

# Proyecto Fin de Carrera

## **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SENSORIZACIÓN PARA MOTOS DE COMPETICIÓN**

Autor:

Alfredo Ferrando Sixtac

Director:

Roberto Casas Nebra

Codirector:

Álvaro Marco Marco

Titulación:

Ingeniería Industrial



# RESUMEN

En la actualidad, la base de la competición del motor consiste en el uso de tecnologías punteras para marcar mínimas diferencias con los rivales. Uno de los usos es la toma de datos y análisis de distintos parámetros del vehículo para detectar fallos en su comportamiento o en el del piloto. Este cometido lo realizan unos dispositivos denominados datalogger.

En el presente proyecto se ha desarrollado un datalogger en fase de prototipo para motocicletas. En concreto, debido a sus prestaciones, se dirige tanto al uso por parte de aficionados que deseen acercarse más a la competición, como a equipos que compitan en categorías bajas y deseen minimizar costes.

El sistema será capaz de tomar datos de valores de distintos canales analógicos y digitales a diferentes velocidades, procesarlos y enviarlos a un Smartphone para su almacenamiento. Para ello se diseña una parte de hardware, para el tratamiento de la señal y se programa el firmware de un microcontrolador.

Para analizar la aptitud del producto de cara a comercializarse se realiza un estudio detallado de mercado en el que se evalúa de manera más precisa la viabilidad del producto, así como un plan financiero y comercial presentado para el concurso IDEA en febrero de 2013 con la intención de encontrar financiación para llevar a cabo el proyecto.

El presente proyecto surge de la observación del mercado de este tipo de productos y del estado actual de la técnica en cuanto a tiempo de desarrollo de prototipos electrónicos y digitales funcionales.

Como se desarrollara más adelante, los productos relacionados con el producto desarrollado están en rangos de precios elevados, lo cual lo hace casi inaccesible a personas que lo vayan a utilizar como mejora del divertimento en una afición, algo secundario.

Por otro lado, actualmente ha proliferado una gran cantidad de dispositivos embebidos comerciales que incorporan gran cantidad de funciones para las cuales se necesitarían grandes conocimientos y que están resueltas realizando pocos pasos. Estos dispositivos también incluyen dispositivos y módulos que permiten comunicaciones avanzadas o lecturas de variables físicas.

En un apartado personal, el presente proyecto sirve como afianzamiento de los conocimientos adquiridos en el segundo ciclo de Ingeniería Industrial en el ámbito de la electrónica y los sistemas de comunicación, ya que proviniendo de la Ingeniería técnica mecánica, se produce un gran vacío en este campo, y actualmente, cualquier maquinaria necesita conocimientos de ambas especialidades.



# Proyecto Fin de Carrera

## **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SENSORIZACIÓN PARA MOTOS DE COMPETICIÓN**

Autor:

Alfredo Ferrando Sixtac

Director:

Roberto Casas Nebra

Codirector:

Álvaro Marco Marco

Titulación:

Ingeniería Industrial

# **MEMORIA**

# ÍNDICE

<b>MEMORIA</b> .....	<b>2</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>4</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1. Resumen del proyecto.</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2. Motivación</b> .....	<b>6</b>
<b>1.3. Objetivos y alcance.</b> .....	<b>6</b>
<b>1.4. Cronograma.</b> .....	<b>7</b>
<b>1.5. Desglose de la memoria</b> .....	<b>8</b>
<b>2. DISEÑO</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1. Antecedentes.</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2. Descripción del dispositivo objeto de diseño</b> .....	<b>11</b>
<b>2.3. Requisitos y funcionalidades del diseño.</b> .....	<b>13</b>
<b>2.4. Flyport</b> .....	<b>14</b>
<b>2.5. Arquitectura del sistema.</b> .....	<b>15</b>
2.5.1. Hardware. ....	15
2.5.2. Firmware. ....	16
<b>3. DESARROLLO DEL HARDWARE.</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1. Módulo Datalogger.</b> .....	<b>18</b>
3.1.1. Tratamiento de entradas analógicas. ....	18
3.1.2. Tratamiento de entradas digitales.....	18
3.1.3. Protecciones.....	20
3.1.4. Acondicionamiento de la alimentación. ....	22
3.1.5. Control de los leds.....	22
3.1.6. Circuitos adicionales. ....	23
<b>3.2. Módulo del emisor IR del sensor de paso por meta</b> .....	<b>23</b>
3.2.1. Alimentación.....	23
3.2.2. Generación de la señal. ....	24
<b>3.3. Diseño de las PCB's.</b> .....	<b>25</b>
3.3.1. Datalogger. ....	25
3.3.2. Emisor de IR. ....	26
<b>3.4. Sensores desarrollados.</b> .....	<b>27</b>
3.4.1. Sensor de posición de la suspensión delantera y trasera. ....	27
3.4.2. Sensor de velocidad. ....	28
3.4.3. Sensor de revoluciones.....	29
3.4.4. Detector de paso por meta.....	29
<b>4. DESARROLLO DEL FIRMWARE</b> .....	<b>30</b>
<b>4.1. Configuración</b> .....	<b>30</b>
<b>4.2. FreeRTOS.</b> .....	<b>30</b>
<b>4.3. Programación temporal</b> .....	<b>31</b>

<b>4.4. Módulos del Firmware.....</b>	<b>32</b>
4.4.1. Conversión ADC.....	32
4.4.2. Captura de señal y filtrado de paso por meta.....	33
4.4.3. Interrupciones de RPM y sensor de velocidad.....	33
4.4.4. Control de los leds.....	34
4.4.5. Lectura de comandos de entrada.....	34
4.4.6. Comunicaciones con elSmartphone.....	34
4.4.7. Comunicación con el GPS.....	35
4.4.8. Gestión de energía.....	36
<b>5. DESARROLLO DE LA CARCASA DEL DISPOSITIVO.....</b>	<b>38</b>
<b>6. VIABILIDAD COMERCIAL.....</b>	<b>40</b>
<b>7. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>43</b>
<b>INDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Cronología de tareas.....	7
Fig. 2. Esquema de funcionamiento de un datalogger comercial AIM Sportline.....	10
Fig. 3. Esquema de funcionamiento del sistema de sensorización diseñado.....	12
Fig. 4. Flyport Wi-Fi.....	14
Fig. 5. Esquema funcional del hardware.....	15
Fig. 6. Esquema funcional del emisor de Infrarrojos.....	16
Fig. 7. Arquitectura del firmware.....	17
Fig. 8. Esquema entrada analógica.....	18
Fig. 9. Voltaje de salida inicial en función del voltaje de alimentación.....	18
Fig. 10. Esquema sensor de velocidad.....	19
Fig. 11. Esquema sensor de RPM.....	20
Fig. 12. V e I durante un uso correcto.....	21
Fig. 13. V e I a máximo voltaje.....	21
Fig. 14. Esquema alimentación.....	22
Fig. 15. Esquema Control leds.....	23
Fig. 16. Esquema alimentación leds.....	24
Fig. 17. Generación de la señal de los IR.....	24
Fig. 18. Placa montada en la motocicleta.....	26
Fig. 19. Placa del emisor de IR montada en su carcasa.....	26
Fig. 20. Sensor de posición 2D.....	27
Fig. 21. SoftPot.....	28
Fig. 22. Sensor de velocidad diseñado.....	29
Fig. 23. Diagrama de ejecución del programa.....	32
Fig. 24. Render 1.....	39
Fig. 25. Render 2.....	39

## 1. INTRODUCCIÓN.

### 1.1. Resumen del proyecto.

En la actualidad, la base de la competición del motor consiste en el uso de tecnologías punteras para marcar mínimas diferencias con los rivales. Uno de los usos es la toma de datos y análisis de distintos parámetros del vehículo para detectar fallos en su comportamiento o en el del piloto. Este cometido lo realizan unos dispositivos denominados datalogger.

Como toda tecnología punta, su utilización requiere de un coste elevado, sobre todo desde la perspectiva de un usuario aficionado o equipos de categorías bajas, y para extraer el máximo rendimiento, además de experiencia, se necesita conocimientos de ingeniería en diversos campos.

En el presente proyecto se ha desarrollado un datalogger en fase de prototipo para motocicletas. En concreto, debido a sus prestaciones, se dirige tanto al uso por parte de aficionados que deseen acercarse más a la competición, como a equipos que compitan en categorías bajas y deseen minimizar costes.

La mejora del precio final se ha conseguido a través de dos vías. El uso de elementos comerciales en la medida de lo posible, y la inclusión de un Smartphone en la arquitectura, traspasando tiempo de procesamiento a un sistema más potente del que actualmente todo el posible cliente dispone.

El sistema será capaz de tomar datos de valores de distintos canales analógicos y digitales a diferentes velocidades, procesarlos y enviarlos a un Smartphone para su almacenamiento. Para ello se diseña una parte de hardware, para el tratamiento de la señal y se programa el firmware de un microcontrolador.

Los sensores a los que está conectado el datalogger, alguno de los cuales también se ha desarrollado, serán capaces de medir las siguientes variables:

- Revoluciones.
- Velocidad.
- Temperatura motor.
- Tiempo de vuelta.
- Suspensiones.
- Dos entradas analógicas más para lo que se desee.

Este dispositivo no podría funcionar sin la parte de software que reciba esos datos en un Smartphone, los trate y los muestre, además de un software específico para ordenador con el que poder analizar esos datos y extraer un beneficio de la información obtenida. De esta parte se encarga Ángel Álvarez Menéndez, estudiante de Ingeniería de Telecomunicaciones, especialidad en Telemática, por la Universidad de Oviedo, y que lo utilizara también como proyecto final de carrera. Conjuntamente se desarrollaran ambas partes y se realizara una puesta en común de la validez del prototipo y de las funcionalidades necesarias que se le deban aportar.

Para analizar la aptitud del producto de cara a comercializarse se realiza un estudio detallado de mercado en el que se evalúa de manera más precisa la viabilidad del

producto, así como un plan financiero y comercial presentado para el concurso IDEA en febrero de 2013 conjuntamente con Jorge Casaus Mairal, Ingeniero técnico Industrial en Mecánica, con la intención de encontrar financiación para llevar a cabo el proyecto.

### **1.2. Motivación.**

El presente proyecto surge de la observación del mercado de este tipo de productos y del estado actual de la técnica en cuanto a tiempo de desarrollo de prototipos electrónicos y digitales funcionales.

Como se desarrollara más adelante, los productos relacionados con el desarrollado están en rangos de precios mayores de 600€, lo cual lo hace casi inaccesible a personas que lo vayan a utilizar como mejora del divertimento en una afición, algo secundario.

Por otro lado, actualmente ha proliferado una gran cantidad de dispositivos embebidos comerciales que incorporan gran cantidad de funciones para las cuales se necesitarían grandes conocimientos y que están resueltas realizando pocos pasos. Estos dispositivos también incluyen dispositivos y módulos que permiten comunicaciones avanzadas o lecturas de variables físicas. El precursor de esta tendencia es Arduino y de esta idea han surgido otros como el utilizado o Raspberry PI.

También hay un interés de crear un producto comercial. Para ello, se ha realizado un plan de empresa de lo que sería un producto final para presentarlo en el concurso IDEA.

En un apartado personal, el presente proyecto sirve como afianzamiento de los conocimientos adquiridos en el segundo ciclo de Ingeniería Industrial en el ámbito de la electrónica y los sistemas de comunicación, ya que proviniendo de la Ingeniería técnica mecánica, se produce un gran vacío en este campo, y actualmente, cualquier maquinaria necesita conocimientos de ambas especialidades.

### **1.3. Objetivos y alcance.**

La finalidad del presente proyecto es desarrollar un datalogger funcional con prestaciones cercanas a un dispositivo comercial de gama media, pero con cambios fundamentales en la arquitectura de funcionamiento respecto a la gama actual. El dispositivo será capaz de tomar datos de distintos sensores y enviarlos a un Smartphone.

Desarrollar un Firmware implementado en un Flyport que les dará un tratamiento previo a los datos y los enviará, además de realizar otras funciones secundarias.

Diseñar una parte de hardware, como etapa previa del Flyport, para la acomodación de la señal enviada por los sensores y conversión de la señal de control de una banda de leds para mostrar información de distintos estados.

También se contempla diseñar varios de los sensores en caso de que sea sencillo o tengan un alto precio de mercado.

Fabricar los diseños en fase de prototipo para disponer de un dispositivo de medición y sensores que se puedan instalar en una motocicleta.

Realizar pruebas de toma de muestras en una motocicleta corriendo en circuito, con los que validar el prototipo. Este apartado es necesario para corroborar la validez de los diseños.

Por último, diseñar virtualmente un prototipo de producto final, ya que la fabricación de componentes de plástico exige una gran inversión.

A la par, realizar un plan de empresa basado en la comercialización del dispositivo desarrollado con el que observar desde una perspectiva comercial la viabilidad del producto con las características detalladas más adelante y concluir si es posible un futuro desarrollo de producto de cara a su comercialización. Este plan de empresa es presentado en el concurso IDEA del gobierno de Aragón que promueve el emprendimiento de los jóvenes de la comunidad en el ámbito de la industria y las nuevas tecnologías de cara a mejorar el tejido empresarial.

### 1.4. Cronograma.

El siguiente grafico muestra el tiempo utilizado para la realización de las tareas y subtareas.

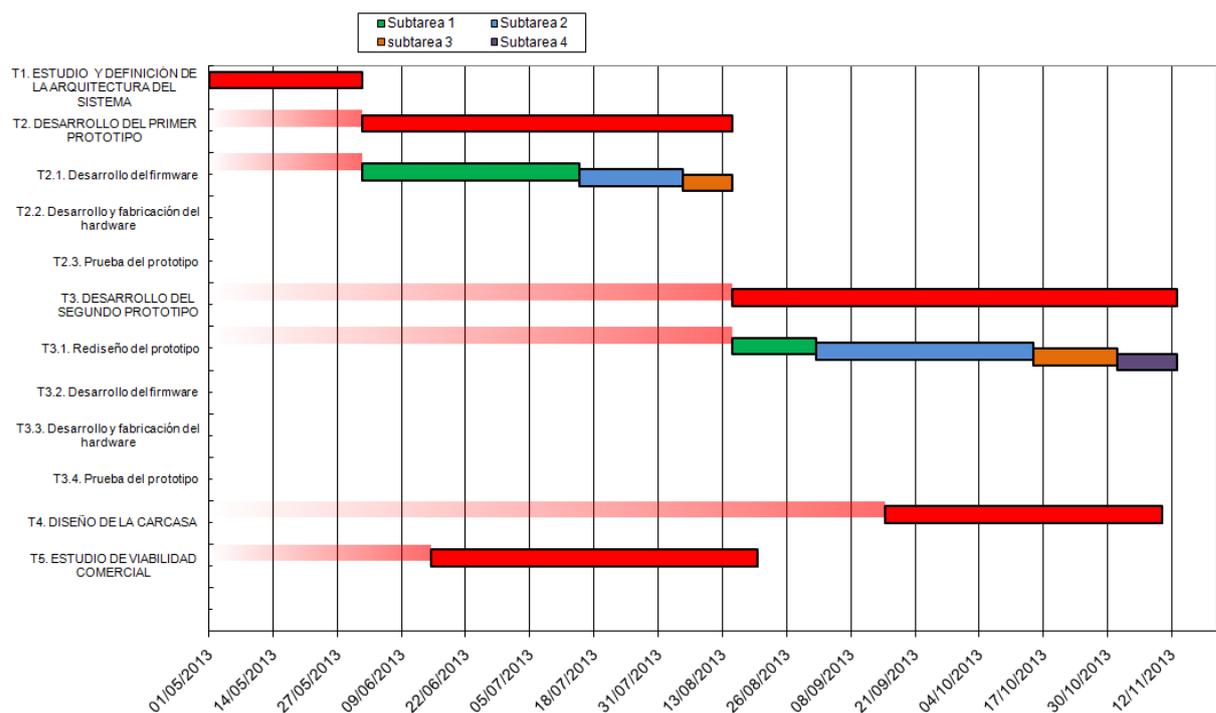


Fig. 1. Cronología de tareas.

En el proyecto se distinguen las siguientes líneas de trabajo:

- Desarrollo del firmware implementado en el microprocesador del Flyport
- Diseño y desarrollo del hardware de adquisición y acomodación de las señales de los sensores
- Prueba del prototipo y análisis de resultados
- Diseño de una carcasa comercial de manera virtual para proponer una posible solución.

- Desarrollo de plan de empresa para comercializarlo como producto.

El mayor esfuerzo ha recaído en el firmware, ya que se ha optimizado su funcionamiento en mayor medida debido a que no es necesario invertir en materiales o procesos.

El primer hardware concluyó su desarrollo en un estado en el que se consiguió que realizara mediciones, después de realizar cambios y conectarle pequeñas placas, pero que no era apto para usarse en una motocicleta. El segundo desarrollo implementó las mejoras del primero y se pensó desde el primer momento en su montaje en la motocicleta, siendo este el utilizado en las pruebas.

Las pruebas se han venido realizando en garaje y cuando se ha comprobado su estabilidad mecánica, se ha llevado a circuito.

A la par se han venido realizando tanto el plan de empresa como el diseño de la carcasa. Ambas líneas de trabajo completan la definición del dispositivo como producto.

### **1.5. Desglose de la memoria**

En el capítulo 2, se explica de que se compone y como funciona un dispositivo comercial. En referencia a este, se establece la arquitectura, tanto de software, como de hardware del proyecto que acontece. Por último se detallan las características del módulo Flyport.

El capítulo 3 se dedica a explicar el desarrollo del hardware, comenzando por el funcionamiento de los circuitos diseñados, tanto del datalogger como del emisor de infrarrojos, siguiendo con el diseño de las PCB's de ambos y acabando con una descripción de los sensores desarrollados.

El capítulo 4 desarrolla el firmware implementado en el microcontrolador. En él se explica cómo está estructurado, la configuración general y la programación temporal de los eventos. Por último se detalla las funciones de cada uno de los módulos del programa.

En el capítulo 5 se ha presentado una propuesta de carcasa del dispositivo de cara a un diseño comercial justificando las decisiones tomadas.

El capítulo 6 presenta una breve introducción al estudio de mercado y plan de viabilidad que se desarrolla en los anexos.

El capítulo 7 reflexiona acerca de los resultados obtenidos y fija unas posibles líneas futuras por las que continuar con el desarrollo del dispositivo.

En el apartado de anexos, el primer anexo desarrolla los cálculos necesarios para conocer los valores de los distintos componentes y las funciones necesarias para conocer los valores de los sensores

El anexo B muestra los planos de los esquemas eléctricos y las placas de hardware.

El anexo C establece los protocolos de comunicación entre el logger y el Smartphone.

El anexo D muestra graficas de comportamiento de los datos obtenidos en las pruebas realizadas en pista en el circuito de Zuera con una motocicleta.

El anexo E analiza los costes en que se ha incurrido para la realización de los prototipos.

El anexo F contiene el plan de empresa presentado para el concurso IDEA 2013 del Gobierno de Aragón

El anexo G hace un resumen de los *datasheets* de los componentes utilizados

## 2. DISEÑO.

### 2.1. Antecedentes.

Actualmente existe una gran cantidad de fabricantes de dispositivos para la toma de datos para motocicletas, con múltiples configuraciones y en un rango de precios diverso.

En la figura 1 se muestra el esquema de funcionamiento de un sistema comercial muy extendido de la marca AIM Sportline, extraído de la web del fabricante, y que muestra las partes principales de que se compone un sistema de sensorización comercial, y que se explica a continuación.

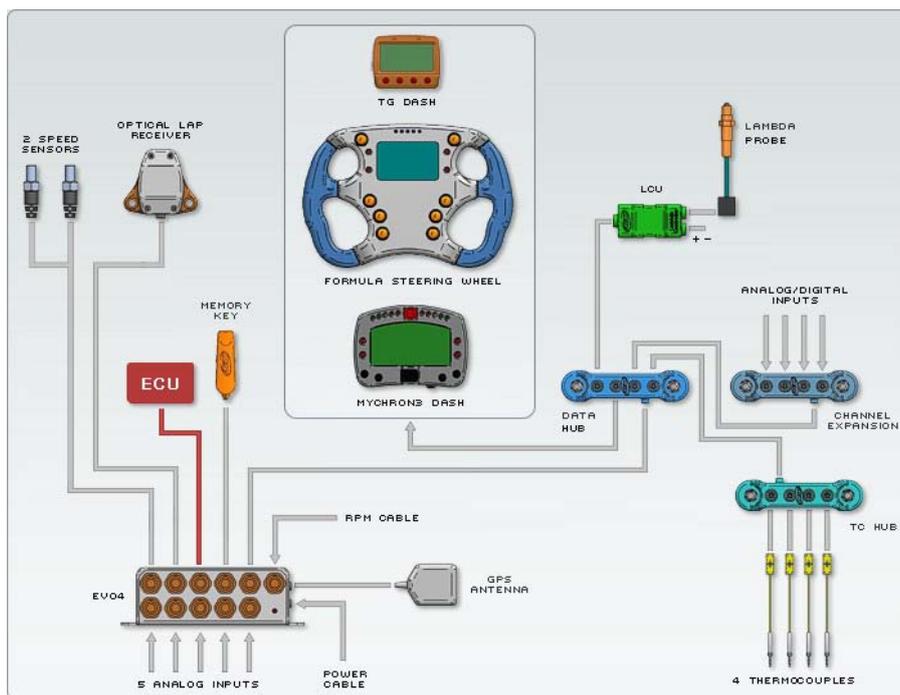


Fig. 2. Esquema de funcionamiento de un datalogger comercial AIM Sportline.

Como componente principal, al que todos los dispositivos están conectados, está el datalogger, que es el encargado de muestrear los datos que proporcionan los sensores y guardarlos en una memoria flash interna. A él están conectados tanto los sensores, como la ECU, la cual se utiliza para extraer información de sensores montados de fábrica en la motocicleta. La conexión se puede realizar independientemente sensor a sensor o través de líneas comunes que utilicen protocolos capaces de soportar un dispositivo principal y varios dispositivos esclavo.

El sistema permite instalar una pantalla adicional para sustituir el display original y aumentar la información disponible por el piloto. En algunos casos el datalogger lleva la pantalla integrada. En esta pantalla se muestra la información necesaria para el piloto como puede ser la velocidad, las revoluciones del motor o la temperatura de los fluidos del motor.

En este caso aparecen unidades de expansión de canales para aumentar el número de sensores conectados. Este sistema permite que un dispositivo con pocas entradas pueda ser conectado a más sensores.

Los sensores pueden ser de muchos tipos, pero los más utilizados son los que se detallan a continuación:

- Sensor de posición de la suspensión delantera y trasera.
- Sensor de velocidad.
- Sensor de revoluciones.
- Sensor de temperatura del líquido de refrigeración.
- Sensor de temperatura del aceite del motor.
- Sensor de temperatura del aceite del cambio.
- Sensor de temperatura de los gases de escape.
- Sonda lambda (medida del oxígeno a la salida del escape).
- Detector de paso por meta.
- GPS.
- Acelerómetro.
- Giróscopo.
- Otros sensores de posición de mandos (acelerador, frenos, embrague, etc.).

En función del sensor que se está muestreando, se le asigna una frecuencia de muestreo u otra de acuerdo a su velocidad de cambio de estado, Por ejemplo al sensor de suspensión se le suele configurar una frecuencia entorno a 100 Hz mientras que al de temperatura de 1 Hz.

Los datos, guardados durante una sesión en el datalogger, son transferidos posteriormente a un ordenador donde son analizados a través del software específico que proporciona el fabricante y es exclusivo para su producto. Este análisis proveerá de información vital al técnico para mejorar prestaciones, corregir actuaciones del piloto o detectar posibles fallos mecánicos.

En algunos casos se usa telemetría con lo que se dispone de los datos en tiempo real, aunque esto es inusual en el mundo del motociclismo debido a su alto coste. Algunos de estos dispositivos mandan la señal en tiempo real en todo momento de forma inalámbrica, y otros dispositivos transmiten la información únicamente cuando el vehículo pasa cerca del puesto de recepción, descargando la información de la vuelta anterior sin que este tenga que parar.

En conclusión, se trata de un sistema que toma datos relevantes de las diferentes variables que afectan a la conducción y funcionalidad de una moto para después ser analizados.

## **2.2. Descripción del dispositivo objeto de diseño.**

El sistema desarrollado en el proyecto difiere de los sistemas convencionales en su esquema de funcionamiento, que se desarrolla a continuación. Las partes fundamentales del dispositivo y su funcionamiento son los que se presentan en la figura 3.

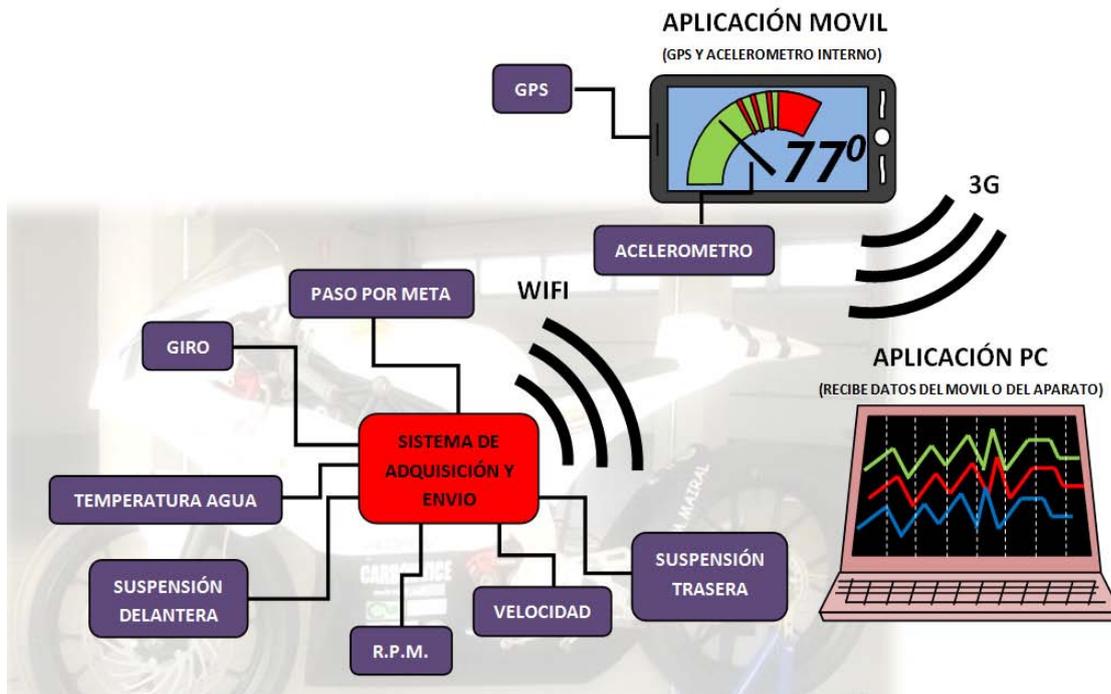


Fig. 3. Esquema de funcionamiento del sistema de sensorización diseñado.

El sistema de adquisición y envío es el datalogger, el cual recibe los datos y realiza un tratamiento previo. **El cambio fundamental es que el logger no almacena los datos, sino que los envía al Smartphone a través de Wi-Fi** utilizando el protocolo de comunicación UDP. Para ello se utiliza como unidad principal un Flyport, que básicamente es una placa comercial que se compone de un microcontrolador PIC24 de Microchip y un módulo de comunicación Wi-Fi 802.11 b/g/n. En el siguiente apartado se detallan sus características. El Flyport está conectado a la placa diseñada en la que se conecta y se tratan los datos antes de ser muestreados por el micro.

Posteriormente los datos se envían por UDP al Smartphone, el cual, debe tener activada la función de router para que el datalogger se conecte a él. Cabe la posibilidad de enviarse a cualquier dispositivo si el datalogger se configura para conectarse a un router convencional y el dispositivo receptor esté dentro de la red local, aunque la ventaja de conectarse al Smartphone es que no se pierde la recepción de datos debido a la distancia. El Smartphone actúa como memoria de la información y a la vez como display, mostrando variables necesarias para el piloto como revoluciones, velocidad, temperatura, etc.

Por último, en el ordenador se analizarían los datos almacenados en el Smartphone al cual son transferidos una vez finalizada la sesión o mientras esta en pista a través de 3G.

Los sensores seleccionados pueden ser sustituidos por otros que se desee en el caso de entradas analógicas. Las entradas digitales tienen su propio hardware por lo que solo se puede conectar su tipo de sensor.

Utilizando el móvil para tratar los datos y almacenarlos se consigue que un dispositivo con menos prestaciones y elementos más baratos consiga igualar las prestaciones de un producto mucho más caro. Para ello se utilizan las prestaciones superiores de cualquier Smartphone actual que todo el mercado potencial al que va

dirigido este producto dispone y queda como tarea ardua, la acomodación de los sensores y el control de que las señales que se reciben sean correctas.

### **2.3. Requisitos y funcionalidades del diseño.**

El diseño habrá de cumplir las siguientes características para considerarse su aptitud de cara a un modelo comercial

Se debe disponer de varias entradas analógicas a alta frecuencia, en torno a 100 Hz para la lectura de los sensores de la suspensión principalmente, ya que su velocidad de cambio de estado es elevada. Estas entradas están limitadas por el microcontrolador usado a 10bits de resolución, que es suficiente en comparación con los dispositivos comerciales existentes

Sera necesario que sea capaz de medir correctamente la velocidad, revoluciones y paso por meta. Estas tres variables usan entradas digitales y se diseñaran los sensores para su correcta medición. En el caso del sensor de paso por meta se diseñará un emisor de infrarrojos el cual servirá de disparador para el receptor.

Debido a que se leen gran cantidad de sensores de distinta índole es muy probable que se produzca interferencia entre ellos. El mayor problema vendrá a través del sensor de revoluciones del motor, ya que, como se explicara más adelante, se realiza utilizando un acoplamiento capacitivo, con lo que se pueden producir picos de tensión. Por ello, se habrá de asegurar el aislamiento de las distintas entradas para que no interfieran entre ellas. Así pues, es importante asegurar la calidad de las señales recibidas.

También cabe la posibilidad de un mal uso del aparato, por lo que se deberá proteger la circuitería de usos indebidos de las entradas. Para ello se tendrá en cuenta las situaciones que puedan provocar fallos dentro de un uso convencional, pero no se tendrá en cuenta un mal uso intencionado.

Durante el tiempo de funcionamiento, la pérdida de datos es crítica ya que afectara a la información disponible de cara a la mejora de la experiencia. La estabilidad del programa es esencial en ese aspecto y deberá ser corroborada con pruebas reales en funcionamiento. Para ello se ha de optimizar al máximo las funciones que realiza el microcontrolador, disminuyendo en la medida de lo posible el tráfico de datos y gestionando el tiempo de ejecución de estas.

La robustez mecánica es un requisito clave ya que al ir montado en una maquina que se desplaza a gran velocidad incidiéndole las irregularidades del terreno y que sus sistemas de motricidad generan gran cantidad de vibraciones aran que tanto sus componentes, como sus anclajes, sufran un gran esfuerzo mecánico.

La estética es clave de cara a una posible comercialización ya que es la primera impresión que se lleva un posible comprador. Las dimensiones estarán dentro de las que tienen otros dispositivos que estén a la venta actualmente. Por ello se diseñara una carcasa teniendo en cuenta estas dos claves.

Deberá ser capaz de aguantar al menos una hora en funcionamiento sin que se acabe la batería ya que es un tiempo considerable que una persona puede aguantar subido a una moto en carrera. La posibilidad de alimentarse de la motocicleta queda

descartada ya que muchos modelos de competición, sobre todo de dos tiempos, no disponen de una salida de corriente al no tener que alimentar luces.

## 2.4. Flyport

Para implementar el dispositivo, se ha seleccionado una placa comercial denominada Flyport Wi-Fi que condiciona la arquitectura del sistema.

Flyport Wi-Fi es un modulo que integra un potente procesador de 16 bits y 256 Kb de memoria Flash y un transceptor Wi-Fi, comercializado por la empresa Openpicus con base en Italia.



Fig. 4. Flyport Wi-Fi.

El dispositivo fue desarrollado por unos estudiantes de ingeniería electrónica con el objetivo de comercializar un dispositivo embebido con el que fuera fácil comunicar un microprocesador con el mundo exterior.

Los protocolos de comunicación están controlados por el sistema operativo de software libre FreeRTOS, haciendo posible que en pocas líneas de código, el dispositivo se conecte a internet o cualquier red Wi-Fi y realice tareas como servidor de páginas web, de correo electrónico o actualización de estado de páginas web a través de aplicaciones AJAX.

Para su programación se utiliza el software libre de Openpicus, en el que se han incluido múltiples funciones (timers, PWM, muestreo analógico, comunicación UART,...) para disminuir si cabe aun más el tiempo de desarrollo. Este software vuelca los datos en el microprocesador a través de un bootloader, que es un pequeño programa que se arranca cuando el Flyport se inicializa y permanece en espera ante un mensaje especial por el puerto serie. Cuando lo recibe, entiende que se desea reprogramar el micro, por lo que lee los comandos que llegan por el puerto serie y los escribe en la memoria del microcontrolador. De esta manera, el micro puede escribirse a sí mismo el código enviado sin necesidad de un sistema de desarrollo del fabricante.

Estas son algunas de las características de la placa:

- Procesador de 16 Bit PIC24FJ256, 256K Flash,16kb Ram,16Mips@32Mhz
- Transceptor 802.11 b/g/n Wi-Fi con certificación MRF24WB0MB
- Alimentación a 5V o 3,3V
- Reloj RTC de 32,768 KHz integrado en la placa
- 18 pines digitales I/O, remapables en funcionamiento

- 4 conversores ADC de 10 bits con  $V_{ref}=2,048V$
- Comunicaciones a través de 4 UARTs, SPI y I2C
- Conector estándar macho de 26 pines en 2 filas a 2,54mm

Actualmente se comercializan tres versiones del mismo, la presente, otra que se comunica a través de 3G y por último, una versión con conector RJ45. Para su instalación se utiliza el zócalo hembra compatible con su conector. Las medidas del Flyport son 35 x 48 x 15 mm.

## 2.5. Arquitectura del sistema.

### 2.5.1. Hardware.

La característica más importante que se debe cumplir en un datalogger es que las señales que muestreen, estén completas, es decir, falten la cantidad menor posible y que perturbaciones externas no interfieran en ellas provocando ruido. Por ello, el diseño de la placa se ha de hacer en todo momento pensando en ello.

El esquema funcional del hardware es el siguiente:

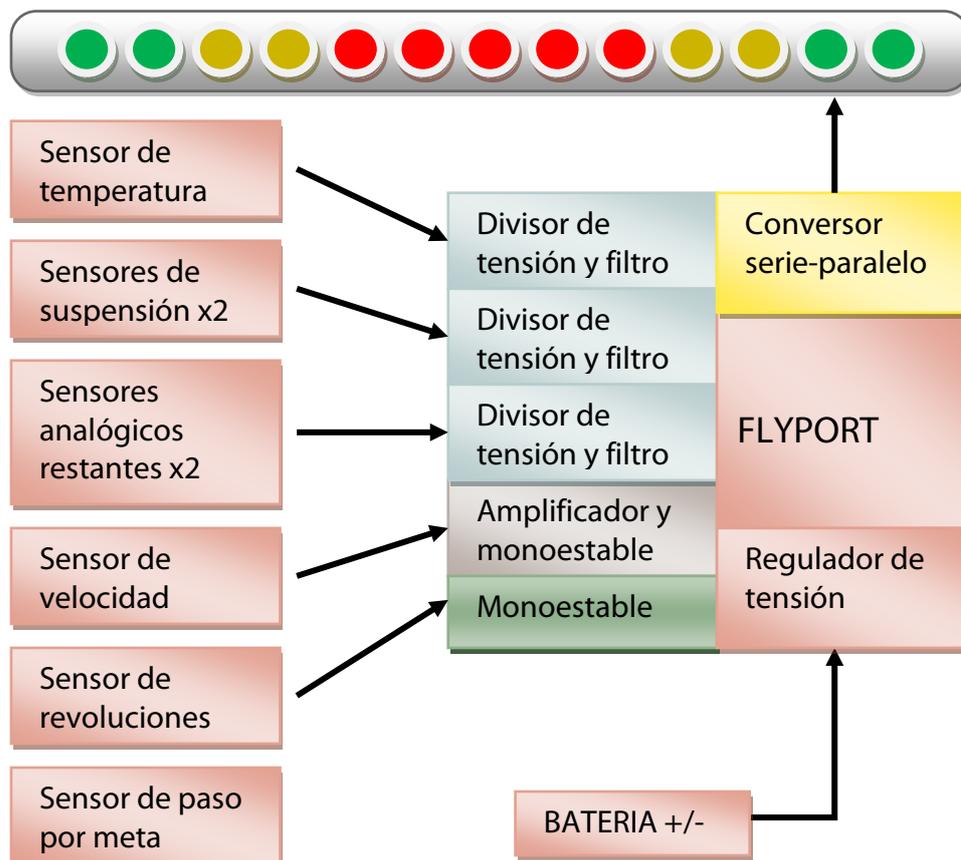


Fig. 5. Esquema funcional del hardware.

Cada sensor analógico tiene la entrada con un divisor de tensión para acomodar la señal al rango de lectura y un condensador que indica el propio microcontrolador en su manual para evitar ruidos y generar la corriente necesaria para una lectura rápida. En el caso que se quiera conectar algún sensor distinto de los prefijados se deberá añadir resistencias externamente.

El sensor de temperatura es de tipo NTC y los demás son dispositivos que varían la resistencia, ya sea a través de potenciómetros también, o conversores DAC.

Los sensores digitales están conectados a etapas para convertir la señal a pulsos de duración determinada y filtrando los rebotes.

El sensor de velocidad es un sensor magnético, que detecta pulsos cuando pasa un imán colocado en la rueda.

El señor de revoluciones es un cable enrollado en el cable de alta tensión del encendido de la motocicleta, de esta forma se produce un acoplamiento capacitivo que hace que se suba de tensión. Un monoestable, realiza la filtración de los rebotes.

El sensor de paso por meta entra directamente al Flyport. El sensor está compuesto por un receptor de Infrarrojos a 38 kHz para filtrar posibles ruidos debido a la irradiación de la luz.

Una batería está conectada a un regulador de tensión lineal que saca una tensión de 5v.

Por último, un conversor serie paralelo controlado por el Flyport, controla los leds dos a dos simétricamente desde los extremos para indicar al piloto cuando cambiar de marcha.

El emisor de Infrarrojos también requiere de la fabricación de una placa ya que se debe emitir a 38 kHz y además se ha de hacer que la señal de cada aparato sea distintiva, pues si hubiera dos aparatos funcionando a la vez en un circuito, podría dar pie a confusión a los receptores.

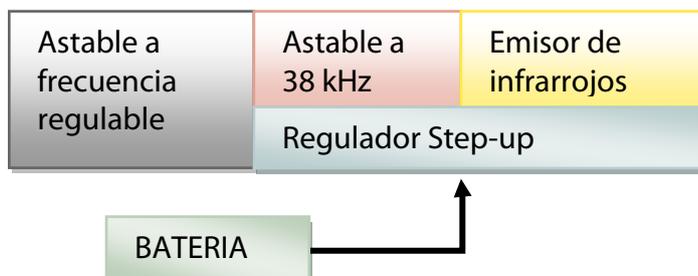


Fig. 6. Esquema funcional del emisor de Infrarrojos.

El emisor dispone de dos astables en serie NE555 para control de la señal. El que funciona a 38 kHz es el encargado de que el emisor reciba la frecuencia correcta de encendido para que el receptor los lea y el regulable es para que active y desactive el emisor a una frecuencia determinada a la cual se configura el receptor y así se reconoce el emisor perteneciente al datalogger. El regulador de voltaje proporciona una tensión de 5V alimentado por una pila AA.

### 2.5.2. Firmware.

El firmware del Flyport se compone fundamentalmente de cuatro apartados principales, los cuales se subdividen en subtareas más pequeñas.

- Conexión a la Wi-Fi del Smartphone y mantenimiento de la comunicación.
- Muestreo de las entradas analógicas y digitales.
- Actualización de estado de los leds de indicación de RPM.
- Otras funciones en segundo plano gestionadas por el sistema operativo que garantizan la estabilidad del microprocesador y de las comunicaciones.

Algunas funciones se desarrollan de forma secuencial y otras paralelamente. Las funciones del sistema operativo se ejecutan en un segundo plano gestionando los recursos del microcontrolador y manteniendo las conexiones con la Wi-Fi. La configuración inicial de registros esta predefinida en la parte de la librería del Flyport y es controlada por el sistema operativo aunque puede ser modificada.

Al alimentar el Flyport se produce el arranque del sistema operativo que por defecto inicializa el microcontrolador, sus entradas y salidas, y configura las comunicaciones.

En primer lugar se conecta al router al cual ha sido configurado. Una vez se conecta, se abre los puertos UDP en modo servidor por el cual manda los datos en streaming.

Una vez se ha conectado, se declaran las variables y se configuran los registros necesarios para las funciones, interrupciones y timers que van a ser utilizados.

Con todas las condiciones anteriores cumplidas comienza a leer datos y transmitirlos a través del puerto UDP.

A su vez, se actualiza el estado de los leds en función del último registro de las revoluciones.

En la figura 7 aparece el esquema principal de las funciones anteriormente citadas que realiza el firmware.

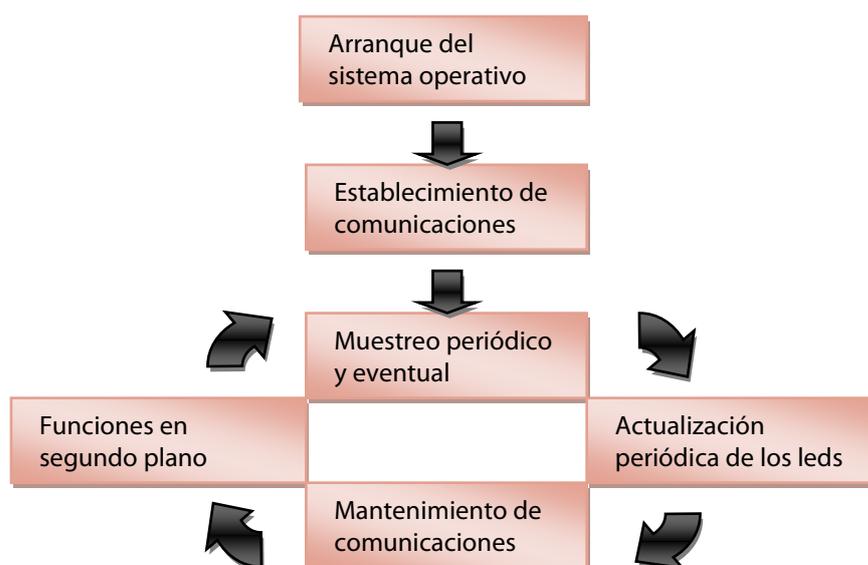


Fig. 7. Arquitectura del firmware.

### 3. DESARROLLO DEL HARDWARE.

#### 3.1. Módulo Datalogger.

##### 3.1.1. Tratamiento de entradas analógicas.

Existen 5 entradas analógicas para distintos tipos de sensores pero en todas ellas se realiza el mismo tratamiento. Se realiza la acomodación variando el divisor de resistencia en función del rango de resistencia del sensor. Excepto el sensor de temperatura, que tiene una resistencia de  $147\Omega$ , y otro que no tiene divisor para acomodarse externamente, los demás tienen un divisor de  $6.875k$  ( $22k\Omega$  y  $10k\Omega$  en paralelo). También se incluye un condensador de  $0,1\mu F$  indicado por el datasheet del microcontrolador para cargar el condensador del ADC más rápido. Excepto en la entrada sin divisor, el circuito fundamental es el siguiente:

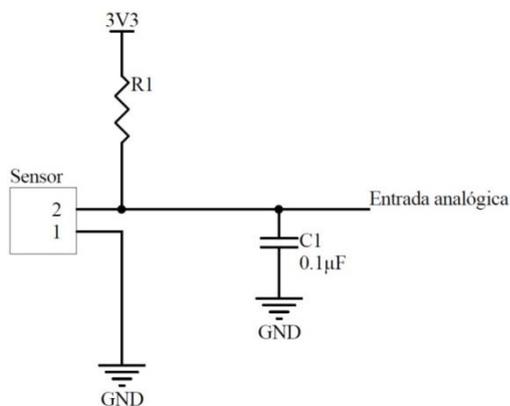


Fig. 8. Esquema entrada analógica.

##### 3.1.2. Tratamiento de entradas digitales.

###### Sensor de velocidad:

El sensor de velocidad es de tipo Hall. Emite una señal de voltaje inicial la cual varía en función del voltaje de alimentación. La figura 8 muestra el voltaje de salida cuando está en reposo en función del voltaje con el que es alimentado.

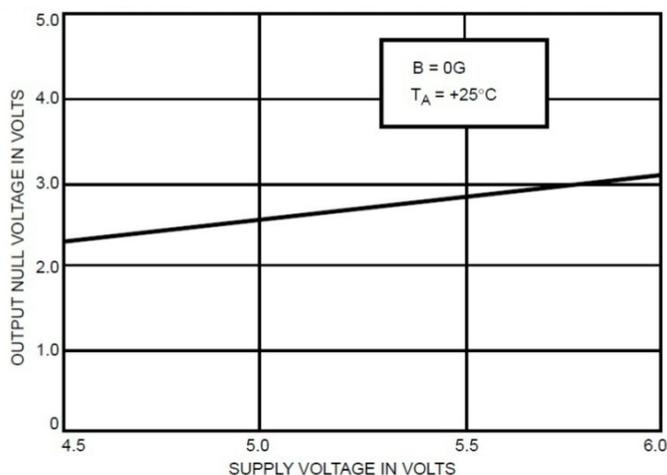


Fig. 9. Voltaje de salida inicial en función del voltaje de alimentación.

En nuestro caso es 5V por lo que la salida en estado nulo será aproximadamente de 2,6V.

Cuando detecta un cambio en el flujo magnético de su alrededor el sensor aumenta o disminuye el voltaje en función de la dirección del flujo. Para acomodar la señal y que al final, por cada paso del imán instalado en la rueda, se produzca un pulso en el Flyport, se ha diseñado el siguiente esquema.

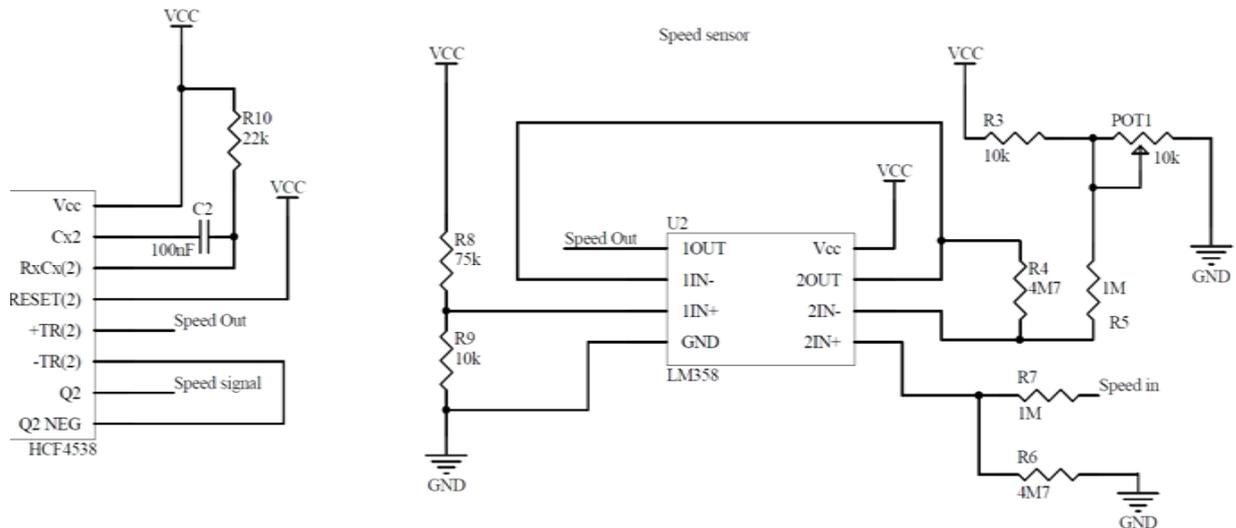


Fig. 10. Esquema sensor de velocidad.

En primer lugar la señal entra en uno de los amplificadores operacionales de un LM358 en el que se resta la señal para que sea cercana a 0 en reposo y se amplifica, ya que la variación del sensor es de unos pocos milivoltios. Después se introduce en el segundo AO en el que funciona como comparador y pasa de 0 a 1 en un valor determinado por el divisor de tensión R8-R9. Se han utilizado resistencias altas para que no circule apenas corriente y caiga el sensor, y el potenciómetro para ajustar a 0 con precisión el valor restado ya que se emplean resistencias de 20% de tolerancia. En la última etapa se introduce la señal en uno de los monoestables del HCF4538 para eliminar rebotes y hacer que permanezca en alto el tiempo suficiente como para que se sobrepase el imán de la rueda. Con C2 y R10 se controla el tiempo en alto.

### Sensor de revoluciones:

El sensor de revoluciones es simplemente un cable enrollado en el cable de alta tensión del encendido de la motocicleta. Esta disposición crea un acoplamiento capacitivo, que es la transferencia de energía eléctrica entre dos conductores a través de un dieléctrico debido a la capacitancia existente entre ambos. Este fenómeno varía principalmente en función de estos factores:

- La distancia entre los cables y la longitud de los cables que corren en paralelo.
- La distancia entre los cables y la referencia (masa).
- La impedancia de entrada del circuito que se desea acoplar (circuito de alta impedancia de entrada son más efectivos).
- El aislamiento de los cables.

El acoplamiento que se produce es de unos pocos picroFaradios pero como la tensión de la bujía es de más de 5000V, se capta una señal clara.

El esquema es el siguiente:

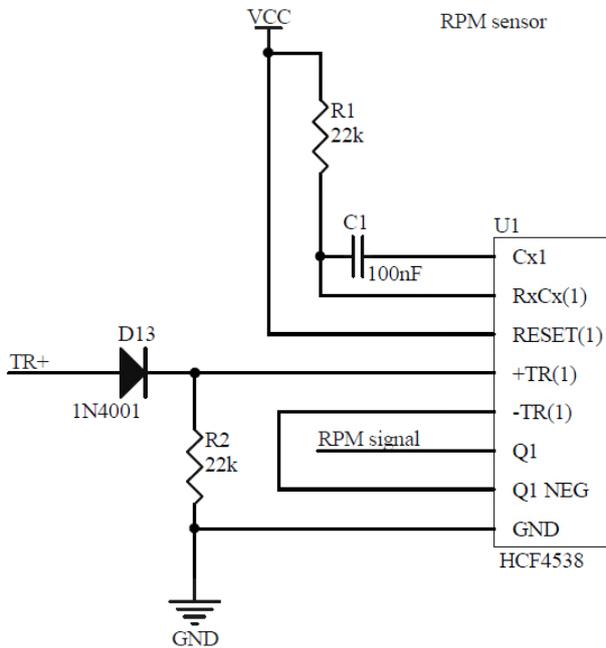


Fig. 11. Esquema sensor de RPM.

En el esquema se observa cómo, en primer lugar, la señal pasa por un diodo. Su función es la de no dejar pasar el pico que se produce cuando baja la tensión del encendido que produce una señal negativa y de filtrar los posibles picos inferiores a 0,6V, que es la caída del diodo. R1 y C1 determinan la duración en alto del monoestable. La señal de salida se introduce directamente al Flyport.

### Sensor de paso por meta.

Al ser externo se explica en el apartado de sensores. El sensor se conecta a la placa pero no se realiza ningún tratamiento y está conectado directamente al Flyport

### 3.1.3. Protecciones.

Las protecciones se han diseñado teniendo en cuenta que se pueden producir sobretensiones debidas a un mal uso no intencionado. Hay que distinguir entre las protecciones de las entradas digitales y de las analógicas.

Las entradas analógicas soportan 3,3V antes de destruirse por lo que se debe asegurar que no se sobrepase esa tensión en ningún momento. El dispositivo tiene salidas de 3,3V y de 5V para alimentación de los sensores, por lo que se podría dar el caso de que se conectara la entrada a 5V. También se podría alimentar con voltajes externos mayores pero no se tiene en cuenta ya que se considera un mal uso intencionado.

La malla de protección se presenta a continuación en uso correcto (Figura 12) y conectado a 5v (Figura 13):

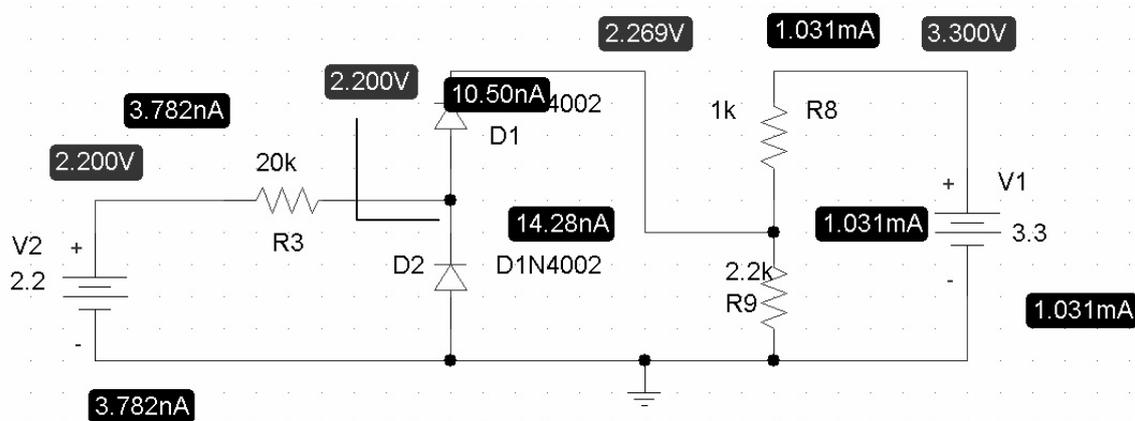


Fig. 12. V e I durante un uso correcto.

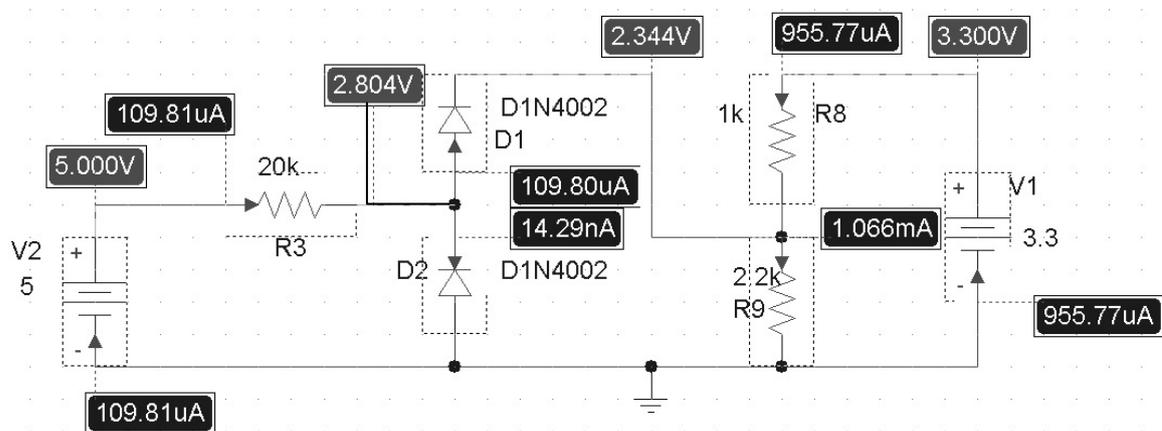


Fig. 13. V e I a máximo voltaje.

El nudo entre los diodos D1 y D2 estaría conectado al Flyport. Como se observa, para una tensión a la entrada de 5V, al Flyport le llegarían 2,8V, valor que está dentro de su tolerancia, pero en la figura once se aprecia que el voltaje corresponde con el de la fuente que simula un sensor conectado. Cuando se supera los 2.344V del voltaje de referencia de la protección el diodo D1 empieza a conducir y la resistencia R3 va produciendo una caída de tensión impuesta por la Referencia. El inconveniente de este circuito es que siempre está consumiendo aunque apenas supera el miliamperio para una entrada de 0V.

Por supuesto este circuito debe localizarse después de las resistencias de acomodación a la referencia ya que si no R3 distorsionaría la señal.

El diodo D2 se utiliza para anular las corrientes inversas que se puedan producir.

Para la protección de las señales digitales se debe evitar que se sobrepasen los 5V. El sensor de velocidad no puede superarlos ya que no tiene otra fuente de mayor tensión pero el de revoluciones produce picos de tensión que podrían afectar al integrado. Para ello se dispone un diodo conectando la señal a Vcc para que no sobrepase ese valor más la caída del diodo.

Estas protecciones no se han implementado en la placa prototipo ya que han sido diseñados después, pero se ha probado su funcionamiento en placa blanca obteniéndose excelentes resultados.

### 3.1.4. Acondicionamiento de la alimentación.

Para la alimentación se ha seleccionado un regulador lineal LM78M05 que proporciona 5V alimentado por una pila de 9V. Algunas de sus características principales son las siguientes:

- Hasta 0,5A de intensidad de salida
- Protección contra sobrecarga de temperatura
- Protección contra cortocircuito
- Protección del transistor de salida contra operación fuera de zona segura

Según el manual del producto, el esquema de funcionamiento para extraer una tensión constante de 5V es el siguiente:

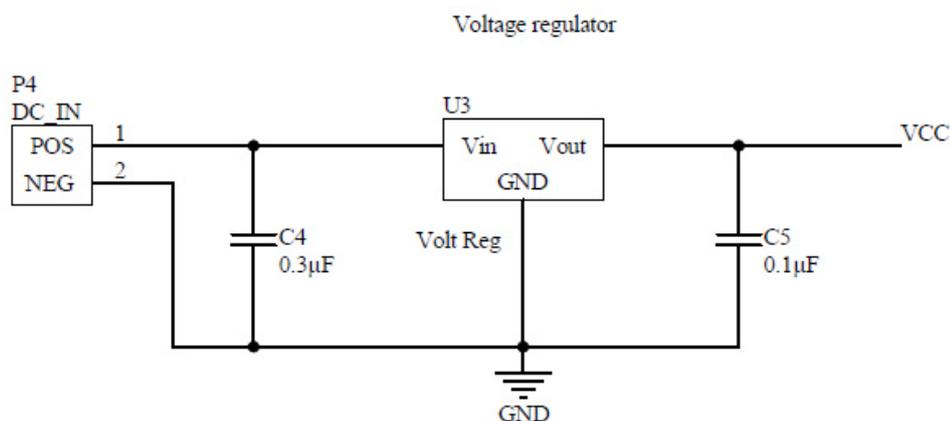


Fig. 14. Esquema alimentación.

Cabría la posibilidad de ser alimentado a través de una batería comercial y haber aumentado la tensión con un convertidor Step-up pero se ha escogido esta opción porque se ha encontrado en otros dispositivos comerciales, incluso colocada en una caja externa y se simplifica el diseño.

### 3.1.5. Control de los leds.

Para el control de los leds se recurre al integrado 74HC164 que convierte una señal digital de serie a paralelo con lo que con solo se necesitan dos salidas digitales del Flyport, una para generar el reloj en los registros y otra para introducir los datos. Hay doce leds pero están controlados dos a dos simétricamente desde los extremos por lo que solo se emplean seis de los ocho registros. El esquema se muestra a continuación en la figura 14.

Las conexiones de Q0 a Q5 están conectadas a los leds. Se ha anulado el reset y DSB, que es la otra entrada de una puerta 'and' conectada a DSA, a través del cual se introducen los datos, conectando ambas a estado alto. CP y DSA están conectadas al Flyport y con ellas se controla el pulso de avance de los registros y la introducción de datos respectivamente.

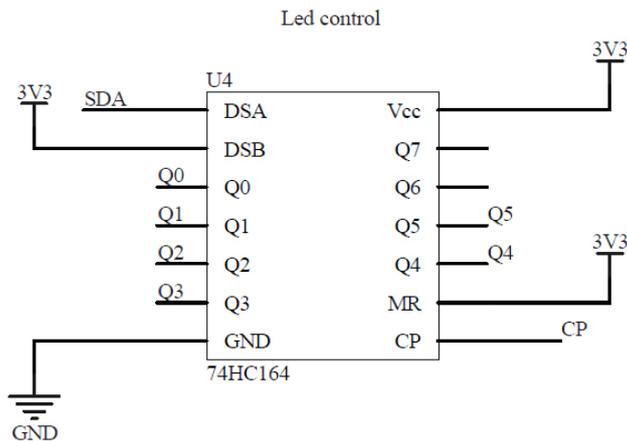


Fig. 15. Esquema Control leds.

Con esta configuración se consigue disminuir el número de salidas utilizadas aunque se aumenta el tiempo de procesamiento. También se desplaza la gran cantidad de pistas utilizadas a la zona cercana donde están los leds

### 3.1.6. Circuitos adicionales.

Se han añadido dos pulsadores, uno para la entrada de reset y otro a una entrada digital para que en caso de que se considere útil para alguna función durante las pruebas, se implemente en el firmware como interface de entrada.

Cabe la posibilidad de conectar módulos adicionales a través de las dos entradas digitales que quedan libres. Estas dos conexiones coinciden con la comunicación I2C del microcontrolador, pero pueden ser configuradas como entradas o salidas digitales, o incluso comunicación RS232.

Se estudió la posibilidad de conectar la placa de 9 grados de libertad de Sparkfun que contiene acelerómetro, giróscopo y magnetómetro, y se comunica a través de I2C, pero se descartó debido a que el Smartphone posee estos sensores, es mucho más fácil de programar y su funcionamiento es más robusto.

También se ha utilizado una placa GPS para dar opción de aumentar la precisión del existente en un Smartphone, que tiene una frecuencia de 1 Hz

## 3.2. Módulo del emisor IR del sensor de paso por meta

### 3.2.1. Alimentación.

Para la alimentación se ha utilizado un controlador Step-Up que junto con los componentes pasivos necesarios, genera una tensión de 5v a partir de una pila AA.

El NCP1450A es el driver que junto con el Mosfet de tipo N-channel genera la tensión de 5V. Los valores de los demás componentes pasivos vienen estipulados en el manual del fabricante para la tensión y corriente requeridas. La utilización de este tipo de transistor se debe también a que era recomendado por el fabricante del driver.

El esquema aparece en la siguiente figura:

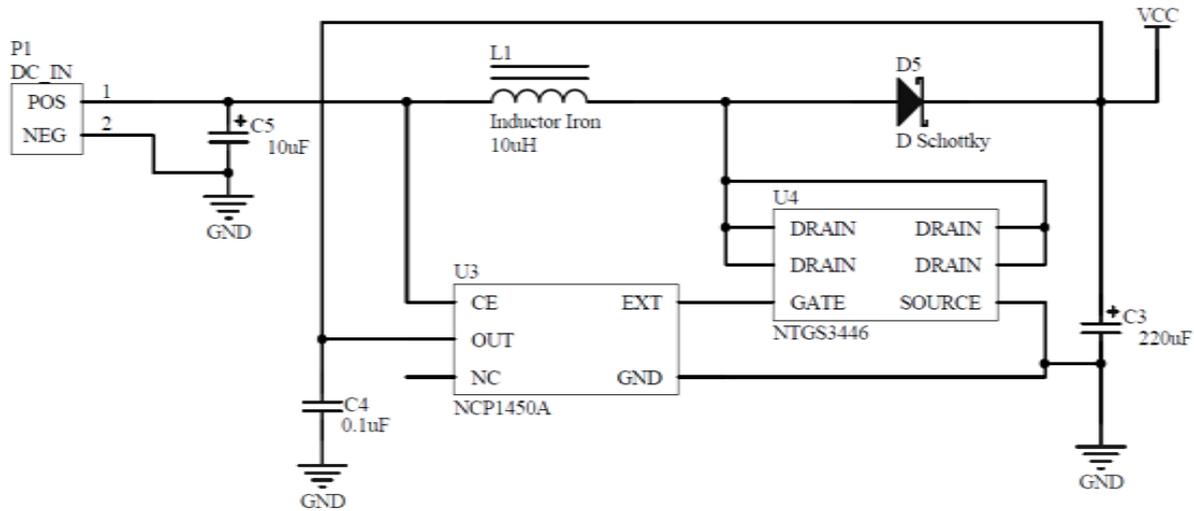


Fig. 16. Esquema alimentación leds.

### 3.2.2. Generación de la señal.

Para generar la señal se utilizan dos integrados NE555 tal como aparece a continuación.

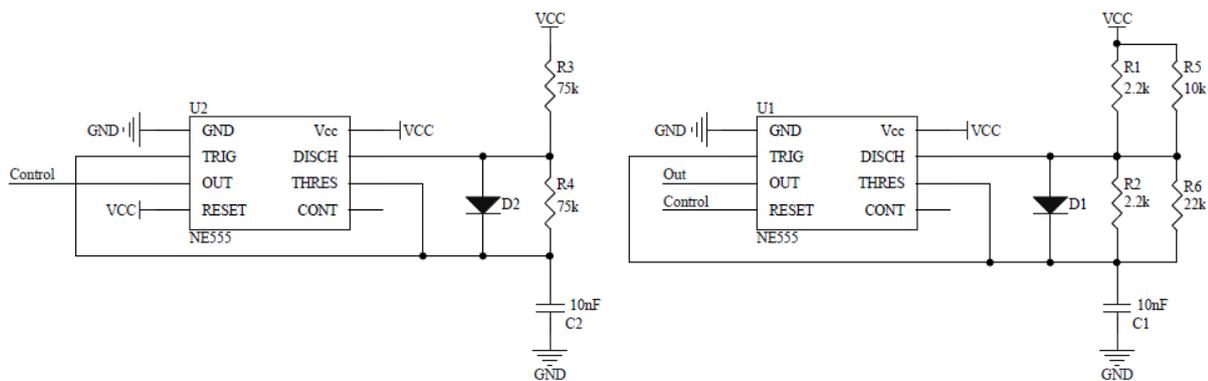


Fig. 17. Generación de la señal de los IR.

El NE555 trabaja en modo astable en ambos casos. U1 genera una señal PWM de 38kHz al 50% con la cual se controla el led, ya que el receptor trabaja en esa frecuencia. U2 es el encargado de generar la señal que hace identificable al emisor ya que enciende y apaga al primero a una frecuencia determinada que estará registrada en el Flyport como dispositivo asociado.

La amplitud y la frecuencia se controlan a través de los componentes pasivos asociados. En este caso se han añadido los leds D1 y D2 para que el ciclo de trabajo sea próximo al 50%, ya que el esquema en modo astable del fabricante hace que una resistencia sea proporcional al tiempo en bajo, pero ambas al tiempo en alto.

### **3.3. Diseño de las PCB's.**

#### **3.3.1. Datalogger.**

Para el diseño de la PCB lo primero que se ha tenido en cuenta ha sido la carcasa donde se iba a alojar. Como es un prototipo, se ha utilizado una caja comercial de la marca Retex. Sabiendo que la placa podía contener todos los componentes y pistas requeridas con unas dimensiones alcanzadas en un diseño previo, la carcasa se adquirió lo más parecida posible estableciendo unas dimensiones entre los agujeros de ensamblaje y unas dimensiones internas finales que son las que se respetaron.

Para la forma de la placa se tuvo en cuenta el alojar la batería de 9v y no entorpecer las comunicaciones Wi-Fi, así que se dejó un hueco en la parte izquierda para la batería y otro debajo de donde el Flyport va alojado. Las medidas generales son 113x78mm.

El tipo de componentes que se ha utilizado principalmente ha sido de inserción debido a que es más fácil de conseguir los componentes para un prototipo y a que es más fácil de soldar para una persona que no es experta. En el caso de utilizar componentes SMD, las dimensiones de la placa podrían descender considerablemente.

A la hora de colocar los componentes se han separado por funciones dejando en bloques cada acomodamiento de sensor, la alimentación y el control de los leds, así como los leds. El zócalo del Flyport está colocado en la parte derecha al borde del hueco y se montara mirando hacia el exterior, por lo que, como se ha dicho antes, quedara libre de apantallamientos. La tira de conexiones de la parte izquierda se utiliza para soldar dos mangueras de cable haciendo las funciones de un conector de entrada, ya que, al ser un prototipo se hace más fácil el montaje en la caja y la unión de los sensores a través de conexiones utilizadas en electricidad.

Se ha intentado al máximo posible que las señales analógicas estuvieran lo más alejadas posible de cualquier tipo de fuente de perturbación, aunque las dimensiones lo apenas lo permitían. Por ello, las acomodaciones se han colocado cerca de la entrada y entre el camino al Flyport.

Se ha utilizado placa de masa tanto en la capa superior como en la inferior para aislar, más si cabe, las fuentes de ruido

La alimentación se ha colocado en una esquina y alejada de las señales para evitar también el ruido que pueda provocar el rizado.

Por último, los leds debían colocarse en fila en la parte alta por lo que su disposición estaba impuesta por el propio diseño. Aparecen en la parte superior casi al borde de la placa.

Los planos 1.01.02.01 y 1.01.02.02 muestran las huellas de la placa y la disposición de los componentes.

La siguiente foto muestra la placa montada en la motocicleta con la tapa abierta:



Fig. 18. Placa montada en la motocicleta.

### 3.3.2. Emisor de IR.

El emisor de IR ha seguido la misma tendencia para su diseño, se ha comprado la caja, en este caso es estándar pero incluye el alojamiento para las pilas, y se ha ajustado las medidas al interior y a las sujeciones. Tiene unas dimensiones de 51,25x56mm. La placa montada en la carcasa se presenta en la figura 19.



Fig. 19. Placa del emisor de IR montada en su carcasa.

En este caso la dificultad ha sido mínima ya que el espacio es amplio para los componentes utilizados. Se ha separado la alimentación, dejándola en la parte superior y la generación de la señal, en la parte inferior, ya que las interferencias podrían generar

pulsos antes de tiempo y disturbar la señal PWM. Se ha utilizado placa de masa en la parte superior e inferior. Los planos 1.02.02.01 y 1.02.02.02 muestran las huellas de la placa y la disposición de los componentes.

### **3.4. Sensores desarrollados.**

Para registrar los parámetros fundamentales de la moto, se han utilizado sensores comerciales para algunas variables, pero para otras se ha optado por desarrollar sensores propios, que se detallan a continuación.

#### **3.4.1. Sensor de posición de la suspensión delantera y trasera.**

Los sensores de posición son básicamente un potenciómetro lineal, el cual, está conectado al chasis de la motocicleta y a la parte suspendida de la suspensión del vehículo. Las variaciones de posición relativa entre ambas hacen que el potenciómetro se estire o se encoja variando su resistencia. En la parte delantera la suspensión consta de dos émbolos que se desplazan longitudinalmente dentro de dos camisas, por lo tanto, el movimiento del eje de la rueda relativo al bastidor es perfectamente lineal y solo se debe instalar el sensor anclándolo a las partes fija y móvil de dicha suspensión. En la parte trasera, la suspensión consta de una estructura suspendida que pivota con el bastidor en un eje colocado en un extremo y soporta la rueda en su otro extremo. Esta configuración produce en la rueda un movimiento circular respecto del chasis y para saber su verdadero recorrido hay que calcular la relación entre el movimiento del sensor y el movimiento vertical de la rueda.

Físicamente el sensor es un tubo hueco que aloja dos pistas separadas de una determinada resistencia por unidad de longitud y una varilla que conecta ambas pistas. Al moverse la varilla va variando la longitud que define este circuito cerrado y así, la resistencia entre los bornes de ambas pistas va cambiando. En los extremos, tanto del tubo como de la varilla se suelen colocar dos rotulas para absorber posibles variaciones de un movimiento rectilíneo. En la figura 19 se muestra un sensor comercial de la marca 2D Datarecording con base en Alemania.



Fig. 20. Sensor de posición 2D.

Los sensores comerciales tienen precios superiores a 200€, por lo tanto se ha propuesto otro diseño utilizando para ello un SoftPot.

Un SoftPot es una resistencia variable cuyo valor es directamente proporcional con la distancia al extremo del punto en el que se le aplica una leve presión. Los hay de diferentes formas y tamaños, pero utilizando uno de la forma apropiada como el de la figura 20, de geometría rectangular, se puede fabricar un potenciómetro de posición lineal. Este sistema, según el fabricante, se puede utilizar para medir posición en maquinaria que necesita de una alta precisión y a altas velocidades, por lo que se considera apto para la aplicación requerida.



Fig. 21. SoftPot.

El SoftPot ira introducido dentro de un tubo de aluminio pegado a una base plana, ya que por el otro lado lleva pegamento. Una varilla de acero de 4mm ira unida a un sistema compuesto por una esfera empujada por un muelle con la presión suficiente para que actúe sobre el SoftPot. En ambos extremos, tanto de la varilla como del tubo, se colocara también una rotula comercial.

Este sistema presenta la ventaja de que el sistema que genera la variación de resistencia no es fabricado especialmente para el sensor por lo que ronda los 10€ y el coste se abarata considerablemente. El problema es que las dimensiones resultantes de la carcasa son mayores, aunque la única implicación negativa de esto es estética.

### 3.4.2. Sensor de velocidad.

El sensor de velocidad se compone de dos partes, un imán colocado en la llanta, y un sensor que detecta el paso del imán por delante de él.

Para el imán se ha utilizado uno fabricado de Neodimio-hierro-boro de forma rectangular y poco espesor, con unas dimensiones de 8x20x1mm. Este tipo de imanes tiene un campo magnético elevado en relación con su tamaño y son muy difíciles de desmagnetizar.

El sensor que detecta el imán es de efecto hall, el cual varía el voltaje de salida en función del campo magnético que actúa sobre él. En concreto se ha utilizado el integrado UGN3503 que tiene una sensibilidad de 1,3V/G. El sensor se introduce en un tubo con los terminales soldados a un cable apantallado y se sella con pegamento térmico, manteniendo el sensor orientado hacia el extremo del tubo.

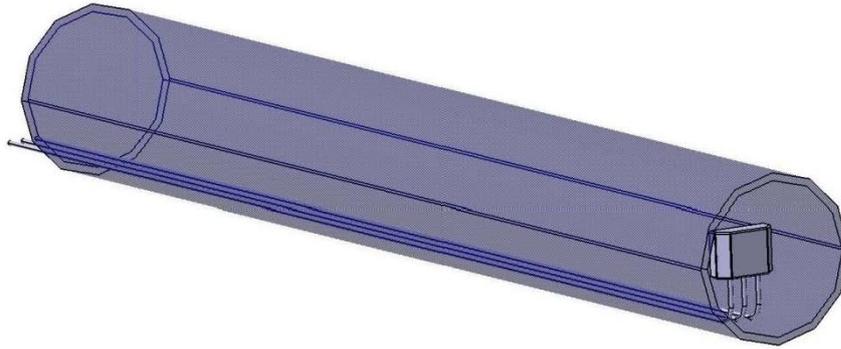


Fig. 22. Sensor de velocidad diseñado.

La sujeción a la moto se debe realizar a través de componentes hechos a medida, aunque en este caso, al ser un prototipo, se ha utilizado bridas.

### **3.4.3. Sensor de revoluciones.**

Como ya se ha dicho en apartados anteriores, el sensor de revoluciones es un cable enrollado en el cable de alta tensión del inducido. En la práctica, se le da dos vueltas al terminal alrededor del cable y se sujeta con cinta aislante. Para un diseño comercial se podría utilizar un cable con una terminación rígida en forma de espiral para enrollarse en el cable de la bujía y así no necesitar cinta aislante.

### **3.4.4. Detector de paso por meta.**

Para el receptor de infrarrojos se ha utilizado el integrado TSOP38338 de Vishay. Este receptor, tiene un gran aislamiento ante el ruido ambiental o la luz solar ya que actúa como un filtro que solo interpreta las señales a 38 kHz. Solo es necesario colocar una resistencia en serie y un condensador en paralelo, los cuales vienen indicados en el manual del fabricante. El sensor mandará un 1 cuando reciba la señal infrarroja a 38kHz y 0 en los restantes casos.

Este sensor ha de ir montado en una pequeña carcasa, la cual se coloca orientando el sensor hacia el lado de la pista en el que se coloca el emisor de infrarrojos. Para el prototipo, se colocara en una pequeña caja pegada al carenado.

## 4. DESARROLLO DEL FIRMWARE.

### 4.1. Configuración.

El programa principal para el software del Openpicus es una función del programa principal real, cuyo tiempo de proceso está controlado por el sistema operativo FreeRTOS, que se describe en el siguiente apartado. Al igual que en el *main*, en él se pueden declarar variables, configurar entradas y salidas, etc., pero no se tiene control total sobre las rutinas del microprocesador. De esta manera, el sistema operativo ejecuta las funciones necesarias para mantener las conexiones Wi-Fi en el momento oportuno.

Ciertos procesos necesitan ejecutarse en un momento determinado sin que otro proceso pueda interrumpirlo o retardar su inicio, por ello para la medida de tiempos en los sensores en los que es necesario, se han utilizado interrupciones. Las interrupciones vienen implementadas en las funciones de Openpicus pero se ha preferido configurar manualmente para tener más control sobre su funcionamiento. En función de la importancia de ejecución se han establecido prioridades que dictan el orden de ejecución en caso de demandarse un procesamiento simultáneo y se ha habilitado su anidación, que permita que una interrupción con mayor prioridad se ejecute cuando otra se está procesando y cuando acabe se reanude la primera. En total, se han implementado cuatro interrupciones, tres para los sensores digitales y otra para leer todas las entradas analógicas.

Las entradas analógicas por defecto son cuatro, y para ser leídas solo es necesario llamar a otra función que introduce el valor en una variable seleccionada. Este proceso resulta lento por lo que se ha configurado manualmente configurando otra entrada analógica disponible que estaba configurada como digital teniendo en total cinco entradas analógicas. La toma de muestras analógicas se explica en el siguiente apartado "Función de conversión ADC".

Los timers se han configurado para que trabaje en 32bits y con un preescalado que hace que no desborde en diecinueve horas. Tiempo más que suficiente para la aplicación exigida sin que afecte a la resolución necesaria. En el apartado programación temporal, se explica esta y otras consideraciones tenidas en cuenta respecto a tiempos.

### 4.2. FreeRTOS.

FreeRTOS es un sistema operativo en tiempo real de la empresa Real Time Engineers Ltd. Según sus creadores, sus principales ventajas son que ha sido desarrollado profesionalmente, con un estricto control de calidad dando como resultado un sistema robusto y libre de ser usado por cualquiera sin requerimientos de tener que declarar la fuente del código. Sus aplicaciones pueden abarcar desde pequeños juguetes, a la industria automovilística o aviación.

Sus características distintivas respecto de otros sistemas operativos embebidos son:

- Rápidos cambios de contexto, bajo intercambio entre almacenamiento secundario y memoria.
- Gestión de archivos orientada a la velocidad de acceso más que a la eficiencia.
- No son eficientes procesando información. Se usan procesadores predecibles.

- No existe la paginación, para evitar el factor aleatorio en la búsqueda.

### **4.3. Programación temporal**

En la aplicación que nos ocupa no sólo es importante el valor registrado por los sensores, sino el instante en que se registran, de cara a poder relacionar los datos entre si y extraer la información de alto nivel.

Para ello, se han utilizado dos contadores que controlan la temporización de los datos registrados por interrupción y el muestreo de los sensores analógicos.

Para establecer la velocidad mínima del primer contador se ha tenido en cuenta la resolución mínima necesaria para poder medir los eventos con precisión. En la aplicación que nos ocupa, el sensor que más frecuencia de eventos tiene es el sensor de revoluciones por minuto del motor. Estableciendo que se pueda medir un motor a 18000 rpm, la frecuencia de pulsos es 300 por segundo por lo que la frecuencia del contador ha de ser mayor. El inconveniente en cuanto a la resolución es el desbordamiento, por lo que, como se ha señalado en el apartado anterior, se ha utilizado un preescalado que dura más de 19 horas en desbordar con 32 bits. Este contador tiene una frecuencia de 62,5kHz y da una resolución a máximas revoluciones de aproximadamente 0,26 RPM por unidad del contador, lo que es más que suficiente. La limitación viene determinada por la frecuencia con la que se envían los datos. La aceleración angular del motor de una motocicleta con la primera marcha engranada y saliendo a fondo es de aproximadamente 4000 RPM por lo que a 14 Hz, que es la frecuencia de lectura estipulada da unos incrementos de 285RPM, lo cual es suficiente para realizar un análisis, pero en caso de que se desee aumentar, se puede mejorar tomando muestra durante la formación de la trama de envío aprovechando la interrupción de los sensores analógicos que es periódica.

Para hacer el muestreo de las entradas analógicas de forma periódica se ha utilizado un preescalador del reloj de instrucciones del microprocesador, propio del módulo ADC, el cual permite automatizar el proceso generando interrupciones cada determinados tiempos y numero de muestras. La estabilidad del periodo de muestreo está asegurada, ya que para cada ciclo de captura de señal y conversión a digital, se utilizan unos tiempos de instrucción fijos por configuración y derivados del preescalador.

El envío de datos también debe ser periódico cada vez que se llega al tamaño de trama estipulado, pero es un proceso que puede ser interrumpido y continuarse después ya que, por pruebas se ha comprobado que no afecta a los datos enviados ni se interrumpe por completo el envío. El tiempo entre envíos se puede dividir por el número de muestras de cada sensor para establecer el momento de la toma, ya que, como se ha dicho, están muestreadas periódicamente. También se puede enviar el tiempo en el que se lee la última muestra ya que la placa del Flyport integra un reloj RTCC a 32768kHz.

Los demás procesos, como pueden ser la comprobación de instrucciones de entrada o el control de los leds, se ejecutan cuando el sistema operativo lo permite o las interrupciones no están operativas y su interrupción, momentánea o por completo no afecta a la usabilidad ni calidad de lo que el usuario percibe, por lo tanto no se ha establecido una rutina de procesamiento periódico, sino que se ejecutan sucesivamente en el Bucle principal cuando es activado el registro que controla si se debe entrar o no en la función.

La figura 22 muestra cómo se suceden los diferentes procesos durante la ejecución del programa.

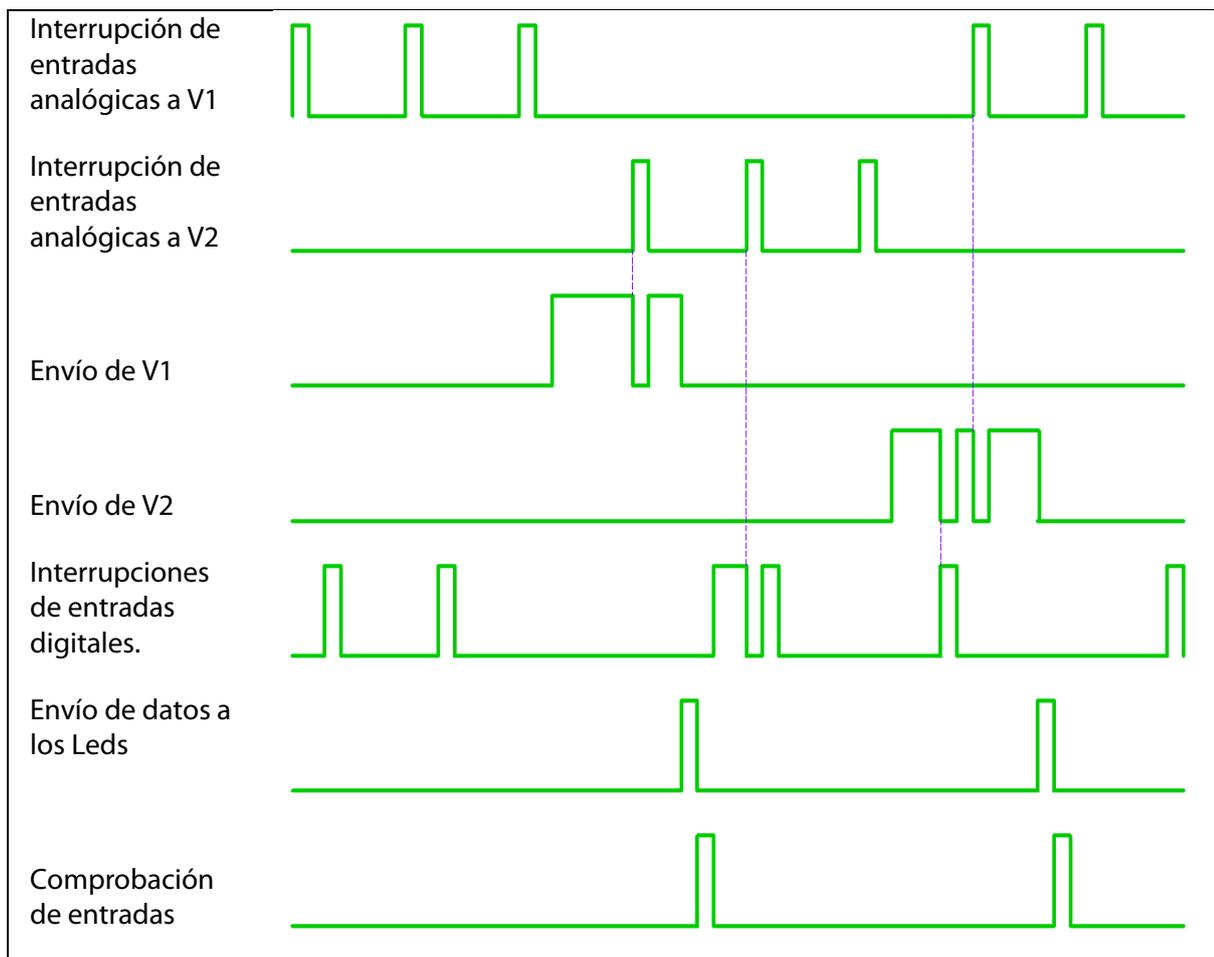


Fig. 23. Diagrama de ejecución del programa.

Las interrupciones de las entradas analógicas predominan sobre el resto haciendo que los demás procesos se retarden en su ejecución. De izquierda a derecha se observan cuatro eventos marcados por las líneas de puntos. En primer lugar se produce una lectura de datos analógica, por lo que el envío del vector ya lleno se interrumpe. En segundo lugar, otra lectura hace que una interrupción de un sensor digital se retrarde en inicializarse, ya que están activadas las interrupciones anidadas y la analógica tiene más prioridad. Por último, otra interrupción digital y la lectura analógica interrumpen el envío del vector V2.

El envío de datos a los leds y la comprobación de entradas se han representado detrás del envío de datos, pero se puede dar que al estar en el bucle principal, no esté activada la bandera de envío, y pase a los leds y comprobación de entradas, realizando varias actualizaciones entre envíos.

#### 4.4. Módulos del Firmware.

##### 4.4.1. Conversión ADC.

Como ya se ha dicho en el apartado anterior, la conversión se realiza de manera autónoma por el hardware ADC del microprocesador estableciendo los tiempos el

oscilador del microcontrolador y el contador que divide la frecuencia. Para realizar la lectura y guardado de los datos se leen los registros en los que quedan almacenados. El módulo ADC lee las entradas con una resolución de 10 bits pero la función los guarda en dos variables dentro de un vector de tipo BYTE, de esta manera, se envían los datos en binario, en vez de en Strings, disminuyendo considerablemente la cantidad de datos enviada. Cada vez que salta la interrupción, se ejecuta su rutina asociada, la cual realiza las siguientes operaciones:

En primer lugar, se vuelve a preescalar la frecuencia de las lecturas por cinco, ya que no es necesaria tanta resolución y de esta manera se obtiene una frecuencia de 116 Hz por canal. Una vez pasa el preescalado final, guarda los datos en el vector. Este vector está formado por una sucesión de tres en tres BYTES en los que el primero indica cual es el sensor y los otros dos el valor más y menos significativo de la muestra.

Como se puede observar en la figura 22, utiliza dos vectores de manera alternativa para que un vector sea llenado, mientras el otro es enviado. De esta manera se evita el error debido a que cuesta más enviar el vector que el tiempo entre dos lecturas analógicas consecutivas. La lectura del buffer también se realiza alternativamente ya que está dividido en dos a través de software para que se lea uno mientras se llena el otro.

El vector se llena con ocho lecturas de los tres canales rápidos y se activa una variable que hace de 'Flag' para avisar que está completo. Cada vez que se han llenado 16 vectores, se introduce el valor de los otros dos canales lentos, dando como resultado una frecuencia de un segundo aproximadamente, más que suficiente para lecturas de temperatura. Por último, se introduce la cantidad de datos en los BYTES de información asociada.

#### **4.4.2. Captura de señal y filtrado de paso por meta.**

Como ya se explicó en la parte de hardware, cada emisor de infrarrojos tiene su propia frecuencia asociada al dispositivo, por lo tanto, el dispositivo debe ser capaz de distinguirlas. Para ello, la interrupción del Infrarrojo registra el valor del tiempo desde el pulso anterior durante cuatro pulsos seguidos. Si los tres tiempos entre pulsos se corresponde al que ha sido configurado dentro de un margen, se tomara como tiempo el registrado en la primera interrupción y se desactivara la rutina de interrupción por un tiempo para evitar generar un nuevo tiempo de vuelta erróneo. Si no es así, el proceso volverá a comenzar mientras se reciban pulsos.

El tamaño de la variable es de 32 bits, por lo que para poder ser enviada en el vector de datos a través de la conexión UDP se divide en cuatro de tipo BYTE.

Cuando se ha recibido una señal positiva y se ha registrado un tiempo de vuelta, se activa una variable que indica que se ha registrado una señal y que puede ser enviada.

#### **4.4.3. Interrupciones de RPM y sensor de velocidad.**

Estos dos módulos tienen la única misión de registrar el valor del timer cuando se recibe el pulso correspondiente. Hay que tener en cuenta que el filtrado por rebotes se produce al hacer pasar la señal por el monoestable, tal como se explico en el apartado de hardware. La frecuencia máxima establecida para las revoluciones y la velocidad son 300 y 50 Hz respectivamente, considerando en ambos casos que se utilizaran motocicletas

extraordinarias, ya que cualquier moto de altas prestaciones no alcanzaría estos valores. Los valores de velocidad y rpm son enviados al móvil con una frecuencia de 10 y 5 Hz respectivamente, por lo tanto, aunque se registren valores, estos no se enviarán a no ser que no coincidan con el momento de envío. Este "sobreeso" se podría evitar pero por observación de utilización no afecta al comportamiento estas interrupciones, ya que apenas consumen unos pocos microsegundos de procesamiento.

La variable de velocidad se compone de tres BYTES y la de revoluciones de dos. Esto es debido a que a bajas velocidades el contador puede desbordar un valor de 16 bits pero el periodo de revoluciones es más rápido que el tiempo equivalente del periodo del contador por el número de 16 bits.

La rutina que siguen es tomar el valor del timer en una variable de tipo entero sin signo de 32 bits. A esta se le resta el valor registrado en la ejecución anterior y se divide en enteros de 8 bits, cada uno con los bits más significativos desplazados en función de la posición.

#### **4.4.4. Control de los leds.**

El módulo de control de los leds es llamado desde el programa principal después de que se han enviado los datos por la Wi-Fi. En primer lugar se realiza un filtro que comprueba que las revoluciones han variado lo suficiente como para que se deba encender o apagar leds. Esta comprobación se realiza para evitar actualizar el estado al mismo estado, ya que los datos se introducen por unos *Flip-Flop* en serie. Si el último led ha de estar encendido y el primero apagado habrá una fracción de segundo que si lo estará. Esto puede producir cierta distorsión óptica a los ojos del usuario y se ha de evitar en la medida de lo posible, aunque en la práctica es casi inapreciable.

Si se ha de cambiar el estado de los leds, se lee el registro actual del valor de revoluciones y en función de eso se envía el código a la función encargada expresamente de mandar datos. Esta función manda los datos y envía pulsos de reloj de manera asíncrona ya que no se han establecido tiempos de pulsos de reloj y dato, sino que se activa y desactiva las salidas a la mayor velocidad posible introduciendo las instrucciones una tras otra. La cronología es colocar un valor en la entrada y generar un pulso en la entrada de reloj hasta que se han llenado los seis registros con los nuevos valores.

#### **4.4.5. Lectura de comandos de entrada.**

Para la lectura de los comandos de entrada se utiliza una función implementada con el firmware del Openpicus. El sistema solo comprueba periódicamente, después de cada vez que ha enviado una trama, que en el buffer de entrada del puerto UDP hay más de cinco bytes y en ese caso, lo guarda en una variable y se introduce en las funciones de lectura del código recibido que determinan el comando que el Smartphone ha enviado.

#### **4.4.6. Comunicaciones con el Smartphone.**

Una vez se ha recibido el código a través del puerto UDP, según el protocolo, existen bytes de identificación de la trama. En función del Byte de identificación se meterá en una función u otra y desarrollará las siguientes respuestas:

Solicita información sobre el dispositivo.

Se responde con el Mac del dispositivo, la versión, el número de sensores y las características de estos.

Solicita al dispositivo un mensaje ACK de respuesta.

Se responde con una trama de confirmación.

Solicita remotamente al dispositivo que se reinicie.

Se responde con una trama de confirmación y se reinicia el dispositivo.

Solicita el modo de funcionamiento al dispositivo.

Se responde en qué modo de funcionamiento está el dispositivo, streaming de datos o en espera de nueva instrucción.

Define el modo de funcionamiento al dispositivo.

Se responde con una trama de confirmación y se establece el modo de funcionamiento solicitado, que son los dos anteriores mencionados.

Solicita el valor del descriptor al dispositivo.

Se envía una etiqueta de tipo ASCII que contiene los datos fundamentales del dispositivo en una variable de tipo BYTE de identificación seguido del String con la información.

Define el valor del descriptor del dispositivo.

Se responde con una trama de confirmación y se establece en el dispositivo la etiqueta de tipo ASCII que contiene los datos fundamentales del dispositivo en una variable de tipo String.

Solicita los datos del proxy.

Se solicitan los datos de uno de los sensores conectados. El Flyport responde con los datos del sensor seleccionado.

En el caso que no sea posible realizar alguno de los procedimientos seleccionados se responde con un código de error, o si no lo recibe, claramente no contestará.

#### **4.4.7. Comunicación con el GPS.**

La comunicación con el GPS se realiza a través de comunicación UART. Para poder leer lo que manda el GPS se ha de suspender la actividad del sistema operativo debido a que es mucha información y si no, no es leída correctamente. Además se han ajustado los tiempos de espera para que a las distintas funciones de lectura y escritura les dé tiempo a leer. Se ha encontrado que la óptima velocidad de envío, *baudrate*, es de 38400 ya que si no se pierde información o es muy lento.

Para saber la posición se utilizara la sentencia \$GPGGA del estándar NMEA que consta de la siguiente información.

\$GPGGA,<precision><altitude><Geoidal separation><Checksum>

La función del GPS será enviar su posición a la vez que los datos pero además tendrá comandos de entrada para ser configurado desde el Smartphone.

Como solo se necesita la sentencia \$GPGGA y además, solo cuando la quiera el datalogger, se desactivara el envío de información periódico con las funciones:

\$PSTMGPSRESTART Que desactiva todos los envíos

\$PSTMNMEACONFIG,0,38400,1,0 Que desactiva el envío de todas las sentencias excepto la \$GPGGA y sube el baudrate a 38400

\$PSTMNMEAONOFF control del flujo. Hace de *toggle* de *ON* y *OFF* de las sentencias

Para disminuir el tiempo de localización se utiliza el siguiente comando:

• \$PSTMINITGPS,xxxx.xxx,[N/S],yyyyy.yyy,[E/W],zzzz,DD,MM,YYYY,HH,MM,SS

Que introduce el valor de tiempo y geolocalización para una ubicación conocida.

El protocolo de comunicación con el GPS es el siguiente:

- Se envía al GPS el comando que activa el envío.
- Se espera hasta el número de caracteres esperado.
- Se envía al GPS el comando que desactiva el envío.
- Se lee el buffer de entrada.

Para el prototipo se ha utilizado un GPS con una frecuencia máxima de 1Hz, debido al precio, pero esta configuración se puede ajustar para mayor velocidad, ya que 1Hz a 300 km/h equivale a una toma de datos cada 83 m.

#### **4.4.8. Gestión de energía.**

Debido a que es un dispositivo que consume del orden de 140mA de media en funcionamiento, se ha de controlar el consumo para reducirlo al mínimo. Por ello se aplican procedimientos que detectan cuando el dispositivo puede reducir su consumo de energía.

Esta función se ejecuta cada 10s aproximadamente y determina el estado en el que se encuentra el dispositivo y determina que realizar en función de la situación.

Uno de esos momentos se ha establecido para cuando el dispositivo no está conectado al Smartphone. En este caso los datos que tome serán perdidos ya que el Flyport no los almacena, por ello, tras un tiempo establecido en el que no haya reconexión se pondrá en suspensión. En este caso se incluye la circunstancia en la que tras varios intentos de conexión, esta no sea posible.

El nivel de batería es un dato importante aunque no se ha podido establecer un sistema para indicarlo. En caso de que se estime necesario, se deberá incluir una entrada analógica en la entrada de alimentación que mida el voltaje de la batería.

---

## 5. DESARROLLO DE LA CARCASA DEL DISPOSITIVO.

Se ha realizado el desarrollo de la carcasa para completar la definición del producto de cara a la inclusión en el plan de empresa y mejorar la impresión generada.

Para el diseño de la carcasa se ha buscado que fuera un diseño elegante y a la vez simple, como viene siendo la moda de los dispositivos actuales, con líneas limpias y pocos adornos o detalles vistosos.

En cuanto a la fabricación, se ha pensado en una carcasa de aluminio extruido, la cual puede ser cortada de un perfil largo con la forma y posteriormente se le puede mecanizar para realizar los agujeros y acabados finales. Esta configuración permite un montaje lateral de los componentes. Para taparlos, se ha pensado en dos tapas simétricas atornilladas en ambas caras laterales. La sujeción se realizara a través de la parte posterior con roscas remachadas en la carcasa para permitir atornillarse a una placa de anclaje. No se ha tenido en cuenta el tamaño de la placa desarrollada sino la necesidad de colocar un Smartphone en la parte superior a la hora de definir el tamaño de la carcasa, ya que la utilización de componentes en SMD disminuiría considerablemente la placa originalmente diseñada y un Smartphone actual es casi tan grande como la placa diseñada con componentes de inserción.

Para sujetar el móvil se ha pensado en utilizar una funda de plástico que permita el uso de dispositivos táctiles a través de ella, y que se sujete a la carcasa con una abrazadera u otro dispositivo removible para poner y quitar el Smartphone. Esta parte podría tener origen comercial, ya que existen montajes para llevar el móvil en la motocicleta con este sistema.

El acabado se podría realizar con un anodizado del aluminio ya que ofrece la opción de una amplia gama de colores y una gran protección de los elementos.

A continuación se presentan dos renderizados del diseño.



Fig. 24. Render 1.



Fig. 25. Render 2.

## 6. VIABILIDAD COMERCIAL.

Para analizar el posible mercado hay que observar la gran cantidad de competiciones que se celebran en Europa y sobretodo en España. Además, la gente aficionada al mundo del motociclismo que va a correr los días festivos como hobby a los circuitos con su moto de calle de altas prestaciones y lo pueden ver como una opción para aumentar su disfrute y emular la alta competición.

Actualmente existen más de 30 circuitos de primera categoría en la geografía española, algo similar en Italia, Gran Bretaña y Alemania. Por lo tanto existe un nicho de mercado ya que se da la opción de sensorización en tiempo real a un precio razonable a usuarios que de otra manera no podrían acceder a esta tecnología.

El sector en el que se va a localizar el producto es en el mundo de la competición, más concretamente en el apartado de la toma de datos para su análisis y por ende, mejora de prestaciones.

Hay dos tipos de productos similares y que por lo tanto se considerarían competencia. Los primeros se encuentran de forma concentrada ya que son pocos los fabricantes de sistemas de envío de datos en tiempo real. Todos ellos tienen un coste muy superior al producto (de 10 a 20 veces más caros) por lo que se consideraría que están enfocados a otro tipo de consumidor. Lo más común sería el segundo tipo, que es la grabación de los datos y la posterior descarga al ordenador al finalizar las vueltas. Para este caso la fragmentación del mercado es muy alta con una gran cantidad de fabricantes y un amplio abanico de precios. Pero en este caso las ventajas que ofrece el producto son muy superiores.

Como resumen, se ofrece un producto con las ventajas de los carísimos sistemas de adquisición de datos que utiliza la elite de la competición a precio de los sistemas de segunda categoría. Todo esto gracias a la utilización del Smartphone del usuario como parte del kit de sensorización, lo que permite conseguir un coste final del producto muy por debajo de la competencia.

Los dos competidores principales serían 2D Datarecording con un precio de 1675 € y AIM que asciende a los 2667 € con unas prestaciones similares. Estas firmas ofrecen una gama para Karts y coches de competición y tienen una gama más amplia de sensores y configuraciones a precios más elevados.

En el Anexo F. "Plan de empresa presentado al concurso IDEA" se desarrolla con más detalle el estudio de mercado introducido en este punto.

## **7. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.**

Tras el esfuerzo realizado en el desarrollo, se ha conseguido un prototipo funcional que desarrollado como producto final, puede ser fabricado a un precio muy competitivo con prestaciones similares a los dispositivos de gama media existentes en el mercado. La utilización del móvil como parte del sistema, aunque es un requerimiento para el funcionamiento, es un extra que a día de hoy es raro no disponer de él y aporta la potencia que este tipo de sistemas necesita, velocidad de almacenamiento y pantalla de información.

El prototipo está lejos de ser un producto que pueda venderse, ya que no se han realizado pruebas suficientes de funcionamiento, ni se han contrastado los datos con otros dispositivos más precisos. Pero los datos obtenidos son realistas y muestran un comportamiento normal.

Los sensores que se han desarrollado también han mostrado un comportamiento estable y no ha habido problemas de interferencias, aunque también están en un estado inicial, ya que se ha de analizar la compatibilidad de montaje con los distintos modelos de motocicletas y su estabilidad a largo plazo.

La placa presenta algunos problemas mecánicos, debido fundamentalmente al modo de fabricación, con maquina de fresado de placa, y a la inexperiencia propia de diseño de circuitos, montaje y soldadura, pero tras unos arreglos posteriores, ha desempeñado su cometido. La placa presentada es la segunda que se ha llevado a fabricación, ya que la primera presentaba también problemas con los circuitos propuestos, algo que esta última, con los circuitos propuestos, no ha sufrido. El mayor inconveniente puede venir por parte de un uso continuado, ya que estará sometida a gran cantidad de esfuerzos mecánicos y vibraciones. Se ha de observar pues, a través de la experiencia, la fiabilidad y el tiempo de funcionamiento correcto

La parte de firmware ha acaparado el mayor tiempo de desarrollo, ya que ha sido necesario un proceso de optimización utilizando diferentes técnicas para realizar los mismos procesos de una manera más eficiente en el uso de las prestaciones del microprocesador y a mayor velocidad. Sobre todo, el mayor problema ha sido conseguir las frecuencias de muestreo y envío necesarias para igualar las capacidades de un dispositivo comercial. En la mayoría de módulos, ha sido necesario descartarlas funciones que proporciona el software de Openpicus e investigar nuevas implementaciones controlando directamente la lógica, la memoria, y los módulos adicionales que dispone el microprocesador. En el estado actual, es un firmware robusto, que ha sido probado durante largos periodos de funcionamiento, si bien no sobre la motocicleta, alcanzando una tasa de errores de envío prácticamente nula y sobre el cual se podrían implementar otras funciones sin que afectaran al rendimiento.

Se ha podido implementar funciones de comunicación a través de Wi-Fi con pocas líneas de programación y sin conocer las capas más bajas del protocolo ya que las funciones incluidas realizan un trabajo óptimo, tanto en la parte de comunicaciones Wi-Fi, como UART. Esto hace que el tiempo de desarrollo se reduzca sustancialmente, tanto para esta, como para cualquier otro tipo de aplicaciones, por tanto, se puede decir que este tipo de soluciones embebidas jugar un papel importante en el desarrollo de futuros prototipos de esta índole con base fundamentalmente en comunicaciones inalámbricas.

Los resultados, tras la sesión en pista, arrojan que es un dispositivo que mide con precisión y velocidad a la altura de dispositivos comerciales. Los datos, que se presentan en el anexo E, muestran curvas de varios parámetros de los que se puede extraer gran cantidad de información de la conducción realizada y las prestaciones del vehículo.

En cuanto, a la viabilidad del producto, esta es presentada en el anexo F. Plan de empresa presentado al concurso IDEA. En el análisis, se ha establecido un panorama de futuro que prevé un rendimiento económico, consecuente con el estudio de mercado realizado y el panorama actual.

En conclusión, se han realizado los objetivos fijados y se han obtenido resultados positivos que dan pie a un futuro desarrollo del prototipo. De cara a ella, las siguientes son unas posibles líneas de actuación.

En cuanto a la parte de hardware, como se ha dicho, se ha de asegurar su robustez y fiabilidad. La siguiente evolución lógica sería utilizar componentes de menor tamaño de tipo SMD que permiten una fijación más rígida con menos problemas por parte de las vibraciones. La utilización de placas de cuatro capas también reduciría el tamaño ya que la densidad de las pistas es alta. El Flyport, que es de origen comercial, se presenta como un proyecto de hardware libre, por lo tanto todos los planos de esquemas y huellas están disponibles. Una posible opción sería integrarlo en la placa añadiendo un conversor puerto serie a RS-232 lo cual también abarataría los costes y disminuiría el tamaño.

El uso de una memoria flash integrada en la placa serviría como almacén de los datos recogidos. Esta mejora por si sola podría dar pie a un nuevo tipo de producto comercializado como datalogger únicamente. Los datos serían guardados en la placa y posteriormente podrían ser descargados a través de Wi-Fi o el puerto paralelo.

La alimentación también es mejorable utilizando baterías recargables y añadiendo una parte de gestión de esa batería que nos permita conocer el estado en cada momento, además de la regulación para que pueda recargarse.

El usar una pantalla se ha descartado porque aumenta los costes, pero es una opción futura como suplemento para clientes que prefieran pagar más para no tener que usar el móvil, ya que, aunque sea bajo, existe un riesgo de rotura por caída o proyección.

El firmware se podría considerar que está más "maduro" en su desarrollo aunque se pueden desarrollar en él ciertas funcionalidades. El software de Openpicus permite que el Flyport trabaje como un servidor web, descargando una página en HTML en un ordenador personal. Esta parte no se ha implementado debido a que consume muchos recursos pero optimizando su uso en el momento oportuno y ayudado de una integración de memoria Flash, como se ha dicho, se puede crear una interfaz web generada por el propio Flyport que permita una comunicación con el ordenador para realizar configuraciones y descarga de datos.

La mayor carencia que puede tener este dispositivo es la ausencia de una entrada que se pueda conectar a la línea de datos de la motocicleta, en las que está disponible. Este desarrollo requeriría de un gran esfuerzo de adaptación a la gran cantidad de marcas y modelos, pero centrándose en los más específicos de competición, es un extra que puede generar atractivo de cara al público.

# **ANEXOS**

## **INDICE DE ANEXOS**

**A. Cálculos.**

**B. Planos.**

**C. Protocolo de comunicación.**

**D. Ejemplo de datos en circuito.**

**E. Coste de fabricación.**

**F. Plan de empresa presentado al concurso  
IDEA.**

**G. Datasheets.**

## **A. CÁLCULOS.**

## Índice

<b>1. Sensores analógicos.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Sensor de temperatura.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Acomodación del sensor de velocidad.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Sensor de RPM. ....</b>	<b>6</b>
<b>5. Protecciones.....</b>	<b>6</b>
<b>6. Leds. ....</b>	<b>7</b>
<b>7. Placa de Infrarrojos. ....</b>	<b>7</b>
<b>8. Frecuencias de muestreo, temporización y envío.....</b>	<b>8</b>
<b>9. Conversión señal-valor físico de los sensores.....</b>	<b>10</b>
<b>9.1. Sensores analógicos de 10k. ....</b>	<b>10</b>
<b>9.2. Sensor de temperatura. ....</b>	<b>10</b>
<b>9.3. Sensor de velocidad. ....</b>	<b>11</b>
<b>9.4. Sensor de revoluciones. ....</b>	<b>11</b>
<b>9.5. Sensor de paso por meta.....</b>	<b>11</b>

## Índice de figuras

<b>Fig. A.1. Resistencia en relación con la temperatura.....</b>	<b>3</b>
<b>Fig. A.2. Esquema amplificador restador.....</b>	<b>5</b>
<b>Fig. A.3. Esquema NE555. ....</b>	<b>7</b>

## 1. Sensores analógicos.

Para el cálculo se utilizan resistencias de la serie E6.

Los sensores analógicos que se han predeterminado tienen un rango de resistencia que va de 0 a 10k y están conectados a tierra y a la entrada analógica.

La  $V_{ref}$  del Flyport es 2048mV y la alimentación es a 3,3V, por lo que el voltaje máximo de lectura se debe bajar al inferior más cercano posible a  $V_{ref}$ .

$$3,3 = I \cdot (10k + xk)$$

$$2,048 = 10k \cdot I$$

$$I = \frac{2,048}{10000} = 2,048e^{-4}$$

$$x = 6113,28\Omega$$

Utilizando dos resistencias en paralelo de 10k y 22k

$$R_{eq} = \frac{10 \cdot 22}{10 + 22} = 6,875k$$

$$I_{min} = \frac{V}{R_{total}} = \frac{3,3}{10000 + 6875} = 0,0001955A$$

$$V_{ref\ max} = I_{min} \cdot R_{sensor} = 0,0001955 \cdot 10000 = 1,955V$$

Lo que se acomoda a casi todo el rango del ADC.

## 2. Sensor de temperatura.

RESISTENCIA ( $\Omega$ )	TEMPERATURA ( $^{\circ}C$ )
8575	30
7233	35
5911	40
4592	45
4154	50
3461	55
3023	60
2622	65
2220	70
1929	75
1699	80
1446	85
1264	90
1104	95
1028	100

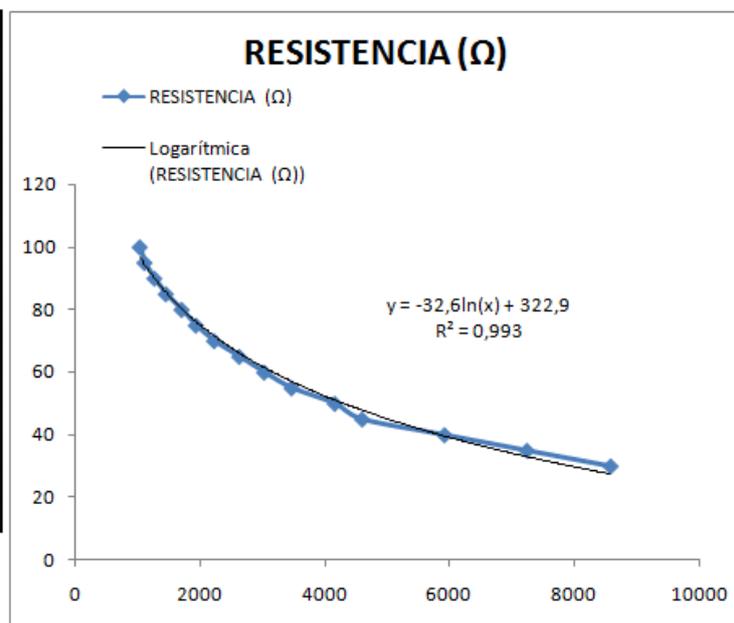


Fig. A.1. Resistencia en relación con la temperatura.

Para el sensor de temperatura se ha calculado su curva de resistencia en relación con la temperatura. Para ello se ha ido calentando agua desde los 30°C hasta los 100°C y se ha medido simultáneamente la temperatura del agua y la resistencia del sensor, obteniéndose la gráfica de la figura A.1.

El rango que abarca es desde 1028 a 8575Ω pero hay que tener en cuenta dos cosas.

En primer lugar, es una curva logarítmica cuya relación de los parámetros es inversamente proporcional, por lo que no tendremos la misma precisión a distintas temperaturas y, en segundo lugar, el rango de temperaturas que se ha de vigilar y que es más importante para la motocicleta, va desde 50°C a 70°C. Por ello, contra más pequeña sea la resistencia, mayor será la precisión de la indicación, ya que varía más el voltaje de lectura. La forma de que la resistencia sea pequeña es conectar el sensor en la parte alta del divisor de tensión y sabiendo que el máximo de 100°C no se sobrepasa, se calcula la resistencia de acomodación. De esta forma no hay limitación en medir temperaturas bajas, aunque en este caso es de poca utilidad.

$$I_{max} = \frac{V_{alimentación} - V_{ref}}{R_{min\ sensor}} = \frac{3,3 - 2,048}{1028} = 0,0012A$$

$$V_{ref} = x\Omega \cdot I_{max}$$

$$x = \frac{2,048}{0,0012} = 1681\Omega$$

Se utilizan dos resistencias de 1k y 470Ω en serie, ya que, si es mayor se podría salir del rango antes de llegar a 100°C

### 3. Acomodación del sensor de velocidad.

Para la entrada a la primera etapa se han utilizado resistencias del orden de megaohmios debido a que de esta manera se evita utilizar un seguidor de señal que compense derivaciones de corriente y además se minimizan los posibles efectos de que el cable del sensor haga de antena del campo eléctrico generado en el cable de alta tensión de la bujía, que en pruebas iniciales producía acoplamiento.

La primera etapa por la que pasa la señal es un amplificador operacional que resta y amplifica la señal. En estado nulo, la señal del sensor tiene un voltaje de 2,6V y este aumenta hasta unos 0,3V cuando el campo magnético del imán actúa sobre él.

La fórmula que define la salida según el esquema de la figura A.2. es la siguiente:

$$V_{out} = V_2 \cdot \left( \frac{(R_3 + R_1) \cdot R_4}{(R_4 + R_2) \cdot R_1} \right) - V_1 \cdot \left( \frac{R_3}{R_1} \right)$$

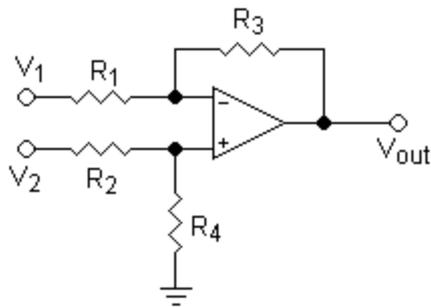


Fig. A.2. Esquema amplificador restador.

Si hacemos  $R_4 = R_3 = R_B$  y  $R_2 = R_1 = R_A$

$$V_{out} = V_2 \cdot \left( \frac{(R_B + R_A) \cdot R_B}{(R_B + R_A) \cdot R_A} \right) - V_1 \cdot \left( \frac{R_B}{R_A} \right) = \left( \frac{R_B}{R_A} \right) \cdot (V_2 - V_1)$$

Con lo que la señal sale restada y amplificada por el ratio de resistencias B y A. Se utiliza una relación de 4,7 a 1, con lo que la diferencia se amplifica 4,7 veces.

A la entrada de  $V_1$  se ha colocado un divisor de voltaje con un potenciómetro para calibrar la resta entre 0 y 0,1V en estado bajo. Los valores de este divisor son una resistencia de 10k y un potenciómetro de 10k. Para ajustarlo, se mide la tensión de salida, que como mínimo será la mitad de la alimentación, es decir 1,67V, y se ajustara lo más próximo a la salida del sensor, cercano a 2,6 V, pero dejando que en estado alto, multiplicado por el ratio de resistencias, de un voltaje superior al divisor del comparador de la siguiente etapa. Para este segundo divisor se han seleccionado dos resistencias de 10k dando un voltaje de 2,5V, ya que este está alimentado a 5V. Este comparador pasara de bajo a alto cuando se sobrepase el voltaje de referencia, generando así pulsos con cada paso del imán por el sensor.

Para filtrar rebotes, se utilizara la siguiente etapa compuesta de un monoestable para que mantenga la señal en alto un tiempo determinado después de recibir el primer pulso.

La frecuencia máxima que puede llegar por los pulsos, y que es la que limita la duración del pulso en el monoestable, viene determinada por la velocidad de la rueda, es decir, el número máximo de vueltas por segundo que puede dar. Para determinarla se han establecido las siguientes hipótesis basadas en las prestaciones de las maquinas del mercado:

$$V_{max} = \frac{350km}{h}$$

$$\phi_{rueda} = 17'' \cdot \frac{25,4mm}{1''} + 2 \cdot 100 \cdot 90\% = 611,8mm$$

Así pues, las vueltas por segundo máximas o frecuencia será

$$F(\text{Hz}) = \frac{350km}{h} \cdot \frac{\frac{1m}{s}}{\frac{3,6km}{h}} \cdot \frac{1vuelta}{0,6118m \cdot \pi} = 50,58\text{Hz}$$

El periodo mínimo pues será de aproximadamente 20ms. Como el del monoestable ha de ser lo más largo posible pero dejando un margen, se establece en 18ms.

Para controlar la duración, al monoestable se le añade una resistencia y un condensador. Según el fabricante, el tiempo de pulso se calcula:

$$T_{pulso} = R \cdot C$$

$$R_{min} = 4k$$

$$C_{min} = 5nF$$

$$C_{max} = 100\mu F$$

Con un condensador de  $0,1\mu F$

$$R = \frac{T_{pulso}}{C} = \frac{0,018}{0,1e^{-6}} = 180000\Omega$$

Se utiliza dos resistencias en serie de 100k y 75k dando un tiempo de 17,5ms

#### 4. Sensor de RPM.

En este caso también se utiliza un monoestable para controlar los pulsos y la velocidad máxima que se establece es 18000 revoluciones por minuto o 300 Hercios, que está por encima de lo que puede alcanzar cualquier motor de dos tiempos comercial y que un motor de cuatro tiempos da una chispa cada dos vueltas, por lo que aunque algunos alcancen 18000rpm, generaran 9000 pulsos.

El cálculo es análogo al del apartado anterior estableciendo un periodo máximo de 3,3ms. Para conseguirlo se utiliza una resistencia de 33k de la serie E12 y un condensador de  $0,1\mu F$ .

#### 5. Protecciones.

Las protecciones han sido calculadas con el programa PSpice a través del método de prueba y error.

Las hipótesis de partida eran que las entradas analógicas fueran estables en el rango de medición y que no se sobrepasara los 3,3V a la entrada del ADC.

Una vez dibujado el esquema se han realizado simulaciones para distintos voltajes de entrada y se han medido los voltajes obtenidos a la entrada del conversor analógico, dando resultados dentro del rango establecido.

## 6. Leds.

Los leds están colocados en paralelo dos a dos y cada uno tiene una corriente de 10mA, para un voltaje que puede variar entre 2V y 2,6V. La alimentación se realiza a través del integrado 74HC164 a 3,3V. Queda pues calcular la resistencia de los leds.

$$R = \frac{3,3 - 2,3}{2 \cdot 10} = 50\Omega$$

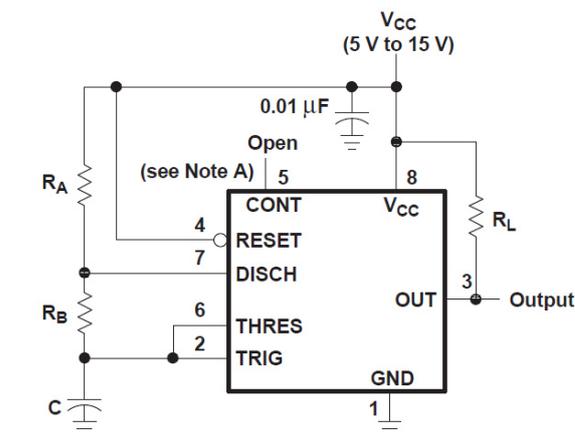
Se utilizara una resistencia de ~~47~~, ya q ue según el datasheet, puede funcionar entre 2V y 2,6V.

## 7. Placa de Infrarrojos.

Para la placa de infrarrojos se utilizan dos NE555 en modo astable que proporcionan dos frecuencias distintas, una a 38kHz y otra a 1kHz aproximadamente. Según el manual del fabricante, con el siguiente esquema se consigue la frecuencia deseada calculando  $R_A$ ,  $R_B$  y  $C$  de la siguiente manera:

$$t_H = 0,693 \cdot (R_A + R_B) \cdot C$$

$$t_L = 0,693 \cdot R_B \cdot C$$



Pin numbers shown are for the D, JG, P, PS, and PW packages.  
NOTE A: Decoupling CONT voltage to ground with a capacitor can improve operation. This should be evaluated for individual applications.

Figure 12. Circuit for Astable Operation

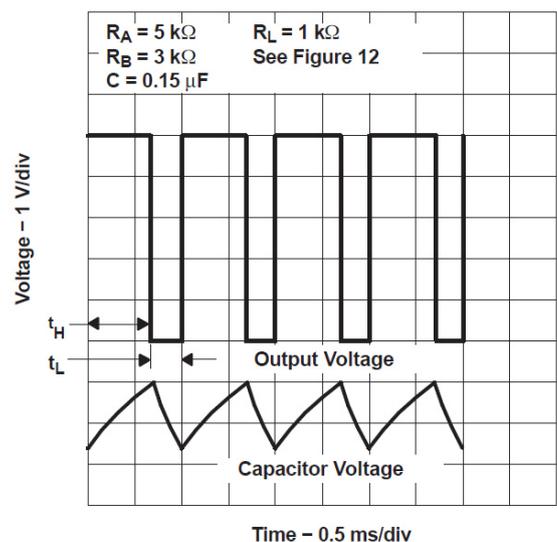


Figure 13. Typical Astable Waveforms

Fig. A.3. Esquema NE555.

Con estas formulas, se observa que no se puede alcanzar un ciclo de trabajo del 50%, que es el deseado aproximadamente, porque el condensador que controla el tiempo de alto y bajo se carga a través de  $R_B$  pero se descarga a través de  $R_A$  y  $R_B$ . Colocando un diodo entre los terminales de  $R_B$  que no deje pasar la corriente cuando esta cargando, lo puentea cuando esta descargando consiguiendo que el tiempo de descarga sea proporcional solo a  $R_A$ , asi pues las formulas quedan de la siguiente manera:

$$t_H = 0,693 \cdot R_A \cdot C$$

$$t_L = 0,693 \cdot R_B \cdot C$$

Imponiendo  $C = 10nF$  y  $R_A = R_B$  para que sea 50%, para una frecuencia de 38kHz

$$t_H = t_L = 1,3157e^{-5}$$

$$R_A = R_B = \frac{1,3157e^{-5}}{10e^{-9} \cdot 0,693} = 1898\Omega$$

Como no se puede alcanzar el valor con pocas resistencias, se sube una y se baja la otra aunque varíe un poco el ciclo de trabajo, y se llega a  $R_A = 1,8k$  (2,2k y 10k en paralelo) y  $R_B = 2$  (2,2k y 22k) dando una frecuencia de 37,996kHz y un ciclo de trabajo del 47,36%.

Para 1kHz se repite el proceso y con dos resistencias de 75k y un condensador de 10nF se tiene una frecuencia de 961Hz al 50% de ciclo de trabajo.

En este segundo caso da igual la precisión porque será el Flyport el que se configure para filtrar la frecuencia obtenida. Los leds están alimentados a 5V y en serie por lo que tiene una caída de voltaje de 2,5V, que está dentro de lo indicado y no necesitan resistencia.

## 8. Frecuencias de muestreo, temporización y envío.

El muestreador analógico tiene cinco canales a distintas velocidades. Según se extrae de la información obtenida a través de un técnico que trabaja en este campo, la frecuencia necesaria para un muestreo óptimo de los canales rápidos, que son los que miden la posición de las suspensiones, ha de ser de 100Hz.

El oscilador del microcontrolador funciona a 32MHz y un ciclo de instrucción dura dos ciclos de reloj, por tanto esta es la base de tiempo. El convertidor analógico necesita 43 unidades de tiempo para realizar la conversión, las cuales duran un ciclo de instrucción preescalado 64 veces. Habiendo cinco canales, la frecuencia de muestreo es:

$$F_{muestreo} = \frac{16MHz}{43 \cdot 64 \cdot 5} = 1162Hz$$

A esta frecuencia se muestrean todos los canales y cada dos veces que se muestrean las cinco entradas se ejecuta la rutina de la interrupción, pero esta solo guarda cada cinco veces que entra, de esta manera, la frecuencia efectiva de muestreo de datos que son almacenados es:

$$F_{muestreo} = \frac{1162Hz}{2 \cdot 5} = 116.2Hz$$

A esta frecuencia es a la que se almacena los datos de los tres canales a máxima velocidad. Estos datos se almacenan en un vector hasta el octavo barrido, en el que entra en una instrucción en la que se lee el valor actual de rpm. La frecuencia de envío de este sensor es pues.

$$F_{muestreo\ RPM} = \frac{116.2Hz}{8} = 14.52Hz$$

Esta frecuencia coincide con la de envío de datos, ya que posteriormente se activa la bandera de vector disponible y se realiza el envío.

Cada dos veces que se lee RPM, se introduce el valor de velocidad y cada 16 veces, los valores de los restantes canales analógicos de dinámica lenta, quedando a 7,26Hz y 0,9Hz respectivamente sus frecuencias.

El tiempo de vuelta depende de la velocidad con que se realiza el circuito y por lo tanto no tiene frecuencia definida.

La siguiente tabla muestra los sensores con sus distintas frecuencias.

Endpoint	Actividad a medir	Frecuencia (Hz)	Formato dato unitario (bytes)	Tasa (bps)
11	Temperatura del motor	0,9	2	1,8
12	Velocidad	7,26	3	21,78
13	r.p.m.	14,52	2	29,04
14	Posición acelerador	116,2	2	132,4
15	Posición de la suspensión del.	116,2	2	132,4
16	Posición de la suspensión tras.	116,2	2	132,4
17	Lap time	-	4	-
18	Presión de aceite	0,9	2	18
Total bytes por segundo				451.62

Para la temporización se parte de la misma premisa de que el microcontrolador realiza 16MIPs. A partir de allí, un timer de 32bits se ha preescalado 64 veces con lo que la frecuencia es:

$$F_{timer} = \frac{16MHz}{64} = 62.5kHz$$

Y el tiempo de desbordamiento:

$$t_{desbordamiento} = \frac{2^{32}}{62.5kHz} = 68719.47s \cong 19h 5min$$

Cada unidad del contador equivale a:

$$T = \frac{1}{F} = \frac{1}{62.5kHz} = 16\mu s$$

Lo cual es más que suficiente para medir las variables de tiempo determinadas. Las revoluciones es la variable que mayor frecuencia puede llegar a tener entre pulsos. La resolución obtenida con esta división de tiempos es la siguiente.

El límite de lectura de RPM está establecido en 18000RPM que son 300Hz traducido a pulsos digitales. El periodo mínimo es pues:

$$T_{\min RPM} = \frac{1}{F} = \frac{1}{300Hz} = 3,333ms$$

$$Resolucion = \frac{16e^{-3}}{3,33} = 0.0048 \frac{Pulsos}{Ud. contador} = 0.268 \frac{RPM}{Ud. contador}$$

## 9. Conversión lectura-valor físico de los sensores.

### 9.1. Sensores analógicos de 10k.

Estos sensores tienen una longitud de 100mm y el rango de medición es de 0 a 1,955V para la posición más encogida y mas estirado respectivamente

$$\frac{Posición}{voltaje} = \frac{100mm}{1955mV} = 0.0511mm/mV$$

El conversor ADC tiene una resolución de 10bits, es decir, divide el rango en 1024uds. para 2048mV.

$$Resolución = \frac{2048mV}{1024Uds} = 2mV/Ud$$

Así pues la posición teniendo en cuenta la entrada real, la posición se calcula como:

$$Posición = \frac{0.0511mm}{mV} \cdot \frac{2mV}{Ud} \cdot Ud = (0.122 \cdot Ud)mm$$

### 9.2. Sensor de temperatura.

La variación de la temperatura en función de la resistencia se rige por la ecuación extraída de la grafica de la figura A.1.

$$T^a(^{\circ}C) = -32,6 \cdot \ln(R) + 322.9$$

La lectura tiene la misma resolución que las otras entradas analógicas. Pero el rango es distinto. Según el apartado 2 de este anexo, la resistencia del sensor en relación con la lectura del buffer es:

$$V = 1470 \cdot I$$

$$3,3V = (1470 + R) \cdot I$$

$$R_{sensor} = 1470 \cdot \frac{(3.3 - V)}{V} = 1470 \cdot \frac{(3300 - 2 \cdot Ud)}{2 \cdot Ud}$$

Y la relación entre la entrada y la salida:

$$T^a = \left( -32,6 \cdot \ln \left( 1470 \cdot \frac{(3300 - 2 \cdot Ud)}{2 \cdot Ud} \right) + 322,9 \right) ^\circ C$$

### 9.3. Sensor de velocidad.

El sensor de velocidad es proporcional al diámetro efectivo de la rueda, por lo que será un parámetro configurable a la hora de ser calculada. La formula de la velocidad es:

$$v \left( \frac{m}{s} \right) = w \left( \frac{rad}{s} \right) \cdot r_{efectivo\ rueda}(m) = 2 \cdot \pi / t \cdot r(m)$$

Siendo t el tiempo entre pulsos

Según el apartado 8, cada unidad del timer equivale a  $16\mu s$  luego la relación entre la velocidad y el incremento del contador entre pulsos será:

$$v = \left( \frac{2 \cdot \pi \cdot r_{efectivo\ rueda}}{16^{-6} \cdot \Delta contador} \right) m/s$$

### 9.4. Sensor de revoluciones.

El sensor de revoluciones utiliza el mismo timer pero solo se ha de contar vueltas y pasarlas a las unidades convencionales, siendo cada pulso equivalente a una vuelta.

$$w_{motor} = \left( \frac{\frac{60s}{min}}{16^{-6} \cdot \Delta contador} \right) RPM$$

### 9.5. Sensor de paso por meta.

Este sensor mide el tiempo entre dos pasos por el disparador externo, por tanto hay que pasar únicamente el valor del timer a tiempo

$$t_{vuelta} = (16^{-6} \cdot \Delta contador) s$$



## **B. PLANOS.**

## **Índice de planos**

**1.01.01.01. Headers y alimentación.**

**1.01.01.02. Leds de RPM**

**1.01.01.03. Entradas y salidas digitales.**

**1.01.01.04. Acomodación de sensores y botones.**

**1.01.02.01. Huellas placa de adquisición.**

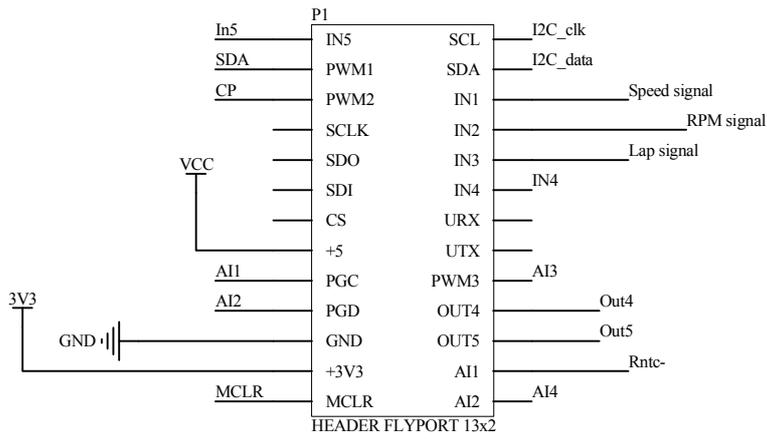
**1.01.02.02. Componentes en placa de adquisición.**

**1.02.01.01. Emisor de infrarrojos.**

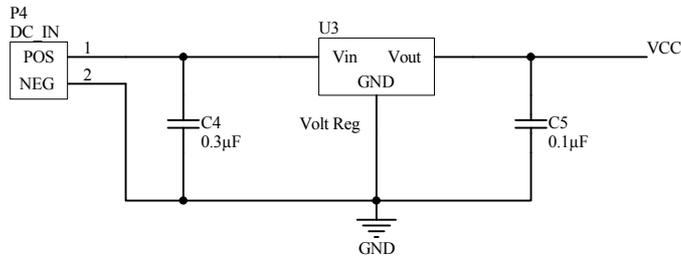
**1.02.02.01. Huellas placa de emisión de IR.**

**1.02.02.02. Componentes en placa de emisión de IR.**

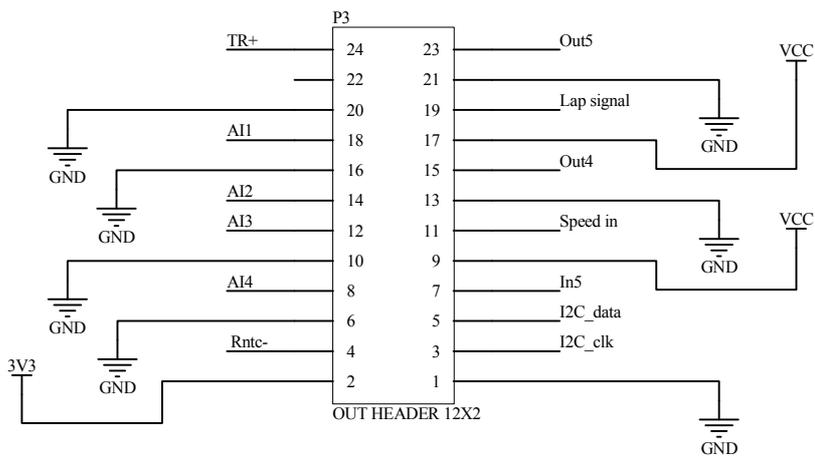
Flyport connections



Voltage regulator



Out header



Observaciones:

Versión: 5.1

Tamaño: A4

Escala:

Número de plano: 1.01.01.01

Fecha: 5/11/2013

Título:

HEADERS Y ALIMENTACIÓN

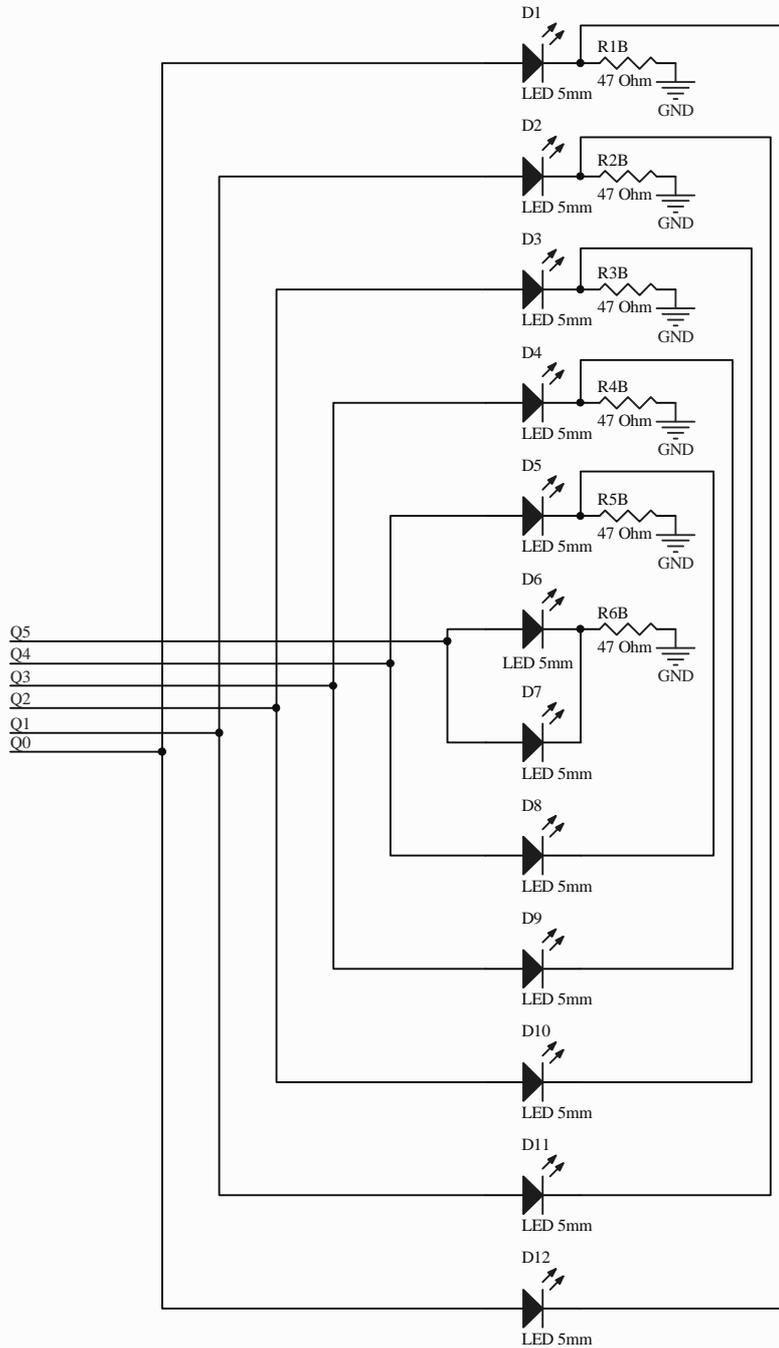
Hoja:

Dibujado por: A. Ferrando Sixtac

1



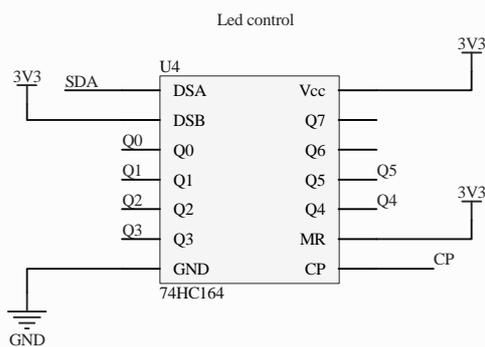
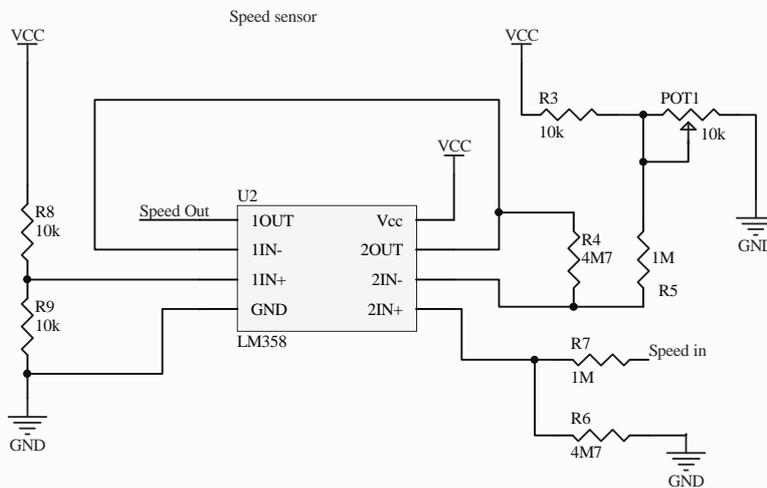
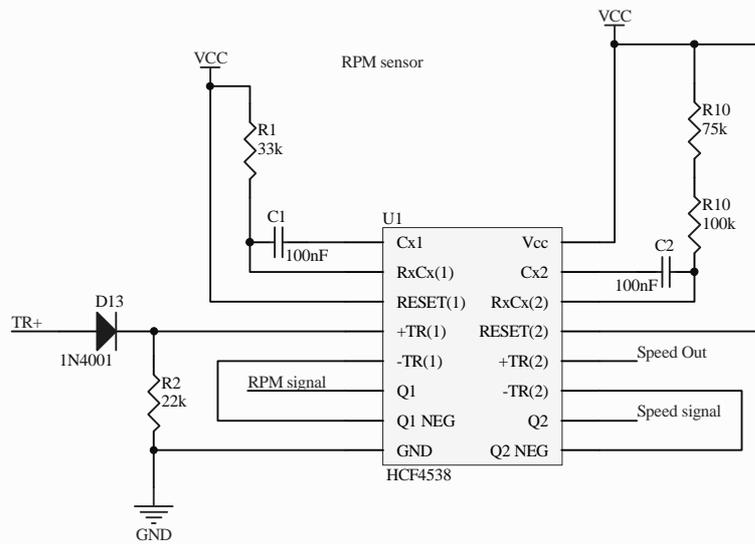
Leds RPM



Observaciones:

Versión:	5.1	Tamaño:	A4	Escala:	Número de plano:	1.01.01.02
Fecha:	5/11/2013	Titulo:				Hoja:
Dibujado por:	A. Ferrando Sixtac	Leds de RPM				2





Observaciones:

Versión: 5.1

Tamaño: A4

Escala:

Número de plano: 1.01.01.03

Fecha: 5/11/2013

Título:

Hoja:

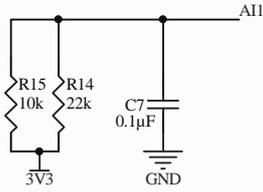
Entradas y salidas digitales

Dibujado por: A. Ferrando Sixtac

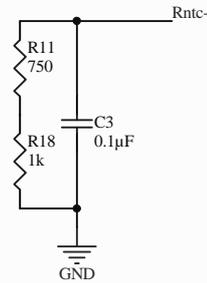
3



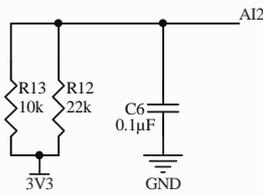
Entrada analógica 1



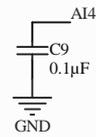
Entrada de temperatura



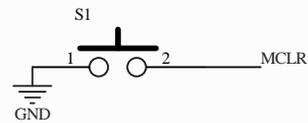
Entrada analógica 2



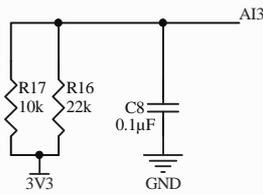
Entrada analógica 4



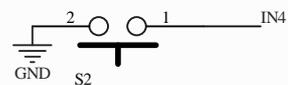
Boton de reset



Entrada analógica 3



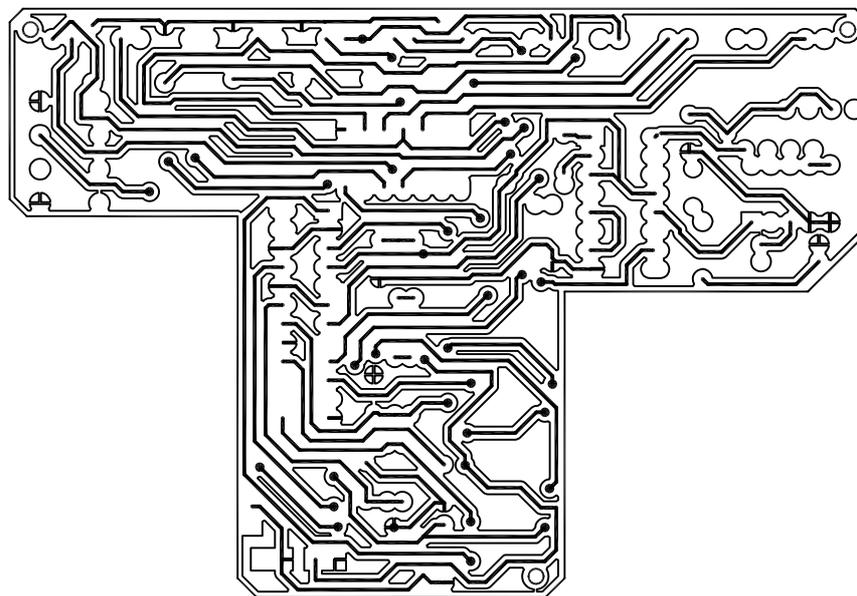
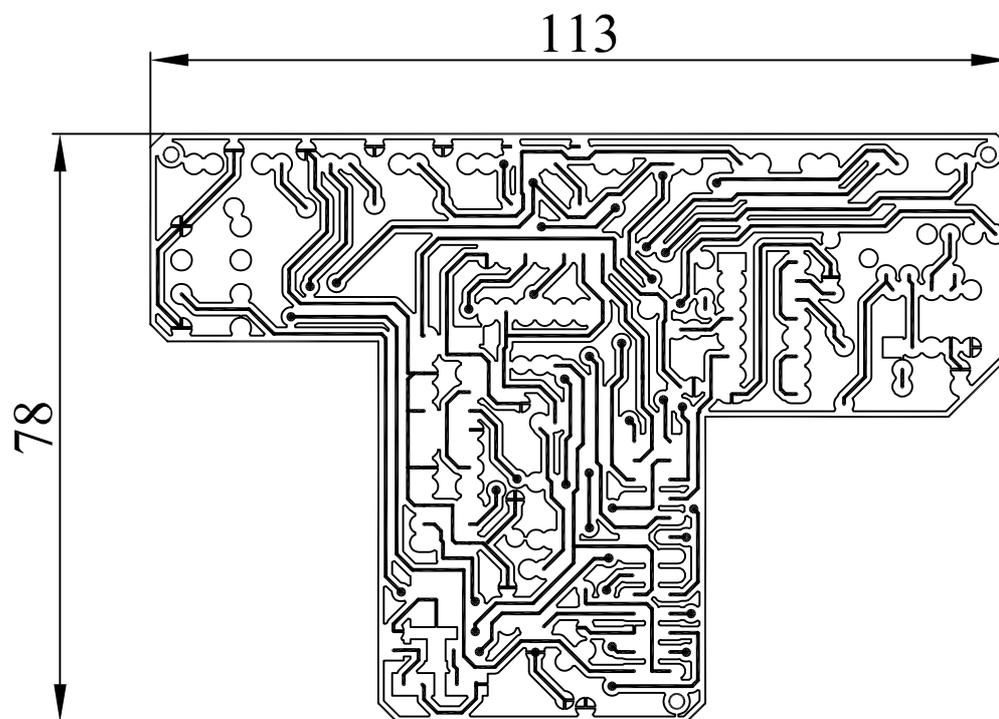
Boton de selección



Observaciones:

<p>Versión: 5.1</p>	<p>Tamaño: A4</p>	<p>Escala:</p>	<p>Número de plano: 1.01.01.04</p>
<p>Fecha: 5/11/2013</p>	<p>Título: Acomodación de sensores y botones</p>		<p>Hoja: 4</p>
<p>Dibujado por: A. Ferrando Sixtac</p>			





Observaciones:

Versión: 5.1

Tamaño: A4

Escala:

Número de plano: 1.01.02.01

Fecha: 5/11/2013

Título:

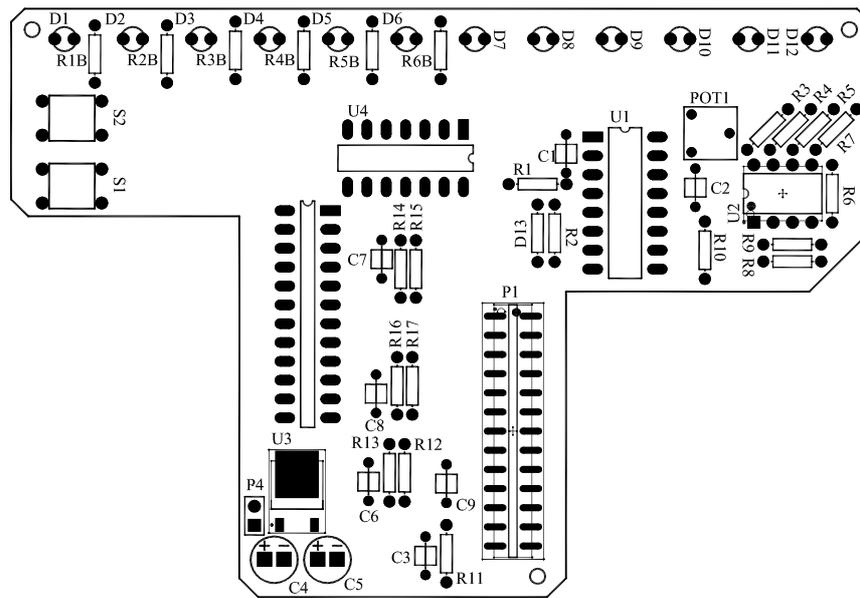
Hoja:

Huellas placa de adquisición

Dibujado por: A. Ferrando Sixtac

5





Observaciones:

Versión: 5.1

Tamaño: A4

Escala:

Número de plano: 1.01.02.02

Fecha: 5/11/2013

Título:

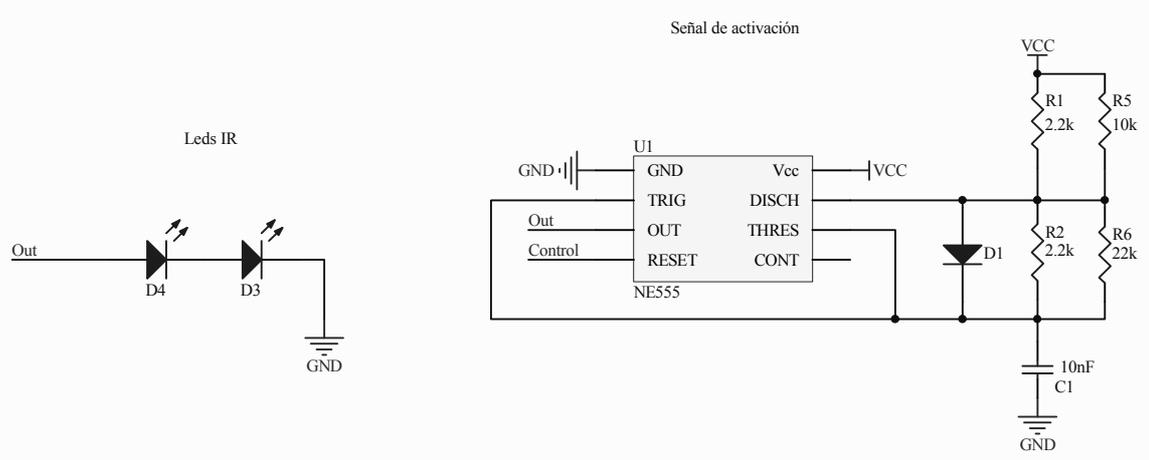
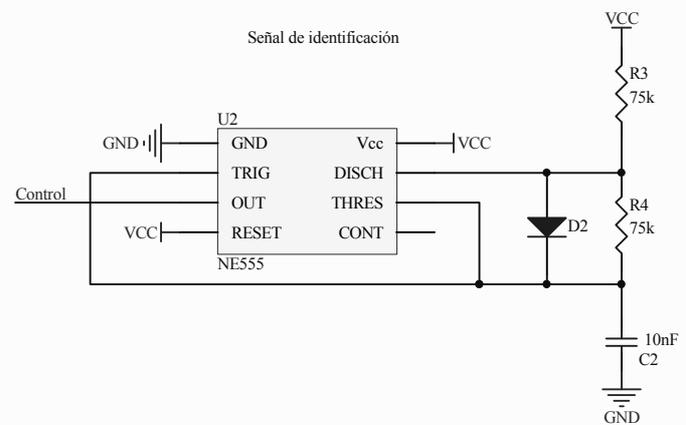
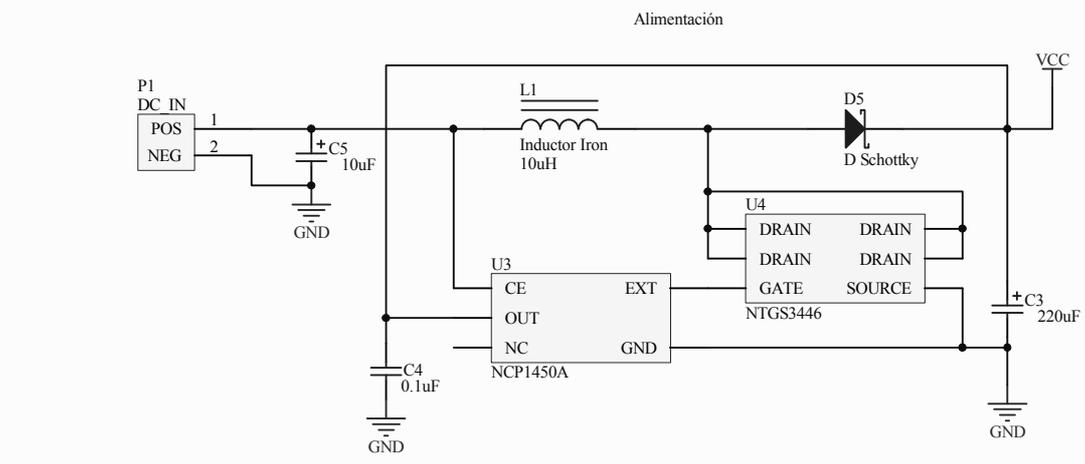
Componentes en placa de adquisición

Hoja:

Dibujado por: A. Ferrando Sixtac

5

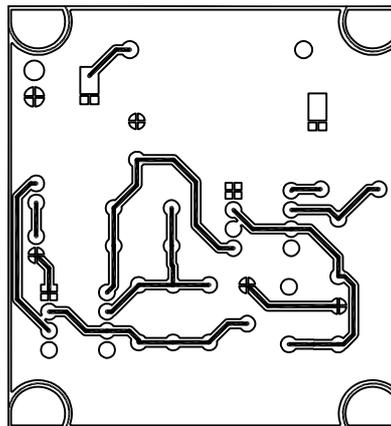
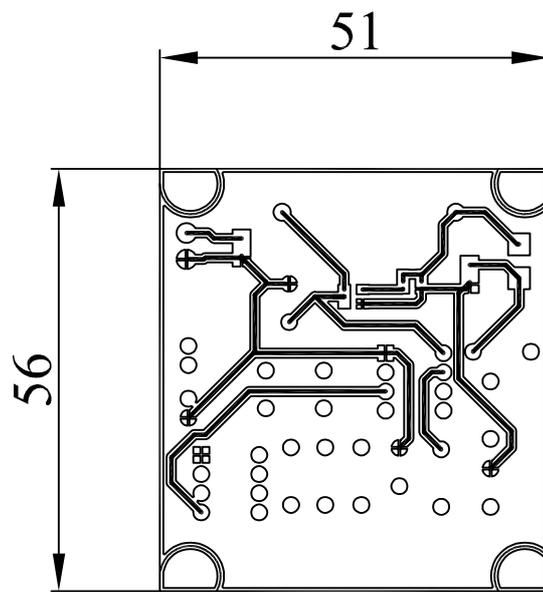




Observaciones:

Versión: 5.1	Tamaño: A4	Escala:	Número de plano: 1.02.01.01
Fecha: 7/11/2013	Título: <b>Emisor de infrarrojos</b>		Hoja:
Dibujado por: A. Ferrando Sixtac			1





Observaciones:

Versión: 5.1

Tamaño: A4

Escala:

Número de plano: 1.02.02.01

Fecha: 5/11/2013

Título:

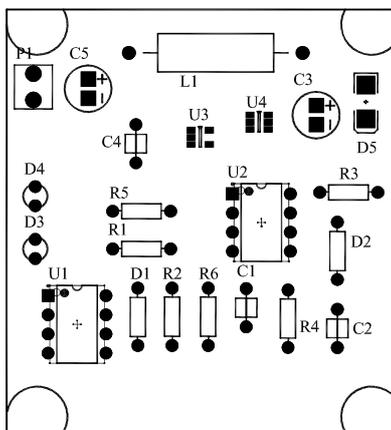
Hoja:

Huellas placa de emisión de IR

Dibujado por: A. Ferrando Sixtac

2





Observaciones:

Versión: 5.1

Tamaño: A4

Escala:

Número de plano: 1.02.02.02

Fecha: 5/11/2013

Título:

Hoja:

**Componentes en placa de emisión de IR**

Dibujado por: A. Ferrando Sixtac

3



## **C.PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN**

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO

### nodoA >> nodoB (Comandos)

1 Byte	1 Byte	2 Bytes	1 Byte	1 Byte	N Bytes
END_POINT_S	END_POINT_D	LENGTH	CLUSTER_ID	COMMAND	DATA
HEADER			PAYLOAD		

END_POINT_S	Identificador interno del dispositivo lógico fuente del mensaje (endpointA)
END_POINT_D	Identificador interno del dispositivo lógico destino del mensaje (endpointB)
LENGTH	Longitud del Payload (N+2)
CLUSTER_ID	Grupo de atributos en el que se encuadra el mensaje (nodoB)
COMMAND	Comando para el nodo, específico del cluster (nodoB)
DATA	Parámetros del comando

### nodoB >> nodoA (Respuesta)

1 Byte	1 Byte	2 Bytes	1 Byte	1 Byte	N Bytes
END_POINT_S	END_POINT_D	LENGTH	CLUSTER_ID	RESPONSE	DATA
HEADER			PAYLOAD		

END_POINT_S	Identificador interno del dispositivo lógico fuente del mensaje (endpointB)
END_POINT_D	Identificador interno del dispositivo lógico destino del mensaje (endpointA)
LENGTH	Longitud del Payload (N+2)*
CLUSTER_ID	Grupo de atributos en el que se encuadra el mensaje (nodoB)
RESPONSE	Respuesta para el nodo, específico del cluster (nodoB)
DATA	Parámetros del comando

### nodoB >> nodoA (Evento)

1 Byte	1 Byte	2 Bytes	1 Byte	1 Byte	N Bytes
END_POINT_S	END_POINT_D	LENGTH	CLUSTER_ID	EVENT	DATA
HEADER			PAYLOAD		

END_POINT_S	Identificador interno del dispositivo lógico fuente del mensaje (endpointB)
END_POINT_D	Identificador interno del dispositivo lógico destino del mensaje (endpointA)
LENGTH	Longitud del Payload (N+2)*
CLUSTER_ID	Grupo de atributos en el que se encuadra el mensaje (nodoB)
EVENT	Evento para el nodo, específico del cluster (nodoB)
DATA	Parámetros del evento

## 2. DEFINICIÓN DEL DISPOSITIVO

Versión hardware: telemetriav1.0

Versión de firmware: telemetria v.1.0

**Nota: Salvo que se indique lo contrario, todos los parámetros, clusters, comandos y Respuestas están representados en hexadecimal omitiéndose 0x para facilitar la legibilidad del documento.**

Endpoints y cluster implementados:

	END_POINT	CATEGORY	DEVICE	IMPL	VER	DESCRIPCIÓN	CLUSTERS	
10	CCP_BASE_DEVICE	01	01	03	01	Dispositivo base	DEVICE	
11	CCP_DEVICE	10	SENSOR 00	TEMPERATURE	01	01	Sensor de temperatura	
12	CCP_DEVICE	10	SENSOR 40	DIGITAL INPUT	02	01	Velocidad	
13	CCP_DEVICE	10	SENSOR 03	DIGITAL INPUT	01	01	Sensor de marcha	
14	CCP_DEVICE	10	SENSOR 40	ENCODER	03	01	Sensor de RPM	
15	CCP_DEVICE	10	SENSOR 43	ENCODER	01	01	Sensor de acelerador	
16	CCP_DEVICE	10	SENSOR 42	ENCODER	01	01	Sensor de suspensión (1)	
17	CCP_DEVICE	10	SENSOR 42	DIGITAL INPUT	01	01	Sensor de suspensión (2)	
18	CCP_DEVICE	10	SENSOR 40	PRESSURE	01	01	Sensor de paso por meta	

3. END POINT: BASE (10)

4. CLUSTER: DEVICE (00)

5. GET INFO FROM DEVICE

Comando	Respuesta
<p><b>DEV_GET_INFO_CMD (00)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Solicita información sobre el dispositivo</p> <p><b>Parámetros:</b> Ninguno.</p> <p><b>Respuesta:</b> DEV_INFO_RSP, DEV_ERROR_RSP</p> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 02 00 00</p>	<p><b>DEV_INFO_RSP (60)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Devuelve la información del dispositivo</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DEVICE_ID : Tecnología [1 byte] - Grupo [1 byte] - MAC [8 bytes]</li> <li>- DEVICE_VERSION: uint8 [5]</li> <li>- NUM_ENDPOINTS: uint8</li> <li>- Para cada endpoint (5 bytes por cada uno de los endpoints):                             <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ENDPOINT_ID: uint8</li> <li>■ ENDPOINT_CATEGORY: uint8. Según tabla ENDPOINT_CATEGORY_TABLE</li> <li>■ ENDPOINT_TYPE: uint8. Según tabla ENDPOINT_TYPE_TABLE</li> <li>■ ENDPOINT_VERSION: uint8</li> <li>■ ENDPOINT_IMPLEMENTATION: uint8:</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Ejemplo:</b></p> <pre>10 10 nn 00 60 57 (DEVICE_ID.Tecnología) - WIFI 00 (DEVICE_ID.GRUPO) xx xx xx xx xx xx (DEVICE_ID.MAC) 00 00 00 00 00 (DEVICE_VERSION) 09 (NUM_ENDPOINTS) 11 10 00 01 01 (endpoint 11) 12 10 43 01 01 (endpoint 12) 13 10 42 01 01 (endpoint 13) ...</pre> <hr/> <p><b>DEV_ERROR_RSP (62)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Devuelve información sobre un comando previo que resulta en error</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- clusterSource : uint8. Se responde desde el cluster que ha generado el error</li> <li>- commandSource: uint8. Comando que ha generado el error</li> <li>- deviceErrorCode: uint8 Según los valores de DEVICE_ERROR_CODE_TABLE</li> </ul> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 05 00 62 00 00 ERROR_CODE</p>

Versión firmware 1.0

6. PING DEVICE

Comando	Respuesta
<p><b>DEV_PING_CMD (01)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Solicita al dispositivo un mensaje ACK de respuesta.</p> <p><b>Parámetros:</b> Ninguno.</p> <p><b>Respuesta:</b> DEV_ACK_RSP, DEV_ERROR_RSP</p> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 02 00 01</p>	<p><b>DEV_ACK_RSP (61)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Devuelve la confirmación recepción/ejecución de un comando</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- clusterSource: uint8. Se responde desde el cluster que ha generado el ACK</li> <li>- commandSource: uint8. Comando al que se responde el ACK. Si el ACK no se genera vía comando si no que es generado por un proceso del propio dispositivo command=0xFF</li> </ul> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 04 00 61 00 01</p> <hr/> <p><b>DEV_ERROR_RSP (62)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Devuelve información sobre un comando previo que resulta en error</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- clusterSource : uint8. Se responde desde el cluster que ha generado el error</li> <li>- commandSource: uint8. Comando que ha generado el error</li> <li>- deviceErrorCode: uint8 Según los valores de DEVICE_ERROR_CODE_TABLE</li> </ul> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 05 00 62 00 01 <b>ERROR_CODE</b></p>

Versión firmware 1.0

7. RESET DEVICE

Comando	Respuesta
<p><b>DEV_RESET_CMD (02)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Solicita remotamente al dispositivo que se reinicie</p> <p><b>Parámetros:</b> Ninguno.</p> <p><b>Respuesta:</b> DEV_ACK_RSP, DEV_ERROR_RSP</p> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 02 00 02</p>	<p><b>DEV_ACK_RSP (61)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Devuelve la confirmación recepción/ejecución de un comando</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- clusterSource: uint8. Se responde desde el cluster que ha generado el ACK</li> <li>- commandSource: uint8. Comando al que se responde el ACK. Si el ACK no se genera vía comando si no que es generado por un proceso del propio dispositivo command=0xFF</li> </ul> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 04 00 61 00 02</p> <hr/> <p><b>DEV_ERROR_RSP (62)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Devuelve información sobre un comando previo que resulta en error</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- clusterSource : uint8. Se responde desde el cluster que ha generado el error</li> <li>- commandSource: uint8. Comando que ha generado el error</li> <li>- deviceErrorCode: uint8 Según los valores de DEVICE_ERROR_CODE_TABLE</li> </ul> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 05 00 62 00 02 <b>ERROR_CODE</b></p>

Versión firmware 1.0

8. GET DEVICE MODE

Comando	Respuesta										
<p><b>DEV_GET_MODE_CMD (03)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Solicita el modo de funcionamiento al dispositivo</p> <p><b>Parámetros:</b> Ninguno.</p> <p><b>Respuesta:</b> DEV_MODE_RSP, DEV_ERROR_RSP</p> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 02 00 03</p>	<p><b>DEV_MODE_RSP (63)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Devuelve el estado del dispositivo</p> <p><b>Parámetros:</b> - devMode: uint8</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>devMode</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00</td> <td>Modo auto: El dispositivo manda streaming de datos</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>Espera: El dispositivo deja de mandar streaming</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>0x</td> <td>...</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 03 00 63 xx</p> <hr/> <p><b>DEV_ERROR_RSP (62)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Devuelve información sobre un comando previo que resulta en error</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- clusterSource : uint8. Se responde desde el cluster que ha generado el error</li> <li>- commandSource: uint8. Comando que ha generado el error</li> <li>- deviceErrorCode: uint8 Según los valores de DEVICE_ERROR_CODE_TABLE</li> </ul> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 05 00 62 00 03 <b>ERROR_CODE</b></p>	devMode	Descripción	00	Modo auto: El dispositivo manda streaming de datos	01	Espera: El dispositivo deja de mandar streaming	02	...	0x	...
devMode	Descripción										
00	Modo auto: El dispositivo manda streaming de datos										
01	Espera: El dispositivo deja de mandar streaming										
02	...										
0x	...										

Versión firmware 1.0

9. SET DEVICE MODE

Comando	Respuesta										
<p><b>DEV_SET_MODE_CMD (04)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Define el modo de funcionamiento al dispositivo</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>devMode:</b> uint8</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>devMode</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00</td> <td>Modo auto: El dispositivo manda streaming de datos</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>Espera: El dispositivo deja de mandar streaming</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>0x</td> <td>...</td> </tr> </tbody> </table>	devMode	Descripción	00	Modo auto: El dispositivo manda streaming de datos	01	Espera: El dispositivo deja de mandar streaming	02	...	0x	...	<p><b>DEV_ACK_RSP (61)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Devuelve la confirmación recepción/ejecución de un comando</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- clusterSource: uint8. Se responde desde el cluster que ha generado el ACK</li> <li>- commandSource: uint8. Comando al que se responde el ACK. Si el ACK no se genera vía comando si no que es generado por un proceso del propio dispositivo command=0xFF</li> </ul> <p><b>Ejemplo:</b></p> <p style="text-align: center;"><b>10 10 04 00 61 00 04</b></p> <hr/> <p><b>DEV_ERROR_RSP (62)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Devuelve información sobre un comando previo que resulta en error</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- clusterSource : uint8. Se responde desde el cluster que ha generado el error</li> <li>- commandSource: uint8. Comando que ha generado el error</li> <li>- deviceErrorCode: uint8 Según los valores de DEVICE_ERROR_CODE_TABLE</li> </ul> <p><b>Ejemplo:</b></p> <p style="text-align: center;"><b>10 10 05 00 62 00 04 ERROR_CODE</b></p>
devMode	Descripción										
00	Modo auto: El dispositivo manda streaming de datos										
01	Espera: El dispositivo deja de mandar streaming										
02	...										
0x	...										
<p><b>Respuesta:</b> DEV_ACK_RSP, DEV_ERROR_RSP</p> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 03 00 04 xx</p>											

Versión firmware 1.0

10. GET DEVICE DESCRIPTION

Comando	Respuesta
<p><b>DEV_GET_DESCRIPTION_CMD (05)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Solicita el valor del descriptor al dispositivo (etiqueta tipo ASCII)</p> <p><b>Parámetros:</b> Ninguno.</p> <p><b>Respuesta:</b> DEV_DESCRIPTION_RSP, DEV_ERROR_RSP</p> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 02 00 05</p>	<p><b>DEV_DESCRIPTION_RSP (64)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Devuelve la descripción del dispositivo</p> <p><b>Parámetros:</b> - devDescription: char[20]</p> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 nn 00 64 cc cc cc cc .. cc</p> <hr/> <p><b>DEV_ERROR_RSP (62)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Devuelve información sobre un comando previo que resulta en error</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- clusterSource : uint8. Se responde desde el cluster que ha generado el error</li> <li>- commandSource: uint8. Comando que ha generado el error</li> <li>- deviceErrorCode: uint8 Según los valores de DEVICE_ERROR_CODE_TABLE</li> </ul> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 05 00 62 00 05 <b>ERROR_CODE</b></p>

Versión firmware 1.0

11. SET DEVICE MODE

Comando	Respuesta
<p><b>DEV_SET_DESCRIPTION_CMD (06)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Define el valor del descriptor del dispositivo (etiqueta tipo ASCII)</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>devDescription:</b> char[20]</li> </ul> <p><b>Respuesta:</b> DEV_ACK_RSP, DEV_ERROR_RSP</p> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 nn 00 06 cc cc .. cc</p>	<p><b>DEV_ACK_RSP (61)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Devuelve la confirmación recepción/ejecución de un comando</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- clusterSource: uint8. Se responde desde el cluster que ha generado el ACK</li> <li>- commandSource: uint8. Comando al que se responde el ACK. Si el ACK no se genera vía comando si no que es generado por un proceso del propio dispositivo command=0xFF</li> </ul> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 04 00 61 00 06</p> <hr/> <p><b>DEV_ERROR_RSP (62)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Devuelve información sobre un comando previo que resulta en error</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- clusterSource : uint8. Se responde desde el cluster que ha generado el error</li> <li>- commandSource: uint8. Comando que ha generado el error</li> <li>- deviceErrorCode: uint8 Según los valores de DEVICE_ERROR_CODE_TABLE</li> </ul> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 05 00 62 00 06 <b>ERROR_CODE</b></p>

Versión firmware 1.0

12. CLUSTER: PROXY (04)

13. GET PROXY DATA

Comando	Respuesta
<p><b>PROXY_GET_DATA (01)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Solicita los datos del proxy</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- proxyID: uint8</li> </ul> <p><b>Respuesta:</b> PROXY_DATA, DEV_ERROR_RSP</p> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 03 04 01 00</p>	<p><b>PROXY_DATA_RSP (61)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Datos de los endpoints agregados por el proxy según la configuración del mismo</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en el caso en el payload contenga más de 253 bytes, LENGTH indicará 0x00 y el número de bytes de datos se marcará en los dos primeros bytes del campo DATA</li> <li>- proxyID : uint8</li> <li>- proxyData : n Bytes, según configuración del proxy.</li> </ul> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 00 04 61 05 B0 10 xx xx xx 11 xx 12 xx xx 13 xx 14 xx xx 15 xx 16 xx 17 xx 18 xx 10 xx xx xx 11...</p> <hr/> <p><b>DEV_ERROR_RSP (62)</b></p> <p><b>Descripción:</b> Devuelve información sobre un comando previo que resulta en error</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- clusterSource : uint8. Se responde desde el cluster que ha generado el error</li> <li>- commandSource: uint8. Comando que ha generado el error</li> <li>- deviceErrorCode: uint8 Según los valores de DEVICE_ERROR_CODE_TABLE</li> </ul> <p><b>Ejemplo:</b> 10 10 05 04 62 04 01 <b>ERROR_CODE</b></p>

Versión firmware 1.0

## 14. PROXY DATA EVENT

## Evento

**PROXY\_DATA\_EVNT (B0)**

**Descripción:** Datos de los endpoints agregados por el proxy según la configuración del mismo

**Parámetros:**

- en el caso en el payload contenga más de 253 bytes, LENGTH indicará 0x00 y el número de bytes de datos se marcará en los dos primeros bytes del campo DATA
- proxyID : uint8
- proxyData : n Bytes, según configuración del proxy.

**Ejemplo:**

**10 10 00 04 B0 05 B0 10 xx xx xx 11 xx 12 xx xx 13  
xx 14 xx xx 15 xx 16 xx 17 xx 18 xx 10 xx xx xx 11...**

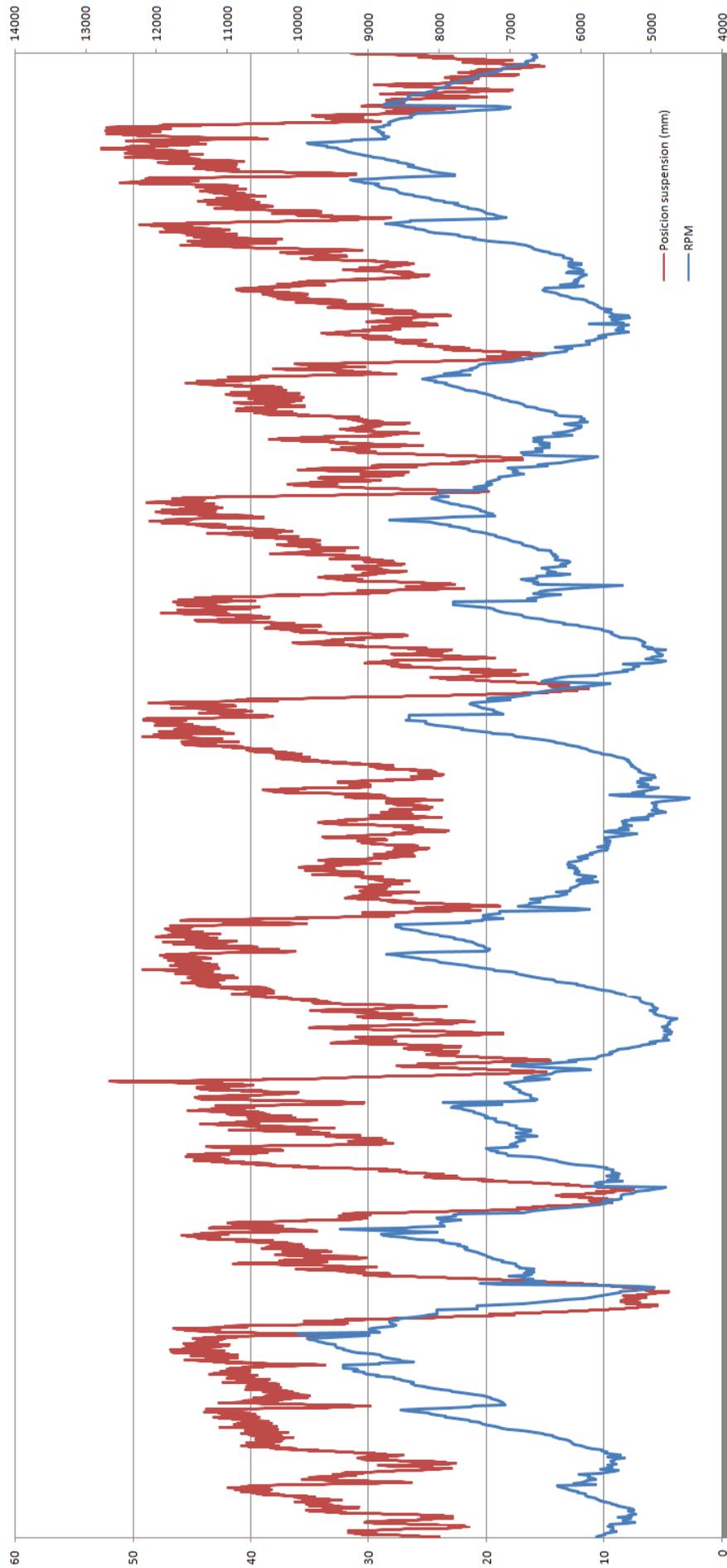
Versión firmware 1.0

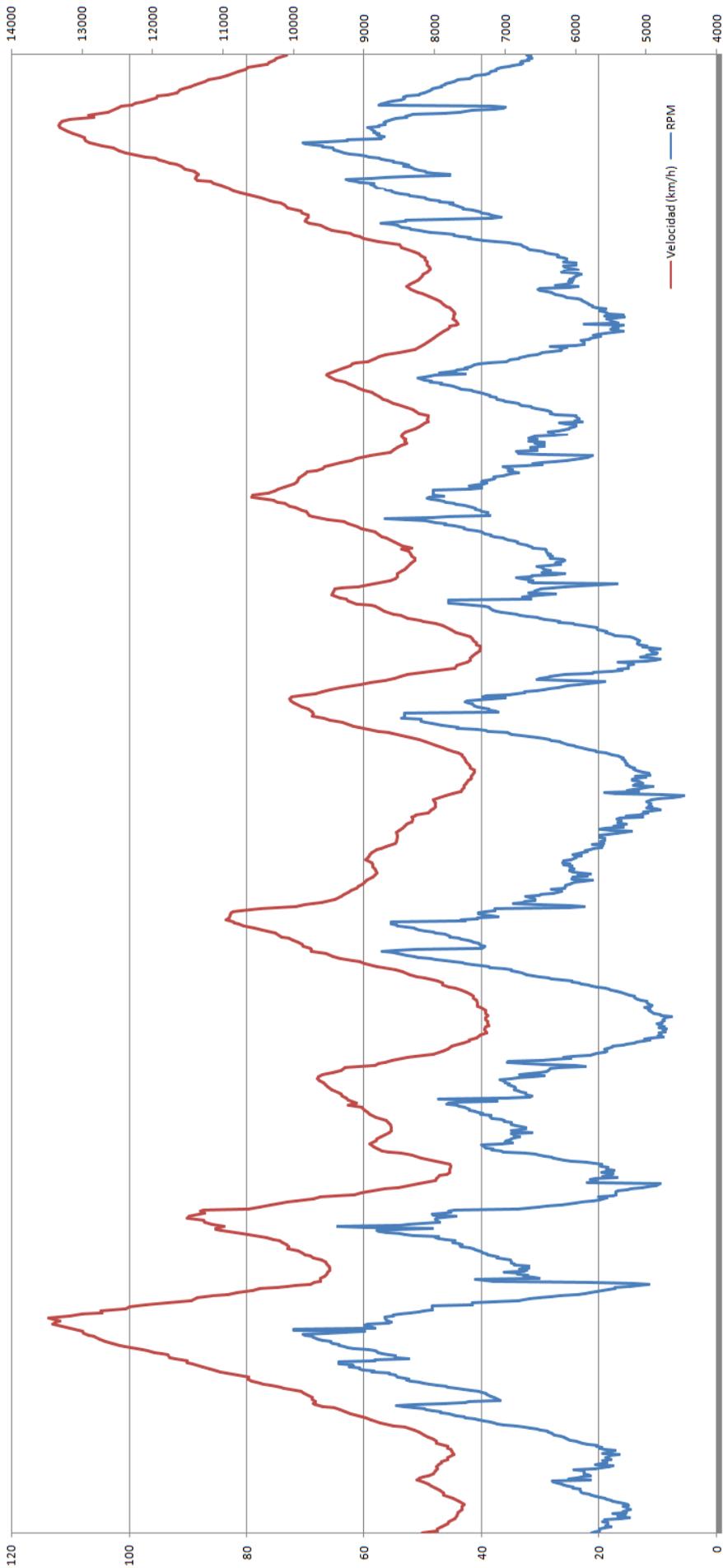
## **D.EJEMPLO DE DATOS EN CIRCUITO**

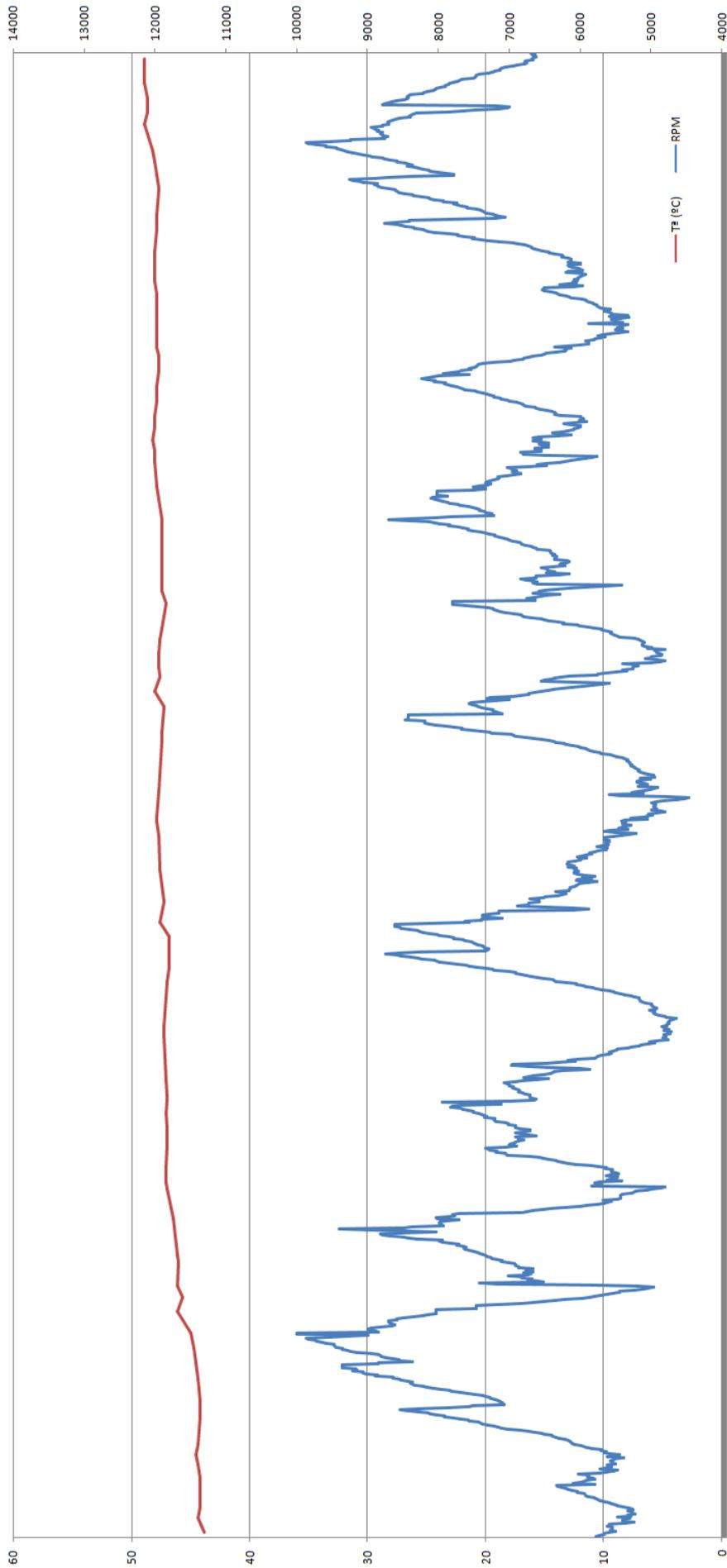
Las siguientes graficas muestran los datos recogidos en el circuito de Zuera durante una vuelta.

La primera representa la posición de la suspensión y las vueltas del motor, la segunda la velocidad y las vueltas del motor y la tercera la temperatura del agua de refrigeración y las vueltas del motor.

En todas se ha utilizado las RPM porque es la variable con la que más están relacionadas las demás.









## **E. COSTE DE FABRICACIÓN**

## DISPOSITIVOS

Elemento	Proveedor	Precio	Cantidad	Total
Placa de adquisición	PCBya	49,87	1	49,87
Placa de adquisición	PCBya	39,06	1	39,06
Condensador 0,1 $\mu$ F	Farnell	0,2	9	1,8
Condensador 0,3 $\mu$ F	Farnell	0,2	1	0,2
Condensador 10nF	Farnell	0,1	2	0,2
Condensador electrolítico 10 $\mu$ F	Farnell	0,3	1	0,3
Condensador electrolítico 220 $\mu$ F	Farnell	0,3	1	0,3
Diodo led 5mm	Farnell	0,4	12	4,8
Diodo 1N4001	Farnell	0,1	3	0,3
Diodo Schottky	Farnell	0,95	1	0,95
Diodo IR 5mm	Farnell	1,25	2	2,5
Resistencia 22k	Farnell	0,05	7	0,35
Resistencia 45 Ohm	Farnell	0,05	6	0,3
Resistencia 10k	Farnell	0,05	6	0,3
Resistencia 4M7	Farnell	0,05	2	0,1
Resistencia 1M	Farnell	0,05	2	0,1
Resistencia 75k	Farnell	0,05	3	0,15
Resistencia 750 Ohm	Farnell	0,05	1	0,05
Resistencia 2,2k	Farnell	0,05	2	0,1
Inductor 10 $\mu$ H	Farnell	0,36	1	0,36
Potenciómetro 10k	Farnell	0,5	1	0,5
Pulsador 6mm	Farnell	0,3	2	0,6
HCF4538	Farnell	0,7	1	0,7
LM358	Farnell	0,11	1	0,11
LM78M05	Farnell	0,63	1	0,63
74HC164	Farnell	1,2	1	1,2
NE555	Farnell	0,51	2	1,02
NCP1450A	Farnell	0,54	1	0,54
NTGS3446	Farnell	0,68	1	0,68
Flyport	Openpicus	39	1	39
HEADER FLYPORT 13x2	Farnell	13,18	1	13,18
Carcasa Placa adquisición	Retex	13,8	1	13,8
Carcasa Emisor IR	Retex	5,6	1	5,6
Cableado	SEI	10	1	10
<b>TOTAL DISPOSITIVOS</b>				<b>189,65</b>

## SENSORES

<b>Elemento</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Precio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
SoftPot	Mouser	12,33	1	12,33
UGN3503	Farnell	0,47	1	0,47
Sensor de temperatura	HEBO	14,99	1	14,99
Receptor IR	Mouser	0,52	1	0,52
Piezas sensor suspensión	Varios	45	2	90
Imán neodimio	RS	1,67	1	1,67
<b>TOTAL SENSORES</b>				<b>119,98</b>

## COSTES TOTALES

<b>Totales parciales</b>	<b>Total</b>
TOTAL DISPOSITIVOS	189,65
TOTAL SENSORES	119,98
<b>TOTAL</b>	<b>309,63</b>

Los costes han sido calculados con componentes comprados unitariamente y placas presupuestadas como prototipo. Para tiradas de un gran número de unidades el coste descendería considerablemente.



## **F. PLAN DE EMPRESA PRESENTADO AL CONCURSO IDEA.**

# **Plan empresa Aragón Instruments**

## **Concurso IDEA**

**A.I. RACING DATA**



**Zaragoza  
Febrero 2013**

**Promotores:** Alfredo Ferrando Sixtac  
Jorge Casaus Mairal



## Índice

<b>1.- RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>4</b>
1.1.- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.....	4
FIG. 1. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO.....	5
1.2.- EQUIPO PROMOTOR.....	6
1.3.- MERCADO .....	7
1.4.- PRINCIPALES CIFRAS ECONÓMICAS .....	8
<b>2.- ANTECEDENTES .....</b>	<b>9</b>
IMAGEN 1. MOTOCICLETA DISEÑADA Y FABRICADA POR LOS PROMOTORES .....	9
2.1.- CURRÍCULUM VITAE ALFREDO FERRANDO .....	9
2.2.- CURRÍCULUM VITAE JORGE CASAUS.....	10
2.3.- CREACIÓN DE LA EMPRESA.....	12
<b>3.- PRODUCTO.....</b>	<b>13</b>
3.1.- PRINCIPALES PRODUCTOS .....	13
IMAGEN 2. PROTOTIPO DE LA CARCASA.....	13
3.2.- CARACTERÍSTICAS, VENTAJAS COMPETITIVAS.....	13
3.3.- PUNTOS FUERTES Y DÉBILES. OPORTUNIDADES Y AMENAZAS .....	16
3.4.- ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA.....	17
<b>4.- MERCADO .....</b>	<b>21</b>
4.1.- ÁREAS DE MERCADO .....	21
4.2.- CUOTA DE MERCADO .....	22
4.3.- DEMANDA, TENDENCIAS Y ELASTICIDADES .....	23
4.4.- PRECIOS.....	23
TABLA 4. PRECIOS DE VENTA POR SEPARADO (MÁS CAROS) Y DEL KIT.....	23
<b>5.- MARKETING .....</b>	<b>25</b>
5.1.- POLÍTICA DE PRECIOS .....	26
5.2.- DISTRIBUCIÓN .....	26
<b>6.- PRODUCCIÓN .....</b>	<b>27</b>
6.1.- PROCESOS, TECNOLOGÍA.....	27
6.2.- GESTIÓN DE PRODUCCIÓN, CONTROL STOCKS, CALIDAD.....	27
<b>7.- INMOVILIZADO .....</b>	<b>28</b>
7.1.- TERRENOS Y EDIFICACIONES .....	28
7.2.- INSTALACIONES Y MAQUINARIA .....	28
7.3.- PATENTES.....	28
<b>8.- PERSONAL.....</b>	<b>29</b>
8.1.- DIRECCIÓN .....	29
8.2.- RELACIONES LABORALES .....	29



<b>9.- ADMINISTRACIÓN</b> .....	<b>30</b>
9.1.- PROCESOS ADMINISTRATIVOS, CONTABILIDAD Y FACTURACIÓN. ....	30
9.2.- TESORERÍA, BANCOS, GARANTÍAS .....	30
<b>10.- ANALISIS ECONOMICO</b> .....	<b>31</b>
10.1.- VENTAS, EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS DEL PRODUCTO .....	31
10.2.- COSTES: PRODUCCIÓN, COMERCIAL Y ESTRUCTURA.....	32
<b>11.- DESARROLLO DEL PRODUCTO</b> .....	<b>39</b>
11.1.- FECHA DE COMIENZO. SITUACIÓN ACTUAL.....	39
11.2.- CONSTITUCIÓN: FORMA JURÍDICA Y ESTATUTOS .....	39



## **1.- RESUMEN EJECUTIVO**

El proyecto empresarial tiene su origen en la Universidad de Zaragoza. Alfredo Ferrando (socio trabajador) diseña un sistema de adquisición de datos para motocicletas de competición como proyecto final de carrera. Durante el 2012, y con la colaboración del grupo de investigación HOWLab del I3A en la Universidad de Zaragoza, se desarrolla el primer prototipo obteniendo unos resultados muy satisfactorios. Mientras tanto, Jorge Casaus, con el que Alfredo ya ha trabajado anteriormente en otros proyectos, se dedica al desarrollo comercial, de producto y de marca, realizando la parte que lanza la empresa al exterior.

Por lo tanto la empresa se dedicaría a diseñar, producir y comercializar equipos de sensorización para motos de competición. Estará formada por dos socios trabajadores que en los primeros años de vida de la empresa contarán con el apoyo del grupo de investigación mencionado y estarán ubicados en el technopark de Motorland.

### **1.1.- Descripción del producto**

Se trata de un sistema de adquisición de datos para vehículos de competición especialmente pensado para motocicletas de competición de categorías inferiores y amateur y motos de calle de altas prestaciones. Su cometido es tomar lecturas de diferentes variables físicas de la motocicleta y enviarlas en tiempo real a un puesto de análisis de datos.

Las principales lecturas que realiza son:

1. GPS
2. RPM
3. Velocidad
4. Temperatura del líquido de refrigeración
5. Suspensión trasera
6. Suspensión delantera
7. Acelerómetro
8. Lap time
9. Presión de aceite del cárter

Parte del carácter innovador del proyecto reside en la utilización del Smartphone como display, abaratando considerablemente el producto final. Además, se obtienen otras ventajas al utilizar el móvil, como la gran memoria disponible de los dispositivos actuales, la potencia y velocidad de cálculo y el GPS. En cuanto al resto del proyecto, casi todos los sensores requieren un diseño innovador de las carcasas para poder adaptarlos a cualquier motocicleta de forma segura y eficaz.

El hecho de que no exista en el mercado un kit de sensorización que incorpore el móvil como parte del mismo, hace que sea un producto muy competitivo y novedoso, con un precio muy por debajo de sus competidores principales. Todo esto hace que gran parte de los usuarios de circuitos puedan acceder a este producto que antes no podían por el precio tan elevado.

El contexto económico que nos rodea y que afecta en gran medida el mundo de la competición hace que hasta los equipos que hace unos años podían permitirse gastar parte del presupuesto en sensorización y telemetría, ahora no puedan. Es ahí donde entra Aragón Instruments.

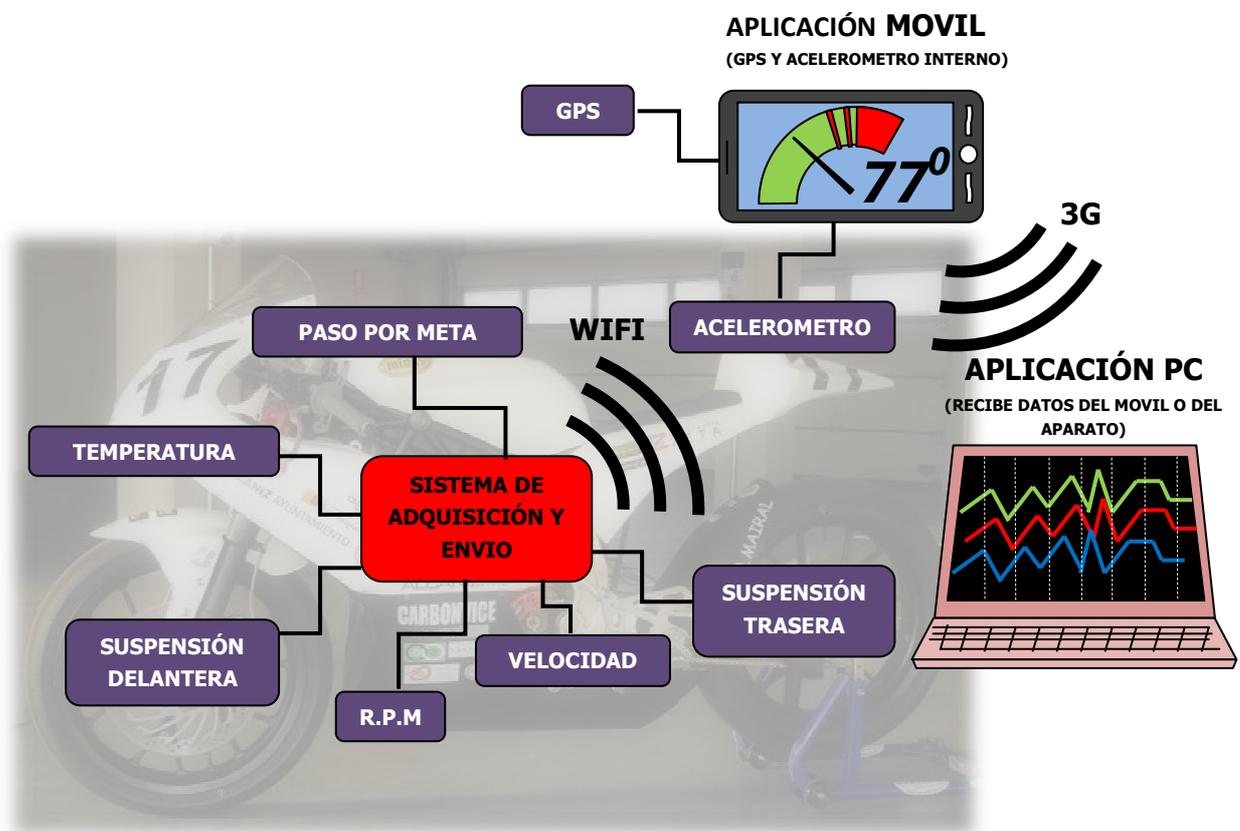


Fig. 1. Esquema de funcionamiento.

Se trata de un dispositivo electrónico encapsulado en una carcasa debidamente protegida del exterior y que es la encargada de enviar los datos al sistema de visualización del piloto, que será el Smartphone. Este, a través de la red 3G enviara los datos al puesto de control para disponer de ellos en tiempo real. En la figura 1 aparece un esquema de la arquitectura de funcionamiento. El kit constará de sensores y una centralita para tomar los datos de las variables anteriormente citadas.



## 1.2.- Equipo promotor

La empresa estará formada por Alfredo Ferrando (socio trabajador) y Jorge Casaus (socio trabajador). El proyecto surge de la Universidad de Zaragoza mediante una colaboración con el grupo de investigación HOWLab del I3A en la Universidad de Zaragoza.

Alfredo Ferrando, diseñador principal, es ingeniero técnico mecánico y en Mayo de 2013 tiene previsto presentar este trabajo como proyecto final de carrera en la UZ con lo que será ingeniero industrial en la especialidad de electrónica. Aporta su experiencia en el mundo de las motos de competición que adquirió al diseñar y fabricar una moto de competición en el proyecto MotoStudent en 2010, junto con el segundo socio.

Jorge Casaus, es ingeniero técnico mecánico y ha estado trabajando dos años como responsable del departamento técnico de STE-Global, instaladora de torres meteorológicas. En dicho puesto se ocupaba de diseñar las instalaciones eléctricas junto con todos los sensores necesarios y logger para dichas torres. Esto implicaba la resolución de los distintos problemas que pudieran surgir, trato con el cliente y análisis de datos registrados, por lo que aportar su experiencia en el mundo empresarial.

Al haber participado en el nombrado MotoStudent 2010, los dos socios tuvieron relación comercial con varios equipos de competición. Dicha relación se retomara para este nuevo proyecto para beneficio de ambos, con ellos se llevaran a cabo las pruebas de los prototipos, así como su mejora.

El grupo de investigación dirigido por Roberto Casas tiene experiencia en el diseño y desarrollo de producto con experiencia en hardware, comunicaciones, diseño industrial, aplicaciones móviles y software (<http://howlab.unizar.es/research-lines/>).

Además de la asesoría en términos empresariales, el grupo dará soporte en el desarrollo de la aplicación móvil y fija que permite la gestión de los datos y la visualización de los mismos en tiempo real, en la preparación de las placas electrónicas para conseguir un funcionamiento y fiabilidad óptimas para su comercialización.

Esta actividad de soporte se formalizará mediante un convenio entre el grupo y la empresa en el momento en el que ésta se dé de alta. Dicho convenio se mantendrá durante los primeros años de vida de la empresa y definirá el retorno de la inversión del grupo en la misma.



### 1.3.- Mercado

Para analizar el posible mercado hay que observar la gran cantidad de competiciones que se celebran en Europa y sobretodo en España. Además, la gente aficionada al mundo del motociclismo que va a correr los días festivos como hobby a los circuitos con su moto de calle de altas prestaciones y lo pueden ver como una opción para aumentar su disfrute y emular la alta competición.

Actualmente existen más de 30 circuitos de primera categoría en la geografía española, algo similar en Italia, Gran Bretaña y Alemania. Por lo tanto existe un nicho de mercado ya que se da la opción de sensorización en tiempo real a un precio razonable a usuarios que de otra manera no podrían acceder a esta tecnología.

El sector en el que se va a localizar el producto es en el mundo de la competición, más concretamente en el apartado de la toma de datos para su análisis y por ende, mejora de prestaciones.

Hay dos tipos de productos similares y que por lo tanto se considerarían competencia. Los primeros se encuentran de forma concentrada ya que son pocos los fabricantes de sistemas de envío de datos en tiempo real. Todos ellos tienen un coste muy superior a nuestro producto (de 10 a 20 veces más caros) por lo que se consideraría que están enfocados a otro tipo de consumidor. Lo más común sería el segundo tipo, que es la grabación de los datos y la posterior descarga al ordenador al finalizar las vueltas. Para este caso la fragmentación del mercado es muy alta con una gran cantidad de fabricantes y un amplio abanico de precios. Pero en este caso las ventajas que ofrece nuestro producto son muy superiores.

Como resumen, ofrecemos un producto con las ventajas de los carísimos sistemas de adquisición de datos que utiliza la elite de la competición a precio de los sistemas de segunda categoría. Todo esto gracias a la utilización del Smartphone del usuario como parte del kit de sensorización, lo que permite conseguir un coste final del producto muy por debajo de la competencia.

Los dos competidores principales serían 2D datarecording con un precio de 1675 € y AIM que asciende a los 2667 € con unas prestaciones similares. Estas firmas ofrecen una gama para Karts y coches de competición y tienen una gama más amplia de sensores y configuraciones a precios más elevados. Aquí hemos analizado las combinaciones más baratas para motos de competición.

**1.4.- Principales cifras económicas**

Según el estudio de mercado tenemos una previsión de ventas de 60 unidades el primer año y 200 unidades el segundo, los resultados son los siguientes:

	Concepto	2013	2014
<b>COSTES TOTALES</b>	Produccion/Servicio	14833,06	28514,88
	Subcontratas	1652,89	3305,79
	Personal	2520,00	4320,00
	I+D	2231,40	3347,11
	Gestion	821,40	909,09
	Marketing, representacion y ventas	3471,07	4462,81
	Oficina, almacén y suministros	611,57	7487,60
	Mobiliario y consumibles de oficina	1013,22	1261,16
	Equipos	0,00	1157,02
	Otros pagos	-	-
	<b>TOTAL(€)</b>	27154,63	54765,45
	Costes indirectos y post venta(10%)	2715,46	5476,55
<b>Total</b>	<b>29870,09</b>	<b>60242,00</b>	

	Concepto	Total(€)	Total(€)
<b>INGRESOS TOTALES</b>	Venta del producto	24793,39	82644,63
	<b>Total</b>	<b>24793,39</b>	<b>82644,63</b>

**RESULTADOS**

<b>Beneficio bruto(€)</b>	-5076,70	22402,63
---------------------------	----------	----------

TIR	159%
VAN	287.122
PAY-BACK	3

Tabla 1. Resumen económico

Más adelante se da la previsión para cinco años.

Las inversiones iniciales para capital inmovilizado serian prácticamente nulas debido a que toda la fabricación es subcontratada a empresas especializadas y solo se habría de realizar el trabajo de montaje final y empaquetado.

## 2.- ANTECEDENTES

Ambos socios llevan desarrollando labores de ingeniería conjuntamente desde el 2009. Hasta la fecha siempre sin ánimo de lucro. Como trabajo más destacado esta el diseño y fabricación de una motocicleta de competición para el campeonato universitario MotoStudent, con una duración de 18 meses y que concluía con un fin de semana de pruebas y carrera para evaluar los diseños presentados. Finalizo en octubre de 2010 obteniendo las puntuaciones más altas y ganando la prueba.



Imagen 1. Motocicleta diseñada y fabricada por los promotores

### 2.1.- Curriculum Vitae Alfredo Ferrando

#### Datos personales

**Nombre:** Alfredo Ferrando Sixtac

**DNI:** 18056066-P

**Lugar de nacimiento:** Huesca

**Fecha de nacimiento:** 24-01-1988

**Teléfono:** 686108850

**E-mail:** aferrandosixtac@gmail.com

#### Formación académica

##### **Estudios y cursos:**

- 2006-2010. Ingeniería Técnica Industrial en Mecánica, especialidad en maquinas, en la EUITIZ (Zaragoza)



- 2010- en la actualidad Ingeniería Industrial, especialidad en electrónica en la universidad de Zaragoza
- Abril 2008. Curso de Matricería de 25 h en la EUITIZ (Zaragoza)

**Experiencia profesional**

- Junio 2005. Tornos Cons. Peón de Albañil en obra de saneamiento de aguas.
- Julio-Agosto 2007. Vicente Canales. Ayudante de soldador en línea de tubo.
- Julio-Agosto 2008. HavaSaphiro. Practicas en Londres en empresa de fabricación de material de joyería
- 2010. Participación en la competición internacional MotoStudent como delegado de equipo al cargo de diseño y fabricación del chasis y el basculante de una motocicleta de 125cc. En el equipo Alcañiz-Unizar.
- 2011. Diseño y fabricación de una pulverizadora suspendida para aplicación de productos fitosanitarios tras realizarlo como proyecto de fin de carrera.

**Idiomas:**

- Inglés: Nivel Alto hablado y escrito. Estancias en Londres, Bournemouth Torquay (Reino Unido) con curso intensivo.
- Alemán: Nivel bajo hablado y escrito.

**Informática:**

- Nivel alto del procesador de textos y de la hoja de cálculo de Microsoft Office y experiencia en Macros.
- Nivel alto de Autocad.
- Nivel alto del programa de diseño Catia V5 (Sketcher, Partdesign, Assembly desing, drafting, Advanced Mesher, Structural Analysis, Generative sheetmetal design y DMU Kinematics)
- Nivel medio de los programas de diseño Solid-works y Pro-engineer.
- Nivel medio del programa de análisis por elementos finitos Ansys.
- Conocimiento de programación en C de microcontroladores.

**2.2.- Curriculum Vitae Jorge Casaus****Datos personales****Nombre:** Jorge CasausMairal**DNI:** 17760839-D**Lugar de nacimiento:** Zaragoza



**Fecha de nacimiento:** 21-04-1986

**Teléfono:** 659315420

**E-mail:** jcasausm@gmail.com

### **Formación académica**

#### **Estudios y cursos:**

- 2006-2010. Ingeniería Técnica Industrial en Mecánica, especialidad en maquinas, en la EUITIZ (Zaragoza)
- 01-2011 a 02-2011. Curso Experto en Catia V5, Grupo CT (Leganés Industrial)

### **Experiencia laboral:**

03-2011 a 10-2012 STE-Global:

Encargado de parte del departamento técnico y del cálculo de torres. Encargado de los trabajos de mantenimientos de las estaciones meteorológicas (torre, sensores y logger). Llevando desde la planificación, la resolución de las averías, el trato con el cliente hasta la facturación.

Encargado de los contratos de mantenimiento con **Iberdrola** y **E.On** de hasta 100 torres con la primera y 50 con la segunda. En estos casos con la descarga y análisis de datos. Para todo esto contaba con un ingeniero en oficina y dos grupos de dos técnicos para los trabajos de campo.

### **Idiomas:**

- Inglés: Nivel Alto hablado y escrito. Título: First Certificate Cambridge. Estancias Irlanda y Malta con curso intensivo.
- Francés: Nivel Alto hablado y escrito. Título: DELF3. Estancias en Francia en una familia de intercambio.
- Alemán: Nivel bajo hablado y escrito. Curso de iniciación de 6 meses

### **Informática:**

- Nivel alto del procesador de textos y de la hoja de cálculo de Microsoft Office.
- Nivel alto de Autocad.



- Nivel alto del programa de diseño Catia V5 (Sketcher, Part design, Assembly desing, drafting, Mesher, structural analysis, generative sheetmetal design y DMU Kinematics)
- Nivel medio de los programas de diseño Solid-works y Pro-engineer.
- Nivel alto en software de control y descarga de datos de loggers meteorológicos tales como Nomad 2 desktop (SecondWind), Symphonie Data retriever (NRG), Loggernet (Campbell-Sci), CALLaLOG (Ammonit), eol manager (Kintech)

### 2.3.- Creación de la empresa

En abril de 2013 está previsto crear la empresa Aragón Instruments, será constituida como sociedad civil, ya que tiene menos costes de mantenimiento (gestoría, etc). Este plan de empresa contempla los 5 primeros años de vida de la empresa, en caso de que se cumplieran las previsiones el tercer año crearíamos una sociedad limitada, ya que las cantidades de dinero que manejaría la empresa serían más altas y así tendríamos responsabilidad limitada.

Tendría su sede social en el technopark de Motorland donde comenzaría teniendo solo un apartado postal, y unos espacios para reuniones, exposiciones y pruebas del prototipo, dentro del MEF (Moto Engineering Foundation) a un precio muy bajo.

La asesoría Afiris, con la que ya hemos tramitado el alta de autónomo de Alfredo ha presupuestado el alta de la sociedad y los trámites fiscales con un precio más que razonable.

Como capital inicial contaríamos con ahorros de Jorge Casaus (8000 €) y de Alfredo Ferrando (8000 €), los cuales serian suficientes para comenzar la actividad con las cifras previstas que se exponen en los apartados financieros.

### **3.- PRODUCTO**

Como se ha explicado en el resumen ejecutivo, el producto principal y que acarrearía prácticamente toda la inversión y los medios de la empresa sería el sistema de adquisición de datos. Además también se comercializarían otros productos secundarios relacionados con el mundo de la competición, tales como caballetes para motos de competición, etc.

#### **3.1.- Principales productos**

El sistema de adquisición de datos sería el producto principal, ya que creemos que tiene grandes oportunidades de negocio al ser innovador y muy barato en comparación con la competencia. El resto de productos estarían enfocados a atraer clientes potenciales del sistema de adquisición de datos, aprovechando la venta cruzada de productos complementarios a clientes y ayudaría a mantener el flujo de caja.



Imagen 2. Prototipo de la carcasa.

#### **3.2.- Características, ventajas competitivas**

El Kit completo de adquisición de datos estará compuesto por 6 componentes que se podrán adquirir por separado:

1. El dispositivo principal encargado de tomar datos y enviarlos, y a la vez servirá de sujeción para el Smartphone (Fig. 2) que permita su acople a la motocicleta con facilidad y robustez. Este dispondrá de leds de indicación de cambio de

marcha y en la pantalla aparecerá las distintas lecturas de datos. Además se aprovecha el **GPS** y el **acelerómetro** internos del Smartphone. En este componente del kit es en el que obtenemos la principal ventaja económica, ya que un display (pantalla) puede llegar a costar más que el conjunto entero.

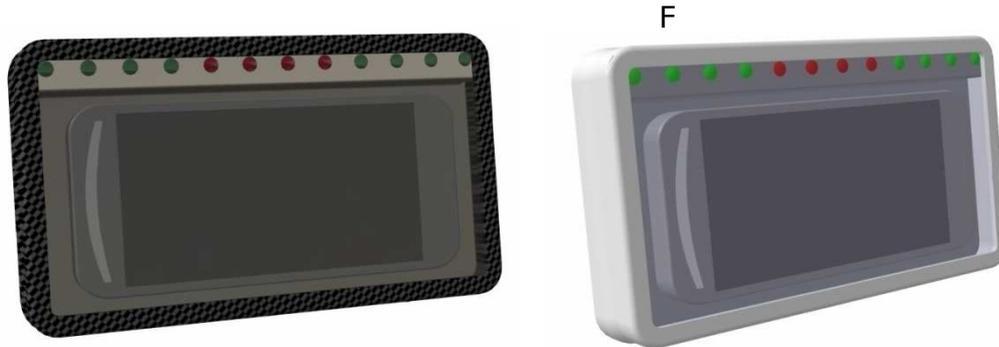


Imagen 2 y 3. Carcasas centralita en fibra de carbono y en polímero.

2. Para la captura de las **revoluciones por minuto** solo se necesita un cable enrollado en el cable de alto voltaje de la bujía. De esta manera el piloto puede cambiar de marcha a las revoluciones óptimas.
3. Para la medición de la **velocidad** se dispondrá de un imán de gran energía y un dispositivo sensible al paso que también es de fabricación propia.
4. El medidor de **tiempo de vuelta** se desarrollara a partir de sensores de infrarrojos ya que los comerciales superan los 300€. Otro punto con el abarataremos el coste de producción.
5. Los sensores de **temperatura** serán comerciales y de forma estándar para que se puedan acoplar a los dispositivos que ya dispone la propia moto. Así el piloto puede controlar el la temperatura optima de refrigeración del motor, ya que depende de las condiciones meteorológicas y la forma de conducción de cada piloto.
6. Para la sensorización de las **suspensiones** se utilizaran dos potenciómetro lineales los cuales serán de desarrollo propio ya que las opciones comerciales están en precios de 300€/u en adelante. Para ello se diseña una carcasa metálica como la de la imagen, junto con un potenciómetro comercial adaptado.



Imagen 4. Sensor suspensión

De esta manera se consigue la posición de la suspensión tanto delantera como trasera con una precisión más que suficiente. Esto permite al usuario un buen reglaje del sistema de suspensiones.

Luego están las placas electrónicas que controlan todos estos sensores y se comunican con el móvil a través de wifi. Estas placas constan de un microprocesador que es la unidad lógica la cual se comunica con el modulo wifi, también integrado, y a la vez dispone de entradas analógicas para la lectura de datos de los sensores.



Imagen 5. Prototipo de la placa electrónica de la centralita

El software que controlará todos estos componentes es la aplicación de Android que en estos momentos está en desarrollo. Su diseño grafico es el siguiente.



Imagen 6. Aplicación Android

Con el diseño y fabricación de estos componentes junto con el dispositivo principal y el sensor de infrarrojos se consigue llegar a un coste final por unidad muy competitivo.

**3.3.- Puntos fuertes y débiles. Oportunidades y amenazas**

<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<p>Desarrollo del sistema de adquisición de datos como producto comercial(actualmente es un prototipo).</p> <p>Trabajo adicional de mantenimiento y solución de errores hasta que el sistema de adquisición de datos sea un producto maduro (hay fallos sólo detectables tras muchas horas de uso en circuito)</p> <p>Se necesita una inversión de 16000 € para poder fabricar la primera serie y para la publicidad.</p>	<p>Empresas competidoras del sector.</p> <p>Que la crisis económica reduzca el número de aficionados al motociclismo</p>
<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<p>Experiencia de los socios de varios años en el mundo de la motocicleta de competición (MotoStudent) y la tecnología.</p> <p>Renombre de estar en el Technopark de Motorland y colaborar con el MEF.</p> <p>La posibilidad de comprar el Kit por partes, por lo que por poco dinero el usuario puede adquirir los sensores que considere.</p> <p>Partimos un producto innovador en su sector a un precio sin competencia.</p> <p>Estrecha relación por parte de los socios con el equipo de competición ProjectRacing, gracias a la actividad en la competición MotoStudent.</p> <p>Gran ventaja competitiva en el precio final de venta.</p> <p>Supervivencia de la empresa en los sin déficit esperados de tesorería.</p> <p>Contrato de colaboración con el departamento HOWLab (I3A) de la Universidad de Zaragoza.</p>	<p>Cantidad de personas aficionadas en España al motociclismo.</p> <p>Apoyo económico de Entidades Públicas y Privadas a través de las subvenciones.</p>

### 3.4.- Análisis de la competencia

Las marcas existentes son muchas con diferentes cuotas de mercado. Una búsqueda no demasiado extensa revela que los precios por los sistemas de adquisición de datos actuales son del orden de 10.000€.

El sistema de Bosch, que es la principal marca, se compone de la siguiente forma: En primer lugar se necesita el dispositivo de adquisición de datos que los captura y manda al emisor. Este, a través de radiofrecuencia envía los datos al Pit box, haciendo necesario el sistema receptor de datos. Por último, un modulo de control decodifica la información y la distribuye.

Este sistema completo supera los 20000€. Su ratio de emisión es alto pero solo un equipo con alto grado de conocimientos y un gran equipo humano saben sacarle el máximo rendimiento.

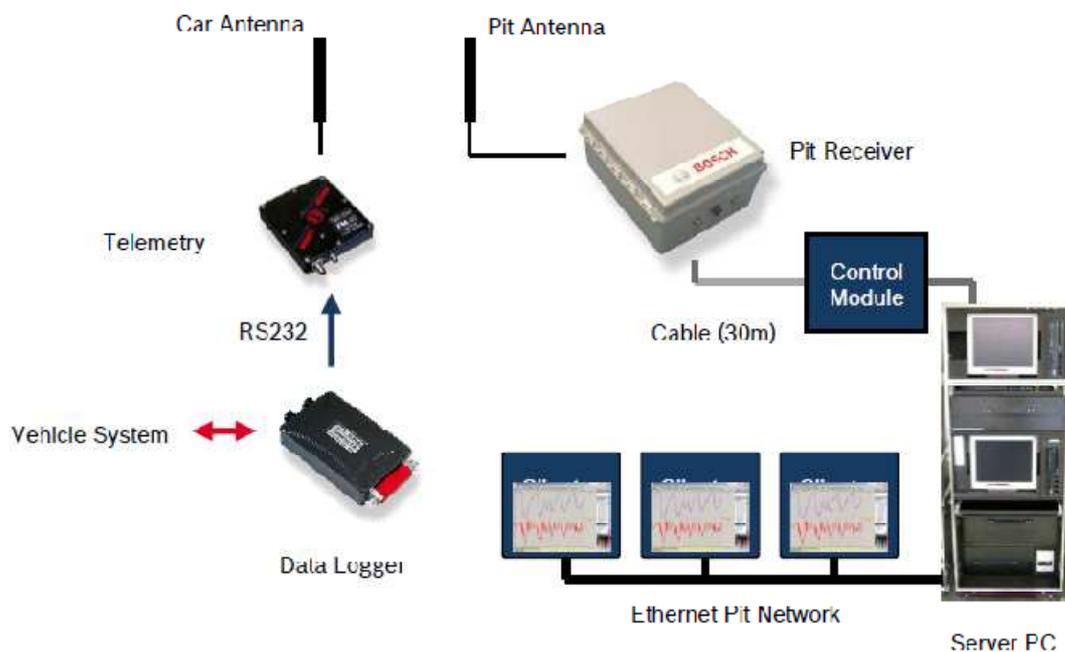


Fig. 2. Sistema Bosch de telemetría.

Cosworth también distribuye sistema de telemetría aunque no están disponibles los precios. El funcionamiento sigue siendo el mismo.

El sistema de McLaren se compone de las mismas partes que el de Bosch condensando el emisor y el sistema de adquisición en uno.

Estos productos se podrían catalogar en un nivel superior tanto de precio como de prestaciones y como he dicho antes, en manos que no estén muy profesionalizadas son inútiles.



Imagen 6. Sistema McLaren.

Como se comenta en el resumen ejecutivo los dos competidores principales serían 2D Datarecording y AIM, ya ofertan una sensorización con unas características prácticamente iguales a nuestro producto. Gozan de una buena reputación dentro del mundo de la competición pero por su precio la mayoría de equipos de categorías nacionales no pueden permitírselo económicamente, así como los aficionados o pilotos amateur.

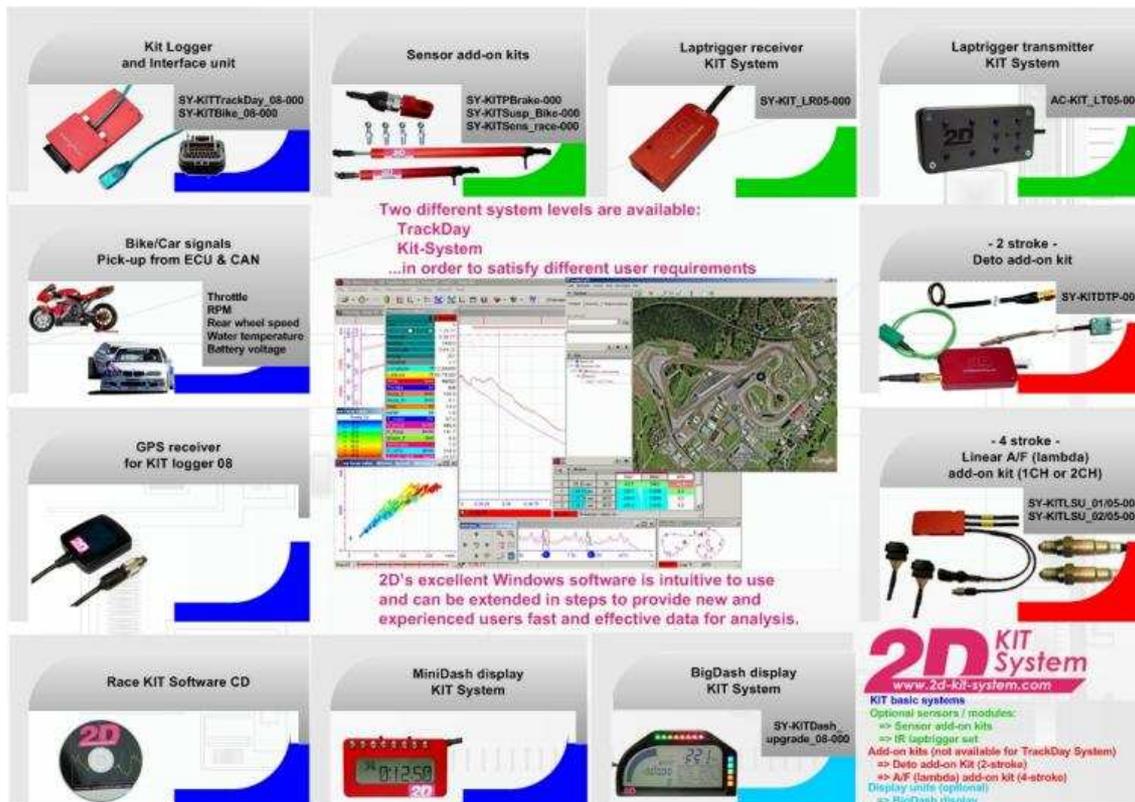


Imagen 7. Kit 2D Datarecording

A un nivel inferior se puede localizar una competencia emergente en el terreno de las aplicaciones móviles que utilizan los sensores del teléfono y estos datos puedan ser

enviados a través de la Wifi o 3G. En este caso las prestaciones son mucho más bajas y el tipo de lecturas está limitado a los sensores del teléfono por lo que la información disponible es muy poca, no siendo practica para competición y poco interesante en un aficionado.

A continuación aparece una lista con los posibles competidores y características interesantes.

<b>MARCA</b>	<b>PRECIO(€)</b>	<b>VELOCIDAD (kbps)</b>	<b>REAL-TIME</b>	<b>MEMORIA</b>	<b>DISPLAY y sensores de suspensión</b>
<b>Diseño actual</b>	<500	10-12	si	si	Móvil
<b>Bosch</b>	>20000	19,6	si	si	Aparte
<b>McLaren</b>	-	-	si	si	Aparte
<b>Cosworth</b>	-	-	si	-	Aparte
<b>Satel</b>	>6000	19,2	si	si	Aparte
<b>2DDatarecording</b>	>1675	>30	no	si	Incluido
<b>MagnetiMarelli</b>	>1500	>30	no	si	Aparte
<b>Competition Data Systems</b>	>3000	>30	no	si	Aparte
<b>Bitraptor</b>	400	Solo GPS	no	si	Aparte
<b>AIM Sportline</b>	>2667	>30	no	si	Incluido
<b>DataMaxx</b>	999	>30	no	si	Aparte
<b>OT2</b>	179	OBD-II	no	no	Móvil

Tabla 3. Comparación de fabricantes.

Los sistemas de tiempo real son muy caros por lo que no se puede considerar competencia en el mercado objetivo.

Los sistemas de captura y almacenamiento de datos tienen la ventaja de una mayor frecuencia de captura y número de canales pero también son mucho más caros.

Por último, un posible producto similar, en cuanto a la utilización del móvil, es el último. El sistema es un aparato que se conecta al cable de diagnóstico del vehículo OBD-II, de obligada instalación, y proporciona información a el I-Phone remotamente de los distintos sensores que lleva el vehículo por normativa. Aunque en este caso solo es compatible para coches por lo tanto también se dirige a otro segmento.

Así pues, se puede afirmar que este producto se dirige a un nicho de mercado en el que pilotos de baja categoría y aficionados demandan un producto acorde a sus necesidades con prestaciones aceptables y precio acorde.



## **4.- MERCADO**

Consideraremos como cliente potencial cualquier persona que tenga una moto de tipo sport, en sus diferentes variantes, supermotard, carretera o de circuito, y que de forma amateur o como hobby vaya con regularidad a los circuitos a practicar.

También incluiremos a todos los equipos de motocicletas que compitan en algún campeonato profesional.

### **4.1.- Áreas de mercado**

Como el producto se comercializara a través de internet y estará traducido al inglés podemos considerar a los aficionados y profesionales de la mayor parte de Europa como posibles compradores.

Hemos realizado un extenso análisis en el mercado nacional, y esto lo extrapolamos a los países europeos con una población superior pero un número similar de aficionados y profesionales.

El desglose de los campeonatos en España es el siguiente:

1. Campeonato de España de velocidad (CEV)
  - a. Moto2
  - b. 125 GP
  - c. StockExtreme 1000
2. Copa Kawasaki
3. Campeonato Manchego. [www.fcmm.net](http://www.fcmm.net)
4. Campeonato Andaluz Velocidad. [www.famotos.com](http://www.famotos.com)
5. Campeonato Catalán. [www.fcm.cat](http://www.fcm.cat)
6. Campeonato Valenciano. [www.fmcv.org](http://www.fmcv.org)
7. Campeonato Mediterráneo. [www.motocmv.com](http://www.motocmv.com)
8. Campeonato Extremeño. [www.motocex.com](http://www.motocex.com)
9. Campeonato Gallego. [www.fgmoto.org](http://www.fgmoto.org)
10. Campeonato de la Región de Murcia de Velocidad. [www.fmr.org](http://www.fmr.org)
11. Campeonato Madrileño de Velocidad
  
12. CAMPEONATOS DE CARÁCTER AMATEUR
  - a. Pirelli Superstock Series. [www.pirellisuperstockseries.es](http://www.pirellisuperstockseries.es)
  - b. Michelin Power Cup. [www.powercup.es](http://www.powercup.es)
  - c. Mac 90. [www.mac90.es](http://www.mac90.es)
  - d. Desafío Twin .[www.radicalducati.com](http://www.radicalducati.com)



En total se cuenta con 18 campeonatos, los cuales se componen normalmente de 5 a 7 pruebas y en los que pueden correr una media de veinte pilotos. A esto hay que añadir que en diferentes campeonatos se subdividen en más categorías como es el caso del campeonato catalán en el que corren motos desde 80cc. hasta 1000cc. Pasando por 125cc, Moto3 y Moto2.

En total se cuenta con 18 campeonatos, los cuales se componen normalmente de 5 a 7 pruebas y en los que pueden correr una media de veinte pilotos. A esto hay que añadir que en diferentes campeonatos se subdividen en más categorías como es el caso del campeonato catalán en el que corren motos desde 80cc. hasta 1000cc. Pasando por 125cc, Moto3 y Moto2. Por lo tanto estamos hablando de un mercado profesional que puede llegar a los **1000 pilotos en España**.

El mercado de las motos de calle de altas prestaciones que además vayan a circuito es difícil de cuantificar, pero teniendo en cuenta el número de circuitos y una media de quince pilotos por circuito que habría un fin de semana podríamos decir que hay unos **800 aficionados activos en España** que comparten este hobby, aunque es una estimación muy a la baja, ya que solo para el Gran Premio de Jerez 2012 se desplazaron **50000 motos**, la gran mayoría de gran cilindrada y aunque no todos estos aficionados vayan regularmente a un circuito a pilotar sus motos se estima que no solo el 1,6% (800 aficionados) de estos lo hace, ya que hay muchos aficionados esporádicos que van unas pocas veces al año. Esta previsión esta enfocada de una manera muy pesimista y solo en España, ya que la venta a través de internet abre las puertas al mercado de la Comunidad Europea.

#### 4.2.- Cuota de mercado

Por la experiencia personal y de varios grupos de moteros encuestados, hay una gran mayoría que le gusta salir por carretera y solo van a circuito en ocasiones especiales, o bien porque no tiene un circuito cercano a su lugar de residencia o porque siempre supone un gasto extra en seguros y alquiler de pista. Aunque todos coinciden en que prefieren sus experiencias en circuito, ya que supone un lugar mucho más seguro y donde pueden poner su pilotaje al límite. De ahí que en las zonas cercanas a un circuito sean lugares donde se dispondrá de una cuota de mercado más alta.

Entre los equipos de competición la cuota de mercado crece, ya que ahora mismo los equipos con menos presupuesto (que son la mayoría) solo disponen de los datos que proporciona un cuentakilómetros comercial (RPM y Tº), al ofertar un producto que por poco más dinero pueden obtener una mejora considerable en sus tiempos y forma de conducción y por lo tanto en sus resultados profesionales.



### 4.3.- Demanda, tendencias y elasticidades

Hasta el momento los artículos similares han tenido un precio muy elevado y por lo tanto solo podían acceder a ellos una parte muy pequeña de los usuarios potenciales. Esto, unido a la gran cantidad de usuarios potenciales que no pueden desembolsar esas cantidades de dinero por ningún sistema de adquisición de datos actual, nos hace pensar que la demanda es muy elástica. Al tratarse de un componente extra hasta ahora reservado a unos pocos, pero muy útil, al bajar mucho el precio, la demanda aumentara considerablemente.

### 4.4.- Precios

La principal diferenciación del producto es su bajo precio con respecto a los sistemas similares y sustitutivos que hay en el mercado, aunque sus prestaciones sean inferiores, siguen siendo suficientes para un rendimiento óptimo.

Además ofrece el sistema de tiempo real que aunque en la mayoría de competiciones motociclistas está prohibido, ofrece un valor añadido en los entrenamientos.

El precio del kit completo podría rondar los 500€ aunque falta más desarrollo para establecer un precio exacto, este precio variará en función de los sensores que demande. De esta manera puede comprar solo la centralita por un precio realmente bajo, e ir adquiriendo el resto de los sensores según los vaya necesitando.

<b>PRODUCTO</b>	<b>P.V.P</b>
Suspensiones	99,17 €
Acelerador	74,38 €
Velocidad	28,76 €
Paso por vuelta	99,17 €
Temperatura	18,18 €
Presión	66,12 €
Accesorios	12,40 €
Logger y carcasa del movil	256,29 €
<b>PRECIO DEL KIT</b>	<b>499,00 €</b>

Tabla 4. Precios de venta por separado (más caros) y del Kit.

La venta se puede realizar por internet a través de una página web y el cobro a través de PayPal. Como es un producto que no pesa apenas se puede enviar sin incrementar en exceso su precio, en torno a los 10€.



Las tarifas de PayPal van en función del número de ventas, cambiando cada 2500€. Por ejemplo si se vende entre 2500 y 5000€, PayPal se queda un 2,9%+ 0,35€/venta. A cambio se consigue una gestión completa de los ingresos y devoluciones, además de ofrecer un servicio de compras seguro y universal.

Esto supone un ahorro en distribución y además se puede llegar a más sitios.

## 5.- MARKETING

Comenzaremos en internet en mayo de 2013. Crearemos una página web para dar a conocer el producto. En esta web explicaremos el funcionamiento del kit y además un blog comentando los diferentes estados de desarrollo por el que ha pasado el producto, pruebas en circuito, colaboraciones con MEF, MotoStudent e I3A.

A su vez se lanzara una aplicación Andriod que podrá medir algunos de los parámetros (GPS, velocidad, RPM). Esta aplicación contendrá una encuesta con la que obtendremos información muy valiosa a cerca de los compradores potenciales y cómo enfocar la publicidad. Las notas de prensa a revistas y blogs especializados, la página de facebook y linkedin completarán el primer tramo de la estrategia de marketing.

Por otro lado y también a partir de mayo de 2013 se prestará un prototipo a un equipo de competición para terminar su desarrollo y además obtener reportaje para el blog y la web en la que valorarán técnicamente el producto.

El segundo tramo de la estrategia comenzará en el momento en que la primera serie de unidades estén fabricadas y listas para comercializar, agosto 2013. Se mantendrán todas las actividades que hasta el momento hemos comentado (blog, facebook, etc).

La página web se convertirá en tienda online, manteniendo todo que contenía la página de presentación pero con la opción de comprar el producto y un foro solo para clientes (dudas, experiencias, etc). Como ayuda a la difusión de la web se invertirá en posicionamiento y en la publicidad en adwords.

También desde agosto se hará una campaña comercial por los circuitos españoles y ferias especializadas en los que se montará un stand desde donde publicitar, mostrar el producto, realizar pruebas e incluso su venta.

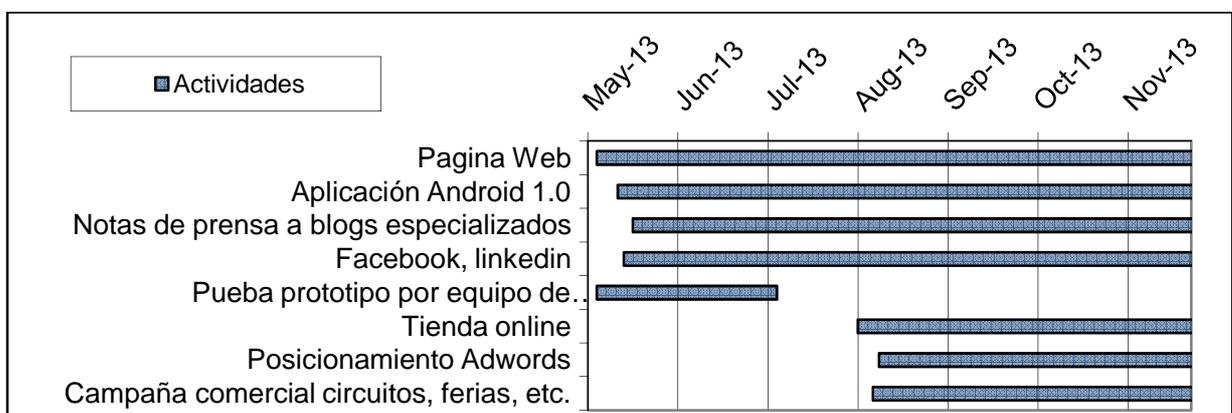


Fig. 3. Grafico comienzo de las actividades del plan de marketing

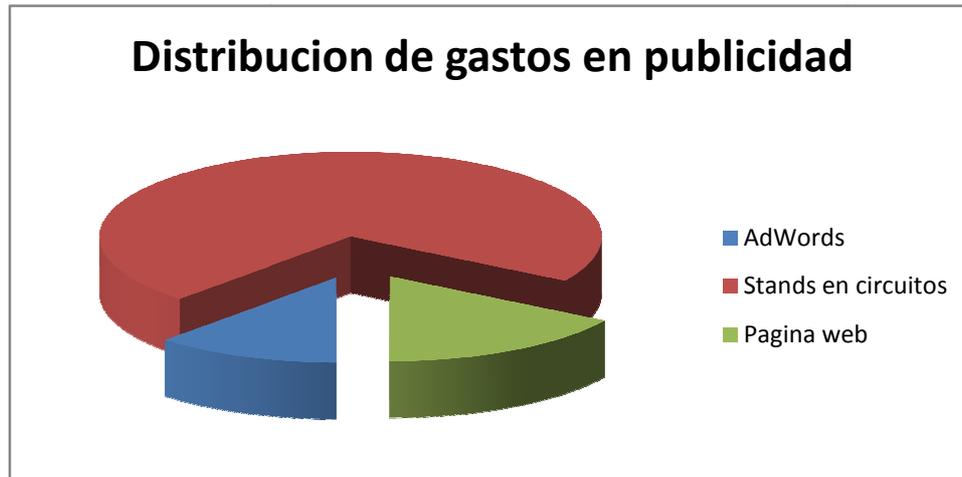


Fig. 4. Grafico de distribución de publicidad.

### 5.1.- Política de precios

Como oferta de lanzamiento, se hará una rebaja en el kit completo. Con el interés de conseguir distribuir unas cuantas unidades rápidamente y que gracias al boca-boca (entre amateur) y por reducir ventajas con los contrincantes (entre profesionales) se consiga una publicidad muy valiosa.

Además de la oferta de lanzamiento, también se contemplan ofertas por comprar algún artículo en futuras compras y en los equipos (siempre tienen varios pilotos) rebajas por comprar más de un kit.

De esta manera se consigue dar una imagen de que el producto es en realidad más caro y que por lo tanto tiene mejor calidad pero con un precio muy barato por estar de lanzamiento.

### 5.2.- Distribución

Se harán contratos de distribución con un taller de preparación de motos en cada una de las ciudades con mayor afición.



## **6.- PRODUCCIÓN**

Para la fabricación del producto, todos los procesos productivos serán subcontratados debido a que se necesitaría una gran inversión inicial para fabricarlos, quedando como únicas operaciones el de montaje de algunas partes contratadas en distintas empresas como puede ser montar la placa en la carcasa y realizar el empaquetado del kit y como el volumen de unidades es muy bajo puede ser realizado por el propio personal administrativo y de desarrollo.

### **6.1.- Procesos, tecnología.**

La tecnología de fabricación es subcontratada ya que el alcanzar unos niveles de calidad aceptables en el área de ensamblaje electrónico, haría inviable la empresa.

Para la fabricación de componentes que requieran procesos más simples como puede ser acabado de carcasas por mecanizado o incluso fabricación de estas, no se descarta la inversión futura en equipos si el volumen de ventas es lo suficientemente amplio como para que sea rentable.

### **6.2.- Gestión de producción, control stocks, calidad.**

La gestión de la producción será parte de las empresas subcontratadas pero el control de stocks se ha de realizar por parte de la empresa.

Se seguirá una estrategia en la que se descarta la rotura de stock debido a las implicaciones de mala imagen que ello conlleva y que es difícil de estimar, por lo que observando la demanda desde el primer momento se irá actualizando la previsión de esta mediante técnicas estadísticas y fórmulas de regresión y cuando coincida que la demanda prevista vaya a agotar el stock en el mismo tiempo que cuesta reponerlo, se deberá lanzar los pedidos.

Para controlar el stock disponible, se utilizarán inventarios informáticos que serán actualizados de forma manual en el momento en el que se produzca un cambio. Se contempla esta opción por la baja cantidad, aunque en caso de un aumento notable de la demanda y por lo tanto de la cantidad de stock a necesitar se habrá de tener en cuenta métodos automáticos basados en códigos de barras.

Para establecer criterios de calidad se utilizarán inspecciones en los artículos recibidos, que podrán ser de tipo visual para partes como por ejemplo la carcasa, a test de funcionamiento óptimo en el caso de los circuitos impresos. En el caso de partes que han de ser encajadas en otras o montadas después, se realizarán controles de calidad de tipo pasa-no pasa o comprobación directa con instrumentos de precisión.



## **7.- INMOVILIZADO**

Dado el carácter de la actividad y el hecho de que este en sus primeros años de vida, la empresa no contara con apenas inmovilizado.

### **7.1.- Terrenos y edificaciones**

Como se explica en el punto de producción, la empresa subcontrata todos los procesos de fabricación, excepto el montaje y ensamblaje final de todas las piezas así con el embalaje. Al tratarse de un producto ligero y poco voluminoso se utilizara un local de Alfredo Ferrando, que además será el domicilio social de la empresa, como lugar donde se realizarán estos trabajos. Además también se realizarán aquí los trabajos de administración y desarrollo.

### **7.2.- Instalaciones y maquinaria**

Hay una habitación de 33m<sup>2</sup> en el domicilio social que se acondicionara para oficina, puesto de montaje y almacén. De esta manera se puede ahorrar el alquiler de un local que supondría un gasto innecesario el primer año.

El segundo año, si los pronósticos se cumplen y aumentan las ventas, se alquilara un local. Dependiendo de las previsiones en ese momento se decidirá el tamaño necesario del mismo.

La única inversión en equipos que se necesita serían dos ordenadores y una moto de competición para la fase de desarrollo. Estos elementos los aportarían los socios, ya que disponen de ellos en la actualidad.

Posteriormente se invertirá en equipos de desarrollo electrónico como pueden ser osciloscopios o estaciones de trabajo.

### **7.3.- Patentes**

Una vez desarrollado el prototipo definitivo se procederá a realizar un estudio de las patentes existentes para ver si es viable, sobretodo, antes de empezar a publicitarlo para evitar que puedan plagiar alguna parte del sistema.



## **8.- PERSONAL**

Durante el primer año solo formarían parte de la plantilla de trabajadores los dos socios. En el segundo año se incorporaría a la plantilla un ingeniero informático, este se ocuparía del mantenimiento y desarrollo del sistema inicial y de las posteriores versiones (durante el primer año estos servicios se desarrollan desde el grupo de investigación).

### **8.1.- Dirección**

La dirección de la empresa estaría formada por los dos socios. Alfredo Ferrando será el director técnico, y se encargaría de solucionar los problemas que puedan surgir tanto en la fase de desarrollo como en el servicio postventa. Jorge Casaus será el administrador, gerente, director financiero y comercial. Sus labores irán desde el trato con proveedores, clientes importantes (federaciones motociclistas, equipos de competición, asociaciones motociclistas, etc...) y planificación financiera.

Ambos estarán al cargo de la estrategia de marketing y de las labores de publicidad que esta requiere.

### **8.2.- Relaciones laborales**

Conscientes de la mejora del rendimiento de los trabajadores al sentirse cómodos e integrados en el ambiente laboral, nos hemos marcado como objetivo que los futuros trabajadores desarrollen sus labores bajo un clima abierto y de confianza con los directivos.

Se añadirá a la nómina un 2,5% de los beneficios anuales y los productos de la empresa se venderán a precio de coste para los empleados y sus familiares.



## **9.- ADMINISTRACIÓN**

### **9.1.- Procesos administrativos, contabilidad y facturación.**

Los procesos administrativos correrán a cargo de Jorge Casaus. Esto incluye el cobro y emisión de facturas, las gestiones en administraciones públicas y privadas y la correcta organización de estas.

La contabilidad tanto de la empresa como de los socios, las gestiones relacionadas con los trámites para pedir ayudas y subvenciones, trámites para dar de alta trabajadores además de otros trámites burocráticos que pudieran surgir serán subcontratas a la asesoría Afiris de Zaragoza.

### **9.2.- Tesorería, bancos, garantías**

La tesorería estará controlada por el director financiero, durante el primer año se evaluará la fluidez de ingresos y se estudiará formas de financiación para la segunda serie de unidades que se fabricará según la situación de la empresa en ese momento.

En cuanto a los bancos no ofrecen ninguna ventaja por ser emprendedores y jóvenes, para poder obtener alguna ventaja hay que dirigirse al instituto aragonés de la juventud donde conceden microcréditos sin aval. La cuenta estaría a nombre de la sociedad y estaría mancomunada por ambos socios que serían apoderados.



## **10.- ANALISIS ECONOMICO**

### **10.1.- Ventas, evolución y tendencias del producto**

Para los tres primeros años, realizando una previsión pesimista se ha hecho una previsión de ventas de:

1<sup>er</sup> año: 60 unidades

2<sup>o</sup> año: 200 unidades

3<sup>er</sup> año: 400 unidades

4<sup>o</sup> año: 400 unidades

5<sup>o</sup> año: 600 unidades

Se estima que la demanda aumentara en el segundo año por el esfuerzo de marketing realizado y se mantendrá debido a que la cuota de mercado disponible se irá copando.



### 10.2.- Costes: Producción, comercial y estructura

#### COSTES DEL PRODUCTO

	Concepto	Unidades	Precio(€)	Total(€)
<b>Unidad lógica</b>	Flyport	1	33,06	33,06
				<b>Total(€)</b>
<b>Placa base y componentes electrónicos</b>	Placa base	1	4,13	4,13
	Condensador cerámico	5	0,17	0,83
	Condensador electrolítico	1	0,17	0,17
	Header 13X2	1	5,99	5,99
	Header 6	1	1,47	1,47
	Header 12X2	1	6,86	6,86
	Resistencia	8	0,04	0,33
	HCF4538	1	0,58	0,58
	LM358	1	0,09	0,09
	Voltaje Reg.	1	0,52	0,52
	Leds	12	0,21	2,48
			<b>Total(€)</b>	<b>23,45</b>
<b>Carcasa</b>	Carcasa	1	28,93	28,93
				<b>Total(€)</b>
<b>Sensores</b>	Potenciómetro lineal	2	8,26	16,53
	Carcasa sensor suspension	2	24,79	49,59
	Potenciómetro angular	1	8,26	8,26
	Carcasa sensor acelerador	1	16,53	16,53
	iman	2	0,83	1,65
	Sensor magnetico velocidad	1	0,66	0,66
	Carcasa sensor velocidad	1	2,48	2,48
	receptor Infrarrojos	1	1,65	1,65
	Carcasa receptor infrarrojos	1	2,48	2,48
	Placa emisor infrarrojos	1	4,13	4,13
	Carcasa emisor infrarrojos	1	8,26	8,26
	Temperatura agua	1	8,26	8,26
	Placa sensor presión	1	8,26	8,26
	Carcasa sensor presión	1	8,26	8,26
	Cableado	1	4,13	4,13
			<b>Total(€)</b>	<b>141,16</b>
<b>Coste total kit completo</b>	Unidad logica	1	33,06	33,06
	Placa base y componentes	1	23,45	23,45
	Carcasa	1	28,93	28,93
	Sensores	1	141,16	141,16
				<b>Total(€)</b>
<b>Coste kit sin sensores</b>	Unidad lógica	1	33,06	33,06
	Placa base y componentes	1	23,45	23,45
	Carcasa	1	28,93	28,93
				<b>Total(€)</b>

### ANALISIS FINANCIERO

	Concepto	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Producción y Servicios</b>	Carcasas	6991,74	4990,91	6654,55	8872,73	7763,64
	Flyport	1983,47	5950,41	23113,18	30817,57	26965,37
	Sensores de posición	1487,60	4462,81	6556,93	8742,57	7649,75
	Material para sensores	981,82	2945,45	4917,70	6556,93	5737,31
	Circuitos impresos	2148,76	6446,28	3245,68	4327,57	3786,63
	Gastos derivados de la distribución	1239,67	3719,01	7103,34	9471,12	8287,23
	<b>Total</b>	<b>14833,06</b>	<b>28514,88</b>	<b>51591,37</b>	<b>68788,49</b>	<b>60189,93</b>
<b>Subcontratas</b>	Programador	1652,89	3305,79	4958,68	0,00	0,00
	<b>Total</b>	<b>1652,89</b>	<b>3305,79</b>	<b>4958,68</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Personal</b>	Sueldos y Salarios				35000	35000
	Coste Seg. Social	2520	4320	8640	9640	9640
	Indemnizaciones					
	<b>Total</b>	<b>2520</b>	<b>4320</b>	<b>8640</b>	<b>44640</b>	<b>44640</b>
<b>I+D</b>	Desarrollo externo	1652,89	2479,34	3719,01	5578,51	8367,77
	Material	578,51	867,77	1301,65	1952,48	2928,72
	<b>Total</b>	<b>2231,40</b>	<b>3347,11</b>	<b>5020,66</b>	<b>7530,99</b>	<b>11296,49</b>
<b>Gestión</b>	Seguros	231,40	247,93	264,46	289,26	330,58
	Gastos Constitución	150,00				
	Gastos 1er establecimiento capacidad.	200,00				
	Asesoría	240,00	661,16	743,80	909,09	1074,38
	<b>Total</b>	<b>821,40</b>	<b>909,09</b>	<b>1008,26</b>	<b>1198,35</b>	<b>1404,96</b>
<b>Marketing, representación y ventas</b>	AdWords	413,22	413,22	413,22	413,22	413,22
	Stands en circuitos	2492,56	3719,01	4545,45	5371,90	6198,35
	Pagina web	565,29	330,58	413,22	495,87	495,87
	<b>Total</b>	<b>3471,07</b>	<b>4462,81</b>	<b>5371,90</b>	<b>6280,99</b>	<b>7107,44</b>
<b>Oficina, almacén y suministros</b>	Oficina-almacen	-	6000	6000	6000	6000
	Suministros (energía, agua,...)	495,87	1239,67	1239,67	1239,67	1239,67
	Mantenimiento	115,70	247,93	247,93	247,93	247,93
	<b>Total</b>	<b>611,57</b>	<b>7487,60</b>	<b>7487,60</b>	<b>7487,60</b>	<b>7487,60</b>
<b>Mobiliario y consumibles de oficina</b>	Mesa	82,64	-	82,64	-	-
	Silla	41,32	-	41,32	-	-
	Papelería	289,26	661,16	661,16	661,16	661,16
	Informatica	600,00	600,00	900,00	1200,00	1500,00
	<b>Total</b>	<b>1013,22</b>	<b>1261,16</b>	<b>1685,12</b>	<b>1861,16</b>	<b>2161,16</b>



<b>Equipos</b>	Moldes	-	-	8264,46	-	8264,46
	Equipos de investigación	-	826,45	826,45	826,45	826,45
	Equipos de medida y calidad	-	330,58	495,87	743,80	1115,70
	<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>1157,02</b>	<b>9586,78</b>	<b>1570,25</b>	<b>10206,61</b>

<b>Otros Pagos</b>	Gastos Excepcionales					
	Liquidación Costes Salariales					
	Previsión Liquidación I.V.A.					
	Liquidación Compensaciones IVA	-1066,11	4704,55	12684,81	19874,46	18687,96
	Liquid. retenciones salariales					
	Impuesto sociedades					
	Dividendos					
	Intereses Líneas Crédito					
	OTROS PAGOS - NO GENERADOS OPER.					
	Gastos Formalización Deudas					
<b>Total</b>	<b>-1066,1075</b>	<b>4704,5519</b>	<b>12684,8072</b>	<b>19874,4575</b>	<b>18687,9592</b>	

<b>COSTES TOTALES</b>	Produccion/Servicio	14833,06	28514,88	51591,37	68788,49	60189,93
	Subcontratas	1652,89	3305,79	4958,68	0,00	0,00
	Personal	2520,00	4320,00	8640,00	44640,00	44640,00
	I+D	2231,40	3347,11	5020,66	7530,99	11296,49
	Gestion	821,40	909,09	1008,26	1198,35	1404,96
	Marketing, representacion y ventas	3471,07	4462,81	5371,90	6280,99	7107,44
	Oficina, almacén y suministros	611,57	7487,60	7487,60	7487,60	7487,60
	Mobiliario y consumibles de oficina	1013,22	1261,16	1685,12	1861,16	2161,16
	Equipos	0,00	1157,02	9586,78	1570,25	10206,61
	Otros pagos	-	-	-	-	-
	<b>TOTAL(€)</b>	<b>27154,63</b>	<b>54765,45</b>	<b>95350,37</b>	<b>139357,83</b>	<b>144494,18</b>
	Costes indirectos y post venta(10%)	2715,46	5476,55	9535,04	13935,78	14449,42
	<b>Total</b>	<b>29870,09</b>	<b>60242,00</b>	<b>104885,41</b>	<b>153293,61</b>	<b>158943,60</b>

	Concepto	Total(€)	Total(€)	Total(€)	Total(€)	Total(€)
<b>INGRESOS TOTALES</b>	Venta del producto	24793,39	82644,63	165289,26	247933,88	247933,88
	<b>Total</b>	<b>24793,39</b>	<b>82644,63</b>	<b>165289,26</b>	<b>247933,88</b>	<b>247933,88</b>

### RESULTADOS

<b>Beneficio bruto(€)</b>	-5076,70	22402,63	60403,84	94640,27	88990,28
---------------------------	----------	----------	----------	----------	----------

### TESORERIA

2013

<b>COBROS</b>	Total	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Venta de unidades	<b>30.000</b>		7.000	9.000	8.500	3.500	1.500	500
<b>NUEVAS ENTRADAS DE TESORERÍA</b>	<b>0</b>							
Aportaciones de Socios	<b>17.000</b>	17.000						
<b>TOTAL COBROS</b>	<b>47.000</b>	<b>17.000</b>	<b>7.000</b>	<b>9.000</b>	<b>8.500</b>	<b>3.500</b>	<b>1.500</b>	<b>500</b>
<b>PAGOS</b>	Total	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<b>producción/servicio</b>	<b>17.948</b>	<b>10.488</b>	<b>2.850</b>	<b>2.450</b>	<b>1.885</b>	<b>175</b>	<b>75</b>	<b>25</b>
Carcasas	8.460	2.500	2.500	2.000	1.460			
Flyport	2.400	2.400						
Sensores de posicion	1.800	1.800						
Material para sensores	1.188	1.188						
Fabricacion de circuitos	2.600	2.600						
Gastos derivados de la distribución	1.500		350	450	425	175	75	25
<b>Subcontratas</b>	<b>2.000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2.000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Programador	2.000				2.000			
<b>Personal</b>	<b>2.520</b>	<b>360</b>	<b>360</b>	<b>360</b>	<b>360</b>	<b>360</b>	<b>360</b>	<b>360</b>
Sueldos y Salarios	0							
Coste Seg. Social	2.520	360	360	360	360	360	360	360
Indemnizaciones	0							
<b>I+D</b>	<b>2.700</b>	<b>2.100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Desarrollo externo	2.000	2.000						
Material	700	100	100	100	100	100	100	100
<b>Gestión</b>	<b>680</b>	<b>200</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
Servicios Externos (Gestoría, asesoría)	400	160	40	40	40	40	40	40
Seguros (actividad+local)	280	40	40	40	40	40	40	40
Otros gastos	0							
<b>marketing y representacion</b>	<b>4.200</b>	<b>1.700</b>	<b>800</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Ad-Words	500	500						
Representación, viajes, meetings	3.500	1.000	800	500	500	500	100	100
Pagina web	200	200						



<b>Oficina, almacén y suministros</b>	<b>490</b>	<b>70</b>						
Alquiler del Local	0							
Suministros (Luz, Agua, Teléfono, etc.)	350	50	50	50	50	50	50	50
Mantenimientos	140	20	20	20	20	20	20	20
Otros gastos	0							

<b>Mobiliario y consumibles de oficina</b>	<b>1.576</b>	<b>200</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
Material de Oficina	1.226	150						
Fungible	350	50	50	50	50	50	50	50
Otros	0							

<b>Equipos</b>	<b>0</b>							
Moldes	0							
Equipos de investigación	0							
Equipos de medida y calidad	0							

<b>Otros Pagos</b>	<b>2.974</b>	<b>0</b>	<b>401</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2.573</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Gastos Excepcionales	0							
Liquidación Costes Salariales	0							
Previsión Liquidación I.V.A.	0							
Liquidación Compensaciones IVA	2.974		401			2.573		
Liquid. retenciones salariales	0							
Impuesto sociedades	0							
Dividendos	0							
Intereses Líneas Crédito	0							
<b>OTROS PAGOS - NO GENERADOS</b>	<b>0</b>							
Gastos Formalización Deudas	0							
<b>TOTAL PAGOS</b>	<b>35.088</b>	<b>15.118</b>	<b>4.711</b>	<b>3.610</b>	<b>5.045</b>	<b>3.908</b>	<b>835</b>	<b>785</b>
Costes indirectos (10%)	3.509	1.512	471	361	505	391	84	79
<b>TOTAL PAGOS</b>	<b>38.597</b>	<b>16.630</b>	<b>5.182</b>	<b>3.971</b>	<b>5.550</b>	<b>4.299</b>	<b>919</b>	<b>864</b>

<b>Tesorería Inicial</b>	Disponible	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Caja	0							
Bancos								

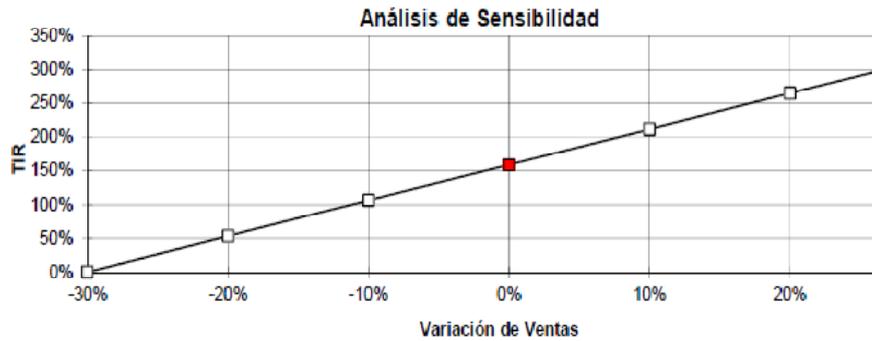
<b>TOTAL COBROS</b>	<b>47.000</b>	<b>17.000</b>	<b>7.000</b>	<b>9.000</b>	<b>8.500</b>	<b>3.500</b>	<b>1.500</b>	<b>500</b>
---------------------	---------------	---------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	------------

<b>TOTAL PAGOS</b>	<b>38.597</b>	<b>16.630</b>	<b>5.182</b>	<b>3.971</b>	<b>5.550</b>	<b>4.299</b>	<b>919</b>	<b>864</b>
--------------------	---------------	---------------	--------------	--------------	--------------	--------------	------------	------------

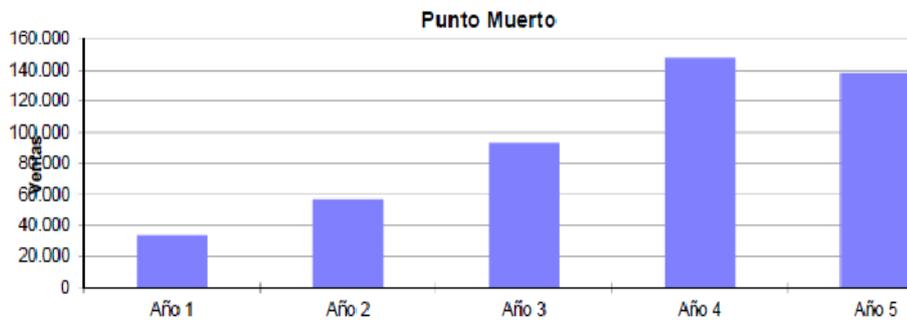
<b>SALDO TESORERÍA MENSUAL</b>	<b>8.403</b>	<b>370</b>	<b>1.818</b>	<b>5.029</b>	<b>2.951</b>	<b>-799</b>	<b>582</b>	<b>-364</b>
--------------------------------	--------------	------------	--------------	--------------	--------------	-------------	------------	-------------

<b>SALDO TESORERÍA</b>	<b>8.403</b>	<b>370</b>	<b>2.188</b>	<b>7.217</b>	<b>10.167</b>	<b>9.369</b>	<b>9.950</b>	<b>9.587</b>
------------------------	--------------	------------	--------------	--------------	---------------	--------------	--------------	--------------

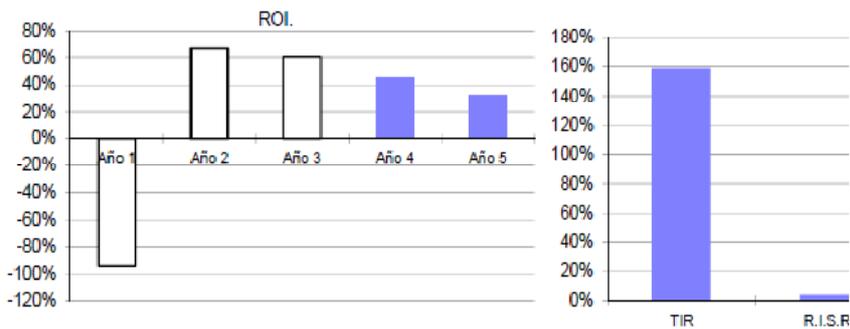
Var. Venta	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
TIR.	1%	54%	106%	159%	212%	265%	318%



Punto Muerto.	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	33.571	56.931	93.621	148.217	138.306

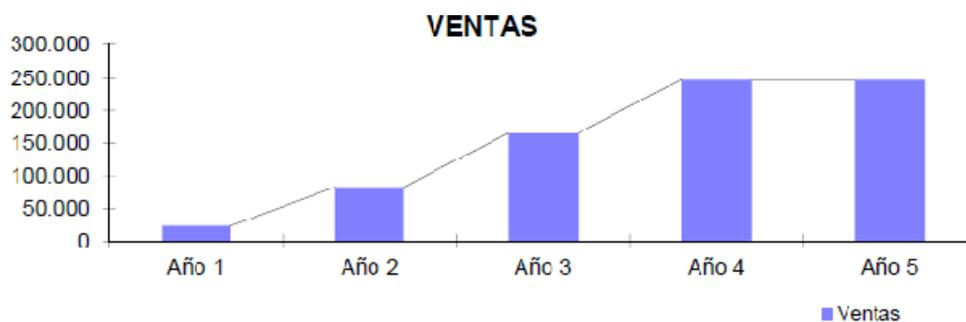


	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
ROI.	-94%	67%	61%	45%	33%
Rent. Invers. sin Riesgo (R.I.S.R.)	4%				





	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	24.793	82.645	165.289	247.934	247.934
Coste Ventas	24.931	41.178	68.349	116.111	105.208
Gastos Comerciales	7.459	13.757	22.192	29.954	30.193
Gastos Generales	1.439	1.855	2.567	1.464	1.778



## **11.- DESARROLLO DEL PRODUCTO**

### **11.1.- Fecha de comienzo. Situación actual**

Este proyecto comienza a principios de 2012, cuando Alfredo Ferrando decide diseñar un sistema de adquisición de datos para proyecto final de ingeniería industrial, tras haberse especializado en la rama de electrónica.

Una vez estuvo más avanzado recibió el apoyo de su tutor de proyecto para seguir desarrollándolo y fabricar un prototipo dentro de la universidad con el que buscar financiación para poder comercializarlo.

Una vez fabricado el primer prototipo se incorpora al proyecto Jorge Casaus como socio trabajador que además aportará la mitad de la inversión inicial.

Así llegamos a la situación actual, en la que se sigue buscando financiación para poder afrontar el primer año con mayor holgura económica. En este momento se estima que se necesitan 3 meses de desarrollo para obtener el prototipo final.

### **11.2.- Constitución: Forma jurídica y estatutos**

#### **REUNIDOS**

D Alfredo Ferrando Sixtac, de estado civil soltero , nacionalidad española , con D.N.I/N.I.F 18056066-P vecino de Antillón y con domicilio en calle medio 17, cp: 22133y profesión Ingeniero Industrial

D Jorge CasausMairal de estado civil soltero , nacionalidad española , con D.N.I/N.I.F 17760839-D vecino de Zaragoza y con domicilio en calle Don Jaime I nº48 4ºB, cp:50001 y profesión Ingeniero Técnico Industrial

#### **ACTUAN**

Intervienen ambos en su propio nombre y derecho, reconociéndose la mutua capacidad legal necesaria para otorgar el presente contrato,

#### **EXPONEN**

Que es su intención la de constituir una **SOCIEDAD CIVIL PRIVADA**, que se registrá por las siguientes

#### **CLAUSULAS**

Los reunidos constituyen una sociedad cuya regulación quedará determinada por las reglas siguientes:

##### **1ª.- Denominación**

La sociedad se denomina

"Aragon Instruments, Sociedad Civil".

**2ª.- Domicilio**

El domicilio de la sociedad se encuentra en Technopark Motorland, 44600 Alcañiz, Teruel.

**3ª.- Objeto social**

El objeto de la sociedad será producir y comercializar un sistema de adquisición de datos además de otros productos para motocicletas de competición.

**4ª.- Fecha del inicio de las operaciones**

La sociedad dará comienzo a sus operaciones el día en que se presente el alta en el Impuesto sobre Actividades Económicas correspondiente.

**5ª.- Duración**

La duración de la sociedad es de carácter indefinido.

**6ª.- Capital social**

El capital social queda fijado en 16000 euros, de las que:

Don/a Alfredo Ferrando Sixtac aporta 8000 euros

Don/a Jorge Casaus Mairal aporta 8000 euros

Los comparecientes manifiestan para su constancia en la presente que el importe de sus respectivas aportaciones ha sido ingresado en euros en la caja social.

**7ª.- Administración y representación**

Se confiere la gestión y dirección de la sociedad, así como el uso de la firma social, y la representación de la misma, tanto en juicio como fuera de él para cualquier clase de actos o contratos a Don/Doña Jorge Casaus Mairal, con carácter Indefinido.

El cargo de administrador será gratuito.

El nombramiento del cargo de administrador se efectúa como condición expresa del contrato.

El administrador acepta, en este mismo acto, su cargo y manifiesta no hallarse incurso en causa alguna de incompatibilidad establecida en la legislación vigente.

**8ª.- Distribución de pérdidas y ganancias**

La distribución de ganancias y pérdidas entre los socios se efectuará de forma proporcional a su participación en el capital social.

**9ª.- Normas sobre disolución**

La sociedad se disolverá por las causas legalmente establecidas.

Así mismo los comparecientes pactan expresamente que en caso de muerte de uno de los socios la sociedad continuará con los herederos del difunto.

**10ª.- Normas sobre liquidación**

Para proceder a la liquidación de la sociedad, ya sea total o parcial, se estará a lo determinado mediante acuerdo por la reunión de los socios que deba decidir sobre la disolución de la sociedad o sobre la exclusión de un socio.

Este será el contrato que firmarán ambos socios para fundar la sociedad.



## **G. DATASHEETS.**

DATASHEET	FABRICANTE	REFERENCIA
<b>74HC164</b>	Philips	74HC164N
<b>Chokes and inductors</b>	Epcos	B82144A2472K
<b>Flyport wifi datasheet</b>	Openpicus	Flyport Wi-Fi
<b>GPS Firmware</b>	Tyco Electronics	A 1037-A
<b>HCF4538 monoestable multivibrator</b>	ST Microelectronics	HCF4538B
<b>Header2x13_SMD Samtec</b>	Samtec	TSS-113-DV-G-D-01
<b>IR Emitter</b>	Vishay	TSUS540
<b>IR Receiver Module</b>	Vishay	TSOP39338
<b>LM358</b>	Texas instruments	LM358
<b>MC78M05LM78M05</b>	Fairchild	LM78M05
<b>NE555</b>	Texas instrument	NE555P
<b>NTGS3446 N-Channel Mosfet</b>	ON Semiconductor	NTGS3446T1
<b>PIC24 Family DataSheet</b>	Microchip	PIC24FJ256
<b>Schottky</b>	ON Semiconductor	MBRM110L
<b>SOFTPOTDATASHEETREV F2</b>	SPECTRASymbol	SP-L-0100-103-1%-ST
<b>Step-up driver NCP1450-D-85440</b>	ON Semiconductor	NCP1450-D-85440
<b>Ugn3503</b>	Allegro	Ugn3503