

ADQUISICIÓN DE IMÁGENES ECOGRÁFICAS CON TRANSDUCTORES DE PELÍCULA GRUESA

S. N. Gwirc, F. Dos Reis, N. Mariño, J.C. Gómez
INTI Electrónica
sng@inti.gob.ar

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es la obtención de imágenes ecográficas crudas del interior de un objeto, utilizando ondas de ultrasonido generadas y medidas con los transductores realizados en el laboratorio. Estos se fabricaron empleando un método serigráfico característico de la tecnología de película gruesa disponible en el Centro.

Posteriormente se realizó la caracterización y adaptación eléctrica del transductor, así como el armado y optimización de un sistema de adquisición de señales ecográficas que contempla el desplazamiento mecánico del mismo.

La capacidad del transductor de película gruesa en la generación de imágenes de calidad se evaluó sobre un fantoma, o "phantom" en la jerga, imitando las propiedades acústicas del tejido humano. Se presenta la imagen obtenida realizando un barrido mecánico sobre el objeto de estudio.

DESCRIPCIÓN

Transductores: Se desarrollaron transductores cuyo espesor es aproximadamente 150 μm , pues el objetivo es trabajar con frecuencias de resonancia en la región de 1 a 10 MHz. Los mismos se realizaron a partir de una pasta específica que se aplica mediante serigrafía sobre un electrodo depositado previamente sobre el sustrato de alúmina y luego se sinteriza a 850 °C. En la pasta se combinan la cerámica PZT (Titanato Zirconato de Plomo) con un vidrio fritado que hace de aglutinante. Finalmente, para que el transductor cerámico pueda ser utilizado es necesaria la polarización de la capa de PZT. Se somete al transductor a una determinada curva de temperatura (de alrededor de 150°C) y un campo eléctrico entre sus electrodos del orden de 3000 V / mm.

Luego de polarizado, se los caracteriza mediante curvas de impedancia eléctrica, utilizando el analizador de impedancia Agilent 4395A. Se trabajó sobre la adaptación eléctrica de los transductores para maximizar el nivel de señal obtenido. La adaptación se realizó estableciendo una red de componentes pasivos para obtener una impedancia de 50 Ohm en la frecuencia de resonancia.

Fantoma: El objeto de estudio, fantoma, del que se obtienen las imágenes, se prepara con agar bacteriológico al 3%, incluyendo cloruro de benzalconio y formol para evitar la formación de hongos y bacterias. Se mezclan los componentes a una temperatura de 90 °C. Los obstáculos o blancos a detectar se prepararon en PDMS (Polydimethylsiloxane) de diferentes medidas, que se ubican a media altura en el molde que da forma al fantoma. Las características que definen las propiedades acústicas del fantoma son: Velocidad del sonido: 1520 m/s. Densidad: 1,013 g/cm³. Z_{acústica}: 1,54 MRayl y para el blanco (PDMS): Velocidad del sonido: 1100 m/s. Densidad 1,03 g/cm³. Z_{acústica}: 1,13 MRayl.

Barrido mecánico: El barrido mecánico se realiza en pasos discretos por sobre una línea que recorre la superficie del fantoma con el transductor en posición normal. En cada paso (0,25mm) se realiza un barrido temporal, conocido como scan A, que se ve en la figura 1 y se procesa tomando el módulo de la envolvente en amplitud de la señal adquirida. Una forma de obtener imágenes ecográficas en el llamado modo B es componer las señales procesadas, obtenidas en cada paso del recorrido en una matriz, tal como se ve en la figura 2.

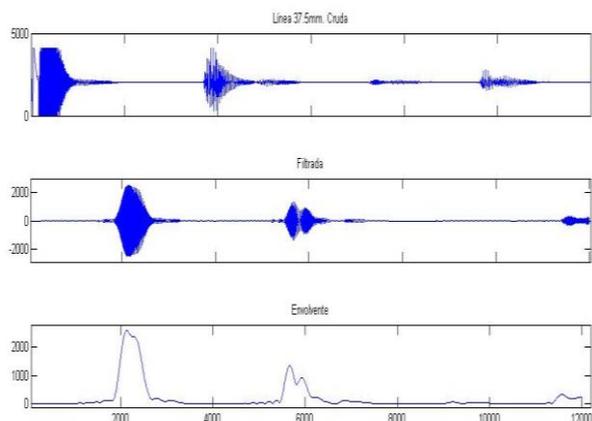


Figura 1: Línea de barrido que pasa por el centro del blanco de PDMS.

Sistema mecánico y de medición: El posicionamiento del transductor sobre el fantoma, en cada paso del barrido, se logró acoplado la batea que lo contiene a un sistema electromecánico de barrido de dos ejes

(XY) controlado desde una computadora. El transductor de ultrasonido de película gruesa fue ubicado en una torreta fija, por sobre la batea y el fantoma. Un sistema de regulación permite fijar la altura. La batea se completa con agua para facilitar el acople acústico entre el transductor y el fantoma. Un equipo marca Lecoeur Electronique, modelo USBox se emplea en la medición con un doble propósito. El primero es el de estimular al transductor con posibilidad de establecer algunos parámetros tales como tensión de excitación, ancho del pulso y cantidad de pulsos. El segundo es el de adquirir la señal ecográfica desde el mismo transductor. También permite establecer parámetros de adquisición, entre otros, el tiempo de muestreo, filtrado de la señal, cantidad de muestras etc.

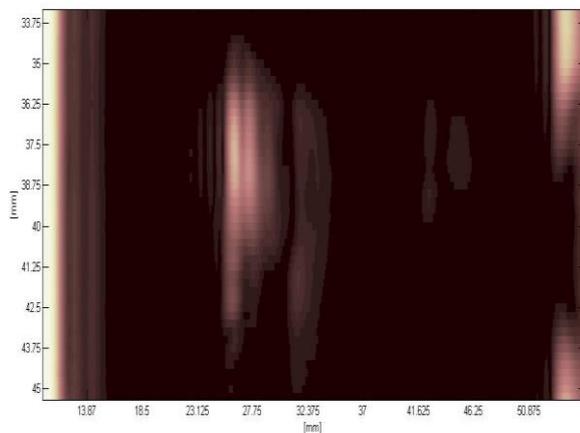


Figura 2: Parte de la imagen conformada con 480 adquisiciones. Eje vertical: recorrido mecánico. Eje horizontal: profundidad del fantoma. En el centro se ven las reflexiones sobre objeto detectado.

Programa de control: Fue realizado enteramente en MATLAB y, a través de una interfaz gráfica para usuario, permite establecer todas las variables del experimento y generar una imagen en modo B. Esta aplicación envía comandos a la mesa XY para su posicionamiento y los parámetros para el USBox. Luego de la adquisición de todas las líneas de barrido del modo A, habilita al usuario a guardar los datos crudos en un archivo para posterior tratamiento.

RESULTADOS

Con el sistema descrito se obtuvo la imagen ecográfica del fantoma que se muestra en la figura 2. En la misma se aprecian las imágenes conformadas por, de izquierda a derecha, el pulso de excitación, los ecos provenientes de las caras anterior y posterior del blanco de PDMS, y luego por la señal proveniente del fondo. Se observa, además, una atenuación en la imagen del fondo detrás del objeto.

La zona referida como del pulso de excitación, es, en la imagen, la región del campo cercano y se considera una zona muerta donde es difícil extraer información.

La precisión de la localización del objeto en la imagen está, en principio, solo limitada por la longitud de onda y por la exactitud con la cual es conocida la velocidad del sonido. En contraste, por ejemplo, los rayos X que atraviesan cierta parte del cuerpo no conservan información sobre la profundidad de las estructuras observadas; muy a menudo estas últimas no pueden ser distinguidas una de otra puesto que son proyectadas una sobre la otra. Una localización exacta de un objeto no fue posible hasta el desarrollo de la tomografía de rayos X.

El blanco de PDMS se detectó perfectamente sobre el fondo del gel, a pesar de que la diferencia entre impedancias acústicas es muy pequeña, como así también la diferencia de densidad entre ambas.

CONCLUSIONES

El análisis de los datos obtenidos revela importantes características tanto de los transductores que fueron evaluados como del sistema de medición utilizado para obtener estas imágenes ecográficas preliminares.

Teniendo en cuenta que se puede medir con un solo transductor, las imágenes obtenidas son de buena calidad y resolución, estando limitadas principalmente por la longitud excesiva del pulso que se genera. La resolución se trató de mejorar sólo mediante el procesamiento matemático de la señal con resultados limitados. Es necesario por lo tanto una corrección en la longitud del pulso en el armado mismo del transductor.

Por otra parte, el sistema de medición ha resultado de una gran versatilidad en el armado de recorridos sobre la muestra, al mismo tiempo que presenta una buena exactitud y repetibilidad en los pasos que se programan para un determinado camino sobre la superficie del fantoma, superando las necesidades de este tipo de aplicación.