

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

$R = 1000 \text{ m}$

$\alpha R = 2 \text{ dB}$ 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
 α 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/ μPa 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 μVeff . 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 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 μVeff . in banda 1000 Hz a 10000Hz

-impedenza d'ingresso
dell'ordine di 100 K Ω

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 Ω ; 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 Rx₁ e Tr/Gn

* Rx₁ Idrofono prodiero in ricezione USEA tipo 442/ID

sensibilità = -80 dB/ μ Pa

impedenza a 10000 Hz = 1000 Ω

guadagno di direttività verticale = 10 dB

direttività orizzontale = isotropico

* Tr/Gn Idrofono ITC 1001 in trasmissione

risposta = 138 dB/ μ Pa/V

impedenza a 10000 Hz = 25 Ω

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 Rx₁ 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:

Δ = 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 Rx₁ 0 dB oizz. + 10 dB vert.)

NL = 45 dB/ μ Pa/(Hz)^{1/2} (massimo rumore del mare in condizioni operative del sistema; SS = 2)

SL-TL = 124 dB/ μ 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.