



Ejercicio 5

Sea un recinto con tiempo de reverberación T_{60} y volumen interior V . Una apertura diáfana está abierta al exterior, donde reina un nivel de presión acústica estacionario $L_{p,ext}$ debida a una fuente muy lejana y frontal a la ventana, siendo el resto de la separación con el exterior muy aislante. Determinar el nivel de presión acústica interior que se alcanza, asumiendo que la potencia acústica W que penetra por la superficie de la ventana efectiva S_w , origina en el interior del recinto un campo acústico reverberante. Para ello se puede seguir la secuencia de cálculos que a continuación se indica.

5.1.- Exprese la intensidad incidente en la ventana I como función de $L_{p,ext}$ y de la intensidad acústica media de referencia I_{ref} .

$$L_{p,ext} = 10 \log \left(\frac{P_{rms,\infty}}{P_{rms,ref}} \right)^2 \Rightarrow P_{rms,\infty}^2 = P_{rms,ref}^2 10^{L_{p,ext}/10}$$

Dividiendo por $\rho_{at}a$ tenemos la intensidad:

$$I = \frac{P_{rms,\infty}^2}{\rho_{at}a} = \frac{P_{rms,ref}^2}{\underbrace{\rho_{at}a}_{I_{ref}}} 10^{L_{p,ext}/10} = I_{ref} 10^{L_{p,ext}/10}$$

5.2.- Exprese la potencia acústica que entra W como función del nivel de $L_{p,ext}$, de S_w y de la intensidad de referencia I_{ref} .

Dado que los rayos impactan normalmente a la ventana:

$$W = IS_w = I_{ref} S_w 10^{\frac{L_{p,ext}}{10}}$$

5.3.- Exprese el valor cuadrático medio de la presión acústica en el recinto, una vez alcanzado el estado estacionario como función de W y características acústicas de la atmósfera y del recinto, incluyendo el área de absorción A .

$$P_{rms,\infty}^2 = \frac{4W\rho_{at}a}{A}$$

5.4.- Exprese la definición del nivel de presión acústica L_p como función de $P_{rms,\infty}$ y del nivel de referencia $P_{rms,ref}$.

$$L_p = 10 \log \left(\frac{P_{rms,\infty}}{P_{rms,ref}} \right)^2$$



5.5.- Sustituya lo obtenido anteriormente en el resultado de 5.4 y simplifique I_{ref} para obtener una expresión que sea $L_p = L_{p,ext}$ más un término de corrección.

$$\left. \begin{aligned} L_p &= 10 \log \frac{4I_{ref} S_w \rho_{at} a 10^{\frac{L_{p,ext}}{10}}}{P_{ref}^2 A} \\ I_{ref} &= \frac{P_{rmsref}^2}{\rho_{at} a} \end{aligned} \right\} \Rightarrow L_p = 10 \log \frac{4S_w 10^{\frac{L_{p,ext}}{10}}}{A} = L_{p,ext} + 10 \log \frac{4S_w}{A}$$

5.6.- Utilice la expresión del tiempo de reverberación de Sabine para dejar la expresión anterior dependiente del tiempo de reverberación T_{60} .

$$\left. \begin{aligned} L_p &= L_{p,ext} + 10 \log \frac{4S_w}{A} \\ T &= \frac{24V \ln 10}{Aa} \Rightarrow A = \frac{24V \ln 10}{Ta} \end{aligned} \right\} \Rightarrow L_p = L_{p,ext} + 10 \log \frac{TaS_w}{6V \ln 10}$$

5.7.- Haga aplicación del término de corrección de la expresión anterior para $V = 90\text{m}^3$, $S_w = 0,5\text{m}^2$, $T = 0,5\text{s}$.

$$L_p = L_{p,ext} + 10 \log \frac{TaS_w}{6V \ln 10} = L_{p,ext} + 10 \log \frac{0,5 \cdot 340 \text{m/s} \cdot 0,5 \text{m}^2}{6 \times 90 \text{m}^3 \ln 10} = L_{p,ext} - 11,5 \text{dB}$$

Explique la razón física de que el término de corrección sea mayor o menor que cero:

Será mayor que 0 si se tiene una gran reflectividad de las paredes, que haga que el recinto tenga ganancia por la superposición de rayos en un punto., también si el área de paso de la energía es grande, aumentará el nivel en el recinto a consecuencia de una corrección positiva. Y si el volumen del recinto es grande, se reduce la densidad de energía, haciendo que baje el nivel acústico, con una corrección menor o negativa.

5. 8.- Asuma que a la apertura se le añade un conducto recubierto en su superficie interna con un material de coeficiente de absorción α y diámetro hidráulico d_h . La fórmula atribuida a Sabine da la pérdida por transmisión debida a la absorción de ese conducto p. u de longitud l :

$TL_a = 4,2\alpha^{1,4} / d_h$ y convierta el resultado a dB/m. Haga aplicación para $\alpha = 0,8$ a las frecuencias de interés, $l = 2\text{m}$ y $d_h = 0,7\text{m}$.

$$TL_a = 4,2\alpha^{1,4} / d_h = \frac{4,2 \times 0,8^{1,4}}{0,7\text{m}} = 4,39 \text{m}^{-1} \cong 6,4 \text{dB/m}$$

$$l = 2 \text{ m} \Rightarrow TL_a = 12,8 \text{ dB}$$

Por lo tanto, ahora el nivel de presión acústica en el recinto es:

$$L_p = L_{p,ext} - 11,5 \text{dB} - TL_a = L_{p,ext} - 11,5 \text{dB} - 12,8 \text{dB} = L_{p,ext} - 24,3 \text{dB}$$