



Estudio sobre la efectividad de los sistemas de seguridad en los distintos vehículos sobre el riesgo de accidentes o lesión



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE VEHICULOS, S.A.



MINISTERIO
DEL INTERIOR

DGT
Dirección General
de Tráfico

Edita: Dirección General de Tráfico
Observatorio Nacional de Seguridad Vial
C/ Josefa Valcárcel nº 44
28027 MADRID

NIPO: 128-22-012-X

Maquetación: RALI, S.A.

Catálogo general de publicaciones oficiales: <http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Contenido

- 5** 1. Introducción
- 7** 2. Resumen ejecutivo
- 9** 3. Listado de sistemas analizados
- 11** 4. Conceptos analizados
- 15** 5. Comparativa de la efectividad de los sistemas analizados
- 19** 6. Disponibilidad en el mercado de los sistemas analizados
- 21** 7. Normativa
- 25** 8. Conclusiones
- 27** Anexo I: Fichas técnicas de los sistemas de seguridad

1

Introducción

En el año 2020 perdieron la vida en España, en accidentes de tráfico, 1.370 personas y en toda la Unión Europea el número de fallecidos fue de alrededor de 18.000. A pesar de que las restricciones de movilidad que se impusieron debido a la pandemia del Covid-19 se tradujeron en un importante descenso de los desplazamientos (los de largo recorrido se redujeron un 25%) y esto provocó una importante reducción de la mortalidad en las carreteras (de un 22% en España y de un 17% en la media europea) las cifras de fallecidos y heridos graves por accidente de tráfico continúan siendo preocupantes.

Los fabricantes de automóviles han desarrollado, en los últimos años, avanzados sistemas de seguridad que podrían ayudar a reducir esas cifras de accidentalidad grave, sin embargo, la difusión de esos sistemas en el mercado está siendo muy lenta, debido en muchas ocasiones a que forman parte del equipamiento opcional de los vehículos y no siempre son suficientemente conocidos y, por tanto, demandados por los consumidores cuando adquieren un vehículo nuevo.

Según datos del Parlamento Europeo, el uso de estos sistemas, conocidos como Sistemas Avanzados de Asistencia a la Conducción (ADAS, según sus siglas en inglés), podría **evitar hasta 25.000 muertes y más de 140.000 heridos graves** en las carreteras europeas durante los próximos 18 años, por lo que para impulsar su difusión aprobó el reglamento UE 2019/2144, que establece los sistemas de seguridad que serán obligatorios en los vehículos de nueva homologación en toda Europa. La medida forma parte del programa "Visión Cero", con el que se quiere reducir la siniestralidad grave en las carreteras a cero para el año 2050.

Centro Zaragoza, con la financiación de la Dirección General de Tráfico (DGT), ha elaborado este estudio en el que se analizan una serie de sistemas de seguridad, algunos de ellos ya obligatorios en la actualidad, y otros que pasarán a serlo una vez entrado en vigor el reglamento antes citado. En el presente estudio se expone su funcionamiento y los efectos de los sistemas seleccionados, al objeto de informar a los conductores sobre los beneficios que pueden proporcionarles.

El objetivo de este estudio es ofrecer información sobre los siguientes aspectos:

- Descripción del funcionamiento de cada uno de los sistemas de seguridad.
- Efectividad de los sistemas de seguridad, basada en estudios científicos publicados en revistas de prestigio. Se ha dado preferencia a los estudios de evaluación y metaanálisis basados en datos de accidentes reales, aunque también se ha complementado, en ocasiones, con referencias a resultados de estudios basados en ensayos en laboratorio o simuladores.

- Síntesis de la normativa nacional y europea que establece la obligatoriedad de estos sistemas de seguridad.
- Datos sobre la disponibilidad de estos sistemas de seguridad en el mercado español y europeo, cuando se disponga de datos.
- Ficha resumen de cada uno de los sistemas de seguridad analizados.

El estudio se ha centrado en las categorías de vehículos MI y NI¹, distinguiendo disponibilidad, efectividad y normativa para cada caso, en la medida de lo posible.

En los siguientes apartados se describen los principales puntos analizados en las fichas del anexo.

¹ MI: Vehículos destinados al transporte de personas que tengan, además del asiento del conductor; ocho plazas sentadas como máximo.
NI: Vehículos destinados al transporte de mercancías con un peso máximo inferior a las 3,5 toneladas.

2

Resumen ejecutivo

7

En el presente estudio se analizan veintiún sistemas de seguridad. La mayor parte de ellos son ADAS o Sistemas Avanzados de Asistencia a la Conducción, enmarcados dentro de la categoría de sistemas de seguridad primaria, entre los que también se han incluido, por su relevancia, algunos sistemas anteriores, como el ABS y el ESC. También se analizan los principales sistemas de seguridad secundaria, como los airbags, el cinturón de seguridad y los sistemas de protección de peatones, y el sistema de seguridad terciaria eCall.

De cada uno de estos sistemas se ha elaborado una ficha en la que se explica su funcionamiento y se ilustran sus principales componentes, tratando de ofrecer al lector una idea clara sobre qué puede esperar y qué no de cada sistema, es decir, en qué situaciones está previsto que intervenga, ofreciéndole un cierto nivel de asistencia o de mejora de su seguridad. Asimismo, se aporta, tras una exhaustiva revisión bibliográfica, información sobre la eficacia que ha demostrado cada sistema en la reducción de accidentes y/o de sus consecuencias lesivas. A partir de información proporcionada por los fabricantes de vehículos se aportan también datos sobre la disponibilidad de estos sistemas, en los vehículos puestos a la venta en España y en el mercado europeo, cuando ha resultado posible, tratando de diferenciar entre vehículos de las categorías M1 y N1. La normativa europea que regula la obligatoriedad de cada sistema de seguridad y las referencias bibliográficas que han servido de fuente completan la ficha de cada sistema.

3

Listado de sistemas analizados

Algunos de los sistemas analizados en el presente estudio ya están implementados, desde hace algunos años, de manera obligatoria en la totalidad de los vehículos puestos a la venta (nuevas matriculaciones). Otros, sin embargo, como los contenidos en el Reglamento UE 2019/2144, van aumentando su presencia en el mercado, pero todavía no se encuentran disponibles en todos los modelos de vehículos que se comercializan en nuestro país o en el resto de Europa.

Los sistemas de seguridad que se presentan en este estudio se agrupan, a su vez, en tres grandes bloques: sistemas de seguridad activa (o primaria), que son los que intervienen para tratar de evitar que se produzca el accidente; sistemas de seguridad pasiva (o secundaria), que son aquellos que actúan durante el accidente, para reducir sus consecuencias sobre los ocupantes; y sistemas de seguridad terciaria, compuesto por los sistemas que intervienen después de ocurrido el accidente, para facilitar la asistencia a las personas accidentadas. Se indican, en todos los casos posibles, los acrónimos de uso más generalizado para nombrar cada uno de los sistemas.

Sistemas de Seguridad Activa

Tal y como indica su nombre, los sistemas de seguridad activa o primaria son aquellos que actúan antes de que se produzca el accidente, para tratar de evitarlo o, al menos, reducir la gravedad del siniestro. El reglamento UE 2019/2144 incluye una serie de sistemas activos denominados sistemas ADAS (Sistemas Avanzados de Ayuda a la Conducción) que son analizados en este informe.

Tabla I
Sistemas de seguridad activa (primaria) estudiados

| Nº | Sistema de seguridad activa (primaria) | Acrónimo |
|----|--|-------------|
| 1 | Sistema Antibloqueo de Frenos | ABS |
| 2 | Control Electrónico de Estabilidad | ESC |
| 3 | Sistema de Aviso de Colisión Frontal | FCW |
| 4 | Sistema de Aviso de Colisión Frontal con detección de Peatones y Ciclistas | FCW + P + C |

| N° | Sistema de seguridad activa (primaria) | Acrónimo |
|----|---|-------------|
| 5 | Sistema de Frenada Autónoma de Emergencia | AEB |
| 6 | Sistema de Frenada Autónoma de Emergencia con detección de Peatones y Ciclistas | AEB + P + C |
| 7 | Sistema de Monitorización de Presión de los Neumáticos | TPMS |
| 8 | Adaptación inteligente de Velocidad | ISA |
| 9 | Control de Crucero Adaptativo | ACC |
| 10 | Detector de Marcha Atrás | REV |
| 11 | Aviso de Salida Involuntaria de Carril | LDW |
| 12 | Asistente de Mantenimiento de Carril | LKA |
| 13 | Sistema de Monitorización de Ángulos Muertos Sistema de Asistencia al cambio de carril | BSM LCA |
| 14 | Alerta de Tráfico Cruzado Trasero | RCTA |
| 15 | Sistema de Advertencia de Somnolencia y Distracción | DDR |
| 16 | Grabador de Datos de Incidentes | EDR |
| 17 | Iluminación Dinámica | – |

Sistemas de Seguridad Pasiva (Secundaria)

Los sistemas de seguridad pasiva o secundaria incluyen aquellos sistemas de seguridad del vehículo que se activan cuando el accidente tiene lugar; al objeto de minimizar los daños de los ocupantes y/o de los usuarios vulnerables de vía que se hayan visto implicados.

10

Tabla 2
Sistemas de seguridad pasiva (secundaria) estudiados

| N° | Sistema de seguridad pasiva (secundaria) | Acrónimo |
|----|--|----------|
| 18 | Airbag - Supplementary Restraint System | SRS |
| 19 | Cinturón de Seguridad | – |
| 20 | Sistemas de Protección al Peatón | – |

Sistemas de Seguridad Terciaria

Los sistemas de seguridad terciaria actúan una vez que el accidente ha ocurrido, minimizando la gravedad de este y evitando que pueda derivar en un daño mayor.

Tabla 3
Sistemas de seguridad terciaria estudiados

| N° | Sistema de seguridad terciaria | Acrónimo |
|----|----------------------------------|----------|
| 21 | Sistema de Llamada de Emergencia | eCall |

4

Conceptos analizados

II

Cada una de las fichas elaboradas por Centro Zaragoza para la descripción de los sistemas de seguridad consta de los siguientes subapartados:

Descripción del funcionamiento

En esta sección se describe, de manera sencilla y apoyándose en gráficos e imágenes, el principio de funcionamiento del sistema analizado. Se explican, además, los elementos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento.

En el caso de los Sistemas Avanzados de Ayuda a la Conducción (ADAS) cuya implementación se está produciendo, hasta la fecha, de manera progresiva, se indican algunos de los nombres adoptados por las diferentes marcas comerciales al no existir, por el momento, un consenso en su denominación.

Efectividad

Para la elaboración de este subapartado, Centro Zaragoza ha llevado a cabo un extenso estudio bibliográfico sobre la efectividad de los distintos sistemas de seguridad analizados. Estas efectividades han sido calculadas a través de modelos que simulan el sistema o bien, analizando los datos de siniestros disponibles hasta la fecha.

La gran mayoría de estas efectividades indican la reducción del número de accidentes o de víctimas en el tipo de accidente sobre el que tiene un mayor efecto el sistema analizado. En el apartado 5 se presenta un cuadro donde se resumen estas efectividades.

Al finalizar cada apartado se ha incluido un semáforo de colores que indica, de una manera visual, el grado de efectividad en el que se agrupa dicho sistema. Se han designado tres niveles:

Tabla 4
Intervalos de efectividad. Semáforo

| Efectividad | Color semáforo | Intervalo de efectividad |
|---------------------------|---|--------------------------|
| EFFECTIVIDAD BAJA |  | < 10 % |
| EFFECTIVIDAD MEDIA |  | 10 - 30 % |
| EFFECTIVIDAD ALTA |  | > 30 % |

Se atribuye una efectividad alta a aquellos sistemas que reducen más de 30 % la siniestralidad de la tipología de accidente sobre la que el sistema ejerce su principal efecto. Sistemas como el ESC o los airbags alcanzan este valor y, puesto que su efectividad está altamente contrastada, se han tomado como base para la definición de los tres niveles.

Normativa

La gran mayoría de los sistemas analizados se rigen bajo una normativa que puede regular sus especificaciones de diseño o su implementación en los vehículos que son puestos a disposición del consumidor. Se han indicado los siguientes aspectos en este apartado:

Normativa o reglamento vigente relativo a las fechas de implementación: algunos de estos sistemas son de obligado cumplimiento para que el vehículo sea puesto a disposición de los consumidores. Esto implica que, alcanzada una determinada fecha, todos los nuevos diseños deben contar con dicho sistema de serie.

- *Fechas de denegación de homologación:* Indica la última fecha a partir de la cual los vehículos ya no podrán ser homologados para su venta, en caso de no contar con dicho sistema de seguridad. Esto ocurre los sistemas ADAS incluidos en el reglamento UE 2019/2144.
- *Fecha de puesta en el mercado:* Última fecha a partir de la cual, los vehículos no podrán ser matriculados si no cuentan con el sistema de seguridad pertinente. Esta fecha siempre es posterior a la de homologación, para permitir a los vehículos en proceso de comercialización adaptarse a la normativa.

Normativa o reglamento vigente relativo a sus especificaciones técnicas: algunos sistemas, como son los cinturones de seguridad o los sistemas de iluminación, debido a que son elementos críticos en materia de seguridad, se regulan a través de normativas específicas, en las que se indican los requisitos mínimos de diseño que han de cumplir.

Disponibilidad

En cada una de las fichas se ha incluido el grado de disponibilidad del sistema de seguridad en el mercado. Esta información ha sido elaborada por Centro Zaragoza en base a los datos proporcionados por los fabricantes en el año 2021. La disponibilidad se clasifica en tres grupos:

-
- *Sistema de seguridad de serie*: este sistema se implementa siempre en un modelo y marca determinado, independientemente del acabado o motorización seleccionada por el consumidor.
 - *Sistema de seguridad opcional*: no se aplica de manera sistemática al vehículo. Puede aparecer de serie en algunos acabados o el consumidor puede incluirlo en el acabado final.
 - *No se dispone de información*: bien porque el sistema no se aplica en modelo/marca o porque el fabricante no ha detallado información relativa a este sistema.

Referencias bibliográficas

Al final de cada una de las fichas elaboradas por Centro Zaragoza se han listado las referencias bibliográficas en las que se ha basado el análisis llevado a cabo para cada uno de los sistemas de seguridad del apartado 0.

5

Comparativa de la efectividad de los sistemas analizados

Centro Zaragoza ha realizado un exhaustivo análisis bibliográfico para determinar el grado de efectividad de cada uno de los sistemas de seguridad analizados. Son numerosos los estudios llevados a cabo y las publicaciones donde se han analizado datos y metadatos, o bien se han elaborado modelos predictivos de comportamiento del vehículo con o sin el sistema de seguridad.

En la siguiente tabla se resumen los principales valores de efectividad, algunos de ellos relativos a efectividad en el total de los accidentes y otros relativos a la reducción de la siniestralidad en el tipo de accidente o víctima sobre la que tiene un mayor efecto el sistema analizado.

Se han clasificado en tres grandes grupos:

- Efectividad en la reducción del número de accidentes.
- Efectividad en la reducción del número de lesionados y/o de la gravedad de las lesiones.
- Efectividad en la reducción del número de víctimas mortales.

Tabla 5

Resumen de la efectividad de los sistemas de seguridad de acuerdo con la bibliografía analizada

| Sistema de seguridad | Efectividad: semáforo | Efectividad: accidentes | Efectividad: lesiones | Efectividad: víctimas mortales |
|----------------------|---|---|--|---|
| ABS |  | Sin efecto en las colisiones por alcance. | Disminuye 5 % el número de accidentes con lesiones. | Incrementa en un 6 % el número de accidentes mortales. |
| ESC |  | Disminuye un 51 % accidentes de todo tipo en carreteras con nieve. Disminuye un 71 % accidentes de todo tipo con un vehículo implicado | — | Disminuye entre un 30 % y 50 % accidentes mortales con turismos. Disminuye entre un 50 % y un 70 % los accidentes mortales con SUV y Todoterrenos. Disminuye entre un 50 % y un 90 % los accidentes mortales por vuelco. |

| Sistema de seguridad | Efectividad: semáforo | Efectividad: accidentes | Efectividad: lesiones | Efectividad: víctimas mortales |
|----------------------|---|---|---|--|
| FCW |  | Disminuyen un 27 % los accidentes por alcance. | Disminuye un 20 % lesiones en accidentes por alcance. | – |
| FCW + P + C |  | Disminuyen entre un 6 % y un 72 % los atropellos a peatones cruzando por el mismo lado del vehículo. Disminuyen entre un 9 % y un 90 % los atropellos cruzando por el lado opuesto al vehículo. | Mitigación de daños entre un 8 % y un 48 % en atropellos cruzando por el mismo lado del vehículo. Mitigación de daños entre un 5 % y un 48 % en atropellos cruzando por el lado opuesto al vehículo. | – |
| AEB |  | Estudio de GDV: Potencial reducción del 13,9 % (detección de vehículo parados o en movimiento) Estudio EuroNCAP: reducción del 38 % en colisiones por alcance. Estudio USA 22 Estados informes policiales: Reducción entre 45 % y 50 % colisiones por alcance. | – | – |
| AEB + P + C |  | Reducción de un 30,7 % atropello peatones. Reducción de un 45,5 % atropellos ciclistas. | Reducción potencial de entre 83 % y un 87 % en evitar heridos. | Reducción potencial de entre 84 % y un 87 % en evitar fallecidos. |
| TPMS |  | Reducción entre un 3 % y 6% de accidentes debido a fallo de los neumáticos | – | – |
| ISA |  | – | Reducción entre un 2,6% y un 9,5 % de lesiones en accidentes | Reducción entre un 4,5% y un 12,6 % de lesiones mortales |
| ACC |  | Reducción de un 25 % en colisiones traseras o por alcance. | – | – |
| REV |  | Reducción atropello peatones marcha atrás: Estudio 1: 41 % sistemas basados en cámaras, 31 % sistemas basados en sensores Estudios 2: entre un 28 y un 33 % en sistemas basados en cámaras | – | – |
| LDW |  | – | Reducción entre un 4% y un 11% de heridos en salidas de vía. | Reducción entre un 6% y un 11% de fallecidos en salidas de vía. |

| Sistema de seguridad | Efectividad: semáforo | Efectividad: accidentes | Efectividad: lesiones | Efectividad: víctimas mortales |
|------------------------------------|---|---|--|--|
| LKA |  | – | Reducción entre un 4% y un 13% de heridos en salidas de vía. | Reducción entre un 6% y un 21% de fallecidos en salidas de vía. |
| BSM LCA |  | Reducción entre un 14% por cambio de carril | Reducción de un 23% de lesiones por cambio de carril | – |
| RCTA |  | Estudio EE. UU: Reducción entre un 22 % y un 32% de las colisiones marcha atrás Estudio 2: Potencial reducción del 52 % en colisiones marchas atrás. | – | – |
| DDR |  | Potencial reducción de entre un 10% y 30 % accidentes causados por distracciones | Estudio 1: Reducción de entre un 1,5% y un 10 % de las lesiones. Estudio 2: Basado en datos de EE. UU, reducción de un 22 % de heridos. | Estudio 1: Reducción de entre un 1% y un 5 % de la mortalidad. Estudio 2: Basados en datos de EE. UU, reducción de un 16 % |
| EDR |  | Reducción entre un 15% y un 30 % de los accidentes | – | – |
| Iluminación dinámica | – | Potencialidad del 40 % de los accidentes de España | – | Potencialidad media de reducción del 84 % de los fallecidos (peatones y ocupantes) en condiciones de visibilidad reducida |
| AIRBAG |  | – | – | Airbag frontal: reducción de entre el 11% y 12% de la mortalidad. Airbag frontal colisión puramente frontal: reducción entre el 11% y el 30 % . Pick up, SUV, furgonetas en colisión puramente frontal, airbag frontal: Reducción del 29 % conductor y del 32 % ocupantes delanteros. Aribag laterales: 26 - 37 % Airbag de cortina: > 40 % vuelcos |
| Cinturones |  | – | Reducción de las lesiones entre un 20% y un 30 % | Reducción de la mortalidad en asientos delanteros: 40-50 % Reducción de la mortalidad en asientos traseros: 25-40 % |
| Sistemas de protección de peatones |  | – | Reducción de las lesiones de peatones por atropello entre un 82,2 % y un 95,4 % | Reducción de los fallecidos por atropello: 10 % |
| eCALL |  | – | Reducción secuelas entre un 10 y un 15 % | Reducción de 2.500 muertes/ año en Europa. |

6

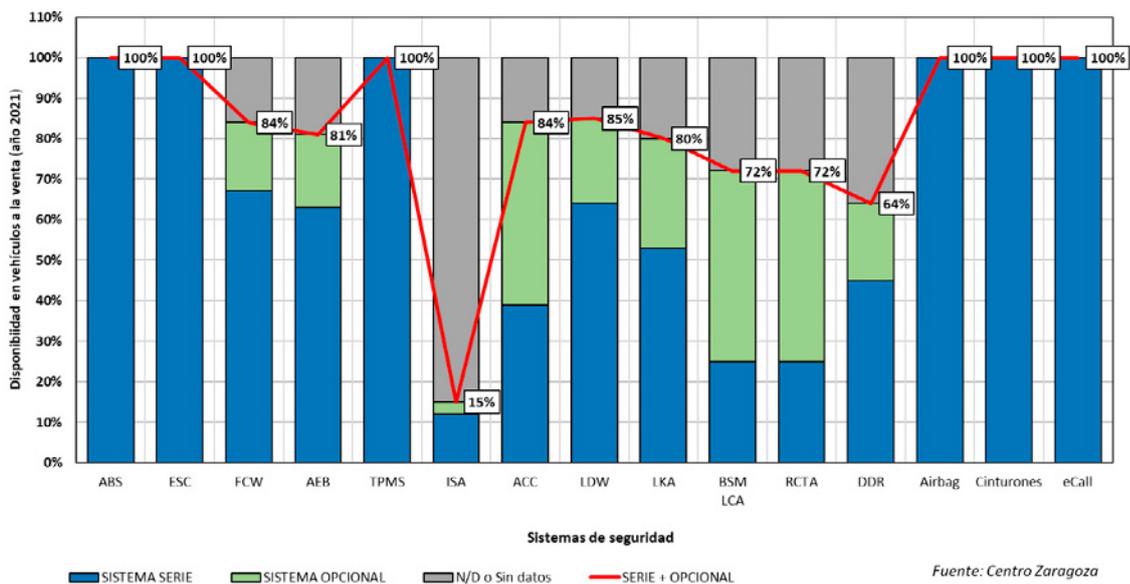
Disponibilidad en el mercado de los sistemas analizados

El análisis de la disponibilidad de los sistemas de seguridad en el mercado español se ha llevado a cabo por Centro Zaragoza a partir de los datos proporcionados por los fabricantes de vehículos. La información presentada hace referencia a la situación en el año 2021, momento en el que se ha elaborado este informe.

La previsión es que, a medida que se acerquen las fechas límites de implementación del reglamento UE 2019/2144 muchos de estos sistemas pasarán a ser de serie, en lugar de ser opcionales o de no aplicarse.

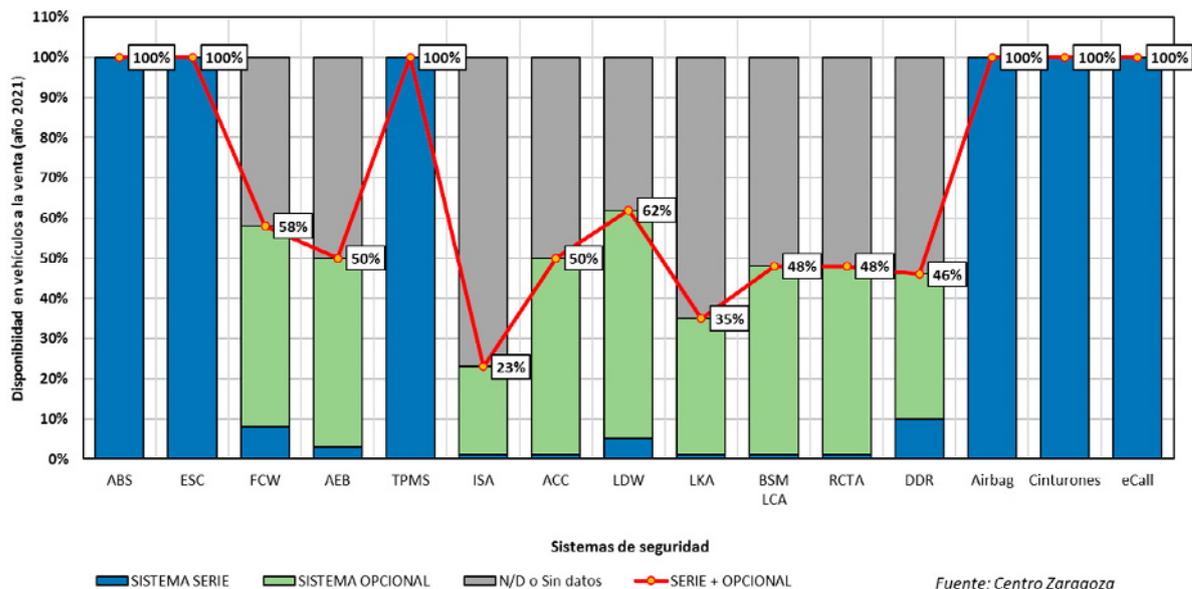
Los siguientes gráficos presentan de manera visual la disponibilidad actual en el mercado español para las categorías de vehículos M1 y N1.

Gráfica I
Disponibilidad en el mercado español de los sistemas de seguridad.
En vehículos nuevos de la categoría M1 a la venta en 2021



En el caso de los vehículos de Categoría M1, se observa que muchos vehículos cuentan ya, de serie, con buena parte de los sistemas ADAS analizados en este estudio. Los sistemas que muestran una menor presencia en el mercado de vehículos nuevos son el sistema Inteligente de Adaptación de Velocidad, ISA, y el sistema de Monitorización de Ángulos Muertos, BSM.

Gráfica 2
Disponibilidad en el mercado español de los sistemas de seguridad.
En vehículos nuevos de la categoría NI a la venta en 2021



20

Se observa en la Gráfica 2 que sistemas como el ABS, ESC, TPMS o los airbags, cinturones de seguridad y el eCall, se encuentran disponibles en el 100 % de los vehículos nuevos a la venta en España. Como se analizará en el punto 7, esto es debido a que estos sistemas son de obligada implementación en los nuevos modelos para ser homologados y puestos a la venta en Europa.

Actualmente muchos de los sistemas ADAS incluidos en el reglamento UE 2019/2144, y que pasarán a ser obligatorios en los próximos años, como por ejemplo el sistema ISA o el sistema de Aviso de Colisión Frontal, FCW, tienen todavía una presencia residual en muchos de los vehículos de la categoría NI nuevos a la venta.

7

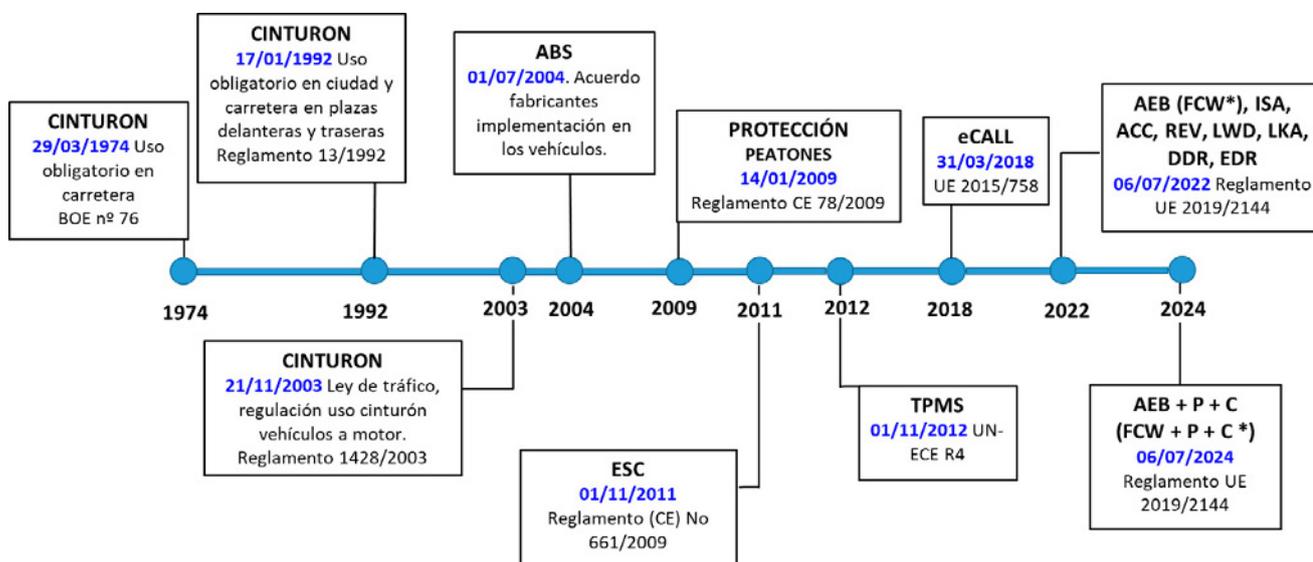
Normativa

En este apartado se resumen los reglamentos o normativas que se aplican a cada uno de los 21 sistemas de seguridad que se han analizado en el informe. Se presentan un total de cuatro cronogramas para las categorías MI, NI y otras categorías, con fechas de homologación y fecha para nuevas matriculaciones.

Categorías MI y NI. Fechas de homologación

Cronograma I

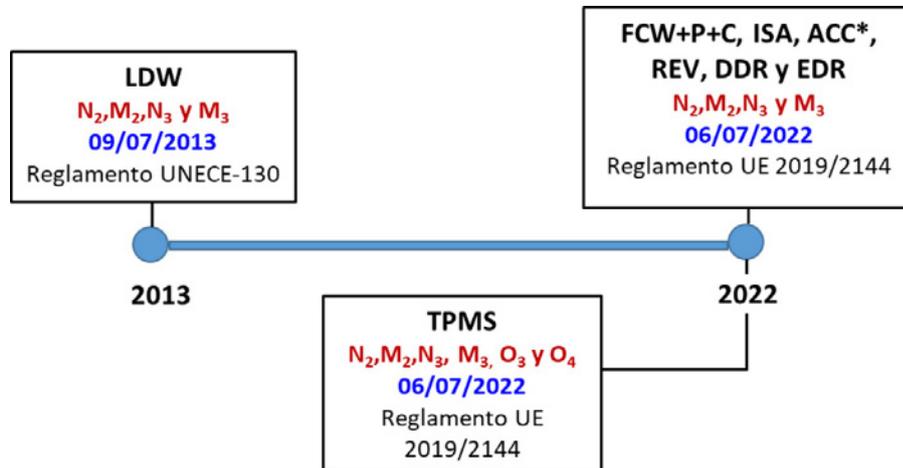
Normativa. Fechas de homologación para sistemas de seguridad en Categorías MI y NI



Otras categorías. Fechas de homologación

Cronograma 2

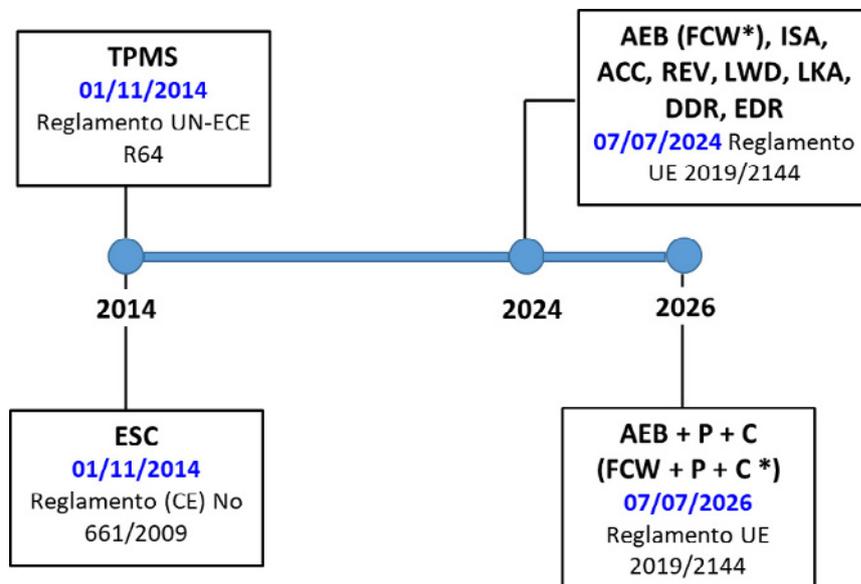
Normativa. Fechas de homologación para sistemas de seguridad en otras Categorías



Categoría MI y NI. Fechas de matriculación

Cronograma 3

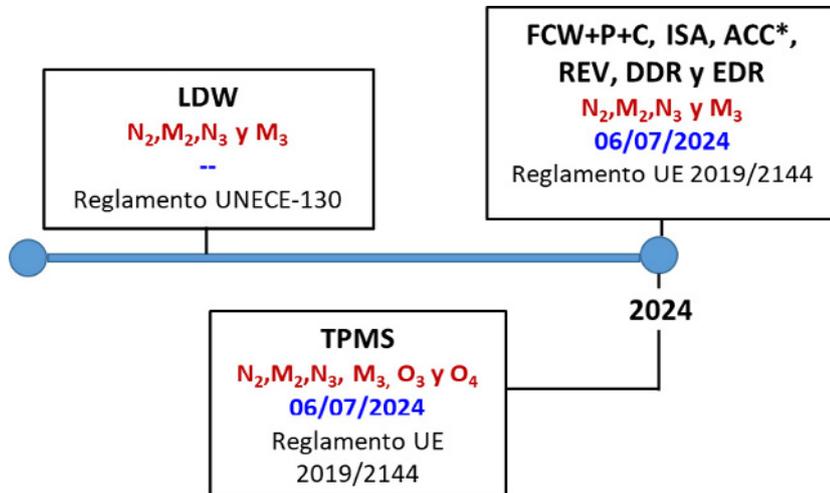
Normativa. Fechas de matriculación para sistemas de seguridad en Categoría NI y MI



Otras categorías. Fechas de matriculación

Cronograma 4

Normativa. Fechas de matriculación para otras categorías.



* No existe normativa para el FCW. Implícito en la aplicación del AEB.

* No existe normativa para el sistema ACC. Implícito en la aplicación del sistema ISA.

8

Conclusiones

Las principales conclusiones extraídas de la elaboración del estudio realizado por Centro Zaragoza son las siguientes:

- *Disponibilidad de los sistemas de Seguridad:*

En el caso de los vehículos de **categoría MI**, la práctica totalidad de los sistemas ADAS indicados en el reglamento UE 2019/2144 se encuentra implementado de serie en más de un 50 % de los vehículos actuales a la venta en 2021, exceptuando el sistema ISA, si bien la funcionalidad de adaptación de velocidad del sistema ISA se cubre con el sistema ACC, que viene implementado de serie hasta en un 40 % de los vehículos actualmente a la venta en España.

La previsión es que estos sistemas se vayan implementado en el próximo año 2022, antes de la entrada en vigor del Reglamento UE 2144/2009. Muchos fabricantes ya los han incorporado de serie en sus diseños, por ser necesarios para obtener las cinco estrellas EuroNCAP.

En el caso de la **categoría NI**, los sistemas avanzados del reglamento UE 2019/2144 se encuentran disponibles en un 50 % de los vehículos del mercado, si bien en la gran mayoría de ellos se trata de un sistema opcional y no de serie. El reglamento UE 2019/2144 especifica que estos sistemas deberán venir de serie para todos los acabados y motorizaciones, por lo que debe de producirse todavía una importante adecuación a esta situación.

A pesar de no existir una normativa específica para ello, todos los vehículos del mercado español equipan airbags de serie en diferentes zonas, fundamentalmente frontales y laterales. Esto es debido a la relevancia que tienen en las valoraciones de Euro NCAP, donde estos sistemas de seguridad son necesarios para ofrecer protección en diferentes configuraciones de colisión.

- *Efectividad de los sistemas de Seguridad:*

Tras la revisión bibliográfica llevada a cabo por Centro Zaragoza, se estima que un total de 12 sistemas de los 21 analizados tiene una **efectividad alta**, por encima del **30 %**, en cuanto a reducción de la tipología de accidentes para los que resultan relevantes. Tan solo dos sistemas, el ABS y el sistema ACC, se consideran con **efectividad baja**, por debajo del **10 %**, de acuerdo con la bibliografía consultada.

Durante la elaboración del Reglamento UE 2019/2144, los requerimientos del sistema ISA fueron modificados en varias ocasiones, debido a las dudas surgidas sobre su efecto, así como la dificultad de implementación en los vehículos.

De acuerdo con la bibliografía analizada, el sistema AEB y su predecesor, el FCW, resultan de los más efectivos en la reducción de accidentes de tráfico. El sistema FCW comenzará a ser obligatorio a partir del año 2022 para los vehículos de Categorías M1 y N1, siendo ya obligatorio en el resto de las categorías.

Con la entrada en vigor del reglamento UE 2019/2144 el sistema de detección de marcha atrás (REV), cuya efectividad queda ampliamente contrastada de acuerdo con la bibliografía consultada, pasará a ser obligatorio por ley. La instalación de cámaras marcha atrás y/o sensores permitirán reducir el número de víctimas derivados de esta maniobra de salida de estacionamientos.

En líneas generales, se puede concluir que la gran mayoría de los nuevos sistemas ADAS que entrarán en vigor a partir del año 2022 tienen una efectividad media-alta en la reducción de víctimas y accidentes de tráfico.

Anexo 1: Fichas técnicas de los sistemas de seguridad

Sistema Antibloqueo de Frenos - ABS

Descripción de su funcionamiento

El Sistema Antibloqueo de Frenos, más conocido como ABS por las siglas de su denominación en inglés: Antilock Braking System, modula de forma automática la presión sobre las pinzas de freno de cada rueda, en caso de frenado de emergencia, es decir, cuando pisamos el freno con todas nuestras fuerzas, tratando de evitar que las ruedas se bloqueen y, de esa manera, permite mantener la direccionalidad del vehículo, es decir, permite que, sin dejar de frenar a plena intensidad, podamos modificar la trayectoria del vehículo, actuando sobre el volante de la dirección, para disponer de la posibilidad de esquivar el peligro que nos hizo frenar.

En un vehículo con ABS, por tanto, el conductor debe, ante una situación de emergencia, accionar con firmeza el pedal de freno, sin soltarlo o disminuir la fuerza ejercida sobre el mismo, aunque sienta una vibración en el pedal de freno, y sin dejar de prestar atención a la trayectoria del vehículo, que puede modificar a su voluntad para tratar de esquivar el obstáculo y evitar así el accidente.

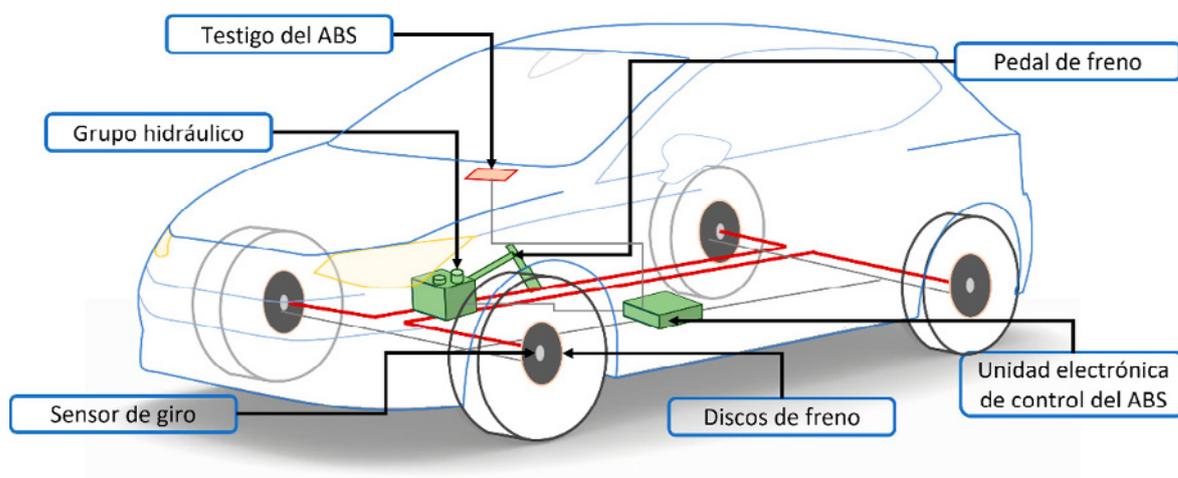
El objetivo principal del sistema antibloqueo de frenos no es, por tanto, disminuir la distancia total de frenado hasta la detención del vehículo, aunque en muchas circunstancias lo consigue, por ejemplo sobre firme mojado, sino mantener la direccionalidad del vehículo durante una frenada de emergencia. Por el hecho de disponer de sistema de frenos ABS en nuestro vehículo no deberíamos sobreestimar su capacidad de frenado, ni reducir la distancia de seguridad con el vehículo precedente, ni tampoco circular a mayor velocidad, ya que de esa forma estaríamos anulando sus ventajas e incurriendo en un riesgo más elevado de accidente.

Los principales componentes del ABS son los siguientes:

- Sensores de giro en las ruedas, que permiten conocer en todo momento la velocidad y aceleración angular de cada una de ellas, al objeto de determinar cuándo una rueda se encuentra próxima a la situación de bloqueo.

- Unidad Electrónica de Control, que recibe las señales de los sensores y comanda todo el sistema.
- Grupo hidráulico de regulación (o modulador), que regula la presión de frenado ejercida sobre cada rueda.

Imagen 1
Esquema mostrando los principales componentes del ABS



Efectividad

28

Han sido muchos los estudios que se han realizado tratando de cuantificar la efectividad de este pionero sistema de seguridad activa, o primaria, desde que apareció en el mercado en 1978, y pese a las incuestionables mejoras técnicas que introduce en la capacidad de frenado del vehículo, especialmente en situaciones de emergencia, no se ha encontrado una traducción efectiva de las mismas en una gran reducción de accidentes.

Uno de los meta-análisis más exhaustivos, como el realizado en 2008 por la Dirección General de Movilidad y Transportes de la Comisión Europea, titulado “Anti-lock Braking Systems in cars (ABS)” [2], muestra que el ABS produce una relativamente pequeña, pero estadísticamente significativa, reducción en el número de accidentes, cuando se toman juntos todos los tipos de accidentes y de todos los niveles de gravedad. Por tipología de accidente, existe un incremento estadísticamente significativo en el número de vuelcos, accidentes con un solo vehículo implicado y colisiones contra objetos fijos, mientras que se observa una disminución estadísticamente significativa de atropellos a peatones, ciclistas y animales, así como de colisiones contra vehículos realizando maniobras de giro. El sistema de frenos ABS no parece tener ningún efecto en el número de colisiones por alcance. En cuanto al número de accidentes según su gravedad, mientras que el número de accidentes con lesionados disminuye (-5%), el número de accidentes con fallecidos aumenta (+6%).

Baja



Media



Alta



Normativa

Existe un acuerdo del año 2004, adoptado voluntariamente por los principales fabricantes de vehículos, para equipar con ABS todos los nuevos vehículos de las categorías M1 y N1 puestos a la venta en la Unión Europea a partir de ese momento. En USA la Administración de Tráfico, NHTSA, impuso la obligatoriedad del ABS, en conjunción con el Control Electrónico de Estabilidad, ESC, desde el 1 de septiembre de 2012 (Reglamento FMVSS 126).

Disponibilidad

El 100% de los vehículos de las categorías M1 y N1 que se fabrican en la Unión Europea disponen de ABS, ya que es obligatorio desde el 1 de julio de 2004 que todos lo incorporen de serie por un acuerdo voluntario de todos los fabricantes de vehículos.

Referencias bibliográficas

1. "Frenando con ABS". 2001. Instituto de Investigación sobre Vehículos, S.A., Centro Zaragoza. <http://www.centro-zaragoza.com/informacion/publicaciones/EstudiosSV/inf.asp?Estudio=11&nombre=Frenando%20con%20ABS&doc=Conclusiones>
2. "Anti-lock Braking Systems in cars (ABS)". 2008. Mobility and Transport. Road Safety. European Commission.
3. "The Long-Term Effect of ABS in Passenger Cars and LTVs". Charles J. Kahane y Jennifer N. Dang. Agosto 2009. NHTSA. <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/811182>
4. "Evaluation of Anti-lock Braking Systems Effectiveness". David Burton, Amanda Delaney, Stuart Newstead, David Logan y Brian Fildes. Abril 2004. Research Report 00/04 Royal Automobile Club of Victoria. https://www.academia.edu/37505121/Evaluation_of_Anti-lock_Braking_Systems_Effectiveness
5. "The effectiveness of antilock braking systems in reducing accidents in Great Britain". Jeremy Broughton, Chris Baughan. Mayo 2002. Accident Analysis and Prevention 34(3): 347-55. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11939364/>

Control Electrónico de Estabilidad - ESC

Descripción de su funcionamiento

El ESC, Electronic Stability Control, ayuda a mantener la estabilidad de la trayectoria del vehículo, comparando las actuaciones sobre la dirección y los frenos que son ejercidas por el conductor, con la trayectoria que realmente está siguiendo el vehículo. Si el ESC detecta que el automóvil comienza a salirse de la trayectoria deseada, es decir, que ha comenzado a derrapar, frena de forma selectiva una o varias ruedas del vehículo para tratar de inscribirlo de nuevo en la trayectoria deseada. La actuación del ESC no es percibida por el conductor, quien únicamente aprecia cómo el vehícu-

lo sigue la dirección que se le ordena a través del volante. Esto resulta especialmente eficaz sobre firmes con baja adherencia, como ocurre en caso de lluvia, hielo o nieve, o ante maniobras bruscas sobre el volante, como en caso de una esquivada, incluso sobre firmes secos.

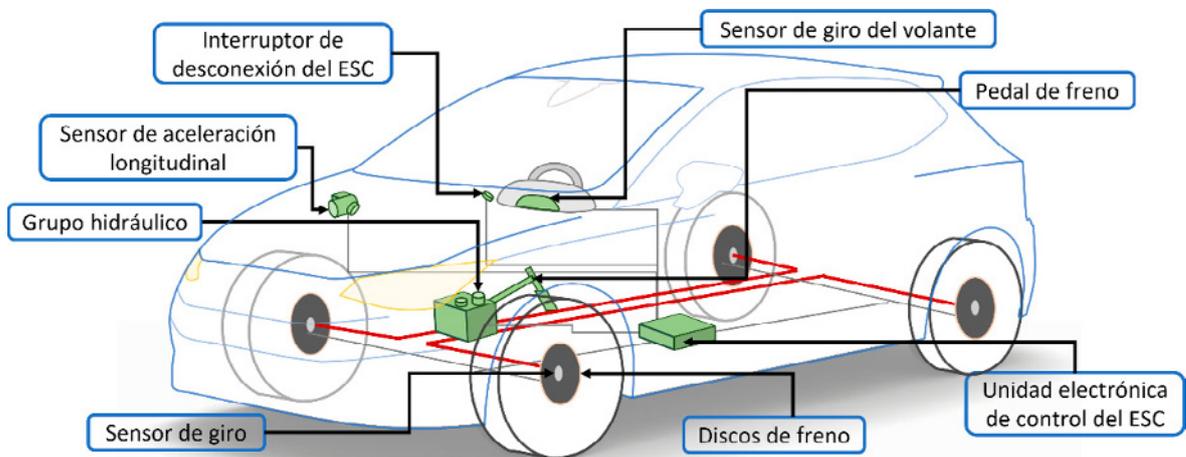
El sistema ESC está formado por diferentes sensores que envían información al sistema sobre la trayectoria del vehículo y la actuación del conductor; sobre la dirección, el acelerador y los frenos. Esta información se procesa en la Unidad de Control, que actúa sobre los frenos, a través del grupo hidráulico del ABS, y sobre el motor, reduciendo la potencia si es necesario.

Los principales componentes del sistema de control electrónico de estabilidad son los siguientes:

- Sensores que miden la aceleración longitudinal, transversal y el giro del vehículo en torno a su eje vertical.
- Sensor que mide el ángulo de giro del volante.
- Sensores que miden la velocidad de giro de cada una de las ruedas.
- Sensor que mide la presión de frenado.
- Unidad de Control del ESC.
- Grupo hidráulico del ABS.
- Unidad de control del motor.

Imagen 2

Esquema mostrando los principales componentes del ESC



Efectividad

Uno de los estudios de revisión de literatura más completos, el realizado por Susan A. Ferguson [2] en 2007, señalaba que la mayor parte de estudios coincidían en el alto grado de eficacia en la reducción de accidentes ofrecida por el ESC. Su revisión encontró que podía reducir los accidentes mortales entre un 30 y un 50 % en turismos y resultaba todavía más eficaz, entre un 50 y un 70 %, en vehículos con un

centro de gravedad más elevado, como los SUV, los vehículos Todo Terreno y las furgonetas de techo elevado, destacando su eficacia en la reducción de accidentes con un solo vehículo implicado (salidas de vía y vuelcos, generalmente). Encontró también que la reducción de accidentes mortales por vuelco atribuible al ESC se encontraba comprendida entre un 50% y un 90%. Los estudios revisados indicaban que la eficacia era mayor sobre superficies deslizantes. En concreto, sobre carreteras con nieve o hielo la eficacia, en términos de reducción de accidentes, alcanzaba el 51 % para todos los accidentes en conjunto, de todo tipo, y llegaba hasta el 71 % para accidentes con un solo vehículo implicado.

Como conclusión final se puede indicar que el ESC presenta una eficacia muy elevada en la reducción de cualquier tipo de accidente por pérdida de estabilidad del vehículo, especialmente en los más graves, aumentando su eficacia en accidentes de un solo vehículo, sobre superficies deslizantes y en vehículos con un centro de gravedad más elevado.



Normativa

Todos los vehículos de las categorías M1 y N1 (turismos y furgonetas) deben equipar un sistema de Control Electrónico de Estabilidad, ESC, desde el 1 de noviembre de 2011 para poder ser homologados (nuevas homologaciones) y desde el 1 de noviembre de 2014 para poder ser puestos a la venta (nuevas matriculaciones), conforme indica el *Reglamento (CE) No 661/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009*.

Disponibilidad

El 100% de los vehículos nuevos de las categorías M1 y N1 que se comercializan en la Unión Europea disponen de ESC, ya que es obligatorio desde el 1 de noviembre de 2014 que todos lo incorporen de serie.

Referencias bibliográficas

1. Instituto de Investigación sobre Vehículos, S.A., Centro Zaragoza. "Sistemas de control de estabilidad". 2001. <http://www.centro-zaragoza.com/informacion/publicaciones/EstudiosSV/inf.asp?Estudio=20&nombre=Sistemas%20de%20control%20de%20estabilidad&doc=Conclusiones>
2. Susan A. Ferguson (2007) The Effectiveness of Electronic Stability Control in Reducing Real-World Crashes: A Literature Review, *Traffic Injury Prevention*, 8:4, 329-338, DOI: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15389580701588949>
3. Alena Høye, The effects of Electronic Stability Control (ESC) on crashes-An update, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 43, Issue 3, 2011, Pages 1148-1159, ISSN 0001-4575. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457510004021>

4. Alena Erke, Effects of electronic stability control (ESC) on accidents: A review of empirical evidence, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 40, Issue 1, 2008, Pages 167-173, ISSN 0001-4575. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.05.002>
5. Aline Chouinard, Jean-François Lécuyer, A study of the effectiveness of Electronic Stability Control in Canada, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 43, Issue 1, 2011, Pages 451-460, ISSN 0001-4575. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.10.001>
6. Lie, Anders & Tingvall, Claes & Krafft, Maria & Kullgren, Anders. (2006). The Effectiveness of Electronic Stability Control (ESC) in Reducing Real Life Crashes and Injuries. *Traffic Injury Prevention*. 7. 38-43. 10.1080/15389580500346838. (PDF) [The Effectiveness of Electronic Stability Control \(ESC\) in Reducing Real Life Crashes and Injuries \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/238811117)
7. Reglamento (CE) No 661/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009. [Reglamento \(CE\) no 661/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009, relativo a los requisitos de homologación de tipo referentes a la seguridad general de los vehículos de motor, sus remolques y sistemas, componentes y unidades técnicas independientes a ellos destinados](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2009/661/oj)

Sistema de Aviso de Colisión Frontal - FCW

Descripción de su funcionamiento

El sistema de aviso de colisión frontal, también conocido como FCW por sus siglas en inglés: *Frontal Collision Warning*, monitoriza el estado de la carretera por delante del vehículo y avisa al conductor en caso de que se estime alta probabilidad de colisión. Los avisos pueden ser sonoros, visuales o de vibración, en ningún caso el sistema actúa sobre el vehículo, es el conductor el responsable de frenar o modificar la trayectoria para evitar la colisión.

La parte frontal del vehículo cuenta con sensores estratégicamente ubicados para detectar los vehículos que le preceden y medir la distancia a la que se encuentran. Estos sistemas suelen trabajar con dos tipos de sensores:

- Sensores radar de largo alcance, ubicados generalmente detrás del anagrama de la marca, del parachoques delantero o de la rejilla frontal. Suelen estar centrados respecto al eje longitudinal del vehículo, aunque también se pueden encontrar ligeramente desplazados respecto de este eje, en algunos modelos, o disponer de dos radares, uno a cada lado del frontal, situados detrás del paragolpes delantero.
- Cámaras ubicadas detrás de la luna parabrisas, que se suelen colocar en el propio espejo interior o bien en un soporte específico, cercano a dicho espejo.

En el caso de que este sistema emplee un radar de largo alcance podrá detectar objetos hasta una distancia de unos 250 m. Si emplea una cámara en la luna parabrisas la distancia máxima será de alrededor de 80 metros.

En el caso de la cámara, el funcionamiento está muy condicionado a la climatología y a la suciedad que tenga el cristal. El radar es más robusto, aunque también puede llegar a desactivarse en condiciones muy adversas.

El sistema FCW adopta diferentes nombres en función de la marca fabricante del vehículo. Puede encontrarse en el mercado con nombres como Forward Collision Warning, Front Assistant, Pre Sense Front, Forward Alert, Collision Prevention Assist, entre otras denominaciones.

Imagen 3

Ejemplo de alerta enviada por el FCW, en el cuadro de mandos de un turismo



Efectividad

Algunos estudios, como los realizados por el Instituto de Datos de Pérdidas en Carretera (HLDI) [5], en USA, a partir de datos reales de atestados y partes de siniestros recibidos por las compañías aseguradoras, evidencian que el sistema aviso de colisión frontal consigue reducir los accidentes por alcance (frontal contra parte trasera) en un 27% y más en concreto, los alcances con lesionados los reduce un 20%. En el caso de los camiones (vehículos de categoría N3) esta eficacia aumenta todavía más, reduciéndose las colisiones por alcance hasta un 44%.

Baja



Media



Alta



Normativa

No hay una normativa específica para el Aviso de Colisión Frontal, pero sí que existe un reglamento (UNECE-131) que regula el sistema de asistencia al frenado de emergencia que incorpora el FCW y que existe desde noviembre de 2012. De hecho, especifica cómo y cuándo deben activarse esos avisos.

El reglamento europeo 2019/2144 obliga a todos los vehículos de nueva homologación a disponer de serie de un sistema AEB, a partir del 6 de julio de 2022, y establece también esta norma que no podrán matricularse (ponerse a la venta) vehículos nuevos sin este sistema a partir del 7 de julio de 2024.

Disponibilidad

En España, en 2021, del total de vehículos nuevos disponibles a la venta de categoría M1, el 67% equipaban sistema FCW de serie, el 17% lo ofrecía en opción y el 16% restante no lo equipaba o no estaba identificado. En el caso de los vehículos de categoría N1, el 8% lo llevaba instalado de serie, el 50% opcional y para el 42% no se encontraba disponible o no se conocía su disponibilidad. Fuente: Elaborado por Centro Zaragoza con datos procedentes de los fabricantes de vehículos.

En Europa se estima que en 2012 el 4,4% de los vehículos matriculados a lo largo de ese año ya tenían sistema FCW. Otro estudio sugiere que en 2015 el 18% de los vehículos de nueva matriculación equipaban sistema de asistencia al frenado de emergencia (AEB), el cual incorpora el FCW.

Respecto al mercado estadounidense, el boletín estadístico de 2020, publicado por el Instituto de Datos de Pérdidas en Carretera (HLDI), indica que más del 80% de los vehículos homologados en 2019 disponían de sistema de prevención de choque frontal (FCW y/o AEB) de manera opcional y en más del 40% venía equipado de serie. También estimaba que casi el 30% de los vehículos matriculados en 2019 habían dispuesto como opción de este tipo de sistemas y en aproximadamente el 5% de los casos se había elegido adquirir dicha opción.

Referencias bibliográficas

1. "Study on the feasibility, costs and benefits of retrofitting advanced driver assistance to improve road safety". Johan Scholliers et al. 2020. <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/72659808-7ec1-11ea-aea8-01aa75ed71a1>
2. "In depth cost-effectiveness analysis of the identified measures and features regarding the way forward for EU vehicle safety". Written by: M Seidl, D Hynd, M McCarthy, P Martin, R Hunt, S Mohan, V Krishnamurthy y S O'Connell. 2017.
3. "Effectiveness of Forward Collision Warning Systems with and without Autonomous Emergency Braking in Reducing Police-Reported Crash Rates". Jessica B. Cicchino. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.11.009>
4. "Predicted availability and prevalence of safety features on registered vehicles". Highway Loss Data Institute (HLDI). Diciembre 2020. Bulletin Vol. 37, No. 11, https://www.iihs.org/media/9517c308-c8d5-42e6-80fd-a69ecd9d2128/3aaYqQ/HLDI%20Research/Bulletins/hldi_bulletin_37-11.pdf
5. "Compendium of HLDI collision avoidance research". Highway Loss Data Institute. Diciembre 2020. Bulletin Vol. 37, No. 12. <https://www.iihs.org/media/e635cc76-b9bc-4bad-a30a-5d7b78791df2/vxeQ3A/HLDI%20Research/Collisions%20avoidance%20features/37-12-compendium.pdf>

Aviso de Colisión Frontal con detección de peatones y ciclistas - FCW+P+C

Descripción de su funcionamiento

El sistema de aviso de colisión frontal con detección de peatones y ciclistas monitoriza el estado de la carretera y el entorno próximo a ella, avisando al conductor en caso de que se estime alta probabilidad de colisión tanto con otros vehículos como con peatones y ciclistas. Los avisos pueden ser sonoros, visuales o de vibración. En ningún caso el sistema actúa sobre el vehículo, es el conductor el único responsable de su guiado, actuación sobre los frenos, o lo que fuera menester para evitar la colisión.

La parte frontal del vehículo cuenta con sensores estratégicamente ubicados para detectar los vehículos y bicicletas que le preceden, así como los peatones que se aproximan, y medir la distancia a la que se encuentran. Estos sistemas suelen trabajar con dos tipos de sensores:

- Sensores radar de largo alcance, ubicados generalmente detrás del anagrama de la marca, del parachoques delantero o de la rejilla frontal. Suelen estar centrados respecto de la línea de avance del vehículo, aunque algunos modelos cuentan con dos radares, uno a cada lado en la parte inferior del paragolpes.
- Cámara ubicada en la luna parabrisas, que suele colocarse en el propio espejo retrovisor interior o en un soporte específico, cercano a dicho espejo.

En el caso de que este sistema emplee un radar de largo alcance podrá detectar objetos hasta una distancia de unos 250 m. Si emplea una cámara en la luna parabrisas la distancia máxima será de unos 80 metros. La diferencia entre la detección de peatones y ciclistas y la detección de vehículos reside básicamente en el procesado de los datos que recogen los sensores.

En el caso de la cámara, el funcionamiento está muy condicionado a la climatología y a la suciedad que tenga el cristal. El radar es más robusto, aunque también puede llegar a desactivarse en condiciones muy adversas.

El sistema FCW con detección de peatones y ciclistas adopta diferentes nombres en función de cada marca fabricante de vehículos. Este sistema ya se ha visto superado por el sistema AEB, que es una tecnología desarrollada posteriormente, la cual, además de detectar el peligro de colisión, frena el vehículo de forma automática en caso necesario. Puede encontrarse en el mercado con nombres como Active City Brake, Asistente pre-colisión con detección de peatones, City Emergency Brake, Pres Sense City, entre otras denominaciones. En la mayoría de las ocasiones se le denomina del mismo modo que al FCW pero especificando la detección de peatones y ciclistas.

Imagen 4

Ejemplo de ubicación de una cámara (estéreo) detrás de la luna parabrisas para monitorizar el entorno por delante del vehículo



Efectividad

La mayoría de los estudios estiman la efectividad del sistema AEB, ya que actualmente es el más extendido, sin embargo, un estudio elaborado en 2020 por la universidad *Gustave Eiffel* en colaboración con Toyota [1] llevó a cabo una estimación para el FCW con detección de peatones y ciclistas.

36

La reducción del número de accidentes con cruces de peatones desde el mismo lado en el que se encuentra el vehículo podría ser desde el 6% hasta el 72%. En el caso de la mitigación de los daños sería del 8% al 38%. Si vemos los resultados para el caso en el que el peatón se cruza desde el lado opuesto al vehículo la tasa de accidentes evitados varía entre el 9% y el 90%, mientras que la de mitigación va desde 5% al 48%. La efectividad en el caso de los ciclistas es ligeramente menor, un 2% menos aproximadamente para esos casos.

Estos valores varían, dentro de las horquillas de valores dadas, en función de los parámetros del sistema como la distancia a la que se avisa, el campo de visión del sensor y, por supuesto, el tiempo de reacción del conductor:

Baja



Media



Alta



Normativa

No existe reglamento específico para el FCW con detección de peatones y ciclistas. El reglamento UNECE-130 que regula los sistemas AEB sí que dedica parte de un artículo a detallar cómo debe comportarse el sistema de aviso de colisión contra vehículos, pero no especifica nada acerca de la detección de peatones y ciclistas.

Por otro lado, el reglamento 2019/2144 del parlamento europeo establece obligatorio para camiones y autobuses un sistema de advertencia de colisión con peatones y ciclistas a partir del 6 de julio de 2022 para vehículos de nueva homologación y a partir del 7 de julio de 2024 para nuevas matriculaciones.

Ese mismo reglamento también obliga a todos los vehículos de nueva homologación de categorías NI y M1 a llevar incorporado un sistema de frenado de emergencia avanzado con detección de peatones y ciclistas a partir del 7 de julio de 2024 y establece la norma de igual manera para los matriculados a partir del 7 de julio de 2026.

Disponibilidad

No se dispone de datos sobre la disponibilidad específicamente del FCW+P+C, si bien se estima que debe ser muy baja, ya que este sistema es una evolución posterior al FCW, el cual ya se ha visto superado por el Sistema de Frenado de Emergencia Autónomo, AEB, de manera que la funcionalidad de detección de peatones y ciclistas suele ser añadida por los fabricantes a este último.

Puede servir como referencia que, en España, del total de vehículos nuevos disponibles a la venta en 2021 de la categoría M1, el 67% equipaban sistema FCW de serie, el 17% lo ofrecía en opción y el 16% restante no lo equipaba o no estaba identificado. En el caso de los vehículos de categoría NI, solo el 8% lo llevaba instalado de serie, en el 50% era opcional y para el 42% restante no se encontraba disponible o no se conocía su disponibilidad. Fuente: Elaborado por Centro Zaragoza con datos procedentes de los fabricantes de vehículos.

Referencias bibliográficas

1. "Pedestrian and Cyclist Forward Collision Warning System Effectiveness Estimation based on Simulation of Kinematic Reconstructions." Char, François. 2020. <https://www.researchgate.net/publication/347464679>
2. "Estimation of potential safety benefits for pedestrian crash avoidance/mitigation systems". Yanagisawa, M., Swanson, E., Azeredo, P., & Najm, W. G.. 2017. National Highway Traffic Safety Administration. https://rosap.nhtl.bts.gov/view/dot/12475/dot_12475_DSI.pdf

Sistema de Frenada Autónoma de Emergencia - AEB

Descripción de su funcionamiento

El Sistema de frenada autónoma de emergencia, más conocido como AEB por las siglas de su denominación en inglés: Autonomous Emergency Braking, reduce automáticamente la velocidad del vehículo si detecta riesgo de colisión con otros vehículos situados delante. Además, el AEB aumenta la presión de frenado en caso de que la ejercida por el conductor no sea la máxima posible, si existe riesgo de colisión.

El objetivo principal del sistema de frenada de emergencia es, por lo tanto, evitar las colisiones por alcance entre vehículos y/o mitigar las consecuencias de éstas en caso de no poder evitarse totalmente.

Dentro de este sistema se diferencia entre:

- Sistema AEB urbano, actúa cuando el vehículo circula a una velocidad inferior a unos 50 km/h (vías urbanas).
- Sistema AEB interurbano, actúa a velocidades superiores a 50 km/h.

Dependiendo de cada modelo y marca, la velocidad de activación del sistema varía, siendo habitual una velocidad de activación a partir de que el vehículo supera los 5 km/h.

En un vehículo con AEB el conductor no debe accionar nada para que éste entre en funcionamiento, ya que se nutre de sensores, como cámaras y radares (algunos modelos utilizan un sensor lidar), para detectar los posibles peligros que nos podemos encontrar en la carretera. En caso de que el sistema determine que nos estamos acercando demasiado rápido al coche que nos precede, activará una alarma sonora y visual en el tablero de instrumentos, para avisar al conductor de que frene y, en caso de que el conductor haga caso omiso o tarde en reaccionar, la unidad de control del ESC (con el que comparte varios componentes) activará los frenos con la presión necesaria para evitar la colisión o, al menos, reducir tanto como sea posible la velocidad de impacto.

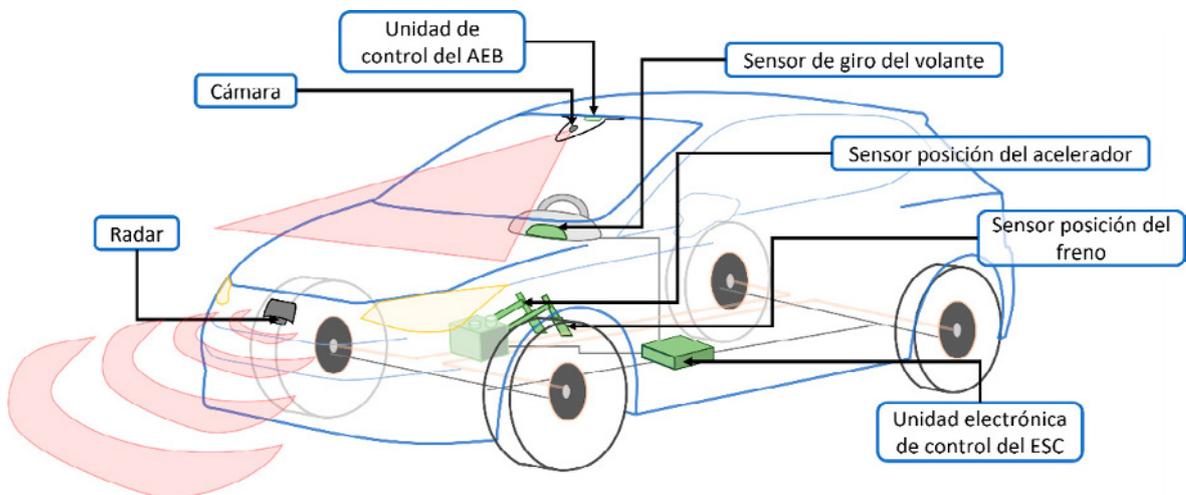
Por lo tanto, los principales componentes del AEB son los siguientes:

- Cámaras, que suelen estar colocadas en la zona superior de la luna parabrisas.
- Radares, que normalmente se ubican detrás de la insignia delantera o en la rejilla frontal.
- Unidad de Control del AEB, que puede estar integrada en los anteriores sensores.
- Sensor de posición del acelerador.
- Sensor de posición del pedal de freno (o de presión en el circuito de frenos).
- Sensor de ángulo de giro del volante.
- Unidad de Control del ABS/ESC y sistema de frenado.

38

Imagen 5

Esquema mostrando los principales componentes del sistema AEB

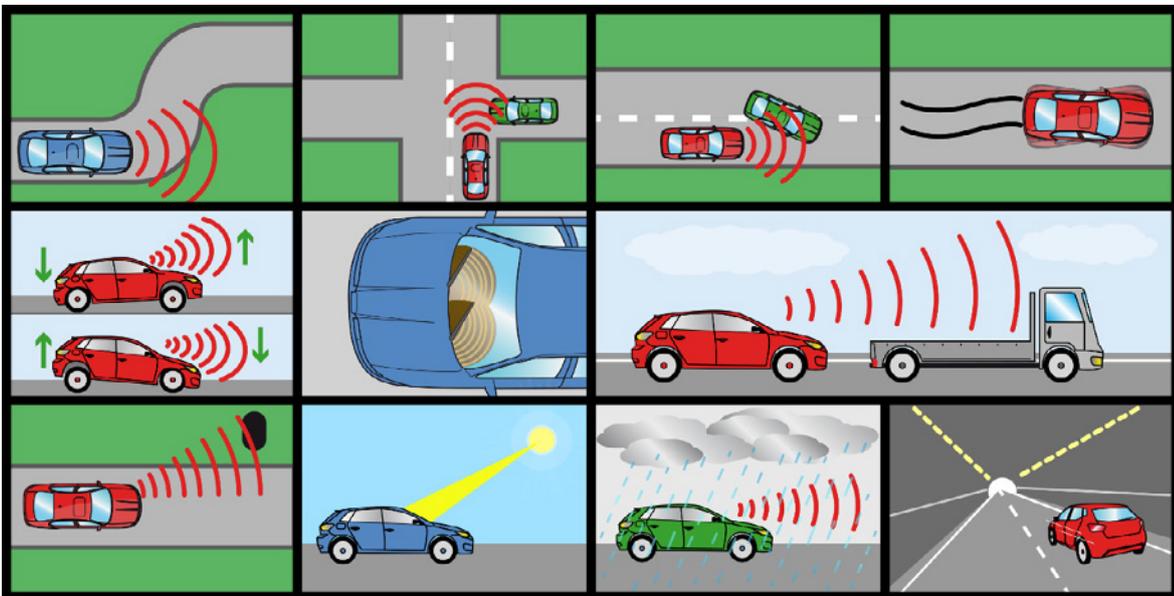


El funcionamiento de este sistema puede verse afectado por condiciones climatológicas adversas, tales como lluvia intensa o nieve, o bien por suciedad acumulada delante de los sensores (cámaras y radares). En estos casos, generalmente, se enciende un aviso de esta anomalía en el tablero de instrumentos.

Al sistema de frenada autónoma de emergencia o AEB también se le asignan multitud de nombres en el mercado, dependiendo de la marca del vehículo. Se puede encontrar como Pre-Sense Front (Audi), Active Safety Brake (Citroën), Pre-Collision Assist (Ford), Asistente de Colisión Frontal (Hyundai), Frenado Autónomo (Jeep), Sistema de Precolisión Frontal (Lexus), Frenada de Emergencia Preimpacto o SBS (Mazda), Asistente de frenado activo (Mercedes-Benz), Sistema de Mitigación de Colisión Frontal o FCM (Mitsubishi), Sistema Autónomo de Frenada Predictiva (Nissan) o Front Assist (Seat, Skoda y Volkswagen), entre otras denominaciones.

Imagen 6

Condiciones en las que un sistema AEB puede dejar de funcionar adecuadamente



Efectividad

Uno de los primeros estudios [1] fue el llevado a cabo en 2011 por la GDV, Asociación Alemana de Aseguradoras, analizando una amplia muestra de accidentes y contrastando con lo que previsiblemente hubiese ocurrido si los vehículos hubieran dispuesto de distintos Sistemas Avanzados de Asistencia al Conductor (ADAS), entre los que se encontraba el AEB. El estudio concluyó que los vehículos equipados con AEB, detectando vehículos en movimiento y vehículos detenidos, podían llegar a obtener una reducción global de accidentes del 13,9%.

En 2015 EuroNCAP, con el apoyo de ANCAP, puso en marcha el grupo de Validación de la Seguridad de los Vehículos, a través de Meta-análisis (VVSMA, Validating Vehicle Safety through Meta-Analysis) [2], para evaluar la efectividad de la tecnología de frenado autónomo de emergencia a baja velocidad (AEB urbano). Los resultados mostraron una reducción del 38% de las colisiones

por alcance en vehículos equipados con AEB, en comparación con una muestra de vehículos similares sin AEB. No hubo evidencia estadística de ninguna diferencia en el efecto entre las zonas de velocidad urbanas e interurbanas.

Otro estudio [3], basado en informes policiales de 22 estados de EEUU, permitió concluir que los vehículos equipados con AEB de baja velocidad reducían las colisiones por alcance en un 45%, y si los vehículos estaban equipados con FCW y con AEB esta reducción aumentaba hasta el 50%.



Normativa

A partir del 6 de julio de 2022 los nuevos vehículos que se homologuen en Europa, de las categorías M1 y N1, tendrán que salir de fábrica obligatoriamente con el sistema de frenada autónoma de emergencia, AEB, si bien podrán seguir matriculándose vehículos homologados con anterioridad a esa fecha hasta el 7 de julio de 2024.

Disponibilidad

De los modelos de vehículos nuevos de categoría M1 disponibles a la venta en España en 2021, el 63% equipan sistema AEB de serie, el 18% opcional y en el 19% restante no está disponible o no se conoce esa información. En el caso de los vehículos de categoría N1, el 3% lo equipan de serie, para el 47% es opcional y el 50% no se encuentra disponible o el fabricante no ha aportado esa información. Fuente: Elaborado por Centro Zaragoza con datos procedentes de los fabricantes de vehículos.

Referencias bibliográficas

1. Thomas Hummel, Matthias Kühn, Jenö Bende, Antje Lang. GDV (German Insurance Association), 2011. Research report FS 03. "Advanced Driver Assistance Systems. An investigation of their potential safety benefits based on an analysis of insurance claims in Germany".
2. Fildes B, Keall M, Bos N, Lie A, Page Y, Pastor C, Pennisi L, Thomas P, Tingvall C. (2015). "Effectiveness of low-speed autonomous emergency braking in real-world rear-end crashes". *Accident Analysis and Prevention*. 81, pp.24-29. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457515001116>
3. Cicchino, J.B. (2017a). Effectiveness of forward collision warning and autonomous emergency braking systems in reducing front-to-rear crash rates. *Accident Analysis & Prevention*, 99(Pt A): 142-152. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27898367/>

Sistema de Frenada Autónoma de Emergencia con detección de peatones y ciclistas - AEB+P+C

Descripción de su funcionamiento

El Sistema de frenada autónoma de emergencia con detección de peatones y ciclistas, más conocido como AEB+P y AEB+P+C por las siglas de su denominación en inglés: Autonomous Emergency Braking + Pedestrian + Cyclist, reduce automáticamente la velocidad del vehículo si se detecta riesgo de atropello tanto a peatones como a ciclistas, además de hacerlo también si detecta riesgo de colisión por alcance sobre otro vehículo precedente.

Los sistemas AEB+P y AEB+P+C actúan de dos maneras:

- Cuando hay peligro inminente de atropello a un peatón o ciclista el sistema, generalmente, avisa al conductor mediante un testigo luminoso en el cuadro o parabrisas y posteriormente con una señal acústica.
- En caso de que el conductor no haga caso a la señal de advertencia emitida por el sistema, el vehículo accionará de manera autónoma el sistema de frenado.

Para detectar a peatones y a ciclistas estos sistemas tienen añadidas estas nuevas funcionalidades, integradas en el sistema AEB urbano. En algunos casos esta función sólo detecta peatones y en otros detecta tanto a peatones como a ciclistas.

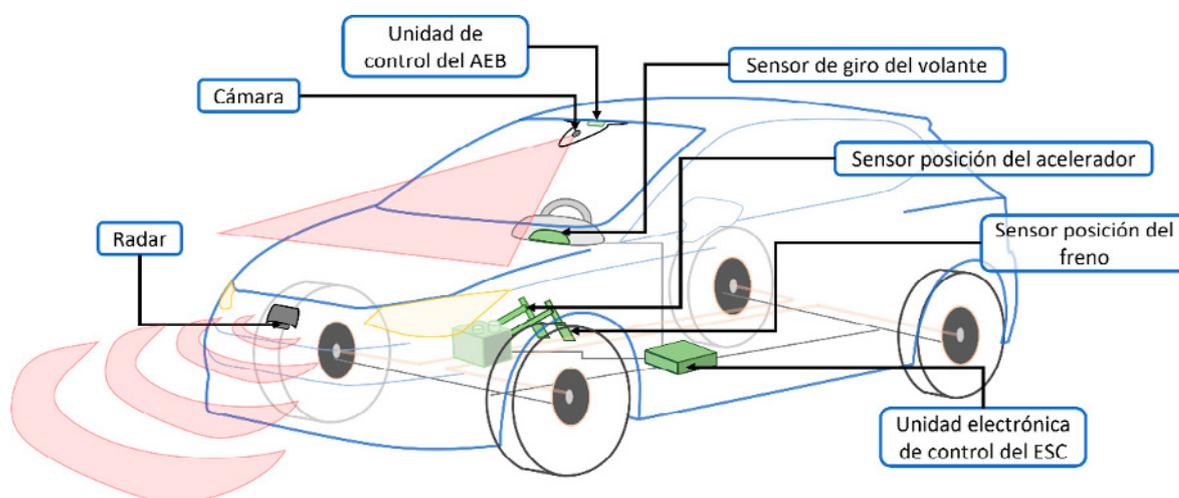
El objetivo principal de estos sistemas de frenada de emergencia es, por lo tanto, evitar, en zonas urbanas, los atropellos a peatones y a ciclistas y/o mitigar las consecuencias de los atropellos en caso de no poder evitarse totalmente.

Los principales componentes del AEB+P+C son los siguientes:

- Cámara, que suele estar colocada en la zona superior de la luna parabrisas.
- Radar, que normalmente se ubica centrado, detrás de la insignia delantera o en la rejilla frontal (cuando hay más de uno, se suelen colocar a ambos lados del frontal).
- Lidar, en algunos modelos, realizando funciones similares al radar, que se coloca en la misma zona que la cámara.
- Unidad de Control del AEB, que puede estar integrada en alguno de los anteriores sensores.
- Sensor de posición del acelerador.
- Sensor de posición del pedal de freno (o de presión en el circuito de frenos).
- Sensor de ángulo de giro del volante.
- Unidad de Control del ABS/ESC y sistema de frenado.

Imagen 7

Esquema mostrando los principales componentes del sistema AEB. La funcionalidad de reconocimiento de peatones y de ciclistas se logra mediante el análisis de las señales captadas por los sensores



El funcionamiento de este sistema puede verse afectado en condiciones climatológicas adversas, tales como lluvia intensa o nieve, o bien si los sensores están sucios. En estos casos el cuadro de mandos informa generalmente de esta anomalía. Además, estos sistemas suelen presentar dificultades para reconocer a los usuarios vulnerables que no visten prendas con colores que contrasten con el fondo.

Al sistema de frenada autónoma de emergencia con detección de peatones y ciclistas se le suele denominar también asistente de precolisión con detección de peatones (Ford o Lexus), Sistema de Asistencia en la Frenada en Ciudad Delantero o SCBS (Mazda), pre-sense city (Audi), protección activa para peatones (Mini) o Front Assist con detección de peatones (Seat), entre otras denominaciones.

42

Efectividad

Uno de los primeros estudios fue el llevado a cabo en 2011 por la GDV [1], Asociación Alemana de Aseguradoras, analizando una amplia muestra de accidentes y contrastando con lo que previsiblemente hubiese ocurrido si los vehículos hubieran dispuesto de distintos Sistemas Avanzados de Asistencia al Conductor (ADAS) entre los que se encontraba el AEB. El estudio concluyó que los vehículos equipados con AEB con detección de peatones podrían reducir los atropellos en un 30,7% y, si también detectasen a los ciclistas, podrían evitar hasta un 45,4% los accidentes con estos usuarios.

Otro estudio [2] llevado a cabo en EEUU basado en datos sobre atropellos reales, concluyó que el uso generalizado del AEB con detección de peatones habría podido evitar entre el 84 y 87% de los peatones fallecidos y entre el 83 y 87% de las lesiones graves de los peatones atropellados (MAIS 3+).

Baja



Media



Alta



Normativa

A partir del 6 de julio de 2024 los vehículos europeos de nueva homologación, de las categorías M1 y N1, tendrán que incorporar de forma obligatoria el sistema de frenada autónoma de emergencia con detección de peatones y ciclistas, y dos años más tarde, el 7 de julio de 2026, esta obligación se extenderá a todas las nuevas matriculaciones.

Disponibilidad

No se dispone de datos de disponibilidad específicamente del sistema AEB+P+C, por lo que debemos remitirnos al análisis de la disponibilidad del sistema AEB, reconociendo que no todos los sistemas AEB detectan peatones y ciclistas, de manera que su disponibilidad será inferior:

De los modelos de vehículos nuevos de categoría M1 disponibles a la venta en España en 2021, el 63% equipan sistema AEB de serie, el 18% opcional y en el 19% restante no está disponible o no se conoce esa información. En el caso de los vehículos de categoría N1, solo el 3% lo equipan de serie, para un 47% es opcional y en el 50% restante no se encuentra disponible o el fabricante no ha aportado esa información. Fuente: Elaborado por Centro Zaragoza con datos procedentes de los fabricantes de vehículos.

Referencias bibliográficas

1. Thomas Hummel, Matthias Kühn, Jenö Bende, Antje Lang. GDV (German Insurance Association), 2011. Research report FS 03. "Advanced Driver Assistance Systems. An investigation of their potential safety benefits based on an analysis of insurance claims in Germany".
2. Samantha H Haus, Rini Sherony, Hampton C Gabler. Traffic Injury Prevention. 2019;20 (sup1). "Estimated benefit of automated emergency braking systems for vehicle-pedestrian crashes in the United States". <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31381447/>

Sistema de Monitorización de Presión de Neumáticos - TPMS

Descripción de su funcionamiento

El Sistema de Monitorización de la Presión de Neumáticos, más conocido como TPMS por sus siglas en inglés (Tire-Pressure Monitoring System), es el encargado de avisar al conductor cuando los niveles de presión de inflado de los neumáticos no son correctos.

Las siglas pueden variar en función del fabricante: TPMS (tire pressure monitoring system), TPM (tire pressure monitoring), RPA (Reifen Pannen Anzeige), TPWS (tire pressure warning system).

Al ayudar a mantener la presión adecuada de los neumáticos, el TPMS mejora el manejo del vehículo, disminuye el desgaste de los neumáticos, reduce la distancia de frenado y el consumo de combustible, aunque probablemente el aspecto más destacable sea su contribución a la seguridad. Al avisar de un pinchazo tan pronto detecta una pequeña pérdida de presión en cualquiera de las

ruedas, permite al conductor buscar un lugar seguro en el que detener su vehículo y evitar así un reventón, consecuencia del calentamiento que se produce en el neumático que circula muy bajo de presión, y que puede tener graves consecuencias.

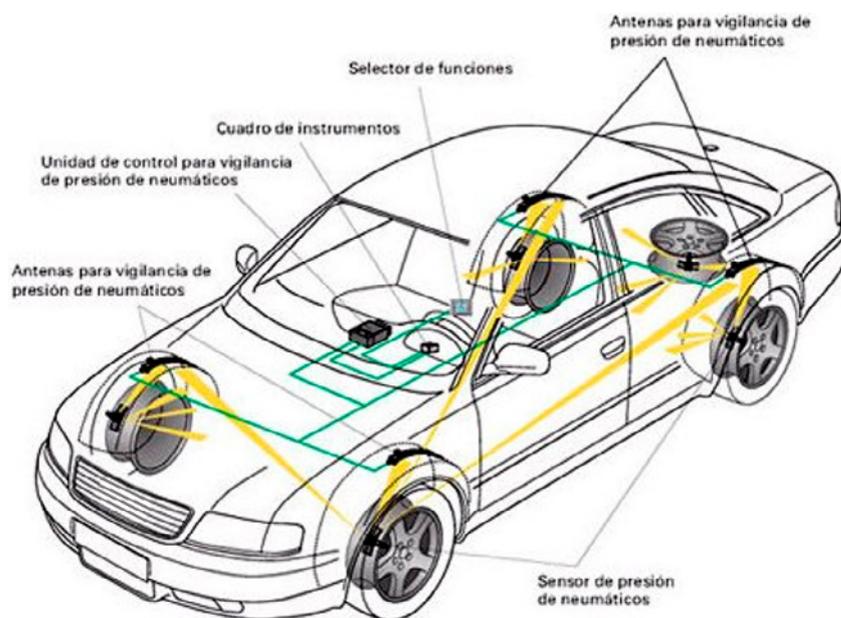
Existen dos tipos de TPMS:

- TPMS **indirectos**: Fueron los primeros en aparecer. No emplean sensores físicos para medir la presión de los neumáticos, sino que la determinan de forma indirecta, a partir de la velocidad de giro de cada rueda, que es medida por los sensores de giro del ABS. Los TPMS indirectos ofrecen valores relativos, es decir, detectan cuándo una rueda lleva menos presión que el resto, aunque no permiten conocer la presión de inflado de cada una de ellas y en condiciones de baja adherencia pueden dar mediciones erróneas.
- TPMS **directos**: Más modernos, con un sensor en cada rueda miden la presión de inflado y transmiten el dato a una centralita, que o bien muestra la información precisa de presión de cada rueda o bien simplemente lanza una alerta cuando los datos medidos no coinciden con los programados. Los sensores de presión incorporan una pequeña batería que les da autonomía para funcionar sin depender de la energía del vehículo. Estos sensores pueden medir la presión y la temperatura del neumático e informan al sistema, empleando ondas de baja frecuencia, de su posición y del estado de su batería. Al efectuar un cambio de neumáticos o una rotación de los mismos suele ser necesario volver a calibrar los sensores para evitar problemas de medición.

Como conclusión, el TPMS directo tiene la posibilidad de dar una información más detallada que el indirecto, lo que facilita el control y el mantenimiento de cada neumático. De todas formas, aunque el vehículo disponga de sistema TPMS debe realizarse la comprobación manual de la presión de los neumáticos, en frío, una vez al mes y antes de realizar un viaje de larga distancia.

Imagen 8

Componentes de un sistema TPMS de medición directa en cada rueda



Efectividad

Es difícil realizar una estimación del número de accidentes, muertes y lesiones que han podido evitarse gracias a los sistemas TPMS, pero partiendo de que algunos estudios, como el realizado por Luis Montoro [2], atribuyen entre un 5% y un 10% de los accidentes a fallos en los vehículos y de éstos un 60% tuvieron el fallo en los neumáticos, por pinchazos, reventones, insuficiente dibujo en su banda de rodamiento, etc., puede verse la importancia global de este sistema en la prevención de accidentes, que casi alcanzaría una eficacia potencial de entre un 3% y un 6%, combinando los resultados anteriores.

Si bien es verdad que la lectura de la presión de los neumáticos puede hacerse de forma manual, por parte de los conductores, la realidad es que éstos no suelen vigilar periódicamente la presión, y estudios como el realizado por el Departamento de Transporte de la Administración norteamericana de tráfico [1] estiman que los avisos enviados por el sistema TPMS tienen una eficacia del 56% en la prevención del desinflado grave de los neumáticos (entendiendo por tal una reducción de más de un 25% de presión, en frío, por debajo de la recomendada por el fabricante). También se estima, en el anterior estudio, que es muy eficaz (más del 35%) en la prevención de un desinflado moderado (del 10% o más).



Normativa

La legislación inicial en la UE se aprobó en 2010, incluyendo la obligatoriedad de que los vehículos equipasen sistemas TPMS en el reglamento UN-ECE R64, donde también se regulaban la rueda de repuesto y el sistema de neumático *Run-Flat*. Este reglamento ya establecía que los vehículos de las categorías M1 y N1 debían incorporar sistemas TPMS a partir del 1 de noviembre de 2012, para vehículos de nueva homologación, y a partir del 1 de noviembre de 2014 para nuevas matriculaciones.

Posteriormente, en 2017, la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) decidió elaborar un nuevo reglamento, UN-ECE R141, relativo ya únicamente a los sistemas TPMS, para describir más en detalle las características que estos debían de cumplir en cuanto a su funcionamiento.

En 2019 se publicó el reglamento UE 2019/2144, por el que se hacen obligatorios varios de los más novedosos sistemas de ayuda a la conducción (ADAS), entre los que se incluye al TPMS, haciéndolo extensivo a todas las categorías de vehículos. Así pues, el TPMS es obligatorio desde el 6 de junio de 2022 para nuevas homologaciones de vehículos de las categorías M2, M3, N2, N3, O1, O2, O3 y O4, y desde el 7 de julio de 2024 para nuevas matriculaciones de vehículos de esas categorías.

Disponibilidad

Debido a la obligatoriedad en Europa de equipar los vehículos de las categorías M1 y N1, desde 2014, con un sistema TPMS, todos los nuevos vehículos puestos a la venta disponen hoy en día de este sistema de monitorización de la presión de los neumáticos.

Referencias bibliográficas

1. "Evaluation of the effectiveness of TPMS in proper tire pressure maintenance". Sivinki, R. 2012. U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. <https://www.fueleconomy.gov/feg/pdfs/811681.pdf>
2. "Estado de los Neumáticos y Accidentes de Tráfico: un Análisis detallado de los Datos de la D.G.T.". Luis Montoro González, et al. 2004. https://www.uv.es/sintec/papers/CIT2004_Neumaticos.pdf
3. "The Role of Tyre Pressure in Vehicle Safety, Injury and Environment". Heads of Compulsory Third Party Insurance in Australia and New Zealand. 2007. <https://www.nrspp.org.au/resources/the-role-of-tyre-pressure-in-vehicle-safety-injury-and-environment/>
4. "Tire Pressure Checking Framework: A Review Study". A. Elfasakhany. 2019. <https://doi.org/10.22115/RER.2019.86929>

Adaptación Inteligente de Velocidad - ISA

Descripción de su funcionamiento

El ISA, *Intelligent Speed Adaptation* o Adaptación Inteligente de Velocidad, es un sistema que contribuye al cumplimiento del límite de velocidad por parte de los conductores. Para ello utiliza información sobre la posición del vehículo en relación con el límite de velocidad vigente en esa ubicación en particular. Se establece que los fabricantes de vehículos pueden elegir uno de los cuatro métodos de información al conductor siguientes para sus sistemas ISA:

1. Un sistema de información táctil, a través de la fuerza de recuperación del pedal del acelerador: En caso de exceso de velocidad el pie del conductor recibe un suave empuje hacia arriba. Esto contribuye a reducir la velocidad de conducción, si bien el conductor puede anular dicho empuje y continuar apretando el acelerador.
2. Un sistema de control de la velocidad mediante la gestión del motor: Produce una reducción automática de la potencia de propulsión, independiente de la posición del pie del conductor sobre el pedal del acelerador, pero que el conductor también puede anular fácilmente si ejerce una mayor presión sobre el acelerador.
3. Aviso acústico en cascada:
 - 1.ª fase: señal óptica con destellos.
 - 2.ª fase: al cabo de varios segundos, si el conductor no reacciona, se activará el aviso acústico. Si el conductor ignora esta información combinada, ambos avisos acabarán desapareciendo.
4. Aviso vibratorio en cascada:
 - 1.ª fase: señal óptica con destellos
 - 2.ª fase: al cabo de varios segundos, si el conductor no reacciona, el pedal vibrará. Si el conductor ignora esta información combinada, ambos avisos acabarán desapareciendo.

El ISA está formado por:

- Pantalla del navegador, que muestra la posición del vehículo, localizado vía GPS, y la información del límite de velocidad en la vía por la que se circula.

- Dispositivo GPS que relaciona la localización del vehículo con la información del límite de velocidad recogida en la cartografía digital.
- Lo anterior puede combinarse con un sistema de reconocimiento de señales, basado en una cámara frontal. De esta manera, la información registrada en la cartografía digital se complementa con posibles limitaciones temporales de velocidad, como las debidas a obras, etc.

El sistema ISA adopta diferentes nombres en función de la marca fabricante del vehículo. Puede encontrarse en el mercado con nombres como Speed Limit Assist, Asistente de Velocidad Inteligente, Asistente Activo de Velocidad Límite, entre otras denominaciones.

Efectividad

Tal y como indica el Reglamento delegado de la Comisión Europea, la eficacia y fiabilidad de los diferentes métodos utilizados por los sistemas de ISA deberían evaluarse una vez que se haya introducido en el mercado un número suficiente de vehículos de motor equipados con tales sistemas y se disponga de experiencia pertinente en la vida real.

En 2008 se estimó que el sistema ISA podría evitar potencialmente entre el 4,5% y el 12,6% de los accidentes de tráfico mortales y entre el 2,6% y el 9,5% de las lesiones en carretera con un índice de penetración total [3]. Posteriormente, en 2020, un estudio elaborado a partir de una base de datos de iMobility reveló que podrían reducirse las muertes y lesiones en carretera entre un 2 y un 7% [4].



Imagen 9

Los sistemas ISA pueden obtener la información sobre el límite de velocidad vigente en una zona a partir de los datos grabados en la cartografía digital del navegador



Disponibilidad

En España, del total de modelos de vehículos nuevos disponibles a la venta de categoría M1, en 2021, el 12% equipan sistema ISA de serie, el 3% lo poseen opcional y el 85% restante no lo equipan o no se han identificado. En el caso de los vehículos de categoría N1, el 1% lo lleva instalado de serie, el 22% opcional y para el 77% no se encuentra disponible o no se ha identificado. Fuente: Elaborado por Centro Zaragoza con datos procedentes de los fabricantes de vehículos.

Imagen 10

También pueden obtener la información a través del sistema de reconocimiento de señales



48

Normativa

El Reglamento (UE) 2019/2144 del Parlamento Europeo y del Consejo exige que los vehículos de motor de las categorías M y N estén equipados con sistemas de asistente de velocidad inteligente (ISA en sus siglas inglesas) a partir del 6 de julio de 2022 para los nuevos tipos de vehículo y del 7 de julio de 2024 para todos los vehículos nuevos.

Referencias bibliográficas

1. "ISA. Sistemas Inteligentes de Adaptación de la Velocidad". 2005. Instituto de Investigación sobre Vehículos, S.A. Centro Zaragoza.
2. COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) of 23.6.2021 supplementing Regulation (EU) 2019/2144 of the European Parliament and of the Council by laying down detailed rules concerning the specific test procedures and technical requirements for the type-approval of motor vehicles with regard to their intelligent speed assistance systems and for the type-approval of those systems as separate technical units and amending Annex II to that Regulation. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=PI_COM:C\(2021\)4455&from=ES](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=PI_COM:C(2021)4455&from=ES)

3. "Socio-economic impact assessment of stand-alone and co-operative intelligent vehicle safety systems (IVSS) in Europe". 2017. Wilmink, I. et al. <https://trimis.ec.europa.eu/project/socio-economic-impact-assessment-stand-alone-and-co-operative-intelligent-vehicle-safety>
4. Johan Scholliers et al. (2020) Study on the feasibility, costs and benefits of retrofitting advanced driver assistance to improve road safety. <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/72659808-7ec1-11ea-aea8-01aa75ed71a1>

Control de Crucero Adaptativo - ACC

Descripción de su funcionamiento

El control de crucero adaptativo, también conocido como ACC por sus siglas en inglés: Adaptive Cruise Control, es un control de crucero inteligente que frena y acelera automáticamente para seguir el ritmo del coche que le precede. El conductor fija la velocidad máxima (al igual que con el control de crucero tradicional) y la separación a mantener con el vehículo precedente. Lo habitual es encontrarse con tres o cuatro niveles de proximidad con el vehículo de delante. El nivel seleccionado corresponderá con la distancia mínima permitida.

A continuación, un sensor de radar monitoriza la presencia de vehículos por delante y actúa sobre el freno y el acelerador para ajustar su velocidad de modo que mantenga siempre la distancia de seguridad establecida. Los sensores que más se utilizan son los siguientes:

- Radar: situado en la parte frontal del vehículo, emite una señal de radio que rebota en el vehículo u objeto de enfrente y la vuelve a recibir. Gracias al procesado de ambas señales, emitida y recibida, se estima la distancia a la que se ha producido esa reflexión.
- Lidar: funciona de forma similar al radar; se ubica en la parte frontal y emite una señal laser para estimar la distancia a la que se encuentra el blanco.
- Cámaras: generalmente situadas en la parte frontal, procesan las imágenes para extraer información de la profundidad o distancia a la que se encuentran los objetos.

Aunque el ACC ayude a mantener el control longitudinal (aceleración y frenado) del vehículo, el conductor debe seguir, en todo momento, atento al tráfico que le rodea. Estos sistemas presentan limitaciones de funcionamiento en condiciones meteorológicas adversas, como nieve, lluvia o niebla, y también en tramos con curvas cerradas o túneles.

La mayoría de los fabricantes denominan a este sistema como Control de Crucero Adaptativo o ACC, sin embargo también puede encontrarse en el mercado con otros nombres, como Asistente de Velocidad Activo (Audi), Regulador de Velocidad Adaptativo (Citroën, Renault y Peugeot), Control de Crucero Inteligente (Hyundai), Control Avanzado de Crucero Inteligente o ASCC (Kia), Control de Velocidad Constante Adaptativo (Volvo), Control de Distancia Inteligente (Nissan) y Asistente Activo de Distancia (Mercedes-Benz), entre otras denominaciones.

Efectividad

Algunos estudios sobre este sistema, como el realizado en 2005 por el VDI y la Universidad de Colonia [2], estimaban que el sistema ACC podría reducir alrededor de un 25% el número de accidentes por colisión trasera o alcance, tanto los correspondientes a víctimas mortales como a lesiones graves y lesiones leves. Asumiendo que el número de accidentes por alcance representa aproximadamente el 8% del total de accidentes en nuestro país, según datos de la D.G.T., se estima que el ACC podría reducir el número de accidentes totales en torno a un 2% en nuestro país.



Normativa

El control adaptativo de distancia y velocidad (ACC) no es obligatorio y actualmente no hay reglamento que lo regule. Lo que sí existen son estándares, como la ISO 15622:2018 o la SAE J2399_201409, que definen el desarrollo e implementación de estos sistemas.

El reglamento 2019/2144 tampoco establece ninguna fecha para su equipamiento obligatorio. En cambio, sí que fija fechas para equipar vehículos de las categorías N1, N2, N3, M1, M2 y M3 con un asistente de velocidad inteligente (ISA): obligatorio a partir de 2024 para nuevas homologaciones y de 2026 para nuevas matriculaciones.

Disponibilidad

En 2021 se estima que el 39% de los modelos de vehículos nuevos a la venta en España de categoría M1 equipan sistema ACC de serie, el 45% lo tiene opcional y en el 16% restante o bien no está disponible o el fabricante no ha aportado esa información. Por otro lado, en el caso de los vehículos de categoría N1, tan solo el 1% lo lleva equipado de serie, el 49% opcional y en el 50% restante se desconoce si no está disponible o no. Fuente: Elaborado por Centro Zaragoza con datos procedentes de los fabricantes de vehículos.

Referencias bibliográficas

1. "Cost-benefit assessment and prioritization of vehicle safety technologies". ECORYS, COWI, ECN, Ernst & Young Europe and Consultrans. 2006. Final report. Framework Contract TREN/A1/56-2004; Lot 2: Economic assistance activities.
2. "Exploratory Study on the potential socio-economic impact of the introduction of Intelligent Safety Systems in Road Vehicles". VDI/VDE/IT, IFV Köln. 2005. J. Abele, C. Kerlen, S. Krueger, H. Baum, T. Geißler, S. Grawenhoff, J. Schneider, W.H. Schulz. https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/20101208_184626_84759_SEISS%20final_2005.pdf

3. "Benefit and Feasibility of a Range of New Technologies and Unregulated Measures in the fields of Vehicle Occupant Safety and Protection of Vulnerable Road Users". D Hynd, M McCarthy, J Carroll, M Seidl, M Edwards, C Visvikis, M Tress, N Reed and A Stevens (TRL). 2015. Final report. <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/47beb77e-b33e-44c8-b5ed-505acd6e76c0>
4. "Speeding behavior while using adaptive cruise control and lane centering". S. S. Monfort, I. J. Reagan, J. B. Cicchino, W. Hu, P. Gerchon, B. Mehler, B. Reimer. 2020. Insurance Institute for Highway Safety (IIHS). <https://www.iihs.org/topics/bibliography/ref/2222>
5. "The energy impact of adaptive cruise control in real-world highway multiple-car following scenarios". Y. He, M. Makridis, G. Fontaras, K. Mattas, H. Xu y B. Ciuffo. 2020. European Transport Research Review. <https://doi.org/10.1186/s12544-020-00406-w>
6. "Evaluating the safety impact of adaptive cruise control in traffic oscillations on freeways". Ye Li et al. 2017. Accident Analysis and Prevention. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2017.04.025>
7. "The influence of Cruise Control and Adaptive Cruise Control on driving behaviour – A driving simulator study". MarkVollrath et al.. 2011. Accident Analysis and Prevention. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.12.023>

Detector de Marcha Atrás - REV

Descripción de su funcionamiento

El detector marcha atrás es un sistema que advierte al conductor de la presencia de personas u objetos detrás del vehículo, con el objetivo de evitar colisiones o atropellos cuando se circula marcha atrás. Este sistema utiliza sensores compartidos con los sistemas de alerta de tráfico cruzado trasero (RCTA), el sistema de asistencia al estacionamiento (Park Assist) y el sistema de frenado de emergencia trasero (RAEB). Los más empleados son:

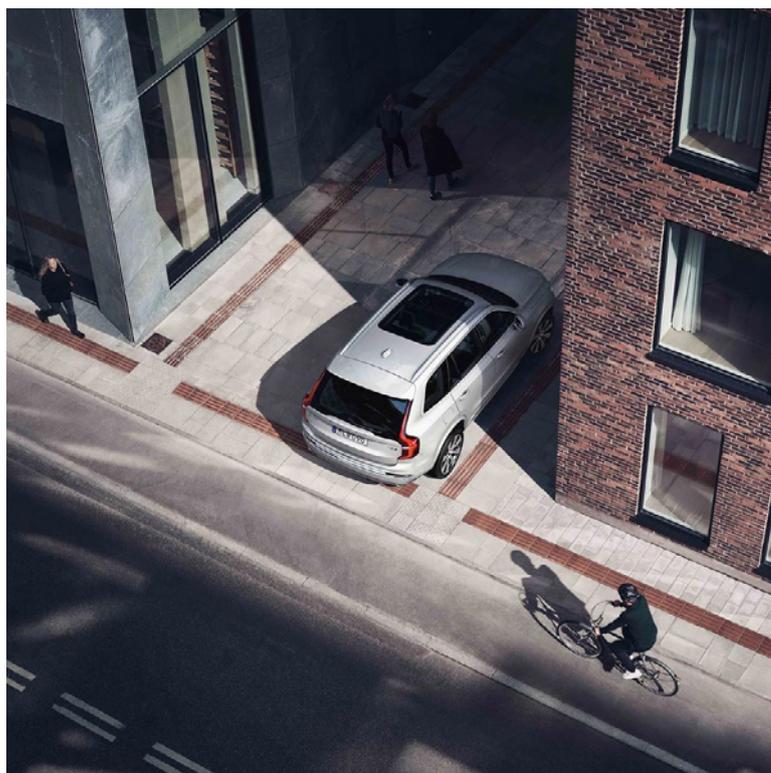
- Radars de medio alcance: ubicados detrás del paragolpes posterior; en sus esquinas, emiten una onda que se refleja en los posibles objetos o personas ubicados en la parte trasera y al recibir el rebote de la señal determinan a qué distancia se encuentran (alcance de hasta 50 metros).
- Sensores de ultrasonidos: Ubicados en el paragolpes, son capaces de detectar objetos muy cercanos (hasta 3-4 metros, como máximo) y calcular la distancia a la que se encuentran. Su funcionamiento es similar; emiten una señal (esta vez de ultrasonidos) y reciben su rebote.
- Cámara trasera: además de detectar objetos, vehículos y personas cercanas al vehículo, permite al conductor visualizar fácilmente el entorno de la parte trasera del coche, facilitando la conducción del vehículo marcha atrás.

El sistema debe ser capaz de identificar la presencia de usuarios vulnerables de la vía pública, ya sean éstos visibles o invisibles para el conductor; por encontrarse en zonas ciegas, cuando se introduce la marcha atrás en el vehículo. El sistema no interviene activamente sobre la dirección o los órganos de frenado, como ocurre con el FCW marcha adelante, en cuyo caso se trataría de una evolución posterior de este sistema, denominado sistema de frenado de emergencia marcha atrás o RAEB con detección de peatones, Rear Autonomous Emergency Braking with Pedestrian Detection. Las advertencias que recibe el conductor pueden ser luminosas y/o sonoras.

En el mercado podemos encontrar este sistema con multitud de nombres, como puede ser Pre-Sense Rear (Audi), Asistente contra Colisiones Traseras o RCCA (Hyundai), Alerta/Detector de Tráfico Trasero o RCTA (Kia, Mazda y Mitsubishi), Sistema Anticolisión Trasera (Nissan) y Rear Collision Warning (Volvo), entre otras denominaciones.

Imagen 11

Ejemplo de configuración en la que el detector de marcha atrás, REV, puede alertar de la aproximación de usuarios vulnerables por la parte posterior del vehículo antes de que éstos puedan ser vistos por el conductor



Efectividad

En 2017, un estudio basado en los datos de accidentes de tráfico de Nueva Zelanda y de cuatro estados australianos, estimó que las cámaras de marcha atrás podrían evitar el 41 % de los accidentes ocurridos entre vehículos echando marcha atrás y peatones, con sistemas basados en cámaras, y el 31 % de los mismos con sistemas equipados únicamente con sensores de ultrasonidos.

Por otro lado, según la *National Highway Traffic Safety Administration* (2014) se prevé que los sistemas de visibilidad trasera tengan una efectividad del 28-33%, que es sustancialmente mayor que la de los sistemas sólo con sensores.

Baja



Media



Alta



Normativa

El Reglamento Europeo 2019/2144 establece como obligatorio un sistema de detección de marcha atrás a todos los vehículos de categorías M1, M2, M3, N1, N2 y N3 a partir del 6 de julio de 2022 para vehículos de nueva homologación y a partir del 7 de julio de 2024 para vehículos de nueva matriculación. Actualmente no existe ningún reglamento de la UNECE que describa cómo deben sus especificaciones ni los requisitos que deben cumplir.

Disponibilidad

Nos se conocen datos exactos de la disponibilidad actual de este tipo de sistemas en el mercado europeo ni tampoco en el mercado español. Según el instituto norteamericano de las aseguradoras, HLDI (2017), fueron el 24% de las nuevas matriculaciones de vehículos de categoría M1 de la flota estadounidense en 2016 los que equipaban algún sistema de detección de marcha atrás. Por otro lado, según la página web Mobile.de en 2018, de los vehículos de categoría M1 vendidos de primera y segunda mano en Alemania, el 17% equipaban este sistema. Se estima que las cifras son inferiores para los vehículos de categoría N1.

Referencias bibliográficas

1. "Real-world evaluation of the effectiveness of reversing camera and parking sensor technologies in preventing back over pedestrian injuries". Keall M. et al. 2016. *Accident Analysis and Prevention* 99 (2017) 39–43. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27865139/>
2. "Study on the feasibility, costs and benefits of retrofitting advanced driver assistance to improve road safety". Johan Scholliers, Mikko Tarkiainen, Anne Silla, Michiel Modijefsky, Rick Janse y Guus van den Born. Febrero 2020. <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/72659808-7ec1-11ea-aea8-01aa75ed71a1>

Aviso de Salida de Carril - LDW

Descripción de su funcionamiento

El sistema de Aviso de Salida de Carril, más conocido como LDW por sus siglas en inglés: *Lane Departure Warning*, controla la posición del vehículo con respecto a las líneas que delimitan el carril y advierten al conductor si el vehículo se desvía de su carril de circulación o lo abandona sin haber utilizado antes el intermitente, por interpretar que se trataría de una salida involuntaria de carril. El objetivo principal es reducir con esta tecnología el número de salidas de vía, que frecuentemente acaban en el vuelco del vehículo o su colisión contra algún objeto situado al margen de la vía.

El funcionamiento de este sistema está basado en un sensor que monitoriza o "lee" las marcas viales longitudinales, ya sean líneas continuas o discontinuas, e informa a la centralita electrónica del LDW de la posición del vehículo con respecto a las mismas. Existen 3 tipos de sensores que pueden utilizarse para el reconocimiento de las líneas que delimitan los carriles:

- Cámara de video, montada detrás de la luna parabrisas.
- Sensor laser, montado en el frontal del vehículo.
- Detectores de infrarrojos, montados generalmente en los bajos del vehículo.

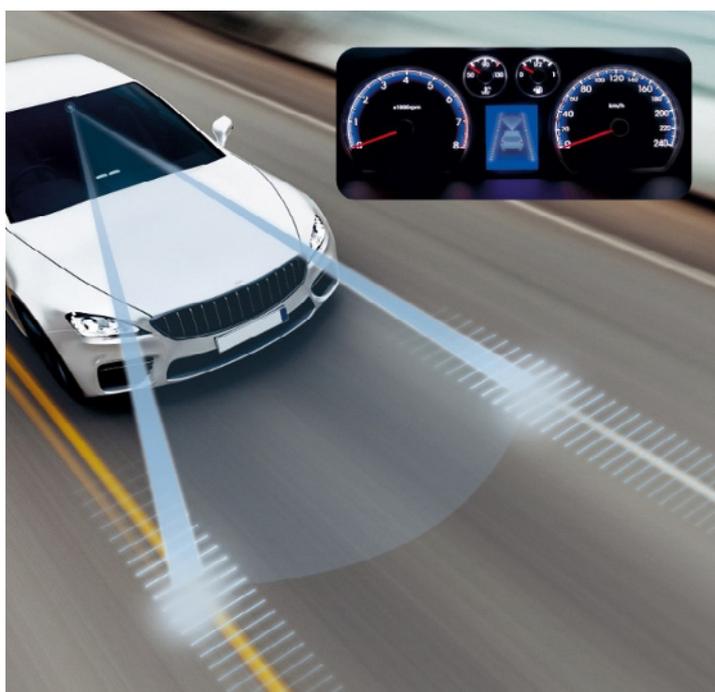
El más empleado es, actualmente, la cámara de vídeo, que permite detectar la tendencia del vehículo en aproximación a las líneas que delimitan el carril antes de que las rebase. Los sensores de infrarrojos, situados en los bajos del vehículo, son una tecnología más antigua, y detectaban la salida del carril una vez que ya se había pisado la línea. Dependiendo de la velocidad, del grado de giro del volante, de la activación o no de los intermitentes, y en función de los parámetros que tenga programados el sistema, se determina que el conductor ha perdido la trayectoria del carril y le avisa, normalmente con una señal acústica y otra visual que se ilumina en el panel de instrumentos. Algunos sistemas generan, además, una pequeña vibración en el volante o incluso en el asiento, advirtiendo así al conductor.

Este sistema no siempre está operativo y tiene sus limitaciones. Pueden darse algunas condiciones en las que deja de funcionar, como por ejemplo las siguientes:

- Si el vehículo circula a velocidad inferior a 60 km/h (en algunos modelos hasta 80 km/h).
- Cuando el sistema no puede detectar las líneas divisorias de carril por deterioro de la pintura o ausencia de estas marcas viales.
- Si hay condiciones ambientales adversas, como fuerte lluvia, nieve, radiación solar directa, que se refleja en el suelo, o sombras que confundan al sistema de visión.

Imagen 12

Sistema de Aviso de Salida de Carril, LDW, monitorizando las marcas viales (líneas delimitadoras de carril) mediante la cámara situada detrás de la luna parabrisas



El nombre que se le asigna a este sistema puede variar en función de la marca del vehículo y en muchas ocasiones este sistema ya viene integrado con el asistente de mantenimiento de carril (LKA), que es un sistema más avanzado. La mayoría lo llaman Aviso de Cambio Involuntario de Carril, aunque también puede encontrarse en el mercado como Advertencia de Desvío de Vehículo (Lexus), Asistencia de Permanencia en Carril (Mazda), Detector Activo de Cambio de Carril (Mercedes) o *Active Lane Assist* (Audi), *Lane Keeping Alert* (Ford), entre otras denominaciones.

Efectividad

Son muchos los estudios que tratan de estimar la efectividad que ofrecen este tipo de sistemas. Por los estudios revisados [1, 2, 3 y 4], y suponiendo que todos los vehículos equipasen este sistema de aviso de abandono involuntario de carril, LDW, se estima que podría alcanzarse una reducción de entre el 6% y el 11% del número de accidentes mortales y una reducción de entre el 4% y el 11% del número de accidentes con lesionados.



Normativa

El sistema de aviso de salida de carril se regula a través del Reglamento UNECE-130. Inicialmente, este reglamento estableció como obligatorio a partir del 9 de julio de 2013 el sistema LDW para la homologación camiones y autobuses (categorías M2, N2, M3 y N3).

Posteriormente, el Parlamento Europeo, con la aprobación del último reglamento 2019/2144, aunque no indica de manera explícita que sea obligatorio el LDW para vehículos de categorías M1 y N1 sí obliga a que estos vehículos estén equipados con el sistema de mantenimiento de carril (LKA, Reglamento UNECE-157) el cual incluye la funcionalidad del LDW, a la cual añade, además, la actuación sobre la dirección del vehículo para reconducirlo a su carril.

La única excepción son los vehículos M1 y N1 con sistema de dirección hidráulica, que deberán estar equipados con LDW a partir del 6 de julio de 2022 para su homologación y a partir del 7 de julio de 2024 para su matriculación. Para estos, en concreto, se retrasa la obligatoriedad del sistema de mantenimiento de carril (LKA) 2 años, es decir, 2024 para nuevas homologaciones y 2026 para nuevas matriculaciones.

Disponibilidad

No se encuentra hoy en día ningún estudio que analice la disponibilidad del sistema LDW en el mercado europeo. Sin embargo, respecto al mercado estadounidense, el boletín del Instituto de Datos de Pérdidas en Carretera (HLDI) de 2020 estima que un 10% de los vehículos matriculados en USA hasta 2019 ya disponen de LDW o LKA. También indica que en el 28% de los nuevos modelos a la venta en 2019 el sistema LDmW o LKA venía incluido de serie y en el 48% era opcional su equipamiento.

En el caso de España, en el año 2021, del total de modelos de vehículos nuevos disponibles a la venta de categoría M1, el 64% equipan sistema LDW de serie, el 21% lo posee opcional y el 15% restante o bien no lo equipa o no se ha identificado este sistema por el fabricante. En el caso de los vehículos de categoría N1, el 5% lo lleva instalado de serie, el 57% opcional y para el 38% restante no se encuentra disponible o no se ha identificado. Fuente: Elaborado por Centro Zaragoza con datos procedentes de los fabricantes de vehículos.

Referencias bibliográficas

1. "Study on lane departure warning and lane change assistant system". C.Visvikis; T.L. Smith; M. Pitcher y R. Smith. 2008. Transport Research Laboratory. https://circabc.europa.eu/sd/a/30d82a3c-bdc9-4034-b197-62286988bd03/report_ldwlca_en.pdf
2. "Potential Safety Benefits of Lane Departure Warning and Prevention Systems in the U.S. Vehicle Fleet". J.M. Sanlon, K. D. Kusano, R. Sherony y H. C. Gabler. 2015. <https://www-esv.nhtsa.dot.gov/proceedings/24/files/24ESV-000080.PDF>
3. "The safety potential of Lane Departure Warning systems, a descriptive real-world study of fatal lane departure passenger car crashes in Sweden". Simon Sternlund. 2017. <http://dx.doi.org/10.1080/15389588.2017.1313413>
4. "Potential safety benefits of lane departure prevention technology". P. Pentmetsa, M. Hudnall y Shashi Nambisan. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2018.08.002>
5. "Residual road departure crashes after full deployment of LDW and LDP systems". Luke E. Riexinger, Rini Sherony y Hampton C. 2019. Traffic Injury Prevention, 20:sup1, S177-S181. <https://doi.org/10.1080/15389588.2019.1603375>
6. "Predicted availability and prevalence of safety features on registered vehicles". Highway Loss Data Institute (HLDI). Diciembre 2020. Bulletin Vol. 37, No. 11. https://www.iihs.org/media/9517c308-c8d5-42e6-80fd-a69ecd9d2128/3aaYqQ/HLDI%20Research/Bulletins/hldi_bulletin_37-11.pdf
7. "Study on the feasibility, costs and benefits of retrofitting advanced driver assistance to improve road safety". Johan Scholliers, Mikko Tarkiainen, Anne Silla, Michiel Modijefsky, Rick Janse y Guus van den Born. Febrero 2020. <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/72659808-7ec1-11ea-aea8-01aa75ed71a1>

Asistente de Mantenimiento de Carril - LKA

Descripción de su funcionamiento

El Asistente de Mantenimiento de Carril, más conocido como LKA por sus siglas en inglés: Lane Keeping Assist, ayuda de forma proactiva a que el conductor mantenga el vehículo circulando centrado por su carril. El objetivo principal de este sistema es, al igual que el LDW, reducir los accidentes por salida de vía del vehículo.

Este sistema añade, a las funciones del LDW -Lane Departure Warning-, que avisa al conductor si el vehículo se dispone a abandonar el carril por el que circula sin emplear el intermitente, enviándole un aviso acústico y/o una vibración, además de encender un testigo en el panel de instrumentos, una nueva función que consiste en actuar suavemente sobre el volante de la dirección para tratar de redirigirlo hacia el centro del carril, de forma automática. El sistema pretende aumentar el confort, apoyando al conductor en su tarea de guiado o control lateral del vehículo, pero siempre requiere que el conductor se mantenga atento, controlando el entorno, y con las manos sobre el volante.

El sistema LKA puede complementar al control de crucero adaptativo (ACC) para apoyar al conductor en el control longitudinal y lateral del vehículo al mismo tiempo. Cabe destacar que el giro automático del volante es muy suave y su fuerza puede ser fácilmente vencida por el conductor; si desea guiar el vehículo en otra dirección.

Para localizar las marcas viales se pueden emplear tres tipos de sensores:

- Cámara de video, montada en el parabrisas.
- Sensor laser, montado en el frontal.
- Detectores infrarrojos, montados en los bajos del vehículo y enfocando hacia el suelo.

El sensor más empleado actualmente es la cámara. Los detectores de infrarrojos, presentes en los primeros sistemas que aparecieron en el mercado, detectan la salida del carril una vez que ya se ha pisado la línea que lo delimita. En cambio, con la cámara el sistema puede estimar que la trayectoria tiende a salirse del carril con más antelación. Dependiendo de la velocidad, del grado de giro del volante, de la activación o no de los intermitentes, es decir, en función de los parámetros que el sistema tenga programados, determina que el conductor ha perdido la trayectoria del carril y le avisa, normalmente con una señal acústica y otra visual, que se aprecia en el panel de instrumentos. Algunos sistemas generan, además, una pequeña vibración en el volante, o incluso en el asiento, para llamar la atención del conductor.

Este sistema no siempre está operativo y tiene sus limitaciones. Pueden darse algunas condiciones para que deje de funcionar como las siguientes:

- Si el vehículo circula a velocidad inferior a 60 km/h, dependiendo del modelo este umbral de velocidad para su activación puede llegar hasta 80 km/h.
- Cuando el sistema no puede detectar las líneas divisorias de carril por deterioro o ausencia de estas.
- Si hay condiciones ambientales adversas, como fuerte lluvia, nieve, radiación solar directa o sombras.

El nombre que se le asigna a este sistema puede variar en función de la marca del vehículo. La mayoría lo llaman Asistente de Mantenimiento de Carril, aunque también puede encontrarse en el mercado como Asistencia de Permanencia en Carril (Mazda), Detector Activo de Cambio de Carril (Mercedes), *Lane Assist* (Opel) o *Active Lane Assist* (Audi), entre otras denominaciones.

Efectividad

Son muchos los estudios que tratan de estimar la efectividad que ofrecen este tipo de sistemas, en la mayoría se analizan y comparan al mismo tiempo el sistema LDW y el sistema LKA, llegando a

la conclusión de que el sistema LKA es más efectivo, tanto en estimaciones basadas en datos reales [1,3] como en simulaciones [2,4]. Por los estudios revisados, y suponiendo que todos los vehículos equipasen este sistema LKA, se estima que podría alcanzarse una reducción de entre el 6% y el 21% del número de accidentes mortales y una reducción de entre el 4% y el 13% del número de accidentes con lesionados.



Normativa

En 2019 se publica el reglamento UE 2019/2144, por el que se hacen obligatorios varios de los más novedosos sistemas de ayuda a la conducción (ADAS), entre los que se incluye al LKA, para vehículos de las categorías M1 y N1: el 6 de julio de 2022 para nuevas homologaciones y el 7 de julio de 2024 para nuevas matriculaciones (fecha hasta la cual podrán seguir matriculándose vehículos homologados antes del 6/7/2022).

Para los vehículos con dirección hidráulica (sin actuación electrónica sobre la dirección) retrasa la obligatoriedad del sistema de mantenimiento de carril (LKA) 2 años, es decir, al 6 de julio de 2024 para nuevas homologaciones y al 7 de julio de 2026 para nuevas matriculaciones.

Las características y funcionalidades del Asistente de Mantenimiento de Carril (LKA) se regulan a través del Reglamento UNECE-157 aprobado en 2021.

58

Disponibilidad

Un estudio del mercado europeo [5] sugiere que en 2017 el 31% de las nuevas homologaciones de vehículos de la categoría M1 tenían de serie u opcional el sistema LDW o LKA. Con respecto a los vehículos de categoría N1 se desconoce la disponibilidad, pero se estima que es menor que en el caso de los turismos.

Respecto al mercado estadounidense, el boletín estadístico de 2020, publicado por el Instituto de Datos de Pérdidas en Carretera (HLDI) [6], indica que en el 28% de los modelos homologados en 2019 el sistema LDW o LKA venía incluido de serie y en el 48% era opcional su equipamiento. También muestra que el 24% de los de las nuevas matriculaciones en 2019 tenían la posibilidad de equipar sistema LDW y/o LKA (de serie u opcional), sin embargo, se estima que solo el 11% salieron del concesionario con este sistema incorporado.

En el caso de España, del total de modelos de vehículos nuevos disponibles a la venta en 2021, de categoría M1, el 53% equipan sistema LKA de serie, el 27% de manera opcional y el 20% restante o bien no lo equipa o no se ha identificado. En el caso de los vehículos de categoría N1, el 1% lo lleva instalado de serie, el 34% opcional y para el 65% no se encuentra disponible o no se ha identificado. Fuente: Elaborado por Centro Zaragoza con datos procedentes de los fabricantes de vehículos.

Referencias bibliográficas

1. "Study on lane departure warning and lane change assistant system". C.Visvikis;T.L. Smith; M. Pitcher y R. Smith. 2008. Transport Research Laboratory. https://circabc.europa.eu/sd/a/30d82a3c-bdc9-4034-b197-62286988bd03/report_ldwlca_en.pdf
- 2.- "Potential Safety Benefits of Lane Departure Warning and Prevention Systems in the U.S. Vehicle Fleet". J.M. Sanlon, K. D. Kusano, R. Sherony y H. C. Gabler. 2015. <https://www-esv.nhtsa.dot.gov/proceedings/24/files/24ESV-000080.PDF>
3. "The safety potential of Lane Departure Warning system, a descriptive real-world study of fatal lane departure passenger car crashes in Sweden". Simon Sternlund. 2017. <http://dx.doi.org/10.1080/15389588.2017.1313413>
4. "Potential safety benefits of lane departure prevention technology". P. Pentmetsa, M. Hudnall y Shashi Nambisan. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2018.08.002>
5. "Residual road departure crashes after full deployment of LDW and LDP systems". Luke E. Riexinger, Rini Sherony y Hampton C. 2019. Traffic Injury Prevention, 20:sup 1, S177-S181. <https://doi.org/10.1080/15389588.2019.1603375>
6. "Predicted availability and prevalence of safety features on registered vehicles". Highway Loss Data Institute (HLDI). Diciembre 2020. Bulletin Vol. 37, No. 11. https://www.iihs.org/media/9517c308-c8d5-42e6-80fd-a69ecd9d2128/3aaYqQ/HLDI%20Research/Bulletins/hldi_bulletin_37-11.pdf

Sistema de Monitorización de Ángulos Muertos - BSM / Sistema de Asistencia al Cambio de Carril - LCA

Descripción de su funcionamiento

El Sistema de Monitorización de Ángulos muertos, también conocido como BSM por sus siglas en inglés: *Blind Spot Monitoring*, avisa al conductor de la presencia de vehículos en las zonas de puntos ciegos. Los puntos ciegos o ángulos muertos son aquellas áreas cercanas al vehículo que el conductor no puede controlar por visión directa, dado que son cubiertas por la propia carrocería del vehículo. Lo más habitual es que la presencia de vehículos se indique mediante una señal luminosa muy discreta, en la zona del retrovisor correspondiente. Algunos sistemas más evolucionados son capaces no solo de avisar al conductor, sino también de actuar sobre la dirección y los frenos, cuando el conductor intenta cambiar de carril, para ofrecer resistencia a la maniobra que intenta realizar, buscando evitar con ello una colisión. El sistema hace uso de pequeños sensores ubicados en la parte trasera y lateral del vehículo para llevar a cabo la detección. Los más empleados son:

- Cámara de visión trasera, que permite obtener una imagen a partir de la cual se puede calcular la distancia a la que se encuentran los vehículos que se aproximan por detrás.
- Radar de corto alcance. Normalmente se emplean dos radares posteriores, ubicados a ambos lados del vehículo. Emiten una onda electromagnética que rebota en los vehículos situados en esa zona y reciben una señal de la que se puede estimar la distancia a la que se encuentran.

- Sensores de ultrasonidos, que funcionan de manera semejante a los radares, pero con una onda acústica y su alcance es inferior. Suelen estar ubicados en el paragolpes posterior.

El sistema puede desactivarse si el conductor lo desea. En ciertas ocasiones puede dar falsos positivos en la detección, esto puede ocurrir en rotondas muy congestionadas, por ejemplo, o con barandillas o paredes próximas a la calzada. Estos sistemas, dependiendo del fabricante, pueden activarse a partir de una cierta velocidad de circulación, por ejemplo, a partir de 30km/h.

Imagen 13

Señal luminosa de un sistema BSM, junto al retrovisor exterior izquierdo, que se enciende para alertar de la presencia de un vehículo aproximándose por la izquierda



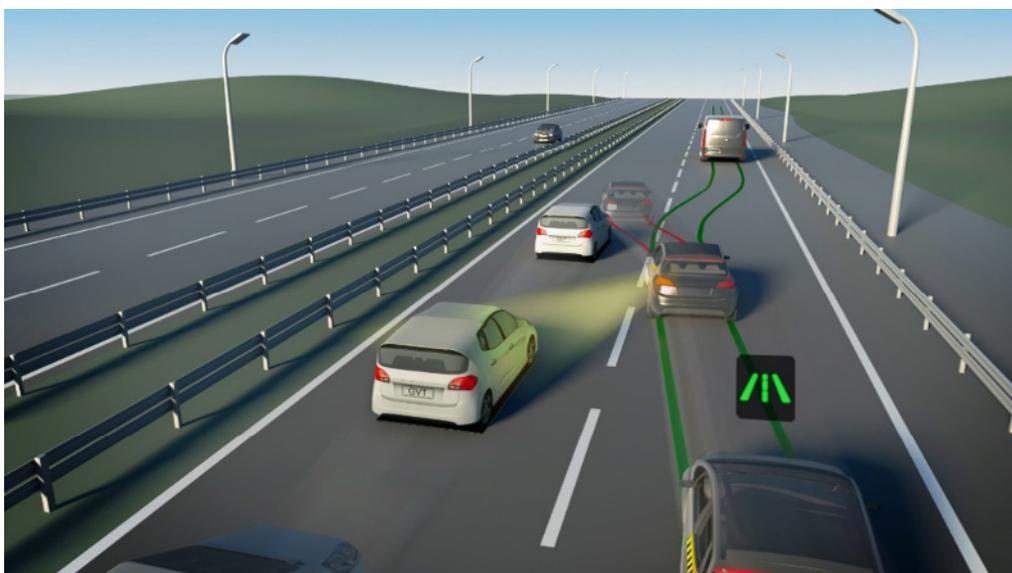
60

Como se ha indicado anteriormente, en algunos casos, el sistema va más allá y es capaz no solo de avisar al conductor de la presencia de vehículos aproximándose por los laterales, sino que también actúa sobre la dirección y los frenos cuando existe riesgo de colisión con éstos, por encontrarse muy próximos, y el conductor trata de cambiar de carril. De esta manera el sistema opone cierta resistencia al cambio de carril para intentar evitar una colisión. Este sistema es denominado, por muchos fabricantes, asistente de cambio de carril o LCA (Lane Change Assist), para diferenciarlo del sistema que exclusivamente monitoriza el ángulo muerto o BSM (Blind Spot Monitoring) y enciende una luz de advertencia. En cualquier caso, se trata de una evolución del anterior, por lo que ambos sistemas se presentan en esta misma ficha.

Pueden también encontrarse otros sistemas en el mercado que a la función de monitorización del ángulo muerto le añaden una nueva función, como es el cambio automático de carril y también son denominados asistentes de cambio de carril o LCA (Lane Change Assist). Esta funcionalidad se encarga de ayudar al conductor a cambiar de carril, en carreteras donde hay más de un carril por sentido. Si el asistente se encuentra activo, el conductor no tiene más que pulsar el intermitente para que el sistema tome el control de la dirección y realice el cambio de carril, tras comprobar que puede hacerlo sin interferir en la trayectoria de otros vehículos, ayudando después a mantener el vehículo en línea con el carril al que se ha accedido. De esta manera ofrece un desplazamiento o cambio de carril con un mayor confort y seguridad.

Imagen 14

Sistema que, además de monitorizar el ángulo muerto, incorpora la función de asistente al cambio de carril (LCA) que ofrece resistencia en la dirección y frena ante la presencia de un vehículo aproximándose por la izquierda



Efectividad

En 2018 la revista *Traffic Injury Prevention* publicó un estudio que concluía que los índices de implicación en colisiones de cambio de carril eran un 14% más bajos (con un límite de confianza del 95%, entre un 2% y un 24%) para los vehículos que disponían de un sistema de monitorización de ángulo muerto, en comparación con los vehículos que no lo equipaban.

Por otro lado, Un estudio elaborado en 2020 por el *Highway Loss Data Institute* (HLDI), basado en datos reales de accidentes, procedentes de atestados policiales, y en partes de siniestros recogidos por diferentes aseguradoras norteamericanas de automóviles, estimaba que la monitorización del ángulo muerto estaba asociada a una reducción del 14% de colisiones al cambiar de carril y esta cifra se elevaba hasta un 23% en el caso de las colisiones por cambio de carril con lesionados.

Baja

Media

Alta



Normativa

El reglamento europeo 2019/2144 establece como obligatorio el sistema BSM, al que denomina Sistema de Información sobre Ángulos Muertos, para autobuses (M2, M3) y camiones (N2, N3) a partir del 6 de julio de 2022 para nuevas homologaciones y del 7 de julio de 2024 para nuevas matriculaciones. Sin embargo, no especifica nada en lo que respecta a furgonetas (N1) y turismos (M1). Tampoco existe ningún reglamento UNECE que regule la fabricación de estos sistemas.

Disponibilidad

En España, del total de modelos de vehículos nuevos disponibles a la venta de categoría M1, se estima que el 25% equipan sistema BSM de serie, el 47% lo posee opcional y el 28% restante o bien no lo equipa o el fabricante no identifica dicho sistema. En el caso de los vehículos de categoría N1, un escaso 1% lo lleva instalado de serie, el 47% dispone de él como equipamiento opcional y para el 52% no se encuentra disponible o no se ha identificado. Fuente: Elaborado por Centro Zaragoza con datos procedentes de los fabricantes de vehículos.

Referencias bibliográficas

1. "Effects of blind spot monitoring systems on police reported lane-change crashes". Jessica B. Cicchino (2018). Traffic Injury Prevention. <https://doi.org/10.1080/15389588.2018.1476973>
2. "Compendium of HLDI collision avoidance research". Highway Loss Data Institute (HLDI). Diciembre 2020. Bulletin Vol. 37, No. 12. <https://www.iihs.org/media/e635cc76-b9bc-4bad-a30a-5d7b78791df2/vxeQ3A/HLDI%20Research/Collisions%20avoidance%20features/37-12-compendium.pdf>

Alerta de Tráfico Cruzado Trasero - RCTA

Descripción de su funcionamiento

El sistema de Alerta de Tráfico Cruzado Trasero, también conocido como RCTA por sus siglas en inglés (Rear Cross Traffic Alert), está especialmente diseñado para actuar en maniobras de salida de aparcamiento marcha atrás. Cuando un vehículo se encuentra estacionado en batería y comienza su desplazamiento marcha atrás, la visión es reducida o, en ocasiones, prácticamente nula. Los vehículos estacionados a ambos lados suelen impedir la visibilidad y existe un peligro de colisión con el tráfico cruzado, el que puede aproximarse por ambos lados. Por ello, este sistema alerta al conductor de los vehículos que se aproximan. La detección puede realizarse con diferentes sensores, los mismos que emplea el sistema BSM de monitorización del ángulo muerto:

- o Radar de corto alcance. Normalmente se emplean dos radares posteriores, ubicados a ambos lados del vehículo. Emiten una onda electromagnética que rebota en los vehículos situados en esa zona y reciben una señal de la que se puede estimar la distancia a la que se encuentran.
- o Sensores de ultrasonidos, que funcionan de manera semejante a los radares, pero con una onda acústica y su alcance es inferior. Suelen estar ubicados en el paragolpes posterior. El rango de detección es menor que el del radar (hasta 3 o 4 metros, como máximo).

La alerta de tráfico cruzado trasero suele ir emparejada con las cámaras traseras. Cuando el conductor cambia a la marcha atrás, ambos sistemas se activan automáticamente.

El RTCA no está diseñado específicamente para detectar motocicletas pequeñas, bicicletas o peatones, por lo que, aunque en ocasiones puede detectarlos, también pueden pasar desapercibidos al sistema. También puede fallar en la detección de vehículos que se acercan directamente por detrás del vehículo, o que se alejan de él, y no por sus laterales. Asimismo, la mayoría de los sistemas de alerta de tráfico

cruzado trasero están diseñados para funcionar mejor en situaciones de estacionamiento en ángulo recto y pueden no funcionar tan bien en situaciones de estacionamiento en ángulo.

Imagen 15

Señal de advertencia de peligro, en el cuadro de mandos de un vehículo con sistema RCTA, por haber detectado a un vehículo aproximándose por la derecha



Algunos sistemas de Alerta de Tráfico Cruzado Trasero, RCTA, incorporan además una función de frenado automático del vehículo si detectan que el conductor no reacciona a la alerta de peligro, sigue avanzando marcha atrás, y existe riesgo inminente de colisión. En esas circunstancias, estos sistemas más avanzados, y con función de frenado, accionan con intensidad los frenos y detienen el vehículo de forma casi inmediata, ya que el mismo se encuentra avanzando a muy baja velocidad en ese tipo de maniobras de salida de un estacionamiento.

Efectividad

En 2019 el *Insurance Institute for Highway Safety* de Estados Unidos elaboró un estudio, a partir de colisiones notificadas por la policía y partes de siniestros presentados a las compañías aseguradoras, en el que concluían que los índices de implicación en colisiones echando marcha atrás fueron un 22% menores entre los vehículos con alerta de tráfico cruzado trasero (RCTA) que entre los vehículos sin este sistema. Centrándose exclusivamente en las colisiones echando marcha atrás contra vehículos que viajaban en dirección perpendicular, los índices fueron un 32% más bajos, lo que corrobora la especial eficacia de este sistema en estas circunstancias.

Otro estudio, realizado ese mismo año por el *Transportation Research Institute* de la universidad de Michigan (UMTRI), estimó que el RCTA tiene una capacidad de reducción del número de accidentes echando marcha atrás del 52%.

Baja



Media



Alta



Normativa

En la actualidad no existe ninguna norma que obligue a los fabricantes a equipar sistema RCTA en sus vehículos para poder ser homologados.

Disponibilidad

No existen estimaciones de la disponibilidad del sistema RCTA. Sin embargo, este sistema suele integrarse junto con el sistema de monitorización del ángulo muerto (BSM) y el asistente de aparcamiento, ya que comparte sensores con ambos.

La disponibilidad del BSM en España, en modelos de vehículos nuevos a la venta de categoría M1, se estima que es del 25% de serie, el 47% lo posee opcional y el 28% restante o bien no lo equipa o el fabricante no identifica dicho sistema. En el caso de los vehículos de categoría N1, un escaso 1% lo lleva instalado de serie, el 47% dispone de él como equipamiento opcional y para el 52% no se encuentra disponible o no se ha identificado. Fuente: Elaborado por Centro Zaragoza con datos procedentes de los fabricantes de vehículos.

Referencias bibliográficas

1. "Real-world effects of rear cross-traffic alert on police-reported backing crashes". Jessica B. Cicchino (2019). Accident Analysis and Prevention. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.11.007>
2. "Analysis of the Field Effectiveness of General Motors Production Active Safety and Advanced Headlighting Systems". Andrew J. et al. *University of Michigan Transportation Research Institute (UMTRI) y General Motors LLC. Septiembre 2019. <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/150660>

Sistema de Advertencia de Somnolencia y Distracción - DDR

Descripción de su funcionamiento

El sistema de advertencia de somnolencia y distracción del conductor, también conocido como DDR por sus siglas en inglés: *Driver Distraction and Drowsiness Recognition*, es un sistema que evalúa el estado de alerta del conductor y le ayuda a seguir prestando atención a la situación del tráfico. Para detectar la fatiga y el sueño el sistema puede hacer uso de los siguientes componentes:

- Tiempo de uso del motor: la centralita de motor analiza el tiempo que lleva en marcha y a las dos horas de uso ininterrumpido enciende un aviso en el cuadro de mandos del vehículo. Los primeros sistemas que aparecieron en el mercado utilizaban este sencillo principio de funcionamiento, que obviamente resulta muy básico y presenta muchas limitaciones.
- Sensor en el volante. Los hay de varios tipos: aquellos que analizan la presión que ejerce el conductor sobre el volante; los que miden pequeños giros que el conductor produce con sus manos, sin darse cuenta, mientras sujeta el volante, para mantener la trayectoria; o los que detectan cambios de dirección erráticos, por correcciones constantes y demasiado bruscas.

- **Cámara.** Los sistemas más novedosos, y todavía poco extendidos, incorporan una cámara enfocando hacia el interior del vehículo, monitorizando la cara del conductor, sus facciones y los movimientos de sus ojos y de su cabeza. Esta tecnología, u otras que pudieran surgir con la misma finalidad, será necesaria para cumplir con los requerimientos que tendrán los sistemas avanzados de advertencia de distracciones del conductor (ADDW, Advanced Driver Distraction Warning Systems).

Cuando los diferentes componentes del sistema detectan la fatiga o la distracción del conductor, en base a los patrones marcados, en el caso de los sistemas más avanzados, o bien simplemente porque lleva más de dos horas seguidas conduciendo, en el caso de los sistemas más básicos, se emite una alerta y se enciende una señal luminosa en la instrumentación, con la forma de una taza humeante y/o un mensaje de texto que le indica al conductor la conveniencia de realizar una pausa.

Imagen 14

Escenificación de la detección de distracción en el conductor mediante el análisis de los gestos de su cara y los movimientos de su cabeza en un ADDW



Efectividad

La Comisión Europea estima que entre el 10% y el 30% de los accidentes se producen en Europa a causa de distracciones de los usuarios [3]. En Estados Unidos, la NHTSA estima que la distracción de los conductores puede ocasionar un 16% de todos los accidentes mortales, un 21% de los accidentes con lesionados y un 22% del total de accidentes [4]. La efectividad potencial, por tanto, de sistemas avanzados que eviten la distracción de los conductores puede ser tan elevada como estas cifras indican.

Hasta la fecha existen varios estudios [1,2,3] en los que se analiza la efectividad de los sistemas actualmente en el mercado. Debe tenerse en cuenta que los mismos se encuentran, todavía, en un estado muy básico de desarrollo, por lo que se esperan mejoras en el futuro. En la literatura puede observarse que el control y la alerta de la somnolencia y las distracciones del conductor podrían estar evitando entre el 1,5% y el 10% de los accidentes de tráfico mortales y entre el 1% y el 5% de las lesiones producidas por accidentes en carretera.



Disponibilidad

En España, del total de modelos de vehículos nuevos disponibles a la venta de categoría M1, el 45% equipan algún sistema DDR de serie, el 19% lo posee opcional y el 36% restante o bien no lo equipa o el fabricante no ha identificado dicho sistema. En el caso de los vehículos de categoría N1, el 10% lo lleva instalado de serie, el 36% opcional y para el 57% no se encuentra disponible o no se ha identificado. Fuente: Elaborado por Centro Zaragoza con datos procedentes de los fabricantes de vehículos.

Normativa

El Reglamento Europeo 2019/2144 establece como obligatoria la incorporación del algún sistema de advertencia de pérdida de atención del conductor (DDR) en los vehículos de las categorías M1, M2, M3, N1, N2 y N3, a partir del 6 de julio de 2022 para nuevas homologaciones y a partir del 7 de julio de 2024 para nuevas matriculaciones. Por otro lado, la misma regulación prevé hacer obligatorio también para todas estas categorías de vehículos el equipamiento de un sistema avanzado de advertencia de distracciones del conductor (ADDW, Advanced Driver Distraction Warning Systems), que sea capaz de reconocer el nivel de atención visual del conductor al estado del tráfico (algo que no todos los sistemas son capaces de realizar actualmente) y le alerte cuando se distraiga, a partir del 7 de julio de 2024 para vehículos de nueva homologación y a partir del 7 de julio de 2026 para nuevas matriculaciones.

Referencias bibliográficas

1. "Study on the feasibility, costs and benefits of retrofitting advanced driver assistance to improve road safety". Johan Scholliers, Mikko Tarkiainen, Anne Silla, Michiel Modijefsky, Rick Janse y Guus van den Born. Febrero 2020. <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/72659808-7ec1-11ea-aea8-01aa75ed71a1>
2. "Socio-economic Impact Assessment of Stand-alone and Co-operative Intelligent Vehicle Safety Systems (IVSS) in Europe". Wilmink, I. et al. 2008. <https://trimis.ec.europa.eu/project/socio-economic-impact-assessment-stand-alone-and-co-operative-intelligent-vehicle-safety>

-
3. "Report on Advanced Driver Distraction Warning Systems". 16/06/2021. European Comission. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/45901/attachments/1/translations/en/renditions/native>
 4. "Driver Distraction: A Review of the Current State-of-Knowledge". DOT HS 810 787 April 2008. NHTSA. https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.gov/files/810787_0.pdf

Registrador de Datos - EDR

Descripción de su funcionamiento

Un Registrador de Datos, también conocido como EDR por sus siglas en inglés: *Event Data Recorder*, es un sistema diseñado para registrar y almacenar parámetros e información del vehículo en el entorno temporal de un accidente o incidente. Por ejemplo, si los sensores del vehículo, o del propio EDR, detectan que se ha producido una colisión, en el EDR permanecerán grabados los datos recogidos unos segundos antes de la colisión, durante la misma y unos segundos posteriores. El análisis de esos datos permitirá comprender mejor las circunstancias en las que se produjeron los accidentes y cómo se ocasionaron las lesiones sobre los ocupantes, con lo que esta información permitirá diseñar vehículos más seguros.

Los EDR registran datos como la velocidad de circulación, la actuación sobre los frenos, el acelerador, las luces, la posición y orientación del vehículo en la carretera, el estado y la entrada en funcionamiento de los sistemas de seguridad, etc. Hoy en día la cantidad de datos que registra un EDR depende del fabricante del sistema. Todos estos datos tienen un nivel elevado de precisión y deben garantizar la perdurabilidad de los datos. Todos los vehículos disponen de sistemas EDR de serie, generalmente integrados en el módulo de control del airbag, aunque no siempre su información resulta accesible para personal ajeno al fabricante del vehículo, por lo que también existen sistemas EDR no de serie (aftermarket), que pueden ser instalados por los propietarios de los vehículos y ello les facilita el acceso a los datos grabados en caso necesario.

Efectividad

Aunque los sistemas EDR, en sí mismos, no aportan una mejora directa de las prestaciones o de la seguridad de los vehículos, numerosos estudios realizados en los años 90 [1], según la revisión efectuada por Centro Zaragoza, cuando comenzó la instalación de estos dispositivos en flotas de vehículos (de transporte de mercancías, autobuses, taxis, vehículos policiales, etc.), arrojaron datos muy positivos sobre su efecto en la reducción de accidentes, atribuidos a la influencia ejercida sobre el estilo de conducción, al saberse monitorizados en todo momento, los conductores. Esta reducción de accidentes, leves en su mayoría, alcanzaba entre un 15% y un 30% en vehículos de todas las categorías, con la particularidad de que se trataba de conductores profesionales que utilizaban por turnos vehículos que no eran de su propiedad, lo cual hace que estos resultados no parezcan extrapolables a vehículos de uso particular.

Como se ha explicado anteriormente, los sistemas EDR ofrecen información fiable y precisa de la fase previa a los accidentes, lo cual permite evaluar el comportamiento de los sistemas de seguridad activa o primarios, y también proporcionan datos de las colisiones que podrían permitir mejorar los

sistemas de seguridad pasiva o secundarios, para proteger a los ocupantes. Asimismo, los datos de los EDR también podrían mejorar las investigaciones de accidentes, gracias a la precisión de los datos grabados, y serán un elemento imprescindible para la delimitación de responsabilidades en los accidentes que puedan sufrir los futuros vehículos dotados de sistemas de conducción semi-autónoma.



Normativa

Según el Reglamento 2019/2144, aprobado el 17 de noviembre de 2019 por el Parlamento Europeo, los vehículos de motor de todas las categorías deberán estar equipados con un sistema registrador de datos de incidencias (EDR). En el caso de los vehículos de categorías M1 y N1 esto será obligatorio a partir del 6 de julio de 2022 para nuevas homologaciones y desde el 7 de julio de 2024 para nuevas matriculaciones.

En el artículo 6 de este reglamento se especifica, además, qué requisitos deben cumplir los registradores instalados y qué datos deben registrar. Por ejemplo, destacan requisitos como que el sistema no podrá desactivarse, que deberá llevar incorporado el sistema eCall conectado al número 112, que deberán trabajar en bucle cerrado (reescribiendo datos nuevos sobre registros antiguos), protegiendo siempre el anonimato y evitando la manipulación y el uso indebido de la información registrada. También especifica que los datos podrán ponerse a disposición de las autoridades únicamente para la investigación y el análisis de accidentes.

68 Disponibilidad

La NHTSA en 2006 estimó que el 64% de los vehículos de nueva matriculación de ese año, en USA, estaban equipados con EDR. Posteriormente se estimó que en 2013 esa cifra ya sería del 92% y se esperaba que fuese del 100% en 2014. Esta cifra es tan elevada debido a que el sistema EDR es obligatorio, desde 2013, para todo vehículo vendido en USA, independientemente del país donde haya sido fabricado.

En Europa algunos fabricantes comenzaron a equipar todos sus vehículos con sistemas EDR desde mediados de los años 90 y se estima que, actualmente, la gran mayoría de los vehículos que se venden equipan EDR, puesto que se han fabricado siguiendo la regulación estadounidense (CFR Part 563).

Referencias bibliográficas

1. "Cajas negras y su repercusión sobre la seguridad vial". 2003. Instituto de Investigación sobre Vehículos, S.A. Centro Zaragoza.
2. "The Efficacy of Event Data Recorders in Pedestrian-Related Accidents". Thomas F. Fugger, Jr., Bryan C. Randles y Jerry J. Eubanks. 2004. SAE Technical Paper Series. <https://doi.org/10.4271/2004-01-1195>

-
3. "Study on the benefits resulting from the installation of Event Data Recorders". David Hynd y Mike McCarthy. 2014. Final report. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3bd434c7-6761-4ff2-8bce-4e4e0337e09d>
 4. "Technical Development and Implementation of Event Data Recording in the Road Safety Policy". Steer Davies Gleave et al. 2014. Directorate-general for internal policies: POLICY DEPARTMENT B: STRUCTURAL AND COHESION POLICIES. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=IPOL_STU\(2014\)529071](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=IPOL_STU(2014)529071)

Sistema de Iluminación Dinámica

Descripción de su funcionamiento

Dentro del concepto de iluminación dinámica se incluyen aquellos sistemas de iluminación que ajustan y adaptan el haz de luz emitida por el vehículo en función de las circunstancias del tráfico y del entorno. Su función es brindar apoyo al conductor; a partir de una disposición óptima de las luminarias, mejorando el ancho y la profundidad del haz de luz para aumentar la visibilidad, sin afectar a los demás conductores.

Dentro de este tipo de iluminación, podemos encontrar diferentes sistemas:

- Luz de carretera automática. Más conocida como AHB, por las siglas de su denominación en inglés: Active High Beam, es un sistema de iluminación que realiza de forma automática el cambio de luces, de cruce a carretera y viceversa. Generalmente dotado de una cámara en la parte superior del parabrisas, que detecta los faros de los vehículos que circulan en dirección opuesta y también las luces traseras de los vehículos que circulan en la misma dirección, cambia la luz de carretera por la de cruce cuando existen vehículos a los que podríamos deslumbrar; y cuando el sensor de la cámara deja de detectar vehículos en la carretera vuelve a cambiar a luz de carretera. Algunos de estos sistemas también detectan el alumbrado público para accionar la luz de cruce si el nivel luminoso es suficiente.
- Iluminación en curva. Este sistema de iluminación permite que los faros principales sigan el ángulo marcado por la dirección y se orienten para iluminar mejor la carretera.
- Iluminación adaptativa. Este sistema ajusta de forma continua el haz de luz en anchura, longitud e intensidad, en función del tipo de vía por la que se circule y del tráfico que haya. Gracias a este sistema se distribuye la cantidad exacta de luz para ver con la máxima claridad y evitar el deslumbramiento de otros usuarios.
- Faros matriciales. Los faros matriciales son un tipo de luz basado en la tecnología LED, con la particularidad de que están compuestos por una matriz de diodos. Esto lo que permite es que el haz de luz sea adaptable de forma automática y con dos intenciones: evitar los deslumbramientos y maximizar la visibilidad del conductor en cualquier circunstancia.

Los componentes de los faros matriciales son:

- Sistema de navegación GPS, que proporciona al conductor información sobre la topografía de la carretera (ascensos, descensos, giros, etc.)
- Cámara de video, que proporciona información sobre otros vehículos en la carretera.

- Una unidad de control.
- Sensores, como sensor de ángulo del volante, sensor de altura de marcha, sensor de velocidad, sensor de lluvia y sensor de luz.

La información recibida tanto por el sistema de navegación como por la cámara de video y por los diferentes sensores es procesada por la centralita electrónica que, en función de la situación del tráfico, activa o desactiva determinados diodos LED de la matriz.

Los faros matriciales pueden ofrecer una serie de características progresivas:

- Detección y resaltado de peatones.
- Reconocimiento de automóviles, así como cambio de haz de luz.
- Indicadores de dirección dinámicos.
- Faros adaptables.

El sistema de iluminación dinámica puede encontrarse en el mercado con diferentes nombres como High Beam Assist (Audi), Selected Beam (BMW), Faros Inteligentes o Smart Beam (Citroën y Jeep), Faros Smart Full LED Adaptativos (Mazda), Multibeam Led (Mercedes-Benz), Distribución Variable de la Luz (Skoda), Sistema de Iluminación Inteligente o ADB (Subaru) y Dynamic Light Assist (Volvo), entre otras denominaciones.

Imagen 15

Representación de un vehículo con sistema automático de cambio de luces (AHB)

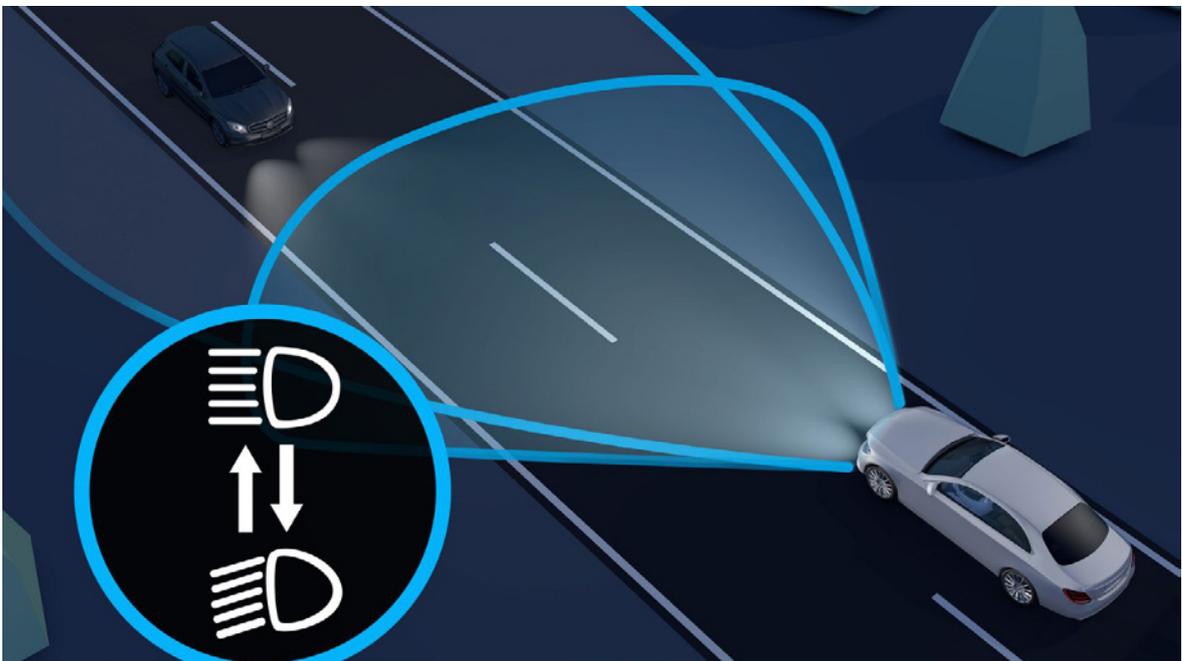


Imagen 16

Representación de un vehículo con faros matriciales de LED, que evitan deslumbramientos mientras aprovechan la máxima capacidad de iluminación



Efectividad

No existen datos de estudios que hayan analizado la efectividad de estos sistemas en la reducción de accidentes de tráfico, sin embargo, se considera que aquellos sistemas que mejoren la visibilidad en horario nocturno ofrecen un buen potencial de seguridad, ya que según datos de la DGT [1], por la noche se concentran casi el 40% de los accidentes de tráfico con víctimas en nuestro país, existiendo un tráfico considerablemente inferior al que se produce en horario diurno. Otros estudios de siniestralidad, como el llevado a cabo por la Oficina Federal de Estadística de Alemania [2], determinan que el porcentaje de ocupantes de vehículos y peatones con lesiones mortales, como consecuencia de accidentes de tráfico, en circunstancias de visibilidad limitada, es del 84%.

Otro estudio [3], elaborado en nuestro país por el grupo Essilor, Cepsa, la Fundación Española para la Seguridad Vial (Fesvial) y el Instituto de Tráfico y Seguridad Vial (Intras), de la Universidad de Valencia, indicó que el 34,8% de los conductores profesionales manifiesta sufrir deslumbramientos de otros vehículos con mucha o bastante frecuencia.

Baja



Media



Alta



Normativa

Según la normativa actual, relativa a la iluminación exterior de los vehículos automóviles, cada lámpara debe estar montada en una óptica específicamente diseñada para ese tipo de fuente de luz.

Por tanto, es necesaria la homologación conjunta de la lámpara y la óptica. A continuación se enumeran las diferentes normativas de homologación en función del tipo de lámpara.

- Lámparas halógenas: Normativa de homologación ECE R37.
- Lámparas xenón: Normativa de homologación xenón ECE R99.
- Lámparas Led: Normativa de homologación ECE I 28. Éstas, además, deben cumplir la ECE R128, que regula las interferencias electromagnéticas.

Disponibilidad

No se tienen datos de disponibilidad sobre estos sistemas de iluminación en el mercado europeo ni en el nacional.

Referencias bibliográficas

1. Siniestralidad mortal a 24h en 2020, Datos provisionales. Observatorio Nacional de Seguridad Vial. DGT.
2. Oficina Federal de Estadística (Destatis). 2020. Fachserie 8, Verkehr: serie 7 accidentes de tráfico 2019.
3. Visión y Conducción. Grupo Essilor; Cepsa, la Fundación Española para la Seguridad Vial (Fesvial) y el Instituto de Tráfico y Seguridad Vial (Intras). https://fesvial.es/wp-content/uploads/2019/10/estudio_salud_visual.pdf

Airbag SRS – Supplementary Restraint System

Descripción de su funcionamiento

Un airbag es, básicamente, una bolsa estanca de tejido ultrarresistente que va plegada sobre diferentes compartimentos del vehículo, por detrás de zonas de potencial contacto del cuerpo del ocupante al producirse una colisión. En el momento en el que se produce una colisión con una violencia superior a la fijada previamente en el sistema, la bolsa se infla casi instantáneamente, de modo que una vez hinchada se interpone entre el ocupante y las superficies interiores del vehículo.

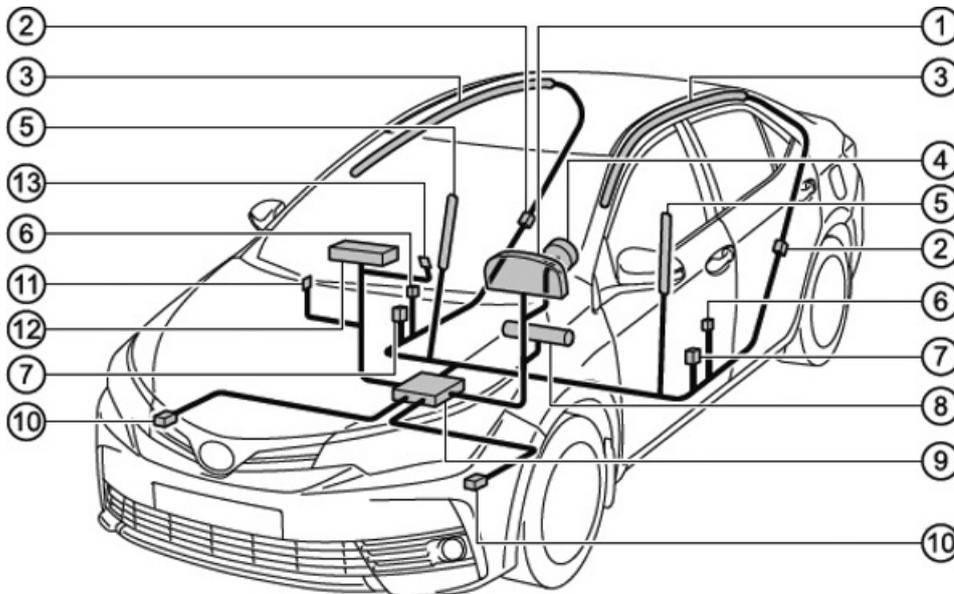
El vehículo dispone de un sensor cinemático que detecta el impacto (al medir una deceleración muy brusca), emitiendo una pequeña descarga eléctrica a un detonador ubicado junto a un generador de gas. Este generador se encuentra situado junto a la bolsa de aire del airbag y contiene un compuesto químico sólido. El detonador provoca una reacción que genera el gas suficiente para inflar la bolsa en milésimas de segundo. Tras la colisión del ocupante contra el airbag comienza el desinflado de la bolsa mediante la salida controlada del gas a través de unos orificios en su parte posterior; también de forma muy rápida, para permitir la visión del ocupante y darle libertad de movimientos una vez que la bolsa ha cumplido su función.

Se describen a continuación las partes de que consta el conjunto de airbags de un vehículo:

1. Testigo del airbag (SRS) en el cuadro de mandos. Si permanece encendido después de poner en marcha el vehículo indica avería en el mismo.
2. Sensores de impacto lateral, en la mitad posterior del vehículo.
3. Airbags de cortina. Plegados junto al techo.
4. Airbag del conductor. Plegado en el volante.
5. Airbags laterales. Plegados en el respaldo de los asientos.
6. Sensores de impacto lateral, en la mitad anterior del vehículo.
7. Pretensores del cinturón de seguridad y limitadores de fuerza.
8. Airbag para las rodillas del conductor.
9. Unidad de Control del Airbag.
10. Sensores de impacto frontal.
11. Interruptor de activación y desactivación manual del airbag del copiloto.
12. Airbag del copiloto o pasajero delantero.
13. Testigo indicador de "PASSENGER AIR BAG". Si se desconecta permanece encendido.

Imagen 17

Esquema mostrando los principales componentes de los múltiples Airbags que puede equipar un vehículo



A su vez, el Airbag del conductor se compone de varios elementos:

- Cuna,
- Generador de gas o inflador.
- Bolsa de aire.
- Tapa o cubierta.

Y la Unidad de Control, que suele estar rígidamente unida al túnel del cambio del vehículo, en una consola situada delante de la palanca de cambio, consta de varios elementos:

- Sensor de colisión piezoeléctrico, que mide la deceleración.
- Interruptor de mercurio.
- Microprocesador.
- Unidad de alimentación, con memoria autónoma, que almacena la información incluso aunque falle la tensión.

Efectividad

Diferentes estudios, como los llevados a cabo por la NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) [2] estadounidense concluyeron que los airbags frontales tenían una eficacia en la reducción del riesgo de fallecimiento de entre el 11 y el 12 %, al combinarse correctamente con el cinturón de seguridad, aumentando hasta en torno a un 30 % en colisiones frontales. Este estudio también señala que en el caso de colisión puramente frontal (perfectamente alineada) el riesgo de fallecimiento en accidente se reducía en furgonetas, vehículos SUV y pick-ups en un 29 % para los conductores y en un 32 % para los ocupantes delanteros. Estos porcentajes se reducen cuando la colisión no es puramente frontal.

En cuanto a la eficacia de los airbags laterales, la reducción del riesgo de fallecimiento en conductores está comprendida entre el 26 y el 37%, valores también válidos para vehículos comerciales ligeros.

En vuelcos, algunos estudios como el realizado por Kahane en 2014 [4] sugieren reducciones del riesgo de fallecimiento superiores al 40% en vehículos que incorporan airbag de cortina, diseñados para proteger la cabeza y el torso.

Baja



Media



Alta



Normativa

En Estados Unidos los airbags frontales, de conductor y de pasajero, son obligatorios desde el 1 de septiembre de 1998 para todos los turismos, furgonetas y camionetas ligeras, vendidas a partir de esa fecha, de acuerdo con el acta de eficiencia en el Transporte intermodal por superficie de 1991 (que no entró en vigor hasta 1998).

En Europa no llegó a desarrollarse una normativa que obligase a la instalación de airbags frontales, ya que la gran mayoría de fabricantes de automóviles comenzaron a incluirlos de serie a mediados de la década de los 90 y en el año 1999 resultaba ya prácticamente imposible encontrar un modelo de turismo que no dispusiera de serie, al menos, de airbags frontales. Esta tendencia se extendió a continuación también a los airbags laterales, de manera que actualmente tanto los airbags frontales como los laterales se encuentran de serie en la práctica totalidad de los vehículos automóviles de pasajeros que se ponen a la venta.

Disponibilidad

El 100% de los vehículos de las categorías M1 y N1 que se fabrican en la Unión Europea disponen, al menos, de Airbags frontales de serie.

Referencias bibliográficas

1. "El Airbag". 1998. Instituto de Investigación sobre Vehículos, S.A., Centro Zaragoza.
2. Lives Saved by Vehicle Safety Technologies and Associated. Federal Motor Vehicle Safety Standards, 1960 to 2012: National Highway Traffic Safety Administration, 2015. <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812069.pdf>
3. McCartt, Anne T.; Kyrzychenko, Sergey Y., Efficacy of side airbags in reducing driver deaths in driver-side car and SUV collisions. Traffic Injury Prevention. 2007. <https://www.iihs.org/topics/bibliography/ref/1858>
4. Kahane, C. J. (2014, January). Updated estimates of fatality reduction by curtain and side air bags in side impacts and preliminary analyses of rollover curtains. (Report No. DOT HS 811 882). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration. <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/811882.pdf>
5. Angelo D'Elia, Stuart Newstead, Jim Scully, Evaluation of vehicle side airbag effectiveness in Victoria, Australia, Accident Analysis & Prevention, Volume 54, 013, Pages 67-72, ISSN 0001-

Cinturón de Seguridad

Descripción de su funcionamiento

El cinturón de seguridad sigue siendo el sistema de seguridad pasiva más eficaz del que disponen los vehículos automóviles. Mantiene a los ocupantes retenidos dentro del habitáculo de seguridad ante giros, vuelcos y otros movimientos bruscos que puedan experimentarse en un accidente de tráfico, con lo que les proporciona un alto nivel de protección, aunque su principal objetivo y donde más eficaz se muestra es en la retención del cuerpo de los ocupantes del vehículo en colisiones frontales.

Ante una colisión frontal, el cinturón de seguridad consigue que los pasajeros experimenten una deceleración similar a la del vehículo, cuya estructura absorbe el impacto mientras se deforma,

evitado su desplazamiento y brusco impacto con el interior del vehículo, al retenerlo firmemente sujeto al asiento. Asimismo, el cinturón optimiza la actuación de los airbags frontales, al evitar que el cuerpo de los ocupantes se desplace fuera de su zona de actuación.

En la actualidad el tipo de cinturón más empleado es el de **tres puntos**, denominado así por tener tres puntos de anclaje: superior, inferior y el del sistema de cierre con hebilla. Se compone de una sola cinta que cubre tanto la zona de la cadera como la del hombro y que se recoge en un enrollador, situado generalmente en el punto de anclaje superior.

El enrollador dispone de un **bloqueo de emergencia**, que en la mayoría de los casos emplea un sistema dual de bloqueo, sensible tanto a la aceleración del vehículo como a la aceleración de la cinta, lo que asegura una respuesta rápida de bloqueo, en caso necesario. El usuario puede comprobar la operatividad del dispositivo de bloqueo dando un tirón a la correa del cinturón.

Desde inicios de los años 90 comenzaron a llevar instalados **pretensores**, cuyo objetivo es tensar súbitamente la cinta y evitar las holguras con el cuerpo, nada más detectar una colisión, de manera que el cinturón comience a actuar y retener el cuerpo desde el primer momento, reduciendo así el tiempo de reacción del sistema y limitando el desplazamiento del cuerpo de los ocupantes.

Además, también desde la década de los 90, comenzaron a incorporar **limitadores de fuerza** que tienen como objetivo limitar la tensión máxima que pueda alcanzar la correa del cinturón, una vez activado el sistema de bloqueo, aunque esto implique permitir un ligero desplazamiento del cuerpo de los ocupantes, para evitar que una fuerza excesiva sobre los mismos pueda causarles lesiones. Con ello se consigue una cierta amortiguación, sin mermar apenas la capacidad de retención del sistema.

Imagen 18

Cinturones de seguridad de tres puntos en un vehículo de siete plazas. Pueden verse las cintas (1), los enrolladores (2) y los pretensores (3). Los limitadores de fuerza suelen ubicarse dentro del enrollador



Para evitar un uso incorrecto del cinturón de seguridad es importante seguir los siguientes consejos:

- Llevar el cinturón bien ceñido al cuerpo. Es por ello que no se deben utilizar pinzas o ropa demasiado voluminosa, como abrigos o chaquetones, dentro del coche.
- No poner ninguna funda o almohadilla en el cinturón, con el fin de ir más cómodo, porque le restaría eficacia al alejarlo ligeramente de su apoyo en el cuerpo.
- Comprobar, una vez abrochado, que no esté enganchado o enrollado en alguna parte de su recorrido, porque puede ser peligroso y además perdería eficacia.
- Pasar la parte superior de la cinta por la clavícula, entre el cuello y el hombro, nunca por el cuello, porque podría causar lesiones graves en caso de accidente.
- Colocar el respaldo del asiento casi en ángulo recto, nunca demasiado inclinado hacia atrás, ya que esta posición favorece la aparición del efecto submarino (que la cadera deslice en la banqueta del asiento y la cinta apoye sobre el abdomen) o facilita que el cinturón produzca un estrangulamiento en caso de accidente.
- Cambiar el cinturón después de una colisión violenta, porque el trenzado del tejido de la correa habrá perdido su eficacia e incluso puede haber roturas en los sistemas de anclaje.

Efectividad

Existen numerosos estudios que analizan desde hace años la efectividad del cinturón de seguridad en los accidentes y en qué medida puede reducir sus efectos. Según la revisión de estudios efectuada por Elvik [2] se estima que el uso del cinturón de seguridad reduce la probabilidad de morir en un accidente de tráfico entre un 40 y un 50% en el caso de los conductores y pasajeros de los asientos delanteros y entre un 25 y un 40% en el de los pasajeros de los asientos traseros. El efecto sobre las lesiones graves es casi igual, mientras que el efecto sobre las lesiones leves es algo menor, en torno al 20-30%.

Comparando los distintos estudios, los resultados indican que el efecto de los cinturones de seguridad ha mejorado con el tiempo. Es muy probable que esto se deba, al menos en parte, a los aspectos metodológicos de los estudios y también a la mejora real de la tecnología de estos sistemas: inclusión de pretensores y limitadores de carga, además de mejoras en su diseño y ergonomía.



Normativa

En 1974 se hizo obligatorio el uso del cinturón de seguridad en carretera, para turismos y furgonetas (vehículos de las categorías M1 y N1). Desde el 15 de junio de 1992 es obligatorio el uso de cinturón de seguridad, homologado, abrochado correctamente, tanto en ciudad como en carretera, para el conductor y los pasajeros de los asientos delanteros y traseros de los turismos matriculados a partir de esa fecha. Hoy en día es el Real Decreto 1428/2003 del 21 de noviembre, de la

Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, el que regula su uso en los Artículos 116, 117, 118 y 119.

Respecto a la normativa que debe cumplir toda homologación de los vehículos en Europa, el Reglamento UNECE-14 regula desde 2006 los anclajes de los cinturones de seguridad y el Reglamento UNECE-16 regula desde 2009 los cinturones de seguridad, sistemas de retención, sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil **Isofix**.

Disponibilidad

El cinturón es un elemento de seguridad obligatorio para todos los vehículos de las categorías M1 y N1, en todas sus plazas, por lo que todos los vehículos homologados y comercializados en Europa disponen de cinturones de seguridad en todas sus plazas.

Referencias bibliográficas

1. "La eficiencia del cinturón de seguridad". 1998. Instituto de Investigación sobre Vehículos, S.A., Centro Zaragoza. <http://www.centro-zaragoza.com/informacion/Publicaciones/EstudiosSV/inf.asp?Estudio=7&nombre=La%20eficacia%20del%20cintur%F3n%20de%20seguridad&doc=Conclusiones>
2. "The Handbook of Road Safety". Rune Elvik, et al. (Meta-análisis de 29 estudios publicados sobre los efectos de los cinturones de seguridad en los accidentes). <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rOZ0g636tdsC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Elvik+et+al.,+2009+Handbook&ots=febZ7GGouI&sig=dKNBjTPNX7fK3-vVqpbEMeGjkPw#v=onepage&q=seat%20belt&f=false>
3. "A Statistical Analysis of 28,000 Accident Cases with Emphasis on Occupant Restraint Value". Bohlin, N. 1967. SAE Technical Paper 670925 DOI: <https://doi.org/10.4271/670925>
4. "Effectiveness of Current and Future Restraint Systems in Fatal and Serious Injury Automobile Crashes". Huelke, D., Sherman, H., Murphy, M., Kaplan, R. et al. 1979. SAE Technical Paper 790323 DOI: <https://doi.org/10.4271/790323>
5. "How would increasing seat belt use affect the number of killed or seriously injured light vehicle occupants?". 2016. Accident Analysis & Prevention DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.12.022>
6. "Influence of seat-belt use on the severity of injury in traffic accidents". Febres, J.D., García-Herrero, S., Herrera, S. et al. 2020. European Transport Research Review. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12544-020-0401-5>
7. "Reglamento n.º 16 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE). Disposiciones uniformes relativas a la homologación de: I. Cinturones de seguridad, sistemas de retención, sistemas de retención infantil y sistemas de retención infantil ISOFIX para ocupantes de vehículos de motor II. Vehículos equipados con cinturones de seguridad, sistemas de alerta de olvido del cinturón, sistemas de retención, sistemas de retención infantil, sistemas de retención infantil ISOFIX y sistemas de retención infantil i-Size [2018/629]." <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2018-80710>

Sistemas de Protección al Peatón

Descripción de su funcionamiento

En el caso de los atropellos en zona urbana, en los que las velocidades de circulación no son habitualmente muy elevadas, la gravedad de las lesiones del peatón viene determinada por una combinación de la velocidad de atropello con otros parámetros, tales como: la geometría del frontal del vehículo (en el caso de atropellos por impacto del área frontal), principalmente la altura de dicho frontal; la capacidad de absorción de energía de las zonas del vehículo que entran en contacto directo del peatón, fundamentalmente el punto de impacto de la cabeza con el capó o el parabrisas; o la velocidad de caída del peatón sobre la calzada tras el atropello.

Tomando en cuenta todo lo anterior, los fabricantes de vehículos comenzaron a desarrollar sistemas para conseguir que los automóviles resultasen menos lesivos en caso de atropello, actuando tanto desde el ámbito de la seguridad activa como desde el ámbito de la seguridad pasiva.

- **Seguridad activa.** La misión de sistemas de seguridad activa de protección del peatón es evitar que se produzca el atropello. Las últimas incorporaciones son muy novedosas:
 - Sistema Autónomo de Frenado de Emergencia con detección de peatones. Este sistema, conocido como AEB+P, por las siglas de su denominación en inglés: *Autonomous Emergency Braking + Pedestrian detection*, reduce automáticamente la velocidad del vehículo si se detecta riesgo de atropello a un peatón.
 - Iluminación Inteligente. Estos sistemas de alumbrado, generalmente con tecnología matricial de LED, permiten al conductor viajar en su vehículo con un haz de luz permanente, sin riesgo de deslumbrar a los vehículos que se aproximan o a los precedentes, optimizando de esta manera su visión de noche, lo que mejora la detección de peatones o ciclistas sobre la vía.
 - Cámaras termográficas de visión nocturna. Miden la diferencia de temperatura de los objetos mediante infrarrojos, reproduciendo imágenes obtenidas al apreciar incluso las diferencias de temperatura más pequeñas sin necesidad de luz. Las cámaras se suelen instalar en el paragolpes delantero. Si el asistente de visión nocturna detecta peligro de colisión contra un peatón, el conductor recibe un aviso acústico y la imagen del peatón en la pantalla.

Imagen 19

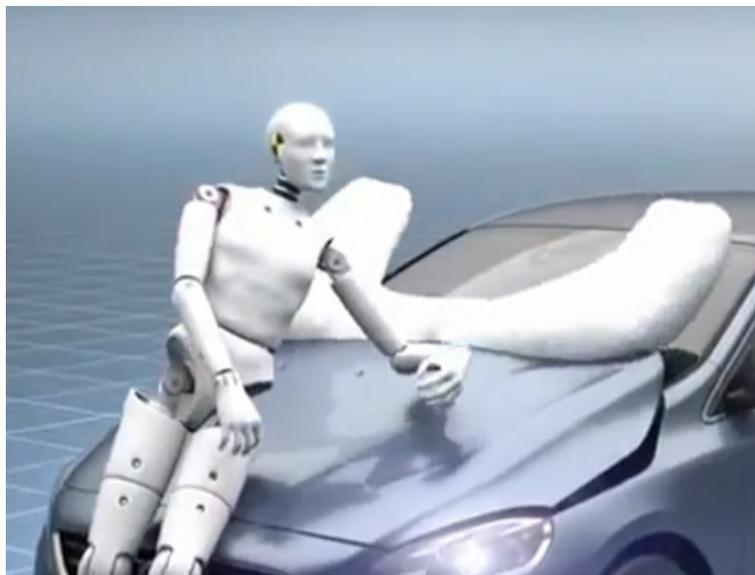
Cámara termográfica que permite la visión nocturna de peatones, ciclistas y animales sobre la calzada



- **Seguridad pasiva.** La misión de las medidas de seguridad pasiva de protección del peatón, una vez sucedido el siniestro, es minimizar los daños del atropello. Entre las soluciones más relevantes se encuentran:
 - Diseño de paragolpes menos agresivos. Proporcionando un espacio de separación con respecto al frente de la carrocería, utilizando materiales absorbentes de energía y formas redondeadas, se logran evitar lesiones graves en las rodillas y la cadera. Un ejemplo son los vehículos todoterreno, lo cuales han modificado su frontal, pasando de un frente plano y con aristas a uno más redondeado, influyendo positivamente en la cinemática de la colisión y reduciendo las lesiones de los peatones en caso de atropello.
 - Traviesas inferiores. Ubicadas en la parte más baja del frontal de los vehículos, están diseñada para que, en caso de atropello, el impacto directo recaiga sobre los tobillos del peatón, favoreciendo la elevación de su cuerpo y evitando, de ese modo, un posible arrollamiento.
 - Capó con absorción de energía. También denominado capó activo, está diseñado para absorber la energía de un atropello. Dotado de un sistema que lo eleva rápidamente, separándolo de componentes rígidos del motor, para permitir amortiguar el impacto del cuerpo sobre el mismo. Algunos constructores de vehículos incorporan un airbag debajo del capó, junto con un conjunto de sensores que se ubican en el frontal del vehículo y transmiten una señal a la unidad de control. Cuando los sensores detectan el atropello, el airbag se despliega y, además de amortiguar el impacto del peatón, levanta el capó lo suficiente para absorber la energía del impacto y así producir menos lesiones al peatón en caso de producirse un atropello. De esta forma se reduce la fuerza con la que el peatón o el ciclista impactan contra la parte superior del capó, la luna parabrisas o los montantes del mismo, que son los causantes de la mayoría de las muertes.
 - Parabrisas deformable. Este elemento está diseñado con estructura laminada, lo cual, en caso de impacto, favorece su deformación progresiva, y la absorción de energía en el impacto.

Imagen 20

Capó activo, con airbag de protección de peatones que cubre los montantes laterales del parabrisas



Efectividad

Un estudio del instituto británico Transport Research Laboratory (TRL) y otro de la Universidad de Dresden (Alemania) concluyen que combinando sistemas de asistencia en frenadas de emergencia y sistemas para reducir el riesgo de lesión durante un atropello se podrían reducir el número de peatones fallecidos en torno a un 10%. En España, esto se traduciría en alrededor de 70 vidas anuales.

Por otro lado, según otro estudio realizado en Corea por la asociación de ingenieros de automoción en 2014 [3], el capó activo y el airbag de protección de peatones permitirían reducir las tasas de lesiones de peatones en un 82,2% y un 95,4%, respectivamente.

Baja



Media



Alta



Normativa

REGLAMENTO (CE) N.º 78/2009 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativo a la homologación de vehículos en lo que se refiere a la protección de los peatones y otros usuarios vulnerables de la vía pública. El presente Reglamento establece requisitos para la fabricación y el funcionamiento de los vehículos y los sistemas de protección delantera, a fin de reducir el número y la gravedad de las lesiones que sufren los peatones y otros usuarios vulnerables de la vía pública que son golpeados por la parte delantera de un vehículo y de evitar tales colisiones, aplicándose a los vehículos de motor de la categoría M1 y N1. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2009-80211>

Disponibilidad

No se tienen datos de disponibilidad sobre todos estos sistemas de protección al peatón en el mercado europeo ni en el nacional.

Referencias bibliográficas

1. "Tecnologías vehiculares para la mejora de la protección de peatones y ciclistas". Fitsa.0206. <http://creandoconciencia.org.ar/enciclopedia/salud/PEATONES.pdf>
2. "Revision of Regulation 78/2009 on the protection of pedestrians and other vulnerable road users". European Transport Safety Council. 2016. <https://circabc.europa.eu/sd/a/e035f4f1-0795-473f-a860-88513f1e2fc5/Pedestrian%20Protection%2078%202009%20ETSC%20Position%202016.pdf>
3. "Effectiveness of Active Hood and Pedestrian Protection Airbag Based on Real Vehicle Impact Test". Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers. 2014. <http://koreascience.or.kr/article/JAKO201416747605029.page>

Sistema eCall

Descripción de su funcionamiento

El sistema eCall es un sistema utilizado en los vehículos de toda la Unión Europea, que realiza automáticamente una llamada gratuita de emergencia al número 112 cuando el vehículo detecta una colisión violenta. El sistema eCall también puede activarse manualmente, accionando un botón.

El objetivo de este sistema eCall es, por lo tanto, disminuir el tiempo de respuesta de los servicios de emergencia desde que se produce un accidente que requiere su intervención para, de esta forma, aumentar la probabilidad de supervivencia de los ocupantes del vehículo.

El sistema eCall funciona en todos los países de la UE. En cualquier ubicación, los vehículos implicados en un accidente grave se conectan con la red de respuesta de emergencia más próxima, sin importar dónde se hayan comprado o matriculado. Al activarse, el sistema eCall conecta por teléfono y mediante enlace de datos con el centro de respuesta de emergencias más cercano. De este modo, los ocupantes del vehículo pueden comunicarse con el operador del centro de emergencia, al tiempo que se transmite automáticamente un conjunto de datos esenciales (ubicación exacta, momento del accidente y número de identificación y rumbo del vehículo). Gracias a ello, los servicios de emergencia están en condiciones de evaluar y gestionar la situación.

Según las normas de la UE, los usuarios pueden utilizar sistemas eCall de servicios prestados por terceros (SPT) además del sistema estándar basado en el número 112. Estos servicios adicionales pueden incluir, por ejemplo, la asistencia en carretera. Los servicios adicionales prestados por un tercero pueden ser de pago (a diferencia del eCall basado en el número 112, que es gratuito).

Todo sistema eCall SPT tiene que:

- Ajustarse a las normas técnicas aprobadas por la UE.

- Garantizar que el sistema eCall basado en el número 112 se active de forma automática en caso de no funcionar el servicio SPT.
- Permitir que el propietario del vehículo elija entre el sistema basado en el número 112 o el servicio SPT.
- Impedir el intercambio de datos con el sistema eCall basado en el número 112.

Si se produce un fallo en el sistema, los usuarios reciben un aviso de alerta.

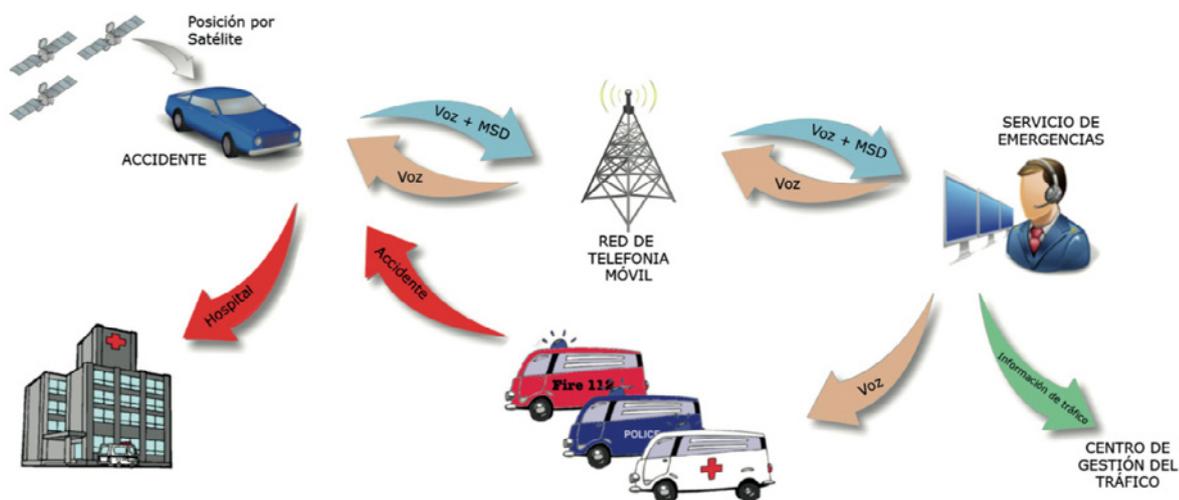
El sistema eCall solo se activa en caso de accidente grave. El resto del tiempo permanece inactivo. Esto quiere decir que, durante la conducción habitual del vehículo, no se produce ninguna actividad de seguimiento (para controlar la posición del automóvil o su manejo) ni de transmisión de datos. Cuando el sistema eCall efectúa una llamada al 112, los datos personales se tratan de conformidad con las normas de protección de datos de la UE. Por ello, los servicios de emergencia solo reciben la información esencial que necesitan para ocuparse del accidente. Los datos personales no se conservan más tiempo del necesario y se suprimen cuando ya no hacen falta.

Los principales componentes de este sistema son:

- Unidad de control de Airbag, donde se miden aceleraciones que permiten identificar cuándo se ha producido una colisión de suficiente intensidad para que se emita señal automática.
- Tarjeta SIM, para poder enviar voz y datos.
- GPS, que permite el geoposicionamiento del vehículo.
- Botón de accionamiento manual, que se encuentra en el interior del vehículo dispuesto en una zona accesible y protegida para evitar errores de activación y falsas alarmas, emitiendo dicha señal de emergencia de la misma manera que la automática.

Imagen 21

Esquema de funcionamiento del sistema eCall de llamadas automáticas de emergencia al teléfono 112



Efectividad

Según la consultora GMV, en 2017 se estimó que el eCall tenía el potencial de salvar 2.500 vidas al año en Europa, cuando estuviera introducido en todos los vehículos, así como reducir la gravedad de las secuelas en los heridos por accidentes de tráfico entre un 10 y un 15%. Esto se consigue gracias a la rápida actuación y presencia de médicos, bomberos y policía en el lugar del accidente.

Otra gran ventaja que ofrece el sistema eCall es reducir los accidentes secundarios que se producen tras el accidente inicial, ya que permite retirar rápidamente los restos del coche/s accidentado/s y señalar correctamente para avisar al resto de conductores. También se disminuyen con ello los atascos tras un accidente.



Normativa

Los nuevos modelos de automóvil homologados a partir del 31 de marzo de 2018 deben tener instalado el sistema eCall basado en el número 112. Esta norma europea* se aplica a los vehículos con un máximo de 8 plazas (M1) y a los vehículos comerciales ligeros (N1). Aunque los propietarios de un vehículo ya matriculado no están obligados a instalar el dispositivo eCall pueden hacerlo si su automóvil reúne los requisitos técnicos.

* Reglamento UE2015/758 del Parlamento europeo y del Consejo de 29 de abril de 2015.

Disponibilidad

Debido a la obligatoriedad en Europa de equipar los vehículos de las categorías M1 y N1, desde 2018, con un sistema eCall, su disponibilidad hoy en día es del 100% en los nuevos vehículos comercializados en nuestro país.

Referencias bibliográficas

1. "El eCall ya está aquí". Número 245, Revista Tráfico. 2018. Páginas 24 y 25. <https://revista.dgt.es/es/reportajes/2018/04ABRIL/0404ecall-obligatorio-a-partir-del-31-de-marzo.shtml>



Josefa Valcárcel, 44 - 28071 Madrid