

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería Electrónica



Investigación Previa Lab. 1

Taller de Instrumentación

Integrantes:

Oscar Andrés Rojas Fonseca

Sharon Valverde Jiménez

Sebastián Vega Cerdas

Profesor:

MSc. Ing. Kaleb Alfaro Badilla

7 de agosto de 2023

Investigación Previa

Laboratorio 1

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

El signal-to-noise ratio o SNR es la relación de amplitud que existe entre una señal que se requiere medir con respecto a la amplitud de ruido que existe en dicha señal.

Para poder calcular el SNR se pueden utilizar 2 formulas distintas. Es importante saber como es que la señal analógica con la que se esta trabajando esta compuesta. Si esta señal esta dada en decibeles, se puede restar la señal de ruido de la señal deseada para poder conseguir el SNR.

Para senales que estan dadas en voltios o en watts se tienen las siguientes formulas. Ecuacion para senales en decibeles:

$$SNR(dB) = signal(dB) - noise(dB) \quad (1)$$

Ecuacion para senales en potencia (W):

$$pSNR = 10 * \log(signal/noise) \quad (2)$$

Ecuacion para senales medidas en voltios (V):

$$vSNR = 20 * \log(signal/noise) \quad (3)$$

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 una se;al de audio esta entre los 20Hz y los y los 20 kHz, esto debido a que equivale en un groso modo a la capacidad del ser humano para escuchar a esas frecuencias ya que a mayor o menor frecuencia de ese ancho de banda, el ser humano no logra escucharlo.

Una señal de audio puede tener un componente DC que se refiere al nivel de offset que tiene dicha señal.

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

El ruido térmico o ruido de Jonhson-Nyquist se conoce como el piso de ruido, en otras palabras, es el menor ruido en una señal que opera a temperatura ambiente. Este ruido esta regido por la temperatura de la señal por lo que a mayor temperatura, mayor es el piso de ruido. Para poder determinar el ruido termico se va a utilizar la siguiente formula:

$$N_t = k_B T \Delta F \quad (4)$$

donde k_B es la constante de Boltzman, T es la temperatura en Kelvins y ΔF es el ancho de banda del sistema. Para esto entonces se reescribe la ecuación de la siguiente manera:

$$N_t = k_B T B W \quad (5)$$

Se asume una temperatura ambiente de 295 K.

$$N_t = (1,38 \times 10^{-23} [\frac{W s}{K}]) (295 [K]) (20 [kHz]) \quad (6)$$

$$N_t = 8,142 \times 10^{-17} [W] \quad (7)$$

Esto equivale a

$$N_t = -130,0 [dBm] \quad (8)$$

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

El ruido de cuantización corresponde al error o distorsión que sucede al convertir una señal continua (analógica) en una señal discreta (digital) a través de un proceso donde se discretiza la amplitud de la señal analógica de entrada en un conjunto finito de valores discretos. [?]

En cuanto al ruido aditivo, este se refiere a aquel ruido que se suma a la señal de entrada original y la distorsiona. Por lo que el ruido de cuantización se podría modelar como ruido aditivo bajo las siguientes circunstancias [1]:

- Cuando el nivel de cuantización es pequeño comparado al rango de las amplitudes de la señal.
- Al emplear una alta resolución y técnicas en el proceso de cuantización que reduzcan el error de cuantización de manera considerable, es posible considerar el ruido de cuantización como aditivo.
- Si la señal presenta propiedades estadísticas predecibles, como la Gaussiana que es normalmente distribuida, el ruido de cuantización podría aproximarse al ruido aditivo.

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

En una grabación de audio, el piso de ruido puede ser afectado según las circunstancias, el entorno y las herramientas que se estén empleando al realizar la grabación. El ruido de cuantización puede predominar cuando la amplitud de la señal es pequeña o la resolución de cuantización es baja, mientras que el ruido térmico puede predominar cuando la amplitud de la señal es alta o la temperatura del sistema sea más alta. [2]

Por lo tanto, dependiendo del equipo y las condiciones en que se esté realizando la grabación de audio el ruido de cuantización o el ruido térmico predominará.

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

Las tasas de muestreo más comunes para grabaciones de audio son 44.1 kHz, 48 kHz, 88.2 kHz, and 96 kHz. El 44.1 kHz es el estándar utilizado en la mayoría de los CDs de audio, mientras que 48 kHz se utiliza ampliamente en aplicaciones de audio digital como la producción de música, videojuegos, películas y transmisiones en línea. Las tasas de muestreo más altas como 88.2 kHz y 96 kHz se utilizan generalmente para producciones de alta calidad o en aplicaciones de audio de alta resolución. [3]

La cantidad de bits por muestra se refiere a la resolución de la grabación y afecta directamente la calidad del audio. Los tamaños de muestra más populares son 16 bits, 24 bits y 32 bits (flotante). [3]

- 16 bits: Ampliamente utilizado en aplicaciones de consumo y en el formato de CD de audio. Ofrece una buena calidad de audio para la mayoría de los casos, aunque puede haber un cierto nivel de ruido de cuantificación en comparación con resoluciones más altas.
- 24 bits: Es el formato preferido para la mayoría de las producciones de música y grabaciones profesionales. Proporciona una mayor resolución y una relación señal/ruido más alta que el audio de 16 bits, lo que permite una mayor fidelidad y un rango dinámico más amplio.
- 32 bits (flotante): Se utiliza en aplicaciones de producción profesional y en la postproducción de audio. Ofrece un rango dinámico extremadamente alto y permite ajustes de ganancia sin pérdida de calidad, lo que lo convierte en una opción popular para tareas de mezcla y masterización.

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

Según se menciona en [4], la pérdida de calidad del sonido digital se debe principalmente a la velocidad de bits que presenta el códec, con menor velocidad de bits (kbps), menor cantidad de datos y menor calidad. Los siguientes códecs presentan poca pérdida de datos o no se comprimen en su procesamiento:

- **FLAC:** *Free Lossless Audio Codec* comprime sin perder información, además, es de código abierto.
 - **ALAC:** *Apple's Lossless Audio Codec* es similar al FLAC pero solo funciona en Apple.
 - **WAV:** *Waveform Audio File* conserva los datos originales manejando hasta 24 o 32 bits con muestreo de aproximadamente 192 KHz y conservación de tiempos.
 - **AIFF:** *Audio Interchange File Format* fue creado por Apple, es similar al WAV pero sin conservación de tiempos.
 - **DSD:** *Direct Stream Digital* es un formato descomprimido de alta resolución, codificado mediante modulación de densidad de pulsos. Requiere equipo de alta gama para su procesamiento.
 - **PCM:** *Pulse-Code Modulation* capta las ondas analógicas y las convierte a bits digitales.
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.

La respuesta en frecuencia de un dispositivo consta de la respuesta en amplitud y la respuesta en fase, donde un barrido de frecuencias es en esencia una respuesta en amplitud. En un barrido de frecuencia se designa como variable y se aumenta logarítmicamente, así la excitación del sistema se realiza sin intervalos en un tiempo ya conocido y por ende, sin pérdida de resolución [5].

El procedimiento para obtener una estimación de la respuesta en frecuencia de un dispositivo debe seguir la siguiente guía, la cual fue extraída de [6].

- a) Definición del rango de frecuencia al que se probará el barrido de frecuencias, normalmente situado respecto al rango auditivo humano de 20 Hz a 20

KHz.

- b) Planeamiento del espacio y distancias de medición de los micrófonos de la fuente de sonido. Esto debido a que en el campo cercano y lejano las señales se comportan diferentes.
- c) Selección del intervalo de traslape de ambas mediciones (campo cercano y lejano), de manera que se obtenga una sola gráfica al aplicar el campo lejano en términos del cercano.
- d) Utilizar la herramienta de preferencia, software de análisis de datos, para el graficado de las curvas y los procesos de limpieza de señales.

Referencias

- [1] J. Igual, *Señal en ruido blanco Gaussiano*, 2nd ed. Universidad Politécnica de Valencia, 2019. [Online]. Available: <https://laboratoriosvirtuales.upv.es/eslabon/cosyruido>
- [2] C. Pérez, *Ruido*. Departamento de Ingeniería de Comunicaciones. Universidad de Cantabria, s.f. [Online]. Available: https://personales.unican.es/perezvr/pdf/CH8ST_Web.pdf
- [3] U. Zölzer, *Digital Audio Signal Processing*, 3rd ed. Hamburg: Wiley, 2022.
- [4] G. Berry y L. Boutillette. (s.f.) Los mejores tipos de formatos de audio para los audiófilos. [Online]. Available: <https://www.adobe.com/es/creativecloud/video/discover/best-audio-format.html>
- [5] NTi Audio. (s.f.) Lo que siempre se quiso saber sobre los barridos (Sweeps)... [Online]. Available: <https://www.nti-audio.com/es/servicio/conocimientos/lo-que-siempre-quiso-saber-sobre-los-barridos-sweeps>
- [6] O. Moreno, S. Pérez y A. Pérez. (2006) Respuesta en frecuencia de altavoces sin utilizar cámara anecoica. Madrid. [Online]. Available: <https://www.cenam.mx/memsimp06/trabajos%20aceptados%20para%20cd/posters/p-04.pdf>