

Práctica 1: Caracterización experimental de una fuente con sonómetro

1.- Objetivos

Introducción a la evaluación de un campo acústico real simple. La siguiente secuencia es válida para ello:

1. Evaluación de la directividad de una fuente sonora.
2. Determinación del nivel acústico en función de la distancia.
3. Ensayos opcionales.

Se requiere la presencia de al menos un tutor conocedor de la materia y de las normas de seguridad necesarias.

Los alumnos han de conocer la materia de la práctica. Una verificación de sus conocimientos aumenta la calidad de la misma y de la seguridad.

2.- Material Necesario

1. 2 trípodes fotográficos.
2. 1 o 2 Altavoces y un generador de onda adosado con adaptador.
3. Cinta métrica.
4. Sonómetro. Calibrador del sonómetro.
5. Cable de alimentación a la red con alargador.
6. Protectores auditivos.
7. Instrucciones completas y normas de funcionamiento.

Los aparatos han de cumplir todas las normas de seguridad vigentes y la potencia del conjunto deberá impedir que se alcancen niveles acústicos potencialmente peligrosos o molestos.

Es necesaria una fuente de formas de onda sinusoidal y cuadrada, triangular o de diente de sierra, de amplitud y frecuencia variable, pero estable, para alimentar a los altavoces auto-amplificados.

En el interior de uno solo de ellos radica el amplificador de potencia, que actúa conectado a la red. Podrán existir dos controles de volumen, uno en el generador de onda y otro en los altavoces. Situados en posición semejante se evitan posiciones extremas tendentes a la creación de distorsiones. En el momento de encender uno de los controles posicionado en cero evita un golpe de sonido.

Si los altavoces están alimentados en fase se comportan como está previsto, pero si sus cables están invertidos de polaridad, se comportará el conjunto en parte como un dipolo.

El sonómetro sobre su trípode es necesario que esté a la misma altura que el altavoz. Una altura de 1,5 m es adecuada pues permite situar el sonómetro inclinado, favoreciendo su lectura.

No tocar el micrófono.

Una frecuencia elevada es fácilmente audible y permite una mayor directividad, 5 kHz pueden valer.

3.- Evaluación de la directividad de una fuente sonora

Determina experimentalmente la directividad de una fuente sonora simple, formada por uno o dos altavoces de tipo ordenador. Colocados juntos lado a lado sobre un trípode, su directividad en un plano

horizontal será mayor. Aunque la directividad de una fuente sonora se ha de determinar en cámara anecoica, un experimento como el descrito ilustra sobre el comportamiento de una fuente en un ambiente potencialmente reverberante y sobre el uso del sonómetro, pudiendo ponerse de manifiesto la presencia de personas y de las paredes.

3.1.- Metodología:

La directividad teórica puede servir de referencia.

Longitud de onda del sonido $\lambda = a/f = \boxed{}$ cm

Diámetro aproximado de la fuente $d = \boxed{}$ cm

Parámetro de directividad $2\pi d/\lambda = \boxed{}$ Como resultado del valor de este parámetro la fuente será **directiva** u **omnidireccional** (tache lo que no proceda).

A título orientativo y con carácter opcional

Nivel teórico, con referencia arbitraria, de un pistón circular situado sobre una placa infinita coplanaria (Fundamentals of Acoustics, 3ª ed. L. E. Kinsler *et al.*, 1982 Wiley):

$$L_p \langle \theta \rangle = 20 \cdot \log \left(\frac{\left| \frac{J_1(v)}{v} \right|}{Ref} \right); \quad v = k \cdot d \cdot \text{seno}(\theta); \quad k = 2\pi/\lambda$$

J_1 es la función de Bessel de orden 1. *Ref* se puede elegir de tal modo que el máximo coincida con un valor deseado.

Observando los diagramas polares teóricos de directividad, la anchura total del lóbulo principal es aproximadamente: $\boxed{}$ grados.

3.2.- Procedimiento

Un recinto lo más amplio posible y con tiempo de reverberación bajo favorece el experimento.

El sonómetro ha de estar configurado para mediciones simples, en escala lineal o ante una imposibilidad, en otra escala de ponderación frecuencial. Una posición de medida en FAST favorece detectar posibles cambios temporales.

Es necesaria la calibración al comenzar y al terminar el experimento.

El sonómetro ha de situarse a una distancia tal que se garantice el campo lejano, pero no conviene alejarse mucho para minimizar el efecto del campo reverberante y a una distancia suficiente de cualquier pared. 2 m puede ser una distancia orientativa de seguridad. Si no es posible, se elegirá equidistante a la/s pared/es y a la fuente. Se procurará una disposición general simétrica con respecto al plano vertical de simetría izquierda/derecha del altavoz, para impedir la aparición de asimetrías en el campo acústico.

La medida se puede realizar posicionando el sonómetro a una distancia constante frente al altavoz y describiendo un círculo completo cada 22,5° de separación angular. Si no se dispone de ayuda

para ello, basta realizar las mediciones cada 45°. Siempre se procurará la orientación del sonómetro a la fuente, aunque no es necesario, ya que éste es de sensibilidad omnidireccional.

Las personas presentes se mantendrán en silencio y en las mismas posiciones para cada ángulo, ya que participan en la configuración del campo acústico y a una distancia superior a 1 m del sonómetro, para no afectar su medida. Si son pocas personas se situarán en el hemisferio en el que se está midiendo. Para poder visualizar la medida en la pantalla se recomienda un posicionamiento radial de los participantes, de tal manera que sucesivamente puedan leer el nivel sonoro.

Para este ensayo resulta apropiada la onda sinusoidal para obtener la directividad a la frecuencia elegida, pero si el recinto es angosto se propone el uso de onda cuadrada para reducir el efecto de las estacionarias.

Se elegirá un nivel de sonido que claramente sobrepase el nivel de ruido de fondo, 10 dB al menos, aunque no tan alto que el altavoz distorsione. Si es superior a 80 dB producirá molestias y debe evitarse; nunca se sobrepasará un nivel de seguridad, digamos que de 90 dB. Se recomienda el uso de protectores auditivos individuales certificados, que han de ser suministrados por el personal a cargo de la práctica, quien asimismo instruirá sobre su uso y de los riesgos de un sonido excesivo. El tutor alertará de cesar la práctica si alguno de los asistentes detecta molestia. El tutor preguntará si alguno de los asistentes es de oído especialmente sensible o si está enfermo del oído y otra circunstancia que no haga recomendable someterse a ruidos altos, para evitar un posible efecto negativo.

En cada medida se restará el ruido de fondo de ese momento, determinado apagando la fuente, si difiriera en menos de 10 dB.

3.3.- Resultados

Distancia a la fuente: m.

| Ángulo c. r. al plano de simetría [°] | Nivel sonoro total [dB] | Ruido de fondo [dB] | Nivel sonoro de la fuente [dB] |
|---------------------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------------|
| 0 | | | |
| 22,5 | | | |
| 45 | | | |
| 67,5 | | | |
| 90 | | | |
| 112,5 | | | |
| 135 | | | |
| 157,5 | | | |
| 180 | | | |
| 0 | | | |
| -22,5 | | | |
| -45 | | | |
| -67,5 | | | |
| -90 | | | |
| -112,5 | | | |
| -135 | | | |
| -157,5 | | | |
| -180 | | | |

Los resultados se expresan en un diagrama polar con escala lineal en dB, el cual se puede realizar con alguna aplicación informática, por ejemplo, Excel ® o Mathcad ®.

Ha de tenerse en cuenta que el altavoz es un mecanismo electromecánico que requiere alcanzar su equilibrio térmico, por lo que se esperarán unos segundos para que se llegue al régimen estacionario.

Ha de tenerse en cuenta que la direccionalidad se verá reducida por las reflexiones y que el altavoz no solo emite en modo pistón de su diafragma; por otra parte, la direccionalidad medida no es del altavoz solamente, sino del conjunto altavoz-recinto. Las paredes del altavoz no serán totalmente rígidas, por lo que cabe la posibilidad de que radien también. La reflexión del fondo de la caja del altavoz hacia él puede salir al exterior. Finalmente, no se dispone de una placa infinitamente grande sobre la que esté situado el altavoz.

Incidentes y comentarios durante las mediciones:

Adjuntar el diagrama polar para visualizar el resultado. Un diagrama teórico equivalente permite entender mejor la física del fenómeno.

Comentarios acerca de los resultados obtenidos:

4.- Determinación del nivel acústico en función de la distancia.

Se puede medir el nivel acústico hacia delante a varias distancias del altavoz. La realización de un gráfico explicativo indicando si se está en campo libre o reverberante resulta muy ilustrativo. En él, observando la caída del nivel acústico con la distancia, se puede determinar el radio del recinto.

4.1.- Metodología

En este experimento se puede usar onda compleja para reducir el efecto de las estacionarias.

Favorece el experimento posicionar el altavoz de tal manera que delante de él exista la mayor distancia libre posible, pudiendo arrimarse el altavoz a una pared por su trasera. Interesa el campo lejano.

Encendida la fuente, se sitúa el sonómetro a distancias crecientes, manteniendo la frecuencia y amplitud de la fuente. Si se repiten las medidas al revés se tiene un indicio de la repetitividad.

4.2.- Ensayos opcionales

Observación de lo que ocurre al acercarse el sonómetro a las paredes, especialmente con onda sinusoidal e incidiendo el campo directo perpendicularmente a ella.

Resulta interesante comprobar la distancia característica a la que cambia el nivel de un lugar a otro y las posibles causas. Cambios inferiores a 1 dB no son representativos, incluso con sonómetro de clase 2.

4.3.- Resultados

| Ida | | Vuelta | |
|---------------|---------------------|---------------|---------------------|
| Distancia [m] | Nivel acústico [dB] | Distancia [m] | Nivel acústico [dB] |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Comentarios a los resultados y radio del recinto:

$r_r =$ m