

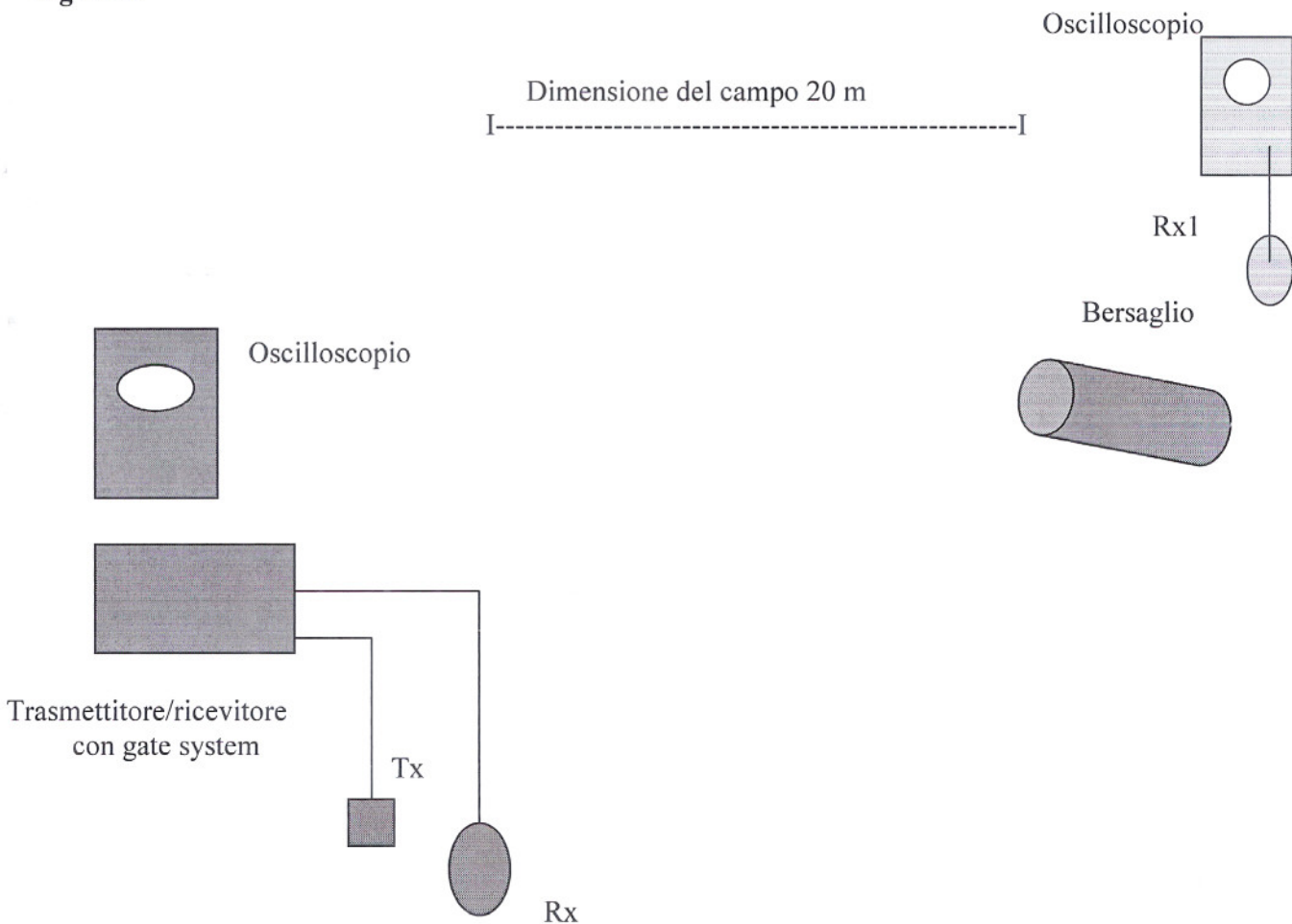
### 3) La struttura sperimentale

La struttura sperimentale esposta in questa relazione ha il solo scopo di prendere confidenza con le metodologie inerenti alla misura del TS, di piccoli bersagli modello, da eseguire in ambienti controllati con il minimo di risorse tecniche; in questo caso siamo pertanto molto lontani dalla struttura illustrata nel paragrafo 2.2.2 ma date le ridotte dimensioni del campo d'azione vedremo che sarà possibile ottenere risultati anche con mezzi modesti.

#### 3.1 Il campo d'azione e la strumentazione necessaria

In figura 3 è riportato il campo d'azione previsto per le misure sperimentali, in essa si possono individuare le misure medie del campo e la strumentazione necessaria per le diverse operazioni.

Figura 3



Le dimensioni medie del campo sono fissate in prima approssimazione a 20 m.

Il bersaglio consiste in un involucro cavo cilindrico

La strumentazione elettronica è limitata ad un oscilloscopio ed ad un trasmettitore/ricevitore dotato di gate system, amplificatore idrofonico, unità di emissione e filtri di banda.

La parte acustica prevede l'impiego di due trasduttori, uno di trasmissione e l'altro di ricezione.

Come strumentazione ausiliaria sono previsti un secondo oscilloscopio e il trasduttore Rx1.

cilindro  
 $d = 0,5 \text{ m}$   
 $l = 1 \text{ m}$  }  $TS = +3 \text{ dB}$

### 3.2 Calcolo delle variabili acustiche sperimentali

Per il calcolo delle variabili acustiche è necessario iniziare con il calcolo del TS teorico del bersaglio assegnando a questo delle dimensioni ragionevoli sia in termini di reperibilità sia di possibilità di movimentazione nel campo.

In seconda battuta deriveranno i calcoli per tutte le altre variabili coinvolte nelle misure sperimentali.

#### 3.2.1 Calcolo del target strength del bersaglio

Supponiamo di disporre di un cilindro di 50 cm di diametro e 80 cm di lunghezza e di operare ad una frequenza  $f = 10000 \text{ Hz}$ , detto cilindro avrà un TS teorico dato da:

$$TS = 10 \text{ Log} (a L^2 / (1.67 \lambda))$$

$$TS = 10 \text{ Log} \left( \frac{R^2}{4} \right)$$

Dove

$a =$  raggio del cilindro = .25

$L =$  lunghezza del cilindro = 0.8

$\lambda = c/f = 1530 / 10000 = .153$

Sfera  $TS = -12$   
 $(\phi = 1)$   
 $r = 0,5$

risulta pertanto  $TS = -2 \text{ dB}$

La durata dell'impulso di illuminazione deve essere:

$$t_o = 2 L / c = 1 \text{ mSec.} \text{ Quest'impulso contiene 10 sinusoidi di } f$$

Perché sia valido il TS calcolato devono essere verificate due condizioni:

$2\pi a / \lambda \gg 1$  e  $R > L^2 / \lambda$  dove  $R$  è la dimensione del campo;

dato che  $2\pi a / \lambda = 6.28 * 0.25 / .153 = 10 \gg 1$  la prima condizione è verificata

essendo poi  $R = 20 \text{ m}$  e  $L^2 / \lambda = 4 < 20$  anche la seconda condizione è verificata.

#### 3.2.2 Calcolo del livello di emissione SLP

Per stabilire il livello di emissione SLP in grado di provocare un'eco (SLP-2TL+TS) tale da essere nettamente riconoscibile sull'oscilloscopio di misura si deve procedere a ritroso partendo proprio da ciò che si desidera veder apparire su tale strumento; un livello ragionevole di tensione d'impulso sullo schermo può considerarsi nell'ordine di 100mVpp pari a circa 35mv eff.

Questo segnale sarà dovrà essere disponibile all'uscita dell'amplificatore idrofónico; se assumiamo un guadagno standard dell'amplificatore  $A = 60\text{dB}$ , per ottenere i 35mv eff. dovranno essere applicati al suo ingresso 35 $\mu\text{V}$  eff.

Se supponiamo di impiegare come idrofono ricevente Rx il noto prodiero IP70, lineare oltre i 10000 Hz, sappiamo che la sua sensibilità è dell'ordine di -80dB/ $\mu\text{V}/\mu\text{Pa}$  e che pertanto potrà generare 35 $\mu\text{V}$  eff. (pari a 31dB/ $\mu\text{V}$ ) se colpito da una pressione d'eco di 31 + 80 dB = 111 dB/ $\mu\text{Pa}$ .

Per ottenere un livello di pressione di 111 dB/ $\mu\text{Pa}$  dovrà essere soddisfatta la seguente equazione:

$$111 \text{ dB}/\mu\text{Pa.} = \text{SLp} - 2\text{TL} + \text{TS}$$

dove :

SLp è l'incognita

TS = -2dB

TL = attenuazione di propagazione

(data la modesta distanza,  $R = 20 \text{ m}$ , si considera soltanto per divergenza sferica)

TL = 20 Log R = 20 Log 20 = 26 db

Risulta pertanto

$$SLp = 111 + 2 \cdot 26 + 2 = 165 \text{ dB}/\mu\text{Pa}$$

Un tale valore di  $SLp$  è generabile, ad esempio, con il trasduttore Tx USEA 442/ESB/A che ha una risposta di emissione a 10000Hz pari a 175dB/ $\mu\text{Pa}/\text{V}$  ed una modesta direttività; per ottenere 165dB/ $\mu\text{Pa}$  saranno necessari (165-175)dB/V pari a 0.3 Veff. (il trasduttore in oggetto è disponibile in ambito M.M.I. come parte di rispetto degli apparati IP70).

Si osservi che nel calcolo di  $SLp$  non compare il guadagno di direttività del trasduttore, ciò è giustificato dal fatto che il calcolo stesso è indirizzato a stabilire soltanto quale valore di  $SLp$  è necessario per avere un'eco di livello di 111dB/ $\mu\text{Pa}$  e non per valutare il rapporto tra questo ed il rumore ambiente, operazione che viene invece fatta abitualmente per stabilire la portata di un ecogoniometro.

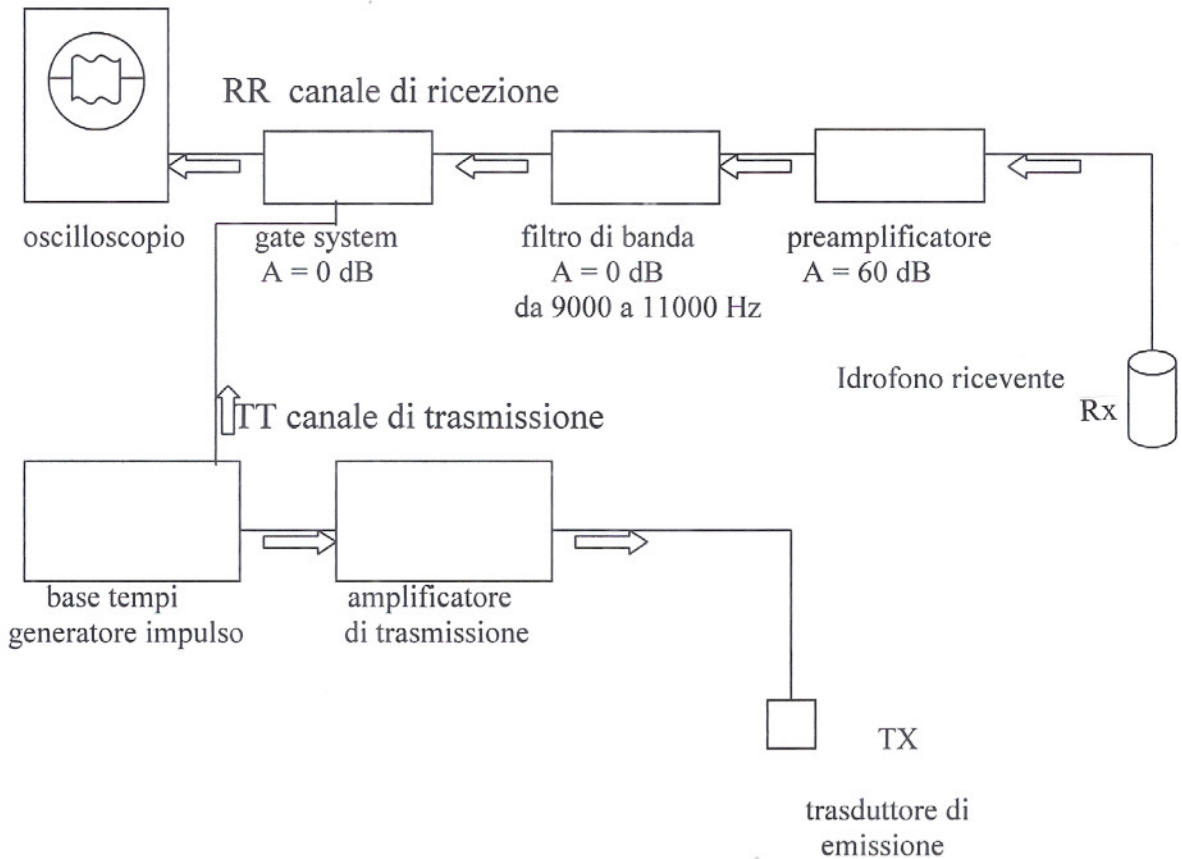
Per quanto calcolato nel paragrafo 3.2.1 il generatore che pilota il trasduttore deve emettere impulsi alla frequenza di 10000Hz della durata di 1mSec.

Trasduttori di emissione più direttivi sarebbero più adatti allo scopo al fine di ridurre la riverberazione ambiente che rappresenta, come vedremo nel paragrafo 5.7, un problema importante che deve essere investigato con attenzione nella fase sperimentale utilizzando le informazioni del citato paragrafo.

### 3.3 Lo schema a blocchi dell'hardware di misura

Lo schema elettrico della disposizione strumentale necessaria per eseguire la misura del target strength è riportato nella figura 4 ; in essa sono mostrate le diverse componenti elettroniche con le caratteristiche ed i collegamenti tra queste.

Figura 4



Nella figura 4 sono mostrati i due canali di lavoro:

RR canale di ricezione

TT canale di trasmissione

Al canale di ricezione perviene la tensione dal trasduttore ricevente Rx che viene applicata al preamplificatore; questo ha un guadagno di 60 dB con una dinamica di 2 V pp e con un'impedenza d'ingresso che deve essere maggiore di 100 K $\Omega$ , il rumore elettronico d'ingresso deve essere inferiore a 10 nV/ (Hz)<sup>1/2</sup>; l'uscita dell'amplificatore è collegata ad un filtro di banda le cui caratteristiche prevedono una risposta compresa tra 9000 e 11000 Hz a guadagno unitario; l'uscita del filtro di banda è collegata all'ingresso del gate system che ha il compito di consentire soltanto il passaggio dell'impulso d'eco, nell'intervallo di tempo previsto per il suo arrivo su Rx, impedendo il passaggio dell'impulso di emissione e della riverberazione e riflessione ad esso conseguenti, l'uscita di questo circuito è collegata all'ingresso dell'oscilloscopio.

Il tempo di ritardo  $t_r$  dell'apertura del gate system rispetto al tempo  $t_1$  di trasmissione è dell'ordine di :

$$t_r = 2R/c = 2*20 / 1530 = 26 \text{ mSec}$$

Il canale di trasmissione è governato dalla base tempi, l'amplificatore di emissione pilota il trasduttore Tx mediante impulsi alla frequenza di 10000Hz e della durata di 1mSec. La potenza che deve essere erogata dall'amplificatore di emissione, se il trasduttore di emissione è il tipo 442/ESB/A, è inferiore al milliwat.

Compito della base tempi è l'emissione dell'impulso e la sincronizzazione tra il tempo di emissione e il tempo di apertura del gate system. La base tempi deve poter essere comandata sia manualmente sia in modo automatico per consentire un più facile approccio alla misura.

Nella descrizione del sistema di misura non abbiamo parlato del trasduttore Rx1 e dell'oscilloscopio ad esso collegato; questi componenti non sono necessari al fine della misura del TS ma sono indispensabili per vedere come si possa discriminare, nei pressi del bersaglio, l'impulso diretto che arriva dal trasduttore di emissione Tx dall'impulso riflesso dal bersaglio stesso; infatti la possibilità di discriminare tra i due impulsi è fondamentale nel sistema di misura definitivo che andremo in seguito ad illustrare.

### 3.4 Esempio di computazioni a seguito dei rilievi sperimentali

Supponiamo di aver eseguito 10 battute sul bersaglio e di conseguenza aver misurato sull'oscilloscopio, ad esempio, la seguente tabella di valori:

a1= 70 mVpp; a2= 68 mVpp; a3= 72mVpp; a4= 74mVpp; a5= 89mVpp

a6= 82 mVpp; a7= 72 mVpp; a8= 98 mVpp; a9= 75 mVpp; a10= 67mVpp

si computa la media  $M = (a1+a2+...+a10)/10 = 76.7 \text{ mVpp}$  pari a 27.29 mV eff.

Si riporta questo valore di tensione all'ingresso dell'amplificatore da 60dB ottenendo 27.29  $\mu\text{V}$  eff. pari a circa 29 dB/  $\mu\text{V}$ ; questo è il livello medio provocato dall'eco all'uscita dell'idrofono Rx; data la sensibilità del trasduttore Rx di -80dB/  $\mu\text{V}/\mu \text{ Pa}$  la pressione EL dell'eco incidente sarà:

$$EL = 29\text{dB } \mu\text{V} + 80\text{dB/ } \mu\text{V}/\mu \text{ Pa} = 109 \text{ dB/ } \mu \text{ Pa}$$

il valore sperimentale del TS del bersaglio si calcola con l'equazione:

$$TS = EL - SLp + 2TL$$

si ha pertanto

$$2 TL = 2 * 20 \text{ Log}(20) = 52 \text{ dB}$$

essendo  $L_{Sp} = 165 \text{ dB}/\mu \text{ Pa}$

risulta perciò  $TS = 109 - 165 + 52 = -4 \text{ dB}$

Dalla comparazione tra il valore teorico di TS ed il valore misurato risulterebbe uno scarto di  $-2 \text{ dB}$ .