

ESTIMACIÓN EXPERIMENTAL DEL ÍNDICE DE DIRECTIVIDAD, 3D, DE UN EMISOR SONAR

PACS: 43.35.Kp

C. Ranz Guerra
Instituto de Acústica. CSIC.
C/ Serrano, 144
28006 Madrid
Tel: 915 618 806
Fax: 914 117 651
E-mail: iacrg32@cetef.ia.csic.es

ABSTRACT

The capabilities of the new Hydroacoustic Tank at the IA, allow to move the sensors along any 3D trajectory with steps down to 1 mm. While the standard measurement of the acoustic pressure field around any sensor can become a very tedious task, the automatic motion of the two measurement bridges of the tank, through an adequate coding, permits to make, in a very quick and easy way, any transducer characterization job. This paper shows how the directivity of an hydroacoustic projector can be done, and some experimental results are presented.

RESUMEN

Las nuevas capacidades del Tanque Hidroacústico del Instituto de Acústica permiten mover los sensores en 3D con pasos de hasta 1 mm. La medida de la presión generada en su entorno, por cualquier fuente sonora sumergida, cuando se ejecuta de una manera adecuada, puede proporcionar una visión cualitativa y cuantitativa muy valiosa del campo acústico de dicha fuente. El proceso en principio muy tedioso viene, sin embargo, facilitado por las posibilidades de movimiento de los soportes de los sensores en el tanque hidroacústico. Se describen las tareas de obtención de trayectorias asociadas a la medida de la direccionalidad de un tipo de emisor submarino. Se presentan algunos resultados experimentales.

DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL

El Tanque de Experimentación en Acústica Subacuática instalado en el Instituto de Acústica, CSIC, está formado por dos puentes idénticos, carro 1 y carro 2, cuyos movimientos pueden programarse desde un ordenador externo. Una de las tareas más tediosas de conseguir, cuando se precisa información en 3D es la direccionalidad de un sensor cualquiera. Este trabajo presenta un ejemplo de cómo se puede conseguir valorar la direccionalidad de un transductor hidroacústico en el tanque de experimentación del IA, aprovechando las nuevas facilidades. El sensor que se experimentó respondía a una estructura base tipo "sandwich", ideada para radiar en baja frecuencia. En el campo de la emisión sonar decir baja frecuencia es considerar bandas de radiación inferiores a 10 kHz, cuyo interés reside en conseguir alcances sonar altos, por ejemplo distancias de al menos la primera zona de convergencia. Por otro lado

la estructura era lo suficientemente rígida para soportar golpes de cierta entidad. En resumen era un elemento transductor capaz de actuar como elemento base de un sonar de alta potencia en forma de array, J. M. Briones (1978), figura 1. Recordemos que una vez calibrado su frecuencia de radiación y su sensibilidad, fueron los siguientes:

Frecuencia de resonancia	8.1 kHz
Sensibilidad en emisión	156 dB r. 1uPa/1V a 1 m

En su capacidad actual el Tanque permite que cualquier trayectoria se pueda diseñar de manera que los sensores se muevan sobre una determinada superficie. El tipo de superficie se selecciona en función del tipo de medida y del tipo de transductor. En el caso que nos ocupa se seleccionó una superficie esférica de radio 0.8 m. El proceso es el ya establecido, Ranz, C. y Fernández, M. (1999).

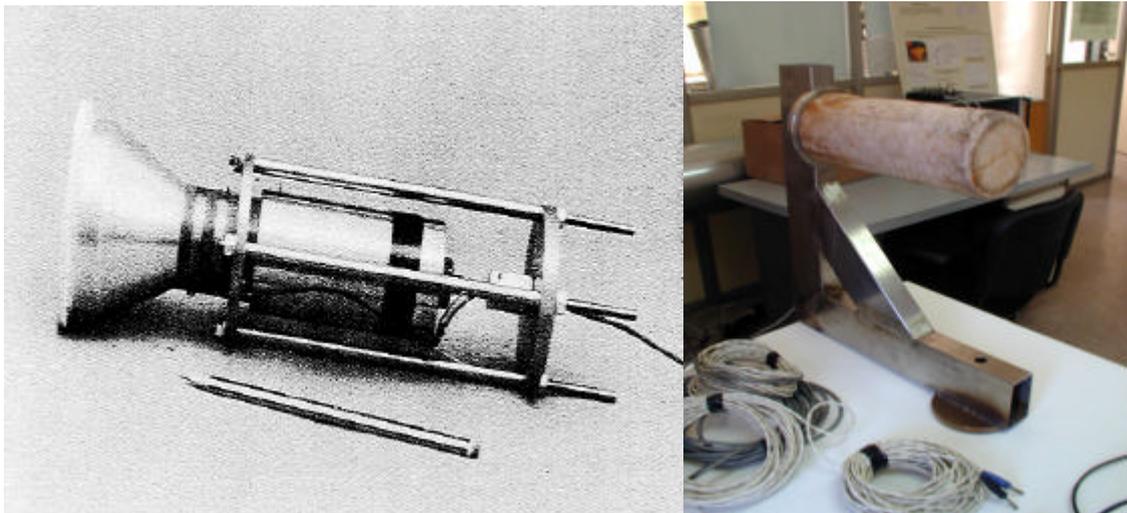


Figura 1. Emisor IABRIONES mostrando su estructura interna (izquierda) y una vez encapsulado y montado en su soporte específico para experimentación en el Tanque

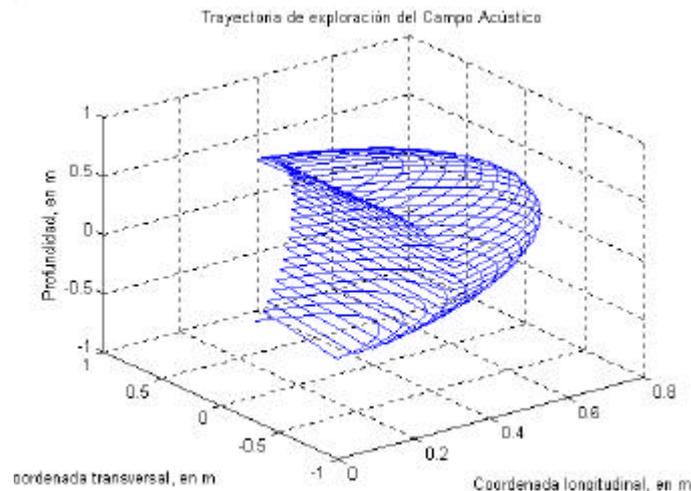


Figura 2. Trayectoria del sensor receptor en la medida del campo

Refiriéndonos al transductor emisor IABriones, la trayectoria que se seleccionó para el caso de la medida del campo acústico fue, para el hidrófono de medida, una trayectoria dibujando la superficie de un casquete esférico, y apertura azimutal entre 5 y 175 grados y cenital también entre 5 y 175 grados, figura 2, con pasos incrementales de 5 grados en ambas coordenadas. En la figura 2, los pasos incrementales aparecen traducidos a distancias en donde, la coordenada longitudinal es la coordenada X en el tanque, y la coordenada transversal es la coordenada Y en el tanque, respectivamente.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Para cada uno de los puntos de medida se guardaba el promedio de varias tomas de datos lo que limpiaba la señal de ruido y la preparaba para el proceso siguiente. En este proceso se obtenía la potencia espectral de la señal, P_{aa} , asociada a cada frecuencia o si fuera necesario a una banda de frecuencias. La distribución espacial de la Potencia Espectral copia de alguna manera la direccionalidad del sensor emisor. La exploración del campo acústico implicó, en este caso, 25 trayectorias parciales, en forma de arco de círculo, sobre cada una de las cuales se hicieron 25 medidas. El total de señales fue, después del promediado, de 625. Los valores de la Potencia Espectral se distribuyeron en una matriz de 25 x 25, La representación gráfica puede hacerse en 2D o en 3D, figura 3.

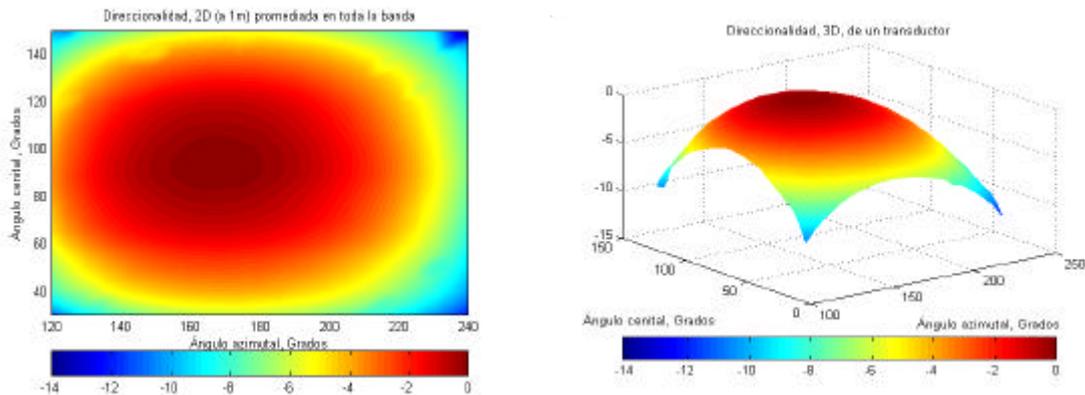


Figura 3. Distribución 2D y 3D de energía alrededor del emisor IABRIONES. Los ángulos límite aparecen en el gráfico. Los datos se refieren a la banda de 2 a 15 kHz.

CÁLCULO DEL FACTOR E ÍNDICE DE DIRECTIVIDAD

Es posible obtener la distribución espacial de energía para cualquier corte correspondiente a un determinado ángulo azimutal y/o cenital, que esté comprendido entre los límites de la medida, o que pasando por el centro acústico del emisor corte a la esfera de medida. La figura 4 presenta, esquematizados, algunas direcciones en las que podría interesar evaluar la direccionalidad. El eje horizontal representa azimuts, y el vertical ángulos cenitales. La figura 5, presenta algunos resultados experimentales. En ella la primera fila de gráficos se refieren a cortes del tipo AA', la segunda fila a cortes del tipo BB', la tercera a cortes CC' y la última fila a cortes del tipo DD'. En las gráficas parciales aparecen citadas las condiciones en las que se tomó la medida: p.e. evaluación a azimut constante, o para ángulo cenital constante; cuando no aparece ningún tipo de información el resultado está referido a lo que podíamos llamar cortes diagonales. En todos los casos aparece citado el ángulo de medida, que en el caso de cortes diagonales este ángulo hay que interpretarlo como el ángulo en el que se inicia el "corte". Otro de los resultados posibles de la determinación experimental del campo acústico es la estimación, más próxima a la real, del Factor de directividad, F_d , y del índice de directividad, I_d .

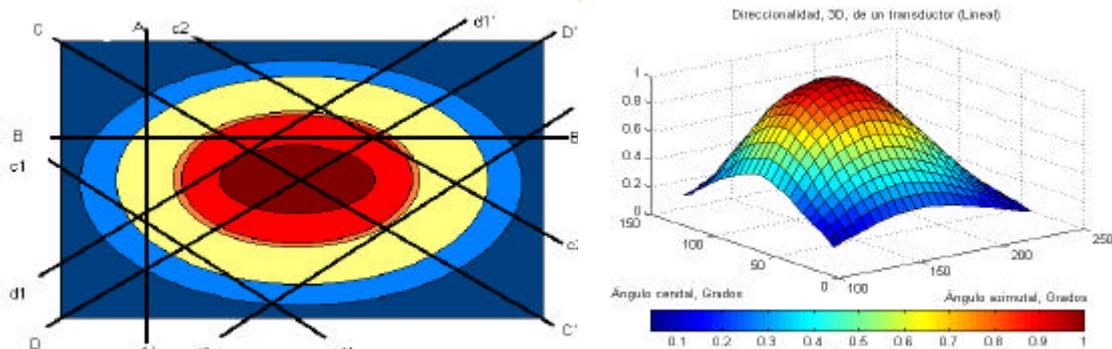


Figura 4. Izquierda posibles "cortes en los que medir la directividad. Derecha: Áreas de integración en el cálculo del factor de directividad.

Para ello de acuerdo con Bobber (1970), o la norma ANSI S1.20-1972 (1972) que es una revisión actualizada de la norma clásica, la Z24-24-1957

$$F_d = \frac{p_0^2}{\bar{p}^2}$$

donde, \bar{p}^2 es el valor medio de la presión al cuadrado. y también, $I_d = 10\log(F_d)$. Si p_0 se mide a la distancia "r", en nuestro caso, $r = 0.8$ m, entonces \bar{p}^2 es la presión al cuadrado integrada sobre una superficie esférica "S", de radio r, dividida por el área S, o sea,

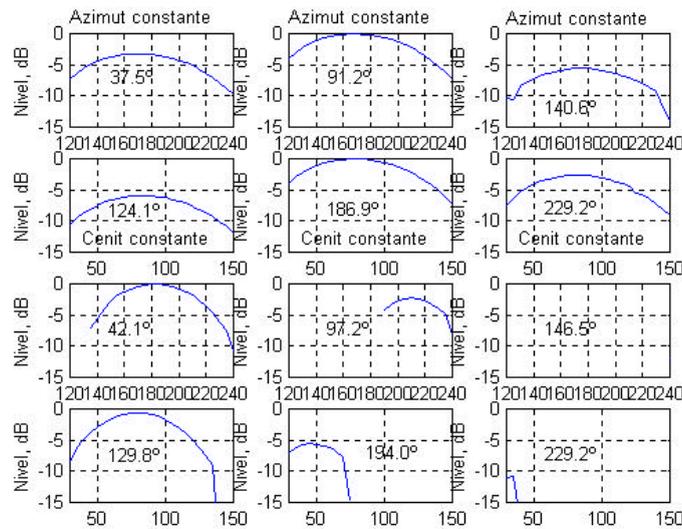


Figura 5. Levantamientos de las direccionalidades según determinados "cortes" (direcciones).

$$F_d = \frac{p_0^2}{\int_S p^2 dS / 4\pi r^2}$$

La evaluación de la integral, en el denominador, puede, en algunos casos, presentar la mayor dificultad, en especial si los transductores son irregulares o bien no presentan diagramas que puedan aproximarse a diagramas ideales. El caso que nos ocupa parece presentar un diagrama muy próximo al teórico, al menos en la zona en que se ha experimentado, no obstante evaluaremos la integral para demostrar el uso fácil de los resultados tal y como los presenta la experiencia. Como en el desarrollo hemos dividido el campo de medida en $N \times M$ (en realidad $N = M$), elementos y conocemos ya el cociente (p^2 / p_0^2) , en cada una de las superficies elementales, bastaría calcular el área de cada una de ellas. Cada superficie elemental está formada, en la superficie de una esfera de 0.8 m de radio, por dos pares de arcos perpendiculares subtendidos por ángulos de 5° , figura 4. Los resultados como límites superiores, fueron:

$$F_d = 5.4, I_d = 7.4 \text{ dB}$$

CONCLUSIONES

1. La direccionalidad de un proyector es factible de obtener, en el TEAS, en cualquier plano que corte a la superficie-trayectoria sobre la que se ha experimentado.
2. La directividad del emisor se complementa, mediante la determinación del Factor e Índice de Directividad, al poder considerar la radiación en todo el entorno espacial del sensor.

Los resultados presentan sólo límites superiores pues es evidente que no es factible rodear el sensor con una malla que cubra todos los posibles ángulos sólidos.

REFERENCIAS

- Bobber, R.J.** "Underwater Electroacoustic Measurements". Nav. Res.Lab. Washington.1970.
- Briones, J.M.**, "Emisor-Receptor piezoeléctrico tipo sandwich con pretensado axial para sonar de BF. Memoria de Licenciatura. Fac. C. Físicas. UCM. 1978.
- Norma ANSI.** "American National Standard Procedures for Calibration of Underwater Electroacoustic Transducers. February 16. 1972.
- Ranz C., y García M,** "Control remoto del tanque de Experimentación hidroacústica del I.A., CSIC". Tecnoacústica.