25 Spring ECEN 610: Mixed-Signal Interfaces

Lab2: Signal to Noise Ratio, Quantization

Name: Yu-Hao Chen

UIN:435009528

Section:601

Professor: Sebastian Hoyos

TA: Sky Zhao

GitHub: <https://github.com/Yu-HaoChen/TAMU_ECEN610_Mixed_signal/tree/main>

1. SIGNAL TO NOISE RATIO (40%) Generate a tone with frequency 2 MHz and amplitude 1 V. Sample the tone at frequencies Fs = 5 MHz.

a) Add Gaussian noise to the sampled sinewave such that the signal SNR is 50 dB. Find first the variance of the Gaussian noise needed to produce the target SNR. Calculate and plot the Power Spectral Density (PSD) from the DFT of the noisy samples. Corroborate that the SNR calculation from the DFT plot gives the theoretical result. What would be the variance of a uniformly distributed noise to obtain the same SNR.

一張含有 文字, 圖表, 字型, 螢幕擷取畫面 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 圖表, 行 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 行, 圖表 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

b) Now repeat a.) using a window before the DFT. Use the following windows: Hanning, Hamming, Blackman. What are your conclusions? NOTE: The use of windows mentioned above spreads the signal power. You must take this into account when computing SNR.

一張含有 文字, 行, 繪圖, 圖表 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

Hanning window

一張含有 文字, 字型, 行, 螢幕擷取畫面 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

Hamming window

一張含有 文字, 行, 字型, 螢幕擷取畫面 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

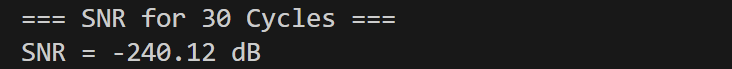
Blackman window

2. QUANTIZATION

1. Create a perfect quantizer with 6 bits of resolution and with flexible sampling rate. For a 200 MHz full scale input tone, sample and quantize the sinewave at 400 MHz and plot the PSD of 30 periods. What is the SNR? Repeat the SNR calculation for 100 periods of the same signal. Make your own conclusions about this test regarding periodicity of quantization noise and the impact of this in the SNR. How can you solve this problem?

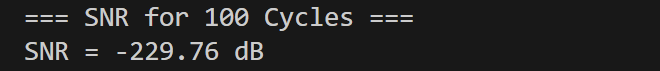
一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 行 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。



一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 行 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

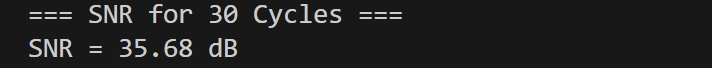


* The periodicity of quantization noise becomes most pronounced when the input frequency fin ​and the sampling rate fs form a simple integer ratio. This can cause significant variations in the measured SNR depending on the number of sampled cycles, the record length, and how the FFT bins are aligned.
* By breaking this periodicity—such as by slightly adjusting the input frequency, adding dither, or using an appropriate window and record length design—the quantization noise can be spread across the entire bandwidth. This makes the noise more closely resemble ideal “white noise,” and thus yields an SNR measurement that is closer to the theoretical value.

b) Find an incommensurate sampling frequency larger than Nyquist rate. Plot the PSD of the new samples. Calculate the SNR from the figure.

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 行, 字型 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。



c) Repeat a) using a 12 bit quantizer. Can you prove from simulations that SNR ~ 6N (where N is the number of bits used by the quantizer) in both the cases, N = 6 and N = 12?

一張含有 文字, 收據, 代數 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 行, 字型 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。



d) Use a Hanning window and repeat c). What is the SNR? Make your own conclusions.

一張含有 文字, 字型, 行, 螢幕擷取畫面 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。



The window will have minor effect on intergrate cycle casue there are no specturm leakage for intergrate cycle

e) Now add noise again so the signal SNR is 38 dB . Repeat c) and d). What are the SNRs? Provide conclusions.

一張含有 文字, 字型, 行, 繪圖 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

* Appendix

Q1.a PSD noise (without quantization)

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面 的圖片

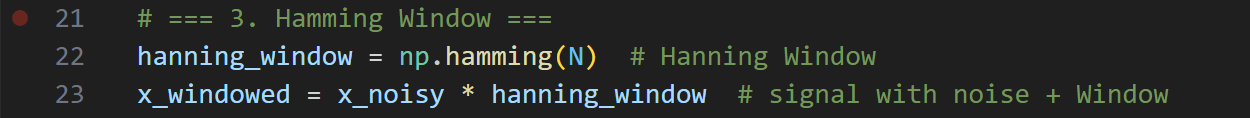
AI 產生的內容可能不正確。

Hanning window

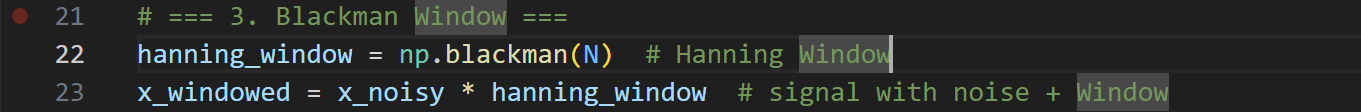
一張含有 文字, 螢幕擷取畫面 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

Hamming window



Blackman window



Q2

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

Q2 window

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

Q2 noise

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。