

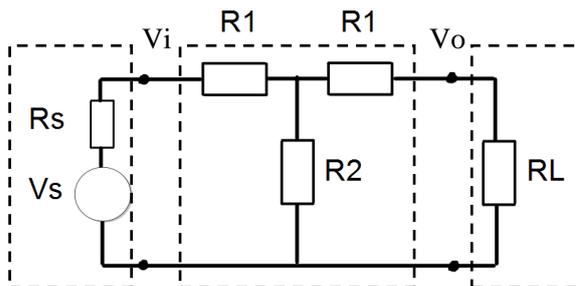
SEÑALES ELÉCTRICAS

TEMAS: modelos de ruido, muestreo.

Miércoles 08/06/2022

OBJETIVOS: poder calcular cantidades mínimas de ruido presentes en un circuito, empleando los distintos modelos empleados para caracterizar los componentes. Afianzar la comprensión de los modelos y fenómenos asociados al muestreo y cuantización de señales.

- 1) En el esquema siguiente se representa una fuente de señal (teniendo una temperatura equivalente de ruido de 500°K , conectada a una carga (R_L) a través de un atenuador resistivo.
 - a) ¿Cuánto es la atenuación (en dB) del atenuador?
Indique la figura de ruido del atenuador y la densidad de potencia de ruido sobre la carga (en W/Hz), para los casos "b" y "c".
 - b) El atenuador está refrigerado a una temperatura cercana a 0°K .
 - c) El atenuador se encuentra a una temperatura de 290°K .
 - d) ¿Cómo calcularía F si el atenuador estuviese a otra temperatura?



$$R_s = R_L = 75\Omega$$

$$R_1 = 25\Omega,$$

$$R_2 = 100\Omega$$

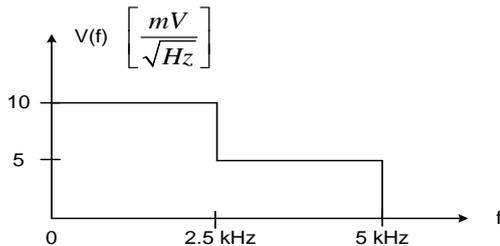
Notar que las impedancias de entrada y salida están correctamente adaptadas.

- 2) Considere un amplificador no inversor construido con un OPA TL082, una $R_1 = 10\text{k}\Omega$ y $R_2 = 15\text{k}\Omega$. (Ganancia aprox. = 16.). La $Z_{in} = 1\text{k}$ y la $Z_{carga} = 100\text{ }\Omega$. La señal es de 0.3V_{pp} con un $\text{SNR} = 40\text{dB}$, con un ancho de banda entre 100Hz y 10kHz .
 - a) ¿Cuál es el nivel eficaz de la señal propiamente dicha y del ruido presente que se quiere amplificar? (Note que tales valores no guardan una relación unívoca con los valores de pico a pico de una señal).
 - b) ¿Cuál sería la temperatura equivalente de ruido contenida en la señal de entrada, y la temperatura de ruido equivalente de amplificador?
 - c) ¿Qué cantidad de ruido será agregado por el amplificador sobre la señal de salida?
 - d) Si tratase de calcular la ganancia de potencia en dB... notará que no resulta igual a $20 \cdot \log(16)$. ¿Por qué?
 - e) ¿Cuál será la figura de ruido obtenida?
 - f) ¿Si la señal de entrada se redujese a la mitad... cambiará la NF? ¿Y... si se reduce el ruido de la señal de entrada? ¿Y... si se achican ambos?
- 3) Si bien la cantidad de ruido introducida por un dispositivo depende de la banda de frecuencias de trabajo, los parámetros puntuales (V_n , I_n , NF) que

suelen mostrarse en las hojas de datos de los dispositivos activos sirven como guía para la clasificación de éstos últimos.

Considerando los siguientes OPA: TL082, NE5532, OPA2134, LM358 y OPA177. Conjeture cuál será el ordenamiento de los mismos desde el menos ruidoso al más ruidoso. ¿Qué piensa de las especificaciones de ruido del LM358?

4) Suponga que la hoja de datos de un dispositivo activo tiene un espectro de densidad de tensión eficaz en su salida como el mostrado en la figura siguiente:



¿Cuál será la tensión eficaz que medirá un voltímetro de valor eficaz verdadero conectado a la salida en los siguientes casos?:

- El ancho de banda del voltímetro es de 2.5 kHz.
- El ancho de banda del voltímetro es de 10 kHz.

5) ALIASING

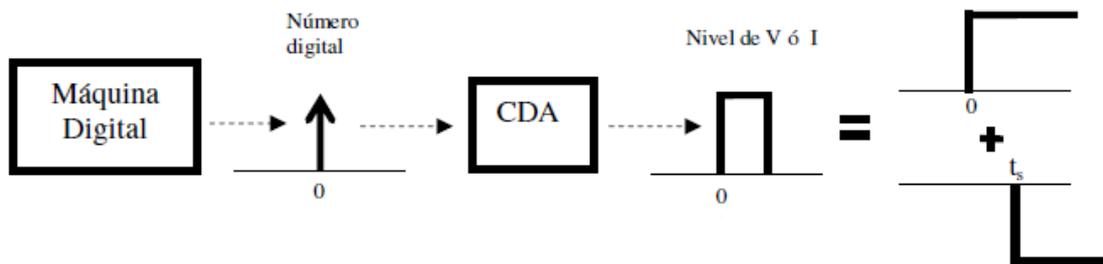
- Suponga que se tiene una señal senoidal de 5Hz, alrededor de 200 ciclos; dibuje 3 ciclos en su computadora.
- Suponga que esa señal se muestrea a una frecuencia de 7,3Hz. Dibuje los puntos muestreados superpuestos al gráfico de la señal original.
- Usando la DFT dibuje los espectros de la señal original y de la señal submuestreada, empleando los puntos de muestra que se poseen. Notando el efecto de aliasing. ¿Cuál es la frecuencia de la señal "alias"?
- Use el Python para graficar sobre la señal original la señal de "alias".

6) Un determinado sistema toma muestras de una señal senoidal, cuya frecuencia es de 3kHz, cada 0,5mseg.

- ¿Que componentes de frecuencia esperaría usted que estén presentes entre $\pm 2,2$ kHz del espectro de la señal muestreada? Confirme aplicando la convolución de los espectros.
- ¿Cuál será la frecuencia fundamental de la señal a la salida de un conversor digital analógico?
- Luego, se pretende recuperar la señal a partir de las muestras tomadas a pesar que la señal está submuestreada. ¿Cómo sería posible?
- Repita para una señal cosenoidal.

7) Un conversor digital-analógico (del tipo más empleado) toma como entrada un número digital y lo convierte en un pulso rectangular de tensión (o corriente), que es mantenido durante un período de muestreo.

El número digital de entrada al conversor puede modelarse como un impulso de Dirac; la señal de salida puede considerarse como un escalón (de amplitud dada por el número digital), sumado a un escalón negativo retardado, según se esquematiza en la figura siguiente:



- a) Realice un diagrama de bloques de la operación del CDA que tenga en cuenta la sumatoria y el retardo indicado en la figura.
 - b) ¿Cuál es la función de transferencia correspondiente para tal CDA?
 - c) ¿Cuál es la respuesta en frecuencia del CDA? (Módulo y ángulo)
 - d) ¿Cuáles son el ancho de banda de 3dB y el ancho de banda equivalente de ruido?
- 8)** Programando en Python, simule una señal analógica con toda la resolución entregada por el software de su computadora. (Puede ser, por ej., una señal senoidal).
- a) A partir de la señal ideal, encuentre la correspondiente señal muestreada con una resolución finita; por ejemplo 5 ó 6 bits. (Use una frecuencia de muestreo lo suficientemente elevada, para evitar aliasing)
 - b) Grafique los errores de cuantización correspondientes, y muestre una aproximación de la distribución estadística de los mismos (histograma).
 - c) Calcule numéricamente el valor eficaz del ruido para cada resolución usada y compárelo con el valor teórico esperado de $\Delta V/\sqrt{12}$.
- 9)** Se tiene una señal analógica $x(t)$ con valores comprendidos dentro del rango $\pm 3V$, y con una relación señal ruido de 40dB. Si la señal es digitalizada con un CAD de 8 bits, se envía la señal PCM por un canal con muy poco ruido y de ancho de banda suficiente, hasta un receptor alejado
- a) ¿Cuál será la relación señal ruido de la señal recuperada en el receptor?
 - b) Para mejorar la SNR de la señal en el receptor, se podría incrementar el número de bits empleado para cada muestra. ¿Cuántos bits usaría?
- 10)** Averigüe cómo son las codificaciones de línea usadas para los estándares Usb, Hdmi, Ethernet, y Rs232. Clasifíquelas como unipolar, polar o bipolar; y RZ o NRZ, según la definición dada en el libro de Carlson y Crilly. [3]

RECOMENDACIONES BIBLIOGRÁFICAS:

- [1]. "Noise figure measurements theory and application", National Instruments.
- [2]. "Understanding Op Amp Noise in Audio Circuits", Noyes & Alani.
(Application report SBOA345, Texas Instruments)
- [3]. Cap. 11 "Sistemas de comunicación", 5ª Ed., Carlson-Crilly.
- [4]. Datasheets de los OPA mencionados.