

Escucha y creación

Conceptos de acústica

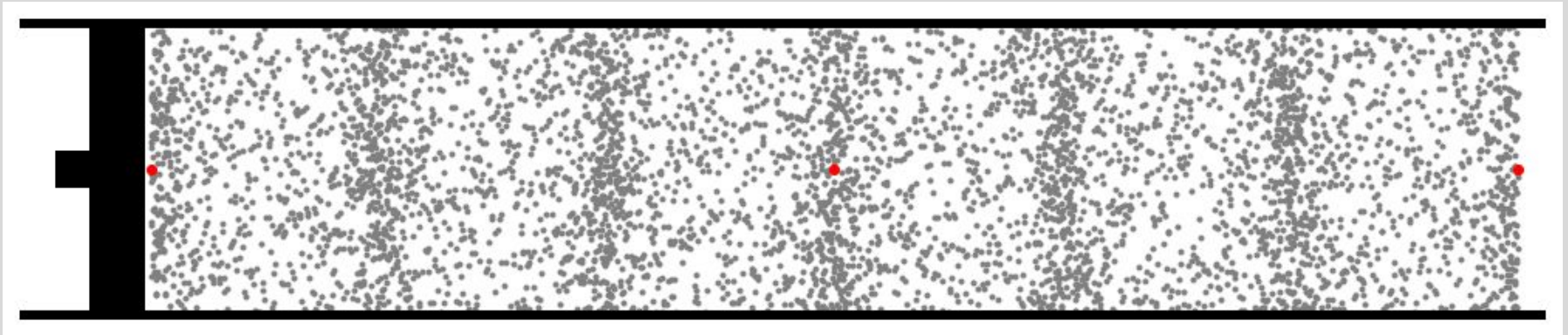
Física del sonido

¿Qué es el sonido?

¿Qué es el sonido?

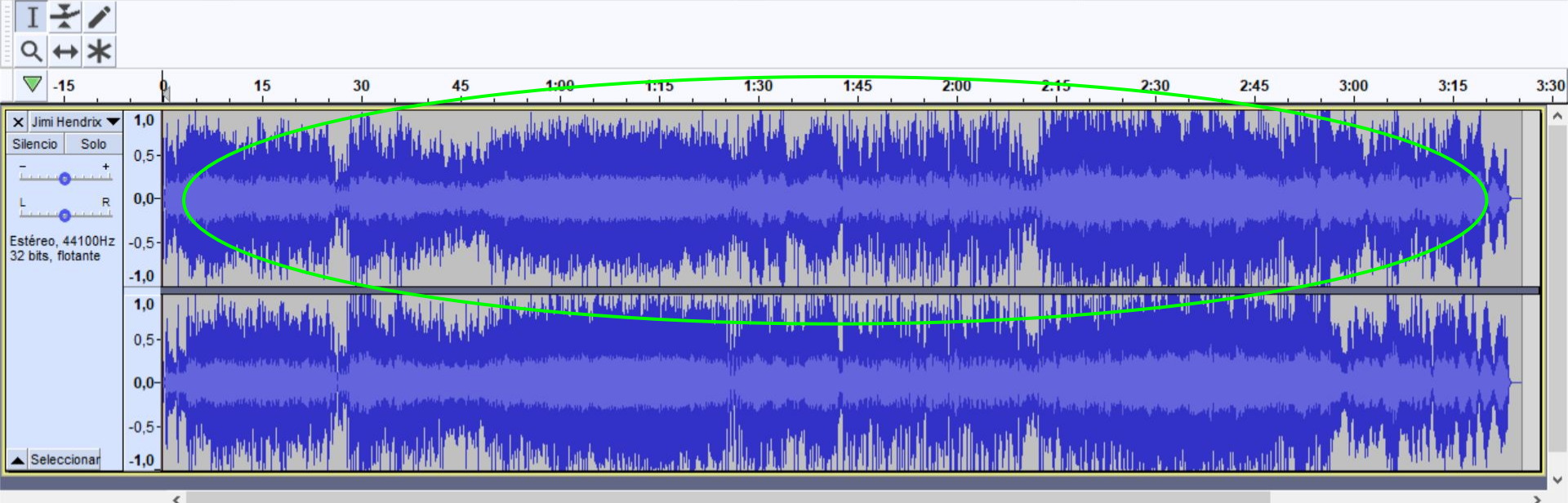
Desde el punto de vista psicológico, el **sonido** es la **sensación percibida** por el oído debida a las variaciones rápidas de presión en el aire.

Desde el punto de vista físico, la **señal acústica** es la vibración mecánica de un medio elástico (gaseoso, líquido o sólido) y la propagación de esta vibración a través de ondas.



Control panel with playback buttons (Pause, Play, Stop, Previous, Next), a red record button, and a level meter. The meter shows levels for L and R channels with values from -54 to 0. A text label reads "Clic para comenzar monitorización".

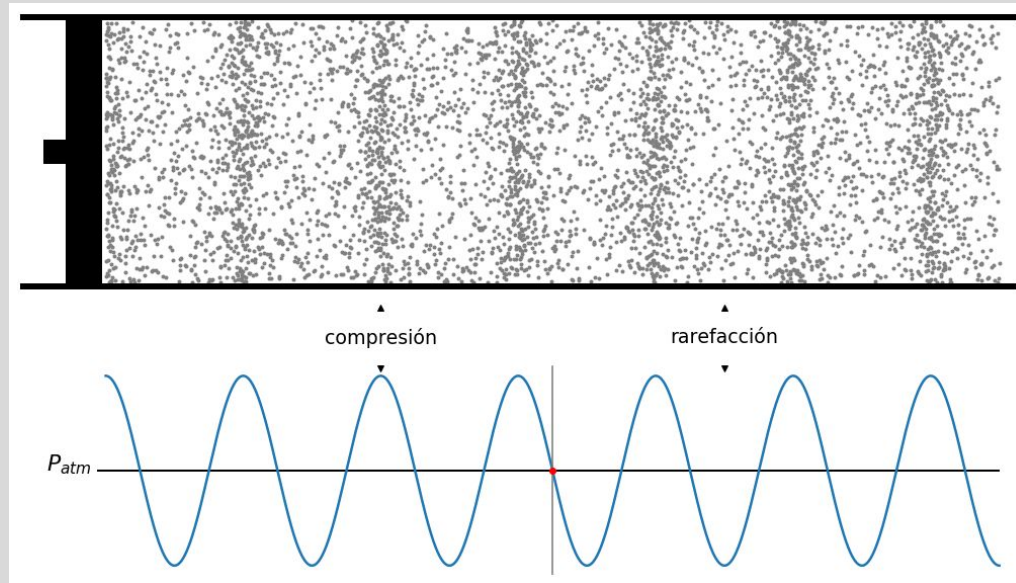
Device selection area. On the left, a volume slider is set to -15. Below it are icons for selection tools (I, arrow, pencil, magnifying glass, double arrow, asterisk). The main area shows "MME" as the interface, "Microphone (Realtek(R) Audio)" as the input device, "1 canal de grabación (Mo)" as the recording mode, and "Speakers (Realtek(R) Audio)" as the output device.



Parameter control area with four dropdown menus: "Frecuencia (Hz)" set to 44100, "Ajuste" set to Desactivado, "Posición de audio" set to 00 h 00 m 00.000 s, and "Inicio y final de la selección" set to 00 h 00 m 00.000 s.

Señal acústica

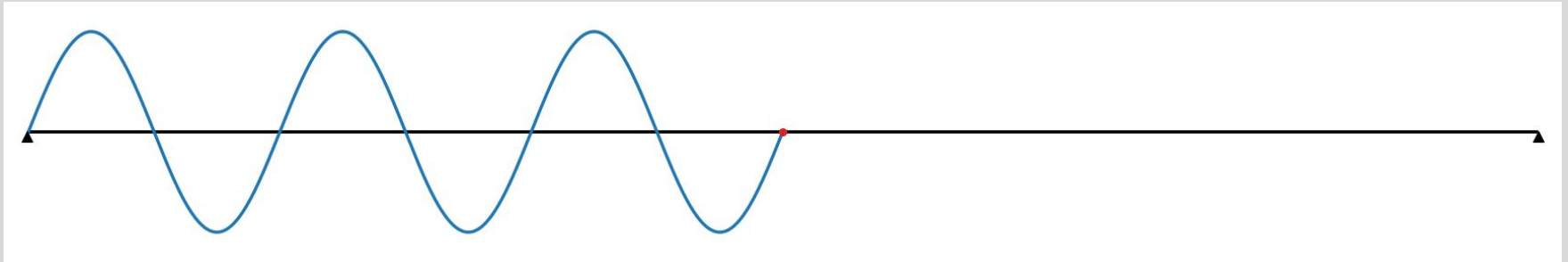
La señal acústica consiste en **variaciones rápidas de presión atmosférica** en un punto.



Oscilograma

El oscilograma es una gráfica que representa la evolución de la perturbación en el tiempo.

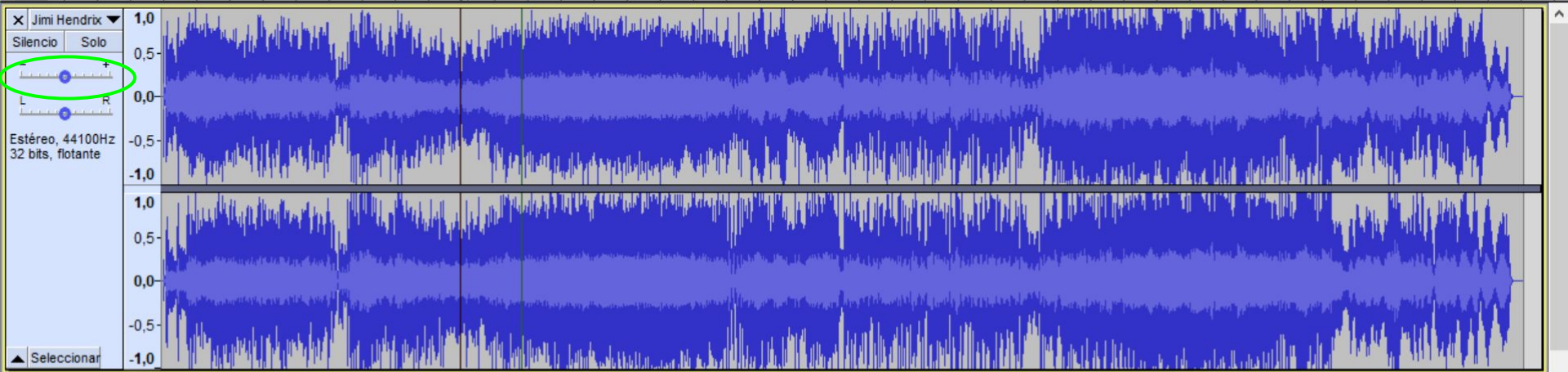
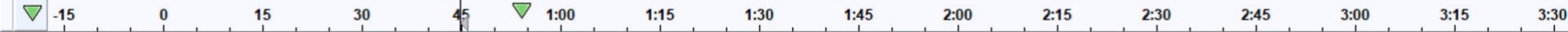
Para un punto fijo en el espacio, representa el valor de **presión sonora** en cada instante de tiempo.



Control panel with playback buttons (Pause, Play, Stop, Previous, Next), a red recording indicator, and a volume meter. The volume meter shows levels for L and R channels with a scale from -54 to 0. A green oval highlights the volume meter area.

Input/Output selection: MME, Microphone (Realtek(R) Audio), 1 canal de grabación (Mo), Speakers (Realtek(R) Audio)

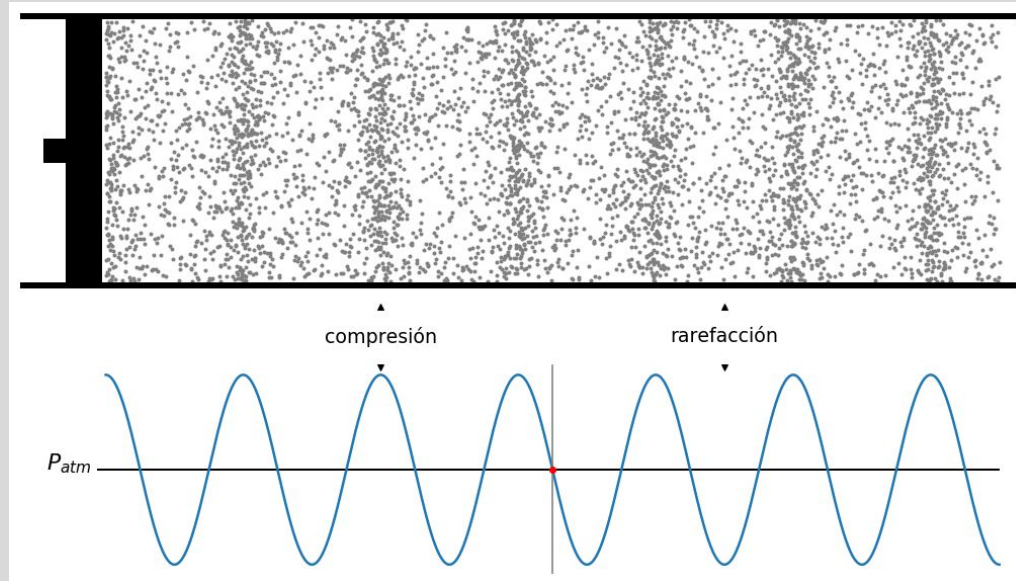
Editing tools: I (Insert), Undo, Erase, Zoom In, Zoom Out, Repeat, and other navigation icons.



Frequency and position controls: Frecuencia (Hz) 44100, Ajuste Desactivado, Posición de audio 00 h 00 m 54.277 s, Inicio y final de la selección 00 h 00 m 44.989 s.

Presión sonora

La **presión sonora** es la variación de presión del aire en la atmósfera (medida en Pa), debido a la presencia de señales acústicas.



Presión sonora - problemas

La presión sonora no es una magnitud conveniente para representar la **intensidad** de la señal acústica, debido a que:

- tiene un **rango de variación** muy grande, de aproximadamente un millón de veces (20 μPa a 20 Pa).
- nuestra percepción **no es lineal**, sino aproximadamente **logarítmica** (para señales muy débiles, una variación de unos pocos milipascales es perceptible, mientras que para señales muy fuertes, son necesarias variaciones en el orden del Pascal).

Nivel de presión sonora – NPS

Para medir la **intensidad** de una señal acústica no se utiliza entonces su presión sonora, sino el **nivel de presión sonora** (NPS, o SPL por la sigla en inglés).

Su unidad de medida es el decibel (**dB**).

Nivel de presión sonora – NPS

El NPS de una señal acústica mide, en escala logarítmica, la relación entre su presión sonora P y una presión sonora de referencia P_{ref} .

$$\text{NPS(dB)} = 20 \log_{10} (P / P_{\text{ref}})$$

Como presión de referencia suele tomarse la mínima presión sonora perceptible ($20 \mu\text{Pa}$).

*Para este caso, a veces se aclara que se trata de la unidad **dB SPL***

Nivel de presión sonora – NPS

Utilizar el NPS como medida de intensidad tiene las siguientes ventajas:

- mide la presión **relativa a un valor de referencia**
- al utilizar una escala logarítmica, **comprime el rango de variación y se aproxima más a nuestra percepción**

Rango de variación:

$$\text{NPS}_{\text{min}} = 20 \log (P_{\text{ref}} / P_{\text{ref}}) = 20 \log (1) = 0 \text{ dB}$$

$$\text{NPS}_{\text{max}} = 20 \log (P_{\text{max}} / P_{\text{ref}}) = 20 \log (1.000.000) = 120 \text{ dB}$$

Tabla de valores aproximados en dB de sonidos de distintas intensidades.

- 80 dB – tránsito urbano intenso
- 70 dB – local público ruidoso
- 60 dB – conversación en público
- 50 dB – conversación doméstica
- 30 dB – biblioteca, sala de conciertos vacía
- 20 dB – susurro a 2 metros, estudio de grabación
- 10 dB – respiración, ruido de hojas a la distancia
- 0 dB – umbral de audición**

Tabla de valores aproximados en dB de sonidos de distintas intensidades.

- 194 dB – **máximo NPS posible** en la atmósfera
- 150 dB – turbina de avión a 10 metros – **rotura de tímpanos**
- 130 dB – concierto de rock – **umbral de dolor**
- 120 dB – martillo neumático, discoteca – **umbral de molestia**
- 110 dB – motosierra, orquesta sinfónica ff
- 100 dB – ruido de fábrica, camión
- 90 dB – moto, cortadora de césped

Otros tipos de decibeles – dBFS

En sistemas de sonido también es habitual utilizar como presión de referencia el nivel máximo de señal que el sistema puede manejar sin distorsionar.

En el caso de sistemas digitales (como dentro de las DAWs) hablamos de llama dBFS (full scale).

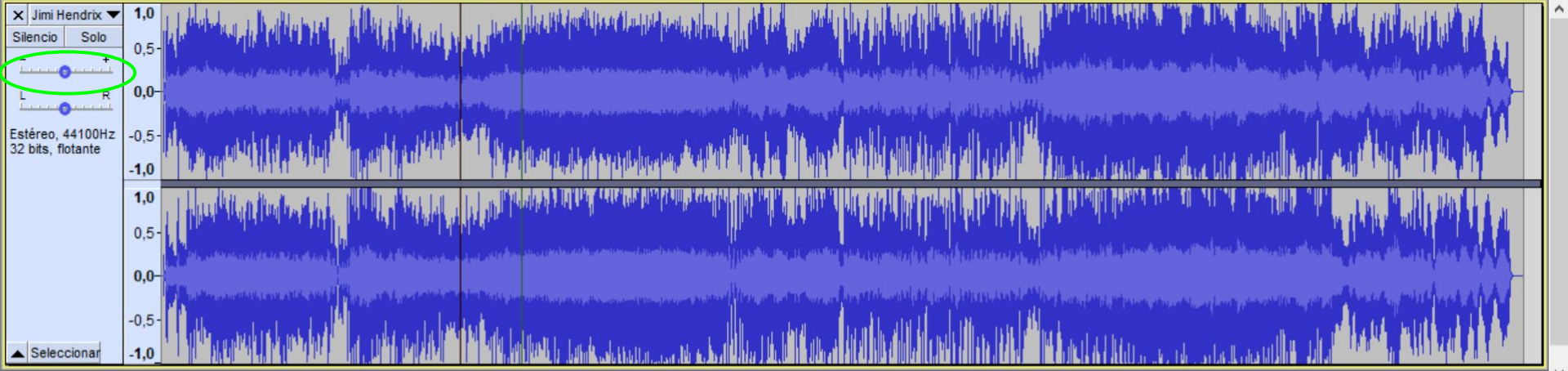
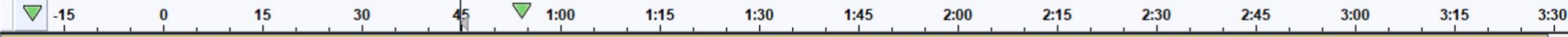
En este caso 0dB refiere entonces a la intensidad máxima representable.

Por encima de ese valor tenemos distorsión en la señal!

Control panel with playback buttons (Pause, Play, Stop, Previous, Next), a recording indicator, and a volume level meter. The volume meter shows levels from -54 to 0 dB. A green oval highlights the volume meter and the recording indicator.

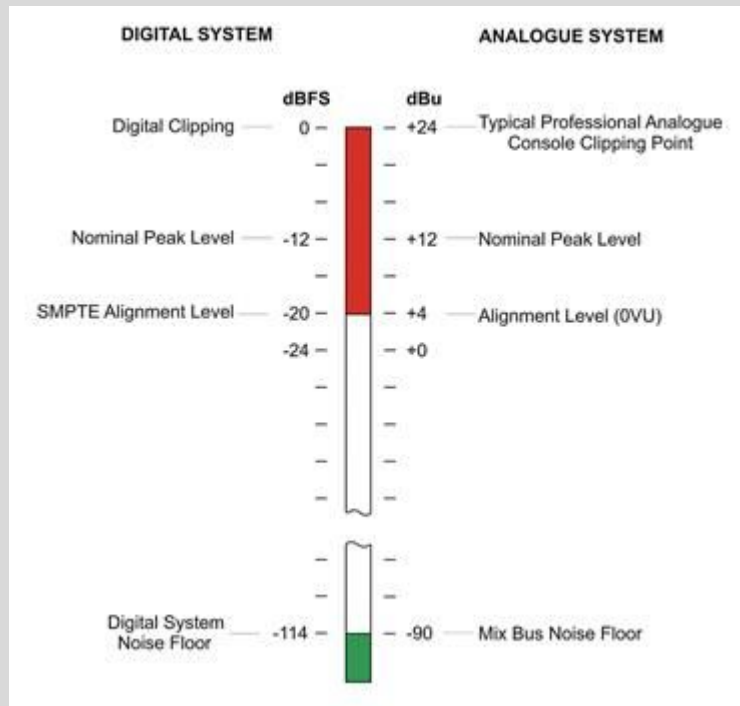
Device selection area: MME, Microphone (Realtek(R) Audio), 1 canal de grabación (Mo), Speakers (Realtek(R) Audio)

Editing tools: I (Insert), Undo, Erase, Zoom, and other navigation icons.



Technical settings: Frecuencia (Hz) 44100, Ajuste Desactivado, Posición de audio 00 h 00 m 54.277 s, Inicio y final de la selección 00 h 00 m 44.989 s.

dBFS vs dBu



¿Cuál es la señal más simple?

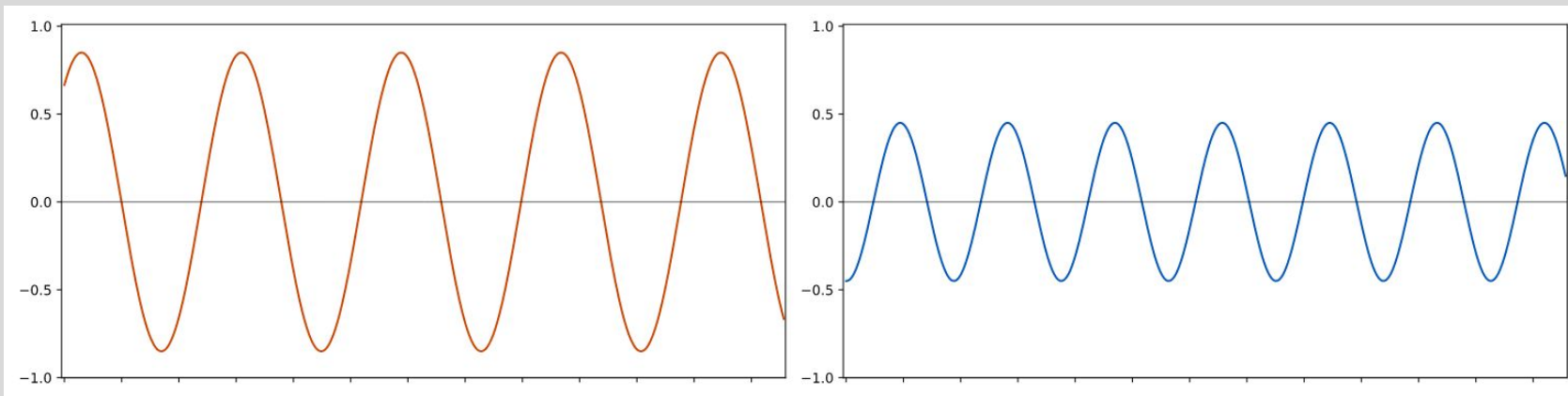
Señal más simple: onda sinusoidal

$$x(t) = A \sin(2\pi f t + \varphi)$$

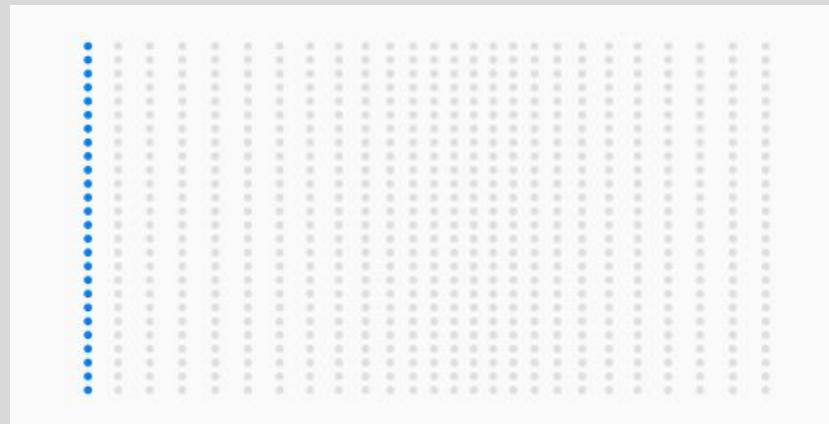
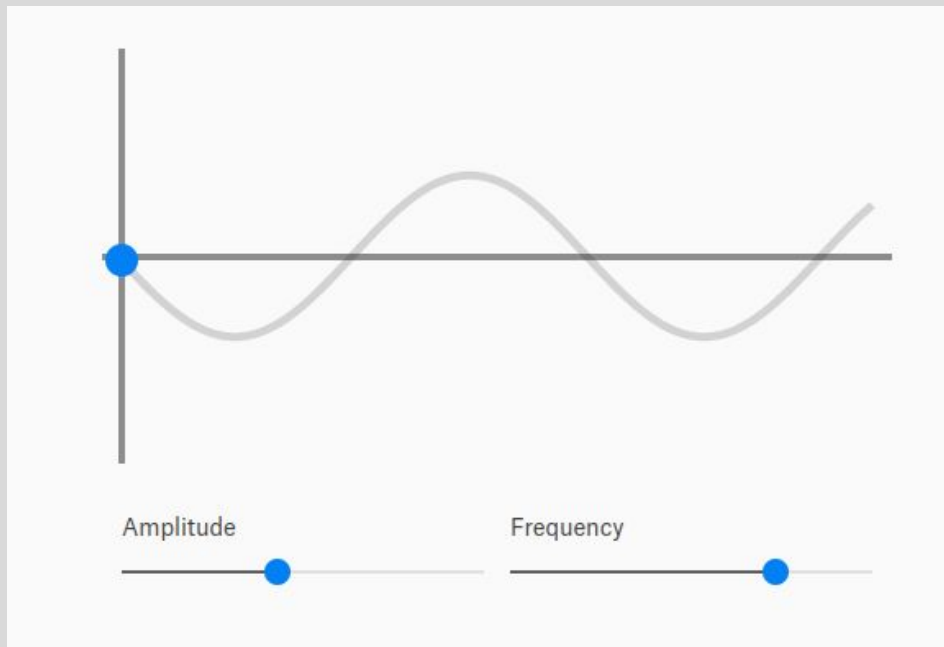
A: amplitud máxima de desplazamiento

f: frecuencia, en Hertz (se multiplica por 2π para pasar a frecuencia angular ω en radianes)

φ : fase inicial (posición en la que se encuentra la onda en el instante 0).



Variación de amplitud y frecuencia



<https://pudding.cool/2018/02/waveforms/>

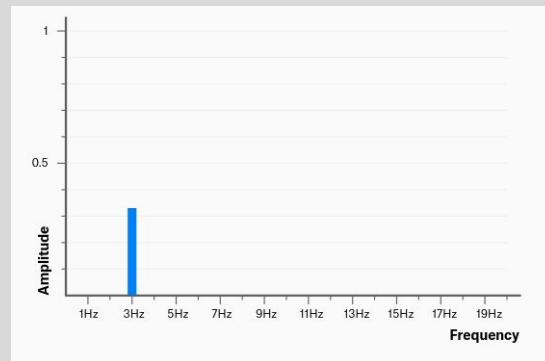
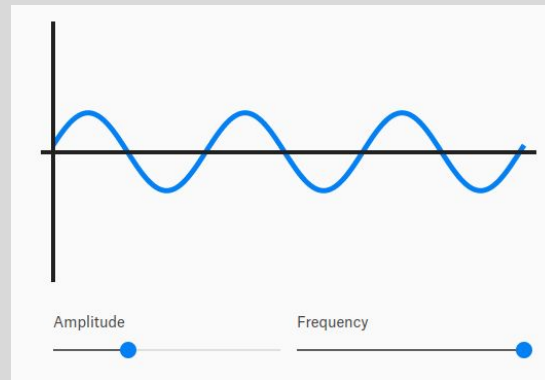
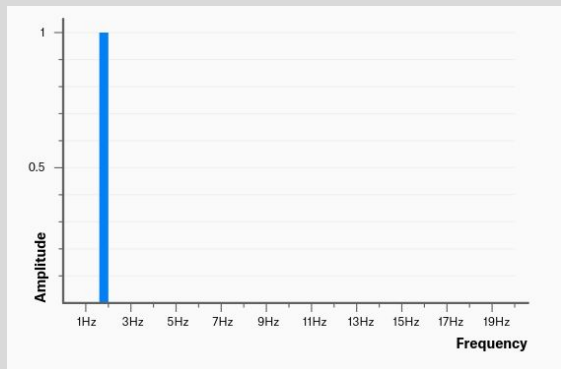
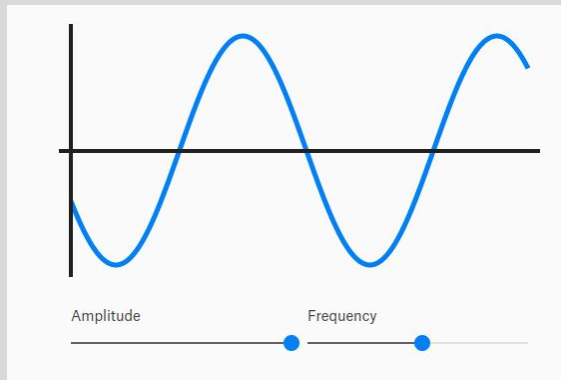
Espectro: definición

El espectro de un sonido es su **representación a través de sus componentes de frecuencia.**

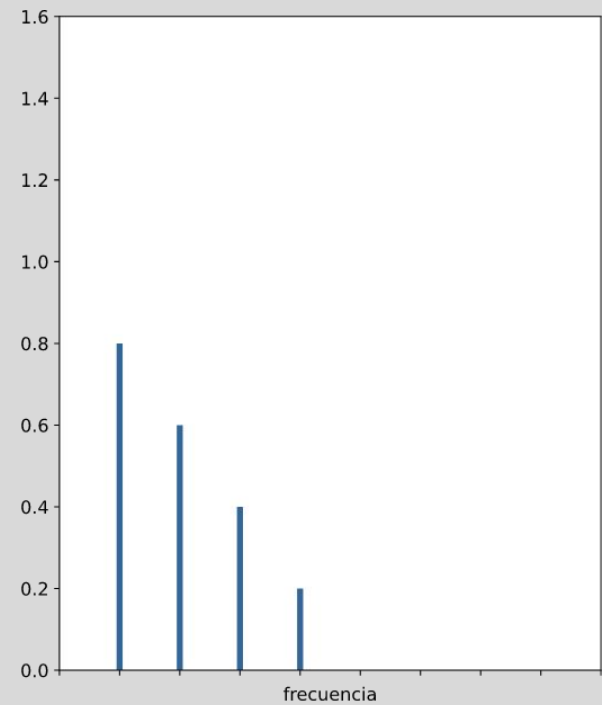
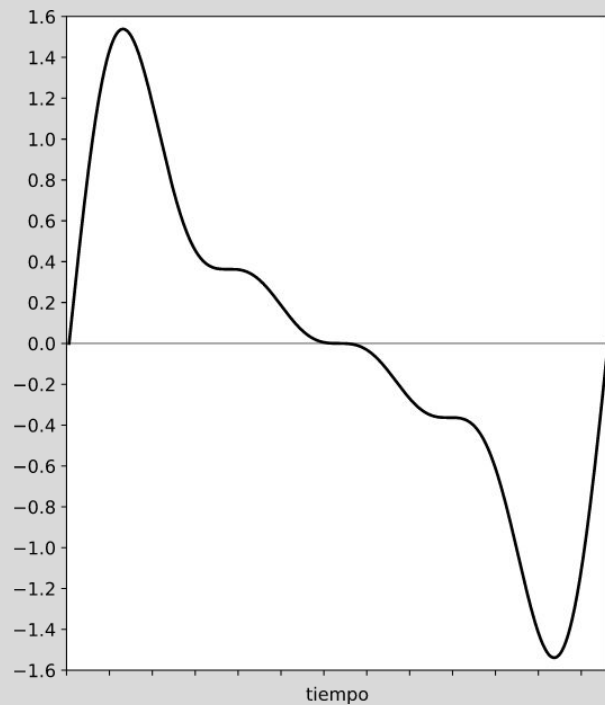
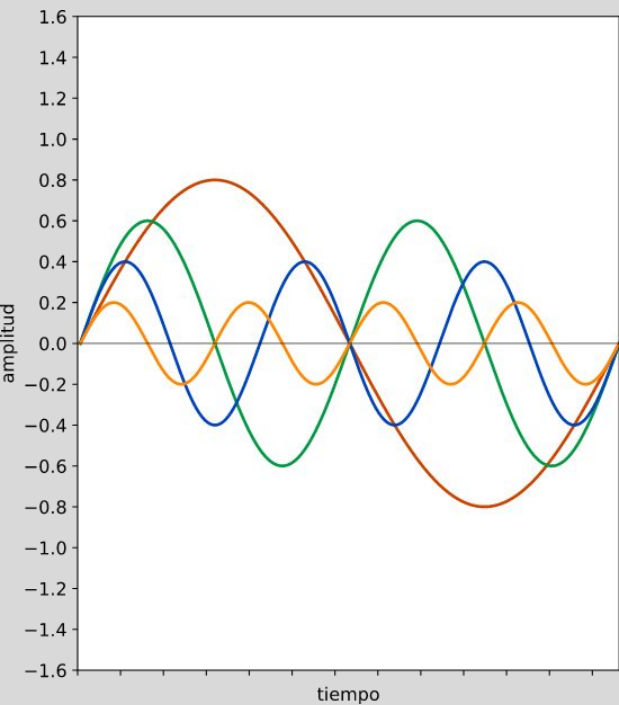
El eje horizontal representa el rango de frecuencias, y el eje vertical la amplitud. Por tanto es una representación en el **dominio de la frecuencia.**

El espectro es una representación muy útil, porque revela información importante que no se visualiza directamente en el oscilograma.

Espectro: onda sinusoidal

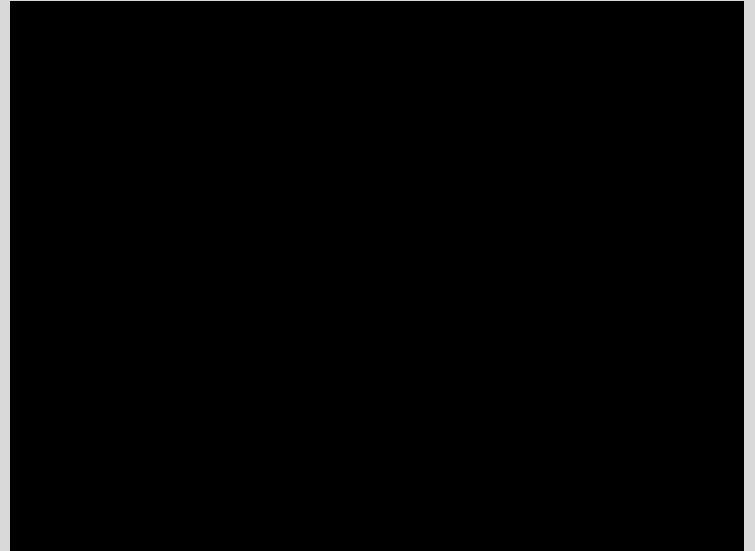


Suma de sinusoides - Señal compleja



Espectro dinámico

En señales variables en el tiempo, el espectro representa los componentes de frecuencia para una ventana temporal determinada. Por lo tanto, el espectro irá variando durante la evolución de la señal.

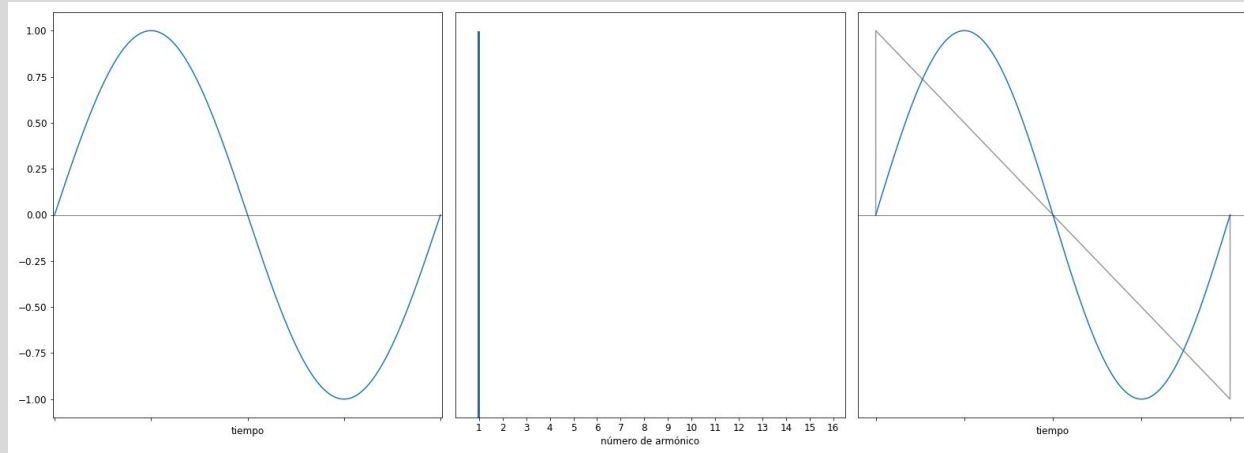


Señales no ideales

Teorema de Fourier

El físico y matemático francés Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768–1830) formuló en 1807 un teorema que afirma que **cualquier función periódica puede expresarse como la suma de una serie de sinusoidales armónicas.**

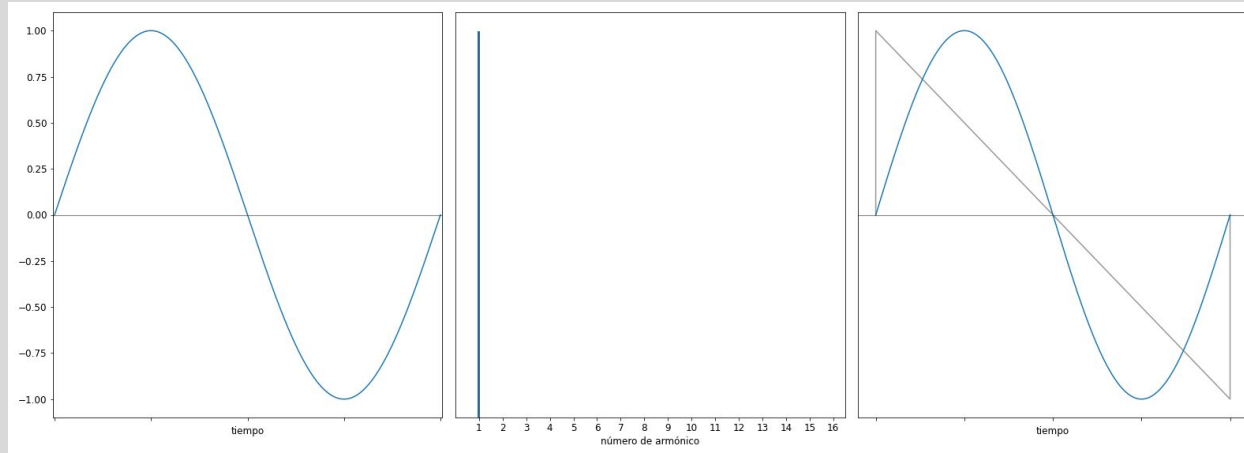
En algunos casos, la serie de armónicos puede ser infinita.



Teorema de Fourier

Cualquier función periódica puede expresarse como la suma de una serie de sinusoidales armónicas.

Posteriormente se desarrollaron extensiones que permiten analizar señales reales, no periódicas y variables en el tiempo: **sirven para cualquier señal!**



Análisis y síntesis de Fourier

Las técnicas de Fourier abarcan dos tipos de operaciones:

síntesis: obtener un sonido complejo por suma de armónicos sinusoidales

análisis: hallar los componentes sinusoidales de un sonido complejo



Visualización del Espectro

Para más información:

[Página web de acústica](#)

[Curso en EVA](#)

[Video presión sonora](#)

[Video representación en el tiempo](#)

[Video representación en frecuencia](#)