

## Capítulo 2

# Diseño del sistema de audio virtual

El objetivo del diseño es el de crear un sistema de audio 3D que genere sonidos virtuales en audífonos. Estos sonidos tienen que ser procesados en dos canales independientes aplicando los coeficientes reales de propagación y atenuación basados en cálculos de distancia y ángulo relativos del usuario con respecto a la fuente de sonido virtual.

La finalidad del sistema es crear una ilusión acústica en el espectador, provocando la sensación que la fuente de sonido es real y que proviene de un punto específico en el entorno (que coincide con las coordenadas ingresadas de la fuente de sonido virtual).

Se pretende lograr el realismo en el momento en que el espectador se acerca, se aleja o gira su cabeza dentro de un cuarto de pruebas. El cuarto de pruebas se refiere al lugar en donde

el espectador se desplaza libremente y en donde se encuentra el sistema de medición de posición y ángulo relativos.

El término de fuente virtual de sonido se refiere a que con base en las dimensiones del cuarto de pruebas, se designe de manera arbitraria las coordenadas en las que se ubicará el sonido, pero dicho sonido sólo se escucha en los audífonos del espectador.

Para el análisis del sistema de audio virtual, se deben de tomar en cuenta todas las variables involucradas analizadas en la sección 1.4, así como sus respectivas entradas y salidas.

El diagrama a bloques del sistema propuesto se muestra en la Figura 2.1.

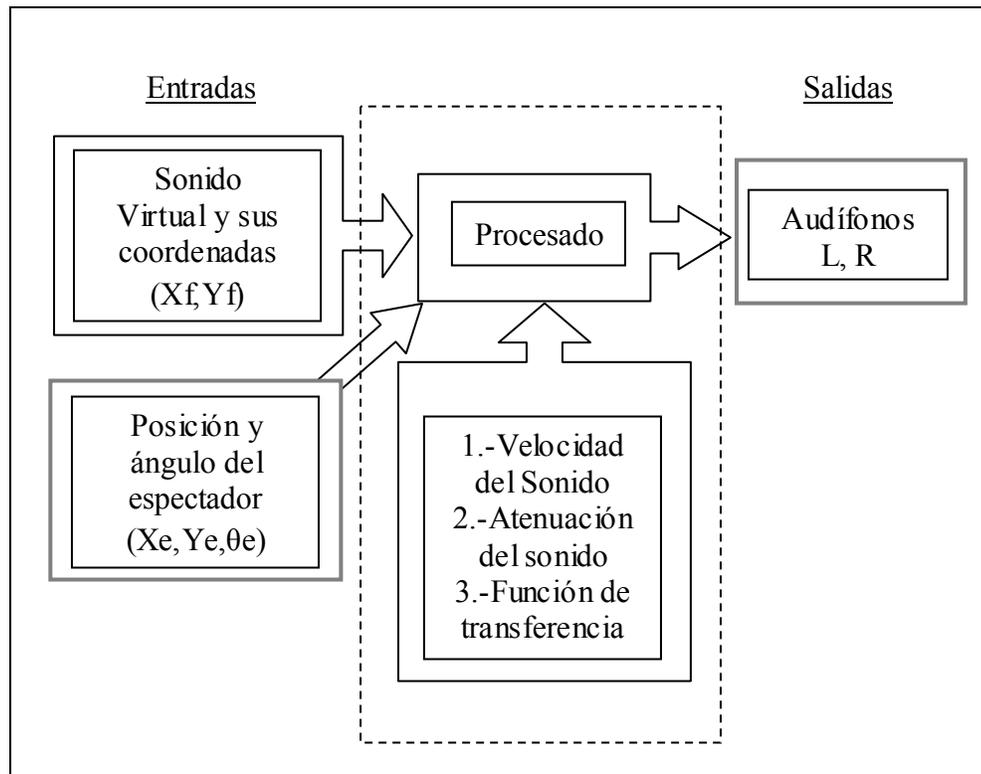


Figura 2.1.- Diagrama a bloques del sistema propuesto.

Para facilitar la comprensión del sistema, se puede separar su contenido en tres partes:

1. Se requiere de un espectador con audífonos con libre movimiento en un cuarto de pruebas.
2. Se necesita un sistema capaz de sensar la posición y el ángulo de audición relativo del espectador en dicho cuarto en tiempo real.
3. Se requiere de un procesamiento o software que permita:
  - a. Seleccionar el tipo de sonido que será transmitido a los audífonos.
  - b. Ingresar las coordenadas de la fuente de sonido virtual dentro del cuarto de pruebas.
  - c. Determinar la posición y ángulo relativo del espectador dentro del recinto.
  - d. Realizar los cálculos necesarios de intensidad y fase en tiempo real simulando la propagación natural del sonido virtual al espectador.
  - e. Generar las señales de salida hacia cada auricular controlando la tarjeta de sonido de la misma computadora.
  - f. Repetir los puntos c,d y e en función del movimiento del espectador.

En éste sistema existen dos grandes desafíos:

1. El sensado de la posición y ángulo del espectador en tiempo real Figura 2.2.
2. Generar el sonido de salida con la función de transferencia necesaria.

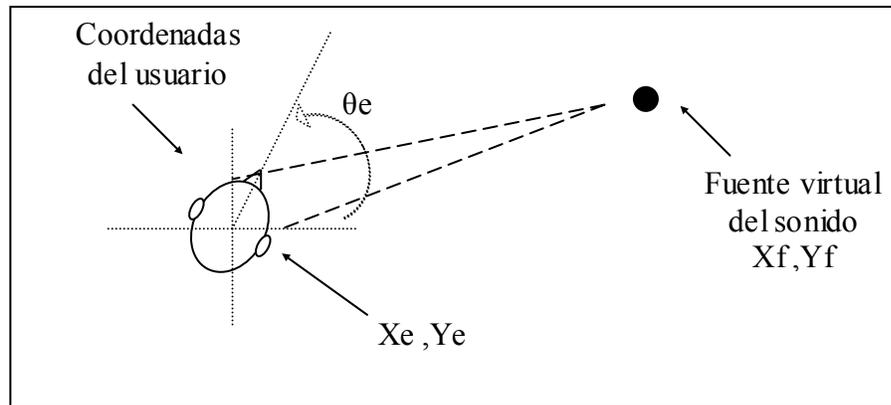


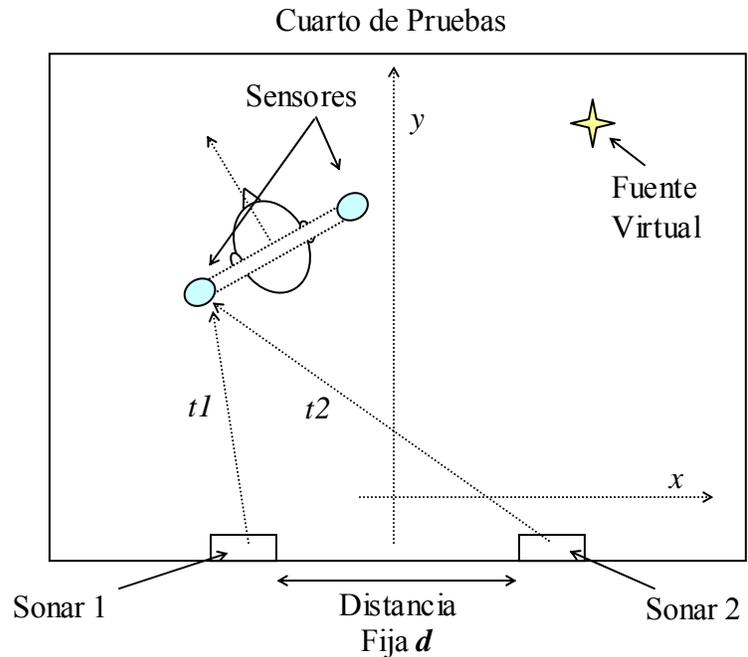
Figura 2.2.- Diagrama de las coordenadas de la fuente virtual y del espectador.

### 2.1 Posibles Diseños

Existe un proyecto en la Universidad de Glasgow en donde utilizan el principio del sonar para la localización de personas dentro de un museo en Inglaterra [15]. Obteniendo ideas del proyecto anterior, en un principio se planteó utilizar un sonar para el sensado de la posición y el ángulo del espectador. Así mismo, hacer una interfase con un microcontrolador para enviar las señales de sincronización y transmitir la información a la computadora de control de manera serial.

El diagrama del sistema de localización usando el sonar se muestra en la Figura 2.3.

Se pretendía usar una frecuencia de 30KHz para el sonar 1 y 40KHz para el sonar 2, cada sensor ubicado en la parte superior del espectador recibe las dos señales de cada sonar y por medio de los tiempos de arribo, se miden las distancias de cada sensor a cada sonar. Utilizando las cuatro distancias obtenidas con los dos sensores, y con ayuda de la separación entre sonares, se obtiene la posición relativa y el ángulo del espectador.



**Figura 2.3.-** Diagrama del sistema de localización por sonar.

Este sistema presentó varias limitaciones en aspecto de velocidad de muestreo y de resolución del sonar mismo debido a la frecuencia de utilización y al protocolo de transmisión. Como se requería medir incrementos de posición en el orden de centímetros, se tenía que usar una frecuencia más alta de transmisión y se requería un microprocesador más veloz. Otra limitación era que el usuario tenía que tener cables de alimentación y de información hacia la interfase, provocando dificultad en el desplazamiento.

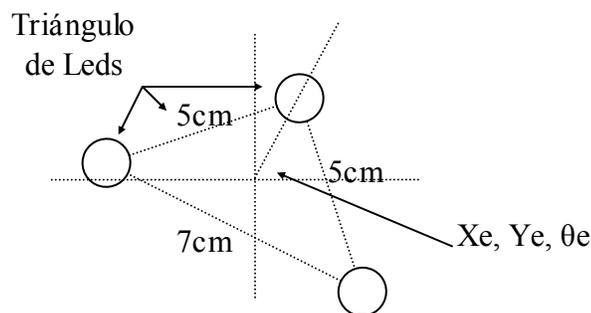
Otra desventaja fue su alcance máximo y mínimo de localización, en donde si el espectador se encontraba cerca de los sonares, el sistema no lo iba a detectar de manera correcta debido a que la señal sería recibida antes de sensarla.

Se pensó en la posibilidad de colocar una brújula electrónica en la parte superior de los audífonos del espectador con el fin de obtener el ángulo de audición, pero la parte de la posición relativa en el cuarto de pruebas no se podía obtener de esta manera.

## 2.2 Diseño Propuesto

La alternativa que se consideró óptima para hacer el sistema de localización fue usando una cámara web o *WebCam* ubicada en el techo del cuarto de pruebas y realizar un análisis de la imagen. Claro que para distinguir la posición y ángulo relativos se necesitó diseñar unas marcas de referencia que después serían buscadas en la imagen.

Las marcas propuestas son un arreglo de tres *leds* infrarrojos ubicados en la parte superior de los audífonos del espectador. Estos tres *leds* forman una flecha, que consiste en un triángulo isósceles como se muestra en la Figura 2.4.

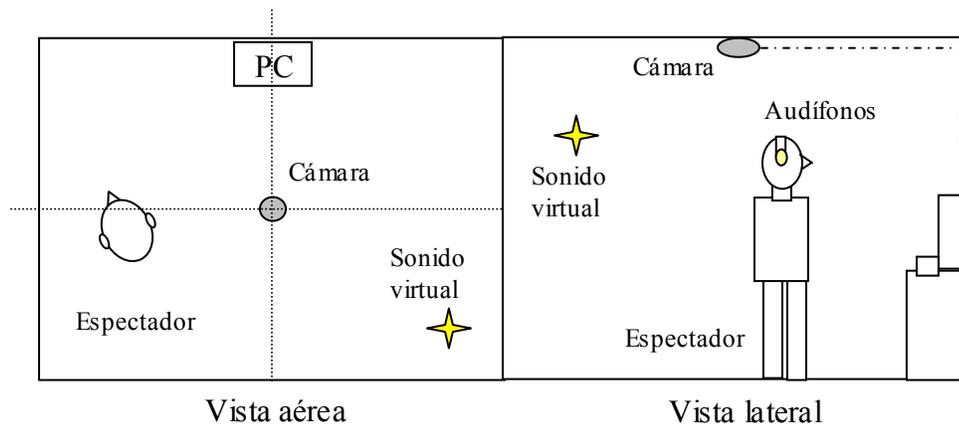


**Figura 2.4.-** Arreglo propuesto de leds infrarrojos.

Los *leds* se alimentan con una batería de 9V colocada también en la parte superior de los audífonos. Esto presenta una gran ventaja debido a que el usuario no necesita conexiones alámbricas de información como era el caso del sistema de sonares. El único cable que

quedaría presente sería el de los audífonos, pero esto se puede eliminar usando audífonos inalámbricos.

Se escogió que los *leds* fueran infrarrojos debido a que las cámaras *web* son muy sensibles a esta luz, entonces el sistema se vuelve menos vulnerable a cambios de iluminación del cuarto de pruebas. Otra ventaja en el hecho que la cámara sea sensible al infrarrojo es que baja el consumo del arreglo de *leds* y se prolonga la vida de la batería. El diagrama propuesto se muestra en la Figura 2.5.



**Figura 2.5.-** Diagrama del sistema propuesto.

### 2.2.1 Variables y limitación del sistema

Las variables consideradas en la realización del sistema de generación de fuentes virtuales de sonido son las siguientes:

1. La velocidad del sonido en el aire dependiente de la temperatura, para determinar la ITD.

2. La atenuación del sonido en un medio sin pérdidas, utilizada en los cálculos de la ILD.
3. Función de transferencia medida experimentalmente en el experimento de laboratorio que se expone en el Apéndice A.

Las señales reproducidas como fuentes virtuales serán tanto tonos puros como sonidos de grabaciones reales o archivos de audio tipo wav, usando calidad de CD con una frecuencia de muestreo de 44.1KHz y 16 Bits de resolución.

El software empleado es el LabVIEW 7.1, IMAQ.Vision y la librería para ver las imágenes de la cámara *web* de Peter Parente.

La limitación del sistema se encuentra en la resolución de la cámara *web* y la velocidad de procesamiento que presente la PC de control. Con un sistema lento de procesamiento tendríamos retardos considerables en la identificación de la imagen y control de la tarjeta de sonido.

Considero que la mayor ventaja del sistema propuesto es que tanto el análisis de la imagen, el procesado de las señales de audio y el control de la tarjeta de sonido se pueden realizar en LabVIEW. Esto da la posibilidad de que todo el sistema este inmerso en una computadora, reduciendo la complejidad en componentes y permitiendo una mayor manejabilidad en cuanto a posibles cambios o mejoras. Los requerimientos del sistema serían únicamente unos audífonos (alámbricos o inalámbricos), y una computadora con LabVIEW 7.1 con *IMAQ Vision*.