

Comunicación entre RPi, STM y filtro complementario

1st Juan Cepeda
Ingeniería Mecatrónica
Universidad ECCI
Bogotá, Colombia
juanp.cepédag@eccu.edu.co

2st Javier Gamboa
Ingeniería Mecatrónica
Universidad ECCI
Bogotá, Colombia
javier.gamboa@eccu.edu.co

3st Wilson Garcia
Ingeniería Mecatrónica
Universidad ECCI
Bogotá, Colombia
wilson.garcia@eccu.edu.co

Resumen—En el presente trabajo, se utilizara una tarjeta STM32-F446RE y una Raspberry pi 3 para lograr por medio de la comunicación serial una adquisición de datos por parte de la tarjeta ST y posterior procesamiento de los mismos por la tarjeta RPi3 mediante un proceso de calibración que mejorara el comportamiento de las señales que ingresaran a un filtro complementario para realizar la depuración de estas, además se realizara el análisis de las gráficas obtenidos luego del proceso de filtrado.

Palabras claves—Adquisición, calibración, comunicación, serial, procesamiento, filtro complementario, filtro pasa bajas, filtro pasa altas.

I. INTRODUCCIÓN

El siguiente documento contiene los temas dirigidos a adquisición y procesamiento de datos en el MPU6050. La adquisición de datos se logra gracias a la tarjeta STM32-F446 que internamente realiza la lectura de 100 datos y crea una matriz de [100x8] datos donde van indexados todos los datos de nuestro sensor así como el tiempo y la cantidad de muestras, estas lecturas llegan por medio de comunicación serial a la tarjeta de procesamiento que en este caso sera la Raspberry pi3 que se encargada de realizar la calibración de las señales, así como también codificar los datos y pasarlos de bits a datos numéricos para poder ser manejados y pasados por la etapa del filtro complementario que no solo limpiara la señal y mejorar el comportamiento del sistema si no que permitirá determinar su posición en grados ()

II. MARCO TEÓRICO

MPU6050: es una unidad de medida inercial o IMU de 6 grados de libertad, ya que combina un acelerómetro de 3 ejes y un giroscopio de 3 ejes. Este sensor es ampliamente utilizado en navegación, goniometría, estabilización, etc.

Acelerómetro: es un dispositivo que mide la vibración o La aceleración del movimiento de una estructura.

Giroscopio: es un dispositivo mecánico utilizado para medir, mantener o cambiar la orientación en el espacio de algunos electrodoméstico o vehículo.

Raspberry PI: es una placa computadora (SBC) de bajo coste, se podría decir que es un ordenador de tamaño reducido, del orden de una tarjeta de crédito, desarrollado en el Reino Unido por la Fundación Raspberry PI (Universidad de Cambridge) en 2011, con el objetivo de estimular la enseñanza



ElectroCirc.com

Figura 1. MPU6050 (Acelerómetro y Giroscopio)

de la informática en las escuelas, aunque no empezó su comercialización hasta el año 2012. [1]



Figura 2. Raspberry PI

Puerto serie: es un módulo de comunicación digital para un sistema integrado, es decir, permite la comunicación entre Dos dispositivos digitales. Tiene dos conexiones, RX y TX. Lo que indica los modos de comunicación que pueden manejar, Full-duplex, Duplex y Simplex.

Sensibilidad: se refiere a la respuesta que el instrumento la medición tiene que medir una variable y qué tan rápido es esto para estabilizar su medida.

VNC: Computación de red virtual. Es un programa de software gratuito basado en una estructura cliente-servidor que permite observar las acciones de la computadora del servidor de forma remota para a través de una computadora cliente [2].

I2C: es un puerto y protocolo de comunicación serial, define trama de datos y conexiones físicas para transferir bits entre 2 dispositivos digitales. El puerto incluye dos cables. comunicación, SDA y SCL. Además el protocolo permite conecta hasta 127 dispositivos esclavos a esas dos líneas, con velocidades de hasta 100, 400 y 1000 kbits / s.

Protocolo I2C

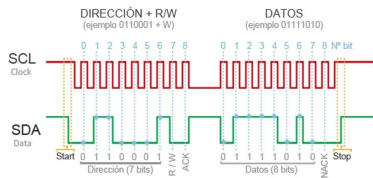


Figura 3. Protocolo I2C

Comunicación Serial: esta es un protocolo estandarizado entre computadoras, tarjetas de adquisición y procesamiento de datos, esta comunicación se logra gracias a el envío y recepción continuos de bytes en formato ASCII que dependen de un trama de aproximadamente 8 bits a una velocidad determinada que puede ser por ejemplo de 9600 baudios esta información como se envía de manera secuencial durante este tiempo para ello los dispositivos que presentan la carcteristica de comunicación serial traen una parte física que se llama UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter) que trabaja con una comunicación asíncrona que permite tanto al receptor como el emisor determinar así mismo a que velocidad se realizara el envío de información por los puertos conocidos como RX(receptor) y TX(transmisor).

Filtro complementario: este filtro nos ayudara a mejorar el comportamiento y procesamiento de datos ya que nos ayudara a filtrar el ruido y determinar el grado de inclinación de nuestro sensor, esto logra gracias a la union del filtro pasa altas que nos entrega el giroscopio y el filtro pasa bajas que obtenemos del acelerometro logrando asi la creacion de un filtro pasa banda o pasa todo

III. METODOLOGÍA

Se realiza un código en embed que ayudara en primer lugar a la adquisición de datos de la IMU (MPU6050) por medio de la tarjeta STM32F446 mediante los pines SCL y SDA (PB9 y PA8) que servirá para obtener las lecturas de 2 sensores como lo son acelerómetro y giroscopio que se podrán procesar utilizando la comunicación serial por su puerto USB ingresando los datos en forma de tramas a la raspberry pi3, así como su segunda funcionalidad que es activar la comunicación serial (UART) para lograr una conexión en este caso entre las 2 tarjetas por el mismo puerto ya mencionado, para posteriormente realizar la programación mediante python que nos servirá de procesamiento de datos y genracion de gráficos [3] como el ejercicio lo exige, para por ultimo realizar el análisis de las gráficas luego de un proceso de calibrado, depurado y

filtrado de los datos [4] de las mediciones realizadas por el giroscopio y el acelerómetro en los ejes X,Y y Z que serán posibles de entender ya que el filtro nos ayuda a determinar el ángulo de inclinación de una manera óptima ya que filtra los ruidos del sistema entregando una señal mas limpia.

IV. RESULTADOS

En primer lugar se realizara el análisis de las gráficas obtenidas por el acelerómetro sin calibrar(Fig.4) y luego de ajustar los parámetros de calibración(Fig.5) (offsets), aquí podemos observar como luego de realizar el ajuste los valores del eje X y Y se encuentran mas cercaknos a 0 y el eje Z se encuentra mucho mas cercanos a 1.

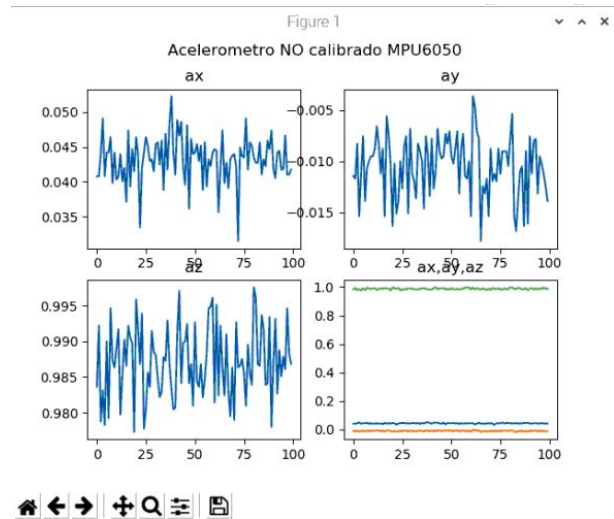


Figura 4. Acelerómetro sin calibrado

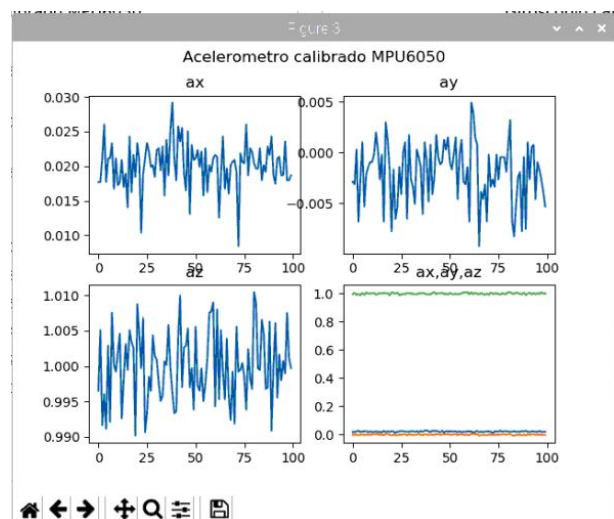


Figura 5. Acelerómetro calibrado

Como se puede observar realizando el ajuste de los offsets se logro una mejoría en el comportamiento de los datos.

A continuación se realizara el mismo análisis pero para los datos y las gráficas del giroscopio que donde se podrá observar

a detalle el comportamiento de las señales sin calibrar(Fig.6)r y luego de realizar el ajuste de los parámetros internos del sistema como lo es para las coordenadas X,Y y Z del giroscopio que al contrario del acelerometro todas se deben acercar a 0 al ser calibradas(Fig.7).

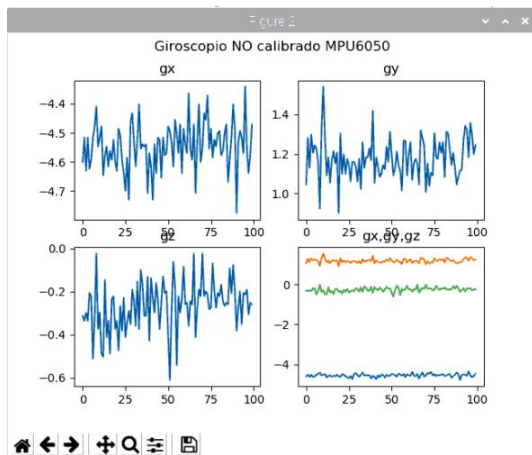


Figura 6. Grafica de giroscopio sin calibrar

Como se observa en las graficas de las señales los valores se encuentran muy alejados del punto cero, llegando a mediciones hasta de -4 para la señal en el eje x.

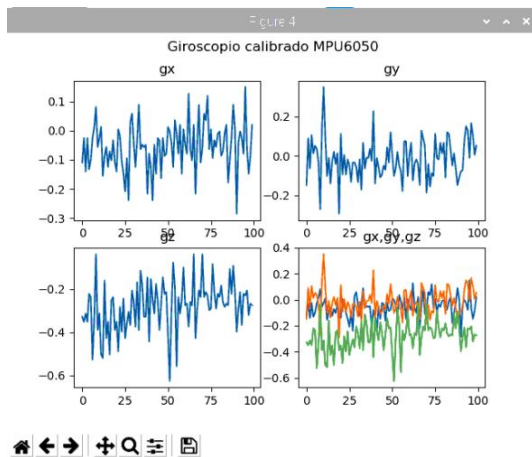


Figura 7. Gráfica de giroscopio calibrado

A comparación de la Fig.7 donde se observa que el proceso de calibración se realizó con éxito ya que todas las lecturas de las 3 coordenadas se encuentran posicionadas en 0.

Ahora procederemos a analizar el comportamiento de los ángulos de Euler Pitch(Fig.8) y Roll(Fig.9) tanto para el acelerómetro como para el giroscopio donde veremos un mejor comportamiento por parte del giroscopio ya que cuenta con un filtro derivativo y ya que las señales del acelerómetro se verán con grandes alteraciones por culpa del ruido, también cabe recalcar que las constantes de A y B se tomaron como 0.7 y 0.3 respectivamente para las pruebas de este ejercicio.

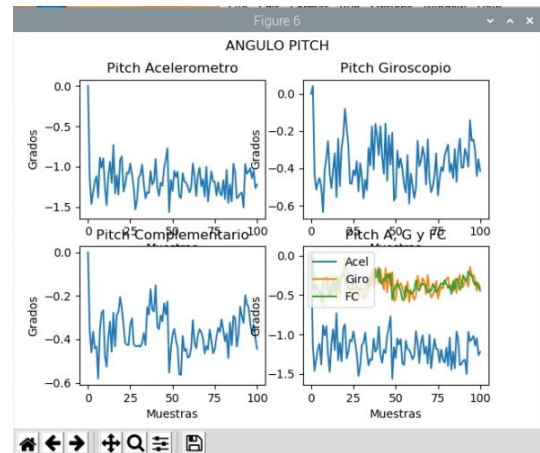


Figura 8. Angulos Pitch

Lo que se puede analizar de esta gráfica es que al ser los ángulos en el eje pitch el giroscopio tendrá un mejor comportamiento, que como vemos en la posición estática sus valores son más cercanos al ángulo cero que es donde se encuentra posicionado el sensor a comparación del acelerómetro que tiene grandes varianzas por el ruido y un desajuste de 1 grado, sin embargo quien presenta mejor comportamiento es el filtro complementario que atenúa y depura la señal mucho mejor que el filtro derivativo del giroscopio. Para esta

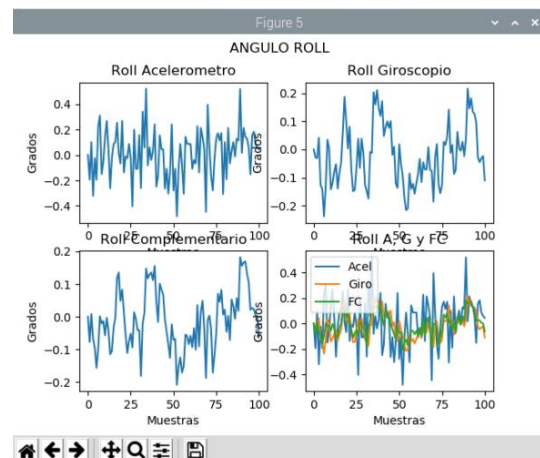


Figura 9. Angulos Roll

última gráfica obtuvimos un mejor comportamiento por parte del acelerómetro y el giroscopio, sin embargo por parte del acelerómetro graficado con una señal azul sigue persistiendo el ruido, Para el giroscopio se observa un mejor tratamiento de la información, pero el filtro complementario logra una depuración mayor de la señal(señal verde).

V. CONCLUSIONES

Se logra la comunicación serial de la tarjeta de adquisición de datos con el PC.

Se observa que la tarjeta IMU presenta desvíos de fabrica y requiere ser calibrada.

El procesamiento por parte de la raspberry permite la calibracion de los sensores

Se logra la transformacion de bits a angulos gracias al filtro complementario.

El filtro complementario presenta un mejor comportamiento que el filtro pasa altas del acelerómetro y el filtro pasa bajas del giroscopio.

Implementado un filtro mas robusto se puede conseguir una mayor depuracion de la señal

REFERENCIAS

- [1] V. Vujović and M. Maksimović, "Raspberry pi as a sensor web node for home automation," *Computers & Electrical Engineering*, vol. 44, pp. 153–171, 2015.
- [2] S. Velásquez and C. Gómez, "Monitoreo de variables analogicas usando raspberry pi," *Universidad, Ciencia y Tecnología*, vol. 17, no. 69, pp. 170–175, 2013.
- [3] M. J. J. E. Elizondo, "Matlab e interfaces gráficas," *Tijuana: Instituto Tecnológico de Ciudad Madero*, 2002.
- [4] S. Wolf and R. F. Smith, *Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio*. Pearson Educación, 1992.