

Bill Johnson

Traduzione di Chiara Albericci

IL RADAR IN BARCA

**Guida pratica ed esaustiva
alla scelta e all'uso**



Edizioni il Frangente

CONTENUTO

7 INTRODUZIONE

11 1 RADAR: COSA FA E COME FUNZIONA

- 11 Come funziona il radar
- 13 Capire cosa fa un radar
- 14 In che modo il radar "vede"
- 15 Approfondimento tecnico
- 16 Misurare la distanza
- 16 Misurare la direzione
- 16 Visualizzazione dell'immagine nel radar di base
- 17 Angolo di apertura del fascio
- 17 Stabilizzazione dell'immagine
- 19 Dove può vedere il radar?
 - 20 Esempi di portate del radar
- 21 Cosa può vedere il radar?
 - 22 Esempi di diversi tipi di bersagli radar
- 22 Disturbi
- 23 Come il radar visualizza l'immagine
- 24 Conclusione: guardare un'immagine radar
 - 24 Punti da notare

25 2 MACCHINA DI BASE E REGOLAZIONI DI BASE

Come ottenere una buona immagine

- 26 Accensione del radar
- 26 Regolazione della scala
- 26 Luminosità, o luce, e contrasto
- 27 Guadagno
- 28 Sintonia
- 29 La rappresentazione
- 29 Disturbo di mare
- 31 Disturbo di pioggia (o precipitazioni)
- 32 *Electroning bearing line*
- 33 *Variable range marker*

- 33 Cursore
- 33 Esercizi pratici
- 33 1 Ottenere un'immagine utilizzabile
- 34 2 Lavorare con un bersaglio

35 3 COME USARE IL RADAR PER EVITARE COLLISIONI

- 35 Introduzione
- 36 AIS
- 37 Approccio pratico in condizioni di scarsa visibilità
- 38 I riflettori radar
- 40 Bersagli veloci
- 40 Rischio di collisione
- 41 Collisioni assistite da radar
- 42 Regolamento internazionale per prevenire gli abbordi in mare (COLREG)
- 42 Regola 19 delle COLREG
- 43 Regola 7 delle COLREG
- 44 Tracciamento
- 45 Metodo di tracciamento
- 47 Esempi
- 50 Acquisizione automatica del bersaglio
- 50 Radio VHF
- 50 Sistema di Identificazione Automatica (AIS)
- 52 Esercizi pratici
- 52 1 Individuazione di piccoli bersagli
- 52 2 Coadiuvare la vedetta in condizioni di visibilità moderata
- 53 3 Esercizio di navigazione alla cieca
- 54 Punti da notare

55 4 COME USARE IL RADAR PER LA NAVIGAZIONE E IL PILOTAGGIO

- 55 Introduzione
- 56 Quale tipo di rappresentazione?
- 57 Confronto tra carta nautica e immagine radar
- 58 Identificazione dei bersagli radar

- 59 Approdo
- 60 Semirette di rilevamento del radar
 - 60 Cosa sono le semirette di rilevamento e i rilevamenti di sicurezza?
- 61 Tracciare le semirette di rilevamento con il radar
- 63 Determinare la posizione con il radar
- 64 Radar-faro (RACON: *radar beacon*)
 - 65 Cos'è un SART?
- 66 Tecniche utili
- 69 Esercizi pratici
 - 69 1 Semirette di rilevamento e determinazione della posizione
 - 70 2 Pilotaggio utilizzando la distanza data dal radar
 - 70 Punti da notare

71 5 ALTRE NOZIONI SCIENTIFICHE SUL RADAR

Poca chiarezza e anomalie

- 71 Bande di frequenza del radar
- 72 Potenza e portata del segnale
- 72 Durata dell'impulso e frequenza di ripetizione dell'impulso
- 74 Enfattizzazione del bersaglio
- 74 Angolo di apertura del fascio sul piano orizzontale
- 76 Angolo di apertura del fascio sul piano verticale
- 77 Lobi laterali
- 78 Echi riflessi ed echi multipli
- 80 Interferenze da altri radar
- 81 Rifrazione e distanza
 - 81 Punti da notare

83 6 RADAR MODERNI: ALTRE FUNZIONI AVANZATE

- 83 Funzioni di base e avanzate
- 85 *Look ahead / zoom in*
- 86 Rappresentazione stabilizzata in azimut
 - 88 Dati della prora della nave (*ship's heading*)
- 89 Latitudine e longitudine del bersaglio
- 91 Unire le informazioni del radar con le informazioni di navigazione
- 92 Integrazione AIS
- 93 Rappresentazione in moto vero stabilizzata rispetto al fondo

94	Rappresentazione in moto vero stabilizzata rispetto all'acqua
95	Diverse tipologie di rappresentazioni
96	Potenza del segnale (<i>signal strenght</i>)
97	Display a doppia scala
98	Aggiornamento ad alta velocità
98	Trattamento <i>scan-to-scan</i>
99	Acquisizione automatica dei bersagli (<i>auto-tracking</i>)
100	Scie del bersaglio (<i>target wakes</i> o <i>echo trails</i>)
101	Zona di guardia (<i>guard zone</i>)
102	<i>Watchman Mode</i>
102	Conclusione

103 7 SCEGLIERE E INSTALLARE IL RADAR

103	Sicurezza
104	Potenza del radar
105	Dimensioni dell'antenna
105	Peso dell'antenna
106	Posizione dell'antenna
106	Alimentazione elettrica e cablaggio
107	Integrazione con altri strumenti
108	Posizionamento del display
108	Conclusioni

109 GLOSSARIO/INDICE

118 RIFERIMENTI PER ULTERIORI STUDI

119 RINGRAZIAMENTI

Negli ultimi anni il radar è diventato molto più accessibile per le piccole imbarcazioni: ciò è dovuto principalmente al fatto che il display è diventato più piccolo e più piatto e molto più semplice da installare su uno yacht o un motoscafo di piccole dimensioni. Gli stessi progressi tecnologici hanno fatto sì che un radar consumi meno energia (una cosa non da poco per le barche a vela) e possa essere integrato con altri dispositivi, come il GPS e i plotter cartografici (può addirittura essere integrato nel loro stesso display). Inoltre è molto più economico di un tempo (e comunque, sembra che le persone abbiano più soldi da spendere in gadget elettronici!)

È come se il radar avesse davvero qualcosa di magico. Può “vedere” cose che non possono essere viste a occhio nudo – in condizioni di visibilità in cui nulla, o quasi nulla, può essere visto a occhio nudo – e può determinare alcune informazioni molto utili a



“Qualcuno sa come funziona il radar?”

riguardo, come la distanza esatta dalla barca e la direzione. Dall'altro lato, le informazioni che il radar fornisce hanno dei limiti, ed è importante capirli – e le ragioni che ne sono alla base – per poterlo usare in maniera efficace. Inoltre, con un sistema radar (non meno che con altri dispositivi, come i plotter cartografici), è necessario sapere come controllare il macchinario per ottenere un'immagine che si possa utilizzare. Solo con un po' di studio è possibile riuscirci.

La maggior parte delle persone se ne rende conto non appena vede il display di un radar. Nel plotter cartografico i progettisti hanno reso il più ovvio possibile per l'utente (o l'osservatore casuale) interpretare ciò che viene visualizzato sullo schermo, e in ogni caso è abbastanza facile interpretare l'immagine a display se in precedenza avete già visto una carta nautica o una mappa. Con il radar si ottiene un'immagine, certo, ma è piuttosto diversa da quelle con cui si ha a che fare normalmente: anche se è possibile vedere cosa sta accadendo in generale, in pratica è un insieme un po' confuso di macchie. Alla maggior parte delle persone verrebbe da pensare: "Devo capire cosa sta succedendo qui", ed è per loro che questo libro è stato scritto.

I recenti progressi tecnologici hanno riguardato soprattutto la parte del dispositivo che elabora e visualizza l'immagine. Questo grazie anche alla moderna micro-elaborazione, che consente di fare quasi tutto con l'immagine rilevata dal radar: spostarla, girarla, ingrandire le aree di interesse, ecc. La tecnologia di base per ottenere l'immagine, tuttavia, non è poi cambiata tanto; ed è questo procedimento che sta alla base che è necessario comprendere, almeno un po', per capire l'immagine che si sta ottenendo. Allo stesso tempo, mi rendo conto che, in genere, le persone che leggono questo libro preferiscono andare in barca piuttosto che passare un'eternità a imparare i dettagli della fisica delle onde elettromagnetiche (o, addirittura, a fissare uno schermo radar).

Per questo motivo, in questo libro cerco di adottare un approccio abbastanza diretto al compito di mettervi in condizione di utilizzare il radar. Innanzitutto, spiego cos'è e come funziona il radar (che non è poi cambiato molto da quando è stato inventato nella sua forma attuale all'inizio degli anni '40). Poi, nel capitolo 2, spiego come utilizzare il macchinario e i comandi per ottenere una buona immagine. In questa fase ignoro volutamente le funzionalità più avanzate ed entusiasmanti del radar moderno, perché voglio portarvi a un punto in cui possiate usarlo il più rapidamente possibile.

Dopo aver ottenuto un'immagine, in che modo possiamo utilizzarla? I capitoli 3 e 4 affrontano l'approccio pratico a due aspetti in cui il radar vi può aiutare: la prevenzione delle collisioni (capitolo 3) e la navigazione e il pilotaggio (capitolo 4). Questa, ovviamente, è la parte più interessante. Il radar può fornire molta più sicurezza, soprattutto quando la visibilità è scarsa o quando, di notte, ci si può sentire più incerti

e confusi. È particolarmente utile per i naviganti meno esperti che desiderano confermare o quantificare qualcosa, ad esempio una nave che intravedono in lontananza. Il radar vi può dire quanto è grande e quanto è lontana.

Nel capitolo 5 ritorno a parlare di fisica e spiego alcune delle problematiche e delle anomalie che si possono presentare con l'immagine. Una volta imparato a riconoscerle è solo questione di buonsenso – cosa succede quando il segnale radar viene riflesso due volte, ecc. – tuttavia, anche se si tratta di effetti che si verificano occasionalmente, è necessario saperli interpretare con sicurezza.

Il capitolo 6 prende in considerazione alcune delle funzioni più avanzate fornite dai radar moderni e quando potrebbero essere utili. Naturalmente questo libro non può spiegare i comandi e l'interfaccia utente di ogni particolare sistema radar, poiché sono tutti diversi. Tuttavia, dopo aver letto questo capitolo, saprete cosa cercare quando inizierete a leggere il manuale d'uso del vostro radar.

Il capitolo 7 è una breve guida alla scelta e all'installazione di un sistema radar, in particolare agli aspetti da ricercare nelle prestazioni e caratteristiche di diversi modelli e marche, e agli aspetti da considerare per l'installazione.

Sono inclusi anche un lemmario/indice e ulteriori riferimenti.

Spero che il superamento delle prime difficoltà nell'uso del radar e l'acquisizione di una nuova e utilissima abilità siano per voi motivo di grande soddisfazione. All'inizio non avrete nemmeno lontanamente le competenze e le capacità di un operatore radar esperto e non vorrete fare eccessivo affidamento su questo dispositivo (sarebbe folle uscire nella nebbia fitta solo per vedere come ve la cavate!). Dopo un po' di tempo probabilmente vi accorgete che si tratta di un dispositivo molto utile per corroborare altre osservazioni, e se lo userete regolarmente:

- avrete dimestichezza con l'interfaccia utente del vostro radar,
- potrete fidarvi di più delle vostre osservazioni radar per pilotare e per evitare collisioni.

Inoltre, imparerete cosa può fare il radar e quali sono i suoi limiti. Si tratta di una lezione molto utile di per sé, perché la maggior parte delle grandi navi che incontriamo usano molto il radar per individuare ed evitare piccole imbarcazioni come le nostre. Imparare quali sono le implicazioni e vedere come il nostro radar si comporta in condizioni diverse è una lezione importante. Se non altro, probabilmente vi spingerà a comprare un riflettore radar migliore per la vostra barca!

Buona fortuna e buona navigazione!

1

RADAR: COSA FA E COME FUNZIONA

11

Come funziona il radar

Il radar trasmette **onde elettromagnetiche** (nello specifico, microonde) in un **fascio** stretto, in seguito rileva gli echi di ritorno di tali onde da oggetti che si trovano sul loro percorso.

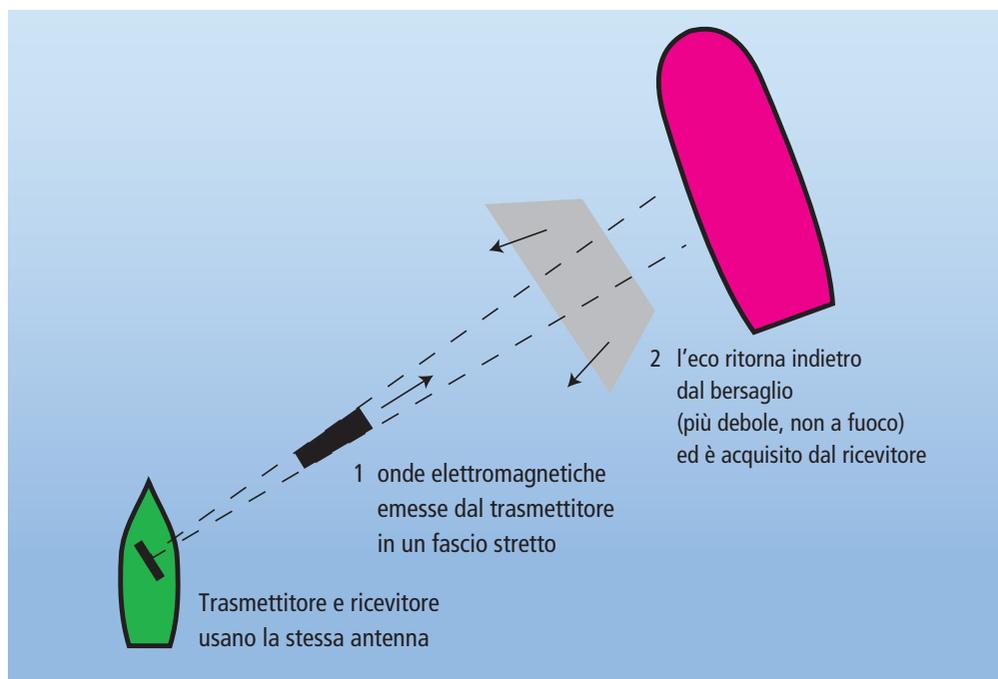


Figura 1.1 Trasmissione di onde elettromagnetiche ed eco di ritorno da una nave.

Innanzitutto, una breve spiegazione sulle onde. Lo spettro delle onde elettromagnetiche si estende dalle onde radio a bassa frequenza fino alla luce visibile a frequenze molto più elevate (e anche oltre queste, in entrambe le direzioni). Tra le frequenze

radio e le frequenze della luce si trovano le microonde, quelle usate dal radar, ufficialmente definite "onde radio millimetriche" (EHF - *Extremely High Frequency*). Oltre che per i radar, le microonde sono utilizzate per i forni a microonde e per le comunicazioni. Nel tipo di radar di cui ci occupiamo, questo fascio stretto viene fatto girare in un cerchio su piano orizzontale, in modo da rilevare gli **echi di ritorno** (noti anche come **bersagli**, termine che tradisce le origini militari del radar) tutt'intorno all'imbarcazione. Questi ritorni vengono poi visualizzati su un display.

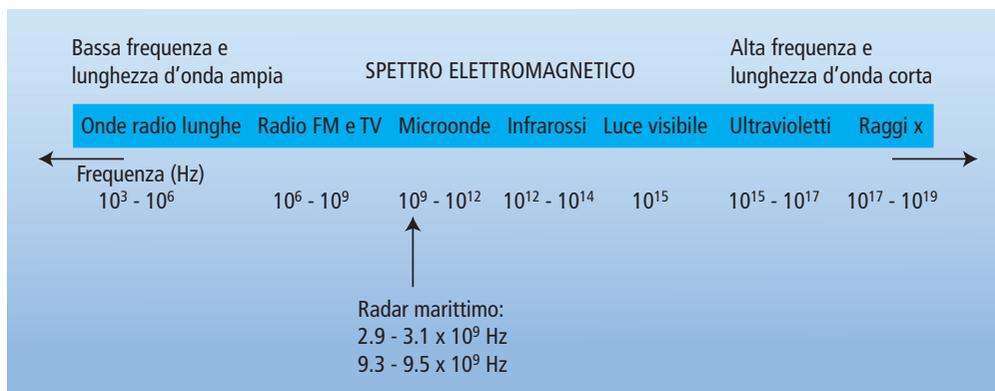


Figura 1.2 Lo spettro elettromagnetico dalle onde radio ai raggi x.

L'immagine sul display è essenzialmente una vista in pianta direttamente da sopra l'imbarcazione e i bersagli circostanti, come una carta nautica. Fornisce una rappresentazione dell'angolo e della distanza dei bersagli rilevati. Nella sua versione base, il radar della barca si trova al centro, la prora dell'imbarcazione è sullo schermo diretta

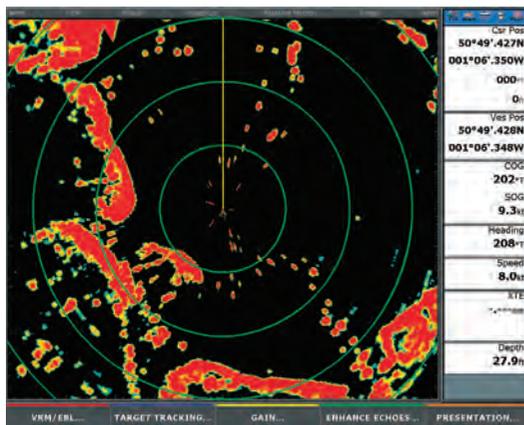


Figura 1.3 Display di un radar di base. Vista in pianta con la propria imbarcazione al centro.



Figura 1.4 Display di un radar di base su piccolo sistema monocromatico.

a ore 12, e si ottiene un'immagine circolare dei bersagli intorno a voi. Questo tipo di immagine è talvolta nota con il termine tecnico inglese *Plan Position Indicator (PPI)*, ovvero **indicatore di posizione del piano**.

Capire cosa fa un radar

Quando guardate un plotter cartografico, vi vengono mostrate molte informazioni sull'ambiente circostante: le linee di costa, la forma della terraferma nelle vicinanze e, naturalmente, la profondità dell'acqua circostante. Tutte queste informazioni provengono da dati che sono in memoria – le conoscenze di qualcun altro sulla geografia della zona – con in più solamente un'altra importante informazione che la vostra imbarcazione ha rilevato: la sua posizione, ottenuta dai segnali radio satellitari del ricevitore GPS di bordo.

L'immagine radar è completamente diversa. Tutto ciò che appare nell'immagine visualizzata è in realtà percepito dal fascio, che fa delle scansioni tutto intorno all'imbarcazione. (Escludo qui i simboli, le linee e altri dati che sono aggiunti dal processore: VRM, i *data boxes* – caselle contenenti i dati acquisiti dal radar riguardo il bersaglio – carte in sovrapposizione, ecc.) Ciò significa che, da un lato, questa immagine è più utile di quella del plotter cartografico: si tratta della realtà vera e propria, rilevata nel momento attuale, e non di informazioni provenienti da un database. D'altro canto, l'immagine complessiva è meno ovvia da interpretare, perché vengono presentate solo le informazioni rilevate dal radar e ci sono dei limiti sia a ciò che può essere rilevato sia a ciò che si può sapere su un oggetto rilevato in questo modo.

Per questi motivi, per poter interpretare l'immagine è necessario comprendere cosa il sensore radar può fare e cosa non può fare.

Di fronte a questo la tentazione di perdere la pazienza è grande. Ad esempio, sapete che laggiù c'è un'isola. Il plotter cartografico mostrerà la forma esatta nella sua interezza (vi dirà persino il nome!) e comunque la riconoscerete facilmente sul display per via della sua forma e della vostra conoscenza della zona. Il radar, invece, vi fa vedere una macchia confusa che rappresenta il bordo dell'isola e nient'altro, certamente non la linea di costa sul lato opposto dell'isola e quindi non la sua forma complessiva. Peggio ancora, la macchia presenta dei buchi e i suoi bordi non coincidono nemmeno con la linea di costa cartografata. È una perdita di tempo, non è vero? Basta usare il plotter cartografico.

Ma ricordate il potere di percepire qualcosa che c'è davvero. In questo senso, è proprio come vederlo. Una visione a occhio nudo sfocata e indistinta della costa può con-

fondere, ma ci fidiamo di più di questa (e a ragione) che della carta. Allo stesso modo, il radar “vede” ciò che c’è davvero, nel momento attuale, comprese, ad esempio, altre imbarcazioni ed elementi che il cartografo non conosceva.

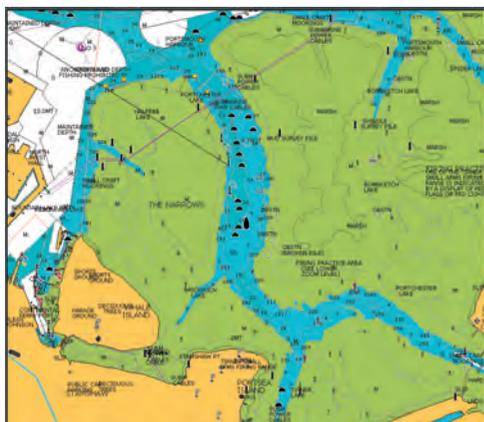


Figura 1.5 Display di un plotter cartografico.

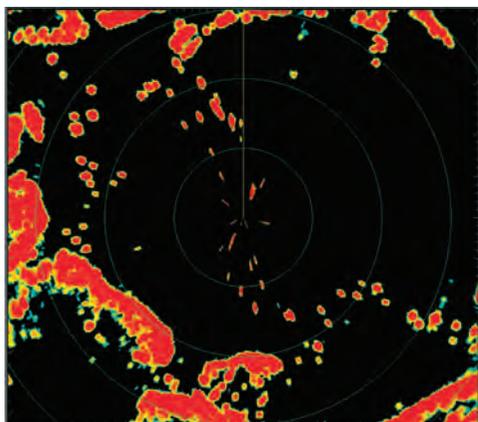


Figura 1.6 Immagine radar corrispondente.

In che modo il radar “vede”

Come spiegato in precedenza, il radar utilizza le onde elettromagnetiche, ma “vedere” con il radar è analogo a far girare una torcia potente intorno a noi nel buio e registrare quando rileva qualcosa. Per alcuni aspetti il radar è migliore: può vedere attraverso la nebbia, non solo al buio, e può anche calcolare la distanza esatta tra noi e l’oggetto rilevato. Il suo raggio d’azione è inoltre notevolmente superiore.

Il lato negativo è che il radar non è in grado di vedere con grande precisione i dettagli o la forma dell’oggetto rilevato. Tutto ciò che si trova nel fascio della “torcia” viene rilevato come un bersaglio (una macchia sul display) mentre è toccato dal fascio, e poiché il fascio è relativamente ampio all’estremità ester-

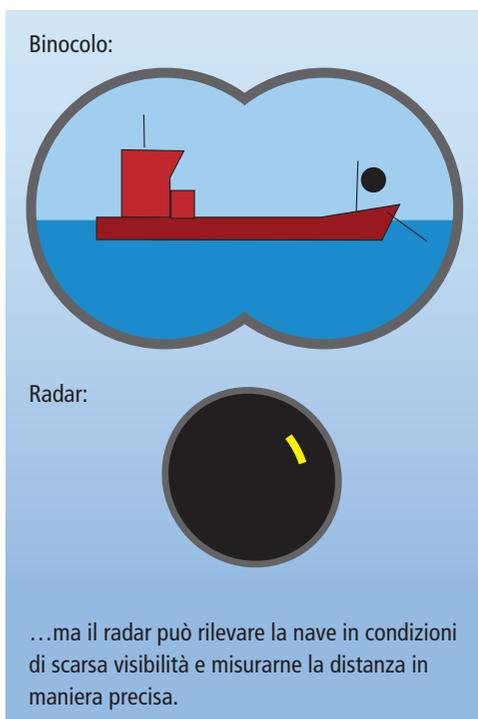


Figura 1.7 Paragone tra ciò che si vede con il binocolo e il radar.

na, anche i bersagli più distanti vengono visualizzati in modo piuttosto ampio sul display. I vantaggi che abbiamo quando guardiamo un oggetto individuato da una vera torcia, come poterne vedere il colore e i dettagli – cosa che i nostri occhi fanno mettendo a fuoco e analizzando la luce che viene restituita – non sono disponibili nel radar. Inoltre, esattamente come nel caso della torcia, il radar non può vedere oltre l'orizzonte e non può vedere nulla che sia nascosto dietro qualcos'altro. Il radar vede la "faccia" di ciò che rileva, solo la superficie che è rivolta verso di lui. Una volta capito questo, ci siete quasi.

Approfondimento tecnico

L'analogia con il fascio di luce di una torcia, per quanto utile, presenta dei limiti. La tecnologia vera e propria di un fascio radar è abbastanza semplice da capire (magari un po' meno da progettare).

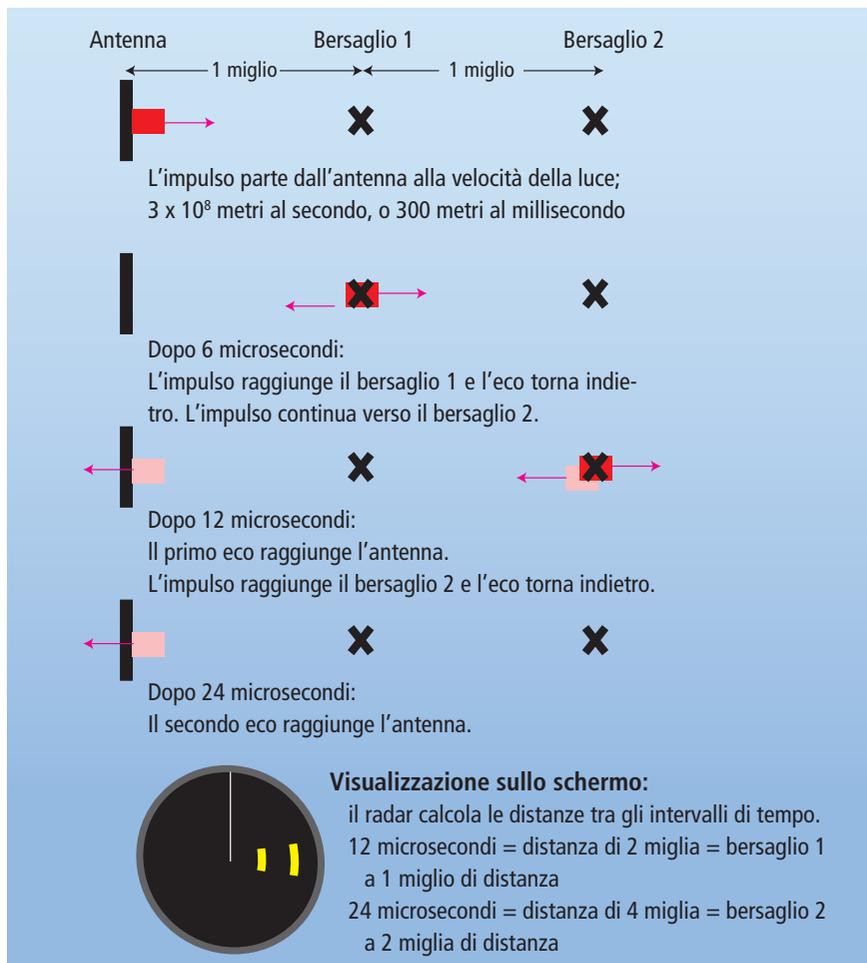


Figura 1.8
 Come il radar misura le distanze e le mostra sul display.

Misurare la distanza

Ci si potrebbe chiedere come il radar misuri effettivamente la distanza dal bersaglio. Ciò che fa è utilizzare **impulsi** di irradiazione di onde elettromagnetiche piuttosto che un fascio continuo. Quindi cronometra l'intervallo di tempo che intercorre tra il momento dell'invio dell'impulso e il momento in cui l'oggetto rileva e riflette quell'impulso, un po' come si potrebbe cronometrare l'intervallo tra un grido e il suo eco da un dirupo. La distanza dell'oggetto può essere determinata con una semplice formula conoscendo questo intervallo di tempo:

$$\text{distanza} = \text{velocità} \times \text{tempo}$$

dove la distanza percorsa dall'impulso riflesso (cioè due volte la distanza dell'oggetto) = velocità della luce x l'intervallo di tempo registrato (dall'invio alla ricezione).

(È interessante notare che anche il GPS utilizza la velocità della luce per calcolare la distanza da ciascun satellite e quindi determinare la nostra posizione.)

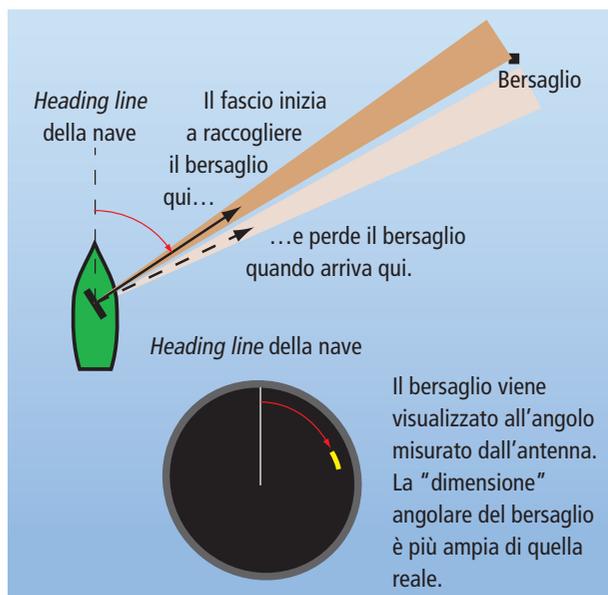
Misurare la direzione

Il fascio del radar (inteso come una rapida serie di impulsi) fa una scansione in cerchio proprio come nell'analogia con la torcia. Il radar conosce la direzione di un eco di ritorno, perché sa dove sta puntando l'antenna quando riceve il segnale di ritorno, rispetto, ovviamente, alla piattaforma (l'imbarcazione) a cui l'antenna è collegata.

Visualizzazione dell'immagine nel radar di base

Nell'immagine fornita dal radar di base, i bersagli vengono mostrati con la stessa angolazione rispetto alla **heading line** (linea che indica la prora) verticale della nave su

Figura 1.9 Rilevamento di un bersaglio con un fascio radar. Se l'oggetto è piccolo, il bersaglio visualizzato avrà la stessa "ampiezza" del fascio.



cui punta l'antenna quando vengono rilevati. L'immagine è infatti disegnata seguendo una linea che gira in cerchio nello schermo come una lancetta dell'orologio, esattamente come l'antenna stessa gira in cerchio. I bersagli sono visualizzati sul display a una distanza dal centro che corrisponde alla distanza del bersaglio reale dall'imbarcazione, in modo da ottenere una "vista dall'alto" dei bersagli intorno a voi, con la vostra imbarcazione al centro.

Angolo di apertura del fascio

Tuttavia il **fascio** ha un **angolo di apertura** finito. Tutto ciò che si trova nel fascio viene registrato come un ritorno per tutto il tempo che si trova nel fascio; quindi un bersaglio piccolo viene espanso nella direzione del movimento circolare, mostrando sullo schermo un ritorno più ampio rispetto alla lunghezza effettiva dell'oggetto. Inoltre il radar non è in grado di distinguere tra due oggetti posti alla stessa distanza che si trovano nel fascio nello stesso momento. Per di più, quando si tratta di misurare il rilevamento del bersaglio, la precisione di questa misura dipende dall'angolo di apertura del fascio.

È quindi auspicabile avere un fascio che sia stretto in direzione orizzontale. È molto più ampio, invece, in direzione verticale, in modo da poter rilevare i bersagli molto vicini all'imbarcazione anche quando questa sta rollando.

Stabilizzazione dell'immagine

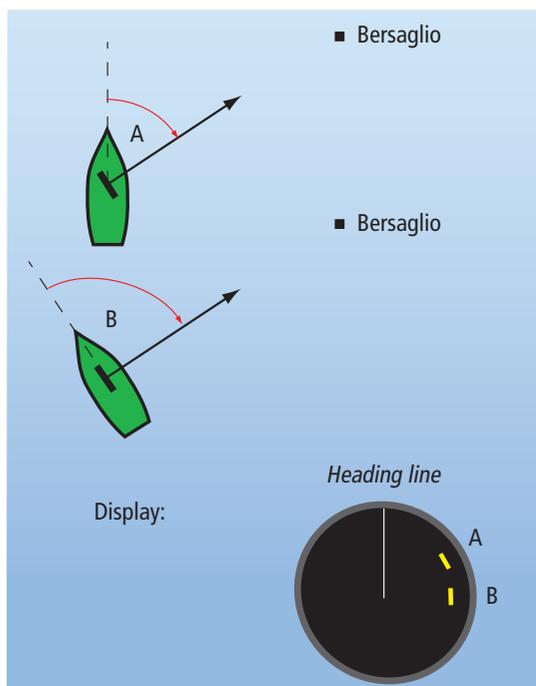
La misurazione e la visualizzazione della direzione sono precise se l'imbarcazione è assolutamente stabile, ma possono essere molto meno accurate su una piccola imbarcazione con mare mosso, quando la prora cambia spesso (dopotutto non è molto facile nemmeno usare un binocolo o orientarsi in quella situazione). In casi come questo l'immagine visualizzata dal radar di base si muoverà avanti e indietro seguendo l'imbarcazione (e in direzione opposta): il ritorno al primo giro di scansione è collocato nella posizione A, mentre al successivo movimento circolare di scansione lo stesso oggetto apparirà al radar come se si trovasse nella posizione B. Questo può risultare estremamente confusionario nell'uso e nell'interpretazione dell'immagine, come minimo.

Esiste una soluzione a questo problema, ma significa allontanarsi dalla visualizzazione dell'immagine del radar di base in cui la *heading line* è posizionata verticalmente verso l'alto sullo schermo. La maggior parte dei radar moderni è in grado di elaborare informazioni aggiuntive provenienti da altre fonti e, quindi, di modificare la visualizzazione dell'immagine di conseguenza. (Se avete un radar vecchio stile, questo non è possibile e potete smettere di leggere questa sezione!)

Figura 1.10

Rappresentazione non stabilizzata. Il bersaglio apparirà in posizioni diverse mentre la barca fa un'imbardata.

Se si forniscono al processore radar informazioni sulla direzione esatta della *heading line* dell'imbarcazione da una frazione di secondo all'altra, allora il radar può calcolare la direzione assoluta in cui punta l'antenna e utilizzarla per visualizzare a display i bersagli anziché utilizzare la semplice direzione misurata rispetto all'imbarcazione. Si tratta di una rappresentazione stabilizzata in azimut, che non risente del movimento di imbardata dell'imbarcazione come invece è per la rappresentazione di base. Ne parlerò ancora nel capitolo 6, ma ne faccio menzione qui perché può essere una funzione particolarmente utile, che facilita l'uso del radar.



In pratica, di solito sono disponibili due tipi di rappresentazioni stabilizzate:

- **north-up** (letteralmente: nord in alto), in cui, come su una carta nautica, il nord si trova verticalmente in alto sullo schermo;
- **course-up** (letteralmente: rotta in alto), in cui la direzione impostata per l'imbarcazione, detta rotta (e non quella effettivamente seguita, detta prora) si trova verticalmente in alto.

Entrambe danno un'immagine stabile. La prima è più facile da collegare alla carta nautica per scopi di navigazione. La seconda ha l'attrattiva di apparire come una versione migliorata del display di base e l'immagine corrisponde (quasi del tutto) a ciò che si vede intorno all'imbarcazione: ad esempio un oggetto posizionato a 60° a sinistra viene visualizzato a ore 10 sul display.

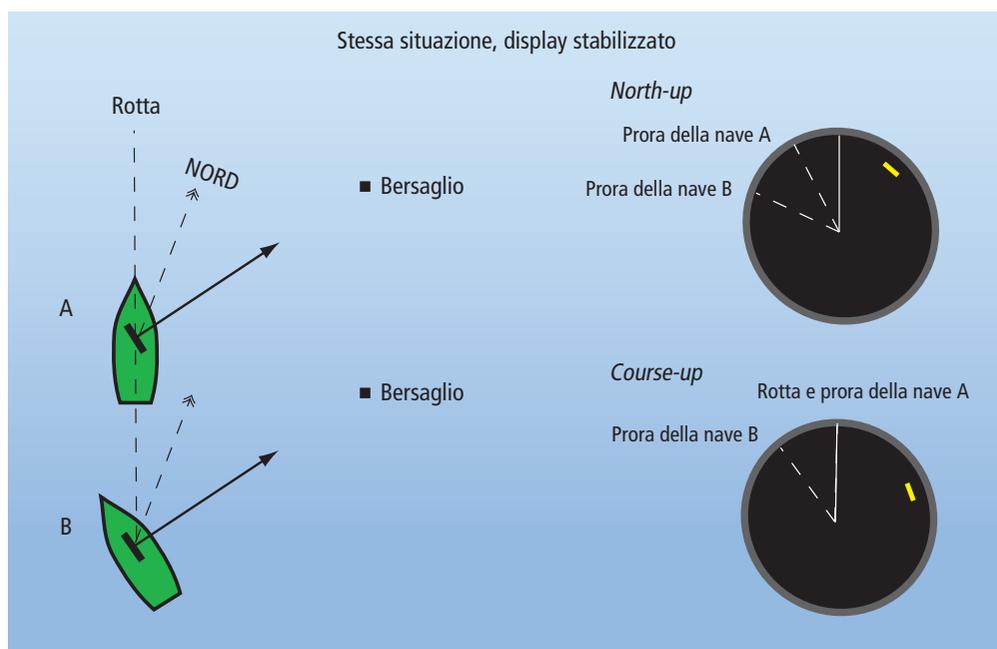


Figura 1.11 Stessa situazione con rappresentazioni stabilizzate: *north-up* e *course-up*. Il bersaglio verrà visualizzato nella medesima posizione mentre la barca fa un'imbardata.

Dove può vedere il radar?

Le onde elettromagnetiche utilizzate dal radar si comportano in modo simile alla luce (o all'altro loro vicino nello spettro elettromagnetico, le onde radio VHF) quando si tratta di curvare: non lo fanno proprio, tranne in particolari circostanze atmosferiche. Procedono, invece, su linee belle dritte. Questo fatto ci permette di ottenere un'immagine utile, ma ricordate che il radar può rilevare solo oggetti nella sua "linea visiva". L'analogia con la torcia torna utile anche in questo caso: anche il radar può vedere solo in linea retta, quindi non può rilevare oggetti al di sotto dell'orizzonte della sua antenna, né può rilevare nulla che sia completamente nascosto dietro un altro oggetto (l'eccezione è costituita da qualcosa come un violento acquazzone: sebbene questo sia abbastanza efficace nel diffondere la luce visibile, non ferma o riflette tutte le microonde, quindi il radar può "vederci" attraverso).

L'altezza dell'antenna (come l'altezza di un'antenna radio VHF) determina quanto lontano può vedere fino all'orizzonte. La formula è:

distanza dell'orizzonte (in miglia nautiche) = $2,21 \times \sqrt{\text{altezza dell'antenna (in metri)}}$
[promemoria di matematica: il simbolo $\sqrt{\quad}$ significa "radice quadrata", ad esempio $\sqrt{4} = 2$, $\sqrt{9} = 3$, $\sqrt{100} = 10$].

Questa è la distanza a cui può vedere i bersagli a livello del mare. È utile conoscere la distanza dell'orizzonte per il proprio radar, perché ciò che si vuole rilevare sono proprio le cose a livello del mare: piccole imbarcazioni e litorali bassi, ma oltre questa distanza il radar non li rileverà. Vedrete altre cose che spuntano sopra l'orizzonte: imbarcazioni più grandi, scogliere e terra più alta, magari nell'entroterra del litorale basso. La formula completa è:

portata del radar (in miglia nautiche) = $2,21 \times (\sqrt{\text{altezza dell'antenna}} + \sqrt{\text{altezza del bersaglio}})$ (in metri)

Esempi di portate del radar		
Altezza della propria antenna	Bersaglio standard	Portata del radar (in MN)
Piccolo motoscafo: 3 m	Piccola imbarcazione/boa (o distanza dell'orizzonte)	3.8
	Nave grande 200 m	13.7
	Terra – St Catherine's Point 200 m	35.1
Piccolo yacht: 6 m	Piccola imbarcazione/boa (o distanza dell'orizzonte)	5.4
	Nave grande 200 m	15.3
	Terra – St Catherine's Point 200 m	36.7
Grande yacht: 12 m	Piccola imbarcazione/boa (o distanza dell'orizzonte)	7.7
	Nave grande 200 m	17.5
	Terra – St Catherine's Point 200 m	38.9

Quindi, a una certa distanza, le colline e le montagne verranno rilevate, ma sembreranno isole anche se in realtà sono unite – i ritorni verranno dall'entroterra, non dalla costa. Questo è un aspetto da tenere presente se si vuole usare il radar per misurare la distanza dalla terraferma.

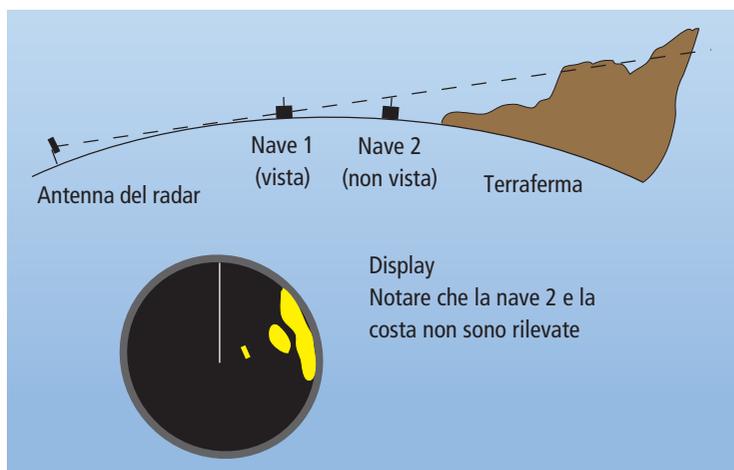


Figura 1.12
L'effetto dell'orizzonte radar sull'immagine visualizzata.