

## Instrumentación low cost para motociclismo deportivo. Experiencia en MX.

### Resumen

El artículo describe el desarrollo de una instrumentación básica, de bajo coste, destinada aun uso amateur, pero con prestaciones semiprofesionales, adaptada a la práctica del motociclismo off-road. Permite en esencia el registro, visualización en tiempo real, almacenaje y post-proceso de datos habituales en la telemetría como imágenes, sonido, desplazamientos, velocidad, aceleración tanto del vehículo, como de partes del vehículo o del propio piloto.



### Material

Tarjeta NI 9234 4 ch 5V 24 bit con NI USB 9162  
PC portátil 10" de campo + PC remoto  
Acelerómetros IPC PBC 5 g  
Potenciómetros Novotechnik 50 mm  
Controlador cardiaco POLAR  
HTC 3G, Bluetooth, Windows Mobile  
Cámara video GOPRO 60 fps  
Laptimer Xmonitor integrado en protector manillar  
GPS datalogger Qstarz Xtreme 5Hz  
Modem 3G (2)

Labview Signal Express  
Labview  
Logmein  
Racecrono  
Qsports racing software  
Debut video capture y editores y convertidores de video.

Mochilas, neoprenos, anclajes, soportes, cintas, abrazaderas, etc

## Utilidades

Telemetría: 5Hz Laptimer, velocidad, aceleración, altura, posición sobre mapa (googlemaps). Datalogger y tiempo real onboard (bluetooth)

Adquisición datos: Posición piezas mecánicas (frenos, suspensiones). Aceleración partes vehículo (tren delantero/trasero) y cuerpo humano (brazos, tronco, piernas). Datalogger y tiempo real en paddock (con cobertura 3G)

Video-sound record mediante óptica de gran angular.

Control pulsaciones piloto

Estudio de los circuitos, análisis de trazadas, adecuación de la velocidad al tramo, intercambio de información entre pilotos, puesta a punto de suspensiones, ajuste de desarrollos de cambio, etc. Fundamentalmente acaba siendo un histórico de gran utilidad.

## Experiencia MX

### Vehículos

- 1 KTM 65 2T
- 2 KTM 85 2t
- 3 KTM 250 4T
- 4 HONDA 450 4T

### Pilotos

Piloto	Peso	Edad	Nivel	Vehículo hab
A	40	10 Niño	Competición aprendizaje	2
B	60	22 Joven	Competición alto	3
C	80	44 Adulto	Competición medio	4



Todos los pilotos son de compleción atlética y se dedican con mayor o menor intensidad a la práctica de este deporte, desde un punto de vista amateur.

## Colaboraciones

AMJ14, empresa de ingeniería especializada en temas de instrumentación (habitualmente construcción).  
[www.amj14.com](http://www.amj14.com)



Escudería Martorelles, asociación deportiva centrada en la práctica, fomento y aprendizaje del motocross-  
[escuderiamartorelles.blogspot.com](http://escuderiamartorelles.blogspot.com)



Pilotos: Sergio Sánchez, Aleix Díaz y Jaume Terzán.



## Descripción de los equipos de medida

Distinguimos 4 bloques de adquisición:

1) Tarjeta de adquisición para PC.

Permite conectar los acelerómetros y transductores de desplazamiento (o cualquier otro tipo de sensor de salida 0-5 V), conectado a una tarjeta de NI de frecuencia alta de muestreo.

Los acelerómetros al ser del tipo IPC son alimentados por el equipo (batería del PC). Para los captadores de desplazamiento potenciométricos se adapta una alimentación 4,5V mediante pilas NiCa.

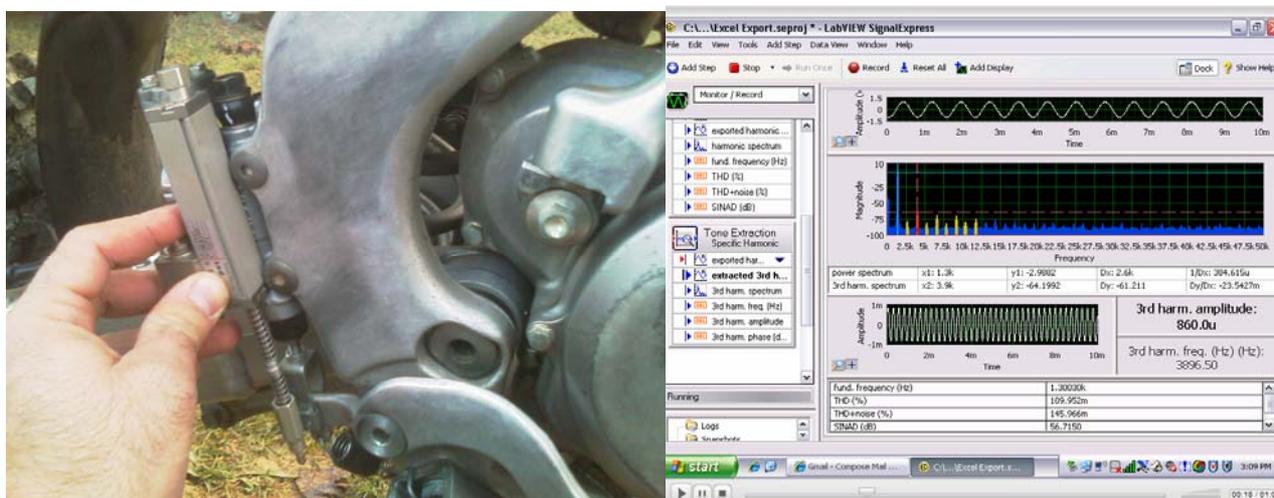
Estas tarjetas se conectan a un PC mediante un adaptador USB y son gestionadas mediante el programa de adquisición de datos Labview (con el Signal Express puede ser suficiente y es más sencillo por ser lenguaje de alto nivel. Ambos son en lenguaje G). Recurrir a un módulo integrado con procesador para prescindir del PC,

encarece demasiado nuestro propósito y tendría sentido si quisieramos desarrollar un aplicación más concreta con hard y soft embebidos.

Se ha usado un PC portátil de 10", transportable por el piloto en una mochila (las PDAs o los Notebooks requieren de soft más específico y menos estándar de NI).

Mediante un modem USB y un programa de gestión de redes virtuales como logmein, podemos habilitar un control remoto del equipo si este tiene cobertura (es recomendable 3G) desde otro equipo con conexión a Internet (en el paddok, la oficina, el taller o en casa, con PC fijo, portátil o incluso PDA) y trabajar en tiempo real. Las opciones wi-fi o inalámbricas se desestimaron por la falta de conexión y de velocidad de transmisión de datos en determinadas ocasiones, debido a las peculiares condiciones de los circuitos de motocross

Este bloque, por decirlo de alguna manera es el más profesional, y por tanto el más abierto a registros de todo tipo de señales, ya que existen multitud de tarjetas y sensores en el mercado. Por el contrario no esta totalmente adaptado, ni integrado a la necesidad, siendo su colocación y su transporte asociado al uso de mochilas, cables y sensores colocados hábilmente en vehículos y pilotos.



## 2) GPS

Permite registrar básicamente la posición, la velocidad y la aceleración del vehículo. Permite asimismo realizar las funciones de laptimer en un circuito cerrado. Se ha usado un GPS de 5 Hz (los de 1 Hz son insuficientes para nuestros objetivos).

Habitualmente se ha usado en modo datalogger, procesando a posteriori la información, sobre mapas de googlemaps y con las numerosas gráficas que facilita el soft proporcionado.

Es de por sí una herramienta muy potente. Su precisión como laptimer está dentro de la décima de segundo respecto a los cronometrajes oficiales. Permite ver velocidad y aceleración del vehículo cada 1/5 s.

Puede usarse en tiempo real montando una PDA (HTC) sobre el manillar, con uno de los múltiples soportes y fundas que existen en el mercado, funcionando a través de una conexión bluetooth, con ayuda de soft libre para Windows Mobile (Racechron). Puede ser muy útil en raids o enduro, pero es poco práctico en Mx, En la práctica la información que es capaz de procesar el piloto se reduce a la del laptimer montado sobre el protector del manillar, que le permite visualizar tiempos totales, por vuelta y por tramos si procede. Tampoco el bluetooth cubre desde boxes al vehículo, para ser usada la PDA como visor remoto (lo sería sólo vía 3G).



Los datos pueden ser exportados a formatos importables por Labview y por tanto superponibles a los obtenidos en 1).

### 3) Video y sonido

Este apartado es el más asequible, de uso más familiar y conocido por una gran mayoría de usuarios.

Consiste en una micro cámara de gran angular, alimentada por baterías NiCa y una tarjeta SD como memoria (autonomía de aproximadamente 1 h). Puede colocarse en multitud de ubicaciones, tanto sobre la moto como sobre el piloto.

Podemos a posteriori sincronizar el video y el sonido con los datos de la telemetría o del resto de adquisiciones en la pantalla del ordenador.



### 4) Control cardiaco

Es independiente el resto de la instrumentación y simplemente se superpone a posteriori su registro con los datos anteriores. Para análisis del esfuerzo del piloto sobre el trazado.

## Descripción genérica de los ensayos

Se han realizado ensayos, coincidiendo con entrenos y carreras de motocross, los circuitos de Martorelles, Vallgorguina, Almenar y Olvan (entre otros), así como en rutas con quad en la zona de los Monegros. La duración aproximada de cada test es del orden de 90 minutos.

Los acelerómetros se han colocado básicamente sobre brazos y piernas de los pilotos (con ayuda de muñequeras y musieras elásticas de neopreno), con objeto de conocer los valores máximos admisibles para cada piloto en función de los tarajes de las suspensiones. En el análisis se han usado como parámetros de referencia los de normas existentes “herramientas sobre mano-brazo”

Los captadores de desplazamiento se han usado principalmente en las palancas de freno trasero, con objeto de analizar la técnica de frenada de cada piloto y estudiar desgastes prematuros de pastillas de freno.

El gps-datalogger se ha usado en todos los ensayos, colocado en las tijas frontales o en las mochilas de los pilotos.

La cámara de video se ha instalado en distintas posiciones, enfocando en ocasiones el trabajo de alguna pieza, siendo la más habitual la de sobre el casco del piloto, que luego permite visualizar la posición del piloto y el vehículo respecto a la pista.



## Conclusiones

Evidentemente la telemetría en las carreras profesionales está muy implantada desde hace unos años, pero su coste aún es muy alto. Aquí se plantea un equipo amateur de un coste inferior a los 3000 euros que puede ser utilizado por módulos, de forma independiente según las necesidades.

Conocer y analizar datos, a un amateur también le permite potenciar la mejora continua, tanto en la puesta a punto del vehículo, como en la técnica de pilotaje.

¿A que velocidad voy en la rampa de tal salto? ¿Por dónde pasé en aquella curva? ¿Porqué se me cansa más hoy el brazo? ¿Freno muy pronto en esa curva? ¿Rebota hoy más la moto atrás?. Son preguntas que hoy en día pueden resolverse con medios tecnológicos que están al alcance de todos.

El análisis y la interpretación de los resultados son motivo de un capítulo aparte, pero puede decirse que la diversidad de los perfiles estudiados, permiten medir parámetros con diferencias significativas entre sí (de hasta un 30%) y constituyen una base de datos de referencia para el futuro.

No obstante este trabajo se ha realizado, a parte de por el deseo de ayudar a los pilotos de la Escudería Martorelles, se ha realizado por pura diversión tecnológica y por afición al deporte del motocross y al off-road en general, con la participación desinteresada de la ingeniería AMJ14, acostumbrada a la realización de ensayos sobre elementos algo diferentes.

Jaume Terzán  
Ingeniero Industrial

Terrassa, 27 de octubre de 2010