

# LABORATORIO II

## Medición de Impedancias con Amplificador Lock In

HORST, RAÚL TOMÁS

ROQUETA, MATÍAS DANIEL

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

### Resumen

### Introducción

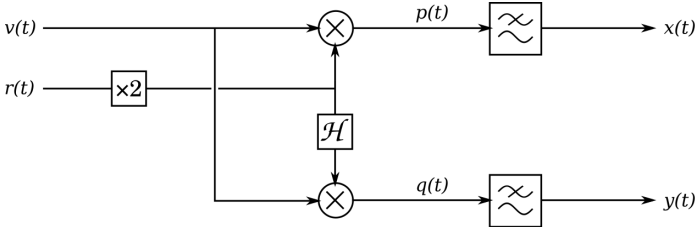


Figura 1: es un lockin

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 proto-board. 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  $90^\circ$  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.

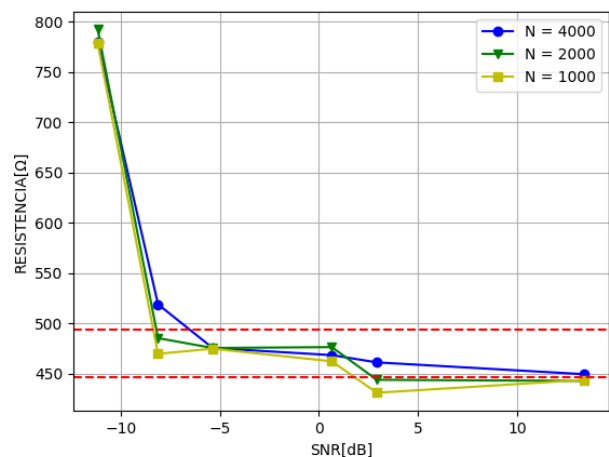


Figura 2: RvsSNR

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 -22.5dB para distintos filtros como se explyaya en la figura 3. Se aprecia un valor mas acercado al tabulado cuando se aumenta el orden del filtro, sin embargo está lejos de entrar en la cota del error tabulado, y ésto afirma que el limitante en éste lock-in es el ruido a la entrada.

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

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

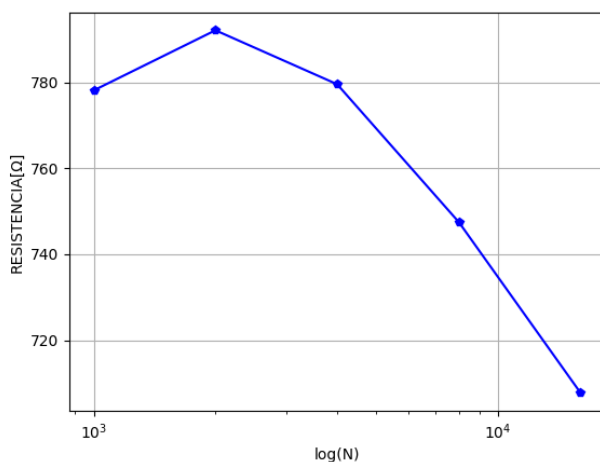


Figura 3: RORDEN

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

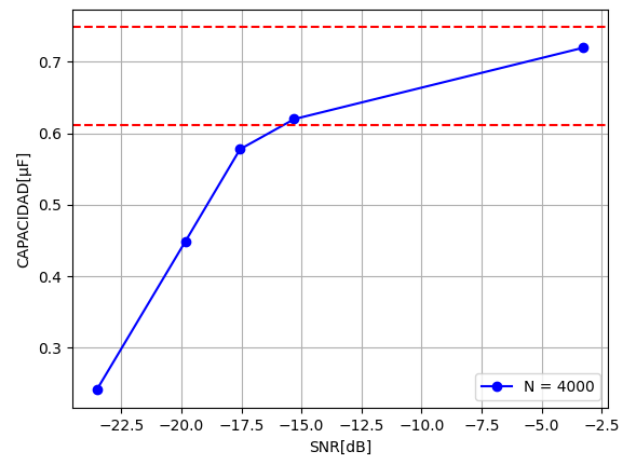


Figura 4: RvsSNR

## Discusión

- 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 -5dB y -15db, porque en la resistencia llega hasta -12dB como mínimo. Con respecto a ésto, ¿descartamos 4 puntos en el gráfica de la capacitancia?, nos queda sólo 1 :(

## Conclusiones

Si bien los amplificadores lock-in comerciales resuelven mediciones con SNR de 1:1000(VER), 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.(VER BIEN QUE VALOR DECIR, en dB o en 1:10 por ejemplo)

## Referencias

# Apéndices

---

## Apéndice 1 - si pinta meter un apéndice