

1. ¿Cómo se mide el signal-to-noise ratio (SNR) para una señal analógica? Brinde un ejemplo.

En términos de potencia: $SNR [dB] = 10 * \log_{10} (\text{Potencia de la señal} / \text{Potencia del ruido})$

En términos de corriente/voltaje: $SNR [dB] = 20 * \log_{10} (\text{Voltaje-Corriente de la señal} / \text{Voltaje-Corriente del ruido})$

Ejemplo: Partiendo de $SNR = 10 \log_{10}(P_s/P_n)$, donde P_s es "Signal Power" y P_n es "Noise Power". Si suponemos que P_n es 1 μV y P_s es 10 μV , el SNR sería de:

- $20 \log_{10}(10) = 20 \text{ dB}$, lo que significa que la señal leída se sobrepone al ruido.

Un bajo SNR indica que el nivel de ruido es más fuerte o predominante en comparación con la señal de interés, lo que generalmente se considera una mala calidad de señal.

2. ¿Cuál es el ancho de banda típico para señales de audio? ¿Una señal de audio tiene componente DC?

El ancho de banda típico para señales audibles por el ser humano, van desde los 20 Hz a los 20 kHz. Sin embargo, la audición más sensible para cualquier persona es la que se halla en el rango de frecuencia que va de los 2.000 a los 5.000 Hz. Si hablamos en términos de decibelios, una persona que tenga un rango auditivo sano puede percibir sonidos de 0 a más de 85 decibelios. Fuente: [¿Cuál es el rango de frecuencias que percibe el oído humano?](#)

DC Offset: [Toda señal de audio que no haya sido debidamente limpiada de interferencias de bajas o altas frecuencias, tanto en grabación, mezcla o mastering por medio de filtros, son posibles portadoras de desplazamiento de DC.](#)

3. ¿Cómo afecta el ruido térmico al SNR de una señal analógica? ¿Cuántos dBm tiene el ruido térmico para una impedancia de 50 para una señal cuyo BW= 20kHz?

El ruido térmico disminuye el SNR porque la tensión rms de ruido térmico $V_n = (4kTRB)^{0.5}$. A su vez, $P_n = kTB$, ya que el factor de $4R$ se cancela por lo que la potencia de ruido no depende del valor de la Resistencia. Esto importa porque significa que la potencia de ruido disponible de cualquier resistencia (o cualquier fuente de ruido), si se mide sobre el mismo ancho de banda B , puede representarse por una resistencia a temperatura T . Por lo tanto: Cada fuente de ruido tiene una Temperatura de Ruido Equivalente.

$$P_{dBm} = 10\log_{10}(P/1mW)$$

$$P_{dBm} = 10\log_{10}[(4kBTf/R)/1mW]$$

$$P_{dBm} = 10\log_{10}[(4 * 1.38 * 10^{-23} * 290 * 20kHz / 50) / 1mW] = -143.93 \text{ dBm}$$

4. ¿Qué es ruido de cuantización? ¿Bajo qué circunstancias se podría modelar como ruido aditivo?

El ruido de cuantización es un fenómeno que ocurre al darse una conversión de analógica a digital, o de digital a analógica, en un sistema de procesamiento de señales. Cuando se da la conversión de una señal analógica a su equivalente digital, se debe muestrear y luego ser cuantizada, lo que implica que se deba asignar un valor digital discreto a cada una de las muestras de la señal analógica.

Entonces, el ruido de cuantización es la diferencia entre el valor real que se tenía de la señal analógica en un cierto punto y ese valor cuantizado en el dominio digital. Este error se puede manifestar como un ruido aleatorio en la señal digitalizada.

Modelar este ruido como ruido aditivo ayuda a que se pueda simplificar el diseño y el análisis de un sistema de procesamiento de señales. Algunas de las circunstancias en las que se puede aplicar este modelo son:

- Cuando se tiene una señal analógica original de alta frecuencia y un ruido de cuantización baja y a lo largo del espectro.
- Cuando se tiene una baja SNR, lo que implica que la amplitud de la señal sea menor al ruido y esto genera que el efecto del ruido de cuantización pueda considerarse como una adición aleatoria al valor que tiene la señal.
- También, en sistemas con operaciones mayormente lineales, se puede modelar el ruido como ruido aditivo, simplificando así el análisis y los cálculos.

5. ¿Para una grabación de audio, el piso de ruido de la señal es predominado por el ruido de cuantización o el ruido térmico?

El ruido térmico, conocido también como ruido Johnson-Nyquist, es un ruido eléctrico aleatorio producido por la agitación térmica de electrones en componentes y cables. Está presente en todos los sistemas que trabajan a una temperatura por encima del cero absoluto. Por otro lado, el ruido de cuantización, como se explicó anteriormente, es la distorsión producida cuando una señal analógica se convierte en una representación digital.

Haciendo una comparación entre estos dos tipos de ruido se puede observar que una de las diferencias en la resolución es que el ruido de cuantización va a disminuir con una mayor resolución de la conversión analógica a digital, mientras que el ruido térmico va a estar relacionado sólo con la temperatura y la resistencia del componente.

Una forma de mitigar estos dos tipos de ruido es hacer mitigación del ruido de cuantización utilizando un ADC de mayor resolución, mientras que para el térmico se logra reducir enfriando los componentes.

En grabaciones de audio el piso de ruido suele estar predominado por ruido térmico, esto debido a que el ruido térmico está en todos los componentes y su contribución

aumenta con la temperatura. Sin embargo, el ruido de cuantización también se debe de considerar a la hora de diseñar sistemas de grabación.

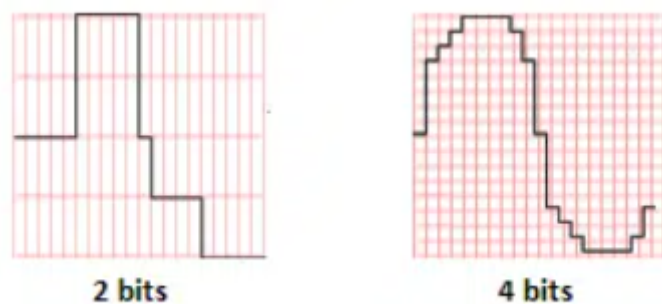
6. ¿Cuáles son las tasas de muestreo más populares para grabaciones de audio? ¿La cantidad de bits por muestra?

Las señales digitales tienden a aproximarse a las señales analógicas en mayor o menor medida según la frecuencia y profundidad de bits.

Típicamente las frecuencias de muestreo más utilizadas en los medios digitales han sido entre los 44,1 kHz - 48 kHz ya que estos cubren el total del espectro audible.

En ciertas ocasiones se emplean tasas de muestreo superiores como 96 kHz y 192 kHz en lo que es la captación del sonido y durante la mezcla; ya que pese a llegar a rangos superiores a los audibles captados por el oído; esto nos sirve ya que se llegan a obtener ciertas ventajas como en el caso de algunos conversores analógico-digital los cuales funcionan mejor a estas frecuencias ya que se reduce la latencia para la monitorización tras el procesado digital y además muchos plugins VST/VSTi los cuales están diseñados para trabajar de una mejor manera a estas frecuencias.

Con respecto a la cantidad de bits por muestra, esta tasa define el rango dinámico del sonido el cual divide la amplitud de la onda. Cuanto mayor sea la tasa de bits, se dispondrá de más posiciones para ubicar la muestra tomada al instante; por ejemplo, una tasa de 16 bits da paso a 65536 posiciones posibles, mientras que una de 24 bits proporciona unos 16777216 posiciones.



7. ¿Cuáles son los formatos de audio cuya compresión o almacenamiento no agrega distorsión?

MP3: Es uno de los formatos de audio comprimido el cual es muy eficaz, rápido, de poco tamaño y cierto nivel de calidad.

La mayoría de los dispositivos y gadgets son capaces de reproducir este formato lo cual hace que la mayoría de las plataformas lo tengan presente.

La tasa de bits de este puede variar según el objetivo del usuario, asociado a una ganancia de calidad incluso en formatos de compresión.

FLAC (Free Lossless Audio Codec): Este formato ofrece una compresión significativa sin pérdida de calidad. Estos son populares en la industria musical debido a su capacidad de preservar la calidad original del audio.

ALAC (Apple Lossless Audio Codec): Formato desarrollado por Apple y es compatible con dispositivos y software de la marca. No hay pérdida en la compresión la cual preserva la calidad del audio

AIFF (Audio Interchange File Format): Es un formato sin pérdida el cual es utilizado principalmente en computadoras Mac. Este preserva la calidad del audio original.

8. ¿Cómo se puede utilizar un barrido de frecuencias para modelar la respuesta en frecuencia de un dispositivo bajo prueba (DUT)? Investigue el procedimiento a realizar a cada grabación de audio para tener la estimación de la respuesta en frecuencia.

Los barridos de frecuencia son un método utilizado para la medición de audio, para describir la progresión que tenga un valor medido en un parámetro dado de progreso. Lo que se hace en estos procesos es aplicar señales senoidales con diferentes frecuencias al dispositivo bajo prueba y se hace una medición de la amplitud y fase de la señal de salida en comparación con la frecuencia de entrada. Fuente: <https://www.nti-audio.com/es/servicio/conocimientos/lo-que-siempre-quiso-saber-sobre-los-barridos-sweeps>

En cuanto al procedimiento a realizar primero se debe de generar una señal de prueba conocida, como un tono sinusoidal, mediante un generador de señales. Después, se debe de proceder a la configuración de la grabación, colocando un micrófono de buena calidad en una posición estable.

Después de esto se reproduce la señal generada y se hacen múltiples grabaciones para cada una de las frecuencias que se vayan a usar. Una vez obtenida la grabación se hace un análisis de los datos obtenidos. Se crea un gráfico de respuesta en frecuencia, mostrando la amplitud en el eje vertical y la frecuencia en el eje horizontal.

Por último se realiza una interpretación de lo obtenido en el gráfico, donde se analiza si existen valles, picos o cambios de amplitud muy abruptos. En caso de existir alguna anomalía muy notoria se evalúa por qué sucedieron.

Finalmente se realizan más pruebas con diferentes señales de prueba para validar los resultados obtenidos.