

Note discorsive sul sonar

Con le note discorsive s'intendono fornire semplici informative sulle capacità operative e tattiche che il sonar consente al sottomarino.

Indice

Descrizione dell'insieme

I bersagli del sonar

Importanza della localizzazione nella navigazione dei sottomarini

Visualizzazione dei bersagli

Distanza e precisione di localizzazione di un bersaglio attivo

Distanza e precisione di localizzazione di un bersaglio passivo

Riferimenti

Note

Bibliografia

Descrizione dell'insieme

Il SONAR^[1] è una macchina elettronica collegata ad uno o più sensori acustici subacquei.

Esso consente la localizzazione e l'identificazione di una o più unità navali (bersagli), siano esse di superficie o subacquee; il suo funzionamento si basa sulla propagazione delle onde acustiche in mare.

L'apparato può essere installato indifferentemente sulle navi o sui sottomarini, la sua struttura tipica è mostrata in figura 1:

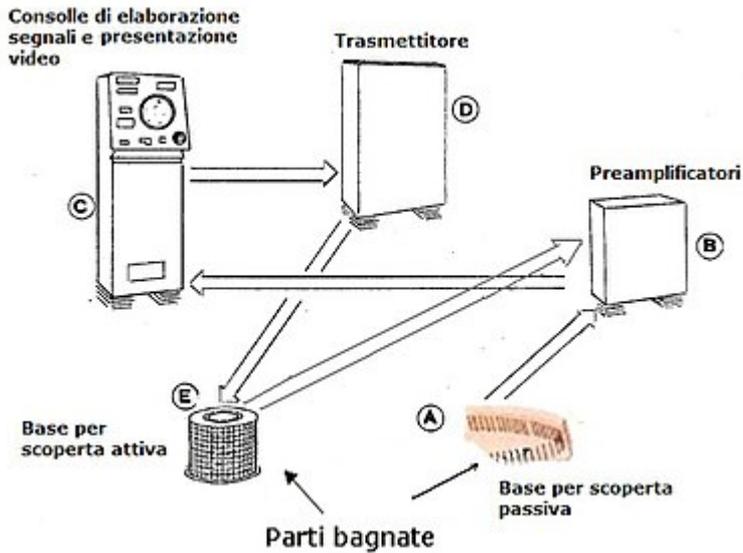


figura 1 -Vista d'insieme di un Sonar: le frecce indicano il percorso dei segnali

Essa comprende:

- un sistema di sensori elettroacustici riceventi (basi acustiche; parti bagnate)
- un cofano di amplificazione dei segnali idrofonici
- un complesso di elaborazione, presentazione e controllo
- un cofano trasmettitore
- un sistema di emettitori elettroacustici

Questo insieme è diviso in due parti funzionali: la componente passiva e la componente attiva; con la prima si localizzano i bersagli che emettono rumore, con la seconda si localizzano i bersagli con il metodo dell'eco.

Il sistema di sensori riceventi, detto base idrofonica è collocato all'esterno del battello in modo da restare completamente sommerso.

I rumori, irradiati dalle unità in navigazione, si propagano in mare e le onde acustiche colpiscono i sensori della base idrofonica, questi, eccitati meccanicamente, generano delle deboli tensioni elettriche che sono proporzionali all'eccitazione meccanica ricevuta.

Il cofano di amplificazione ed elaborazione riceve dagli elementi della base idrofonica le deboli tensioni elettriche prodotte, genericamente dette segnali idrofonici, e ne amplifica il livello in modo da renderle idonee per la successiva fase di trattamento.

I segnali idrofonici amplificati sono applicati al gruppo di elaborazione, questo estrae tutte le informazioni contenute in essi per fornirle al sistema di presentazione.

Il complesso di presentazione e controllo consente all'operatore del sonar di eseguire le azioni di localizzazione e di classificazione dei bersagli. Egli può vedere, su di uno schermo simile a quello televisivo, la rappresentazione topografica dello scenario subacqueo, nella quale si evidenziano, con strisce o archi luminosi, le posizioni dei bersagli.

Agendo sugli appositi comandi l'operatore può collimare una marca luminosa sulle tracce dei bersagli ottenendo, su appositi indicatori numerici, i dati che consentono la localizzazione.

Il cofano trasmettitore è impiegato per la generazione dell'energia necessaria per la localizzazione dei bersagli che, non emettendo rumore, devono essere scoperti con il metodo dell'eco. Il trasmettitore produce impulsi di energia elettrica che vengono applicati al sistema di emettitori elettroacustici.

Il sistema di emettitori è collocato all'esterno del battello in modo da restare completamente sommerso.

Gli impulsi di energia elettrica applicati agli emettitori acustici provocano la vibrazione di questi e la conseguente eccitazione delle particelle d'acqua circostanti. Si ha in questo modo la produzione di onde acustiche che si propagano in mare fino a colpire il bersaglio, questo riflette parte dell'energia acustica che lo ha colpito verso l'origine, dove viene captata e convertita in segnali elettrici dalla base ricevente.

Il sonar ora brevemente descritto rappresenta una configurazione delle più semplici impiegate un tempo; tuttavia i sonar più sofisticati sono costituiti con strutture simili a quella descritta, perché il loro funzionamento segue gli stessi principi fisici a cui si ispirano tutti i sistemi di localizzazione subacquea.

I bersagli del sonar

I bersagli possono essere indifferentemente: navi, sottomarini, siluri in corsa, sopraelevazioni del fondo marino, isole, coste e si possono dividere in due classi:

- classe dei bersagli passivi, quelli che per loro natura o per intendimento dell'uomo non irradiano rumori in mare
- classe dei bersagli attivi, quelli che irradiano rumore in mare.

Nella prima classe si possono collocare: navi alla fonda, sommergibili naviganti in assetto particolarmente silenzioso, isole e coste.

Nella seconda classe si possono collocare: navi in movimento, navi ferme con macchinari in moto, sottomarini in normale navigazione, siluri ecc.

Il sonar localizza e identifica i bersagli in due modi differenti in dipendenza dell'appartenenza di questi ad una classe o all'altra; per la localizzazione e la identificazione dei bersagli passivi esso utilizza energia acustica propria, in modo da provocare una riflessione parziale di questa da parte del bersaglio, che così viene rivelato (metodo dell'eco). In questo tipo di impiego il sonar utilizza la sua **componente attiva**.

Per la localizzazione e l'identificazione dei bersagli attivi esso utilizza il rumore irradiato naturalmente da questi, nel far ciò adopera la sua **componente passiva**.

Il sonar non può operare contemporaneamente con la componente attiva e con quella passiva, ma con opportuni accorgimenti può realizzare una quasi contemporaneità dei due modi operativi.

Il sonar installato su di una nave è prevalentemente orientato al funzionamento attivo, poiché i rumori provocati dalle macchine non consentono che esso possa captare agevolmente il rumore irradiato naturalmente dai bersagli.

Il sonar installato su di un sottomarino è prevalentemente orientato al funzionamento passivo per due ragioni fondamentali:

- La prima è dovuta al fatto che il sottomarino, se impiegasse il funzionamento attivo, emettendo energia acustica in mare, sarebbe facilmente individuabile, mentre il suo scopo precipuo è quello di passare inosservato.
- La seconda è dovuta al fatto che il sottomarino può silenziare il suo assetto e quindi porsi in condizioni ottimali per captare il rumore irradiato naturalmente dai bersagli.

Il sottomarino impiega la componente attiva del sonar soltanto in casi eccezionali: durante la navigazione, in tempo di pace, se non è comandato ad effettuare opera di sorveglianza dello spazio subacqueo e durante le fasi critiche di attacco al bersaglio nemico, quando ormai è indispensabile correre il rischio.

Nel prosieguo della descrizione verrà posta l'attenzione esclusivamente alle problematiche relative ai sonar installati a bordo di sottomarini ed ai piccoli sonar, perché questi argomenti offrono un'ampia visione sui sistemi di localizzazione passiva.

Importanza della localizzazione nella navigazione dei sottomarini

La localizzazione subacquea dei bersagli ha un ruolo fondamentale nella navigazione in immersione di un sottomarino, sia che la navigazione avvenga per scopi di spostamento, sia che avvenga per scopi di sorveglianza o attacco.

La posizione dell' unità nello spazio subacqueo può presentarsi nei più svariati aspetti, in figura 2 è indicata un'ipotetica situazione in cui il sottomarino indicato con la lettera a) è il protagonista, mentre gli altri elementi indicati con le lettere b), c), d), sono i bersagli.

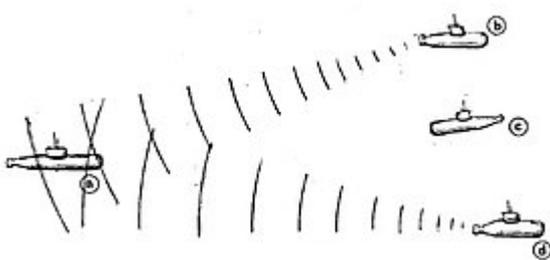


figura 2 - Scoperta dei bersagli con sonar passivo

I bersagli b) e d) sono considerati attivi e il rumore da loro emesso è indicato sotto forma di archi di cerchio che si allontanano da essi verso il sottomarino, il bersaglio c) è passivo e non irradia rumore.

Se il sottomarino a), per non farsi scoprire, impiega nella ricerca la sola componente passiva del sonar, localizza soltanto i bersagli b) e d) e non rileva la presenza di c).

La situazione ora esaminata può essere modificata per necessità operative qualora il sottomarino debba localizzare tutti i possibili bersagli presenti nella zona, siano questi attivi o passivi.

In questo caso il sottomarino impiega nella ricerca la componente attiva del sonar anche se ciò denuncia la sua presenza; nella figura 3 è illustrata la nuova situazione:

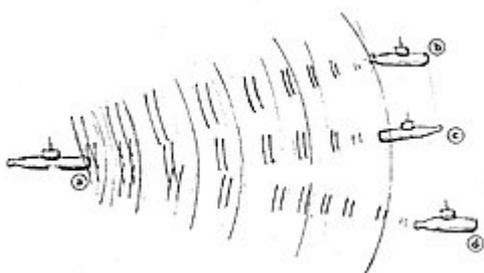


figura 3 - Scoperta dei bersagli con sonar attivo

Gli impulsi di energia acustica emessi dal sottomarino per produrre gli echi sono indicati sotto forma di ampi archi di cerchio che si allontanano da esso, gli echi di ritorno sono indicati sotto forma di piccoli archi di cerchio che si staccano dai bersagli.

In figura non sono tracciati gli archi che mostrano i rumori irradiati naturalmente da b) e d) dato che in questo modo operativo non sono utilizzati dal sonar.

In entrambe le situazioni esaminate il sottomarino a) rileva con notevole precisione la posizione dei bersagli scoperti, localizzandoli angularmente, sia nel piano orizzontale, sia in quello verticale.

È facile intuire che l'importanza di questi rilievi è fondamentale per il sottomarino, in quanto rappresentano l'unico mezzo con il quale esso può spostarsi agevolmente nello spazio subacqueo, senza correre il rischio di urtare altri corpi immersi sia immobili che in navigazione, inoltre la localizzazione rende possibile al sottomarino l'emersione senza il pericolo di trovarsi sulla traiettoria o, quanto peggio, sulla chiglia di una nave.

Dal punto di vista tattico la localizzazione sonar costituisce un supporto importantissimo, tanto nelle operazioni di controllo dei mari nazionali, quanto nelle operazioni di difesa-offesa.

Il sonar associa la funzione di localizzazione con la funzione di identificazione dei bersagli.

L'identificazione consente di stabilire, come vedremo in seguito, le caratteristiche più salienti dei bersagli, quali ad esempio la lunghezza, la velocità, il tipo di propulsione ed altri elementi che permettono di conoscere la classe della nave o del sottomarino oggetto della localizzazione.

Visualizzazione dei bersagli

Dopo aver esaminato le caratteristiche dei bersagli vediamo come questi sono visualizzati all'operatore sul cofano di presentazione e controllo.

A tal fine consideriamo il teatro di operazioni disegnato in figura 4, il sottomarino protagonista si trova in immersione in una zona di mare, tra coste ed isole, nella quale sono presenti due navi in movimento:

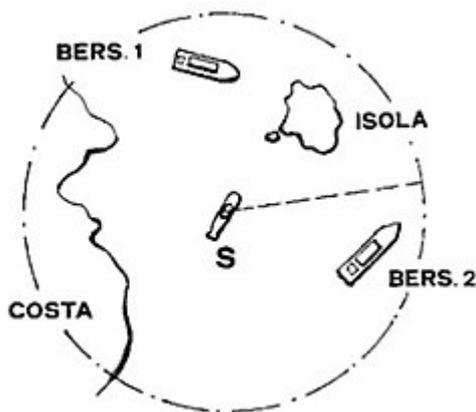


figura 4 - Scoperta dei bersagli con sonar

Dato che tutti i rilievi angulari del sonar sono effettuati facendo riferimento al sottomarino, esso diventa il centro della geometria della zona. Infatti, se tracciamo un cerchio facendo centro su S, tutto ciò che in esso è compreso sarà visualizzato sullo schermo circolare di presentazione con riferimento al punto centrale di questo, che rappresenta il sottomarino.

Nello schermo del sonar compaiono tracce diverse in dipendenza del suo modo operativo.

Se si lavora in attivo gli echi di tutti i bersagli compaiono sullo schermo sotto forma di piccoli segmenti luminosi che delineano la topografia della zona circostante il battello, che compare come un punto luminoso al centro.

Un raggio luminoso è fatto ruotare dall'operatore per collimare i bersagli. Questo tipo di presentazione, con riferimento alla situazione illustrata, è mostrato in figura 5 a sinistra:

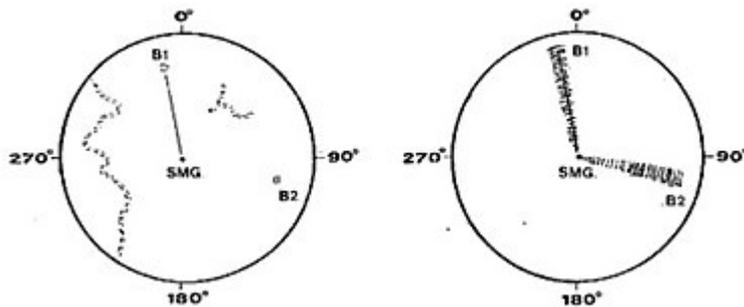


figura 5 - Scoperta dei bersagli con sonar

Se il sonar lavora in passivo, i rumori irradiati dai bersagli compaiono sullo schermo sotto forma di tracce radiali che indicano la direzione di provenienza del suono rispetto al battello, che compare come un punto luminoso al centro.

Anche in questo caso è presente l'indice luminoso per collimare i bersagli.

Questo tipo di presentazione, con riferimento alla situazione esaminata è mostrato in figura a destra.

Distanza e precisione di localizzazione di un bersaglio attivo

In condizioni favorevoli, e vedremo più avanti quali sono, la capacità di **scoperta** di un sonar in funzionamento passivo si può stimare tra i quaranta e gli ottanta chilometri.

Abbiamo parlato di **scoperta** e non di localizzazione del bersaglio perché a grandi distanze è difficile una misura accurata della posizione angolare del bersaglio nel piano orizzontale, non parliamo poi dell'impossibilità di misurare la posizione angolare nel piano verticale.

Facciamo un semplice esempio con riferimento alla figura 6:

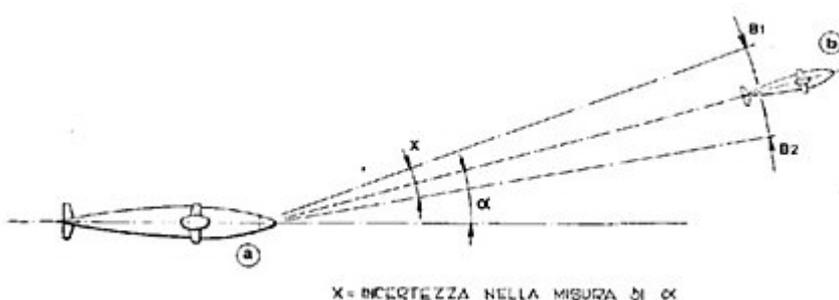


figura 6 - Scoperta dei bersagli con sonar

in essa, che rappresenta una sezione orizzontale dello spazio subacqueo, è indicato il sottomarino a) durante la fase di scoperta del bersaglio attivo b).

Supponiamo che la distanza tra a) e b) sia di **40 km** e che l'incertezza nella misura dell'angolo α sia di **1.5°**: in tali condizioni l'ampiezza dell'arco B1 — B2, in ogni parte del quale può essere indifferentemente posizionato il bersaglio, dal calcolo risulta essere dell'ordine di **1 km**; in questa situazione l'impiego del sonar può sembrare inutile, ma non è così.

Se si considera che la velocità di spostamento di un bersaglio può essere mediamente di **40 km/h** e che se questo muove verso il sommergibile devono trascorrere almeno **30** minuti prima che la distanza si riduca dai **40 km** iniziali a , si intuisce che in questo sensibile intervallo di tempo la situazione si evolve.

Infatti, a mano a mano che il bersaglio si avvicina, l'arco B1 — B2 diventa sempre più piccolo, sia perché la distanza decresce, sia perché si riduce l'incertezza nella misura di α ed il sonar stabilisce con molta precisione la posizione del bersaglio.

Si può dire, in questo caso, che il tempo fa il gioco del sonar.

La scoperta di bersagli molto lontani, anche con sensibili incertezze nella loro localizzazione, rappresenta pertanto un elemento di primaria importanza per la sicurezza e l'operatività del battello.

Distanza e precisione di localizzazione di un bersaglio passivo

Le portate di scoperta di un sonar in funzionamento attivo sono subordinate alla quantità di energia acustica che il sonar emette per ottenere l'eco del bersaglio.

Oltre certi limiti, aumentare l'energia emessa implica l'impiego di apparecchiature e di emettitori acustici le cui dimensioni non si adattano a tutti i sottomarini.

Questo fatto rende molto variabile la massima portata di scoperta che, in condizioni favorevoli, è sensibilmente inferiore a quella ottenuta con la componente passiva.

La precisione di scoperta di un sonar in funzionamento attivo, nell'ambito delle distanze di normale operazione, è paragonabile a quella che si può ottenere in passivo.

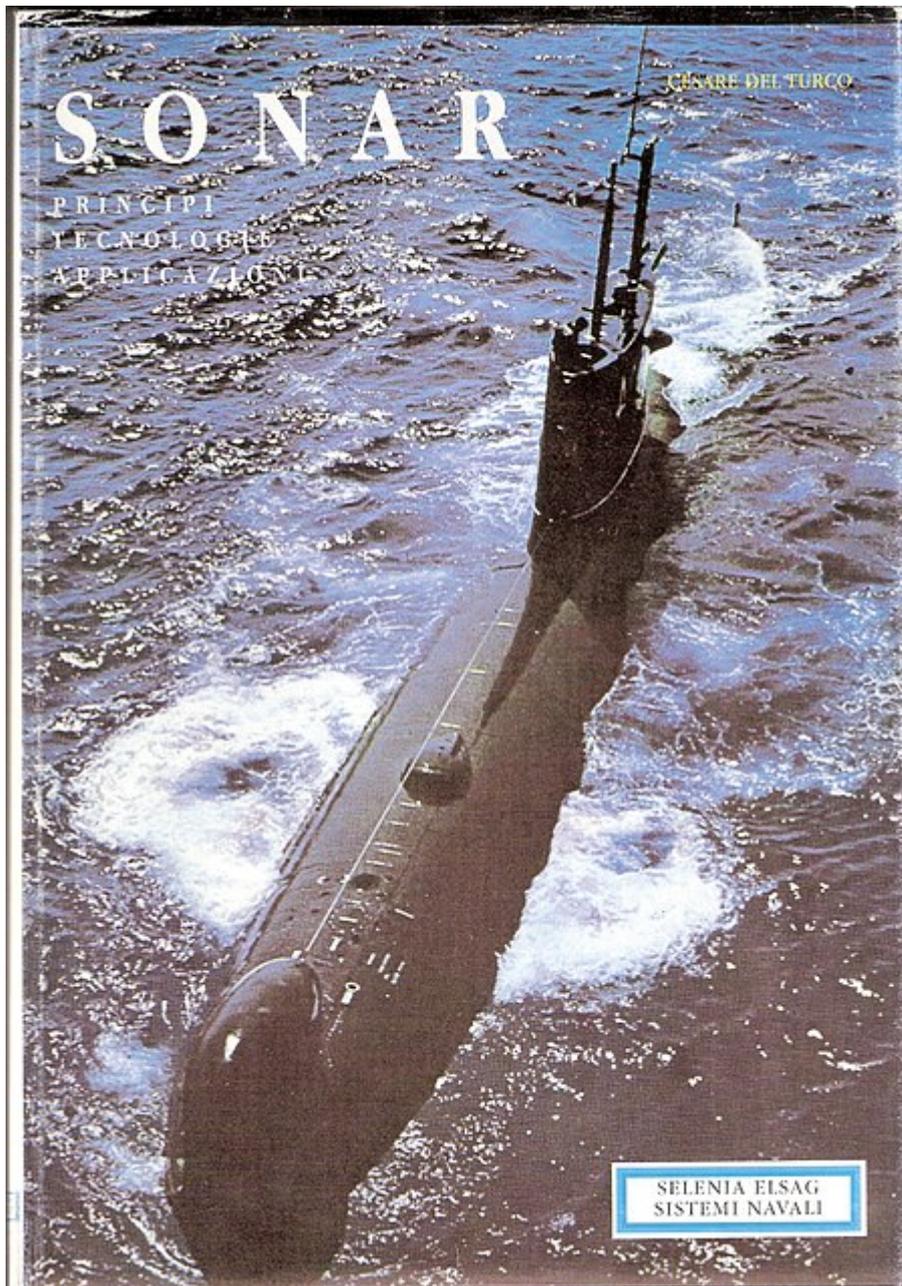
Naturalmente la prudenza consiglia, per quanto possibile, di non emettere energia acustica con il sonar, ma di cercare di intercettare l'energia acustica emessa dal bersaglio per i suoi fini di localizzazione; in questo modo le distanze di scoperta del bersaglio, diventato da passivo attivo, aumentano notevolmente.

Riferimenti

Le informazioni, a carattere discorsivo, riportate in questa pagina, sono tratte dal primo capitolo del testo (SONAR - PRINCIPI -TECNOLOGIE - APPLICAZIONI).

S'informa che il testo ^[2] è stato pubblicato nel 1992 e che, negli anni, la tecnologia attinente all'elaborazione dei segnali è stata superata; restano comunque sempre validi i principi generali dell'acustica subacquea.

Per una più ampia conoscenza delle tematiche sonar si consiglia la lettura di tutto il testo disponibile al link : Testo discorsivo sul sonar (<http://www.sonar-info.info/p2/2pagina.html>)



Note

1. "La dizione SONAR deriva dall'acronimo anglosassone SOund NAVigation and Ranging, che tradotto significa: navigazione e localizzazione con il suono.
2. Il testo illustra, di massima, le strutture sonar dei sottomarini classi Toti e Sauro.

Bibliografia

- G. Pazienza, Fondamenti della localizzazione sottomarina, La Spezia, Studio grafico Restani, 1970.
- A. De Dominics Rotondi, Principi di elettroacustica subacquea , Elettronica San Giorgio-Elsag S.p.A. Genova, 1990.