

OBJETIVOS: Afianzar la comprensión de los modelos y fenómenos asociados al muestreo y cuantización de señales. Estudiar las características de los distintos métodos de modulación.

1) Distorsión introducida por un ADC

Los conversores AD pueden introducir distorsión en la señal discretizada, debido a no linealidades, ruido e inestabilidades.

- a) Para una señal senoidal de 19Hz de amplitud cercana a la $V_{\text{máx}}$ de un CAD, verifique la cantidad efectiva de bits, mediante el cálculo de las potencias a partir del espectro conseguido por la FFT de las muestras cuantizadas.

$$n = \frac{\text{snr}[dB] - 1,76}{6,02}$$

(Sugerencia: para evitar el fenómeno de leaking en el espectro, use $f_{\text{samp}}=500$, tomando como muestra 22 ciclos de la señal senoidal)

- b) Simule una situación con distorsión agregando ruido y distorsión de 2° y 3° orden; por ejemplo $V_{n_{\text{ef}}}=0.04V_{\text{máx}}$, y la transferencia estática ideal del conversor:

$$Y=X+0,05.X^2 -0,1.X^3$$

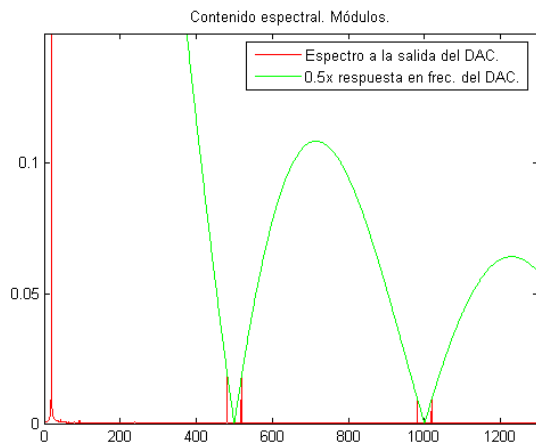
- c) Use la FFT y los linealimientos dados en la referencia [1] para hacer una estimación de la distorsión armónica total (THD), a partir de las amplitudes de las armónicas.
- d) Encuentre el nivel de ruido más distorsión armónica (SINAD) a partir de la diferencia entre la potencia total y la potencia de la fundamental. Calcule el número efectivo de bits (ENOB) del conversor. (El nivel de CD entra al cálculo como ruido).

$$\text{ENOB} = \frac{\text{SINAD}[dB] - 1,76}{6,02}$$

2) Distorsión introducida por un DAC

Se ha digitalizado una señal senoidal de 19Hz con una velocidad de muestreo de 500Hz y 7 bits.

- a) Bosqueje el espectro teórico de la señal muestreada. (Infinito y periódico)
- b) Se procede a convertir en analógica la señal discretizada, empleando un DAC. Dibuje (con soft) la señal original y la convertida en analógica.
- c) Usando una frecuencia de muestreo de 15kHz sobre la señal analógica a la salida del DAC, emplee la FFT para aproximar su espectro de frecuencias. (Considere alrededor de 20 ciclos de la señal de salida)
- d) ¿Cuál es la frecuencia fundamental de la señal de salida?
- e) Observe las componentes del espectro de salida que aparecen cerca de los múltiplos de la frecuencia de 500Hz. ¿A qué se deben esas componentes?
- f) Superponga en el espectro de salida la respuesta en frecuencia (de amplitud) del DAC. De ser necesario, corrija la explicación dada a la pregunta anterior.
- (Nota: la respuesta en frecuencia del DAC, debe escalarse por 0,5).

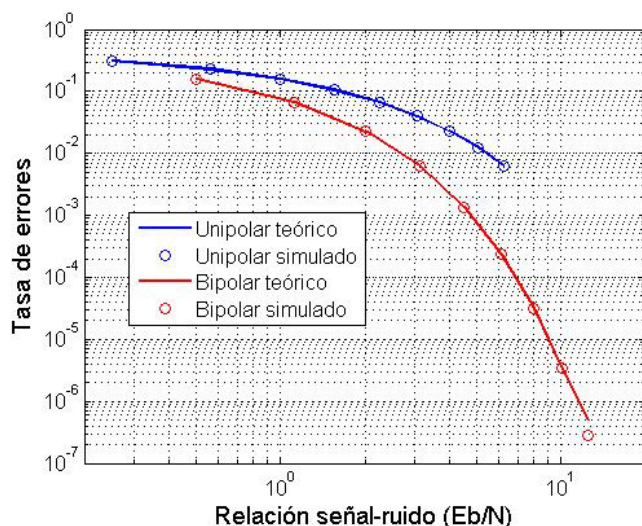


3) Tasa de errores de bit

Cuando una señal discreta es modificada por ruido, ocurren en el extremo receptor fallas en la identificación de los bits. En este ejercicio se trata de comprobar la relación entre la tasa de errores de bit y el ruido superpuesto con la señal digital. Para esto, siga los siguientes pasos:

- i. Generar una secuencia aleatoria de (entre dos y tres millones de) bits, simulando representar un mensaje. Use una codificación de línea unipolar y adicione ruido gaussiano de amplitud conocida.
- ii. De la señal obtenida, recupere los bits de la manera en que lo haría un receptor al que llegase la señal.
- iii. Calcule la tasa de errores de bits (Bit Error Rate: BER) realizando el cociente entre la cantidad de bits que el receptor interpreta invertidos y la cantidad total de bits del mensaje.

- a) Repita el proceso para distintos valores de ruido a fin de comparar con la curva de tasas de errores teóricas. (Es decir: BER vs. E_b/N_0).
- b) Repetir el experimento para codificación de línea polar.



4) Observe los videos [2-4]. Comente las similitudes y diferencias entre los fenómenos de aliasing y rolling shutter.

5) Una señal aleatoria con función de densidad de probabilidad constante entre +10 y -10 volt y limitada en ancho de banda a 12kHz debe codificarse para ser transmitida por un sistema PCM (supóngalo de cuantificación uniforme). Determinar:

a) La mínima frecuencia de muestreo

b) El número de bits necesarios para codificar en forma binaria cada muestra, si se busca que la relación entre la potencia media de señal y la potencia media de ruido de cuantificación sea mejor que 30 dB y...

c) La mínima velocidad de transmisión en bauds.

6) ¿Cuál sería el ancho de banda mínimo teórico para transmitir, sin pérdida de información, una señal digital de R_b (bps) utilizando...

a) un sistema 2PSK y

b) un sistema 32QAM?

7) Los datos de una señal digital binaria en banda de base, salen de una terminal digital a una velocidad de 6Mbps y son la entrada a un sistema modulador 16PSK.

¿Qué ancho de banda recomendaría como necesario para transmitir la señal modulada?

8) Una fuente de información produce un mensaje digital binario de 4096 kbps, como para su transmisión se dispone de un canal de de 150kHz de ancho de banda, se decide transformarlo en una señal digital de niveles múltiples. Determine el número de niveles necesario y la cantidad de bits que deberán agruparse en cada símbolo de la señal a transmitir. ¿Cuál sería el sistema de modulación más ventajoso para la transmisión? Justifique su elección.

REFERENCIAS:

[1] Páginas 18-23 de "The ABC of ADCs", N. Gray:

<https://fdocuments.in/document/abcs-of-adcs.html>

[2] "Muestreo y Aliasing", pdsunal:

<https://www.youtube.com/watch?v=Sv5TyYzuLHc>

[3] "Why Do Cameras Do This? | Rolling Shutter Explained", Smarter Every Day:

<https://www.youtube.com/watch?v=dNVtMmLInoE>

(activar subtítulos)

[4] "Aliasing effect due to undersampling", F. Guerrero:

<https://www.youtube.com/watch?v=ByTslSFXUoY>