

UNIVERSIDAD EAN

PRACTICA PROFESIONAL

DISEÑAR UN SISTEMA DE FRENADO AUTÓNOMO AEB BASADO EN TECNOLOGÍAS
ADAS APLICANDO REALIDAD MIXTA CON EL FIN DE REDUCIR LA
ACCIDENTALIDAD VIAL EN MOTOCICLETAS

ELABORADO POR:

HENRY GUERRA GALVIS

TUTOR: JOSE DIVITT VELOSA GARCIA

BOGOTÁ D. C. 2022

1

Tabla de Contenido

RESUMEN	5
SUMMARY	6
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	7
OBJETIVOS.....	8
General.....	8
Específicos.....	8
JUSTIFICACION	9
METODOLOGIA	10
CRONOGRAMA.....	10
MARCO TEORICO	11
CARACTERIZACIÓN, SEGMENTACIÓN Y AFECTACIONES EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN COLOMBIA ...	14
UTILIZACIÓN DE LA MOTOCICLETA EN COLOMBIA.....	15
SERVICIO POSTVENTA Y SERVICIO DE MANTENIMIENTO EN MOTOCICLETAS	15
NORMATIVIDAD PARA EL USO Y CIRCULACIÓN DE MOTOCICLETAS.....	15
IMPACTO DE LA PANDEMIA EN EL USO DE LA MOTOCICLETA EN COLOMBIA.....	16
VENTAJAS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS ADAS (ADVANCED DRIVER ASSISTANCE SYSTEMS) .	16
ANTECEDENTES DE LOS SISTEMAS ADAS EN VEHÍCULOS	18
NORMATIVIDAD EN COLOMBIA REFERENTE A SISTEMAS ADAS	19
FABRICANTES Y PATENTES	20
SISTEMAS AVANZADOS DE ASISTENCIA A LA CONDUCCIÓN (ADAS).....	21
LOS SISTEMAS AEB (AUTONOMOUS EMERGENCY BRAKING) O FRENO DE EMERGENCIA AUTÓNOMO ...	23
INVESTIGACIONES PRECEDENTES	25
SIMULACIÓN	33
QUÉ ES LA REALIDAD MIXTA.....	33
LA SIMULACIÓN	35
TIPOS DE SIMULACIONES.....	35
FASES PARA REALIZAR UNA SIMULACIÓN	36
HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN EN REALIDAD MIXTA EN COLOMBIA	37
HERRAMIENTAS PARA CREAR CONTENIDOS DE REALIDAD VIRTUAL	38
Aumentaty.	40
IMPLEMENTACION DE LAS TECNOLOGIAS ADAS EN LAS MOTOCICLETAS.	40
	2

IMPORTANCIA DE VALIDAR LA PROPUESTA CON REALIDAD MIXTA	41
ASPECTOS POR EVALUAR EN EL PROCESO DE DESARROLLO	42
PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA AEB EN UNA MOTOCICLETA.....	42
AEBS o Sistema de frenado autónomo de emergencia urbano e interurbano:	42
ELEMENTOS DEL SISTEMA	43
Control de regulación de velocidad.	43
Radar Infrarrojo de proximidad de objetos.	44
Frenos ABS.	44
Componentes del sistema.....	45
Layout Sistema Frenos AEB en Motocicletas.....	46
CONCLUSIONES.....	47
BIBLIOGRAFIA.....	48

Índice de Imágenes

Imagen 1. Sistemas ADAS en vehículos.	16
Imagen 2. Resolución 3752 de 2015.....	20
Imagen 3. Escenario de realidad mixta.	34
Imagen 4. Esquema Frenos AEB Motocicletas.	46
	3

Índice de Tablas y Gráficas

Tabla 1. Cronograma de actividades practica en investigación.....	10
Grafica 1. Ventas de motocicletas en Colombia.....	11
Tabla 2. Ventas de motocicletas en Colombia.....	12
Grafica 2. Ventas de motocicletas en Colombia. Elaboración propia.....	12
Tabla 3. Total muertes tránsito en Colombia 2020 vs 2021.....	13
Grafica 3. Total muertes tránsito en Colombia 2020 vs 2021. Elaboración propia.....	13

RESUMEN

La motocicleta es un vehículo de transporte muy importante a nivel mundial y su uso puede tener diferentes motivaciones ya que puede ser para trabajo, transporte o recreación, además, la motocicleta es un sinónimo de libertad debido al disfrute que puede sentirse al conducir una motocicleta. En Colombia el uso de la motocicleta ha tenido un crecimiento muy importante en los últimos 20 años, pasamos de tener solo marcas japonesas como Suzuki, Yamaha, Kawasaki y Honda a contar con un portafolio de marcas donde se incluyen marcas de China, Italia, Estados Unidos, Alemania, India entre otras. El auge de la motocicleta en nuestro país ha tenido connotaciones ligadas al trabajo y a la movilidad dado que al ser un vehículo ligero permite transportarse en tiempos más cortos, esto ha llevado a un crecimiento elevado en el número de motocicletas que circulan en Colombia lo cual ha tenido un impacto muy alto en los índices de accidentalidad vial donde uno de cada dos accidentes está involucrado un motociclista. Las causas de los accidentes pueden ser múltiples pero prevenibles o por lo menos disminuirse si dichos vehículos contarán con tecnologías que permitieran al conductor una asistencia basada en ayudas tecnológicas similares a los vehículos. Una tecnología que puede aplicarse en este caso son las tecnologías ADAS presentes en algunos vehículos, pero que no están disponibles en motocicletas, por medio de una simulación en realidad mixta es posible diseñar un entorno donde aplicando tecnologías ADAS pueda implementarse un sistema de freno AEB (Frenado Autónomo de Emergencia) que pueda mitigar o reducir el impacto de la accidentalidad vial en motocicletas.

Palabras clave: motocicletas, crecimiento, accidentalidad, tecnologías, asistencia, realidad mixta.

SUMMARY

The motorcycle is a very important transportation vehicle worldwide and its use can have different motivations since it can be for work, transportation or recreation, in addition, the motorcycle is a synonym of freedom due to the enjoyment that can be felt when riding a motorcycle. In Colombia the use of motorcycles has had a very important growth in the last 20 years, we went from having only Japanese brands such as Suzuki, Yamaha, Kawasaki and Honda to having a portfolio of brands including brands from China, Italy, United States, Germany, India, among others. The boom of motorcycles in our country has had connotations linked to work and mobility since being a light vehicle allows transportation in shorter times, this has led to a high growth in the number of motorcycles circulating in Colombia which has had a very high impact on road accident rates where one out of every two accidents involves a motorcyclist. The causes of the accidents may be multiple but preventable or at least lessen if such vehicles would have technologies that would allow the driver an assistance based on technological aids similar to vehicles. One technology that can be applied in this case are the ADAS technologies present in some vehicles, but not available in motorcycles, by means of a mixed reality simulation it is possible to design an environment where applying ADAS technologies an AEB (Autonomous Emergency Braking) braking system can be implemented that can mitigate or reduce the impact of road accidents in motorcycles.

Keywords: motorcycles, growth, accident rate, technologies, assistance, mixed reality.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En las grandes ciudades de muchos países incluido Colombia la movilidad es un tema de mucho interés por los gobiernos dado que a medida que crece la población hay mayor interacción de personas en los sistemas de transporte público lo que lleva a tener sistemas de transporte masivo para movilizar entre cientos de miles o millones de personas al día, las demoras en las frecuencias de las rutas, el costo del pasaje, la demora en el recorrido, la cantidad de personas al interior de los buses o mega buses que puede ser en algunos casos de 4 a 8 personas por m² implica muy poco espacio para moverse con cierta libertad durante el viaje, además, la inseguridad y otros factores hacen que las personas busquen nuevas alternativas de movilidad, y dicha alternativa puede ser la motocicleta como sucede en Colombia.

Las causas de los accidentes viales en Colombia en un alto porcentaje obedecen al exceso de velocidad e involucra a un motociclista en uno de cada dos accidentes, Fuente: (Semana.com, 2022), estos ocurren en la mayoría de los casos en zonas urbanas teniendo siempre algún tipo de afectación ya sea leve, grave o incluso fatal para cualquiera de los actores viales involucrados.

Las motocicletas que se venden en muchas partes del mundo incluido Colombia son motocicletas de baja cilindrada (volumen que se deslaza el pistón al interior del cilindro de un motor de 2 o 4 Tiempos), estos vehículos tienen sistema de frenado en la mayoría de los casos muy básicos, es decir, pueden ser de campana (tambor) y zapata para ambas ruedas, de campana (tambor) en la parte trasera y disco adelante o disco en ambas ruedas pero en un porcentaje muy alto no cuentan con sistemas de seguridad activa como frenos **ABS** (Anti-lock Braking System) o sistema antibloqueo, control de tracción, o sistemas como el **AEB** (Autonomous Emergency Braking) o Freno de Emergencia Autónomo que se basan en el sistema **ADAS** (Advanced Driver Assistance Systems) que son Sistemas Avanzados de Ayuda a la Conducción. Para mejorar el tema de la accidentalidad vial que involucra motociclistas y demás actores en la vía se plantea la siguiente pregunta: en **¿Es posible diseñar un sistema de frenado autónomo AEB basado en tecnología ADAS con el fin de reducir la accidentalidad vial de motocicletas aplicando realidad mixta?** Lo anterior por medio de una simulación en realidad mixta que permita diseñar un entorno donde aplicando tecnologías ADAS se pueda tener una experiencia similar a la real.

OBJETIVOS

General: Diseñar un sistema de frenado autónomo (AEB) aplicando tecnología ADAS para motocicletas aplicando realidad mixta con el fin de reducir la accidentalidad vial.

Específicos:

- Recopilar información en fuentes bibliográficas ya sea libros, artículos de investigación, patentes, tesis de grado y demás con el fin de construir el estado del arte.
- Entender los conceptos y funcionamiento de los sistemas AEB, ADAS y realidad mixta con el fin de diseñar la propuesta planteada en la pregunta de investigación.
- Diseñar una propuesta que permita modelar un prototipo de simulador en realidad mixta aplicando tecnologías ADAS en un sistema de frenado AEB para motocicletas.

JUSTIFICACION

El presente proyecto de investigación busca generar las bases para encontrar posibles soluciones a la accidentalidad vial en Colombia y que se originan entre motocicletas y demás actores viales, implementar un simulador de realidad mixta del sistema de freno EBS en motocicletas por medio de tecnologías ADAS permitiría entender la dinámica de la motocicleta en condiciones reales de manejo y plantear soluciones y mejoras en la seguridad activa de las motocicletas, lo anterior debido a que un porcentaje muy alto de las motocicletas comercializadas en nuestro país no cuenta por lo menos con frenos ABS, es decir, son muy básicas y apenas cumplen con la reglamentación mínima exigida por el gobierno nacional.

Lo anterior por medio de una simulación en realidad mixta que permita generar un entorno similar al real y puedan obtenerse conclusiones importantes que lleven a obtener una posible solución al problema de la accidentalidad vial. Lo mencionado anteriormente puede llevarse a cabo mediante pruebas de ensayo y error en el ambiente de simulación.

METODOLOGIA

La metodología para el presente proyecto de investigación se desarrollará por fases así:

Planeación.

Definir el tipo de investigación, el alcance, los objetivos, lo que se quiere investigar: ¿por qué?, ¿para qué?, ¿Cómo se realizará?, ¿Cuándo se realizará?, etc., lo anterior para determinar el tiempo y los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto de forma ordenada y sincronizada.

Ejecución.

Se desarrolla el planteamiento metodológico de la investigación, recolección de la información aplicando el método científico para dar respuesta a la pregunta de investigación planteada.

Por medio de la experimentación en el entorno de realidad mixta poner a prueba la hipótesis y comprobar si lo que se plantea es válido y ocurre en todos los casos o si, por el contrario, se arrojan resultados que no permiten explicar o encontrar la solución al problema.

Informe final y conclusiones de la investigación.

En esta fase consolidar el informe final o entregable de forma objetiva con las conclusiones y los resultados de la investigación.

Para cada una de las fases se definen unos entregables sobre el avance del proyecto de investigación.

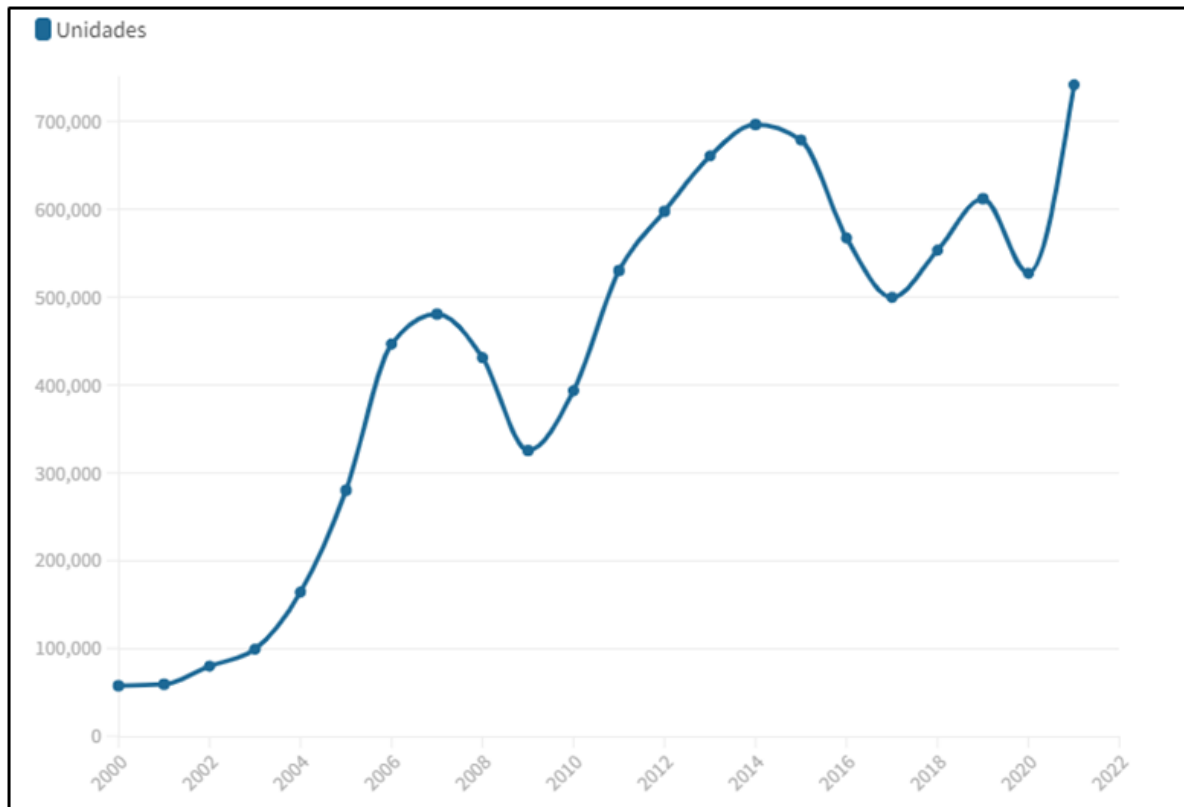
CRONOGRAMA

PRACTICA PROFESIONAL EN INVESTIGACION						
CRONOGRAMA	Responsable	2022				
Actividades		Septiembre	Octubre	Noviembre		
Tutoria de Seguimiento Proyecto	Henry Guerra Galvis	14				
Primera Entrega Proyecto	Henry Guerra Galvis		23			
Tutoria de Seguimiento Proyecto	Henry Guerra Galvis			7		
Segunda Entrega Proyecto	Henry Guerra Galvis				21	
Tutoria de Seguimiento Proyecto	Henry Guerra Galvis					8
Tercera Entrega Proyecto	Henry Guerra Galvis					21

Tabla 1. Cronograma de actividades practica en investigación.

MARCO TEORICO

El problema de la movilidad y las deficiencias en el transporte público y a la variada oferta de motocicletas de muchas marcas, modelos, precios, segmentos y cilindrada, una alternativa económica incluso en su manutención es la motocicleta, para el año 2022 se espera la venta de unas 800.000 motocicletas en Colombia, en el siguiente grafico puede apreciarse el crecimiento histórico de ventas de motocicletas.



Grafica 1. Ventas de motocicletas en Colombia.

Recuperado de: <https://www.valoraanalitik.com/2022/01/03/andemos-colombia-cerro-2021-record-venta-motos/>

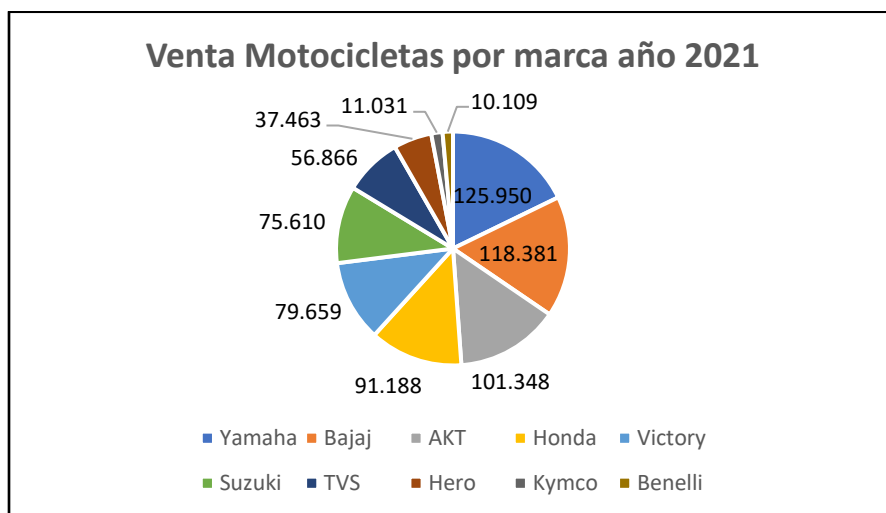
Las ventas de motocicleta en Colombia han tenido un potencial de crecimiento muy alto y este se mantiene, se espera que la cifra de ventas totales de motocicletas para el año 2022 sea mayor a las 800.000. Durante el año 2021 se tuvo una cifra récord de venta de motocicletas en

Colombia, esto en parte debido al impacto en la movilidad que generó la pandemia, las cifras de ventas por marcas se presentan a continuación:

Ventas Motocicletas por marca año 2021		
Puesto	Marca	No. Unidades
1	Yamaha	125.950
2	Bajaj	118.381
3	AKT	101.348
4	Honda	91.188
5	Victory	79.659
6	Suzuki	75.610
8	TVS	56.866
9	Hero	37.463
10	Kymco	11.031
11	Benelli	10.109
Total Ventas Motocicletas		707.605

Tabla 2. Ventas de motocicletas en Colombia.

Recuperado de: <https://www.valoraanalitik.com/2022/01/03/andemos-colombia-cerro-2021-record-venta-motos/>



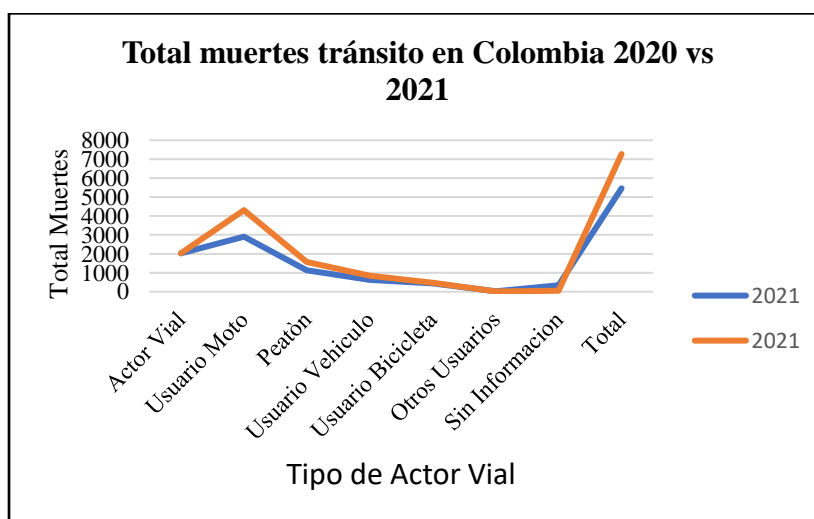
Grafica 2. Ventas de motocicletas en Colombia. Elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior, solucionar el problema de movilidad usando la motocicleta ha traído consigo otros, como es la accidentalidad vial, según cifras de la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) en el año 2021 se presentaron 7.270 muertes en accidentes de tránsito en donde en 4.312 eran motociclistas, esta cifra representa un 48.2% más en comparación con el año anterior. Fuente: (ANSV, 2021). En comparación con el año 2020 el 2021 tuvo un incremento muy alto en cuanto a las muertes a motociclistas, peatones y usuarios de vehículos impactando de forma notoria a este tipo de actores viales como se observa en la tabla y gráfico 1.

Actor Vial	2020	2021	Variación	% Variación
Usuario Moto	2.908	4.312	1.404	48
Peatón	1.128	1.566	438	39
Usuario Vehículo	624	852	228	37
Usuario Bicicleta	433	471	38	9
Otros Usuarios	22	13	-9	-41
Sin Información	343	56	-287	-84
Total	5.458	7.270	1.812	33,11

Tabla 3. Total muertes tránsito en Colombia 2020 vs 2021.

Recuperado de: <https://www.motor.com.co/industria/7.270-muertos-en-accidentes-de-transito-en-2021-20220124-0001.html>



Gráfica 3. Total muertes tránsito en Colombia 2020 vs 2021. Elaboración propia.

CARACTERIZACIÓN, SEGMENTACIÓN Y AFECTACIONES EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN COLOMBIA

Por razones de comparabilidad de los datos del INML (Instituto Nacional de Medicina Legal) se escogió para los análisis el grupo etéreo equivalente al de la muestra de participantes en la investigación. Los datos procedentes del INML recopilan las estadísticas de accidentalidad vial –heridos y muertos- en Bogotá en el año 2009. Para este trabajo se emplearon las estadísticas sobre heridos y se analizó la información sobre las siguientes variables: sexo (masculino, femenino), nivel educativo (ninguno, preescolar, primaria incompleta y completa, secundaria incompleta y completa, estudios superiores, técnicos), estado civil (soltero/a, unión libre, casado/a, divorcio o separación, viudo/a, religioso/a), zona del hecho (rural, urbana), escenario (calles, vía, vehículo particular, vehículo servicio público, sin respuesta), actividad de la víctima durante el accidente (ir a actividades de ocio, descanso, traslado desde o al lugar de trabajo, quehacer habitual no remunerado, otras actividades), circunstancias o causas del accidente (embriaguez, exceso de velocidad, violación normas de peatones, violación otras normas de tránsito, otras causas, no consta de información), mecanismo de lesión (por determinar, abrasivo, contundente, cortante, corto-contundente), diagnóstico de lesión (poli trauma, sin lesiones, trauma área pélvica, craneana, en abdomen, en cuello, en miembros, en tórax, lesión facial). Otras variables incluidas en los registros del INML fueron: tipo de vehículo (ambulancia, vehículo, bicicleta, bus, buseta, camión tipo furgón, camioneta, campero, microbús, moto o motocarro, Transmilenio), tipo de accidente (atropello, caída del ocupante, choque con objeto fijo, colisión con otro vehículo, hundimiento, volcamiento), vehículo u objeto con el que se colisionó (automóvil, bicicleta, bus, buseta, camión furgón, camioneta, moto o motocarro, objeto fijo, otros), La variable víctima, por su lado, incluye las categorías: conductor, pasajero y peatón; y la variable edad se categorizó en ocho categorías: de 0 a 10 años, de 11 a 15, de 16 a 20, de 21 a 30, de 31 a 40, de 41 a 50 y de 61 años en adelante. (Ruíz, et. Al, 2016).

UTILIZACIÓN DE LA MOTOCICLETA EN COLOMBIA

El uso de la motocicleta en Colombia se presenta en su mayoría por motivos de trabajo (mensajeros, domiciliarios, moto taxismo), como medio de transporte debido a los problemas que presenta el transporte público en nuestro país y una proporción muy pequeña para recreación. Las edades de los usuarios de motocicletas en promedio son de los 18 hasta los 65 años, los hombres representan la mayoría de los usuarios de este tipo de vehículos aunque en los últimos años las mujeres han ido ganado terreno en el uso de motocicletas.

SERVICIO POSTVENTA Y SERVICIO DE MANTENIMIENTO EN MOTOCICLETAS

El servicio postventa en motocicletas ha crecido en todo el territorio nacional con el objetivo de prestar el mantenimiento preventivo y correctivo necesario para la operatividad y confiabilidad de las motocicletas, empresas representantes de marcas como Auteco (Victory, Piaggio, TVS, KTM entre otras marcas , Incolmos (Yamaha), Suzuki Motor de Colombia (Suzuki) , Grupo Uma (Bajaj) y Colombiana de Comercio (AKT) tienen presencia en todos los departamentos con una cobertura amplia en los municipios del país, lo cual representa una imagen muy positiva de cada una de ellas que les permite generar confianza en sus usuarios en temas de garantía, representación, repuestos y servicios de mantenimiento. Los servicios de taller más frecuentes en motocicletas tienen que ver con cambios de aceite y filtro de aceite, filtro de aire, bujía, sincronización, revisión, cambio o ajustes a los frenos, cambio de llantas, baterías, kit de arrastre, mantenimiento a la suspensión delantera y trasera, a la dirección, cambio de discos de embrague y por último reparaciones de motor.

NORMATIVIDAD PARA EL USO Y CIRCULACIÓN DE MOTOCICLETAS

Para conducir una motocicleta en Colombia la normatividad exige licencia de conducción vigente, la cual puede obtenerse desde los 16 años y utilizar casco de protección y chaleco reflectivo (depende de las normas propias de cada municipio), por otra parte, la motocicleta debe poseer licencia de tránsito vigente, seguro obligatorio contra accidentes de tránsito (SOAT) y revisión técnico-mecánica vigente, esta es obligatoria una vez cumplidos dos años de la

matricula inicial, estos pocos requisitos sumado a la facilidad para la obtención de los mismos, así como el acceso a las fuentes de financiación para la adquisición de las mismas permite que las motocicletas sean muy accesibles para cualquier ciudadano en nuestro país.

IMPACTO DE LA PANDEMIA EN EL USO DE LA MOTOCICLETA EN COLOMBIA

Por otra parte, debido a la pandemia las ventas de motocicletas en el primer semestre del año 2020 tuvieron un decrecimiento notable, el segundo semestre mostró signos de recuperación, pero debido a las restricciones derivadas de la emergencia sanitaria el uso de la motocicleta tomó mucha más fuerza por la congestión en el transporte público y la necesidad del distanciamiento social, convirtiéndose así en un medio de transporte más seguro con el que se podían evitar el contagio del Covid-19.

VENTAJAS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS ADAS (ADVANCED DRIVER ASSISTANCE SYSTEMS)

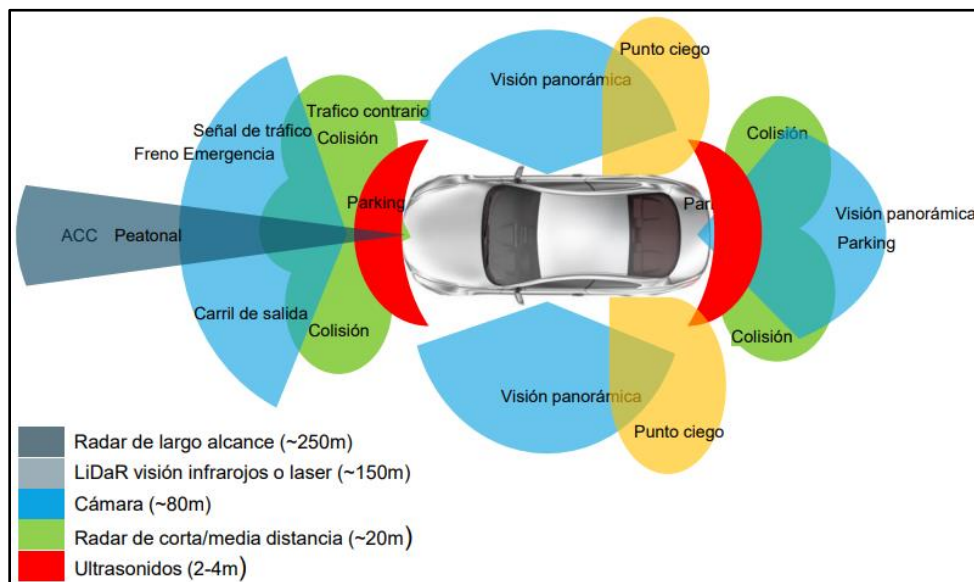


Imagen 1. Sistemas ADAS en vehículos.

Recuperado de:

https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual/pluginfile.php/49520/mod_resource/content/1/HELLA_Formacion_ADAS_Iluminacion.pdf

Los sistemas ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) brindan asistencia al conductor por medio del monitoreo constante de la vía a través de radares, sensores o cámaras proporcionando ayudas por medio de la electrónica para mantener informado al conductor de lo que pasa a su alrededor en una visión de hasta 360° lo cual mejora la seguridad y experiencia del conductor. Aunque estos sistemas no reemplazan al 100% la responsabilidad y autonomía del conductor ayudan notablemente en muchos aspectos y uno muy importante es en la accidentalidad vial ya que por medio de la electrónica puede operarse algún sistema del vehículo, en este caso los frenos AEB (Autonomous Emergency Braking).

El AEB (Autonomous Emergency Braking) monitorea constantemente el entorno vial y aplica los frenos de manera autónoma si detecta una alerta de colisión frontal cuando el conductor no haya reaccionado. Este tipo de tecnología se encuentra disponible en vehículos comerciales desde baja, media y alta gama en donde algunos tienen mejores características que otros los cuales brindan una asistencia más completa y compleja lo cual se traduce en vehículos más seguros para todos los que interactúan en las vías.

Sus características son:

- El sistema AEB detecta el riesgo de colisión.
- Reduce, sin la intervención del conductor, la velocidad del vehículo incluso hasta pararlo por completo.
- En algunos casos, son capaces de predecir un accidente y preparar el vehículo y los sistemas de seguridad pasiva para que los daños de los ocupantes y peatones sean menores
- Utilizan Radar, LiDAR y/o cámara estéreo para identificar posibles obstáculos delante del vehículo.
- Urbano: Velocidades entre 30 o 40 km/h.
- Interurbano: Velocidades entre 50 y 200 Km/h.
- Peatón: Son un tipo de AEB urbano.

**LiDAR: Es un dispositivo dotado de un emisor láser capaz de medir distancias con gran precisión.*

Las mejoras tecnológicas que se aplican a los vehículos llegan muchos años después a las motocicletas, analizando los problemas de accidentalidad vial una posible solución para la reducción a dicho problema puede ser la aplicación de una tecnología ADAS en motocicletas, en este caso un sistema de frenado autónomo con el fin de brindar una asistencia al conductor y evitar una colisión frontal. Algunas motocicletas tienen sistemas de frenos ABS (Sistema de Frenos Antibloqueo) que opera por orden directa del conductor, pero es la base para implementar un sistema AEB.

ANTECEDENTES DE LOS SISTEMAS ADAS EN VEHÍCULOS

Hay sistemas que son obligatorios en los automóviles nuevos desde el 2014 como es el caso del sistema de aviso de cinturones desabrochados o el sistema de control de presión de los neumáticos. Algunos otros sistemas no obligatorios, van tomando lugar dentro del equipamiento de los vehículos, bien porque son incluidos “de serie” o de manera opcional como equipamiento disponible. En el año 2012 ya se ofrecían ADAS de manera opcional en vehículos de gama alta, en 2015 – 2016 en vehículos de gama media y actualmente algunos de ellos, como el AEB (Frenado Autónomo de Emergencia), LKS (Mantenimiento activo de carril) o BSD (Detección de vehículos en ángulo muerto) son de serie. La oferta de los Sistemas de Asistencia a conducción ADAS se va generalizando, el año de lanzamiento del modelo es más significativo de cara a estar dotado de ADAS, que el segmento al que pertenece. (Mapfre, (2022).

En el año 1990 ocurrieron 1.500.000 muertes causadas por accidentes de tránsito y debido a esta preocupante situación se han implementado sistemas que permiten salvaguardar la vida de los ocupantes del vehículo, así como también la de los peatones, ciclistas, motociclistas, etc., con la mejora de la tecnología en seguridad automotriz se han prevenido miles de muertes a causa de accidentes de tránsito y los sistemas ADAS han contribuido a la reducción de las cifras.

Las siguientes mejoras e innovaciones tecnológicas han venido implementándose en los vehículos a nivel mundial debido a normativas internacionales o requerimientos específicos de algunos países:

2004. ABS obligatorio en vehículos nuevos.

2006. Airbag doble obligatorio en vehículos nuevos.

2011. Luz conducción diurna obligatoria en vehículos nuevos.

2013. Asistente frenado emergencia / cambio carril obligatorio en camiones.

2014. Sistemas ESP y TPMS obligatorios en nuevos vehículos.

2015. Sistema ADAS obligatorio para obtener 5 estrellas EuroNCAP.

2016. Sistema de Protección de Peatones obligatorio.

2018. Sistema eCall obligatorio.

* *ESP: (Electronic Stability Program) Control Electrónico de Estabilidad.*

* *TPMS (Tyre Pressure Monitoring System) Sistema de Monitoreo de presión de los Neumáticos.*

* *EuroNCAP: Programa de seguridad en algunos países europeos que mide por medio de estrellas las características de los vehículos en cuanto a seguridad. (EuroNCAP, 2022).*

NORMATIVIDAD EN COLOMBIA REFERENTE A SISTEMAS ADAS

En nuestro país para los automóviles la resolución 3752 se refiere a la obligación en la disposición de sistemas antibloqueo de frenos (ABS), bolsas de aire (airbags) para las plazas delanteras, así como de apoyacabezas en los asientos que cuenten con cinturón de seguridad de 3 puntos en todos los vehículos que tengan hasta diez asientos incluido el del conductor, y para el transporte de mercancías de hasta 2.5 toneladas que se fabriquen y comercialicen en el territorio colombiano. (Revista Autocrash, 2022).

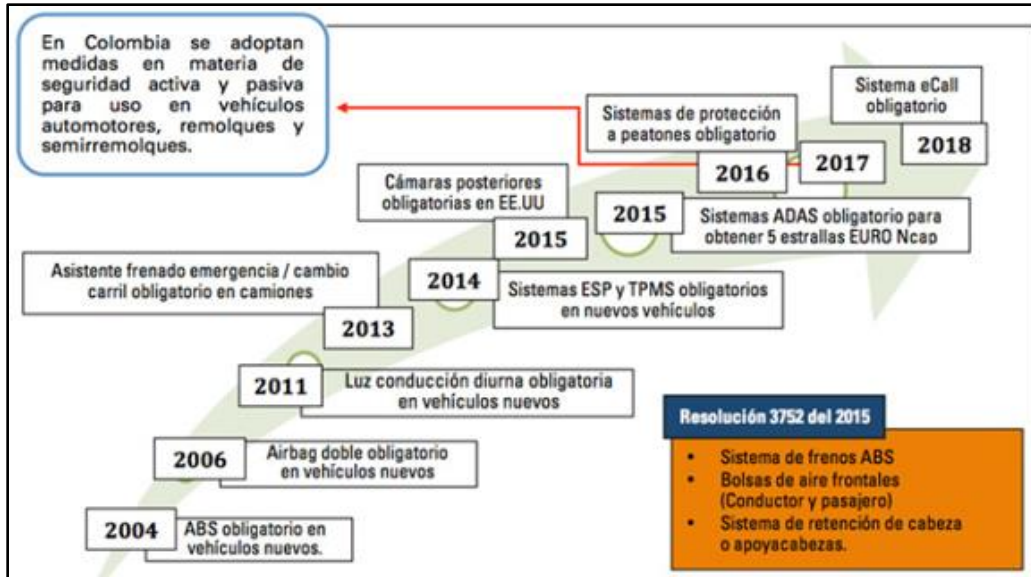


Imagen 2. Resolución 3752 de 2015.

Recuperado de: <https://www.revistaautocrash.com/actualicese-los-sistemas-seguridad-adas/>

Para el caso de las motocicletas en Colombia no existe normatividad relacionada con los sistemas de seguridad activa excepto las que tienen que ver con las emisiones ambientales, ejemplo euro II.

FABRICANTES Y PATENTES

Los sistemas ADAS son mecanismos de última tecnología incorporados en vehículos, existen varias empresas a nivel mundial que realizan el diseño, desarrollo e implementación de dichos sistemas, entre más alta sea la gama del vehículo mayor es el número de ayudas disponibles.

En Wipo podemos encontrar numerosas patentes y/o solicitudes de estas a nombre de Hyundai Motor Company, Bendix Commercial Vehicle Systems LLC, DongFeng Motor Group Co, LTD, Huawei Technologies CO, LTD, Wuhan Technology University, Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha, Intel Corp, GM Global Technology Operations LLC, entre otros. (Patenscop, 2022).

SISTEMAS AVANZADOS DE ASISTENCIA A LA CONDUCCIÓN (ADAS)

Mediante sensores y cámaras inteligentes, estos ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) sistemas mejoran notablemente la seguridad activa del vehículo, proporcionando al conductor información relevante que facilita la toma de decisiones creando un ambiente seguro en el entorno del vehículo. Además, en su caso, interviniendo de forma segura en la conducción del vehículo cuando ante una situación de peligro el conductor no responda. No obstante, el conductor debe tener en cuenta que estos sistemas son solo una ayuda a la conducción, y cabe la posibilidad de que alguno de ellos no funcione correctamente en determinadas circunstancias como lluvia, niebla, hielo, nieve, o nubes de polvo o humo. La falta de limpieza puede hacer que algún sensor o cámara pierda eficacia, en cuyo caso, sería conveniente si procede desactivar la ayuda.

Generalmente, estos sistemas pueden desconectarse de forma permanente, o en determinado momento de forma temporal por intervención del conductor, el cual debe tener el control absoluto del vehículo. Por tanto, su utilización no exime al conductor de la responsabilidad que pueda derivarse de causar un accidente o situación de peligro por un uso inadecuado de estos sistemas, por una excesiva confianza depositada en su efectividad o por el incumplimiento de una señal u orden de un agente. Desde Septiembre de 2019 están permitidos durante las pruebas de control de aptitudes y comportamientos (teniendo en cuenta la valoración del personal examinador como único criterio de calificación válido) los siguientes ADAS:

- Start-Stop: Sistema de arranque del automóvil que apaga el motor cuando está al ralentí y lo vuelve a encender cuando se pisa el embrague.
- Sistema de ayuda de salida en pendiente: (También conocido como Hill Holder) Este dispositivo cuenta con un sensor que detecta el ángulo de inclinación en el que se encuentra el vehículo, impidiendo que se mueva hacia atrás al levantar el pie del freno. Algunos modelos incorporan un botón que permite al conductor mantener el vehículo detenido en una pendiente sin necesidad de pisar el freno o activar el freno de estacionamiento.

- Activación automática de alumbrado y limpiaparabrisas: Ambos sistemas se activan cuando un sensor detecta una disminución de la visibilidad o presencia de lluvia suficientemente significativa.
- AEBS o Sistema de Frenado autónomo de Emergencia urbano e interurbano: En caso de despiste del conductor y riesgo de colisión por alcance, el sistema es capaz de detectar un peligro inminente y actuar de dos formas: emitiendo un aviso (visual/acústico) al conductor, y en caso de que el conductor haga caso omiso, tomará el control del vehículo para detenerlo realizando una frenada de emergencia.
- RCTA. Alerta de tráfico cruzado: El sistema supervisa el tráfico trasero en sentido transversal al salir marcha atrás de un hueco de aparcamiento en batería. Si detecta un vehículo aproximándose y el tiempo estimado de colisión entre ambos es de 2 a 3,5 segundos en base al cálculo de la distancia relativa/velocidad relativa, se emitirá un aviso sonoro y/o visual en la pantalla multifunción del vehículo o en los propios espejos retrovisores exteriores. (Algunos fabricantes, si el conductor no reacciona ante el aviso, llegan a intervenir en los frenos con la máxima fuerza en caso de colisión inminente, siempre que se circule a una velocidad inferior a 15 km/h).
- Cámara de marcha atrás y cámara 360° y/o sensores de aparcamiento: La finalidad de estas cámaras es permitir al conductor tener un mejor visionado y percepción del entorno en el que se encuentra, ya sea para realizar un estacionamiento, circular marcha atrás o maniobrar en espacios con reducida visibilidad. El sistema 360° capta las imágenes de las cámaras de la periferia del vehículo y las envía a la unidad de control para su procesado y simulación de un plano cenital del mismo y su reproducción en el Display, además de emitir avisos al acercarse a algún obstáculo.
- Sistema de detección de fatiga: A partir de una determinada velocidad, el sistema supervisa mediante unos sensores o cámaras el comportamiento al volante en relación con las marcas de carril y otros factores. Una vez calculado el nivel de alerta, avisará al conductor en situaciones de pérdida de concentración, por fatiga o sueño para evitar un posible accidente. Su principal objetivo es aconsejar al conductor detener el vehículo hasta que se encuentre en condiciones

óptimas para continuar la marcha, especialmente en largos recorridos. El nivel de alerta también se puede mostrar mediante una barra o con colores.

- EBD. Aviso de frenada de emergencia: (Emergency Braking Display) Ayuda a los conductores a detectar cuándo el vehículo que circula por delante está realizando una frenada de emergencia, evitando o mitigando así el efecto de las colisiones por alcance trasero ante frenadas intempestivas. El aviso de frenado de emergencia consiste en un rápido parpadeo de las luces de freno cuando se aplican los frenos de manera potente y rápida ante una situación de emergencia.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente sobre las asistencias al conductor, el caso de interés de el presente trabajo es el sistema AEB que se describe y profundiza a continuación.

LOS SISTEMAS AEB (AUTONOMOUS EMERGENCY BRAKING) O FRENO DE EMERGENCIA AUTÓNOMO

Las colisiones traseras entre vehículos son los accidentes más frecuentes en las carreteras europeas. Los accidentes típicos se producen en un entorno urbano o en carretera, cuando un conductor se distrae y no se da cuenta de que el tráfico que tiene delante se ha detenido, se está deteniendo o está conduciendo a una velocidad reducida. Los sistemas de frenado de emergencia autónomos (AEB) utilizan sensores para detectar la presencia de un posible peligro delante del vehículo y utilizar los frenos para evitar una colisión, o mitigar su gravedad, cuando el conductor no lo haga a tiempo. Normalmente, los sensores utilizados son cámaras, radares y Lídars, y los sistemas pueden usarse solos o combinados (lo que se conoce como fusión de sensores) para cumplir los requisitos establecidos por el fabricante del vehículo. La mayoría de los sistemas combinan el frenado autónomo con una advertencia de colisión frontal, que alerta al conductor de un posible peligro a tiempo para que este tome medidas. El sistema interviene solo si el conductor no lo hace a tiempo, para iniciar un procedimiento de frenado de emergencia. (EuroEncap, 2020).

Cuando esta tecnología se ofreció por primera vez, los sistemas se dividían generalmente entre los que funcionaban a bajas velocidades y los que funcionaban a velocidades más altas. Normalmente, los sistemas de baja velocidad utilizaban cámaras o Lídars como sensores y eran

eficaces con velocidades normales de conducción urbana en las que es frecuente que se produzcan lesiones por latigazos cervicales, mientras que, en general, los sistemas diseñados para funcionar a velocidades más altas utilizaban un radar combinado con una cámara, a fin de poder detectar los peligros a mayor distancia y dar tiempo para que se tomaran medidas. Estos sistemas ofrecían una protección general contra todas las lesiones al reducir la gravedad de los accidentes. (EuroEncap, 2020).

Cuando Euro NCAP probó por primera vez los sistemas AEB en 2014, las pruebas se dividieron entre las dos funcionalidades, otorgando puntos en Protección de ocupantes adultos para los sistemas de baja velocidad (AEB para ciudad) y en Asistencia a la seguridad para aquellos que eran efectivos a velocidades de autopista o autovías (AEB interurbano). Con el tiempo, la distinción entre las dos funcionalidades se ha vuelto menos clara. La tecnología de los sensores ha avanzado lo suficiente como para que se pueda utilizar un conjunto de sensores para todas las velocidades y los sistemas son funcionales en todo el rango de velocidades. Por consiguiente, a partir de 2020, Euro NCAP solo otorga puntos en AEB coche a coche, evaluando la funcionalidad en un amplio rango de velocidades. Los sistemas de AEB para los usuarios vulnerables de la carretera, como los peatones y los ciclistas, se siguen evaluando por separado. (EuroEncap, 2020).

Los sistemas AEB coche a coche se prueban en una amplia variedad de velocidades, solapes de los vehículos y situaciones de tráfico, se prueban tres escenarios para un coche que se aproxima a la parte trasera de otro vehículo: una en la que el vehículo objetivo se ha detenido; otra en la que el vehículo objetivo se mueve, pero a una velocidad más baja que la del coche de prueba; y otra en la que el vehículo objetivo está desacelerando, tanto de forma suave como brusca, a diferentes distancias delante del coche de prueba. En los dos primeros escenarios (objetivo detenido y moviéndose más despacio), las pruebas se repiten con el objetivo desplazado primero hacia la izquierda y luego hacia la derecha, donde el centro del vehículo de prueba no está alineado con el centro del vehículo objetivo. Como los sensores del vehículo de prueba pueden «ver» el lado del objetivo en estas pruebas de solape, se ha desarrollado un objetivo 3D especialmente diseñado y controlado a distancia, conocido como el Vehículo Objetivo Global (GVT). Para estas pruebas, se otorga una alta puntuación a los sistemas que son

capaces de evitar una colisión en todas las condiciones de prueba o que pueden reducir significativamente la gravedad de la colisión. Sin embargo, cabe señalar que el AEB es un sistema de apoyo en el que el conductor no debe confiar demasiado. (EuroEncap, 2020).

En situaciones más complicadas, la activación del AEB puede no ser suficiente o no ser lo suficientemente oportuna como para evitar completamente una colisión, aunque la velocidad de impacto resultante puede reducirse considerablemente. Una buena protección de los ocupantes sigue siendo vital para evitar consecuencias graves. A velocidades más bajas, las pruebas contra un vehículo parado solo tienen en cuenta la parte de frenado automático del sistema, ya que el tiempo es demasiado corto para que la advertencia al conductor sea efectiva. (EuroEncap 2020).

A partir de 2020, se evalúa un escenario adicional. En este escenario, el vehículo de prueba gira (hacia una vía lateral, por ejemplo) y se interpone en el camino de un vehículo que se aproxima. Las velocidades del vehículo de prueba y del vehículo objetivo que se aproxima varían y se otorgan puntos por la eficacia del sistema AEB para detectar el peligro que se aproxima y detener el vehículo de prueba a tiempo. (EuroEncap, 2020).

INVESTIGACIONES PRECEDENTES

En cuanto a los sistemas ADAS existen antecedentes en la implementación de dichas tecnologías pero aplicadas a vehículos y hasta el momento no a motocicletas, sin embargo vale la pena mencionar en este caso dos investigaciones interesantes como lo son:

- Tesis doctoral: Sistema Avanzado de Asistencia a la Conducción para Entornos

Interurbanos, Autor: Cesar Hernán Rodríguez Garavito.

- Tesis de grado: Integración de sensores para sistemas ADAS a través de la arquitectura ROS para un vehículo inteligente. Autor: Roberto Piqueras Ceballos.

En ambos casos se plantea el uso de los sistemas ADAS con el objetivo de brindar asistencia al conductor relacionado con la seguridad vial.

Según (Rodríguez, 2017), en España, según datos del último reporte de 2014, generado por la secretaría general de tráfico, (Instrucción de Carreteras. 8.2 ic “marcas viales.”. 1987.), se

produjeron el 6.6% de las víctimas fatales en accidentes de tránsito de la UE, y de ellos, los factores causantes de los siniestros se pueden asociar a:

- Exceso de velocidad: presente en un 17% de accidentes con víctimas en vías interurbanas y en el 21% de los accidentes mortales en vías generales.
- Presencia de sustancias psicoactivas en conductores: según el Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses (INTCF), en el año 2014 de 614 conductores fallecidos en accidentes viales, el 39,1% presentaron alguna sustancia psicoactiva, 240 casos.
- Distracción: aparece como factor de accidentalidad en un 30% de los accidentes con víctimas. En vías interurbanas la distracción se presenta en un 36% de los accidentes y en vías urbanas en un 26 %.

En Estados Unidos, según (Tefft, 2010), un estimado de 16.5% de los accidentes viales con víctimas estuvieron igualmente relacionados con un conductor somnoliento. Iniciativas globales para desarrollar tecnologías que ayuden a la reducción de factores de riesgo asociados al error humano en la conducción, se han abordado desde hace más de 30 años. Uno de los programas pioneros fue DRIVE [13], promovido por la Unión Europea en 1993, dedicado al desarrollo de la infraestructura vial para seguridad vehicular, y dentro del cual se encuentra proyectos como GIDS, Genérica Intelligent Driver Support por sus siglas en inglés, cuyo objetivo era determinar los requerimientos y estándares de diseño para sistemas inteligentes de soporte a la inducción, tecnología que en años posteriores se convertiría en ADAS, Advanced Driver Asistan Systems, ubicada en el tiempo desde el año 2000 hasta el presente. (Rodríguez, 2017).

La incursión de esta nueva tecnología coincide con la reducción de víctimas fatales en accidentes viales en economías de alto ingreso como la UE, ver Fig. 1.3. Sin embargo, las cifras aún son alarmantes para el año 2014, y en una mirada a nivel mundial, según (Word Health Organization et al. 2013), se estima que para el año 2030 las muertes en accidentes viales pasaran del puesto ocho al puesto quinto en el ranking global de causales de muerte. Estas proyecciones plantean un escenario donde es importante continuar desarrollando la tecnología ADAS, logrando sistemas integrados cada vez más accesibles a todos los niveles de ingreso, con

el objetivo de lograr que la tendencia mostrada en reducción de siniestralidad para economías IA se transfiera al resto del mundo. (Rodríguez, 2017).

El desarrollo de un Sistema Avanzado de Asistencia a la Conducción basado en visión por computador que sea robusto y fácilmente transferible a un bajo costo. La solución ADAS presentada se centra en la detección de carriles, por cuanto esta funcionalidad es el núcleo de la mayoría de los módulos para asistencia a la conducción modernos tales como: alerta por salida de carril, LDW (Lane Departiré Warning), asistente para mantenimiento de carril, LKA (Lane Keeping Assistance), asistente para cambio de carril, LCA (Lane Change Assistance), entre otros. El aporte de esta tesis está en el uso de estrategias flexibles que permiten incorporar invarianza en cuanto a factores de iluminación, inclusión de múltiples estándares para demarcación de carriles y detección de líneas en la calzada bien definidas y degradadas, aspecto importante que en la actualidad no se ha resuelto por completo. (Rodríguez, 2017).

Así mismo, la auto calibración de parámetros extrínsecos a partir de la reconstrucción estéreo del entorno permite la adaptación del sistema de captura de imágenes abordo en cualquier ubicación sobre el vehículo con línea de vista sobre la carretera, haciendo al sistema de fácil instalación. (Rodríguez, 2017).

Las tecnologías para la seguridad en la conducción han mostrado avances significativos en dos líneas complementarias: investigación en algoritmos y desarrollo de módulos comerciales. Los dispositivos de asistencia introducidos en la producción de vehículos en serie han sido el resultado visible de un campo investigación muy dinámico soportado por la industria automotriz, entidades gubernamentales y los centros de investigación alrededor del mundo. (Rodríguez, 2017).

En un estudio realizado por (Andersen, 2015), este avance comercial en las tecnologías para la seguridad en la conducción puede agruparse en 2 etapas. La primera etapa se ubica desde el año 1950 hasta el año 2000, periodo en donde aparecen los primeros sistemas automáticos como el control de velocidad (CC, Crease Control) en 1958, el sistema de bolsa de aire (Airbag) en 1973 o el control de estabilidad electrónica en 1987. Posteriormente, se inicia un segundo periodo tecnológico conocido como el desarrollo de los ADAS (Advanced Driver Assistance

Systems) desde el año 2000 al presente. En este periodo se encuentra la aparición de módulos comerciales como: LDW (Lane Departure Warning), alerta por salida de carril en 2005, IPA (Inteligente Parking Assist), sistema de asistencia para aparcado inteligente en 2003, AVM (Around View Monitor System), sistema de visión periférica en 2007, CAS (Colisión Avoidance System) sistema para evasión de colisión frontal en 2008, AA (Atención Assist), alerta por somnolencia en 2010, LKA (Lane Keeping Assist), asistente para mantenimiento de carril en 2014, entre otros. (Piqueras, 2017).

Hitos del Desarrollo ADAS.

En la revisión de la literatura relacionada con el desarrollo de los ADAS, se han encontrado trabajos de gran trascendencia, dada su repercusión en trabajos posteriores. A continuación se hará una breve referencia a los trabajos más relevantes que pueden ser considerados como hitos en la historia de la visión por computador aplicada a la percepción de carreteras. (Rodríguez, 2017).

ALVIN.

Uno de los trabajos pioneros en el campo de la navegación autónoma fue ALVIN (Pomerleau, 1989), se trata de una red neuronal de 3 capas con topología back-propagation. Las neuronas de entrada se encuentran conectadas a 3 fuentes de información: una matriz bidimensional de 30X32 pixeles que detecta el nivel de intensidad del canal azul en una imagen RGB de vídeo, cuya función es capturar la carretera; la segunda fuente de información es una matriz bidimensional de 8X32 puntos provenientes de un sensor láser que mide la distancia entre punto y fuente; finalmente, la tercera fuente de información es la realimentación de una neurona en la capa de salida hacia la capa de entrada, ésta salida es entrenada con información de si la zona, correspondiente en la escena a la región de no carretera, es más clara o más oscura que la zona tipo carretera. Esta mezcla de fuentes de información es uno de los primeros intentos reportados de fusión sensorial. (Rodríguez, 2017).

GOLD.

El algoritmo GOLD (Generic Obstacle an-Lane Detection) (Bertossi, 1998), para detección simultánea de obstáculos y carriles fue desarrollado en el marco del proyecto Prometeos y probado en el vehículo de pruebas MOB-LAB. Se basa en el procesamiento paralelo de información visual estéreo y el análisis de la carretera en perspectiva inversa. Para detectar los carriles presentes en la imagen en perspectiva inversa, primero se realiza un realzado de las marcas viales, y luego, se aplica un filtro morfológico denominado dilatación geodésica para lograr contornos de línea continuos y bien definidos. Una vez detectados los contornos de carril, se identifica la carretera según la posición de su línea central y del ancho predominante, obtenidos a través de un histograma construido del análisis línea a línea de la imagen.

La detección de obstáculos, por su parte, se efectúa en modo estéreo sobre las imágenes calibradas y en perspectiva inversa. Una vez, las proyecciones de la carretera vistas por cada cámara, izquierda y derecha, son alineadas en orientación y desplazamiento, se obtiene la misma información de la escena. Entonces, al restar ambas imágenes, las diferencias que aparecen se deben a las zonas que no son observadas por ambas cámaras a la vez, efecto de la oclusión resultante, consecuencia de capturas desde diferentes lugares físicos. Por otro lado, basados en el principio de que dos líneas perpendiculares al plano de la carretera se transforman en dos líneas convergentes en perspectiva inversa, la parte trasera de los vehículos que se puede observar en la zona cercana de la carretera, cumplen el principio anterior, y por lo tanto, los obstáculos observados se transforman en un par de triángulos. (Rodríguez, 2017).

Para estandarizar el patrón de búsqueda en la imagen, los triángulos se unifican en un solo triángulo envolvente con vértice inferior en el promedio de los vértices individuales de cada triángulo. Ahora el paso a seguir es caracterizar la presencia de triángulos tipo obstáculo a través de un histograma polar o firma del objeto. Un obstáculo en su representación de firma normalizada se presenta como una señal de dos picos, la forma, magnitud y posición depende de múltiples factores como punto de vista, posición y condiciones de iluminación entre otros. (Rodríguez, 2017).

LANA.

El Algoritmo LANA (Lane-finding in Another domain, por sus siglas en inglés), presentado en (Kreucher, 2009), es un detector de carriles que utiliza como característica de marcas viales, información del dominio de la frecuencia. Esta representación junto con un patrón de carril permite calcular una inferencia de tipo Bayesiano. Donde el modelo de carril sirve como información a priori, mientras que del conjunto de características se extrae la probabilidad de ajustar el modelo correctamente. La detección de carril consiste en encontrar un máximo global en la función de probabilidad a posteriori, a través de un algoritmo de búsqueda. El algoritmo comienza por calcular las características en el dominio de la frecuencia que corresponden a la sumatoria de un subgrupo de descomposiciones ortogonales del tipo coseno discreto, DTC, para un bloque de tamaño 8×8 . El modelo utilizado es una parábola cuya definición se deduce a partir de la descomposición de la ecuación de una circunferencia por series de Taylor, proyectando sus primeros términos sobre el plano de la imagen. El artículo propone aplicar la regla de Bayes para obtener el modelo de carretera, H (la hipótesis del razonamiento), que mejor explique las características extraídas de la imagen de la carretera. (Rodríguez, 2017).

Según Piqueras. (2014), además de los esfuerzos llevados a cabo por las marcas comerciales para desarrollar sistemas que se puedan aplicar con inmediatez en vehículos de calle, hay numerosos proyectos en curso en todo el mundo que tienen objetivos más ambiciosos, cuyo objetivo es conseguir la conducción totalmente autónoma. A continuación se describen algunos de los más relevantes:

Proyecto de coche autónomo de Google: Google está desarrollando su propio programa de vehículos autónomos [9] y [10]. En agosto de 2012, el equipo de desarrollo anunció que habían sido capaces de circular más de 300.000 millas (unos 480.000 km) de forma autónoma sin sufrir ningún accidente. Google dispone para este proyecto de ocho vehículos: seis Toyota Prius, un Audi TT y un Lexus RX450h. Los vehículos de Google recogen los datos mediante cuatro tipos de sensores: Un Lidar giratorio en el techo que genera un mapa tridimensional del entorno a una distancia de 60 m; Una videocámara montada cerca del retrovisor interior que detecta los semáforos y ayuda a los ordenadores a bordo a reconocer el movimiento de obstáculos, como

peatones o ciclistas; Un estimador de posición, montado en la rueda trasera izquierda, que mide pequeños movimientos realizados por el vehículo y ayuda a localizar de manera más precisa su posición en el mapa; y cuatro radares estándar de automoción, tres en la parte delantera y uno en la trasera, para ayudar a determinar las posiciones de los objetos distantes. (Piqueras. (2014).

Vehículo de investigación IVVI (Intelligent Vehicle 31ase don Visual Information) de la universidad Carlos III: Utilizando un Nissan Note como base para el desarrollo, se han conseguido instalar distintos sensores en este coche para conseguir realizar las siguientes funciones[11]: Detectar los límites de la carretera y de los carriles, gracias a las cámaras instaladas, y clasificarlos (las imágenes son enviadas al ordenador central, que mediante su software detecta el tipo de carril de que se trata, para poder actuar en consecuencia). Por ejemplo, detecta líneas continuas (donde no se puede adelantar), discontinuas, y carriles de aceleración. Con esta detección ya conseguida, se pretende dar un paso adicional, que es anticipar el peligro ocasionado cuando el conductor se va alejando (inconscientemente) del carril; Detectar y reconocer de forma automática las señales de tráfico, por su forma y color, gracias a sus algoritmos de búsqueda. Este desarrollo se puede aprovechar, entre otras acciones, para la inspección del estado de las señales de tráfico de forma automática, atendiendo al color, forma, posición y tamaño de esta. Detectar, con las mismas cámaras del coche, a los peatones que puedan suponer un peligro, con el objetivo de poder avisar al conductor (o frenar de forma automática), y de esta forma evitar los accidentes; Reconocer cuando el conductor está comenzando a quedarse dormido con las cámaras que hay dentro del vehículo, las cuales vigilan el rostro de este para detectar si su mirada se desvía, o si la frecuencia de parpadeo no es la habitual (en cuyo caso se alerta al conductor de forma sonora. (Piqueras. (2014).

Proyecto Autopía para el desarrollo de vehículos autónomos: En este programa, automóviles Citroën bautizados con nombres clásicos españoles, como Clavileño o Babioca, han protagonizado recorridos notables sin que el conductor intervenga, como el de 100 kilómetros por vías de diversos tipos entre San Lorenzo de El Escorial y Arganda, ambos en Madrid, en 2012 [12]. En Arganda está el Centro de Automática y Robótica (CSIC y Universidad Politécnica de Madrid) en el que se ha desarrollado la mayor parte del trabajo y casi todas las pruebas desde 2002, al amparo de proyectos de investigación españoles, integrados muchas

veces en programas europeos para el avance en sistemas inteligentes de transporte. Estos vehículos implementan diferentes sensores: GPS, sistemas de visión, láser y Lidar, ultrasonidos, acelerómetros y otros. Pero el objetivo principal no es desarrollar un automóvil concreto, sino aumentar el conocimiento en un tema verdaderamente complejo, el comportamiento del conductor al volante, lo que es generalizable y bastante independiente del vehículo, aunque lógicamente los últimos pasos del proceso, las maniobras como el frenado o la aceleración dependen de actuadores que sí se adaptan a cada vehículo concreto.

El proyecto Autopía ha avanzado desde su inicio, en el que se abordó la instrumentación con sensores, hasta la automatización de los actuadores del coche (tanto el hardware como los algoritmos), y está en la fase de conseguir la cooperación entre vehículos, con maniobras como los adelantamientos con tráfico de frente, los cruces sin semáforos y también con semáforos regulables a distancia, la circulación por rotondas o la incorporación a vías rápidas. Pero existen problemas sin resolver, sobre todo si se tiene en cuenta que hay que garantizar la conducción autónoma tanto de día como de noche y en toda clase de condiciones meteorológicas. Todavía hay muchos problemas sin resolver, como por ejemplo que los sensores sean capaces de distinguir las distintas manchas sobre el terreno, entre otras, manchas de aceite o placas de hielo. (Piqueras. (2014).

Proyecto Darpa (Grand Challenge): DARPA acrónimo de la expresión en inglés “Defense Advanced Research Projects Agency (Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa)” es una agencia del Departamento de Defensa de Estados Unidos responsable del desarrollo de nuevas tecnologías para uso militar [14]. Fue creada en 1958 como consecuencia tecnológica de la llamada Guerra Fría. La propuesta de DARPA es imaginar qué capacidades pudiera desear un comandante militar en el futuro, y acelerar estas capacidades de forma concreta a través de demostraciones tecnológicas. Esto no sólo proporciona opciones al comandante, sino que también cambia la mentalidad acerca de lo que es tecnológicamente posible hoy en día. Una de las iniciativas de esta agencia fue la DARPA Grand Challenge, una carrera de vehículos autónomos en la que estos deben llegar desde un punto de los Estados Unidos hasta otro sin intervención humana y disponiendo únicamente de un listado de puntos intermedios entre el principio del circuito y el final. DARPA concede premios en metálico y en

cada nueva edición es mayor el número de coches sin conductor que la completan y son capaces de desplazarse mayores distancias de forma más segura. (Piqueras. (2014).

Todos los anteriores proyectos se basan en el uso de tecnologías que permitan brindar asistencia al conductor o simplemente se basan en tecnologías para hacerlos autónomos con el fin de omitir la intervención en parte o total del conductor con el fin de mejorar la seguridad vial.

SIMULACIÓN

El presente proyecto de investigación se basa en la implementación de la realidad mixta en el desarrollo de un simulador para un sistema de frenos AEB aplicando tecnologías ADAS para la motocicletas, con el fin de reducir la accidentalidad vial en Colombia donde se ven involucrados motociclistas.

QUÉ ES LA REALIDAD MIXTA

La realidad mixta es la nueva ola en la informática seguida por sistemas centrales, equipos y smartphones. La realidad mixta es cada vez más popular entre consumidores y empresas. Nos libera de las experiencias limitadas a una pantalla, al ofrecer interacciones instintivas con los datos de nuestros espacios cotidianos y con nuestros amigos. Los exploradores en línea, por cientos de millones en todo el mundo, han experimentado realidad mixta a través de sus dispositivos portátiles. La AR móvil ofrece las soluciones de realidad mixta más populares en la actualidad en las redes sociales. Es posible que los usuarios ni siquiera se den cuenta de que los filtros de AR que usan en Instagram son experiencias de realidad mixta. Windows Mixed Reality tiene como cometido llevar todas estas experiencias de usuario al siguiente nivel, con increíbles representaciones holográficas de personas, modelos 3D holográficos de alta fidelidad y el mundo real que los rodea. (Microsoft, 2022).



Imagen 3. Escenario de realidad mixta.

Recuperado de: <https://learn.microsoft.com/es-es/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>

La realidad mixta es una mezcla de universos físicos y digitales, que permite interacciones 3D naturales e intuitivas entre personas, equipos y el entorno. Esta nueva realidad se basa en la visión artificial, el procesamiento gráfico, las tecnologías de visualización, los sistemas de entrada y la informática en la nube. El término “realidad mixta” se introdujo en un documento de 1994 de Paul Milgram y Fumio Kishino, “A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays”. En este documento se exploraba el concepto de continuidad de la virtualidad y la taxonomía de las pantallas visuales. Desde entonces, la aplicación de la realidad mixta ha ido más allá de las pantallas a fin de incluir lo siguiente:

- Comprensión del entorno: mapeo y anclajes espaciales.
- Comprensión humana: seguimiento de manos, seguimiento ocular y entrada de voz.
- Sonido espacial.
- Ubicaciones y posicionamiento en los espacios tanto físicos como virtuales.
- Colaboración en recursos 3D en espacios de realidad mixta. (Microsoft, 2022).

LA SIMULACIÓN

La simulación es una representación de un fenómeno o proceso mediante otro más simple, permitiendo así analizar sus características. Es imitar con la ayuda de un computador la operación y funcionalidad de varios procesos para determinar resultados y características reales. R. E. Shannon considera que la simulación “es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a cabo experiencias con el mismo en la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o de evaluar una nueva estrategia, dentro de los límites impuestos por un criterio o conjunto de ellos, para evaluar el funcionamiento óptimo del sistema” (Labosin, s.f.).

La simulación se encuentra en una de las áreas con mayor desarrollo y crecimiento conformando así una herramienta muy importante y fundamental a la hora de tomar decisiones apoyadas por un computador. Hay tres puntos importantes que han ayudado y contribuido con el crecimiento de las simulaciones en la última década y son:

1. El aumento de la velocidad de procesamiento del computador y la disminución de costos en los sistemas y componentes de hardware.
2. Adición de salidas gráficas y de animación: este desarrollo en cuanto a tecnología le permitió a la simulación mostrar los resultados por medio de instrumentos de animación en forma natural en la pantalla del computador, en vez de mostrarlos como informes en un papel. Así las personas pueden observar y analizar la información y los resultados de una manera más rápida y cómoda.
3. Desarrollo de instrumentos y herramientas de simulación más fáciles y prácticos de usar, proporcionando así resultados estadísticos completos. (Torres, Vásquez, & Vega, 2008).

TIPOS DE SIMULACIONES

Considerando las diferentes características de los modelos de simulación, Mimesis Soluciones (2003) considera siete tipos, a saber:

- Simulación Discreta: donde el estado de las variables cambia instantáneamente en instantes de tiempo separados. (Torres, Vásquez, & Vega, 2008).

- Simulación Continua: en la cual las variables de estado cambian continuamente en el tiempo, para lo que involucran ecuaciones diferenciales útiles para determinar las tasas de cambio de las variables. (Torres, Vásquez, & Vega, 2008).
- Simulación Combinada Discreta-Continua: que incluyen unas variables que cambian continuamente con respecto al tiempo y otras que cambian instantáneamente en tiempos separados. En esta existen tres tipos de interacciones de las variables:
 - Una variable discreta puede causar un cambio discreto en el valor de una variable de estado continua; - Un evento discreto puede causar que una variable continua cambie en un instante de tiempo en particular.
 - Una variable continua de punto de partida puede causar la ocurrencia de un evento discreto. (Torres, Vásquez, & Vega, 2008).

Simulación Determinística y/o Estocástica: según utilice datos de entrada determinísticos o al azar. • Simulación estática y dinámica, dependiendo de la importancia que tenga el tiempo. (Torres, Vásquez, & Vega, 2008).

- Simulación con Orientación hacia los eventos: en el cual la lógica se basa en los eventos que ocurren instante a instante, registrando el estado de todos los eventos, entidades, atributos y variables del modelo en todo momento. (Torres, Vásquez, & Vega, 2008).

FASES PARA REALIZAR UNA SIMULACIÓN

Al realizar un estudio de simulación, existe un procedimiento a desarrollar y seguir para lograr su objetivo, acercándose lo más posible a los resultados en la vida real. Gurovich y Ruiz-Tagle (2007) establece las siguientes etapas del proceso:

- Definición del sistema: Implica un análisis preliminar del mismo, con el fin de determinar la interacción con otros sistemas, las restricciones del sistema, las variables y sus interrelaciones, las medidas de efectividad a utilizar para la definición del sistema y los resultados que se esperan obtener del estudio.

- **Formulación del modelo:** Donde se definen todas las variables, sus relaciones lógicas y los diagramas de flujo que describan en forma completa el modelo.
- **Colección de datos:** Es muy importante definir con claridad y exactitud los datos requeridos para obtener los resultados esperados. Normalmente, la información requerida por un modelo se puede obtener de registros contables, de órdenes de trabajo, de órdenes de compra, de opiniones de expertos y si no hay otro remedio por experimentación.
- **Implementación del modelo en la computadora:** Con el modelo definido, se define el lenguaje de programación para procesarlo en la computadora y obtener los resultados esperados.
- **Validación:** A través de esta etapa es posible detallar deficiencias en la formulación del modelo o en los datos alimentados al modelo. Para validar las simulaciones se puede utilizar la opinión de expertos sobre los resultados de la simulación, la exactitud con que se predicen datos históricos, la exactitud en la predicción del futuro, - la comprobación de falla del modelo de simulación al utilizar datos que hacen fallar al sistema real, la aceptación y confianza en el modelo de la persona que hará uso de los resultados que arroje el experimento de simulación.
- **Experimentación:** Consiste en generar los datos deseados y en realizar un análisis de sensibilidad de los índices requeridos.
- **Interpretación de resultados:** Permite soportar decisiones del tipo semiestructurado, ya que la computadora sólo ofrece información que ayudan en la toma de mejores decisiones y, por consiguiente, a obtener mejores resultados.
- **Documentación:** Implica dos tipos de documentación: de tipo técnico, referida a la documentación que el departamento de procesamiento de datos debe tener del modelo y el manual del usuario, que facilita la interacción y el uso del modelo desarrollado a través de una computadora. (Torres, Vásquez, & Vega, 2008).

HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN EN REALIDAD MIXTA EN COLOMBIA

En la actualidad en Colombia apenas está tomando fuerza lo relacionado a la realidad virtual o mixta en temas de automovilismo, esto con el fin de entrenar a conductores en

habilidades para la conducción y seguridad vial donde se entrena y miden las condiciones particulares de cada conductor en ambientes donde interactúa con otros actores viales, estos simuladores inicialmente tenían aplicación en vehículos y luego debido a la alta demanda en el mercado de las motocicletas y asociado a los altos índices de accidentalidad vial donde involucra motociclistas también están presentes en ese segmento. Empresas como Way Group SA., Solumek, soluciones Mecánicas Globales en alianza con el empresa Española Lander y Kirvit Ltda., son empresas que han traído este tipo de tecnologías a nuestro país, es de aclarar, que los pioneros en simuladores para entrenamiento de pilotos e investigaciones aeronáuticas ha sido el sector aeronáutico. Adicionalmente empresas como Cesvi Colombia han tomado la delantera en temas relacionados con la experimentación e investigación en el sector automotriz en Colombia desarrollando productos y servicios enfocados en las necesidades de la industria automotriz de Colombia y Latinoamérica, Cesvi ha sido reconocido como Centro de Investigación y Experimentación por parte de Colciencias, en el ámbito internacional hace parte del RCAR, un organismo cuyo objetivo es reducir los costos humanos y económicos de las pérdidas de vehículos de motor, además de ser miembro activo del Programa de Evaluación de Vehículos Nuevos para América Latina y el Caribe (Latín NCAP). (Cesvi 2020), de la mano de la Agencia Nacional de Seguridad Vial han realizado grandes esfuerzos para fortalecer tecnológicamente el sector automotriz en temas de seguridad vial con el fin de prevenir la accidentalidad y los impactos en términos de pérdidas de vidas y lesiones graves, todo lo anterior enfocado a fortalecer las habilidades de conducción y educación en seguridad vial para los actores viales aplicando tecnologías como la realidad virtual, pero aún no hay en nuestro país o incluso en el mundo una tecnología de simulación para motocicletas basada en sistemas ADAS con el fin de prevenir la accidentalidad vial.

HERRAMIENTAS PARA CREAR CONTENIDOS DE REALIDAD VIRTUAL

Existe una gran variedad de herramientas que permiten crear contenidos en realidad virtual o aumentada y que son aplicables a los videojuegos, salud, economía, aeronáutica, cine, televisión, automotriz, transporte, arquitectura, construcción, etc., y que por medio de estas

pueden diseñarse entornos virtuales de todo tipo permitiendo generar experiencias en tiempo real de un lugar, actividad o una situación particular.

Unity.

Unity es un motor multiplataforma para el desarrollo de videojuegos es decir, permite desarrollar juegos para distintas consolas y dispositivos desde una misma base, sin tener que crearlo desde cero para cada plataforma. Esto es lo primero que se debe tener en cuenta para entender Unity, porque allí nace su principal ventaja. Al ser capaz de compilar para diferentes plataformas, permite crear videojuegos habilitados para web, móviles, consolas, smart TV e incluso dispositivos de realidad aumentada, de manera que es un motor de desarrollo prácticamente universal que ahorra costos significativamente a programadores y desarrolladores independientes. (Platzi, 2022).

Unity es un motor gráfico basado en lenguaje de programación C#. Su propósito es facilitar y mejorar el desarrollo de videojuegos en una plataforma autónoma y que se actualiza constantemente. Aprendiendo cómo usar Unity se elimina la pesada tarea de crear y mantener una propia plataforma de desarrollo. Pues sirve para integrar funciones, variables y recursos gráficos que le darán un estilo particular a toda clase de ideas. Esta plataforma cuenta con diversas herramientas como efectos especiales en 2D y 3D que, además de ahorrar tiempo, permitirán concentrarse en el aspecto del diseño de la historia y la experiencia. (Platzi, 2022).

Cospaces.

Es una plataforma amigable para la creación de contenidos y experiencias en realidad virtual con la que pueden interactuar todo tipo de creadores y explorar entornos 3D sin la necesidad de poseer grandes conocimientos de programación (al poder programarse a través de bloques similares a los de Scratch). (Blog UPM, 2022).

Esta plataforma en su versión gratuita no requiere de descargar el programa ya que puede trabajar en la web y continuar el proyecto donde se había dejado inicialmente, es un entorno de fácil aprendizaje por su interfaz amigable.

Las anteriores herramientas para la creación de contenidos en realidad virtual son de gran ayuda para la simulación de proyectos que ya sea por variables como el costo, tiempo, recursos y demás no pueden llevarse a cabo de manera física, lo que permite interactuar en un entorno virtual que permite disfrutar de la experiencia en tiempo real.

Aumentaty.

Es un software de realidad aumentada con pantallas interactivas y salas inmersivas que permite crear entornos en realidad mixta. Es un potente software con características sencillas de muy fácil manejo e incluso intuitivo lo que lo hace muy fácil de usar incluso para principiantes.

Se basa en una interfaz gráfica que brinda al usuario una experiencia única y lo transporta a un entorno de realidad mixta donde puede explorar diferentes funcionalidades y aplicaciones del software.

IMPLEMENTACION DE LAS TECNOLOGIAS ADAS EN LAS MOTOCICLETAS.

El propósito de implementar esta tecnología en las motocicletas es brindar una asistencia al conductor la cual minimice el riesgo de colisión en la vía, sobre todo en entornos interurbanos que es donde están sucediendo la mayoría de los accidentes de tránsito y que involucra motocicletas. Esta tecnología es posible implementarla en cualquier motocicleta actual que rueda en las vías colombianas, sin embargo, el costo de adaptación puede superar el valor comercial de la motocicleta, dado que, muchas de las motocicletas que circulan en nuestro país son motocicletas de baja cilindrada, de procedencia china y su costo es relativamente bajo, esto facilita la adquisición de la motocicleta como medio de transporte, trabajo o diversión pero con el agravante que no cuenta con ningún tipo de tecnología como: inyección electrónica de combustible, frenos ABS, control de tracción, etc., y que por costos del sistema dificultaría la implementación.

Por otra parte las motocicletas de marcas como Yamaha, Suzuki, KTM, BMW, Honda, Kawasaki, entre otras, ya sean motocicletas de baja, media y alta gama que tienen un valor comercial significativo y que traen sistemas como: inyección electrónica de combustible, frenos ABS, control de tracción, etc., no traen este tipo de tecnologías ADAS y su implementación

puede ser factible a pesar del costo que pueda tener el sistema, sin embargo, en algunos modelos puede ser complejo la reconversión dado que los fabricantes no permiten modificar algunos parámetros de la ECU (*Engine Control Unity-Unidad de Control del Motor*) o computador de la motocicleta.

El costo de la reconversión para instalar un sistema de monitoreo 360° por medio de sensores que recojan información del entorno vial, así como, el sistema de AEB de frenado autónomo en motocicletas sin ningún tipo de tecnología como las mencionadas anteriormente puede ser en promedio de unos \$8.000.000 (Ocho Millones de Pesos M/cte.) y en motocicletas con tecnologías como ABS puede tener un costo de unos \$4.000.000 (Cuatro Millones de Pesos M/cte.).

Debido a las restricciones para la implementación del sistema en motocicletas ya existentes, lo ideal sería por medio de una normatividad en cada país donde se exija que las motocicletas a partir de cierto año deben disponer de toda esta tecnología, tal como sucede con la ley 1972 de 2019 la cual establece que : “A partir de enero de 2021 todas las motocicletas que se fabriquen, ensamblen o importen para circular por el territorio nacional, deberán cumplir la normativa Euro 3 y para 2030 se prevé que todas las motos que estén circulando en Colombia cumplan dicha normatividad Euro”.

Este tipo de normativas en muchos países del mundo es lo que ha permitido que los vehículos tengan tecnologías cada vez mas avanzadas en beneficio del medio ambiente, los conductores, los ocupantes y en general de todos los actores viales.

IMPORTANCIA DE VALIDAR LA PROPUESTA CON REALIDAD MIXTA

La importancia de llevar a cabo este proyecto por medio de la realidad mixta es que al igual que en otro tipo de proyectos es posible tener una experiencia muy similar a la real, afianza los conocimientos adquiridos optimizando el proceso de aprendizaje y se pueden realizar mejoras o correcciones según sea la necesidad, esto con el fin de que antes de fabricar un prototipo se tenga un panorama muy cercano a como se va a comportar el sistema en la realidad. Además permite ahorrar recursos de toda índole.

ASPECTOS POR EVALUAR EN EL PROCESO DE DESARROLLO

La simulación de la propuesta tiene como principal fin que se cumplan, los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación ya, que por medio de la realidad mixta puede llevarse a cabo un tipo de simulación que permita describir un proceso similar a lo que ocurre en la realidad en cuanto a la interacción de actores viales y que por medio de una simulación en realidad mixta pueda concluirse que al implementar las tecnologías ADAS en las motocicletas permita reducir o mitigar el impacto que genera la accidentalidad vial donde los motociclistas se ven involucrados, sin embargo las herramientas gratuitas disponibles para crear contenido en realidad mixta no tienen el alcance requerido para este proyecto.

PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA AEB EN UNA MOTOCICLETA

Sin duda que implementar un sistema de frenado autónomo de emergencia en una motocicleta ayuda o mitiga la accidentalidad vial donde se ven involucrados los motocicletas y otros actores viales, en un alto porcentaje los accidentes que se presentan ocurren en los entornos urbanos por ello, la necesidad de implementar una tecnología que permita brindar una asistencia al conductor que reduzca la accidentalidad vial y de los cuales anteriormente se describieron.

AEBS o Sistema de frenado autónomo de emergencia urbano e interurbano:

En caso de despiste del conductor y riesgo de colisión por alcance, el sistema es capaz de detectar un peligro inminente y actuar de dos formas: emitiendo un aviso (visual/acústico) al conductor, y en caso de que el conductor haga caso omiso, tomará el control del vehículo para detenerlo realizando una frenada de emergencia.

Para el caso de la motocicleta es necesario que esté equipada como mínimo con sistemas modernos tales como, inyección electrónica de combustible el cual puede controlar el torque en la rueda trasera y frenos ABS (Anti-lock Braking System) o sistema de frenos antibloqueo, por

otra parte el ABS evita el bloqueo de las ruedas en caso de que el conductor presione excesivamente los frenos, lo anterior por medio del control electrónico por medio de la ECU (Unidad de Control del Motor) o computador con el que estaría equipada la motocicleta.

ELEMENTOS DEL SISTEMA

Control de regulación de velocidad.

La regulación adaptativa de la velocidad es una ampliación del control de velocidad convencional (CC) y debe implementarse en la motocicleta como medida de seguridad por medio de la regulación del motor a través de la ECU. Mientras que el control de velocidad mantiene una velocidad nominal establecida por el conductor, el ACC adapta automáticamente la velocidad de la motocicleta para mantener una distancia sucesiva segura con respecto a un objeto situado delante de la motocicleta. Por debajo de 5 km/h o por encima de 80 km/h el sistema de velocidad adaptativa se anula. (Wabco, 2020).

El sistema ayuda a optimizar la eficiencia del combustible en general. La influencia de los hábitos de los distintos conductores en el ahorro de combustible y en el desgaste del vehículo se mantiene a los niveles más bajos posibles. Si bien las estadísticas de accidentes no constituyen ningún requisito del sistema, indican claramente que el ACC también aumenta la seguridad de circulación gracias a su regulación de la distancia. (Wabco, 2020).

El ACC solo reacciona ante los objetos en movimiento y detenidos que circulan en el mismo sentido. No reacciona ante objetos estáticos o que se desplazan en sentido contrario. Un objeto detectado en movimiento que se detiene posteriormente se clasifica como un objeto detenido.

Ejemplo: El ACC controla la distancia con respecto a un vehículo o motocicleta precedente en movimiento. Al acercarse a un semáforo en rojo, el vehículo frena hasta quedar parado. En este caso, el objeto se clasifica como detenido. ACC sigue reaccionando ante este objeto y continúa la regulación de la distancia. Un objeto que no se haya detectado en movimiento se clasificará como objeto estático. (Wabco, 2020).

Ejemplo: El ACC se acerca a un semáforo en rojo en el que ya están parados los vehículos. Por este motivo, el ACC no reaccionará ante estos vehículos.

Esta medida se requiere para evitar que el ACC reaccione por error ante objetos estáticos no relevantes, como por ejemplo señales de tráfico, tapas de sumideros o puentes.

A fin de controlar la distancia a un vehículo precedente, el ACC limita el par motor requerido por el control de velocidad y controla los frenos, por este motivo, el ACC no puede acelerar un vehículo por cuenta propia. El par de accionamiento para la aceleración solo es requerido por el control de velocidad. (Wabco, 2020). El sistema detecta los objetos en movimiento que se aproximan y emite un aviso sonoro al conductor indicándole la aproximación de un objeto.

Radar Infrarrojo de proximidad de objetos.

Permite detectar y calcular la distancia de los objetos midiendo el tiempo que transcurre entre la emisión y la recepción de la señal, tiene la capacidad de detectar objetos en condiciones de poca luz, lo que es ideal para detectar objetos o peatones en la noche o en condiciones de baja visibilidad por parte del conductor. En este tipo de elementos pueden ajustarse las distancias requeridas para la detención.

Frenos ABS.

Se trata de un sistema de seguridad que evita que las ruedas se bloqueen, además, ayuda a los conductores a mantener el control de la dirección y conserva la adherencia en el suelo para evitar un derrape incontrolado. Básicamente, con este sistema, el conductor tiene más control del auto durante situaciones extremas como un frenado brusco. (Mitsubishi Motors, 2019).

Los frenos ABS son parte del sistema de estabilidad, comúnmente conocido como control de estabilidad electrónica, el cual monitorea las ruedas durante el frenado brusco. Cada rueda tiene un sensor adjunto. Si el sensor inteligente detecta que la rueda está a punto de bloquearse, el sistema liberará el freno (esto solo ocurrirá por un momento). Los frenos ABS, continua y repetidamente aplicarán presión de frenado óptima a cada rueda, lo que significa que el sistema frenará lo suficiente para no bloquear las ruedas. (Mitsubishi Motors, 2019).

Cuando el sistema se encuentra activo, se siente una pulsación a través del pedal de freno mientras se encuentra presionado. El sistema antibloqueo ayuda al conductor a conservar el control del vehículo en lugar de detenerlo. Reduce el riesgo de derrape incluso cuando se realizan maniobras evasivas. (Mitsubishi Motors, 2019).

Componentes del sistema.

1. Sensor de velocidad.

Este sensor monitorea la velocidad de cada rueda, también determina la aceleración y desaceleración necesaria de ambas. Consiste en un excitador (un anillo con dientes en forma de (V) y otros componentes, que generan pulsos de electricidad a medida que los dientes de este pasan por delante de él. (Mitsubishi Motors, 2019).

2. Válvulas de aire.

Regulan la presión de aire enviada a los frenos durante el funcionamiento del sistema ABS. Hay una válvula en la línea de freno de cada uno que es controlado por el ABS. En el primer paso, la válvula se abre y permite que la presión del cilindro maestro sea transferida a los frenos. (Mitsubishi Motors, 2019).

En el siguiente paso, la válvula de freno se mantiene cerrada y la presión del cilindro maestro es reducida. Por último, las válvulas liberan algo de presión de los frenos.

El tercer paso es repetido hasta que el auto se detiene. La resistencia que sienten los conductores cuando frenan de repente, a altas velocidades, son las válvulas de los frenos controlando la presión que es transferida de los frenos al cilindro maestro. (Mitsubishi Motors, 2019).

3. Unidad electrónica de control (ECU).

El ECU es una unidad de control electrónico que recibe, amplifica y filtra las señales de los sensores para calcular la velocidad de rotación y aceleración de las ruedas. El ECU recibe la señal de los sensores en el circuito y controla la presión del freno de acuerdo con la información que es analizada por la unidad. (Mitsubishi Motors, 2019).

4.Unidad de control hidráulico.

La unidad de control hidráulico recibe señales de la unidad electrónica de control para aplicar o soltar los frenos bajo las condiciones de antibloqueo. Esta unidad controla los frenos incrementando la presión hidráulica u omitiendo la fuerza del pedal para reducir la potencia del frenado. (Mitsubishi Motors, 2019).

Layout Sistema Frenos AEB en Motocicletas.

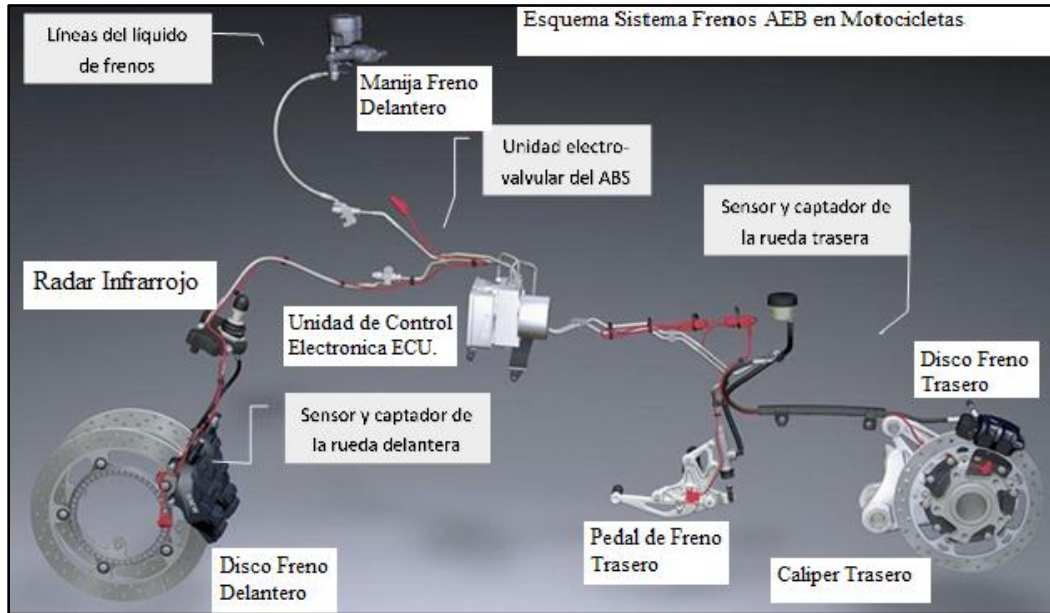


Imagen 4. Esquema Frenos AEB Motocicletas. Adaptado de: <https://n9.cl/0ucdg>

El anterior esquema representa la propuesta de un sistema de frenos AEB en motocicletas la cual consta de los elementos descritos en la imagen, es de anotar que para que todo el sistema funcione de manera óptima la ECU debe estar programada con las variables y comandos para que los actuadores del sistema ejecuten las ordenes con precisión.

CONCLUSIONES

Una conclusión muy importante en el presente trabajo de investigación es que no se pudo simular en realidad mixta un sistema de frenos AEB en motocicletas debido a la complejidad del mismo y las variables que intervienen en él, dado que las aplicaciones libres o gratuitas no tienen la robustez para tal fin y las de pago tienen un costo elevado. Una alternativa es la adaptación del sistema a una motocicleta del mercado de baja cilindrada pero los costos del sistemas son altos. Sin embargo los sistemas de frenos AEB son sistemas que se encuentran disponibles en algunos vehículos del mercado a nivel mundial y con la ayuda de estas tecnologías han mejorado la seguridad no solo de los ocupantes sino la de los demás actores viales reduciendo la accidentalidad en vías, esto puede aplicarse en motocicletas como un mecanismo para salvaguardar la vida de los motociclistas, peatones y ciclistas reduciendo la estadísticas en cuanto a accidentalidad vial.

BIBLIOGRAFIA

¿Qué es la realidad mixta? Microsoft. (2022). Recuperado de: <https://learn.microsoft.com/es-es/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>

¿Qué son los sistemas ADAS? Mapfre. (2022). Recuperado de: <https://www.fundacionmapfre.org/educacion-divulgacion/seguridad-vial/sistemas-adas/que-son-los-sistemas-adas/>

AEB Coche a Coche. EuroEncap. (2020). Recuperado de: <https://n9.cl/ss8bw>

Coespaces EDU. Blog UPM, 2022. Recuperado de: <https://blogs.upm.es/ingenieriaeducativa/programacion/cospaces-edu/>

Colombia cerró el 2021 con récord histórico en venta de motos. Andemos. (2022). Recuperado de: <https://www.valoraanalitik.com/2022/01/03/andemos-colombia-cerro-2021-record-venta-motos/>

Especial salón del automóvil: los ojos en la seguridad. Revista Autocrash. (2018). Recuperado de: <https://www.revistaautocrash.com/especial-salon-del-automovil-los-ojos-en-la-seguridad/>

Frenado autónomo de emergencia. LatinCap. (2022). Recuperado de: <https://n9.cl/cto6e>
<https://n9.cl/0ucdg>

Integración de sensores para sistemas ADAS a través de la arquitectura ROS para un vehículo inteligente. Roberto Piqueras Ceballos. 2014. Recuperado de: <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/23241>

Interpretación de la estrellas. EuroNCAP. (2022). Recuperado de: <https://www.euroncap.com/es/euro-ncap/interpretaci%C3%B3n-de-las-estrellas/>

Las alarmantes cifras de accidentalidad de motos en Colombia. Revista Semana. (2022).

Recuperado de: <https://www.semana.com/enfoque/articulo/las-alarmantes-cifras-de-accidentalidad-de-motos-en-colombia/202253/>

Muertos en accidentes de tránsito en 2021. Revista Motor. (2022). Recuperado de:

<https://www.motor.com.co/industria/7.270-muertos-en-accidentes-de-transito-en-2021-20220124-0001.html>

Patentes. Patenscope. (2022). Recuperado de:

https://patentscope.wipo.int/search/es/result.jsf?_vid=P20-L8D9LP-83664

Qué es Unity - Todo sobre el popular motor de videojuegos. Platzi, 2022. Recuperado de:

<https://platzi.com/blog/que-es-unity-motor-videojuegos/>

Quienes somos. Cesvi, 2022. Recuperado de: <https://www.cesvicolombia.com/quienes-somos/>

Ruíz, J., & Herrera, A. (2016). Accidentes de tránsito con heridos en Colombia según fuentes de información: caracterización general y tipologías de accidentes. Revista CES Psicología, 9(1), 32-46.

Simulación: Una opción para comprender la realidad. Torres, A. F., Vásquez, J. E., & Vega, O.

A. (2008). Research. Obtenido de: www.researchgate.net:

https://www.researchgate.net/publication/338986662_Simulacion_una_opcion_de_comprender_la_realidad/citation/download

Sistema de frenos ABS. Mitsubishi Motors, Perú. Recuperado de: [https://www.mitsubishi-](https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/funcionamiento-frenos-abs/)

[motors.com.pe/blog/funcionamiento-frenos-abs/](https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/funcionamiento-frenos-abs/)

Tesis doctoral: Sistema Avanzado de Asistencia a la Conducción para Entornos Interurbanos,

Autor: Cesar Hernán Rodríguez Garavito. 2017. Recuperado de: <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/24968>

The world's leading platform for real-time content creation. Unity, 2022. Recuperado de:

<https://unity.com/>

Wabco. Descripción sistema de freno AEBS (2020). Recuperado de: <https://www.wabco-customercentre.com/catalog/docs/8150402183.pdf>