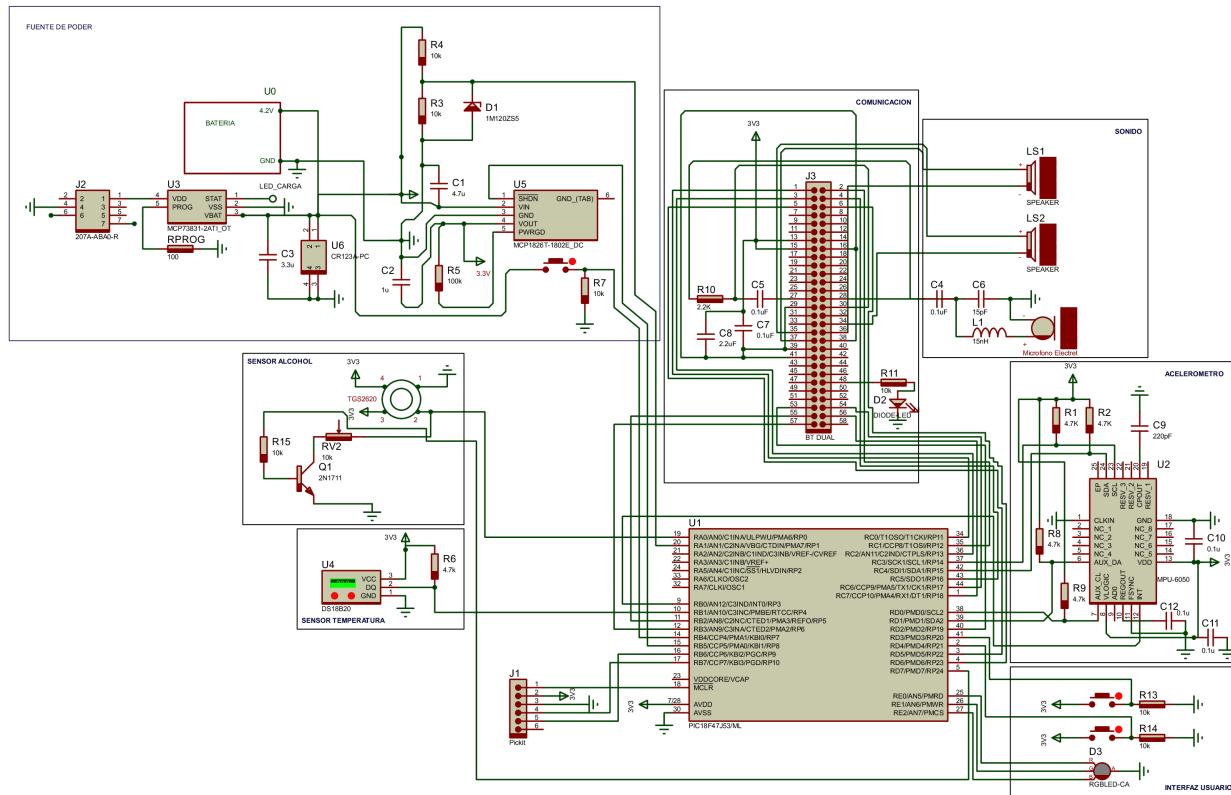


FASE PRE-BETA

En esta fase se acoplan los circuitos probados en la fase anterior, y se diseña un circuito con todos los módulos necesarios para el dispositivo protégeme. Aunado a esto se analizarán los datos recopilados para determinar un funcionamiento adecuado para la detección de colisiones, caídas laterales, y grado alcohólico del conductor.

Esquemático Protégeme fase Pre-Beta



El circuito equivalente para el dispositivo protégeme. Identificado con los módulos; Interfaz usuario, acelerómetro, sensor de alcohol, sensor de temperatura, fuente de poder, comunicación, sonido y el microcontrolador.

Módulos del dispositivo.

- **Fuente de poder:** permite alimentar el sistema con los voltajes necesarios de operación en todas sus etapas, a su vez permitirá cargar el dispositivo con un cargador de 5v y un conector micro USB.
- **Comunicación:** Cuenta con un bluetooth dual capaz de transmitir música y llamadas del celular, además comunicar todos los eventos que surjan en el dispositivo a una aplicación móvil específica para el dispositivo.

- **Sonido:** corresponde a los speaker y al micrófono, con el que el usuario interactuará con el teléfono a través del dispositivo., bien sea para escuchar música o hablar en una llamada.
- **Sensor de alcohol:** en este modulo se sensa el aliento del usuario para determinar cual es su grado alcohólico en el momento, esta información es enviada a la aplicación móvil. el modo de funcionamiento será intermitente, es decir cada uno o dos minutos el sensor descansará, luego se calentará por unos 20 segundos y leerá el grado actual de alcohol, el sensor deberá estar cerca de la boca del usuario.
- **Sensor de temperatura:** este módulo se encarga de medir la temperatura interna del dispositivo, si por algún motivo el dispositivo se recalienta, es decir, que llegue por encima de unos 70 grados centígrado, el dispositivo se apagará automáticamente, la próxima vez de encendido se dará por la interacción del usuario encendiéndolo.
- **Acelerómetro:** en el modulo de acelerómetro, el sensor leerá continuamente datos de aceleración, fuerza y giroscopio, para detectar si en algún momento se presenta un evento de colisión o un evento de caída del conductor, estos datos y eventos serán enviados a la aplicación móvil del dispositivo.
- **Microcontrolador:** este modulo es el mas importante de todos pues es el microcontrolador el encargado de procesar toda la información recopilada por los sensores para enviarlo en un formato establecido a la aplicación móvil a través del bluetooth. A su vez controlara al sensor de alcohol, y otras funciones del dispositivo.
- **Interfaz de usuario:** este modulo cuenta con botones y un led que cambia de colores, el led indicará al usuario estos internos del dispositivo, como por ejemplo, si esta cargado, si se esta comunicando, entre otras funciones, en cuanto a los botones aún esta por definirse sus funcionalidades, pero actualmente, encenderá el dispositivo y controlara ciertas funciones del bluetooth.

NOTA: Cabe destacar que la forma y el tamaño de la placa no será la final, servirá para realizar pruebas de campo, aunque se utilizaran los componentes superficiales de modo tal que sea de tamaño reducido y portátil.

Lista de componentes Fase Pre-Beta.

Componente	Cantidad	Descripción
Microcontrolador	1	PIC18F45J53
Acelerómetro	1	MPU6050
Sensor Alcohol	1	TGS2620
Bluetooth Dual	1	BTM0608C2
Sensor de temperatura	1	DS18B20
Regulador de tensión	2	MCP1826T
Cargador de batería	1	MCP73831
Conector microusb	1	--

Batería Lipo	1	3.7 V 1200mah
Speackers	2	--
Micrófono	1	--
Transistor	1	2n2222
Resistencia	19	100ohm,100k,10k,2.2k,4.7k
Capacitor	10	3.3uF,1uF,4.7uF,0.1uF,15pF,2.2uF,220pF
Zener	3	3.3V
Inductor	1	15nh
Pulsador	3	--
Led RGB	2	--
Header	1	--

NOTA: La lista de componentes detallada anteriormente tiene cantidades de componentes para un solo prototipo es decir para una placa.

Análisis de fase Pre-Alpha para desarrollo Pre-Beta.

En la fase pre-beta se analizarán los datos obtenidos en la fase Pre-Alpha de modo tal de desarrollar un prototipo preliminar con las funcionalidades establecidas, en alimentación de poder, acelerómetro para detección de caída lateral y colisión, detección de grados de alcoholemia. Tomando en cuenta los resultados y calibrando el dispositivo para respuestas coherente con parámetros reales.

Análisis Acelerometro MPU-6050 caída lateral.

En la fase Pre-Alpha se investigó de posibles trabajos o proyectos que involucraran un tema similar, para tener antecedentes de funcionamientos, componentes utilizados, datos y análisis previos.



UPS-CT005580.pdf

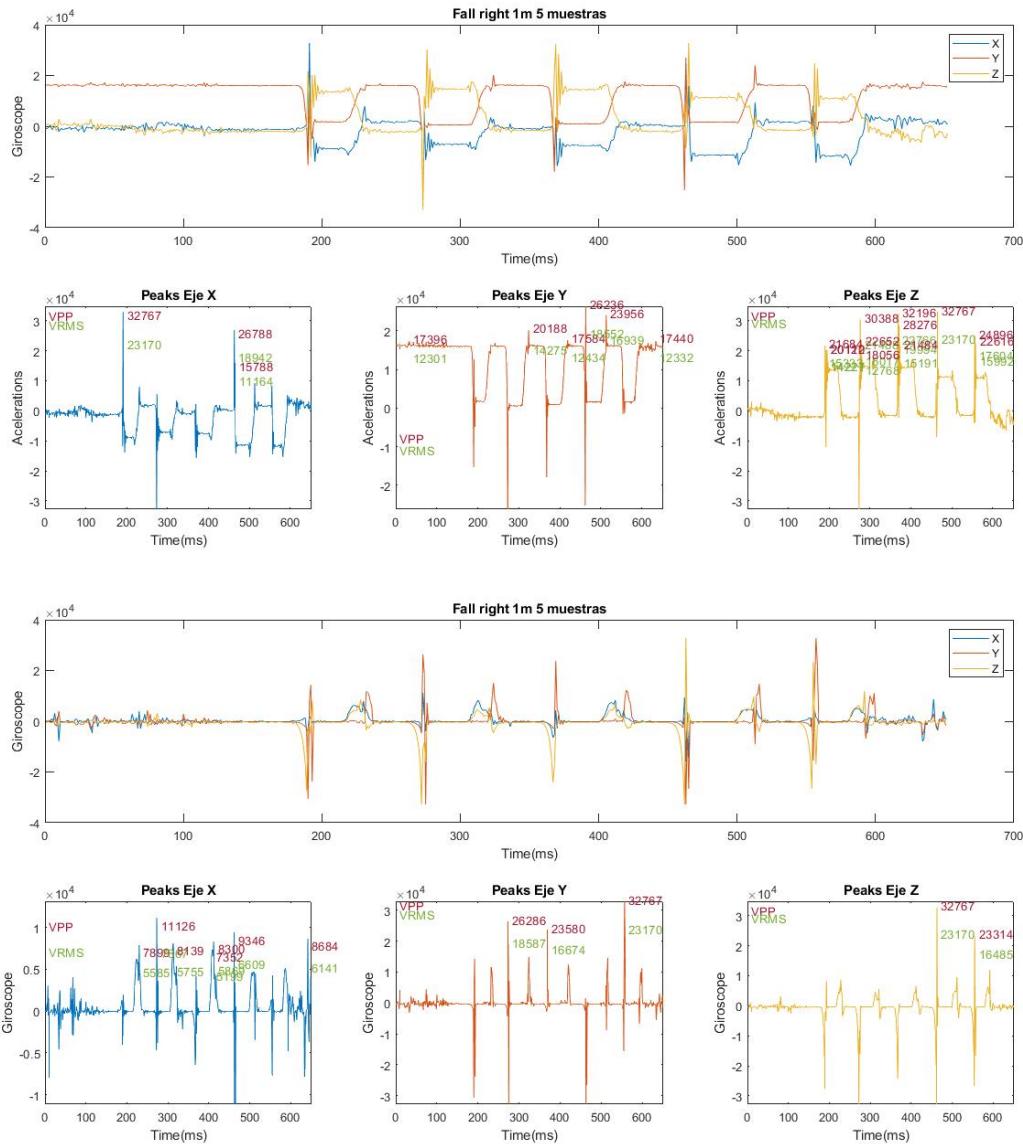
Uno de los proyectos que involucra caída con acelerómetro es realizado en la Universidad Politécnica Salesiana. En dicho trabajo utilizaron un ADXL335 para detectar caídas de personas de la tercera edad, en dicho trabajo analizaron las lecturas obtenidas, concluyendo que un pico de caída superaba 2.2G estableciendo que el resto de las actividades normales de las personas de tercera edad no pasaba de ese punto.

Tomando en consideración este análisis se realizaron lecturas en crudo del acelerómetro (-32767 al 32767) estableciendo en primer lugar que se requieren mas datos en el análisis de vehículos como autos y motocicletas, ya que las actividades normales generan picos que pueden llegar a saturar el máximo valor del acelerómetro.

En este caso, se tomaron datos de la aceleración y datos del giroscopio, en las pruebas se dejó caer de una altura de 1 metro al dispositivo hacia el lado derecho por 5 muestras y de la misma manera hacia el lado izquierdo, obteniendo los siguientes resultados.



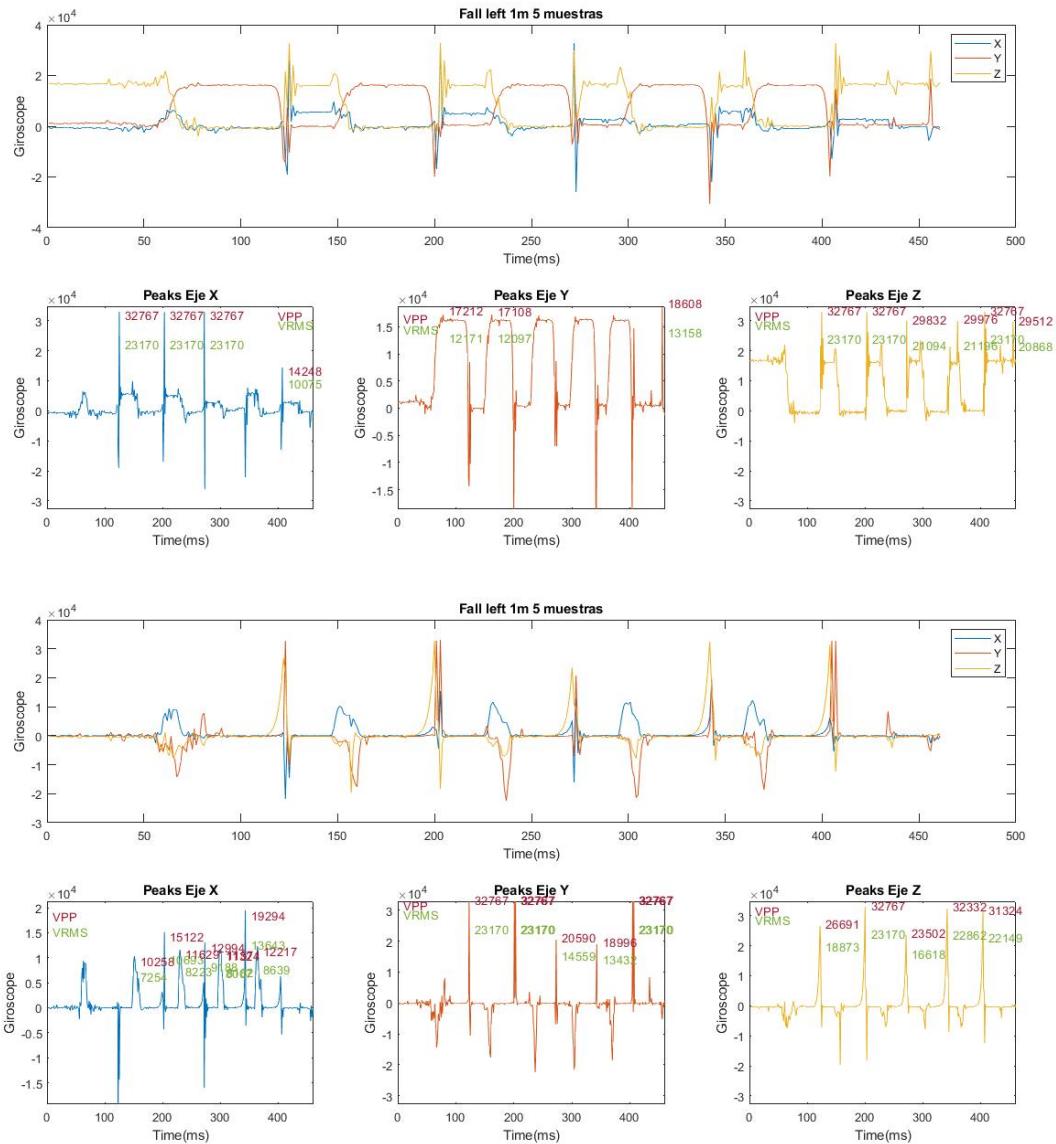
Fall_Right_1met...o_5muestras.TXT



Abrir imagen en nueva pestaña para detallar



Fall_1metro_Left_5muestras.TXT



Abrir imagen en nueva pestaña para detallar

Conclusiones:

Se pudo observar que los valores de aceleración fueron similares en los 3 ejes con la diferencia que en el lado derecho el eje Y inicia en un punto superior a los otros dos ejes y en el lado izquierdo ese punto se encuentra en el eje Z.

Analizando los resultados del giroscopio se pudo observar que en el lado derecho el eje Y y Z prevalecen los picos hacia el lado negativo, mientras que en el lado izquierdo los picos de los ejes Y y Z prevalecen hacia el lado positivo dando como resultado una magnitud mayor a |20000| cuando recibe el impacto.

Desarrollo de código

Para lograr determinar la programación necesaria para la detección de caída lateral se procedió hacer una lectura de los tres ejes en °/s entre los ejes se calculó la magnitud a través de la fórmula;

$$magnitud = \sqrt{(gyroX^2 + gyroY^2 + gyroZ^2)}$$

Sin embargo, para determinar cual es la magnitud que representa una caída se leyeron 128 muestras en vectores de cada eje y se analizaron los picos máximos en pruebas de caída lateral. Luego de haber configurado el giroscopio con un rango de -250 a 250°/s y filtrado las lecturas de giroscopio.

El filtrado o calibración de la lectura del giroscopio viene dado por conocer que su rango es de -32767 a 32767. Por ello la lectura pasa por la siguiente fórmula;

$$GyroFiltrado = LecturaGyro * rango \frac{^\circ}{seg} / PicoGyro$$

Siendo,

LecturaGyro → valor leído por el sensor por eje

Rango°/Seg → es el configurado en el programa, en este caso 250 °/seg.

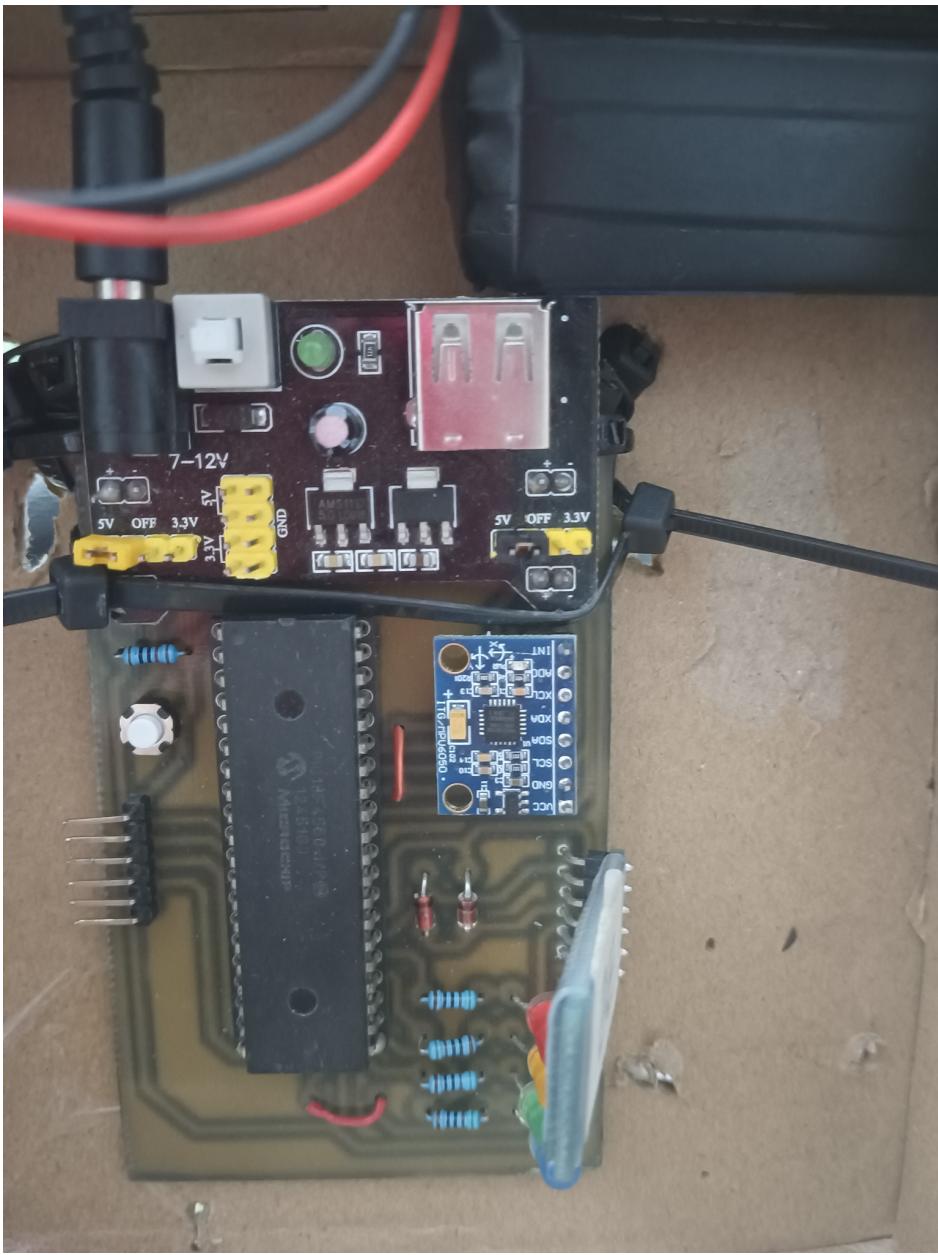
PicoGyro → el valor máximo negativo y positivo al que llega el sensor, en el MPU6050 32767

Basado en dicha calibración se estableció una magnitud de +-250 °/s de modo que cuando llegue a este valor indicará que se ha generado una caída lateral. Sin embargo, para garantizar la detección se mide la magnitud por 5 milisegundos extras, si esta se mantiene entonces efectivamente es una caída lateral y no un pico falso o ruido.

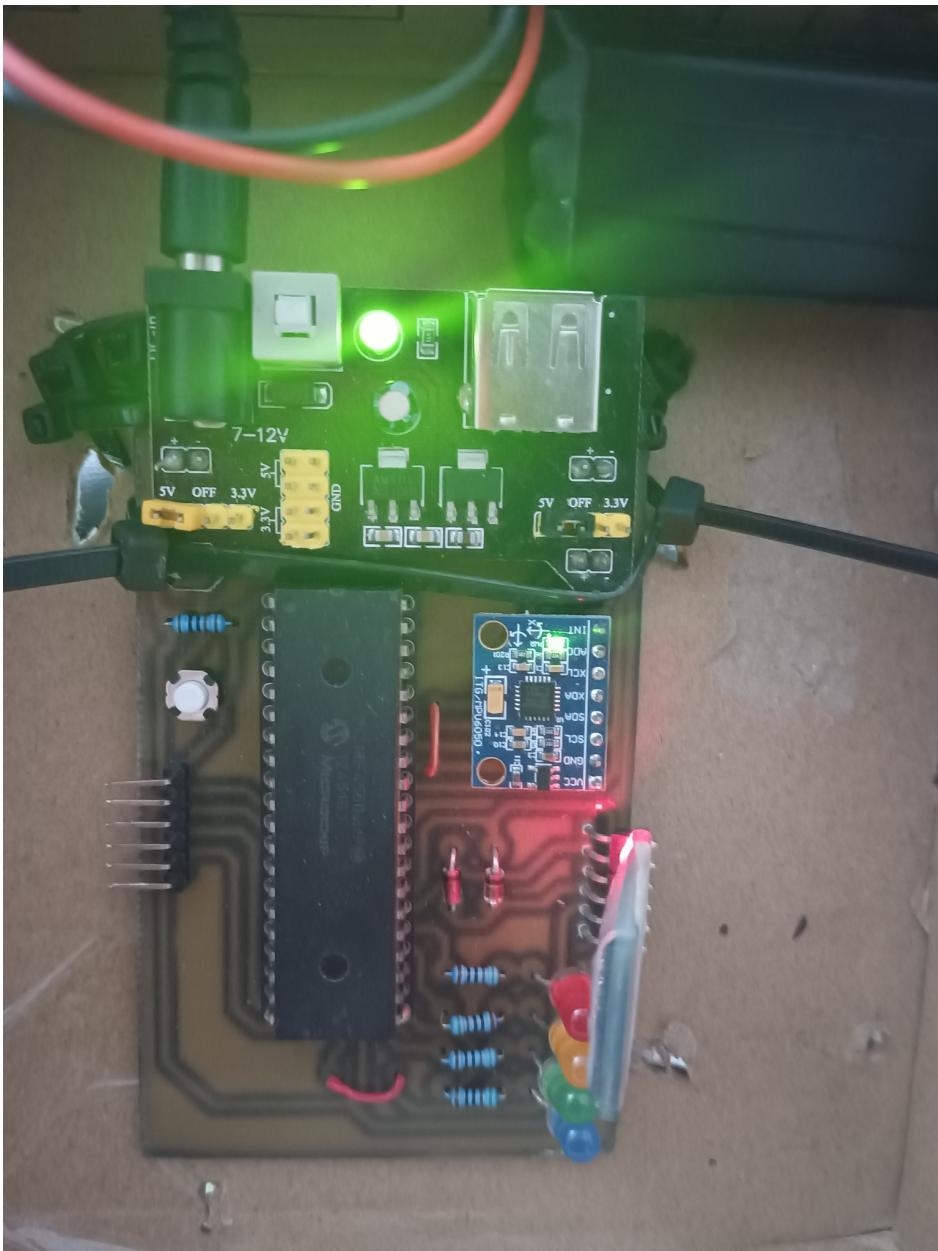
En la placa de prueba, cuando esto suceda pasarán dos cosas:

1.- Encendido de Led Verde ubicado en la parte inferior de la placa por 5 segundos

2.- Envío por Bluetooth un mensaje “Caída Detectada”



Placa de prueba apagada



Placa de prueba encendida

18:37:05.237 Connecting to -unnamed- ...

18:37:06.425 Connected

18:37:11.725 Caida detectada

M1

M2

M3

M4

M5

M6

M7





Caída Detectada Led Encendido

Video Demostrativos

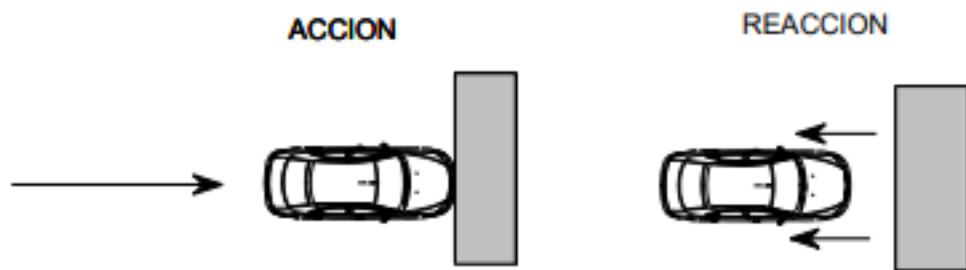
Análisis Acelerometro MPU-6050 colisiones.

En el caso de las colisiones, no se consiguieron proyectos anteriores que desarrollaran este punto con un acelerómetro o que se calcula de forma electrónica, sin embargo, existe mucha información acerca de los cálculos y fórmulas que se encuentran involucradas en una colisión automovilística.



cálculo_de_la_ve...s_de_tráfico.pdf

Para los cálculos y bases teóricas nos basaremos en este documento realizado por Tomás Muñoz Guzmán “Especialista en investigación y reconstrucción de accidentes de tráfico“. Uno de los puntos relevantes y demostrable con los datos obtenidos es la ley de interacción: Cuando un automóvil choca contra un obstáculo (acción) se origina otra fuerza igual, pero de sentido contrario (reacción)



Se conoce que la medida del acelerometro en aceleración se configura en g, el MPU6050 tiene un rango de: 2g,4g,8g,16g.

La **fuerza g** es una medida de aceleración, basada en la gravedad de la tierra conocida **9.8065m/s²**. Se considera que **1g** es equivalente a **9.8065m/s²**

Se diferencian g de fuerza con la g de gravedad por la representación:

g → Fuerza g (minúscula y cursiva)

G → Gravedad (mayúscula)

La **fuerza g** para un objeto es de 0 g en cualquier ambiente sin gravedad, como el que se experimenta en el interior de una nave o habitáculo en caída libre o en un satélite orbitando la Tierra, y de 1 g a cualquier objeto estacionario en la superficie de la Tierra al nivel del mar. Por otra parte, las fuerzas g pueden ser mayores a 1, como en una montaña rusa, centrifugadora o en un cohete.

Origen

La **aceleración** es un fenómeno comúnmente conocido en los automóvil, experimentándose en cada cambio de dirección y velocidad respecto al **punto de referencia**. Cuando cambian algunas de estas, se pueden sentir cambios laterales (de lado a lado) y longitudinales (de adelante hacia atrás).

Una **aceleración de 1g** es la variación de la velocidad en aproximadamente **35 km/h o 9.72m/s (22 mph)**, en el lapso de **1 segundo**. Un automóvil de alto rendimiento puede frenar (desacelerar) a aproximadamente 1g. Esto significa que un automóvil que viaje a **105 km/h (66 mph)** y frene en **1 segundo** experimentará una fuerza de **3 'g'**.

Aceleración y fuerza

En la **segunda ley de Newton**, la ley de la aceleración, Newton planteó una ecuación que reducida se escribe como **$F=m \cdot a$** . Esta fórmula enuncia que la **fuerza (F)** que actúa sobre un cuerpo es igual a la **masa (m)** multiplicado por la aceleración (**a**).

Configuración en g adecuado.

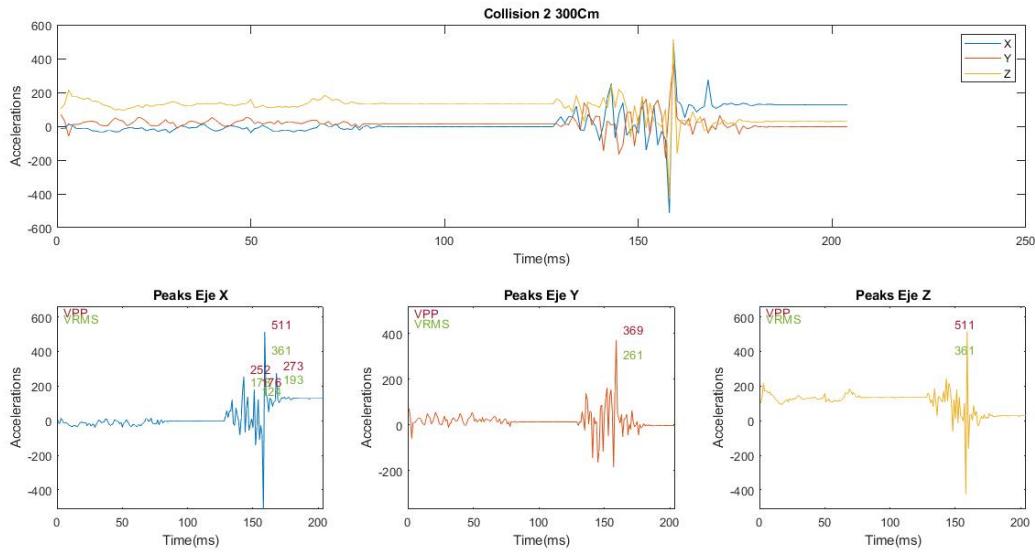
1. **Rango adecuado para colisiones:** Para la detección de colisiones entre motos y carros, es probable que ocurran aceleraciones significativas. En este caso, es recomendable utilizar un rango que permita medir aceleraciones lo suficientemente altas sin saturar el sensor. Un rango de **16g** proporciona una mayor margen de maniobra para detectar colisiones violentas, pero también puede ser más susceptible al ruido en el rango máximo. Por lo tanto, **8g** o **16g** podrían ser opciones adecuadas.

2. **Resolución:** Un rango más amplio (como ***16g***) proporciona una menor resolución, lo que significa que las pequeñas aceleraciones pueden ser menos precisas de detectar. Para colisiones con aceleraciones de magnitud moderada, un rango de ***8g*** podría ser una buena opción, ya que brinda un equilibrio entre rango y resolución.
3. **Sensibilidad a ruido:** Un rango más amplio también puede hacer que el sensor sea más sensible al ruido y vibraciones en el rango máximo. Se deberá considerar cómo gestionar el ruido en las mediciones, como aplicar filtros o técnicas de suavizado.
4. **Calibración:** Independientemente del rango elegido, es importante calibrar el sensor adecuadamente para eliminar cualquier desviación o error en las mediciones.

Algoritmo para detección de colisiones

Algoritmo de pasos a seguir para la correcta detección de colisión con una buena precisión.

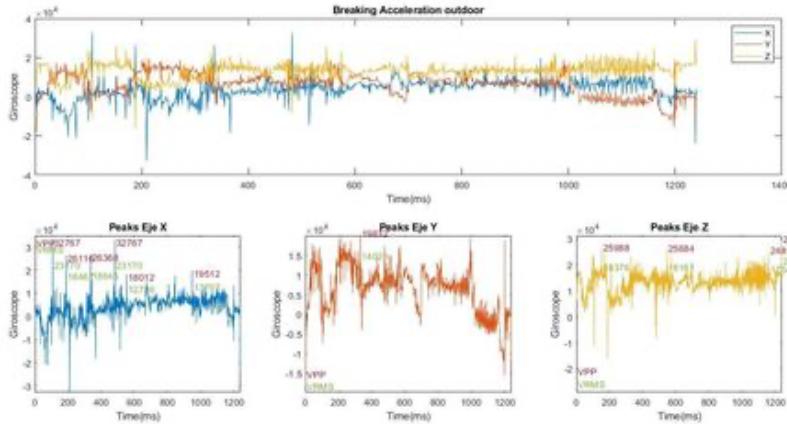
1. Configuración del MPU6050:
 - Configurar el MPU6050 a ***8g*** para medir la aceleración en tres ejes: X, Y y Z.
 - Calibrar el sensor para eliminar cualquier error de lectura y establecer valores de sensibilidad adecuados.
2. Recopilación de datos:
 - Mostrar y almacenar los datos de aceleración en un búfer durante un período de tiempo determinado, como unos pocos segundos.
3. Filtrado de datos:
 - Filtro de paso bajo a los datos de aceleración para eliminar ruido no deseado.
4. Análisis de datos:
 - Cálculo la aceleración total utilizando la fórmula: $A_{total} = \sqrt{Ax^2 + Ay^2 + Az^2}$, donde Ax, Ay y Az son las aceleraciones en los ejes X, Y y Z, respectivamente.
5. Umbral de detección:
 - Establecer un umbral de detección para identificar una colisión. El valor del umbral dependerá de la sensibilidad deseada y la configuración del sensor.
6. Detección de colisiones:
 - Supervisar continuamente el valor de la aceleración total.
 - Si el valor supera el umbral durante un tiempo específico (por ejemplo, 100 ms), considera que ha ocurrido una colisión.
7. Respuesta a la colisión:
 - Cuando se detecta una colisión, enviar una notificación a través del módulo bluetooth.
8. Ajuste y pruebas:
 - Ajustar el umbral y los parámetros del algoritmo según sea necesario para minimizar falsos positivos o falsos negativos.



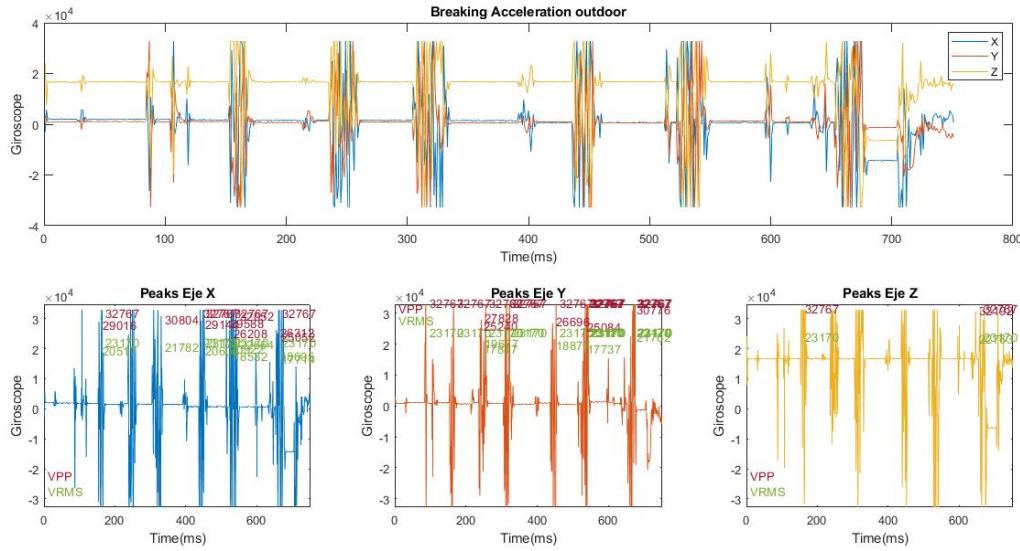
Esta teoría se ve puede comprobar en los datos obtenidos por el acelerómetro, donde se puede ver reflejado que en seguida del pico positivo se presenta un pico negativo en los ejes afectados en este caso, el eje X y Y.

Sin embargo, existe un punto probado que complica la programación para detectar la colisión y es que en una frenada brusca también se presenta esta reacción.

Aceleración frenada en bicicleta



Aceleración frenada en carro a control remoto



En ambos casos, se presentan picos importantes sobre todo en las pruebas de aceleración frenada en el carro a control remoto donde, estos picos incluso llegan al punto de saturación.

En este caso, una posible solución podría ser no dejar a un lado este fenómeno y enviar los datos a la aplicación con un aviso al usuario para determinar si sufrió de un choque. Y por otro lado, se tomará como hecho real que al momento en el que un conductor sufre un choque queda en estado de reposo, es decir, con velocidad 0 por unos minutos o incluso un tiempo mas prolongado, de modo tal que se puede programar al dispositivo para tomar en cuenta luego de los picos de acción y reacción si la velocidad es 0 por un tiempo determinado, enviar el aviso de que si se ha detectado una colisión.

Desarrollo de código

Para determinar en programación la detección de colisión se de toma una lógica similar a la caída lateral pero tomando en cuenta la aceleración, se configuró el acelerómetro para 16g de modo tal que el pico de la magnitud de los ejes se presente cuando exista una fuerza mayor, por ejemplo una generada por moto o por vehículo.

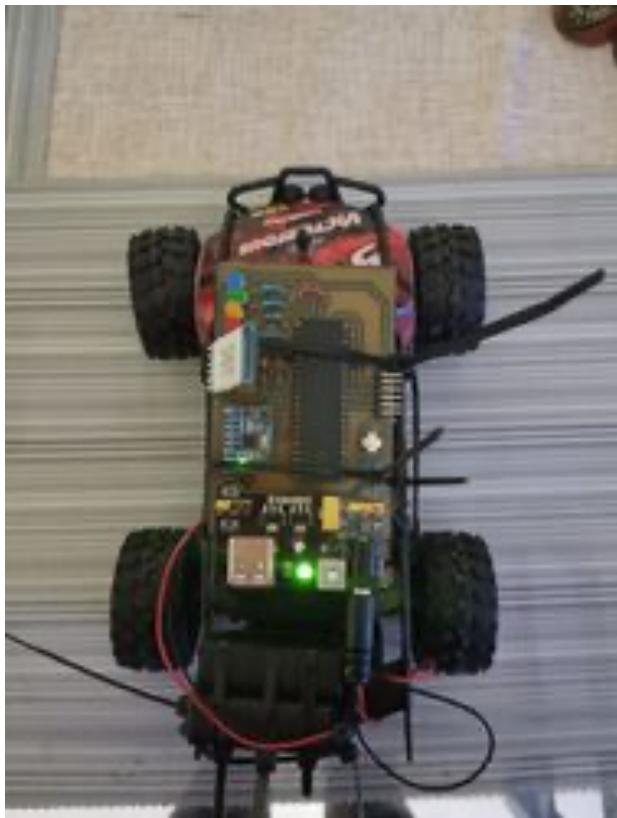
Aunque se configuro para 16 g el acelerómetro continua indicando como su pico máximo 32767, sin embargo para fines de prueba se estableció un umbral de 8000 de modo que cuando se detecte una magnitud mayor a 8000 se puede decir que se ha detectado una colisión, recordando que la magnitud viene dada por la fórmula.

$$magnitud = \sqrt{(acX^2 + acY^2 + acZ^2)}$$

En la fase de mostración, se fijo la placa en el carro de control remoto y se hizo colisionar, al detectarlo el dispositivo encuentre una luz azul y a su vez envía al bluetooth “Colisión detectada“.



Placa de prueba apagada



Placa de prueba encendida



Detección de colisión

Videos demostrativos.

[VID_20231003_204715_HSR_12029474811.mp4](#)

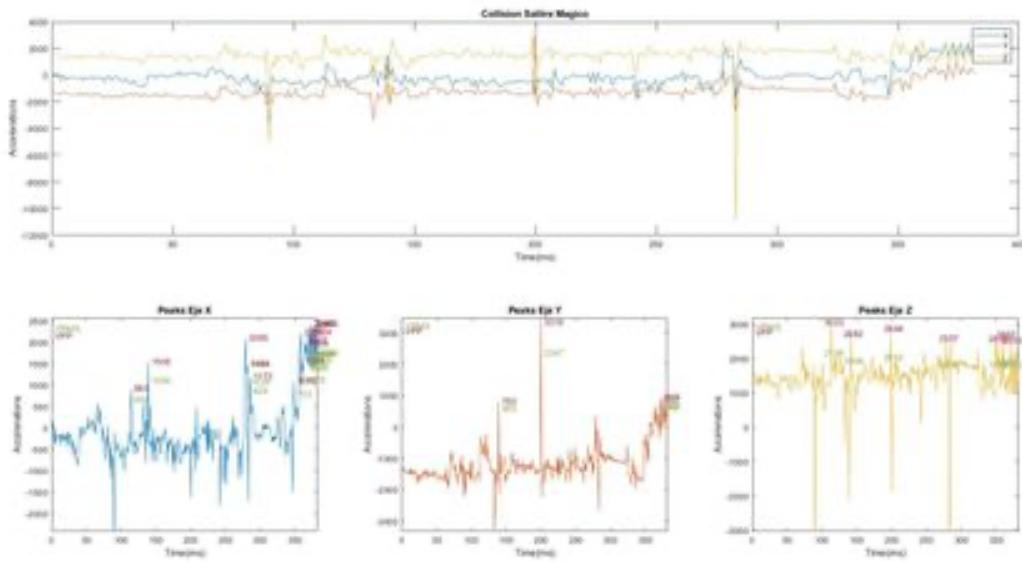
[VID_20231003_201021.mp4](#)

Pruebas de colisión en Salitre Mágico

Luego de tener un código estable, se procedió a realizar pruebas mas reales, con los carros chocantes de un parque de diversiones, este cuenta con una mayor masa, velocidad y aceleración, se realizaron pruebas de choque frontal, lateral y por la parte de atrás.

Los mejores resultados se dieron en el choque frontal, por lo que para su detección debía ser un choque bastante fuerte.

Se recopilaron los datos y en la gráfica surgieron estos resultados.



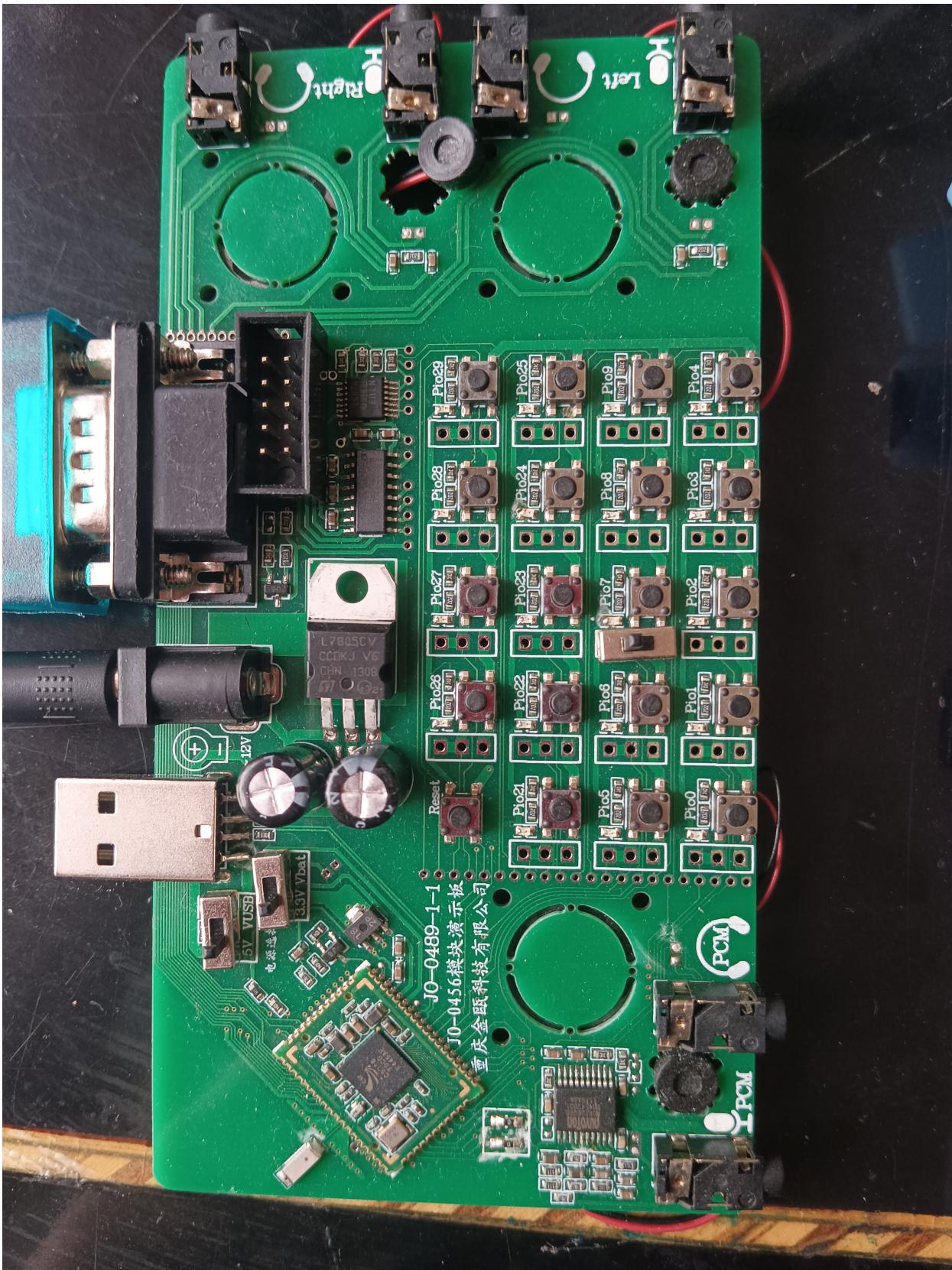
En dicha gráfica se puede observar que existieron algunos picos de coque, sin embargo, no llegaba al umbral propuesto, salvo un momento donde el choque fue intenso y se puede ver el pico en el eje Z que superó el umbral y es ahí donde detecto la colisión.

[VID_20231005_115356.mp4lv_0_20231010113004.mp4](#)

Bluetooth Dual. (Importado)

Para el desarrollo de la fase pre-beta se requiere un dispositivo que sea capaz de reproducir audios, música, llamadas, etc. y a su vez pueda enviarle datos a la aplicación móvil de los eventos que se generan en el dispositivo, para ello se adquirió el BTM0608C2 que cuenta con dichas características.

Se solicitó una placa de prueba al fabricante para confirmar su funcionalidad.



Placa de prueba enviada por el fabricante del bluetooth BTM0608C2, cuenta con todas las funcionalidades del bluetooth, comunicación serial, speaker para reproducir audio, micrófono para enviar audios y realizar llamadas, auriculares, entre otros.

[lv_0_20230808131020.mp4](#)

Prueba inicial Bluetooth BTM0608C2

[VID_20230808_125716.mp4](#)

Detalles encontrados.

Según las pruebas realizadas el bluetooth cumple con las funcionalidades requeridas para el proyecto, sin embargo tiene ciertos detalles encuentro a la sincronización del envío y recepción de datos, envío de caracteres por ruido, entre otros. Sin embargo, son detalles que pueden ser validados por medio de programación.