



Ejercicio 3

Sean dos recintos cúbicos idénticos, estancos y vacíos, de paredes lisas, homogéneas y robustas de 10 m de lado, que tienen una pared común. En el centro de la pared opuesta a la común se tiene un oscilador mecánico a modo de timbre con lados de 10 cm, el cual emite un sonido compuesto, solamente a unos 1.000 Hz y a unos 500 Hz (ambas frecuencias no son muy estables) como fuente acústica única y estacionaria. Es aparentemente omnidireccional, con un nivel de potencia de 90 dB a 1.000 Hz y 93 dB a 500 Hz. Las paredes y techo del recinto están recubiertas interiormente con un material con coeficiente de absorción $\alpha = 0,5$ a las frecuencias indicadas, mientras que el suelo tiene $\alpha = 0,1$, en ambos casos frente a campo difuso. Se pide:

3.1.- Tiempo de reverberación de cada uno de los recintos.

$$V = 1.000 \text{ m}^3; A = 500 \text{ m}^2 \times 0,5 + 100 \text{ m}^2 \times 0,1 = 260 \text{ m}^2; T_{60} = 0,1611 \frac{V}{A} \frac{\text{s}}{\text{m}} = 0,1611 \frac{1.000 \text{ m}^3}{260 \text{ m}^2} \frac{\text{s}}{\text{m}} = 0,62 \text{ s}$$

3.2.- Radio acústico de los recintos.

$$r_a [\text{m}] = 0,0535 \sqrt{\frac{V [\text{m}^3]}{T_{60} [\text{s}]}} = 0,0535 \sqrt{\frac{1.000 [\text{m}^3]}{0,62 [\text{s}]}} = 2,1 \text{ m}$$

3.3.- Nivel de potencia acústica global corregido A de la fuente.

$$L_{w,A} = 10 \log \left(10^{\frac{93 - 3,2}{10}} + 10^{\frac{90}{10}} \right) = 92,9 \text{ dB}$$

3.4.- Nivel de presión acústica en el recinto emisor, a una distancia tal que el campo lejano directo domine aún o al menos sea comparable al reverberante, usando A en lugar de R.

Se elige la menor de las dos frecuencias de emisión para que la longitud de onda sea mayor, más restrictivo.

$$\lambda = a / f = 340 \text{ m/s} / 500 \text{ Hz} = 0,68 \text{ m}, \text{ luego } r_a > r = 2 \text{ m} \gg 10 \text{ cm}$$

Distancia elegida: motivos, mucho mayor que la longitud de onda y que las dimensiones de la fuente. Además es comparable al radio acústico del recinto con lo que el campo reverberante ya es apreciable, pero no domina el directo. Se verá en el cálculo:

$$L_{p,A} = L_{w,A} + 10 \log \left(\frac{Q}{4\pi r^2 [\text{m}^2]} + \frac{4}{A [\text{m}^2]} \right) = 92,9 \text{ dB} + 10 \log \left(\underbrace{\frac{2}{4\pi 2^2 [\text{m}^2]}}_{0,0397} + \underbrace{\frac{4}{260 [\text{m}^2]}}_{0,0154} \right) = 80,3 \text{ dB}$$



Se ha tomado $Q = 2$ por estar el timbre instalado en una pared y ser el dato de potencia acústica de propagación hemisférica. Sin embargo su coeficiente de absorción es 0,5 lo cual levanta dudas acerca de la corrección de esta hipótesis. Dependerá de los detalles de la instalación en las proximidades de la fuente.

3.5.- Nivel de presión acústica incidente en la pared separadora.

$$L_{p,A} = L_w + 10 \log \left(\frac{Q}{4\pi r^2 [\text{m}^2]} + \frac{4}{A [\text{m}^2]} \right) = 92,9 \text{ dBA} + 10 \log \left(\underbrace{\frac{2}{4\pi 10^2 [\text{m}^2]}}_{0,0016} + \underbrace{\frac{4}{260 [\text{m}^2]}}_{0,0154} \right) = 75,2 \text{ dBA}$$

(V) El campo acústico incidente en la pared separadora es reverberante. Véase que el segundo sumando del paréntesis de la ecuación anterior es mucho menor que el primero.

3.6.- Si la pared separadora que ambos recintos tienen en común está caracterizada por una pérdida de transmisión $TL = 20$ dB a las frecuencias del timbre y corregida A, calcular:

Nivel de presión acústica transmitida, o emergente de la pared, directa como fuente y explique como se ha obtenido.

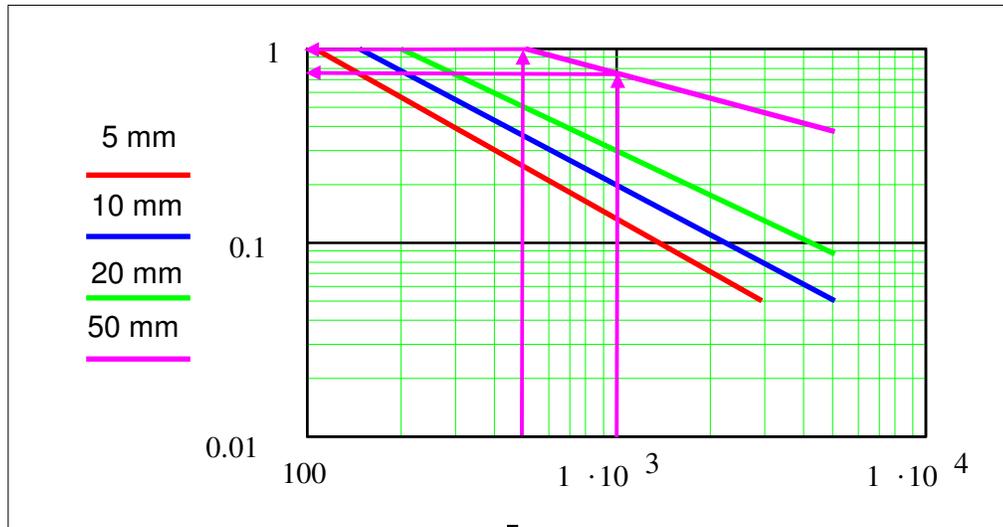
$L_t = 75,2 \text{ dBA} - 20 \text{ dBA} = 55,2 \text{ dBA}$, pues al ser reverberante el campo incidente en la pared es incoherente consigo mismo y así será lo emergente por el otro lado y no es necesario alejarse mucho para poder afirmar esto. El TL es la pérdida de potencia y al ser el área la misma por ambas caras de la partición, es de intensidad también, como L_p va como la intensidad, basta restar el TL .

Nivel de presión acústica en el recinto receptor:

$$\left. \begin{array}{l} R = TL - 10 \log \frac{S_t}{A} \\ L_{p,\text{receptor}} = L_{p,\text{in}} - R \end{array} \right\} \Rightarrow L_{p,\text{receptor}} = \underbrace{L_{p,\text{in}}}_{L_t} - TL + 10 \log \frac{S_t}{A} = 55,2 \text{ dBA} + 10 \log \frac{100 \text{ m}^2}{260 \text{ m}^2} = 51,1 \text{ dBA}$$

(V) ¿Es razonable que $L_{p,\text{receptor}} < L_t$? Razonamiento: puede ser debido a una escasa reflexión de las paredes en el local receptor, A grande y $> S_t$, lo que implica que el campo difuso es pequeño frente al directo. La hipótesis subyacente en esta fórmula es campo difuso.

3.7.- Por una necesidad de ventilación, la pared separadora deja de ser estanca, practicándose en su unión al techo una rendija de lado a lado con 50 mm de ancho. Calcule el nuevo nivel de presión acústica en el recinto receptor.



Como el TL es distinto a ambas frecuencias, es necesario un cálculo separado.

$$1.000 \text{ Hz} : TL = 10 \log \frac{\sum_{j=1}^2 S_j}{\sum_{j=1}^2 S_j 10^{-\frac{TL_j}{10}}} = 10 \log \frac{100,5 \text{ m}^2}{100 + 10 \times 0,05} = 17,6 \text{ dB}$$

$$\left(\frac{100 \text{ m}^2 \times 10^{-\frac{20}{10}}}{1 \text{ m}^2} + \frac{2 \times 10 \times 0,05 \text{ m} \times 0,74}{0,74 \text{ m}^2} \right)$$

$$500 \text{ Hz} : TL = 10 \log \frac{\sum_{j=1}^2 S_j}{\sum_{j=1}^2 S_j 10^{-\frac{TL_j}{10}}} = 10 \log \frac{100,5 \text{ m}^2}{100 + 10 \times 0,02} = 17 \text{ dB}$$

$$\left(\frac{100 \text{ m}^2 \times 10^{-\frac{20}{10}}}{1 \text{ m}^2} + \frac{2 \times 10 \times 0,05 \text{ m} \times 1}{1 \text{ m}^2} \right)$$

Como las diferencias son menores que 1 dB podemos aproximar $TL = 17,3$ dB. Luego hemos perdido 2,7 dB de pérdida de transmisión TL con respecto a los 20 dB sin rendija, con lo que:

$$L_{p,A, \text{receptor}} = 59,4 \text{ dBA} + 2,7 \text{ dBA} = 62,1 \text{ dB.}$$

3.8.- ¿Qué solución propondría para, manteniendo la rendija para ventilación, reducir la transmisión del ruido al otro recinto?

Una posibilidad es prolongar la rendija con un conducto largo (en ambas direcciones incluso) con las paredes interiores dotadas de material aislante. Otra posibilidad es instalar un falso techo suspendido que sea aislante acústico, pero con algo de porosidad que deje salir el aire.