

Informe de Proyecto Final

Carrera de Ingeniería Electrónica.
Facultad Regional Avellaneda.
Universidad Tecnológica Nacional



Proyecto:

TrackPoint, sistema telemático para monitoreo del movimiento de vehículos

Integrantes:

Branchifortti, Alejandro

Carro, Rodrigo

Lopez, Leandro

Fecha: 27/2/2019

Versión: 3

Índice general

1.	RESUMEN	2
2.	INTRODUCCIÓN.....	2
3.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	3
3.1.	Diagrama en bloques	3
3.2.	Microcontrolador ATmega328.....	4
3.3.	Módulo SIM808	6
3.4.	IMU MPU6050.....	10
3.5.	Modulo SD.....	13
3.6.	Protocolo SPI.....	14
3.7.	Módulo TP4056	16
4.	SISTEMA DESARROLLADO.....	17
4.1.	Diagrama en bloques del circuito	17
4.2.	Componentes.....	17
4.3.	Prototipo desarrollado	18
4.4.	Algoritmo del microcontrolador	18
4.5.	Pruebas en campo y procesamiento de la información.....	20
4.7.	Servidor web.....	22
4.9.	Software desarrollado.....	25
4.10.	MANUAL DE USUARIO.....	26
5.	ANALISIS DE MERCADO.....	26
6.	ESPECIFICACIONES	29
6.1.	Tecnología GPS.....	29
6.2.	Tecnología de medición inercial	30
6.3.	Tecnología de carga de baterías	31
6.4.	Tecnología de procesamiento	32
6.5.	Confiabilidad	32
7.	ANEXOS	34
7.1.	Anexo 1 – Manual de usuario.....	34
7.1.1.	Pasos para la instalación:	34
7.1.2.	Manual del programa:.....	34
7.1.3.	Manual del sitio Web:	37

1. RESUMEN

Sistema telemático para monitoreo del movimiento de vehículos, basado en el desarrollo de un dispositivo portable, por vehículo, que registra las características del movimiento del mismo. Para esto cuenta con un módulo GPS y GSM/GPRS y sensores IMU integrados que registran los parámetros de interés (posicionamiento, velocidad, aceleración), que al ser procesados permiten obtener información exclusiva sobre la conducción (trayectoria recorrida, aceleraciones, frenadas y giros bruscos, etc.).

Cada dispositivo almacena la información en la nube de Internet, mediante un servidor web dedicado procesa la información de todos los dispositivos portables vinculados al sistema. Los datos registrados también se almacenan en una tarjeta de memoria microSD estándar, los cuales pueden procesarse desde una sencilla plataforma de software. Para ambos tipos de accesos, online u offline, puede obtenerse un trazado de trayectoria, que puede visualizarse en cualquier aplicación de cartografía digital como GoogleMaps, y un reporte sobre la conducción. El dispositivo también ofrece la opción de ser interrogado por GSM vía SMS, lo mismo que configurar envíos de alertas.

El dispositivo funciona con una tensión de alimentación compatible con la del vehículo, con puerto USB, y cuenta con una batería y un sistema cargador de baterías, que aseguran su funcionamiento por doce horas sin tensión auxiliar de alimentación.

PALABRAS CLAVE: Tracking, GPS, GSM/GPRS, conducción de vehículos

2. INTRODUCCIÓN

En el marco del desarrollo del Proyecto Final de la carrera, se planteó el sistema enunciado, al que hemos denominado "TrackPoint", pensado como una solución inteligente para el tracking de diferentes activos, focalizando en un nuevo modelo de seguridad para conductores, vehículos y mercancía (pues se reciben alertas y generan reportes) basado en las nuevas tecnologías, las cuales en realidad ya son parte de la vida cotidiana, como es el caso del Internet de las Cosas, la tecnología aplicada a objetos que los convierte en elementos inteligentes.

El objetivo del tracking es identificar y rastrear automáticamente la ubicación de objetos o personas en tiempo real, para lo que se pueden utilizar diversas tecnologías dependiendo de las necesidades y características de cada aplicación en particular.

La tecnología aplicada en este caso es de tipo telemática; la telemática es la disciplina científica y tecnológica que analiza e implementa servicios y aplicaciones que usan tanto los sistemas informáticos como los de telecomunicación, como resultado de la unión de ambas disciplinas. Esta tecnología permite la transmisión de datos informatizados registrados por un dispositivo portable a través de la red celular y vía internet.

El sistema tiene como aplicación principal, a partir de los datos registrados, el controlar, monitorear y optimizar la gestión de una flota de vehículos. Para esto, se coloca un dispositivo portable por vehículo, permitiendo su geolocalización en tiempo real, trazar su ruta recorrida con estampa de tiempo y obtener información exclusiva sobre la forma de manejo (aceleraciones, frenadas y giros bruscos). Esta tecnología permite también que ante la detección de un siniestro grave, se genere una alarma automática sin esperar la denuncia del mismo (enviando un alerta a base de telecontrol), con todo lo que esto significa desde el punto de vista de la contención y ayuda al conductor.

El dispositivo puede tener aplicación no solo en la gestión de flotas, sino en cualquier ámbito de control vehicular, por ejemplo en el campo de coberturas del rubro automotor, ya que a partir del análisis de las variables de manejo, es posible calcular un scoring de conducción, complementario al tradicional, que permitiría a las aseguradoras ofrecer mejores primas a los conductores con mejores índices, incentivando en paralelo las buenas prácticas en materia de conducción. Otro ejemplo de

aplicación es como sistema de gestión de agencias de remises, con leves modificaciones (incorporando un display y un algoritmo tarifador), podría tanto conductor como pasajero estimar costos precisos en base a distancia recorrida o tiempo de espera, permitiendo a la empresa llevar un mejor control y determinar el vehículo más cercano a una determinada locación entre otros beneficios.

Es esta última aplicación se destaca como punto importante del proyecto la flexibilidad y versatilidad que puede ofrecerse ante cambios requeridos, teniendo desarrollada la base del tracking.

La idea del proyecto surgió al evaluar el estado del arte y del mercado actual y futuro de este tipo de solución, analizados en la sección de análisis comercial.

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

3.1. Diagrama en bloques

Para el control del sistema se hizo uso de un microcontrolador modelo ATmega328P de Microchip, el cual está encargado de realizar los procesos lógicos y matemáticos dentro de la placa, además de controlar y gestionar los recursos de cada uno de los componentes externos conectados a la misma, que son unos módulos GPS+GSM/GPRS (SIM808), acelerómetro y giróscopo (MPU6050) y SD.

La tensión de funcionamiento del sistema es 3,3 a 5VDC, rango en común de funcionamiento nominal de los componentes. La tensión de continua provista por el vehículo se compatibiliza mediante un esquema sencillo con regulador y mediante un CI TP4056 se realiza la carga de una batería (incluyendo sensado de corriente y protección contra descarga inversa), por ejemplo una batería de Li-Ion de una celda de 3,7V semejante a la que utilizan los celulares. Esto último permite el funcionamiento bajo respaldo de batería en caso de una desconexión de la fuente de alimentación principal.

En la Fig. 1 puede observarse un esquema del sistema completo.

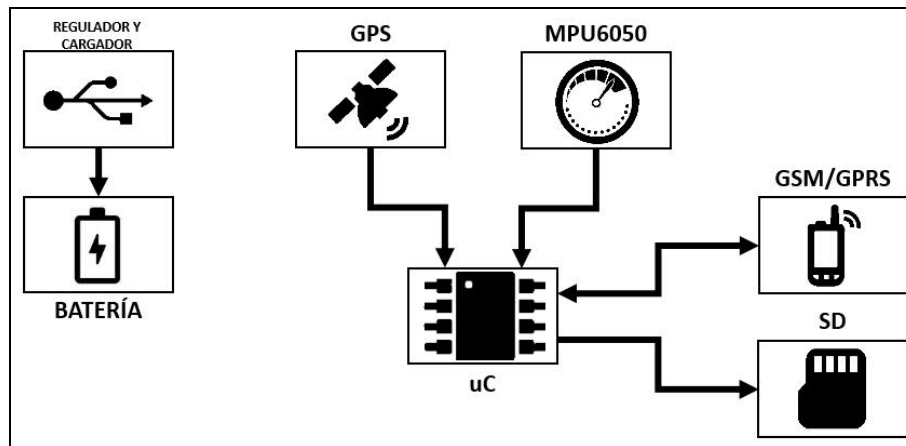


Fig. 1. Diagrama en bloques del sistema.

El CI SIM808 proporciona la tecnología de navegación por satélite (GPS) y comunicación GSM/GPRS. Requiere para operar de una tarjeta SIM y las correspondientes antenas y es controlado por el microcontrolador por comandos denominados "AT" mediante comunicación serie a través de la USART. Los datos del GPS están contenidos en tramas normalizadas que contienen la totalidad de la información del sistema de posicionamiento global, cuyos datos pueden extraerse de manera individual según sea requerido (por ejemplo únicamente la posición).

Un módulo MPU6050, un sistema de medida inercial (IMU) de 6 grados de libertad, provee un acelerómetro y el giróscopo, ambos de 3 ejes, mientras que un módulo SD, el cual es básicamente un adaptador a los pines de una tarjeta SD, permite almacenar la información registrada por el MPU6050 y el SIM808. Dicha información es enviada también por GPRS a un servidor web dedicado.

El microcontrolador se comunica con el MPU6050 y el modulo SD utilizando el protocolo SPI (Interfaz de Comunicación Serial, del inglés Serial Peripheral Interface), el cual es un protocolo síncrono que trabaja en modo full dúplex para recibir y transmitir información.

En la Fig. 2 puede observarse un diagrama esquemático de la interacción del proceso de la comunicación.

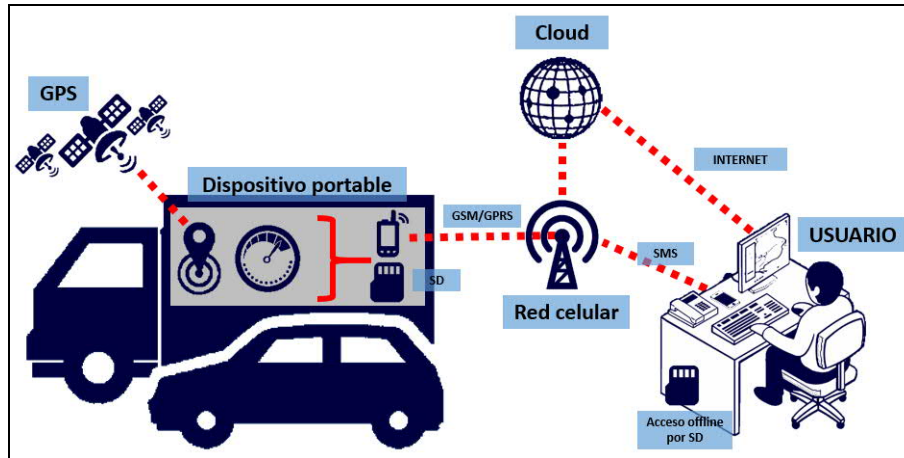


Fig. 2. Diagrama esquemático de la comunicación del sistema.

3.2. Microcontrolador ATmega328

El microcontrolador elegido es un ATmega328 AVR 8-bit, perteneciente a la serie megaAVR creada por Atmel, y actualmente propiedad de MICROCHIP. En la Fig. 3 puede observarse el mismo para el caso del encapsulado PDIP utilizado.



Fig. 3. Microcontrolador ATmega328 – Encapsulado PDIP.

El ATmega328 AVR 8-bit es un circuito integrado de alto rendimiento con arquitectura RISC, combinando 32KB de memoria flash, con la capacidad de leer mientras escribe, 1KB de memoria EEPROM, 2KB de SRAM, 23 líneas de E/S de propósito general, 32 registros de proceso general, tres temporizadores flexibles/contadores con modo de comparación, interrupciones internas y externas, programador de modo USART, 6 canales PWM, interface SPI Master/Slave e I2C, entre sus principales características. El dispositivo opera entre 1,8 y 5,5V y en la Fig. 4 puede observarse el pinout.

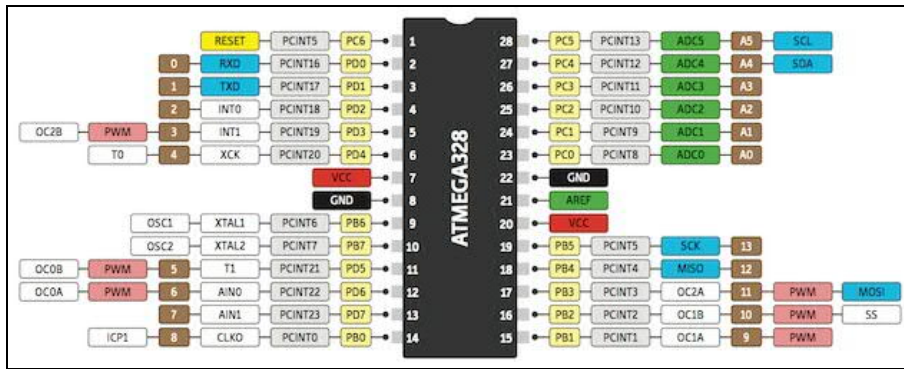


Fig. 4. Microcontrolador ATmega328 – Pinout encapsulado PDIP.

La elección de esta familia de microcontroladores se debió a su amplia gama de modelos a bajo costo y la gran cantidad de herramientas de desarrollo de software y hardware y documentación disponible que existen, entre algunas de sus ventajas. Este fue un punto muy importante en la decisión, pues la experiencia previa del grupo había sido utilizando microcontroladores 8051 y 8086 de INTEL, que resultaban insuficientes para los requerimientos del sistema a implementar.

El microcontrolador se programó utilizando un sencillo esquema del fabricante, conocido como "Standalone uC" y una interfaz SparkFun FT232 USB/Serie, que puede observarse en la Fig. 5.

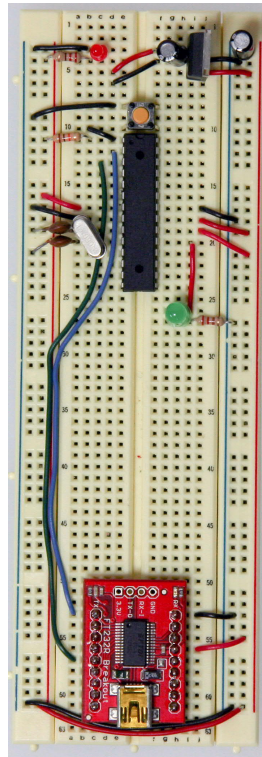


Fig. 5. Esquema de conexión.

3.3. Módulo SIM808

Para implementar las funcionalidades de GPS y GSM/GPRS se optó por un circuito integrado SIMCOM SIM808, que puede observarse en la Fig. 6.



Fig. 6. SIM808.

El GSM (Global System for Global Communications) es el sistema de comunicaciones que más se utiliza en teléfonos móviles y es un estándar en Europa. La primera funcionalidad de esta tecnología es la transmisión de voz, pero también permite la transmisión de datos vía SMS a una velocidad baja de 9kb/s.

El GPRS (General Packet Radio Service) es una extensión del GSM basada en la transmisión por paquetes que ofrece un servicio más eficiente para las comunicaciones de datos, especialmente en el caso del acceso a Internet. La velocidad máxima (en teoría) del GPRS es de 171kb/s, aunque en la práctica es más pequeña.

El GPS (Global Positioning System) es un sistema de radionavegación basado en satélites desarrollado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos de América y abierto al uso público en la década de 1980, permite a cualquier usuario saber su localización, velocidad y altura, las 24 horas del día, bajo cualquier condición atmosférica y en cualquier punto del globo terrestre. Para determinar las posiciones en el globo, el sistema GPS se sirve de 2 a 4 satélites y utiliza la trilateración.

Para entender cómo funciona el sistema de posicionamiento global, primero se debe saber que el GPS está compuesto por tres componentes: el espacial, el de control y el de usuario. El componente espacial está constituido por una constelación de satélites en órbita terrestre aproximadamente a 20200 km, distribuidos en 6 planos orbitales. Estos planos están separados entre sí por aproximadamente 60 en longitud y tienen inclinaciones próximas a los 55 en relación al plano ecuatorial terrestre. Fue concebido de manera que existan como mínimo 4 satélites visibles por encima del horizonte en cualquier punto de la superficie y en cualquier altura.

El componente de control está constituido por 5 estaciones de rastreo distribuidas a lo largo del globo y una estación de control principal (MCS- Master Control Station). Este componente rastrea los satélites, actualiza sus posiciones orbitales y calibra y sincroniza sus relojes. Otra función importante es determinar las órbitas de cada satélite y prever su trayectoria durante las 24 horas siguientes. Esta información es enviada a cada satélite para después ser transmitida por este, informando al receptor local donde es posible encontrar el satélite. El componente del usuario incluye todos aquellos que usan un receptor GPS para recibir y convertir la señal GPS en posición, velocidad y tiempo. Incluye además todos los elementos necesarios en este proceso, como las antenas y el software de procesamiento.

¿Cómo funciona? Los fundamentos básicos del GPS se basan en la determinación de la distancia entre un punto: el receptor, a otros de referencia: los satélites. Sabiendo la distancia que nos separa de 3 puntos podemos determinar nuestra posición relativa a esos mismos 3 puntos a través de la

El módulo GSM/GPRS es de alto rendimiento y cuádruple banda que funciona en frecuencias GSM 850MHz, EGSM 900MHz, DCS 1800MHz y PCS 1900MHz, admitiendo esquemas de codificación GPRS CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4. Ofrece la solución para aplicaciones GPS en su clase, bajo Time-To-First-Fix (TTFF) y excelente precisión. Se destaca finalmente que está diseñado con una técnica de ahorro de energía para que el consumo de corriente sea tan bajo como 1.2mA en modo stand-by (con el GPS apagado).

El SIM808 tiene 68 pines SMT, distribución que puede observarse en la Fig. 7.

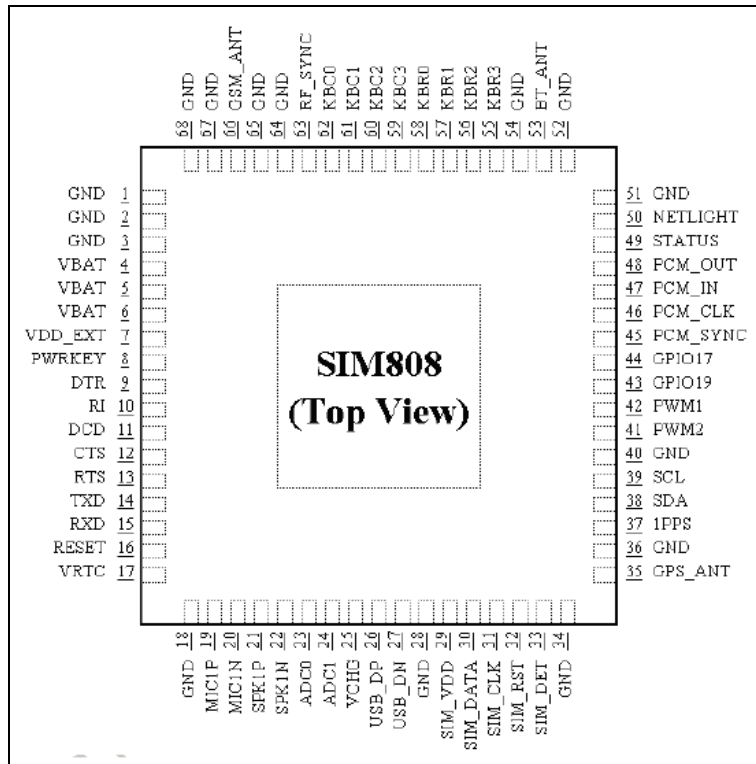


Fig. 7. SIM808 – Pinout encapsulado.

Se implementará utilizando un módulo de evaluación (Evaluation Board) que puede observarse en la Fig. 8, el cual consiste en el chip embebido en una placa y con sus interfaces implementadas, es decir conexiones para antenas, tarjeta SIM, carga de batería, botones, luces indicadoras de estado, un LNA (Low Noise Amplifier) para el adecuado procesamiento de la información, entre otras características (por ejemplo interfaz UART y canales de audio que incluyen una entrada de micrófono y una salida de receptor) y que puede observarse en la Fig. 7. Esto fue así, dado que previamente uno de los integrantes disponía de dicho modulo, pero se destaca que en las estimaciones de producción comercial se considerara la implementación utilizando directamente el chip SIM808.

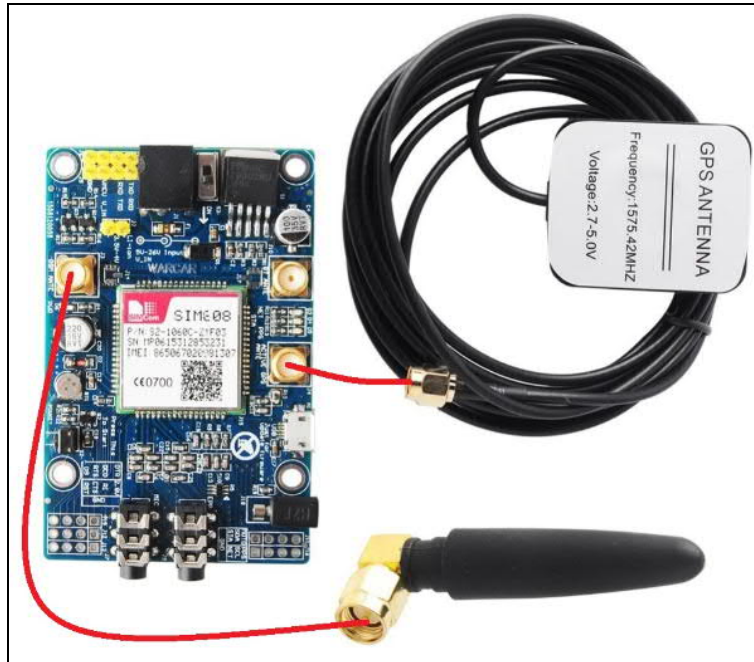


Fig. 8. Módulo SIM808 EVB-V3.

Tanto el módulo GSM/GPRS como el GPS del SIM808 se controlan mediante comandos AT. Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal modem. Los comandos AT se denominan así por la abreviatura de attention.

En un principio, el juego de comandos AT fue desarrollado en 1977 por Dennis Hayes como un interfaz de comunicación con un modem para así poder configurarlo y proporcionarle instrucciones, tales como marcar un número de teléfono. Más adelante, con el avance del baudio, el juego de comandos se fue desarrollando y expandiendo hasta universalizarlo. Hoy en día la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales.

De esta forma, todos los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales. Este juego de instrucciones puede encontrarse en la documentación técnica de los terminales GSM y permite acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración del terminal.

3.4. IMU MPU6050

El MPU-6050 es una unidad de medición inercial (IMU) de seis grados de libertad (6DOF) fabricado por InvenSense, que combina un acelerómetro de 3 ejes y un giroscopio de 3 ejes en un chip de 4x4x0,9 mm, que puede observarse en la Fig 9.

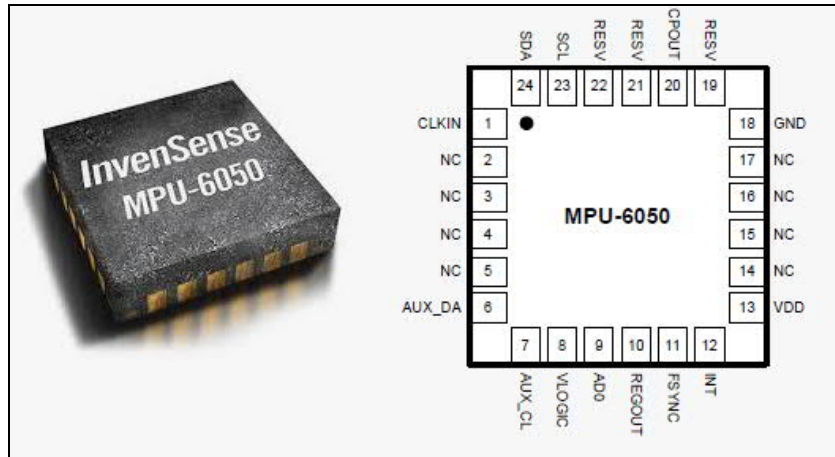


Fig. 9. Chip MPU-6050 y pinout del encapsulado QFN.

La comunicación puede realizarse tanto por SPI como por bus I²C, por lo que es sencillo obtener los datos medidos. La tensión de alimentación es de bajo voltaje entre 2.4 a 3.6V y consume 3.5mA, con todos los sensores y el DMP activados. Un buffer FIFO de 1024 bytes integrado en el chip ayuda a reducir el consumo de energía del sistema al permitir que el procesador del sistema lea los datos del sensor en ráfagas y luego ingrese en un modo de bajo consumo a medida que el MPU recolecta más datos. También dispone de un sensor de temperatura embebido, un reloj de alta precisión e interrupciones programables y puede conectarse a otros dispositivos I²C como master.

Presenta tres convertidores analógico-digital de 16 bits (ADC) para digitalizar las salidas del giroscopio y tres ADC de 16 bits para digitalizar las salidas del acelerómetro. Para un seguimiento de precisión de movimientos rápidos y lentos, las piezas cuentan con un rango de escala de giroscopio programable por el usuario de ± 250 , ± 500 , ± 1000 y ± 2000 ° / seg (dps) y un acelerómetro programable por el usuario de escala completa rango de $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$ y $\pm 16g$.

Se implementará utilizando un módulo de evaluación (EVB) que puede observarse en la Fig. 10, el cual consiste en el chip embebido en una placa e incluye un regulador de tensión que permite administrarle alimentación hasta 5V y filtros externos recomendados por el fabricante.

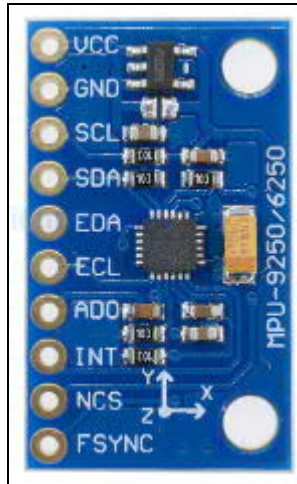


Fig. 10. Módulo MPU6050.

La IMU detecta la aceleración de la gravedad terrestre. Gracias a esto, puede usar las lecturas del acelerómetro para saber cuál es el ángulo de inclinación respecto al eje X o eje Y. En la Fig. 11 puede observarse un ejemplo, si la IMU está perfectamente alineada con el suelo, entonces el eje Z deberá marcar 9,8 y los otros dos ejes marcarán 0. Si la IMU se girara 90°, es el eje X el que quedará perpendicular al suelo, por lo tanto marcará la aceleración de la gravedad.

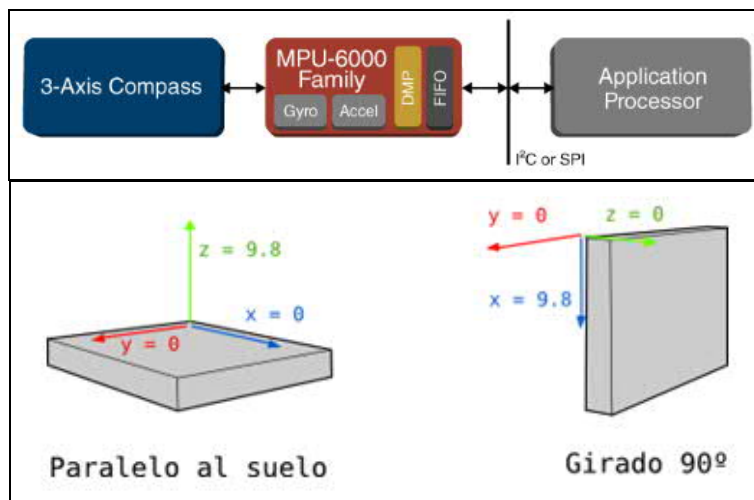


Fig. 11. Ejemplo de medición de aceleración

Conociendo que la gravedad es 9,8 m/s² y viendo los valores que dan los tres ejes del acelerómetro, por trigonometría es posible calcular el ángulo de inclinación de la IMU. Para ello se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\text{Angulo } Y = \tan^{-1} \left(\frac{x}{\sqrt{y^2 + z^2}} \right)$$

$$\text{Angulo } X = \tan^{-1} \left(\frac{y}{\sqrt{x^2 + z^2}} \right)$$

Respecto al giróscopo, éste mide la velocidad angular, el número de grados que gira en un segundo. Conociendo el ángulo inicial de la IMU, se puede sumar el valor que marca el giróscopo para saber el nuevo ángulo a cada momento. Por ejemplo, si se inicia la IMU a 0°, y el giróscopo realiza una medición por segundo, la cual marca 3 en el eje X, el ángulo se obtiene de la siguiente manera:

$$AnguloY = AnguloYanterior + x \cdot \Delta t$$

Donde Δt es el tiempo que transcurre cada vez que se calcula esa fórmula

Para poder aprovechar la información que brinda el IMU en tiempos cortos del giroscopio y las ventajas a medio y largo plazo del acelerómetro es necesario combinar y filtrar la señal registrada en bruto (RAW). Existen varios filtros posibles siendo el más famoso el filtro de Kalman, desarrollado en 1960 por Rudolf E. Kalman. A grandes rasgos el filtro realiza una estimación del valor futuro de la medición, y después compara el valor real mediante un análisis estadístico para compensar el error en futuras mediciones. Sin embargo, el filtro de Kalman en su versión general implica la realización de cálculos complejos y es ese el motivo por el cual es frecuente emplear un filtro más sencillo denominado filtro complementario. En realidad, el filtro complementario puede considerarse una simplificación del filtro de Kalman que prescinde por completo del análisis estadístico. Existen varias formulaciones para un filtro complementario. En su expresión más sencilla, el filtro complementario puede expresarse.

$$\theta = A \cdot (\theta_{prev} + \theta_{gyro}) + B \cdot \theta_{accel}$$

Donde A y B son dos constantes que permiten calibrar el filtro simplemente variando los valores de A y B siempre que cumplamos la condición de que sumen 1 entre ellos. Inicialmente, puede tomarse 0.98 y 0.02 respectivamente de acuerdo a la práctica.

El filtro complementario se comporta como un filtro de paso alto para la medición del giroscopio y un filtro de paso bajo para la señal del acelerómetro. Es decir, la señal del giroscopio manda a corto plazo, y la del acelerómetro a medio y largo, que es exactamente lo que queremos para compensar sus ventajas y defectos, tal como puede observarse en la Fig. 12.

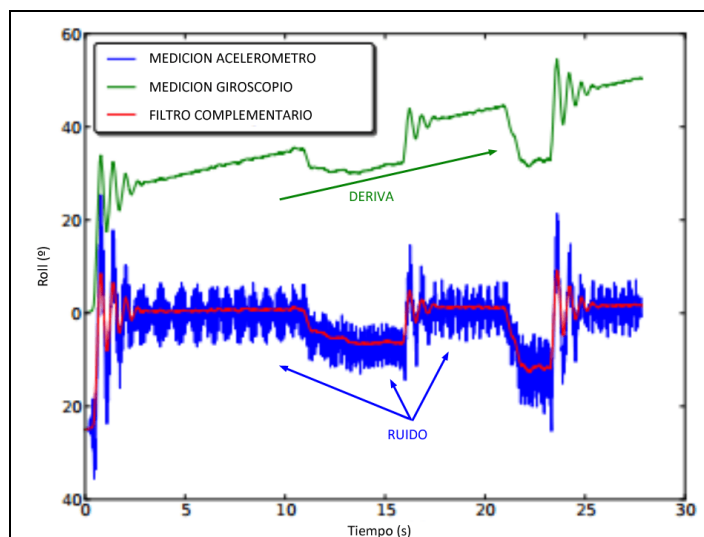


Fig. 12. Señales filtradas y sin filtrar.

3.5. Modulo SD

La tecnología SD (siglas en inglés de Secure Digital, en español Seguridad Digital), basada en celdas de memoria NAND de tipo no volátil, permite conservar guardada información sin necesidad de alimentación eléctrica hasta por 10 años y dependiendo el tipo de chip instalado, soportan como mínimo 10.000 ciclos de escritura y borrado de datos. Se utilizan generalmente como soporte de memoria en pequeños dispositivos electrónicos, aumentando la capacidad de almacenamiento de los mismos y además son una de las alternativas más cómodas para transportar datos, gracias a su tamaño y precios convenientes.

Para poder acceder a una memoria SD y manipular los datos que contiene, está debe ser ubicada en una ranura o puerto específicamente diseñado para este tipo de memoria o introducida en algún adaptador apropiado (por ejemplo un adaptador a USB). Así mismo, como parte del avance de la tecnología, hoy en día existen memorias SD de distintos tamaños y capacidades, para no perder compatibilidad entre ellas, se han diseñado adaptadores entre los distintos formatos que existen (por ejemplo SD a micro SD).

En el proyecto se utilizó un módulo SD, el cual puede observarse en la Fig. 13 y que es básicamente un adaptador a los pines de la tarjeta, con un regulador de tensión incorporado que permite trabajar directamente con 5V.

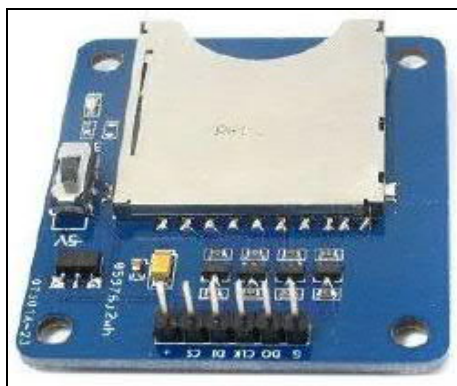


Fig. 13. Modulo SD.

Las especificaciones técnicas más relevantes de este módulo son su tensión de operación entre 3.3V a 5V, protocolo de comunicación SPI, slot incorporado tipo SD 24x32x2,1 mm, compatible con FAT16 y medidas son 5,2x3 cm.

En la Fig. 14 puede observarse la distribución de pines del módulo elegido. Las señales de alimentación corresponden a los terminales G (masa) y +5V (tensión de alimentación positiva requerida). Las señales CS (habilitación), DI (entrada de datos), CLK (reloj) y DO (salida de datos) permiten la comunicación con el microcontrolador mediante el protocolo SPI. Este tema (y la función de las líneas mencionadas) se abordara próximamente dentro de este informe.

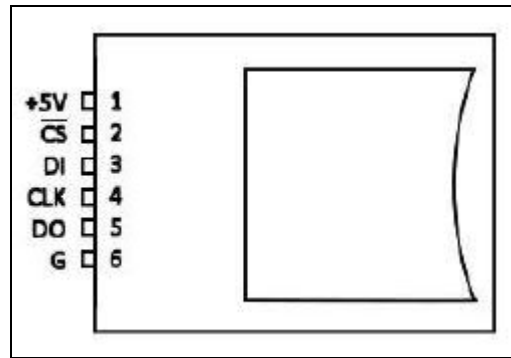


Fig. 14. Pinout SD.

Para el manejo del módulo se utilizó una librería de Arduino dedicada al manejo mediante protocolo SPI de módulos SD. Las funciones utilizadas serán desarrolladas más adelante dentro de este informe, en la sección correspondiente al código.

La memoria SD que se utilizará en el proyecto será una típica memoria micro SD, de uso masivo en el mercado (por ejemplo en celulares), por lo que se hará uso de un adaptador SD a micro SD como el que se muestra en la Fig. 15. La interface, codificación y estructura de estas memorias son similares; la única diferencia es el tamaño.



Fig. 15. Memoria microSD y adaptador a SD.

3.6. Protocolo SPI

Como fuera mencionado anteriormente, los módulos MPU6050 y SD elegidos utilizan el protocolo SPI para comunicarse. Se afirma que "en esencia, un protocolo es un acuerdo entre las partes que se comunican para establecer la forma en que se llevará a cabo esta comunicación". Es decir, es el conjunto de normas y reglas organizadas y convenidas de mutuo acuerdo entre todos los participantes de una comunicación que deben cumplirse para establecer dicha comunicación.

Existen distintos protocolos de comunicaciones, uno de ellos es el SPI (Interfaz de Comunicación Serial, del inglés Serial Peripheral Interface), el cual es un protocolo síncrono que trabaja en modo full dúplex para recibir y transmitir información. Esto significa que el sistema cuenta con una línea dedicada a llevar el proceso de sincronismo (es decir, es síncrono) y que dos dispositivos pueden comunicarse entre sí al mismo tiempo utilizando canales diferentes o líneas diferentes en el mismo cable (es decir, que trabaja en full dúplex).

El protocolo SPI fue desarrollado por Motorola para permitir y facilitar la conexión entre procesadores y módulos de soporte. Dentro de este protocolo se define un dispositivo "maestro"

encargado de transmitir información a otros dispositivos “esclavos” encargados de recibir y enviar información al maestro; el cual también puede recibir información de sus esclavos.

Básicamente la comunicación inicia cuando el maestro habilita un esclavo, luego por cada pulso de reloj se envía y recibe un bit, hasta que después de 8 pulsos, la transmisión de 1 byte está terminada. Para que este proceso se haga realidad es necesaria la existencia de dos registros de desplazamiento, uno para el maestro y uno para el esclavo respectivamente. Los registros de desplazamiento se encargan de almacenar los bits de manera paralela para realizar una conversión paralela a serial para la transmisión de información. Es así que existen cuatro líneas lógicas encargadas de realizar todo este proceso, representadas esquemáticamente en la Fig. 16:

- Master Out Slave In (MOSI): Utilizada para llevar los bits que provienen del maestro hacia el esclavo.
- Master In Slave Out (MISO): Utilizada para llevar los bits que provienen del esclavo hacia el maestro.
- Clock (CLK): Proveniente del maestro, se encarga de enviar la señal de reloj para sincronizar los dispositivos.
- Slave Select (SS): Selecciona y a su vez, habilita un esclavo.

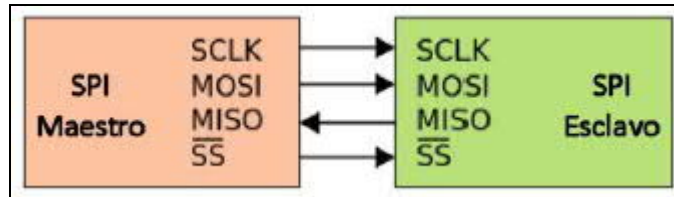


Fig. 16. Conexión general del bus SPI.

Existen cuatro modos en el cual se puede enviar información dependiendo de dos parámetros basados en la señal de reloj, el primero de ellos es la polaridad y el segundo es la fase. Al tener dos parámetros donde cada uno puede tomar dos estados se tendrá entonces cuatro modos distintos de poder llevar a cabo el proceso de transmisión y envío de información, los cuales se encuentran descritos en la tabla 1. También es posible definir el orden en que son transmitidos los bits a través del bus y la frecuencia de trabajo, de modo que cada esclavo trabaje de una determinada forma, con lo cual el maestro deberá configurarse para trabajar con la configuración de cada esclavo.

Tabla 1.

Modo	Pol.	Fase	Funcionamiento
0	0	0	El estado del reloj permanece en estado lógico bajo y la información se envía en cada transición de bajo a alto, es decir alto activo.
1	0	1	El estado del reloj permanece en estado lógico bajo y la información se envía en cada transición de alto a bajo, es decir bajo activo.
2	1	0	El estado del reloj permanece en estado lógico alto y la información se envía en cada transición de bajo a alto, es decir alto activo.
3	1	1	El estado del reloj permanece en estado lógico alto y la información se envía en cada transición de alto a bajo, es decir abajo activo.

En cuanto a la conexión de los dispositivos, como se mencionó anteriormente, en este protocolo se define únicamente un maestro y varios esclavos. La manera en la cual estos dispositivos se conectan pueden ser encadenado o paralelo, las cuales se diferencian en la forma de conectar la línea SS y pueden observarse en la Fig. 17. El tipo de conexión a adoptar dependerá de la aplicación y cantidad de esclavos, en este caso para la conexión del módulo MPU6050 y SD se optó por una conexión tipo paralelo, en la que los módulos compartirán las líneas de CLK, MISO y MOSI y cada uno dispondrá de un pin específico del microcontrolador para habilitarlos.

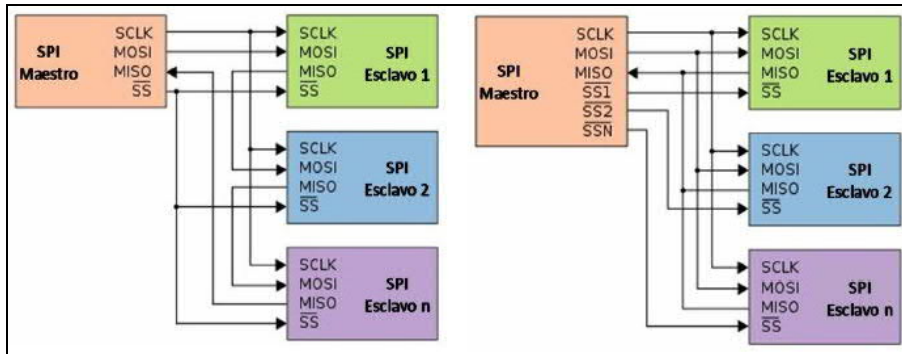


Fig. 17. Conexión SPI tipo encadenado, Conexión SPI tipo paralelo.

El protocolo SPI es uno de los más populares para trabajar con comunicación serial debido a su velocidad de transmisión, simplicidad, el tamaño de los mensajes que puede ser arbitrariamente grande, los mínimos requisitos de hardware (sencillo y de bajo consumo) y su bajo costo de implementación (destacando que al proporcionar la señal de reloj desde el maestro, los esclavos no necesitan osciladores). Las desventajas son el requerimiento de pines (normalmente necesita un pin adicional por cada esclavo), solo puede haber un maestro, no hay señal de conforme del esclavo, las comunicaciones tienen que estar perfectamente establecidas de antemano y que funciona solo en distancias cortas.

3.7. Módulo TP4056

Se utilizó un dispositivo cargador de batería de Li-Ion / Polímero de Litio lineal integrado con selección de fuente de alimentación autónoma. Su tamaño pequeño y la poca cantidad de componentes externos necesarios para que funcione, lo hacen ideal para aplicaciones portátiles. El chip selecciona de forma automática el puerto USB o el adaptador de CA como fuente de alimentación para el sistema. El microcontrolador integrado, puede seleccionar entre dos velocidades de carga máxima preestablecidas: de 100 mA (puerto USB de baja potencia) o 500 mA (alto puerto USB de energía). Una resistencia externa establece la magnitud del sistema o corriente de carga hasta un máximo de 1A. El chip emplea una corriente constante de carga. La regulación de voltaje se puede fijar para cuatro opciones disponibles: 4.20V, 4.35V, 4.40V o 4.50V, para adaptar los requisitos de carga de la batería emergente. El chip limita la corriente de carga basada en el dato de entrada de temperatura durante la etapa de alta potencia o altas condiciones ambientales optimizando el tiempo de ciclo de carga mientras se mantiene el dispositivo funcionando. El cargador funciona en el rango de temperaturas de -40 ° C a + 85 ° C.

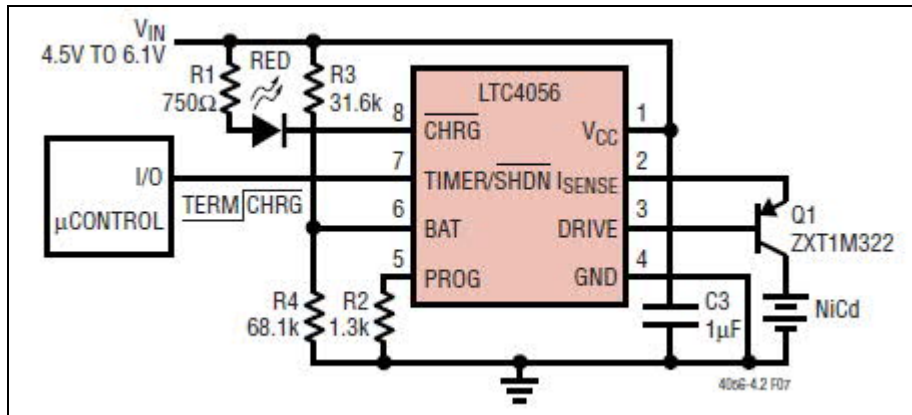


Fig. 18. Circuito de aplicación del datasheet del fabricante.

4. SISTEMA DESARROLLADO

4.1. Diagrama en bloques del circuito

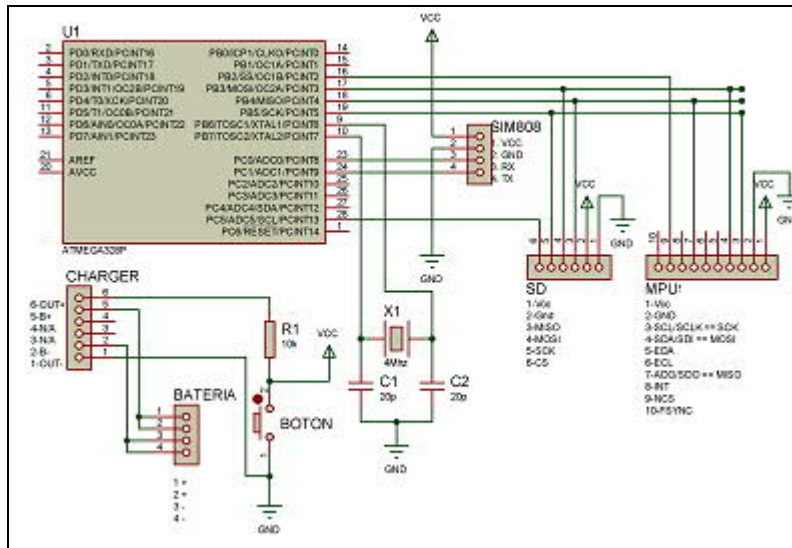


Fig. 19. Diagrama en bloques del circuito.

4.2. Componentes

A continuación, se lista un detalle de los elementos necesarios para la implementación del proyecto:

ATmega328	USD 01,00
MPU6050 (EVB)	USD 01,00
SIM808 (Chip)	USD 12,50
SD p/PCB	USD 00,75
TP4056 (EVB)	USD 02,00
PCB, componentes varios y armado	USD 10,00
Receptáculo	USD 02,00
Total aprox. prototipo	USD 30,00

El precio por dispositivo, considerando el tipo de cambio al momento de proyección era de aproximadamente ARS 600, actualmente es aproximadamente el doble como consecuencia de la fuerte devaluación del peso argentino frente al dolar. El precio por supuesto podría disminuirse con una fabricación en serie, teniendo el dispositivo un valor de mercado varias veces superior.

4.3. Prototipo desarrollado

A partir del esquema circuito de la Fig. anterior, se implementó el circuito impreso mediante el software ARES, el cual forma parte del paquete de desarrollo electrónico PROTEUS en su última versión. En la sig. Fig. puede apreciarse una fotografía del prototipo.



Fig. 21. Prototipo.

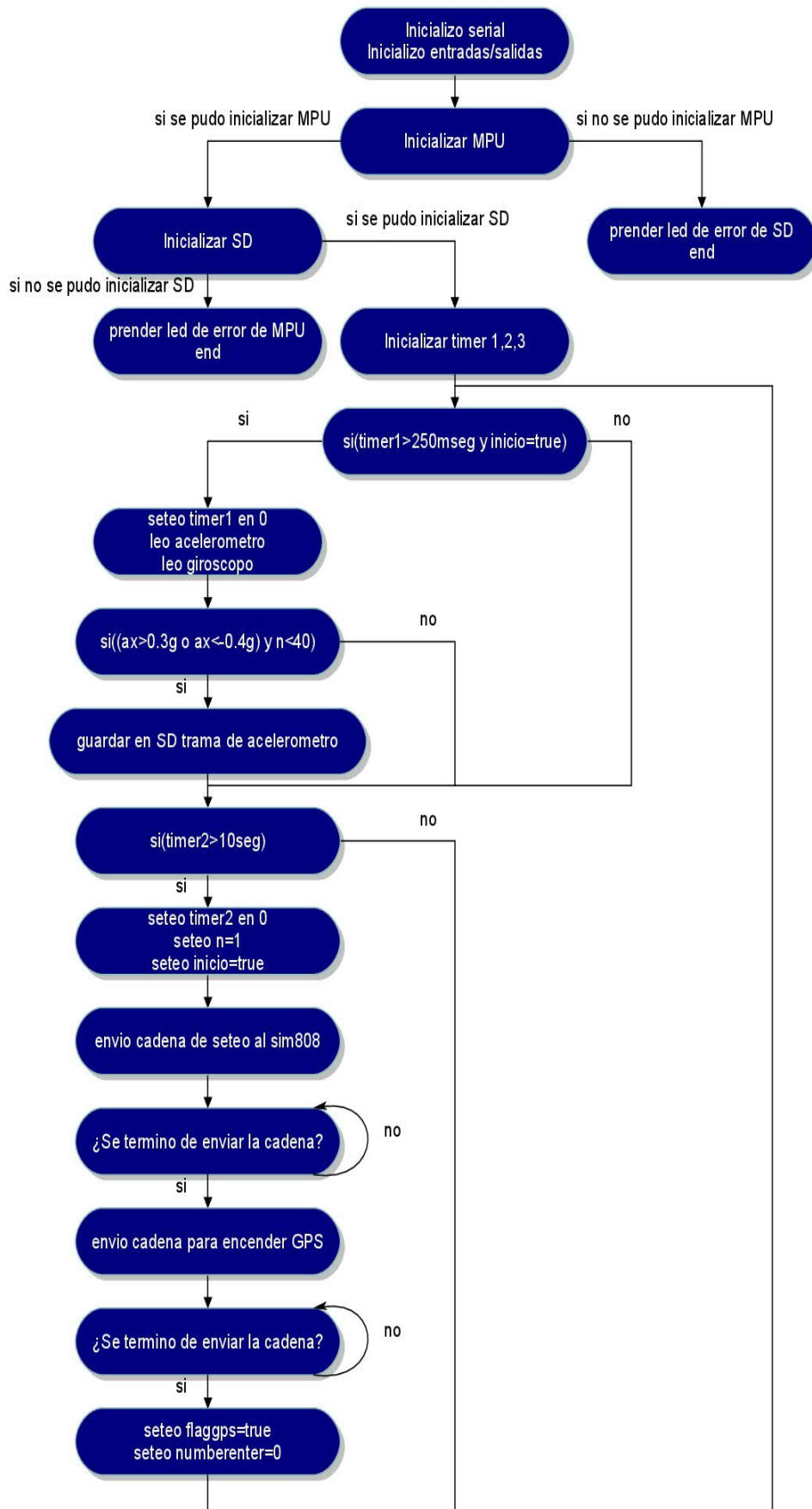
4.4. Algoritmo del microcontrolador

Básicamente el algoritmo consiste en dos rutinas, una de inicialización y otra de ciclo de tracking.

Durante la primera rutina se inicializan todos los componentes, los procesos y la comunicación SPI, luego se procede a realizar el backup de nuevos datos almacenados en la SD (desde el último inicio del dispositivo) hacia la nube en Internet. En vistas de que la tecnología GPRS es susceptible de pérdida de paquetes, se emplea una comprobación del estado de la comunicación por cada paquete enviado.

Durante el segundo algoritmo, el cual es cíclico, cada 10 segundos se registran todos los datos de los sensores en la SD para generar el tracking y reporte de conducción. Adicionalmente, del SIM808 se registra la trama NMEA, de la cual es posible extraer los parámetros de latitud, longitud, altitud, UTC (hora local) y velocidad. Durante el periodo de tiempo muerto de los 10 segundos, se verifica si la aceleración o giros sobrepasan el máximo referencial establecido por pruebas en campo, de ser así se registran todos los datos en la SD.

En la Fig. 21 se observa un diagrama esquemático del flujo de procesos de la primera revisión del algoritmo.



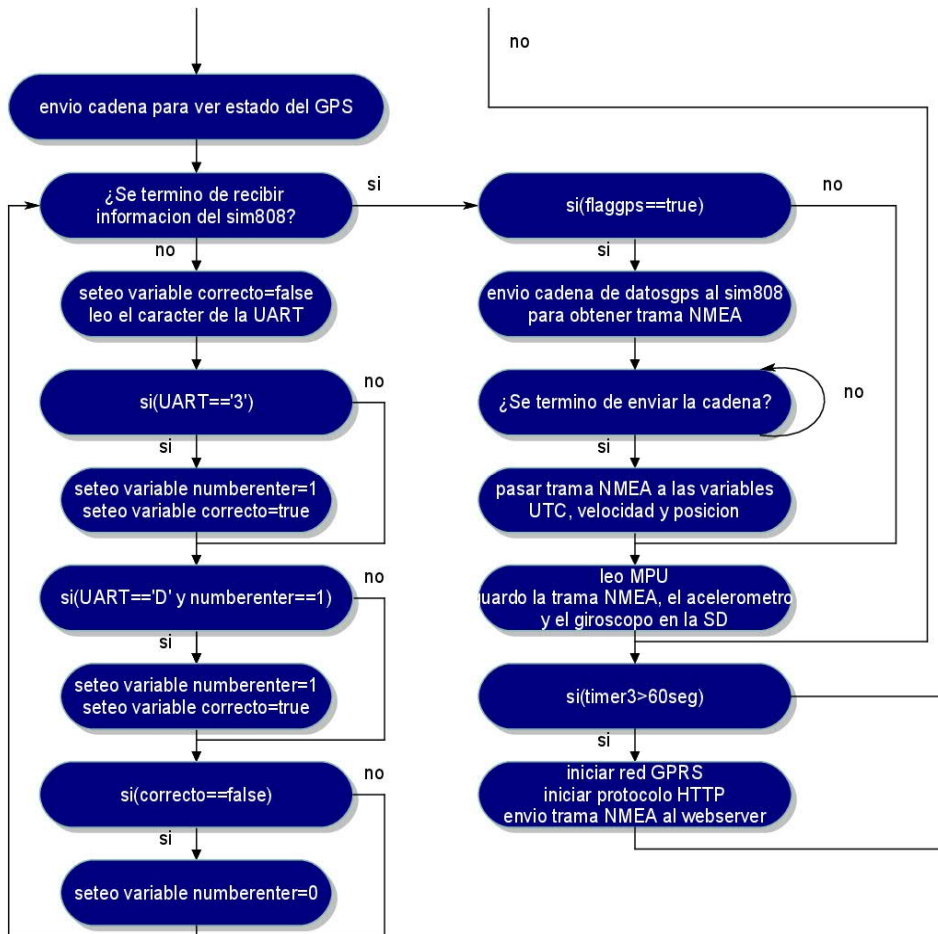


Fig. 21. Diagrama esquemático del flujo de procesos del algoritmo.

4.5. Pruebas en campo y procesamiento de la información

La velocidad es la magnitud física que expresa el desplazamiento del vehículo por unidad de tiempo, mientras que la aceleración/desaceleración es la magnitud vectorial que describe el cambio de velocidad por unidad de tiempo.

El conductor elige la velocidad, principalmente, en función de tres factores: trazado, ambiente y vehículo. Las variables más influyentes, asociadas a esos factores son la longitud de los tramos rectos, radio de las curvas, distancia de visibilidad disponible, carga mental, entre otras variables (por ejemplo tipo de tránsito, etc.).

En cuanto a la aceleración, la misma se produce por la búsqueda constante de la velocidad deseada por parte del conductor, mientras que la desaceleración se produce cuando el conductor desea reducir su velocidad frente a elementos de peligro en el camino o en su entorno.

Actualmente, el progreso de la ciencia y la técnica permiten un enorme avance de la tecnología automovilística, lo que permite construir vehículos con mayores prestaciones, que incluyen un aumento de la potencia de los vehículos proporcionando así a los conductores la posibilidad de alcanzar altas velocidades y aceleraciones con una gran sensación de seguridad y confianza por las modernas características de los vehículos. Es una relación suficientemente lógica y contrastada la que hay entre la velocidad, número de siniestros y gravedad de los mismos.

El estudio de la literatura permite encontrar modelos teóricos de conducción, resultado de análisis de patrones en pruebas en campo, pero que suelen aplicar a casos puntuales de estudio, por ejemplo el estudio de la aceleración de vehículos pesados en pendientes de cierto tipo de inclinación, por ejemplo Fig. 22.

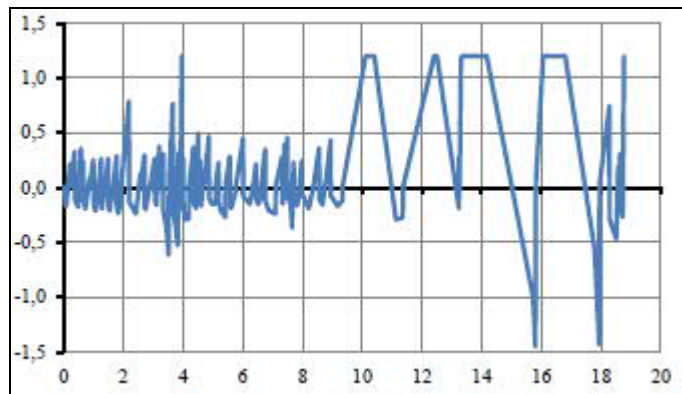


Fig. 22. Aceleración en función de distancia recorrida, extraído de estudio de campo de un camino de montaña en Mendoza realizado por la Universidad Nacional de San Juan [Ref. #2]

El modelo que se buscó aplicar al proyecto corresponde a vehículos livianos en trayectos urbanos y suburbanos. Dado que este último tipo de modelos suele estar atado a aplicaciones comerciales, los parámetros de referencia obtenidos no tienen difusión. Esto último es el caso de sistemas semejantes al propuesto, que ofrecen reportes por aceleraciones y frenadas bruscas por ejemplo, pero sin indicar los valores de referencia que utilizan. Es así que el modelo se desarrolló en base a un análisis en campo, siguiendo lineamientos estándar para este tipo de experimentos.

Las condiciones de conducción consideradas serán en horario diurno, sin influencia de tránsito pesado (es decir, en condiciones de flujo libre), con buen tiempo, y sobre pavimentos en buen estado. A fin de minimizar los costos por traslado y facilitar la logística del trabajo de terreno, se consideraron mayormente rutas por las zonas en que los integrantes del proyecto suelen transitar.

Los equipos de recolección de datos a utilizar en este tipo de experimentos son aquellos dispositivos que permiten registrar la velocidad y en algunos casos, aceleración, de los vehículos. Los equipos de recolección de datos de tipo puntuales son aquellos que permiten obtener información en un punto específico en el camino (por ej. pistolas de radar o de rayo láser), mientras que los equipos de recolección de datos continuos son aquellos que pueden registrar la velocidad en tramos continuos del camino (por ej. dispositivos GPS).

Como ya fuera mencionado, en este caso, el registro se basa en equipos GPS (para determinar posición y velocidad) y sensores IMUs (para determinar aceleración y giro), los cuales permiten recolectar un perfil de movimiento continuo, lo que permite analizar las maniobras de aceleración y desaceleración asociadas a los cambios de velocidad de manera más detallada.

Los datos se analizaron a partir de los registros generados en la memoria SD del dispositivo portable y a partir de una plataforma de software desarrollada para tal propósito. En base a sucesivas mediciones para cada ruta y proceso estadístico (Fig. 23), se realizó un modelo que luego se aplicó a la práctica, teniendo un lugar apropiado para realizar maniobras por fuera de una conducción normal. Los resultados arrojaron algunos reajustes de tolerancias y finalmente un perfil básico como el buscado.

Fue necesario reacondicionar el algoritmo de control agregando una etapa de calibración inicial, esto es: la búsqueda de una referencia o cero para evitar offsets o derivas en la indicación de las

distintas componentes. Sabemos que una pequeña inclinación entrega componentes de la gravedad en todos los ejes medibles y si no es corregido, se arrastra un error que se aprecia notablemente en las distintas gráficas.

Para ello, el microcontrolador sensa la inclinación inicial y resta ese valor para lograr el cero en todas las componentes.



Fig. 23. Procesamiento de datos recolectados durante una prueba piloto en campo, patrón de aceleraciones y frenadas bruscas (separadas por línea vertical roja).

4.7 Servidor web

Para el monitoreo de la información en línea se planteó el desarrollo de un sitio web dinámico que se pueda gestionar a través de un Browser y no de un software adicional. Para tal fin se utilizó una aplicación tipo CMS (siglas de Content Management System), lo que viene a ser un sistema de gestión de contenidos para páginas web.

Un CMS es un software desarrollado para que cualquier usuario pueda administrar y gestionar contenidos de una web con facilidad. Existen varios tipos de CMS según el tipo de página requerida; blogs, páginas corporativas, inmobiliarias, tiendas on-line, noticias o magazines, contenidos multimedia, y así un largo etc. Algunos CMS son desarrollos con proyectos open source con complementos opcionales "premium" y otros funcionan bajo licencia de pago.

Una de las ventajas más importantes de los CMS es que están diseñados para que una vez el desarrollador implemente el proyecto, pueda ser un usuario final quien haga la gestión de contenidos, dejando al desarrollador para tareas de modificaciones, actualizaciones y mantenimiento. Esta cualidad está en línea con la flexibilidad que se pretende ofrecer con el sistema propuesto. Otra ventaja es que existen cientos de módulos (o plugins) desarrollados por programadores independientes que nos sirven para complementar el CMS base con nuevas funcionalidades de forma gratuita o de pago.

Los CMS gratuitos más utilizados para páginas web son WordPress, Drupal y Joomla, tal que se optó por la primera opción, al igual que lo han hecho el 30% de desarrolladores de webs existentes. WordPress fue creado originalmente para la gestión de blogs, pero con el paso de los años se han ido añadiendo nuevas funciones que hoy en día que permiten implementar casi cualquier tipo de Web de manera sencilla.

Para implementar la web se realizó previamente un "staging", que viene a significar algo así como "puesta en escena". Staging es una forma de generar la web y hacer pruebas de programación sobre la misma previamente a subir cada revisión de la página efectivamente en un servidor. Existe diversas

formas de hacerlo aunque la mayoría de ellas son trabajando en local, esto implica montar un servidor local. Se optó por el servidor HTTP Apache, servidor web HTTP de código abierto, para plataformas Unix (BSD, GNU/Linux, etc.), Microsoft Windows, Macintosh y otras, que implementa el protocolo HTTP/1.1. Se optó por la distribución de Apache denominada XAMPP, que permite instalar de forma sencilla Apache y que incluye además servidores de bases de datos (como MySQL y SQLite) con sus respectivos gestores (phpMyAdmin y phpSQLiteAdmin), entre otras funcionalidades.

El hosting utilizado para montar el servidor local, luego de cada revisión/modificación previamente verificada en el "staging", fue SmarterASP.NET. Este hosting se destacó entre otra gran multitud de opciones gratuitas y pagas por su confiabilidad, tarifas (en caso de necesitar acceder a una versión paga), facilidad de uso, soporte técnico y otras características.

Como ya fuera mencionado, cada vez que se enciende el dispositivo, este envía toda la información nueva que haya recolectado desde el último envío de información hacia el hosting.

El algoritmo con el cual el hosting recibe e interpreta la información fue programado en PHP orientado a SQL y lenguaje C. Es así que, de manera semejante al procesamiento realizado mediante el software de los datos extraídos desde la SD, el servidor permite de manera gráfica interpretar intuitivamente los datos a través de colores, límites, correlación de datos de distintos gráficos y trazado incluso de rutas bajo plataformas compatibles con el formato estándar KML (tal como GoogleMaps o GoogleEarth).

El servicio del servidor consiste en una web diseñada bajo WordPress (Fig. 24). Desde allí, mediante usuario y contraseña, cada cliente puede acceder a su sistema de gestión de flotas, ya sea que su flota cuente con 1 dispositivo o 100 dispositivos. De esta manera, el sistema cuenta con una página en común para todos los clientes, desde la cual cada cliente puede acceder a una página individual con la información de sus dispositivos.

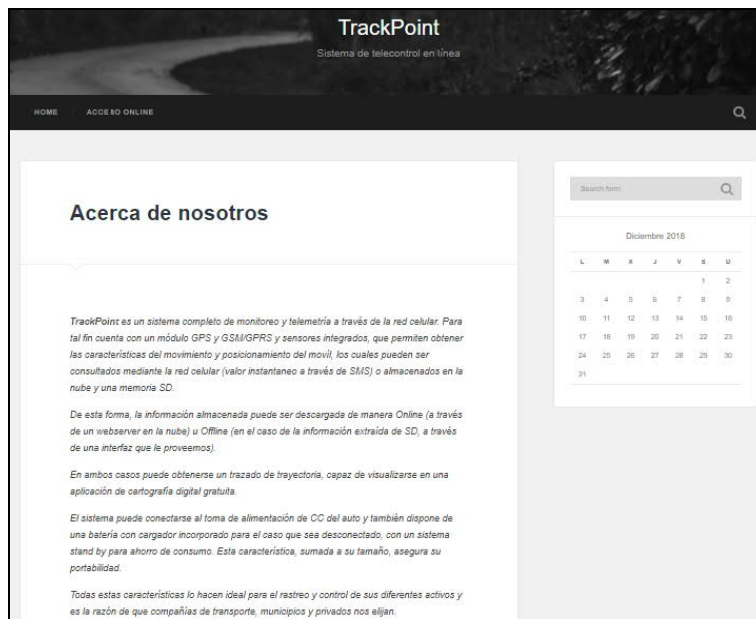


Fig.24 Servidor Web

Una vez dentro del sistema de gestión puede seleccionarse el dispositivo a monitorear de la flota de dispositivos. Esta información comprende el perfil de conducción en relación a arranques y frenadas bruscos, a giros y velocidades. El resultado del perfil se sustenta con gráficos de velocidad y aceleraciones/giros (Fig. 25), de los cuales puede obtenerse la referencia de cada punto de la

gráfica sosteniendo el cursor del ratón sobre los mismos. También puede observarse la última posición conocida de cada dispositivo

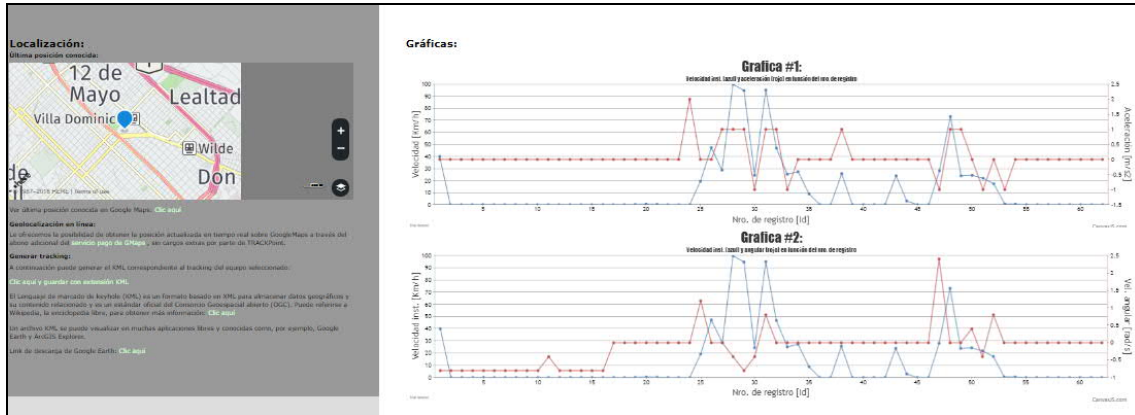


Fig.25 Información disponible en el servidor

Un registro detallado de información (de sensores y GPS) también se encuentra disponible para consulta en el registro detallado (Fig. 26).

Punto	Fecha y hora	Posición (Link a GMaps)	Aceleraciones			Giros			Velocidad
			X	Y	Z	X	Y	Z	
[#]	[UTC]	[GD]	[m/s ²]			[rad/seg]		[K/h/h]	
0	2019-02-25 18:10:55	-34.75408666666667, -58.37398166666667	0.981	-9.81	-0.4	0.2	-0.4	34.3	
1	2019-02-25 18:11:05	-34.75429833333333, -58.37264833333333	0.981	-9.81	-0.2	-0.4	-0.1	47.4	
2	2019-02-25 18:11:16	-34.75391333333333, -58.37189666666667	0	-7.848	-0.3	0.4	-0.2	20.5	
3	2019-02-25 18:11:26	-34.75361166666667, -58.37123166666667	0	-8.829	-0.3	0.2	-0.3	32.2	
4	2019-02-25 18:11:36	-34.75321666666667, -58.37041	0	0.981	-9.81	-0.4	0.2	-0.2	21.7
5	2019-02-25 18:11:46	-34.753055, -58.37008333333333	-1.962	0	-9.81	0.5	0.8	-0.3	119.2
6	2019-02-25 18:11:56	-34.75262833333333, -58.36928833333333	-1.962	0.981	-8.829	-0.2	0.2	-0.6	34.8
7	2019-02-25 18:12:06	-34.75219166666667, -58.36845	0.981	1.962	-9.81	-0.2	0.7	-0.4	38.3
8	2019-02-25 18:12:16	-34.75169, -58.367505	1.962	0	-11.772	-1.2	-0.5	-0.2	37.1
9	2019-02-25 18:12:26	-34.75119166666667, -58.36660833333333	0.981	0	-8.829	0.0	0.2	-0.2	33.7
10	2019-02-25 18:12:36	-34.75071333333333, -58.36568	1.962	0.981	-9.81	0.0	-0.1	-0.5	29.6
11	2019-02-25 18:12:46	-34.75042833333333, -58.36517166666667	-0.981	1.962	-8.829	-0.6	0.1	-0.8	25.1
12	2019-02-25 18:12:56	-34.75011666666667, -58.36461833333333	-0.981	-0.981	-9.81	-0.1	0.4	-0.4	25.3
13	2019-02-25 18:13:06	-34.74977666666667, -58.36396666666667	0.981	0	-9.81	0.0	0.2	-0.3	10.8
14	2019-02-25 18:13:16	-34.74956666666667, -58.36360833333333	-0.981	0	-8.829	-0.7	0.6	-0.1	24.9
15	2019-02-25 18:13:26	-34.74917833333333, -58.36296333333333	0	0.981	-7.848	-0.3	0.7	-0.3	26.4
16	2019-02-25 18:13:36	-34.748835, -58.36224333333333	0	-0.981	-9.81	-0.1	0.7	-0.1	27.3
17	2019-02-25 18:13:45	-34.74856333333333, -58.3617	0.981	0	-9.81	0.2	0.3	-0.4	10.5
18	2019-02-25 18:13:55	-34.74835166666667, -58.36133666666667	-0.981	1.962	-9.81	-0.4	0.0	-1.0	29.3
19	2019-02-25 18:14:05	-34.747835, -58.36033333333333	0	-1.962	-9.81	-0.1	0.3	-0.4	42.4
20	2019-02-25 18:14:15	-34.74729333333333, -58.35926833333333	0.981	0	-7.848	-0.9	0.0	-0.4	39.2
21	2019-02-25 18:14:25	-34.74685833333333, -58.35844	1.962	0	-9.81	0.0	0.4	-0.2	33.4
22	2019-02-25 18:14:35	-34.74662333333333, -58.35801	-0.981	0	-8.829	0.0	0.3	-0.5	13.3
23	2019-02-25 18:14:45	-34.74639666666667, -58.357565	-0.981	0.981	-9.81	0.0	0.1	-0.3	17.1
24	2019-02-25 18:14:55	-34.74595333333333, -58.35670666666667	-1.962	0.981	-6.867	-0.4	0.2	0.1	44.3
[24-25]	2019-02-25 18:14:06.25	[24-25]		AX MAX = 3.924	0.981	-9.81	-0.6	0.0	-0.4
[24-25]	2019-02-25 18:14:06.5	[24-25]		AX MAX = 2.943	0.981	-6.867	0.1	0.8	-0.4
[24-25]	2019-02-25 18:14:06.75	[24-25]		AX MAX = 3.924	0	-10.791	0.5	0.2	-0.4
[24-25]	2019-02-25 18:14:07	[24-25]		AX MAX = 2.943	1.962	-7.848	-0.2	0.5	-0.4
[24-25]	2019-02-25 18:14:08.25	[24-25]		AX MAX = 3.924	0	-10.791	0.4	1.0	-0.4

Fig.26 Tabla de datos en el servidor web

Se determinó que para lograr un buen estudio de la información registrada punto a punto, es necesario contar con un registro que contenga los datos y se relacione con las gráficas, el trazado de la ruta y los valores de aceleración y giros instantáneos. Gracias a ello, se puede analizar un punto particular para determinar si el móvil, por ejemplo realizó maniobras evasivas, frenó abruptamente, giró de manera brusca, etc. interconectando esos puntos con la posición y ubicación física en un mapa.

Además de la última posición conocida (Fig. 25), el servidor permite también la posibilidad de generar un archivo de ruta con extensión .kml compatible con GoogleEarth y demás plataformas de mapeo. En la Fig. 26 se observa la descarga del tracking de una ruta recorrida alrededor de la UTN-FRA.



Fig.27 Muestra del recorrido en el servidor

4.9 Software desarrollado

A fin de almacenar la información de manera local en el dispositivo por razones de backup en ausencia de red GPRS, se dispuso de una memoria de almacenamiento externa tipo microSD con capacidad de 2GB (compatible con 64GB), permitiendo un almacenamiento de datos por años. Esto permite que el cliente no deba preocuparse por el desborde de información ni por la pérdida de los mismos, siendo esto una parte muy importante que independiza el dispositivo de mantenimiento durante un largo período de tiempo.

Se desarrolló un software para procesar la información almacenada en la memoria y poder ver gráficamente la evolución de las variables, también relacionadas punto a punto con un número de registro y una posición única definida en el mapa, también consultable a través del mismo.

Por otro lado para lograr que la plataforma de manejo de información sea más amigable para el usuario final, se dispuso de un calendario (Fig. 28), donde se puede ver la información día a día representada a través de colores (verde, amarillo y rojo) de un determinado perfil de manejo, pudiendo consultar la información por día particular en una visión general de un mes completo y pudiendo seleccionar un mes pasado a voluntad.

La posibilidad de generar el archivo de extensión .kml brinda fluidez a la hora de procesar la información.

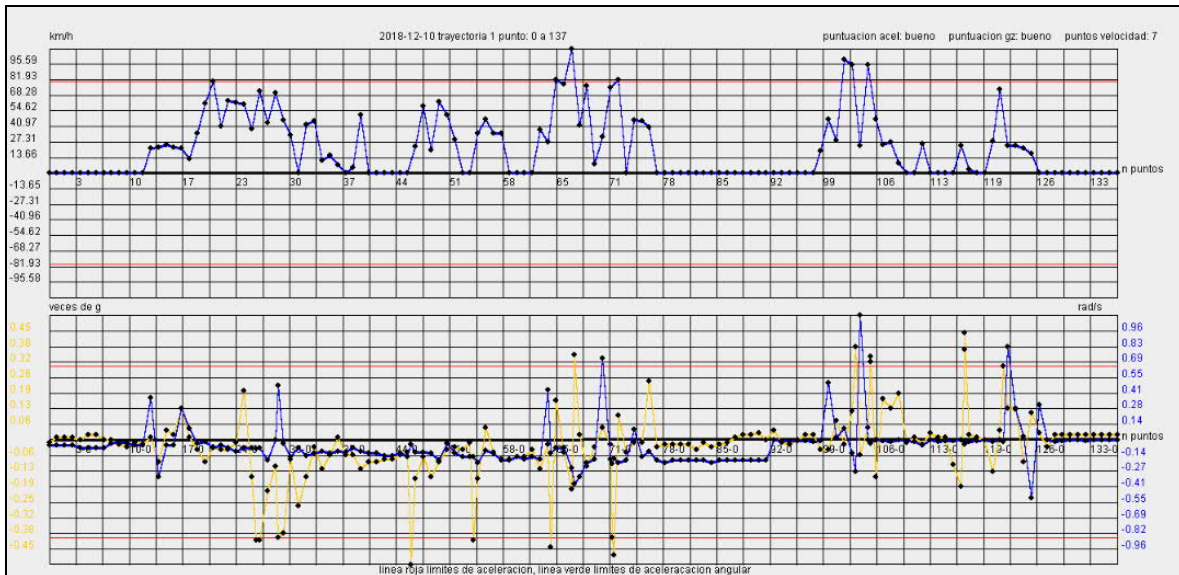


Fig.28 Graficas disponibles en el software de desarrollo propio para interpretación de datos

4.10 MANUAL DE USUARIO

El manual de usuario del dispositivo, software y servidor se encuentra disponible en el anexo del presente informe.

5. ANALISIS DE MERCADO

Existe un mercado que ofrece y compra estas soluciones orientadas a flotas de camiones. En general son provistos por empresas de seguridad que ofrecen un servicio integral de rastreo y recuperación de vehículos robados, grabación de video (acceso offline). En general adquieren la solución de tracking en el exterior, la cual permite siempre en su forma más básica geolocalizar el activo y general algún reporte de velocidades en base a tecnología GPS, GSM/GPRS. Luego la solución del software de presentación de la información pueden desarrollarlo integralmente o tercerizarlo. El costo de este tipo servicios para los clientes es alto, pero en línea con el valor de los activos que puede llegar a transportar un camión y el valor en sí mismo del camión.

En los últimos tiempos, sin embargo, este tipo de solución también ha estado incursionando en flotas de automóviles, podemos citar por ejemplo casos de aplicación en la Municipalidad de Almirante Brown, la empresa de distribución de energía EDENOR o del rubro petrolero YPF que pasamos a comentar. En el caso de la Municipalidad de Almirante Brown, cuentan con un sistema de telecontrol central que monitorea sencillos dispositivos portables para cada uno de sus vehículos, que reportan vía GSM el exceso de velocidad por encima de una referencia fija y el tracking del vehículo con respecto a una geocerca del Partido de Almirante Brown. Semejante es el caso de EDENOR, cuyo sistema les permite a los responsables de cuadrillas obtener un reporte diario de conducción accesible vía web. Similar es el caso de YPF, que además, en carácter de empresa privada y según reglamento interno, impone a sus conductores un modelo de scoring, basado principalmente en la cantidad de alarmas enviadas por el dispositivo. Se observa que en general estos desarrollos son diseñados a medida de cada uno de los clientes.

En cuanto a la aplicación en el campo de coberturas del rubro automotor, si bien el modelo de scoring tradicional generó beneficios para algunos clientes, podemos citar una estadística de Integrity

Seguros (ex Liberty Seguros), que estima que un 65% de los asegurados pagan de más en su seguro para subsidiar a los conductores que utilizan incorrectamente o demasiado su auto.

El scoring es un mecanismo que permite obtener el perfil de riesgo de un individuo en función de ciertas características (edad, zona de residencia, uso que se hace del vehículo, posesión de garaje, etc.), muy utilizado en el mercado asegurador en Europa y los Estados Unidos para tarifar los seguros.

El mercado argentino ya comenzó a sumar al Big Data como un elemento determinante en el scoring automotor. La mayoría de las compañías que operan en el mercado local están incorporando sistemas de cruce de datos que permiten conocer el historial de los conductores que contratan sus pólizas. La inclusión de la tecnología telemática tiene como ventaja sobre el scoring tradicional, que permite además enviar directamente la información de cuanto y como maneja el usuario directamente a las compañías, permitiendo así cobrar menos a quien le corresponda.

En nuestro país, recientemente durante Octubre de 2018, por primera vez una aseguradora, realizó la presentación de un dispositivo telemático que procesa datos y permite calcular un scoring. Fue el caso de Sancor Seguros, que testeara la respuesta del producto en la ciudad de Rosario y en asegurados voluntarios, y progresivamente la irá ampliando al resto del país.

Aunque este tipo de dispositivos se encuentra recién incursionando en el mercado argentino de aseguradoras, el escenario ya está cambiando las previsiones de las principales aseguradoras del mundo. En este sentido, la tendencia de los seguros es bajar costos a mayor seguridad del vehículo y en cuanto al comportamiento siniestral de los autos que cuentan con equipamiento IT, si bien aún el tema está en estudio, todo indica que también debería bajar.

En cuanto a la aplicación de este tipo de tecnología, regulada por el Estado, podemos citar a nivel mundial el caso de la Unión Europea (EU), que estableció que de manera obligatoria, a partir de Abril de 2018, que cada nuevo vehículo que se homologue en su mercado cuente con un "e-Call", un dispositivo portable que hace de veces de sistema de emergencia para contactar a servicios de emergencias sin la intervención del conductor, cuando detecta que se ha producido un accidente grave, transmitiendo automáticamente un conjunto de datos esenciales (ubicación exacta, hora del accidente y número de identificación y rumbo del vehículo). Gracias a ello, los servicios de emergencia estarán en condiciones de evaluar y gestionar la situación. El dispositivo permite, además, establecer una memoria de sucesos, es decir funcionar como una "caja negra", permitiendo poder reconstruir la mecánica de un accidente de tránsito con la misma precisión que la de un siniestro aéreo. El órgano ejecutivo de la EU en su página web asegura que eCall reducirá el tiempo de respuesta de los servicios de emergencia "al 50% en el campo y al 60% en las zonas urbanizadas", además de que los datos personales se tratarán de conformidad con las normas de protección de datos de la UE, por lo cual los datos personales no se conservan más tiempo del necesario y se van suprimiendo cuando no hacen falta.

En nuestro país no existe aún una reglamentación similar a la anterior, pero podemos mencionar que el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires cuenta con un sistema de scoring que se emplea para los conductores porteños con el fin de calificarlos en función de sus infracciones. Se trata del Sistema de Evaluación Permanente de Conductores (SEPC), que entró en vigencia el 1 de enero de 2009 (Decreto N° 1.078/08), que consiste en la asignación de un puntaje a cada conductor y el descuento de puntos en función de las infracciones cometidas. Cada descuento parcial de puntos queda sin efecto a los dos años de efectuado siempre que el conductor, durante ese lapso, no haya alcanzado los cero puntos. Cuando se llegue a esa situación, el castigo será la inhabilitación para conducir que podrá extenderse desde los sesenta días hasta los cinco años, que en el caso de los reincidentes crónicos tendrán una inhabilitación más larga o permanente. En el caso de los buenos conductores

recibirán premios y bonificaciones en los trámites relacionados al manejo. La tendencia mundial indica que en algún momento la telemática también terminará influyendo en el scoring "público".

Finalmente, en cuanto a los fabricantes de automóviles, a nivel mundial, en los últimos tiempos, las principales marcas han estado haciendo foco en reducir al máximo las muertes y los heridos en las carreteras, ya sean ocupantes del vehículo o usuarios de la vía, por lo que se plantean desarrollos de este tipo y otros más avanzados que pueden servir para salvar vidas. En nuestro país aún se privilegia el precio y el menor consumo de combustible a la hora de comprar un auto, pero cuanto más se difundan estas variables tecnológicas y más accesibles se hagan, se irán haciendo más determinantes en la elección de un auto. La realidad es que los consumidores están esperando cada vez productos innovadores en calidad y servicio.

Se concluye que el mercado argentino es virgen en muchos aspectos, es de esperar que en el futuro próximo se desarrollen productos y soluciones sencillas, personalizadas y útiles para las necesidades reales de cada cliente, sus preferencias y sus comportamientos. Los cambios se dan cada vez más rápido y la industria tiene que comenzar a generar productos que se adapten a las nuevas reglas de juego, característica que este proyecto cumple.

En la primera sección del informe se analizó el estado del arte, comentándose aplicaciones semejantes y mercado de aplicación, además de legislación vigente.

De manera más específica, analizando concretamente dispositivos típicos de línea "económica", son los siguientes:

- FollowApp: Rastreador GPS (Precisión 10m), AGSM 820/900/1800/1900 QUADBAND, 9-24 Vdc (Sin baterías). Precio: u\$s 55.
- Sistema de Seguimiento de Vehículos Localizado TK103: Apagado y encendido por SMS, posición geográfica del aparato, velocidad de desplazamiento, señal de pánico SOS, consumo de combustible, temperatura del motor y bloqueo y desbloqueo del motor entre otras (requiere instalación a cuenta del cliente). Precio: u\$s 57.
- GPS tracker genérico: Función Localizar vía GPS, función bloqueo / desbloqueo de motor, botón SOS (SMS), alarma SMS por movimiento y por corte de batería (requiere alarma externa), micrófono espía, seguimiento On-line. Precio: u\$s50.-

Estos dispositivos suelen ser poco flexibles y queda a cargo de los usuarios la instalación (por ejemplo en el caso de los que ofrecen bloqueos eléctricos), sin ofrecimiento de servicio, pues están pensados para aplicaciones de vehículos únicos y no flotas. Tampoco generan reportes.

Otro tipo de soluciones, que incluyen un servicio orientado a la administración de varios dispositivos y generación de reportes de alarmas, entregan los dispositivos en comodato más el pago mensual por el alojamiento del servidor. Dado que este tipo de soluciones, orientado a flota de automóviles, tiene poca competencia (que como se ha mencionado, se centra más en flotas de camiones), se suelen abonar altas mensualidades por el servicio.

Se dispone de un mercado ansioso por oferta y con requerimientos particulares, fácilmente alcanzables con leves modificaciones, tal que la incorporación de toma de datos adicionales en el vehículo (por ejemplo posición del cinturón o sensores de peso en asientos) es posible. Para esto último, se desarrollaría la solución y la instalación del cableado del dispositivo vinculante a los sensores quedaría a cargo de talleres de automóviles habilitados en cada zona, propiedad de terceras partes, que serían contratados exclusivamente para prestar ese servicio.

6. ESPECIFICACIONES

6.1. Tecnología GPS

Parámetro	Descripción	Min	Tipic	Max	Unidades
Exactitud posición horizontal			<2.5		M
Exactitud Velocidad	Sin Aid		0.1		m/s
Exactitud Aceleración	Sin Aid		0.1		m/s ²
Exactitud Tiempo			10		nS
Rendimiento dinámico	Altitud máx. Veloc. máx. Acel. máx.			18000 515 4	m m/s G
Tiempo hasta primer Fix	Hot Start Warm Start Cold Start		1 28 30		s s s
Sensibilidad	Tracking Re-adquisic.	-165 -159			dBm dBm
Recepción	Canales Frec.actualiz		22/66	5	Hz
Consumo eléctrico	Adquisición Tracking		42 24		mA mA

6.2. Tecnología de medición inercial

6.1 Gyroscope Specifications

VDD = 2.375V-3.46V, VLOGIC (MPU-6050 only) = 1.8V±5% or VDD, T_A = 25°C

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
GYROSCOPE SENSITIVITY						
Full-Scale Range	FS_SEL=0 FS_SEL=1 FS_SEL=2 FS_SEL=3		±250 ±500 ±1000 ±2000		°/s °/s °/s °/s	
Gyroscope ADC Word Length			16		bits	
Sensitivity Scale Factor	FS_SEL=0 FS_SEL=1 FS_SEL=2 FS_SEL=3		131 65.5 32.8 16.4		LSB/(°/s) LSB/(°/s) LSB/(°/s) LSB/(°/s)	
Sensitivity Scale Factor Tolerance	25°C	-3		+3	%	
Sensitivity Scale Factor Variation Over Temperature			±2		%	
Nonlinearity	Best fit straight line; 25°C		0.2		%	
Cross-Axis Sensitivity			±2		%	
GYROSCOPE ZERO-RATE OUTPUT (ZRO)						
Initial ZRO Tolerance	25°C		±20		°/s	
ZRO Variation Over Temperature	-40°C to +85°C		±20		°/s	
Power-Supply Sensitivity (1-10Hz)	Sine wave, 100mVpp; VDD=2.5V		0.2		°/s	
Power-Supply Sensitivity (10 - 250Hz)	Sine wave, 100mVpp; VDD=2.5V		0.2		°/s	
Power-Supply Sensitivity (250Hz - 100kHz)	Sine wave, 100mVpp; VDD=2.5V		4		°/s	
Linear Acceleration Sensitivity	Static		0.1		°/s/g	
SELF-TEST RESPONSE						
Relative	Change from factory trim	-14		14	%	1
GYROSCOPE NOISE PERFORMANCE						
Total RMS Noise	FS_SEL=0 DLPFCFG=2 (100Hz)		0.05		°/s-rms	
Low-frequency RMS noise	Bandwidth 1Hz to 10Hz		0.033		°/s-rms	
Rate Noise Spectral Density	At 10Hz		0.005		°/s/√Hz	
GYROSCOPE MECHANICAL FREQUENCIES						
X-Axis		30	33	36	kHz	
Y-Axis		27	30	33	kHz	
Z-Axis		24	27	30	kHz	
LOW PASS FILTER RESPONSE						
	Programmable Range	5		256	Hz	
OUTPUT DATA RATE						
	Programmable	4		8,000	Hz	
GYROSCOPE START-UP TIME						
ZRO Settling (from power-on)	DLPFCFG=0 to ±1% of Final		30		ms	

1. Please refer to the following document for further information on Self-Test: MPU-6000/MPU-6050 Register Map and Descriptions

VDD = 2.375V-3.46V, VLOGIC (MPU-6050 only) = 1.8V±5% or VDD, T_A = 25°C

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	Units	Notes
TEMPERATURE SENSOR						
Range			-40 to +85		°C	
Sensitivity	Untrimmed		340		LSB/°C	
Temperature Offset	35°C		-521		LSB	
Linearity	Best fit straight line (-40°C to +85°C)		±1		°C	
VDD POWER SUPPLY						
Operating Voltages		2.375		3.46	V	
Normal Operating Current	Gyroscope + Accelerometer + DMP		3.9		mA	
	Gyroscope + Accelerometer (DMP disabled)		3.8		mA	
	Gyroscope + DMP (Accelerometer disabled)		3.7		mA	
	Gyroscope only (DMP & Accelerometer disabled)		3.6		mA	
	Accelerometer only (DMP & Gyroscope disabled)		500		µA	
Accelerometer Low Power Mode Current	1.25 Hz update rate		10		µA	
	5 Hz update rate		20		µA	
	20 Hz update rate		70		µA	
	40 Hz update rate		140		µA	
Full-Chip Idle Mode Supply Current			5		µA	
Power Supply Ramp Rate	Monotonic ramp. Ramp rate is 10% to 90% of the final value			100	ms	
VLOGIC REFERENCE VOLTAGE						
Voltage Range	MPU-6050 only VLOGIC must be ≤VDD at all times	1.71		VDD	V	
Power Supply Ramp Rate	Monotonic ramp. Ramp rate is 10% to 90% of the final value			3	ms	
Normal Operating Current			100		µA	
TEMPERATURE RANGE						
Specified Temperature Range	Performance parameters are not applicable beyond Specified Temperature Range	-40		+85	°C	

6.3. Tecnología de carga de baterías

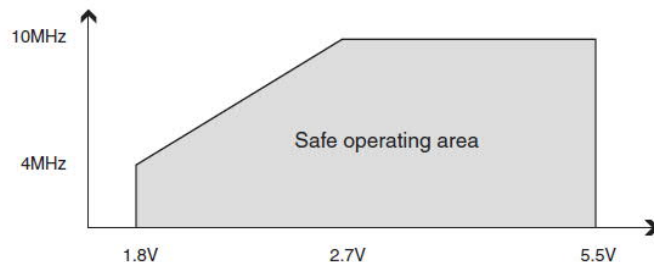
- Regulación de voltaje preajustada de alta precisión: + 0.5%
- Opciones de regulación de voltaje disponibles: 4.20V, 4.35V, 4.4V o 4.5V
- Controlador de gestión de carga lineal completo: Selección de fuente de alimentación autónoma, transistores de paso integrados, sensado actual integrado, protección integrada de descarga inversa.
- Corriente constante (CC) / Voltaje constante (CV): Operación con regulación térmica.
- Corriente de carga del puerto USB seleccionable: Baja: 1 unidad de carga / alta: 5 cargas de unidad.
- Corriente de carga del adaptador de CA programable: 15 mA - 1000 mA
- Dos salidas de estado de carga.
- Recarga automática con umbral de voltaje seleccionable.
- Control automático de fin de carga: Relación de corriente de terminación de carga seleccionable y período seleccionable del temporizador de seguridad
- Preacondicionamiento de células profundamente agotadas puede ser deshabilitado
- Monitor de temperatura de la celda de la batería
- UVLO (bloqueo de subtensión)
- Apagado automático
- Modo de regulador lineal de baja caída (LDO)
- Rango de temperatura: -40 ° C a 85 ° C

Electrical Specifications: Unless otherwise indicated, all limits apply for $V_{DD} = [V_{REG}(\text{typical}) + 0.3V]$ to 6V, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$. Typical values are at $+25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = [V_{REG}(\text{typical}) + 1.0V]$						
Parameters	Sym	Min	Typ	Max	Units	Conditions
Supply Input						
Supply Voltage	V_{DD}	$V_{REG}(\text{Typ}) + 0.3V$	—	6	V	Note 1
Supply Current	I_{SS}	—	1900	3000	μA	Charging
		—	110	300	μA	Charge Complete, No Battery
		—	75	100	μA	Standby (PROG Floating)
		—	0.6	5	μA	Shutdown ($V_{DD} \leq V_{BAT} - 100\text{ mV}$ or $V_{DD} < V_{STOP}$)
UVLO Start Threshold	V_{START}	3.35	3.45	3.55	V	$V_{DD} = \text{Low to High (USB-Port)}$
UVLO Stop Threshold	V_{STOP}	3.25	3.35	3.45	V	$V_{DD} = \text{High to Low (USB-Port)}$
UVLO Hysteresis	V_{HYS}	—	75	—	mV	(USB-Port)
UVLO Start Threshold	V_{START}	4.1	4.15	4.3	V	(AC-Adapter)
UVLO Stop Threshold	V_{STOP}	4.0	4.1	4.2	V	(AC-Adapter)
UVLO Hysteresis	V_{HYS}	—	55	—	mV	(AC-Adapter)
Voltage Regulation (Constant Voltage Mode)						
Regulated Charge Voltage	V_{REG}	4.179	4.20	4.221	V	$V_{DD} = [V_{REG}(\text{typical}) + 1V]$
		4.328	4.35	4.372	V	$I_{OUT} = 30\text{ mA}$
		4.378	4.40	4.422	V	$T_A = -5^\circ\text{C}$ to $+55^\circ\text{C}$
		4.477	4.50	4.523	V	
Regulated Charge Voltage Tolerance	V_{RTOL}	-0.5	—	+0.5	%	$T_A = -5^\circ\text{C}$ to $+55^\circ\text{C}$
Line Regulation	$(\Delta V_{BAT} / V_{BAT}) / (\Delta V_{DD})$	—	0.075	0.2	%/V	$V_{DD} = [V_{REG}(\text{typical}) + 1V]$ to 6V $I_{OUT} = 30\text{ mA}$
Load Regulation	$ \Delta V_{BAT} / V_{BAT} $	—	0.150	0.3	%	$I_{OUT} = 10\text{ mA}$ to 100 mA $V_{DD} = [V_{REG}(\text{typical}) + 1V]$
Supply Ripple Attenuation	PSRR	—	60	—	dB	$I_{OUT} = 10\text{ mA}$, 10Hz to 1 kHz
		—	52	—	dB	$I_{OUT} = 10\text{ mA}$, 10Hz to 10 kHz
		—	23	—	dB	$I_{OUT} = 10\text{ mA}$, 10Hz to 1 MHz
Current Regulation (Fast Charge Constant-Current Mode)						
AC-Adapter Fast Charge Current	I_{REG}	95	105	115	mA	PROG1 = 10 k Ω
		900	1000	1100	mA	PROG1 = 1 k Ω , Note 2 $T_A = -5^\circ\text{C}$ to $+55^\circ\text{C}$

- Note 1: The supply voltage (V_{DD}) = V_{AC} when input power source is from Ac-Adapter and the supply voltage (V_{DD}) = V_{USB} when input power source is from USB-Port.
- Note 2: The value is guaranteed by design and not production tested.
- Note 3: The current is based on the ratio of selected current regulation (I_{REG}).
- Note 4: The maximum charge impedance has to be less than shutdown impedance for normal operation.

6.4. Tecnología de procesamiento

- Temperatura de operación: -55°C a +125°C
- Temperatura de almacenamiento: -65°C a +150°C
- Tensión de pines (exceptuando el Reset): -0.5V a Vcc+0.5V
- Tensión en Reset: -0.5V a +13.0 V
- Tensión máxima de operación: +6.0V
- Corriente continua para pines I/O: 40.0 mA
- Corriente continua para Vcc y GND: 200.0 mA



Relación Frecuencia de trabajo VS Tensión de alimentación

6.5. Confiabilidad

Se analiza la confiabilidad por modulo, considerando que cada modulo realiza una actividad especifica. La SD permite el grabado de datos para luego ser analizados por PC, el MPU 92/65 permite la adquisición de las aceleraciones y la SIM808 permite la adquisición de los datos de la localización y la toma de datos desde el webserver. El microcontrolador y la fuente permite el funcionamiento de los anteriores módulos, por lo que son necesarios para la realización de todas las tareas.

Adaptador SD:

$$\begin{aligned} \text{FR(SD)} * \text{Calidad} * \text{Ambiente} &= (\text{FR(regulador)} + \text{FR(adaptador)} + \text{FR(conector SD)}) * 3 * 6 \\ &= (0,035 + 0,035 + 7 * 0,001) * 3 * 6 = 1,39 \text{ fallas}/(1000000 \text{ horas}) \end{aligned}$$

IMU:

$$\begin{aligned} \text{FR(MPU 92/65)} * \text{Calidad} * \text{Ambiente} &= (\text{FR(regulador)} + \text{FR(MPU)}) * 3 * 6 \\ &= (0,035 + 0,015) * 3 * 6 = 0,9 \text{ fallas}/(1000000 \text{ horas}) \end{aligned}$$

GPS/GPRS:

$$\begin{aligned} \text{FR(SIM808)} * \text{Calidad} * \text{Ambiente} &= (\text{FR(chip)} + \text{FR(tarjeta sim)} + 2 * \text{FR(conector SMA)}) * 3 * 6 \\ &= (0,025 + 0,025 + 2 * 0,01) * 3 * 6 = 1,26 \text{ fallas}/(1000000 \text{ horas}) \end{aligned}$$

Cargador:

$$\begin{aligned} \text{FR(Fuente)} * \text{Calidad} * \text{Ambiente} &= (2 * \text{FR(chip)} + 3 * \text{FR(capacitor electrolitico)} \\ &+ 2 * \text{FR(capacitor ceramico)} + \text{FR(Switch)} + \text{FR(bornera)} + \text{FR(bateria)}) * 3 * 6 \\ &= (2 * 0,035 + 3 * 0,07 + 2 * 0,015 + 0,05 + 0,002 + 1,5) * 3 * 6 = 33,52 \text{ fallas}/(1000000 \text{ horas}) \end{aligned}$$

Microcontrolador:

$$\begin{aligned} \text{FR(microcontrolador)} * \text{Calidad} * \text{Ambiente} &= (5 * \text{FR(resistor metal - film)} + 3 * \text{FR(transistor bipolar)} \\ &+ 3 * (\text{led}) + 2 * \text{FR(boton)} + \text{FR(Atmega328)}) * 3 * 6 = (5 * 0,01 + 3 * 0,02 + 3 * 0,015 + 2 * 0,05 + 0,025) \\ &* 3 * 6 = 5,04 \text{ fallas}/(1000000 \text{ horas}) \end{aligned}$$

Calculo de confiabilidad total:

$$\begin{aligned} \text{FR(total)} &= \text{FR(SD)} + \text{FR(MPU92/65)} + \text{FR(SIM808)} + \text{FR(Fuente)} + \text{FR(atmega)} = \\ &1,39 + 0,9 + 1,26 + 33,52 + 5,04 = 42,11 \text{ fallas}/(1000000 \text{ horas}) \end{aligned}$$

Se realiza también el cálculo con componentes de calidad militar para mayor confiabilidad:

Adaptador SD:

$$\begin{aligned} \text{FR(SD)} * \text{Calidad} * \text{Ambiente} &= (\text{FR(regulador)} + \text{FR(adaptador)} + \text{FR(conector SD)}) * 3 * 6 \\ &= (0,035 + 0,035 + 7 * 0,001) * 1 * 6 = 0,46 \text{ fallas}/(1000000 \text{ horas}) \end{aligned}$$

IMU:

$$\begin{aligned} \text{FR(MPU 92/65)} * \text{Calidad} * \text{Ambiente} &= (\text{FR(regulador)} + \text{FR(MPU)}) * 3 * 6 \\ &= (0,035 + 0,015) * 1 * 6 = 0,3 \text{ fallas}/(1000000 \text{ horas}) \end{aligned}$$

GPS/GPRS:

$$\begin{aligned} \text{FR(SIM808)} * \text{Calidad} * \text{Ambiente} &= (\text{FR(chip)} + \text{FR(tarjeta sim)} + 2 * \text{FR(conector SMA)}) * 3 * 6 \\ &= (0,025 + 0,025 + 2 * 0,01) * 1 * 6 = 0,42 \text{ fallas}/(1000000 \text{ horas}) \end{aligned}$$

Cargador:

$$\begin{aligned} \text{FR(Fuente)} * \text{Calidad} * \text{Ambiente} &= (2 * \text{FR(chip)} + 3 * \text{FR(capacitor electrolitico)} \\ &+ 2 * \text{FR(capacitor ceramico)} + \text{FR(Switch)} + \text{FR(bornera)} + \text{FR(bateria)}) * 3 * 6 \\ &= (2 * 0,035 + 3 * 0,07 + 2 * 0,015 + 0,05 + 0,002 + 1,5) * 1 * 6 = 11,17 \text{ fallas}/(1000000 \text{ horas}) \end{aligned}$$

Microcontrolador:

$$\begin{aligned} \text{FR(microcontrolador)} * \text{Calidad} * \text{Ambiente} &= (5 * \text{FR(resistor metal - film)} + 3 * \text{FR(transistor bipolar)} \\ &+ 3 * (\text{led}) + 2 * \text{FR(boton)} + \text{FR(Atmega328)}) * 3 * 6 = (5 * 0,01 + 3 * 0,02 + 3 * 0,015 + 2 * 0,05 + 0,025) \\ &* 1 * 6 = 1,68 \text{ fallas}/(1000000 \text{ horas}) \end{aligned}$$

Calculo de confiabilidad total:

$$\begin{aligned} \text{FR(total)} &= \text{FR(SD)} + \text{FR(MPU92/65)} + \text{FR(SIM808)} + \text{FR(Fuente)} + \text{FR(atmega)} = \\ &0,46 + 0,3 + 0,42 + 11,17 + 1,68 = 14,03 \text{ fallas}/(1000000 \text{ horas}) \end{aligned}$$

7. ANEXOS

7.1. Anexo 1 – Manual de usuario

7.1.1. Pasos para la instalación:

Se coloca la antena GPS sobre el tablero del auto para que pueda recibir señal del satélite. La antena cuenta con un imán que le permite adherirse a una parte metálica del automóvil para mayor facilidad de instalación.

Se coloca el equipo en un soporte para GPS adherido al parabrisas del automóvil y luego de esto ya se encuentra listo para ser utilizado. Es importante que el dispositivo está posicionado tal como indica la cubierta del dispositivo, con el eje x del dispositivo este orientado hacia la parte frontal del vehículo y nivelado en plano horizontal.

De ser necesario cargar la batería, se conecta el equipo por medio del cable de alimentación, a la tensión disponible el vehículo (12 volt), a través del encendedor o conector para tal fin.

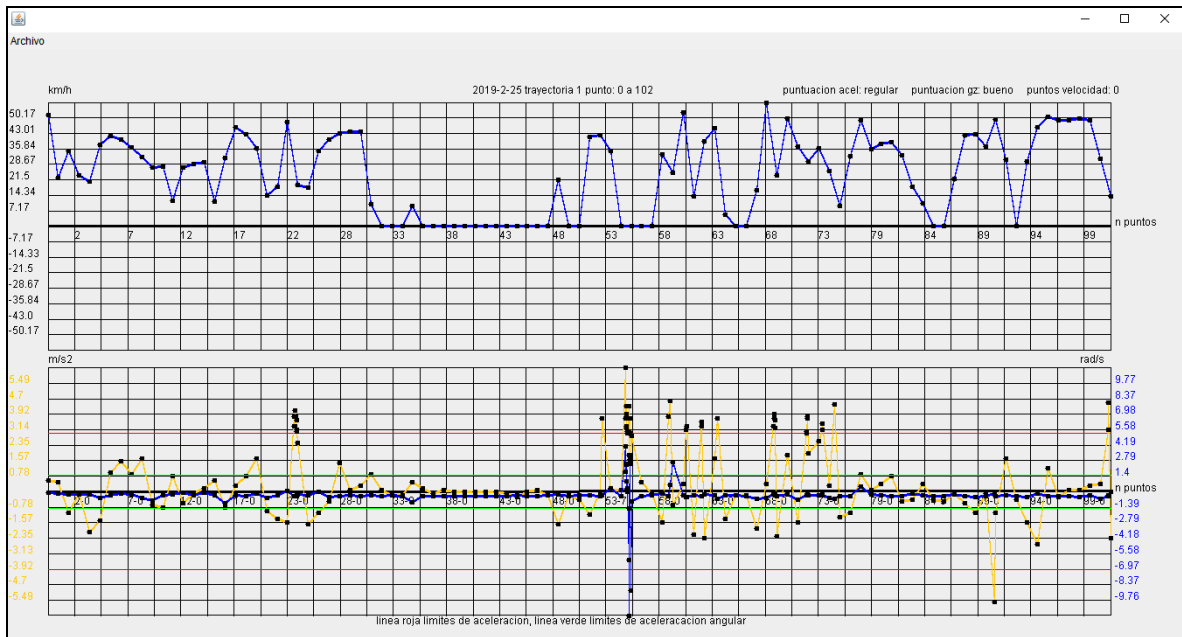
Para prender el dispositivo, mover el switch de encendido ubicado sobre un lateral de la caja.

7.1.2. Manual del programa:

Se debe extraer la SD y copiar el archivo con el nombre: "DATA.TXT" al directorio del ejecutable del programa, luego ejecutar el programa.

Para la visualización de los gráficos de velocidad y aceleraciones:

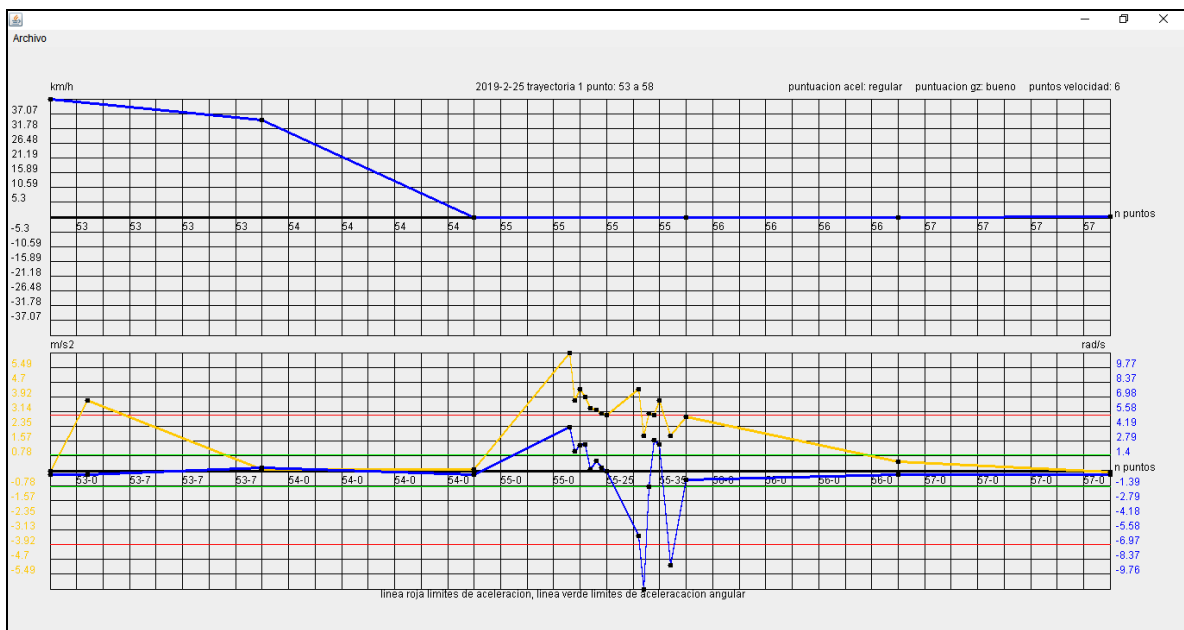
1. Ir al menú: "Archivo", luego presionar en "Graficar Parámetros".
2. Aparecerán las trayectorias tomadas por el equipo, seleccionar la trayectoria deseada en el día deseado.
3. Una vez seleccionada la trayectoria aparecerán dos graficos en pantalla:



El gráfico en la parte superior representa la velocidad tomada en km/h, las rayas rojas en este gráfico indican la velocidad máxima establecida en el programa, todo punto de velocidad superior a estos límites se tomará como un punto excedido.

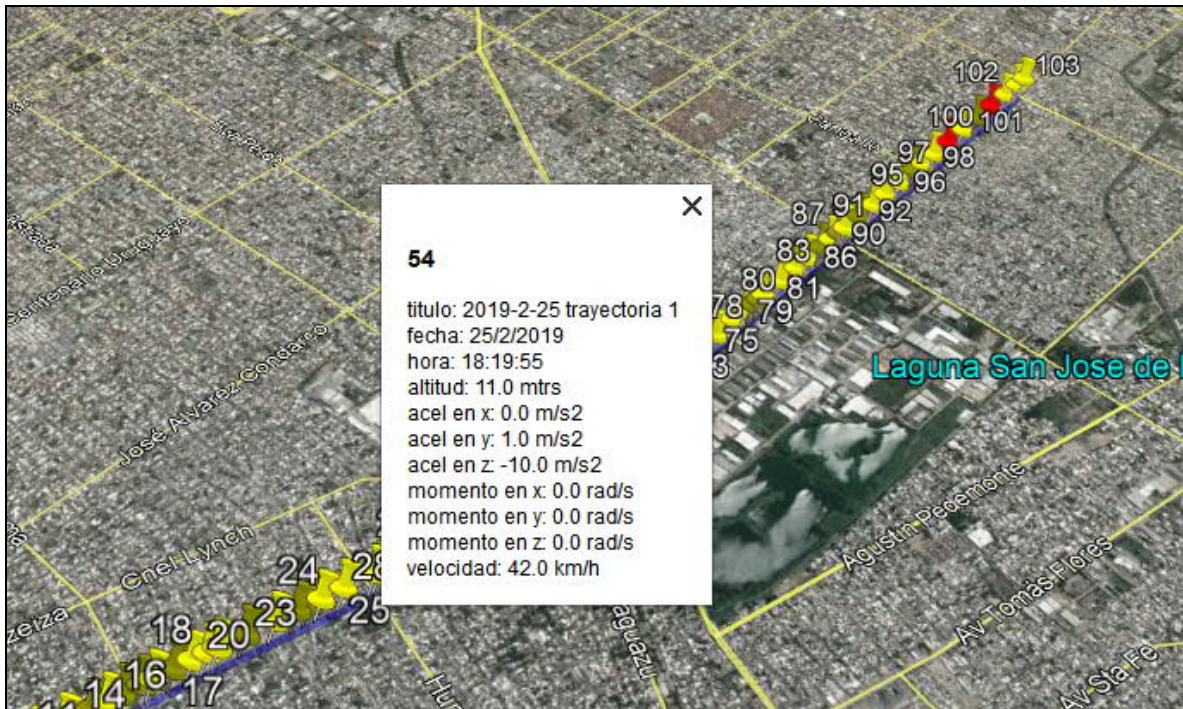
El gráfico en la parte inferior representa la aceleración lineal (línea amarilla) medido en m/s², combinado con el gráfico de velocidad angular (línea azul) medido en rad/s. Al igual que el anterior, cuenta con dos rayas rojas indicando la aceleración máxima y mínima, y dos rayas verdes para la velocidad angular máxima y mínima. Las mismas a diferencia de la velocidades máximas, no se puede cambiar ya que fueron establecidas como parámetros de manejo, pero sí se puede cambiar el promedio entre los puntos de aceleración lineal que se excedió respecto al total para determinar si se condujo bien, regular o mal respecto al parámetro de aceleración lineal. Lo mismo aplica a la velocidad angular.

Respecto al gráfico de velocidad se debe agregar que cuenta con una herramienta de zoom manejada desde el scroll del mouse que afectará el zoom del gráfico inferior:



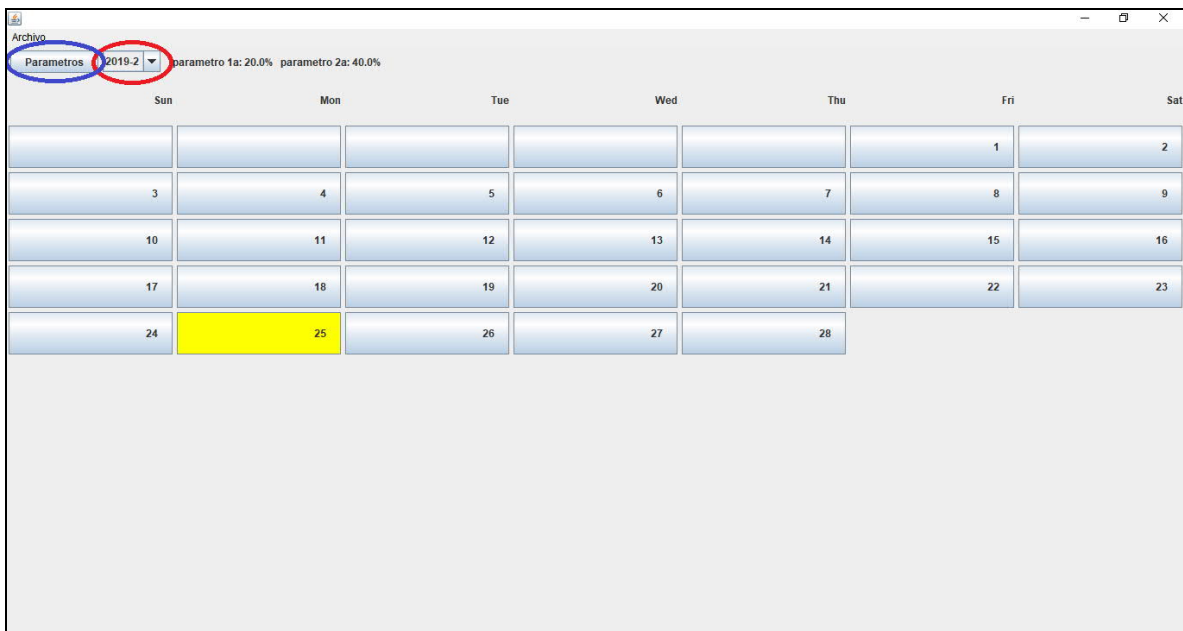
Mismo gráfico con zoom.

Se puede determinar también el punto sobre el cual se encuentra el cursor, realizando click izquierdo sobre ambos gráficos, y si se presiona la rueda sobre el gráfico de velocidad se abre Google Earth haciendo foco en el punto:



Pasos para realización de tabla de aceleración:

1. Ir al menú: "Archivo", luego presionar en "Crear Tabla de Resultados"
2. Aparecerá una ventana mostrando cual es el parámetro que se quiere mostrar (aceleración, giroscopo o velocidad), se presiona sobre el que se quiera mostrar.
3. Aparecerá un Calendario mostrando los días del mes y en colores (verde, amarillo o rojo) los días donde se obtuvieron mediciones:



Si se deseara modificar el mes mostrado, se dispone de un menú desplegable (marcado con un círculo rojo) para elegir el mes. También se puede cambiar los parámetros que determinan si la conducción respecto a la aceleración lineal en este caso, fue mala, regular o buena, presionando en el botón "Parámetros" enmarcado en el círculo azul.

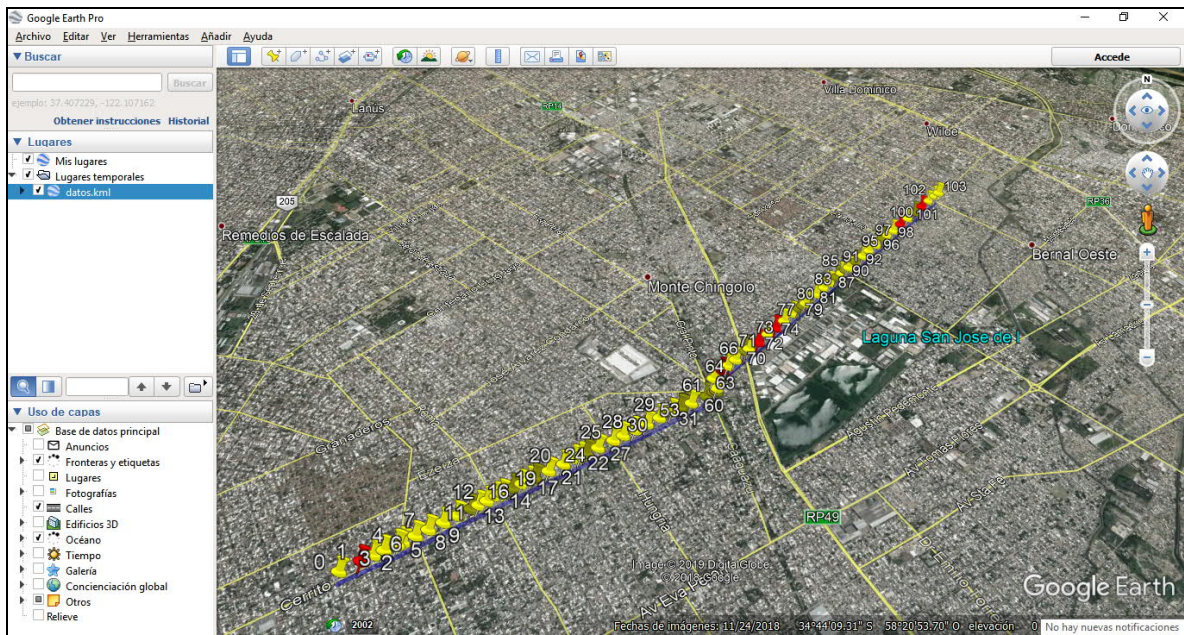
Si se eligiera la opción giroscopo en vez de aceleración al presiona el botón "Parámetros", se cambiarían los parámetros que determinan como fue la conducción respecto a la velocidad angular, y por ultimo si se eligiera la opción velocidad, al presionar el botón "Parámetros" se cambiaría la velocidad máxima. Presionando sobre el día en el calendario (siempre y cuando se hallan tomado mediciones), se mostrará una tabla indicando la cantidad de punto tomados y cuantos se pasaron:



Nombre	Cant de puntos	Cant de puntos afuera	resultado	parametro 1 en %	parametro 2 en %
2019-2-25	149	40	regular	20	40

Pasos para visualización del mapa de Google Earth:

Ir al menú: "Archivo", luego presionar en "Crear KML". Esto abrirá el Google Earth el cual mostrara el trayecto recorrido por el vehículo:



7.1.3. Manual del sitio Web:

Al momento de encender el dispositivo, este envía todos los parámetros obtenidos hasta el momento a la página web para mostrarlos. Esto es independiente del programa para PC que permite tener un muestreo de los datos a través de la SD de manera más precisa.

Para la visualización de los gráficos de velocidad y aceleraciones:

1. Ir a la página web <http://trackpoint-001-site1.dtempurl.com/>
2. Introduciendo usuario y contraseña podrá acceder a su sistema de gestión de flotas.
3. La estructura de la página es la siguiente:
 - Podrá visualizar automáticamente el perfil de conducción del dispositivo seleccionado. Esto indica como conduce la persona que utiliza el vehículo, al igual que en el caso del programa para PC.

Seleccionar dispositivo de monitoreo:

Piloto1

Perfil de conducción:

En relación a arranques y frenadas: **REGULAR**

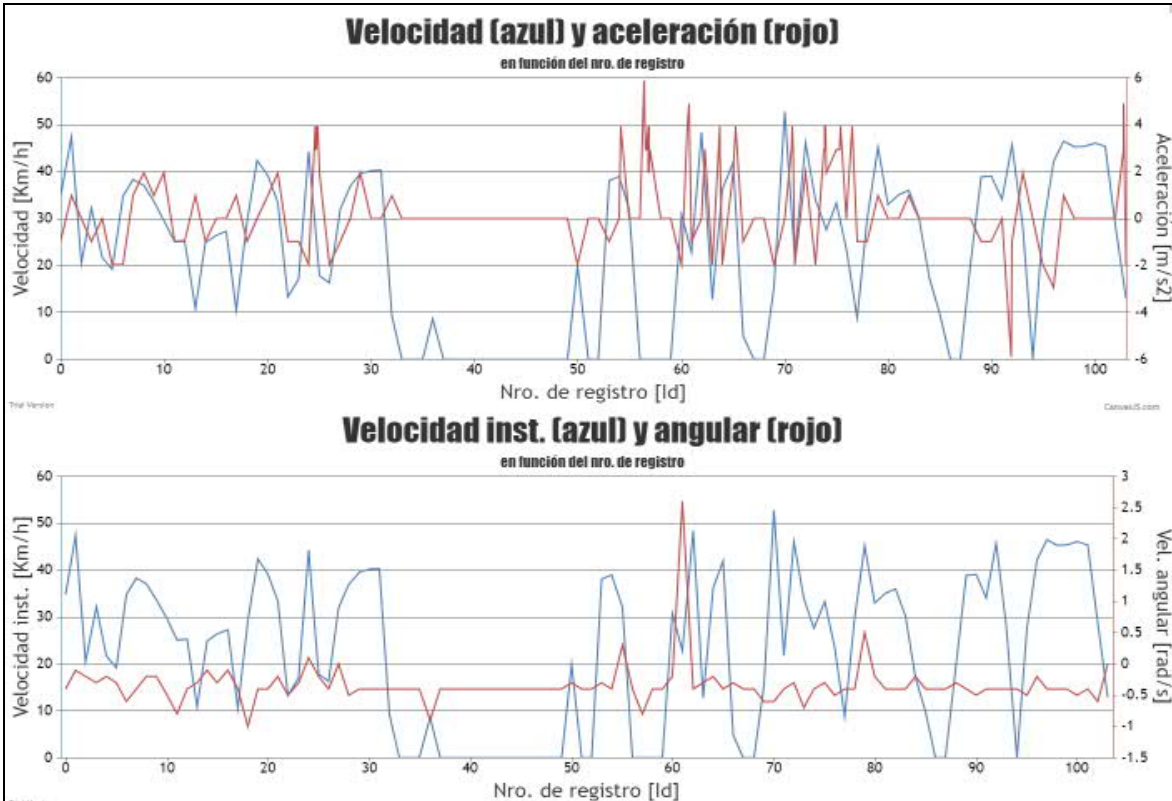
En relación a giros: **BUENO**

En relación a velocidades superiores a 80Km/h: 0 de 149

- Mapa con la última posición conocida.



- Gráficos de velocidad, velocidad angular y aceleración con indicación de punto de registro correspondiente.



- Registro detallado de información complementaria a cada punto registrado.

Punto	Fecha y hora	Posición (Link a GMaps)	Aceleraciones			Giros			Velocidad
			X	Y	Z	X	Y	Z	
[#]	[UTC]	[GD]	[m/s²]			[rad/seg]			[Kh/h]
0	2019-02-25 18:10:55	-34.75498666666667, -58.37396166666667	-0.981	0.981	-9.81	-0.4	0.2	-0.4	34.8
1	2019-02-25 18:11:06	-34.75429833333333, -58.37264833333333	0.981	0.981	-9.81	-0.2	-0.4	-0.1	47.4
2	2019-02-25 18:11:16	-34.75391333333333, -58.37189666666667	0	0	-7.848	-0.3	0.4	-0.2	20.5
3	2019-02-25 18:11:26	-34.75361166666667, -58.37123166666667	-0.981	0	-8.829	-0.3	0.2	-0.3	32.2
4	2019-02-25 18:11:36	-34.75321666666667, -58.37041	0	0.981	-9.81	-0.4	0.2	-0.2	21.7
5	2019-02-25 18:11:46	-34.753055, -58.37008333333333	-1.962	0	-9.81	0.5	0.8	-0.3	19.2
6	2019-02-25 18:11:56	-34.75262833333333, -58.36928833333333	-1.962	0.981	-8.829	-0.2	0.2	-0.6	34.8
7	2019-02-25 18:12:06	-34.75219166666667, -58.36845	0.981	1.962	-9.81	-0.2	0.7	-0.4	38.3
8	2019-02-25 18:12:16	-34.75169, -58.367505	1.962	0	-11.772	-1.2	-0.5	-0.2	37.1
9	2019-02-25 18:12:26	-34.75119166666667, -58.36660833333333	0.981	0	-8.829	0.0	0.2	-0.2	33.7
10	2019-02-25 18:12:36	-34.75071333333333, -58.36568	1.962	0.981	-9.81	0.0	-0.1	-0.5	29.6
11	2019-02-25 18:12:46	-34.75042833333333, -58.36517166666667	-0.981	1.962	-8.829	-0.6	0.1	-0.8	25.1
12	2019-02-25 18:12:56	-34.75011666666667, -58.36461833333333	-0.981	-0.981	-9.81	-0.1	0.4	-0.4	25.3
13	2019-02-25 18:13:06	-34.74977666666667, -58.36396666666667	0.981	0	-9.81	0.0	0.2	-0.3	10.8
14	2019-02-25 18:13:16	-34.74956666666667, -58.36360833333333	-0.981	0	-8.829	-0.7	0.6	-0.1	24.9
15	2019-02-25 18:13:26	-34.74917833333333, -58.36286333333333	0	0.981	-7.848	-0.3	0.7	-0.3	26.4
16	2019-02-25 18:13:36	-34.748835, -58.36224333333333	0	-0.981	-9.81	-0.1	0.7	-0.1	27.3
17	2019-02-25 18:13:45	-34.74856333333333, -58.3617	0.981	0	-9.81	0.2	0.3	-0.4	10.5
18	2019-02-25 18:13:55	-34.74835166666667, -58.36133666666667	-0.981	1.962	-9.81	-0.4	0.0	-1.0	29.3
19	2019-02-25 18:14:05	-34.747835, -58.36033333333333	0	-1.962	-9.81	-0.1	0.3	-0.4	42.4
20	2019-02-25 18:14:15	-34.74729333333333, -58.35926833333333	0.981	0	-7.848	-0.9	0.0	-0.4	39.2