




Descripción del
**Sistema de Alerta de Cambio
Involuntario de Carril**
y evidencias científicas de su eficacia



FITSA

Fundación Instituto Tecnológico
para la Seguridad del Automóvil

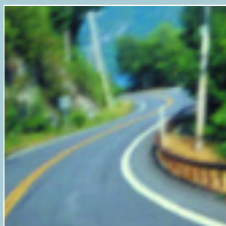
A photograph of a car driving on a winding road through a forest. The car is in the foreground, and the road curves to the right. The background is filled with trees and a clear sky. The image is overlaid with a dark, semi-transparent text box on the left side.

El objetivo de esta línea de actuación de Fitsa es difundir la eficacia, científicamente probada, de las tecnologías de seguridad y protección ambiental –valores positivos– presentes en el automóvil.

Con ello se pretende poner en valor social y de mercado el conocimiento de estas tecnologías, induciendo así su demanda por parte de los ciudadanos en beneficio de su seguridad y del medioambiente, que es uno de los Objetivos Directores de las actuaciones de la Fundación.

En los trabajos de investigación y análisis han colaborado diversas entidades especializadas en los ámbitos tecnológicos concretos, y a quienes Fitsa expresa su reconocimiento.

Descripción del Sistema de Alerta de Cambio Involuntario de Carril y evidencias científicas de su eficacia



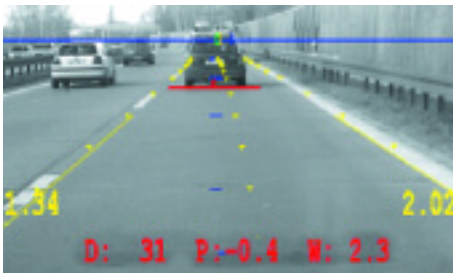
- El 10% de los accidentes en España es potencialmente evitable con la implantación del sistema de aviso en los casos de cambio involuntario de carril.
- En dichos accidentes fallecen al año en España cerca de 500 personas, resultan heridas graves otras 2.500 personas y leves unas 12.000.
- Se estima que la eficiencia del sistema es mayor en situaciones de cansancio o sueño y en los casos de distracción de la conducción.

El Sistema de Alerta de Cambio Involuntario de Carril, conocido internacionalmente como Sistema LDW, acrónimo de su denominación en inglés *Lane Departure Warning System*, es un sistema que detecta por diversos medios si el vehículo se está saliendo del carril de forma no intencionada y alerta al conductor para que pueda corregir la trayectoria del automóvil mediante la emisión de una señal acústica, óptica o sensitiva.

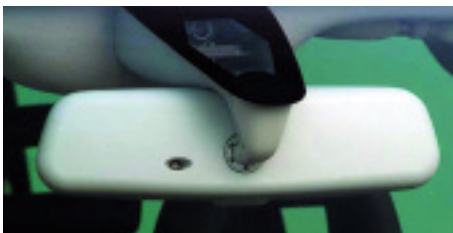
Los sistemas actuales de detección de cambio involuntario de carril están concebidos para funcionar a velocidades por encima de 80km/h, dado que por



Sensores IR.



Tecnología de cámaras CCD y visualización de Tracking o seguimiento en Toledo ACC Avanzado.



Cámara CMOS montada en pie de espejo retrovisor.

debajo de dicha velocidad se estima que el sistema es menos eficaz y resulta más complicado discriminar los cambios de carril realmente involuntarios de los voluntarios.

El sistema consta de sensores de detección de las líneas del carril, una unidad electrónica de control que procesa la información recibida por el sensor o sensores y que calcula en todo momento la posición y trayectoria del vehículo respecto a las líneas delimitadoras del carril, y una interfaz de usuario que consta del interruptor de puesta en marcha del sistema y de los sistemas de aviso al usuario (acústico, óptico y/o mediante vibraciones del volante o el asiento).

Las tecnologías de detección utilizadas son tres en este momento. La más sencilla y de coste inferior es la que utiliza sensores infrarrojos capaces de detectar o "leer" las líneas de la carretera, en tanto que las dos restantes usan la visión artificial y el escaneado láser del entorno.

Ventajas y desventajas de las tecnologías de detección

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Sensores IR	<ul style="list-style-type: none"> - Sencillez - Bajo coste 	<ul style="list-style-type: none"> - No prevé trayectoria - No distingue entre diversa señalización horizontal
Visión artificial	<ul style="list-style-type: none"> - Predice trayectoria - Distingue entre diversos tipos de señalización horizontal 	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas en curvas - Problemas en condiciones de visibilidad adversa (niebla...) - Alto coste
Scanner Laser	<ul style="list-style-type: none"> - Buena integración con otros sistemas ADAS - Integración en el vehículo 	<ul style="list-style-type: none"> - Muy alto coste

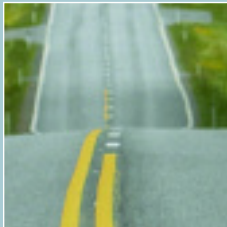
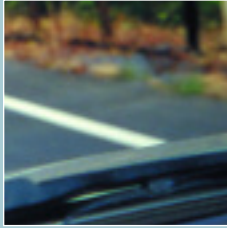


El potencial de prevención de accidentes

El Sistema de Alerta de Cambio Involuntario de Carril es uno de los dispositivos ADAS (*Advanced Driver Assistance Systems*) con un futuro más abierto en la lucha contra los accidentes de tráfico, ya que, en el caso de España, el 10% de los siniestros es, en principio, potencialmente evitable con la incorporación de este sistema a los automóviles, un índice que supondría alrededor de 10.000 accidentes menos al año. Esta es una de las consideraciones del informe realizado en 2005 por la Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil (FITSA) con la colaboración de la Sociedad de Técnicos de Automoción (STA).

En el caso de que el sistema sólo resultara efectivo fuera de zona urbana, y siempre considerando una implantación total del dispositivo en el parque de vehículos español, el porcentaje de accidentes que potencialmente podría ser prevenido por el control de trayectoria quedaría estimado en un 5% (el 47,5% de los accidentes en España son en carretera), lo que equivaldría a 5.000 accidentes menos por año.

El potencial de reducción de víctimas de este sistema es considerable: **aproximadamente 50 víctimas mortales (225 de ellas en carretera), 2.500 heridos**



graves (1.250 en carretera), 12.000 heridos leves (6.000 en carretera) y 30.000 vehículos implicados (15.000 en carretera).

A la hora de interpretar estos datos hay que tener en cuenta que la comercialización en Europa del Sistema de Alerta de Cambio Involuntario de Carril es muy reciente, por lo que **no hay datos suficientes ni en España ni en Europa para poder concluir cuál es la eficiencia real de este sistema, por lo que sólo se puede estimar el potencial de reducción mediante el establecimiento de hipótesis sobre cuáles son los accidentes en los que el sistema LDW podría tener algún efecto**, siempre a partir de los datos oficiales que, en el caso español, publica la Dirección General de Tráfico DGT.

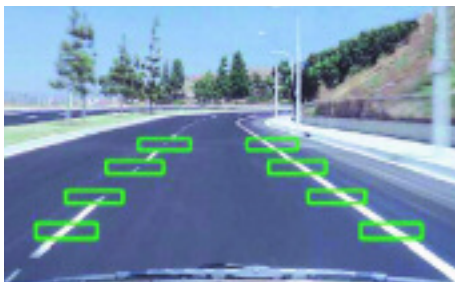


Un sistema útil

Los investigadores aseguran que los sistemas **LDW** **resultarán especialmente útiles en los casos en los que los conductores sufran una salida de carril involuntaria por causa de un despiste o falta de atención a la conducción, así como por cansancio o sueño.** Aseguran, además, que el sistema se convierte en casi **indispensable en carreteras monótonas y rectas en las que la somnolencia puede hacer su aparición, en condiciones de mala visibilidad, o cuando existe riesgo frecuente de distracción debido a los sistemas de telefonía, la manipulación frecuente de la radio del vehículo...**

A partir de lo anterior, los autores de la investigación consideran que los sistemas de alerta de cambio involuntario de carril, si fueran implantados en vehículos de hasta nueve plazas serían beneficiosos en los siguientes **tipos de siniestros:**

1. Salida de calzada. Uno de los accidentes más frecuentes, ya que el 22%



Tracking del Sistema LDW de Infiniti.

aproximadamente de los accidentes en España son de este tipo.

2. Colisión frontal, lateral o fronto-lateral con otro vehículo en condiciones de mala visibilidad por factores atmosféricos (niebla, lluvia fuerte o granizado). Este tipo de accidente se puede atribuir, al menos en parte, a un problema en la detección de las líneas de carril. El 1,5% de los accidentes por colisión con otros vehículos en España se dan en condiciones de mala visibilidad por factores atmosféricos; por otra parte, el 68% de las colisiones con otros vehículos son frontales, laterales o fronto-laterales, por lo que se puede concluir que aproximadamente el 1% del total de accidentes son potencialmente evitables con el sistema LDW.

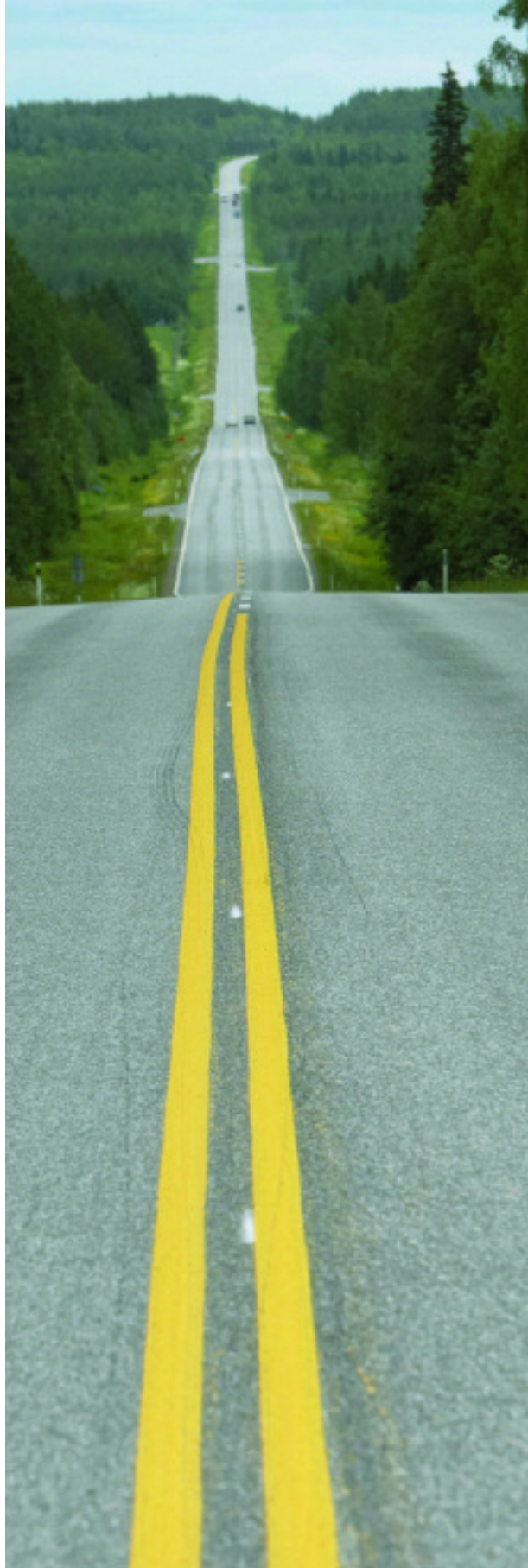
3. Colisión con obstáculo situado al margen la calzada, en concreto con un vehículo estacionado o averiado o con la valla de defensa, en condiciones de mala visibilidad por factores atmosféricos (niebla, lluvia fuerte o granizado). Este tipo de accidente también se puede atribuir parcialmente a un problema en la detección de las líneas de carril. Aproximadamente el 0,2% de los accidentes por colisión con obstáculos de la calzada en España se dan en condiciones de mala visibilidad por factores atmosféricos, y el 56% de las colisiones con obstáculos de la calzada son contra vehículos estacionados o averiados y contra las

vallas de defensa, todo lo cual representa aproximadamente otro 0,1% del total de accidentes en España.

4. Colisión lateral con otro vehículo fuera de intersección independientemente de las condiciones lumínicas y atmosféricas.

Se puede estimar que aproximadamente el 9,5% de los accidentes son de este tipo, dado que el 14% de colisiones son laterales y el 66,7% de todas las colisiones sucede fuera de intersección.

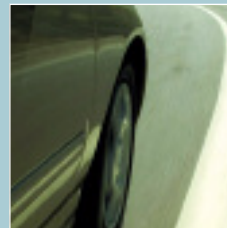
En lo que hace referencia a las **causas de los accidentes**, aproximadamente el 24% de los accidentes son provocados por **conducción distraída o desatenta** por parte de los conductores de turismos (según definición DGT). De hecho, las estadísticas policiales indican que en España alrededor del 10% de los conductores de turismos accidentados habían cometido una infracción por conducción distraída o desatenta. Otra de las causas de accidentes más frecuentes según las estadísticas es la **invasión parcial o total del sentido contrario de circulación**, circunstancia que puede ser causada por un despiste o por un problema de percepción (aproximadamente, el 3,5% de los accidentes se producen por invasión parcial o total del sentido contrario por parte de turismos y el 2%, aproximadamente, de los conductores de turismos implicados en accidentes han cometido una infracción por invadir parcialmente el sentido contrario).



Los costes y los beneficios

Con todos estos datos en la mano, los expertos trasladan a un plano económico la dimensión del beneficio reportado a la sociedad teniendo en cuenta los costes sociales que producen la mortalidad y las lesiones que se obtienen aplicando el método de cálculo contemplado en el Barómetro FITSA de Seguridad Vial

El precio estimado actual de los primeros sistemas de cambio involuntario de carril oscila entre 450 y 520 euros, si bien a medida que el sistema se popularice se lógico esperar una paulatina reducción. Si todos los automovilistas españoles instalaran este sistema en sus vehículos, cada año la sociedad se podría ahorrar un total de más de **96 millones de euros en prevención de fallecidos y de más de 41 millones en prevención de heridos** si se utilizan cifras de beneficio de prevención de accidentes calculadas según el **método de Indemnizaciones** (el cual asigna un valor de 349.687 euros a la prevención de una víctima mortal, y 5.441 euros a la prevención de un herido) o un total de más de **236 millones euros en prevención de víctimas mortales y de más de 78 millones en prevención de heridos si se emplea el método de disposiciones al pago** (el cual asigna un valor de 857.648 euros a la prevención de una víctima mortal y 10.419 euros a la prevención de un herido).



Los sistemas LDW en el futuro

Los expertos sugieren unas perspectivas sobre la evolución de los actuales sistemas de alerta de cambio involuntario de carril hacia una segunda generación mediante la mejora de distintos aspectos:

- Mejora de las cámaras de reconocimiento de imágenes (reducción de tamaño, mejora de la sensibilidad y de la capacidad de discriminación).
- Utilización de información proveniente de otros sensores disponibles en el vehículo (velocidad, ángulo de giro del volante, posición del vehículo sobre el mapa del sistema de navegación, etc.)
- Combinación del Sistema LDW con otras funciones avanzadas como ACC (Adaptive Cruise Control) o control adaptativo de la velocidad, AFS (Advanced Frontlighting System) o sistema avanzado de iluminación frontal, o LCA (Lane Change Assistant) o asistentes de cambio de carril, para conseguir la máxima eficacia de las distintas funciones. Esta mejora lleva

implícita una puesta a punto de las arquitecturas electrónicas embarcadas en el vehículo y relativas a todos estos sistemas.

- Mejora de los algoritmos de detección de línea, de seguimiento continuo de la posición del vehículo sobre la calzada, y de los tiempos de procesado de señal.
- Ampliación del rango de funcionamiento del sistema prolongando sus umbrales de velocidad mínima y máxima de funcionamiento, así como del tipo y características de las vías sobre las que resulta efectivo.
- Optimización de la ergonomía y el interfaz con el usuario (Human Machine Interface).
- Uso de sistemas de detección de cansancio del conductor que permitan predecir situaciones de peligro de modo que sea posible informar de ello al Sistema LDW y se anticipe al peligro alertando al conductor e incluso tomando acciones activas para mantener la trayectoria.



Funcionamiento del Sistema LDW del Citroën C4.

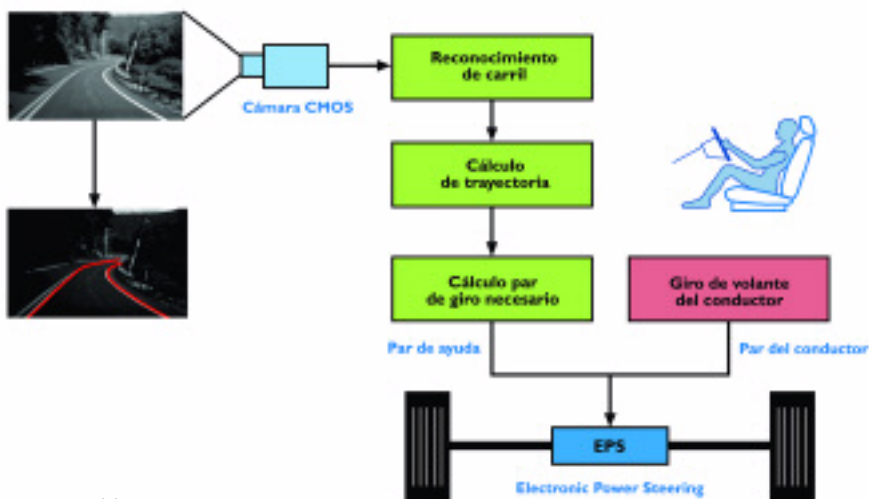
El mercado

Citroën ha sido el primer fabricante de vehículos del segmento medio que ofrece desde finales del 2004 el sistema en sus modelos C4 y C5, éste último desde marzo de 2005, aunque únicamente en las versiones con un acabado superior. EL LDW es de serie en el C5 y se instala como opción en el C4. Inicialmente se ofrece a un precio de 450 y 520 euros dependiendo del modelo.

En un futuro próximo, el catálogo de modelos con un Sistema de Alerta de Cambio Involuntario de Carril disponibles en España crecerá con la inclusión del Honda Legend (sistema LKAS) y el Citroën C6. Otros fabricantes también ultiman el paso a la fabricación en serie de sus sistema LDW.

Sin embargo, como sucede en muchas ocasiones, los vehículos industriales son los primeros en incorporar las aplicaciones de asistencia a la conducción, y este es el caso de Mercedes Benz, que integra un sistema LDW en sus modelos Actros basándose en visión artificial, ya que, según estudios de DaimlerChrysler, la salida de la calzada es la causa más importante de accidentalidad en el transporte de mercancías. Estudios realizados en Alemania y en Estados Unidos demuestran que la fatiga causa entre el 30 y el 40% de los accidentes de vehículos pesados.

El Sistema LDW de DaimlerChrysler, llamado Lane Guidance, consiste en una cámara integrada en la cabina del vehículo. Las



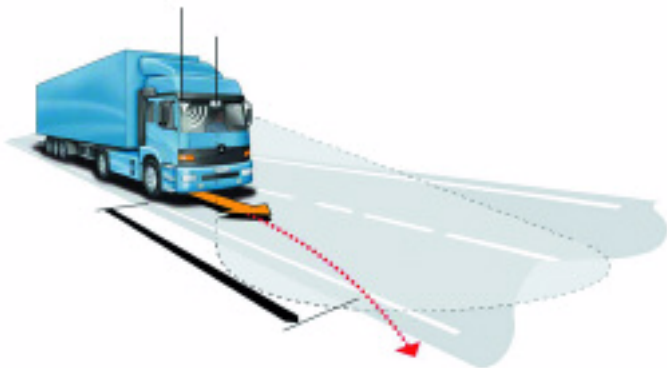
Arquitectura del Sistema LKAS

imágenes son procesadas en una centralita de control, que reconoce la posición del vehículo frente a las líneas delimitadoras de carril. Con esta información y con los datos de velocidad y giro de las ruedas, el sistema es capaz de determinar cuánto tiempo resta para que el vehículo se desvíe de la trayectoria marcada sobre el carril: cuando el tiempo restante baja de un nivel predeterminado, el LDW alerta automáticamente al conductor mediante avisos sonoros.

Desde el punto de vista de penetración en los mercados, cabe esperar que, a medida que las tecnologías de segunda generación vayan reduciendo los costes y gracias a las economías de escala, el sistema se generalice en los diferentes segmentos de vehículo tal y como ha sucedido con otros sistemas de seguridad como son el ABS o el ESP.

En este sentido, los investigadores son optimistas y recuerdan que los tiempos de

penetración total de los nuevos sistemas de seguridad se han ido reduciendo y acortando si se compara, por ejemplo, el tiempo necesario para la popularización del ABS o sistema antibloqueo de frenos (en torno a 25 años, ya que fue introducido por primera vez en el año 1979) y el tiempo que ha transcurrido para la difusión a gran escala del control electrónico de estabilidad (aproximadamente 10 años, dado que el sistema fue introducido en el año 1995).



Sistema LDW en Mercedes – Benz Actros

Evidencias científicas de la eficacia de las tecnologías Colección 2006

- 1.- El programa EuroNcap.
- 2.- Avance en el diseño de los reposacabezas
- 3.- Sistema de alerta de cambio involuntario de carril
- 4.- Avisa cinturones
- 5.- El control electrónico de estabilidad y el sistema de ayuda a la frenada
- 6.- Control inteligente de velocidad
- 7.- La llamada automática e-call
- 8.- Las luces de conducción diurna
- 9.- Sistemas de control de la presión de los neumáticos
- 10.- Las luces diurnas en vehículos de cuatro ruedas y la accidentalidad de ciclomotores y motocicletas
- 11.- Los sistemas de navegación
- 12.- La protección de peatones y ciclistas
- 13.- Tecnologías de propulsión híbridas

Individualmente se pueden descargar en www.fundacionfitsa.org

Patronos de la Fundación Fitsa



FITSA

Fundación Instituto Tecnológico
para la Seguridad del Automóvil

Centro colaborador

STA
SOCIEDAD DE TÉCNICOS DE AUTOMOCIÓN

© FITSA 2007. La obra se encuentra protegida por la ley española de propiedad intelectual y/o cualesquiera otras normas resulten de aplicación. Queda prohibido cualquier uso de la obra diferente a lo autorizado bajo esta licencia o lo dispuesto en las leyes de propiedad intelectual.

Se permite la copia, distribución y reproducción de la presente obra siempre que se realice de forma individual, no lucrativa y con la indicación de sus autores, de su procedencia y de los derechos de FITSA sobre la misma.

Prohibido sublicenciar la obra. Prohibida la modificación, reducción o ampliación de la obra así como su incorporación a otras obras sin el previo y expreso consentimiento por escrito de FITSA.