

LABORATORIO II

Amplificador Lock-In Digital

HORST, RAÚL TOMÁS

ROQUETA, MATÍAS DANIEL

Centro Atómico Bariloche y Instituto Balseiro, Comisión Nacional de Energía Atómica

Resumen

Se diseñó y desarrolló un amplificador Lock In mediante software en lenguaje python. Se utilizaron dos generadores de onda, uno para originar la señal de referencia y otro para agregar ruido. El funcionamiento del mismo se evaluó mediante mediciones de impedancias conocidas, en donde el ruido fue ordenes de magnitud mayor a la magnitud de la señal de interés. Se analizaron los resultados obtenidos para distintas relaciones señal-ruido, resultando los valores $RL = \dots \pm \dots$, $CL = \dots \pm \dots$ dentro de la cota del error tabulado para relaciones menores a 6dB por ejemplo”.

Introducción

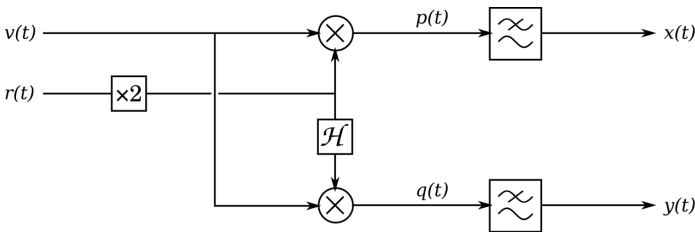


Figura 1: es un lockin

En la figura 1 hay un lockin

Método Experimental

En primer lugar se midió la frecuencia máxima de muestreo que permitía el dispositivo de medición.

Luego se ensambló el circuito de la F1. sobre un protoboard. Con ésto se evaluó el funcionamiento del lock-in en un circuito de carácter puramente resistivo en donde se pudo obtener el valor de la resistencia de carga RL.

Se utilizaron dos generadores de señal RIGOL DG4102 para poder generar la señal de referencia y el ruido. Para sumar éstas dos señales se tuvo que "flotar"[1] la tierra de uno de los generadores dado que éstos no poseen tierra propia, sino que utilizan la de la red eléctrica.

Para la realización del lock-in se implementó un script en python como se puede ver en el apéndice. En el código se importó la librería del dispositivo de medición, el conversor analógico digital USB-1408FS de

la línea MEASUREMENT COMPUTING para poder calibrarlo y realizar las mediciones.

Se implementaron las etapas de la figura 1, en donde se optó por utilizar filtros FIR dada su versatilidad y sencillez.

El programa toma la señal $v(t)$ y la normaliza utilizando su máximo valor de amplitud, siendo ésta la tensión de referencia. Además se mide la señal $r(t)$ y se le aumenta la amplitud en un factor de 2 por el desarrollo que se necesita [Apéndice]. Se genera la señal $p(t)$ mediante la multiplicación de las dos señales tomadas. Luego se genera la señal $q(t)$ desfasando 90° la señal mediante la transformada de Hilbert. Por último se aplican filtros pasa bajos, obteniendo respectivamente las salidas $x(t)$ e $y(t)$, necesarias para obtener los valores de amplitud y fase de la señal $v(t)$.

Resultados

Falta analizar que puntos usar de las gráficas y reportar el valor $RL = \dots \pm \dots$, $CL = \dots \pm \dots$. Se podría hacer un promedio de los valores, y el error hay que ver como pingo calcularlo/maquillarlo

Se determinó que la frecuencia máxima de muestreo es de aproximadamente 500Hz, con una frecuencia máxima medible de 250Hz, según el teorema de muestreo de Nyquist[2].

Se midió el valor de RL en función de la relación señal a ruido en la entrada para tres filtros FIR de distinto orden. Se puede apreciar que el filtro óptimo es el de mayor orden, dado que se utilizan mayor cantidad de mediciones para generar las señales medidas.

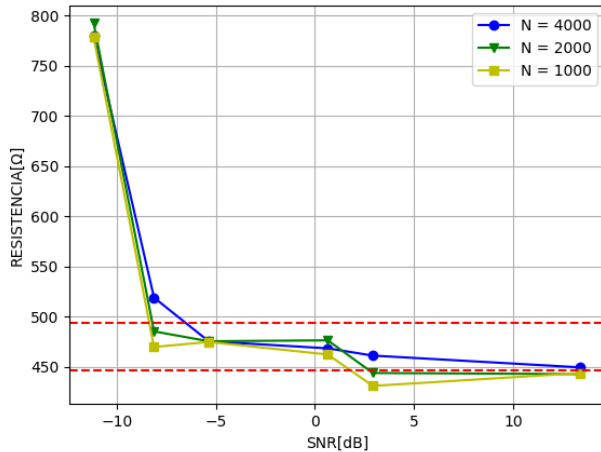


Figura 2: RvsSNR

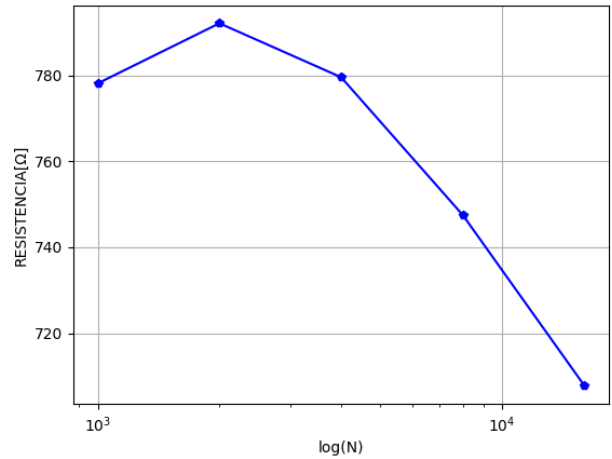


Figura 3: RORDEN

Por último se armó el circuito de la figura 4. Con esto se midió el valor de la capacidad CL para poder comprobar el funcionamiento del lock-in en impedancias complejas.

Para comprobar que el límite de funcionamiento del lock-in no está limitado por el orden del filtro elegido sino por la SNR a la entrada se realizaron distintas mediciones sobre el valor RL (dada la simpleza del circuito) para un valor de SNR a la entrada de -22.5 dB para distintos filtros como se expone en la figura 3. Se aprecia un valor más acercado al tabulado cuando se aumenta el orden del filtro, sin embargo está lejos de entrar en la cota del error tabulado, y esto afirma que el limitante en este lock-in es el ruido a la entrada.

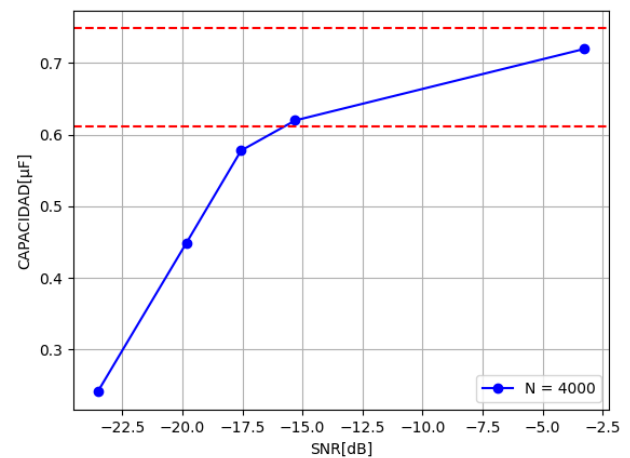


Figura 4: RvsSNR

ESTARIA BUENO QUE EL ULTIMO PTO DE LA GRAFICA 3 ESTE MAS ARRIBA PARA PODER HACER ESTA AFIRMACION VER SI CONVIENE PONER EN A TRABAJO FUTURO O MOVER EL PTO

Discusión

Cabe aclarar que los valores de resistencia que estamos midiendo están dos órdenes de magnitud por debajo de las impedancias de entrada del DAC, y al ser una conexión en paralelo predomina el valor de la resistencia que deseamos obtener.

- Orden del filtro
- Pq usamos FIR y no IIR
- Frecuencia de muestreo-¿usar otro DAC?
- Pq tuvimos que flotar
- Hacer más mediciones en el capacitor entre -5 dB y -15 dB, porque en la resistencia llega hasta -12 dB como mínimo. Con respecto a esto, ¿descartamos 4 puntos en el gráfico de la capacitancia?, nos queda sólo 1 :(

Conclusiones

Si bien los amplificadores lock in comerciales resuelven mediciones con SNR de 1:1000, es decir 60dB, se encuentra satisfactorio el rendimiento del lock in digital desarrollado, con una implementación relativamente sencilla.

Se concluye que la mínima SNR de entrada para el correcto funcionamiento del lock in implementado es de aproximadamente unos 6dB por ejemplo”.

Referencias

Apéndices

Apéndice 1 - si pinta meter un apéndice