

- Repaso de conceptos fundamentales
- La cadena de audio

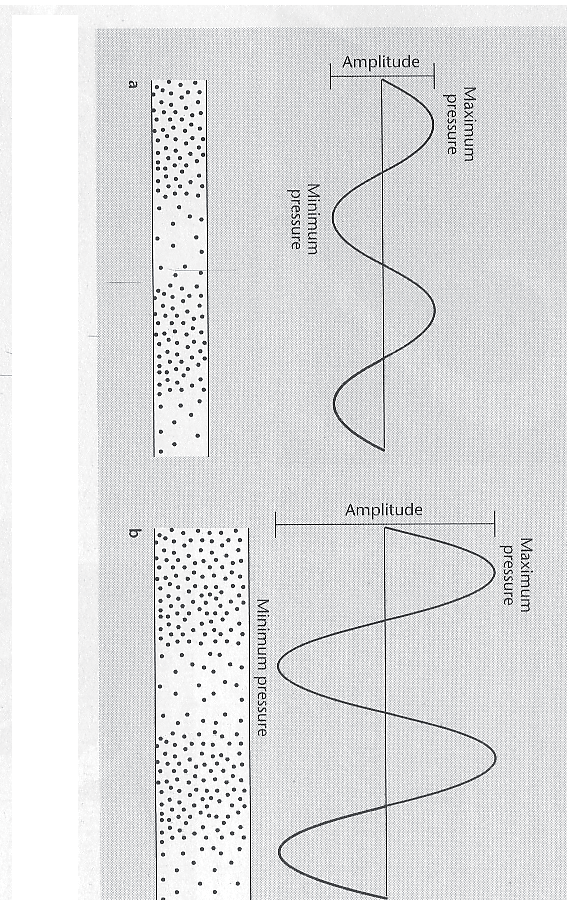
Índice de contenidos

Unidades:

- ▶ 1. Introducción a los sistemas de sonido
- 2. Amplificadores
- 3. Equipos de procesado de señal
- 4. La consola multicanal
- 5. Diseño e instalación de sistemas de sonido

Repaso de conceptos fundamentales

- **Sonido**
 - Variación de la presión de un medio elástico (aire) que se propaga a través de dicho medio



Repaso de conceptos fundamentales

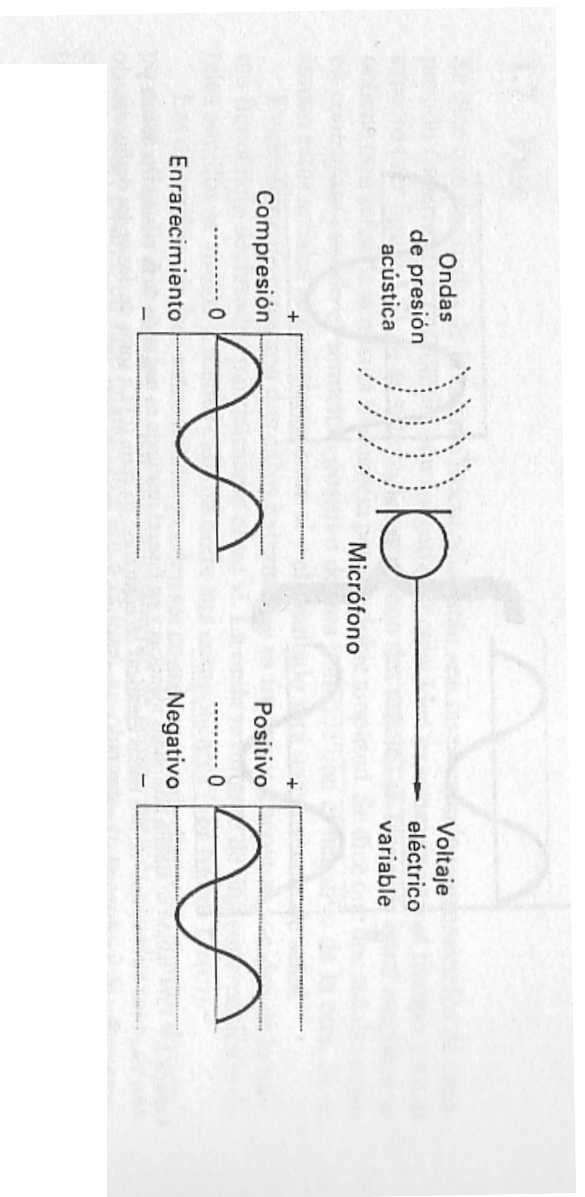
- **Características de una onda de sonido**
 - Frecuencia (f): velocidad con que oscila la fuente vibratoria que origina el sonido
 - Amplitud: grado de compresión y descompresión del aire. Tiene que ver con el nivel sonoro percibido cuando la onda alcanza el oído
 - Velocidad de propagación en el aire (c_a): 340 m/s
 - Longitud de onda (λ): distancia entre dos picos adyacentes de compresión (descompresión)
 - Relación entre frecuencia y longitud de onda: $c_a = \lambda f$
- **Espectro de frecuencias audible**
 - 20 Hz – 20 KHz audición excelente
 - 35 Hz – 16 KHz audición normal

Unidad 1: Introducción a los sistemas de sonido

- 3 -

Repaso de conceptos fundamentales

- **Representación del sonido mediante señales eléctricas**



Unidad 1: Introducción a los sistemas de sonido

- 4 -

Nivel de presión sonora (Sound Pressure Level, SPL)

- **Presión atmosférica**
 - Es el nivel de presión (cantidad de fuerza por unidad de superficie) del aire ambiental en ausencia de sonido
 - Unidad del SI: Pa [N/m²]
 - Su valor normalizado es de 101325 Pa

- **Nivel de presión sonora**
 - Diferencia entre la presión instantánea debida al sonido y la presión atmosférica
 - El mínimo nivel de presión sonora audible es de 20mPa
 - umbral de audición para una persona joven y sana, considerando un tono de 1 KHz

Unidad 1: Introducción a los sistemas de sonido

- 5 -

Unidades en audio

- **Decibelios**
 - El decibelio (dB) expresa una **relación** entre dos cantidades de potencia en términos logarítmicos

$$dB = 10 \log \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$$

- El dB se puede utilizar para relacionar voltajes, en lugar de potencias. Teniendo en cuenta que el voltaje y la potencia presentan una relación cuadrática, $P=V^2/R$, se define

$$dB = 10 \log \left(\frac{V_1^2}{V_2^2} \right) = 20 \log \left(\frac{V_1}{V_2} \right)$$

- Si la resistencia R sobre la que se definen V1 y V2 es la misma, las dos relaciones anteriores coinciden.

Unidad 1: Introducción a los sistemas de sonido

- 6 -

Unidades en audio

- **Expresando niveles de señal mediante dB**
 - El decibelio se puede utilizar para expresar un nivel si se fija una magnitud como referencia
- **Decibelios con una referencia**
 - **dBm**
 - Nivel de referencia: 1 mW (0 dBm = 1 mW)
 - Típicamente medido sobre resistencia R = 600 Ω , donde 1 mW equivale a 0.775 V (*)
 - Muchas veces se piensa erróneamente que 0 dBm = 0.775 V. **Esto sólo es cierto si el voltaje está aplicado sobre una resistencia de 600 Ω !**
 - En otro caso, para conocer el voltaje es necesario conocer la resistencia

$$dBm = 10 \log \left(\frac{P[W]}{0.001[W]} \right) = 20 \log \left(\frac{V[V]}{0.775[V]} \right)_{R=600\Omega}$$

- **dBu**
 - Nivel de referencia: 0.775 V (0 dBu = 0.775 V)
 - Independiente de la resistencia (coincide con los dBm sólo si R = 600 Ω)

$$dBu = 20 \log \left(\frac{V[V]}{0.775[V]} \right)$$

(*) Siempre que se hable de voltajes en audio, nos estaremos refiriendo a voltajes eficaces (rms), salvo que se indique lo contrario.

Unidad 1: Introducción a los sistemas de sonido

- 7 -

Unidades en audio

- **dBV**
 - Nivel de referencia: 1 V (0 dBV = 1 V)
- **dB SPL**
 - Nivel de referencia: 20mPa (0 dB SPL = 20mPa)

$$dBV = 20 \log \left(\frac{V[V]}{1[V]} \right)$$

$$dB SPL = 20 \log \left(\frac{SPL[Pa]}{2 \cdot 10^{-5}[Pa]} \right)$$

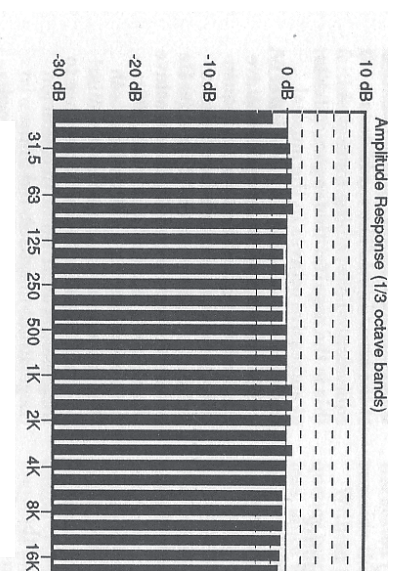
- **Resumen de unidades más utilizadas en audio:**
 - Ganancias/atenuaciones, márgenes: dB
 - Nivel de presión sonora: dB SPL
 - Niveles de señal: dBm, dBu, dBV

Unidad 1: Introducción a los sistemas de sonido

- 8 -

Percepción de la frecuencia

- Cada vez que se dobla la frecuencia de un sonido (cada octava) la sensación sonora producida es similar
 - Por esta razón, la misma nota entre una octava y la siguiente son percibidas musicalmente de forma similar, y se denotan con el mismo nombre
 - Respuesta en frecuencia del oído logarítmica
- Por ello se utilizan escalas logarítmicas para la representación en frecuencia
 - Normalmente escalas de 1 octava o 1/3 de octava
- Tono (pitch) : percepción subjetiva de la frecuencia



Unidad 1 : Introducción a los sistemas de sonido

- 9 -

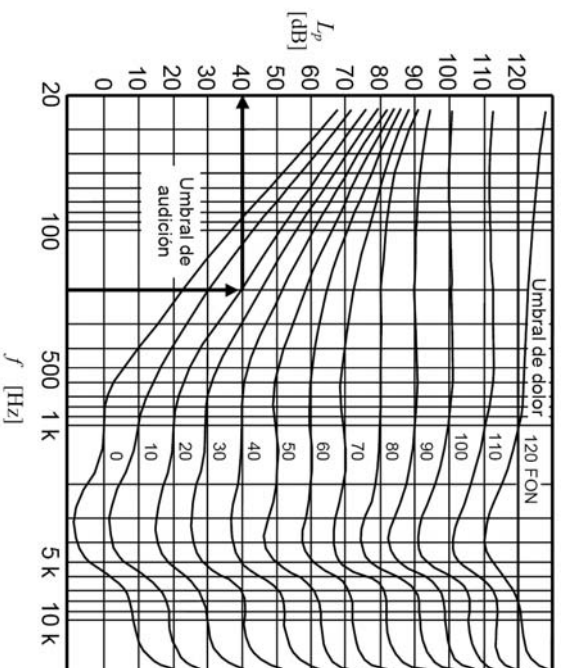
Curvas isofónicas

- El nivel de presión sonora (SPL) es una medida cómoda y objetiva de la intensidad de sonido
- Desventaja: no representa con precisión la sensación que se percibe
 - La sensibilidad del oído depende de la frecuencia
 - La sensibilidad del oído depende del nivel de presión sonora (sistema no lineal)
- Nueva escala: nivel sonoro (magnitud perceptiva, psicológica)
 - El nivel sonoro se mide en fonios
 - Fonio: es el nivel sonoro de un sonido cuya intensidad es percibida como la intensidad de un tono puro de 1 KHz del mismo nivel de presión sonora (dB SPL)
 - Para tonos de 1 KHz, el nivel expresado en fonios coincide con el nivel SPL

Unidad 1 : Introducción a los sistemas de sonido

- 10 -

Curvas isofónicas



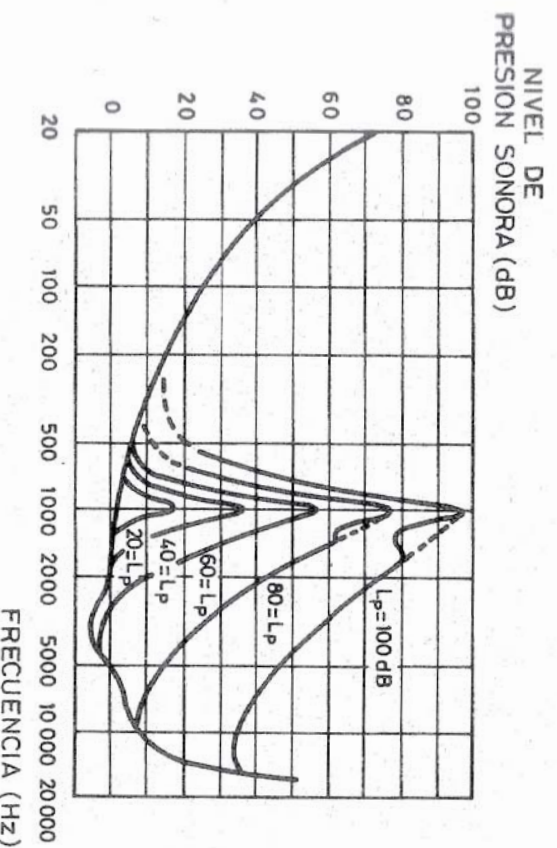
- Un tono de 200Hz y 40dB SPL produce la misma sonoridad que otro de 1000Hz y 20 dB SPL (ambos tienen un nivel sonoro de 20 fonios)
- Curva de 0 fonios: umbral de audición
- Curva de 120 fonios: umbral del dolor

Unidad 1: Introducción a los sistemas de sonido

- 11 -

Efecto enmascaramiento

- **Modificación del umbral sonoro por la presencia de un sonido (sonido “enmascarante”)**
- **En presencia del sonido enmascarante, dejan de percibirse otros sonidos (“enmascarados”), que sí se percibirían si el primero estuviera ausente**

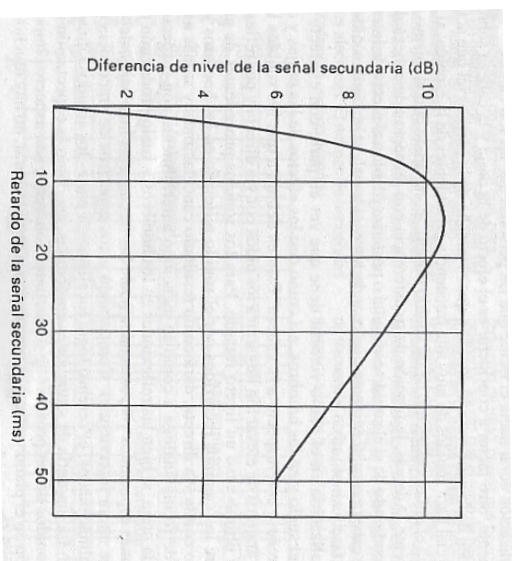


Unidad 1: Introducción a los sistemas de sonido

- 12 -

Efecto precedencia (Haas)

- Si dos fuentes emiten sonidos similares, la dirección en que se percibe el sonido tiende a estar desplazada hacia la señal más adelantada en tiempo (la que llega antes), incluso aunque la amplitud de la señal retardada sea mayor
- Este fenómeno se observa con retardos de hasta 50 ms

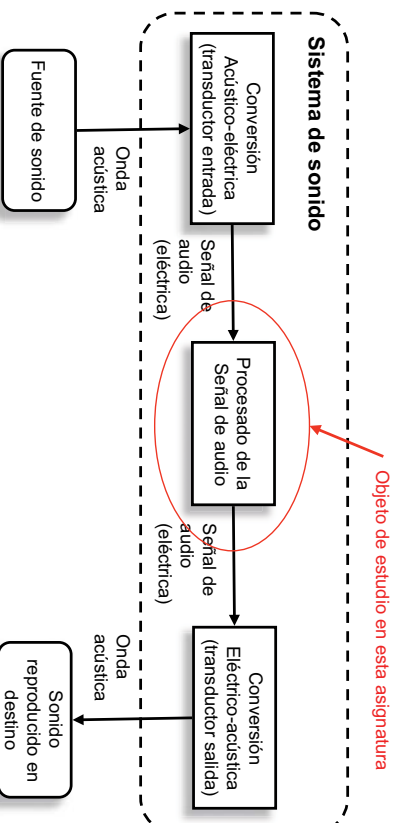


Unidad 1: Introducción a los sistemas de sonido

- 13 -

La cadena de audio

- **Sistema de sonido**
 - Agrupación funcional de componentes y equipos electrónicos con el objetivo de amplificar, almacenar o reproducir sonido
- **Cadena de conversión electroacústica en un sistema de sonido**
 - Ruta que sigue el sonido desde la fuente hasta su destino, incluyendo la conversión de onda acústica en señal eléctrica (señal de audio), su procesamiento, y su posterior conversión en onda acústica



Unidad 1: Introducción a los sistemas de sonido

- 14 -

Tipos de sistemas de sonido

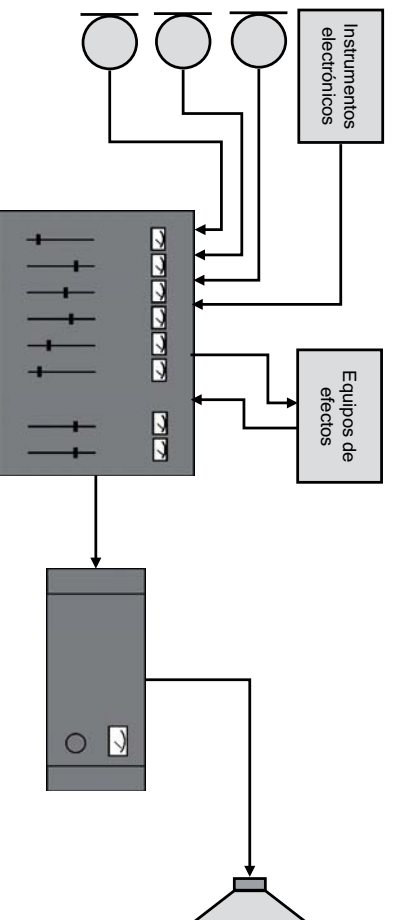
- **Sistemas de refuerzo sonoro**
- **Sistemas de grabación y reproducción**
 - Grabación y reproducción en directo
 - Grabación y reproducción multipista
- **Sistemas de sonido en estudios de radio y televisión**
- **Sistemas de sonido en cine y video**

Unidad 1: Introducción a los sistemas de sonido

- 15 -

Introducción a los sistemas de refuerzo sonoro

- **Objetivos**
 - Amplificar el sonido para hacerlo más claro y audible a toda la audiencia (sistemas de refuerzo sonoro para la palabra). No implica que el sonido reproducido tenga que ser más “alto” que el original
 - Amplificar el sonido con fines artísticos
 - Permitir la escucha en localizaciones remotas
- **Cadena de conversión electroacústica en un sistema de refuerzo sonoro**



Unidad 1: Introducción a los sistemas de sonido

- 16 -

Bibliografía

- **[Rumsey94]** Francis Rumsey, Tim Mc Cormick, *Introducción al sonido y a la grabación*, Instituto Oficial de RadioTelevisión Española, Madrid, 1994. Capítulo 2
- **[Recuero93]** Manuel Recuero López, Manuel Vaquero Fernández, Antonio J. Rodríguez Rodríguez, Constantino Gil González, Francisco Taberner Gil, *Técnicas de grabación sonora (2ª edición)*, Instituto Oficial de RadioTelevisión Española, Madrid, 1993. Capítulo 1
- **[Davis90]** Gary Davis, Ralph Jones, *Sound reinforcement handbook (2ª edición)*, Hal Leonard Corporation, 1990. Capítulos 1 a 3
- **[Huber01]** David M. Huber, Robert E. Runstein, *Modern recording techniques (5ª edición)*, Focal Press, 2001. Capítulos 1 a 3
- **[Beyer99]** Robert T. Beyer, *Sounds of our times. Two hundred years of acoustics*, AIP Press, New York, 1999