

Muestreo y antialiasing

Carlos Tomás Medrano Sánchez, Inmaculada Plaza García, Raúl Igual Catalán, Iván García-Magariño García. Obra sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Objetivos: Comprender y aplicar los conceptos de: frecuencia de muestreo, frecuencia de Nyquist y filtro antialiasing, capturando datos analógicos con la tarjeta DAQ.

Material: protoboard, LDR, polímetro, altavoz, resistencias (22, 10K, 3.3 K), condensador (150 μ F).

Trabajo previo: Recordar los conceptos de muestreo, frecuencia de Nyquist, anti-aliasing. También la entrada y salida de señales analógicas con la tarjeta DAQ.

1. Resistencia LDR

Las resistencias Light Dependent Resistor (LDR) son resistencias cuyo valor varía fuertemente dependiendo de la intensidad luminosa que le llega. Siguen aproximadamente una fórmula: $R = A L^{-a}$, donde A y a son constantes que dependen del material y L la iluminación en lux.

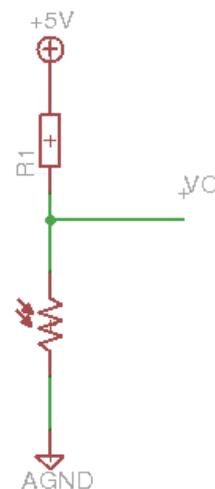
- Comprueba con el polímetro cómo el valor de la resistencia cambia según orientes la LDR directamente a una fuente de luz (ventana, fluorescente) o en semioscuridad (tapando la LDR con el dedo o una caja). Anota los valores entre los que puede variar.

2. Medición de una señal de luz de 100 Hz.

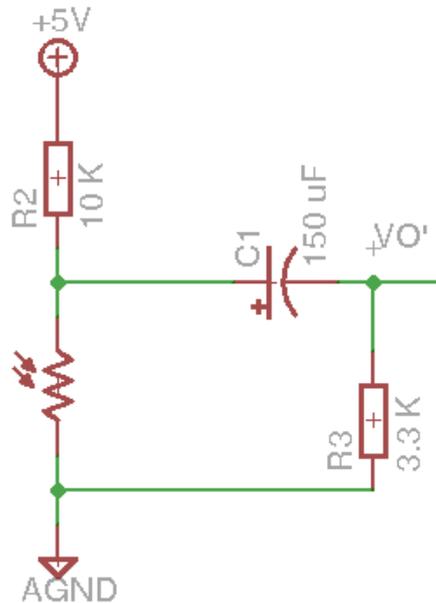
En este apartado vamos a intentar observar y medir la señal variable de la luz de un tubo fluorescente. Para ello, vamos a colocar la LDR en serie con una resistencia y a medir el voltaje del divisor resistivo.

Ejercicio: Señal de la luz de un tubo fluorescente

- Coloca la LDR en serie con una R de 10K como muestra la figura. Observa con el osciloscopio la tensión en el divisor. Procura orientar la LDR hacia un tubo fluorescente y evitar la luz natural. ¿Qué señal se observa? ¿Qué frecuencia tiene? ¿Sabrías explicar su origen?



Vamos a capturar la señal de 100 Hz con la DAQ. Para ello bloquearemos la parte de continua con un condensador de 150 μF , como muestra la figura siguiente.

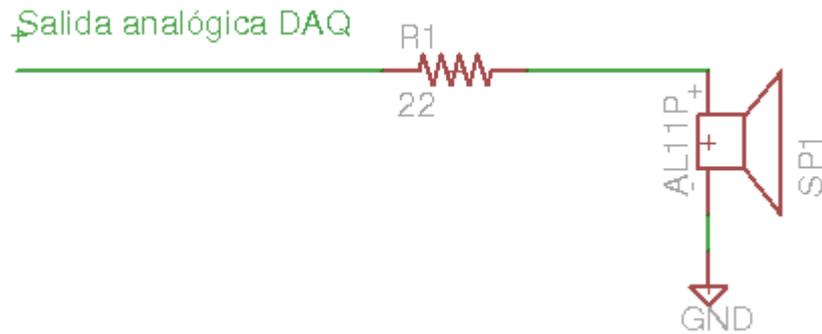


Ejercicio: Toma de datos con la DAQ. Visualización posterior.

- Haz un programa que permita capturar la señal anterior (VO'). ¿Qué frecuencia de muestreo debes elegir? No olvides subir el código final a Moodle.
- Dibuja una captura de varios periodos y observa cómo influye la frecuencia de muestreo en la señal capturada. Explica también en la gráfica que la frecuencia es de 100 Hz. Guarda la gráfica (en la ventana de la gráfica hay un botón para guardarla) y súbela al Moodle.
Para todo esto, debes usar los conocimientos adquiridos en las prácticas anteriores.

3. Filtro antialiasing.

En este apartado consideramos el mismo montaje que al final del apartado anterior. Supongamos que en este caso, nos interesa medir señales desde continua hasta 3 Hz. Vamos a estudiar el efecto de la señal de 100 Hz en la señal muestreada (por comodidad mantenemos el condensador que separa las componentes de continua, aunque eso no tendría sentido si realmente queremos medir la señal en continua, pero así “en teoría” nuestra señal es nula). Para ello, “oíremos” ese efecto a través de un altavoz, utilizando una salida analógica de la DAQ que conectaremos a un altavoz (que suele tener una R_{eq} típica de 8 Ω).



Vamos a trabajar con frecuencias muy bajas, por lo que **podemos usar la función `time.sleep`** en python. Es suficiente para alcanzar un muestreo adecuado y es más cómodo.

Ejercicio: Comprobación del efecto aliasing

- Si quisiéramos medir señales hasta 3 Hz, una buena frecuencia de muestreo sería a partir de 15 Hz. ¿Crees que habrá algún efecto por la presencia del ruido de 100 Hz?
- Compruébalo de la siguiente manera. Haz un programa que capture el dato con una entrada analógica a 15 Hz y luego escriba un dato proporcional en la salida analógica que hayas elegido. Es posible que tengas que añadir también un offset. El programa debe tener un argumento que indique cuantas muestras hay que capturar para que no sea un bucle infinito. Conviene que se llame con un número de muestras suficientes para que dé tiempo a “oír la salida”. Debes comprobar en el osciloscopio los rangos de entrada y salida o ir probando valores. Por ejemplo.

La constante de proporcionalidad y el offset debes adecuarla para ajustarlo al rango de salida (0-4.95 V que se representa entre 0 y 1023 con 10 bits). Por ejemplo, si la entrada va de -0.1 V a 0.1 V tienes que hacer una función lineal que realice esta correspondencia:

-0.1 -----> 0 (mínimo)
 0.1 -----> 1023 (máximo)

No obstante, la impedancia del altavoz es baja, por lo que es probable que no llegues a tener realmente los voltajes de salida de 0 a 5 V. Es necesario comprobar en las hojas de características que las salidas se pueden conectar a resistencias tan bajas. En la tarjeta LabJack-U3 HV sí que es posible, aunque el voltaje bajará de su valor ideal máximo. Aún así, la resistencia en serie de 22 Ω se introduce para no conectar directamente la salida.

- Observa la salida en el osciloscopio, comprobando el rango que obtienes.
- Si te acercas al altavoz oírás un ruido, como un golpeteo. ¿A qué es debido?
- ¿Cómo se llama el filtro que evita el efecto de frecuencias mayores que la de interés al muestrear? Diseña ese filtro e insértarlo en el circuito (¿dónde se coloca ese filtro en un sistema de medida?). Comprueba como el ruido en el altavoz disminuye hasta hacerse inaudible.
- No olvides subir el programa a Moodle.