

Propagación del sonido y obstáculos

Las ondas sonoras se propagan alrededor de la fuente de sonido en forma circular, o visto espacialmente, en forma esférica.

Si el sonido se puede propagar sin perturbaciones, a eso se le llama campo acústico libre. En la vida diaria sin embargo, el campo acústico es perturbado por objetos, a través de elementos, paredes, e incluso personas.

Hay varias posibilidades para el comportamiento del sonido cuando se encuentra con un obstáculo:

- Refracción
- Reflexión
- Agrupamiento
- Dispersión
- Absorción
- Difracción

Detrás de todas estas opciones se sitúa en última instancia el carácter de onda del sonido.

Refracción del sonido

La refracción del sonido se basa en el hecho de que la velocidad de propagación del sonido es diferente en dos medios. De ese modo, si una onda sonora viaja a través del medio 1 (por ejemplo, aire) e incide en la frontera con el segundo medio, siempre se presentan los efectos de refracción. (De acuerdo con las leyes de la física de ondas es exactamente lo mismo que con la luz, aunque en un rango de frecuencia diferente).

Dependiendo del ángulo de incidencia, la onda sonora pasará en el segundo medio, pero se propagará en este con un cambio de dirección debido a la refracción.

Ejemplo: De día el partido de fútbol se escucha más fuerte

Un partido de fútbol se celebra una vez por la mañana y otra por la noche. Por la mañana el suelo está frío y las capas de aire son cálidas. El sonido llega a las zonas de aire caliente, es dispersado hacia abajo y puede ser escuchado en las proximidades del estadio.

Por la noche el suelo ya se ha calentado; las capas de aire más altas, sin embargo, se han enfriado. El sonido se refracta hacia arriba en las capas frías de aire y es más difícil de escuchar en la cercanía del estadio.

Reflexión del sonido

Cuando una onda de sonido llega a una superficie grande y dura, lo que significa que la velocidad del sonido es muy diferente en los dos medios, se produce una reflexión del sonido. En estos casos, el sonido es reflejado hacia atrás más o menos completamente o es desviado en función del ángulo de incidencia y la forma del obstáculo. La reflexión del sonido es un caso especial de la refracción y por lo tanto, es dependiente de la frecuencia. Los sonidos agudos, por ejemplo, son por lo general más reflejados en las paredes de piedra que los graves, los cuales penetran en una mayor proporción en la pared. Por lo tanto, el bajo del sistema estéreo se escucha como sonido transmitido por la estructura a través de toda la casa.

El sonido es reflejado en la superficie tal como la luz en un espejo.

Si las personas hablan en una habitación o se interpreta música en un escenario sin sistema de sonido electrónico, el sonido está influenciado por las características de las superficies reflectantes

de las paredes y techos. Las llamadas “velas de sonido” en las salas de conciertos no son más que reflectores de sonido.

Dispersión del sonido

Como dispersión se define una reflexión en múltiples estructuras con diferentes ángulos. Es decir, el sonido de una fuente que lo emite en una dirección fuertemente preferida, se pierde en esta dirección preferida ante uno de tales obstáculos.

La dispersión depende de la frecuencia y de la longitud de onda. La dispersión se produce cuando la estructura del obstáculo es más pequeña que la longitud de onda del sonido.

Agrupamiento de sonidos

Lo contrario de la dispersión del sonido es el agrupamiento de sonidos. Como tal se entienden las medidas mecánicas y electroacústicas para la concentración de las ondas sonoras en un campo acústico estrecho. Esto funciona de forma similar al espejo o lente concentradora en los sistemas ópticos. Con una forma apropiada de la superficie reflectante (por ejemplo, en el caso de la cúpula de una iglesia), el sonido es agrupado por la reflexión, la reverberación o eco se concentra en un área particular de la nave de la iglesia. (Un agrupamiento también se puede producir cuando se emite el sonido. Se aprecia claramente en los altavoces en forma de cono de alta frecuencia).

Absorción del sonido, atenuación del sonido

En cada medio (aire y cuerpo sólido) se “pierde” un cierto porcentaje de la energía del sonido debido a la fricción mecánica (o se convierte en energía térmica).

Si la trayectoria del sonido es lo suficientemente extensa, el sonido en última instancia es tragado, es decir, “absorbido” en cualquier medio.

Ciertos obstáculos como las barreras contra el ruido están diseñados precisamente para absorber la mayor cantidad de sonido posible. Su volumen es poroso, dando como resultado trayectorias acústicas extremadamente largas causadas por reflexión múltiple (dispersión). El sonido en estos materiales se “muere” mediante la conversión en calor.

La absorción depende de la frecuencia y de la longitud de onda. La absorción se produce cuando la constante reticular del obstáculo es más pequeña que la longitud de onda del sonido. Entre otras cosas, también desempeña un papel el coeficiente térmico del material.

Reverberación y resonancia

Tiempo de reverberación

Un sonido breve se escucha hasta que la mayor parte de la energía sonora es absorbida. Este fenómeno se denomina “tiempo de reverberación”; en una sala normal es de milisegundos, en una sala de conciertos, por el contrario, es del orden de cientos de milisegundos. Una cierta reverberación es, por cierto, percibida por el oído humano como normal y posiblemente mejora la audibilidad. Por otra parte, una reverberación mayor funciona a la inversa.

Resonancia

Se habla de resonancia cuando el medio vibra y sólo se absorbe una pequeña parte de la energía del sonido. La vibración en resonancia no aumenta la energía total del sonido emitido, pero bajo ciertas circunstancias aumenta la potencia del sonido; la audibilidad mejora. (Ejemplo, cuerdas de la guitarra con y sin resonancia del cuerpo de la guitarra).

Eco

Seguramente todo el mundo ha gritado en un túnel o en las montañas y ha escuchado el eco de su llamado.

Si el sonido es reflejado desde un objeto distante, la reflexión del sonido se puede oír como un eco. Se debe notar, sin embargo, que las ondas sonoras reflejadas solamente son percibidas conscientemente como un eco cuando existe una diferencia de tiempo de 30 a 50 mseg entre el sonido emitido y el sonido reflejado (de acuerdo con otra afirmación, de 100 mseg).

Si la diferencia es menor, el resultado es una experiencia sonora donde el eco se percibe inconscientemente como reverberación. Esta impresión auditiva depende del tamaño, tipo y cantidad de elementos y accesorios, etc., y permite obtener una imagen del espacio circundante. Las personas ciegas utilizan a menudo para su orientación en el entorno la reverberación o eco del ruido autogenerado, tal como la reverberación de sus pasos.

Difracción del sonido

La reflexión total del sonido presupone que la estructura que refleja es grande en relación con la longitud de onda. Si, por otro lado, la longitud de onda es del mismo tamaño que el diámetro del obstáculo, las ondas de sonido ya no se reflejan, sino que se difractan.

Ejemplo: La calle se puede oír también detrás de la casa

La difracción significa que las ondas de sonido se “doblan en torno” al obstáculo. Si el obstáculo es, por tanto, pequeño en relación con la longitud de onda, la onda sonora se propaga detrás del obstáculo casi igual que antes del mismo. (La explicación es que surgen nuevas ondas elementales en los bordes, que se propagan ahora en forma esférica incluso en la zona de sombra).

Ejemplo: Problemas con la audióprótesis

Un ejemplo de difracción del sonido es el llamado efecto de “sombra de la cabeza”: Si alguien porta una audióprótesis sólo en un oído, el sonido es atenuado gracias al efecto acústico de la cabeza (“sombra de la cabeza”).

Sin embargo, la cabeza atenúa las notas altas porque sus longitudes de onda son pequeñas en comparación con las dimensiones de la cabeza. Por el contrario, para los tonos bajos con sus consiguientes frecuencias bajas del sonido, las longitudes de onda son grandes en comparación con la cabeza y pueden rodearla.

En el caso del habla, esto significa que el sonido es lo suficientemente fuerte, pero difícil de entender: Sólo puede ser bien entendido cuando las consonantes son fáciles de entender y, precisamente, estas consonantes están en el rango de alta frecuencia.