Detección de la profundidad y fondo marino a través de ondas acústicas.

Andrés Agustín Franco

Estudiante de Ingeniería en Sistemas de Computación
Universidad Nacional del Sur, Avda. Alem 1253, B8000CPB Bahía Blanca, Argentina
andresfranco87@gmail.com
Agosto 2014

Resumen: A partir de 1872 Sir William Thomson construyo una máquina capaz de medir de forma más eficiente y exacta mayores profundidades con precisión. Utilizando el mismo concepto luego se utilizo para detectar iceberg y hoy en día es capaz de identificar la variedad peces. Este documento pretende mostrar algunas técnicas para la detección y la necesidad de Fourier para el análisis de ondas hidroacusticas.

Palabras clave: ecosonda, hidro, acústica, fourier

I. INTRODUCCIÓN

Haciendo un poco de historia el Escandallo consta de un cabo -soga- graduado llamado sondaleza, en cuyo extremo lleva un peso de plomo llamado escandallo con el extremo inferior socavado para que con auxilio de cebo o grasa se puedan extraer muestras para evaluar la calidad del fondo (arena, barro, grava). Se ha usado manualmente hasta 1872 en que Sir William Thomson invento la maquina Sigsbee, que sustituía la monótona labor de sondeo que requería dos personas lanzando y leyendo continuamente los valores del cabo de la sondaleza.

Tras el hundimiento del Titanic R.A. Fesseden diseño la primera sonda orientada a la detección de icebergs. Durante la primera guerra mundial hubo un gran interés por la detección de submarinos siendo el UC-3 el primer U-Boat (Submarino Alemán) en ser detectado en Abril de 1916 en el Atlántico norte. En 1954 la Universidad de Columbia uso un PDR (Precission Depth Recorder) para cartografiar las planicies abisales del Ridge Rift Valley en mitad del Atlántico. 1977, Primera ecosonda multihaz a bordo del barco HMS Cook (Australia)

II. MARCO TEÓRICO

La velocidad c del sonido en relación a la frecuencia f y longitud de onda λ está dada por la ecuación:

$$c = f \cdot \lambda$$

Esto es diferente de la velocidad u de una partícula, la cual se refiere al movimiento de las moléculas en un medio a causa del sonido, y relaciona la presión p de una onda plana con la densidad ρ del fluido y la velocidad de la onda c por la ecuación

$$p = c \cdot u \cdot \rho$$

El producto entre c y ρ es lo que se conoce como **impedancia acústica característica.** La potencia atravesando una unidad de área es conocido como la **intensidad de la onda** y para una onda plana el promedio de dicha intensidad está dada por

$$I = \frac{q^2}{\rho c}$$

donde q es la media cuadrática de la presión acústica.

Con respecto al tratamiento de señales, una vez aplicados los oportunos filtros para realzar la relación señal/ruido, y después de eliminar trazas erróneas, se analizan los datos en el dominio temporal y en el de frecuencias. Para ello es necesario aplicar una transformada de Fourier al objeto de pasar del dominio de tiempos al dominio de frecuencias, y aplicar una convolución (que en el dominio de frecuencias es una simple multiplicación) o filtro lineal.

III. DESARROLLO

Las Ecosondas son dispositivos que constan de un transceptor (unidad electrónica) que genera pulsos eléctricos. Un proyector que convierte dichos pulsos en señales ultrasónicas y un hidrófono que se encarga de recibir las ondas acústicas rebotadas desde el fondo y convertirlas en pulsos eléctricos que son enviados al transceptor para su procesado.

Generalmente ambos proyector e hidrófono están contenidos en un solo receptáculo llamado transductor.

Midiendo el tiempo entre emisión y recepción, dado que la velocidad de propagación del sonido en el agua es un valor conocido, se puede determinar el camino recorrido por la onda y por tanto la distancia al fondo.

El sonido está producido por una fuente de vibración (transductor) en un medio elástico (agua). El pulso se genera por un proyector cerámico piezoeléctrico que responde a la aplicación de un voltaje con oscilación. Estas oscilaciones causan compresiones y descompresiones en el medio lo que causa cambios de presión, o lo que es lo mismo una onda de presión de sonido. La velocidad de propagación depende del medio, el sonido viaja a 1500 m/seg. aproximadamente en el agua.

La frecuencia de oscilación depende de las características de input y de la cerámica

Frecuencia:
Cuanto más baja la frecuencia de trabajo
- Menos precisión Más alcance
- Mayor penetración
- Mas grande el transductor

Tamaño de los haces:
Cuanto más estrecho el haz acústico
- Mejor resolución del fondo marino
- Mayor cantidad de datos a editar y procesar
- El enfoque de haz mejora los datos en un factor alrededor de 10

IV. DETECCIÓN DEL FONDO

El procesador de detección de fondo lee la memoria completa del ping (rebote), rápidamente busca cada haz para un punto aproximado del fondo marino.

La CPU principal selecciona una ventana de Amplitud y otra de datos de Fase alrededor de cada uno de esos puntos aproximados del fondo marino. Examina la agudeza del pulso de magnitud y la uniformidad de la fase de inclinación, y decide cual está más claramente definida.

Entonces mide la distancia del suelo marino utilizando la magnitud del punto máximo de energía (amplitud) o el punto de cruce del valor cero en el talud de señal de fase (fase) y algunas veces una mezcla de los dos métodos.

La CPU principal tabula estas distancias, aplicando ajustes tales como compensación mecánica entre el proyector y el hidrófono y finalmente da los valores de la distancia del fondo marino al ordenador externo de almacenamiento de datos.

A. Amplitud

La detección de amplitud es un método para determinar el rango exacto a un retorno examinando el pulso de la energía de retorno.

Cuando el eco de vuelta está bien definido, el punto exacto puede ser fácilmente determinado. Generalmente esto ocurre cuando el ángulo de incidencia es bajo. El diagrama de debajo muestra la amplitud (arriba) y la fase (abajo) de una señal volviendo desde un haz cerca del nadir (15º). Puede verse que donde la amplitud retorna un pico agudo, la fase de cruce cero se confunde con una fase inclinada no clara.

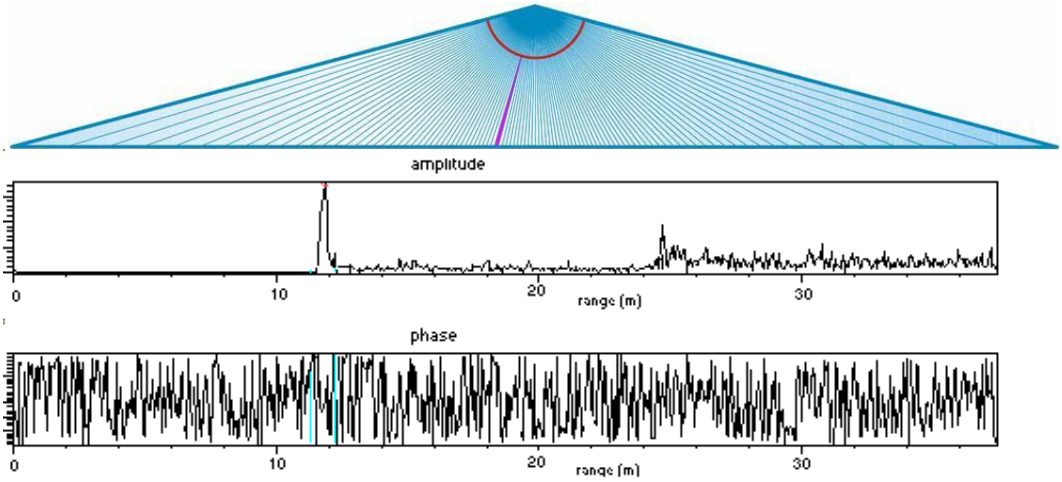

Figura 1. Detección Amplitud

B. Fase

La detección de fase utiliza técnicas de split-array para medir la fase diferencial de una señal. El proceso de formación de haces suma separadamente las mitades izquierda y derecha del orden de recepción y entonces compara los ángulos de la fase de las dos sumas para determinar el ángulo preciso para el blanco. El diagrama

de abajo muestra un retorno desde un haz al borde extremo del sector (75º) Puede verse que la amplitud de retorno es ahora un pulso largo, estirado pero el gráfico de la fase correspondiente muestra claramente definido un punto de cruce cero

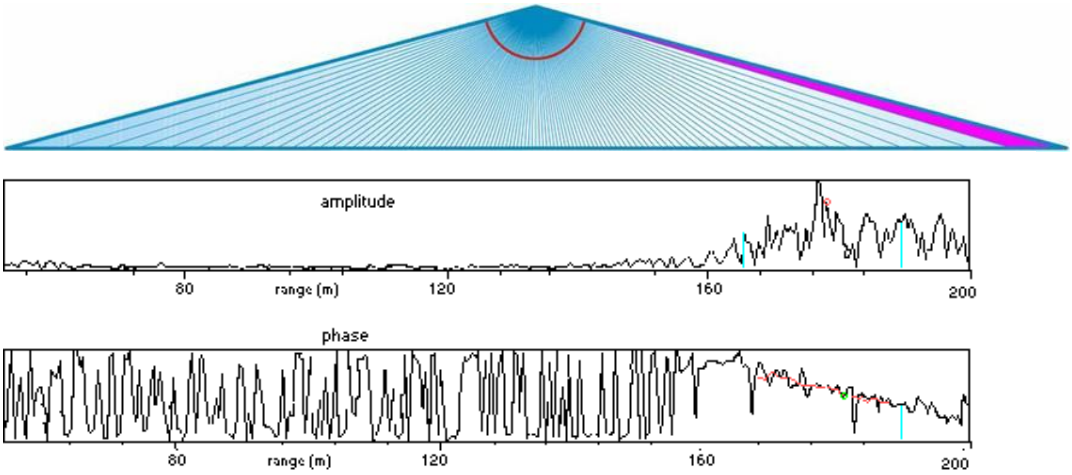

Figura 2. Detección de fase

El dato de la fase tiene una clara inclinación. El procesador usa el método de cálculo lineal según el peso especifico de cada valor para calcular la inclinación del punto de **cruce cero**.

Este punto corresponde al rango donde la línea central del haz toca el fondo marino

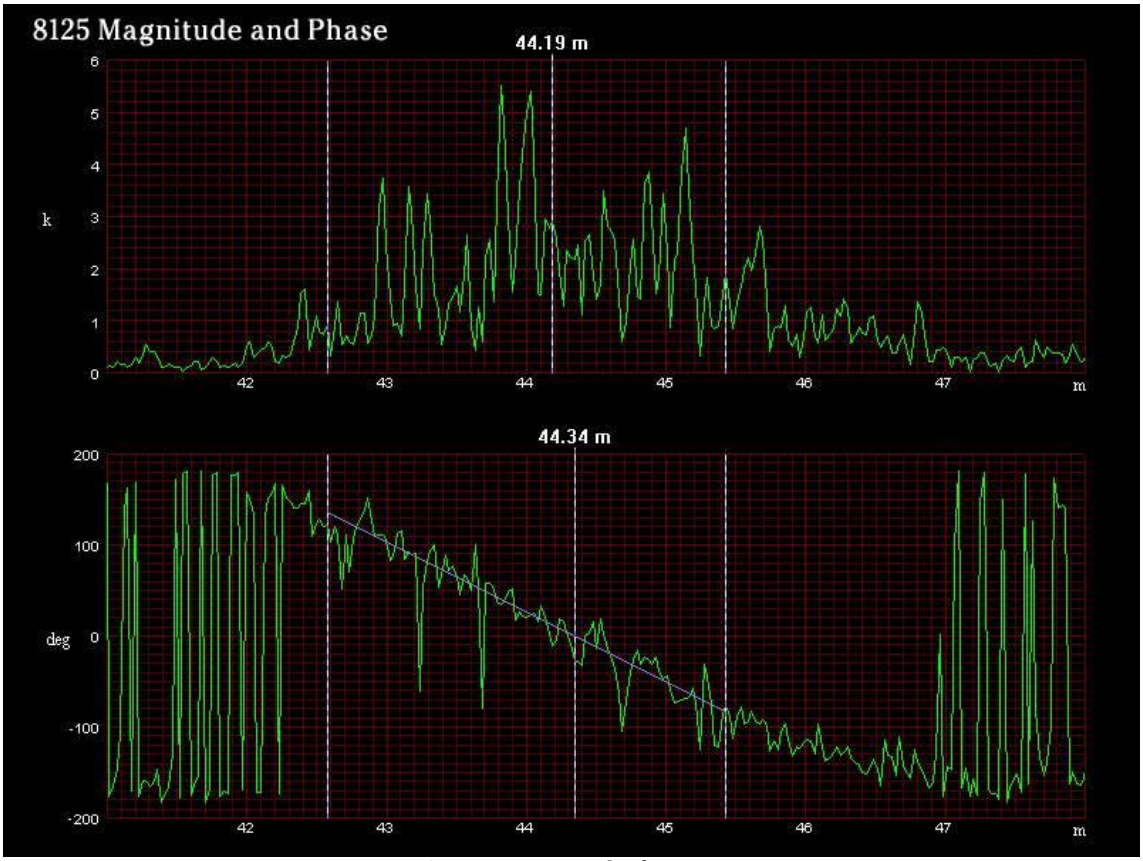

Figura 3. Magnitud y fase

V. CONCLUSIÓN

La transformada de Fourier juega un papel importante en muchas ramas de la ciencia. Si bien puede ser pensada de manera estrictamente funcional, como es común en el tratamiento de otras transformadas, también asume en muchos casos un significado físico tan preciso como el de las funciones de las cuales se deriva. Una forma de onda –óptica, eléctrica o acústica– y su espectro son apreciados igualmente como representación matemática o entidades medibles: un osciloscopio nos muestra la forma de onda, y un espectrómetro (un prisma!) o un analizador de espectro revela el espectro óptico o eléctrico. La apreciación acústica es más directa, ya que el oído "oye" el espectro. Las formas de onda y los espectros son transformadas unas de los otros; la transformada de Fourier es entonces una relación eminentemente física.

La tecnología -electrónica- avanza muy rápidamente pero son los conceptos matemáticos como la transformada de Fourier desarrollada cerca del 1800 la que nos permite hacer uso y aprovechar dichos avances. Demostrado como en este y tantos otros ejemplos el tratamiento de señales juega un rol fundamental y es Fourier quien nos proporciono dichas herramientas.

REFERENCIAS

[1] Teoria Hidrocustica - [internet] - http://www.hydroacoustics.com/library/docs/ “, acceso el 3 de Agosto de 2014]

[2] Hydroacustic - Wikipedia, *La enciclopedia libre*, [internet], disponible en http://en.wikipedia.org/wiki/Underwater_acoustics, [acceso el 2 de Agosto de 2014].

[3] Catedera de Procesamiento Digitales de señales - [internet], disponible en http://www.ingelec.uns.edu.ar/pds2803/Materiales/Cap02/02-Cap02-03-Transformada.pdf , [acceso el 10 de Agosto de 2014].