδων της συσκευής ραντάρ και τι εξασφαλίζεται με κάθε μια από αυτές;
13. Ποιες βασικές εργασίες περιλαμβάνονται στον έλεγχο της αποδόσεως της συσκευής ραντάρ;
14. Για ποιους λόγους, πριν προβούμε στις εργασίες ελέγχου της αποδόσεως της συσκευής ραντάρ, πρέπει να επιτρέψουμε στη συσκευή να λειτουργήσει επί 15 λεπτά τουλάχιστον;
15. Τι πρέπει να έχουμε υπόψη μας κατά τη χρησιμοποίηση του οργάνου ελέγχου εκπομπής και του οργάνου ελέγχου λήψεως, για τον έλεγχο της αποδόσεως της συσκευής ραντάρ και κατά ποιο τρόπο μπορούμε να διαπιστώσουμε πιθανές αιωμαλίες στη λειτουργία των οργάνων αυτών;
16. Για ποιους λόγους οι διάφοροι τύποι ειδικών λυχνιών, που χρησιμοποιούνται στη συσκευή ραντάρ έχουν μικρότερο χρόνο ζωής από τις πλακέτες με τρανζίστορς ή με ολοκληρωμένα κυκλώματα; Ποιος είναι ο μέσος χρόνος ζωής των δυο παραπάνω ειδών εξαρτημάτων και ποια άλλα εξαρτήματα παρουσιάζουν μικρό μέσο χρόνο ζωής;

17. Τι πρέπει να έχουμε υπόψη μας κατά την αντικατάσταση μιας καμένης ασφάλειας και για ποιους λόγους;
18. Τι πρέπει να έχουμε υπόψη μας κατά τον έλεγχο των τρανζίστορς και των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων με ωμόμετρο και για ποιους λόγους;
19. Ποιο σύμπτωμα θα παρατηρήσουμε στον ενδείκτη PPI αν δεν λειτουργεί το κύκλωμα σκανδάλης της συσκευής και με το χειρισμό ποιου ρυθμιστή θα διαπιστωθεί το σύμπτωμα αυτό; Να γίνει αιτιολόγηση.
20. Αν δεν λειτουργήσει το κύκλωμα σκανδάλης της συσκευής, ποια άλλα κυκλώματα της συσκευής δε θα λειτουργήσουν; Να γίνει αιτιολόγηση.
21. Αν καταστραφεί η κρυσταλλοδίδιος του μίκτη της συσκευής, ποια συμπτώματα θα παρατηρήσουμε στην οθόνη, με το χειρισμό ποιου ρυθμιστή θα εκδηλωθεί το σύμπτωμα αυτό και ποια μπορεί να είναι τα αίτια καταστροφής της κρυσταλλοδίδιου αυτής;
22. Σε περίπτωση που η συσκευή σας στερείται οργάνου ελέγχου εκπομπής, μπορείτε να ελέγξετε τη λειτουργία, έστω και με περιορισμένη απόδοση, του διαμορφωτή, της λυχνίας μάγνετρον και ότι η ενέργεια που παράγεται από τη λυχνία μάγνετρον ακτινοβολείται από την κεραία;
23. Σε περίπτωση που διαπιστώσετε ότι η λυχνία μάγνετρον λειτουργεί, αλλά η ενέργεια που παράγει δεν ακτινοβολείται από την κεραία, σε τι μπορεί να οφείλεται η ανωμαλία αυτή και σε ποιες ενέργειες θα προβείτε για να την αποκαταστήσετε;
24. Σε ποιες ενέργειες θα προβείτε για να διαπιστώσετε αν παρέχεται η υπερυψηλή τάση στην τελική άνοδο της καθοδικής λυχνίας;
25. Αν η βάση χρόνου δεν περιστρέφεται, μπορείτε να διαπιστώσετε αν περιστρέφεται η κεραία από την εμφάνιση της βάσεως χρόνου; Να γίνει αιτιολόγηση.
26. Αν η βάση χρόνου δε φθάνει μέχρι την περιφέρεια της οθόνης, σε ποια κυκλώματα ή εξαρτήματα μπορεί να οφείλεται η ανωμαλία αυτή; Ποιο προρρυθμιζόμενο ρυθμιστή φέρουν ορισμένες συσκευές ραντάρ, με τη ρύθμιση του οποίου μπορεί να αποκατασταθεί το κανονικό μήκος της βάσεως χρόνου;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΤΡΙΤΟ

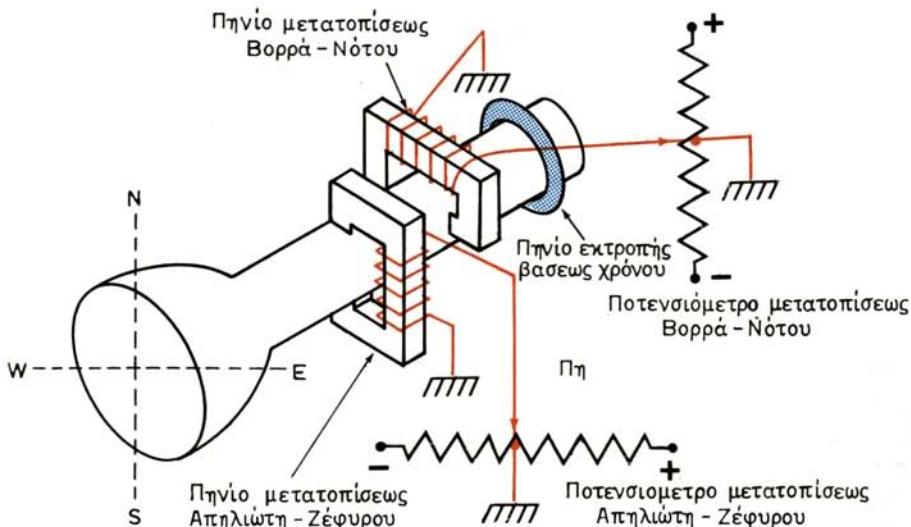
Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΝΔΕΙΚΤΗ ΑΛΗΘΟΥΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

Π 3.1. Αρχή λειτουργίας του ενδείκτη αληθούς κινήσεως.

Στην παράγραφο 8.7 αναφέραμε ότι η κίνηση του κέντρου της εικόνας και των σταθερών της στοιχείων στην οθόνη του ενδείκτη αληθούς κινήσεως, με την πορεία και την ταχύτητα του πλοίου μας, επιτυγχάνεται με την μεταβολή της εντάσεως ή και της φοράς των συνεχών ρευμάτων, με τα οποία τροφοδοτούνται δυο κάθετα ζεύγη πηνίων, τα οποία περιβάλλουν το μίσχο της καθοδικής λυχνίας.

Στο σχήμα Π3.1 βλέπομε δυο πρότυπα πηνία, που περιβάλλουν το μίσχο της καθοδικής λυχνίας και δυο ποτενσιόμετρα, με τα οποία μπορούμε να ρυθμίζουμε την ένταση και τη φορά των ρευμάτων που διαρρέουν τα δυο πηνία. Όταν το οριζόντιο πηνίο διαρρέεται από συνεχές ρεύμα, δημιουργεί σταθερής εντάσεως μαγνητικό πεδίο, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι παράλληλες προς τον οριζόντιο άξονα (διάμετρο) της οθόνης. Καθώς τα εστιασμένα σε δέσμη ηλεκτρόνια, που δημιουργούν τη φωτεινή κηλίδα, διέρχονται από το πεδίο αυτό, δέχονται σταθερές κατακόρυφες δυνάμεις Laplace. Οι δυνάμεις αυτές εκτρέπουν ολόκληρη την εικόνα κατακόρυφα και έτσι το κέντρο της δε συμπίπτει με το κέντρο της οθόνης, αλλά μετατοπίζεται σε κάποιο σημείο της κατακόρυφης διαμέτρου της οθόνης. Για το λόγο αυτό, το οριζόντιο αυτό πηνίο ονομάζεται πηνίο μετατοπίσεως Βορρά-Νότου. Το μέγεθος της μετατοπίσεως Βορρά-Νότου είναι ανάλογο με την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο, ενώ η φορά μετατοπίσεως, πάνω ή κάτω από το κέντρο της οθόνης, εξαρτάται από τη φορά του ρεύματος.

Έτσι, όταν ο δρομέας του ποτενσιόμετρου μετατοπίσεως Βορρά-Νότου βρίσκεται στο μέσο της διαδρομής του (σχ. Π3.1), επειδή το μέσο του ποτενσιόμετρου και το ένα άκρο του πηνίου γειώνονται, το πηνίο που δε διαρρέεται από ρεύμα, δε δημιουργεί μαγνητικό πεδίο και στην εικόνα δε δημιουργείται καμιά μετατόπιση (εκτροπή). Όταν ο δρομέας μετακινηθεί προς τα άνω, αποκτά θετικό δυναμικό και στο πηνίο κυκλοφορεί ρεύμα τέτοιας φοράς, ώστε η εικόνα να μετατοπίζεται προς τα άνω, δηλαδή προς το Βορρά. Όταν ο δρομέας μετακινηθεί στο ανώτερο σημείο της διαδρομής του, η ένταση του ρεύματος αποκτά τη μέγιστη τιμή και προκαλεί μέγιστη μετατόπιση της εικόνας προς Βορρά, η οποία είναι ίση με τα $\frac{2}{3}$ της ακτίνας της οθόνης. Όταν ο δρομέας μετακινηθεί στο κατώτερο σημείο της διαδρομής του, η μέγιστη ένταση ρεύματος που διαρρέει το πηνίο αποκτά αντίθετη φορά, οπότε αντιστρέφεται και η φορά του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το πηνίο και έτσι η εικόνα μετατοπίζεται (εκτρέπεται) προς Νότο κατά τα $\frac{2}{3}$ της ακτίνας της οθόνης.



Σχ. Π 3.1.

Αρχή αποκεντρώσεως της εικόνας ενδείκτη αληθούς κινήσεως.

Το πηνίο μετατοπίσεως Απηλιώτη-Ζέφυρου, που είναι κατακόρυφο, όταν διαρέεται από ρεύμα, δημιουργεί μαγνητικό πεδίο, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι παράλληλες προς τον κατακόρυφο άξονα (διάμετρο) της οθόνης και προκαλεί μετατόπιση (εκτροπή) της εικόνας προς τη διεύθυνση Απηλιώτη-Ζέφυρου, ανάλογα με τη φορά του ρεύματος. Έτσι, η μετακίνηση του δρομέα του ποτενσιόμετρου μετατοπίσεως Απηλιώτη-Ζέφυρου μέχρι το δεξιότερο και το αριστερότερο σημείο της διαδρομής του, προκαλεί μετατόπιση (εκτροπή) του κέντρου της εικόνας κατά τα $\frac{2}{3}$ της ακτίνας της οθόνης προς την κατεύθυνση του Απηλιώτη και του Ζέφυρου αντίστοιχα.

Αν υποθέσομε, ότι το πλοίο μας πλέει με πορεία 0° και μετακινήσομε το δρομέα του ποτενσιόμετρου μετατοπίσεως Βορρά-Νότου στο κατώτερο σημείο της διαδρομής του, το κέντρο της εικόνας θα μετατοπισθεί προς την κατεύθυνση του Νότου (180° του ανεμολογίου) κατά τα $\frac{2}{3}$ της ακτίνας της οθόνης. Ο δρομέας του ποτενσιόμετρου μετατοπίσεως Απηλιώτη-Ζέφυρου διατηρείται στο μέσο της διαδρομής του και έτσι δεν προκαλείται καμία μετατόπιση προς τη διεύθυνση Απηλιώτη-Ζέφυρου. Έτσι, η γραμμή πλώρης αρχίζει από το κέντρο της εικόνας, διέρχεται από το κέντρο της οθόνης και καταλήγει στην ένδειξη 0° του ανεμολογίου της οθόνης, η οποία ένδειξη 0° αντιπροσωπεύει στην περίπτωση αυτή την κατεύθυνση του Βορρά. Τη στιγμή αυτή, λόγω της μετατοπίσεως του κέντρου της εικόνας, η απόσταση που ανιχνεύεται προς την κατεύθυνση της πρύμνης έχει ελαττωθεί στο $\frac{1}{3}$ της κλίμακας ανιχνεύσεως που χρησιμοποιούμε, ενώ η απόσταση που ανιχνεύεται προς την κατεύθυνση της πλώρης, έχει αυξηθεί στα $\frac{5}{3}$ της κλίμακας ανιχνεύσεως που χρησιμοποιούμε. Αν δηλαδή χρησιμοποιούμε κλίμακα ανιχνεύσεως 6 ν.μ., η απόσταση ανιχνεύσεως προς την κατεύθυνση της πρύμνης και προς την κατεύθυνση της πλώρης θα είναι 2 και 10 ναυτικά μίλια αντίστοιχα. Τη στιγμή αυτή

αρχίζουμε να μετακινούμε το δρομέα του ποτενσιόμετρου μετατοπίσεως Βορρά-Νότου, από το κατώτερο σημείο της διαδρομής του που βρίσκεται, προς τα άνω, με τέτοια ταχύτητα, ώστε σε κάθε στροφή της κεραίας, το κέντρο της εικόνας να μετατοπίζεται στην οθόνη προς την ένδειξη 0° του ανεμολογίου κατά διάστημα ίσο με εκείνο που διανύει το πλοίο μας σε κάθε στροφή της κεραίας, λόγω της ταχύτητάς του. Έτσι, το κέντρο της εικόνας (η αρχή της γραμμής πλώρης) θα κινείται στην οθόνη προς την ένδειξη 0° του ανεμολογίου με την ταχύτητα που το πλοίο μας κινείται στον ορίζοντα προς την κατεύθυνση του Βορρά. Οι ηχοί των ακινήτων στόχων που ανιχνεύονται, θα εμφανίζονται στην οθόνη ακίνητες, όπως παραπτηρούμε τους στόχους στον ορίζοντα από τη γέφυρα του πλοίου και καθώς το κέντρο της εικόνας κινείται, η θέση του σε σχέση με τις ηχούς ακινήτων στόχων μεταβάλλεται, όπως μεταβάλλεται στον ορίζοντα η θέση του πλοίου μας σε σχέση με τη θέση των στόχων, λόγω της κινήσεως του πλοίου. Η κίνηση του κέντρου της εικόνας προς την ένδειξη 0° του ανεμολογίου θα συνεχίζεται με τη σταθερή αυτή ταχύτητα, μέχρι τη στιγμή που ο δρομέας του ποτενσιόμετρου αυτού, ενώ τον μετακινούμε με την παραπάνω σταθερή ταχύτητα προς τα άνω, θα φθάσει στο ανώτερο σημείο της διαδρομής του. Τη στιγμή αυτή το κέντρο της εικόνας θα βρίσκεται κατά τα $\frac{2}{3}$ της ακτίνας της οθόνης βορειότερα από το κέντρο της οθόνης και η απόσταση ανιχνεύσεως προς την κατεύθυνση της πλώρης και την κατεύθυνση της πρύμνης θα είναι αντίστοιχα $\frac{1}{3}$ και $\frac{5}{3}$ της κλίμακας ανιχνεύσεως που χρησιμοποιούμε. Δηλαδή, το κέντρο της εικόνας θα έχει διανύσει διάστημα της οθόνης, ίσο με εκείνο που έχει διανύσει το πλοίο μας στο χρόνο αυτό. Επαναφέροντας το δρομέα του ποτενσιόμετρου μετατοπίσεως Βορρά-Νότου στο κατώτερο σημείο της διαδρομής του και μετακινώντας τον κατά τον ίδιο τρόπο μέχρι το ανώτερο σημείο της διαδρομής του, το κέντρο της εικόνας θα πραγματοποιήσει άλλη μια όμοια διαδρομή στον ίδιο χρόνο.

Αν το πλοίο μας πλέει με πορεία 180° και φέρομε το δρομέα του ποτενσιόμετρου μετατοπίσεως Βορρά-Νότου στο ανώτερο σημείο της διαδρομής του, μετακινώντας το δρομέα αυτό κατά τον παραπάνω τρόπο (με σταθερή ταχύτητα που αντιστοιχεί στην ταχύτητα του πλοίου), μέχρι το κατώτερο σημείο της διαδρομής του, το κέντρο της εικόνας θα πραγματοποιήσει αντίστοιχη διαδρομή προς την κατεύθυνση 180° του ανεμολογίου.

Διατηρώντας το δρομέα του ποτενσιόμετρου μετατοπίσεως Βορρά-Νότου στο μέσο της διαδρομής του, με όμοιους χειρισμούς του δρομέα του ποτενσιόμετρου μετατοπίσεως Απηλιώτη-Ζέφυρου, μπορούμε να εξασφαλίσουμε όμοιες διαδρομές του κέντρου της εικόνας προς την κατεύθυνση 90° ή 270° του ανεμολογίου, όταν το πλοίο μας ακολουθεί πορεία 90° ή 270° αντίστοιχα.

Όταν το πλοίο μας ακολουθεί οποιαδήποτε πορεία Z_λ και πλέει με οποιαδήποτε ταχύτητα S , η ταχύτητα κινήσεώς του προς τη διεύθυνση Βορρά-Νότου είναι ίση με την ταχυτητά του επί το συνημίτονο της πορείας του:

$$S_{B-N} = S \sin Z_\lambda$$

ενώ η ταχύτητα κινήσεώς του προς τη διεύθυνση Απηλιώτη-Ζέφυρου είναι:

$$S_{A-Z} = S \cos Z_\lambda$$

Έτσι, μετακινώντας τους δρομείς και των δύο ποτενσιομέτρων, μπορούμε να μεταφέρουμε το κέντρο της εικόνας κατά τα $\frac{2}{3}$ της οθόνης μακριά από το κέντρο

της οθόνης και αντίθετα από την πορεία. Από τη στιγμή αυτή, μετακινώντας το δρομέα του ποτενσιόμετρου μετατοπίσεως Βορρά-Νότου, ώστε το κέντρο της εικόνας να μετακινείται στην οθόνη προς τη διεύθυνση Βορρά-Νότου με ταχύτητα $S_{B-N} = S_{συν\ Z}$ και το δρομέα του ποτενσιόμετρου μετατοπίσεως Απηλιώτη-Ζέφυρου, ώστε το κέντρο της εικόνας να κινείται στην οθόνη προς τη διεύθυνση Απηλιώτη-Ζέφυρου με ταχύτητα $S_{A-Z} = S_{ημ\ Z_\lambda}$. Τότε το κέντρο της εικόνας (το πλοίο μας) θα κινείται στην οθόνη με την πορεία και την ταχύτητα που κινείται στην πραγματικότητα το πλοίο μας.

Βέβαια, με την ταχύτητα και την κατεύθυνση (πορείας) που κινείται σε κάθε περίπτωση το κέντρο της εικόνας, κινούνται και όλα τα σταθερά στοιχεία της εικόνας (γραμμή πλώρης, διακριβωτικοί δακτύλιοι, μεταβλητός σημειωτής αποστάσεως και ηλεκτρονικός δρομέας διοπτρεύσεων), εφόσον εμφανίζονται.

Π 3.2 Περιγραφή και λειτουργία του συστήματος αληθούς κινήσεως.

Η κίνηση των δρομέων των ποτενσιόμετρων Βορρά-Νότου και Απηλιώτη-Ζέφυρου με αντίστοιχες ταχύτητες:

$$S_{B-N} = S_{συν\ Z_\lambda}$$

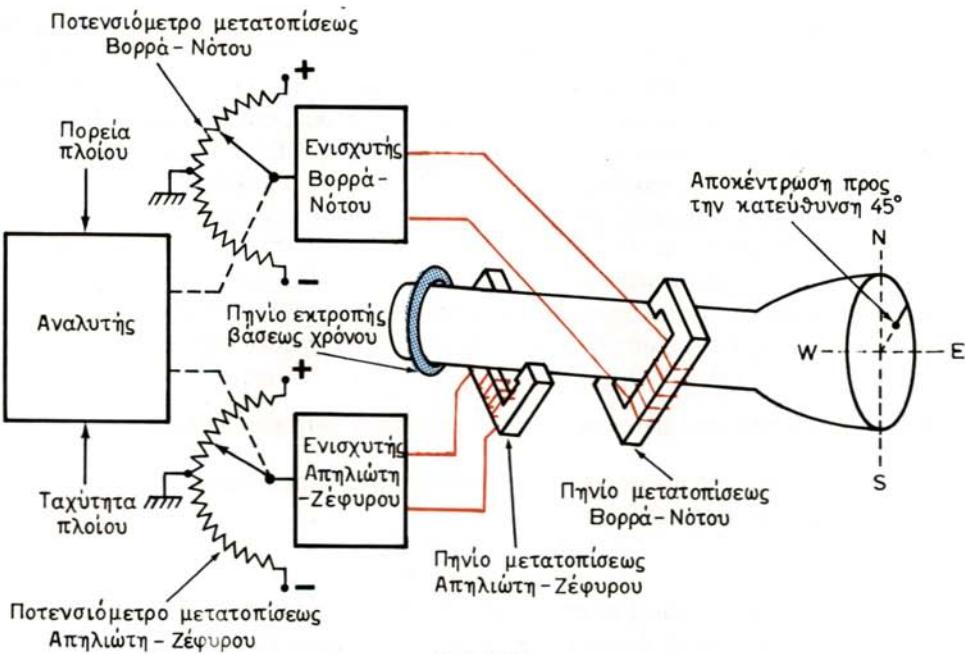
και

$$S_{A-Z} = S_{ημ\ Z_\lambda}$$

γίνεται αυτόματα, με ειδικό σύστημα, με το οποίο είναι εφοδιασμένος κάθε ενδείκτης αληθούς κινήσεως. Αυτές οι κινήσεις εξασφαλίζουν ανάλογες μεταβολές της εντάσεως και της φοράς του συνεχούς ρεύματος στα πηνία μετατοπίσεως Βορρά-Νότου και Απηλιώτη-Ζέφυρου, με αποτέλεσμα το κέντρο της εικόνας να κινείται στην οθόνη με την πορεία και την ταχύτητα του πλοίου μας.

Στο σχήμα Π3.2 φαίνεται το βασικό διάγραμμα τυπικού συστήματος αληθούς κινήσεως, το οποίο αποτελείται από τη μονάδα του αναλυτή, τα ποτενσιόμετρα μετατοπίσεως Βορρά-Νότου και Απηλιώτη-Ζέφυρου, τους αντίστοιχους ενισχυτές και τα πηνία μετατοπίσεως Βορρά-Νότου και Απηλιώτη-Ζέφυρου.

Η μονάδα του αναλυτή (resolver's unit) περιέχει διαφορικό ηλεκτρομηχανικό σύστημα και δυο μικρούς κινητήρες συνεχούς ρεύματος, των οποίων οι άξονες κινούν με γρανάζια τους δρομείς των ποτενσιόμετρων. Η μονάδα αυτή έχει είσοδο **ταχύτητας πλοίου** και είσοδο **πορείας πλοίου**. Στην είσοδο ταχύτητας εισέρχεται η πληροφορία της ταχύτητας από το δρομόμετρο του πλοίου ή από το τεχνητό δρομόμετρο που περιέχεται στη μονάδα του αναλυτή, υπό μορφή παλμών τάσεων, ο αριθμός των οποίων είναι ανάλογος προς την ταχύτητα του πλοίου. Οι παλμοί αυτοί ολοκληρώνονται και από την ολοκλήρωσή τους προκύπτει συνεχής τάση V, η οποία είναι ανάλογη με την ταχύτητα του πλοίου. Με μέρος της τάσεως αυτής τροφοδοτούνται οι δυο μικροί κινητήρες που κινούν τους δρομείς των δυο ποτενσιόμετρων. Στην είσοδο της πορείας εισέρχεται ηλεκτρικά η πληροφορία της πορείας του πλοίου. Δηλαδή, συνδέεται επαναλήπτης που περιέχεται στη μονάδα του αναλυτή, με τη γυροσκοπική πυξίδα του πλοίου ή και με τη μονάδα μεταδόσεως μαγνητικής πυξίδας, όπως στο αυτόματο πηδάλιο που λειτουργεί με μαγνητική πυξίδα. Ο επαναλήπτης αυτός φέρει συνήθως και ανεμολόγιο, στο οποίο βλέπομε την πορεία του πλοίου, όταν κατά την αληθή κίνηση το κέντρο της εικόνας δε συμπίπτει με το κέντρο της οθόνης και η γραμμή πλώρης δε διέρχεται από το κέντρο της οθόνης. Υπάρχει και ο γνωστός ρυθμιστής, με τον οποίο ρυθμίζομε τον επαναλήπτη στην ένδειξη πορείας της κύριας πυξίδας.



Σχ. Π 3.2.

Διάγραμμα τυπικού συστήματος ενδείκτη αληθούς κινήσεως.

Ο κινητήρας του επαναλήπτη αυτού επενεργεί ταυτόχρονα και στο παραπάνω κύκλωμα ολοκληρώσεως, κατά τρόπο ώστε η συνεχής τάση V που προκύπτει από την ολοκλήρωση των παλμών τάσεως του σήματος ταχύτητας, να μην εφαρμόζεται ολόκληρη στους δύο κινητήρες αλλά ένα μέρος της. Στον κινητήρα που κινεί το δρομέα του ποτενσιόμετρου μετατοπίσεως Βορρά-Νότου εφαρμόζεται τάση $V_{B-N} = V_{\text{συν}Z_\lambda}$, ενώ στον κινητήρα που κινεί το δρομέα του ποτενσιόμετρου μετατοπίσεως Απέλλιώτη-Ζέφυρου εφαρμόζεται τάση $V_{A-Z} = V_{\eta\mu Z_\lambda}$. Έτσι, οι δύο κινητήρες περιστρέφονται με ταχύτητες ανάλογες προς την ταχύτητα του πλοίου επί το συνημίτονο και το ημίτονο της πορείας αντίστοιχα και με ανάλογες ταχύτητες κινούν τους δρομείς των αντίστοιχων ποτενσιόμετρων. Από την κίνηση των δρομέων των ποτενσιόμετρων προκύπτουν συνεχείς τάσεις, των οποίων η τιμή είναι ανάλογη με το μέγεθος της κινήσεως των δρομέων. Οι τάσεις αυτές οδηγούνται στους ενισχυτές και από την ενίσχυσή τους προκύπτουν συνεχή ρεύματα, με τα οποία τροφοδοτούνται τα αντίστοιχα πηνία μετατοπίσεως Βορρά-Νότου και Απέλλιώτη-Ζέφυρου. Οι εντάσεις των ρευμάτων αυτών είναι ανάλογες με την τιμή των τάσεων που προκύπτουν από την κίνηση των δρομέων, δηλαδή μεταβάλλονται ανάλογα με το συνημίτονο και το ημίτονο της πορείας του πλοίου, όπως και στην περίπτωση που μετακινούσαμε χειροκίνητα τους δρομείς των ποτενσιόμετρων μετατοπίσεως. Αποτέλεσμα της παραπάνω μεταβολής των εντάσεων των ρευμάτων είναι να κινείται στην οθόνη το κέντρο και τα σταθερά στοιχεία της εικόνας με την πορεία και την ταχύτητα του πλοίου.

Όπως είπαμε, κάθε ενδείκτης αληθούς κινήσεως έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί και ως ενδείκτης σχετικής κινήσεως. Όταν λειτουργεί σε σχετική κίνηση,

τα παραπάνω πηγία μετατοπίσεως λειτουργούν ως πηγία κεντρώσεως (παράγρ. 3.3ια) και η ένταση ρεύματος που τα διαρρέει μεταβάλλεται με τους ρυθμιστές κεντρώσεως της εικόνας (shifts ή centering controls). Όταν ο ενδείκτης λειτουργεί σε αληθή κίνηση, οι ρυθμιστές κεντρώσεως αντικαθίστανται από τους ρυθμιστές μετατοπίσεως ή επανατοποθετήσεως (N-S Reset και E-W Reset), τους οποίους φέρει η εξειδικευμένη μονάδα αληθούς κινήσεως. Οι ρυθμιστές αυτοί επενεργούν στους δρομείς των αντίστοιχων ποτενσιομέτρων μετατοπίσεως του σχήματος Π3.2, εφόσον τους πέσουμε προς τα μέσα και τους στρέψουμε. Έτσι, κατά την αληθή κίνηση, μπορούμε με τη ρύθμιση τους, να μεταφέρουμε το κέντρο της εικόνας αντίθετα από την πορεία μας ή να το επαναφέρουμε, όταν ολοκληρώσει τη διαδρομή του διαστήματος της οθόνης, κατά το οποίο μπορεί να κινηθεί.

Στους σύγχρονους ενδείκτες αληθούς κινήσεως, η μονάδα του αναλυτή περιέχει ηλεκτρονικό διαφορικό σύστημα, το οποίο μετατρέπει την παραπάνω πληροφορία της ταχύτητας και την πληροφορία της πορείας του πλοίου σε συνεχείς τάσεις:

$V_{B-N} = V_{\text{συν } Z_\lambda}$ και $V_{A-Z} = V_{\text{ημ } Z_\lambda}$. Με τις τάσεις αυτές δεν τροφοδοτούνται οι δυο κινητήρες που κινούν τους δρομείς του ποτενσιομέτρου μετατοπίσεως, γιατί τέτοιοι δεν υπάρχουν, αλλά οδηγούνται στους ενισχυτές συνεχούς ρεύματος. Από την ενίσχυση των συνεχών αυτών τάσεων προκύπτουν ανάλογα συνεχή ρεύματα, με τα οποία τροφοδοτούνται τα αντίστοιχα πηγία μετατοπίσεως και έτσι εξασφαλίζεται η αληθής κίνηση. Οι ρυθμιστές μετατοπίσεως (N-S Reset και E-W Reset) κινούν τους δρομείς αντίστοιχων ποτενσιομέτρων, τα οποία ποτενσιόμετρα επενεργούν στο ηλεκτρονικό διαφορικό σύστημα και ρυθμίζουν τις αρχικές τιμές των συνεχών τάσεων και έμμεσα τις αρχικές εντάσεις των συνεχών ρευμάτων των πηγών μετατοπίσεως. Έτσι, είναι πάλι δυνατή η αρχική μετατόπιση του κέντρου της εικόνας αντίθετα από την πορεία ή και η επαναφορά του, όταν ολοκληρώσει τη διαδρομή του διαστήματος της οθόνης, κατά το οποίο μπορεί να κινηθεί.

Π 3.3 Ο ηλεκτρονικός δρομέας διοπτεύσεων.

Όπως είπαμε στην παράγραφο 8.7 οι ενδείκτες αληθούς κινήσεως φέρουν τον ηλεκτρονικό δρομέα διοπτεύσεων, επειδή κατά την αληθή κίνηση, το κέντρο της εικόνας δε συμπίπτει με το κέντρο της οθόνης και το κέντρο του ανεμολογίου, οπότε δεν είναι εύκολη αλλά και ακριβής η μέτρηση των διοπτεύσεων με το μηχανικό δρομέα. Ο ηλεκτρονικός δρομέας (electronic cursor) ή ηλεκτρονικός σημειωτής διοπτεύσεων (electronic bearing marker) μπορεί να χρησιμοποιηθεί και κατά τη λειτουργία του ενδείκτη σε σχετική κίνηση. Η χρησιμοποίησή του στη σχετική κίνηση πρέπει να προτιμάται, επειδή, σε σύγκρισή του με το μηχανικό δρομέα, παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Καθώς ο ηλεκτρονικός δρομέας δημιουργείται στην επιφάνεια της φθορίζουσας ουσίας, στην οποία δημιουργείται και η εικόνα των στόχων, αποφεύγεται το σφάλμα παραλλάξεως, λόγω μη κάθετης παρατηρήσεως της εικόνας.
- Οποιαδήποτε παραμόρφωση (καμπύλωση) της βάσεως χρόνου που θα προκαλούσε σφάλμα διοπτεύσεως, παρουσιάζεται και στον ηλεκτρονικό δρομέα, οπότε υπάρχει αλληλοεξουδετέρωση και αποφεύγεται το σφάλμα.

- Καθώς οι διοπτεύσεις διαβάζονται σε ξεχωριστή αναλογική ή ψηφιακή κλίμακα, σε περίπτωση που κατά τη σχετική κίνηση το κέντρο της εικόνας δε συμπίπτει με το κέντρο της οθόνης, δεν παρουσιάζεται σφάλμα.

Ο ηλεκτρονικός δρομέας διοπτεύσεων δημιουργείται από ειδικό σύστημα, με το οποίο είναι εφοδιασμένος κάθε ενδείκτης αληθούς κινήσεως. Το σύστημα αυτό μοιάζει με το σύστημα παραγωγής της γραμμής πλώρης (παράγρ. 2.4.1ε και παράγρ. 2.7) και αποτελείται:

- α) Από ένα μικροδιακόπτη, ο οποίος στερεώνεται σε στεφάνη που περιβάλλει το μίσχο της καθοδικής λυχνίας και βρίσκεται κοντά στο πηνίο εκτροπής της βάσεως χρόνου. Η στεφάνη αυτή του μικροδιακόπτη μπορεί να στρέφεται γύρω από το μίσχο της καθοδικής λυχνίας, με το ρυθμιστή electronic cursor ή bearing marker, ο οποίος ρυθμιστής επενεργεί και στον αναλογικό ή ψηφιακό ενδείκτη διοπτεύσεως. Οι επαφές του μικροδιακόπτη συγκρατούνται από το ελατήριο του συνέχεια ανοικτές.
- β) Από μικρού τόξου εξοχή, την οποία φέρει στην περιφερειά του το πηνίο εκτροπής της βάσεως χρόνου. Καθώς το πηνίο εκτροπής περιστρέφεται από το συγχροκινητήρα, ώστε να εξασφαλίζεται η σύγχρονη περιστροφή της βάσεως χρόνου με την κεραία, σε κάθε στροφή του, επομένως και σε κάθε στροφή της βάσεως χρόνου, η παραπάνω εξοχή πιέζει τις επαφές του μικροδιακόπτη και τις κλίνει για μικρό χρονικό διάστημα (2000-4000 μs). Η χρονική στιγμή που θα πιεσθούν και θα κλείσουν οι επαφές του μικροδιακόπτη, εξαρτάται από το σημείο, στο οποίο αυτός βρίσκεται (έχει στραφεί) στην περιφέρεια του μίσχου της καθοδικής λυχνίας, σε σχέση με την κατεύθυνση που βρίσκεται την ίδια στιγμή η περιστρεφόμενη βάση χρόνου.
- γ) Από ειδικό κύκλωμα, το οποίο ενεργοποιείται από τις επαφές του παραπάνω μικροδιακόπτη, κατά το μικρό χρονικό διάστημα που αυτές κλείνονται, όπως και το κύκλωμα παραγωγής της γραμμής πλώρης. Κατά την ενεργοποίησή του, το ειδικό αυτό κύκλωμα παράγει θετικό παλμό τάσεως, διάρκειας ίσης με το χρονικό διάστημα που κλείνουν οι επαφές. Ο θετικός αυτός παλμός, μέσω του ενισχυτή οπτικού σήματος, οδηγείται στο πλέγμα της καθοδικής λυχνίας, με αποτέλεσμα κατά τη διάρκειά του η βάση χρόνου να γίνεται λαμπτότερη και να προκύπτει φωτεινή γραμμή στην κατεύθυνση της εικόνας που βρίσκεται σε κάθε στροφή της η βάση χρόνου τη στιγμή που κλείνουν οι επαφές του μικροδιακόπτη. Η φωτεινή αυτή γραμμή είναι ο ηλεκτρονικός δρομέας διοπτεύσεων.

Έτσι, αν με το ρυθμιστή electronic cursor ή bearing marker έχομε στρέψει τη στεφάνη που φέρει το μικροδιακόπτη, ώστε οι επαφές του να κλείνουν τη στιγμή που η βάση χρόνου σημειώνει στόχο, του οποίου θέλομε να μετρήσουμε τη διόπτευση, ο ηλεκτρονικός δρομέας θα σημειώνει το στόχο αυτό και στον ιδιαίτερο αναλογικό ή ψηφιακό ενδείκτη διοπτεύσεων θα διαβάσουμε τη διόπτευση του στόχου.

Η κατά τον παραπάνω τρόπο παραγωγή του ηλεκτρονικού δρομέα διοπτεύσεων παρουσιάζει το εξής βασικό μειονέκτημα. Καθώς αυτός εμφανίζεται μια φορά (ως αναλαμπή) σε κάθε στροφή της βάσεως χρόνου, αν με τον παραπάνω ρυθμιστή του, τον στρέφομε, δεν μπορούμε να γνωρίζομε σε ποια κατεύθυνση βρίσκεται κατά τα χρονικά διαστήματα μεταξύ δυο διαδοχικών εμφανίσεών του. Έτσι, η

στροφή του στην ακριβή κατεύθυνση του στόχου που θέλομε να διοπτεύσουμε, είναι δύσκολη και χρονοβόρα.

Στους σύγχρονους ενδείκτες αληθούς κινήσεως, το μειονέκτημα αυτό δεν παρουσιάζεται, επειδή αυτοί, για την παραγωγή του ηλεκτρονικού δρομέα διοπτεύσεων, χρησιμοποιούν το σύστημα interscan (εσωτερικής έρευνας). Με το σύστημα interscan, ο ηλεκτρονικός δρομέας δε δημιουργείται μια φορά σε κάθε στροφή της βάσεως χρόνου, αλλά με το ρυθμό που δημιουργείται και η βάση χρόνου, σε κάθε χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τη στιγμή που ολοκληρώνεται κάθε εκτροπή της κηλίδας για τη δημιουργία της βάσεως χρόνου μέχρι τη στιγμή της επόμενης εκτροπής της κηλίδας. Έτσι, ο ηλεκτρονικός δρομέας δεν εμφανίζεται με στιγμιαίες αναλαμπές, αλλά με σταθερή λαμπρότητα.

Το σύστημα interscan αποτελείται από:

- a) Δεύτερο πηνίο εκτροπής, όμοιο με το πηνίο εκτροπής της βάσεως χρόνου, το οποίο περιβάλλει το μίσχο της καθοδικής λυχνίας και μπορεί να περιστρέφεται με το ρυθμιστή electronic cursor ή bearing marker, ώστε να πραγματοποιεί εκτροπή της κηλίδας στην κατεύθυνση που επιθυμούμε.
- β) Δεύτερη γεννήτρια βάσεως χρόνου, η οποία παρέχει παλμούς πριονωτού ρεύματος στο παραπάνω πηνίο εκτροπής.
- γ) Δεύτερο κύκλωμα παλμού λαμπρότητας, το οποίο λειτουργεί σε συγχρονισμό με τη δεύτερη γεννήτρια βάσεως χρόνου, ώστε η κηλίδα να εμφανίζεται κατά το χρονικό διάστημα που αυτή θα εκτρέπεται, για να γράψει τον ηλεκτρονικό δρομέα.

Τα παραπάνω ονομάζονται αντίστοιχα και πηνίο interscan, γεννήτρια interscan και κύκλωμα παλμού λαμπρότητας interscan.

Όπως είπαμε στις παραγράφους 1.4 και 2.6, η φωτεινή κηλίδα της καθοδικής λυχνίας εμφανίζεται και αρχίζει να εκτρέπεται ακτινικά από το κέντρο της οθόνης ταυτόχρονα με την εκπομπή κάθε παλμού. Αφού ολοκληρώνει την ιστοχαχή εκτροπή της μέχρι την περιφέρεια της οθόνης, σε χρονικό διάστημα ανάλογο με την κλίμακα ανιχνεύσεως που χρησιμοποιούμε, αμαυρώνεται και επιστρέφει στο κέντρο της οθόνης, όπου παραμένει αμαυρωμένη για σημαντικό χρονικό διάστημα μέχρι την έναρξη της επόμενης εκτροπής της. Σε κάθε τέτοιο χρονικό διάστημα, κατά το οποίο η κηλίδα παραμένει αχρησιμοποίητη (αμαυρωμένη στο κέντρο της οθόνης), ενεργοποιείται το δεύτερο κύκλωμα παλμού λαμπρότητας και η δεύτερη γεννήτρια βάσεως χρόνου και εξασφαλίζουν αντίστοιχα εμφάνιση και εκτροπή της κηλίδας. Από την εκτροπή αυτή που επαναλαμβάνεται με το ρυθμό, με τον οποίο επαναλαμβάνεται και η εκτροπή για τη δημιουργία της βάσεως χρόνου, προκύπτει δεύτερη φωτεινή γραμμή που μοιάζει με τη βάση χρόνου. Αυτή η φωτεινή γραμμή είναι ο ηλεκτρονικός δρομέας διοπτεύσεως. Η κατεύθυνση της εκτροπής της κηλίδας στην οποία εμφανίζεται και ο ηλεκτρονικός δρομέας, είναι κάθετη στην κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το πηνίο εκτροπής interscan. Έτσι, αν το πηνίο interscan δεν περιστρέφεται, ο ηλεκτρονικός δρομέας θα εμφανίζεται σε σταθερή κατεύθυνση της εικόνας. Αν όμως με το ρυθμιστή electronic cursor στρέφομε το πηνίο interscan, με την ίδια ταχύτητα θα στρέφεται και ο ηλεκτρονικός δρομέας, ενώ ο αντίστοιχος ξεχωριστός ενδείκτης διοπτεύσεων δείχνει τη διόπτευση.

Σε ορισμένες περιπτώσεις το κύκλωμα παλμού λαμπρότητας του συστήματος

interscan δεν παράγει συνεχή ορθογώνιο θετικό παλμό τάσεως, αλλά μια σειρά από ορθογώνιους θετικούς παλμούς μικρότερης διάρκειας. Έτσι, η κηλίδα δεν εμφανίζεται σε ολόκληρο το διάστημα της εκτροπής της, αλλά κατά τα διαστήματα των παλμών αυτών, με αποτέλεσμα ο ηλεκτρονικός δρομέας να εμφανίζεται ως ασυνεχής γραμμή και να διακρίνεται από τη γραμμή πλώρης.

Εξάλλου, στις μεγάλες κλίμακες ανιχνεύσεως που ο μεταξύ δυο εκτροπών βάσεως χρόνου αδρανής χρόνος της κηλίδας είναι πολύ μικρός και δεν επαρκεί για τη δημιουργία του ηλεκτρονικού δρομέα, κάθε 20 περίπου εκτροπές βάσεως χρόνου, παραλείπεται μια, κατά το διάστημα της οποίας λειτουργεί το σύστημα interscan. Δηλαδή, αν η ΣΕΠ της συσκευής είναι 1000 PPS, τότε το σύστημα interscan θα εξασφαλίζει $1000 : 20 = 50$ εκτροπές της κηλίδας ανά δευτερόλεπτο και ο ηλεκτρονικός δρομέας εμφανίζεται πάλι με σταθερή λαμπρότητα και όχι με στιγμιαίες αναλαμπές.

Κατά την παραπάνω μέθοδο interscan δημιουργούνται στην οθόνη του PPI και άλλα ηλεκτρονικά σχήματα, με τα οποία διευκολύνεται η χρησιμοποίηση του ραντάρ στην αποφυγή συγκρούσεως και στην πλοήγηση. Για τέτοια ηλεκτρονικά σχήματα θα μιλήσομε αναλυτικότερα στην εκμετάλλευση του ραντάρ.

Επίσης, για να μην εμφανίζονται οι ηχοί στόχων, οι οποίες επιστρέφουν κατά τα χρονικά διαστήματα που η κηλίδα εκτρέπεται για την εμφάνιση του ηλεκτρονικού δρομέα, ο παλμός του κυκλώματος παλμού λαμπρότητας χρησιμοποιείται και ως πόλωση στους ενισχυτές ενδιάμεσης συχνότητας του δέκτη και μηδενίζει την ευαισθησία κατά τα διαστήματα αυτά.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΡΑΝΤΑΡ

Βασικά αποσπάσματα από τις προδιαγραφές λειτουργίας της συσκευής ραντάρ ναυσιπλοΐας.

Π 4.1 Αντικείμενο της συσκευής.

Αντικείμενο της συσκευής ραντάρ ναυσιπλοΐας είναι να παρέχει ένδειξη σε σχέση με το πλοίο για τη θέση άλλων σκαφών, εμποδίων, σημαντήρων, ακτογραμμών και σημάτων ναυσιπλοΐας, κατά τρόπο που θα βοηθεί την αποφυγή συγκρούσεως και τη ναυσιπλοΐα.

Π 4.2 Εμβέλεια.

- a) Κάτω από κανονικές συνθήκες διαδόσεως, όταν η κεραία της συσκευής ραντάρ βρίσκεται σε ύψος 50 ft από την επιφάνεια της θάλασσας, η συσκευή θα παρέχει σαφή ένδειξη:

1) Ακτογραμμής:

Σε απόσταση 20 n.m., όταν υψώνεται σε 200 ft.

Σε απόσταση 7 n.m., όταν υψώνεται σε 20 ft.

2) Αντικείμενα επιφάνειας:

Σε απόσταση 7 n.m. για πλοίο 5000 grt.

Σε απόσταση 3 n.m. για αλιευτικό μήκους 30 ft.

Σε απόσταση 2 n.m. για κωνικό σημαντήρα γενικής χρήσεως (Ο κωνικός σημαντήρας γενικής χρήσεως που θεωρείται ως τύπος δοκιμής, είναι ανθεκτικός σημαντήρας με διάμετρο 10 ft, εφοδιασμένος με κωνικό κλωβό και φώτα, με συνολική ανακλαστική επιφάνεια 10 m²).

- b) Η συσκευή θα θεωρείται, ότι ανταποκρίνεται στις παραπάνω απαιτήσεις, αν κάτω από κανονικές συνθήκες διαδόσεως:

1) Στη συσκευή που λειτουργεί στην περιοχή συχνοτήτων X (9300-9500 mc/s), η ηχώ κωνικού σημαντήρα γενικής χρήσεως, το οποίου η απόσταση από την κεραία ραντάρ είναι 2 n.m., είναι ορατή στο ραντάρ κατά το 50% των στροφών της κεραίας, όταν η κεραία βρίσκεται σε ύψος 50 ft από την επιφάνεια της θάλασσας.

2) Στη συσκευή που λειτουργεί στην περιοχή συχνοτήτων S (2900-3100 M c/e), η απόδοση είναι τουλάχιστον 5db πάνω από αυτή που προορίζεται στην (1).

Π 4.3 Ελάχιστη απόσταση ανιχνεύσεως.

Όταν η κεραία της συσκευής ραντάρ βρίσκεται σε ύψος 50 ft από την επιφάνεια της θάλασσας, η ηχώ κωνικού σημαντήρα γενικής χρήσεως θα είναι ορατή στο ραντάρ κατά το 50% των στροφών της κεραίας σε ελάχιστη απόσταση 50 γυάρδες, στη μικρότερη κλίμακα που διαθέτει η συσκευή και όταν διαχωρίζεται ευκρινώς από το σήμα του παλμού εκπομπής. Χωρίς μεταγενέστερη ρύθμιση των ρυθμιστών, εκτός από τον επιλογέα κλιμάκων αποστάσεως, η ηχώ του σημαντήρα θα είναι ορατή σε απόσταση ενός ναυτικού μιλίου.

Π 4.4 Ακρίβεια αποστάσεως.

Τα μέσα που θα διαθέτει η συσκευή ραντάρ για τη μέτρηση αποστάσεως θα είναι σταθεροί ηλεκτρονικοί δακτύλιοι αποστάσεως, ή σταθεροί ηλεκτρονικοί δακτύλιοι αποστάσεως και μεταβλητός σημειωτής αποστάσεως. Με τους σταθερούς δακτύλιους αποστάσεως θα μπορεί να μετράται η απόσταση ενός αντικειμένου, του οποίου η ηχώ εμφανίζεται πάνω σε δακτύλιο με σφάλμα που δε θα υπερβαίνει το 1,5% της μέγιστης αποστάσεως της κλίμακας που χρησιμοποιείται ή 75 γυάρδες, όποιο είναι μικρότερο. Η ακρίβεια της μετρήσεως αποστάσεως με το μεταβλητό σημειωτή αποστάσεως, αν διατίθεται τέτοιος, θα είναι τέτοια ώστε το σφάλμα να μην υπερβαίνει το 2,5% της μέγιστης αποστάσεως της κλίμακας που χρησιμοποιείται ή 125 γυάρδες, όποιο είναι μικρότερο. Θα διατίθεται ενδείκτης για την απευθείας ανάγνωση της αποστάσεως. Δε θα διατίθενται πρόσθετα μέσα για τη μέτρηση αποστάσεως, των οποίων η ακρίβεια θα είναι κατώτερη από αυτή που απαιτείται για το μεταβλητό σημειωτή αποστάσεως.

Π 4.5 Διάκριση κατά απόσταση.

Στη μικρότερη κλίμακα που διατίθεται, οι ηχοί δυο κωνικών σημαντήρων γενικής χρήσεως θα παρουσιάζονται ξεχωριστά και ευδιάκριτα, όταν οι σημαντήρες βρίσκονται στην ίδια διόπτευση, σε απόσταση ενός ναυτικού μιλίου και η μεταξύ τους απόσταση είναι 50 γυάρδες.

Π 4.6 Ακρίβεια διοπτεύσεως.

Θα διατίθενται μέσα για τη λήψη της διοπτεύσεως οποιουδήποτε αντικειμένου, του οποίου η ηχώ εμφανίζεται στην οθόνη. Η ακρίβεια που θα παρέχεται με αυτά τα μέσα μετρήσεως, θα είναι τέτοια, ώστε η γωνία που σχηματίζεται από τις κατευθύνσεις δυο αντικειμένων, των οποίων οι ηχοί είναι ξεχωριστές και ευδιάκριτες και εμφανίζονται στην περιφέρεια της οθόνης, θα μπορεί να μετρηθεί με μέγιστο σφάλμα 1°.

Π 4.7 Διάκριση κατά διόπτευση.

Για να επιτυγχάνεται ικανοποιητική διάκριση κατά διόπτευση και να ελαχιστοποιείται η εμφάνιση ψεύτικων ηχών, λόγω ακτινοβολίας έξω από τα όρια της κύριας δέσμης, το διάγραμμα ακτινοβολίας της κεραίας στο οριζόντιο επίπεδο θα δια-

μορφώνεται με τις παρακάτω προδιαγραφές, ως ελάχιστη απαίτηση. Οι τιμές αναφέρονται για διάδοση μόνο μιας κατευθύνσεως.

	Θέση σε σχέση με το μέγιστο της κύριας δέσμης ακτινοβολίας	Ισχύς σε σχέση με το μέγιστο της κύριας δέσμης ακτινοβολίας
Κύρια δέσμη	± 1° ± 2,5°	– 3 bd –20 db
Πλευρικοί λοβοί	μέχρι ± 10 πέρα από ± 10	–23 db –30 db

Π 4.8 Επίδραση διατοιχισμών.

Η απόδοση της συσκευής θα είναι τέτοια, ώστε οι στόχοι να παραμένουν ορατοί, σύμφωνα με τα όρια αποστάσεως που αναφέρονται στις παραγράφους Π4.2 και Π4.3, όταν το πλοίο διατοιχίζεται με κλίση $\pm 10^\circ$.

Π 4.9 Ραδιοσυχνότητα και πόλωση.

Η ακτινοβολία, η οποία θα αποτελείται από κύματα είτε με οριζόντια είτε με κατακόρυφη πόλωση, πρέπει να περιορίζεται ουσιαστικά μέσα στα όρια των περιοχών συχνοτήτων που έχουν συμφωνηθεί διεθνώς για τα ναυτιλιακά ραντάρ κάτω από 9500 M c/s και δεν πρέπει να προκαλούν δυσχερείς παρεμβολές σε άλλες ηλεκτρονικές συσκευές που λειτουργούν έξω από τις περιοχές αυτές. Μπορεί να προστεθεί μέσο για εκπομπή κυμάτων με περιστρεφόμενη πόλωση, αν απαιτείται, αλλά πρέπει να είναι δυνατή η εναλλαγή της σε γραμμική από τη θέση της μονάδας του ενδείκτη.

Π 4.10 Ανίχνευση.

Η ανίχνευση θα είναι συνεχής και αυτόματη σε ολόκληρο τον κύκλο του ορίζοντα, με ταχύτητα περιστροφής της κεραίας όχι μικρότερη από 20 rpm και με σχετικές ταχύτητες ανέμου μέχρι 100 κόμβους. Η κεραία πρέπει να μπορεί να έκκινει και να περιστρέφεται με ευχέρεια σε τέτοιες ταχύτητες ανέμου.

Π 4.11 Ο ενδείκτης.

Η συσκευή θα διαθέτει κύριο ενδείκτη τύπου διαγράμματος με ενεργή διάμετρο όχι μικρότερη από 7,5 ίντσες και πρέπει να μπορεί να έκκινείται και να λειτουργεί ως ενδείκτης σχετικής κινήσεως με απλό διακόπτη. Ο ενδείκτης πρέπει να μπορεί να παρατηρείται ταυτόχρονα από δυο πρόσωπα, με συνθήκες έμμεσου φωτισμού, χωρίς υπερβολικούς περιορισμούς της γωνίας παρατηρήσεως. Μπορεί να χρησιμοποιείται μεγεθυντικός φακός της εικόνας, ο οποίος δε θα αλλιώνει τα όρια ακρίβειας που αναφέρονται σε άλλα άρθρα των προδιαγραφών. Όταν χρησιμοποιείται μεγεθυντικός φακός, για να εξασφαλίσει την ελάχιστη διάμετρο του εν-

δείκτη που αναφέρεται στο άρθρο αυτό, αυτός θα αποτελεί σταθερό εξάρτημα του ενδείκτη.

Π 4.12 Κλίμακες του ενδείκτη.

Η συσκευή θα διαθέτει τουλάχιστον έξη κλίμακες ανιχνεύσεως, των οποίων οι αποστάσεις παρατηρήσεως θα είναι:

- α) $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $1\frac{1}{2}$, 3, 6, 12 και 24 ή περισσότερα ν.μ. ή
- β) $1\frac{1}{2}$, 3, 6, 12, 24 και περισσότερα από 24 ν.μ.

Μπορεί να διατίθενται πρόσθετες κλίμακες από τις παραπάνω έξη καθορισμένες, αλλά όπου διατίθενται πρέπει να συμφωνούν με τα άρθρα που καθορίζουν την ακρίβεια αποστάσεως και διοπτεύσεως. Στην κλίμακα αποστάσεως $\frac{1}{2}$ ή $\frac{3}{4}$ ν.μ. θα εμφανίζονται δακτύλιοι αποστάσεως ανά διαστήματα $\frac{1}{4}$ ν.μ. Στις υπόλοιπες κλίμακες θα εμφανίζονται έξη σταθεροί δακτύλιοι αποστάσεως. Όπου διατίθεται μεταβλητός σημειωτής αποστάσεως, σε κάθε κλίμακα αποστάσεως οι σταθεροί δακτύλιοι αποστάσεων μπορεί να εμφανίζονται ανά διαστήματα $\frac{1}{4}$ ή 1 ή 4 ν.μ., όποιο είναι κατάλληλο για κάθε κλίμακα.

Σε περίπτωση που διατίθεται συνεχώς μεταβαλλόμενη κλίμακα η μέγιστη απόσταση τέτοιας κλίμακας θα είναι 6 ν.μ. Στη μεταβαλλόμενη αυτή κλίμακα θα εμφανίζονται σταθεροί δακτύλιοι αποστάσεως ανά $\frac{1}{2}$ ν.μ. και μεταβλητός σημειωτής αποστάσεως.

Θα παρέχεται συγκεκριμένη ένδειξη της κλίμακας που χρησιμοποιείται, εκτός από την περίπτωση της μεταβαλλόμενης κλίμακας όπου θα παρέχεται ένδειξη των υποχρεωτικών σταθερών κλιμάκων. Για τα διαστήματα μεταξύ των δακτυλίων αποστάσεως θα παρέχεται συγκεκριμένη ένδειξη.

Η φυσική κλίμακα του ενδείκτη δε θα είναι μικρότερη από 1:933888.

Π 4.13 Ενδείκτης της κατευθύνσεως της πλώρης.

Θα διατίθεται μέσο, με το οποίο θα δείχνεται στον ενδείκτη η κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου, με μέγιστο σφάλμα όχι μεγαλύτερο από $0,5^\circ$. Το πάχος της εμφανίζόμενης γραμμής πλώρης δε θα είναι μεγαλύτερο από $0,5^\circ$. Θα διατίθεται μέσο πρόσκαιρης εξαφανίσεως της γραμμής πλώρης που θα αποτελείται από διακόπτη, ο οποίος διατηρείται μόνιμα κλειστός με ελατήριο ή ισοδύναμο εξάρτημα που δε θα επιτρέπει τη μόνιμη εξαφάνιση της γραμμής πλώρης.

Π 4.14 Αζιμουθιακή στερέωση.

Θα παρέχεται μέσο σταθεροποιήσεως του ενδείκτη, ώστε να εξασφαλίζεται συνεχής παρουσίαση της εικόνας με το Borrá άνω, όταν αυτό ελέγχεται από πυξίδα μεταδόσεως. Το μέσο αυτό μπορεί να είναι ενσωματωμένο στη συσκευή ή να αποτελεί πρόσθετη μονάδα, η οποία θα έχει τη δυνατότητα εύκολης προσαρμογής της στη συσκευή. Όταν χρησιμοποιείται πυξίδα μεταδόσεως για τον προσανατολισμό της εικόνας ή οποιουδήποτε εξαρτήματος ή εξαρτημάτων της μονάδας του ενδείκτη, η ακρίβεια ευθυγραμμίσεώς τους με την πυξίδα μεταδόσεως θα είναι μέχρι $0,5^\circ$ και με ταχύτητα στροφής της πυξίδας 2 γραμ.

Η συσκευή θα λειτουργεί ικανοποιητικά για σχετικές διοπτεύσεις, όταν δεν λειτουργεί ή δε διατίθεται το μέσο αυτό.

Π 4.15 Σταθεροποίηση ως προς τη θάλασσα ή τη στεριά.

Σε συσκευές που παρέχεται η δυνατότητα αυτή, πρέπει να είναι σύμφωνη με τις παρακάτω συνθήκες:

α) Έλεγχος ταχύτητας.

Με μέτρηση του χρόνου κινήσεως της αρχής της βάσεως χρόνου σε απόσταση όχι μικρότερη από το 50% της ακτίνας της κλίμακας που χρησιμοποιείται ή επί μισή ώρα, (όποια απαιτεί μικρότερο χρόνο). Το σφάλμα ταχύτητας σε σύγκριση με την ταχύτητα που υπολογίζεται από το σήμα εισόδου ή από τη ρύθμιση του χειροκίνητου ρυθμιστή ταχύτητας δε θα υπερβαίνει το 5% ή $\frac{1}{4}$ του κόμβου, όποιο είναι μικρότερο. Η ακρίβεια αυτή θα υπάρχει σε οποιαδήποτε κλίμακα χρησιμοποιείται και υπάρχει δυνατότητα λειτουργίας σε αληθή κίνηση.

β) Έλεγχος πορείας.

Με μέτρηση της κινήσεως της αρχής της βάσεως χρόνου σε απόσταση όχι μικρότερη από το 50% της ακτίνας της κλίμακας που χρησιμοποιείται ή επί μισή ώρα, όποια απαιτεί μικρότερο χρόνο. Το σφάλμα πορείας σε σύγκριση με την είσοδο πυξίδας ή τη ρύθμιση του χειροκίνητου ρυθμιστή πορείας δε θα υπερβαίνει τις 3°.

γ) Επανατοποθέτηση.

Η κίνηση της αρχής της βάσεως χρόνου πρέπει να σταματά όταν αυτό πλησιάζει την περιφέρεια της οθόνης κατά το 25-40% της ακτίνας του ενδείκτη. Η αυτόματη επανατοποθέτηση είναι αποδεκτή.

δ) Προειδοποίηση επανατοποθετήσεως.

Όταν η επανατοποθέτηση γίνεται χειροκίνητα, στη μονάδα του ενδείκτη πρέπει να διατίθεται οπτικό προειδοποιητικό σήμα. Μπορεί να διατίθεται και ηχητικό προειδοποιητικό σήμα, το οποίο θα μπορεί να απενεργοποιείται, όταν δε είναι απαραίτητο.

4.16 Λειτουργία.

- a) Η συσκευή θα έχει τη δυνατότητα να εκκινείται και να λειτουργεί από τη θέση του κύριου ενδείκτη.
- β) Η συσκευή θα ανταποκρίνεται σε όλες τις απαιτήσεις για το χειρισμό της από τον αξιωματικό φυλακής. Ο αριθμός των ρυθμιστών θα περιορίζεται στο ελάχιστο και όλοι τους θα είναι προσιτοί, θα αναγνωρίζονται και θα λειτουργούν εύκολα.
- γ) Η κατασκευή θα είναι τέτοια ώστε, να είναι αδύνατο να προκληθεί βλάβη στη συσκευή, λόγω κακής χρησιμοποίησεως των ρυθμιστών από το χειριστή.
- δ) Ο χρόνος που απαιτείται για να τεθεί η συσκευή σε πλήρη λειτουργία από τη

στιγμή που θα αποκατασταθεί η τροφοδοτησή της, δε θα είναι μεγαλύτερος από 4' λεπτά. Θα υπάρχει η δυνατότητα διατηρήσεως της συσκευής σε κατάσταση αναμονής (stand by) τέτοια ώστε να επιτρέπει την πλήρη λειτουργία της συσκευής, από την κατάσταση αναμονής, σε 1 λεπτό.

Π 4.17 Ηλεκτρική παροχή.

- a) Η συσκευή θα μπορεί να λειτουργεί κανονικά κατά τις παρακάτω μεταβολές της ηλεκτρικής παροχής πλοίου.
 - A.C. Μεταβολές της ονομαστικής τάσεως $\pm 10\%$
Μεταβολές της ονομαστικής συχνότητας $\pm 6\%$
 - D.C. Μεταβολές της ονομαστικής τάσεως:
 $110/220 \text{ V D.C} + 10\% - 20\%$
 $24/32 \text{ V D.C} + 25\% - 10\%$
- β) Θα μεριμνάται, ώστε η συσκευή να προστατεύεται από υπερβολικά ρεύματα ή υπερτάσεις, με ασφάλειες, ηλεκτρονόμους υπερφορτώσεως ή άλλα μέσα.

Π 4.18 Ηλεκτρικές και μαγνητικές παρεμβολές.

α) Ηλεκτρικές παρεμβολές.

Θα λαμβάνονται όλες οι λογικές και πρακτικές προφυλάξεις ώστε να είναι βέβαιο, ότι η συσκευή δε θα προκαλεί σημαντικές παρεμβολές σε άλλες ηλεκτρονικές συσκευές που συναντώνται στα εμπορικά πλοία. Η ακαθόριστη ακτινοβολία στην περιοχή συχνοτήτων από 50K c/s μέχρι 300M c/s, πρέπει να είναι τέτοια, ώστε η μέγιστη εκτροπή που θα προκαλεί στην κυματομορφή τάσεως στη έξοδο δοκιμαστικού δέκτη (όπως μετράται σε καθοδικό παλμογράφο), δε θα υπερβαίνει το διπλάσιο των μέγιστων εκτροπών που προκαλούνται από το συνεχή θόρυβο του δοκιμαστικού δέκτη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

(Τα χαρακτηριστικά του δοκιμαστικού δέκτη και οι συνθήκες ελέγχου αναφέρονται σε παράρτημα των προδιαγραφών, το οποίο δεν περιλαμβάνεται στα αποστάσματα αυτά).

β) Μαγνητικές παρεμβολές.

Σε κάθε μονάδα της συσκευής ραντάρ θα σημειώνονται οι ελάχιστες αποστάσεις, στις οποίες πρέπει να εγκατασταθεί από τη διοπτήρια (standard) και την ιθυντήρια (steering) μαγνητική πυξίδα. Οι αποστάσεις αυτές εννοούνται ίσες με αυτές που μετρούνται από το κέντρο του συστήματος μαγνήτη μέσα στη λεκάνη της πυξίδας μέχρι το πλησιέστερο σημείο της μονάδας που αναφέρεται και καθορίζονται ως οι αποστάσεις στις οποίες η μονάδα δεν επιρεάζει τις ενδείξεις της πυξίδας, ούτε όταν λειτουργεί ούτε όταν δεν λειτουργεί.

Π 4.19 Έλεγχος αποδόσεως.

Θα διατίθενται μέσα με τα οποία ο χειριστής θα μπορεί να προσδιορίσει εύκολα την πτώση της αποδόσεως της συσκευής κατά 10 db ή περισσότερο, ενώ η συσκευή χρησιμοποιείται υπηρεσιακά, σε σχέση με τη στάθμη διακριβώσεως που διαπιστώθηκε κατά την εγκατάσταση της συσκευής. Η απαραίτητη πληροφορία για

τη στάθμη διακριβώσεως θα είναι άμεσα διαθέσιμη στο χειριστή σε μορφή πινακίδας τοποθετημένης κοντά στη μονάδα του ενδείκτη.

Π 4.20 Έλεγχος κλιματολογικής επιδράσεως και ανθεκτικότητας.

Η συσκευή πρέπει να συμφωνεί με τον έλεγχο της κλιματολογικής επιδράσεως και ανθεκτικότητας συσκευής ναυτιλιακού ραντάρ που προβλέπεται από το παράρτημα B των προδιαγραφών λειτουργίας. Τα μέρη της συσκευής τα οποία πρόκειται να εγκατασταθούν σε χώρο εργασίας, για παράδειγμα στον ασύρματο, στο γραφείο χαρτών στον κλειστό χώρο της γέφυρας θα χαρακτηρίζονται ως συσκευές τάξεως B. Τα μέρη της συσκευής που πρόκειται να εγκατασταθούν σε ακάλυπτους χώρους, θα χαρακτηρίζονται ως συσκευές τάξεως X. Ανάλογα με το χώρο που μπορεί να εγκατασταθεί, κάθε μονάδα της συσκευής θα φέρει σημείωση του χαρακτηρισμού της ως τάξεως B ή τάξεως X.

Π 4.21 Μηχανική κατασκευή.

Σε ότι αφορά τη μηχανική κατασκευή της συσκευής, αυτή θα είναι σύμφωνη με τα κατάλληλα πρότυπα της μηχανικής πρακτικής και η σχεδίασή της θα είναι τέτοια, ώστε να είναι εύκολη η πρόσβαση σε όλα τα μέρη της συσκευής. Ο μηχανικός θόρυβος όλων των μονάδων δε θα υπερβαίνει τη στάθμη θορύβου που επιτρέπουν οι αρχές ελέγχου. Μονάδες που πρόκειται να εγκατασταθούν σε λειτουργικούς χώρους του πλοίου ή κοντά σ' αυτούς δεν πρέπει να αυξάνουν αισθητά τη στάθμη θορύβου στους χώρους αυτούς.

Π 4.22 Προφυλακτικές διατάξεις.

α) Κυκλώματα υψηλής τάσεως.

Η συσκευή ραντάρ θα είναι εφοδιασμένη με τους διακόπτες απομονώσεως, τους διακόπτες θύρας, τα μέσα εκφορτίσεως πυκνωτών και/ή άλλα αποδεκτά εξαρτήματα που με βεβαιότητα δεν θα επιτρέπουν την άσκοπη και επικίνδυνη πρόσβαση σε οποιαδήποτε υψηλή τάση. Εναλλακτικά, η συσκευή πρέπει να έχει σχεδιασθεί έτσι, ώστε η πρόσβαση στην υψηλή τάση να είναι δυνατή μετά την αφαίρεση των καλυμμάτων της συσκευής με εργαλεία, όπως κλειδιά ή κοχλιοστρόφια και στο εσωτερικό της συσκευής θα υπάρχει εμφανής σχετική προειδοποιητική επιγραφή.

Ο όρος υψηλή τάση θα θεωρείται, ότι ανταποκρίνεται σε όλα τα κυκλώματα, στα οποία ο συνδυασμός συνεχών και εναλλασσόμενων τάσεων (εκτός από τις τάσεις ραδιοσυχνοτήτων) υπερβαίνει τα 250V.

β) Ακτινοβολία ραδιοσυχνότητας.

Η στάθμη ισχύος ραδιοσυχνότητας που είναι επικίνδυνη σε πρόσωπα καθορίζεται από την έκδοση Safety Precautions relating to Intense Radio Frequency Radiation του HMSO (Her Majesty's Stationary Ofice). Η στάθμη ακτινοβολίας της συσκευής ραντάρ πρέπει να μετράται και αν είναι απαραίτητο, πρέπει να αναφέρεται η ελάχιστη ασφαλής απόσταση στο εγχειρίδιο της συσκευής, στο οποίο θα περιλαμβάνονται και οδηγίες για την αποφυγή του κινδύνου για την ακτινοβολία ραδιο-

συχνότητας, όπως αναφέρονται λεπτομερώς στο παράρτημα C των προδιαγραφών (το οποίο δεν περιέχεται στα αποσπάσματα αυτά).

γ) Ακτινοβολία X.

Η επουσιώδης ακτινοβολία X από τη συσκευή σε συνθήκες κανονικής της λειτουργίας δεν πρέπει να υπερβαίνει τα όρια που αναφέρονται στην έκδοση British Standard 415:1957.

Όταν μπορεί να υπάρξει ακτινοβολία X στο εσωτερικό της συσκευής με στάθμη μεγαλύτερη από τα όρια αυτά, πρέπει να τοποθετείται εμφανής προειδοποιητική σημείωση στο εσωτερικό της συσκευής, η οποία θα οδηγεί στην παράγραφο του εγχειριδίου, όπου θα αναφέρονται οι απαραίτητες προφυλάξεις, σύμφωνα με το παράρτημα D των προδιαγραφών (το οποίο δεν περιέχεται στα αποσπάσματα αυτά).

Π 4.23 Εγχειρίδια λειτουργίας και συντηρήσεως.

Ο κατασκευαστής είναι υποχρεωμένος να παρέχει με κάθε συσκευή τις πληροφορίες που θεωρούνται απαραίτητες στο επιπιδευμένο προσωπικό του πλοίου για τη λειτουργία και τη συντήρηση της συσκευής. Όπου η αρχή ελέγχου το κρίνει απαραίτητο, εγχειρίδια συντηρήσεως θα περιέχουν σε εμφανή θέση τις οδηγίες που έχουν σχέση με τις ειδικές προφυλάξεις για τον κίνδυνο από ακτινοβολία ραδιοσυχνότητας και ακτινοβολίας X, όπως αναφέρονται στα παραρτήματα των προδιαγραφών C και D αντίστοιχα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Αρχές λειτουργίας ραντάρ

1.1 Γενικά	1
1.2 Αρχή λειτουργίας της συσκευής ραντάρ	4
1.3 Συχνότητα εκπομπής-λήψεως, συχνότητα επαναλήψεως εκπομπής και διάρκεια παλμού εκπομπής	7
1.4 Ο ενδείκτης και η εμφάνιση των στόχων	9
Ερωτήσεις	11

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Η λειτουργία των κυκλωμάτων της συσκευής ραντάρ

2.1 Η συσκευή ραντάρ	13
2.2 Τα κυκλώματα εκπομπής	13
2.2.1 Το κύκλωμα του ταλαντωτή μάγνετρον	15
2.2.2 Ο διαμορφωτής	15
2.2.3 Το κύκλωμα σκανδάλης	16
2.3 Ο κυματοδηγός	17
2.4 Η κεραία ραντάρ	19
2.4.1 Το συγκρότημα της κεραίας	21
2.5 Ο δέκτης	25
2.5.1 Τα κυκλώματα του δέκτη	27
2.6 Τα κυκλώματα του ενδείκτη	36
2.7 Το κύκλωμα παραγωγής της γραμμής πλώρης	48
Ερωτήσεις	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Διακοπές και ρυθμιστές της συσκευής ραντάρ και χειρισμός της συσκευής

3.1 Γενικά	54
3.2 Οι διακόπτες της συσκευής ραντάρ	54
3.3 Οι ρυθμιστές της συσκευής ραντάρ	56
3.4 Εκκίνηση-κράτηση συσκευής ραντάρ	67
Ερωτήσεις	75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Τα χαρακτηριστικά της συσκευής ραντάρ

4.1 Γενικά	76
4.2 Η συχνότητα εκπομπής-λήψεως	76
4.2.1 Πλεονεκτήματα των ραντάρ 10 cm σε σύγκριση προς τα ραντάρ 3 cm	77
4.2.2 Μειονεκτήματα των ραντάρ 10 cm σε σύγκριση με ραντάρ 3 cm	80
4.2.3 Συμπεράσματα	80
4.3 Η διάρκεια παλμού εκπομπής	81
4.4 Η ελάχιστη απόσταση ανιχνεύσεως	81
4.5 Μέγιστη απόσταση ανιχνεύσεως	82
4.6 Διάκριση κατά απόσταση	84
4.7 Διάκριση κατά διόπτευση	86
4.8 Παραμόρφωση των στόχων	88
4.9 Άλληλοεξάρτηση μεταξύ χαρακτηριστικών συσκευής ραντάρ	94
Ερωτήσεις	94

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Εγκατάσταση και έλεγχος λειτουργίας

5.1 Γενικά	96
5.2 Η εγκατάσταση του πομποδέκτη	97
5.3 Η εγκατάσταση του ενδείκτη	97
5.4 Η εγκατάσταση του τροφοδοτικού	97
5.5 Η εγκατάσταση της κεράιας. Τομείς σκιας	98
5.5.1 Καθορισμός των τομέων σκιας	101
5.6 Όργανα ελέγχου λειτουργίας της συσκευής ραντάρ	103
5.6.1 Το όργανο πολλαπλών μετρήσεων	104
5.6.2 Το όργανο ελέγχου εκπομπής	105
5.6.3 Το όργανο ελέγχου λήψεως	108
5.7 Το ημερολόγιο της συσκευής ραντάρ	113
Ερωτήσεις	116

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Η αναγνώριση πχών και η σημασία της στη ναυσιπλοΐα

6.1 Η σαφήνεια της εικόνας ραντάρ	118
6.2 Ομοιότητα στόχου-ηχούς	119
6.2.1 Η πχώ των μικρών στόχων	119
6.2.2 Η πχώ των ακτών	119
6.3 Ανακλαστικές αρετές στόχου	122
6.3.1 Η όψη παρατηρήσεως στόχου	122
6.3.2 Η υφή της επιφάνειας στόχου	125
6.3.3 Το σχήμα του στόχου	125
6.3.4 Το υλικό από το οποίο αποτελείται ο στόχος	129
6.3.5 Το μέγεθος του στόχου	129
6.4 Εμφάνιση της πχούς στόχων ναυτιλιακού ενδιαφέροντος	134
6.4.1 Η πχώ απομονωμένων στόχων	134
6.4.2 Η πχώ ακτών	138
6.4.3 Η πχώ πάγων	142
6.5 Οι ανακλαστήρες ραντάρ	143
6.6 Ραδιοσημαντήρες ραντάρ	147
6.6.1 Οι ramarks (RADAR MARKERS)	147
6.6.2 Οι racons (RADAR beacons)	149
6.6.3 Σύγκριση ramarks και racons	154
6.6.4 Άλλα ειδή ραδιοσημαντήρων ραντάρ	155
6.7 Η φωτοβολίδα ραντάρ	156
6.8 Τροποποίηση των ναυτικών χαρτών και εκδόσεων ναυσιπλοΐας, σε σχέση με το ραντάρ	156
Ερωτήσεις	157

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Ανεπιθύμητες επιδράσεις και ψευδοηχοί

7.1 Γενικά	160
7.2 Παρεμβολές από άλλα ραντάρ	161
7.3 Έμμεσες πχοί	163
7.4 Πολλαπλές πχοί	166
7.5 Ψευδοηχοί επόμενης διαδρομής	167
7.6 Ψευδοηχοί από πλευρικούς λοιβούς	170
7.7 Ηχοί φαντάσματα	171
Ερωτήσεις	171

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

Μεθόδοι παρουσιάσεως της εικόνας ραντάρ

8.1	Εισαγωγή	173
8.2	Παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω	173
8.3	Παρουσίαση της εικόνας με το Βορρά άνω	176
8.4	Παρουσίαση της εικόνας με την πλώρη άνω και αζυμούθιακή στερέωση του ανεμολογίου	180
8.5	Παρουσίαση της εικόνας με την πορεία άνω	181
8.6	Ενδίκτης σχετικής κινήσεως	183
8.7	Ενδείκτης αληθούς κινήσεως	184
8.7.1	Διακόπτες και ρυθμιστές του ενδείκτη αληθούς κινήσεως	189
8.7.2	Αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς τη μάζα του νερού	191
8.7.3	Αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς το βυθό	193
8.7.4	Ενδείκτης αληθούς κινήσεως με την πορεία άνω	194
8.8	Ενδείκτης σχετικής κινήσεως με το Βορρά άνω και αποκεντρωμένη την εικόνα	196
8.9	Ο προγραμματισμός της αληθούς κινήσεως	198
	Ερωτήσεις	200

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΡΩΤΟ

Ειδικά εξαρτήματα και κυκλώματα

Π 1.1	Οι κυματοδηγοί	202
Π 1.2	Τύποι κεραιών ραντάρ	203
Π 1.3	Ο διακόπτης εκπομπής-λήψεως (Ε/Λ)	206
Π 1.4	Η λυχνία μάγνετρον	207
Π 1.5	Η λυχνία κλείστρον	211
Π 1.6	Ο διαμορφωτής	219
Π 1.7	Ορθογώνιοι παλμοί	229
Π 1.8	Διαφόριση	231
Π 1.9	Περιοριστές	234
Π 1.9.1	Περιοριστές με διόδους και κρυσταλλοδιόδους	234
Π 1.9.2	Μετατροπή ημιτονικής τάσεως σε ορθογώνιους παλμούς	239
Π 1.9.3	Ο υπεροδηγημένος ενισχυτής	242
Π 1.9.4	Μετατροπή ημιτονικού σήματος σε οξείς παλμούς	246
Π 1.10	Οι πολυδονητές	248
Π 1.10.1	Ο πολυδονητής ελεύθερης λειτουργίας	248
Π 1.10.2	Ο πολυδονητής συζεύξεως καθόδου	254
Π 1.10.3	Ο πολυδονητής δυο σταθερών καταστάσεων	259
Π 1.11	Ο ταλαντωτής φραγμού	265
Π 1.11.1	Ο ταλαντωτής φραγμού ελεύθερης λειτουργίας	265
Π 1.12	Η γεννήτρια βάσεως χρόνου	271
Π 1.12.1	Η γεννήτρια πριονωτής τάσεως	271
Π 1.12.2	Η γεννήτρια πριονωτού ρεύματος	275
	Ερωτήσεις	281

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΔΕΥΤΕΡΟ

Συντήρηση και αποκατάσταση βλαβών

Π 2.1	Γενικά	284
Π 2.2	Μέτρα και προφυλάξεις	285
Π 2.3	Η συντήρηση της συσκευής	287
Π 2.3.1	Η συντήρηση των στρεπτών μερών	287
Π 2.3.2	Συντήρηση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών μερών	289
Π 2.3.3	Μηχανική επιθεώρηση	291

Π 2.4 Έλεγχος της αποδόσεως της συσκευής	291
Π 2.5 Αίτια βλαβών	292
Π 2.6 Ανίχνευση βλαβών	293
Ερωτήσεις	298

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΤΡΙΤΟ

Η λειτουργία του ενδείκτη αληθούς κινήσεως

Π 3.1 Αρχή λειτουργίας του ενδείκτη αληθούς κινήσεως	300
Π 3.2 Περιγραφή και λειτουργία του συστήματος αληθούς κινήσεως	303
Π 3.3 Ο ηλεκτρονικός δρομέας διοπτεύσεων	305

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΤΕΤΑΡΤΟ

Προδιαγραφές συσκευής ραντάρ

Π 4.1 Αντικείμενο της συσκευής	309
Π 4.2 Εμβέλεια	309
Π 4.3 Ελάχιστη απόσταση ανιχνεύσεως	310
Π 4.4 Ακρίβεια αποστάσεως	310
Π 4.5 Διάκριση κατά απόσταση	310
Π 4.6 Ακρίβεια διοπτεύσεως	310
Π 4.7 Διάκριση κατά διόπτευση	310
Π 4.8 Επίδραση διατοιχισμών	311
Π 4.9 Ραδιοσυχνότητα και πόλωση	311
Π 4.10 Ανίχνευση	311
Π 4.11 Ο ενδείκτης	311
Π 4.12 Κλίμακες του ενδείκτη	312
Π 4.13 Ενδείκτης της κατευθύνσεως της πλώρης	312
Π 4.14 Αζιμοθιακή στερέωση	312
Π 4.15 Σταθεροποίηση ως προς τη θάλασσα ή τη στεριά	313
Π 4.16 Λειτουργία	313
Π 4.17 Ηλεκτρική παροχή	314
Π 4.18 Ηλεκτρικές και μαγνητικές παρεμβολές	314
Π 4.19 Έλεγχος αποδόσεως	314
Π 4.20 Έλεγχος κλιματολογικής επιδράσεως και ανθεκτικότητας	315
Π 4.21 Μηχανική κατασκευή	315
Π 4.22 Προφυλακτικές διατάξεις	315
Π 4.23 Εγχειρίδια λειτουργίας και συντηρήσεως	316
Περιεχόμενα	317