

## 6) Le variabili acustiche nella struttura definitiva (unità B su bersaglio)

Sempre con riferimento al paragrafo 2.2.2 ed alla figura 2 esaminiamo ora le variabili acustiche, l'elettronica e le parti bagnate direttamente coinvolte nel processo che interessa l'unità di elaborazione (B) collocata sul "sommersibile bersaglio" ed alloggiata nel contenitore stagno Cns.

Come per i calcoli relativi all'unità A, anche per l'unità B, tutte le computazioni saranno eseguite nelle ipotesi di propagazione sferica in assenza di anomalie.

Data la geometria del campo è necessario che tutti i trasduttori dell'unità B siano del tipo omnidirezionale perché la "nave pilota" potrà essere disposta sotto qualsiasi angolo rispetto al "sommersibile bersaglio".

### 6.1 Calcolo delle variabili acustiche (unità B su bersaglio)

Per calcolare le variabili acustiche che caratterizzano l'unità B è necessario ricorrere alle variabili computate per l'unità A, in particolare al valore SL relativo alla pressione emessa dal trasduttore Tx che è stata calcolata in  $SL = 186 \text{ dB}/\mu\text{Pa}$ ; infatti questo segnale deve colpire, oltre che il bersaglio, anche l'idrofono ricevente  $Rx_1$  collocato sul contenitore stagno Cns fissato a sua volta sul "sommersibile bersaglio". Si tratta ora di calcolare la pressione che incide su  $Rx_1$  secondo l'equazione:

$$SB = SL - TL$$

Dove:

SB = è la pressione incognita

SL =  $186 \text{ dB}/\mu\text{Pa}$

TL =  $TL_d + \alpha R$  = attenuazione per propagazione

$TL_d = 20 \text{ Log } R$  = attenuazione per divergenza

R = 1000 m

$\alpha R = 2 \text{ dB}$  attenuazione per assorbimento

essendo

$$TL = 20 \text{ Log } R + \alpha R = 20 \text{ Log } 1000 + 2 = 62 \text{ db}$$

si ha 
$$SB = 186 \text{ dB}/\mu\text{Pa} - 62 \text{ dB}/\mu\text{Pa} = 124 \text{ dB}/\mu\text{Pa}$$

Dato che la funzione di  $Rx_1$  è di ricevere l'emissione di Tx per qualsiasi posizione angolare assuma la nave, questo trasduttore deve essere omnidirezionale; visto inoltre che dal calcolo il livello di pressione incidente su  $Rx_1$  è sensibilmente elevato un trasduttore prodiero IP70 può essere impiegato con successo.

Essendo la sensibilità di questo trasduttore  $-80 \text{ dB } \mu\text{V}/\mu\text{Pa}$  l'impulso di tensione alla sua uscita, dovuto all'emissione di Tx, sarà:

$$124 \text{ dB}/\mu\text{Pa} - 80 \mu\text{V} / \mu\text{Pa} = 44 \text{ dB} / \mu\text{V}$$

pari a  $158 \mu\text{V eff}$ .

Un secondo trasduttore,  $Tr/Gn$ , è impiegato sull'unità B ed ha il compito di generare, sia l'impulso di riferimento per il calcolo del TS, sia il segnale per la misura dell'angolo di esposizione del bersaglio che sono utilizzati dall'unità A.

Questo trasduttore in funzionamento da trasmettitore omnidirezionale,  $Tr$ ; è opportuno che generi un impulso a 10000 Hz tale da consentire un livello di segnale su  $Rx$  superiore di 20 dB rispetto al livello d'eco di  $72 \text{ dB}/\mu\text{Pa}$ , già calcolato al paragrafo 5. 🚩

Il valore del livello  $SL'$  emesso da  $Tr$  si calcola con l'equazione:

$$SL' = 72 \text{ dB}/\mu\text{Pa} + 20 + TL$$

dove :  
TL = attenuazione per propagazione  
R = 1000 m  
 $\alpha$  R = 2 dB attenuazione per assorbimento

$$TL = 20 \text{ Log } R + \alpha R = 20 \text{ Log } 1000 + 2 = 62 \text{ db}$$

Risulta pertanto  $SL' = 72 \text{ dB}/\mu\text{Pa} + 20 + 62 \text{ dB} = 154 \text{ dB}/\mu\text{Pa}$

Un tale valore di  $SL'$  è generabile con il trasduttore omnidirezionale ITC-1001 che ha una risposta di emissione a 10000Hz pari a 138dB/ $\mu\text{Pa}/\text{V}$ ; per ottenere 154 dB/ $\mu\text{Pa}$  saranno necessari (154-138)dB/V pari a 6.3 Veff.

Lo stesso trasduttore, in funzionamento come  $G_n$ , è impiegato sull'unità **B** ed ha il compito di generare un segnale di rumore per la misura dell'angolo di esposizione che è effettuata sull'unità **A**. Per questa funzione il trasduttore, omnidirezionale, deve generare un segnale di rumore in banda 1500-3000 Hz tale da consentire un livello di segnale sulla base  $B_f$  dell'unità **A** sufficiente a soddisfare le esigenze operative di cui si tratterà nel paragrafo 7.1 ; il segnale è generato in alternativa all'emissione dell'impulso di riferimento a comando radio dell'unità **A**.

### 6.2 Calcolo delle caratteristiche del canale di amplificazione del segnale di $R_{x_1}$

Le caratteristiche elettriche del canale di amplificazione del segnale di  $R_{x_1}$  possono essere definite sulla base di quanto esposto al paragrafo 6.1.

Nel citato paragrafo è già stato calcolato il livello del segnale impulsivo, ai capi di  $R_{x_1}$ , dovuto al Tx, in 158  $\mu\text{Veff}$ . pari a 0.45 mVpp. Per un buon funzionamento del sistema di elaborazione dell'unità **B** tale livello deve essere elevato a 100mVp mediante un amplificatore da 53 dB di guadagno.

L'amplificatore deve avere pertanto le seguenti caratteristiche:

-guadagno tra 9000 e 11000 Hz

$$A = 53 \text{ dB}$$

-dinamica

la dinamica è irrilevante data la geometria del campo che prevede distanza nave bersaglio praticamente costante

-rumore elettronico d'uscita

dell'ordine di 70  $\mu\text{Veff}$ . in banda 1000 Hz a 10000Hz

-impedenza d'ingresso

dell'ordine di 100 K $\Omega$

Per il controllo preliminare di questa funzione si adatta, con alcune semplici modifiche, la carta USEA CS 422-013 (si veda appendice).

### 6.3 Determinazione delle caratteristiche dei trasmettitori per $Tr/G_n$

Il trasmettitore di impulsi è delegato a fornire l'energia necessaria per pilotare il trasduttore di emissione  $Tr$ . Per quanto visto al paragrafo 6.1 il trasmettitore, in funzionamento per  $Tr$ , deve erogare impulsi di ampiezza pari a 6.3 Veff. alla frequenza di 10000 Hz della durata di 10 mSec. su di un carico di 25  $\Omega$ ; questo implica la generazione di una potenza impulsiva di segnale pari a  $6.3^2/25 = 1.6 \text{ W}$ , deve inoltre presentare un consumo praticamente nullo in attesa di emissione dato che in questo caso l'alimentazione è su batterie; prestazioni di queste tipo si ottengono con circuitazione elettronica specializzata.

Nel caso di un trasmettitore a tensione costante la sua impedenza d'uscita deve essere almeno 1/10 del carico previsto:  $Z_u < 2 \Omega$ .

Il trasmettitore per Gn deve avere caratteristiche molto diverse dal precedente; caratteristiche che saranno definite nel paragrafo 7 nell'ambito della descrizione di tutto il sistema per la misura dell'angolo di esposizione del bersaglio.

#### 6.4 Esposizione generale delle caratteristiche dei trasduttori Rx<sub>1</sub> e Tr/Gn

\* Rx<sub>1</sub> Idrofono prodiero in ricezione USEA tipo 442/ID

sensibilità = -80 dB/  $\mu$ Pa

impedenza a 10000 Hz = 1000  $\Omega$

guadagno di direttività verticale = 10 dB

direttività orizzontale = isotropico

\* Tr/Gn Idrofono ITC 1001 in trasmissione

risposta = 138 dB/  $\mu$ Pa/V

impedenza a 10000 Hz = 25  $\Omega$

direttività verticale = isotropico

direttività orizzontale = isotropico

#### 6.5 Valutazioni del rapporto segnale/disturbo nella ricezione degli impulsi nell'unità B

Similmente a quanto già fatto per l'unità A valutiamo la variabile acustica (Si/Ni) che caratterizza l'unità B; questo valore del rapporto segnale/disturbo viene a trovarsi all'uscita dell'idrofono Rx<sub>1</sub> quando l'idrofono stesso è colpito, dall'impulso (SL -TL).

Tenendo presente che il canale ricevente dell'unità B ha le stesse caratteristiche del canale dell'unità A è necessario, anche in questo caso, che sia  $Si/Ni$  (dB)  $\gg 0$ .

Vediamo pertanto, con l'aiuto delle variabili acustiche calcolate in precedenza, in quali condizioni si trovi il sistema di ricezione fissando i seguenti dati:

$\Delta$  = 2000 Hz (larghezza della banda di ricezione da 9000 a 11000 Hz)

$f_0$  = 9500 Hz (frequenza media della banda di ricezione)

DI = 10 dB ( guadagno del trasduttore Rx<sub>1</sub> 0 dB oizz. + 10 dB vert.)

NL = 45 dB/ $\mu$ Pa/(Hz)<sup>1/2</sup> (massimo rumore del mare in condizioni operative del sistema; SS = 2)

SL-TL = 124 dB/  $\mu$ Pa ( livello di pressione dell'impulso )

Indicando con NLt il rumore totale del mare nella banda di ricezione si ha:

$$NLt = NL + 10 \text{ Log } (\Delta) = 45 \text{ dB}/\mu\text{Pa}/(\text{Hz})^{1/2} + 10 \text{ Log } (2000) = 78 \text{ dB}/\mu\text{Pa}/(\Delta)^{1/2}$$

da cui:

$$Si/Ni = (SL -TL) - NLt + DI = 124 \text{ dB}/\mu\text{Pa} - 78 \text{ dB}/\mu\text{Pa}/(\Delta)^{1/2} + 10 \text{ dB} = 56 \text{ dB}$$

Dal calcolo si vede che per la ricezione dell'impulso emesso dall'unità A esiste un valore del rapporto segnale/disturbo molto elevato.

#### 6.6 Diagramma dei livelli unità B

Il diagramma completo di tutti i livelli che interessano l'unità B, sia in trasmissione, sia in ricezione impulsi, sia per il rumore del mare è riportato nella tabella in appendice.