

Escucha y creación

Conceptos de acústica II

Cadena Electroacústica - Audio Digital

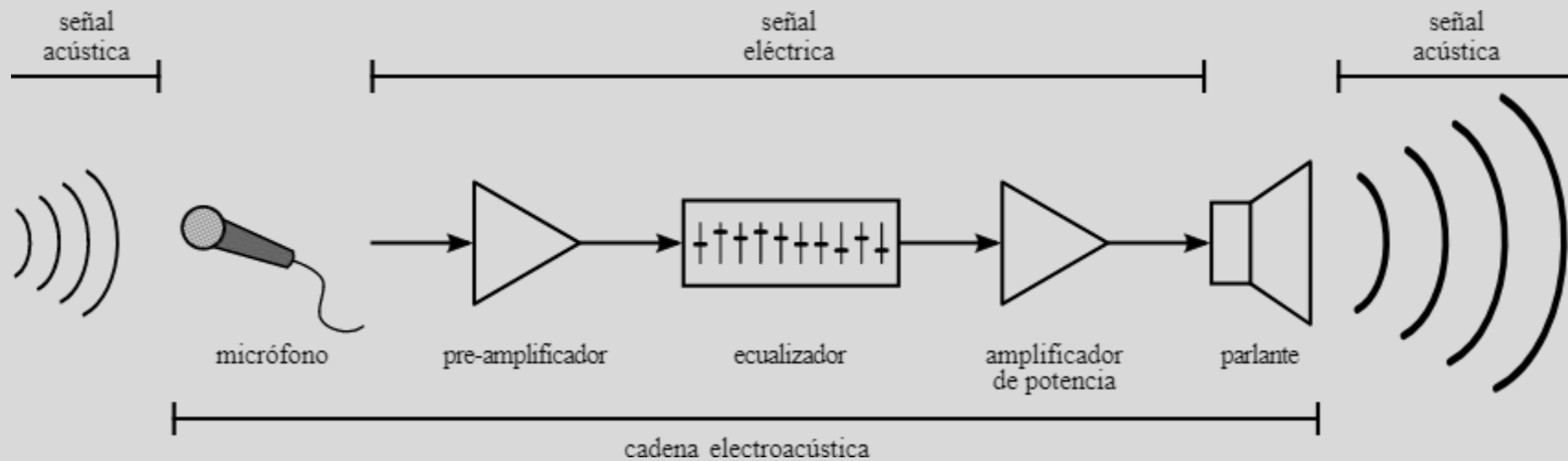
Sistema de sonido

Un sistema de sonido es un conjunto de dispositivos interconectados que procesan señales acústicas y señales eléctricas.

La serie de dispositivos conforma la llamada cadena electroacústica o cadena de audio.

¿Cuál es la cadena de audio en este caso?

Cadena electroacústica



Transducción

La transducción es la **transformación de una señal en otra de distinta naturaleza**. Los dos principales tipos de transductores que pueden encontrarse en un sistema de sonido son:

micrófono – transductor que transforma la **señal acústica** (variación de presión en el aire) en una **señal eléctrica** (variación de voltaje).

parlante – transductor que transforma la **señal eléctrica** (variación de voltaje) en una **señal acústica** (variación de presión en el aire).

Micrófonos

Según cómo realizan la transducción de señal acústica a señal eléctrica, hay **varios tipos diferentes de micrófonos**. Los más importantes son:

- dinámicos
- de condensador
- de contacto

Los micrófonos dinámicos y de condensador convierten las variaciones de presión en el aire, los micrófonos de contacto convierten las vibraciones de un cuerpo sólido.



Micrófono dinámico, micrófonos de condensador de diafragma chico y diafragma grande.

Micrófonos - Sensibilidad

La sensibilidad ($S = V/p$) de un micrófono varía en función de dos factores:

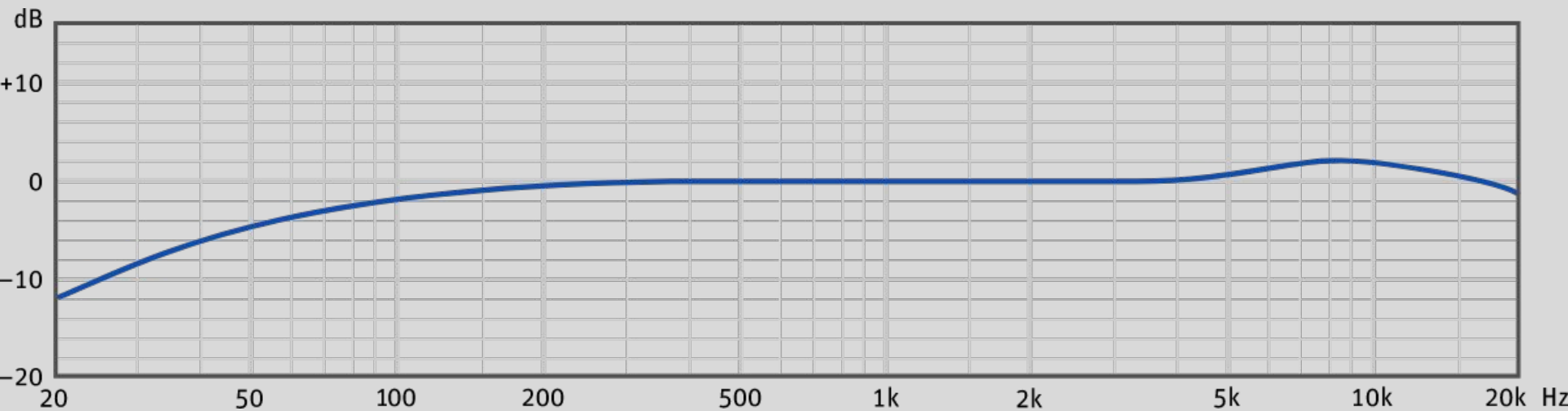
- la frecuencia de la señal
- el ángulo de incidencia de la señal respecto a la orientación del micrófono

Cada tipo de micrófono varía su sensibilidad de distinta manera frente a estos dos factores, lo que se representa respectivamente mediante su:

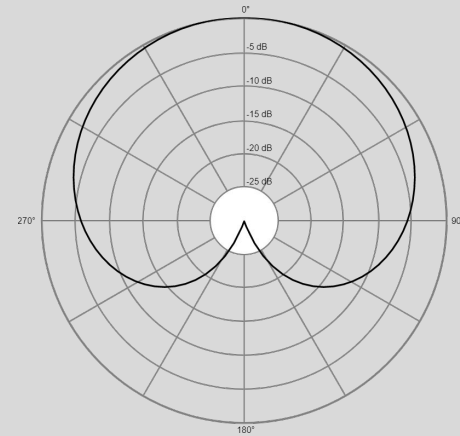
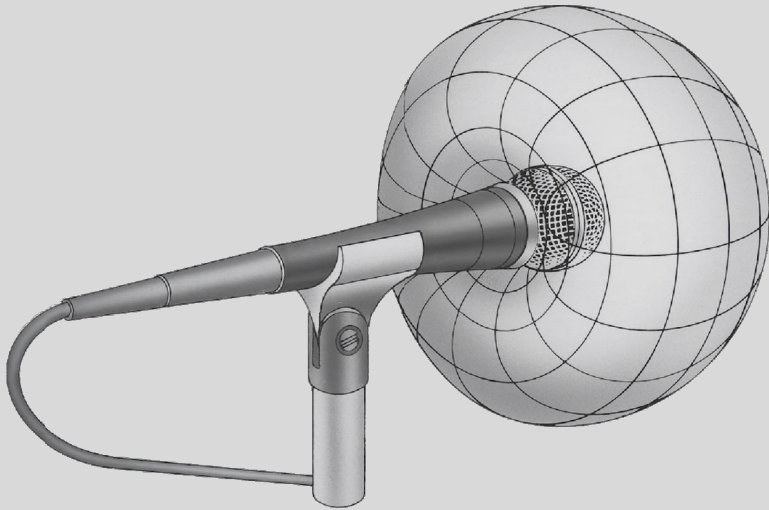
- respuesta en frecuencia
- patrón de directividad

Respuesta en frecuencia

La respuesta en frecuencia de un micrófono define el rango de frecuencias que capta, y cómo varía su sensibilidad en función de la frecuencia de la señal de entrada.

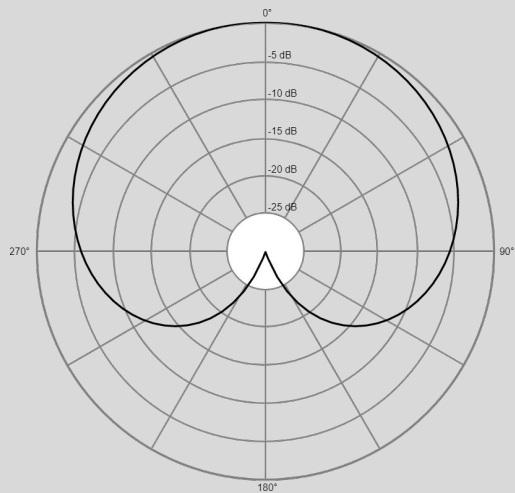


Directividad - Patrón polar

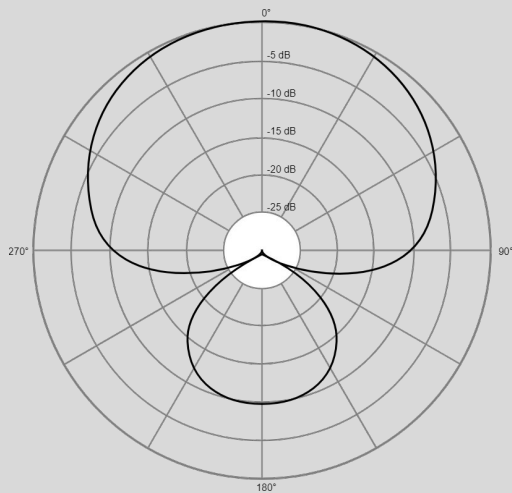


Micrófono cardioide

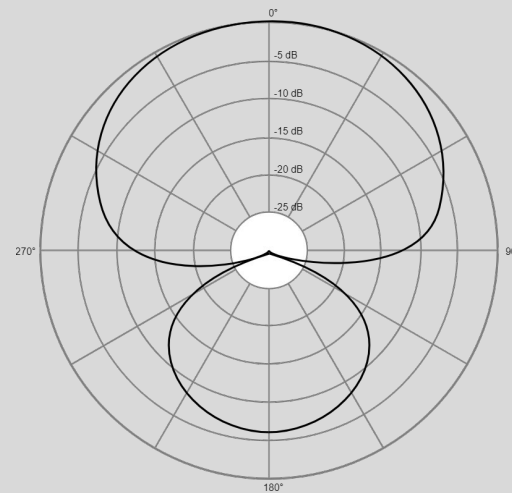
Directividad - Patrón polar



Cardioide



Supercardioide



Hipercardioide

Directividad - Patrón polar

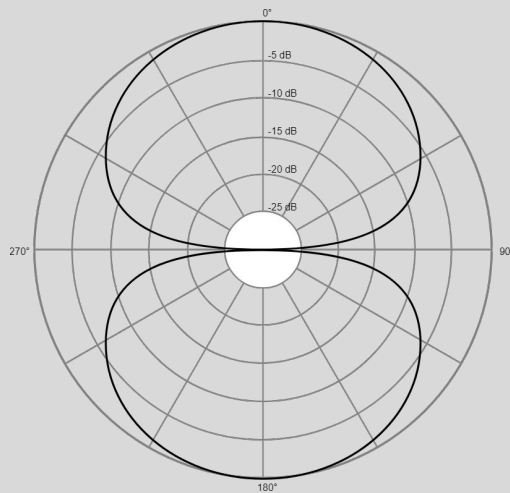
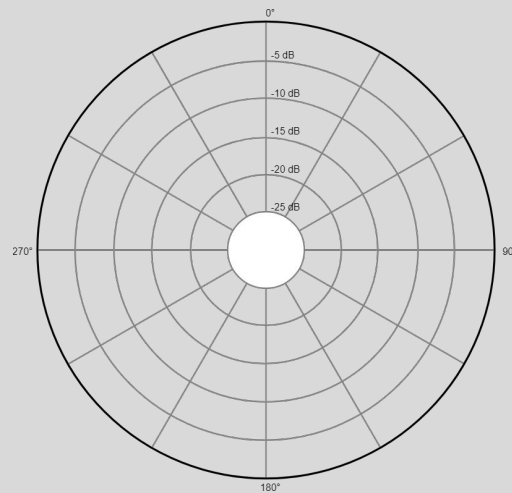


Figura de ocho



Omnidireccional

Audio digital

Una señal de audio digital consiste en una **secuencia de números**, que representan los **valores instantáneos de amplitud de la señal, cada intervalos regulares de tiempo**.

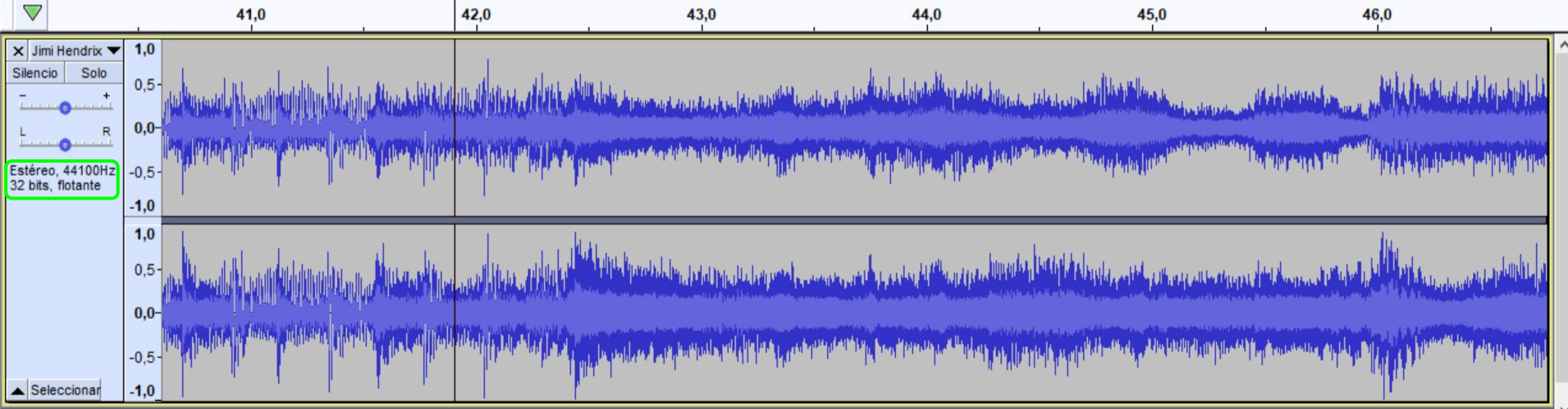
La representación digital de las señales de audio tiene las siguientes ventajas:

- permite procesamientos mucho más complejos que los que se pueden realizar con la señal analógica
- se puede almacenar, reproducir, copiar y transmitir la señal un número indefinido de veces, sin ninguna degradación

Control panel with playback buttons (Pause, Play, Stop, Previous, Next), recording indicator, and volume meters for L and R channels.

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

Editing tools: I (Insert), X (Copy), P (Paste), Q (Zoom), H (Home), * (Repeat)

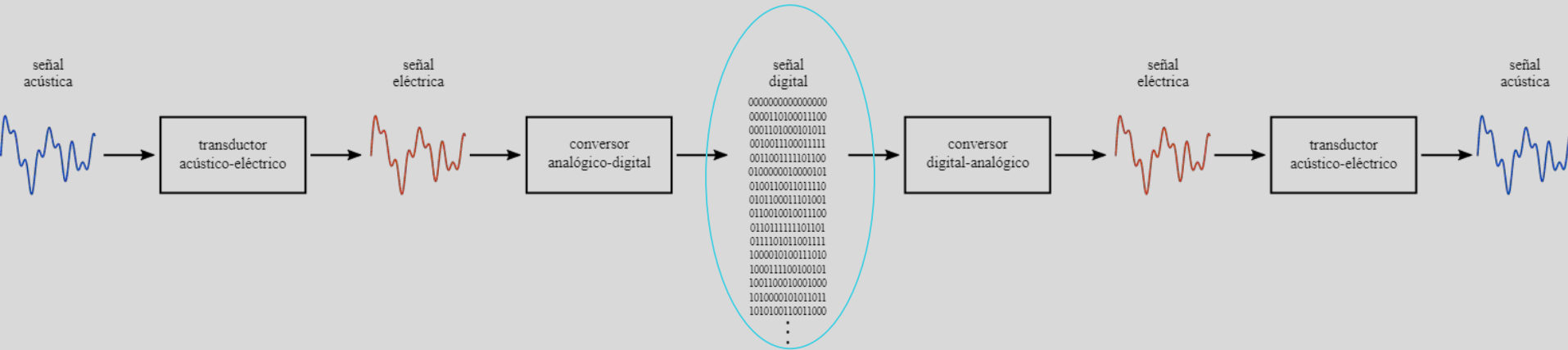


Metadata and selection information: Frecuencia (Hz) 44100, Ajuste Desactivado, Posición de audio 00 h 00 m 01,683 s, Inicio y final de la selección 00 h 00 m 41,906 s - 00 h 00 m 41,906 s

Audio digital

Los sistemas digitales de audio introducen dos nuevos procesos en la cadena electroacústica:

- conversión analógico/digital (A/D)
- conversión digital/analógico (D/A)



Digitalización

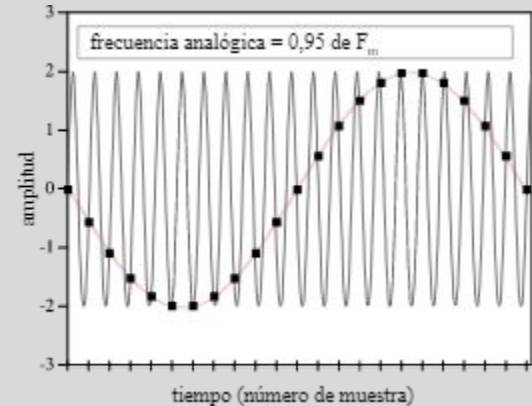
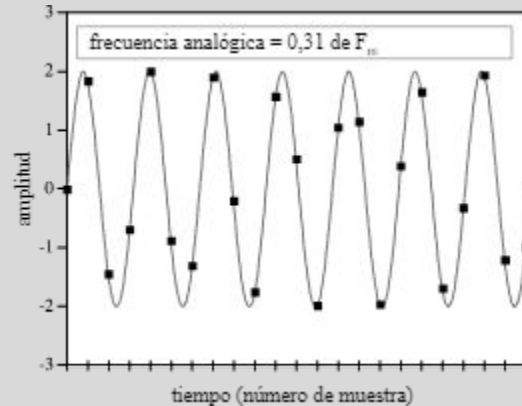
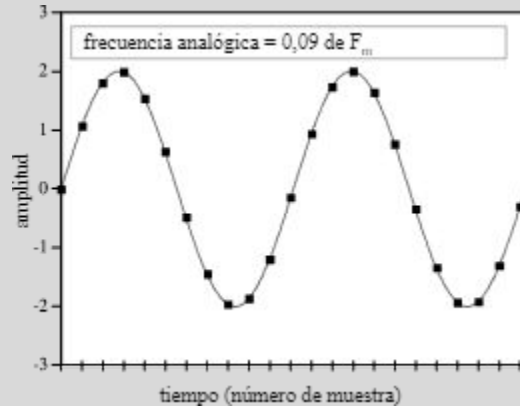
La digitalización es la conversión de una señal analógica continua en una señal numérica discreta, y se realiza mediante dos procesos:

muestreo: se mide del valor de la señal analógica a intervalos regulares de tiempo y se mantiene hasta la siguiente medición; se pasa de tiempo continuo a tiempo discreto

cuantización: se redondea del valor obtenido a una escala numérica discreta; se pasa de amplitud continua a amplitud discreta

Muestreo

La señal analógica se muestrea a intervalos regulares de tiempo, determinados por la frecuencia de muestreo (F_m). El comportamiento de la señal entre muestras no es registrado, pero puede reconstruirse sin pérdida si se cumplen las condiciones adecuadas.



Teorema del muestreo

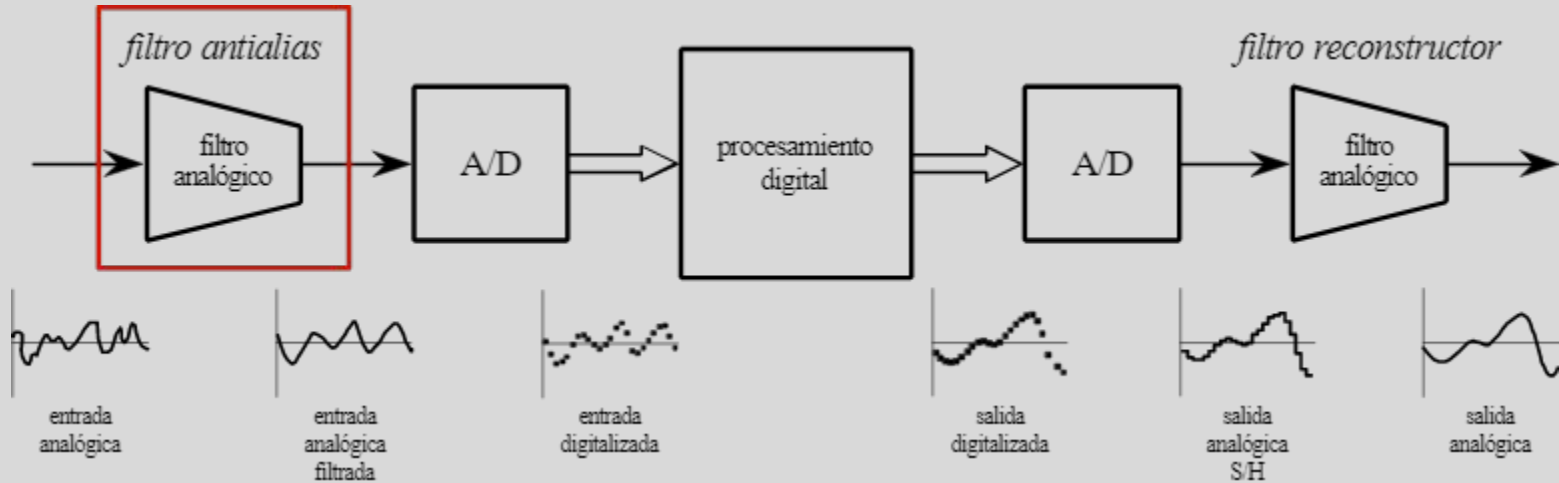
El **teorema de muestreo** o **teorema de Nyquist** (Nyquist–Shannon) establece que la señal analógica se puede reconstruir sin pérdida si el ancho de banda **B** es menor a la mitad de la frecuencia de muestreo **F_m**:

$$B < \frac{F_m}{2}$$

Las frecuencias superiores a $F_m/2$ (**frecuencia de Nyquist**) se reflejan respecto a esa frecuencia, dando lugar a **frecuencias alias**.

Teorema del muestreo

Para evitar las frecuencias alias, la señal analógica se hace pasar por un filtro pasa bajos con frecuencia de corte $F_m/2$ antes de ser digitalizada.



¿Qué pasa si variamos la frecuencia de muestreo?

Escuchemos

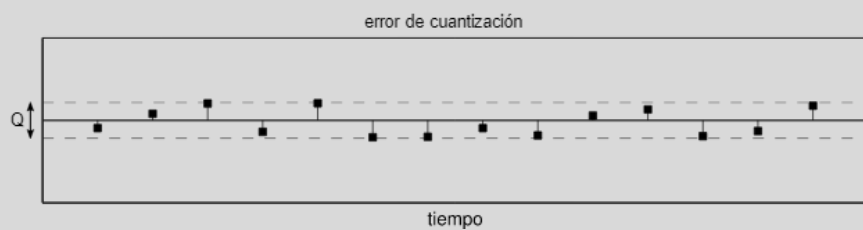
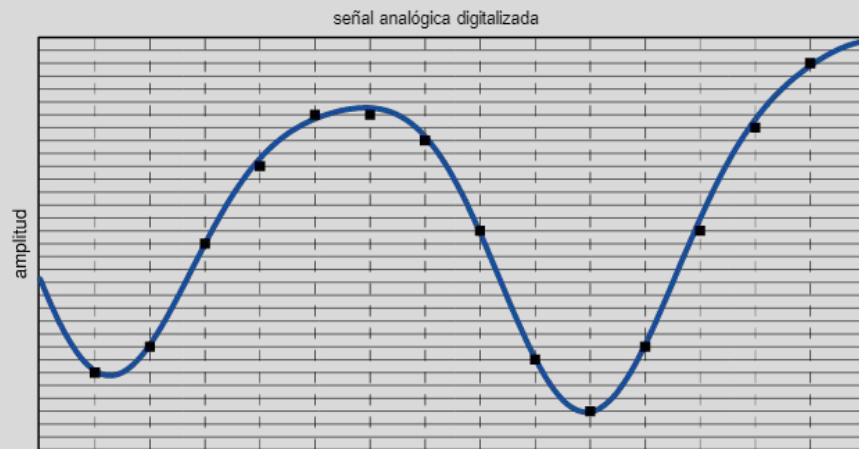
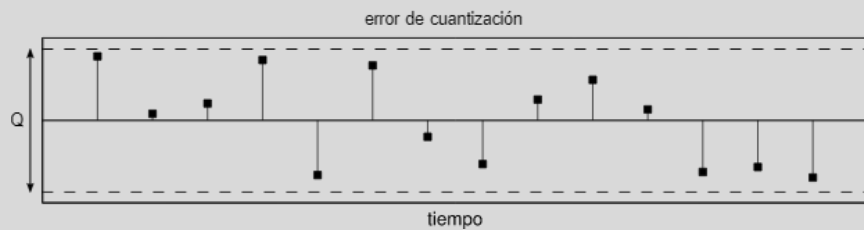
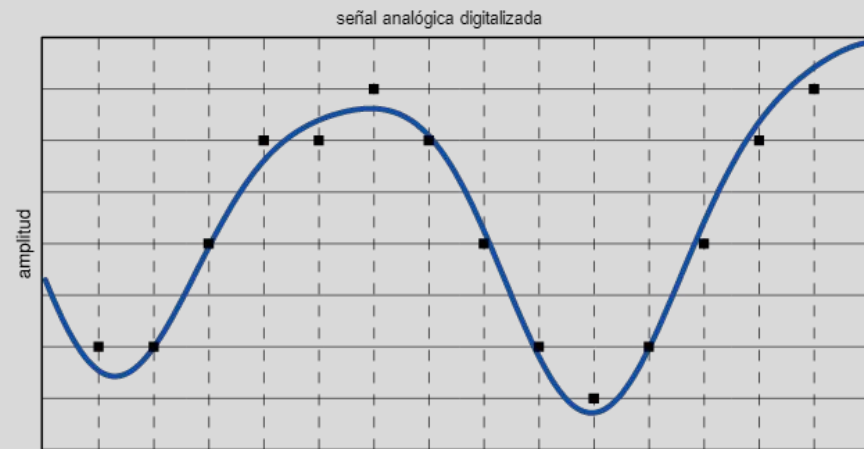
Cuantización

La cuantización es la aproximación de la amplitud continua a valores de amplitud discreta.

Los sistemas digitales usan el sistema de numeración binario en bits (0-1). La cantidad de números que se pueden representar con palabras de N bits es 2^N .

<i>N</i>	<i>niveles</i>
3	8
8	256
16	65536
24	16777216

Cuantización



Sistemas digitales - fidelidad

La fidelidad de los sistemas de audio digital queda determinada por sus dos parámetros:

frecuencia de muestreo (F_m): determina el ancho de banda

$$B < F_m/2$$

número de bits (N): determina rango dinámico/relación señal a ruido del sistema

$$S/R(\text{dB}) \approx 6.02 \times N$$

Formatos de audio digital - Compresión

- Formatos de audio sin comprimir: WAV, AIFF, AU
- Formatos de audio comprimido sin pérdida: FLAC, MPEG-4 en sus distintas versiones, Apple Lossless, etc.
- Formatos de audio comprimidos con pérdida: MP3, AAC, WMA, Opus, etc.

La cantidad de compresión puede verse en el parámetro bitrate.
Cuanto menor bitrate, mayor es la compresión.

Ej: MP3 con compresión a 128 kbit/s o 320 kbit/s

Para más información:

[Página web de acústica](#)

[Curso en EVA](#)