

MÓDULO 3. MEDICIÓN EN DECIBELIOS Y ANÁLISIS DE NIVELES SONOROS

3.1. ESCALA LOGARÍTMICA

En acústica, el sonido no se expresa normalmente con una escala lineal simple, sino con una escala logarítmica, cuyo resultado práctico se expresa en decibelios (dB).

¿Por qué no usar una escala lineal?

Porque el oído humano puede percibir sonidos desde niveles muy pequeños hasta niveles extremadamente altos. Ese rango es tan grande que sería poco práctico trabajar con números lineales enormes.

La escala logarítmica permite:

- manejar valores muy diferentes en una escala más compacta,
- representar mejor la manera en que el oído humano percibe los cambios de sonido,
- comparar niveles de forma técnica y útil.

Idea clave

Un pequeño aumento en decibelios no siempre significa un pequeño aumento real de energía sonora. Por ejemplo, subir 10 dB implica un cambio grande en energía, aunque visualmente parezca solo “10 unidades más”.

Ejemplo simple

Supongamos que una fuente sonora tiene una cierta energía y otra tiene diez veces más energía. No se expresará como “1 y 10” en dB, sino que esa diferencia se representará como un aumento de 10 dB.

Interpretación básica práctica

- 0 dB no significa ausencia total de sonido, sino un nivel de referencia muy bajo.
- 10 dB es más intenso que 0 dB.
- 20 dB es mucho más intenso que 10 dB.
- 30 dB no es “tres veces” 10 dB en sentido lineal.

Ejemplo cotidiano

- El sonido de una respiración suave puede estar cerca de 10 dB
- Una conversación normal puede estar cerca de 60 dB
- El tráfico intenso puede estar entre 80 y 90 dB

Aunque la diferencia entre 60 y 90 sea “solo 30”, físicamente el cambio es enorme.

Aplicación en acústica

La escala logarítmica es necesaria para:

- medir ruido ocupacional,

- comparar entornos,
- evaluar aislamiento,
- diseñar soluciones de control acústico.

3.2. NIVEL DE PRESIÓN SONORA

El nivel de presión sonora es una de las magnitudes más usadas en acústica. Indica la variación de presión que produce una onda sonora en el medio, expresada en decibelios.

¿Qué es la presión sonora?

Cuando una onda sonora viaja por el aire, genera pequeñas variaciones de presión:

- zonas de compresión,
- zonas de rarefacción.

Esas variaciones son la presión sonora.

¿Qué expresa el nivel de presión sonora?

Expresa qué tan intensa es esa variación de presión con respecto a una presión de referencia.

Se representa comúnmente como: L_p

Importancia

Es el valor que normalmente registra un sonómetro cuando medimos ruido en un ambiente.

Ejemplo claro

Si en una oficina medimos el sonido y obtenemos 55 dB, ese valor representa el nivel de presión sonora en el punto donde se hizo la medición.

Ejemplo aplicado

Dos personas están usando una máquina:

- cerca de la máquina se mide 85 dB,
- a varios metros se mide 74 dB.

Eso quiere decir que la presión sonora disminuye con la distancia respecto a la fuente.

Idea importante

El nivel de presión sonora:

- depende de la fuente,
- depende de la distancia,
- depende del ambiente,
- depende de reflexiones y obstáculos.

Por eso dos lugares pueden registrar niveles distintos aunque la fuente sea la misma.

Caso real sencillo

Un parlante dentro de un cuarto y el mismo parlante al aire libre no necesariamente darán el mismo nivel en un punto de medición, porque el recinto puede generar reflexiones.

3.3. NIVEL DE POTENCIA SONORA

El nivel de potencia sonora describe la cantidad total de energía acústica emitida por una fuente por unidad de tiempo. Se representa como: (L_w)

Diferencia con el nivel de presión sonora

Aquí está una de las diferencias más importantes del tema.

Nivel de presión sonora (L_p)

- Es lo que se mide en un punto del espacio.
- Depende de la distancia y del entorno.

Nivel de potencia sonora (L_w)

- Es una característica propia de la fuente.
- No depende directamente de dónde se mida.
- Describe cuánto “emite” la fuente en total.

Ejemplo para entenderlo

Imagina una máquina industrial.

- La potencia sonora sería como su capacidad total de emitir sonido.
- La presión sonora sería el nivel que tú percibes o mides en un lugar determinado cerca o lejos de ella.

Analogía útil

Piensa en una bombilla:

- la potencia de la bombilla es una propiedad de la fuente,
- pero la iluminación que llega a un punto depende de la distancia y del entorno.

Con el sonido ocurre algo parecido.

Ejemplo claro

Una máquina puede tener un nivel de potencia sonora de 95 dB.
Pero en un punto de medición a cierta distancia se puede registrar:

- 82 dB cerca,
- 74 dB más lejos.

La fuente sigue siendo la misma, pero la presión sonora cambia según el lugar.

¿Por qué es útil la potencia sonora?

Porque permite:

- comparar fuentes entre sí,
- evaluar equipos en fichas técnicas,
- diseñar soluciones acústicas,
- estimar niveles esperados en ambientes.

Aplicación en ingeniería

En industria, fabricantes de equipos pueden indicar la potencia sonora de ventiladores, compresores o generadores para que el ingeniero estime el impacto acústico.

3.4. SUMA Y RESTA DE DECIBELIOS

Este punto es muy importante porque los decibelios no se suman ni se restan de forma directa, como si fueran números lineales comunes.

No se puede decir:

- $60 \text{ dB} + 60 \text{ dB} = 120 \text{ dB}$

Eso está mal.

Como los dB están en escala logarítmica, se usan reglas especiales.

3.4.1 SUMA DE DECIBELIOS

Cuando dos fuentes sonoras actúan al mismo tiempo, el nivel total no es la suma aritmética simple.

Caso 1: dos fuentes iguales

Si tienes dos fuentes de:

- 60 dB y 60 dB

el total será aproximadamente: 63 dB

No 120 dB.

¿Por qué?

Porque al duplicar la energía sonora, el aumento es de aproximadamente 3 dB.

Regla útil

- dos fuentes iguales suman +3 dB

Ejemplos

- $50 \text{ dB} + 50 \text{ dB} = 53 \text{ dB}$
- $70 \text{ dB} + 70 \text{ dB} = 73 \text{ dB}$
- $85 \text{ dB} + 85 \text{ dB} = 88 \text{ dB}$

Caso 2: fuentes diferentes

Si las fuentes no tienen el mismo nivel, se usa una corrección aproximada.

Tabla práctica de suma

- diferencia 0 dB → sumar 3 dB al mayor
- diferencia 1 dB → sumar 2.5 dB al mayor
- diferencia 2 dB → sumar 2 dB al mayor
- diferencia 3 dB → sumar 1.8 dB al mayor
- diferencia 4 dB → sumar 1.5 dB al mayor
- diferencia 5 dB → sumar 1.2 dB al mayor
- diferencia 6 dB → sumar 1 dB al mayor
- diferencia 7 dB → sumar 0.8 dB al mayor
- diferencia 8 dB → sumar 0.6 dB al mayor
- diferencia 9 dB → sumar 0.5 dB al mayor
- diferencia 10 dB o más → el menor influye muy poco

Ejemplo 1

Una fuente tiene 70 dB y otra 70 dB.

Resultado:

- $70 + 3 = 73 \text{ dB}$

Ejemplo 2

Una fuente tiene 80 dB y otra 75 dB.

La diferencia es 5 dB.

Entonces se suma aproximadamente 1.2 dB al mayor:

- $80 + 1.2 = 81.2 \text{ dB}$

Ejemplo 3

Una fuente tiene 90 dB y otra 78 dB.

La diferencia es 12 dB.

La fuente menor aporta muy poco, así que el total será cercano a:

- 90 dB

3.4.2 RESTA DE DECIBELIOS

La resta de decibelios suele usarse cuando queremos separar el aporte de una fuente respecto a un fondo sonoro.

Ejemplo típico

Se mide:

- ruido total con máquina encendida: 82 dB
- ruido de fondo con máquina apagada: 79 dB

Queremos estimar el aporte real de la máquina.

Como la diferencia es solo de 3 dB, el fondo influye bastante y no basta con hacer:

- $82 - 79 = 3 \text{ dB}$

Se usan tablas o fórmulas logarítmicas de corrección.

Regla práctica

- si la diferencia entre total y fondo es menor a 3 dB, la medición es poco confiable para separar la fuente
- si la diferencia es mayor, sí se puede aplicar corrección

Ejemplo sencillo de interpretación

- Total: 90 dB
- Fondo: 80 dB

La diferencia es 10 dB, así que el fondo influye poco. El ruido de la fuente será apenas menor que 90 dB, no 10 dB.

Idea importante

En acústica, restar no significa “quitar decibelios aritméticamente”, sino corregir energías sonoras.

3.5. EJERCICIOS PRÁCTICOS DE CÁLCULO ACÚSTICO

Aquí se aplican los conceptos anteriores en casos simples.

Ejercicio 1: suma de dos fuentes iguales

Dos máquinas producen 65 dB cada una.
¿Cuál es el nivel combinado?

Como son iguales:

- $65 + 3 = 68 \text{ dB}$

Respuesta

El nivel total es 68 dB.

Ejercicio 2: suma de dos fuentes distintas

Una máquina produce 72 dB y otra 68 dB.
¿Cuál es el nivel total?

Diferencia: $72 - 68 = 4$ dB

Corrección aproximada: +1.5 dB al mayor

Resultado: $72 + 1.5 = 73.5$ dB

Respuesta

El nivel combinado es aproximadamente 73.5 dB.

Ejercicio 3: evaluación del efecto de duplicar fuentes

Si una bomba produce 80 dB y se instala otra igual, ¿cuánto habrá?

Dos fuentes iguales:

- $80 + 3 = 83$ dB

Respuesta

El nuevo nivel será 83 dB.

Interpretación: Duplicar fuentes no duplica los dB; solo aumenta alrededor de 3 dB.

Ejercicio 4: diferencia entre fondo y total

Con una máquina apagada se mide 60 dB.
Con la máquina encendida se mide 70 dB.

La diferencia es 10 dB. Eso indica que:

- el ruido de fondo influye poco,
- el ruido de la máquina domina la medición.

Interpretación: El valor de 70 dB es representativo de la fuente en esa condición.

Ejercicio 5: comparación de ambientes

Se miden estos niveles:

- biblioteca: 40 dB
- aula: 55 dB
- avenida: 85 dB

Interpretación

- La biblioteca tiene un ambiente muy silencioso.
- El aula tiene un nivel moderado y funcional si no afecta la comprensión.
- La avenida presenta un nivel alto y potencialmente molesto si la exposición es prolongada.

3.6. INTERPRETACIÓN DE NIVELES SONOROS

Medir no basta; también hay que interpretar qué significa cada nivel sonoro en la práctica.

Niveles orientativos comunes

Estos valores son referenciales y ayudan a entender el contexto:

- 20 a 30 dB: ambiente muy silencioso
- 40 a 50 dB: ambiente tranquilo
- 55 a 65 dB: conversación normal, oficina activa
- 70 a 80 dB: ruido elevado, posible molestia
- 85 dB o más: exposición relevante en temas ocupacionales
- 100 dB o más: nivel muy alto
- 120 dB o más: cercano al umbral del dolor

Ejemplos prácticos

30 dB: Puede corresponder a una habitación muy silenciosa en la noche.

50 dB: Puede corresponder a una oficina calmada o una conversación moderada.

65 dB: Puede corresponder a un aula activa o una zona comercial interior.

85 dB: Puede corresponder a maquinaria, tránsito fuerte o herramientas motorizadas.

100 dB: Puede corresponder a un concierto, equipos muy ruidosos o ciertas operaciones industriales.

Importancia de interpretar correctamente

Un mismo valor no siempre significa lo mismo en todos los contextos.

Ejemplo

- 55 dB en una oficina puede ser aceptable o ligeramente molesto
- 55 dB en una biblioteca puede ser excesivo
- 55 dB en una avenida sería un valor bajo comparado con lo habitual

Por eso la interpretación depende de:

- el tipo de ambiente,
- la actividad realizada,
- el tiempo de exposición,
- la normativa aplicable,
- la sensibilidad del usuario o trabajador.

Ejemplo integrador completo

Imagina una sala de producción donde se mide:

- máquina A: 84 dB
- máquina B: 84 dB
- ruido de fondo sin máquinas: 60 dB

Análisis

Como A y B tienen el mismo nivel:

- $84 + 84 = 87$ dB

El fondo de 60 dB es mucho menor, así que casi no afecta el resultado total.

Interpretación

El ambiente tiene un nivel sonoro alto. Si la exposición es prolongada, puede requerir:

- evaluación ocupacional,
- control de ingeniería,
- protección auditiva,
- revisión normativa.