

## CENNI DI CINEMATICA RADAR

### Lo scopo della cinematica Radar

Il problema della cinematica Radar consiste essenzialmente nella determinazione della rotta e della velocità dei bersagli segnalati dallo schermo Radar, allo scopo di procedere in sicurezza durante la navigazione.

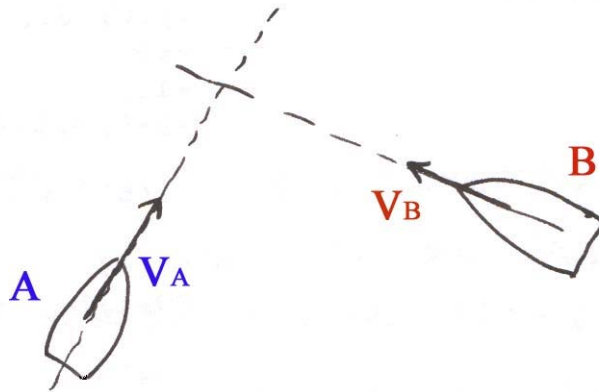
Successivamente, se le condizioni lo richiedono, si tratta di procedere alla manovra anticollisione, nel pieno rispetto del "Regolamento Internazionale per prevenire gli Abbordi in Mare" (COLREG).

In queste brevi note si farà riferimento al Radar tradizionale e non al Radar A.R.P.A.

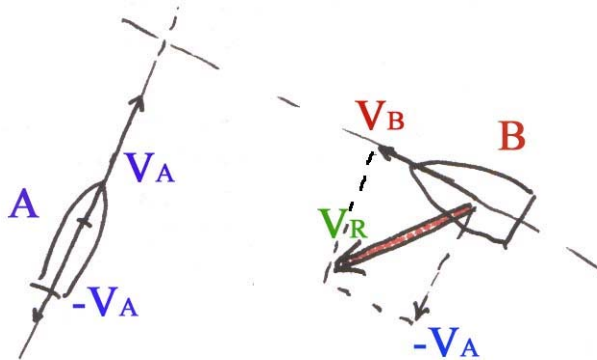
Essendo il Radar installato a bordo della nave, esso si muove solidalmente con la nave e pertanto il movimento dei bersagli è il risultato della composizione della velocità della nave propria e di quella del bersaglio. Per risolvere un problema di cinematica Radar, si tratta in sostanza di risolvere di un semplice problema vettoriale.

### La velocità relativa ( $V_R$ )

Immaginiamo di osservare la situazione dall'alto:



La situazione dal punto di vista della nave A, sullo schermo Radar, risulta essere:



In pratica l'osservatore sulla nave A si immagina fermo, cioè privo di moto ed attribuisce alla nave B l'intero movimento. Ciò si realizza immaginando l'esistenza di una forza  $-V_A$ , applicata a tutto campo, quindi, anche agli oggetti fermi, che pertanto, "fermando" la nave A, vanno però ad influenzare i parametri relativi a tutto ciò che appare sullo schermo Radar, compresi i parametri della nave B.

La composizione di  $V_B$  con  $-V_A$  definisce la velocità relativa  $V_R$ .

$$V_R = V_B + (-V_A)$$

$$\boxed{V_R = V_B - V_A}$$

In conclusione sullo schermo Radar vedo il bersaglio muoversi con una velocità pari alla differenza tra la velocità del bersaglio e quella propria.

### Determinazione degli elementi del bersaglio ( $R_B$ ; $V_B$ )

E' evidente che a partire dall'ultima relazione si ricava facilmente che:

$$V_B = V_A + V_R$$

A condizione siano noti i parametri relativi a  $V_A$  e  $V_R$ .

### Diagramma rapportatore

Il Diagramma Rapportatore, è una rappresentazione dello schermo del Radar e costituisce un ausilio per la risoluzione dei problemi con i vettori.

Infatti velocità relativa e movimento relativo giacciono su direzioni parallele e concordi.

Va poi considerato che con due battute sono in grado di identificare sia la direzione che l'intensità della velocità relativa:

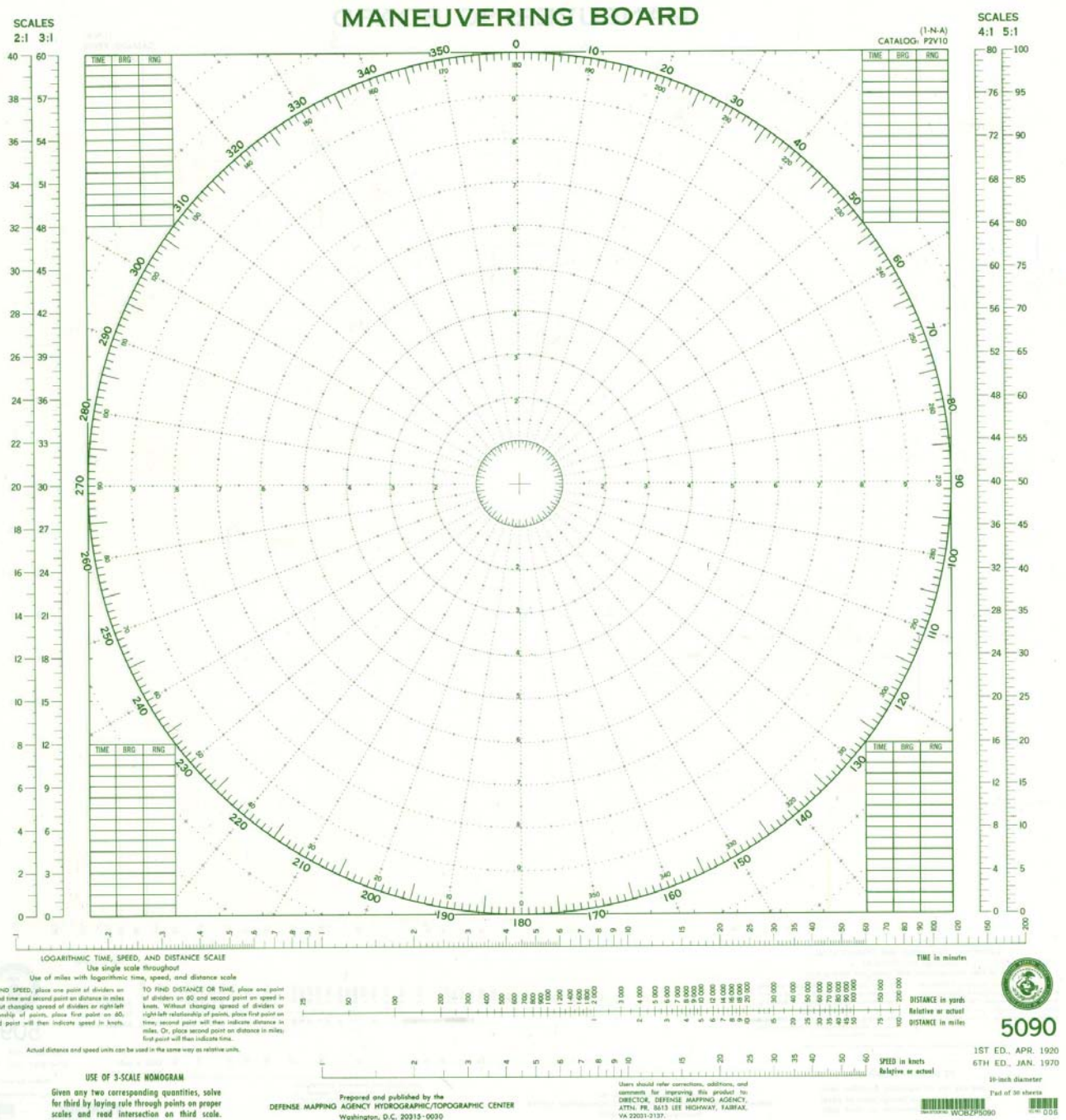
# CENNI DI CINEMATICA RADAR

$$V_R = m/\Delta t$$

Per semplificare i calcoli le "battute" vengono prese ad intervalli di 6' (o multipli), e, di ciascun bersaglio viene valutato il rilevamento, oppure il  $\rho$  (rilevamento polare) e la distanza.

La procedura è schematicamente la seguente:

1. I, II  $\rightarrow$  m  $\rightarrow$   $V_R = m/\Delta t$
2. IMR (Indicatrice del Moto Relativo)
3.  $V_B R_B$
4. CPA (Closest Point of Approach: esprime il punto di massima vicinanza con il bersaglio)
5.  $T_{CPA}$  (Time of CPA: esprime il tempo necessario per arrivare al CPA)
6. Eventuale manovra anticollisione



## Manovra anticollisione

La manovra anticollisione andrebbe fatta secondo le modalità stabilite dal COLREG, cui si rimanda. Si tenga presente che se si decide di manovrare tale operazione deve essere fatta in modo da apparire chiara e decisa anche al bersaglio.

Di solito la manovra può essere fatta in due modi:

1. Agendo sulla rotta e quindi accostando ed è questa l'operazione più semplice e più frequentemente effettuata.
2. Modificare la velocità della nave.

## CENNI DI CINEMATICA RADAR

A prescindere da come si procede, si tenga ben presente il fatto che in ogni caso  $V_B$  e  $R_B$  non cambiano, ma cambiano sia l'indicatrice del moto relativo (IMR) che la velocità relativa ( $V_R$ ). Occorre perciò agire nuovamente sul diagramma rapportatore.

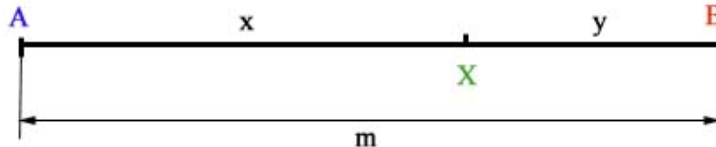
### Il problema del soccorso

Concludiamo con l'analizzare il problema del soccorso.

Può capitare che, nel corso di una traversata, risulti necessario procedere verso una nave in avaria, della quale sono note la posizione e quindi la distanza ( $m$ ), la Rotta ( $R_B$ ) e la velocità ( $V_B$ ). E' evidente che sono altresì noti i parametri della nave propria ( $R_A, V_A$ ).

Sulla base di questi dati occorre stabilire l'intervallo di tempo necessario a raggiungere la nave in difficoltà nonché il cammino da percorrere per il "rendez-vous".

La situazione è schematicamente la seguente:



Affinché vi sia collisione deve necessariamente essere che:

$$t_A = t_B = x/V_A = y/V_B$$

per ipotesi si sa che:

$$m = x + y$$

Il problema è perciò quello di risolvere un sistema di due equazioni in due incognite. In realtà ci basta determinare  $x$ . Le equazioni che compongono il sistema sono perciò:

$$x/V_A = y/V_B$$

$$m = x + y$$

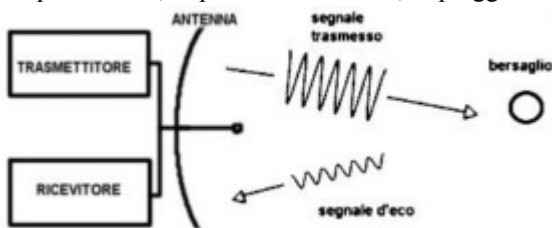
con semplici passaggi (in sostanza si ricava  $y$  dalla seconda equazione e si sostituisce nella prima) si va a ricavare che:

$$t_{coll} = x/V_A$$

$$x = mV_A / (V_A + V_B)$$

### Cenni sul principio di funzionamento del Radar

E' un apparato elettronico che consente la scoperta e le localizzazione degli oggetti circostanti. Nella sua più semplice configurazione è costituito da un trasmettitore che emette energia sotto forma di onde elettromagnetiche, da un ricevitore che rileva gli echi di eventuali oggetti presenti nello spazio circostante e da un'antenna. Tale dispositivo è utilissimo sia per gli impieghi civili sia per quelli militari in quanto consente di "vedere" anche in condizioni di impossibilità per l'occhio umano, ad esempio di notte, in presenza di nebbia, di pioggia intensa ecc.



In aggiunta presenta, nella generalità dei casi, il grandissimo vantaggio di poter misurare la distanza dell'oggetto rilevato.

In un Radar da diporto l'antenna è un'unità composta da un elemento radiante superiore che ruota di 360° e da una base contenente il motore elettrico e il ricetrasmettitore.

Principio di funzionamento: il trasmettitore genera un impulso radio che viene emesso dall'antenna direttiva e viaggia alla velocità della luce (300.000 Km/s). Quando colpisce un ostacolo (nave, boa,

scoglio, costa o altro) l'impulso ne viene riflesso, tornando all'antenna e da qui al ricevitore.

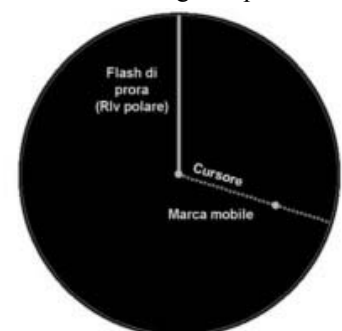
In base al tempo che ogni impulso riflesso impiega per tornare indietro l'apparato calcola la distanza degli "echi" e li rappresenta. In una rappresentazione di tipo PPI (Plane Position Indicator) viene rappresentata una "immagine" piana della zona circostante l'imbarcazione (di solito rappresentata al centro dello schermo).

Da esso si possono ottenere i seguenti dati:

Distanza: la lunghezza del segmento congiungente Radar e bersaglio;

Azimuth: indica l'angolo che il piano verticale passante per il Radar-bersaglio forma con il piano verticale passante per il Radar-asse longitudinale della nave (rilevamento polare). Dalla conoscenza di tale angolo e di quello della prora vera si può ricavare il rilevamento vero.

Per questo motivo la rappresentazione può essere polare o "vera", nel caso in cui il Radar è asservito ad una girobussola.



## **CENNI DI CINEMATICA RADAR**

Poiché le emissioni dei Radar di altre unità possono causare disturbi (linee curve tratteggiate che partono a raggiera dall'origine) i Radar sono spesso provvisti di filtro anti-interferenze (IR).

Nel display a colori lo sfondo e' normalmente blu per il giorno e nero per la notte, mentre la scala cromatica e' in relazione alla forza degli echi ricevuti: dal rosso per i segnali più forti si passa via via al giallo, al verde e all'azzurro. Quest'ultimo e' il colore normalmente impiegato nella funzione TRACK o PLOT per evidenziare la traccia lasciata dai bersagli.

Nel display monocromatico (verde, arancione o giallo-ambra) l'immagine deve essere ben visibile anche con luce diurna. Con il cursore di rilevamento (EBL) si prendono i rilevamenti rispetto alla propria prora, mentre i cerchi fissi (RINGS) danno un'idea delle distanze.

### **Protocollo Cinematica Radar**

1. Scegliere la scala delle velocità e delle distanze;
2. Riportare sul diagramma rapportatore Ra e Va (elementi propri);
3. Riportare le battute relative ai bersagli (I, II);
4. Determinare Vr per ogni bersaglio;
5. Determinare IMR per ogni bersaglio;
6. Determinare CPA e TCPA per ogni bersaglio;
7. Determinare BP e TBP per ogni bersaglio;
8. Calcolare Rb e Vb per ogni bersaglio;
9. Riportare sul diagramma rapportatore la distanza minima di sicurezza stabilita (di solito 2 miglia);
10. Riportare le battute dei bersagli all'istante previsto di manovra;
11. Procedere alla manovra di evasione dalla collisione a cominciare dal bersaglio il cui rischio è più immediato, (possibilmente) applicando il "Regolamento per Prevenire gli Abbordi in Mare (COLREGS); Solitamente si procede per accostata a dritta, evitando modificare la velocità; A questo proposito ci si ricordi che il bersaglio non cambia i propri elementi, mentre cambiano IMR, Vr e, ovviamente, Ra. Si tratta perciò di riportare la nuova IMR al termine del vettore relativo al bersaglio rispetto a cui si manovra.
12. Determinare i nuovi elementi cinematici per gli altri bersagli, sulla base dei nuovi elementi cinematici (nuova Ra, supponendo, nuovamente, che i vari bersagli non abbiano modificato i rispettivi elementi cinematici);
13. Determinare l'istante di fine manovra per ogni bersaglio;
14. Ingrossare le traiettorie seguite dai differenti bersagli nell'ambito dell'intera manovra.

### **Riferimenti Bibliografici**

- ❑ [http://www.cdh.it\\_alfanautica](http://www.cdh.it_alfanautica)
- ❑ <http://www.uscgaux.org/~0140204/links.html>
- ❑ Istituto Idrografico della Marina "Manuale dell'Ufficiale di Rotte"
- ❑ Istituto Idrografico della Marina "Norme per prevenire gli abbordi in mare"
- ❑ Nicoli "Navigazione Moderna" Ed. Quaderni marinari