

SISTEMA BASADO EN TECNOLOGÍA GNSS PARA LA MEDICIÓN AUTOMÁTICA DE LA CONTAMINACIÓN EN LA CONDUCCIÓN

Judith Blanco Matilla¹, Carlos Busnadiago Gutiérrez², Javier Paniagua Sanz², Arturo González Escribano³, Diego R. Llanos³

ABSTRACT

El presente artículo describe un sistema desarrollado por GMV y la Universidad de Valladolid, basado en tecnología GNSS, que permite, entre otros servicios variados (eCall, PPUI, etc.) recopilar información de consumo y emisiones de los distintos vehículos por medio de un equipo embarcado en los mismos. Dicha información se envía a un centro de control donde los datos son almacenados y procesados, pudiendo llevarse de esta forma un seguimiento y control automático de las emisiones de CO₂ de cada vehículo, con los beneficios que ello conlleva y las aplicaciones que surgen en consecuencia.

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Transporte Inteligentes (ITS) son un componente importante de la respuesta global al desafío lanzado por la creciente demanda de movilidad tanto en el ámbito de las mercancías como en el transporte personal. Las tecnologías ICT aplicadas a estos sistemas ITS abren la posibilidad de reducir el impacto negativo que tiene el transporte en carretera, a la vez que ofrecen nuevos servicios a un amplio rango de nuevos actores como proveedores de infraestructuras, operadores de flotas, aseguradoras, etc.

En esta línea, las autoridades europeas están cada vez más implicadas para reducir las emisiones contaminantes de CO₂. Actualmente sus esfuerzos se centran en los fabricantes de vehículos (objetivo de 130 g/km límite para todo el parque de vehículos europeos fabricados a partir de 2012). Sin embargo no hay una forma fiable de realizar un seguimiento de las emisiones una vez que el vehículo abandona la fábrica más allá de las revisiones periódicas (ITV).

La emisión final que produce un vehículo a lo largo de su vida útil depende también de otros factores como el tipo de uso, ciudad o carretera y, como resulta obvio, del kilometraje recorrido por el mismo. En un año, un vehículo medio que realice 20.000 Km en una ciudad altamente congestionada como Madrid o Barcelona, emitirá una tonelada más de CO₂ que un todoterreno que sólo se utilice para rodar por carreteras no congestionadas. Pero además, y esto es especialmente relevante, en el primer caso habría que tener también en

¹ Dep. de Informática, Universidad de Valladolid & GMV, jblanco@gmv.com.

² GMV, Parque Tecnológico de Castilla y León 101, 47151 Valladolid – España
Tel. +34 983 546 554, Fax +34 983 546 553, {cbusnadiago,javpan}@gmw.com

³ Dep. de Informática, Universidad de Valladolid,
Tel. +34 983 185 642, Fax +34 983 423 671 {arturo,diego}@infor.uva.es.

cuenta la congestión marginal creada por el vehículo y su impacto en la emisión marginal del resto de vehículos en la vía.

Inicialmente se supone que el impuesto sobre carburantes que grava más a quien más consume, bien por que realiza más kilómetros bien porque los realiza consumiendo más, debería actuar sobre esos factores adicionales. Sin embargo no es así pues es incapaz de distinguir si un usuario está contribuyendo o no la congestión urbana. Dicho de otra forma, si el consumo de combustible fuera el mismo, gravaría igual a un conductor que recorre 30 Km por una vía fluida que a otro que recorre 10 Km sobre una muy congestionada. Aparentemente el sistema es justo, pues la emisión del vehículo en ambos casos pudiera ser muy semejante, sin embargo en el segundo caso el conductor con su vehículo ha contribuido a congestionar aún más la vía y a que cada uno de los restantes usuarios consuman más y por tanto emitan aún más CO₂. Aunque el efecto en emisión adicional de CO₂ por vehículo sea muy pequeño este aparece multiplicado por los miles de vehículos restantes. Ese efecto no lo tiene en cuenta ni el impuesto de matriculación ni el impuesto de carburantes.

Sin embargo la tecnología GNSS permite aplicar esquemas más novedosos donde el usuario no perciba que paga un impuesto o tasa adicional sino que el dejar de contaminar y congestionar puede significarle un importante ahorro sobre los impuestos que ya paga.

GMV y la Universidad de Valladolid están colaborando dentro del proyecto MARTA (*Movilidad y Automoción con Redes de Transporte Avanzadas*), uno de los proyectos aprobados por el CDTI el año 2007 en el marco del Programa CENIT. Este proyecto tiene un presupuesto de 35 millones de euros para una duración de 4 años, y en él participan 18 empresas de 8 comunidades autónomas, más un total de 19 Universidades y Centros Técnicos. El objetivo estratégico del proyecto MARTA es asentar las bases científicas y tecnológicas para la movilidad del siglo XXI que permitan responder a los retos de seguridad, eficiencia y sostenibilidad a los que se enfrenta nuestra sociedad. Entre los desarrollos que se están realizando dentro de este proyecto se encuentra un sistema basado en GNSS que, por medio de un equipo embarcado en diversos vehículos, es capaz de proporcionar diferentes servicios (eCall, PPUI, ETC, diagnosis remota...). Como parte de este sistema, la OBU (On-Board-Unit) es capaz de recopilar información del consumo y las emisiones del vehículo y mandar esa información a un centro de control, donde dichos datos son almacenados y procesados, de forma que desde dicho centro de control es posible llevar a cabo un control automático de las emisiones de CO₂ de cada vehículo. Este artículo analiza algunos de los resultados obtenidos con un demostrador de este sistema.

Por añadidura, el hecho de aunar información de localización a la medición de emisiones permite un amplio rango de aplicaciones adicionales al simple control de las emisiones, y van desde gravar al usuario en función del número de kilómetros recorridos a lo largo de su vida útil en aquellas zonas o vías y franjas horarias que hayan sido definidas y publicadas como de alta congestión, el cálculo de la ruta más eficiente energéticamente para alcanzar un destino, “educar” al conductor sobre el modelo de conducción más ecológico/económico, analizar cuales son las zonas más expuestas a las

emisiones vehiculares y estudiar el efecto de medidas mitigatorias potenciales, etc.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El demostrador utilizado en este artículo utiliza la plataforma PALVIEW[®], desarrollada por GMV, que permite a equipos embarcados de diversa índole enviar todo tipo de información de manera inalámbrica a un centro de control, siguiendo un formato propietario de intercambio de datos. La naturaleza de la información enviada es muy variada, incluyendo tanto información de PVT (posición, velocidad y tiempo) como datos de sensores internos del vehículo (temperatura, emisiones, antirrobo, etc.). Al mismo tiempo, dicho envío puede hacerse tanto en tiempo real como de manera *off-line* en volcados periódicos de datos (reduciendo de esta forma el coste en comunicaciones).

La información recibida por el centro de control procedente de todos los vehículos es decodificada, procesada y almacenada. Aquí es donde reside el núcleo de la plataforma PALVIEW[®], cuyas principales características se listan a continuación:

- Modo de servicio ASP.NET, donde los clientes finales utilizan un cliente ligero (navegador web).
- Plataforma modular que diferencia distintas capas en función del cliente final.
- Permite la integración de de aplicaciones desarrolladas por terceros, gracias a su interfaz basada en servicios web para acceder a la información almacenada.
- Puede integrar varios tipos de equipos embarcados, incluyendo aquellos utilizados para la prueba de concepto de este artículo, desarrollados GMV.

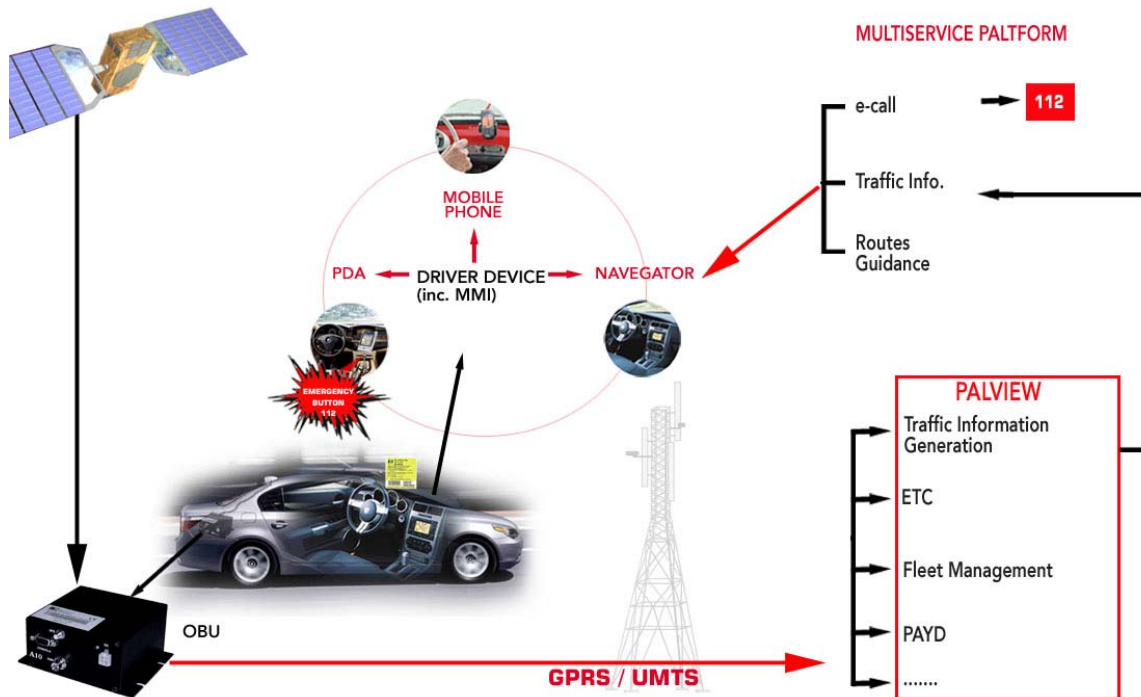


Fig. 1 – Arquitectura “una OBU – múltiples servicios” basado en la plataforma PALVIEW

La Fig. 1 ilustra el esquema de funcionamiento del sistema. Como puede apreciarse, desde el centro de control se ofrecen una serie de servicios muy variados a distintos clientes potenciales por medio de interfaces web. Entre estos servicios aparecen gestión de flotas, peaje electrónico, eCall, estudio del comportamiento del conductor, diagnóstico remoto, etc. incluyendo la medición de la contaminación que es objeto de este artículo. Una de las ventajas de esta filosofía es que es posible ofrecer varios servicios dentro de un paquete comercial, utilizando un único equipo embarcado por vehículo. Los paquetes para el acceso a la información que se utiliza en este artículo están actualmente bajo desarrollo.

REALIZACIÓN DE PRUEBAS

Como prueba de concepto del sistema, se instaló un equipo embarcado en un vehículo (VW Golf 1.9 TDI 105CV) con el objeto de analizar la influencia en el consumo y la contaminación de distintos factores (tipo de recorrido, comportamiento del conductor, etc.). Lo importante es disponer de los datos almacenados en central, una vez hecho esto pueden hacerse todos los análisis y aplicaciones off-line que se crean oportunas. En esta ocasión en concreto se trató de determinar cuál era el recorrido más eficiente energéticamente hablando de entre distintas alternativas [FNC08]

Para este estudio se utilizó como equipo embarcado una OBU de altas prestaciones (Fig. 2) con conexión a CAN bus, dada la naturaleza de la información que se necesitaba. Las características más destacadas se listan a continuación:

- Procesador ARM9 a 300MHz.
- Receptor GPS de 20 canales.
- Modem GPRS.
- 2 puertos USB 1.1.
- Ranura para memorias SD.
- 4 entradas y 4 salidas digitales, 2 entradas analógicas.
- Controlador CAN integrado.



Fig. 2 - Dispositivo de movimiento I10 (OBU)

Este equipo embarcado procesa la información del consumo del vehículo y la relaciona con la información de PVT del receptor GPS, enviando dicha información a la central vía GPRS. El cálculo de las emisiones puede hacerse

bien con sensores conectados al equipo capaz de medir las emisiones o bien (como se ha hecho en esta prueba) midiendo de manera exacta el consumo de combustible gracias a la información del bus interno del vehículo y asumiendo que la combustión completa de un litro de gasolina produce 2.370 gramos de CO₂, mientras que si lo que se quema es un litro de gasoil, las emisiones de CO₂ son un poco mayores, 2.650 gramos [MOT07].

1^{er} Test

En un primer momento se decidió comprobar algo que cualitativamente se conoce (que el consumo en un recorrido urbano es mayor que en uno extraurbano) pero de forma cuantitativa para conocer medidas concretas. La Fig. 3 muestra dos recorridos con el mismo origen y el mismo destino (las partes finales no están unidas por tratarse de un parking subterráneo donde deja de haber posiciones GPS a la entrada).

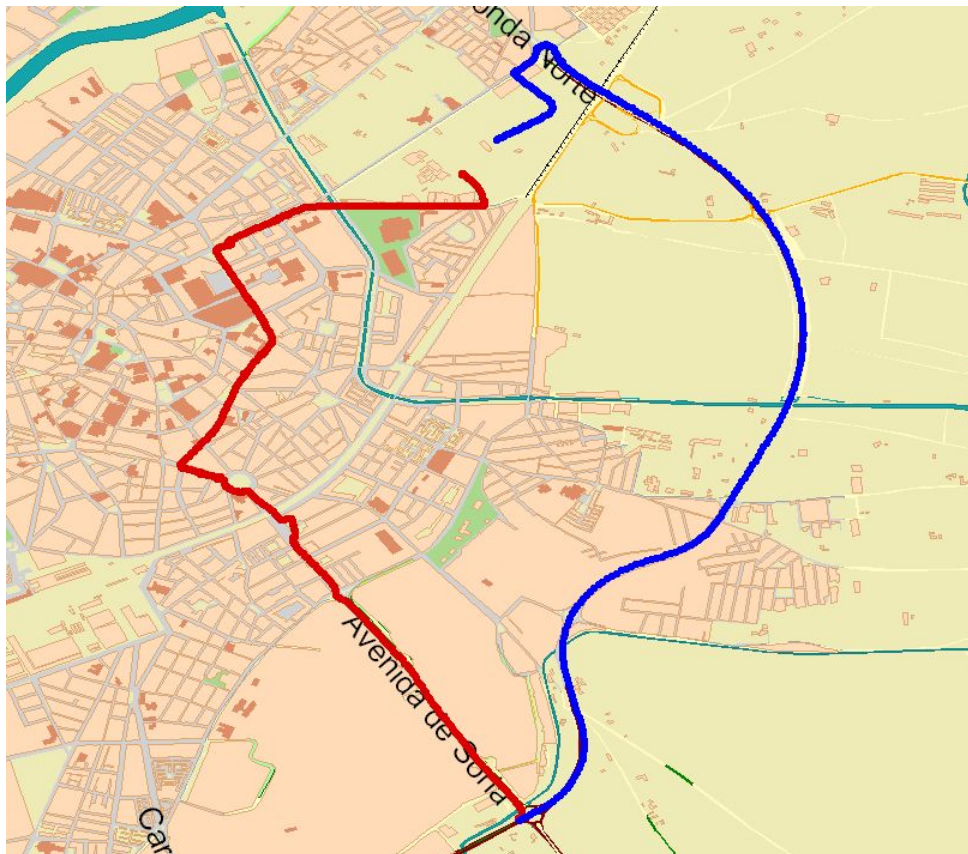


Fig. 3 – Comparación de recorridos urbano (rojo) y extraurbano (azul)

Las figuras Fig. 4 y Fig. 5 muestran parte de la información extraída del vehículo, que permiten hacerse una idea de las características de cada recorrido. Como puede apreciarse, el recorrido urbano (en rojo) incluye muchas más paradas (posiciones con velocidad cero) debido a los semáforos y retenciones, mientras que en el recorrido extraurbano la velocidad es más constante con tan solo un par de paradas.

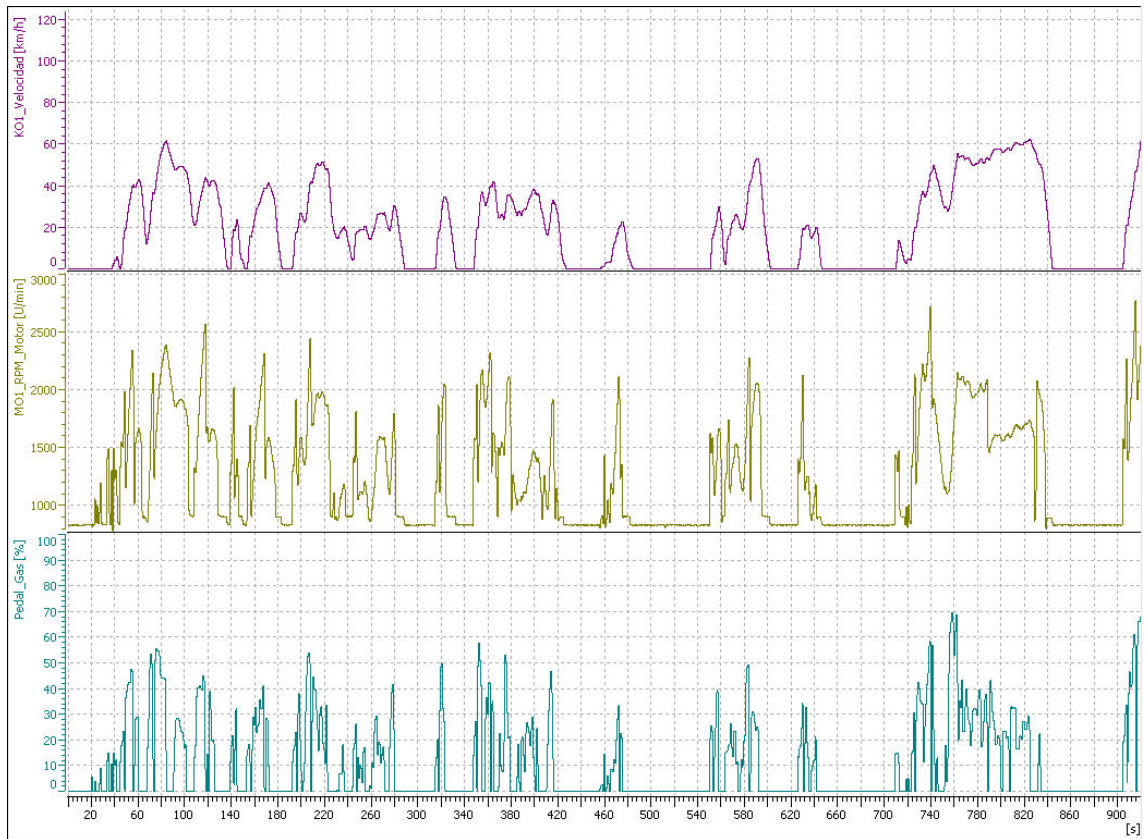


Fig. 4 – De arriba abajo, velocidad, RPM y posición del pedal del acelerador en recorrido urbano (rojo)

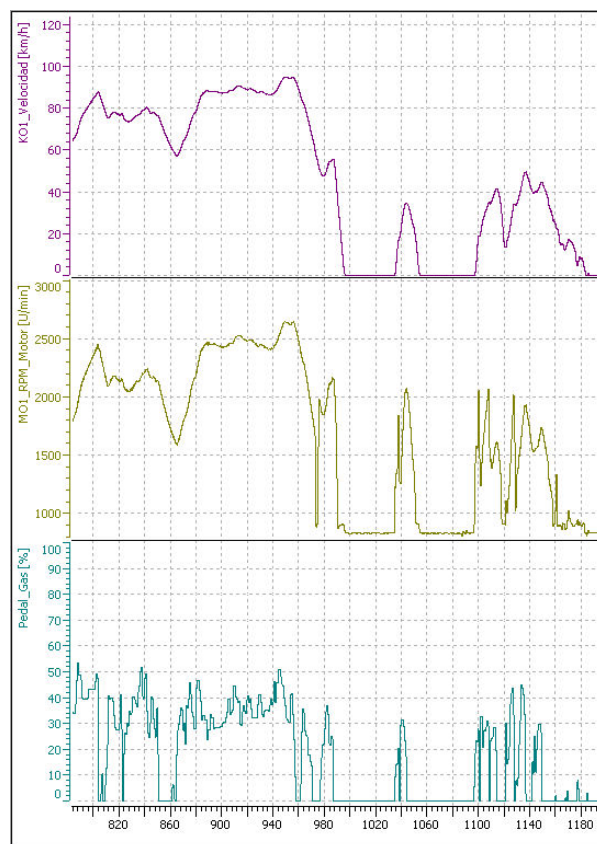


Fig. 5 – De arriba abajo, velocidad, RPM y posición del pedal del acelerador en recorrido extraurbano (azul)

Todo ello repercute en unos datos como los mostrados en la Tabla 1, donde puede verse que las emisiones en el recorrido extraurbano son casi la mitad a pesar de ser un recorrido más largo. La duración también es menor.

En función de estos datos, y apoyándose en un histórico de datos, el sistema recomendaría como ruta más eficiente la segunda. Pero no nos limitaríamos así sino que se podría enviar un feedback al usuario indicándole qué días está consumiendo por encima de la media para “educar” su conducción.

	Urbano (rojo)	Extraurbano (azul)
Duración	15m29s	6m50s
Longitud	4,725 Km	5,319 Km
Consumo total	0,410 l	0,233 l
Consumo medio	8,68 l/100Km	4,37 l/100Km
Emisiones CO ₂ totales	1086,92 g	616,73 g
Emisiones CO ₂ medias	230,02 g/Km	115,95 g/Km

Tabla 1 – Datos de los recorridos del primer test

2º Test

Puesto que no siempre es tan clara la diferencia entre rutas, se propuso realizar otra comparación entre dos recorridos similares que llegan a un mismo punto (ver Fig. 6). Uno de ellos (en rojo) tiene una primera parte relativamente fluida y rápida, pero al final del mismo suelen formarse embotellamientos con motivo de la entrada a la zona urbana. Esto puede corroborarse en las gráficas mostradas en la Fig. 7. El segundo de los recorridos, tal y como se aprecia en la Fig. 8, es más fluido en toda su longitud y tiene una velocidad media superior.

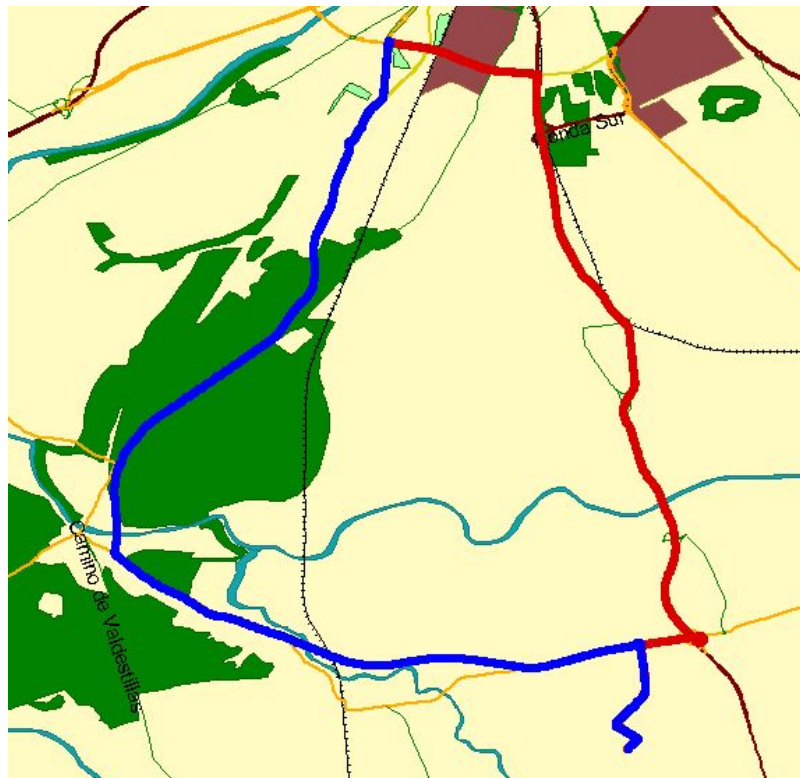


Fig. 6 – Comparación de recorridos lento (rojo) y rápido (azul)

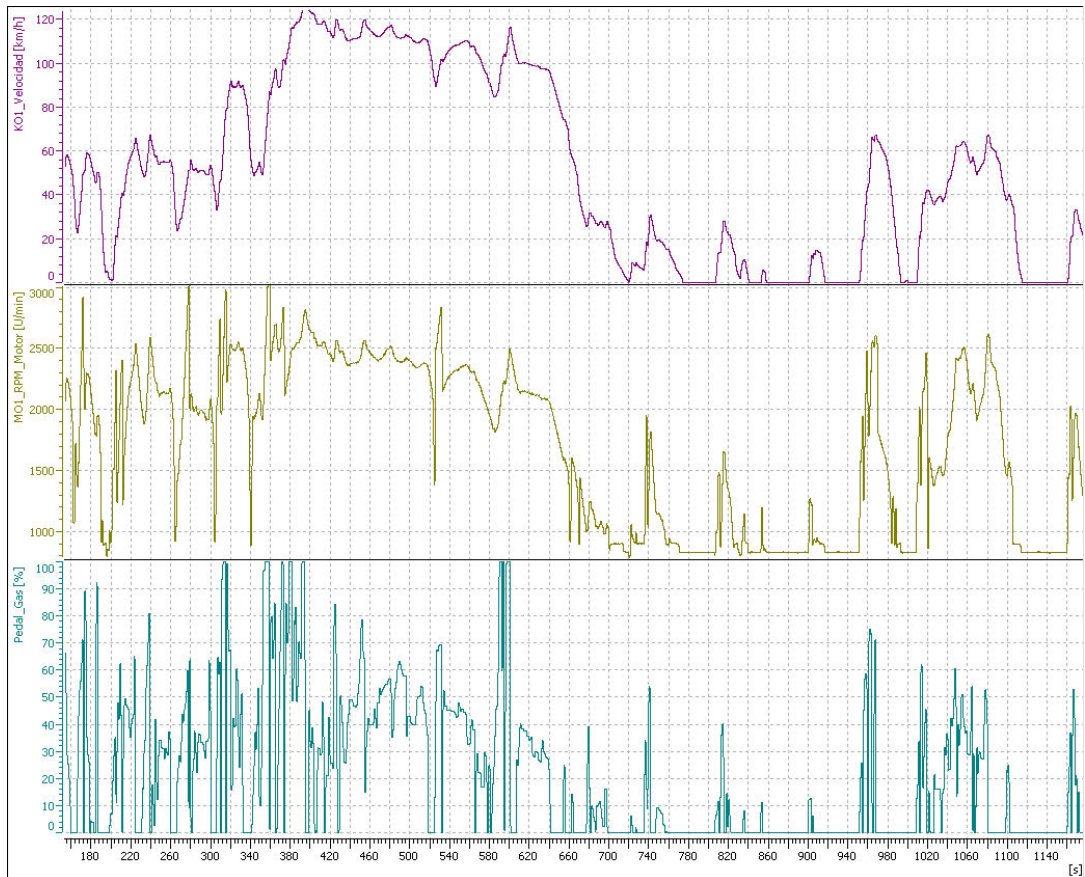


Fig. 7 – De arriba abajo, velocidad, RPM y posición del pedal del acelerador en recorrido 1 (rojo)

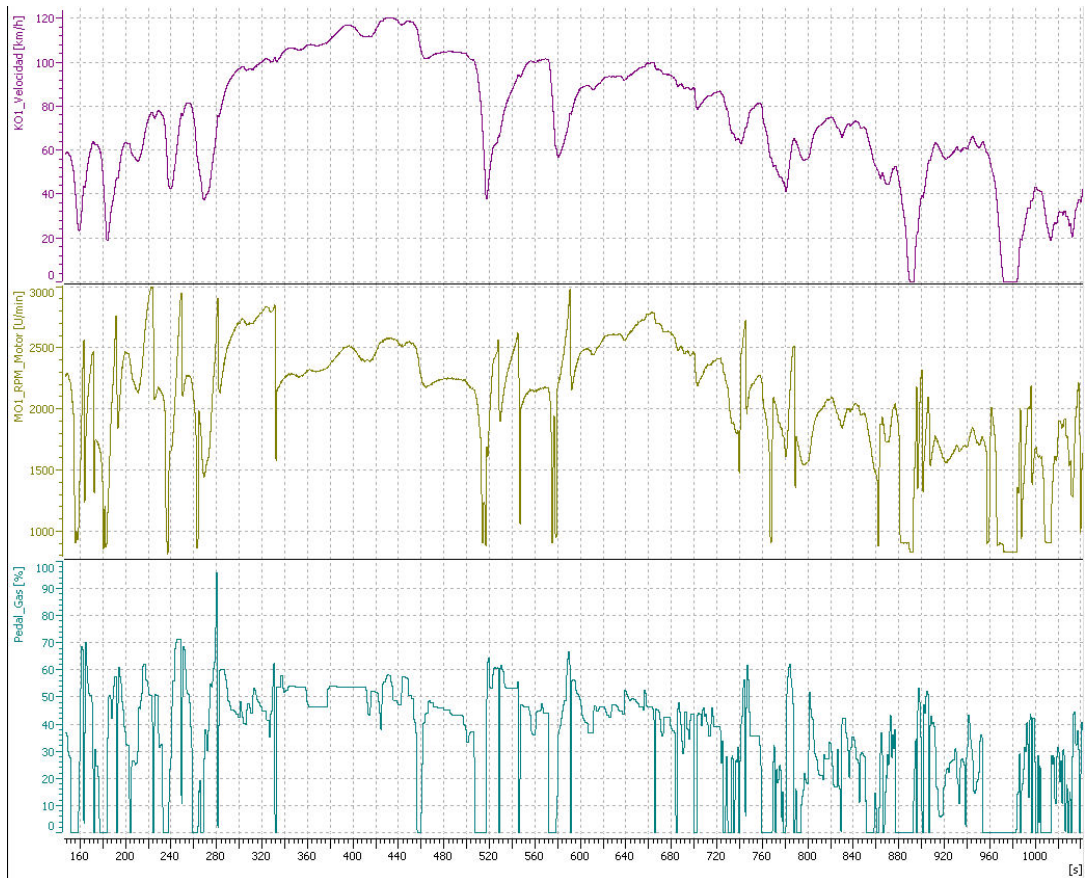


Fig. 8 – De arriba abajo, velocidad, RPM y posición del pedal del acelerador en recorrido 2 (azul)

	Lento (rojo)	Rápido (azul)
Duración	17m01s	14m55s
Longitud	14,341 Km	18,310 Km
Consumo total	0,831 l	1,120 l
Consumo medio	5,79 l/100Km	6,11 l/100Km
Emisiones CO ₂ totales	2202,79 g	2968,32 g
Emisiones CO ₂ medias	153,59 g/Km	162,11 g/Km

Tabla 2 – Datos de los recorridos del segundo test

En este caso también se da la circunstancia de que el recorrido más largo en distancia es el más rápido (el azul). Sin embargo, a diferencia del caso anterior, la medias de consumo y emisiones son mayores y también los valores totales de estas variables, por lo que si nos atenemos a criterios únicamente energéticos el recorrido rojo sería el más eficiente.

CONCLUSIONES

Las ventajas de un sistema basado en GNSS para el control automático de emisiones son muchas y muy variadas. Por un lado podemos centrarnos en la asistencia al conductor (sistemas ADAS) para ayudarle a reducir la contaminación producida y por tanto el dinero gastado en carburante, tanto por medio de avisos “en ruta” en el propio cuadro de mandos como por medio de informes periódicos que le ayuden a llevar un control de su conducción. Este aspecto es especialmente atractivo para empresas con un parque móvil extenso que controlar, donde el ahorro será mucho mayor si además pueden elegir aquellas rutas donde el consumo es históricamente menor. En las pruebas realizadas hemos visto cómo el ahorro de combustible puede ser significativo entre varios recorridos posibles que llevan a un destino determinado, y un sistema de estas características permite no sólo cuantificar ese ahorro sino también evaluar aquellos casos en los que las diferencias no sean tan claras.

Sin embargo, un sistema de estas características puede resultar especialmente atractivo para organismos gubernamentales, ya que pueden llevar a cabo un estudio de las zonas más congestionadas y que más sufren de emisiones de CO₂, a la vez que pueden comprobar los efectos que tienen las potenciales medidas mitigatorias tomadas en dichas zonas por medio de un seguimiento del sistema.

Asimismo, los gobiernos podrían gravar al usuario en función del número de kilómetros recorridos a lo largo de su vida útil en aquellas zonas o vías y franjas horarias que hayan sido definidas y publicadas como de alta congestión, en un esquema que en algunos ámbitos se conoce como *cheque verde* [GMV08]. Este concepto consistiría en ofrecer a los compradores de vehículos nuevos el reintegro de parte del impuesto de matriculación cuando éste vuelva a cambiar de vehículo. El cálculo de ese importe o cheque verde se haría de forma automática en base a los datos proporcionados por una OBU similar a la comentada en este artículo, cuya instalación debe autorizar el propietario cuando se adhiere a este esquema. La forma de determinar el importe del

cheque verde dependerá del tipo de vehículo y de la cantidad de kilómetros conducidos a lo largo de su vida útil en aquellas zonas o vías y franjas horarias que hayan sido definidas y publicadas como de alta congestión.

Además como el cómputo del descuento anterior no es preciso realizarse en tiempo real, si no que podría realizarse mensualmente en base al volcado periódico de datos registrados en la OBU, este esquema tendría un coste de comunicaciones móviles muy reducido. Además, el diferencial de impuesto de matriculación entre un vehículo muy contaminante y otro muy poco contaminante es de casi un 15% en algunos casos lo que en términos absolutos es muy superior a la inversión y coste operacional de la OBU, por lo que es una estrategia viable económicamente.

El resultado de este esquema es doblemente positivo, por una parte sigue primando la compra de vehículos poco contaminantes pero además proporcionará una motivación real para los propietarios de los vehículos más contaminantes a usarlos de una forma más respetuosa con el medioambiente.

REFERENCIAS

- [FNC08] The Fully Networked Car Workshop (Ginebra, Suiza), Marzo 2008, *Advanced In-Car Telemetry for Commodity Vehicles*.
- [MOT07] WebSite: <http://es.motorfull.com/2007/03/18/relacion-entre-consumo-y-emisiones-de-co2/>. Última visita: Septiembre 2008.
- [GMV08] GMV blog:
http://www.gmv.es/b2_gmv/index.php?blog=5&title=lpregl_preglfont_color_black_gel_cheque_&more=1&c=1&tb=1&pb=1. Última visita: Septiembre 2008