

# SISTEMAS DE AYUDA A LA CONDUCCION PARA REDUCIR EMISIONES Y CONSUMOS EN TURISMOS. ESTADO ACTUAL, PERSPECTIVAS FUTURAS

Roberto Pangallo

Margarita González

Victor Oliveras

*CÁTEDRA SEAT-UPC, Edificio ETSEIB, Av. Diagonal 647, Planta 10, 08028 Barcelona,  
SPAIN, roberto.pangallo@upc.edu*

## Abstract

Some of the key aspects in the development of modern vehicles are the technological and environmental evolution and the green engineering.

On one hand, the presence of electronic components in the vehicles is proportional to the development of new technologies. The fast and continuous technological improvement in miniaturization, integration, computational potential, reliability, cost efficiency, and other features promotes the replacing and improving the functionalities of mechanical parts.

On the other hand, the green engineering drives vehicle producers to solutions that optimize and reduce energy consumption.

Issues such as security, infotainment, diagnosis, efficient and sustainability make the research for these devices a strategic field in the automotive sector. Today, drive assistance systems are considered tools to compete in the market.

In the eighties, a drive assistant system was considered subject for science fiction. Today it is a current theme, not only as a military application, but also as an economically viable system for passenger vehicles.

The study is about drive assistance systems that allow the driver to reduce emissions and energy consumption. We analyze human factor and users' acceptance; we treat the systems that have already commercialized, the ones that are under development, and all the solutions that could become the next market application.

**Keywords:** *sustainable; car assistant; artificial intelligence; mechatronic; augmented automation; Advanced Driver Assistant Systems (ADAS)*

## Resumen

Algunos de los aspectos fundamentales en el desarrollo de los modernos vehículos de turismo son la evolución tecnológica y la ingeniería verde.

Por un lado, los componentes electrónicos en los vehículos tienen un desarrollo proporcional al de las nuevas tecnologías. La continua mejora de características como miniaturización, integración, potencial de cálculo, fiabilidad y eficiencia de costes, permite que la electrónica esté cada vez más presente en los nuevos modelos de vehículos, substituyendo y mejorando las funcionalidades de las piezas mecánicas.

Por otro lado, la ingeniería verde orienta a los fabricantes de vehículos hacia soluciones que optimicen y reduzcan el consumo de energía.

Palabras como seguridad, entretenimiento, comunicación, telemática, diagnóstico, eficiencia y sostenibilidad hacen de estos dispositivos unos puntos estratégicos del sector de automoción actual y futuro.

Lo considerado ciencia-ficción en los años ochenta, hoy es un tema común, no solo para aplicaciones militares, sino como sistemas económicamente viables para vehículos de turismo.

El presente estudio se enfoca hacia los sistemas de ayuda a la conducción que facilitan al conductor la reducción de emisiones y de consumo. Se resaltan la importancia del factor humano y la aceptación de los usuarios; se analizan los sistemas comerciales, aquellos actualmente en desarrollo y las posibles futuras aplicaciones.

**Palabras clave:** *sostenibilidad; asistente a la conducción; inteligencia artificial; electromecánica; automática aumentada; Advanced Driver Assistant Systems (ADAS)*

## 1. Introducción

La tecnología a bordo de los vehículos está evolucionando muy rápidamente. Las principales actividades durante el viaje son administrados y monitoreados por procesadores y ordenadores; además, los aparatos portátiles, como Smart Phone, Pocket PC, etc., se complementan cada vez más fácilmente con los aparatos de los vehículos.

Hoy en día, en los turismos, se puede llamar por teléfono, trabajar, redactar documentos, enviar fax y correos electrónicos, como si estuviéramos en el despacho. Podemos ser conducidos a destino por la voz del navegador, mientras que, a lo mejor, hemos programado el control automático a una determinada velocidad.

Todo lo que en los años ochenta se podía ver sólo en las series televisivas ahora, a poco a poco, se ve en los coches de serie.

La investigación sobre este asunto es muy difusa, se introduce el término ADAS (Advanced Driver Assistant Systems) para englobar todas las herramientas que incluyen las tecnologías que soportan, de manera activa o pasiva, la conducción.

El uso de estos dispositivos mejora la seguridad, la eficiencia y el confort del vehículo. La importancia de los dispositivos ADAS es evidente. Por ejemplo:

- En el 90% de los accidentes viales está presente el factor humano.
- Las graves consecuencias socioeconómicas y ambientales del uso de combustibles fósiles aumenta la necesidad de reducir el consumo.
- El confort y, en general, la tecnología del vehículo, representan puntos estratégicos para las empresas de automoción que quieren ganar sectores de mercado.

El desarrollo futuro de estos dispositivos se basa en la definición de varios aspectos como el factor humano, la aceptación de los usuarios, el nivel de seguridad, la cantidad de información, la complejidad, la adaptabilidad, la interfase hombre máquina, la eficiencia y la relación costes/beneficios.

## 2. Objetivos

Describir la evolución de los sistemas de ayuda a la conducción resaltando la tecnología que permite reducir emisiones y consumos.

Analizar los factores fundamentales para el desarrollo de estos dispositivos con particular énfasis respecto en el factor humano y en la aceptación de los usuarios.

Gracias a estos datos, dar una visión del estado actual, los límites y las perspectivas futuras de los sistemas de ayuda a la conducción para bajar consumo y emisiones.

## 3. Metodología

El análisis de la literatura científica y de los datos de la industria del automóvil permite conocer la estructura de la evolución general de los sistemas mecatrónicos de los vehículos durante los últimos 30 años y, en particular, de los sistemas de ayuda a la conducción, hasta llegar a los dispositivos actualmente en el mercado.

De la misma manera, se analizan y evalúan los aspectos y criterios que se han considerado durante el desarrollo de estos dispositivos.

En base al análisis de este conocimiento, se describe un posible escenario futuro.

## 4. Desarrollo Electromecánico

A día de hoy, con vehículos equipados con sofisticada electrónica, es fácil olvidar que esta tecnología ha llegado en un tiempo relativamente breve.

En los primeros años setenta, sin considerar la radio, había solo 2 componentes electrónicos en los vehículos: el alternador a diodo y el regulador de tensión. Ya en 1974, contaban con 12.

En estos mismos años, tras la conferencia del 1974, las industrias automotrices americanas y los productores de piezas electrónicas llegaron a un acuerdo para producir electrónica de bajo coste. De esta manera se estimuló el uso de la electrónica en el sector y, en general, de la electrónica de masas (utensilios, electrodomésticos, etc.).

El primer micro-ordenador en el campo del automóvil fue MISAR (Microprocessed Sensing and Automatic Regulation), un control de inyección de Delco-Remy montado en la Oldsmobile Toronado en 1977. En los siguientes tres años este dispositivo se ocupó de varias funciones en el interior del vehículo.

En los primeros años ochenta se intentó utilizar el micro-ordenador para funcionalidades no necesarias que acabaron con muchos vehículos parados con baterías completamente descargadas. Después de este periodo el desarrollo se ha normalizado (Jurgen, 1999).

Entre los años ochenta y noventa la evolución de la tecnología ha permitido concebir sistemas inteligentes de ayuda a la conducción.

Un ejemplo de esta evolución son los sistemas GIDS (Generic Intelligent Driver Support Systems). Estos sistemas tenían el objetivo de proporcionar informaciones al conductor para mejorar las tareas normales de conducción. La investigación sobre estos sistemas empezó entre el 1989 y el 1992 con el consorcio GIDS, que fue parte del programa de la Comunidad Europea ECC DRIVE (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe), para estimular y coordinar la difusión de este tipo de tecnología.

El consorcio GIDS tenía los siguientes objetivos de desarrollo:

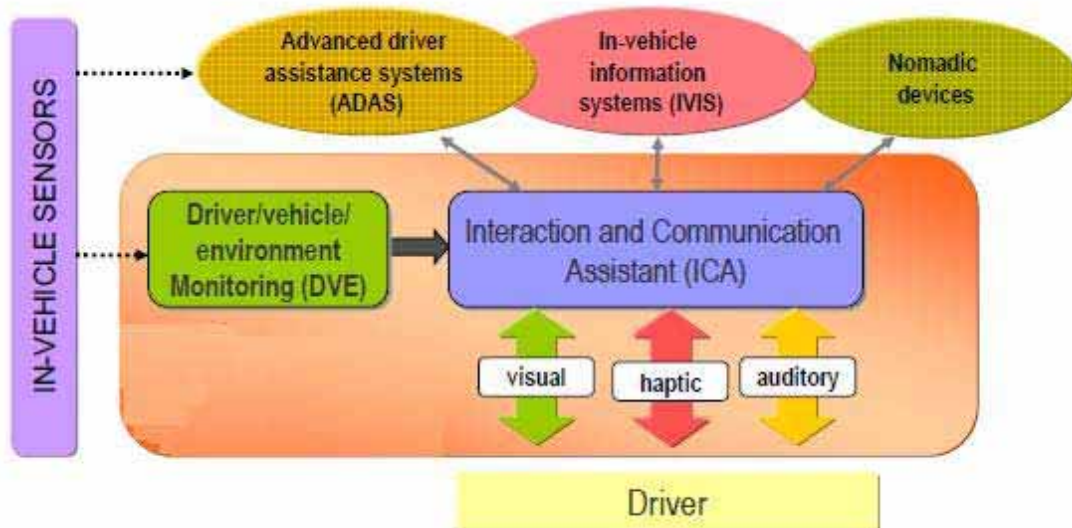
- Definiciones detalladas de los requisitos de los sistemas GIDS.
- Determinación del impacto relacionado con la viabilidad y la conciencia de los usuarios.
- Determinar la mejor HMI (Human Machine Interface).

Estos puntos son la base de los modernos sistemas de ayuda a la conducción.

Durante la primera mitad de los años noventa la evolución y la integración de tecnologías ha permitido desarrollar dispositivos más complejos y cercanos a la distribución en el mercado.

Es en este periodo que se generalizan los sistemas ADAS e IVIS (In-Vehicle Information Systems).

**Figura 1: Esquema de interacción de los sistemas ADAS y IVIS (Romera, 2008)**



Estos dispositivos se caracterizan por un alto nivel de integración y control, incluyendo sistemas de control activo y adaptativos.

Organizaciones como EUCAR (European Council for Automotive R&D), CLEPA (European Association of Automotive) y ERTICO (Europe's intelligent transportations and system organization), tratan de realizar estándares para estos sistemas que, en este momento, son los más avanzados en tema de ayuda a la conducción presentes en los vehículos, y que, cada vez más, equipan cualquier vehículo de serie.

La Comisión Europea ha patrocinado varios proyectos para incentivar el desarrollo de estos dispositivos:

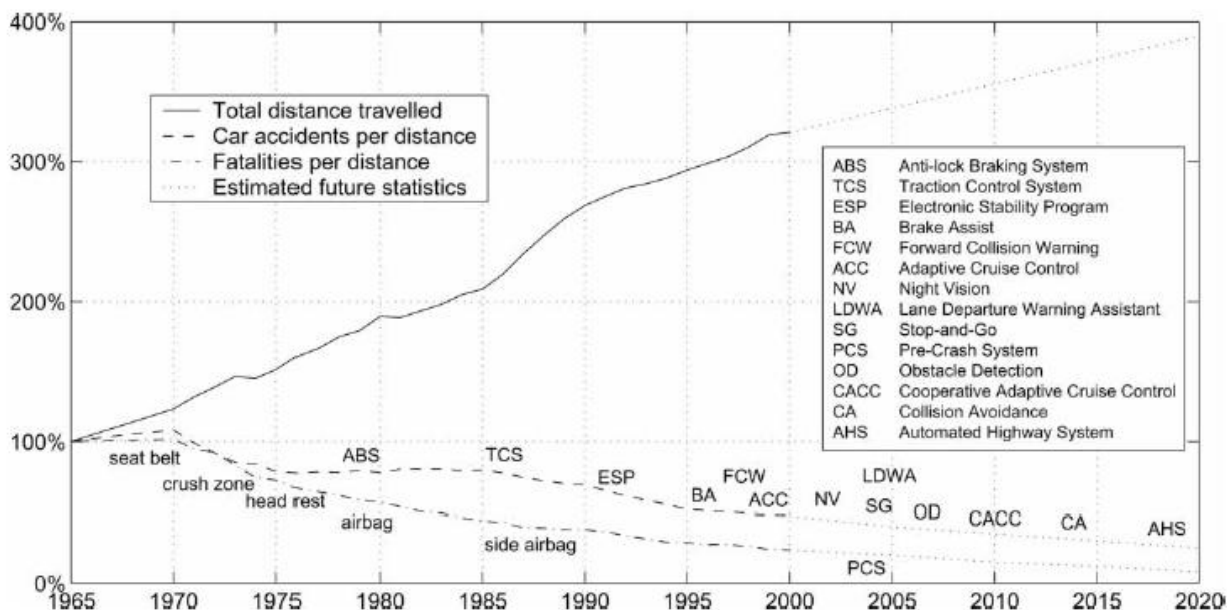
- AIDE (Adaptative Integrated Driver-Vehicle interface) cuyo objetivo fue la optimización y la interacción entre varios dispositivos, minimizando la carga de información y estimulando la creación de nuevos dispositivos.
- HUMANIST (HUMAN centred design for Information Society Technologies) es una Red de Excelencia. Su objetivo es crear un centro europeo virtual de excelencia centrado en la investigación sobre los factores humanos en el transporte.
- euroFOT (large-scale European Field Operational Test on Active Safety Systems) se propone evaluar el impacto de los sistemas de vehículos inteligentes en materia de seguridad, medio ambiente y eficiencia del conductor. El proyecto es la evaluación de varios sistemas técnicamente maduros instalados en turismos y camiones en toda Europa.

## 5. Advanced Driver Assistant Systems (ADAS)

ADAS es el término usado para definir todos los dispositivos que ayudan, de manera activa y pasiva, al conductor y a los ocupantes del vehículo.

Integrados con una interfaz HMI, permiten solucionar problemas de seguridad del vehículo. En la Figura 2, se puede ver como estos sistemas han mejorado el confort de la conducción y la seguridad vial (Gietelink et al., 2006).

**Figura 2: Número total de accidentes de tráfico y víctimas mortales por distancia total recorrida, normalizado a 1965 con datos de la UE (International Road Traffic Database)**



Los dispositivos ADAS se pueden dividir en dos categorías:

- Sistemas de ayuda al conductor
- Sistemas de ayuda al vehículo

### *Sistemas de ayuda al conductor*

Información al conductor: ruta, navegación integrada, indicaciones en tiempo real sobre el viaje y sobre problemas de retención (Ress, Etemad, & Kuck, 2008).

Percepción del conductor: visión artificial, espejos electrónico, parking / marcha atrás, estado de la calle (National Highway traffic safety Administration, 2005).

Comodidad del conductor: identificación del conductor, sistemas de manos libres, controles automáticos.

Observador del conductor: vigilancia sobre el conductor y su salud.

#### *Sistemas de soporte al vehículo*

Control general del vehículo: stop and go, start and stop, ABS etc. (Venhovens, 2000).

Control lateral y longitudinal: control adaptable de velocidad de cruce (ACC, Adaptive Cruise Control), supervisión de pérdida de carril (Winner et al., 1996).

Elusión de colisión: elusión de colisión trasera, obstáculos, peatones y gestor de intersecciones (Moritz, 2000).

Observador del vehículo: diagnóstico de vehículo.

En la práctica, muchos de estos sistemas son combinados, así que se constituyen sistemas complejos y sofisticados. Las posibilidades de combinación son muy numerosas y no excluyen un dispositivo único en el futuro.

## **6. Factor humano: el conductor**

Un aspecto fundamental para modificar el estilo de conducción es comprender el comportamiento de los usuarios de los vehículos y sus errores más comunes.

En las últimas décadas se han generado varios métodos para el análisis del comportamiento aplicado a la prevención de accidentes. Este mismo enfoque se puede utilizar para estudiar los errores más comunes en temas de consumo y emisiones.

En este sentido se necesitan desarrollar varios temas, entre ellos:

- Modelado del comportamiento del conductor
- Definición de cómo detectar y corregir los eventuales defectos

### **6.1. Modelado y análisis del comportamiento del conductor**

El objetivo de los sistemas ADAS es ayudar al conductor para mejorar sus prestaciones y sensaciones. El elemento básico que se tiene en cuenta para desarrollar un sistema ADAS es el factor humano.

Conociendo y previendo el comportamiento del conductor y de los ocupantes del vehículo, el sistema puede comprender y valorar la forma y el nivel de la ayuda a los usuarios. Se observa el conductor para poder definir y catalogar su comportamiento.

Desde los años 70 se han desarrollado técnicas para modelar el estilo de conducción y se ha logrado considerar los cambios dinámicos debidos al entorno en el cual está situado el vehículo (DVE, Drivers Vehicles and the Environment), (Milchon, 1985). Los eventos influyen en el comportamiento del conductor: los eventos recientes (por ejemplo un vehículo cercano que no tiene una conducta segura) o el ambiente circundante (señales viales, retención, etc.).

Con el fin de crear una estructura lógica que pueda definir una jerarquía de eventos se utiliza una estructura de árbol con más de 2 subelementos.

Esta forma de análisis, basada en la psicología cognitiva, o sea, en cómo los seres humanos reciben la información sensorial y la transforman, sintetizan, elaboran, almacenan,

recuperan y finalmente hacen uso de ella (Groeger, 2000), permite el desarrollo de herramientas computacionales de simulación del comportamiento humano.

Salvucci (2006) propone un modelo de comportamiento en la conducción ACT-R (Adaptive Control of Thought-Rational), aplicado a los procesos de control, monitorización, y decisión en una autopista. El resultado es un modelo de perfiles de dirección, posición y distribuciones visuales de los conductores durante el mantenimiento de carril, la negociación de curvas y el cambio de carril.

La arquitectura cognitiva permite construir modelos computacionales del comportamiento humano. Su peculiaridad es la de poder interactuar con simulaciones externas que resultan muy importantes a la hora de simular el sistema en el ambiente que lo rodea (Anderson et al., 2004).

El proceso de control es un modelo que gestiona la percepción de menor nivel visual (señales) y la manipulación de los mandos del vehículo para el control lateral y longitudinal.

La fase de monitorización permite vigilar continuamente el ambiente exterior, la posición de otros vehículos, la presencia de peatones o la detección de las señales viales.

El proceso de decisión usa la información generada por las dos primeras fases para determinar la táctica a seguir.

La limitación de este método es que el procesamiento cognitivo es serial, sin la posibilidad de gestionar varias informaciones al mismo tiempo. De la misma forma, las tres fases cognitivas de control, monitorización y decisión tienen una estructura de bucle secuencial.

Utilizando una estructura de multitareas se pueden dividir los tres procesos para simular un proceso paralelo. Las tres tareas se dividen en subtareas que el procesador cognitivo sigue procesando en serie, pero alternado la subtareas de las tres fases para procesarlas al mismo tiempo, en paralelo.

El sistema se pueda personalizar según las características del conductor. Por ejemplo, se pueden regular la posición y la velocidad angular del volante y la distancia de seguridad del vehículo precedente.

## **6.2. Cómo detectar y corregir los eventuales defectos**

En temas de prevención se han desarrollado técnicas y sistema de análisis para prevenir accidentes, que sirven para detectar fallos conducentes a situaciones de peligro y que inciden en consumos y emisiones.

Las más conocidas son (Sklet, 2004):

- Análisis de barreras
- Análisis del cambio
- Análisis de las causas
- Análisis del árbol de fallos
- Diagrama de influencia
- Análisis del árbol de eventos
- Gestión del árbol de sobre riesgo (MORT)
- Técnica de análisis de la causa sistemática (SCAT)
- Trazado de los eventos programados en secuencia (STEP)
- Análisis de hombre, tecnología y organización (MTO)
- Método de la función del evento y de la evolución de accidentes
- TRIPOD
- Acci Map

#### *Análisis de barreras*

El análisis de barreras se utiliza para identificar los peligros asociados a un accidente y las barreras que podían prevenirlo. Se consideran dos tipos de barreras: las físicas y las de gestión. Para analizar las barreras de gestión, los investigadores necesitan información sobre las barreras a los tres niveles de la organización responsable del trabajo: la actividad, la instalación y los niveles institucionales.

#### *Análisis del cambio*

Examina los cambios planificados y no planificados que provocaron los resultados no deseados. El cambio es algo que perturba el "equilibrio" de un sistema. En la investigación de accidentes, esta técnica se utiliza para examinar un accidente mediante el análisis de la diferencia entre lo que se ha producido antes, o se espera, y las secuencias de lo que ha ocurrido.

El investigador realiza el análisis comparando la situación libre de accidentes y el escenario de un accidente. Esta comparación permite comprender si las diferencias causaron, o contribuyeron, al accidente.

#### *Análisis de de las causas*

Pretende identificar las causas básicas de fallos en los sistemas de seguridad para que, en caso de ser corregidas, puedan prevenir los mismos accidentes o similares. Es un proceso sistemático que utiliza los hechos y los resultados de las principales técnicas de análisis para determinar la causa más importante del accidente.

Mientras que las técnicas analíticas básicas deben dar respuestas a las preguntas sobre qué, cuándo, dónde, quién, y cómo, el análisis de las causas debe resolver la pregunta: por qué.

#### *Análisis del árbol de fallos*

El árbol de fallos es un modelo gráfico que muestra las diversas combinaciones de los eventos normales mediante el uso de puertas lógicas, fallos en los equipos, errores humanos, y factores ambientales que pueden contribuir a un accidente.



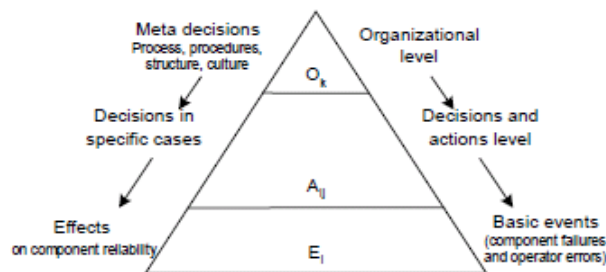
Este análisis puede ser cualitativo y/o cuantitativo. Los posibles resultados del análisis pueden ser una lista de las posibles combinaciones de factores ambientales, errores humanos, eventos normales y fallos de los componentes que pueden causar un evento crítico en el sistema y la probabilidad de que el evento crítico se produzca durante un intervalo de tiempo especificado.

El punto fuerte de este análisis, como herramienta cualitativa, es la capacidad de dividir un accidente en sus causas principales.

#### *Diagrama de influencia*

Este análisis también puede ser utilizado para analizar la jerarquía de las causas fundamentales de los fallos del sistema: las decisiones de gestión, errores humanos y fallos de los componentes.

**Figura 3: Diagrama de influencia (Sklet, 2004)**



#### *Análisis del árbol de eventos*

Se utiliza para analizar secuencias de eventos que siguen a un evento inicial. La secuencia de eventos conduce a un conjunto de posibles consecuencias, que pueden ser consideradas como aceptables o inaceptables. La secuencia de eventos se ilustra gráficamente de forma que cada sistema de seguridad sigue el modelo de dos estados, el funcionamiento y el fracaso. Es un método de análisis de riesgos proactivo para identificar posibles secuencias de eventos, pero también se puede utilizar para identificar e ilustrar eventos secuenciales y obtener una representación cualitativa y cuantitativa.

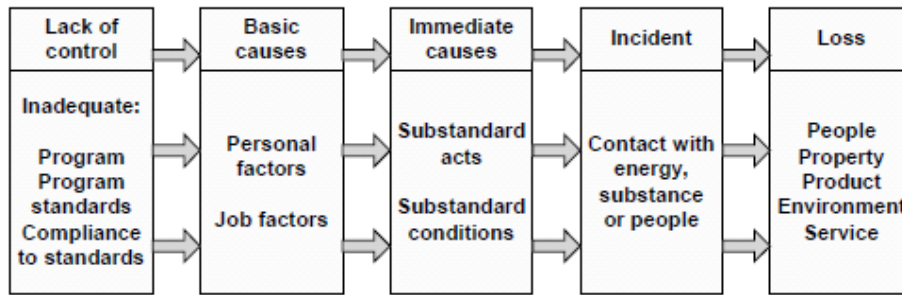
#### *Gestión del árbol de sobre riesgo (MORT)*

Proporciona un método sistemático (árbol de análisis) para la planificación, organización y conducción de una amplia investigación de accidentes. A través del análisis MORT, los investigadores identifican deficiencias en los factores específicos de control y del sistema de gestión. Estos factores son evaluados y analizados para identificar los factores causales de los accidentes.

#### *Técnica de análisis de la causa sistemática (SCAT)*

Es una herramienta para la ayuda de la investigación y evaluación de los accidentes a través de la aplicación de la tabla de SCAT (Figura 3). El cuadro actúa como una lista de comprobación para asegurarse de que una investigación ha estudiado todas las facetas de un accidente.

**Figura 3: Tabla de SCAT (Sklet, 2004)**



#### *Trazado de los eventos programados en secuencia (STEP)*

Propone un proceso sistemático para la investigación de accidentes en base a secuencias de varios eventos lineales y una visión de proceso de los accidentes.

Se basa en cuatro conceptos:

- Ni el accidente, ni sus causas son una única secuencia lineal de eventos.
- Para describir el accidente se utilizan bloques de datos en una hoja de cálculo. Un bloque de datos describe un evento.
- Se crea un flujo lógico de proceso. Las flechas en la hoja de cálculo ilustran el flujo.
- Los procesos productivos y los de accidentes son similares y pueden ser entendidos mediante procedimientos similares de investigación.

#### *Análisis de hombre, tecnología y organización (MTO)*

Se basa en que los factores humanos, de organización, y técnicos sean considerados de igual manera en la investigación de accidentes.

Este análisis se basa en tres métodos:

- Análisis estructurado por medio de un evento y diagrama de causas.
- Análisis del cambio mediante la descripción de cómo se han desviado los acontecimientos de los hechos anteriores o de una práctica común.
- Análisis de barrera mediante la identificación de la tecnología y la gestión que han fracasado.

#### *Método de la función del evento y de la evolución de accidentes*

Es un método de análisis de eventos basado en una serie de interacciones entre los sistemas humanos y técnicos que evolucionan hacia un evento.

La interacción consiste en fallos, mal funcionamiento o errores que puedan provocar o haber dado lugar a un accidente. Este método integra los sistemas humanos y técnicos al mismo tiempo ya que realiza un análisis de accidentes a partir de la técnica del método de diagrama de flujo.

El diagrama de flujo inicial se compone de cajas negras en dos columnas paralelas, una para los sistemas humanos y otra para los sistemas técnicos. La secuencia de las cajas de error sigue el orden temporal de los eventos.

#### *TRIPOD*

La idea es que los fallos de gestión son los principales factores en la causalidad de los accidentes, de forma que a un accidente le corresponde un número de errores técnicos y humanos.

TRÍPOD es un instrumento informático que proporciona al usuario una visión general del árbol del accidente que investiga. Los menús guían al investigador a través del proceso de elaboración de un sistema electrónico representativo del accidente.

#### *Acci-map*

Es una metodología para la gestión proactiva del riesgo en una sociedad dinámica. La metodología no es una pura herramienta de investigación de accidentes, pero proporciona una interesante perspectiva sobre la gestión de riesgos y accidentes que no pueden ser comprobados con los otros métodos.

Llaman la atención sobre el hecho de que muchos niveles de la toma de decisiones están involucrados en la gestión de riesgos para controlar los procesos peligrosos.

## 7. Dispositivos de ayuda a la conducción para bajar consumo y emisiones

En los últimos años los nuevos modelos de vehículos montan frecuentemente dispositivos ADAS para bajar consumos y emisiones. Aquí exponemos sus características y funcionalidades.

- Indicadores de eficiencia energética

Estos dispositivos valoran gráficamente o con señales acústicas la eficiencia de la conducción.

**Figura 4: Indicadores de eficiencia energética**



Ford. Smart Gauge



Honda ECON

Colores, imágenes y sonidos proporcionan el estado de la conducción en tiempo real. No dan ninguna explicación sobre cómo mejorar la eficiencia.

- Entrenadores de eficiencia

Son dispositivos que indican al conductor qué puede hacer para mejorar su estilo de conducción.

Figura 5: Entrenadores de eficiencia



Fiat eco DRIVE

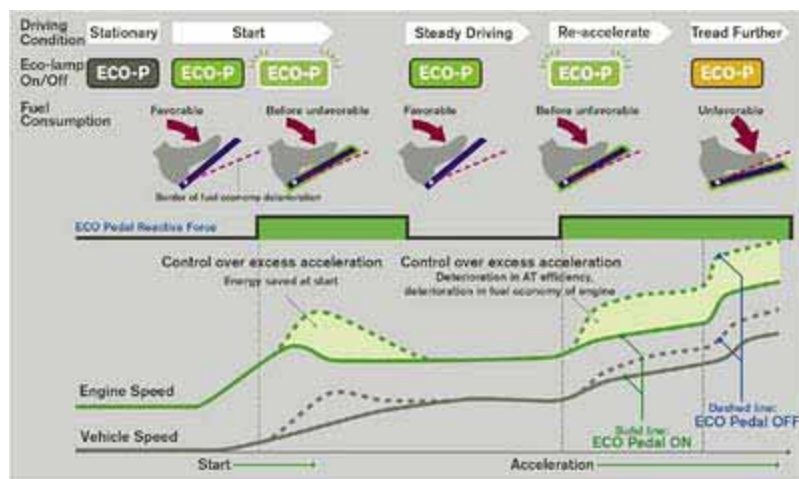
Audi Eco Training

En la Figura 5 se ven dos tipos diferentes; el eco DRIVE de FIAT es un sistema capaz de adquirir datos en una memoria USB y pos procesar el estilo de conducción en un ordenador. Considera aceleraciones, deceleraciones, cambios y velocidades. Monitora en el tiempo y tiene una comunidad online de usuarios.

- Regulador del pedal del acelerador

Este dispositivo se opone a movimiento de acelerador teniendo en cuenta la velocidad y la posición del pedal para optimizar una de las fases que más energía requiere como es la aceleración.

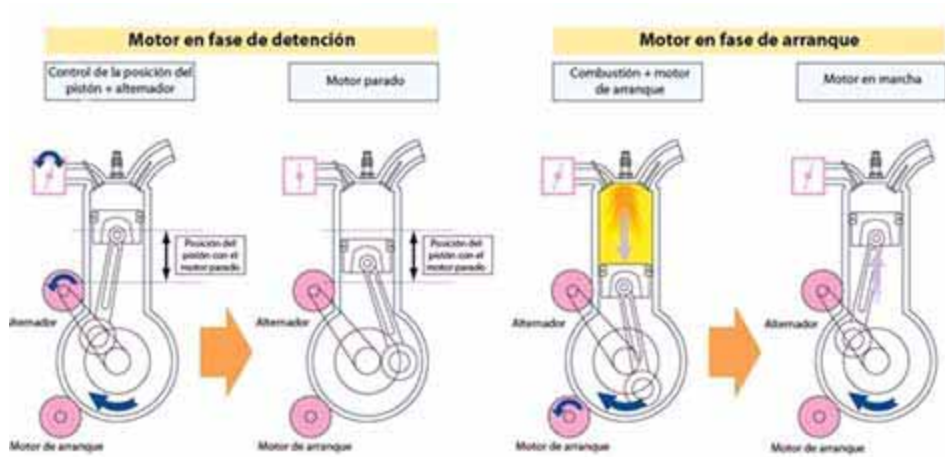
Figura 6: Nissan Eco Pedal



- Sistema Start & Stop

Este sistema equipa vehículos de varias marcas. Es un sistema para bloquear la inyección de carburante durante las paradas.

Figura 7: Start & Stop



- Sistemas de navegación eficiente

Estos dispositivos obtienen datos reales de tráfico para calcular la ruta que permite el menor consumo.

Figura 8: Sistema de navegación Audi's Smart Engines





## 8. Aceptación de los usuarios a los sistemas para reducir consumo y emisiones

En los últimos 30 años se han desarrollado técnicas para evaluar el nivel de aceptación de un usuario de la información tecnológica. Davis (1989) ha introducido el Technology Acceptance Model (TAM) que actualmente es el método más usado y se aplica en la fase anterior a la realización del prototipo de un producto.

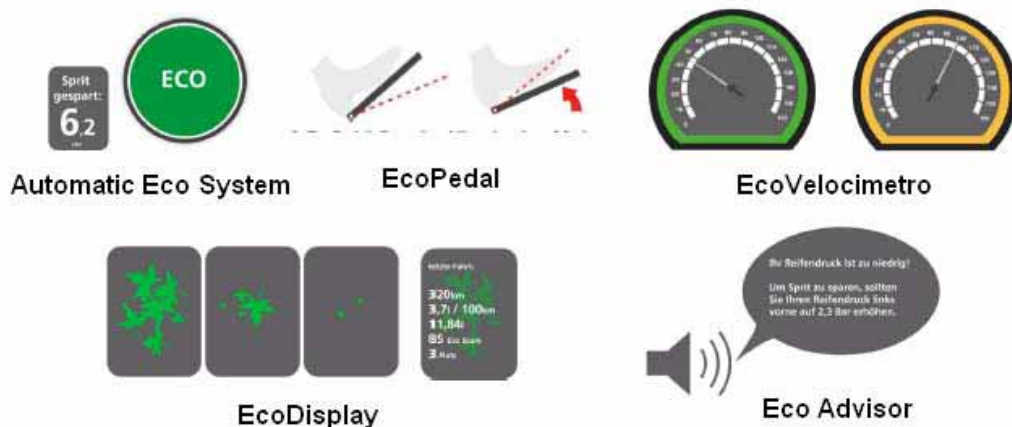
Meschtscherjakov et al. (2009) proponen un estudio para comprender la aceptación de los dispositivos de asistencia a la conducción que influyen en el comportamiento en la conducción para bajar consumo y emisiones.

Basándose en los resultados de Davis y Venkatesh (2004), Meschtscherjakov propone un cuestionario a 57 conductores (31 hombres y 27 mujeres) en el cual se describe el funcionamiento de 5 dispositivos de ayuda a la conducción (Figura 9) para valorar si los usuarios demuestran intención de usarlos, los ven útiles y si les parece fácil el uso.

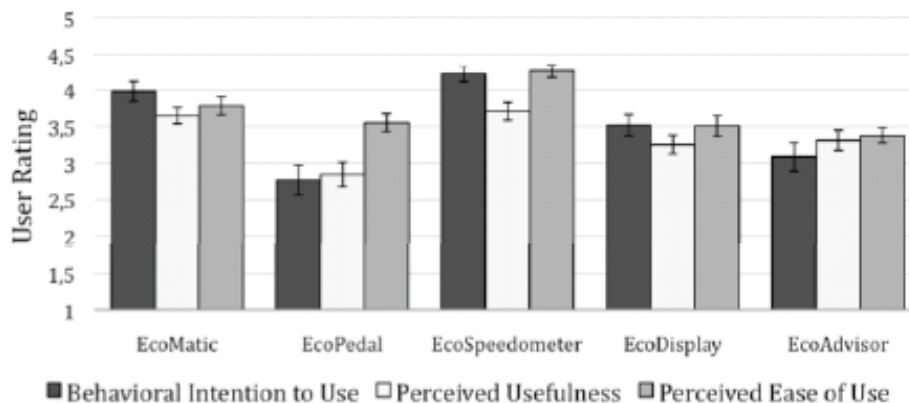
Como se puede ver en la Figura 10, los cinco sistemas propuestos son mediamente aceptados y valorados positivamente por los usuarios. Como era previsible, los dispositivos que participan más activamente a las tareas de conducción son valorados menos por temas de seguridad.

Este método se puede aplicar a cualquier otro tipo de dispositivo de ayuda a la conducción.

Figura 9: Sistemas usados para el estudio de aceptación de los dispositivos de ahorro energético. (Meschtscherjakov et al, 2009)



**Figura 10: Resultados el estudio de aceptación de los dispositivos de ahorro energético.  
(Meschtscherjakov et al, 2009)**



## 9. Resultados efectivos

Utilizando varios criterios se pueden evaluar las mejoras que introducen los dispositivos ADAS.

Los más importantes son: Seguridad, Complejidad, Adaptabilidad, Conducibilidad / confort, Medio ambiente y Relación costes/seguridad

### 9.1. Seguridad

Existen dos aspectos que hay que considerar:

*Nivel de seguridad producido.* Expresa el nivel real de seguridad que los dispositivos ADAS pueden proporcionar al conductor. Observando la bibliografía internacional se pueden utilizar unos parámetros, independientes entre ellos, que permiten una evaluación y un análisis exhaustivo. Los criterios se dividen en:

- Seguridad
- Eficiencia en el tráfico: Regulación de velocidad y posición en el tráfico

La regulación de velocidad corresponde a un problema de velocidad no apropiada ya sea por el tráfico específico o por el tipo de vía, donde hay que mantener distancias longitudinales y laterales apropiadas con los otros vehículos y los elementos de la vía para mantener buenas condiciones de viabilidad.

El ajuste de la velocidad del vehículo y las distancias entre vehículos pueden garantizar una mayor eficiencia de la red vial para la seguridad del vehículo y/o para la red completa.

Sobrecarga de información.

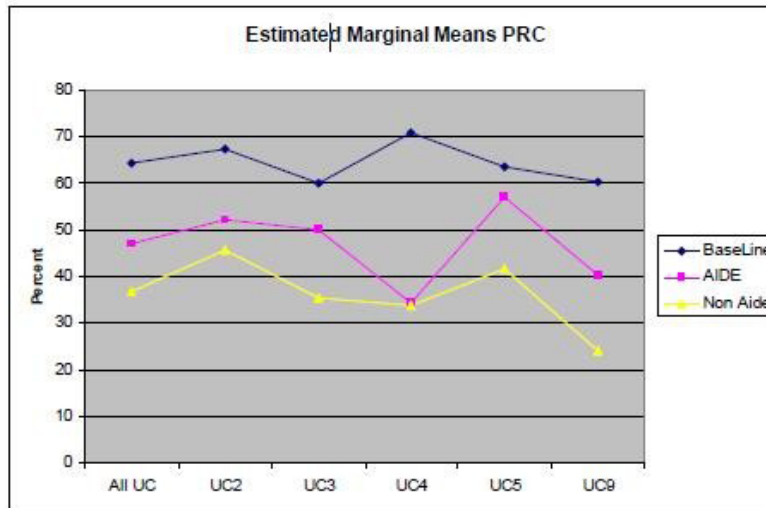
Un factor que se puede contraponer a la utilidad de los sistemas ADAS es la distracción que pueden producir.

Las pantallas y la comunicación audio constituyen dispositivos que proporcionan información pero tienen el riesgo de distraer, molestar y asustar.

El control automático puede dirigir el vehículo de manera autónoma y tiene el riesgo de fallar.

La investigación sobre el comportamiento de los conductores hacia el uso de estos sistemas, especialmente durante el período de la introducción de los nuevos sistemas, se considera necesaria no sólo para la identificación del impacto general de la seguridad, sino también para la reformulación de los propios sistemas, si necesario.

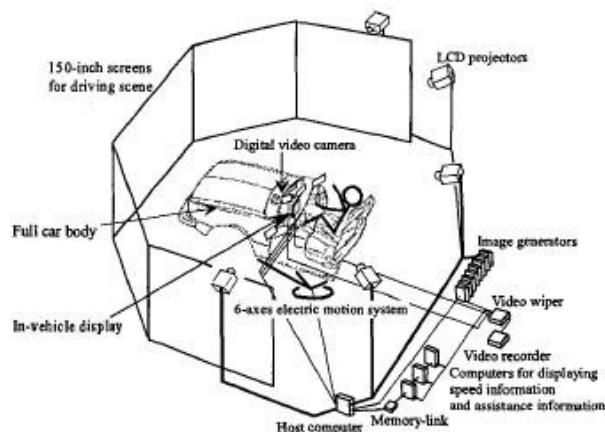
**Figura 11: Aportación de los sistemas ADAS (BMW, 2003)**



Otro aspecto relevante es la integración y las comunicaciones entre dispositivos personales: un único dispositivo que pueda conectarse a todos los aparatos presentes en el vehículo puede gestionar las prioridades y minimizar la distracción.

Dado que la pantalla puede distraer los conductores, varios sistemas de proceso electrónico de imágenes advierten al conductor mediante un sonido o alarmas en el caso de una situación peligrosa.

**Figura 12: Simulador de conducción (Shiki, 2004)**



Con las pantallas, la cantidad de información debe ser vigilada de manera que no cree efectos colaterales. Las pantallas son herramientas muy útiles para proporcionar información. El riesgo es que el conductor acabe limitando su concentración y sus

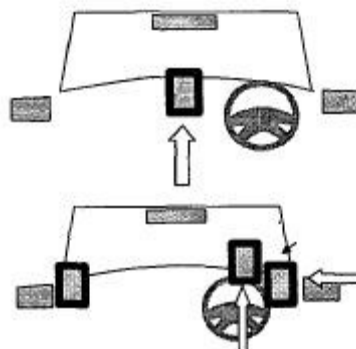


prestaciones. Por esto es muy importante ordenar y coordinar esta información, para que el conductor utilice de la mejor forma posible estas herramientas. Hay estudios sobre el número de informaciones presentadas simultáneamente, el tiempo y la modalidad (Daimon, 2000).

Otros estudios miden el efecto de informaciones simultáneas. En la Figura 12 se puede ver un simulador de conducción utilizado para medir la reacción del conductor (Shiki, 2004).

Simplemente desplazando la posición de las pantallas se puede alcanzar una mayor seguridad porque, para determinadas posiciones, los ojos apartan la atención de la calle durante menos tiempo (Figura 13).

**Figura 13: Posición de la pantalla (Shiki, 2004)**



Los sistemas audio complementan las informaciones de las pantallas. Tienen la ventaja de no distraer la vista del conductor y permiten enviar controles vocales a los dispositivos sin que el usuario deba moverse; la desventaja es que pueden molestar los ocupantes del vehículo.

Los controles automáticos son la clave de los vehículos autónomos. Los obstáculos más grandes para su desarrollo son la fiabilidad y la legislación.

La electrónica representa la parte hardware de los controles automáticos de los vehículos. La parte software son los algoritmos de control. Dado que pueden fallar se proyectan en previsión de 'situaciones no normales', de forma que se pueden mitigar los problemas intrínsecos del control y, en caso de graves problemas, devolver el control total del vehículo al usuario avisando previamente y no interfiriendo en las maniobras peligrosas si hay riesgos de limitar el conductor.

## 9.2. Complejidad

Este es otro factor muy importante porque la complejidad es sinónimo de grandes dimensiones y costes elevados. Por esto es muy importante la miniaturización y la integración.

El proceso que normalmente se sigue es desarrollar nueva tecnologías que tenga mas parte software que hardware permitiendo rebajar los costes de modificaciones, actualizaciones y diagnóstico.

### **9.3. Adaptabilidad**

Para los dispositivos ADAS, los obstáculos para su desarrollo masivo son la facilidad de intercambio y la adaptabilidad sobre todo debidos a los protocolos de comunicaciones no libres y diferentes entre vehículos de la misma marca que no permiten la utilización de la información de diferentes fabricante y la relativa personalización de los dispositivos en función del modelo. Por esto, a día de hoy, los dispositivos ADAS son desarrollados por los propios constructores o por sus proveedores sin permitir a productores externos entrar en competencia favoreciendo el desarrollo y la innovación.

### **9.4. Conductividad/Confort**

El riesgo de estos sistemas es que el alto número de informaciones pueda tener un efecto contrario al deseado. Por ello hay que asegurar que todos los dispositivos trabajen en armonía para facilitar las tareas del conductor (Zwahlen, Adams & DeBald, 1988).

### **9.5. Relación coste/seguridad**

Hay varios aspectos que pueden ser mejorados mediante la utilización de sistemas ADAS, el problema es saber qué beneficio pueden generar para valorar si tendrán éxito en el mercado.

### **9.6. Medio ambiente**

Este aspecto se hace cada vez mas importante por el creciente interés da la opinión pública (que se suma a la preocupación por la subida del coste del combustible) y la normas, cada vez más restrictivas, en tema de emisiones.

En el mercado hay modelos de vehículos que indican los gastos y juzgan la conducción.

## **10. Conclusiones**

Hemos dado una visión general de los dispositivos de ayuda a la conducción aplicables para bajar consumos y emisiones.

Se ha mostrado la rápida evolución de los dispositivos ADAS en los últimos 30 años y es fácil prever una tendencia parecida para el futuro, sobre todo en temas de ahorro energético gracias a la introducción de un nuevo concepto de desarrollo aportado por la ingeniería verde. Este tipo de dispositivo sirve para optimizar cualquier tipo de energía usada para mover los vehículos. Por ello se prevé un desarrollo y una adaptación en línea con la previsión de los sistemas de transporte a corto plazo.

La fiabilidad y la potencia de cálculo permiten que estos sistemas puedan gestionar más tareas a la vez con funcionalidades complejas que se acercan al reto del transporte automatizado.

El estudio del comportamiento del conductor y de sus errores es básico para este tipo de aplicaciones.

En los últimos años se han desarrollado varias técnicas para crear modelos del comportamiento del conductor constituyendo un reto por su complejidad. El conjunto del comportamiento del conductor y de los eventos que ocurren en el exterior del vehículo constituye una cantidad de variables muy importantes, por esto, a día de hoy, la modelización se limita a la observación de conducción en autopistas donde las variables que hay que tener en cuenta son razonables. En este sentido hay buenos resultados y se espera que los nuevos enfoques como la arquitectura ACT-R cognitiva, que permite la interacción de diferentes simulaciones, consigan analizar una cantidad de datos y variables para

acercar los modelos de comportamientos a las tareas que el conductor cumple en la totalidad de las situaciones.

En temas de relevancia de errores, los estudios de accidentes y situaciones de peligro han adelantado la necesidad de crear herramientas para la detección de fallos respecto a la conducción sostenible. Existen varias técnicas, generales o específicas para la conducción, para detectar fallos y causas de comportamiento que pueden ser aprovechadas para la corrección de la conducción y para hacerla más eficiente.

Estos dispositivos necesitan un estudio sobre la expectativa de los futuros usuarios. Estos estudios, como el Technology Acceptance Model que se hace en la fase de pre prototipo, permiten tener datos de previsión sobre cómo los futuros usuarios puedan reaccionar ante el uso de estas nuevas tecnologías. Las mayores dudas y la falta de confianza se orientan hacia los dispositivos que influyen de forma más activa en las tareas de conducción. En general, hay que comprobar una buena predisposición de los usuarios a tener vehículos equipados con sistema que les puedan permitir una conducción más eficiente.

En fin, hay que evaluar los resultados que estos dispositivos pueden aportar bajo diferentes aspectos: seguridad, complejidad, adaptabilidad, conductividad / confort, medio ambiente, relación costes/seguridad.

Estos últimos estudios definen los próximos dispositivos que estarán en el mercado, con un perfil más tecnológico, extendido, difuso, fiable, práctico, intuitivo, confortable y accesible.

## 11. Referencias

AIDE project, <http://www.aideeu.org>

Anderson, J. R., Bothell, D., Byrne, M. D., Douglass, S., Lebiere, C., & Qin, Y. (2004). An integrated theory of the mind. *Psychological Review*, 111, 1036–1060.

Cacciabue, C. (2011) Human Modelling in Assisted Transportation: Models, Tools and Risk Methods. *Springer-Verlag*

Daimon, T. (2000). Study on Human Interface for Multi-Information Environment of In-Vehicle Information Systems. *Toxino*.

Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*.

Davis, F. D., & Venkatesh, V. (2004). Toward preprototype user acceptance testing of new information systems: implications for software project management. *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 51(1), 31-46.

Ferry, T. (1988). Modern Accident Investigation and Analysis. 2nd Ed. *John Wiley & Sons Inc.*

Fogg, B.J. (2003). Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do. *Morgan Kaufman*. San Francisco, CA, USA.

Gietelink, O., Ploegen, J., De Schutter, B., & Verhaegen, M. (2006). Development of advanced driver assistance systems with vehicle hardware-in-the-loop simulations, *Vehicle System Dynamics*, 44:7, 569 — 590

Groeger, J. A. (2000). Understanding driving: Applying cognitive psychology to a complex everyday task. *Psychology Press*. Philadelphia

International Road Traffic Database (IRTAD). Available online at: <http://www.irtad.com/>.

Jurgen, K. (1999). *Automotive Electronics Handbook*, Edition 2. McGraw-Hill

Meschtscherjakov, A., Wilfinger, D., Scherndl, T., & Tscheligi, T.M. (2009). Acceptance of Future Persuasive In-Car Interfaces Towards a More Economic Driving Behaviour. ICT&S Center, University of Salzburg

Michon, J.A. (1985). A Critical view of driver behavior models: what do we now, what should we do? *Plenum Press*. New York, pages: 485-522

Moritz, R., (2000). Pre-crash sensing – functional evolution based on short range radar sensor platform. *SAE Technical Paper*

National Highway traffic safety Administration (2005). Automotive Collision Avoidance System Field Operational Test. Available online at: <http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/2027.42/49539/1/99798.pdf>

PreVENT project: <http://www.preventip.org/en/home.htm>

Ress, C., Etemad, A., & Kuck, D. (2008). Electronic Horizon - Providing digital map data for ADAS applications, IVCS 2008: *PROCEEDINGS OF THE 2ND INTERNATIONAL WORKSHOP ON INTELLIGENT VEHICLE CONTROL SYSTEMS* Pages: 40-49

Romera, M. (2008). AIDE Use cases & Design Scenarios: [http://www.aide-eu.org/pdf/final\\_workshop/day1/aide\\_day\\_1\\_ip\\_overview\\_v3.pdf](http://www.aide-eu.org/pdf/final_workshop/day1/aide_day_1_ip_overview_v3.pdf)

Sagberg, F., (2007). A methodological study of the Driving Reliability and Error Analysis Method (DREAM). Institute of Transport Economics (toi), Norwegian Center for Transport Research

Salvucci, D.D. (2006). Modeling Driver Behavior in a Cognitive Architecture. *HUMAN FACTORS*, Vol. 48, No. 2, pp. 362–380

Shiki (2004) Effects of display arrangement for multiple-warning environment of in-vehicle information systems on driving performance. *IEEE INTELLIGENT VEHICLES SYMPOSIUM* pàg. 459

Sklet, S., (2004). Comparison of some selected methods for accident investigation. *Journal of Hazardous Materials* 111 29–37

Venhovens, P., Naab, K., & Adiprasito, B. (2000). Stop and go cruise control. *International Journal of Automotive Technology*, 1(2), 61–69.

Winner, H., Witte, S., Uhler, W., & Lichtenberg, B., (1996), Adaptive cruise control system aspects and development trends. *SAE Technical Paper Series*, 961010.

Zwahlen, H.T., Adams, C.C., & DeBald, D.P. (1988). Safety aspects of CRT touch panel controls in automobiles. In: A.G. Gale, M.H. Freeman, C.M. Haslegrave, P. Smith & S.H. Taylor (Eds.). *Vision in Vehicles -II*. Amsterdam: Elsevier, North-Holland, 335-344.