

LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE MECATRÓNICA

26 de marzo de 2021

Práctica #3

Sensores

Grupo:

L002

Estudiante:

- Ocegüera Urquiza
Juan Manuel
- Jáuregui Tapia
Jesús Enrique

Profesor:

Benito Granados-Rojas

Índice

1. Introducción	2
2. Experimentos y Simulaciones	2
2.1. Joystick analógico	3
2.2. Sensor de temperatura LM-35 . . .	3
2.3. Acelerómetro analógico de tres ejes GY-61 (ADXL335)	4
3. Conclusiones	6
4. Enlaces externos	6



1. Introducción

Un transductor se define como aquel dispositivo que provee una salida en respuesta a un mensurando específico. Si bien es válido utilizar transductor y sensor como sinónimos, comúnmente se diferencian los sensores como aquellos transductores cuya salida es una señal eléctrica.

Normalmente, los sensores proveen señales analógicas de amplitudes muy pequeñas, que a veces tienen ruido e información equivocada; por ello, es importante realizar un acondicionamiento de las señales antes de manipularlas: amplificar, filtrar, y digitalizar. [1] Para determinar los parámetros con los que se realiza este proceso (ganancia de amplificación, frecuencia de corte, frecuencia de muestreo) es importante conocer la sensibilidad y la resolución que ofrece el sensor. La sensibilidad se refiere a la relación que existe entre la entrada y la salida del transductor, mientras que la resolución al cambio mínimo del mesurando que puede detectar; ambos se encuentran en la hoja de datos. [2]

Se pretende obtener e interpretar la señal de voltaje analógico que emiten distintos sensores (Joystick, sensor de temperatura LM-35, y acelerómetro analógico de tres ejes GY-61) y correlacionarla con su magnitud física correspondiente. Además, desplegar en texto y de manera gráfica dichas mediciones. Por último, realizar el preacondicionamiento necesario para aprovechar el rango dinámico del ADC.

2. Experimentos y Simulaciones

A continuación se muestra el circuito utilizado para los experimentos.

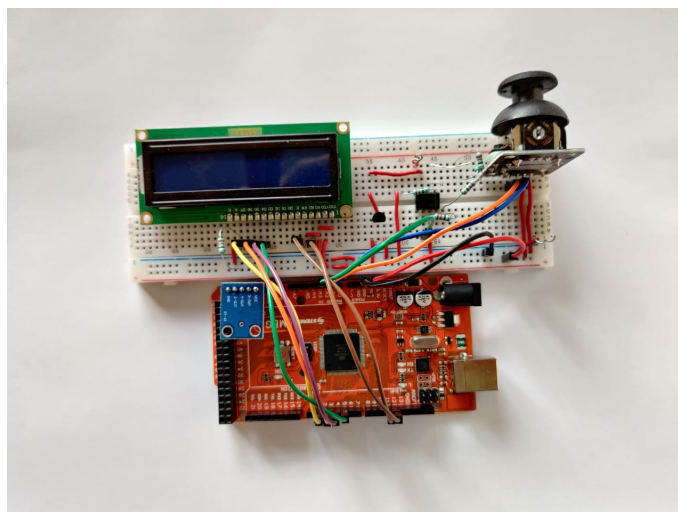


Figura 1: Circuito completo.

2.1. Joystick analógico

Para la implementación del Joystick se asignan los pines analógicos A0 y A1 para las posiciones de X y Y respectivamente. Estos pines analógicos entregan un valor entre 0 y 1023 por lo que se debe realizar un mapeo de esos valores a un rango de -1 a 1. Sin embargo, para mejorar la precisión de la medición, se prefiere mapear la lectura a valores entre -100 y 100 para luego dividirlos entre 100. El resultado estará entre -1 y 1 igualmente, pero tendrá mejor resolución. Los resultados de este mapeo se muestran tanto en el monitor en serie como en el *Serial Plotter*.

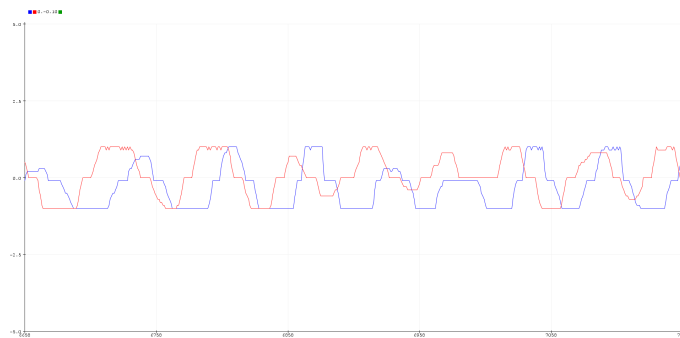


Figura 2: Resultados de la rotación del Joystick en el Serial Plotter.

2.2. Sensor de temperatura LM-35

Para la implementación del sensor de temperatura se requieren 2 trabajos previos: configurar el LCD y armar el circuito para condicionar la señal recibida.

Por una parte, para la configuración del LCD se utilizan los pines 2, 3, 4, 5, 11, 12 y se reutiliza el código de la práctica anterior. Por otra parte, para acondicionar la señal de entrada, se utiliza un amplificador operacional TL-084 en el cual se busca una ganancia de 10 para recibir un voltaje en el rango de 0 a 5V. Esta ganancia está dada por la relación $1+R2/R$, es por ello que se diseñan resistencias equivalentes y se obtiene un valor aproximado a 9 en la relación $R2/R1$.

Una vez realizado esto, se lee la señal a través del pin analógico A2 y se mapean los valores 0-1023 a valores entre 0 y 50. De nuevo, para obtener mejor resolución, se mapea inicialmente de 0 a 500 y posteriormente se divide entre 10. Finalmente, este valor mapeado es mostrado en el LCD y se agrega la leyenda "temperatura [C]".

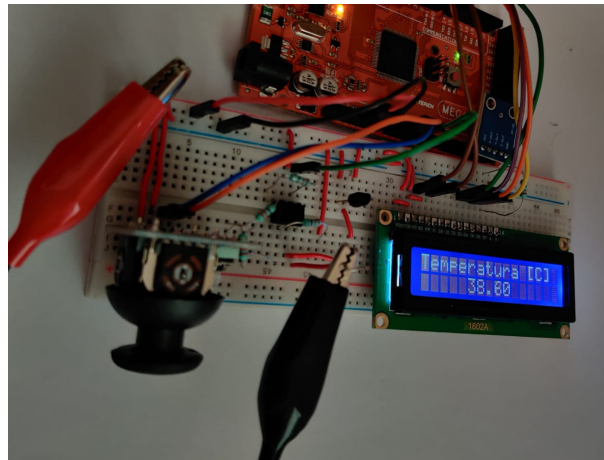


Figura 3: Sensor de temperatura a 38.6 grados.

2.3. Acelerómetro analógico de tres ejes GY-61 (ADXL335)

Para el acelerómetro se realiza la conexión de sus salidas a los pines analógicos 13, 14 y 15; así como la entrada de voltaje y tierra a los pines correspondientes. Posteriormente, con base en los valores arrojados por cada pin en el momento en que los ejes se encuentran alineados con la vertical, se realiza el cálculo para expresar (en el *Serial Monitor*) las fracciones de g que experimenta cada eje, como se muestra en la figura 4.



Figura 4: Expresión de las componentes de g a través de los ejes.

Para realizar el ajuste simplemente se utiliza la fórmula 1 (la sensibilidad del sensor es de 330 mV/g).

$$g = \frac{5 * (V - V_0)}{1024 * 0.330} \quad (1)$$

Posteriormente, se calcula el roll (rotación alrededor del eje X) y el pitch (rotación alrededor del eje Y), y el ángulo de nutación (ángulo entre el eje Z y la vertical). Los primeros dos se muestran en el serial (Figura 4), y el último en el LCD (se reutilizan las conexiones del ejercicio anterior). Las fórmulas del roll (2) y el pitch (3) se pueden obtener como una manipulación de identidades trigonométricas sobre el plano YZ para el roll, y XZ para el pitch.

$$roll = \arctan\left(\frac{Y}{Z}\right) \quad (2)$$

$$pitch = \arctan\left(\frac{-X}{\sqrt{Y^2 + Z^2}}\right) \quad (3)$$

Por último, el ángulo de nutación es, igualmente, el resultado de una manipulación trigonométrica; sin embargo, en esta instancia es sobre un espacio de 3 dimensiones (ecuación 4). Los resultados de todas las fórmulas se obtienen en radianes, antes de enviarlos al usuario, se convierten a grados (como se muestra en la Figura 5).

$$\theta = \arctan\left(\frac{\sin(roll)}{\tan(pitch)}\right) \quad (4)$$

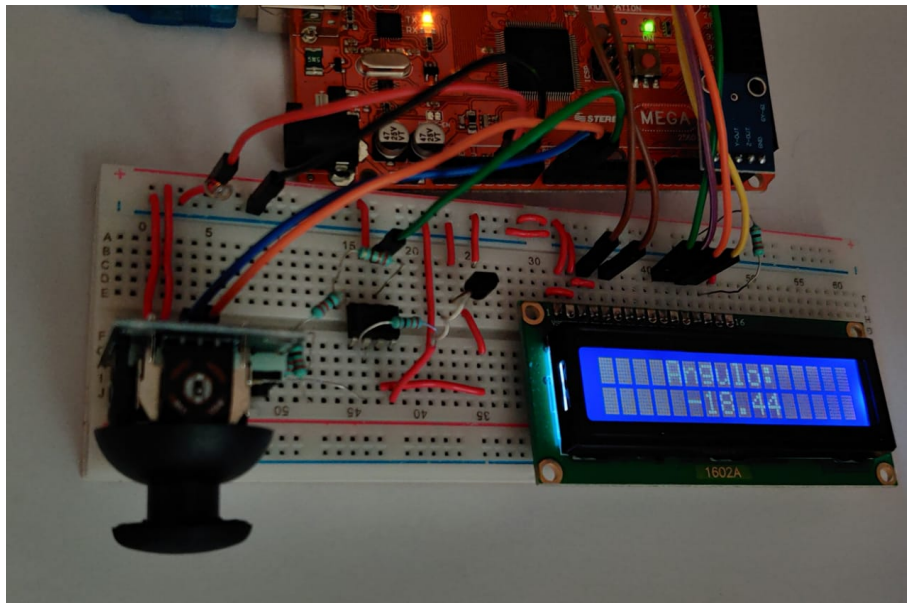


Figura 5: Ángulo entre el eje Z y la vertical.

3. Conclusiones

Los sensores representan uno de los elementos centrales de los sistemas mecatrónicos, pues son aquellos dispositivos que permiten al sistema obtener mediciones del ambiente en el que se desenvuelve, así como del estado propio del sistema.

Por otro lado, observamos la importancia de realizar un tratamiento de las señales que nos ofrecen los sensores previo a su procesamiento. En este caso, fue necesario realizar la amplificación de la señal del sensor de temperatura LM-35 para que se ajustara al rango de temperaturas que se deseaba medir (0°C - 50°C) al rango dinámico del ADC (0V - 5V). Esto nos permitió tener una resolución mucho mayor en los datos, y - en consecuencia - un manejo más preciso de ellos.

Además, vale la pena mencionar que se encontraron dificultades en el ejercicio del Joystick. Como se muestra en la Figura 2, fue imposible realizar una gráfica suave de los desplazamientos vertical y horizontal debido a que este se saturaba antes de llegar a los extremos de su rango móvil.

Por último, a través del ejercicio del Joystick y especialmente del acelerómetro, observamos cómo es posible combinar las distintas mediciones que nos arrojan los sensores para determinar otros datos a través de su análisis conjunto. Por ejemplo: los datos provistos por el acelerómetro no solo fueron suficientes para determinar la inclinación del dispositivo con respecto a cada eje, sino que además nos permitieron calcular el pitch, roll, y el ángulo entre el eje Z y la vertical.

4. Enlaces externos

<https://github.com/JuanOceguera/PrincipiosDeMecatronica>

<https://github.com/Jesus669/PrincipiosMecatronica>

Referencias

- [1] Romero, J. G. (2021). Principios de Mecatrónica. Tema: *Acondicionamiento de señales*. Instituto Tecnológico Autónomo de México. Ciudad de México. 1 de marzo del 2021.
- [2] Granados, B. (2021). Principios de Mecatrónica. Tema: *Sensores*. Instituto Tecnológico Autónomo de México. Ciudad de México. 19 de febrero del 2021.