

## CONCLUSIONES

---

---

En esta tesis se diseñó mediante un arreglo lineal de dieciséis micrófonos y la tarjeta DSK DSP TMS320F2812 un sistema capaz de detectar el ángulo o dirección de arribo de una señal acústica, es decir, lleva a cabo el proceso de Detección de Dirección de Arribo DOA de una fuente de sonido que emite una señal acústica senoidal de entre 13 hasta 17 kHz.

Para que el sistema realice la detección de dirección de arribo primero se calcularon los vectores direccionamiento, que son el número de retrasos en las señales provenientes de cada micrófono los cuales modifican el patrón de radiación del arreglo, originalmente las señales sin retrasos en el patrón de radiación del arreglo tiene su lóbulo principal en la dirección de cero grados, sin embargo con los vectores de direccionamiento es posible cambiar la dirección del lóbulo principal. Por lo tanto, para conocer cómo realiza el sistema la detección fue necesario obtener los patrones de radiación para los distintos vectores de direccionamiento, tanto para distintas ventanas en el formador de haz fijo y con el algoritmo generalizado de cancelación de lóbulos laterales GSC.

Como se puede observar en los resultados, el algoritmo GSC modifica el patrón de radiación aunque no de forma significativa, ya que en general el algoritmo LMS trabaja con la razón de  $N-1 \times k+1$ , donde  $N$  es el número de micrófonos y  $k$  es el número de retrasos de las muestras de la matriz de bloqueo, ya que  $N$  son dieciséis y  $k$  cero, el vector de coeficientes adaptables es de  $15 \times 1$ ; si se utilizan los retrasos aumenta el número de coeficientes del algoritmo adaptable, y por lo tanto éste mejoraría, pero a la vez aumentaría el número de operaciones que tendría que realizar el DSP tanto en corrimientos de datos como en número de multiplicaciones, con lo que el período de muestreo no sería suficiente para realizar las operaciones; por ello se utilizó un vector de coeficientes adaptables  $W_c$  de  $15 \times 1$ .

---

El sistema realiza la detección en un intervalo de  $-50^\circ$  hasta  $50^\circ$  medidos con respecto a la recta perpendicular al arreglo, con una resolución de  $5^\circ$ , suponiendo que el arreglo de micrófonos se mantiene inmóvil. Adicionalmente se intentó realizar la detección para los intervalos de  $-90^\circ$  a  $-50^\circ$  y de  $50^\circ$  a  $90^\circ$ . Se verificó que para estos intervalos el sistema realiza la detección aunque con un mayor error.

Como se observa en la Tabla 5.4, el proceso de detección de dirección de arribo tarda 1.6787 s si se hace la detección de  $-90^\circ$  a  $90^\circ$ , y 0.9527 s para un intervalo de  $-50^\circ$  a  $50^\circ$ ; estos tiempos se deben a que para obtener la potencia para un vector de direccionamiento, se requieren 2000 muestras, es decir 45.35 ms; que es un tiempo lo bastante grande para que el algoritmo LMS converja, para mejorar el tiempo se tendría que optimizar el tiempo de convergencia del algoritmo LMS para minimizar el tiempo de escaneo del sistema.

La distancia mínima entre la fuente y el arreglo para realizar la detección de arribo es de tres metros y es aquella a la cual el frente de onda se considera plano. Para disminuir la distancia de detección del arreglo sería necesario considerar la curvatura del frente de onda, con lo que se tendría que calcular de otra forma los vectores de direccionamiento.

Para mejorar más aún al sistema se tiene que recurrir a optimizarlo; la mayor parte del programa fue escrito en lenguaje C y el compilador lo traduce a instrucciones de lenguaje ensamblador; el optimizar el sistema consiste en escribir directamente algunas instrucciones en lenguaje ensamblador, con lo que se podría reducir el número de instrucciones y evitar instrucciones que incluye el compilador; la desventaja sería lo complicado de programar un sistema grande y complejo en lenguaje ensamblador.

El sistema es capaz de detectar el ángulo entre la recta perpendicular al arreglo y la fuente que emite la señal; en un futuro se pretende que junto con el arreglo se encuentre una fuente de sonido y que el sistema sea capaz de formar una imagen con los ecos de la señal, es decir, construir un sonar a partir de este sistema.

Si se colocara un segundo arreglo de sensores que se encontrara a cierta distancia conocida al primer arreglo, dado que cada uno detecta un ángulo diferente de la fuente, se podría calcular la distancia de la fuente de sonido a cada uno de los arreglos mediante la técnica de triangulación, es decir, se podría realizar la localización de la fuente conociendo dirección y distancia.

Con el sistema de detección de dirección de arribo se pueden seguir distintos caminos, desde su mejoramiento e investigación de algoritmos adaptables para conocer sus limitaciones reales, así como el entendimiento de sus aplicaciones actuales tales como la localización de una fuente de ondas, o hasta su empleo en robots capaces de utilizar sonar para exploración.