

05-017

Overview and future of efficient driving assistance in ultra-low power vehicles

Francisco L. Sáez-Gutiérrez; Antonio Guerrero; M. Socorro García-Cascales

Universidad Politécnica de Cartagena;

Currently, there are different systems of driving assistance which aims to increase the efficient driving. However, these systems are limited to conventional vehicles and are used to indicate the RPM level and the efficient gear. To perform a driving efficient more deep in vehicles of ultra-low consumption (electrical car, solar car, etc.), is necessary issue an assistance to indicate others parameters additional (as how use the gas pedal and the route more efficient, etc.). This assistance must take into account the current state of traffic and meteorology, vertical traffic signs, the energy consumption in real time and the most efficient route including the gradient of the route. There are various systems capable of consolidate an assistance of this kind: an OBD/Bluetooth link can be deployed to obtain the operating parameters in real time; is possible use a system GIS to know the level of traffic and the efficient route; we can apply an artificial vision system; etc. The objective of this paper is evaluate this systems on the bibliography and his application for conventional or general vehicles and his application in ultra-low power vehicles. Also, evaluate the requirements of this vehicles.

Keywords: Assistant; Efficient Driving; Eco; Ultra Low Power; Vehicle

Panorama y perspectiva de la asistencia a la conducción eficiente en vehículos de ultra bajo consumo

Actualmente, existen diferentes sistemas de ayuda a la conducción cuyos objetivos son incrementar la conducción eficiente. Sin embargo, estos sistemas se limitan a vehículos convencionales y a indicar el régimen de marchas de transmisión eficiente. Para realizar una conducción eficiente más profunda en vehículos de ultra bajo consumo, ya sean eléctricos, solares, etc., es necesario llevar una asistencia que indique otros parámetros adicionales como régimen de aceleración, ruta más económica, etc. Este asistente, debe tener en cuenta el estado actual del tráfico y meteorología, las señales verticales de tráfico, el consumo de energía en tiempo real y la ruta más eficiente incluyendo el desnivel de la carretera. Existen diversos sistemas capaces de consolidar un sistema de asistencia de este tipo: se puede implementar un enlace OBD/bluetooth para obtener los parámetros de funcionamiento en tiempo real; es posible utilizar un sistema GIS para saber el estado del tráfico y la ruta eficiente; podemos aplicar un sistema de visión artificial; etc. El objetivo de este artículo es estudiar estos sistemas en la bibliografía para vehículos convencionales o en general y ver aquellos que pueden ser de aplicación en vehículos de ultra bajo consumo y así como las necesidades específicas de estos vehículos.

Palabras clave: Asistente; Conduccion Eficiente; Eco-Ruta; Vehiculo Ultra Bajo Consumo

Correspondencia: FRANCISCO LUIS SAEZ GUTIERREZ francisco.saez@upct.es

Agradecimientos: Al UPCT SOLAR TEAM y a la Universidad Politécnica de Cartagena

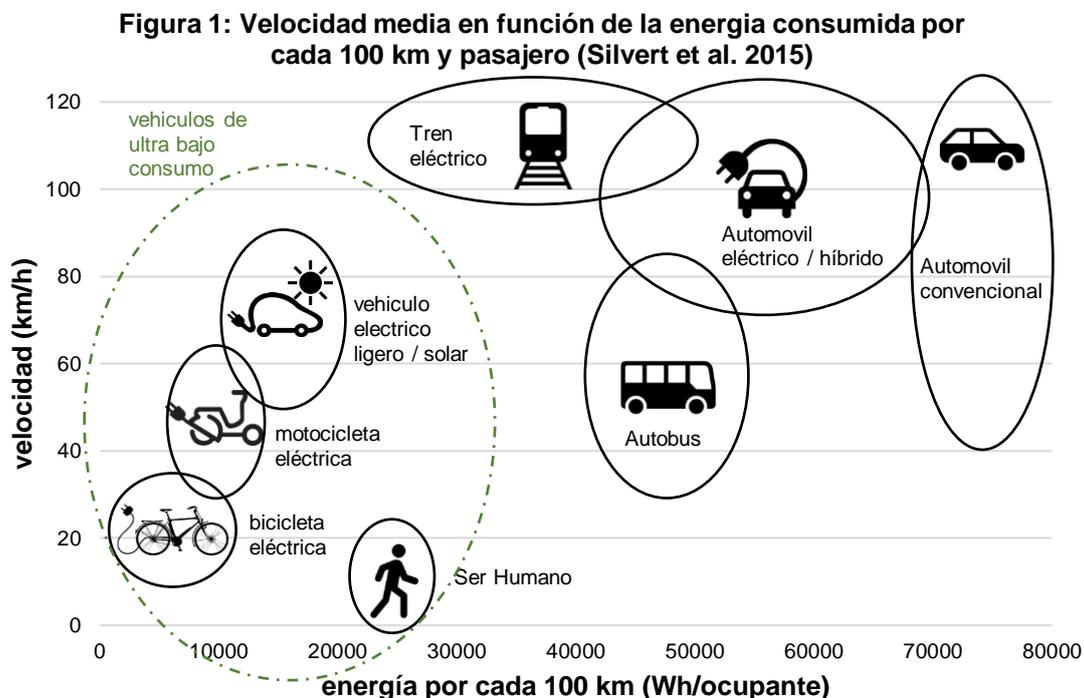


Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

1. Introducción y objetivos.

La conducción eficiente es, hoy en día, una necesidad debido a la problemática energética. Ya en la década de los 80, podemos encontrar en la bibliografía (Keyes 1978) referencia a esta problemática energética en la movilidad de la sociedad. Los combustibles fósiles ya se consideran como un recurso limitado. Por otro lado, el consumo de estos combustibles en áreas urbanas provoca importantes problemas de polución del aire.

Como definieron Silvert et al. (2015), los Vehículos de Ultra-bajo Consumo (UBC), en inglés, Low-Consumption Vehicle (LCV) son aquéllos cuya relación energía consumida/pasajero y velocidad media es la menor posible y cuya potencia motriz es asimilable a la potencia humana (>1CV). La figura 1 muestra la clasificación actual de los coches de ultra-bajo consumo en relación con los métodos de movilidad convencionales. Dentro del grupo de los coches UBC están englobados los vehículos eléctricos ligeros y los vehículos solares cuya relación de consumo y movilidad es la menor posible.



El funcionamiento y eficiencia de los vehículos UBC está altamente influenciado por determinados factores: el estilo de conducción, el estado del tráfico y las propiedades de la ruta, así como la meteorología. Para influir sobre la eficiencia de estos vehículos es necesario influir sobre estos factores. Para ello, es necesario realizar una asistencia al conductor que suministre instrucciones basadas en parámetros como: relación marcha/consumo energético, aceleración/deceleración, pendiente y desnivel de la ruta, estado del tráfico o incluso un mapa de sombras en caso de vehículos solares. El sistema tiene que identificar estos parámetros y obtener las instrucciones mediante un sistema de ayuda a la decisión.

Este artículo tiene como objetivo el plantear el estado del arte de esta problemática y plantar las bases para el desarrollo de un sistema de asistencia a la conducción eficiente en los vehículos de ultra bajo consumo. Se pretende realizar una revisión bibliográfica de artículos científicos con aplicaciones concretas en este ámbito desde lo general hasta lo particular. Partiendo de la revisión de las bases de la minimización del consumo en los diferentes prototipos de vehículos UBC en competiciones científicas hasta las diferentes propuestas en

detalle que pueden llegar a consolidar un sistema de conducción eficiente en los vehículos UBC.

En la sección 2 se definen los conceptos de vehículo de ultra bajo consumo y de manera individual dentro de las competiciones de eficiencia de vehículos, esto se hace con el objetivo de analizar qué resultados se han obtenido. En la sección 3, se realiza un estudio bibliográfico de los diferentes sistemas implantados para la obtención de los parámetros que alimentaran al sistema de eficiencia. Por último, en la sección 4, se realizan unas conclusiones que establecerán las bases de un sistema de ayuda a la conducción eficiente en vehículos UBC.

2. Vehículos de ultra bajo consumo.

Históricamente, la sociedad ha utilizado como medios de transporte aquellos impulsados por motores de combustión interna (MCIA) como indica Keyes (1978). Esta tecnología implica el aumento de peso y el consumo de los vehículos. Esta situación ha llevado a la aparición de varios problemas como el consumo y agotamiento de los combustibles fósiles o la aparición de gases nocivos para la atmósfera y de efecto invernadero, sobre todo las áreas urbanas. Bajo el estándar actual, el exceso de consumo de combustible y de emisiones contaminantes ha sido regulado por diferentes leyes tanto nacionales como europeas o internacionales. En un esfuerzo por resolver esta problemática, se han desarrollado tecnologías en dos vertientes: la primera, desarrollar la tecnología para que los vehículos con MCIA que emitan menos gases contaminantes, minimizando el consumo y/o con tecnologías que minimizan las emisiones; y la segunda, el desarrollo de fuentes alternativas a los MCIA como los vehículos eléctricos, solares, etc. La primera rama de desarrollo tiene como limitante el hecho de que toda oxidación de los combustibles fósiles conlleva la emisión de gases NO_x, CO y CO₂. La segunda rama de desarrollo tiene como limitación el consumo de una energía almacenada limitada como el almacenaje de energía eléctrica en las baterías o la energía solar disponible en cada momento. Por tanto, ambas ramas tienden a minimizar el consumo de energía del vehículo.

Es aquí cuando entra en juego el concepto de vehículo de ultra bajo consumo. Aquél que es capaz de suministrar la energía motriz necesaria para el movimiento del vehículo minimizando el consumo energético necesario en cada momento. La base de diseño de estos vehículos es el minimizar los factores que aumentan el consumo energético actuando sobre los parámetros que los controlan. Como indican Sivert et al. (2015), se minimiza el peso del vehículo ya que éste está relacionado directamente con el trabajo necesario para mover el vehículo. El diseño de la carrocería se debe realizar para reducir al máximo el coeficiente aerodinámico, como vemos en Carmeli et al. (2014). La rodadura del vehículo con la pista se minimiza al máximo diseñando los neumáticos óptimos, como vemos en Airale, Carello y Scattina (2011).

3. Competiciones de vehículos de ultra bajo consumo.

Todos los parámetros citados al final del apartado anterior son de aplicación tecnológica con una dificultad media-alta. El diseño e implantación de los vehículos de ultra bajo consumo se ha dividido en dos vertientes: la primera, la implantación comercial que está destinada a la aplicación en vehículos finales y una segunda, académica, donde se ha motivado la investigación centrada en el diseño de estos vehículos. Marcas comerciales y universidades han colaborado para estrechar estos dos caminos. La investigación en vehículos UBC motiva la aplicación de los resultados obtenidos en los vehículos de consumo con el objetivo de aumentar su eficiencia energética. Muestra de ello son las diferentes competiciones de vehículos eficientes que son organizadas por universidades y marcas comerciales y donde se diseña e implementan nuevas tecnologías de aplicación para la eficiencia del consumo de los vehículos.

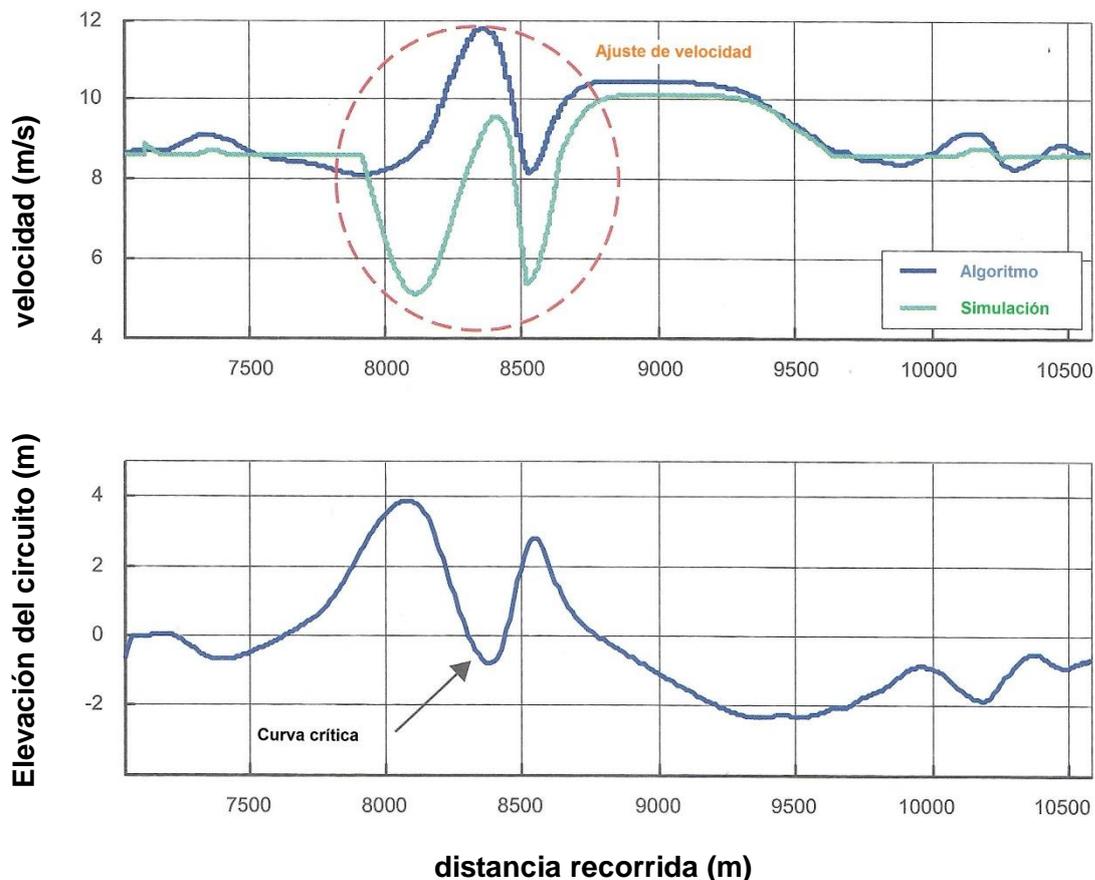
Una de las más conocidas es la ECO-Shell Marathon, organizada por la marca Shell y donde se insta a universidades y grupos de investigación de todo el mundo a obtener el vehículo con menor consumo energético pudiendo participar con diferentes tecnologías como biocombustibles, cogeneración, pilas de combustible, etc. A continuación, vamos a ver diferentes vehículos de ésta u otras competiciones y las soluciones y resultados que han obtenido para los diferentes parámetros que afectan a la eficiencia de los vehículos UBC.

3.1. PAC car II

Desarrollado por el instituto tecnológico de Zúrich (Santin et al. 2007), el PAC car II es un coche de bajo consumo que ha participado exitosamente en la competición ECO-Shell Marathon. Su chasis está fabricado en fibra de carbono y es movido por un motor eléctrico alimentado por una célula de combustible de hidrógeno.

Durante las pruebas en el circuito de Nogaro, el equipo del PAC car II, realizó mediciones de consumo realizando varias vueltas al circuito intentando mantener una velocidad media de 8m/s. Durante las mediciones se dieron cuenta que los consumos se veían afectados por los picos y valles de velocidad provocados por los cambios de elevación del circuito. Para corregir este hecho, idearon una estrategia de arranque/paro del motor en aquellos puntos cuyo consumo se disparaba, como muestra la figura 2. Gracias a este cambio en la estrategia de conducción, el consumo pasó de 3,836 km/l a 3,514km/l. Es decir, la estrategia de arranque/paro supuso un ahorro energético de un 8% aproximadamente.

Figura 2: Velocidad y elevación del circuito en función de la distancia (Santin et al. 2007)

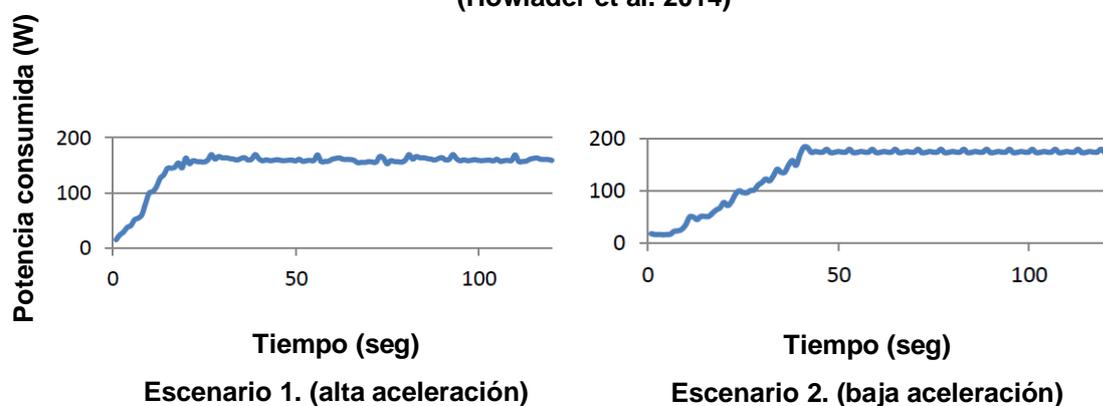


3.2. Qatar University Experience

Durante el año 2014, la universidad de Qatar (Howlader et al. 2014), preparó un prototipo de vehículo UBC para la participación en la competición Eco-Shell. El vehículo estaba dotado de un panel solar que alimentaba con 36V con un rendimiento de 1kW/m² a un motor eléctrico de 750 W.

Mediante simulaciones en banco de pruebas utilizaron un sistema de control implementado en LABVIEW para realizar diferentes ensayos. Mediante estos ensayos se dieron cuenta que el régimen de aceleración afectaba al consumo del vehículo. Así, obtuvieron dos escenarios para obtener una velocidad de 25km/h: en la primera se realizó un perfil de aceleración de 18 segundos y en el segundo escenario se implementó una aceleración de 40 seg, como podemos ver en la figura 3:

Figura 3: potencia consumida en función del tiempo para obtener una velocidad de 25 Km/h (Howlader et al. 2014)



El consumo en el primer escenario fue de 4,996 Wh y en el segundo de 4,752. Es decir, con un perfil bajo de aceleración, el ahorro energético fue de más de un 5%.

3.3. DAPHNE Politecnico di Milano

También durante 2014, el politécnico de la Universidad de Milán (Carmeli et al. 2014) desarrolló el vehículo DAPHNE para su participación en la Eco-Shell Marathon. El vehículo estaba dotado de 2 motores eléctricos DC de 200W alimentados por pack de baterías de litio sin aportación externa.

El equipo modelizó el circuito y realizó pruebas de consumo modelizadas en Matlab. Durante dichas simulaciones descubrieron que utilizando uno de los motores para el movimiento a velocidad estable del vehículo y activando el segundo motor cuando la demanda de energía era mayor (figura 4), podían obtener un 5% de ahorro (tabla 1).

Figura 4: Estados de funcionamiento selectivo de los 2 motores (Carmeli et al. 2014)

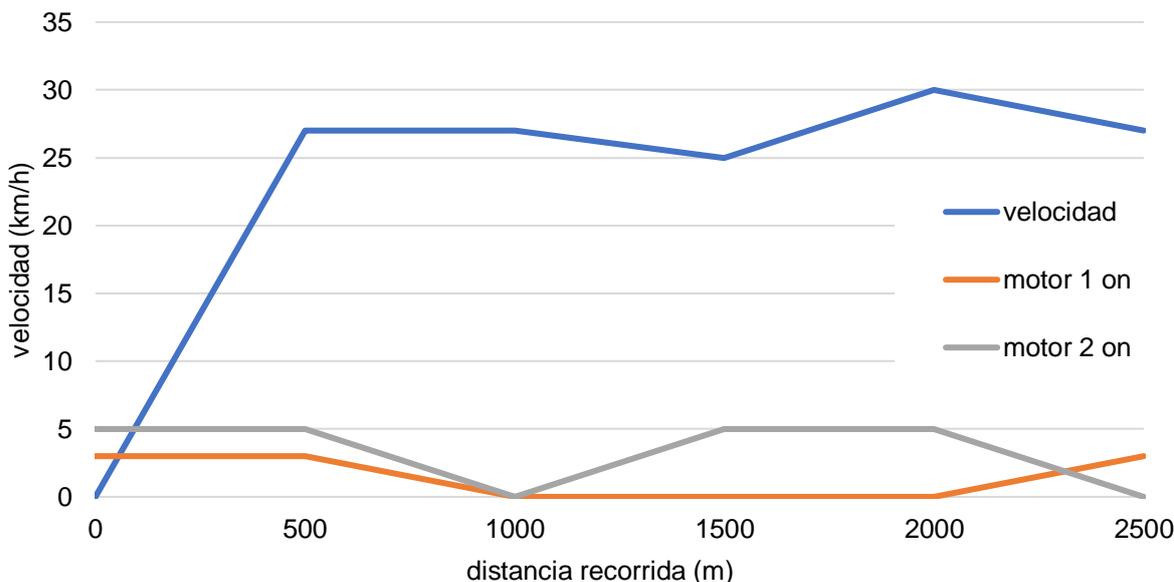


Tabla 1: Comparativa de energía consumida con y sin sistema selectivo de paro de motores

| | Carrera 1 (kW/h) | Carrera 2 (kW/h) | Carrera 3 (kW/h) |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Sin sistema de paro de motores | 129.1 | 135.8 | 135.9 |
| Con sistema de paro de motores | 118.2 | 124.6 | 124.9 |

3.4. Sunrayce '97. Universidad de Illinois

En 1997 se celebró en Estados Unidos la competición Sunrayce de vehículos solares de 150 millas en modalidad de contrarreloj. La Universidad de Illinois, encabezados por Daniels y Kumar (1997), desarrolló un vehículo solar.

Durante la prueba, el consumo energético y los parámetros de pendiente e irradiación solar de la ruta fueron medidos. Tras el análisis de las medidas obtuvieron los siguientes resultados. En el caso de la marcha en pendiente, el equipo descubrió que la solución óptima era la anticipación de la aceleración necesaria para remontar la pendiente. El resultado con esta estrategia fue de un consumo de 4061 As. Sin embargo, aplicando una estrategia de consumo constante durante la pendiente, el consumo fue de 4303 As. Lo que supone un ahorro del 6% para la estrategia de anticipación a la pendiente.

4. Sistemas de asistencia a la conducción eficiente

Actualmente, se están investigando e implementando diferentes sistemas de asistencia a la conducción cuyos objetivos son dar las indicaciones y entrenar al conductor en una conducción que minimiza y optimiza el consumo de energía. Estos sistemas crean órdenes de conducción a partir del análisis del consumo del motor y los parámetros que afectan a su consumo. Dichos parámetros, como hemos citado anteriormente, abarcan desde parámetros de operación del coche, como la frenada y el régimen de aceleración, o parámetros externos

de la ruta como pueden ser la pendiente, el estado del tráfico o la irradiación en el caso de vehículos solares. A continuación, vamos a repasar, por medio de la bibliografía, algunos ejemplos de asistencia a la conducción eficiente. Estos sistemas nos permitirán obtener los parámetros más importantes para construir y desarrollar una asistencia que incida de manera considerable sobre el consumo del vehículo.

4.1 Sistema de asistencia ARTEMISA

En 2016, los investigadores Corcoba y Muñoz-Organero (2016) de la Universidad Carlos III de Madrid implementaron un sistema de asistencia en un vehículo comercial. El sistema de asistencia daba una puntuación al conductor en función de su destreza a la hora de conducir eficientemente. El sistema obtenía información a analizar de cuatro fuentes: de internet obtenía el estado del tráfico y las condiciones meteorológicas (DGT y AEMET); de una cámara obtenía las señales de tráfico, Voila y Michael (2001); de un GPS obtenía la posición del vehículo; y, por último, de un enlace ODB-ECU los parámetros de consumo del motor.

Analizando los parámetros de las diferentes fuentes el sistema calcula la velocidad media óptima, el patrón de aceleración, la ruta más eficiente y los incidentes del tráfico.

La velocidad media óptima es calculada a través de un algoritmo genético (figura 5) que determina la velocidad media que debe de seguir el conductor y que minimiza el número de deceleraciones en función de la velocidad del vehículo, condiciones del tráfico y meteorológicas y la telemetría.

Figura 5: proceso de alimentación del algoritmo genético para el cálculo de velocidad media del vehículo (Corcoba & Muñoz-Organero 2016)



El patrón de aceleración óptimo es obtenido mediante la detección de señales de tráfico (Viola y Michael 2001) optimizando la frenada en función de la fórmula de la distancia de frenado (1):

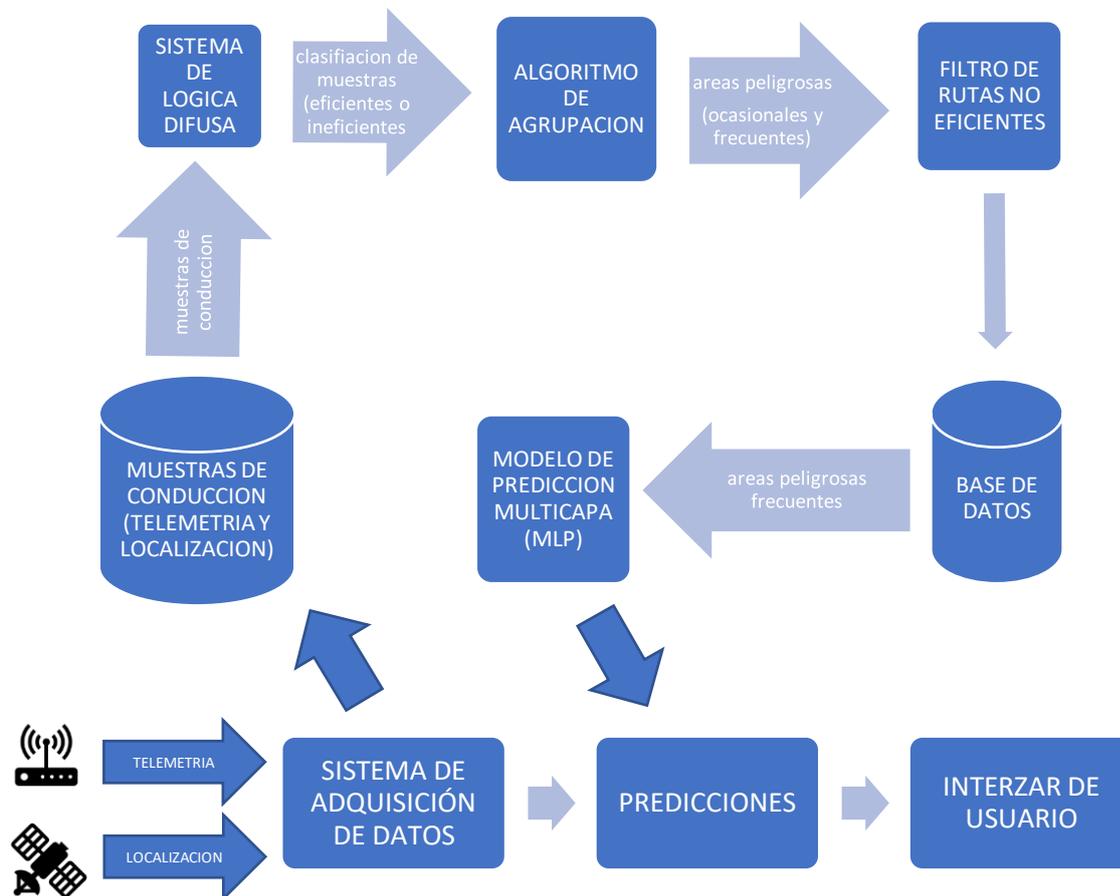
Formula 1: cálculo de distancia de frenado, d_s , del vehículo (Corcoba & Muñoz-Organero 2016)

$$d_s \approx \frac{x_2^2}{2 \cdot (\mu \cdot g \cdot \cos \theta \cdot (x_1) + g \cdot \sin \theta \cdot (x_1))} \quad (1)$$

donde x_2 es la velocidad del vehículo, μ es el coeficiente de rodadura con el suelo, θ es el ángulo de la pendiente de la ruta y g es la constante gravitacional.

El sistema detecta rutas no eficientes mediante un sistema de lógica difusa (figura 6).

Figura 6: Esquema del sistema de detección de rutas no eficientes (Corcoba & Muñoz-Organero 2016)

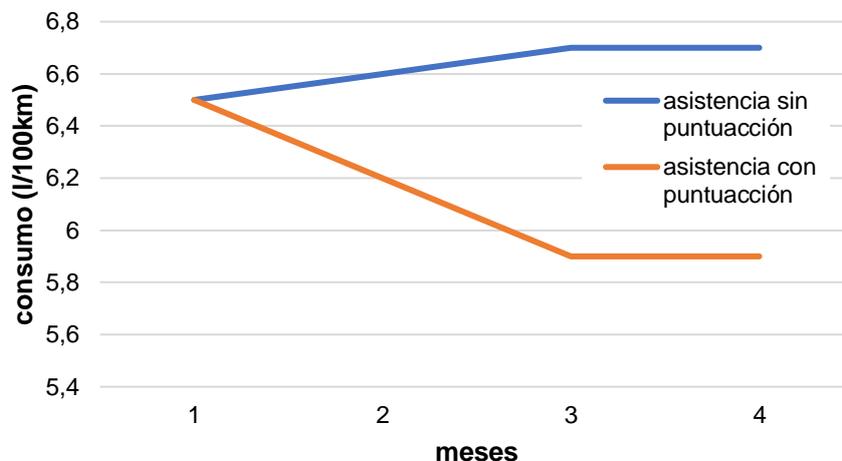


De esta manera, el sistema analiza la carga y aceleración del motor, la densidad del tráfico y la posición del vehículo para advertir al conductor sobre diferentes zonas de la ruta que no son eficientes.

Por último, el sistema también detecta incidencias del tráfico que implican paradas o ralentizaciones de la marcha del vehículo incrementando su consumo (Evans 1979) y (Gonder, Matthew y Witt 2012).

El estudio finaliza añadiendo a los consejos de la asistencia una puntuación al conductor en función de su eficiencia en la conducción. Los sistemas actualmente implantados se limitan a indicar al conductor el régimen de marchas en función de la aceleración y el régimen de vueltas. Como el sistema ARTEMISA tiene en cuenta parámetros más complejos, es capaz de identificar con una puntuación de diferentes parámetros el estilo de conducción eficiente del conductor. El conductor es conocedor de su puntuación y es capaz, mediante aprendizaje, de conseguir una mejora en su puntuación de conducción eficiente. En la figura 7 podemos ver que hay una gran reducción de consumo entre conductores que utilizaron sistema de puntuación y los que no lo utilizaron.

Figura 7: Comparativa de consumo con y sin sistema de puntuación a la eficiencia (Corcoba & Muñoz-Organero 2016)



4.2 Sistema de asistencia anticipado de eco-conducción ADAS

El sistema de asistencia anticipado de eco-conducción, en sus siglas en inglés "ADAS", fue desarrollado por la Universidad Técnica de Múnich para estudiar el impacto en el consumo de una asistencia anticipada al conductor. El estudio muestra diferentes opciones para dar asistencia al conductor con el objetivo de reducir su consumo. También realiza un estudio sobre el impacto que tienen diferentes situaciones del tráfico sobre la conducción eficiente. Por otro lado, el estudio descubrió que el tiempo de respuesta entre la interfaz de la asistencia y la respuesta humana era menor en la mayoría de las situaciones de tráfico.

La anticipación que puede tener el conductor ante las diferentes situaciones del tráfico es limitada. El estudio realizado por Schweigert (2002) concluye que el tiempo de anticipación que puede tener un conductor es de 2 segundos. Basado en la investigación de Povic et al. (2009), el horizonte de anticipación de un sistema de asistencia puede mejorar el de un conductor humano ya que el horizonte de sucesos de este último no está limitado sólo por la reacción humana, sino que también se ve afectado por factores externos como pueden ser las condiciones climáticas o interferencias en el campo de visión debido a grandes objetos.

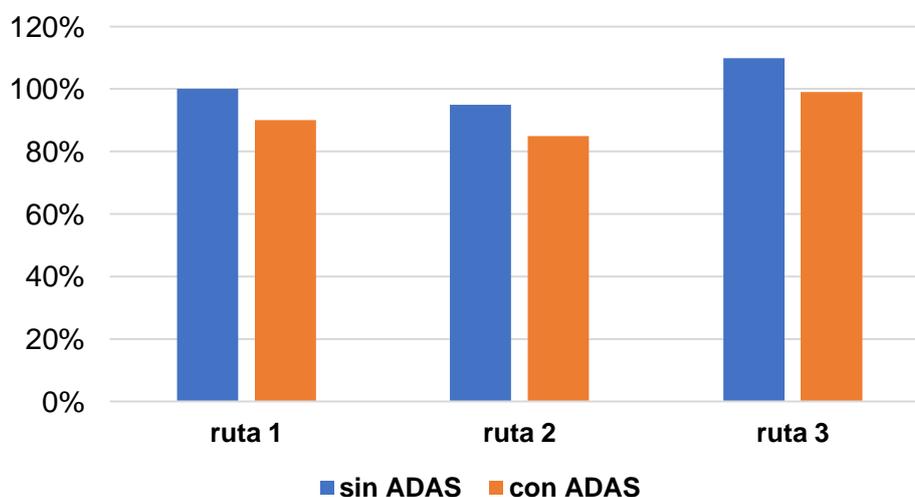
El sistema de asistencia anticipado tiene que proveer de información al conductor sobre eventos que están próximos a ocurrir en el transcurso de la conducción. Esta información puede ser obtenida mediante sistemas coche a coche, coche a entorno o mapas digitales. El objetivo del sistema ADAS es implementar una interfaz máquina-humano que dé al conductor una ventaja en forma de ventana-tiempo sobre las operaciones de conducción que debe realizar para mejorar su eficiencia. En la figura 8, podemos ver un esquema desarrollado por Nöcker, Mezger y Kerner (2005) sobre los procesos que intervienen y la ventaja en forma de ventana-tiempo de la que estamos hablando.

Figura 8: Ventana temporal de sucesos en las actividades del conductor con y sin asistencia (Nöcker, Mezger y Kerner 2005)



La metodología empleada en este artículo se basa en implementar un simulador de conducción con visión perimetral de 180° con el software SILAB, la dinámica de vehículo se simuló con el software CarSim y para el análisis de los datos se utilizó Matlab. Al simulador se le añadió un seguimiento de visión humana de sistema DIKLABIS. Mediante este simulador se analizaron diferentes escenarios de conducción y se puso a prueba una muestra de 27 conductores. Los conductores que realizaron la prueba con sistema de puntuación tuvieron un ahorro de combustible superior a los que no lo tuvieron. Podemos verlo en la figura 9:

Figura 9: Porcentaje de consumo de combustible con y sin asistencia (Nöcker, Mezger & Kerner 2005)



5. Conclusiones

En el artículo hemos definido una clasificación de vehículos de ultra-bajo consumo, destinado a solucionar los problemas de contaminación y eficiencia energética en la movilidad de la sociedad.

Hemos visto cómo se aplican diferentes soluciones para mejorar la eficiencia energética en competiciones investigadoras que están centradas en los parámetros a optimizar para conseguir una conducción lo más eficiente posible. Vemos que existen diferentes acciones

a aplicar sobre la conducción específica de vehículos UCB que mejoran en gran medida su eficiencia. Podemos ver un resumen en la tabla 3:

Tabla 3: Porcentaje de ahorro energético de los diferentes sistemas estudiados

| Sistema de eficiencia | % de ahorro energético |
|------------------------------|------------------------|
| Arranque/paro pendiente | 8% |
| Regulación de la aceleración | 5% |
| Doble motor selectivo | 5% |
| Anticipación a la pendiente | 6% |
| TOTAL | 24% |

Por otro lado, se ha estudiado dos ejemplos de sistemas de asistencia a la conducción que se basan en parámetros de aceleración, densidad de tráfico y parámetros de la ruta. Por un lado, el sistema ARTEMISA obtiene las instrucciones de asistencia teniendo en cuenta el estado del tráfico, las condiciones meteorológicas y parámetros del motor. Además, también implementa un sistema de puntuación que motiva al conductor obteniendo una conducción eficiente. Y, por otro lado, hemos visto el sistema de asistencia anticipada ADAS que permite obtener una ventaja en forma de ventana-tiempo anticipada que ayuda a la conducción eficiente.

Con los estudios realizados en los apartados 2 y 3, podemos aplicar las bases para la implantación de un sistema de asistencia a la conducción eficiente en un vehículo de UCB. En este futuro sistema de asistencia, tomaremos los diferentes modos de ahorro energético en vehículos UCB e implantaremos un sistema de asistencia que tenga en cuenta estos parámetros. Además, se utilizará un sistema de puntuación a la conducción eficiente y algoritmos de anticipación y de ayuda a la decisión. Este sistema permitirá gestionar y optimizar la energía consumida por un vehículo de UCB, cuyo consumo por sí mismo es extremadamente bajo. De esta manera, obtendremos una movilidad altamente sostenible y con una gran eficiencia y autonomía de amplio rango.

Referencias

- Airale A., Carello M. & Scattina A. (2011). Carbon fiber monocoque for a hydrogen prototype for low consumption challenge. *2011 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim*
- Carmeli M.S., Castelli-Dezza F., Galmarini G., Mastinu G. & Mauri M. (2014). A urban vehicle with very low fuel consumption: realization, analysis and optimization. *2014 Ninth International Conference and Exhibition on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER)*.
- Corcoba Magaña V. & Muñoz-Organero M.. (2014). Algoritmo para el cálculo de la velocidad media optima en una ruta (ASGA). *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI, vol. 11, no. 4, pp. 435–443, Oct.–Dec. 2014*
- Corcoba Magaña V. & Muñoz-Organero M.. (2015). Discovering regions where users drive inefficiently on regular journeys. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 16, no. 1, pp. 221–234, Feb. 2015*
- Corcoba Magaña V. & Muñoz-Organero M.. (2016). Artemisa: A Personal Driving Assistant for Fuel Saving. *IEEE TRANSACTIONS ON MOBILE COMPUTING, VOL. 15, NO. 10, pag 2437*
- Daniels M. W. & Kumar P. R.. (1997). Racing with the Sun: The Optimal Use of the Solar Power Automobile.
- Evans L.. (1979). Driver behavior effects on fuel consumption in urbandriving humans factors. *J. Human Factors Ergonomics Soc., vol. 21, pp. 4389–398, 1979.*
- Gonder J., Matthew E., & Witt S.. (2012). Analyzing vehicle fuel saving opportunities through intelligent driver feedback. *SAE Techn. Paper, no. 2012–01–0494, 2012.*
- Howlader A. H., Chowdhury N. A., Kamel M. M., Touati F. & Benamma M. A.. (2014). Development of Energy Efficient Battery Electric Car for Shell Eco-Marathon Competition - Qatar University Experience. *2014 Ninth International Conference on Ecological Vehicle and Renewable Energies (EVER)*
- Keyes J. H. (1978). Low Energy Consumption Vehicle Propelled By Thermal Engine. *U.S. Patent. 4131171.*
- Nöcker G., Mezger K. & Kerner B.. (2005). Vorausschauende Fahrerassistenzsysteme. *Workshop Fahrerassistenzsysteme, Walting, Germany, 2005.*
- Popiv D., Rakic M., Bengler K., & Bubb H.. (2009). Timing concept of assistance of anticipatory driving. *Proc. 17th World Congr. Ergonomics IEA, Beijing, China, 2009*
- Santin J.J., Onder C.H., Bernard J., Isler D., Kobler P., Kolb F., Weidmann N. & Guzzella L.. (2007). The World's Most Fuel Efficient Vehicle. *Vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.*
- Schweigert M.. (2002). Fahrerblickverhalten und Nebenaufgaben. *Dr.-Ing. (Ph.D.) dissertation, Faculty Mech. Eng., TU München, Munich, Germany, 2002*
- Sivert A., Betin F., Vacossin B., Lequeu T. & Bosson M. (2015). Optimization of the mass for a low-power electric vehicle and consumption estimator (e-bike, e-velomobile and e-car). *Wseas Transactions On Advances In Engineering Education Vol. 12.*
- Viola P. & Michael J.. (2001). Robust real-time object detection. *2nd Int. Workshop Statistical Comput. Theories Vis. –Model., Learn., Comput. Sampling, Vancouver, BC, 2001.*